



中华人民共和国国家标准

GB/T 39752—2021

电动汽车供电设备安全要求及试验规范

Safety requirements and test specifications of electric vehicle conductive
supply equipment



2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 安全要求 5

5 试验导则..... 14

6 试验方法..... 17

附录 A（资料性附录） 电动汽车供电设备上使用的标识符号 24

附录 B（规范性附录） 电动汽车供电设备安全试验项目 26

参考文献 28



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：国家电网有限公司、中国电力企业联合会、南瑞集团有限公司、国网电力科学研究院有限公司、国网电动汽车服务有限公司、许继电源有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网智慧能源交通技术创新中心(苏州)有限公司、国网北京市电力公司、国网江苏省电力有限公司、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司、国网重庆市电力公司、国网智能科技股份有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、深圳奥特迅电力设备股份有限公司、南京能瑞电力科技有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、华为技术有限公司、江苏万帮德和新能源科技股份有限公司、西安特锐德智能充电科技有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、威凯检测技术有限公司、上海电器科学研究所(集团)有限公司、许昌开普检测研究院股份有限公司、惠州市丝鹭新能源科技有限公司、浙江万马新能源有限公司。

本标准主要起草人：葛得辉、李昱彤、王善祥、桑林、孙军、张浩、张萱、李旭玲、于杰、马建伟、李晓强、王阳、董晨、何雪枫、孙远、张振军、陈良亮、周斌、吴连日、陈晓楠、李建业、韦浩睿、张元星、刘秀兰、严鹏、裴茂林、张允、陈治全、杨勇、黄炘、谢志文、万新航、刘国鹏、祖连兴、王少华、郑隼一、茹永刚、胡德霖、刘波、刘耿、陈卓、杨涛。

电动汽车供电设备安全要求及试验规范

1 范围

本标准规定了电动汽车供电设备(以下简称“供电设备”)的安全要求、试验导则和试验方法。

本标准适用于额定输出电压为 1 000 V AC 或 1 500 V DC 及以下各类型供电设备,包括充电模式 2、充电模式 3 和充电模式 4 的供电设备,不作为公共用途使用、在特殊条件下使用的供电设备(如防爆型、液冷型、海拔 2 000 m 以上高原使用的供电设备等)也适用于本标准,并结合相关标准的要求。

对于供电设备的独立电气附件、辅助材料(如连接装置、线缆、绝缘材料等)需根据具体产品标准,与本标准结合使用。

本标准涉及到供电设备在符合正确使用规程,但可能发生操作失误的情况下,由于电击危险、能量危险、机械危险、高温危险、着火蔓延危险、声压危险、失控危险等造成的设备严重损坏和重大人身危害情况。

本标准不涉及以下内容:

- 与运输包装、不恰当安装和应用相关的安全要求;
- 电磁兼容要求;
- 信息安全要求;
- 因故意破坏和其他有目的行为所引起安全问题;
- 其他与安全无关的功能和性能要求。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1002 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB/T 2099.1 家用和类似用途插头插座 第 1 部分:通用要求

GB/T 2423.55 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Eh:锤击试验

GB/T 4776—2017 电气安全术语

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求

GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第 1 部分:通用要求

GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第 11 部分:灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(GWEPT)

GB/T 5169.21 电工电子产品着火危险试验 第 21 部分:非正常热 球压试验方法

GB/T 12113 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB/T 16842 外壳对人和设备的防护 检验用试具

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分:原理、要求和试验

GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第 1 部分:通用要求

GB/T 20234.1—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第 1 部分:通用要求

GB/T 29317—2012 电动汽车充换电设施术语

3 术语和定义

GB/T 4776—2017、GB 4793.1—2007、GB 4943.1—2011、GB/T 16935.1—2008、GB/T 18487.1—2015、GB/T 20234.1—2015 和 GB/T 29317—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 4776—2017、GB 4793.1—2007、GB 4943.1—2011、GB/T 16935.1—2008 的某些术语和定义。

3.1

外壳 enclosure

用来使设备内部的着火或火焰的蔓延减小到最低限度的设备部件;用来减小由机械危险和其他物理危险造成伤害危险的机械部件;用来限制接触可能带危险电压或危险能量水平的零部件的设备部件;具有以上一种或多种功能的设备的一个部件。

注: 改写 GB 4943.1—2011, 定义 1.2.6.1。

3.2

工具 tool

改锥或者可用来装卸螺钉、插销或类似紧固件的其他任何器具。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.7.4]

3.3

危险 hazard

潜在的伤害源。

[GB 4793.1—2007, 定义 3.5.2]

3.3.1

危险带电 hazardous live

在正常条件或单一故障条件下能使之发生电击或电灼伤。

[GB 4793.1—2007, 定义 3.5.3]

3.3.2

危险带电部分 hazardous live part

在某些条件下能造成伤害性电击的带电部分。

3.4

工作电压 working voltage

当供电设备在正常使用的条件下工作时,所考虑的绝缘或元器件上所承受到的或能够承受的最高电压。

注 1: 不考虑设备外部引起的过电压。

注 2: 改写 GB 4943.1—2011, 定义 1.2.9.6。

3.5

决定性电压 decisive voltage

在最恶劣的额定工作条件下、按照预定目的使用时,两个任意带电部件之间持续出现的最高电压。

3.5.1

决定性电压等级 A decisive voltage classification A; DVCA

防电击保护措施的电压等级分类 A 的电压。

3.5.2

决定性电压等级 B decisive voltage classification B; DVCB

防电击保护措施的电压等级分类 B 的电压。

3.5.3

决定性电压等级 C **decisive voltage classification C; DVCC**

防电击保护措施的电压等级分类 C 的电压。

3.6

安全特低电压电路 **safety extra-low voltage circuit**

作了适当的设计与保护的二次电路。

注 1: 使得在正常工作条件下和单一故障条件下, 它的电压值不会超过安全值。

注 2: 改写 GB 4943.1—2011, 定义 1.2.8.8。

3.7

危险电压 **hazardous voltage**

存在于既不符合限流电路要求也不符合 TNV 电路要求的电路中, 其交流峰值超过 42.4 V 或直流值超过 60 V 的电压。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.8.6]

3.8

正常使用 **normal use**

按使用说明或按明显的预期用途的说明进行的操作。

注 1: 包括待机。

注 2: GB 4793.1—2007, 定义 3.5.9。



3.9

正常条件 **normal condition**

防止危险的所有防护措施均完好无损的条件。

[GB 4793.1—2007, 定义 3.5.10]

3.10

单一故障条件 **single fault condition**

防止危险的一个防护措施发生失效的条件或可能引起某种危险而出现一个故障的条件。

注: 如果某个单一故障条件会不可避免地引起另一个单一故障条件, 则这样的两个故障被认为是一个单一故障条件。

[GB 4793.1—2007, 定义 3.5.11]

3.11

保护接地导体 **protective earthing conductor**

用来把设备中的电源保护接地端子同建筑设施接地点连接起来的建筑布线中的导体或电源线中的导线。

注: 改写 GB 4943.1—2011, 定义 1.2.13.10。

3.12

接触电流 **touch current**

当人体或动物接触一个或多个装置或设备的可触及零部件时, 流过他们身体的电流。

注: 改写 GB 4943.1—2011, 定义 1.2.13.12。

3.13

电气间隙 **clearance**

在两个导电零部件之间或导电零部件与设备防护界面之间测得的最短空间距离。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.10.1]

