



# 青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

---

静止无功发生器(30kvar)V2.0

企业标准

V1.2(20221223)

2022-12-23 发布

2022-12-23 实施

---

# 目录

前    言 .....	1
1 范围 .....	2
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语和定义 .....	2
3.1 低压静止无功发生器 Static Var Generator (SVG) .....	3
3.2 补偿电流需量 compensation current demand .....	3
3.3 不平衡度 unbalance factor .....	3
3.4 正序分量 positive-sequence component .....	3
3.5 负序分量 negative-sequence component .....	3
3.6 零序分量 zero-sequence component .....	3
3.7 补偿响应时间 compensation response time .....	3
3.8 不平衡电流补偿率 unbalance current compensation rate .....	3
3.9 无功功率补偿率 reactive power compensation rate .....	4
3.10 谐波电流补偿率 harmonic current compensation rate .....	4
4 型号命名 .....	5
5 使用条件 .....	5
5.1 环境条件 .....	5
5.2 电网具备条件 .....	5
5.3 设备额定条件 .....	5
6 技术要求 .....	6
6.1 结构 .....	6
6.1.1 壳体及模块要求 .....	6
6.2 元器件及辅件的选择与安装 .....	6
6.2.1 SVG 元器件的选择与安装 .....	6
6.2.2 SVG 辅件的选择与安装 .....	7
6.2.3 SVG 的功率单元应优先考虑模块化设计、散热良好。 .....	8
6.2.4 SVG 内导线连接应考虑信号干扰，并满足电磁兼容、温度及阻燃 VW-1 相关标准。 .....	8
6.3 安全与防护 .....	8
6.3.1 外壳防护 .....	8
6.3.2 安全标识 .....	8
6.3.3 防护与接地 .....	8
6.4 电气间隙与爬电距离 .....	8
6.5 SVG 的介电性能 .....	9
6.5.1 绝缘电阻 .....	9
6.5.2 工频耐压 .....	9
6.6 保护及告警功能 .....	10
6.6.1 上电自检功能 .....	10
6.6.2 交流输入过电压、欠电压保护与告警 .....	10

6.6.3 交流过流保护与告警 .....	10
6.6.4 频率保护与告警 .....	10
6.6.5 缺相保护与告警 .....	10
6.6.6 散热系统异常及过温保护与告警 .....	10
6.6.7 短路及过流保护 .....	10
6.6.8 瞬态过电压保护 .....	10
6.6.9 直流母线过欠压保护 .....	10
6.6.10 升级中断保护 .....	10
6.7 运行模式要求 .....	11
6.7.1 无功补偿 .....	11
6.7.2 不平衡补偿 .....	11
6.7.3 谐波补偿 .....	11
6.7.4 混合补偿 .....	11
6.8 运行性能要求 .....	11
6.8.1 补偿响应时间 .....	11
6.8.2 补偿性能 .....	11
6.8.3 输出限流能力 .....	11
6.8.4 电流畸变率 .....	12
6.8.5 温升 .....	12
6.8.6 额定损耗 .....	12
6.8.7 噪声 .....	12
6.9 电气性能试验（研发自测） .....	12
6.9.1 电源性能 .....	12
6.10 通信及通讯功能 .....	12
6.11 电气参数测量功能 .....	13
6.11.1 测量值测试 .....	13
6.11.2 功率测试 .....	13
6.11.3 谐波测试 .....	13
6.12 人机交互功能 .....	13
6.13 节能模式 .....	13
6.14 定时开关机功能 .....	13
6.15 多机并联功能 .....	13
6.16 相序自适应 .....	13
6.17 支持 SVG+电容运行模式 .....	13
6.18 电磁兼容性能 .....	14
6.18.1 承受射频电磁场辐射干扰的能力 .....	14
6.18.2 承受电快速瞬变脉冲群干扰的能力 .....	14
6.18.3 承受静电放电干扰的能力 .....	14
6.18.4 承受浪涌（冲击）干扰的能力 .....	14
6.18.5 振铃波抗扰度 .....	15
6.19 环境可靠性试验 .....	15
6.19.1 环境温度性能试验 .....	15
6.19.2 交变湿热（研发自测） .....	15

6.19.3	振动试验	15
6.19.4	高温耐久试验(研发自测)	15
6.19.5	包装试验	16
7	试验方法	17
7.1	试验条件	17
7.1.1	一般要求	17
7.1.2	试验电源条件	17
7.1.3	试验的标准大气条件	17
7.2	试验项目	17
7.2.1	外观及结构检查	17
7.2.2	外壳防护等级验证	17
7.2.3	安全防护测试	17
7.2.4	介电性能试验	17
7.2.5	保护及告警功能试验	19
7.2.6	试验平台及 SVG 运行模式验证	20
7.2.7	工作电压范围试验	21
7.2.8	补偿响应时间试验	21
7.2.9	补偿能力试验	21
7.2.10	输出限流能力试验	22
7.2.11	电流畸变率试验	22
7.2.12	温升试验	22
7.2.13	损耗试验	24
7.2.14	噪声测试	24
7.2.15	电气性能(研发自测)	24
7.2.16	通信及通讯功能	24
7.2.17	电气参数测量功能	25
7.2.18	人机交互功能	26
7.2.19	节能模式	26
7.2.20	定时开关机功能	26
7.2.21	多机并联	26
7.2.22	相序自适应	27
7.2.23	SVG+电容运行模式	27
7.2.24	电磁兼容测试	27
7.2.25	环境温度性能试验	29
7.2.26	交变湿热试验	30
7.2.27	振动试验	30
7.2.28	高温耐久试验	30
7.2.29	包装试验	30
8	检验规则	31
8.1	试验分类	31
8.2	出厂试验	33
8.3	型式试验	33

---

9 标志、包装、运输、贮存 .....	33
9.1 标志和随机文件 .....	34
9.1.1 铭牌 .....	34
9.1.2 随机文件 .....	34
9.2 包装与运输 .....	34
9.3 贮存 .....	34

## 前 言

本规范的目的是对 II 系低压静止无功发生器(SVG)(30kvar)规定必要的技术要求和试验程序。

本标准依据 DL/T 1216-2019配电网静止同步补偿装置技术规范 进行起草。

本标准由青岛鼎信通讯股份有限公司提出并起草。

本标准主要起草人：白锋青、沈志远。

本标准自发布之日起有效期五年，到期复审。到期未复审视为无效。当有相应的国家标准、行业标准和地方标准发布实施后，应及时复审，并确定其继续有效、修订或废止。

## II 系低压静止无功发生器(SVG)

### 1 范围

本规范规定了II系低压静止无功发生器(SVG) (30kvar) (以下简称SVG)的术语和定义、型号命名与产品分类、使用条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等要求。

本规范适用于50Hz, 额定工作电压不超过690V的低压配电系统中, 主要用于补偿无功的II系低压静止无功发生器。

### 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, 若有新版本, 请以新版本为依据。适用于本文件。

GB 2894-2008	安全标志及其使用导则
GB/T 4205-2010	人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则
GB/T 4208-2008	外壳防护等级 (IP代码)
GB 4824-2013	工业、科学和医疗(ISM)射频设备 骚扰特性 限值和测量方法
GB/T 7251.1-2013	低压成套开关设备和控制设备 第1部分: 总则
GB/T 10233-2005	低压成套开关设备和电控设备基本试验方法
GB/T 13384-2008	机电产品包装通用技术条件
GB/T 14715-1993	信息技术设备用不间断电源 通用技术条件
GB/T 15576-2008	低压成套无功功率补偿装置
GB/T 16935.1-2008	低压系统内设备的绝缘配合 第1部分: 原理、要求和试验
GB/T 15543-2008	电能质量 三相电压允许不平衡度
GB/T 17626.2-2006	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2006	电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2008	电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5-2008	电磁兼容 试验和测量技术 浪涌 (冲击) 抗扰度试验
GB/T 17626.18-2016	电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
JB/T 11067-2011	低压有源电力滤波装置
DL/T 842-2015	低压并联电容器装置使用技术条件
DL/T 1053-2007	电能质量技术监督规程
DL/T 1216-2019	低压静止无功发生装置技术规范
中国电源协会团体标准《低压静止无功发生器》	
中国电源协会团体标准《低压配电网有源不平衡补偿装置》	

### 3 术语和定义

GB/T 15543-2008中确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 低压静止无功发生器 Static Var Generator (SVG)

基于电压源变流器或电流源变流器的动态无功补偿装置。

### 3.2 补偿电流需量 compensation current demand

针对特定的负载工况和SVG补偿模式，SVG需要输出的最大补偿电流大小，单位为安培（A）。

### 3.3 不平衡度 unbalance factor

指三相电力系统中三相不平衡的程度，用电压、电流负序基波分量或零序基波分量与正序基波分量的方均根值百分比表示。电压、电流的负序不平衡度和零序不平衡度分别用  $\varepsilon_{U_2}$ 、 $\varepsilon_{U_0}$  和  $\varepsilon_{I_2}$ 、 $\varepsilon_{I_0}$  表示。

[GB/T 15543-2008，定义 3.2]

### 3.4 正序分量 positive-sequence component

将不平衡的三相系统的电量按对称分量法分解后其正序对称系统中的分量。

[GB/T 15543-2008，定义 3.3]

### 3.5 负序分量 negative-sequence component

将不平衡的三相系统的电量按对称分量法分解后其负序对称系统中的分量。

[GB/T 15543-2008，定义 3.4]

### 3.6 零序分量 zero-sequence component

将不平衡的三相系统的电量按对称分量法分解后其零序对称系统中的分量。

[GB/T 15543-2008，定义 3.5]

