

电力行业标准《500kV 及以上电压等级变电站保护和控制设备抗扰度要求》（征求意见稿）编制说明

一. 工作简要过程

（一）任务来源

本标准是根据《国家能源局综合司关于下达 2023 年能源领域行业标准制修订计划及外文版翻译计划的通知》（国能综通科技〔2023〕111 号）的安排制定的，项目编号为能源 20230965。原标准为 DL/Z 713-2000《500kV 变电所保护和控制设备抗扰度要求》，为使试验对象更加具有针对性，此次修订后的标准名称改为《500kV 及以上电压等级变电站保护和控制设备抗扰度要求》。

（二）主要参加单位

本标准由中国电力科学研究院有限公司牵头，参与单位有国网电力科学研究院、国电南瑞科技股份有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网江苏省电力有限公司超高压分公司、国网山东省电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、华北电力大学、武汉大学、合肥工业大学等。

（三）编制过程

本标准工作过程如下：

1、2023 年 9 月，国家能源局综合司下达 2023 年能源领域行业标准制修订计划；标准编写工作组于同年 10 月下旬成立，正式启动标准编制。

2、2023 年 11 月~12 月，工作组开展前期调研工作，查询了国内外相关资料并进行分析总结。

3、2024 年 1 月，全国电磁兼容标准化技术委员会组织召开标准编制启动会，对标准编制工作大纲进行审查和讨论。

4、2024 年 1 月~3 月，工作组启动标准修订，形成工作组讨论稿。

5、2024 年 3 月 26 日，工作组在武汉组织召开了标准编写讨论会，对工作组讨论稿进行详细讨论。

6、2024 年 4 月~6 月，工作组修改标准内容，形成征求意见稿及相关材料，提交给至全国电磁兼容标准化技术委员会征求意见。

二. 行标编制原则和主要技术内容

(一) 编制原则

本标准依据近年来中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司等单位在广泛调研和认真总结国内 500kV 及以上电压等级变电站电磁环境特点的基础上修订。本标准拓展完善了试验对象及其抗扰度要求，力求做到针对性、科学性与可操作性。

本标准按 GB/T 1.1—2020 要求编制，编制格式与 GB/T 1.1—2020 要求一致，语言表达符合汉语习惯。

(二) 主要技术内容

规定了电力行业产品在电磁兼容检测中所使用辅助设备的类型、技术要求以及试验报告中的记录信息等。

本标准主要结构及内容如下：

本标准规定 500kV 及以上电压等级变电站的保护、控制及通信系统设备在其电磁环境中的抗扰度要求，给出了评定各种功能抗干扰性能的判据。

a) 目录

b) 前言

c) 正文，共设八章

- 1) 范围，规定本标准涉及的内容范围。
- 2) 规范性引用文件，列举本标准所引用的重要文献。
- 3) 概述，描述抗扰度要求和电磁环境的关系。
- 4) 术语定义，对本标准中的重要术语和名词进行定义或解释。
- 5) 抗扰度要求，对设备不同端口提出抗扰度试验项目和等级要求。
- 6) 试验条件，对试验配置和操作方式提出要求。
- 7) 性能判据，提出二次设备各种功能的性能判据。
- 8) 试验报告，对报告的内容和形式提出要求。

d) 附录

(资料性附录) 关于电磁现象及其典型来源和起因。

(资料性附录) 电磁骚扰对设备和系统功能的影响概述。

(资料性附录) 工频试验的背景信息。

三. 主要试验验证情况和预期达到的效果

工作组对三种不同的特高压保护设备进行了电磁兼容性能测试,具体情况见表2。

表2 三种特高压保护设备的电磁兼容测试统计

| 样品 | | 线路保护 | 变压器保护 | 母线保护 |
|------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 试验项目及依据标准 | | | | |
| 静电放电 | GB/T 17626.2 | 4级 | 4级 | 4级 |
| 射频辐射抗扰度 | GB/T 17626.3 | 3级 | 3级 | 3级 |
| 电快速瞬变脉冲群 | GB/T 17626.4 | 4级 | 4级 | 4级 |
| 浪涌(冲击) | GB/T 17626.5 | 4级 | 4级 | 4级 |
| 射频场感应的传导骚扰 | GB/T 17626.6 | 3级 | 3级 | 3级 |
| 电压暂降和短时中断 | GB/T 17626.11 | 70% 500ms 40% 200ms 0% 50ms | 70% 500ms 40% 500ms 0% 50ms | 70% 500ms 40% 200ms 0% 20ms |
| 工频抗扰度 | GB/T 17626.16 | 4级 | 4级 | 4级 |
| 阻尼振荡波(慢阻尼) | GB/T 17626.18 | 3级 | 3级 | 3级 |

