

本使用手册为亨斯迈(杭州)电力技术有限公司编制, 版权所有, 不得翻制。
产品手册因软件或技术改进而做相应升级, 恕不另行通知。

CCD

智能综合配电箱



亨斯迈(杭州)电力技术有限公司
Hertzman(Hangzhou)Power Technology Co.,Ltd.

地址: 杭州市滨江区江陵路88号
电话: 0571-8791 1396
传真: 0571-8826 1796
邮编: 310051
官网: www.hertzmanpower.com

CCD

智能综合配电箱

概述

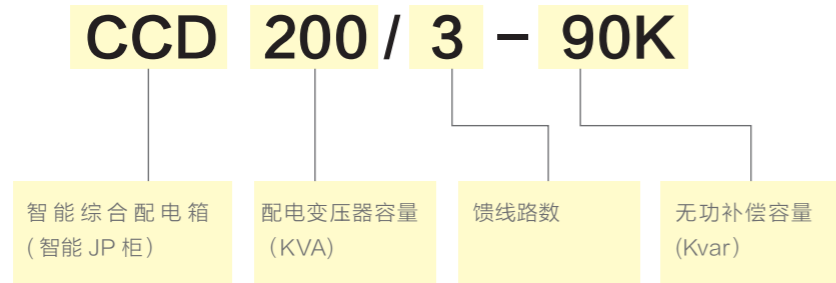
我国城乡居民和商业配电网中主干线供电方式为三相四线，分支线供电方式为单相，三相供电的混合模式。配电变压器均采用三相变压器，低压配电网中三相负荷与单相负荷共存，但居民家庭用电是以单相负荷为主，并且在规划设计阶段已将单相负荷均衡的分配到三相系统。近年来，随着经济建设及农村多种经济模式的飞速发展，农村用电结构及用电量也发生了较大变化，农村用电负荷大幅增加，小加工厂多，昼夜变化大，负荷特性复杂多变，农用配变数量越来越多，三相有功不平衡、功率因数低、电压质量不合格三方面问题已日益凸显，解决供电网电能质量是农村电网规划和建设的主要任务之一。

本产品由亨斯迈(杭州)电力科技有限公司针对以上存在的电能质量问题，研制出一款专用于此类用电环境中的智能型综合配电箱，适用于国家电网公司供电区域内交流频率 50HZ，额定电压为 400V 及以下农村电网、城市电网中，安装于容量为 500KV 及以下变压器端，具有计量、状态监测、环境监测、负荷管理、控制、通讯、保护、电能分配、静止无功补偿、三相电流平衡和滤波等功能单元为一体的户外低压配电箱。并具有以下方面独特效果：

1. 彻底解决配网三相不平衡问题，大幅降低低压配电网线路损耗；
2. 使无功达到就地平衡，功率因素可达 0.99；
3. 实时改善电压质量，稳定系统电压，提高配电质量，改善用电环境；
4. 完美解决由于三相不平衡带来的变压器过载运行等问题，延长变压器寿命。



型号命名



比如 :CCD~400/3~150K, 表示可用于 400KVA 配电变压器, 出线路数为三路 无功补偿容量配置 150KVAR 的智能综合配电箱 (智能 JP 柜);

技术指标

1: 环境要求:

- (1) 空气温度: 安装处周围空气温度不得超过 +40℃, 而且平均温度不超过 +35℃。周围空气温度的下限为: 温带地区为 -25℃; 严寒地区为 -50℃。
- (2) 海拔: 安装场地的海拔不得超过 2000m。
- (3) 最大风速: 最大风速为 35m/s(离地面高 10m 处持续 10min 的平均最大风速)。
- (4) 荷载能力: 同时有 10mm 覆冰和 17.5M/S 的风速。
- (5) 耐地震能力: 地面水平加速度 0.2G 垂直加速度 0.1G 同时作用。
- (6) 安装方式: 杆上支架安装、变压器台架 (槽钢) 吊装。
- (7) 安装地点要求: 无易燃、无爆炸、无导电尘埃、烟雾、蒸汽和腐蚀性介质等严重影响电器元件电气性能的场所, 同时安装地点无剧烈振动和冲击, 安装倾斜度不超过 5°。

2: 技术参数:

- (1) 额定绝缘电压: 660V;
- (2) 额定冲击耐受电压: 8000V;
- (3) 出线开关: ≤ 3 路;
- (4) 防护等级: ≥ IP44;
- (5) 污秽等级: III 级。

3: 监测数据参数

- (1) 数据传输信道: 无线公网 (GSM/GPRS)、有线网络 LAN;
- (2) 通讯协议: 智能配电箱与主站通信遵循: Q/GDW 376.1 及其扩展通信协议;

适用规范文件

本产品引用应用如下标准:

- GB/T 1208 电流互感器
- GB 4208 外壳防护等级 (IP 代码)
- GB 7251.12 低压成套开关设备和控制设备
- GB 7251.8 现场总线的通讯方式
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- DL/T 499 农村低压电力技术规程
- DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
- DL/T 725 电力用电流互感器订货技术条件
- DL/T 736 农村电网剩余电流动作保护器安装运行规程
- DL/T 1216 配电网静止同步补偿装置技术规范
- Q/GDW 126 农村电网自动化及通讯系统技术导则
- Q/GDW 347 电能计量装置通用设计
- Q/GDW 358 0.5S 级三相智能电能表技术规范

