

## 青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

---

### Ⅲ 系有源不平衡补偿装置 (AUC) 企业标准

V1.1

2020 - 09 - 10 发布

2020 - 09 -15 实施

## 目 次

目 次 .....	1
前 言 .....	3
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	5
3.1 有源不平衡补偿装置 Active Unbalance Compensation Device (AUC) .....	5
3.2 补偿电流需量 compensation current demand .....	5
3.3 不平衡度 unbalance factor .....	5
3.4 正序分量 positive-sequence component .....	5
3.5 负序分量 negative-sequence component .....	5
3.6 零序分量 zero-sequence component .....	5
3.7 补偿响应时间 compensation response time .....	5
3.8 不平衡电流补偿率 unbalance current compensation rate .....	6
3.9 无功功率补偿率 reactive power compensation rate .....	6
3.10 谐波电流补偿率 harmonic current compensation rate .....	7
4 型号命名与产品分类 .....	7
4.1 型号命名 .....	7
4.2 产品分类 .....	7
5 使用条件 .....	8
5.1 环境条件 .....	8
5.2 电网具备条件 .....	8
5.3 设备额定条件 .....	8
6 技术要求 .....	8
6.1 结构 .....	8
6.2 元器件及辅件的选择与安装 .....	8
6.3 安全与防护 .....	9
6.4 电气间隙与爬电距离 .....	9
6.5 装置的介电性能 .....	10
6.6 保护及告警功能 .....	11
6.7 运行模式要求 .....	12
6.8 运行性能要求 .....	12
6.9 电气性能试验（研发自测） .....	14
6.10 通信及通讯功能 .....	14
6.11 电气参数测量功能 .....	14
6.12 人机交互功能 .....	15

6.13 控制功能 .....	15
6.14 机械操作 .....	15
6.15 电磁兼容性能 .....	15
6.16 环境试验 .....	17
7 试验方法 .....	19
7.1 试验条件 .....	19
7.2 试验项目 .....	20
8 检验规则 .....	25
8.1 试验分类 .....	25
8.2 出厂试验 .....	25
8.3 型式试验 .....	25
9 标志、包装、运输、贮存 .....	26
9.1 标志和随机文件 .....	26
9.2 包装与运输 .....	26
9.3 贮存 .....	26
附录 A 电流不平衡度计算方法 .....	27
A.1 幅值和相位均已知的情况 .....	27
A.2 幅值已知但相位不确定的情况 .....	27
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 .....	29
附录 C III系有源不平衡补偿装置(AUC)产品检测项目 .....	30

## 前 言

本规范的目的是对III系有源不平衡补偿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：宗国强、郑晓明、张帅、刘培臣。

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。

## III系有源不平衡补偿装置

### 1 范围

本规范规定了III系有源不平衡补偿装置（III系为自然冷却式有源不平衡补偿装置）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、补偿谐波、补偿三相不平衡的III系有源不平衡补偿装置。

### 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 17626.2-2018	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2016	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 17626.4-2018	电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
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
GBT17626.12-2013	电磁兼容试验和测量技术振铃波抗扰度试验
GBT17626.6-2017	电磁兼容试验和测量技术射频场感应的传导骚扰抗扰度
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
GB/T 2423.4-2008	电工电子产品环境试验 第2部分：试验 Db：交变湿热试验方法（12h+12h 循环）
GB/T 2423.5-2019	环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击。

GB/T 2423.10-2019	环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动(正弦)。
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-T1216-2019	配电网静止同步补偿装置技术规范
T_CPSS-1003-2018	中国电源协会团体标准《低压静止无功发生器》
T_CPSS-1001-2018	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 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、谐波补偿功能的装置。

