



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1220 — 2013

串联电容器补偿装置 交接试验及 验收 规范

Code for hand-over tests of series capacitor installation

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 ····· II

1 范围 ····· 1

2 规范性引用文件 ····· 1

3 术语和定义 ····· 1

4 总则 ····· 2

5 一次设备交接试验 ····· 3

6 二次设备交接试验 ····· 10

7 分系统试验 ····· 12

8 系统试验 ····· 13

前 言

为规范串联电容器补偿装置交接试验和验收等技术环节，促进串联电容器补偿装置的技术进步，提高装置的设计、制造、运行和维护水平，特制定本标准。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电能质量及柔性输电标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国网智能电网研究院、国家电网公司华北分部、国网湖北省电力公司电力科学研究院、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司、国网冀北电力有限公司检修分公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司柳州局、国网江苏省电力公司检修分公司徐州分部、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司百色局、中国电力工程顾问集团西北电力设计院。

本标准主要起草人：石泽京、牛晓民、康健、戴朝波、黄雄辉、祁胜利、李庆光、王邵闽、熊斌、韦宇、项力恒。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

串联电容器补偿装置 交接试验及验收规范

1 范围

本标准规定了串联电容器补偿装置（简称串补装置）现场交接试验应遵循的基本原则、试验项目、验收标准等。

本标准适用于 220kV～500kV 电压等级的串联电容器补偿装置，其他电压等级可参照执行。

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 311.1 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则

GB 50150—2006 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB 50171—2012 电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范

GB/T 6115.1—2008 电力系统用串联电容器 第1部分：总则

GB/T 6115.2—2002 电力系统用串联电容器 第2部分：串联电容器组用保护设备

GB/T 8905—2012 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则

GB/T 15145—2008 输电线路保护装置通用技术条件

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第2部分：测量系统

GB/T 28565—2012 高压交流串联电容器用旁路开关

DL/T 365—2010 串联电容器补偿装置控制保护系统现场检验规程

DL/T 366—2010 串联电容器补偿装置一次设备预防性试验规程

DL/T 478—2010 继电保护和安全自动装置通用技术条件

DL/T 995—2006 继电保护和电网安全自动装置检验规程

DL/T 1010.4—2006 高压静止无功补偿装置 第4部分：现场试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

串联电容器补偿装置 series capacitor installation (SC)

串联在输电线路中，由电容器组及其保护、控制等辅助设备组成的装置，简称串补装置或串补，主要有固定串联电容器补偿装置（简称固定串补）和晶闸管控制串联电容器补偿装置（简称可控串补）。

3.2

（电容器的）额定电容 rated capacitance (of a capacitor)

C_N

设计电容器时所采用的电容值。

[GB/T 6115.1—2008，定义 3.22]

3.3

触发型间隙 triggered gap

在规定时间内承载被保护部分的电流，以防止电容器过电压或金属氧化物限压器（MOV）过负荷

的受控触发间隙。

[DL/T 365—2010, 定义 3.10]

3.4

阻尼装置 damping device

用来限制电容器相组保护设备旁路操作时产生的电容器放电电流的幅值和频率,并使之快速衰减的设备。

[DL/T 366—2010, 定义 3.10]

3.5

串联隔离开关 series disconnecter

为了维护等,使被旁路的串联电容器与线路隔离的设备。

[GB/T 6115.2—2002, 定义 1.3.52]

3.6

设备最高电压 highest voltage for equipment

U_m

相间最高电压的方均根值,设备在其绝缘以及在相关设备标准中涉及此电压的其他性能方面均按此电压进行设计。

注:此电压是设备可以使用的系统最高电压的最大值。

[GB/T 6115.1—2008, 定义 3.13]

3.7

系统试验 system test

在串补装置主要设备、分系统试验验收合格的基础上,进行带电验证试验,检验串补装置的功能和性能是否满足要求。

4 总则

4.1 串补装置中的电气一次设备在交接试验时应按本标准进行,交流耐压试验时加至试验标准电压后的持续时间,无特殊说明时应为 60s。

4.2 对地绝缘与相间绝缘为非标准电压等级的电气设备,其交流耐压试验电压值,当本标准没有规定时,可根据 GB 311.1 中规定的相邻电压等级按比例采用插入法计算确定。

注:对地的绝缘水平不仅适用于平台绝缘子,也适用于在相与地间的串补装置其他设备,如旁路断路器、光纤柱、旁路隔离开关和串联隔离开关等。

绝缘试验时,宜将连接在一起的各种设备分离开来单独进行试验。为便于现场试验工作,对已有出厂试验记录的同一电压等级不同试验标准的电气设备,如单独试验困难,可连在一起进行试验,试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准。

4.3 当电气设备的额定电压与实际使用的额定工作电压不同时,应按下列原则确定其交流耐压的试验电压:

- a) 采用额定电压较高的电气设备以加强绝缘时,应按设备的额定电压确定其试验电压;
- b) 采用额定电压较高的电气设备作为代用设备时,可按实际使用的额定工作电压确定其试验电压;
- c) 为满足高海拔地区的要求而采用较高电压等级的电气设备时,应在安装地点按实际使用的额定工作电压确定其试验电压。

