

变电站空气开关防误操作装置研制

刘文平 姚光久 梁景明 周 恒 石 欣

(南方电网广东中山供电局)

摘要：针对变电站空气开关操作把手悬挂安全标志牌与加锁工作存在空气开关易损坏、标志牌易遮挡、易脱落、收纳费时的问题，提出并研制了变电站空气开关防误操作装置，该装置采用密封盖设计、双重闭锁设计、防误锁具设计，实现空气开关隔离闭锁、防止误操作功能，可提高工作票安全措施的可操作性、规范性和快捷性，有效防止误拉、误合空气开关，保障变电设备的安全运行和作业人员的人身安全。

关键词：变电站；空气开关；防误操作；安全措施

2025.04.DQGY
44

0 引言

在变电站设备检修、维护等工作中，容易出现因为“误合空开”而导致人身事故和设备事故事件^[1-2]，为了防止空气开关误操作，空气开关操作把手悬挂安全标志牌与加锁是工作票重要的安全措施，目前在措施执行过程中存在以下问题：①由于空气开关锁扣长时间频繁使用，按钮式金属卡扣易损坏空气开关左右两边圆孔，拉杆锁易造成空气开关操作把手损坏，从而导致空气开关无法加锁或损坏；②锁扣操作繁琐，挂锁需配置专用钥匙，容易丢失，且收纳费时；③空气开关操作把手悬挂安全标志牌不方便，且标志牌易遮挡，可靠性低，易脱落。

近年来，国内对空气开关防误操作领域开展相应的研究，文献[3]设计了一种空开封闭装置，有效提高了安全措施的可操作性；文献[4]设计了变电站空气开关专用安全标示牌，有效防止作业人员误操作导

致的事故；文献[5]设计了一种空气开关锁，防止作业人员误合空气开关；文献[6]设计了变电站压板及空气开关防误闭锁装置，就是采用现有的空开挂锁方式，提高了变电站工作的安全性。现有文献设计的空气开关防护罩或挂锁未解决空气开关易损坏、标志牌易遮挡、易脱落、收纳费时等问题。

为解决上述问题，本文采用密封盖设计、双重闭锁设计、防误锁具设计，提出并研制了变电站空气开关防误操作装置，该装置由密封盖、闭锁组件、锁具、安全标志牌显示模块等组成，可实现空气开关隔离闭锁、防止误操作、安全标志牌自动显示等功能。防止作业人员误操作产生的空气开关误合事故，确保作业人员自身安全和设备安全运行。

1 现状分析

目前变电站检修维护工作票安全措施通常要求

基金项目：广东电网有限责任公司职工技术创新项目（032000KZ24010034）。

对空气开关加锁，在空气开关操作把手上悬挂相应的安全标志牌，为了防止误碰空气开关而导致误合的问题。标志牌通过绝缘胶布粘在所对应的空气开关上。绝缘胶布粘贴安全标志牌容易脱落，导致失效，存在安全隐患。空气开关锁具是根据机械限位原理制作的，当空气开关在分闸位置时，采用锁扣卡住空气开关闭锁孔，能牢牢锁住空气开关，防止误操作。这种加锁方式长时间使用会损坏闭锁孔，造成空气开关损坏，加锁失效，存在误合风险，如图1所示。



图1 空气开关加锁图

2 装置结构与功能设计

2.1 系统结构设计

变电站空气开关防误操作装置主要由密封盖、闭锁组件、锁具、安全标志牌组成，如图2所示。该装置可以实现空气开关的防误操作功能，防止误合空气开关。

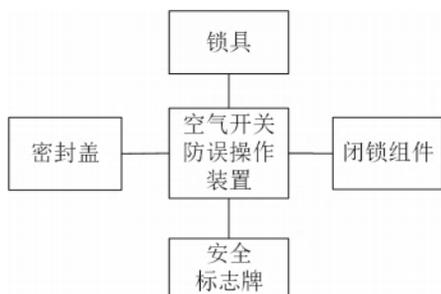


图2 空气开关防误操作装置系统结构图

密封盖采用透明绝缘材料，密封盖安装固定在空气开关上下端，可以进行打开、合上、拆装等操作，密封盖表面搭配有相应安全标志牌，便于作业人员辨识。

密封盖可设计多种尺寸规格，满足不同尺寸空气开关需求。

闭锁组件安装在固定支架上，闭锁组件通过在空气开关操作把手上方设置闭锁挡板，与密封盖闭锁实现双重闭锁，防误挂锁安装在密封盖上，确保空气开关可靠隔离闭锁。

2.2 功能设计

变电站空气开关防误操作装置安装简单，仅需在空气开关上下端安装密封盖，配合闭锁组件、安全标志牌和锁具即可实现空气开关的隔离闭锁，如图3所示。空气开关由密封盖隔离并闭锁固定，确保空气开关不被误合。其主要功能如下：

