

《GB/T 18487.2-2017 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》标准要点汇总

杨兴超

(许昌开普检测研究院股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 介绍了 GB/T 18487.2-2017 中主要内容, 汇总了标准测试项目及测试要求, 分析了充电设备安装电磁环境的复杂性, 重点解析了标准中的疑难点。对标准的技术修订提出来意见及展望。

关键词: 非车载传导供电, 充电模式, CPT 端口, 无钥匙进入

0 引言

随着电动汽车充电设备的大范围推广, 其在使用过程中的可靠性越来越受到重视。电磁兼容作为可靠性的一方面, 为充电设备性能检测中尤为重要的项目。作为电动汽车充电系统电磁兼容检测依据的专业标准, 《GB/T 18487.2-2017 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》的发布和实施为充电设备的电磁兼容要求指明了方向。在该标准推出之前, 充电系统电磁兼容检测主要依据 NB/T 33001-2013 和 NB/T 33002-2013, 此两项标准虽为充电系统的产品标准, 但对充电设备的电磁兼容要求规定得不够到位, 主要欠缺点体现如下:

1) 测试项目不够全面。上述两个标准包括静电、辐射、瞬变、浪涌、电压暂降与中断、传导发射限值和辐射发射限值七个测试项目, 就充电系统使用的电磁环境和条件而言, 上述七项无法涵盖充电系统在运行过程中所易遭受到的骚扰信号和其自身对外发出骚扰信号类型。

2) 测试等级无法满足严酷电磁环境要求。上述两标准中抗扰度项目严酷等级未按产品使用电磁环境进行分类, 统一规定为3级, 不适用于骚扰信号严酷的环境。

3) 未规定测试中所需的负载条件和操作条件, 可执行性不高。

GB/T 18487.2-2017 等同采标 IEC 61851-21-2, 其结合充电系统所处电磁环境及条件, 规定了适用于充电系统的抗扰度项目和电磁发射项目, 并对标准按电压等级、充电设备的类型和充电模式规定了适用范围。同时, 标准细化了供电设备配置、负载条件、操作条件、验收准则等内容, 并以附件方式直流 CPT 端口测试、无钥匙进入测试的测试布置和方法做了详细说明。

1 测试项目

1.1 运行环境分析

充电设备安装、运行环境复杂, 所连接电网含工业、民用、商用等网络, 由电网所产生的瞬变、浪涌等传导骚扰信号种类丰富。另外, 由室外使用环境所带来的高强度辐射信号呈现了频段宽的特性、调制方式多样的特性。同时, 作为电力电子技术应用的典型产品, 充电设备在 IGBT、大功率 MOSFET 等开关器件工作的过程中, 会产生大量的高能量谐波, 这些谐波在频域内表现为频谱从低频至高频频段很宽的骚扰信号。综上, 由复杂的电磁环境和充电设备的运行状态决定了其需要经过多项目且复杂的电磁兼容检测。

