



中华人民共和国国家标准

GB 39752—2024
代替 GB/T 39752—2021

电动汽车供电设备安全要求

Safety requirements of electric vehicle conductive supply equipment

2024-07-24 发布

2025-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 符号和缩略语 | 6 |
| 5 安全要素要求 | 6 |
| 6 试验通则 | 14 |
| 7 试验方法 | 17 |
| 8 标准的实施 | 21 |
| 附录 A（规范性） 电动汽车供电设备安装 | 22 |
| 参考文献 | 23 |



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 39752—2021《电动汽车供电设备安全要求及试验规范》，与 GB/T 39752—2021 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了本文件涉及具备放电功能的供电设备安全要求，以及自动充电、顶部接触式充电等供电设备安全要求的限定范围(见第 1 章)；
- b) 增加了术语“电动汽车供电设备”“充电模式”“模式 2”“模式 3”“模式 4”“运动部件”“等效质量”“测量点”“跌落高度”“TT 系统”“TN 系统”及其定义(见 3.1、3.20、3.20.1、3.20.2、3.20.3、3.21、3.22、3.23、3.24、3.25、3.26)；
- c) 删除了术语“决定性电压等级 A”“决定性电压等级 B”“决定性电压等级 C”“安全特低电压电路”“危险电压”“功能绝缘”“设备安全分类”“衬套”及其定义(见 2021 年版的 3.5.1、3.5.2、3.5.3、3.6、3.7、3.15.1、3.17、3.20)；
- d) 增加了“符号和缩略语”一章并补充了 AC、CPT 端口、IK、IPXX 等(见第 4 章)；
- e) 更改了环境分类中环境温度范围、相对湿度范围(见 5.1.1, 2021 年版的 4.1.1)；
- f) 更改了污染等级要求，补充室外供电设备降低污染等级设计条件(见 5.1.2, 2021 年版的 4.1.2)；
- g) 删除了紫外暴露要求(见 2021 年版的 4.1.4)；
- h) 增加了特殊环境下的耐盐雾腐蚀和耐光老化要求，增加了安装(见 5.1.3、5.1.4)；
- i) 删除了结构中的外壳要求(见 2021 年版的 4.2.2)；
- j) 删除了结构中连接和拼接的连接外部导体端子用铜导线的截面积、端子和接头最小拉力要求(见 2021 年版的 4.2.4)；
- k) 删除了结构中布线的衬套要求(见 2021 年版的 4.2.5)；
- l) 增加了供电设备进出线开孔线缆防护要求(见 5.2.5)；
- m) 更改了防护等级要求，补充了模式 2 的供电设备防护等级要求(见 5.2.6, 2021 年版的 4.1.3)；
- n) 删除了电气零部件中充电模块、机械开关设备、充电用连接装置、受限制电源(辅助电源)、冷却装置、剩余电流保护器、浪涌保护器的要求(见 2021 年版的 4.2.7)；
- o) 增加了决定性电压等级的限值注释(见 5.3.1)；
- p) 将“直接接触防护”更改为“基本防护”(见 5.3.2.1, 2021 年版的 4.3.2.1)、“间接接触防护”更改为“故障防护”(见 5.3.2.2, 2021 年版的 4.3.2.2)；
- q) 增加了多车辆插头供电设备中每条充电电缆的保护接地要求(见 5.3.2.2)；
- r) 删除了 II 类设备保护要求(见 2021 年版的 4.3.2.2.2)；
- s) 增加了交流供电设备的剩余电流保护(见 5.3.3.1)、直流供电设备的剩余电流保护(见 5.3.3.2)；
- t) 增加了电气隔离要求(见 5.3.4)；
- u) 增加了在交变湿热后的绝缘电阻要求(见 5.3.7)；
- v) 更改了工频耐受电压的试验电压要求(见 5.3.8.1, 2021 年版的 4.3.6.1)、冲击耐受电压的试验电压要求(见 5.3.8.2, 2021 年版的 4.3.6.2)；
- w) 删除了能量危险防护中功能电路电压消失(见 2021 年版的 4.4.1)、供电输出电压消失(见 2021 年版的 4.4.2)；
- x) 删除了充电危险防护中泄放(见 2021 年版的 4.5.2)、预充电(见 2021 年版的 4.5.3)、通信故障

- 保护(见 2021 年版的 4.5.9)、急停保护(见 2021 年版的 4.5.11);
- y) 增加了过温保护(见 5.4.4)、负载突降保护(见 5.4.5)、多车辆插头的直流供电设备模块切换要求(见 5.4.10);
 - z) 增加了多车辆插头的直流供电设备粘连保护功能(见 5.4.7),更改了门禁保护要求(见 5.4.8, 2021 年版的 4.5.10),将“绝缘自检”更改为“绝缘保护”(见 5.4.9,2021 年版的 4.5.1);
 - aa) 将“引起过热”更改为“危险识别”(见 5.5.1,2021 年版的 4.6.1);
 - ab) 删除了零部件防火及外壳防火(见 2021 年版的 4.6.5、4.6.6);
 - ac) 删除了抛射出的部件(见 2021 年版的 4.7.2);
 - ad) 将“机械碰撞”更改为“机械强度”,并增加了模式 2 耐车辆碾压性能、耐机械冲击和机械撞击性能、耐振动和冲击性能的要求,更改了模式 3 和模式 4 的机械强度要求(见 5.6.2,2021 年版的 4.7.3);
 - ae) 删除了声压危险(见 2021 年版的 4.8);
 - af) 增加了电磁兼容抗扰度及发射要求(见 5.7.1、5.7.2);
 - ag) 删除了试验顺序、试验用仪器、试验准备、试验数据、单一故障条件、对零件抛出危险的防护判据、对其他危险的防护判据、试验时间(见 2021 年版的 5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.7.2.3、5.7.2.4、5.8);
 - ah) 增加了电磁兼容抗扰度试验的合格判据(见 6.3.3)、电磁兼容发射试验的合格判据(见 6.3.4);
 - ai) 增加了环境适应性试验、一般检查、把手和手动控制装置检查、连接和拼接检查、布线检查、开孔检查、防护等级试验、剩余电流保护检查、多车辆插头的直流供电设备模块切换试验、电磁兼容抗扰度试验、电磁兼容发射试验(见 7.1、7.2.1、7.2.2、7.2.3、7.2.4、7.2.5、7.2.6、7.3.2、7.4.10、7.7.1、7.7.2);
 - aj) 删除了输出断开后的残余电压试验、输入过压保护试验、输入欠压保护试验、输入反极性试验、一种以上类型电源供电试验、电源切断及复电重启试验、输出限电压试验、输出限电流试验、负载电流匹配性试验、输出反极性试验、预充试验、输出冲击试验、紧急停止试验、充电连接安全试验、通信故障试验、冷却系统故障试验、机械碰撞试验、不可接受的噪声试验(见 2021 年版的 6.2、6.3.1.1、6.3.1.2、6.3.1.3、6.3.1.4、6.3.1.5、6.3.2.1、6.3.2.2、6.3.2.3、6.3.2.6、6.3.2.8、6.3.2.10、6.3.2.11、6.3.3、6.3.4、6.4.3、6.5.2、6.6);
 - ak) 增加了标准的实施(见第 8 章);
 - al) 增加了电动汽车供电设备安装(见附录 A)。

