

# 12kV 环保气体绝缘环网柜的研究与发展现状

廖浩

(湖南平高开关有限公司 湖南长沙 410006)

**摘要:** 中压开关设备量大面广,大量运用于电网配电系统中,是坚强智能电网中不可或缺的产品,直接关系到电网的安全可靠运行。传统环网柜多采用六氟化硫作为绝缘介质,环保气体绝缘环网柜以其环保无污染、小型化、免维护的特点得到用户的青睐。常见的环保气体有: O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、惰性气体以及它们的混合气体。N<sub>2</sub> 和干燥空气取材方便,经济成本和 SF<sub>6</sub> 气体相比基本可以忽略,应用较为广泛。近年来,我国对环境保护的要求越来越高,因此环保气体绝缘环网柜的研制越来越受到电力行业的重视。为此,本文将介绍环保气体绝缘环网柜的结构组成和技术特点,并分析其在国内发展现状及其与国外同类产品的性能差距,最后对环网柜今后的发展趋势进行展望。

**关键词:** 12kV; 环保气体; 绝缘环网柜; 研究; 发展现状

## 1 引言

随着我国电力行业转型升级步伐的加快及节能减排的迫切需要,调节大气温度,治理大气污染已经成为一项刻不容缓的任务。针对快速发展的电力行业,研究环保型气体绝缘环网柜是大势所趋,未来输配电设备必将围绕安全性、可靠性、小型化、环保型等需求不断展开。

国家电网对环保型气体绝缘产品认同度也在逐步提高,《国家电网公司重点推广新技术目录(2017版)》中已经明确规定,2016~2018年,在新建和改造项目中环保气体绝缘开关柜的应用量“不低于新增总量的30%,能增不低于8%”。在国网公司运维检修部和中国电力科学研究院联合编制的新版《12kV 环网柜标准化设计建议》中,环保气体绝缘环网柜已经被正式采纳,并为今后的产品招标给出了明确的技术要求。

## 2 12kV 环保气体绝缘环网柜的结构和技术特点

### 2.1 12kV 环保气体绝缘环网柜的结构

12kV 环保气体绝缘环网柜一般由开关室、机构室、电缆室和仪表室等组成,如图1所示。其中开关室中主要有母线套管、真空断路器、三工位开关和电缆套管等,电缆室中包括电流互感器和零序互感器、避雷器等。其中不同结构之间通过母线连接,并借助母线实现能量传递,使设备保持稳定运行状态。主母线扩展方式有顶扩或侧扩两种。环保气体绝缘环网柜含单元柜方案和共气箱方案,其中单元柜共计3类方案,包括电缆连接柜、PT柜、断路器柜;共气箱方案有以下几种方案:CV; VVV; VVVV。

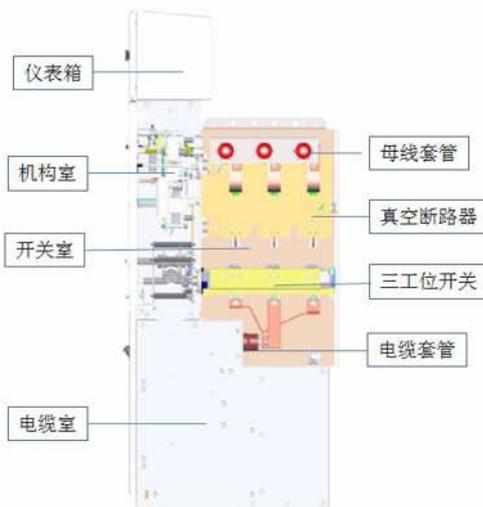


图1 环保气体绝缘环网柜结构图

### 2.2 12kV 环保气体绝缘环网柜的技术特点

(1) 结构紧凑,节省空间,方便布置。12kV 环保气体绝缘环网柜采用紧凑的结构,不需设置单独的室内开关室和母线室,并将主母线室和电缆室进行集中布置,可以在有限的空间内提供更多的电气连接功

能。

(2) 环境友好。12kV 环保气体绝缘环网柜采用密闭的气箱结构,避免了潮气、粉尘、噪声等环境污染。

(3) 寿命长,可靠性高。12kV 环保气体绝缘环网柜使用寿命可达20年,运行维护简单,操作方便,可靠性高。

(4) 模块化设计,可实现组合化。12kV 环保气体绝缘环网柜采用模块化设计,可根据客户需求灵活组合,采用不同的结构形式。

(5) 使用灵活,方便检修。可以根据客户需求,实现不同型号的环网设备的组合。

## 3 12kV 环保气体绝缘环网柜国内外的研究发展现状

### 3.1 国外的研究发展现状

伊顿公司于2012年推出了自己的干燥空气绝缘环网柜 XIRIA,但由于产品本身的一些问题及市场推广因素,该产品并未得到很好的认同及推广;ABB公司则于2014年推出了采用干燥空气绝缘的环网开关设备 Safering-air。西门子与施耐德先后有相关产品或技术推广报道。ABB、施耐德、西门子公司采用线路侧(下)三工位方案。

