

高港枢纽变电所防误闭锁系统改造

徐年根, 徐志远

(江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225321)

摘要: 本文分析高港枢纽 110KV 变电所防误闭锁系统原有工作方式和改造必要性。根据电气“五防”要求, 制定方案、实施改造以及系统测试, 实现断路器、隔离刀闸、接地刀闸之间的安全闭锁。杜绝了供电系统倒闸送电时的误操作, 确保枢纽供电安全。

关键词: 变电所; 五防; 防误闭锁; 误操作; 改造

中图分类号: TV853 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 09—0103—03

1 工程概况

江苏省泰州引江河是国家南水北调东线水源工程之一, 它南起长江, 北接新通扬运河, 全长 24km, 可实现灌溉、排涝、航运、生态、旅游等多种功能, 高港枢纽是泰州引江河的控制性建筑物, 它包括泵站、节制闸、调度闸、送水闸、船闸以及 110kV 专用变电所。工程采用闸站结合的布置形式, 泵站安装有 9 台套立式开敞式轴流泵, 叶轮直径 3.0 米, 配 TDL2000-40/3250 型 10kV、2000kW 高压同步电机, 总装机容量 18000kW。X 型流道, 双向抽排, 单机抽水能力为 $34 \text{ m}^3/\text{s}$, 总抽水能力为 $300 \text{ m}^3/\text{s}$, 并可自流引江; 枢纽除了抽排里下河地区涝水外, 增加南水北调的送水量 $200 \text{ m}^3/\text{s}$; 每年向里下河以及东部沿海地区自流引江 30 多亿立方米, 同时向通南地区开机送水, 确保该地区生产生活用水, 发挥了很大的社会效益和经济效益。

110kV 专用户外变电所设有两路电源供电, 110kV 和 10kV。110kV 供电线路上设 SFZ9-25000/110kV/10kV 主变 1 台, 设 SC9-800/10kV/0.4kV 站变 1 台, 另一 10kV 供电线路上的所用变与站变型号相同。这些设施是变电所的重要组成部分。整个工程的运行都依附于变电所提供电源, 变电所是高港枢纽正常运行的核心, 所以变电所的安全运行及可靠性直接关系到整个工程所有设备的安全、稳定运行。

2 改造前的闭锁系统

高港枢纽 110kV 专用户外变电所于 1999 年投入运行, 该专用变电所负责整个高港枢纽的生产生活用电,

如图 1 所示, 它采用双电源回路供电方式, 其中一路电源是 110kV 界江 933 线 (主机运行必须线路), 9 台机组和枢纽站变直接挂在 10kV 母排上, 枢纽站变再降为 400V, 送到低压配电柜 I 段母线。另一路电源由 10kV 滨江线经枢纽所变降为 400V (主要用于生活供电), 送到低压配电柜 III 段母线。

110KV 进线经隔离刀闸 9333 可以将高港枢纽 110kV 专用变电所与 110kV 界江 933 线之间有一明显的断开点, 有利于高港枢纽 110kV 专用变电所的设备维护与检修。(说明: 隔离刀闸 9333 上段属于市调管辖, 隔离刀闸 9333 下段属于高港枢纽管辖。)接地刀闸 9334 是为界江 933 线路检修做安全防护措施而设置的。隔离刀闸 7011 是为枢纽 1# 主变压器检修提供的一个明显断开点, 断路器 701 可直接分合 1# 主变压器。隔离刀闸 7015 可以对变电所 PT 进行投入与撤出, 接地刀闸 701514 是为 9333 下端至 7015 上端的线路检修做安全防护设置的。

根据五防的要求, 9333、9334、7011、701、7015、701514 之间的防误操作连锁原来是通过机械挂锁和操作票来实现。系统投运后, 结合管理需要又进行了多次操作票完善和拓展, 系统运行比较可靠、稳定, 在几年的工程管理中较好地发挥了作用。但经过多年来的运行, 也逐步暴露出一些弊端, 如: 缺乏各独立操作机构之间相互连锁的电磁电气闭锁。倒闸操作安全得不到保障。