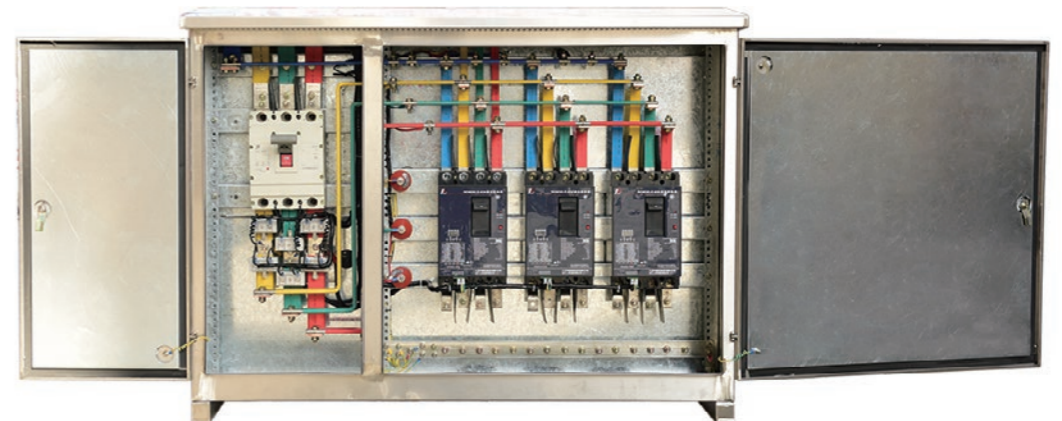
- Q/GDW 435 农村电网无功优化补偿技术导则
- Q/GDW 462 农村建设与改造技术导则
- Q/GDW 615 农村智能配变终端功能规范和技术条件
- Q/GDW 374.1 电力用户用电信息采集系统技术规范 第一部分 专变采集终端技术规范
- Q/GDW 374.2 电力用户用电信息采集系统技术规范 第二部分: 集中抄表终端技术规范
- Q/GDW 376.1 电力用户用电信息采集系统技术规范第一部分 主站与采集终端通信协议
- Q/GDW 377 电力用户用电信息采集系统安全防护技术规范
- IEEE std519 IEEE 对电功率系统中谐波控制的要求和推荐标准
- IEC 60439 低压开关设备和控制设备组合装置

常用型号规格技术参数

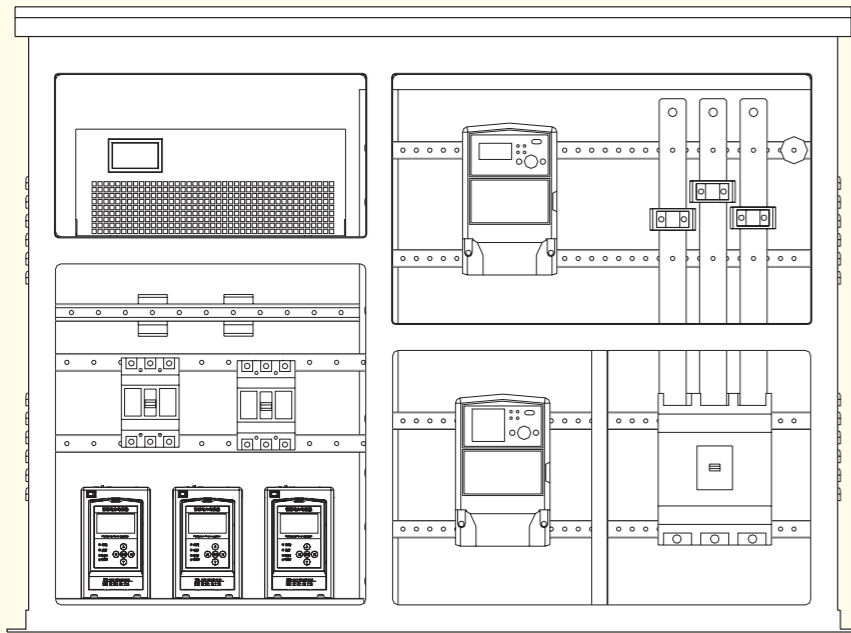
型号名称	CCD-200/3-90k	CCD-400/3-150k
适配变压器	200KVA	400KVA
系统参数	额定电压等级	400V
	输入相电压范	-40%~+20%
	电网频率	50HZ/60HZ(范围 :45HZ ~ 63HZ)
	整机效率	> 98%
	网络结构	三相四线
	电路拓扑	三电平

