

Q/GDW

国家电网有限公司企业标准

Q/GDW 11893—2018

高压直流保护现场试验装置技术规范

Technical specification of field test equipment for HVDC protection

2020 - 01 - 02 发布

2020 - 01 - 02 实施

国家电网有限公司 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 试验装置技术要求.....	2
4.1 基本要求.....	2
4.2 工作条件.....	2
4.3 接口数量与功能要求.....	3
4.4 接口性能要求.....	4
4.5 安全要求.....	8
4.6 绝缘要求.....	8
4.7 承受振动耐久能力.....	9
4.8 承受冲击耐受能力.....	9
4.9 承受碰撞能力.....	9
4.10 温度影响.....	9
4.11 耐湿热性能.....	9
4.12 供电电源的影响.....	9
4.13 电磁兼容要求（抗扰度试验）.....	10
4.14 外壳和防护.....	10
5 试验装置测试功能要求.....	11
5.1 基本测试功能.....	11
5.2 专用测试功能.....	11
5.3 故障回放功能.....	12
5.4 特殊测试功能.....	12
5.5 整组操作试验.....	12
5.6 试验报告.....	12
6 检验规则.....	12
6.1 检验分类.....	12
6.2 型式检验.....	12
6.3 出厂检验.....	13
6.4 定期检验.....	13
7 包装、运输、贮存.....	16
7.1 包装.....	16
7.2 运输.....	16
7.3 贮存.....	16
8 标志、标签.....	16
9 供货的成套性.....	17
9.1 随产品配置的文件.....	17
9.2 随产品供应的配套件.....	17

10 质量保证.....	17
附录 A（资料性附录） 高压直流保护现场试验模式.....	18
附录 B（资料性附录） 直流保护功能配置.....	20
附录 C（资料性附录） 检验方法.....	27
编制说明.....	31

高压直流保护现场试验装置技术规范

1 范围

本标准规定了高压直流保护现场试验装置的技术要求、测试功能要求、检验规则、包装、运输、贮存、标志、标签、供货的成套性及质量保证等。

本标准适用于采用晶闸管换流器的高压直流输电工程保护现场试验装置的设计、生产、选型和测试。

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 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
- GB/T 2423.22 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T 11287 电气继电器 第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇：振动试验（正弦）
- GB/T 13498 高压直流输电术语
- GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T 14598.9 量度继电器和保护装置 第22—3部分：电气骚扰试验 辐射电磁场抗扰度
- GB/T 14598.10 量度继电器和保护装置 第22—4部分：电气骚扰试验 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验
- GB/T 14598.13 电气继电器 第22-1部分：量度继电器和保护装置的电气骚扰试验 1MHz脉冲群抗扰度试验
- GB/T 14598.14 量度继电器和保护装置 第22—2部分：电气骚扰试验 静电放电试验GB/T
- GB/T 14598.16—2002 电气继电器 第25部分：量度继电器和保护装置的电磁发射试验
- GB/T 14598.27 量度继电器和保护装置 第27部分：产品安全要求
- GB/T 22386 电力系统暂态数据交换通用格式
- GB/T 22390.4 高压直流输电系统控制与保护设备 第4部分：直流系统保护设备
- GB/Z 25843 ±800kV特高压直流输电控制与保护设备技术导则
- GB/T 26216.1 高压直流输电系统直流电流测量装置 第1部分：电子式直流电流测量装置
- GB/T 26216.2 高压直流输电系统直流电流测量装置 第2部分：电磁式直流电流测量装置
- GB/T 26217 高压直流输电系统直流电压测量装置
- DL/T 624 继电保护微机型试验装置技术条件
- DL/T 1193 柔性输电术语

3 术语和定义

GB/T 7261、GB/T 13498、GB/T 26216.1、GB/T 26216.2、GB/T 26217、DL/T 624和DL/T 1193界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验装置技术要求

4.1 基本要求

- 4.1.1 试验装置的工作电源与输出电压、电流、开入、开出均应在电气上完全隔离。
- 4.1.2 试验装置应具备专用的安全接地端子，宜具备装置未接地报警功能。
- 4.1.3 在试验装置开/关机瞬间，试验装置的交、直流电流、电压输出不应产生较大的冲击，避免被测装置不正确动作，甚至损坏。
- 4.1.4 在使用过程中，如果发生异常、过热、失控现象，试验装置应立即停止输出并报警。
- 4.1.5 试验装置上电后，未输出和已输出状态均应有明显指示。
- 4.1.6 试验装置应采取必要的防静电及防辐射、防电磁场干扰的防护措施，试验装置自身外泄的电磁辐射不应影响被测设备的正常运行。
- 4.1.7 试验装置所给出的条件及有关参数的设置必须定义明确，并与输出报告的内容一致。
- 4.1.8 试验装置应对 GB/T 22390.4、GB/Z 25843 中所规定的直流保护功能开展完整的试验（高压直流保护现场试验模式参见附录 A、直流保护功能配置参见附录 B），如单台试验装置接口数量不够的，应能支持多台试验装置同步运行，以扩展接口数量。

