

# 公路施工中路基土方开挖技术应用分析

文海璐

河南乾山路桥工程有限公司 河南 驻马店 463200

**摘要:**路基土方开挖是公路施工的基础性核心工艺, 直接决定路基稳定性与公路通行安全性。本文概述了路基土方开挖技术的内涵、类型及应用原则, 详细阐述了前期准备工作要点, 重点分析了开挖方式、边坡支护、土方调配等关键技术, 探讨软土地质、岩质边坡等特殊地质条件下的开挖技术应用与安全防护策略。研究表明, 科学选择开挖技术、规范前期准备、强化过程管控, 能有效规避施工风险、保障工程质量。

**关键词:**公路施工; 路基土方开挖; 关键技术; 特殊地质; 应用

引言: 随着我国公路建设事业的快速发展, 路基工程施工质量要求不断提高, 路基土方开挖作为路基施工的首要环节, 其技术应用合理性直接影响工程整体质量与使用寿命。当前, 公路建设中面临平原软土、山区岩质边坡等多样地质条件, 给土方开挖施工带来诸多挑战, 易出现边坡坍塌、基底沉降等问题。基于此, 本文围绕公路路基土方开挖技术展开分析, 结合实际施工要点, 探讨不同场景下的技术应用与安全防护措施, 为提升公路路基施工质量、保障施工安全提供理论与实践参考。

## 1 公路路基土方开挖技术概述

### 1.1 路基土方开挖技术内涵

路基土方开挖技术是公路施工中基础性、核心性工艺, 指通过各类技术手段, 按照设计要求开挖路基范围内的土方、岩层, 修整成型以满足路基承载、排水及稳定性需求的一系列技术操作的总称。该技术贯穿公路施工全过程, 是后续路基填筑、路面铺设的前提, 直接决定路基整体质量。其核心作用体现在保障路基稳定性, 避免后期出现沉降、坍塌等病害, 同时通过科学开挖优化路基受力结构, 提升路基承载能力, 为公路长期安全通行奠定坚实基础。

### 1.2 主要技术类型及特点

公路路基土方开挖主要分为三类技术, 各有明确适用场景与特点。机械开挖凭借效率高、适用范围广的优势, 成为当前主流方式, 常用挖掘机、装载机等设备, 适合大面积、大工程量开挖, 成本适中, 但对周边环境有一定噪声、扬尘影响。人工开挖精度高, 适用于机械无法抵达的特殊路段(如边坡边角、管线周边), 成本低、环境影响小, 但施工效率低, 仅适用于小范围作业。爆破开挖适用于岩层坚硬、开挖深度大的路段, 破碎效果好、施工速度快, 但成本较高, 需严格控制爆破参数, 防范安全风险与环境破坏。

### 1.3 技术应用原则与要求

技术应用需遵循三大核心原则: 安全第一, 优先防范边坡坍塌、机械伤害等风险; 质量优先, 确保开挖尺寸、坡度符合设计标准; 环保节能, 减少土方堆放、扬尘噪声对周边环境的影响。同时明确技术要求, 质量上需精准控制开挖深度、宽度及边坡坡度, 严控土壤含水量, 及时处理不良土壤; 安全上需规范机械操作、做好现场防护, 爆破作业需履行专项审批; 环保上需合理处置开挖土方, 采取降尘、降噪措施, 实现施工与环保协同推进<sup>[1]</sup>。

## 2 公路路基土方开挖的前期准备工作

公路路基土方开挖前期准备工作直接影响施工质量与安全, 需围绕场地、资源、方案三大核心有序推进:

(1) 施工场地勘察与规划。重点勘察场地地形地貌、地质条件及水文状况, 明确土壤类型、岩层分布、地下管线位置, 排查不良地质隐患; 依据勘察结果规划场地布局, 精准界定开挖区域边界, 合理设置临时道路以保障机械通行, 划定专用堆土场并做好防流失处理, 避免土方堆放占用施工区域或影响周边环境。(2) 施工机械与人员配置。结合工程规模、土方量及工期要求, 科学配置挖掘机、装载机、推土机等开挖机械, 确保设备性能达标并完成调试; 组建专业施工队伍, 明确挖掘机操作员、安全员、质量员等岗位职责, 要求作业人员具备相应技能资质, 提前开展技术交底与安全培训。(3) 施工方案与应急预案制定。结合工程实际制定详细开挖方案, 明确施工工艺、分层分段开挖顺序、质量控制标准及进度计划; 针对边坡坍塌、机械故障、暴雨积水等潜在风险, 制定专项应急预案, 明确应急处置流程、责任分工及物资保障, 确保突发情况妥善处置, 保障施工有序推进<sup>[2]</sup>。

