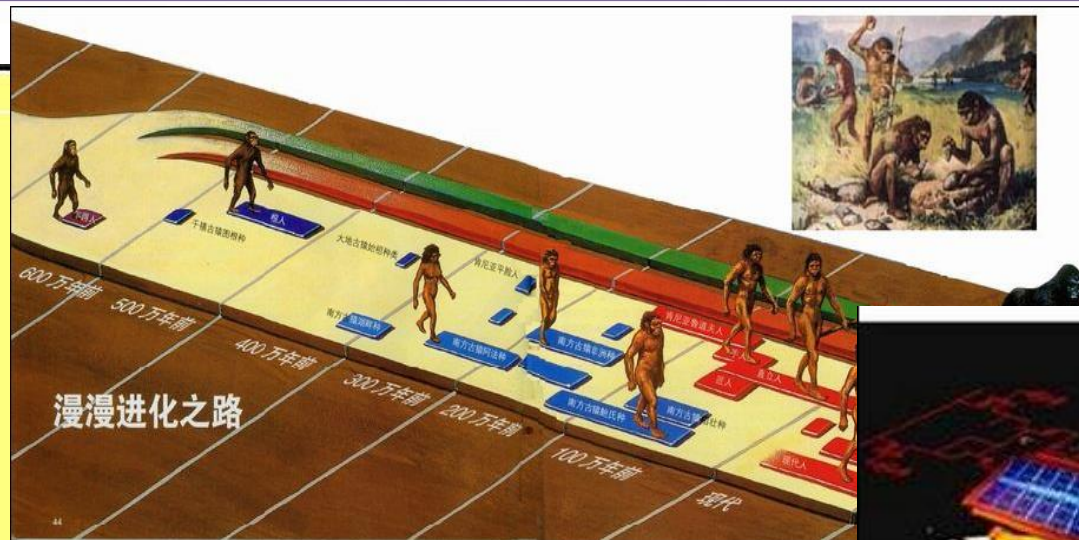
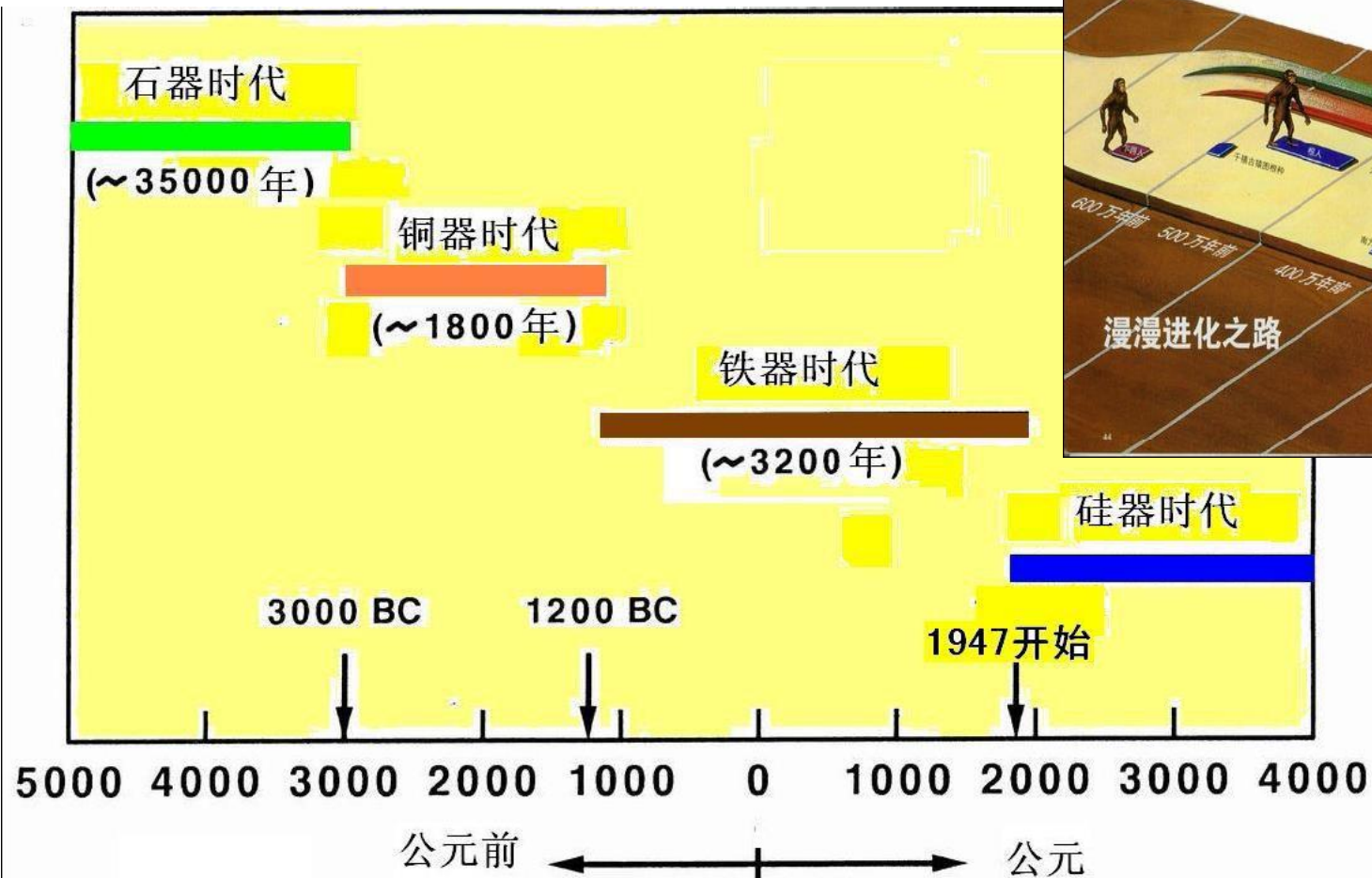


电子技术与工艺训练

——电子工艺概述

引言



问题：地球人均有多少晶体管？

1.1 什么是电子工艺?

