

保密等级  
公开/限制/秘密★10 年  
/机密★20 年/绝密★30 年

**Q/DX**

# 青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

---

## 低电压治理设备 LVR30 企业标准

V1.0

2022-11-22 发布

2022-11-22 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司      发 布

## 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 有源电压偏差补偿装置 active voltage deviation compensator .....	5
3.2 电压偏差 voltage deviation .....	5
3.3 电压补偿精度 voltage deviation compensation precision .....	5
3.4 旁路状态 bypass state .....	5
3.5 补偿状态 compensation state .....	6
3.6 响应时间 compensation response time .....	6
4 型号命名与产品分类 .....	6
4.1 型号命名 .....	6
5 使用条件 .....	6
5.1 环境条件 .....	6
5.2 电网具备条件 .....	7
5.3 设备额定条件 .....	7
6 技术要求 .....	7
6.1 结构 .....	7
6.2 元器件及辅件的选择与安装 .....	7
6.3 安全与防护 .....	8
6.4 电气间隙与爬电距离 .....	8
6.5 装置的介电性能 .....	9
6.6 保护及告警功能 .....	10
6.7 运行模式要求 .....	10
6.8 运行性能要求 .....	10
6.9 通信及通讯功能 .....	12
6.10 电气参数测量功能 .....	12
6.11 人机交互功能 .....	12
6.12 控制功能 .....	12
6.13 机械操作 .....	12
6.14 电磁兼容性能 .....	13
6.15 环境试验（研发自测） .....	14
7 试验方法 .....	17

7.1 试验条件 .....	17
7.2 试验项目 .....	17
8 检验规则 .....	23
8.1 试验分类 .....	23
8.2 出厂试验 .....	23
8.3 型式试验 .....	23
9 标志、包装、运输、贮存 .....	23
9.1 标志和随机文件 .....	23
9.2 包装与运输 .....	24
9.3 贮存 .....	24
附录 A 低电压治理设备（LVR）产品检测项目 .....	25

## 前言

本规范的目的是对低电压治理设备30kVA（以下简称LVR30）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：徐鹏，于瑞，王恒良，赵通。

本标准自发布之日起有效期五年，到期复审。到期未复视为无效。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。

## 低电压治理设备 30kVA (LVR30)

### 1 范围

本规范规定了低电压治理设备（简称LVR）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。

本规范适用于频率50Hz，额定工作电压不超过690V的低压配电系统中采用电压源型电力电子变流器结构的串联型电压补偿装置，主要用于在低压串联线路中提供使负载达到额定电压所需的补偿电压。

### 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。

GB2894-2008	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 有源电压偏差补偿装置 active voltage deviation compensator

利用电力电子变流技术产生补偿电压与输入侧供电电压相叠加,从而保障负载端电压有效值达到性能要求的串联型电压补偿装置。

#### 3.2 电压偏差 voltage deviation

$\Delta U_d$

实际运行电压对系统标称电压的偏差相对值,以百分数表示。

$$\Delta U_d = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100\%$$

式中:

$U$ —实际运行电压有效值,单位为伏[特](V)。

$U_N$ —系统标称电压有效值,单位为伏[特](V)。

[GB/T 12325, 定义3.4]

#### 3.3 电压补偿精度 voltage deviation compensation precision

$\Delta U_p$

补偿后,负载端电压对系统标称电压的偏差相对值,以其绝对值的百分数表示。

$$\Delta U_p = \frac{|U_L - U_N|}{U_N} \times 100\%$$

式中:

$U_L$ —装置补偿后,负载端电压有效值,单位为伏[特](V)。

$U_N$ —系统标称电压有效值,单位为伏[特](V)。

#### 3.4 旁路状态 bypass state

装置不输出补偿电压，仅通过旁路开关向负载提供电能的运行状态。

### 3.5 补偿状态 compensation state

装置通过电力电子变流器输出补偿电压的运行状态。

### 3.6 响应时间 compensation response time

电压偏差超出限值，装置从旁路状态切换至补偿状态，并补偿负载端电压首次恢复至电压补偿精度要求所需的时间，如下图所示。

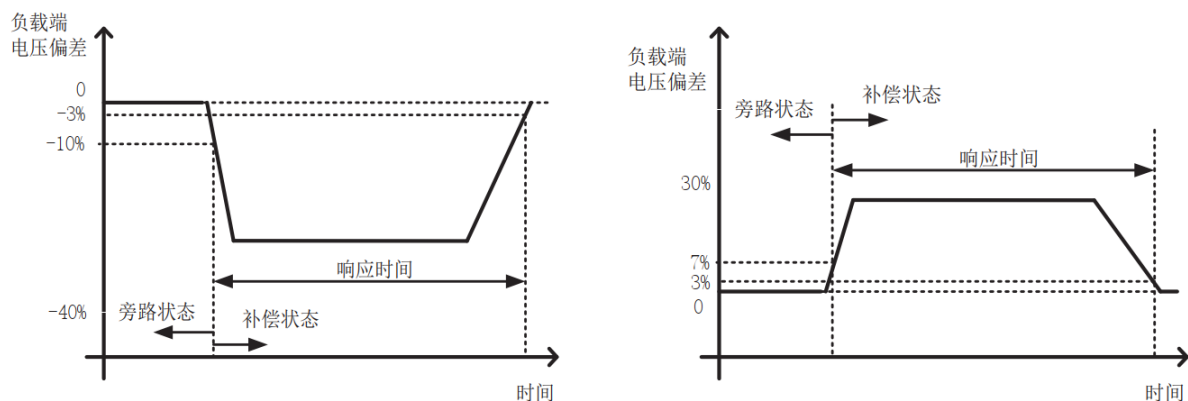


图 3.1 响应时间示意图

## 4 型号命名与产品分类

### 4.1 型号命名

装置的全型号由产品代号、额定容量、电压等级、单/三相设备、调压方向、接入方式共六部分组成，其具体组成形式如图4.1所示。

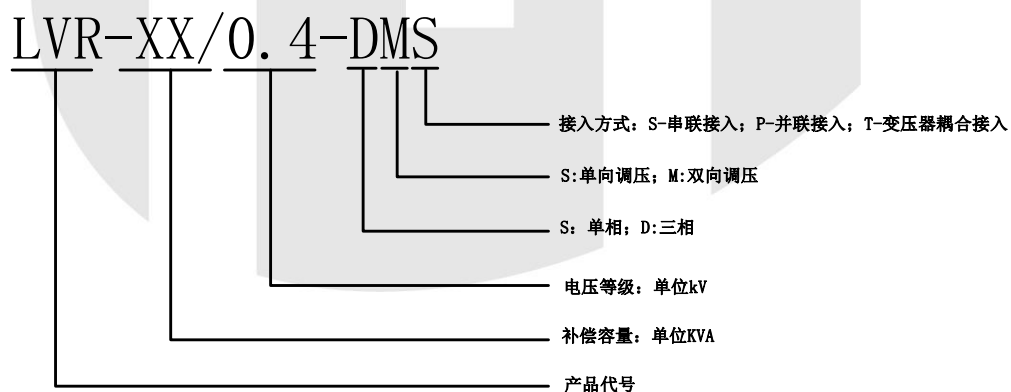


图 4.1 装置的命名规范

## 5 使用条件

### 5.1 环境条件

- 环境温度：-40℃~+50℃，日平均温度不超过 35℃。
- 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 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）。
- 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，机车内部暴露在外的设备）。

## 5.2 电网具备条件

装置运行的电网条件如下：

- a) 频率变化范围： $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$
- b) 工作电压范围：额定电压220V的偏差 $-40\% \sim 30\%$
- c) 工作电压畸变范围：输入侧电压畸变率 $\leq 15\%$

