

现地式道岔监控技术研究与应用^{*}

任建新¹ 蔡小成^{2**}

(1. 湖南省高铁运行安全保障工程技术研究中心, 412006, 株洲;

2. 湖南铁道职业技术学院, 412006, 株洲//第一作者, 副教授)

摘要 目的:道岔是轨道交通运输系统的关键设备,是信号控制系统重点的监督对象。为提高轨道交道岔的运用水平,对现地式道岔监控技术进行了研究。方法:分析了道岔监控技术相关技术要求;就道岔现地式监控关键技术进行了详细的研究与设计,保障道岔在采用现地式局部控制技术下要实现正确功能;以1组受5机控制的CN6118AS型道岔为对象,进行道岔监控试验,研究现地式道岔监控技术的应用情况。结果及结论:从道岔监控试验的应用效果来看,现地式道岔监控技术有明确的控制优先级、可靠的切换功能,其安全性、可靠性、可维护性及可用性达到了信号专业标准,具有较好的推广应用前景。

关键词 轨道交通;道岔;现地式;监督与控制

中图分类号 U284.72

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.08.038

Research and Application of On-site Turnout Monitoring Technology

REN Jianxin, CAI Xiaocheng

Abstract Objective: Turnout is a critical equipment in rail transportation system and an important focus of supervision in signaling control system. To improve the operational level of rail transit turnout, research is carried out on the on-site turnout monitoring technology. Method: The relevant technical requirements of turnout monitoring technology are analyzed. Detailed research and design are conducted on key technologies for on-site turnout monitoring to ensure the correct functionality of turnouts when adopting the on-site local control technology. Taking a set of CN6118AS turnouts controlled by 5 devices as object, the turnout monitoring experiments are carried out to study the application situation of the on-site turnout monitoring technology. Result & Conclusion: Based on the application effectiveness of the turnout monitoring experiment, the on-site turnout monitoring technology demonstrates clear control priority and reliable switching functionality. Its safety, reliability,

maintainability, and availability meet the professional standards of signaling, showing promising prospects for widespread application.

Key words rail transit; turnout; on-site; monitoring and control

First-author's address Hunan HSPR Engineering Research Center, 412006, Zhuzhou, China

自我国铁路实施第六次大提速以来,铁路信号控制技术实现了跨越式发展。目前,几乎全部的铁路正线及干线都配备了基于计算机技术的信号控制系统^[1]。2022年,中国国家铁路集团有限公司发布了《新时代交通强国铁路先行规划纲要》,明确提出近期发展目标:铁路自主创新能力和产业链现代化水平全面提升,铁路科技创新体系健全完善,关键核心技术装备自主可控、先进适用、安全高效,智能高速铁路率先建成,智慧铁路加快实现^[1]。

道岔是轨道交通运输系统的关键设备,是信号控制系统重点的监督对象。提升道岔运用水平是智能高速铁路和智慧铁路建设中最主要的内容之一^[2]。现地式道岔技术为最新的道岔技术。开展现地式道岔监控技术的研究是保障全电子化控制及列车控制联锁一体化等关键技术研发的重要举措,也是提升道岔运用水平、推动信号控制系统进一步集成化发展的重要举措。

1 现地式道岔监控技术的技术要求

现地式道岔监控技术是对道岔进行轨旁局部监控的技术总称。采用了现地式道岔监控技术的装置即为现地式道岔监控装置。

现地式道岔监控技术须满足 GB/T 25338.1—2019《铁道道岔转辙机第一部分:通用技术条件》技

^{*} 2020年度湖南省教育厅科学研究项目(20C1222)

^{**} 通信作者

术要求和铁路建筑物限界要求,并须满足 TB/T 3482—2017《铁路车站计算机联锁技术条件》中有关道岔监控的全部技术要求^[3]。此外,现地式道岔监控技术还要满足以下 7 项特殊技术要求。

