

COL 逻辑模块在直流输电控制系统中的应用

刘敏¹, 姚致清^{1,2}, 张培珍¹, 杨广羽¹, 曹森¹

(1. 许继电气股份有限公司直流输电系统部, 河南 许昌 461000; 2. 华中科技大学, 湖北 武汉 430074)

摘要: 在高岭直流输电工程中, 出现逻辑切换模块 COL 与 VCU 设备接口时信号相互依赖, 造成直流系统停机现象。针对 COL 模块在工程应用中出现的信号逻辑和 VCU 信号接口逻辑进行了分析, 得出 VCU 发出的“VCU 正常”信号对极控系统的“极控系统正常”信号的依赖, 直接导致了 VCU 故障之后, VCU 故障信号将一直存在, 以致极控系统不可用, 造成直流系统停机。并提出了改进方案, 避免工程应用中出现盲点, 造成不必要的系统停机, 提高直流输电系统的安全稳定和可控性。

关键词: 极控系统; 逻辑切换模块; VCU; 反逻辑; 冗余

The application of the COL logic module in DC transmission control system

LIU Min¹, YAO Zhi-qing^{1,2}, ZHANG Pei-zhen¹, YANG Guang-yu¹, CAO Sen¹

(1. XJ DC Transmission Dept, XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China;

2. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The signal interdependence between the logical switch module COL and the VCU device on DC power transmission project in Gaoling results in the phenomenon of DC system downtime. The signal logic of the COL module and interface logic of VCU signals are analyzed, and it is concluded that because “VCU OK” signal of VCU device depends on “PC OK” signal of the pole control system, after VCU fault, “VCU fault” signal will always exist, which result in the control pole system unavailable and then DC system downtime. The modified scheme is proposed to avoid the appearance of blind spots in engineering applications which results in unnecessary system downtime, which can ensure DC system a reliable and safe operation.

Key words: pole control system; changeover logic module; vavle control unit; anti-logic; redundant

中图分类号: TM72 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)04-0137-04

0 引言

高压直流输电系统中最关键的部分是控制保护部分, 控制保护系统是实现直流输电正常起动与停运、正常运行、运行参数改变与自动调节、故障处理等极其重要的组成部分^[1], 其稳定运行与正确动作保障了直流输电系统的安全稳定和可控性。冗余技术是提高控制系统整体可靠性的重要手段^[2]。在所有已经投运的直流输电工程中, 直流极控系统为完全冗余的双重化系统, 系统综合考虑系统运行的各种工况, 定义各种控制设备状态和故障等级, 能有效地将故障系统切换下来, 避免引起直流系统的扰动, 尽可能地减少直流系统停运率^[3], 目前控制保护系统中极控系统的主备系统切换功能硬件上是由切换模块 COL 来实现的^[4], COL 的逻辑判决起着至关重要的作用。有关 COL 模块的硬件出口逻辑一

直有不同的意见, 也出现过 COL 模块在与其他设备接口时信号相互依赖, 造成直流系统停机现象。本文对 COL 模块在工程应用中出现的信号逻辑进行详细分析, 避免工程应用中出现盲点, 造成不必要的系统停机, 提高直流输电系统的安全稳定和可控性。

1 与阀控单元 (VCU) 接口问题

2010年1月19日, 高岭换流站在5633开关发生单相接地期间, 交流母线C相失压, 导致单元1可控硅监视系统不能正确地返回回报信号, 产生阀控单元 (VCU) 报警, 启动极控切换, 原备用的极控B系统切换为主系统, 极控A系统不可用。随后在5642开关发生相间短路期间, 交流母线B、C相线电压失压, 由于相同原因, 导致单元1极控B系统不可用。此时单元1无可用的极控系统, 切换逻辑模块发出跳闸指令, 闭锁单元1。

极控、站控等核心控制系统由软件、硬件相同设计的冗余控制系统构成，两套冗余控制系统采用主从切换工作方式^[5]。经现场分析，造成这次停运的主要原因在交流系统故障期间，单元1 VCU 发出故障信号，该故障信号导致 VCU 不可用，由于 VCU 和极控系统是冗余系统的一个整体系统，从而单元1 的一个系统从主系统切换到退出运行，成为不可用系统。交流系统故障恢复之后，VCU 的故障信号不能自动复归，所以原来的不可用系统继续退出运行。交流系统发生第二次故障时，两个极控系统故障，没有可用的极控系统，切换逻辑单元发出紧急停机命令。