3.14

爬电距离 **creepage distance**

沿绝缘表面测得的两个导电零部件之间或导电零部件与设备防护界面之间的最短路径。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.10.2]

3.15 绝缘

3.15.1

功能绝缘 functional insulation

仅使设备完成正常功能所需要的绝缘。

注：这里定义的功能绝缘并不起防电击的作用。但是，它可以用来减小引燃和着火危险的可能。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.9.1]

3.15.2

基本绝缘 basic insulation

对防电击提供基本保护的绝缘。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.9.2]

3.15.3

附加绝缘 supplementary insulation

除了基本绝缘以外施加的独立的绝缘，用以在基本绝缘一旦失效时减小电击的危险。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.9.3]

3.15.4

双重绝缘 double insulation

由基本绝缘加上附加绝缘构成的绝缘。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.9.4]

3.15.5

加强绝缘 reinforced insulation

一种单一的绝缘结构，在本部分规定的条件下，其所提供的防电击的保护等级相当于双重绝缘。

注：“绝缘结构”这一术语并不是指该绝缘是一块质地均匀的整体。这种绝缘可以有几个附加绝缘或基本绝缘那样单独的绝缘层组成。

[GB 4943.1—2011, 定义 1.2.9.5]

3.16

过电压类别 overvoltage category

用数字表述瞬时过电压条件。

注 1：用 I、II、III 和 IV 表示过电压类别。

注 2：改写 GB/T 16935.1—2008, 定义 3.10。

3.17

设备安全分类 equipment safety classification

按供电设备提供的防电击保护措施进行的分类。

3.17.1

I 类设备 class I equipment

不仅依靠基本绝缘进行防电击保护，而且还包括一个附加的安全措施，即把易电击的导电部分连接到设备固定布线中的保护（接地）导体上，使易触及导电部分在基本绝缘失效时，也不会成为带电部分的设备。

[GB/T 4776—2017, 定义 2.3.3.2]

3.17.2

II 类设备 class II equipment

不仅依靠基本绝缘进行防电击保护，而且还包括附加的安全措施（例如双重绝缘或加强绝缘），但对

保护接地或依赖设备条件未做规定的设备。

[GB/T 4776—2017,定义 2.3.3.3]

3.18

污染 pollution

被固体、液体或气体(电离气体)等外部物质附着,可能使介电强度和表面电阻率下降。

注: 改写 GB/T 16935.1—2008,定义 3.11。

3.19

污染等级 pollution degree

用数字表征微观环境受预期污染程度。

注: 改写 GB/T 16935.1—2008,定义 3.13。

3.19.1

污染等级 2 pollution degree 2;PD2

通常仅有非导电性污染,但偶尔也会由于凝聚作用而短时导电。

3.19.2

污染等级 3 pollution degree 3;PD3

导电污染或干燥的非导电污染由于凝聚作用变为导电。

注: 在这种条件下,设备通常要防止暴露与直射的日光、降雨、强烈的风压中,但不用控制温度和湿度。

3.20

衬套 bushing

起衬垫作用的环套。

注: 用于机械部件外,以达到密封、磨损保护等作用。



4 安全要求

4.1 使用环境

4.1.1 环境分类

供电设备使用环境分类,如表 1 所示。

表 1 环境分类

类型 ^a	室外	室内
污染等级	最低 PD3	最低 PD2
防护等级	最低 IP54	最低 IP32
环境温度范围	−20 ℃ ~ +50 ℃	−5 ℃ ~ +50 ℃
相对湿度范围	5%~95%(无冷凝)	5%~95%(无冷凝)
紫外暴露	要求	不要求
海拔 ^b	2 000 m 及以下	2 000 m 及以下
^a 制造商规定的最低环境条件应满足最低要求。 ^b 对于在海拔 2 000 m 以上使用的供电设备,电气间隙和爬电距离要根据 GB/T 16935.1—2008 规定的修正因子进行修正。		

4.1.2 污染等级

供电设备的污染等级是外部环境的污染等级,应符合表 1 中的要求。室内暴露于污染的工业环境时,污染等级应为 PD3。

4.1.3 防护等级

供电设备的外壳防护等级应符合表 1 中的要求。供电接口的防护等级应符合 GB/T 20234.1—2015 中规定的要求。

4.1.4 紫外暴露

室外使用的供电设备,外壳的聚合物材料和外露的密封材料对紫外辐射引起的材料退化应有足够的耐受能力,不应有明显的变形、裂纹或破裂等,不应影响正常使用。

4.2 结构

4.2.1 一般要求

供电设备结构包括外壳、隔板、门的闭锁装置和铰链,连接和拼接等应具有足够的机械强度以承受正常使用和故障条件下所遇到的应力。供电设备结构的棱缘、凸起、拐角、孔洞、护罩和手柄等能够接触的部位应圆滑,在正常使用时不应引起伤害。

4.2.2 外壳材料

供电设备外壳材料应能够承受在规定使用条件下产生的机械应力、电气应力、热应力和环境压力等。

4.2.3 把手和手动控制装置

把手、旋钮、夹具、操纵杆和类似零部件应牢固地安装,在正常使用情况下不应松脱。

4.2.4 连接和拼接

供电设备的所有连接和拼接在机械上应牢固,在电气上应连续,避免机械损伤。所有用于外部连接、零部件之间以及零部件内部连接的导线、相互接触的导体或者裸露的带电零部件应具有符合最高工作电压的绝缘保护或绝缘距离。

螺钉、螺母、垫圈、弹簧或类似零件应充分固定并能够承受正常使用所产生的机械应力,防止松动时引起的跨越附加绝缘或加强绝缘的电气间隙、爬电距离的安全隐患。

输入电源导线采用永久连接方式时,应通过螺钉、螺母或其他等效装置方式固定的接线端子。

母线(裸或绝缘的)的布置应使其不发生内部短路,并能够承受保护器件限定的短路应力。

载流部件之间的连接应保证有足够和持久的接触压力,使用的绝缘硬导线或软导线应至少按照有关电路的额定绝缘电压确定;连接两个端子之间的导线不应有中间接头,如绞接或焊接。

当多股绞合导线固定到接线端子时,不应出现导线与下列零部件发生意外接触的危险:

- 与导线电位不同的其他没有绝缘的带电零部件;或
- 不带电的金属零部件。

使用的连接装置、插头和插座不因误接而导致危险。如果连接装置可以不通过工具来拆卸,则在拆开导体零部件期间和之后不应引起电击或能量危险。

内部所有用作电气连接的电缆应满足与线径相匹配的载流能力要求,如表 2 所示。

表 2 适合连接外部导体端子用铜导线的截面积

额定电流 A	单芯或多芯导线		软导线	
	截面积 mm ²		截面积 mm ²	
	最小	最大	最小	最大
6	0.75	1.5	0.5	1.5
8	1	2.5	0.75	2.5
10	1	2.5	0.75	2.5
13	1	2.5	0.75	2.5
16	1.5	4	1	4
20	1.5	6	1	4
25	2.5	6	1.5	4
32	2.5	8	1.5	6
40	4	16	2.5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185
注：如果要选用表中规定值以外的导体，建议由成套设备制造商与用户签订专门的协议。				

所有电气连接的电缆端子或接头应符合表 3 中的连接强度要求。与输出连接的充电电缆在超出拉力要求的外力作用下断开时，应保证电缆中保护接地线是线束中最后一个被断开的。充电过程中，当充电线缆被外力拉断时，供电设备应立即停止充电输出，不应存在电击或能量危险。

