



IPC-A-610G CN

修订版G - 2017年10月

取代F版附修订本1
2016年2月

电子组件的可接受性

由IPC开发国际标准

由IPC开发

Association Connecting Electronics Industries



participants from
17 countries
contributed to this standard



标准化的原则

1995年5月，IPC技术行动执行委员会（TAEC）采用了该“标准化的原则”作为IPC致力标准化的指引原则。

标准应该：

- 表达可制造性设计（DFM）与为环境设计（DFE）的关系
- 最小化上市时间
- 使用简单的（简化的）语言
- 只涉及技术规范
- 聚焦于最终产品的性能
- 提供有关应用和问题的反馈系统以利将来改进

标准不应该：

- 抑制创新
- 增加上市时间
- 拒人于门外
- 增加周期时间
- 告诉你如何做某件事
- 包含任何禁不住推敲的数据

特别说明

IPC 标准和出版物，通过消除制造商与客户之间的误解，推动产品的可交换性和产品的改进，协助买家进行选择并以最短的延迟时间获得满足其特殊需要的适当的产品，以实现为公众得奖服务的宗旨。这些标准和出版物的存在，即不应当有任何考虑非排斥IPC会员或非会员制造或销售不符合这些标准和出版物要求的产品，也不应当排斥那些IPC会员以外无论是国内还是国际的公众自愿采用。

IPC提供的标准和出版物是推荐性的，不考虑其采用是否涉及有关文献、材料或工艺的专利。IPC既不会对任何专利所有者承担任何义务，也不会对任何采用这些推荐性标准和出版物的团体承担任何义务。使用者对于一切专利侵权的指控承担全部辩护的责任。

IPC关于规范修订变更的立场声明

使用和执行IPC的出版物完全出于自愿并且成为用户与供应商关系的一部分，这是IPC技术行动执行委员会的立场。当某个IPC出版物升级以及修订版面世时，TAEC的意见是，除非由合同要求，这种新的修订版作为现行版的一部分来使用的关系不是自动产生。TAEC推荐使用最新版本。
1998年10月6日起执行。

为什么要付费购买本文件？

您购买本标准是在为今后的新标准开发和行业标准升级作贡献。标准让制造商、用户、供应商更好地相互理解。标准会帮助制造商建立满足行业规范的工艺，获得更高的效率，向用户提供更低的成本。

IPC每年投入数十万美元支持IPC的志愿者在标准和出版物上的开发。草案稿需要多遍审查，委员会的专家们要花费数百小时进行评审和开发。IPC员工要出席和参加委员会的活动，打印排版，以及完成者有必要的手续以达到ANSI（美国国家标准学会）认证要求。

IPC的会费一直保持在低位以使尽可能多的公司加入。因此，有必要用标准和出版物的收入补偿会费收入。IPC会员可以得到50%的折扣价格。如果贵公司需要购买IPC标准和出版物，为什么不加入会员得到这个实惠，并同时享有IPC会员的其他好处呢？

有关IPC会员的其它信息，请浏览www.ipc.org，或致电001-847-597-2872：中国地区用户请邮件至BDAChina@ipc.org。

感谢您的继续支持。



IPC-A-610G CN

电子组件的可接受性

If a conflict occurs
between the English
language and translated
versions of this document,
the English version will
take precedence.

本文件的英文版本与翻译版
本如存在冲突，以英文版本
为优先。

由IPC产品保证委员会（7-30）可接受性分委员会（7-31）
IPC-A-610工作组（7-31b）开发。

取代：

IPC-A-610F WAM1 -
February 2016
IPC-A-610F - July 2014
IPC-A-610E - April 2010
IPC-A-610D - February 2005
IPC-A-610C - January 2000
IPC-A-610B - December 1994
IPC-A-610A - March 1990
IPC-A-610 - August 1983

鼓励本标准使用者参加未来修订版的开发。

联系方式：

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, Illinois
60015-1249
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

ADOPTION NOTICE

IPC-A610, "Acceptability of Electronic Assemblies", was adopted on 12-FEB-02 for use by the Department of Defense (DoD). Proposed changes by DoD activities must be submitted to the DoD Adopting Activity: Commander, US Army Tank-Automotive and Armaments Command, ATTN: AMSTA-TR-E/IE, Warren, MI 48397-5000. Copies of this document may be purchased from the The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits, 2215 Sanders Rd, Suite 200 South, Northbrook, IL 60062.
<http://www.ipc.org/>

Custodians:

Army - AT
Navy - AS
Air Force - 11

Adopting Activity:

Army - AT
(Project SOLD-0060)

Reviewer Activities:

Army - AV, MI

AREA SOLD

DISTRIBUTION STATEMENT A: Approved for public release; distribution is unlimited.

鸣谢

任何包含复杂技术的标准都要有大是指资料来源。我们不可能罗列所有参与和支持本标准开发的个人和单位，下面仅仅列出了IPC产品保证委员会（7-30及7-30CN）IPC-A-610开发团队，包括7-31B技术组的主要成员。然而我们不得不提到IPC TGAsia 7-31BCN技术组的成员，他们力求译文文字的信达雅，为此标准中文版的翻译、审核付出了大量的时间和艰苦的劳动。我们在此一并对上述各有关组织和个人表示衷心的感谢。

产品保证委员会

主席
Robert Cooke
NASA Johnson Space Center
Vice Chair
Debbie Wade
Advanced Rework Technology Ltd.-A.R.T.

可接受性分委员会

Chair
Constantino J. Gonzalez
ACME Training & Consulting

IPC-A-610 工作组的成员

Ted Faulkner
Gaston Hidalgo
Muhammet Ozcan
Mel Parrish Sezgin
Sezer
Arye Grushka, A. A. Training Consulting and Trade A.G. Ltd.
Neil Wolford, AbelConn, LLC
Ross Dillman, ACI Technologies, Inc.
Constantino J. Gonzalez, ACME Training & Consulting
John Vickers, Advanced Rework Technology-A.R.T.
Debbie Wade, Advanced Rework Technology-A.R.T.
Karen Tellefsen, Alpha Assembly Solutions
Steven Bowles, ALL Flex LLC
Russell Steiner, Allegion
Bradley Smith, Allegro MicroSystems Inc.
Mitchell Holtzer, Alpha Assembly Solutions
Claus Molgaard, ALPHA-elektronik A/S
Sean Keating, Amphenol Limited (UK)
Bruce Hughes, AMRDEC MS&T EPPT
Michael Aldrich, Analog Devices Inc.
Scott Venhaus, Arrow Electronics Inc.
David Greer, AssembleTronics LLC
Bill Strachan, ASTA - Portsmouth University
Erik Bjerke, BAE Systems
Tim Gallagher, BAE Systems
Joseph Kane, BAE Systems
Agnieszka Ozarowski, BAE Systems
Darrell Sensing, BAE Systems

IPC-A-610 工作组

联合主席
Constantino J. Gonzalez
ACME Training & Consulting
Mary Muller
Crane Aerospace & Electronics
Robert Fornefeld
L-3 Technologies

IPC 董事会技术联络员

Bob Neves
Microtek (Changzhou) Laboratories

Gary Morgan, Ball Aerospace & Technologies Corp.
Jonathon Vermillion, Ball Aerospace & Technologies Corp.
Gerald Leslie Bogert, Bechtel Plant Machinery, Inc.
James Barnhart, BEST Inc.
Norman Mier, BEST Inc.
Dorothy Cornell, Blackfox Training Institute
Vincent Price, Blackfox Training Institute
Karl Mueller, Boeing Company
Brandy Tharp, Carlisle Interconnect Technologies
Zenaida Valianu, Celestica
Steven Perng, Cisco Systems Inc.
Robert Priore, Cisco Systems Inc.
Marilyn Lawrence, Conformance Technologies, Inc.
Hans-Otto Fickenscher, Conti Temic Microelectronic GmbH
Indira Vazquez, Continental Automotive
Miguel Dominguez, Continental Temic SA de CV
Rafael Leon, Continental Temic SA de CV
Jose Servin Olivares, Continental Temic SA de CV
Michael Meigh, Copper and Optic Terminations
Mary Muller, Crane Aerospace & Electronics
Symon Franklin, Custom Interconnect Ltd
Wallace Ables, Dell Inc.
Dan Stein, Dell Inc.
Anitha Sinkfield, Delphi Electronics and Safety
Vicki Hagen, Delta Group Electronics, Inc.
Irene Romero, Delta Group Electronics Inc.
Cengiz Oztunc, DNZ Ltd.
Nick Barnes, DVR Ltd

鸣谢 (续)

Timothy McFadden, EEI Manufacturing Services
Leo Lambert, EPTAC Corporation
Helena Pasquito, EPTAC Corporation
Ramon Essers, ETECH-trainingen
Ramon Koch, ETECH-trainingen
Joachim Schuett, FED-Fachverband Elektronik Design e.V.
Eric Camden, Foresite, Inc.
Francisco Fourcade, Fourcad, Inc
Stephen Fribbins, Fribbins Training Services
Kenneth Schmid, GE Aviation
Milea Kammer, Honeywell Aerospace
John Mastorides, Honeywell Aerospace
Richard Rumas, Honeywell Canada
Kristen Troxel, HP Inc.
Elizabeth Benedetto, HP Inc.
Jennie Hwang, H-Technologies Group
Poul Juul, HYTEK
Kelly Kovalovsky, i3 Electronics
Linda Tucker-Evoniuk, Independent Training and Consultation
Ana Ferrari Felippi, Instituto de Pesquisas Eldorado
Jagadeesh Radhakrishnan, Intel Corporation
Ife Hsu, Intel Corporation
Jon Roberts, J.F. Drake State Technical College
Kentaro Kono, Japan Unix Co., Ltd.
Yusaku Kono, Japan Unix Co., Ltd.
Toshiyasu Takei, Japan Unix Co., Ltd.
David Barastegui, JBC Soldering, S.L.
David Reyes, JBC Tools, USA
Reza Ghaffarian, Jet Propulsion Laboratory
Akikazu Shibata, JPCA-Japan Electronics Packaging and Circuits Association
Craig Pfefferman, JRI, Inc.
Kevin Boblits, K&M Manufacturing Solutions, LLC
Sue Powers-Hartman, Killdeer Mountain Manufacturing, Inc.
Nancy Bullock-Ludwig, Kimball Electronics
Kevin Schuld, Kontron America
Shaun Wurzner, Korry Electronics Co.
Augustin Stan, L&G Advice Serv SRL
Robert Fornefeld, L-3 Technologies
Shelley Holt, L-3 Technologies
Frederick Beltran, L-3 Technologies
Victor Powell, L-3 Communications Aviation Recorders
Daniel Lipps, L-3 Fuzing and Ordnance Systems, Cincinnati
Keld Maaloe, LEGO Systems A/S
Josh Goolsby, Lockheed Martin Missiles & Fire Control
Ben Gumpert, Lockheed Martin Missile & Fire Control
Sharissa Johns, Lockheed Martin Missiles & Fire Control
Vijay Kumar, Lockheed Martin Missile & Fire Control
Christopher LaVine, Lockheed Martin Missiles & Fire Control
Ann Marie Tully, Lockheed Martin Missile & Fire Control
Ekaterina Stees, Lockheed Martin Missile & Fire Control
David Mitchell, Lockheed Martin Mission Systems & Training
Pamela Petcosky, Lockheed Martin Mission Systems & Training
Kimberly Shields, Lockheed Martin Mission Systems & Training
Keith Walker, Lockheed Martin Mission Systems & Training
Jamie Albin, Lockheed Martin Space Systems Company
Linda Woody, LWC Consulting
Younes Jellali, MacDonald Dettwiler & Associates Corp.
Ann Thompson, Madison College
Michael Durkan, Mentor Graphics Corporation
Gregg Owens, Millennium Space Systems
William Pfingston, Miraco, Inc.
Daniel Foster, Missile Defense Agency
Bill Kasprzak, Moog Inc.
Mary Lou Sachenik, Moog Inc.
Edward Rios, Motorola Solutions
Gerd Fischer, NASA Goddard Space Flight Center
Chris Fitzgerald, NASA Goddard Space Flight Center
Robert Cooke, NASA Johnson Space Center
James Blanche, NASA Marshall Space Flight Center
Alvin Boutte, NASA Marshall Space Flight Center
Charles Gamble, NASA Marshall Space Flight Center
Adam Gowan, NASA Marshall Space Flight Center
Garry McGuire, NASA Marshall Space Flight Center
Zackary Fava, NAVAIR
Jennie Smith, Naval Air Warfare Center Weapons Division
Wayne Thomas, Nexteer Automotive
Darrin Dodson, Nokia
Joseph Smetana, Nokia
Mahendra Gandhi, Northrop Grumman Aerospace Systems
Rene Martinez, Northrop Grumman Aerospace Systems
Randy McNutt, Northrop Grumman Aerospace Systems
Robert Cass, Northrop Grumman Amherst Systems
Cathy Cross, Northrop Grumman Corp. (WRRSC)
Adi Lang, Northrop Grumman Corporation
Doris McGee, Northrop Grumman Corporation
Callie Olague, Northrop Grumman Systems Corporation
Donald McFarland, NSF ISR, Ltd.
Kim Mason, NSWC Crane

鸣谢 (续)

William May, NSWC Crane	Udo Welzel, Robert Bosch GmbH
Daniel McCormick, NSWC Crane	David Adams, Rockwell Collins
Joseph Sherick, NSWC Crane	Caroline Ehlinger, Rockwell Collins
Angela Pennington, NuWaves Engineering	David Hillman, Rockwell Collins
Toshiyuki Sugiyama, Omron Corporation-Inspection Systems Business Division	Douglas Pauls, Rockwell Collins
Alistair Gooch, Optilia Instruments AB	Debie Vorwald, Rockwell Collins
Michael Jawitz, Orbital ATK	Casimir Budzinski, Safari Circuits Inc.
Daniel Morin, Orbital ATK	Gary Latta, SAIC
Mark Shireman, Orbital ATK	Erik Quam, Schlumberger Well Services
Juan Castro, Pacific Testing Laboratories, Inc.	Richard Henrick, SCI Technology, Inc.
Gustavo Arredondo, Para Tech Coating Inc.	Larisa Vishkovetsky, Seagate Technology
Jan Kolsters, Philips Lighting Electronics	Robert Jackson, Semi-Kinetics
Matt Garrett, Phonon Corporation	Vern Solberg, Solberg Technical Consulting
Ron Fonsaer, PIEK International Education Centre (I.E.C.) BV	Gerard O'Brien, Solderability Testing & Solutions, Inc.
Frank Huijsmans, PIEK International Education Centre (I.E.C.) BV	Finn Skaanning, SQC DENMARK (Skaanning Quality & Certification)
Rob Walls, PIEK International Education Centre (I.E.C.) BV	Paul Pidgeon, STEM Training
Gene Dunn, Plexus Corporation	Patricia Scott, STI Electronics, Inc.
Toby Stecher, Pole Zero Corporation	Rainer Taube, Taube Electronic GmbH
Catherine Hanlin, Precision Manufacturing Company, Inc.	Cary Schmidt, Teknetix Inc.
Gabriel Rosin, QGR	Arnaud Grivon, Thales Global Services
Steven Corkery, Raytheon Company	Heriberto Alanis, The Chamberlain Group, Inc.
James Daggett, Raytheon Company	Thomas Ahrens, Trainalytics GmbH
Giuseppe Favazza, Raytheon Company	Kevin Motson, TTM Technologies, Inc.
Charles Gibbons, Raytheon Company	Tapas Yagnik, TTM Technologies, Inc.
Amy Hagnauer, Raytheon Company	David Carlton, U.S. Army Aviation & Missile Command
Lisa Maciolek, Raytheon Company	Sharon Ventress, U.S. Army Aviation & Missile Command
David Magee, Raytheon Company	Emma Hudson, UL International UK Ltd.
William Ortloff, Raytheon Company	Alan Christmas, Ultra Electronics Communication & Integrated Systems
James Saunders, Raytheon Company	William Cardinal, UTC Aerospace Systems
Fonda Wu, Raytheon Company	Scott Meyer, UTC Aerospace Systems
Lance Brack, Raytheon Missile Systems	Constantin Hudon, Varitron Technologies Inc.
Kathy Johnston, Raytheon Missile Systems	Dave Harrell, ViaSat Inc.
George Millman, Raytheon Missile Systems	Gerjan Diepstraten, Vitronics Soltec
Martin Scionti, Raytheon Missile Systems	Didem Caliskan, VLE Elektronik Otomotiv San. ve Tic. A.S.
Patrick Kane, Raytheon System Technology	Jeffrey Black, Westinghouse Electric Co., LLC
Paula Jackson, Raytheon UK	Zhe (Jacky) Liu, ZTE Corporation

特别感谢以下成员提供了本修订版的图片和插图。

Jennifer Day
Mel Parrish
Constantino J. Gonzalez, ACME Training & Consulting
Jonathon Vermillion, Ball Aerospace & Technologies Corp.
Cynthia Gomez, Continental Temic SA de CV

Anitha Sinkfield, Delphi Electronics and Safety
Jack Zhao, Emerson Network Power Co. Ltd.
Omar Karin Hernandez, Flextronics Manufacturing Mex, SA de CV
He DaPeng, Huawei Technologies Co., LTD.

鸣谢 (续)

Zhou HuiLing, Huawei Technologies Co., LTD.

Zhang Yuan, Huawei Technologies Co., LTD.

Alex Christensen, HYTEK

Bert El-Bakri, Inovar, Inc.

Luca Moliterni, Istituto Italiano della Saldatura

Wang Renhua, Jabil Circuit, Shanghai

Nancy Bullock-Ludwig, Kimball Electronics Group

C. Don Dupriest, Lockheed Martin Missiles and Fire Control

Linda Woody

Hue Green, Lockheed Martin Space Systems Company

Daniel Foster, Missile Defense Agency

Robert Cooke, NASA Johnson Flight Center

Darrin Dodson, Nokia

Donald McFarland, NSF ISR, Ltd.

Ken Moore, Omni Training Corp.¹

Rob Walls, PIEK International Education Centre BV

Julie Pitsch, Plexus Corp.

James Daggett, Raytheon Company

David Nelson, Raytheon Company

Kathy Johnston, Raytheon Missile Systems

Paula Jackson, Raytheon UK

Marcin Sudomir, RENEX

David Hillman, Rockwell Collins

Douglas Pauls, Rockwell Collins

David Decker, Samtec

Bob Willis, SMART Group²

Patricia Scott, STI Electronics

Bee-Eng Sarafyn, Strataflex Corporation

Thomas Ahrens, Trainalytics GmbH

Philipp Hechenberger, TridonicAtco GmbH & Co KG

1. 图s 3-4, 3-5, 4-15, 5-18, 5-40, 6-22, 6-25, 6-27, 6-49, 6-70, 6-76, 6-77, 6-90, 6-91, 6-100, 6-104, 6-105, 6-106, 6-107, 6-108, 6-111, 6-112, 6-113, 6-114, 6-115, 6-118, 6-119, 6-122, 6-123, 6-126, 6-128, 7-17, 7-28, 7-32, 7-85, 7-93, 7-96, 8-171, 8-172 are © Omni Training, used by permission.

2. 图s 5-50, 8-60, 8-67, 8-96, 8-135, 8-164, 8-165, 8-166, 8-167, ,8-169, and 11-22 are © Bob Willis, used by permission.

目录

1 综述	1-1		
1.1 范围	1-2		
1.2 目的	1-3		
1.3 分级	1-3		
1.4 测量单位及应用	1-3		
1.4.1 尺寸鉴定	1-3		
1.5 对要求的说明	1-3		
1.5.1 验收条件	1-4		
1.5.1.1 目标条件	1-4		
1.5.1.2 可接受条件	1-4		
1.5.1.3 缺陷条件	1-4		
1.5.1.3.1 处置	1-4		
1.5.1.4 制程警示条件	1-4		
1.5.1.4.1 制程控制条件	1-4		
1.5.1.5 组合情况	1-4		
1.5.1.6 未涉及情形	1-4		
1.5.1.7 特殊设计	1-5		
1.6 制程控制方法	1-5		
1.7 优先顺序	1-5		
1.7.1 引用条款	1-5		
1.7.2 附录	1-5		
1.8 术语和定义	1-5		
1.8.1 板面方向	1-5		
1.8.1.1 *正面	1-5		
1.8.1.2 *辅面	1-5		
1.8.1.3 *焊接起始面	1-5		
1.8.1.4 *焊接终止面	1-5		
1.8.2 *冷焊接连接	1-6		
1.8.3 直径	1-6		
1.8.4 电气间隙	1-6		
1.8.5 FOD(外来物)	1-6		
1.8.6 高电压	1-5		
1.8.7 通孔再流焊	1-6		
1.8.8 锁紧机制	1-6		
1.8.9 弯月形涂层(元器件)	1-6		
1.8.10 *非功能盘	1-6		
1.8.11 针插锡膏	1-6		
1.8.12 焊料球	1-6		
1.8.13 *应力释放	1-6		
1.8.14 导线重叠	1-6		
1.8.15 导线过缠绕	1-6		
1.9 要求下传	1-6		
1.10 员工熟练程度	1-7		
1.11 验收要求	1-7		
1.12 检查方法	1-7		
1.12.1 照明	1-7		
1.12.2 放大辅助装置	1-7		
2 适用文件	2-1		
2.1 IPC标准	2-1		
2.2 联合工业标准	2-1		
2.3 静电协会标准	2-2		
2.4 JEDEC	2-2		
2.5 国际电工委员会标准	2-2		
2.6 ASTM	2-2		
2.7 军用标准	2-2		
3 电子组件的操作	3-1		
3.1 EOS/ESD的预防	3-2		
3.1.1 电气过载(EOS)	3-3		
3.1.2 静电释放(ESD)	3-4		
3.1.3 警告标识	3-5		
3.1.4 防护材料	3-6		
3.2 EOS/ESD安全工作台/EPA	3-7		
3.3 操作注意事项	3-9		
3.3.1 指南	3-9		
3.3.2 物理损伤	3-10		
3.3.3 污染	3-10		
3.3.4 电子组件	3-11		
3.3.5 焊接后	3-11		
3.3.6 手套与指套	3-12		

目录(续)

4 机械零部件	4-1	5.2.8 焊料受扰	5-14
4.1 机械零部件的安装	4-2	5.2.9 焊料开裂	5-15
4.1.1 电气间隙	4-2	5.2.10 拉尖	5-16
4.1.2 妨碍	4-3	5.2.11 无铅填充起翘	5-17
4.1.3 大功率元器件安装	4-4	5.2.12 无铅热撕裂/孔收缩	5-18
4.1.4 散热装置	4-6	5.2.13 焊点表面的探针印记和其它类似表面状况	5-19
4.1.4.1 绝缘垫和导热复合材料	4-6	5.2.14 部分可视或隐藏的焊接连接	5-20
4.1.4.2 接触	4-8		
4.1.5 螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装	4-9		
4.1.5.1 扭矩	4-11		
4.1.5.2 导线	4-13		
4.2 螺栓安装	4-15		
4.3 连接器插针	4-16		
4.3.1 板边连接器引针	4-16	6.1 铆装件	6-3
4.3.2 压接插针	4-17	6.1.1 接线柱	6-3
4.3.2.1 焊接	4-20	6.1.1.1 接线柱基座 – 连接盘间隙	6-3
4.4 线束的固定	4-23	6.1.1.2 塔形	6-5
4.4.1 概述	4-23	6.1.1.3 双叉形	6-6
4.4.2 连轧	4-26	6.1.2 卷式翻边	6-7
4.4.2.1 损伤	4-27	6.1.3 喇叭口形翻边	6-8
4.5 布线 – 导线和线束	4-28	6.1.4 花瓣形翻边	6-9
4.5.1 导线交叉	4-28	6.1.5 焊接	6-10
4.5.2 弯曲半径	4-29		
4.5.3 同轴线缆	4-30	6.2 绝缘皮	6-12
4.5.4 空置线头	4-31	6.2.1 损伤	6-12
4.5.5 接头和焊环上的扎点	4-32	6.2.1.1 焊前	6-12
5 焊接	5-1	6.2.1.2 焊后	6-14
5.1 焊接可接受性要求	5-3	6.2.2 间隙	6-15
5.2 焊接异常	5-4	6.2.3 绝缘套	6-17
5.2.1 暴露金属基材	5-4	6.2.3.1 放置	6-17
5.2.2 针孔/吹孔	5-6	6.2.3.2 损伤	6-19
5.2.3 焊膏再流	5-7		
5.2.4 不润湿	5-8		
5.2.5 冷焊/松香焊接连接	5-9		
5.2.6 退润湿	5-9		
5.2.7 焊料过量	5-10		
5.2.7.1 焊料球	5-11		
5.2.7.2 桥连	5-12		
5.2.7.3 锡网/波锡	5-13		
		6.3 导体	6-20
		6.3.1 形变	6-20
		6.3.2 损伤	6-21
		6.3.2.1 多股导线	6-21
		6.3.2.2 实芯线	6-22
		6.3.3 股线发散(鸟笼形) – 焊前	6-22
		6.3.4 股线发散(鸟笼形) – 焊后	6-23
		6.3.5 上锡	6-24
		6.4 维修环	6-26
		6.5 应力释放	6-27
		6.5.1 线束	6-27
		6.5.2 引线/导线弯曲	6-28

目录(续)

6.6 引线/导线放置 – 通用要求	6-30	7.1.3	引线跨越导体	7-11
6.7 焊接 – 通用要求	6-31	7.1.4	通孔阻塞	7-12
6.8 塔形和直针形	6-33	7.1.5	DIP/SIP器件和插座	7-13
6.8.1 引线/导线放置	6-33	7.1.6	径向引线 – 垂直	7-15
6.8.2 塔形和直针形 – 焊接	6-35	7.1.6.1	限位装置	7-16
6.9 双叉形	6-36	7.1.7	径向引线 – 水平	7-18
6.9.1 引线/导线放置 – 侧面进线连接	6-36	7.1.8	连接器	7-19
6.9.2 引线/导线放置 – 导线的加固	6-39	7.1.8.1	直角	7-21
6.9.3 引线/导线放置 – 底部和顶部进线连接	6-40	7.1.8.2	带侧墙的插针头和直立插座连接器	7-22
6.9.4 焊接	6-41	7.1.9	导体外壳	7-23
6.10 槽形	6-44	7.2 元器件的固定	7-23	
6.10.1 引线/导线放置	6-44	7.2.1	固定夹	7-23
6.10.2 焊接	6-45	7.2.2	粘合剂粘接	7-25
6.11 穿孔形	6-46	7.2.2.1	粘合剂粘接 – 非架高元器件	7-26
6.11.1 引线/导线放置	6-46	7.2.2.2	粘合剂粘接 – 架高元器件	7-29
6.11.2 焊接	6-48	7.2.3	其它方式	7-30
6.12 钩形	6-49	7.3 支撑孔	7-31	
6.12.1 引线/导线放置	6-49	7.3.1	轴向引线 – 水平	7-31
6.12.2 焊接	6-51	7.3.2	轴向引线 – 垂直	7-33
6.13 锡杯	6-52	7.3.3	导线/引线伸出	7-35
6.13.1 引线/导线放置	6-52	7.3.4	导线/引线弯折	7-36
6.13.2 焊接	6-54	7.3.5	焊接	7-38
6.14 AWG30及更细的导线 – 引线/导线放置	6-56	7.3.5.1	垂直填充(A)	7-41
6.15 串联连接	6-57	7.3.5.2	焊接终止面 – 引线到孔壁(B)	7-43
6.16 边缘夹簧 – 位置	6-58	7.3.5.3	焊接终止面 – 连接盘区覆盖(C)	7-45
7 通孔技术	7-1	7.3.5.4	焊接起始面 – 引线到孔壁(D)	7-46
7.1 元器件的安放	7-2	7.3.5.5	焊接起始面 – 连接盘区覆盖(E)	7-47
7.1.1 方向	7-2	7.3.5.6	焊料状况 – 引线弯曲处的焊料	7-48
7.1.1.1 方向 – 水平	7-3	7.3.5.7	焊料状况 – 接触通孔元器件本体	7-49
7.1.1.2 方向 – 垂直	7-5	7.3.5.8	焊料状况 – 焊料中的弯月面涂层	7-50
7.1.2 引线成形	7-6	7.3.5.9	焊接后的引线剪切	7-52
7.1.2.1 弯曲半径	7-6	7.3.5.10	焊料内的漆包线绝缘层	7-53
7.1.2.2 密封/熔接处与弯曲起始处之间的距离	7-7	7.3.5.11	无引线的层间连接 – 导通孔	7-54
7.1.2.3 应力释放	7-8	7.3.5.12	子母板	7-55
7.1.2.4 损伤	7-10	7.4 非支撑孔	7-58	
		7.4.1	轴向引线 – 水平	7-58
		7.4.2	轴向引线 – 垂直	7-59
		7.4.3	引线/导线伸出	7-60
		7.4.4	引线/导线弯折	7-61
		7.4.5	焊接	7-63
		7.4.6	焊接后的引线剪切	7-65

目录(续)

7.5 跳线	7-66	8.3.2.9.3 叠装	8-29
7.5.1 导线的选择	7-66	8.3.2.9.4 立碑	8-30
7.5.2 布线	7-67	8.3.2.10 居中焊端	8-31
7.5.3 导线的固定	7-69	8.3.2.10.1 侧面焊接宽度	8-31
7.5.4 支撑孔	7-71	8.3.2.10.2 侧面最小填充高度	8-32
7.5.4.1 支撑孔 – 引线在孔内	7-71		
7.5.5 缠绕连接	7-72	8.3.3 圆柱体帽形端子	8-33
7.5.6 搭焊连接	7-73	8.3.3.1 侧面偏出(A)	8-34
8 表面贴装组件	8-1	8.3.3.2 末端偏出(B)	8-35
8.1 粘合剂固定	8-3	8.3.3.3 末端连接宽度(C)	8-36
8.1.1 元器件粘接	8-3	8.3.3.4 侧面连接长度(D)	8-37
8.1.2 机械强度	8-4	8.3.3.5 最大填充高度(E)	8-38
8.2 SMT 引线	8-6	8.3.3.6 最小填充高度(F)	8-39
8.2.1 塑封元器件	8-6	8.3.3.7 焊料厚度(G)	8-40
8.2.2 损伤	8-6	8.3.3.8 末端重叠(J)	8-41
8.2.3 压扁	8-7		
8.3 SMT 连接	8-7	8.3.4 城堡形端子	8-42
8.3.1 片式元器件 – 仅有底部端子	8-8	8.3.4.1 侧面偏出(A)	8-43
8.3.1.1 侧面偏出(A)	8-9	8.3.4.2 末端偏出(B)	8-44
8.3.1.2 末端偏出(B)	8-10	8.3.4.3 最小末端连接宽度(C)	8-44
8.3.1.3 末端连接宽度(C)	8-11	8.3.4.4 最小侧面连接长度(D)	8-45
8.3.1.4 侧面连接长度(D)	8-12	8.3.4.5 最大填充高度(E)	8-45
8.3.1.5 最大填充高度(E)	8-13	8.3.4.6 最小填充高度(F)	8-46
8.3.1.6 最小填充高度(F)	8-13	8.3.4.7 焊料厚度(G)	8-46
8.3.1.7 焊料厚度(G)	8-14		
8.3.1.8 末端重叠(J)	8-14	8.3.5 扁平鸥翼形引线	8-47
8.3.2 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子	8-15	8.3.5.1 侧面偏出(A)	8-47
8.3.2.1 侧面偏出(A)	8-16	8.3.5.2 趾部偏出(B)	8-51
8.3.2.2 末端偏出(B)	8-18	8.3.5.3 最小末端连接宽度(C)	8-52
8.3.2.3 末端连接宽度(C)	8-19	8.3.5.4 最小侧面连接长度(D)	8-54
8.3.2.4 侧面连接长度(D)	8-21	8.3.5.5 最大跟部填充高度(E)	8-56
8.3.2.5 最大填充高度(E)	8-22	8.3.5.6 最小跟部填充高度(F)	8-57
8.3.2.6 最小填充高度(F)	8-23	8.3.5.7 焊料厚度(G)	8-58
8.3.2.7 焊料厚度(G)	8-24	8.3.5.8 共面性	8-59
8.3.2.8 末端重叠(J)	8-25		
8.3.2.9 端子异常	8-26	8.3.6 圆形或扁圆(精压)鸥翼形引线	8-60
8.3.2.9.1 侧面贴装(公告板)	8-26	8.3.6.1 侧面偏出(A)	8-61
8.3.2.9.2 底面朝上贴装	8-28	8.3.6.2 趾部偏出(B)	8-62
		8.3.6.3 最小末端连接宽度(C)	8-62
		8.3.6.4 最小侧面连接长度(D)	8-63
		8.3.6.5 最大跟部填充高度(E)	8-64
		8.3.6.6 最小跟部填充高度(F)	8-65
		8.3.6.7 焊料厚度(G)	8-66
		8.3.6.8 最小侧面连接高度(Q)	8-66
		8.3.6.9 共面性	8-67

目录(续)

8.3.7 J形引线	8-68	8.3.16 P型连接	8-102
8.3.7.1 侧面偏出(A)	8-68	8.3.16.1 最大侧面偏出(A)	8-103
8.3.7.2 趾部偏出(B)	8-70	8.3.16.2 最大趾部偏出(B)	8-103
8.3.7.3 末端连接宽度(C)	8-70	8.3.16.3 最小末端连接宽度(C)	8-104
8.3.7.4 侧面连接长度(D)	8-72	8.3.16.4 最小侧面连接长度(D)	8-104
8.3.7.5 最大跟部填充高度(E)	8-73	8.3.16.5 最小填充高度(F)	8-105
8.3.7.6 最小跟部填充高度(F)	8-74		
8.3.7.7 焊料厚度(G)	8-76		
8.3.7.8 共面性	8-76		
8.3.8 堆形/J形连接	8-77	8.4 特殊SMT端子	8-106
8.3.8.1 修整的通孔引线	8-77	8.5 表面贴装连接器	8-107
8.3.8.1.1 最大侧面偏出(A)	8-78	8.6 跳线	8-108
8.3.8.1.2 趾部偏出(B)	8-78	8.6.1 SMT	8-109
8.3.8.1.3 最小末端连接宽度(C)	8-79	8.6.1.1 片式和圆柱体帽形元器件	8-109
8.3.8.1.4 最小侧面连接长度(D)	8-79	8.6.1.2 鸥翼形引线	8-110
8.3.8.1.5 最大填充高度(E)	8-79	8.6.1.3 J形引线	8-111
8.3.8.1.6 最小填充高度(F)	8-80	8.6.1.4 城堡形端子	8-111
8.3.8.1.7 焊料厚度(G)	8-80	8.6.1.5 连接盘	8-112
8.3.8.2 预置焊料端子	8-81		
8.3.8.2.1 最大侧面偏出(A)	8-82	9 元器件损伤	9-1
8.3.8.2.1 最大趾部偏出(B)	8-82	9.1 金属镀层缺失	9-2
8.3.8.2.3 最小末端连接宽度(C)	8-83	9.2 片式电阻器材质	9-3
8.3.8.2.4 最小填充高度(F)	8-83	9.3 有引线/无引线器件	9-4
8.3.9 扁平焊片引线及未整形的扁平引线	8-84	9.4 陶瓷片式电容器	9-8
8.3.10 仅有底部端子的高外形元器件	8-86	9.5 连接器	9-10
8.3.11 内弯L形带状引线	8-87	9.6 继电器	9-13
8.3.12 表面贴装面阵列	8-89	9.7 磁性元器件	9-13
8.3.12.1 对准	8-90	9.8 连接器、手柄、簧片、锁扣	9-14
8.3.12.2 焊料球间距	8-90	9.9 板边连接器引针	9-15
8.3.12.3 焊接连接	8-91	9.10 压接插针	9-16
8.3.12.4 空洞	8-93	9.11 背板连接器插针	9-17
8.3.12.5 底部填充/加固	8-93	9.12 散热装置	9-18
8.3.12.6 叠装	8-94	9.13 螺纹件和五金件	9-19
8.3.13 底部端子元器件(BTC)	8-96		
8.3.14 具有底部散热面端子的元器件	8-98		
8.3.15 平头柱连接	8-100		
8.3.15.1 最大端子偏出 – 方形连接盘	8-100		
8.3.15.2 最大端子偏出 – 圆形连接盘	8-101		
8.3.15.3 最大填充高度	8-101		

目录(续)

10 印制电路板	10-1	10.6 清洁度	10-39
10.1 非焊接接触区域	10-2	10.6.1 助焊剂残留物	10-40
10.1.1 脏污	10-2	10.6.2 外来物 (FOD)	10-41
10.1.2 损伤	10-4	10.6.3 氯化物、碳酸盐和白色残留物	10-42
10.2 层压板状况	10-4	10.6.4 助焊剂残留物 – 免洗工艺 – 外观	10-44
10.2.1 白斑和微裂纹	10-5	10.6.5 表面外观	10-45
10.2.2 起泡和分层	10-7	10.7 阻焊膜涂覆	10-46
10.2.3 显布纹/露织物	10-9	10.7.1 皱褶/裂纹	10-47
10.2.4 晕圈	10-10	10.7.2 空洞、起泡和划痕	10-49
10.2.5 边缘分层、缺口和微裂纹	10-12	10.7.3 脱落	10-50
10.2.6 烧焦	10-14	10.7.4 变色	10-51
10.2.7 弓曲和扭曲	10-15	10.8 敷形涂覆	10-51
10.2.8 分板	10-16	10.8.1 概要	10-51
10.3 导体/连接盘	10-18	10.8.2 覆盖	10-52
10.3.1 减少	10-18	10.8.3 厚度	10-54
10.3.2 垫/盘的起翘	10-19	10.8.4 电气绝缘涂敷	10-55
10.3.3 机械损伤	10-21	10.8.4.1 覆盖范围	10-55
10.3.4 未注公差	10-21	10.8.4.2 厚度	10-55
10.4 挠性和刚挠性印制电路	10-22	10.9 灌封	10-56
10.4.1 损伤	10-22	11 分立布线	11-1
10.4.2 分层/起泡	10-24	11.1 无焊绕接	11-2
10.4.2.1 挠性	10-24	11.1.1 匝数	11-3
10.4.2.2 挠性板到增强板	10-25	11.1.2 匝间空隙	11-4
10.4.3 焊料芯吸	10-26	11.1.3 导线末端, 绝缘绕匝	11-5
10.4.4 连接	10-27	11.1.4 绕匝凸起重叠	11-7
10.5 标记	10-28	11.1.5 绕接位置	11-8
10.5.1 蚀刻(包括手工描印蚀刻)	10-30	11.1.6 理线	11-10
10.5.2 丝印	10-31	11.1.7 导线松弛	11-11
10.5.3 盖印	10-33	11.1.8 导线镀层	11-12
10.5.4 激光	10-34	11.1.9 绝缘皮损伤	11-13
10.5.5 标签	10-35	11.1.10 导体和接线柱的损伤	11-14
10.5.5.1 条形码/二维码	10-35	12 高电压	12-1
10.5.5.2 可读性	10-36	附录A 最小电气间隙 – 导体间距	A-1
10.5.5.3 标签 – 粘合与损伤	10-37	索引	索引-1
10.5.5.4 位置	10-37		
10.5.6 使用射频识别(RFID)标签	10-38		

综述

本章包括以下内容：

1.1 范围	1-2	1.8 术语和定义	1-5
1.2 目的	1-3	1.8.1 板面方向	1-5
1.3 分级	1-3	1.8.1.1 *正面	1-5
1.4 测量单位及应用	1-3	1.8.1.2 *辅面	1-5
1.4.1 尺寸鉴定	1-3	1.8.1.3 *焊接起始面	1-5
		1.8.1.4 *焊接终止面	1-5
1.5 对要求的说明	1-3	1.8.2 *冷焊接连接	1-6
1.5.1 验收条件	1-4	1.8.3 直径	1-6
1.5.1.1 目标条件	1-4	1.8.4 电气间隙	1-6
1.5.1.2 可接受条件	1-4	1.8.5 FOD(外来物)	1-6
1.5.1.3 缺陷条件	1-4	1.8.6 高电压	1-5
1.5.1.3.1 处置	1-4	1.8.7 通孔再流焊	1-6
1.5.1.4 制程警示条件	1-4	1.8.8 锁紧机制	1-6
1.5.1.4.1 制程控制条件	1-4	1.8.9 弯月形涂层(元器件)	1-6
1.5.1.5 组合情况	1-4	1.8.10 *非功能盘	1-6
1.5.1.6 未涉及情形	1-4	1.8.11 针插锡膏	1-6
1.5.1.7 特殊设计	1-5	1.8.12 焊料球	1-6
		1.8.13 *应力释放	1-6
1.6 制程控制方法	1-5	1.8.14 导线重叠	1-6
1.7 优先顺序	1-5	1.8.15 导线过缠绕	1-6
1.7.1 引用条款	1-5	1.9 要求下传	1-6
1.7.2 附录	1-5	1.10 员工熟练程度	1-7
		1.11 验收要求	1-7
		1.12 检查方法	1-7
		1.12.1 照明	1-7
		1.12.2 放大辅助装置	1-7

综述(续)

1.1 范围 本标准收集了业内有关电子组件的外观质量可接受要求。本标准没有提供对横截面评估的准则。

本文件阐述了关于电气和电子组件制造的验收要求。从历史的角度来说，电子组装标准更为广泛地囊括了行业内涉及的准则和技术。因此，为了更全面地理解本文件的各项建议和要求，应用本文件时可同时使用IPC-HDBK-001、IPC-AJ-820和IPC J-STD-001。

本标准中的要求，其目的既无意定义完成组装操作的工艺，也无意作为返修/更改或改变客户产品的授权。例如：标准中有元器件粘接要求并不意味着，或批准，或一定要求使用粘合剂粘接；引线顺时针缠绕端子的描述并不意味着，或批准，或一定要求所有的引线/导线都要按顺时针方向缠绕。

本标准的使用者应该具备一定的知识，以便能够了解文件的适用要求及如何应用它们，见1.3节。

IPC-A-610包含了IPC J-STD-001范围包括的操作方法、机械组装以及其它工艺要求之外的有关要求。表1-1列出了相关文件。

IPC-AJ-820是一个支持性文件，提供了有关本规范内容的意图解释，以及详述或进一步说明了从目标至缺陷各转变界限的基本技术原理。此外，还提供了支持资料以帮助更广泛地理解与性能有关但通常用目视评定方法又不易察觉的工艺问题。

IPC-AJ-820提供的解释应该有助于定夺对定义为缺陷的情况的处置、与制程警示相关的工艺问题、以及回答澄清有关使用和应用本规范的疑问。除非合同文件中特别注明，合同引用IPC-A-610并不强制另外引用IPC-AJ-820的内容。

表1-1 相关文件概要

文件用途	文件编号	说明
设计标准	IPC-2220-FAM IPC-7351 IPC-CM-C770	反映了基于几何图形精细程度、元器件分布密度和制造工艺步骤多少的产品复杂性级别(A, B, C级)的设计要求。 辅助印制板裸板设计和组装的元器件和组装工艺指南，裸板制造工艺主要关注表面安装元器件连接盘图形以及组装工艺主要关注表面安装元器件和通孔插装元器件要素时，通常在设计和形成文件过程中就需考虑采用该指南。
PCB要求	IPC-6010-FAM IPC-A-600	对刚性、刚挠性、挠性和其它类型基板的要求和验收文件。
成品文件	IPC-D-325	描述符合客户或最终产品组装要求的成品板具体指标的印制板光板制作的文件的要求。细节可参考也可不参考行业规范或工艺标准，以及客户选择的或内部的标准要求。
工艺要求标准	J-STD-001	焊接的电气和电子组件的要求，描述了最终产品的最低可接受条件、评定方法(测试方法)、测试频度以及对过程控制要求的适用能力。
可接受性标准	IPC-A-610	有关印制板和/或电子组件在相对理想条件下表现的各种高于最终产品性能标准所描述的最低可接受条件的特征，及反映各种不受控(制程警示或缺陷)情形以帮助生产现场管理人员定夺采取纠正行动的需要的图片说明性文件。
培训计划(可选)		为贯彻执行成品检验标准、可接受性标准或客户文件详述的要求等验收标准所需要的，规定了教学流程和方法的有关培训要求的文件。
返工和维修	IPC-7711/7721	提供进行敷形涂覆层和元器件的拆除及更换，阻焊膜维修，层压板材料、导体和镀覆孔的修改/维修的操作程序文件。

1.2 目的 本文件的外观目检标准体现了现行IPC标准以及其它适用规范的要求。为引用和使用本文件内容的用户考虑，涉及的组件/产品应该符合其它现行IPC规范，如IPC-7351、IPC-2220-FAM、IPC-6010-FAM和IPC-A-600。如果组件不符合这些文件的要求或其等效要求，那么验收要求应当由客户(用户)和供应商协商确定。

本文件中的插图描绘的是每页标题所指的具体主题。每张图片都附有简短的文字说明。本标准无意排斥任何元器件安装程序，也无意排斥为实现电气连接所采用的任何助焊剂和焊料涂覆程序。不过所使用的方法应当确保所形成的焊接连接符合本文件描述的可接受性要求。

综述 (续)

当图片与相关文字说明有出入时，总是以文字说明为优先。

标准可能随时更新，包括使用修订本，修订本或新的版本不要求自动使用。

1.3 分级 客户（用户）对确定组件评估所采用的级别负有最终责任。如果用户未建立和未文档化验收级别，制造商可确定验收级别。

接收和/或拒收的决定应当基于适用文件，如合同、图纸、技术规范、标准和参考文件。本文件规定的要求反映了如下三个产品级别：

1 级 - 普通类电子产品

包括那些以组件功能完整为主要要求的产品。

2级 - 专用服务类电子产品

包括那些要求持续运行和较长使用寿命的产品，最好能保持不间断工作但该要求不严格。一般情况下不会因使用环境而导致故障。

3级 - 高性能电子产品

包括以连续具有高性能或严格按指令运行为关键的产品。这类产品的服务间断是不可接受的，且最终产品使用环境可能异常苛刻：有需要时，产品必须能够正常运行，例如救生设备或其它关键系统。

1.4 测量单位及应用 本标准依据ASTM SI10-10, IEEE/ASTM SI10中的第三节，使用国际单位（SI）表示[在括号内注明其相应的英制尺寸]。对于尺寸及尺寸公差以毫米（mm）[in]为单位，温度及温度公差用摄氏度表示（°C）[°F]。重量用克表示（g）[oz]。照明的单位用勒克斯（lux）[尺烛光]。

注：本标准也使用其他的SI标注（ASTM SI10,3.2节），消除数据前部的零（例如：0.0012mm更换为1.2um）或同样转换十的幂（3.6*10³mm更换为3.6m）。

1.4.1 尺寸鉴定 除用于仲裁目的，不要求对本文件有关尺寸的检查项目（即具体部件的放置和焊料填充尺寸以及百分比的确定）进行实测。为保证本标准内技术规范的一致性，依照ASTM E29的舍入法，对所有观察值或计算值“四舍五入”至规格界限的最右位数。例如：规格为最大2.5mm、2.50mm 或2.500mm，分别保留位数精确到0.1mm、0.01mm或0.001mm，然后与引用的规范位数进行比较。

1.5 对要求的说明 本标准为完成后的电子组件提供了验收要求。当所提出的要求不能通过可接受、制程警示和缺陷条件定义时，采用“应当”来确定要求。除非另有说明，本文件“应当”一词对所有级别的产品的制造商提出了要求，不满足这一要求即不符合本标准。

为描述分级的依据，本文引用的大部分图例（插图）都作了一定程度的夸大。

本标准的使用者必须仔细阅读文中的每个章节标题以免曲解。

1.5.1 验收条件 本标准对每个级别产品均给出四种验收条件：目标、可接受、缺陷或制程警示条件。“尚未建立”意味着对此级别的产品没有规定标准，需要制造商和用户建立。

1.5.1.1 目标条件 是指近乎完美/首先的情形，然而这是一种理想而非总能达到的情形，且对于保证组件在使用环境下的可靠性并非必要的情形。

综述 (续)

1.5.1.2 可接受性条件 是指组件不必完美但要在使用环境下保持完整性和可靠性的特征。

1.5.1.3 缺陷条件 缺陷是指组件在其最终使用环境下不足以确保外形、装配功能（3F）的情况。缺陷情况应当由制造商根据设计、服务及客户要求进行处置。

用户有责任定义适用于产品的特有缺陷。

1级缺陷自动成为2级缺陷。2级缺陷意味着对3级也有缺陷。（注意：当产品等级未建立时此条款不适用。）

1.5.1.3.1 处置 决定缺陷应该作如何处理。处置包括但不限于返工、照常使用、报废或维修。维修或“照常使用”需要由客户决定。

1.5.1.4 制程警示条件 制程警示(非缺陷)是指没有影响到产品的外形、装配和功能(3F)的情况。

- 这种情况是由于材料、设计和/或操作人员/机器设备等相关因素引起的，即不能完全满足可接受条件又非缺陷。
- 应该将制程警示纳入过程控制系统而对其实行监控。当制程警示的数量表明制程发生变异或朝着不理想的趋势变化时，则应该对工艺进行分析。结果可能要求采取措施以降低制程变异程度并提高良率。
- 不要求对单一性制程警示进行处置。

1.5.1.5 组合情况 除了考虑各特征单独对产品的可接受性的影响，还**应当**考虑它们的累积效果，即使每个特征单独来看都算不上缺陷。可能发生的组合形式如此之多，不允许在本规范的内容和范围内给出全面的定义，但制造商应该警惕出现这种组合和累积的可能性以及其对产品性能的影响。

本规范所定义制定的可接受性条件只分别考虑了它们各自单独对相应级别产品可靠运行的影响。当相关情况有可能相互叠加时，对产品性能累积的影响可能是巨大的。例如：最小焊料填充量的不足与最大侧面偏出和最小末端重叠组合，可能导致机械连接完整性的大降低。制造商负有鉴别这类情况发生的责任。

用户有责任识别对最终使用环境及产品性能要求有重要影响的组合条件。

1.5.1.6 未涉及情形 未被明确规定为缺陷或制程警示的情况均可考虑为可接受条件，除非能被认定为对产品的外形、装配或功能（3F）产生影响。

1.5.1.7 特殊设计 IPC-A-610作为一份业界一致公认的标准，无法涵盖所有可能的元器件与产品设计组合情况。当采用非通用或特殊技术时，可能有必要开发特殊的工艺及验收要求。当然，若存在相似特征，本文件可以作为产品验收要求的指南。在考虑产品性能要求时，特殊定义对考虑具体特性是必要的。特殊要求的开发应该有用户的参与或经用户同意。对于2级和3级产品，要求**应当**包括产品验收规定。

1.6 制程控制方法 计划、实施和评估生产焊接的电气和电子组件的制造过程，应该要用到各种过程控制方法，具体到不同的公司和运作模式，或在相关制程控制中所考虑的变量和最终产品所要求具备的性能差异，导致对于制程控制的理念、实施策略、工具和技能，会有不同的侧重。制造商要保存制程控制现场记录/持续改进计划的客观证据，以备审核。

综述(续)

1.7 优先顺序 当IPC-A-610被引用或经由合同要求作为检验和/或验收的唯一文件时，IPC J-STD-001的要求《焊接的电气和电子组件要求》将不适用，除非另有明确要求。

出现冲突时，按以下优先次序执行：

1. 用户与供应商之间达成的采购文件。
2. 反映用户具体要求的总图或总装图。
3. 用户引用或合同协议引用的IPC-A-610。

当其他文件与IPC-A-610同时被引用时，应当在采购文件中规定优先顺序。

用户有责任明确规定验收要求。

1.7.1 引用条款 当本标准中的某条款被引用时，其子条款也适用。

1.7.2 附录 本标准中的附录不作为本标准的要求，除非适用的合同、组装图纸、文件或采购订单有具体明确的要求。

1.8 术语和定义 本文件中带“*”的术语均引自IPC-T-50。

1.8.1 板面方向 本文件通篇使用以下术语定义板面。当采用一些要求时，如表7-4、表7-5和表7-7，应当考虑到起始面和终止面。

1.8.1.1 *主面 布设总图上定义的封闭与互连结构面。（通常为包含最复杂或数量最多的元器件那一面。该面在通孔插装技术中有时又称作元器件面或焊接终止面）。

1.8.1.2 *辅面 与主面相对的封闭与互连结构面。（在通孔插装技术中有时称作焊接面或焊接超始面）。

1.8.1.3 *焊接起始面 焊接起始面是指印制板上施加焊料的那一面。采用波峰焊、浸焊或拖焊时，通常又是PCB的辅面。采用手工焊接时，焊接起始面也可能是PCB的主面。

1.8.1.4 *焊接终止面 焊接终止面是指通孔插装中PCB上焊料流向的那一面，采用波峰焊、浸焊或拖焊时，通常又是PCB的主面。采用手工焊接时，焊接终止面也可能是PCB的辅面。

1.8.2 *冷焊接连接 是指呈现很差的润湿性、外表灰暗、疏松的焊接连接。（这种现象是由于焊料中杂质过多，焊接前清洁不充分，和/或焊接过程中热量不足所致。）

1.8.3 直径

- **导体直径** 导体直径是导线的外直径，包括股线或单芯的总直径，不含绝缘皮。
- **导线直径** 导线直径是导线的外直径，包括股线或单芯，及绝缘皮（如果有）的总直径。

1.8.4 电气间隙 贯穿本文的，不绝缘的非公共未绝缘导体（如导体图形、材料、部件或残留物）间的最小间距称为“最小电气间隙”。此间距由可适用设计标准、或由批准的或受控文件规定。绝缘材料必须保证足够的电气隔离。在无据可查的情况下，使用附录A（源自IPC-2221）。对于所有级别产品，任何违反最小电气间隙的情况都是缺陷。

综述 (续)

1.8.5 FOD (外来物) 组件或系统之外的物体、碎片、颗粒物或其它外来物的通称。

1.8.6 高电压 术语“高电压”的含义因设计与用途而异。本文件中有关高电压的要求只有在图纸/采购文件特别要求时适用。

1.8.7 通孔再流焊 是指用模板印刷或注射器点涂焊膏到要插装通孔元器件处，并和表面贴装元器件一起再流焊接工艺。

1.8.8 锁紧机制 一种通过使用构成整体所必需的部件装置（例如：聚合物插条），功能设计（弹簧夹、闭锁、旋转制动装置），或推拉锁定，又或者采用附加材料（例如：螺纹固定胶，保险索）的方式来防止配合部件（例如坚固件或连接器）的松开或脱开的方法。

1.8.9 弯月形涂层 (元器件) 是指从元器件底部延伸至引线上的包封或密封剂。这类封装材料包括陶瓷、环氧树脂或其它合成材料和模制元器件塑封边缘处的挤出物。

1.8.10 *非功能盘 未与同层导电图形实现电气连接的连接盘。

1.8.11 针插锡膏 见“通孔再流焊接”。

1.8.12 焊料球 焊料球是指在焊接制程后焊锡的球状残留，包括再流焊制程中锡膏溅在焊接连接周围形成的小球。

1.8.13 *应力释放 诸如对元器件引线或导线形成一定的松度的方法以减小机械应力。

1.8.14 导线重叠 导线/引线缠绕接线柱柱干超过360度后，与自身重叠，即未继续保持与接线柱柱干接触，图6-67B。

1.8.15 导线过缠绕 导线/引线缠绕接线柱柱干超过360度后，仍接触接线柱柱干，图6-67A。

1.9 要求下传 当合同要求采用本标准，本标准的相应要求（包括产品分级，见1.3节）应当强制用于所有适用的子合同、装配图、文件和采购订单。除非另有规定，本标准对商业成品（COTS或目录）的组件或子组件的采购不作强制要求。

当一个零部件已由其它某规范充分规定时，只有在必须符合最终产品要求的情况下，本标准才强制用于对该零部件的生产制造。若不清楚标准下传到何处应该停止，制造商有责任与用户一起协商确定。

如组件（例如子板）通过采购获得，组件应该满足本标准的要求。采购的组件与制造组件的连接应当满足本标准的要求。如果组件是由同一制造商生产，焊接要求要符合总组件合同规定。

COTS项目的设计和工艺的评估和修订应该按要求来进行，以确保最终成品满足约定的性能要求。修订应当满足本标准的应用要求。

1.10 员工熟练程序 所有讲师、操作和检验人员应当熟练完成其本职工作。应当保存员工熟练程度的客观证据，客观证据应该包括岗位技能培训记录、工作经历、针对本标准要求的测试记录，和/或对熟练程度定期考核的结果记录以备审核。对上岗培训进行监督是可接受的，直至员工的熟练度得到证明。

综述 (续)

1.11 验收要求 所有产品应当符合组装图纸/文件，以及此处规定的适用产品级别的要求。硬件及元器件的缺失对于所有产品级别都是缺陷。

1.12 检查方法 接收和/或拒收的判定应当以与之相适应的文件为依据，如合同、图纸、技术规范和参考文件。

本标准除了8.3.12节已明确定义外使用非目视检查方法，而8.3.13节没明确规定应当按照用户和制造商约定的使用。

自动检查技术（例如：AOI, AXI）是替代目视检验的可行方法之一，也是自动测试设备的补充。本文件的许多特征均可采用自动系统进行检查。

如果客户愿意采用有关检验与验收频度的行业标准要求，推荐使用J-STD-001以获得更多关于焊接要求的详细资料。

1.12.1 照明 对被检查的部件应当有足够的照明。

工作台表面的照明至少应该达到1000lux（勒克斯）[约93英尺烛光]。应该选择不会产生阴影的光源。

注：选择光源时，色温是一个需要考虑的重要因素。色温在3000-5000K范围的光源，清晰度会逐步增加，使用户能够鉴别出印制板组件的各种特征和污染行。

1.12.2 放大辅助装置 对于某些个别指标的目视检查，可能需要使用放大辅助装置检查印制板组件。

放大辅助装置的公差是所选用放大倍数的±15%。如果使用放大装置检查，所用放大装置应当与被检查的目标相适应。除非合同文件另有规定，表1-2、1-3及1-4中所列放大倍数是由被检查目标的尺寸决定的。如果缺陷不能在表1-2、1-3或1-4中所定义的适当放大倍数的辅助装置下确定，检查的内容是可以接受的。仲裁放大倍数的目的仅在缺陷被确定后但在所用的检查倍数下并不能完全被证明。

当组件上有不同宽度的连接盘时，可以使用较大倍数的放大装置检查整个组件：对于组件上有不同线径的组合时，可以使用较大的放大装置进行检查。

表 1-2 检查放大倍数 (连接盘宽度)

连接盘直径 ¹	放大倍数	
	检查放大倍数	仲裁放大最大倍数
> 1 mm [0.04 in]	1.5倍- 3倍	4倍
> 0.5 to ≤ 1 mm [0.02 to 0.04 in]	3倍- 7.5倍	10倍
≥ 0.25 to ≤ 0.5 mm [0.01 to 0.02 in]	7.5倍- 10倍	20倍
< 0.25 mm [0.01 in]	20倍	40倍

注 1:用于连接元器件的导电图形部分。

综述 (续)

表 1-3 对于导线及导线连接的检查放大倍数¹

线规AWG直径mm [in]	放大倍数	
	检查放大范围	仲裁放大最大倍数
大于14 AWG >1.63 mm [0.064 in]	N/A	1.75倍
14 至 22 AWG 1.63 – 0.64 mm [0.064 至 0.025 in]	1.5倍– 3倍	4倍
< 22至28 AWG < 0.64 mm – 0.32 mm [< 0.025 – 0.013 in]	3倍– 7.5倍	10倍
小于 28 AWG < 0.32 mm [< 0.013 in]	10倍	20倍

注 1: 仲裁放大倍数仅用于在检查放大倍数下被拒收的产品的确认。对于混合线径的组件，可以使用较大的放大镜（但不强制要求）。

表 1-4 放大装置的应用-其它

清洁度（采用或不采用清洗工艺）	不要求放大，见注1
清洁度（免洗工艺）	注1
敷形涂覆/灌封，固定	注 2
标记	注2
其它（元器件及导线操作等）	注 1

注 1: 目视检查可能要求使用放大装置，例如：出现细节距器件或高密度组件时，需要放大以检查污染物是否影响产品的外形、装配功能。

注2: 若放大，放大倍数不可超过4倍。.

2 适用文件

下列相关的现行有效文件构成本文件在此限定范围内的组成部分。

2.1 IPC 标准¹

IPC-HDBK-001 Handbook & Guide to Supplement J-STD-001

IPC-T-50 电子电路互连与封装术语及定义

IPC-CH-65 印制板及组件清洗指南

IPC-D-279 Design Guidelines for Reliable Surface Mount Technology Printed Board Assemblies

IPC-D-325 Documentation Requirements for Printed Boards

IPC-A-600 印制板的可接受性

IPC/WHMA-A-620 线缆及线束组件的要求与验收

IPC-TM-650 测试方法手册

IPC-CM-770 Component Mounting Guidelines for Printed Boards

IPC-SM-785 表面贴装焊接连接回路可靠性测试指南

IPC-AJ-820 Assembly & Joining Handbook

IPC-CC-830 印制线路组件用电气绝缘化合物的鉴定及性能

IPC-HDBK-830 Guidelines for Design, Selection and Application of Conformal Coatings

IPC-SM-840 永久性阻焊剂和挠性覆盖材料的鉴定和性能规范

IPC-1601 印制板操作和贮存指南

IPC-2220-FAM Design Standards for Printed Boards

IPC-6010-FAM IPC-6010 Printed Board Performance Specifications

IPC-7093 底部端子元器件（BTC）设计和组装工艺的实施

IPC-7095 BGA设计与组装工艺的实施

IPC-7351 Generic Requirements for Surface Mount Design and Land Pattern Standard

IPC-7711/7721 电子组件的返工、修改和维修

IPC-9691 IPC-TM-650测试方法2.6.25耐导电阳极丝（CAF）测试（电化学迁移测试）用户指南

IPC-9701 表面贴装焊接连接的性能测试方法及鉴定要求

2.2 联合工业标准²

J-STD-001 焊接的电气和电子组件要求

EIA/IPC/JEDEC J-STD-002 元器件引线、端子、焊片、接线柱和导线的可焊性测试

J-STD-003 印制板的可焊性测试

J-STD-004 助焊剂要求

IPC/JEDEC J-STD-020 非气密固态表面贴装器件潮湿/再流焊敏感度分级

IPC/JEDEC J-STD-033 潮湿/再流焊敏感表面贴装器件的操作、包装、运输及使用

ECA/IPC/JEDEC J-STD-075 组装工艺中非IC电子元器件的分级

1. www.ipc.org

2. www.ipc.org

2.3 静电协会标准³

ANSI/ESD S8.1 ESD Awareness Symbols

ANSI/ESD-S-20.20 Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment

2.4 JEDEC⁴

JEDEC JESD471 Symbol and Label for Electrostatic Sensitive Devices

2.5 国际电工委员会标准

5

IEC 61340-5-3 Electrostatics – Part 5-3, Protection of Electronic Devices from Electrostatic Phenomena – Properties and Requirements Classification for Packaging Intended for Electrostatic Discharge Sensitive Devices

2.6 ASTM⁶

ASTM E29 Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications

2.7 军用标准

MIL-STD-1686 Electrostatic Discharge Control Program For Protection Of Electrical And Electronic Parts, Assemblies And Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices)

MIL-STD-2073 Department of Defense Standard Practice for Military Packaging

3. www.esda.org
4. www.jedec.org
5. www.iec.ch
6. www.astm.org

3 电子组件的操作

电子组件的操作 电子组件的防护- EOS/ESD和其它操作注意事项

本文包括以下内容：

3 电子组件的操作.....	3-1
3.1 EOS/ESD 的预防	3-2
3.1.1 电气过载 (EOS).....	3-3
3.1.2 静电释放 (ESD).....	3-4
3.1.3 警告标识	3-5
3.1.4 防护材料	3-6
3.2 EOS/ESD 安全工作台/EPA.....	3-7
3.3 操作注意事项.....	3-9
3.3.1 指南	3-9
3.3.2 物理操作	3-10
3.3.3 污染	3-10
3.3.4 电子组件	3-11
3.3.5 焊接后	3-11
3.3.6 手套与指套	3-12

此节所述的内容力求通用性，其它信息请参照 ANSI/ESD-S-20.20, IEC- 61340-5, MIL-STD-1686 和其它相关文件。

3.1 EOS/ESD 的预防

静电释放（**ESD**）是静电荷在两个静电源产生的带有不同电位的物体之间快速传递的现象。当静电荷接触或接近静电敏感元器件时会对元器件造成损伤。

电气过载（**EOS**）是有害的电能作用导致元器件损伤的内存结果。这种损伤的来源很多，如：用电的生产设备或操作或处理中产生的**ESD**。

静电释放敏感（**ESDS**）元器件是那些容易受此类高能放电影响的元器件。元器件对**ESD**的相对敏感程度取决于其结构与材料。敏感度会随着元器件越来越小、运算速度越来越快而增加。

操作或处理不当会使**ESDS**元器件失效或发生元器件性能的改变。这些失效可能会立即发生或潜伏起来。立即失效的结果可以单独测试、返工或报废。而潜伏失效的后果是最严重的。即使产品通过了检验和功能测试，仍有可能在送到客户手中后失效。

对**ESDS**元器件在电路设计和包装方面进行保护是很重要的。在制造和组装区域，我们经常使用一些没有任何保护的电子装置（如测试夹具）来连接**ESDS**元器件。切记只有在静电防护区（**EPA**）内的**EOS/ESD**安全工作台上才可以从防静电包装中取出**ESDS**物品。本章将详细讲述如何安静地操作未经保护的电子组件。

3.1.1 EOS/ESD 的预防 - 电气过载 (EOS)

电子元器件会受到许多不同来源的有害电能损害。这些有害电能可以是ESD电压的结果或来自我们使用的工具，如电烙铁、吸锡器、测试仪器或其它电子设备所产生的尖峰电脉冲。有些器件较其它器件更为敏感。敏感度原本是器件功能设计上的一个指标。一般来说，速度较快、体积较小的器件，比起速度较慢、体积较大的前一代同类器件具有更高的敏感度。器件的用途或各类对于敏感度起着决定性的作用。这是因为某些器件在设计上就使得这对较小的电信号或较宽的频率范围内作出响应。以目前的产品而言，EOS的问题比几年前要严重得多，将来还会更加严重。

当考虑产品的敏感度时，我们必须着眼于组件中最敏感元器件的敏感度，有害的电能会如同正常信号作用于电路中一样，被传导或处理。

在操作或处理敏感元器件前，确保工具和设备不会产生破坏性的电能非常重要，包括峰值电压。目前的研究表明，小于0.5伏的电压和脉冲是可以接受的。然而，当极敏感元器件数量增加时，要求烙铁、吸锡器、测试仪器和其它设备所产生的脉冲不能高于0.3伏。

如大多数ESD规范所要求，对设备进行定期的测试可防止因长期使用导致性能下降而引起的损害，为保持生产设备不造成EOS损害的能力，保养工作同样是不可或缺的。

由于EOS损伤和ESD损伤都是由不希望的电能造成的破坏性后果，两者本质上十分相似。

3.1.2 EOS/ESD 的预防 – 静电释放 (ESD)

如果确实会发生ESD损伤，最好的防护办法是将防止静电的生成与消除生成的静电相结合。所有ESD防护技术和产品的原理都是基于以上两者或其中之一。

ESD损伤是静电源所产生的电能作用于或过于接近ESDS元器件的结果。静电源在我们身边随处可见。生成的静电强度取决于静电源的特性。生成静电需要物体的相对运动。它们包括物体的接触、分离、摩擦等。

引起静电释放的罪魁祸首是绝缘材料，因为绝缘材料将产生或获得的静电荷收集起来，而不允许其从材料表面扩散，见表3-1。常见的材料如塑料袋或聚苯乙烯泡沫塑料容器都会产生严重的静电，不适于使用在操作区，尤其是静电安全区（EPA）内。从胶带卷上剥胶带的动作能产生20000伏的电压。甚至压缩空气吹在绝缘表面也会产生静电荷。

表 3-1 典型的静电源

工作台面	打蜡、涂料或油漆表面 未处理的聚乙烯和塑料 玻璃
地板	灌封混凝土 打蜡或成品木材 地瓷砖和地毯
服装和人员	非ESD防护服 合成材料 非ESD防护鞋 头发
座椅	成品木材 聚乙烯类 玻璃纤维 绝缘轮子
包装和操作材料	塑料袋、包装、封套 泡沫袋、泡沫塑料 聚苯乙烯塑料 非ESD防护盘、托盘、容器
组装工具和材料	压力喷射；压缩空气；合成毛刷； 热风枪、吹风机；复印机、打印机

破坏性的静电释放常常由邻近的导体引发，如人体皮肤，并释放到组件的导体上。当携有静电荷的人体接触印制板组件时就会发生以上情况。静电通过导电图形到达ESDS元器件放电时，电子组件会被破坏。远低于人体能够感觉到的静电释放（小于3500伏），仍会损害ESDS元器件。

典型的静电压生成强度如表 3-2。

表3-2 典型的静电压生成强度

来源	湿度10-20%	湿度65-90%
地毯上行走	35,000 伏	1,500伏
聚乙烯地板上行走	12,000伏	250伏
座椅上的工作人员	6,000伏	100伏
聚乙烯封套（作业指导书）	7,000伏	600伏
从工作台上拿起塑料袋	20,000伏	1,200伏
有泡沫垫的工作座椅	18,000伏	1,500伏

3.1.3 EOS/ESD 的预防 – 警告标识

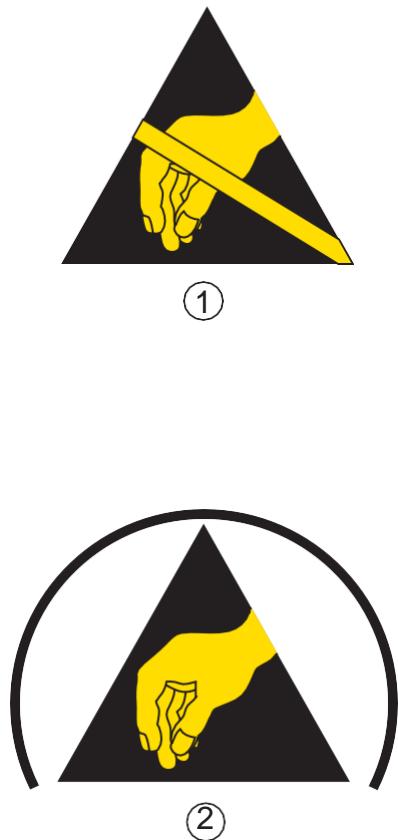


图 3-1

1. ESD 敏感符号
2. ESD 防护符号

警告标识可供悬挂、张贴于厂房、器件、组件、设备和包装上，用以提醒人们有可能对所操作的元器件造成静电或电气过载的损伤。图 3-1 列举了较常见的标识。

符号 (1) ESD 敏感符号。三角形内有一只画有斜杠的欲触摸的手，这个符号用来表示该电子或电气器件或组件容易被ESD事件损伤。

符号 (2) ESD防护符号。与ESD敏感符号不同的是有一圆弧包围着三角形，手上没有那条斜杠。它用来标识专为ESD敏感组件和器件设计的提供ESD防护的器具。.

符号 (1) 和 (2) 用于标识含有ESD敏感器件的装置或组件，操作时必须区别对待。设计及使用这些符号时，在ANSI/ESD S8.1，同样地，在IEC 61340-5-1, JEDEC DESD471, MIL-STD-2073及其它标准中也有相应描述。.

注意没有ESD警告标识并不一定意味着该组件对ESD不敏感。当怀疑组件的静电敏感性时，在得出结论之前必须按敏感器件处理。

3.1.4 EOS/ESD 的预防 – 防护材料

当在非静电安全环境或工作区时，必须保护ESDS元器件和组件不受静电源损害。保护措施包括导电的静电屏蔽盒、防护罩、袋或包装等。

只有在静电安全工作区，才能将ESDS器件从其静电防护包装中取出。

了解三种不同类型的防护包装的区别是很重要的，（1）静电屏蔽（或阻挡层包装）材料；（2）抗静电材料；（3）静电消散材料。

静电屏蔽包装 可防止静电释放穿透包装进入组件引起损伤。

抗静电（低起电性）材料 可作为ESDS物品廉价的减振材料和中间层包装材料。抗静电材料处于运动时不产生电荷。但是，如果发生了静电释放，它能穿透包装进入组件，造成对ESDS元器件的EOS/ESD损伤。

静电消除材料 具有足够的传导性，使电荷能通过其表面消散。离开EOS/ESD防护工作区域的部件必须使用静电屏蔽材料包装，通常在包装的中间层还夹有静电消散材料和抗静电材料。

不要被包装材料的“颜色”误导。业界普遍认为“黑色”包装具有静电屏蔽能力或导电的，而“粉红色”是抗静电的。即使这通常是正确的，但也可能会误导。另外，目前市场上有许多新型的透明材料，它们可能是抗静电甚至是静电屏蔽材料。一段时期内，曾经假定生产中使用的透明包装材料都具有EOS/ESD危害性。而现在看来不一定正确。

注意：一些静电屏蔽材料和抗静电材料，及某些局部用抗静电剂可能会影响制程中组件、元器件和材料的可焊性。应该小心选择对产品无污染的包装和操作材料，并遵循厂商提供的使用说明。清洗静电消散或抗静电材料表面的溶剂会降低他们的ESD防护性能。要遵循制造商关于清洗的建议。

3.2 EOS/ESD 安全工作台/EPA

EOS/ESD 安全工作台能防止在操作时产生的尖峰电脉冲和静电释放对敏感元器件的损害。安全工作台应该具有对**EOS**损害的防护功能，避免维修、生产、测试等设备产生的尖峰电脉冲。电烙铁、吸锡器和测试仪器产生的电能足以毁坏极敏感元器件并降低其它元器件的性能。

为了做到**ESD**防护，必须提供一个接地路径来中和静电荷，否则静电能将释放在器件或组件上。**ESD**安全工作台/**EPA**s还具有接地的静电消散或抗静电台面。对于操作人员的皮肤也提供了接地途径，消除皮肤或衣物产生的静电，较好的选择是防静电腕带。

在接地系统中必须采取措施，用于防止粗心大意或设备故障产生的电流对于操作人员的人身伤害。一般是在接地路径中接入一个电阻，该电阻同时会放慢衰减时间，防止来自静电源产生的电能尖峰。另外，必须检查所使用的电源电压，在工作台上考虑引入适当的保护以防工作人员受到电气伤害。

静电安全操作所允许的最大接地电阻和放电时间，见表3-3。

表 3-3 静电安全操作所允许的最大接地电阻和放电时间

从操作人员通过媒介到地	允许的最大电阻	可接受的最长放电时间
从地板垫到地	1000 MΩ	小于1秒
从桌垫到地	1000 MΩ	小于1秒
从腕带到地	35 MΩ	小于0.1秒

注：根据工作台使用的电压选择电阻值以确保人身安全，为了**ESD**电压提供适当的衰减或释放时间。

3.2 EOS/ESD 安全工作台/EPA (续)

可接受的工作台例如图3-2和图3-3。必要时，在此较敏感场合可能要求使用空气离子发生器。离子发生器的选择、摆放位置和使用方法必须保证其有效性。

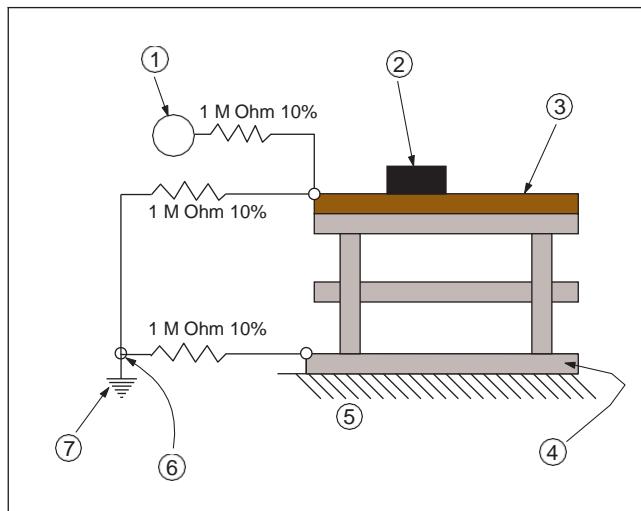


图 3-2 防静电腕带的串联连接

1. 人员用防静电腕带
2. EOS防护盘、静电耗散容器等
3. EOS 防护桌面
4. EOS 防护地板或地垫
5. 建筑物地面
6. 公共连接地点
7. 大地

保持静电消散和抗静电表面工作台无静电源材料，如聚苯乙烯泡沫塑料、塑料吸锡器、纸质包装袋、塑料或纸质笔记本文件夹以及员工个人物品。

定期检查工作台/EPA，以确保其有效性。不正确的接地方式或接地部分氧化可能造成对EOS/ESD装置和人员的伤害。工具和设备也必须定期检查和保养以保证其正常使用。

注：由于各公司环境设施的独特性，必须特别注意“第三线”接地端。不同于工作台面或大地，第三地线经常会有80伏到100伏的悬浮电位。完善接地的EOS/ESD工作台上的电子组件与接有第三地线的电子工具之间这80-100伏的电压，可能会对EOS敏感元器件或人体造成伤害。大多数ESD规范要求使其达到相同的电势。在此特别推荐在EOS/ESD工作台/EPA上使用接地故障中断器（GFI）电信号输出。

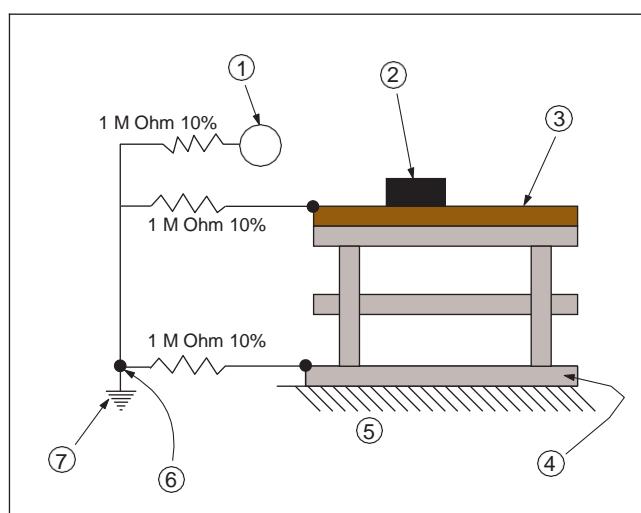


图 3-3 防静电腕带的并联连接

1. 人员用防静电腕带
2. EOS 防护盘、静电耗散容器等
3. EOS 防护桌面
4. EOS 防护地板或地垫
5. 建筑物地面
6. 公共连接地点
7. 大地

3.3 操作注意事项

3.3.1 操作注意事项 – 指南

焊接前避免污染可焊表面。任何接触这些表面的物体必须被清洁。从防护包装中取出印制板时，需要非常小心。只接触远离边缘连接器的板边部位。因机械装配而需要牢牢抓住板子时，可能要求佩戴满足EOS/ESD要求的手套。当采用免清洗工艺时，以上原则尤其重要。

进行组装和可接受性检查时，必须始终注意保证产品的完整性。表3-4提供了通用指南。

表 3-4 推荐的电子组件操作惯例

1. 保持工作台干净整洁。在工作区域不可有任何食品、饮料或烟草制品，包括电子香烟。
2. 尽量减少用手握执电子组件，以防损坏。
3. 使用手套时，需要及时更换以防止因手套肮脏引起的污染。
4. 不可用裸露的手或手指接触可焊表面。人体油脂和盐分会降低可焊性，加重腐蚀以及枝晶生长，还会导致后续的涂覆或包封的粘着性变差。
5. 不可使用含硅成分的润手霜或洗手液，它们会引起可焊性和敷形涂覆粘附性问题。
6. 绝不可堆叠电子组件，否则会导致物理损伤。组装区可以使用特定的搁架用于临时存放。
7. 即使没有粘贴标志，也始终假定所操作的物品是ESDS。
8. 人员必须经过培训并遵循相应的ESD规章和流程。
9. 除非采用合适防护包装，否则决不能运送ESDS器件。

印制板和常用的塑封元器件吸收和释放湿气的水平不同。在焊接过程中热量导致湿气膨胀会损伤材料满足产品要求的性能。这种损伤（裂纹、内部分层、爆米花现象）可能观察不到但会发生于初次焊接和返工操作期间。

为了防止层压板问题，如果湿度等级未知时，应该烘烤PCB减少内部的湿气量。应该控制烘烤温度的选择和烘烤时间以防止由于金属间化合物的地增长、表面氧化或其它内部元器件的损伤而降低可焊性。

湿敏元器件（按照 IPC/JEDEC J-STD-020, ECA/IPC/JEDEC J-STD-075 或其等效文件程序分组）的操作方式应该遵循 IPC/JEDEC J-STD-033 或其等效文档化程序的规定。IPC- 1601 提供了 PCB 的湿气控制、操作和包装指南。

3.3.2 操作注意事项 – 物理损伤

不正确的损伤很容易损坏元器件和组件（例如，元器件和连接器破裂、碎裂或断裂，接线柱弯曲或断裂，板子表面和导体连接盘的严重划伤）。此类物理损伤会导致整个组件或连接的元器件报废。

3.3.3 操作注意事项 – 污染

许多时候产品在制造过程中会因粗心大意或操作不当而受到污染，进而导致焊接和涂覆问题。人体盐分和油脂，以及未经认可的手霜是典型的污染源。人体油脂和酸性物质会降低可焊性，加重腐蚀与枝晶生长。还会导致后续的涂覆或包封的粘着性变差。普通的清洁方法无法去除所有污染。因此重要的是尽量减少产生污染的机会。最好的解决办法是预防。**勤洗手，只拿取板子的边缘部位而不接触连接盘或焊盘将有助于减少污染。**有要求时，使用托盘和托架也将有助于减小组装期间的污染。

手套或指套的使用许多时候会给人以保护的错觉，并且在某个短暂的时间内可能比裸手污染更严重。使用手套或指套时，应该经常废弃和更换。手套和指套须谨慎选择和恰当使用。

3.3.4 操作注意事项 – 电子组件

即使组件上没有ESDS标志，仍应该把它们当作ESDS组件对待。无论如何，ESDS元器件和电子组件都需要有适当的EOS/ESD标识以利鉴别，见图3-1。许多敏感组件也会有自己的标志，通常位于边缘连接器上。为了防止EOS和ESD损坏敏感元器件，所有操作、拆封、组装和测试应当在静电防护工作台上进行，见图3-2和图3-3。.

3.3.5 操作注意事项– 焊接后

即使在焊接和清洗作业后，电子组件的操作仍要求十分慎重。指印是极难去除的，并且经过敷形涂覆的板子在潮湿或环境测试后指印会显现出来。可采用手套或其它防护用具防止此类污染。清洗操作期间要使用ESD全防护的机械搁架或洗篮。.

3.3.6 操作注意事项—手套与指套

为防止元器件和组件的污染，合同可能规定使用手套或指套。必须慎重选择具有EOS/ESD防护功能的手套与指套。

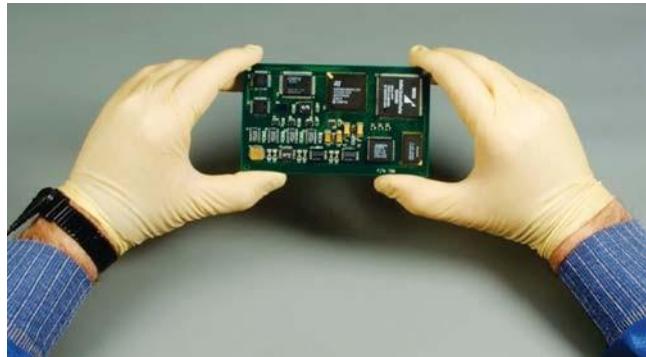


图 3-4

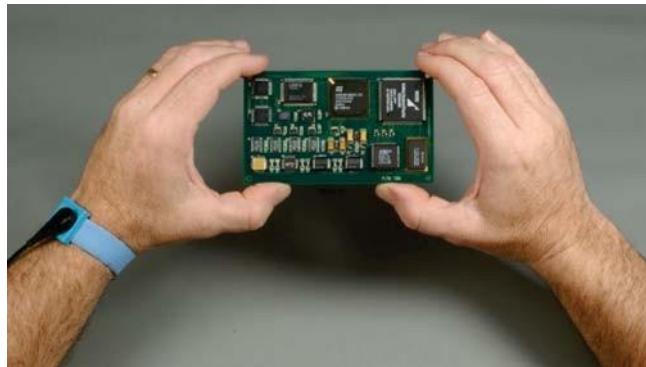


图 3-5

图 3-4 和图 3-5 显示下列实例：

- 操作时佩带干净的手套和具有EOS/ESD全防护功能的用具。
- 清洁工序中佩带耐溶剂的符合EOS/ESD所有要求的防护手套。
- 佩带具有EOS/ESD全防护功能的用具，用干净的手握执板子边缘。

注：任何与元器件有关的组装作业，如果操作时未采用任何 EOS/ESD 防护，就可能损坏静电敏感元器件。这种损伤可能以潜在形式出现或在初测时无法检测出产品性能下降，或在初测时就发现被严重损毁。

4 机械零部件

本章图示了几种在印制电路组件（PCA）或其它类型组件上安装电子器件所用的机械零部件，这些组件要求采用下列任何零部件：螺钉、螺栓、螺母、垫片、紧固件、夹子、搭扣件、捆扎带、铆钉、连接器插针等。本章主要涉及对固定（紧固）是否适度，以及因装配机械零件而造成的对器件、机械零部件本身和安装表面的损伤进行目视检查评定。

工艺文件（图纸、打印件、部件清单、组装工艺）要规定所用零部件的类型，任何变动需要预先经过用户认可。

注：本章要求不适用于自攻螺钉的装配。

目视检查主要评定下列情形：

- a. 使用的零部件是否正确
- b. 组装顺序是否正确
- c. 零部件的牢靠和紧固是否适当。
- d. 有无可辨识的损伤。
- e. 零部件的放置方向是否正确。

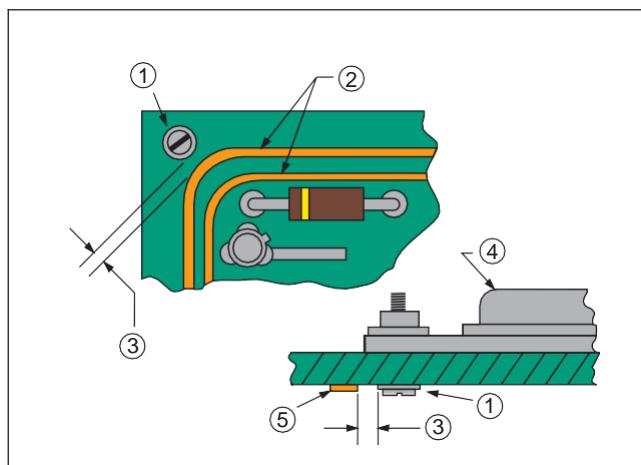
本章包含以下内容：

4.1 机械零部件的安装	4-2
4.1.1 电气间隙.....	4-2
4.1.2 妨碍	4-3
4.1.3 大功率元器件安装	4-4
4.1.4 散热装置	4-6
4.1.4.1 绝缘垫和导热复合材料.....	4-6
4.1.4.2 接触	4-8
4.1.5 螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装 .	4-9
4.1.5.1 扭矩	4-11
4.1.5.2 导线	4-13
4.2 螺栓安装	4-15
4.3 连接器插针	4-16
4.3.1 板边缘连接器引针	4-16
4.3.2 压接插针	4-17
4.3.2.1 焊接	4-20
4.4 线束的固定.....	4-23
4.4.1 概述 	4-23
4.4.2 连扎	4-26
4.4.2.1 损伤	4-27
4.5 布线 – 导线和线束	4-28
4.5.1 导线交叉.....	4-28
4.5.2 弯曲半径	4-29
4.5.3 同轴线缆.....	4-30
4.5.4 空置线头	4-31
4.5.5 接头和焊环上的扎点	4-32

4.1 机械零部件的安装

4.1.1 机械零部件的安装- 电气间隙

也可参见 1.8.4节。

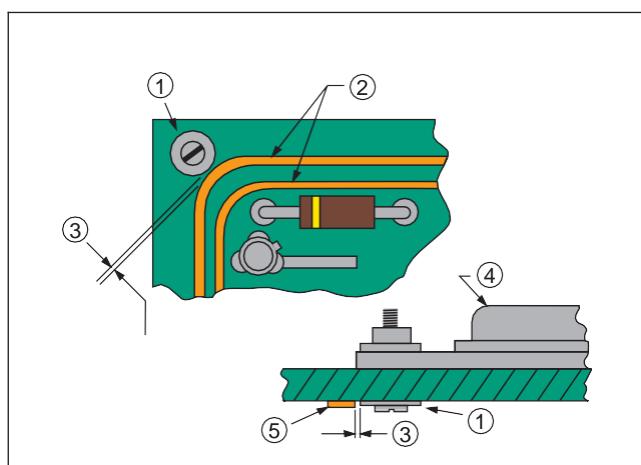


可接受 - 1, 2, 3级

- 非公共导体间的距离不违反规定的最小电气间隙（3）。如图4-1中所示（1）与（2）和（1）与（5）之间的距离。.

图 4-1

1. 金属零部件
2. 导电图形
3. 规定的最小电气间隙
4. 放置的元器件
5. 导体



缺陷 - 1, 2, 3级

- 机械零部件使间距减到规定的最小电气间隙以下。

图 4-2

1. 金属零部件
2. 导电图形
3. 间距小于电气间隙的要求
4. 放置的元器件
5. 导体

4.1.2 机械零部件的安装 - 妨碍

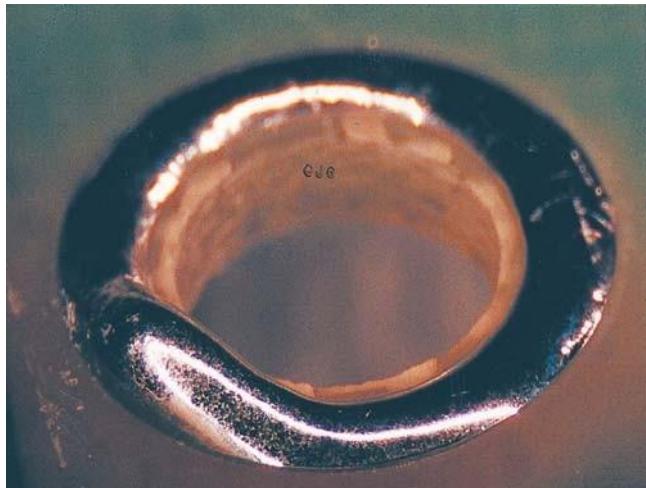


图 4-3

可接受 - 1, 2, 3级

- 安装区域未妨碍组装要求。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 安装孔上过多的爆料（不平）影响机械组装。
- 任何妨碍安装要求的零部件的情况。

4.1.3 机械零部件的安装- 大功率元器件安装

图 4-4 和 4-5 所示典型的元器件安装。.

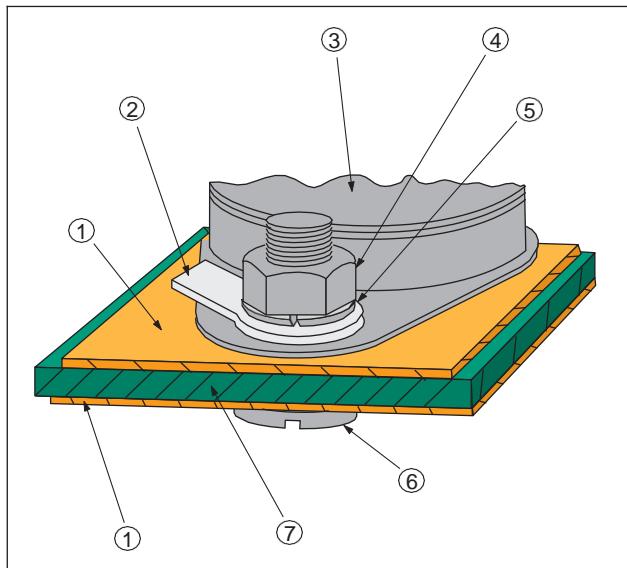


图 4-4

- 1.金属
- 2.终端接线片
- 3.元器件盒
- 4.螺母
- 5.紧固垫圈
- 6.螺钉
- 7.非金属

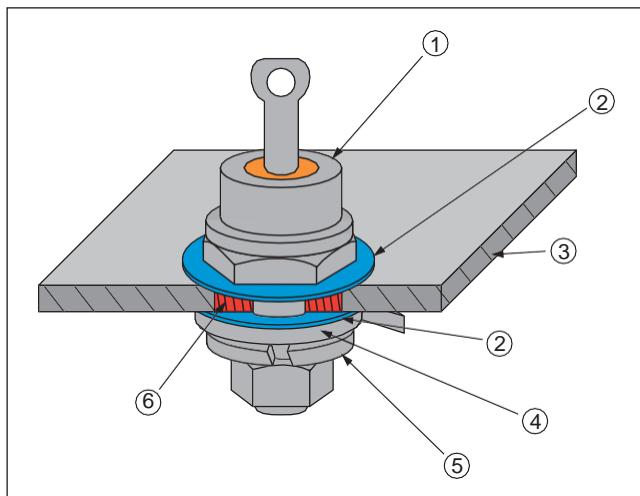


图 4-5

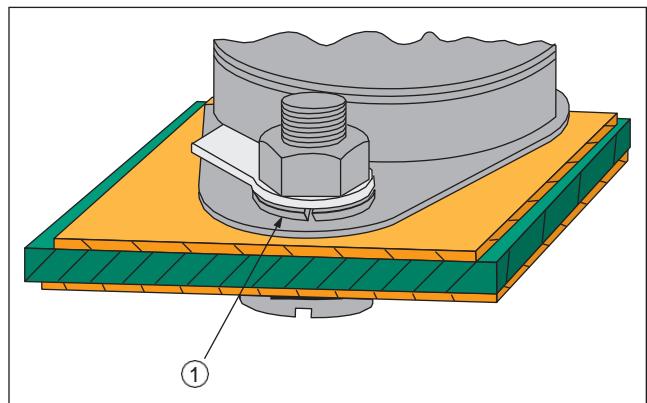
1. 大功率元件
2. 绝缘垫片（要求时）
3. 散热器（可以是金属或非金属）
4. 终端接线片
5. 紧固垫圈
6. 绝缘套管

可接受 - 1, 2, 3级

- 零部件安装次序正确。
- 用紧固件连接的元器件引线无折弯（未图示）。
- 当有要求时，用绝缘垫片提供电气隔离。
- 如果用到热复合材料，不妨碍形成所要求的焊接连接。

注: 规定使用导热片时，要把它放在功率器件配接面与散热器之间。导热片可以是导热垫圈或是用导热复合材料制成的绝缘垫圈。

4.1.3 机械零部件的安装—大功率元器件安装（续）



缺陷 - 1, 2, 3级

- 错误的零部件装配顺序，见图 4-6.
- 垫圈的锋利边靠着绝缘垫，见图 4-7.
- 零部件未紧固。.
- 如果用到热复合材料，妨碍形成所要求的焊接连接。.

图 4-6

1.终端接线片与元器件外壳之间的锁紧垫圈。

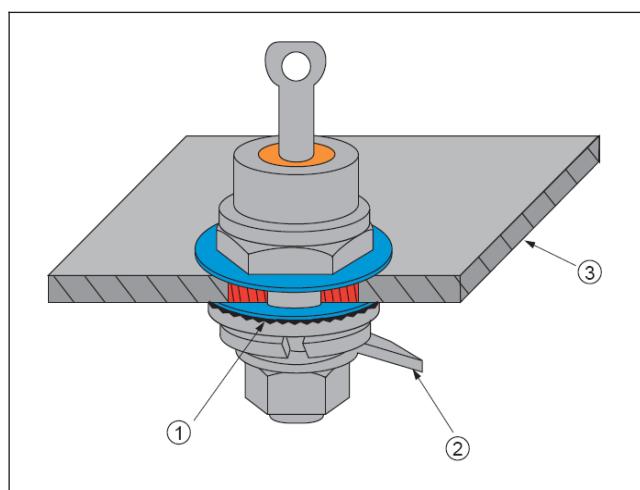


图 4-7

1. 垫圈的锋利边靠着绝缘垫

2. 终端接线片

3. 金属散热器

4.1.4 机械零部件的安装- 散热装置

4.1.4.1 机械零部件的安装 -散热装置- 绝缘垫和导热复合材料

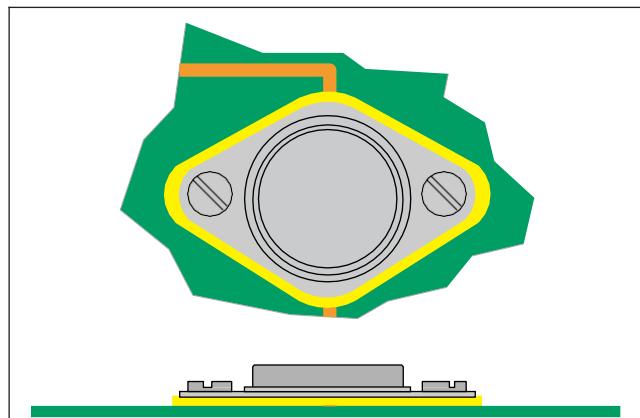
本节阐明了多种散热装置的安装。用导热胶粘接散热装置的要求可在机械零部件章节规定。

目视检查包括机械零部件固定的牢靠性、元器件的损伤及装配次序是否正确。

应当考虑下列几个问题：

- 元器件与散热装置有良好的接触。
- 紧固零部件将元器件固定在散热装置上。
- 元器件与散热装置之间舒展并平行。
- 导热/绝缘复合材料（云母、硅胶、塑料膜等）使用适当。

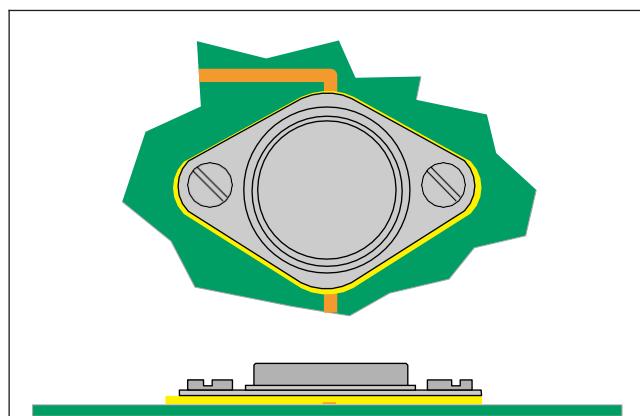
4.1.4.1 机械零部件的安装 - 散热装置 - 绝缘垫和导热复合材料 (续)



目标 - 1, 2, 3 级

- 围绕元器件的边缘可以看到云母、塑料膜或导热复合材料露出规则的边界。

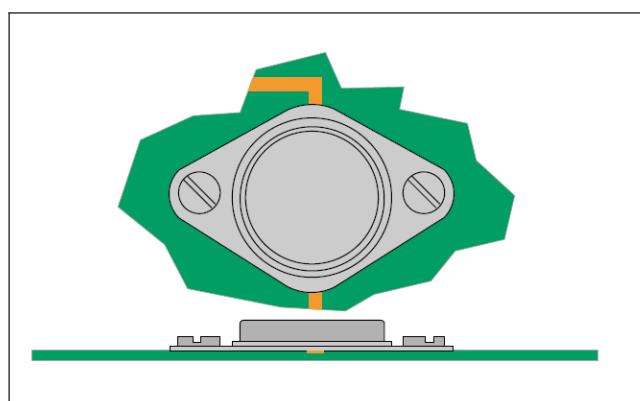
图 4-8



可接受 - 1, 2, 3 级

- 围绕元器件的边缘可以看到虽然不规则但明显露出的云母、塑料膜或导热复合材料。

图 4-9



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 无绝缘材料或导热复合材料存在的迹象（如果要求）。
- 导热复合材料妨碍形成所要求的焊接连接。

图 4-10

4.1.4.2 机械零部件的安装- 散热装置 - 接触

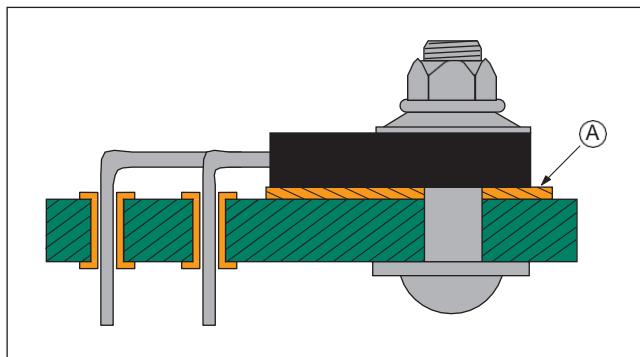


图 4-11

目标 - 1, 2, 3级

- 元器件散热装置与安装表面充分接触, 见图 4-11-A.
- 机械零部件满足规定的连接要求。

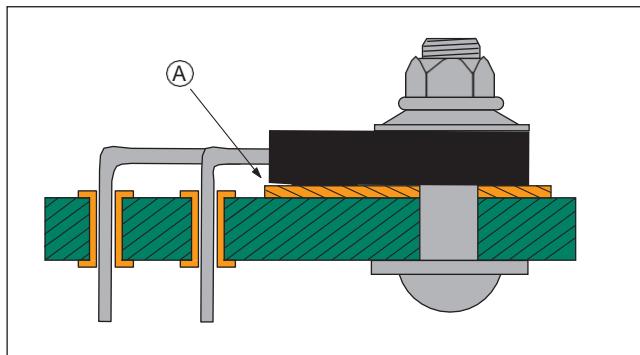


图 4-12

可接受 - 1, 2, 3级

- 元器件未放平, 见图 4-12-A.
- 与安装表面至少接触 75%。
- 若有规定, 机械零部件满足安装扭矩的要求。

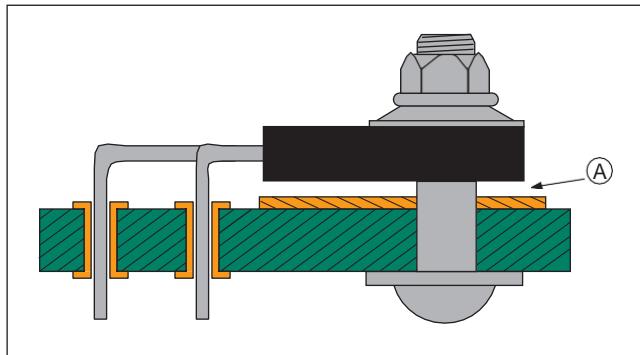


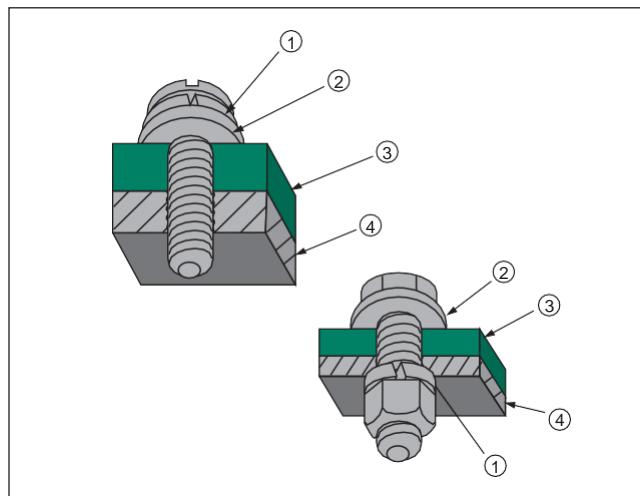
图 4-13

缺陷 - 1, 2, 3级

- 元器件与安装表面接触少于75%, 见图 4-13-A.
- 机械零部件松动。

4.1.5 机械零部件的安装 – 螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装

装配机械零部件时，需要考虑安装的顺序和方向。如“星形”或“齿形”垫圈部件的其中一面有锋利边缘，可以切入配接表面，以防止机械零部件在运转中松动。图4-15图示了这种锁紧垫圈的实例。除非另有说明，锁紧垫圈有锋利边缘的一面应该靠着平垫圈。

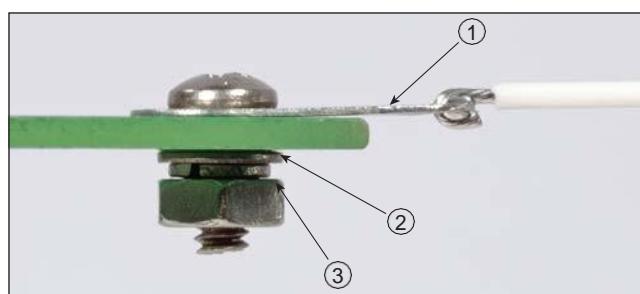


可接受 - 1, 2, 3级

- 正确的零部件顺序和方向，图 4-14 和 4-15.
- 槽形孔或圆孔上放置平垫圈，图 4-16.

图 4-14

- 锁紧垫圈，锋利边缘朝向平垫圈
- 平垫圈
- 非导电材料（层压板等）
- 金属（非导电图形或铜箔）



可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3级

- 伸出螺纹件（如：螺帽）不到一个半螺纹，除非通过工程图纸进行另外规定。

图 4-15

- 焊接接线片
- 平垫圈
- 锁紧垫圈，锋利边缘朝向平垫圈

4.1.5 机械零部件的安装—螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装(续)

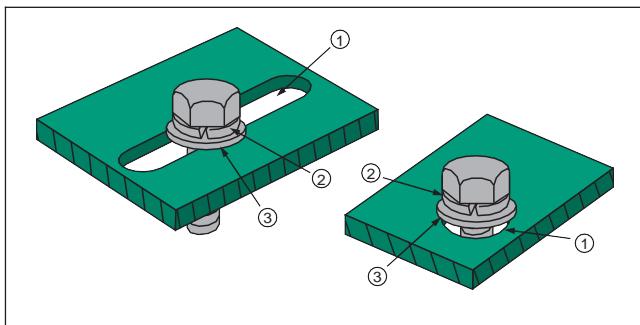


图 4-16

1. 槽形孔或圆孔
2. 锁紧垫圈
3. 平垫圈

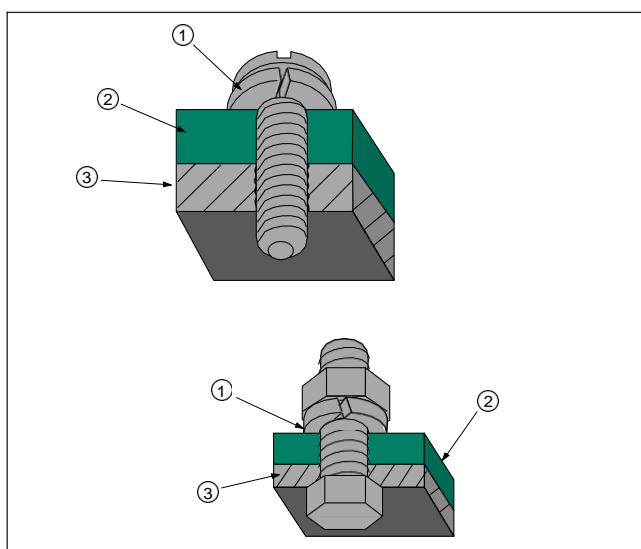


图 4-17

1. 锁紧垫圈
2. 非金属材料
3. 金属（非导电图形或铜箔）

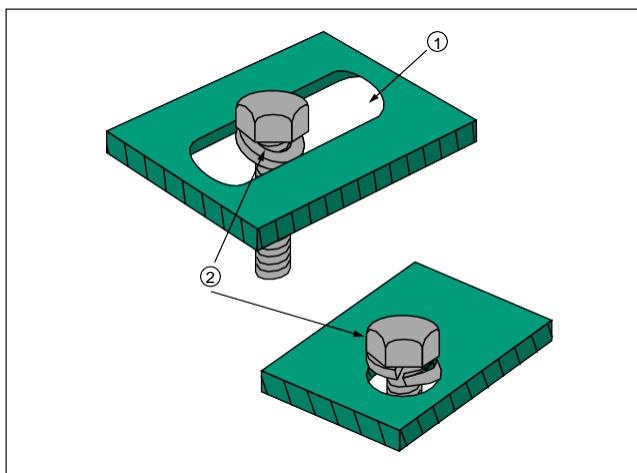


图 4-18

1. 槽形孔或圆孔
2. 锁紧垫圈

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 螺纹伸出的部分干涉相邻元器件。
- 零部件材料或组装顺序不符合图纸规定。
- 锁紧垫圈直接靠着非金属材料/层压板。
- 漏装平垫圈，见图4-17和4-18。
- 漏装零部件或安装不正确，见 图 4-19.
- 零部件没有安装到位，见 图 4-22。



图 4-19

4.1.5.1 机械零部件的安装- 螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装 - 扭矩

除了使用螺纹紧固件来安装一个部件到另一个装配件上，还有其它类型的螺纹部件可能用于装配件里面的单个零件。为防止松动或零件破损，它们可能需要拧紧到指定的或遵照标准行业实践的扭矩值。这些部件包括但不限于，接头螺母、连接器的应力释放夹/灌封/注封防护罩等，保险丝支架安装螺母和其它类似的螺纹部件。

如果没有指定的扭矩要求，则遵循标准行业实践。否则某些塑料或其它材料制成的螺纹部件会在组装过程中，因扭矩过大而损坏。对于这些部件，可能需要拧紧到指定的扭矩值。

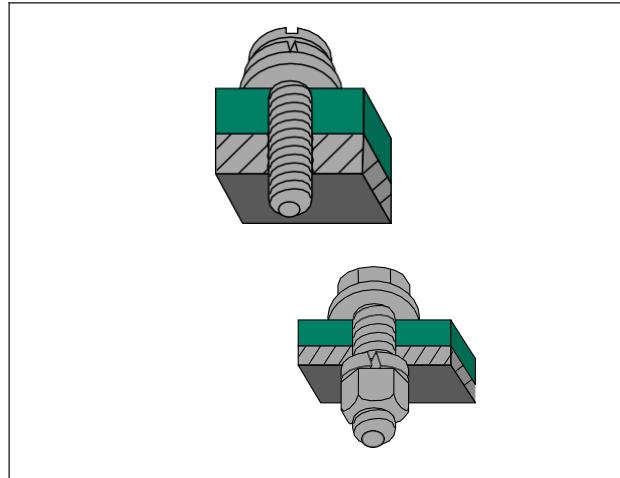


图 4-20

可接受 - 1, 2, 3级

- 紧固件已拧紧。当用到开口锁紧垫圈时，要完全压平。
- 紧固件的扭矩值，如有规定，在规定的范围之内。
- 没有过度锁拧造成螺纹部件损坏。
- 有要求时，在紧固件上施加扭矩条纹（扭矩识别/防篡改条纹），见图 4-21：
 - 在基板和紧固件之间是连续的。
 - 从紧固件的顶部延伸到相邻的基板上面（最小要求）。
 - 与紧固件的中心线对齐。
 - 没有受扰（扭转后紧固件及条纹标志没有移动）。



图 4-21

4.1.5.1 机械零部件的安装 – 螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装 – 扭矩 (续)

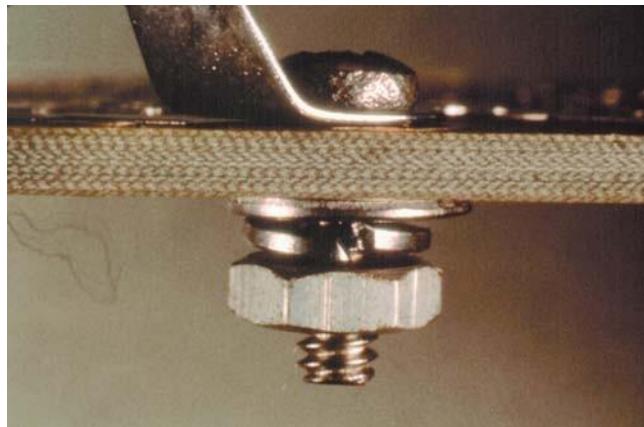


图 4-22

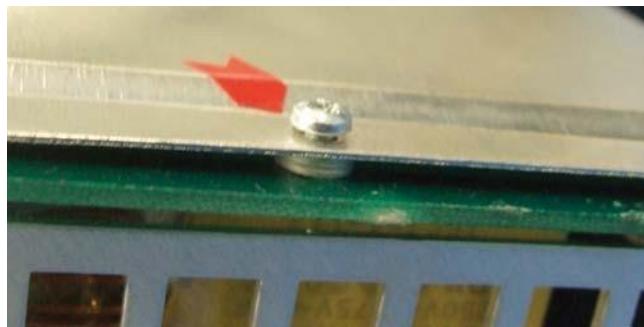


图 4-23



图 4-24

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 当用到开口锁紧垫圈时，没有完全压平，见图 4-22.
- 紧固件的扭矩值，如有规定，不在规定的范围之内。
- 紧固件松动，见 图 4-22.
- 被保护的部件有扣件现象。
- 当需要扭矩条纹时，在基板和紧固件之间不连续。
- 当需要扭矩条纹时，扭矩条纹没有从紧固件顶部延伸到相邻的基板上（最小）。
- 当需要扭矩条纹时，扭矩条纹没有与紧固件的中心线对齐。
- 扭矩条纹受扰（扭转后紧固件及条纹标志有移动）。

4.1.5.2 机械零部件的安装—螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装—导线

当不要求使用终端接线片时，可直接将导线缠绕在螺钉下方，缠绕的方式要使导线在拧紧螺钉时不会松开，并且导线末端尽可能短，不会与接地端或其它带电导体短路。

如使用垫圈，导线/引线装配在垫圈下方。

除非另外注明，所有要求适用于多股导线与单股导线。

有些机械零部件可能需要特殊的固定标准。



图 4-25

目标 - 1, 2, 3 级

- 股线的原始形态未受到扰动（多股导线）。
- 导线缠绕螺钉至少达到 270° 。
- 导线固定在螺钉的下面。
- 导线缠绕方向正确。
- 所有股线均在螺钉头的下面。

4.1.5.2 机械零部件的安装—螺纹紧固件和其它螺纹部件的安装—导线(续)



图 4-26



图 4-27

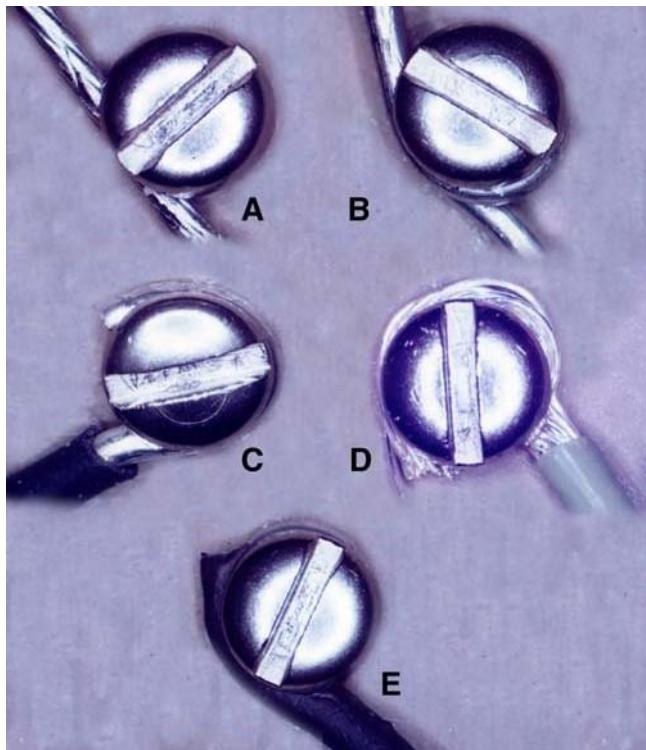


图 4-28

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线从螺钉头下露出的部分小于线径 $1/3$ 。
- 从螺钉头下突出的导线不违反最小电气间隙。
- 导线与螺钉头之间的机械缠绕，至少达到 180° 。
- 接触区域无绝缘物。
- 导线未与自身重叠。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线从螺钉头下露出的部分大于线径的 $1/3$ 。
- 导线未缠绕螺钉体，见图4-28-A.
- 导线缠绕螺钉体超过 360° , 见 图 4-28-B.
- 单股导线缠绕方向错误，见 图 4-28-C.
- 多股线缠绕方向错误（拧紧螺钉时导致螺旋线松散），见 图 4-28-D.
- 接触区域有绝缘物，见 图 4-28-E.
- 多股线上锡，见 图 4-28-A.
- 没有按照客户的要求上锡或用粘合剂固定（未图示）。

4.2 螺栓安装

本节描述了螺栓端面与连接器相应连接面的高度之间的关系。这对获得连接器针脚的最佳接触至关重要。

注:通过使用“C”型固定夹（厚度的增加）来调整螺栓的高度。

注:对于最终验收的要求可通过试配接完成。

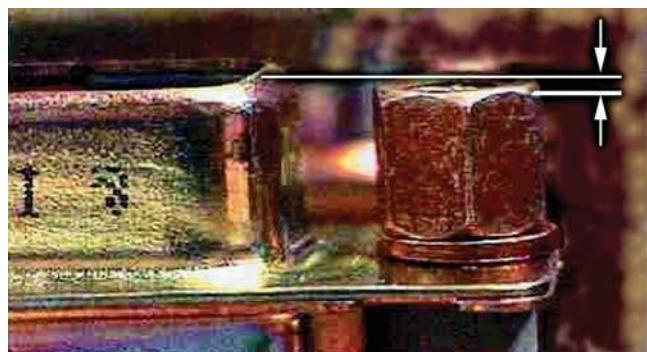


图 4-29

可接受 - 1, 2, 3 级

- 如果连接器与螺栓能正确配合，并依据设计要求，螺栓可以高出或低于连接器的端面。
- 参照制造商的指示，可以通过增加或减少垫圈调整螺栓高度。

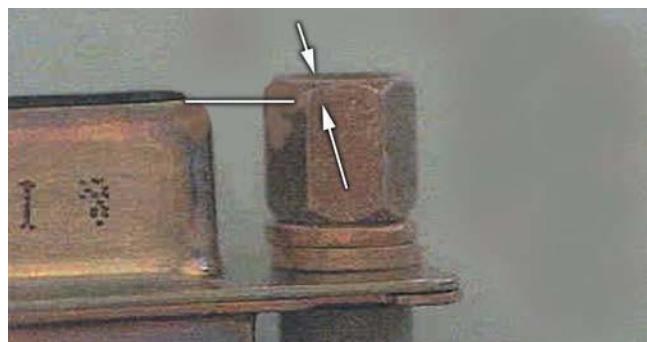


图 4-30

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 依据设计高出或低于连接器端的螺栓，且不能与连接器正确的配合。（没有缺陷条件的图示）。

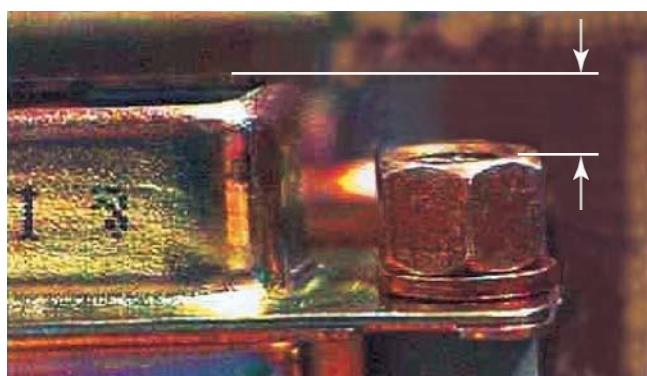


图 4-31

4.3 连接器插针

本节包括两类插针的安装：板边连接器引针和压接连接器插针。这些装置通常由自动化设备进行安装。对这类机械操作的目视检查内容包括：恰当的插针、受损的插针、弯曲和断裂的插针、受损的接触簧片，以及基板或导电图形的损伤。连接器的装配要求见7.1.8节。连接器的损伤要求见9.5节。

4.3.1 连接器插针 – Edge Connector Pins

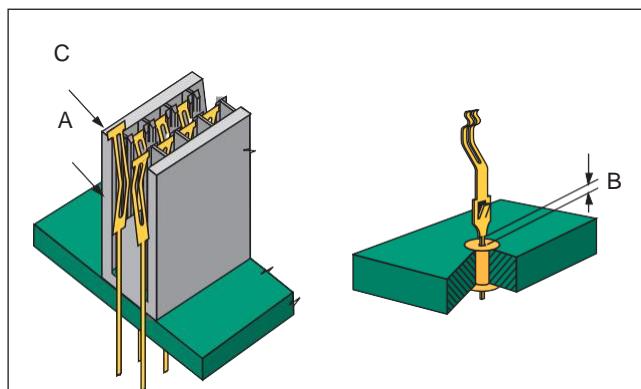


图 4-32

可接受 - 1, 2, 3 级

- 接触簧片位于绝缘座内，见图 4-32-A.
- 间隙在规定的公差之内，见图 4-32-B.