4.2 工作条件

4.2.1 基准条件

基准条件下确定试验装置的基本误差，是产品仲裁检验时的试验条件。试验装置的基准条件见表 1。

表1 试验装置基准条件

影响量	基准条件	允许偏差
环境温度	20°C	±2°C
相对湿度	45%~75%	—
大气压力	86kPa~106kPa	—
工作电源电压	额定值	±2%
工作电源频率	50Hz	±0.5Hz
工作电源波形	正弦波	总谐波畸变率≤2%
直流电源电压 ^a	额定值	±2%
直流电源电压的纹波系数 ^b	0	≤2% ^b
外磁场感应强度	0	0.5mT
振动、冲击	0	强度不超过 1 级
^a 当试验装置采用直流电源供电方式时的条件，下同。 ^b 直流电源电压的纹波系数是按峰—峰值纹波系数定义的数值，下同。		

4.2.2 额定工作条件（影响量标称范围极限值）

额定工作条件（试验装置影响量标称范围额定值）见表 2。
额定工作条件确定试验装置性能的变差。

表2 额定工作条件（影响量标称范围极限值）

影响量	标称范围极限值		额定工作条件
	标称值	允许偏差	
环境温度	-5°C~ + 45°C	—	-5°C~ + 45°C
相对湿度	最湿月的月平均相对湿度为 90%，该月的平均温度为 25°C，并且产品上不应出现凝露	—	≤90%
大气压力	80kpa~110kpa(海拔 2000m 及以下)	—	80kpa~110kpa
交流电源电压	额定值	-20%~+15%	176V~253V
交流电源频率	50Hz	±2.5Hz	48Hz~51Hz
交流电源波形	正弦波	总谐波畸变率≤5%	正弦波，允许总谐波畸变率不大于 5%
直流电源电压 ^a	额定值	-20%~+15%	
直流电源电压的纹波系数 ^b	≤5% (10%)	—	
外磁场感应强度	不大于 0.5mT		
振动、冲击	强度为 1 级		

4.2.3 标准大气环境条件

标准大气环境条件为：

环境温度：15°C~35°C；

相对湿度：45%~75%；

大气压力：86kPa~106kPa。

4.2.4 环境要求

4.2.4.1 无爆炸危险，无腐蚀性气体及导电尘埃，无严重霉菌，无剧烈振动源。

4.2.4.2 有良好接地设施。

4.2.4.3 无强电磁场干扰。

4.2.5 特殊使用条件

当超出表 1 和表 2 规定的工作条件时，由用户与制造厂商定。

4.3 接口数量与功能要求

4.3.1 模拟量输出接口

4.3.1.1 试验装置应适用于电流互感器二次额定电流为 $I_N=1A$ 和 $I_N=5A$ 两种类型。本标准中，除特殊标明 $I_N=1A$ 、 $I_N=5A$ 的技术要求外，试验装置均应满足本标准的要求。

4.3.1.2 试验装置最少应具备 1 组四相交流电压源和 2 组三相交流电流源输出接口，每相电压、电流源应为独立的回路，且其幅值、相位和频率应能连续可调，具备直流和多谐波叠加输出功能。

4.3.1.3 试验装置最少应具备 8 路直流电压源输出接口，具备直流和多谐波叠加输出功能。

4.3.2 数字量采样值输出接口

4.3.2.1 试验装置最少应具备 6 路数字量采样值输出接口，采样值幅值、相位和频率可调节，并具有直流和多谐波叠加输出功能。

4.3.2.2 支持常规直流 FT3 采样值输出，应支持已经标准化的协议帧格式，可支持工程中已应用的自定义帧格式。

4.3.2.3 各接口的输出协议和各通道的输出值可配置，且应设置可表征各数字量采样值传输正常的状态字通道。

4.3.2.4 支持多接口的异步输出，异步时间可独立配置。

4.3.2.5 宜支持接口丢帧率及状态变位的定量模拟。

4.3.3 其他接口

4.3.3.1 试验装置最少应具备 3 路控制保护通信接口。

4.3.3.2 试验装置最少应具备 6 路开关量输入接口、12 路开关量输出接口。

4.3.3.3 试验装置宜具备与外部计算机交换测试信息的以太网接口。

4.3.3.4 如采取多台试验装置同步运行的方式，试验装置应具备 1 路同步脉冲接口，宜采用光纤同步收发接口，支持 IRIG-B 码和 1PPS 方式。

4.3.3.5 可配置直流保护系统与后台的通信接口，实现保护事件的接收和解析。

4.3.4 接口同步与状态序列要求

4.3.4.1 各路模拟量、数字量采样值、开关量输出、控制保护通信的接口能够严格同步且实时输出。

4.3.4.2 各路接口的输出延时可独立配置。

4.3.4.3 各路输出接口支持稳态输出及不少于 5 个状态序列的暂态输出，且宜具备状态循环功能。

4.4 接口性能要求

4.4.1 试验装置模拟电源性能要求

在本标准中，除特别指出外，试验装置的误差均采用相对误差表示；除特别指出基本误差和工作误差不同外，其他的技术要求均符合基本条件和额定工作条件。

4.4.2 交流模拟电流源

4.4.2.1 电流幅值准确度

交流模拟电流源输出电流幅值准确度要求如下：

- a) 适用于 $I_N=1A$ 的装置，每相电流输出幅值 I_{max} 不小于 20A；适用于 $I_N=5A$ 的装置，每相电流输出幅值 I_{max} 不小于 30A；
- b) 输出电流频率为 50Hz 时误差应满足表 3 的规定；