4.4 在进行与温度、湿度和电磁环境有关的各种试验时,应考虑上述因素对试验结果的影响;绝缘试验应在良好天气且被试物及仪器周围温度不宜低于 5℃、空气相对湿度不宜高于 80%的条件下进行。对不满足上述温度、湿度条件情况下测得的试验数据,应进行综合分析,以判断电气设备是否可投入运

行。

4.5 本标准规定的常温范围为 $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

4.6 设备的交接试验可按产品技术条件规定的标准执行，但不应低于本标准的规定。

5 一次设备交接试验

5.1 电容器

5.1.1 电容器的试验项目，应包括下列内容：

- a) 外观检查；
- b) 电容器单元极对外壳绝缘电阻测量；
- c) 电容器单元极对外壳交流耐压试验；
- d) 电容器单元和电容器组的电容测量。

5.1.2 电容器表面应无可见油渍现象，无破损、鼓肚等。对于电容器电极出线端子采用锡焊密封的，焊接处应平整、光滑，无砂眼。

5.1.3 测量电容器单元绝缘电阻应在极对外壳之间进行，应采用 1000V 绝缘电阻表测量，绝缘电阻不应小于 $2000\text{M}\Omega$ 。

注：当电容器单元有一个端子永久地与箱壳连接（单套管）时，不必进行此项试验，但不包含其中一个端子拟与箱壳连接的电容器单元。

5.1.4 交流耐压试验应在极对外壳之间进行，交接试验电压可按出厂试验电压值的 75% 进行。

注：当电容器单元有一个端子永久地与箱壳连接（单套管）时，不必进行此项试验，但不包含其中一个端子拟与箱壳连接的电容器单元。

5.1.5 在参考温度下实测电容与额定电容之偏差不应超过下列限值：

- a) 对电容器单元取 $\pm 3\%$ ；
- b) 对电容器组取 $\pm 3\%$ 。

此外，任何两个相间或同一级中的任何两段之间的电容偏差应符合下列规定：

- a) 对额定容量小于 30Mvar 的电容器组不应大于 2% ；
- b) 对额定容量为 30Mvar 及以上的电容器组不应大于 1% 。

注 1：参考温度一般为 20°C 。

注 2：根据电容器单元的额定值计算得到百分比的基值。

注 3：产品技术条件中对电容器偏差值另有规定的除外。

5.2 金属氧化物限压器

5.2.1 金属氧化物限压器的试验项目，应包括下列内容：

- a) 外观检查；
- b) 探伤试验（仅适用于瓷套式）；
- c) 绝缘电阻测量；
- d) 直流参考电压测量；
- e) 0.75 倍直流参考电压下泄漏电流测量。

5.2.2 金属氧化物限压器的表面应无划伤、破损等。

5.2.3 应进行探伤检查，金属氧化物限压器瓷套应无裂纹。

5.2.4 金属氧化物限压器的绝缘电阻测量，应符合下列规定：

- a) 直流 1mA /柱下参考电压为 75kV 或交流 1mA /柱下参考电压为 $75/\sqrt{2}\text{kV}$ 以上电压：用 5000V 绝缘电阻表，绝缘电阻不应小于 $2500\text{M}\Omega$ 。
- b) 直流 1mA /柱下参考电压为 75kV 或交流 1mA /柱下参考电压为 $75/\sqrt{2}\text{kV}$ 及以下电压：用 2500V 绝缘电阻表，绝缘电阻不应小于 $1000\text{M}\Omega$ 。

5.2.5 金属氧化物限压器直流参考电压应整支或分节进行测试, 试验电流值宜取 1mA/柱, 该电流应在温度为 (20±15)℃ 下进行测量, 实测值与设备制造厂规定值比较, 差值不应大于 ±5%。

5.2.6 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流应符合产品技术条件的规定, 如产品技术条件中未规定, 则不宜大于 50μA/柱。

5.3 阻尼装置

5.3.1 阻尼装置的试验项目, 应包括下列内容:

- a) 外观检查;
- b) 阻尼电阻器绝缘电阻测量;
- c) 阻尼电阻器直流参考电压测量;
- d) 阻尼电阻器 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流测量;
- e) 阻尼电阻器直流电阻测量;
- f) 阻尼电抗器工频电抗测量;
- g) 阻尼电抗器直流电阻测量。

注 1: 电抗型按照 f)、g) 进行。

注 2: 电抗+电阻型按 b)、e)、f)、g) 进行。

注 3: 电抗+间隙串电阻型按 b)、e)、f)、g) 进行, 间隙距离应符合产品技术条件规定, 将标准件塞进间隙中, 应不紧也不松, 以稍感拖滞为宜。

注 4: 电抗+MOV 串电阻型按 b)、c)、d)、f)、g) 进行, 适用时, 应进行 e)。

5.3.2 阻尼装置表面应无划伤、破损等。

5.3.3 测量阻尼电阻器绝缘电阻时宜用 2500V 绝缘电阻表测量, 绝缘电阻不应小于 500MΩ。

5.3.4 阻尼电阻器的直流参考电压参照本标准 5.2.5。

5.3.5 阻尼电阻器 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流应符合产品技术条件的规定, 如产品技术条件中未规定, 则不宜大于 50μA/柱。

