

保密等级  
公开

**Q/DX**

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 企 业 标 准

---

II 系低压配电网电能质量治理装置  
企业标准 V1.0

2018-08-22 发布

2018-08-22 实施

---

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司      发 布

## 目 次

目 次.....	1
前 言.....	2
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 型号命名与产品分类.....	6
5 使用条件 .....	7
6 技术要求 .....	7
7 试验方法 .....	15
8 检验规则 .....	20
9 标志、包装、运输、贮存.....	21
附录 A 电流不平衡度计算方法.....	23
附录 B 并联型低压配电网有源不平衡补偿装置补偿需量计算 .....	25
版本记录.....	26

## 前 言

本规范的目的是对 II 系低压配电网电能质量治理装置规定必要的技术要求和试验程序。

本标准依据 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分 标准的结构与编写》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：郭志强、宗国强、郑晓明、刘庆杰、卢松林。

本标准自发布之日起有效期三年，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 系低压配电网电能质量治理装置

### 1 范围

本规范规定了 II 系低压配电网电能质量治理装置（包含低压静止无功发生器、有源不平衡补偿装置，以下简称装置）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、补偿三相不平衡的 II 系低压配电网电能质量治理装置。

### 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，仅所注日期的版本适用于本文件。

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-T1216-2013	配电网静止同步补偿装置技术规范
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 有源不平衡补偿装置 Active Unbalance Compensation Device (AUC)

利用电力电子变流技术补偿负载的基波不平衡电流（负序电流或零序电流），以消除或减少电网中的三相电流不平衡度，同时具备基波无功功率补偿功能的装置。

### 3.3 补偿电流需求 compensation current demand

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

### 3.4 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]

### 3.5 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]

### 3.6 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]

### 3.7 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]

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

从补偿对象开始突变到装置输出达到目标值的90%所需要的时间，如图3.1。

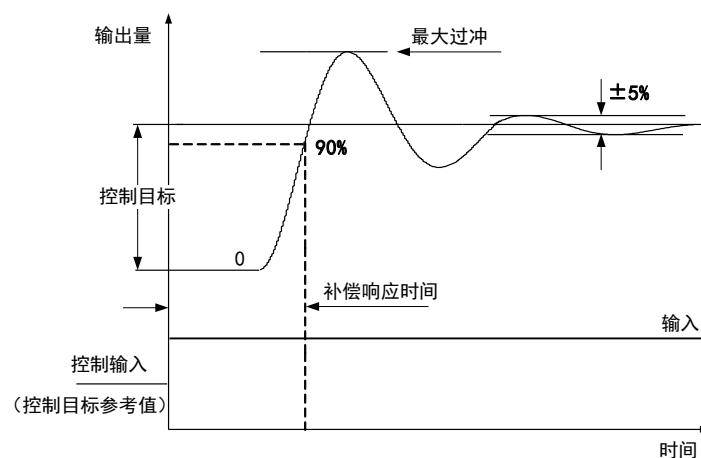


图 3.1 补偿响应时间示意图

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

$$k_{\varepsilon}$$

装置接入后，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）。

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

$$k_q$$

装置接入后，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）。

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

$$k_h$$

装置接入后，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 型号命名与产品分类

### 4.1 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，额定电压(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。

