

# 10kV 系统开关柜新型活门装置研究

张罗锐 杜敬敬 丛艳伟 陈利民

天津平高智能电气有限公司 天津 300300

DOI:

**【摘要】**目前电力系统对移开式中压开关设备的技术性能、操作使用、检修维护等方面的要求越来越高,特别是安全相关方面的要求。作为高压开关设备带电体的遮盖体,即活门的打开和关闭的可靠性尤为重要。关合驱动装置的“五防”联锁逻辑关系需完善齐全;分、合状态绝缘性能需安全、可靠;操作使用的性能寿命需顺畅、稳定。综合多方面要求进行研究设计新型活门装置,提升系统成套产品质量水平。

**【关键词】**活门装置;开关柜;断路器;流化涂覆

## 1 引言

在 10kV 电力系统开关柜的使用中,断路器室通过触头连接,使得主回路母线室与电缆室形成高压回路连接。为避免检修时触头带电而危及检修人员的人身安全,断路器室设计与主回路触头盒内静触头高压隔离的活门装置,断路器位置变换驱动活门的打开和封闭。在实际的使用过程中经常出现传动卡滞,不能完全打开,使得绝缘性能不足,关合不到位,不能有效防护。同时国网最新“十八项反措”文件提出柜内隔离活门板应采用金属材质并可靠接地,与带电部位满足空气绝缘净距离要求<sup>[1]</sup>。大电

流产品受开关柜产品结构限制,采用金属活门绝缘性能不能保证,需要进行新型活门装置研发设计,确保绝缘性能、机械寿命等要求。

## 2 装置结构功能简介

开关柜柜体为铠装组装式结构,分为四个隔室,其中三个为高压隔室,分别为母线室、断路器室和电缆室,母线室安装回路电流传递的主母线,电缆室安装采集、保护、接地主回路的一次元件及进、出线电缆,断路器室安装进行分断、关合回路主开关断路器,通过断路器的试验、工作位置转换后的分合闸实现母线室与电缆室电路的连通(如图 1 所示)。

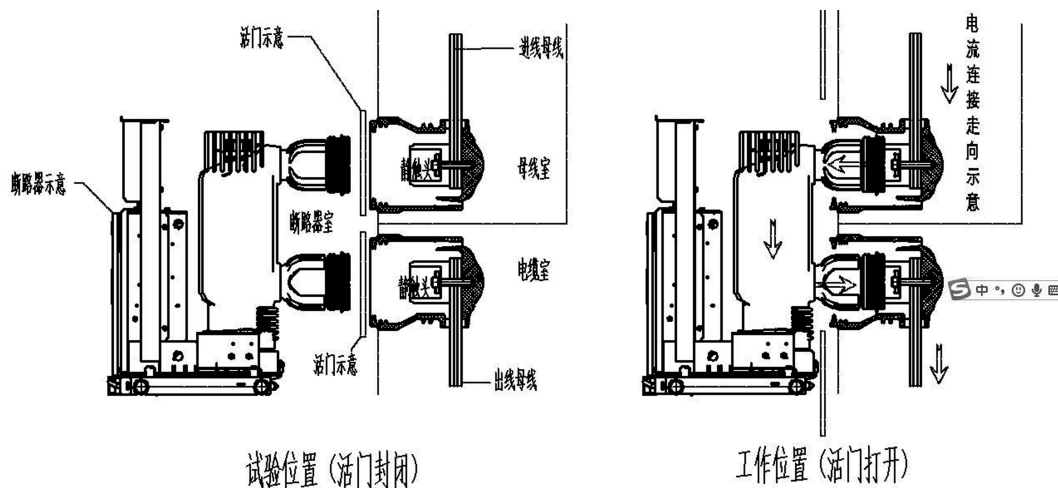


图 1 活门装置结构功能示意图

在处于断路器处是试验位置,此时整体回路形成隔离断口,整体回路未被联通,高压带电静触头处于触头盒内部,活门关闭,封堵其高压静触头,此

时断路器室处于可触及隔室。

在处于断路器处是工作位置,此时整体回路形成回路,整体回路被联通,高压带电静触头与断路

器连接,活门打开,此时断路器室为高压带电隔室。

### 3 装置关键性能分析

#### 3.1 绝缘性能

开关柜的绝缘性能要求取决于系统电压,10kV 电力系统属于高压系统,高压开关柜能否安全、可靠

运行,起主要作用的是设备的耐压能力,也就是绝缘性能,绝缘性能也是开关柜电气安全性能的基本体现和要求,本文提及的10kV 系统高压开关柜绝缘性能要求<sup>[2]</sup>如表1所示。

表1 10KV 系统绝缘性能参数表

额定电压(kV)	绝缘耐压(kV)		对地爬电距离(mm)		最小绝缘净距(mm)		
	工频(1min)	雷电冲击	陶瓷材料	有机材料	相间	对地	对地(对门)
12	42	75	216	240	125	125	155

断路器试验状态,形成隔离断口,活门关闭,绝缘要求体现为静触头距金属活门宽度面净距,需满足整体产品的绝缘性能要求,即静触头距开关柜活门板面需大于125mm 距离,现阶段大电流产品由于元器件结构布置限制,只能满足119mm,目前方案为采用SMC 绝缘隔板进行复合绝缘。

断路器工作状态,形成高压连通回路,活门打开,绝缘要求体现为断路器触臂(复合绝缘)距金属活门打开边缘绝缘距离,采用复合绝缘,用净距不易判断绝缘性能,需进行,工频试验和雷电试验验证,现阶段大电流产品采用SMC 绝缘活门,不属于对地,属于复合绝缘,能够满足绝缘性能要求。