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专利的责任。

本文件由国家能源局提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——2021 年首次发布为 GB/T 39752—2021;

——本次为第一次修订,标准编号调整为 GB 39752—2024。

电动汽车供电设备安全要求

1 范围

本文件规定了电动汽车供电设备(以下简称“供电设备”)的安全要素要求,确立了试验通则,描述了相应的试验方法。

注: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,与本文件结合使用。

本文件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,包括模式 2、模式 3 和模式 4 的供电设备。

本文件不涉及以下内容:

- 与安全无关的供电设备功能和性能要求;
- 信息安全要求;
- 与运输包装、不恰当使用相关的安全要求;
- 因故意破坏和其他有目的行为所引起的安全要求;
- 具备放电功能的供电设备的安全要求;
- 自动充电、顶部接触式充电的供电设备的安全要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 B:高温
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ka:盐雾
- GB/T 2423.55—2023 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Eh:锤击试验
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- 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 14048.2 低压开关设备和控制设备 第 2 部分:断路器
- GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 2 部分:氙弧灯
- GB/T 16895.21 低压电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护
- GB/T 16916.1 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB) 第 1 部分:一般规则

GB/T 16917.1 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第1部分:一般规则

GB/T 16935.1—2023 低压供电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—2023 电动汽车传导充电系统 第1部分:通用要求

GB/T 18487.2 电动汽车传导充电系统 第2部分:非车载传导供电设备电磁兼容要求

GB/T 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)

GB/T 22794 家用和类似用途的不带和带过电流保护的 F 型和 B 型剩余电流动作断路器

GB/T 29317—2021 电动汽车充换电设施术语

GB/T 41589—2022 电动汽车模式 2 充电的缆上控制与保护装置(IC-CPD)

GB 44263—2024 电动汽车传导充电系统安全要求

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50067 汽车库、修车库、停车场设计防火规范

GB 50217 电力工程电缆设计标准

GB 55037 建筑防火通用规范

3 术语和定义

GB/T 18487.1—2023 和 GB/T 29317—2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动汽车供电设备 EV energy transfer equipment

连接于电动汽车与供电网(电源)之间,可实现能量流动的设备。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.1.6,有修改]

3.2

外壳 enclosure

为预定用途提供适用的保护类型和保护等级的壳体。

注: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;用来减少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。

[来源:GB 4943.1—2022,3.3.2.2,有修改]

3.3

工具 tool

能用来旋动螺钉、锁闩或类似固定装置的器具。

[来源:GB 4943.1—2022,3.3.6.13]

3.4

危险 hazard

可能导致伤害的潜在根源。

[来源:GB/T 4776—2017,2.1.23]

3.4.1

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。

3.4.2

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。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.2.13]

3.5

工作电压 working voltage

当供电设备在正常使用的条件下工作时,以额定电压或额定电压范围内的任何电压对设备供电时,任何特定绝缘上的电压。

注:不考虑设备外部引起的瞬态电压,不考虑重复性峰值电压。

[来源:GB 4943.1—2022,3.3.14.8,有修改]

3.6

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。

注:决定性电压等级分为决定性电压等级 A、决定性电压等级 B 和决定性电压等级 C。

3.7

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:包括待机。

3.8

正常条件 normal condition

供电设备防止危险的所有防护措施均完好无损的条件。

3.9

单一故障条件 single fault condition

供电设备在正常工作条件下,单一安全防护(但不是加强安全防护)或者单一元器件或装置发生一个故障的条件。

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。

3.10

保护接地导体 protective earthing conductor

将设备内的主保护接地端子和供保护接地用的建筑物设施的接地点连接起来的保护导体。

[来源:GB 4943.1—2022,3.3.11.12]

3.11

接触电流 touch current

当人体部位接触两个或多个可触及零部件或者接触一个可触及零部件和地时通过人体的电流。

[来源:GB 4943.1—2022,3.3.6.14]

3.12

电气间隙 clearance

两导体之间在空气中的最短距离。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.6.3]

3.13

爬电距离 creepage distance

两导电部件之间沿固体绝缘材料表面的最短距离。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.6.4]

3.14

绝缘 insulation

表征一个绝缘体实现其功能的能力的各种性质。

注:有关性质的例子是:电阻、击穿电压。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.2.1]

3.14.1

功能绝缘 functional insulation

仅使设备正常工作所需要的在导电零部件之间的绝缘。

[来源:GB 4943.1—2022,3.3.5.3]

3.14.2

基本绝缘 basic insulation

能够提供基本防护的危险带电部分上的绝缘。

注:本概念不适用于仅用作功能性目的的绝缘。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.2.4]

3.14.3

附加绝缘 supplementary insulation

除了基本绝缘外,用于故障防护附加的单独绝缘。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.2.5]

3.14.4

双重绝缘 double insulation

既有基本绝缘又有附加绝缘构成的绝缘。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.2.6]

3.14.5

加强绝缘 reinforced insulation

危险带电部分具有相当于双重绝缘的电击防护等级的绝缘。

注:加强绝缘可以有几个不能像基本绝缘或附加绝缘那样单独测试的绝缘层组成。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.2.7]

3.15

过电压类别 overvoltage category

用数字表述瞬时过电压条件。

注:用 I、II、III 和 IV 表示过电压类别。

[来源:GB/T 16935.1—2023,3.1.20]

