

Discussion on the key points in the construction of large pipe diameter sewage diversion and reconstruction of urban subway

Fang Xiong* Liu Ruoyang

Huaihua Transportation Bureau, Huaihua

Abstract: if sewage pipeline is encountered in the open excavation project of subway constructed in the city, it needs to be relocated before construction. This paper introduces the key points in the construction of large-diameter sewage diversion, and through the key control of these points, to achieve the expected diversion effect, so as to ensure the smooth progress of the subsequent excavation construction.

Key words: open excavation section; sewage diversion; large pipe diameter

Received: 2019-07-23; Accepted: 2019-08-17; Published: 2019-09-03

城市地铁大管径污水导改施工中的施工要点探讨

方 雄* 刘若杨

怀化市交通运输局, 怀化

邮箱: fangxiong072589@163.com

摘 要: 城市内施工的地铁明挖工程如遇到污水管线, 则需要在施工前对污水管线进行改移工作。本文介绍了大管径污水导改施工中的施工要点, 通过对这些要点进行重点控制, 以达到预期的导改效果, 进而保证后续的开挖施工顺利进行。

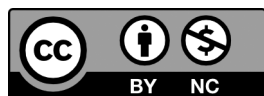
关键词: 明挖区间; 污水导改; 大管径

收稿日期: 2019-07-23; 录用日期: 2019-08-17; 发表日期: 2019-09-03

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 情况分类及处置方式

轨道交通明挖区间工程中,遇到大管径的污水管需要进行导改的情况有 3 种:1)明挖区间隧道主体结构需要下穿污水管;2)明挖区间隧道主体结构与污水管高程发生冲突;3)明挖区间隧道主体结构上穿污水管。

如果是第 1、2 种情况,为保证基坑和管线安全,则需要进行污水管导改施工;如果是第 3 种情况,则可以先通过设计验算,分析管线是否可以通过加固等方法保证隧道施工,如果满足要求,则不必进行导改而以加固管线为宜。

下面以北京市轨道交通亦庄线工程宋家庄出入段明挖区间蒲凉污水导改为例,对施工中的控制要点进行分析。

2 污水管导改施工方法

为保证安全,通常在结构施工前要先进行管线改移,然后继续进行明挖基坑施工。该工程线路上的污水管线原计划为先进性永久改移,待完成后再进行结构施工。但是,由于污水管线永久改移工期很长,无法满足工程整体工期要求和结构贯通的需要,因此必须进行临时改移并保证尽快进行隧道的基坑开挖和主体结构施工。

管线临时改移时,前期施工以跨基坑上方的水泵抽排为主。但由于主管线水量非常大,在汛期还担负着城市泄洪的功能,因此为了保证基坑安全和防汛的要求,需要在抽排的基础上采取平行导水,即在进行隧道结构施工前,在隧道两侧墙体上预留洞口,并用钢管将两侧的污水井连通,以进行平行导水。

经过综合考虑论证,最终决定采取临时抽排导水与平行导水相结合的方式进行施工作业。

3 污水导改施工的重点控制点

污水管临时导改按照施工阶段、部位、工序可以划分为以下几个部分:前期调查及施工准备、工作井施工、导水管及设备安装、污水管开始导水、结构恢复及导水管拆除。

3.1 前期调查及施工准备

3.1.1 管线调查

调查施工区域的污水管走向、埋深，周边是否有其他管线等情况，并与勘察单位出具的图纸一一复核对应，确保现场情况与图纸完全相符。

3.1.2 资料汇总并分析

核对无误后，将所有的调查资料汇总整理，并由监理组织甲方、设计单位、管线的产权单位、施工单位召开四方会，对调查情况进行综合分析，并根据管线产权单位提供的污水流速、管线坡度、污水流量以及污水管体的情况对污水导改进行可行性分析。

3.1.3 确定方案

按照论证会上确定的施工要点，制定有针对性的施工方案。该方案应经过专家会论证并通过后方可实施。

3.1.4 施工准备

积极准备施工机械和施工物资，其中应特别注意的是必须按照应急预案要求准备充足的防护用品（如：气囊、防毒面罩、测度仪、换气机、防护服、鼓风机等），以保证在处理突发事件时有足够的抢险和防护设备。

