

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.03.043

下穿铁路便梁条基优化及箱涵顶进技术研究

吕志杰

(中铁二十四局集团上海铁建工程有限公司,上海市 200071)

摘要: 随着铁路路网的不断完善,市政道路下穿铁路施工环境也随之越来越复杂,难度也越来越大,施工方案的优化对下穿铁路施工控制也越发重要。结合上海软土地区下穿立交顶进施工,详细阐述通过便梁条基数量和破除工艺优化等措施,确保工程安全、优质、高效完成的案例,为后续同类工程施工提供借鉴。

关键词: 下穿立交;顶进;便梁条基;破除工艺

中图分类号: U449.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)03-0176-04

0 引言

随着社会经济的发展,我国城市道路路网逐渐完善,与铁路交叉的现象随处可见。通常采取建设高架桥和框架箱涵的方法下穿铁路,无论哪种方法都具有较大的难度,特别是下穿铁路框架箱涵施工周期长、安全风险高、对铁路运营影响大,为了确保铁路营业线的安全,框架箱涵顶进施工技术的研究必不可少,其中便梁条基的研究是重难点,也是关键点^[1]。因此,本文以上海市某下穿铁路立交工程为例,对框架箱涵顶进施工便梁条基制作和破除工艺进行研究,希望能为后续类似框架箱涵顶进施工提供一定的借鉴意义。

1 工程概况

某下穿立交工程位于上海市,通过新建下穿铁路框架箱涵、U 形槽与既有沪杭客专预留工程连成整体,施工范围地处沪昆和金山支线铁路范围内,下穿车站内 6 股道。

下穿框架箱涵采用顶进方法施工,结构形式为(6+12+12+6)m,两端设 3 m 连体 U 形槽,纵向长 57.0 m,总宽度 42.52 m。顶进总长度 68.53 m,顶进前需采用便梁进行线路加固。

2 条基制作

2.1 条基优化

2.1.1 初步设计

顶进顺序为自西向东 1#→2#→3#→4# 框架顶

进,施工 5 个条形基础,如图 1 所示。顶进 1# 框架时便梁架设在①②条基上;顶进 2# 框架时便梁架设在 1# 框架③条基上;顶进 3# 框架时便梁架设在 2# 框架④条基上;顶进 4# 框架时便梁架设在 3# 框架⑤条基上。

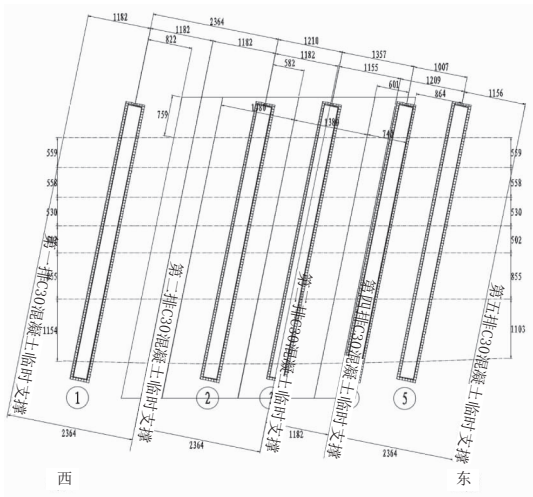


图 1 条基初步设计图(单位:cm)

2.1.2 优化设计

出于项目安全、质量和进度考虑,经过施工图纸认真研读,施工现场充分调研,多次组织召开讨论,对条基设计和顶进顺序进行优化调整,并得到了设计和业主单位的认可。

优化后的顶进顺序为 1#→4#→3#→2# 框架,施工 4 个条基,如图 2 所示。顶进 1# 框架时便梁架设在①②条基上;顶进 4# 框架时便梁架设在③④条基上;顶进 3# 框架时便梁架设在 4# 框架②条基上;顶进 2# 框架时便梁架设在 1#3# 框架上。