注：簧片台肩和连接盘之间，需要留有足够的空间，以适合维修时方便使用制造商提供的配套起拔工具。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 接触簧片高于绝缘座，见图 4-32-C.
- 簧片台肩和连接盘之间的间隙大于公差规定，见图 4-32-B.

4.3.2 连接器插针- 压接插针

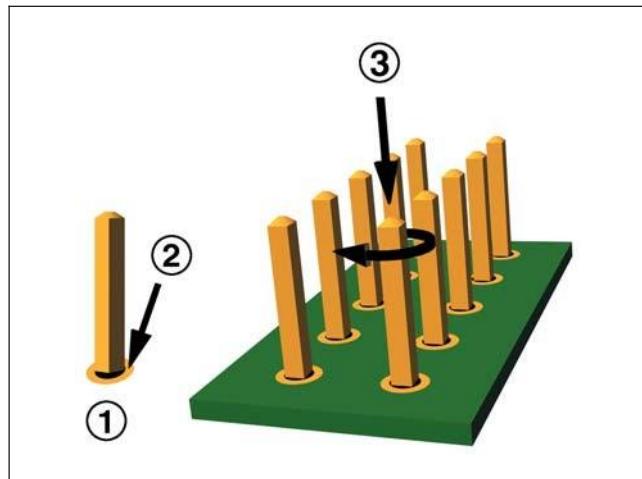


图 4-33

1. 无可辨识损伤
2. 连接盘
3. 无可辨识扭曲

目标 - 1, 2, 3级

- 插针笔直扭曲，就位适当。

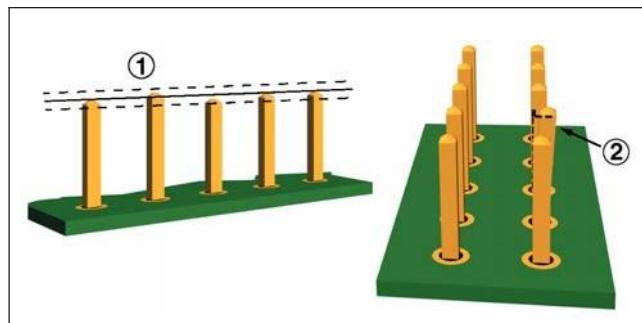


图 4-34

1. 插针高度公差
2. 小于插针厚度的50%

可接受 - 1, 2, 3级

- 插针偏离中心线不超过插针厚度的50%。
- 插针高度在公差范围内。

注: 插针高度的标称公差要符合插针连接器制造商的要求或总图上的规格。连接器插针和与之相配的连接器之间必须有良好的电气接触。

4.3.2 连接器插针- 压接插针 (续)

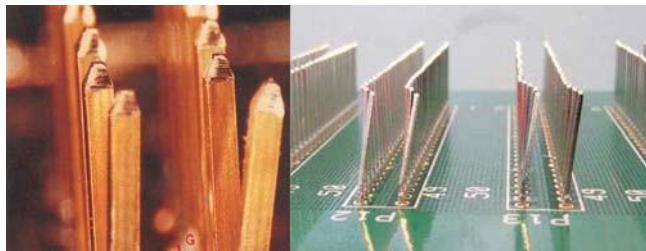


图 4-35

缺陷 - 1, 2, 3级

- 插针弯曲超出对位范围 - 插针弯曲，偏离中心线超出插针厚度的50%，见图 4-35.
- 插针明显弯曲，见图 4-36.
- 插针高度超出公差范围，见图 4-37.

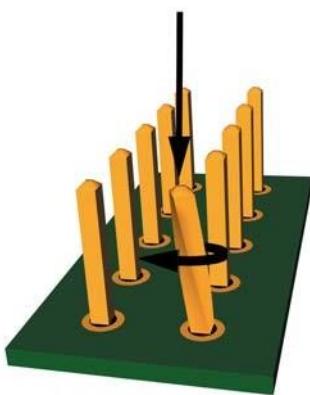


图 4-36

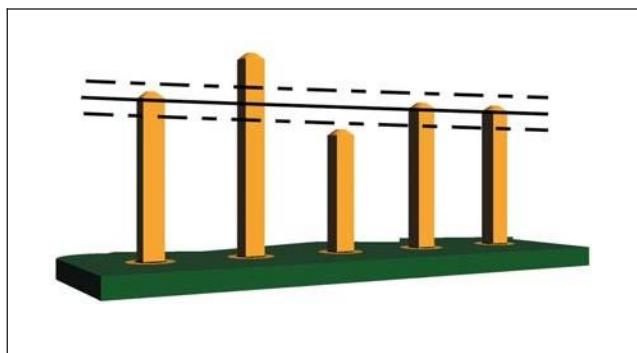


图 4-37

4.3.2 连接器插针-压接插针 (续)

目标 - 1, 2, 3级

- 装有压接插针的环圈无翘起或破裂。.

可接受 - 1, 2级

- 伸出面连接盘翘起不超过环圈宽度的75%，见图 4-38.

可接受 - 2 级

- 插入面无可见的连接盘翘起迹象。

可接受 - 3 级

- 环圈无翘起或破裂。

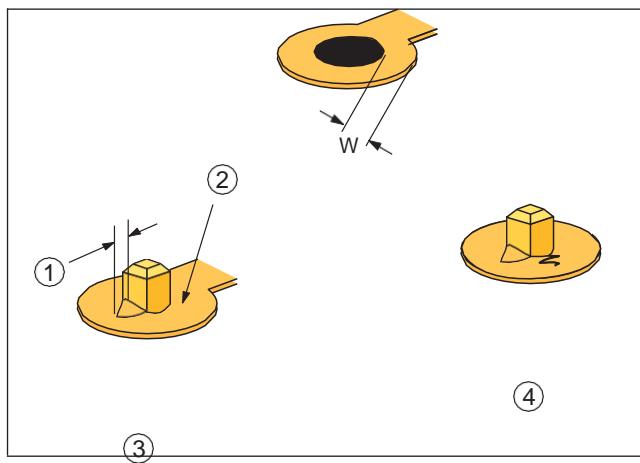


图 4-38

1. 不超过环圈宽度75%的连接盘翘起
2. 连接导体的连接盘
3. 连接盘无裂纹
4. 未连接导体的非功能盘翘起、破裂，但仍紧贴基板

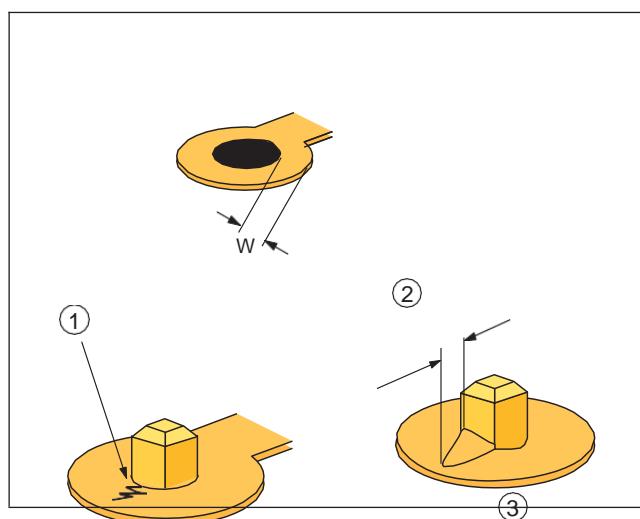


图 4-39

1. 连接盘破裂
2. 功能盘翘起大于盘宽度的75%
3. 连接盘翘起

缺陷 - 1, 2级

- 任何伸出面的功能连接盘起翘超过其宽度 (W) 的75%。.

缺陷 - 2级

- 插入面上任何明显的连接盘起翘。

缺陷 - 3级

- 任何装有压接插针的环圈有翘起或破裂。

注: 其它额外的信息见10.3.2。

4.3.2.1 压接插针 - 焊接

“压拉插针”这个名词是由装配工艺而得。许多靠压力插入的插针，例如：连接器、支柱等，原本是不焊接的。如果需要焊接，下列要求适用。

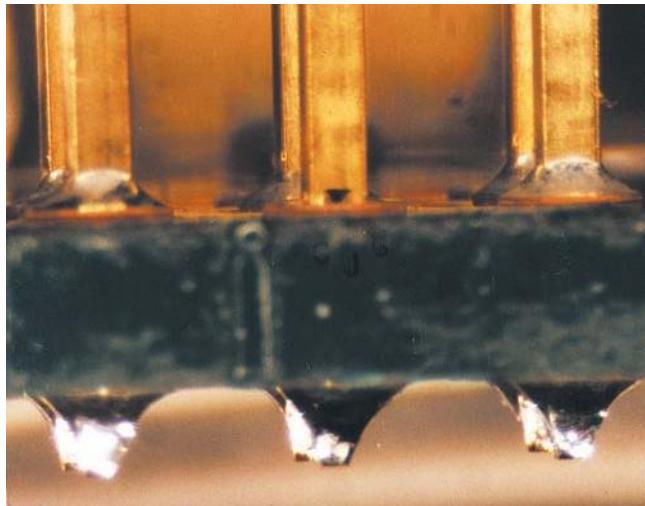


图 4-40

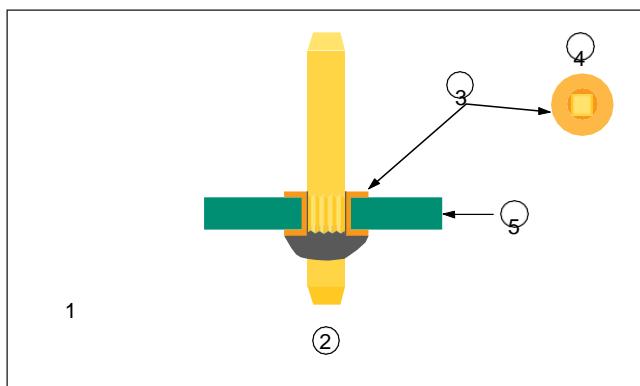


图 4-41

1. 底视图
2. 侧视图
3. 连接盘
4. 俯视图
5. PCB

4.3.2.1 压接插针- 焊接 (续)

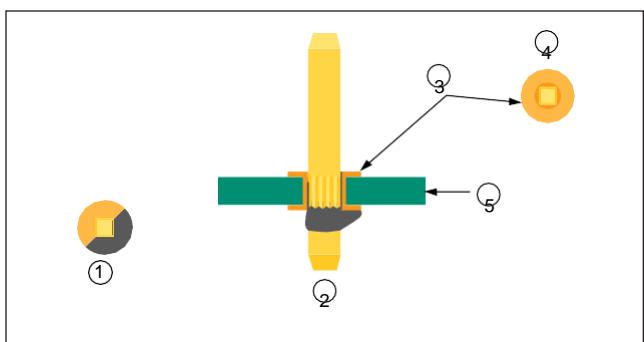


图 4-42

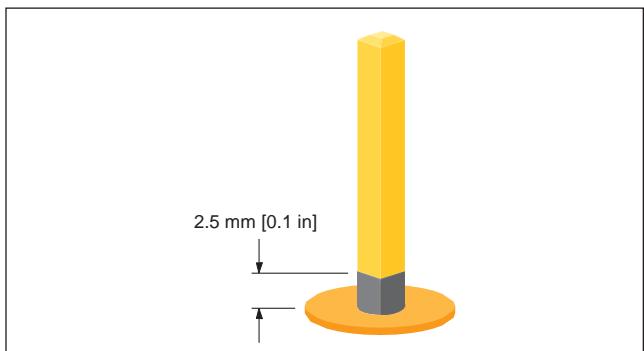
1. 底视图
2. 侧视图
3. 连接盘
4. 俯视图
5. PCB

可接受 - 1, 2 级

- 插针的两邻边有焊料填充或覆盖（伸出面）。

可接受 - 3 级

- 组件伸出面有330°的焊料填充。

**可接受 - 1 级**

- 如果焊料堆积不妨碍插针的后续装配，针的侧面允许焊料芯吸超过 2.5 mm [0.1 in]。

可接受 - 2, 3 级

- 插针侧面的焊料芯吸小于 2.5 mm [0.1 in]，只要不妨碍插针的后续装配。

图 4-43

4.3.2.1 压接插针-焊接 (续)

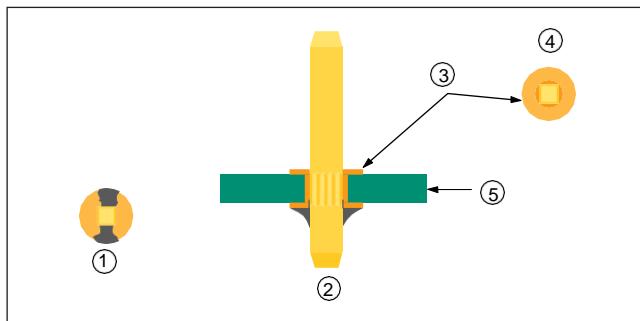


图 4-44

1. 底视图
2. 侧视图
3. 连接盘
4. 俯视图
5. PCB

缺陷 - 1, 2 级

- 焊料未填充或覆盖（伸出面）插针的两邻边。

缺陷 - 3 级

- 组件伸出面的焊料填充少于 330° 。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料妨碍了插针的后续装配。

缺陷 - 2, 3 级

- 焊料芯吸超过 2.5 mm [0.1 in].

4.4 线束的固定

其它要求见 IPC/WHMA-A-620。

4.4.1 线束的固定 - 概述

注: 浸蜡的扎带不可使用清洁溶剂。3级产品不允许使用蜂蜡。



图 4-45

目标 - 1, 2, 3级

- 束紧件整齐、坚固，并保持一定间距，使导线固定在紧致整齐的线束内。
- 束紧件不会移动。
- 束紧件没有导致导线有明显压痕或变形。

4.4.1 线束的固定 - 概述 (续)

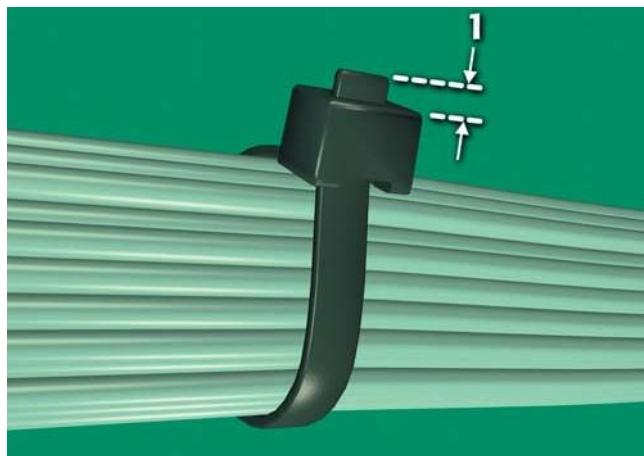


图 4-46

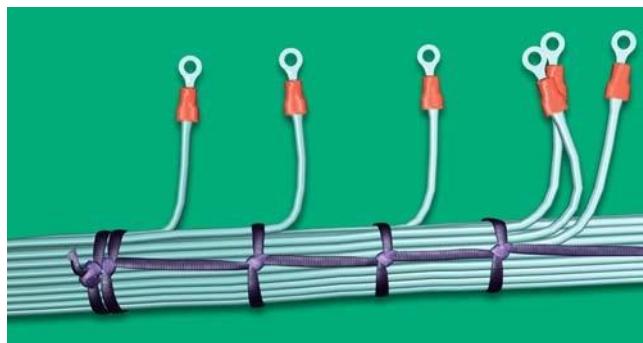


图 4-47

可接受 - 1, 2, 3级

- 绑带/扎带末端要求, 见图 4-46。
 - 绑带/扎带末端伸出来不超过绑带/扎带厚度的一倍。
 - 割断面与扎带结扣面平行。
- 导线固定在线束内。
- 线束分叉时两端都有绑带/扎带。
- 结点绑带/扎带整齐、紧固, 见图 4-47.
- 导线固定在线束内。
- 用方结、外科医用结、或其它认可的打结方法来捆扎。
- 束零件无纵向移动, 但可旋转。

4.4.1 线束的固定 - 概述 (续)

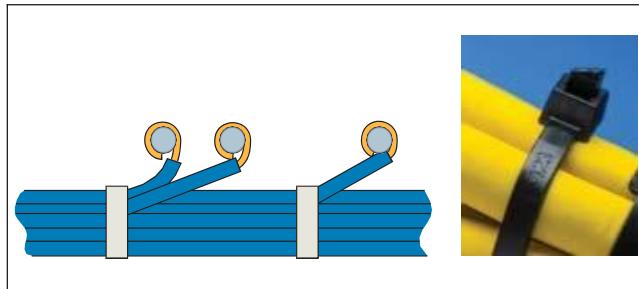


图 4-48

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 绑带处的导线处于应力中，见图4-48左边。
- 绑带/扎带结点位于套管或标记下方。
- 绑带/扎带结点大于一个绑带/扎带的厚度，见图4-48右边。



图 4-49

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绑带/扎带结点松动。
- 绑带/扎带结点切入绝缘皮。
- 线束松散。
- 绑扎线缆的结不合适。打这种结的扎带最终可能会松开。
- 束紧件导致线束扭曲变形。
- 绝缘皮被扎带损伤或压扁大于20%（见6.2.1节）。
- 线束纵向移动。

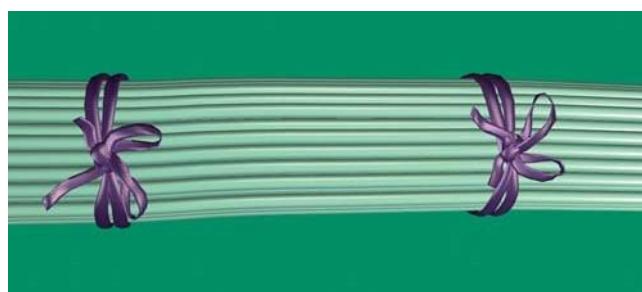


图 4-50

4.4.2 线束的固定 - 连扎

连扎和线缆捆扎的差别在于连扎是连环扣，结的间距较近，其它的要求和线缆捆扎相同。

注: 浸蜡的扎带不可使用清洁溶剂。3级产品不允许使用蜂蜡。



图 4-51

可接受 - 1, 2, 3级

- 连扎的头尾两端打死结。
- 连扎紧固且将导线固定在整齐的线束内。

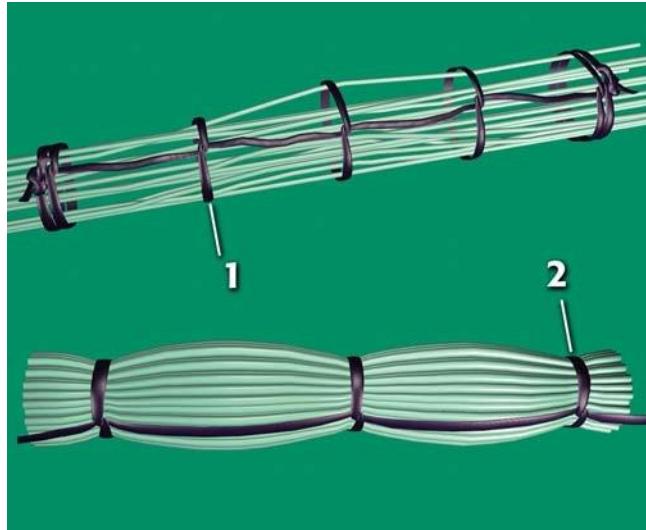


图 4-52

缺陷 - 1, 2, 3级

- 连扎松动，致使线束中导线松散（1）。
- 导线绝缘皮损伤，见6.2.1节。

4.4.2.1 线束的固定 -连扎- 损伤

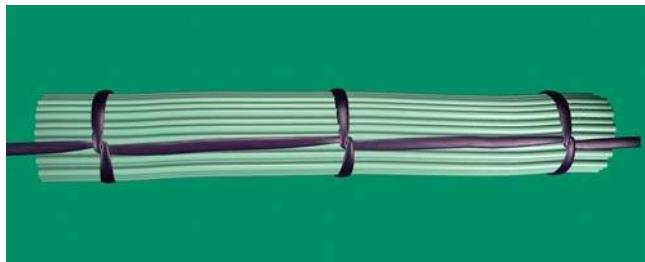


图 4-53

目标 - 1, 2, 3级

- 束紧件的任何位置无磨损、缺口或破裂。
- 束紧件没有危及人员或设备的锋利边缘。

可接受 - 1, 2级

- 束紧件的轻微磨损或缺口小于束紧件的厚度的25%。

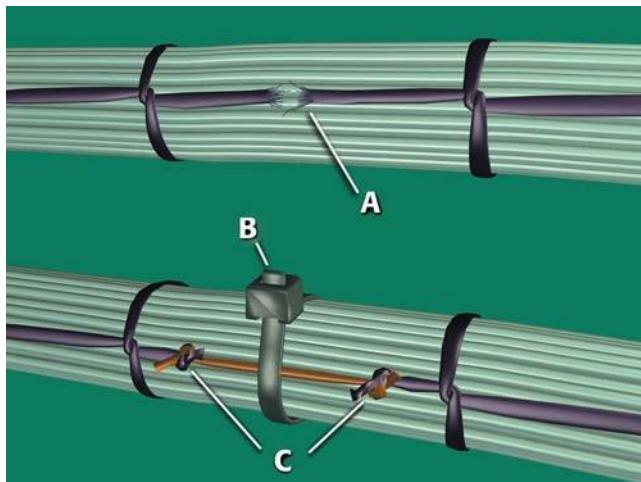


图 4-54

缺陷 - 1, 2级

- 束紧件的磨损或损伤大于束紧件厚度的25%，见图4-54-A。

缺陷 - 3级

- 束紧件有磨损或损伤，见图 4-54-A。
- 连扎割断面末端未被热熔。
- 热熔接触了结扣。
- 连扎带末端被磨损。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 危及人员或设备的锋利边缘，见图 4-54-B。
- 连扎线中间的接头未采用方结、外科医用结、或其它认可的打结方法，见图4-54-C。

4.5 布线 - 导线和线束

以下要求适用于单根导线或线束。

线束中导线的布置尽量减少交叉并保持外观整齐。

4.5.1 布线 - 导线和线束- 导线交叉



图 4-55

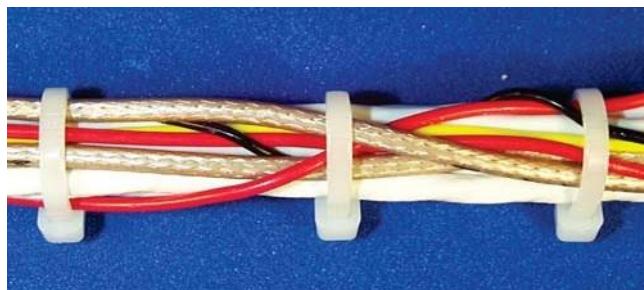


图 4-56



图 4-57

目标 - 1, 2, 3级

- 导线的放置与线束轴线基本平行，无交叉。
- 同轴线缆用扎带/绑带紧固。

可接受 - 1, 2, 3级

- 导线扭曲及交叉，但线束直径基本均匀。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2级

缺陷 - 3级

- 导线在扎带/绑带的下方扭曲及交叉。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 线束直径不均匀。
- 过分交叉。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 任何违反最小弯曲半径要求的扭绞。
- 导线绝缘皮损伤，见6.2.1节。

4.5.2 布线 - 导线和线束- 弯曲半径

弯曲半径是按照导线或线束的内侧弧线测量。

线束组件的最小弯曲半径不应当小于表4-1规定的线/线缆的最小弯曲半径。

表 4-1 最小弯曲半径要求

线缆类型	1级	2级	3级
挠性同轴线缆 ³	10倍线径 ¹	10倍线径 ¹	10倍线径 ¹
固定式同轴线缆 ²	5倍线径 ¹	5倍线径 ¹	5倍线径 ¹
半刚性同轴线缆	不小于制造商规定的最小弯曲半径		
同轴线缆线束	5倍线径 ¹	5倍线径 ¹	5倍线径 ¹
非同轴线缆线束	2倍线径 ¹	2倍线径 ¹	2倍线径 ¹
以太网络线	4倍线径 ¹	4倍线径 ¹	4倍线径 ¹
屏蔽线和线缆	尚未建立要求		5倍线径 ¹
非屏蔽线	尚未建立要求		对于≤AWG10的线, 为3倍线径 对于AWG10的线, 为5倍线径
绝缘线和扁平带状线缆	2倍线径 ¹	2倍线径 ¹	2倍线径 ¹
聚酰亚胺绝缘线 (屏蔽或 非屏蔽)	尚未建立要求		10倍线径 ¹
裸线或涂釉绝缘线	2倍线径 ¹	2倍线径 ¹	2倍线径 ¹
光纤线缆 - 有缓冲层和外被的单根光 纤	25 mm [1 in] 或符合制造商 的规定	25 mm [1 in] 或符合 制造商的规定	25 mm [1 in] 或符合制造商的 规定

注 1: 线径是指包括绝缘皮在内的导线或线缆直径。

注 2: 固定式同轴线缆 – 同轴线缆被固定以防止移动, 在设备运行期间不期望线缆被反复弯曲。

注 3: 挠性同轴线缆 – 同轴线缆在设备运行时会被弯曲或可能被弯曲。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 最小弯曲半径符合表 4-1 的要求。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 弯曲半径小于表4-1的最小弯曲半径要求。

4.5.3 布线 - 导线和线束 - 同轴线缆

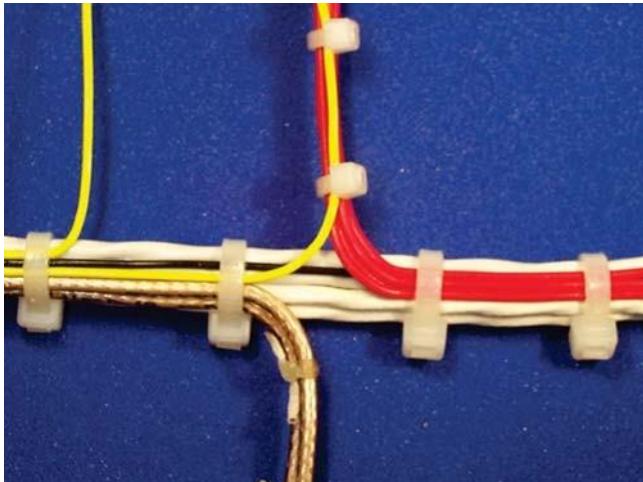


图 4-58

可接受 - 1, 2, 3级

- 内弯半径符合表4-1的要求。.

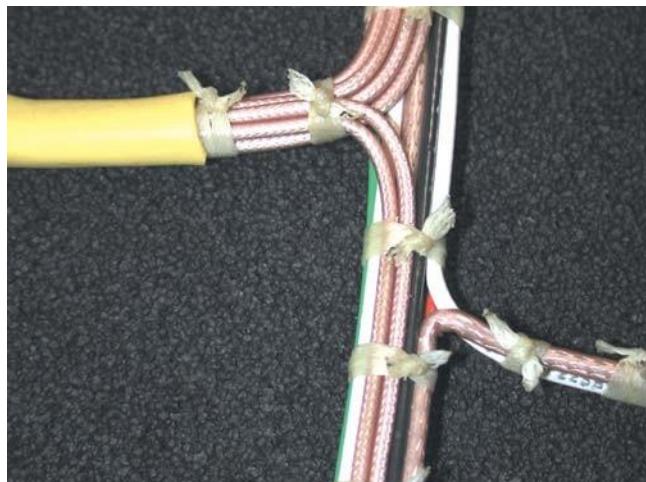


图 4-59

缺陷 - 1, 2, 3级

- 内弯半径不符合表 4-1的要求。

缺陷 - 3级

- 绑带/扎带导致同轴线缆变形。

4.5.4 布线 - 导线和线束 - 空置线头

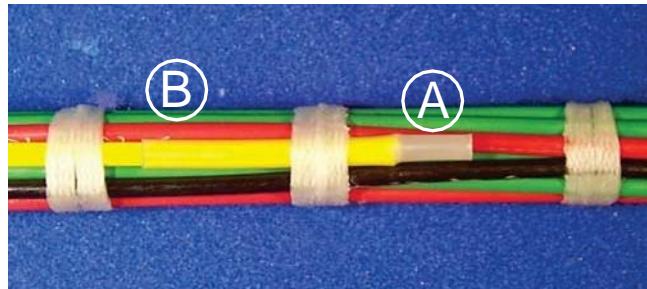


图 4-60

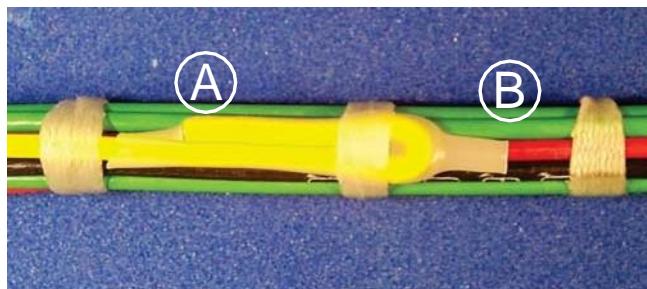


图 4-61

目标 - 1, 2, 3级

- 套管伸出导线末端长度为线径三倍, 见图 4-60-A.
- 空置导线折返并固定在线束中, 见图 4-61-A.

可接受 - 1, 2, 3级

- 空置导线的末端以热缩套管包封, 见图 4-60-A.
- 空置导线可以顺着线束伸直, 见图 4-60, 或折返, 见图 4-61-A.
- 套管伸出导线末端的长度至少为线径的两倍, 见图4-61-B.
- 套管包封导线绝缘皮的长度至少为线径的四倍或6mm [0.24 in], 取两者中较大者。见图4-61-B-A.
- 空置导线绑在线束中。

制程警示 - 2级

缺陷 - 3级

- 绝缘套管伸出导线末端的长度不到两倍线径。
- 绝缘套管包封导线绝缘皮的长度小于线径的四倍或6mm [0.24 in], 取两者中的较大者。

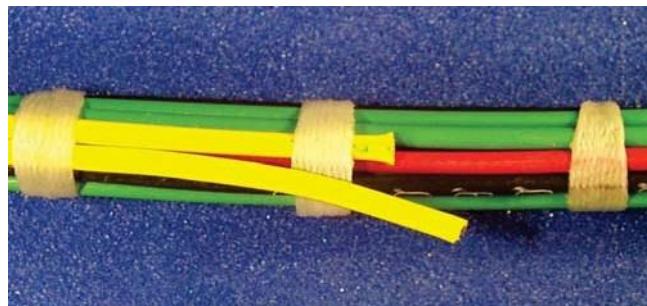


图 4-62

缺陷 - 1, 2, 3级

- 空置导线末端暴露。
- 空置导线未捆绑在线束中。

4.5.5 布线 - 导线和线束 - 接头和焊环上的扎点

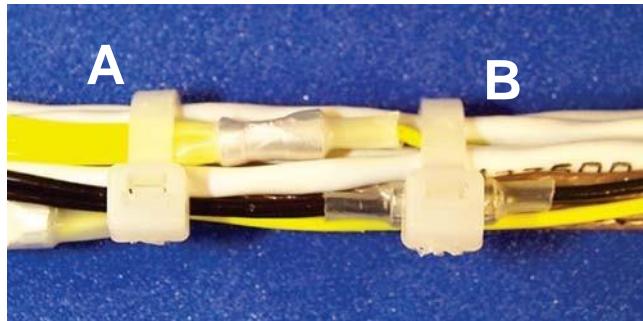


图 4-63

可接受 - 1, 2, 3 级

- 绑带/扎带靠近线束内导线的接头和焊环处。
- 有接头的导线不存在应力，见图4-63-A。.

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 绑带/扎带位于线束内导线的接头或焊环上，见图 4-63-B.



图 4-64

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绑带/扎带使得导线接头处存在应力。



图 4-65

5 焊接

本章确立了所有焊接类型连接的可接受性要求，例如表面贴装、端子、通孔焊接等。虽然标准的制定已经考虑了1级、2级、3级产品不同的应用要求和环境差异，但是焊接工艺的本质决定了一个可接受的连接对于三个级别会表现出相同的特征，而一个不可接受的连接很可能对所有三个等级都是拒收的。

连接要求的描述中已在适当的地方具体注明了所使用的焊接工艺类型。但无论使用下列哪种焊接方法，本章的连接要求都适用：

- 焊接烙铁
- 阻抗焊接设备
- 感应焊、波峰焊或拖焊
- 再流焊接
- 通孔再流焊接

作为上述情况的例外，还有一些专用的焊接表面处理，例如浸镀锡、钯、金等，需要建立不同于本文件所述要求的专用验收条件。此类专用条件应该基于设计、工艺能力和性能要求而定。

润湿情况并非总是能根据表面外观判断。实际应用中种类繁多的焊料合金可能产生典型的从很小或接近 0° 到几乎 90° 的接触角。可接受的焊接连接应当在焊料与焊接面熔合处呈现出明显的润湿和附着性。

焊接连接的润湿角（焊料与元器件可焊端以及焊料与PCB的连接盘间）不应当超过 90° ，见图5-1的A和B。例外的情况是当焊料轮廓延伸到可焊端边缘或阻焊剂时润湿角可以超过 90° （凸面），见图5-1的C和D。

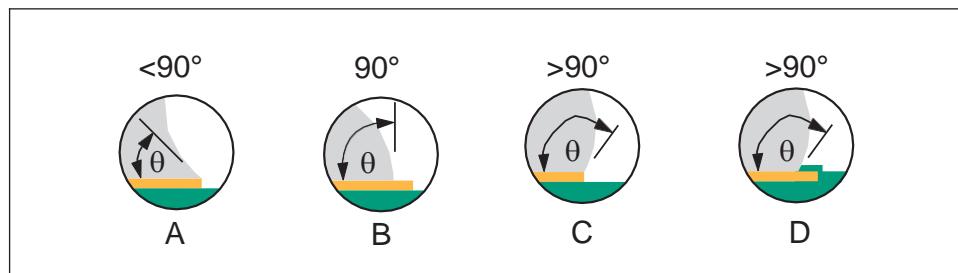


图 5-1

5 焊接 (续)

本章包括以下内容:

5.1 焊接可接受性要求.....	5-3
5.2 焊接异常	5-4
5.2.1 暴露金属基材.....	5-4
5.2.2 针孔/吹孔	5-6
5.2.3 焊膏再流	5-7
5.2.4 不润湿	5-8
5.2.5 冷焊/松香焊接连接	5-9
5.2.6 退润湿	5-9
5.2.7 焊料过重	5-10
5.2.7.1 焊料球.....	5-11
5.2.7.2 桥接.....	5-12
5.2.7.3 锡网/泼锡	5-13
5.2.8 焊料受扰.....	5-14
5.2.9 焊料开裂	5-15
5.2.10 拉尖.....	5-16
5.2.11 无铅填充起翘.....	5-17
5.2.12 无铅热撕裂/孔收缩.....	5-18
5.2.13 焊点表面的探针印记和其它类似表面状况	5-19
5.2.14 部分可视或隐藏的焊接连接.....	5-20

5.1 焊接可接受性要求

有关焊接异常的例子,见5.2节。

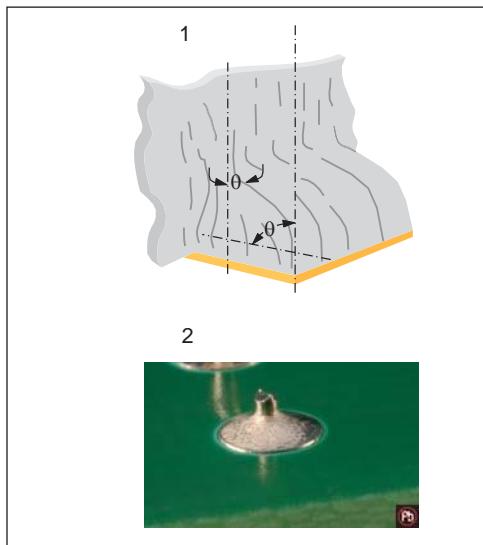


图 5-2

目标 - 1, 2, 3级

- 焊料填充基本平滑，对连接的零部件呈现良好润湿。
- 零部件的轮廓容易分辨。
- 焊料在被连接部件上形成羽毛边缘。
- 填充呈凹面状。

可接受 - 1, 2, 3级

- 有些材料和工艺,例如:无铅合金、大热容PCB引起的慢冷却,可能导致干枯粗糙、灰暗或颗粒状。这种与材料和工艺相关的焊料外观,属正常现象。这样的焊接连接是可接受的。
- 焊接连接润湿角(焊料与元器件之间和焊料与连接盘之间,见图5-2)不超过90°,见图5-1的A和B。
 - 例外的情况是当焊料轮廓延伸到可焊端边缘或阻焊膜时,润湿角可以超过90°,见图5-1的C和D。



图 5-3

使用锡铅合金的工艺与使用无铅合金的工艺所产生的焊接连接的主要区别是焊料的外观。本标准提供了锡铅和无铅连接的目视检查要求。本标准中,特指无铅连接的图例将用图5-3中的符号来标识。

可接受的锡铅连接与无铅连接可能呈现相似的外观,但无铅合金更可能表现粗糙(颗粒状或灰暗)或较大的润湿角。

锡铅合金和无铅合金的焊料填充要求相同。

典型的锡铅连接具有绸缎般润泽的表面,外观通常都很平滑,呈现如图例中所示的被焊物体间填充的焊料那种凹月面的润湿状态。高温焊料可呈干枯状。进行焊接点的修饰(返工)要有判断力,防止造成另外的问题,并且得到的结果要达到适用级别的可接受性要求。

5.2 焊接异常

5.2.1 焊接异常 – 暴露金属基材

某些印制电路板和导体的表面涂层具有不同的润湿性，可能只在某些特定区域呈现焊料润湿。在这类情况下，只要焊接处获得的润湿特征是可接受的，金属基材或表面涂层的暴露应该视作正常情况。

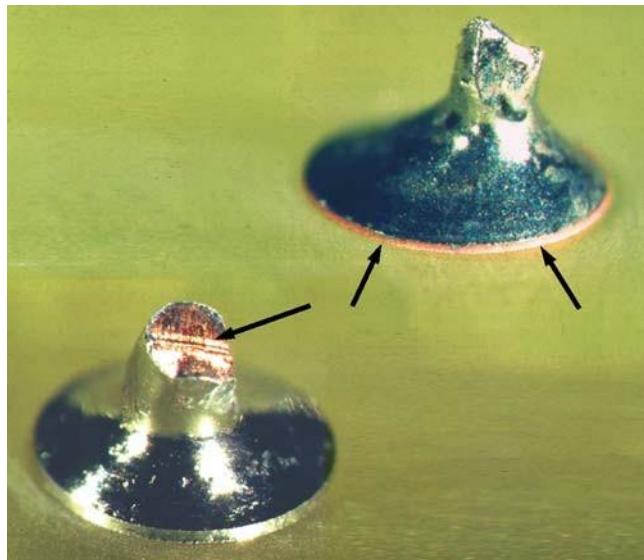


图 5-4

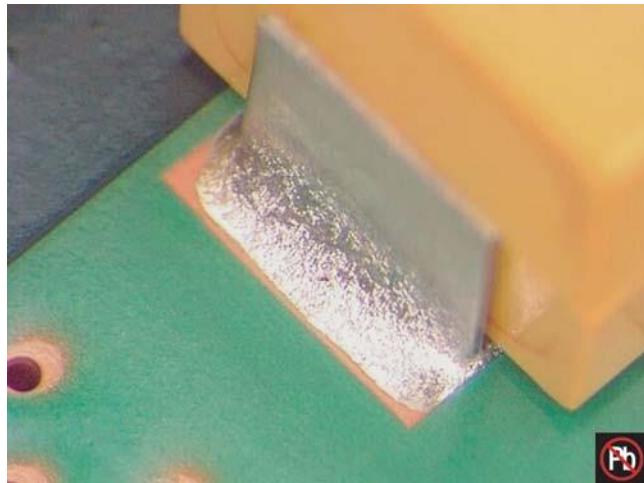


图 5-5

可接受 – 1,2,3级

- 金属基材暴露于：
 - 导体的垂直面。
 - 元器件引线或导线的剪切端。
 - 覆盖连接盘的有机可焊性保护膜（OSP）。
 - 不要求焊料填充的区域露出表面涂层。

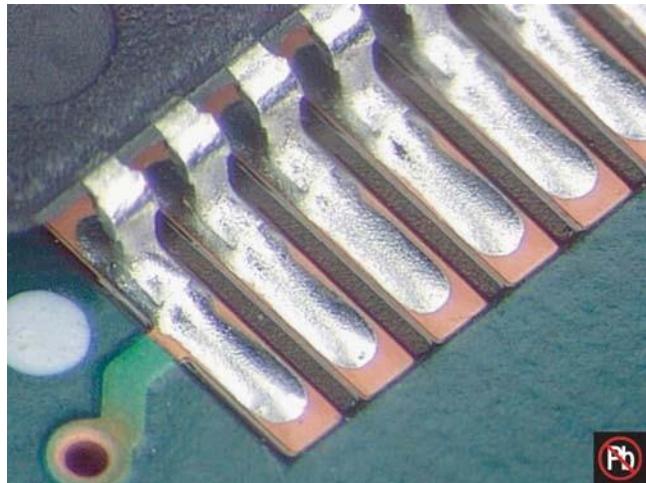
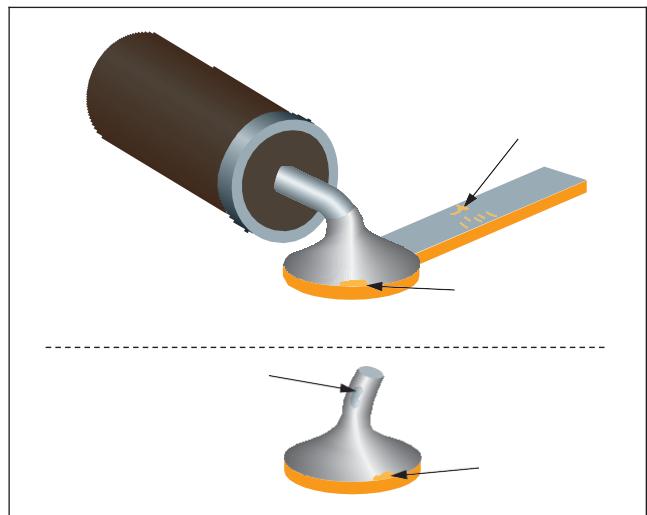
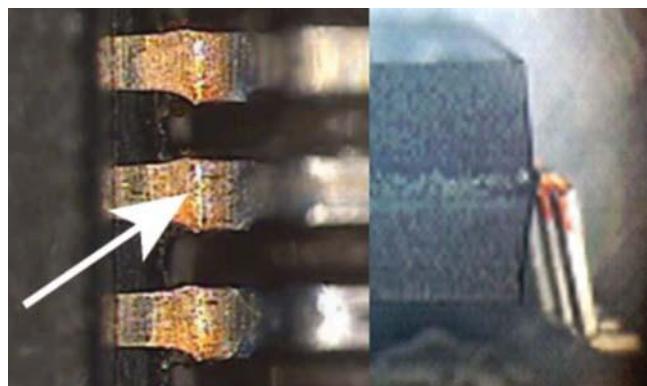


图 5-6

5.2.1 焊接异常 - 暴露金属基材 (续)**可接受 - 1 级****制程警示 - 2, 3 级**

- 元器件引线、导体或连接盘表面由于刻痕、划伤或其它情况导致的金属基材暴露未超出 7.1.2.4 节及 8.2.2 节对引线的要求和 10.3.1 节对导体和连接盘的要求。

图 5-7

**缺陷 - 1, 2, 3 级**

- 元器件引线、导体或连接盘表面由于刻痕、划伤、或其它情况导致的金属基材暴露超出了 7.1.2.4 节及 8.2.2 节对引线的要求和 10.3.1 节对导体及连接盘的要求。

图 5-8

5.2.2 焊接异常 - 针孔/吹孔



图 5-9

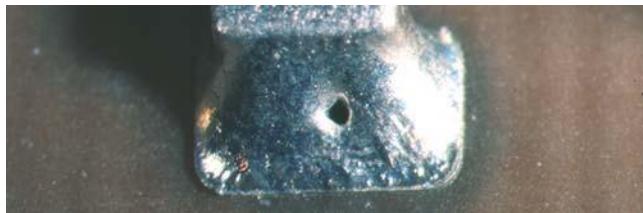


图 5-10

图 5-11

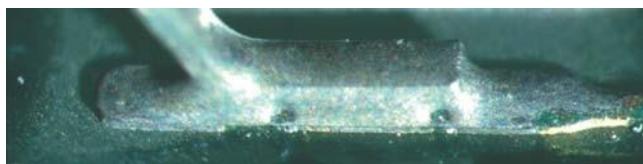


图 5-12



图 5-13

可接受性 - 1级

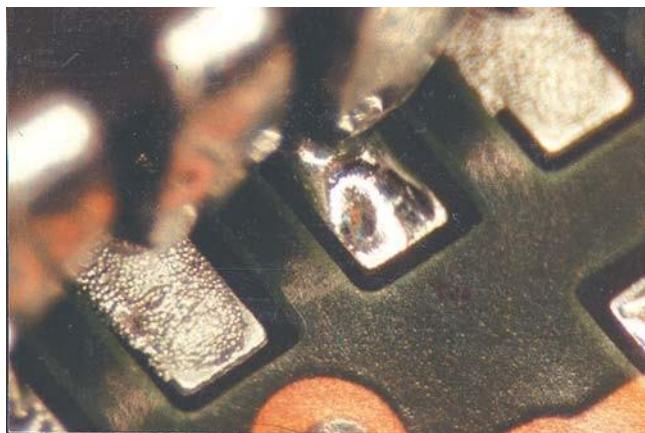
制程警示 - 2, 3级

- 有吹孔（见图5-9, 图5-10）、针孔（见图5-11）、空洞（见图5-12, 图5-13）等，只要焊接连接满足所有其它要求。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 针孔、吹孔、空洞等使焊接连接降低至低要求以下（未图示）。

5.2.3 焊接异常 - 焊膏再流



缺陷 - 1, 2, 3级

- 焊膏再流不完全。

图 5-14

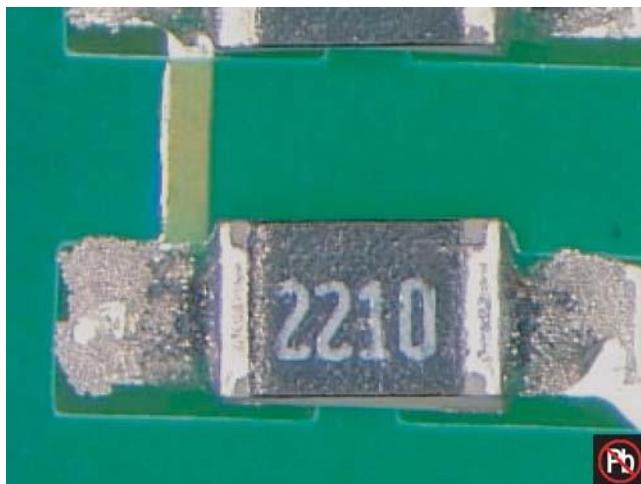


图 5-15

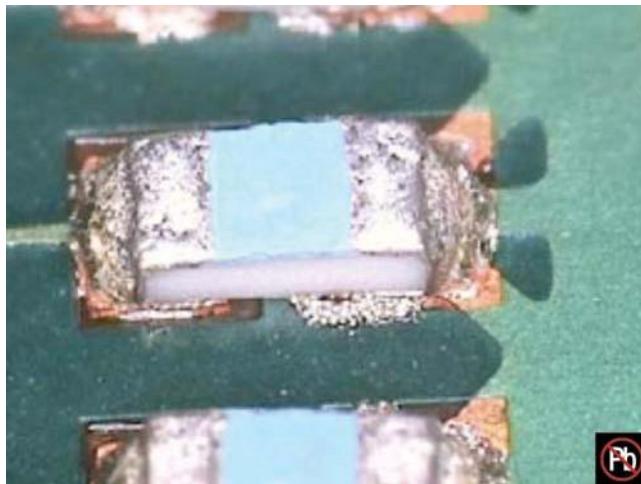


图 5-16

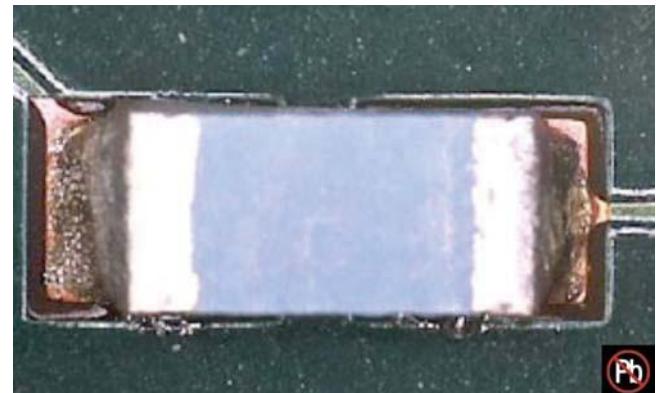


图 5-17

5.2.4 焊接异常 - 不润湿

IPC-T-50 对不润湿的定义是：熔融的焊料不能与金属基材（母材）形成金属键合。本标准中金属基材亦包括表面涂层，见5.2.1节。

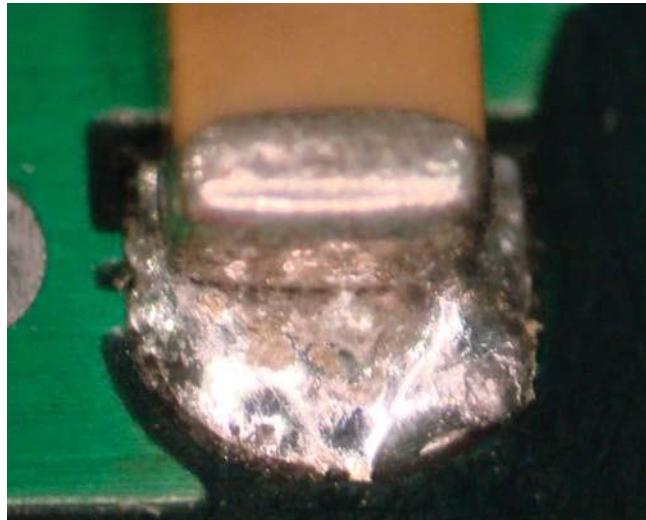


图 5-18



图 5-19

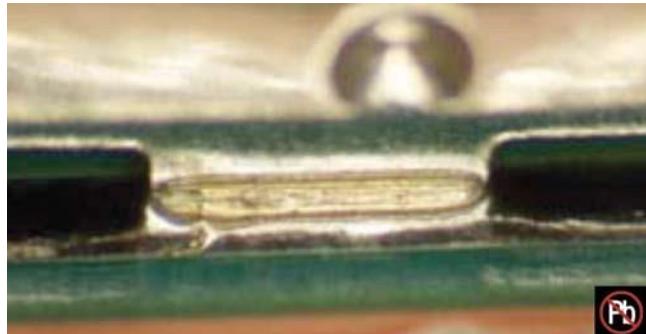


图 5-21

缺陷 - 1, 2, 3级

- 焊料没有润湿要求焊接的连接盘或焊接端。
(见图5-18、图5-19、图5-20为元器件焊接端；图5-21为屏蔽层焊接端；图5-22为导线焊接端。)
- 焊料覆盖率未满足具体类型焊接端的要求。



图 5-20



图 5-22

5.2.5 焊接异常 – 冷焊/松香焊接连接

IPC-T-50对冷焊接连接的定义是：焊接连接呈现出润湿不良及灰色多也外观。（这是由于焊料杂质过多，焊接前清洁不充分，和/或焊接过程中加热不足造成的。）

IPC-T-50对松香焊接的定义是：从外观上看与冷焊接几乎完全相同，有残留的松香分离待焊接表面的迹象。



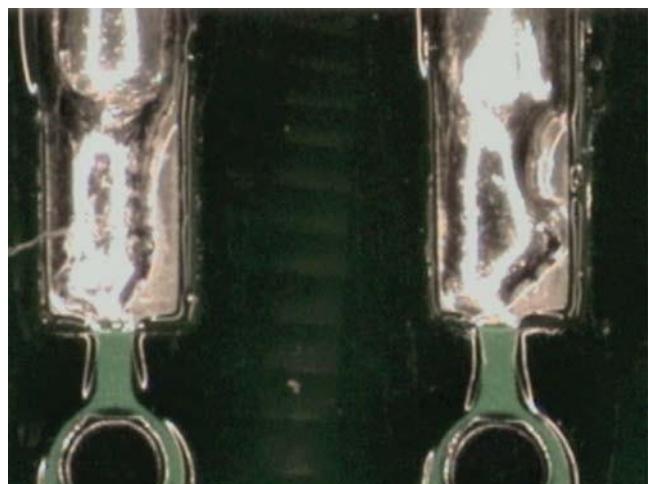
缺陷 - 1, 2, 3级

- 冷焊（见图5-23）或松香焊接连接（未图示）导致的不润湿或不完全润湿。

图 5-23

5.2.6 焊接异常 – 退润湿

IPC-T-50对退润湿的定义是：熔融焊料涂覆在金属表面上然后焊料回缩，导致形成由焊料薄膜覆盖且未暴露金属基材或表面涂层的区域分隔开的不规则焊料堆的一种状况。



缺陷 - 1, 2, 3级

- 退润湿现象导致焊接连接不满足填充要求。

图 5-24

5.2.6 焊接异常 – 退润湿 (续)

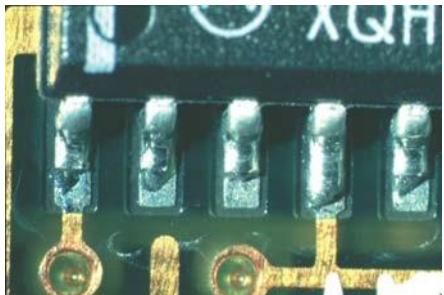


图 5-25

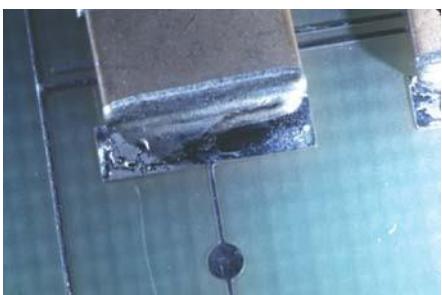


图 5-26



图 5-27

5.2.7 焊接异常 – 焊料过量



图 5-28

金属壳元器件

考虑到元器件的预期工作环境，应该评估金属封装本体表面的焊料泼溅或上锡对元器件的气密性能和搞辐射加固性能的影响，见图5-28。如果不要求或不会危及元器件的长期电气性能，金属化表面的焊料泼溅是可接受的。

下面标准里，“裹挟”、“包封”和“连接”是指产品在使用环境下不会造成颗粒物的移动。确定外来物在产品工作环境下是否会松动后移动的方法应该由制造商和用户协商确定。

5.2.7.1 焊接异常 - 焊料过量 - 焊料球

焊料球是指焊接后留下的球形焊料。包括再流焊期间从焊膏中飞溅在连接点周围的焊料粉大小的球。用于确定导电颗粒（焊料球、锡溅或泼锡）是否可被移动的方法应该由制造商和用户协商确定。

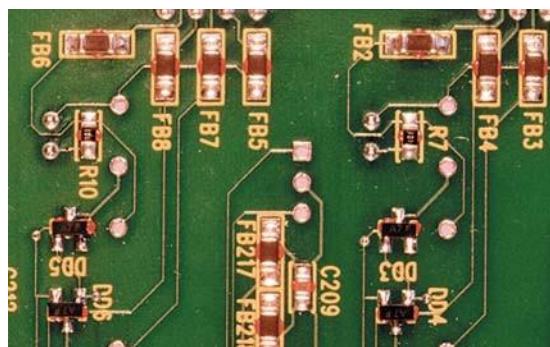


图 5-29

目标 - 1, 2, 3级

- 印制电路组件上无焊料球现象。



图 5-30

可接受 - 1, 2, 3级

- 焊料球被裹挟、包封或连接，例如裹挟在免洗残留物内，包封在敷形涂覆层下，焊接于金属表面，埋入阻焊膜或元器件下。
- 焊料球不违反最小电气间隙。



图 5-31

缺陷 - 1, 2, 3级

- 焊料球未被裹挟、包封、连接或在工作环境会引起焊料球移动。
- 焊料球违反最小电气间隙。



图 5-32



图 5-33



图 5-34

5.2.7.2 焊接异常 - 焊料过量 - 桥连

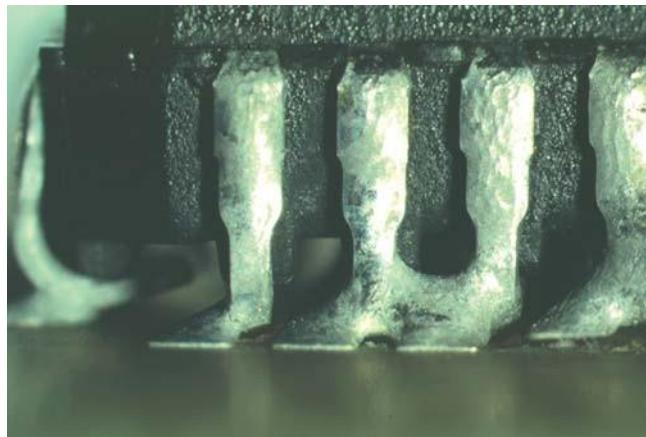


图 5-35

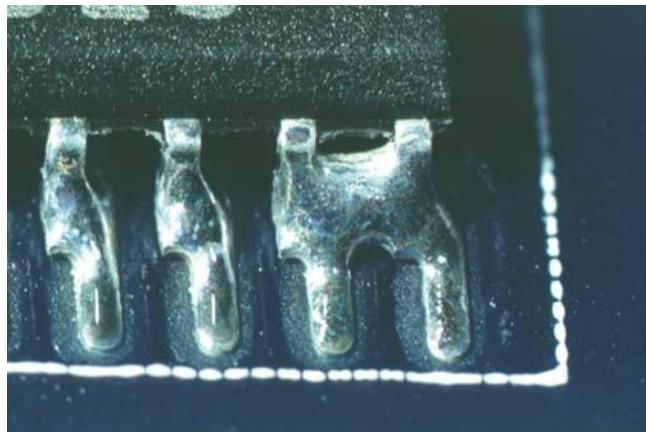


图 5-36



图 5-37

缺陷 - 1, 2, 3级

- 横跨在不应该相连的导体上的焊接连接。
- 焊料跨接到毗邻的非公共导体或元器件上。

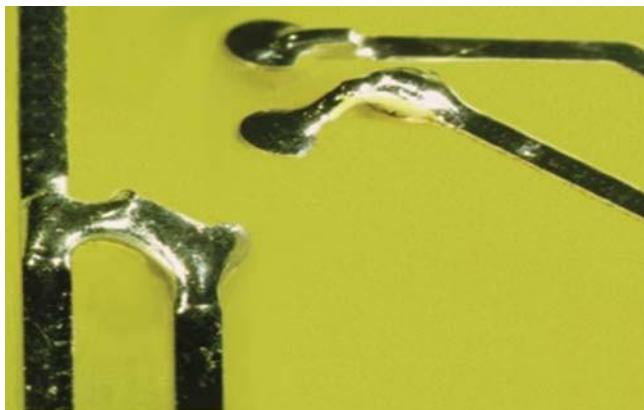


图 5-38

5.2.7.3 焊接异常 - 焊料过量 - 锡网/泼锡

目标 - 1, 2, 3级

- 无泼锡或锡网。

可接受 - 1, 2, 3级

- 泼锡或金属颗粒满足下列要求：
 - 连接/裹挟/包封于PCA表面或阻焊膜上，或焊接于金属表面。
 - 未违反最小电气间隙。

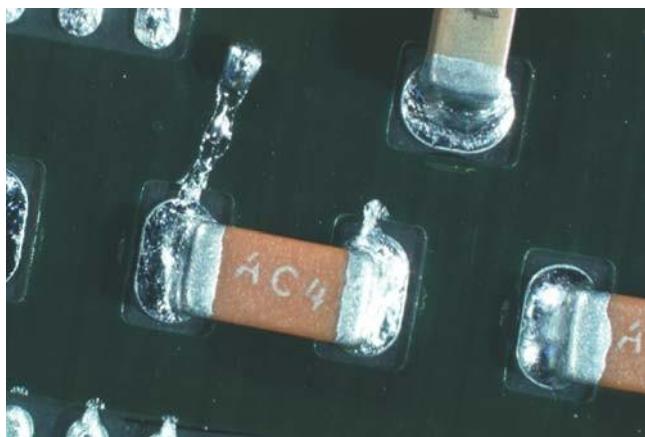


图 5-39

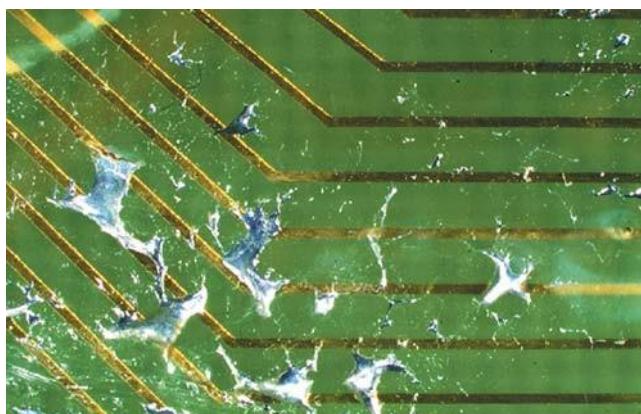


图 5-40

缺陷 - 1, 2, 3级

- 锡网。
- 泼锡未被连接、裹挟、包封。
- 金属元器件表面的泼锡影响外形、装配功能，如损伤气密性元器件的密封罩。
- 违反最小电气间隙。

5.2.8 焊接异常 - 焊料受扰

图5-41（无铅）和图5-42（锡铅）中所示的可接受的带有冷却纹的焊点表面外观，更可能发生于无铅合金中，并不是焊料受扰的情况。

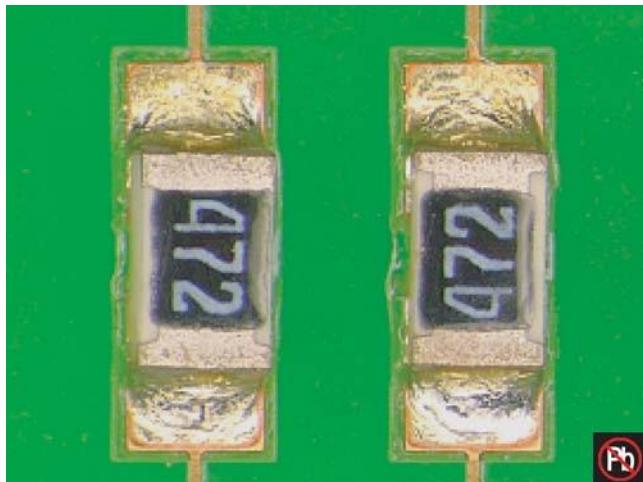


图 5-41

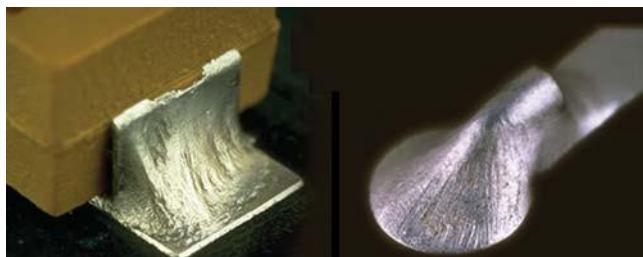


图 5-42

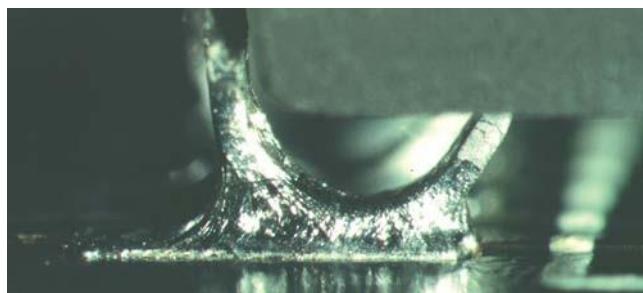


图 5-43



图 5-44

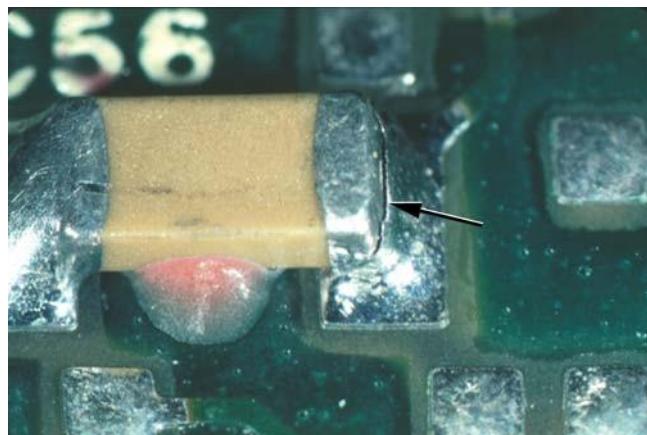
可接受 - 1, 2, 3级

- 无铅和锡铅焊接连接呈现：
 - 冷却纹，见图 5-41.
 - 二次再流，见图 5-42.

缺陷 - 1, 2, 3级

- 焊点冷却期间因移动而形成的特征为表面不平坦的受扰焊点。

5.2.9 焊接异常 - 焊料开裂



缺陷 - 1, 2, 3级

- 焊料开裂或有裂纹。

图 5-45

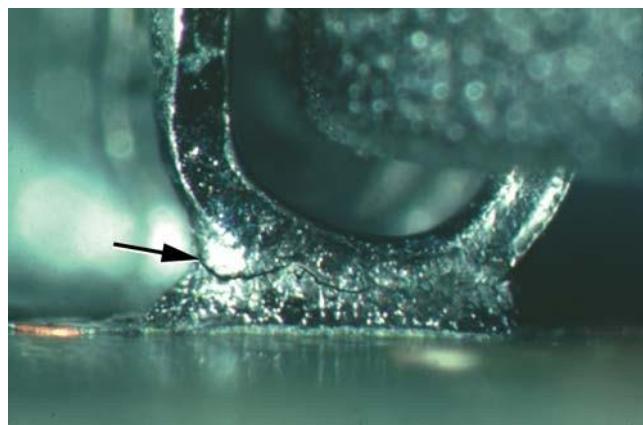


图 5-46



图 5-47

5.2.10 焊接异常 - 拉尖



图 5-48

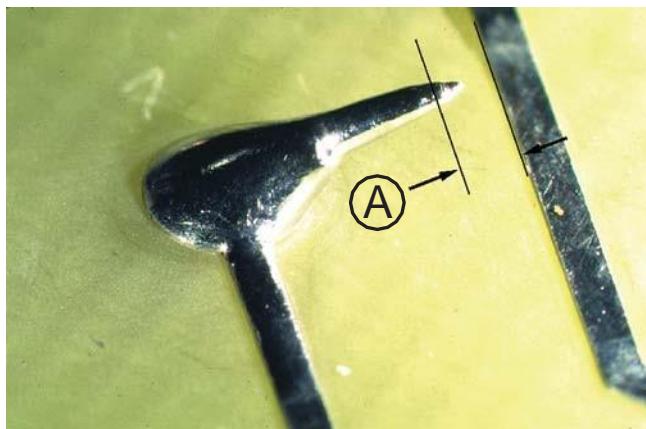


图 5-49

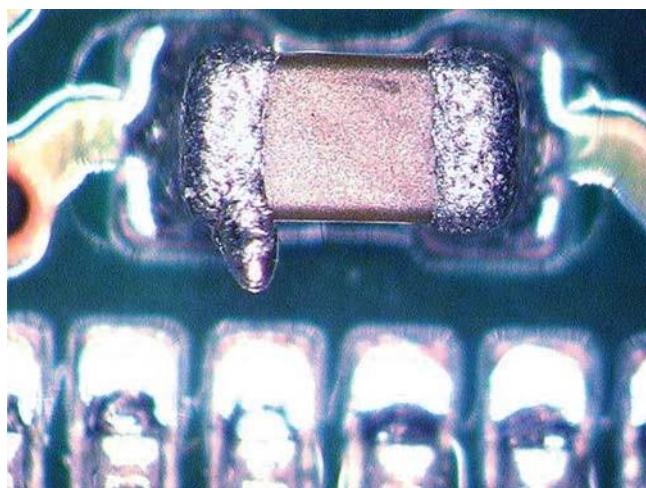


图 5-50

缺陷 - 1, 2, 3级

- 拉尖, 违反组件最大高度要求或引线伸出要求, 见图5-48.
- 拉尖, 违反最小电气间隙, 见图5-49-A和图5-50。

5.2.11 焊接异常 - 无铅填充起翘

以下要求适用于镀覆孔连接。



图 5-51

可接受 - 1, 2, 3级

- 填充起翘 – 焊料底部与连接盘顶部分离。有填充起翘的连接必须满足其它验收要求。

注: (来自 IPC-T-50) 填充起翘是在流动焊接工艺中填充焊料升起与板上连接盘分离的现象。该现象更可能发生于暴露在流动焊接中的焊接正面（焊接终止面），而不是辅面（焊接起始面）。图5-52是填充起翘的显微剖面图。

无与该异常相关的缺陷。

注: 与可能由填充起翘导致的连接盘损伤有关的要求，见10.3.2节。

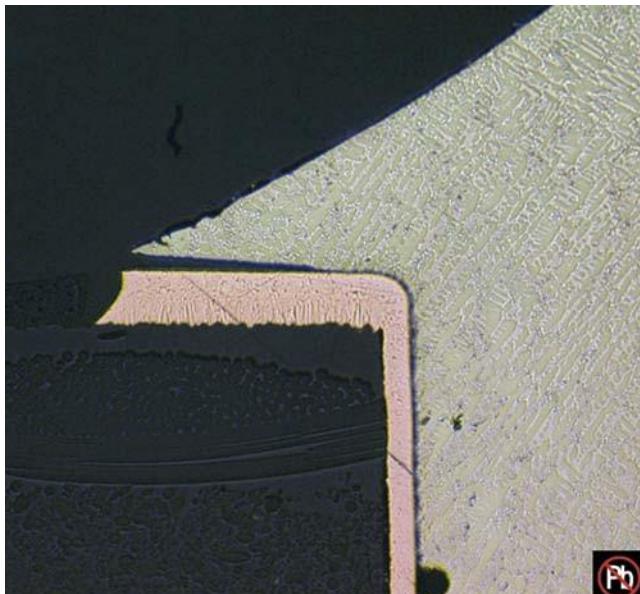


图 5-52

5.2.12 焊接异常 - 无铅热撕裂/孔收缩

只要连接满足所有其它验收要求，无与该异常相关的缺陷。图5-53和图5-54是热撕裂的例子。热撕裂/缩孔通常发现于焊点表面。有热撕裂/缩孔的焊接应当满足其它验收标准。



图 5-53

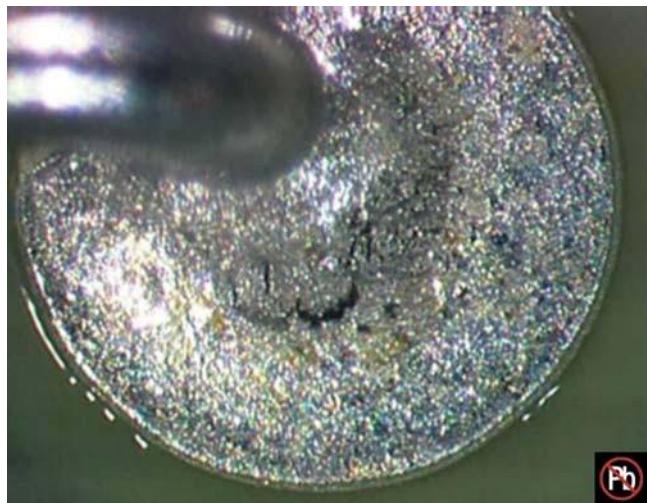


图 5-54

可接受 - 1, 2, 3级

- 热撕裂/缩孔 – 焊点里的热撕裂或缩孔由组装过程中无铅合金的凝固而成。

5.2.13 焊点表面的探针印记和其它类似表面状况

目标 - 1, 2, 3级

- 焊点无任何探针印记和其它类似表面状况。

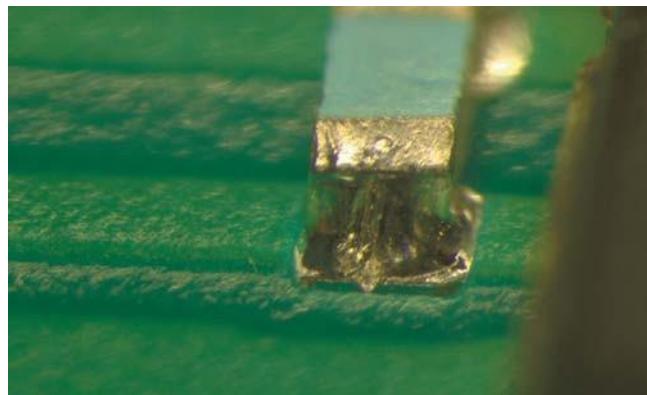


图 5-55

可接受 - 1, 2, 3级

- 探针印记和其它类似表面状况不违反其它要求。

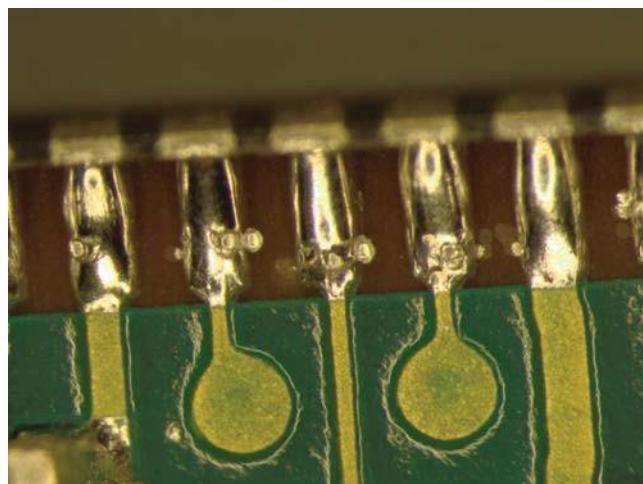


图 5-56

缺陷 - 1, 2, 3级

- 探针印记和其它类似表面状况引起的损伤超出了要求。

5.2.14 部分可视或隐藏的焊接连接

对于部分可视的焊接连接的可视部分应当进行检查，并应当符合对应连接器类型的要求。连接器不可视部分应该满足并与1.6节的要求一致。

注: 可以使用非破坏评估方法（NDE）或制造商与用户协商利用可视的检查方法来验证不可视部分的规格尺寸。

6 端子连接

本章要求适用于导线和元器件引线。目标缠绕条件是引线/导线与端子之间的机械连接能够确保引线/导线在焊接过程中不会移动。典型的机械连接包含一个180°的机械缠绕以实现机械连接的目的。

上述缠绕条件的一种例外情形是当引线/导线连接到双叉形、槽形、穿孔等端子时，可以不缠绕直接穿过开口处。除槽形端子（6.10节）以外，不缠绕的引线/导线都需要通过粘接或其它机械方式加固，为焊点提供机械支撑，见6.9.1和6.9.2节。目的是防止由于各种冲击、振动以及所连接导线的移动把力传递到焊接连接而削弱其连接强度。

本章内容分为16节。由于不可能把所有引线/导线与端子的组合形式都罗列进来，所以要求的文字描述力求通用性以便适用于所有相似的组合。例如：连接在塔形接线柱上的一个电阻引线与一根跨接的多股线有相同的缠绕和放置要求，但只有多股线才可能会呈现鸟笼状发散。

除本章要求外，第5章的要求也适用于端子的焊接连接。

6.1 铆装件.....	6-3
6.1.1 接线柱	6-3
6.1.1.1 接线柱基座-连接盘间隙.....	6-3
6.1.1.2 塔形	6-5
6.1.1.3 双叉形	6-6
6.1.2 郑式翻边	6-7
6.1.3 喇叭口形翻边.....	6-8
6.1.4 花瓣形翻边.....	6-9
6.1.5 焊接	6-10
6.2 绝缘皮	6-12
6.2.1 损伤	6-12
6.2.1.1 焊前	6-12
6.2.1.2 焊后	6-14
6.2.2 间隙.....	6-15
6.2.3 绝缘套	6-17
6.2.3.1 放置.....	6-17
6.2.3.2 损伤	6-19
6.3 导体.....	6-20
6.3.1 形变	6-20
6.3.2 损伤	6-21
6.3.2.1 多股导线	6-21
6.3.2.2 实芯线	6-22
6.3.3 股线发散（鸟笼形- 焊前	6-22
6.3.4 肌线发散（鸟笼形）-焊后	6-23
6.3.5 上锡	6-24

本章包括以下内容：

6 端子连接 (续)

6.4 维修环	6-26	6.10 槽形	6-44
6.5 应力释放	6-27	6.10.1 引线/导线放置.....	6-44
6.5.1 线束	6-27	6.10.2 焊接.....	6-45
6.5.2 引线/导线弯曲	6-28	6.11 穿孔形	6-46
6.6 引线/导线放置-通用要求	6-30	6.11.1 引线/导线放置.....	6-46
6.7 焊接 - 通用要求	6-31	6.11.2 焊接.....	6-48
6.8 塔形和直针形	6-33	6.12 钩形	6-49
6.8.1 引线/导线放置	6-33	6.12.1 引线/导线放置.....	6-49
6.8.2 焊接	6-35	6.12.2 焊接.....	6-51
6.9 双叉形	6-36	6.13 锡怀	6-52
6.9.1 引线/导线放置-侧面进线连接	6-36	6.13.1 引线/导线放置.....	6-52
6.9.2 引线/导线放置-导线的加固.....	6-39	6.13.2 焊接.....	6-54
6.9.3 引线/导线放置-底部和顶部进线连接	6-40	6.14 AWG 30 及更细的导线 - 引线/导线放置.....	6-56
6.9.4 焊接	6-41	6.15 串联连接	6-57
		6.16 边缘夹簧 - 位置	6-58

6.1 铆装件

本章包含若干基本类型铆装件的要求。

接线柱

如果不违反最小电气间隙，铆装件偏出连接盘是可接受的，见1.8.4节。

可焊性

铆装件的镀层及可焊性应该符合相应的镀层及可焊性规范。可焊性要求见 EIA/IPC/JEDEC J-STD-002 和 IPC J-STD-003。

6.1.1 铆装件 – 接线柱

本节描述了塔形与双叉形接线柱的机械装配。待焊接到连接盘上的接线柱装到安装孔内后，用手能够转动是允许的，但在垂直方向要稳固。

6.1.1.1 铆装件 – 接线柱基座 - 连接盘间隙

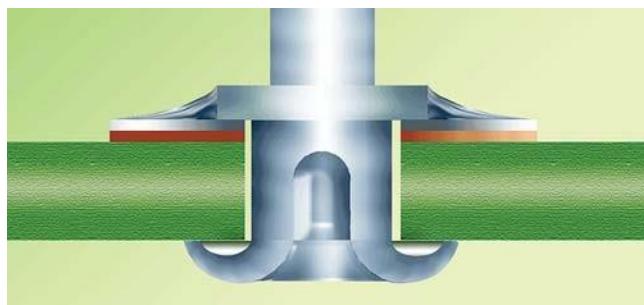


图 6-1

目标 - 1, 2, 3 级

- 接线柱基底面完全接触连接盘，连接盘无可见机械变形。
- 铆装后，用手可以转动接线柱。
- 接线柱笔直稳固（无Z轴方向移动）。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 铆装后，用手可以转动接线柱。
- 接线柱笔直稳固（无Z轴方向移动）。

可接受 - 1, 2 级

- 接线柱基座底面与连接盘接触大于180°，分离间隙不大于两个连接盘的厚度。

可接受 - 3 级

- 接线柱基座底面与连接盘接触大于270°，分离间隙不大于一个连接盘的厚度。

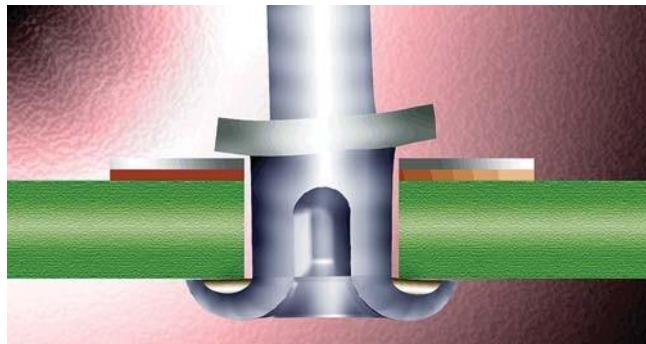
6.1.1.1 铆装件 - 接线柱基座 - 连接盘间隙(续)

图 6-2

缺陷 - 1, 2级

- 接线柱基座底面与连接盘接触小于 180° 。
- 接线柱基座与连接盘分离间隙大于两个连接盘厚度。

缺陷 - 3级

- 接线柱基座底面与连接盘接触小于 270° 。
- 接线柱基座与连接盘分离间隙大于一个连接盘厚度。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 接线柱Z轴方向不稳固。

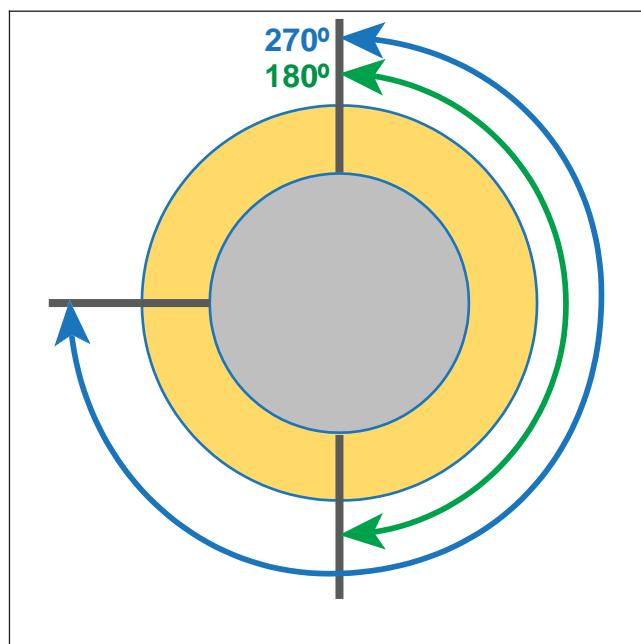
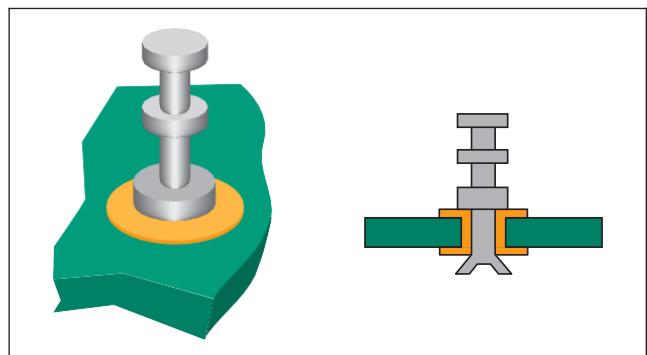


图 6-3

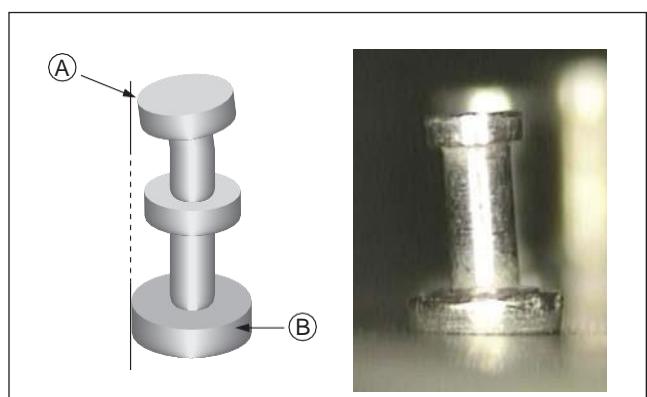
6.1.1.2 铆装件 - 接线柱 - 塔形



目标 - 1, 2, 3级

- 接线柱完整笔直。

图 6-4



可接受 - 1, 2, 3级

- 接线柱柱干弯曲，但其顶部边缘，见图605-A。
- 未超出基座的边缘，见图6-5-B。

图 6-5

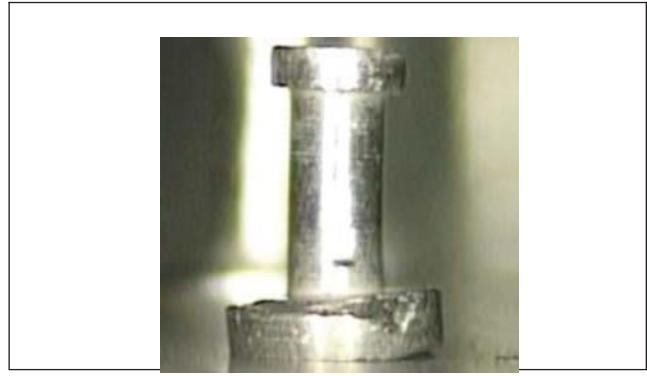


可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 接线柱顶部边缘弯曲超出基座边缘。

图 6-6



缺陷 - 1, 2, 3级

- 柱干开裂。

图 6-7

6.1.1.3 铅装件 - 接线柱 - 双叉形

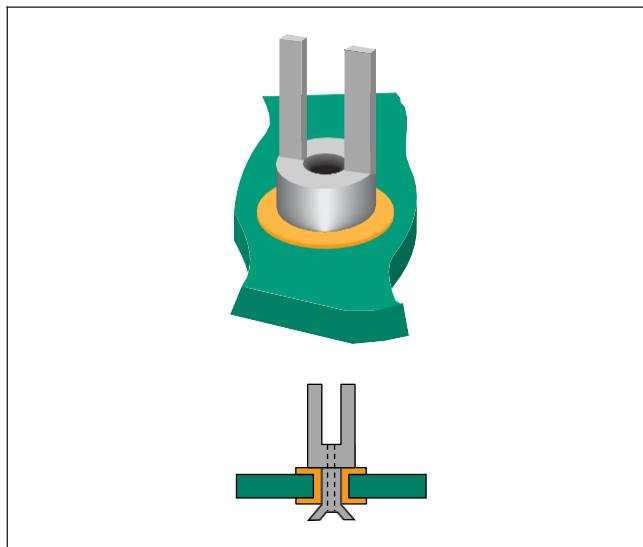


图 6-8

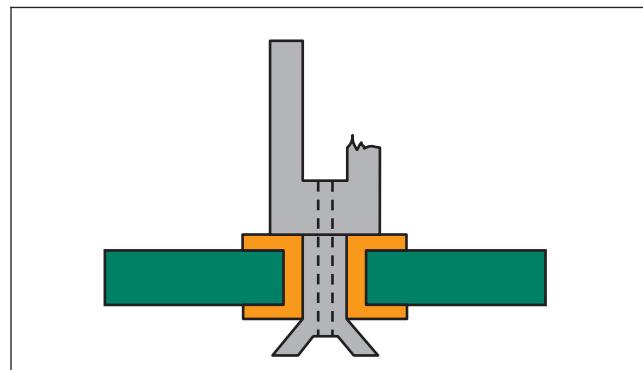


图 6-9

目标 - 1, 2, 3 级

- 接线柱完整笔直。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 一根柱体断裂，但剩余安装区域足够连接规定数目的导线/引线。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 两根柱体均断裂。

6.1.2 铆装件 - 卷式翻边

卷式翻边接线柱用在与连接盘无电气连接要求的机械连接中。卷式翻边连接不需要焊接到PCB连接盘上或安装在有源电路上。它们可以装在无源和隔离的电路上。

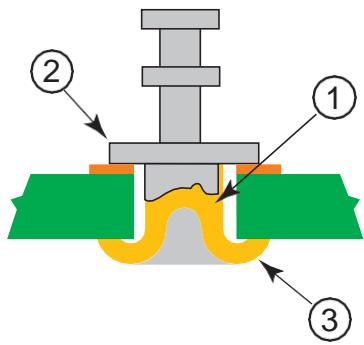


图 6-10

1. 杆部
2. 接线柱基座
3. 卷式翻边

目标 - 1, 2, 3级

- 卷式翻边撑压均匀，与安装孔同心。
- 翻边压得足够紧以支持接线柱满足预期应用环境的机械连接需要。
- 铆装后，接线柱不会转动或移动。
- 接线柱铆装区域无裂口或裂缝。
- 接线柱的柱干或其它连接件与组件表面垂直。
- 翻边唇缘与基材有360° 的全环形接触。
- 基材无损伤。

可接受 - 1, 2, 3级

- 为形成接线柱铆装所要求的磨光和变形。
- 径向裂缝不超过三个。
- 任何两个径向裂口或裂缝相互间隔超过90° 。
- 基材轻微损伤小于10.2节的限制。
- 无环形方向的开裂或裂缝。
- 裂口或裂缝未进入到铆装件杆内。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 任何环形方向的裂口或裂缝。
- 任何延伸到铆装件杆内的裂口或裂缝。
- 三个以上的径向裂口或裂缝。
- 径向裂口或裂缝间隔小于90° 。
- 翻边有缺损。
- 接线柱安装在有源电路或镀覆孔上。
- 卷式翻边接线柱被焊接。

6.1.3 铆装件 - 喇叭口形翻边

铆接端沿连接盘表面撑开形成一个倒锥形，扩展均匀，与安装孔同心。

翻边无裂口、裂缝或其它能使印制电路板装配过程中使用的助焊剂、油脂、油墨或其它液体截留在安装孔内的损伤。

喇叭口翻边焊接要求见6.1.5节。



图 6-11

目标 - 1, 2, 3级

- 喇叭口翻边均匀撑开，与安装孔同心。
- 撑制翻边时产生的张力或应力痕迹保持最小。
- 翻边撑制足够紧以防止Z轴方向的移动。



图 6-12

可接受 - 1, 2, 3级

- 喇叭口翻边裂口未进入筒内。
- 径向裂口不超过三个。
- 径向裂口或裂缝相互间隔至少90°。

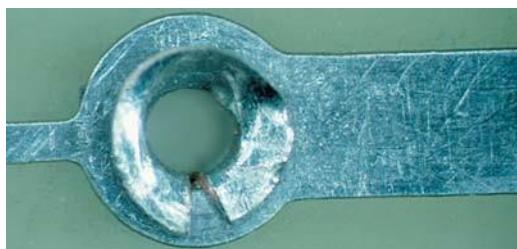


图 6-13

缺陷 - 1, 2, 3级

- 喇叭口外缘高低不夹着或呈锯齿状。
- 裂口进入筒内。
- 任何环形方向的裂缝或裂口，见图6-14.
- 径向裂口不超过三个。
- 径向裂口或裂缝间隔小于 90°
- 喇叭口翻边有缺损。

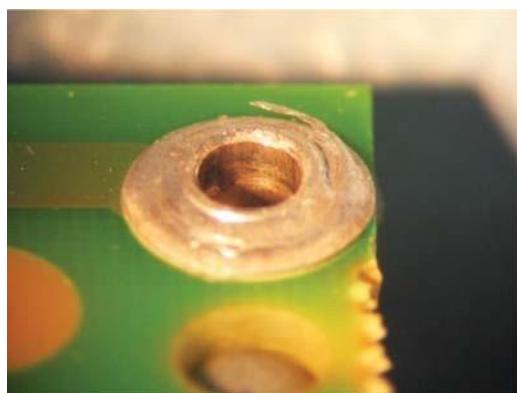


图 6-14

6.1.4 铆装件 - 花瓣形翻边

这种铆装件的翻边形状是使用一种均匀分割的铆装件而得到的。铆装后每个分割段形成一致的特定角度。

花瓣形翻边的铆装件翻制以后，要尽快焊接，以防止氧化。



图 6-15

目标 - 1, 2, 3级

- 翻边分割均匀，并且和安装孔同心。
- 花瓣未超出连接盘的外径。
- 翻边撑制足够紧以防止产生Z轴方向的移动。

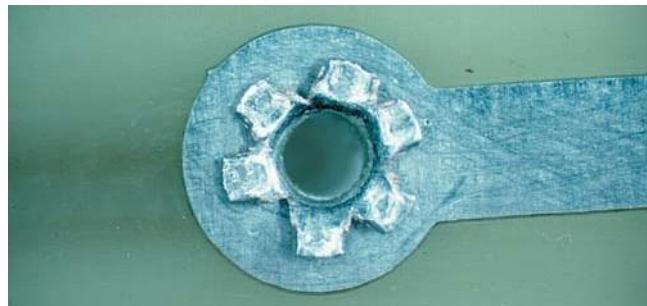


图 6-16

可接受 - 1, 2, 3级

- 花瓣成形裂口延至板子但未进入筒内。

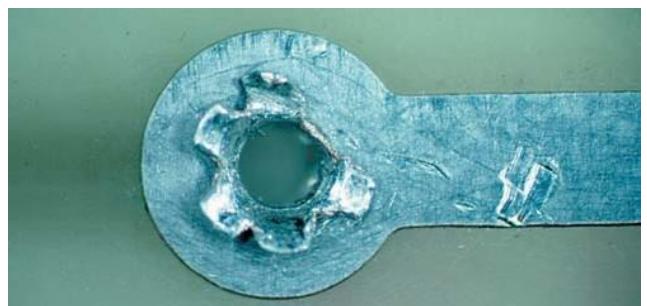


图 6-17

缺陷 - 1, 2, 3级

- 翻边损伤。
- 花瓣严重变形。
- 花瓣缺损。
- 花瓣裂口延伸到筒内。
- 环形的裂口/裂缝。



图 6-18

6.1.5 铅装件 - 焊接

这些焊接验收要求，总结在表6-1，适用于喇叭口翻边和扁平式翻边铆装件。

扁平式翻边无裂口、裂缝或其它能使印制电路板装配过程中使用的助焊剂、油脂、油墨或其它液体截留在安装孔内的损伤。

表 6-1 铅装件焊接最低要求

条件	1级	2级	3级
A. 周边填充和润湿 - 焊接起始面	270°	330°	
B. 焊接起始面的连接盘被润湿的焊料覆盖的百分比	75%		
C. 喇叭口翻边焊料高度	75%		
D. 扁平式翻边焊料高度	100%		

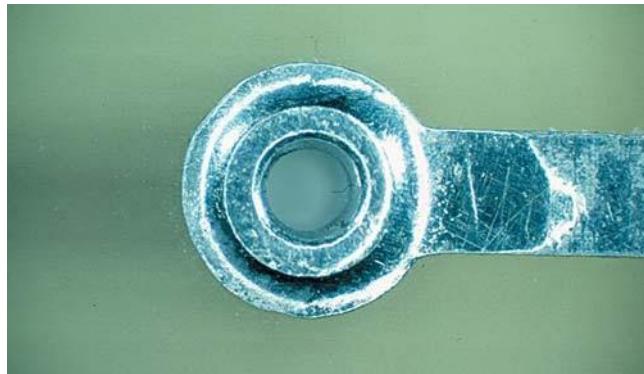


图 6-19

目标 - 1, 2, 3级

- 焊料360°填充并润湿翻边及连接盘。
- 撑制的翻边尽可能贴紧连接盘以防止Z轴方向的移动。
- 印制板或其它基板上的连接盘与撑制翻边之间有明显的焊料流动迹象。

可接受 - 1, 2, 3级

- 润湿的焊料覆盖连接盘区域大于75%。
- 焊料填充至少达到喇叭口翻边高度的75%。
- 焊料100%填充扁平式翻边高度。

6.1.5 铆装件 - 焊接 (续)



图 6-20

可接受 - 1, 2级

- 翻边到连接盘润湿，且焊料填充至少为 270° 。
- 所有的径向裂口均被焊料填充。

可接受 - 3 级

- 翻边到连接盘润湿，且焊料填充至少为 330° 。



图 6-21

缺陷 - 1, 2级

- 翻边到连接盘润湿，但焊料填充小于 270° 。
- 任何未被焊料填充的径向裂口。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 不恰当的铆装，翻边未坐落在接线柱区域。
- 焊料填充未达到喇叭口翻边高度的75%。
- 焊料填充未达到扁平式翻边高度的100%。
- 润湿的焊料未覆盖连接盘区域75%。

缺陷 - 3级

- 焊料环绕翻边不足 330° 。

6.2 绝缘皮

6.2.1 绝缘皮 - 损伤

6.2.1.1 绝缘皮 - 损伤 - 焊前

绝缘皮基材上外加的涂覆层，如聚酰亚胺上的树脂涂覆层，不算作绝缘皮的一部分，下述要求不适合用于这类涂覆层。

部分绝缘材料的切口末端，特别是那些有玻璃纤维的，可能会出现磨损。该磨损的可接受性应该由制造商和用户协商确定。

这些条件也适用于组装后的可接受性要求。因焊接操作造成绝缘皮损伤的更多条件参见6.2.1.2节。

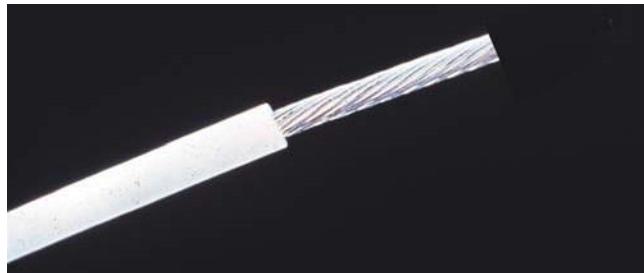


图 6-22

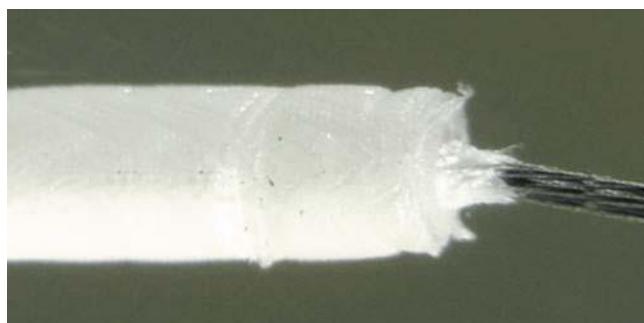


图 6-23

目标 - 1, 2, 3级

- 绝缘皮加工切口整洁，无任何收缩、拉伸、磨损、变色或烧焦的痕迹。

可接受 - 1, 2, 3级

- 机械剥线器在绝缘皮上留下轻微而规则的压痕。
- 用于去除单股导线绝缘皮的化学溶剂、膏剂或霜剂未引起导线性能下降。
- 只要没有烧焦、破裂或开裂，加热处理造成的绝缘皮轻微变色是允许的。

6.2.1.1 绝缘皮 - 损伤 - 焊接 (续)



图 6-24

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绝缘皮上任何切口、断裂、裂缝或裂口（未图示）。
- 绝缘皮熔入导线股线内（未图示）。
- 绝缘皮厚度减少20%以上，见图6-24，图6-25。
- 绝缘皮参差不齐或粗糙（磨损、拖尾以及突出）的部分大于线径的50%或 1 mm [0.04 in]，取两者中较大者，见图6-26。
- 绝缘皮被烧焦，见图6-27。

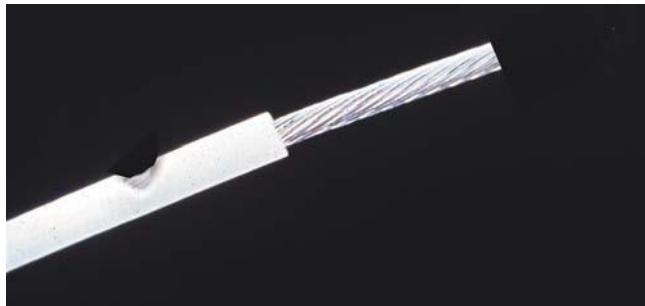


图 6-25



图 6-26

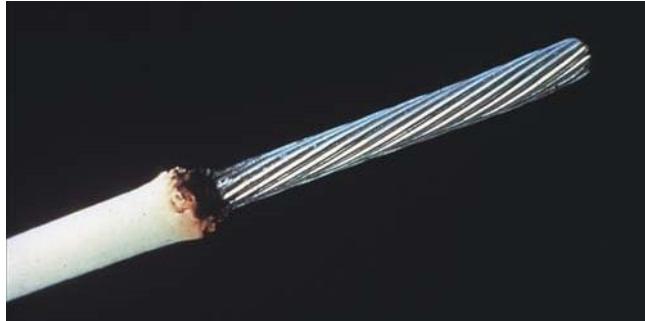


图 6-27

6.2.1.2 绝缘皮 - 损伤 - 焊后

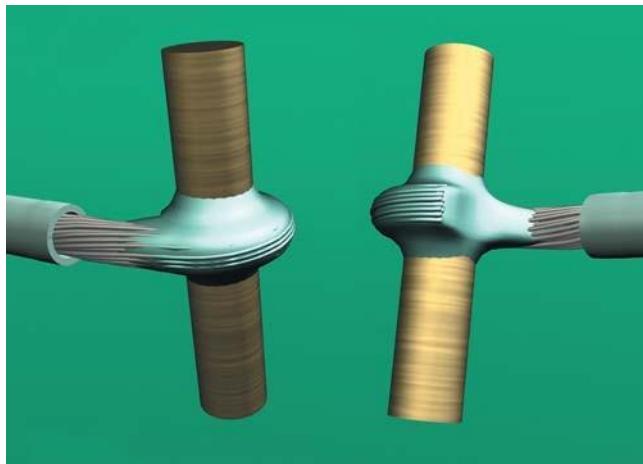


图 6-28



图 6-29



图 6-30

目标 - 1, 2, 3 级

- 绝缘皮未因焊接过程导致烙伤、烧焦或其它损伤。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 绝缘皮轻微熔伤。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绝缘皮被烧焦。

6.2.2 绝缘皮 - 间隙



图 6-31

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线的绝缘皮末端与焊料填充之间小于一个线径 (D) 的可见绝缘间隙 (C)。

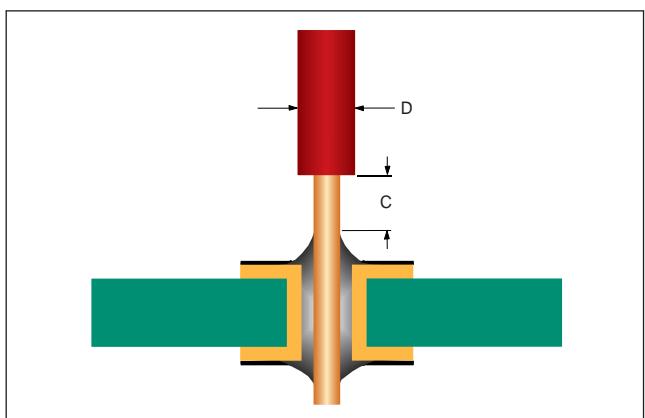


图 6-32

可接受 - 1, 2, 3 级

- 绝缘间隙 (C) 等于或小于包含绝缘皮在内的线径的两倍或 $1.5\text{mm}[0.06\text{in}]$ ，取两者中的较大者。
- 绝缘间隙 (c) 不影响与相邻非公共导体间的最小电气间隙。
- 绝缘皮接触焊料但未妨碍形成可接受的焊接连接。

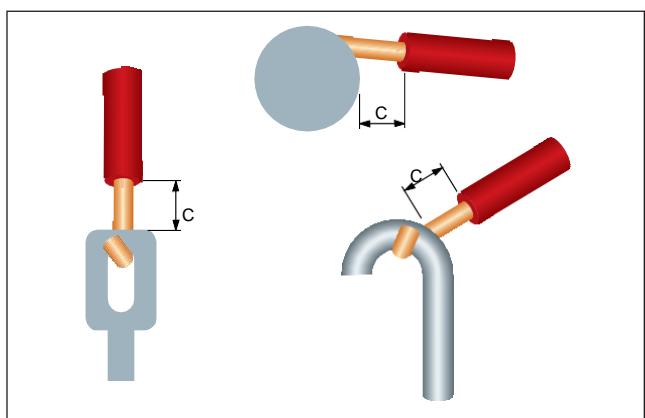


图 6-33

6.2.2 绝缘皮 - 间隙 (续)



图 6-34

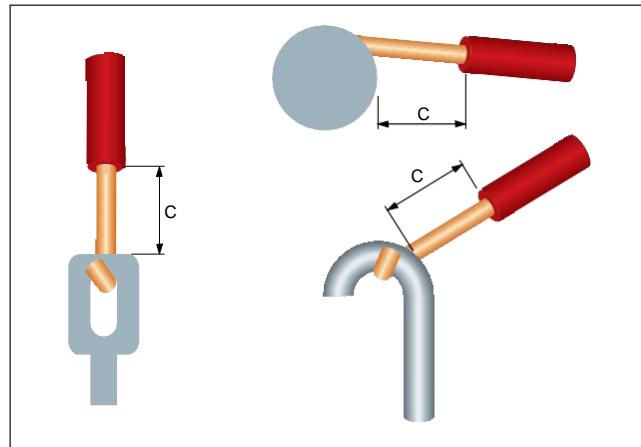


图 6-35

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 绝缘间隙 (C) 大于包含绝缘皮在内的线径的两倍或 $1.5\text{mm}[0.06\text{in}]$, 取两者中的较大者。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绝缘间隙 (C) 影响与相邻非公共导体间的最小电气间隙。
- 绝缘皮妨碍焊接连接的形成。
- 缺陷 - 2, 3 级
- 绝缘皮埋入焊料中, 或被焊料覆盖 (未图示)。

6.2.3 绝缘皮

这些条件适用于收缩套管。其它类型的条件应该由制造商与用户协商确定。

如果要求清洗，应当在套管收缩前完成。

用于收缩套管绝缘皮的加热过程不应当损伤连接器、导线、套管、邻近的元器件或再流焊的焊接连接。

6.2.3.1 绝缘皮 - 放置

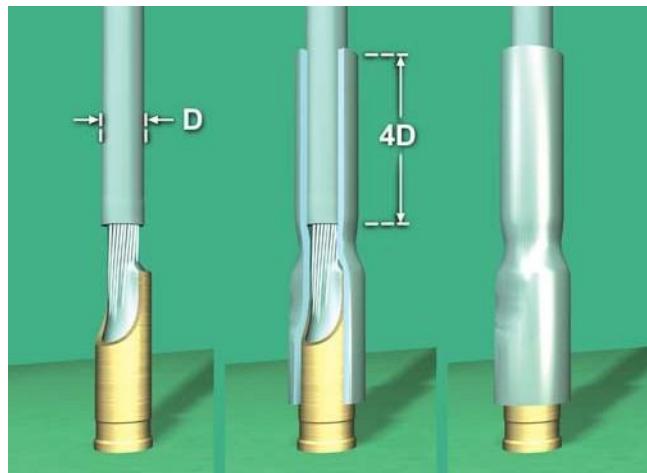


图 6-36

目标 - 1, 2, 3 级

- 绝缘套管覆盖连接器端子并伸过导线绝缘皮四倍线径 (D)。
- 绝缘套管末端到连接器端子进入连接器插入点的间距等于一倍线径 (D)。

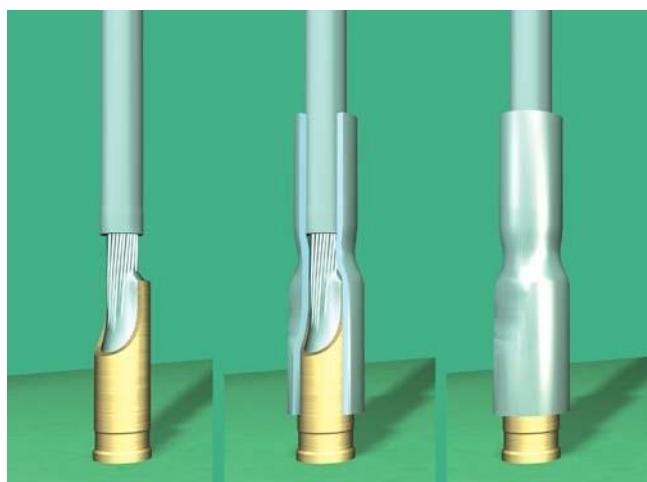


图 6-37

可接受 - 1, 2, 3 级

- 绝缘套管覆盖连接器端子和导线绝缘皮至少两倍线径。
- 绝缘套管末端到连接器端子进入连接器插入点的间距大于线径的50%，且不大于线径的两倍。

可接受 - 1 级

- 套管紧套在端子上，但未紧套在导线/线缆上。

可接受 - 2, 3 级

- 套管紧套在端子和导线/线缆上。
- 多个套管之间相互重叠至少为导线/线缆直径的三倍。

6.2.3.1 绝缘皮 - 放置 (续)

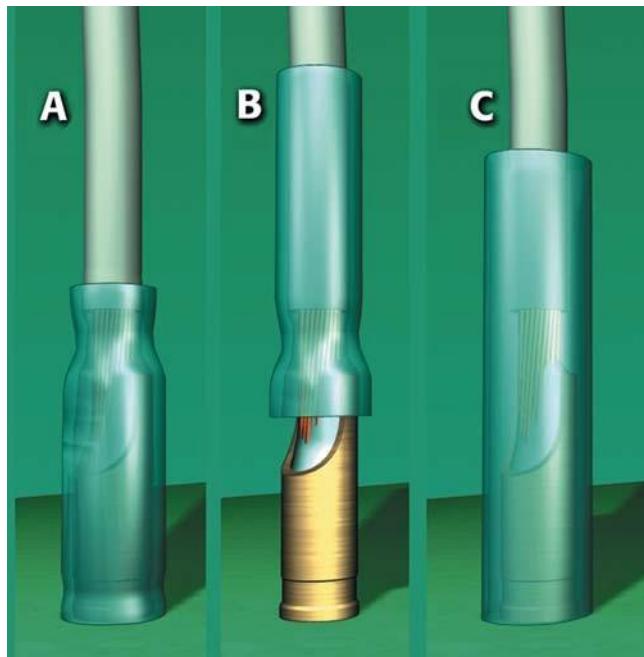


图 6-38

缺陷 - 1 级

- 套管未紧套在端子上。

缺陷 - 2, 3 级

- 套管未紧套在端子和导线/线缆上。
- 多个套管重叠少于三倍导线/线缆的直径。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绝缘套管覆盖导线绝缘皮不到两倍线径，见图6-38-A。
- 绝缘套管末端到连接器端子进入连接器插入点的间距大于两倍线径，见图6-38-B。
- 绝缘套管在端子上过松（可能滑动或振落，暴露出的导体或端子部分超过允许范围），见图6-38-C。
- 要求移动时，绝缘套管阻止了滑动触点在连接器内的移动。

6.2.3.2 绝缘皮 - 损伤

可接受 -1, 2, 3 级

- 绝缘套管无损伤，如裂口、烧焦、裂缝、撕裂或针孔。



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绝缘套管被损伤，如裂口、烧焦、裂缝、撕裂或针孔。

图 6-39



图 6-40

6.3 导体

6.3.1 导体 - 形变

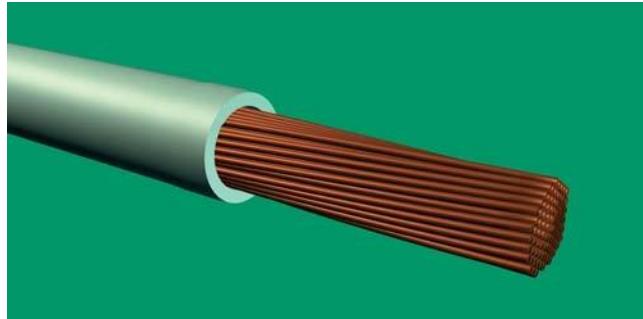


图 6-41

目标 - 1, 2, 3 级

- 股线没有压扁、散开、弯曲、打结或其它形变。
- 股线原状未受干扰。

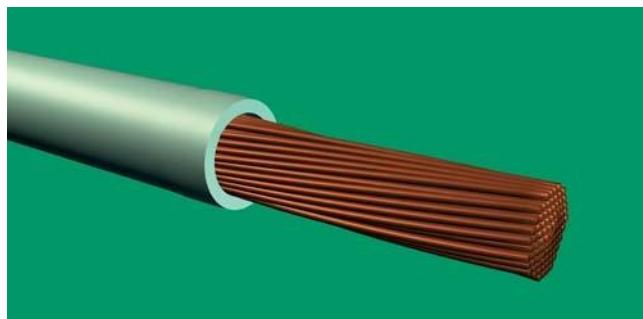


图 6-42

可接受 - 1, 2, 3 级

- 剥除绝缘皮时被拉直的股线重新拧回到原有的螺旋状。
- 导线股线未打结。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 股线的螺旋状不再保持。

缺陷 - 3 级

- 导线股线已打结。

6.3.2 导体 - 损伤

6.3.2.1 导体 - 损伤 - 多股导线

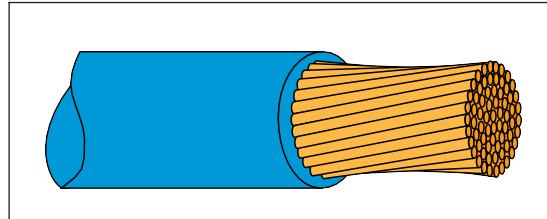


图 6-43

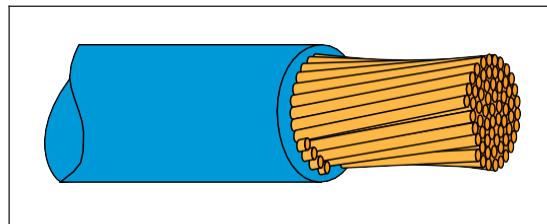


图 6-44

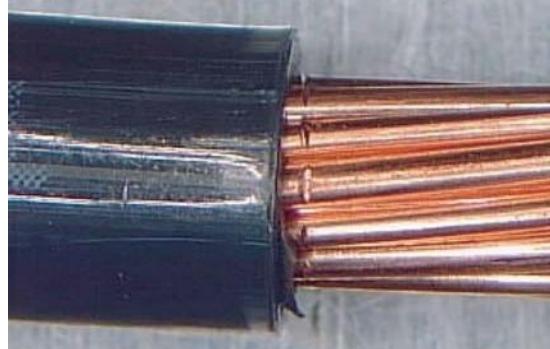


图 6-45

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线的导体末端切面与导线的纵轴线垂直。
- 所有股线的长度相同
- 导线股线未被刮伤、割伤、切伤、挤压、刻伤或其它损伤。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 股线被割伤、折伤、刮伤或切断，只要单根导线内损伤或切断的股数目没有超出表6-2的规定范围。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 股线的损伤数目超出了表6-2的规定范围。

表 6-2 受损股数^{1,2,3}

股线数	1级、2级允许的最多可刮伤、割伤或切断的股线数	3级允许的最多可刮伤、割伤或切断的股线数（安装前不上锡）	3级允许的最多可刮伤、割伤或切断的股线数（安装前上锡）
1 (实芯线)		损伤未超过导线直径的10%	
2-6	0	0	0
7-15	1	0	1
16-25	3	0	2
26-40	4	3	3
41-60	5	4	4
61-120	6	5	5
121 或更多	股线的6%	股线的5%	股线的5%

注 1：对于工作在6千伏或更高电压或其它指定的高压电下的导线不允许股线受损。

注 2：对于有镀层的导线，未暴露金属基材的视觉异常不看作是股线损伤。

注 3：若股线刮伤或割伤超过股线直径的10%视为损伤。

6.3.2.2 导体 - 损伤 - 实芯线

可接受 - 1, 2, 3 级

- 没有超过导体直径、宽度或厚度的10%的刻痕或变形。
暴露金属基材的要求见5.2.1节。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线的损伤超过了引线直径或厚度的10%。
- 引线由于多次弯曲产生变形。

6.3.3 导体 - 股线发散(鸟笼形) - 焊前

剥除绝缘皮过程中受到干扰的导线股线应该使其大致恢复原状。

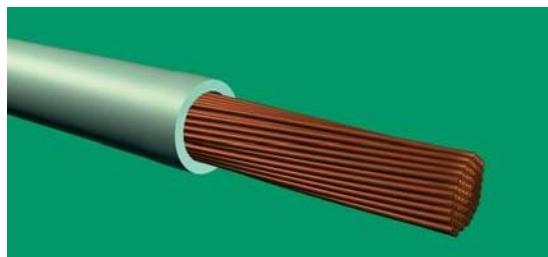


图 6-46

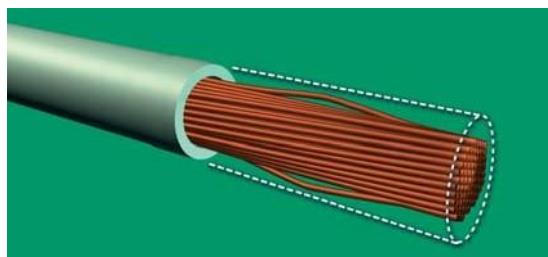


图 6-47

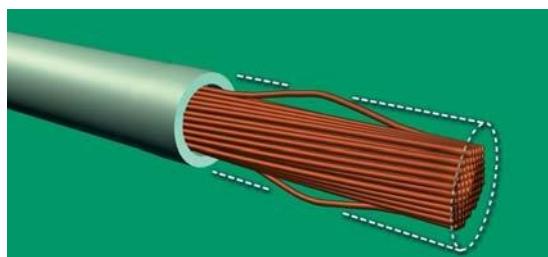


图 6-48

目标 - 1, 2, 3 级

- 股线原状未受干扰。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 股线发散(鸟笼形)但未:
 - 超过一倍股线直径。
 - 超出导线的绝缘皮外径。

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 股线发散超过一倍股线径，但未超出导线的绝缘皮外径。

6.3.3 导体 - 股线发散 (鸟笼形) - 焊前(续)

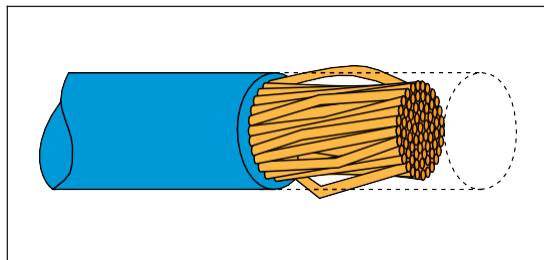


图 6-49

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 股线发散超过导线的绝缘皮外径。

6.3.4 导体 - 股线发散 (鸟笼形) - 焊后

目标 - 1, 2, 3 级

- 无鸟笼形发散。.