3.1.5 人员培训及应急演练
物资准备充足并对施工人员进行完 3 级交底后，应组织所有参与施工人员先进行推演，然后进行相应的应急演练。

3.2 工作井施工

3.2.1 管线定位

现场四通一平完成后，将所有地下管线通过挖探坑的方式找出并在现场标注出来。

3.2.2 位置复核

根据施工方案在管线穿越基坑的两侧将工作井的位置线放出，并与管线位置进行复核。

3.2.3 导水抽水计划

该工程中, D1600 及 D600 两条污水管线均与主体结构相冲突, 并横穿基坑。为保障施工顺利, 计划在污水管线的上游位置设置 1 口施工竖井, 在竖井底部设置集水坑。竖井净空尺寸为长 12 m, 宽 4 m。竖井可将 2 条污水管线全部挖出, 在 2 条污水管线中间位置设置集水坑, 将 2 条污水管线内的水流集中至集水坑内, 跨越基坑, 用水泵将水抽至 D1600 管线的下游位置处。竖井采用钢格栅喷射混凝土倒挂施工法。

在下游位置处设置 1 口竖井, 下游竖井需将 D1600 污水管线开挖出来。下游竖井将直接作为集水坑, 将上游抽出的水集中, 然后排至 D1600 污水管线内。

3.2.4 上游竖井施工

施工工序 [1] 如下: 实测管线坐标→放开挖线→锁口圈梁施工→分层开挖并支护→挖至槽底、施作结构。

1) 实测管线坐标

在轨道结构施工范围内将 2 条管线的管体挖出, 开挖时因土质情况良好, 下口尺寸为 3 m × 3 m, 四边 1 : 0.3 放坡, 将管线的上部全部开挖出来并实测管线的实际坐标及高程。完成坐标测量后进行回填, 回填时为保证后期进行土方开挖及围护结构施工时的边坡安全, 需要保证回填土的质量, 每层回填土的虚铺厚度不大于 30 cm, 用动力夯进行夯实, 每层夯实 4 ~ 6 遍。

2) 放开挖线

根据实测的坐标, 推算在计划开挖范围内管线的位置并用白灰洒出, 根据管线位置确定竖井开挖的实际位置。竖井开挖边线距围护桩的距离不宜小于 1 m。

3) 锁口圈梁施工

竖井防护采取锚喷护壁方式。现浇钢筋混凝土圈梁加强锚固, 锁口圈梁设计为矩形的现浇混凝土结构, 断面尺寸 600 mm × 400 mm, 圈梁混凝土强度为 C25; 梁内设置 Ⅲ 18 mm 竖向联接筋, 内外双排, 水平间隔 800 mm, 在梁内锚固长度为 800 mm。钢格栅竖向间距 600 mm。锁口圈梁顶面高程与原地面高程一致。圈梁上设预埋件, 在进行下部土体开挖前, 在预埋件上焊接 I 32A 对焊支撑, 支撑位置与基坑内钢支撑轴线位置对应。待锁口圈梁混凝土强度达到 75 % 后方

可进行竖井土方开挖施工。

4) 分层开挖及支护

竖井支护由钢格栅、竖向连接筋(Ⅰ18 mm@800 mm 内外双层)、Ⅰ8 mm@100 mm×100 mm 的双层钢筋网片、喷射 C20 混凝土联合组成, 厚度 300 mm [2]。

竖井初衬采取分层分部施工, 其施工工序为: 对称开挖竖井短边井壁土体→安装托架及环向钢格栅→焊接纵向筋→安装钢筋网→喷射混凝土→对称开挖竖井长边 1/2 井壁土体→安装托架及环向钢格栅→焊接纵向筋→安装钢筋网→喷射混凝土→对称开挖竖井长边剩余的井壁土体→安装托架及环向钢格栅→焊接纵向筋→安装钢筋网→喷射混凝土→进入下一层施工。

竖井施工过程中在竖井的中部设集水坑, 收集渗出的地下水并用泵抽至地面排水设施, 集水坑尺寸为宽×长×深=0.5 m×0.5 m×0.3 m。

因竖井长边尺寸较大, 在竖井施工时需要在竖井四角加设临时水平对撑, 水平斜撑每层采用 4 根 I 25a 钢筋, 长 1.41 m; 水平对撑每层采用 2 根 I 25a 钢筋, 沿竖向每隔 1 榀钢格栅设 1 道。最底部 1 道临时支撑设置在集水坑中间部位, 在二次结构完成后拆除。