5.3.6 阻尼电阻器实测直流电阻值与额定直流电阻值之偏差不应超过 ±5%, 同时应满足产品技术条件的规定。

5.3.7 现场测量阻尼电抗器直流电阻时应远离强磁场源, 电抗器绕组温度应与环境温度基本平衡, 电阻测量值应换算到 75℃, 铝导线阻尼绕组的换算公式为:

$$R_{Al, 75} = \frac{225}{225} \frac{75}{t} R_t \quad (1)$$

式中:

t ——测量时的环境温度;

R_t ——测量的直流电阻值。

铜导线阻尼绕组的换算公式为:

$$R_{Cu, 75} = \frac{235}{235} \frac{75}{t} R_t \quad (2)$$

阻尼电抗器实测直流电阻值与额定直流电阻值之偏差不应超过 ±10%。

5.3.8 现场测量电感宜采用异频电压电流法, 实测电感值与额定值之偏差不宜超过 ±5%, 同时应满足产品技术条件的规定。

5.4 触发型间隙

5.4.1 触发型间隙的试验项目, 应包括下列内容:

- a) 外观检查;
- b) 限流电阻器直流电阻测量;
- c) 套管绝缘电阻测量;

- d) 套管交流耐压试验；
- e) 20kV 及以上非纯瓷套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 和电容值测量；
- f) 触发型间隙触发功能试验。

注 1：其他类型间隙可参照执行，但应满足产品技术条件的要求。

注 2：触发型间隙设备试验项目只列出部分主设备的试验项目，其他常规设备按照相应标准和产品技术条件的规定进行试验，特殊设备由用户和制造商另行商议。

- 5.4.2 检查安装后的间隙附件外观及距离是否有异常。
- 5.4.3 测量限流电阻器直流电阻，应符合产品技术要求，其差值应在 $\pm 5\%$ 范围内。
- 5.4.4 测量套管主绝缘的绝缘电阻，用 2500V 绝缘电阻表，绝缘电阻不应小于 $10000M\Omega$ 。
- 5.4.5 套管交流耐压试验值按照 GB 311.1 要求进行。
- 5.4.6 测量 20kV 及以上非纯瓷套管的主绝缘介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 和电容值应符合表 1 的规定：
 - a) 试验环境温度不低于 $10^{\circ}C$ 时，套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 不应大于表 1 的规定；
 - b) 电容型套管的实测电容量值与产品铭牌值或出厂值相比，其差值应在 $\pm 5\%$ 范围内。

表 1 套管主绝缘介质损耗角正切值 $\tan \delta$ (%) 的标准

套管主绝缘类型		$\tan \delta$ (%) 最大值
电容式	油浸纸	0.7（500kV 套管 0.5） ^a
	胶浸纸	0.7 ^b
	胶粘纸	1.0（66kV 及以下电压等级套管 1.5） ^{a,b}
	浇注树脂	1.5
	气体	1.5
	有机复合绝缘 ^c	0.7
非电容式	浇注树脂	2.0
	复合绝缘	由商定确定
其他套管	由商定确定	
^a 所列的电压为系统标称电压。		
^b 对 20kV 及以上电容式充胶或胶纸套管的老产品，其 $\tan \delta$ (%) 值可为 2 或 2.5。		
^c 有机复合绝缘套管的介质损耗试验，宜在干燥环境下进行。		

5.4.7 间隙触发监控系统正常，与申补控制保护系统通信功能正确时，间隙触发监控系统的控制触发功能应正确。火花间隙二次触发回路试验应至少进行连续 5 次的可靠触发动作及 5 次的可靠不触发试验。

5.5 电流互感器

- 5.5.1 电流互感器的试验项目，应包括下列内容：
 - a) 外观检查；
 - b) 绕组绝缘电阻测量；
 - c) 35kV 及以上电压等级电流互感器的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 测量；
 - d) 局部放电试验；
 - e) 交流耐压试验；
 - f) 绝缘介质性能试验；
 - g) 绕组直流电阻测量；
 - h) 接线组别和极性检查；

- i) 变比测量;
 - j) 电流互感器的励磁特性曲线测量;
 - k) 密封性能检测;
 - l) 测量精度测试。
- 注 1: 穿心式电流互感器按照 b)、g)、h)、i)、j) 进行, 适用时, 进行 f)、k)。
- 注 2: 本项目不适用于全光纤式电流互感器以及带光电转换装置的电流互感器。
- 注 3: 其他类型电流互感器应满足产品技术条件的要求。
- 5.5.2 电流互感器的外观应无损伤、无异常。
- 5.5.3 绕组绝缘电阻的测量应符合下列规定:
- a) 测量一次绕组间、一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻, 其值不应小于 1000M Ω ;
- 注: 由于结构原因无法测量一次绕组间、一次绕组对二次绕组及外壳的绝缘电阻时可不进行。
- b) 绝缘电阻测量应使用 2500V 的绝缘电阻表。
- 注: 对于有末屏引出的电流互感器, 还应测量末屏对外壳(地)的绝缘电阻, 绝缘电阻不宜小于 1000M Ω 。若末屏对地绝缘电阻小于 1000M Ω 时, 应测量其 $\tan \delta$ 。
- 5.5.4 电压等级为 35kV 及以上电流互感器的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 测量, 应符合下列规定:
- a) 电流互感器绕组的 $\tan \delta$ 测量应在 10kV 电压下进行, $\tan \delta$ 不应大于表 2 中的数据。当对绝缘性能有怀疑时, 可采用高压法进行试验, 在 $(0.5 \sim 1) U_m / \sqrt{3}$ 范围内进行, $\tan \delta$ 变化量不应大于 0.2%, 电容变化量不应大于 0.5%。
 - b) 末屏 $\tan \delta$ 测量电压为 2kV。
- 注 1: 本条适用于油浸式电流互感器, 不适用于 SF₆ 绝缘和环氧树脂绝缘结构的电流互感器。
- 注 2: 硅脂等干式电流互感器可参照执行。