1.2 测试项目

GB/T 18487.2-2017 规定的电磁兼容测试项目及对应项目产生原理如表 1 所示。

表 1 GB/T 18487.2-2017 中所要求检测项目及项目产生原理

序号	项目名称	产生原理	基础标准
1	静电放电抗扰度	由人体操作设备产生的积累静电电荷的快速转移引起，既含人体对设备的直接放电，又对邻近设备的间接放电。	GB/T 17626.2
2	射频电磁场辐射抗扰度	模拟手机、对讲机、广播电台及电视台广播信号等无线通信设备产生的经空间介质传播的无线骚扰信号对设备产生的影响。	GB/T 17626.3
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度	模拟电气回路感性负载通断产生的上升快、持续时间短的尖脉冲组成的脉冲群对设备产生的影响。	GB/T 17626.4
4	浪涌抗扰度	雷击（电磁感应及公共阻抗耦合）、操作过电压产生的波前时间短、持续时间长、电压幅值的高能量脉冲对设备产生的影响。	GB/T 17626.5
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度	频率为 150kHz-80MHz 无线骚扰信号通过空间介质传播对设备产生的影响。	GB/T 17626.6
8	工频磁场抗扰度	工频电流（稳态或故障）通过导体（导线）时产生的工频磁场对设备产生的影响。	GB/T 17626.8
9	电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度	供电网络出现故障、负荷突然增大等变化时对设备供电产生的影响。	GB/T 17626.11 GB/T 17626.34
10	谐波电流发射限值	验证交流输入充电设备运行时产生的低频骚扰信号通过输入线馈入供电网络产生的影响。	GB 17625.1 GB/T 17625.8
11	电压波动和闪烁	验证交流输入充电设备运行时产生的波动与闪烁信号馈入供电网络通过白炽灯产生的对视觉的影响。	GB/T 17625.2 GB/T 17625.7
12	输入端口传导骚扰限值	验证充电设备在运行时通过输入线缆对外传导的骚扰信号是否超出标准规定限值，以免对供电网、无线通信使用造成影响。	GB 4824
13	CPT 端口传导骚扰限值	验证充电设备在运行时通过 CPT 线缆对外传导的骚扰信号是否超出标准规定限值，以免对供电网、无线通信使用造成影响。	GB 4824
14	有线网络和信号/控制端口传导骚扰限值	验证充电设备在运行时通过有线网络和信号/控制端口线缆对外传导的骚扰信号是否超出标准规定限值，以免对公用通信电网、无线通信使用造成影响。	GB/T 9254
15	外壳端口辐射骚扰限值	验证充电设备在运行时通过外壳端口对外辐射的骚扰信号是否超出标准规定限值，以免对周围电磁环境和设备、无线通信使用造成影响。	GB 4824
16	无钥匙进入辐射骚扰限值	验证充电设备在运行过程中产生的磁场对车的无钥匙进去系统造成的影响。	GJB 151B

由表 1 可见，标准规定了 16 个电磁兼容测试项目，涉及瞬态抗扰度、射频抗扰度、静电、低频谐波、低频磁场发射、高频辐射发射等，全面验证了充电设备在使用过程中面临的电磁兼容性能。

2 被试充电设备负载条件

为了更准确的指导充电设备的电磁兼容性测试，标准对充电设备的负载条件做了详细规定。

1) 供电设备的所有通信线应正常连接，通信状态正常。这里的通信主要指 CPT 中充电设备至 BMS 的 CAN 通信、充电设备到远程监控的远程通信。

2) 保证所有类型端口及端口数量充分得到验证。

3) CPT 端口应与车辆模拟连接，并通过车辆模拟器连接到阻性负载。

3 被试充电设备操作条件

充电设备的操作条件和状态对测试结果有着较大影响，标准对操作条件做了具体规定：

1) 应在待机和充电两种模式下进行试验，且充电模式应在最大发射状态功率下输出。

2) 尽量在控制导引通信模式下进行试验，如不满足该要求，其它通信方式应在最恶劣通信状态下进行，如最高通信速率。

3) 在额定输入电压下进行试验。

4) 发射在 20%、50%、80%额定功率状态下进行，抗扰度在 50%额定功率状态下进行。

5) 在最严酷电磁环境下进行试验，在产品标准或制造商规范为说明时，应在最严酷抗扰度等级和最低限值要求下进行。

4 性能判据

与大部分产品标准一样，GB/T 18487.2 也对试验结果的判定做了分类规定，具体解析如下^[1]：

1) 基本要求，充电设备应为维持安全工作

状态。

2) 充电模式不同，试验结果的判定也会不同，特别是对于模式 3 和模式 4 的充电设备。

3) 在进行输入端口的瞬变和浪涌测试时，应监测输出端口的瞬态脉冲骚扰强度。

4) 应按相应标准考核充电设备的计费 and 计量功能。

5) 供电设备具体的功能和性能描述由供应商给出，或是由检测机构与供应商协商给出。

6) 测试结果判定分为判定 A、判定 B 和判定 C，具体内容可简单解读为：

--A: 试验过程中，充电设备充电状态保持正常，所有功能及性能应在允许范围内正常。

--B: 试验过程中，充电设备充电状态保持正常，辅助功能如显示、指示及不影响充电状态的通信等可出现性能暂时降低或丧失，试验后可自动恢复正常。（经人工刷卡视也为自动恢复）