#### 3.2 补偿电流需量 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）。

#### 3.3 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。

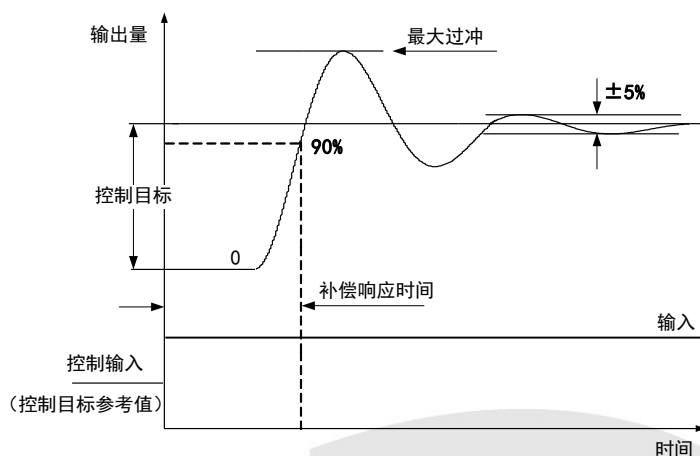


图 3.1 补偿响应时间示意图

### 3.8 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。

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

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

$$k_q$$

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。

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

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

$$k_h$$

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

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 4.1 所示。

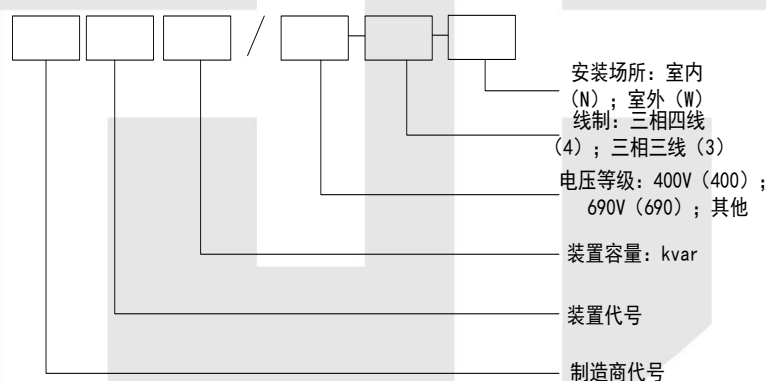


图 4.1 有源不平衡补偿装置的命名规范

### 4.2 产品分类

#### 4.2.1 按装置的额定补偿容量分类

10kvar、20kvar、30kvar、35kvar、50kvar、75kvar、100kvar和150kvar，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 (N) 和室外型 (W)。



## 5 使用条件

### 5.1 环境条件

- a) 环境温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度不超过  $35^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 相对湿度：最高温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 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  $5^{\circ}$ 。
- f) 污染等级（器件所处环境）：3 级。

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 $-35\%\sim+20\%$ （150V-276V）；
- b) 频率变化范围不超过额定频率的 $\pm 5\%$ 。

## 6 技术要求

### 6.1 结构

- 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和热应力。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。
- c) 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。
- d) 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。
- e) 所有连接螺栓、固定件等具有防腐蚀措施，满足户外运行 10 年寿命要求。
- f) 兼容户外柱上式和墙面壁挂式安装。

### 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) 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

- c) 装置中的连接导线，应具有与额定工作电压相适应的绝缘。
- d) 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，满足 1.2 倍电流运行 60S。
- e) 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）。
- f) 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。

#### 6.2.2 装置的功率单元应散热良好。

#### 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

外壳的防护等级满足 IP66 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  $4\text{mm}^2$ 。
- 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  $4\Omega$ 。
- 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 DL/T 1216-2019 中 7.2 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 6.2、6.3。

表 6.2 电气间隙

额定冲击耐受电压 $U_{imp}$ V	最小的电气间隙 mm
$\leq 2500$	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 6.3 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， $600 \leq CTI$ ；  
 ——材料组别 II， $400 \leq CTI < 600$ ；  
 ——材料组别 IIIa， $175 \leq CTI < 400$ ；  
 ——材料组别 IIIb， $100 \leq CTI < 175$ 。

## 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

主电路电压(交流、直流二选一)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/V
$U_i \leq 60$	交流 1000V 或直流 1414V
$60 < U_i \leq 300$	交流 1500V 或直流 2121V
$300 < U_i \leq 690$	交流 1890V 或直流 2672V

## 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、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

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（U 盘升级、远程升级、串口升级等）异常导致产品异常不能修复的情况。