表3 交流电流幅值误差

输出电流/A	基本误差	工作误差
$I \leq 0.1I_N$	不超过 $\pm 1mA$	不超过 $\pm 2.5mA$
$0.1I_N \leq I \leq I_{max}$	不超过 $\pm 0.2\%$	不超过 $\pm 0.5\%$

c) 输出直流电流时，直流电流幅值不小于 40A，误差应满足表 4 的规定。

表4 直流电流幅值误差

输出电流/A	基本误差	工作误差
$I \leq 0.2$	不超过 $\pm 1\text{mA}$	不超过 $\pm 2.5\text{mA}$
$0.2 \leq I \leq 40$	不超过 $\pm 0.2\%$	不超过 $\pm 0.5\%$

4.4.2.2 电流幅频特性

输出电流的频率范围，频率误差，频率步长及幅值误差应满足表 5 的规定。

表5 电流幅频特性要求

输出电流频率/Hz	频率误差/Hz	频率步长/Hz	幅值误差
$0 \leq f \leq 65$	不超过 ± 0.001	0.001	不超过 $\pm 0.5\%$
$65 < f \leq 450$	不超过 ± 0.01	0.001	不超过 $\pm 0.5\%$
$450 < f \leq 1200$	不超过 ± 0.02	0.001	不超过 $\pm 1\%$

4.4.2.3 总谐波畸变率

输出电流 50Hz， $0.1\text{A} \sim I_{\text{max}}$ 时，总谐波畸变率不应大于 0.2%。

4.4.2.4 负载变化率

负载变化率要求如下：

- a) 电流输出幅值 1A、频率 50Hz，负载在 $0 \sim 0.5\Omega$ 之间变化时，幅值误差不超过 $\pm 0.2\%$ ；
- b) 电流输出幅值 5A、频率 50Hz，负载在 $0 \sim 0.2\Omega$ 之间变化时，幅值误差不超过 $\pm 0.2\%$ 。

4.4.2.5 带负载能力

当输出电流幅值为 $0 \sim I_{\text{max}}$ 、频率 50Hz，功率因数分别为 1、0.4、-0.4，总谐波畸变率小于 1% 时，带负载能力应大于 0.5Ω 。

4.4.2.6 输出交流信号时直流分量比例

输出电流为 $0 \sim I_{\text{max}}$ 时，直流分量不应大于输出电流峰值的 0.5%。

4.4.2.7 连续输出能力

在额定条件下，模拟电流源在 0A~10A 能连续输出，10A~20A 输出时间不小于 30s，大于 20A 输出时间不小于 10s。

4.4.2.8 相位误差

相位误差不大于 $\pm 0.2^\circ$ 。

4.4.2.9 零漂

零漂不超过 5mA。

4.4.3 交流模拟电压源

4.4.3.1 电压幅值准确度

交流模拟电压源输出幅值准确度要求如下：

- a) 输出电压频率为 50Hz 时，电压幅值 1V~120V，基本误差 $\leq 0.2\%$ ；
- b) 输出直流电压时，电压幅值 1V~160V，基本误差 $\leq 0.2\%$ 。

4.4.3.2 电压幅频特性

输出电压的频率范围，频率误差，频率步长及幅值误差应满足表 6 的规定。

表6 交流电压幅频特性要求

输出电压频率/Hz	频率误差/Hz	频率步长/Hz	幅值误差
$0 \leq f \leq 65$	不超过 ± 0.001	0.001	不超过 $\pm 0.5\%$
$65 < f \leq 450$	不超过 ± 0.01	0.001	不超过 $\pm 0.5\%$
$450 < f \leq 1200$	不超过 ± 0.02	0.001	不超过 $\pm 1\%$