1) 能可靠地实现道岔监控模式切换。常态时,采用联锁集中控制模式进行道岔监控;在遇到施工维护或应急处置等情况时,需切换室内外联控道岔模式,将道岔监控权限下放给现地式监控装置。

2) 能实现 1DQJ(道岔第一启动继电器)工作的正确逻辑。采用现地式道岔监控技术时,1DQJ 的励磁电路需要特殊处理,以保障操作互切、道岔单独锁闭及道岔解锁功能的实现。

3) 能实现轨道区段状态与道岔监控功能的正确逻辑。道岔控制电路需采集 DGJ(道岔轨道继电器)前接点的状态,通过对 DGJ 控制电路的特殊化处理,来实现道岔故障锁闭、占用锁闭和控制方式切换等功能。

4) 采用现地式道岔监控技术时,联锁道岔监控装置与现地式道岔监控装置能各自实现道岔位置状态功能。道岔位置状态表示电路无需作特殊处理,联锁道岔监控装置和现地式道岔监控装置通过各自的位置状态获取电路来采集道岔位置状态信息,并能在位置丢失时给予报警。

5) 现地式道岔监控技术允许采用多类型继电器的定型组合。现地式道岔监控装置采用的继电器组合与室内联锁系统组合不一定一致。

6) 现地式道岔监控装置所用电缆不影响联锁道岔监控装置所用电缆。采用现地式道岔监控技术时,电缆需单独敷设,可与联锁系统电缆同沟敷设,但不可共用同根电缆,以确保现地式道岔监控信号与联锁道岔监控信号可靠隔离。

7) 其他要求,主要为针对防雷电引入和工程化的设计要求。采用现地式道岔监控技术,必须防止雷电侵入室内电子系统,故宜采用独立电源供给方式。现地式道岔监控技术应具有广泛适用性,适用于单动、双动及多动道岔,适用于单机型、双机型及多机型的道岔转辙机组合,适用于普速铁路、城市轨道交通及地方专用铁路。

2 现地式道岔监控的关键技术

2.1 特殊控制继电保护的电路设计

现地式道岔监控技术的关键技术为继电器工作状态确认与现地式道岔监控装置中各手动式按

钮接点的逻辑。

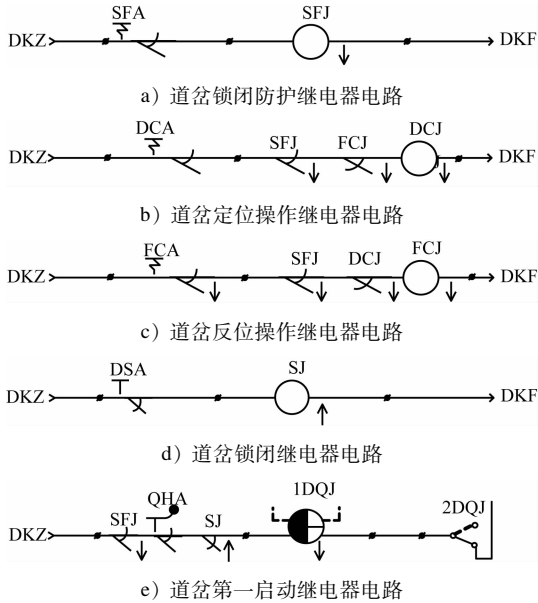
本文研究的现地式道岔监控技术确定道岔轨道电路的状态为占用或出清的方式为现场确认方式,而不是轨道电路继电器接点确认方式。

图 1 为现地式道岔监控技术中的特殊电路原理。特殊控制继电保护的电路设计要点如下:

1) 通过 1 个带防护罩的非自复式 QHA(切换按钮)来实现联锁道岔监控功能与现地式道岔监控功能切换。常态下,道岔由联锁道岔监控装置集中监控;QHA 在定位状态可靠地防护现地局部式 1DQJ,其设计电路原理如图 1 e)所示。