## 5.3 设备额定条件

- a) 接线方式：单相，隔离型（按照设备命名规则是有三相设备的，但这里的接线方式只有单相）
- b) 额定工作频率：50Hz
- c) 接入电网标称电压：220V

# 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 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。

## 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。

### 6.3 安全与防护

#### 6.3.1 外壳防护

调压模块外壳的防护等级满足IP66防护等级。

#### 6.3.2 安全标识

装置应根据GB2894-2008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，支架与主接地点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  $4\Omega$ 。 $\leq 0.5\Omega$ ；
- 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 $1000\ \Omega/V$ 。加500V测试电压；

### 6.5.2 工频耐压

L\N\PE电压直流2000V，漏电流 $<10\ \text{mA}$ ，维持 $1\ \text{min}$ ，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 2000V
$300 < U_i \leq 690$	交流 1890V 或直流 2672V

## 6.6 保护及告警功能

### 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。装置发生保护动作后，应进行自检，无异常后自动解锁。如果短时间内连续出现保护动作，则不应在短时间内再次投运。

### 6.6.2 输入过电压、欠电压保护功能

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，装置应立即停止输出，进入旁路模式。

### 6.6.3 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。

### 6.6.4 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。

### 6.6.5 短路及过流保护（研发自测）

当装置出现短路或过流故障时，装置应具有从在线补偿状态切换到旁路状态并给出告警指示的能力。

## 6.7 运行模式要求

装置应支持补偿模式、旁路模式两种运行模式，其中旁路模式应支持电子旁路和机械旁路两种方式，当设备出现不可修复故障或进行人工检修时可以切换至机械旁路状态。

### 6.7.1 补偿模式

在此运行模式下，装置应能通过电力电子变流器根据设定的目标电压输出相应补偿电压。

### 6.7.2 旁路模式

在此运行模式下，装置应能保护输出补偿电压，通过旁路开关向负载提供电能。

## 6.8 运行性能要求

#### 6.8.1 输入电压变化范围

输入电压在130V~220V范围内变化且非旁路运行时，输出电压偏差绝对值 $\leq$ 额定电压的5%。

#### 6.8.2 输入电流 THD

装置额定功率下输入电流THD $\leq$ 5%。

#### 6.8.3 功率因数控制

在装置容量足够情况下，输入功率因数不低于0.95，且不产生容性过补。

#### 6.8.4 响应时间

装置在输入电压变化时输出电压响应时间不大于200ms（送检指标，软件可改善）。

#### 6.8.5 输出电压瞬态偏差和恢复时间

在投切负载时，装置输出电压恢复时间 $\leq$ 60ms。

输出电压恢复时间：输出电压恢复到额定电压的97%~103%以内所用的时间。

#### 6.8.6 输出电压 THD

装置在不同负载情况下，输出电压THD $\leq$ 5%。

#### 6.8.7 额定容量

负载30kW，输入电压150V，输出功率220V时设备发出的电流。

#### 6.8.8 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，装置应自动限定输出电流至额定输出电流（负载30kW，输入电压150V，输出功率220V时设备发出的电流）。

#### 6.8.9 过载试验

装置应能在1.1倍额定容量（负载功率增加到1.1倍）下连续运行1min，工作正常。

#### 6.8.10 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。

主要发热元器件，列出IGBT、电感、熔断器等主要发热器件；

表 6.5 低电压治理装置各部位的极限温升

母线及母线连接处（铜）、可触及外壳（金属）、内部元件（IGBT）

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

#### 6.8.11 额定损耗

装置额定运行效率不低于 95 %。

注：效率 = 输出功率/输入功率×100%。

#### 6.8.12 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1m处，测得的装置噪声最大值应不大于65dB。

### 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电网侧电压、电网电流、负载电流、温度、风扇转速等数据，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。

### 6.10 电气参数测量功能

装置应具备电网侧电压、电网电流、负载电流等数据指示。电网电压、负载电流引用误差≤1%要求。

### 6.11 人机交互功能

装置应具备电网侧电压、电网电流、负载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。

### 6.12 控制功能

装置控制系统应根据系统电网侧电压的变化情况，自动调节装置输出电压。

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			

## 6.14 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 17626.3-2016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。