### 3.7 补偿响应时间 compensation response time

从补偿对象开始突变到SVG输出达到目标值的90%所需要的时间，如图3.1。

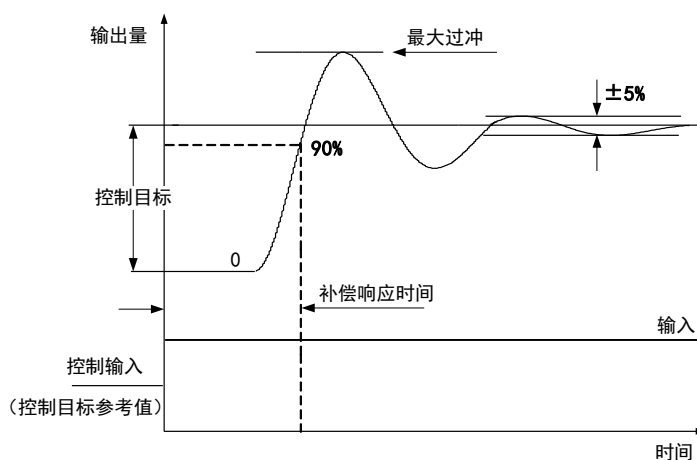


图 3.1 补偿响应时间示意图

### 3.8 不平衡电流补偿率 unbalance current compensation rate



$$k_{\varepsilon}$$

SVG接入后，已被补偿的不平衡电流（零序电流或者负序电流）与负荷产生的不平衡电流之比，用百分数表示。

$$k_{\varepsilon} = (1 - \frac{I_{\varepsilon,s}}{I_{\varepsilon,g}}) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$I_{\varepsilon,s}$ ——补偿后网侧的不平衡电流，单位为安培（A）；

$I_{\varepsilon,g}$ ——负荷产生的不平衡电流，单位为安培（A）。

### 3.9 无功功率补偿率 reactive power compensation rate

$$k_q$$

SVG接入后，已被补偿的无功功率与负荷产生的无功功率之比，用百分数表示。

$$k_q = (1 - \frac{Q_{q,s}}{Q_{q,g}}) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$Q_{q,s}$ ——补偿后网侧的无功功率，单位为千乏（kvar）；

$Q_{q,g}$ ——负荷产生的无功功率，单位为千乏（kvar）。

### 3.10 谐波电流补偿率 harmonic current compensation rate

$$k_h$$

SVG接入后，已被补偿的 $h$ 次谐波电流与负荷产生的 $h$ 次谐波电流之比，用百分数表示。

$$k_h = (1 - \frac{I_{h,s}}{I_{h,g}}) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$I_{h,s}$ ——补偿后网侧的 $h$ 次谐波电流，单位为安培（A）；

$I_{h,g}$ ——负荷产生的 $h$ 次谐波电流，单位为安培（A）。

#### 4 型号命名

低压静止无功发生器产品型号命名：由产品类别，额定容量，电压等级(单位：kV)，企业代码，线制，结构形式等部分组成。其具体组成形式如图4.1所示。

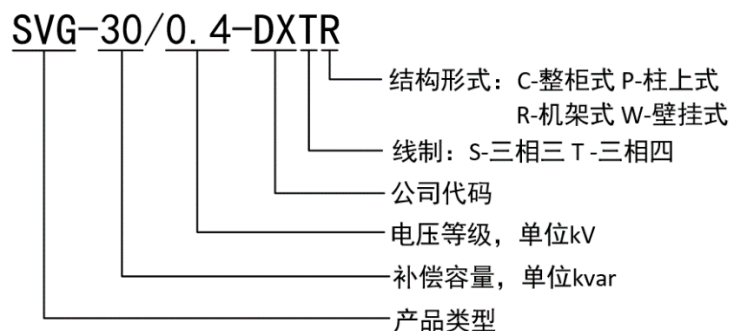


图 4.1 低压静止无功发生器的命名规范

其中，结构形式中：C-整柜式，主要针对机柜式SVG，最大容量可以到600kvar。

#### 5 使用条件

##### 5.1 环境条件

- 1) 环境温度：户外设备温度-40℃~+40℃，日平均温度不超过35℃。
- 2) 相对湿度：最高温度为+40℃时的相对湿度不超过93%，无凝露的情况发生。
- 3) 周围介质无爆炸及易燃、易爆危险，无腐蚀性气体。
- 4) 海拔高度不超过2000m（安装地点海拔高度超过2000m时，与之相关的温升限值、绝缘等应予以修正）。
- 5) 安装地点无剧烈振动及颠簸，安装倾斜度不大于5°。
- 6) 污染等级（器件所处环境）：3级。

**备注：**污染等级是指器具所处的环境，按照标准可分为4级。

污染等级1：无污染或仅有干燥的非导电性污染，此污染对设备没有影响。

污染等级2：一般情况下只有非导电性污染，但是也应预料到由于凝露偶尔造成的暂时的导电性。

污染等级3：存在导电性污染，或者由于凝露使干燥的非导电性污染变成导电性的污染。

污染等级4：造成持久性的导电及电气机车、机动车、无轨电车和车厢下的设备，机车内暴露在外的设备）。

##### 5.2 电网具备条件

- 1) 电压不平衡度：负序分量或零序分量不超过正序分量的10%。
- 2) 电压总畸变率：<8%

##### 5.3 设备额定条件

- 1) 电压波动范围不超过额定工作电压的±20%；

2) 频率50Hz。

## 6 技术要求

### 6.1 结构

#### 6.1.1 壳体及模块要求

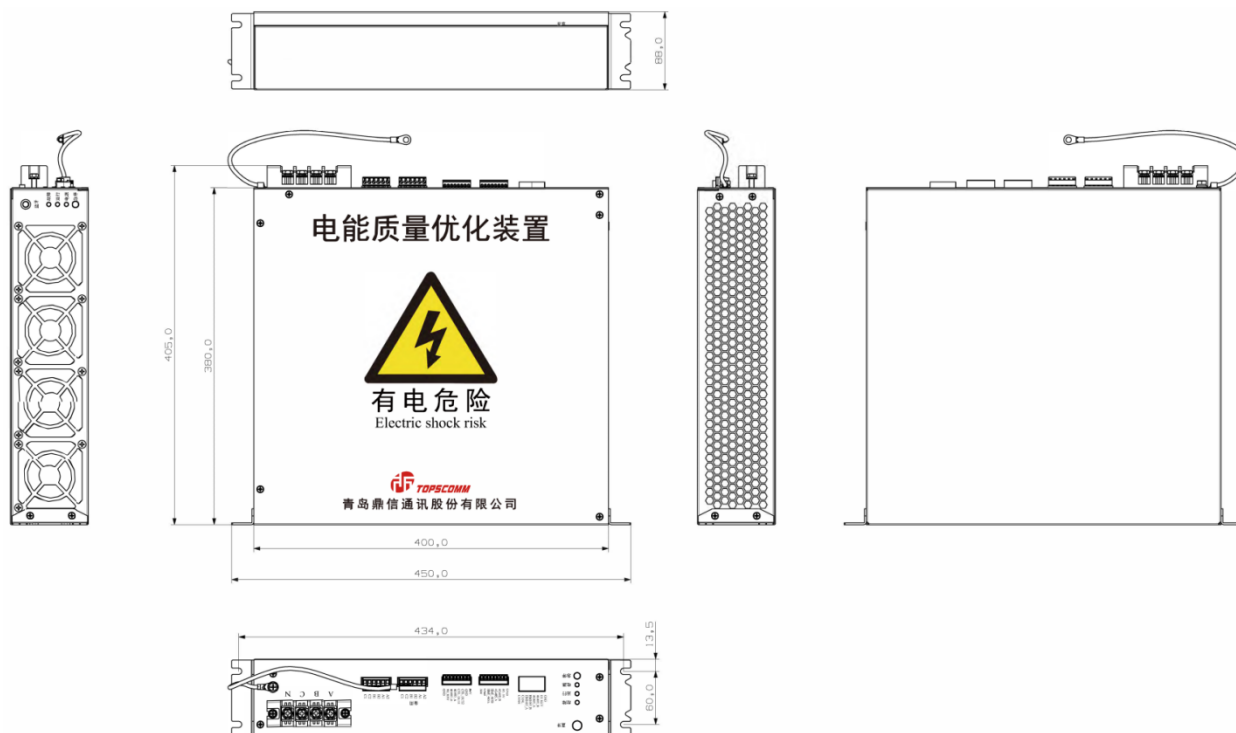
SVG由能承受一定的机械、电气和热应力的材料构成，应能承受元件安装或短路时可能产生的电动应力 and 热应力。同时不因SVG的吊装、运输等情况影响SVG的性能，在正常使用条件下应经得起可能会遇到的潮湿影响。

机柜式SVG的门应能在不小于90° 的角度内灵活启闭。

机柜式SVG壳体的外表面，一般应喷涂无眩目反光的覆盖层，表面不应有气泡、裂纹或留痕等缺陷。

SVG的所有金属紧固件均应有合适的镀层，镀层不应脱落变色及生锈。

SVG的焊接件应焊接牢固，焊接应均匀美观，无焊穿裂纹、咬边、残渣、气孔等现象。



### 6.2 元器件及辅件的选择与安装

#### 6.2.1 SVG 元器件的选择与安装

1) 电器元件的布置应整齐、端正，便于安装、接线、维修和更换，应设有与电路图一致的符号或代号；所有的紧固件都应采取防松措施，暂不接线的螺钉也应拧紧。

2) 需要在SVG内部操作、调整和复位的元件应易于操作。与外部连线的接线座应固定在SVG安装基准面上方至少0.2m高度处。仪表的安装高度不宜高出SVG安装基准面2m。操作器件（如手柄、按钮等）的安装高度，其中心线不宜高于SVG基准面2m。紧急操作器件宜装在距SVG安装基准面的0.8m~1.6m范围内。

3) SVG中所选用的指示灯和按钮的颜色符合表6.1规定。

表 6.1 指示灯和按钮颜色含义

红色	绿色
危险警告/ 紧急故障/电源	正常/安全

### 6.2.2 SVG 辅件的选择与安装

1) SVG机柜中的连接导线，应具有与额定工作电压相适应的绝缘。

主电路母线的截面积按照该电路的额定工作电流1.1倍选择，辅助电路的导线截面积 $\geq 0.75\text{mm}^2$ 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 $2.5\text{mm}^2$ 。

2) SVG的绝缘导线应选用多股绝缘导线或带绝缘的铜排。绝缘导线采用冷压接端头连接，大电流接线连接后必须沾锡。冷压接端头及压接工具应符合如下要求。

冷压接端头：端头表面应有不易磨损的标记、商标及主要参数，不应有毛刺、变形、起皮、开裂、焊料外溢等缺陷；预绝缘套与裸端头应配合紧密、无松动，绝缘套壁厚均匀，颜色一致。端头表面的镀层采用镀锡或镀镍工艺。