4.4.3.3 总谐波畸变率

输出电压频率为 50Hz，幅值由 2V~120V 变化时，谐波畸变率小于 0.2%。

4.4.3.4 负载变化率

电压输出幅值 100V、频率 50Hz，负载在 0~50VA 之间变化时，输出电压幅值误差不超过 $\pm 0.2\%$ 。

4.4.3.5 带负载能力

输出电压幅值 100V，频率 50Hz，总谐波畸变率小于 1%时，最大输出功率应大于 50VA。

4.4.3.6 输出交流信号时直流分量比例

输出交流信号时，电压直流分量不应大于输出电压峰值的 0.5%。

4.4.3.7 连续输出能力

在额定条件下，模拟电压源应能连续输出。

4.4.3.8 相位误差

相位误差不大于 $\pm 0.2^\circ$ 。

4.4.3.9 零漂

零漂不超过 $\pm 5\text{mV}$ 。

4.4.4 直流模拟电压源

4.4.4.1 直流电压幅值范围和准确度

直流模拟电压源输出的直流电压幅值范围和准确度要求如下：

- a) 直流电压幅值范围：-10V~10V；

b) 直流电压幅值准确度：直流电压幅值的绝对值由 0.1V~10V 变化时，基本误差 $\leq 0.2\%$ 。

4.4.4.2 电压幅频特性

输出电压的频率范围，频率误差，频率步长及幅值误差应满足表 7 的规定。

表7 直流电压幅频特性要求

输出电流频率/Hz	频率误差/Hz	频率步长/Hz	幅值误差
$0 \leq f \leq 65$	不超过 ± 0.001	0.001	不超过 $\pm 0.5\%$
$65 < f \leq 450$	不超过 ± 0.01	0.001	不超过 $\pm 0.5\%$
$450 < f \leq 1200$	不超过 ± 0.02	0.001	不超过 $\pm 0.7\%$

4.4.4.3 总谐波畸变率

输出电压幅值由 0.1V~10V 变化时，谐波畸变率小于 0.2%。

4.4.4.4 负载变化率

电压输出幅值 10V、频率 0Hz，负载在 0~10mVA 之间变化时，幅值误差不超过 $\pm 0.2\%$ 。

4.4.4.5 带负载能力

电压输出幅值 10V、频率 0Hz，总谐波畸变率小于 1%时，最大输出功率应大于 10mVA。

4.4.4.6 连续输出能力

在额定工作条件下，电压源应能连续输出。

4.4.4.7 相位误差

相位误差不大于 $\pm 0.2^\circ$ 。

4.4.4.8 零漂

零漂不超过 $\pm 3\text{mV}$ 。

4.4.5 数字量采样值输出

4.4.5.1 端口的采样率可配置，支持 10kHz、50kHz 及 100kHz 采样率。

4.4.5.2 各端口的延时时间、异步时间可配置，误差不大于 0.5 μs 。

4.4.5.3 各通道幅值、相位、频率可独立配置，并支持不少于 9 个谐波的叠加。

4.4.5.4 幅值误差不大于 0.1%，相位误差不大于 0.05°，频率误差不大于 0.001Hz，总谐波畸变率不大于 0.1%。

4.4.5.5 报文输出抖动时间小于 0.2 μs 。

4.4.6 同步性能要求

4.4.6.1 单台试验装置输出同步性要求如下：

a) 各路交流模拟电压源输出、交流模拟电流源输出和直流模拟电压源输出之间的同步误差不应大于 15 μs ；

- b) 单台试验装置的多路数字量采样值输出之间的同步误差应小于 $1\mu\text{s}$;
 - c) 单台试验装置的多路开关量输出之间的同步误差应小于 1.5ms ;
 - d) 单台试验装置的多路控制保护通信接口输出之间的同步误差小于 $1\mu\text{s}$;
 - e) 试验装置的交流模拟电压源输出、交流模拟电流源输出、直流模拟电压源输出、数字量采样值输出、开关量输出、控制保护通信接口输出均具备同步输出能力。
- 4.4.6.2 如采取多台试验装置同步运行的方式，同步性要求如下：
- a) 同步脉冲接口输出的时间同步信号误差应小于 $1\mu\text{s}$ ，对时误差应小于 $1\mu\text{s}$ ，多台试验装置之间的同步误差小于 $2\mu\text{s}$;
 - b) 多台试验装置的交流模拟电压源输出、交流模拟电流源输出和直流模拟电压源输出之间的同步误差不应大于 $17\mu\text{s}$;
 - c) 多台试验装置的数字量采样值输出之间的同步误差应小于 $3\mu\text{s}$;
 - d) 多台试验装置的开关量输出之间的同步误差应小于 1.5ms ;
 - e) 多台试验装置的控制保护通信接口输出之间的同步误差应小于 $3\mu\text{s}$ 。

4.4.7 整组时间测试

支持 $0.1\text{ms}\sim 10\text{s}$ 的保护整组时间测试， $0.1\text{ms}\sim 40\text{ms}$ 时测试误差应小于 0.02ms ， $40\text{ms}\sim 10\text{s}$ 的测试误差应小于 0.05% ，时间测试分辨率不大于 0.01ms 。

4.5 安全要求

- 4.5.1 试验装置符合 GB 14598.27 中有关阻燃和防电击部分的要求。
- 4.5.2 应有必要的安全标志和相关的安全注意事项。
- 4.5.3 试验装置应当具有自保护功能及报警功能：
 - a) 电流输出开路及失真的保护和报警功能；
 - b) 电流、电压功放过热保护和报警功能；
 - c) 电压输出短路及失真的保护和报警功能。