玉不琢
不成器

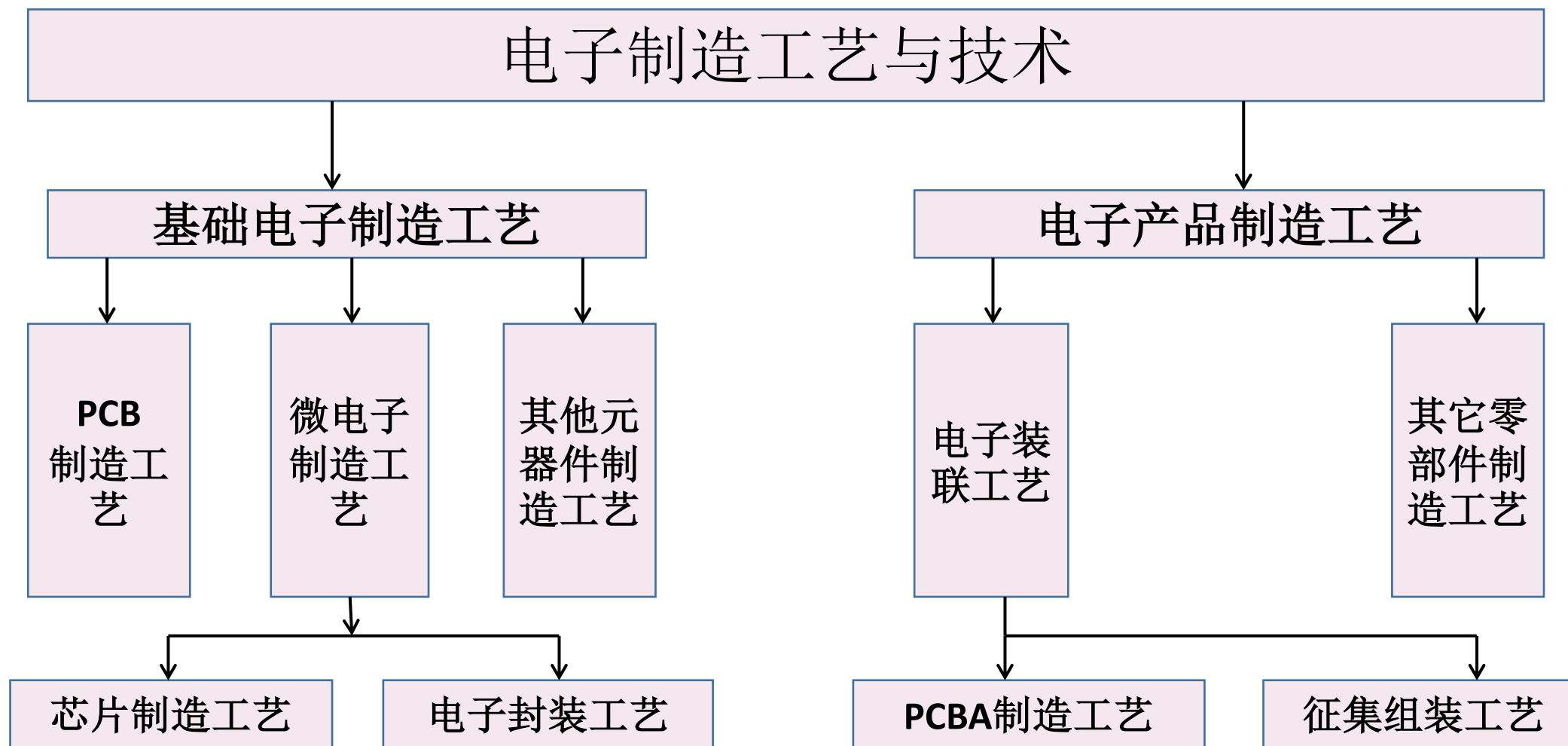
工艺：是生产者利用**生产设备和生产工具**，对各种**原材料、半成品**进行**加工或处理**，使之最后成为符合**技术要求和产品**的艺术（**程序、方法、技术**）。

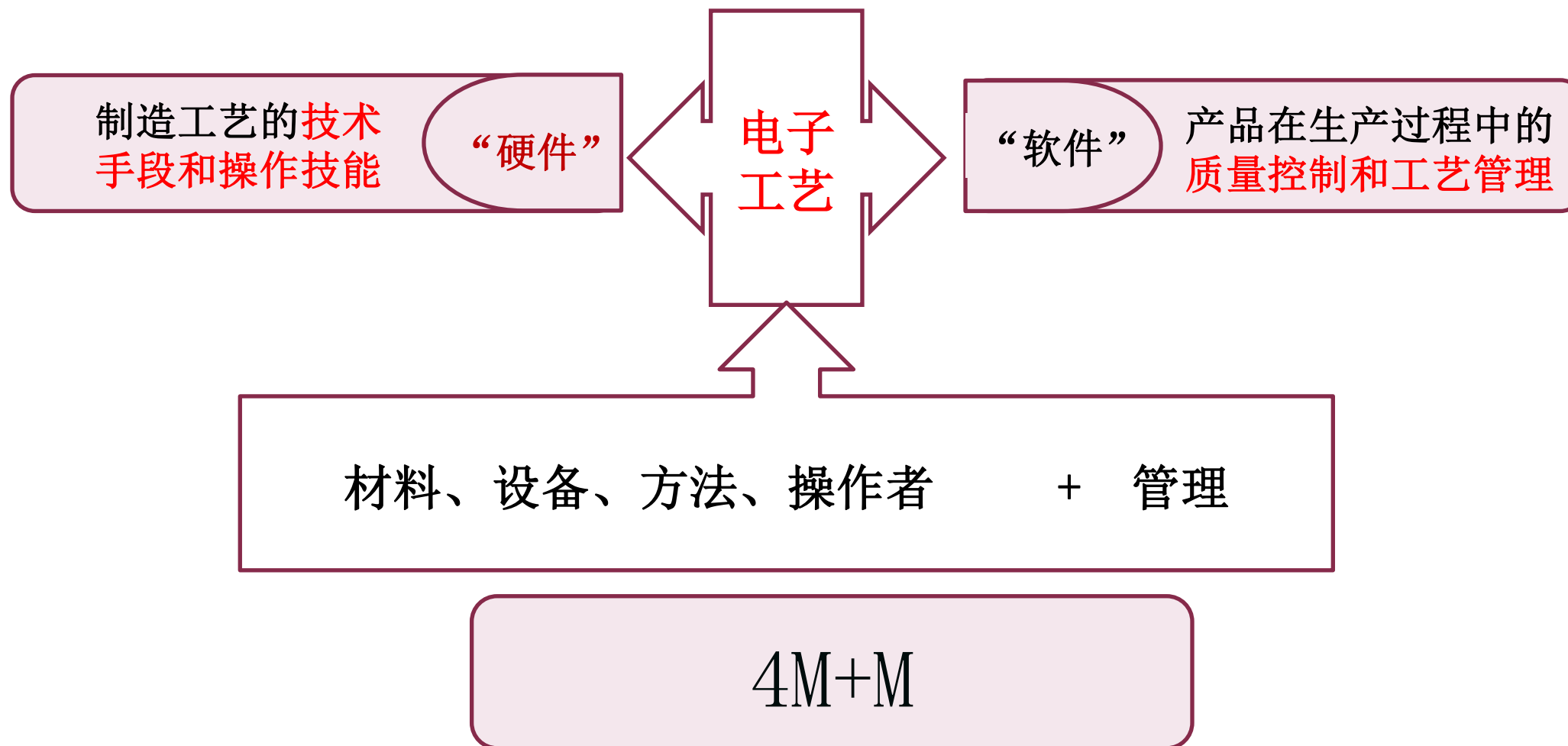
发源于个人的
操作经验
和**手工技能**。

是人类在生产中不断积累起来的并经过总结的**操作经验**和**技术能力**。



电子工艺：电子整机产品制造工艺





材料 (Material)

- 包括电子元器件、导线类、金属或非金属材料、零部件、结构件
- 以微处理器为核心的集成电路技术是信息产业的核心技术之一,世界上最先进的技术都集中在IC芯片中。

集成电路在电子整机中的价值已经从1987年的10%，上升到1995年的13%，1998年的16%，目前约23%。

- 不仅如此，集成电路在现代国防及未来战争中也具有重要地位。

军舰	战车	飞机	导弹	航天器
22%	24%	33%	45%	66%

设备 (Machine)