1) 密封盖设计，提高作业效率。密封盖安装在空气开关上下端，操作简单；密封盖表面搭配有相应安全标志牌，确保安全措施可靠，提高作业效率。

2) 绝缘材料设计，确保作业安全。装置的密封盖、闭锁组件、安全标志牌、锁具相关材料具有良好的绝缘性能，确保作业人员的人身安全；密封盖与空气开关密封良好，可靠性高；密封盖采用透明材料增强透明度，便于作业人员正确核对安全措施。

3) 尺寸易调式设计，便于维护。密封盖可根据空气开关的尺寸采用易拆装设计，可安装成不同尺寸的密封盖，适用于各种空气开关防误操作需求，适用范围广。

4) 双重闭锁冗余设计，提高防误操作可靠性。装置锁具锁紧密封盖，将空气开关有效隔离，在空气开关操作把手上方设置闭锁挡板，将空气开关操作把手锁死在当前位置，防止因密封盖损坏而防误操作失效。

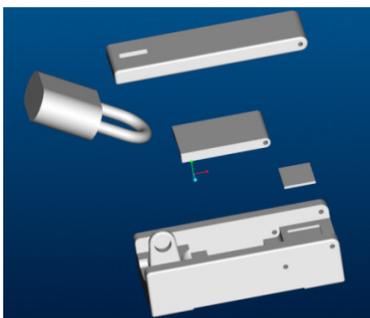


图3 空气开关防误操作装置部件图

3 装置关键技术

3.1 密封盖防误设计

密封盖安装在空气开关上下端，操作简单；密封盖根据空气开关安装位置定做，与空气开关密封良好，可靠性高；采用绝缘材料制作，确保作业人员人身安全；采用透明材料制作，确保不会影响运行人员巡视维护及核对安全措施。密封盖表面搭配相应的安全标志牌，确保安全措施可靠，密封盖设计如图4所示。

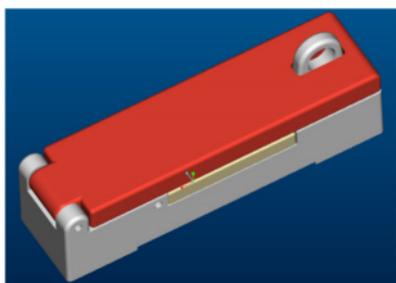


图4 密封盖设计图

3.2 双重闭锁技术

当空气开关在分闸位置时，闭锁挡板可以将空气开关操作把手闭锁在分闸位置；密封盖板盖住后加挂锁紧密封盖，将空气开关有效隔离。这种双重闭锁设计，有效提高空气开关防误操作可靠性，防止因密封盖损坏而防误操作失效，如图5所示。这种技术广泛应用于自动化生产线、机床设备、建筑设备等领域，有效提高安全防护措施有效性，避免发生伤害事故。

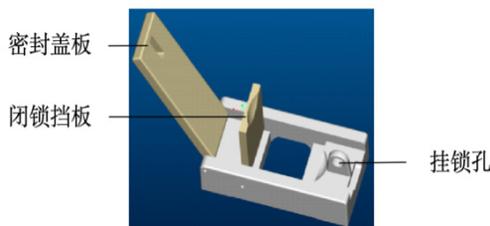


图5 双重闭锁设计图

3.3 防误锁具技术

防误锁具技术借鉴变电站微机防误闭锁技术，变电站五防技术需实现五项防误功能^[7]，包括防止带负荷拉合刀闸、防止带接地线（接地开关）合开关、防止误入带电区域、防止误分合开关、防止有电挂（合）接地线（接地开关）。这种技术采用微机锁具封闭，在挂锁上安装编码，五防机预先配置防误逻辑，操作人员模拟操作后，下传至防误钥匙，即可到现场开锁操作，防误锁具操作流程如图6所示。