3.16

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。

[来源:GB/T 4776—2017,2.3.3.2]

3.17

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作规定的设备。

[来源:GB/T 4776—2017,2.3.3.3]

3.18

污染 pollution

可能影响介电强度或表面电阻率的固体、液体或气体(电离气体)的任何情况。

[来源:GB/T 16935.1—2023,3.1.24]

3.19

污染等级 pollution degree

用数字表征微观环境受预期污染程度。

[来源:GB/T 16935.1—2023,3.1.25]

3.19.1

污染等级 2 pollution degree 2; PD 2

通常仅有非导电性污染,然而需要预期到凝露会偶尔引起的短暂的导电性污染。

3.19.2

污染等级 3 pollution degree 3; PD 3

有导电性的污染或由于预期的凝露使干燥的非导电性污染变为导电性污染。

3.20

充电模式 charging modes

连接电动汽车到供电网(电源)给电动汽车供电的方法。

注:包括模式 1、模式 2、模式 3、模式 4。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.1.4,有修改]

3.20.1

模式 2 mode 2

将电动汽车连接到供电网(电源)时,在电源侧使用了标准插头/插座,在电源侧使用了相线、中性线和接地保护的导体,并且在充电连接时使用了缆上控制与保护装置(IC-CPD)。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.1.4.2]

3.20.2

模式 3 mode 3

将电动汽车连接到供电网(电源)时,使用了专用供电设备,将电动汽车与交流电网直接连接,并且在专用供电设备上安装了控制导引装置。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.1.4.3]

3.20.3

模式 4 mode 4

将电动汽车连接到供电网(电源)时,使用了带控制导引功能的直流供电设备。

[来源:GB/T 18487.1—2023,3.1.4.4]

3.21

运动部件 moving parts

用来传递动力和实现机械运动的零部件。

3.22

等效质量 equivalent mass

试验装置的撞击元件以及共有速度提供撞击能量的有关部分的质量。

[来源:GB/T 2423.55—2023,3.3,有修改]

3.23

测量点 measuring point

撞击元件表面的一个标志点。该点是通过摆杆轴线和撞击元件轴线相交的点作垂直于该两条轴线所构成的平面的垂线与撞击元件表面的交点。

[来源:GB/T 2423.55—2023,3.4,有修改]

3.24

跌落高度 height of fall

摆锤在释放时测量点的位置与摆锤在撞击瞬间测量点的位置间的垂直距离。

[来源:GB/T 2423.55—2023,3.5,有修改]

3.25

TT 系统 TT system

电力系统有一点直接接地,电气装置的外露可导电部分通过保护线接至与电力系统接地点无关的接地极。

[来源:GB 50052—2009,2.0.11]

3.26

TN 系统 TN system

电力系统有一点直接接地,电气装置的外露可导电部分通过保护线与该接地点相连接。

[来源:GB 50052—2009,2.0.10,有修改]

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

$I_{\Delta n}$: 额定剩余动作电流

IK: 外壳对外界有害机械碰撞的防护等级代码

IPXX: 外壳防护等级代码

L1、L2、L3: 交流电源相线

N: 中性线或零线

U_{ACL} : 交流电压有效值

U_{ACPL} : 交流电压峰值

U_{DCL} : 直流电压

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AC: 交流电(Alternating Current)

CPT 端口: 传导电能传输端口(Conductive Power Transfer port)

DC: 直流电(Direct Current)

DVC: 决定性电压等级(Decisive Voltage Level)

IC-CPD: 缆上控制与保护装置(In-cable Control and Protection Device)

PE: 保护接地(Protecting Earthing)

PEN: 保护接地和中性点(Protective Earth and Neutral)

SELV: 安全特低电压(Safety Extra-low Voltage)

5 安全要素要求

5.1 使用条件

5.1.1 环境分类

供电设备使用环境分类,按照表 1 所示。

表 1 环境分类

| 使用类型 ^a | 室外 | 室内 |
|--|-----------------|----------------|
| 污染等级 | 最低 PD 3 | 最低 PD 2 |
| 环境温度范围 | -25 °C ~ +40 °C | -5 °C ~ +40 °C |
| 相对湿度范围 | 5% ~ 95% | 5% ~ 95% |
| 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的最低要求。 ^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—2023 规定的修正因子进行修正。 | | |

5.1.2 污染等级

供电设备的污染等级是外部环境的污染等级,室内使用供电设备污染等级最低为 PD 2,室内暴露于污染的工业环境时,污染等级最低为 PD 3。室外使用的供电设备污染等级最低为 PD 3。

在正常使用条件下,当室外使用满足以下任一条件时,可按污染等级 PD 2 进行设计:

- 电动汽车供电设备的防护等级 IP55 及以上;
- 除了可预见的冷凝所引起的短时、偶然的污染外,仅发生非导电性的污染。

5.1.3 特殊环境

预期在高温、高湿、高辐照、高盐雾等特殊环境下使用的供电设备,应能耐盐雾腐蚀和耐光老化。

5.1.4 安装

供电设备的安装应按照附录 A 的要求。

5.2 结构

5.2.1 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条件和故障条件下使用所遇到的应力。供电设备结构的棱缘、凸起、拐角、孔洞、护罩和手柄等能接触的部位应圆滑,在正常使用时不应引起伤害。

5.2.2 把手和手动控制装置

把手、旋钮、夹具、操纵杆等类似运动部件应牢固地安装,在正常使用情况下不应松脱。

5.2.3 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；
 - 不带电的金属零部件。

使用的连接装置、插头和插座不应因误接而导致危险。使用工具拆卸连接装置，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部件应满足相匹配的载流能力，其额定工作条件下最高温度不应超过周围所用各材料的耐受温度。

5.2.4 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，以减少线缆绝缘层的磨损。布线路径应避免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。

5.2.5 外壳开孔

开孔的配置和构造应使外来物进入开孔时不应接触到裸露带电部件而产生危险，在门板、面板、盖板等处开孔，关闭或就位时应满足 IPXXC 的防护要求。预定多于一个方向使用的供电设备，适用于每个方向。

用于供电设备进出线的开孔应采取线缆防护措施，避免锋利边缘划伤电缆。

5.2.6 防护等级

室外使用的供电设备外壳防护等级应不低于 IP54，室内使用的供电设备外壳防护等级应不低于 IP32。模式 2 的供电设备功能盒部件防护等级应不低于 IP55，且应符合 GB/T 41589—2022 中 8.5.3 的规定。