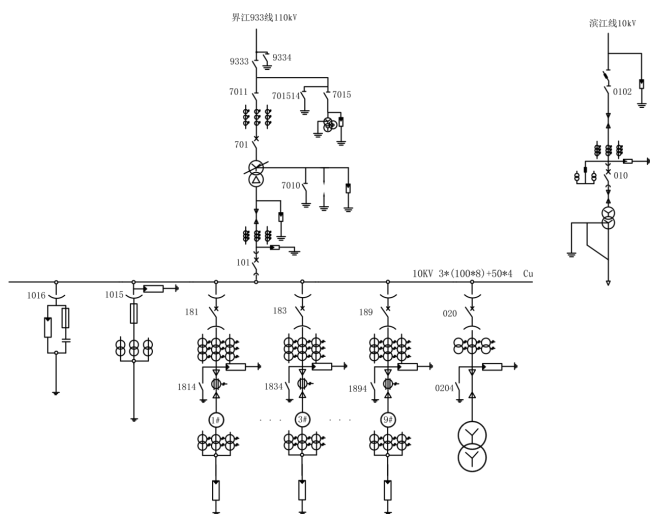


图1 高港枢纽供电系统图

3 改造原因分析

水利是国民经济的基础设施。高港枢纽 110kV 专用变电所是整个高港枢纽的控制、管理核心。自 1999 年建设完成后，一直使用的是机械挂锁防误操作，严格执行操作票制度进行解锁并操作。在历年的工程运行中，高港枢纽变电所总体上运行情况良好，但在运行和维护中也暴露出一些设计、施工等方面存在的不足，主要表现为：9333 隔离刀闸、9334 接地刀闸、7011 隔离刀闸、701 开关、7015 隔离刀闸、701514 接地刀闸各机构之间没有有效防误操作的电磁电气闭锁装置。但由于当时国内防误操作技术尚不成熟，建设时对高压操作的各刀闸和开关的防误操作采用了机械挂锁，防误操作的措施不全面，还使用的是单刀单挂锁，没有连锁。实际上未起到防误操作的作用。当进行倒闸操作时，一旦操作人员责任心不强或者疏忽大意，极易产生误操作，导致带负荷拉合刀闸、带接地刀合闸、带电合接地刀等不堪设想的恶性事故，造成人身和财产的重大损失。因此，高港枢纽 110kV 专用变电所各操作机构之间防误电磁电气闭锁系统的更新改造势在必行。

4 改造方案

从以上分析可以得知，造成变电所误操作的因素既有设备方面的客观原因也有操作人员主观方面的原因。防误操作闭锁系统能够比较有效地降低变电所误操作事故发生的概率，关键在于如何设计有效的变电所防误操作方案，充分发挥防误系统功能。

经过大量的行业内外调研，在确保实现目标的前提下充分考虑节约成本和工作量、缩短工期等因素，采用电磁防误闭锁和电气防误闭锁相结合的方式。为保证可靠性，采用逆变电源为电磁锁和各操纵机构供电。

电磁防误闭锁是将断路器、隔离刀闸、接地刀闸等设备的辅助接点接入电磁闭锁电源回路构成的闭锁。电气防误闭锁是将断路器、隔离刀闸、接地刀闸等设备的辅助接点接入电气操作电源回路构成的闭锁。它们基本原理都是通过隔离刀闸、断路器、接地刀闸的辅助接点通过串并联的方式，以“五防”要求为前提，按照一定的逻辑要求接入需要闭锁设备的控制回路。

5 改造过程

系统升级改造以倒闸操作的五防要求为原则，主要从硬件和软件两方面进行，并进行试运行：

5.1 硬件方面

硬件方面主要包括，根据现有设备，合理选择户外电磁锁与 GW4-110/630 型隔离刀闸操作机构（9333、9334、701514）进行配套安装，通过实际论证，最终选定 DSW4-Z AC220 型户外电磁锁。另外，从 7011、7015 操作箱各找出辅助接点接入电气控制回路，实现 7011 与 701、7015 与 701514 的连锁。

5.2 软件方面

5.2.1 9333、9334、701514 采用电磁防误闭锁，电气回路见图 2

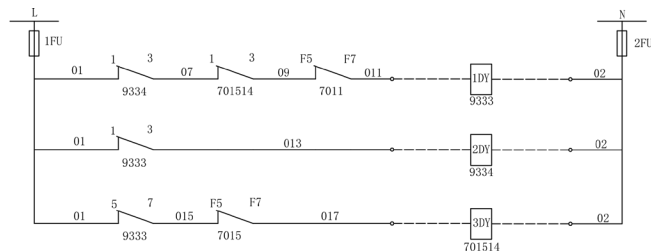


图2 电磁闭锁系统接线原理图

图 2 第一回路中只有当 9334、701514、7011 隔离刀闸都处于分闸状态时 9333 隔离刀闸的电磁锁 1DY 解锁机构才能得电解锁，并对 9333 实施合闸操作。有效防止了“五防”中的防带接地合闸送电和防带负荷拉合隔离刀闸等误操作的发生。

第二回路中只有当隔离刀闸 9333 处于分闸状态时接地刀闸 9334 的电磁锁 2DY 解锁机构才能得电解锁，同时接到界江 933 线路所在供电局调度操作指令（即将界江 933 线路由冷备用变为检修），才可对 9334 实施

