

FD/GL

山东菲达电器有限公司 企业标准

FD/GL-18

换相开关型三相负荷自动调节装置

2017-09-22 发布

2017-09-22 实施

山东菲达电器有限公司 发布

前 言

本标准依据 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准自发布之日起有效期三年，到期复审。

本标准由山东菲达电器有限公司提出。

本标准起草单位：山东菲达电器有限公司技术部。

本标准主要起草人：李勇 黄庆善

换相开关型三相负荷自动调节装置

1 范围

本标准规定了换相开关型三相负荷自动调节装置的技术要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装运输等。

本标准适用于换相开关型三相负荷自动调节装置的设计、制造、检验、使用和验收。

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，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

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 29312-2012 低压无功功率补偿投切装置；

GB/T 17626.X-2008 电磁兼容试验和测量技术；

GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合；

GB/T 15543-2008 《电能质量——三相电压不平衡》；

GB/T 10233-2005 《低压成套开关设备和电控设备基本实验方法》；

国家电网生(2004)203号 《国家电网公司电力系统电压质量和无功电力管理规定》；

GB 7251.1-2005 低压成套开关设备和控制设备 型式试验和部分型式试验 成套装备；

GBT14048.11-2008 低压开关设备和控制设备 第6-1部分：多功能电器 转换开关电器；

GB 50150-2016 电气装置安装工程-电气设备交接试验标准；

Q/GDW 1375.2-2013 电力用户用电信息采集系统型式规范 第2部分：集中器型式规范；

Q/GDW 1375.3-2013 电力用户用电信息采集系统型式规范 第3部分：采集器型式规范；

Q/GDW 1375-2013 电力用户用电信息采集系统型式规范；

Q/GDW 1374.3-2013 电力用户用电信息采集系统技术规范 第3部分：通信单元技术规范；

Q/GDW 1379.4-2013 电力用户用电信息采集系统检验技术规范 第4部分：通信单元检验技术规范；

DL/T 645-1997 多功能电能表通信规约；

DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议；

JBT10923-2010 电子式电能表用磁保持继电器；

GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温；

GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温；

GB/T 2423-3-2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验C：恒定湿热试验；

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部份：试验方法 试验Ea和导则：冲击试验

GB/T 2423.8 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ed：自由跌落试验

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部份：试验方法 试验Fc：振动（正弦）试验

GB/T 1208.1-2006 仪用互感器 第1部分：电流互感器（IEC 60044-1，：1996，IDT）；

GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）；

GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书总则；

GB/T 15148-1994 电力负荷控制系统通用技术条件；

GB/T 15464-1995 仪器仪表包装通用技术标准；

GB/T 17215.211-2006 交流电测量设备通用要求、试验和试验条件，第11部分：测量设备（IEC62052-11:2003，IDT）；

GB/T 17215.301-2007 多功能电能表 特殊要求；

GB/T 17215.322-2008 交流电测量设备 特殊要求 第22部分：静止式有功电能表（0.2S级和0.5S级）；

DL/T 375-2010 户外配电箱通用技术条件；

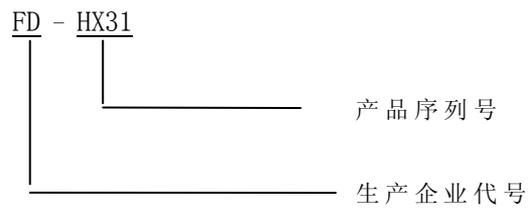
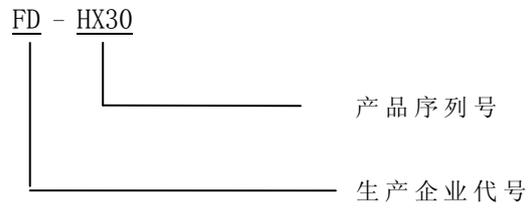
GB 4208-2008 外壳防护等级（IP代码）；

3 术语和定义

GB/T 17215.211-2006 和 GBT14048.11-2008 中的术语和定义适应于本技术条件。

4 技术要求

4.1 型号和含义



4.2 气候环境条件

使用环境条件见表 1。特殊环境要求根据项目情况进行编制。

表 1 使用环境条件表

序号	名称		单位	项目需求值
1	周围空气温度	最高气温	°C	+70
		最低气温		-40
		最大日温差	K	40
		日平均最高温度	°C	≤+40
2	海拔		m	≤3000
3	太阳辐射强度(风速 0.5m/s 时)		W/cm ²	0.1
4	污秽等级			IV
5	覆冰厚度		mm	10
6	风速/风压(户外)		(m/s)/Pa	35/700
7	湿度	日相对湿度平均值	%	≤95(环境温度+40°C时)
		月相对湿度平均值		≤90
8	耐受地震能力	水平加速度	m/s ²	3.0
		垂直加速度	m/s ²	1.5
9	由于主回路中的开合操作在辅助和控制回路上所感应的共模电压的幅值		kV	≤1.6
10	安装方式			户外, 电杆(柱上, 壁挂)
注: 表中“项目需求值”为正常使用条件, 超出此值时为特殊使用条件, 项目单位可根据工程实际使用条件进行修改。				