根据测试所得特高压保护设备能达到的试验等级,基本可以满足本文件第5章提出的要求。

四. 采用国际标准和国外先进标准情况

国际标准 IEC/TS 61000-6-5: 2001《电磁兼容(EMC) — 第6-5部分:通用标准 — 发电厂和变电站环境中的抗扰度》及其非等效转化的 GB/Z 17799.6—2017《电磁兼容 通用标准 发电厂和变电站环境中的抗扰度》给出了变电站设备抗扰度通用要求,但缺乏针对500kV及以上超/特高压变电站保护和控制设备的具体要求,且阻尼振荡波、阻尼振荡磁场、射频辐射抗扰度等试验要求没有根据最新的基础标准和研究成果进行更新,不能满足实际的电磁兼容考核需求。

五. 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

本标准与现行其他相关标准没有矛盾,与现行的法律、法规、政策也无冲突和违背。

六. 重大分歧意见的处理经过和依据

无

七. 本标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性行业标准发布。

八. 贯彻标准的要求和措施建议

建议在全国电磁兼容标准化技术委员会的领导下,开展对本标准涉及的内容宣贯工作。

九. 废止现行有关标准的建议

无。

十. 重要内容的解释和其它应予说明的事项

条文说明

1、关于“前言”

本章按照 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》要求，删除了指导性技术文件说明，修改了本标准与其他标准的关系、提出单位、归口单位、起草单位、起草人等内容。

2、关于“适用范围”

本章给出了标准的适用范围。本标准适用于 500kV 及以上电压等级变电站的保护、控制及通信系统设备。

根据最新标准要求，抗扰度要求适用于频率范围由 0Hz~1GHz 变为 0Hz~2.7GHz 内的电磁现象。

根据推荐标准要求，删除变电所可能出现超过本指导性技术文件所规定抗扰度试验水平的电磁骚扰现象，在这种情况下应采取相应的减缓措施。500kV 以下变电所可参照采用。

3、关于“规范性引用文件”

本章列出标准中规范性引用的文件，该文件经过标准条文的引用后，成为标准应用时必不可少的文件。

删除了 GB/T17626.12-1998 电磁兼容试验和测量技术振荡波试验

增加了以下标准引用：

GB/T 17626.13 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、间谐波及电

网信号的低频抗扰度试验

GB/T 17626.16 电磁兼容 试验和测量技术 0Hz~150kHz 共模传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626.17 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口纹波抗扰度试验

GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验

GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

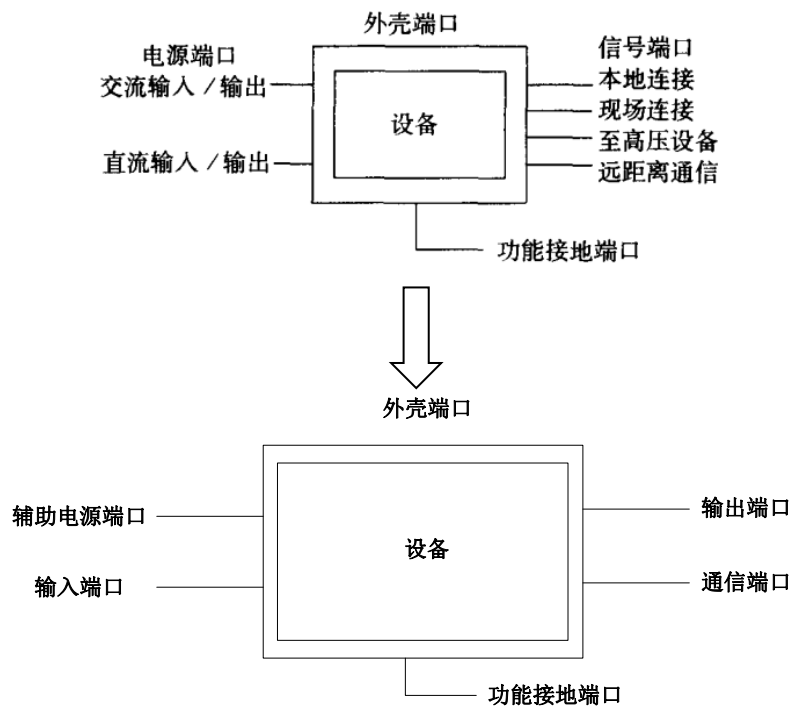
4、关于“概述”

