

[环网箱]

智能户外环保气体环网箱的研制

文/苏太育
福建逢兴机电设备有限公司

介绍了集环保气体全绝缘金属封闭开关一次设备、数据传送装置(DTU)、二次设备、户外箱等为一体的智能户外环保气体环网箱的标准化、模块化、一二次深度融合设计,阐述了智能户外环保气体环网箱技术发展现状、产品结构组成和产品特点,并提出了产品开发过程中的关键工艺问题。

目前国内外在城市配电网建设中,要求高压电直接进入市区,深入负荷中心。过去那种集中降压、长距离配电的方式已经大大制约了城市供电,降低了供电企业的经济效益。因为供电半径过大,线路损耗随着用电负荷的增加而大大增加,供电质量大大降低。供电电压越低损耗越大,要减少线路损耗、保证供电质量,就得提高供电电压。产业化的户外金属封闭开关设备将供电电压从380 V提升到10 kV,减少线路损耗,减少总投资和用铜量,经济效益相当可观,是实现高压电深入负荷中心最经济、方便和有效的设备之一。

该项目被福建省科技厅列为福建省区域项目(立项编号2021H4025),历经两年攻关研发,成功研制出智能户外环保气体环网箱,获得国家授权发明专利两项(专利号为ZL201911410690.7和ZL202011052971.2)。

智能户外环保气体环网箱结构组成

该设备工厂预制后到现场即插即用,户外箱外壳采用厚2.0 mm的S304不锈钢材料喷塑制作,前后左右均可开门方便运维。户外箱内由环保气体全绝缘金属封闭开关一次设备、数据传送装置(DTU)、母联器、二次航插、智能除湿器等二次设备组成,按一二次深度融合及标准化设计。环保气体全绝缘金属封闭开关一次设备主要由环进环出

断路器间隔单元、断路器馈线单元、PT间隔单元及二次线槽等构成,采用标准化设计方案。DTU采用集中式,微机保护一体化集成。

智能户外环保气体环网箱如图1所示。



图1 智能户外环保气体环网箱

设备采用机械及电气性能可靠的五防及联锁装置,保证设备运维、检修试验、带电状态的确定、连接电缆的故障定位等操作能够安全进行。智能户外环保气体环网箱结构图如图2所示。

1. V断路器间隔单元

采用单元式环保气体绝缘金属封闭开关设备,每个间隔单元独立,一次设备通过侧扩母联器连接进行并柜扩展,二次设备采用标准矩形航插连接;间隔单元设备采用干燥空气或氮气绝缘,节能环保。通常可组成2进2出1CPT、2进4出1CPT和2进6出1CPT三种方案。各间隔单元按标准化设计,可互

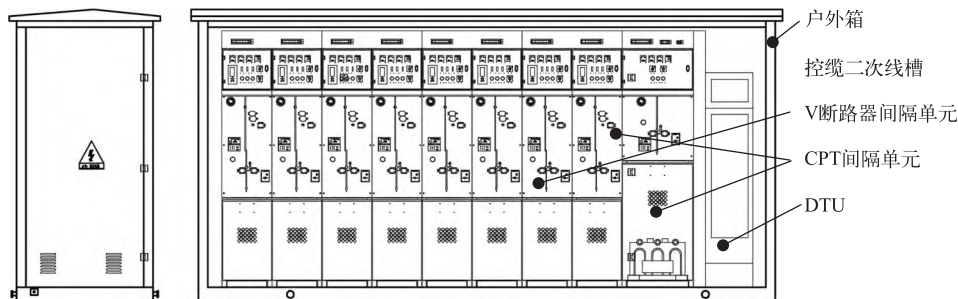


图2 智能户外环保气体环网箱结构图

换。如果独立的间隔单元有故障，不会对相邻的间隔单元造成影响，无火烧连营的隐患，每个单元可快速更换，方便运维。

1) 间隔单元由高压气箱室、电缆室、机构室、二次仪表室和泄压室等金属封闭的独立隔室组成。

2) 断路器间隔单元主回路采用S304不锈钢气箱密封，气压表在线监测气压。从上到下分别由侧扩母线套管、上部母线、三工位上隔离开关、真空断路器、出线铜棒和202出线套管组成。进线、出线电缆预制全绝缘插拔头与202出线套管连接，避雷器采用后插方案并联安装在全绝缘插拔头并一端接地，电流互感器和零序互感器采用穿心式套装在电缆上固定。

3) PT间隔单元主回路采用S304不锈钢气箱密封，气压密度表在线监测气压。由侧扩套管、上部母线、三工位上隔离接地开关、出线铜棒和202出线套管组成。侧扩套管左右可选，通过母联器和断路器单元并柜连接。PT间隔单元202出线套管和电压互感器之间通过全绝缘插拔头与电缆连接，全绝缘插拔头最外层是接地涂层并接地。电压互感器为整个户外箱的蓄电池组提供充电电源。蓄电池组安装在PT间隔单元后柜顶，采用干式电池组，为电压互感器取电后充电，为户外箱提供电源，电源容量24 A·h。