4.6 绝缘要求

4.6.1 绝缘电阻

试验装置在标准大气环境条件下进行绝缘电阻试验时，应满足以下要求：

- a) 电源输入端对地（机箱金属外壳）用 1000V 绝缘电阻表测试，其绝缘不应小于 $300\text{M}\Omega$;
- b) 电压、电流输出端对地（机箱金属外壳）用 500V 绝缘电阻表测试，其绝缘不应小于 $50\text{M}\Omega$;
- c) 开关量输入端、输出端对地（机箱金属外壳）用 500V 绝缘电阻表测试，其绝缘不应小于 $50\text{M}\Omega$;
- d) 数字量采样值输出端对地（机箱金属外壳）用 500V 绝缘电阻表测试，其绝缘不应小于 $50\text{M}\Omega$;
- e) 控制保护通信接口、以太网通信接口（如有）、同步脉冲接口（如有）对地（机箱金属外壳）用 250V 绝缘电阻表测试，其绝缘不应小于 $5\text{M}\Omega$ 。

4.6.2 介质强度

试验装置在标准大气环境条件下，应对下列部分进行介质强度试验，不应出现击穿或闪络现象：

- a) 试验装置的电源输入端与地（机箱金属外壳），试验装置的输入端与试验装置电压、电流输出端之间，应能承受交流工频电压为 1.5kV （或直流电压为 2.1kV ）、试验时间为 1min 、泄露电流不大于 5mA 的耐压试验；
- b) 试验装置的开关量输入端、输出端对地以及开关量输入端、输出端之间应能承受交流工频电压为 500V （或直流电压为 0.7kV ）、试验时间为 1min 、泄露电流不大于 5mA 的耐压试验；

- c) 试验装置的数字量采样值输出端对地以及数字量采样值输出端之间应能承受交流工频电压为 500V (或直流电压为 0.7kV)、试验时间为 1min、泄露电流不大于 5mA 的耐压试验;
- d) 控制保护通信接口、以太网通信接口 (如有)、同步脉冲接口 (如有) 对地之间应能承受交流工频电压为 500V (或直流电压为 0.7kV)、试验时间为 1min、泄露电流不大于 5mA 的耐压试验。

4.7 承受振动耐久能力

产品应能承受 GB/T 11287 中规定的严酷等级为 I 级的振动耐久能力。

4.8 承受冲击耐受能力

产品应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的冲击耐受能力。

4.9 承受碰撞能力

产品应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的碰撞能力。

4.10 温度影响

额定工作条件下, 温度变化不应影响模拟量输出幅值、频率和相位、开关量输出电平电压、数字量采样值输出精度和时间测量的技术性能指标。温度改变引起的模拟量幅值、频率和相位、开关量输出电平电压、数字量采样值输出精度等的误差极限值应满足表 8 的规定。试验方法执行 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.22。

表8 温度系数

参数范围		额定工作条件下的误差	温度系数 K
交流电流/A	0.5~20	±0.1%	±0.01%
交流电压/V	2~120	±0.1%	±0.01%
直流电压/V	0.1~10	±0.5%	±0.01%
开关量输出电平电压/V	5	±0.5%	±0.01%
数字量采样值输出精度	/	0	0

4.11 耐湿热性能

产品在最高温度为 40℃, 检验周期为两周期 (48h) 的条件下, 经交变湿热检验, 在检验结束前 2h 内, 用电压等级为 500V 的测试仪器, 测定 4.6.1 规定部位的绝缘电阻, 不应小于 1.5MΩ, 测定 4.6.2 规定部位的介质强度, 检验电压为规定值的 75%。试验方法执行 GB/T 2423.4。

4.12 供电电源的影响

4.12.1 额定工作条件下, 供电电源的频率变化不应影响交流模拟电流源、交流模拟电压源、直流模拟电压源的技术性能指标。

4.12.2 供电电源电压为 176V~187V 时, 30A 的交流模拟电流输出功率不应小于 300VA, 100V 的交流模拟电压输出功率不得小于 45VA, 且输出幅值准确度应能满足 4.4 的要求。

4.12.3 供电电源电压为 187V~253V 时, 30A 的交流模拟电流输出功率不应小于 450VA, 100V 的交流模拟电压输出功率不得小于 50VA, 且输出幅值准确度应能满足 4.4 的要求。