可接受 - 1, 2, 3 级

- 股线发散 (鸟笼形)，但未超过：

- 一倍股线直径。

- 导线的绝缘皮外径。

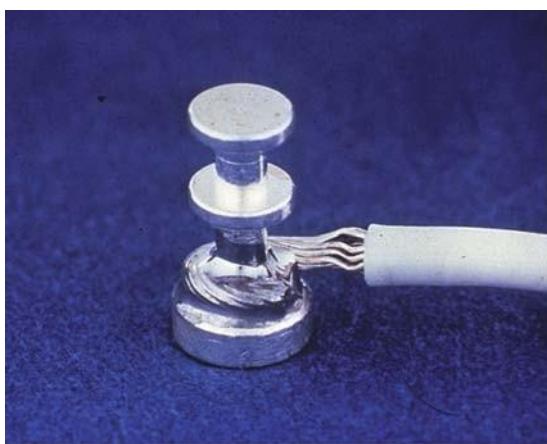


图 6-50

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 股线发散超过一倍股线直径，但未超出导线的绝缘皮外径。

6.3.4 导体 -股线发散（鸟笼形） - 焊后（续）



图 6-51

6.3.5 导体 - 上锡

本文件中，术语预上锡和上锡具有相同的意思，如IPC-T-50的定义：“将熔融焊料涂覆到金属基材或终饰层上以增加其可焊性。

多股线上锡的另外一个好处就是使每根股线连在一起，从而使其在端子或连接处成形时不会分散（呈鸟笼形）。

注：EIA/IPC/JEDEC J-STD-002 提供了评估该要求的更多信息。



图 6-52

目标 - 1, 2, 3 级

- 多股线被均匀地敷上一层薄薄的焊料，导线的股线易于辨识。
- 近绝缘皮末端处上锡的股线长度不大于一倍线径。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料润湿导线需上锡的部分，并浸透多股导线内部的股线。
- 焊料沿导线芯吸，只要未延伸到导线需要保持挠性的部分。
- 上锡后焊料涂敷平滑，股线轮廓可辨识。

制程警示 -2, 3 级

- 股线轮廓不可辨识，但多余焊料不影响外形、装配或功能。
- 焊料未浸透导线内部的股线。

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 近绝缘皮末端处未上锡的股线长度大于一倍线径。

6.3.5 导体 - 上锡 (续)

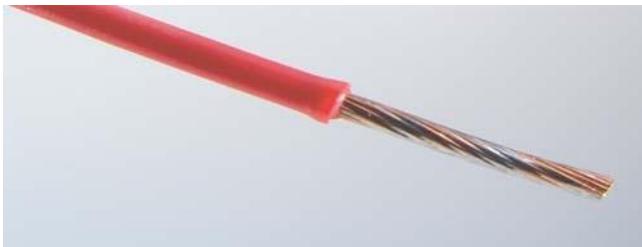


图 6-53

缺陷 - 2, 3 级

- 针孔、空洞或退润湿 / 不润湿超过要求上锡面积的5%，见图6-53。
- 焊料未润湿导线需上锡的部分。
- 多股导线在安装到接线柱或形成衔接（散接除外）多前未进行上锡。



图 6-54

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料芯吸延伸到焊接后导线需要保持挠性的部分。
- 导线上锡区域内的焊料堆积或拉尖影响后续组装步骤，见图6-54.

6.4 维修环

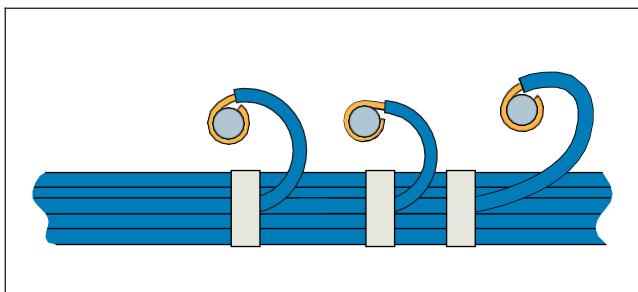


图 6-55

可接受 - 1, 2, 3 级

- 当有维修环要求时，有足够的长度的导线允许一次的再次缠绕。

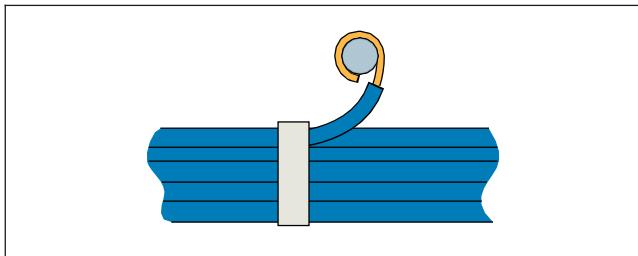


图 6-56

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 当有维修环要求时，导线太短以致不允许至少一次的再次绕线。

6.5 应力释放

6.5.1 应力释放 - 线束

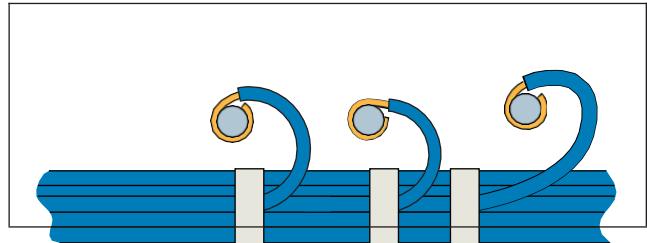


图 6-57

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线以足够消除受热或振动时产生的应力的弯曲态或弧形状靠接端子。
- 应力释放弯曲的方向未使机械缠绕或焊接连接承受张力。
- 端子以外的弯曲段符合表4-1的要求。

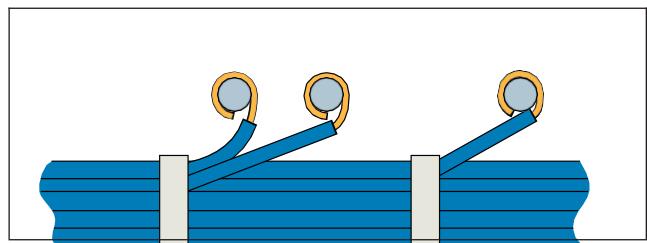


图 6-58

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 应力释放不够充分, 见图 6-58.
- 缠绕的导线处于应力下, 见图 6-58.

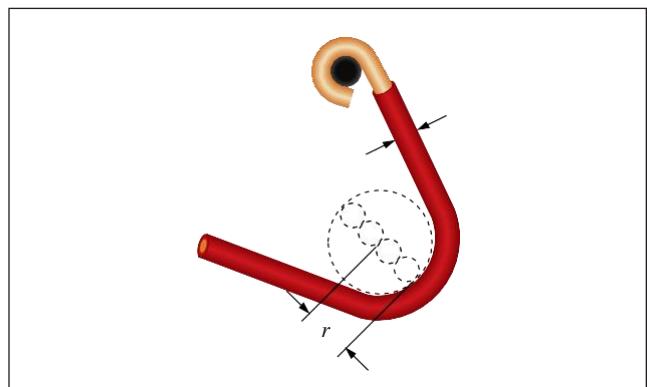


图 6-59

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 不满足弯曲半径要求。见表4-1, 见图 6-59.

6.5.2 应力释放 - 引线/导线弯曲

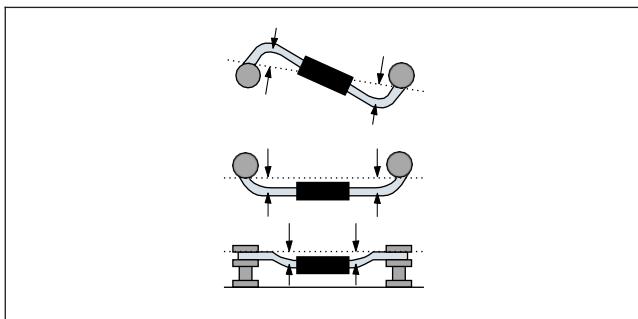


图 6-60



图 6-61

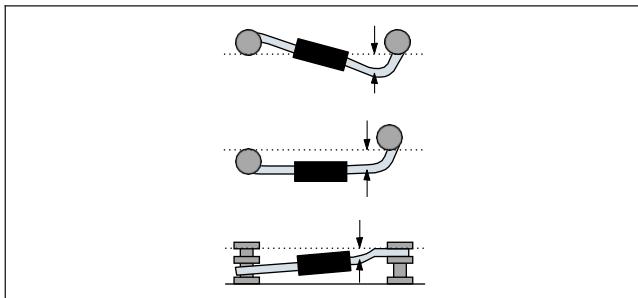


图 6-62

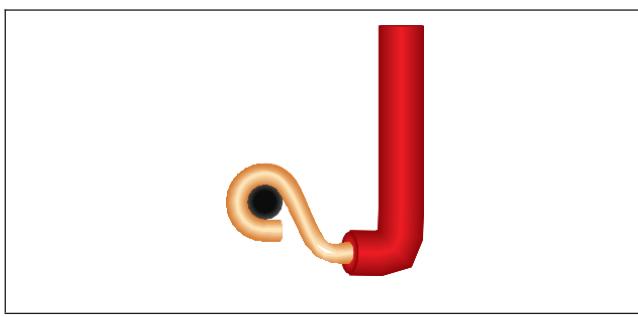


图 6-63

目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件本体轴线到接线柱边缘的距离至少为元器件直径的一半（50%）或1.3mm[0.05in]，取两者中的较大者。
- 夹子或粘合剂的元器件引线有应力释放。

可接受 - 1, 2, 3 级

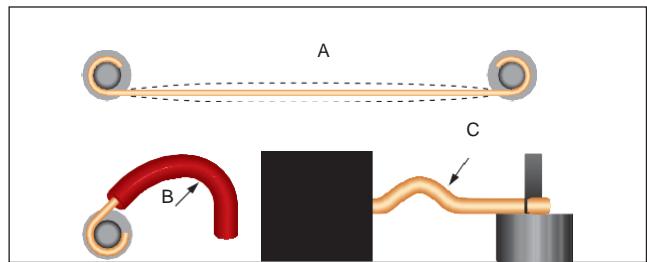
- 一根引线有应力释放，只要元器件没有用夹子或粘合剂，或采用其它方式固定。
- 当元器件用夹子、粘合剂或采用其它方式固定时，每根引线都有应力释放。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线围绕接线柱的成型方向与进线方向相反。

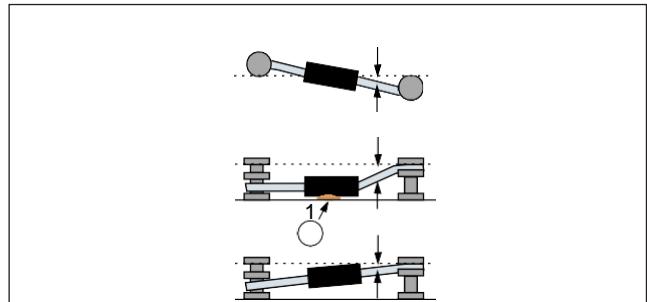
6.5.2 接线柱 - 应力释放 - 引线/导线 弯曲 (续)



可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线在连接点之间被拉直，无弯曲或弧状，但未被拉紧，见图6-64-A。
- 导线没有打结，见图6-64-B, C。

图 6-64



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 无应力释放。
- 机械固定的元器件所有引线都没有应
力释放，见图6-65.
- 导线在接线柱之间被拉紧，见图6-66-A.
- 引线 / 导线弯曲打结，见图6-66-B。

图 6-65
1. 粘合剂

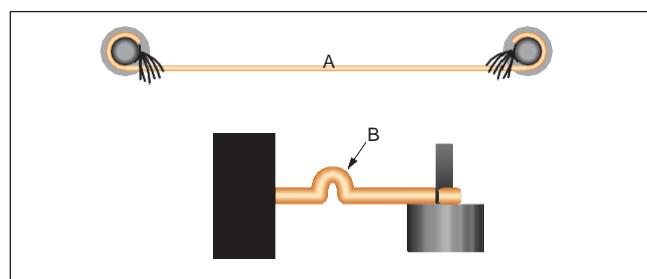


图 6-66

6.6 引线/导线 放置 - 通用要求

第6.8节至6.15节中是每种类型端子或连接的相关标准。

除非另有规定，导线或引线应该与接线柱基座或之前安装的导线接触。引线或导线末端延伸不应该超过端子并大于一倍引线直径。

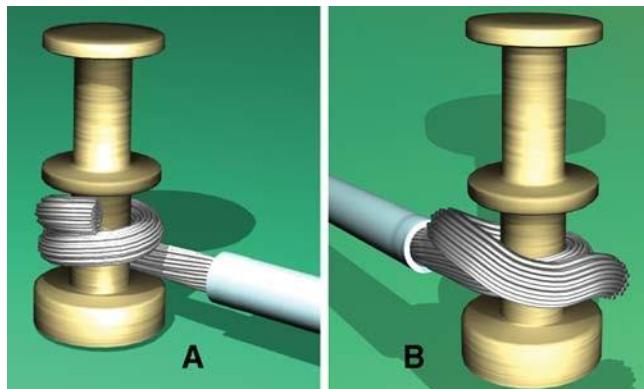


图 6-67

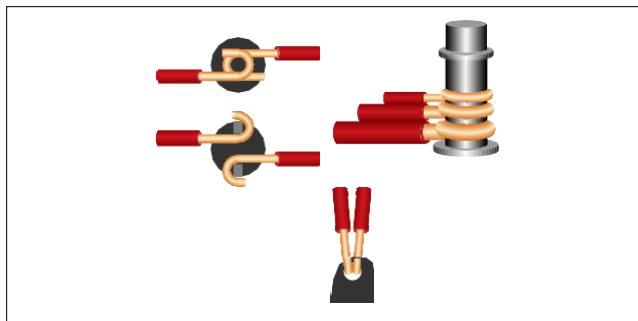


图 6-68

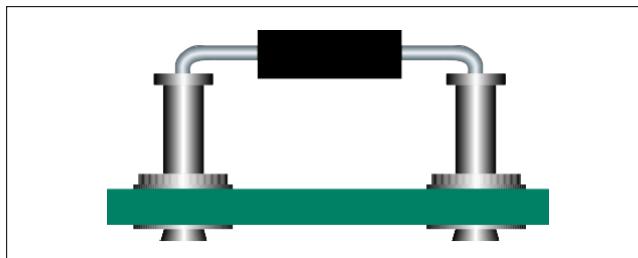


图 6-69

导线过缠绕 - 导线或引线缠绕接线柱柱干超过 360° 后，仍接触接线柱柱干，称之为导线过缠绕，见图6-67-A.

导线重叠 - 导线或引线缠绕接线柱柱干超过 360° 后，与自身重叠，即未继续保持与接线柱柱干接触，称之为导线重叠，见图6-67-B。

目标 - 1, 2, 3 级

- 底部放置最大导线，然后按照顺序向上放置导线。
- 缠绕到端子的导线平行于端子基座或先前另一要导线。
- 在符合绝缘要求的情况下导线尽量靠近接线柱基座。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 缠绕的导体在接线柱上没有互相交叉或重叠。
- 股线发散（鸟笼形）符合6.3.3节与6.3.4节要求。

- 校准部件可以安装于空心接线柱顶部，见图 6-69.

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 为了接受尺寸过大的导线或导线组而修改了端子。
- 缠绕的导体在接线柱上互相交叉或重叠，见图 6-67-B.
- 股线发散（鸟笼形）不符合6.3.3节与6.3.4节要求。
- 引线或导线干扰了其它引线或导线在接线柱上的缠绕。

6.7 焊接 – 通用要求

除非指明是针对某种具体类型的接线柱，下列要求对于所有接线柱都通用：

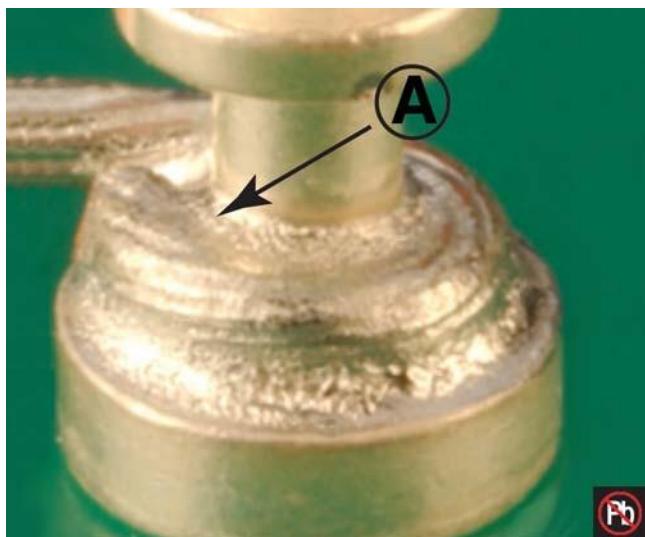


图 6-70



图 6-71

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线 / 引线与接线柱界面之间有100%的焊料填充（缠绕的全部范围）。
- 焊料润湿导线 / 引线和接线柱，形成一个可辨识的填充，呈羽状外延出一个平滑的边缘。
- 焊接连接内导线 / 引线的轮廓可清楚辨识。

可接受 - 1, 2 级

- 缠绕导线与接线柱间的焊料下陷小于或等于50%导线 / 引线的半径 (R)，见图6-70-A 和图6-72-2.

可接受 - 3 级

- 缠绕导线与接线柱间的焊料下陷小于或等于25%导线 / 引线的半径 (R)，见图6-70-A 和图6-72.

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充至少达到导线 / 引线与接线柱环绕界面的75%。
- 对于导线 / 引线的缠绕大于或等于180° 时，在最小要求缠绕区域的导线 / 引线与接线柱界面至少达到75%的焊料填充。
- 当可接受的缠绕小于180° 时，导线 / 引线与接线柱界面圆周的100%焊料填充。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 焊接连接内导线 / 引线的轮廓不可辨识。

6.7 焊接 – 通用要求（续）

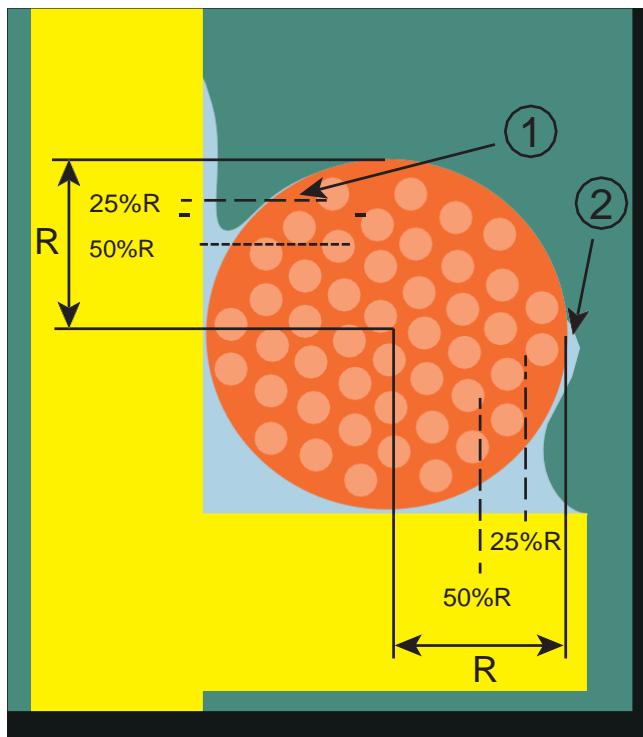


图 6-72 焊料下陷

1. 显示的是3级缺陷的焊料下陷。
2. 显示的是三个级别都可接受的焊料下陷。

缺陷 – 1, 2 级

- 接线柱与绕线之间的焊料下陷，大于导线 / 引线半径 (R) 的 50%，见图6-72.

缺陷 – 3 级

- 接线柱与绕线之间的焊料下陷，大于导线 / 引线半径 (R) 的 25% .

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 对于要求最小缠绕不足180° 的接线柱，焊料润湿少于100%要求最小缠绕区域。
- 对于要求最小缠绕180° 或更多的接线柱，焊料润湿少于75%要求最小缠绕的区域。

6.8 塔形和直针形

6.8.1 塔形和直针形 - 引线/导线放置

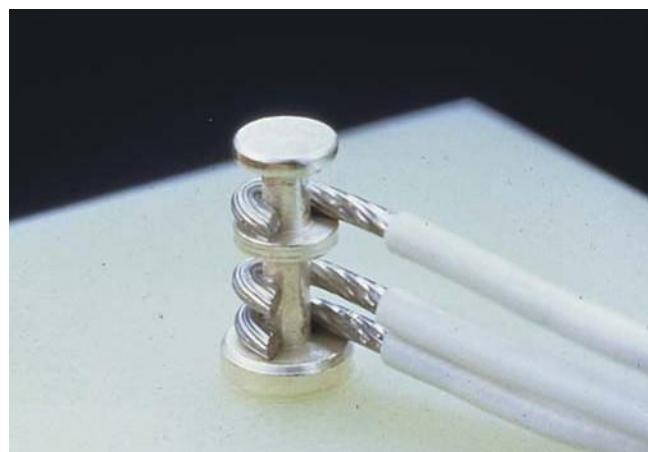
表 6-3 适用于连接至塔形接线柱和直针形接线柱的前引线和导线。

表 6-3 塔形和直针形接线柱引线/导线放置²

条件	1级	2级	3级
引线 / 导线与接线柱柱干缠绕接触< 90°	缺陷		
引线 / 导线与接线柱柱干缠绕接触为90° 至< 180°	可接受	制程警示	缺陷
引线 / 导线与接线柱柱干缠绕接触 · 180°	可接受		
导线与自身重叠, 注 1	可接受	缺陷	
导线违反最小电气间隙	缺陷		

注 1: 详见6.6节。

注 2: AWG30及更细导线的要求, 见6.14节。



目标 - 1, 2, 3 级

- 绕线相互平行并与接线柱基座平行。
- 导线紧靠接线柱基座或之前安装的导线。
- 直针形接线柱上, 最顶部的导线位于距接线柱顶端一位线径以下的位置。
- 各缠绕最少180° , 最多270° 。
- 导线和引线在焊接前与接线柱之间有牢固的机械连接。

图 6-73

6.8.1 塔形和直针形 - 引线/导线放 置 (续)

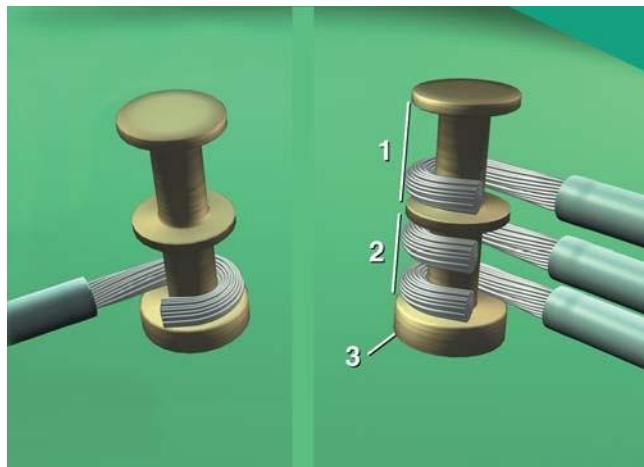


图 6-74

1. 上绕线槽
2. 下绕线槽
3. 接线柱基座

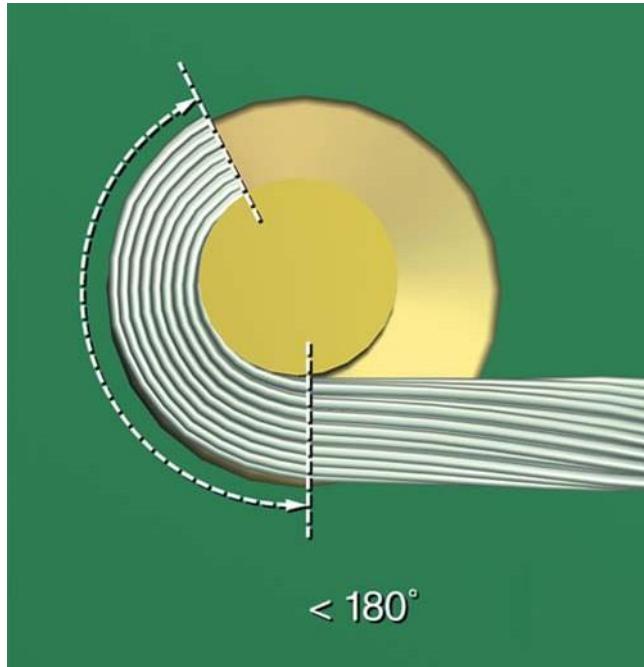


图 6-75

可接受 - 1, 2, 3 级

- 各导线和引线最小缠绕了180° 且未重叠。

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 直针形插针上，缠绕在顶部的导线在接线柱顶部下一倍导线直径内。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线与自身重叠。

制程警示 -2 级

- 接线柱上导线与圆形柱干缠绕接触90° 至小于180° 。

缺陷 - 1, 2 级

- 接线柱上导线与圆形柱干的缠绕接触小于90° 。

缺陷 - 1, 2, 3 级

过长的导线末端违反最小电气间隙。

缺陷 - 3 级

- 接线柱上导线与圆形柱干的缠绕接触小于180° 。

6.8.2 塔形和直针形 - 焊接



图 6-76

目标 - 1, 2, 3 级

- 引线轮廓可辨识，导线和接线柱上的焊料流动顺畅
- 焊料填充于引线 / 导线与接线柱界面的所有范围。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 当引线 / 导线与接线柱等于或大于180° 时，焊料至少润湿引线 / 导线与接线柱界面之间接触区域的75% 。

可接受 - 1, 2 级

- 引线 / 导线缠绕90° 至180° 时，焊料润湿引线 / 导线与接线柱界面之间接触区域的100%。

可接受 - 1 级

制程警示 -2, 3 级

- 焊接连接中的引线 / 导线不可辨识。



图 6-77



图 6-78

缺陷 - 1, 2 级

- 当引线 / 导线缠绕大于90° 但小于180° 时，焊料润湿小于与接线柱界面之间接触区域的100%。

缺陷 - 1, 2 , 3级

- 当引线 / 导线缠绕等于或大于180° 时，焊料填充小于引线 / 导线与接线柱界面的75%。

6.9 双叉形

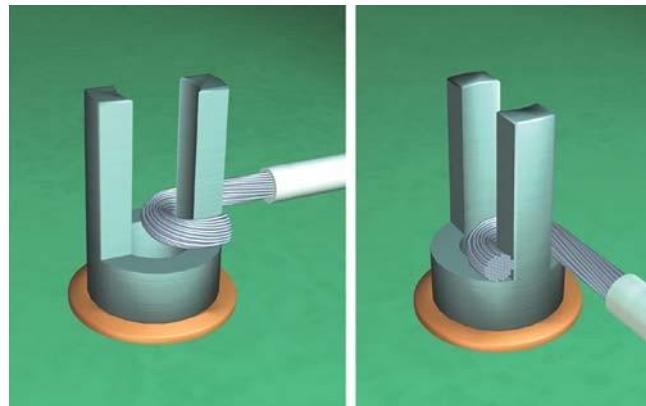
6.9.1 双叉形 - 引线/导线放置 - 侧面进线连接

表 6-4 适用于连接至侧面进线双叉接线柱的引线和导线。

表 6-4 双叉形接线柱引线/导线放置 - 侧面进线连接

条件	1级	2级	3级
缠绕< 90° wrap		缺陷	
缠绕 · 90° wrap		可接受	
导线与自身重叠, Wire overlaps itself, 注 1	可接受		缺陷
违反最小电气间隙		缺陷	

注 1: 详见6.6节。



目标 - 1, 2, 3 级

- 导线或引线接触接线柱柱干的两个平行面（弯曲180°）。
- 缠绕无重叠。
- 将最粗的导线放于底部依序向上放置。
- 多根导线交替缠绕在接线柱的柱干上。

图 6-79

6.9.1 双叉形 - 引线/导线放置 - 侧面进线连接 (续)

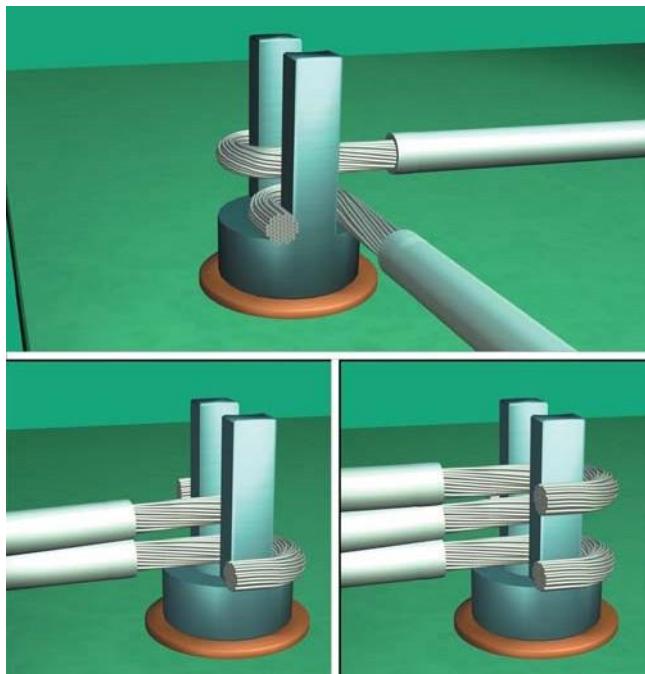


图 6-80

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线末端伸出接线柱的基座，只要保持最小电气间隙。
- 导线穿过槽中间且至少有效接触柱干的一个角。
- 绕线无任何超出接线柱柱干顶端的部分。
- 如果要求，导线缠绕至少达到90°。

可接受 - 1, 2 级

- 直径为 0.75 mm [0.03 in] 或更粗的导线 / 引线直接从柱中间穿过。

注：0.75 mm [0.03 in] 约等于22 AWG多股导线的直径。

可接受 - 3 级

- 直径为 0.75 mm [0.03 in] 或更粗的导线 / 引线直接从柱干中间穿过并加固，见6.9.2节。

6.9.1 双叉形 - 引线/导线放置- 侧面进线连接 (续)

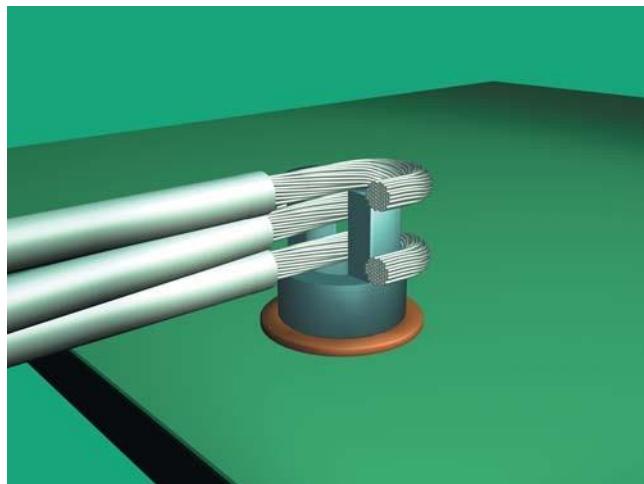


图 6-81

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 绕线的任何部分超出接线柱柱干顶端。
- 导线没有有效接触柱干的至少一个拐角。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线与自身重叠。

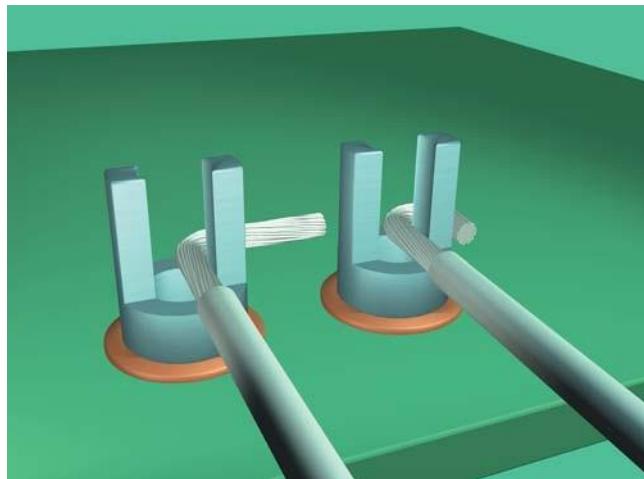


图 6-82

缺陷 - 3 级

- 直径等于或大于 0.75 mm [0.03 in] 的导线 / 引线缠绕柱干少于 90° 且未加固，见6.9.2节。
- 直通导体没有接触接线柱基座或先前安装的导体，没有提供允许的绝缘厚度。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 专线未穿过中间的槽。
- 导线末端违反最小电气间隙，见图6-82。
- 直径小于 0.75 mm [0.03 in] 的导线 / 引线缠绕柱干少于 90° ，且没有加固，见6.9.2节。

6.9.2 双叉形 - 引线/导线放置 - 导线的加固

作为6.9.1节或6.11节关于缠绕要求的另一种选择，以下要求（总结于表6-5中）适用于导线 / 引线 / 元器件采用加固、粘接或其它挟持方法对焊接连接提供支撑的情形。

表 6-5 侧面进线直接穿过柱干的加固要求 - 双叉接线柱

导线直径	1级	2级	3级
< 0.75 mm [0.03 in] ¹	如未加固，为缺陷		
• 0.75 mm [0.03 in] ²	如未加固，可接受	如未加固，为制程警示	如未加固，为缺陷

注 1: AWG-22及更细的导线。

注 2: AWG-20 及更粗的导线。

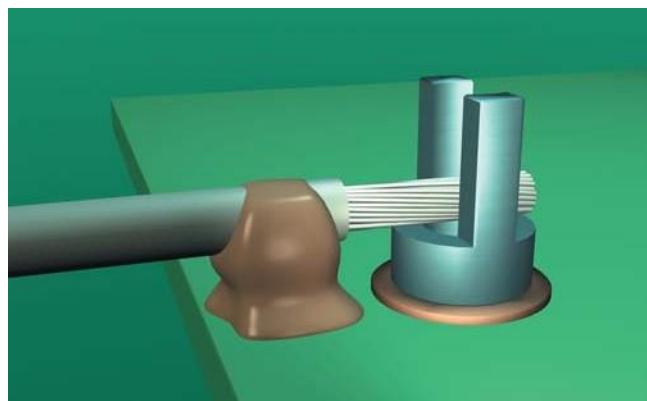


图 6-83

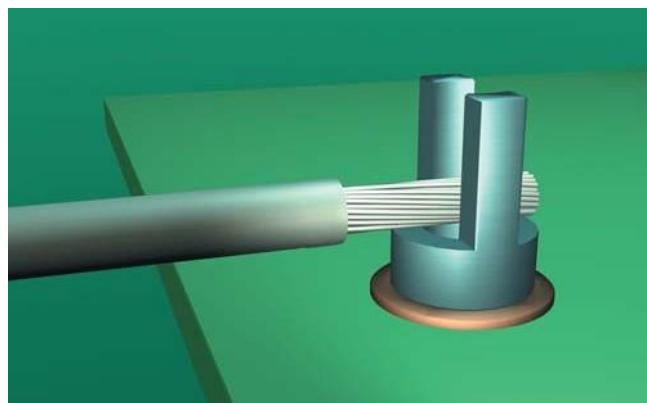


图 6-84

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线用永久性的加固装置被永久地固定或挟持。
- 导线接触接线柱基座或之前安装的导线。
- 导线穿过双叉接线柱中间的槽。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

- 大于或等于0.75 mm [0.03 in] 的导线或引线缠绕接线柱小于90° 且未加固。

缺陷 - 1, 2 级

- 小于0.75 mm [0.03 in]的导线或引线缠绕接线柱90° 且未加固。

缺陷 - 3 级

- 任何直着穿过而未加固的导线。

6.9.3 双叉形 - 引线/导线放置-底部和顶部进线连接

表 6-6适用于连接至底部进线双叉接线柱的引线和导线。

表 6-6 双叉接线柱导线 / 引线放置 - 底部进线

条件	1级	2级	3级
缠绕< 90°	可接受	制程警示	缺陷
缠绕90° 至 180°		可接受	

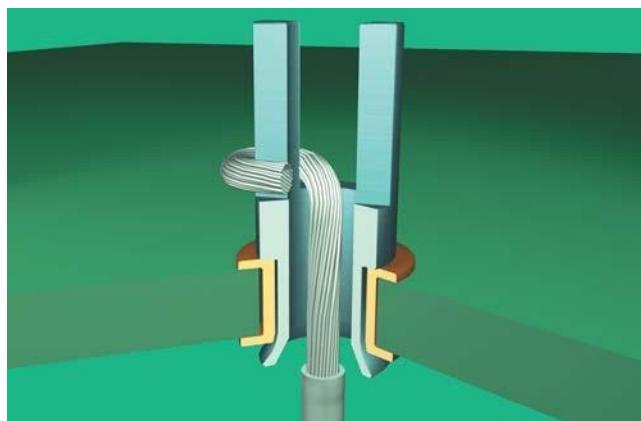


图 6-85

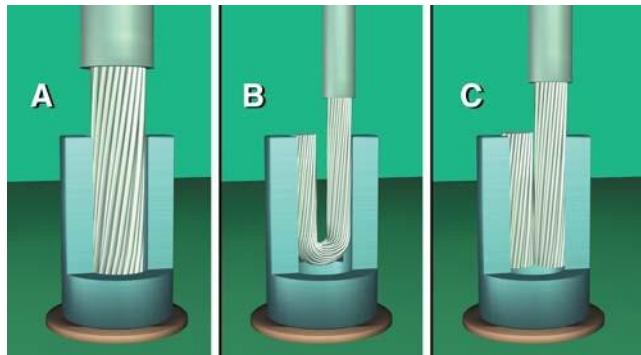


图 6-86

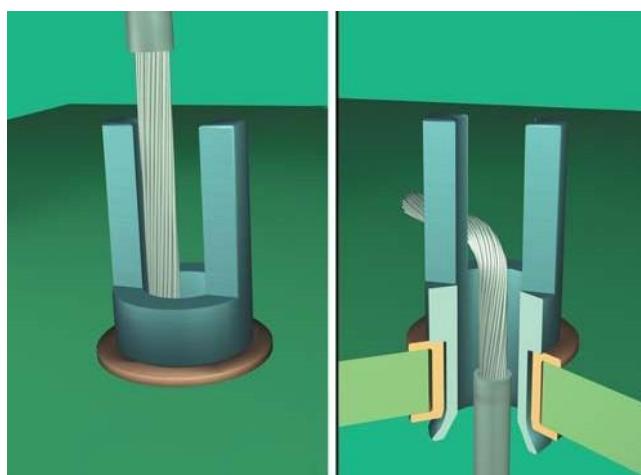


图 6-87

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线的绝缘皮未进入接线柱的基座或柱干。
- 底部进线的导线接触柱干的两个平行面 (180°)
- 导线紧靠接线柱的基座。
- 顶部进线时柱干之间的空隙，通过对折线头或另外加料填充，见图6-86-B和C。.

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 导线的绝缘皮进入接线柱的基座或柱干。
- 顶部进线未用料填充支撑。
- 底部进线的导线未缠绕接线柱基座或柱干至少90° 。

6.9.4 双叉形- 焊接

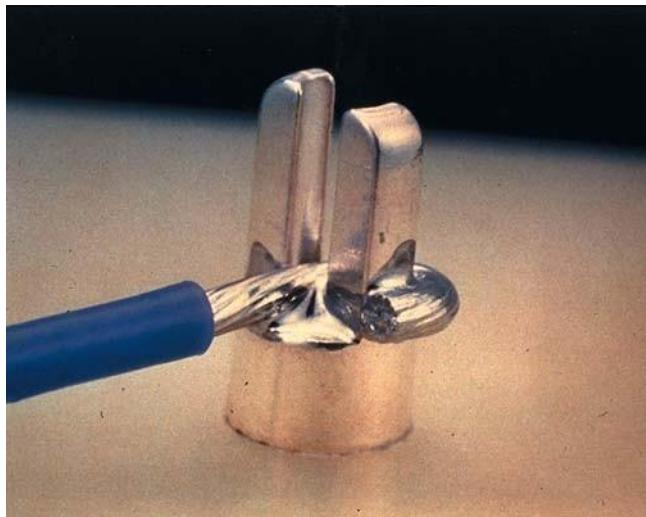


图 6-88

目标 - 1, 2, 3 级

- 引线轮廓辨识，导线和接线柱上的焊料流动顺畅。
- 焊料填充于导线 / 引线与接线柱界面的所有范围。

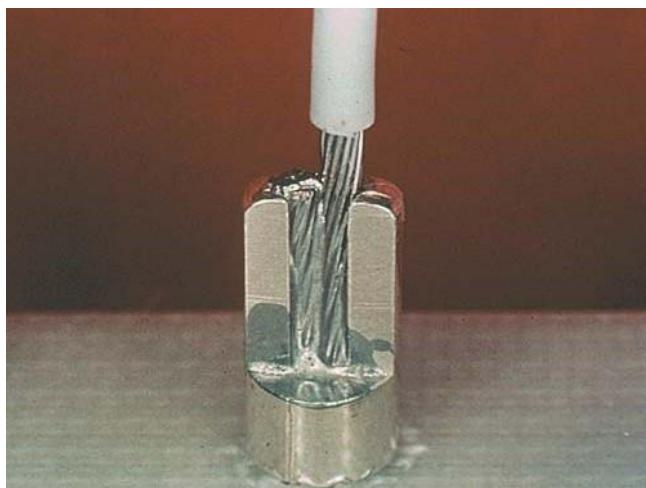


图 6-89

6.9.4 双叉形 - 焊接 (续)



图 6-90

可接受 - 1, 2, 3 级

- 当导线 / 引线缠绕等于或大于180° 时, 焊料至少润湿导线 / 引线与接线柱界面之间接触区域的75%。
- 当导线 / 引线缠绕小于180° 时, 焊料润湿导线 / 引线给你接线柱界面之间接触区域的100%。
- 对于顶部进线, 焊料达到接线柱柱干高度的75%。



图 6-91

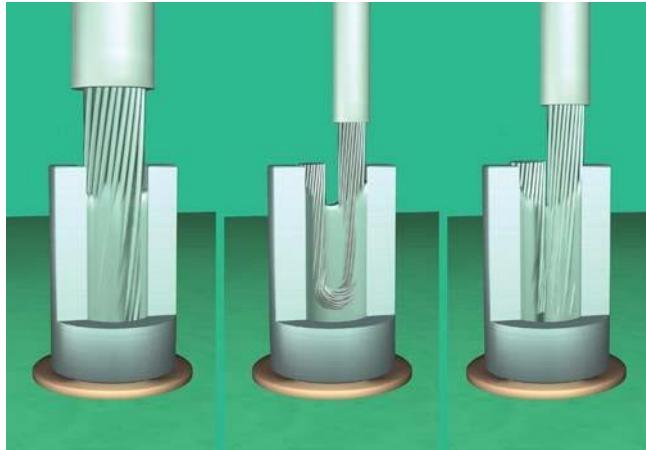


图 6-92

6.9.4 双叉形 - 焊接 (续)

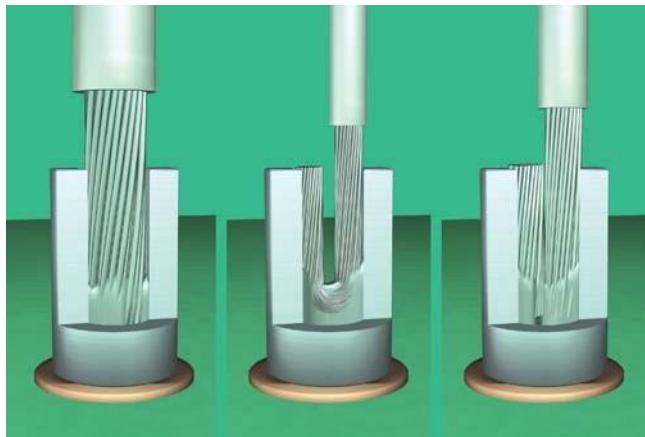


图 6-93

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 对于顶部进线，焊料少于接线柱柱干高度的 75%。
- 当缠绕小于 180° 时，填充不到引线与接线柱接触界面的100%（未图示）。
- 当缠绕等于或大于 180° 时，填充不到引线与接线柱接触界面的75%（未图示）。

6.10 槽形

6.10.1 槽形 - 引线/导线放置



图 6-94



图 6-95



图 6-96

目标 - 1, 2, 3 级

- 引线或导线贯穿整个接线槽且超出接线槽出口处。
- 导线接触接线槽基座或之前安装的导线。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 引线或导线末端可辨识于接线槽出口处。
- 导线端子的任何部分未超出接线柱柱干顶部。

注：槽形接线柱不要求缠绕。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 导线超出接线柱柱干顶部。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线末端未齐平或超出接线槽出口处。
- 导线末端违反最小电气间隙。

6.10.2 槽形 - 焊接

焊料应该在引线或导线接触接线柱的部分形成填充。焊料可以填满接线槽但不应堆积在接线柱顶部。引线或导线在接线柱内应该可辨识。



图 6-97

目标 - 1, 2, 3 级

- 焊料在引线或导线接触接线柱的部分形成填充。
- 存在明显的绝缘间隙。



图 6-98

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料填满接线槽。
- 在接线槽出口处的焊料内可辨识引线或导线末端。



图 6-99

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线或引线末端在接线槽出口处不可辨识。
- 导线与接线柱接触的部分没有形成100%的填充（未图示）。

6.11 穿孔形

6.11.1 穿孔形 - 引线/导线放置

表 6-7 适用于连接至穿孔端子的引线和导线。

表 6-7 穿孔端子引线/导线放置

条件	1级	2级	3级
导线与自身重叠, 注 1	可接受		缺陷
导线未穿过端子的孔眼	可接受		缺陷
导线未接触至少端子的两个面	可接受		缺陷
导线末端违反最小电气间隙			缺陷

注 1: 详见6.6节。



目标 - 1, 2, 3 级

- 导线穿过端子的孔。
- 导线缠绕接触端子两个不相邻的面。

图 6-100



图 6-101

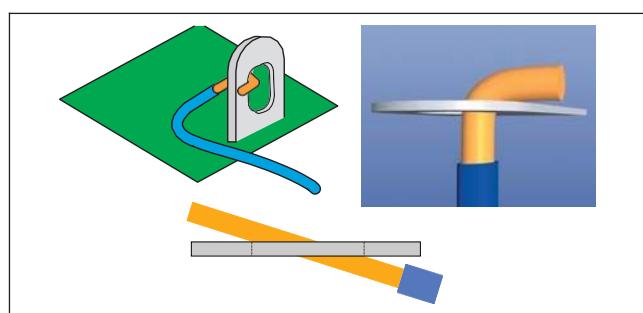
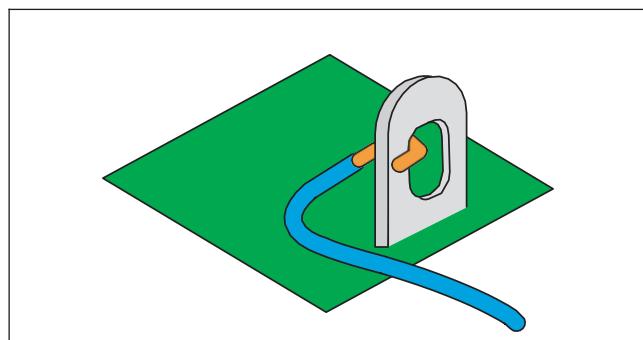


图 6-102

6.11.1 穿孔形 - 引线/导线放置 (续)



可接受 - 2, 3 级

- 导线至少接触端子的两个面。

图 6-103

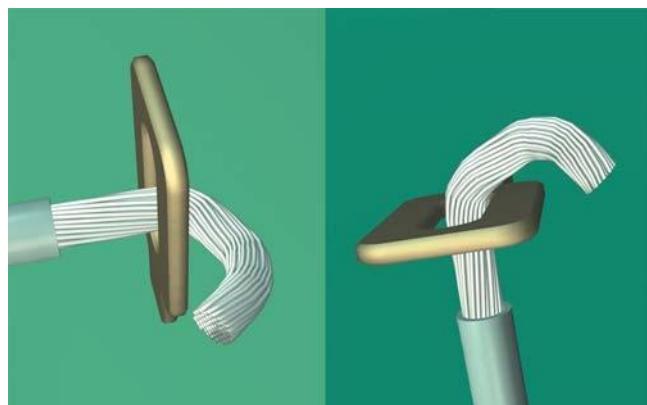


图 6-104

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线未接触端子至少两个面。
- 导线未穿过端子的孔。
- 导线与自身重叠。

缺陷 - 2, 3 级

- 为了接受尺寸过大的导线或导线组而修改了端子。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线末端违反与非公共导体的最小电气间隙（未图示）。

6.11.2 穿孔形 - 焊接

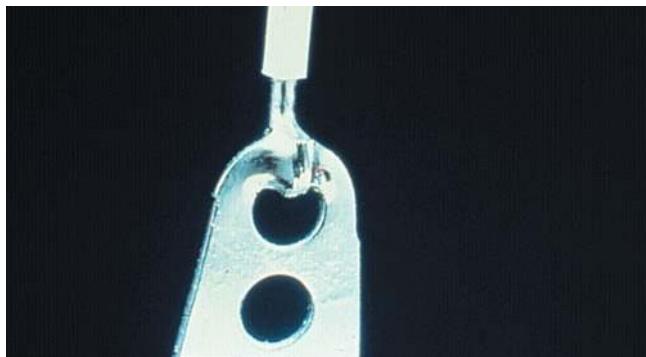


图 6-105

目标 - 1, 2, 3 级

- 引线轮廓可辨识，导线和端子上的焊料流动顺畅。
- 焊料填充于导线 / 引线与端子接触界面的所有范围。

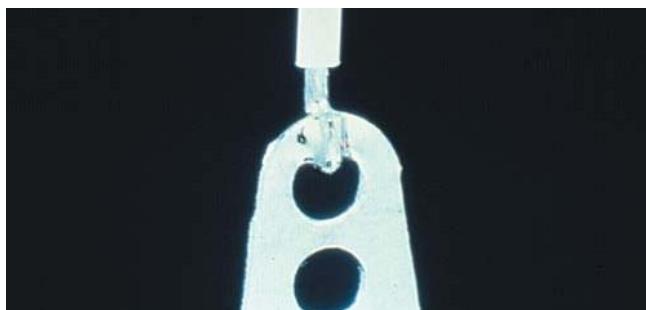


图 6-106

可接受 - 1, 2, 3 级

- 缠绕等于或大于 180° 时，焊料填充至少连接了导线与端子接触界面的75%。
- 缠绕小于 180° 时，焊料填充连接了导线与端子接触界面的100%。



图 6-107

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 焊接连接中的导线 / 引线不可辨识。



图 6-108

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 缠绕小于 180° 时，引线端子接触界面的填充小于100%。
- 缠绕等于或大于 180° 时，引线与端子接触界面的填充小于75%。.

6.12 钩形

6.12.1 钩形 – 导线 / 引线放置

表 6-8 适用于连接至钩形接线柱的引线和导线。

表 6-8 钩形接线柱导线 / 引线放置

条件	1级	2级	3级
导线 / 引线与接线柱柱干缠绕接触 < 90°	缺陷		
导线 / 引线与接线柱柱干缠绕接触 90° 至 < 180°	可接受	制程警示	缺陷
导线 / 引线与接线柱柱干缠绕接触 · 180°	可接受		
导线与自身重叠, 注 1	可接受	缺陷	
钩的末端与最近导线的距离小于一倍的导线 / 引线直径	可接受	制程警示	缺陷
连接到钩弧外的导线与接线柱基座的间距小于两倍导线 / 引线直径或 1 mm [0.04 in], 取两者中的较大者	可接受	制程警示	缺陷
导线违反最小电气间隙	缺陷		

注 1: 详见6.6节。



目标 – 1, 2, 3 级

- 导线与连接在钩形端子的180° 弧形段中心内。

图 6-109

6.12.1 接线柱 - 钩形 - 导线 / 引线放置 (续)

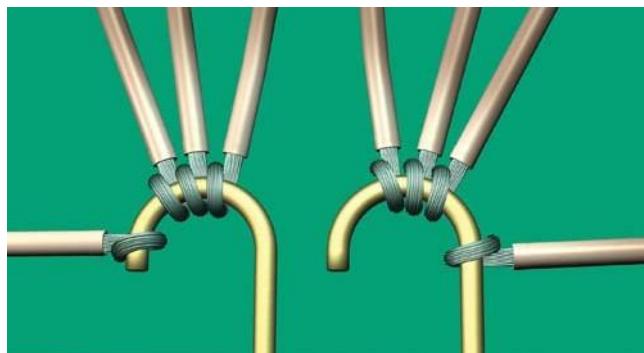


图 6-110



图 6-111

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线接触并缠绕接线柱至少180° .
- 钩形接线柱末端到最近导线的距离至少为一个倍线径。
- 导线没有重叠。

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 导线缠绕在至钩形接线柱末端不到一倍线径的范围内
- 导线固定在接线钩的弧形以外，并且距离接线柱基座不到两倍线径或1 mm [0.04 in]，取两者中的较大者。
- 导线缠绕接线柱小于180° .

缺陷 - 1, 2 级

- 导线缠绕小于90° .

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线与自身重叠。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线末端违反与非公共导体的最小电气间隙。

6.12.2 钩形 - 焊接



图 6-112

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线 / 引线轮廓可辨识，导线和接线柱上的焊料流动顺畅。
- 焊料填充于导线 / 引线与接线柱界面的所有范围。



图 6-113

可接受 - 1, 2 级

- 导线 / 引线缠绕小于180° 时，焊料润湿导线 / 引线与接线柱界面之间接触区域的100%。.

可接受 -1, 2, 3 级

- 导线 / 引线缠绕等于或大于180° 时，焊料至少润湿导线 / 引线与接线柱界面之间接触区域的75%。.

可接受 - 1 级

制程警示 -2, 3 级

- 焊接连接中的导线 / 引线不可辨识。



图 6-114

缺陷 - 1, 2 级

- 引线缠绕小于180° 地，填充小于引线与端子接触的100%。.

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线缠绕等于或大于180° 时，焊料填充小于引线与接线柱界面之间接触区域的75%。

6.13 锡杯

6.13.1 锡杯 - 引线/导线放置



图 6-115

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线垂直插入锡杯并且在整个锡杯深度内接触锡杯后墙或其它已插入的导线。

6.13.1 锡杯 - 引线/导线放置 (续)

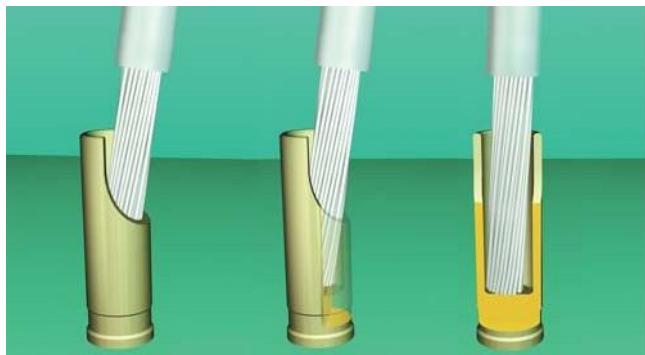


图 6-116

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线未影响后续组装操作。
- 没有为了适合端子而切割或修改导体股线。
- 多根导线未扭绞在一起。

可接受 - 1 级

制程警示 -2, 3 级

- 导线没有接触后墙或其它导线。

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 导线没有满度插入锡杯。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 为了接受尺寸过大的导线或导线组而修改了端子。

• 缺陷 - 1, 2, 3 级

- 股线不符合6.3.2节的要求。

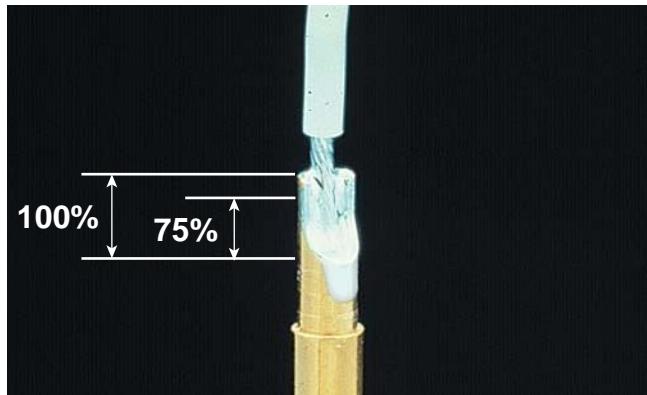
• 锡杯外部有导线股线。

• 放置的导线妨碍后续组装步骤。

• 多根导线扭绞在一起。

6.13.2 锡杯 - 焊接

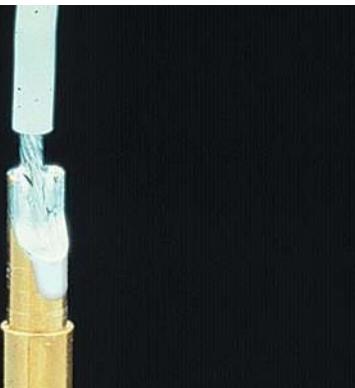
这些要求适用于单股或多股导线，单根或多根导线。



目标 - 1, 2, 3 级

- 焊料润湿锡杯的整个内表面。
- 焊料填充达到100%。

图 6-117



可接受 - 1, 2, 3 级

- 杯的外表面有薄薄的焊料膜。
- 焊料填充达到75%或焊料在锡杯嘴的上部分可见。
- 焊料堆积在杯的外表面，只要不影响外形、装配或功能。
- 焊料可见于检查孔（如果有），或略突出于检查孔（如果有）。

图 6-118



图 6-119

6.13.2 锡杯 - 焊接 (续)

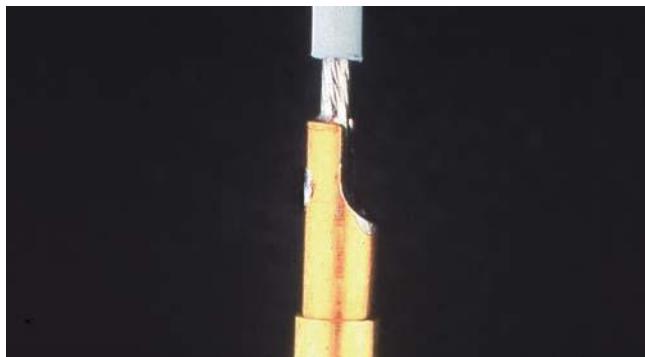


图 6-120

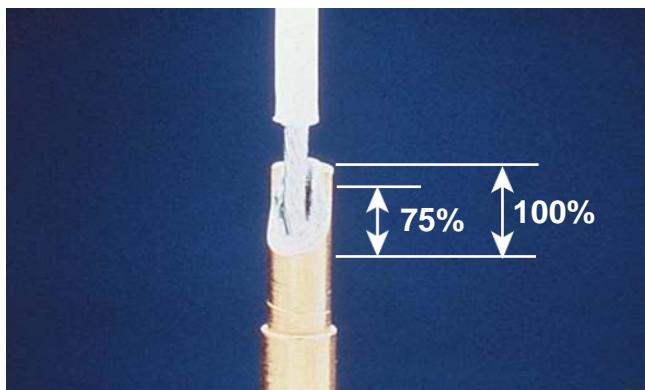


图 6-121

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料没有完全填充锡杯内壁。
- 锡杯上可见焊料的垂直填充小于75%。
- 焊料堆积在杯的外表面，负面影响外形、装配或功能。
- 焊料在检查孔（如果有）内不可见。

6.14 AWG 30 及更细的导线 - 引线/导线放置

表 6-9 适用于AWG 30及更细的导线，这些条件不适用于跳线。

表 6-9 AWG 30 及更细的导线缠绕要求

条件	1级	2级	3级
< 90°		缺陷	
90° 至< 180°	可接受		缺陷
180° 至 < 360°	可接受	制程警示	缺陷
• 360°		可接受	

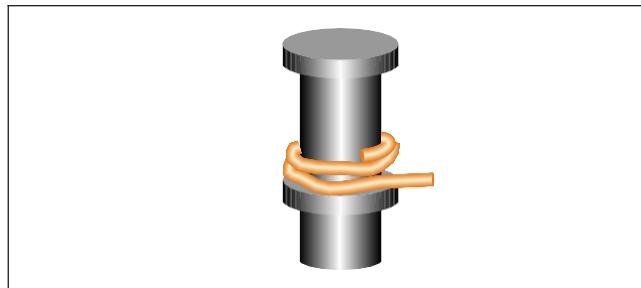


图 6-122

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线缠绕接线柱柱干两圈 (720°)。
- 导线没有与自身或连接在接线柱上的其它导线重叠或交叉。

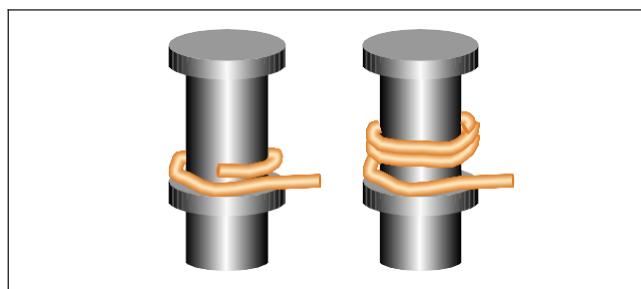


图 6-123

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线缠绕接线柱柱干一圈以上但少于三圈。

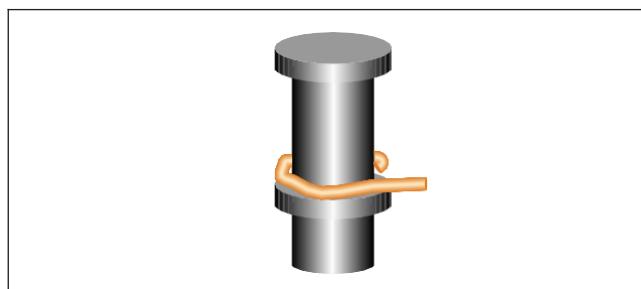


图 6-124

可接受 - 1 级

缺陷 - 2 级

- 导线缠绕小于180°。

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 导线缠绕小于360°。

6.15 串联连接

用同一根总线连接三个或更多的接线柱时，下列要求适用。



图 6-125

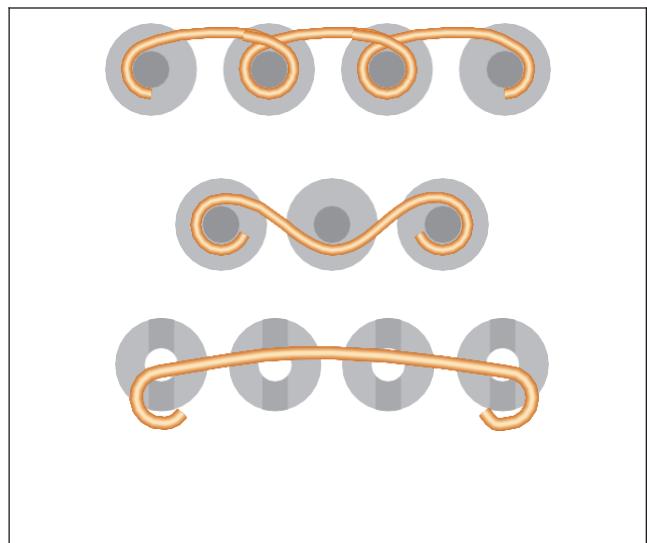


图 6-126

目标 - 1, 2, 3 级

- 端子之间有应力释放半径
- 塔形接线柱 - 导线接触接线柱基座或之前安装的导线，并且环绕或盘绕每个接线柱。
- 钩形接线柱 - 导线环绕每个接线柱 360°。
- 双叉接线柱 - 导线从柱干中间穿过且接触接线柱基座或之前安装的导线。
- 穿孔端子 - 导线接触每个端子不相邻的两个面。
- 第一个和最后一个端子的连接满足单个端子的缠绕要求。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 塔形接线柱 - 导线没有在每个中间点接线上环绕360° 或在接线柱之间盘绕。
- 钩形接线柱 - 导线缠绕中间接线柱不足 360°。
- 双叉接线柱 - 导线未从柱干中间穿过且未接触接线柱基座或之前安装的导线。
- 穿孔端子 - 导线未接触每个端子不相邻的两个面。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 任意两个端子之间无应力释放。
- 第一个和最后一个端子的连接没有满足单个端子的缠绕要求。



图 6-127

6.16 边缘夹簧 - 位置

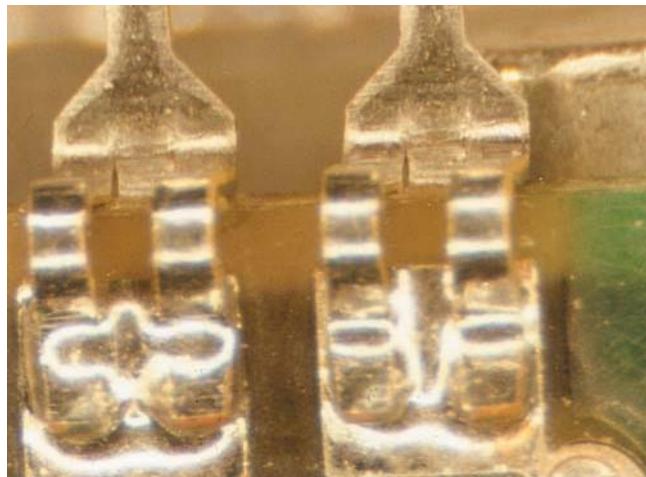


图 6-128



图 6-129

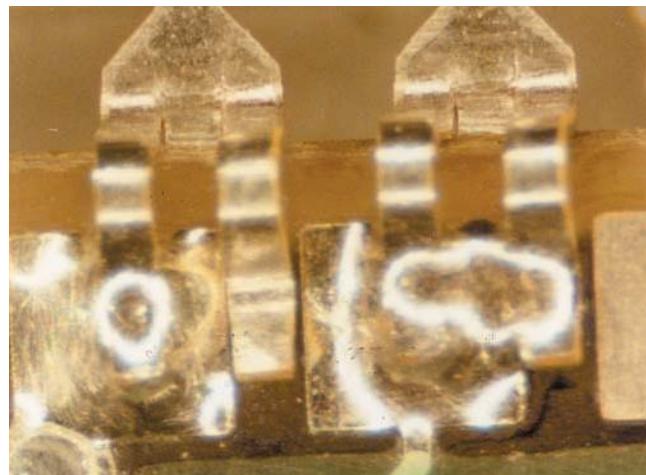


图 6-130

目标 - 1, 2, 3 级

- 夹簧位于盘中央，没有侧面偏出。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 夹簧偏出连接盘未超过25%。
- 偏出未使间距减至最小电气间隙以下。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 夹簧偏出连接盘超过25%。
- 夹簧偏出连接盘，使间距减到最小电气间隙以下。

7 通孔技术

本章包括用于通孔插装的零部件、粘合剂、成形、放置、收尾以及焊接要求。

任何元器件在电子组件上的放置下不能妨碍任何零部件（包括工具所需间隙）的插入或取出。

所安装的零部件与导电连接盘、元器件引线或未绝缘的元器件之间的最小间隙取决于具体的工作电压，并且要不小于规定的电波电气间隙，见1.8.4节。

粘接材料的用量要足够支持零部件但不能封盖元器件标识。

目检包括零部件标识、极性、安装次序以及零部件、元器件或板子的损伤。

除本章要求以外，第5章的要求也适用。

本章包括以下内容：

7.1 元器件的安放.....	7-2
7.1.1 方向.....	7-2
7.1.1.1 方向 - 水平1.....	7-3
7.1.1.2 方向 - 垂直.....	7-5
7.1.2 引线成形.....	7-6
7.1.2.1 弯曲半径.....	7-6
7.1.2.2 密封/熔接处与弯曲起始处之间距离 ..	7-7
7.1.2.3 应力释放	7-8
7.1.2.4 损伤	7-10
7.1.3 引线跨越导体.....	7-11
7.1.4 通孔阻塞	7-12
7.1.5 DIP/SIP 器件和插座.....	7-13
7.1.6 径向引线 - 垂直.....	7-15
7.1.6.1 限位装置	7-16
7.1.7 径向引线 - 水平	7-18
7.1.8 连接器	7-19
7.1.8.1 直角	7-21
7.1.8.2 带侧墙的插针头和直立插座连接器...	7-22
7.1.9 导体外壳	7-23
7.2 元器件的固定.....	7-23
7.2.1 固定夹	7-23
7.2.2 粘合剂粘接.....	7-25

7.2.2.1 粘合剂粘接 - 非架高元器件.....	7-26
7.2.2.2 粘合剂粘接 - 架高元器件	7-29
7.2.3 其它器件.....	7-30

7.3 支撑孔.....	7-31
7.3.1 轴向引线 - 水平.....	7-31
7.3.2 轴向引线 - 垂直.....	7-33
7.3.3 导线 / 引线伸出	7-35
7.3.4 导线 / 引线弯折	7-36
7.3.5 焊接	7-38
7.3.5.1 垂直填充 (A)	7-41
7.3.5.2 焊接终止面 - 引线到孔壁 (B)	7-43
7.3.5.3 焊接终止面 - 连接盘区覆盖 (C) ...	7-45
7.3.5.4 焊接起始面 - 引线到孔壁(D)	7-46
7.3.5.5 焊接起始面 - 连接盘区覆盖 (E)...	7-47
7.3.5.6 焊料状况 - 引线的焊料.....	7-48
7.3.5.7 焊料状况- 接触通孔元器件本体 ...	7-49
7.3.5.8 焊料状况 - 焊料中的弯月面绝缘层	7-50
7.3.5.9 焊接后的引线剪切	7-52
7.3.5.10 焊料内的漆包线绝缘层	7-53
7.3.5.11 无引线的层间连接 - 导通孔	7-54
7.3.5.12 子母板.....	7-55

7.4 非支撑孔.....	7-58
7.4.1 轴向引线 - 水平.....	7-58
7.4.2 轴向引线 - 垂直.....	7-59
7.4.3 导线 / 引线伸出	7-60
7.4.4 导线 / 引线弯折	7-61
7.4.5 焊接	7-63
7.4.6 焊接后的引线剪切	7-65

7.5 跳线	7-66
7.5.1 导线的选择.....	7-66
7.5.2 布线.....	7-67
7.5.3 导线的固定	7-69
7.5.4 支撑孔	7-71
7.5.4.1 支撑孔 - 引线在孔内	7-71
7.5.5 缠绕连接	7-72
7.5.6 搭焊连接.....	7-73

7.1 元器件的安放

7.1.1 元器件的安放 – 方向

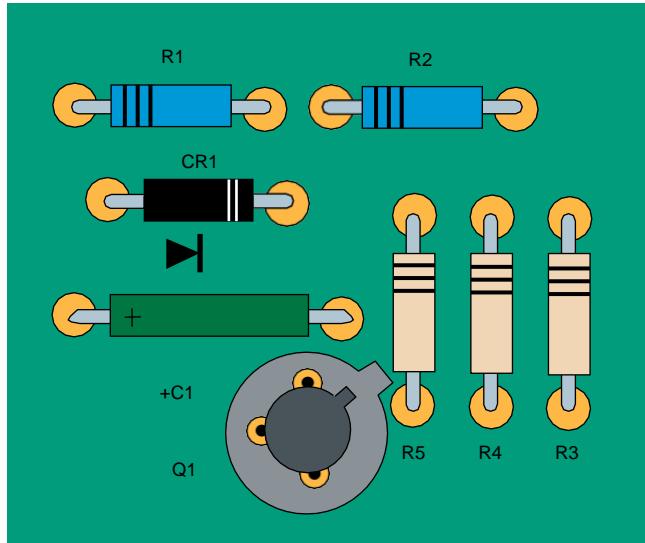
本章内容包括放到印制板上的元器件和导线的安装、位置和方向的可接受性要求。

这里只对元器件或导线在电子组件上以及限位装置上实际的安放或放置情况提出要求。提到焊料之处是因为焊料是构成这些放置尺寸整体的一个部分，也仅仅是与这些放置尺寸有关。

检查通常先由电子组件整体外观开始，然后跟踪每一个元器件/导线到它的连接处，集中检查引线进入连接、连接本身以及引线/导线尾端离开连接的情况。各连接盘上引线/导线伸出的情况应该留到最后可以将板子翻转后和所有焊点一起检查。

7.1.1.1 元器件的安放 - 方向 - 水平

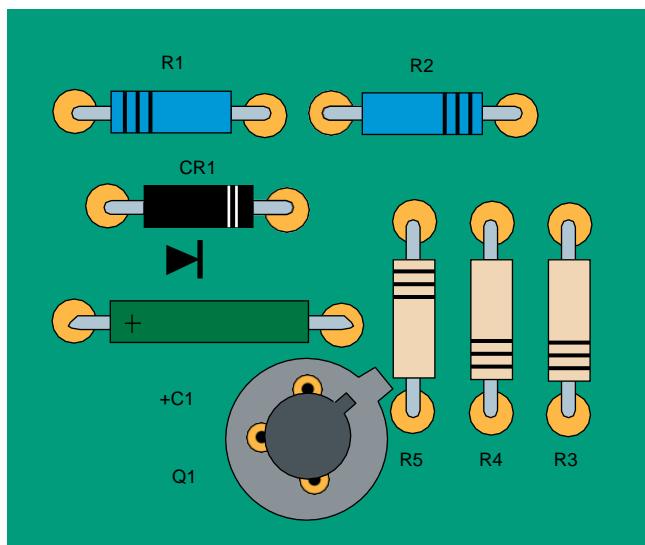
轴向引线元器件水平安装的其它要求，见7.3.1节（支撑孔）和7.4.1节（非支撑孔）。



目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件位于其连接盘的中间。
- 元器件标识可辨识。
- 无极性元器件按照标记同向读取（从左到右或从上到下）的原则定向。

图 7-1

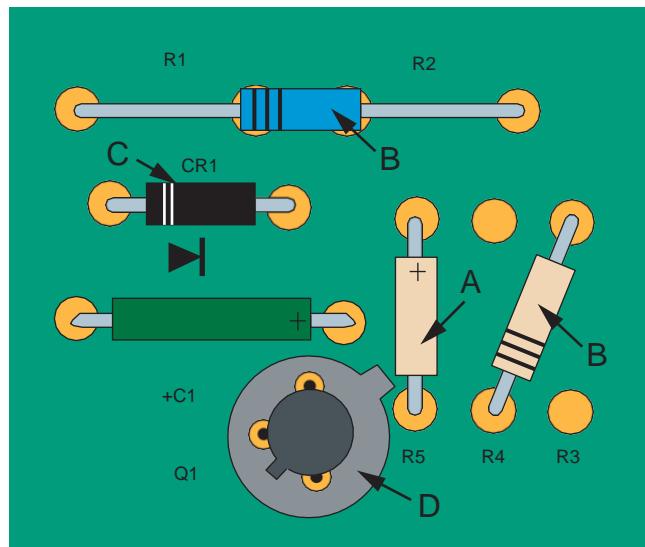


可接受 - 1, 2, 3 级

- 极性元器件和多引线元器件定向正确。
- 手工成形和手工插装时，极性标识符可辨识。
- 所有元器件按规定选用，并安放到正确的连接盘上。
- 无极性元器件没有按标记同向读取（从左到右或从上到下）的原则定向。

图 7-2

7.1.1.1 元器件的安放 - 方向 - 水平(续)



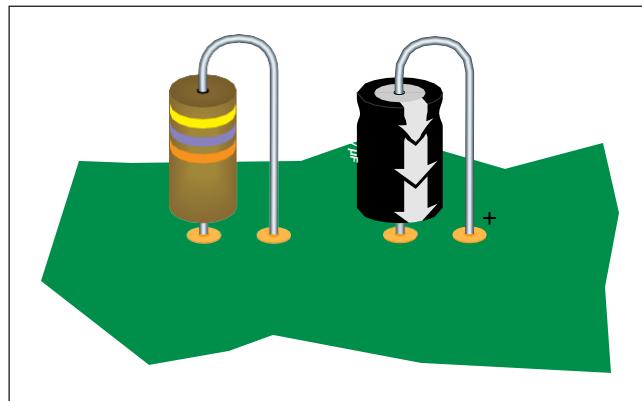
缺陷 - 1, 2, 3 级

- 未按规定选用正确的元器件（错件），见图 7-3-A.
- 元器件没有安装在正确的孔内，见图 7-3-B.
- 极性元器件逆向安放，见图 7-3-C.
- 多引线元器件取向错误，见图 7-3-D.

7.1.1.2 元器件的安放 - 方向 - 垂直

轴向引线元器件垂直安装的其它要求，见7.3.2节（支撑孔）和7.4.2（非支撑孔）。

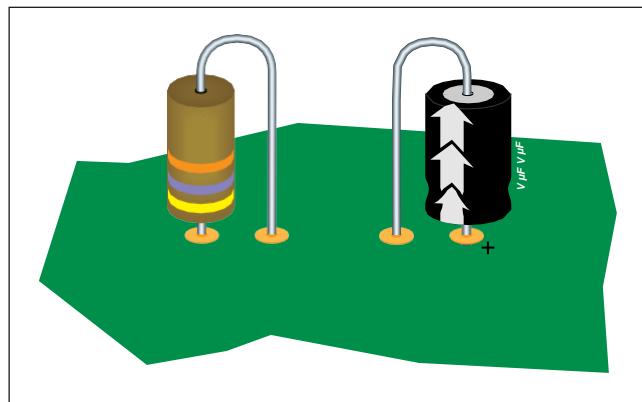
在图7-4至图7-6的例子中，印在电容器黑色外壳上的剪头指向元器件的负极。



目标 - 1, 2, 3 级

- 无极性元器件的标识从上至下读取。
- 极性标识位于顶部。

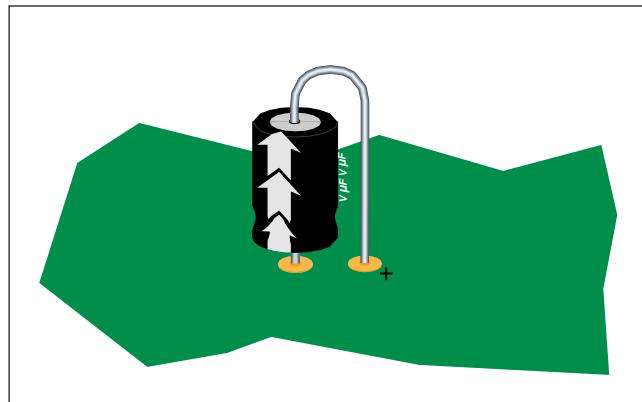
图 7-4



可接受 - 1, 2, 3 级

- 极性元器件负极引线长。
- 极性符号隐藏。
- 无极性元器件的标识从下向上读取。

图 7-5



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 极性元器件逆向安装。

图 7-6

7.1.2 元器件安放 - 引线成形

7.1.2.1 元器件的安放 - 引线成形 - 弯曲半径

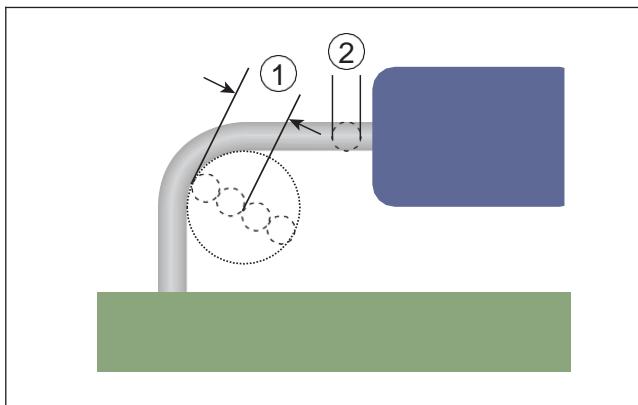


图 7-7

1. 半径 (R)
2. 直径 (D)

可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件引线内弯半径满足表7-1的要求。

表 7-1 引线内弯半径

引线直径 (D) 或厚度 (T)	最小内弯半径 (R)
< 0.8 mm [0.03 in]	1倍 (D) 或 (T)
0.8 mm [0.03 in] 至 1.2 mm [0.05 in]	1.5倍 (D) 或 (T)
> 1.2 mm [0.05 in]	2 倍(D)或 (T)

注：矩形引线采用厚度(T).



图 7-8

可接受 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 内弯半径不满足表7-1的要求。

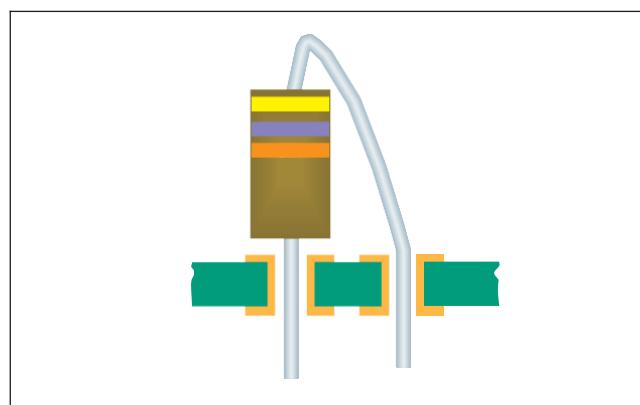


图 7-9

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线扭结。

7.1.2.2 元器件的安放 - 引线成形- 密封/熔接处与弯曲起始处之间的距离

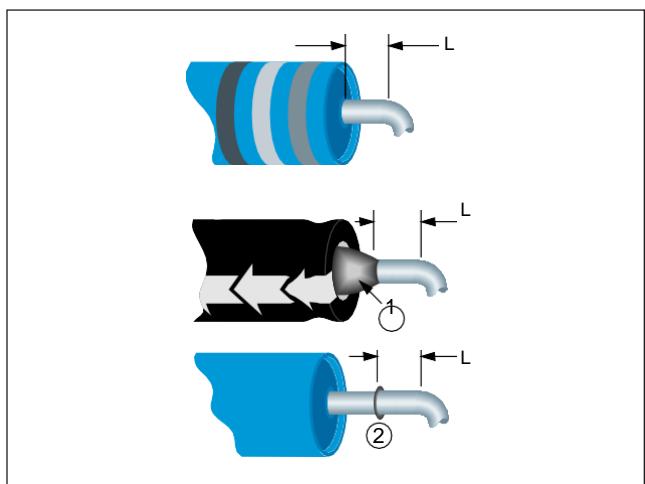
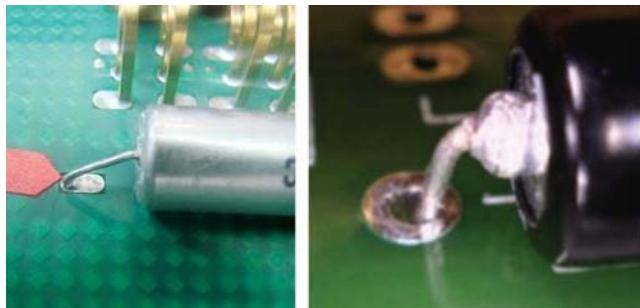


图 7-10

1. 焊接点
2. 熔接

可接受 - 1, 2, 3 级

- 通孔插装的引线从元器件本体、焊料球或引线熔接点延伸至引线弯曲起始点的距离，至少为一个引线直径或厚度，但不小于0.8 mm [0.03 in]。



可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 通孔插装元器件的引线从元器件本体、焊料球或元器件本体引线密封处到引线弯曲起始点的距离，小于一倍线直径或厚度或0.8 mm [0.03 in]。



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线熔接处、焊料球或元器件本体引线密封处有裂缝。
- 引线损伤超过7.1.2.4节的限制。

图 7-12

7.1.2.3 元器件的安放 - 引线成形- 应力释放

元器件按照以下任何一个结构或组合结构安装：

- 按照传统方式采用90°（标称）引线弯曲将引线直接装到安装孔内。
- 驼峰弯曲结构。若使用单驼峰结构，可通用会使元器件本体偏离中心位置。
- 经由用户同意或存在设计上的限制，可使用其它类型弯曲结构。

如果安装孔的位置不利于采用标准弯曲并且不存在引线与相邻元器件引线或导体短路的可能性时，可以使用环形弯曲。使用环形弯曲可能影响电路阻抗等特性，因此，应当得到设计工程部门认可。如图7-14所示，有些预先成形的应力释放弯曲常常不能满足径向引线元器件不弯曲垂直安装的最大间距要求，见7.1.6节。元器件与板面之间的最大距离是由设计要求和产品的使用环境决定的。而元器件预成形设备和制造商推荐的元器件引线弯曲规范以及制造能力决定了它的局限性。这可能需要改变工具以满足最终使用要求。

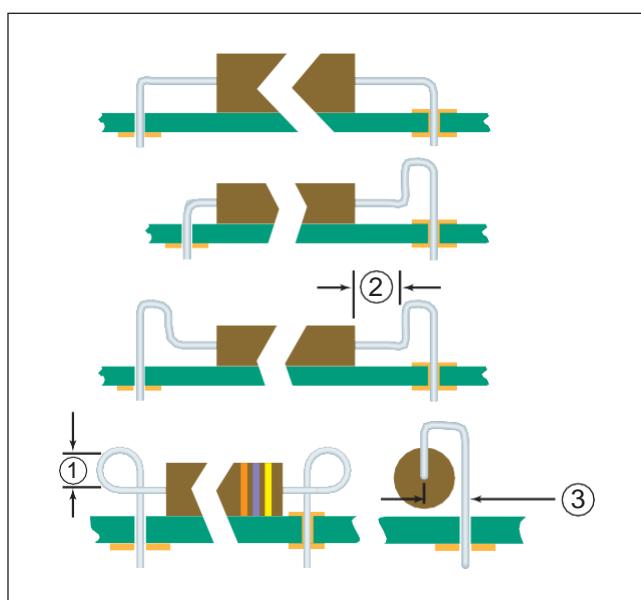


图 7-13

1. 典型的是4-8倍线径 2. 最小一倍线径 3. 最小两倍线径。

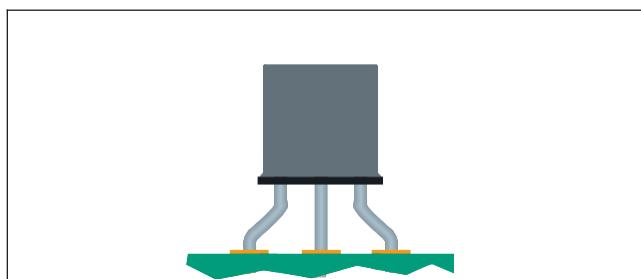
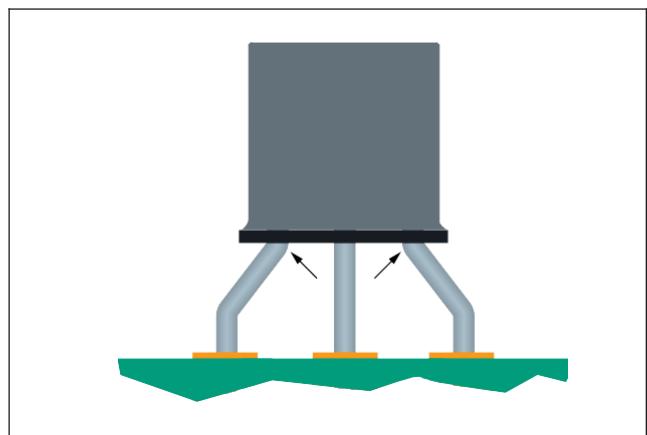


图 7-14

可接受 - 1, 2, 3 级

- 引线被成形以提供应力释放。
- 从元器件本体伸出的引线部分大致与元器件本体主轴平行。
- 插入孔的引线部分大致与板面垂直。
- 由于采用某种类型的应力释放弯曲可能使元器件本体偏离中心位置。

7.1.2.3 元器件的安放 - 引线成形 - 应力释放 (续)



可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 从元器件本体的密封处到引线弯曲起始点的距离小于一倍引线直径或厚度，但不小于0.8 mm [0.03 in]。

图 7-15



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件本体与引线的密封处的损伤和裂缝。
- 没有应力释放。

图 7-16

7.1.2.4 元器件的安放 - 引线成形-损伤

无论引线是采用人工，还是采用机器或模具成形，这些要求均适用。



图 7-17



图 7-18

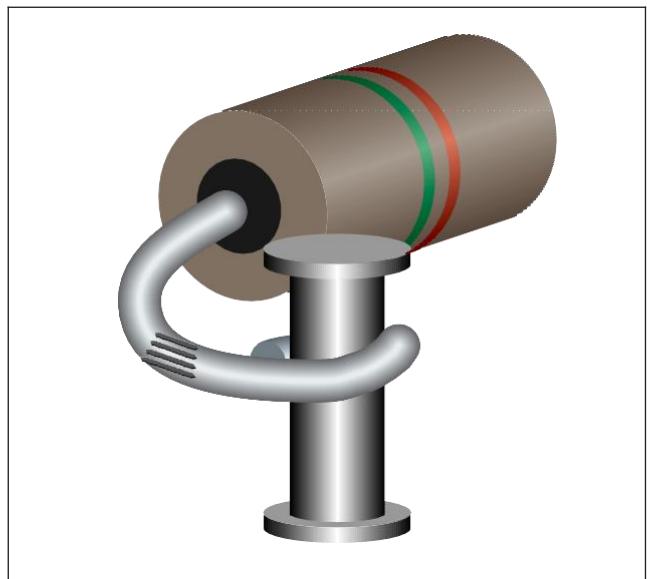


图 7-19

可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件引线没有超过其直径、宽度或厚度的10%的刻痕或变形。暴露金属基材的要求见5.2.1节。

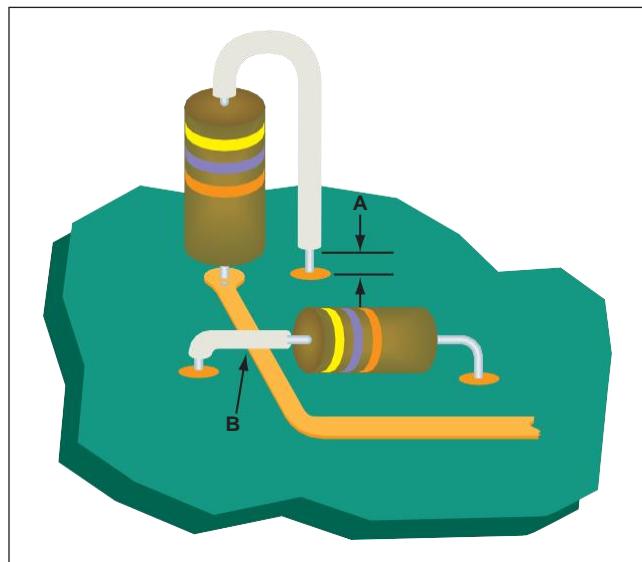
缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线的损伤超过了引线直径或厚度的10%。
- 引线由于多次或粗心弯曲产生变形。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 严重的凹痕，如锯齿状的钳子夹痕。
- 引线直径减少了10%以上。

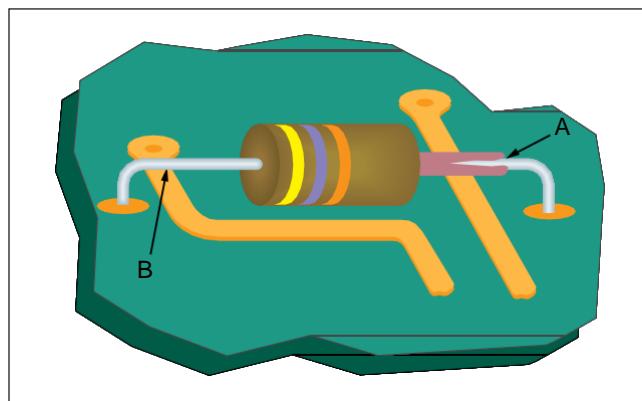
7.1.3 元器件的安放 - 引线跨越导体



可接受 - 1, 2, 3 级

- 套管未妨碍形成所要求的焊接连接, 见图 7-20-A.
- 套管覆盖需保护的区域, 见图 7-20-B.

图 7-20



未建立 - 1级

缺陷 - 2, 3 级

- 套管开裂和/或松开, 见图 7-21-A.
- 要求加套管的元器件引线和导线没有加套管, 见图 7-21-B.
- 套管损伤/不足, 不能起到防止短路的作用。
- 套管妨碍形成所要求的焊接连接。
- 跨越非公共导体的元器件引线违反了最小电气间隙, 见图 7-21-B.

图 7-21

7.1.4 元器件的安放 - 通孔阻塞

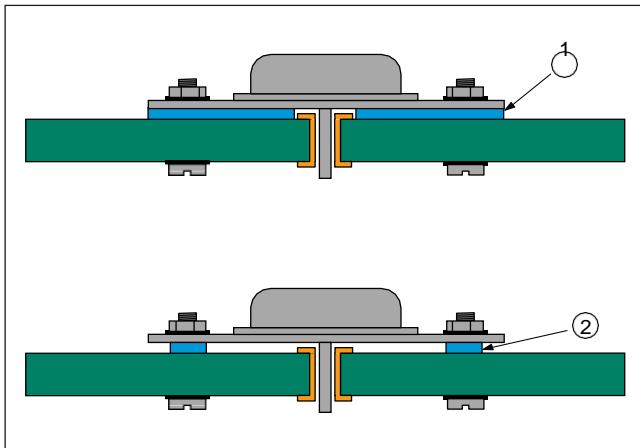


图 7-22
1. 绝缘垫 2. 限位装置

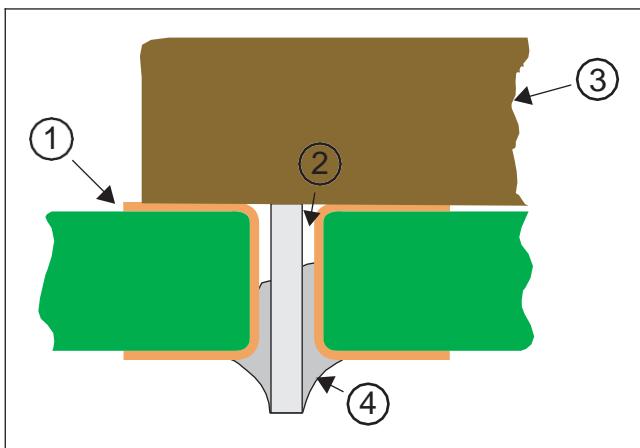


图 7-23
1. 元器件本体接触连接盘并妨碍了焊料的流动。
2. 空气 3. 元器件本体 4. 焊料

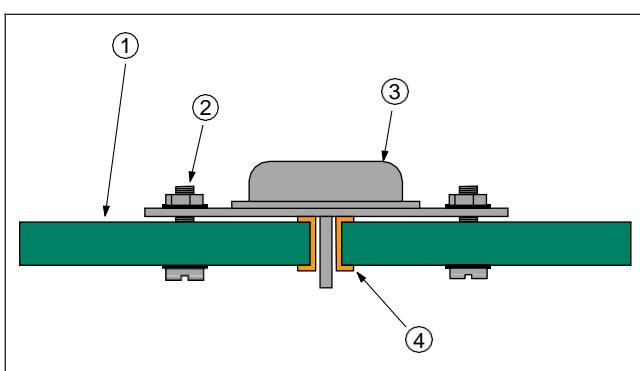


图 7-24
1. 非金属 2. 紧固件 3. 器件外壳 4. 导电图形

可接受 - 1, 2, 3 级

- 部件和元器件以不阻塞焊料流向要求焊接的镀覆孔的主面（焊接终止面）连接盘的方式安放。

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 部件和元器件阻塞焊料流向要求焊接的镀覆孔的主面（焊接终止面）连接盘。

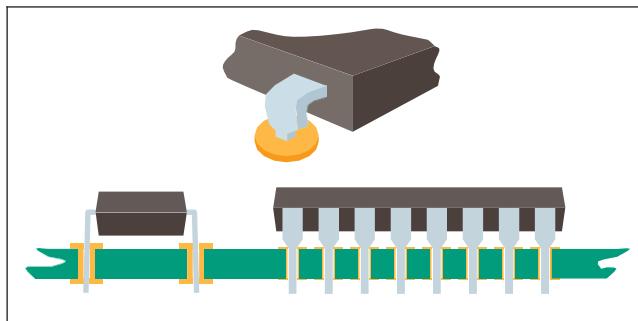
缺陷 - 1, 2, 3 级

- 部件和元器件的安装违反最小电气间隙。

7.1.5 元器件的安放—DIP/SIP 器件和插座

这些要求适用于双列直插封装（DIP）、单列直插封装（SIP）和插座。

注：某些情况下元器件与印制板之间装有散热器，可能需要制定另外的要求。



目标 - 1, 2, 3 级

- 所有引线上的支撑肩紧靠连接盘。
- 引线伸出长度满足要求，见7.3.3节和7.4.3节。

图 7-25

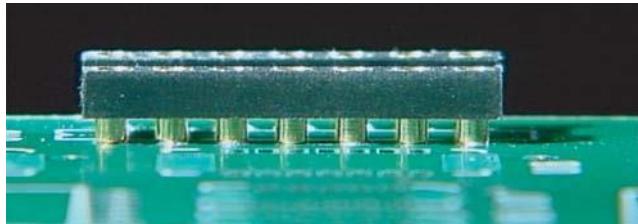
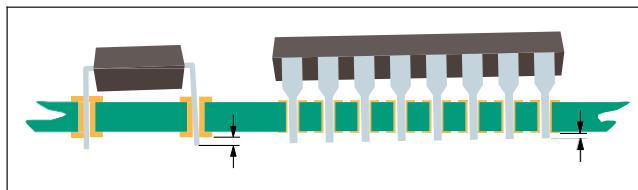


图 7-26



可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件的倾斜限制在引线最小伸出长度和高度要求范围内。

图 7-27



图 7-28

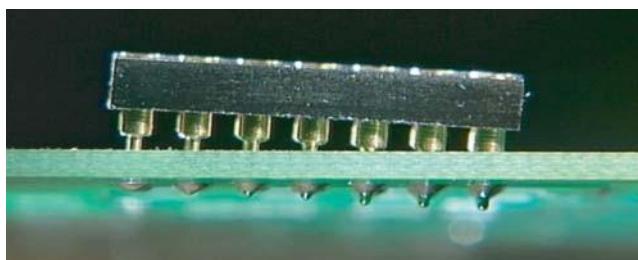


图 7-29

7.1.5 元器件的安放—DIP/SIP 器件和插座（续）

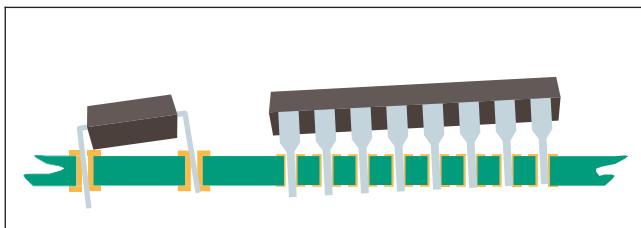


图 7-30

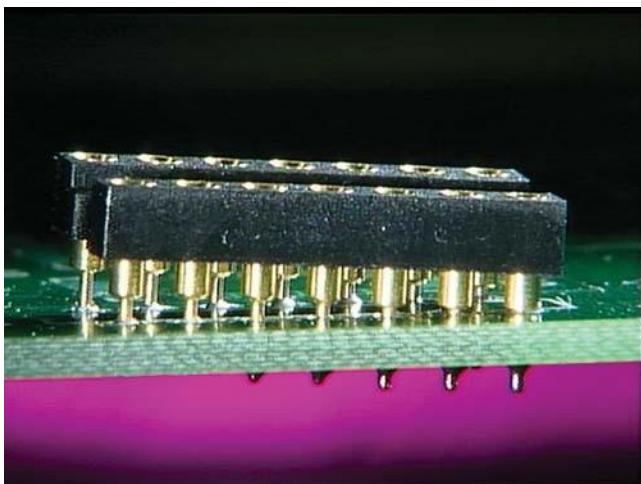


图 7-31

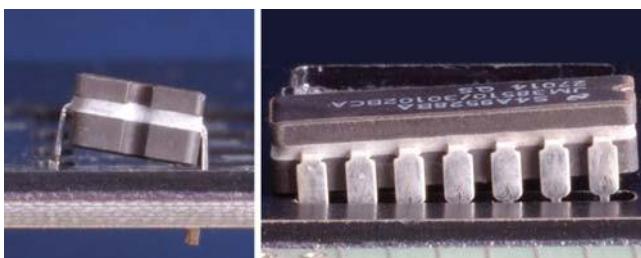


图 7-32

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 元器件的倾斜超出元器件最大的高度限制。
- 由于元器件倾斜使引线伸出不满足验收要求。

7.1.6 元器件的安放 - 径向引线 - 垂直

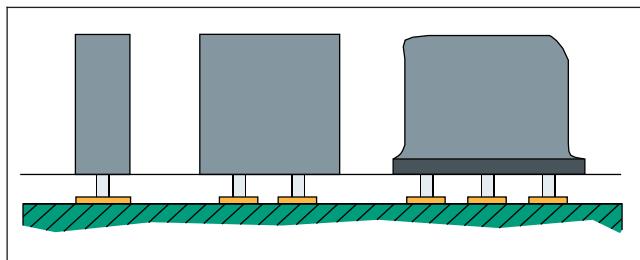


图 7-33

目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件与板面垂直，其底面与板面平行。
- 元器件底面与板面/盘之间的间隙在0.3 mm [0.01 in]到 2 mm [0.08 in]之间。

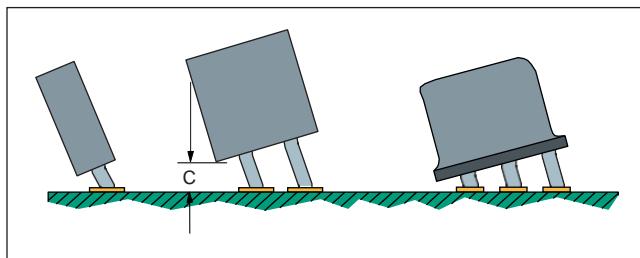


图 7-34

可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件倾斜不违反最小电气间隙，见图 7-34-C.

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 元器件底面与板面/盘之间的距离小于0.3 mm [0.01 in]或大于2 mm [0.08 in]，见 7.1.4 节。

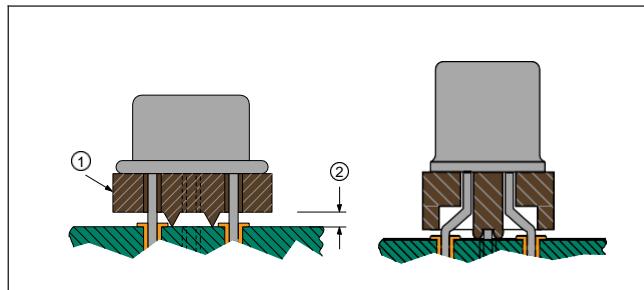
缺陷 - 1, 2, 3 级

- 违反最小电气间隙。

注：有些与外壳或面板有配接要求的元器件不能倾斜，例如：拨动开关、电位计、LCD和LED等。

7.1.6.1 元器件的安放- 径向引线 - 垂直 - 限位装置

用于机械支撑或抵消元器件重量的限位装置必须与元器件和板面完全接触。



目标 - 1, 2, 3 级

- 限位装置与元器件和板面完全接触。
- 引线恰当成形。

图 7-35

1. 限位装置
2. 接触

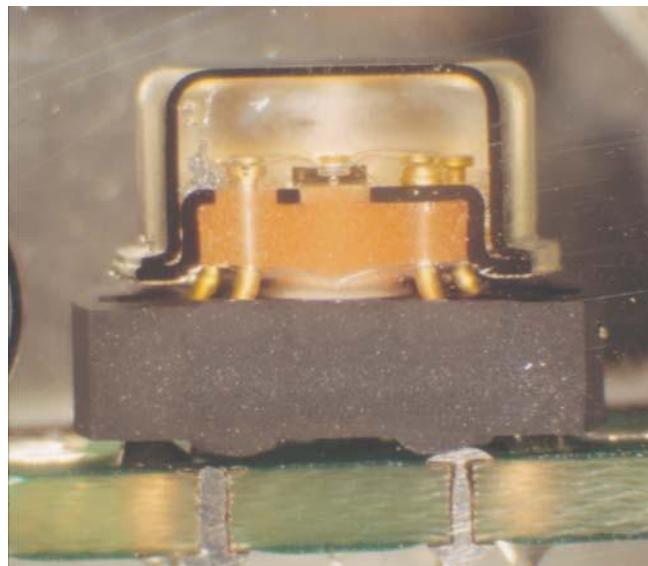


图 7-36

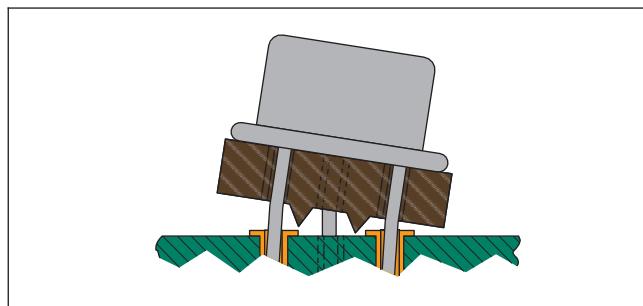


图 7-37

可接受（支撑孔） - 1, 2 级

制程警示（支撑孔） - 3 级

缺陷（非支撑孔） - 1, 2, 3 级

- 限位装置与元器件和板面未完全接触。

7.1.6.1 元器件的安放- 径向引线 - 垂直 -
限位装置 (续)

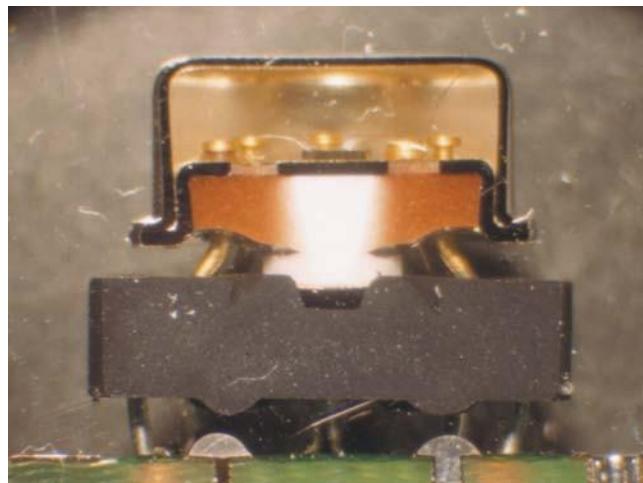


图 7-38

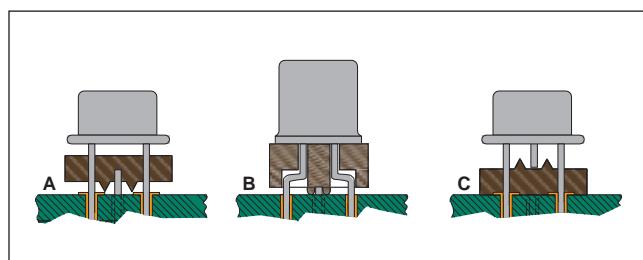


图 7-39

可接受 (支撑孔) - 1 级

制程警示 (支撑孔) - 2 级

缺陷 (支撑孔) - 3 级

缺陷 (非支撑孔) - 1, 2, 3

• 限位装置未接触元器件和板面, 见图 7-39-A.