表 3 最小拉力值

导体标称截面积 mm ²	拉力 N	导体标称截面积 mm ²	拉力 N
0.5	75	25	1 200
0.75	120	35	1 500
1	160	50	1 800
1.5	220	70	2 200
2.5	320	95	2 800
4	500	120	3 500
6	650	150	4 100
10	800	185	4 200
16	980	240	4 500
注：所有电气连接的电缆端子或接头的最小拉力值测量包含绝缘层。			

4.2.5 布线

在供电设备内部或设备外表面上,供绝缘线缆穿越的孔洞,其表面应光滑,或带有光滑的套管或索环。布线路径应避开可能损伤绝缘层的锋利边缘、螺纹、毛口、翼片、运动零部件和类似零部件,用于布线的夹具和导管,其边缘应光滑圆润。夹具的关节部位和支撑表面不应导致绝缘的磨损。

使用的衬套,应符合以下适用的要求:

- 可靠地固定;
- 不使用工具不应能拆卸。

4.2.6 开孔

开孔的配置和构造应使外来物进入开孔不可能接触裸露零部件而产生危险,在门板、面板、盖板处开孔,关闭或就位时应满足要求。预定多于一个方向使用的设备,要求适用于每个方向。

4.2.7 电气零部件

4.2.7.1 充电模块

供电设备所用充电模块的输入与输出应进行隔离,充电模块的可直接接触的低压电路部分与输入、输出等危险电压部分之间应存在双重绝缘或加强绝缘措施。充电模块应具有输入和输出保护功能。

安装在供电设备内的充电模块机壳应与供电设备保护地良好连接,并符合 4.3.2.2.1 中有关Ⅰ类设备保护连接和保护接地规定的要求。

4.2.7.2 机械开关设备

供电设备所选用的开关设备额定绝缘电压应不小于供电设备的额定工作电压,且不小于工作回路电压;额定电流应不小于工作回路额定电流的 1.25 倍。

供电设备应为每路带有危险电压或者超过危险能量,或者可能引起危险电压和能量的电源提供一个或多个机械开关设备(如开关和隔离开关、接触器、断路器和继电器等)。开关设备要求如下:

- 对于直流输出,开关设备应能同时断开正极和负极;
- 对于单相交流输出,应按规定需要提供一个双极都能同时断开装置;
- 对于三相交流输出,应按规定需要提供一个四极都能同时断开装置。

4.2.7.3 充电用连接装置

4.2.7.3.1 温度监测

充电用连接装置温度监测功能应符合 GB/T 18487.1—2015 中 9.1 规定的要求。

4.2.7.3.2 锁紧装置

充电用连接装置的锁紧装置应符合 GB/T 18487.1—2015 中 9.6 规定的要求。

4.2.7.4 受限制电源(辅助电源)

供电设备内部所使用的受限制电源的输出在正常工作条件下和任何单一故障条件下,不应产生过压、过流及能量危险。受限制电源应符合以下要求之一:

- 从内部限制输出;
- 使用一个阻抗限制输出;
- 使用过流保护装置限制输出;
- 使用一个调节网络限制输出。

4.2.7.5 冷却装置

可以为供电设备提供自然冷却和/或强迫冷却(如强迫通风、内部电气调节、热交换器等),冷却装置失效、堵转或阻止启动时,应采取有效措施防止电击、过热或着火的危险。

4.2.7.6 剩余电流保护器

供电设备使用的剩余电流保护器应符合 GB/T 18487.1—2015 中 10.3 规定的要求。

4.2.7.7 浪涌保护器

供电设备用于雷电防护的浪涌保护装置的安装和选型应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.7 规定的要求。

4.3 电击防护

4.3.1 决定性电压等级(DVC)限值

电击防护措施取决于电路的决定性电压等级。电路的决定性电压等级又取决于电路的工作电压限值及所采用的绝缘措施。符合 DVCA 的电路是可以触摸的。符合 DVCB 和 DVCC 是不可以触摸的。正常工作条件下,供电设备的 DVC 的限值按照表 4 确定。

表 4 决定性电压等级的限值

决定性电压等级 (DVC)	工作电压限值 V		
	交流电压有效值 U_{ACL}	交流电压峰值 U_{ACPL}	直流电压 U_{DCL}
A ^a	25	35.4	60
B	50	71	120
C	1 000	4 500	1 500
^a DVCA 电路允许在单一故障条件下在 0.2 s 的时间内超过 DVCA 的限值但不超过 DVCB 的限值。			

4.3.2 绝缘措施

4.3.2.1 直接接触防护

在单一故障条件下,包括功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘失效时,供电设备提供的电击防护都不应在可接触电路或可接触导体部件上出现高于 DVC 等级 A 的电压。可接触接地导体应与 DVC 等级 B 和 DVC 等级 C 的电路之间存在至少基本绝缘。可接触未接地导体应与 DVC 等级 B 和 DVC 等级 C 的电路之间存在至少双重绝缘或加强绝缘或保护隔离措施。

供电设备提供的直接接触防护应符合 GB/T 18487.1—2015 中 7.2 规定的要求。提供直接接触防护的外壳和挡板部件在不使用工具的情况下不应被拆卸。在操作或维修期间,供电设备外壳打开并带电时,可以触碰到 DVC 等级 B 或 DVC 等级 C 的危险带电部分应作隔离防护。

4.3.2.2 间接接触防护

4.3.2.2.1 I 类设备保护——保护连接和保护接地

供电设备为 I 类设备的保护应在所有可接触导体部件与外部保护接地导体之间提供可靠的保护连

接和保护接地。保护连接和保护接地应满足：

a) 保护连接

用于保护连接的方式包括：

- 直接通过金属接触；
- 通过其他导电部件，这些部件在供电设备或组件按规定使用时不会被卸掉；
- 通过专门的保护连接导体；
- 通过供电设备的其他金属元器件。

在可接触导电零部件出现故障时保护连接应一直保持有效，除非上级的保护装置切断该部分的电源。

b) 保护接地

供电设备的外部保护接地导体应在靠近相应带电导体连接端子的地方提供一种连接方式，并且这个连接方式要防腐蚀，供电设备上电后，其外部保护接地导体应始终保持连接。如果外部保护接地导体经过插头和插座或者类似断开装置，这些连接不应被断开，除非被保护部分的电源也能随之同时断开。

如果外部保护接地采用线束连接，应保证外部保护接地导体是线束中最后一个被断开的。保护接地导体在受损或被断开的情况下，供电设备外壳接触电流应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.2 规定的要求。

供电设备中保护接地导体应用位置和/或标识与指示很容易地被识别，保护接地导体的尺寸应符合 GB/T 18487.1—2015 中 7.4 规定的要求；作为隔离带电导体的金属外壳、隔板，电气元件的金属外壳以及金属手柄等均应有效接地，连续性电阻应不大于 $0.1\ \Omega$ 。

4.3.2.2.2 II 类设备保护——双重或加强绝缘

供电设备为 II 类设备的保护应在带电零部件和可触及表面之间根据防止直接接触的要求提供绝缘措施。绝缘措施应满足：

- 外部保护接地导体跟设备的可触及表面以及根据要求使用了保护接地、安全特低电压电路、保护阻抗和限制放电能量的电路之间，要使用基本绝缘。
- 若采用金属外壳，外壳上应为等电位联接导体提供连接措施。

