

市域轨道快线信号系统转辙机安装方法研究

范永华 朱志伟 景龙刚

(广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州 // 第一作者, 高级工程师)

摘要 调研了国内轨道交通项目转辙机型号及安装方式情况, 针对市域轨道快线转辙机安装存在的问题, 提出适用于市域快线的托盘式转辙机安装工艺, 以缓解当前转辙机应用的高频故障问题, 以及延长设备使用寿命。该技术的应用, 能够很好地克服市域快线的高速特性对转辙设备带来的冲击与振动影响, 有利于提高城市轨道交通线路运营服务水平和服务效率, 以及满足新形势下城市轨道交通安全、高效的服务理念。

关键词 市域轨道快线; 信号系统; 转辙机; 角钢安装; 托盘式安装

中图分类号 U239.57

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.06.047

Study on Installation Technology of Switch Machine for Urban Rapid Rail Transit Line Signaling System

FAN Yonghua, ZHU Zhiwei, JING Longgang

Abstract The situation of switch machine type and installation method in domestic rail transit projects is studied. Targeting the existing problems in urban rapid rail transit line switch machine installation, a pallet-type switch machine installation process suitable for urban rapid line is proposed to alleviate the current high-frequency malfunction in switch machine application and to extend the lifespan of the switch machine. The application of this technology helps urban rapid line to overcome the impact of shock and vibration on switch machine caused by its high-speed feature, improving the service level and efficiency of urban rail transit line operation, meeting the growing trend of recognizing urban rail transit safe and efficient service.

Key words urban rapid rail transit; signaling system; switch machine; angle steel installation; pallet-type installation

Author's address Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

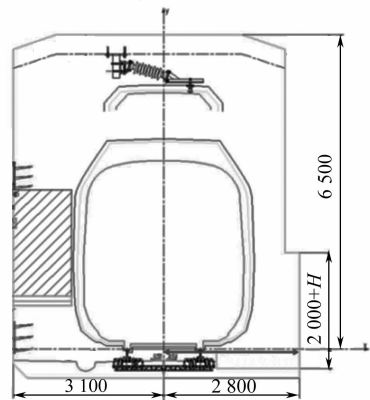
市域轨道快线(以下简称“市域快线”)作为新兴轨道交通制式,其设计速度主要为 120~160 km/h^[1]。而目前国内运营轨道交通项目的线路等级多

以 80 km/h 为主。因此,既有线路信号系统的功能能否适应市域快线服务需求,以及其设备安装工艺能否应对高速化带来的高冲击力与振动影响,有待进一步论证。

本文依托广州市轨道交通在建市域快线工程 18 号线及 22 号线,调研应用于城市轨道交通和国铁领域设计速度为 120~250 km/h 的转辙机安装案例^[2];并结合工程特点对转辙机安装方式进行应用研究及适用性分析,最终提出适用于市域快线工程的转辙设备安装工艺,以保证新形势下城市轨道交通安全可靠运营。

1 转辙机安装方式的应用研究

在城市轨道交通建设工程中,转辙机作为信号系统轨旁核心设备之一,主要负责道岔位置的控制及防护,以实现线路资源的合理分配^[3-4]。作为反映道岔位置的重要信号基础设备,其品质优劣直接关系到铁路运输的安全,因此,保证转辙机的功能与质量,对于提升列车运行平稳度、保障行车安全、提高运营效率至关重要。市域快线轨旁转辙机(其安装空间预留见图 1)的设备选型及安装工艺,既要考虑现有轨道交通线路转辙机安装工艺对于市域快线的兼容适应能力,又要参考引入的国内外新兴