2) 通过 DSA(单锁按钮)来实现单独锁闭,DSA 电路原理如图 1 b)所示。

3) 由于不能同时进行定位操作与反位操作,故采用双按钮互切操作。双按钮互切电路原理如图 1 c)及图 1 d)所示。



注:DKZ—道岔控制正电源;SFA—锁闭防护按钮;SFJ—锁闭防护继电器;DKF—道岔控制负电源;DCA—道岔操作按钮;FCJ—反位操作继电器;DCJ—定位操作继电器;SJ—锁闭继电器;2DQJ—道岔第二启动继电器。

图 1 现地式道岔监控技术中特殊电路原理

Fig. 1 Principle of special relay circuits used for on-site turnout monitoring and controlling technology

2.2 道岔位置状态的监督功能

采用现地式道岔监控技术时,道岔位置状态表示电路仍由室外部分和室内部分组成。为保障道岔位置监控的可靠性,对道岔位置状态表示电路不做特殊处理;当采用现地式道岔监控技术时,室内

联锁道岔监控装置获取道岔位置状态信息不受影响。

2.3 现地式道岔监控装置的电源设计

现地式道岔监控装置的电源设计方案有两个：方案一，直接由信号系统电源屏直接供电；方案二，在现地式道岔监控装置中加装独立的电源供给模块。

2.3.1 方案一

方案一的工作电路示意图如图 2 所示。经分析，方案一将增大道岔转辙机信号系统工程的电缆

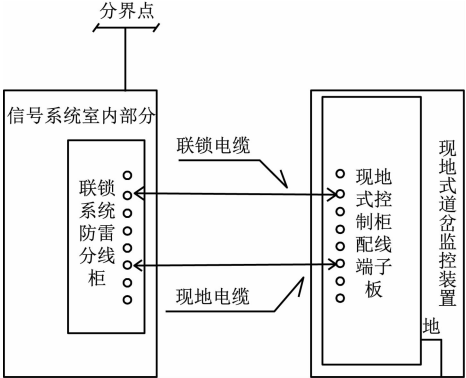


图 2 方案一工作电路示意图

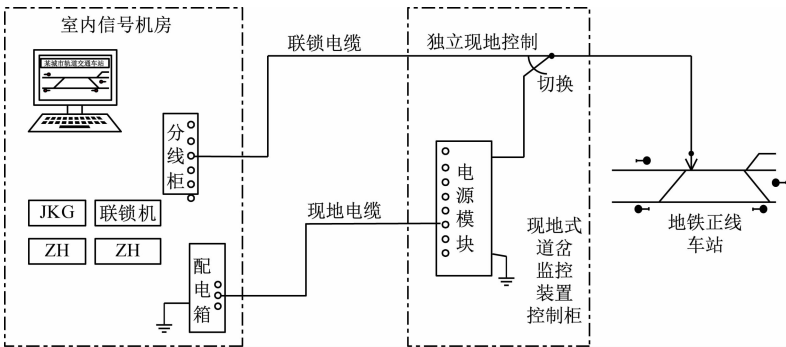
Fig. 2 Diagram of working circuit in Scheme 1

用量,使计算机联锁系统的电缆用量翻倍(道岔转辙设备工程项目)。此外,将由室内引出的电源电缆配接在现地式道岔监控装置控制柜零层,会增加雷电侵入室内计算机设备的可能性,不符合安全要求^[4]。可见,方案一存在明显不足,不建议选用。

2.3.2 方案二

方案二的电源模块采用三相对称电源输入,能通过室内独立的三相电源配电柜提供 3 路输出电流,包括 DC 220 V 电流(供直流转辙机使用)、AC 220 V 电流(供转辙机位置状态表示设备使用)及 DC 24 V 电流(继电器逻辑电源)。