优化后共设计 4 个条基,其中①④条基为永久性保留,③条基需在顶进 3# 框架前破除,②条基需在 2# 框架顶进前破除完成。结构分两层,均为 C30 钢

收稿日期: 2023-09-16

作者简介: 吕志杰(1991—),男,学士,工程师,从事工程施工及管理工作。

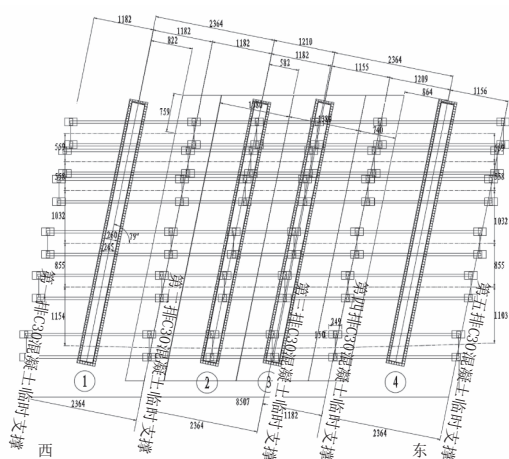


图2 条基优化设计图(单位:cm)

钢筋混凝土结构,第一层结构为通长设置:长 52 m,宽 2.8 m,高 1.2 m;第二层结构在便梁纵梁支点下设置,长 1.0 m 宽 1.2 m 高 1.5 m,尺寸如图 3、图 4 所示。

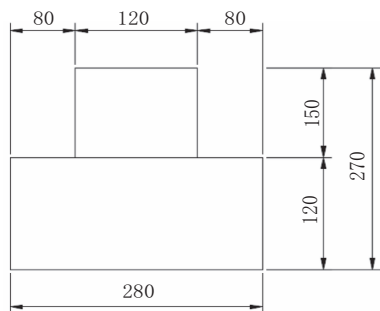


图3 条基断面图(单位:cm)

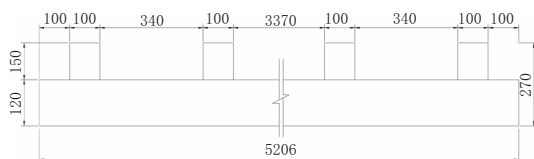


图4 条基立面图(单位:cm)

2.2 条基制作

2.2.1 条基开挖

便梁架设完成后,在线路下放坡拉槽,采用人工配合机械挖除,边坡坡比 1:1。为降低机械移动对表层土体的扰动,采用履带式扒渣机进行土方开挖,基槽内铺设钢板,使用小型翻斗车将开挖出的弃土外运至便道,再统一外运至弃土场。扒渣机通过 1:2 的斜坡供扒渣机进出基槽。

2.2.2 地基处理

基槽开挖至设计标高后,使用高度 2.8 m 的高压旋喷桩进行地基加固,图 5 为高压旋喷桩工况图,高压旋喷桩直径 60 cm@50 cm,桩长 26 m,便梁支墩长 52 m,宽 2.8 m。桩头插 60 cm 长 $\phi 28$ mm 短钢筋(插入 30 cm,外露 30 cm),高压旋喷桩桩身强度达到设计要求后绑扎条基钢筋。

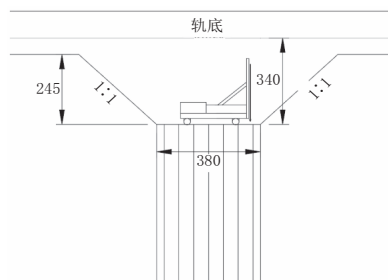


图5 高压旋喷桩工况图

2.2.3 结构施工

条基第一层结构纵向钢筋布置为 $\phi 20@20$ cm,横向钢筋布置为 $\phi 20@15$ cm,第二层结构纵横向钢筋布置均为 $\phi 12@10$ cm。条基分两次施工,先施工第一层结构,待混凝土达到设计强度 70%,对支墩墩部位进行凿毛处理后,方可施工第二层结构。①④条基永久性保留,直接满槽浇筑。完成后实体图如图 6 所示。