3.2.5 地下水的处理

因北侧竖井的底部低于地下水位线约 1 m, 为减小在施工过程中地下水对土体的影响, 保证基坑的稳定性, 在进行地下水位线以下的竖井支护施工前, 先对地下土体进行注浆加固处理, 阻隔水源并加固土体。

在竖井中间位置, 离开 2 条管线 0.5 m 的范围内设置集水坑。集水坑为钢筋混凝土结构, 底板厚度 20cm, 墙体厚度 20 cm, 外侧设置单层钢筋网(Ⅰ18 mm@200 mm×200 mm), 混凝土强度为 C30, 抗渗等级为 P8。

集水坑底部高程比 D1600 污水管线底低 1.5 m。竖井内南侧设置操作平台, 平台高度比 D1600 管道顶高 30 cm。集水坑内净空为 2.5 m×6.5 m。集水坑结构内侧施作防水层, 防水层高度与 D1600 管线顶平, 结构为 4 mm+3 mmSBS 防水卷材。卷材外侧抹 5 cm 防水砂浆。

3.2.6 下游施工竖井

下游竖井净空尺寸为 3 m×8 m, 需要将 D1600 污水管线开挖出来。下游竖

井具体施工方法同上游竖井。

3.3 导水管及设备的选择与安装

3.3.1 抽水措施

1) 水泵选型

根据现有的监测数据, D1 600 高峰期水位 40 cm, 流量为 0.3 m³/s, D600 管线预估水量为 0.1 m³/s, 合计 0.4 m³/s。计划采用 9 台水泵。

水位正常期 2 管线流量合计约 0.3 m³/s, 计划采用 2 台大泵, 1 台中泵, 1 台小泵进行抽水(经计算 2 台大泵 + 1 台中泵 + 1 台小泵的导流量 = $0.11 \times 2 + 0.06 + 0.03 = 0.31 > 0.03$ 的设计流量; 遇高峰期, 另开 1 台中泵及 1 台小泵, 即导流量 = $0.06 + 0.03 + 0.31 = 0.4$, 因此也满足高峰期的流量需求), 如遇特殊情况, 则 9 个泵全部开启。

2) 水泵的安装

根据水泵的尺寸及形状, 在集水坑的底板上沿水泵外侧植入 28 mm 钢筋, 尺寸间距 8 cm, 植入深度与底板厚度相同, 底板上预留高度 50 cm, 将水泵按顺序放置在钢筋圈内并进行编号。

3) 泵管的安装

泵管的材质为钢管, 每节管之间采用法兰盘连接, 法兰内套橡胶密封圈。泵管由位于集水坑内的水泵接出, 沿竖井的北侧墙体, 垂直向上至竖井上口, 在竖井上口位置由垂直方向变为水平方向, 并跨越竖井和主体结构基坑, 伸入到下游的检查井中。

为确保泵管在竖井墙壁上的稳定性, 需要在竖井墙壁上预埋钢板, 钢板与围护结构的竖向钢筋连接牢固, 在预埋钢板上焊接 L100 mm × 100 mm × 10 mm 角钢。根据泵管的管径, 设置不同半径的 12 mm 钢筋箍圈, 箍圈与角钢焊接牢固。泵管转角处均采用钢管弯头, 弯头两端采用法兰与管道连接。

4) 水泵的控制

每台水泵各设置 1 个闸箱, 闸箱的编号与水泵的编号一致, 并在闸箱上注明水泵的各项系数。闸箱设置在地面上, 按照临时用电要求为闸箱设置防护。

5) 泵管跨越基坑方法

泵管跨越竖井口及主体结构基坑时, 设置为上下2层, 上4下5, D200管全部设置在下部。经过计算, 管线下部由 I 32A 钢材叠加 L140 mm × 140 mm × 10 mm 角钢组成便桥架设, 可满足便桥的承载力要求。在便桥跨越障碍物的两端需要设置基座, 竖井位置的基座设置在锁口圈梁上, 在进行锁口圈梁施工时进行预埋件的施工。跨越主体结构基坑时, 在围护桩顶冠梁的外侧设置混凝土基座, 基座长 1.5 m, 宽 0.5 m, 深度 1 m, 并预留 Ⅱ 28 mm@100 mm × 100 mm, 保护层厚度 5 cm。