4.3.3 电气间隙和爬电距离的要求

供电设备功能电路的电气间隙与爬电距离应符合 GB/T 18487.1—2015 中 10.4 规定的最低绝缘要求。电气间隙、爬电距离应考虑其制造公差。

在考虑下列影响后选择绝缘措施：

——污染等级

污染等级应根据使用的环境要求和条件来确定。

——过电压类别

用于室内的供电设备应设计可在最小过压类型 II 的环境中运行。

用于室外的供电设备应设计可在最小过压类型 III 的环境中运行。

电气间隙和爬电距离要足够大以防止固体绝缘表面长期退化。所有提供的功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘的最小电气间隙和爬电距离也应符合 GB/T 18487.1—2015 中 10.4 规定的要求。对于在海拔 2 000 m 以上使用的供电设备，电气间隙和爬电距离应根据 GB/T 16935.1—2008 规定的修正因子进行修正。

4.3.4 接触电流

供电设备的接触电流应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.2 规定的要求。

4.3.5 绝缘电阻

供电设备的绝缘电阻应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.3 规定的要求。

4.3.6 介电强度

4.3.6.1 工频耐受电压

供电设备的介电强度应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.4 规定的要求。

4.3.6.2 冲击耐受电压

供电设备的冲击耐压应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.5 规定的要求。

4.4 能量危险防护

4.4.1 功能电路电压消失

供电设备的功能电路中任何可触及带电部分之间,及可触及带电部分与保护接地导体之间的电压应在 1 s 内降到 42.4 V AC 或 60 V DC 以下。

4.4.2 供电输出电压消失

供电设备断电后 1 s 内,在其输出端子的电源线之间或电源线和保护接地导体之间的电压应降到 42.4 V AC 或 60 V DC 以下。

4.5 充电危险防护

4.5.1 绝缘自检

采用充电模式 4 的供电设备应具备对直流输出回路进行绝缘检测的功能,绝缘检测功能应符合 GB/T 18487.1—2015 中 B.4.1 规定的要求。

4.5.2 泄放

采用充电模式 4 的供电设备在绝缘检测和充电结束后应按照 GB/T 18487.1—2015 中 B.4.2 和 B.4.3 规定的要求对充电输出回路进行电压泄放。

4.5.3 预充电

采用充电模式 4 的供电设备应具备预充电功能。启动充电,电动汽车闭合车辆侧直流接触器后,供电设备应检测电池电压并判断此电压是否正常。供电设备检测到电池电压正常(与通信报文电池电压误差范围 $\leq \pm 5\%$,且大于供电设备最低输出电压且小于供电设备最高输出电压)后,将输出电压调整到当前电池端电压减去 1 V~10 V,再闭合供电设备侧的直流接触器。

4.5.4 过压保护

供电设备的所有输入电路、输出电路(含受限制电源)应提供过压保护功能,过压保护装置应能切断输出。

4.5.5 过流保护

供电设备的所有输入电路、输出电路(含受限制电源)应提供过流保护功能,过流保护装置应能切断

输出。

4.5.6 短路保护

供电设备应采取针对短路电流的防护措施,例如,在供电设备内部安装短路保护装置断路器、熔断器或两者的组合。短路保护设备应具有足够的分断能力来切断所连接的端口规定的最大短路电流。充电模式 4 的供电设备采用的短路保护设备的 I^2t 值不应超过 500 000 A²s。

4.5.7 粘连保护

采用充电模式 3 和充电模式 4 的供电设备应具有接触器触点熔焊检测功能。

4.5.8 防逆流

采用充电模式 4 的供电设备应具备防逆流功能(如,输出加二极管等),防止蓄电池电流倒灌。

4.5.9 通信故障保护

采用充电模式 4 的供电设备宜具备在与电动汽车动力蓄电池通信故障情况下的主动保护功能,当通信中断、供电设备输出电压和/或电流高于需求电压和/或电流或者高于最高允许充电电压和/或电流时,供电设备应停止充电。

4.5.10 开门保护

供电设备应具备开门保护功能,当打开供电设备柜门,如果造成带电部分外露,一体式供电设备应同时切断电源输入和直流输出;分体式供电设备应切断相应部分的电源输入和直流输出。

4.5.11 急停保护

采用充电模式 4 的供电设备应具备急停功能。采用充电模式 3 的供电设备可安装急停装置。

4.6 过热及着火危险

4.6.1 引起过热

供电设备正常工作时,对以下因素引起的过热,可能降低电气、机械、绝缘或其他性能,导致危险。

- 超过安全温度的可接触部位;
- 超过特定温度的部件、零件、绝缘和塑料材料;
- 超过特定温度的结构和安装表面。

4.6.2 允许表面温度

供电设备可触及的表面温度应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.6.3 规定的要求。

4.6.3 过温保护

供电设备应具备内部过温保护功能,当内部温度达到保护设定值时,应采取降功率或停止输出。

4.6.4 引燃和火焰蔓延风险

供电设备在正常工作条件下和单一故障条件下,应通过使用适当的材料和结构,如通过使用阻燃材料、绝缘或者提供足够的阻隔,限制元器件的最高温度或限制电路的有效功率,避免引燃或火焰的蔓延的危险。

4.6.5 零部件防火

选择和使用能将引燃危险和火焰蔓延的可能性减小的元器件、配线和材料。可燃性等级应不低于 V-2 级或 HF-2 级。

4.6.6 外壳防火

除金属材料外壳、陶瓷材料外壳和玻璃材料外壳以外,其他防火外壳材料距离起弧零部件(例如非密封整流子和未封装的开关接点)的空气间隙应大于 13 mm。

4.7 机械危险

4.7.1 运动部件

供电设备的运动部件,应合理布局、封闭安装或加保护罩,在操作和维修时应防止无意接触的危险,运动部件不应碾压、切割、刺破与之接触操作人员的身体部位,也不应严重擦伤操作人员的皮肤。如果运动部件防护罩可拆卸,应施加警示标识。

4.7.2 抛射出的部件

在故障条件下可能抛射出导致危险的部件,设备应将其包含在设备内,或者限制其能量。设备对抛射部件的防护措施,应使用工具才能拆卸。

4.7.3 机械碰撞

供电设备处于正常使用位置时能看到的每个垂直表面(不含液晶屏组件等)应承受使用 GB/T 2423.55 中描述的撞击元件提供的冲击能量。充电模式 3 的供电设备承受的冲击能量为 0.7 J,充电模式 4 的供电设备承受的冲击能量为 20 J。

4.8 声压危险

供电设备发出的噪声可能产生声压危险,根据供电设备不同的安装场所,在使用时的噪声应符合相关法律法规的要求。如噪声值大于要求,供电设备应在安装时加装额外的降噪设备。

4.9 标识与指示

4.9.1 标识

供电设备应按规定标注产品标识和警示标识。标识中如使用图形符号宜符合附录 A 规定的相关要求。供电设备的标识在正常使用条件下应保持清晰可辨,且能够耐受腐蚀。

4.9.2 产品标识

供电设备应标注产品标识,产品标识的内容应符合 GB/T 18487.1—2015 中第 16 章规定的要求。产品标识应在供电设备正确安装之后,能从外部直接可见,或操作人员不需要工具即可打开的盖或门后,直接可见。产品标识不应施加在操作人员不需要工具即可拆除的部件上。对于机架或面板嵌装式供电设备,允许从机架或面板上移出来后看见标识。