## 3 公路路基土方开挖的关键技术要点

### 3.1 开挖方式与顺序选择

开挖方式与顺序的选择需结合地形、地质条件精准确定,核心遵循“自上而下、分层开挖”原则,具体要点如下:(1)开挖方式选择依据:平原地区、土方量集中路段,优先采用纵向全宽掘进方式,一次性开挖至设计宽度,配合推土机平整,提升施工效率;山区、地形复杂路段,采用横向通道掘进方式,先开挖横向通道形成作业面,再逐步拓展,便于边坡防护同步施工;地质条件较差、易坍塌路段,采用分层分段开挖方式,控制每层开挖高度不超过2m,分段长度根据现场情况确定,避免一次性开挖过深。(2)开挖顺序确定:整体遵循“先浅后深、先易后难、先坡后槽”的顺序,先开挖路基边坡部分,做好临时防护后,再开挖路基主体;同一区域内,先开挖高边坡路段,再开挖低地势路段,避免高边坡开挖对低区域施工造成安全隐患;相邻路段开挖,优先衔接路基填筑区域,减少土方转运距离,确保施工衔接顺畅。

### 3.2 边坡支护与防护技术

边坡支护与防护是防范坍塌事故、保障路基稳定的核心技术,需结合边坡坡度、地质条件选择适配技术,具体要点如下:(1)常用支护技术及适用条件:土钉墙支护适用于土质边坡、坡度 $\leq 70^\circ$ 的路段,施工时将土钉植入边坡土体,配合喷射混凝土形成防护层,施工便捷、成本较低;锚杆支护适用于岩石边坡、高边坡路段,通过锚杆将边坡岩体与稳定土层连接,提升边坡抗滑能力;挡土墙支护适用于边坡较陡、土体稳定性差的路段,采用浆砌片石或混凝土浇筑,拦截边坡土体,防止滑坡。(2)施工关键要点:支护施工与开挖作业同步推进,开挖一层、支护一层,避免边坡长时间暴露;土钉、锚杆植入深度需符合设计要求,植入后及时注浆加固,确保锚固力达标;喷射混凝土强度需满足规范,表面平整,无裂缝、空鼓;定期检查边坡位移、沉降情况,发现隐患及时加固处理。

### 3.3 土方挖运与调配优化

土方挖运与调配直接影响施工效率与成本,核心是实现机械高效配合与土方挖填平衡,具体要点如下:(1)机械选型与配合:根据土方量、土壤类型选择挖运机械,挖掘机优先选用履带式,适配复杂地形,装载机配合清理边坡、辅助转运,推土机用于平整作业面、推送土方;合理搭配机械数量,遵循“挖掘机+装载机+运输车”的协同模式,确保挖、装、运效率匹配,避免机械闲置或拥堵。(2)土方调配优化:施工前核算路基挖填土方量,遵循“就近调配、挖填平衡”原则,将开挖的合格土方优先用于本路段路基填筑,减少外借土方与

弃土量;划分土方调配区域,明确转运路线,避免交叉作业;对暂未使用的土方,堆放于指定堆土场,做好覆盖、防流失处理,减少二次搬运,降低施工成本<sup>[3]</sup>。

## 4 路基土方开挖技术在特殊地质条件下的应用

### 4.1 软土地质开挖技术措施

软土地质广泛分布于平原洼地、河漫滩等区域,其核心特点为含水量高(通常大于30%)、压缩性大、抗剪强度低、承载力差,且沉降变形量大,开挖过程中易出现边坡坍塌、基底隆起等问题,需针对性采取以下专项技术措施:(1)开挖方式控制。严格采用分层分段开挖模式,结合软土厚度确定分层高度,一般每层开挖高度控制在1.0-1.5m,避免一次性开挖过深导致土体失稳;分段长度根据现场地质条件、施工机械效率确定,通常为10-15m,每完成一段开挖、支护后,再进行下一段作业,严禁连续开挖无支护。开挖顺序遵循“从周边向中间、自上而下”,优先开挖边坡外侧土体,做好临时防护后,再开挖路基主体,减少对软土地基的扰动。

(2)排水降水处理。软土地质含水量过高是导致施工隐患的核心因素,需提前采取排水降水措施。浅层软土采用明沟排水,在开挖边坡两侧、基底周边设置排水沟,间距5-8m,沟宽30-50cm、深度40-60cm,及时排出地表积水;深层软土采用轻型井点降水,井点间距1.5-2.0m,降水深度控制在基底以下0.5-1.0m,将软土含水量降至25%以下,提升土体强度。降水过程中实时监测地下水位,避免降水过快导致周边土体沉降。(3)临时支护与基底处理。边坡临时支护优先采用钢板桩支护,钢板桩长度根据软土厚度确定,插入基底以下1.5-2.0m,采用振动沉桩法植入,相邻钢板桩搭接长度不小于10cm,确保支护牢固;对于坡度较缓的路段,可采用土工格栅配合沙袋护坡,土工格栅铺设间距0.5m,沙袋分层堆砌,压实平整。基底开挖至设计标高后,及时铺设级配砂石垫层,厚度15-20cm,采用压路机分层压实,压实度不低于95%,减少基底沉降变形。(4)施工过程控制。开挖过程中严禁机械碾压基底软土,采用小型挖掘机开挖基底表层土体,避免扰动基底结构;雨天严禁施工,雨后需对开挖面、边坡进行全面检查,若出现滑坡、坍塌,及时清理并重新支护<sup>[4]</sup>。

