

青岛鼎信通讯股份有限公司

企 业 标 准

名 称：低压静止无功发生器

编 号：SVG-100/0.4-DXSC

拟 制：宗国强 2016.2.22

校 对：郭志强 2016.2.22

审 核：范建华 2016.2.22

标准化：王 倩 2016.2.22

批 准：范建华 2016.2.22

标记	数量	更改单号	签名	日期	备 注

SVG

青岛鼎信通讯股份有限公司企业标准

SVG-100/0.4-DXSC

低压静止无功发生器

2016-02-22 发布

2016-07-01 实施

青岛鼎信通讯股份有限公司 发布

目 次

目录

目 次	3
前 言	4
一、范围:	5
二、产品分类与型号命名:	5
2.1 产品分类	5
2.2 型号命名	5
三、典型连线	6
四、使用条件	6
4.1 环境条件	6
4.2 电气条件	7
4.3 安装场所条件	7
4.4 特殊使用条件	7
五、技术要求	8
5.1 结构与导体	8
5.2 电气间隙与爬电距离	12
5.3 主电路及辅助设备	13
5.4 控制及检测功能	14
5.5 测量精度	15
5.6 保护及告警功能	15
5.7 性能要求	16
5.8 电磁兼容性能	18
5.9 电话及无线电干扰	18
六、试验与检验规则	18
七、标志, 包装, 运输与贮存	28

前 言

本标准根据DL/T 1216-2013《配电网静止同步补偿装置技术规范》制定。本标准为企业的内控标准，指导产品的生产及检验。

本标准规定的型式检查和试验是委托国家认可的专职检查和试验机构，按相关标准的规定进行审查和试验，确认其资料的符合性和产品质量的可靠性。

本标准规定的产品出厂的检验和试验程序，作为产品生产过程及产品出厂质量控制的检验和试验，以保证产品出厂的可靠性和稳定性。



低压静止无功发生器

一、范围：

本标准适用于并联连接于频率 50HZ，额定电压 380V 交流电力系统中，用于改善配电网功率因数及电能质量的静止同步补偿装置。

二、产品分类与型号命名：

2.1 产品分类

2.1.1 安装类别

安装类别：户内式。

2.1.2 电气接线

电气接线：三相三线。

通过软件设置更改设备的输入方式为三相四制----盛弘 100KvarSVG

2.1.3 装置的额定电压

额定电压：380V。

2.1.4 冷却方式

冷却方式：强迫风冷。

2.1.5 环境空气温度类别

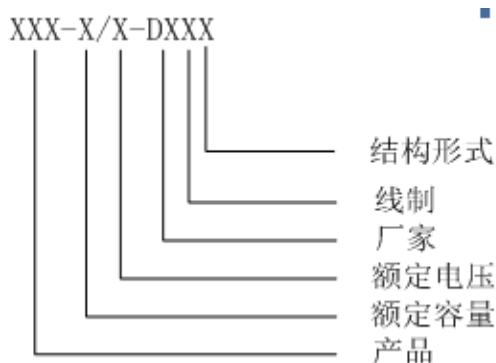
工作环境温度：户内型-10℃~+40℃，贮存环境温度-20℃~+70℃。

工作环境温度：户内型-15℃~+40℃，贮存环境温度-25℃~+55℃，在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆的变化，温度恢复后，装置应能正常工作；
----上海库存招标要求。

工作环境温度：户内型-10℃~+40℃，贮存环境温度-40℃~+70℃。
----盛弘 100KvarSVG 要求。

2.2 型号命名

装置的全型号由产品类别，额定容量，额定电压，厂家，线制，柜体结构形式等部分组成。其具体组成形式如图一所示。



图一 命名规范

表1 命名规范细则

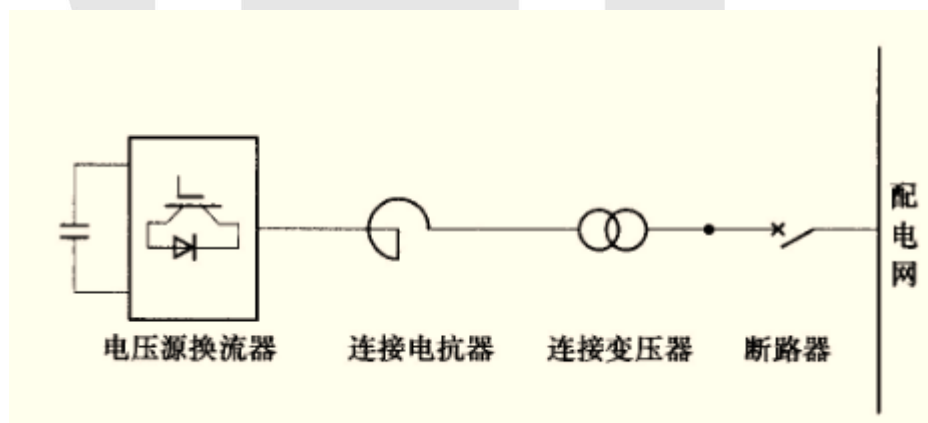
XXX	X	X	DX	X	X
SVG 静止无功发生器	100	0.4	鼎信	D—单相 S—三相三线 T—三相四线	R—机架式 C—柜式 M—模块式

额定容量以千乏为单位，额定电压以千伏为单位。

该产品型号为：SVG-100/0.4-DXSC

三、典型连线

配电网静止同步补偿装置的原理示意图如图二所示，主要由电压源换流器，连接电抗器和/或连接变压器及其他辅助设备（如断路器，控制保护与检测设备，冷却装置等）组成。主电路结构分为二电平，多电平，链式和多重化等结构。



图二 配电网静止同步补偿装置的原理示意图

四、使用条件（宗）

4.1 环境条件

大气压力：80KPa-110KPa(海拔 2000m 及以下)。

大气压力：80KPa-110KPa(海拔 1500m 及以下)。----上海库存招标要求。
大气压力：80KPa-110KPa(海拔 1500m 及以下)。----盛弘 100KvarSVG 要求。
1500 米以上时客户应按照 GB/T3859.2 要求降额使用。

①电流降容，降容系数为：

$$Ki = H^{-0.025\Delta H} \quad (1)$$

式中 H—海拔高度 (km)

