

明挖隧道深基坑施工技术应用分析

赵嘉恒

(中交隧道工程局有限公司, 江苏 南京 210001)

摘 要 我国城市化进程不断加速, 城市地下交通基础设施建设成为解决土地资源紧张、改善交通环境的重要途径。明挖隧道深基坑施工技术作为一种关键技术, 在深基坑及隧道施工中的应用受到了广泛关注。本文聚焦明挖隧道深基坑施工技术的应用, 通过对特定工程案例的具体分析, 详细论述了明挖隧道深基坑施工的技术流程、关键节点及安全防护措施, 旨在为提高明挖隧道深基坑施工质量与效率提供有益参考。

关键词 明挖隧道; 深基坑; 灌注桩成孔; 围护结构; 基坑降水

中图分类号: U231.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.03.012

0 引言

随着城镇化的加速和城市地下空间的开发, 地铁、地下通道等基础设施建设需求日益增长。在此背景下, 明挖隧道深基坑施工技术作为一种被广泛应用的地下施工技术, 对于确保深基坑及隧道施工的质量与安全具有重要意义。深基坑开挖及隧道结构的稳定性直接关系到整个工程项目的成败, 全面深入地研究与分析明挖隧道深基坑施工技术在深基坑施工中的应用及其技术要点, 成为此类工程实践中迫切需要解决的问题。本研究通过对案例工程项目的深入剖析, 探索了一套有效的明挖隧道深基坑施工技术实施方案, 旨在为同类工程问题提供一种科学可行的解决路径, 并进一步指出了其在施工过程中所必须注意的关键节点和技术要点, 这对于优化实践操作流程、提高施工效率以及确保工程的顺利实施, 都有着不可忽视的理论价值和现实意义。

1 工程概况

横琴隧道—黑白面将军山隧道工程位于规划横琴三通道南端, 北起黑白面将军山隧道南侧洞口处, 南与已建成的横琴隧道衔接。计划采用全连拱隧道技术执行施工, 双向 6 车道, 全长 2.2 千米, 规划的起始点为 WK0+056.985(EK0+133.803)至 WK0+734.112(EK0+819.128)。在主体构造上, 采取双孔分道模式, 将施工区域规划区域细分为 A、B、C、D 四个分区, 进一步进行该区域的深基坑支护研究, 并对其结果进行了分析。

2 基坑土方开挖

2.1 基坑开挖的前提条件及验收

在进行基坑土方开挖前, 施工团队及参与人员需要先进行自查自评, 并提交相应的检查评估报告给监理单位, 以便开展对重点工程前期条件的验收程序。

监理单位需要详查相关申请, 并在验收前五日内将审查后的验收申请递交给建设单位, 确保申请书清晰记载了验收的具体时间、地点、包含的内容以及参与各方的人员名单。建设单位与监理单位将联合组成验收小组, 该小组成员需要包含双方的技术负责人, 并对工程前期准备工作进行全面审查, 并拟定出明确的验收结论。只有在验收流程顺利完成后, 项目才能取得建设单位工程技术主管与总监理工程师的共同签名认可。验收小组必须确保现场安全, 保证后续工序开展无阻碍, 且对存在的问题进行及时整改, 并授权监理单位对其进行监督与整改后结算, 最终生成销项报表^[1]。

2.2 施工安排

1. 土方开挖遵循原则。基坑稳定性是进行土方开挖作业时需遵循的首要原则, 它要求施工活动必须遵循科学的施工工艺和程序。在严格遵循此类施工程序的同时, 组建一支由专业技能人员构成的工作团队至关重要。他们经过严格的训练, 了解施工计划中关于工期和效率的关键要求, 并且能在实际施工过程中迅速应对潜在问题。相应地, 这一专业团队必须专门负责监测施工过程, 应用现代工程技术和方法对土方工程施工潜在危险进行评估, 以期能够主动预警, 并遏制安全事故的发生。土方的开挖活动, 现阶段采用了分层、分块的方法, 这种方法要求工程师通过实施详细的施工计划, 使得开挖工作有序分层进行, 确保每一层土方都能够及时得到支撑结构, 此举有效地控制了因单侧开挖过大截面而可能引发的基坑变形。这种精细的开挖技术对缩短无支撑状态基坑暴露的时长也极为有利。在开挖过程中, 工程师必须综合考虑时间、施工程序及环境因素, 适时调整施工进度和流程, 同时依据地理条件, 对开挖步骤做出灵活机动的调整,

以期实现施工期间对基坑变形的精准控制。

2. 土方分层开挖厚度。在工程建设中,土方分层开挖厚度依据具体地质状况而定,如淤泥质土层,施工深度需要限于 1 米以下;对于其他种类土层,则不得超出 2 米的开挖范围,以确保施工安全及效率。而对于土方的水平施工长度,建筑基坑工程技术规程提供了科学的指导,强调在软土地基开挖过程中采取 15 米至 30 米长度的分段方法,尤其是当工程项目接近敏感区域时,必须适度缩小开挖范围,以减轻对周边环境的影响。另外,引入了一种新的基坑支护方案,即钢板桩支护方案,这在素填土、粗砂及淤泥质土层的深基坑开挖中显得尤为关键。此外,进一步了解此方面的施工工艺,可以查阅相关施工工艺图,以便更精确地理解现场施工的具体操作方式。