#### 6.14.1.2 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：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。
- 3) 标准考虑加严；



#### 6.14.1.3 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。

#### 6.14.1.4 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。

#### 6.14.1.5 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°、90°、180°、270°；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。

#### 6.14.1.6 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 环境试验（研发自测）

#### 6.15.1 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 $12\text{h} \pm 30\text{min}$ 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。

#### 6.15.2 交变盐雾试验更改为中性盐雾试验

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。

结构类关键元器件单独做盐雾试验；

#### 6.15.3 跌落试验

只针对模块；

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。

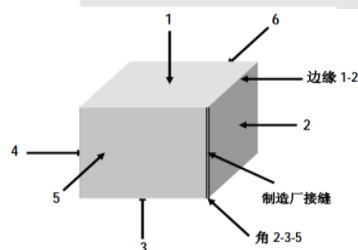


表6.10

包装重量 $m(\text{kg})$	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

#### 6.15.4 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。

#### 6.15.5 模拟汽车颠簸试验

带包装测试,持续40分钟。参考ISTA-1A标准。

实际汽车运输模拟;

#### 6.15.6 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 $-40^{\circ}\text{C}$ 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。

#### 6.15.7 高温耐久试验

额定电压,正常带载运行,高温 $50^{\circ}\text{C}$ ,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。

#### 6.15.8 模拟双85试验

确认设计寿命,折算试验时间;

温度 $50^{\circ}\text{C}$ 、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。

#### 6.15.9 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)》

工程技术本部出方案;

#### 6.15.10 内控实验场景确认(研发自测)

要求:研发和质量同事一块,勾选内控实验场景确认表中的应用场景,得出内控实验清单,并在上述的实验项目中进行补充完善。

本产品勾选了4, 6, 11, 12, 13, 19, 20, 23, 24, 32, 34, 36, 39, 40, 44, 45, 46项实验。

		内控试验场景确认表	版本号: V01.00
4	<input type="checkbox"/>	采集终端备电系统存在主备电切换的产品	
6	<input type="checkbox"/>	程序升级的产品	
11	<input type="checkbox"/>	带负荷开关类（电能表、终端必选）	
12	<input checked="" type="checkbox"/>	带模块类产品	
13	<input checked="" type="checkbox"/>	带时钟电池电路的产品	
19	<input checked="" type="checkbox"/>	福建海南等高温高湿地区	
20	<input checked="" type="checkbox"/>	工业场合的大功率设备	
23	<input checked="" type="checkbox"/>	黑龙江等高寒地区	
24	<input checked="" type="checkbox"/>	户外环境	
32	<input checked="" type="checkbox"/>	三相四线产品（包含载波模块）	
34	<input checked="" type="checkbox"/>	设备类有接地可靠性要求的产品	
36	<input checked="" type="checkbox"/>	市电供电环境	
39	<input type="checkbox"/>	天线外露的产品	
40	<input checked="" type="checkbox"/>	通用	
44	<input checked="" type="checkbox"/>	通用-南网	
45	<input checked="" type="checkbox"/>	通用-有远程通讯的产品	
46	<input checked="" type="checkbox"/>	有远程通讯的产品	

## 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 $50\pm 1\text{Hz}$ ，电压的总谐波畸变率不超过2%，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：1000m 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：86kPa~106kPa。