常用型号规格技术参数

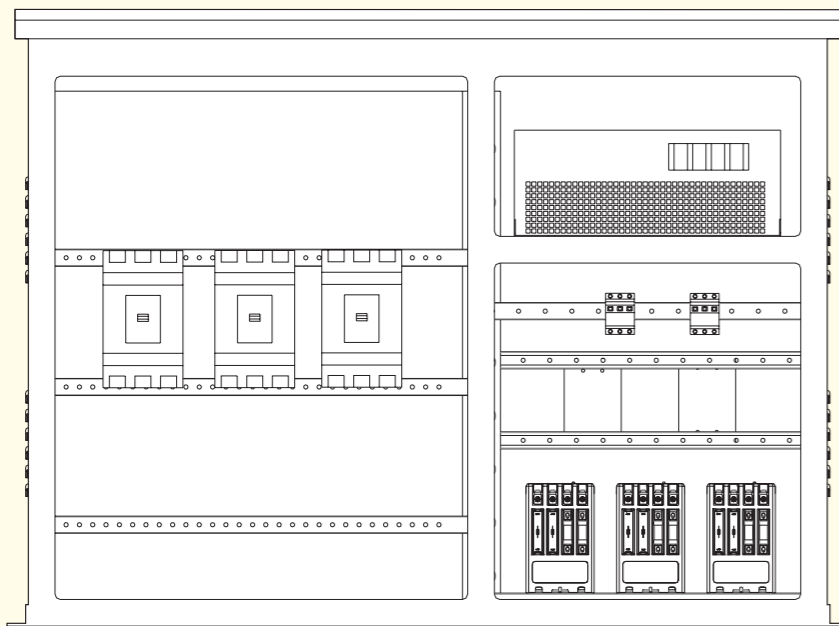
型号名称	CCD_200/3-90k	CCD-400/3-150k
配电参数	进线断路器额定电流	500A
	出线路数	3(重合闸漏电保护)
IGBT 性能指标	额定电流	138A
	最大不平衡补偿电流	45A
	三相平衡补偿能力	不平衡 < 5%
	无功补偿范围	从 -1~1 可调
	最大无功补偿容量	90Kvar
	无功补偿率	>99%
保护功能	响应时间	<15ms
	保护功能	过压保护、欠压保护、短路保护、逆变桥反向保护、过补偿保护、防雷双重保护、固定电容组过流 保护等
通讯监控能力	显示内容	电压、电流、频率、功率因素、运行温度、单元工作状态等实时运行信息
	单元通讯接口	RS485/CAN/ 网口
	通讯协议	Modbus 协议、电总协议
	远程通讯方式	GSM/GPRS (或有线 LAN)
机械特性	远程通讯协议	Q/GDW 376.1 及其扩展通信协议
	尺寸	W1300xD660xH1000
	颜色	不锈钢本色
	重量	190KG
环境要求	安装方式	变压器台架吊装
	运行温度	-10 ~ 55 摄氏度
	海拔高度	< 1500m,1500 米以上按照 GB/T3859.2 请降额使用
	IP 等级	IP44
抗震能力	8 级	



箱体结构配置



智能配电箱的结构布局示意图



智能配电箱的结构布局示意图

1. 智能配电箱采用独立功能布局、分层分布式结构、各组成单元相对封闭,统一标准设计。智能配电箱的结构布局示意图如图所示:

2. 进线方式采用侧面进线,侧面进线口设置专用防水弯头,弯头与箱体间配置防水胶垫,方便电缆接线。出线采用箱体下出线形式。

3. 箱体外壳材料采用不锈钢材料制作,厚度不小于1.5mm,箱体表面无眩目反光,箱体外观平整均匀;能可靠防雨、防尘、防盗、防电磁干扰;

4. 箱体充分考虑通风散热,在箱体两侧壁加工散热孔,散热孔内加不锈钢防尘网;

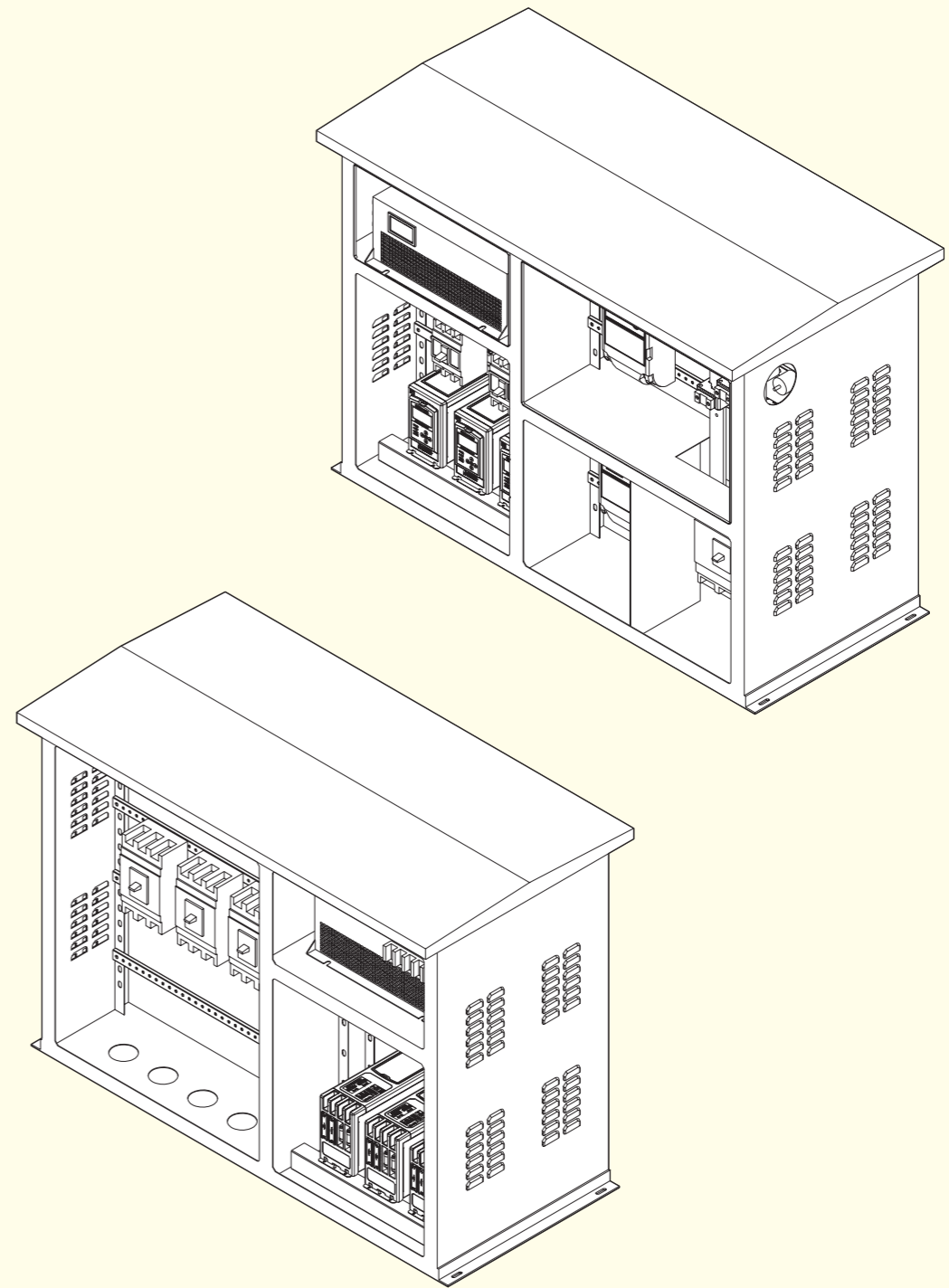
5. 箱体具有足够的机械强度,薄弱位置增加加强筋,具有足够的强度确保在正常起吊、运输、安装中不会变形或损伤,并提供吊环,方便现场安装和施工;