4.9.3 警示标识

供电设备表面或者在打开任何一个通往危险部位的门、盖子等防护措施之后,应在明显可见位置提供警告标识。警告标识应清晰可见。如果警示标识是针对设备的特定零部件,应标注在零部件之上或就近位置。

4.9.4 指示

供电设备应能提供以下两种指示：

- 集成的一种直接可见的或可听到的指示；
- 一种可以进行远程访问和使用的电气或电子的指示，如提供的信号继电器触点、集电极开路输出、发送消息到网络上通信系统等。

5 试验导则

5.1 总则

供电设备应经过附录 B 中所列项目的试验以证明其符合本标准的相关要求，每项试验之后仔细检查供电设备是否存在可能的危险。供电设备的组部件如果已经符合本标准所引用的相关参考标准，并按照相关标准要求进行安装和使用，则整机试验过程中不应再对组部件进行重复检验。

5.2 参考试验条件

5.2.1 环境条件

除非另有规定，所有试验应在如下工作环境中进行：

- 环境温度： $+15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $45\%\sim75\%$ ；
- 大气压力： $86\text{ kPa}\sim106\text{ kPa}$ 。

5.2.2 供电条件

试验电源的电压、频率、功率范围应能覆盖被试供电设备的额定设计范围。对试验结果不受电源条件影响的试验项目，可以在额定供电条件下进行，试验结果有可能受电源条件显著影响的试验项目，则应在最差供电条件下进行，或参考以下规定的各种额定条件和容差：

- 电压：除特殊说明外，取额定电压的 $80\%\sim120\%$ 。如果在电压范围内末端的测试不是最恶劣的情况，在额定电压或电压范围末端的供电条件下的测试仅仅是必要的。
- 频率：取 $50\text{ Hz}\pm0.5\text{ Hz}$ 。
- 极性：如果一个特定的测试的结果受到连接在正常和反向极性条件的影响，应考虑极性连接情况。
- 接地：电源是否接地由受试设备的配置决定。对于既可由接地电源供电也可由不接地电源供电的设备，应选择最差试验条件，或者两种条件都进行试验。
- 过流保护：应根据实际情况在试验电源和供电设备之间提供过流保护装置。除了单一故障条件下的试验，过流保护装置在其他正常条件下的试验项目中不允许动作。

5.2.3 负载条件

试验推荐使用电阻性负载，应在最不利的负载条件下进行试验。供电设备交流输出端口或直流输出端口应能调节到最大额定输出功率或电流，选择二者中最不利的情况进行试验。对于预定连接到电池的端口，在试验结果可能受到影响的情况下，可以用电池代替负载，或者电池与负载并联进行试验，但需要对试验结果的可追溯性、可复现性进行评估。

除非本标准另有规定，负载条件应按以下要求保持一定的时间：

- 对于连续运行的情况，保持到建立稳定条件为止；
- 对于断续运行的情况，按照标称的“开”和“关”周期直到建立稳定条件；

——对于短时运行的情况,达到标称的运行时间。

5.3 试验顺序

除非另有规定,本标准所有试验项目的测试原则上应按如下顺序进行:

- a) 不通电条件下进行的试验;
- b) 通电条件下进行的试验:
 - 正常工作条件的试验;
 - 模拟故障条件的试验(单一故障条件的试验);
 - 可能引起破坏性的试验。

5.4 试验用仪器

所用仪器仪表的量程和精度应根据测量的实际情况选择,并应在计量认证的有效期内:

- 测量值应在选用仪器仪表量程的 $1/5 \sim 4/5$ 范围为宜;
- 选用仪器仪表精度应比测量值精度高。

5.5 试验准备

5.5.1 被试设备

被试供电设备应具有代表性,在结构、电气、规格方面与实际生产和使用的产品保持一致。

5.5.2 安装

被试供电设备试验前,应按规定需要固定安装和正确连接,并且所有柜门、盖板或防护罩应处于关闭位置,并选择导致最差试验条件的配置。

5.5.3 外壳和附件

不需要工具就可以拆除的外壳和部件,应按照最不利的情况选择是否拆除,提供和推荐使用的附件和可更换配件,应按照最不利的情况选择是否连接。

5.5.4 接地

被试供电设备的保护接地端子应与实验室地线可靠连接,功能接地端子按照最不利情况选择是否接地。

5.5.5 控制

可以调节供电设备的参数为规定范围内任意值。

5.5.6 其他

允许使用另一个能代表被评定状态的被试供电设备单独进行某项可能引起破坏性的试验。

5.6 试验数据

除非特别说明,试验中给出的交流值均为有效值,直流值均为平均值。

5.7 单一故障条件试验

5.7.1 基本要求

单一故障条件下的试验用于防止合理预期故障条件导致的危险。这些故障条件可能在正常使用中

产生,也可能在预期的误操作中产生。对于特定的故障条件,如果确实证明其不会导致危险,或者本标准规定了替代试验方法,则故障试验可以省略。供电设备输出端应保证在单一故障下内部危险电压或能量不会通过充电连接装置传导给操作人员或周边环境。

单一故障条件试验每次只设置一个故障条件,多个故障条件不应同时被设置,但是如果它们之间存在因果关系,则应依次进行。多个故障试验可以在不同的样品上进行;也可以在同一个样品上进行,只要前一个故障可以修复或者不影响后续试验结果。

5.7.2 施加故障条件后的合格判据

5.7.2.1 对触电危险的防护判据

施加单一故障条件之后,供电设备应同时满足以下关于触电危险的防护要求:

- 测量和确认可触及导电部位不存在触电危险;
- 符合绝缘强度试验要求;
- 检查试验中连接在供电设备保护接地端子和保护接地导体之间没有开路,设备外壳在其余部位不接地;
- 检查供电设备的外壳是否损坏,确保存在带电危险和机械危险的部位不被触及。

5.7.2.2 对火焰蔓延的防护判据

施加单一故障条件之后,供电设备不应溅出熔化的金属、燃烧的绝缘材料以及有焰燃烧或无焰灼烧的颗粒。

5.7.2.3 对零件抛出危险的防护判据

施加单一故障条件之后,供电设备内的任何部件,在失效时均不应以危险方式向外抛出零件。例如,材料抛射到有人活动的区域。

5.7.2.4 对其他危险的防护判据

施加单一故障条件之后,供电设备对其他危险的防护要求,按照本标准其他章条的相关规定进行检查。

5.8 试验时间

如果有迹象表明所施加的操作或故障最终可能产生电击、可触及部分高温灼伤、火焰蔓延等的危险,可以根据一些迹象来进行判断,例如消除故障影响的供电设备已经启动,或者温度已经达到平衡等。则故障条件试验应一直继续到出现这些危险为止,如果供电设备上安装了可以中断或减轻故障条件的电路或机制,则:

- 自动重置:允许进入开—关循环,直到所施加的故障不再导致更多变化并获得最后试验结果,或者温度达到了平衡;
- 手工重置:故障被触发后以最快速度手工重置,并持续三个循环;
- 不可重置:一个循环;
- 或者最长时间为 1 h。

5.9 评判准则

按附录 B 的规定,所有试验项目均符合要求,评判为合格,否则评判为不合格。

6 试验方法

6.1 结构和电击防护试验

6.1.1 尖锐部分可接触性试验

目测检查供电设备不应含有锐边、倒角、凸出物等类似尖锐部分对人员存在伤害的结构部件。

6.1.2 危险带电部件可触及性试验

6.1.2.1 防触电试验

使用符合 GB/T 16842 的铰接式试验指(试具 B)进行试验,检查供电设备可直接接触的危险带电部件或在故障情况下可能变成危险带电部件的部分应不可触及,防护等级符合 GB/T 18487.1—2015 中 7.2 规定的要求。