表 2 $\tan \delta$ (%) 限值

种 类	额 定 电 压 kV		
	20~35	66~110	220
油浸式电流互感器	2.5	0.8	0.6
充硅脂及其他干式电流互感器	0.5	0.5	0.5
油浸式电流互感器末屏	—	2	

- 5.5.5 电流互感器的局部放电测量, 应符合下列规定:
- a) 局部放电测量宜与交流耐压试验同时进行;
 - b) 电压等级为 35kV~110kV 的电流互感器的局部放电测量宜全部测试;
 - c) 局部放电测量时, 应在高压侧监测所施加的一次电压;
 - d) 局部放电测量的测量电压及视在放电量应满足表 3 中的规定。

表 3 允许的视在放电量水平

测 量 电 压 kV	允许的视在放电量水平 pC	
	环氧树脂及其他干式	油浸式和气体式
$1.2U_m / \sqrt{3}$	50	20

1.2U _m (必要时)	100	50
-------------------------	-----	----

5.5.6 电流互感器交流耐压试验，应符合下列规定：

- a) 应按出厂试验电压值的 80% 进行；
- b) 二次绕组之间及其对外壳的工频耐压试验电压标准应为 2kV；
- c) 电压等级为 110kV 及以上的电流互感器末屏对地的工频耐压试验电压标准应为 3kV。

注：由于结构原因无法测量一次绕组间、一次绕组对二次绕组及外壳的绝缘电阻时可不进行。

5.5.7 对绝缘性能有怀疑的电流互感器，应检测绝缘介质性能，并符合下列规定：

- a) 绝缘介质的性能应符合 GB 50150—2006 中表 20.0.1 与表 20.0.2 的要求；
- b) SF₆ 气体的性能检测应在 SF₆ 气体充入设备 24h 后取样，SF₆ 气体水分含量不应大于 250 μL/L (20℃ 体积分数)；
- c) 电压等级在 66kV 以上的油浸式电流互感器，应进行油中溶解气体的色谱分析。油中溶解气体组分含量 (μL/L) 不宜超过下列任意一值：总烃为 10，H₂ 为 50，C₂H₂ 为 0。

5.5.8 绕组直流电阻测量，同型号、同规格、同批次电流互感器一、二次绕组的直流电阻和平均值的差异不宜大于 10%。当有怀疑时，应增加测量电流，测量电流 (直流值) 不宜超过额定电流 (方均根值) 的 50%。

5.5.9 电流互感器的接线组别和极性应符合设计要求，并与铭牌和标志相符。

5.5.10 电流互感器的变比应符合设计要求，并与铭牌和标志相符。

5.5.11 当继电保护对电流互感器的励磁特性有要求时，应进行励磁特性曲线试验，试验结果应符合产品技术条件规定。试验方法按照 GB 50150—2006 中附录 E 进行。

5.5.12 密封性能的检测，应符合下列规定：

- a) 油浸式电流互感器外表应无可见油渍；
- b) SF₆ 气体绝缘电流互感器定性检测无泄漏点，有怀疑时进行定量检测，年泄漏率应小于 1%。

5.5.13 测量精度测试，测试结果应符合产品设计要求，满足产品技术条件的规定。

5.6 旁路断路器

5.6.1 旁路断路器的试验项目要求参照 GB/T 28565—2012 中第 6 章、第 7 章进行，试验项目应包括下列内容：

- a) 外观检查；
- b) 辅助回路和控制回路绝缘电阻检查；
- c) 主回路的电阻测量；
- d) 打压和零起打压及弹簧储能的运转时间检查；
- e) 气压、液压泄漏检查；
- f) 交流耐压试验；
- g) 旁路断路器的分、合闸时间测量；
- h) 旁路断路器的分、合闸速度测量；
- i) 旁路断路器主、辅触头分、合闸的同期性及配合时间测量；
- j) 旁路断路器分、合闸线圈绝缘电阻及直流电阻测量；
- k) 旁路断路器操动机构的试验；
- l) 旁路断路器内 SF₆ 气体的含水量测量；
- m) SF₆ 气体成分分析；
- n) 密封性试验；
- o) 气体密度继电器、压力表和压力动作阀的检测。