方案二的工作电路示意图如图 3 所示。由图 3 可见,与方案一相比:方案二中的道岔转辙设备的电缆用量基本无变化,仅增加 1 对沿着咽喉区域敷设的独立电源电缆;方案二的信号工程设计工作量也无变化,其计算机联锁系统的工程设计仍执行标准化设计规范,现地式道岔监控装置相当于叠加在计算机联锁系统之上;方案二采用市电供给模式,仅需在现地式道岔监控装置的机柜顶层(零层)加装电源模块,不会将雷电引入室内信号设备,符合安全要求。



注:JKG—接口柜;ZH—组合柜。

图 3 方案二工作电路示意图

Fig. 3 Diagram of working circuit in Scheme 2

现地式道岔监控装置控制柜零层的电源模块电源端子如图 4 所示。在现地式道岔监控装置控制柜零层的电源模块中,输出侧的 DKZ 及 DKF 是 1

对 DC 24 V 电源,供现地监控系统特殊继电器电路使用;AC 380 V 电源供交流道岔转辙机使用;DC 220 V 电源供直流道岔转辙机使用;AC 24 V 电源

输入侧端子	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊘			补空	
输入侧端子编号	A	B	C	N	A	B	C	N	PE				
输出侧端子说明	AC 380 V		DC 220 V		AC 220 V		AC 220 V		AC 24 V		PE	DKZ/12 V(+)	DKF/12 V(-)
输出侧端子	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊘	⊘	⊘

图 4 现地式道岔监控装置控制柜零层的电源模块电源端子示意图

Fig. 4 Diagram of power module terminals installed at top layer of on-site turnout monitoring and control device cabinet

供现地式道岔监控装置中表示层指示灯使用;PE 端子是现地式道岔监控装置的保护地接线端子,若工程项目中有综合防雷接地,PE 端子可与综合防雷接地相接^[5]。

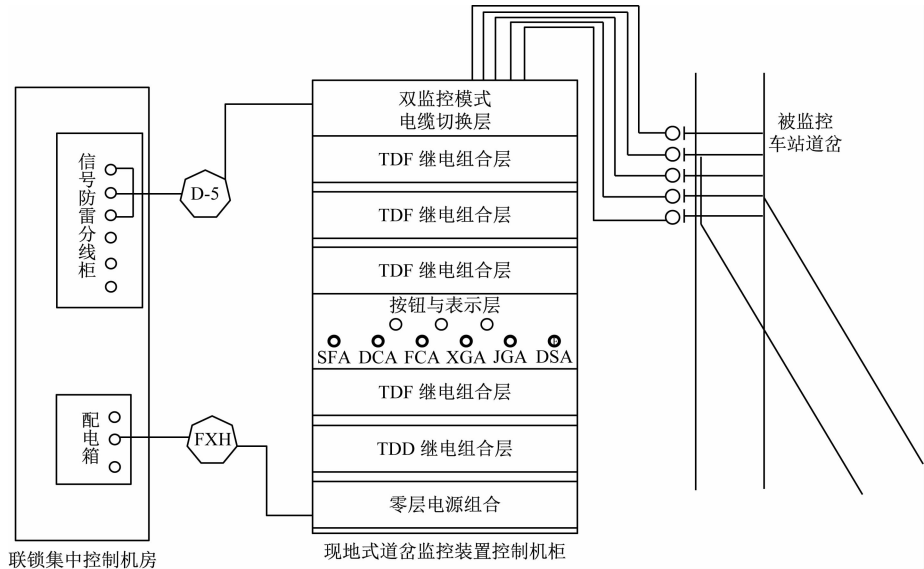
3 现地式道岔监控技术的应用

本文采用 1 组 CN6118AS 道岔开展全部的道岔监控试验,研究现地式道岔监控技术的应用情况。该组试验道岔受控于 1 套有 5 台转辙机的系统(5

台转辙机型号均为 S700K 型,其中 3 台用于尖轨部分,2 台用于心轨部分)。

首先,工程设计中的现地式道岔监控装置采用电源独立供出方式,基于此对现地监控技术实施工程化应用,以验证技术要求。

其次,电缆敷设是现地式道岔监控装置安装施工的重要环节。电缆的放置,要考虑轨道交通停车场及车辆段日后升级扩容的需要,并做了相应预留。试验道岔的信号系统电缆排布如图 5 所示。