4.12.4 供电电源电压为 176V~253V 时，±10V 的直流模拟电压输出功率不应小于 10mVA，且输出幅值准确度应能满足 4.4 的要求。

4.13 电磁兼容要求（抗扰度试验）

4.13.1 承受脉冲群干扰能力

试验装置应能承受 GB/T 14598.13 规定的频率为 1MHz 的脉冲群抗扰度试验，且试验装置的性能指标应能满足 4.4 的要求。

试验等级：III 级，差模电压（第一个半波电压峰值）1kV，共模电压（第一个半波电压峰值）2.5kV。

4.13.2 承受静电放电干扰能力

试验装置应能承受 GB/T 14598.14 规定的严酷等级为 III 级的静电放电抗扰度试验，且试验装置的性能指标应能满足 4.4 的要求。

4.13.3 承受辐射电磁场干扰能力

试验装置应能承受 GB/T 14598.9 规定的严酷等级为 III 级的辐射电磁场抗扰度试验，且试验装置的性能指标应能满足 4.4 的要求。

4.13.4 承受快速瞬变干扰能力

试验装置应能承受 GB/T 14598.10 规定的严酷等级为 B 级的快速瞬变抗扰度试验，且试验装置的性能指标应能满足 4.4 的要求。

4.13.5 电磁发射试验

试验装置电磁辐射限值应符合 GB/T 14598.16—2002 中 4.1 传导发射极限值和 4.2 辐射发射极限值的规定。射频传导发射限值见表 9。

表9 传导发射限值

发射频率范围/MHz	发射限值/dB
0.15~0.5（不含 0.5）	79~66
0.5~30	73~60

射频电磁场发射限值见表 10。

表10 电磁场发射限值

发射频率范围/MHz	场强/dB	测量距离/m
30~230	40	10
230~1000	47	

4.14 外壳和防护

试验装置的外壳防护等级应符合 GB/T 4208 规定的 IP21 级的要求。

5 试验装置测试功能要求

5.1 基本测试功能

5.1.1 手动测试

- 5.1.1.1 应能设置直流量和交流量的幅值、相位和频率，并能叠加谐波量。
- 5.1.1.2 能以某个电压或电流的幅值、相位、频率等为变量，测试相关保护的逻辑。
- 5.1.1.3 可配置手动测试步长。
- 5.1.1.4 可控制开出量变化，监视开入量变化。
- 5.1.1.5 可监视直流保护系统向直流控制系统或后台发出的动作信号。

5.1.2 递变量测试

- 5.1.2.1 应能设置递变前的电压、电流量的幅值、相位、频率及谐波。
- 5.1.2.2 能以某个电压或电流的幅值、相位、频率等为变量，按照设定的递变量步长和时长，测试相关保护的逻辑。
- 5.1.2.3 可测试保护的動作值、返回值和動作时间及判据条件。
- 5.1.2.4 可控制开出量变化，监视开入量变化。
- 5.1.2.5 试验装置能够和保护装置共用一套对时，可监视直流保护系统向直流控制系统或后台发出的动作信号。

5.1.3 多种连续状态的测试

- 5.1.3.1 应能提供多种状态序列的设置功能，各状态的电压、电流幅值、持续时间、开出量状态均可独立配置。
- 5.1.3.2 应能在输出交流分量上叠加指定时间常数的衰减直流分量和谐波分量。
- 5.1.3.3 应能在输出直流分量上叠加谐波分量。
- 5.1.3.4 可测试保护动作时间及时序。

5.2 专用测试功能

试验装置宜具备典型直流保护功能的专项测试能力，可设置和编辑直流保护功能测试的模板，能实现直流保护功能测试的自动配置，相关直流保护功能可包括但不限于如下各项：

- a) 阀短路保护。阀短路保护用于保护整个换流阀，用于阀短路故障和换流变阀侧相间故障，避免发生短路时换流阀遭受过应力。专项测试功能需满足阀短路保护各段保护逻辑及定值正确性的测试需求；
- b) 换相失败保护。换相失败保护用于检测交流系统故障或其他异常换相条件引起 12 脉动换流器发生的换相失败。专项测试功能需满足任一桥和单桥等换相失败保护逻辑，以及各段保护逻辑及定值正确性的测试需求；
- c) 换流器差动保护。换流器差动保护用于检测单 12 脉动换流器的接地故障。专项测试功能需满足换流器差动保护逻辑及定值正确性的测试需求；
- d) 极母线/中性母线差动保护。极母线/中性母线差动保护用于检测直流高压母线，或中性线的接地故障。专项测试功能需满足极母线/中性母线差动保护各段逻辑及定值正确性的测试需求；
- e) 极差动保护。极差动保护用于检测保护区域内（包括换流变阀侧到极母线与中性母线出口的区域）的接地故障并将故障极退出运行。专项测试功能需满足极差动保护各段逻辑及定值正确性的测试需求；

- f) 50Hz/100Hz 保护。50Hz/100Hz 保护用于检测直流电流中由于阀干扰、交流系统干扰或控制系统故障而引起而产生的异常谐波。专项测试功能需满足 50Hz/100Hz 保护逻辑及定值正确性的测试需求；
- g) 直流线路行波保护。直流线路行波保护用于检测两站平抗之间的直流线路的故障。根据波方程理论，电压和电流可以看作以一定幅值和速度传播的前行波与反射波。当线路发生故障时，会产生峰值故障电流，该波会在输电线路上传播，根据波阻抗以及采样的电压与电流值就可以判断出是否发生直流线路故障。专项测试功能需满足直流线路行波保护逻辑和定值正确性的测试需求；
- h) 直流线路突变量保护。直流线路突变量保护用于检测两站平抗之间的直流线路的故障，保护检测直流电压和直流电流，直流线路接地故障的特征为直流电压以相对较高的速率下降到一个较低值(突变量)。如果直流电压的幅值变化及变化率均超过整定值，且电流变化率也超过整定值，则判断为线路故障。专项测试功能需满足直流线路突变量保护的逻辑及定值正确性的测试需求；
- i) 直流滤波器差动保护。直流滤波器差动保护用于检测直流滤波器保护区的接地故障。专项测试功能需满足直流滤波器差动保护各段的逻辑及定值正确性的测试需求；
- j) 直流滤波器电容不平衡保护。直流滤波器电容不平衡保护用于检测直流滤波器高压电容器组的故障，正常情况下，电容桥臂平衡，不平衡电流为 0，当电容器有短路或接地或损坏时不平衡电流增大。专项测试功能需满足直流滤波器电容不平衡保护逻辑及定值正确性的测试需求；
- k) 直流滤波器失谐告警。直流滤波器失谐告警用于监视直流滤波器的失谐情况。专项测试功能需满足直流滤波器失谐告警逻辑及定值正确性的测试需求。