5.6.2 旁路断路器的外观应无损伤、无异常。

- 5.6.3 辅助回路和控制回路绝缘电阻测量，应使用 1000V 绝缘电阻表，绝缘电阻不应小于 10M Ω 。
- 5.6.4 主回路的电阻值测量，宜采用电流不小于 100A 的直流压降法。测试结果符合产品技术条件规定。
- 5.6.5 打压和零起打压及弹簧储能的运转时间应符合产品技术条件的要求。
- 5.6.6 对于气压、液压机构的旁路断路器，应进行操动机构在分闸、重分闸下的操作压力（气压、液压）下降值（泄漏）检查；检查结果应符合产品技术条件的要求。
- 5.6.7 交流耐压试验应进行合闸对地和断口间（定开距）耐压试验，在 SF₆ 气体压力为额定值时，试验电压按出厂试验电压值的 80% 进行试验。当现场条件不满足时，可只进行断口间耐压试验；SF₆ 罐式断路器应进行断口交流耐压试验和对地交流耐压试验。
- 5.6.8 旁路断路器的分、合闸时间测量，应在旁路断路器的额定操作电压、气压下进行，实际测量数值应符合产品技术条件规定。
- 5.6.9 旁路断路器的分、合闸速度测量，应在旁路断路器的额定操作电压、气压下进行，实测数值应符合产品技术条件规定。现场无条件安装采样装置的旁路断路器，可不进行本项试验。
- 5.6.10 测量旁路断路器主、辅触头三相及同相各断口分、合闸的同期性及配合时间，应符合产品技术条件规定。

除制造厂另有规定外，旁路断路器的分、合闸同期性应满足下列要求：

- a) 相间合闸不同期不应大于 5ms；
 - b) 相间分闸不同期不应大于 3ms；
 - c) 同相各断口间合闸不同期不应大于 3ms；
 - d) 同相各断口间分闸不同期不应大于 2ms；
 - e) 在额定操作电压下进行。
- 5.6.11 旁路断路器分、合闸线圈的绝缘电阻值测量，应使用 1000V 绝缘电阻表，测量值不应小于 10M Ω ；直流电阻值与产品出厂值应相符。
- 5.6.12 旁路断路器操动机构的试验，应符合下列规定：
- a) 合闸操作。当操作电压、气压在表 4 范围内时，操动机构应可靠动作。

表 4 旁路断路器操动机构合闸操作试验电压、气压范围

电 压		气 压
直 流	交 流	
(65%~110%) U_N	(85%~110%) U_N	按产品规定的最低及最高值
注：当电压小于额定电源电压 U_N 的 30% 时，不应动作。		

- b) 分闸操作。当操作电压、气压在表 5 范围内时，操动机构应可靠动作。

表 5 旁路断路器操动机构分闸操作试验电压、气压范围

电 压		气 压
直 流	交 流	
(80%~110%) U_N	(85%~110%) U_N	按产品规定的最低及最高值
注：当电压小于额定电源电压 U_N 的 30% 时，不应动作。		

- c) 操作试验。当具有可调电源时，可在不同电压、气压条件下，对旁路断路器进行就地或远控操作，每次操作时旁路断路器均应正确、可靠地动作，其联锁及闭锁装置回路应符合产品技

术条件规定；当无可调电源时，可只在额定电压下进行试验。操作试验应按表 6 的规定进行。

表 6 弹簧机构的操作试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值（%）	操作次数
分、合	110	3
合	直流 65；交流 85	3
分	85	3
合、分、合	100	3
注：对于具有双分、合闸线圈的回路，应分别进行模拟操作试验。		

对于旁路断路器机构本身具有三相不一致自动合闸功能的，应根据需要做投入或退出处理。
液压低自动重合闸闭锁、合闸闭锁、分合闸闭锁的动作特性检验应符合制造厂规定。

SF₆气压低告警、分合闸闭锁的动作特性检验应符合制造厂规定。

5. 6. 13 测量旁路断路器内 SF₆气体的含水量（20℃的体积分数），应符合下列规定：
a) 与灭弧室相通的气室，应小于 150μL/L；
b) 不与灭弧室相通的气室，应小于 250μL/L；
c) SF₆气体含水量的测定在旁路断路器充气 48h 后进行。
5. 6. 14 SF₆气体分析应符合 GB 50150—2006 中表 20.0.1 与表 20.0.2 的要求。
5. 6. 15 密封性试验可采用下列方法进行：
a) 采用灵敏度不低于 1×10⁻⁶（体积比）的检漏仪对旁路断路器各密封部位、管道接头等处进行检测时，检漏仪不应报警。
b) 必要时可采用局部包扎法进行气体泄漏测量。以 24h 的漏气量换算，按照 GB/T 8905—2012 中 8.2.2，每一个气室年漏气率不应大于 1%。
c) 泄漏值的测量应在旁路断路器充气 24h 后进行。
5. 6. 16 SF₆密度监视器（包括整定值）的检验，应符合产品技术条件规定。对于气动及液压机构，压力表校验（或调整）及机构压力值校验，应符合产品技术条件规定；压力表指示值的误差及其变差，均应在产品相应等级的允许误差范围内。对气动机构应校验各级气压值（减压阀及机械安全阀）。在充气过程中检查密度继电器及压力动作阀的动作值，应符合产品技术条件规定。对于单独运到现场的设备，应进行校验。
5. 7 隔离开关
5. 7. 1 隔离开关、接地开关的试验项目要求参照 GB 50150—2006 中第 15 章进行，应包括下列项目：
a) 回路电阻测量；
b) 操动机构试验；
c) 操动机构线圈的最低动作电压试验。
5. 7. 2 回路的电阻值及测试方法，应符合产品技术条件的规定。
5. 7. 3 操动机构试验时，在操作电压范围（80%~110%）U_N内，操动机构应可靠地进行分、合操作。机械或电气闭锁装置应正确可靠。
5. 7. 4 操动机构线圈的最低动作电压应符合产品技术条件的规定，且应大于 30% U_N。
5. 8 绝缘子
5. 8. 1 绝缘子的试验项目，应包括下列内容：
a) 外观检查；