### 4.2 岩质边坡开挖与控制技术

岩质边坡多分布于山区公路路段,其地质特征表现为岩体坚硬、整体性强,但存在节理、裂隙发育、风化程度不均等问题,开挖难点主要为边坡稳定性控制、爆破扰动防控,需结合岩体特性采用以下针对性开挖与控制技术:(1)开挖前期勘察与分级。施工前详细勘察岩

质边坡的岩体类型、风化程度、节理裂隙分布及走向,划分边坡分级,对于高度大于20m、坡度大于60°的高陡岩质边坡,采用分级开挖、分级支护模式。根据岩体风化程度,中风化、强风化岩体优先采用机械开挖,微风化、未风化坚硬岩体采用爆破开挖,避免机械开挖对岩体造成过度扰动。(2)爆破技术选型与参数控制。爆破开挖优先采用光面爆破、预裂爆破技术,减少爆破对边坡岩体的破坏。光面爆破适用于边坡轮廓成型控制,炮孔间距控制在0.8-1.2m,炮孔深度根据开挖厚度确定,炸药用量控制在0.3-0.5kg/m<sup>3</sup>,确保爆破后边坡轮廓平整,岩体完整性达标;预裂爆破适用于边坡顶部预处理,在边坡轮廓线处先开挖预裂孔,预裂孔间距0.5-0.8m,提前爆破形成预裂面,阻隔主爆破冲击波对边坡岩体的扰动。(3)爆破施工控制要点。炮孔布置需结合岩体节理裂隙走向,避免炮孔平行于节理裂隙,防止爆破后岩体沿裂隙坍塌;爆破前清理炮孔内杂物、积水,采用耦合装药方式,确保炸药均匀分布;爆破作业需设置警戒区域,距离爆破点不小于50m,配备专业警戒人员,严禁无关人员进入。(4)边坡成型与监测。爆破后采用机械修整边坡,确保边坡坡度、平整度符合设计要求,边坡表面无明显凸起、凹陷;对于节理裂隙发育的路段,及时采用水泥砂浆封闭裂隙,防止雨水渗入导致岩体风化、失稳。施工过程中采用边坡位移监测仪、沉降观测点,实时监测边坡位移、沉降情况,监测频率每天不少于2次,若位移量超过预警值,立即停止施工,采取加固措施。

#### 4.3 特殊地质条件下的安全防护策略

特殊地质条件(滑坡、崩塌、泥石流等)下,路基土方开挖施工风险高,需建立“监测预警、现场防护、应急处置”三位一体的安全防护策略,保障施工人员与设备安全,具体如下:(1)加强地质监测预警。施工前建立完善监测体系,滑坡路段设置间距10-15m的位移监测桩、测缝计,实时监测位移及裂缝变化;崩塌、泥石流路段设置雨量计、泥水位监测仪,制定预警阈值,数据达标立即预警停工。安排专人记录分析监测数据,及时排查隐患苗头。(2)现场安全防护设置。滑坡、崩塌路段在开挖区域上方铺设主动防护网,锚杆植入稳定岩

体不小于1.5m;施工区域周边按5-10m间距设置醒目警示标志,临时道路设置不低于1.2m的防护栏。(3)人员与设备防护管理。组建专业安全管理团队,对施工人员开展专项培训并考核,合格后方可上岗,作业人员需规范佩戴防护用品。机械操作人员严格按规程作业,设备停放于安全区域,远离边坡、沟谷等危险地段。(4)应急疏散与处置预案。制定详细应急疏散预案,明确路线及集合点,确保施工人员10分钟内撤离;配备挖掘机、急救箱等应急物资并定期检查。突发地质灾害时,立即启动预案,组织人员设备转移,事后排查隐患确认安全后再复工<sup>[5]</sup>。

结束语:本文系统分析了公路施工中路基土方开挖技术的应用,从技术概述、前期准备、关键要点到特殊地质条件下的应用及安全防护,形成了完整的技术应用体系。实践表明,严格遵循技术应用原则,做好前期勘察与方案设计,精准把控关键施工环节,针对性应对特殊地质难题,能有效提升开挖施工效率与质量,规避安全风险。后续可结合新型施工机械与技术,进一步优化开挖工艺,推动公路路基土方开挖技术向高效、安全、环保方向发展,助力公路建设事业高质量推进。

#### 参考文献

- [1]代延龙.公路施工中路基土方开挖技术应用分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(12):031-034.
- [2]孟京栋.高填深挖路基工程中分级开挖与支护施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(1):150-153.
- [3]陈兴杰.高速公路施工中路基土方开挖技术应用[J].交通世界,2021(19):40-41.
- [4]吉一朋.低填浅挖路基施工技术在公路工程施工中应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(1):197-200.
- [5]赵锐.高速公路施工中路基土方开挖技术应用分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(8):097-098.