5.3 电击防护

5.3.1 决定性电压等级限值(DVC)

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取决于电路的工作电压限值及所采用的绝缘措施。符合 DVC 等级 A 的电路是可触摸的。符合 DVC 等级 B 和 DVC 等级 C 是不能触摸的。正常工作条件下，供电设备 DVC 的限值按照表 2 确定。

表 2 决定性电压等级的限值

单位为伏

| 决定性电压等级 (DVC) | 工作电压限值 | | |
|------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| | 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 | 30 | 42.4 | 60 |
| B | 50 | 71 | 120 |
| C | 1 000 | 4 500 ^b | 1 500 |

^a DVC 等级 A 电路允许单一故障条件下在 0.2 s 的时间内超过 DVC 等级 A 的限值但不超过 DVC 等级 B 的限值。

^b 4 500 的值准许所有供电设备被本文件涵盖($3 \times \sqrt{2} \times 1\,000 \approx 4\,242$)。

5.3.2 绝缘措施

5.3.2.1 基本防护

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 的电路之间至少存在基本绝缘。可接触未接地导体应与 DVC 等级 B 和 DVC 等级 C 的电路之间至少存在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—2023 中 7.6 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。在安装或使用期间,对供电设备外壳等部件打开后,可触碰到的 DVC 等级 B 或 DVC 等级 C 的危险带电部分应具有隔离防护、作业指导等防护措施。

5.3.2.2 故障防护

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联结和保护接地。

a) 保护联结

用于连接的方式包括:

- 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;
- 通过专门的保护联结导体;
- 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联结应一直保持有效,除非上级的保护装置切断该部分的电源。

b) 保护接地

供电设备中保护接地导体应具备标识指示,且能明显识别;保护接地导体最小截面积应符合 GB/T 18487.1 中关于保护接地导体的要求。

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不具备双重绝缘或加强绝缘保护的金属手柄等均应有效接地,连续性电阻应不大于 0.1Ω 。

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,供电设备通电后,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。

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—2023 中 12.1 的要求。

多车辆插头的供电设备中每条充电电缆的保护导体应连接到一个共同的保护接地导体上。

5.3.3 剩余电流保护

5.3.3.1 交流供电设备的剩余电流保护

交流供电设备应在每个充电接口配备独立的剩余电流保护器(装置),且应符合 GB/T 14048.2,或 GB/T 16916.1 和 GB/T 22794,或 GB/T 16917.1 和 GB/T 22794 的相关剩余电流动作特性要求。交流供电设备应具备以下保护措施之一:

- a) A 型且具有 6 mA 及以上平滑直流剩余电流保护的剩余电流保护器(装置);
- b) A 型剩余电流保护器(装置)和 6 mA 及以上平滑直流剩余电流监测保护的装置配合使用;
- c) B 型剩余电流保护器(装置),其配置条件为当前级供电回路配置了不低于 B 型剩余电流保护

器(装置)或未安装剩余电流保护器(装置)时。

剩余电流保护器(装置)的额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 不应超过 30 mA。

注：剩余电流保护器(装置)安装在供电设备内部,或安装在供电设备的电源回路上,并与供电接口一一对应。

5.3.3.2 直流供电设备的剩余电流保护

直流供电设备的交流侧主回路应具备符合 5.3.3.1 要求的剩余电流保护功能或具备以下加强电气防护措施之一：

- a) 双重绝缘；
- b) 加强绝缘；
- c) 隔离；
- d) 双重绝缘或加强绝缘或直流供电设备外壳内部采用基本绝缘和可触及导电部件可靠接地,且当其外壳发生变形时,基本绝缘不应被破坏。

其中,隔离可采用在设备外部安装栅栏、内部安装隔离网之类的装置。

直流供电设备的控制电源交流回路在供电网侧不具备剩余电流保护功能时,应具备剩余电流保护器(装置)(可使用 AC 型的剩余电流保护器),其额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$ 不应超过 30 mA。

对于额定最大功率不大于 20 kW 的直流供电设备,当供电网侧已安装符合 5.3.3.1 要求的剩余电流保护器(装置)时,供电交流电源回路可不配置剩余电流保护器(装置)。

当因前级剩余电流保护动作等原因造成控制电源失电时,直流供电设备应能断开直流供电回路。

5.3.4 电气隔离

供电设备非电气连接的各带电回路之间、带电回路与地(金属外壳)之间,如输入回路与输出回路之间、输出回路与安全特低电压(SELV)电路之间、输入回路与安全特低电压(SELV)电路之间、输入回路和保护导体(PE)之间、输出回路和保护导体(PE)之间应具备电气隔离措施,如表 3 所示。

表 3 各部位之间的电气隔离措施

| 各部位之间 | 隔离措施 |
|-------------------|-----------|
| 输入回路与输出回路 | 双重绝缘或加强绝缘 |
| 输入回路与安全特低电压(SELV) | 双重绝缘或加强绝缘 |
| 输出回路与安全特低电压(SELV) | 双重绝缘或加强绝缘 |
| 输入回路和保护导体(PE) | 基本绝缘 |
| 输出回路和保护导体(PE) | 基本绝缘 |

当直流供电设备同时连接多辆电动汽车时,应能保证在任一时刻每辆电动汽车对应的各供电回路保持电气隔离。

多车辆插头的直流供电设备未连接充电的充电接口应符合 GB/T 18487.1—2023 中 F.5.4 的要求。多车辆插头的直流供电设备在发生单一故障时不应导致一个充电接口的输出电压施加到另一个充电接口上。

5.3.5 电气间隙和爬电距离

供电设备功能电路的电气间隙与爬电距离应满足 GB/T 16935.1—2023 的规定。电气间隙、爬电距离应将制造公差包含在内。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。

应结合下列影响后选择绝缘措施。

- a) 污染等级

污染等级应根据使用的环境要求和条件来确定。

b) 过电压类别

- 直接连接至交流供电网的供电设备部件(电源部分):最小过电压类别Ⅳ;
- 直接连接到直流供电网的供电设备部件(电源部分):最小过电压类别Ⅱ;
- 与交流供电网永久连接的供电设备:最小过电压类别Ⅲ,但对于供电插座或连接方式 C 的车辆插头:最小过电压类别Ⅱ;
- 通过标准插头电缆组件或车辆插座与供电网连接的供电设备:最小过电压类别Ⅱ。

