

浅谈预制管顶推施工的主要技术及应用价值

刘文成

焦作市水利局, 河南 焦作 454002

[摘要] 预制管顶推施工技术应用价值, 施工优点, 目前仍具有一定的应用价值。本文通过焦作市沁北引黄干渠穿越S104省道及“长济”高速公路介绍水利工程穿越公路主要施工技术, 通过比较分析, 总结出其应用价值, 指导类似工程设计及施工。

[关键词] 顶管; 施工; 技术; 应用

Discussion on the Main Technology and Application Value of Pre-fabricated Pipe Jacking Construction

LIU Wencheng

Jiaozuo Water Conservancy Bureau, Henan Jiaozuo, China 454002

Abstract: Prefabricated pipe jacking construction technology application value, construction advantage, still has certain application value at present. This paper introduces the main construction technology of water conservancy project through S104 provincial highway and "Changji" highway through Qinbei Yellow River diversion Canal in Jiaozuo City. Through comparison and analysis, it summarizes its application value and instructs similar engineering design and construction.

Keywords: Pipe jacking; Construction; Technology; Application

1 工程概况

(1) 沁北引黄干渠穿越 S104 省道有 16 节管长 32m 位于路面以下, 每节长 2m。顶管采用 C50 钢筋砼预制管为箱形钢筋砼结构, 单孔, 孔口尺寸 2×2m, 边墙及顶、底板的厚度均为 50cm, 管与管之间没有缓冲胶垫, 路面以下顶管段埋深 5.3m。

(2) 沁北干渠穿越“长济”高速公路有 32 节管长 80m 位于路面以下, 每节长 2.5m。顶管采用河北 C50 企口钢筋砼预制管, 单孔, 孔口内径 $\phi 2.2\text{m}$, 厚度均为 22cm, 管一头安装有钢圈注浆板, 管与管之间有缓冲胶垫, 路面以下埋深 9.94m, 原地面以下埋深 5.1~5.25m。

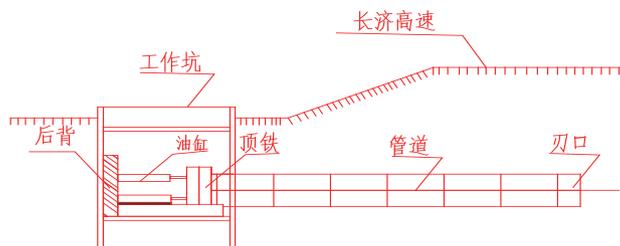
2 项目区地质条件

焦作市沁北引黄干渠穿越 S104 省道和“长济”高速公路场区地层均为第四系冲积物, 自上而下依次为: ③重粉质壤土, 层厚 13.0m~13.5m, 层中夹③-1轻粉质壤土, 层厚 7.0m, ③-3粉砂透镜体, 渠道穿越 S104 省道和“长济”高速公路倒虹吸管建基面位于③层重粉质壤土和③-1轻粉质壤土上, 岩性由南向北渐变重粉质壤土, 力学性质较好, 承载力标准值均为 130kPa, 完全满足穿越公路倒虹吸工程要求。地下水位均在穿越公路倒虹吸工程基础面以下, 不需进行施工降水。

3 施工顺序

预制管顶推的施工顺序为: 测量放线(制定项目施工应急预案)——工作井及接受井开挖——工作井基础处理安装轨道及靠背混凝土浇筑——安装顶进设备及吊管——装顶铁——顶进挖土出土——测量纠偏——循环作业——管道贯通——拆工具及靠背——管道灌浆加固——清理场地。

施工过程中采用 100t 吊车下管, 管内挖土采用人工挖装运土, 采用卷扬机将井下挖出的土吊上来再运到特定的场地。



顶管施工立面示意图

4 顶推过程分析对比

4.1 方形箱涵顶推施工

由于方形箱涵采用现场预制,受现场施工条件等各方面影响,预制机械化程度低,方形箱涵标准误差大,管与管之间无法用套管连接,无缓冲胶垫,受力不均匀,前后箱涵上下左右错台增大了阻力,箱涵延长米自重大,顶推施工摩擦大。加之方形箱涵施工过程中,箱涵上方形成平供,受地面过往车辆震动影响,在顶推过程箱涵上方土方塌方形成土榫也增大了阻力,现场施工数据显示,箱涵需要的推力大,易形成箱涵崩裂。穿越 S104 省道顶进 16m 时总推力 200t,顶进 32m 时总推力 640t,并且施工到最后施工难度加大,进度缓慢,顶推距离短,质量无法得到保障,并且存在一定的安全隐患。

4.2 圆形管涵顶推施工

圆形管涵顶推过程,由于圆形管涵采用预制厂购买,预制机械化程度高,误差较小,管与管之间采用企口,顶管外有钢圈注浆板套在外侧,管与管之间有缓冲胶垫,受力均匀,不易形成管涵崩裂,前后管涵上下左右均无错台,管涵延长米自重小,顶推施工摩擦小。加之管涵施工过程中,土方开挖上方自成园供,顶推过程管涵上方土方不易塌方。现场施工数据显示,管涵需要的推力小。在“长济”高速穿越“长济”省道顶进 40m 时总推力为 200t,顶进 80m 时总推力达到 400t。并且施工到最后施工难度小,进度快,无噪音,质量能得到保障,顶推距离长,安全隐患小。