4.3 机械影响

GB/T 17215.211-2006 中规定的要求适用于本技术条件。

4.4 工作电源

智能换相终端和开关采用交流电源, 要求如下:

- A) 额定电压 3×220 V, 允许偏差-20%~15%;
- B) 谐波含量 THD 小于 5%(电压总谐波畸变率);
- C) 频率 50Hz, 允许偏差-6%~2%;

在电源中断后, 非易失性存储器中的数据能保留 8 年以上。

4.5 电气要求

GB/T 17215.211-2006 中规定的要求适用于本技术条件。

4.6 功率消耗

电压电路和电流电路的功率消耗应在 4.4 给定的参比条件下以任意合适的方法确定，功率消耗测量的最大误差不超过 5%。

在参比温度和参比频率下，每一电压线路在参比电压下和每一电流线路在额定电流下的有功功率和视在功率消耗应不超过表 2 所规定的值。

表 2 功率消耗（包括正常运行时的电源）

	带电源的线路
电压线路/相	1W, 5VA
电流线路/相	1VA

4.7 短时过电流影响

短时过电流不应损坏本智能换相终端，当回到初始状态时，应能正常工作，且在额定电流和功率因数为 1 的情况下，误差改变量不应超过 0.1%。

试验线路应近似无感，逐相进行试验。

试验电流：a、智能换相终端 $5A \times 10 = 50A$ ，（误差 $0 \sim -10\%$ ），时间长度：0.5s。

b、智能换相开关：试验线路应近似无感，试验应在当前运行相（如 C 相）进行； $120A \times 10 = 1200A$ ，（误差 $0 \sim -10\%$ ），时间长度：0.5s。

4.8 自热影响

由自热引起的测量误差改变量应符合表 3 给出的值。

表 3.1 智能换相终端自热引起的测量误差改变量

电 流 值	功 率 因 数	以百分数误差表示的改变量极 限
5A	1	0.2
	0.5L	0.2

试验过程如下：电流线路无电流，电压线路上施加参比电压至少 2h 后，在电流线路中加 5A 电流。在功率因数为 1 时，加电流后立即测量误差，接着以足够短的时间准确地画出作为时间函数的误差变化曲线。此项试验至少应进行 1h，要到 20min 内误差变化不大于 0.1% 时为止。

表 3.2 智能换相开关自热引起的测量误差改变量

电 流 值	功 率 因 数	以百分数误差表示的改变量极 限
120A	1	0.2

试验过程如下：当前运行相（如 C 相）电流线路无电流，C 相电压线路上施加参比电压至少 2h 后，在当前运行相（如 C 相）电流线路中加 120A 电流。在功率因数为 1 时，加电流后立即测量误差，接着以足够短的时间准确地画出作为时间函数的误差变化曲线。此项试验至少应进行 1h，要到 20min 内误差变化不大

于 0.1% 时为止。

4.9 交流电压试验

交流电压试验按表 4 的值进行。

试验电压应近似正弦波，频率为 45Hz~55Hz，施加时间至少 1min，电源容量至少 500VA。

所有试验应在盖上表壳和端子盖的条件下进行。

试验中不应发生飞弧、火花放电或击穿现象。

表 4 交流电压试验

试验	施加于	试验电（有效值）	试验电压施加点
A	I 类防护仪表	2.5kV	所有的电压、电流线路连接在一起为 1 点，另一点是地。
		2.5kV	各相电压线路与电流线路之间。

4.10 系统设计要求

4.10.1 系统构成

FD-HX30 智能换相终端应能和若干台换相开关（FD-HX31）构成 1 个系统。智能换相终端安装在配变就近的 JB 柜内，智能换相终端不断检测本配变三相负荷的大小，并计算三相负荷的不平衡度。当不平衡度超过某个设定值时，立即命令某台在重负荷线上运行的换相开关切换到负荷较轻的相线上运行，使三相负荷的不平衡度保持在设定的范围内。本系统通过短距离无线进行数据通信。