2.3 基坑开挖施工

1. 基坑土方平衡施工。在许多因素影响下,合理分配土方是实现工程建设成本最小化的有效途径。案例工程在充分考虑地质情况的基础上,将工程细分为三个区段,以期采取针对性措施进行科学管理。项目将涉及的土质类型包括素填土、粗砂和风化岩,并充分考虑到珠海市特殊的弃土难题,提出了利用部分优质素土回填的创新方案,不仅降低了项目的总体成本,也在对周围环境的影响上进行了优化处理,体现了资源循环利用和环保施工的理念^[2]。

2. 土方开挖施工。案例工程基坑开挖深度较大,开挖量达到约 112 万立方米,因此必须严格按照层次开挖的指导思想去执行,确保每一个步骤都能控制在安全范围内。对于包含淤泥层的特殊土质,开挖厚度应控制在 1 米以内,而其他土层则不得超过 2 米。需强调的是,当开挖至基坑围护结构施工的表面时,表面高度的控制更要严格执行,不得超出支撑顶部 0.6 米,这种分层开挖和严格高度控制的技术手段,能够有效减小基坑的侧向变形,对保障基坑的整体稳定性起着关键作用。在该工程的施工方案中,需要采用分段开挖,每一段的开挖深度为 20~25 米。必须严格按顺序逐段实施,同时保持每段之间足够的间距,以大于 15 米的标准为宜。基坑支护作为一项重要的安全措施,需要按照相应的技术规范,必须完全遵循支护结构专业建设单位的具体标准进行,禁止任何形式的超挖行为,这一系列要求均为保障施工安全和减少工程风险而设,突出了在高难度开挖工程中对施工精确度和安全性要求的严格性。

2.4 施工要点

在工程实施前,必须探明区域内地下管线及建筑物的状况,确保没有障碍物会妨碍施工进度。对于无

法挪动的管线,应制定加固及保护措施,确保其在施工期间的安全及连续使用。迁移与保护地下管线的计划,需要事先获得管线所有者及项目所有者的批准。为预防地下水涌入,需要构筑环形排水沟,并对地表进行硬化处理,以免地表水渗入基坑。在施工期间,若周围设施如冲洗间和厕所等可能漏水,则必须确保这些设施能安全运行。在执行基础工程时,需要确保保护方案和施工过程图一致,若有必要,应采取分层挖掘的办法。基坑开挖需要遵循逐层作业原则,禁止超尺寸挖掘。对于深度较大的基坑,施工必须分层逐步进行,每层挖掘深度需要根据支撑物限定值进行,避免过度开挖导致结构不稳定。开挖后的基坑需要及时支护工作。当使用机械进行挖掘作业时,应保留坡脚处 20 厘米厚的土层,以便使用人工方法进行修整^[3]。

3 明挖深基坑隧道施工的关键技术

3.1 灌注桩成孔

在明挖深基坑隧道施工过程中,关键的技术操作之一是灌注桩成孔工序的精确实施,此过程必须综合考虑具体的地质及岩土条件。在施工中遇到岩土体承载风化作用时,可采纳相应的取芯或冲击作业方式,运用螺旋钻机与正反循环钻机等设备进行成孔任务;而面对例如淤泥质等土质较为松软的环境,必须格外小心以免破损土层。施工中需要充分考虑土体的特性,选用合适的灌注方法,确保灌注桩的稳定与承载力。采用冲击钻机等工具在土层中挖掘出特定深度的孔,紧接着必须及时进行钢筋混凝土的灌注。在该施工阶段,专业人员提出了一种力学性能优异的新桩基方案,以此提升整体施工的质量。

3.2 围护结构

在深基坑工程施工过程中,确保工程的质量需要采用一系列的技术手段,包括采取有效的支护方式以及合理的基坑降水方案以防止因地下水引起的问题,从而保证土层性质得到合理考虑。在隧道的挖掘与矿石灌注阶段,选择合适的成孔方法至关重要。要求灌注桩制成后,需要符合设计荷载的相关要求。在挖掘工作中,适时运用电动潜水泵排除地下水,这对于防止坑底塌陷和确保支护结构的稳定性至关重要。在喷粉桩作业时,需要精准控制高压旋喷法的喷射速度与连续性,以防止因操作不当导致钻孔冒浆的情况。若在钻孔环节遭遇异常溢流现象,则必须立刻中断作业,对造成返浆的原因进行彻底检查,确保注浆作业能够准确无误地进行,进而保障支护结构施工的质量。