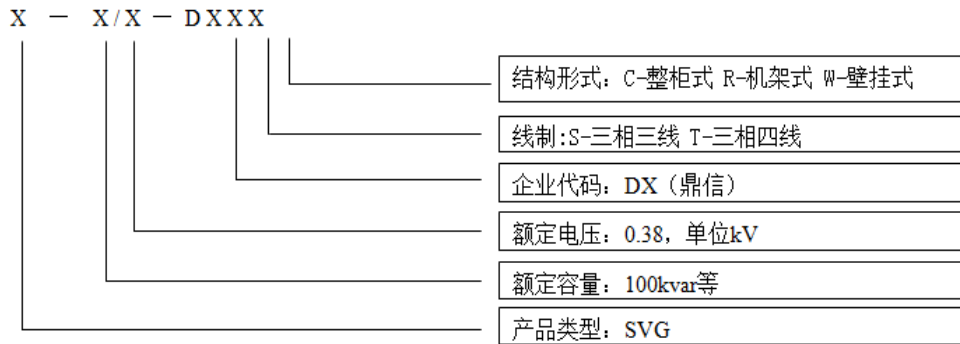


图 4.1 低压静止无功发生器的命名规范

目前已有型号：

SVG-50/0.22-DXTR（SVG 50kvar 220V 鼎信 三相四线 机架式）

SVG-50/0.22-DXTW（SVG 50kvar 220V 鼎信 三相四线 壁挂式）

➤ 有源不平衡补偿装置产品型号命名：由制造商代号、装置代号、装置容量、电压等级、线制及安装场所等六部分组成。其具体组成形式如图 4.2 所示。

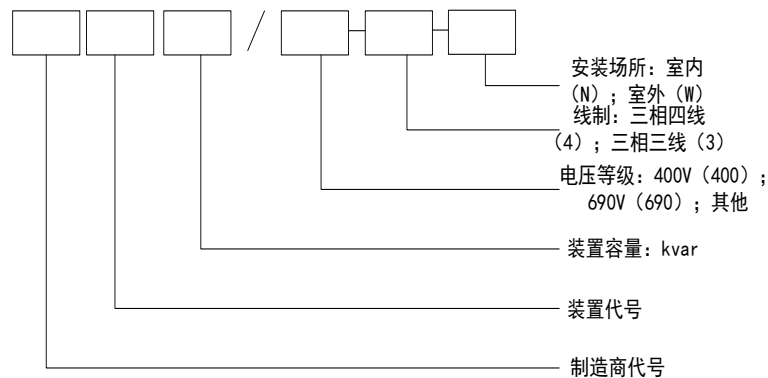


图 4.2 有源不平衡补偿装置的命名规范

目前已有型号：

Topscomm AUC 50/220-4-W（鼎信 AUC 50kvar 220V 三相四线 室外型）

Topscomm AUC 50/220-4-N（鼎信 AUC 50kvar 220V 三相四线 室内型）

### 4.2 产品分类

#### 4.2.1 按装置的额定补偿容量分类

25 kvar、50 kvar、75 kvar、100 kvar和150 kvar，其它容量值由用户与制造商商定。

#### 4.2.2 按装置的额定电压等级分类

220V（240V）、380V（400V）、和660V（690V），其它电压等级由用户与制造商商定。

#### 4.2.3 按装置的使用场所分类

室内型和室外型

### 5 使用条件

#### 5.1 环境条件

- a) 环境温度：-40℃～+50℃，日平均温度不超过 35℃。
- b) 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。
- c) 周围介质无爆炸及易燃、易爆危险，无腐蚀性气体。
- d) 海拔高度不超过 2000 m（安装地点海拔高度超过 2000 m 时，与之相关的温升限值、绝缘等应予以修正）。
- e) 安装地点无剧烈振动及颠簸，安装倾斜度不大于 5°。
- f) 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，按照标准可分为四级。

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

- a) 电压不平衡度：负序分量或零序分量不超过正序分量的 10%。

#### 5.3 设备额定条件

- a) 电压波动范围不超过额定工作电压的±20%；
- b) 频率变化范围不超过额定频率的±5%。

### 6 技术要求

#### 6.1 结构

##### 6.1.1 壳体及模块要求

a) 装置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。同时不因装置的吊装、运输等情况影响装置的性能，在正常使用条件下应经得起可能会遇到的潮湿影响。

- b) 装置的门应能在不小于 90° 的角度内灵活启闭。
- c) 装置壳体的外表面，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。
- d) 装置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。
- e) 装置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。
- f) 所有连接螺栓、固定件等具有防腐蚀措施，满足户外运行需要。

