

Research on the construction technology of irregular comprehensive pipe trench with large slope

Zhujie Han

Shanxi Wujian Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030013, China

Abstract

With the continuous advancement of urbanization and the ongoing expansion of cities in China, utility tunnels, as a crucial carrier for intensive and modern utilization of urban underground space, are playing an increasingly vital role in urban infrastructure construction. Particularly in enhancing urban comprehensive service functions, strengthening the disaster resistance of municipal facilities, and optimizing urban spatial layout, the construction of utility tunnels holds irreplaceable strategic significance. However, in engineering practice, when encountering special conditions such as road intersections, the need to avoid existing rainwater pipelines, or traversing river channels, certain sections of utility tunnels inevitably adopt a depressed slab design. This special structural form of "steep-slope foundations and roof slabs" poses numerous technical challenges during construction: First, the sloping terrain leads to complex and variable stress conditions in the foundation, resulting in uneven distribution of earth pressure and posing severe challenges to slope stability control. Second, the installation of formwork support systems for inclined structures requires extremely high precision, making it difficult for traditional wood formwork construction techniques to avoid common quality issues such as formwork displacement and joint grout leakage. Furthermore, concrete pouring under steep-slope conditions is highly prone to phenomena like aggregate segregation and grout loss, significantly compromising the integrity and durability of the concrete structure. Therefore, this study on the construction technology for steep-slope foundations and roof slabs of irregular utility tunnels holds substantial practical significance.

Keywords

steep foundation, roof; pipe trench lowering; river crossing; smoothness control

异形综合管沟大坡度施工技术研究

韩祝捷

山西五建集团有限公司, 中国·山西太原 030013

摘要

随着我国城市化进程的不断推进和城市规模的持续扩大,综合管沟作为集约化、现代化城市地下空间利用的重要载体,在城市基础设施建设中扮演着日益关键的角色。特别是在提升城市综合服务功能、增强市政设施抗灾能力、优化城市空间布局等方面,综合管沟建设具有不可替代的战略意义。然而,在工程实践中,当遇到道路交叉节点、需要避让既有雨水管网或需要穿越河道等特殊工况时,部分管沟区段不得不采用降板设计,这种"大坡度基础、顶板"的特殊结构形式给施工带来了诸多技术难题:首先,斜坡地形导致基础受力状态复杂多变,土压力分布不均,边坡稳定性控制面临严峻挑战;其次,倾斜结构的模板支撑体系安装精度要求极高,传统木模施工工艺难以避免出现模板位移、接缝漏浆等质量通病;再者,大坡度条件下的混凝土浇筑作业极易产生骨料分离、浆体流失等现象,严重影响混凝土结构的整体性和耐久性能。因此,本文研究异形综合管沟大坡度基础、顶板施工技术具有重要的现实意义。

关键词

大坡度基础、顶板;管沟降板;河道穿越;平整度控制

1 引言

针对当前施工过程中遇到的一系列技术瓶颈问题,项目团队开展了深入系统的技术研究和工艺优化工作。经过反复论证和实践验证,最终成功研发出一套完整的综合管沟“大坡度基础、顶板”专项施工体系。这套技术特别针对管

沟降板段、河道穿越段等特殊地形条件下的施工难点,在传统施工工艺基础上进行了全面创新升级。具体而言,该方法在钢筋工程、模板工程、混凝土工程等关键施工工序上实现了多项技术突破:通过优化钢筋绑扎工艺、改进模板支撑体系、创新混凝土浇筑方法等措施,有效解决了大坡度条件下施工质量控制难题。

2 关键技术难点的应对措施

本方法的核心技术突破主要体现在以下几个关键方面:

【作者简介】韩祝捷(1986-),男,中国山西河津人,本科,高级工程师,从事建筑施工管理研究。

首先,在地基处理阶段创新性地采用人工精细清理基底的方法,通过专业测量仪器严格控制基础地面的平整度和标高,确保完全符合设计规范要求;同时引入先进的斜面振捣设备(如改装挖掘机夯实器),显著提升了坡面土体的压实均匀性和密实度,从而有效增强了斜坡地基的整体结构稳定性。其次,在钢筋绑扎工序中,创新性地设置标准化成品加工钢丝隔断网系统,这种工艺创新不仅优化了钢筋骨架的定位精度,还为实施混凝土分层分段浇筑工艺提供了可靠保障;配合使用高频插入式振捣设备进行精细化振捣作业,通过科学的振捣参数控制,确保了混凝土结构的均匀性和密实性。第三,顶板采用角度可调节装置可以有效地控制模板的角度和标高。第四,通过科学掺加高性能复合外加剂,对混凝土配合比进行系统优化,这种材料创新不仅显著改善了混凝土的流动性和可泵性等工作性能,还大幅提升了其抗压强度、耐久性等关键力学指标。工程实践数据表明,与传统施工方法相比,该创新工法可有效缩短施工周期15%以上,显著减少材料损耗达20%,工程实体质量验收一次合格率稳定保持在100%的高水平。该施工方法具有广泛的适用性,特别适合山地城市综合管廊、跨河管沟等地质条件复杂、施工难度大的特殊工况环境。