本章给出了 GIS 变电站隔离开关操作时电磁骚扰的产生过程、特点、耦合途径及影响情况，有关电磁骚扰耦合的资料在标准的附录中给出。

5、关于“术语定义”

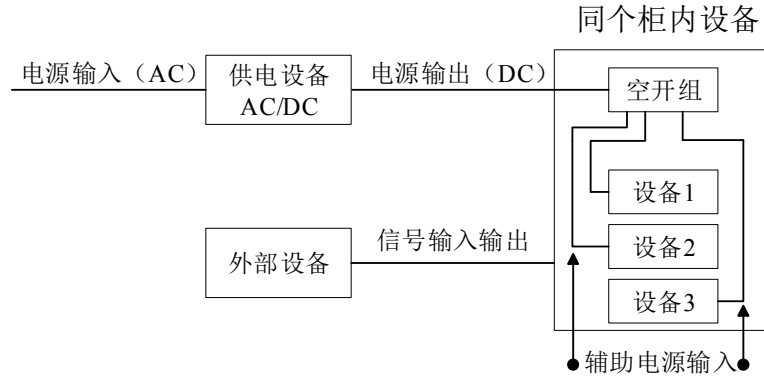
本章给出了术语及定义。术语及定义参考 GB/T 4365 中的界定，在本标准中完全适用。