##### 6.1.2 壁挂式壳体额外要求

使用寿命保证在 10 年以上，可制作 3 种方案。



- a) 针对供电公司招标需求，壳体采用 304 不锈钢材质，壳体厚度应不小于 2.0mm。
- b) 针对供电公司非招标及终端客户高档次需求，壳体采用 304 不锈钢材质，壳体主体结构厚度不小于 1.5mm。
- c) 针对供电公司非招标及终端客户低档次需求，采用冷板或覆铝锌喷粉形式，但壳体寿命必须保证 10 年以上。

#### 6.1.3 机架式壳体额外要求

- a) 机架式壳体使用寿命保证在 10 年以上，采用冷板或覆铝锌喷粉形式。

#### 6.1.4 模块额外要求

- a) 模块采用冷板或覆铝锌喷粉形式，寿命必须保证 10 年以上。

### 6.2 元器件及辅件的选择与安装

#### 6.2.1 装置元器件及辅件的选择与安装

- a) 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。
- b) 需要在装置内部操作，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装置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装置安装基准面 2m。操作器件（如手柄、按钮等）的安装高度，其中心线不宜高于装置基准面 2m。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。
- c) 装置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	黄色	绿色
危险/紧急/电源	警告/异常	正常/安全

- d) 装置中的连接导线，应具有与额定工作电压相适应的绝缘。
- e) 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不小于 1.0mm<sup>2</sup> 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 2.5mm<sup>2</sup>。
- f) 装置的绝缘导线应选用多股绝缘导线，采用冷压接端头连接。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。

- g) 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装置，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。

- h) 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》;				电 缆 说 明	1. 本表数据摘自《建筑电气工程图集》;			
	2. 铜排允许温度为 70℃, 周围空气温度为 40℃/35℃;					2. 导线允许温度为 65℃, 周围空气温度为 40℃/30℃/25℃;			
	3. 母排平放时, 排宽在 60mm 及以下按 95%计算, 60mm 以上按 92%计算;					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. 在实际温度不是 35℃处, 其载流量应乘以校正系数:					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;			
	环境温度 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55					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℃):			
		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				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			

6.2.2 装置的功率单元应优先考虑模块化设计、散热良好。

6.2.3 装置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, 室内装置外壳的防护等级应不低于 IP20, 室外装置外壳的防护等级应不低于 IP43。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。

外壳进出线口应具有防止小动物进入而造成设备电气损坏的措施。

### 6.3.2 安全标识

装置应根据 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

a. PEN 导体最小截面积应为铜 4mm<sup>2</sup>。

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. 对间接接触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  $0.05\ \Omega$ 。
- 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。

#### 6.4 电气间隙与爬电距离

- a) 装置的电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 15576-2008 中 6.6 的要求。  
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。  
装置不同相的裸露带电体之间以及它们与地之间的电气间隙满足表 6.3。

表 6.3 电气间隙和爬电距离

额定绝缘电压 $U_i/V$	电气间隙/mm	爬电距离/mm
$U_i \leq 60$	5	5
$60 < U_i \leq 300$	6	10
$300 < U_i \leq 690$	10	14

#### 6.5 装置的介电性能

##### 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  $1000\ \Omega/V$ 。

##### 6.5.2 工频耐压

主电路工频电压耐受水平符合表 6.4 规定,漏电流  $< 10\ \text{mA}$ ,维持 1 min,应无电击穿或闪络。

表 6.4 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
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500

