

三峡船闸双电源互投装置选型研究

胡航, 陈友之, 黄小亮, 朱小龙, 吴旻

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 本文介绍了双电源互投装置的设备结构组成以及在三峡船闸的应用情况。针对三峡船闸现场特点和运用需求进行了双电源互投装置的选型研究, 内容涵盖进口设备和国产设备的调研考察和多方位比选, 综合各项性能提出了双电源互投装置的合理化选型建议。

关键词: 双电源互投装置; 断路器; 选型研究; 三峡船闸

中图分类号: U641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 02—0101—03

双路电源冗余切换是保证持续可靠供电的有效手段^[1]。正常状态下, 由一回进线供电, 当一回进线失电时, 由双电源切换装置迅速完成切换为另一回进线供电, 保障设备持续运行。目前电源冗余切换装置根据转换开关的不同, 主要分为2类, 自动转换开关电器(ATSE)和静态转换开关(STS)^[2]。ATSE采用继电器或者断路器完成切换, STS则是采用可控硅、IGBT等电力电子器件完成切换, 二者各有优劣^[3], 分别应用于不同场合。其中, 自动转换开关电器(ATSE)主要适用于交流不超过1200V或直流不超过1500V的低压紧急供电系统, 用于两路电源之间的切换^[4]。三峡船闸采用的双电源互投装置属于自动转换开关电器(ATSE)类型。

双电源互投装置运用于三峡南北两线船闸24个现地子站。其中, 由变电所提供的两回0.4kV交流电源, 是本站的主要电源动力来源。两回进线电源通过双电源自动互投装置进行自动投切, 确保子站供电可靠。作为关键器件, 双电源自动互投装置目前已安全运行十几年正面临器件老化、设备停产断供的情况。根据设备运行维保需求, 针对三峡船闸的现场特点, 本文进行了双电源互投装置的选型研究。

1 双电源互投装置介绍

1.1 基本结构组成

三峡船闸的双电源互投装置采用的是梅兰日兰公司的产品。装置主要由2个塑壳断路器Compact NS630和一套C801转换开关组成。该系统额定工作电压 $U_e=AC400V$ 、额定工作电流 $I_e=800A$ 、额定极限短路分断能力 $I_{cu}=70kA$, 最小转换动作时间不大于0.4S, 具有两段保护, 长延时保护和瞬时保护, 并带有机械互锁连杆, 防止2个断路器同时接入电路。

具体的系统组成包括BA控制器面板、IVE电气联锁、ACP辅助控制板和开关及机械套件, 各控制组件之

间采用控制排线连接。操作方式为电动操作, 控制器面板具有强制N段、强制R段、自动和断开四个位置。

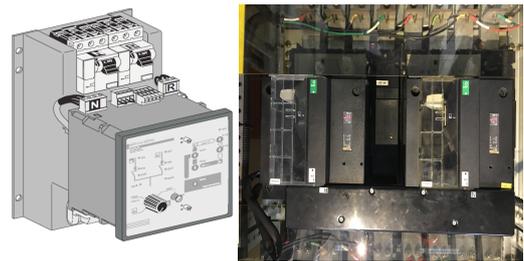


图1 a) 辅助控制板和控制面板 b) 断路器本体实物

1.2 在三峡船闸的应用情况

双电源互投转换装置安装在三峡船闸子站机房三号柜中, 三号柜的整体尺寸为800x2050x600mm, 实际操作空间为800x1650x600mm。该套双电源转换系统于2000年投入使用, 使用时间达到电气设备使用年限20年, 随着双电源互投技术的不断发展, 市场上该型号已被淘汰, 无法购买到用于三峡船闸子站配电系统维护更换的备件, 且维护与更换耗时较长, 无法满足现在日益增长的通航要求, 急需更换新型号。