5.3 故障回放功能

5.3.1 试验装置应具备将直流故障录波数据回放进行直流保护测试的功能。

5.3.2 故障回放功能应能适应 GB/T 22386 规定的 IEEE COMTRADE 录波文件格式。

5.3.3 故障回放功能宜具备录波数据输出通道和采样频率配置功能，且可与基本测试功能配合使用。

5.4 特殊测试功能

特殊测试功能由用户与设备供应厂家商定。

5.5 整组操作试验

通过模拟各类故障，进行保护系统二次回路的整组操作试验，验证保护回路、操作回路、遥测遥信回路的正确性和可靠性。

5.6 试验报告

应能导出 word 格式的保护试验报告，具体格式可参考作业指导书或相关保护调试大纲。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品的检验分为型式检验、出厂检验和定期检验三种。

6.2 型式检验

6.2.1 在电力系统应用的试验装置，必须取得检测合格的型式检验报告。型式检验报告的有效期为两年。

6.2.2 凡遇以下情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定或定型前；
- b) 产品正式投产后，如遇设计、工艺、材料、元器件等有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 软、硬件变更（升级后），对产品的性能有影响时；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 行业质检机构提出进行型式检验的要求时。

6.2.3 型式检验应在标准大气环境条件下进行，检验项目见表 11，检验方法参见附录 C。

6.2.4 进行检验的样品应从出厂检验的合格品中抽取。

6.2.5 型式检验的判定原则为：

- a) 样品的检验项目不满足标准要求时，可判定为该检验项目存在缺陷；缺陷分致命缺陷、严重缺陷和一般缺陷，见表 11。
- b) 在检验中发现被试产品有任一个致命缺陷的检验项目时，该项检验判为不合格。
- c) 在检验中出现一个严重缺陷检验项目不合格时，进行第二次抽取，重复进行试验。如未发现严重缺陷，可判定该产品本次检验合格。如第二次抽取的样品仍存在缺陷，则判定该产品本次检验不合格。
- d) 在检验中出现任意两个严重缺陷检查项目不合格时，不需进行第二次抽取，判定该产品本次检验不合格。
- e) 在检验中出现一般缺陷检验项目不合格时，可按两个一般缺陷为一个严重缺陷进行计算，当严重缺陷超过两个时，不再进行第二次抽取，可判定该产品本次检验不合格；不超过两个时，可进行第二次抽取重复进行检验。如未发现严重缺陷，判定该产品本次检验合格。
- f) 在检验试验装置电源发生器的电流幅值、电压幅值、频率、相位等误差（准确度）时，当误差满足标准要求时，判为合格；当误差超过基本误差，但不超过 2 倍基本误差时，判为严重缺陷；当误差超过 2 倍基本误差时，判为致命缺陷。
- g) 在检验试验装置开关量输出误差（准确度）时，当误差满足标准要求时，判为合格；当误差超过基本误差，但不超过 2 倍基本误差时，判为严重缺陷；当误差超过 2 倍基本误差时，判为致命缺陷。
- h) 在检验试验装置数字量采样值输出误差（准确度）时，当误差满足标准要求时，判为合格；当误差超过基本误差，但不超过 2 倍基本误差时，判为严重缺陷；当误差超过 2 倍基本误差时，判为致命缺陷。
- i) 对于专用测试功能检验几种测试方法的测试结果应一致，当出现偏差时，应按下列原则判定：当偏差 \leq 误差的 5%时，判为合格；当误差的 5% $<$ 偏差 \leq 误差的 10%时，判为一般缺陷；当误差的 10% $<$ 偏差 \leq 误差的 20%时，判为严重缺陷；当误差的 20% $<$ 偏差时，判为致命缺陷。
- j) 检验中样品出现故障允许进行修复，修复内容如对已做过检验项目的检验结果没有影响，可继续进行检验。

6.3 出厂检验

6.3.1 产品出厂前须经制造厂的质量检验部门进行出厂检验，检验在标准大气环境条件下进行，检验项目见表 11，检验方法参见附录 C。

6.3.2 出厂检验中任一项不符合要求者，均须找出不符合的原因并予以纠正，合格品由检验部门颁发合格证方可出厂。

6.4 定期检验

6.4.1 在规定使用的时间内，使用部门应将试验装置送到指定检验部门定期检验，检验应在标准大气环境条件下进行，检验周期不宜超过2年，定期检验项目见表11，检验方法参见附录C。