--C: 试验过程中，充电设备出现故障，须经人工干预重启充电或恢复充电。

7) 判定案例

某充电设备在施加输入端口的快速瞬变骚扰时，出现了通信 CPT 中 CAN 通信中断致使充电机停止充电的情况，按判定 B 的规定，不允许影响充电状态改变的通信故障出现，因此这种结果不被接受。另一种情况，如果在试验过程中，充电设备到上位机之间远程监控通信出现故障，仅仅影响远程监控，则这种测试结果可被接受。

5 抗扰度要求

根据充电设备模式和使用环境，标准将抗扰度分为了 4 种情况^[2]。

1) 交流充电桩住宅环境抗扰度要求。

2) 交流充电桩非住宅环境抗扰度要求。

3) 直流充电桩住宅环境要求。

4) 直流充电桩非住宅环境要求。

解读以上四种抗扰度要求，汇总如下几点^[1]。

1) 住宅环境抗扰度要求不高于非住宅环境

抗扰度要求。如射频电磁场辐射抗扰度，非住宅环境测试场强为 10V/m，而住宅场强为 3V/m。这说明，标准充分考虑了环境与电磁骚扰强度有关，住宅环境一般为低压供电网络，且对电磁骚扰一般进行了一定的屏蔽和隔离，而非住宅环境一般未采取降低骚扰的措施。

2) 交流充电桩和直流充电桩要求的测试项目一样，这说明测试项目与安装环境和设备端口类型有关。

3) 抗扰度须进行待机模式和充电模式的测试。这说明待机模式下，充电设备一样会遭受到电磁骚扰。

4) 标准按端口类型进行分类规定，具体分为外壳、交流/直流输入、有线网络/信号及控制、CPT（充电输出）端口。

5) 中断试验根据设备输入端口额定电流进行分类引用了不同标准。小于 16A 使用 GB/T 17626.11，大于 16A 使用 GB/T 17626.34。GB/T 17626.11 和 GB/T 17626.34 仅限对设备功率的要求不同，对中断的波形、下降时间等要求一致。

6) 超过 30m 的 CPT 线缆不被测试。这与该长度电缆遭受骚扰的概率有关。

7) 不超过 3m 的通信电缆不测快速瞬变抗扰度。这与该长度电缆遭受骚扰的概率有关。

6 发射要求

充电设备发射项目含谐波电流发射、电压波动与闪烁、电源输入端口射频传导骚扰限值、CPT 端口射频传到骚扰限值、有线网络/控制以及信号端口射频传导骚扰限值、外壳端口辐射骚扰限值及保护车辆无要求进入系统磁场辐射骚扰限值。发射要求既包含了低频发射测试，又包含了射频发射测试。既含传导发射，又含辐射发射。总结要点如下：

1) 谐波电流发射限值、电压波动与闪烁按充电设备输入端口额定电流进行了分类，小于 16A 按 GB 17625.1 和 GB/T 17625.2，大于 16A 按

GB/T 17625.8 和 GB/T 17625.7。功率不同，对限值要求也不同。

2) 谐波电流限值仅适用于以下设备。

--额定电压 220V，单相，三线（含地线）。

--额定电压 380V，三相，五线（含地线）。

3) 模式 3 的交流充电桩不仅进行谐波电流发射限值、电压波动与闪烁测试。

4) 传导骚扰限值和辐射骚扰限值测试依据了 GB 4824，因此，不同功率也要对应不同的限值要求。

5) CPT 端口传导测试每相（正、负极性）应使用 5 μ H/50 Ω 的 AN，AN 需端接阻性负载。亦可使用 GB 4824-2013 中规定的 150 Ω 网络 DC-AN，限值则需要采用修订的限值。