ΔH —与 2000m 相差的海拔高度差

②对于 440V-690V 开关电压降额，最大工作电压系数：

由于材质与工艺的较大差异，对于国产低压开关，最大工作电压系数

$$Ku = \frac{1}{1 + 0.2\Delta H} \quad (2)$$

对于 380/400V 额定工作电压额定工作电压并未超过响应的绝缘电压，不必降额使用。

③工频耐压衰减系数：

$$K = \frac{1}{1 + 0.125\Delta H} \quad (3)$$

④断路器的分段能力降容：

普通型即零点熄弧式断路器：该断路器的短路分断能力随海拔的升高按电流衰减系数 Ki 减小。

限流型断路器：该断路器分断能力随海拔的增高按工作电压的衰减系数 Ku 而减小。

环境空气温度：安装运行地区的环境空气温度应与装置的温度类别相适应。

相对湿度：5%-95%(装置内部既不应凝露，也不应结冰)。

4.2 电气条件

额定工作电压：380V \pm 20%。

频率偏差： \pm 2.5HZ。

频率偏差：50HZ \pm 5HZ。----上海库存招标要求. ----盛弘 100KvarSVG 要求。

电压总畸变率： \leq 8%。

电压总畸变率：装置安装地点的系统电压波动范围不超过额定工作电压的 10%，无抑制谐波或滤波功能的装置电压总谐波畸变率不大于 5%。----上海库存招标要求。

额定电压：110V, 220V；电压波动：-20%-10%；电源纹波系数： \leq 5%。

4.3 安装场所条件

安装场所应无剧烈机械振动和冲击, 应无易燃性，爆炸性危险的介质，应无腐蚀破坏绝缘的气体及导电介质，应无有害气体及蒸汽，装置不应暴漏在强电场和强磁场中。

4.4 特殊使用条件

如有与上述任一条件不符的特殊条件下使用时，由供货方和购货方协商确定。

五、技术要求

5.1 结构与导体（宗）

5.1.1 外观与结构

- a. 壳体外表面一般应为亚光型（不得炫目），表面油漆不得起泡，裂纹或留痕等缺陷；
- b. 所选用的指示灯，按钮，导线及母线的颜色应符合 GB5226.1 的要求；

表 2 按钮操动器的颜色代码及其含义

颜 色	含 义	说 明	应用示例
红	紧急	危险或紧急情况时操作	急停 紧急功能起动(见 10.2.1)
黄	异常	异常情况时操作	干预制止异常情况 干预重新启动中断了的自动循环
绿	正常	起动正常情况时操作	见 10.2.1
蓝	强制性的	要求强制动作的情况下操作	复位功能
白			起动/接通(优先) 停止/断开
灰	未赋予 特定含义	除急停以外的一般功能的起动(见注)	起动/接通 停止/断开
黑			起动/接通 停止/断开(优先)
注：如果使用代码的辅助手段(如形状、位置、标记)来识别按钮操动器，则白、灰或黑同一颜色可用于各种不同功能(如白色用于起动/接通和停止/断开)。			

表 4 指示灯的颜色及其相对于机械状态的含义

颜 色	含 义	说 明	操作者的动作
红	紧急	危险情况	立即动作去处理危险情况 (如断开机械电源,发出危险状态报警 并保持机械的清除状态)
黄	异常	异常情况 紧急临界情况	监视和(或)干预(如重建需要的功能)
绿	正常	正常情况	任选
蓝	强制性	指示操作者需要动作	强制性动作
白	无确定性质	其他情况,可用于红、黄、绿、蓝色的应用 有疑问时	监视

- c. 构件应有良好的抗腐蚀性能；
- d. 器件的安装布局应该经济合理，安全可靠，维修方便，需手动造作的器件应操作灵活，无卡住或操作力过大的现象；
- e. 铭牌参数标志清晰，数据正确。
- f. 接地线为黄绿双色。

g. 外部连线的接线座应固定在装置安装基准面上方至少 0.2m 高度处。

h. 仪表及手柄，按钮等操作器件的安装高度不大于 2m。

i: 紧急操作器件宜装在距装置安装基准面的 0.8m-1.6m 范围内。

测试结果：实际高度为 1m，满足要求。

j: 主电路母线的截面积按该电路的额定工作电流选择；辅助电路导线的截面积应不小于 1.0mm² 的铜芯多股绝缘导线；电流测量回路的导线截面积应不小于 2.5mm²。

测试结果：实际辅助电路导线截面积为 1mm², 电流测量回路的导线截面积为 2.5 mm²。

k: 一个连接端子只连接一根导线，必要时允许连接两根导线，但应采取适当措施。对于有三个及以上补偿支路的装置，应设置汇流母线或汇流端子，采用由主母线向补偿支路供电的方式连接。

5.1.2 防腐蚀层

装置的金属件外露表面应有可靠的防腐蚀层。

5.1.3 主电路连接线

主电路连接线的长期允许电流应不小于 1.5 倍额定电流；连接线的连接应牢固，不应有自由晃动，布线应整齐美观；连接线的额定电压不得低于相应电路的额定工作电压。

5.1.4 防护等级

5.1.4.1 户内装置

按照 GB4208 的要求，户内装置外壳的防护等级应按照表 2 选取。SVG-100/0.4-DXSC 防护等级为 IP20。

对户内使用的装置防护等级应不低于 IP40。当装置采用通风孔散热时，通风孔的设置不应降低装置的防护等级。 ----上海库存招标要求。

对户内使用的装置防护等级应不低于 IP40。 ----盛弘 100KvarSVG 要求。

测试结果：满足 IP20 的要求，IP3X, 4X 下需加防尘网确定。

表 2 户内装置外壳防护等级

序 号	含 义
IP2X	阻挡直径大于 12mm 的固体、手指或长度不超过 80mm 的类似物
IP3X	阻挡直径或厚度大于 2.5mm 的工具、导体等及直径超过 2.5mm 的其他物体
IP4X	阻挡直径或厚度大于 1.0mm 的导线、带或直径超过 1.0mm 的其他物体
IP5X	防尘（指防止影响设备安全运行的大量尘埃进入，但不能完全防止灰尘进入）

5.1.4.2 户外箱试装置

按照 GB4208 的要求，户外箱式装置外壳等级应按表 3 选取。

表 3 户外箱式装置外壳等级

序 号	含 义
IP53	防尘，防淋水
IP54	防尘，防溅水
IP55	防尘，防喷水
IP56	防尘，防猛烈喷水

5.1.5 安全标识

连接装置和配电网的专用开关设备应有醒目标识。标识应标明“警告”，“双电源”等提示性文字和符号。标识的形状，颜色，尺寸和高度应按照 GB2894 执行。

5.1.6 防护与接地

a. 装置接地应符合 DL/T621 的要求。

8.3.1 保护线的最小截面可按照式(15)计算或按照本标准 8.3.1b)选择。这两种情况都必须考虑本标准 8.3.2 的要求。

a)最小截面可按下式计算(只适用于断开时间不超过 5s)，但应采用最接近的标准截面积

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} \quad (15)$$

式中：\$S_p\$——截面积，mm²；

\$I\$——忽略保护电器阻抗的预期故障电流值(有效值)，A；

\$t\$——保护电器的动作时间，s；

\$k\$——按保护线、绝缘和其他部分的材质以及最初和最终温度决定的计算系数(见附录 E)。

注

- 1 应考虑回路阻抗的限流作用及保护装置的极限容量；
- 2 需使按此计算得出的截面与故障回路阻抗值相适应；
- 3 应计及连接点的最高允许温度。

b)保护线的最小截面应符合表 5 的规定。

表 5 保护线的最小截面

装置的相线截面 $S_a\text{mm}^2$	相应保护线的最小截面 $S_p\text{mm}^2$
$S_a \leq 16$	S_a
$16 < S_a \leq 35$	16
$S_a > 35$	$S_a/2$
<p>注</p> <p>1 应用本表时，如果得出非标准尺寸，则采用最接近标准截面的导线；</p> <p>2 表中的数值只在保护线的材质与相线相同时才有效。否则，保护线截面的确定要使其得出的电导与应用本表所得的结果相当。</p>	