5.3.6 接触电流

供电设备的接触电流应符合 GB/T 18487.1—2023 中 12.1 的要求。

5.3.7 绝缘电阻

在供电设备非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(外壳)之间的绝缘电阻不应小于 10 MΩ。

在 GB/T 2423.4 交变湿热试验 Db 结束之后 30 min 内的绝缘电阻应满足以下要求:

- Ⅰ类设备: $R > 1 \text{ M}\Omega$;
- Ⅱ类设备: $R > 7 \text{ M}\Omega$ 。

5.3.8 介电强度

5.3.8.1 工频耐受电压

在供电设备非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间,按其工作电压应能承受表 4 所规定历时 1 min 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)。

表 4 介电强度试验电压

单位为伏

| 额定绝缘电压 U_i (线-线 交流或直流) | 介电强度试验电压 ^a (交流有效值) | 介电强度试验电压 ^b (直流) |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| $U_i \leq 60$ | 1 000 | 1 415 |
| $60 < U_i \leq 300$ | 1 500 | 2 120 |
| $300 < U_i \leq 690$ | 1 890 | 2 670 |
| $690 < U_i \leq 800$ | 2 000 | 2 830 |
| $800 < U_i \leq 1 000$ | 2 200 | 3 110 |
| $1 000 < U_i \leq 1 500^b$ | 2 700 | 3 820 |

^a 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。
^b 仅指直流。

5.3.8.2 冲击耐受电压

在供电设备非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间按表 5 规定施加 3 次正极性和 3 次负极性标准雷电波的短时冲击电压(每次间隙不小于 5 s,脉冲波形 1.2/50 μs,电源阻抗 500 Ω),试验过程中不应出现击穿放电。

表 5 冲击耐压试验电压

单位为伏

| 系统标称电压 | 冲击耐压试验电压 |
|------------------------------|----------|
| ≤50 (AC 有效值)或 71(DC 值) | 500 |
| 100 (AC 有效值)或 141 (DC 值) | 800 |
| 150 (AC 有效值)或 213 (DC 值) | 1 500 |
| 300 (AC 有效值)或 424 (DC 值) | 2 500 |
| 600 (AC 有效值)或 849 (DC 值) | 4 000 |
| 1 000 (AC 有效值)或 1 500 (DC 值) | 6 000 |
| — | 允许插值 |

5.4 能量与保护

5.4.1 输出过电压保护

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 8.2.7 的要求。

5.4.2 输出过电流保护

交流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 7.2.6 的要求。

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 8.2.8 的要求。

5.4.3 短路保护

交流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 7.1.6 的要求。

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 8.1.2 的要求。

多车辆插头的供电设备每个输出回路应具有短路保护功能。充电电缆的短路保护应符合 GB/T 18487.1—2023 中 13.3 和 C.7.10 的要求。

5.4.4 过温保护

交流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 6.2.1 的要求。

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 6.2.2 的要求。

5.4.5 负载突降保护

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 8.2.9 的要求。

5.4.6 防逆流功能

直流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。

注:具备放电功能的供电设备不适用。

5.4.7 粘连保护

交流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 7.1.5 的要求。

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 8.1.7 的要求。

多车辆插头的直流供电设备应具备功率分配切换回路粘连检测和告警功能。

5.4.8 门禁保护

当供电设备门打开造成带电部分露出,且不满足 IPXXB 防护要求时,应具备门禁保护功能,供电设备露出的带电部分电压在 1 s 内应符合 DVC 等级 A。

5.4.9 绝缘保护

直流供电设备应符合 GB 44263—2024 中 8.1.5 的要求。

5.4.10 多车辆插头的直流供电设备模块切换要求

多车辆插头的直流供电设备的充电模块在充电车辆接口之间投切时应先关断充电模块输出,并泄放输出电压后再投入到其他充电接口。

5.5 过热及着火

5.5.1 危险识别

供电设备正常工作时,应防止以下情况引起的过热,避免电气、机械、绝缘或其他性能下降,导致危险。

- 可接触部位超过安全温度。
- 部件、零件、绝缘和塑料材料超过特定温度。
- 结构和安装表面超过特定温度。

5.5.2 允许表面温度

电动汽车供电设备在运行时表面温度不应超过允许温度。

在最大充电电流和环境温度 40 °C 条件下,手握可接触的表面最高允许温度为:

- a) 金属部分 50 °C;
- b) 非金属部分 60 °C。

同样工作条件下,用户可能触及但是不能手握的表面最高允许温度为:

- a) 金属部分 60 °C;
- b) 非金属部分 85 °C。

同样工作条件下,充电电缆表面最高温度不应超过 77 °C。充电电缆表面温度超过 60 °C 时,应增加高温警示标识。

5.5.3 引燃和火焰蔓延

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,避免引燃和火焰的蔓延。

5.6 机械防护

5.6.1 运动部件

供电设备的运动部件,应合理布局,或封闭安装、或加保护罩,以防止操作和维修时无意接触的危险,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。

5.6.2 机械强度

供电设备应具有足够的机械强度,以耐受正常使用过程中施加在其上的应力。

模式 2:IC-CPD 的耐车辆碾压性能应满足 GB/T 41589—2022 中 8.1 的要求。IC-CPD 的耐机械冲击和机械撞击性能应满足 GB/T 41589—2022 中 8.11 的要求。IC-CPD 的耐振动和冲击性能应满足 GB/T 41589—2022 中 8.25 的要求。

模式 3 和模式 4:供电设备金属外壳机械强度应不低于 GB/T 20138 中规定的 IK 10,非金属外壳机械强度应不低于 GB/T 20138 中规定的 IK 08,液晶屏幕、薄膜按键,装饰性面板、指示灯、锁具等部位除外。

5.7 电磁兼容

5.7.1 抗扰度要求

供电设备的抗扰度试验类别和等级应符合 GB/T 18487.2 的要求。

5.7.2 发射要求

供电设备电源输入端口、CPT 端口、信号/控制端口的传导骚扰限值,外壳端口的辐射骚扰限值,电源输入端口的谐波电流,电压波动和闪烁应符合 GB/T 18487.2 的要求。