1.1 原因分析

高岭工程控制保护系统采用HCM200 的硬件平台，其控制功能是通过高速数字式可编程控制器来完成的^[6]。单元1 的换流阀采用基于 ABB 技术的换流阀，为了便于和采用 ABB 技术的换流阀接口，在单元1 的极控系统和 VCU 屏柜之间增加了 VCU 接口装置，一方面将 VCU 输出的信号转换为极控系统能够识别的信号，另一方面将极控系统输出的触发信号转换为 VCU 可以识别的信号。接口设计原理图如图1 所示。

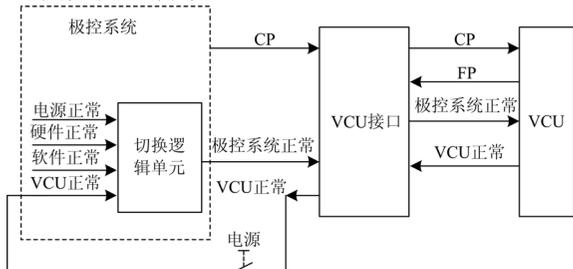


图1 极控系统和 VCU 接口原理图

Fig.1 Interface concept between pole control system and VCU

图1 中，VCU 输出的 FP 是高频调制信号，而极控系统的切换逻辑模块能够识别的是电平信号，VCU 接口装置通过对 FP 信号的解析，产生切换逻辑模块需要的“VCU 正常”信号。从高岭现场故障情况分析可以看出，VCU 故障之后，VCU 接口装置解析的“VCU 正常”信号消失，极控系统切换逻辑输出的“极控系统正常”信号消失；当 VCU 故障恢复之后，VCU 接口装置从 VCU 得到的仍然是 VCU 故障信息，“VCU 正常信号”处于消失状态。整个过程的信号流程为：VCU 正常→极控系统正常→FP→VCU 正常。

从现象分析可以看出，“VCU 正常”信号并不是独立的由 VCU 发出的，VCU 发出该信号时，加入了“极控系统正常”信号判断，这样在 VCU 故

障之后，极控系统正常信号消失，VCU 故障恢复之后，由于“极控系统正常”消失之后没有恢复，所以 VCU 发出的“VCU 正常”信号保持在消失状态。VCU 发出的“VCU 正常”信号对极控系统的“极控系统正常”信号的依赖直接导致了 VCU 故障之后，如果不按复归按钮，该信号将一直存在，导致极控系统不可用，这也是这次跳闸的基本原因。而相对于单元1 的单元2 采用西门子的换流阀和 VBE，VBE 产生的“VBE 正常”信号并不依赖于极控系统的“极控系统正常”信号，所以单元2 的接口逻辑不存在这个问题。

1.2 解决方案

根据以上分析，有两种解决方案：一是修改 VCU 的设计，取消“VCU 正常”信号对“极控系统正常”信号的依赖。VCU 是由西整提供，西整负责修改 VCU 的相应逻辑，本文不做论述。二是由于 COL 输出的“极控系统正常”信号要送到极控系统主机，用于极控系统切换，所以该信号保留。而送到 VCU 的“控制系统正常”信号中删去对 VCU 的判断，将电源正常、硬件正常、软件正常采用与逻辑之后输出的“控制系统正常”信号送到 VCU，见图2，由许继负责完成。

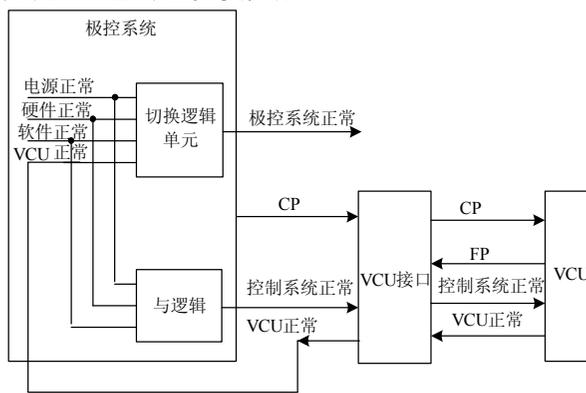


图2 修改后极控系统和 VCU 接口原理图

Fig.2 The new interface concept between pole control system and VCU

2 NO ESOF 命令出口逻辑问题

目前电力行业控制保护系统中控制系统的主备系统切换功能硬件上是由切换模块 COL 来实现的。在两套系统均故障或COL 模块处于手动模式时主用系统发生故障，COL 模块发出跳闸信号，使“NO ESOF”由高电平变为低电平。COL 模块的硬件出口逻辑是反逻辑，即 COL 切换逻辑模块输出的是“NO ESOF”信号为高电平，“NO ESOF”信号继电器用的是动合触点作为 ESOF 信号输出。如果出