4.10.2 数据传输媒介及规约

本系统采用工作在业余频段的微功率（50mW）无线数据通信模块进行数据通信。智能换相终端与换相开关之间的通信为准双向透明传输，通信规约为自定义。

4.10.3 智能换相终端功能

a) 采用专用大规模集成电路测量额定频率为 50Hz 的三相交流电压、电流，并且利用国家认可的工作在业余频段的无线数据传输技术，采集各换相开关的用电数据。

b) 实时计算三相不平衡度，适时对各换相开关下发换相控制命令，性能稳定、可靠。

c) 数据传输采用多频点跳频技术进行组网、通信。

d) 实时显示三相电压、三相电流、三相有功功率、三相无功功率、三相功率因数、不平衡度、负荷切换次数。

e) 1 个 RS-485 接口，可以接收 PC 机下发的各种命令。

f) 额定电压：3×220Vac，50Hz。

g) 额定电流：3×5Aac。

h) 准确度等级：电压、电流 0.5 级，有功功率 1 级，无功功率 2 级，功率因素 0.01。

i) 低功耗：电压线路功耗≤1.5W/5VA/相，电流线路功耗≤1VA/相。

j) 环境条件：标准工作温度：-25℃~+55℃。

极限工作温度：-40℃~+70℃，相对湿度：≤95%。

k) 通讯传输范围：整个配变台区。

4.10.4 智能换相开关功能

a) 采用专用大规模集成电路测量额定频率为 50Hz 的单相交流电压、电流，并且利用国家认可的工作在业余频段的无线数据传输技术，接收智能换相终端发来的命令，发出本智能换相开关采集到的电流数据。

b) 执行智能换相终端下发的换相控制命令。

c) 数据传输采用多频点跳频技术进行组网、通信。

d) 采用专用的大功率组合开关，保证本智能换相开关能轻松切换大负荷。

e) 保证本智能换相开关在任何情况下不会产生相间短路，在任何时候只有且一定有一相电源给用户供电。

f) 额定电压：3×220Vac，50Hz。

g) 最大长期运行电流：120Aac，最大切换电流：120 Aac。

h)、换相时最大停电时间：≤10ms。

i) 大功率转换开关的电气、机械寿命：≥10000 次/10 万次。

j) 准确度等级：电压、电流 0.5S 级。

k) 低功耗：电压线路功耗≤1W/5VA/相，电流线路功耗≤1VA。

l) 环境条件：标准工作温度为-25℃~+55℃，

极限工作温度：-40℃~+70℃，相对湿度：≤95%。

m) 通讯传输范围：整个配变台区。

4.10.5 基本性能指标

4.10.5.1 数据采集

控制单元（换相终端）

a) 模拟量:三相电压、三相电流，三相有功功率，三相无功功率，总功率因素。

b) 数字量:通过其上的 RS-485 接口，（波特率 9600, 8 位数据，1 位起始，1 位停止，偶校验）可以接收 PC 机下发的各种命令。

动作单元（换相开关）

a) 模拟量:电压、电流。

b) 数字量:通过其上的 TTL 接口，（波特率 9600, 8 位数据，1 位起始，1 位停止，偶校验）可以与无线数据通信模块连接，接收智能换相终端下发的各种命令。

4.10.5.2 控制关系

换相终端 FD-HX30 控制低压台区内的 FD-HX31 智能换相开关 1-10 台。

4.10.5.3 系统响应时间

4.10.5.4 显示时间间隔

数据更新时间间隔≤2s。

4.10.5.5 命令换相开关执行动作的时间

在智能换相终端接收 PC 机命令到换相开关执行完该命令的时间小于 2s。

4.10.5.6 智能换相开关执行换相命令的停电时间

智能换相开关执行换相命令的停电时间 $\leq 10\text{ms}$ 。

4.10.5.7 校验

在加入三相对称的额定电流 ($I_n=5\text{A}$)、三相对称参比电压 ($U_n=3\times 220\text{V}$)、合相功率因数=0.5L、参比频率=50Hz 的条件下,短接线路板上的“XB”点,可以启动智能换相终端进行模拟量测量的校验程序。

4.10.5.8 信道

智能换相终端采用微功率无线信道:对无线信道收发通信接口为 TTL 电平,波特率 9600,8 位数据,1 位起始,1 位停止,偶校验。

4.10.5.9 通信方式

与无线收发模块的通信为半双工全透明传输。

4.10.5.10 信道比特差错率

优于 10^{-4} (15min 平均值)。

4.10.5.11 可靠性

智能换相终端的平均无故障时间 $\text{MTBF} \geq 10^5\text{h}$ 。

4.10.5.12 可用率

智能换相终端的年度可用率 $\geq 99.75\%$ 。

4.10.5.13 装置技术参数

配变自动化控制装置,三相不平衡调节装置技术参数特性见表 5。

表 5 技术参数要求表

名称	项目	标准参数值	
三相不平衡调节装置型号		FD-HX30、FD-HX31	
1	主要电气参数	额定工作电压	AC380V/220V/50Hz
		额定绝缘电压	AC660V
		额定耐受电压	AC2500V (1min 工频)
		额定短时耐受电流	10kA
		整机功耗	$\leq 10\text{W}$
2	电流互感器	准确度等级	0.5
		变比	600/5、400/5
3	换相开关	型式	转换开关
		额定工作电压	AC380V/220V/50Hz
		额定电流	120A (50、100A、120A)