- b) 探伤试验;
- c) 交流耐压试验。

5.8.2 外观检查以目力观察方法进行,绝缘件表面应无明显气泡、斑点、缺釉、破损等缺陷。

5.8.3 110kV 及以上的瓷柱式绝缘子应进行探伤检查,绝缘子与法兰连接处应无生烧、氧化、开裂和气孔夹层等缺陷。

5.8.4 绝缘子的交流耐压试验应符合产品技术条件的规定,110kV 及以上的绝缘子,当试验条件不满足时,可不进行此项试验。

5.9 晶闸管阀(仅适用可控串补)

晶闸管阀的试验项目和要求按照 DL/T 1010.4—2006 中 4.2.3 和产品技术条件规定执行。

5.10 阀冷却系统(仅适用可控串补)

阀冷却系统的试验项目和要求按照 DL/T 1010.4—2006 中 4.2.4 和产品技术条件规定执行。

5.11 晶闸管阀控电抗器(仅适用可控串补)

晶闸管阀控电抗器的试验项目和要求参照本标准 5.3.1 中 a)、f)、g) 进行。

6 二次设备交接试验

6.1 试验项目

- a) 屏柜外观及接线检查;
- b) 串补平台供电模块试验;
- c) 监控系统试验;
- d) 授时系统功能检验;
- e) 故障录波功能试验;
- f) 屏柜电源模块试验;
- g) 数据采集系统试验;
- h) I/O 接口试验;
- i) 激光功率模块试验;
- j) 保护功能试验。

6.2 外观及接线检查

- a) 装置的硬件配置,电缆、光缆的接线及标识等应符合要求;
- b) 装置外观应完好,无明显损坏及变形,屏柜内电器的安装应符合 GB 50171—2012 第 5 章的要求;
- c) 串补装置及其二次回路的绝缘应符合产品技术条件规定;
- d) 装置的端子排、光回路和电气回路应连接正确可靠,且标识清晰准确;
- e) 切换开关、按钮、键盘等应操作灵活;
- f) 光纤、光缆、电缆应无断裂、破损,二次回路接线应符合 GB 50171—2012 第 6 章的要求;
- g) 控制保护屏柜检验参见 DL/T 995—2006 中 6.3 的规定。

6.3 串补平台供电模块试验

- a) 仅采用电流互感器线路取能提供能量的电源模块,检查在此供电模式下其负载电路是否正常工作。
- b) 仅采用激光送能提供能量的电源模块,检查在此供电模式下其负载电路是否正常工作。
- c) 采用电流互感器线路取能与激光送能混合提供能量的电源模块,除检查单独由电流互感器取能或激光送能提供能量的供电模式下,其负载电路是否正常工作,还应进行两种供电模式的切换试验:
 - 1) 当电流互感器取能模式不能为其负载电路提供能量时,应正确、可靠地切换至激光送能模

式供电；

- 2) 当电流互感器取能模式能够为其负载电路提供能量时，应正确、可靠地由激光送能模式切换为电流互感器取能模式供电。

6.4 监控系统试验

- a) 检查监控系统上的电压、电流显示值与输入值应一致，偏差不应超过 $\pm 5\%$ ；
- b) 模拟遥信量变位，通过光字牌和事件顺序记录验证遥信量应正确；
- c) 模拟产生告警事件，验证声音告警功能应正确；
- d) 事件的分辨率满足产品技术条件的规定；
- e) 保护单元的保护投退功能应正确；
- f) 保护参数设置和保护定值设置的功能应正确；
- g) 三相模式和单相模式的设置功能应正确；
- h) 禁止重投模式和允许重投模式的设置功能应正确；
- i) 用户账号管理和权限设置应正确；
- j) 调节功能的设置应正确（仅适用可控串补）；
- k) 阻抗值的设置功能应正确（仅适用可控串补）；
- l) 控制模式，包括阻抗闭环控制投退、功率阻尼振荡功能投退设置功能应正确（仅适用可控串补）；
- m) 通过监控系统分合隔离开关和旁路断路器，试验遥控功能应正确，此试验可与分系统试验结合进行；
- n) 在两套控制系统之间主从切换显示的功能应正确（仅适用可控串补）。

注：试验方法应根据产品说明书，试验要求应符合产品技术条件。

6.5 授时系统功能检验

- a) 检查授时系统所显示的时间应准确，校时功能应正常；
- b) 检查经过授时系统校时的当地工作站（如有）或（和）远方工作站的时间应正确；
- c) 检查录波数据的时间应正确；
- d) 检查事件顺序记录上传时间应正确。