### 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。

参数阈值以及默认值；参数范围；

### 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，试验需配置单相或三相可调电压源、可调阻性负载，能根据试验需求产生无功电流、可调输入电压、可调负载等。

根据本规范的6.7要求验证装置的运行模式，即补偿模式和旁路模式。

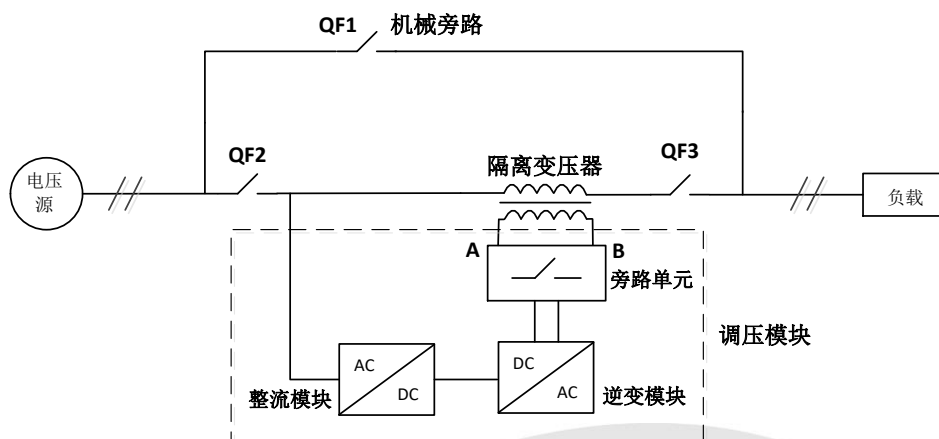


图 7.1 试验平台示意图

#### 7.2.7.2 输入电压变化范围试验

输入电压变化范围试验按以下步骤进行：

- 设置装置为非旁路运行模式，在轻载下运行；
- 设定装置输出电压为额定电压（220V），调节输入电压在130V~220V范围内变化，输入电压变化可参考图7.2所示曲线。
- 测试输出电压偏差绝对值，结果应满足本规范6.8.1的要求。

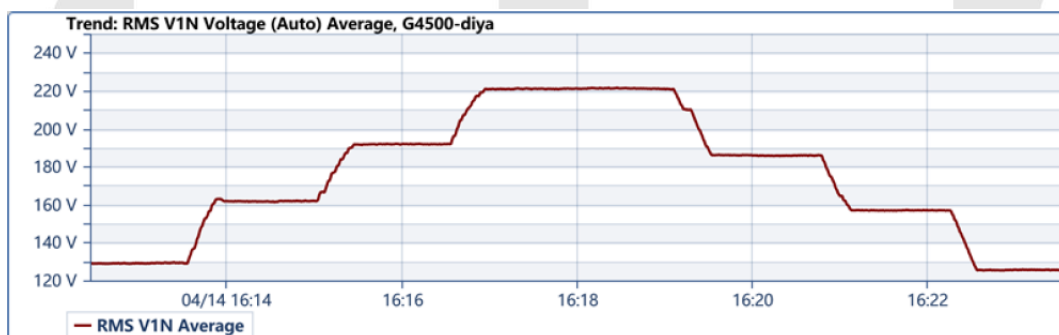


图 7.2 输入电压变化范围参考曲线图

#### 7.2.7.3 输入电流 THD 试验

装置在额定负载功率下运行，测试装置输入电流THD应满足本规范6.8.2的要求。

#### 7.2.7.4 功率因数控制试验

设置装置输入侧为无功自动补偿模式，在装置补偿模式运行状态下，测试输入侧有功功率和无功功率，测试功率因数应满足本规范6.8.3的要求。

#### 7.2.7.5 响应时间试验

响应时间试验按以下步骤进行：

- 设置装置在非旁路运行模式，轻载运行状态；

b) 调整输入电压突增, 监测输出电压波形, 测试输出电压响应时间, 输入电压突增响应时间为输出电压从开始变化到额定电压的100%所用的时间;

c) 调整输入电压突降, 监测输出电压波形, 测试输出电压响应时间, 输入电压突降响应时间为输出电压从开始变化到额定电压的90%所用的时间;