8.3.2 在任何情况下，非供电电缆或电缆外护物组成部分的每根保护线，其截面不应小于下列数值：

有机械保护时， 2.5mm^2 ；

无机械保护时， 4mm^2 。

8.5 等电位联结接线

8.5.1 等电位联结主母线的最小截面应不小于装置最大保护线截面的一半，并不应小于 6mm^2 。当采用铜线时，其截面不宜大于 25mm^2 。

当采用其他金属时，则其截面应承载与之相当的载流量。

第一种计算 0.75mm^2 即可，为了为满足连接强度可靠的设计要求，需要加大截面才能确保连接强度。兼顾强度及经济性，截面积规格为 4、6、 10mm^2 均可。

b. 对直接接触的防护可以依靠装置本身的结构措施，也可以依靠装置在安装时所采取的附加措施，供货方应在说明书中提供相关信息。

c. 对间接结束的防护应在装置内部采用保护电路。保护电路可通过单独装设保护导体来实现。

d. 装置的金属壳体，可能带电的金属件及要求接地的电器元件的金属底座（包括因绝缘破坏可能会带电的金属件），装有电器元件的门，板，支架与主接地间应

保证具有可靠的电气连接，其与主接地点间的电阻值应不大于 $0.05\ \Omega$ 。

测试结果：用高精度万用表测试在 $0.012\ \Omega$ 。

e. 装置内保护电路的所有部件的设计应保证它们足以耐受装置在安装场所可能遇到的最大热应力和电动应力。

f. 接地端子应有明显的标识。

5.2 电气间隙与爬电距离（宗）

装置内的元器件应符合各自标准规定，正常使用条件下，应保持其电气间隙和爬电距离。

装置内不同极性或不同相的裸露带电体之间以及它们与地之间的电气间隙和爬电距离符合表 4 和表 5 的规定。

表 4 额定绝缘电压 1kV 及以下的电气间隙与爬电距离

额定绝缘电压 (V)	最小电气间隙 (mm)	最小爬电距离 (mm)
$60 < U_i < 660$	10	12
$660 \leq U_i \leq 1000$	12	20

表 5 额定绝缘电压 1kV 以上的电气间隙与爬电比距

系统标称电压 (kV)	户内	
	最小电气间隙 (mm)	最小爬电比距 (mm/kV)
3	75	20
6	100	
10	125	
15	150	
20	180	
35	300	

带电体之间，带电体与裸露导体部件之间，带电体对地的绝缘电阻不小于 $1000\ \Omega/V$ (额定绝缘电压)。

测试结果：带电体时间的绝缘电阻为 $5M\ \Omega$ ，带电体与裸露导体部件之间及带电体对地之间的绝缘电阻为 $500M\ \Omega$ 以上。

主电路和与主电路直接连接的辅助电路的工频电压耐受水平符合表 6 和表 7 的规定，额定绝缘电压 1KV 以上的雷电冲击耐受水平应符合表 7 的规定。

表 6 额定绝缘电压 1kV 及以下的工频耐受电压

单位: V

额定绝缘电压	工频耐受电压 (有效值)
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500

表 7 额定绝缘电压 1kV 以上的设备耐受电压

单位: kV

系统标称电压	设备最高电压	雷电冲击耐受电压		短时 (1min) 工频耐受电压 (有效值)	
		相对地	相间	相对地	相间
3	3.5	40 (20)	40 (20)	18	18
6	6.9	60 (40)	60 (40)	25	25
10	11.5	75 (60)	75 (60)	30/42 ^b ; 35	30/42 ^b ; 35
15	17.5	105 (75)	105 (75)	40; 45	40; 45
20	23	125 (95)	125 (95)	50; 55	50; 55
35	40.5	185/200 ^a	185/200	80/95 ^b ; 85	80/95 ^b ; 85

注: 括号内和外数据分别对应低电阻接地系统和非低电阻接地系统。
^a 该栏斜线之下数据仅用于变压器类设备的内绝缘。
^b 为设备外绝缘在干燥状态下之耐受电压。

换流链内部绝缘应足以使换流器耐受规定的电压, 在交流情况下, 局部放电的起始和熄灭电压应大于换流链端间可能出现的最高稳态运行电压。

5.3 主电路及辅助设备 (宗)

5.3.1 断路器

- 满足 GB1984 或 GB14048.2 的要求;
- 应具有投切装置最大输出电流和短路电流的能力。

5.3.2 连接电抗器

- 满足 GB/T1094.6 的要求。
- 绝缘水平应符合 GB311.1 的规定。装设在严寒, 高海拔, 温热带等地区和污秽, 易燃, 易爆等环境中的电抗器, 应满足相应的特殊要求。
- 电抗器的品质因数宜根据容量与形式, 经济技术经济比较后选定。
- 连接电抗器应根据系统运行条件进行特殊设计, 使其能耐受 DSTATCOM 产生的谐波电压和谐波电流。
- 特殊要求由供货方与购货方协商确定。

5.3.3 连接变压器

- 满足 GB 1094 的要求。
- 连接变压器的绝缘水应与接入处电网绝缘水平一致。
- 连接变压器设计铁芯磁通密度应低于一般用途的变压器。
- 连接变压器应根据系统运行条件进行特殊设计, 使其能耐受 DSTATCOM 产生的谐波电压和谐波电流。
- 特殊要求由供货方与购货方协商确定。

5.3.4 换流器

换流器一般由换流模块组合构成。换流器应根据系统运行条件及性能要求设计，包括必要的保护和附件。

单个换流模块可放置与台架上，也可放置于柜内，其额定电压，额定容量的选择应按装置每相电压，容量以及每相换流模块的串，并联个数确定。换流模块的结构应便于模块的日常维护，故障处理及部件更换。换流模块应具备防止误导通的能力。

换流模块台架设计应考虑到便于维护和更换设备。台架与维修通道之间易设置网状遮栏。

5.3.5 进线避雷器

- a. 进线避雷器宜选用无间金属氧化物避雷器。
- b. 额定电压应为正常运行线电压的上限以及系统单相接地引起的工频电压升高，并留有一定裕度。
- c. 应校验避雷器的通流容量以确保运行安全。
- d. 满足 GB11032 的要求，特殊要求由供货方与购货方协商确定。