6.6 故障录波功能检验

- a) 手动启动录波，录波文件中的模拟量和开关量与实际的模拟量和开关量应一致；
- b) 对各种保护启动录波功能进行检验，可与保护功能试验结合进行；
- c) 通过保护及故障录波子站调用录波文件，保护及故障录波子站与故障录波装置通信应正常。

6.7 屏柜电源模块试验

- a) 控制保护屏柜的直流电源应满足 GB/T 15145—2008 中 3.2.1 的规定；
- b) 将屏柜内各机箱的 DC/DC 变换器的输出端子引出，检测 DC/DC 变换器的输出电压特性是否满足使用要求。

6.8 数据采集设备试验

- a) 准确度试验，利用标准信号源或其他试验装置在测量互感器的二次侧或一次侧加入指定的电压、电流量，通过人机界面观察显示的测量值，分析偏差是否符合设计要求；
- b) 零漂试验，按照 DL/T 995—2006 中 6.3.9 的规定进行；
- c) 线性度试验，采用和标准测量系统相比对的试验方法，按 GB/T 16927.2 的规定进行。

6.9 I/O 接口试验

串补装置输入、输出接口的检验参照 DL/T 478—2010 中第 4 章和第 5 章的规定。

6.10 激光功率模块试验

正常工作状态下，检查激光功率模块的输入电功率、输出光功率、温度、保护功能等是否符合设

计要求。

6.11 保护功能试验

- a) 电容器过负荷保护;
- b) 电容器不平衡保护;
- c) MOV 过电流保护;
- d) MOV 能量保护;
- e) MOV 温度保护;
- f) MOV 不平衡保护 (如需要);
- g) MOV 能量梯度保护 (如需要);
- h) 间隙自触发保护;
- i) 间隙拒触发保护;
- j) 间隙延时触发保护 (如需要);
- k) 间隙长时间导通保护 (如需要);
- l) 串补平台闪络保护;
- m) 旁路断路器合闸失灵保护;
- n) 旁路断路器分闸失灵保护;
- o) 旁路断路器三相不一致保护;
- p) 线路联动串补保护;
- q) 线路电流监视保护;
- r) 双系统掉电保护;
- s) 刀闸三相不一致告警;
- t) 阀过载保护 (仅适用可控串补);
- u) 阀拒触发保护 (仅适用可控串补);
- v) 阀不对称触发保护 (仅适用可控串补, 如需要);
- w) 阀裕度不足保护 (仅适用可控串补);
- x) 冷却系统保护 (仅适用可控串补)。

试验方法和试验要求按照 DL/T 365—2010 中表 2 进行。

注 1: 保护试验项目按不同设备制造厂的配置进行试验。

注 2: 保护试验方法根据产品技术条件规定执行。

7 分系统试验

7.1 旁路断路器的传动

- a) 通过在串补平台上的测量系统施加电流故障量启动旁路, 旁路断路器的动作情况及操作箱位置指示信号、监控后台信号、故障录波动作均应正确;
- b) 在串补监控后台手动操作旁路断路器和紧急按钮操作旁路断路器时, 相应功能均应正确;
- c) 在旁路断路器本体进行操作, 相应功能均应正确;
- d) 不应通过其他方式进行试验。

7.2 旁路断路器投入试验

模拟串补装置重投动作的投入试验应通过在串补平台上 TA 端子箱或光电转换端子箱内施加电流故障量, 让相应允许故障后重投的保护动作, 并检查旁路断路器的动作情况及操作箱指示、监控后台信号、故障录波动作的正确性。

7.3 隔离开关的传动

- a) 隔离开关就地分合试验应通过隔离开关操作箱内的相应分合闸按钮进行，如配备分相操作功能，也应分相操作验收试验，并检查其分合动作情况是否正确到位、监控后台信号是否正确；
- b) 隔离开关遥控分合试验应通过串补监控后台进行，并检查其分合动作情况是否正确到位、监控后台信号是否正确。

7.4 接地开关的传动

- a) 接地开关就地分合试验应通过接地开关操作箱内的相应分合闸按钮进行，如配备分相操作功能，也应分相操作验收试验，并检查其分合动作情况是否正确到位、监控后台信号是否正确；
- b) 接地开关遥控分合试验应通过串补监控后台进行，并检查其分合动作情况是否正确到位、监控后台信号是否正确。

7.5 线路联动串补试验

- a) 线路联动串补试验应带旁路断路器进行，功能应正确。
- b) 线路联动串补试验应在线路检修状态时进行。在线路保护的电流电压端子上施加故障量，模拟线路故障，检查串补保护的動作情况、旁路断路器動作情况及线路保护与串补保护信号传递的正确性，并检查监控后台信号、故障录波动作的正确性。
- c) 不应通过其他方式进行试验。

7.6 串补联跳线路试验

- a) 串补联跳线路试验应带线路断路器进行，功能应正确。
- b) 串补联跳线路试验应在线路检修状态时进行。在串补平台测量箱的电流电压端子上施加故障量，串补保护联跳线路动作，检查线路断路器動作情况、线路保护与串补保护信号传递情况、线路两侧远跳装置動作情况的正确性，并检查监控后台信号、故障录波动作的正确性。
- c) 不应通过其他方式进行试验。