6.4.2 检验判断规则如下：

- a) 检验中出现一项致命缺陷，可判为不合格；
- b) 检验中出现两项严重缺陷，或一项严重缺陷和两项一般缺陷，可判为不合格；
- c) 检验中出现四项一般缺陷，可判为不合格。

6.4.3 定期检验中任一项不符合要求的项目，应进行调整、修理，并经再次检验合格后，才能投入使用。

6.4.4 定期检验报告中应注明不合格的项目，经检验合格的产品，应由检验部门颁发校准证书方能投入使用。

表11 检验项目及缺陷等级

序号	检验项目名称	型式检验	出厂检验	定期检验	缺陷等级
1	结构及外观	●	●		一般缺陷
2	试验装置的配置	●	●		严重缺陷
3	输出交流电流的范围	●	●	●	严重缺陷
4	输出交流电流准确度	●	●	●	致命缺陷
5	输出交流电流的最小变化步长	●	●		严重缺陷
6	交流电流源带载能力（输出功率）	●	●	●	严重缺陷
7	输出交流电流频率准确度	●	●	●	致命缺陷
8	交流电流源输出频率的最小变化步长	●	●		严重缺陷
9	交流电流源的幅频特性	●	●	●	严重缺陷
10	输出交流电流总畸变率	●	●	●	严重缺陷
11	交流电流的直流分量	●	●	●	严重缺陷
12	输出交流电流的负载稳定性	●	●	●	致命缺陷
13	输出交流电流的输出时间的稳定性	●	●	●	致命缺陷
14	输出交流电压的范围	●	●	●	严重缺陷
15	输出交流电压准确度	●	●	●	致命缺陷
16	输出交流电压的最小变化步长	●	●		严重缺陷
17	交流电压源带载能力（输出功率）	●	●	●	严重缺陷
18	输出交流电压频率准确度	●	●	●	致命缺陷
19	交流电压源输出频率的最小变化步长	●	●		严重缺陷
20	交流电压源的幅频特性	●	●	●	严重缺陷
21	输出交流电压总畸变率	●	●	●	严重缺陷
22	交流电压的直流分量	●	●	●	严重缺陷
23	输出交流电压的负载稳定性	●	●	●	致命缺陷
24	输出交流电压的输出时间的稳定性	●	●	●	致命缺陷
25	输出交流电流与电压的同步性	●	●	●	致命缺陷

表11 (续)

序号	检验项目名称	型式检验	出厂检验	定期检验	缺陷等级
26	三相电源对称性	●	●	●	严重缺陷
27	交流电压与电流相位调整范围	●	●	●	严重缺陷
28	交流电压与电流相位准确度	●	●	●	致命缺陷
29	交流电压与电流相位的最小变化步长	●	●		一般缺陷
30	输出直流电压的范围	●	●	●	严重缺陷
31	输出直流电压准确度	●	●	●	致命缺陷
32	输出直流电压的最小变化步长	●	●		严重缺陷
33	直流电压源输出功率	●	●	●	严重缺陷
34	直流电压源纹波系数	●	●	●	致命缺陷
35	时间测量范围	●	●	●	一般缺陷
36	时间测量准确度	●	●	●	致命缺陷
37	时间测量分辨率	●	●	●	严重缺陷
38	试验装置同步精度	●	●	●	致命缺陷
39	输出数字量采样值的范围	●	●	●	严重缺陷
40	输出数字量采样值准确度	●	●	●	致命缺陷
41	输出数字量采样值的最小变化步长	●	●		严重缺陷
42	输出数字量采样值的频率准确度	●	●	●	致命缺陷
43	输出数字量采样值的频率最小变化步长	●	●		严重缺陷
44	输出数字量采样值的输出时间的稳定性	●	●	●	致命缺陷
45	单机各端口输出同步性	●	●	●	致命缺陷
46	多机各端口输出同步性	●	●		致命缺陷
47	时间控制的范围	●	●	●	一般缺陷
48	时间控制的准确度	●	●	●	致命缺陷
49	试验装置安全标志	●	●	●	致命缺陷
50	试验装置保护及报警功能	●	●		致命缺陷
51	试验装置安全接地标志	●	●		致命缺陷
52	试验装置绝缘电阻	●	●		致命缺陷
53	试验装置介质强度	●	●		致命缺陷
54	试验装置的电气间隙和爬电距离	●			致命缺陷
55	承受振动耐久能力	●			一般缺陷
56	承受冲击耐久能力	●			一般缺陷
57	承受碰撞能力	●			一般缺陷
58	耐湿热试验	●			致命缺陷
59	脉冲群抗扰度试验	●			一般缺陷
60	静电放电抗扰度试验	●			一般缺陷
61	辐射电磁场抗扰度试验	●			一般缺陷
62	电快速脉冲群抗扰度试验	●			一般缺陷
63	外壳防护	●			一般缺陷
64	基本功能试验	●		●	致命缺陷

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/058012050060006120>