6) 在交流充电桩不包含电子功率转换器件或相应电路时，则只需测试输入回路传导骚扰限值。

7) 交流 CPT 端口与直流 CPT 端口限值要求不同。

8) CPT 端口中 CAN 通信或其它控制及信号线应采用 CISPR 32:2015 中适当的测量设备进行测试，如 ISN、电流探头、电压探头。

9) 有线网络/控制及信号端口连接到公用通信网络时，应采用 CISPR 32:2015 中适当的测量设备进行测试，如 ISN、电流探头、电压探头。

10) 外壳端口辐射骚扰限值包括低频的磁场测试和高频的电场测试，低频磁场测试主要为了防止车辆无要求进入系统受到骚扰而不能正常使用，高频辐射骚扰测试主要防范充电桩运行影响广播通信使用。

11) 保护无要求进入磁场辐射骚扰测试应注意采用合适尺寸的磁场线圈。

7 疑难点解析

1) CPT 端口浪涌抗扰度测试

直流充电设备的 CPT 输出电压一般在 DC500V 以上甚至达到 1500V，一般的浪涌 CDN

很难达到如此高的耐压等级。当 CPT 电缆超过 30m 时, 根据标准要求, 则需要测试 CPT 端口的浪涌抗扰度。这时, 则需要采用合适的 CDN 以满足此项要求。在充电电流和电压规格都很高的情况下, 很难做到既要满足耦合参数, 又要满足去耦条件的 CDN。这时, 可考虑采用搭建 $9\mu\text{F}/12\ \Omega$ 和 $18\mu\text{F}/2\ \Omega$ 的耦合电路进行耦合, 去耦部分就要偏离标准要求的参数。为了防止骚扰信号能量全部流向低阻抗电路, 则可采取搭建高频阻抗电流的方式(如磁环)做适当去耦。同时, 需要采用标准要求参数的 CDN 对 CPT 端口进行不上电状态下的测试, 验证浪涌信号是否通过 CPT 端口对设备造成损坏。

2) 大功率充电设备谐波发射限值、电压波动与闪烁测试

尽管标准规定额定输入电流大于 75A 时按 75A 处理, 但此项要求仍然不容易满足。谐波电流发射限值测试需要质量满足要求的电压源, 而电压波动与闪烁则需要满足要求的阻容网络模拟实际电源端网络。因此, 在试验条件及设备受限时, 可人工搭建满足条件的电源源及阻容网络, 采用功率分析仪测试的方式来解决问题。但要得到标准规定的格式及类型, 则需要对所获得的数据做标准化的处理。

3) 电压暂降和短时中断测试

大功率条件下测试会产生很大的冲击电流, 要选择抗击冲击电流的测试系统和设备进行测试, 否则易损坏测试设备。

8 小结

GB/T 18487.2-2017 包含测试项目多、模式分类及测试端口分类丰富, 能够很充分验证充电设备在不同使用环境下的抗干扰能力及发射强度。同时, 标准要求的抗扰度强度和电磁发射限值也正确体现充电设备的使用条件与状态。在现有标准条件下, GB/T 18487.2-2017 为充电设备电磁兼容测试最为合适的指导文件。

然而, 随着充电桩安装环境进一步复杂化和接入电网电压等级进一步提高, 适用于充电桩的其它电磁检测测试项目也应被推荐采用, 如阻尼振动波抗扰度、振铃波抗扰度等。下一版的标准也需根据充电设备的安装环境不同做出技术变更。

参考文献:

- [1] 国家标准.GB/T 18487.2-2017 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
- [2] 国家能源局. NB/T 33008.1-2013 电动汽车充电设备 检验试验规范第 1 部分:非车载充电机

作者简介:

杨兴超 (1979-), 男, 本科, 高级工程师, 现从事电气、电子类产品的电磁兼容试验与研究, 邮箱: yangxingchao@ketop.cn