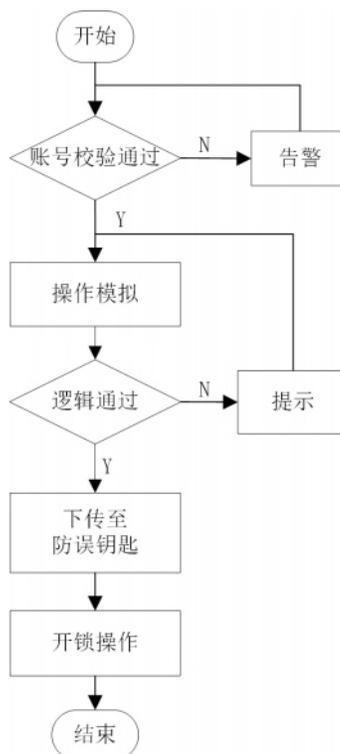


图6 防误锁具操作流程

3.4 安全标志牌显示技术

安全标志牌显示用于显示工作票要求的空气开关操作把手悬挂安全标志牌信息，主要包括“禁止合闸，有人工作！”、“禁止合闸，线路有人工作！”等信息，安全标志牌采用磁吸式标志牌，操作简单，通过与工作票系统交互，自动显示标志牌内容，安全标志牌信息显示流程如图7所示。工作票系统将安全标志牌信息传输至空气开关安全标志牌信息显示模块，如空气开关在分闸位置，则显示安全标志牌信息，如空气开关在合闸位置，则提示作业人员应断开相应空气开关。

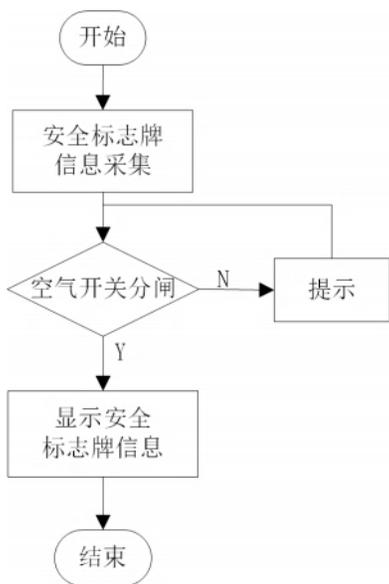


图7 信息显示流程图

4 应用实例

变电站空气开关防误操作装置根据空气开关尺寸大小（长、宽、高）设计，分为单级、双级、三级空气开关防误操作装置，如图8所示。该装置已应用于中山供电局某变电站空气开关防误操作安全措施中，经测试，对装置运行效果进行检查，平均4.5s完成单个空气开关的安全措施布置工作，可以明显提

高操作效率，安装前后操作时间对比如表1所示。

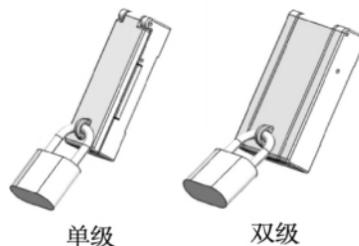


图8 单级与双级空气开关防误操作装置设计图

表1 安装前后操作时间对比

序号	安装前操作时间/s	安装后操作时间/s
#1 空气开关	10	5
#2 空气开关	11	5
#3 空气开关	15	4
#4 空气开关	16	4
#5 空气开关	14	5
#6 空气开关	15	5
#7 空气开关	16	4
#8 空气开关	14	6
#9 空气开关	12	4
#10 空气开关	10	3

5 结束语

本文研制的变电站空气开关防误操作装置应用了密封盖防误设计、双重闭锁技术、防误锁具技术、安全标志牌显示技术，该装置适用于所有不同尺寸空气开关，满足了变电站工作票安全措施要求，防止作业人员误触碰空气开关，确保了变电设备以及人身安全。文中设计的工具操作方便、简易，有效防止变电站安全措施不符合要求造成的事故和经济损失。

(下转第52页)

(上接第 47 页)

参考文献

- [1] 贾罡, 池锐敏, 李超. 低压空气开关专用防止误操作锁具在变电站现场的应用 [J]. 科技风, 2018 (34): 171.
- [2] 李鹏, 许宇. 空气开关防误操作警示罩的研制 [J]. 电力系统装备, 2021 (24): 169-170.
- [3] 吉宏浩, 黄杨明, 杜岳焘. 变电站二次屏柜空气开关封闭装置的研究与应用 [J]. 机电信息, 2018 (27): 58-59.
- [4] 黄希桐. 变电站空气开关专用标示牌的设计与应用 [J]. 机电信息, 2021 (2): 51-52.
- [5] 周俊宇. 一种新型空气开关锁的研制与应用 [J]. 电力系统装备, 2021 (24): 202-203.
- [6] 李志晗, 黄存璞, 马斌斌, 等. 二次压板及空开闭锁装置的研究 [J]. 电力系统装备, 2023(6): 194-196.
- [7] 李军妍, 严盖. 变电站整体“五防”技术的应用 [J]. 光源与照明, 2022 (8): 129-131.

(收稿日期: 2024-06-09)