#### 6.6 保护及告警功能

装置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

装置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、欠电压及相序异常保护与告警

交流输入电压高于过电压设定值或者低于欠电压设定值及相序异常时,装置应立即停止输出,并给出告警指示。

#### 6.6.3 交流过流保护与告警

装置输出电流超过保护电流设定值时，装置应立即停止输出，并给出告警指示。

#### 6.6.4 频率保护与告警

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

#### 6.6.5 缺相保护与告警

装置检测到系统电压任何一相缺失时，装置应立即停止输出，并给出告警指示。

#### 6.6.6 散热系统异常及过温保护与告警

装置检测到内部散热系统异常或温度超过设定值时，装置应立即停止输出，并给出告警指示。

#### 6.6.7 短路及过流保护

装置保护采用断路器进行短路、过流进行保护，断路器额定电流应不低于 1.3 倍装置额定电流。

#### 6.6.8 瞬态过电压保护

采用避雷器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，装置应立即停止输出，并给出告警指示。

### 6.7 运行模式要求

#### 6.7.1 不平衡补偿

在此运行模式下，装置应能在控制范围内，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。

#### 6.7.2 无功补偿

在此运行模式下，装置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。

#### 6.7.3 谐波补偿（可选）

在此运行模式下，装置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，装置应能在补偿能力范围内，可设置不平衡、谐波、无功等几种补偿方式的任意组合，并可设定补偿方式的优先级，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

装置的补偿响应时间不大于 20ms。

## 6.8.2 补偿性能

### 6.8.2.1 不平衡补偿性能

在装置的额定补偿容量范围内（补偿需量不低于额定补偿容量的 50%），补偿后的不平衡电流补偿率不低于 90%（或补偿后不平衡度小于 5%）。

### 6.8.2.2 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%。或装置应能将各相功率因数补偿至 0.95 以上（滞后、无过补）。

### 6.8.2.3 谐波补偿性能

在设备谐波补偿容量范围内，负载的谐波频次包括 3、5、7、11、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高于 50%。

## 6.8.3 输出限流能力

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

## 6.8.4 谐波特性

装置不进行谐波补偿时，额定容量下输出电流总谐波畸变率应小于 5%。

## 6.8.5 温升

温升限值应符合 DL/T1216-2013 中 7.76 的要求。

表 6.5 II 系电能质量治理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
		B 级绝缘
		F 级绝缘
		H 级绝缘
	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	
	有锡和铜保护层	
	有银保护层	
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	
	印刷电路板上电阻表面	
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

#### 6.8.6 额定损耗

装置额定损耗应不大于额定容量的 3.5%。

#### 6.8.7 噪声

在额定负载和周围环境噪声不大于 40 dB 的条件下，距离噪声源水平位置 1 m 处，测得的装置噪声最大值不应大于 70 dB。

### 6.9 通信及通讯功能

#### 6.9.1 通信功能

装置应能按设定时间间隔采集的三相电压、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。

#### 6.9.2 通讯功能

装置应按用户需求选装 GPRS、RS485、RS232、WiFi、蓝牙等标准化通讯接口，所支持的协议由生产厂家与用户自行协商。

### 6.10 电气参数测量功能

装置应具备三相电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数指示。电压，电流精度满足 1% 要求。

### 6.11 人机交互功能

装置应具备三相功率因数、三相电压、三相电流等电参数的显示，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。

### 6.12 控制功能

装置控制系统应根据系统无功、谐波、三相不平衡的变化情况，自动调节装置输出。

装置补偿功能可根据用户实际需求进行定制，定制功能的测试方法及性能指标应单独给出。

### 6.13 机械操作

装置的操作器件的运动方向应符合 GB/T4205 的规定，与其相连的机械联锁或其它附件应能承受不少于 1000 次操作次数且不受损伤的规定，如表 6.6 所示。

表 6.6 装置操作器件的运动方向分类



操作件的类别		操作类别	操作方向	
			组1	组2
手轮、手柄、旋钮等		旋转	顺时针 	逆时针 
基本上是线性运动的把手、拉杆、推-拉按钮等		垂直运动	向上 	向下 
		水平运动	右-左	向左 
		向前-向后	离开操作人员 	面向操作人员 
操作件组的类别		操作类别	操作实施点	
			组1	组2
具有双向效应的一组手柄、按钮、推拉杆、拉线等	一个在另一个之上	压、拉等	 操作上方器件	 操作下方器件
	一个在另一个旁边		 操作右方器件	 操作左方器件
操作件组的类别		操作类别	操作分类	
VDT		移动和操作	操作方向和作用点：不分类	
键盘		键入		
敏感区域		碰触		

