

大直径盾构施工多编组长距离轨道运输关键技术研究

周显刚, 陈新

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:根据大型盾构机施工现场的实际需要和以往施工经验的对比数据,研究并实施了大直径盾构机多编组长距离轨道运输关键技术。通过对多编组长距离轨道运输编组和运行组织采取有针对性的运输技术保障措施,研究并实施了在运渣量巨大的情况下多编组长距离轨道运输施工方案,在大直径盾构机掘进出渣时,保障多编组轨道设备能在长距离运输状况下达到安全、稳定、快速的运输作业状态,所取得的经验可为类似隧道轨道运输项目提供借鉴和参考。

关键词:轨道运输;盾构法施工;多编组组织;长距离运输控制;成都轨道交通 18 号线

中图分类号: U21; [U25]; U215

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2019)增 2-0035-04

Study on the Key Technology of Multi-Group and Long-Distance Rail Transportation in Large Diameter Shield Construction

ZHOU Xiangang, CHEN Xin

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: According to the actual needs of the large-scale shield construction site and the comparative data of the previous construction experience, the key technology of multi-group and long-distance rail transportation of the large-diameter shield is studied and implemented. By taking targeted transportation technical guarantee measures for the formation and operation organization of multi-group and long-distance rail transportation, the construction scheme of multi-group and long-distance rail transportation is studied and implemented under the condition of huge amount of slag transportation. When the slag is dug out as large diameter shield machine works, the multi-group rail equipment can achieve safe, stable and fast transportation operation under the condition of long-distance transportation. The experience obtained can provide reference for similar tunnel projects of rail transportation.

Key words: rail transportation; shield construction; multi-group organization; long-distance transportation control, Chengdu Metro Line 18

1 概述

成都轨道交通 18 号线土建 4 标盾构长距离水平运输施工为从中间风井~天府新站~龙泉山入口/合江车辆段出入段线盾构区间,区间单列运行总长度最长为 4.8 km,最大坡度为 32‰。如何保证多编组长距离轨道运输的快速平稳、安全有序,其调度协调以及机车、道岔轨道的保养非常重要。该项目依托成都地铁 18 号线工程,系统地研究总结出一套盾构施工多编组长距离轨道运输关键技术,可为类似工程施工提供参考,意义重大。

4 标盾构区间为中间风井~天府新站(2 283.38 m),出入段线盾构区间长度为 1 307.806 m。天府新站~龙泉山隧道入口区间长 504.5 m,其

中天府新站长 1 265.5 m,则整个区间运行最长距离为风井~天府新站~出线段:2 283.38+1 265.5+1 307.8=4 856.68(m)。区间纵向最大坡度为 28‰,线路最大隧顶埋深约 45.2 m,最小隧顶埋深约 9.3 m,最小平面曲线半径 $R=1\ 200$ m。列车满编 9 节,重载 280 t,以及长距离重载轨道养护、多编组调度与运行安排。

2 主要研究内容

该课题主要研究大直径盾构施工多编组长距离轨道运输关键技术,具体研究内容如下:

(1)针对长距离轨道运输进行轨道特殊加固与快速起升技术研究。

(2)多编组列车与多道岔组合调度控制技术研究。

收稿日期:2019-09-08

(3)大坡度长编组机车重载制动与防溜车技术研究。

2.1 针对长距离轨道运输进行轨道特殊加固与快速起升技术研究

2.1.1 轨道特殊养护加固技术

(1)采用拉杆加固方式对标准轨距和接头间距进行控制。在长距离的编组重载运输过程中导致钢轨和轨枕变形,轨道间距变化在 88 ~ 93 cm 之间,运行很不安全,而且钢轨接头间隙被拉扯至 2 cm,鱼尾连接板螺栓变形弯曲。针对上述问题,项目部采取了标准拉杆对轨间距进行固定的方式,在轨道顺直区段将轨间隙调整到 90 ~ 91 cm,在弯道区段将轨间距调整到 90 ~ 91.5 cm,每根钢轨设置不少于 2 根拉杆,以保证轮对在轨道上的运行间隙合理,不产生左右水平位移^[6]。鱼尾板连接螺栓不少于 4 根,且呈对称反向布置。在接头处 20 cm 范围内增加轨枕以保证其受力均匀,每个鱼尾板位置设置的张拉杆不少于 1 根,将其与隧道管片螺栓头焊接固定在一起,中间用花篮螺栓进行张拉以保证每个接头位置稳定^[1]。