名称	项目	标准参数值	
	换相时间	≤10ms (需要提供第三方检测报告原件及其报告可查询编码)	
	抑止合闸涌流能力 (额定电流的倍数)	<5	
	电气寿命/机械耐久性	≥10000 次/10 万次	
	输入端极数	3P+N	
	输出端极数	1P+N	
	输出电压	220V/50Hz	
4	智能控制器	额定工作电压	3×AC220 V, 允许偏差-20%~15%
		控制策略	总线控制和支线控制
		通信接口	RS-485或-RS232
5	箱体	材质	不锈钢
		防护等级	IP65
		尺寸 宽×深×高 (mm)	不大于 270×150×370
6	通讯方式	无线通讯	控制器与各个换相开关使用无线通讯方式 (通讯距离≥1.5km)

4.11 通用要求

4.11.1 工作原理

成套装置主要由控制器和多个换相开关组成，控制器通过不同的控制方式，来控制换相开关，将后端负荷自动切换到其他相，实现三相负荷不平衡的实时调节，起到节能降损、保护配变及抬升电网末端电压的作用。原理示意图如图 1 所示：

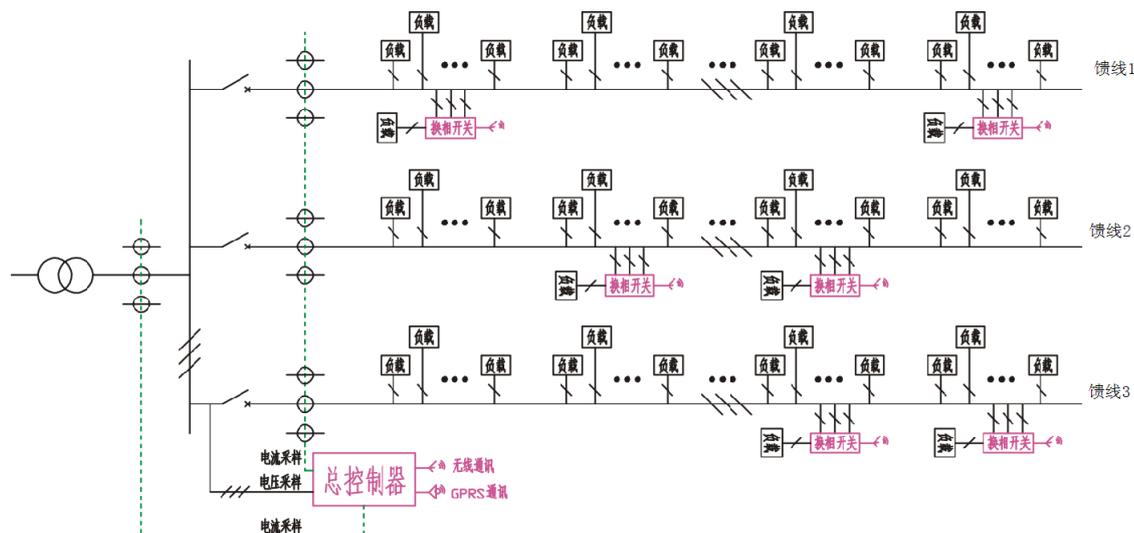


图 1 工作原理图

4.11.2 装置应采用模块化设计，并应满足以下要求：

1) 主要技术要求

- a) 电流采样精度： $\leq 1.0\%$
- b) 电压采样精度： $\leq 0.5\%$
- c) 三相之间可任意调相，断电时间： $< 10\text{ms}$
- d) 换相开关额定电流：120A

2) 装置可靠性

- a) 装置告警准确率：100%
- b) 装置平均故障间隔时间： $\geq 100000\text{h}$
- c) 历史数据、报表、日志存储时间：2年
- d) 换相开关机械寿命：10万次
- e) 换相开关采用“电流过零切断”，减小对负荷的冲击。

3) 实时监测数据

- a) 装置应实现实时监测换相开关安装点的电压、电流及相序；
- b) 装置应满足对台区电压、电流、负载率、不平衡度、中线电流的实时监测。

4) 成套装置功能

- a) 换相开关式三相不平衡治理装置应无需搭建后台，装置的控制单元可采集台区的运行数据，可依据设定的不平衡率，来控制换相开关，实现负荷的就地平衡。
- b) 装置可根据实际需要自由设置换相的间隔时间（周期）。