5.8 标识与指示

5.8.1 标识

5.8.1.1 一般要求

供电设备应按规定标注产品标识和警示标志。

供电设备的标识在正常使用条件下应保持清晰可辨,且能耐受腐蚀。

5.8.1.2 产品标识

供电设备产品标识的内容应符合 GB/T 18487.1—2023 中第 17 章的要求。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,准许从机架或面板上移出来后看见标识。

5.8.1.3 警示标志

供电设备表面或者任何一个通往危险部位的门、盖子等防护措施应设置警示标志。警示标志应符合 GB 2894 中规定的标志类型、颜色、材质、尺寸和使用要求。如果警示标志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。

5.8.2 指示

供电设备应能提供以下一种或两种指示:

- 集成的一种能直接可见的或可听到的指示;
- 一种能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、集电极开路输出或通过相关通信系统进行信息发送等。

6 试验通则

6.1 一般要求

供电设备应经过试验以证明其符合本文件的相关要求,试验项目按照表 6 的规定。供电设备的部件如果已经符合相关标准,并正确进行安装和使用,则整机试验过程中不必再对部件进行重复检验。

注:供电设备的安装试验不包含在供电设备产品试验中。

表6 电动汽车供电设备安全试验项目

| 序号 | 测试项目 | 技术要求 章条号 | 试验方法 章条号 |
|----|-----------------|------------------------|-------------|
| 1 | 环境适应性试验 | 5.1 | 7.1 |
| 2 | 结构 检查 | 一般检查 | 7.2.1 |
| 3 | | 把手和手动控制装置检查 | 7.2.2 |
| 4 | | 连接和拼接检查 | 7.2.3 |
| 5 | | 布线检查 | 7.2.4 |
| 6 | | 开孔检查 | 7.2.5 |
| 7 | | 防护等级试验 | 7.2.6 |
| 8 | 电击防 护试验 | 防触电试验 | 7.3.1.1 |
| 9 | | 防止意外电压试验 | 7.3.1.2 |
| 10 | | 接地试验 | 7.3.1.3 |
| 11 | | 剩余电流保护检查 | 7.3.2 |
| 12 | | 电气隔离检查 | 7.3.3 |
| 13 | | 电气间隙和爬电距离试验 | 7.3.4 |
| 14 | | 接触电流试验 | 7.3.5 |
| 15 | | 绝缘电阻试验 | 7.3.6 |
| 16 | | 工频耐压试验 | 7.3.7.1 |
| 17 | | 冲击电压试验 | 7.3.7.2 |
| 18 | 能量与 保护 试验 | 输出过电压保护试验 | 7.4.1 |
| 19 | | 输出过电流保护试验 | 7.4.2 |
| 20 | | 短路保护试验 | 7.4.3 |
| 21 | | 过温保护试验 | 7.4.4 |
| 22 | | 负载突降保护试验 | 7.4.5 |
| 23 | | 防逆流功能检查 | 7.4.6 |
| 24 | | 粘连保护试验 | 7.4.7 |
| 25 | | 门禁保护试验 | 7.4.8 |
| 26 | | 绝缘保护试验 | 7.4.9 |
| 27 | | 多车辆插头的直流供电设备 模块切换试验 | 7.4.10 |
| 28 | 过热及 着火试验 | 允许表面温度试验 | 7.5.1 |
| 29 | | 绝缘部件耐热试验 | 7.5.2.1 |
| 30 | | 绝缘部件耐燃试验 | 7.5.2.2 |
| 31 | | 绝缘部件耐老化试验 | 7.5.2.3 |
| 32 | 机械强 度试验 | 运动部件试验 | 7.6.1 |
| 33 | | 机械强度试验 | 7.6.2 |
| 34 | 电磁兼 容试验 | 抗扰度试验 | 7.7.1 |
| 35 | | 发射试验 | 7.7.2 |
| 36 | 标识与指示试验 | 5.8 | 7.8 |

6.2 试验条件

6.2.1 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:

- a) 环境温度: $+15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $45\% \sim 75\%$;
- c) 大气压力: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

6.2.2 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,可在额定供电条件下进行,对试验结果有可能受电源条件显著影响的试验项目,应在最劣供电条件下进行,或参考以下规定的各种额定条件和容差。

- a) 电压:除特殊规定外,取额定电压的 $80\% \sim 120\%$ 。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。
- b) 频率:取 $50\text{ Hz} \pm 0.5\text{ Hz}$ 。
- c) 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,应选择最劣试验条件,或者两种条件都进行试验。

6.2.3 负载条件

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,选择二者中最劣的情况进行试验。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。

除非另有规定,负载条件应按以下要求保持一定的时间:

- a) 对于连续运行的情况,保持到建立稳定条件为止;
- b) 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;
- c) 对于短时运行的情况,达到标称的运行时间。

6.3 施加故障条件后的合格判据

6.3.1 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:

- a) 测量和确认可触及导电部位不存在触电危险;
- b) 符合绝缘强度试验要求,试验前无需潮湿预处理;
- c) 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的没有开路,设备外壳在其余部位不接地;
- d) 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。

6.3.2 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。

6.3.3 电磁兼容抗扰度试验的合格判据

供电设备试验时及试验后,不应出现起火、爆裂、外壳破碎等危害人身安全的现象。

6.3.4 电磁兼容发射试验的合格判据

供电设备的谐波电流、电压波动和闪烁,传导骚扰和辐射骚扰水平不应超过 GB/T 18487.2 中规定的限值。

6.4 评判准则

所有试验项目均符合要求,评判为合格,否则评判为不合格。原则上所有的检验检测应在同一个试验样品上进行。

7 试验方法

7.1 环境适应性试验

按照 GB/T 2423.1 规定的“试验 Ad:散热试验样品温度渐变的低温试验”方法,试验温度:—25 °C(室外型)或—5 °C(室内型)。试验时间持续 2 h,检查供电设备是否能正常工作。

按照 GB/T 2423.2 规定的“试验 Bd:散热试验样品温度渐变的高温试验”方法,试验温度:+40 °C。试验时间持续 2 h,检查供电设备是否能正常工作。

按照 GB/T 2423.4 规定的“试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)”方法,试验温度:40 °C,循环次数:2 次。在湿热试验结束前 2 h 进行绝缘电阻和介电强度复试,I 类设备绝缘电阻不应小于 1 M Ω ,II 类设备绝缘电阻不应小于 7 M Ω 。介电强度按要求的 75%施加测量电压。试验结束后,在环境箱内恢复至正常大气条件,通电后检查供电设备是否能正常工作。