合闸操作。有效防止了“五防”中的防带电合接地刀闸等误操作的发生。

第三回路中只有当隔离刀闸 9333、7015 处于分闸状态时接地刀闸 701514 的电磁锁 3DY 解锁机构才能得电解锁,并对 701514 实施合闸操作。有效防止了“五防”中的防带电合接地刀闸等误操作的发生。

5.2.2 7011、7015 采用电气防误闭锁,电气回路见图 3、图 4

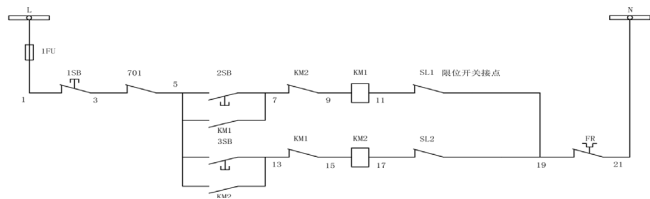


图 3 7011 隔离刀闸操作机构箱电气闭锁接线原理图

如图 3 所示,将断路器 701 处于分闸状态接点串入 7011 的操作回路。作为 7011 操作回路的闭锁接点。即只有断路器 701 处于分闸状态时,隔离刀闸 7011 才可进行分闸操作。有效防止了“五防”中的防带负荷拉合隔离刀闸等误操作的发生。

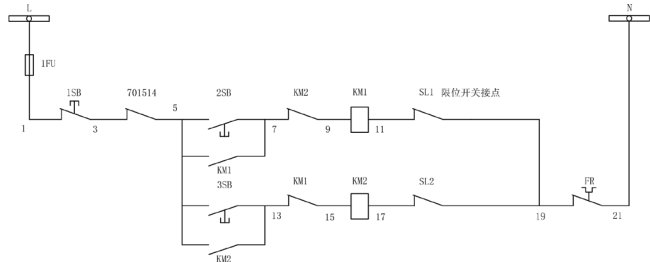


图 4 7015 隔离刀闸操作机构箱电气闭锁接线原理图

如图 4 所示,将接地刀闸 701514 的状态接点串入 7015 的操作回路。作为 7015 操作回路的闭锁接点。即只有接地刀闸 701514 处于分闸状态时,隔离刀闸 7015 才可进行合闸送电操作。有效防止了“五防”中的防带接地刀合闸送电等误操作的发生。

5.3 系统的投运

系统投运前,保证变电所模拟屏接线图设备状态与现场设备状态保持一致,然后在模拟屏进行反复模拟操作,结合模拟操作对操作票进行了重新编写。第二步措施,管理单位聘请了具有专业水准和试验资质的电气试验单位江都水利工程管理处试验室对系统进行了测试,试验合格后,系统投入运行。

6 改造后的效益

这套系统是通过实际运行不断完善、总结出来的一

种有效的现场防误闭锁技术,系统观察直观,逻辑合理、操作方便,能有效防止误操作的发生。经过对变电所电磁电气闭锁系统优化改造,防误操作系统在进行逻辑判断时,不需要专门的通信系统进行连接,这样就减少了中间环节,从而闭锁系统的可靠性和稳定性更强,高港枢纽变电所倒闸操作更加安全可靠。

系统改造后,我们结合变电所 110KV 一次回路图将变电所的主变由运行变为冷备用、由冷备用变为运行、由冷备用变为检修、110KV 母线受电等倒闸操作票进行了重新编写。改造后经过两年半的运行,情况良好,没有发生过一起误操作事故。同时,加强作业人员的安全教育,倒闸操作时严格按操作票操作,杜绝不规范操作、违章操作和误操作,实现了安全化规范化管理,从而保证了高港枢纽经济效率和社会效率的进一步发挥。

7 结束语

通过变电所电磁电气闭锁系统的改造,解决了以前存在的一些问题,提高了倒闸操作的安全性、可靠性,严格做到了倒闸操作的“五防”要求。防误闭锁系统稳定可靠,技术指标合理,操作方便直观,自动化程度高,维护工作量减少,为整个高港枢纽用电设备的安全运行,提供了可靠的电力保障。这次更新改造取得了令人满意的效果,为工程管理的“五化”要求奠定了坚实的基础,为工程效益的充分发挥提供了更有力的保障。

参考文献:

- [1] 陈培国. 新版 IEC60947—3《低压开关设备和控制设备 第 3 部分: 开关, 隔离器, 隔离开关以及熔断器组合电器》标准 [J]. 低压电器, 2001, 000(003):50—51.
- [2] 张燕敏主编. 电工进网作业许可 [M]. 中国财政经济出版社. 2006 年版.
- [3] 程法庆. 五防闭锁装置的应用模式分析及展望 [J]. 天津电力技术. 2003, 4: 43—45.
- [4] 顾拥军, 皮卫东, 杨乘胜等. 变电站防误闭锁应用分析 [J]. 电力系统保护与控制, 2005, 33 (2): 66—70.