5.3.6 冷却系统

冷却系统分为自然冷却，强迫风冷，水—水冷却和水—风冷却方式。在装置容量较大时宜采用密闭式水冷系统。

5.4 控制及检测功能（郭）

控制功能可包括如下选项：

- a. 抑制电压波动和闪变。
- b. 补偿三相不平衡电流。

SVG 开机前，启动并调整非线性负载，使其三相不平衡度大于 10%，SVG 设置为补偿不平衡模式后开机，待 SVG 输出稳定后，在 SVG 容量范围内，三相电流不平衡度应小于等于 5%。——盛弘 100KvarSVG 要求。

- c. 补偿谐波电流。

装置可根据购货方要求提供一定的谐波滤除功能，谐波补偿电流的次数一般不大于 13 次，滤波后与滤波前 13 次及以下谐波电流方均根值之比不宜高于 50%（具体要求由供货方与购货方协商确定）。

- d. 改善功率因数。

业内行业要求功率因数一般要在 0.97 以上，手册宣传最高为 0.99。

- e. 调节稳态电压。

监控系统应具备就地操作的人机界面，宜具备通信接口以实现远程监测和控制。

监控系统至少应在就地监控界面完成以下操作：开关分和操作，装置启停，信号复归。

监控系统应显示充分的信息，以便运行维护人员观察设备运行状况，定位故障原因。监控系统应具备如下功能：

- a. 系统运行参数和装置工作状态监视功能。
- b. 事件记录和显示查询功能。
- c. 运行参数和保护定值设置功能。

装置应具备必要的逻辑互锁功能，以防止误操作。

保护告警信号需显示在屏幕上——杨工关注

5.5 测量精度（郭）

电压和电流的测量相对误差均不大于 0.5%。

5.6 保护及告警功能

装置应具备以下告警功能：

- a. 装置应具有上电自检测功能，自检异常时闭锁全部操作，并发出告警信息。
- b. 同步异常告警功能。保护包括换流器的保护和装置的保护，保护方式由供货方与购货方协商设置，一般应具备以下保护功能：

a. 换流器的保护：

1. 直流侧过电压和欠电压保护。
2. 换流器过电流保护。
3. 驱动板故障保护。
4. 换流器模块过温保护。

b. 装置的保护。

1. 过电压，欠电压，过电流，频率越限保护。

输入缺相保护显示异常。输入电压越限保护，其中电压恢复后设备能正常工作。——盛弘 100KvarSVG 要求。

输入频率异常保护；当 SVG 的输入频率超出工作范围，SVG 应能报警，并停止工作；当输入频率恢复正常后，SVG 应能够自动开机稳定工作。——盛弘 100KvarSVG 要求。

2. 平衡电压保护。
3. 冷却系统异常保护。

1. 直流母线过压保护：直流母线电压超过 830V 时，产品的应立即自动关闭有缘滤波器输出，同时故障灯亮。

2. 输出超限保护：当控制器系统检测到负载容量超出有源滤波器补偿能力时，按照最大能力输出。

3. 过温保护：有源滤波器内部功率半导体部分温度超过 $85\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，系统发出报警，当温度恢复到安全温度时报警自动解除，有源滤波器可以投入工作。

4. 变流器过流：有源滤波器交流器输出电流超过 IGBT 额定电流时，将由驱动模块曝出故障，同时滤波器自动切断主回路，操作面板上“故障”灯亮，液晶面板显示过流故障。

5. 输出电压欠压保护：当有源滤波器的输入电压小于 AC315V 时，滤波器不能启动，液晶面板提示输入欠压故障。

6. 输入缺相保护：当有源滤波器的输入缺相或错项时，滤波器不能启动，液晶面板提示输入缺相故障。——赛博 270KvarSVG 要求。

电压动作误差 $\leq \pm 5.0\%$ ；电流动作误差 $\leq \pm 5.0\%$ 。——上海思源 300KvarSVG 要求的动作误差。

5.7 性能要求（宗）

5.7.1 工作电压范围

装置与系统连接点电压变化范围允许值，通常最低电压允许为 0.4p.u, 最高允许电压由系统条件决定；在该范围内装置应正常运行，低于最低运行电压时装置应闭锁但不退出。与系统连接点电压不平衡度允许值，通常不超过 60%。

电压不平衡试验：SVG 正常开机后，在满载状态下调节交流电源其中一相输出电压，SVG 在其中一相电压为输入电压上限和下限时，SVG 仍能正常工作。——盛弘 100KvarSVG 要求

5.7.2 无功调节

应在额定容性无功和额定感性无功之间连续调节，稳态时，装置实际输出的无功功率与设定值之间最大允许值，通常不超过 $\pm 2.5\%$ 。

按试验要求，将静止无功发生器与非线性负载并联，测试静止无功发生器投入前，后电网侧无功电流的变化。当电网侧无功电流大于 $30\%I_n$ 时，静止无功发生器无功电流补偿率应 $\geq 90\%$ 。——盛弘 100KvarSVG 要求。

5.7.3 过载能力

稳态过电压：装置在 1.2 倍的额定电压下应能长期连续运行。

稳态过电流：装置在 1.1 倍的额定电流应能连续运行，1.2 倍的额定电流时间运行时间不低于 60S。

5.7.4 阶跃响应时间

装置阶跃响应时间 $\leq 10\text{ms}$ 。

功率因数控制误差 $\leq 2.5\%$ 。阶跃响应时间为 10ms (目前上海库存招标要求在 5ms)，完全响应时间 $\leq 40\text{ms}$ 。——上海思源 300KvarSVG 要求

5.7.5 谐波

装置可根据购货方要求提供一定的谐波滤除功能，谐波补偿电流的次数一般不大于 13 次，滤波后与滤波前 13 次及以下谐波电流方均根值之比不宜高于 50%（具体要求由供货方与购货方协商确定）。

5.7.6 温升

装置的各部位的极限温升如下表 8 所示

表 8 配电网静止同步补偿装置各部位的极限温升

部位名称			温升限值 (K)
干式 变压器	绕组	A 级绝缘	60
		B 级绝缘	80
		F 级绝缘	100
		H 级绝缘	125
	铁芯		在任何情况下不出现使铁芯本身、其他部件或与其相邻的材料受到损害的程度
油浸变压器（字母代号为 O）绕组			65
铜母线			35
铜母线 连接处	无保护层		45
	有锡和铜保护层		55
	有银保护层		70
铝母线			25
铝母线连接处			30
电阻 元件	距电阻表面 30mm 处的空气		25
	印刷电路板上电阻表面		30
塑料、橡皮、漆膜绝缘导线			20
功率半导体器件			按各自元件标准规定