预期在高温、高湿、高盐雾等特殊环境下使用的供电设备,按照 GB/T 2423.17 进行盐雾试验。预期在高辐照环境下使用的供电设备,按照 GB/T 16422.2 进行光老化试验。

7.2 结构检查

7.2.1 一般检查

目测检查供电设备各个方向的表面(包括壳体及正常使用时可触及部分)是否含有毛刺、明显擦伤和裂纹等影响使用的表面缺陷。目测检查供电设备不含有锐边、倒角、凸出物等类似尖锐部分对人员存在伤害的结构部件。检查供电设备结构,内部电气及机械连接、正常操作时零部件是否牢固可靠。

注:判定时表面缺陷不包含气孔、划痕等因存储和运输造成的影响。

7.2.2 把手和手动控制装置检查

检查把手、旋钮、夹具、操纵杆等类似运动部件是否安装牢固。

7.2.3 连接和拼接检查

检查供电设备的所有连接和拼接在机械上是否牢固,在电气上是否连续。固定的螺钉、螺母、垫圈、弹簧或类似零件等,电源导线、母线、载流部件、多股绞合导线等,是否符合 5.2.3 的要求。

7.2.4 布线检查

检查供布线的孔洞,套管或索环、布线路径是否不会引起或避开可能构成磨损或损伤绝缘层。

7.2.5 开孔检查

检查开孔的配置和构造是否采取防护,检查门板、面板、盖板等处开孔,关闭或就位时是否满足 IPXXC 的防护要求。

7.2.6 防护等级试验

按照 GB/T 4208 规定进行供电设备防护等级试验。

7.3 电击防护试验

7.3.1 绝缘措施试验

7.3.1.1 防触电试验

使用符合 GB/T 4208 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分或在故障情况下可能变成危险带电部分是否可触及。

7.3.1.2 防止意外电压试验

检查供电设备柜门打开等行为活动是否造成危险带电部分外露、可触及。

检查多车辆插头的直流供电设备各供电回路的电气隔离措施。检查在正常工作和第一次故障后的 1 s 内,未连接充电的车辆插头触点与保护导体之间的电压小于 60 V(DC)。

7.3.1.3 接地试验

7.3.1.3.1 接地导体连接试验

检查供电设备中需要接地的零部件是否可靠地连接保护接地端子或保护大地,保护接地导体与中性线不应存有电气连接。测量保护接地导体的截面积或电阻值是否符合 GB/T 18487.1—2023 中 7.4 的要求。

多车辆插头的供电设备应检查每个充电接口充电电缆的保护导体可靠连接到一个共同的保护接地导体上。

7.3.1.3.2 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 Ω ,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。

7.3.2 剩余电流保护检查

检查供电设备剩余电流保护安装是否符合 5.3.3 的要求,或具备对应的证明材料。

7.3.3 电气隔离检查

检查供电设备各部位间的电气隔离措施是否符合 5.3.4 的要求。

7.3.4 电气间隙和爬电距离试验

用量规或游标卡尺测量供电设备规定部位的最小电气间隙和爬电距离是否符合 5.3.5 的要求。

7.3.5 接触电流试验

湿热试验后 1 h 内,按照 GB/T 12113 的方法,在 1.1 倍的额定电压下进行接触电流试验,试验结果是否符合 GB/T 18487.1—2023 中 12.1 的要求。

7.3.6 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,闭合或短接各试验回路,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 500 V 直流电压,持续 1 min,检测供电设备的绝缘电阻不小于 10 M Ω 。印制电路板和多接头组件可在试验时拔下、断开或用标准样件代替。

试验前,将充电设备的各输入端子之间、各输出端子之间短接。

试验过程中,所有特低电压电路均应连接到易触及的部件。绝缘电阻试验应在断开保护阻抗的情况下进行。将印制电路板和多接头组件可在试验时拔下、断开或用标准样件代替。如果辅助装置(例如辅助变压器、脉冲变压器、测量装置等)的绝缘损坏可能会使电压达到未与机壳连接的人体易触及部分,或使高压侧电位达低压侧,以及引起故障跳闸,不应断开辅助装置与主电路之间的连接,而应与主电路一起承受同样的试验电压。

7.3.7 介电强度试验

7.3.7.1 工频耐压试验

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 4 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,供电设备泄露电流值应不大于 10 mA,试验部位不应出现绝缘击穿或闪络现象。

试验过程中,所有电气设备均应连接,且应断开供电设备中会消耗测试电压引起电流流动的耗电装置[例如绕组、测量仪器、电涌保护器(SPD)]。

7.3.7.2 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 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。准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 4 规定值的 75%。

7.4 能量与保护试验

7.4.1 输出过电压保护试验

直流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.6.2.7 的要求,进行过电压保护试验。

7.4.2 输出过电流保护试验

交流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.5.2.6 的要求,进行过电流保护试验。

直流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.6.2.8 的要求,进行过电流保护试验。

7.4.3 短路保护试验

交流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.5.1.6 的要求,进行短路保护试验。

直流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.6.1.2 和 9.6.2.5 的要求,进行短路保护试验。

7.4.4 过温保护试验

交流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.4.2.1 的要求,进行过温保护试验。

直流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.4.2.2 的要求,进行过温保护试验。

7.4.5 负载突降保护试验

直流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.6.2.9 的要求,进行负载突降保护试验。

7.4.6 防逆流功能检查

设计检查直流供电设备直流输出回路或者所配置功率变换单元输出回路(如充电模块等)是否安装防逆流二极管,具备防逆流功能。检查其配置参数是否符合。

7.4.7 粘连保护试验

交流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.5.1.5 的要求,进行粘连保护试验。

直流供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.6.1.7 的要求,进行粘连保护试验。

对于多接口直流供电设备的功率分配切换回路粘连检测,按照以下步骤进行试验:

- a) 将直流供电设备连接试验系统,A 充电接口正常充电,模拟 A、B 充电接口之间功率分配切换回路接触器粘连,B 充电接口启动充电,不应进行绝缘检测,并停止充电和发出告警提示;
- b) 将直流供电设备连接试验系统,模拟 A 充电接口输出接触器粘连,B 充电接口启动充电,检查 A、B 充电接口之间功率分配切换回路接触器不应闭合。