6. 箱体双面开门、双面安装、箱门开户灵活,开启角度大于90度;各功能单元之间采用隔板隔断,使之相应独立;

7. 箱体表面可见处安装永久性的产品铭牌,含制造厂名称、商标、产品型号、名称、出厂编号、性能参数等;

8. 智能配电箱根据安装位置和安装方式的不同,可分为立式和卧式两种箱体结构,也可根据客户需求进行定制;

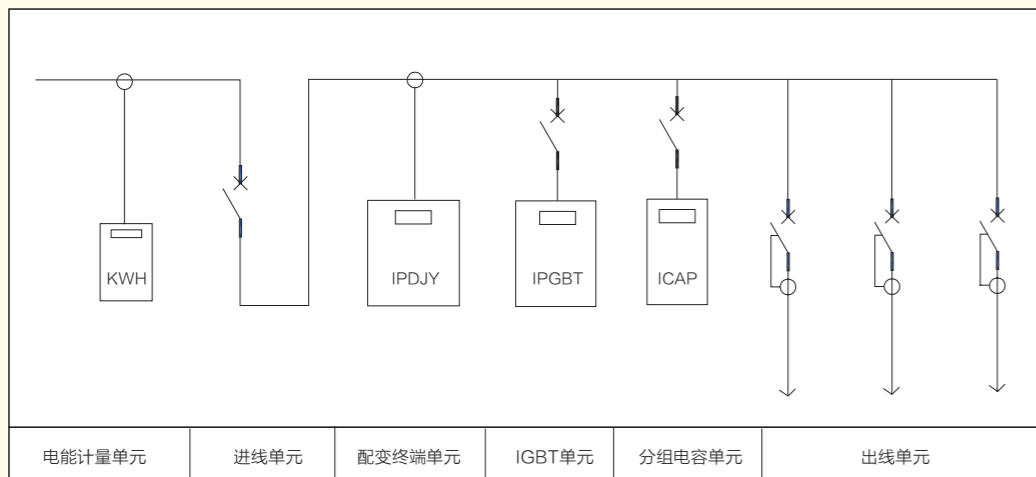
箱体结构配置



智能配电箱的结构布局示意图

单元功能

CCD 型智能综合配电箱,由五个单元组成,其一次原理见图 2 所示,下面对各个单元功能进行介绍:



CCD 型智能综合配电箱 一次原理图

一、电能计量单元

(1) 箱体内部隔出专为智能电能表包括二次接线盒以及专为计量互感器安装使用的计量独立空间内门上有能加铅封和锁封,除进出线(一次线各二次线)所必须的通道(孔)外,完全是一个密闭空间,外界物体完全不能进入,智能电能表的布置非常方便计量人员抄表及检查;

(2) 安装了遵循 Q/GDW 358 标准要求的智能电能表,计量精度为 0.5S 级的计量电流互感器;

二、进线单元

(1) 进线部分采用低压塑料外壳断路器,根据配电变压器容量选用过载保护值;

(2) 在断路器出线处设置断路器状态监测,通过 485 总线汇集至智能配变终端,如此进线状态可以由远程监控系统监控管理;

(3) 进线单元安装有环境状态监测单元,如变压器油温、柜内温度、柜内湿度等,通过柜内总线系统汇集智能配变终端;

三、出线单元

(1) 出线部分采用剩余电流动作断路器、漏电动作电流为 30mA-500mA 可调,突变剩余动作电流 30mA-75mA 可调,断路器具自动重合闸功能,当断路器跳闸后,经过 20 ~ 60 秒的时间能自动重合闸,闭锁时间为 5 秒,即当断路器重合闸后 5 秒内再次发生漏电故障而跳闸,且闭锁,不可自动重合;

(2) 出线开关同时具备根据线路容量或实际负荷调整过载保护值,并具通信功能,其过 485 总线汇集至智能配变终端;可远程查询剩余动作断路器运行状态,并可远程分合闸;

