

# 12 千伏标准化定制环网柜（箱）入网专业检测方案

## 1 概述

为满足国家电网有限公司 12kV 标准化定制环网柜（箱）样机试验要求，特制定本方案。

## 2 适用范围

适用于供应商按照国网公司《12 千伏环网柜（箱）标准化设计定制方案》的要求，研制完成的相应环网柜单元柜、环网箱样机，并已通过厂内样机现场检查。

### 2.1 单元柜

试制方案如表 1 所示。

表 1 单元柜样柜试制方案

样柜产品	SF <sub>6</sub> 气体绝缘环网柜	环保气体绝缘环网柜	固体绝缘环网柜	常压密封空气绝缘环网柜
方案组合	V、F	V	V	V
额定电流	630A/组合电器柜 额定电流	630A	630A	630A
额定短时耐受电流	20kA	20kA	20kA	20kA
灭弧方式	V: 真空、SF <sub>6</sub> 气体 F: SF <sub>6</sub> 气体	真空	真空	真空
母线扩展方式	顶扩、侧扩	顶扩、侧扩	顶扩	顶扩、侧扩
泄压通道方向	电缆沟	电缆沟	电缆沟	电缆沟

说明：1、对于固体绝缘环网柜包括多种定制方案，生产厂家应按照选择的定制方案分别进行样机研制及检测，不能相互替代；  
2、对于相同方案的单元柜环网柜，如灭弧室方式、母线扩展方式、泄压通道方式选择不同，应分别进行样机研制及检测，不能相互替代。

如单元柜已具备全套型式试验报告，则本次标准化设计单元柜样柜需完成试验项目的最低要求如表 2 所示。

表 2 单元柜样柜试验项目

试验项目	SF <sub>6</sub> 气体绝缘环网柜		环保气体绝缘环网柜	固体绝缘环网柜	常压密封空气绝缘环网柜
	V	F	V	V	V
工频耐受电压试验	√	√	√	√	√
雷电冲击耐受电压试验	√	√	√	√	√
局部放电测量	√	√	√	√	√
温升试验	√	√	√	√	√
回路电阻测量	√	√	√	√	√
联锁试验	√	√	√	√	√
防护等级	√		√	√	√
密封试验	√		√ <sup>注(2)</sup>		
充气隔室的压力耐受试验	√		√		
短时和峰值耐受电流试验	√	√ <sup>注(3)</sup>	√	√	√
开断关合试验	√ <sup>注(1)</sup>	√ <sup>注(1),(3)</sup>			
内部电弧试验	√		√	√	√

说明：

- 1) 试验应满足 DL/T 404 的要求。
- 2) √: 进行该试验项。
- 3) 样柜应按照标准化设计的互感器进行配置。
- 4) 局部放电试验记录数据。
- 5) 温升试验在 1.1 倍额定电流且应在两个单元串联下进行。F 柜除外，且应按照 1.0 倍 F 柜额定电流进行试验。
- 6) 防护等级试验只考核柜体、隔室间。
- 7) 对于 V 柜短时耐受电流和峰值耐受电流试验考核主回路(在两个单元串联下进行，不含接地开关)、接地连接回路。
- 8) 内部电弧试验持续时间≥0.5s，试验电流 20kA。
- 9) 内部电弧试验过程中，试验站应对样品进行细节拍照或录像，结构配置应与实际供货产品一致，不允许额外增加现场实际供货不存在的泄压通道等设施。
- 10) 绝缘试验考核相间、对地。特别地，对充气隔室中的三工位开关还需考核断口。
- 11) 同一制造厂生产的同方案开关设备母线扩展方式如包含顶扩、侧扩两种，则当侧扩方式进行表格中所有试验，顶扩方式仅需进行工频耐受电压试验，雷电冲击耐受电压试验(相间及对地)，局部放电测量，温升试验，回路电阻测量及短时和峰值耐受电流试验(主回路，不含接地开关)。反之亦然。
- 12) 注(1):如原产品已通过全套型式试验，本次进行标准化设计后产品应按照 DL/T 404 的要求进行简化试验：对于 V 柜，仅要求 SF<sub>6</sub>气体灭弧类型进行 T100s,T100a 试验；对于 F 柜，开断关合试验包括 TD<sub>Iscc</sub>, TD<sub>ltransfer</sub>。反之，应进行全套型式试验。
- 13) 注(2):可通过充入 SF<sub>6</sub>气体代替环保气体的方法或者 He 检漏的方法进行密封试验。
- 14) 注(3):当组合电器柜保护的变压器低压侧为单电源供电，不存在反送电时，下接地开关只为保证更换熔断器时熔断器两端可靠接地，此下接地开关无关合能力要求。