压接工具：端头压接所使用的工具须经专业机构认证，压接时钳口、导线和端头必须相配。

3) 通常，一个连接端子只连接一根导线，必要时允许连接两根导线。对于有三个及以上补偿支路的SVG，应设置汇流母排或汇流端子，采用由主母线向补偿支路供电的方式连接。

4) 铜排使用可参考《低压成套配电设备手册》内容，在铜排1.1倍额定容量下，温升低于35K。铜排在确定截面积情况下，需满足表6.2中常用规格要求，减少成本。

表 6.2 铜排及铜芯电缆载流量

截面 (mm <sup>2</sup> )	载流量 (A)	截面 (mm <sup>2</sup> )	载流量 (A)	截面 (mm <sup>2</sup> )	载流量 (A)	硬线结构	软线结构	参考外径 (mm)
15*3	170/185	2(60*6)	1410/1530	1.0	15/18/19	1*1.13	7*0.43	5.93/4.4
20*3	223/242	2(60*8)	1750/1900	1.5	18/22/24	1*1.37	7*0.52	6.17/4.6
25*3	276/299	2(60*10)	2090/2250	2.5	25/30/32	1*1.76	19*0.41	6.56/5.0
30*3	325/350	2(80*6)	1720/1855	4.0	33/39/43	1*2.24	19*0.52	7.04/5.5
30*4	385/418	2(80*8)	2120/2515	6.0	43/51/55	1*2.73	19*0.64	7.93/6.2
40*4	510/550	2(80*10)	2550/2735	10	59/70/75	7*1.33	19*0.82	9.19/7.8
40*5	582/616	2(100*6)	2015/2170	16	83/98/105	7*1.68	49*0.64	10.30/8.8
40*6	630/665	2(100*8)	2490/2690	25	109/128/138	19*1.28	98*0.58	11.96/10.6
50*5	705/760	2(100*10)	2920/3185	35	134/159/170	19*1.51	133*0.58	13.10/11.8
50*6	775/840	2(120*8)	2770/2995	50	170/201/215	19*1.81	133*0.68	15.15/13.8
60*6	920/990	2(120*10)	3360/3620	70	209/248/265	49*1.33	251*0.58	16.60/17.3
60*8	1070/1160			95	257/304/320	84*1.20		19.30/20.8
60*10	1195/1295	3(60*6)	1815/1970	120	296/350/375	133*1.08		20.80/21.7
80*6	1205/1300	3(60*8)	2260/2450	150	340/402/430	37*2.24		22.90/22.0
80*8	1370/1480	3(60*10)	2690/2900	185	387/458/490			25.50
80*10	1540/1665	3(80*6)	2215/2390	240	438/515			28.60
100*6	1475/1592	3(80*8)	2750/2970	300	510/600			31.70
100*8	1685/1820	3(80*10)	3250/3510	400	605/710			
100*10	1870/2025	3(100*6)	2580/2790	500	705/830			
120*8	1955/2110	3(100*8)	3200/3460	625	815/955			
120*10	2170/2340	3(100*10)	3750/4060	800	1070/1250			
		3(120*8)	3540/3820					
		3(120*10)	4260/4600					

**铜排说明**

1. 本表数据摘自《低压成套配电设备手册》;
2. 铜排允许温度为 70℃, 周围空气温度为 40℃/35℃;
3. 母排平放时, 排宽在 60mm 及以下按 95% 计算, 60mm 以上按 92% 计算;
4. 在实际温度不是 35℃ 处, 其载流量应乘以校正系数:

环境温度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
校正系数	1.36	1.31	1.25	1.20	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.66

**电缆说明**

1. 本表数据摘自《建筑电气工程图集》;
2. 导线允许温度为 65℃, 周围空气温度为 40℃/30℃/25℃;
3. 采用双根绝缘导线时, 按单根载流量的 1.5~1.6 倍估算;
4. 铝芯导线载流量按表中数据的 0.78 倍, 橡皮绝缘线按 1.1 倍估算;
5. 实际温度不是 35℃ 时的载流量校正系数(导线允许温度为 65℃):

环境温度	5	10	15	20	25	30	35	40	45
校正系数	1.22	1.17	1.12	1.06	1.0	0.935	0.865	0.791	0.707

6.2.3 SVG 的功率单元应优先考虑模块化设计、散热良好。

6.2.4 SVG 内导线连接应考虑信号干扰, 并满足电磁兼容、温度及阻燃 VW-1 相关标准。

### 6.3 安全与防护

### 6.3.1 外壳防护

根据GB/T 4208-2008的要求，室内SVG外壳的防护等级应不低于IP20。当SVG采用通风孔散热时，通风孔的设置不应降低SVG的防护等级。

设备采用通风孔散热时，进出风口处需要增加防虫网，防止蚊虫蚁蜂类进入设备，造成设备损坏。

### 6.3.2 安全标识

SVG应根据GB 2894-2008及组成器件的要求明确相关警告标志和符号。

### 6.3.3 防护与接地

1.SVG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 $0.05\ \Omega$ 。

2.SVG内保护电路的所有部件的设计应保证它们足以耐受SVG在安装场所可能遇到的最大热应力和电应力。

3.接地端子应有明显的标识。

#### 6.4 电气间隙与爬电距离

- 1) 装置的电气间隙和爬电距离应符合DL/T 1216-2019中7.2的要求。
- 2) 装置内的元器件应符合各自标准规定，正常使用条件下，应保证其电气间隙和爬电距离。装置不同相的裸露带电体之间以及它们与地之间的电气间隙及爬电距离满足表6.3、6.4红色标注。

表 6.3 电气间隙

额定冲击耐受电压 $U_{imp}$ V	最小的电气间隙 mm
≤2500	1.5
4000	3.0
6000	5.5
8000	8.0
12 000	14.0

注：表中数据根据非均匀电场环境和污染等级 3 决定。

表 6.4 爬电距离

额定绝缘电压 $U_i^a$ V	最小爬电距离 mm							
	污染等级							
	1	2			3			
	材料组别 <sup>b</sup>	材料组别 <sup>b</sup>			材料组别 <sup>b</sup>			
	所有材料组	I	II	IIIa 和 IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8
50	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.9
63	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	2.0	2.0
80	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1
100	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	2.0	2.2	2.2
125	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	2.4
160	1.5	1.5	1.5	1.6	2.0	2.2	2.5	2.5
200	1.5	1.5	1.5	2.0	2.5	2.8	3.2	3.2
250	1.5	1.5	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0	4.0
320	1.5	1.6	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0	5.0
400	1.5	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3	6.3
500	1.5	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0	8.0
630	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10.0	10.0
800	2.4	4.0	5.6	8.0	10.0	11.0	12.5	
1 000	3.2	5.0	7.1	10.0	12.5	14.0	16.0	
1 250	4.2	6.3	9.0	12.5	16.0	18.0	20.0	
1 600	5.6	8.0	11.0	16.0	20.0	22.0	25.0	

注 1：相比电痕化指数（CTI）的值根据 GB/T 4207—2012 中所用绝缘材料方法 A 取得。  
 注 2：值来自 GB/T 16935.1—2008，但保持最小值 1.5 mm。  
 注 3：材料组别 IIIb 一般不推荐用于 630 V 以上的污染等级 3。

<sup>a</sup> 作为例外，对于额定绝缘电压 127 V、208 V、415 V/440 V、660 V/690 V 和 830 V，可采用分别对应于 125 V、200 V、400 V、630 V 和 800 V 的较低挡的爬电距离。  
<sup>b</sup> 根据 CTI 的范围值，材料组别分组如下：  
 ——材料组别 I，600≤CTI；  
 ——材料组别 II，400≤CTI<600；  
 ——材料组别 IIIa，175≤CTI<400；  
 ——材料组别 IIIb，100≤CTI<175。

## 6.5 SVG 的介电性能

### 6.5.1 绝缘电阻

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 Ω/V。

### 6.5.2 工频耐压

主电路做工频耐压或工频耐压等效的直流耐压，主电路工频电压耐受水平符合表6.5规定，维持 1 min，漏电流<10mA，应无电击穿或闪络。



表 6.5 试验电压值

额定绝缘电压 $U_i/V$	试验电压（交流方均根值）/V
$U_i \leq 60$	AC1000V 或 DC1414V
$60 < U_i \leq 300$	AC1500V 或 DC2121V
$300 < U_i \leq 690$	AC1890V 或 DC2672V

## 6.6 保护及告警功能

SVG应至少具备上电自检功能、交流输入过电压、欠电压及相序异常保护与告警、交流过流保护与告警、频率保护与告警、缺相保护与告警、散热系统异常及过温保护与报警、短路及过流保护、瞬态过电压保护、直流母线过欠压保护。

### 6.6.1 上电自检功能

SVG应具有上电自检功能，自检异常时闭锁全部动作，并发出告警信息。

### 6.6.2 交流输入过电压、欠电压保护与告警

交流输入电压高于过电压设定值或者低于欠电压设定值时，SVG应立即停止输出，并给出告警指示。  
设备至少可以正常工作在额定电压的 $\pm 20\%$ 范围内。

### 6.6.3 交流过流保护与告警

SVG输出电流超过保护电流设定值时，SVG应立即停止输出，并给出告警指示。

### 6.6.4 频率保护与告警

SVG输入频率低于欠频率设定值或高于过频率设定值时，SVG应立即停止输出，并给出告警指示。

### 6.6.5 缺相保护与告警

SVG检测到系统电压任何一相缺失时，SVG应立即停止输出，并给出告警指示。

### 6.6.6 散热系统异常及过温保护与告警

SVG检测到内部散热系统异常或温度超过设定值时，SVG应先降额运行，若持续过温，停止输出，并给出告警指示。

### 6.6.7 短路及过流保护

SVG保护采用熔断器进行短路、过流进行保护，熔断器额定电流应不低于1.2倍SVG额定电流。

### 6.6.8 瞬态过电压保护

采用防雷模块作为防雷和防操作过电压保护。

### 6.6.9 直流母线过欠压保护

直流母线电压高于过电压设定值或者低于欠电压设定值时，SVG应立即停止输出，并给出告警指示。

### 6.6.10 升级中断保护

升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不允许出现死机、黑屏、产品无法启动等问题。（烧写器升级除外。此项试验主要为了避免生产、市场升级（APP升级、远程升级、串口升级等）异常导致产品异常不能修复的情况。