- 电子产品制造过程中使用各种工具、工装、仪器、仪表、机器、设备等。
- 电子产品工艺技术的提高，产品质量和生产效率的提高，主要依赖于生产设备技术水平和生产手段的提高。

方法 (Method)

- “方法” 都是至关重要的——对电子材料的利用、对工具设备的操作、对制造过程的安排、对生产现场的管理。
- 作业的标准化、规范化（装配、检验与测试指导书）。
- 过去，电子产品的生产方法比较简单，对于操作者来说，主要表现为个人的经验和技能，“手巧”是对他最高的评价。
- 如今，电子产品制造早已不是个人行为，而是现代化管理体系下团队合作的产物。

人力 (Manpower)

- 电子工业是**劳动密集型**产业，劳动力众多，吸纳大量不同层次人员的就业，**担任重要工作岗位的人员应接受足够的教育和训练。**
- 我国电子工业历经多年的改革开放，逐渐成为了“**世界电子产品制造业的加工厂**”。
- 我国电子产品制造业要从“**来料加工型**”全面转变为“**设计制造型**”，劳动者素质低下就成为发展的瓶颈。
- 我国制造业与西方工业发达国家的差距在人才，其一是**高级管理人员**，其二是**高级工程技术人员**，其三是**高等级技术工人**；要提高中国制造的竞争力，必须着力培育高素质的技术工人队伍。

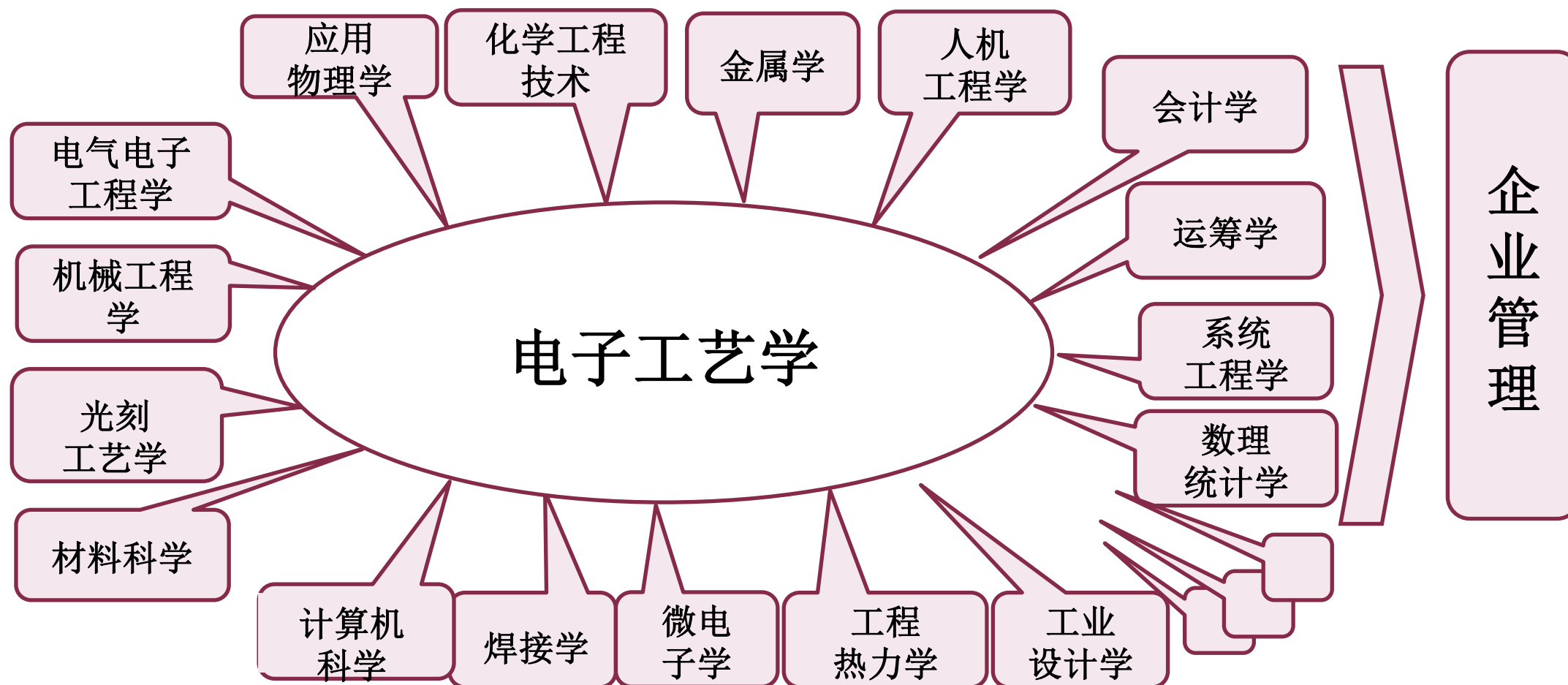
管理 (Management)

- 电子工业是**技术密集型**产业。
- 现代化电子工业的精髓是**科学的生产过程管理**。

- **统计学、运筹学**是现代管理科学的理论基础
- **电脑化、网络化**的过程控制成为电子产品制造企业的管理体系
- **统一的、标准化的、完备的经济管理、技术管理和文件管理**是现代化企业运作的基本模式