图6 条基实体图

3 条基破除

受疫情影响,迫切需要将 4 个箱涵顶进到位,其中影响顶进进程的便是条基的破除速度。且条基支墩顶距离便梁仅 30 cm,使用机械直接进行破除极易触碰便梁,造成铁路行车事故。因此需对条基破除进行研究分析,提出一种条基破除新工艺。

3.1 常用破除方法

对于大体积混凝土破除,常用的方法有破碎锤破除、静态破碎破除、劈裂机破除。

3.2 方案研究及选定

通过查阅专利检索平台及各大学术网站,搜索“大体积钢筋混凝土”“钢筋混凝土破除”“混凝土破除技术”等直接关键词,借鉴既有地铁车站钢筋混凝土结构快速破除施工综合技术^[3]、金刚石绳锯切割技术在钢筋混凝土结构拆除中的应用^[4],通过经济和技术性分析,最终选定方案为金刚石绳锯切割与履带式液压破碎锤破除相结合破除,方案分解如图 7 所示。

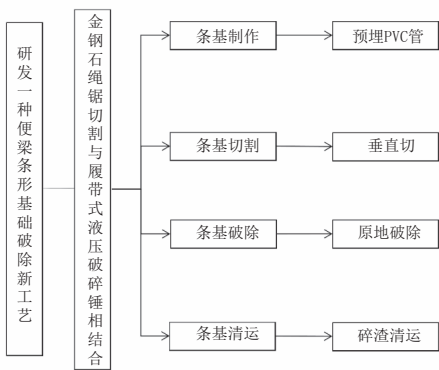


图7 方案分解图

3.3 方案实施

3.3.1 预埋 PVC 管

条基第一层结构施工时预埋直径 3 cm 的 PVC 管,固定在钢筋上,长度 2.8 m,间距 0.5 m,为后期切割穿链锯提供便利。如图 8、图 9 所示。



图8 预埋 PVC 管



图9 浇筑完成后 PVC 管

3.3.2 条基垂直切割

绳锯切割设备进场时严格按照规定进行验收,确保机械设备的各项性能指标满足规范和使用要求,切割机械如图 10 所示。

在便梁下方设置挡板,防止链锯触碰轨道影响铁路行车。两侧同时切割,确定切割断面位置,依据切割线路,将金刚石水绳锯穿过 PVC 管进行位置固定。用化学螺栓固定绳锯主脚架及辅助脚架,将金刚石绳索按照一定的顺序缠绕在主动轮、辅助轮上,启动开始按钮,调整主动轮提升张力,保证金刚石绳索适当绷紧,供应冷却水,再启动驱动主动轮,带动金



图10 切割设备

刚石绳索回转切割,以 0.5 m 一道进行切割,如图 11、图 12 所示。全自动绳锯切割,切割面距离便梁底大于 30 cm,安全性高,操作便捷,切割效率高,全过程实施 1 d,实现了既定切割目标。



图11 绳锯切割



图12 切割缝图

3.3.3 混凝土块原地破除

切割完一段后,用液压破碎锤原地将混凝土块进行破除,两端各一台破碎锤破除,速度快,安全性更高,缩短了工期,全过程实施 1 d。破碎过程及效果分别如图 13、图 14 所示。



图13 破碎过程



图 14 破碎效果

3.3.4 碎渣清运

破除完成后,换回反铲斗,把碎渣翻运至条基端头,从两端同时外运。虽碎渣清运受制于渣土车的限行及避开早晚高峰,但仍按 0.5 d 目标实现。完成效果如图 15 所示。