• 引线不恰当成形, 见图 7-39-B.

未建立 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

• 限位装置倒装, 见图 7-39-C.

7.1.7 元器件的安放 – 径向引线 – 水平

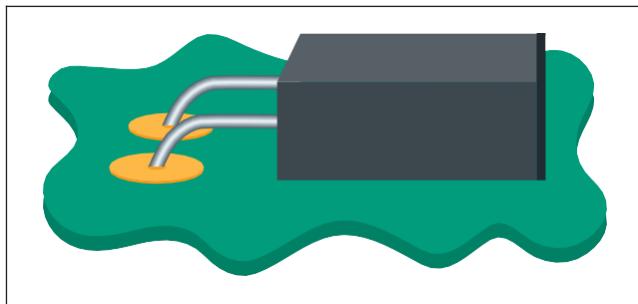


图 7-40

目标 – 1, 2, 3 级

- 元器件本体平且完全接触板面。
- 有粘接材料出现，如果要求，见7.2.2节。

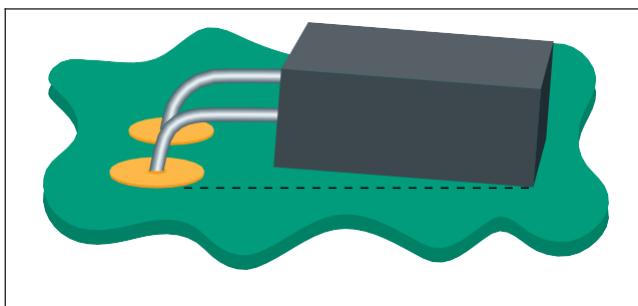


图 7-41

可接受 – 1, 2, 3 级

- 元器件至少有一个边和/或一面接触板子。

注：如果在经核准的组装图纸上指明，元器件可以侧面或端面放置。元器件本体需要用粘接或其它方式固定在板面以防止振动和冲击力施加到板上时造成损伤。

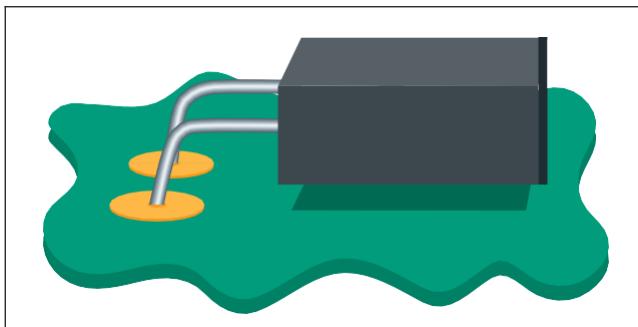


图 7-42

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 未经粘接固定的元器件本体没有接触安装表面。
- 如要求使用固定材料时，而没有发现固定材料。

7.1.8 元器件的安放 – 连接器

这些要求适用于焊接的连接器。连接器插针的要求见4.3节。连接器损伤要求见9.5节。

本节规定的连接器模块/插针错位，是从插针插入区/孔（对于插座式）或从插针尖开始测量（对于插头式）。

如果一个组装的插座是由两个或两个以上同样的插座模块组成，不应当混用来自不同的供应商的插座模块。

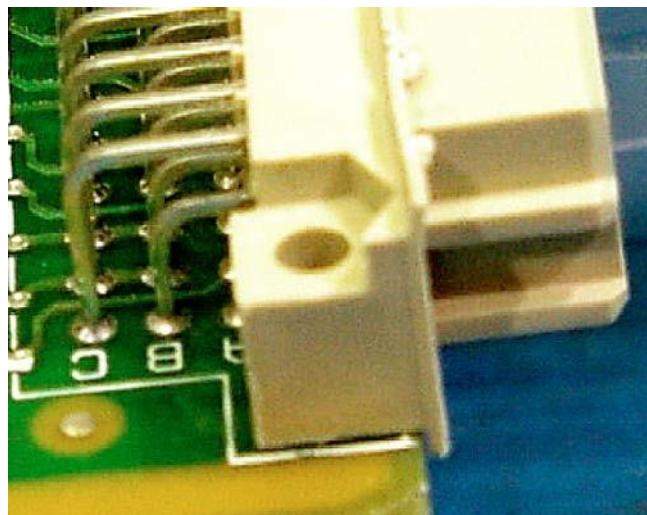


图 7-43、

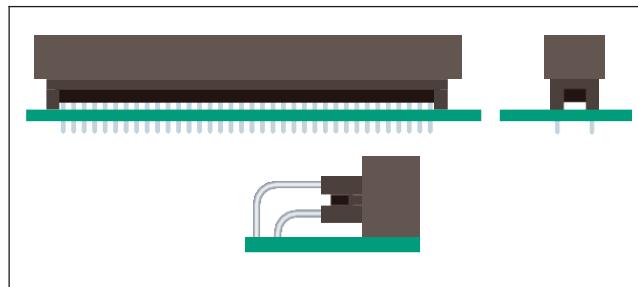


图 7-44

目标 - 1, 2, 3 级

- 连接器与板面平贴。
- 引线伸出满足要求。
- 板销（如果有）完全插入/扣住板子。

7.1.8 元器件的安放- 连接器 (续)

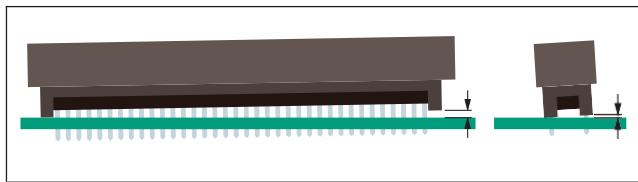


图 7-45

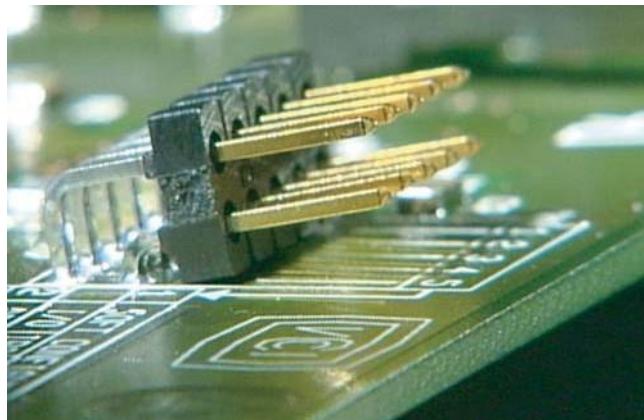


图 7-46

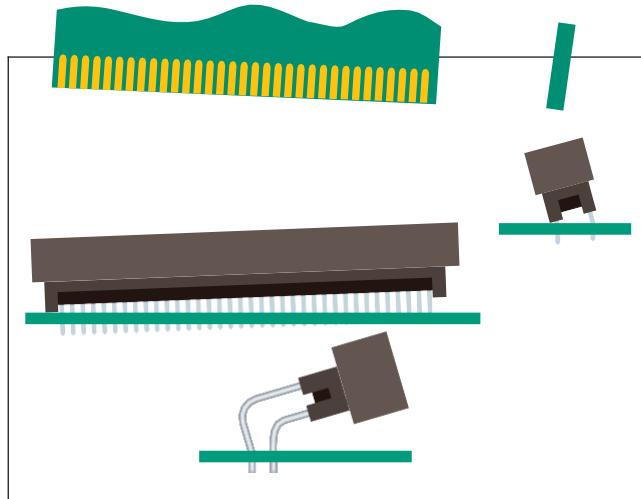


图 7-47

可接受 - 1, 2, 3 级

- 板销完全插入/扣住板子。
- 任何倾斜或错位, 只要:
 - 最小引线伸出满足要求。
 - 没有超过最大 高度要求。
 - 配接恰当。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 由于倾斜或错位, 实际使用中无法配接。
- 元器件违反高度要求。
- 板销没有完全插入/扣入板子。
- 引线伸出不满足验收要求。

注: 为保证连接器满足外形、装配和功能的要求, 可能要求试配接连接器与连接器或组件。

7.1.8.1 元器件的安放- 连接器 - 直角

这些要求适用于直角焊接的插针节距大于或等于 2.5 mm [0.1 in] 的连接器。

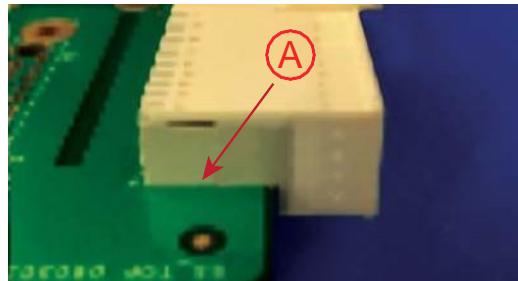


图 7-48

目标 - 1, 2, 3 级

- 连接器平贴板面，见图 7-48-A.
- 连接器组的所有模块对准且与相连模块齐平，见图 7-49-B.

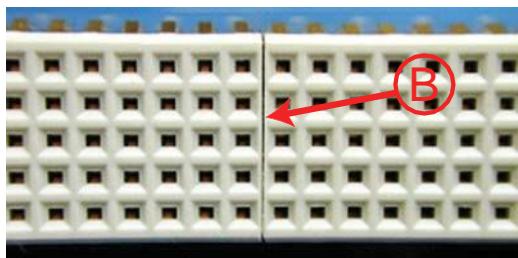


图 7-49

可接受 - 1 级

- 连接器间距不影响按照组装要求与面板、支架、配接连接器等的配接。

可接受 - 2, 3 级

- 连接器与板之间的间隙小于或等于 0.13 mm [0.005 in] (未图示).
- 在一排连接器中，所有连接器的插针开孔的最大错位小于 0.25 mm [0.01 in] 见图 7-50.

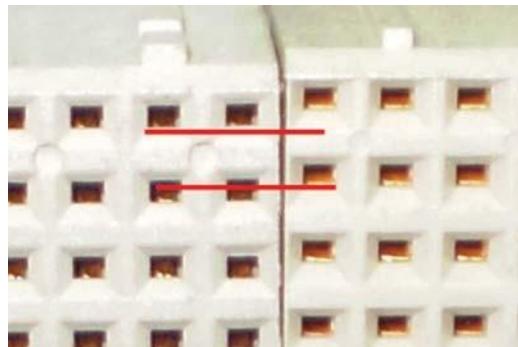


图 7-50

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 连接器间距影响了按照组装要求与面板、支架、配接连接器等的配接。



图 7-51

缺陷 - 2, 3 级

- 连接器与板之间的间隙大于 0.13 mm [0.005 in]，见图7-51-A.
- 在一排连接器中，所有模块（连接器）的插针开孔的最大错位大于 0.25 mm [0.01 in]。见图 7-52-A.

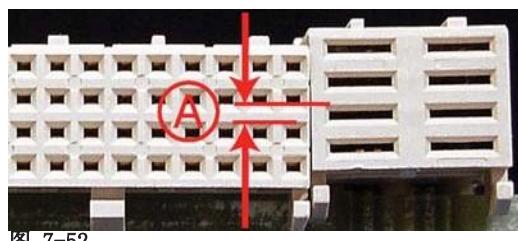


图 7-52

7.1.8.2 元器件的安放- 连接器 - 带侧墙的插针头和直立插座连接器

这些要求适用于插针间距为 $2\text{ mm} - 2.54\text{ mm}$ [$0.08 - 0.1\text{ in}$] 的带侧墙的插针头和直立插座连接器。

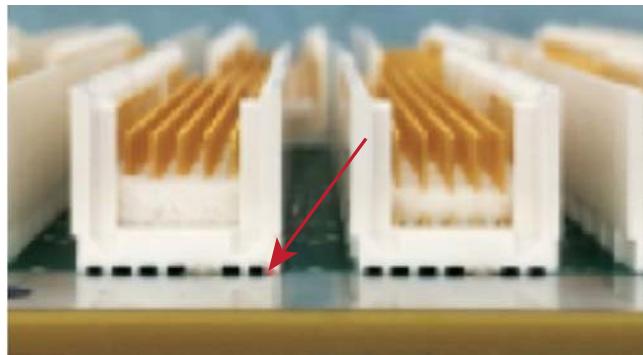


图 7-53

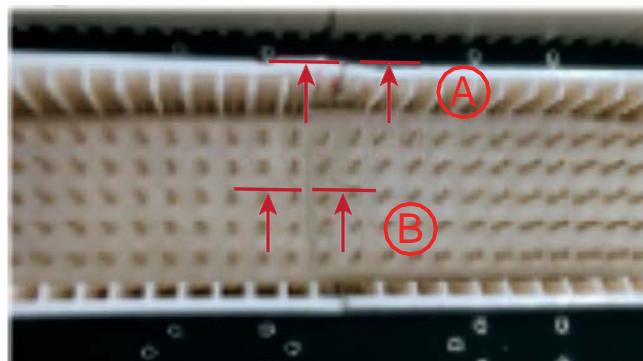


图 7-54

目标 - 1, 2, 3 级

- 连接器与板面平贴。见图 7-53.
- 连接器组的所有模块对准且与相连模块齐平（未图示）。

可接受 - 1 级

- 连接器间距不影响按照组装要求，例如：面板、支架、配接连接器等的配接。

可接受 - 2, 3 级

- 连接器与板之间的间隙小于或等于 0.13 mm [0.005 in] (未图示).
- 插针开孔要求对齐的单个连接器/模块与相邻模块的错位小于或等于 0.25 mm [0.01 in] , 见图 7-54-A.
- 在一排连接器中，任意两个模块/插针之间的最大错位小于 0.25 mm [0.01 in], 见图 7-54-B.

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 连接器间距影响了按照组装要求，例如：面板、支架、配接连接器等的配接。

缺陷 - 2, 3 级

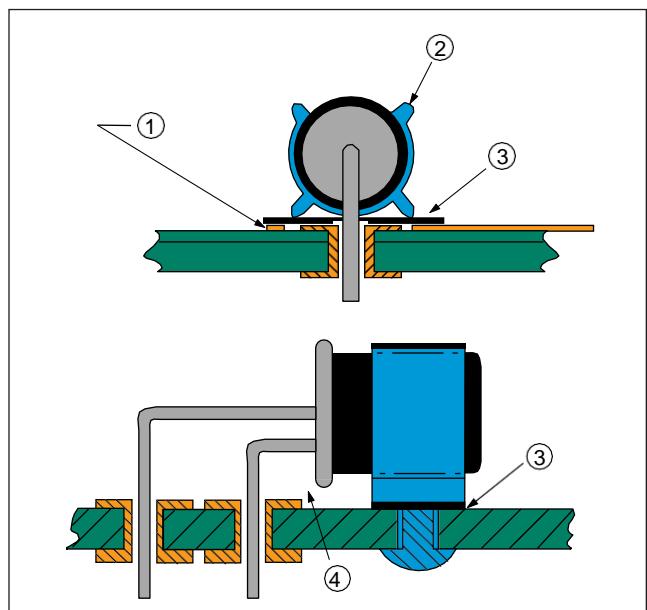
- 连接器与板之间的间隙大于 0.13 mm [0.005 in], (未图示)。
- 插针开孔要求对齐的单个连接器/模块与相邻模块的错位大于 0.25 mm [0.01 in], (未图示)。
- 在一排连接器中，任意两个模块/插针之间的最大错位大于 0.25 mm [0.01 in] (未图示)。

7.1.9 元器件的安放 - 导体外壳

当两个元器件本体之间存在潜在的短路风险（违反最小电气间隙）时，至少应当用绝缘垫保护其中一个元器件本体。

7.2 元器件的固定

7.2.1 元器件的固定- 固定夹



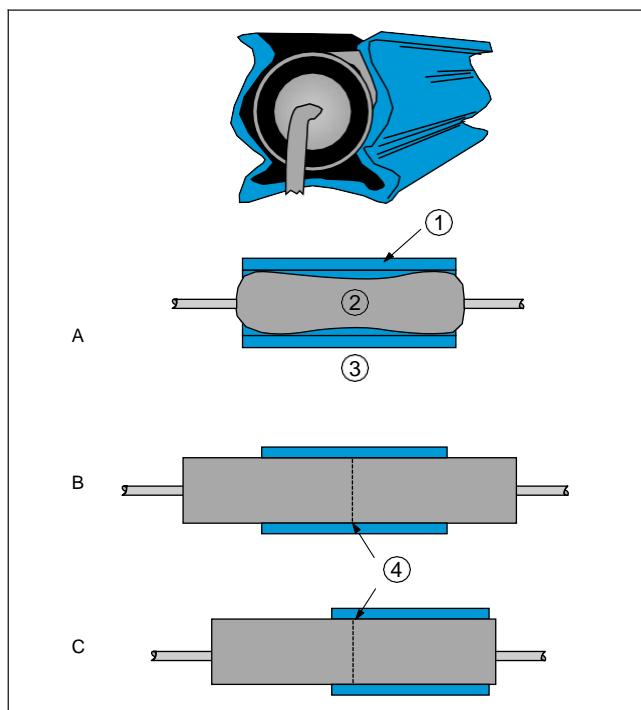
目标 - 1, 2, 3 级

- 用绝缘材料将未绝缘的金属元器件与下面的电路隔离。
- 采用绝缘材料将用于固定元器件的未绝缘的金属固定夹和其它加固装置与下面的电路隔离。

图 7-55

1. 导电图形
2. 金属固定夹
3. 绝缘材料
4. 间隙

7.2.1 元器件的固定- 固定夹 (续)



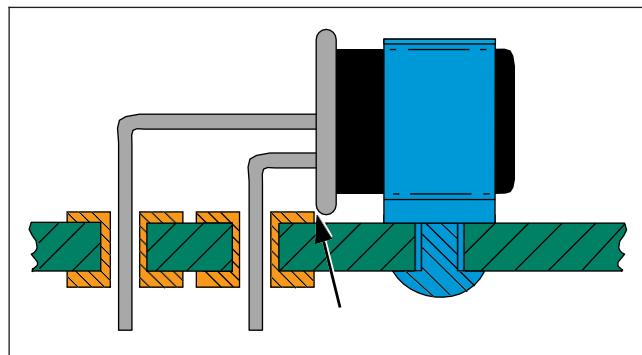
可接受 - 1, 2, 3 级

- 固定夹在元器件的两端接触夹紧, 见图 7-56-A.
- 元器件以重心落在固定夹内安放, 见图 7-56-B, C.
- 元器件端部齐平或超出固定夹末端, 见图 7-56-C.
- 连接盘与未绝缘元器件本体之间的距离未违反最小电气间隙。.

图 7-56

1. 固定夹
2. 不规则体
3. 俯视图
4. 重心

7.2.1 元器件的固定- 固定夹 (续)



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 连接盘与未绝缘元器件本体之间的距离小于最小电气间隙，见图 7-57.
- 未绝缘的金属夹或其它加固装置没有与下面的电路绝缘。
- 固定夹没有夹紧元器件，见图 7-58-A.
- 元器件中心或重心没有落在固定夹内，见图 7-58-C.

图 7-57

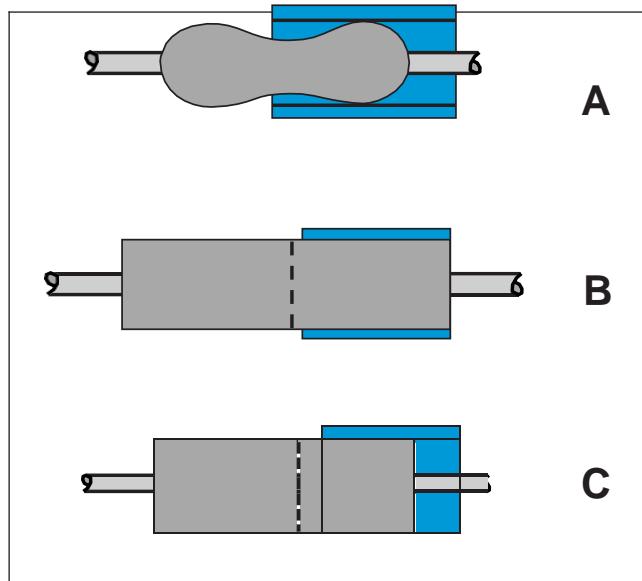


图 7-58

7.2.2 元器件的固定- 粘合剂粘接

要求加固且图纸没有提供要求时，应当采用以下要求。这些要求不适用于SMT元器件（见8.1节）。不需要采用放大装置对加固进行目视检查。1.75至4倍的放大倍数可用于仲裁检查。
对于粘合剂的固化要求，可参粘合剂制造商的指南。

7.2.2.1 元器件的固定- 粘合剂粘接 - 非架高元器件

对于有套管或无套管元器件的标准一致，对于玻璃体元器件有以下例外。

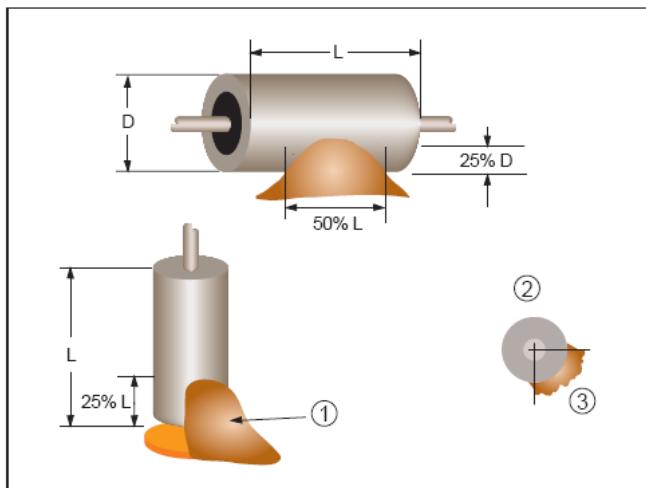


图 7-59

1. 粘合剂
2. 俯视图
3. 周长的25%

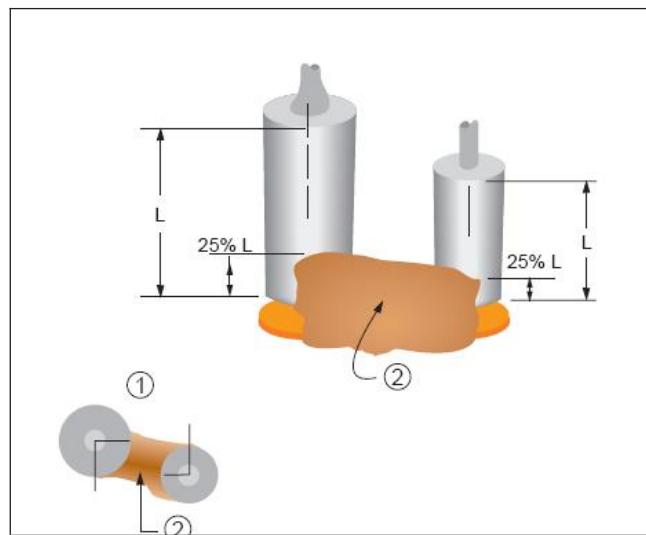


图 7-60

1. 俯视图
2. 粘合剂

可接受 - 1, 2, 3 级

- 粘合剂连接粘着于安装表面和元器件本体。
- 粘合剂已固化。
- 在粘合剂粘接和附着物表面之间没有间隙/分离/裂纹。
- 粘接材料未接触元器件本体密封处。
- 对于水平放置的元器件，粘接材料：
 - 粘接元器件至少为其长度 (L) 的 50%。
 - 最大填充高度允许元器件本体顶部全部长度可见。
 - 最小填充高度为元器件直径 (D) 的 25%。
- 对于垂直放置的元器件：
 - 粘接材料连续施加至少为元器件长度 (L) (高度) 的 25% 且粘接材料轻微流入元器件底部，但没有接触到元器件本体密封处。见图 7-59-1.
 - 粘接材料与元器件的粘接：
 - 至少三个粘接点均匀分布于元器件周围至少 25% 或
 - 单位粘接点至少为元器件周长的 25%。
- 对于玻璃元器件：
 - 当有要求时，元器件本体在涂布粘接材料之前要加套管。
 - 粘合剂，如支撑、加固等所用的，没有接触加有套管的玻璃本体元器件上未被套管覆盖的区域。
- 对于多个垂直放置的元器件：
 - 粘合剂对每个元器件的粘接范围至少为其长度 (L) 的 25%，且粘合剂在各元器件之间连续涂布。见图 7-60-2.
 - 对每个元器件的粘接材料至少为其周长的 25%，见图 7-60-1.
- 轴向带套管元器件（除玻璃体）有粘接材料接触元器件的一个或两个端面。

可接受 - 3 级

- 对水平放置的元器件（装或不装套管的），粘接材料施加于元器件的两侧。

7.2.2.1 元器件的固定- 粘合剂 - 非架高元器件 (续)

未建立 - 1, 2 级

缺陷 - 3 级

- 水平放置的元器件（装或不装套管的），两侧的粘接材料小于元器件直径 (D) 的25%。

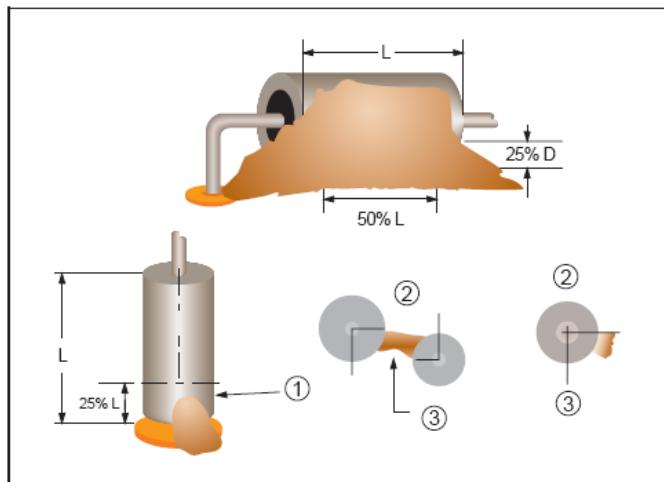


图 7-61

1. <长度 (L) 的 50%
2. 俯视图
3. <周长的 25%

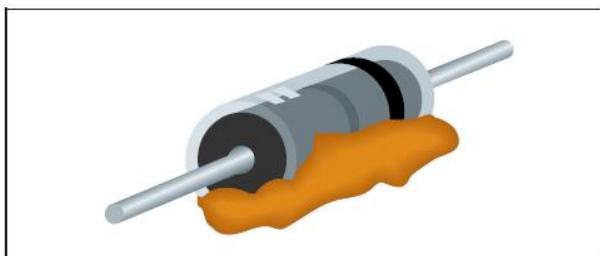


图 7-62

未建立 - 1 级

制程警示 -2 级

缺陷 - 3 级

- 水平放置的元器件（装或不装套管的），由于过多粘接材料而导致元器件本体顶部整体长度不可见。

未建立 - 1, 2 级

缺陷 - 3 级

- 水平放置的元器件（装或不装套管的），粘接材料未应用于元器件两侧。

未建立 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 水平放置的轴向引线上有粘接材料连接元器件本体。

- 对于垂直放置的元器件：

- 元器件外围分布少于三个粘接点或
- 粘合剂的一个粘接点小于元器件周长的25%。
- 粘接高度小于元器件长度（高度）的 25%.

7.2.2.1 元器件的固定- 粘合剂 - 非架高元器件（续）

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 粘合剂在安装表面和元器件本体之间的涂布不连续。
- 非绝缘的金属外壳元器件粘接于导线图形上。
- 待焊区域的粘合剂阻碍了满足表7-4的要求。
- 硬质的粘合剂，如支撑、加固等所用的，接触了玻璃体元器件上未被套管覆盖的区域，见图7-62.
- 粘接材料未固化。
- 水平放置的元器件的粘固材料：
 - 对元器件的粘接范围小于元器件长度 (L) 的 50%。
 - 一侧的粘合剂小于元器件直径 (D) 的 25%。
- 多个垂直放置的元器件：
 - 粘合剂对每个元器件的粘接范围小于其长度 (L) 的 25%。
 - 粘合剂对每个元器件的粘接范围小于其周长的 25%。
 - 粘合剂在元器件之间的涂布不连接。

7.2.2.2 元器件的固定-粘合剂粘接 - 架高的径向引线元器件

本节特别适用于那些未平贴板子的包封或灌封变压器和/或线圈。

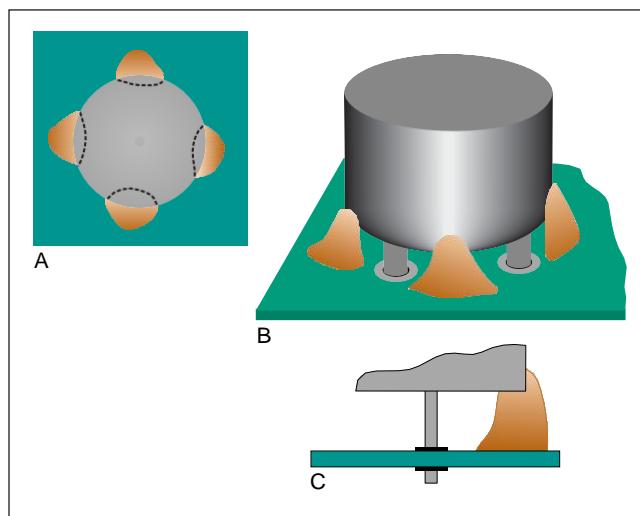


图 7-63

可接受 - 1, 2, 3 级

- 粘接要求应该标注于工程文件中，但作为最低要求，使用无机械支撑的元器件，元器件周边至少有四处均匀分布的粘接点，见图 7-63-A.
- 粘接范围至少达到元器件总周长的20%，见图 7-63-B.
- 粘合剂牢固地粘附于元器件的底部和侧面以及印制板，见图 7-63-C.
- 粘合剂材料没有影响形成所要求的焊接连接。

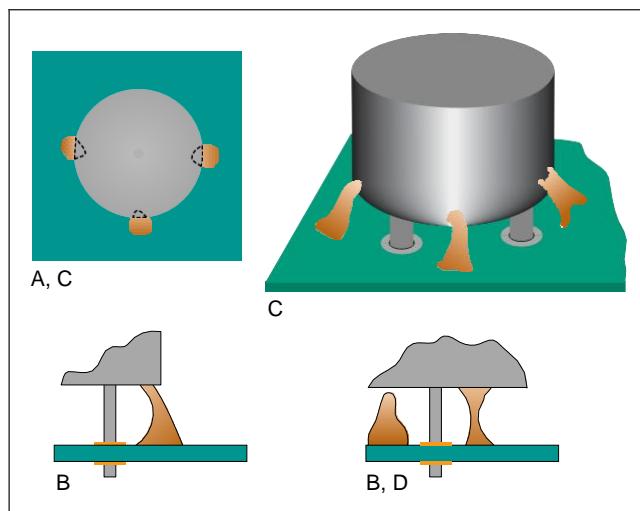


图 7-64

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 粘接条件低于规定的要求。
- 粘合剂没有润湿元器件底部和侧面以及安装表面，呈现附着不良，见图 7-64-B.
- 粘接范围小于元器件总周长的20%，见图 7-64-C.
- 粘合剂形成的支柱太细以致不能很好地支撑，见图 7-64-D.
- 粘合剂材料影响形成所要求的焊接连接。

7.2.3 元器件的固定 - 其它方式

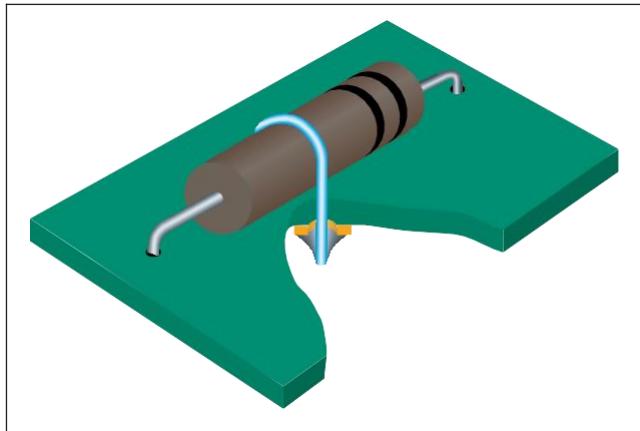


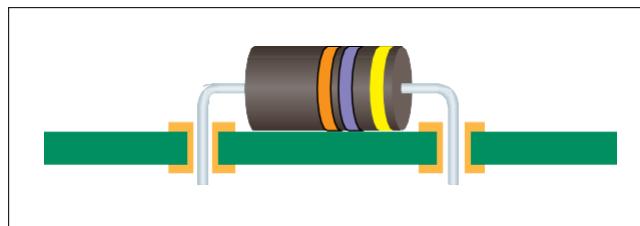
图 7-65

可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件牢靠地固定在安装表面。
- 紧固装置没有损伤元器件本体或绝缘层。
- 导电紧固装置不违反最小电气间隙。

7.3 支撑孔

7.3.1 支撑孔 - 轴向引线 - 水平



目标 - 1, 2, 3 级

- 整个元器件本体接触板面。
- 要求离开板面安装的元器件，与板面至少相距1.5 mm [0.06 in]。如：高发热元器件。

图 7-66

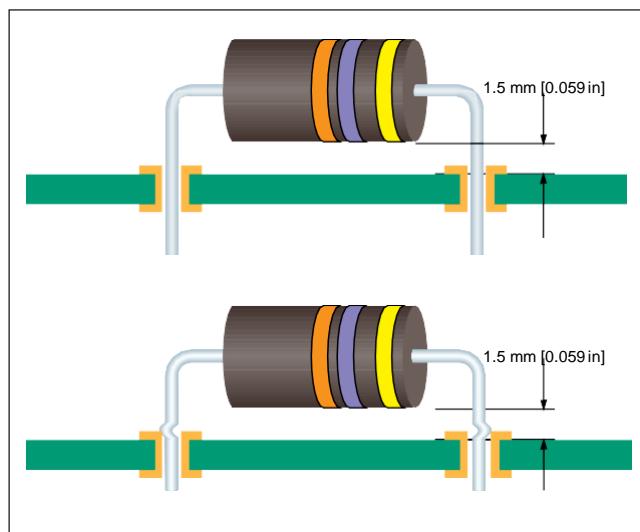


图 7-67

7.3.1 支撑孔 - 轴向引线 - 水平 (续)

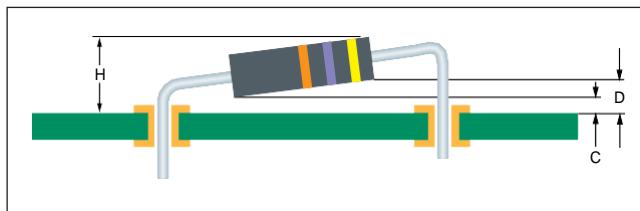


图 7-68

可接受 - 1, 2 级

- 元器件本体与板面的最大间隙(D) 没有违反引线伸出要求, 见7.3.3节, 或元器件高度要求(H)。(H) 是一个由用户规定的尺寸。

可接受 - 3 级

- 元器件本体与板面的间隙(C) 不超过 0.7 mm [0.03 in].

制程警示 - 3级

- 元器件本体与板面的间隙(De 大于 0.7 mm [0.03 in]).

缺陷 - 3 级

- 元器件本体与板面的间隙(D) 大于 1.5 mm [0.06 in].

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件高度超过用户规定的尺寸 (H) 。
- 要求离开板面安培的元器件, 与板面相距不到 1.5 mm [0.06 in] (C) 。

7.3.2 支撑孔 - 轴向引线 - 垂直

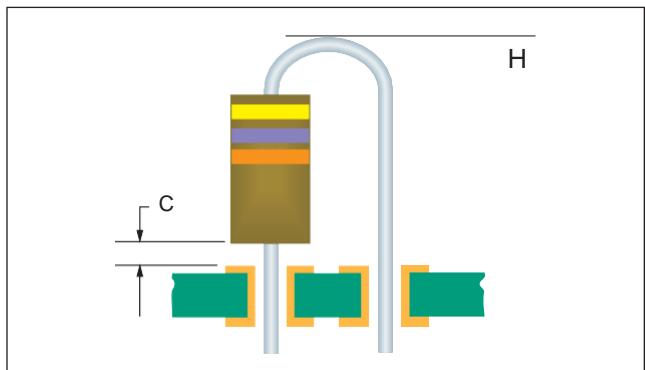


图 7-69

目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件本体或熔接珠与连接盘之间的间隙 (C) 为 1 mm [0.04 in].
- 元器件本体垂直于板子。
- 总高度不超过设计规定的最大高度值 (H).

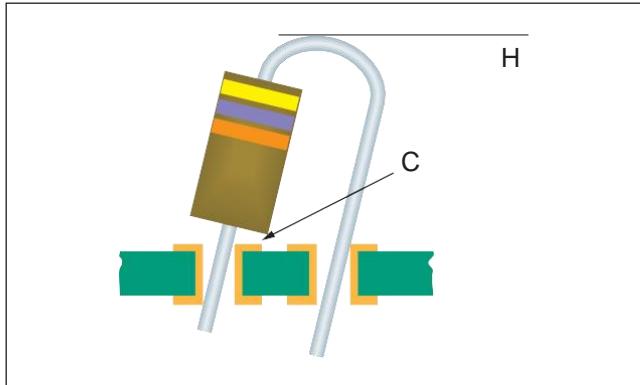


图 7-70

可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件本体或熔接珠与连接盘之间的间隙 (C) 满足表7-2的要求。
- 元器件引线的角度不会导致违反最小电气间隙。

表 7-2 元器件与连接盘之间的间隙

	1级	2级	3级
(C) 最小	0.1 mm [0.004 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.03 in]
(C) 最大	6 mm [0.2 in]	3 mm [0.1 in]	1.5 mm [0.06 in]

7.3.2 支撑孔 - 轴向引线 - 垂直 (续)

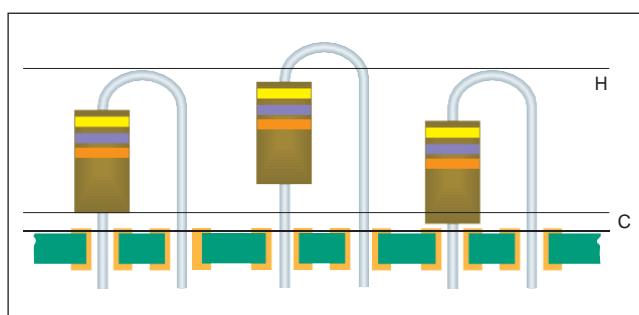


图 7-71

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件本体或熔接珠与连接盘之间的间隙 (C) 小于表7-2给出的最小值, 见图 7-71.
- 元器件本体或熔接珠与连接盘之间的间隙 (C) 大于表7-2给出的最大值, 见图 7-71.
- 元器件违反最小电气间隙。
- 元器件高度不满足外形、装配或功能要求。
- 元器件高度 (H) 超出用户规定的尺寸, 见图 7-71-H.

7.3.3 支撑孔 – 导线/引线伸出

引线伸出应当符合表 7-3的要求。

注：高频情况时要对元器件引线的长度有更加精确的控制，以免影响产品的设计功能。

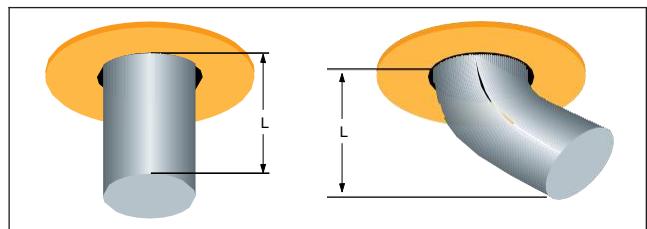
表 7-3 支撑孔导线/引线伸出长度

	1级	2级	3级
最小(L)	焊料中的引线末端可辨识, 注 1, 3		
最大(L) , 注 2	无短路危险	2.5 mm [0.1 in]	1.5 mm [0.06 in]

注 1. 对于已预先确定引线长度，且其小于板厚度的元器件，元器件或引线台肩与板面齐平，在后续形成的焊接连接中不要求引线末端可见。

注 2: 只要不违反最小电气间隙，插座引线、继电器引线、回火引线和其它直径大于1.3mm[0.05in]的引线，可免除最大引线伸出长度要求。

注 3: 可辨识的最小引线长度例外，见7.3.5节。



可接受 - 1, 2, 3 级

- 引线伸出连接盘的长度在表7-3规定的最小与最大值 (L) 范围内，只要没有违反最小电气间隙的危险。
- 当有规定时，引线满足设计长度 (L) 要求。

图 7-72

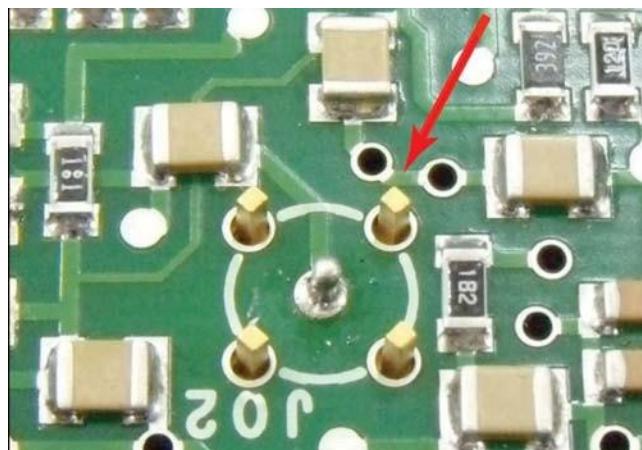


图 7-73

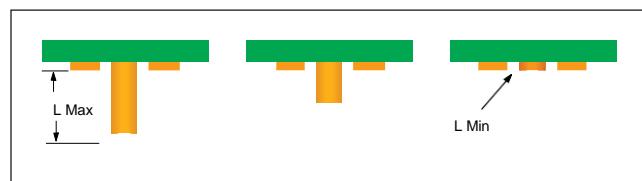


图 7-74

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线伸出不符合表7-3的要求。
- 引线伸出违反最小电气间隙。
- 引线伸出超过设计规定的最大高度要求。

7.3.4 支撑孔 - 导线/引线弯折

通孔连接中的元器件引线可以采用直插、部分弯折或全弯折的结构。弯折应该满足以提供焊接过程中的机械固定。可随意选择与任何导体相对的弯折方向。DIP引线应该至少有两根对角线上的引线向外部分弯折直径或厚度大于 $1.3\text{mm}[0.05\text{in}]$ 引线不应该弯曲也不应该进行以安装为目的的成形。回火的引线不应当采用完全弯折结构终止。

引线由盘表面垂直没得的引线长度满足表7-3的伸出长度要求，且不违反最小电气间隙要求。

本节内容适用于有弯折要求的端子。其它要求可能标注在相应的技术规范或图纸中。用于固定的部分弯折引线可看作非弯折引线，并应当满足伸出要求。

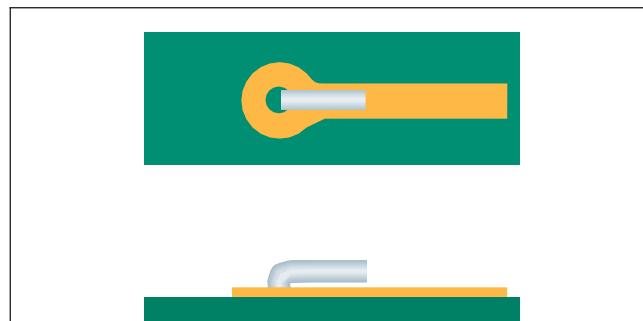


图 7-75

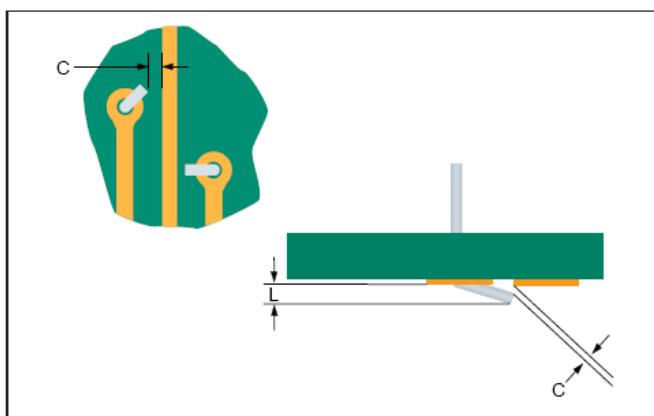


图 7-76

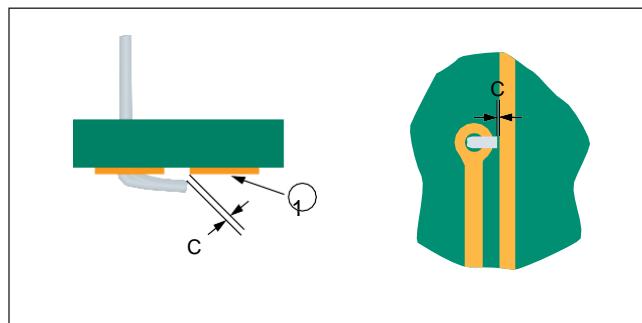
目标 - 1, 2, 3 级

- 引线末端与板面平行，沿着与连接盘相连的导体的方向弯折。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 弯折的引线不违反与非公共导体间的最小电气间隙 (C)。
- 伸出连接盘的长度 (L) 不大于类似的直插引线的长度，见图7-76和表7-3。

7.3.4 支撑孔 - 导线/引线弯折 (续)



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线朝向非公共导体弯折并违反最小电气间隙 (C)。

图 7-77

1. 非公共导体



图 7-78

7.3.5 支撑孔 - 焊接

7.3.5.1节至7.3.5.12节提供了支撑孔的焊接要求。无论采用何种焊接工艺，如手工焊接、波峰焊接、通孔再流接等，本节要求均适用。

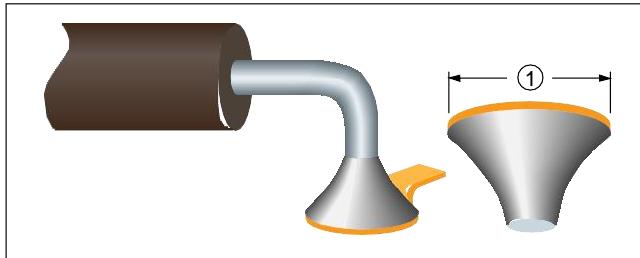


图 7-79

1. 连接盘区域

目标 - 1, 2, 3 级

- 无空洞区域或表面瑕疵。
- 引线和连接盘润湿良好。
- 引线可辨识。
- 引线周围有100%焊料填充。
- 焊料覆盖引线，呈羽状外延在连接盘/导体上形成薄薄的边缘。



图 7-80



图 7-81

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料内的引线形状可辨识。

7.3.5 支撑孔 - 焊接 (续)

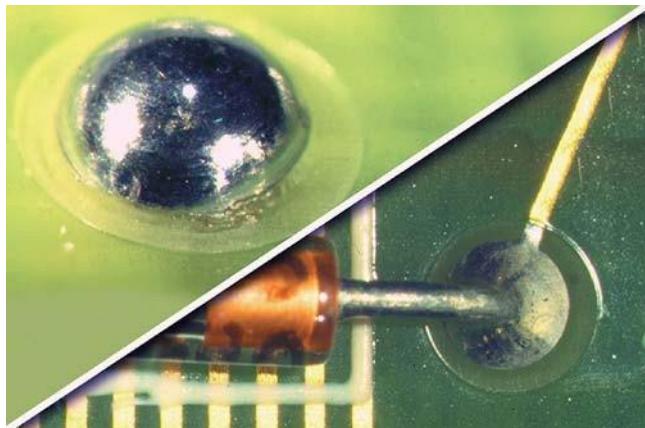


图 7-82

可接受 - 1 级

制程警示 -2, 3 级

- 填充表面外凸，并且作为表7-3和表7-4的一个例外，由于焊料过多致使引线形状不可辨识，只要在焊接终止面可确定引线位于通孔中。

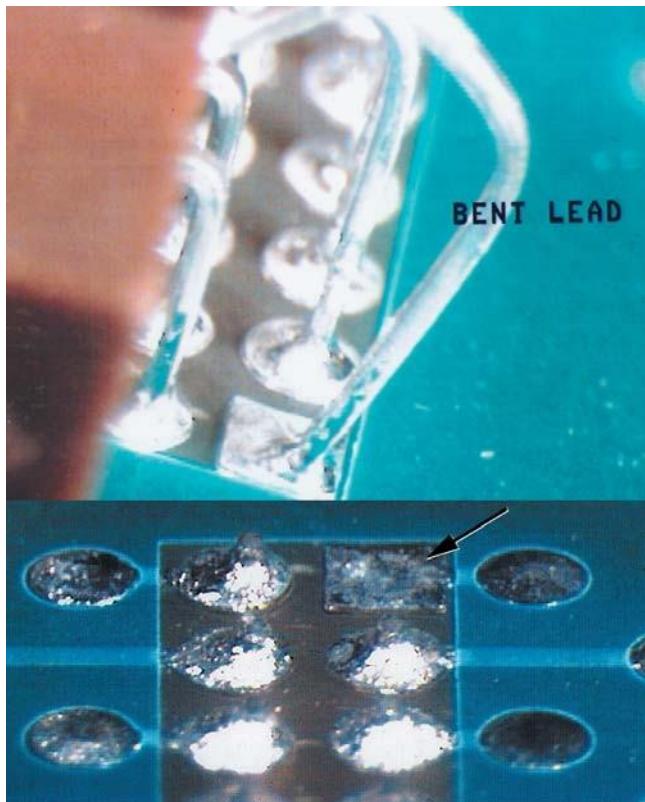


图 7-83

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 由于引线弯离正常位置导致引线不可辨识。
- 焊料没有润湿引线或连接盘。
- 焊料覆盖不符合表7-4的要求。

7.3.5 支撑孔 - 焊接 (续)

表 7-4 有引线的的镀覆孔 - 最低可接受焊点¹

要求	1级	2级	3级
A.	未建立	75%	75%
		50% 或 1.2 mm [0.05 in], 取较小者	
B.	未建立	180°	270°
C.		0%	
D.		270°	330°
E.		75%	

注 1. 润湿的焊料指焊接过程中施加的焊料。对于通孔再流焊接，引线和连接盘之间可能没有外部填充的焊料。

注 2. 未填充高度包括起始面和终止面的焊料下陷。

注 3. 某些特定的情况下，少于100%焊料填充是不可接受的，例如热冲击、电性能等。用户有责任向制造商说明这些情况。

注 4. 对于2级产品的垂直焊料填充，50%或1.2 mm [0.05 in]取两者的较小值，焊接起始面的镀覆孔引线和孔壁要求达到360°润湿。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊接连接不符合表7-4要求。

7.3.5.1 支撑孔 - 焊接 - 垂直填充 (A)

目标 - 1, 2, 3 级

- 有100%填充。

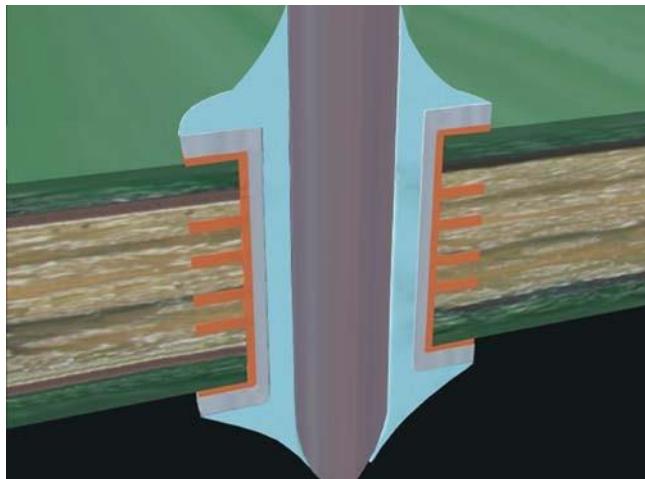


图 7-84

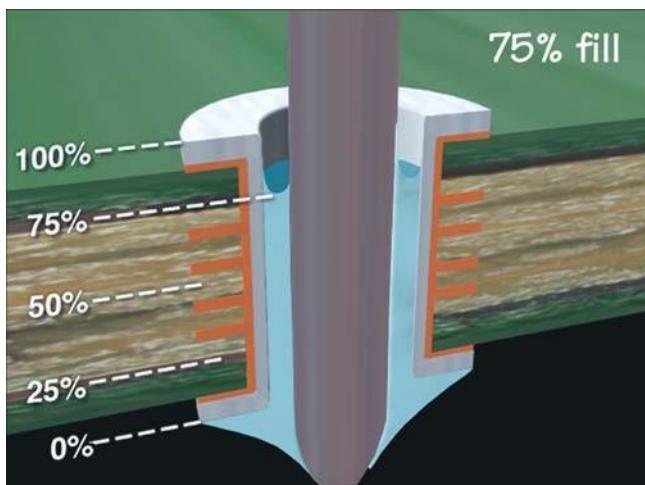


图 7-85

可接受 - 2 级

- 引线数量为14或多于14的元器件，孔的最小垂直填充为50%或1.2 mm [0.05 in]（未图示），取两者较小值。
- 焊接起始面的元器件引线可辨识。
- 引线数量少于14的元器件并且连接内部散热层的孔最小垂直填充为50%或1.2 mm [0.05 in]，取两者较小值，如图7-87所示B面镀覆孔孔壁和引线360°润湿，镀覆孔周围满足表7-4要求。

可接受 - 2, 3 级

- 最少75%的填充。允许包括焊接起始面和终止面一共最多 25%的下陷。

注：对于2级产品，此标准是指元器件的引线少于14，且引线没有与内部散热层相连。

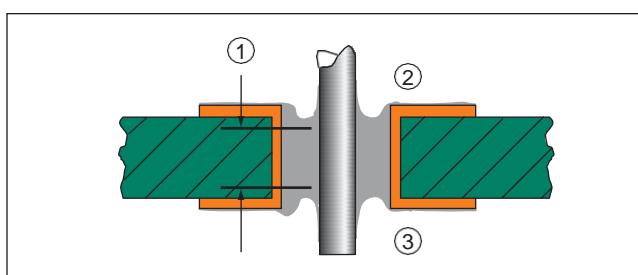


图 7-86

1. 垂直填充分足表7-4要求。
2. 焊接终止面。
3. 焊接起始面。

7.3.5.1 支撑孔 - 焊接 - 垂直填充(A) (续)

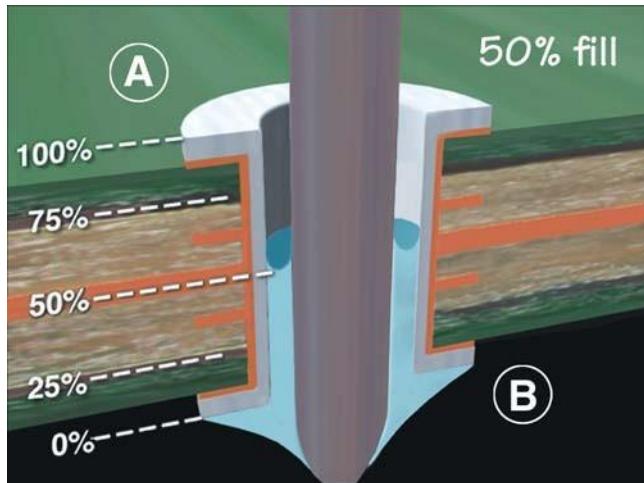


图 7-87

缺陷 - 2 级

- 引线数量小于14且无内部散热层的元器件，孔的最小垂直填充小于75%。
- 引线数量少于14的元器件并且连接内部散热层的孔最小垂直填充小于75%或1.2 mm [0.05 in]，取两者较小值，如图7-87所示B面镀覆孔孔壁和引线360°润湿。
- 引线数量为14或多于14的元器件，孔的垂直填充小于50%或1.2 mm [0.05 in]，取两者较小值。

缺陷 - 3 级

- 孔的垂直填充小于75%。

注:某些应用中不接受小于100%的焊料填充，例如，热冲击、电性能。用户有责任向制造商说明这些情况。

7.3.5.2 支撑孔-焊接- 焊接终止面 - 引线到孔壁 (B)



图 7-88

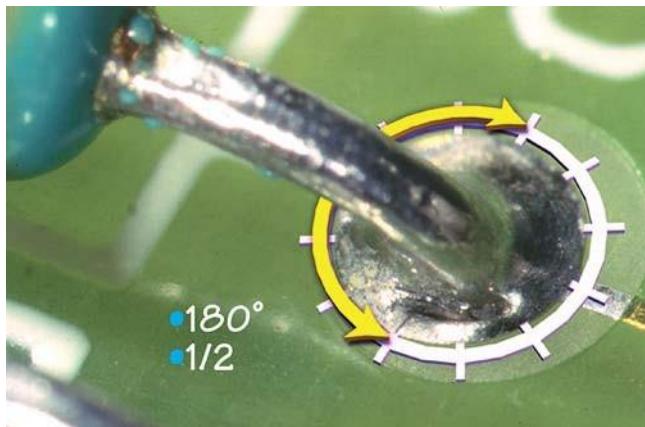


图 7-89

目标 - 1, 2, 3 级

- 引线和孔壁呈现360° 的润湿。

未建立 - 1 级

可接受 - 2 级

- 引线和孔壁至少呈现180° 的润湿, 见图7-89.

可接受 - 3 级

- 引线和孔壁至少呈现270° 的润湿, 见图7-90.

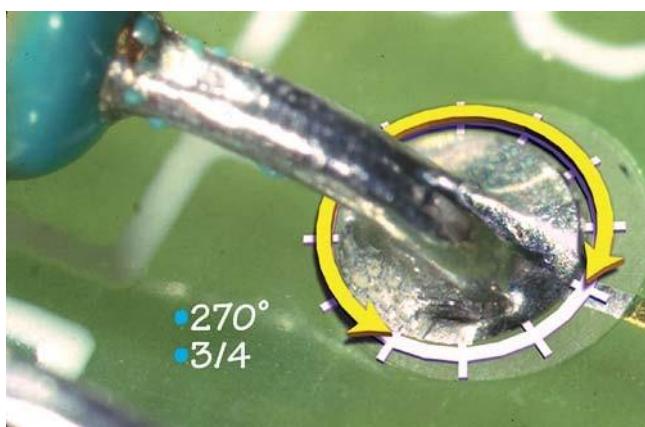


图 7-90

7.3.5.2 支撑孔 - 焊接 - 焊接终止正面 - 引线到孔壁 (B) 续

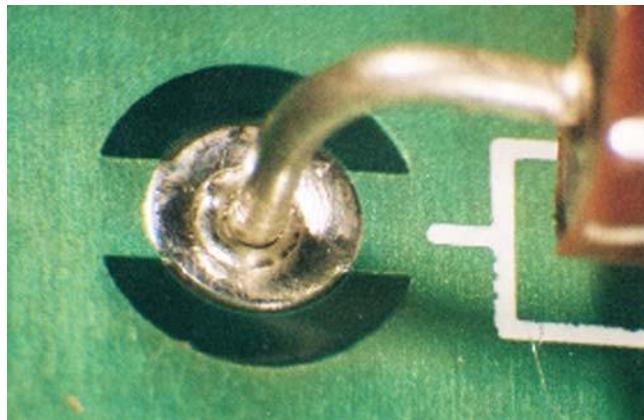


图 7-91



图 7-92

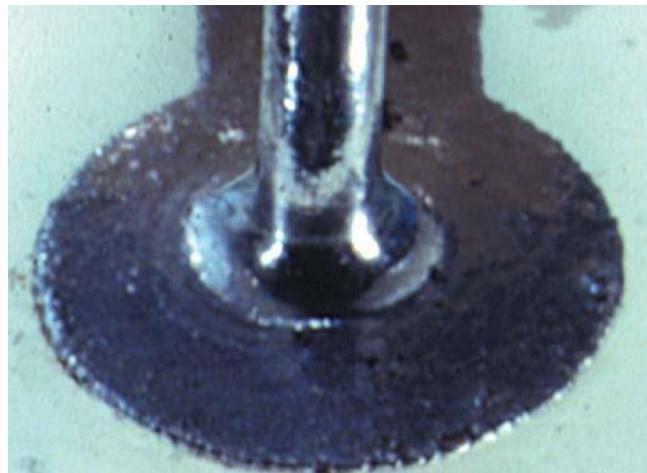
缺陷 - 2 级

- 引线或孔壁润湿小于 180° 。

缺陷 - 3 级

- 引线或孔壁润湿小于 270° 。

7.3.5.3 支撑孔 - 焊接 - 焊接终止面 - 连接盘区覆盖(C)



可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊接终止面的连接盘区不需要焊料润湿。

图 7-93

7.3.5.4 支撑孔 - 焊接 - 焊接终止面 - 引线到孔壁(D)

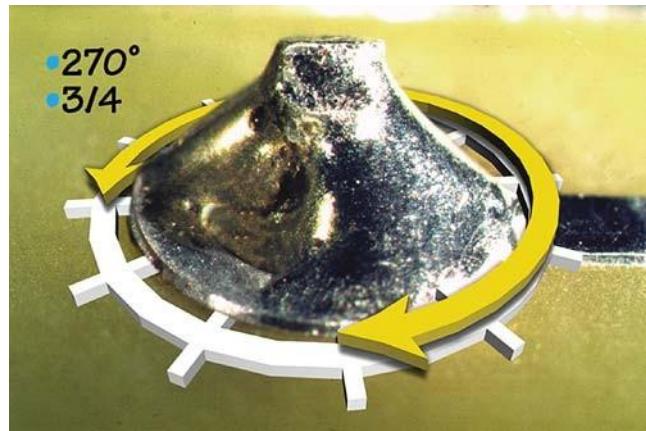


图 7-94

可接受 - 1, 2 级

- 最少270° 填充和润湿（引线、孔壁和端子区域）。

可接受 - 3 级

- 最少330° 填充和润湿（引线、孔壁和端子区域），未图示。



图 7-95

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 不满足表7-4的要求。

7.3.5.5 支撑孔 - 焊接 - 焊接起始面 - 连接盘区覆盖(E)



图 7-96

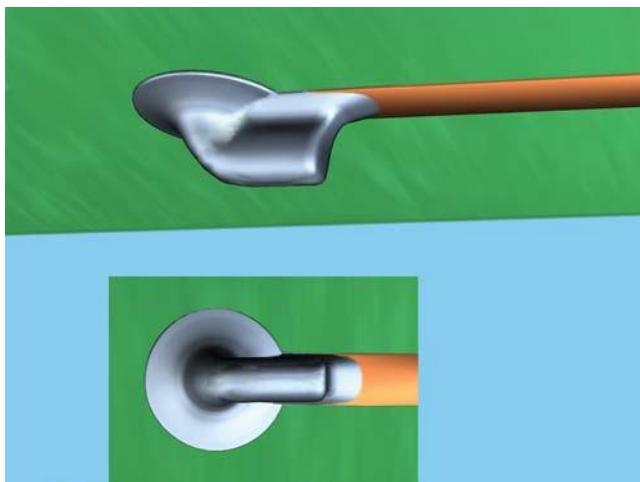


图 7-97

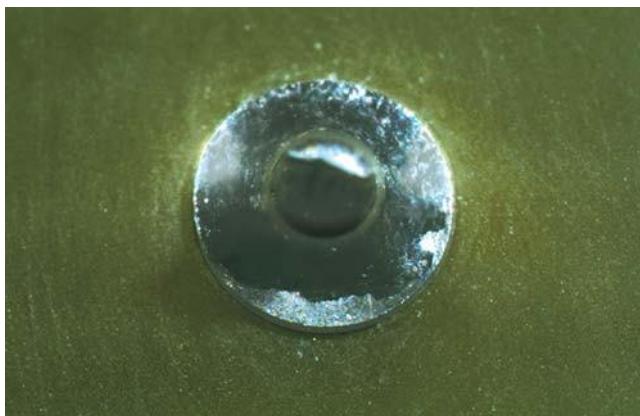


图 7-98

目标 - 1, 2, 3 级

- 焊接起始面连接盘区域被完全覆盖。

可接受 - 1, 2, 3 级

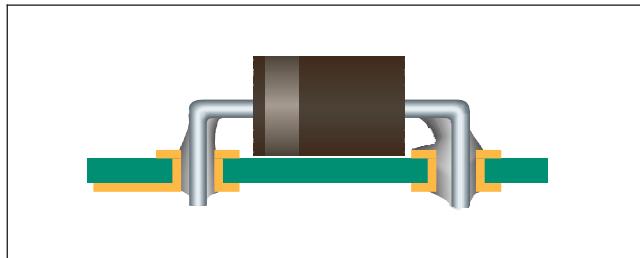
- 焊接起始面的连接盘区域至少被润湿覆盖75%，见图 7-98.

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 不满足表7-4的要求。

7.3.5.6 支撑孔 - 焊接状态 - 引线弯曲处的焊料

只要引线适当成形且弯曲半径顶部可辨识，弯曲半径上的焊料不作为拒收。



可接受 - 1, 2, 3 级

- 引线弯曲部位的焊料未接触元器件本体。
- 焊料未遮掩通孔元器件弯曲的应力释放。

图 7-99

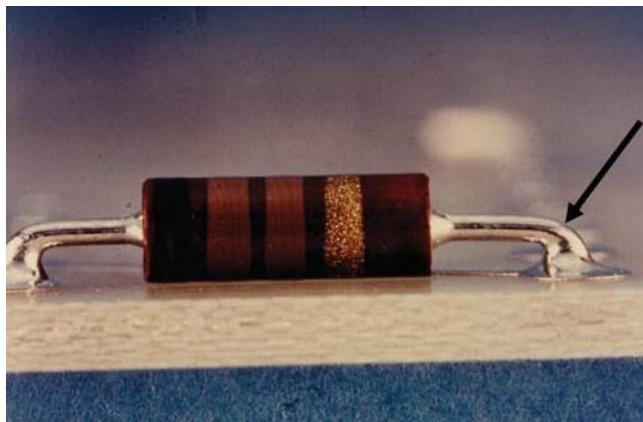


图 7-100

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线弯曲部位的焊料接触到元器件本体。
- 焊料遮掩了通孔元器件弯曲的应力释放。

7.3.5.7 支撑孔- 焊料状况 - 接触通孔元器件本体

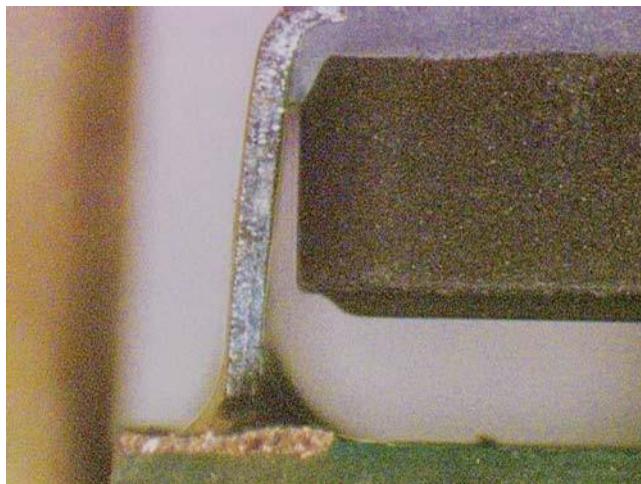


图 7-101

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料未接触元器件本体或末端密封处。

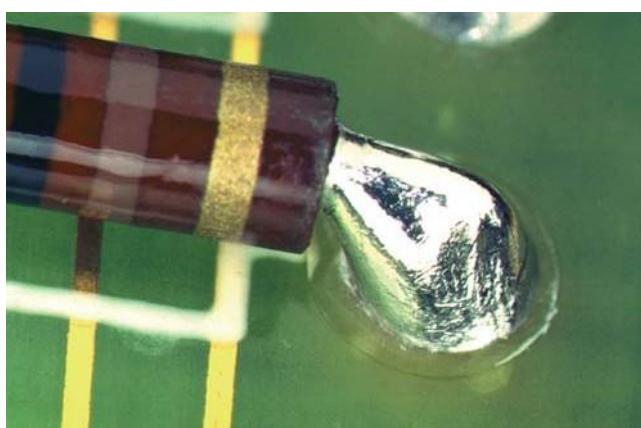


图 7-102

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料接触元器件本体或末端密封处。例外情况见 7.3.5.8 节。
- 焊料遮掩了弯曲的应力释放。

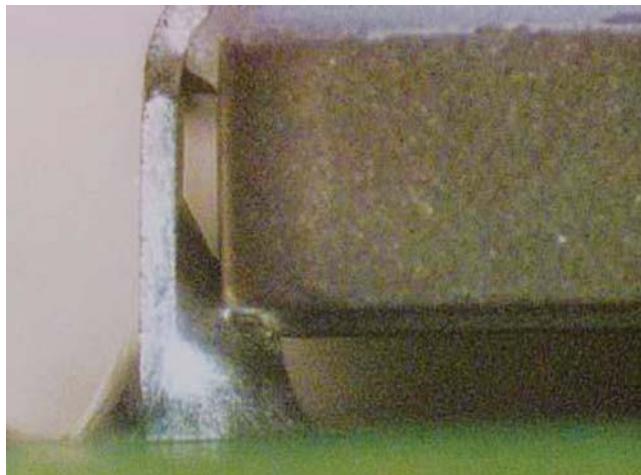


图 7-103

7.3.5.8 支撑孔 - 焊料状况 - 焊料中的弯月面涂层

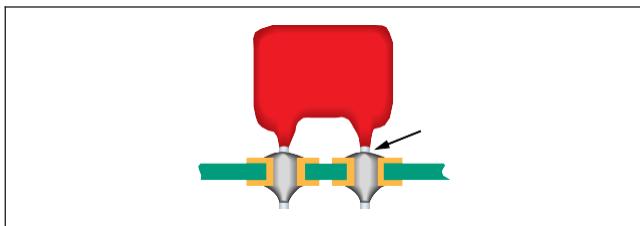


图 7-104

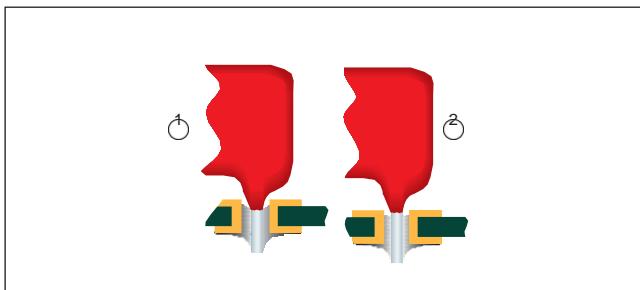


图 7-105

1. 弯月涂层埋入到焊料里。
2. 弯月涂层在镀覆孔中，但不在焊料里。

目标 - 1, 2, 3 级

- 弯月面涂层与焊料填充之间有 1.2 mm [0.05 in] 的距离。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 弯月涂层没有埋入到焊料中，并满足表 7-4 的焊接连接要求。

可接受 - 1, 2 级

- 如果有弯月面涂层的元器件满足以下条件，可允许弯月面涂层陷入焊料内：见图 7-105-1
 - 焊接起始面引线与连接盘有 360° 的润湿。
 - 焊接起始面上的焊接连接内看不到引线的弯月涂层。

制程警示 -2, 3 级

- 弯月面涂层进入镀覆孔内，但没有埋入焊接连接中，见图 7-105-2.

缺陷 - 3 级

- 弯月面涂层埋入到焊接连接中，见图 7-105-1.
- 不满足表 7-4 的要求。

7.3.5.8 支撑孔 - 焊料状况 - 焊料中的弯月面涂层 (续)



图 7-106

缺陷 - 1, 2 级

- 焊接起始面焊料内可看到弯月面涂层。
- 弯月涂层随元器件安装进入到焊料中，焊接起始面上没有呈现360° 的润湿。

7.3.5.9 焊接后的引线剪切

以下要求适用于印制板组件在焊接后修剪焊点的场合。只要剪切刀具不会因机械冲击损伤元器件或焊接连接，允许在焊接后修剪引线。对2, 3级产品，当进行引线焊后剪切时，焊接端应当用10X放大倍数目视检查，以确保原来的焊接连接没有破坏，即开裂或变形。作为目检的替代方法，可对焊接连接进行再次再流。此次再流可视为焊接过程的一个工序而不视为返工。该要求不适用于设计上在焊接后有部分引线要被去除的元器件，即可掰离的联体条。

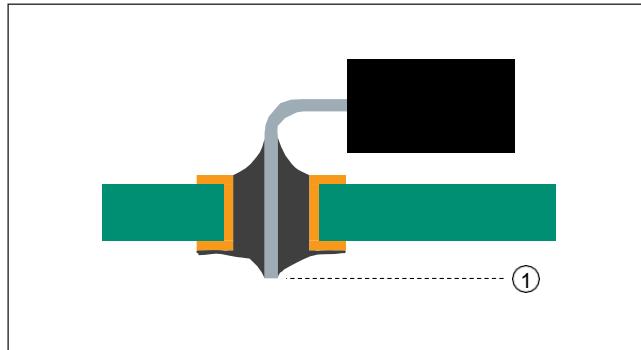


图 7-107
1. 引线伸出

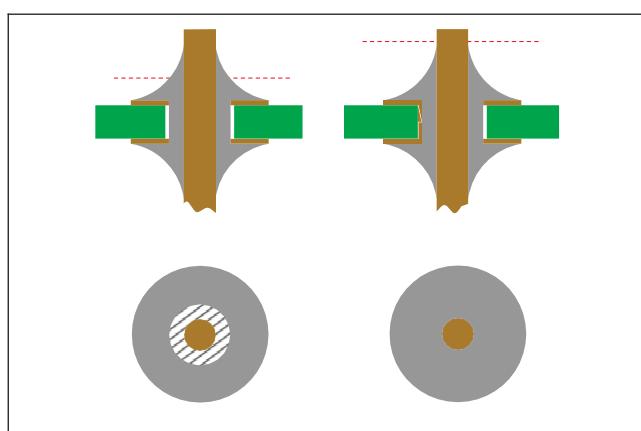


图 7-108

可接受 - 1, 2, 3 级

- 引线和焊料之间无开裂。
- 引线的伸出在规范之内，见7.3.3节。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线与焊料填充之间有开裂的痕迹。

缺陷 - 3 级

- 引线修剪切入焊料填充内部，但没有再次再流。

7.3.5.10 支撑孔 - 焊料内的漆包线绝缘层

这些要求适用于焊接连接满足表7-4的最低要求时。伸出的绝缘间隙要求见6.2.2节。

本节内容适用于绝缘层在焊接过程中可能会延伸进入焊接连接的漆包线，只要该绝缘材料不具有腐蚀性。



图 7-109

目标 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充与绝缘层之间有1倍线径的间隙。



图 7-110

可接受 - 1, 2, 3 级

- 绝缘层进入焊料终止面的焊接连接内，但满足表7-4的最低要求。



图 7-111

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊接连接呈现不良润湿且不满足表7-4的最低要求。
- 焊接终止面的焊接连接内可看到绝缘层。

7.3.5.11 支撑孔 -无引线的层间连接 - 导通孔

因永久性或暂时性阻焊膜覆盖而未暴露于焊料、用于层间互连的镀覆孔不需要有焊料填充。无引线的支撑孔或导通孔，暴露于波峰焊、浸焊或拖焊设备后要满足以下可接受性要求。

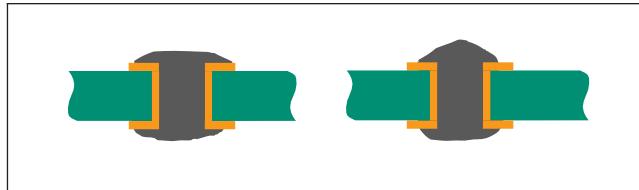


图 7-112

目标 - 1, 2, 3 级

- 孔完全被焊料填充。
- 连接盘顶部显示良好润湿。

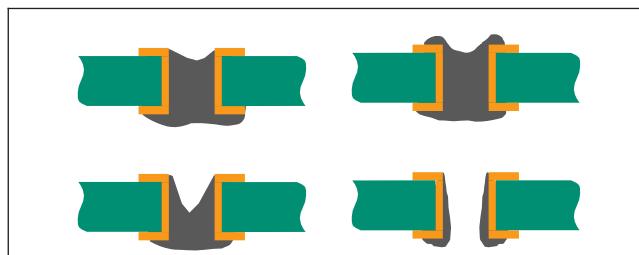


图 7-113

可接受 - 1, 2, 3 级

- 通孔内壁被焊料润湿。

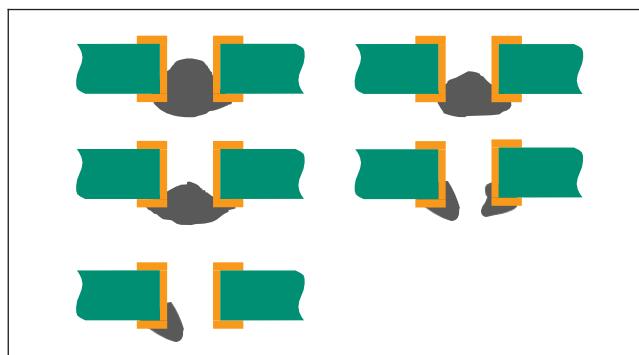


图 7-114

可接受 - 1 级

制程警示 -2, 3 级

- 焊料没有润湿孔内壁。

注：本要求无缺陷条件。

注：焊料遮盖的镀覆孔可能会截留污染物，如果该污染物要求清洗，便很难除去。

7.3.5.12 支撑孔 - 子母板

对于3级产品，尚未建立子母板要求。

在IPC-T-50中，“子板-固定于母板或背板上并与之实现电气印制板组件。”

当要求时，为确保连接在预订工作环境下不会损坏，固定包括另外的机械支撑辅助物，例如：粘合剂或零部件。.

表 7-5 子母板 - 最低可接受焊接连接¹

要求	1级	2级
爆料的垂直填充，注 2		75%
PCA（母板）的正面（焊接终止面）到子板的两面连接盘的填充及焊接润湿的宽度。	50%	75%
正面（焊接终止面）的PCA（母板）连接盘 区域被润湿的爆料覆盖的百分比		0%
PCA（母板）辅面（焊接起始面）与子板两面连接盘 的焊接连接宽度的填充和润湿	50%	75%
PCA（母板）辅面（焊接起始面）的连接盘被润湿的爆料覆盖的百分比		75%

注 1. 润湿的焊料指焊接过程中施加的焊料。

注 2. 25%的未填充高度包括起始面和终止面的焊料下陷。

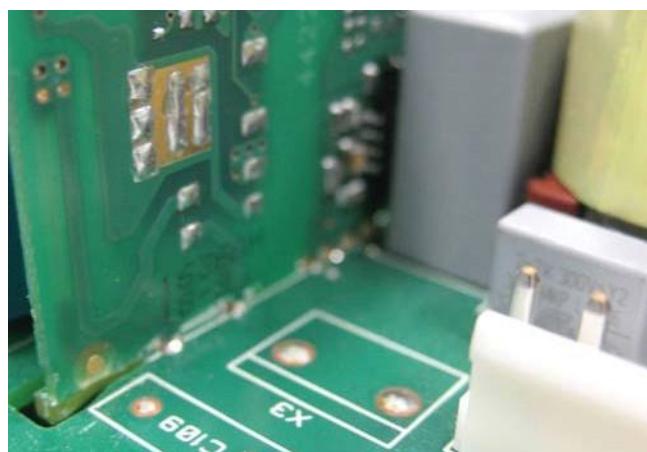


图 7-115

可接受 - 1, 2 级

- 子板垂直安装在母板上。.
- 子板平贴于母板上。.
- 有要求时，适当安装机械固定装置。
- 焊料垂直填充为75%.

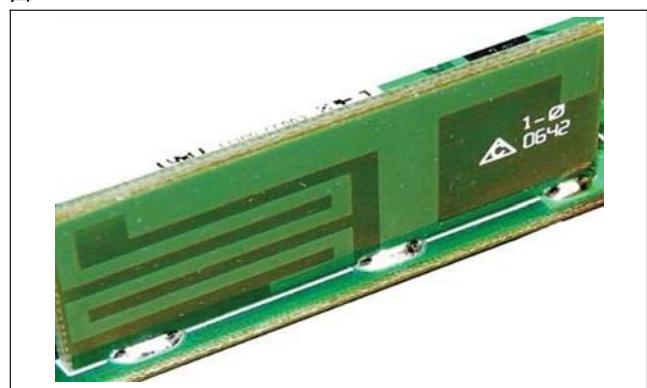


图 7-116

7.3.5.12 支撑孔 - 子母板(续)

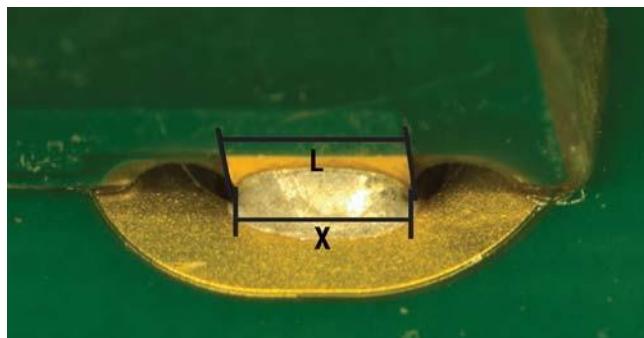


图 7-117

可接受 - 1 级

- 焊料至少润湿子板每一侧连接盘 (L) 与PCA (母板) 辅面 (焊接起始面) 的宽度 (X) 的50%。
- 焊料至少润湿子板每一侧连接盘 (L) 与PCA (母板) 主面 (焊接终止面) 的宽度 (X) 的 50%。

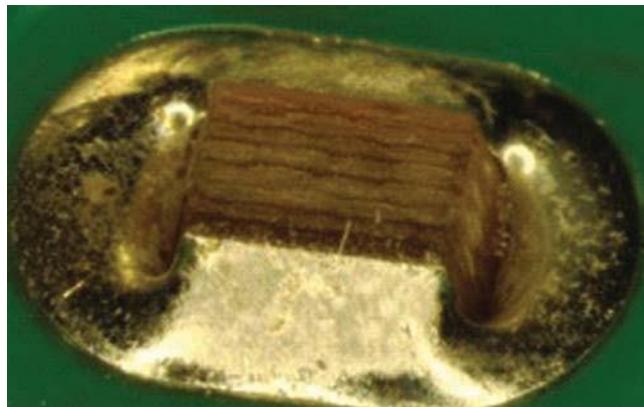


图 7-118

可接受 - 2 级

- 焊料至少润湿子板每一侧连接盘 (L) 与PCA (母板) 辅面 (焊接起始面) 的宽度 (X) 的75%。
- 焊料至少润湿子板每一侧连接盘 (L) 与PCA (母板) 主面 (焊接终止面) 的宽度 (X) 的 70%。



图 7-119

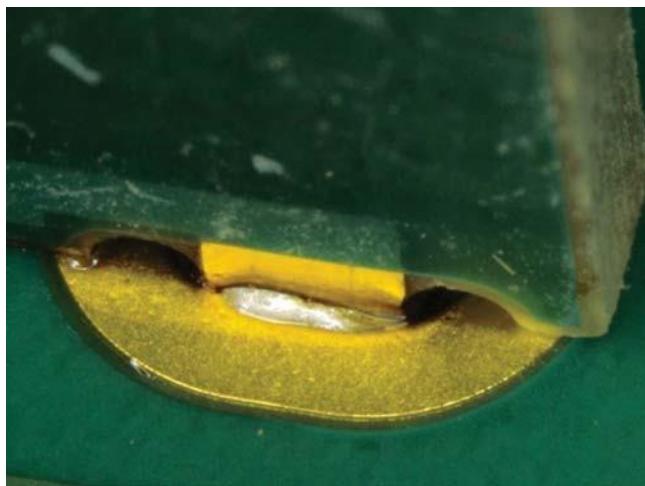
7.3.5.12 支撑孔 - 子母板 (续)

图 7-120

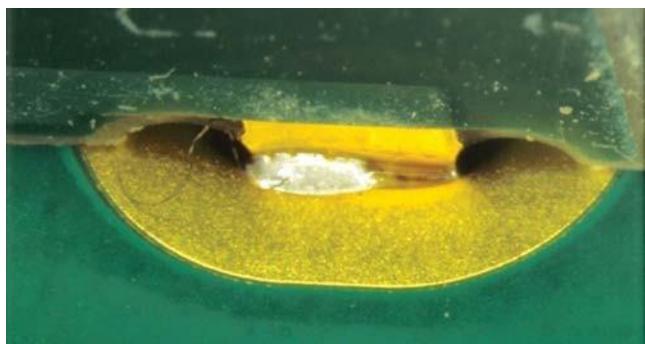


图 7-121

缺陷 - 1, 2 级

- 子板与母板的安装有角度，使安装到通孔内的耳片承受应力。
- 要求使用机械固定装置而没有安装或未适当安装。
- 焊料垂直填充小于75%。
- 焊料未润湿子板每一侧的连接盘或PCA（母板）连接盘。

缺陷 - 1 级

- 焊料对PCA（母板）辅面（焊接起始面）连接盘与子板每一面连接盘（L）的宽度（X）的润湿小于50%。
- 焊料对子板每一侧连接盘（L）与PCA（母板）主面（焊接终止面）的宽度（X）的润湿小于50%。

缺陷 - 2 级

- 焊料对PCA（母板）辅面（焊接起始面）连接盘与子板每一面连接盘（L）的宽度（X）的润湿小于75%。
- 焊料对子板每一侧连接盘（L）与PCA（母板）主面（焊接终止面）的宽度（X）的润湿小于75%。

7.4 非支撑孔

7.4.1 非支撑孔 - 轴向引线 - 水平

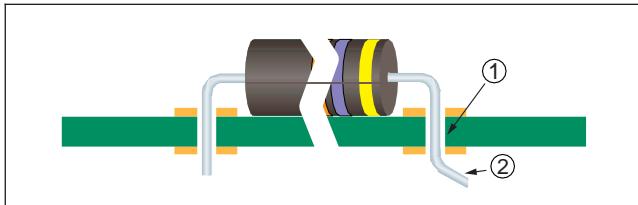


图 7-122

1. 孔内壁无镀层
2. 3级产品要求的引线弯折, 见 7.4.4节



图 7-123

1. 引线成形

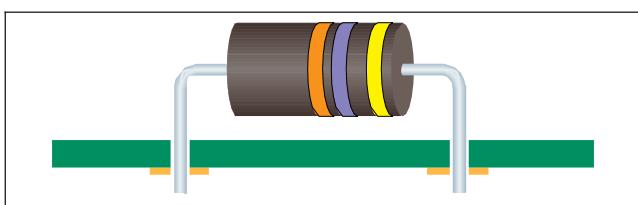


图 7-124

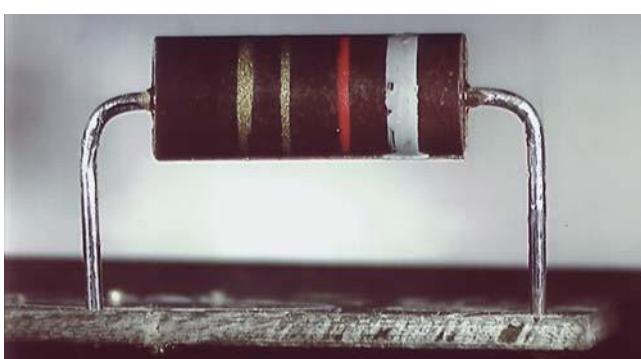


图 7-125

目标 - 1, 2, 3 级

- 整个元器件本体接触板面。
- 要求离开板表面安装的元器件, 与板表面至少相距1.5mm[0.06in]。如: 高发热元器件。
- 要求离开板面安装的元器件, 在靠近板面处提供了引线成形或其它机械支撑以防止连接盘翘起。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 要求离开板面安装的元器件, 在靠近板面处没有提供引线成型或其它机械支撑来防止连接盘翘起。
- 要求离开板面安装的元器件, 与板面相距不到 1.5 mm [0.06 in]。
- 元器件高度超过用户规定的尺寸。

7.4.2 非支撑孔- 轴向引线- 垂直

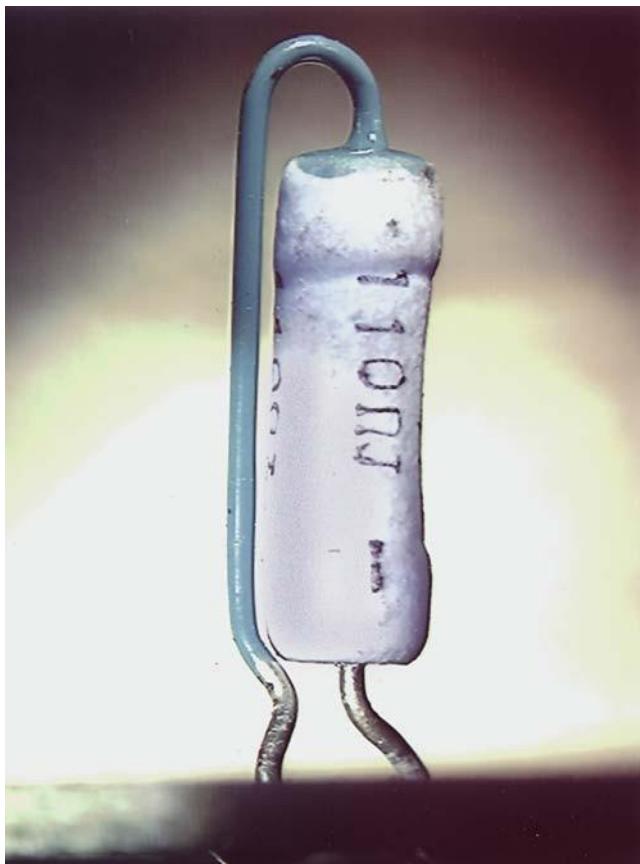


图 7-126

目标 - 1, 2, 3 级

- 为安装在非支撑孔内板面上方的元器件提供引成形或其它机械支撑以防止连接盘翘起。

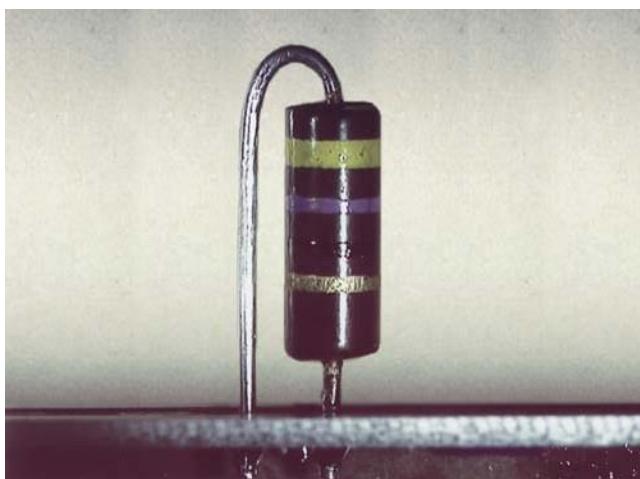


图 7-127

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 安装在非支撑孔内板面上方的元器件引线没有成形或没有采用其它机械支撑。

7.4.3 非支撑孔- 引线/导线伸出

注：高频应用可能要求更加精确地控制引线的伸出长度以免违反功能设计上的考虑。

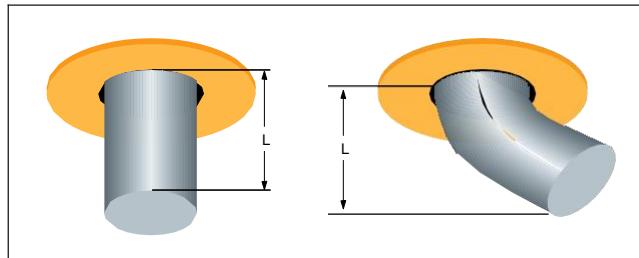


图 7-128

可接受 - 1, 2, 3 级

- 引线伸出连接盘的长度在表 7-6 规定的最小值与最大值 (L) 范围内，只要没有违反最小电气间隙的危险。

表 7-6 非支撑孔引线伸出长度

	1 级	2 级	3 级
最小(L)	焊料中引线末端可辨识		足够弯折
最大(L) ¹	不违反最小电气间隙		

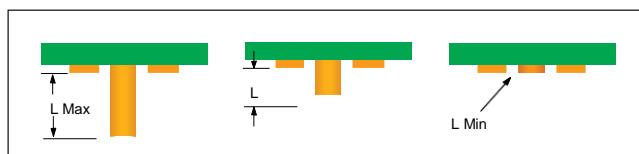


图 7-129

注 1. 如果有可能违反最小电气间隙，或由于引线被碰撞而损伤焊接连接，引线伸出长度不应该超过 2.5mm [01. in]

缺陷 - 1, 2, 3 级

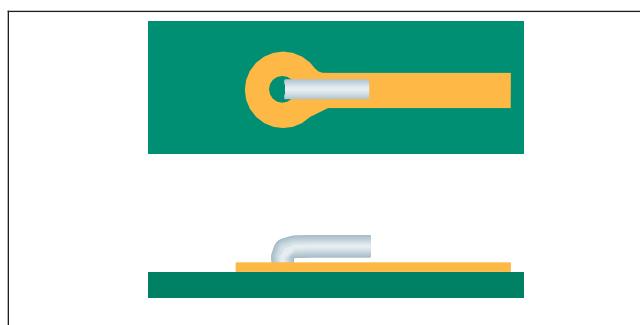
- 引线伸出不符合表 7-6 的要求。
- 引线伸出违反最小电气间隙。
- 引线伸出超过最大的设计高度要求。

7.4.4 非支撑孔-引线/导线弯折

本节内容适用于有弯折要求的端子。其它要求可能标注在相应的技术规范或图纸中。用于固定的部分弯折引线可视作无弯折引线，并需要满足伸出要求。

弯折应该足以提供焊接过程中的机械固定。可随意选择与任何导体相对的弯折方向。DIP应该至少有两根对角线上的引线向外部分弯折。回火引线和直径大于 1.3 mm [0.05 in]的引线不应该弯曲，也不应该进行以安装为目的的成形。回火引线不能以全弯结构收尾。

引线由连接盘表面垂直测得的长度满足表7-6的要求且不违反最小电气间隙要求。

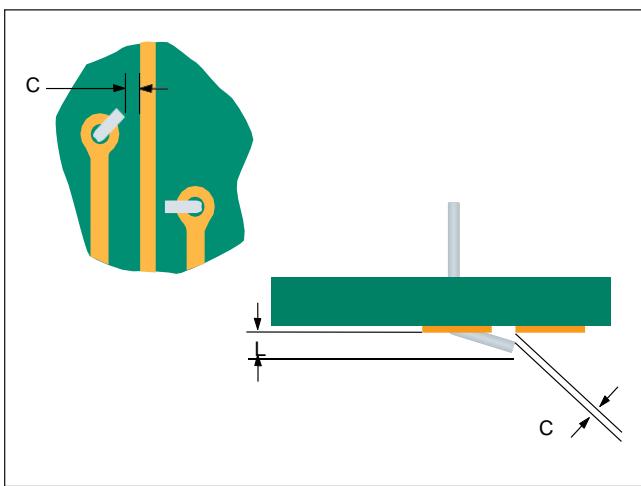


目标 - 1, 2, 3 级

- 引线末端与板面平行，沿着与连接盘相连的导体的方向弯折。

图 7-130

7.4.4 非支撑孔-引线/导线弯折(续)



444图 7-131

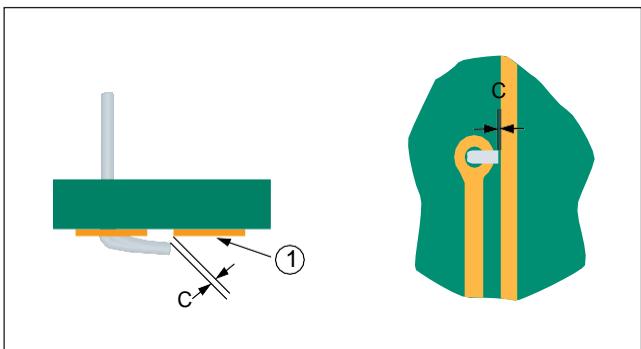


图 7-132

1. 非公共导体。



图 7-133

可接受 - 1, 2, 3 级

- 弯折的引线不违反与非公共导体间的最小电气间隙 (C)。
- 引线伸出连接盘的长度 (L) 不大于类似直插引线允许的长度。
- 引线伸出连接盘的长度在表7-6规定的最小值与最大值 (L) 范围内，只要不违反最小电气间隙。

可接受 - 3 级

- 非支撑孔内的引线弯折至少45°。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 引线朝向非公共导体弯折并违反最小电气间隙 (C)。
- 如果要求，引线伸出不够做弯折的长度。

7.4.5 非支撑孔- 焊接

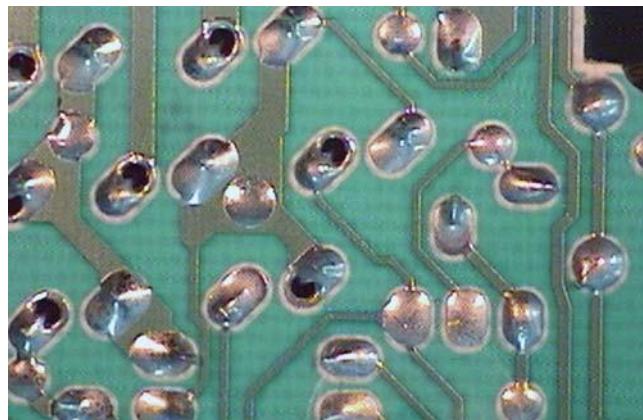


图 7-134

表 7-7 有元器件引线的非支撑孔, 最低可接受条件^{1,4}

要求	1级	2级	3级
A. 润湿引线和连接盘的填充	270°		330° , 注 2
B. 连接盘区域被润湿的焊料覆盖的百分比, 注 3		75%	

注 1. A与B适用于板两面都有功能连接盘的双面板的两面。

注 2. 对于3级产品, 引线的弯折部分被润湿。

注 3. 不要求焊料盖住或覆盖通孔。

注 4. 润湿的焊料指焊接过程中施加的焊料。

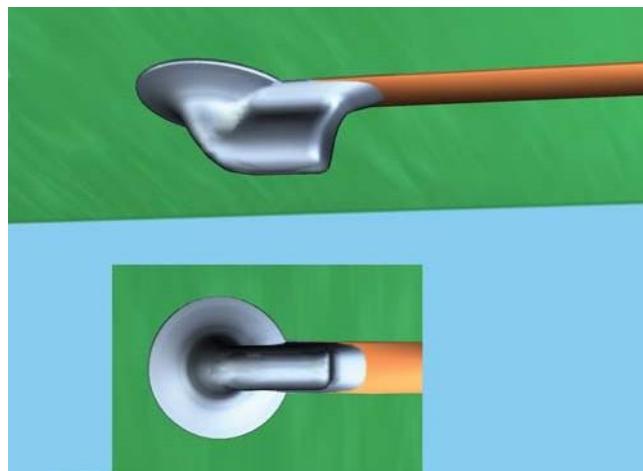


图 7-135

目标 - 1, 2, 3 级

- 焊接终端（连接盘和引线）被润湿的焊料覆盖，且焊料填充内的引线轮廓可辨识。
- 无空洞区域或表面瑕疪。
- 引线和连接盘润湿良好。
- 引线弯折。
- 引线周围有100%的焊料填充。

7.4.5 非支撑孔 - 焊接(续)

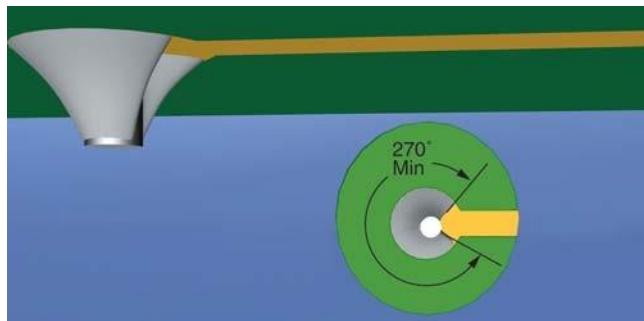


图 7-136

可接受 - 1, 2 级

- 焊料的覆盖满足表7-7的要求。

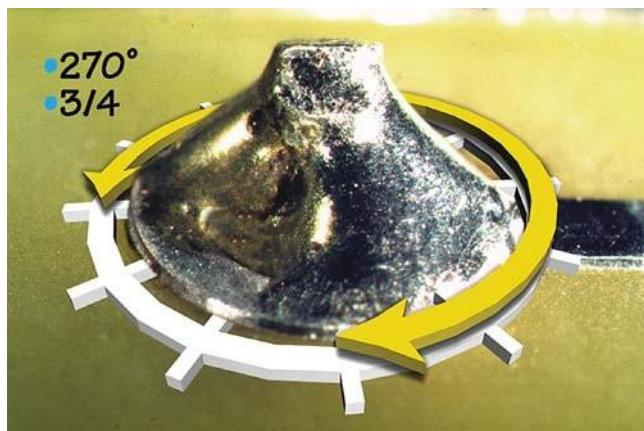


图 7-137

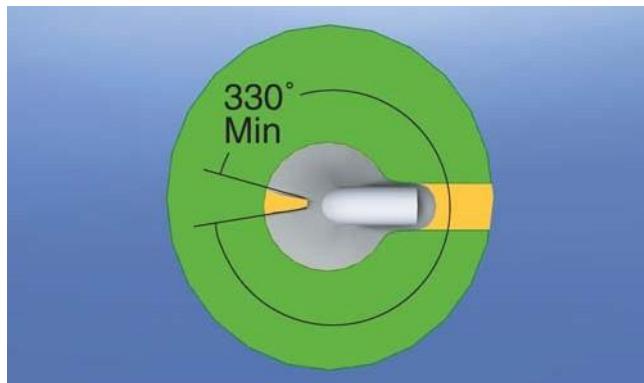


图 7-138

可接受 - 3 级

- 引线弯折区域润湿良好。
- 至少330° 填充与润湿。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 辅面连接盘至少75%的面积有润湿的焊料覆盖
(未图示)。

7.4.5 非支撑孔 - 焊接(续)



图 7-139

缺陷 - 1, 2 级

- 连接盘覆盖不足75%。
- 直插端子焊接连接不满足最少270°的环绕填充或润湿要求。

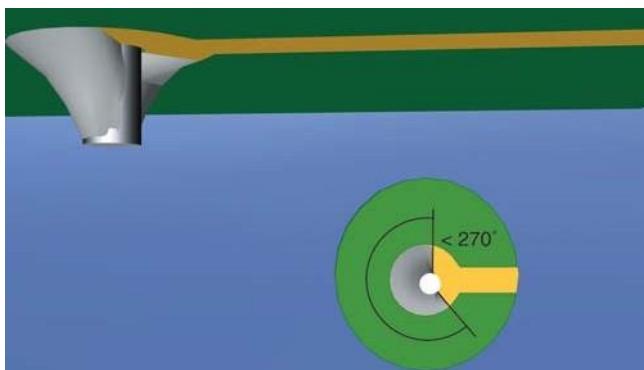


图 7-140

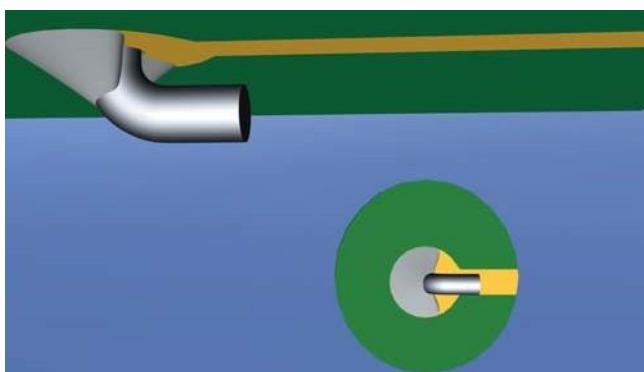


图 7-141

缺陷 - 3 级

- 焊接连接不满足最少330°的环绕填充或润湿要求。
- 引线未弯折（未图示）。
- 引线弯折部位未被润湿。
- 连接盘区域覆盖不足75%。



图 7-142

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 因焊料过多引线轮廓不可辨识。

7.4.6 非支撑孔- 焊接后的引线剪切

7.3.5.9节的要求也适用于非支撑孔的焊接连接的验收。

7.5 跳线

以下要求不作为未经客户事先同意的维修组件的授权，见1.1节。本节确立了在没有连续的印制电路的地方实现元器件互连所安装的分立导线（跳线等）的目检的可接受性要求。

有关返工和维修的资料参见 IPC-7711/7721。

本章所阐述的内容如下：

- 导线的选择
- 布线
- 导线的粘接加固
- 终端焊接

路线可以终结于镀覆孔和/或接线柱柱干、导体盘、以及元器件引线。

工程上把跳线作为元器件考虑，其布线、收尾、加固和导线类型由工程指导文件进行说明。

跳线要尽量保持短。除非另有明文规定，不能跨越于可更换元器件之上或穿越其下。布线或加固导线时，需要考虑设计上的限制因素，如可用空间和最小电气间隙。长度不超过 25 mm [1 in]、不跨越导电区域、不违反设计间隙要求的跳线可以不绝缘。当要求进行敷形涂覆时，若要求使用绝缘线，绝缘皮应当与敷形涂覆兼容。

可接受 – 1, 2, 3 级

- 绝缘皮接触焊料，但不妨碍形成可接受的连接。

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 绝缘皮妨碍形成焊接连接。

7.5.1 跳线 – 跳线选择

在选择用于跳线的导线时，要考虑以下几方面的因素：

1. 跳线长度不大于25mm[1in]，或可能在连接盘间或元器件引线间造成短路时，选用绝缘线。
2. 不应该使用镀银线。在某些情况下，这种导线会发生腐蚀。
3. 在满足电流负载的情况下，选用最小线径的导线。
4. 导线的绝缘皮应该经受得住焊接温度、耐磨，其绝缘阻抗等于或大于印制板基材的绝缘阻抗。
5. 推荐使用镀锡铜芯绝缘硬导线。
6. 硬导线剥线时使用的化学溶剂、膏剂和霜剂，不会降低导线性能。

7.5.2 跳线 - 布线

除非由于高速/高频要求而另有规定，跳线尽可能取直走最短的路线，避开测试点，到达终结端。须有足够的线长用于布线、剥线和固定。

同一编号部件上的跳线布局应该相同。

应当为每个独立编号的路线制定布线文件，并无偏差地执行。

不允许路线穿过或跨过元器件，但可以跨越接在PWB上的散热板、托架和元器件等。

路线允许跨越连接盘，只要跳线足够松弛以便更换元器件时能从连接盘上移开即可。

应当避免接触装在产生高温的元器件上的散热器。

除装在板子边缘的连接器外，跳线不能通过元器件引线区，除非组件板面布局禁止在其它区域布线。

不允许跳线跨越作为测试点的图形或导通孔。

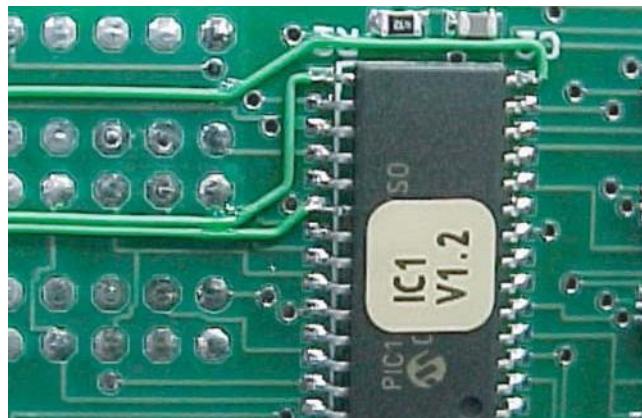


图 7-143

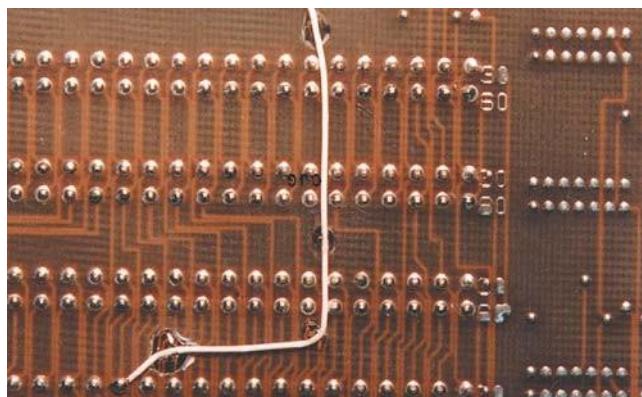


图 7-144

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线走最短的路径。
- 导线不跨越或穿过元器件。
- 导线不跨越用作测试点的连接盘图形或导通孔。
- 导线不横跨元器件引线或连接盘区。

7.5.2 跳线 - 布线(续)

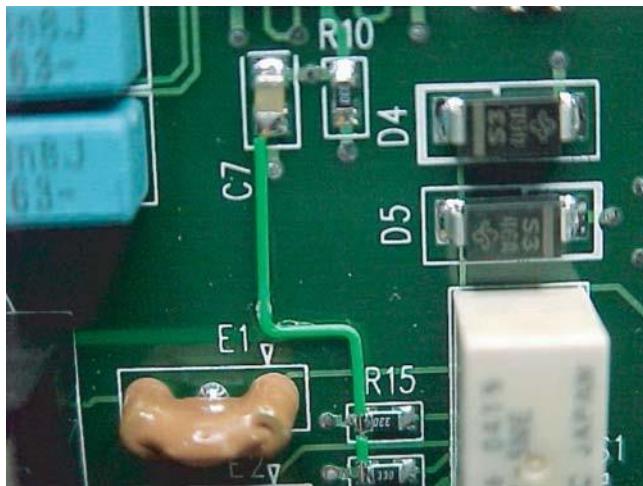


图 7-145

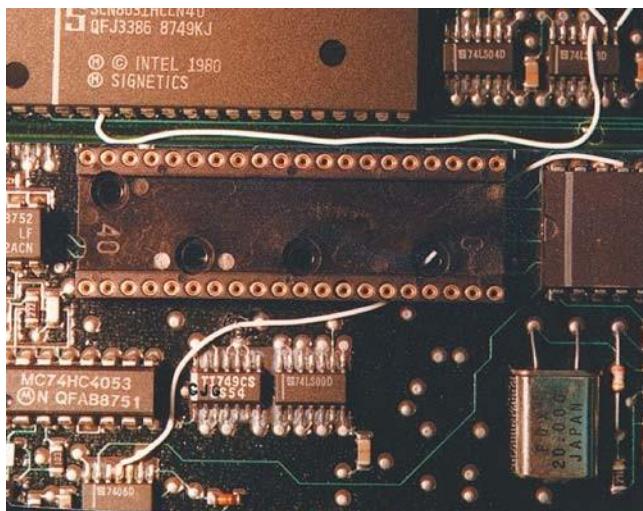


图 7-146

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线不覆盖连接盘。
- 更换元器件或测试时，导线有足够的余量允许从无法避开的连接盘上移开。
- 导线没有太松以致其延伸的高度超过毗邻元器件的高度。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 更换元器件时，导线没有足够的余量从无法避开的连接盘上移开。
- 穿过无法避开的元器件引线区或连接盘区。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线跨越或穿过元器件。
- 导线悬空于板边缘或绕过板边缘。
- 导线太松以致其延伸的高度超过毗邻元器件的高度。

注：当导线从元器件底下穿过时，要考虑困住污染物的情况。而从元器件上面走时，则牵连到与散热器或高温元器件的接触以及射频应用中的电气干扰问题。

7.5.3 跳线 - 导线的固定

路线可用粘合剂或胶带（点状或带状）固定在基材（或整体热压板或机械零部件）上。

所有粘合剂在进行验收前必须已充分固化。在选择合适的固定方式时要考虑后续工艺的兼容性以及最终产品的使用环境。

点胶固定的涂胶量要足以固定导线，却又不因过量而溢出到毗邻的连接盘或元器件上。

不应当将固定点安排在可拆卸或插在插座上的元器件上。当受限于设计因素时，固定方式要与客户进行协商。

跳线不应当固定在任何可移动的部件上或与其接触。要在跳线所有拐弯的弯曲半径内加以固定。

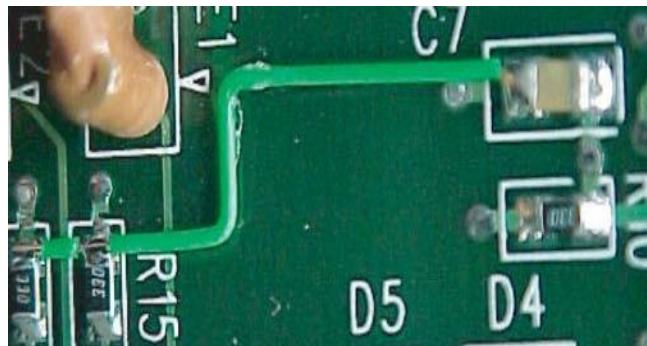


图 7-147

可接受 - 1, 2, 3 级

- 跳线按照工程文件所指定的间隔固定或：
 - 在所有改变方向的位置上进行固定，以限制导线的移动。
 - 在离焊接位置尽可能近的地方固定。
- 固定胶带/粘合剂不出板子边缘或不违反间距要求。

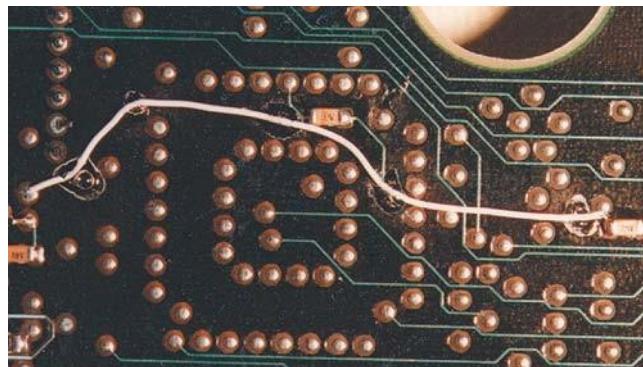


图 7-148

7.5.3 跳线 - 导线的固定(续)