7.7 五防闭锁功能试验

- a) 检查旁路断路器、隔离开关及接地开关之间联锁逻辑的正确性；
- b) 应进行后台软件五防试验和实际硬接点五防试验。

8 系统试验

8.1 串补平台带电试验

在完成分系统试验后，进行系统试验。使串补平台带电，检查串补平台及一次设备的绝缘性能。根据系统情况确定试验电源，串补旁路断路器闭合，对串补平台及一次设备冲击加压，并保持带电不应小于30min。

试验时应测量线路首末两端电压、相关回路电流，并记录相关避雷器的動作情况。检查过电压水平、绝缘是否正常，设备及控制保护装置動作是否正常等。

8.2 串补开环空载带电试验

在串补平台带电基础上，线路空载充电。打开串补旁路断路器，使串补投入，带电时间不应小于30min。试验时测量线路电流、电容器电流、电容器组不平衡电流、线路两端电压。检查平台设备绝缘是否正常、设备及控制保护装置動作是否正常等。

检查电容器对平台绝缘和检验电容器组不平衡电流是否在允许范围内。

8.3 线路保护联动串补旁路断路器试验

线路及串补平台带电的情况下，开展线路保护联动串补试验，检查联动功能是否符合设计要求，满足运行规定，试验方法见7.5。

8.4 带串补空载投切试验（必要时）

检验线路断路器投切带串补空载线路的能力，测量带串补投切空线的电磁暂态。分别以串补远端

和近端母线为电源，带串补空载投切线路，单相分合分3次（A、B、C三相各一次）。测量平台电流、线路电流、电容器组不平衡电流、线路两端电压。

8.5 串补闭环负载带电试验

闭合线路双侧断路器，打开串补旁路断路器，使串补投入，带电时间不应小于30min。检查串补装置在正常线路电流下的工作情况，监测串补装置的温升情况。测量线路电流、电容器电流、电容器组不平衡电流、线路两端电压、串补各主要设备及接点的温升。

8.6 双系统掉电试验

线路带负载运行，串补正常投入，断开一套串补本体保护的直流供电电源，然后再合上，检查串补控制保护系统无误动。对另一套保护重复试验。

8.7 可控串补容抗调节试验

线路带负载运行，串补投入，进行可控串补容抗的阶跃调节和连续调节。检查可控串补容抗调节特性是否正确，所需的基本参数包括可控串补基波正序电抗、可控串补基波正序电抗与触发角的关系、可控串补容抗阶跃调节响应和连续调节的响应情况、可控串补晶闸管电流、容抗调节对潮流的影响、可控串补不同容抗运行产生的谐波。检查各参数是否符合设计要求。

8.8 可控串补晶闸管旁路试验

线路带负载运行，串补投入，使可控串补进入晶闸管旁路状态，然后再返回，再进入晶闸管旁路状态，持续时间不应小于30min，然后再返回。检查可控串补进入晶闸管旁路状态和从旁路状态返回的响应是否正确，检查可控串补晶闸管系统在旁路状态下工作情况是否正常，检查可控串补晶闸管冷却系统工作情况是否正常。所需的基本参数包括可控串补基波正序电抗、可控串补晶闸管电流、可控串补进入和退出旁路状态的时间响应情况。检查各参数是否符合设计要求。

8.9 可控串补持续高容抗试验

线路带较大负载运行，串补投入，令可控串补运行在较高阻抗上，持续时间不应小于30min。检查可控串补晶闸管持续通过较大电流时，晶闸管阀及冷却系统的工作情况是否存在异常。

所需的基本参数包括可控串补基波正序电抗、线路电流、晶闸管电流、晶闸管冷却系统温升。检查各参数是否符合设计要求。

8.10 抑制低频振荡试验（必要时）

线路带负载运行，可控串补投入，不投入POD功能，通过操作在系统中产生扰动；之后可控串补POD功能投入，重复以上试验。检查可控串补POD功能动作是否正确，观测可控串补POD功能的作用。所需的基本参数包括线路有功功率和无功功率、母线电压、可控串补基波正序电抗、线路电流、串补电压、POD命令电抗、可控串补晶闸管电流。检查各参数是否符合设计要求。

8.11 串补线路侧单相瞬时短路接地试验（必要时）

线路侧预先设置好接地装置，正常投入串补，利用短路试验装置进行接地试验。检查放电间隙动作情况及动作时间、金属氧化物限压器动作行为和吸收的能量、串补阻尼回路阻尼效果、线路两端保护及串补保护动作行为、线路保护联动功能动作情况及动作时间。所需的基本测量参数包括平台电流、线路电流、电容器组不平衡电流、金属氧化物限压器电流、间隙电流、串补线路侧和母线侧电压、间隙动作时间、旁路断路器动作时间、保护联动信号、线路有功功率和无功功率、线路保护数据。检查各相数据是否符合设计要求。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
串联电容器补偿装置 交接试验及
验 收 规 范

DL/T 1220 — 2013

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1 印张 29 千字
印数 0001—3000 册

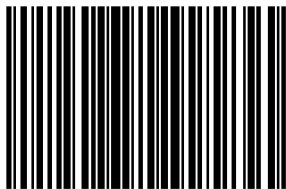
*

统一书号 155123·1616 定价 9.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.1616

上架建议：规程规范/电工技术