注: H 为转辙机基坑深度。

单位: mm

图 1 轨旁转辙机安装空间预留示意图

工艺方案,以提高信号系统及其设备对市域快线的服务能力,满足市域快线的行车需求。

目前,转辙机的安装主要分轨枕式、角钢和

托盘式等 3 种方式^[5]。国内部分城市轨道交通及国铁项目转辙机型号及安装方式等情况统计见表 1。

表 1 国内部分轨道交通项目转辙机安装统计表

项目名称	转辙机型号	线路概况	安装方式	开通年限	备注
北京地铁 13 号线	ZD6-D	地下线+高架线	基坑,侧式(角钢)	2002	城市轨道交通
南京地铁 1 号线	S700K	地下线+高架线	基坑,侧式(角钢)	2005	城市轨道交通
上海地铁 11 号线及二期工程	ZYJ7+SH6、三开道岔	地下线+高架线	基坑,轨枕式	2013	城市轨道交通
南京地铁机场线	ZDJ9 双机	地下线+高架线	基坑,侧式(角钢)	2014	城市轨道交通
广州地铁 21 号线	ZYJ7 双机	地下线+高架线	基坑,侧式(角钢)	2018	城市轨道交通
广珠城际铁路	S700K	地面线+高架线	基坑,侧式(托盘)	2012	城际铁路
成渝客运专线	S700K	地面线+高架线	基坑,侧式(托盘)	2015	城际铁路
郑机城际铁路	S700 K	地面线+高架线	基坑,侧式(托盘)	2015	城际铁路
广清城际轨道交通线	S700K	地面线+高架线	基坑,侧式(托盘)	2019	城际铁路

1.1 轨枕式转辙机安装方式

轨枕式转辙机安装方式在国铁和城市轨道交通中均有应用。该方式一般将转辙机安装于两基本轨之间^[6],占用空间小,可节省土建投资。ZYJG 系列轨枕式交流电液转辙机作为一种采用轨枕安装方式的道岔转换装置,已应用于青藏铁路和上海轨道交通 4 号线。

该方式除了具备基本转辙机使用功能外,还具有受到列车的冲击小、振动小、多机牵引同步性好、不会造成道岔的蛇行运动等优势。图 2 为上海轨道交通 4 号线轨枕式转辙机的安装应用示意图。

前后 2 m 左右^[7]。因此,国内地下线路道岔转辙机安装一般是将限界本身有道岔处全部做局部加宽,以满足安装空间要求。

按转辙机的固定形式分类,侧式安装又可分为角钢和托盘式两种,图 3 为两种侧式安装效果图。

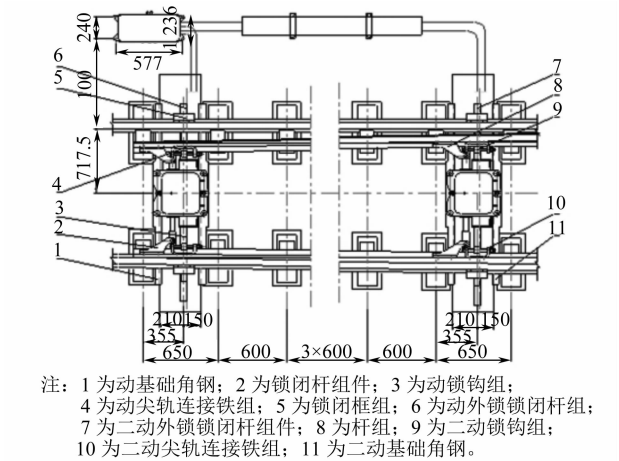
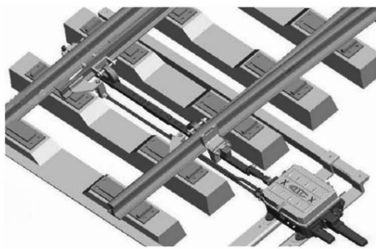


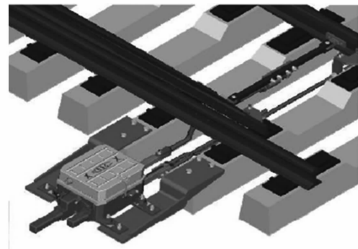
图 2 轨枕式转辙机安装应用示意图

1.2 侧式转辙机安装方式

侧式安装方式一般采用将转辙机固定于轨道外侧,实现轨道方向控制,对安装空间有较高要求。该方法为满足转辙机安装空间和日常的检修维护,一般需要土建方在轨道岔尖附近对地下结构或高架桥外侧做局部加宽,加宽范围一般是道岔牵引点



a) 角钢安装



b) 托盘式安装

图 3 转辙机安装效果示意图

1.2.1 角钢转辙机安装工艺

角钢安装方式通过固定于道床与钢轨上的角钢实现转辙机的安装固定。该方式采用 2 根长角钢贯穿轨道底部,安装过程需工务人员配合抬高道岔一侧钢轨,转辙机一旦安装完毕,角钢一般不易更换或移动。因此,该方法不利于转辙机的后期运营维护及更换。目前,国内亦有采用将长角钢分为两节短角钢,短角钢间用固定夹板及螺栓连接,来解决长角钢维护及更换困难等难题。采用角钢安装转辙机的工艺特性如下:

1) 角钢安装方式一般采用侧式抬高的方法,转辙机高于轨道面,避免被水浸泡。

2) 道床在土建施工前需预留 3 个安装槽,施工过程中由工务配合在基本轨上打孔实现转辙机安装。该方式安装工序繁琐,专业配合程度要求较高。

3) 运维或大修期间,若更更换角钢,需由工务部门配合抬轨进行角钢拆装作业,更换时间较长,容易影响城市轨道交通的正常运营。

4) 角钢安装方式多应用于以中低速为主的城市轨道交通项目,对于高速运行线路的安装强度、抗震能力、动作可靠度等性能有待进一步论证。

采用角钢安装的转辙机平纵断面见图 4。

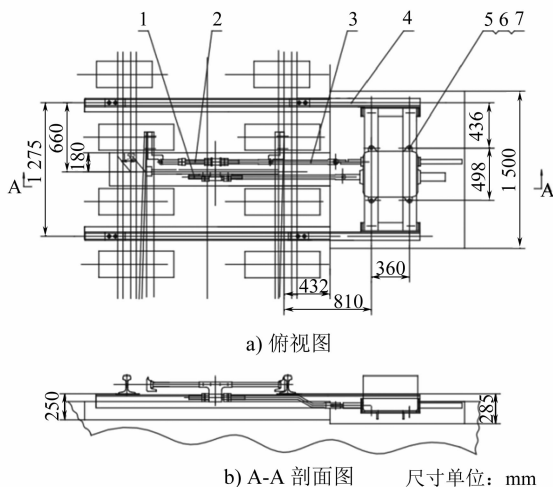


图 4 采用角钢安装方式的转辙机平纵断面示意图

1.2.2 托盘式转辙机安装工艺

托盘式转辙机安装方式在国铁应用较多。该方法通过固定于轨枕的托盘(Z形钢板)实现转辙设备的安装与固定,通常采用轨道外侧预留机坑方式进行安装。该安装系统由 2 个对称的 Z 形支撑板及安装螺母组成,轨枕孔洞采用预留形式,安装过程只需对转辙机安装托板开孔即可。托盘式转辙机的安装工艺特性为:

1) 托盘式安装采用将转辙机固定于轨枕上,安装基础一般采用预留方式,无需钢轨打孔。此安装工艺具有安装精度高、工序简单等优势,基本不受其他工种作业影响。

2) 更换转辙机设备时,无需工务部门配合,耗时短,基本不影响城市轨道交通的正常运营。

3) 转辙机固定于轨枕之上,其动作过程中输出应力的变化规律与道岔转换过程中尖轨运动所需

转换力的规律相符,可减少高速列车通过时的冲击力和爬行力矩,有利于提高设备抗震性能,延长转辙机使用寿命^[8]。

4) 对于整体道床,托盘式安装可实现道床、轨枕及设备一体化连接,以减小转辙机对轨枕间距及道岔爬行的敏感度,保证转辙机动作过程的顺畅性^[9]。

采用托盘式安装的转辙机平纵断面见图 5。

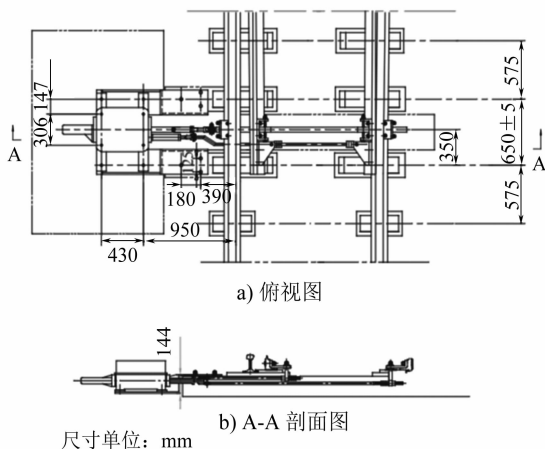


图 5 采用托盘式安装方式的转辙机平纵断面示意图

2 转辙机安装方式的工程适应性

市域快线工程较常规的城市轨道交通线路具有运行速度高、道床形式复杂、道岔类型多、牵引复杂等特点。

1) 运行速度高:市域快线正线的运行速度为 120~160 km/h;

2) 线路制式:市域快线以地下线路为主、高架线路为辅;