### 3.2 国内的研究发展现状

在国网标准化方案正式发布之前,国内一部分企业采用线路侧(下)三工位方案,一部分企业采用母线侧(上)三工位方案。基本结构大致分为两类,一类基于 ABB SafeRing SF<sub>6</sub> 环网柜断路器方案进行电场优化、增加绝缘挡板等措施,满足环保气体介质中绝缘性能;另一类采用固封极柱、刀闸式三工位开关结构。

## 4 12kV 环保气体绝缘环网柜研究

### 4.1 环保气体选择

查阅相关文献资料, SF<sub>6</sub> 气体具有良好的灭弧性能和绝缘性能,但该气体在生产过程中伴有有毒气体,同时排放时具有较强的温室效应。N<sub>2</sub> 和干燥空气为环境友好型气体,不会对环境造成恶劣影响。且常温下都为气体状态,能够适应电力开关设备的应用要求。N<sub>2</sub> 本身无色无味无毒,但当空气中 N<sub>2</sub> 的比例过高时,会使氧气在人体中产生逆渗透性,严重时可引起缺氧和窒息。对比 N<sub>2</sub> 和干燥空气的特性,干燥空气的绝缘特性受金属微粒的影响更小,因此使用干燥空气作为环保气体绝缘环网柜的绝缘气体性能更加优良。

### 4.2 柜体结构研究

依据国家电网公司编制的《12 千伏环网柜(箱)标准化设计定制方案(2020版)》要求,电缆单元柜,断路器柜柜宽为420mm,PT单元柜宽为600mm,柜深为850mm,最大外形(投影距离)≦950mm;柜前看,侧扩柜体高度(不含仪表箱)为1650mm,顶扩柜体高度(不含仪表箱)为1600mm。

依据标准化定制方案,设计满足要求的柜体结构方案,进行柜体三维设计、总装验证,对环保气体绝缘环网柜柜体进行设计和深度优化改进。同时通过仿真计算,分析其电场、温度场、气流场的分布以及热稳定情况,提出最合理的结构方案。

(下转第66页)

(上接第 59 页)

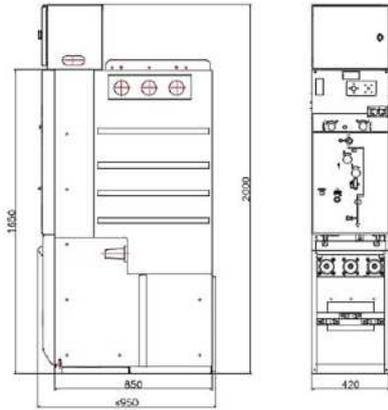


图3-1 侧扩柜外形尺寸图

#### 4.3 气箱结构研究

研究目前市场在实施应用的断路器模块、操动机构，设计关键气箱结构，进行三维绘制建模验证，保证设计结构可靠性。对气箱整体结构和加强筋进行合理布局和优化，同时对其箱式气箱进行方钢加强布置，降低气箱整体变形尺寸，避免因气箱变形导致的开关合分闸机械特性的变化。

#### 4.4 断路器模块、操动机构研究

断路器模块部分及操动机构部分：调研外围厂家断路器机构、操动机构，在 SF6 环网柜机构基础上进行结构改进，其结构方案简单，成本较低，如：VX2-12 断路器本体总成（断路器柜主回路模块）、VK2A 操动机构；AKVAir-12 断路器开关+隔离开关、AKF-V/A 断路器操作机构。对断路器机构传动结构进行优化设计，提高机构传动结构的稳定性和可靠性；进行厂内摸底寿命试验，持续优化零部件结构，使其满足环保气体绝缘环网柜性能要求。

#### 4.5 一二次成套方案设计

根据《国家电网公司一二次融合成套柱上开关及环网箱入网专业检测大纲》的要求，需要设计环保环网柜一二次成套方案，配置三相五柱电压互感器、相电流互感器、零序电流互感器、航空插头插座、航空电缆等，满足联调精度、故障处理等与 DTU 有效配合，以满足入网专业检测要求。

#### 4.5 总装后试验验证

完成柜体总装，机构操作验证，试验数据性能验证。

#### 5 结束语

总而言之，随着社会经济的不断发展，社会对于电力设备的要求也越来越高，因此要想实现环网柜的升级换代，就要不断地进行技术创新与升级，保证其安全性和稳定性，这样才能满足当前电力系统对环网柜的需求。与此同时，人们还要加强对其质量控制，严格按照生产流程进行生产，同时注重对技术的创新和升级，以期能够提高 12kV 环保气体绝缘环网柜的制造精度，从而降低制造和运维成本，进而促进我国相关技术的发展。

#### 参考文献：

- [1]张历强,李力,陆培钧.12kV 环保气体绝缘环网柜的研制[J].价值工程,2022,41(20):62-64.
- [2]张丽强.两种布置方式的 12kV 环保型气体绝缘环网柜设计[J].电气技术,2021,22(12):105-108.
- [3]王玉龙,李兴鹏,孔祥冲,彭凤娟,杨坤.一种 12 kV 环保气体绝缘环网柜的研制[J].现代制造技术与装备,2021,57(08):12-13.
- [4]朱彦卿,蒋成博,姜源通,朱志豪,冯祥伟,王海燕.基于一体式板柱的 12 kV 环保气体绝缘环网柜的研制[J].高压电器,2020,56(11):46-50.