现COL切换逻辑模块驱动的“NO ESOF”信号继电器回路断线或损坏等导致继电器失磁的故障,跳闸回路就会导通,进而导致直流闭锁,造成不是由直流系统本身故障引起的直流系统停机。这是直流输电工程运行不允许的。因此有把COL模块的硬件出口逻辑改为正逻辑的建议。我们对模块在工程中功能具体应用进行了分析,发现本模块正逻辑实现上没有问题,但在工程应用上有一些问题,COL模块的硬件出口逻辑反逻辑是比较符合工程应用的。

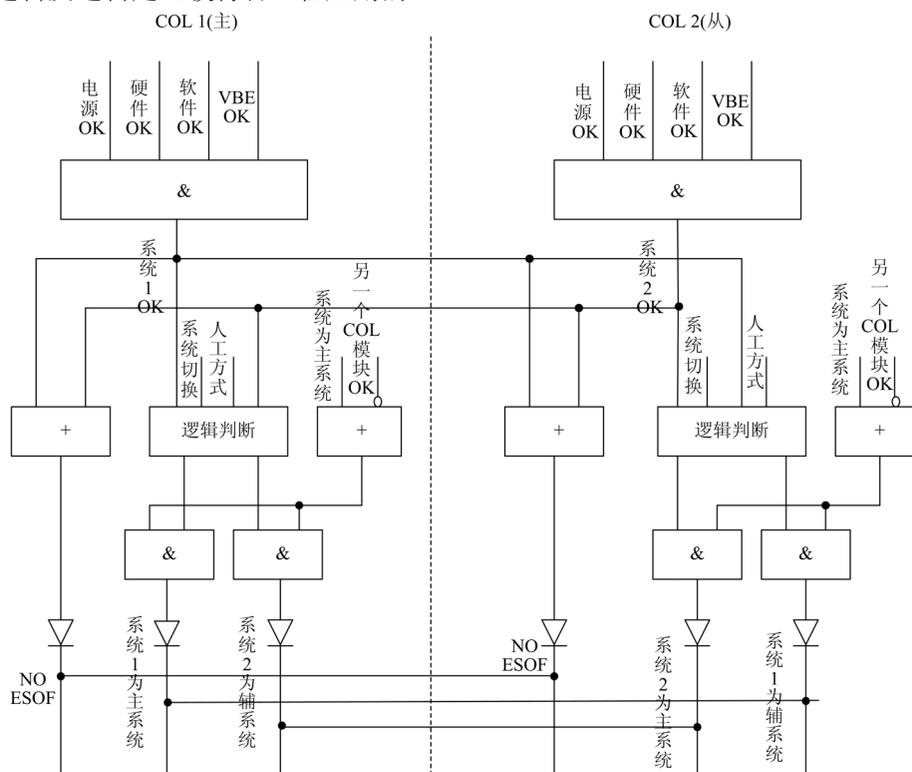


图3 冗余COL逻辑模块的逻辑判断

Fig.3 Logic selection of COL

2.2 正反逻辑对比

COL的ESOF命令是作为控制系统的后备,当控制系统本身出现问题时,用反逻辑来保证控制系统能可靠停机。如果改为正逻辑,存在ESOF命令(出现电源故障)高电平发不出现象,继电器不会动作,在两套系统均故障或COL模块处于手动模式时主用系统发生故障,系统将不会停机。

如果为正逻辑,两套冗余的控制系统都运行时,要求两套出现问题,COL同时发ESOF命令,才能停机。但存在一套检修,一套运行的状况,只有一个COL ESOF命令也应出口。要完成这些逻辑判断,又要增加很多中间判断环节,相对出现问题的概率也有所增加。

ESOF为反逻辑,最起码保证两套系统出现问

2.1 COL模块ESOF命令的根本意义

COL是一些逻辑的组合,主要是完成判别系统OK,系统为主系统等逻辑判断。图3是冗余的COL逻辑模块的原理框图,从原理图中可以看出,命令出口的前提条件是COL模块的工作状态必须是正常的。COL的NO ESOF命令存在的根本意义是保证当冗余的控制系统无论出现任何问题,靠ESOF的反逻辑命令让系统不失去控制,让系统能可靠停机。

题,控制系统不会失去控制停机。

2.3 解决方案

至于在工程中担心当继电器坏掉或断线造成停机的顾虑,是有办法来解决的。两个COL的NO ESOF命令分别驱动两个继电器见图4,把两个继电器的常闭触点串联,只有两个继电器同时失电,停机命令才能出口,避免继电器坏掉或断线造成的误停机。

我们在云广工程中已采用上述解决方案,既保留了COL逻辑模块的原设计方案的优点,又解决了继电器坏掉或断线造成停机的顾虑,保证了直流系统的可靠、安全运行。COL ESOF为反逻辑的用法在工程中的应用是没有问题的。