3 特点

在基底处理施工环节,项目团队特别选用了专业挖掘机夯实器进行土体压实作业。这种先进的施工设备通过其强大的夯实力度和精准的控制系统,能够确保基底土体达到设计要求的压实度标准。与传统的人工夯实方法相比,机械化作业不仅提高了施工效率,更重要的是保证了压实作业的统一性和稳定性,为后续工程结构的稳定性奠定了坚实的基础。

在混凝土浇筑这一关键施工工序中,施工单位从施工组织设计阶段就开始高度重视浇筑过程的连续性控制。为此,工程团队经过多次技术论证和方案比选,专门设计并采用了截流板这一重要施工措施。截流板通过其独特的梯形结构设计和科学合理的布置方式,能够精确调控混凝土的流动速度和方向,确保混凝土在模板内的均匀分布。这一措施的实施,使得整个浇筑作业期间混凝土的供应和浇筑过程始终保持连续不间断的状态。通过这一系列精细化施工控制措施,包括截流板的使用、浇筑顺序的优化以及振捣工艺的改进等,工程的整体施工效率得到了明显提升,同时结构的安全性和可靠性也得到了充分保障,为后续施工奠定了坚实基础。

采用角度可调节装置可以有效地控制模板的角度和标高。这种装置通过精密的螺杆调节系统和可靠的锁定机构,能够实现模板角度在0-90度范围内的无级调节,同时确保标高控制的精度达到±2mm以内。该装置的应用不仅简化了模板支设的施工流程,还大幅提高了模板安装的准确性和

工作效率,为后续混凝土成型质量提供了有力保障。

4 技术原理

基底处理施工环节,采用专业挖掘机夯实器进行土体压实作业;

顶板采用可调节角度装置,模板的角度和标高可以有效地控制;

基础结构顶板采用截流插板技术分块浇筑振捣,确保混凝土的成型质量。截流插板装置辅以刮杠控制混凝土的浇筑厚度;

5 施工技术路线

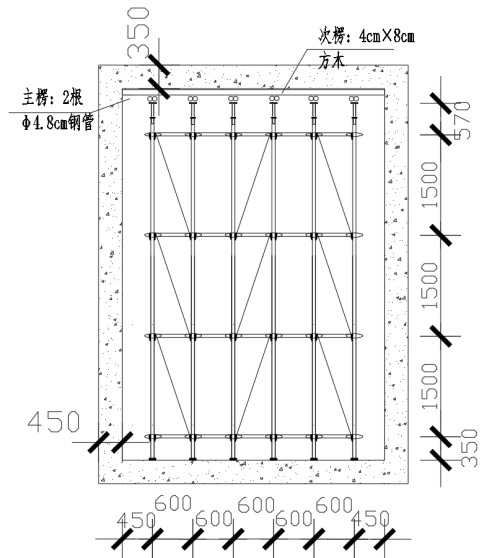
5.1 技术路线

(基础底板施工)加工拦截插板→用专业挖掘机夯实器夯实基底→浇筑垫层混凝土→施工防水及防水保护层→定位放线→绑扎底板钢筋→布置拦截插板→绑扎顶板钢筋→浇筑混凝土→养护混凝土

(顶板施工)加工拦截插板→定位放线→安装斜面模板架→绑扎底板钢筋→布置拦截插板→绑扎顶板钢筋→浇筑混凝土→养护混凝土→拆除顶板模板及支撑体系

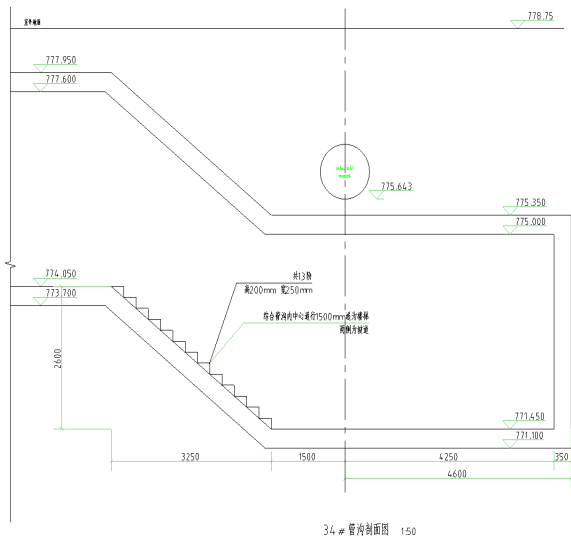
5.2 操作要点

斜板模板架采用盘扣式满堂脚手架作为支撑系统,立杆钢管的外径应为48.3×3.0mm,立杆不应低于GB/T 1591中Q345的规定;水平杆和水平斜杆钢管的外径应为48.3×3.0mm,水平杆和水平斜杆不应低于GB/T 700中Q335的规定;竖向斜杆钢管的外径应为48.3×2.8mm,竖向斜杆不应低于GB/T 700中Q335的规定;立杆纵向间距为900mm,横向间距为600mm,水平杆分两步设置,步距为1500mm、1000mm。[1]