#### 3.2 机械性能

断路器试验、工作位置转换,实现回路的隔离和连接,在不同状态下,活门装置对触头盒内高压回路封堵和打开。通过断路器摇进驱动,机械拐臂进行传输,上下活门反方向直线运动,断路器退出工作位置到达试验位置,结束驱动,在弹簧复位弹力作用下,活门相应的反向运动,形成关闭;开关柜的使用寿命要求30年,在使用期间开关柜活门装置需反复进行关合运动,其装置产品属于柜体部件,非阶段检修更换元器件,为一次性使用装置,需与开关柜成套产品的使用寿命匹配,对其活门装置机械寿命提出很高要求,要求完全关合、打开到位,过程无卡滞3000次机械寿命。

#### 3.3 “五防”安全性能

活门装置其基本功效即为对高压带电端头进行有效封堵,在正常运行、检修使用过程中,“五防”安全性能尤为重要,必须设计有效程序机械“五防”连锁,防止误入带电间隔,只有断路器进行摇进操作,满足开关柜前门关闭状态,才能打开活门装置;活门装置能够进行机械挂锁锁定,防止误操作解锁后检

修误入带电间隔。

### 4 新型优化设计方案

#### 4.1 新型流化技术运用

国网十八项反措明确要求,开关柜禁止使用绝缘隔板,活门板应采用金属材质,现阶段大电流产品静触头距活门板不能满足125mm 绝缘净距要求,利用新型流化技术,在金属表面流化涂覆一层绝缘环氧树脂,进行绝缘性能的增强,从而使用金属材质满足绝缘性能的要求。

流化即颗粒在流体作用下表现出类似流体状态的现象。该工艺最早使用在对高压开关柜中母线进行绝缘处理,目前日本三菱公司、瑞士ABB 都采用该工艺对高压开关柜中母线进行绝缘处理<sup>[9]</sup>。以环氧树脂为基料,以硅微粉为填料,加入阻燃剂,加入适量的固化剂,制成绝缘粉末,采用流化床涂覆工艺对金属部件表面进行绝缘处理,涂层具有良好的电气性能、机械性能和持久的耐热性,提升导体产品表面绝缘性能。通过反复进行流化层厚度的绝缘试验,在活门装置活门板外表面进行2mm 厚度的流化涂覆层可以满足10kV 系统高压开关柜绝缘性能要求。

#### 4.2 直线工程塑料滑动轴运用

开关柜活门装置能够断路器进出顺畅打开到位,关闭严实进行活门开闭配合3000次以上机械寿命要求,PM 级活门通过采用金属活门板进行流化技术运用,为确保绝缘性能,流化涂覆层厚度大于2mm,这样势必造成活门活页加重,使得活门的开启和关闭造成困难,研发新型活门运动方式,减少摩擦,实现高可靠性运动。

工程塑料滑动轴为直线导向装置,使用由塑料制成的滑动元件,是基于“滑动代替滚动”的原理,直

线模块系统可承受 10000 kN 的径向负载和 2500 kN 的轴向负载<sup>[4]</sup>, 轴承内径的精度高, 误差在 0.01 ~ 0.03 mm 之间; 保证质量轻、便于操作, 将其运用到开关柜流化后的活门装置结合, 研发新型运动体系的活门装置, 适配电气开关柜的精准性, 安全性、长寿命的使用要求。

### 4.3 完善活门“五防”联锁设计

开关柜活门装置安装于开关柜断路器室, 作为阻隔、封闭母线室及电缆室高压回路装置, 当活门装置装置活页打开时, 断路器室属于高压带电隔室, 当活门装置装置活页关闭时, 断路器室并非高压带电隔室, 为防止误入带电间隔, 必须从断路器室门、断路器及活门装置多方相互联锁, 首先断路器与活门装置形成闭锁, 断路器对活门装置的打开形成驱动, 同时非断路器摇进, 人为不能进行活门的打开; 断路器与柜门形成机械闭锁, 只有关门才能将断路器摇

进工作位置, 同时只有断路器回到试验位置才能开门, 确保柜门关闭的时候, 高压隔离的活门才有可能打开; 同时设计单片活门锁止结构, 使得在进行开关柜某一端头检修时, 另一活门无需打开, 并保证锁止在关闭状态, 确保安全可靠。

## 5 结论

开关柜活门装置的绝缘性能和机械寿命性能需结合使用整体考虑, 借鉴增强开关柜产品母线绝缘性能的环氧树脂流化涂敷的工艺、方法利用在开关柜活门装置上, 流化涂覆 2mm 环氧树脂粉末, 满足金属材质同时兼顾整体产品绝缘性能的要求; 活页的运动配合直线滑动高性能工程塑料滑动轴承的使用, 减少活门运动摩擦力, 加强活门装置机械寿命。新型活门整体绝缘性能优越, 机械操作性能稳定, 安全联锁可靠, 其使用将提升开关柜产品整体质量水平。

## 【参考文献】

- [1] 国家电网设备〔2018〕979 号《国家电网公司十八项电网重大反事故措施(修订版)》[S]
- [2] Q/GDW 13088.1—2018 12kV~40.5kV 高压开关柜采购标准 第 1 部分: 通用技术规范[S]
- [3] 朱竹青. 绝缘涂覆制作的加工工艺研究与运用[J] 高压电器, 2002, 38(2): 35—36.
- [4] 郭林峰. 免润滑的滑动轴承技术[J] 港口装卸, 2014, (2): 03.