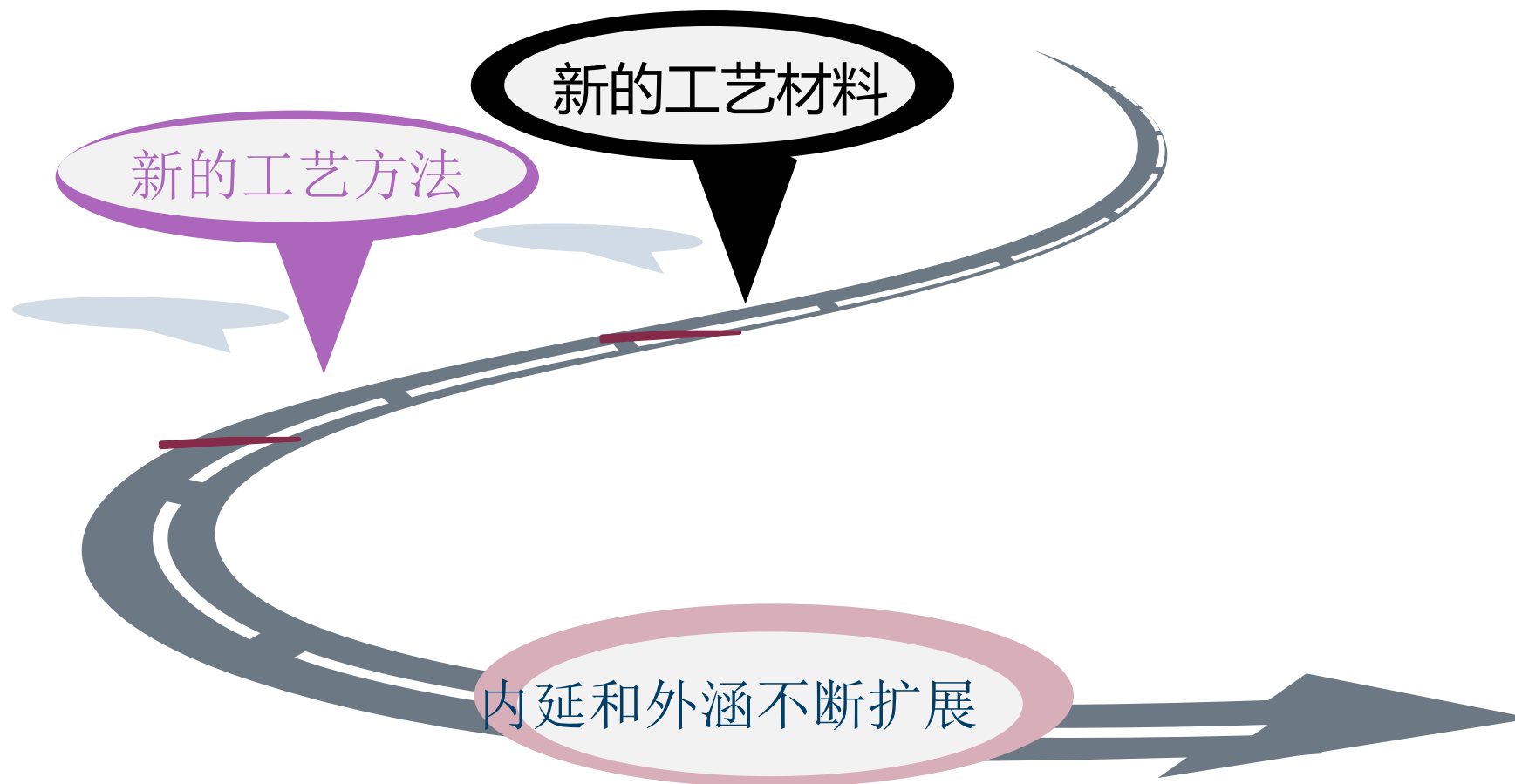
1.2 电子工艺学的特点

1. 涉及众多科学技术领域



2. 形成时间较晚而发展迅速

1970s初步形成



1.3 电子工艺技术人员的工作范围

1.产品研发阶段的工作

- (1) 参与产品研发，确保新产品的工艺性；
- (2) 根据设计文件编制生产工艺文件、指导工人操作；
- (3) 组织试制试产，解决生产中的技术难题；
- (4) 编制设备、仪器的生产、测试规程，确保生产效率和质量。

2.生产阶段的工作

(1) 实施现场工艺规范和工艺纪律管理，培训和指导工人操作；

(2) 控制和改进产品质量。

3.企业发展阶段的工作

(1) 研讨、分析和引进新工艺、新设备，提高企业的工艺技术水平。

电子工艺技术培养目标：懂技术、会操作，
能解决现场技术问题的工艺技术或现场技
术管理人才。

1.4 电子工艺技术的发展历程

- (1) 早期——导线直连技术；
- (2) 最伟大的发明——印制电路；
- (3) 发展契机——晶体管的发明；
- (4) 起飞引擎——集成电路；
- (5) 大发展——通孔安装技术；
- (6) 现代化基础——元器件微型化；
- (7) 当前主流——表面贴装技术；

(1)早期电子管——导线直连技术

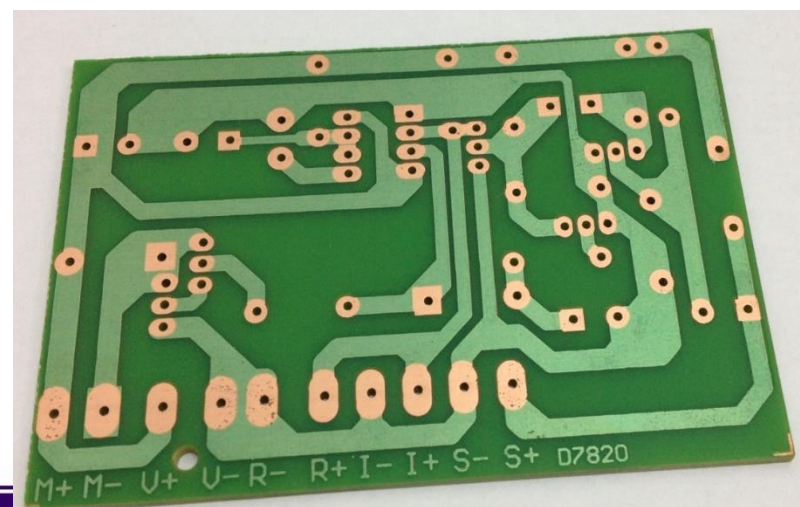
划时代意义：应用导线直连技术的电子管时代虽然很原始，但却开启电子工艺之先河。



1946年2月， 在宾夕法尼亚大学诞生

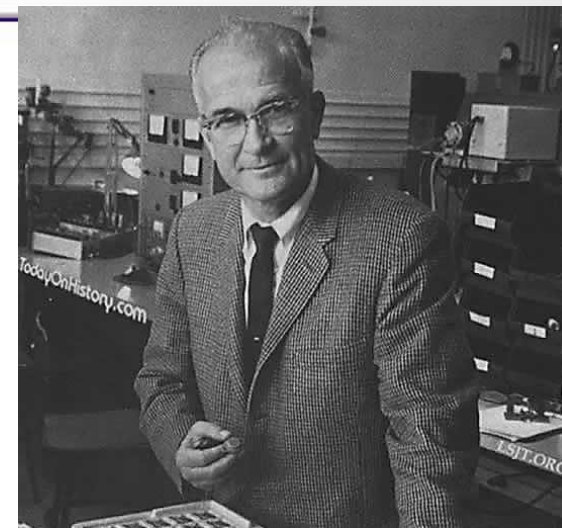
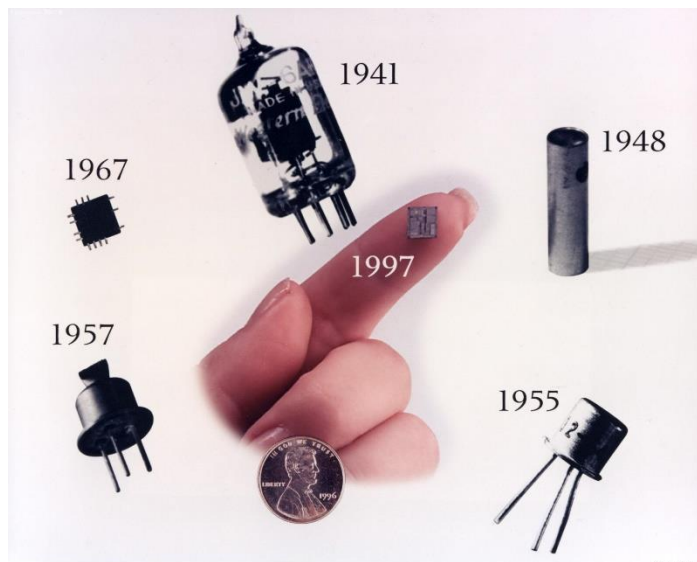
(2) 最伟大的发明——印制电路