5) 报警功能

- a) 开关拒动
- b) 开关通信故障
- c) 负荷异常断电
- d) 负载检测异常
- e) 过载
- f) 欠压、过压

6) 数据统计

- a) 统计电压、电流、负载率、不平衡度、中线电流、换相开关动作次数，并可以下载；
- b) 统计线路不平衡率，统计线路调整前，调整后的不平衡率。

4.12 控制器

4.12.1 控制器组成

控制器应以 DSP（数字信号处理器）或者单片机为核心的控制电路板和显示屏、电源模块组成，应有良好的人机界面、可设置装置中的各种参数，所有设置的内容不受停电和干扰信号的影响。

4.12.2 控制器功能

（1）控制策略

- a) 总线优先的控制方式：能使配变出口三相电流不平衡调整效果最好；
- b) 支线优先的控制方式：能使支线的线损最小。

（2）通讯功能

控制器应具有 RS485 (Modbus 规约) 或者 RS-232 等标准化通讯接口, 支持 WEB 和手机 APP 远程在线监控。

（3）保护功能

- a) 过载保护功能；
- b) 短路保护功能；
- c) 欠、过压保护功能；
- d) 旁路功能。

4.12.3 电流互感器

电流互感器应满足如下要求：

- a) 需配置两组电流互感器（一组总线测量用，另两组供分支线测量使用）。
- b) 准确度等级为 0.5 级。
- c) 互感器变比：总线 600/5；分支线 400/5（具体变比在供货时，可由建设方要求配备）；

4.12.4 壳体要求

- a) 装置的外壳采用不锈钢材质，并应有足够的机械强度，以承受使用或搬运过程中可能遇到的机械力。并应平整、严密、美观、要求 6 年不变形、腐蚀。
- b) 装置内所有金属紧固件应有锁紧措施，以保证在正常使用条件下不会因振动而松动或移位；并应涂敷合适的镀层，镀层不得起皱、脱落、发黑及生锈。
- c) 装置的门应能在不小于 90° 的角度内灵活启闭。同一组合的装置，应装设能用同

- 一把钥匙打开的锁。
- d) 箱体应采取上下通风方式，箱底开有通风口，箱顶盖升高留有通风道，具备良好散热性能。
- e) 装置外壳表面应喷涂“有电危险”或其他警示标志。
- f) 每套装置的外壳应通过专门的接地点可靠接地，接地回路应满足短路电流的动、热稳定要求。凡不属主回路或辅助回路的预定要接地的所有金属部分都应接地。外壳、框架等的相互电气连接宜用紧固连接，以保证电气上连通；接地点的接触面和接地连线的截面积应能安全地通过故障接地电流；紧固接地螺栓的直径不得小于 12mm；接地点应标有接地符号；主回路应有可靠的接地措施，以保证维修工作的安全。
- g) 配套提供装置的安装配件（抱箍或支架），并应进行热镀锌处理。

4.13 系统构成与功能

换相开关型三相负荷自动调节装置的构成及功能如表 6 所示。

表 6 换相开关型三相负荷自动调节装置的构成及功能

功能	具体说明
系统构成	台区主控器+单相换相器
交流采样	采集台区变压器出口 A、B、C 三相电压、三相总电流、分支电流
	采集受控单相负荷负载电流
保护与报警	过载
	过压
	欠压
控制功能	换相原则控制、手动换相、定值整定
参数设置	通讯参数设置
	运行参数设置
指示(主控器需配置液晶屏以方便观察、维护)	运行
	通讯状态指示(联网正常、联网故障、两路独立 RS485 通讯)
	相序
	投切相
显示功能	告警
	相电压、相电流、开关状态
通讯功能	两路独立 RS485 通讯、RS232 调试口、标准通信模块接口(符合国网技术要求的微功率)

远程维护	远程控制、维护
电流过载工作能力	装置应具备长期 1.2 倍额定电流过载工作能力，以适应现场线路负荷的超预期变化
过流保护功能	具有微型断路器，当负载发生过流故障时，可快速切断以保护装置前端线路供电不受影响
雷击防护	硬件设计雷击防护功能，可承受浪涌 3 级。
开关形式	采用接触器（继电器）与晶闸管配合的复合开关形式

4.14 电磁兼容性要求

装置的电磁兼容性应满足 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5 等的试验技术要求。

4.15 标志与铭牌

4.15.1 标志

- 1) 在装置内部，应能辨别出单独的电路及电器元器件。电器元器件所用的标记应与随同装置一起提供的电路图上的标记一致。
- 2) 装置后门内侧粘贴主要元器件的铭牌。

4.15.2 铭牌

- 1) 每台装置应配备铭牌，铭牌应字迹清晰，安装应坚固、耐久，其位置应该是在装置安装好后，易于看见的地方。
 - a) 制造商（生产厂）或商标；
 - b) 产品名称或型号；
 - c) 制造日期及出厂编号；
 - d) 额定电流；
 - e) 额定电压；
- 2) 装置内的电器组件应有耐久清晰的铭牌，在正常运行中，各组件的铭牌应便于识别。