4.4 端口 port



根据现行保护和控制设备端口类型现状，将端口示意进行更新。

4.6 电源端口 power port



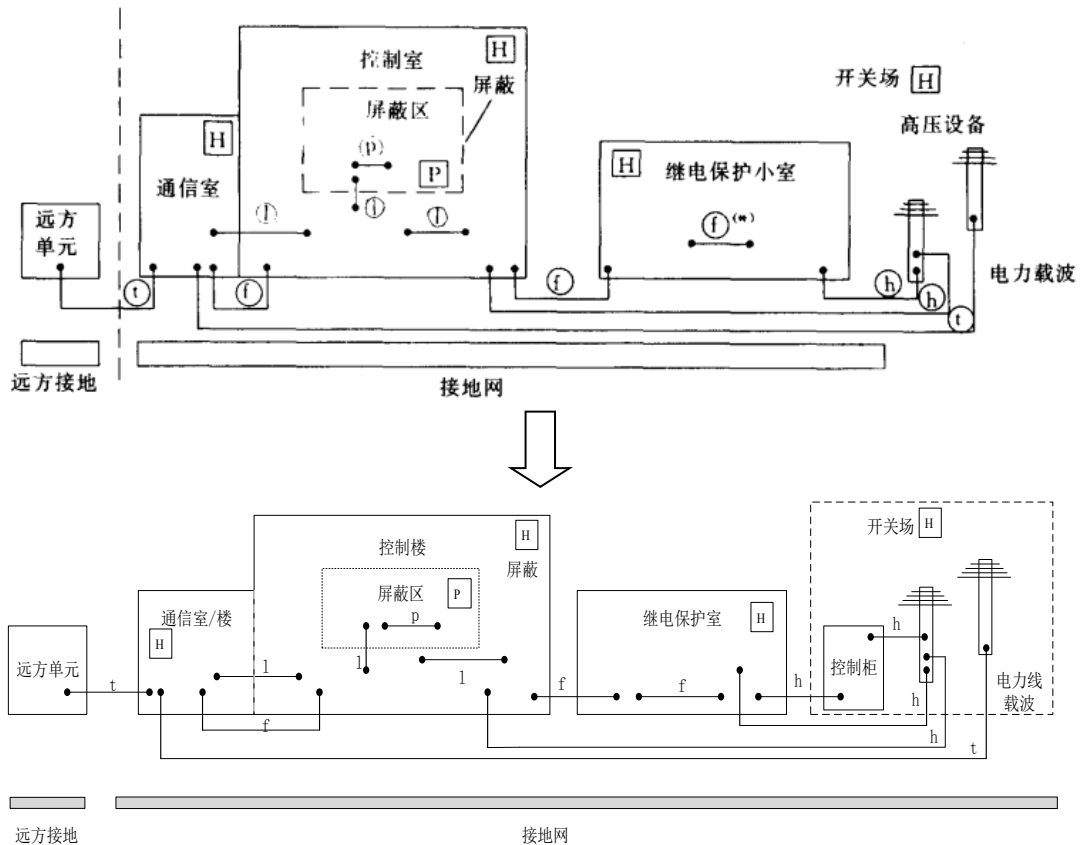
根据现行保护和控制设备屏柜布置情况，将电源端口进行更新。

4.7 辅助电源端口 auxiliary power supply port

被试设备的交流或直流辅助激励量输入口。

行业内通常将保护和控制设备定义辅助电源端口，因此增加该术语说明。

4.9 功能接地端口 functional earth port



根据变电站实际布置情况，在开关场内增加控制柜，适应智能变电站应用场景。

6、关于“抗扰度要求”

规定了 500kV 及以上电压等级变电站二次设备外壳端口、信号端口、电源端口和功能接地端口的抗扰度试验项目、等级要求和验收准则。

1) 表 1 外壳端口抗扰度要求

表 1 外壳端口抗扰度要求

| 试验 | 电磁环境现象 | 参考标准 | 试验等级 | 试验值 | 备注 |
|-----|--------------------------|---------------|------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1.1 | 工频磁场 | GB/T 17626.8 | 2 | 3A/m, 连续 | 仅适用于 CRT 显示器 |
| | | | 5 | 100A/m, 连续 1000A/m, 1s | 仅适用于装有磁场敏感元件的设备如霍尔元件、磁场传感器等 |
| 1.2 | 脉冲磁场 | GB/T 17626.9 | 5 | 1000 A/m | |
| 1.3 | 阻尼振荡磁场 | GB/T 17626.10 | 5 | 100A/m | 适用于安装在开关场和继电保护小室的设备 |
| 1.4 | 射频辐射电磁场 80MHz~1000MHz | GB/T 17626.3 | 3 | 10V/m ¹⁾ | 该试验等级容许在距离设备 1m 处使用便携式无线电设备 |
| 1.5 | 静电放电 | GB/T 17626.2 | 3 | 6kV, 接触放电 ²⁾ 8kV, 空气放电 | |

1) 更严格的要求可根据所处环境的严酷性(如邻近广播站)给出。
2) 在户外严酷的静电环境中安装的设备应采用较高的试验值。

| 序号 | 试验项目 | 基础标准 | 试验等级 | 试验值 | 注释 | 验收准则 (见表 7) |
|-----|---------|---------------|------|--|-----------------------------------|----------------|
| 1.1 | 工频磁场 | GB/T 17626.8 | 5 | 100A/m 连续 1000A/m 1s~3s | 仅适用于容易受到磁场影响的设备, 如霍尔器件、磁场传感器等 | A |
| 1.2 | 脉冲磁场 | GB/T 17626.9 | 5 | 1000A/m | | A |
| 1.3 | 阻尼振荡磁场 | GB/T 17626.10 | 5 | 100A/m | | A |
| 1.4 | 射频辐射抗扰度 | GB/T 17626.3 | 3 | 10V/m ^a 80MHz~1GHz 1.4 GHz~2.7GHz | 满足该要求通常可以在距离安装设备 1m-2m 距离使用便携辐射设备 | A |
| 1.5 | 静电放电 | GB/T 17626.2 | 4 | 2/4/6/8kV 接触放电 15kV 空气放电 | | A |