- 20世纪50年代到80年代的30多年的主流技术
- **作用：**元器件载体及其相互之间的连接；犹如住宅和道路对人类社会一样重要。
- **意义：**使得电子产品的设计、装配走向标准化、规模化、机械化和自动化，体积减小，可靠性、稳定性高，装配和维修简单。



(3) 发展契机-晶体管的发明

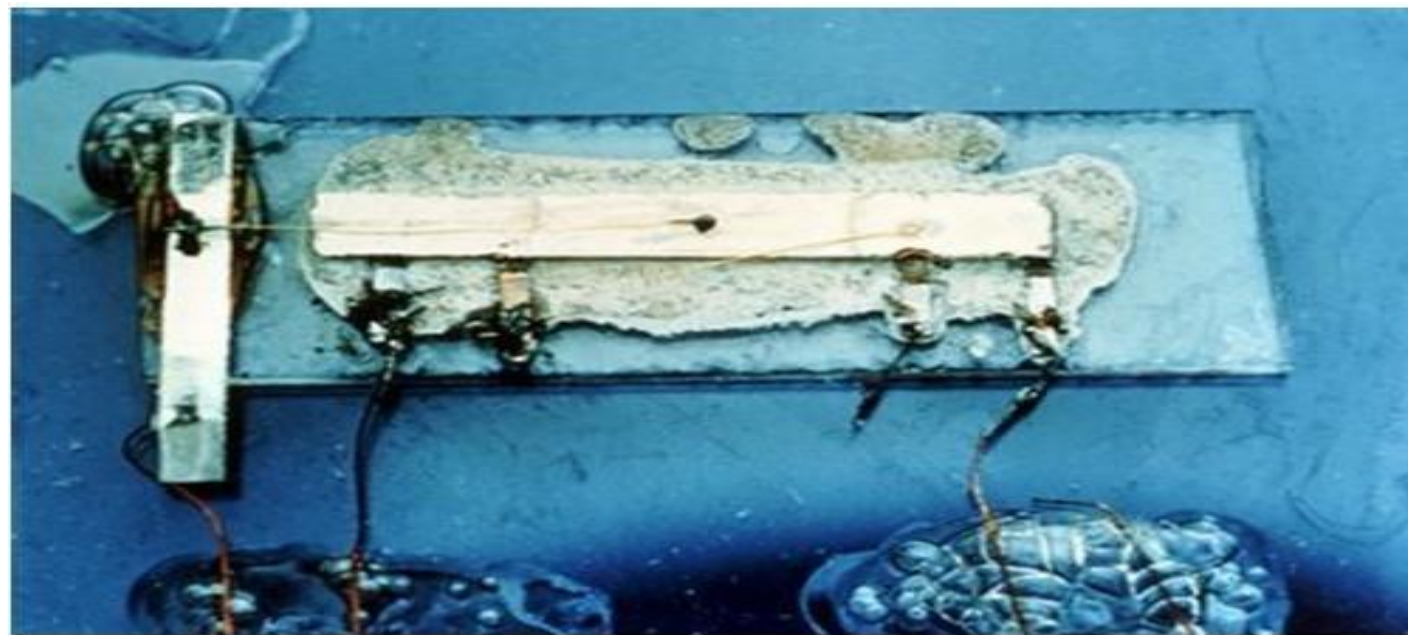
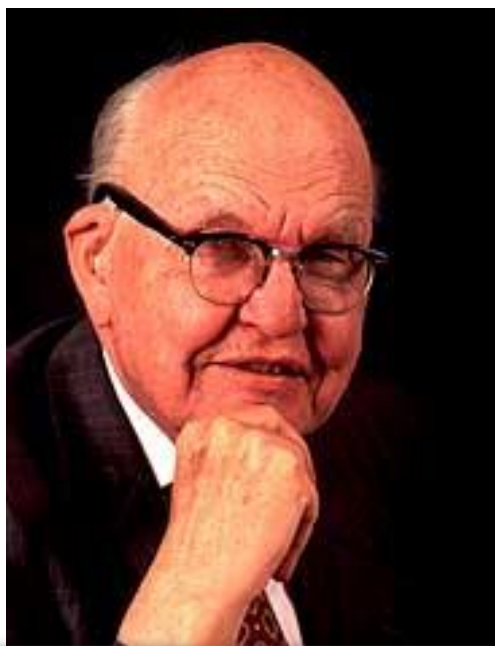
- 1947年，贝尔实验室研制出第一个半导体三极管，开创了人类硅文明的时代。晶体管，没有玻璃管壳，不需要真空，体积很小，生产成本很低，它的寿命比电子管长得多。



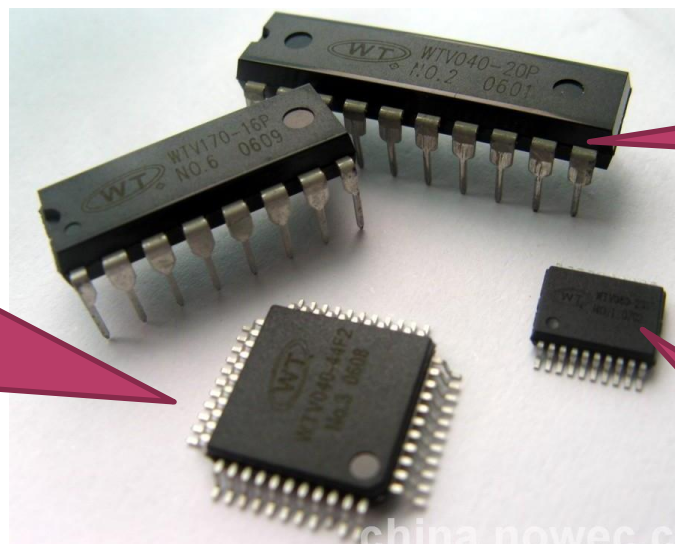
沃特·布拉顿
(Walter Brattain) 成功地在贝尔实验室制造出第一个晶体管。

(4) 起飞引擎——集成电路

1958年9月12日，基尔比研制出世界上第一块集成电路，42年之后，他因为当年伟大的发明登上了诺贝尔物理学奖的领奖台。



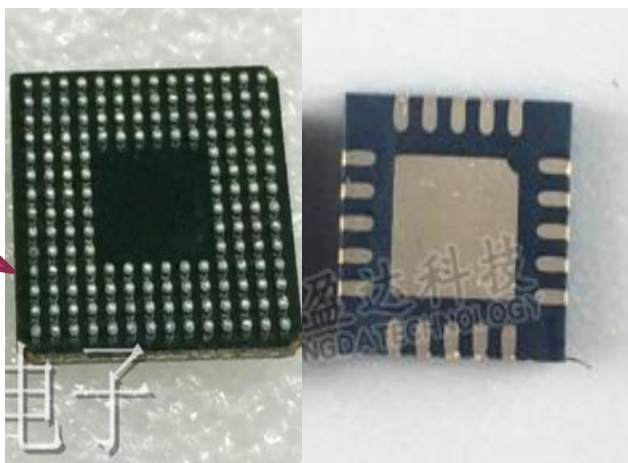
集成电路 (integrated circuit) 是一种微型电子器件或部件。采用一定的工艺，把一个电路中所需的晶体管、二极管、电阻、电容和电感等元件及布线互连一起，制作在一小块或几小块半导体晶片或介质基片上，然后封装在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构；



