

# 10 千伏高压/低压预装式变电站标准化设计样机

## 入网专业检测方案

### 1 概述

为满足国家电网公司 10kV 高压/低压预装式变电站（以下简称“10kV 箱式变电站”）标准化设计样机试验要求，特制定本细则。

### 2 适用范围

适用于按照国家电网公司《10 千伏高压/低压预装式变电站标准化设计方案》的要求，研制完成并已通过工厂内现场检查的相应 10kV 箱式变电站样机。

### 3 试制方案

10kV 箱式变电站标准化设计样机试制方案如表 1 所示。

表 1 样机试制方案

样机类型	标准型	紧凑型		替代型					
				方案1		方案2		方案3	
变压器容量	630kVA	630kVA	500kVA	630kVA	500kVA	630kVA	500kVA	630kVA	630kVA
环网柜额定电流	630A	组合电器柜额定电流							
环网柜额定短时耐受电流	20kA								
环网柜组合方案	VVV	CF							
箱体材质	金属、阻燃性非金属	金属							

注：

- 不同箱体材质样机不能兼容覆盖，生产厂家应按照定制方案分别进行样机研制及检测，不能相互替代。
- 不同“样机类型”的样机不能兼容覆盖，生产厂家如生产该类产品，应分别进行样机研制及检测，不能相互替代。
- 每种类型的样机需按照表中的变压器容量研制样机，容量向下兼容，若容量不同且外形尺寸发生变化，应分别研制样机及检测，且不能相互替代，如紧凑型、替代型方案1、替代型方案2的 630kVA 与 500kVA；若外形尺寸相同，则仅研制 630kVA 样机。

#### 4 试验项目

如制造企业现有 10kV 箱式变电站及其内部元件已具备全套型式试验报告，则本次标准化设计样机需完成试验项目的最低要求如表 2 所示。

表 2 10kV 箱式变电站样机试验项目

样机类型	标准型	紧凑型			替代型			
		方案1		方案2		方案3		
变压器容量	630kVA	630kVA	500kVA	630kVA	500kVA	630kVA	500kVA	630kVA
绝缘试验	√	√	√	√	√	√	√	√
温升试验	√	√	√*	√	√*	√	√*	√
短时和峰值耐受电流试验	√	√	√	√	√	√	√	√
功能试验	√	√	√	√	√	√	√	√
防护等级检验	√	√	√	√	√	√	√	√
外壳耐受机械应力的试验(仅机械撞击)	√	√	√	√	√	√	√	√
声级试验	√	√	√*	√	√*	√	√*	√
内部电弧试验	√	√	√*	√	√*	√	√*	√

说明：

- 1) 试验应满足 DL/T 537 的要求,箱变内部元件已按相关标准通过了全套型式试验,高压柜应采用已通过试验的 12kV 标准化定制环网柜, 环网柜类型可由制造企业自行选择, 并记录在试验报告中。
- 2) √: 进行该试验项。
- 3) 10kV 箱式变电站低压侧应按照标准化设计要求进行配置。
- 4) 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。制造企业提供的试验样机结构配置、底板封堵等应与实际供货产品一致。
- 5) 同种材质和类型的产品, 在相同的外壳尺寸下, 较大容量产品的试验可覆盖小容量产品试验。
- 6) 短时及峰值耐受电流试验需考核所有的接地连接回路、低压连接线。

7) 对于同一制造企业，若 500kVA、630kVA 样机外形尺寸相同，则仅需研制 630kVA 样机并按照表中要求完成型式试验；若仅研制 500kVA 或 630kVA 容量产品，则应完成表中相应容量样机的全部试验。

8) \*：对于同一制造企业，如同一类型样机同时研制 500kVA、630kVA 两种容量产品且外形尺寸不同，则 630kVA 产品按表中要求完成试验，500kVA 产品可仅进行\*标识的项目。

## 5 依据标准

GB/T 3906 3.6kV~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 17467 高压/低压预装式变电站