测试结果应满足本规范6.8.4的要求。

#### 7.2.7.6 输出电压瞬态偏差和恢复时间试验

输出电压瞬态偏差和恢复时间试验按以下步骤进行:

a) 设置装置为非旁路运行模式, 设定装置输出电压为额定电压;

b) 分别投入和切除负载, 测试投入和切除负载时输出电压恢复时间, 输出电压恢复时间为输出电压恢复到额定电压的97%~103%以内所用的时间。

测试结果应满足本规范6.8.5的要求。

#### 7.2.7.7 输出电压 THD 试验

输出电压THD试验按以下步骤进行:

a) 设置装置在非旁路运行模式, 设定装置输出电压为额定电压;

b) 分别在空载、轻载、满载下, 参考图7.2所示曲线, 调整输入电压, 测试装置输出电压THD;

测试结果应满足本规范6.8.6的要求。

#### 7.2.7.8 过载试验

装置运行在1.1倍额定容量下, 监测输出电压、负载电流、逆变电流等参数, 连续运行至少1min。测试结果应满足本规范6.8.9的要求。

#### 7.2.7.9 温升试验

装置在额定容量满载运行条件下, 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, 温升应满足本规范6.8.10规定。

在不同运行时间测量装置各部位温度, 包括铜排及连接点、可触及的外壳、内部元件等。

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。

#### 7.2.7.10 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, 试验负载为阻性负载;

b) 设定装置输出功率为额定功率, 调节输入电压至最低工作电压;

c) 采用功率分析仪测定装置输入和输出的有功电能, 计算装置运行效率, 损耗试验结果应符合本规范6.8.11要求。

#### 7.2.7.11 噪声测试

在装置正常运行工况下，按照GB/T 10233-2005中4.13规定的测试方法进行试验，分别测量其四周各距2m，距地面高度1.5m处的噪声，测量频率范围为2~20 kHz频段，测试结果应符合本规范6.8.12的要求。

#### 7.2.7.12 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。

#### 7.2.7.13 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负载电流、电网电流、电网电压，验证与装置仪表上显示的参数一致。

#### 7.2.7.14 人机交互功能

装置的显示功能试验依据本规范的6.11要求进行。装置应具备电网频率、电网电压、负载电压、电网电流、负载电流、补偿电压、温度等显示，并设有电源指示、故障指示等。

#### 7.2.7.15 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电网侧电压变化情况，自动调节装置补偿电压容量，使负载电压稳定在设定电压范围内。

#### 7.2.7.16 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，满足本规范6.13要求。

### 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6.14.1.1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 17626.4-2019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6.14.1.2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6.14.1.3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6.14.1.4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，测试结果应符合本规范6.14.1.5的要求。

#### 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6.14.1.6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6.15.1的要求。

#### 7.2.9.2 中性盐雾

对装置进行整机盐雾试验。测试结果应符合本规范6.15.2的要求。

关键元器件进行盐雾试验；

#### 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6.15.3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6.15.4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6.15.5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6.15.6的要求

#### 7.2.9.7 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6.15.8的要求

#### 7.2.9.8 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6.15.9的要求

#### 7.2.9.9 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。附录C在哪里？

### 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8.1。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

铭牌主要内容梳理：

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 低电压治理设备（LVR）产品检测项目

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 (2 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
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		输入电压范围	√	√		√	
9		输入电流 THD	√	√		√	
10		功率因素控制	√	√		√	
11		响应时间	√	√		√	
12		防护等级试验	√	√		√	√ *
13		温升	√	√	√ a	√	
14		损耗	√	√		√	
15		噪声	√	√		√	
16		输出电压瞬态偏差和恢复时间	√	√			
17		1.1 倍过载	√	√			
18		输出限流	√	√		√	
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		弹簧锤试验	√	√			
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	内控测试	485 带载能力	√	√			
		时钟电池漏电流	√	√			
38	生产	版本读取试验			√ a		√ *
39		整机功能试验			√ a		√ *
40		生产工艺说明	系统审批				√ *
41		打标文件	系统审批				√ *
42		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，详见低电压治理设备(LVR)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
V1.0			第一版	

编制：

审核：

标准化：

批准：