### 6.6.2 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。

### 6.6.3 交流输入过电压、欠电压及与告警

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。

### 6.6.4 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。

### 6.6.5 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 短路保护

装置保护采用熔断器进行短路保护。

### 6.6.8 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50ms。

### 6.8.2 补偿性能

#### 6.8.2.1 无功输出性能(控制精度)

额定电压下无功调节范围为-100%~+100%,应在额定容性无功和额定感性无功之间连续调节。稳态时,装置实际输出无功功率与设定值的偏差不应超过额定容量的3%。

#### 6.8.2.2 不平衡补偿性能

在装置的额定补偿容量范围内(正序补偿需量不低于额定补偿容量的50%),补偿后不平衡度小于5%。

#### 6.8.2.3 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25%,补偿后的无功功率补偿率不低于90%。

#### 6.8.2.4 谐波补偿性能(可选)

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,装置总谐波电流补偿率不低于70%,单次谐波电流补偿率不低于80%。

#### 6.8.2.5 功率因数控制性能(可选)

当装置的输出容量不大于额定容量时,目标功率因数控制误差不大于5%。



### 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 7%。

### 6.8.5 温升

设备满功率条件下运行，利用点温计或其他测温设备检测关键点温度，温升限值应符合 DL/T1216-2019 中 7.6.5 的要求。因设备为自然散热，散热器及电感灌胶盒温度较高，但不应超过 70K。

表 6.6 III 系有源不平衡补偿装置各部位的极限温升

部位名称		温升限值 ℃
内装元件		根据不同元件的有关要求，或（如有的话）根据制造厂的说明书，考虑装置内的温度
用于连接外部绝缘导线的端子、内装元件与母线连接处		70
母线固定连接处	裸铜-裸铜	60
	铜搪锡-铜搪锡	65
	铜镀银-铜镀银	70
操作手柄	金属的	15
	绝缘材料	25

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

### 6.8.6 额定损耗

装置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65 dB。

## 6.9 电气性能试验（研发自测）

### 6.9.1 时钟电池漏电流

备电系统时钟电池漏电流停电状态下应不超过20uA，通电状态下不应超过1uA，且不允许有充电电流。

### 6.9.2 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	将设备温度升至 50(-40)℃，16h 后，分别对测试样品进行电压缓升（20s 到 $U_n$ ）、直接启动和掉电后 20s 以上再启动的验证，应能正常工作
电压跌落	产品三相供电，温度 50(-40)℃，电压 $1.2U_n$ ，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 $1.1U_n$ 均匀地下降至 0V，再以相同的时间从 0V 均匀地上升到 $1.1U_n$ ，反复进行 10 次，试验后设备应正常工作
电源谐波影响试验	通过谐波发生器（电动车充电器）对产品施加干扰，测试元器件温升并观察是否存在异常现象，试验过程中及试验后功能性能正常。

### 6.9.3 天线带电影响试验

ANT口漏电：输入 $1.06U_n$ ，ANT口对PE漏电流小于0.5mA。

## 6.10 通信及通讯功能

### 6.10.1 通信功能

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。

### 6.10.2 通讯功能

装置应按用户需求选装RS485、RS232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。

## 6.11 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。电网电压，负载电流引用误差 $\leq 1\%$ 要求。

## 6.12 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。可通过蓝牙通讯方式进行 App 界面显示。

## 6.13 控制功能

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。

## 6.14 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，如表 6.7 所示。

表 6.8 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	向右 	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			

## 6.15 电磁兼容性能

### 6.15.1 抗干扰能力

#### 6.15.1.1 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 17626.3-2016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) 试验过程: EUT 放置于 10V/m 均匀场中, 观察设备工作状态。
- 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。

#### 6.15.1.2 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: 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。

#### 6.15.1.3 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 17626.2-2018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: 接空气放电
- 2) 严酷等级:  $\pm 15\text{kV}$  正负极各 10 次 放电间隔 1s
- 3) 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: 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。

#### 6.15.1.4 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 17626.5-2019中规定的严酷等级为4级的浪涌(冲击)干扰能力试验, 试验设备不接地进行测试。

- 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: 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。

#### 6.15.1.5 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:  $12\Omega$ ; 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。
- 2) 试验方法: AUC 设备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 AUC 设备的工作状态。
- 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。

#### 6.15.1.6 射频感应的传导骚扰抗扰度试验

试验装置带载能力范围内, 装置应能承受GB/T 17626.6-2017中第5章规定的严酷等级为3级的射频感应的传导骚扰抗扰度试验。

- 1) 扫频参数：频率范围 150kHz~80MHz，80%AM 调制，调制频率 1kHz，扫频步长 1%，驻留时间 1s。
- 2) 测试端口：交流电源端口
- 3) 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。