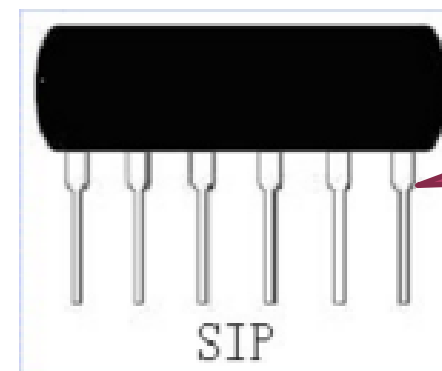
周边引线

双列直插
DIP

双列
引线



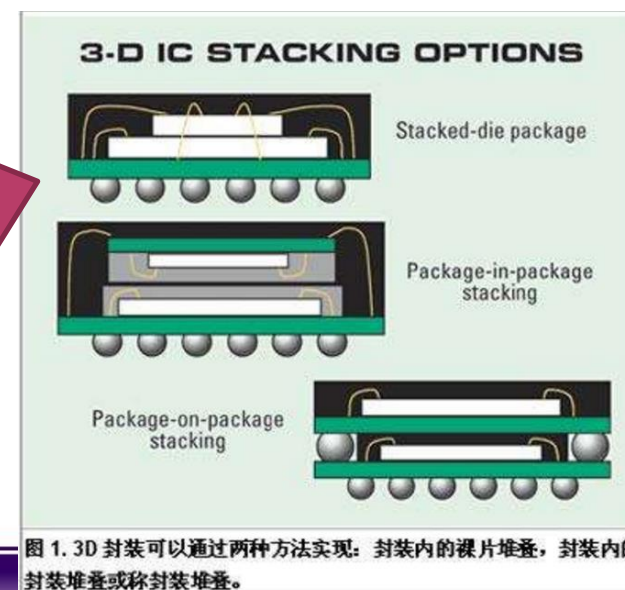
底部
引线



单列直
插SIP

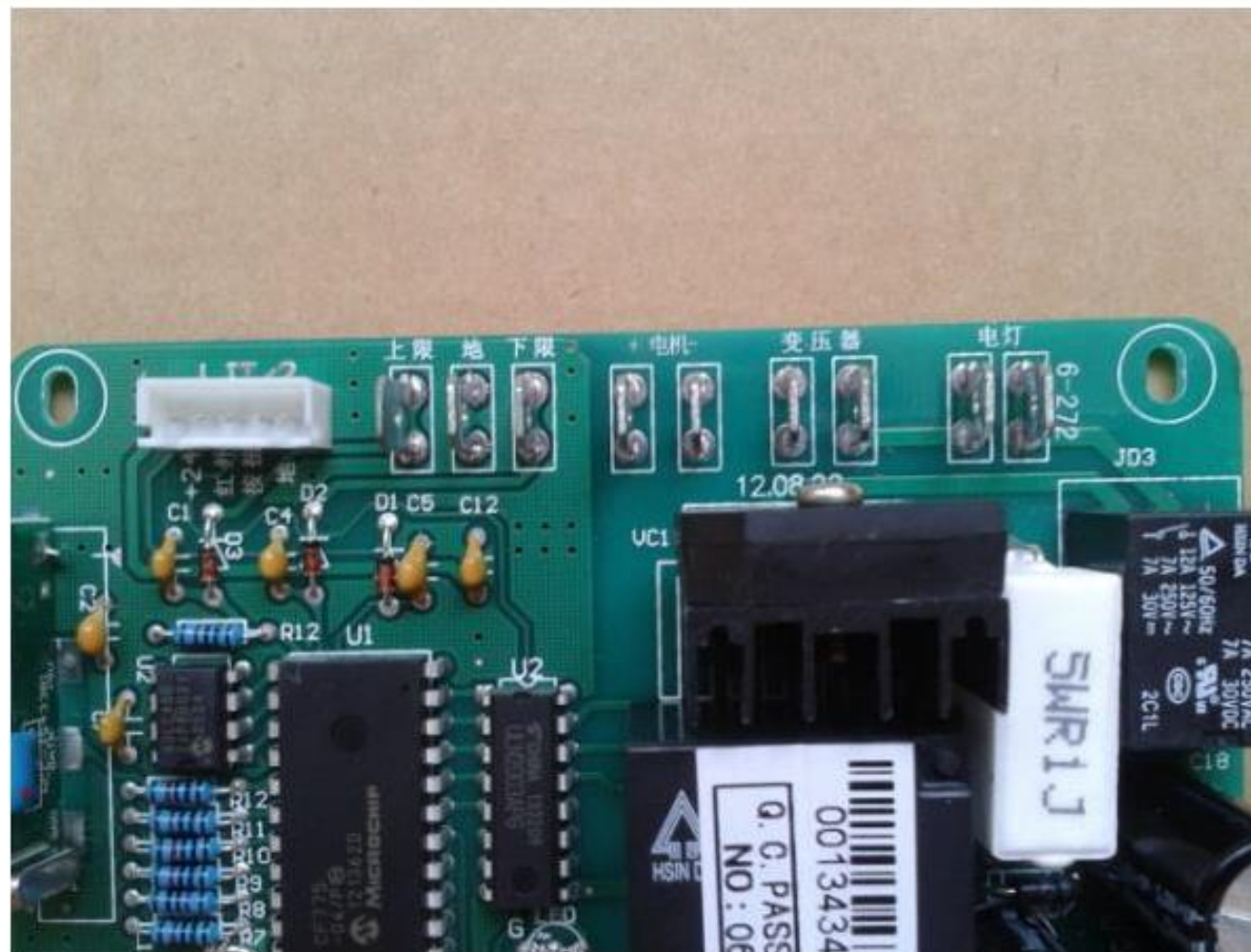
SIP

3D
封装



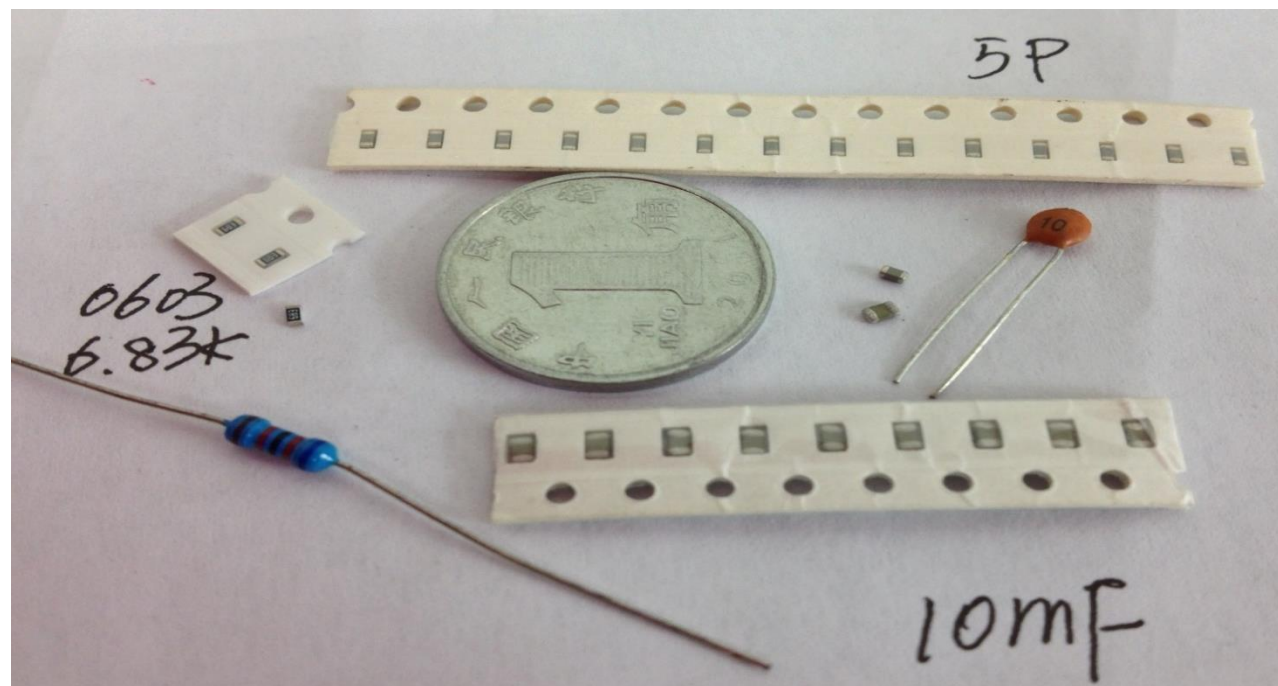
(5) 发展——通孔安装技术

- 20世纪50年代到80年代，规模化生产的初期的关键组装技术
- 局限性
- 优点



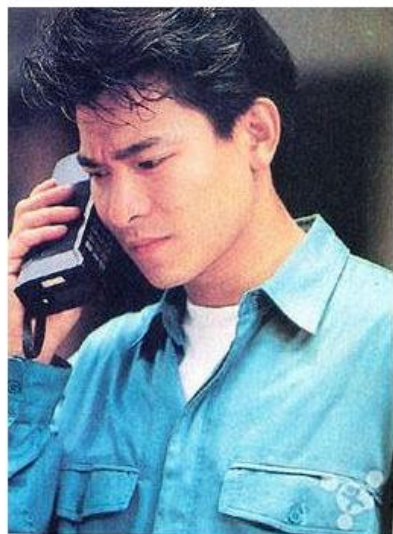
(6) 现代化基础——元器件微型化

