

# 城市轨道交通停车场及车辆段库内立柱式检查坑整体道床的无轨施工工艺

颀 鹏<sup>1,2</sup> 马江涛<sup>1,2</sup> 罗 杰<sup>1,2</sup> 齐大洪<sup>1,2</sup>

(1. 徐州地铁集团有限公司, 221004, 徐州;

2. 徐州地铁基础设施工程有限公司, 221004, 徐州//第一作者, 高级工程师)

**摘 要** 分析了城市轨道交通停车场及车辆段库内立柱式检查坑常规施工工艺存在的交叉施工干扰影响大, 质量控制难, 劳动强度大, 工效低等缺点。介绍了立柱式检查坑无轨施工方法的新工艺, 根据扣配件的尺寸加工精密的模具, 减少施工单位交叉施工, 土建仅负责轨道梁及立柱式预留纵筋施工, 其余施工工序均由铺轨单位完成, 此施工工艺较大地提高了施工工效, 降低了人工架轨的劳动强度, 节约工装成本, 能较好地控制施工质量。

**关键词** 城市轨道交通; 车辆段; 立柱式检查坑; 无轨施工工艺

中图分类号 U279.1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.08.041

## Trackless Construction Technology of Pillar Inspection Pit Monolithic Track Bed in Urban Rail Transit Parking Lot and Depot

XIE Peng, MA Jiangtao, LUO Jie, QI Dahong

**Abstract** The disadvantages of regular construction technology of urban rail transit parking lot and depot pillar inspection pit include large disturbance of cross-construction, difficult quality control, high labor intensity, and low efficiency. The innovative technology of pillar inspection pit trackless construction is introduced; according to the size of buckle accessories, precise mold is produced to reduce the cross-construction among construction units. Civil construction is only responsible for the construction of track beams and pillar-reserved longitudinal bars. The rest of the construction processes are completed by the paving units. This construction process greatly improves construction efficiency, reducing labor intensity of artificial rails and saving cost of workmanship, which keeps construction quality in better control.

**Key words** urban rail transit; depot; pillar inspection pit; trackless construction technology

**First-author's address** Xuzhou Metro Group Co., Ltd., 221004, Xuzhou, China

在城市轨道交通停车场及车辆段(以下简为“场段”)的库内立柱式检查坑整体道床施工中, 如采用人工架轨常规施工工艺, 则需土建单位与铺轨单位交叉施工。只有在铺轨单位完成立柱式检查坑整体道床后, 土建单位才能开始地坪回填施工。这不仅工程交接繁琐, 而且施工难度大, 施工质量易受干扰。无轨施工新工艺能有效规避上述问题, 弥补立柱式检查坑整体道床浇筑的缺陷, 并极大地提高了施工工效和施工质量<sup>[1-2]</sup>。

## 1 人工架轨常规施工工艺

在土建单位完成轨道梁和立柱式预插纵筋施工后, 铺轨单位进场: 首先, 根据场段的控制点测设库内的股道线路控制桩, 再依据控制桩进行测设加密基桩, 以控制股道的方向和高程; 然后, 采用简易桁吊和吊链、钢轨支撑架进行人工架轨; 随后, 根据加密基标, 利用斜撑和钢轨支撑架对轨道进行精调; 在满足浇筑前验收规范要求后, 由土建单位负责立柱式箍筋绑扎和模板安装<sup>[3-4]</sup>。库内立柱式检查坑整体道床架轨和关模状态如图 1 及图 2 所示。



图 1 库内立柱式检查坑整体道床架轨实景

### 1.1 人工架轨施工工艺流程

人工架轨施工工艺主要包括轨道、土建等相关



图 2 库内立柱式检查坑整体道床关模实景

专业,首先需对基地坐标进行测设,保持测量的精确;然后对钢轨架设、安装并进行粗调,在安装模板之后再进行精调、报检;最后进行立柱、道床的混凝土浇筑工作。人工架轨常规施工工艺具体流程如图 3 所示。