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 537 高压/低压预装式变电站

DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

## 6 试验方案

10kV 箱式变电站标准化设计样机试验方案及细则见表 3。

表 3 10kV 箱式变电站试验方案

1	绝缘试验	考核高压连接线和低压连接线。 a、对于高压连接线： 工频 42kV、1min；雷电冲击±75kV。 对采用非接地屏蔽高压电缆，且存在非导电材料制作的外壳，应考核高压线和绝缘材料外壳可触及表面间的绝缘(工频 42kV、1min，雷电冲击±75kV)及高压线和与其相对的外壳绝缘部件内表面之间的绝缘(耐压不低于 1.5 倍箱变额定电压)。 b、对于低压连接线： 仅进行雷电冲击试验，试验电压见 GB/T 16935.1-2008 表 F.1。	按 DL/T 537-2018 的 6.2 进行。 进行绝缘试验时，电压限制装置应断开。高压侧电流互感器的二次端子应短路并接地，电压互感器高压接线应断开。
---	------	--	--

2	温升试验	<p>对整台箱变进行试验，变压器、高压连接线、低压连接线和低压开关设备的温升同时进行。考核变压器油面、绕组、高压连接线及其端子、低压连接线及其端子及低压设备温升。</p> <p>箱变外壳级别为 10。</p> <p>冷却方式：自然通风。</p>	<p>按 DL/T 537-2018 的 6.5 进行。 可采用标准中规定的两种试验方法进行温升试验，优选的方法是使用两个独立的电源给变电站的高压侧和低压侧分别送电。 试验时，所有的门应关闭，电缆入口处应按使用条件予以封闭。 周围空气温度应至少用四个温度测量装置进行测量，试验环温 <math>10 \sim 40^{\circ}\text{C}</math>，试验期间，风速 <math>&lt; 0.5\text{m/s}</math>。 试验判据：            a) 变压器在箱变外壳外进行温升试验，并记录油面及绕组温升值 <math>\Delta t_1</math>。            变压器放置于箱变内进行温升试验，记录油面及绕组温升值 <math>\Delta t_2</math>。  <math>\Delta t_2 - \Delta t_1 \leq 10\text{K}</math>。            b) 变压器在箱变外壳内和外壳外的温升限值均满足 GB/T 1094.2 的要求：变压器油面 <math>60\text{K}</math>，变压器绕组平均温升 <math>65\text{K}</math>。            c) 高压连接线及其端子的温升和温度不超过 DL/T 593-2016 中 6.5.6 和表 3 的要求。            d) 低压连接线和低压开关设备的温升和温度不超过 GB 7251.1-2013 中 9.2 的要求。            e) 箱式变电站外壳的温升和温度不超过 DL/T 593-2016 的表 3 中关于在正常运行期间可触及部件的要求。</p>
3	短时和峰值耐受电流试验	<p>考核箱变的接地回路及低压连接线。 接地回路的额定短时耐受电流和峰值耐受电流应不小于主回路额定短路电流的 87%，试验时间不小于 2s。 试验后，接地导体和到元件的接地连接线允许有变形，但应保持接地回路的连续性。 低压连接线额定短时耐受电流不小于 <math>30\text{kA}</math>，试验时间不小于 1s，峰值耐受电流不小于 <math>63\text{kA}</math>。</p>	<p>按 DL/T 537-2018 的 6.6 进行。</p>

4	功能试验	<p>应进行的功能检查项目如下：</p> <p>开关设备和控制设备的操作：高低压开关设备各操作 10 次；</p> <p>预装式变电站门的机械操作；</p> <p>绝缘挡板的定位；</p> <p>变压器温度和液面检查；</p> <p>电压指示的检查；</p> <p>接地装置的连接；</p> <p>熔断器的更换，其卡座接触紧密、可靠性检查；</p> <p>变压器分接开关的操作；</p> <p>通风网的清洁；</p> <p>不同元件间联锁功能的检查。</p>	按 GB/T 17467-2010 的 6.103 进行。
5	防护等级检验	箱式变电站外壳防护等级不低于 IP33D。内部隔室间的防护等级不应低于 IP2XC。	按 DL/T 537-2018 的 6.7 进行。
6	外壳耐受机械应力的试验 (仅机械撞击)	撞击能量 20J	按 DL/T 537-2018 的 6.101 进行。
7	声级试验	箱变完整装配，所用的变压器在规定的输出容量下连续运行，在箱变外部距变压器隔室 0.3m，离地面 1.5m 处所测得的最大声发射水平（声压级）不大于 55dB。	<p>按 DL/T 537-2018 的 5.106 及附录 B 进行。</p> <p>试验仅对装配完整的箱式变电站进行。单独的变压器应取得型式试验报告，噪声应符合相应国家标准的要求。</p>
8	内部电弧试验	IAC-AB 级，试验电流不小于 20kA，电流持续时间不小于 0.5s。	<p>按 DL/T 537-2018 及 GB/T 17467 的附录 A 进行。</p> <p>注：由于通过电缆进线，电缆沟泄压，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，以便放置指示器。试验报告中应记录模拟电缆沟的尺寸及外形等。</p>