注: ^a 更高等级的测试要求根据所处环境的严酷程度给出(如临近广播站等);

删除工频磁场试验等级 2 级要求(适用于 CRT), 统一为 5 级要求。

射频辐射抗扰度增加 1.4 GHz~2.7GHz 要求。

增加长静电放电试验等级, 由之前的 3 级改为 4 级。

增加验收准则要求。

2) 表 2 信号端口抗扰度要求

| 试验 | 电磁环境现象 | 参考标准 | 连接方式 ¹⁾ | | | | | | | |
|-----|-----------------------|--------------|--------------------|-------|-----------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------------------|
| | | | 本地连接 ① | | 现场连接 ② | | 至高压设备 ③ | | 通信设备 ④ | |
| | | | 等级 | 试验值 | 等级 | 试验值 | 等级 | 试验值 | 等级 | 试验值 |
| 2.1 | 浪涌 (冲击) 线对地 线对线 | GB/T17626.5 | 2 | 1kV | 3 | 2kV | 4 | 4kV | 4 | 4kV ²⁾ |
| | | | 1 | 0.5kV | 2 | 1kV | 3 | 2kV | 3 | 2kV |
| 2.2 | 阻尼振荡波 共模 差模 | GB/T17626.12 | — | — | 2 | 1kV 0.5kV | 3 | 2.5kV 1kV | 3 | 2.5kV ³⁾ 1kV |
| 2.3 | 电快速瞬变 脉冲群 | GB/T17626.4 | 3 | 1kV | 4 | 2kV | X ⁴⁾ | 4kV | X ⁴⁾ | 4kV |
| 2.4 | 射频场感应的 传导骚扰 | GB/T17626.6 | 3 | 10V | 3 | 10V | 3 | 10V | 3 | 10V |

1) 连接方式见图 3。安装在“屏蔽”区[P]的设备应遵守有关的通用标准或产品标准的规定。
 2) 建议用波形为 10/700 μ s 的冲击电压对打算与通信网络或远方设备连接的信号端口进行试验。
 3) 仅适用于与电力线载波机的连接。
 4) “X”是 GB/T 17626 中的开放的等级，这里取 4kV。

| 序号 | 试验项目 | 基础标准 | 连接类型 ^a | | | | | | | | 注释 | 验收准则 (见表 7) |
|-----|---------------|---------------|-------------------|--------------------------------|-------|------------------------------|--------------|------------------------|------|--|----|----------------|
| | | | 本地连接 ① | | 现场连接② | | 连接到高压设备 ③ | | 通信④ | | | |
| | | | 试验等级 | 试验值 | 试验等级 | 试验值 | 试验等级 | 试验值 | 试验等级 | 试验值 | | |
| 2.1 | 浪涌 | GB/T 17626.5 | 2 | 1kV (线对地) 0.5kV (线对线) | 3 | 2kV (线对地) 1kV (线对线) | 4 | 4kV (线对地) 2kV (线对线) | 4 | 4kV (线对地) ^b 2kV (线对线) ^b | | A |
| 2.2 | 阻尼振荡波 (慢阻) | GB/T 17626.18 | — | — | 2 | 1kV (共模) 0.5kV (共模) | 3 | 2.5kV (共模) 1kV (共模) | 3 | 2.5kV (共模) ^c 1kV (共模) | | A |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------------|---|-----|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|------------------------|---|
| | 尼) | | | | | 模) | | | | | | |
| 2.3 | 阻尼振荡波 (快阻尼) | GB/T 17626.18 | — | — | — | — | 3 | 3/10/30Mhz 2KV | 3 | 3/10/30Mhz 2KV | 适用于安装 GIS 开关场的设备 | |
| 2.4 | 电快速瞬变脉冲群 | GB/T 17626.4 | 3 | 1kV | 4 | 2kV | 4 | 4kV | 4 | 4kV | 试验值为 4kV 时重复率取 2.5 kHz | A |
| 2.5 | 射频场感应的传导骚扰 | GB/T 17626.6 | 3 | 10V | 3 | 10V | 3 | 10V | 3 | 10V | | A |
| 2.6 | 工频抗扰度 | GB/T 17626.16 | — | — | 4 | 差模电压 150V 共模电压 300V | 4 | 差模电压 150V 共模电压 300V | 4 | 差模电压 150V 共模电压 300V | 仅适用于输入端口 | A |
| 注: ^a ①②③参考图 3, 安装在受保护区域 P 内的设备参考通用标准或者产品标准的要求; ^b 建议用波形为 10/700 μs 的冲击电压对与通信网络或远程设备连接的信号端口进行试验; ^c 仅适用于与电力线载波机的连接。 | | | | | | | | | | | | |