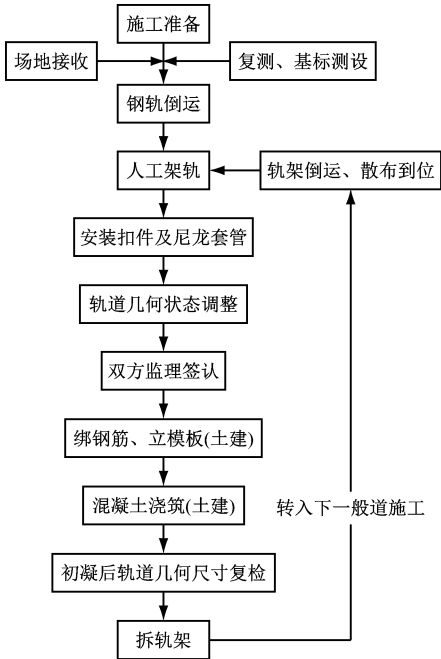


图 3 库内立柱式检查坑整体道床施工流程

**1.2 常规施工工艺弊端**

- 1) 由于立柱式检查坑轨面距底板高差较大,要利用简易门式桁吊和倒链架轨,故人工架轨难度大,安全风险大。
- 2) 轨道精调需斜撑长度较长。当利用钢轨支撑架和斜撑对轨道进行精调时,轨道精调质量不易控制,精调难度较大。
- 3) 因立柱式检查坑道床浇筑空间较小,立柱及钢轨尺寸受限,故混凝土浇筑振捣难度大,道床浇筑质量控制较难。而且,道床浇筑时需对扣配件成品加以保护,保护难度较大。
- 4) 人工占用作业面较大,施工工效较低。

## 2 无轨施工新施工工艺

采用加工精密扣件模具的无轨施工新工艺,可以有效规避常规施工工艺的弊端。

### 2.1 无轨施工的基地试验

为确保施工工效和施工质量,需验证新工艺的适用性,故先进行基地试验。在车辆基地内搭建试验场地,完全按照库内立柱式检查坑整体道床的施工技术标准和要求进行施工。

### 2.2 施工工艺流程及相关技术要求

无轨施工工艺和人工架轨施工工艺主要区别在于钢轨的倒运、架设以及钢轨扣配件的安装是在浇筑立柱混凝土之后开展。此工艺实现了立柱浇筑的无轨施工,施工质量和工效可大幅度提高。其道床剖面及工艺具体流程如图 4 及图 5 所示。

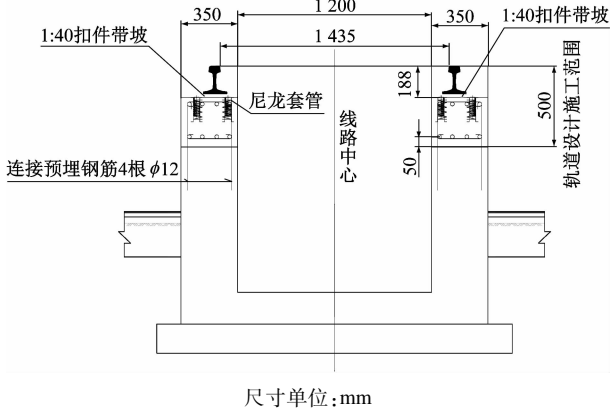


图 4 库内立柱式检查坑整体道床结构剖面

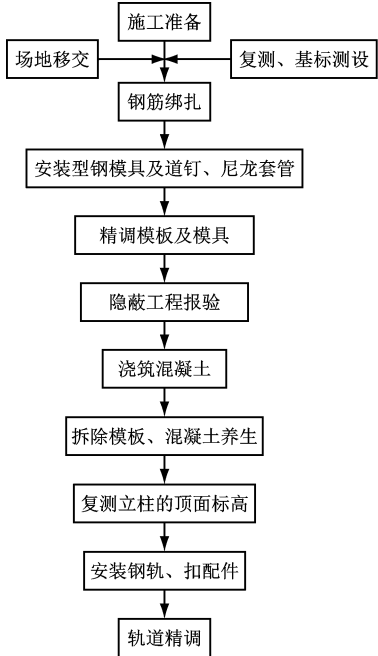
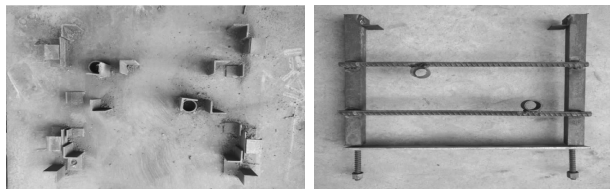


图 5 无轨施工工艺流程

1) 施工准备。① 根据短柱的几何尺寸加工所需要的木模板。② 加工型钢模具: 选用厚度为 8 ~ 10 mm 钢板制作胎模, 胎模的几何尺寸偏差要控制在 1 mm 以内; 胎模完成后型钢下料, 加工型钢模具。胎膜及型钢模具如图 6 所示。