注:TDD—提速道岔主组合;TDF—提速道岔辅助组合;FXH—分线盒;D-5—第五个道岔电缆盒。

图 5 试验道岔的信号系统电缆排布示意图

Fig. 5 Diagram of signaling system cables layout of test turnout

最后,在现地式道岔监控装置中,需要新增 1 台 7 方向电缆分线盒,即 FXH。监控所用按钮均在监控机柜中安装到位,并完成线缆配线。DSA 的按钮配置及现地式道岔监控装置操作模式均需符合铁路标准^[6]。TDD 继电器组合和 TDF 继电器组合的电路参照北京华铁信息技术有限公司研制生产的 TYJL-ADX 计算机联锁系统 S700K 五机牵引道岔组合定型原理^[7]设计。

根据 CN6118AS 型道岔的现地式道岔监控技术试验项目的应用效果,得到如下结论:

- 1) 采用独立电源模块可以有效地防止雷电引入,降低电源屏系统负荷。
- 2) 现地式道岔监控技术有助于提升道岔应急处置水平,在非正常时,防止人工手摇道岔错误发生。
- 3) 应用现地式道岔监控技术后,道岔监控系统可单机、双机或多机使用,还可用于专用线铁路,能

替代握柄式道岔操作设备。

4) 应用现地式道岔监控技术,不会对联锁集中式监控有负面影响。二者监控优先级明确,道岔运用的可靠性有保障。

5) 联锁集中式监控系统与现地式道岔监控装置的电缆通道各异,可按需在电缆连接箱盒中进行预留。

4 结语

采用现地式道岔监控技术的工程设计及施工需根据铁路信号工程设计施工的相关规范进行。本文总结了已实施现地式道岔监控技术的项目应用经验。应用经验表明,本方案有明确的控制模式优先级,可靠的模式切换功能;其安全性、可靠性、可维护性及可用性达到了信号专业标准。

(下转第 209 页)

连的 GOOSE 网络将保护联跳信息传输给 B₂₁₁, 在 20 ms 内完成了保护联跳;在大双边模式下,当 k4 点发生过流故障后,A₂₁₃ 动作,并通过 B₂₁₁ 与 B₂₁₃ 将保护联跳信息传输给 C₂₁₁,在 20 ms 内完成了保护联跳。

3.3 纵联隔离开关合闸闭锁功能验证

通过试验模拟来验证纵联隔离开关合闸闭锁的可靠性。

当 A₂₁₃、A₂₁₁₃、B₂₁₁、B₂₁₃、C₂₁₁、C₂₁₁₃等任一装置对应回路的开关在合位时,B₂₁₁₃ 的控制闭锁节点打开,B₂₁₁₃ 纵联隔离开关不能合闸。由模拟结果可知,GOOSE 跨所域保护方案能可靠地闭锁纵联隔离开关的合闸。

4 结语

直流牵引供电系统按 IEC 61850 系列标准要求建设,构建了网络化保护及闭锁功能,其继电保护等二次设备间的连接由光纤通信连接替代了传统的电缆连接。变电所间的联跳保护信息及闭锁信息通过 GOOSE 光纤交换,可以有效地解决传统硬接线方式存在的断线、接触不良导致的保护拒动、传输过程损耗及继电器不匹配等问题,能满足地铁供电系统对信息传输实时性和可靠性的要求,同时还扩展了区间网络化保护功能,为实现直流牵引供电系统跨所域的高级应用功能提供了又一可选方案。

(上接第 204 页)