将阻尼振荡波划分为慢阻尼与快阻尼两个试验项目, 快阻尼适用于安装 GIS 开关场的设备。

增加工频抗扰度要求, 但仅适用于输入端口。

3) 表 3 辅助电源端口抗扰度要求

表 3 低压交流输入/输出电源端口抗扰度要求

| 试 验 | 电磁环境现象 | 参考标准 | 试验等级 | 试验值 ¹⁾ | 备 注 |
|-----|--------------------|---------------|---|-------------------|----------------------|
| 3.1 | 电压暂降 | GB/T 17626.11 | $\Delta U30\%$ —1个周波 $\Delta U60\%$ —50个周波 ²⁾ | | 不适用于交流输出端口 |
| 3.2 | 电压短时中断 | | $\Delta U100\%$ —5个周波 $\Delta U100\%$ —50个周波 ²⁾ | | |
| 3.3 | 浪涌 (冲击) 线对地 线对线 | GB/T 17626.5 | 4 3 | 4kV 2kV | |
| 3.4 | 电快速瞬变脉冲群 | GB/T 17626.4 | 4 | 4kV | |
| 3.5 | 阻尼振荡波 共模 差模 | GB/T 17626.12 | 3 | 2.5kV 1kV | |
| 3.6 | 射频场感应的传导骚扰 | GB/T 17626.6 | 3 | 10V | 10V=140dB (μ V) |

1) 对额定输入电流大于 16A 的设备, 应限于对电子单元/模块等的电源端口进行试验。
2) 仅适用于直接与低压电源相连的电源端口; 如需要则直接由不间断电源供电。

表 4 低压直流输入/输出电源端口抗扰度要求

| 试 验 | 电磁环境现象 | 参考标准 | 试验等级 | 试验值 ¹⁾ | 备 注 |
|-----|--------------------|---------------|--------|-------------------|--------------|
| 4.1 | 浪涌 (冲击) 线对地 线对线 | GB/T 17626.5 | 3 2 | 2kV 1kV | 不适用于直流电源输出端口 |
| 4.2 | 电快速瞬变脉冲群 | GB/T 17626.4 | 4 | 4kV | |
| 4.3 | 阻尼振荡波 共模 差模 | GB/T 17626.12 | 3 | 2.5kV 1kV | |
| 4.4 | 射频场感应的传导骚扰 | GB/T 17626.6 | 3 | 10V | |

1) 对额定输入电流大于 16A 的设备, 应限于对电子单元/模块等的电源端口进行试验。

| 序号 | 试验项目 | 基础标准 | 试验等级 | 试验值 ^a | 注释 | 验收准则 (见表 7) |
|-----|-----------|---------------|--|---|------------|----------------|
| 3.1 | 电压暂降 | GB/T 17626.11 | $\Delta U30\%$ 持续 1 个周期 $\Delta U60\%$ 持续 50 个周期 ^b | | 不适用于交流输出端口 | A |
| 3.2 | 电压中断 | | $\Delta U100\%$ 持续 5 个周期 $\Delta U100\%$ 持续 50 个周期 ^b | | | C |
| 3.3 | 电压暂降 | GB/T 17626.29 | — | $\Delta U30\%$ 持续 0.05 秒 $\Delta U60\%$ 持续 0.1 秒 | 不适用于直流输出端口 | A |
| 3.4 | 电压中断 | | — | $\Delta U100\%$ 持续 0.05 秒 | | A |
| 3.5 | 直流电源端口的纹波 | GB/T 17626.17 | 3 | 10%Un | | A |
| 3.6 | 浪涌 | GB/T 17626.5 | 4 | 4kV(线对地) 2kV(线对地) | | A |
| 3.7 | 电快速瞬变脉冲群 | GB/T 17626.4 | 4 | 4kV | | A |