a) 胎模

b) 型钢模具

图 6 胎膜及型钢模具

2) 道床钢筋在加工棚内集中下料, 加工后运至现场进行绑扎, 钢筋绑扎时钢筋数量、间距应与设计配筋图一致。

3) 安装木模板。定位放线, 按图纸要求, 相邻 2 个柱子的间距为 1.25 m。安装木模板前, 要将柱子立柱下部基础位置凿毛, 并将立柱基础内浮碴及碎片清理干净, 保证新老混凝土有较强的粘贴力。在木模板与混凝土基础的接缝处用双面胶带密封处理后进行模板安装。模板施工技术要求: 模板安装位置偏差不大于  $\pm 5$  mm, 垂直度 2 mm, 宽度允许偏差为  $\pm 5$  mm, 表面平整度不大于 2 mm (1 m 靠尺检查), 高程允许偏差  $\pm 5$  mm; 模板支立时, 须清除模板上的杂物; 对于严重变形、挠曲的模板禁止使用; 模板支立应牢固平整, 应保证其在线路方向上平顺、接头处须平整, 在模板接缝处用塑料胶带粘贴, 底部有缝隙者, 用水泥砂浆堵塞严密; 立模前, 须对模板内侧均匀涂抹水性脱模剂。模板安装好后要进行加固处理, 横纵向用 50 mm  $\times$  70 mm 的方木连接固定。安装木模板及模具的施工现场如图 7 及图 8 所示。

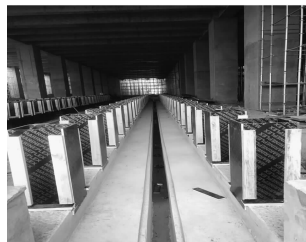


图 7 安装木模板



图 8 安装模具

4) 安装型钢模具、螺旋道钉 (以下简称为“道钉”)、尼龙套管及螺旋筋。在短柱模板安装完毕后, 将型钢模具固定在柱头上, 并对模具的水平度、直线度进行精调。道钉、尼龙套管及螺旋筋安装好

后, 道钉要求必须在同一条直线上, 误差控制在  $\pm 1$  mm 之内; 型钢模具的水平高度控制在 0 ~ 3 mm。

5) 模板、钢筋、型钢模具、道钉尺寸检查并确认符合要求后, 方可进行隐蔽工程报验。

6) 浇筑立柱混凝土。浇筑混凝土前, 应再次检测模板, 确认符合验收标准后方可浇筑。浇筑时应道钉进行覆盖, 以减少混凝土的污染。在浇筑过程中要掌握好振捣时机, 不可早振、漏振和过振。插入式震动棒的操作要点是: 直上直下, 快插慢拔; 插点要均匀。混凝土入模后, 分层捣固; 捣固要均匀, 不得漏捣。立柱顶面需抹面整平, 之后进行收光、压光。抹面平整度 3 mm, 抹面高程允许偏差为 0 ~ 3 mm。

7) 拆模及道床养护。拆模时间应以保证混凝土表面及棱角不受损为准。一般混凝土强度达到 5 MPa 时方准拆模。拆除侧模时必须注意对立柱上部道床部分使用土木布或塑料薄膜材料覆盖, 并结合现场温度适当洒水养护。拆模后道床表面应光洁, 不得有蜂窝、露筋及空洞等现象, 如有硬伤或掉角等缺陷应及时修补完好, 麻面每侧不得超过该侧面积的 1%。如果道床混凝土与立柱混凝土之间存在色差, 可采用 SJ-40 聚合物修补砂浆或高强灌浆料进行表面处理, 以确保色差平顺过渡。

8) 复测立柱的顶面标高。拆模后对柱顶面标高进场复测, 对略高于设计高度的立柱顶面打磨, 使其满足设计要求。

9) 安装钢轨扣配件。扣件严格按照组装图进行安装, 应提前将尼龙套管与螺旋道钉拧紧, 且在拧紧前需涂抹黄油, 然后将用小型装载机将钢轨吊放在立柱上。

10) 轨道精调。按照先调水平、后调轨距的调整顺序, 遵循先粗调后精调的原则, 反复调至符合标准为止。精调定位: 采用弦线法和万能道尺等工具进行精调定位作业。具体调整方法如下: ① 目测观察配合万能道尺和 10 m 或 20 m 长弦线丈量调整, 使钢轨平直圆顺; ② 在整个调轨作业中, 调轨工作往往需要如此反复调整, 才能达到要求。

精度满足《地下铁道工程施工及验收规范》GB / T 50299—2018 工程验收要求, 轨距偏差 + 3 mm / - 2 mm, 变化率不大于 1‰, 高差偏差不超过  $\pm 2$  mm, 水平偏差小于 2 mm。

### 2.3 试验结果

基地试验结果表明, 新的无轨施工工艺能有效满足库内立柱式检查坑整体道床各项技术要

求<sup>[5-6]</sup>。如采用传统施工工艺,本项目工期约为120 d,费用约为108万元,且在施工中常出现交叉施工干扰影响大、质量控制难、劳动强度大、工效低等问题。现采用新工艺后,工期约为45 d,费用约为40万元,不仅提高了施工工效,降低了人工架轨劳动强度,节约了工装成本,还能更好地控制了施工质量。