## 6.15.2 电磁骚扰特性

### 6.15.2.1 传导骚扰

- a) 试验要求：试验装置 0A 电流运行，满足如下传导骚扰要求。
  - 1) 测试频段：150kHz--30MHz
  - 2) 测试端口：交流电源端口
  - 3) 测试限值：1 组对 A 类设备，电源端子骚扰电压准峰值限值如下：

表 6.9

频段/MHz	准峰值/dB (uV)
0.15~0.5	79
0.5~30	73

- b) 验收准则：试验装置 0A 电流运行，满足骚扰电压限值(偏差 $\pm 2$ dB(uV))。

## 6.16 环境试验

### 6.16.1 交变湿热

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 $25^{\circ}\text{C} \pm 3\text{K}$ ，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 $25^{\circ}\text{C} \pm 3\text{K}$ ；
- 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 $55^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ ，直至从循环开始的12h $\pm 30\text{min}$ 为止；
- 4) 温度应在3h-6h内降到 $25^{\circ}\text{C} \pm 3\text{K}$ ，相对湿度不小于80%；
- 5) 温度保持在 $25^{\circ}\text{C} \pm 3\text{K}$ ，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 $(75 \pm 2)\%$ ，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。

### 6.16.2 交变盐雾试验

将样品非通电状态下放入盐雾箱，保持温度为 $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于85%，喷雾16h后在大气条件下恢复1-2h。试验后产品功能性能正常，外观结构无明显腐蚀。

### 6.16.3 跌落试验

按Q/DX D121.009-2020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6.10中找出包装品的重量来决定跌落高度。

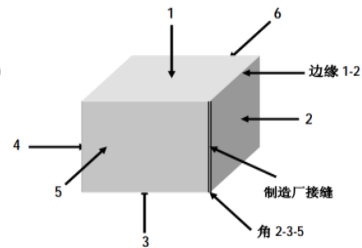


表6.10

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6.11中的次序。

表6.11

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

#### 6.16.4 弹簧锤试验

应将设备按照现场实际安装方式固定，弹簧锤以  $(0.2J \pm 0.02J)$  的动能作用在终端的外表面(包括窗口)及端子盖上，每个测量点敲击 3 次，测试完成后进行气密性测试应满足要求。

#### 6.16.5 模拟汽车颠簸试验

带包装测试，持续40分钟。参考ISTA-1A标准。

#### 6.16.6 环境温度性能试验

将装置按本规范5.1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。

高温运行试验：高温环境温度  $50^{\circ}\text{C}$  的条件下，持续运行24h，性能正常。

低温冷启动试验：设备置于-40℃环境中存储8小时后，通电启动，若设备可正常运行一段时间，则该项测试合格。

#### 6.16.7 凝露试验

按照凝露试验标准进行参数设定，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置，设备应立放：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到10℃，湿度达到50%RH；
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到90%RH；
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到95%RH；
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到80℃，湿度保持95%RH；
- 5) 第五步：0.5小时，温度降到75℃，湿度降至30%RH；
- 6) 第六步：1.0小时，温度降至30℃，湿度保持30%RH；
- 7) 第七部：0.5小时，温度降至10℃，湿度升至50%RH；
- 8) 共5个循环；

试验过程中及试验后产品功能性能应正常。

#### 6.16.8 高温耐久试验

额定电压，正常带载运行，高温50℃，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。

#### 6.16.9 模拟双 85 试验

温度50℃、相对湿度85%，设备半载运行，每200小时暂停试验进行功能、性能及结构验证。

判断标准：摸底测试，不应出现功能、性能永久性丧失，如果出现异常，根据实际产品需求再行评估。

#### 6.16.10 包装试验

新品包装试验执行研发管理平台下发的《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 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±1Hz，电压的总谐波畸变率不超过2%，电压偏差不超过±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： $+5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ；
- 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，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。