(2)采用 7 字马焊接与弹簧压板固定轨枕与钢轨。由于是采用螺栓固定轨道压板,其在机车重载反复通过时会产生松动、位移而影响机车运行的安全。通过调查研究,发现刚性轨枕与轨道之间可采用 7 字马压板焊接固定,每个轨枕采用 4 个 7 字马焊接,在隧道弧形轨枕固定时采用弹簧压板^[2]与 7 字马焊接压板配合使用,大大提高了其整体稳定性。

(3)实行标准轨枕间距及轨枕纵向固定。每个轨枕间距不大于 1 m,且轨枕两侧采用 $\varphi 10$ 钢筋进行张拉焊接固定以防止轨枕位移。在变坡点和放坡处对轨枕进行加密处理,工字钢轨枕放坡均匀,轨枕之间亦采用钢筋连接,以保证轨道平顺,不发生位移,保证坡度安全^[3]。

2.1.2 机车快速起升技术

(1)异型底座千斤顶的组合使用。机车编组在临时轨道上运行掉道,需要大型千斤顶顶升将其恢复到轨道上。施工抢救过程中发现:圆底千斤顶在隧道斜面上无法建立有效支撑,每次都需要焊工辅助进行支点焊接,费时费力。而采用千斤顶上下头异型结构底座和顶板座为弧形斜面隧道与底盘之间的支持固定提供作业

面的设计能快速进行组装,减少操作工人,快速达到顶升底盘的目的。

(2)模块化支撑件的组合使用。通过实际使用和总结,设计出了多种型号、不同位置使用的、通过标准化模块化支撑组合件,并将其放置于井口、机车驾驶室以及道岔处,在遇到突发情况时根据需要进行选择,以取得快速恢复运输的效果,在长距离运输中大大节约了时间,保证了施工连续。

2.2 多编组列车与多道岔组合调度控制技术

2.2.1 采取 4 组道岔配合的轨道路线运输调度

(1)分段分功能道岔布置。在一次运输来回长达 9.7 km(接近 10 km)的长距离运行过程中容易出现沟通不畅、运行指挥不到位的问题,通过采用分段分功能进行轨道铺设,在出渣井口采用道岔分线、双轨道布置便于停靠、出渣和让车;在中途天府新站内进行了双道岔双线布置,保证了来往列车的错车和停靠准备;在出入线段与龙泉山出口线段进行了道岔布置和分线施工,这样实施一台盾构施工需要 4 道岔布置 4 区段功能划分布局,进而有效保障了多编组列车的运行和停靠。

(2)信号连锁统一运行。在 4 道岔 4 编组列车运行中,1 号机车进入隧道盾构机位置进行掘进出渣,2 号列车装好材料驶入天府新站双线道岔处进行停靠等候并连同电源进行浆车内的砂浆搅拌。3 号列车在出渣井口进行出渣和等候,4 号列车备用,整个过程遵循调度的统一视频监控和电话信号指挥,每一个道岔设置一名道岔工,将列车运行线路进行换道管理^[4]。

2.2.2 采用 4 编组列车组合有序运输调度

(1)分距离三用一备编组有序运行。在一个整体循环中,天府新站的 2 号车必须等 1 号车完成施工并驶出隧道后,2 号车方可进入。待 1 号车到达出渣口中间风井后,3 号车方可驶入天府新站等候,4 号车出渣、下料结束,与 1 号车进行错车并停靠在待车区,这时 1 号车进行出渣下料。整个工作循环封闭,每 2 列车完成一环施工掘进。