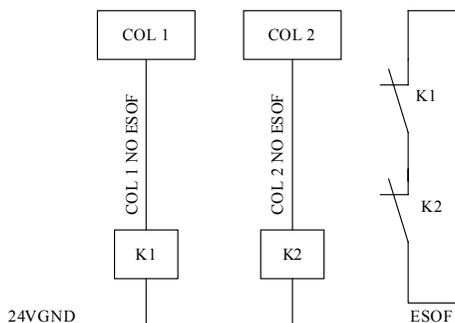


图4 ESOF信号出口回路

Fig.4 Output circuit of ESOF signal

3 结语

本文主要对COL模块在工程应用中出现的主要问题进行了详细分析,提醒在以后的工程应用中,对不同厂家生产的设备接口逻辑尽可能地多了解、多沟通,避免工程应用中出现盲点,造成不必要的系统停机,提高直流输电系统的安全稳定和可控性。并通过COL模块正反逻辑优缺点的对比,对模块在工程中功能具体应用进行了解析,认为COL模块的硬件出口逻辑反逻辑是符合工程的实际需求的,能够保证直流系统的可靠、安全运行。

参考文献

[1] 赵畹君. 高压直流输电工程技术[M]. 北京: 中国电力出版社,2004

[2] 李延龙, 杨亚璞, 李楠. 高压直流输电控制保护系统的冗余可靠性研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(16): 59-62.

LI Yan-long, YANG Ya-pu, LI Nan. Reliability research

for HVDC transmission control and protection system redundancy[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(16): 59-62.

[3] 陈红军. 高压直流输电系统故障及控制策略[J]. 华中电力, 2001, 14(5): 5-8

CHENG Hong-jun. HVDC transmission system faults and its control tactics[J]. Central China Electric Power, 2001, 14(5): 5-8.

[4] SEMENS. Pole Control System Maintenance Manual[Z]. 2002.

[5] 张望, 黄利军, 郝俊芳, 等. 高压直流输电控制保护系统的冗余设计[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(13): 88-91.

ZHANG Wang, HUANG Li-jun, HAO Jun-fang, et al. Redundant design of control and protection system for HVDC transmission[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(13): 88-91.

[6] 翟永昌. 高压直流输电极控系统冗余配置分析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(2): 88-91.

ZHAI Yong-chang. Analysis of pole control redundant configure in HVDC project[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(2): 88-91.

收稿日期: 2010-03-15; 修回日期: 2010-04-06

作者简介:

刘敏(1968-), 女, 高级工程师, 从事直流输电控制保护系统研制工作; E-mail: minl@xjgc.com

姚致清(1960-), 男, 博士研究生, 教授级高级工程师, 从事直流输电控制保护系统研制工作;

张培珍(1981-), 女, 助理工程师, 从事直流输电控制保护系统研制工作。

(上接第 136 页 continued from page 136)

HU Sen, XU Xue-jun, FENG Xiao-liang. GIS-based dynamic relationship of topology to generate electrical diagrams of distribution network[J]. Relay, 2007, 35(9): 52-55.

[8] 李晓凯, 周长建, 许和炎. 配电网管理中的自动制图研究[J]. 继电器, 2008, 36(6): 65-70.

LI Xiao-kai, ZHOU Chang-jian, XU He-yan. A new automatic mapping algorithm in power distribution management[J]. Relay, 2008, 36(6): 65-70.

[9] 徐冲, 王康元, 邱家驹, 等. 基于 GML 和 SVG 的电力图形系统研究 [J]. 继电器, 2008, 36(9): 64-68.

XU Chong, WANG Kang-yuan, QIU Jia-ju, et al. A study on power graphics system based on GM L and SVG [J]. Relay, 2008, 36(9): 64-68.

[10] 朱永利, 栗然, 刘艳. 电力系统厂站主接线图形的自动生成[J]. 电力系统及其自动化学报, 2000,12(1): 43-46.

ZHU Yong-li, LI Ran, LIU Yan. Automatic generation of plant station main wiring graph in power system[J]. Proceedings of EPSA, 2000, 12(1): 43-46.

[11] 邓其军, 周洪, 鲁觉. 面向图形对象的配电网单线图绘制与使用 [J]. 电力自动化设备, 2009, 29(7): 43-47

DENG Qi-jun, ZHOU Hong, LU Jue. Drawing and usage of graphic-object-oriented one-Line diagrams in distribution[J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(7): 43-47.

收稿日期: 2010-02-27; 修回日期: 2010-11-25

作者简介:

邓其军(1975-), 男, 博士, 讲师, 从事电力系统计算机控制、图像识别与处理方面的研究与教学工作 E-mail: dengqijun@126.com

刘姜涛(1979-), 女, 博士研究生, 讲师, 研究方向为电力电子技术在电力系统中的应用。