装置在额定容量下运行 4h 后各部件相对于冷机状态下的温升如下表：

实测结果：					
环境温度 (℃)	检验部位	运行 4h 后稳定值 (℃)	温升 (K)	允许温升 (K)	结论
23.0	散热器 (IGBT)	48.9	25.9	60	✓
	滤波电阻	40.4	17.4	70	✓
	滤波电容	24.7	1.7	40	✓
	直流电容	35.8	12.8	40	✓
	滤波电抗	50.9	27.9	100	✓
	连接电抗	90.4	67.4	100	✓

5.7.7 损耗

装置在额定状况下的损耗不超过额定容量的 2.5%。(业内行业一般要求在 3%)。

5.7.8 噪声

在额定负载和周围环境噪声不大于 40dB 的条件下，距离噪声源（户外安装的为箱式客体，户内安装的为逆变器室）水平位置 1m 处，测得的装置噪声最大值不应大于 70dB。特殊要求由供货方与购货方协商确定。

装置噪声最大值不应大于 64dB。——盛弘 100KvarSVG 要求。

5.7.9 可用率和可靠性

根据运行需要和设备技术水平，由购货方与供货方共同协商确定装置年可用率和年强迫停运次数。为提高可靠性，装置可采取以下措施：冷却系统实施冗余设计，单一风扇或水泵停运不影响装置的正常运行；控制系统自带 UPS 供电或其他保护用电可靠性的装置。

5.8 电磁兼容性能

5.8.1 承受辐射电磁场干扰的能力

装置应能承受 GB/T14598.9-2010 中第四章规定的试验中严酷等级，试验期间及试验后的装置应通过 GB/T14598.9-2010 中第 8 章规定的验收准则要求。

5.8.2 承受快速瞬变干扰的能力

装置的电源输入，采集输入以及通信端口应能承受 GB/T14598.10-2012 中第 4 章规定的严酷等级为 B 级的快速瞬变干扰试验，试验期间及试验后的装置应能通过 GB/T14598.10-2012 中第 8 章规定的验收准则要求。

5.8.3 承受脉冲群干扰的能力

装置的电源输入，采集输入以及通信端口应能接受 GB/T14598.13-2012 中第 4 章规定的严酷等级，试验期间及试验后的装置应通过 GB/T14598.13-2008 中第 8 章规定的验收准则要求。

5.8.4 承受静电放电干扰的能力

装置的人机界面，控制按键及控制系统的开门把柄应能接受 GB/T14598.14-2010 中第 4 章规定的严酷等级为 3 级的静电放电干扰试验，试验期间及试验后的装置应通过 GB/T14598.13-2010 中第 8 章规定的验收准则要求。

5.9 电话及无线电干扰

装置运行产生的高频辐射对任何已获批的无线电，电视，微波或其他运行设备干扰应满足 GB4842 的规定。

六、试验与检验规则（宗）

——技术规范要求仅缺少振动试验，冲击试验，碰撞试验，包装跌落破坏性试验。

序号	检验项目		型式试验	出厂检验	验收试验
1	外观与结构检查			√	√
2	防护等级试验		√	√	√
3	电气间隙与爬电距离检验		√	√	√
4	介电强度试验	绝缘电阻验证	√	√	√
		工频耐压试验	√	√	√
		雷电冲击试验	√	√	√ a
		换流链端间交流电压试验	√	√	√
5	精度测量试验		√	√	√

6	保护试验		√	√	√
7	温升试验		√		
8	性能试验	连续运行范围试验	√	√	√ b
		电压控制试验	√	√	√ b
		恒无功控制试验	√	√	√ b
		无功跟踪控制试验	√	√	√ b
		功率因数控制试验	√	√	√ b
		阶跃响应试验	√	√	√
		损耗评估	√	√	√
		谐波测试	√	√	√ b
		输出谐波测试	√	√	√ b
		谐波补偿测试	√	√	√ b
		连续运行试验	√	√	√ b
		噪声测试	√	√	√
9	电磁兼容测试	辐射电磁场干扰试验	√		
		快速瞬变干扰试验	√		
		脉冲群干扰试验	√		
		静电放电干扰试验	√		
10	电话及无线电干扰测试		√		
a. 验收试验不含雷电冲击试验，交流耐压试验按出厂试验要求值的 80%进行。					
b. 验收试验：性能试验仅含规定试验。					

8 试验

8.1 试验条件

8.1.1 试验的标准大气条件

- a) 环境温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：45%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa。

8.1.2 仲裁试验的标准大气条件

- a) 环境温度：20℃±2℃；
- b) 相对湿度：45%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa。

8.1.3 高压试验条件按照 GB/T 16927.1 规定执行。

8.2 外观与结构检查

8.2.1 用目测和仪器测量的方法检查，结构和外观应满足 7.1.1～7.1.3 的要求。

8.2.2 按 GB 4208 规定的方法进行验证，装置的防护等级应满足 7.1.4 要求。

8.2.3 检查装置的防护与安全标识，应满足 7.1.5 和 7.1.6 的要求。

8.2.4 采用电桥或专用仪器测量各接地点与主接地点间的电阻，其电阻值应满足 7.1.6 的要求。

8.3 电气间隙与爬电距离检验

用量具测量装置内不同极性或不同相的裸露带电体之间以及它们与地之间的电气间隙和爬电距离，其测量值应符合 7.2 的要求。测量时采取抽查法，取 5 个～10 个测量点。

8.4 介电强度试验

8.4.1 试验内容

- a) 绝缘电阻验证；
- b) 工频耐压试验；
- c) 雷电冲击试验；
- d) 换流链端间交流电压试验。

8.4.2 绝缘电阻验证

按 DL/T 474.1 的相关要求进行绝缘电阻测量。测量部位如下：

- a) 相导体之间；
- b) 相导体与裸露导电部件之间。

8.4.3 工频耐压试验

8.4.3.1 按表 6 和表 7 规定施加试验电压，试验电压应施加于：

- 相导体之间。
- 相导体和裸露导电部件之间。
- 带电部件与绝缘材料制造或覆盖的手柄之间：介电试验在带电部件和手柄之间施加试验电压为表 6 和表 7 规定的 1.5 倍，在此试验时，框架不应接地，也不能与其他电路相连。
- 用绝缘材料制造的外壳，还应进行一次补充的介电试验，在外壳的外面包覆一层能覆盖所有开孔和接缝的金属箔，试验电压施加于金属箔和外壳内靠近开孔和接缝的相互连接的带电部件以及裸露导电部件之间。对于这种补充试验，其试验电压为表 6 和表 7 规定的 1.5 倍。

8.4.3.2 工频耐压试验的试验步骤如下：

- 向试品施加不超过 50% 的试验电压。
- 无异常现象，则在几秒内将试验电压升到 100%，并维持 1min。
- 迅速将试验电压降低到局放试验电压 U_{ts2} ，维持电压 U_{ts2} 10min，记录下局部放电水平，局放测量仅适用于标称电压大于 1kV 的回路。
- 降低试验电压到零。
- 假如在装置中对局部放电灵敏的元件已经单独得到试验验证，则在 c) 的最后 1min 记录下来的周期局部放电峰值应不大于 200pC。否则，周期局部放电峰值应不大于 50pC；起始和熄灭电压的测量应按照 GB/T 7354 进行。