(3) 出线采用线母排连接,进出线口及箱内母排的位置方便接线并满足相匹配低压电缆的弯曲半径,母排都做有绝缘处理;

(4) 出线单元采用低压交流无间隙氧化锌避雷器做为防雷保护,并做了相应的接地单元;

四、智能配变终端单元

(1) 智能配变终端是对配电变压器、进线开关、剩余电流动作断路器、智能电能表、智能电容器、有源无功发生器等运行信息进行采集各用户用电信息进行收集的设备,完成配电变压器总表监测、剩余电流动作断路器、状态监测、负荷管理、电能质量管理、动态无功补偿、三相不平衡治理、谐波治理、安全防护、资产管理、视频监控、环境监测和分布式电源接入管理等功能;

(2) 监测数据主要类型有:

(a) 交流模拟量:包括电压、电流、有功功率、无功功率、功率因素等(具有录波功能,并能以曲线或条形图表方式显示);

(b) 电能量数据:包括总电能示值、各费率电能示值、总电能量、各费率电能量、最大需量等;

(c) 电能统计数据:包括电压合格率、三相不平衡度、电压(电流)的 2 次-19 次谐波分量、谐波含有率及总畸变率、频率偏差、负载率以及供电连续性等统计数据;

单元功能

(3) 主要保护类型有:

(a) 过压保护、过流保护、过负荷保护、欠压保护、过热保护等;

(b) 以上保护具有告警功能,并完成记录、存储和上报;

(4) 数据通讯方式:

(a) 无线公网(GSM/GPRS),CDMA; b) 有线以太网络(RJ45);

(c) 无线专网(230MHz); (d) 光纤专网;

五、静止同步补偿单元(IGBT 单元):

(1) 静止同步补偿单元主要包括监测单元、控制显示单元、IGBT 变流器单元、保护单元、冷却单元;

(2) 应用先进的三相不平衡和动态无功分析理论及控制算法及先进的三电平变流器的控制技术,快速治理、跟踪系统的三相不平衡及无功的变化,达到最优的治理效果;

(3) 静止同步补偿单元属有源型电力设备,系统稳定无谐振,平滑调节,效果优异,可自动检测负载电流进行补偿,无需人为操作;

(4) 无功补偿效果 $\cos\Phi$ 可达 0.99 级,并且容性感性均可补偿,无过补,无欠补,实时补偿,全响应时间小于 15ms;

(5) 三相不平衡度可降至 3% 以下;动态响应时间小于 50 μ s;

(6) 单元具有大屏显示系统,中文显示功能,能监控显示单元运行的各种参数,让客户直观了解补偿效果;

(7) 单元具有通讯功能,由智能终端统计汇集数据,并由系统后台统计控制管理;

(8) IGBT 变流器属于有源装置,单元设置了风冷及过流、过压等保护单元;

(9) (选项)滤波单元通过 IGBT 变流器产生反相补偿电流注入电网,实时滤除电网中的谐波,有效滤波能力可达 97% 及以上;

出厂试验

每台智能配电箱出厂前均经过严格的出厂检验,并向用户提供出厂试验报告,出厂试验包含以下项目:

1. 一般检查(部件有效性、元器件安装、导线布置接线等);

2. 操作试验(机械、电动);

3. 介电强度试验;

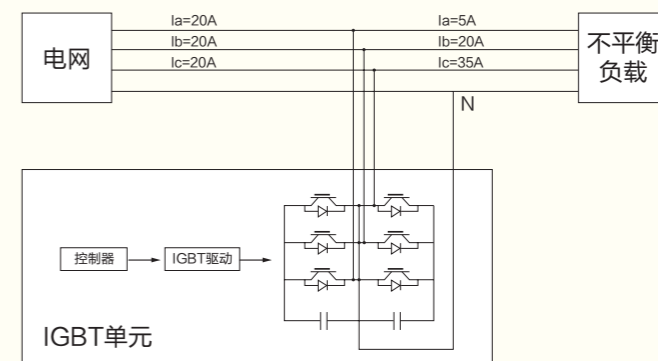
4. 防护措施和保护电路的电连续性检查试验;

5. 绝缘电阻试验;

原理技术分析

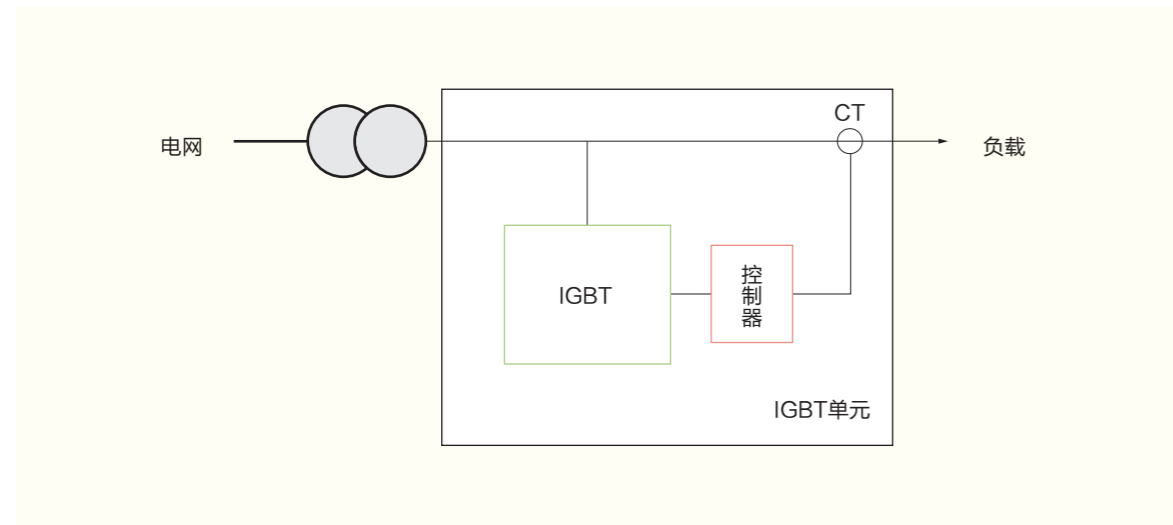
三相有功功率平衡原理(IGBT 单元)