7.4.8 门禁保护试验

模拟打开供电设备门,检查供电设备露出的带电部分电压应在 1 s 内降至 DVC 等级 A 以下。

7.4.9 绝缘保护试验

供电设备按照 GB 44263—2024 中 9.6.1.5 的要求,进行绝缘保护试验。

7.4.10 多车辆插头的直流供电设备模块切换试验

将具备功率分配功能的多车辆插头的直流供电设备连接试验系统,模拟产生充电模块投切的场景,检查投切的充电模块输出电压,结果是否符合 5.4.10 的规定。

7.5 过热及着火试验

7.5.1 允许表面温度试验

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是否符合 5.5.2 的要求。

7.5.2 引燃和火焰蔓延试验

7.5.2.1 绝缘部件耐热试验

将试样置于温度为 $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的加热箱里 1 h,试样不应出现不利于继续使用的变化,密封胶不应流动到露出带电部件。

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:

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

7.5.2.2 绝缘部件耐燃试验

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:

- a) 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 °C ± 10 °C;
- b) 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 °C ± 15 °C。

7.5.2.3 绝缘部件耐老化试验

检查供电设备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,不应出现肉眼可看见的裂痕,其材料不应发黏变腻,不应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 °C ± 2 °C、10 d(240 h),适用于橡胶;
- 80 °C ± 2 °C、7 d(168 h),适用于热塑性材料。

7.6 机械强度试验

7.6.1 运动部件试验

检查运动部件的动作相关机械联锁机构工作状态。

7.6.2 机械强度试验

模式 2:IC-CPD 的耐车辆碾压试验按 GB/T 41589—2022 中 9.34 的方法进行试验。耐机械冲击和机械撞击性能试验按 GB/T 41589—2022 中 9.10 的方法进行试验。耐振动和冲击试验按 GB/T 41589—2022 中 9.36 的方法进行试验。

模式 3 和模式 4:按照 GB/T 2423.55—2023 的规定进行试验,供电设备金属外壳剧烈冲击能量为 20 J,使用撞击元件等效质量 5 kg,跌落高度 0.4 m。在供电设备每个支撑部件的垂直面选取 3 个不同部位分别进行试验,再在供电设备水平面选取 3 个不同部位进行垂直跌落试验。供电设备非金属外壳冲击能量为 5 J,使用撞击元件等效质量 1.7 kg,跌落高度 0.3 m。在供电设备每个支撑部件的垂直面选取 3 个不同部位分别进行试验。试验后供电设备耐湿热性能不应降低,防护等级不受影响,门的操作和锁止点不应损坏,不会因变形而使带电部分与外壳相接触。机械强度试验后再进行防护等级试验和交变湿热试验。

7.7 电磁兼容试验

7.7.1 抗扰度试验

按照 GB/T 18487.2 的规定进行供电设备抗扰度试验,检查供电设备是否符合 6.3.3 的要求。

7.7.2 发射试验

按照 GB/T 18487.2 的规定进行发射试验,检查供电设备的骚扰限值是否符合 6.3.4 的要求。

7.8 标识与指示试验

目测检查供电设备产品标识、指示(如产品铭牌、安全标识、指示元件等)的正确性与完整性,检查产品标识和警示标志的耐擦性,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。

8 标准的实施

对于新申请型式试验的电动汽车供电设备,自本文件实施之日起开始执行。

对于已获得型式试验报告的电动汽车供电设备,自本文件实施之日起第 13 个月开始执行。

附 录 A
(规范性)
电动汽车供电设备安装

A.1 安装要求

供电设备安装应便于车辆充电,安装场所环境温度应满足供电设备正常工作的要求。

供电设备安装应牢固可靠,且锁紧零件齐全。室外落地安装且防护等级低于 IP 67 的供电设备中裸露带电部分离地坪高度不应小于 0.2 m(含安装基础或支座等)。

安装在室外或潮湿场所时,其电源接线口应采取密封处理等防水防潮措施。

A.2 配电系统

与供电设备连接的配电回路应设置短路保护,并应在短路电流造成危害前切断电源。

采用专用供电回路的供电设备,其供电回路应配置额定剩余动作电流不大于 30 mA 的 A 型剩余电流动作保护器(装置)。如供电设备具备 5.3.3.2 规定的加强电气防护措施之一,其供电回路可不配置剩余电流动作保护器。

采用非专用供电回路的供电设备,每个供电分支回路应配置额定剩余动作电流不大于 30 mA 的 A 型剩余电流动作保护器(装置)或每个供电设备均配置符合 5.3.3.1 规定的剩余电流动作保护器(装置)或每个供电设备具备符合 5.3.3.2 规定的加强电气防护措施之一。并在供电回路始端配置额定剩余动作电流不大于 300 mA 的剩余电流动作保护器(装置)。

A.3 配线路

线缆截面选择应符合 GB 50217 的有关规定,且电缆中性线截面选择应符合 GB 50054 的有关规定。

对于场站供配电线路容量小于总负荷的情况下,供电设备应具备某种方式保证充电电流不超过供电设备及交流或直流供电网实时可用负载电流,或上级平台具备调控功能,避免供配电线路过载。

A.4 防火要求

供电设备在建(构)筑物内安装时,建(构)筑物构件的燃烧性能和耐火极限应符合 GB 50067、GB 50016、GB 55037 的有关规定。其供电电源进线、分体式供电设备本体和充电终端之间的输出线应选用燃烧性能应不低于 B2 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d1 级的电线、电缆。供电线缆防火与阻止延燃的敷设要求应符合 GB 50217 的有关规定。

A.5 接地

供电设备的接地端子应可靠接地。

供电设备采用 TN 系统的配电网络时,优先与就近的建筑或配电设施共用接地装置。无法与就近的建筑或配电设施共用接地装置时,应加装接地装置,PE 或 PEN 重复接地,接地电阻值不应大于 10 Ω 。

供电设备采用 TT 系统的配电网络时,供电回路应安装动作电流不超过 30 mA 的剩余电流动作保护装置,供电设备外露可导电部分应可靠接地,接地电阻值应满足 GB/T 16895.21 中 TT 系统采用剩余电流保护器(装置)作为故障保护的要求,且不应大于 500 Ω 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4776—2017 电气安全术语
 - [2] GB 4943.1—2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分:安全要求
 - [3] GB 50052—2009 供配电系统设计规范
-