## 6.14 电磁兼容性能

### 6.14.1 抗干扰能力

#### 6.14.1.1 承受射频电磁场辐射干扰的能力

试验装置带载能力范围内，装置应能承受 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。

1. 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。
2. 极化方向：水平、垂直。
3. 测试距离：1m。
4. 试验过程：EUT 放置于 10V/m 均匀场中，观察设备工作状态。
5. 验收准则：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。

#### 6.14.1.2 承受电快速瞬变脉冲群干扰的能力

试验装置带载能力范围内，装置应能承受 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，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。

#### 6.14.1.3 承受阻尼振荡波干扰的能力

试验装置带载能力范围内，装置的电源输入、采集输入应能承受 GB/T 17626.18-2016 中第 5 章规定的严酷等级为 3 级的 1MHz 和 100kHz 阻尼振荡波抗扰度试验。

1. 试验过程：在 EUT 交流电源输入端口施加阻尼振荡波，共模电压 2.5kV，差模电压 1kV，频率 1MHz，100kHz 持续时间 1min，分别对正负极进行试验。

2 验收准则：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。

#### 6.14.1.4 承受静电放电干扰的能力

试验装置带载能力范围内，装置应能承受 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：

接触放电部位：可接触的导体表面、螺钉、端口等金属体。

空气放电部位：可接触的壳体表面、触摸屏、按键、指示灯、面板、等缝隙。

4.验收准则：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。

#### 6.14.1.5 承受浪涌（冲击）干扰的能力

试验装置带载能力范围内，装置应能承受 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，1min1 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，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。

#### 6.14.2 电磁骚扰特性

1.试验要求：试验装置 10A 电流运行，满足如下传导骚扰要求。

传导骚扰：

a)测试频段：240kHz--1MHz

b)测试端口：交流电源端口

c)测试限值：1 组对 A 类设备，电源端子骚扰电压限值如下：

频段/MHz	准峰值/dB (uV)
0.24~1	70

2.验收准则：试验装置 10A 电流运行，满足骚扰电压限值。

### 7 试验方法

#### 7.1 试验条件

##### 7.1.1 一般要求

装置的一切试验和测量，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  $50 \pm 1$  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：1000 m 及以下；
- b) 环境温度：+5℃～+40℃；
- 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装置的外观和结构，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装置的防护等级，应满足本规范 6.3.1 的要求。

### 7.2.3 安全标识、防护与接地检验

检查装置的安全标识，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 电气间隙与爬电距离检验

测量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和爬电距离，其测量值应满足本规范 6.4 的要求。

### 7.2.5 介电性能试验

#### 7.2.5.1 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，其测量值应满足本规范 6.5.1 的要求。

#### 7.2.5.2 工频耐压试验

满足本规范 6.5.2 要求，在试验过程中，没有发生击穿或放电现象，则此项试验通过。

### 7.2.6 保护及告警功能试验

装置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装置的异常状态，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与保护设定值间误差小于±5%，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。

### 7.2.7 运行性能试验

#### 7.2.7.1 试验平台及装置运行模式验证

装置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 要求验证装置的几种运行模式，不平衡补偿，无功补偿，谐波补偿（可选），以及混合补偿模式。

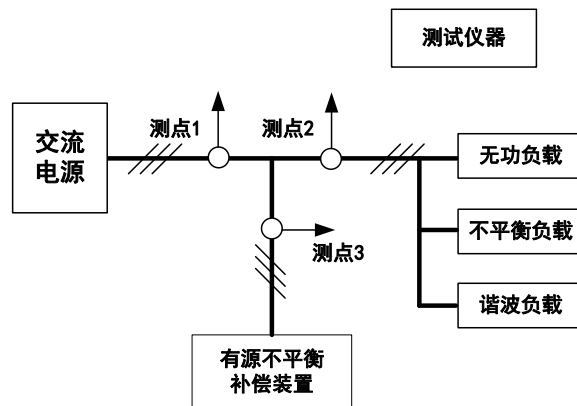


图 7.1 试验平台示意图

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。

#### 7.2.7.2 工作电压范围试验

装置开机后，调节试验电压至装置下限正常工作电压和上限正常工作电压维持 1min 以上，装置应能稳定运行，期间装置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，装置应立即停止输出，试验结果应满足本规范 5.3 的要求。