参考文献

- [1] 旷文珍. 铁路车站分布式计算机联锁系统[J]. 中国铁道科学, 2012, 33(5): 139.
KUANG Wenzhen. Distributed computer interlocking system of railway station[J]. China Railway Science, 2012, 33(5): 139.
- [2] 王同军. 中国智能高铁发展战略研究[J]. 中国铁路, 2019(1): 9.
WANG Tongjun. Study on the development strategy of China intelligent high speed railway[J]. China Railway, 2019(1): 9.
- [3] 任建新, 周庞荣, 冯青. 矿区专用铁路现地道岔控制系统关键技术研究[J]. 矿业研究与开发, 2022, 42(8): 178.
REN Jianxin, ZHOU Pangrong, FENG Qing. Research on the key technologies of local turnout control system for special railway in mining area[J]. Mining Research and Development, 2022, 42(8): 178.
- [4] 吴红义, 杜凯, 夏勃青. 铁路道岔控制电路监控试验装置技

参考文献

- [1] 林勇, 余龙, 卜立峰, 等. 地铁供电系统直流开关网络化保护技术探索[J]. 电工技术, 2018(17): 50.
LIN Yong, YU Long, BU Lifeng, et al. Exploration of protection technology of DC switch network protection in metro power supply system[J]. Electric Engineering, 2018(17): 50.
- [2] 金辉, 廖权保, 赖沛鑫. 基于数字通信的城市轨道交通直流牵引供电系统双边联跳保护系统研究[J]. 现代信息科技, 2018, 2(5): 53.
JIN Hui, LIAO Quanbao, LAI Peixin. Research on double jump protection system for DC traction power supply system of urban rail transit based on digital communication[J]. Modern Information Technology, 2018, 2(5): 53.
- [3] 张超, 谭建成, 韦化. 基于 IEC 61850 的简易母线保护[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(22): 79.
ZHANG Chao, TAN Jiancheng, WEI Hua. Simple bus protection based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(22): 79.
- [4] 何治新, 冯志翔, 高宇膺, 等. 基于 GOOSE 通信技术的地铁隔离开关数字联锁方案[J]. 电气化铁道, 2021, 32(2): 81.
HE Zhixin, FENG Zhixiang, GAO Yuying, et al. GOOSE communication technology-based digital interlocking scheme for subway disconnectors[J]. Electric Railway, 2021, 32(2): 81.
- [5] 王义, 刘禹兴, 王文浩, 等. 城市轨道交通供电系统中压环网跨域信息传输方案研究[J]. 电工技术, 2021(14): 163.
WANG Yi, LIU Yuxing, WANG Wenhao, et al. Research on inter-domain information transmission scheme of medium voltage loop network in urban rail transit power supply system[J]. Electric Engineering, 2021(14): 163.

(收稿日期:2022-08-04)

术研究[J]. 中国设备工程, 2022(5): 183.

- WU Hongyi, DU Kai, XIA Boqing. Research on monitoring test device technology of railway turnout control circuit[J]. China Plant Engineering, 2022(5): 183.
- [5] 钟志旺. 无联锁条件下的道岔控制电路设计与应用[J]. 铁道工程学报, 2021, 38(5): 81.
ZHONG Zhiwang. Design and application of switch control circuit without interlock control[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2021, 38(5): 81.
- [6] 陈东. 新型道岔控制电路研究及其可靠性安全性分析[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2014.
CHEN Dong. Research on new switch control circuit and its reliability and safety analysis[D]. Lanzhou: Lanzhou Jiatong University, 2014.
- [7] 曹春雷, 张靖. TYJL-ADX 型联锁系统设计中的注意事项[J]. 铁道通信信号, 2015, 51(11): 21.
CAO Chunlei, ZHANG Jing. Precautions of engineering design of TYJL-ADX computer interlocking system[J]. Railway Signalling & Communication, 2015, 51(11): 21.

(收稿日期:2022-03-08)