6.1.2.2 防止意外电压试验

检查供电设备柜门打开等行为活动造成危险带电部件外露、可触及时,供电设备应在 1 s 内切断输出。

6.1.3 绝缘试验

6.1.3.1 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验前,应先断开供电设备的外部供电连接,闭合输入和输出回路开关,在供电设备电气连接的各独立带电回路之间、各独立带电回路与保护接地导体(金属外壳)之间施加表 5 中规定的直流电压,检测供电设备的绝缘电阻不小于 10 M Ω 。

6.1.3.2 绝缘自检功能试验

对于采用充电模式 4 的供电设备,选择试验电阻 R_t (测试电阻精度不超过 $\pm 3\%$)为 $100\ \Omega/V < R_t \leq 500\ \Omega/V$ 或 $R_t \leq 100\ \Omega/V$,试验电压为供电设备的额定输出电压,分别在直流输出 DC+ 与保护接地 PE 之间或直流输出 DC- 与保护接地 PE 之间进行非对称绝缘和对称绝缘测试,检查供电设备绝缘检测功能应符合 GB/T 18487.1—2015 中 B.4.1 和 B.4.2 规定的要求。

6.1.4 介电强度试验

供电设备绝缘电阻试验合格后才应进行介电强度试验,在供电设备电气连接的各独立带电回路之间、各独立带电回路与保护接地导体(金属外壳)之间施加表 5 中规定的工频交流电压(也可采用直流电压、试验电压为交流电压有效值的 1.4 倍),持续时间 1 min,供电设备泄漏电流值应不大于 10 mA,试验部位不应出现绝缘击穿或闪络现象。

6.1.5 冲击电压试验

在供电设备电气连接的各独立带电回路之间、各独立带电回路与保护接地导体(金属外壳)之间施加表 5 中规定的 3 次正极性和 3 次负极性标准雷电波短时冲击电压,每次间隙不小于 5 s,脉冲波形 1.2/50 μ s,电源阻抗 500 Ω ,试验部位不应出现击穿放电。允许出现不导致损坏绝缘的闪络,如果出现闪络,应重复进行介电强度试验,施加电压值为表 5 规定值的 75%。

表 5 绝缘试验的试验要求

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻试验电压 V	介电强度试验电压 kV	冲击耐压试验电压 kV
$U_i \leq 60$	250	1.0(1.4)	1
$60 < U_i \leq 300$	500	2.0(2.8)	± 2.5
$300 < U_i \leq 700$	1 000	2.4(3.36)	± 6
$700 < U_i \leq 950$	1 000	$2 \times U_i + 1\,000$ ($2.8 \times U_i + 1\,400$)	± 6
注 1: 括号内数据为直流介电强度试验值。 注 2: 出厂试验时,介电强度试验允许试验电压高于表中规定值的 10%,试验时间 1 s。			

6.1.6 接触电流试验

供电设备连接负载,在进行湿热试验后,按照 GB/T 12113 的方法,使用 1.1 倍的额定电压进行接触电流试验,试验结果应符合 GB/T 18487.1—2015 中 11.2 规定的要求。

6.1.7 接地试验

6.1.7.1 接地导体连接试验

检查供电设备中需要接地的零部件应可靠的连接保护接地端子或保护大地上。保护接地导体与中性线不应存有电气连接,使用与相导体相同或不同材料的保护接地导体的截面积通过量具测量,应符合 GB/T 18487.1—2015 中 7.4 规定的要求。

6.1.7.2 接地电阻及连续性试验

当供电设备外壳被作为保护接地连接的一部分时,应能持续提供接地连续性,通过不小于 10 A 的接地电阻测试仪或数字式低电阻测试仪,测量供电设备任意应接地的点至总接地之间的电阻应不大于 $0.1\ \Omega$,测量点数应不少于 5 个,如果测量点涂覆防腐漆等,需要将防腐漆刮去,露出非绝缘材料后再进行试验。

6.2 输出断开后的残余电压试验

供电设备连接负载,设置额定功率加载运行并达到稳定状态,模拟停止充电,检查充电模式 4 的供电设备输出端口应在 1 s 内降至 60 V DC 以下,检查充电模式 2 或充电模式 3 的供电设备输出端口应在 1 s 内降至 42.4 V AC 以下。

6.3 充电试验

6.3.1 输入安全试验

6.3.1.1 输入过压保护试验

供电设备连接负载,设置为额定功率后,加载运行并达到稳定状态。调整供电设备输入电源电压高于额定电压的 115%,检查供电设备启动输入过压保护功能,切断输出,并发出故障告警。

6.3.1.2 输入欠压保护试验

供电设备连接负载,设置为额定功率后,加载运行并达到稳定状态。调整供电设备输入电源电压低于供电设备的欠压整定值,欠压整定值应不大于额定电压值的 85%,检查供电设备启动输入欠压保护功能,并发出故障告警。

6.3.1.3 输入反极性试验

使用直流供电(如连接直流电网或电池)或单/三相交流供电的供电设备,如没有明确的电源连接说明,应按照正常极性(相序)连接和相反极性(相序)连接检查供电设备正常运行。

6.3.1.4 一种以上类型电源供电试验

设计由一种以上类型的电源供电的供电设备(如输入为交、直流两用供电设备),如没有明确的电源连接说明,应与这些电源分别相连接检查供电设备正常运行。

注:除非在结构上能阻止这样的连接,可以不进行此项试验。

6.3.1.5 电源切断及复电重启试验

供电设备连接负载,加载运行并达到稳定状态,断开交流侧电源,检查充电模式 4 的供电设备应在 1 s 内降至 60 V DC 以下,检查充电模式 2 或充电模式 3 的供电设备输出端口应在 1 s 内降至 42.4 V AC 以下。保持充电连接装置完全连接状态,重新接通交流侧电源,检查采用充电模式 4 的供电设备不应继续输出充电,需经人工重新插拔,建立连接后,才允许进行充电。

6.3.2 输出安全试验

6.3.2.1 输出限电压试验

采用充电模式 4 的供电设备连接负载,设置在恒流加载运行并达到稳定状态,调整负载增加输出电压,当输出电压超过整定值时,供电设备应能自动切换到恒压运行。

6.3.2.2 输出限电流试验

采用充电模式 4 的供电设备连接负载,设置在恒压加载运行并达到稳定状态,调整负载增加输出电流,当输出电流超过整定值时,供电设备应能自动切换到恒流运行。

6.3.2.3 负载电流匹配性试验

检查采用充电模式 2 的供电设备,当电源侧使用符合 GB/T 2099.1 和 GB/T 1002 要求的 16 A 插头插座时,调整供电设备连接的负载,测量其输出电流不应能超过 13 A;使用 10 A 插头插座时,调整负载,测量其输出电流不应能超过 8 A。

检查采用充电模式 3 的供电设备,当采用单相供电时,调整供电设备连接的负载,测量其输出电流不应能超过 32 A。

检查采用充电模式 2 和充电模式 3 的供电设备,加载运行并达到稳定状态,调整负载增加输出电流,使输出电流超过脉宽调制信号(PWM)允许的最大供电能力,并保持 5 s,检查供电设备应符合 GB/T 18487.1—2015 中 A.3.10.7 的规定。