5 试验方法

5.1 试验内容及要求

- 5.1.1 根据国家标准（GB）和最新版的 IEC 标准进行试验。试验中，要遵循并执行下列附加要求和 IEC 的补充说明，并提供供货范围内主要元件的型式试验和出厂试验报告。现场交接试验应符合标准的要求。
- 5.1.2 型式试验、抽检试验、出厂试验和现场交接试验的试验项目见表 7：

表 7 型式试验、抽检试验、出厂试验和现场交接试验的试验项目

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	交接试验	抽检试验
1	一般检查	√	√	√	√
2	绝缘电阻验证	√	√	√	√
3	介电性能验证	√	√	√	√
4	通电操作试验	√	√	√	√
5	接地连续性试验	√		√	√
6	温升极限的验证	√			√
7	短路耐受强度验证	√			√
8	保护电路有效性验证	√	√		√
9	电气间隙和爬电距离验证	√			√
11	涌流试验	√			
12	响应时间检测	√			
13	工频过电压保护试验	√			
14	电磁兼容性验证	√			
15	机械操作验证	√			√
16	防护等级验证	√			

5.2 试验方法及要求

5.2.1 一般检查

a) 对开关的机械操作元器件，锁扣等部件的有效性进行检查，机械操作试验试验结果判定：正常分合，灵活可靠，无卡滞及操作力过大现象，装置手动操作的部件 5 次，机构动作可靠。

b) 检查导线、电缆布置是否符合要求试验结果判定：主辅电器接线与接线图和技术数据相符，导体截面、颜色、标志及相序应符合要求。

c) 防护等级是否符合 IP65

试验结果判定：用 ϕ 1.0mm 直硬钢丝作试验，不能进入壳内。用试验摆管向外壳各方向溅水无有害影响。

d) 标志是否符合要求

试验结果判定：是否有主接地点和接地标志。

e) 铭牌检查

试验结果判定：铭牌应清晰、牢固、壳体外表面涂层应协调。

f) 是否安装了保护性设施

试验结果判定：塑壳断路器。

g) 电气间隙测量

试验结果判定：大于等于 7.5mm。

h) 爬电距离测量

试验结果判定：大于等于 7.5mm。

5.2.2 绝缘电阻验证

应用电压至少为 500V 的绝缘测量仪器，对带电体之间、带电体与裸露导电部件之间、带电体对地的绝缘电阻进行测量。试验结果判定：带电体之间、带电体与裸露导电部件之间、带电体对地的绝缘电阻不小于 $1000\Omega/V$ （标称电压），则此项试验通过。

5.2.3 工频耐压试验

1) 主回路与主回路直接相连的辅助电路应能耐受表 8 规定的工频耐压试验电压。

表 8 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
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$ （或 1140）	3500

2) 不与主回路直接相连的辅助电路应能耐受表 9 规定的工频耐压试验电压

表 9 不由主回路直接供电的辅助电路试验电压值

额定绝缘电压 U_i/V	试验电压（交流方均根值）/V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2U_i + 1000$ ，但不小于 1500

5.2.4 通电操作试验

检查装置的内部接线正确无误后，在辅助电路分别通以额定电压的 85% 和 110%，各操作 5 次。试验结果判定：电器元器件的动作显示均应符合相应要求，且各操作器件动作灵活。

5.2.5 温升极限的验证

按 GB 7251.1-2013 中 8.2.1 的规定。试验结果判定：测试结果应符合 GB 7251.1-2013

中 8.2.1.7 的规定。

5.2.6 短路耐受强度验证

按 GB 7251.1-2013 中 8.2.3 的规定。试验结果判定：测试结果应符合 GB 7251.1-2013 中 8.2.3.2.5 的规定。

5.2.7 保护电路有效性验证

试验结果判定：测试结果应符合 GB 7251.1-2013 中 10.5.2 的规定。

5.2.8 电气间隙和爬电距离验证

按 GB 7251.1-2013 中 8.2.5 的规定。试验结果判定：测试结果应符合 GB 7251.1-2013 中 7.1.2.1 的规定。

5.2.9 防护等级验证

按 GB 7251.1-2013 中 8.2.7 的规定 IP65 等级进行试验。试验结果判定：测试结果应符合 GB 7251.1-2013 中 7.2.1 和 7.7 的规定。

5.3 电磁兼容性试验

5.3.1 一般要求

以下试验规定了换相开关型三相负荷自动调节装置的电源、输入、输出等回路的电磁兼容性试验方法，不同类型的装置可根据其配置进行相应的试验。在进行电磁兼容性试验时，装置应能正常工作，不应有任何误动作、损坏、复位现象，数据采集应准确。装置正常工作状态是指功能和性能都正常的工作状态。