#### 7.2.7.3 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，设置装置为自动无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使其阶跃输出装置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 3.8 的定义，根据记录的数据分析装置的补偿响应时间，应满足 6.8.1 的规定。

#### 7.2.7.4 补偿能力试验

##### 7.2.7.4.1 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，设置装置为不平衡补偿模式；
- c) 调节不平衡负载，使其输出的不平衡电流分别为装置额定补偿容量的 50%、75%、100%。
- d) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的电流不平衡度，根据公式（1）计算不平衡电流补偿率，应满足 6.8.2.1 的要求。

##### 7.2.7.4.2 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，设置装置为无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使其输出的无功功率在装置额定容性无功容量和额定感性无功容量之间以  $0.1Q_N$  级差进行设置；
- d) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的无功功率，根据公式 (2) 计算无功功率补偿率，应满足 6.8.2.2 的要求。

#### 7.2.7.4.3 谐波补偿能力试验（可选）

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，设置装置为谐波补偿模式；
- c) 调节谐波负载，使其输出的谐波电流分别为装置额定容量的 50%、75%、100%，且负载的谐波频次应至少包括 3、5、7、11、13 次；
- d) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的谐波电流，根据公式 (3) 计算谐波电流补偿率，应满足 6.8.2.3 的要求。

#### 7.2.7.5 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，设置装置为无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使装置输出最大补偿电流，然后继续增加无功负载的电流，装置应能自动限定输出电流，满足 6.8.3 的要求。

#### 7.2.7.6 谐波特性试验

装置输出额定容性和感性无功，测量其输出电流谐波畸变率，应满足本规范 6.8.4 的规定。

#### 7.2.7.7 温升试验

装置在额定容性无功或额定感性无功运行条件下，监测装置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。

测量装置的周围空气温度时，至少应用两个温度计或热电偶均匀布置在装置的周围，在高度约等于装置的  $1/2$ ，距装置 1m 远的位置进行测量，然后取它们读数的平均值即为装置的周围空气温度。测量时应防止空气流动和热辐射对测量仪器的影响。

#### 7.2.7.8 损耗试验

损耗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，设置装置为无功补偿模式；
- c) 调节无功负载，使其输出的无功功率分别为装置额定容性无功功率和额定感性无功功率，各稳定运行 1 h。
- d) 测定每种工况下测点 3 的有功功率，计算装置在两种工况下的有功功率平均值，应满足 6.8.6 的要求。

#### 7.2.7.9 噪声测试

在装置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，测试结果应符合本规范 6.8.7 的要求。

#### 7.2.7.10 通信及通讯功能

装置的通信及通讯功能试验依据本规范的 6.9 要求进行。装置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。装置应按用户需求选装 GPRS, RS485(Modbus 规约), RS232, WiFi 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。

#### 7.2.7.11 电气参数测量功能

装置的电气参数测量功能试验依据本规范的 6.10 要求进行，装置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，验证与装置仪表上显示的参数一致。

#### 7.2.7.12 显示功能

装置的显示功能试验依据本规范的 6.11 要求进行。装置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。

#### 7.2.7.13 控制功能

装置的控制功能试验依据本规范的 6.12 要求进行。装置控制系统应可根据系统无功、谐波、三相不平衡的变化情况，自动调节装置无功输出容量，自动调整三相有功电流的平衡。装置应按补偿无功功率的同时调整有功功率平衡的原则进行补偿。

#### 7.2.7.14 机械操作

装置的操作器件的运动方向应符合 GB/T4205 的规定，与其相连的机械联锁或其它附件应能承受不少于 1000 次操作次数且不受损伤的规定。

### 7.2.8 电磁兼容测试

#### 7.2.8.1 抗干扰试验

##### 7.2.8.1.1 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3-2006 中第 5 章的规定，对装置进行严酷等级为 3 级的射频电磁场辐射抗扰度试验，测试结果应符合本规范 6.14.1.1 的要求。