## 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

- 送交试验站检验的样品应处在新和清洁的状态，试验可以在一台或多台样机上进行，但最多不超过四台；
- 试验应在先前未燃烧过电弧的箱式变电站或其代表部分上进行；
- 箱式变电站应完全装配好，尽可能接近正常使用时的形态，不允许现场额外增加实际供货时不存在排气设施；
- 某些内部元件允许采用与其具有相同体积和相同外层材料的模拟品替代。

##### 1.2 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设计图纸等资料，图纸中应标明主要的尺寸、与机械强度相关的细节、压力释放装置的布置以及把高压开关设备和控制设备固定到箱式变电站中的方法，提供的图纸应能充分代表试品的部件和零件。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 试验程序

### 2.1 试验程序和试验次数的确定

IAC-AB 级箱式变电站应同时满足 A 类及 B 类可触及性。

#### 2.1.1 A 类可触及性(试验时及试验后，除了箱式变电站高压侧操作时需要打开的门之外，其他门必须正确关闭)

试验分别对高压开关设备和高压连接线进行。

1) 对于高压开关设备，若已按照开关设备标准进行过 IAC 试验，考虑到箱变标准化要求压力释放通道均朝向电缆沟，仅需对高压开关设备进行一次试验。  
否则，需对高压开关设备全部隔室进行试验。

2) 对于高压连接线，当变压器前端采用熔断器保护或采用了接地屏蔽的高压电缆时，不需要进行试验。否则，应进行高压连接线试验，其中，对于固体绝缘的高压连接线，应进行相邻两相试验，试验电流为额定短路电流的 87%。但电源回路应是三相的以使故障能够发展为三相故障。

### 2.1.2 B 类可触及性(试验时所有门正确关闭)

试验分别对高压开关设备和高压连接线进行。试验部位和次数的选择同 A 类可触及性。

## 2.2 房间模拟

试验应该采用具有箱式变电站外壳的试品进行，不需要进行箱式变电站周围的空间模拟。由于试品通过电缆进线，电缆沟泄压，应准备模拟电缆沟(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。试验应在能够模拟这些泄压通道的条件下进行。

## 2.3 指示器

依据标准 DL/T 537，指示器是切边不朝向试验样品的黑色棉布。(对于 A 类可触及性：棉纤维制品，单位面积质量约 150g/m<sup>2</sup>；对于 B 类可触及性：棉麻细布，单位面积质量约 40g/m<sup>2</sup>)，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%。

## 2.4 试验布置

指示器应布置在高度 2m 及以下的检查板上、垂直于箱式变电站的所有可触及侧、朝向气体可能喷出的所有各点（例如，接缝、观察窗、门），指示器到试品的距离取决于可触及类型。只要箱式变电站的布置和试验的布置不会限制安装架的延伸，对于 A 类可触及性，安装架的两端均应长出试品 300mm；对于 B 类可触及性，安装架的两端均应长出试品 100mm。在所有情况下，垂直安装的指示器到试品的距离是从外壳的表面量起，不考虑凸出的元件（例如，手柄、电器的框架等等）。如果试品的表面不规则，指示器的位置应尽可能实际地模拟操作人员或一般公众在设备前可能站立的。

### 2.4.1 A 类可触及性

1) 对从箱式变电站内部操作的高压开关设备，指示器的布置应按照 DL/T 404 的附录 A 的 A 类可触及性的要求。

如果箱式变电站的设计包含接受废气的地下部分，地板的设计与结构使得地板可以更换，或废气可以从地板的空隙或接缝处逸出，那么应该在距地板 100mm 处布置另外的带指示器的水平架，在其他情况下，该水平架不必要。