CCD 在运行时,通过外接电流互感器(CT)实时检测系统电流,然后将 CT 采集到的电流信息发给内部控制器进行处理,经过控制器分析之后,控制器就会发现系统的电流不平衡状态,同时计算出三相电流达到平衡状态所需转换的电流值,比如系统电流出现了不平衡状态,平衡状态为每相 20A 电流,A 相电流想达到平衡状态则需要增加 15A 的电流,B 相电流正好为 20A 无需调整,C 相电流想达到平衡状态则需要减少 15A 的电流。计算完成之后,控制器就会通过 IGBT 驱动电路来驱动 IGBT 动作,从而使得电流从系统 C 相流入 IGBT 单元 15A,从 IGBT 单元内部流出 15A 到系统 A 相。从而使得 A、B、C 三相电流全部重新分配为 20A,而系统的三相总电流保持不变。(这一系列的计算及控制动作都是在很短的时间内完成的)。



无功发生电源原理 (IGBT 单元)

CCD 在运行时通过外部电流互感器实时检测负载电流, 并通过内部 DSP 计算分析负载电流的无功含量, 然后根据设置值来控制投入或切除相应的智能电容器模组, 同时控制 PWM 信号发生器发出控制信号给内部 IGBT 使逆变器产生满足要求的补偿电流, 从而实现快速无功补偿的目的。



IGBT 单元所具有的技术特点:

- (1) 具备无功补偿功能, $\cos\Phi$ 可达 0.99 级
- (2) 具备三相不平衡补偿功能, 三相不平衡度可降至 5% 以下
- (3) 具备电压支撑及谐波治理选配功能
- (4) 容感性负载 -1~1 补偿效果可调
- (5) 实时补偿, 全响应时间小于 15ms
- (6) 动态响应时间小于 50 μ s
- (7) 无过补、无欠补、无谐振
- (8) 补偿容量等于安装容量, 不受系统电压跌落影响
- (9) 元器件式产品设计理念, 与通用无功补偿应用方式一致。
- (10) 设计寿命为 10 万小时, 免维护。