6.3.2.4 输出短路保护试验

6.3.2.4.1 输出短路启动试验

短接供电设备输出,加载启动,检查供电设备应不允许输出充电,并发出告警。

6.3.2.4.2 运行中短路试验

供电设备连接负载,加载运行并达到稳定状态,模拟供电设备输出短路故障,检查供电设备应立即切断输出,并发出告警。

6.3.2.5 负荷卸载试验

采用充电模式 4 的供电设备连接负载,设置输出电压加载运行并达到稳定状态,模拟负载突然断开,检查供电设备的最大输出电压应不超过工作电压的 1.1 倍。

6.3.2.6 输出反极性试验

在采用充电模式 4 的供电设备的输出与模拟电池组之间施加极性相反的连接(除非其连接方式能够防止这种反接),设置额定功率加载启动,检查供电设备应不允许启动输出或者立即切断输出,并发出告警。

6.3.2.7 输出防逆流试验

采用充电模式 4 的供电设备连接负载,设置输出电压加载运行并达到稳定状态,测试供电设备输出。闭合模拟电池组接入开关,调整模拟电池组输出电压直至超过供电设备电压,测试供电设备输出电流值,当回路存在电流时,应断开输出。

6.3.2.8 预充试验

对于采用充电模式 4 的供电设备,当闭合模拟电池组接入开关,使模拟的电池电压与充电配置阶段通信报文的电池电压在误差范围内,且在供电设备的电压输出范围内,检查供电设备预充输出电压应比当前模拟电池组电压低 1 V~10 V。

6.3.2.9 输出粘连试验

模拟接触器任意一个触点粘连,或多个触点同时粘连情况,检查供电设备不应允许充电并发出告警。

6.3.2.10 输出冲击试验

采用充电模式 4 的供电设备,在启动充电或暂停后恢复充电时,检查供电设备在闭合接触器时产生的冲击电流应符合 GB/T 18487.1—2015 中 9.7 的规定。

6.3.2.11 紧急停止试验

采用充电模式 4 的供电设备连接负载,加载运行并达到稳定状态,按下急停按钮,检查供电设备应能立即切断输出。对于一体式供电设备,应能同时切断交流输入和直流输出;对于分体式供电设备,应能切断直流输出,也可同时切断交流输入。



6.3.3 充电连接安全试验

6.3.3.1 未连接充电启动试验

在充电连接装置未完全连接时,启动供电设备,检查供电设备应不允许充电。

6.3.3.2 连接与断开接触顺序试验

检查充电连接和断开过程中,充电连接装置保护接地端子和触头应最先连接和最后断开。

6.3.3.3 机械和电子联锁有效性试验

充电连接装置完全连接并启动充电,通过检查检测点 1 电压判断机械锁止的有效性,通过检查电子锁反馈信号判断电子锁止的有效性,并检查电子锁止装置对机械锁止装置的联锁效果,检查机械锁止装置不应被打开。

6.3.3.4 充电连接异常试验

充电过程发生控制导引信号异常时(如信号短路、信号断路、信号接地等),供电设备应能在 100 ms 内断开供电回路。

6.3.4 通信故障试验

6.3.4.1 通信异常试验

对于采用充电模式 4 的供电设备,在充电前和充电过程中,模拟供电设备通信线路发生短路、断路或接地故障,供电设备应停止充电并发出告警。

6.3.4.2 充电需求超限值的输出响应试验

6.3.4.2.1 超电池管理系统(BMS)参数限值试验

模拟充电需求电压值大于 BMS 最高允许充电总电压,检查供电设备是否发送中止充电报文,并停止充电。或按照 BMS 最高允许充电总电压输出。

模拟充电需求电流值大于 BMS 最高允许充电电流,检查供电设备是否发送中止充电报文,并停止充电。或按照 BMS 最高允许充电电流输出。

6.3.4.2.2 超供电设备参数限值试验

模拟充电需求电压值大于供电设备额定电压,检查供电设备输出额定电压。

模拟充电需求电流大于供电设备最大输出电流,检查供电设备最大输出能力。

6.3.4.2.3 0 值需求试验

模拟 BMS 充电需求电流为 0,检查供电设备最小输出能力。

6.3.4.2.4 实时采集数据超限值的输出响应试验

模拟 BMS 采集的电压超过 BMS 最高允许充电总电压,检查供电设备是否发送中止充电报文,并停止充电。

6.3.5 机械开关设备操作试验

供电设备连接负载,分别设置空载和额定功率加载运行,检查供电设备闭合或断开接触器时,供电设备应正常工作。

6.4 过热及着火试验

6.4.1 可能引起的热伤害试验

供电设备连接负载,并在额定功率下运行,测量供电设备可触及部分最高允许温度应符合表 6 规定的要求。

表 6 供电设备可触及部分的最高允许温度

可触及部分	可接触部分材料	最高允许温度 ℃
手握可接触部分	金属材料	50
	非金属材料	60
可触及但非手握部分	金属材料	60
	非金属材料	85

6.4.2 过温保护试验

模拟供电设备内部温度达到或超过过温保护定值,检测供电设备应降低输出功率或停止输出,并发出故障告警。

6.4.3 冷却系统故障试验



供电设备在额定功率下运行,模拟故障限制供电设备冷却,一次只施加以下一种故障:

- a) 阻止风机启动;
- b) 完全或部分关闭、封堵通风孔;
- c) 由电驱动的风扇在最大激励时停止强制冷却;
- d) 停止由循环水或其他冷却介质的冷却。

按 5.8 试验持续时间要求,检查供电设备运行状态及可能发生的安全危险。

6.4.4 绝缘部件耐热试验

供电设备(包含充电连接装置的供电接口或车辆接口)中非金属材料制成的外部零件,用来支撑带电部件的绝缘材料、提供附加绝缘或加强绝缘的热塑性材料零件等应充分耐热,将试样置于温度为 $(100\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的加热箱里 1 h,试样不得出现不利于继续使用的变化,密封胶不得流动到露出带电部件。绝缘材料部件按 GB/T 5169.21 进行球压试验,压痕直径不超过 2 mm,试验在如下温度的加热箱内进行:

- 外部零件为: $80^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$;
- 支撑带电部件的零件为: $125^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.5 绝缘部件耐燃试验

供电设备(包含充电连接装置的供电接口或车辆接口)中支撑带电部件的绝缘材料等还应能够耐受非正常热和耐燃,按照 GB/T 5169.11 进行灼热丝试验,无可见火焰和持续辉光,或移开灼热丝后 30 s 内,试样周围的火焰熄灭、辉光消失。灼热丝端部温度为:

- 虽用于带电部件和接地电路部件接触,但不需要将其保持于正常位置的绝缘材料部件: $650^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$;
- 需将带电部件和接地电路部件保持于正常位置的绝缘材料部件: $850^{\circ}\text{C}\pm 15^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.6 绝缘部件耐老化试验

检查供电设备(包含充电连接装置的供电接口)中橡胶和热塑性材料在加热箱里经受持续老化温度和时间后,不应出现肉眼可以看见的裂痕,其材料不得发黏变腻,不得出现导致影响使用的损坏。