- 20世纪80年代以来



(七) 当前主流—表面组装技术 SMT

- 发展：20世纪70年代
- PCB上无需通孔,直接将表面贴装元器件贴、焊到印制电路板表面规定位置上的电路装联技术





火柴/蚂蚁
1cm



1.5 电子信息产业在经济增长中的作用



汽车电子已经占据汽车总体成本的25%以上，高档轿车更是突破了50%。

2009年起，我国成为全球汽车工业产销量第一，并屡次刷新世界纪录。

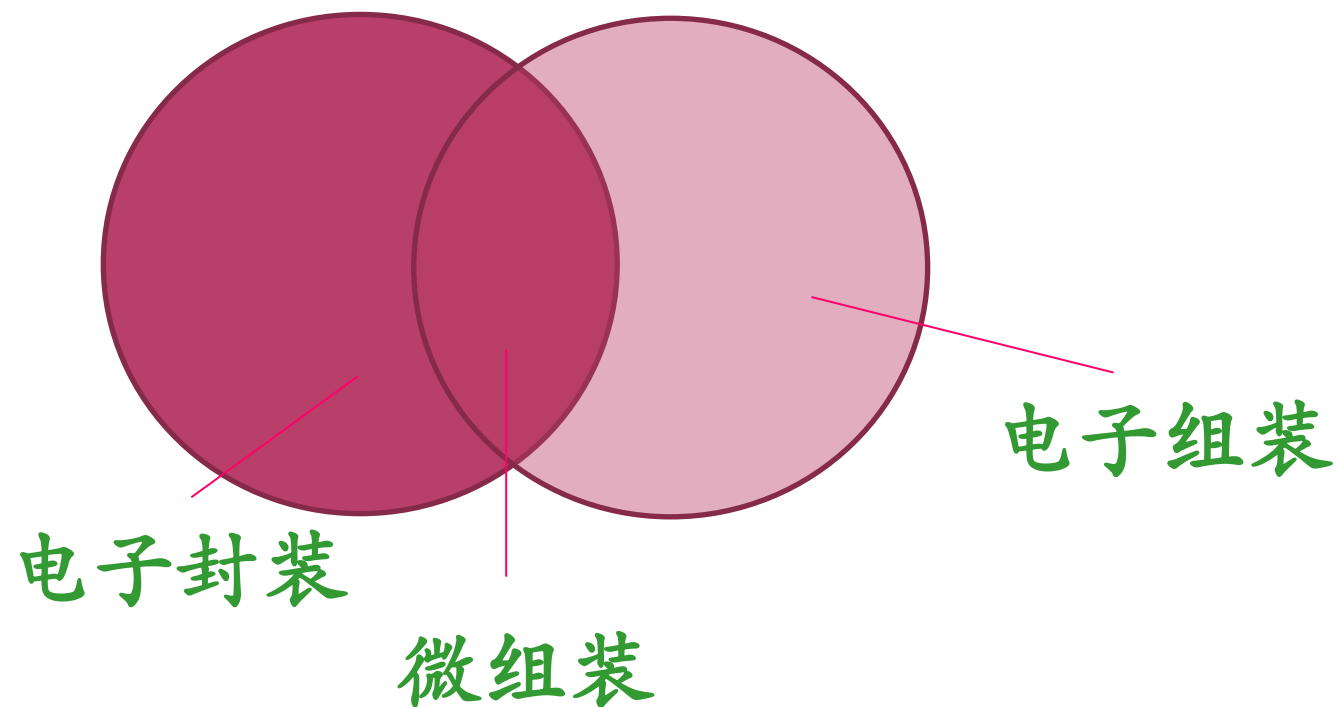
年份	2014	2015	2016	2017
产量（万辆）	8,974	9,078	9,497	9,730
销量（万辆）	8892	8970	9390	9680