当支撑架的步距为1.5米时,需要根据其搭设高度、具体型号以及立杆的轴向力设计值,来安排竖向斜杆的布置,竖向斜杆布置形式选用间隔2跨布置。

在立管离地不大于 20cm 的位置纵横向设置扫地杆一道，立杆顶端设置平板托通过调节顶丝的标高，以此控制模板的标高和角度。



降板示意图:

鉴于斜坡部位混凝土浇筑时，模板支撑系统因混凝土自重将承受较大侧向荷载，特规定如下加固措施：须于斜坡顶板，依脚手架立杆间距，设置配备 U 型顶托的防滑固定块。该固定块之底部须与 U 型托内边实现紧配安装，杜绝间隙；其顶部斜面坡度须与结构设计坡度严格吻合。据此，可确保模板支撑体系整体稳固，精准维持设计坡度，避免变形。

斜坡顶板钢筋绑扎时，应依据图纸标识的双向间距弹线定位。铺设顺序为先放置坡向弯折钢筋，后铺设水平钢筋，并随即进行临时固定。所有钢筋交叉点均须满扎，相邻绑扎点的铁丝扣应呈八字形，以确保网片整体稳定、防止变形。下层钢筋网使用混凝土圆形垫块控制保护层厚度；双层钢筋间则采用混凝土马凳支撑，并与上层钢筋绑扎牢固。所有钢筋弯折均须由冷弯机按设计角度精准成型，以保证最终的结构尺寸。

截流插板之布设，应于底部钢筋依图绑扎完成后进行。须沿坡面长度方向，按约 0.8 米之间距放置。其作用在于，除控制混凝土浇筑之标高、平整度与板厚外，更作为一道截流屏障，以减缓混凝土重力作用下之流动，从而实现分段浇筑施工，保障斜坡混凝土的成型质量。插板水平方向采用上下 2 根 16 钢筋焊接固定，竖向采用 16 钢筋间距 0.5m，表面缠绕一层镀锌钢丝网。[2]

斜坡混凝土须采用由下至上的分段浇筑法施工。经试验数据确定，最佳分段距离为 0.8 米（即两隔板间净距）。据此，当混凝土坍落度处于 140~160mm 区间时，可有效实

施点振，并抑制其因重力作用发生大范围流动与堆积，从而保障振捣质量。浇筑作业应自周边开始，分段逐级向上进行。振捣时，振捣棒须垂直坡面，遵循“快插慢拔”之要领，间距控制在 20~30 厘米，最大不宜超过 40 厘米。振捣程度应以混凝土表面呈现浮浆、不再发生明显沉降、且无气泡与泌水现象为准。混凝土表面应随浇随用刮尺依托角钢刮平压实。在浇筑工序结束后，须立即予以养护，优先采用塑料薄膜覆盖法，使混凝土表面与空气隔绝，利用内蓄水分完成充分水化，以确保其最终强度及防裂性能。加强混凝土养护，防止混凝土产生裂缝。[3]

模架拆除待混凝土达到设计强度后方可拆除。模板拆除应平稳有序，严禁暴力硬碰。所有拆下的材料须及时回收，整齐码放，实现文明施工与周转复用。

6 质量控制

6.1 质量检查程序

旁站：专职人员对各项工程的施工段进行巡回监督检查。

自检：直接施工人员、施工管理人员对本单位担负的工程进行施工工序、各部尺寸、高程、位置及外观的检查。

交班及交工检查：同一工序分班作业的交接班检查及工序间的交工检查。

6.2 质量标准

施工缝两侧混凝土要标高一致，结合严密，施工缝顺直。

施工缝处钢筋保护层厚度符合设计要求

混凝土表面宽度不得有大于 0.02mm 的裂缝，不得有龟裂现象，严格预防裂缝的形成。[4]

7 结语

异形综合管沟大坡度基础、顶板施工技术是一项复杂而关键的技术，也是一个多学科交叉的领域，需要建设单位、设计单位、施工单位和科研机构的密切合作，通过不断的技术创新和实践总结，在实际工程中，应根据具体情况选择合适的施工方法和技术要点，不断总结经验，为类似工程提供参考。

参考文献

- [1] 刘继先, 王祺, 黄山, 一种适用于综合管廊斜坡段的支架搭设结构的制作方法. 技术网, 201720912648
- [2] 王祺, 龚焱, 王强, 城市综合管廊大坡度斜坡段主体结构施工, 期刊网2019(1):30
- [3] 黄贺, 周俊吉, 关于城市地下综合管廊的施工技术研究[J]. 科技风, 2017(19):76
- [4] GB50300-2011, 建筑工程施工质量验收统一标准