

局限空间下长距离输送管道封包施工方法探讨与研究

胡铭扬

中冶天工集团有限公司 天津 300308

【摘要】：随着城市地下管网系统的日益复杂化与老旧管道的更新需求，在隧道、管廊、穿越段等局限空间内进行长距离输送管道的修复与封包施工已成为市政工程与工业建设中的关键技术难题。此类施工环境具有空间狭小、通风照明条件差、大型机具难以进场、安全风险高等显著特点。本文旨在系统探讨与研究适用于局限空间的长距离管道封包施工的创新方法。以浙江省丽水市污水输送干管工程为例，介绍了局限空间长距离的管道封包的施工流程、技术要点和实施方式等，可供同类工程施工参考借鉴。

【关键词】：局限空间；支撑架；管道；轨道；混凝土；运输装置

DOI:10.12417/2705-0998.26.10.076

引言

长距离输送管道作为城市能源供应、工业生产的“生命线”，其安全性与可靠性至关重要。管道封包是指在管道外部施加保护层（如混凝土配重层、保温层、防腐层及防护外壳）的结构，主要功能在于提供配重稳定性、热力保温、机械防护及腐蚀防护。所谓“局限空间”，通常指进出口受限、通风不良且可能产生有害气体积聚、缺氧等风险的空间。由于此狭小空间大型施工机械（混凝土罐车、泵车等）无法进入，且管线距离长，混凝土输送泵不能正常的进行混凝土泵送浇筑施工，使得混凝土浇筑施工难度加大，焊接与浇筑作业环境恶劣，安全监控难度大。本文旨在形成一套可复制、可推广的安全、高效、高质量先进施工方法，对保障城市关键基础设施的更新改造与安全运行具有现实意义，推动地下空间技术向精细化、机械化、智能化方向发展，为相关工程建设提供切实可行的解决方案。

1 施工方法简介

（1）改变原来局限空间内传统的模板固定及混凝土运输方法，采用一种用于局限空间下长距离输送管道混凝土封包施工的模板加固体系与混凝土运输轨道的组合方法。利用这种方法，进行隧洞内局限空间条件下管道混凝土封包施工。

（2）采用两个槽钢作为承台，在槽钢顶部边缘通长焊接角钢作为固定件，螺纹钢筋分别与槽钢和角钢满焊作为支撑件，使之成为一个整体，组成支撑装置。

（3）整个支撑装置与模板尺寸对应，以固定模板，确保浇筑过程中钢筋和模板不发生相对位移，保证了施工质量。

（4）在多个支撑装置顶部之间，用槽钢与其进行焊接，形成整体结构，提高其强度、刚度和稳定性等各项指标，以此作为电动工程四轮车的施工通道。

（5）工程四轮车采用电动装置，半自动化施工，可以自行沿轨道行进运输并具有自动倾倒混凝土能力。

通过此施工方法，有效解决了局限空间下长距离输送管道封包施工难度大、工作效率低及工期紧张等问题。下面以浙江

省丽水市污水输送干管工程为例，简要阐述局限空间下长距离输送管道封包施工方法的实例应用：

2 工程简介

本工程隧道内需施工 DN1220×12 污水管道 6114 米，DN630×9 给水管道 6114 米，给水管道同污水管道并排敷设，位于污水管道中间，采用 D630×9 钢管混凝土封包。隧道内剖面及封包区域示意图如下：