2018年我国消费电子产品数据

- 手 机:18亿部, 占全球总产量的90%;
- 计算机: 3亿台, 占全球总产量的90%;
- 彩 电: 2亿台, 占全球总产量的70%。

1.6 电子工艺的发展趋势

潮流一：技术的融合与交汇



潮流二：绿色化

1、无铅（铅锡合金焊料无铅焊料如锡银铜等）

欧洲、日本、美国的法案已经提出限制电子产品中铅的使用。

中国自2006年7月1日禁止电子产品中含有铅、汞、镉、六价铬、聚溴化联苯（PBB）、聚溴化苯基（PBDE）及其它有毒有害物质的含量。

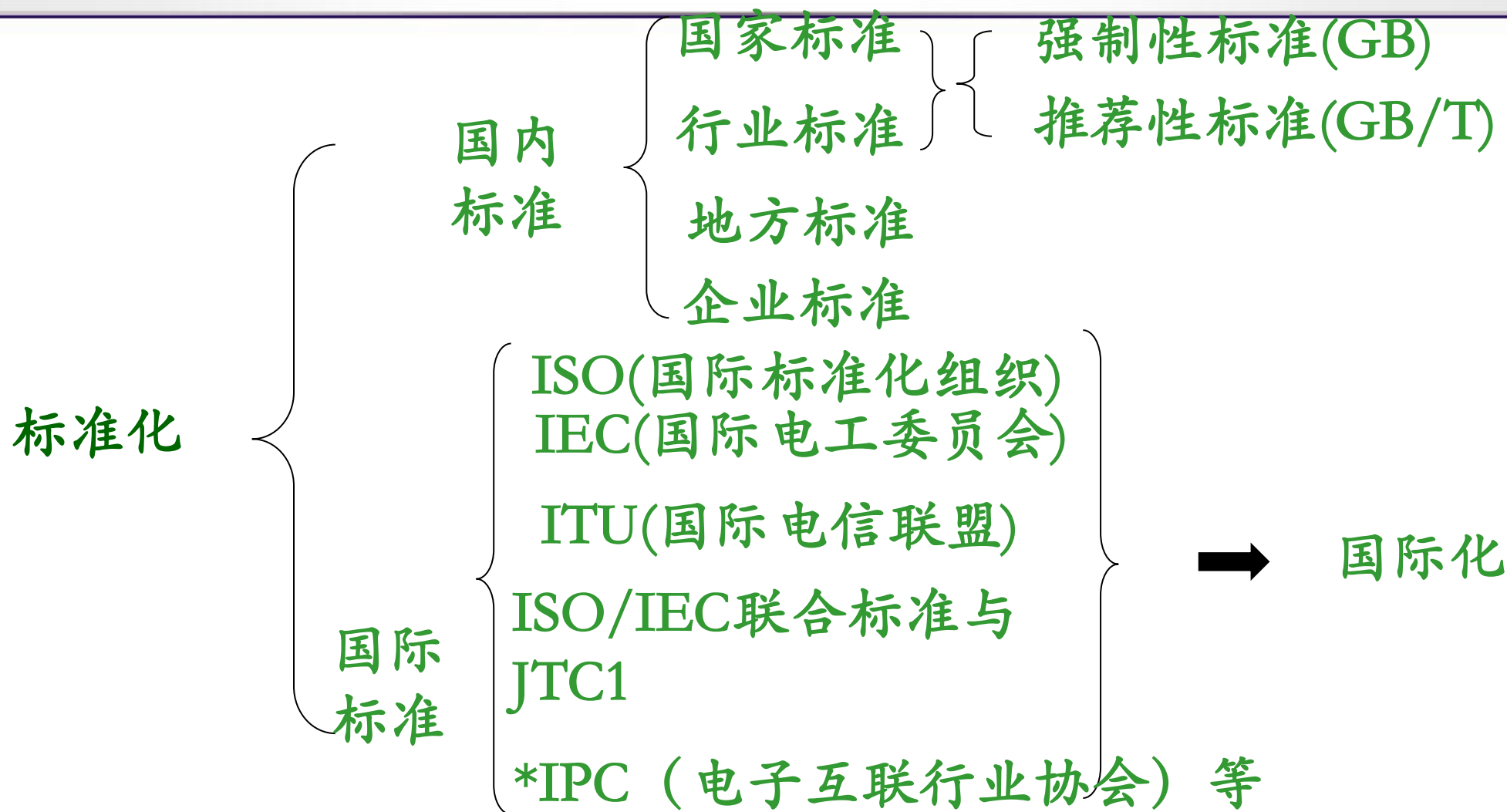
2、无卤（CFC氟氯烃、三氯乙烷为清洗剂，用于装配电路板的焊接后清洗，清除焊接产生残留导电物质和其他污染物，保证产品的长期可靠性免清洗技术等）

大部分有机卤素化合物本身是有毒的，在人体中潜伏可导致癌症，且其生物降解率很低，致使其积累在生态系统中，而且部分挥发性有机卤素化合物对臭氧层有极大的破坏作用，对环境和人类健康造成严重影响。因此，被列为对人类和环境有害的化学品，禁止或限量使用，是世界各国重点控制的污染物。

3.如绿色设计、能源效率、产品回收并大部分循环利用等方面。



潮流三：标准化与国际化



1.7 电子工艺中的静电防护

1. 静电放电及危害

静电:物体表面过剩或不足的静止的电荷.

2. 静电的产生:

(1) 摩擦

(2) 感应

(3) 传导

人体活动	环境湿度	RH	RH
		10-20%	65-90%
在地毯上走动		35,000V	15,000V
在已烯树脂地板上行走		12,000V	250V
在工作台上操作		6,000V	100V
包说明书的已烯树脂封皮		7,000V	600V
从工作台上拿普通塑料袋		20,000V	1,200V
从垫有聚氨基甲酸泡沫的工作椅上站起		18,000V	1,500V

3.静电对电子元件的影响

- 1) 静电吸附灰尘，改变线路间的阻抗，影响产品的功能与寿命。
- 2) 因电场或电流破坏元件的绝缘或导体，使元件不能工作。（完全破坏）
- 3) 因瞬间的电场或电流产生的热，元件受伤，仍能工作，寿命受损

例如：静电对集成电路的影响

➤ 静电是引起集成电路及元器件内部击穿的主要方式。集成电路中CMOS器件耐击穿电压一般在80-100V, VMOS甚至低至20V。

➤ 随着集成度越来越高，集成电路特征尺寸越来越小，导线的宽度与间距也越来越小，所能承受的击穿电压更低。

电击感觉是由于人体静电瞬间释放造成的

人体带电量	电击程度
1,000V	完全没有感觉
3,000V	感到刺痛
5,000V	手掌甚至手腕感到发麻
7,000V	手掌感到强烈疼痛、麻痹
10,000V	整个手都觉得痛，并且感到触电
12,000V	感到整个手受到强烈冲击



虽然人体感觉不到1,000伏以下的静电，可仍会成为生产线上各种事故的原因

4.静电防护方法

1、**接地法**：直接将静电通过一条线的连接泄放到大地。

方法实施：

- 1) 人体通过手腕带接地。
- 2) 人体通过防静电鞋（或鞋带）和防静电地板接地。
- 3) 工作台面接地。
- 4) 测试仪器，工具夹，烙铁接地。
- 5) 防静电地板，地垫接地。
- 6) 防静电转运车，箱，架尽可能接地。
- 7) 防静电椅接地。

2. 静电屏蔽

静电敏感元件在储存或运输过程中会暴露于有静电的区域中，用静电屏蔽的方法可削弱外界静电对电子元件的影响，最通常的方法是用静电屏蔽袋和防静电周转箱作为保护。另外防静电衣对人体的衣服具有一定的屏蔽作用。

3. 离子中和

绝缘体往往是易产生静电，对绝缘体静电的消除，用接地方法是无效的，通常采用的方法是离子中和（部分采用屏蔽），即在工作环境中用离子风机等，提供一等电位的工作区域。