当组合电器柜保护的变压器低压侧为双/多电源供电时,下接地开关需要通过短路关合试验,短时耐受和峰值耐受电流试验验证。试验参数如下:

短路关合试验: 5kA (峰值), 关合次数与主接地开关相同。

短时耐受和峰值耐受电流试验: 2kA/1s, 5kA (峰值)。

## 2.2 环网箱

环网箱内安装 4 路共箱型环网柜,组合方案为 VVVV,且内含 DTU 柜、PT 柜,箱体宽度为 3200mm。对于环网箱外壳材质为金属或非金属,应分别进行样机研制及检测,不能相互替代。

对于环网箱产品,在完成上述单元柜试验的基础上,按照上述环网箱产品形态,进行防护等级验证、防雨试验。

## 3 依据标准

GB/T 1984 高压交流断路器

GB/T 1985 高压交流隔离开关和接地开关

GB/T 3906 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 16926 高压交流负荷开关-熔断器组合电器

DL/T 404 3.6kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

## 4 单元柜试验

表 4 单元柜试验方案

序号	试验项目	技术要求与根据	试验方法
1	工频耐受电压试验及雷电冲击耐受电压试验	<p>对 SF<sub>6</sub> 气体绝缘组合电器柜(F 柜)考核相间及对地、开关断口。</p> <p>对固体绝缘环网柜考核相间及对地。</p> <p>对其他柜型考核相间及对地和隔离断口。</p> <p>试验时,工频耐压值:相间及对地 42kV,时间 1min,开关断口和隔离断口 48kV,时间 1min。</p> <p>雷电冲击耐压值:相间及对地 75kV,开关断口和隔离断口 85kV。</p> <p>辅助及控制回路绝缘试验可不做。</p>	<p>按 DL/T 404 的 6.2 进行。</p> <p>进行耐压试验时,避雷器应解开或移开,电流互感器二次侧应短路并接地,低变比电流互感器也允许一次侧短接。</p>

2	局部放电测量	<p>预加 1.3 倍额定电压, 在 1.1 倍额定电压下测量局放值, 预加时间至少 10s, 测量时间不少于 1min。局部放电量≤20pC, 试验报告记录局放测量值。</p>	<p>按 DL/T 404 的 6.2.9 进行。 局放试验在绝缘试验后进行, 避雷器和电压互感器应解开或移开, 电流互感器二次侧应短路并接地, 低变比电流互感器也允许一次侧短接。</p>
3	温升试验	<p>对 F 柜, 应按照 1.0 倍 F 柜额定电流进行试验。 其他柜型, 温升试验在 1.1 倍额定电流且应在两个单元串联下进行。考核单柜及母线连接处的温升。 设备 (包括元件) 的温升, 应以外壳外面的周围空气温度作为基准。各元件温升不应超过各自标准的规定。对可触及的外壳及盖板, 温升不得超过 30K, 对可触及但正常运行时无需触及的外壳或盖板, 其温升不得超过 40K。 距试品端子 (主回路) 1m 处导体温升与试品端子的温升应差值不超过 ±5K。a) 如果差值小于 -5K, 温升试验无效。b) 如果差值大于 +5K, 温升试验未通过, 温升试验无效。c) 如果差值大于 +5K, 温升试验通过, 温升试验有效。 温升试验后回路电阻值比温升试验前的变化不大于 20%。</p>	<p>按 GB/T 3906、DL/T 404 的 6.5 进行。 单元柜及其附件在所有重要方面应安装得和使用中一样。避雷器和电压互感器应解开或移开, 电流互感器二次侧应短路。 对 V 柜, 并柜进行时电流从左侧单元的电缆室进线, 流经两个单元的主回路到右侧单元的电缆室出线。在其中一个单元的主回路, 两单元间的连接母线, 两个单元的电缆出线和 1m 处理点, 进行考核; 对于 F 柜, 仅考核 F 柜的温升。 试验时应将盖板和门关闭, 模拟并柜试验条件 (推荐使用聚乙烯泡沫塑料片材, 片材应符合 QB/T2188-1995 《高发泡聚乙烯挤出片材》标准要求, 且满足: 发泡倍率 ≥20 倍, 厚度 ≥4.5cm) 及开关柜内辅助及控制设备发热试验条件。a.如果并柜进行, 则泡沫片材应铺设在考核主回路单元柜的非并柜侧面; b.单柜进行试验时, 在单柜的左右两侧铺设泡沫片材。 手动加热器及温湿度控制器应关闭。 对于充气密封, 不方便埋点的柜型, 可单独提供方便埋点(比如将充气隔室开窗, 但可密封)的样柜进行温升试验。 注: 如果制造厂同意, 充气隔室也可在密封, 且在自然空气的条件下进行试验。</p>
4	主回路电阻测量	测量值应符合企业规定范围。	<p>按 DL/T 404 的 6.4 进行。 如果单柜进行温升试验, 则测量位置从试品主回路的首端到末端。如果是并柜进行温升试验, 测量位置从一台单</p>