5.3.2 试验结果的评价

实验依据标准：GB/T 17626.X-2008

试验结果应依据装置在试验中的功能丧失或性能降低现象进行分类，电磁兼容性试验结果评价等级见表 10。

A 级：试验时和试验后装置均能正常工作，不应有任何误动作、损坏、死机、复位现象，数据采集应准确。

B 级：试验时装置可出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏，其它功能和性能都应正常，试验后无需人工干预，装置应可以自行恢复。

表 10 电磁兼容性试验结果评价等级

试验项目	试验结果评价	
	试验时	试验后
电压暂降和短时中断	—	A
工频磁场抗扰度	A	A
射频电磁场辐射抗扰度	A	A
射频场感应的传导骚扰	A	A

试验项目	试验结果评价	
	试验时	试验后
静电放电抗扰度	A/B	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	A/B	A
阻尼振荡波抗扰度	A/B	A
浪涌抗扰度	A/B	A
脉冲磁场抗扰度	A	A
阻尼振荡磁场抗扰度	A	A

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为验收检验和型式检验两类。

6.2 验收检验

6.2.1 项目和建议顺序

对于到货验收的装置，应按型号、生产批号相同者划分为组，按组提供给质检部门按表 11 项目和建议顺序逐个进行检验。

6.2.2 不合格判定

检验中出现任一检验项目不合格时，判该装置为不合格，应重新进行调换或修理。

6.3 型式试验

6.3.1 周期

装置新产品或老产品恢复生产以及设计和工艺有重大改进时，应进行型式试验。批量生产或连续生产的装置，每两年至少进行一次型式试验。

可靠性验证试验在生产定型时进行，或按客户要求，在系统试运行中进行。

6.3.2 抽样

型式试验的样品应在出厂检验合格的装置中随机抽取。按 GB/T 2829 选择判别水平 I，不合格质量水平 RQL=30 的一次抽样方案，即

$$[n \quad Ac \quad Re] = [3 \quad 0 \quad 1]$$

式中：

- n——样本大小；
- Ac——合格判定数；
- Re——不合格判定数。

6.3.3 不合格分类

按 GB/T 2829 规定，不合格分为 A、B 两类。各类的权值定为：A 类 1.0，B 类 0.5。

6.3.4 合格或不合格判定

检验项目不合格类别的划分见表 11，当一个样本不合格检验项目的不合格权值的累积数大于或等于 1

时，则判为不合格品；反之为合格品。

对一个样本的某个试验项目发生一次或一次以上的不合格，均按一个不合格计。

6.4 项目和顺序

检验项目和建议顺序如表 11 所示。

表 11 检验项目和建议顺序

建议顺序	试验项目	型式试验	出厂试验	验收检验	不合格类别
1	一般检查	√	√	√	B
2	绝缘电阻验证	√	√	√	A
3	介电性能验证	√	√	√	A
4	通电操作试验	√	√	√ ^a	A
5	接地连续性试验	√		√*	A
6	温升极限的验证	√		√*	A
7	短路耐受强度验证	√		√*	A
8	保护电路有效性验证	√	√	√	A
9	电气间隙和爬电距离验证	√		√*	A
11	涌流试验	√		√*	A
12	响应时间检测	√		√	A
13	工频过电压保护试验	√		√*	A
14	电磁兼容性验证	√		√*	A
15	机械操作验证	√		√*	A
16	防护等级验证	√		√*	A
注：验收检验中“√”表示应做的项目，“√*”表示批次抽查的项目。 a 功能和性能中数据采集、控制功能					

7 技术服务、设计联络、工厂检验和监造

7.1 技术服务

7.1.1 概述

(1) 谈判人应指定一名工地代表，配合项目单位及安装承包商的工作。谈判人应指派有经验的安装指导人员和试验工程师，对合同设备的安装、调试和现场试验等进行技术指导。谈判人指导人员应对所有安装工作的正确性负责，除非安装承包商的工作未按照谈判人指导人员的意见执行，但是，谈判人指导人员应立即以书面形式将此情况通知项目单位。