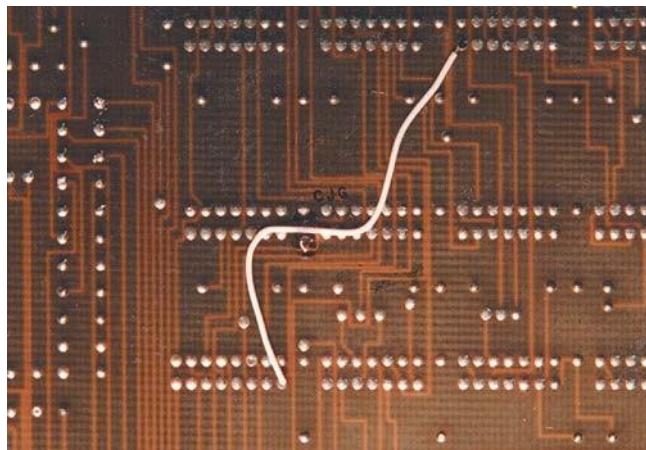


图 7-149

可接受 - 1 级

缺陷 - 2 , 3 级

- 跳线未按要求固定。
- 固定胶带/粘合剂超出板子边缘或违反边距要求。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 当使用粘合剂时，粘合剂未固化。
- 跳线固定或接触到任何可移动的部件。

7.5.4 跳线 - 支撑孔

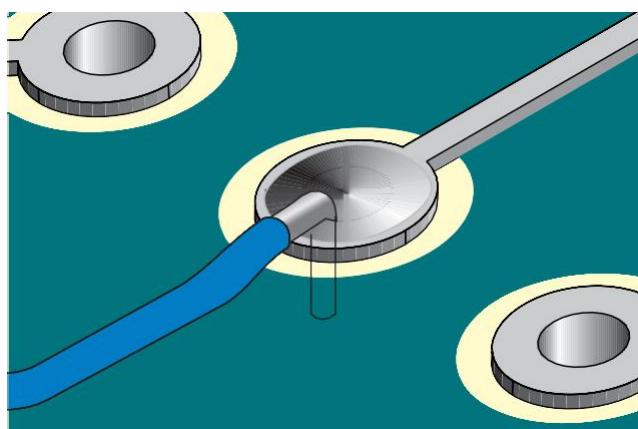
跳线可以采用以下任何一种方式来连接。

本节要说明的是用于初始制造过程中的跳线连接方法。涉及维修和修改时，可查阅 IPC-7711/7721 中关于跳线的其它要求。

跳线连接到非轴向引线元器件时，可以搭焊到元器件引线上。

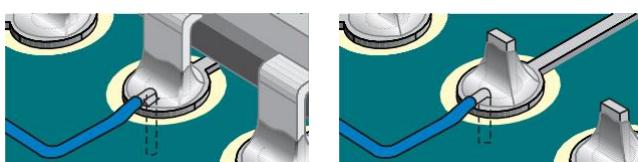
搭焊时必须确保焊接连接长度和绝缘间隙的最小/最大值满足可接受性要求，见6.2.2节。

7.5.4.1 跳线 - 支撑孔 - 引线在孔内



可接受 - 1, 2, 3 级
• 跳线焊接到PTH/导通孔内。

图 7-150



可接受 - 1, 2 级
缺陷 - 3 级
• 跳线焊接到有元器件引线的PTH内。

图 7-151

7.5.5 跳线 – 缠绕连接

跳线末端以缠绕方式连接到元器件引线的伸出部分。小于等于30AWG的跳线不需要遵从6.14条款。

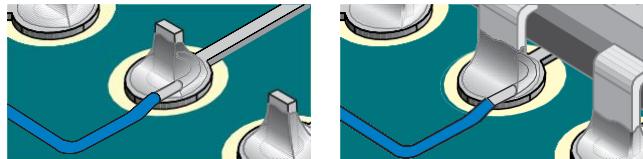


图 7-152



图 7-153

目标 – 1, 2, 3 级

- 导线在元器件引线上缠绕180° 至 270° 并加以焊接。

可接受 – 1, 2, 3 级

- 导线在扁平引线上至少缠绕 90°，或在圆形引线上至少缠绕 180°。
- 导线/引线界面处的焊接连接可接受。
- 焊接连接中的导线轮廓或末端可辨识。
- 伸出元器件疯子的导线未违反最小电气间隙。

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 导线在扁平引线上缠绕少于90°，或在圆形引线上缠绕少于180°。
- 导线伸出端违反最小电气间隙。

7.5.6 跳线 - 搭焊连接

以下的标准适用于焊接到空连接盘或已有元器件引线的连接盘上。当焊接到连接盘上时，可用的接触区域定义为连接盘直径。当焊接到已有元器件引线的连接盘时，可用的接触区域是元器件连接盘边缘到引线膝弯处的距离。

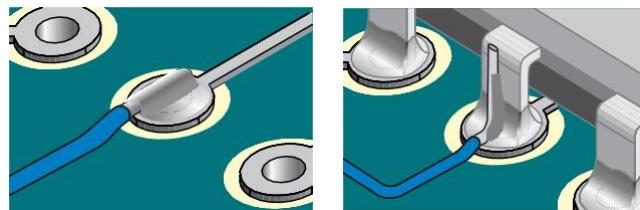


图 7-154

可接受 - 1, 2, 3 级

- 当可用接触区域至少 为三个导线直径时，焊接连接的延伸最少三个导线直径。
- 导线在焊料中可辨识。
- 搭焊的导线上形成焊料填充，导线至少搭接在连接盘边缘到引线膝弯处的75%。
- 搭焊的导线不能超过元器件引线的膝弯处。

可接受 - 1, 2 级

- 当可用接触区域小于三个导线直径时，焊接连接是连接盘或连接盘/引脚的100%。

可接受 - 3 级

- 当可用接触区域小于三个导线直径时，焊接连接是连接盘或连接盘/引脚的100%，而且被加固或用其它的方法机械固定。

7.5.6 跳线 - 搭焊连接 (续)

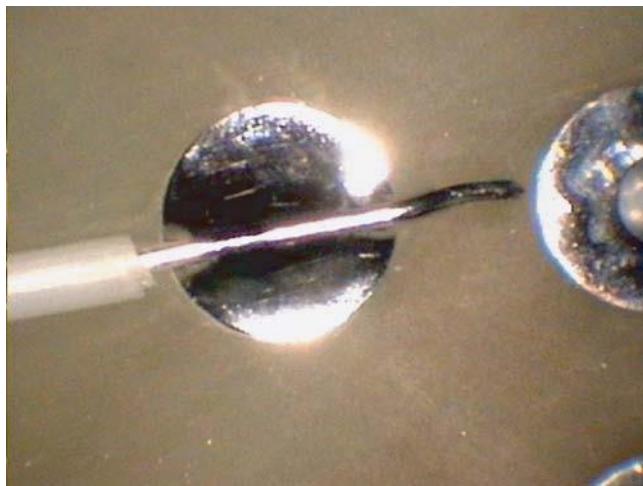


图 7-155

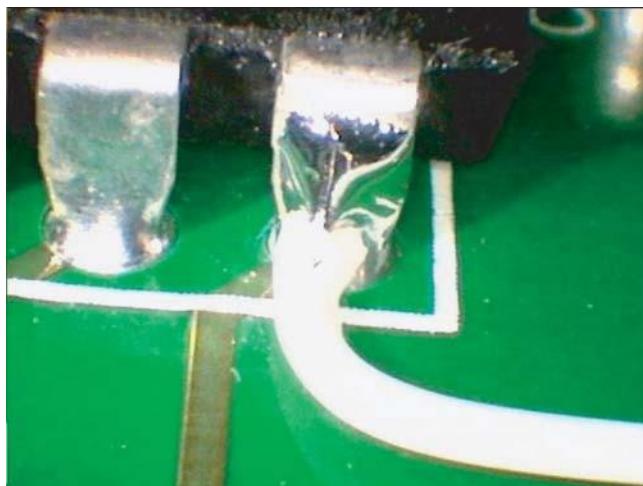


图 7-156



图 7-157

缺陷 - 1, 2 级

- 当可用接触区域至少为三个导线直径时，焊接连接小于三个导线直径。
- 当可用接触区域小于三个导线直径时，焊接连接小于连接盘或连接盘/引脚的100%。

缺陷 - 3 级

- 当可用接触区域至少为三个导线直径时，焊接连接小于三个导线直径。
- 焊接连接小于三个导线直径时，没有加固或用其它的方法机械支持。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 搭焊在元器件引线上的导线长度小于从连接盘边缘至引线膝弯处距离的75%。
- 导线延伸超过元器件引线的膝弯处。
- 伸出的导线违反最小电气间隙。

8 表面贴装组件

本章包括表面贴装组件制造的可接受性要求。

除了本章要求之外，第5章的要求也适用。

本章节的目录如下：

8.1 粘合剂固定.....	8-3	8.3.2.9.4 立碑	8-30
8.1.1 元器件粘接	8-3	8.3.2.10 居中焊端	8-31
8.1.2 机械强度	8-4	8.3.2.10.1 侧面焊接宽度	8-31
8.2 SMT 引线.....	8-6	8.3.2.10.2 侧面最小填充高度.....	8-32
8.2.1 塑封元器件	8-6	8.3.3 圆柱体帽形端子	8-33
8.2.2 损伤.....	8-6	8.3.3.1 侧面偏出(A)	8-34
8.2.3 压扁.....	8-7	8.3.3.2 末端偏出(B)	8-35
8.3 SMT 连接.....	8-7	8.3.3.3 末端连接宽度(C)	8-36
8.3.1 片式元器件 - 仅有底部端子	8-8	8.3.3.4 侧面连接长度(D)	8-37
8.3.1.1 侧面偏出 (A)	8-9	8.3.3.5 最大填充高度(E)	8-38
8.3.1.2 末端偏出 (B)	8-10	8.3.3.6 最小填充高度(F)	8-39
8.3.1.3 末端连接宽度 (C)	8-11	8.3.3.7 焊料厚度(G)	8-40
8.3.1.4 侧面连接长度 (D)	8-12	8.3.3.8 末端重叠(J)	8-41
8.3.1.5 最大填充高度 (E)	8-13	8.3.4 城堡形端子.....	8-42
8.3.1.6 最小填充高度 (F)	8-13	8.3.4.1 侧面偏出(A)	8-43
8.3.1.7 焊料厚度 (G)	8-14	8.3.4.2 末端偏出(B)	8-44
8.3.1.8 末端重叠 (J)	8-14	8.3.4.3 最小末端连接宽度(C)	8-44
8.3.2 矩形成方形端片式元器件 - 1, 2, 3, 或5面端子.....	8-15	8.3.4.4 最小侧面连接长度(D)	8-45
8.3.2.1 侧面偏出(A).....	8-16	8.3.4.5 最大填充高度(E)	8-45
8.3.2.2 末端偏出(B).....	8-18	8.3.4.6 最小填充高度(F)	8-46
8.3.2.3 末端连接宽度(C)	8-19	8.3.4.7 焊料厚度(G)	8-46
8.3.2.4 侧面连接长度(D)	8-21	8.3.5 扁平鸥翼形引线	8-47
8.3.2.5 最大填充高度(E)	8-22	8.3.5.1 侧面偏出(A)	8-47
8.3.2.6 最小填充高度(F)	8-23	8.3.5.2 距部偏出(B)	8-51
8.3.2.7 焊料厚度(G)	8-24	8.3.5.3 最小末端连接宽度(C)	8-52
8.3.2.8 末端重叠(J)	8-25	8.3.5.4 最小侧面连接长度(D)	8-54
8.3.2.9 端子异常.....	8-26	8.3.5.5 最大跟部填充高度(E)	8-56
8.3.2.9.1 侧面贴装 (公告板)	8-26	8.3.5.6 最小跟部填充高度 (F)	8-57
8.3.2.9.2 底面朝上贴装	8-28	8.3.5.7 焊料厚度(G)	8-58
8.3.2.9.3 叠装	8-29	8.3.5.8 共面性	8-59
		8.3.6 圆形或扁圆 (精压) 鸥翼形引线	8-60
		8.3.6.1 侧面偏出(A)	8-61
		8.3.6.2 距部偏出(B)	8-62
		8.3.6.3 最小末端连接宽度(C)	8-62
		8.3.6.4 最小侧面连接长度(D)	8-63
		8.3.6.5 最大跟部填充高度(E)	8-64
		8.3.6.6 最小跟部填充高度(F)	8-65
		8.3.6.7 焊料厚度(G)	8-66
		8.3.6.8 最小侧面连接高度 (Q)	8-66
		8.3.6.9 共面性	8-67

8 表面贴装组件(续)

8.3.7 J型引线	8-68	8.3.12.4 空洞	8-93
8.3.7.1 侧面偏出 (A)	8-68	8.3.12.5 底部填充/加固.....	8-93
8.3.7.2 趾部偏出 (B)	8-70	8.3.12.6 叠装	8-94
8.3.7.3 末端连线宽度 (C).....	8-70		
8.3.7.4 侧面连接长度 (D).....	8-72		
8.3.7.5 最大跟部填充高度 (E).....	8-73		
8.3.7.6 最小跟部填充高度(F).....	8-74		
8.3.7.7 焊料厚度 (G)	8-76		
8.3.7.8 共面性.....	8-76		
8.3.8 塑形 / I型连接.....	8-77	8.3.13 底部端子元器件 (BTC)	8-96
8.3.8.1 修整的通孔引线.....	8-77		
8.3.8.1.1 最大侧面偏出 (A)	8-78		
8.3.8.1.2 趾部偏出 (B)	8-78		
8.3.8.1.3 最小末端连接宽度 (C).....	8-79		
8.3.8.1.4 最小侧面连接长度 (D).....	8-79		
8.3.8.1.5 最大填充高度 (E).....	8-79		
8.3.8.1.6 最小填充高度 (F).....	8-80		
8.3.8.1.7 焊料厚度 (G)	8-80		
8.3.8.2 预置焊料端子.....	8-81		
8.3.8.2.1 最大侧面偏出 (A)	8-82		
8.3.8.2.2 最大趾部偏出 (B)	8-82		
8.3.8.2.3 最小末端连接宽度 (C).....	8-83		
8.3.8.2.4 最小填充高度 (F)	8-83		
8.3.9 扁平焊片引线及扁平未成形引线	8-84	8.3.14 具有底部散热面端子 的元器件	8-98
8.3.10 仅有底部端子的高外形元器件.....	8-86		
8.3.11 内部L形带状引线	8-87		
8.3.12 表面贴装阵列	8-89	8.3.15 平头柱连接	8-100
8.3.12.1 对准.....	8-90	8.3.15.1 最大端子偏出 - 方形连接盘	8-100
8.3.12.2 焊料球间距.....	8-90	8.3.15.2 最大端子偏出 - 圆形连接盘	8-101
8.3.12.3 焊接连接.....	8-91	8.3.15.3 最大填充高度	8-101
		8.3.16 P型连接	8-102
		8.3.16.1 最大侧面偏出(A)	8-103
		8.3.16.2 最大趾部偏出(B)	8-103
		8.3.16.3 最小末端连接宽度(C).....	8-104
		8.3.16.4 最小侧面连接长度(D).....	8-104
		8.3.16.5 最小填充高度(F)	8-105
		8.4 特殊 SMT 端子	8-106
		8.5 表面贴装连接器	8-107
		8.6 跳线	8-108
		8.6.1 SMT	8-109
		8.6.1.1 片式和圆柱体帽形元器件	8-109
		8.6.1.2 鸥翼形引线.....	8-110
		8.6.1.3 J 形引线	8-111
		8.6.1.4 城堡形端子	8-111
		8.6.1.5 连接盘	8-112

8.1 粘合剂固定

8.1.1 粘合剂固定 - 元器件粘接

本节是在元器件安装前施加粘合剂的标准。

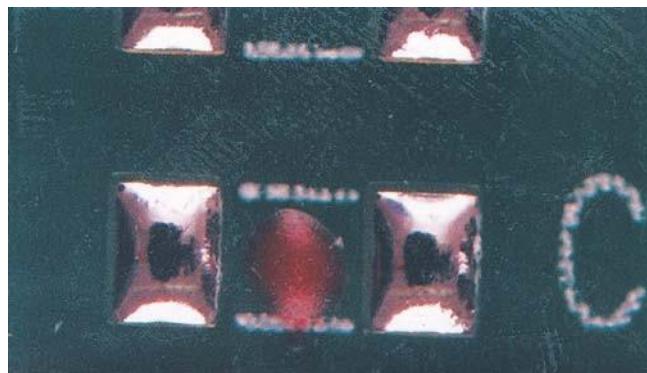


图 8-1

目标 - 1, 2, 3 级

- 端子可焊面上没有出现粘合剂。
- 粘合剂位于连接盘之间的中心位置。

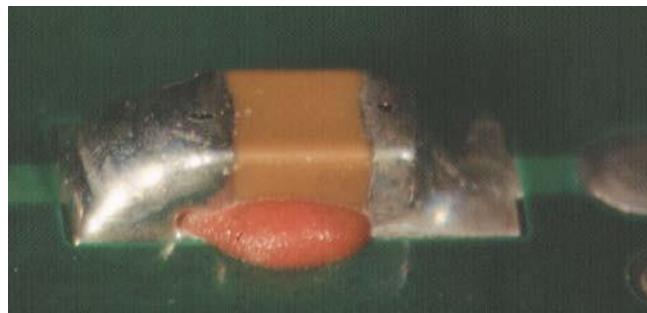


图 8-2

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

- 从元器件下方挤出的粘合剂材料可见于端子区域，但末端连接宽度满足最低要求。

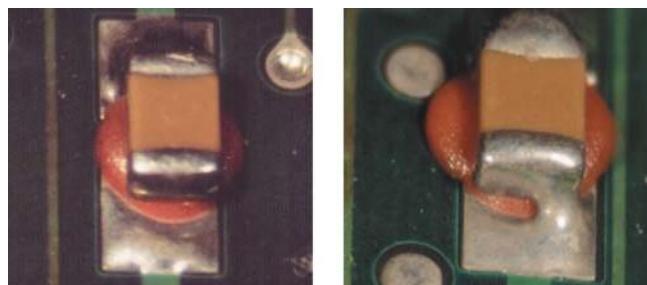


图 8-3

缺陷 - 1, 2 级

- 在端子区域可见粘合剂，并且焊接连接不满足最低要求。

缺陷 - 3 级

- 从元器件下方挤出的粘接材料可见于端子区域。

8.1.2 粘合剂固定 - 机械强度

本节是元器件安装后施加粘合剂的标准。

注：可以沿圆周分布一点或多点进行固定。

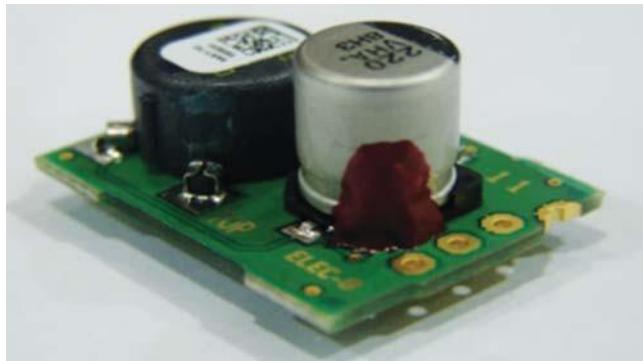


图 8-4

可接受 - 1, 2, 3 级

- 圆形元器件上粘合剂高度最小为元器件高度的25%。
- 在圆形元器件外围均匀地分布至少三个粘接点。
- 矩形元器件上每个角的粘接点高度最小为本体的25%。
- 与贴装表面的粘附明显。
- 粘合剂均质且完全固化。
- 粘接未阻碍应力释放。
- 轻微流入元器件本体下面的粘合剂，没有损伤元器件或影响外形、装配及功能。



图 8-5

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级, 3

- 连接盘或导电图形上的粘合剂未妨碍焊接连接形式。

8.1.2 粘合剂固定 - 机械强度 (续)



图 8-6

未建立 - 1 级
缺陷 - 2 , 3级

- 圆形元器件上的粘接高度小于元器件高度的25%。
- 圆形元器件周边的粘接点小于三个。
- 没有粘接固定矩形元器件的每个角，且高度小于元器件本体高度的25%。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 在安装表面没有粘合剂。
- 粘合剂妨碍了所要求的焊接连接的形成。
- 粘合剂非均质且未完全固化。
- 粘接妨碍了应力释放。



图 8-7

8.2 SMT 引线

8.2.1 SMT 引线 – 塑封元器件

本标准内，所用塑封元器件取其广义，用于区别塑封元器件与其它材料封装的元器件，例如：陶瓷/铝或金属（通常为气密封）。

除非另有规定，焊料不应当触及封装本体或密封处。其免责条款是因为铜导体或端子结构的原因引起的焊料填充触及塑封元器件的本体，如：

- 塑封SOIC系统（小外形封装，如：SOT、SOD）。
- 从元器件引线的顶部到塑封元器件的底部的间距为 0.15 mm [0.006 in] 或更小。
- 连接器，只要焊料没有进入到腔体中。
- 无引线元器件的连接盘设计大于元器件端子区域。
- 制造商与用户协商同意时。

8.2.2 SMT引线 – 损伤

无论引线是通过人工还是通过机械或模具成形，这些要求均适用。

可接受 – 1, 2, 3 级

- 刻痕或变形未超过引线直径、宽度或厚度的 10%。对暴露金属基材的要求见5.2.1节。

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 引线被损伤或变形超过其直径、宽度或厚度的 10%。
- 引线由于多次或粗心弯曲造成的变形。
- 严重的凹痕，如齿状的钳子压痕。

8.2.3 SMT引线 – 压扁

为了适于表面贴装，具有圆形横截面的轴向引线元器件可以被压扁（精压）。引线有意被整平的区域可免除8.2.2节中10%的变形要求。

可接受 – 1, 2 级

缺陷 – 3 级

- 压扁厚度小于原有直径的40%。

8.3 SMT 连接

8.3.1节到8.3.16节给出了对于各种SMT连接相应的要求。

某些尺寸，如：焊料厚度，是不可检查的特征，由注释明确其含义。

尺寸 (G) 是指从连接盘顶部到端子底部之间的焊料填充。尺寸 (G) 是决定无引线元器件连接可靠性的基本参数。(G) 厚一些较为理想。其它有关表面贴装连接可靠性的资料可参考IPC-D-279、IPC-SM-785和IPC-9701文件。

连接盘上设计的微导孔可能会妨碍焊料填充高度的要求，此时的焊料可接受性要求应该由制造商和用户协调确定。

因设计造成的元器件上不可润湿的表面和/或端头或侧面，免除其焊料润湿要求。引线的头部或侧面的焊料填充润湿是不要求的，除非特别规定。

焊料填充可以延伸到顶部弯折处。但不应该延伸到有42合金或类似金属引线的表面贴装元器件本体的下面。

因为与机箱或面板的配合，要求一些元器件不能倾斜，例如：拨动开关、电位计、LCD及LED。此类限制条件应该在图纸中注明。

对于拥有多端子类型的元器件，如：TO-252 (D-PakTM)，每种类型的端子应当满足与之相对应的端子的验收条件。

8.3 SMT 连接 (续)

目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件没有倾斜或浮高。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 元器件倾斜/浮高，但并没有：
 - 违反电波电气间隙。
 - 超过最大元器件高度的要求。
 - 影响外观、装配或功能。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件倾斜/浮高：
 - 违反电波电气间隙。
 - 超过最大元器件高度的要求。
 - 影响外形、装配或功能。

8.3.1 片式元器件 - 仅有底部端子

仅有底部端子的片式元器件所形成的连接应当满足表8-1及8.3.1.1节至8.3.1.8节的尺寸及填充要求。元器件端子宽度和连接盘宽度，分别用 (W) 和 (P) 表示，端子偏出描述的是其中较小者偏出较大者的情形，也就是W或P。元器件端子的长度用 (R) 表示，连接盘长度用 (S) 表示。

关于仅有底部端子的高外元器件的标准，见8.3.10节。

表 8-1 尺寸要求 - 片式元器件 - 仅有底部端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W) 或 50% (P), 取两者中的较小者, 注 1		25% (W) 或 25% (P), 取两者中的较小者, 注 1
末端偏出	B		不允许	
最小末端连接宽度	C	50% (W) 或 50% (P), 取两者中的较小者, 注 4		75% (W) 或 75% (P), 取两者中的较小者, 注 4
最小侧面连接长度	D		注 3	
最大填充高度	E		注 3	
最小填充高度	F		注 3	
焊料厚度	G		注 3	
最小末端重叠	J	注 3	50% (R)	75% (R)
连接盘宽度	P		注 2	
端子长度	R		注 2	
连接盘长度	S		注 2	
端子宽度	W		注 2	

注 1. 不违反最小电气间隙。

注 2. 未作规定的尺寸参数或变量，由设计决定。

注 3. 润湿明显。

注 4: (C) 是在要求填充的最窄点测量。

8.3.1.1 片式元器件 - 仅有底部端子 - 侧面偏出(A)

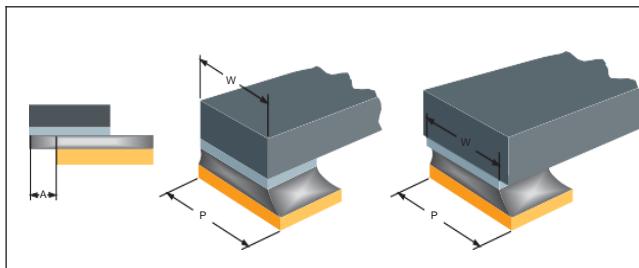


图 8-8

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

可接受 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 小于或等于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

可接受 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 小于或等于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的25%，取两者中的较小者。

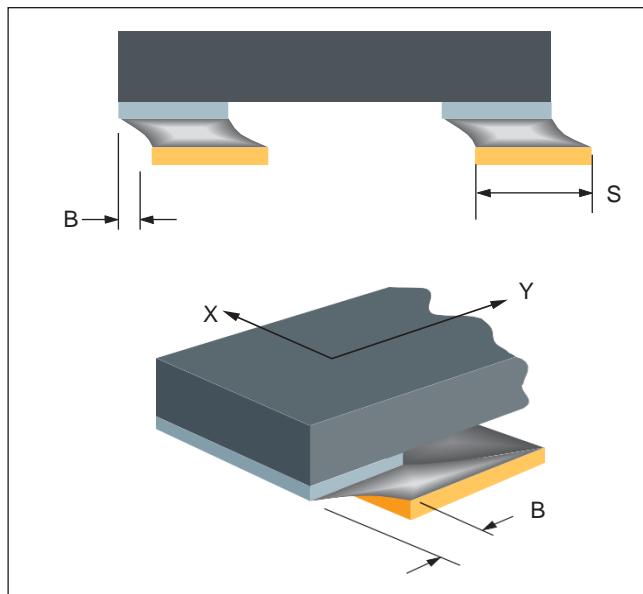
缺陷 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 大于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

缺陷 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 大于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的25%，取两者中的较小者。

8.3.1.2 片式元器件 – 仅有底部端子 – 末端偏出(B)



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 不允许在Y轴方向有末端偏出。

图 8-9

8.3.1.3 片式元器件 – 仅有底部端子 – 末端连接宽度(C)

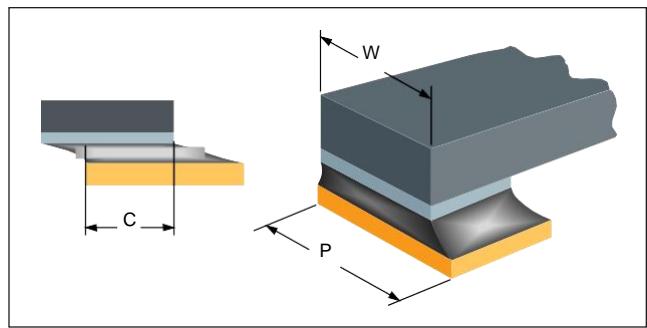


图 8-10

目标 – 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度 (C) 等于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P)，取两者中的较小者。

可接受 – 1, 2 级

- 最小末端连接宽度 (C) 为元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

可接受 – 3 级

- 最小末端连接宽度 (C) 为元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的75%，取两者中的较小者。

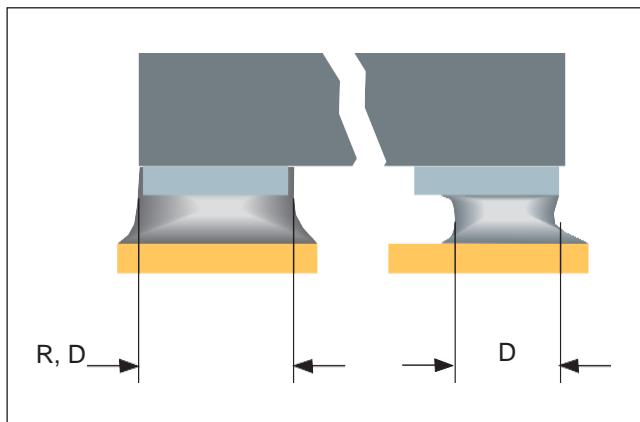
缺陷 – 1, 2 级

- 末端连接宽度 (C) 小于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

缺陷 – 3 级

- 末端连接宽度 (C) 小于元器件端子宽度 (W) 或连接盘宽度 (P) 的75%，取两者中的较小者。

8.3.1.4 片式元器件 – 仅有底部端子 – 侧边连接长度(D)



目标 – 1, 2, 3 级

- 侧面连接长度 (D) 等于元器件端子长度 (R)。

可接受 – 1, 2, 3 级

- 如果所有其它焊接要求都已满足，任何侧面连接长度 (D) 均可接受

图 8-11

8.3.1.5 片式元器件 – 仅有底部端子 – 最大填充高度 (E)

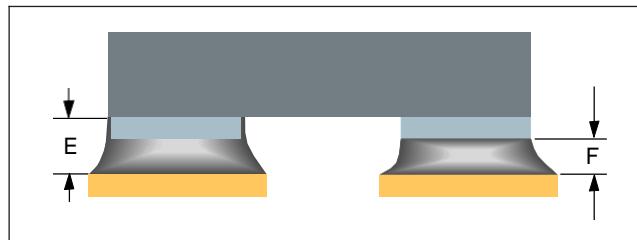
对于1, 2, 3级的最大填充高度 (E) 没有作规定，但润湿要明显。

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 无明显润湿。

8.3.1.6 片式元器件 – 仅有底部端子 – 最小填充高度 (F)

对于1, 2, 3级的最小填充高度 (F) 没有作规定，但润湿要明显。



缺陷 – 1, 2, 3 级

- 无明显润湿。

图 8-12

8.3.1.7 片式元器件 - 仅有底部端子 - 焊料厚度 (G)

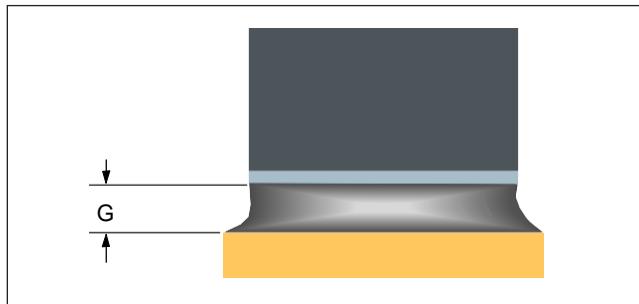


图 8-13

可接受 - 1, 2, 3 级

- 润湿明显
-

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 无明显润湿。.

8.3.1.8 片式元器件 - 仅有底部端子 - 末端重叠 (J)

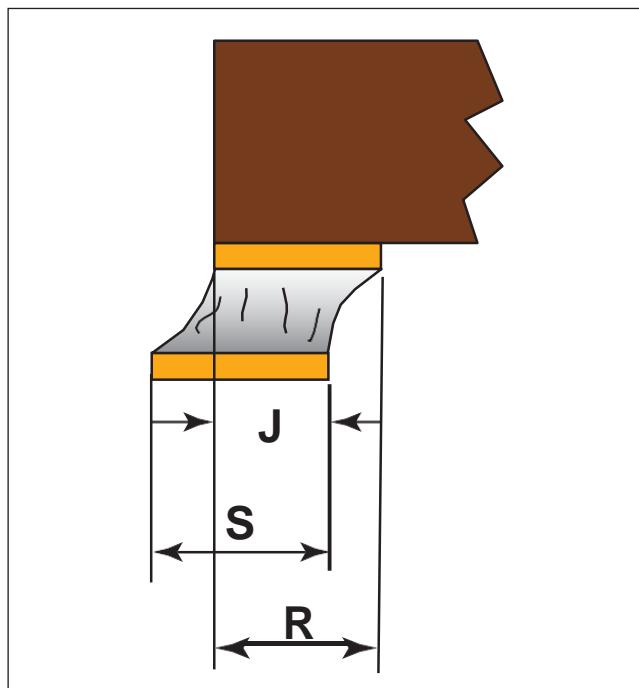


图 8-14

可接受 - 1 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 2 级

- 元器件端子和连接盘之间的末端重叠 (J) 至少为元器件端子长度 (R) 的50%。

可接受 - 3 级

- 元器件端子和连接盘之间的末端重叠 (J) 至少为元器件端子长度 (R) 的75%。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件端子区域和连接盘未重叠。

缺陷 - 2 级

- 末端重叠 (J) 小于元器件端子长度 (R) 的50%。

缺陷 - 3 级

- 末端重叠 (J) 小于元器件端子长度 (R) 的75%。

8.3.2 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子(s)

这些要求适用于如片式电阻器、片式电容器、网络被动器件（此类型端子的R-NET等）及有方形端子的圆柱体元器件等此类元器件。

具有方形或矩形端子元器件的焊接连接应当满足表 8-2及8.3.2.1节至8.3.2.10.2节中相应的尺寸及焊料填充要求。对于一面端子，可焊面是元器件的垂直端面。

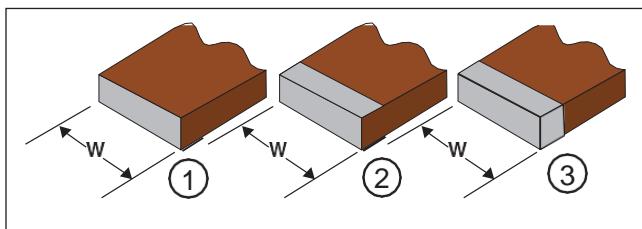


图 8-15

1. 1或2面端子
2. 3面端子
3. 5面端子

表 8-2 尺寸要求 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3 或 5 面端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W) 或 50% (P), 取两者中的较小者, 注 1		25% (W) 或25% (P), 取两者中的较小者, 注 1
末端偏出	B		为允许	
最小末端连接宽度	C	50% (W) 或50% (P), 取两者中的较小者, 注 5		75% (W) 或75% (P), 取两者中的较小者, 注 5
最小侧面连接长度	D		注 3	
最大填充高度	E		注 4	
最小填充高度	F	元器件端子垂直表面润湿明显		(G) + 25% (H) 或 (G) + 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者
焊料厚度	G		注 3	
端子高度	H		注 2	
最小末端重叠	J	要求		25% (R)
连接盘宽度	P		注 2	
端子长度	R		注 2	
端子宽度	W		注 2	
侧面贴装/公告板, 注 6, 7				
宽高比		不超过 2:1		
端帽与连接盘的润湿		连接盘到金属镀层端子接触区有100%的润湿		
最小末端重叠	J	100%		
最大侧面偏出	A	不允许		
末端偏出	B	不请允		
最大元器件尺寸		无限制		1206, 注 8

注 1. 不违反最小电气间隙。

注 2. 未作规定的尺寸参数或变量, 由设计决定。

注 3. 润湿明显。

注 4. 最大填充可偏出连接盘和/或延伸至端帽金属镀层的顶部或侧面; 但焊料不能接触到元器件的顶部或侧面。

注 5: (C)是在焊料需要填充的最窄处测量。

注 6: 这些要求是为仅仅应用于有3或5面端子的元器件或在组装过程中可能会翻转成窄边放置的片式元器件而制定。

注 7: 对于某些高频或高振动应用, 这些要求可能是不可接受的。

注 8: 对于宽高比小于1.25: 1及有5面端子的元器件可以不大于1206。

8.3.2.1 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子 - 侧面偏出 (A)

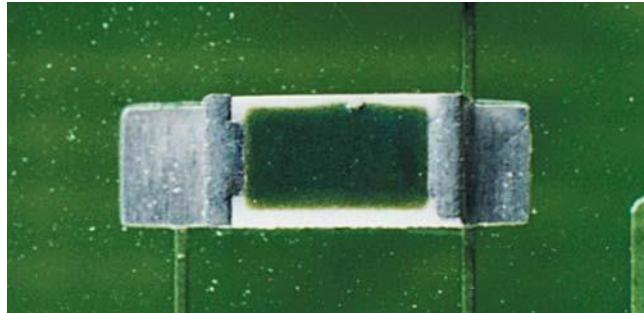


图 8-16

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

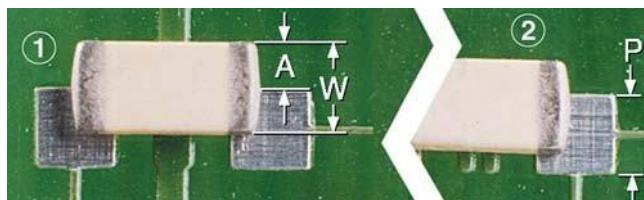


图 8-17

1. 1, 2 级
2. 3 级

可接受 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 小于或等于元器件端子宽度 (W) 的50%，或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

可接受 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 小于或等于元器件端子宽度 (W) 的25%，或连接盘宽度 (P) 的25%，取两者中的较小者。

8.3.2.1 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子 – 侧面偏出 (A) (续)

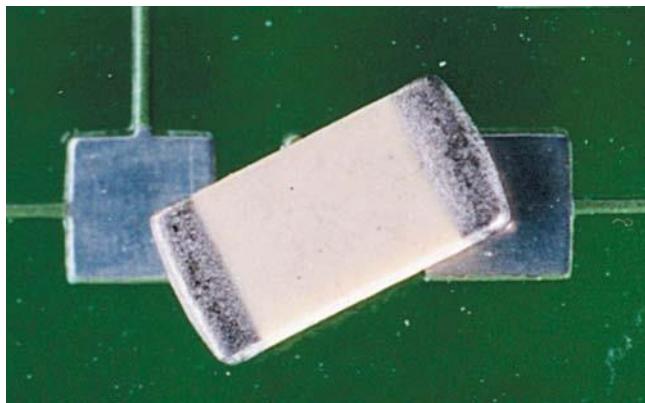


图 8-18

缺陷 – 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 大于元器件端子宽度 (W) 的 50%，或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

缺陷 – 3 级

- 侧面偏出 (A) 大于元器件端子宽度 (W) 的 25%，或连接盘宽度 (P) 的25%，取两者中的较小者。

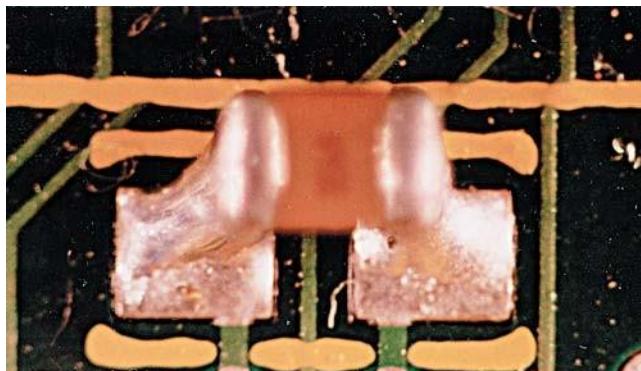


图 8-19

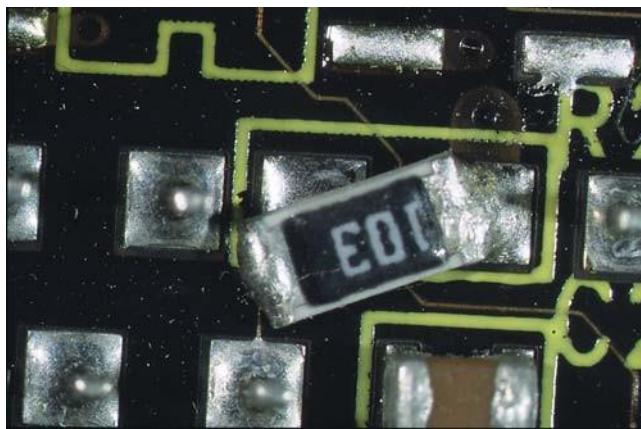


图 8-20

8.3.2.2 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子 – 末端偏出 (B)

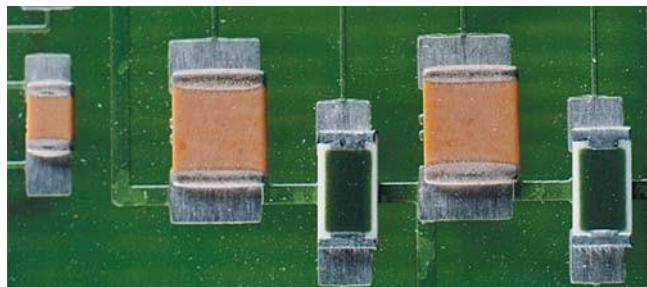


图 8-21

目标 – 1, 2, 3 级

- 无末端偏出。

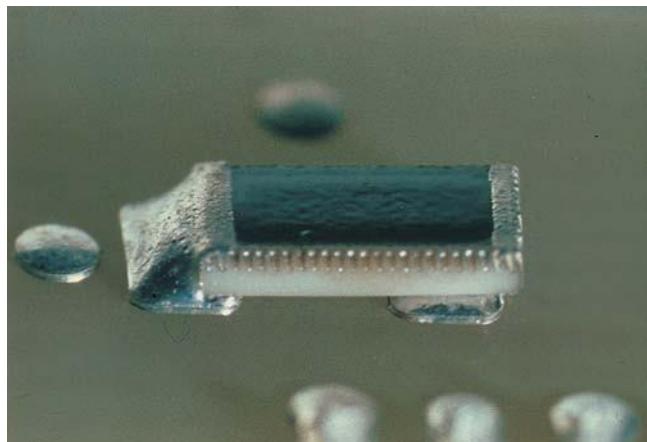


图 8-22

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 端子偏出连接盘。

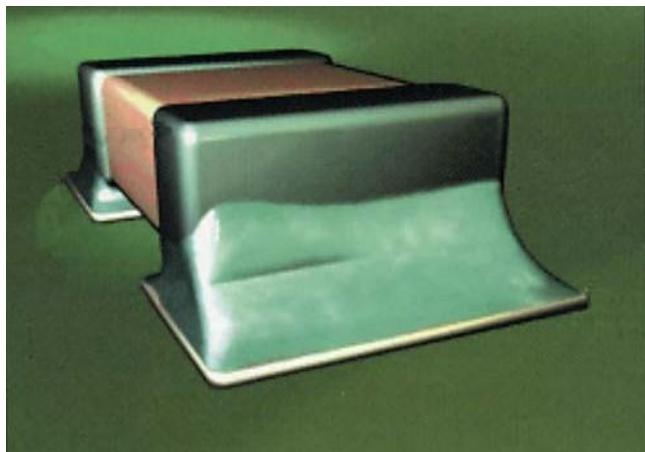
8.3.2.3 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子 – 末端连接宽度 (C)

图 8-23

目标 – 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度等于元器件端子宽度或连接盘宽度，取两者中的较小者。

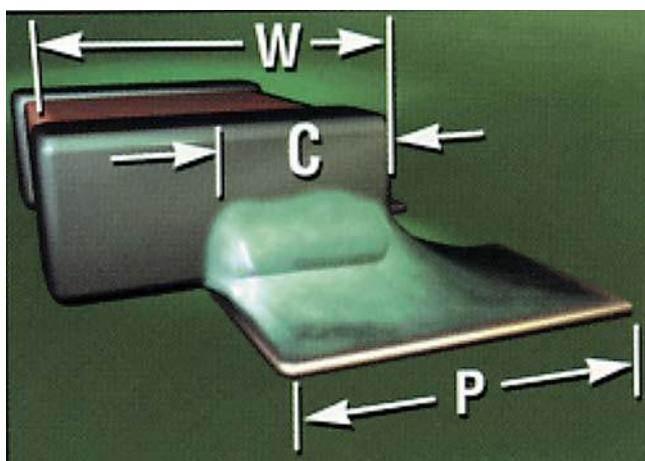


图 8-24

可接受 – 1, 2 级

- 末端连接宽度 (C) 至少为元器件端子宽度 (W) 的50%，或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。



图 8-25

8.3.2.3 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子 - 末端连接宽度 (C) (续)

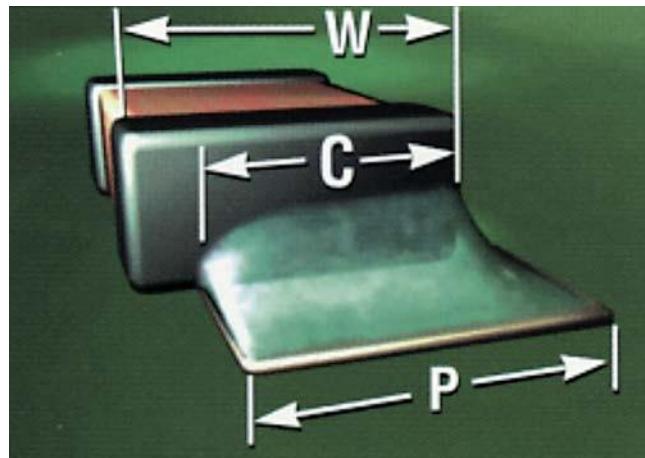


图 8-26

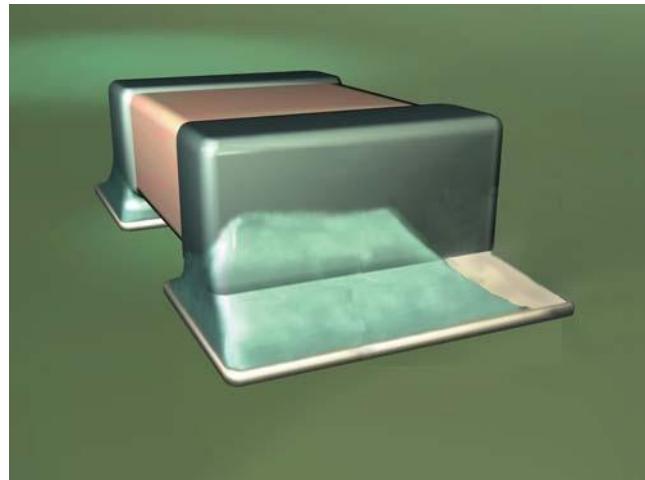


图 8-27

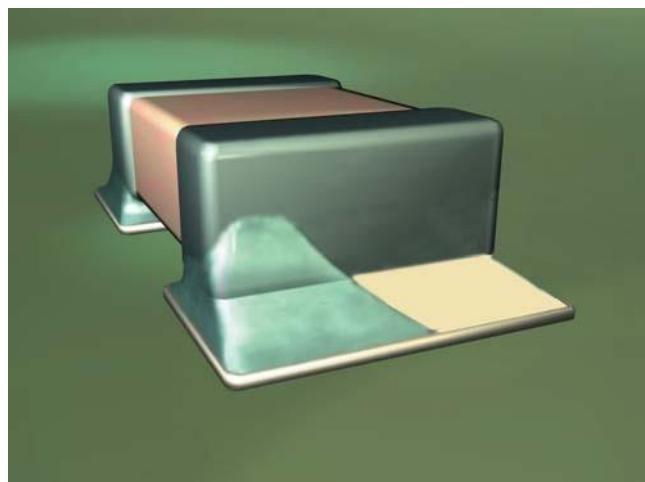


图 8-28

可接受 - 3 级

- 末端连接宽度 (C) 至少为元器件端子宽度 (W) 的75%，或连接盘宽度 (P) 的75%，取两者中的较小者。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 小于最小可接受末端连接宽度。

**8.3.2.4 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子 – 侧面
连接长度(D)**

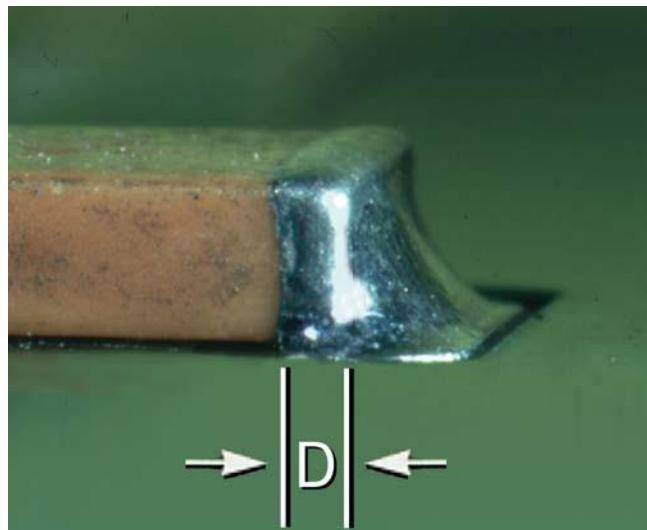


图 8-29

目标 – 1, 2, 3 级

- 侧面连接长度等于元器件端子长度。

可接受 – 1, 2, 3 级

- 对侧面连接长度不作要求。但是要有明显的润湿填充。

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 无润湿的填充。

**8.3.2.5 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子 -
最大填充高度 (E)**

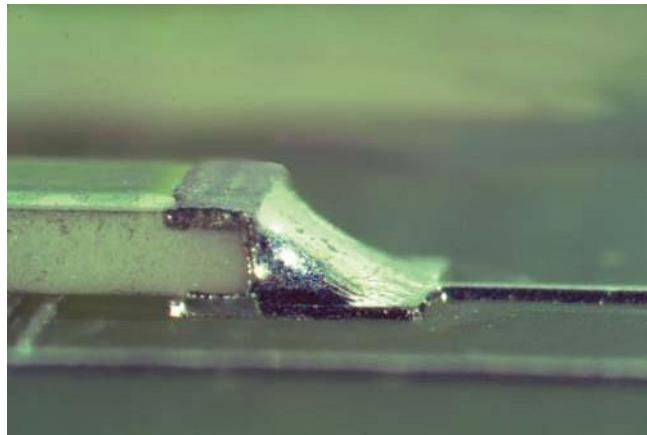


图 8-30

目标 - 1, 2, 3 级

- 最大填充高度为焊料厚度加上元器件端子高度。

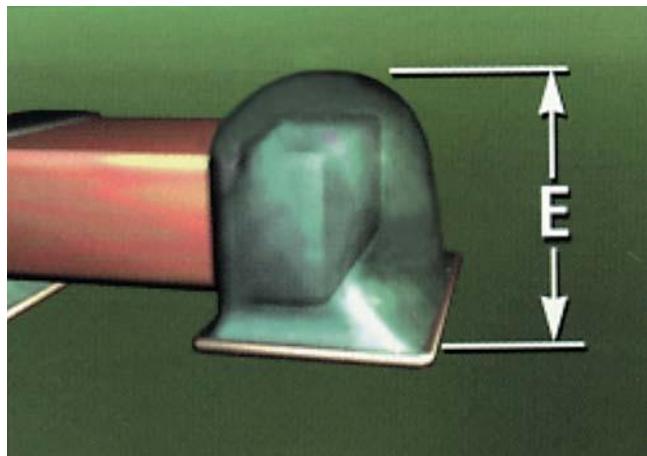


图 8-31

可接受 - 1, 2, 3 级

- 最大填充高度 (E) 可以偏出连接盘和/或延伸至端帽金属镀层顶部或八面侧面，但不可接触到元器件本体顶部或侧面。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充延伸至元器件本体顶部。

8.3.2.6 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子 - 最小填充高度 (F)

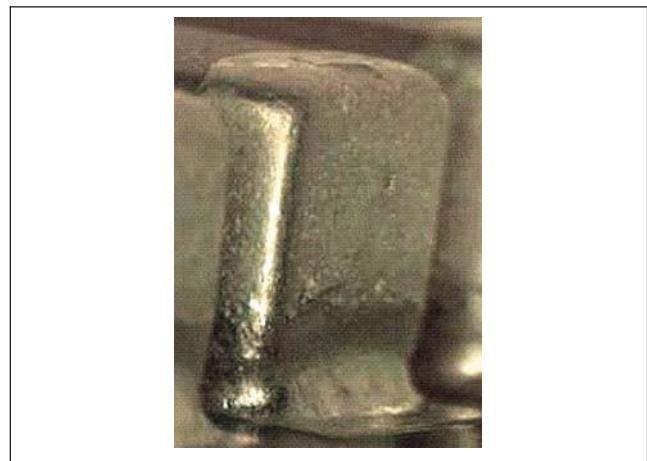


图 8-32

可接受 - 1, 2 级

- 元器件端子的垂直表面最小填充高度 (F) 润湿明显。

可接受 - 3 级

- 最小填充高度 (F) 为焊料厚度 (G) 加上端子高度 (H) 的25%或焊料厚度 (G) 加上 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。

缺陷 - 1, 2 级

- 元器件端子面无可见的填充爬升。

缺陷 - 3 级

- 最小填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) 加上端子高度 (H) 的25%或焊料厚度 (G) 加上 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。

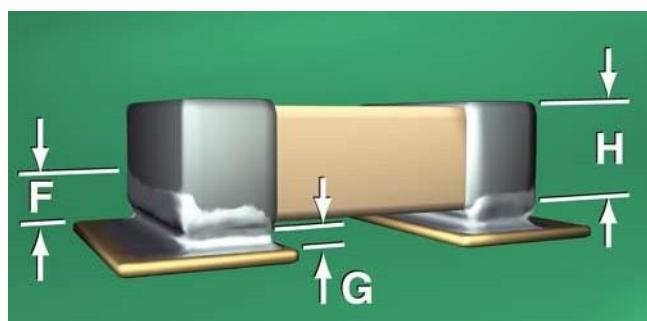


图 8-33

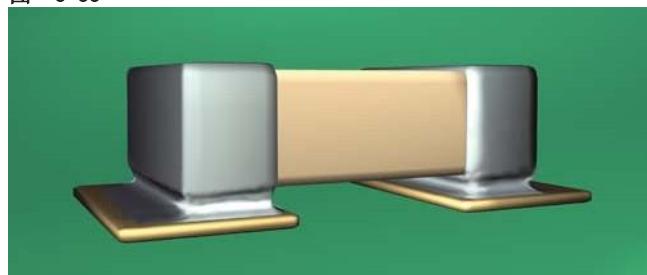


图 8-34

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料不足。
- 无明显的润湿填充。

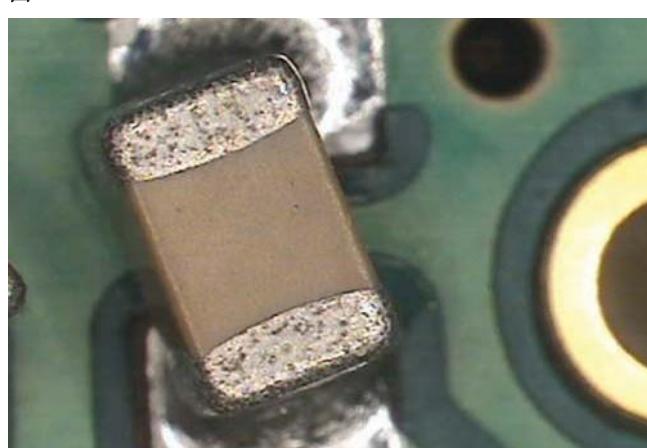


图 8-35

8.3.2.7 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子 - 焊料厚度(G)

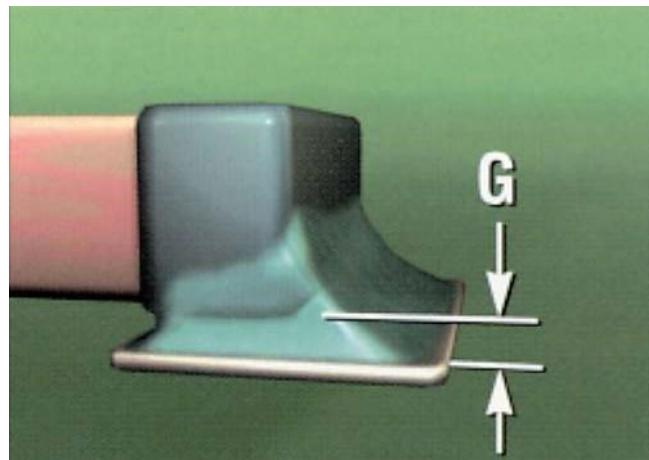


图 8-36

可接受 - 1, 2, 3 级

- 明显的润湿填充。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 无润湿填充。

8.3.2.8 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子- 末端重叠 (J)

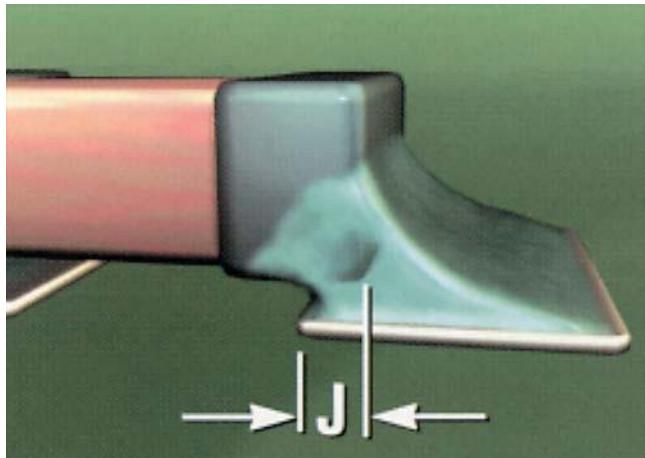


图 8-37

可接受 - 1, 2 级

- 元器件端子和连接盘之间的重叠接触(J) 明显。

可接受 - 3 级

- 元器件端子和连接盘之间至少有25%的重叠接触(J) 。

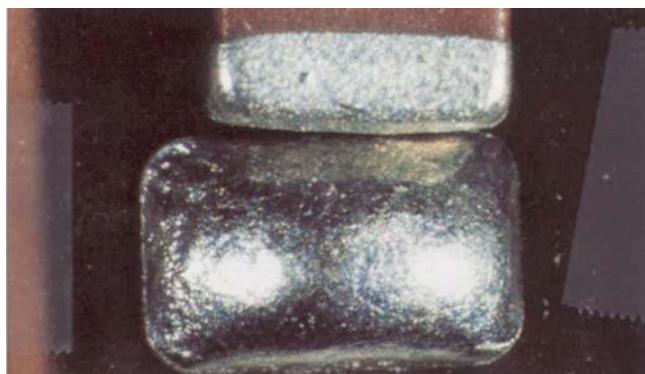


图 8-38

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 末端重叠不充分。

缺陷 - 3 级

- 元器件端子和连接盘之间小于25%的重叠接触(J) 。

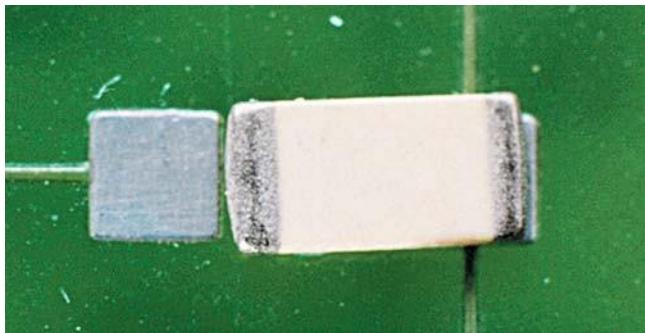


图 8-39

8.3.2.9 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子–端子异常

8.3.2.9.1 矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子–端子异常–侧面贴装(公告板)

本章为组装过程中可能会翻转成窄边放置的片式元器件而制定这些要求。

对于某些高频或高振动应用，这些要求可能是不可接受的。

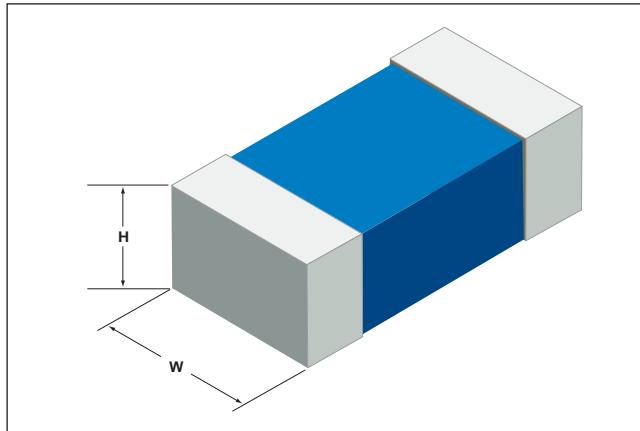


图 8-40

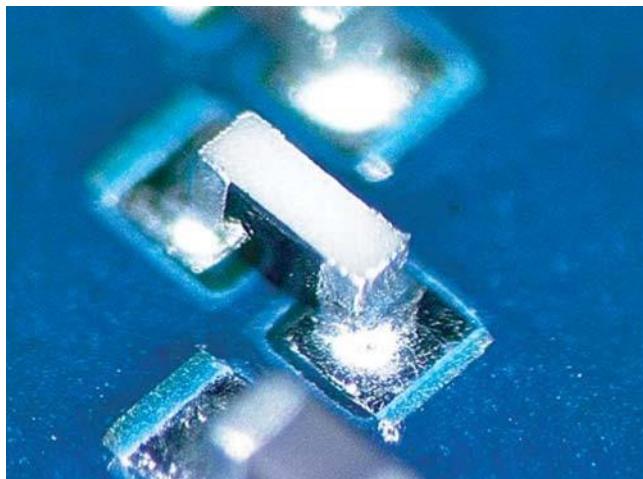


图 8-41

可接受 – 1, 2 级

- 宽度 (W) 与高度 (H) 之比不超过二比一 (2:1) , 见图8-40.
- 连接盘及端子金属镀层完全润湿。
- 元器件端子 (金属镀层) 与连接盘之间100%重叠接触。
- 元器件有三个或以上端面 (金属镀层) 。
- 在端子的三个垂直面上有明显的润湿。

可接受 – 3 级

- 对于1206或比1206更小的元器件:
 - 宽度 (W) 与高度 (H) 之比不超过二比一 (2:1) 见图 8-41.
 - 连接盘与端子金属镀层完全润湿。
 - 元器件端子 (金属镀层) 与连接盘之间100%重叠接触。
 - 元器件有三个或以上端面 (金属镀层) 。
 - 在端子的三个垂直面上有明显的润湿。
- 对于大于1206的元器件:
 - 宽度 (W) 与高度 (H) 之比不超过1.25: 1的比率。
 - 元器件有五个端面 (金属镀层) 。
 - 连接盘与端子金属镀层完全润湿。
 - 元器件端子 (金属镀层) 与连接盘之间100%重叠接触。
 - 在端子的三个垂直面上有明显的润湿。

8.3.2.9.1 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子- 端子异常-侧面贴装(公告板) (续)

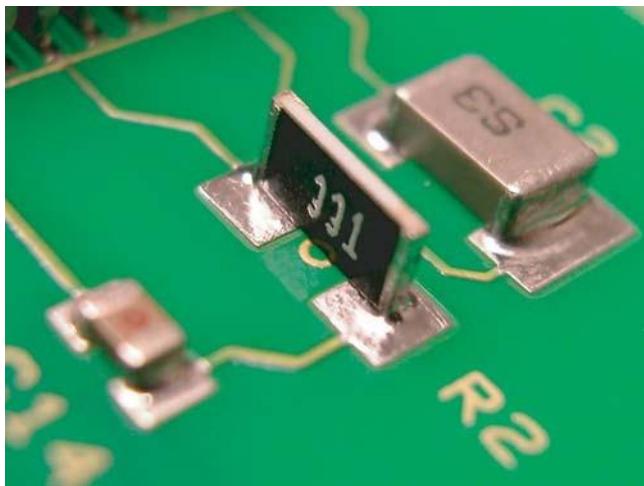


图 8-42

缺陷 - 1, 2 级

- 宽高比超过二比一 (2:1)。
- 连接盘或端帽金属镀层上不完全润湿。
- 元器件端子（金属镀层）与连接盘之间的重叠接触小于100%。
- 元器件偏出连接盘的端部或侧面。
- 元器件端面（金属镀层）少于三个。

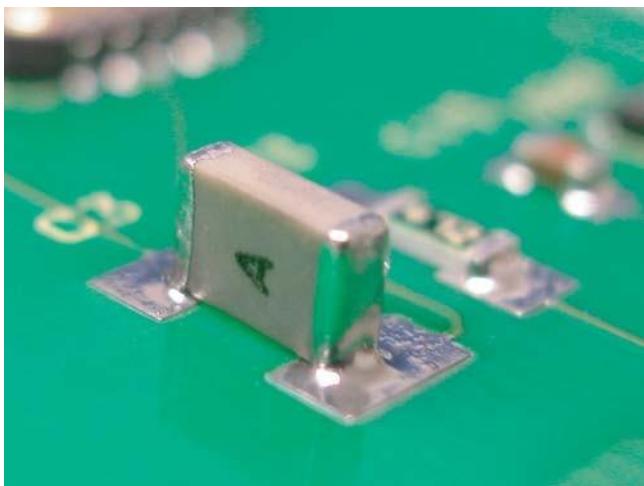


图 8-43

缺陷 - 3级

- 对于1206或比1206更小的元器件:
 - 宽度 (W) 与高度 (H) 之比超过二比一 (2:1)。
 - 至少有三个元器件端面到连接盘不完全润湿。
 - 元器件端子（金属镀层）与连接盘之间小于100%重叠接触。
 - 元器件偏出连接盘的端部或侧面。
 - 元器件端面（金属镀层）小于三个。
- 对于大于1206的元器件, 见图8-43:
 - 至少三个元器件端面到连接盘不完全润湿。
 - 元器件端子（金属镀层）与连接盘之间小于100%重叠接触。
 - 元器件偏出连接盘的端部或侧面。
 - 宽度 (W) 与高度 (H) 之比不超过1.25:1。
 - 元器件端面小于五个。

**8.3.2.9.2 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子- 端子异常
- 底面朝上贴装**



图 8-44

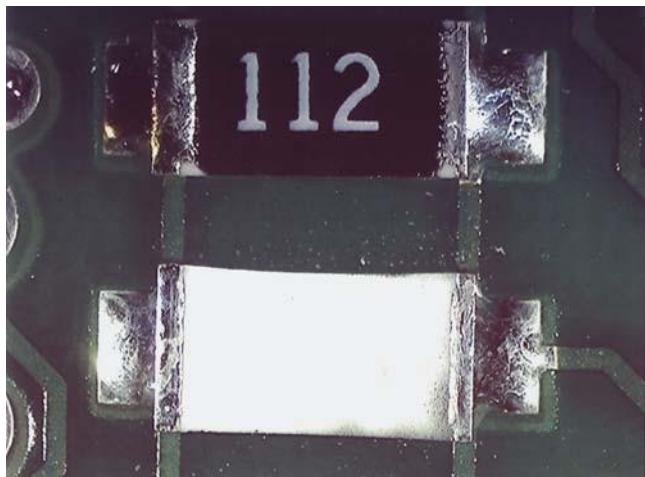


图 8-45

目标 - 1, 2, 3 级

- 片式元器件的电气要素面朝上放置。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 , 3级

- 1, 3, 5 面端子的片式元器件的电气要素面朝下放置。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 两面端子的元器件的颠倒安装（上面朝下安装）。

**8.3.2.9.3 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子
- 端子异常 - 叠装**

这些要求适用于要求叠装の場合。

叠装元器件时，元器件顶部端子区域成为上面堆叠的那个元器件的连接盘。

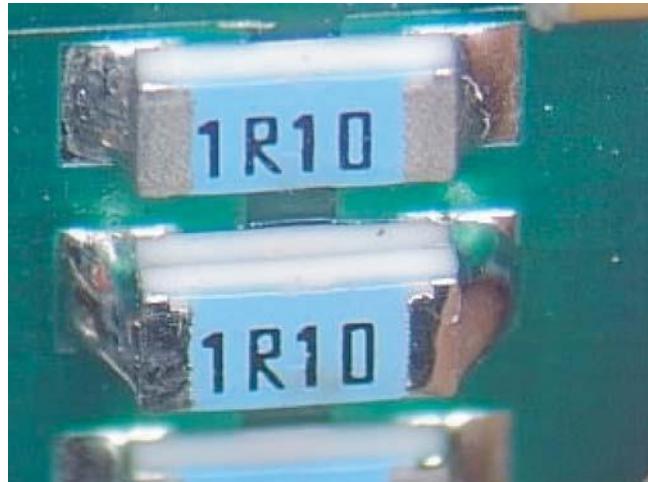


图 8-46

可接受 - 1, 2, 3 级

- 当图纸允许时。
- 堆叠顺序满足图纸要求。
- 堆叠的元器件满足表8-2中所适用级别的验收要求。
- 侧面偏出未妨碍所要求焊料填充的形成。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 图纸没有要求时，元器件被叠装。
- 堆叠顺序不满足图纸要求。
- 堆叠的元器件不满足表8-2中所适用级别的验收要求。
- 侧面偏出妨碍所要求焊料填充的形成。

8.3.2.9.4 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子- 端子异常 - 立碑

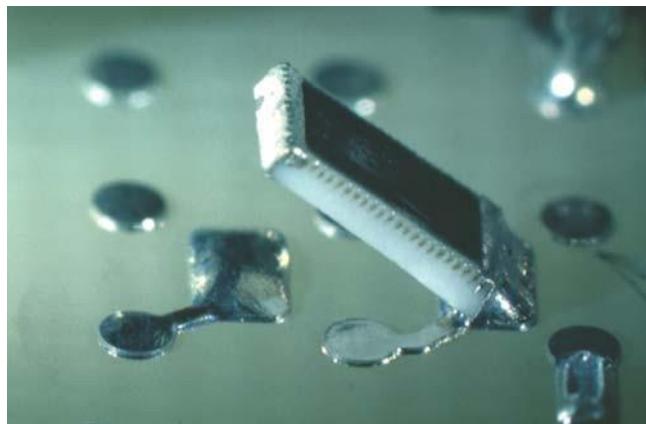


图 8-47

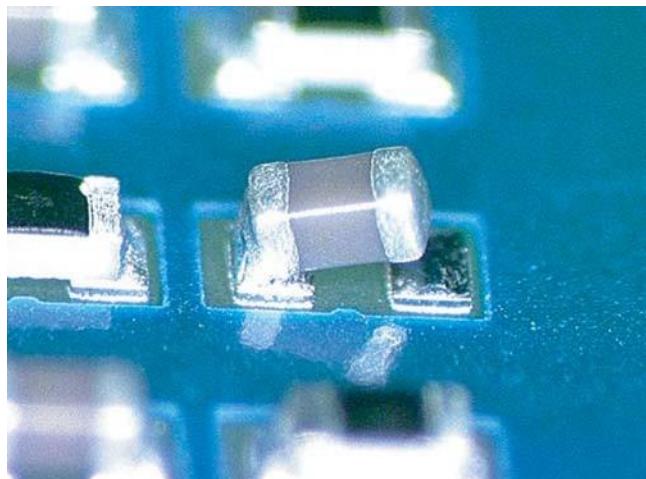


图 8-48

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 片式元器件站立于一个端子上（立碑）。

8.3.2.10 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面
端子 - 端子异常 - 居中焊端

这些要求也适用于有侧面端子的圆柱体片式元器件，见图8-50。

8.3.2.10.1 矩形或方形端片式元器件 - 1, 2, 3或5面端子- 端子异常 -
居中焊端 - 侧面焊接宽度

目标 - 1, 2, 3 级

- 端子侧面焊接宽度等于元器件端子宽度或连接盘宽度，取两者中的较小者。

可接受 - 1, 2 级

- 端子侧面焊接宽度至少为元器件端子宽度的50%或连接盘宽度的50%，取两者中的较小者。

可接受 - 3 级

- 端子侧面焊接宽度至少为元器件端子宽度的75%或连接盘宽度的75%，取两者中的较小者。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 小于最小可接受末端连接宽度。

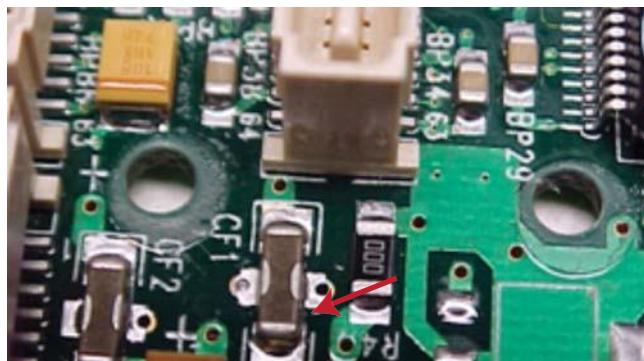


图 8-49

**8.3.2.10.2矩形或方形端片式元器件 – 1, 2, 3或5面端子- 端子异常 – 居中
焊端 – 侧面最小填充高度**

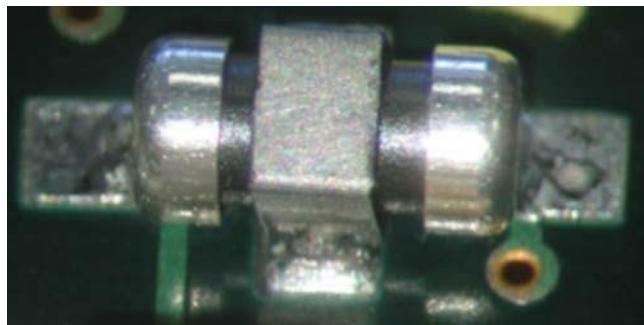


图 8-50

可接受 – 1, 2, 3 级

- 元器件侧面端子的垂直面润湿明显。



图 8-51

缺陷 – 1, 2, 3 级

- 元器件侧面端子上没有明显的填充高度。
- 润湿填充不明显。

8.3.3 圆柱体帽形端子

这种元器件有时也称之为MELF (Metal Electrode Leadless Face, 金属电极无引线端面)。具有圆柱体帽形端子的元器件的焊接连接应当满足表8-3和8.3.3.1到8.3.3.8节的相应尺寸及焊料填充要求。8.3.2.10节对也有侧面端子的圆柱体元器件提出了要求, 见图8-50.

表 8-3 尺寸要求 - 圆柱体帽形端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A		25% (W) 或 25% (P), 取两者中的较小者, 注1	
末端偏出	B		不允许	
最小末端连接宽度, 注 2	C	注4	50% (W) 或 50% (P), 取两者中的较小者	
最小侧面连接长度	D	注4, 6	50% (R) 或 50% (S), 取两者中的较小者, 注6	75% (R)或75% (S), 取两者中的较小者, 注6
最大填充高度	E		注 5	
最小填充高度 (末端与侧面)	F	元器件端子垂直表面上润湿明显		(G) + 25% (W) 或 (G) + 1 mm [0.04 in], 取两者中的较小者
焊料厚度	G		注 4	
最小末端重叠	J	注4, 6	50% (R), 注6	75% (R), 注6
连接盘宽度	P		注 3	
端子长度	R		注 3	
连接盘长度	S		注 3	
端子直径	W		注 3	

- 注 1. 不违反最小电气间隙。
- 注 2. (C)是在焊料需要填充的最窄处测量。
- 注 3. 未作规定的尺寸或尺寸变量, 由设计决定。
- 注 4. 润湿明显。
- 注 5. 最大填充可偏出连接盘或延伸至顶部的金属化层; 但焊料没有接触到元器件本体的顶部。焊料可能接触到元器件本体的下半部。
- 注 6. 不适用于只有端面端子的元器件。

8.3.3.1 圆柱体帽形端子 - 侧面编出 (A)

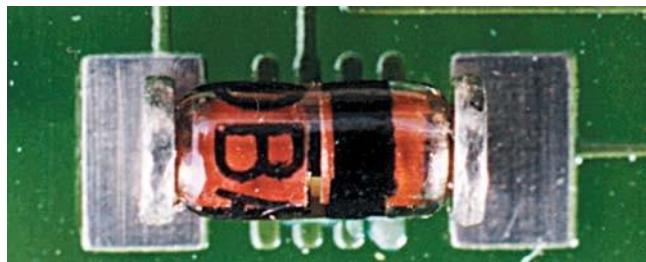


图 8-52

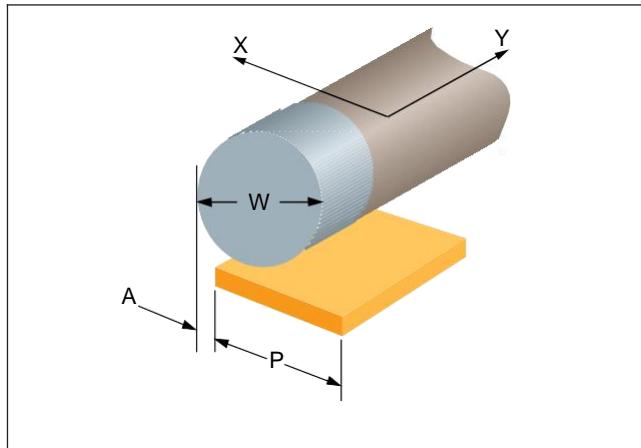


图 8-53

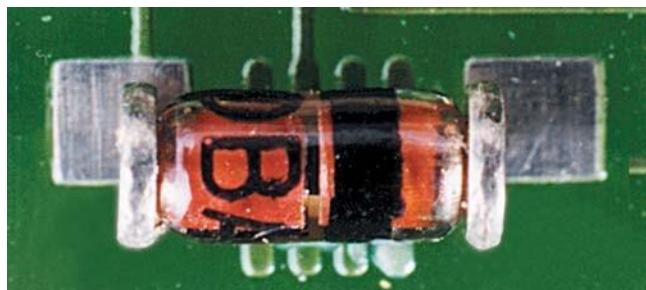


图 8-54

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

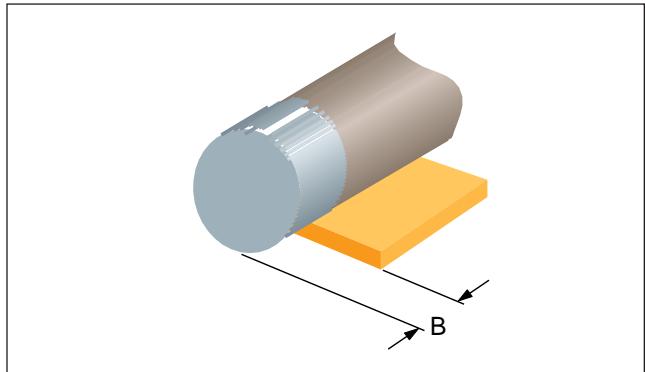
可接受 - 1, 2, 3 级

- 侧面偏出 (A) 小于或等于元器件直径 (W) 的 25%，或连接盘宽度 (P) 的 25%，取两者中的较小者。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 侧面偏出 (A) 大于元器件直径 (W) 的 25%，或连接盘宽度 (P) 的 25%，取两者中的较小者。

8.3.3.2 圆柱体帽形端子 - 末端偏出 (B)



目标 - 1, 2, 3 级

- 无末端偏出 (B)。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 任何末端偏出 (B)。

图 8-55

8.3.3.3 圆柱体帽形端子 - 末端连接宽度 (C)

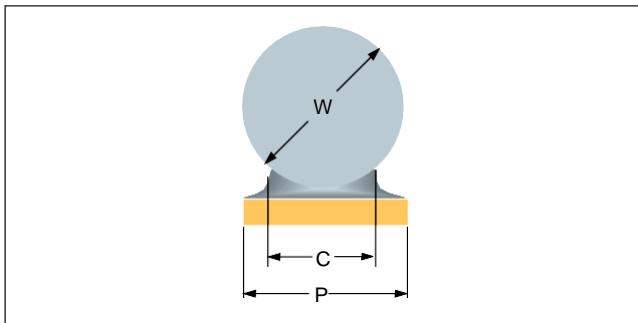


图 8-56

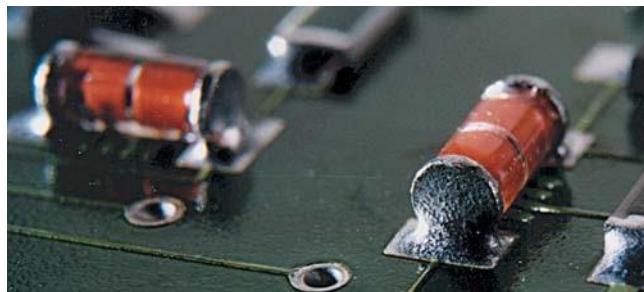


图 8-57

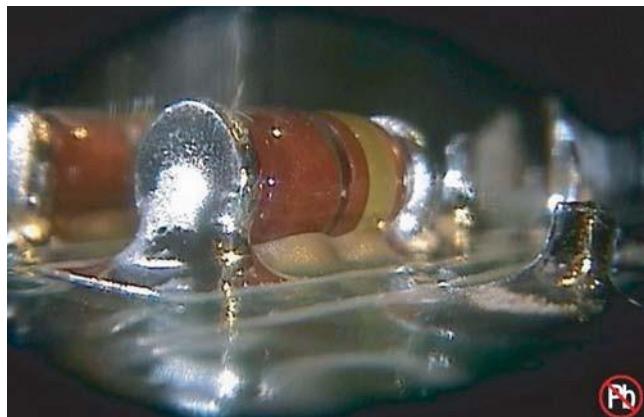


图 8-58

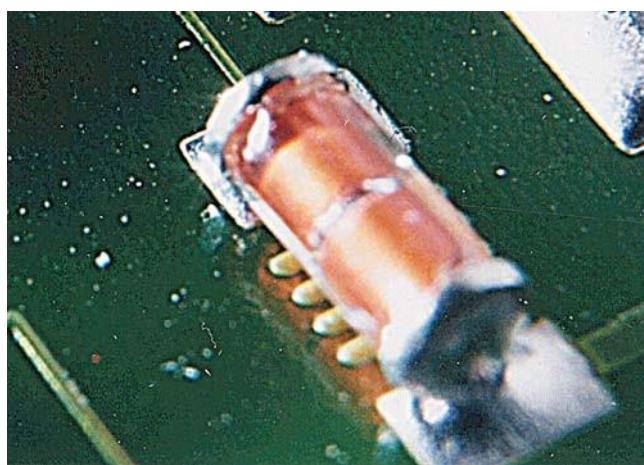


图 8-59

目标 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度等于或大于元器件直径 (W) 或连接盘宽度 (P)，取两者中的较小者。

可接受 - 1 级

- 末端连接呈现润湿的填充。

可接受 - 2 级, 3

- 末端连接宽度 (C) 至少为元器件直径 (W) 的50%，或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

缺陷 - 1 级

- 末端焊接连接未呈现润湿的填充。

缺陷 - 2 ,3级

- 末端连接宽度 (C) 小于元器件直径 (W) 的50%，或连接盘宽度 (P) 的50%，取两者中的较小者。

8.3.3.4 圆柱体帽形端子 - 侧面连接长度 (D)

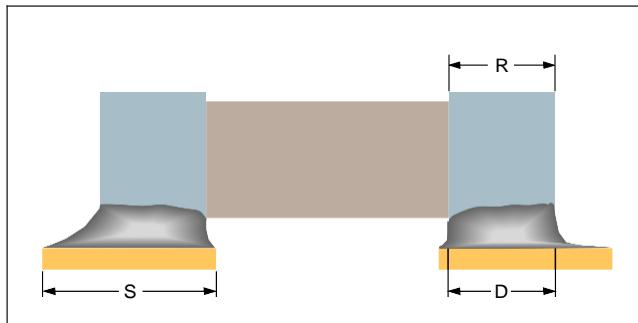


图 8-60



图 8-61

目标 - 1, 2, 3 级

- 侧面连接长度 (D) 等于元器件端子长度 (R) 或连接盘长度 (S)，取两者中的较小者。

可接受 - 1 级

- 侧面连接长度 (D) 呈现润湿的填充。

可接受 - 2 级

- 侧面连接长度 (D) 至少为元器件端子长度 (R) 的50%，或连接盘长度 (S) 的50%，取两者中的较小者。

可接受 - 3 级

- 侧面连接长度 (D) 至少为元器件端子长度 (R) 的75%，或连接盘长度 (S) 的75%，取两者中的较小者。

缺陷 - 1 级

- 侧面连接长度 (D) 未呈现润湿的填充。

缺陷 - 2 级

- 侧面连接长度 (D) 小于元器件端子长度 (R) 的50%，或连接盘长度 (S) 的50%，取两者中的较小者。

缺陷 - 3 级

- 侧面连接长度 (D) 小于元器件端子长度 (R) 的75%，或连接盘长度 (S) 的75%，取两者中的较小者。

8.3.3.5 圆柱体帽形端子 — 最大填充高度 (E)

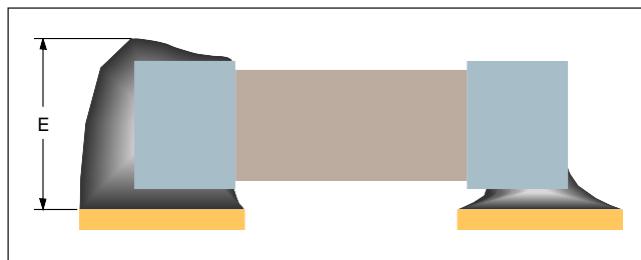


图 8-62

可接受 - 1, 2, 3 级

- 最大填充高度 (E) 可以偏出连接盘和/或延伸至端子的端帽金属镀层的顶部，但不可进一步延伸至元器件本体。

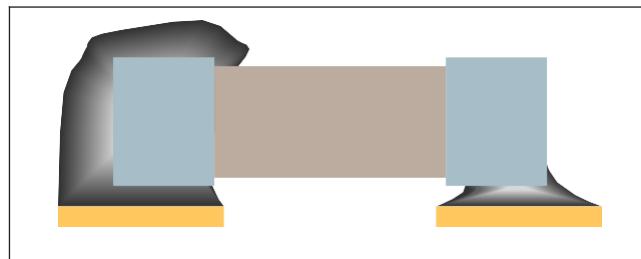
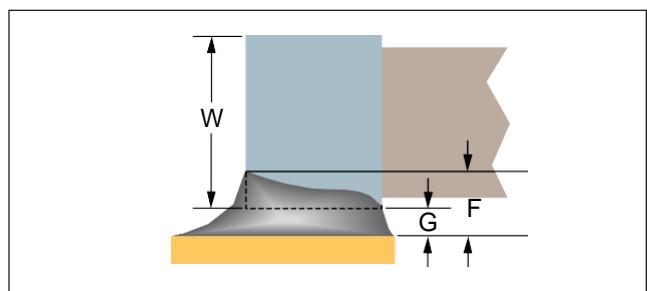


图 8-63

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充延伸至元器件本体顶部。

8.3.3.6 圆柱体帽形端子 -- 最小填充高度 (F)



可接受 - 1, 2 级

- 最小填充高度 (F) 是元器件端子垂直面显示润湿。

可接受 - 3 级

- 最小填充高度 (F) 为焊料厚度 (G) 加元器件端帽直径 (W) 的25%，或者焊料厚度 (G) 加1mm[0.04in]，取两者中的较小者。

图 8-64

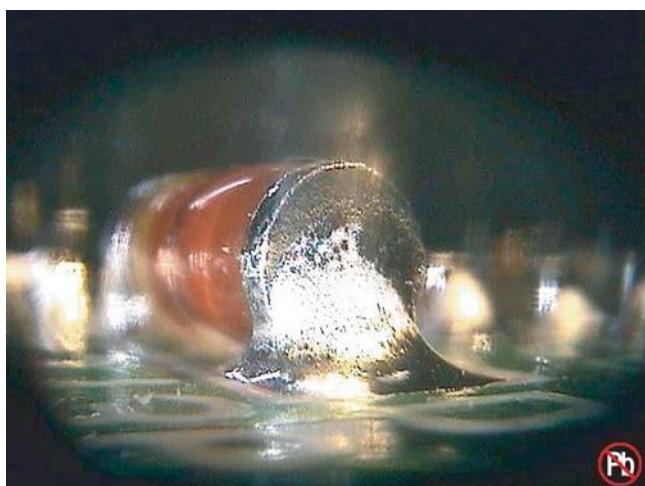
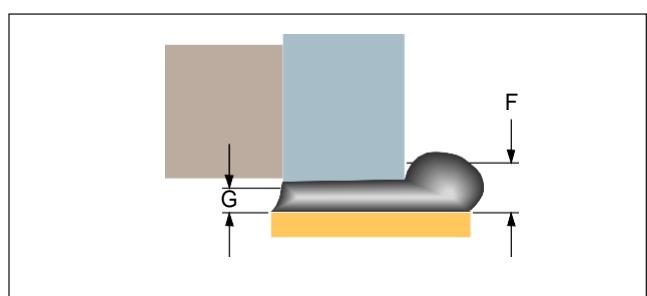


图 8-65



缺陷 - 1, 2, 3 级

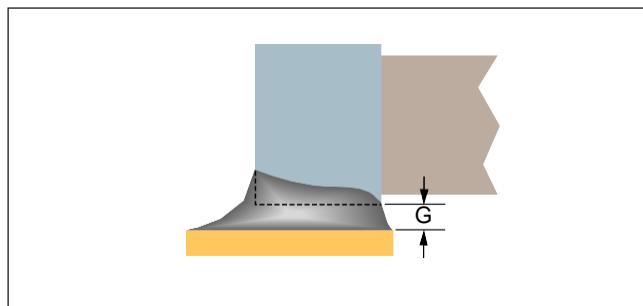
- 最小填充高度 (F) 未呈现润湿。

缺陷 - 3 级

- 最小填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) 加元器件端帽直径 (W) 的25%，或者焊料厚度 (G) 加1mm[0.04in]，取两者中的较小者。

图 8-66

8.3.3.7 圆柱体帽形端子 — 焊料厚度(G)



可接受 - 1, 2, 3 级

- 润湿填充明显。

缺陷 - 1 , 2, 3级

- 无润湿的填充。

图 8-67

8.3.3.8 圆柱体帽形端子 — 末端重叠 (J)

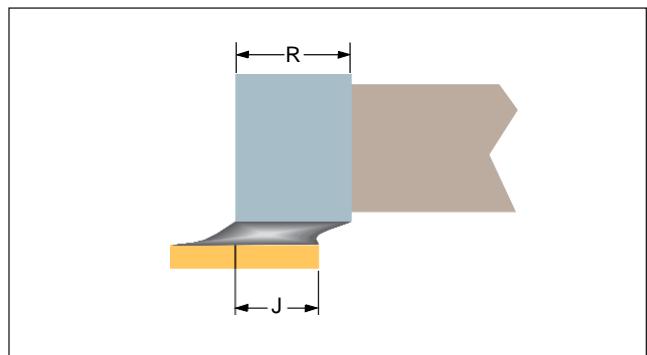


图 8-68

可接受 - 1 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 2 级

- 元器件端子与连接盘之间的末端重叠 (J) 至少为元器件端子长度 (R) 的50%。

可接受 - 3 级

- 元器件端子与连接盘之间的末端重叠 (J) 至少为元器件端子长度 (R) 的75%。

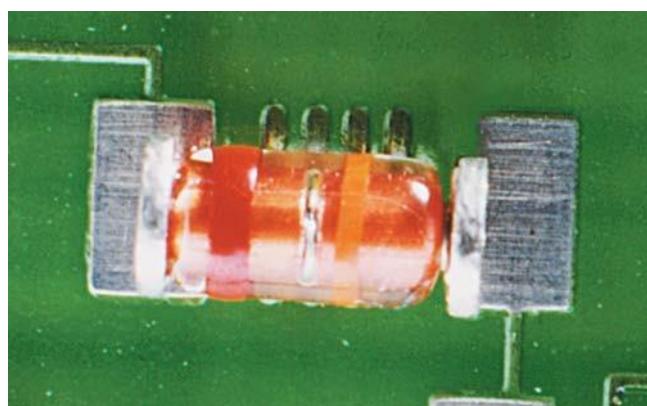


图 8-69

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件端子区域与连接盘未重叠。.

缺陷 - 2 级

- 元器件端子与连接盘之间的末端重叠 (J) 小于元器件端子长度 (R) 的50%。

缺陷 - 3 级

- 元器件端子与连接盘之间的末端重叠 (J) 小于元器件端子长度 (R) 的75%。

8.3.4 城堡形端子

无引线片式元器件的城堡形端子形成的连接应当满足表8-4和8.3.4.1节至8.3.4.7节的尺寸及焊料填充要求。焊料填充可接触元器件底部。

表 8-4 尺寸要求 - 城堡形端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注1		25% (W), 注1
末端偏出	B		不允许	
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注5		75% (W), 注5
最小侧面连接长度	D	注3	城堡深度	
最大填充高度	E		注1, 4	
最小填充高度	F	注3	(G) + 25% (H)	(G) + 50% (H)
焊料厚度	G		注3	
城堡高度	H		注2	
连接盘长度	S		注2	
城堡宽度	W		注2	

注 1. 不违反最小电气间隙。

注 2. 未作规定的尺寸或尺寸变量, 由设计决定。

注 3. 润湿明显。

注 4. 最大填充可以延伸至城堡的顶部, 只要焊料不接触元器件本体。

注 5. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

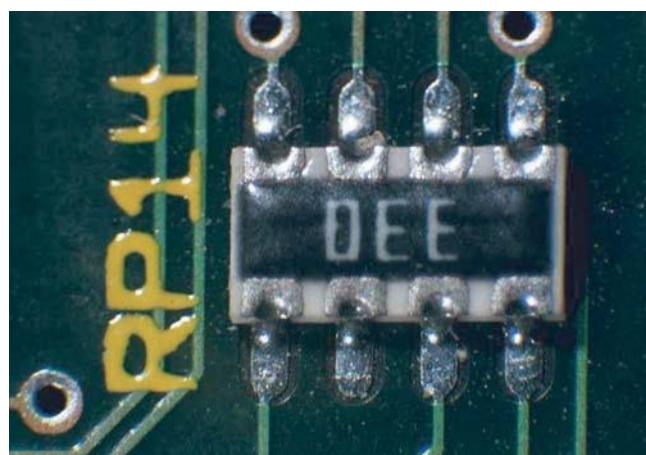


图 8-70

8.3.4.1 城堡形端子 - 侧面偏出 (A)

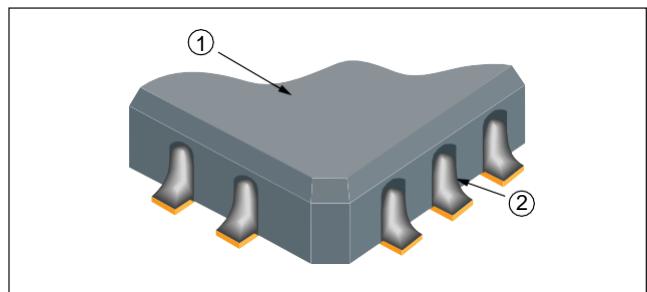


图 8-71

1. 无引线芯片载体
2. 城堡形端子

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

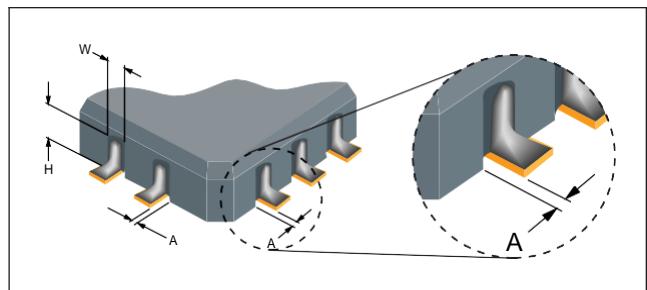


图 8-72

可接受 - 1, 2 级

- 最大侧面偏出 (A) 为城堡宽度 (W) 的50%。

可接受 - 3 级

- 最大侧面偏出 (A) 为城堡宽度 (W) 的25%

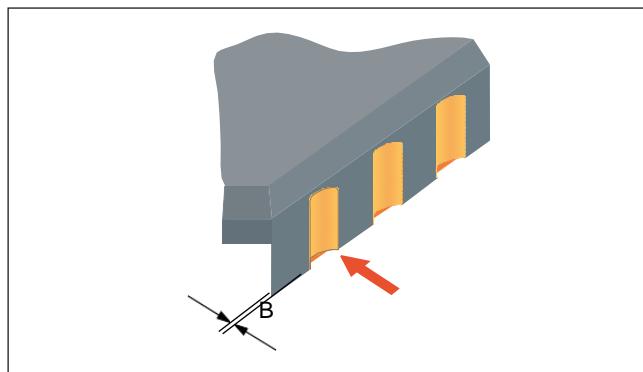
缺陷 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 大于城堡宽度 (W) 的50%。

缺陷 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 大于城堡宽度 (W) 的25%。.

8.3.4.2 城堡形端子 - 末端偏出 (B)



可接受 - 1, 2, 3 级

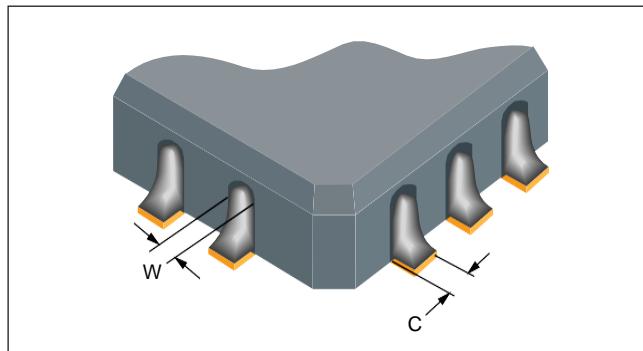
- 无末端偏出。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 末端偏出 (B)。

图 8-73

8.3.4.3 城堡形端子- 最小末端连接宽度 (C)



目标 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度 (C) 等于城堡宽度 (W)。

可接受 - 1, 2 级

- 最小末端连接宽度 (C) 等于城堡宽度 (W) 的 50%。

可接受 - 3 级

- 最小末端连接宽度 (C) 等于城堡宽度 (W) 的 75%。

图 8-74

缺陷 - 1, 2 级

- 末端连接宽度 (C) 小于城堡宽度 (W) 的 50%。

缺陷 - 3 级

- 末端连接宽度 (C) 小于城堡宽度 (W) 的 75%。

8.3.4.4 城堡形端子 - 最小侧面连接长度 (D)

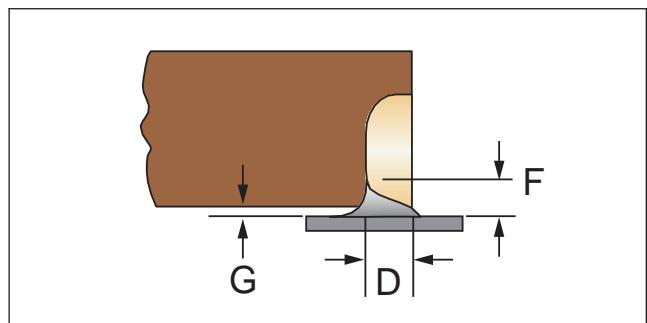


图 8-75

可接受 - 1 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料从城堡的后墙面延伸至连接盘或超出元器件的边缘。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 润湿填充不明显。
- 焊料没有从城堡的后墙面延伸至连接盘或超出元器件的边缘。

8.3.4.5 城堡形端子 - 最大填充高度 (E)

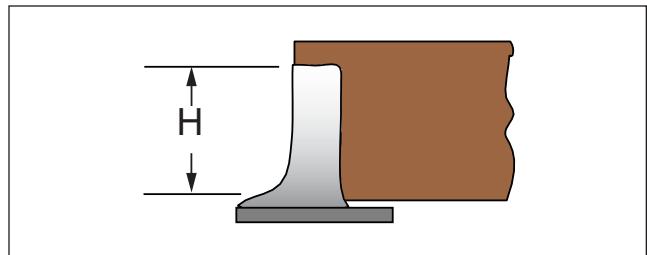


图 8-76

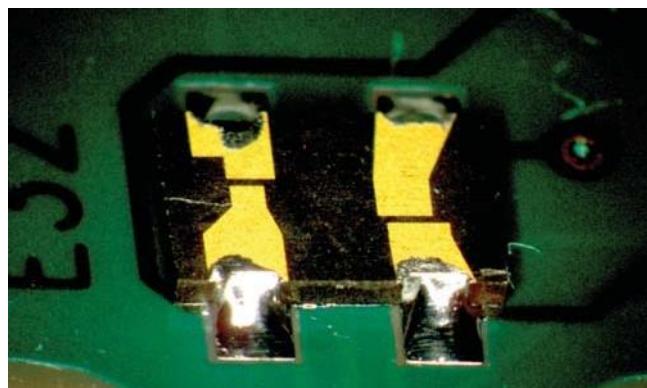


图 8-77

可接受 - 1, 2, 3 级

- 最大填充可以延伸超过城堡的顶部，只要焊料未延伸至元器件本体上。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充违反最小电气间隙。
- 焊料延伸超过城堡顶部，接触了元器件本体。

8.3.4.6 城堡形端子 - 最小填充高度 (F)

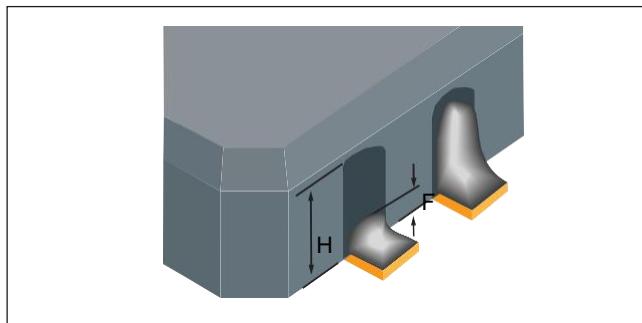


图 8-78

可接受 - 1 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 2 级

- 最小填充高度 (F) 为焊料厚度 (G) (未图示) 加城堡高度 (H) 的25%。

可接受 - 3 级

- 最小填充高度 (F) 为焊料厚度 (G) (未图示) 加城堡高度 (H) 的50%。

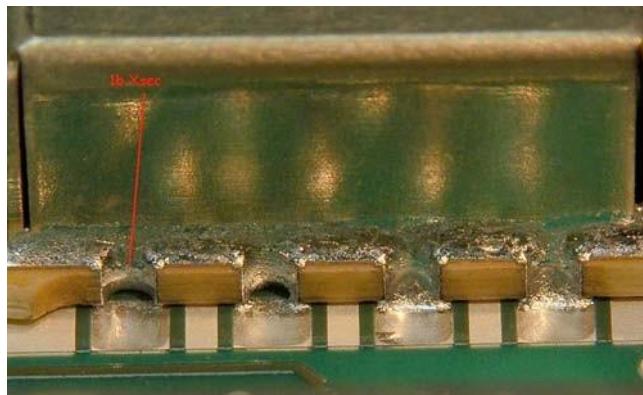


图 8-79

缺陷 - 1 级

- 润湿填充不明显。

缺陷 - 2 级

- 最小填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) (未图示) 加城堡高度 (H) 的25%。

缺陷 - 3 级

- 最小填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) (未图示) 加城堡高度 (H) 的50%。

8.3.4.7 城堡形端子 - 焊料厚度 (G)

可接受 - 1, 2, 3级

- 润湿填充明显。

缺陷 - 1 , 2, 3级

- 无润湿的填充。

8.3.5 扁平鸥翼形引线

扁平鸥翼形引线的连接应当满足表8-5和8.3.5.1节到8.3.5.8节的尺寸和焊料填充要求。

表 8-5 尺寸要求 - 扁平鸥翼形引线

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W) 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者, 注 1	25% (W) or 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者, 注 1	
最大趾部偏出	B	注 1	当 (L) 小于 3 (W) 时不允许, 注 1	
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注 6	75% (W), 注 6	
最小侧面连接长度 当 (L) < 3 (W)	D	1 (W) 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者, 注 7	3 (W) 或 75% (L), 取两者中的较大者, 注 7	
			100% (L), 注 7	
最大跟部填充高度	E		注 4	
最小跟部填充高度 (T) < 0.4 mm [0.015 in]	F	注 3	(G) + (T), 注 5	(G) + (T), 注 5
			(G) + 50% (T), 注 5	
焊料厚度	G		注 3	
成形后的脚长	L		注 2	
引线厚度	T		注 2	
引线宽度	W		注 2	

注 1. 不违反最小电气间隙。.

注 2. 未作规定的尺寸或尺寸变量, 由设计决定。当引线需要成形时, 见7.1节。

注 3. 润湿明显。

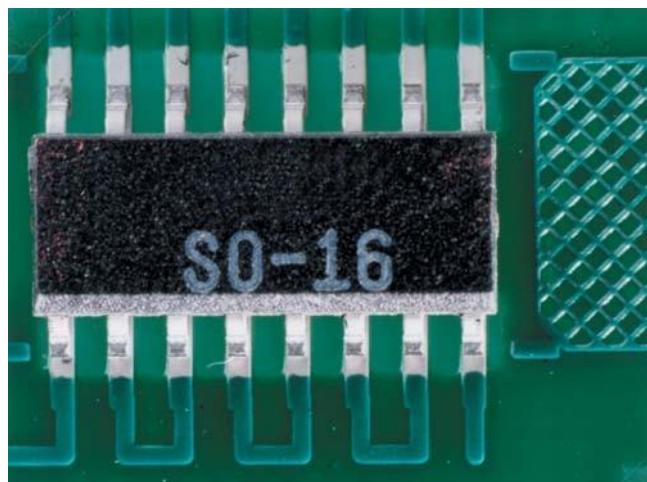
注 4. 焊料未接触封装本体或末端密封处, 见 8.2.1节。

注 5. 对于趾部下倾的引线, 最小跟部填充高度 (F) 至少延伸至引线弯曲外弧线的中点。

注 6. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

注 7. 如果有侧面偏出 (A), 引线悬空部分的侧面连接长度是不检查的。

8.3.5.1 扁平鸥翼形引线 - 侧面偏出(A)



目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

图 8-80

8.3.5.1 扁平鸥翼引线一侧偏出 (A)

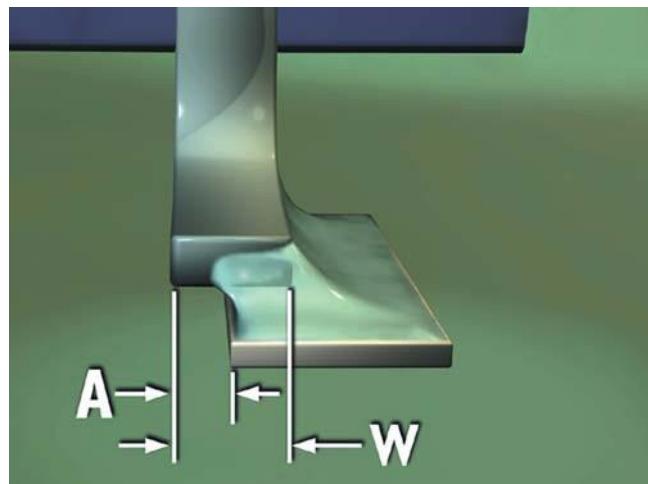


图 8-81

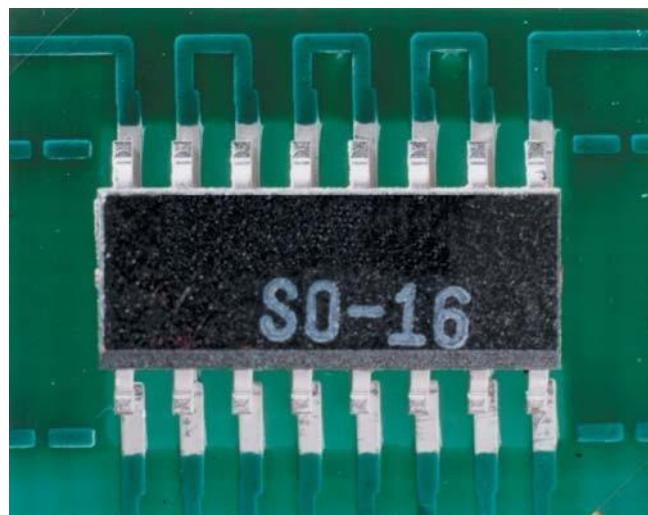
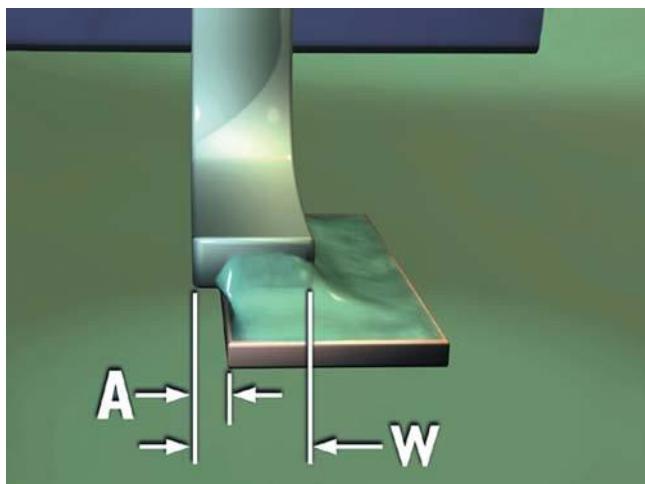


图 8-82

可接受 - 1, 2 级

- 最大侧面偏出 (A) 不大于引线宽度 (W) 的50%或0.5 mm [0.02 in]，取两者中的较小者。

8.3.5.1 扁平鸥翼形引线 — 侧面偏出 (A) (续)



可接受 - 3 级

- 最大侧面偏出 (A) 不大于引线宽度 (W) 的25%或0.5 mm [0.02 in]，取两者中的较小者。

图 8-83



图 8-84

8.3.5.1 扁平鸥翼形引线 — 侧面偏出 (A) (续)

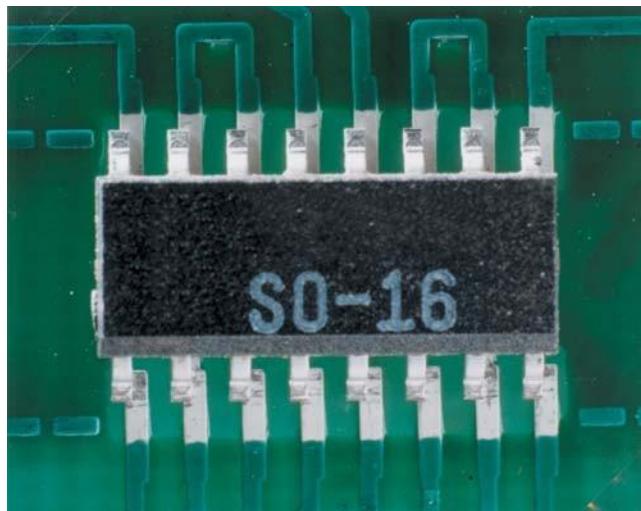


图 8-85

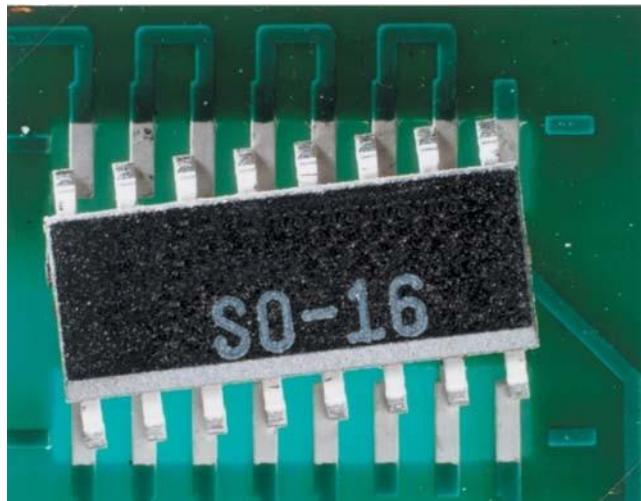


图 8-86

缺陷 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 大于引线宽度 (W) 的50%或0.5 mm [0.02 in]，取两者中的较小者。

缺陷 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 大于引线宽度 (W) 的25%或0.5 mm [0.02 in]，取两者中的较小者。

8.3.5.2 扁平鸥翼形引线 - 趾部偏出(B)

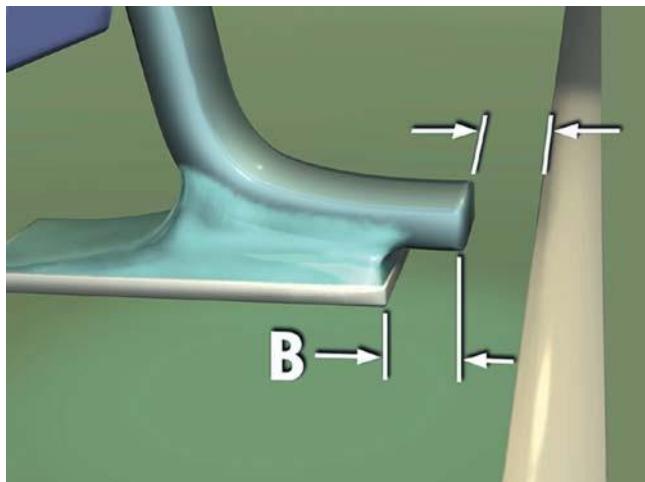


图 8-87

可接受 - 2 级, 3

- 成形后的脚长 (L) 大于三倍引线宽度 (W).

可接受 - 1, 2, 3 级

- 趾部偏出 不违反最小电气间隙。.

缺陷 - 2, 3 级

- 成形后的脚长 (L) 小于三倍引线宽度 (W).