说明：保护阈值可能会根据现场的应用情况会调整，请以功能是否正常作为评判的依据。

## 6.7 运行模式要求

### 6.7.1 无功补偿

在此运行模式下，SVG应能在补偿能力范围内，实时监测跟踪电网目标点控制参数的变化而输出相应的无功功率。

### 6.7.2 不平衡补偿

在此运行模式下，SVG应能在限定的控制范围内，实时监测跟踪电网目标点不平衡电流而输出相应不平衡补偿电流，N线输出能力与相线相同。

### 6.7.3 谐波补偿

在此运行模式下，SVG应能在补偿能力范围内，实时监测跟踪电网目标点谐波变化而输出相应谐波补偿电流。

### 6.7.4 混合补偿

在此运行模式下，SVG应能在补偿能力范围内，可设置无功、不平衡、谐波等几种补偿方式的组合，以适应现场多工况的补偿需求。

## 6.8 运行性能要求

### 6.8.1 补偿响应时间

SVG的补偿响应时间不大于30ms(从补偿对象开始突变到SVG输出达到目标值的90%所需要的时间)。

### 6.8.2 补偿性能

#### 6.8.2.1 无功补偿性能

应在额定容性无功和额定感性无功之间连续调节，补偿需量不低于额定补偿容量50%，补偿后的无功功率补偿率不低于90%。

#### 6.8.2.2 不平衡补偿性能

在SVG的允许补偿容量范围内（补偿需量不低于允许补偿容量的50%）不平衡电流补偿率不低于90%。

#### 6.8.2.3 谐波补偿性能

在设备谐波允许补偿容量范围内，在设备谐波允许补偿容量范围内，装置总谐波补偿率不低于70%，单次谐波补偿率不低于80%。

### 6.8.3 输出限流能力



当系统的补偿需量超过SVG允许的最大输出能力时，SVG自动限定输出电流至额定输出电流。

#### 6.8.4 电流畸变率

SVG不进行谐波补偿时，额定容量下输出电流总谐波畸变率应小于4%。

#### 6.8.5 温升

温升限值应符合DL/T1216-2019中8.6.5的要求。对于SVG而言，其内部关键器件温升要求如下表。

表 6.6 II 系静止无功发生器各部位的极限温升

部位名称	温升限制(K)
电感	80
IGBT 散热器	60
电解电容	30
熔断器	70

#### 6.8.6 额定损耗

SVG在容感性100%容量的额定损耗应不大于额定容量的3%。

#### 6.8.7 噪声

在额定负载和周围环境噪声不大于40dB的条件下，距离噪声源水平位置1 m处，测得的SVG噪声最大值不应大于70dB（只针对单模块）。

### 6.9 电气性能试验（研发自测）

#### 6.9.1 电源性能

表 6.7 电源测试实验方法

试验项目	试验方法
电源缓升变化	将设备从 0V 缓慢匀速上升至额定电压，上升时间为 30min，当产品达到额定工作电压后应正常工作，无数据丢失、数据显示错乱、死机等现象。
电压跌落	产品三相供电，温度 50（-40）℃，电压 1.2U <sub>n</sub> ，全跌，持续 20s，上电 20s，试验 2000 次，试验后设备应正常工作
电压随机跌落	电压随机跌落：产品额定电压供电，使用“电压随机跌落工装”对试验样品测试，测试时间 12 小时，试验后设备应正常工作
电压逐渐变化	待机状态下，电压在 60s 内从 1.1U <sub>n</sub> 均匀地下降至 0V，再以相同的时间从 0V 均匀地上升到 1.1U <sub>n</sub> ，反复进行 10 次，试验后设备应正常工作
485 带载能力	设备处于发送状态下，在 A、B 线间外接负载阻抗 375 Ω 时，设备输出差模电压 V <sub>AB</sub>  ≥1.5V。

### 6.10 通信及通讯功能

SVG应按用户需求选装4G、RS485、蓝牙等标准化通讯接口，可以传输电压、电流、功率因数等数据，所支持的协议由生产制造厂家与用户自行协商。

## 6.11 电气参数测量功能

### 6.11.1 测量值测试

电网电压有效值的相对误差不高于 1% ( $U > 110V$ )；CT 接在负载侧，电流  $I > 25\%$  设备满功率补偿电流有效值（即  $I > 11.25A$ ），负载电流有效值的绝对误差不高于 1A，补偿电流有效值的绝对误差不高于 2A。

### 6.11.2 功率测试

CT 接在负载侧，负载侧三相有功功率、无功功率和视在功率的绝对误差低于 0.5kW/kvar/kVA。

### 6.11.3 谐波测试

CT 接在负载侧，试验设备发出 2~50 次任意次谐波电流，在谐波电流超过 CT 量程的 5%时，谐波有效值的绝对误差不大于 2A。

## 6.12 人机交互功能

SVG应具备三相功率因数、三相电压、三相电流等电参数的显示功能，设备运行相关参数设定、保护阈值设定等，并设有电源指示、故障指示等。显示可以通过显示屏和通过蓝牙连接手机APP显示。

## 6.13 节能模式

SVG在电网处于低负载率情况下，设备需要进入不投运模式，待电网负载率高时再启用。负载率阈值可以通过显示屏或蓝牙设置，依据所设定负载率SVG自动投入切出。

SVG在不平衡、无功模式下，在负载所含无功电流或不平衡电流低于设定时，设备进入不投运模式，待负载电流增大后自行恢复投入运行。设备无功及不平衡的电流阈值可以通过显示屏或蓝牙设置。

## 6.14 定时开关机功能

SVG可以通过手机APP设置设备的开机和关机时间，开关机时间可以每日重复。到达开机时间后设备自动开机运行，到达关机时间后设备自动进入待机模式。

## 6.15 多机并联功能

SVG模块可互相满功率并联运行，运行中不出现谐振等异常问题。SVG模块最多支持8台设备同时并机运行。

多机并联时，SVG可以本地设置模块序号，多台设备根据序号，互相自动组网通信，以序号1为主机。相同运行模式的设备自动平均分配出力。

## 6.16 相序自适应

SVG安装点的电网相序很难保证ABC顺序，可能存在相序接错的情况。SVG应能在相序错接的情况下自行调整，正常实现无功、谐波和不平衡治理功能。

## 6.17 支持 SVG+电容运行模式

SVG应具有电容控制接口。当SVG与电容配合使用时，SVG可以控制电容投切，以节省电容投切控制器。SVG可以配合电容控制模块控制普通电容器投切。当控制智能电容器时，可以通过485方式控制智能电容器投切，控制智能电容器需要有配套的通信协议。

## 6.18 电磁兼容性能

### 6.18.1 承受射频电磁场辐射干扰的能力

试验SVG带载能力范围内，SVG应能承受GB/T 17626.3-2006中规定的严酷等级为3级的射频电磁场辐射抗扰度试验。

扫频参数：频率范围80MHz~1GHz，1.4GHz~2GHz，80%AM调制，调制频率1kHz，扫频步长1%，驻留时间1s。

极化方向：水平、垂直。

测试距离：3m。

1.试验过程：EUT放置于10V/m均匀场中，观察设备工作状态。

2.验收准则：试验中，SVG允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，SVG应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

### 6.18.2 承受电快速瞬变脉冲群干扰的能力

试验SVG带载能力范围内，SVG应能承受GB/T 17626.4-2006中规定的严酷等级为3级的电快速瞬变脉冲群干扰能力试验。

1.试验过程：在EUT的交流电源输入端口施加峰值电压2kV，重复频率5kHz/100kHz脉冲群波形。持续时间1min。

2.验收准则：试验中，SVG允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，SVG应能正常补偿无功、谐波、不平衡等电流，温升、电流畸变率等性能不受影响。

### 6.18.3 承受静电放电干扰的能力

试验SVG带载能力范围内，SVG应能承受GB/T 17626.2-2006中规定的严酷等级为3级的静电放电干扰能力试验。

1.放电方式：接触放电/空气放电

2.严酷等级：±6kV/±8kV 正负极各10次 放电间隔1s。

3.放电部位：使用和操作人员正常使用时所能接触到的点和面。

4.验收准则：试验中，SVG允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，SVG应能正常补偿无功、谐波、不平衡等电流，温升、电流畸变率等性能不受影响。

### 6.18.4 承受浪涌（冲击）干扰的能力

试验SVG带载能力范围内，SVG应能承受GB/T 17626.5-2006中规定的严酷等级为4级的浪涌（冲击）干扰能力试验。

1.试验过程：在EUT的交流电源输入端口：线对地（共模），电压峰值4kV；线对线（差模），电压峰值2kV，开路电压波形1.2/50us。1min 1次，正负极性各做5次。试验电压由低等级增加到规定的试验等级，较低等级均应满足要求。

2.验收准则：试验中，SVG允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，SVG应能正常补偿无功、谐波、不平衡等电流，温升、电流畸变率等性能不受影响。

3.研发自测：可承受1.2/50us差模15kV，共模20kV组合波；10kV情况下10kA的电流波。

#### 6.18.5 振铃波抗扰度

试验装置带载能力范围内，装置应能承受GB/T 17626.12-2013中规定的严酷等级为3级的振铃波干扰能力试验。

1) 试验过程：试验电压：线对地4kV，线对线2kV；干扰信号频率：100kHz；阻抗值：12Ω；瞬态重复率：60s；相位角：0°、90°、180°、270°；试验次数：正负极性各5次。

2) 试验方法：装置处在零电流运行工作状态，按试验等级规定的试验值，通过耦合/去耦网络将干扰信号施加到电源端口上，观察装置的工作状态。

3) 验收准则：功能或性能暂时丧失或降低，但在骚扰停止后能自行恢复，不需要操作者干预。

#### 6.19 环境可靠性试验

##### 6.19.1 环境温度性能试验

SVG设备应在5.1规定的环境温度条件下满功率运行测试，证明符合温度运行条件。设备需要在-40℃情况下和+40℃情况下满功率运行24h以上，运行过程中设备不能出现故障、停机、降额等情况。