3.3.2 管线封堵措施

1) 封堵顺序

先对管线的上游进行封堵, 再封堵管线的下游。

2) 上游封堵措施

将 2 条管线挖出后, 在管线两侧 30 cm 范围内对管线进行半包封处理, 半包封采用 C20 混凝土。在每个管体上开 2 个洞, 管体开洞采用切割机进行, 开洞尺寸为上游洞长度 1 m, 下游洞长度 1.5 m; 开洞深度为管体的一半; 上下游 2 洞的净距为 1 m。管线封堵采用充气气囊进行。

3) 下游封堵措施同上游封堵

4) 基坑内封堵措施

导水及管线封堵成功后, 在土方开挖的过程中, 用风镐将 2 条污水管线破除, 破除面应进入围护桩面 5 cm。破除完成后, 在破除面上砌筑 37 砖墙封堵, 墙面抹灰 5 cm 防水砂浆。

3.3.3 水位报警

为确保安全, 并对可能或即将发生的水位上涨现场提前做出预警, 在上游竖井内设置水位报警装置。将报警铃设置在值班室门口, 报警警戒线设置在距竖井底 1.3 m 处。

3.3.4 平行导水方案

为避免临时导水不及时造成积水, 在抽水结构完成后永久改移完成前, 在结构上架设渡管进行平行导水, 具体步骤如下:

1) 上游管线预埋

在操作平台及集水坑施作前,将导水竖井内2管线中间部位靠近基坑一侧的土方,挖至蒲凉污水管内底高程,开挖长度2 m,宽度6.2 m。开挖原则:根据围护桩的桩位情况,开挖出3个桩间空隙的空间。开挖过程不施作网喷措施。在开挖的基槽范围浇筑10 cm的C15混凝土找平层。

在距竖井南侧1.5 m的位置处安放3个柔性防水套管,套管长度1 m。套管的管内底高程比污水管线管内地底高程高15 cm,并保证穿管后,导水管能从桩间的空隙穿过。在每个套管间设置3道止水胶,止水胶尺寸为高×宽=1.0 cm×1.0 cm,止水胶在套管宽度范围内均匀布置。

满打C15混凝土将套管与土体之间缝隙塞满,在套管内穿管,外露长度不大于15 cm。预埋的钢管长4.5 m,在导水竖井内预留1.5 m,钢管穿过围护桩间空隙,插入基坑内约1.3 m,需在主体结构内侧预留0.5 m,供后期接管需要。敷设时,在基坑内设置临时的脚手架支架,防止钢管发生倾斜或移位。在钢管北侧砌筑37墙,墙高出管顶40 cm,墙外侧抹灰,厚度3 cm。

进行土方回填,按照抽水方案施作操作平台等工序。

2) 基坑内预埋

工艺流程[1]为:土方开挖→打管棚→掏洞→穿管→封堵。

土方开挖时根据管线及预埋管的位置放开挖线,用小型挖土机进行开挖。开挖时需将两侧围护桩暴露出来,便于后期处理。为便于土方开挖,先将D1600污水管线顶由人机配合的方式挖出,然后,以D1600污水管线顶为水平面,下挖1.7 m,宽度视围护桩位置而定。开挖位置东侧放坡1:0.3。开挖时需要注意2根污水管的位置,不要破坏管线。

先将预埋管的位置在待开挖的土面上标示出来,然后施作管棚,预埋管的管顶与D1600污水管的管中高程一致。管棚的位置位于相邻两围护桩之间,方向与围护桩面呈60°,长度为3 m。管棚呈1/4圆型,圆心位置位于预埋管的圆心。管棚由6根长为2 m的D40钢管组成,钢管弧线间净距5 cm。钢管与预埋的D609管线间净距≥10 cm。管棚的光管用 Φ 18 mm的螺纹钢筋连接,并在相邻围护桩的对应位置上打入膨胀螺栓,与螺纹钢筋焊接牢固。打管棚的方向