对于系统标称电压不大于 1kV 的回路，试验时无损坏性放电现象视为试验通过；对系统标称电压大于 1kV 的回路，其局放还应当满足 e) 的要求，方可认为试验通过。

局放试验电压 U_{ts2} 可按式 (1) 计算：

$$U_{ts2} = \frac{K_{s2} U_{ms2}}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

式中：

K_{s2} ——试验安全系数； $K_{s2}=1.2$ ；

U_{ms2} ——对地（或相间）最大稳定运行电压的峰值，包括关断过冲。

8.4.4 雷电冲击试验

试验波形为 1.2/50μs，试验电压按表 7 规定执行。试验应分别在带电体和地之间施加三次正极性和三次负极性雷电冲击。试验中无击穿和闪络现象，视为试验通过。

8.4.5 换流链端间交流电压试验

8.4.5.1 试验要求如下：

- 试验前，将冗余链节短接，链节电子单元加电，去掉并联连接于换流链首末端的避雷器；
- 原则上，试验过程中链节直流电容器应保持连接；
- 当试验电源容量不能满足时，在验证了移除直流侧电容器后对各链节工频电压分配影响小于 ±2% 时，试验可以在移除直流电容器的情况下进行，否则，在移除直流电容器的情况下进行试验时，应采用其他措施保证链节间电压分配关系与实际工况误差小于 ±2%；
- 在链节中包含的开关电源等回路导致绝缘系统真实局部放电值难以测量时，可在验证了这些回路自身绝缘性能的情况下，采用无局部放电材料代替这些回路进行试验。

8.4.5.2 试验电压值 U_{tv1} 取决于换流链的过电压保护系统，并且等于 U_{tv11} 和 U_{tv12} 中的较小者。如果 U_{tv11} 和 U_{tv12} 都不能确定，则采用 U_{tv13} 。

U_{tv11} 由换流链过电压保护电路的门槛电压确定。

U_{tv12} 由避雷器保护动作值确定。

U_{tv13} 由能够发生的最大暂时过电压值确定。

U_{iv11} 、 U_{iv12} 和 U_{iv13} 分别按式 (2) ~ 式 (4) 进行计算:

$$U_{iv11} = \frac{k_{s11} \times U_1}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

式中:

k_{s11} —— 试验安全系数, $k_{s11}=1.1$;

U_1 —— 换流链过电压保护门槛值。

$$U_{iv12} = \frac{k_{s12} \times U_2}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

式中:

k_{s12} —— 试验安全系数, $k_{s12}=1.1$;

U_2 —— 跨接在换流链端间的避雷器 (如配备) 的保护电压。

$$U_{iv13} = \frac{k_{s13} \times U_3}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

式中:

k_{s13} —— 试验安全系数, $k_{s13}=1.2$;

U_3 —— 在给定的最严重暂时过电压条件下, 换流链端最大重复电压的峰值 (包括关断过冲)。

局部放电试验电压 U_{iv2} 应取 U_{iv1} 和 U_{iv21} 中的较小者。按式 (5) 确定:

$$U_{iv2} = K \times U_{iv1} \quad (5)$$

式中:

U_{mv2} —— 最严重暂态运行条件下, 换流链端最大重复电压的峰值, 包括关断过冲。

8.4.5.3 在给定的时间段内, 在换流链上施加试验电压, 其中换流链的一端可以接地。试验步骤如下:

- 电压 U_{iv1} 从 50% 升到 100%。
- 维持 U_{iv1} 1min。
- 降低电压至 U_{iv2} 。
- 维持电压 U_{iv2} 1min, 然后降低电压至 50% 并记录下局部放电水平。
- 假如在换流链上局部放电灵敏的元件已经单独得到试验验证, 则在上一步 d) 的最后 1min 记录下来的周期局部放电峰值应不大于 200pC。否则, 周期局部放电峰值应不大于 50pC; 特殊情况下, 在获得需方同意的情况下可以不对局部放电值进行考核。
- 起始和熄灭电压的测量应按照 GB/T 7354 进行。

注: 上述试验可能因一些换流链元件的过热而不能实现。在此种情况下, 按供方和需方的协议将 1min 交流耐压试验分为几段较短的时间试验, 其最小试验时间为规定的过电压的最大可能时间的两倍, 但总试验时间不少于 1min。

8.5 精度测量试验

给装置测量回路输入标准电流值、电压值, 根据装置显示值判断其相对误差结果应符合 7.5 要求。

8.6 保护试验

进行各种保护功能试验时, 应在主电路上模拟被保护设备的异常状态, 或在二次回路上设定等价故障信号。保护装置在整定范围内应能正常动作且保护动作定值与保护定值间误差小于 $\pm 5\%$ 。试验次数不少于 3 次。

8.7 温升试验

在关闭备用冷却系统、额定电流运行条件下, 检测系统部件、设备内部及连接点的温度, 当温度变

化不超过 1K/h 时，认为温度达到稳定，温升应满足表 8 的规定。

应对设备、母线、接地连接点、围栏等处进行温度测量，检测出潜在发热点、连接不紧处或传导性发热部位。

8.8 性能试验

8.8.1 连续运行范围试验

8.8.1.1 电压控制试验

将控制器设定为电压控制方式，逐步降低目标电压设定值（低于系统母线运行电压），使输出从零逐渐增加到额定感性无功电流；依次提高目标电压设定值（高于系统母线运行电压），使输出从零逐渐增加到额定容性无功电流。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.1.2 恒无功控制试验

将控制器设定为恒无功控制方式，逐步增加容性无功设置值，直至输出电流达到额定值；在感性输出范围内重复上述试验。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.1.3 无功跟踪控制试验

将控制器设定为无功跟踪控制方式，调整目标无功设定值，使装置输出从最大感性无功电流变化到最大容性无功电流。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.1.4 功率因数控制试验

将控制器设定为功率因数控制方式，调整目标功率因数设定值，使装置输出从最大感性无功电流变化到最大容性无功电流。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.2 阶跃响应试验

当输入阶跃控制信号后，装置输出达到要求输出值的 90%所用的时间，且期间没有产生过冲；此时间 3 次重复试验的试验结果均应满足 7.7.4 相关规定。阶跃信号范围一般可以采用 0~额定容性无功~0、0~额定感性无功~0、额定感性无功~额定容性无功~额定感性无功。