##### 6.19.2 交变湿热（研发自测）

装置应能承受GB/T 2423.4-2008中规定的交变湿热（12h+12h循环）试验。

试验条件要求：实验样品应在不包装、不通电、准备使用状态或按有关标准的规定放入试验箱中。

1) 产品送入交变湿热箱体后，将箱体温度调至在25℃±3K，并保持到该实验样品达到温度稳定为止。样品在试验箱内稳定之后，箱内相对湿度应升到不小于95%，环境温度为25℃±3K；

2) 3小时内，温度升至55度，该阶段相对湿度应不小于95%，最后15min内的相对湿度应不小于90%；

3) 温度保持在55℃±2K，直至从循环开始的12h±30min为止；

4) 温度应在3h-6h内降到25℃±3K，相对湿度不小于80%；

5) 温度保持在25℃±3K，同时相对湿度不小于95%，直至24小时一个循环结束；

6) 在1h内将相对湿度降到（75±2）%，再将温度调整至实验室温度。

7) 循环6个周期。

然后将产品从箱体里取出，静置24小时后上电，产品功能性能应正常。

##### 6.19.3 振动试验

对装置进行振动试验，参照标准GB/T 2423.10-2019 环境试验第2部分中的试验要求进行试验。

##### 6.19.4 高温耐久试验(研发自测)

额定电压，正常带载运行，高温40℃，200小时，设备正常运行，期间允许可恢复性的功能丧失，试验结束设备性能功能应正常。

#### 6.19.5 包装试验

设备包装实验应满足《Q / DX D121.009-2020 青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部技术规范-包装运输试验标准 V1.0(20200131)》

##### 6.19.5.1 模拟汽车颠簸试验

执行标准：Q/DX D121.009-2020-3.3

内容：包装箱进行汽车颠簸验证，时速241，时长60min，频率5-6hz。

##### 6.19.5.2 跌落试验

按Q/DX D121.009-2020-3.1跌落试验方法带包装进行自由跌落之后，不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，且功能正常。

试验跌落高度随包装品的重量不同而变化，从表6.9

中找出包装品的重量来决定跌落高度。

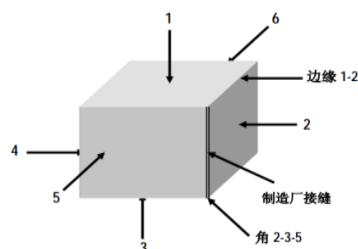


表6.9

包装重量 m(kg)	跌落高度(mm)
$m < 10$	760
$10 \leq m < 19$	610
$19 \leq m < 28$	460
$28 \leq m < 45$	310
$45 \leq m < 68$	200
$m \geq 68$	200

试验应按照表6.10中的次序。

表6.10

次序号	方位	特定的面、边或角
1	角	角 2-3-5
2	边	边 3-6
3	边	边 3-4
4	边	边 4-6
5	面	面 5
6	面	面 6
7	面	面 2
8	面	面 4

9	面	面 3
10	面	面 1

## 7 试验方法

### 7.1 试验条件

#### 7.1.1 一般要求

SVG 的一切试验和测量，除另有规定外，均应在本规范 7.1.2 和 7.1.3 规定条件下进行。

#### 7.1.2 试验电源条件

试验和测量所使用的交流电压的频率为  $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ ，电压的总谐波畸变率不超过 5%，电压偏差不超过  $\pm 3\%$ ，三相电压不平衡度不超过 0.5%。

#### 7.1.3 试验的标准大气条件

试验的标准大气条件包括：

- a) 海拔：2000 m 及以下；
- b) 环境温度： $+5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 相对湿度：45%~75%；
- d) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

### 7.2 试验项目

#### 7.2.1 外观及结构检查

用目测和仪器测量的方法进行检查 SVG 的外观和结构，应满足本规范 6.1 和 6.2 的要求。

#### 7.2.2 外壳防护等级验证

按 GB/T 4208-2008 规定的方法进行验证 SVG 的防护等级，应满足本规范 6.3.1 的要求。

#### 7.2.3 安全防护测试

检查 SVG 的安全标识，应满足本规范 6.3.2 的要求。

采用接地电阻测试仪通 10A 电流，测量各接地点与主接地点间的电阻，其电阻值应满足本规范 6.3.3 的要求。

#### 7.2.4 介电性能试验

##### 7.2.4.1 绝缘电阻测试

用电压不低于 500V 的绝缘测量仪器进行绝缘电阻测量，测量部位为相导体与地之间，其测量值应满足不小于  $1000\ \Omega/\text{V}$ 。

试验方法：

- a) 使用绝缘电阻测试仪或绝缘摇表，将受试设备的 ABCN 短接，接正表笔，PE 接负表笔，使



用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。

- b) 将受试设备的模拟量采集口（A1、A2、B1、B2、C1、C2）短接，接正表笔，PE 接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- c) 将受试设备的弱电端子（GND、4G\_5V、...GND、24V）短接，接正表笔，PE 接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- d) 将受试设备的弱电端子（24V、GND、...ES\_KEY、GND）短接，接正表笔，PE 接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- e) 将受试设备的网口全部线缆短接，接正表笔，PE 接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- f) 将受试设备的 ABCN 短接，接正表笔，弱电端子（GND、4G\_5V、...GND、24V）短接接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- g) 将受试设备的 ABCN 短接，接正表笔，弱电端子（24V、GND、...ES\_KEY、GND）短接接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- h) 将受试设备的 ABCN 短接，接正表笔，模拟量采集口（A1、A2、B1、B2、C1、C2）短接接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。
- i) 将受试设备的 ABCN 短接，接正表笔，网口全部线缆短接接负表笔，使用 500V 档位，测量、记录绝缘电阻值。

#### 7.2.4.2 工频耐压试验

拆除防雷部分的接地螺丝，测试耐压，在试验过程中，满足本规范 6.5.2 要求，则此项试验通过。

技术要求：主回路接口、模拟量采集接口、485 通信接口、设备地，两两之间应能承受工频 2.5kVAC/开 5 级电弧检测的耐压试验，历时 1min。漏电流要求小于 10mA，且装置应无击穿、闪络及元器件损坏现象。

试验方法：

- a) 拆除浪涌防护电路接地螺丝。
- b) 设定耐压分析仪，电压上升时间 5s，电压持续时间 60s，电压下降时间 5s，测试电压 2.5kV，漏电流上限值 10mA，下限值 0mA，开 5 级电弧检测。
- c) 使用耐压测试仪，将受试设备的 ABCN 短接，接耐压测试仪的正表笔，PE 接摇表负表笔，使用 2.5kV 档位，点测量，记录漏电流。
- d) 使用耐压测试仪，将受试设备的模拟量采集口（A1、A2、B1、B2、C1、C2）短接，接耐压测试仪的正表笔，PE 接摇表负表笔，使用 2.5kV 档位，点测量，记录漏电流。
- e) 使用耐压测试仪，将受试设备的弱电端子（GND、4G\_5V、...GND、24V）短接，接耐压测试仪的正表笔，PE 接耐压测试仪负表笔，使用 2.5kV 档位，点测量，记录漏电流。
- f) 使用耐压测试仪，将受试设备的弱电端子（24V、GND、...ES\_KEY、GND）短接，接耐压测试仪的正表笔，PE 接耐压测试仪负表笔，使用 2.5kV 档位，点测量，记录漏电流。
- g) 使用耐压测试仪，将受试设备的网口全部线缆短接，接耐压测试仪的正表笔，PE 接耐压测试仪负表笔，使用 2.5kV 档位，点测量，记录漏电流。
- h) 使用耐压测试仪，将受试设备的 ABCN 短接，接耐压测试仪的正表笔，模拟量采集口（A1、

A2、B1、B2、C1、C2) 短接接耐压测试仪负表笔, 使用 2.5kV 档位, 点测量, 记录漏电流。

- i) 使用耐压测试仪, 将受试设备的 ABCN 短接, 接耐压测试仪的正表笔, 弱电端子 (GND、4G\_5V、...GND、24V) 短接接耐压测试仪负表笔, 使用 2.5kV 档位, 点测量, 记录漏电流。
- j) 使用耐压测试仪, 将受试设备的 ABCN 短接, 接耐压测试仪的正表笔, 弱电端子 (24V、GND、...ES\_KEY、GND) 短接接耐压测试仪负表笔, 使用 2.5kV 档位, 点测量, 记录漏电流。
- k) 使用耐压测试仪, 将受试设备的 ABCN 短接, 接耐压测试仪的正表笔, 网口全部线缆短接接耐压测试仪负表笔, 使用 2.5kV 档位, 点测量, 记录漏电流。

#### 7.2.5 保护及告警功能试验

SVG 的保护及告警功能试验按照本规范 6.6 进行各种保护功能试验, 进行试验时, 应在主电路上模拟被保护 SVG 的异常状态, 或在二次回路上设定等价故障信号。保护 SVG 在整定范围内应能正常动作, 并按照本规范 6.6 发出相应告警信息。每种保护功能的试验次数不少于 3 次。保护动作精度偏差满足 6.6 的要求。

##### 7.2.5.1 上电自检功能

SVG 应具有上电自检功能, 自检异常时闭锁全部动作, 并发出告警信息。

##### 7.2.5.2 交流输入过电压、欠电压保护与告警

试验方法:

- 1) 设置电网电压为 264V, 超过设备保护阈值, 待机模式下设备报过压故障, 后恢复额定电压设备自动恢复正常;
- 2) 设置电网电压为 176V, 待机模式下设备报欠压故障, 后恢复正常电压, 故障自动消除, 恢复正常;

##### 7.2.5.3 交流过流保护与告警

试验方法:

设置逆变过流保护阈值为额定值的峰值电流 64A, 后满功率运行, 会报过流故障, 复位参数可以正常运行;

##### 7.2.5.4 频率保护与告警

试验方法:

- a) 调节试验电源频率, 使电源频率高于装置频率上限阈值(55Hz), 观测是否能够停机, 报电网频率越上限;
- b) 调节试验电源频率为装置额定频率(50Hz), 观测电网频率越上限故障自动消除, 设备运行正常, 设备在待机和运行下保护均有效, 保护阈值偏差在技术要求允许范围内;
- c) 调节试验电源频率, 使电源频率低于装置频率下限阈值(45Hz), 观测是否能够停机, 报电网频率越下限;
- d) 调节试验电源频率为装置额定频率(50Hz), 观测电网频率越下限故障自动消除, 设备运行正常, 设备在待机和运行下保护均有效, 保护阈值偏差在技术要求允许范围内;