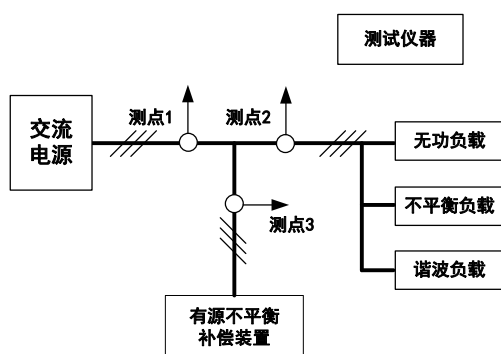


图 7.1 试验平台示意图

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）：

- 三相电压、电流有效值及波形；
- 三相有功功率、无功功率、视在功率、功率因数；
- 三相电压、电流的不平衡分量和不平衡度；
- 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：

- 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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 无功性能输出试验（控制精度）

无功性能输出试验按以下步骤进行：

- 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载；
- 试验时，应保证负载处于工作状态，设置装置为手动补偿模式；
- 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  $0.25Q_N$  级差进行设置；
- 调节无功负载，使其输出的无功电流分别为装置额定补偿容量的  $0.25Q_N$ ，每个运行点持续运行时间至少 1min。
- 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的无功功率，无功功率与设定值应满足 6.8.2.1 的要求。

##### 7.2.7.4.2 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，设置装置为不平衡补偿模式；
- c) 调节不平衡负载，使其输出的正序不平衡电流为装置额定补偿容量的 50%，负序和零序不平衡容量为 50%。
- d) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的电流不平衡度应满足 6.8.2.2 的要求。

#### 7.2.7.4.3 无功补偿能力试验

无功补偿能力试验按以下步骤进行：

- e) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载；
- f) 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；
- g) 调节无功负载，使其输出的无功电流分别为装置额定补偿容量的 25%、50%、75%、100%。
- h) 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 6.8.2.3 的要求。

#### 7.2.7.4.4 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 25%、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 6.8.2.4 的要求。

#### 7.2.7.4.5 功率因数控制性能试验（可选）

功率因数控制试验按以下步骤进行：

- e) 参考试验电路如图 7.1，试验负载为无功负载，要求功率因数不小于 0.5；
- f) 试验时，应保证负载处于工作状态，设置装置为功率因数控制模式；
- g) 调节无功负载，使其输出的无功电流分别为装置额定补偿容量的 25%、50%、75%、100%。
- h) 测定每种工况下测点 1 和测点 2 的功率因数，功率因数误差应满足 6.8.2.5 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 的有功电量，计算装置在两种工况下的单位时间有功功率平均值，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 电气性能

装置应按照本规范6.9要求对装置电气性能进行测试并满足相应的要求。

#### 7.2.7.11 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6.10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RS485(默认使用Modbus规约)，RS232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。

#### 7.2.7.12 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6.11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。

#### 7.2.7.13 人机交互功能

装置的显示功能试验依据本规范的6.12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。

#### 7.2.7.14 控制功能

装置的控制功能试验依据本规范的6.13要求进行。装置控制系统应根据系统无功、谐波(如有)、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。

#### 7.2.7.15 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 17626.3-2016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6.15.1.1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 17626.4-2019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6.15.1.2的要求。

#### 7.2.8.1.3 静电放电抗扰度试验

按照GB/T 17626.2-2018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6.15.1.3的要求。