8.8.3 损耗评估

装置的损耗评估方法参见附录 B。取额定容性和感性运行条件下损耗大的值，结果应满足 7.7.7 规定。

化不超过 1K/h 时，认为温度达到稳定，温升应满足表 8 的规定。

应对设备、母线、接地连接点、围栏等处进行温度测量，检测出潜在发热点、连接不紧处或传导性发热部位。

8.8 性能试验

8.8.1 连续运行范围试验

8.8.1.1 电压控制试验

将控制器设定为电压控制方式，逐步降低目标电压设定值（低于系统母线运行电压），使输出从零逐渐增加到额定感性无功电流；依次提高目标电压设定值（高于系统母线运行电压），使输出从零逐渐增加到额定容性无功电流。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.1.2 恒无功控制试验

将控制器设定为恒无功控制方式，逐步增加容性无功设置值，直至输出电流达到额定值；在感性输出范围内重复上述试验。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.1.3 无功跟踪控制试验

将控制器设定为无功跟踪控制方式，调整目标无功设定值，使装置输出从最大感性无功电流变化到最大容性无功电流。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.1.4 功率因数控制试验

将控制器设定为功率因数控制方式，调整目标功率因数设定值，使装置输出从最大感性无功电流变化到最大容性无功电流。控制精度应满足 7.7.2 的要求。

8.8.2 阶跃响应试验

当输入阶跃控制信号后，装置输出达到要求输出值的 90%所用的时间，且期间没有产生过冲；此时间 3 次重复试验的试验结果均应满足 7.7.4 相关规定。阶跃信号范围一般可以采用 0~额定容性无功~0、0~额定感性无功~0、额定感性无功~额定容性无功~额定感性无功。

8.8.3 损耗评估

装置的损耗评估方法参见附录 B。取额定容性和感性运行条件下损耗大的值，结果应满足 7.7.7 规定。

8.8.4 谐波测试

8.8.4.1 输出谐波测试

装置采用恒无功控制方式，在额定感性输出容量和额定容性输出容量下分别进行，测量其规定时间（建议 15min）内输出总谐波电流应满足 7.7.5 规定。

8.8.4.2 谐波补偿测试

用电能质量分析仪检测补偿前后系统的三相电流的大小、波形及电流各次谐波含量和谐波电流总畸变率，应能满足 7.7.5 的性能指标要求。

8.8.5 连续运行试验

在第 6 章规定的条件下，使其尽可能按实际工作状态不间断地连续运行，每隔半个小时进行一次手动补偿试验，在整个运行过程中，其各种动作、功能及程序均应正确无误，达到连续运行时间 72h，视为试验通过。

8.8.6 噪声测试

测试方法按照 GB/T 3768 的规定进行，测试结果应符合 7.7.8 的要求。

8.9 电磁兼容测试

8.9.1 辐射电磁场干扰试验

根据 7.8.1 的要求，按 GB/T 14598.9 的规定，对装置进行辐射电磁场干扰试验。

8.9.2 快速瞬变干扰试验

根据 7.8.2 的要求，按 GB/T 14598.10 的规定，对装置进行快速瞬变干扰试验。

8.9.3 脉冲群干扰试验

根据 7.8.3 的要求，按 GB/T 14598.13 的规定，对装置进行脉冲群干扰试验。

8.9.4 静电放电干扰试验

根据 7.8.4 的要求，按 GB/T 14598.14 的规定，对装置进行静电放电干扰试验。

8.10 电话及无线电干扰测试

根据 7.9 的要求，按 GB 4824 的规定，对装置进行电话及无线电干扰试验。

9 检验规则

9.1 型式试验

9.1.1 型式试验的目的在于考核装置的设计、尺寸、材料和制造等方面是否满足本标准的要求。

9.1.2 型式试验在新产品定型时进行。在生产中，当材料、工艺或产品结构等有改变，且其改变有可能影响装置的性能时，也应进行型式试验，此时允许只进行与这些改变有关的试验项目。

9.1.3 型式试验应由具有资质的第三方机构进行，在正常生产中，型式试验也应至少每五年进行一次。用来做型式试验的装置应为经出厂试验合格的装置。全部型式试验项目应在同一套装置上进行，或在同一装置的多个部件上分别进行。

9.1.4 型式试验的报告，在购货方有要求时应予以提供。

9.2 出厂试验

出厂试验的目的在于检验制造中的缺陷。这一试验由供货方对出厂的每一套装置进行。

如受试验条件限制，经与购货方协商，出厂试验可不在制造厂进行，而在验收试验时考核。

9.3 验收试验

验收试验主要是购货方在安装后进行的试验，试验的目的是为了检验装置在运输和安装后是否受到损伤，确保装置良好，检验装置能否正确动作及具有装置补偿效果。

9.4 试验项目

试验项目见表 9。

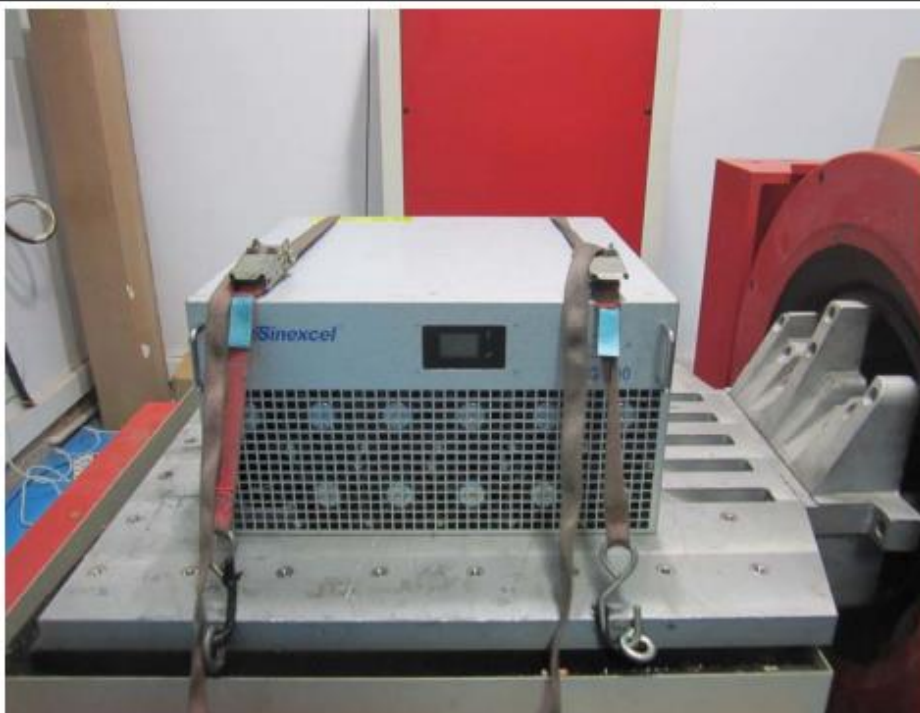
表 9 试验项目一览表

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	验收试验	技术要求条款	试验方法条款
1	外观与结构检查		√	√	7.1	8.2
2	电气间隙与爬电距离检验	√	√	√	7.2	8.3
3	介电强度试验	√	√	√ ^a	7.2	8.4
4	测量精度试验	√	√	√	7.5	8.5
5	保护试验	√	√	√	7.6	8.6
6	温升试验	√			7.7.6	8.7
7	性能试验	√	√	√ ^b	7.7	8.8
8	电磁兼容测试	√			7.8	8.9
9	电话及无线电干扰测试	√			7.9	8.10
a 其中不含雷电冲击试验，交流耐压试验按出厂试验要求值的 80%进行。						
b 仅包含 8.8.1、8.8.4、8.8.5 规定的试验。						