#### 7.2.5.5 缺相保护与告警

SVG检测到系统电压任何一相缺失时，SVG应立即停止输出，并给出告警指示。

#### 7.2.5.6 散热系统异常及过温保护与告警

试验方法:

- a) 调节进风口风量，使设备温度上升；
- b) 当 IGBT 温度到达过温降额阈值(90)时，设备电流是否降额到 60%；
- c) 继续保持装置运行，当 IGBT 温度超过过温阈值(95)时，观测设备是否停机，报过温故障，保护阈值偏差在技术要求允许范围内；
- d) 设备停机后故障能够自动恢复，设备继续运行

#### 7.2.5.7 短路及过流保护

AUC保护采用熔断器进行短路、过流进行保护，熔断器额定电流应不低于1.2倍SVG额定电流。

#### 7.2.5.8 瞬态过电压保护

采用防雷模块作为防雷和防操作过电压保护。

#### 7.2.5.9 直流母线过欠压保护

试验方法:

- a) 观测运行时母线电压幅值(800)，调节过压阈值(700)低于当前运行的母线电压，观测是否能够停机，报直流母线过压保护，保护阈值偏差在技术要求允许范围内；
- b) 恢复过压保护阈值，设备停机后故障能够自动恢复，设备运行正常；
- c) 更改三相电压值使其母线电压低于 500，后设备报直流母线欠压故障，
- d) 恢复欠压保护阈值，设备停机后故障能够自动恢复，设备运行正常；

#### 7.2.5.10 升级中断保护

升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不允许出现死机、黑屏、产品无法启动等问题。（烧写器升级除外。此项试验主要为了避免生产、市场升级（APP升级、远程升级、串口升级等）异常导致产品异常不能修复的情况。

### 7.2.6 试验平台及 SVG 运行模式验证

SVG 的试验平台示意图如图 7.1 所示，试验需配置负载扰动源，能根据试验需求产生无功电流、不平衡电流或谐波电流。

根据本规范的 6.7 要求验证 SVG 的几种运行模式：无功补偿，不平衡补偿（可选），谐波补偿（可选），以及混合补偿模式（可选）。

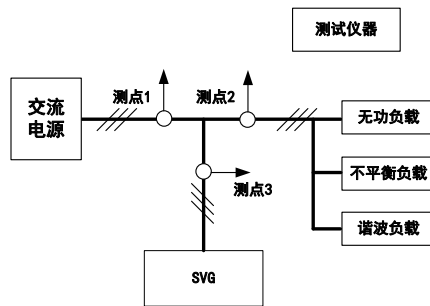


图 7.1 试验平台示意图

试验所需的测试仪器应具备以下一项或多项测量功能（根据试验内容）：

- a) 三相电压、电流有效值及波形；
- b) 三相有功功率、无功功率、视在功率、功率因数；
- c) 三相电压、电流的不平衡分量和不平衡度；
- d) 2~50 次电压、电流谐波幅值及含有率。

#### 7.2.7 工作电压范围试验

SVG 开机后,调节试验电压至 SVG 下限正常工作电压 177V(阈值 176V)和上限正常工作电压 263V (阈值 264V) 维持 1min 以上, SVG 应能稳定运行, 期间 SVG 不应出现闭锁或退出运行。当调节试验电压超过工作电压范围时, SVG 应立即停止输出, 试验结果应满足本规范 5.3 的要求。

说明：工作电压可能会根据现场的应用情况会调整。

#### 7.2.8 补偿响应时间试验

补偿响应时间试验按以下步骤进行：

- a) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载；
- b) 试验时，应保证负载处于工作状态，设置 SVG 为自动无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使其阶跃输出 SVG 额定容量的感性或容性无功功率；
- d) 在试验期间，用测试仪器分别测量测点 2 和测点 3 的电压、电流波形；
- e) 按照 3.7 的定义，根据记录的数据分析 SVG 的补偿响应时间，应小于 30ms。

0kvar~30kvar(0A~45A)
30kvar ~0kvar(45A~0A)
0kvar~~30kvar(0A~~45A)
-30kvar ~0kvar(-45A~0A)
30kvar ~~30kvar(45A~~45A)
-30kvar ~30kvar(-45A~45A)

#### 7.2.9 补偿能力试验

##### 7.2.9.1 无功补偿能力试验

无功补偿能力试验按以下步骤进行：

- a) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载；
- b) 试验时，应保证负载处于工作状态，设置 SVG 为自动无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使其输出的无功功率值为 SVG 额定容性无功容量和额定感性无功容量的 50%、75%、100%；
- d) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的无功功率，计算无功功率补偿率，补偿性能应满足 90% 以上。

#### 7.2.9.2 不平衡补偿能力试验

不平衡补偿能力试验按以下步骤进行：

- a) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为三相不平衡负载；
- b) 试验时，应保证负载处于工作状态，设置 SVG 为不平衡补偿模式；
- c) 调节不平衡负载，使其输出的不平衡电流分别为 SVG 额定允许补偿容量的 50%、75%、100%。
- e) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的电流不平衡度，计算不平衡电流补偿率，补偿性能应满足 90% 以上。

#### 7.2.9.3 谐波补偿能力试验

技术要求：在装置的谐波补偿能力范围内，装置总谐波补偿率不低于 70%，单次谐波补偿率不低于 80%，暂不支持补偿大于 30A 容性的负载谐波。

谐波补偿能力试验按以下步骤进行：

- a) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为谐波负载；
- b) 试验时，应保证负载处于工作状态，设置 SVG 为谐波补偿模式；
- c) 调节谐波负载，使其输出的谐波电流分别为 SVG 额定允许容量的 50%、75%、100%，且负载的谐波频次应至少包括 3、5、7、9、11、13 次；负载谐波电流可以是单次谐波，也可用 6 个谐波混合。
- d) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的谐波电流，计算谐波电流补偿率，装置总谐波补偿率不低于 70%，单次谐波补偿率不低于 80%，暂不支持补偿大于 30A 容性的负载谐波。

#### 7.2.10 输出限流能力试验

输出限流能力试验按以下步骤进行：

- a) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载；
- b) 试验时，应保证负载处于工作状态，设置 SVG 为无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使 SVG 输出最大补偿电流，然后继续增加无功负载的电流，SVG 应能自动限定输出电流，输出限制在 45A。

#### 7.2.11 电流畸变率试验

SVG 输出额定容性和感性无功，测量其输出电流谐波畸变率应小于 4%。

#### 7.2.12 温升试验

SVG 在额定容性无功或额定感性无功运行条件下，监测 SVG 部件及连接点的温度以及周围空气温度，当温度变化连续 1h 不超过 1K/h 时，认为温度达到稳定，温升应满足标准 6.8.5 规定。

测量 SVG 的周围空气温度时，至少应用两个温度计或热电偶均匀布置在 SVG 的周围，在高度约等于 SVG 的 1/2，距 SVG 1m 远的位置进行测量，然后取它们读数的平均值即为 SVG 的周围空气温度。

测量时应防止空气流动和热辐射对测量仪器的影响。

技术要求：

- a) 被测设备满功率运行，软件不能有降额，风扇必须满转测温升。
- b) 被测温升设备的摆放需与现场实际环境摆放一致。
- c) 户外型设备需要在满功率运行时进行太阳辐射测试，若设备体积太大无法使用测试仪器测试，应选择户外光照强度最强时测试。
- d) 被测设备测温点布置可参考下表。

测温点布置参考表：

单元	测温点	备注
滤波单元	共模电感线圈	测温点布置在背风处，根据无功和不平衡模式分别关注相线和零线温升；可多布置几个测温点，以便测量的温度为最高温度
	共模电感磁环	
	逆变电感线圈	背风处
	逆变电感磁环	
	滤波电容	
储能单元	母线薄膜电容表面	
	母线电解电容中心	在初版测试时测试
	母线电解电容表面	根据距离风扇远近、遮挡程度、密集程度、周边是否有发热器件、距离对外连接点远近，选择被测电容；单个电容的测温点布置应选择在背风面。
	母线电解电容周边温度	
功率单元	功率板上大电流敷铜或连接铜排	载流密度较大处
	功率板上吸收电容	
	IGBT	模块型 IGBT 可通过模块内部电阻测量；单管型 IGBT 可布置在塑壳位置，不要影响与散热器的贴合。
	散热器	
开关电源	变压器	
	主 MOS	
主回路其他器件	保险丝	
	充电电阻	需给被测设备多次通断电，使用热成像仪测试
	霍尔传感器	
	继电器	二次线圈位置

机箱内器件	断路器	触点连接附近外壳位置
	铜排	螺丝固定位置
空气温度	腔体温度	上腔、中腔、下腔
	进风口	
	出风口	
	环境温度	距离被测设备 1m 处，无其他发热源

### 7.2.13 损耗试验

损耗试验按以下步骤进行：

- 噪声考虑到电能质量产品的无功占比较大，电流和电压的夹角接近 90 度，互感器的相位精度对整个设备的有功损耗结果影响极大，普通的电表及电能质量分析仪已经不能满足无功设备的有功损耗测试要求，所以必须使用功率分析仪对设备进行有功损耗的测试。
- 需要测量设备容感性 100%容量的损耗（可设置为手动补偿模式进行设置）。
- 设备需达到热平衡后进行损耗的测试。建议 10kvar-35kvar 设备 2h 以上，50kvar-100kvar 设备满功率 4h 以上。

### 7.2.14 噪声测试

在 SVG 输出额定容量的无功功率、散热系统正常运行工况下，按照 GB/T 10233-2005 中 4.13 规定的测试方法进行试验，测量频率范围为 2~20 kHz 频段，测试结果应符合 70dB 以下。

### 7.2.15 电气性能(研发自测)

SVG应按照本规范6.9要求对装置电气性能进行测试并满足相应的要求。

### 7.2.16 通信及通讯功能

SVG 的通信及通讯功能试验依据本规范的 6.10 要求进行。SVG 应能按设定时间间隔采集三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、零线电流等数据，并具有数据传输功能。SVG 应按用户需求选装 4G，RS485(Modbus 规约)，蓝牙等标准化通讯接口，所支持的协议由生产制造厂家与用户自行协商。