			<p>元柜的电缆接头到另一台单元柜的电缆接头。</p> <p>记录试验时的环境温度。温升试验前进行本试验。温升试验后等试品恢复到环温后再次进行本试验，温升试验前后应使用同一个电流值。</p> <p>注：测量 F 柜的回路电阻时，熔断器由金属棒替代进行。</p>
5	机械联锁试验	试验后： a) 不能操作开关装置； b) 开关装置及联锁装置工作情况良好，并且试验前后操作力基本相同。	<p>按DL/T 404的6.102进行。</p> <p>按照DL/T 404，联锁装置应设定在防止开关装置操作的位置。进行相应试验以验证联锁是否失效。</p> <p>试验期间，只允许施加正常的操作力。不应对开关装置和联锁进行调整。对手力操动装置，应使用正常的操作手柄进行试验。</p>
6	防护等级验证	外壳的防护等级为 IP4X，隔室间防护等级为 IP2X。	按 DL/T 404 的 6.7 进行。
7	密封试验	测量值应符合企业规定范围。年漏气率最低应满足 $\leq 0.1\%$ 。	<p>按 DL/T 404 的 6.8 进行。</p> <p>对于环保气体绝缘环网柜，可通过充入 SF<sub>6</sub> 气体代替环保气体的方法或者 He 检漏的方法进行密封试验。</p>
8	充气隔室的压力耐受试验	满足 DL/T 404 的要求。	按 DL/T 404 的 6.103 进行。
9	短时耐受电流和峰值耐受电流试验	<p>对于 V 柜：</p> <p>主回路试验：额定短时耐受电流 20kA，峰值 50kA，试验时间为 3s。试验后，开关装置立即进行空载操作，且触头应在第一次操作时分开。如果开关装置为电动操作机构，应使用电动分闸，应在试后第一次分闸中记录空载特性。回路电阻增加不超过 20%。</p> <p>接地连接回路试验：额定短时耐受电流 17.4kA，峰值 43.5kA，试验时间为 2s。试验后，允许接地导体、接地连接有某些变形或损坏，但必须维持接地回路的连续性。</p> <p>对于 F 柜：</p> <p>当 F 柜保护的变压器低压侧为单电源供电，不存在反送电时，下接地开关只为保证更换熔断器时熔断器两端可靠接地，下接地开关不需要通过短时耐受和峰值耐受电流试验验证。</p> <p>当 F 柜保护的变压器低压侧为双/多电源供电时，下接地开关需要通过短时耐受和峰值耐受电流试验验证。试验参数如下：</p>	<p>按 DL/T 404 的 6.6 进行。</p> <p>对于 V 柜：</p> <p>主回路试验时应将两台单元柜(同种标准化设计柜型或不同种标准化设计柜型)并柜进行试验。从一台单元柜电缆室进线，另一台单元柜电缆室短接。</p> <p>接地连接回路试验时考核部位为从接地开关到单元柜接地桩。</p>