(2)信号与监控综合调度指挥。在地面中控室设置调度一名,采用各点位视频控制和电话联络、无线对讲机辅助等配合,对左右线 2 台盾构、8 列电瓶车的运行有序进行调度,每完成一列编组的位置转移调度进行表格记录,做到有序指挥,

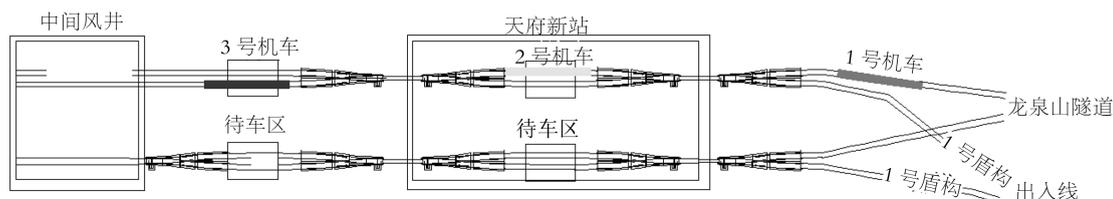


图1 列车运行轨道布局图

精准施工^[5]。

2.3 大坡度长编组机车重载制动与防溜车技术研究

2.3.1 重载制动技术研究

(1)重载底盘双气路双气缸断气制动控制。在重载编组列车运行中,机头主驱动刹车气缸和渣土斗底盘刹车气缸损耗频率特别大,易发生溜车和刹车不稳现象。根据实际施工经验,单气路对长编组列车的多组刹车气缸进行供气和放气速度明显不够快,导致列车启动和停靠容易溜车而发生安全事故,采用单气缸制动,在8.6 m级大直径盾构渣土输运过程中满列渣土重量达100 t,对重编组列车制动效果欠佳。在实际操作过程中,由于司机操作的娴熟程度不同更易发生列车溜车事故。因此,我们对底盘轮采用双气缸进行刹车制动,有效提高了其制动稳定性,缩短了制动距离;采用缓冲储气罐和双气路供应,保证了气缸的供气并在放气时间上缩短了一半,达到了5 s完成开启,大大提高了列车的启停安全性。

(2)气压监测和补偿控制技术。列车制动采用断气刹车方式,对气源供应要求非常严格,因此,必须保证供气充足、压力稳定。若出现压力不稳、供气不足时易导致溜车。因此,通过研究,采用多级气压监测设备对管路和存储器的气压进行监测,以保证每个区段和部位的气压稳定,气量充足,并控制空压机自动补充损失的气压,进而大大保证了列车制动的安全。

2.3.2 防溜车技术研究

(1)机头气动紧急防溜钩装置(图2)。针对施工中发现的多次溜车事件多是由于缓慢溜车演变为猛烈冲击事故的情况,我们在电瓶车机头设计并安装了一套气动控制驻车防溜钩装置,保证了在长期驻车和紧急情况下下钩驻车,减少了溜车损失。

(2)驻车制动阻挡铁鞋装置(图3)。在列车

编组进行施工装渣过程中(或停靠、出渣过程中),由于部分区段的轨道存在坡度,存在溜车隐患,通过采用铁鞋固定轮对,可在机械结构式防范措施上大大保证列车的驻车稳定。

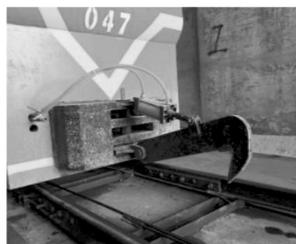


图2 机头防溜钩



图3 铁鞋制动

(3)刚性软连接装置。在列车编组的节与节之间除了采用连接板和销子连接固定外,还采用了一道刚性软连接进行二次安全保障,以保证在销子意外脱落后对编组进行连接,防止编组断开溜车(图4)。



图4 前方防撞梁

(4)6#台车尾部防撞梁。在上坡段盾构掘进过程编组进入台车进行装渣施工过程中,长时间编组短启动多频次移动编组列车易导致供气不足而发生溜车。因此,在台车尾部设置了一道防护