#### 7.2.16.1 蓝牙通信测试

通过手机 APP 连接设备，进入研发模式。

- 查看测量值是否正常刷新

进入“测量值”页，查看电网电压、电流、功率因数等参数刷新是否正常，参数值是否在允许范围。

- 设置参数能否正常下发

进入“现场应用”，设置 CT 变比、CT 位置、补偿模式，设置后是否返回“设置成功”。

- 读取历史数据是否正常

进入“事件”页，“历史事件”，读取最近 100 条事件，点击“导出”，等待 20s，查看事件

信息是否显示。

d) 测试升级操作

进入“控制参数”-“调试参数”，选择设备对应的升级文件，点击“升级”。等待文件发送完成后设备重启，如重启，说明升级成功。

#### 7.2.16.2 4G 通信测试

使用设备对应的4G模块（485接口），提前设定行政区域码和终端地址，通过上位机或主站进行测试。

- a) 用主站对当前设备数据进行召测，查看是否有数据返回。
- b) 进入“设备管理”页，选择相关参数页，先执行“召测”，修改对应参数后点“下发”，查看是否下发生效（可用 APP 对应进行检查）。
- c) 通过上位机进行远程程序升级，查看设备是否生效重启。

#### 7.2.16.3 显示屏通信测试

- a) 显示屏“测量值”刷新是否正常，参数是否正确。  
查看电网电压、电流、功率因数等数据是否在范围内。
- b) 现场应用和控制参数内的参数是否可下发。  
修改补偿模式、CT 变比等数据，是否设置成功，开机、关机是否能将设备运行和停机。
- c) 显示有无通信超时情况。  
如果存在通信超时，说明显示屏和设备程序不匹配或者程序存在问题。

#### 7.2.16.4 对外 485 通信测试

- a) 通过上位机 PQ\_platform 测试程序升级操作。加载升级文件，等待程序升级完成后，检查设备是否重启，读取版本是否显示升级后版本。
- b) 通过上位机 PQ\_platform 测试数据监控功能，检查设备数据是否正常监测。

#### 7.2.17 电气参数测量功能

SVG 的电气参数测量功能试验依据本规范的 6.11 要求进行，SVG 正常工作过程中测量任意时刻三相电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数，验证与 SVG 仪表上显示的参数一致。

##### 测量值测试：

- a) 试验负载为无功电流负载；
- b) 试验时，应保证装置处于工作状态，设置装置补偿模式为无功补偿模式，根据设备的容量，调节负载输出电流大小；
- c) 以装置额定输出电流的大小为基准，分别设定容性 50%、感性 50%、容性 100%以及感性 100%的电流作为负载输出电流；
- d) 利用功率分析仪测试电网电压、负载电流以及设备输出电流的有效值，并与装置检测的结果进行对比。

##### 功率测试：



- a) 试验负载为电子负载等可以发出三相正反有功的装置，CT 挂在负载侧；
- b) 试验时，应保证装置处于工作状态，根据试验负载发出的电流特性，设定相应的补偿模式；
- c) 试验负载各相发出不低于 1kW 的有功功率和不低于 1kvar 的无功功率；

利用功率分析仪测试负载侧三相有功功率、无功功率和视在功率，并与装置检测的结果进行对比。

#### 7.2.18 人机交互功能

SVG 的人机交互功能试验依据本规范的 6.12 要求进行。SVG 应具备三相功率因数、三相电压、三相电流、取样电流互感器变比设定值、过压设定值显示，并设有电源指示、故障指示等。

#### 7.2.19 节能模式

技术要求：设置负荷率阈值、无功电流阈值、不平衡度阈值以及谐波电流阈值。

- a) 在单一补偿模式下，当负荷率与对应模式参数均高于负荷率阈值与对应模式阈值（如无功补偿模式下，对应模式参数均为无功电流，对应模式阈值为无功电流阈值），若负荷率与对应模式参数有一个低于阈值-滞环区间时，则关闭补偿；否则保持上一补偿状态；
- b) 条件 1：若检测得到负载侧的负荷率低于负荷率阈值时，判断关闭补偿；条件 2：若检测得到的负载侧的负荷率高于负荷率阈值+滞环区间时，则需要根据另外两个参数判断是否需要补偿；若检测得到的负载侧的负荷率处于滞环区间内时，则负荷率标志保持上一个标志；
- c) 条件 2 解释：在上述非第一个条件时，需要根据另外两个参数判断是否需要补偿，判断逻辑为：若两个参数的检测值均低于阈值设定值时，则不启用补偿；若至少其中一个参数检测值超过该参数阈值+滞环区间时，则启用补偿；当两个参数检测值均不低于阈值设定值且有参数在滞环区间时，则保持上一个补偿标志。

测试方法：

- a) 按**错误!未找到引用源。**接线，试验负载为无功电流负载、不平衡电流负载、谐波负载及三者的组合负载；
- b) 设定变压器容量，并记录当前的负荷率、无功电流、不平衡度和谐波电流大小；
- c) 分别设定无功补偿模式、不平衡补偿模式，开启补偿装置；
- d) 根据记录的当前数据，调节负荷率阈值、无功阈值、不平衡度阈值，根据大小关系判定设备的启停状态。

#### 7.2.20 定时开关机功能

技术要求：使能自动开机模式下，设定装置每日重复定时开关机，设定开关关机时间，可根据设定时间装置自动开关机。（测试时注意更改开机模式为自动）

测试方法：

- a) 使能定时开关机，设定装置开关机时间，并使能每日重复开关机，观测是否能够在设定时间上进行相关开关机操作；
- b) 使能定时开关机，设定装置开关机时间，观测是否能够在设定时间上进行相关开关机操作；

#### 7.2.21 多机并联

装置的多机并联功能试验依据本规范的 6.15 要求进行。装置控制系统应根据系统无功、谐波变化情况，自动调节装置进行补偿。

注：

①并机补偿首先设置补偿模式，再设置主CT位置变比，选择是否并机，有辅CT设置辅CT变比，设置完毕。

②并机时所有模块补偿模式必须相同；并机时主机模块号只能为1，不支持其他号；

③单CT仅在主CT在网侧，且没有装置CT（辅CT）时使用，仅支持无功、不平衡补偿；

④CT在负载侧时没有单CT模式，默认为CT串接方式；

技术要求：多机并联补偿时，各相同容量设备补偿电流一致，模块间通信正常，当某个模块停机后其余模块能够继续进行补偿，并对补偿电流重新分配，能够继续补偿负载电流，直至模块满载，容量范围内补偿率符合相关企标要求。

测试方法：分为三种

a) 主CT位于网侧且没有装置CT，此时补偿模式为单CT模式，该模式下仅支持补偿无功和不平衡，多模块并机网侧CT仅接于主机1号模块，其余模块通过CAN通信接收补偿电流，使其中一个模块停机，其他模块补偿正常，容量分配正常，容量范围内能将负载电流补偿，补偿率符合相关技术要求；

b) 主CT位于网侧，且串接到各并联模块，辅CT同样串接到各个模块，支持各个模式补偿，使其中一个模块停机，其他模块补偿正常，容量分配正常，容量范围内能将负载电流补偿，补偿率符合相关技术要求；

c) 主CT位于负载侧，CT串接，支持各个模式补偿，使其中一个模块停机，其他模块补偿正常，容量分配正常，容量范围内能将负载电流补偿，补偿率符合相关技术要求。

#### 7.2.22 相序自适应

装置在相序非正常的ABC顺序时，应能自行判断相序并正常运行。

#### 7.2.23 SVG+电容运行模式

装置应符合6.17对SVG+电容模式的要求。

#### 7.2.24 电磁兼容测试

##### 7.2.24.1 射频电磁场辐射抗扰度试验

试验EUT带载能力范围内，EUT应能承受GB/T 17626.3-2006中规定的严酷等级为3级的射频电磁场辐射抗扰度试验。

扫频参数：频率范围80MHz~1GHz，1.4GHz~2GHz，80%AM调制，调制频率1kHz，扫频步长1%，驻留时间1s。

极化方向：水平、垂直。

测试距离：3m。

1.试验过程：EUT放置于10V/m均匀场中，观察设备工作状态。



2.验收准则：试验中，EUT允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，EUT应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

#### 7.2.24.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验依据：GB/T 17626.4-2018《电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验》

试验等级：4级

试验值： 试验电压：±4kV（电源端口）；

干扰信号重复频率：5kHz，100kHz；

干扰信号持续时间：正负极性各60s。

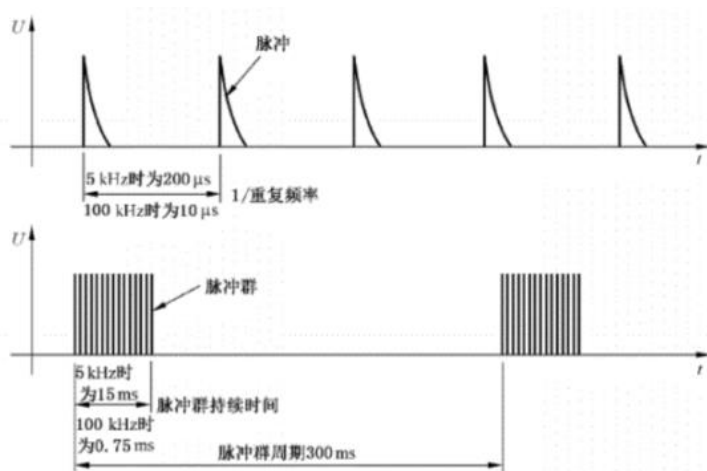


图 7.2 电快速瞬变脉冲群概略图

试验方法：EUT处在零电流运行工作状态，按试验等级规定的试验值，通过耦合/去耦网络将干扰信号施加到电源端口，观察EUT的工作状态。

验收准则：试验中，EUT允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，EUT应能正常补偿无功、谐波、不平衡等电流，温升、电流畸变率等性能不受影响。

试验结果：

试验回路		电源端口
达到的验收准则	共模 5kHz	
	共模 100kHz	

#### 7.2.24.3 静电放电抗扰度试验

试验依据：GB/T 17626.2-2006中规定的严酷等级为3级的静电放电干扰能力试验。

试验等级：3级

试验值： 空气放电：±8kV；接触放电：±6kV

试验方法：

空气放电：EUT 处在零电流运行工作状态，使用圆形放电头对 EUT 可接触的带绝缘涂层的金属外壳、非金属外壳、人机界面、非金属件进行  $\pm 8\text{kV}$  空气放电试验，每个试验点正负极性放电次数不少于 10 次，观察 EUT 工作状态。