5 工程接缝止水施工

(1) 沁北干渠穿 S104 省道方形顶管止水,顶管完毕后,对于管与管之间的缝隙,迎水面箱涵之间分缝采用闭孔泡沫板填塞,内设一道 U 型橡胶止水带外用 C30 细石砼浇筑,迎水面处 660mm 宽用水泥基型防渗涂料防渗。同一区段内先灌一序孔再灌二序孔,上边留排气孔,灌浆应连续进行,因故终止灌浆的灌浆孔,应按规定进行清孔,清孔完成后再复灌,灌浆结束时应在规定压力下灌浆孔停止吸浆后,再延续灌浆 10min。

(2) 沁北干渠穿“长济”高速公路圆形顶管止水,由于圆管为三级企口顶管,外侧有钢圈灌浆板,质量好缝隙小,顶管施工完毕后,对于管与管之间的内侧缝口,采用 1:2 水泥砂浆压实填抹。管分缝处理完毕后利用灌浆孔采用方管外围灌浆方式进行管外围灌浆处理,就能达到较好的止水效果。注浆压力控制在 0.3MPa 以内,待观察孔出浆时,证明局部已经注满,再利用上序观察孔作为注浆孔继续注浆,如此循环,直至全部注满,要求注浆完成后管外壁与土层间的空隙充填密实。

6 预制钢筋混凝土管顶推施工的优点

(1) 施工过程简单,同一工程穿越多个建筑物可多个工作面同时开展施工,容易提供施工效率。工程施工过程自动形成园拱,园拱稳定性好,不易塌方,阻力小。

(2) 施工成本低,仅需要少量设备,每日分三班循环连续开挖顶进施工,加快施工进度,为灌浆加固争取时间,每班依靠几个劳动力便可完成顶管施工,而且折旧费及损耗较小。

(3) 工作井及接收井占用场地小,且避开交通干道,对公路交通影响较小,预制管顶推施工,不但防止了重要交通干线中断交通,在一定程度上也能保证交通要求。

(4) 由于预制管顶推施工埋深较深,容易避开地下管线,防止出现不必要的损失。

7 预制管顶推施工存在的问题及相应的应对措施

(1) 一般只适用于短距离施工,由于长距离顶进出土的距离加大,效率降低,而且对千斤顶的顶力要求加大,增加了工作井后靠背的负担。

应对措施：可根据土质的实际情况做顶进长度计划，超过 30m 最好设计成圆管，通常每段顶进以 40m 左右为宜，对土质好的情况，根据工程顶推推力类比顶进的最长距离达 90m。如距离再增加借力分段顶进，且洞内照明采用人体安全电压以下电压供电。

(2) 安全隐患大，人工顶进时距离长，洞内空气稀薄，呼吸困难。

应对措施：先在开挖前做洞内及挖掘面的含氧探测，可通过氧气探测器探测含氧量，一般体积百分比不小于 18%，如氧气不足，可通过井外鼓风机送风以达到氧气含量满足要求。

(3) 施工精度不高。对于地质条件复杂情况，顶进过程较难控制，由于人工顶管测量纠偏方法不够先进，偏差大。

应对措施：通过“勤测勤纠”方法，将偏差控制在最小限度。

(4) 管径受到限制。由于人工顶管需要人在洞内进行掘土，管径太小不但在挖土时很难操作，而且如发生意外时，人身安全得不到保证。

应对措施：要求进行人工顶管的管径不低于 $\phi 1000$ 。

(5) 地面沉降控制。由于顶管施工过程，人工超挖运土，诱发管上部塌而引起地面沉降，造成交通阻塞。

应对措施：施工前对穿越处公路路基情况考察清楚，施工过程严禁超挖，工程施工贯通后及时进行灌浆加固，防止地面沉降。

8 结合相关行业规定的几点建议

(1) 随着顶管施工技术不断完善和技术推广，可以应用到通信管线、高压电力管廊、市政管网、油气管道等工程作业施工。也为类似工程设计及施工提供参考。具有工期短、避免造成道路等其他设施破坏。

(2) 管道与公路交叉时一般采取垂直角交叉。如必须斜交，斜交角不易小于 60 度。

(3) 建议预制管顶推施工工程设计优先考虑使用企口圆管施工管口外有钢圈灌浆板，管与管之间有缓冲胶垫。在能保证施工人员安全的前提下，预制管顶推施工有其很大的发展空间和应用价值。

(4) 汛期施工工作井及接收井易造成边坡塌方，防止雨水进入工作井或接收井，工程施工前制定防汛预案。施工前制定施工方案。工程穿越后及时进行灌浆加固，防止路基沉陷诱发安全事故。

(5) 设计顶管埋深不易小于原地面以下 5m。

(6) 水利工程穿越省道及高速公路需要在工程批复前将线路走经、穿越施工设计方案、施工应急预案报公路主管部门征求意见，批复后，将工程施工方案报请公路主管部门组织有关专家进行论证，编制项目安全评价报告，聘请有关部门进行水利工程穿越公路安全性评价报告进行审查通过后，签订公路保通协议、施工安全协议、赔偿协议、办理工程施工许可手续后方可施工。

(7) 水利工程穿越重点河道需进行防洪影响评价分析，办理穿越河道施工许可手续。

[参考文献]

- [1] 张海龙. 浅谈预应力混凝土连续梁跨越既有顶推施工技术及应用[J]. 中小企业管理与科技, 2012(11): 135-136.
[2] 陈桂财, 官水根. 顶推施工技术在公路桥梁工程中的应用[J]. 交通建设与管理, 2014(6): 18-20.