4) 操作机构金属零部件采用耐受96 h及以上中性盐雾试验防腐处理工艺，手动及电动操作两用，具有防止跳跃功能，可扩展程序锁或隔离开关、接地开关和断路器交叉联锁。每个间隔单元具有五防联锁功能，确保操作者的安全。

5) 气箱和电缆室底部为泄压装置，当有电弧产生时，压力冲破泄压装置的泄压板，将故障压力下泄到电缆沟，确保操作者的安全。

6) 每个气箱安装独立气压表，压力为1.3 bar，具有低压报警及低气压闭锁功能，确保设备安全运行。

7) 二次仪表室内安装温湿度控制器及加热装置，具有防污秽、防凝露功能；电缆室设带屏蔽接地的观察窗，方便对电缆终端进行红外测温。

8) 各间隔单元顶部及集中式DTU和CPT柜间设计有控缆二次线槽，用于各间隔单元和集中式DTU采用控缆连接，两端带标准矩形航插连接，矩形航插具有拔出即短接防开路保护功能，确保CT不开路。

9) 插拔头电缆终端、避雷器表面涂覆半导体或导电屏蔽层，电缆终端半导体或导电屏蔽层连接后与接地母线可靠连接，确保操作者安全。

10) 每个间隔单元配置具有带二次核相孔及自检功能的带电显示器，满足验电、核相的要求；配置具有电缆故障报警和电缆终端测温功能的电缆故障指示器，具有相间故障指示及接地故障指示功能；具备自动、手动复归，自检和低电量报警等功能，防护等级IP67；对于小电流接地系统，通过检测注入信号或暂态信号等手段，实现单相接地故障区间的定位指示；具有远方传输触头和远方复位控制触头，在未接到复位指令时故障指示器闪光指示可大于24 h。

V断路器间隔单元和CPT间隔单元如图3和图4所示。

2. 集中式DTU

集中式DTU以组屏的形式进行模块化、可扩展和标准化设计，根据项目的实际使用要求，一般可以分为6路、8路和12路等，主要包括主控核心单元、矩形航插头、通信管理模块、电池模块及壳体等，各模块采取标准化设计；模块直接通过标准