2) 对从箱式变电站外部操作的高压开关设备，指示器应布置在操作侧（门打

开) 的前面, 距离开关设备 300 mm。如果高压开关设备前面有超过 300mm 位于变电站内部, 指示器应位于门关闭的位置。还应在距地面 2 m 处布置水平指示器, 并覆盖距离高压开关设备 300 mm 到 800 mm 的整个区域。

如果从外部操作的箱式变电站的设计包含回收箱式变电站周围废气的地下容器, 应该在距地板 100 mm 处设置另外的带指示器的水平架。

3) 对高压连接线, 指示器应位于所有可触及侧, 距离正常操作条件下操作人员可能触及的最近位置 300 mm。

#### 2.4.2 B 类可触及性

垂直指示器到试品的距离 100mm。

1) 箱式变电站的实际高度小于 1.9 m, 垂直指示器应布置在从地面直到高于试品 100 mm、箱式变电站的所有可触及侧, 水平指示器应布置在距试品顶部 100 mm 的试品上方。

如果通风口和压力释放装置作为顶部设计的一部分, 位于方格盘上的指示器应朝向开口处, 并距离开口处 100 mm。如果箱式变电站的顶部不是水平的, 那么指示器应沿着其斜度布置, 距离顶部 100 mm。

2) 箱式变电站的高度等于或大于 1.9 m, 垂直指示器应布置在高度为 2 m 及以下箱式变电站的所有可触及侧, 水平指示器应布置在地面上方 2 m 处, 并覆盖距离箱式变电站 100 mm 和 800 mm 之间的整个区域。

如果从外部操作的箱式变电站的设计包含接受废气的地下部分, 地板的设计与结构使得地板可以更换, 或废气可以从地板的空隙或接缝处逸出, 那么应该在距地板 100 mm 处布置另外的带指示器的水平架, 在其他情况下, 该水平架不必要。



A类可触及性



B类可触及性

图 内部电弧试验的试验布置

#### 2.4.3 电弧的引燃

电弧应使用直径 0.5mm 的金属线在相间引燃，电弧的短接点应位于电源回路的最远端。对于 F 柜，电弧引燃点位于熔断器进线端之前。高压开关隔室内采用三相引弧是强制的。

#### 3 试验参数

试验电流由制造厂规定，高压侧额定电弧故障电流 $\geq 20\text{kA}$ ，额定电弧故障持续时间 $\geq 0.5\text{s}$ 。峰值电流不低于额定电弧故障电流的 2.5 倍。

#### 4 内部电弧试验合格判据

##### 4.1 IAC-A 级

a) 对于高压开关设备，试验后应满足 DL/T 404 中的 5 个判据要求；

b) 对于高压连接线，试验后应满足下列判据：

判据 1：高压连接线的隔板、障板或外壳（如果有的话）的移动或变形没有超过指示器位置。

判据 2：没有单个质量 60 g 及以上的物质飞出。

判据 3：电弧的燃烧没有在高压连接线外包或保护屏（如果有）的可触及侧造成孔洞。

判据 4：指示器没有被火焰或热气体点燃。

判据 5：如果高压连接线受接地外壳的保护，那么外壳和其接地点仍保持连接。

#### 4.2 IAC-B 级

对于高压开关设备及高压连接线，试验后应满足下述判据：

判据 1：正确锁定的预装式变电站的盖板和门没有打开。只要在任何一侧没有部件达到指示器的位置，变形是可以接受的。试验后预装式变电站不必符合其 IP 代码。

判据 2：在规定的试验时间内外壳没有开裂。没有单个质量 60 g 及以上的物质飞出。

判据 3：在从地板到高度 2 m 范围内的外壳的可触及面上没有因电弧燃烧造成孔洞。

判据 4：指示器没有被火焰、热气体或燃烧液体点燃。

判据 5：外壳和其接地点仍保持连接。

#### 4.3 IAC-AB 级

应同时满足 IAC-A 级和 IAC-B 级的判据。