##### 7.2.8.1.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4-2008 中第 5 章的规定，对装置进行严酷等级为 3 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，测试结果应符合本规范 6.14.1.2 的要求。

##### 7.2.8.1.3 阻尼振荡波抗扰度试验

按照 GB/T 17626.18-2016 中第 5 章的规定，对装置进行严酷等级为 3 级的阻尼振荡波抗扰度试验，测试结果应符合本规范 6.14.1.3 的要求。

##### 7.2.8.1.4 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2-2006 中第 5 章规定，对装置进行严酷等级为 3 级的静电放电抗扰度试验，测试结果应符合本规范 6.14.1.4 的要求。

#### 7.2.8.1.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

按照 GB/T 17626.5-2008 中第 5 章的规定，对装置进行严酷等级为 4 级的浪涌（冲击）抗扰度试验，测试结果应符合本规范 6.14.1.5 的要求。

#### 7.2.8.2 电磁骚扰特性试验

对装置进行电磁骚扰特性试验。测试结果应符合本规范 6.14.2 的要求。

#### 7.2.9 环境温度性能试验（仅适用于室外型装置）

将装置按本规范 5.1.1 规定的室外型的上下限温度要求进行该项试验。装置的控制保护系统、隔离电源和功率模块的附属板卡在全载运行工况下，分别在低温环境温度-40℃和高温环境温度 50℃的条件下，持续运行 24h，性能正常。

### 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，试验项目见表 8.2。

表 8.2 试验项目一览表

序号	项 目	技术要求	试验方法	试验分类	
				型式试验	出厂试验
1	外观与结构检查	6.1、6.2	7.2.1	√	√
2	外壳防护等级验证	6.3.1	7.2.2	√	
3	安全标识、防护与接地检验	6.3.2 6.3.3	7.2.3	√	√
4	电气间隙和爬电距离检验	6.4	7.2.4	√	
5	装置的介电性能试验	6.5	7.2.5	√	√
6	保护及告警功能试验	6.6	7.2.6	√	
7	试验平台及装置运行模式验证	6.7	7.2.7.1	√	
8	工作电压范围试验	5.3	7.2.7.2	√	
9	补偿响应时间试验	6.8.1	7.2.7.3	√	
10	补偿能力试验	6.8.2	7.2.7.4	√	√
11	限流输出能力试验	6.8.3	7.2.7.5	√	
12	谐波特性试验	6.8.4	7.2.7.6	√	
13	温升试验	6.8.5	7.2.7.7	√	
14	损耗试验	6.8.6	7.2.7.8	√	
15	噪声测试	6.8.7	7.2.7.9	√	
16	通信及通讯功能	6.9	7.2.7.10	√	
17	电气参数测量功能	6.10	7.2.7.11	√	
18	显示功能	6.11	7.2.7.12	√	
19	控制功能	6.12	7.2.7.13	√	

20	机械操作试验	6.13	7.2.7.14	√	
21	电磁兼容测试	6.14	7.2.8	√	
22	环境温度性能试验	5.1.1	7.2.9	√	

## 8.2 出厂试验

装置的所有电器元件、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。

每台装置组装完成后均应进行出厂试验，出厂试验项目见表8.2。试验合格后，填写试验记录并签发出厂合格证明。

每台装置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

型式试验可在一台装置上或相同设计，但不同规格的装置上进行。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 5 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8.2。

进行型式试验时，达不到表8.2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、质量、防护等级等项目）；
- d) 制造商名称；
- e) 制造日期（或其代码）；
- f) 产品编号。