### 3 结语

相比人工架轨常规施工工艺,无轨施工新工艺具有以下优点:

1) 在作业面受限,无轨施工具有较大优势,可以快速展开施工,土建移交一段展开施工一段;交叉作业面工程量小,只有绑扎钢筋和安装型钢模具,人工占用作业面小。

2) 安全风险较低,不用提前架轨,只有模具、模板安装和钢筋绑扎;表观质量较好,施工精度能满足规范精度要求。

3) 工效较高,相比常规人工架轨施工工效提高

(上接第191页)

的冷量。

根据计算结果,初始地温为10℃、15℃、20℃及25℃时,测点降至冰点所需时间分别为37 d、44 d、49 d及53 d,冻结壁发展速度分别为21.6 mm/d、18.2 mm/d、16.3 mm/d及15.1 mm/d。初始地温为10~25℃时,初始地温与冻结壁发展速度之间近似呈线性关系。初始地温每升高5℃,冻结壁发展速度降低2.2 mm/d。可见,管径对冻结壁发展速度有一定影响。

### 5 结语

1) 在实体物理模型试验条件下,当PVC管与无缝钢管冻结时,冻结壁发展速度分别为22.83 mm/d及26.67 mm/d,前者冻结壁发展速度约为后者的0.85倍。因此,在实际工程中采用PVC管冻结时,要适当延长冻结时间,以保证冻结壁厚度与平均温度满足预期。

2) 在PVC管冻结过程中,盐水温度对冻结壁发展速度影响较为明显,两者之间近似呈线性关系。盐水温度每降低5℃,冻结壁发展速度约增快6.2 mm/d。

3) 在PVC管冻结过程中,管径与初始地温对

1倍;节约施工成本,不用钢轨支撑架等工装,降低了施工费用。

可见,采用场段库内立柱式检查坑整体道床无轨施工工艺,能有效提高施工质量和施工效率,具有经济性和实用性,值得推广应用。

### 参考文献

- [1] 曲腾飞,王媛.地铁工程车辆段内柱式检查坑施工工法对比研究[J].施工技术,2016(19):96.
- [2] 刘道通,杨宝峰.地铁轨道施工常见问题及解决方案[J].铁道工程学报,2010(4):97.
- [3] 史金存.北京市轨道交通房山线阎村车辆段检查坑整体道床轨道施工的质量控制[J].铁道标准设计,2011(1):95.
- [4] 施智亮.轨道交通停车场工程关键施工技术研究[J].建筑施工,2018(3):361.
- [5] 张荣国,冯凯.全自动驾驶模式下地铁车辆基地运用库工艺设计研究[J].铁道标准设计,2019(10):182.
- [6] 程保青.城轨交通车场线轨道结构的探讨[J].铁道工程学报,2008(12):87.

(收稿日期:2019-08-07)

冻结壁发展速度有一定影响,两者与冻结壁发展速度之间都近似呈线性关系。管径每增加20 mm/d,冻结壁发展速度约增快2.7 mm/d;初始地温每升高5℃,冻结壁发展速度约降低2.2 mm/d。

### 参考文献

- [1] 李方政.市政冻结技术的应用与展望[J].建井技术,2017(4):55.
- [2] 李方政,夏明萍.基于指数积分函数的人工冻土温度场解析研究[J].东南大学学报(自然科学版),2004(4):469.
- [3] 陈湘生,陈朝辉,罗小刚.岩土工程技术最新进展—全向冻结施工技术[J].地下空间,1999(4):297.
- [4] 丁航,李方政,崔灏.地铁联络通道冻结温度场三维数值分析[J].建井技术,2018(1):54.
- [5] 陈湘生.冻结法几个关键问题及在地下空间近接工程中最新应用[J].隧道建设,2015(12):1243.
- [6] 曾华.盾构进出洞处地基本水平型冻结加固的温度场研究[J].城市轨道交通研究,2016(6):112.
- [7] 石荣剑,岳丰田,张勇,等.使用塑料冻结管的液氮冻结温度场试验研究[J].岩石力学与工程学报,2012(增刊1):2894.
- [8] 康杰.盾构出洞PVC免拔管法水平冻结施工工法研究[J].地下空间与工程学报,2016(增刊2):707.
- [9] 崔兵兵,李方政.聚氯乙烯盐水冻结管在盾构进洞中的工艺性能分析[J].城市轨道交通研究,2013(2):116.
- [10] 崔兵兵,李方政.塑料冻结管冻土温度形成规律[J].地下空间与工程学报,2015(5):1235.

(收稿日期:2020-07-28)