| | | | | | | |
|--|----------------|---------------|---|------------------------|------------------|---|
| 3.8 | 阻尼振荡波 (慢阻尼) | GB/T 17626.18 | 3 | 2.5kV (共模) 1kV (差模) | | A |
| 3.10 | 阻尼振荡波 (快阻尼) | GB/T 17626.18 | 3 | 3/10/30Mhz 2KV | 适用于安装 GIS 开关场的设备 | A |
| 3.9 | 射频场感应的传导骚扰 | GB/T 17626.6 | 3 | 10V | | A |
| 注: ^a 对额定输入电流大于 16A 的设备, 应仅限于对电子设备/模块等的电源端口进行试验; ^b 仅适用于直接与低压电源相连的电源端口。 | | | | | | |

将设备电源端口统一为辅助电源端口, 同时将表 3 和表 4 的试验内容合并。增加直流电源端口的纹波要求。

7、关于“试验条件”

规定了受试设备需要在正常工况下以对电磁干扰最敏感的方式进行抗扰度试验。

8、关于“性能判据”

规定了不同准则下设备不同功能对应的验收条件。

表 6 抗扰度试验验收准则

| 准则 | 功能 | 验收条件 |
|----|-------------------|------------------------------------|
| A | 保护 | 试验中和试验后, 在规定限值内性能正常。 |
| | 命令与控制 | 试验中和试验后, 在规定限值内性能正常。 |
| | 测量 | 试验期间没有性能下降。 |
| | 模拟量输出 | 试验期间没有性能下降。 |
| | 人机接口和可视报警 | 试验期间没有性能下降或功能丧失, 存储数据不丢失。 |
| | 数据通信 ^a | 误码率可能增加, 但传输数据不丢失。 |
| | 开关量输入、开关量输出和输出触点 | 试验期间不允许有不需要的状态改变。 |
| B | 保护 | 试验中和试验后, 在规定限值内性能正常。 |
| | 命令与控制 | 试验中和试验后, 在规定限值内性能正常。 |
| | 测量 | 试验期间暂时性能下降, 试验后自行恢复, 存储数据不丢失。 |
| | 模拟量输出 | 试验期间暂时性能下降, 试验后自行恢复, 存储数据不丢失。 |
| | 人机接口和可视报警 | 试验期间暂时性能下降或功能丧失, 试验后自行恢复, 存储数据不丢失。 |
| | 数据通信 ^a | 误码率可能增加, 但传输数据不丢失。 |
| | 开关量输入、开关量输出和输出触点 | 试验期间不允许有不需要的状态改变。 |

| | | |
|---|-------------------|---|
| C | 保护 | 暂时丧失功能，功能可自行恢复。 应无误动作出现。 |
| | 命令与控制 | 暂时丧失功能，功能可自行恢复。 应无误动作出现。 |
| | 测量 | 暂时丧失功能，功能可自行恢复。 |
| | 模拟量输出 | 暂时丧失功能，功能可自行恢复。 |
| | 人机接口和可视报警 | 暂时丧失功能，功能可自行恢复。 |
| | 数据通信 ^a | 暂时丧失功能，功能可自行恢复，可能丢失传输数据。 |
| | 开关量输入、开关量输出和输出触点 | 暂时丧失功能，功能可自行恢复。 配置保护功能的输出触点应依据保护功能的验收准则。 |
| 如果制造厂在试验期间或试验后使用了比本文件要求低的规范，含特殊设置，该规范应在用户可获得的产品文档中体现。 | | |
| ^a 保护或控制功能通信端口除外。那些验收标准见保护或命令与控制或特定通信标准的性能准则。 | | |

按照最新标准要求更新抗扰度试验验收准则，原表格为性能判据。

9、关于“试验报告”

规定了制造商按本标准规定开展试验得到的产品合格证明试验报告形式。

10、关于“附录”

资料性附录属于标准的资料性补充要素之一，它给出对理解或使用标准起辅助作用的附加信息。

本标准增加附录 C 工频试验的背景信息。

标准编制工作组
2024 年 6 月 25 日