为由基坑内侧向外侧进行。

由人工用洛阳铲进行掏洞，掏洞的位置与预埋管的位置一致，与围护桩面呈 60° ，掏洞的直径应大于 D609 钢管外皮直径 $8 \sim 10 \text{ cm}$ ，方向为由基坑内侧向外侧进行。为保证预埋管的高程，在上游位置掏洞时洛阳铲的施工方向应略向上扬。掏洞应掏至上下游的集水坑位置处，因集水坑一侧的土体为网喷混凝土，因此需要先用风镐进行破除。

在掏洞的位置将管穿进或用大锤砸进，在管外侧与土体之间用 C20 混凝土进行填充。

上、下游集水坑一侧的钢管端头，需要砌砖进行封堵，并在砖面外侧抹灰 3 cm ，管与土体之间用单组份聚硫密封膏进行填充。

3) 下游管线预埋同上游管线

4) 中间渡管安装

在该段的主体结构底板施作完成后进行接管作业。在预留的两侧导水管的端头部位焊接法兰盘，根据现场实际情况，实测实量接管长度。在接管的两端焊接法兰，法兰之间用螺栓连接，并保证其密闭性。接管完成后，将南侧的柔性套管固定死。管线相接平台借用结构顶板施工时支设的满堂红脚手架，支管下脚手架步距调整为 $30 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ 。

3.4 污水管开始导水

3.4.1 导水条件

在对管线破口并完成有害气体检测后，进行导水。

3.4.2 导水作业

1) 将上游竖井内导水管端头的挡墙凿除。

2) 停止水泵作业，但水泵仍保留在原位。

3) 派专人定时查看导水情况，应保证 24 h 有人盯守，并每天将所有的泵轮转使用，以确保水泵处于良好的工况，一旦发现有运转不正常的水泵，必须向项目部报告。组织人员穿戴好防护用具后下井修理调试。

3.4.3 导水监测

在上游井和下游井的圈梁上设置冠梁位移观测点,在井周围应至少设置 4 个沉降观测点。工作井施工过程中,每天监控 2 次;施工完毕 1 周内每天监控 1 次直至全部稳定;稳定后每 2 d 监控 1 次。监控数据应及时上报项目部和监理。

3.5 结构恢复及导水管拆除

3.5.1 导水期间施工措施

1) 结构钢筋绑扎期间,在预埋管的位置处断开钢筋,并在洞口处设置加强筋,加强筋为 22 mm 钢筋,长度 1.8 m,上下各 4 根,呈“井”字型布置。洞口处钢筋保护层厚度为 5 cm。

2) 按照蓝图施作穿墙管的防水。

3) 在位于结构墙体中间部位的钢管上,焊接止水环。

3.5.2 结构补做措施

在结构及污水管线永久改移完成后,方可撤管、撤泵。

3.5.3 导水管拆除

1) 导水管后接部分因为用法兰盘连接,拆除时可直接拆除法蘭盘,卸下中间的接管。

2) 用气焊将结构内侧墙面的钢管切除,并凹于墙面 100 mm,用同规格钢板以电焊的方式将管口封死。为确保防水,在管边缘位置满涂密封胶。

3) 在洞口处用 22 mm 螺纹钢筋进行植筋,植筋深度 10 cm,植筋形式与主体结构一致。

4) 在洞内侧涂刷水泥基渗透结晶防水涂料 2 遍,涂刷工艺及厚度同施工缝防水的要求,待涂料干后,在上面涂刷 2 道膨胀止水胶。

5) 在洞口处架设模板,然后浇筑 C40 抗渗微膨胀混凝土封堵密实。

4 结论

通过在临时导水施工时对于各个要点的重点控制,可以满足施工需要并进行安全导水作业。城市污水主干道排水经过抽排与平行导水相结合的方式取得

了很好的效果，既保证了线路主体结构贯通，又满足了污水管的排水功能。

参考文献

- [1] 北京市市政工程总公司. DBJ01-87-2005 北京市市政基础设施工程暗挖施工安全技术规程 [S]. 北京: 中国市场出版社, 2005.
- [2] 廖治军. 市政污水管道施工及质量控制浅析 [C] //2018.
- [3] 吴庆华. 市政雨污水管道分流改造工程研究 [J]. 中小企业管理与科技, 2017 (13).
- [4] 中国建筑科学研究院. GB50204-2002 混凝土结构工程施工质量验收规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [5] 迟令军. 市政工程污水管道顶管施工的质量管理探究 [J]. 建设科技, 2017 (6): 74-74.