栏杆,并在栏杆上安装了废旧轮胎,保证了列车在发生向后溜车下坡时,可依靠栏杆进行阻挡,以保护后方隧道内工作的人员安全(图5)。



图5 尾部防撞栏杆

(5)对1#台车设置了缓冲垫防撞梁。

(6)驾驶室倒车视频监控与防瞌睡装置。为了防止电瓶车司机长时间工作疲乏犯困,在驾驶室安装了防瞌睡装置,若在5 min之内没有操作动作,列车将自动报警。在驾驶室安装视频倒车影像监控,让司机时刻关注后方情况,防止与后方工作人员和设备发生撞击,保证列车的运行安全。

3 结 语

通过以上综合分析,研究设计出了具有针对性的多项防护措施,保证了在大坡度、长距离、多编组重载运输情况下的列车连续有序运行安全。

(上接第27页)

加以验证。现场采用TSP对全隧道进行超前预测,主要实现对可能富集瓦斯的岩层转折带、裂隙密集带、断层破碎带和岩层产状突变处进行宏观预报,每150 m预报一次,每次搭接10 m。超前水平钻探每次施做35 m,搭接5 m,为充分验证超前物探工作的准确性,采用超前钻探检测隧道瓦斯的赋存情况,根据钻进速度的变化、钻孔冲洗液颜色、气味、岩粉及遇到的其他情况预报前方的地质情况^[8]。

7 结 语

笔者仅对瓦斯防控安全管理方面做了简单分析。但是瓦斯隧道施工的安全管理在以瓦斯防控为重点的同时,也须将坍塌、涌水、掉块等作为安全管理的重点。千里之堤溃于蚁穴。每一次细小的失误都有可能造成无法挽回的后果。只有以良好的施工理念严控安全生产,警钟长鸣,才能安全、优质、高效地推进隧道安全生产。

有效解决了运行过程中调度混乱、坡度溜车、编组停让以及列车与盾构施工配合等多项问题,完成了轨道特殊加固与快速起升技术、多编组与多道岔组合调度控制技术、大坡度重载制动与防溜车技术的研究。完善了大直径盾构多编组长距离轨道运输关键技术研究,形成了一系列多编组长距离安全运行控制技术且工艺运用成熟、可靠,对盾构法隧道施工具有重要和借鉴参考价值。

参考文献:

- [1] 建标104-2008,城市轨道交通工程项目建设标准[S].
- [2] GB50652-2011,城市轨道交通技术规范[S].
- [3] 轨道交通建设工程盾构施工安全管理,成轨建管制发[2019]9号[S].
- [4] GB50446-2008,盾构法隧道施工与验收规范[S].
- [5] GB50911-2013,城市轨道交通工程监测技术规范[S].
- [6] 宁友波.机车车轮故障预测与健康管理技术研究[J].铁道技术监督,2018,46(5):35-39.

作者简介:

周显刚(1987-),男,四川成都人,工程师,从事市政工程盾构施工技术与管理工

陈新(1993-),男,四川德阳人,助理工程师,从事建设工程技术管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

参考文献:

- [1] 安监总局令87号,煤矿安全规程[S].2016.
- [2] 杜琳.瓦斯隧道附属机电工程通风设计[J].山西建筑,2018,44(27):113-114.
- [3] TB10120-2002,铁路瓦斯隧道技术规范[S].
- [4] 何晋.高瓦斯隧道机械设备简易改装与主动防爆改装[J].城市建设理论研究,2018,7(26):104-105.
- [5] 尚跃强.西山瓦斯隧道施工安全技术措施[J].价值工程,2011,36(18):105.
- [6] GB6722-2014,爆破安全规程[S].
- [7] 张中的.长山隧道超前地质预报研究[D].成都:西南交通大学,2012.

作者简介:

邵旭(1994-),男,四川成都人,助理工程师,从事建筑施工安全管理工

李本昕(1995-),男,四川绵阳人,助理工程师,从事建筑施工安全管理工

杨淦(1993-),男,重庆市人,助理工程师,从事建筑施工安全管理工

(责任编辑:李燕辉)