加热箱里温度和老化持续时间为：

- 70℃±2℃、10 d(240 h)，适用于橡胶；
- 80℃±2℃、7 d(168 h)，适用于热塑性材料。

6.5 机械强度试验

6.5.1 运动部件和抛射部件试验

对于依据相关产品标准进行过型式试验的供电设备的运动部件或可抛射出的部件，只要在安装时其机械操作没有被改变，则不必对这些部件进行试验验证。对于需要做此试验验证的部件，在供电设备安装好之后，应验证机械操作是否良好。操作循环次数为 200 次。检查与这些部件动作相关的机械连锁机构的工作状态未受损伤，而且所要求的操作力与试验前一致。

6.5.2 机械静载荷试验

按照以下步骤进行试验：

- 在供电设备顶部施加 8500 N/m² 的均匀分布载荷，时间持续 5 min；
- 在供电设备的顶部正面和背面的顶角依次施加 1200 N 的力，时间持续 5 min；
- 在供电设备每个侧面，距离侧面边缘 20 mm 处依次施加 60 N 的力，时间持续 5 min。

试验结束后，检查供电设备的电气间隙和爬电距离保持满意，IP 防护等级不受影响，门、充电连接装置、闭锁装置等仍能正常操作，没有暂时或永久性的变形而引起的带电部件与外壳的接触。

6.5.3 机械碰撞试验

使用 GB/T 2423.55 中描述的撞击元件进行试验。每次试验应包括对供电设备处于正常使用位置时能看到的每个垂直表面，每个表面应承受 3 次碰撞，碰撞部位应均匀地分布于被试供电设备的表面。撞击不应在安装于外部的组部件上，如显示器、键盘、按钮、指示灯等位置。如果供电设备外壳为圆柱形的，试验包括 3 次撞击，每次撞击的位置要有 120° 的角位移。试验结束后，检查供电设备，由撞击导致的裂纹在直径不超过 15 mm 的圆内。

6.6 不可接受的噪声试验

供电设备置于半消音室内，连接负载，设置为额定功率输出后，加载运行并达到稳定状态，在背景噪声不大于 40 dB 的条件下进行测试，检测距离供电设备前、后、左、右水平位置 1 m 处，离地面高度 1 m~1.5 m 处测量的噪声值最大应不大于 80 dB(A 级)。



6.7 安全标识试验

目测检查供电设备产品标识、警示标识(如铭牌、安全标识等)的正确性与完整性，检查产品标识和警示标识的耐擦性，用棉花球沾水擦拭 15 s，再用浸过汽油的布擦拭 15 s，擦拭后标识应清晰可辨。

附 录 A
(资料性附录)
电动汽车供电设备上使用的标识符号

电动汽车供电设备上使用的标识符号见表 A.1。

表 A.1 电动汽车供电设备上使用的标识符号

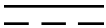












编号	符号	参考标准	描述
1		GB/T 5465.2—2008	直流电(5031)
2		GB/T 5465.2—2008	交流电(5032)
3		GB/T 5465.2—2008	交直流两用(5033)
4		GB/T 5465.2—2008	三相交流电(5032-1)
5		GB/T 5465.2—2008	带中性线的三相交流电(5032-2)
6		GB/T 5465.2—2008	接地(5017)
7		GB/T 5465.2—2008	保护接地(5019)
8		GB/T 5465.2—2008	接机壳;接机架(5020)
9		ISO 7000	参考操作说明书(1641)
10		GB/T 5465.2—2008	通(电源)(5007)
11		GB/T 5465.2—2008	断(电源)(5008)
12		GB/T 5465.2—2008	危险电压(5036)
13		GB/T 5465.2—2008	小心,烫伤(5041)

表 A.1（续）

编号	符号	参考标准	描述
14		ISO 7000	注意危险
15		GB/T 5465.2—2008	双位按钮控制的“按入”状态(5268)
16		GB/T 5465.2—2008	双位按钮控制的“弹出”状态(5269)
17		GB/T 5465.2—2008	输入(5034)
18		GB/T 5465.2—2008	输出(5035)
19		GB/T 5465.2—2008	输入/输出(5448)
20		GB/T 5465.2—2008	正常运行(5433)
21			听力损害危险,佩戴听力保护装置
22			冷却液
注：如使用表中的符号,在供电设备的有关文档中给出这些符号的解释。			

附 录 B
(规范性附录)

电动汽车供电设备安全试验项目

电动汽车供电设备安全试验项目列表见表 B.1。

表 B.1 供电设备安全试验项目列表

项目名称	对应章条号	备注
结构和电击防护试验	6.1	
尖锐部分可接触性试验	6.1.1	
危险带电部件可触及性试验	6.1.2	
防触电试验	6.1.2.1	
防止意外电压试验	6.1.2.2	
绝缘试验	6.1.3	
绝缘电阻试验	6.1.3.1	
绝缘自检功能试验	6.1.3.2	充电模式 4
介电强度试验	6.1.4	
冲击电压试验	6.1.5	
接触电流试验	6.1.6	
接地试验	6.1.7	
接地导体连接试验	6.1.7.1	
接地电阻及连续性试验	6.1.7.2	
输出断开后的残余电压试验	6.2	
充电试验	6.3	
输入安全试验	6.3.1	
输入过压保护试验	6.3.1.1	
输入欠压保护试验	6.3.1.2	
输入反极性试验	6.3.1.3	
一种以上类型电源供电试验	6.3.1.4	
电源切断及复电重启试验	6.3.1.5	
输出安全试验	6.3.2	
输出限电压试验	6.3.2.1	充电模式 4
输出限电流试验	6.3.2.2	充电模式 4
负载电流匹配性试验	6.3.2.3	充电模式 2、充电模式 3
输出短路保护试验	6.3.2.4	
输出短路启动试验	6.3.2.4.1	
运行中短路试验	6.3.2.4.2	

表 B.1（续）

项目名称	对应章条号	备注
负载卸载试验	6.3.2.5	
输出反极性试验	6.3.2.6	
输出防逆流试验	6.3.2.7	
预充试验	6.3.2.8	充电模式 4
输出粘连试验	6.3.2.9	充电模式 4
输出冲击试验	6.3.2.10	
紧急停止试验	6.3.2.11	
充电连接安全试验	6.3.3	
未连接充电启动试验	6.3.3.1	
连接与断开接触顺序试验	6.3.3.2	
机械和电子联锁有效性试验	6.3.3.3	
充电连接异常试验	6.3.3.4	
通信故障试验	6.3.4	
通信异常试验	6.3.4.1	充电模式 4
充电需求超限值的输出响应试验	6.3.4.2	充电模式 4
超电池管理系统(BMS)参数限值	6.3.4.2.1	充电模式 4
超供电设备参数限值试验	6.3.4.2.2	充电模式 4
0 值需求试验	6.3.4.2.3	充电模式 4
实时采集数据超限值的输出响应试验	6.3.4.2.4	充电模式 4
机械开关设备操作试验	6.3.5	充电模式 4
过热及着火试验	6.4	充电模式 4
可能引起的热伤害试验	6.4.1	
过温保护试验	6.4.2	
冷却系统故障试验	6.4.3	
绝缘部件耐热试验	6.4.4	
绝缘部件耐燃试验	6.4.5	
绝缘部件耐老化试验	6.4.6	
机械强度试验	6.5	
运动部件和抛射部件试验	6.5.1	
机械静载荷试验	6.5.2	
机械碰撞试验	6.5.3	
不可接受的噪声试验	6.6	
安全标识试验	6.7	

参 考 文 献

- [1] GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分:图形符号
- [2] ISO 7000 Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols