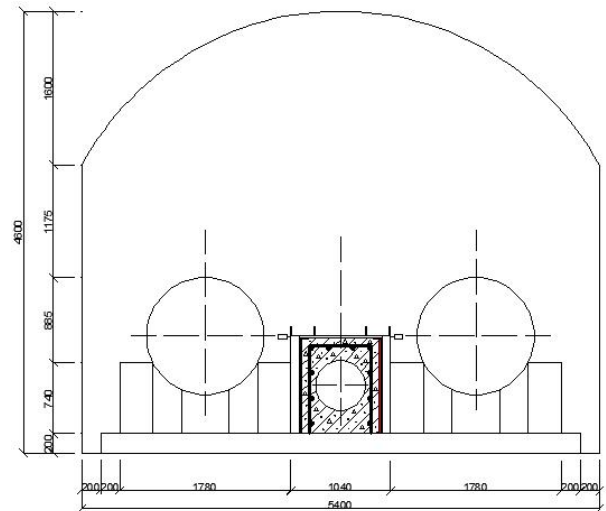


图1 隧道内剖面及封包区域示意图

3 局限空间下长距离输送管道封包施工方法

3.2.2 模板加固体系和混凝土运输轨道支撑装置制作

3.1 工艺流程

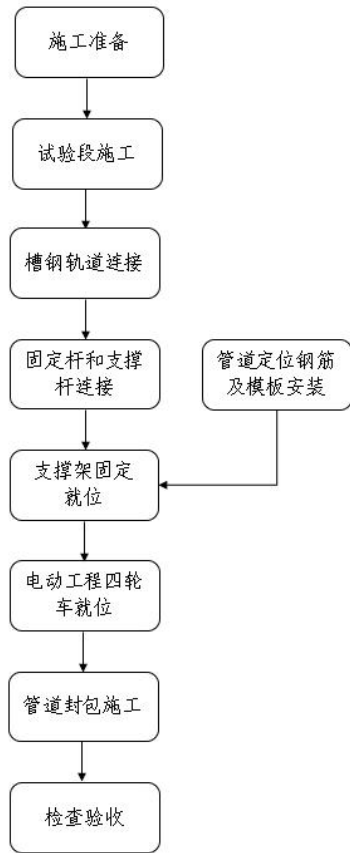


图2 工艺流程图

3.2 操作技术要点

3.2.1 材料机械选择和要求

为了保证施工的安全性和可行性,根据现场施工测量、设计图纸及受力情况验算,在确保经济性的前提下,选用现场及施工中的常见原材料。选用槽钢1作为轨道的主体部分及承台,角钢2作为固定杆,螺纹钢3作为支撑杆,将槽钢1、固定杆2和支撑杆3相互连接组成支撑装置。为了便于局限空间下长距离输送管道混凝土浇筑施工,在轨道上设置有电动工程四轮车。

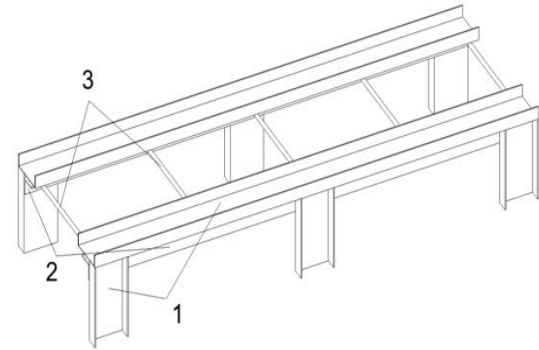


图3 模板加固体系和混凝土运输轨道支撑装置

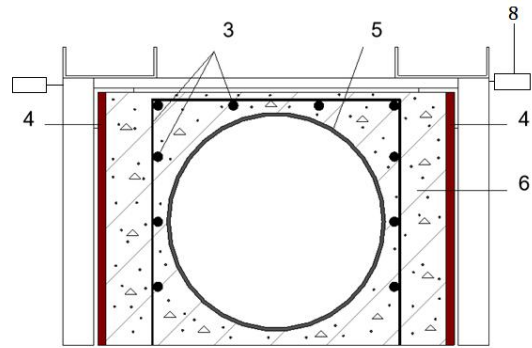


图4 模板加固体系和混凝土运输轨道支撑装置主视图

根据施工现场条件,工程相关规范等要求,进行现场模板加固体系和混凝土运输轨道支撑装置的制作。在制作完成后进行相关的质量检验工作,确保满足施工要求及施工安全。

3.2.3 具体实施方式

如图3、4所示,局限空间下长距离输送管道封包施工方法,其特征包括槽钢1、固定杆2和支撑杆3连接组成的支撑架与轨道,其中槽钢1作为主体,分段将槽钢1安装为支撑架,位于支撑架顶部的槽钢1设置为轨道,顶部的轨道与作为支撑主体的槽钢1之间设置有固定杆2。通过固定杆2将轨道与作为支撑主体的槽钢1之间进行固定,使轨道与支撑架之间的连接更加稳定;在轨道下设置有若干支撑杆3,支撑杆3垂直安装在用于固定轨道的固定杆2之间。通过对槽钢1、固定杆2和支撑杆3的安装组成轨道与支撑架,其中支撑架作为主体设置于施工地面,在支撑架顶部设置有轨道。

在对管道5进行封包工作时,将支撑架设置在需要封包的管道5上,在管道周围安装了支撑杆3。支撑杆3的安装对管道5起到了很好的固定作用,为了方便之后的混凝土封包工作打好了施工基础;在支撑架内的两侧均安装有模板4,模板4的安装是配合支撑杆3,固定管道5的位置,从而更方便地进行混凝土封包工作。同时模板4还可以在混凝土封包施工中,对混凝土6进行定型,确保了管道的封包施工的工程质量;整

个支撑架与模板4的尺寸对应,以固定模板4,确保浇筑过程中支撑杆3与模板4不发生相对位移,从而保证施工质量。

对隧洞内混凝土6进行运输工作,采取在轨道上设置工程四轮车(混凝土运输车)7,在多个支撑架3顶部之间,用槽钢1与其进行焊接,形成整体的支撑架结构,提高其强度、刚度和稳定性等各项指标以达到作为运输车行进标准通道的要求;运输车为了节省人力则采用了电动运输车的方式,从支撑架上的轨道装载混凝土进行运输和倾倒。

3.2.4 施工技术要点

(1) 根据管道封包模板安装的大小位置,确定支撑架两槽钢承台的距离,确保施工时牢靠固定管道模板,防止移位变形;

(2) 统计电动运输四轮车各项规格数据,操作规程,记录电动运输四轮车轮距,确定支撑顶部槽钢轨道间距;

(3) 进行受力计算,考虑电动工程四轮车(混凝土运输车)及工作人员的重量、混凝土自重及倾倒产生的压力,验算支撑架的强度、刚度及稳定性,确保在规范的数值范围内均可进行装置的运行;

(4) 根据隧洞断面大小及长度制作相应大小的模板加固体系和混凝土运输轨道支撑架;

(5) 在支撑架的槽钢两边安装照明灯,其中照明灯的灯托设置在支撑架的槽钢上,并且可以在槽钢上移动,通过移动工程灯可以在施工位置实现照明,可以更好地完成施工且缩短工期;

(6) 将制作好的支撑架运输到隧洞内,与模板之间固定,进行管道混凝土封包施工;

(7) 混凝土由电动工程四轮车运输到隧洞内,并通过工

程四轮车向经过模板固定的管道内浇筑混凝土,人工配合进行混凝土振捣,严格按照混凝土结构工程施工规范要求施工,以确保混凝土浇筑质量。

(8) 第一段管道混凝土封包施工完成后,以此施工面为后续封包施工的工作面将模板加固体系和混凝土运输轨道支撑装置拆卸,移动到下一施工工作段进行施工。

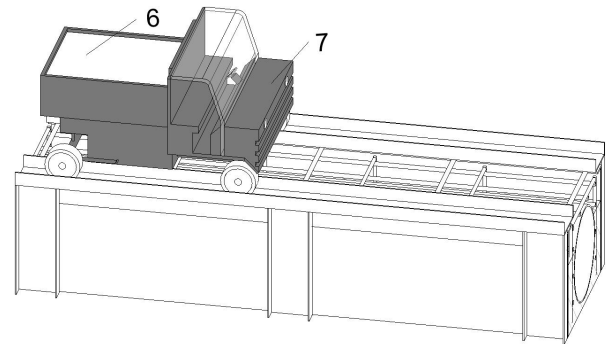


图5 模板加固体系和混凝土运输轨道工作示意图

4 结语

此施工方法在场地有限、局限空间隧洞内这种特点的环境下可以实现半自动化施工,节省人工成本,加快施工进度,确保工期,大幅度提高了施工效率;在这种局限空间下,如隧洞、涵洞等环境下的管道混凝土封包作业,具有可拓展性、通用性和实用性;有效地解决了模板、钢筋等在混凝土浇筑过程中的施工问题,提高了施工质量和安全;模板加固体系和混凝土运输轨道组合的方法整个支撑架采用的原材料普遍常见,成本低,制作简单,方便施工,结构安全可靠。本施工方法适用于局限空间下长距离的输送管道封包施工作业,为类似复杂工况的工程项目提供有价值的借鉴与参考,对推动行业技术进步与安全管理水平提升具有重要意义。

参考文献:

- [1] 钢结构焊接规范(GB 50661-2011).
- [2] 钢结构工程施工规范(GB 50755-2012).
- [3] 建筑施工模板安全技术规范(JGJ 162-2008).
- [4] 混凝土结构工程施工规范(GB 50666-2011).
- [5] 李明,王磊.复杂环境下管道模块化预制装配施工技术[J].施工技术,2020,49(18):92-95.
- [6] 赵卫国.狭小空间内大型管道运输与安装技术[J].安装,2019,(S1):45-48.