		短时耐受和峰值耐受电流试验： 2kA/1s, 5kA (峰值)。	
10	开断关合试验	<p>如原产品已通过全套型式试验，本次进行标准化设计后产品应按照 DL/T 404 的要求进行简化试验：对于 V 柜，仅要求 SF<sub>6</sub> 气体灭弧类型进行开断关合试验包括 T100s, T100a；对于 F 柜，开断关合试验包括 TD<sub>Is</sub>, TD<sub>It</sub>。反之，应进行全套型式试验。</p> <p>对于 F 柜，当 F 柜保护的变压器低压侧为单电源供电，不存在反送电时，下接地开关只为保证更换熔断器时熔断器两端可靠接地，此下接地开关无关合能力要求。</p> <p>当 F 柜保护的变压器低压侧为双/多电源供电时，下接地开关需要通过短路关合试验验证。试验参数如下：</p> <p>短路关合试验：5kA (峰值)，关合次数与主接地开关相同。</p>	<p>按 DL/T 404 的 6.101 进行。 对于 V 柜(SF<sub>6</sub> 气体灭弧)，按照 DL/T 402 进行试验。</p> <p>试前、试后均要进行空载特性测量及回路电阻测量，试后要进行状态检查试验，具体为 80% 工频耐压试验。</p> <p>对于 F 柜(负荷开关采用 SF<sub>6</sub> 气体灭弧)，TD<sub>Is</sub>, TD<sub>It</sub> 按照 GB/T 16926 进行试验。接地开关关合试验按照 GB/T 1985 进行试验。</p> <p>试验后，熔断器应满足 GB/T 15166.2-2008 中 5.1.3 的要求。</p> <p>每一试验方式之后，应进行状态检查试验，具体为 100% 工频耐压试验。更换熔断器后，组合电器应能承载其额定电流，适用时，如有怀疑，则应在额定电流下增加两次合分操作。</p> <p>接地开关关合试验后按 GB/T 1985 进行检查。</p>
11	内部电弧试验	<p>IAC 级 AFLR，试验电流 20kA，峰值 50kA，电流持续时间大于等于 0.5s。</p> <p>应对环网柜的所有隔室进行试验，具体来说：</p> <p>对开关隔室和电缆室进行试验。</p> <p>注：如样机与原通过型式试验的样品相应隔室尺寸，结构，材料未发生变化，可不进行相应隔室的燃弧试验。</p>	<p>按 DL/T 404 的 6.106 及附录 1 进行。</p> <p>注：对于通过电缆沟泄压的试品，应提前准备好模拟电缆沟(需结合使用现场实际布置情况)，及模拟地面，以便方便放置指示器。建议模拟电缆沟由各客户提供。检测室需提前给客户提供模拟地面的高度。实验室记录模拟电缆沟尺寸。</p>

注：考虑电缆进出线的方便，试品准备时需考虑安装下支架。

## 5 环网箱试验

表 5 环网箱试验方案

序号	试验项目	技术要求与根据	试验方法
1	防护等级验证	外壳的防护等级为 IP4X	按 DL/T 404 的 6.7 进行。
2	防雨试验	满足 DL/T 404 的要求。	按 DL/T 404 的 6.105 进行试验

## 附录 1

## 内部电弧试验方法

### 1 内部电弧试验关于试品的准备及试验资料准备

#### 1.1 试品准备

提供 2 台或以上开关柜，其中一台作为被试单元(边柜)，其他作为并联单元，送交实验站检验的样品应处在新和清洁的状态。

#### 1.2 试品准备的注意事项

1.2.1 试验前开关设备应处于正常工作位置，且开关设备和控制设备能够进行正常操作，例如，分闸、合闸，读取测量仪器和设备监控等。

1.2.2 试品外壳的防护等级应满足 IP4X 的要求。

1.2.3 燃弧试验过程中，试品应按实际供货形态布置，不允许现场额外增加实际供货时不存在的排气管道等设施。

1.2.4 试品底部电缆孔应加封板。

1.2.5 对于充流体(不是 SF<sub>6</sub>)的隔室，试验应在充有额定充入条件(±10%)的原始流体上进行。允许在额定压力(±10%)下用空气或 N<sub>2</sub> 替代 SF<sub>6</sub> 进行试验。