Q/F0800_A0			
条 款	要求 - 试验	结果 - 评述	判定

表格 6.4.11.4: 振动、冲击、碰撞试验	通过
-------------------------	----

检验项目	条件要求				结论
振动试验	频率范围 (Hz)	斜率 (dB/Oct)	加速度 (m/s ²)	扫描次数	符合标准要求
	10-55	/	5.0	20 次/轴	
	样品在三个互相垂直的轴向上振动。试验后，样品外观结构和功能应正常。				
冲击试验	峰值加速度：150 m/s ² 脉冲持续时间：11ms 冲击次数：6 个方向，每个方向 3 次 试验后，样品外观结构和功能应正常。				符合标准要求
碰撞试验	峰值加速度：250 m/s ² 脉冲持续时间：6ms 冲击次数：6 个方向，每个方向 3 次 试验后，样品外观结构和功能应正常。				符合标准要求



振动、冲击、碰撞试验图片

Q/F0800_A0			
条 款	要求 - 试验	结果 - 评述	判定

表格 6.4.11.6: 包装跌落试验			通过
检验项目	条件要求	结论	
跌落试验	跌落高度: 300mm 跌落部位: 样品正面 跌落平台: 钢板 跌落次数: 2 次 试验后, 样品外观结构和功能应正常。	符合标准要求	



跌落试验图片

试验仪器设备清单

序号	仪器设备名称	型号	编号	制造厂商	校准有效期至	本次使用(√)
1	功率分析仪	PA3000-4	A-SZ-YH-117	广州致远电子股份有限公司	2014.07.04	√
2	数字示波器	5014	A-SZ-YH-004	安捷伦	2014.09.17	√
3	可编程交流源	Emerson-200K	A-SZ-YH-035	艾默生	--	√
4	非线性(RCD)负载	AC400V150KW	--	威尔华电子有限公司	--	√
5	无功发生装置	500 SVG	--	--	--	√
6	恒温恒湿试验箱	LP-420U	H2013041392	广东宏展科技有限公司	2014.07.21	√
7	绝缘电阻表	ZC25B-3	12-0173	上海精密科学仪器有限公司	2014.09.17	√
8	静电放电测试仪	ESD30C	A0712513	EM TEST	2014.09.24	√
9	浪涌电快速脉冲群综合模拟器	UCS500N7.7	A130201094	EM TEST	2014.12.19	√
10	100A 三相耦合网络	CNI503B9.3	A130201095	EM TEST	2014.12.19	√
11	工频磁场发生器	MAG 100.1	A0103109	HAEFELY	2014.06.10	√
12	电磁振动台	ACT-2000-R0320S	A1107722	北京中元	2014.07.08	√
13	单臂跌落试验机	ETR-F-315S	ETR1212086	深圳依特尔	2014.09.06	√
14	数字噪声计	TES 1350A	1108055	台湾 TES	2014.09.19	√
15	数据采集器	FLUKE 2625A/08	SH-008	美国福禄克公司	2014.12.07	√
16	高低温交变试验箱	ESL-10KW	A0302197	广州爱斯佩克	2014.09.01	√
17	小型试验指	--	A0412371	广州电器所	2014.12.05	√
	压力试验指	KXT-308	KX20080829001	东莞市科翔试验设备有限公司	2014.08.05	√

注：打“√”为本次检验使用仪器、设备，所有仪器、设备均在校准有效期内。

七、标志，包装，运输与贮存（宗）

10.1 每台装置应有铭牌或相当于铭牌的标志，内容包括：

- a) 名称和型号;
- b) 额定电压, kV;
- c) 额定电流, A;
- d) 额定频率, Hz;
- e) 额定容量, \pm kvar;
- f) 主接线图;
- g) 出厂编号;
- h) 制造年月;
- i) 制造厂名称或商标。

注: 铭牌中的部分内容可在说明书中表明。

10.2 装置的端子旁应标明端子号。

10.3 装置控制器内部的继电器、集成电路、电阻器、电容器、晶体管等主要元器件, 在安装它们的印制电路板或安装板上应标明其在原理接线图中的代号。

10.4 静电敏感部件应有防静电标志。

10.5 装置外包装上应有收发货标志、包装、贮运图示标志等必需的标志和标签。

10.6 装置的相关部位及说明书中应有安全标志。

10.7 在装置的使用说明书、质量证明文件或包装物上应标有装置执行的标准代号。

10.8 所有标志均应规范、清晰、持久。

11 包装、运输与贮存

11.1 包装

11.1.1 装置在包装前, 应将其可动部分固定; 重量较大的元器件(或部件)应单独包装运输。

11.1.2 每台装置或单独包装的元器件(或部件)应用防水材料包好, 再装入具有一定防振能力的包装箱内。按设备特点和需要分别加上防潮、防霉、防锈、防腐蚀、防冻的保护措施。应在包装箱的两个侧面以国际通用的标记和图案标明重心及吊点。按照不同要求, 包装箱上应用中文或英文明显地标注“小心轻放”、“向上”、“防潮”、“起吊点”、“小心搬运”、“防火”等字样, 并标注适当的国际标志。

11.1.3 装置附件及易损件应按装置标准和说明书的规定一并包装和供应。装置应提供运输、贮存、安装、运行和维护说明书。

11.2 运输

包装好的装置在运输过程中的贮存温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不大于 95%。装置应承受在此环境中的短时贮存。

11.3 贮存

包装好的装置一般应贮存在 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不大于 80%, 周围空气中不含有腐蚀性、易燃性及爆炸性物质的室内。

11.4 随装置供应的文件

装置应配套提供以下文件:

- a) 质量证明文件, 必要时应附出厂及其现场试验记录;
- b) 文件包括全套安装使用说明书、装置拆卸件一览表、装箱单、铭牌图、备品备件明细表、装置外形尺寸等资料, 装置说明书应符合 GB/T 9969 的规定;
- c) 装置原理图和接线图(可含在装置说明书中);
- d) 外购件包装箱内应有装置出厂质量合格证明书、技术说明书等;
- e) 详细装箱单。

11.5 随装置供应的配套件

随装置供应的配套件应在相关文件中注明，一般包括：

- a) 易损零部件及易损元器件；
- b) 装置附件；
- c) 合同中规定的备品、备件。