以维修为例, 现有双电源互投装置型号如果仅电操机构损坏, 更换电操机构时长约为1小时, 并且需要变电所停电。断路器本体一般不会故障, 但一旦故障更换流程及其复杂, 断路器本体上下端为铜排连接, 更换时需拆解几十颗螺栓, 更换时长约为3小时。两种维修时长均超过半小时, 所以需提前申请停航时段进行检修, 维修的时间、人力、碍航成本较大。

2 选型需求分析

根据三峡船闸双电源互投装置的使用情况, 本项目旨在市场上选择一款性能稳定、备件供应可靠的双电源互投装置新型号, 尺寸符合现场安装要求, 维护更换简单, 具有良好的保护功能。

2.1 安全可靠

保证供电可靠，在 I 端进线失电时能迅速切换至 II 段供电，有效保障船闸运行的供电可靠性。同时有软硬互锁、机械连锁避免两回同时合闸造成短路。

2.2 维保便捷性

确保设备维修保养便捷，维修更换不超过 30 分钟。

2.3 实施可行性

要因因地制宜，充分考虑三峡船闸子站机柜现有布置情况，确保设备满足现场安装需求。

3 双电源互投装置选型研究

根据双电源互投装置的市场情况，项目组选取多个设备品牌进行厂内调研考察，主要包括施耐德、常熟开关厂、西门子等。现根据考察情况，从国内品牌、进口品牌各选取一个进行研究比选。

3.1 国产设备考察选型

根据国产设备的市场情况，国产设备方案采用常熟开关制造有限公司的最新产品，方案有两种。

3.1.1 基于万能式断路器的 CA1W 大容量自动转换开关电器，配合 CW3 系列智能型万能式断路器



图2 CA1W配合CW3的双电源互投装置结构

该自动转换开关电器为 CB 级，由自动转换控制器、转换器、控制电缆和智能型框架断路器四部分组成，可选机械连锁配合使用。额定工作电流 200A-6300A。具有两路电源转换转换解决方案，具有手动、自投自复、自投不自复（互为备用）、强制等转换模式，并提供强制并联转换功能，满足负载侧不间断供电的要求，控制器集成度高。过电压类别分为 IV 类，冲击耐受电压为 12kV，额定短路分断 / 额定短路接通最大达 100kA/220kV，满足大容量变压器电源断需求。

根据三峡船闸现地设备技术需求，选用 CA1W-2500 壳架，其额定工作电流 I_e 为 800A，额定工作电压 U_e 为 AC400V，机械寿命 12500 次，电气寿命 8000 次。控制器型号 ZTF（智能通信自投自复型）。通过智能型框架断路器比选，优先选择 CW3-2500H 智能型框架断路器。该断路器具有良好的扩展性，为后期的通信等功

能升级提供了可能性。

自动转换控制器 ZTF 安装于开关柜门板上，转换器安装于开关柜安装板上，控制器至转换器、转换器至断路器由控制电缆连接。目前三峡船闸子站机房机柜尺寸为 800x2050x600mm，若两台智能型框架断路器横向并排安装尺寸超过机柜宽度，所以采用上下并列安装的方案，两台智能型框架断路器采用抽屉式的安装，整体尺寸为 438x800x395mm，考虑到低压母排安全距离，又涉及到铜排翻排的安全距离，600mm 的柜深无法满足施工要求，需要更换 800x2050x800mm 的电气柜。

3.1.2 采用 CAP3-800b 产品，配合 iH5 控制器



图3 CAP3-800b配合iH5控制器的双电源互投装置结构

CAP3 系列高性能自动转换开关电器（以下简称装置）为 PC 级专用型自动转换开关电器，主要用于交流 50/60Hz，额定工作电压 AC230/240V、AC400/415V，额定工作电流 16A 至 4000A 的电源系统，因一路电源发生异常而进行电源之间的切换，保证其供电的连续性和可靠性。CAP3-800b 主要参数为：额定工作电流 I_e 为 800A，额定工作电压 U_e 为 AC400/415V，额定短时耐受电流为 85kA/1s，最小转换动作时间 < 100ms，电气寿命 6000 次，机械寿命 10000 次。