图 15 平整完成

3.3.5 效果检查

(1) 安全性

通过在轨道及便梁下设置挡板,防止链锯切割过程中意外甩至轨道上。该次切割过程中链锯性能良好,操作灵活,未发生甩至挡板的现象,安全性较高。

(2) 效率

从切割、清运至场地平整完成,具备高压旋喷桩施工条件,不足 2 d,低于 5 d 目标值,切割及破除效率高。

(3) 经济效益

该次条基破除费用共计 5.9 万元,比目标计划费用节省 4.8 万元,比液压破碎锤直接破除方案节省 11.4 万元。经济效益对比柱状图如图 16 所示。

4 框架顶进

12 m 机动车框架、6 m 非机动车框架顶进重量分别为 4 410 t、2 840 t,顶程 68.53 m。框架顶进顺序为 1→4→3→2,均采用 24 m 便梁施工。在条基制作及框架预制完成后,开始顶进框架。框架顶进使用单

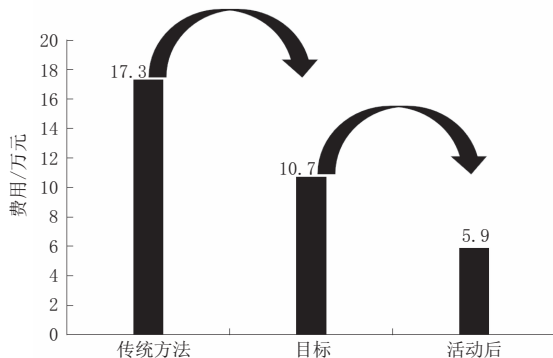


图 16 经济效益对比柱状图(单位:万元)

个顶力为 500 t 的液压千斤顶,固定在后背上梁上。

4.1 顶进准备

4.1.1 钻孔桩凿除

框架顶进前,将影响顶进的工作坑围护结构进行凿除。在钢便梁架设完成后,采取边放坡降土边凿除的方式将 $\phi 1.5$ m 的钻孔灌注桩清除到滑板底,为后续滑板接长创造条件。凿除站位如图 17 所示。

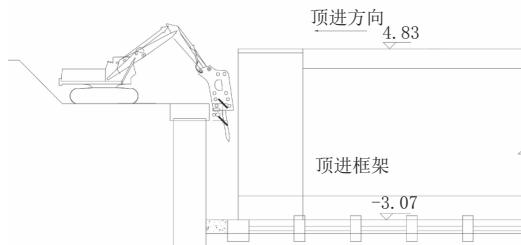


图 17 凿除站位图

4.1.2 箱体转正

4 个框架与既有线路斜交,框架内角为 78.6° ,在顶进过程中为保持千斤顶与框架在同一方向,在框架底板后端设置转正块,厚度与底板转正块采用钢筋混凝土结构,混凝土等级同框架等级。顶进前在千斤顶与转正块的接触面垫 20 mm 钢板,防止转正块局部集中受力发生破坏。