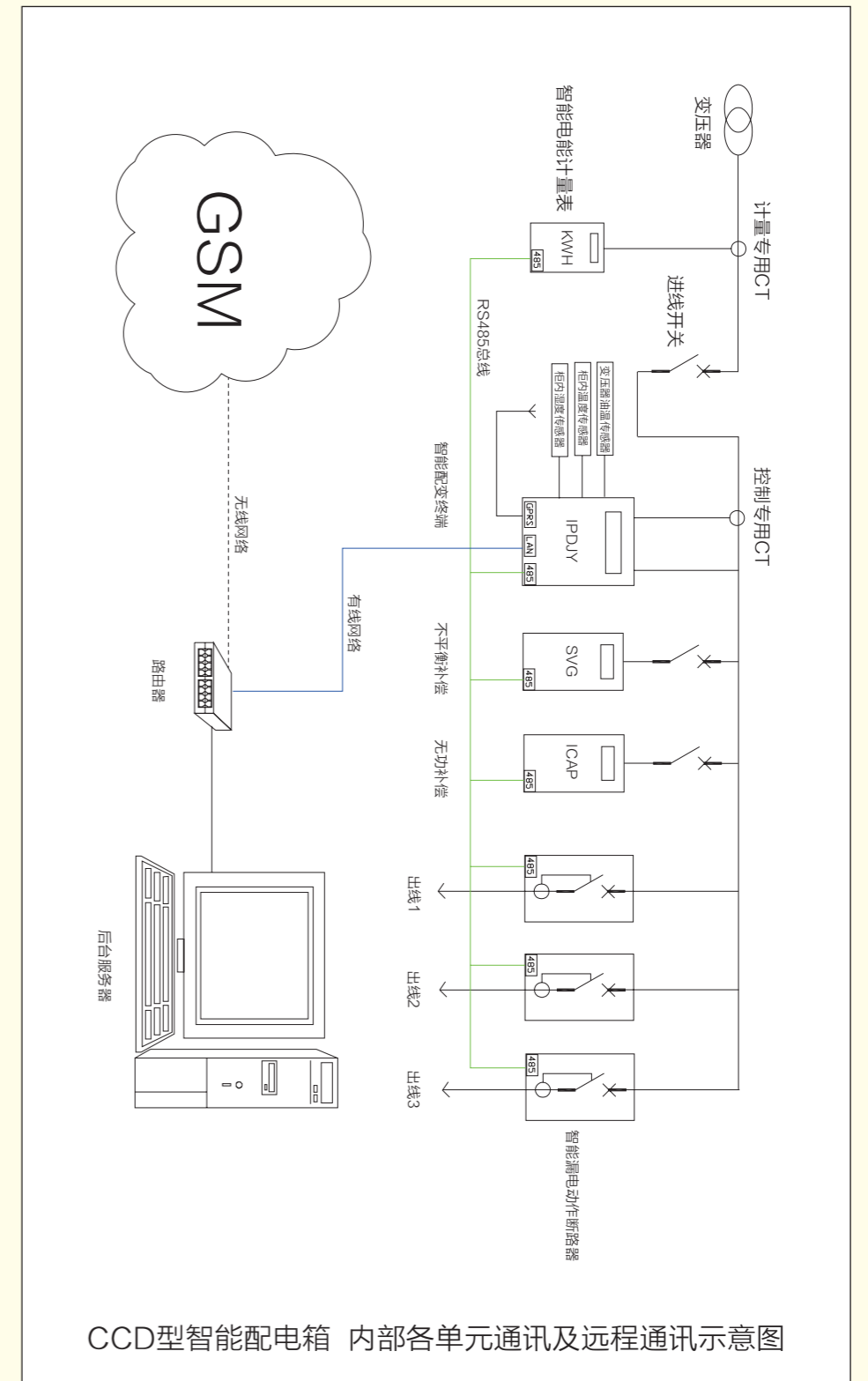
功能扩展的智能配变终端

CCD 综合配电箱在 Q/GDW614-2001、Q/GDW615-2001 的基础上进入一步扩展功能, 其扩展功能如下:

1. 采用公司成熟可靠的 IGBT 模组控制技术, 对三相有功功率进行高效、快速平衡调节, 使三相不平衡小于 5%;
2. 采用公司成熟可靠的 IGBT 模组控制技术, 组成无功发生电源, 对配变的无功功率进行高效、快速, 感性容性双向补偿, 使功率因素达到 0.99;
3. 采用多年制造经验并具有自有专利技术的智能电容器, 对无功补偿进行前期分组补偿, 使 CCD 产品极具性价比, 有利于产品推广使用;
4. 采用具有漏电保护、重合闸、智能电子脱扣器、通讯功能的出线断路器, 使供电管理部分对供电了如指掌、控制自如, 并符合 DL/T-20《剩余电流动作保护器通讯规约》;
5. 扩展升级了 IGBT 模组、智能电容器、剩余电流动作保护断路器、环境传感器等的通讯功能, 使其同智能配变终端进行很好的互联互通;
6. 扩展升级了智能配变终端, 在符合国家电网公司 Q/GDW371.1 及其扩展通信协议的基础上, 使其更具更多的通讯接口来连接 CCD 智能配电箱内的各功能单元, 使对其对各单元进行统一管理, 并连接远程后台, 使远程后台实时获取 CCD 智能综合配电箱各单元的工作各种状态, 并对单元进行各种操作, 比如出线断路器的分合闸、IGBT 单元模块开关机等;

CCD 内部微通讯系统及远程连接示意图:

功能扩展的智能配变终端



CCD型智能配电箱 内部各单元通讯及远程通讯示意图

原理分析

远程监控后台系统

远程监控后台系统是我公司专门为 CCD 型智能综合配电箱开发的配套产品: 用于使用 IPDJY 型智能配变终端配套后台管理系统。本系统功能强大、操作简单、运行稳定, 应用远程监控后台系统可设置修改各种终端参数、远程抄表、有线抄表(手提电脑直接抄表)、接收数据采集器数据及对所有抄表数据进行处理分析, 生成各种报表、图形, 能够满足配变监测数据管理、无功补偿数据管理等; 是电力部门提高管理水平、保障供电质量、提高配电网运行效益的有力工具。

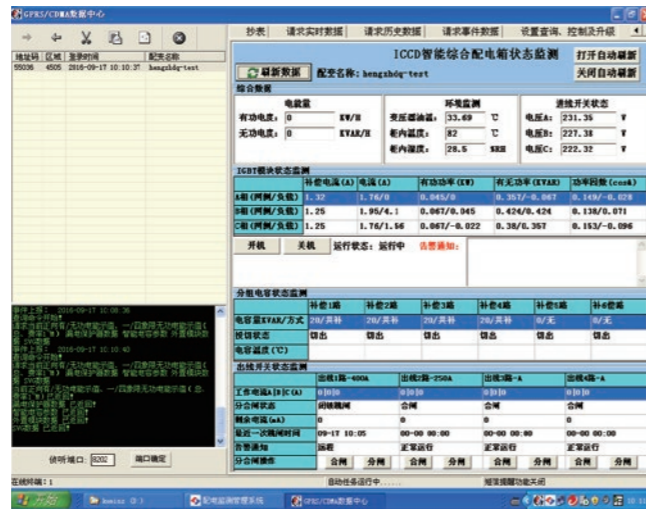
后台服务器具备 SQL-SEVER 数据库系统, 可以记录多达几百台智能综合配电箱的历史数据, 可以使用客户终端软件让管理各部门分享台区数据记录, 实现科学供电管理。

专门定制了针对 CCD 智能综合配电箱的后台数据中心, 及时综合全面了解其工作状态, 并方便操作(数据中心界面见图 6), 并对数据中心功能做介绍:

IGBT 模块状态监测:

- (1) 补偿电流: 这是 IGBT 模块补偿电网的三相电流值, 其中包括无功补偿电流值及调整三相不平衡电流值;
 - (2) 电流: 显示 CCD 智能综合配电箱“电网侧”及“负载侧”的实时三相电流值, 通过(网侧/负载)的电流对比, 可以清楚看到 IGBT 工作的效果; 通过对比“网侧”的 A\B\C 三相电流值, 可以判定不平衡补偿效果;
 - (3) 有功功率: 显示 CCD 智能综合配电箱“电网侧”及“负载侧”的实时三相有功功率值, 通过对比数值, 可以看到三相平衡效果及 CCD 智能综合配电箱功耗;
 - (4) 无功功率: 显示 CCD 智能综合配电箱“电网侧”及“负载侧”的实时三相无功功率值, 通过对比数值, 可以看到无功发生电源补偿效果;
 - (5) 功率因素: 显示 CCD 智能综合配电箱“电网侧”及“负载侧”的实时三相功率因素值, 通过对比数值, 可以看到无功发生电源补偿效果;
 - (6) 开关机按钮: 可控制 IGBT 模块单元的运行或待机;
 - (7) 运行状态: 显示 IGBT 模块单元的运行状态, 正常运行时显示“运行中”, 停止工作时显示“待机中”;
- 告警通知: 显示 IGBT 模块单元各种告警通知, 如: 故障指示等

IGBT模块状态监测					
	补偿电流(A)	电流(A)	有功功率(KW)	有无功率(KVAR)	功率因数(cosφ)
A相(网侧/负载)	1.32	1.76/0	0.045/0	0.357/-0.067	0.149/-0.028
B相(网侧/负载)	1.25	1.95/4.1	0.067/0.045	0.424/0.424	0.138/0.071
C相(网侧/负载)	1.25	1.76/1.56	0.067/-0.022	0.38/0.357	0.153/-0.096
开机	关机	运行状态: 运行中		告警通知:	



原理分析

远程监控后台系统

综合数据:

- (1) 电能量: 有功电度及无功电度量取自多功能电度内的电能计量数据, 可以对台区供电进行收费考核;
- (2) 环境监测: 包括变压器油温、柜内温度、柜内湿度的实时数值, 其中变压器油温是来自放入变压器油内传感器;
- (3) 进线开关状态: 通过检测进线开关出线端三相的电压模拟量来指示进线开关状态;

综合数据			
电能量	有功电度: 0 KW/H	环境检测	进线开关状态
无功电度: 0 KVAR/H	变压器油温: 33.69 °C	电压A: 231.35 V	
	柜内温度: 82 °C	电压B: 227.38 V	
	柜内湿度: 28.5 %RH	电压C: 222.32 V	

分组电容状态监测

分组电容状态监测						
	补偿1路	补偿2路	补偿3路	补偿4路	补偿5路	补偿6路
电容量KVAR/方式	20/共补	20/共补	20/共补	20/共补	0/无	0/无
投切状态	切出	切出	切出	切出	切出	切出
电容温度(°C)						

- (1) 电容量 KVAR/ 方式: 表示各分组电容器的容量以及补偿方式;
- (2) 投切状态: 表示各分组电容器工作状态;
- (3) 电容温度: 表示分组电容器内部的温度;

出线开关状态监测:

出线开关状态监测				
	出线1路-400A	出线2路-250A	出线3路-A	出线4路-A
工作电流A B C(A)	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
分合闸状态	闭锁跳闸	合闸	合闸	合闸
剩余电流(mA)	0	0	0	0
最近一次跳闸时间	09-17 10:05	00-00 00:00	00-00 00:00	00-00 00:00
告警通知	远程	正常运行	正常运行	正常运行
分合闸操作	合闸 分闸	合闸 分闸	合闸 分闸	合闸 分闸

- 1) 工作电流: 表示各出线断路器实时通过各相电流值;
 - 2) 分合闸状态: 表示各出线断路器分合闸状态;
 - 3) 剩余电流: 表示各出线漏电保护断路器的实时剩余电流值;
 - 4) 最近一次跳闸时间: 表示各出线断路器最近一次跳闸日期时间;
 - 5) 告警通知: 表示各出线断路器告警通知, 如: 正常运行、漏电跳闸、远程控制、人工操作等;
- 分合闸操作: 对各出线开关进行分闸或合闸操作

典型应用

应用背景

海南省海口市城中村、集镇、桥头等配电台区线路三相不平衡情况严重影响 存在很大的安全隐患（变压器噪音大、发热严重、异响等）。



海口市 CCD 某试点，现场安装效果

典型应用



应用效果

不平衡效益:

现场治理前三相电流不平衡严重，不平衡电流约为 50A，零线电流达到 44A；补偿后三相电流基本平衡，不平衡电流约为 2A，零线电流下降至 15A，不平衡度由 34% 降到 1%。

补偿前的三相电流值				补偿后的三相电流值			
A 相	B 相	C 相	N 相	A 相	B 相	C 相	N 相
109.23A	141.29A	93.07A	44.35A	108.67A	110.85A	108.93A	15.06A

无功效益

补偿后无功功率下降明显，从 9kVar 下降至 1kVar，功率因数达到 1。

补偿前功率信息 (A 相为例)			补偿后功率信息 (A 相为例)			补偿前功率因数			补偿后功率因数		
视在功率 / KVA	有功功率 / KW	无功功率 / kVar	视在功率 / KVA	有功功率 / KW	无功功率 / kVar	A	B	C	A	B	C
26.66	25.07	9.03	26.17	26.09	1.01	0.94	0.95	0.90	1	1	1