本装置尺寸为 347x568x196.5mm，远小于现场机柜的可施工尺寸，通过下进线的方式安装母排，将抽屉式 CAP3 自动电源转换系统安装于三号柜原双电源系统位置，于柜门上开孔，便于观察和操作。

此系统安装方便，且该装置为一个整体，故障点少检修方便；PC 级自动转换开关转换速度快；使用类别高达 AC-33A，可由断路器作为 SCPD，额定限制短路电流高；功能齐全、智能化程度高，可后期升级。

3.2 进口设备考察选型

根据进口设备的市场情况，进口设备方案采用施耐德电气有限公司的最新产品，方案有两种。

一是采用 NS800H4P 塑壳断路器配合 BA 控制器的 CB 级产品；二是采用 ATMT800H4P2A 产品。

表1 方案对比

方案	CA1W	CAP3	NS800+BA	ATMT800
ATS 类型	CB	PC	CB	CB
额定工作电流 I_e (A)	800			
额定工作电压 U_e (V) 50Hz	AC400			
额定绝缘电压 U_i (V)	1000			
额定冲击耐受电压 U_{imp} (kV)	12	12	8	12
使用类别	AC-33B	AC-33A		AC-33iB
额定短路分断能力 I_{cn} (kA)	65		65	65
额定短时耐受电流 I_{cw} (kA/1s)		85	25	65
额定短路接通能力 I_{cm} (kA)	143	143		143
最小转换动作时间 (s)	≤ 0.4	< 0.1		≤ 0.4
机械寿命 (次)	12500	10000	6000	12500
电气寿命 (次)	8000	6000	1000	10000
保护	机械联锁 电气联锁	机械联锁 电气联锁	电气联锁	机械联锁 电气联锁
是否更换整柜	是	否	否	是

ATMT 自动电源转换系统由控制器、适配器和执行断路器构成。执行断路器加装适配器后通过控制连接线与适配器连接,实现对供电电源的检测;控制器通过设定的程序自动完成电源间的转换。

ATMT 自动电源转换系统具备电源电压、频率检测功能,除常规的转换功能外,还提供特殊需求的闭环控制功能(并联转换)。该系统具有良好的电磁兼容性能力,保证自动电源转换系统的稳定运行;具备控制系统逻辑锁,控制线路电气联锁,执行断路器机械联锁保证了电力的安全转换。该 ATMT 自动电源转换系统选用 2B 型控制器、2B 进线适配器和 MT08H1b 执行断路器。MT08H1b 执行断路器为自动电源转换系统的执行机构,负责合断电源,可选用连杆联锁或缆绳联锁对系统保护。

分别与控制器相连,上下并列安装于三号柜内,柜门改为三段设计,下两段门各开一孔用于观察断路器情况,2BA 控制器安装于三号柜最上端的柜门板上,方便控制设备。

两台智能型框架断路器采用抽屉式的安装,整体尺寸为 438x800x395mm,考虑到低压母排安全距离,又涉及到铜排翻排的安全距离,600mm 的柜深无法满足施工要求,需要更换 800x2050x800mm 的电气柜。

3.3 设备比选

根据三峡船闸子站机房现用的自动电源转换系统,新方案主要技术指标为多段保护、转换时间、使用寿命和安装简易程度等。方案对比如表 1 所示。

4 结论

根据方案对比,常熟开关有限公司的 CA1W-2500H 和施耐德电气有限公司的 ATMT800 两个自动电源转换系统更为符合需求。

参考文献:

- [1] 冯旭,赵军玉.站用双路电源自动切换方案分析[J].河北电力技术,2017,36(8):60-62.
- [2] 朱晓明.交流电源冗余切换装置的研制[D].杭州:浙江大学,2013.
- [3] 蔡志远,陈朝辉,王新伟.自动转换开关电器的发展和应[J].智能电器,2011(22):11-15.
- [4] 张跃庆.双电源自动转换开关电器的选择和应用[J].科技风,2010.



图5 ATMT800H4P2A 产品
安装方式为适配器与断路器一同安装,通过二次线