(2) 合同设备的安装工期为 2 周，招谈判双方据此共同确认一份详尽的安装工序和

时间表，作为谈判人指导安装的依据，并列岀安装承包商应提供的人员和工具的类型及数量。

(3) 招谈判双方应根据施工的实际工作进展，通过协商决定谈判人技术人员的专业、人员数量、服务持续时间，以及到达和离开工地的日期。

7.1.2 任务和责任

- a) 谈判人指定的工地代表，应在合同范围内与项目单位工地代表充分合作与协商，以解决有关的技术和工作问题。招谈判双方的工地代表，未经双方授权，无权变更和修改合同。
- b) 谈判人技术人员应按合同规定完成有关设备的技术服务，指导、监督设备的安装、调试和验收试验。
- c) 谈判人技术人员应对项目单位人员详细地解释技术文件、图纸、运行和维护手册、设备特性、分析方法和有关的注意事项等，以及解答和解决项目单位在合同范围内提出的技术问题。
- d) 谈判人技术人员有义务协助项目单位在现场对运行和维护的人员进行必要的培训。
- e) 谈判人技术人员的技术指导应是正确的，如因错误指导而引起设备和材料的损坏，谈判人应负责修复、更换和（或）补充，费用由谈判人承担，该费用中还包括进行修补期间所发生的服务费。项目单位的有关技术人员应尊重谈判人技术人员的技术指导。
- f) 谈判人代表应充分理解项目单位对安装、调试工作提出的技术和质量方面的意见和建议，使设备的安装、调试达到双方都满意的质量。如因谈判人原因造成安装或试验工作拖期，项目单位有权要求谈判人的安装监督人员或试验工程师继续留在工地服务，且费用由谈判人自理。如因项目单位原因造成安装或试验拖期，项目单位根据需要有权要求谈判人的安装监督人员或试验工程师继续留在工地服务，并承担有关费用。

7.2 设计联络会

7.2.1 召开设计联络会

为协调设计及其他方面的接口工作，根据需要项目单位与谈判人应召开设计联络会。谈判人应制订详细的设计联络会日程。签约后的 30 天内，谈判人应向项目单位建议设计联络会方案，在设计联络会上项目单位有权对合同设备提出改进意见，谈判人应按此意见作出改进。

7.2.2 联络会主要内容

- a) 决定最终布置尺寸，包括外形和其他附属设备的布置；
- b) 复核断路器及换相开关的主要性能和参数，并进行确认；
- c) 检查总进度、质量保证程序及质控措施；
- d) 决定土建要求、运输尺寸和重量，以及工程设计的各种接口的资料要求；
- e) 讨论交货程序；
- f) 解决遗留问题；
- g) 讨论监造、工厂试验及检验问题；
- h) 讨论运输、安装、调试及验收试验。

7.2.3 其他需讨论的内容，如地点、日期、人数等在合同谈判时商定。

7.2.4 除上述规定的联络会议外，若遇重要事宜需双方进行研究和讨论，经各方同意可另召开联络会议解决。

7.2.5 每次会议均应签署会议纪要，该纪要作为合同的组成部分。

7.3 工厂检验和监造

a) 项目单位有权派遣其检验人员到谈判人及其分包商的车间场所，对合同设备的加工制造进行检验和监造。

b) 如经检验和试验有不符本部分的合同设备，项目单位可以拒收，谈判人应无偿给予更换。合同设备运到项目单位后，项目单位有进行检验、试验和拒收（如果必要时）的权力，不得因该合同设备在原产地发运以前已经由项目单位或其代表进行过监造和检验并已通过作为理由而受到限制。监造人员参加工厂试验，包括会签任何试验结果，既不能免除谈判人按合同规定应负的责任，也不能代替合同设备到达项目单位后的检验。

c) 谈判人应在开始进行工厂试验前 1 个月，通知项目单位其日程安排。根据这个日程安排，项目单位需确定要见证的项目，并在 14 天内通知谈判人。监造人员前往谈判人和（或）其分包商生产现场，观察和了解该合同设备工厂试验的情况及其运输包装的情况时，若发现任一货物的质量不符合合同规定的标准，或包装不满足要求，监造人员有权发表意见，谈判人应认真考虑其意见，并采取必要措施以确保合同设备的质量。

d) 若项目单位不派或未按时派遣监造人员参加上述试验，谈判人应在接到项目单位相关通知后，自行组织检验。

e) 为对合同设备进行实地了解，谈判人应在本厂内组织一次对项目单位的培训。监造范围由项目单位根据工程实际情况自定。

8 包装、贮存和运输

8.1 包装

包装要求应符合 GB/T 15464-1995 的规定。

包装必须保证在运输中，不因包装不良而使产品损坏。在包装箱上应注明：

- (1) 制造厂名、产品名称及型号；
- (2) 发货单位、收货单位及详细地址；
- (3) 产品净重、毛重、体积等；
- (4) “小心轻放”、“向上”、“易碎”字样和标记，字样和标记还应符合 GB191 的要求；
- (5) 包装应采取有效措施防止箱体外壳受力变形。

8.2 贮存和运输

在运输和装卸过程中，不得随意翻滚、碰撞，并应避免同危险品、有腐蚀的物品放在一起。

保存装置的地方应清洁，其环境温度应为 0℃～40℃，相对湿度不超过 85%，且空气中含有的有害物质不足以引起装置的腐蚀。