#### 1.3 试验资料准备

按 DL/T 593 的要求，委托方在委托时需提供产品的技术条件、设计图纸等文档，且提供能充的图纸应能充分代表试品的部件和零件。然后，实验室根据委托方提供的相关图纸，对试品结构进行全面确认和拍照，并将确认信息记录、存档，以保证所有试品确认信息可以溯源。

## 2 内部电弧试验程序

### 2.1 内部电弧试验模拟房及指示器

#### 2.1.1 模拟房

依据标准 DL/T 404，实验小室由地板、模拟电缆通道和排气管道、天花板和相互垂直两堵墙壁组成。

#### 2.1.2 指示器

依据标准 DL/T 404，指示器是切边不朝向试验样品的一块黑布，应采用黑色的印花棉布（棉纤维大约 150g/m<sup>2</sup>）（A 类可触及性），指示器的尺寸应为 150mm × 150mm (+15mm, 0mm)，指示器占到方格盘面积的 40%～50%。

### 2.2 内部电弧试验布置

以 A 类可触及性布置为例, 见下图 1 及图 2, 来说明内部电弧试验的布置。

2.2.1 功能单元 1 为并联单元, 进线单元。功能单元 2(边柜。如果有需要, 功能单元 3)为试验单元。

2.2.2 试验在模拟空间内进行;

2.2.3 试验时, 功能单元 1 的左侧距模拟墙  $100\pm30\text{mm}$ , 后面距模拟墙  $800\sim900\text{mm}$ , 顶部(当仪表室高出母线室时, 顶部指母线室顶部)距模拟天花板  $600\pm30\text{mm}$ ;