4.1.3 测量准备

(1) 轴线布设

施工前用全站仪测放轴线,并在箱涵首尾使用带刻度的反光片设置测量点,在后靠背处设置观测钉。控制标尺如图 18 所示,控制平面如图 19 所示。

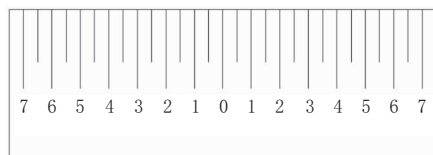


图 18 控制标尺

(2) 高程点布设

在后靠背布设 3 个高程控制点,满足 4 个箱涵末端可视的要求,同时每个箱涵内布设 6 个刻度

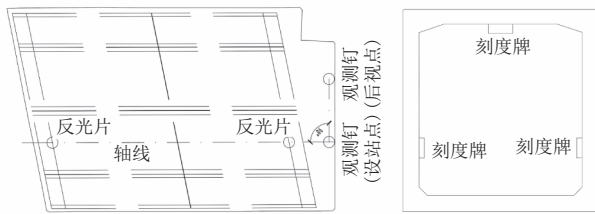


图 19 控制平面图

尺。控制标尺、控制平面如图 20 所示。

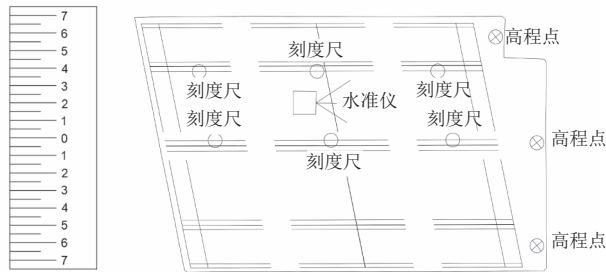


图 20 控制标尺、控制平面图

4.1.4 设备准备

(1)顶管:PHC 管桩,直径 600 mm,长 6 m。

(2)横隔梁:长、宽、高分别为 6 000 mm×600 mm×450 mm、3 500 mm×600 mm×450 mm、4 000 mm×600 mm×450 mm。

(3)顶铁:长 1.5 m,609 钢管中间填充混凝土,两端设置正方形法兰,法兰宽 650 mm。

4.2 顶进施工

顶进按照挖土→运土→顶进→换顶铁→测量校正→下一顶进循环的程序进行施工。框架顶进和挖土方循环交替进行。

4.2.1 挖土

框架顶进前端设置 1~2 台 1.0 m³ 挖掘机挖土,由 2 台装载机将框架底板前端的土方通过框架底板后端的临时卸土平台短驳至框架预制位置,再由 1 台>20 m 长臂挖掘机将土方由框架预制位置装运至土方车上外运出场。出土立面示意如图 21 所示。

4.2.2 顶进

在转正块后布置 500 t 油顶,顶铁、顶管布置于后靠背上,中间放置 2 cm 厚钢板保持受力均匀。每次顶进 1.5 m 后接顶铁、油顶收缩,循环往复进行顶进,每更换 4 根 1.5 m 顶铁后使用 6 m 顶管进行替代,保证顶管在轴线上传力,防止爆管。顶进实拍如图 22 和图 23 所示。

4.2.3 顶进控制

顶进启动时,各部位及观测点设有专人观察。顶

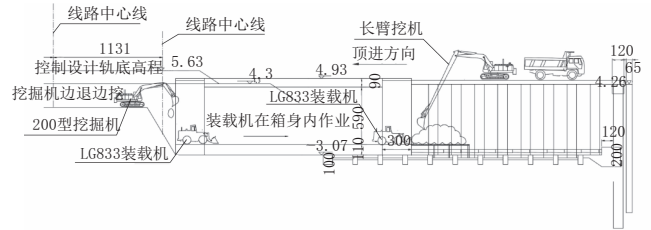


图 21 框架顶进出土立面示意图



图 22 顶进实拍



图 23 顶进实拍

进中,观测人员对每一顶程的进尺、轴线和高程偏差、千斤顶数量、油泵压力、即时顶力等进行记录,并将顶进偏差报表及时交给现场指挥人员采取措施矫正。顶进过程中停顿时间不宜超过 24 h。

5 结 语

该文阐述了上海软土地区下穿铁路框架箱涵顶进的全过程,具有一定的新颖性,较常规工艺施工周期缩短 2 个月,增加了经济效益,提高了安全性,可为同类工程施工提供指导性依据。

参考文献:

- [1] 陈顺丰,郑鑫.下穿既有铁路的框架箱涵顶进施工关键技术及质量控制研究[J].科学技术创新,2022(16):153-156.
- [2] 林宇.下穿铁路框架箱涵顶进施工技术应用[J].价值工程,2020,39(16):102-103.
- [3] 韩刚.既有地铁车站钢筋混凝土结构快速破除施工综合技术 [J].铁道建筑技术,2017(9):69-70.
- [4] 李法胜,修岩.金刚石绳锯切割技术在钢筋砼结构拆除中的应用[J].铁道建筑技术,2009(7):70-73.