3.3 基坑降水

在隧道深基坑施工操作中,为避免地下水对作业

的影响,需要设置降水井。降水井的作用在于维护基坑干燥状态,减少土体水分,提升土质的承载能力和稳定性。在施工过程中,需要精确遵守既定的基坑开挖和隧道建设方案,以确保围护结构和排水系统符合标准。对地下水位变化和钻井的土层渗流情况的实时监控是必要的措施。通过应用湿式喷射技术,可以有效预防由地下水位变动引发的深基坑及隧道稳定性问题。针对深基坑施工,应当采取有效的地表水处理方法,以防止雨水流入进而影响边坡稳定,确保深基坑的整体安全性^[4]。

4 明挖隧道深基坑施工安全防护要点

4.1 加强工程监督

针对隧道深基坑施工的安全管理,必须将监督措施贯穿施工全过程。在深基坑的爆破施工环节,科学管理炸药极为关键,从而确保工程安全。施工监督中包含防火与警示标志设置等多个方面,应预设明确的安全措施确保材料被妥善处理。在明挖隧道深基坑施工过程中,操作大型机械应遵循严格的安全规范,同时注重施工人员的安全教育,实施全程化的生命安全监管,以此将工程风险降至最低,保障施工人员的人身及财产安全^[5]。

4.2 做好图纸审核

在明挖隧道深基坑施工建设期间,施工团队必须在科学的方法论指导下,针对土层结构和主体构造实施钻孔作业。面临图纸标注的重叠作业区域时,应进行综合协调,以减少因狭窄作业空间导致的设备碰撞和其他安全事故。负责施工的单位应在施工前对图纸进行严格审查,这些审查包括但不限于对钻孔孔径和灌浆注意事项的关注。在施工计划与策略的指导下,必须调整和改进图纸中存在的任何不合理之处,使之同现场土质及建设目标相匹配,进而确保工程的施工质量与安全性^[6]。

4.3 加强施工现场管理

在明挖隧道深基坑施工的过程中,必须在详细施工方案以及设计工作的基础上执行操作。施工前的详尽勘测工作需要掌握地质及水文等关键信息,以便为后续排水及防护措施提供必要依据。明挖隧道深基坑施工期间,需要特别关注如何优化操作人员与设备的交叉作业,考虑到工作面的狭小性,合理分配工作任务以确保作业顺利,避免特殊环境下的作业冲突。施工材料的使用、机械操作状态,以及工地地质地貌和气候状况等均需要综合考虑以确保施工现场的安全管理。基础设施建设活动中涉及易燃易爆等特殊物料时,需要在工地区域设置警示标识,以确保安全储存。施

工单位在施工现场管理过程中,必须全面评估物料运输、机械操作以及自然地理和气象条件,实施全面的现场安全管理策略^[7]。

4.4 施工工艺改进

随着信息技术、数字化与智能化技术的进步,明挖工作和地下通道施工工艺也在此大背景下被改良。新引入的支护、针骨和降水技术的应用使得施工作业更安全高效,不但提高了工程品质,同时确保了现场作业的安全。案例工程参与方在进行施工活动时,对整体技术进行了优化,并从实际操作中吸取经验,不断深化施工工艺,这些改进措施提升了深基坑和隧道工程的施工质量,同时也优化了施工流程,确保了项目整体的稳步推进^[8]。

5 结束语

明挖隧道深基坑施工技术在深层基坑及隧道施工中的应用已日益成熟,并展现出其独特价值。随着城市化步伐不断加快,各类地下基础设施建设需求增长迅猛,此类施工技术的重要性愈发凸显。地下工程面临的地质条件千变万化,施工过程中风险因素众多,如何确保施工安全、提高作业效率和质量,成为工程师们必须直面的问题。现今,更为科学的施工工艺改进和对现代技术的充分利用,使得深基坑施工技术日趋成熟完善。在地铁建设、交通基础设施,甚至城市综合管廊等项目中,该施工技术将发挥更加关键的作用。同时,在技术不断发展的进程中,对于数据信息化技术、材料科学和施工管理的研究与应用将持续推动施工水平实现新的跨越。

参考文献:

- [1] 李亮.明挖隧道深基坑开挖的安全防护施工技术分析[J].中国住宅设施,2024(03):160-162.
- [2] 张俾瑶.探讨深基坑明挖隧道施工技术[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(04):101-104.
- [3] 何宇超.城市明挖隧道深基坑支护施工技术探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(02):97-100.
- [4] 陈青峰,苗彦军,韩磊磊,等.明挖深基坑“排桩+土钉墙”支护结构体系施工技术及质量控制要点分析[J].四川水泥,2023(04):145-147.
- [5] 路洋洋,黄然,翟飞.明挖深基坑及隧道施工技术要点分析[J].工程建设与设计,2023(24):37-39.
- [6] 程博.城市复杂明挖隧道深基坑支护施工关键技术[J].中国地名,2024(06):25-27.
- [7] 李洋.明挖地铁车站深基坑施工技术应用[J].工程机械与维修,2024(02):203-205.
- [8] 苏秋旭.城市明挖隧道深基坑支护施工的关键技术[J].散装水泥,2023(04):150-152.