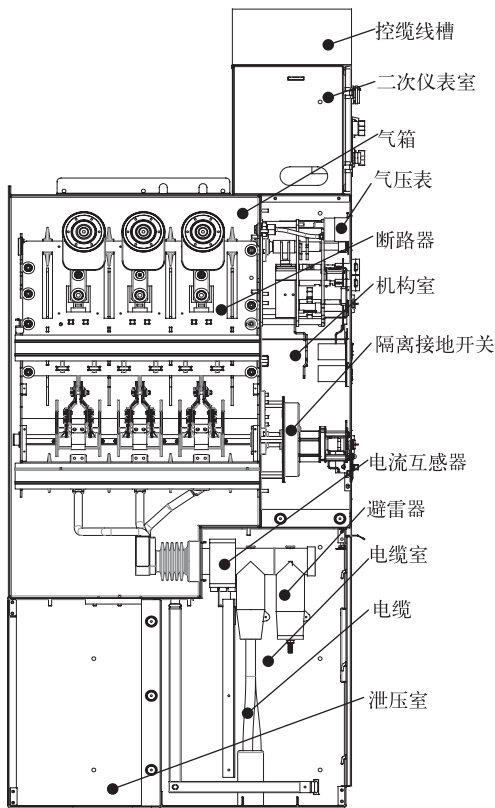


图3 V断路器间隔单元

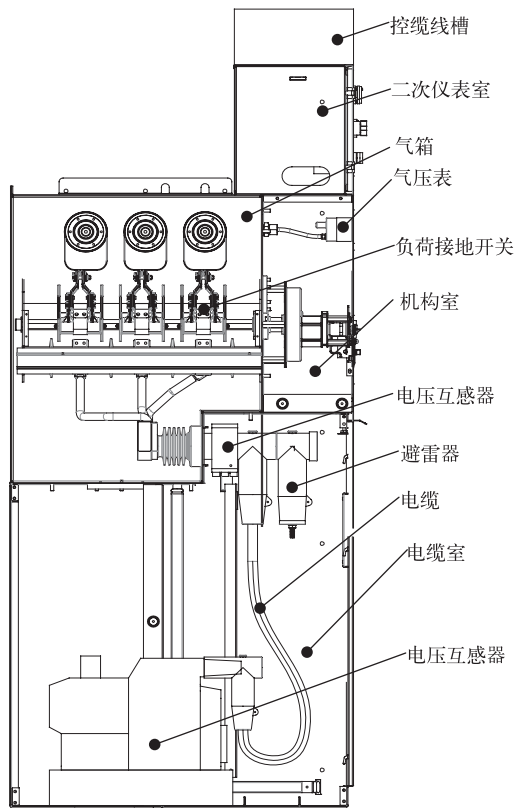


图4 CPT间隔单元

化线束连接，与配电网自动化主站和子站系统配合实现多条线路的电量采集和控制，检测故障、故障区域定位、隔离，以及非故障区域恢复供电，提高供电可靠性，具有稳定可靠、高性能、高精度、低成本和易安装等优点；支持多串口、多以太网口通信，支持多网段、网络交换机、GPRS通信及维护等功能；集中式DTU与一次设备及集中式DTU模块之间的连接采用矩形航插头；采用平台化硬件设计并适应边缘计算架构，实时核和管理核协调处理的硬件构架；实时核实现实时数据采集和实时计算、故障就地动作及线损测量等功能；管理核实现通信、状态监测、数据接收和数据分析功能，其中状态监测、数据接收和数据分析处理功能通过应用软件实现，支持就地化数据存储与决策分析；内嵌国密算法的安全芯片，实现集中式DTU与主站之间的遥信、遥测、遥控和电能量数据交互的完整性、机密性和可用性保护，并实现对本地存储数据的机密性、完整性保护。

产品特点

1) 环境适应能力强，IV级全工业级设计和IV

级良好的电磁兼容设计，具有模块化、通用性、可靠性、经济性及先进性等优势。

2) 工厂预制后现场安装、调试方便，一次建设，四遥一步到位，整体美观，符合当前自动化的趋势。配电网自动化功能无须现场施工接线，大大减少了施工停电时间，提高了设备运行的稳定性，后期维护方便，可远程维护。

3) 功能丰富、性能卓越，多种通信口（双以太网、4串口）支持光纤、无线路由通信等，通信对时精度不大于5 s，守时精度不大于2 s/d，具有通信加密功能。

4) 模块化设计，具有4路、6路和8路开关设备，每个回路配置隔离开关和接地开关，PT柜前端采用负荷单元保护，具有可见隔离断口，方便PT的检修。

5) 户外箱内安装智能除湿装置，以核心微处理器、无污染和无噪声的半导体制冷技术，对户外箱内空气进行全天候循环除湿。实时监测柜内湿度情况并以数字形式显示数据。具有手动和自动切换两种模式，可根据现场实际要求进行手动切换。在自动模式下可设置湿度控制值和停止值。直接将箱

内湿气冷凝成水并通过排水管排至户外箱外的电缆沟,降低柜内的绝对湿度,防止凝露产生。

6) 采用集中式DTU,各个间隔保护及测控功能一体化集中于DTU装置中,同时实现各间隔信息的汇总并上送DMS主站。可以多个间隔采样和信号同时接入,具有独立保护并根据需要配置备自投功能。具有谐波分析功能,支持“三遥”功能,模拟量精度达到0.2/0.5级。具备多种保护功能,如短路过电流、单相接地,180点故障录波和故障报文上传。

7) 采用多种电压/功率操作电源及电池活化技术,支持电磁互感器或电子式互感器接入。

试制情况和解决的技术工艺问题

1) 产品内部电气距离设计裕度,需确保气箱在运行时不能形变。在不同海拔运行,气箱承受的压力也不一样,气箱需按最高海拔承受的压力来设计及加强。气箱采用厚度4 mm的304不锈钢制作,采用与气箱同材料的“几”字形加强筋在外部焊接加强,确保气箱不变形。加强筋在外部焊接加强,有利于提高内部电气距离及减少加强筋对内部绝缘及电场带来的负面影响。

2) 氮气和干燥空气同属环保气体,在压力为0.1 MPa时的液化温度:干燥空气是90 K,氮气是77 K。相较于SF₆的绝缘强度,干燥空气约为0.43,氮气约为0.3。通过整机绝缘试验的比对可知,干燥空气的绝缘能力优于氮气。干燥空气含有氧气成分,气箱内的一次导电件接触面需要镀银以防止氧化。

3) 在高海拔场合使用时,气压表应改为气体密度表,以减少海拔压力差造成气压表受损导致漏气的隐患。

结束语

智能户外环保气体环网箱采用环保气体全绝缘技术,与散开式空气绝缘金属封闭开关设备相比,设备占地可减少50%以上,安全性可提高70%,耐受恶劣运行环境影响的能力提高90%以上,维护成本降低80%以上;与SF₆气体全绝缘的金属封闭开关设备相比,环保性可提高23 500倍以上,安全性也显著提高,设备全生命周期成本有效降低,在生产 and 运行过程中不产生、排放任何可吸入颗粒物、有毒气体及温室气体,环保性价比高。EA

(收稿日期:2022-12-20)

声 明

《电气时代》杂志唯一投稿渠道

登录电气时代官网www.eage.com.cn,点击“我要投稿”

咨询电话:010-68993981