#### 7.2.8.1.4 浪涌(冲击)抗扰度试验

按照GB/T 17626.5-2019中第5章的规定,对装置进行严酷等级为3级的浪涌(冲击)抗扰度试验,测试结果应符合本规范6.15.1.4的要求。

#### 7.2.8.1.5 振铃波抗扰度试验

按照GB/T 17626.12-2013中第5章的规定,对装置进行严酷等级为3级的100kHz振铃波抗扰度试验的规定,对装置进行振铃波干扰试验。

#### 7.2.8.1.6 射频感应的传导骚扰抗扰度试验

按照GB/T 17626.6-2017中第5章的规定,对装置进行严酷等级为3级的射频感应的传导骚扰抗扰度试验,测试结果应符合本规范6.15.1.6的要求。

### 7.2.8.2 传导骚扰测试

对装置进行传导骚扰特性试验。测试结果应符合本规范6.15.2.1的要求。

## 7.2.9 环境试验

### 7.2.9.1 交变湿热

按照GB/T 2423.4-2008中规定的交变湿热(12h+12h循环)的规定,对装置进行交变湿热试验。测试结果应符合本规范6.16.1的要求。

### 7.2.9.2 整机盐雾

对装置进行整机盐雾试验。测试结果应符合本规范6.16.2的要求。

### 7.2.9.3 跌落

对装置进行自由跌落试验。测试结果应符合本规范6.16.3的要求。

#### 7.2.9.4 弹簧锤试验

对装置进行弹簧锤试验。测试结果应符合本规范6.16.4的要求。

#### 7.2.9.5 汽车颠簸试验

对装置进行汽车颠簸试验。测试结果应符合本规范6.16.5的要求。

#### 7.2.9.6 环境温度试验

对装置进行环境温度试验。测试结果应符合本规范6.16.6的要求。

#### 7.2.9.7 凝露试验

对装置进行凝露试验。测试结果应符合本规范6.16.7的要求。

#### 7.2.9.8 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6.16.8的要求。

#### 7.2.9.9 模拟双85试验

对装置进行模拟双85试验。测试结果应符合本规范6.16.9的要求。

#### 7.2.9.10 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)》

### 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，见附录C。

#### 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8.1。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8.1。

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、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（或提供电子版）；
- 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:

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

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:

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

零序不平衡度  $\varepsilon_{I_0}$  计算如下:

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

### 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):

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

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

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

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

式中：

I<sub>max</sub>——三相电流有效值中的最大值，单位为A；

I<sub>min</sub>——三相电流有效值中的最小值，单位为A；

I<sub>mid</sub>——三相电流有效值中的中间值，单位为A；

I<sub>ave</sub>——三相电流有效值的平均值，单位为A；

I<sub>A</sub>、I<sub>B</sub>、I<sub>C</sub>——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  $I_{av} = \dot{I}_A = \dot{I}_B = \dot{I}_C = \frac{1}{3}(I_A + I_B + I_C)$  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。-----

附录 C III系有源不平衡补偿装置(AUC)产品检测项目

III系有源不平衡补偿装置(AUC)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 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	绝缘性能	绝缘电阻	√	√		√	√	
		绝缘强度	√	√		√	√	
3	功能要求	升级中断	√	√				
4		保护及告警功能	√	√		√	√	
5		运行模式	√	√	√ a	√		
6		通讯功能	√	√	√ a	√		
7	性能要求	介电性能	√	√	√ a	√	√	
8		无功输出性能	√	√		√		
9		不平衡补偿性能	√	√		√		
10		无功补偿性能	√	√		√		
11		响应时间	√	√		√		
12		防护等级试验	√	√		√		√*
13		温升	√	√	√ a	√		
14		损耗	√	√		√		
15		噪声	√	√		√		
16		时钟电池漏电流	√	√				
17		电源性能	√	√				
18		天线带电影响	√	√				
19	电磁兼容	静电放电抗扰度 试验	√	√		√	√	
20		射频电磁场辐射 抗扰度试验	√	√		√	√	
21		浪涌(冲击)抗 扰度试验	√	√		√	√	

22		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√	√		√	√	
23		振铃波抗扰度	√	√		√	√	
24		射频感应的传导骚扰抗扰度试验	√	√		√	√	
25		传导骚扰	√	√		√	√	
26	环境试验	交变湿热	√	√		√	√	
27		整机盐雾	√	√		√	√	
28		跌落	√	√		√	√	
29		交变冲击试验	√	√		√	√	
30		模拟汽车颠簸	√	√		√	√	
31		高温运行	√	√		√	√	
32		低温启动	√	√		√	√	
33		凝露试验	√	√		√	√	
34		高温耐久试验	√	√		√	√	
35		包装试验	√	√		√	√	
36	可靠性试验	模拟双 85 试验 (3 台设备)				√	√	
37	生产	版本读取试验			√ a			√ *
38		整机功能试验			√ a			√ *
39		生产工艺说明	系统审批					√ *
40		打标文件	系统审批					√ *
41		BOM	系统审批					√ *

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，详见有源不平衡补偿装置(AUC)生产工艺说明。



## 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
D1.0	宗国强	2020-08-10	第一版	
V1.1	郑晓明	2020-11-03	第二版	
V1.2	郑晓明	2020-11-06	增加包装试验以及程序升级中断试验，模拟双 85 设备台数	

编制：

审核：

标准化：

批准：