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 趾部偏出违反最小电气间隙。

8.3.5.3 扁平鸥翼形引线 - 最小末端连接宽度 (C)



图 8-88

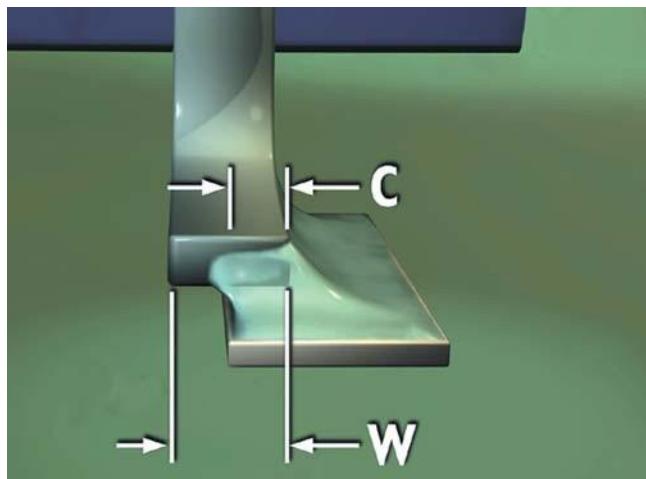


图 8-89

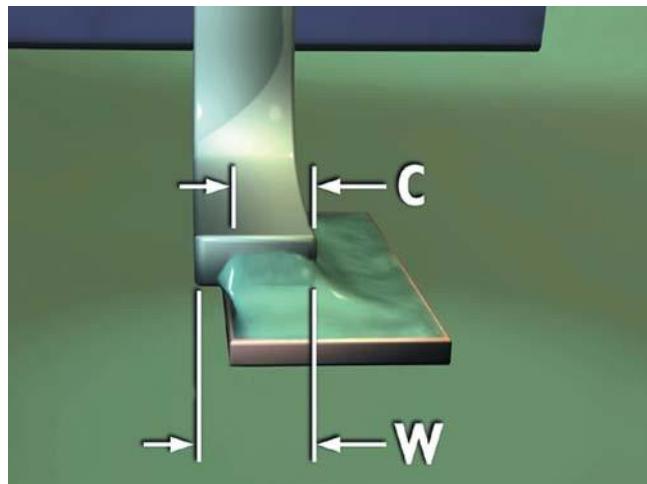
目标 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度等于或大于引线宽度。

可接受 - 1, 2 级

- 最小末端连接宽度 (C) 等于引线宽度 (W) 50%。

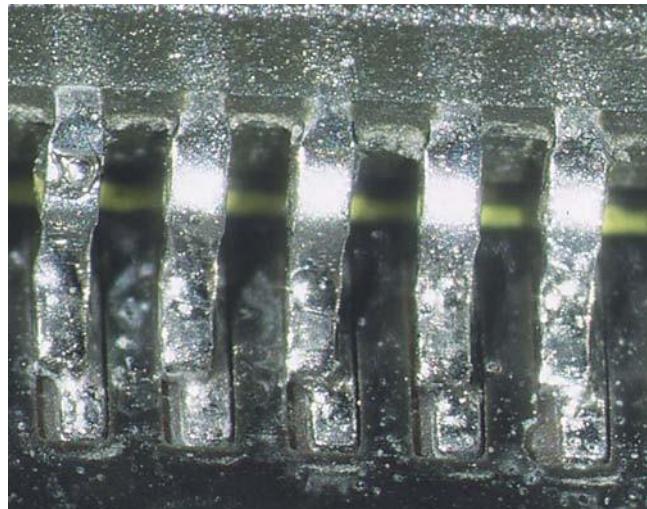
8.3.5.3 扁平鸥翼形引线 – 最小末端连接宽度 (C) (续)



可接受 - 3 级

- 最小末端连接宽度 (C) 等于引线宽度 (W) 的75%。

图 8-90



缺陷 - 1, 2 级

- 最小末端连接宽度 (C) 小于引线宽度 (W) 的50%。

缺陷 - 3 级

- 最小末端连接宽度 (C) 小于引线宽度 (W) 75%。

图 8-91

8.3.5.4 扁平鸥翼形引线 - 最小侧面连接长度 (D)

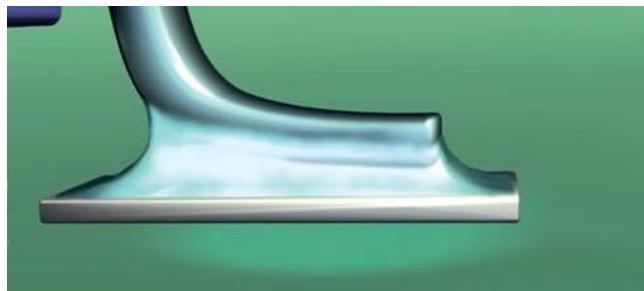


图 8-92



图 8-93

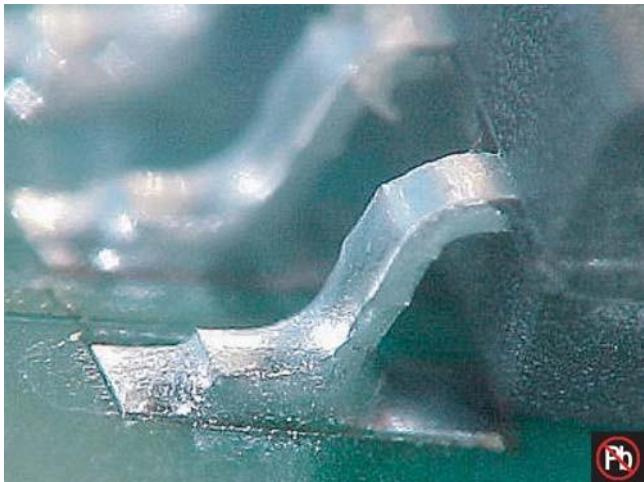


图 8-94

8.3.5.4 扁平鸥翼形引线 - 最小侧面连接长度 (D) (续)

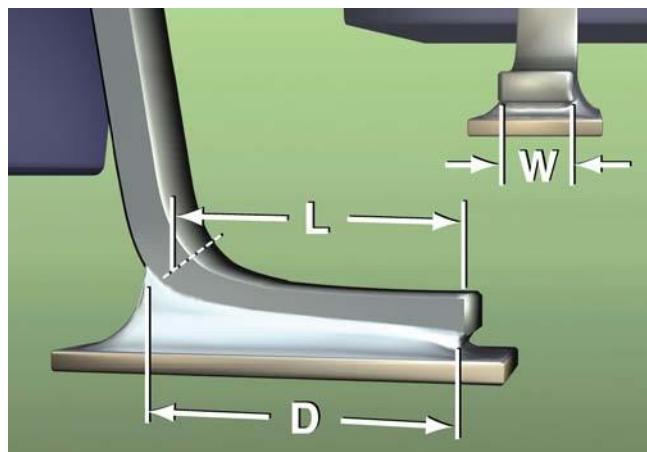


图 8-95

可接受 - 1 级

- 最小侧面连接长度 (D) 等于引线宽度 (W) or 0.5 mm [0.02 in]，取两者中的较小者。
(未图示)

可接受 - 2 级, 3

- 当脚长 (L) 大于或等于引线宽度 (W) 时，最小侧面连接长度 (D) 等于或大于三倍引线宽度 (W) 或 75% (L)，取两者中的较大者，见图 8-95.
- 当脚长 (L) 小于三倍引线宽度 (W)，最小侧面连接长度 (D) 等于 100% 引线长度 (L)，见图 8-96.

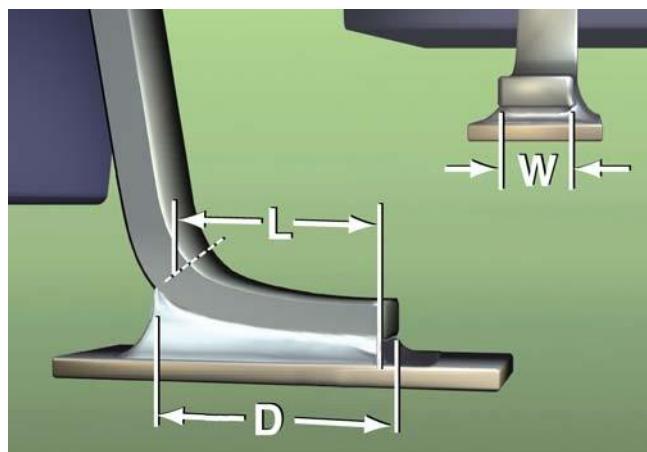


图 8-96

缺陷 - 1 级

- 最小侧面连接长度 (D) 小于引线宽度 (W) 或 0.5 mm [0.02 in]，取两者中的较小者。

缺陷 - 2 , 3 级

- 当脚长 (L) 大于或等于三倍引线宽度 (W) 时，最小侧面连接长度 (D) 小于三倍引线宽度 (W) 或 75% 的引线长度 (L)，取两者中的较大者。
- 当脚长 (L) 小于三倍引线宽度 (W)，最小侧面连接长度 (D) 小于 100% (L)。

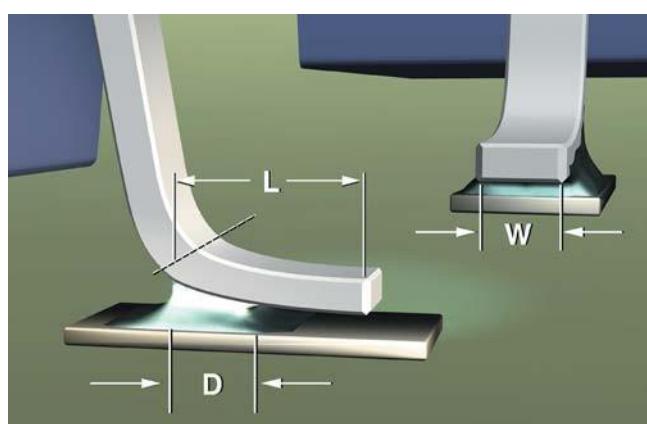


图 8-97

8.3.5.5 扁平鸥翼形引线 - 最大跟部填充高度 (E)

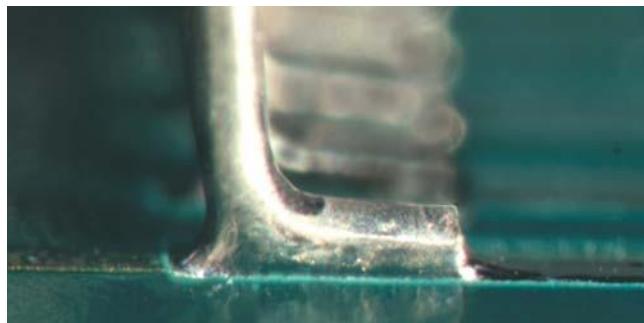


图 8-98

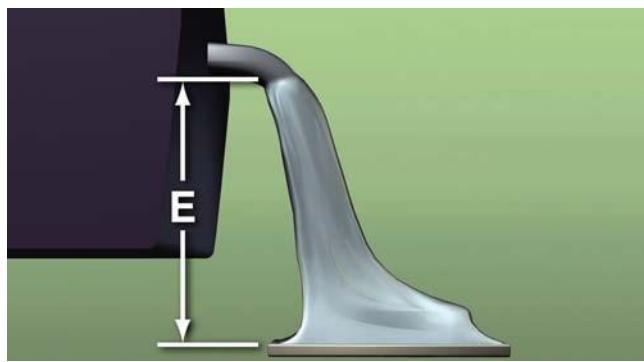


图 8-99

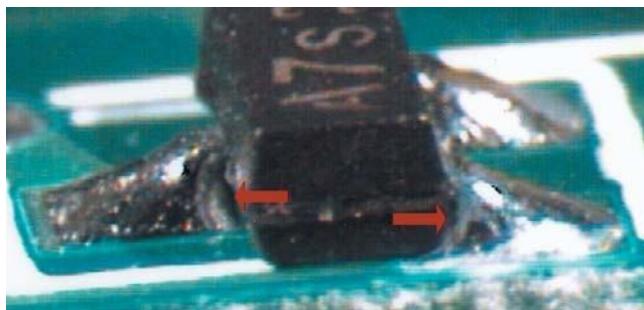


图 8-100

目标 - 1, 2, 3 级

- 跟部填充超过引线厚度，但未爬升至引线上方弯曲处。
- 焊料未接触元器件本体。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料接触塑封SOIC 类元器件本体（小外形封装，例如SOT, SOD），见图 8-100.
- 焊料未接触陶瓷或金属元器件本体。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 除了SOIC塑封类元器件（小外形封装，例如 SOT, SOD）以外，焊料接触塑封元器件本体。
- 焊料接触陶瓷或金属元器件本体。

8.3.5.6 扁平鸥翼形引线 - 最小跟部填充高度 (F)

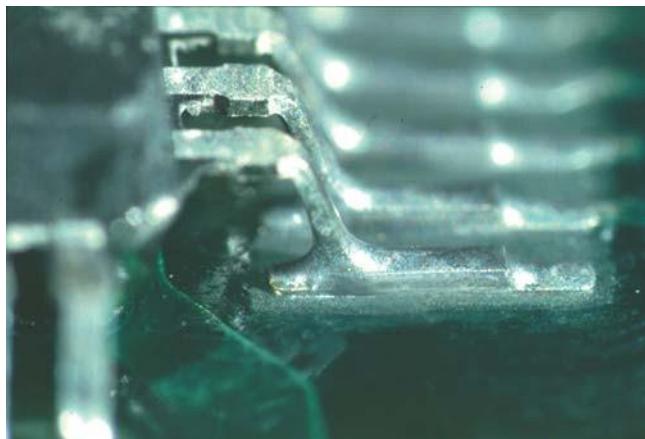


图 8-101

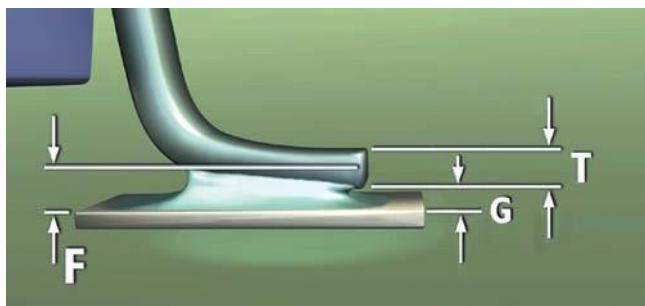


图 8-102

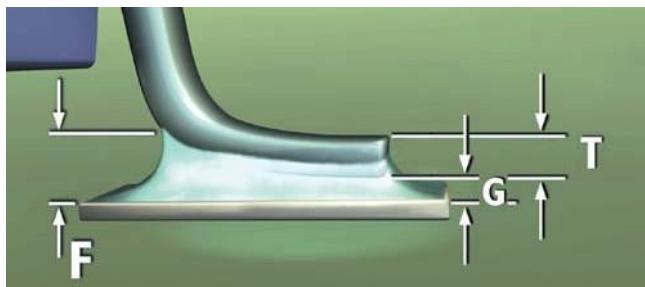


图 8-103

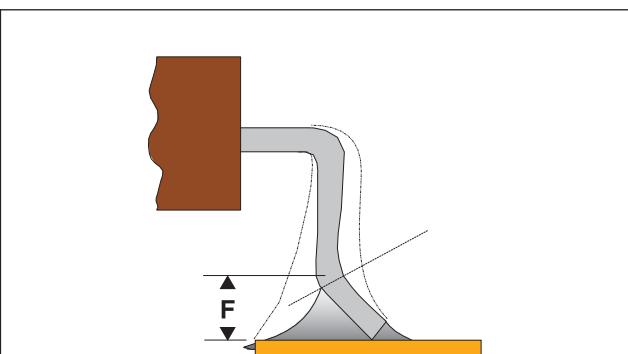


图 8-104

目标 - 1, 2, 3 级

- 跟部填充高度 (F) 大于焊料厚度 (G) 加引线厚度 (T)，但未延伸至膝弯半径。

可接受 - 1 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 2 级

- 引线厚度 (T) 等于或小于 0.4 mm [0.015 in] 时，最小跟部填充为焊料厚度 (G) + 引线厚度 (T)。
- 引线厚度 (T) 大于 0.4 mm [0.015 in] 时，最小跟部填充为焊料厚度 (G) + 50% 引线厚度 (T)。

可接受 - 3 级

- 最小跟部填充高度 (F) 等于焊料厚度 (G) 加连接侧的引线厚度 (T)。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 对于趾部下倾的引线，见图 8-104，最小跟部填充高度 (F) 至少延伸至引线弯曲处外弧线的中点。

8.3.5.6 扁平鸥翼形引线 - 最小跟部填充高度 (F) (续)

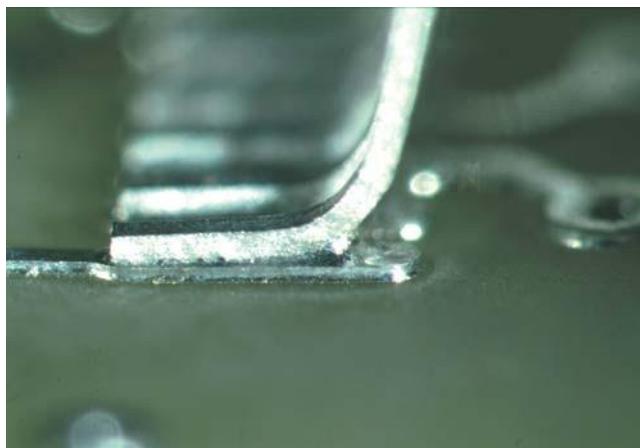


图 8-105

缺陷 - 1 级

- 润湿填充不明显。.

缺陷 - 2 级

- 引线厚度 (T) 等于或小于 0.4 mm [0.015 in] 时，最小跟部填充小于焊料厚度 (G) + 引线厚度 (T)。
- 引线厚度 (T) 大于 0.4 mm [0.015 in] 时，最小跟部填充小于焊料厚度 (G) + 50% 引线厚度 (T)。

缺陷 - 3 级

- 最小跟部填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) 加连接侧的引线厚度 (T)。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 对于趾部向下倾的引线，最小跟部填充高度 (F) 未延伸至引线弯曲处外弧线的中点。

8.3.5.7 扁平鸥翼形引线 - 焊料厚度 (G)

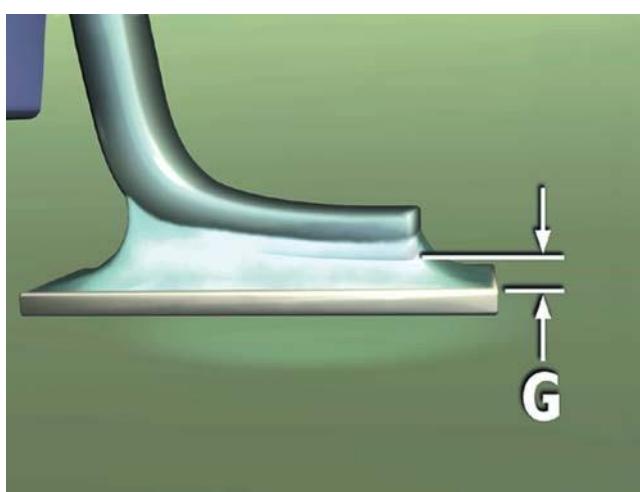


图 8-106

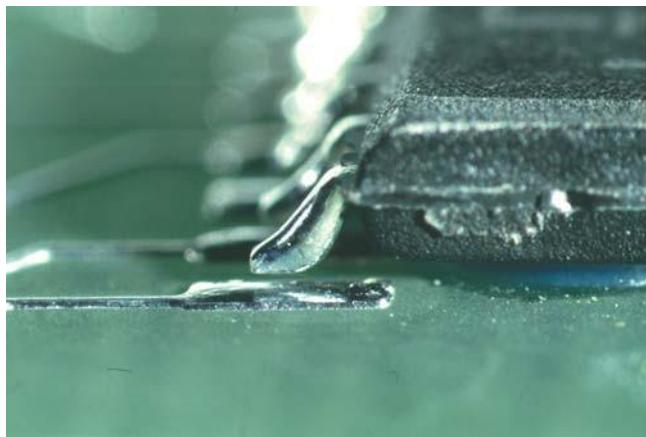
可接受 - 1, 2, 3 级

- 润湿填充明显。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 无润湿的填充。

8.3.5.8 扁平鸥翼形引线 - 共面性



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件引线不成直线（共面性），妨碍可接受焊点的形成。

图 8-107

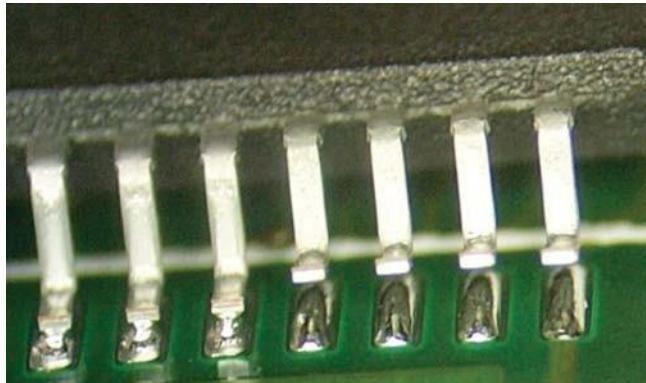


图 8-108

8.3.6 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线

圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线形成的连接，应当符合表8-6及8.3.6.1节到8.3.6.9节的尺寸和填充要求。

表 8-6 尺寸要求 - 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W) 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。注 1		25% (W) 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。注 1
最大趾部偏出	B	当(L)小于(W)时，不允许。注 1		当(L)小于1.5倍(W)时，不允许。注 1
最小末端连接宽度	C		注 3	75% (W)
最小侧面连接长度	D	100% (W), 注 6		150% (W), 注 6
最大跟部填充高度	E		注 4	
最小跟部填充高度	F	注 3	(G) + 50% (T), 注 4	(G) + (T), 注 4
焊料厚度	G		注 3	
成形后的脚长	L		注 2	
最小侧面连接高度	Q	注3, 6		(G) + 50% (T), 注 6
连接侧面的引线厚度	T		注 2	
扁圆引线宽度或圆形引线直径	W		注 2	

注 1. 不违反最小电气间隙。.

注 2. 未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。.

注 3. 润湿明显。

注 4. 焊料未接触封装本体或端部密封，见8.2.1节。

注 5. 对于趾部向下倾的引线，最小跟部填充高度(F)至少延伸至引线弯曲处外弧线的中点。

注 6. 侧面偏出(A)存在并可接受时，与之对应的尺寸(D)和(Q)将不会形成，因此，侧面填充不会被要求。

8.3.6.1 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 侧面偏出 (A)

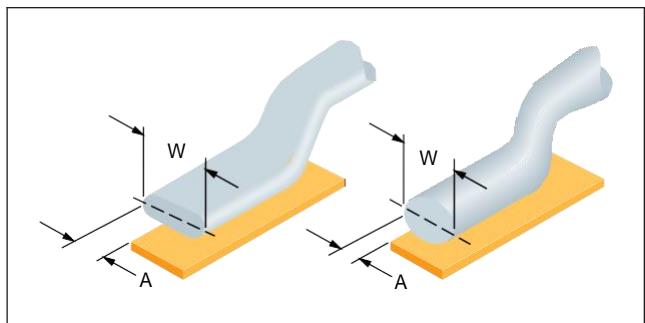


图 8-109

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面编出。

可接受 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 不大于引线宽度/直径 (W) 的 50% 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。

可接受 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 不大于引线宽度/直径 (W) 的 25% 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。

缺陷 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 大于引线宽度/直径 (W) 的 50% 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。

缺陷 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 大于引线宽度/直径 (W) 的 25% 或 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者。

8.3.6.2 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 趾部偏出 (B)

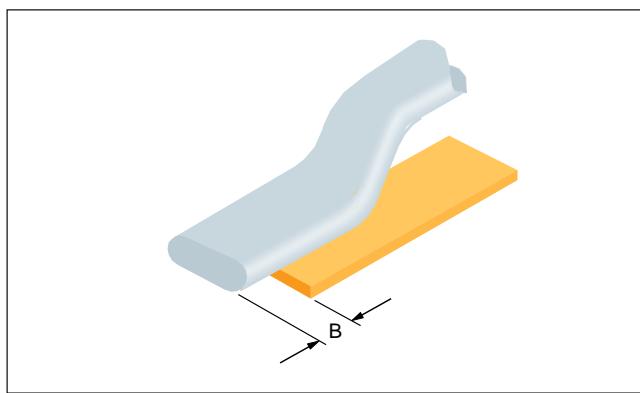


图 8-110

可接受 - 1, 2 级

- 成形后的脚长 (L) 大于或等于引线宽度/直径 (W)，且趾部偏出 (B) 不违反最小电气间隙。

可接受 - 3 级

- 成形后的脚长 (L) 大于或等于 1.5 倍引线宽度/直径 (W)，且趾部偏出 (B) 不违反最小电气间隙。

缺陷 - 1, 2 级

- 当成形后的脚长 (L) 小于引线宽度/直径 (W) 时的趾部偏出 (B)。

缺陷 - 3 级

- 当成形后的脚长 (L) 小于 1.5 倍引线宽度/直径 (W) 时的趾部偏出 (B)。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 趾部偏出违反最小电气间隙。

8.3.6.3 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 最小末端连接宽度 (C)

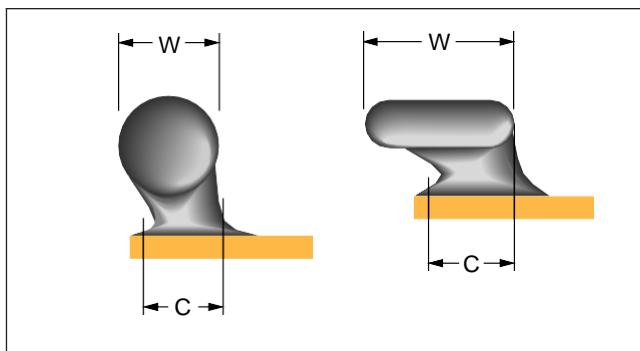


图 8-111

目标 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度 (C) 等于或大于引线宽度/直径 (W)。

可接受 - 1, 2 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 3 级

- 末端连接宽度 (C) 至少为引线宽度/直径 (W) 的 75%。

缺陷 - 1, 2 级

- 润湿填充不明显。

缺陷 - 3 级

- 最小末端连接宽度 (C) 小于引线宽度/直径 (W) 的 75%。

8.3.6.4 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 最小侧面连接长度 (D)

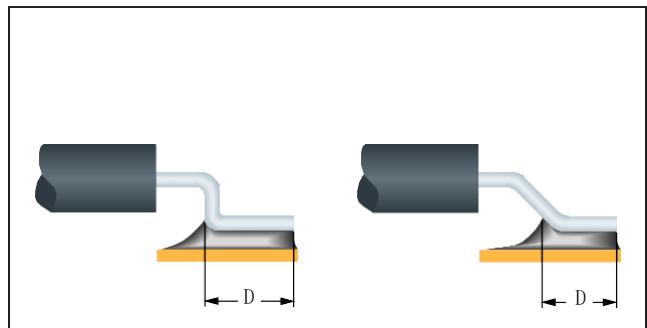


图 8-112

可接受 - 1, 2 级

- 侧面连接长度 (D) 等于引线宽度/直径 (W)。

可接受 - 3 级

- 最小侧面连接长度 (D) 等于引线宽度/直径 (W) 的150%。

缺陷 - 1, 2 级

- 侧面连接长度 (D) 小于引线宽度/直径 (W)。

缺陷 - 3 级

- 最小侧面连接长度 (D) 小于引线宽度/直径 (W) 的150%。

8.3.6.5 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 最大跟部填充高度 (E)

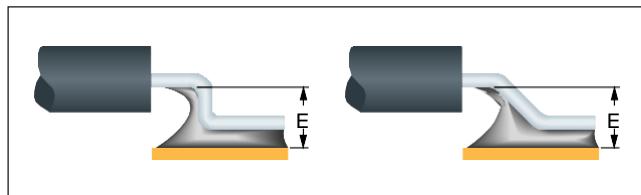


图 8-113

目标 - 1, 2, 3 级

- 跟部填充延伸到引线厚度以上但未爬升至引线上方弯曲处。
- 焊料未接触元器件本体。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料接触 SOIC 塑封(小外形封装如SOT, SOD) 元器件本体。
- 焊料未接触陶瓷或金属元器件本体。

缺陷 - 1 级

- 润湿填充不明显。.

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料接触除SOIC类型塑封(s小外形封装如SOT, SOD)以外的元器件本体。
- 焊料接触陶瓷或金属元器件本体。
- 焊料过多以致违反了最小电气间隙。

8.3.6.6 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 – 最小跟部填充(F)

可接受 - 1, 2, 3 级

- 对于趾部下倾的引线结构，最小跟部填充高度 (F) 至少延伸至引线弯曲处外弧线的中点。

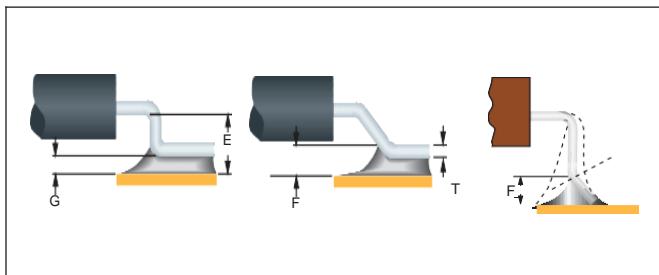


图 8-114

可接受 - 1 级

- 润湿填充明显。

可接受 - 2 级

- 最小跟部填充高度 (F) 等于焊料厚度 (G) 加连接侧的引线厚度 (T) 的50%。

可接受 - 3 级

- 最小跟部填充高度 (F) 等于焊料厚度 (G) 加连接侧的引线厚度 (T) 。

缺陷 - 1 级

- 润湿填充不明显。.

缺陷 - 2 级

- 最小跟部填充高度 (F) 小于 焊料厚度 (G) 加连接侧的引线厚度 (T) 的50%。

缺陷 - 3 级

- 最小跟部填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) 加连接侧的引线厚度 (T) 。

缺陷 - 2 , 3级

- 对于趾部下倾的引线，最小跟部填充高度 (F) 没有至少延伸至引线弯曲处外弧线的中点。

8.3.6.7 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 焊接厚度 (G)

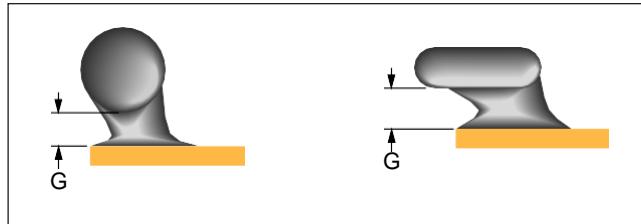


图 8-115

可接受 - 1, 2, 3 级

- 湿润填充明显。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 无润湿的填充。

8.3.6.8 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线 - 最小侧面连接高度(Q)

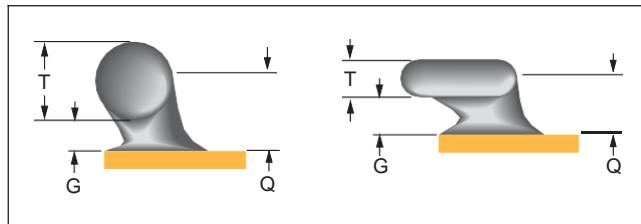


图 8-116

可接受 - 1 级

- 湿润填充明显。

可接受 - 2 级, 3

- 最小侧面连接高度 (Q) 等于或大于焊料厚度 (G) 加引线厚度 (T) 的50%。

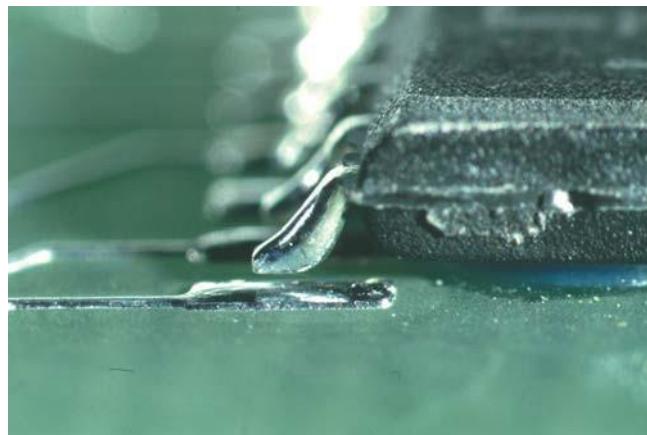
缺陷 - 1 级

- 湿润填充不明显。.

缺陷 - 2 , 3级

- 最小侧面连接高度 (Q) 小于焊料厚度 (G) 加引线厚度 (T) 的50%。

8.3.6.9 圆形或扁圆（精压）鸥翼形引线- 共面性



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 元器件引线不成直线（共面性），妨碍可接受焊接连接的形成。

图 8-117

8.3.7 J形引线

J形引线所形成的连接，应当满足表8-7及8.3.7.1节至8.3.7.8节尺寸和填充要求。

表 8-7 尺寸要求 - 工面性

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注 1		25% (W), 注 1
最大趾部偏出	B		注 1	
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注 5		75% (W), 注 5
最小侧面连接长度	D	注 3		150% (W)
最大跟部填充高度	E		注 4	
最小跟部填充高度	F	(G) + 50% (T)		(G) + (T)
焊料厚度	G		注 3	
引线厚度	T		注 2	
引线宽度	W		注 2	

注 1. 不违反最小电气间隙。.

注 2. 未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。.

注 3. 润湿明显。

注 4. 焊料未接触封装本体以及终端密封，见8.2.1节。

注 5. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

8.3.7.1 J形引线 - 侧面偏出 (A)

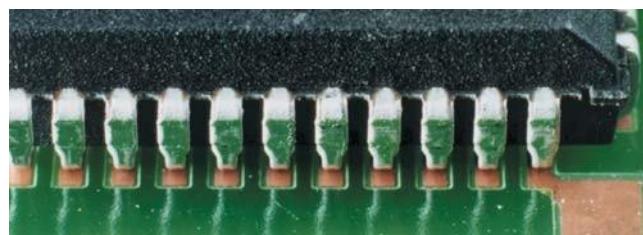


图 8-118

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

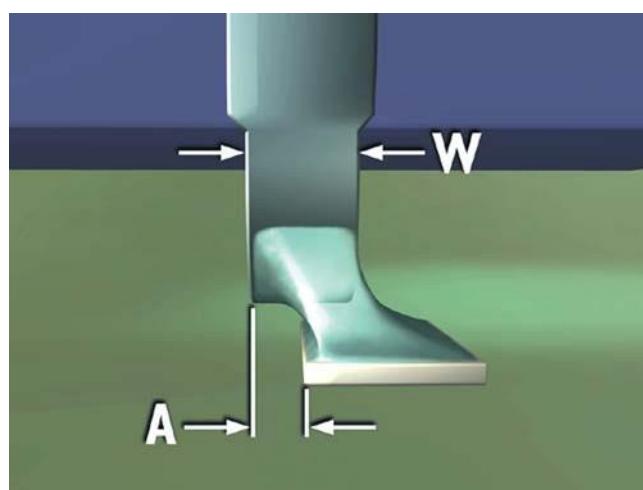
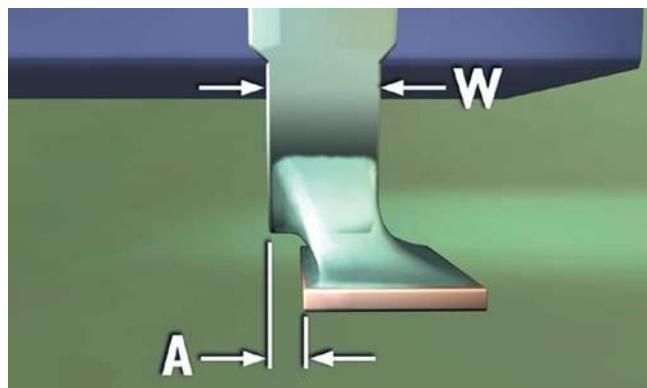


图 8-119

可接受 - 1, 2 级

- 侧面偏出 (A) 等于或小于引线宽度 (W) 的50%。

8.3.7.1 J形引线 - 侧面偏出 (A) (续)



可接受 - 3 级

- 侧面偏出 (A) 等于或小于引线宽度 (W) 的 25%。

图 8-120

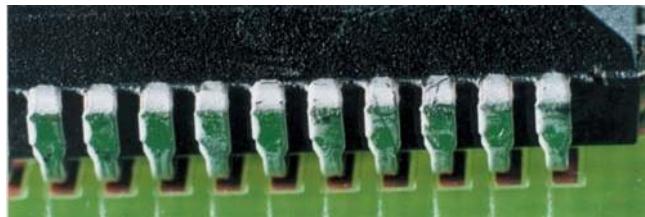
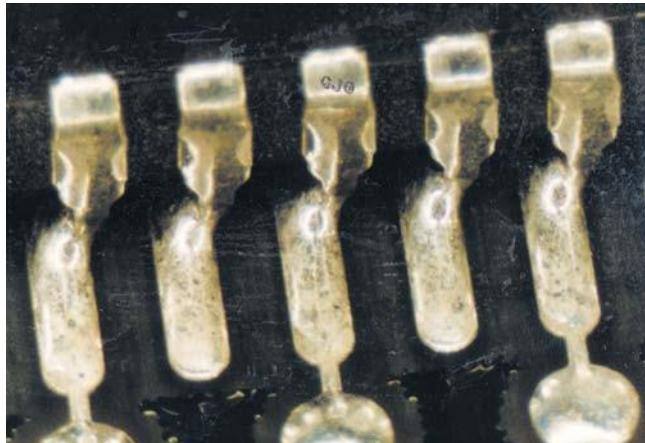


图 8-121



缺陷 - 1, 2 级

- 侧面偏出大于引线宽度 (W) 的 50%。

缺陷 - 3 级

- 侧面偏出大于引线宽度 (W) 的 25%。

图 8-122

8.3.7.2 J形引线 - 趾部偏出 (B)

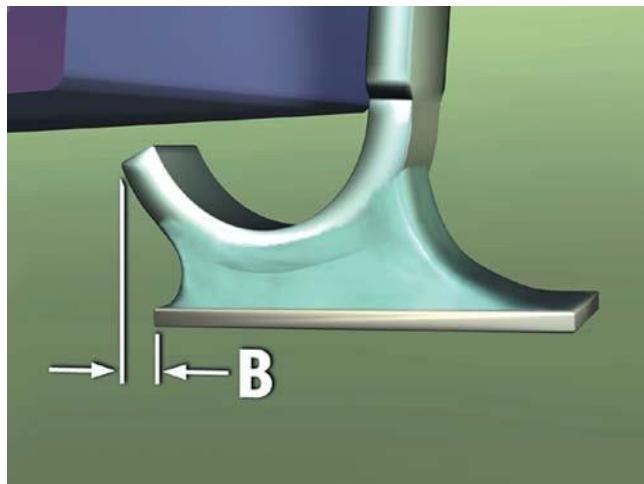


图 8-123

可接受 - 1, 2, 3 级

- 趾部偏出 (B) 是一个未作规定的参数。

8.3.7.3 J形引线 - 末端连接宽度 (C)

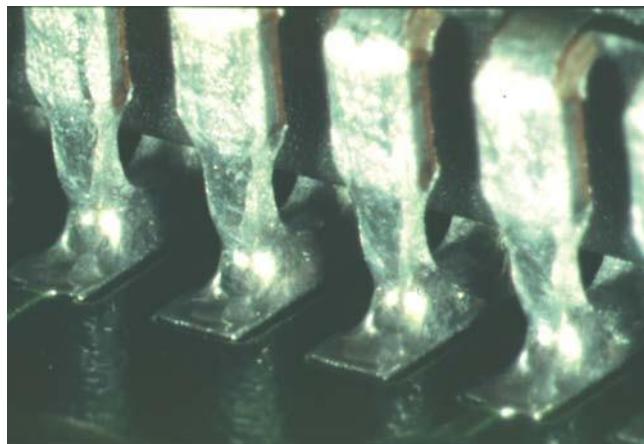


图 8-124

目标 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度 (C) 等于引线宽度 (W)。

8.3.7.3 J形引线 - 末端连接宽度 (C) (续)

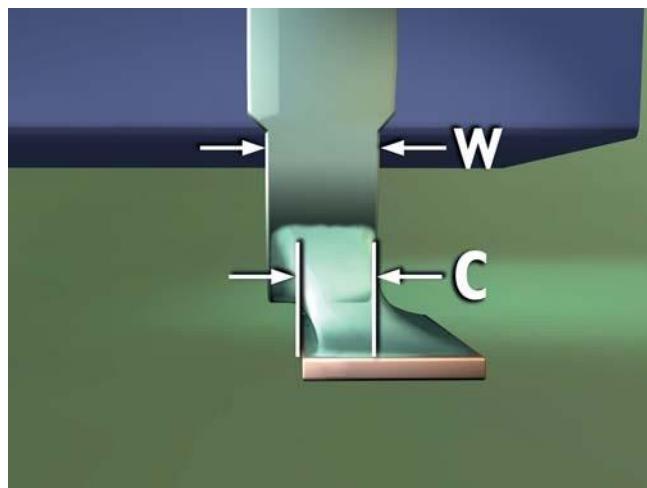


图 8-125

可接受 - 1, 2 级

- 最小末端连接宽度 (C) 为引线宽度 (W) 的 50%。

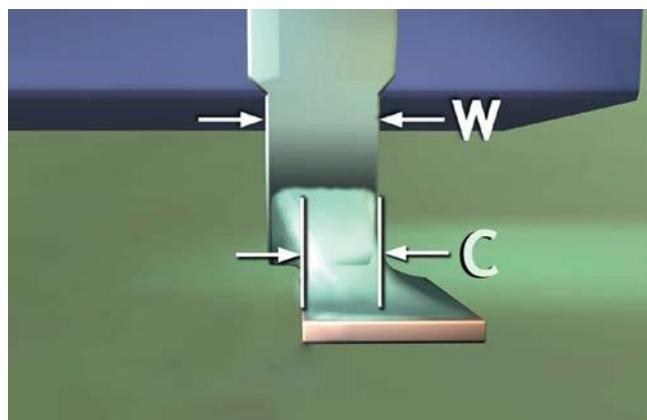


图 8-126

缺陷 - 1, 2 级

- 最小末端连接宽度 (C) 小于引线宽度 (W) 的 50%。

缺陷 - 3 级

- 最小末端连接宽度 (C) 小于引线宽度 (W) 的 75%。

8.3.7.4 J形引线 - 侧面连接长度 (D)

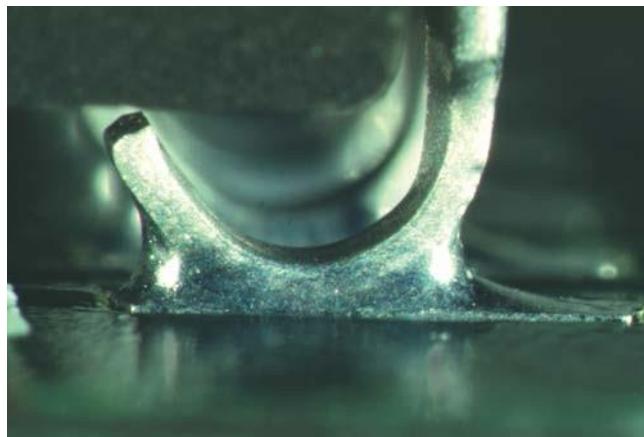


图 8-127

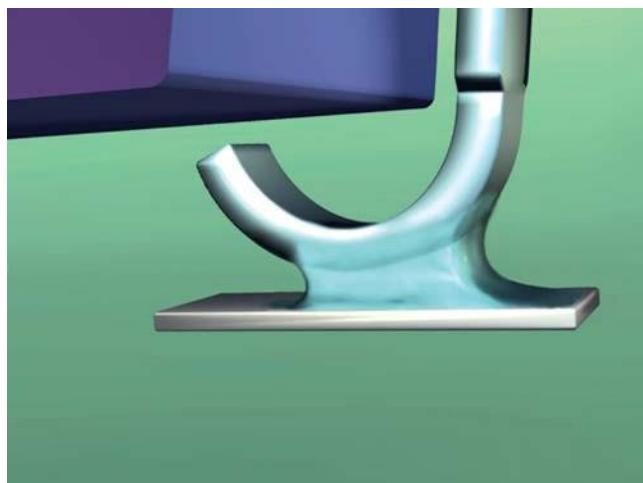


图 8-128

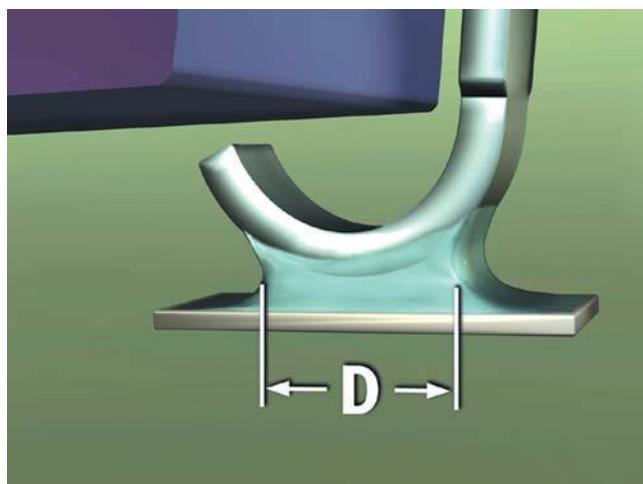


图 8-129

目标 - 1, 2, 3 级

- 侧面连接长度 (D) 大于引线宽度 (W) 的20%。

可接受 - 1 级

- 润湿填充。

可接受 - 2 ,3级

- 侧面连接长度 (D) 大于或等于引线宽度 (W) 的150%。

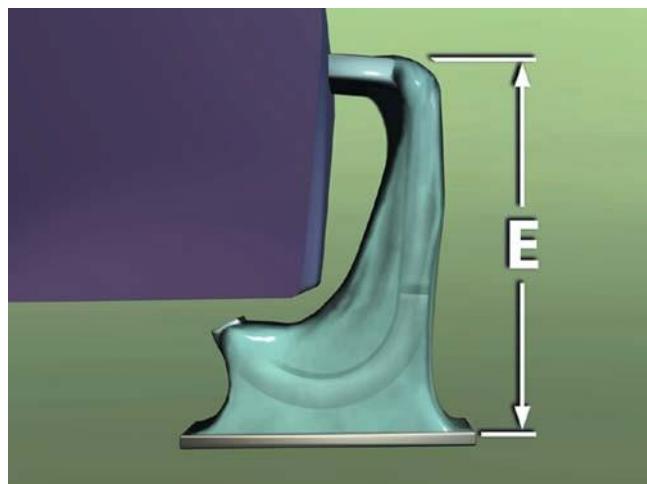
缺陷 - 2 ,3级

- 侧面连接长度 (D) 小于引线宽度 (W) 的150%。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 润湿填充不明显。

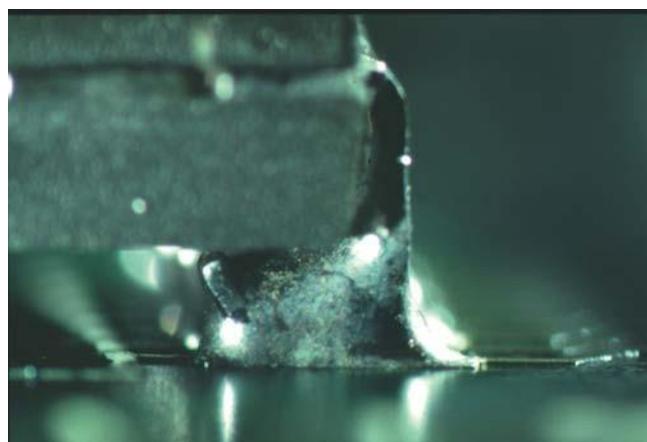
8.3.7.5 J形引线 -最大跟部填充高度 (E)



可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充未接触封装本体。

图 8-130



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料填充接触封装本体，见8.2.1节。

图 8-131

8.3.7.6 J形引线 - 最小跟部填充高度 (F)

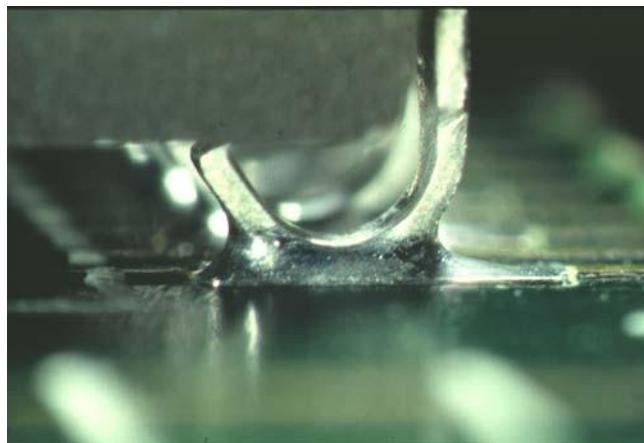


图 8-132

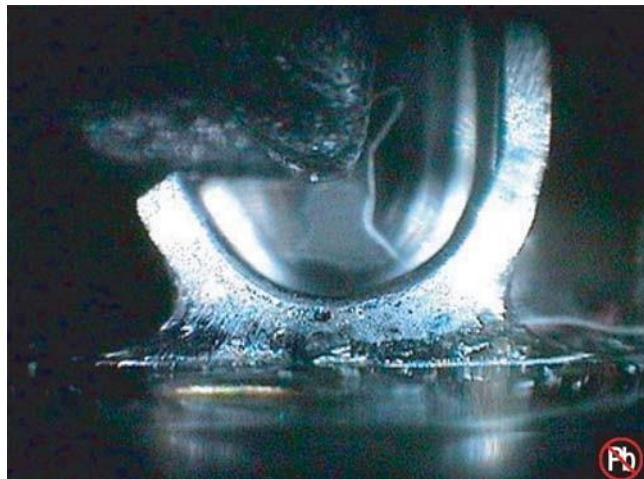


图 8-133

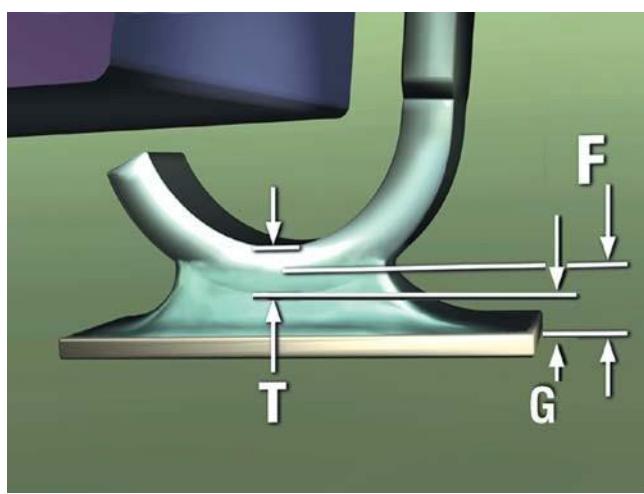


图 8-134

目标 - 1, 2, 3 级

- 跟部填充高度 (F) 大于引线厚度 (T) 加焊料厚度 (G)。

可接受 - 1, 2 级

- 最小跟部填充高度 (F) 至少等于焊料厚度 (G) 加引线厚度 (T) 的50%。

8.3.7.6 J形引线 - 最小跟部填充高度(F) (续)

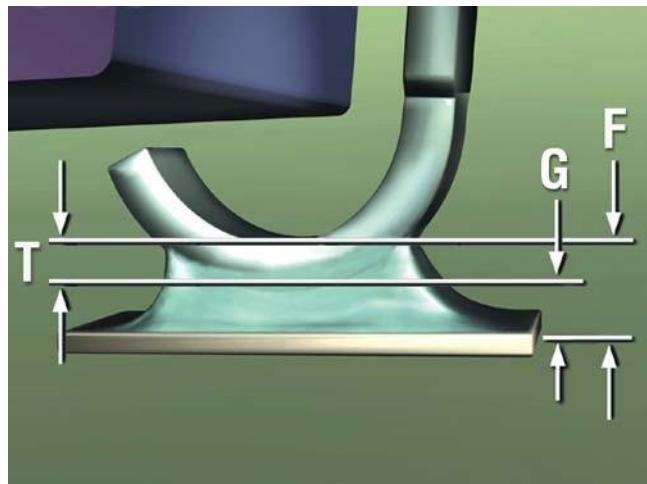


图 8-135

可接受 - 3 级

- 跟部填充高度 (F) 至少等于引线厚度 (T) 加焊料厚度 (G)。

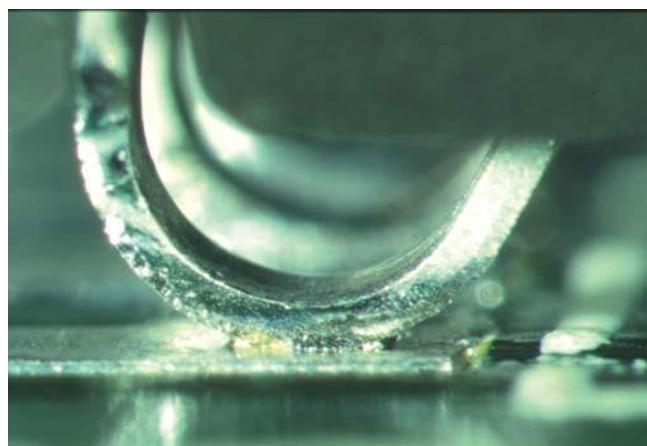


图 8-136

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 跟部填充未润湿。

缺陷 - 1, 2 级

- 跟部填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) 加引线厚度 (T) 的50%。

缺陷 - 3 级

- 跟部填充高度 (F) 小于焊料厚度 (G) 加引线厚度 (T)。

8.3.7.7 J形引线 - 焊料厚度 (G)



图 8-137

可接受 - 1, 2, 3级

- 润湿填充明显。

缺陷 - 1, 2, 3级

- 无润湿的填充。

8.3.7.8 J形引线 - 共面性

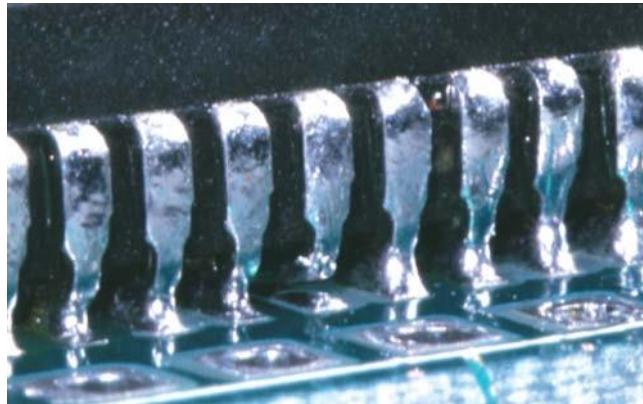


图 8-138

缺陷 - 1, 2, 3级

- 元器件引线不成直线（共面性），妨碍可接受焊接连接的形成。

8.3.8 塊形 / I 形连接

将引线改造成的垛形安装应当满足表8-8，或8.9节和8.3.8.1.1节至8.3.8.2.4节所适用的尺寸及焊料填充要求。

8.3.8.1 塊形 / I 形连接 – 修整的通孔引线

为孔中插针焊接所设计的元器件，或引线为硬引线的双列直插式封装（例如，42合金、镀铜或回火引线等等），修整后作垛形连接可用于1级和2级产品。通孔引线修整而成的垛形连接不允许用于3级产品。

组装后的可接受性评价时应该考虑，与有焊脚的引线或通孔安装相比，这种元器件安装方式在适应运行环境方面固有局限性。

对于1级和2级产品，如果是设计造成的引线侧面不可润湿（例如：预镀引线框架的压切断面），则不要求有侧面填充。正因为如此，设计上更应该保证易于观察可润湿面的润湿情况。

表 8-8 尺寸要求 — 塊形/ I形连接 — 修整的通孔引线

参数	尺寸	1级	2级
最大侧面偏出	A	25% (W), 注 1	不允许
趾部偏出	B		不允许
最小末端连接宽度	C	75% (W), 注 5	
最小侧面连接长度	D		注 3
最大填充高度	E		注 4
最小填充高度	F		0.5 mm [0.02 in]
焊料厚度	G		注 3
引线厚度	T		注 2
引线宽度	W		注 2

注 1. 不违反最小电气间隙。.

注 2. 未作规定的尺寸或尺寸变量，由设计决定。.

注 3. 润湿明显。

注 4. 焊料未接触封装本体。

注 5. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

8.3.8.1.1 堆形 / I 形连接 - 修整的通孔引线 - 最大侧面偏出 (A)

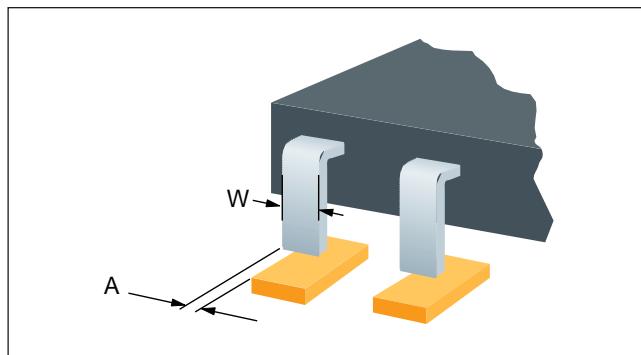


图 8-139

目标 - 1, 2 级

- 没有侧面偏出。

可接受 - 1 级

- 偏出 (A) 小于引线宽度 (W) 的25%。见图8-139。

缺陷 - 1 级

- 偏出 (A) 小于引线宽度 (W) 的25%。见图8-139。

缺陷 - 2 级

- 任何的侧面偏出 (A)。

8.3.8.1.2 堆形 / I 形连接 - 修整的通孔引线 - 趾部偏出 (B)

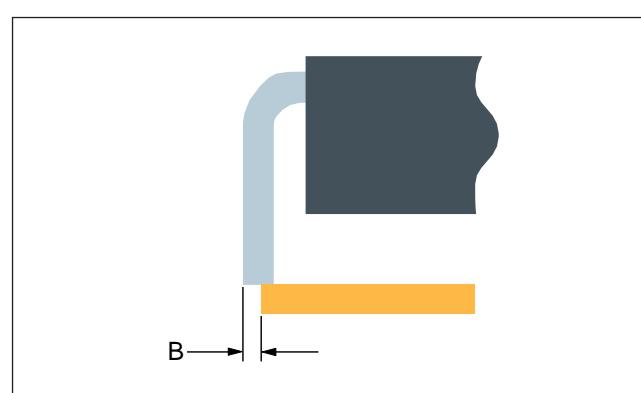


图 8-140

缺陷 - 1, 2 级

- 任何的趾部偏出 (B)。

8.3.8.1.3 堆形 / I 形连接 - 修整的通孔引线 - 最小末端连接宽度(C)

目标 - 1, 2 级

- 末端连接宽度 (C) 等于100%的引线宽度 (W)。

可接受 - 1 级, 2

- 末端连接宽度 (C) 至少是75%的引线宽度 (W)。

缺陷 - 1 级, 2

- 末端连接宽度 (C) 小于引线宽度 (W) 的75%。

8.3.8.1.4 堆形 / I 形连接 - 修整的通孔引线 - 最小侧面连接长度(D)

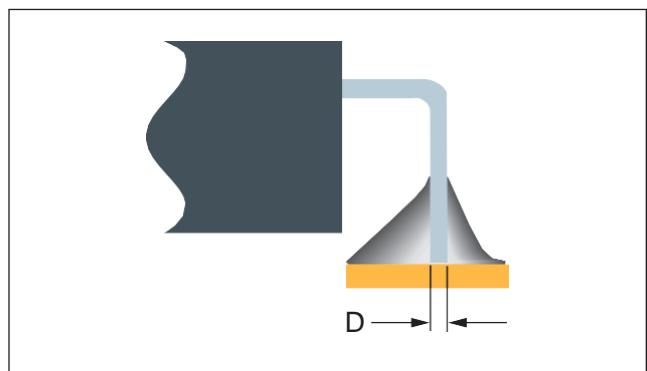


图 8-141

可接受 - 1, 2 级

- 润湿明显。



图 8-142

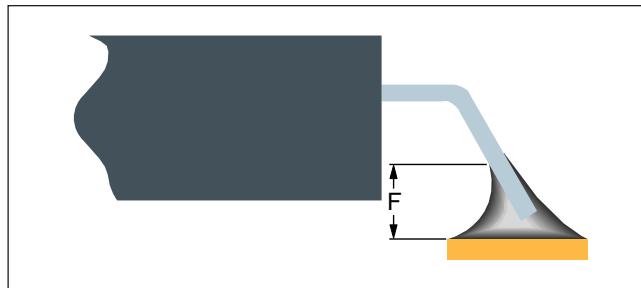
可接受 - 1, 2 级

- 润湿填充明显。

缺陷 - 1, 2 级

- 没有润湿填充。
- 焊料接触到封装本体。

8.3.8.1.6 塊形 / I 形连接 – 修整的通孔引线 – 最小填充高度 (F)



可接受 – 1, 2 级

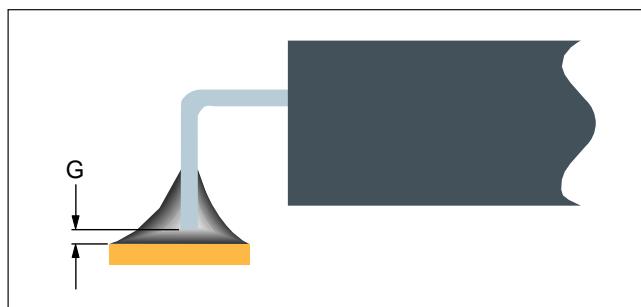
- 填充高度 (F) 最小为 0.5 mm [0.02 in]。

图 8-143

缺陷 – 1, 2 级

- 填充高度 (F) 小于 0.5 mm [0.02 in]。

8.3.8.1.7 塊形 / I 形连接 – 修整的通孔引线 – 焊料厚度 (G)



可接受 – 1, 2 级

- 润湿填充明显。

缺陷 – 1, 2 级

- 没有润湿填充。

图 8-144

8.3.8.2 塚形 / I 形连接 - 预置焊料端子

本要求适用于引线上有一个或多个孔的元器件，底部的凸台可以保证大部分的底部形成良好的（G）填充厚度，并以固定焊片控制焊料量，适用于连接盘图形为椭圆形或圆形的端子。

带有两个孔的预制焊料端子，上端的孔不要求被填充。

表 8-9 尺寸要求 - 塚形 / I 形连接 - 预置焊料端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A		不允许	
最大趾部偏出	B		不允许	
最小末端连接宽度	C		W的100%, 注2	
最小填充高度	F	完全填充端子下部的孔		
引线宽度	W		注1	
连接盘宽度	P		注1	

注1. 未作规定的尺寸或尺寸变量，设计决定。

注2. (C)是在焊料需要填充的最窄片测量。

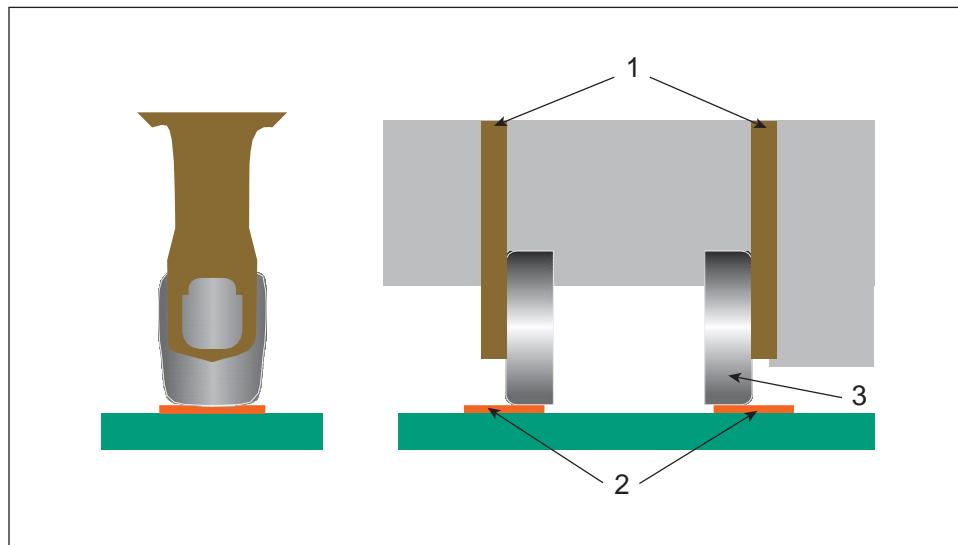


图 8-145

- 1. 连接器引线
- 2. 连接盘
- 3. 预置焊料

8.3.8.2.1 堆形 / I 形连接- 预制焊料端子 - 最大侧面偏出 (A)



图 8-146

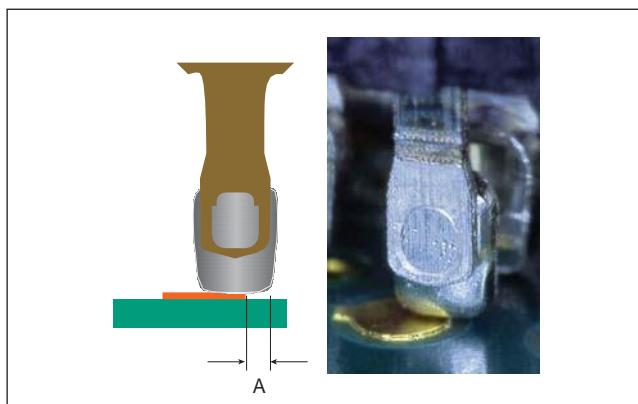


图 8-147

8.3.8.2.2 堆形 / I 形连接- 预制焊料端子 - 最大趾部偏出 (B)

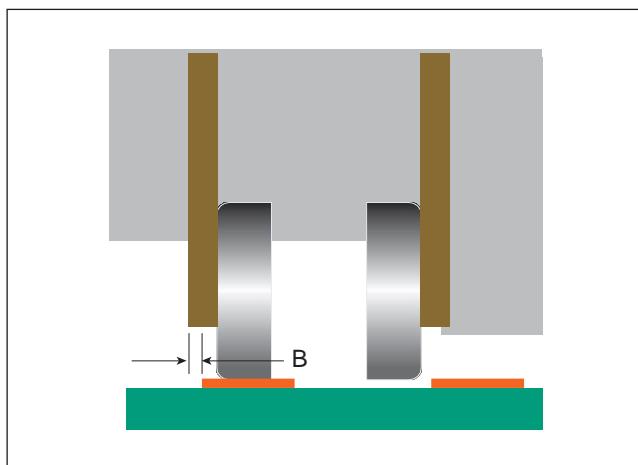


图 8-148

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 任何的侧面偏出(A).

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 任何的趾部偏出(B).

8.3.8.2.3 塑形 / I 形连接 - 预制焊料端子 - 最小末端连接宽度 (C)

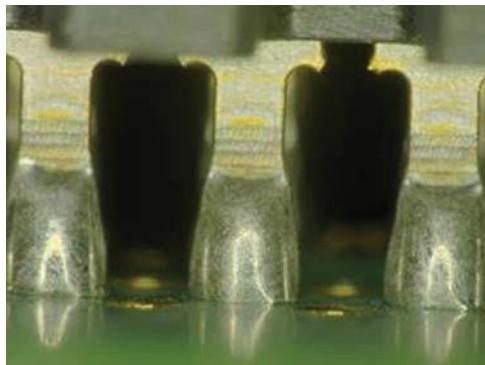


图 8-149

1. 引线
2. 连接盘

可接受 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度 (C) 为引线宽度(W)的100%。

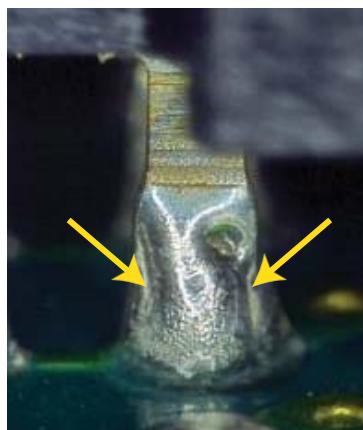


图 8-150

缺陷 - 1 级, 2, 3

- 末端连接宽度 (C) 小于引线宽度 (W) 的100%。.

8.3.8.2.4 塑形 / I 形连接- 预制焊料端子 - 最小填充高度 (F)

可接受 - 1, 2, 3 级

- 对于预制焊料端子，最下面的孔完全被焊料填充。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 最下面的孔没有被焊料填充。

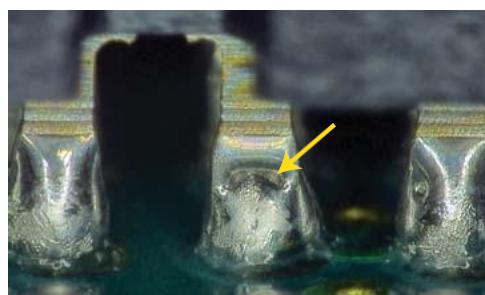


图 8-151

8.3.9 扁平焊片引线及未整形的扁平引线

具有扁平焊片引线形成的连接应当满足表8-10A的尺寸要求，见图8-152，图8-153及图8-154。设计应该保证可润湿表面的润湿情况易于检查。

确定为“功耗”元器件的标准在表8-10A中定义。

对于未整形的扁平引线元器件（例如：柔性电路端接头）的标准在表8-10B中定义。该表也同样用于非功耗元器件。

设计部分应该确定非功耗元器件。当其不能确认时，制造商应当[N1D2D3]按表8-10A的标准来应用。

表 8-10A 尺寸要求 - 扁平焊片引线⁵

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注1	25% (W), 注1	不允许
最大趾部偏出	B	注1		不允许
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注6	75% (W), 注6	100% (W), 注6
最小侧面连接长度	D	注3	(L)-(M), 注4	
最大填充高度	E		注2	(G) + (T) + 1 mm [0.04 in]
最小填充高度	F		注3	(G) + (T)
焊料填充厚度	G		注3	
引线长度	L		注2	
最大间隙	M		注1, 2	
连接盘宽度	P		注2	
引线厚度	T		注2	
引线宽度	W		注2	

注1. 不违反最小电气间隙。

注2. 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3. 润湿填充明显。

注4. 在延伸到元器件本体底部的焊片需要焊接场合，并且连接盘也是照此需要设计，引线在间隙(M)处要呈现润湿。

注5. 焊料没有接触封装本体或末端密封处，见8.2.1节。

注6. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

8.3.9 Flat Lug Leads and Flat Unformed Leads (cont.)

表 8-10B 尺寸要求 - 未整形的扁平引线⁵, 例如: 柔性电路端接头

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注1		25% (W), 注1
最大趾部偏出	B	注1		Not permitted
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注6		75% (W), 注6
最小侧面连接长度	D	注3		(L)-(M), 注4
最大填充高度	E		注2	(G) + (T) + 1 mm [0.04 in]
最小填充高度	F		注3	(G) + (T)
焊料填充厚度	G			注3
引线长度	L			注2
间隙	M			注 1, 2
连接盘宽度	P			注2
引线厚度	T			注2
引线宽度	W			注2

注1. 不违反最小电气间隙。

注2. 未作规定的参数或尺寸变量, 由设计决定。

注3. 润湿填充明显。

注4. 在延伸到元器件本体底部的焊片需要焊接场合, 并且连接盘也是照此需要设计, 引线在间隙 (M) 处要呈现明显润湿。

注5. 焊料没有接触封装本体或末端密封处, 见8.2.1节。

注6. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

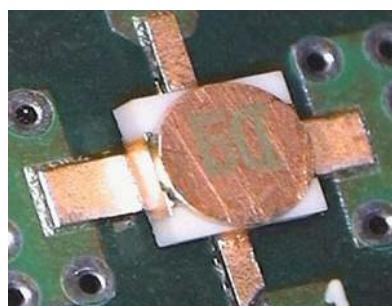


图 8-152

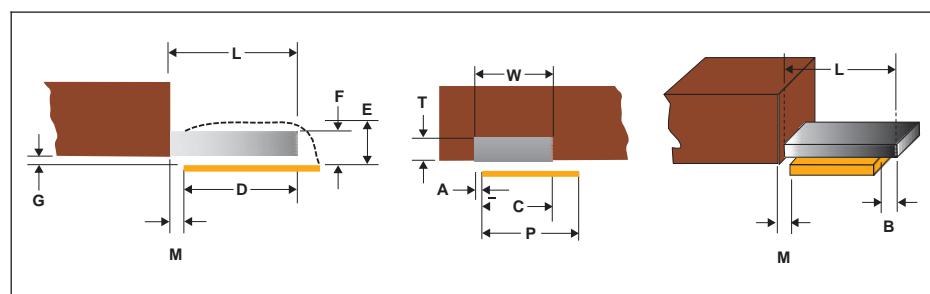


图 8-153

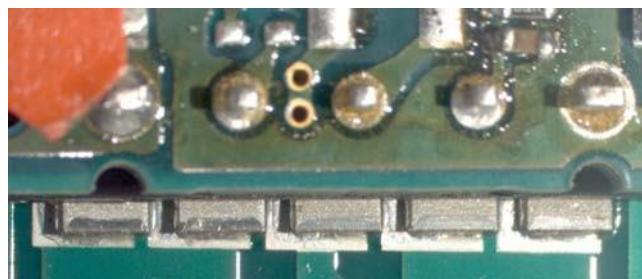


图 8-154

8.3.10 仅有底部端子的高外形元器件

仅有底部端子的高外形元器件（元器件高度大于2倍宽度或2倍厚度，取两者中的较小者）的端子形成的连接应当满足表8-11的尺寸要求，见图8-155.

表 8-11 尺寸要求 - 仅有底部端子的高外形元器件

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注 1, 4	25% (W), 注 1, 4	不请允许, 注 1, 4
最大末端偏出	B	注 1, 4		不允许, 注4
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注5	75% (W), 注5	(W), 注5
最小侧面连接长度	D	注3	50% (R)	75% (R)
焊料填充厚度	G		注3	
端子/镀层长度	R		注2	
连接盘长度	S		注2	
端子宽度	W		注2	

注1. 不违反最小电气间隙。

注2. 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3. 润湿填充明显。

注4. 基于元器件的设计，端子不可延伸到元器件边缘，且元器件本体可偏出PCB连接盘区域。元器件可焊端区不允许偏出PCB的连接盘区域，上术表格中的例外。

注5. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

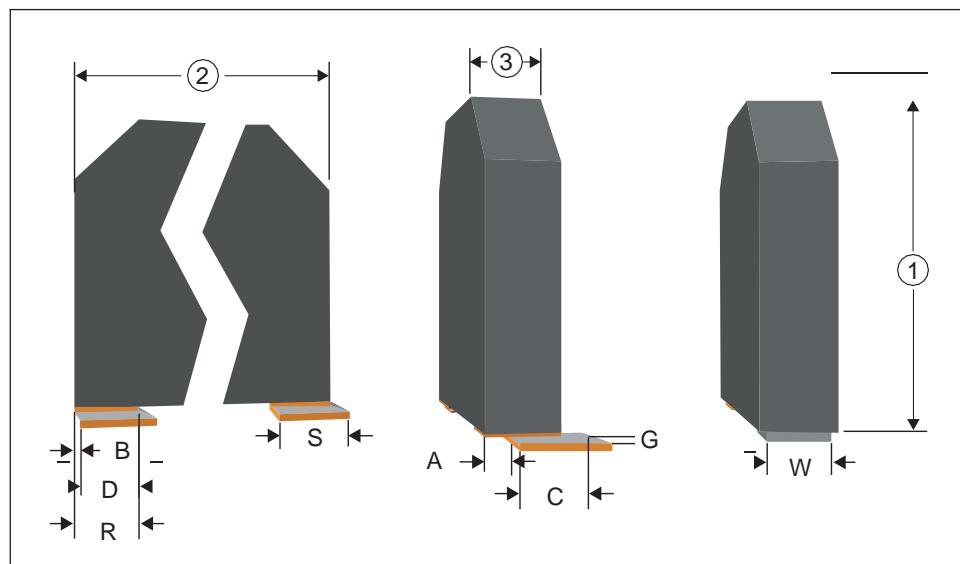


图 8-155

1. 元器件高度
2. 元器件宽度
3. 元器件厚度

8.3.11 内弯L形带状引线

具有内弯L形引线端子的元器件所形成的连接应当满足表8-12的尺寸及焊料填充的要求，见图8-156。

设计应该保证可润湿表面的润湿情况易于检查。

表 8-12 尺寸要求 - 内弯L形状引线⁵

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注1	25% (W) or 25% (P), 取两者中的较小者, 注1	
最大趾部偏出	B		注1	
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注7	75% (W) or 75% (P), 取两者中的较小者, 注7	
最小侧面连接长度	D	注 3, 6	50% (L), 注6	75% (L), 注6
最大填充高度	E		(H) + (G), 注4	
最小填充高度, 注5	F	元器件端子垂直表面润湿明显	(G) + 25% (H) or (G) + 0.5 mm [0.02 in], 取两者中的较小者	
焊料填充厚度	G		注3	
引线高度	H		注2	
引线长度	L		注2	
连接盘宽度	P		注2	
连接盘长度	S		注2	
引线宽度	W		注2	

注1. 不违反最小电气间隙。

注2. 未作规定的参数或尺寸变量, 由设计决定。

注3. 润湿填充明显。

注4. 焊料没有接触封装本体, 见8.2.1节。

注5. 当引线分成两个叉时, 每个叉的连接都要满足所有规定的要求。

注6: 不始终是可目检属性。

注7. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

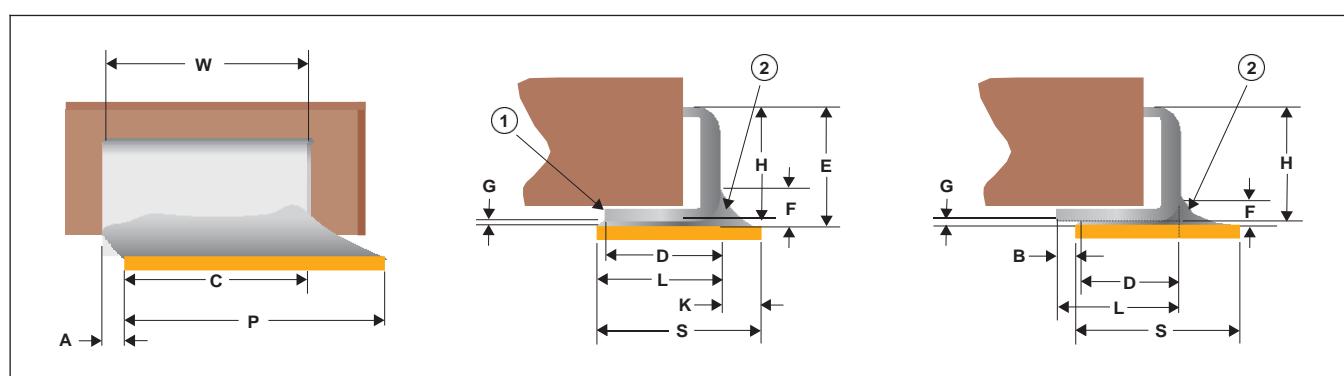


图 8-156

1. 趾部
2. 跟部

8.3.11 内弯L形带状引线 (续)



图 8-157

内弯L形带状引线元器件的实例。

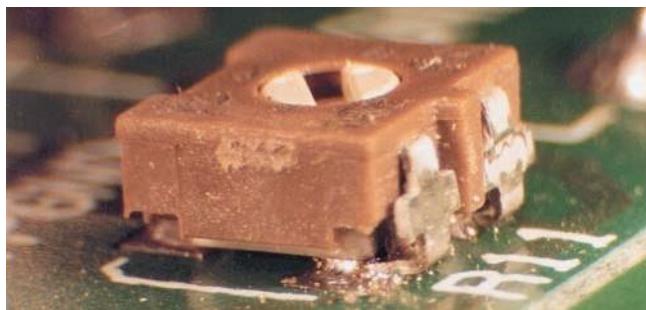


图 8-158



图 8-159

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 填充高度不足。见图 8-159-A.
- 末端连接宽度不足, 见图8-159-B。右图也呈现了元器件侧立妨碍末端连接宽度的形成。

8.3.12 表面贴装面阵列

常用的一些面阵列元器件有球栅阵列封装，微型球栅阵列封装，触点阵列封装。

这些所规定的面阵列要求，基于已建立了X射线（X-Ray）或普通目检评定程序。这些要求，在某种有限程度内，是按目视评估条件给出的，但不能用普通目检方法完成的特征评估更经常地要求用X射线（X-Ray）图像来进行评估。

工艺开发和控制是组装方法和材料应用获得成功的根本。当通过目检或X射线（X-Ray）检查对产品进行验收时，不符合表8-13、表8-14和表8-15要求的即为缺陷。工艺验证可替代X射线（X-Ray）/目视检查，只要能提供证明符合性的客观证据。IPC-7095提供了面阵列元器件的工艺指南，其包含了通过广泛讨论面阵列器件工艺开发问题所得出的推荐性要求。

注：不是专用于电子组件的或设置不当的X射线（X-Ray）设备会损伤敏感元器件。

目视检查要求：

- 当通过目视检查方法进行产品可接受性评定时，采用表1-2的放大倍数。
- 应该尽可能对面阵列元器件外边（外围）的焊接端子进行目视检查。
- 面阵列元器件与印制板上的角位标识（如果有）在X和Y两个方向都需要对准。

除非设计上特别规定，焊料球或焊料柱不应当缺失。

当有底部填充要求，应当填充并完全固化。过程和验收要求应该由制造商和用户协商确定。

有非塌落焊料球的元器件的空洞标准尚未建立，见1.5.1节。

考虑到最终使用环境的要求可开始替代空洞的标准。空洞标准没有表8-13的要求严格，应当由制造商和用户协商确定。

表 8-13 尺寸要求 - 有可塌落焊料球的球栅阵列元器件

参数	章节	1级, 2级, 3级
对准	8.3.12.1	焊料球的偏出未违反最小电气间隙。
焊料球间距（C），见图8-161	8.3.12.2	焊料球未违反最小电气间隙。
焊接连接	8.3.12.3	无焊料桥连：BGA焊料球接触并润湿连接盘，形成一个连续不断的椭圆形或圆柱形的连接。
空洞	8.3.12.4	在X射线的影像区内，任一焊料球的空洞等于或小于30%。 注1, 2

注1.设计导致的空洞，例如：连接盘上的微导通孔，可免除此要求。这种情况下，验收要求应该由制造商和用户协商确定。

注2.制造商可以通过测试或分析来开发考虑了最终应用环境的空洞验收要求。

表 8-14 有非塌落焊料球的球栅阵列元器件

参数	1级, 2级, 3级
对准	焊料球的偏出未违反最小电气间隙。
焊接连接	a. 焊接连接满足8.3.12.3节的要求。 b. 焊料润湿了焊料球和连接盘端子。
空洞	空洞标准尚未建立。

8.3.12 表面贴装面阵列（续）

表 8-15 柱栅阵列元器件

参数	1级	2, 3级
对准	柱的偏出未违反最小电气间隙	柱周边没有超出连接盘的周界。
焊接连接	满足8.3.12.3节的要求。 可见的圆柱体周圈最少270° 的焊料填充，见图8-166。	

8.3.12.1 表面贴装面阵列 - 对准

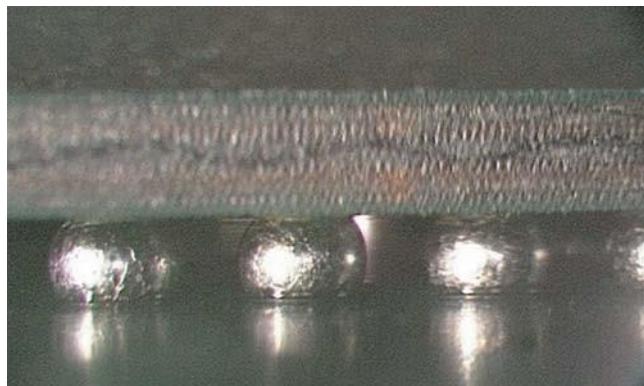


图 8-160

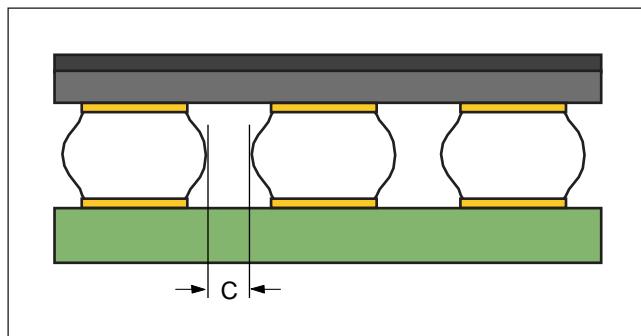
目标 - 1, 2, 3 级

- BGA焊料球位于连接盘中心，无偏出。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料球偏出，违反最小电气间隙。

8.3.12.2 表面贴装面阵列 - 焊料球间距



可接受 - 1, 2, 3 级

- BGA 焊料球未违反最小电气间隙，见图 8-161-C.

缺陷 - 1, 2, 3 级

- BGA 焊料球违反最小电气间隙。.

图 8-161

8.3.12.3 表面贴装面阵列 - 焊接连接

目标 - 1, 2, 3 级

- BGA焊料球端子的尺寸和形状均匀一致。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 无焊料桥连。
- BGA焊料球接触并润湿连接盘，形成一个连续不断的椭圆形或柱形的连接，见图 8-160.

制程警示 - 2, 3 级

- BGA焊料球端子的尺寸、形状、颜色和对比度不一致。

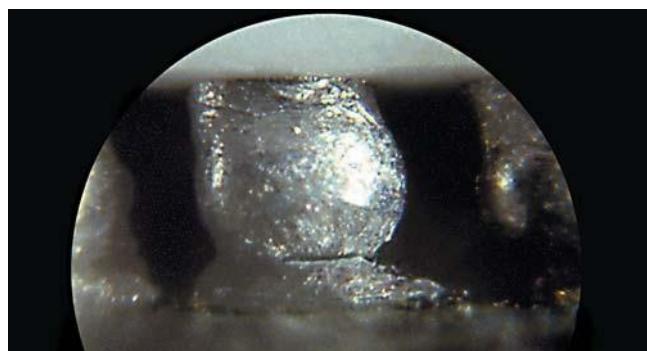


图 8-162

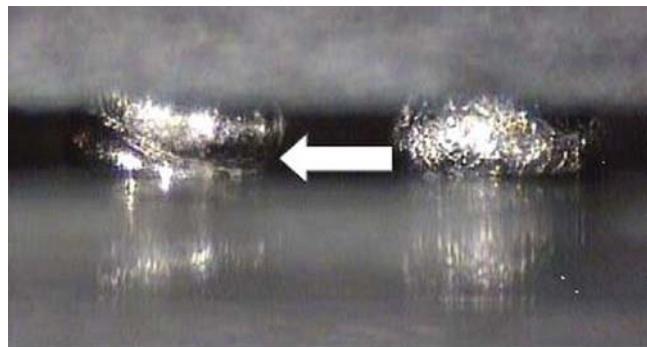


图 8-163

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊点开裂，见图 8-162.
- 焊料球未被焊料润湿（枕窝），见图 8-163.
- 目检或X射线图像可见焊料桥接，见图 8-164.
- 呈现“腰形”焊接连接，表明焊料球与焊膏未一起再流，见图 8-165.
- 对连接盘润湿不完全，见图8-165和图8-166.
- BGA焊料球端子处的焊膏未完全再流，见图 8-167.

8.3.12.3 表面贴装面阵列 - 焊接连接 (续)

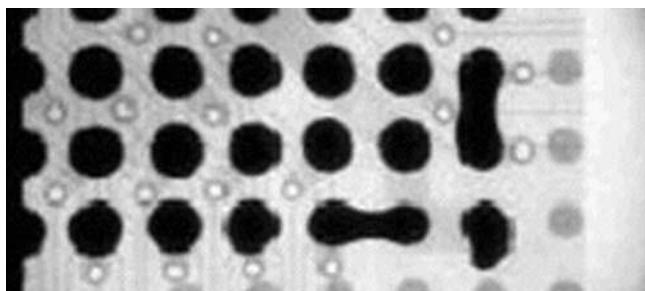


图 8-164



图 8-165

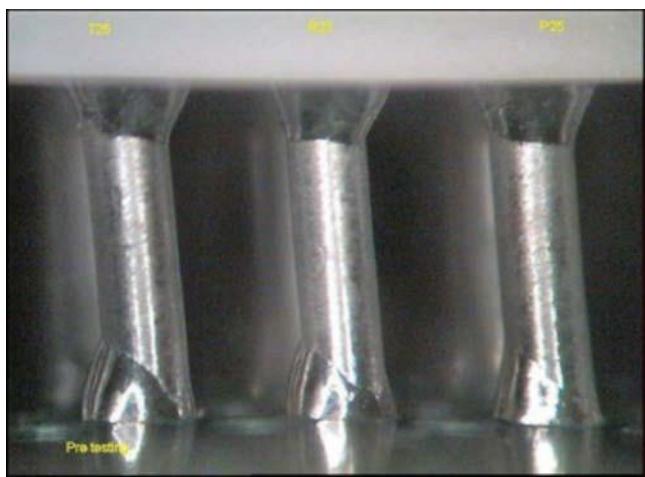


图 8-166

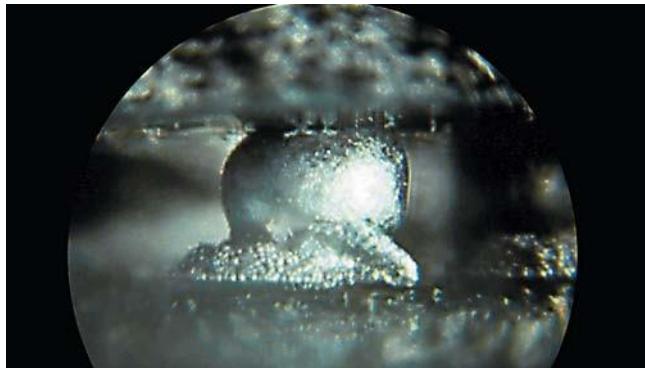


图 8-167

8.3.12.4 表面贴装面阵列 - 空洞

设计导致的空洞，例如：连接盘上的微导孔，不在此要求范围内。这种情况下，验收标准应当由制造商和用户协商确定。

可接受 - 1, 2, 3 级

- X射线（X-Ray）影像区内任一焊料球的空洞等于或小于30%。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- X射线（X-Ray）影像区内任一焊料球的空洞大于30%。

8.3.12.5 表面贴装面阵列 - 底部填充/加固

目标 - 1, 2, 3 级

- 底部填充或粘固材料没有接触到相邻的元器件。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 如有要求，需存在底部填充或加固的材料。
- 过多的底部填充或粘固材料没有影响组件的外形、安装或功能。
- 底部填充或加固材料完全固化。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 当要求时，底部填充或加固材料不存在。
- 过多的底部填充或加固材料影响组件的形状、安装或功能。
- 底部填充或加固材料未完全固化。

8.3.12.6 表面贴装面阵列 - 叠装

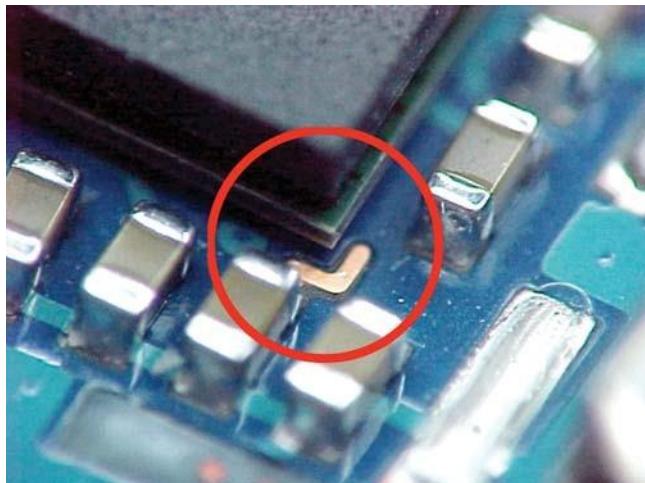


图 8-168

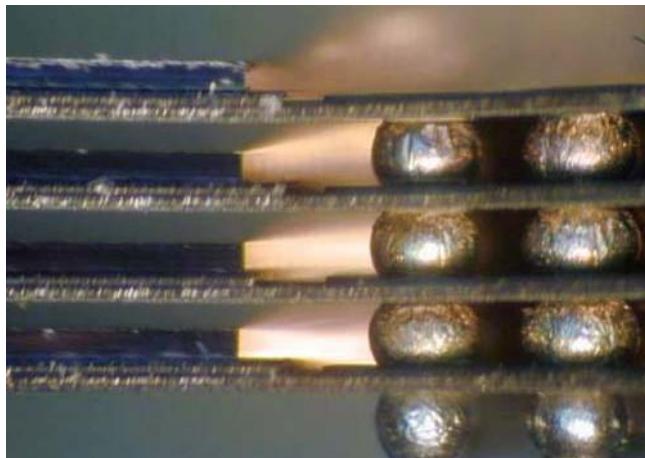


图 8-169

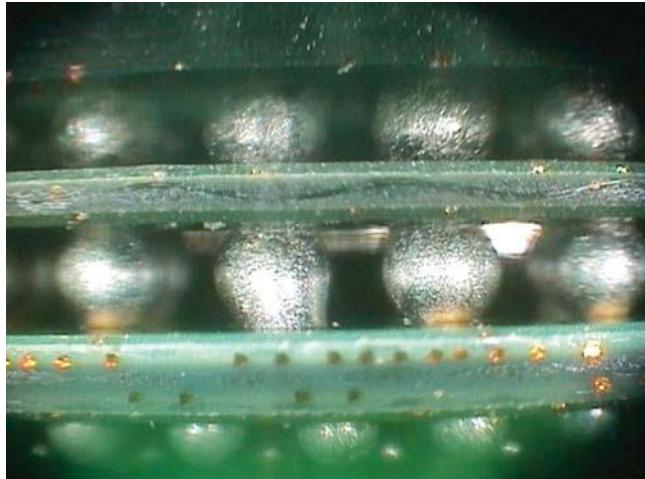


图 8-170

可接受 - 1, 2, 3 级

- 如果PCB上有角标，元器件已和角标记对准，见图8-168。
- 焊料球和连接盘的对准符合8.3.12.1节的要求。
- 焊接连接符合8.3.12.3节的要求，见图8-169，并已再流，显示润湿了所有封装层上的连接盘。
- 封装的翘曲或扭曲未妨碍对准或焊接连接的形成。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料球与连接盘的对准不符合8.3.12.1节的要求。
- 焊接连接不符合8.3.12.3节的要求。图 8-170 和显示只润湿了中间的焊料球。
- 焊料球缺失，见图8-171。
- 封装的翘曲或扭曲妨碍了对准或焊接连接的形成，见图8-172或图8-173。

8.3.12.6 表面贴装面阵列 - 叠装 (续)

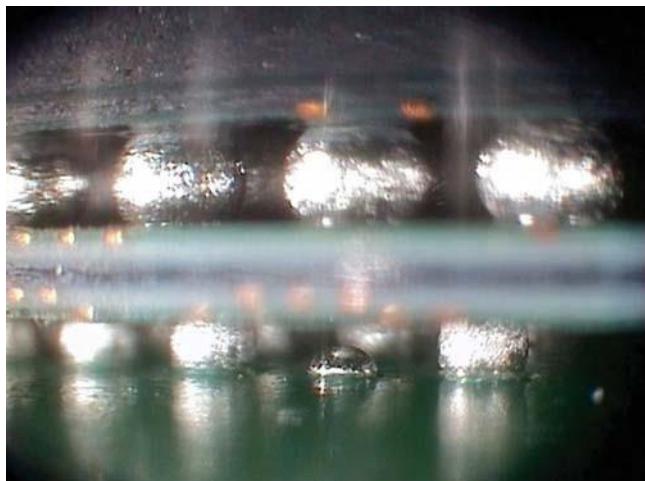


图 8-171



图 8-172

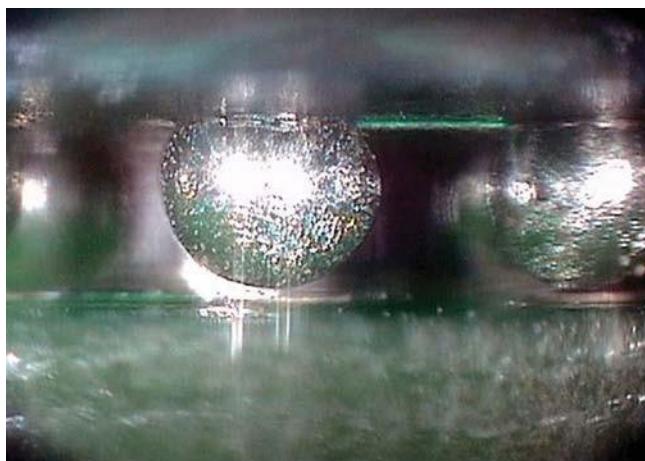


图 8-173

8.3.13 底部端子元器件 (BTC)

这类器件还有一些其它名称，如触点阵列封装（LGA），方形扁平无引线封装（QFN），塑封方形扁平无引线封装（PQFN），微引线封装（MLF），无引线塑封芯片载体（LPCC），和裸盘方形扁平无引线封装（QFN-EP）。底部端子元器件（BTC）形成的连接应当满足表8-16尺寸和焊料填充的要求，见图8-174和图8-175。

IPC-7093提供了底部端子元器件（BTC）的工艺指南，包含了通过广泛讨论BTC工艺开发问题所得出的推荐性要求。

工艺开发和控制是组装方法和材料应用获得持续成功的根本。工艺验证可替代X射线（X-Ray）/目视检查，只要能提供证明符合性的客观证据。

散热面的空洞要求应当由制造商与用户协商建立。

表 8-16 尺寸要求 – BTC

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W), 注1	25% (W), 注1	
趾部偏出（元器件端子的外边缘）	B		不允许	
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注6	75% (W), 注6	
最小侧面连接长度	D		注4	
焊料填充厚度	G		注3	
最小趾部（末端）填充高度	F		注 2, 5	
端子高度	H		注5	
连接盘宽度	P		注2	
端子宽度	W		注2	

注1. 不违反最小电气间隙。

注2. 未作规定的参数或尺寸变量，由设计决定。

注3. 润湿填充明显。

注4. 不始终是可目检属性。

注5: “H” = 引线可焊表面高度，如果有。一些封装的构造在侧面没有连接的可焊表面，不要求趾部（末端）填充。

注6. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

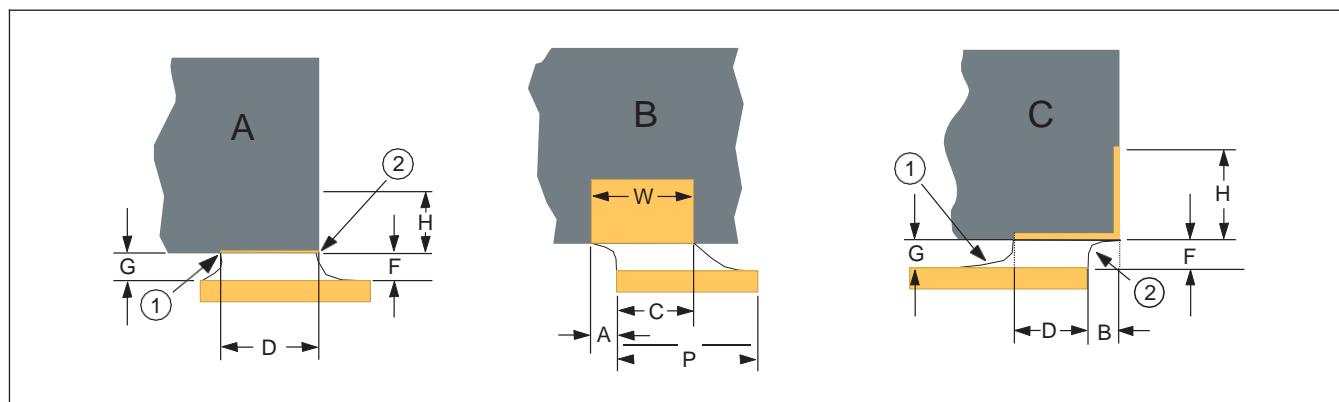


图 8-174

1. 趾部

A. 侧视图

2. 趾部

B. 端视图

C. 补充侧视图

8.3.13 底部端子元器件 (BTC) (续)

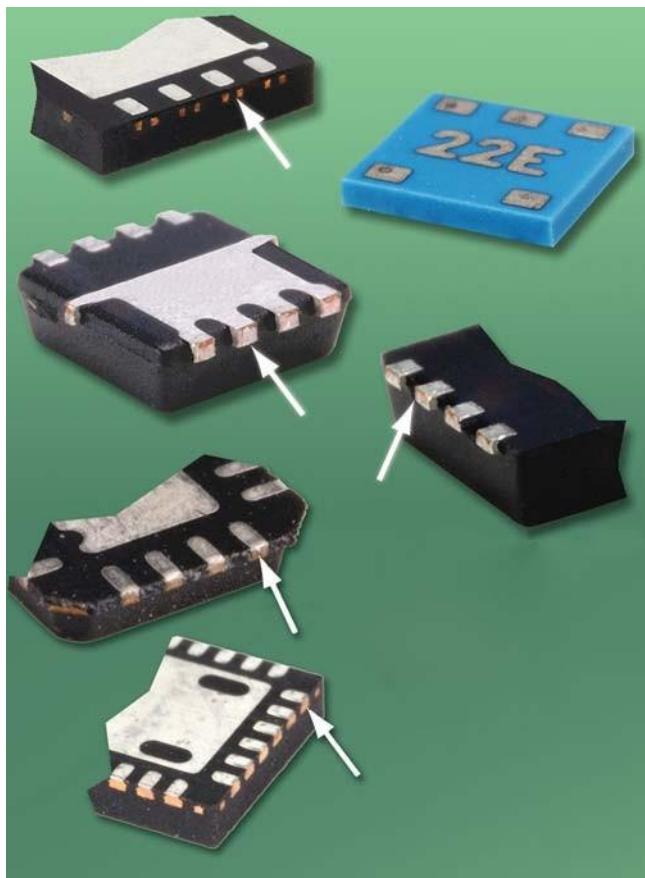


图 8-175

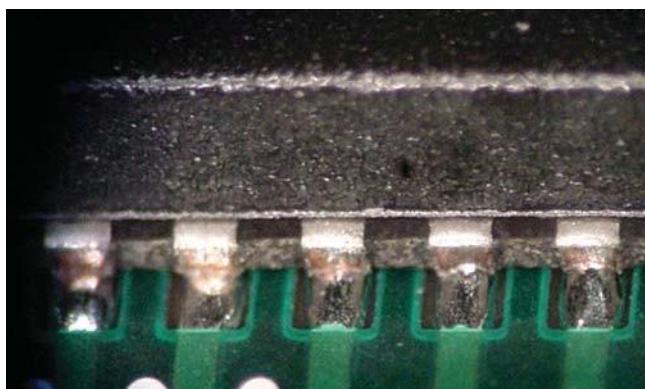


图 8-176

某些封装结构无暴露的趾部，或在封装外部暴露的趾部上无连续的可焊表面（见图8-175剪头所指处），因而不会形成趾部填充，见图8-176和图8-177。

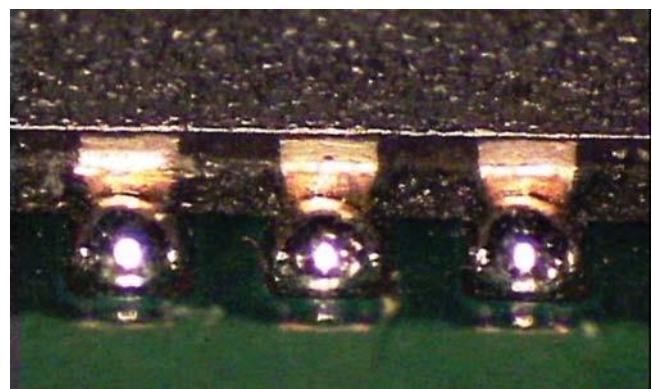


图 8-177

8.3.14 具有底部散热面端子的元器件

这些要求适用于有焊接的底部散热面的引线或无引线封装。这里以TO-252(D-PakTM)为例。与底部散热面端子元器件形成的连接应当满足表8-17尺寸和焊料填充的要求。

SMT贴装和焊料要求应当满足所采用引线端子类型的要求。

本文件未给出不可见散热面的焊接连接要求，这些要求应当由用户与制造商协商建立。散热面的验收要求与设计和工艺有关。需要考虑的问题包括但不仅限于元器件制造商的使用说明、焊料覆盖、空洞、焊料高度等等。焊接此类元器件时在散热面上产生空洞是正常的。

表 8-17 尺寸要求 - 底部散热面端子

参数 (除散热层外所有连接)	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	参见所用引线端子类型的要求。注4		
趾部偏出	B			
最小末端连接宽度	C			
最小侧面连接长度	D			
最大跟部填充高度	E			
最小跟部填充高度	F			
焊料填充厚度	G			
引线厚度	T			
参数 (仅适用于散热面的连接)		1, 2, 3级		
散热面侧面偏出		不大于端子宽度的25%		
散热面末端偏出		无偏出(未图示)		
散热面最小末端连接宽度, 注2, 4		连接盘与末端接触的区域100%润湿 (无图示) .		
散热面侧面连接长度	D	注1		
散热面焊料填充厚度	G	存在焊料填充且润湿明显		
散热面空洞要求		注1		
散热面端子宽度	W	注2		
散热面连接盘宽度	P	注3		

注1: 验收要求需要由制造商和用户协商建立。

注2: 散热面剪切边不可润湿的垂直面不要求焊料浸润。

注3: 未作规定的参数或尺寸变量, 由设计决定。

注4. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

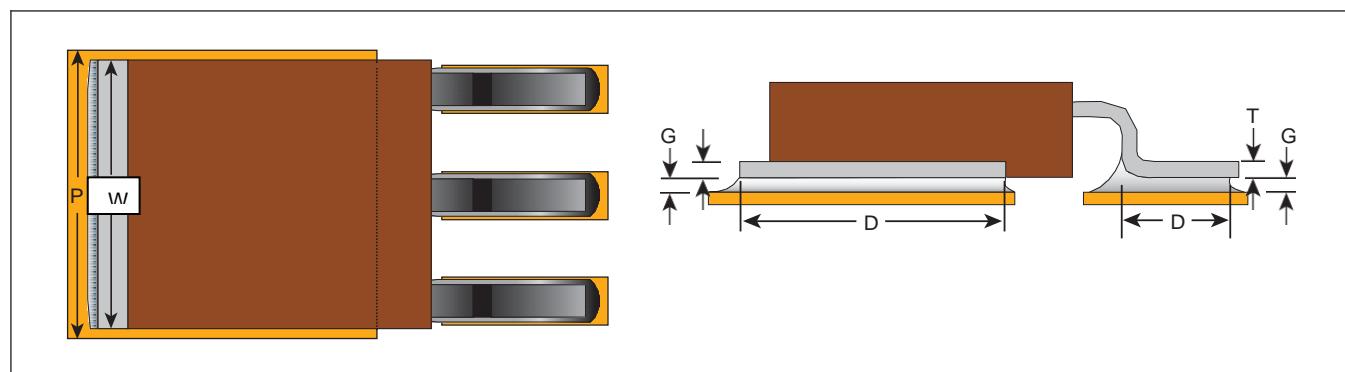


图 8-178

8.3.14 具有底部散热面端子的元器件(续)

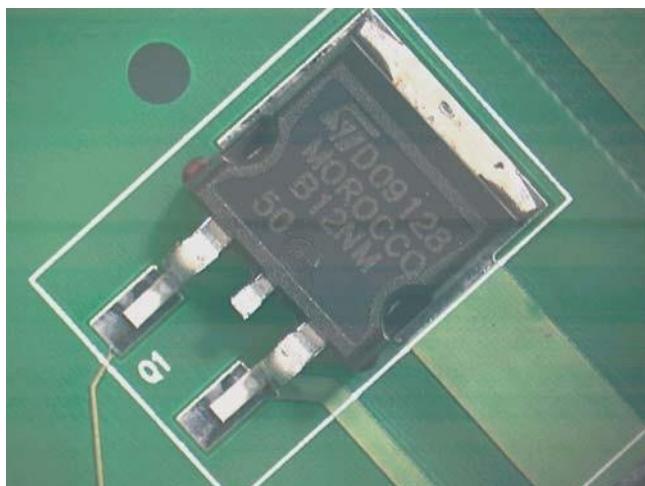


图 8-179

目标 - 1, 2, 3 级

- 散热面无侧面偏出。
- 散热面端子边缘100%润湿。

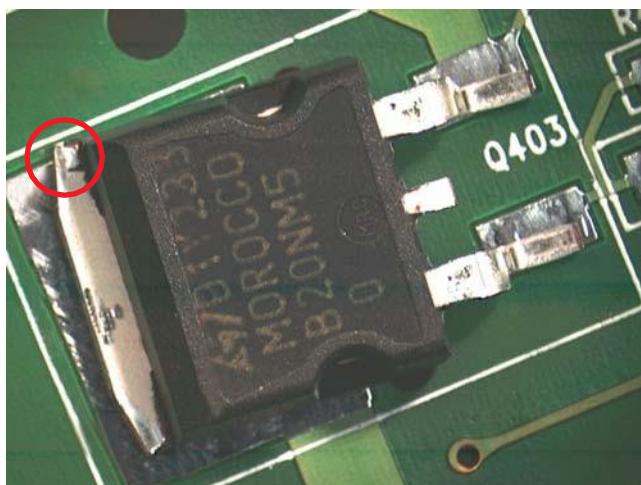


图 8-180

可接受 - 1, 2, 3 级

- 散热面端子的侧面偏出不大于端子宽度的25%，见图8-180。
- 散热面末端端子的末端连接宽度与连接盘接触区域100%润湿。.

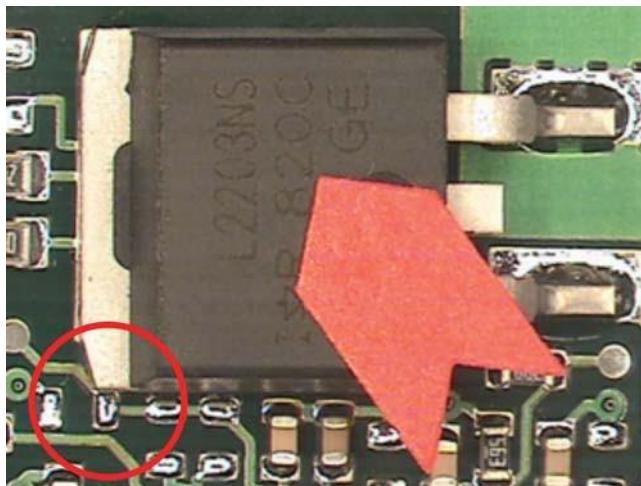


图 8-181

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 散热面端子的侧面偏出大于端子宽度的25%。
- 散热面端子的末端偏出连接盘。
- 散热面末端端子的连接宽度与连接盘接触区域的湿润小于100%。
- 散热面偏出违反最小电气间隙，见图 8-181.