### 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。

## 附录 A 电流不平衡度计算方法 (资料性附录)

### A.1 幅值和相位均已知的情况

对于三相电流的幅值和相位均已知的情况下，可采用对称分量法计算不平衡电流及不平衡度，见公式 (A.1) ~ 式 (A.3) 所示：

$$\begin{cases} I_0 = \frac{1}{3} |\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C| \\ I_1 = \frac{1}{3} |\dot{I}_A + \alpha \dot{I}_B + \alpha^2 \dot{I}_C| \\ I_2 = \frac{1}{3} |\dot{I}_A + \alpha^2 \dot{I}_B + \alpha \dot{I}_C| \end{cases} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$I_0$  —— 零序电流；

$I_1$  —— 正序电流；

$I_2$  —— 负序电流；

$\alpha$  —— 旋转因子， $\alpha = e^{j120^\circ}$ 。

其中，负序不平衡度  $\varepsilon_{I_2}$  计算如下：

$$\varepsilon_{I_2} = \frac{I_2}{I_1} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

零序不平衡度  $\varepsilon_{I_0}$  计算如下：

$$\varepsilon_{I_0} = \frac{I_0}{I_1} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

### A.2 幅值已知但相位不确定的情况

当三相电流相位未知的情况下，工程应用中常采用以下四种不平衡度计算方法，见公式 (A.4) ~ 式 (A.7)：

$$\varepsilon_1 = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{I_{\text{mid}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.5)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\max \{ |I_A - I_{\text{ave}}|, |I_B - I_{\text{ave}}|, |I_C - I_{\text{ave}}| \}}{I_{\text{ave}}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.6)$$



$$\varepsilon_4 = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\text{ave}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.7})$$

式中：

$I_{\max}$ ——三相电流有效值中的最大值，单位为 A；

$I_{\min}$ ——三相电流有效值中的最小值，单位为 A；

$I_{\text{mid}}$ ——三相电流有效值中的中间值，单位为 A；

$I_{\text{ave}}$ ——三相电流有效值的平均值，单位为 A；

$I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ ——ABC 三相电流的有效值。

## 附录 B 并联型低压配电网有源不平衡补偿装置补偿需量计算

(资料性附录)

### B.1 不平衡电流补偿需量计算

设补偿前三相负载电流为  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ ，补偿后以  $I_{av} = I'_A = I'_B = I'_C = \frac{1}{3}(I_A + I_B + I_C)$  为目标，则补偿三相不平衡的电流需量为，见公式 (B.2)：

$$I_{UN} = \max \{|I_A - I_{av}|, |I_B - I_{av}|, |I_C - I_{av}|\} \quad \text{..... (B.1)}$$

亦可用负序电流和零序电流作为计算依据，此时的不平衡补偿电流需量为，见公式 (B.2)：

$$I_{UN} = \sqrt{I_2^2 + I_0^2} \quad \text{..... (B.2)}$$

式中：

$I_2$ ——负序电流，单位为 A；

$I_0$ ——零序电流，单位为 A。

### B.2 无功电流补偿需量计算

无功电流补偿需量计算公式 (B.3) 为：

$$I_Q = \frac{P}{\sqrt{3}U_N} (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad \text{..... (B.3)}$$

式中：

$I_Q$ ——无功电流，单位为 A；

$\varphi_1$ ——补偿前功率因数角；

$\varphi_2$ ——补偿后功率因数角；

$P$ ——有功功率，单位为 kW；

$U_N$ ——电网标称电压，单位为 kV。

### B.3 总补偿电流需量计算

上述补偿电流需量均为正交关系，当无功、三相不平衡都需要补偿时，总的补偿电流需量计算方法，见公式 (B.4) 所示：

$$I_C = \sqrt{(I_{UN})^2 + (I_Q)^2} \quad \text{..... (B.4)}$$

式中：

$I_C$ ——总的补偿电流需量，单位为 A；

$I_{UN}$ ——需补偿的三相不平衡电流，单位为 A；

$I_Q$ ——需补偿的无功电流，单位为 A。-----

## 版本记录

版 本 编 号 / 修改状态	拟制人/修改人	修改日期	变动内容	备注
V1.0	宗国强	2018-08-22		

编制：

审核：

标准化：

批准：