接触放电：EUT 处在零电流运行工作状态，使用锥形放电头对 EUT 可接触的金属端子、金属外壳进行  $\pm 6\text{kV}$  接触放电试验，每个试验点正负极性放电次数不少于 10 次，连续单次放电之间的时间间隔为 1s，观察 EUT 工作状态。

验收标准：试验中，EUT 允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，EUT 应能正常补偿无功、谐波、不平衡等电流，温升、电流畸变率等性能不受影响。

#### 7.2.24.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

试验依据：GB/T 17626.5 -2019《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌冲击抗扰度试验》

试验等级：4 级

试验值： 波前时间/半峰值时间：1.2/50us 电压：

试验电压：

共模：4kV，差模：2kV（电源端口）；

相位：  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$

试验方法： EUT 处在零电流运行工作状态，按试验等级要求的试验值，将干扰信号施加在电源端口，1min1 次，正负极性各做 5 次，观察 EUT 的工作状态。

验收标准：试验中，EUT 允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，EUT 应能正常补偿无功、谐波、不平衡等电流，温升、电流畸变率等性能不受影响。

#### 7.2.24.5 振铃波抗扰度试验

试验依据：GB/T 17626.12 -2013《电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验》

试验等级：3 级

试验值：

试验电压：线对地 4kV，线对线 2kV（电源端口）；

干扰信号频率：100kHz；

阻抗值：12  $\Omega$ ；

瞬态重复率：60s；

相位角： $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ ；

试验次数：正负极性各 5 次。

试验方法：EUT 处在零电流运行工作状态，按试验等级规定的试验值，通过耦合/去耦网络将干扰信号施加到电源端口，观察 EUT 的工作状态。

验收标准：试验中，装置允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，装置应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

#### 7.2.25 环境温度性能试验

将SVG按本规范5.1规定的室内或室外型的上下限温度要求进行该项试验。SVG的控制保护系统、隔离电源和功率模块的附属板卡在额定功率下，分别在低温和高温环境条件下，持续运行24h，性能正常。其中低温下设备可以启动。

#### 7.2.26 交变湿热试验

对装置进行交变湿热试验。测试结果应符合本规范6.19.2的要求。

#### 7.2.27 振动试验

试验依据：《GB/T 2423.10-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振荡(正弦)》

试验参数：

振动试验的严酷等级由三个参数共同确定，即频率范围、振动幅值和耐久试验的次数，参数表见

AUC10设备试验参数如下：

频率范围：10Hz~55Hz；

加速度：5m/s<sup>2</sup>；

扫描次数：20次/轴；

试验方向：X、Y、Z轴

#### 7.2.28 高温耐久试验

对装置进行高温耐久试验。测试结果应符合本规范6.19.4的要求。

#### 7.2.29 包装试验

设备包装实验应满足《Q / DX D121.009-2020 青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部技术规范-包装运输试验标准 V1.0(20200131)》

##### 7.2.29.1 模拟汽车颠簸试验

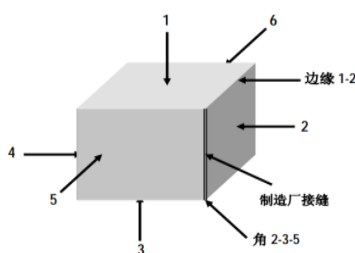
对装置进行模拟汽车颠簸试验。测试结果应符合本规范6.19.5.1的要求。

##### 7.2.29.2 跌落试验

对装置进行自由跌落试验。测试结果应符合本规范6.19.5.2的要求。

试验跌落高度随包装品的重量不同而变化，从下表找出包装品的重量来决定跌落高度。

跌落试验高度选择



包装重量 m (kg)	跌落高度 (mm)
m < 10	760
10 ≤ m < 19	610
19 ≤ m < 28	460
28 ≤ m < 45	310
45 ≤ m < 68	200

$m \geq 68$ 

200

试验应按下表中的次序。

跌落试验边角选择

次序号	方位	特定的面、边或角
1	角	角 2-3-5
2	边	边 3-6
3	边	边 3-4
4	边	边 4-6
5	面	面 5
6	面	面 6
7	面	面 2
8	面	面 4
9	面	面 3
10	面	面 1

## 8 检验规则

### 8.1 试验分类

产品试验一般分型式试验、出厂试验，见表8.1。

表8.1

II 系低压静止无功发生器(SVG)产品检测项目								
说明：								
1、生产功能测试+QA/IPQC 抽检=全项功能测试，功能项不应该有漏项								
2、试验项目各产品线根据自己实际需求可增加或者删减								
3、√”表示全检验收的项目，a 表示功能检验时，只检数据通信、参数配置和控制功能；“√*”表示抽样验收的项目。								
序号	试验项目		研发 D 版本样 机自测	研发设计变更 自测	生产功能检测	新品质量全性能 试验(3台)	设计变更型式 试验(3台)	生产 QA/IPQC 抽 检
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量
1	一般检查	外观与结构检查	√	√	√ a	√		√ *
2	安全防护	防护等级	√	√		√		
		安全防护测试	√	√		√		
3	功能要求	保护及告警功能	√	√		√	√	
4		运行模式	√	√	√ a	√	√	
5		通信功能	√	√	√ a	√	√	

6		通讯功能						
7		电气参数测量	√	√		√	√	
8		人机交互	√	√		√	√	
9		低负载率待机	√	√		√	√	
10		定时开关机	√	√		√	√	
11		多机并联	√	√		√	√	
12		相序自适应	√	√		√	√	
13		SVG+电容运行						
14		性能要求	介电性能	√	√	√ a	√	√
15	工作电压范围		√	√		√	√	
16	响应时间		√	√		√		
17	补偿能力		√	√		√	√	√ *
18	无功补偿性能		√	√	√ a	√	√	√ *
19	输出限幅		√	√		√	√	
20	电流畸变率		√	√		√	√	
21	温升试验		√	√	√ a	√	√	√ *
22	损耗试验		√	√		√		
23	噪声试验		√	√		√	√	
24	电源性能		√	√				
25	谐波电压影响		√	√				
26	机械操作							
27	电磁兼容	静电放电抗扰度 试验	√	√		√	√	
28		射频电磁场辐射 抗扰度试验	√	√		√	√	
29		浪涌（冲击）抗 扰度试验	√	√		√	√	√ *
30		电快速瞬变脉冲 群抗扰度试验	√	√		√	√	
31		振铃波抗扰度	√	√		√	√	
32		射频感应的传导 骚扰抗扰度试验	√	√				
33		传导骚扰	√	√				
34	可靠性试 验	环境温度性能	√	√		√	√	
35		交变湿热	√	√			√	
36		模拟汽车颠簸	√	√		√	√	√ *

37		跌落试验	√	√		√	√	
38		振动试验	√	√		√	√	√ *
39		高温耐久试验	√	√			√	
40		包装试验	√	√		√	√	√ *
41	生产	版本读取试验	√	√	√ a			√ *
42		整机功能试验	√	√	√ a			√ *
43		生产工艺说明	系统审 批	系统审 批	√ a			√ *
44		打标文件	系统审 批	系统审 批	√ a			√ *
45		BOM	系统审 批	系统审 批	√ a			√ *

注：版本读取试验、整机功能试验、生产工艺说明、打标文件、BOM 等操作说明，详见有低压静止无功发生器(SVG)生产工艺说明。

## 8.2 出厂试验

SVG的所有电器元件、仪器仪表等配套件，在组装前应检验其型号、规格等是否符合设计要求，并应具有出厂合格证明。

每台SVG组装完成后均应进行出厂试验，出厂试验项目见表8.1。试验合格后，填写试验记录并签发出厂合格证明。

每台SVG中有一项指标不符合要求，即为不合格，应进行返工。返工后应进行复试，直至全部指标符合要求，方可签发出厂合格证明。

## 8.3 型式试验

型式试验可在一台SVG上或相同设计，但不同编号的SVG上进行。型式试验产品应是经出厂试验合格的产品。

在下列任一情况下应进行型式试验：

- 连续生产的产品每 2 年进行一次型式试验；
- 设计、制造工艺或主要元器件改变，应对改变后首批投产的合格品进行型式试验；
- 新设计投产（包括转厂生产）的产品，应在生产鉴定前进行产品定型型式试验。

型式试验项目见表8.1。

进行型式试验时，达不到表8.1中型式试验项目任何一项要求时，判定该产品不合格。

型式试验不合格，则该产品应停产。直到查明并消除造成不合格的原因，且再次进行型式试验合格后，方能恢复生产。

进行定型型式试验时，允许对产品的可调部件进行调整，但应记录调整情况。设计人员应提出相应的分析说明报告，供鉴定时判定。

## 9 标志、包装、运输、贮存

## 9.1 标志和随机文件

### 9.1.1 铭牌

在产品铭牌上应标明：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品额定值（应至少包括额定电压、额定频率、额定容量、防护等级等项目）；
- d) 制造商名称；
- e) 制造年月（或其代码）；
- f) 出厂编号。

### 9.1.2 随机文件

制造商应随机提供下列文件资料：

- a) 装箱清单；
- b) 安装与使用说明书；
- c) 产品合格证明。

## 9.2 包装与运输

产品包装与运输应符合 GB/T 13384 的规定。

产品运输、装卸过程中，不应有剧烈振动、冲击、不应倾倒倒置。

振动、冲击应符合 GB/T 14715 的规定。

## 9.3 贮存

产品不得曝晒或淋雨，应存放在空气流通、周围介质温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 、空气最大相对湿度不超过 90%（空气温度 $+20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时）、无腐蚀性气体的仓库中。

## 版本记录

版本编号 / 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	白锋青	宗国强	丰明刚	2022-06-05
V1.1	沈志远	宗国强	丰明刚	2022-12-02 完善通讯测试项、温升执行标准及环境电压描述
V1.2	沈志远	宗国强	丰明刚	2022-12-23 明确电气参数测量功能适用范围及工频耐压实验要求