3) 道床形式:市域快线正线及配线采用无砟轨道,车辆段/停车场库内采用整体道床;

4) 多机牵引:市域快线正线道岔一般选用 12 号曲线尖轨道岔,部分越行道岔还需采用可动心轨辙叉及分动设计,尖轨设两个牵引点,心轨设两个牵引点。

综上所述,根据市域快线的特点,结合现有国内转辙机安装工艺可知,角钢安装方式基本适用于中低速轨道交通线路。此安装方式的安装强度高、设备可靠,对于高速线路抗震性能一般,安装过程需轨道专业配合,易受工务变化影响,后期维护过程繁琐,成本较高。托盘式安装方式多适用于中高速轨道交通线路,具有安装强度、力学性能稳定的

特性,运用于整体道床时可以实现转辙机、轨枕、道床的整体连接,对于降低过车震动和冲击力、减小设备磨损效果显著。同时,托盘式转辙机安装方式取消道岔绝缘,可大大提高设备运行稳定性,简化运维流程。角钢和托盘式转辙机安装方式的工程适应性对比见表 2。

表 2 转辙机安装方式工程适用性对比表		
项目	角钢式安装方式	托盘式安装方式
速度适应性	适用于中低速线路(设计速度为 80~120 km/h),对高速运行线路无成熟、可靠的工程经验可供参考	以服务设计速度为 120~350 km/h 的线路为主,多应用于高速铁路、城际铁路及机场快线
道床形式	不受道床形式限制	多用于整体道床,能较好地克服道岔动作过程中转辙机对轨枕间距的高精度要求及道岔爬行力矩问题
安装空间	隧道加宽(距轨道中心线 2 800 mm)	隧道加宽(距轨道中心线 2 800 mm)
多机牵引的协同性	双机牵引协同性较好	牵引协同性较好
运维服务	①安装方式:钢轨需打孔安装,工序繁杂;②维修复杂:需工务部门配合抬轨进行角钢拆装作业;③故障率高:抗震性能差,轨道绝缘突发故障多,运维流程及成本高	①安装方式:轨枕需预留孔洞安装,工序相对简单,但该方式对轨枕间距及孔洞预留精度要求较高;②维修便捷:维护及更换无需工务部门配合;③故障率低:抗震性能较好,取消道岔绝缘,简化维修流程,降低运维成本

3 结语

市域快线作为城市轨道交通发展的新趋势,在国内正处于探索阶段,因此,如何保证机电工程系统科学合理、安全先进及经济适用是新线建设应关注的重要问题。市域快线因其独特性,与既有城市

轨道交通线路既有联系又有区别,因此,在考虑信号设备选型及安装工艺时既要参考既有线路信号系统的成熟应用经验,又要兼顾市域快线的差异性,积极引进新兴工艺提高信号系统对市域快线的适应能力。本文通过调研国内外城市轨道交通领域转辙机的安装方式,结合市域快线线路特点及运营需求,提出托盘式转辙机安装方式。分析表明,托盘式安装方式无论从设备安装强度、行车安全性、转辙机动作可靠度,还是从项目的经济效益、使用寿命、维保便利性等方面考虑,均具有明显的优势。因此,推荐市域快线工程采用托盘式转辙机安装工艺。

参考文献

[1] 中国城市轨道交通协会. 市域快轨交通技术规范: T/CAMET 01001—2019[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2019.

[2] 李金城, 丁军君, 杨九河, 等. 高速道岔发展及研究现状分析[J]. 铁道标准设计, 2019(9): 1.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家质量监督检验检疫总局. 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.

[4] 北京全路通信信号研究设计院. 铁路信号设计规范: TB 10007—2017[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2017.

[5] 杜元筹. 铁路道岔转辙机[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2017.

[6] 吕永宏. CTS-2 轨枕式电动转辙机安装工法[J]. 铁道标准设计, 2007(8): 104.

[7] 张文仁. 道岔尖轨磨耗对列车运行安全的影响[J]. 铁道建筑, 2016(11): 117.

[8] 祁元春, 张艳红, 陈敏. 京津城际铁路道岔转换设备介绍[J]. 铁道技术监督, 2009(7): 30.

[9] 胡正宇. 三角形钢板加劲阻尼减震装置设计方法研究[J]. 钢结构, 2010(6): 39.

(收稿日期: 2019-10-27)

《城市轨道交通研究》欢迎投稿

投稿网址: tougao.umat1998.com