2.2.4 A 类可触及指示器垂直安装在试品的右侧、前面和后面, 均匀分布在方格盘上, 指示器到功能单元 2 各个面的距离为  $300\pm15\text{mm}$ ;

2.2.5 A 类可触及水平指示器安装在  $2\text{m}$  高的安装架水平面上, 该指示器伸出  $300\pm30\text{mm}$  到  $800\pm30\text{mm}$ , 且均匀的分布在方格盘上。

2.2.6 试品外壳与接地点相连。

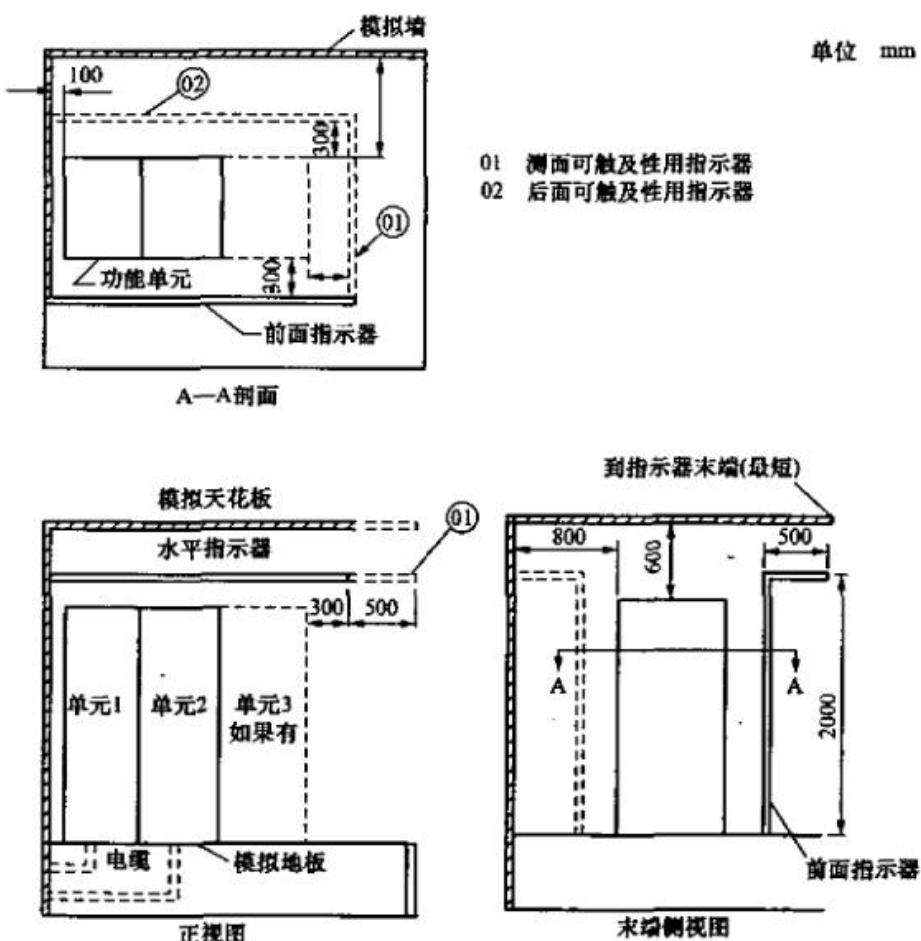


图 1 A 类可触及性的模拟房和指示器位置, 功能单元高度在  $1.5\text{m}$  及以上



图 2 内部电弧试验的试验布置

### 2.3 电弧的引燃

依据标准 DL/T 404, 用直径大约为 0.5mm 的金属线在可触及的距离电源最远端所有的相间(3 相, 也有 2 相的情况, 详见 2.3.1,2.3.2)引燃电弧。

如样机与原通过型式试验的样品相应隔室尺寸, 结构, 材料未发生变化, 可不进行相应隔室的燃弧试验。

其他环网柜, 在开关隔室和电缆室引燃电弧。

#### 2.3.1 具有固体绝缘的开关隔室

在带电部件采用固体绝缘材料包覆的隔室中, 电弧应在下述位置引燃:

- a) 在绝缘包覆部件的绝缘之间的间隙或连接表面;
- b) 如果没有采用预装的绝缘件, 通过在现场制造的绝缘连接上打孔;
- c) 如果 a) 和 b) 不适用, 通过打孔或者局部移开导体上的固体绝缘。

电弧应在相邻的 2 相中引燃, 试验电流为  $87\% \times 20\text{kA}$ 。电源回路应是三相的以使故障能够发展为三相故障。

#### 2.3.2 连接隔室

##### 2.3.2.1 具有插入式固体绝缘连接的隔室

对于外锥的插入式连接, 起弧点为无绝缘的凸块。

对于内锥的插入式连接, 通过打孔或者移开引燃相的电缆插头下面局部的绝缘来引燃。

其它相应装有运行中所用的插入式连接器, 且应带电。

电弧应在相邻的 2 相中引燃, 试验电流为  $87\% \times 20\text{kA}$ 。电源回路应是三相的

以使故障能够发展为三相故障。

### 2.3.2.2 具有现场制作的固体绝缘连接的隔室

对于连接是采用现场制作的固体绝缘的连接隔室，起弧点为该相无绝缘的凸块。

应在 3 相引燃，试验电流为 20kA。

### 2.3.2.3 非插入式或现场制作的固体绝缘连接的隔室

没有插入式或现场制作的绝缘连接的电缆连接，应不带电缆进行试验。应进行三相引燃。试验电流为 20kA。

电缆凸块应和运行一样配置。

## 3 试验参数及试验波形

试验电流 20kA，峰值电流为 50kA，偏差满足标准要求。

## 4 试验电压

试验回路的外施电压应等于环网柜的额定电压。但当试验站能力达不到时，按 DL/T 404 执行。

## 5 内部电弧试验合格判据

依据标准 DL/T 404，试验后：

- 1)、安全的门和盖板未打开；
- 2)、在试验规定的时间内外壳未开裂；允许单个质量 60 g 及以上的物体直接落在开关设备和指示架之间，但不允许单个质量 60 g 及以上的开关设备的其它部件飞出指示器外；
- 3)、电弧在高度不超过 2m 的可触及面上没有形成孔洞；
- 4)、热气体没有点燃指示器，如指示器被引燃，可借助影像记录判断，详细规定见 DL/T 404 附录 A 的判据 4；
- 5)、外壳仍旧和接地点相连。