8.3.15 平头柱连接

这种类型的端子有时也称之为“钉子针”。

对于这种类型端子，尚未建立3级产品的要求。工艺开发和控制是组装方法和材料使用获得持续成功的根本。平头柱端子形成的连接应当符合表8-18和8.3.15.1节至8.3.15.3节的尺寸和焊料填充要求。

表 8-18 平头柱连接尺寸要求

参数	1级	2级	3级	
最大端子偏出，方形连接盘	端子宽度(W)的75%。注1, 2	端子宽度(W)的50%。注1, 2	尚未建立要求	
最大端子偏出，圆形连接盘	端子宽度(W)的50%。注1, 2	端子宽度(W)的25%。注1, 2		
最大填充高度	注4			
最小填充高度	注3			

注1. 不违反最小电气间隙。

注2. 引线直径小于连接盘的直径或边长。

注3. 润湿明显。

注4. 焊料未接触封装本体。

8.3.15.1 扁平端柱连接 - 最大端子偏出 - 方形连接盘

目标 - 1, 2 级

- 无偏出。

可接受 - 1 级

- 偏出小于75%。

可接受 - 2 级

- 偏出小于50%。

缺陷 - 1 级

- 偏出超过75%。

缺陷 - 2 级

- 偏出超过50%。

8.3.15.2 扁平端柱连接 - 最大端子偏出 - 圆形连接盘

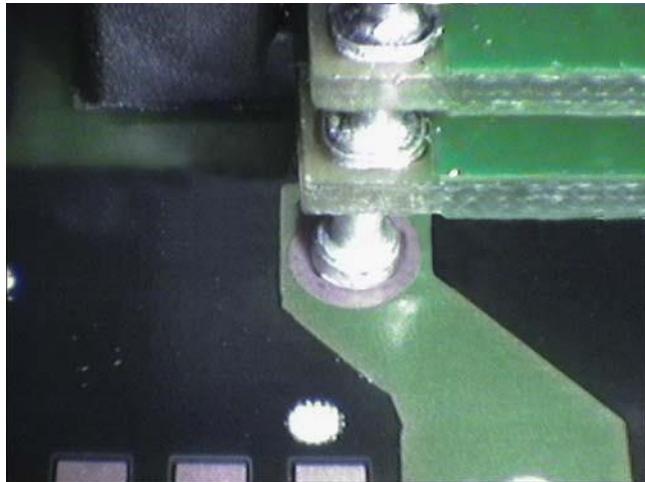


图 8-182

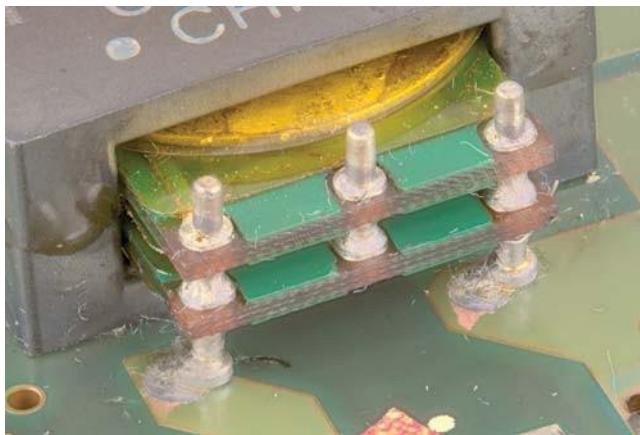


图 8-183

8.3.15.3 平头柱连接 - 最大填充高度

可接受 - 1 级,2

- 润湿填充明显。

缺陷 - 1 级,2

- 无湿润的填充。
- 焊料接触封装本体。

8.3.16 P-型连接

P-型端子形成的连接，见图8-184，应当满足表8-19和8.3.16.1节到8.3.16.5节尺寸和焊料填充要求。这类焊端常见于在印制板两侧边缘安装的连接器。

表 8-19 尺寸要求 - P-类型端子

参数	尺寸	1级	2级	3级
最大侧面偏出	A	50% (W)	25% (W)	不允许
最大趾部偏出	B		注1	
最小末端连接宽度	C	50% (W), 注4	75% (W), 注4	100% (W), 注4
最小侧面连接长度	D	100% (W)		150% (W)
最小填充高度 - 跟部和趾部	F	注2		25% (H)
焊料填充厚度	G		注3	
端子高度	H		注3	
最小侧面填充高度	Q		注2	
端子长度	L		注3	
端子宽度	W		注3	

注1:端子 (L) 部分未超出连接盘。

注2: 未作规定的参数或尺寸变量, 由设计决定。

注3: 润湿明显。

注4. (C) 是在焊料需要填充的最窄处测量。

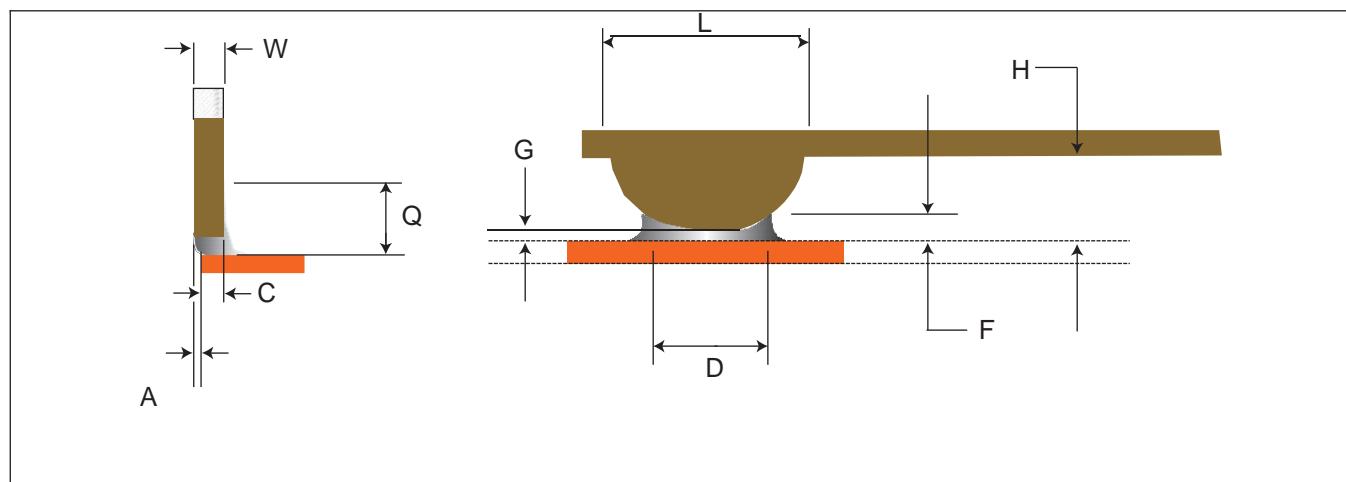


图 8-184 P-型端子

8.3.16.1 P-型连接 – 最大侧面偏出 (A)

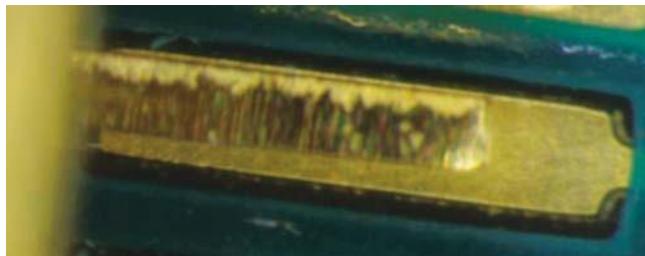


图 8-185

目标 - 1, 2, 3 级

- 无偏出。

可接受 - 1 级

- 偏出等于或小于端子宽度 (W) 的50%。

可接受 - 2 级

- 偏出等于或小于端子宽度 (W) 的25%。

可接受 - 3 级

- 无偏出。

缺陷 - 1 级

- 偏出超过端子宽度 (W) 的50%。

缺陷 - 2 级

- 偏出超过端子宽度 (W) 的25%。

缺陷 - 3 级

- 任何的侧面偏出。

8.3.16.2 P-型连接 – 最大趾部偏出 (B)

可接受 - 1, 2, 3 级

- 端子长度 (L) 内任何部分的延长没有超出连接盘的长度 (S)。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 端子长度 (L) 内任何部分的延长超出了连接盘的长度 (S)。

8.3.16.3 P-型连接 - 最小末端连接宽度 (C)

目标 - 1, 2, 3 级

- 末端连接宽度 (C) 为端子宽度 (W) 的100%。

可接受 - 1 级

- 末端连接宽度 (C) 为端子宽度 (W) 的50%。

可接受 - 2 级

- 末端连接宽度 (C) 为端子宽度 (W) 的75%。

缺陷 - 1 级

- 末端连接宽度 (C) 小于端子宽度 (W) 的50%。

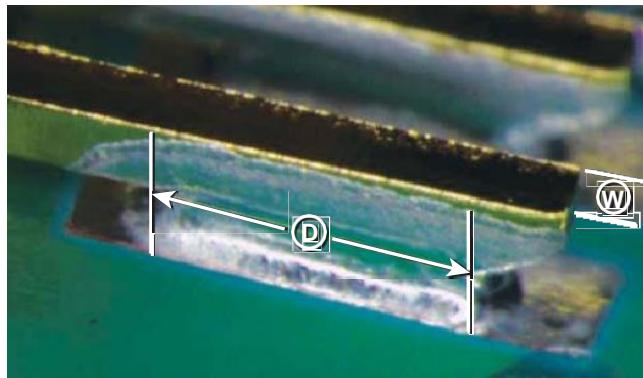
缺陷 - 2 级

- 末端连接宽度 (C) 小于端子宽度 (W) 的75%。

缺陷 - 3 级

- 末端连接宽度 (C) 小于100%的端子宽度 (W)。

8.3.16.4 P-型连接 - 最小侧面连接长度 (D)



目标 - 1, 2, 3 级

- 侧面连接长度 (D) 为端子长度 (L) 的100%。

可接受 - 1 级

- 侧面连接长度 (D) 为端子宽度 (W) 的100%。

可接受 - 2, 3 级

- 侧面连接长度 (D) 为端子宽度 (W) 的150%。

缺陷 - 1 级

- 侧面连接长度 (D) 小于端子宽度 (W) 的100%。

缺陷 - 2, 3 级

- 侧面连接长度 (D) 小于端子宽度 (W) 的150%。

图 8-186

8.3.16.5 P型连接 - 最小填充高度 (F)

这些要求同时适用于趾部和跟部区域的连接。

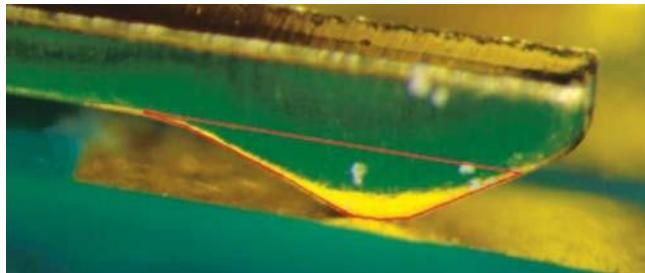


图 8-187

目标 - 1, 2, 3 级

- 填充高度 (F) 为端子高度 (H) 的100%，见图 8-186和图 8-187中的红色线。

可接受 - 1 级

- 润湿明显。

可接受 - 2, 3 级

- 填充高度 (F) 为端子高度 (H) 的25%。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 填充高度 (F) 小于端子高度 (H) 的25%。

8.4 特殊SMT端子

开发此标准的IPC委员会已经收到将一些特殊类型SMT端子，如图8-188、图8-189和图8-190所示，纳入此标准的要求。通常这类型的端子是特殊的元器件或专为少量用户特制。在开发验收要求之前，还需要广泛地应用，才可从大量用户中获得有效的失效数据。在此特重复本标准1.5.1.7节中的内容。

1.5.1.7 特殊设计 IPC-A-610作为一份业界一致公认的标准，无法涵盖所有可能的元器件和产品设计组合情况。当采用非通用和/或特殊技术时，可能有必要开发特殊的工艺及验收要求。当然，若存在相似特征，本文件可以作为产品验收要求的指南。在考虑产品性能要求时，特殊定义对考虑具体特性是必要的。特殊要求的开发应该有用户的参与或经用户同意地于2级和3级产品，要求应当包括产品验收规定。

只要有可能，应该向IPC技术委员会提交这些要求，以考虑将其纳入本标准的更新版本。



图 8-188

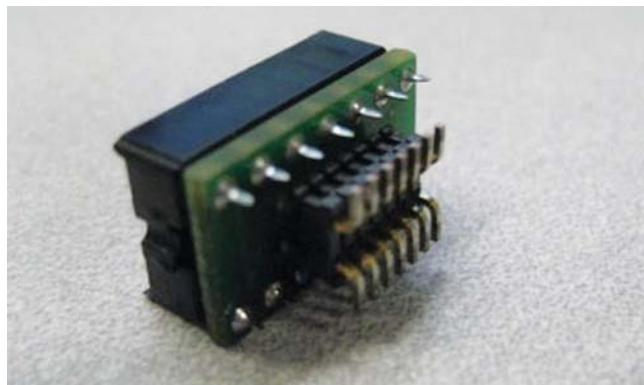


图 8-189

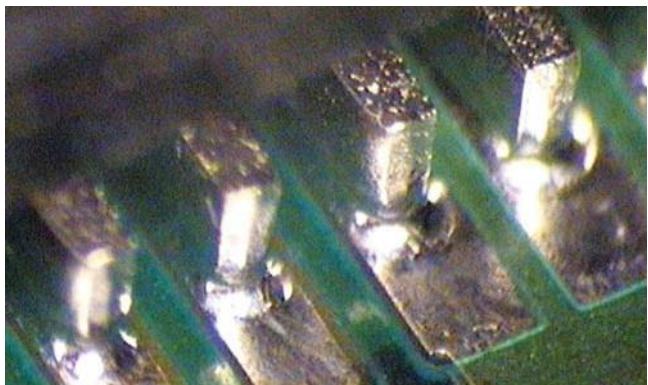


图 8-190

8.5 表面贴装连接器

这些要求适用于焊接的连接器。关于连接器损伤要求见9.5节。**SMT**连接器的安装和焊接要求应当满足对其所有使用的引线端子类型的要求，对于这些要求无插图。

目标 - 1, 2, 3 级

- 连接器平贴板面。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 连接器的后边平贴，连接器配接边不违反元器件高度要求。
- 板销完全插入/扣住板子。
- 任何倾斜，只要：
 - 没有超过最大高度要求。
 - 配接正确。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 由于倾斜，实际使用中封无法配接。
- 元器件违反高度要求。
- 板销没有完全插入/扣入板子。

注：连接器需要满足外形、装配和功能的要求。为了达到最终的验收要求，可能要求试配接或组装连接器。

8.6 跳线

以下标准不作为未经客户事先同意的维修组件授权，见1.1节。本节确立了在没有连续的印制电路的地方实现元器件的互连所安装的分立导线（跳线、临时线等）的目检可接受性要求。

有关返工和维修的资料参见IPC-7711/7721。

导线选择（7.5.1），导线布线（7.5.2）和导线粘接固定（7.5.3）要求适用于SMT跳线。

它们可以终结于镀覆孔和/或接线柱柱干、导体盘以及元器件引线。

工程上把跳线作为元器件考虑，其布线、收尾、粘接固定和导线类型由工程文件进行说明。

跳线要尽量保持短。除非另有明文规定，不能跨越于可更换元器件之上或穿越其下。布线或粘接固定时需要考虑设计上的限制因素，如可用空间和最小电气间隙。长度不超过25mm[1in]，不跨越导电区域，不违反设计间隙要求的跳线可以不绝缘。当要求进行敷形涂覆时，若要求使用绝缘线，绝缘皮应当与敷形涂覆兼容。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 绝缘皮接触焊料但未妨碍可接受的焊接连接的形成。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 绝缘皮妨碍焊接连接的形成。

8.6.1 跳线 – SMT

元器件本体、引线或连接盘上无粘合剂。涂布的粘合剂不妨碍或影响焊接连接。

对于本节阐述的各种搭接连接方式，以下情况是可接受的：

- 绝缘间隙不会造成非公共导体间的短路或违反最小电气间隙。
- 跳线和引线或连接盘的润湿明显。
- 焊接连接中跳线轮廓或末端可辨识。
- 焊接连接无裂纹。
- 导线的偏出未违反最小电气间隙。

8.6.1.1 跳线 – SMT – 片式和圆柱帽形端子元器件

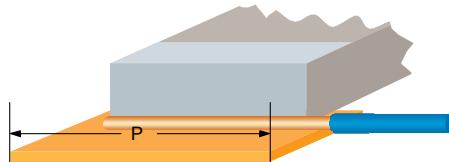


图 8-191

目标 - 1, 2, 3 级

- 引线与连接盘的最长边平行放置。
- 焊料填充长度等于连接盘宽度(P)。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线与元器件端子/连接盘的焊接连接长度至少为连接盘宽度的50%或导体直径的2倍，取两者中的较大者。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线与元器件端子/连接盘的焊接连接长度小于连接宽度 (P) 的50%或导体直径的2倍，取两者中的较大者。
- 导线焊接在片式元器件可焊端子的顶部。

8.6.1.2 跳线 – SMT – 鸥翼形引线

这些要求适用于连接于引线的跳线。对于连接于连接盘的跳线要求，见8.6.1.5节。

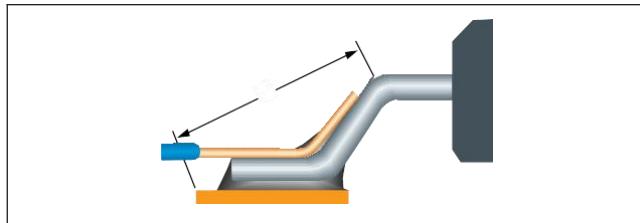


图 8-192

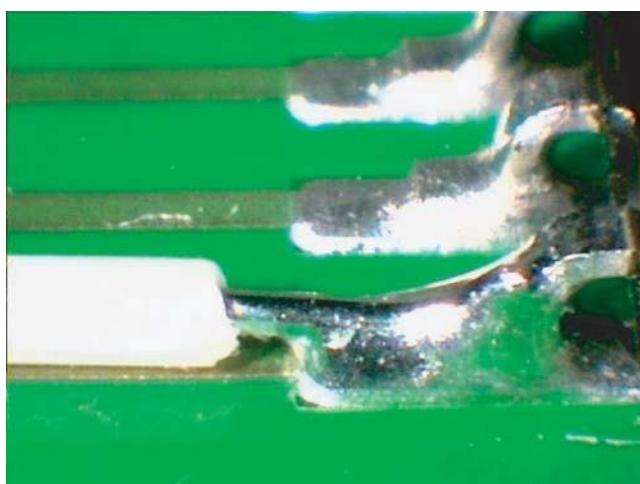


图 8-193



图 8-194

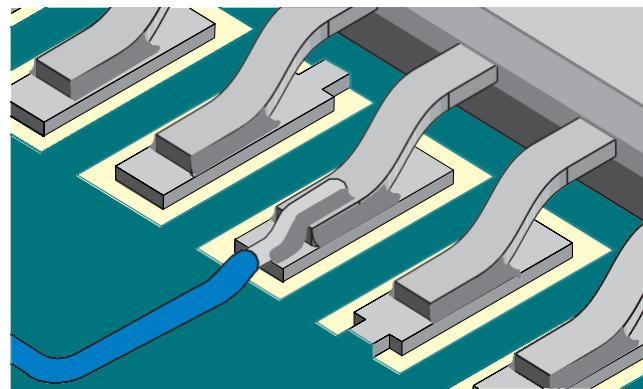


图 8-195

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线长度 和焊料润湿等于或大于从连接盘边缘到引线膝弯处长度 (L) 的75%。
- 导线引线没有延伸超过引线的膝弯处。
- 导线未违反最小电气间隙。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线长度和焊料润湿小于从连接盘边缘到引线膝弯处长度 (L) 的75%。
- 导线末端延伸超过引线的膝弯处。
- 导线违反最小电气间隙。

8.6.1.3 跳线 – SMT – J形引线

这些要求适用于连接于引线的跳线。对于连接于连接盘的跳线要求，见8.6.1.5节。

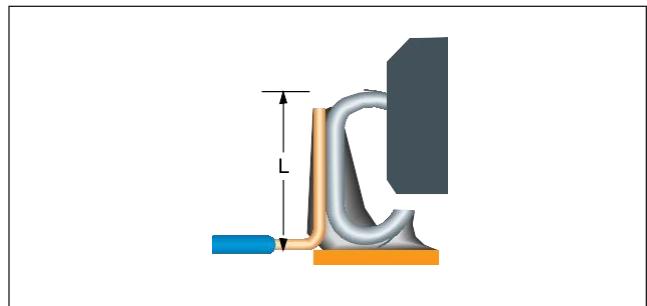


图 8-196

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线与引线 - 连接盘界面间的焊接连接长度等于 (L)。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线长度和焊料润湿等于或大于J形引线高度 (L) 的75%。
- 导线末端没有延伸超过元器件引线膝弯处。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线长度和焊料润湿小于J形引线高度 (L) 的75%。
- 导线末端延伸超过元器件引线膝弯处。
- 导线违反最小电气间隙。

8.6.1.4 跳线 – SMT – 城堡形端子

这些要求适用于连接于城堡形端子的跳线。对于连接于连接盘的跳线要求，见8.6.1.5节。

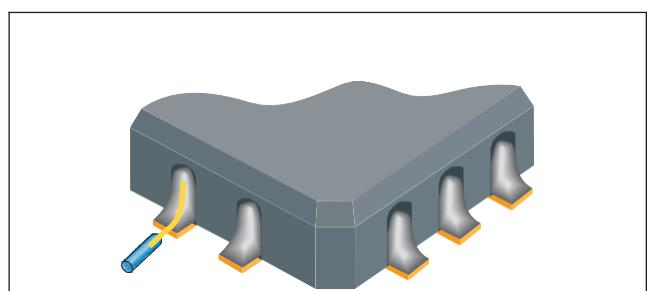


图 8-197

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线长度和焊接润湿至少为连接盘顶部至城堡顶部的75%。
- 导线靠着城堡的后墙放置。
- 导线没有延伸到城堡的顶部以上。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线长度和焊接润湿小于连接盘顶部至城堡顶部的75%。
- 导线末端延伸超过城堡的顶部。
- 导线违反最小电气间隙。

8.6.1.5 跳线 - SMT - 连接盘

这些要求适用于空连接盘。

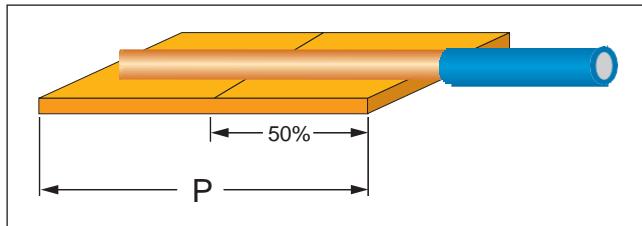


图 8-198

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线与连接盘的最长边平行放置。
- 导线长度和焊料填充长度等于 (P)。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 对于宽度 (P) 为 6mm [0.25 in] 或更大的连接盘，导线与连接盘的润湿界面至少为 2 倍导线直径。
- 对于小于 6mm [0.25 in] 的连接盘，导线与连接盘的润湿界面至少为连接盘宽度的 50% 或 2 倍导线直径，取两者中的较大者。
- 焊接连接中导体轮廓可辨识。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 对于宽度 (P) 为 6mm [0.25 in] 或更大的连接盘，导线与连接盘的润湿界面小于 2 倍导线直径。
- 对于宽度小于 6mm [0.25 in] 的连接盘，导线与连接盘的润湿界面小于连接盘宽度的 50% 或 2 倍导线直径，取两者中的较大者。
- 焊接连接中导体轮廓不可辨识。

9 元器件损伤

本章包括以下内容：

9.1 金属镀层缺失	9-2
9.2 片式电阻器材质	9-3
9.3 有引线/无引线器材	9-4
9.4 陶瓷片式电容器	9-8
9.5 连接器	9-10
9.6 继电器	9-13
9.7 磁性元器件	9-13
9.8 连接器、手柄、簧片、锁扣.....	9-14
9.9 板边连接器引针	9-15
9.10 压接插针	9-16
9.11 背板连接器插针	9-17
9.12 散热装置.....	9-18
9.13 螺纹件和五金件	9-19

9.1 金属镀层缺失

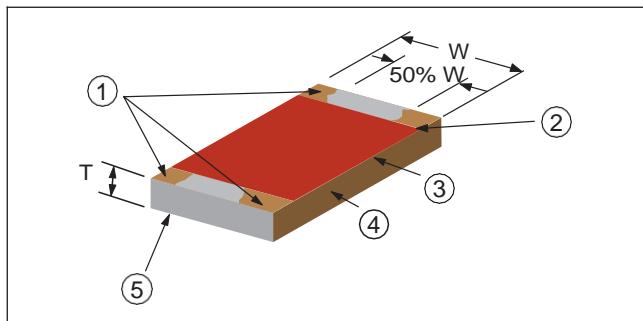


图 9-1

1. 金属镀层缺失
2. 粘合剂涂层
3. 阻性材质
4. 基板（陶瓷/铝）
5. 末端



图 9-2

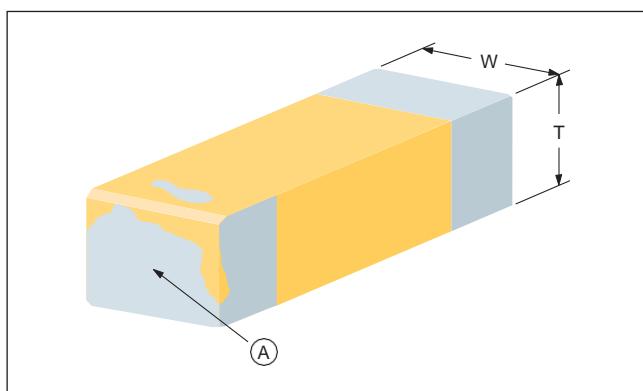


图 9-3

可接受 - 1, 2, 3 级

- 5面端子元器件的任何侧面（非末端面）的金属镀层缺失小于元器件宽度（W）或元器件厚度（T）的25%。
- 3面端子元器件的顶部金属镀层缺失最大为50%（指每一个末端），见图9-1和图9-2。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 末端端面金属镀层缺失导致暴露陶瓷，见图9-3-A.
- 5面端子元器件的任何侧面（非末端面）的金属镀层缺失超过了元器件宽度（W）或元器件厚度（T）的25%，见图9-4 和图9-5.
- 3面端子元器件的顶部镀层缺失超过50%，见图9-5和图9-6。
- 形状不规则端子的金属镀层缺失超出该类型元器件允许的最大或最小尺寸。

9.1 金属镀层缺失 (续)

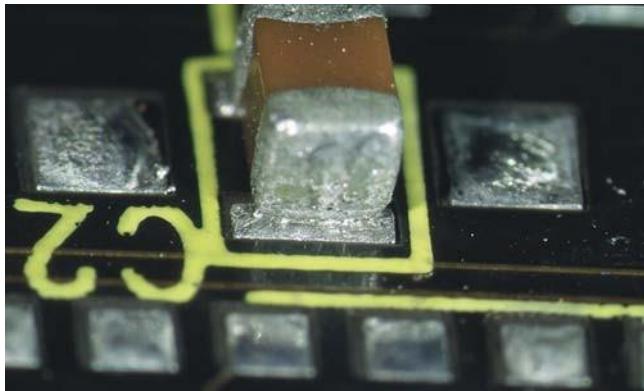


图 9-4



图 9-5



图 9-6

9.2 片式电阻器材质



图 9-7

可接受 - 1, 2, 3 级

- 没有损坏阻性材质或玻璃体。
- 阻性材质未暴露。

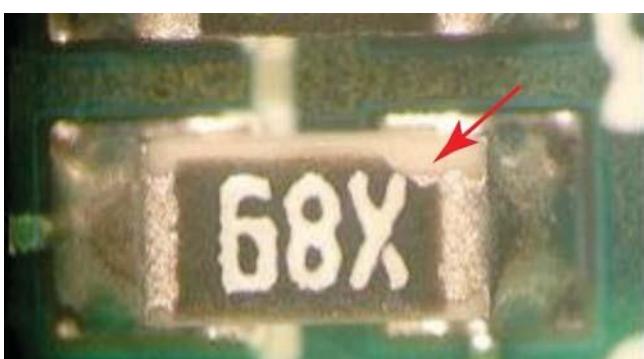


图 9-8

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 玻璃体损坏。
- 阻性材质暴露或损坏。

9.3 有引线 / 无引线器件

以下要求适用于有引线和无引线器件。

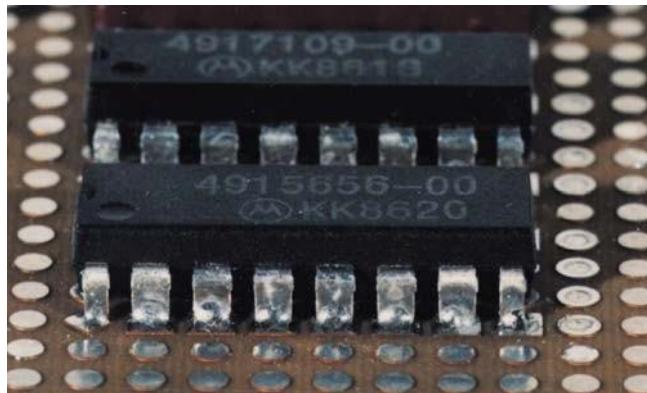


图 9-9

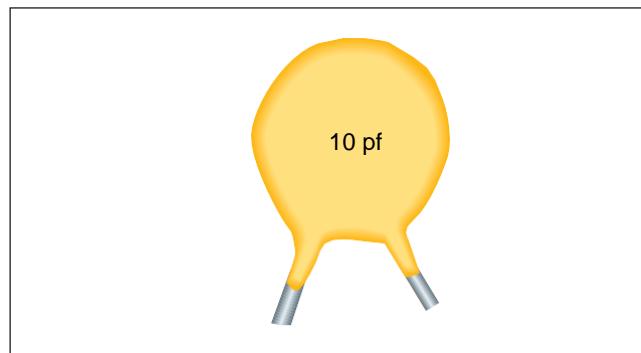


图 9-10

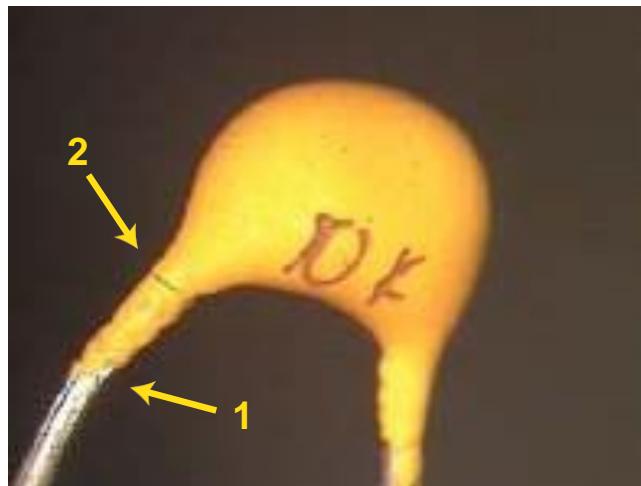


图 9-11

1. 碎裂
2. 裂纹

目标 - 1, 2, 3 级

- 表面涂层无损伤。
- 元器件本体无任何划伤、裂缝、碎裂和微裂纹。
- 标识清晰易辨识。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 碎裂或划伤没有暴露元器件基材或功能区域，或影响结构完整性、外形、或功能。
- 引线弯月面涂层处的碎裂或裂纹没有暴露元器件基材或功能区域，或影响结构完整性、外形、装配或功能。
- 元器件外壳或引线的密封处无裂纹或损伤。
- 凹陷、划伤不影响外形、装配及功能，且未超出制造商规格。
- 元器件未烧损、烧焦。

9.3 有引线 / 无引线器件（续）

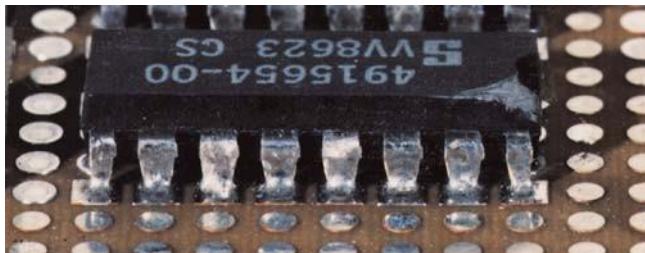


图 9-12

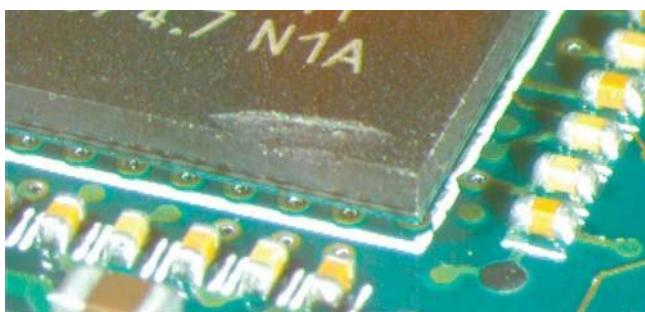


图 9-13



图 9-14



图 9-15

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

• 塑封本体元器件上的凹痕或缺口没有进入引线的密封处或外壳密封处或暴露内部的功能材质。见图9-12、图9-13和图9-14。

• 元器件的损伤没有影响所要求的标识。

• 元器件绝缘层/套管有损伤，只要：

- 损伤区域无扩大的迹象，例如，损伤周边无裂纹、锐角或受热易碎材料等，见图9-13和图9-14。

- 暴露的元器件导电表面与相邻元器件或电路无短路的危险，见图9-15。

9.3 有引线 / 无引线器件 (续)

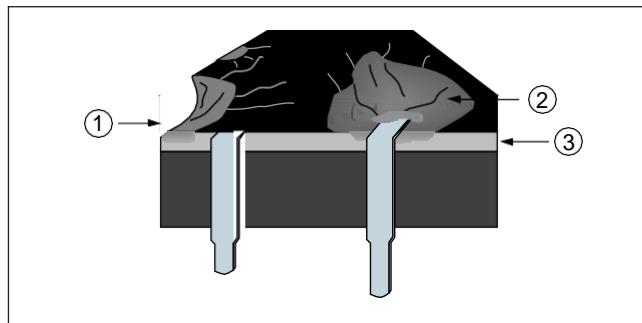


图 9-16

1. 碎裂进入密封处
2. 暴露引线
3. 密封处



图 9-17

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 碎裂或裂纹进入密封处, 见图9-16。
- 在陶瓷本体上有缺口导致的裂缝, 见图9-16。
- 碎裂或裂纹暴露了元器件基材或功能材质, 或影响了气密性、完整性、外形、装配或功能。见图9-17。
- 玻璃本体上有碎裂或裂纹超过了元器件规格 (未图示)。
- 元器件损伤导致要求的标识不全 (未图示)。
- 绝缘涂敷层的损伤导致内部功能材质暴露或元器件变形有 (未图示)。
- 损伤区有放大迹象。如裂纹、锐角有、受热易碎材料等, 见图9-19。
- 损伤导致与相邻元器件或电路有潜在的短路危险。
- 镀层的片状剥落、剥离或起泡。
- 烧伤、烧焦的元器件 (元器件的烧焦表面有由于过热形成的黑色、暗棕色外观), 见图9-20。
- 元器件本体凹陷、划伤会影响到外形、装配及功能或超过制造商规格, 见图9-21。
- 屏蔽材料有裂缝, 见图9-22。
- 元器件本体与基材分层, 见图9-23。

9.3 有引线 / 无引线器件（续）

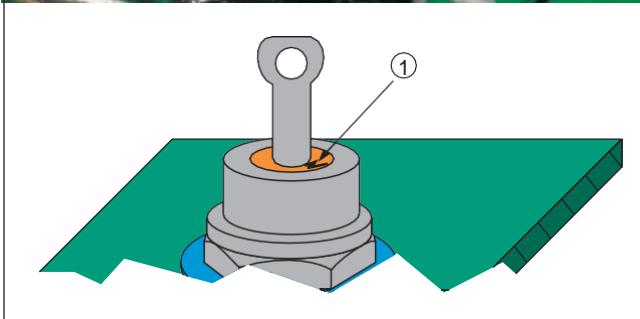


图 9-18



图 9-21



图 9-22



图 9-19

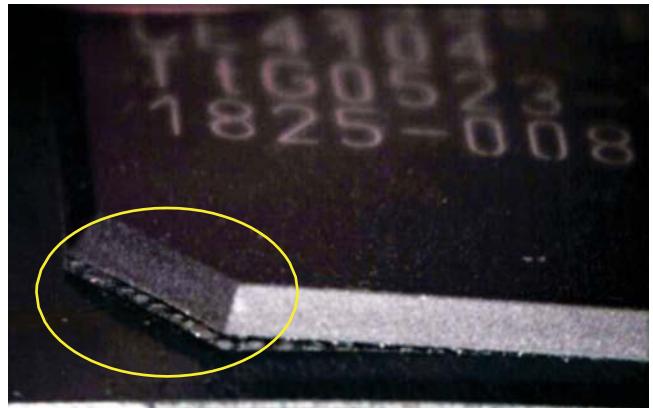


图 9-23



图 9-20

9.4 陶瓷片式电容器

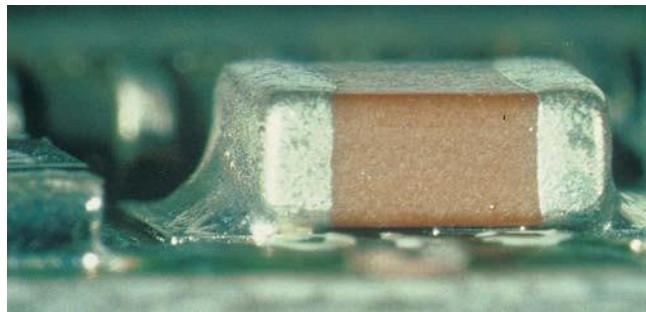


图 9-24

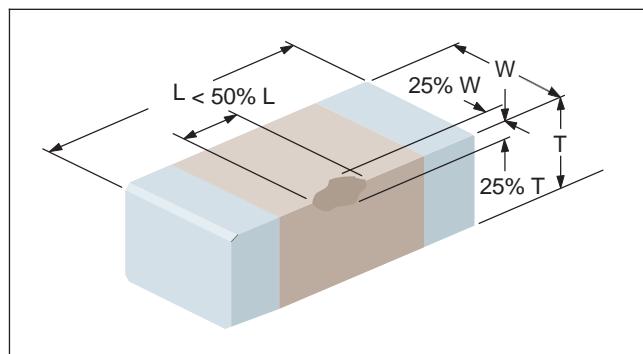


图 9-25

目标 - 1, 2, 3 级

- 无缺口、裂纹或应力纹。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 缺口或碎裂不超过表9-1规定的尺寸，各项独立考虑。

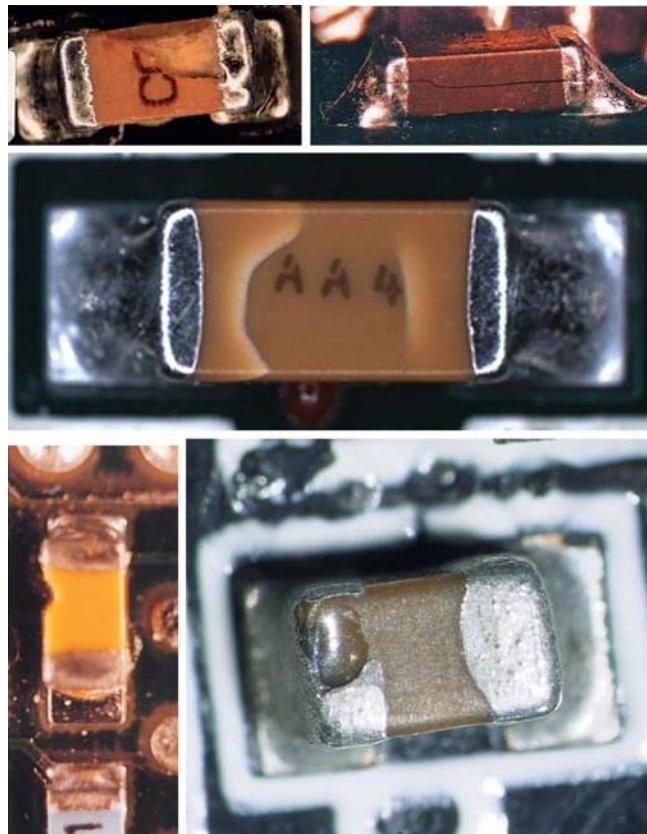
表 9-1 碎裂要求

(T)	厚度的25%
(W)	宽度的25%
(L)	长度的50%

可接受 - 1, 2, 3 级

- 由于再流焊制程中的热暴露而引起的元器件变色。.

9.4 陶瓷片式电容器 (续)



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 端子区域的任何缺口或碎裂或暴露电极。
- 任何裂纹或应力纹。
- 损伤超过表9-1规定的尺寸。

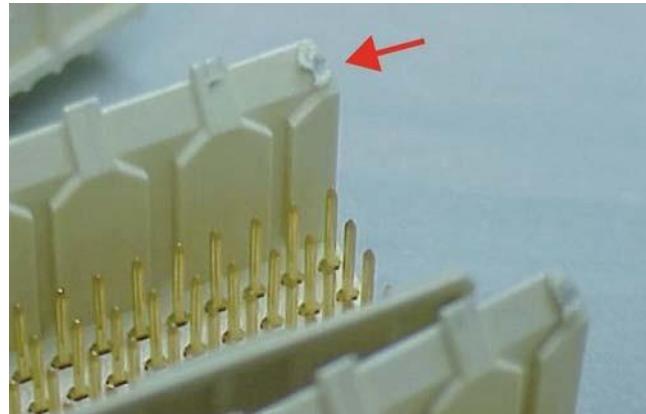
图 9-26

9.5 连接器

以下要求适用于那些主要用作配接连接器导引的模塑外壳/边套。连接器插针一般以过盈配合方式固定在外壳内。外壳与边套的目视检查项目包括物理损伤，如裂纹和变形。

目标 - 1, 2, 3 级

- 无可辨识的物理损伤。
- 外壳/边套上无毛刺。
- 外壳/边套上无裂纹。
- 连接器/插头插针笔直。



可接受 - 1, 2, 3 级

- 外壳上仍然粘有塑胶毛刺（尚未松断），但不影响外形、装配或功能。
- 次要区域的裂纹（不影响外壳/边套的完整性）。
- 细微划伤、碎裂或热变形，不危及接触件保护或妨碍适当的配接。
- 插针与中心的偏离不大于插针厚度/直径的 25%。

图 9-27

9.5 连接器 (续)

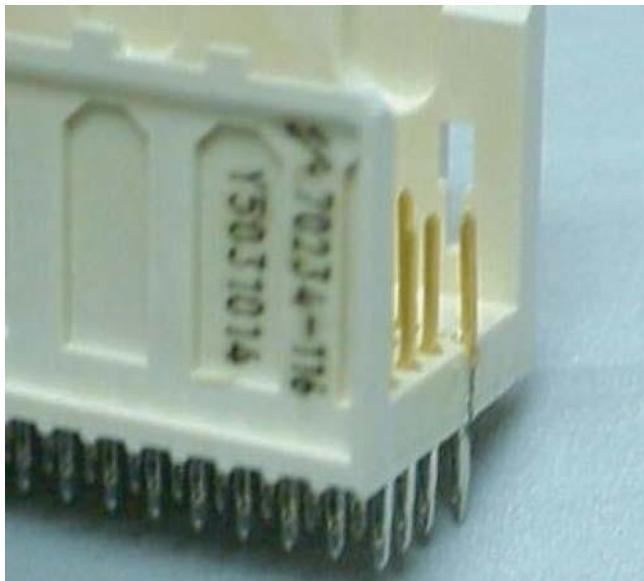


图 9-28

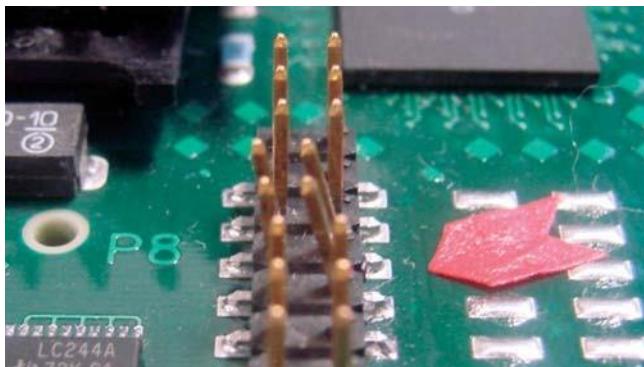


图 9-29

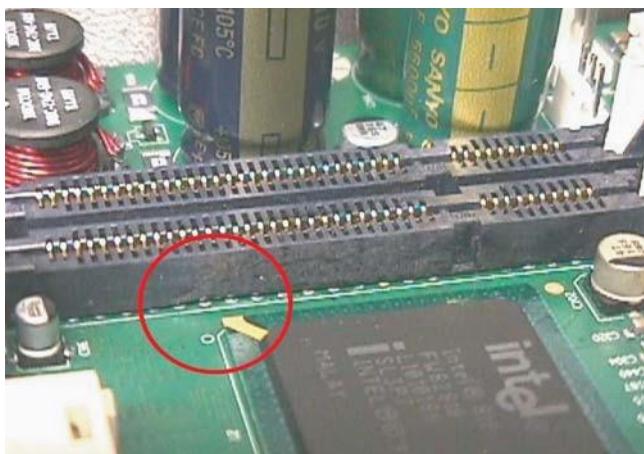


图 9-30

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 毛刺、裂纹或其它变形影响了外壳的机械完整性或功能。
- 插针弯曲与中心的偏离大于插针厚度/直径的25%。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 无烧伤或烧焦的痕迹。
- 细微碎裂、刮擦、划伤或熔伤，不影响外形、装配或功能。

制程警示 - 2, 3 级

- 轻微变色。

9.5 连接器 (续)

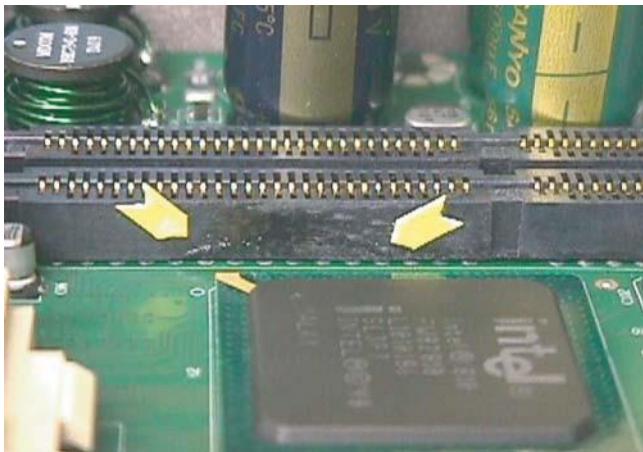


图 9-31

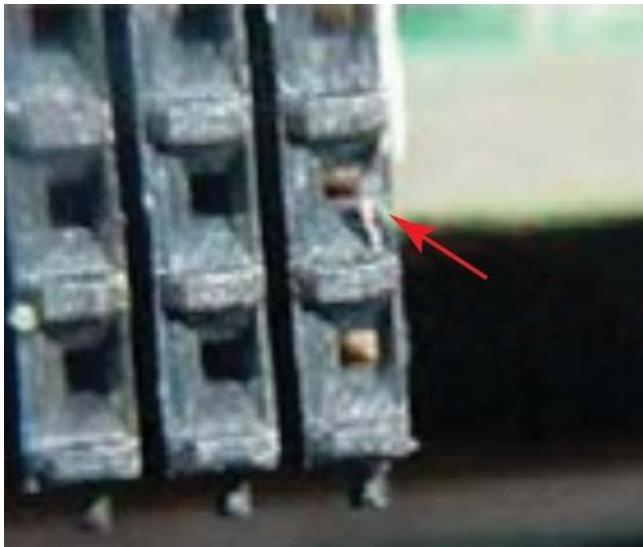


图 9-32

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 烧伤或烧焦痕迹。
- 变形、碎裂、刮擦、划伤、熔伤或其它损伤影响到外形、装配或功能。

9.6 断电器

可接受 - 1, 2, 3 级

- 细微划伤、切口、碎裂或其它瑕疵，未穿透外壳或未影响密封处（未图示）。

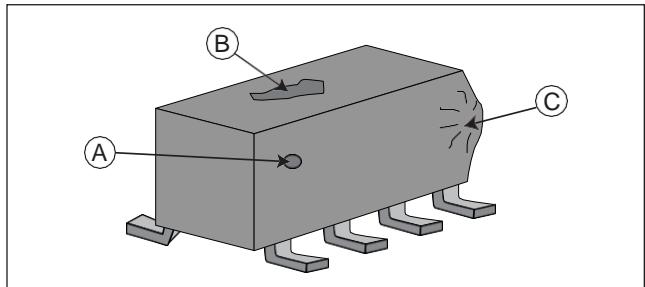


图 9-33

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 细微划伤、切口、碎裂及其它瑕疵，穿透外壳影响密封处，见图9-33-A和图9-33-B。
- 外壳膨胀或肿胀，见图9-33-C。

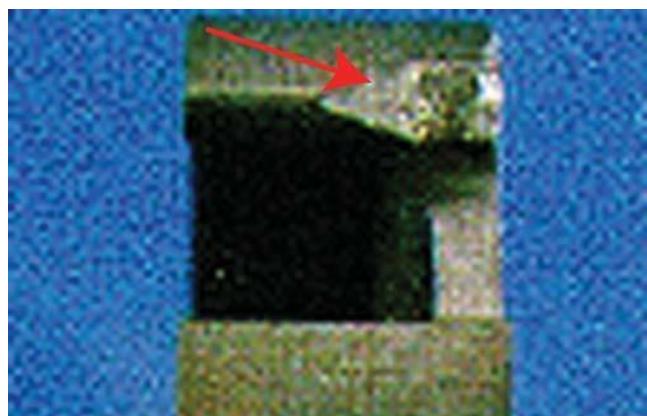


图 9-34

可接受 - 1, 2, 3 级

- 允许芯体外侧边缘碎裂和/或划伤，只要不延伸到芯全配接面且未超过芯体厚度的1/2。

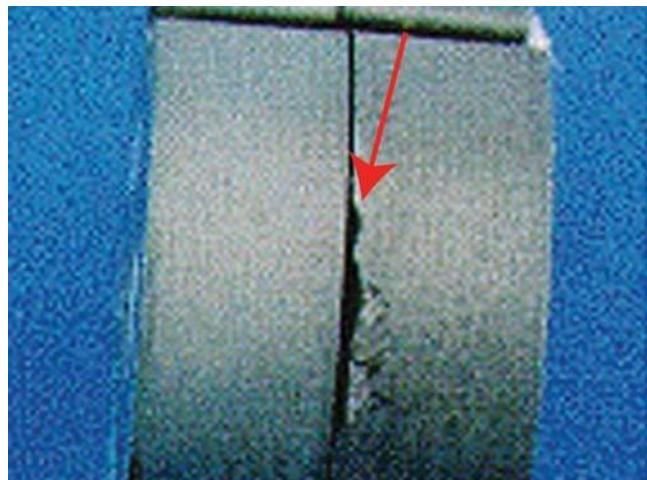


图 9-35

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 芯体材料的碎裂位于配接面（剪头所指处）。
- 碎裂延伸超过芯体厚度的50%。
- 芯体材料内的裂纹。

9.8 连接器、手柄、簧片、锁扣

本节图示了多种机械装配部件，如连接器、手柄、簧片和塑料模制部件。

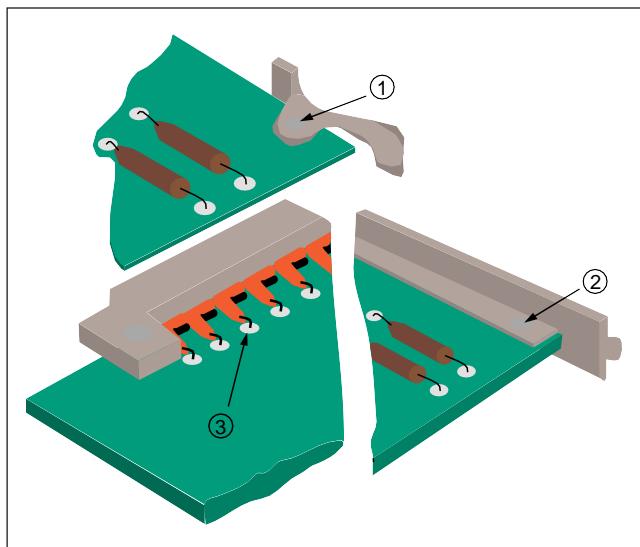


图 9-36

1. 簧片
2. 紧固件
3. 元器件引线

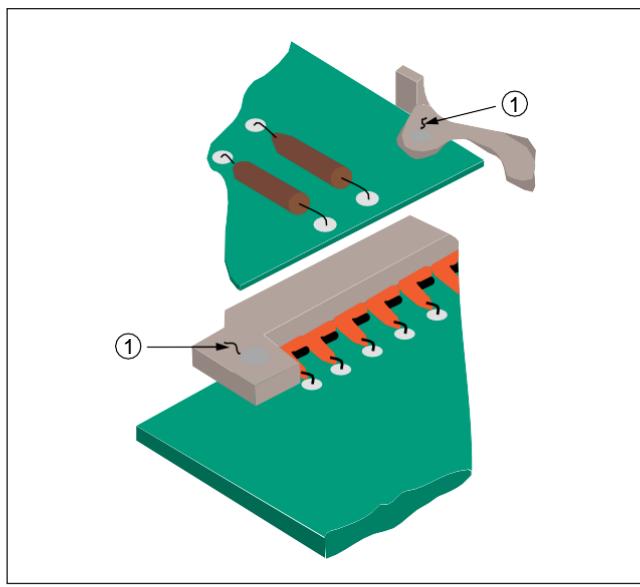


图 9-37

1. 裂纹

目标 - 1, 2, 3 级

- 元器件、印制板或紧固件（铆钉、螺丝等）无损伤。

可接受 - 1 级

- 装配后部件上的裂纹延伸不超过装配孔与成形边缘之间距离的50%。

缺陷 - 1 级

- 装配部件上的裂纹延伸超过装配孔与成形边缘之间距离的50%。

缺陷 - 2, 3 级

- 装配部件有裂纹。

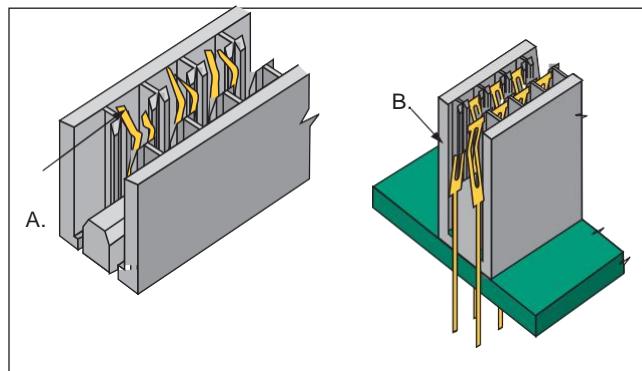
缺陷 - 1, 2, 3 级

- 裂缝连接了装配孔与边缘。
- 连接器插针损伤/存在应力。

9.9 板边连接器引针

可接受 - 1, 2, 3 级

- 接触簧片未断裂或扭曲。



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 接触簧片扭曲或其它变形，见图9-38-A。
- 接触簧片断裂，见图9-38-B。

图 9-38

9.10 压接插针

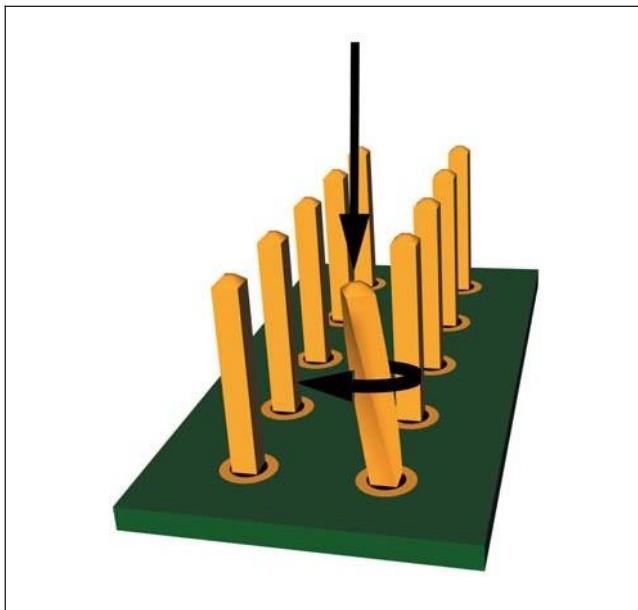


图 9-39

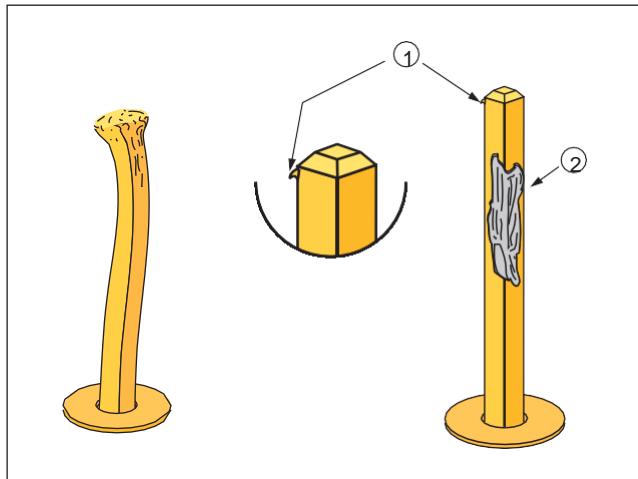


图 9-40

1. 毛刺
2. 镀层缺失

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 操作或插入导致的插针损伤。
 - 扭曲。
 - 蘑菇状。
 - 弯曲, 见4.3.2节。
 - 暴露金属基材。
 - 毛刺。

9.11 背板连接器插针

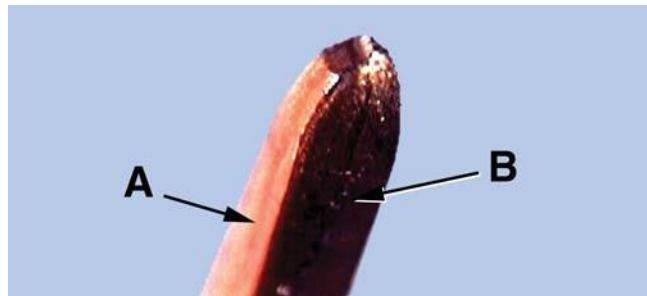


图 9-41

- A. 连接器插针的剪切/非配接表面
 B. 连接器插针的铸造/配接表面

可接受 - 1, 2, 3 级

- 可分离式连接器插针的非配接表面上的碎裂。
- 可分离式连接器插针的配接表面有磨光的痕迹，只要镀层未被去除。
- 碎裂侵占了可分离式连接器插针的配接表面，但碎裂不在配接连接器的接触磨损区段内。

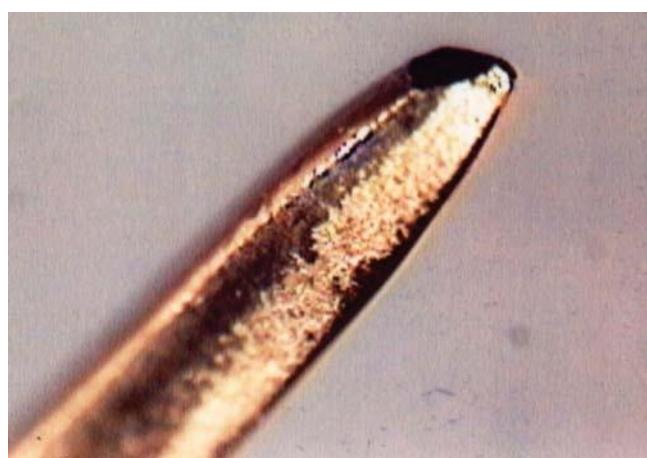


图 9-42

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 可分离式连接器插针的配接表面上的碎裂，见图9-42。
- 插针划伤暴露了非贵重金属镀层或金属基材。
- 要求有镀层区域缺失镀层。
- 插针上有毛刺，见图9-43。
- 印制板基材破裂。
- 印制板底面露出的铜，表面镀覆孔内壁铜镀层被推出。

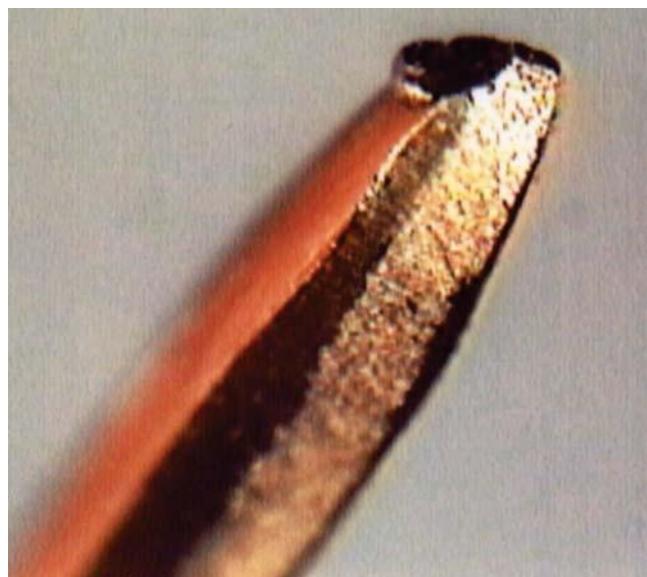


图 9-43

9.12 散热装置

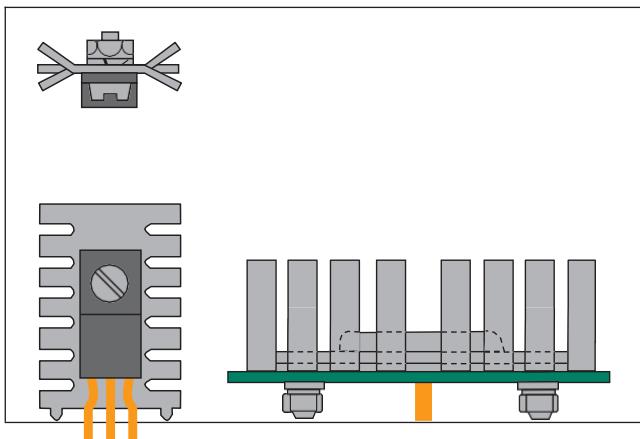


图 9-44

1. 散热器

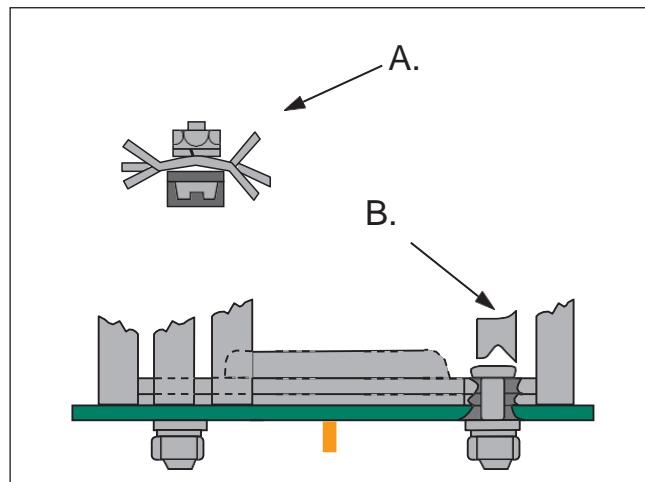


图 9-45

可接受 - 1, 2, 3 级

- 散热装置无损伤或不存在应力。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 散热装置弯曲, 见图9-45-A。
- 热片缺失, 见图9-45-B。
- 散热装置有损伤或存在应力。

9.13 螺纹件和五金件

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 螺纹件的损伤有证据表明是由于过分拧紧造成的。

9 元器件损伤

此页留作空白

10 印制电路板

与组装导致的损伤无关的印制板异常，参见适用的裸板规范杨博尊，如IPC-6010-FAM、IPC-A-600等。

本章包括以下内容：

10.1 非焊接接触区域	10-2	10.5.4 激光	10-34
10.1.1 脏污	10-2	10.5.5 标签	10-35
10.1.2 损伤	10-4	10.5.5.1 条形码/二维码	10-35
10.2 层压板状况	10-4	10.5.5.2 可读性	10-36
10.2.1 白斑和微裂纹	10-5	10.5.5.3 标签 - 粘合与损伤	10-37
10.2.2 起泡和分层	10-7	10.5.5.4 位置	10-37
10.2.3 显布纹/露织物	10-9	10.5.6 使用射频识别（RFID）标签	10-38
10.2.4 晕圈	10-10		
10.2.5 边缘分层、缺口和微裂纹	10-12	10.6 清洁度	10-39
10.2.6 烧焦	10-14	10.6.1 助焊剂残留物	10-40
10.2.7 弓曲和扭曲	10-15	10.6.2 外来物	10-41
10.2.8 分板	10-16	10.6.3 氯化物、碳酸盐和白色残留物	10-42
10.3 损伤	10-18	10.6.4 助焊剂残留物 - 免洗工艺 - 外观	10-44
10.3.1 横截面积的减少	10-18	10.6.5 表面外观	10-45
10.3.2 垫 / 盘的起翘	10-19		
10.3.3 机械损伤	10-21	10.7 阻焊膜涂覆	10-46
10.4 挠性和刚挠性印制电路	10-22	10.7.1 皱褶/裂纹	10-47
10.4.1 损伤	10-22	10.7.2 空洞、起泡和划痕	10-49
10.4.2 分层 / 起泡	10-24	10.7.3 脱落	10-50
10.4.2.1 挠性	10-24	10.7.4 变色	10-51
10.4.2.2 挠性板到增强板	10-25		
10.4.3 焊料芯吸	10-26	10.8 敷形涂覆	10-51
10.4.4 连接	10-27	10.8.1 概要	10-51
10.5 标识	10-28	10.8.2 覆盖	10-52
10.5.1 蚀刻（包括手工描印蚀刻）	10-30	10.8.3 厚度	10-54
10.5.2 丝印	10-31	10.8.4 电气绝缘涂敷	10-55
10.5.3 盖印	10-33	10.8.4.1 覆盖范围	10-55
		10.8.4.2 厚度	10-55
		10.9 灌封	10-56

10.1 非焊接接触区域

这部分标准适用于配对连接器的接触区域。

有关金手指、金插针或任何金表面接触区域的进一步要求，参见-IPC-A-600和IPC-6010-FAM。

一般检查无需使用放大或照明装置。但某些情况下，如检查孔隙腐蚀、表面污染等，可能需要这些辅助装置。

关键接触区域（接触连接器配接表面的任何金区域部位）与制造商的连接器系统结构有关。应该由相关文件确定该区域准确的尺寸。

10.1.1 非焊接接触区域 - 脏污

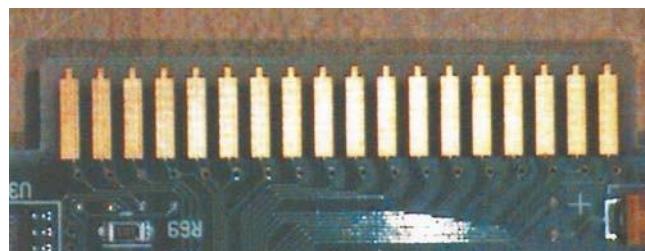


图 10-1

目标 - 1, 2, 3 级

- 金表面接触区域上无污染。

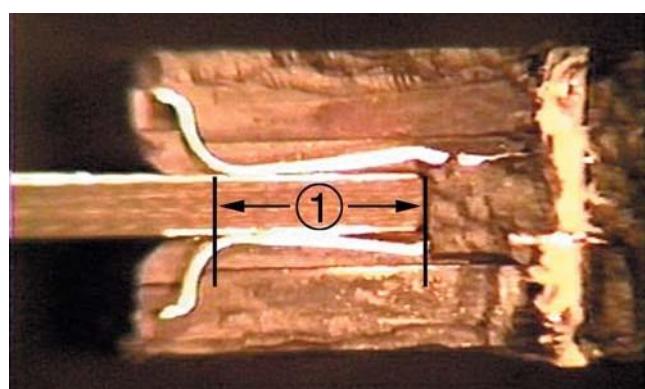


图 10-2

1. 板边手指上与弹簧片接触的关键接触区域

可接受 - 1, 2, 3 级

- 允许非接触区域上有焊料。

10.1.1 非焊接接触区域 - 脏污 (续)

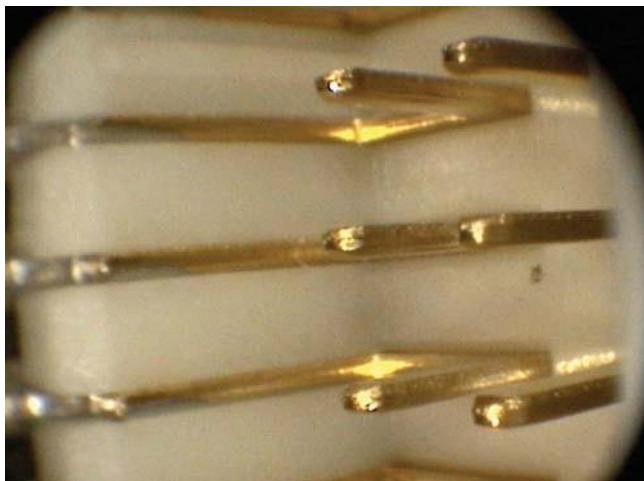


图 10-3

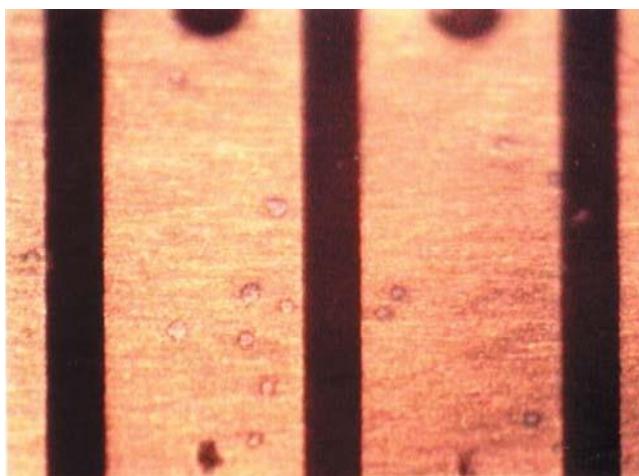


图 10-4

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 关键接触区域上有焊料或任何其它污染物。

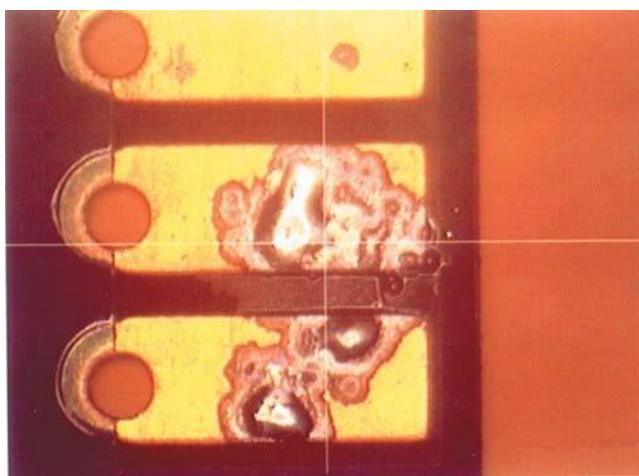


图 10-5

10.1.2 非焊接接触区域 - 损伤

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 关键接触区域有暴露金属基材的任何表面缺陷。

10.2 层压板状况

本节旨在帮助读者更好地了解辨识层压板缺陷的问题。除了用详实的图示和照片帮助鉴别通常的层压板缺陷以外，本节还对板组件上存在的白斑提供了验收要求。

层压板缺陷的辨别很容易搞错。仔细阅读以下各页提供的定义、图例和照片，可帮助辨别这些缺陷，它们详细说明和确定了下列层压板缺陷，并规定了验收要求：

- 白斑
- 微裂纹
- 起泡
- 分层
- 显布纹
- 露织物
- 晕圈
- 边缘缺口和微裂纹

重要的是注意层压板缺陷情况可能在印制板制造商从层压材料供应产进料时出现，或在印制板的制造、组装期间出现。

10.2.1 层压板状况 – 白斑和微裂纹

这种固有的层压板状况是在印制板制造或组装过程中造成的。

组装过程中引起的白斑和微裂纹，例如：插针的压接，再流焊等，通常不会进一步扩展。

白斑违反最小电气间隙的情况下，考虑到产品的运行条件环境，例如潮湿环境、低气压等，可能需要进行额外的性能测试和电介质阻抗测量。

基板内含埋入式元器件的场合，可能需要规定另外的要求。

白斑 – 一种发生在层压基材内部，玻璃纤维在编织交叉处与树脂分离的情形，表现为在基材表面下分散的白色斑点或“十字纹”，通常和热应力有关。

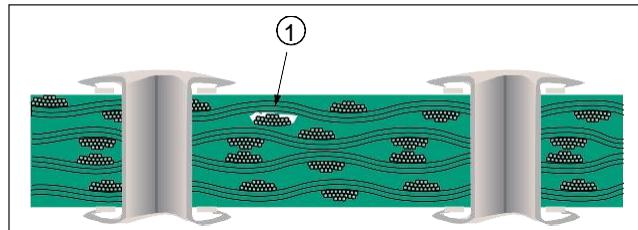


图 10-6

1. 白斑



图 10-7

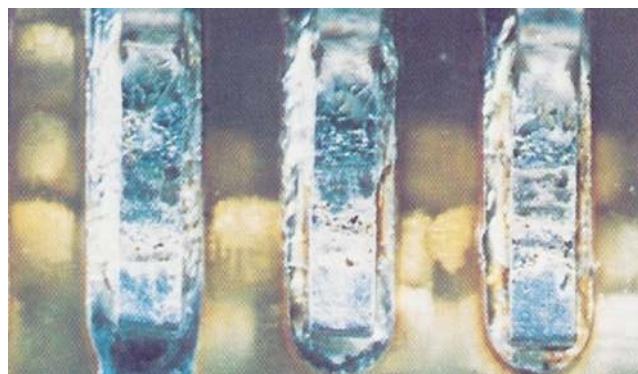


图 10-8

目标 - 1, 2, 3 级

- 无白斑现象。

可接受 - 1, 2 级

- 对白斑的要求是组件功能正常。

制程警示 - 3 级

- 层压基板内的白斑区域超过内层导体间物理间距的50%。

注：白斑不是缺陷条件。白斑是在热应力下可能不会蔓延的内部状况，且目前尚无定论证明白斑是导电阳极丝CAF生产的催化剂。分层是在热应力下可能蔓延的内部状况，且可能是CAF生长的催化剂。IPC-9691耐CAF测试用户指南和IPC-TM-650测试方法2.6.25提供了确定与CAF生长有关的层压板性能的更多信息。

10.2.1 层压板状况 - 白斑和微裂纹 (续)

微裂纹 - 一种发生在层压基材内部，玻璃纤维在编织交叉处与树脂分离的情形，表现为在基材表面下连续的白色斑点或“十字纹”，通常和机械应力有头关。

见10.2.5节有磁边缘微裂纹标准。

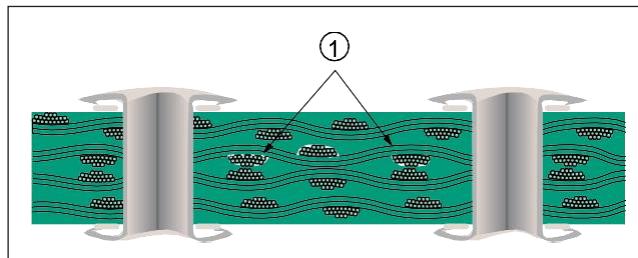


图 10-9
1. 微裂纹

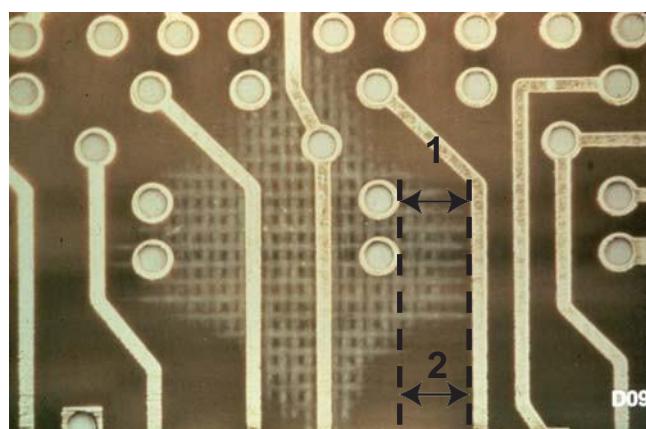


图 10-10
1. 非公共导体间的裂纹距离
2. 非公共导体间间距。

目标 - 1, 2, 3 级

- 无微裂纹迹象。

可接受 - 1 级

- 对微裂纹的要求是组件功能正常。

可接受 - 2, 3 级

- 层压板内的微裂纹区域不超过非化公共导体间物理距离的50%。
- 微裂纹未使间距减少到最小电气间隙以下。
- 微裂纹未减少导电图形到板边的最小距离，如果最小距离未定义，不大于50%或2.5 mm [0.1 in]，取两者中的较小者。

缺陷 - 2, 3 级

- 层压基板内的微裂纹区域超过非公共导体间物理距离的50%。见图10-10。
- 除非另有明确规定，板边缘处的微裂纹使导电图形到板边的距离减少大于50%或2.5 mm [0.1 in]，取两者中的较小者。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 间距减少到最小电气间隙以下。

10.2.2 层压板状况 – 起泡和分层

一般情况下，分层和起泡是因材料或工艺存在先天不足造成的。对于发生在功能区与非功能区之间的起泡和分层，只要绝缘的，并且其它要求都满足，是可以接受的。

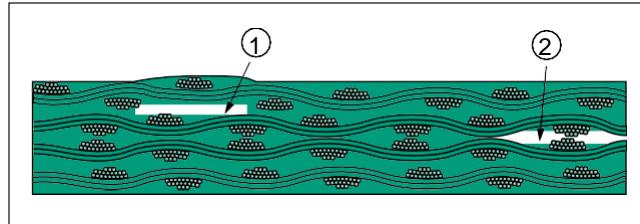


图 10-11

1. 起泡
 2. 分层

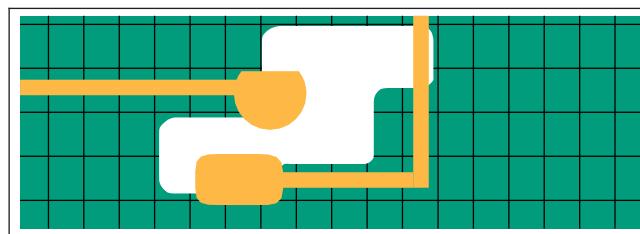


图 10-12

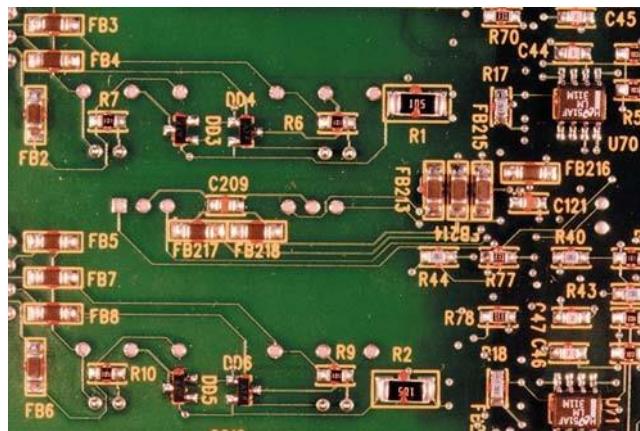


图 10-13

起泡 – 一种再现为层压基材的任何层与层之间，或基材与导电箔或保护性涂层之间的已局部膨胀与分离的分层形式。

分层 – 印制板内基材的层间、基材与导电箔间或任何其它面间的分离。

目标 - 1, 2, 3 级

- 无起泡或分层。

可接受 - 1 级

- 起泡/分层范围超过导体间距离的25%，但未减少内层导电图形间距离至最小电气间隙以下。

可接受 - 2, 3 级

- 起泡/分层范围未超过相邻导电图形间距的25%。

10.2.2 层压板状况 - 起泡和分层 (续)

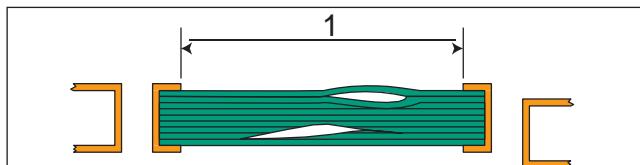


图 10-14

1. 非公共导体间间距。

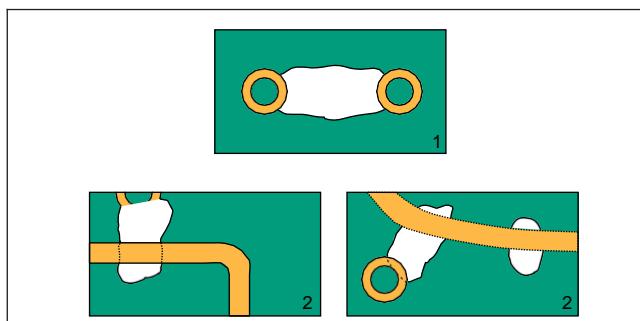


图 10-15

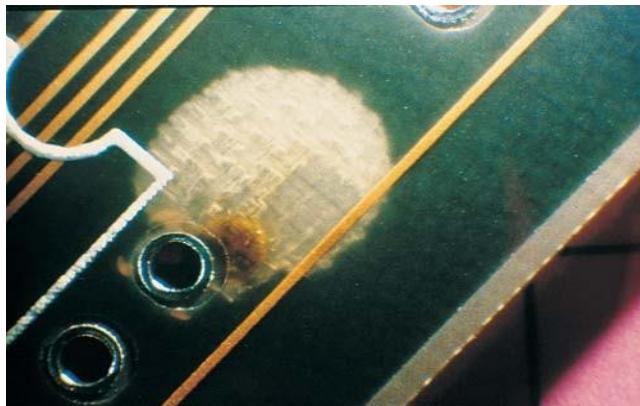


图 10-16

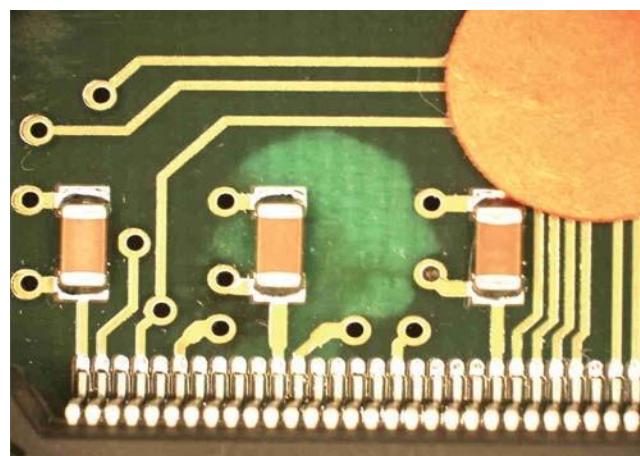


图 10-17

缺陷 - 2, 3 级

- 起泡/分层范围超过镀覆孔或内层导体间距离的25%。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 起泡/分层使导电图形间减少到最小电气间隙以下。

注: 起泡或分层范围可能在组装或运行期间增加。这时可能需要制定单独的要求。

10.2.3 层压板状况 - 显布纹 / 露织物

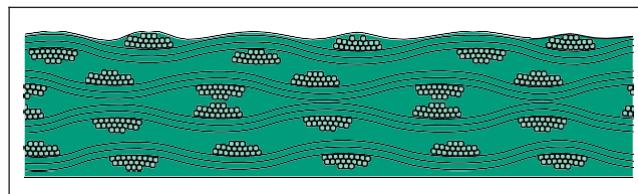


图 10-18

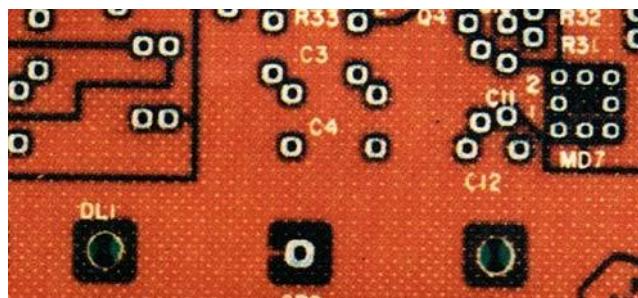


图 10-19

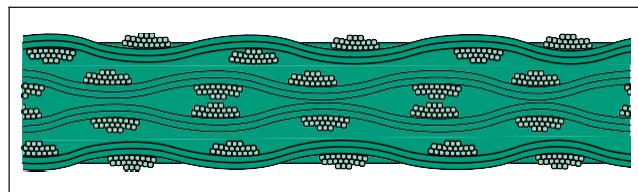


图 10-20

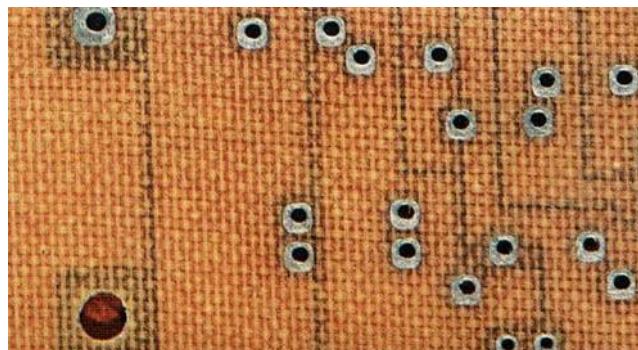


图 10-21

显布纹 – 基材表面的一种状况，虽然未断裂的纤维完全被树脂覆盖，但显现出玻璃布的编织花纹。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 显布纹对于所有级别都可接受，但因其与露织物相似的表面特征而很容易与之混淆。

注: 可用显微剖切图片作为显布纹的佐证。

露织物 – 基材表面的一种状况，未断裂的编织玻璃纤维没有完全被树脂覆盖。

目标 - 1, 2, 3 级

- 未露织物。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 露织物未使导电图形间距减少至规定的最小值以下。

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 表面损伤切入层压板纤维。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 露织物使导电图形间距减少至最小电气间隙以下。

10.2.4 层压板状况 - 晕圈

晕圈 - 存在于基材中的一种状况，表现形式为孔周围或其它机械加工区附近的基材表面或表面下的亮白区域。由于机械加工引起的基材表面上或表面下的破裂或分层，通常表现为在孔周围或其它机械加工部位的四周呈现泛白区域。

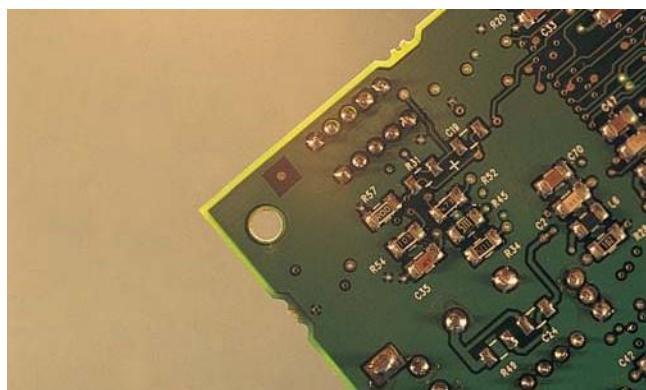


图 10-22

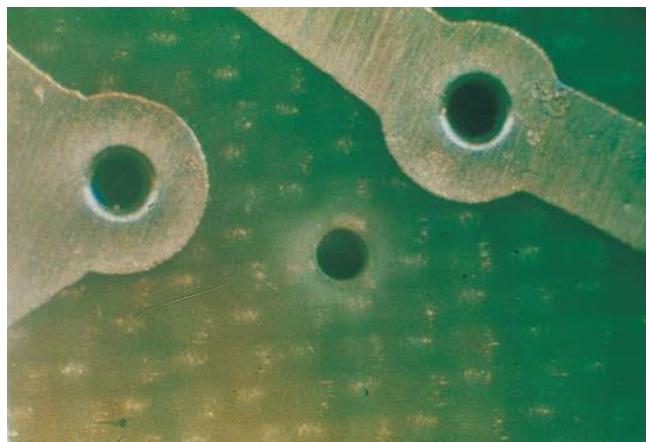


图 10-23

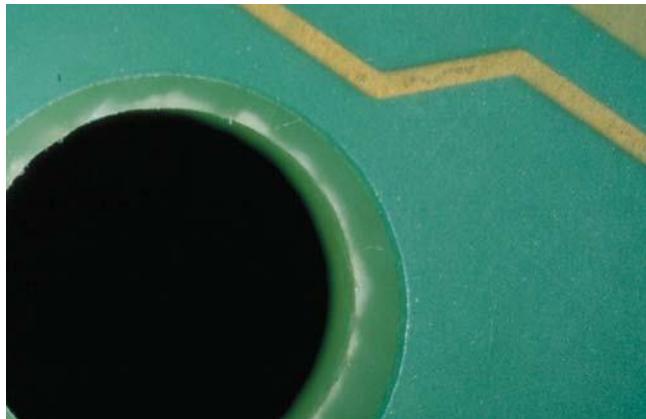


图 10-24

目标 - 1, 2, 3 级

- 无晕圈。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 晕圈的范围与最近的导体图形间的距离不小于最小侧向导体间距，或0.1mm [0.004 in]（当最小侧向导体间隙没有规定时）。

10.2.4 层压板状况 - 晕圈 (续)



图 10-25

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 晕圈的范围与最近的导体图形间的距离要小于最小身影向导电体间距或0.1 mm [0.004 in] (当最小侧向导体距离没有规定时)。

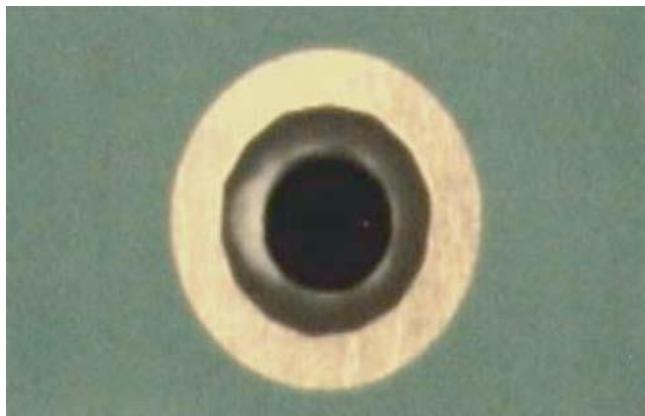


图 10-26

10.2.5 层压板状况 – 边缘分层、缺口和微裂纹

分层 – 印制板上绝缘基材层间、基材与导电箔间或内部任何平面间的分离现象。

更多微裂纹标准见10.2.1节。

目标 - 1, 2, 3 级

- 无边缘分层。
- 平滑的板边无缺口、微裂纹或损伤。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 缺口没有超过从板边与最近导体之间距离的 50% 或 2.5 mm [0.1 in]，取两者中的较小者。
- 板边缘的分层和微裂纹没有使最近导体的间隙小于规定最小距离或 2.5 mm [0.1 in]（如果没有规定）。
- 板边缘粗糙但未磨损。

10.2.5 层压板状况 – 边缘分层、缺口和微裂纹（续）

图 10-27

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 缺口超过从板边与最近导体之间距离的50%或 2.5 mm [0.1 in]，取两者中的较小者。见图10-27。
- 板边缘的分层和微裂纹使最近导体的间隙小于规定的最小距离或 2.5mm [0.1 in]（如果未规定）。
- 层压板有裂纹，见图10-28箭头处。

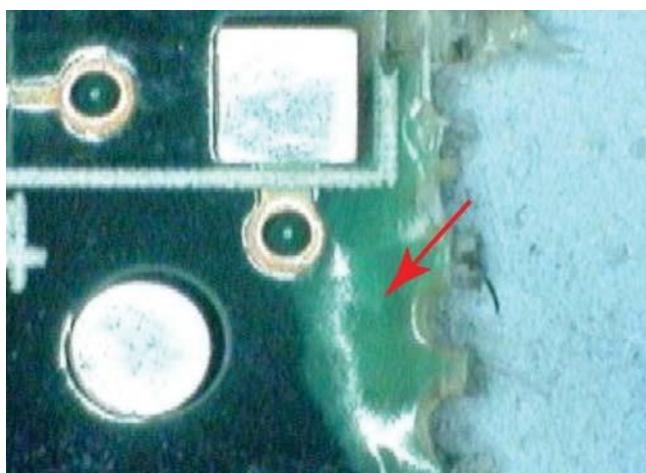


图 10-28

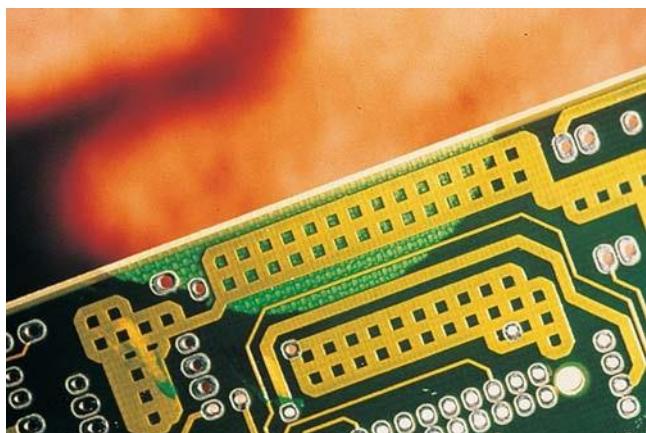


图 10-29

10.2.6 层压板状况 - 烧焦



图 10-30

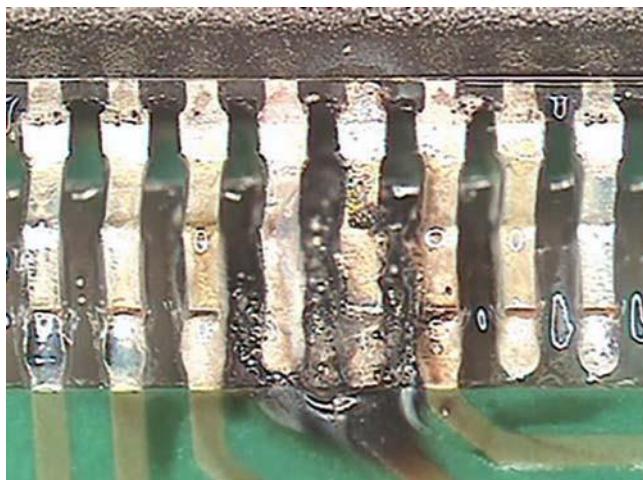


图 10-31

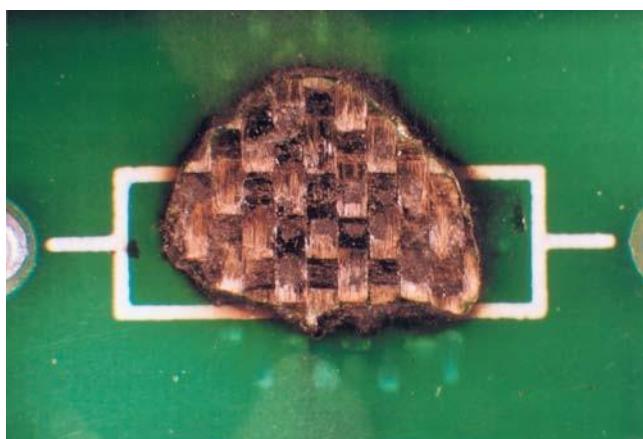


图 10-32

10.2.7 层压板状况 – 弓曲和扭曲

图10-33图示了一个弓曲的实例。

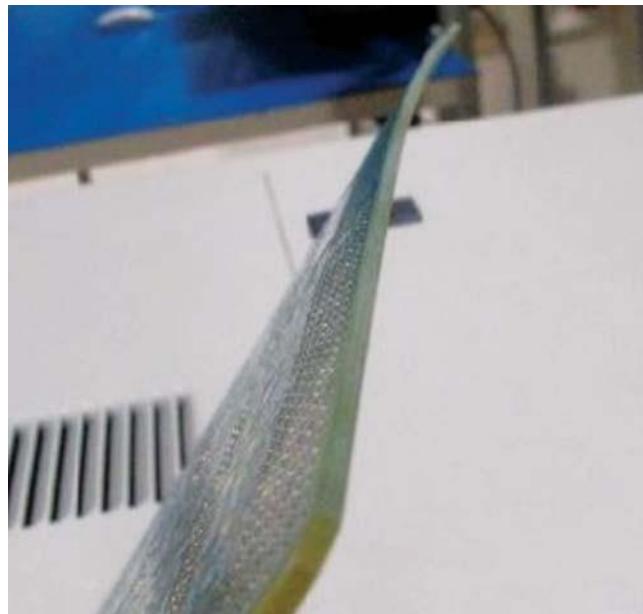


图 10-33

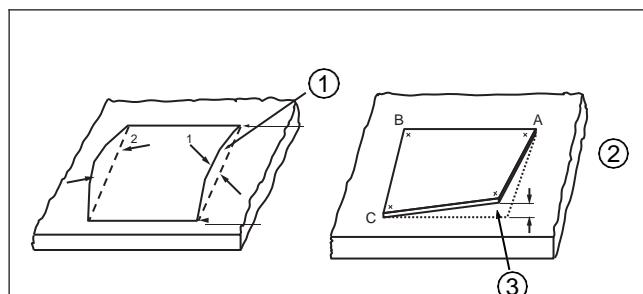


图 10-34

- 1. 弓曲
- 2. A、B与C点接触基座
- 3. 扭曲

可接受 - 1, 2, 3 级

- 弓曲和扭曲未造成焊接后的组装损伤或最终使用期间的损伤。要考虑“外形、装配和功能”以及产品的可靠性。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 弓曲和扭曲造成焊接后的组装损伤或最终使用期间的损伤或影响外形、装配和功能。

注: 焊接后的弓曲和扭曲，通孔板不应该超过1.5%，表面贴装印制板不应该超过0.75%。IPC-TM-650有针对裸板的测试方法2.4.22。可能有必要通过测试来确认弓曲和扭曲没有产生将导致焊接连接破裂或元器件损伤的应力，或其它可能导致焊接后组装操作或使用时产生损伤。

10.2.8 层压板状况 - 分板

这些要求适用于有或没有邮票孔的PCA。IPC-A-600提供了对裸板分板的其它要求。

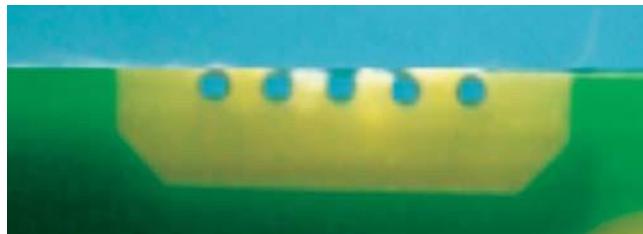


图 10-35



图 10-36



图 10-37

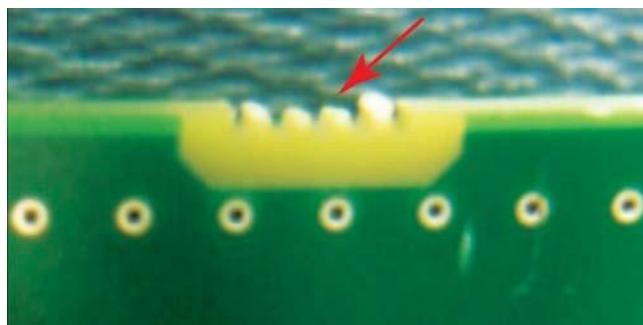


图 10-38

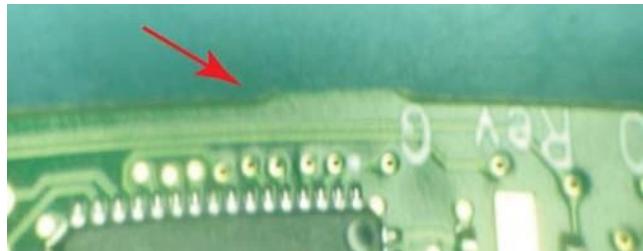


图 10-39

目标 - 1, 2, 3 级

- 边缘平滑无毛刺、缺口或晕圈。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 边缘粗糙但未磨损。
- 缺口或铣切边未超过从板边与最近导体之间距离的50%或 2.5 mm [0.1 in]，取两者中的较小者。见10.2.4节晕圈和10.2.1节微裂纹。
- 松散的毛刺未影响装配、外形或功能。

10.2.8 层压板状况 - 分板 (续)



图 10-40

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 边缘磨损。
- 缺口或铣切边超过从板边与最近导体之间距离的50%或2.5 mm [0.1 in], 取两者中的较小者。见10.2.4节晕圈和10.2.1节微裂纹。
- 松散的毛刺影响了装配、外形和功能。

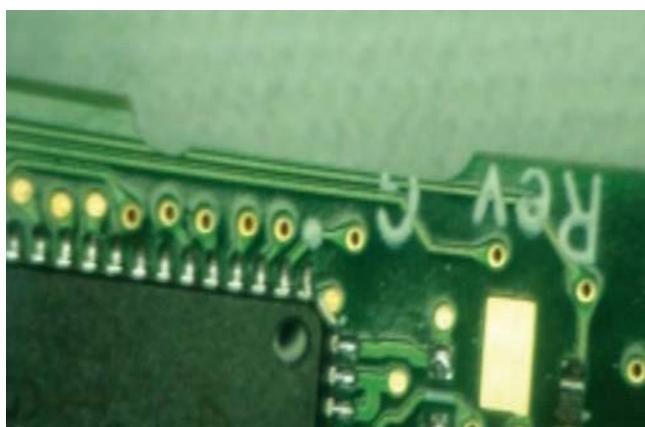


图 10-41

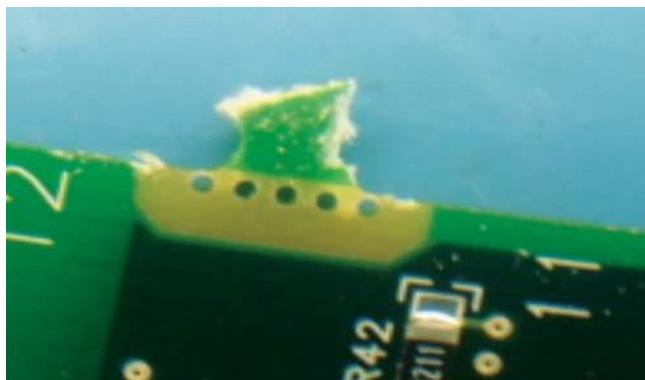


图 10-42

10.3 导体 / 连接盘

10.3.1 导体 / 连接盘 - 减少

这些要求适用于在刚性、挠性和刚挠性印制电路上的导体与连接盘。

IPC-6010-FAM提供了导体宽度和厚度减少的要求。

导体 - 一个导体的物理几何学定义是其宽度X厚度X长度。

导体宽度减少 - 所允许的由于各孤立缺陷（即：边缘粗糙、缺口、针孔和划伤）引起的导体宽度（规定的或推算的）的减少。

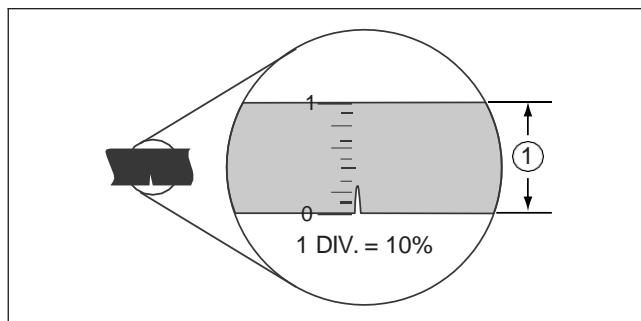


图 10-43

1. 最小导体宽度。



图 10-44



图10-45

缺陷 - 1 级

- 印制导体宽度的减少大于30%。
- 连接盘宽度或长度的减少大于30%。

缺陷 - 2, 3 级

- 印制导体宽度的减少大于20%。
- 连接盘的长度或宽度的减少大于20%。

注: 即横截面积上微小的改变也会对射频电路的阻抗产生很大的影响。可能需要为射频电路开发不同于此的要求。

10.3.2 导体 / 连接盘 - 垫 / 盘的起翘

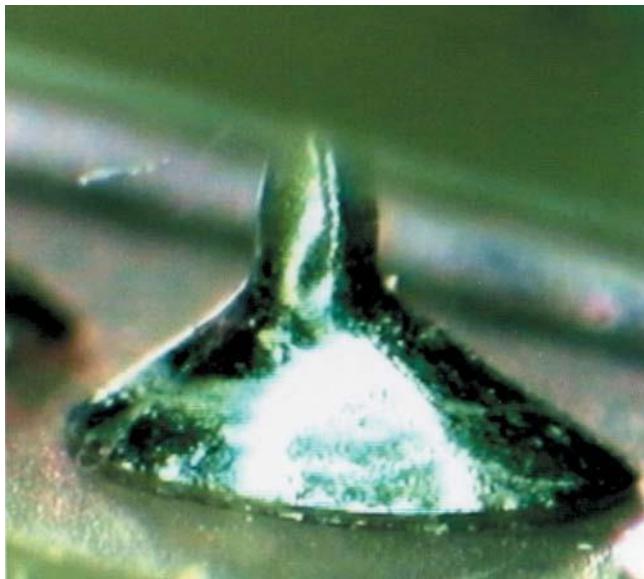


图 10-46

目标 - 1, 2, 3 级

- 导体或连接盘与层压板表面之间无分离。



图 10-47

制程警示 - 1, 2, 3 级

- 导体或连接盘的外边缘与层压板表面之间的分离小于一个连接盘的厚度。

注: 连接盘的起翘和/或分离一般是在焊接过程中产生的，一旦出现要立即调查找出根源。应该采取措施努力排除和/或防止这种情况。

10.3.2 导体 / 连接盘 - 垫 / 盘的起翘 (续)

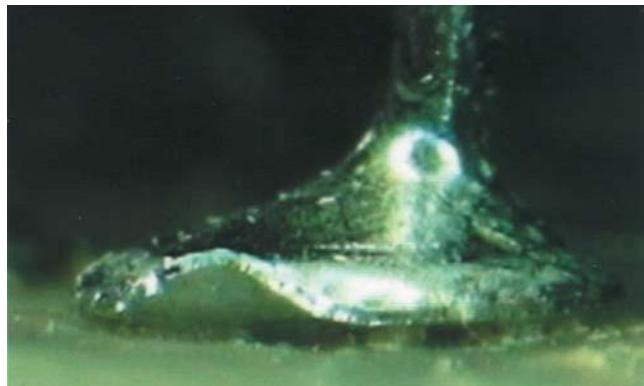


图 10-48

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 连接盘与层压板表面之间的分离大于一个连接盘的厚度。
- 任何从基材表面产生的导体（导线）分层。



图 10-49

缺陷 - 3 级

- 连接盘里有过孔的任何表面安装盘的起翘。



图 10-50

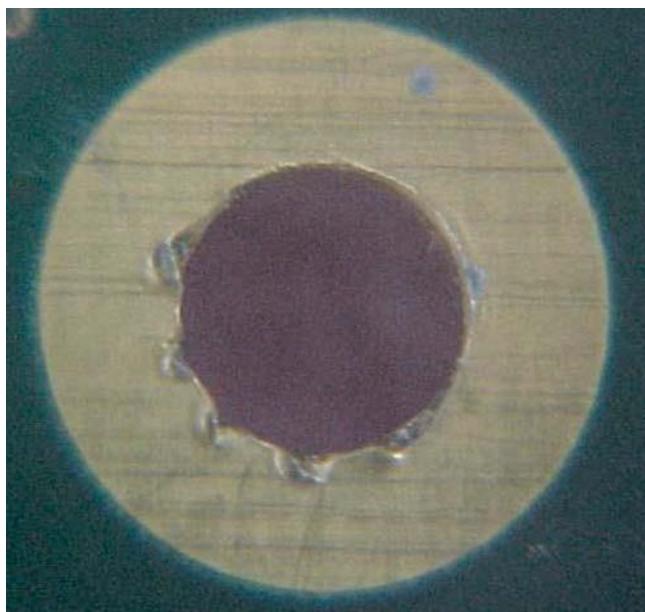
10.3.3 导体 / 连接盘 - 机械损伤

图 10-51



图 10-52

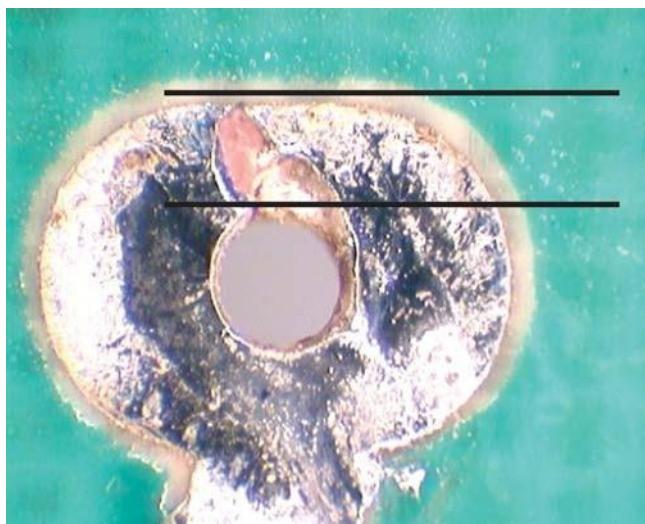


图 10-53

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 功能导体或连接盘的损伤影响到外形、装配或功能。

10.4 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路

10.4.1 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路-损伤

挠性印制电路或刚挠性印制电路挠性段的修整边缘无超过采购文件中允许的毛刺、缺口、分层或撕裂。切割、缺口、伤痕、撕裂等影响电缆材料厚度的物理损伤不应当引起线路暴露。

注: 挠性印制电路板或组件的覆盖层与熔化的焊料间的接触产生的机械凹痕是不可拒收的。此外，检查期间应该采取措施，以避免弯曲或挠曲导体。

增强板的变形应该符合总图纸或个别指标的要求。见10.2.4节和10.2.5节。

注: 挠性组件上SMT或通孔元器件的贴装、放置、焊接、清洁度要求等，遵循本标准中适用章节的要求。

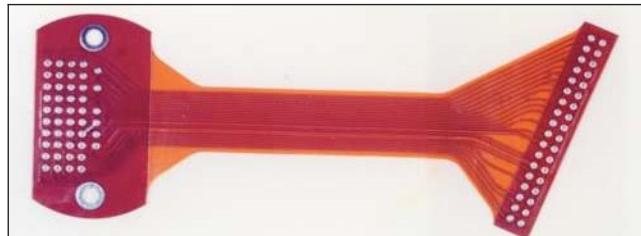


图 10-54

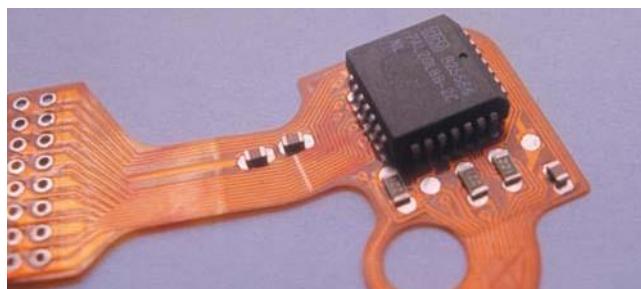


图 10-55

目标 - 1, 2, 3 级

- 无缺口、撕裂、毛刺、烧焦或熔化。保持边缘至导体的最小距离。
- 挠性印制板电路或刚挠性印制电路挠性段的修整边缘无毛刺、缺口、分层和撕裂。

可接受 - 1 级

- 沿挠性印制电路边缘、切口上的缺口或损伤，只要其渗透程度未超过从边缘与最近导体距离的50%或2.5 mm [0.1 in]，取两者中的较小者。

可接受 - 2, 3 级

- 挠性印制电路边缘没的缺口、撕裂或瑕疵。

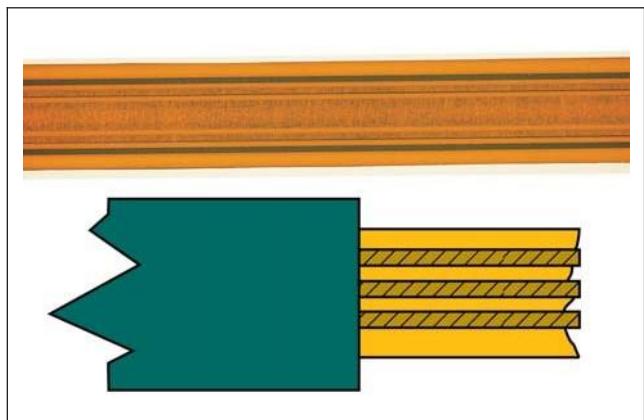
10.4.1 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 损伤 (续)

图 10-56

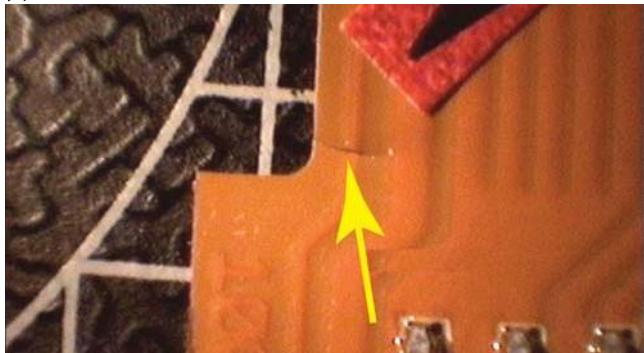


图 10-57



图 10-58



图 10-59

可接受 - 1, 2, 3 级

- 无超过采购文件所规定的缺口或撕裂。
- 挠性段边缘至导体的距离在采购文件所规定的范围内。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 边缘至导体的距离不符合规定的要求。
- 绝缘处有毛刺、烧焦或熔化的现象。

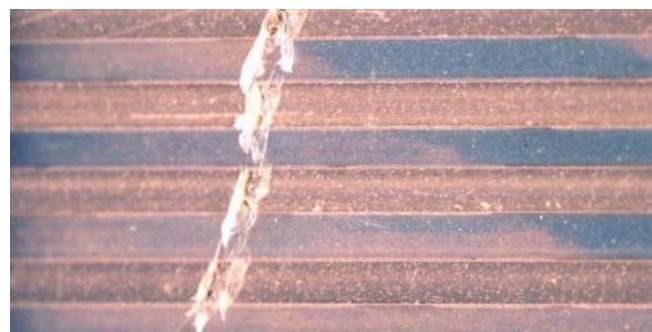


图 10-60

10.4.2 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 分层/起泡

10.4.2.1 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 分层/起泡 - 挠性

分层/起泡有时发生在生产过程或组装焊接过程中挠性电路内。

注: 如果瑕疵完全包含在共接导体内,接地和/或屏蔽盘作为一个导电图形而不适用于当作相邻盘间隙处理.

这些要求没有图例。

目标 - 1, 2, 3 级

- 挠性电路上没有起泡/分层。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 在焊接前的装配工序产生的分层和起泡区域没有超过印制板每面面积的1%。
- 瑕疵未减少相邻导线间的间距至小于最小导体间距。

可接受 - 2, 3 级

焊接过程由于受热而引起的挠性区域覆盖层内的分层/分离或气泡没有超过相邻导电线路距离的25%。

分层没有超过 $0.8\text{mm} \times 0.8\text{mm}$ [$0.03 \times 0.03\text{in}$]且保证覆盖层封闭。

- 在任何 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ [$1\text{ in} \times 1\text{ in}$] 覆盖层区域内, 分层数量不应当超过三个, 总的分层不应当超过 25mm^2 或 $5 \times 5\text{ mm}$ [$0.2 \times 0.2\text{ in}$]。
- 如果没有特别要求, 瑕疵没有超过导电图形到板边的最小规定距离或 2.5 mm [0.1 in] (如未规定最小距离)。

10.4.2.2 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 分层/起泡 - 挠性板到增强板**未建立 - 1级****可接受 - 2, 3 级**

- 需要保持平直段的挠性电路板上从增强板边缘开始的分层的距离小于或等于0.5 mm [0.02 in]。
- 需要保持弯曲的挠性电路板上从增强板边缘开始的分层距离小于或等于0.3 mm [0.01 in]。
- 挠性电路覆盖层内的分层（分离）或气泡没有超过跨接导体之间距离的25%。

**未建立 - 1级****缺陷 - 2, 3 级**

- 需要保持平直段的挠性电路板上从增强板边缘开始的分层的距离大于0.5 mm [0.02 in]。
- 需要保持弯曲的挠性电路板上从增强板边缘开始的分层距离大于0.3 mm [0.01 in]。
- 挠性电路覆盖层内的分层（分离）或气泡超过跨接导体之间距离的25%。

图 10-61

10.4.3 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 焊料芯吸

覆盖层边缘不包括胶溢出部分。

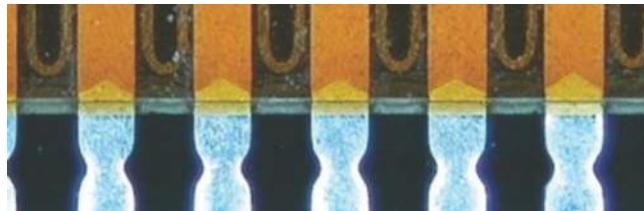


图 10-62

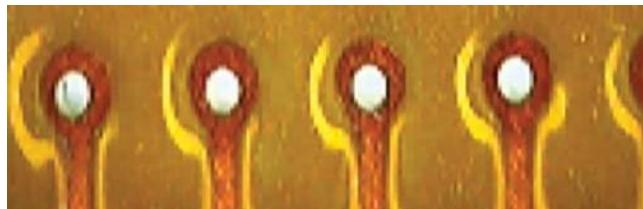


图 10-63



图 10-64

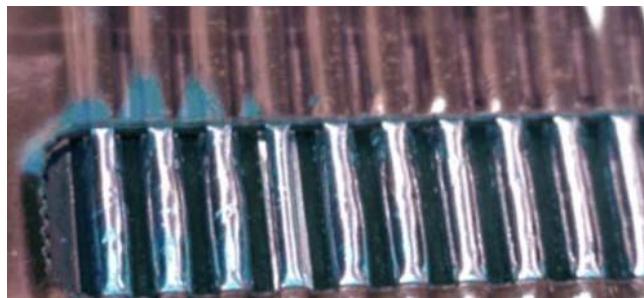


图 10-65

目标 - 1, 2, 3 级

- 连接盘上的焊料或镀层覆盖所有暴露的金属，并终止于覆盖层。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊料芯吸或镀层迁移未延伸到需要保持挠性的区域。

可接受 - 2 级

- 焊料芯吸/镀层迁移未延伸到覆盖层下方 0.5 mm [0.02 in] 以外。

可接受 - 3 级

- 焊料芯吸/镀层迁移未延伸到覆盖层下方 0.3 mm [0.01 in] 以外。

缺陷 - 2 级

- 焊料芯吸/镀层迁移延伸到覆盖层下方 0.5 mm [0.02 in] 以外。

缺陷 - 3 级

- 焊料芯吸/镀层迁移延伸到覆盖层下方 0.3 mm [0.01 in] 以外。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 焊料芯吸/镀层迁移延伸到需要保持挠性的区域。
- 焊料芯吸/镀层迁移产生的间距违反了最小电气间隙。

10.4.4 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 连接

这些要求适用于将挠性板焊接到PCB（FOB）上。当收集了足够的数据后，本节将扩展至包括挠性到挠性（FOF）和使用各向异性导电膜形成的挠性连接（ACF）。

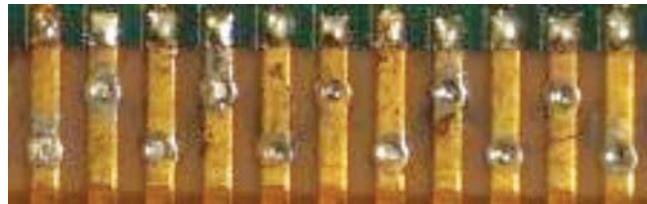


图 10-66

目标 - 1, 2, 3 级

- 无侧面偏出。
- 在连接区域内的镀覆孔有100%的填充。
- 焊料完全润湿边缘的半圆形镀覆孔。



图 10-67



图 10-68

可接受 - 1 级

- 侧面偏出小于或等于挠性板连接盘宽度的50%。

可接受 - 2, 3 级

- 侧面偏出小于或等于挠性板连接宽度的25%。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 在连接区域内的镀覆孔有50%或更多的填充。
- 边缘的半圆形镀覆孔可见润湿的焊料填充。
- 未成形的挠性引出线侧面与连接盘之间有100%焊料填充。



图 10-69

10.4.4 层压板状况 - 挠性和刚挠性印制电路 - 连接 (续)

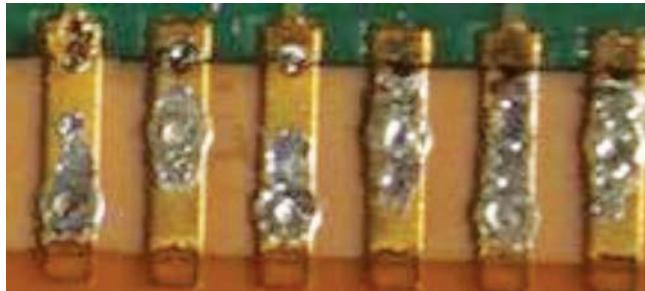


图 10-70

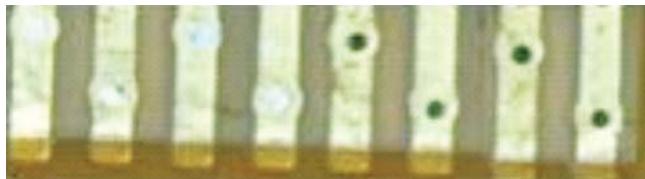


图 10-71

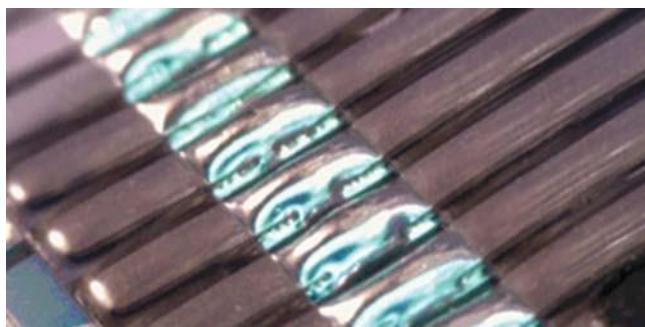


图 10-72

制程警示 - 1, 2, 3 级

- 两相邻的边缘半圆形镀覆孔内无润湿焊料填充。

缺陷 - 1 级

- 侧面偏出超过挠性板连接盘宽度的50%。

缺陷 - 2, 3 级

- 侧面偏出超过挠性板连接盘宽度的25%。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 在连接区域内的镀覆孔内有小于50%的填充。
- 三个或三个以上的相邻的边缘半圆形镀覆孔内无润湿的焊料填充。
- 未成形的挠性引出线侧面与连接盘之间没有形成100%焊料填充。

10.5 标记

本节内容涉及印制板及其它电子组件标记的可接受性要求。

标记为产品提供了可识别性和可追溯性。对产品的组装、过程控制中以及现场维修都很有帮助。制作标记的方法和使用的材料应当适用于所要达到的目的，应当可读、耐久、与制造工艺相兼容，并应该在产品的寿命时间内保持可读。

确认可读性的方法应当由制造商与用户协商确定。

10.5 标记 (续)

本节所介绍的标记包含以下内容：

a. 电子组件：

- 公司标志
- 印制板生产零件号及版本号
- 组件零件号、分组号及版本号
- 元器件符号，包括参考标识符及极性标记（仅在组装过程或清洗前使用）
- 某些检查及测试追溯标记
- 相关机构谁标记
- 特殊的序列号标记
- 日期代码

b. 模块和 / 或较高组件：

- 公司标志
- 产品识别号，例如图纸号、版本号及系列号
- 安装及用户说明
- 相关机构谁标记

加工图和组装图是标记位置及样式的控制文件，图纸上规定的标记要求将优先于上述要求。

通常不推荐在金属表面作附加标记。用于组装和检查的辅助标记，在元器件组装后无需可见。

组件标记（部件号、系列号）在经受所有测试、清洗以及其它相关工艺过程之后，**应当保持易读性**（即能按照本标准所定义的要求被阅读和被理解）。

元器件标记、参考标识符和极性标记应该清晰，并且元器件的安装也应该使标记在安装后仍可看得见。不过，除非另有要求，在正常的清洗或操作过程中如果这些标记被去除或被损坏是可接受的。

除非组装图纸/文件如此要求，否则制造商不能故意改变、涂掉或除去标记。制造过程中添加上去的附加标记如标签不应该消弱供应商的原始标记。永久性标签需要符合10.5.5.3节的粘附要求。对于安装后其参考标记需清晰可见的元器件和零部件，不要用机器安装。

当要求包含可见的标记时，这些要求适用。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 标记包含了受控文件规定的内容。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 标记内容不正确。
- 标记缺失。

10.5.1 标记 - 蚀刻（包括手工描印蚀刻）

手工描印可包括用不可擦拭笔或机械蚀刻器制作的标记。

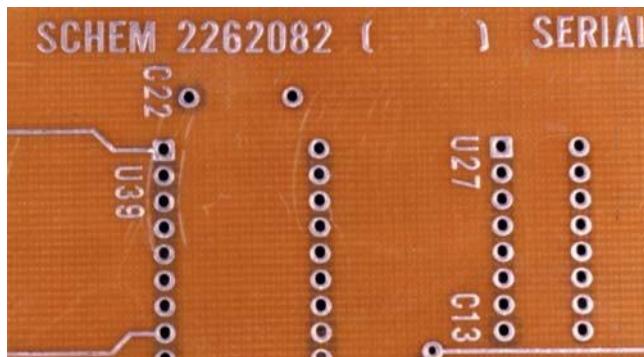


图 10-73

目标 - 1, 2, 3 级

- 每个数字或字母完整，即构成字符的线条无任何缺损。
- 极性和方向标记清晰可见。
- 构成字符的线条分明、线宽一致。
- 蚀刻符号与有源导体之间保持同有源导体之间相同的最小间距。



图 10-74

可接受 - 1, 2, 3 级

- 构成字符的线条边缘略显不规整。字符内空白区域可以被填充，只要字符仍清晰可辨，不会与其它字母和数字相混淆。
- 构成字符的线条宽度可以减少在 50%，只要字符保持易读性。
- 数字和字母的线条可以断开，只要线条的断开不会使字符不可辨认。

10.5.1 标记 - 蚀刻（包括手工描印蚀刻）（续）



图 10-75

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 字符形状不规则，但字符与标记的基本意图是可辨识的。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 标记中有缺损或模糊的字符。
- 标记违反最小电气间隙。
- 字符内或字符间或字符与导体间有焊料桥接，阻碍了字符的辨认。
- 构成字符的线条缺损到无法辨读，或可能导致与其它字符混淆。

10.5.2 标记 - 丝印

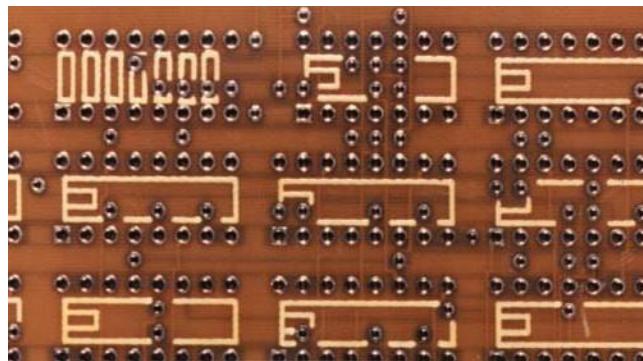


图 10-76

目标 - 1, 2, 3 级

- 每个数字或字母完整，即构成字符的线条无任何缺损。
- 极性和方向标记清晰可见。构成字符的线条分明、线宽一致。
- 构成标记的印墨均匀，无过薄或过厚。
- 字符内的空白部分未被填充（适用于数字0、6、8、9和字母A、B、D、O、P、Q、R）。
- 无重影。
- 印墨限制在字符笔划上，即字符没有被涂抹，并且字符以外的印墨堆积保持在最低程度。
- 印墨标记可以触及或横跨导体，但保能与被要求焊料填充的连接盘相切。

10.5.2 标记 - 丝印 (续)

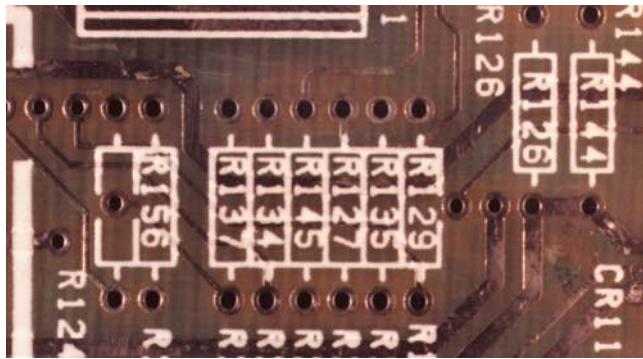


图 10-77

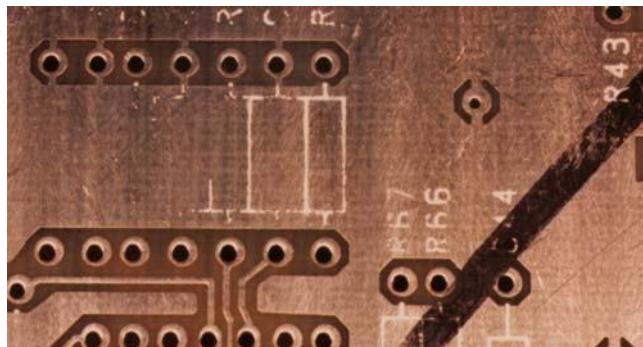


图 10-78

可接受 - 1, 2, 3 级

- 印墨可以堆积在字符笔划以外的地方，只要字符清晰易读。
- 标记油墨印上连接盘，但不影响焊接要求。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 数字或字母的线条可以断开（或字符局部油墨过淡），只要线条的断开未使字符不可辨识。

制程警示 - 2, 3 级

- 字符内空白区域可以被填充，只要字符是易读的，即不致与其它字符混淆。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 油墨印上连接盘，妨碍表7-4、7-5或7-7的焊接要求，或第8章的表面贴装焊接要求。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 标记被涂抹或污损，但仍易读。
- 重影但易读。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 表示元器件位置或元器件外框的标记或参考标识符缺损或难以辨认。
- 标记内的字符缺失或难以辨认。
- 字符的空白区域被填充且难以辨认，或可能导致与其它数字或字母混淆。
- 形成字符的笔划缺损、间断或涂污致使字符无法辨认，或可能导致与其它字符相混淆。

10.5.3 标记 - 盖印

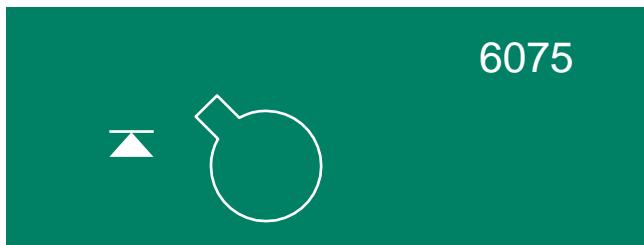


图 10-79

目标 - 1, 2, 3 级

- 每个数字或字母完整，即构成字符的线条无任何缺损。
- 极性和方向标记清晰可见。
- 构成字符的线条分明、线宽一致。
- 构成标记的印墨均匀，无过薄或过厚。
- 字符内的空白部分未被填充（适用于数字0、6、8、9和字母A、B、D、O、P、Q、R）。
- 无重影。
- 印墨限制在字符笔划上，即字符没有被涂抹，并且字符以外的印墨堆积保持在最低程度。
- 印墨标记可以触及或横跨导体，但保能与被要求焊料填充的连接盘相切。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 印墨可以堆积在字符笔划以外的地方，只要字符清晰易读。
- 标记油墨印上连接盘（见表7-4、7-5或7-7的焊接要求，或第8章的表面贴装焊接要求）。

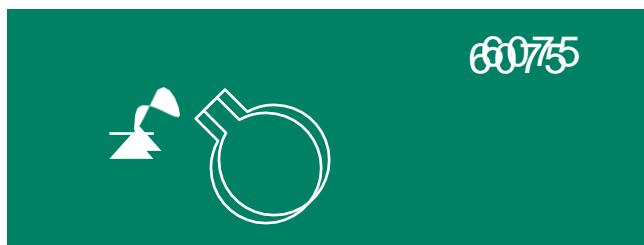


图 10-80

可接受 - 1 级

制程警示 - 2, 3 级

- 数字或字母的线条可以断开（或字符局部油墨过淡），只要线条的断开未使字符不可辨识。
- 字符内空白区域可以被填充，只要字符是易读的，即不会与其它字符混淆。
- 标记被涂抹或污损，但仍易读。
- 重印标记可以接受，只要能够确认基本内容。
- 标记缺损或涂污不超过字符的10%，并且字符仍然易读。

10.5.3 标记 - 盖印 (续)



图 10-81

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 油墨印上连接盘，妨碍表7-4、7-5或7-7的焊接要求，或第8章的表面贴装焊接要求。
- 标记内的字符缺失或难以辨认。
- 字符的空白区域被填充且难以辨认，或可能导致与其它数字或字母混淆。
- 形成字符的笔划缺损、间断或涂污致使字符无法辨认，或可能导致与其它字符相混淆。

10.5.4 标记 - 激光

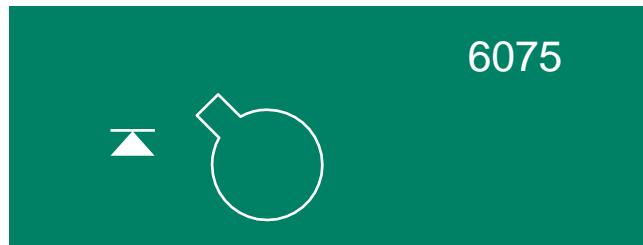


图 10-82

目标 - 1, 2, 3 级

- 每个数字或字母完整，即构成字符的线条无任何缺损。
- 极性和方向标记清晰可见。
- 构成字符的线条分明、线宽一致。
- 标记的厚度一致，无厚点、薄点。
- 字符内的空白部分未被填充（适用于数字0、6、8、9和字母A、B、D、O、P、Q、R）。
- 标记限制在字符笔划上，即没有触及或横跨焊接表面。
- 标记深度对部件的功能没有负面影响。
- 标记打在印制板的接地层上时没有露铜。
- 标记打在印制的绝缘体上时没有分层。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 标记的字符笔划以外可以有其它痕记，只要字符易读。

10.5.4 标记 – 激光（续）



图 10-83

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 标记内的字符缺失或模糊。
- 字符的空白区域被填充且不易读，或可能导致与其它字符混淆。
- 构成字符的笔划缺失、间断或涂抹致使字符模糊不清，或可能导致与其它字符混淆。
- 标记深度对部件的功能有负面影响。
- 标记打在印制板的接地层上产生露铜。
- 标记打在印制板的绝缘体上产生分层。
- 标记触及或横跨焊接表面。

10.5.5 标记 – 标签

永久性标签通常用以粘贴机读数据，但可以包括文字。可读性、粘合和操作要求适用于所有永久性标签。

10.5.5.1 标记 – 标签 – 条形码 / 二维码

由于在数据采集和处理上简便、准确的特点，条形码（二维码）在产品识别、过程控制和可追溯方面得到了广泛认可。条形码标签占用板面很小（有些甚至可以贴在印制板的厚度边缘上）并且可以承受一般的波峰焊和清洗操作。条形码还可以直接用激光刻在基板上。除了条形码是采用机器识读而非人工识读以外，其可接受性要求与其它标记的要求相同。

10.5.5.2 标记 - 标签 - 可读性



图 10-84



图 10-85



图 10-86



图 10-87

目标 - 1, 2, 3 级

- 打印表面无污点或空缺。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 打印表面有污点或空缺，只要机读试读三次以内能顺利读出。
- 文字易读。

图 10-85

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 机读码试读三次都不能顺利读出。
- 标记内的字符缺失或模糊不清。

10.5.5.3 标记 - 标签 - 粘合和损伤

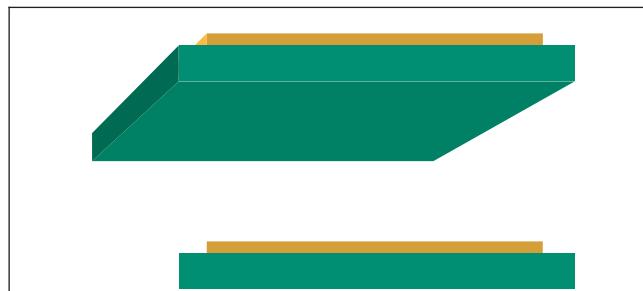


图 10-88

目标 - 1, 2, 3 级

- 粘合完整，无损伤或剥离的迹象。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 标签起翘小于等于标签面积的10%。
- 物理损伤小于等于标签面积的10%，且不影响形状、安装或功能。
- 损伤没有影响可读性或条码的可读性。

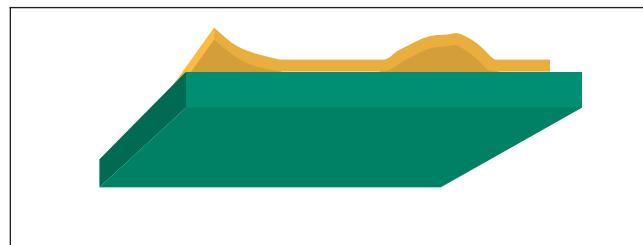


图 10-89

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 标签剥离大于10%。
- 标签缺失。
- 标签起皱影响可读性。
- 物理损伤大于标签面积的10%，或影响形状、安装或功能。
- 损伤影响可读性或条码的可读性。
-

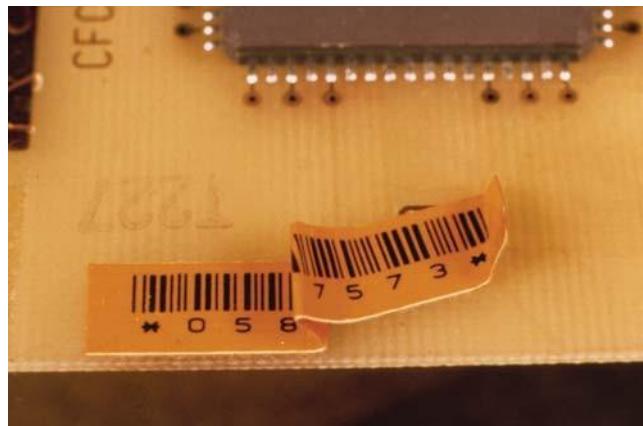


图 10-90

10.5.5.4 标记 - 标签 - 位置

可接受 - 1, 2, 3 级

- 标签运用于规定的位置上。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 标签没有用在规定的位置。

10.5.6 标记 – 使用射频识别（RFID）标签

射频识别标签（RFID）已被业界广泛应用于很多领域。这些标签包含一个运行于特定频率的电子电路（芯片）。RFID标签包含上述标记信息的电子数据，同时额外数据可提供追踪与追溯用途。要使RFID标签工作正常，重要的是使其位于标签阅读器特定的物理距离内。射频信号不能被其无法通过的物体阻挡，如金属、水（取决于频率）或任何其它扭曲的物体，否则会阻止适当的射频信号传输到标签阅读器。

这些要求没有图例。

目标 - 1, 2, 3 级

- RFID标签位于距标签读取器规定的距离内，以便读取器可以获取RF信号。
- RFID标签与读取器间的气道没有阻碍物（如金属、水等），阻碍物可能阻碍从RFID标签到读取器间RF信号的传递。
- RFID标签在物体上的连接方式将不会阻碍RF信号的传递。
- RFID标签虽有损伤，但其中包含的信息仍可被读取器读出。
- RF信号虽有失真，但使用读取器仍可清晰地辨别出其中的数据。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- RFID标签没有位于距标签读取器规定的距离内，以至于读取器无法获取RF信号。
- RFID标签与读取器间存在阻碍物（如金属、水等），阻碍从RFID标签到读取器间RF信号的传递。
- RFID标签在物体上的连接方式会阻碍RF信号的传递。
- RFID标签被损伤，以致于其中包含的信息无法被读取器读出。
- RF信号虽有失真，以致于使用读取器无法清晰地辨别出其中的数据。

10.6 清洁度

本节阐述了组件清洁度的可接受性要求，组件包含有任何电气配接表面的任何元器件（如连接器的配接面、顺应针等）。下文是一些印制板组件较为常见的污染物举例。可能还会出现其它类型的污染物，无论是什么，应该对所有清洁度异常情况进行分析评价。本章讲述的条件适用于组件的主面和辅面。关于清洗的内容见IPC-CH-65。

对于污染物，不仅要判断它对外观或功能的影响，还要视为一种警告，表示清洁系统的某些方面工作不正常。

测试污染物对功能的影响，要在产品预期的工作环境条件下进行。

每个生产设施都应该建立一个以每种污染物容许残留值为基础的标准。本标准推荐采用下列测试方法建立相关的设施标准：基于J-STD-001采用离子萃取设备进行的污染物测试，以及如IPC-TM-650描述的环境条件下进行的绝缘阻抗测试和其它电气参数测试。

检查放大的要求见1.10节。

10.6.1 清洁度 – 助焊剂残留物

运用这些要求时，需要鉴别和考虑助焊剂的分类（见J-STD-004）和组装工艺，即免清洗型、清洗型等。



图 10-91



图 10-92

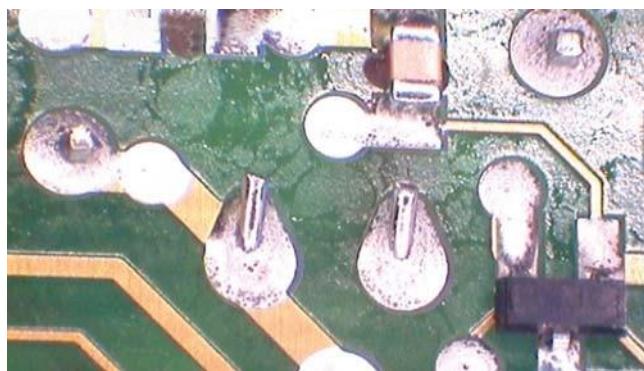


图 10-93

目标 - 1, 2, 3 级

- 清洁，无可见残留物。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 对于清洗型助焊剂，不允许有可见残留物。
- 对于免清洗工艺，可允许有助焊剂残留物。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 可见的清洗助焊剂残留物，或电气配接面上的活性助焊剂残留物。

注1: 经认证测试合格后，一级可接受。还要检查元器件内部或底部截留的助焊剂残留物。

注2: 助焊剂残留物活性的定义见J-STD-001和J-STD-004。

注3: 指定的“免洗”工艺必须满足最终产品的清洁度要求。

10.6.2 清洁度 – 外来物 (FOD)

下面标准里，“裹挟”、“包封”和“连接”是指产品在正常使用环境下不会造成颗粒物被移动。确定外来物在产品正常工作环境下是否会松动后移动的方法应该由制造商和用户协商确定。

目标 - 1, 2, 3 级

- 洁净。



图 10-94

可接受 - 1, 2, 3 级

- 外来物满足下列要求:
 - 连接、裹挟、包封在印制电路组件表面或阻焊膜上。
 - 没有违反最小电气间隙。



图 10-95

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 外来物没有被连接、裹挟、包封，见5.2.7.1节和10.8.2节。
- 违反最小电气间隙。

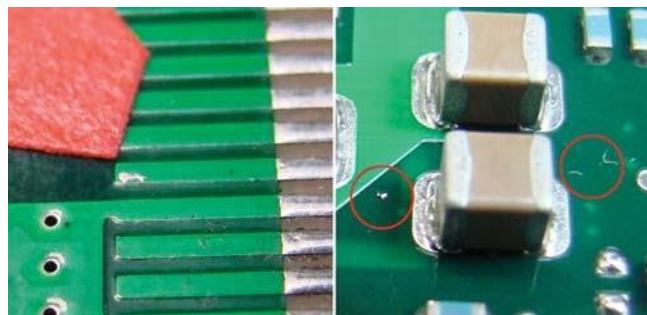


图 10-96



图 10-97

10.6.3 清洁度 - 氯化物、碳酸盐和白色残留物

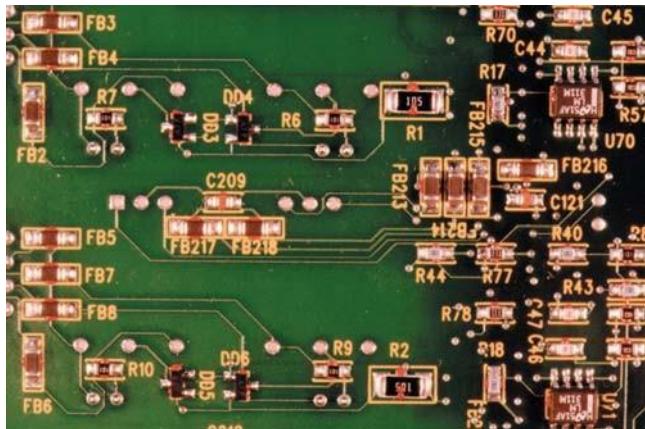


图 10-98

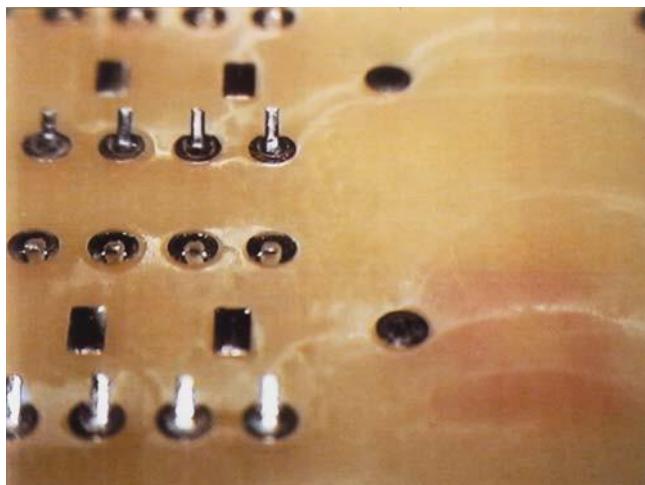


图 10-99

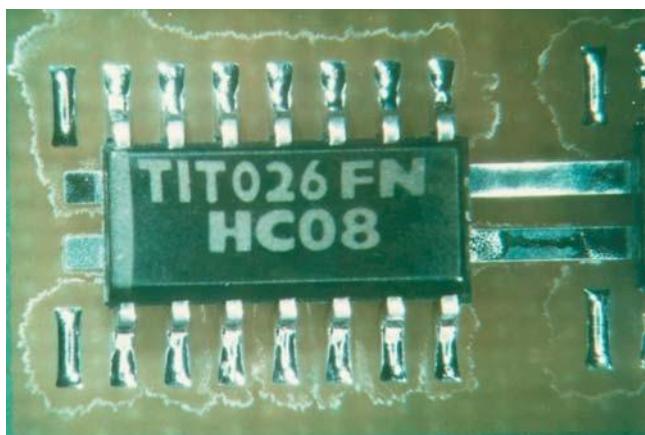


图 10-100

目标 - 1, 2, 3 级

- 无可见残留物。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- PCB 表面有白色残留物。
- 焊接端子上或周围有白色残留物。
- 金属表面有白色结晶物。

注: 只要所用化学成分产生的残留物已经通过鉴定并有文件记录其特性是良性的, 来自于免洗或其它工艺的白色残留物是可接受的, 见 10.6.4 节。

10.6.3 清洁度 – 氯化物、碳酸盐和白色残留物（续）



图 10-101

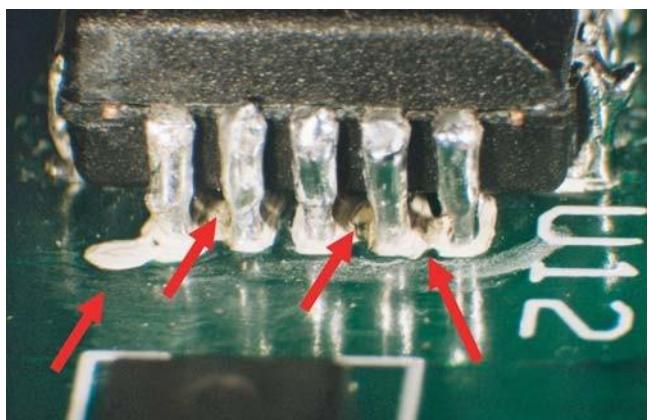


图 10-102

10.6.4 清洁度 -助焊剂残留物 - 免洗工艺 - 外观



图 10-103



图 10-104

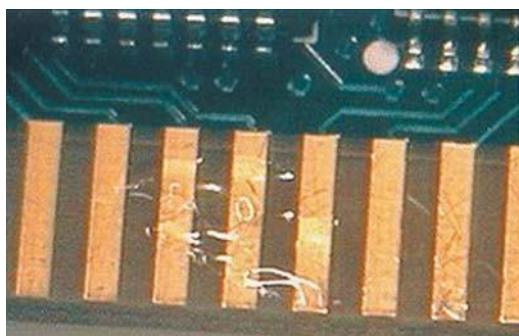


图 10-105



图 10-106

可接受 - 1, 2, 3 级

- 助焊剂残留在非公共连接盘、元器件引线或导体上，或其周围，或跨接在它们之间。
- 助焊剂残留物不妨碍目视检查。
- 助焊剂残留物不妨碍接近组件的测试点。

可接受 - 1 级

制程警示 - 2 级

缺陷 - 3 级

- 免清洗残留物上留有指印。

缺陷 - 2, 3 级

- 助焊剂残留物妨碍目视检查。
- 助焊剂残留物妨碍接近组件的测试点。
- 潮湿、有粘性或过多的助焊剂残留物，可能扩展到其它表面。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 在任何电气连接表面上阻碍电气连接的免洗助焊剂残留物。

注1: 用有机可焊保护剂（OSP）涂敷的组件，接触免洗工艺的助焊剂残留物而引起的表面变色不视作缺陷。

注2: 残留物的外观可能因助焊剂的特性和焊接工艺的不同而不同。

10.6.5 清洁度 - 表面外观

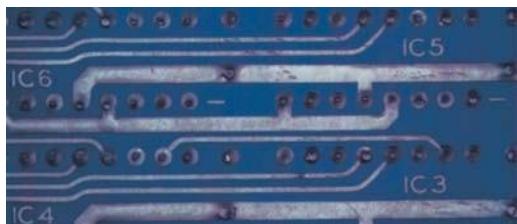


图 10-107

可接受 - 1, 2, 3 级

- 清洁的金属表面变的暗淡。



图 10-108

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 金属表面或部件上带有颜色的残留物或锈斑。
- 腐蚀的迹象。

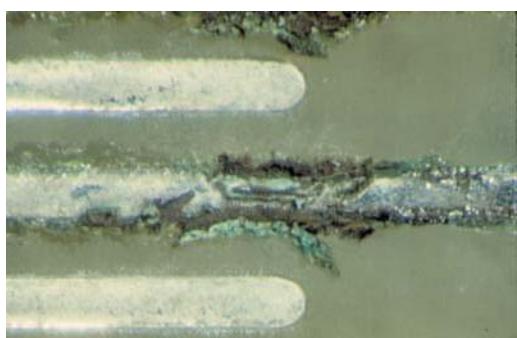


图 10-109



图 10-110



图 10-111

10.7 阻焊膜涂覆

本节内容包括组装后电子组件阻焊膜涂覆层的可接受性要求。

其它有关阻焊膜的资料，见IPC-SM-840。

阻焊膜（剂） – 一种耐热的涂覆材料，施加在选定的区域，以防止后续焊接期间，焊料沉积于此。阻焊膜材料可以是液态或干膜。两种类型都要符合本规定的要求。

虽未评价其绝缘强度，而且按照“绝缘物”或“绝缘材料”的定义其性能未必令人满意，但某些阻焊膜配方还是具有一定的绝缘性，并在不考虑高电压情况的场合常被用做表面绝缘物。

另外，阻焊膜对于防止PCB在组装操作中的表面损伤是很有效的。

胶带测试 – 此章所说的胶带测试即IPC-TM-650测试方法2.4.28.1节。

见 IPC-6012 和 IPC-A-600。

10.7.1 阻焊剂涂覆 - 皱褶 / 裂纹

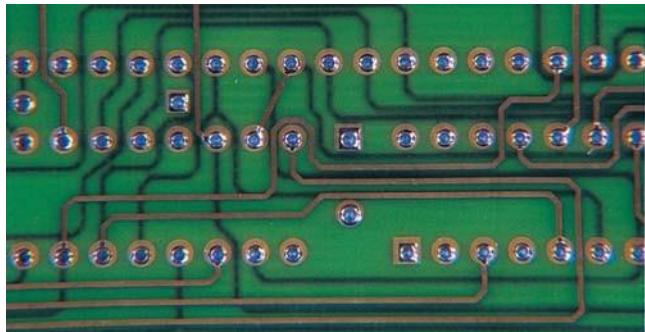


图 10-112

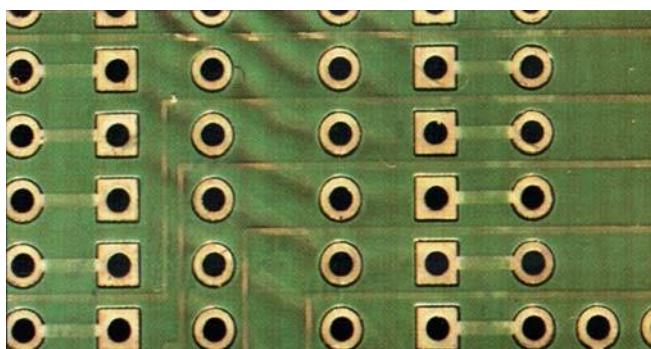


图 10-113

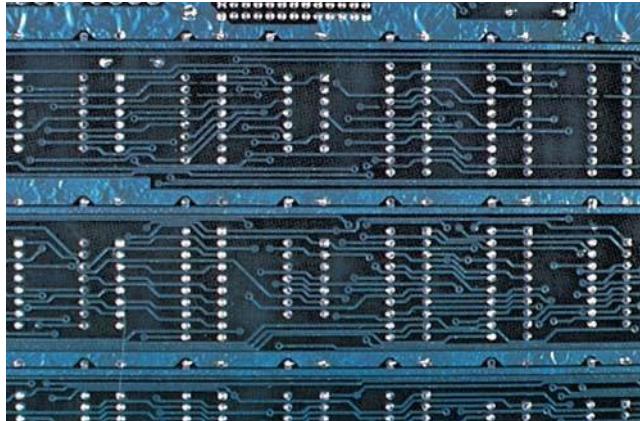


图 10-114

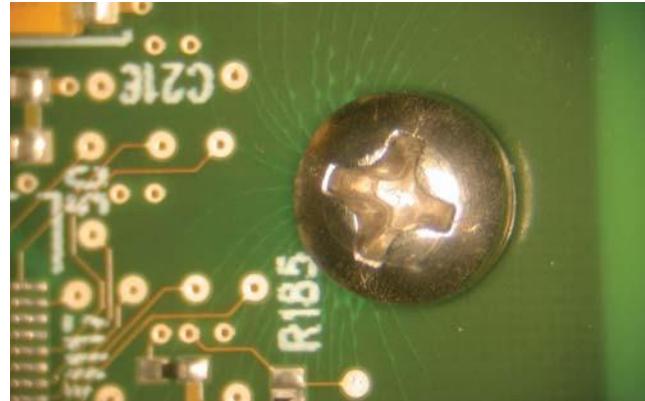


图 10-115

目标 - 1, 2, 3 级

- 焊接和清洗操作后，阻焊膜没有出现裂纹。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 出现轻度皱褶的区域没有跨接于导电图形之间，并符合IPC-TM-650测试方法2.4.28.1胶带拉离测试的粘着要求。见图10-113。
- 再流焊后的焊接料区域覆盖着阻焊膜皱褶是可接受的，只要膜层不出现开裂、翘起或降级。皱褶区域的附着力能用胶带拉离测试进行验证。
- 开裂的阻焊膜未失去附着力。

10.7.1 阻焊剂涂覆 - 皱褶 / 裂纹 (续)

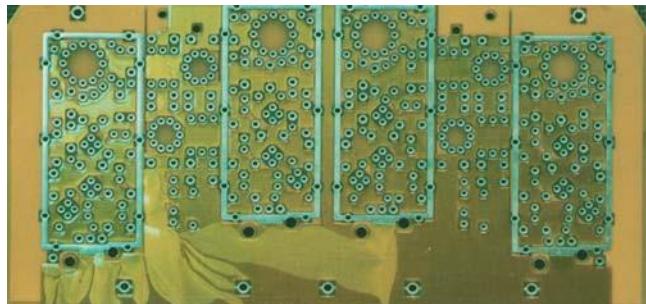


图 10-116

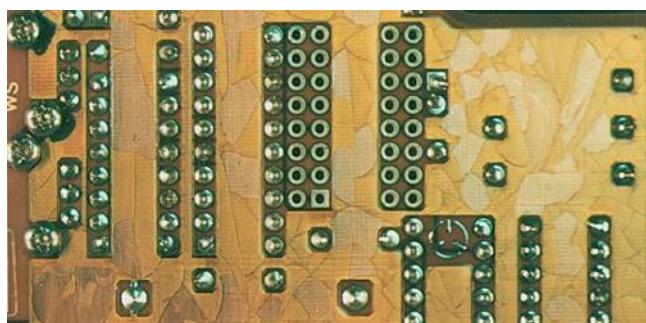


图 10-117

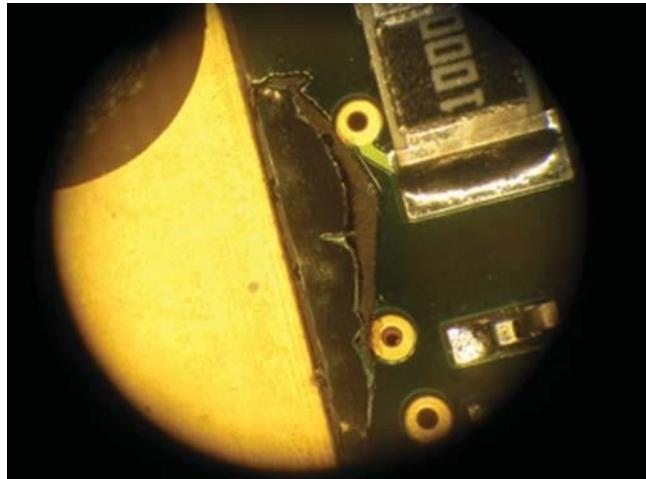


图 10-118

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 松散的阻焊膜颗粒物不能完全清除，会影响组装操作。

10.7.2 阻焊剂涂覆 - 空洞、起泡和划痕

阻焊膜在焊接组装操作过程中起着防止焊料桥接的作用。组装完成后，阻焊膜的起泡和松散颗粒是可以接受的，只要它们不影响组件的其它功能。

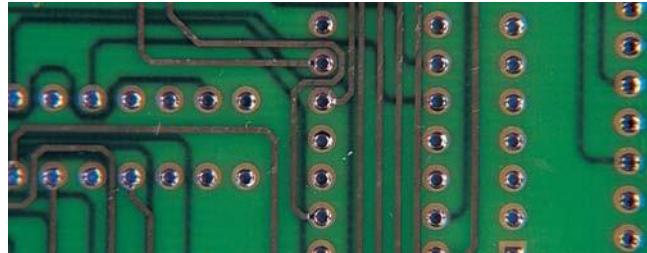


图 10-119



图 10-120

目标 - 1, 2, 3 级

- 焊接和清洗操作后，阻焊膜下无起泡、划痕、空洞或皱褶现象。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 起泡、划痕和空洞没有暴露导体、没法有跨接相邻的导体、导体表面，或形成致使松散的阻焊膜颗粒被困在移动部件中或滞留于两个导电的电气连接表面之间的有害情形。
- 助焊剂、油脂或清洗剂未截留在起泡区域的下面。

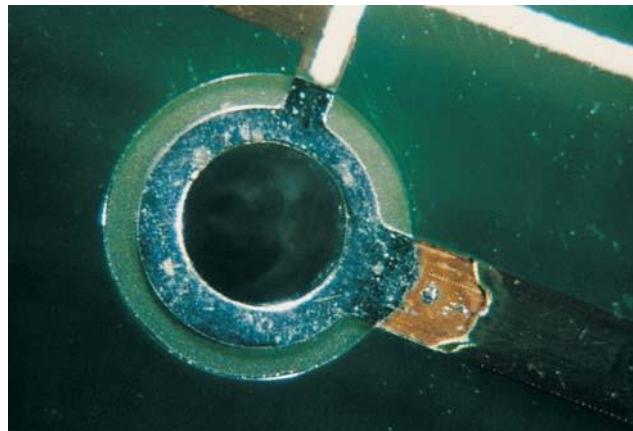


图 10-121

制程警示 - 2, 3 级

- 起泡/剥落暴露基底导体材料。

10.7.2 阻焊剂涂覆 - 空洞、起泡和划痕（续）



图 10-122

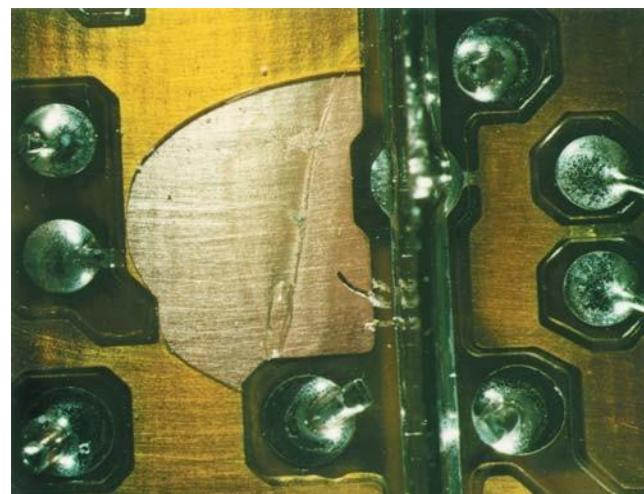


图 10-123

10.7.3 阻焊剂涂覆 - 脱落

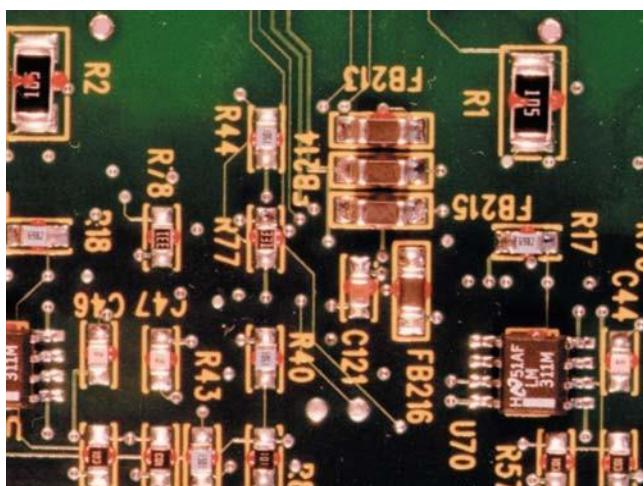


图10-124

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 经过胶带测试后，涂层的起泡、划痕和空洞使得评估组件上的膜剥落。
- 助焊剂、油脂或清洗剂截留在涂覆层的下面。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 涂层的起泡/划痕/空洞跨接相邻的非公共电路。
- 松散的阻焊膜材料颗粒可能影响外形、装配和功能。
- 涂覆层的起泡/划痕/空洞使焊料桥接。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 阻焊膜表面均匀，在绝缘区域没有剥落或起皮现象。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 阻焊膜有白色粉状外观，可能包含有焊料金属。

10.7.4 阻焊剂涂覆 - 变色

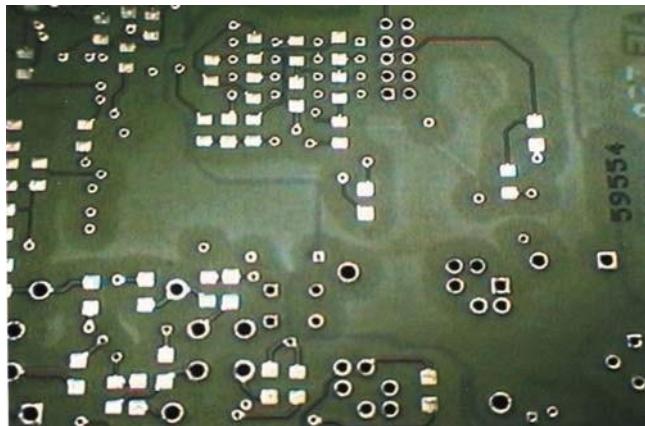


图 10-125

可接受 - 1, 2, 3 级

- 阻焊膜材料变色。



图 10-126

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 灼伤或烧焦的阻焊膜材料。

10.8 敷形涂覆

本章内容包括电子组件敷形涂覆层的可接受性要求。

有关敷形涂覆的更多资料，见IPC-C-830和IPC-HDBK-830。

10.8.1 敷形涂覆 - 概述

敷形涂覆层应该透明，颜色和密度一致，并且均匀覆盖板和元器件。涂覆层分布的均匀性部分取决于涂覆方式，并可能影响外观及角落的覆盖。采用浸渍方式涂覆的组件可能会出现“滴垂线”，或在板的边缘形成局部堆积。局部堆积处可能包含少量气泡，但它们不会影响涂覆层的功能和可靠性。

10.8.2 敷形涂覆 - 覆盖

组件的涂覆可以用目视检查，见1.12.2节。含有荧光物质的材料可以在黑光灯下查验其覆盖情况。白光可用来辅助检查覆盖情况。

通过阻焊膜覆盖的外层导体/线路不认为是导体裸露。.

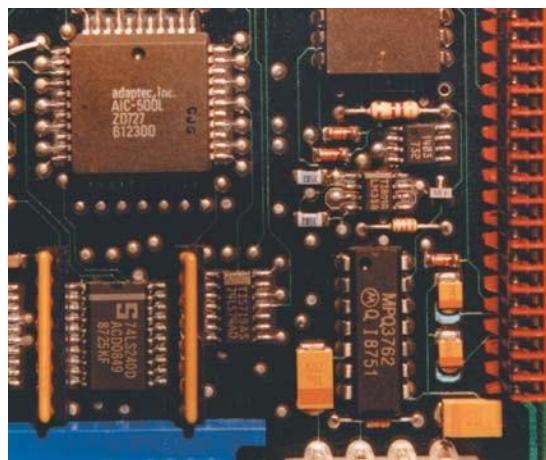


图 10-127



图 10-128



图 10-129

目标 - 1, 2, 3 级

- 无附着缺失。
- 无空洞或起泡。
- 无退润湿、粉点、剥落、皱纹（未粘着的区域）、裂纹、波纹、鱼眼或桔皮现象。
- 无埋入/裹挟的外来物。
- 无变色或透明损失。
- 完全固化，分布均匀。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 完全固化，分布均匀。
- 涂覆层仅限于要求涂敷的区域。
- 无以下跨接暴露导电表面（无阻焊膜）的情形：
 - 附着缺失空洞或气泡
 - 退润湿/不润湿
 - 裂纹
 - 波纹
 - 鱼眼
 - 桔皮。见图10-130
 - 剥落
- 裹挟物不违反元器件、连接盘或导电表面之间的最小电气间隙。

制程警示 - 1, 2, 3 级

- 无以下跨接或暴露导电表面的情形：
 - 附着缺失。
 - 空洞。
 - 气泡。

10.8.2 敷形涂覆 - 覆盖 (续)

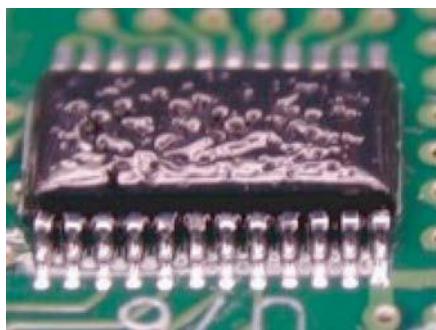


图 10-130



图 10-131



图 10-132



图 10-133



图 10-134



图 10-135

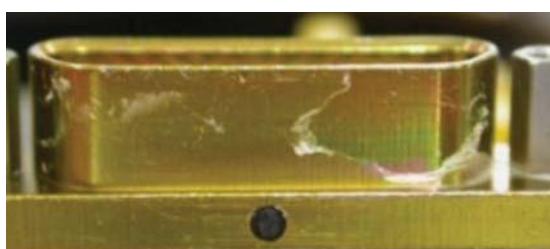


图 10-136

缺陷 - 1, 2, 3 级

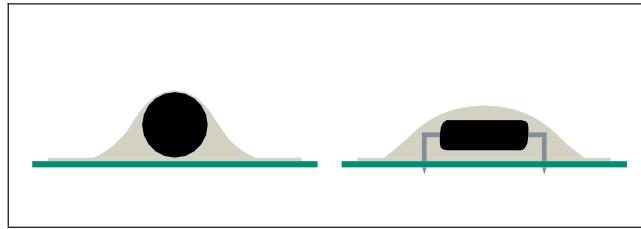
- 涂覆层未固化。
- 要求涂覆的区域没有被涂到。
- 要求无涂覆层的区域被涂到，例如配接表面、可调的部件、芯吸浸入连接器外壳里面等。
- 以下任何跨接相邻连接盘或暴露出导电表面的情形：
 - 附着缺失
 - 空洞或气泡
 - 退润湿/不润湿
 - 裂缝
 - 鱼眼
 - 剥落
- 任何跨接连接盘或相邻导电表面、暴露电路、或违反元器件、连接盘或导电表面之间最小电气间隙的裹挟物。
- 变色或透明度降低。

10.8.3 敷形涂覆 - 厚度

表10-1给出了涂覆层厚度要求。厚度要在印制电路组件平坦、不受妨碍、固化的表面上测量，或与组件一起经历制程的附连板上测量。附连板可以是与印制板相同的材料也可以是其它无孔材料，例如金属或玻璃。湿膜测厚也可以作为涂覆层测厚的一种可选方法，只要有文件注明干湿膜厚度的转换关系。

表 10-1 涂覆层厚度

AR型	丙烯酸树脂	0.03-0.13 mm [0.001-0.005 in]
ER型	环氧树脂	0.03-0.13 mm [0.001-0.005 in]
UR型	聚氨酯树脂	0.03-0.13 mm [0.001-0.005 in]
SR型	硅树脂	0.05-0.21 mm [0.002-0.008 in]
XY型	对二甲苯树脂	0.01-0.05 mm [0.0004-0.002 in]



可接受 - 1, 2, 3 级

- 涂覆层符合表10-1的厚度要求。.

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 涂覆层不符合表10-1的厚度要求。

图 10-137

10.8.4 电气绝缘涂覆

10.8.4.1 电气绝缘涂覆 - 覆盖范围

这种材料用于敷形涂覆不足以提供足够的保护及封装太多时对裸露导体提供绝缘保护。

所有适用于敷形涂覆的注意事项也适用于绝缘涂覆，除非表面绝缘涂层的平整度不足以建立一个均匀的涂层表面。薄涂层不是一个目标属性。

这些要求没有图例。

10.8.4.2 电气绝缘涂覆 - 厚度

可接受 - 1, 2, 3 级

- 完全覆盖，无金属暴露。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 金属暴露。

注: 10.8.3节的厚度要求不适用。

10.9 灌封

灌封章节没有图例。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 灌封材料延伸过所有要求灌封区域的上方及周边。
- 灌封材料未出现在未指定灌封的区域。
- 完全固化，分布均匀。
- 灌封无影响印制电路组装操作或灌封材料密封性的起泡、气泡或裂口。
- 灌封材料中无可见的裂纹、微裂纹、粉点、剥落和/或皱褶。
- 元器件、连接盘或导体表面裹挟的外来物未违反最小电气间隙。
- 固化后灌封材料已变硬，且触摸时不发粘。

注: 轻微的表面漩涡、条纹或流动痕迹不视作缺陷。

10.9 灌封（续）

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 要求灌封的区域无灌封材料。
- 灌封材料出现在未指定灌封的区域或妨碍组件的电气或物理功能。
- 灌封材料未完全固化（呈现粘性）。
- 灌封材料中有影响印制电路组件操作或灌封材料密封性的起泡、气泡或裂口。
- 灌封材料中有可铜陵的裂纹、微裂纹、粉点、剥落和/啊看过皱褶。
- 任何跨接连接盘或非公共导体表面的裹挟材料，暴露电路或违反元器件、连接盘或导体表面间的最小电气间隙。
- 变色或透明度降低。

10 印制电路板

此面留作空白

11 分立布线

分立布线是指在基板或基材上采用分立布线技术实现电气互连。本章分别阐述各种分立导线连接的目视检查要求。

分立布线可接受性指南

分立导线连接是通过专门的设备或工具进行布线和收尾，实现一点到另一点的电气连接，可用作印制板组件上印制导体的替代或补充。可应用于平面、2维或3维结构。

除本章要求外，第5章的要求也适用于分立布线。

本章包括以下内容：

11.1 无焊绕接	11-2
11.1.1 匝数.....	11-3
11.1.2 匝间空隙	11-4
11.1.3 导线末端，绝缘绕匝	11-5
11.1.4 绕匝凸起重叠	11-7
11.1.5 绕接位置.....	11-8
11.1.6 理线	11-10
11.1.7 导线松弛	11-11
11.1.8 导线镀层.....	11-12
11.1.9 绝缘皮损伤	11-13
11.1.10 导体和接线柱的损伤	11-14

11.1 无焊接绕接

本节规定了用无焊绕接方式完成的连接的目检可接受性要求。

前提是接线柱/导线的组合在设计上就确定了要采用连接方式。

导线缠绕的牢固性应该通过绕线工具的验证流程来证实。

同时，也假设存在一套监控系统，用来测试连接以验证操作者/绕线工具的组合能否做出符合脱卸力要求的缠绕。

根据产品的服务环境，操作指导书会确定连接是常规的还是加强的。

一旦连接到接线柱，可接受的无焊接绕接既不应当承受过热，也不应当施以机械操作。

企图再次使用绕线工具或其它工具纠正有缺陷的连接是不可接受的。

无焊绕接的可靠性与可维护性的优点，使得连接缺陷的维修根本无需焊接。有缺陷的连接必须用专用工具退绕（而不是从接线柱上直接拔下），然后用新线重新缠绕。每次绕接/重新绕接时都应当用新线，而接线柱则可重复使用。

11.1.1 无焊绕接 - 匝数

匝数要求中所提及的可计数匝数，是批裸线与接线柱棱角紧密接触，从裸线与接线柱棱角第一个接触点到最后一个接触点之间的缠绕的圈数；见表11-1。

3级产品要求加强缠绕。加强缠绕要求导线带绝缘皮的部分额外缠绕接触接线柱至少三个棱角。

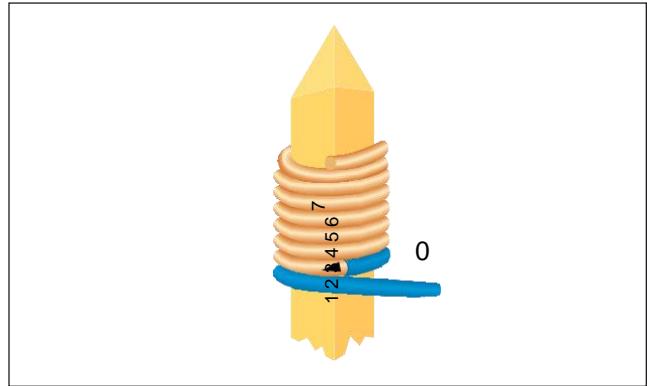


图 11-1

目标 - 1, 2, 3 级

- 比表11-1中所示的最低匝数多半匝。

可接受 - 1 级, 2

- 可计数匝数满足表11-1的要求。

可接受 - 3 级

- 可计数匝数满足表11-1的要求。
- 满足加强缠绕要求。

表 11-1 裸线最少匝数

线规 (AWG)	匝数
28 – 34	7
26	6
24	5
22	5
20	4
18	4

注：裸线和绝缘线所能绕的最大匝数取决于所用工具的结构和接线柱的可用空间。

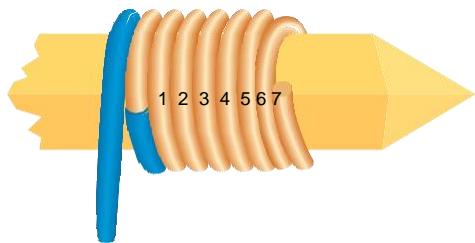
缺陷 - 1, 2, 3 级

- 可计数匝数不符合表11-1的要求。

缺陷 - 3 级

- 不满足加强缠绕的要求。

11.1.2 无焊绕接 - 匝间空隙



目标 - 1, 2, 3 级

- 各匝间无空隙。

图 11-2

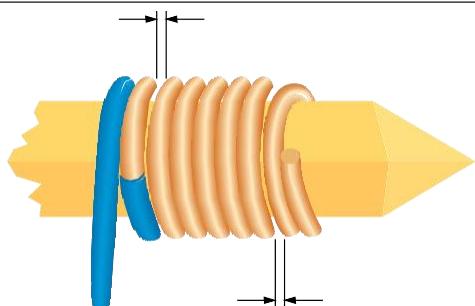


图 11-3

可接受 - 1 级

- 无大于一倍线径的空隙。

可接受 - 2 级

- 可计数匝数内无大于二分之一线径的空隙。
- 其它区域内无大于一倍线径的空隙。

可接受 - 3 级

- 空隙不多于三处。
- 缠绕范围内空隙不大于线径的二分之一。

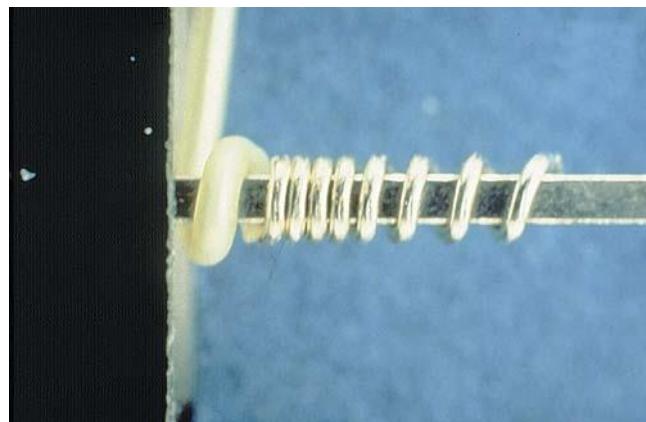


图 11-4

缺陷 - 1 级

- 任何大于一倍线径的空隙。

缺陷 - 2 级

- 可计数匝数内有大于二分之一线径的空隙。

缺陷 - 3 级

- 任何大于二分之一线径的空隙。
- 多于三处的任何尺寸的空隙。

11.1.3 无焊绕接 - 导线末端，绝缘绕匝

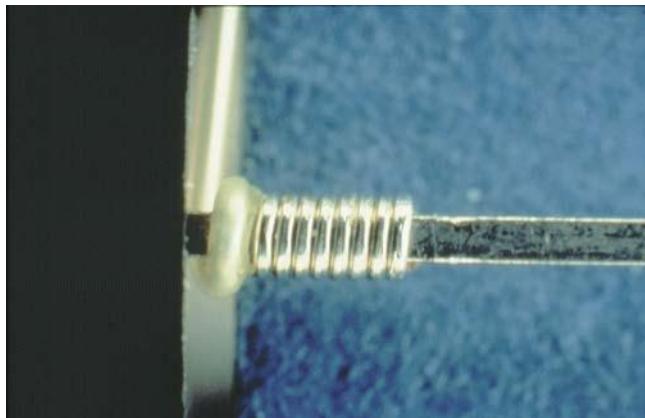


图 11-5

目标 - 1, 2 级

- 导线末端没有离开缠绕外表面。
- 绝缘皮末端接触接线柱。
- 没有导线剪切碎屑物残留。

目标 - 3 级

- 导线末端没有离开缠绕外表面且满足绝缘皮加强缠绕要求，见11.1.1节。

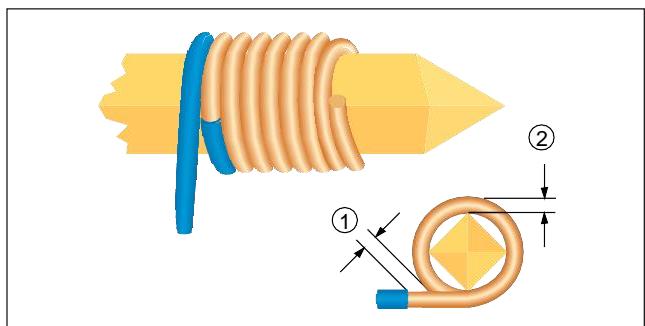


图 11-6

1. 绝缘间隙
2. 导线直径（从底部看）

可接受 - 1 级

- 不违反最小电气间隙要求。
- 暴露绝缘皮下的导体。

可接受 - 2 级

- ①绝缘皮末端满足与其它电路的间隙要求。
- 导线末端伸出缠绕外表面不超过3mm[0.1in]。

可接受 - 3 级

- 导线末端伸出缠绕外表面不超过1倍线径。
- 绝缘皮必须接触接线柱柱干至少3个棱角。

11.1.3 无焊绕接 - 导线末端，绝缘绕匝（续）

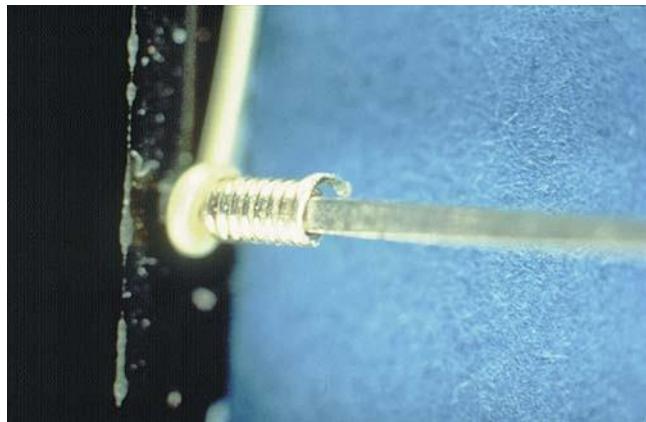


图 11-7

可接受 - 1 级

缺陷 - 2, 3 级

- 导线末端伸出超过3 mm [0.1 in]。

缺陷 - 3 级

- 导线末端伸出缠绕外表面一倍线径以上。



图 11-8

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线末端违反最小电气间隙要求。

11.1.4 无焊绕接 – 绕匝凸起重叠

凸起的线匝被挤出螺旋体，因而不再与接线柱棱角紧密接触。凸起的线匝可能会与其它线匝交叉或重叠。

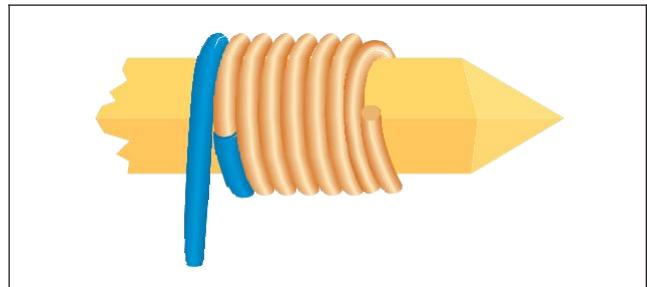


图 11-9

目标 - 1, 2, 3 级

- 无凸起绕匝。

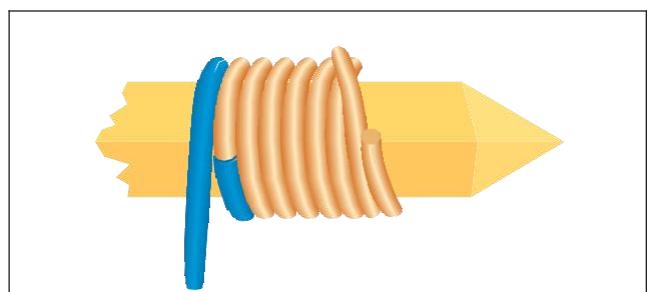


图 11-10

可接受 - 1 级

- 任何凸起绕匝，只要其余所有绕匝仍与接线柱紧密接触，且满足最少匝数要求。

可接受 - 2 级

- 可计数绕匝内凸起的部分不超过半匝，其它区域无限制。

可接受 - 3 级

- 可计数绕匝内无凸起绕匝，其它区域无限制。

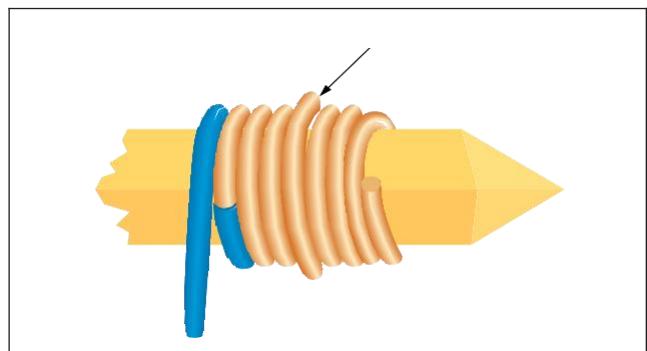


图 11-11

缺陷 - 1 级

- 余下的与接线柱紧密接触的线匝不满足最少匝数要求。

缺陷 - 2 级

- 可计数绕匝内凸起的绕匝超过半匝。

缺陷 - 3 级

- 可计数绕匝内有凸起的绕匝。

11.1.5 无焊绕接 - 绕接位置

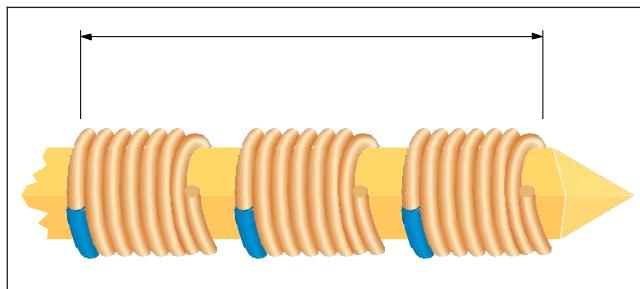


图 11-12

目标 - 1, 2, 3 级

- 每个连接的所有绕匝都分布在接线柱的工作区内。
- 各连接间有明显的间隙。

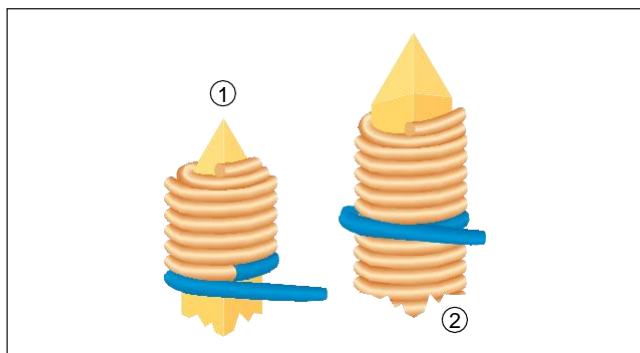


图 11-13

1. 缠绕超出工作区
2. 绝缘线绕匝重叠在之前绕接的绕匝上

可接受 - 1 级, 2

- 裸线的多余绕匝或任何绝缘线绕匝（无论是否为加强缠绕）超出接线柱的工作区。

可接受 - 1 级

- 裸线的多余绕匝或任何绝缘线绕匝重叠在之前绕接的绕匝上。

可接受 - 2 级

- 只有绝缘线匝重叠在先前绕接的绕匝上。

可接受 - 3 级

- 绝缘线匝可以重叠在先前绕接的最后一匝裸线匝上。
- 无论裸线匝还是绝缘线匝都不超出接线柱工作区的任何一端。

11.1.5 无焊绕接 - 绕接位置 (续)

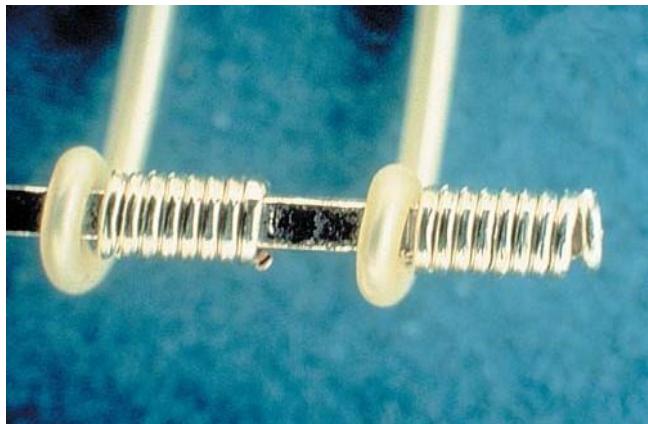


图 11-14

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 与接线柱接触的可计数匝数不够。
- 可计匝数的任何裸线重叠缠绕在之前绕接的导线匝上。
- 违反了间距要求。

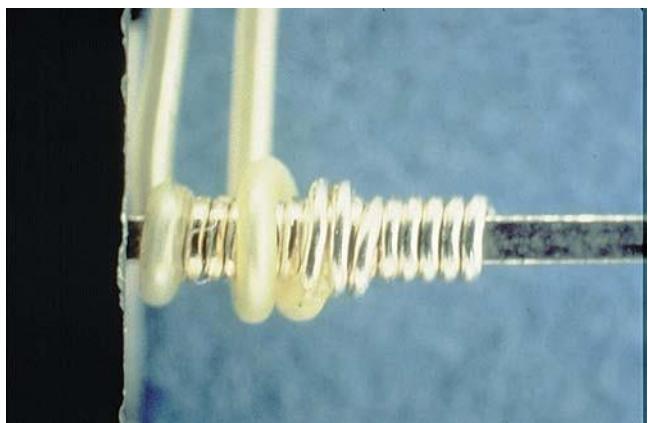


图 11-15

11.1.6 无焊绕接 - 理线

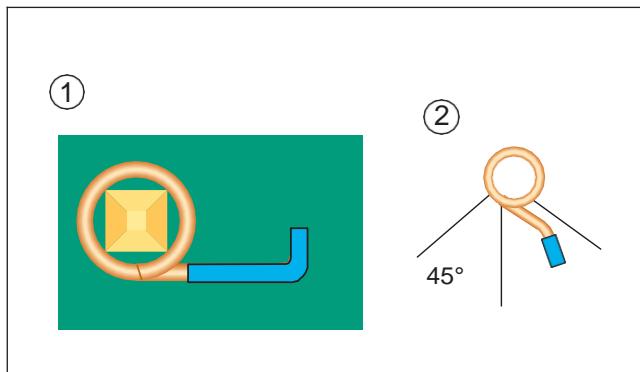


图 11-16

1. 绕匝的方向
2. 适当的半径

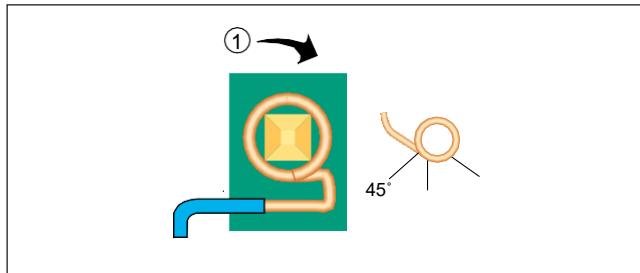


图 11-17

1. 绕匝的方向

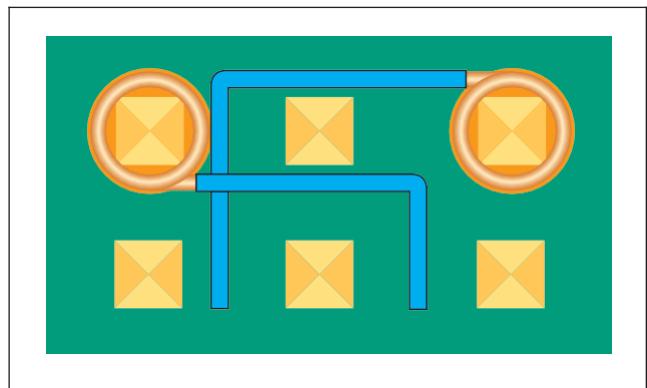
可接受 - 1, 2, 3 级

- 理线方向要保证绕接不会被导线上的轴向施力打开，或使导线与接线柱棱角的“咬合”松动。当导线跨接过如图示的45°线时，能够满足上述要求。

缺陷 - 1, 2, 3 级

- 理线产生的轴向施力会引起缠绕打开，或使导线在接线柱棱角处的“咬合”松动。

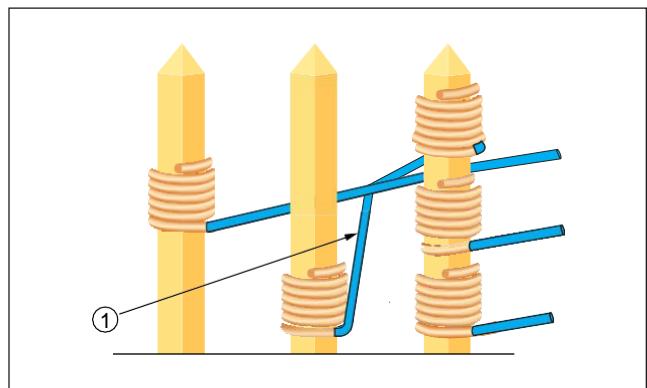
11.1.7 无焊绕接 - 导线松弛



可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线需足够松弛，使其不致紧拉在周围其它接线柱的棱角上，或跨压在其它导线上。

图 11-18



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 导线不足够松弛，会导致：
 - 导线绝缘皮与绕线柱之间磨损。
 - 绕线柱之间的导线绷得过紧，使接线柱变形。
 - 导线受到其它紧绷导线的跨压。

图 11-19

1 导线交叉

11.1.8 无焊绕接 - 导线镀层

镀层

用于无焊绕接的导线通常都是有镀覆层，以提高连接的可靠性，减小日后腐蚀。

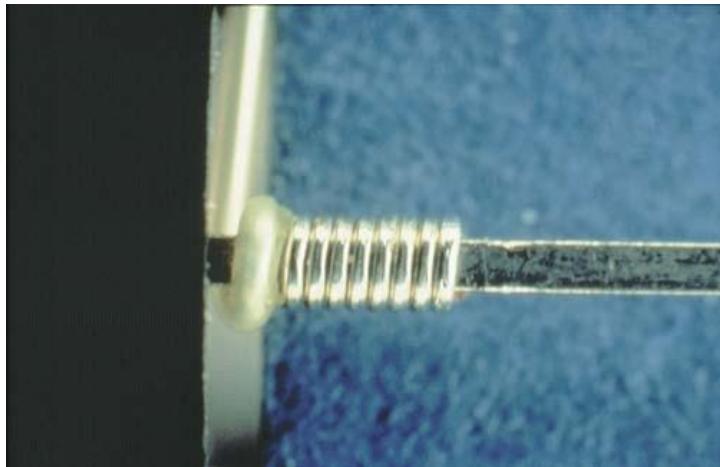


图 11-20

目标 - 1, 2, 3 级

- 绕接后，剥除了绝缘皮的裸线未露铜。

可接受 - 1 级

- 露铜。

可接受 - 2 级

- 最多允许50%的可计数绕匝有露铜现象。

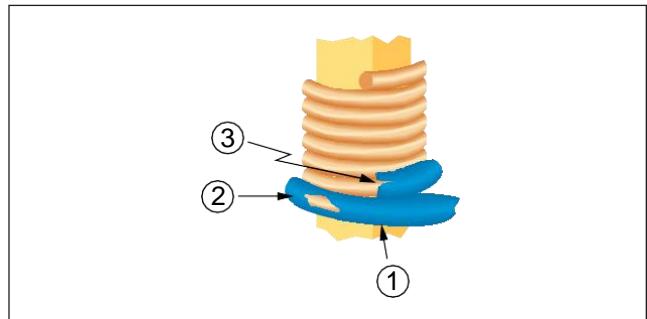
缺陷 - 2 级

- 超过50%的可计数绕匝有露铜现象。

缺陷 - 3 级

- 任何露铜（最后半匝和导线末端除外）。

11.1.9 无焊绕接 – 绝缘皮损伤



可接受 - 1, 2, 3 级

- 位于接线柱棱角初始接触点后出现:
 - 绝缘皮损伤。
 - 绝缘皮开裂。
 - 绝缘皮有切口磨损。

图 11-21

1. 初始棱角
2. 绝缘皮开裂
3. 绝缘皮有切口或磨损

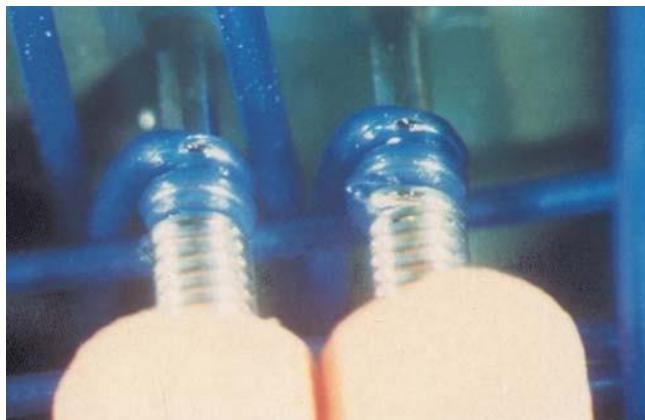
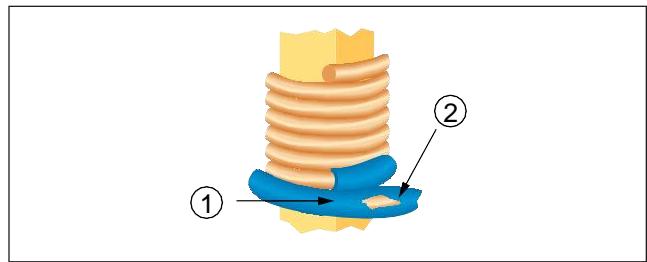


图 11-22



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 违反最小电气间隙。

缺陷 - 2, 3 级

- 位于接线柱初始接触棱角之前、绕线端之间的绝缘皮出现开裂、切口或磨损。

图 11-23

1. 初始接触棱角
2. 绝缘皮在初始接触接线柱柱干之前已开裂。导体暴露。

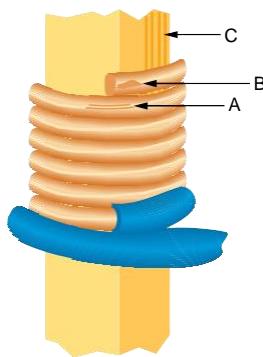
11.1.10 无焊绕接 - 导体和接线柱的损伤

图 11-24

目标 - 1, 2, 3 级

- 导线表层无被打磨、抛光的痕迹，且无刻痕、刮伤、凿伤或其它损伤。
- 导线缠绕的接线柱无磨损、刮伤或其它损伤。

可接受 - 1, 2, 3 级

- 导线表层有被打磨、抛光的痕迹（有轻微的使用工具的痕迹），见图11-24-A。
- 顶端绕匝或最后一匝被绕线工具损伤，如刻痕、刮伤、凿伤等；损伤不超过导线直径的25%，见图11-24-B。
- 接线柱被工具损伤，如磨损、刮伤等，见图11-24-C。

可接受 - 1,2 级**缺陷 - 3 级**

- 接线柱基材暴露。

12 高电压

本章提供了承受高电压的焊接连接的特殊要求，见1.8.6节。术语“高电压”的含义因设计与用途而异。本文件中有关高电压的要求只在图纸/采购文件有特别要求时适用。凸起的焊片可能会使润湿的标准判定变得模糊。这些要求适用于连接至接线柱、裸接线柱和通孔连接的导线或引线。这些要求是要确保没有尖锐边缘或尖锐点以帮助减轻电弧产生（消除日晕现象）。额外的要求也可能起到减缓电弧产生，例如：导线绝缘，封装。关于高电压的股线损伤见表6-2。

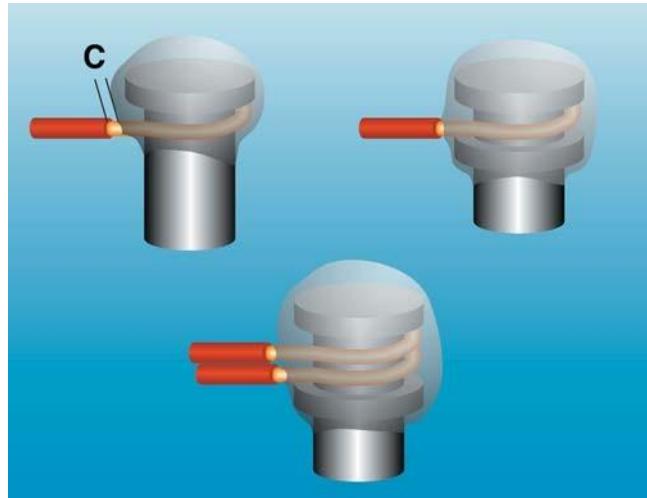


图 12-1

目标 - 1, 2, 3 级

- 球形焊点呈完整的圆形，轮廓连续而光滑。
- 无可见的尖锐边缘、焊料凸点、拉尖、夹杂物（外来物）或导线股线。
- 接线柱的所有边缘完全被连续平滑的焊料层覆盖，形成焊料球。
- 球形的焊接连接未超过规定的高度要求。
- 绝缘间隙（C）尽可能小，使绝缘皮接近焊点但不妨碍形成所要求的焊料球。

12 高电压 (续)

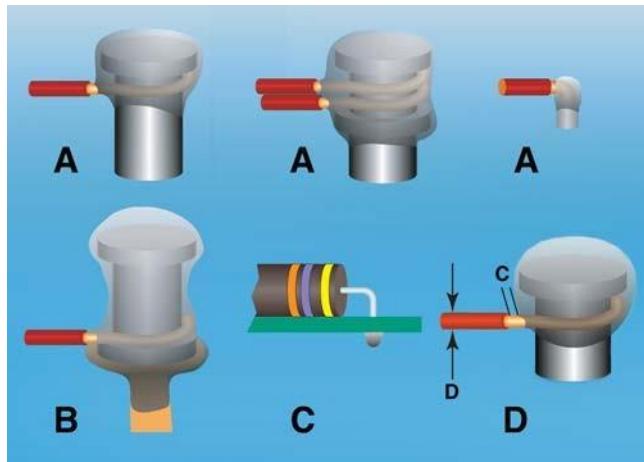


图 12-2

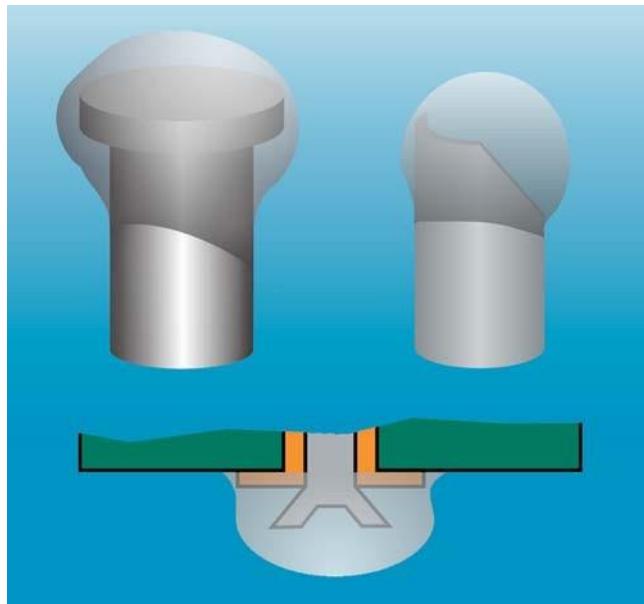
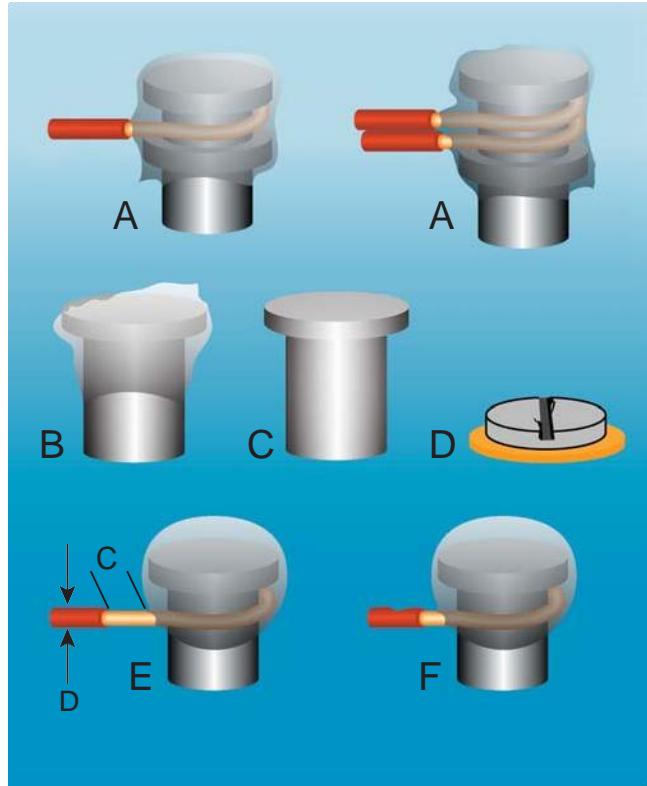


图 12-3

可接受 - 1, 2, 3 级

- 焊点随着接线柱和绕线的轮廓变化呈蛋形、球形或椭圆形，见图12-1。
- 元器件引线和接线柱所有尖锐的边缘被连续光滑的焊料层完全覆盖，形成了焊料球，见图12-2-A。
- 焊接连接可见分层或再流的痕迹，见5.2.8节。
- 无可见的尖锐边缘、焊料凸点、拉尖、夹杂物（外来物）或导线股线。
- 导线/引线上有流动顺畅的焊料，其中的导线股线可辨识，图12-2-B。
- 直插引线更易形成球形连接，见图12-2-C。
- 接线柱径向裂口的尖锐边缘完全被连续光滑的焊料层覆盖，形成一个球形的焊接连接。
- 零部件无可见毛刺或磨损的边缘。
- 绝缘间隙距焊接连接小于一倍线径 (D)，见图12-2-D。
- 无可见的绝缘皮损伤（参差不齐、烧焦、融化的边缘或凹痕缺口）。
- 球形的焊接连接未超过规定的高度要求。

12 高电压 (续)



缺陷 - 1, 2, 3 级

- 可辨识的尖锐边缘、焊料凸点、拉尖或夹杂物（外来物），见图12-4-A。
- 可见不够光滑圆润的边缘，有裂缝或缺口。
- 焊点跟随接线柱和绕线的轮廓起伏，但出现凸出接线柱的尖锐边缘，见图12-4-B。
- 可见股线未被完全覆盖或焊接连接内的线不可辨识。
- 接线柱的接线片无焊料，见图12-4-C。
- 零部件有毛刺或磨损的边缘，见图12-4-D。
- 绝缘间隙（C）距焊接连接等于或大于一倍导线直径（D），见图12-4-E。
- 可见绝缘皮损伤（参差不齐、烧焦、融化的边缘或缺口）见图12-4-F。
- 球形的焊接连接不符合高度或轮廓（形状）要求。

图 12-4

12 高电压

此页留作空白

最小电气间隙 - 导体间距

注：附录A引自IPC-2221印制板通用设计标准（1998年2月版），仅供参考。在本标准出版时期很通用。用户有责任确定IPC-2221的最新修订版本号并详细说明针对自己产品的应用要求。段落编号和表格编码均引自IPC-2221。

以下引自IPC-2221的描述仅适用于本附录：1.4 解释 - “应当”，动词的祈使态，用在本文件的任何地方都表示强制性的要求。

IPC-2221 - 6.3 电气间隙 指各层上导体之间只要可能应该最大化的距离。导体之间，导电图形之间，层间距离(Z轴)以及导电的材料(例如导电的标记或装配零件)与导体之间的最小距离应当符合表6-1，以及布设总图上的定义。

层与层之间导体的间距(Z-轴)应该与表6-1 Z-轴的最小间距的要求一致，在适当的认证合格后间距可能降低。

注：设计者应该意识到铜箔的侧面粗糙度决定了芯板相对两面的铜点之间最小介电距离。还可参见IPC-4101中芯板的厚度和等级的偏差；IPC-4562中铜箔表面粗糙度类型；和IPC-6012中确定最小的介电厚度的方法。设计者应该注意不要使用最小介电距离的数值来确定印刷板的整体厚度。

关于影响电气间隙的工艺允差的信息，见第10章。

当混合电压出现在同一个板上而且它们需要分开进行电测试时，该特定区域应当在布设总图上或由相应的测试指标区分出来。当使用高电压尤其是200V以上的交流和脉冲电压时，推荐的距离应当将材料的介电常数和电容分布影响考虑进去。

对于500V以上的电压，表格里的值(每伏)必须加上500V时的数值。例如，B1型板600V的电气间隙按照下式计算为：

$$\begin{aligned} 600V - 500V &= 100V \\ 0.25mm[0.00984in] + (100V \times 0.0025mm) & \\ &= 0.50mm[0.0197in] \text{ 间隙} \end{aligned}$$

当由于设计上的局限，需要考虑采用另外的导体间距时，在单一层上的导体间距(同一平面)应当尽可能大于表6-1要求的最小距离。板面的设计对于与高阻抗或高压电路相关的外层导体区域应该优先考虑给以最大的间距。这会使因湿气凝结或高湿度引起的漏电问题减至最小。应当避免完全依靠涂覆来保持导体之间的高表面电阻。

IPC-2221 - 6.3.1 B1-内层导体 内层的导体到导体，以及导体到镀通孔在任何海拔高度的电气间隙要求，见表6-1。

IPC-2221 - 6.3.2 B2-外层导体，未涂覆，海拔高度3050米[10,007英尺]以下 未涂覆的外层导体的电气间隙要求与用敷形涂覆保护而与外界污染物相隔离的导体大不相同。如果组装好的最终产品不打算采用敷形涂覆，那么对于应用在海拔3050米以下的产品，光板的导体间距应当按照这一档要求来设计。见表6-1。

IPC-2221 - 6.3.3 B3-外层导体，未涂覆，海拔高度3050米[10,007英尺]以上 应用在海拔3050米以上未涂覆光板上的外层导体要求比B2类导体更大的电气间距。见表6-1。

IPC-2221 - 6.3.4 B4-外层导体，永久性聚合物涂覆（任何海拔） 当组装好的板子不做敷形涂覆，而在光板上整板涂覆永久性聚合物时，将允许导体间距小于B2和B3类定义的未涂覆板的间距。不做敷形涂覆的组件上焊盘与引线的电气间隙要求列在A6类。(见表6-1)。这种结构不适用于任何需要保护免受苛刻、湿气、污染的环境影响的应用。

最小电气间隙 - 导体间距

一些典型应用是计算机、办公设备、通讯设备等在受控环境中运行的光板，光板的两面都涂覆了永久性聚合物。焊接组装之后不再做敷形涂覆，因此焊点没有任何覆盖。

注：为了保证该类型达到电气间隙要求，除焊接盘之外的所有导体应当被完全覆盖。

IPC-2221 - 6.3.5 A5-外层导体，组件经敷形涂覆（任何海拔） 装好的最终组件要做敷形涂覆的外层导体，应用在任何海拔高度，要求达到该类型规定的电气间隙。

整个最终组件采用敷形涂覆的典型应用是军事产品。除了用作阻焊剂，永久性聚合物涂覆不是很常用。如果两者同时使用，必须考虑永久性聚合物与敷形涂覆的兼容性。

IPC-2221 - 6.3.6 A6-外部元器件引线/端子，未涂覆，海拔高度3050米[10,007英尺]以下 没有敷形涂覆的外部元器件引线/端子，要求达到该类型规定的电气间隙。

典型应用与前面B4类一样。B4/A6组合最常见于商业、无害环境应用中，为了获得高导体密度的好处，而采用永久性聚合物涂覆（也可称阻焊剂），或对元器件返工维修的可接受性不做要求的场合。

IPC-2221 - 6.3.7 A7-外部元器件引线/端子，敷形涂覆（任何海拔） 如光板上暴露的导体与涂覆的导体相比一样，涂覆的元器件引线和端子所需要的电气间隙小于未涂覆的引线和端子。

表 6-1 导电电气间距

导体间电压 (直流 或交流峰 值)	最小间距						
	光板				组件		
	B1 ¹	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0-15	0.05 mm [0.002 in]	0.1 mm [0.004 in]	0.1 mm [0.004 in]	0.05 mm [0.002 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]
16-30	0.05 mm [0.002 in]	0.1 mm [0.004 in]	0.1 mm [0.004 in]	0.05 mm [0.002 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.25 mm [0.00984 in]	0.13 mm [0.00512 in]
31-50	0.1 mm [0.004 in]	0.64 mm [0.025 in]	0.64 mm [0.025 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.13 mm [0.00512 in]
51-100	0.1 mm [0.004 in]	0.64 mm [0.025 in]	1.5 mm [0.0591 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.13 mm [0.00512 in]	0.5 mm [0.020 in]	0.13 mm [0.00512 in]
101-150	0.2 mm [0.0079 in]	0.64 mm [0.025 in]	3.2 mm [0.126 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.4 mm [0.016 in]
151-170	0.2 mm [0.0079 in]	1.25 mm [0.0492 in]	3.2 mm [0.126 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.4 mm [0.016 in]
171-250	0.2 mm [0.0079 in]	1.25 mm [0.0492 in]	6.4 mm [0.252 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.4 mm [0.016 in]
251-300	0.2 mm [0.0079 in]	1.25 mm [0.0492 in]	12.5 mm [0.4921 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.4 mm [0.016 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.8 mm [0.031 in]
301-500	0.25 mm [0.00984 in]	2.5 mm [0.0984 in]	12.5 mm [0.4921 in]	0.8 mm [0.031 in]	0.8 mm [0.031 in]	1.5 mm [0.0591 in]	0.8 mm [0.031 in]
≥500 See para. 6.3 For calc.	0.0025 mm/ volt	0.005 mm/ volt	0.025 mm/ volt	0.00305 mm/ volt	0.00305 mm/ volt	0.00305 mm/ volt	0.00305 mm/ volt

注1. 这些值是设定为环氧基树脂玻璃纤维系统，其它的系统可能有不同的值。

索引

主题	章节	主题	章节
可接受性 (说明)	1.5.1.2	元器件 (续)	
验收条件	1.5.1	非架高的	7.2.2.1
粘合剂, 粘接	7.2.2, 7.5.3, 8.1, 8.6	焊接后的引线剪切	7.3.5.9
面阵列,		引线跨越导体	7.1.3
球栅阵列	8.3.12	安装限位装置	7.1.6.1
条形码/二维码标记	10.5.5.1	方向	7.1.1
金属基材, 铜	5.2.1, 8.2.2, 9.10, 9.11	固定	7.2
弯曲, 引线	4.5.2, 7.1.2.1, 7.1.2.2	叠装	8.3.2.9.3
双叉接线柱	6.1.1.3, 6.9	支撑孔	7.3
起泡	10.2.2, 10.7.2	立碑	8.3.2.9.4
吹孔, 针孔	5.2.2	非支撑孔	7.4
板簧片	9.8	底面朝上贴装	8.3.2.9.2
板销	7.1.8, 8.5	导体/焊盘损伤	10.3
粘接, 点	7.5.3	敷形涂覆	10.8
粘接, 粘合剂	7.2.2, 7.5.3, 8.1, 8.6	连接器插针	4.3
弓曲和扭曲	10.2.7	连接器	4.3, 7.1.8, 8.5
桥接 (焊料)		污染	3.3.3, 10.1, 10.6
焊料	5.2.7.2	花瓣形翻边	6.1.4
空洞, 起泡, 分层	10.2.2, 10.4.2, 10.7.2, 10.8.2, 10.9	铜, 金属基材	5.2.1
毛刺	9.3, 9.5, 10.2.6, 10.4.1, 10.7.4	腐蚀	7.5.1, 10.6.5
线缆扎线带, 结点扎线带	4.4.1, 4.5.1, 4.5.3, 4.5.5	覆盖, 涂覆层	10.8.2
碳酸盐	10.6.3	微裂纹	10.2.1
氯化物	10.6.3	白色残留物	10.6.3
周围润湿	7.3.5, 7.4.5	损伤	
分级 (1, 2, 3级)	1.3	烧焦	9.3, 9.5, 10.2.6, 10.4.1, 10.7.4
清洗, 截留的清洗剂	10.7.2	元器件	7.1.2.4, 8.2.2, 9
间隙		导体	10.3
元器件的安装	7.1.6, 7.3.1, 7.3.2, 7.3.5.8	连接器	9.5
电气	1.8.4, 4.1.1,	连接器插针	9.11
绝缘	6.2.2, 12	EOS/ESD	3.1
弯折	7.3.4, 7.4.4	绝缘皮	6.2.1, 11.1.9
冷焊接连接	1.6.2, 5.2.5	标签	10.5.5
元器件		焊盘	10.3.2
公告板	8.3.2.9.1	引线	7.1.2.3, 8.2
连接器	4.3, 7.1.8, 8.5	阻焊膜	10.7
损伤	9.5	接线柱	6.1.1
架高的	7.2.2.2	线束	4.4.2.1
散热装置	4.1.3, 7.1.5, 7.5.2, 9.12	缺陷条件	1.5.1.3
大功率元器件	4.1.3	分层	10.2.2
孔阻塞	4.1.2, 7.1.4	DIP, 双列直插封装	7.1.5, 7.4.4
		边缘夹簧	6.16
		板边连接器引针	4.3.1, 9.9

索引 (续)

主题	章节	主题	章节
电气间隙	1.8.4	引线	
电气过载, EOS	3.1.1	弯曲, 成形, 缠绕	4.5.2, 7.1.2
静电释放, ESD	3.1.2	弯折	7.3.4, 7.4.4
架高的元器件	7.2.2.2	损伤	6.3.2, 7.1.2.4, 8.2.2
导线末端, 线头	11.1.3	伸出	7.3.3, 7.4.3
蚀刻标记	10.5.1	引线弯曲处的焊料	7.3.5.6, 8.3.5.5, 8.3.6.5
焊料过量	5.2.7	应力释放	6.5, 6.15, 7.1.2.3
暴露的金属基材/表面涂层	5.2.1	放大装置	1.12.2
伸出, 镀钉	4.1.5	标记	
簧片, 板	9.8	条形码	10.5.5.1
吸锡器	3.1.1	元器件	7.1.1.1, 8.3.12.6, 9.3
填充, 垂直	7.3.5.1	蚀刻	10.5.1
手指套, 手套	3.3.3, 3.3.6	标签	10.5.5
剥落	9.3, 10.7.2, 10.8.2	激光	10.5.4
挠性套管绝缘	6.2.3	丝印	10.5.2
助焊剂	1.2, 10.6.1, 10.6.4	盖印	10.5.3
破裂	4.3.2, 5.2.9, 6.1.1.2, 7.1.2.2, 7.3.5.9, 9.4	白斑	10.2.1
手套, 手指套	3.3.3, 3.3.6	弯月形绝缘层	1.8.9, 7.3.5.8
晕圈	10.2.4	固定夹	7.2.1
手柄	9.8	免洗	10.6.4
紧固件, 损伤	9.8	导线重叠	1.8.14, 4.1.5.2, 6.2.3.1, 6.6, 6.8.1, 6.9.1, 6.11.1, 6.12.1, 11.1.4, 11.1.5
铆装件	6.1	导线过缠绕	1.8.15, 6.6, 6.8.1
散热装置	4.1.4, 9.12	穿孔接线柱	6.11, 6.15
钩形接线柱	6.12	通孔再流焊	1.8.11
绝缘皮		针孔, 吹孔	5.2.2
间隙	6.2.2, 11.1.3, 12	压接插针	9.10
损伤	4.4.1, 4.5.1, 6.2.1, 6.2.1.2, 6.2.3.2, 9.3, 11.1.7, 11.1.9	主面	1.8.1.1, 5.2.11, 7.3.5.1
挠性套管	6.2.3.1	主面/焊接终止面 (定义)	1.8.1.1
连接处	4.1.4.2, 7.3.5.10, 7.5, 8.6, 12	制程警示 (定义)	1.5.1.4
通孔再流焊	1.8.7, 7.3.5	伸出	7.3.3, 7.4.3
跳线	7.5, 8.6	布线, 跳线	4.5, 7.5.2
标签, 标记	10.5.5	丝印标记	10.5.2
连扎	4.4.2	辅面	5.2.11, 7.3.5.4, 7.3.5.10, 7.3.5.12, 7.4.5
焊盘损伤	10.3	辅面/焊接起始面 (定义)	1.8.1.2
激光标记	10.5.4	串联连接接线柱	6.15
		松弛, 导线	7.5.2, 11.1.7
		套管, 挠性	6.2.3

索引（续）

主题	章节	主题	章节
焊料球	5.2.7.1	接线柱（续）	
冷焊	1.8.2, 5.2.5	穿形孔	6.11
焊锡杯接线柱	6.13	串联连接	6.15
焊接终止面/ 主面（定义）	1.8.1.1	细导线	6.14
焊料过量	5.2.7	锡杯	6.13
吸锡器	3.1.1, 3.2	铆装	6.1
阻焊膜		塔形	6.8
脱落	10.7.3	导热复合材料	4.1.4.1
空洞/起泡	10.7.2	螺钉伸出部分	4.1.5
皱褶/裂纹	10.7.1	螺纹紧固伯	4.1.5
伸出	5.2.10	倾斜	7.1.5, 7.1.6, 7.1.8, 8.3
泼锡	5.2.7.3	扭矩	4.1.5.1
接触元器件	7.3.5.7, 8.2.1	匝间空隙	11.1.2
锡网	5.2.7.3	塔形连接柱	6.8
焊接起始面/ 辅面（定义）	1.8.1.3	垂直填充	7.3.5.1
限位装置，元器件的安装	7.1.6.1	显布纹/露织物	10.2.3
花瓣形翻边	6.1.4	润湿	
结点扎带，线缆扎带	4.4.1, 4.5.1, 4.5.5	孔壁	7.3.5.1
加固，导线	6.9.2, 7.5.3, 8.6	焊盘	7.3, 7.4
盖印	10.5.3	接线柱	6.7
静电消除/屏蔽	3.1.4	白色残留物	10.6.3
接线柱		线径	1.8.3
双叉形	6.9	理线	11.1.6
钩形	6.12	导线捆焊	7.2.3
引线放置	6.6	导线松弛	7.5.2, 11.1.7



Standard Improvement Form

IPC-A-610G

The purpose of this form is to provide the Technical Committee of IPC with input from the industry regarding usage of the subject standard.

Individuals or companies are invited to submit comments to IPC. All comments will be collected and dispersed to the appropriate committee(s).

If you can provide input, please complete this form and return to:

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105N
Bannockburn, IL 60015-1249
Fax: 847 615.7105
E-mail: answers@ipc.org
www.ipc.org/standards-comment

1. I recommend changes to the following:

- Requirement, paragraph number _____
 Test Method number _____, paragraph number _____

The referenced paragraph number has proven to be:

- Unclear Too Rigid In Error
 Other _____

2. Recommendations for correction:

3. Other suggestions for document improvement:

Submitted by:

Name

Telephone

Company

E-mail

Address

City/State/Zip

Date

Put IPC MEMBERSHIP to WORK for your COMPANY

Choose the Best Membership Option for Your Company

With a growing portfolio of member benefits and products and services, IPC provides membership options that deliver savings on key products and services. Whether you prefer IPC's Classic Membership, or need the added focus of technology or business-related products and services, IPC has a membership option for you.

Classic Membership

IPC's Classic Membership provides core benefits to all employees at the company site or facility:

- 24/7 online access to members-only resources
- One single-user download of each new/revised IPC standard within 90 days of publication
- 50% discount on IPC standards
- Significant discounts on IPC publications and training materials
- Significant discount on exhibiting at IPC events, including IPC APEX EXPO
- Reduced registration rates on IPC conferences and other educational events
- Access to participate in IPC market research studies (free reports to participating companies)

Business Package

Offering all of the benefits of IPC's Classic Membership, the Business Package Membership provides additional benefits valued at more than \$2,300:

- One All Access Package registration to IPC APEX EXPO®
- One registration to IPC's annual Capitol Hill event
- One registration to an IPC management/business conference
- One copy of a Fast Facts market research study

Technology Package

Offering all of the benefits of IPC's Classic Membership, the Technology Package Membership provides additional benefits valued at more than \$2,300:

- One All Access Package registration to IPC APEX EXPO®
- Choice of one registration to IPC TechSummit or two registrations to other IPC conferences
- One copy of *IPC International Technology Roadmap for Electronic Interconnections*
- Two registrations to IPC technology webinars

Business & Technology Package

Get the most value from your IPC membership with the Business & Technology Package that builds on IPC's Classic Membership, plus:

- Two All Access Package registrations to IPC APEX EXPO
- Choice of one registration to IPC TechSummit or two registrations to other IPC conferences
- One registration to IPC's annual Capitol Hill event
- One copy of IPC International Technology Roadmap for Electronic Interconnections
- One registration to an IPC management/business conference
- Two registrations to IPC technology webinars
- One copy of a Fast Facts market research study

Enterprise Package

For companies that recognize the importance of giving multiple company locations access to IPC membership benefits, the Enterprise Package provides Classic Membership to all employees at select locations, plus:

- Additional membership discounts beyond Classic Membership
- Unlimited complimentary admission to quarterly webinars
- 50% registration discount to all official IPC events in North America and Europe

Put the resources of the entire industry behind your company by joining IPC today!
Learn more at www.ipc.org/membership.



Why upgrade now?

When you upgrade your membership, you receive complimentary access to key IPC events and relevant technology or market information that can help you advance your business goals and enhance competitiveness – all at a savings of more than \$1,000 compared to à la carte pricing. Plus, because events are bundled into your membership, you can enjoy the convenience of going through the budgetary approval process only one time instead of several times a year.

Even if your membership anniversary is months away, you can take advantage of the added value of IPC's new membership packages today! Your current membership will be prorated and applied to your new membership package.

Use this helpful chart to compare the features of IPC's membership bundles; then select the best one for your company.

Features	Classic Membership	Technology Package	Business Package	Business & Technology Package
24/7 online access to members-only resources	x	x	x	x
One single-user download of each new or revised IPC standard within 90 days of publication (with approximately 50 standards documents developed annually, that represents an average savings of more than \$2,400 each year)	x	x	x	x
50% discount on IPC standards	x	x	x	x
Significant discounts on IPC publications and training materials	x	x	x	x
Significant discount on exhibiting at IPC events, including IPC APEX EXPO	x	x	x	x
Reduced registration rates on IPC conferences and other educational events	x	x	x	x
Access to participate in IPC market research studies (along with complimentary report for each study in which company participates)	x	x	x	x
One All Access Package registration to IPC APEX EXPO		x	x	Includes two registrations
Your choice of one registration to IPC TechSummit or two registrations to other IPC technical conferences		x		x
One registration to IPC's annual Capitol Hill event			x	x
One copy of <i>IPC International Technology Roadmap for Electronic Interconnections</i>		x		x
One registration to an IPC management/business conference			x	x
Two registrations to IPC technology webinars		x		x
One copy of a Fast Facts market research study			x	x

Enterprise Package — For companies that recognize the importance of giving multiple company sites access to IPC membership benefits, the **Enterprise Package** provides Classic Membership to employees at select locations, plus additional discounts, unlimited complimentary admission to quarterly webinars and 50% registration discount to all official IPC events in North America and Europe

For more information about IPC's membership options and packages, visit www.ipc.org/membership or contact the Member Success team at membership@ipc.org.

IPC — Association Connecting Electronics Industries® Headquarters
3000 Lakeside Drive, Suite 105 N, Bannockburn, IL 60015

www.ipc.org
+1 847-615-7100 tel
+1 847-615-7105 fax

Visit www.IPC.org/offices for the locations of IPC offices worldwide.

“Juki gets tremendous value from our IPC membership ... we get quarterly market data which would cost us thousands of dollars if we commissioned it on our own. The industry standards generated by IPC committees allow us to design our equipment with certainty that it will meet industry requirements. The returns for our company are so great, they are beyond calculable.”

Bob Black
President and CEO
Juki Automation Systems Inc.



Application for Site Membership

www.ipc.org/membership

Thank you for your decision to join IPC. Membership is **site specific**, which means that IPC member benefits are available to all individuals employed at the site designated on this application.

Company Name

Company URL

Address 1

Address 2/Mail Stop

City

State/Province

Zip Code

Country

Company Phone

Name of Primary Contact

Phone

Title

E-mail address

Number of Employees at this Site

Number of Employees Corporate-Wide

Billing Contact (if different from Primary above)

Address 1

Address 2

Title

Phone

E-mail address

To best serve your specific needs, please indicate the most appropriate member category for your facility. (Check one box only.)

Board Fabricator/Manufacturer

What products do you make for sale? (check all that apply)

Rigid boards Flexible circuits Rigidflex Printed electronics Other _____

EMS/Assembly/Contract Manufacturer/ODM

Aerospace Automotive Communications Computer & Business equipment Consumer

Defense/military Industrial Medical/Instrument Other _____

Wire Harness Manufacturer

OEM

Aerospace Automotive Communications Computer & Business equipment Consumer

Defense/military Industrial Medical/Instrument Other _____

What is your company's primary product line? _____

Supplier

Which industry segment(s) do you supply?

Supplier to Board Fabricator industry: materials or equipment

Supplier of assembly materials or equipment

Supplier – Services and Other

What products do you supply? _____

Other

Government Military Media Academia Non-profit Associations



Application for Site Membership

Membership Packages and Dues

Membership will begin the day the application and dues payment are received, and will continue for one or two years (savings of 10%) based on the choice indicated below. All fees are quoted in U.S. dollars.

Please check one:

	Classic Membership		Enterprise Package Please call for a quote
	One year	Two years	
Primary Facility/site: The first site of an organization to join IPC membership	<input type="checkbox"/> \$1,250	<input type="checkbox"/> \$2,250	
Additional Facility/site: Membership for a facility of an organization that has a different location than its Primary Facility membership	<input type="checkbox"/> \$1050	<input type="checkbox"/> \$1,890	
Company with annual revenue of less than \$5 million	<input type="checkbox"/> \$725	<input type="checkbox"/> \$1,305	
Government agency, academic institution or nonprofit organization	<input type="checkbox"/> \$375	<input type="checkbox"/> \$675	
Consulting firm (employing fewer than six individuals)	<input type="checkbox"/> \$725	<input type="checkbox"/> \$1,305	

Explanation of Packages

Classic Membership — *IPC's classic membership provides core benefits to all employees at a company site/facility:*

- 24/7 online access to members-only resources
- One single-user download of each new or revised IPC standard within 90 days of publication
- Significant discount on IPC standards
- Significant discounts on IPC publications and training materials
- Significant discount on exhibiting at IPC events, including the industry's flagship event IPC APEX EXPO
- 25% discount on registration rates on IPC conferences and other educational events
- Access to participate in IPC market research studies (along with a complimentary report for each study in which company participates)

Enterprise Package — *For companies that recognize the importance of giving multiple company locations access to IPC membership benefits, the Enterprise Package provides Classic Membership to employees at select locations.*

Payment Information

(Purchase orders not accepted as a form of payment)

Enclosed is a check for \$_____ Bill credit card: (check one)

MasterCard AmericanExpress Visa DinersClub

Card No. _____ Expiration Date _____ Security Code _____

Authorized Signature _____

Mail application with check or money order to:
IPC
3491 Eagle Way
Chicago, IL 60678-1349
www.ipc.org

***Fax/Mail application with credit card payment to:**
IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105 N
Bannockburn, IL 60015
Tel: +1 847-615-7100
Fax: +1 847-615-7105
**Overnight deliveries to this address only.*

Contact membership@ipc.org for wire transfer details.

Please attach business card
of primary contact here



GET AHEAD ...

with IPC Training & Certification Programs

Smart decisions and top-notch quality are critical to success — particularly in the highly competitive, ever-changing electronic interconnection industry. Training alone may help with your quality initiatives, but when key employees actually have an industry-recognized certification on industry standards, you can leverage that additional credibility as you pursue new customers and contracts.

Through its international network of licensed and audited training centers, IPC – Association Connecting Electronics Industries® offers globally recognized, industry-traceable training and certification programs on key industry standards. Developed by users, academics and professional trainers, IPC programs reflect a standardized industry consensus. In addition, the programs are current: Periodic recertification is required, and course materials are updated for each document revision with support from the same industry experts who contributed to the standard.

Why Pursue Certification?

Investing in IPC training and certification programs can help you:

- Demonstrate to current and potential customers that your company considers rigorous quality control practices very important.
- Meet the requirements of OEMs and electronics manufacturing companies that expect their suppliers to have these important credentials.
- Gain valuable industry recognition for your company and yourself.
- Facilitate quality assurance initiatives that have become important in international trading.

Choose From Two Levels of Certification

Two types of certification are available, each of which is a formal credential granted to the individual in the same manner as a degree from a college or trade school.

Certified IPC Trainer (CIT) — Available exclusively through IPC authorized training centers, CIT certification is recommended for individuals in companies, independent consultants and faculty members of education and training institutions. Upon successful completion of this train-the-trainer program, candidates are eligible to deliver CIS training. They also receive materials for conducting application-level (CIS) training.

Certified IPC Application Specialist (CIS) — CIS training and certification is recommended for any individual who uses a standard, including operators, inspectors, buyers and management.

Earn Credentials on Five Key IPC Standards

Programs focused on understanding and applying criteria, reinforcing discrimination skills and supporting visual acceptance criteria in key standards include:

- IPC-A-610, *Acceptability of Electronic Assemblies*
- IPC-A-600, *Acceptability of Printed Boards*
- IPC/WHMA-A-620, *Requirements and Acceptance for Cable and Wire Harness Assemblies*

Programs covering standards knowledge plus development of hands-on skills include:

- J-STD-001, *Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies*
- IPC-7711/IPC-7721, *Rework of Electronic Assemblies/Repair and Modification of Printed Boards and Electronic Assemblies*

Get Started by Contacting Us Today

More than 250,000 individuals at thousands of companies worldwide have earned IPC certification. Now it's your turn! For more information, including detailed course information, schedules and course fees, please visit www.ipc.org/certification to find the closest authorized training center.



Photo courtesy of
Electronics Yorkshire



COPYRIGHT 1994

1.012.0284 - A

MODEL 0284

Association Connecting Electronics Industries



3000 Lakeside Drive, Suite 105 N
Bannockburn, IL 60015 USA

+1 847-615-7100 tel
+1 847-615-7105 fax
www.ipc.org

ISBN #978-1-61193-334-5