

道路桥隧工程施工中难点与分析

原宗锋

山东省路桥集团有限公司 山东 济南 250000

摘要：道路桥隧工程施工面临复杂地质条件、高难度结构施工及严格质量控制等系列挑战。本文系统分析了软土地基、高填深挖、大跨度桥梁及隧道开挖支护等关键环节的技术难点，并提出了结合技术创新、科学管理及智能监测的综合应对策略，旨在提升工程安全性与耐久性，为类似复杂工程施工提供重要参考。

关键词：道路桥隧工程；施工难点；应对策略；技术创新；质量监控

引言：道路桥隧工程作为交通基础设施关键部分，对区域经济发展与人员物资流通意义重大。然而，其施工过程受地质、环境等多种因素影响，存在诸多难点。如道路地质复杂、桥梁基础施工挑战大、隧道开挖支护难度高。深入分析这些难点并提出应对策略，对提高工程质量、保障施工安全、推动交通建设发展十分必要。

1 道路工程施工难点分析

1.1 地质条件复杂

道路工程地质条件复杂多变，带来诸多挑战。软土地基处理是技术难点，软土含水量高、压缩性大、强度低，施工若不有效处理，易致路基沉降、路面开裂。处理时需依地质选方法，如换填法能置换软土，但材料与深度把控难；排水固结法可排水降含水量，不过排水系统布置与时间控制难精准；强夯法能增强软土强度，但参数确定与施工监测有困难^[1]。岩溶、滑坡等不良地质也阻碍施工。岩溶地区地下溶洞发育无规律，施工前未准确探测，开挖易塌陷。针对岩溶地质，常用注浆加固、跨越结构等措施，但注浆材料与压力控制要谨慎，跨越结构设计需考虑地质与受力。滑坡地段施工关键在防滑坡体滑动，要先勘察分析成因与趋势，再采取抗滑桩、挡土墙等支护，支护结构位置与尺寸需精确设计。地下水位变化影响也不容忽视，上升会软化路基土、增加难度与隐患，下降可能致地面沉降、影响稳定性。施工时需密切监测，采取合理措施维持水位稳定。

1.2 高填深挖与边坡稳定

高填方路基压实与沉降控制是重点。高填方路基填筑高度大，填筑材料压实难度大，压实度不足后期易产生较大沉降。需严控填筑材料质量，合理分层填筑，选合适压实设备与工艺，确保每层压实度达标。深挖路堑边坡防护与稳定性分析至关重要。深挖路堑边坡坡度陡，易发生滑坡、崩塌等灾害。需根据边坡地质条件与坡度选防护措施，如植草、砌石、锚杆支护等，并动态

监测边坡稳定性。边坡绿化与生态恢复技术能美化环境、增强稳定性，要选适宜本地生长的植物品种，合理规划绿化布局，保证成活率与覆盖率。

1.3 路面施工质量控制

基层与面层材料选择与配合比设计影响路面质量。需根据道路等级、交通量等因素选材料，通过试验确定最佳配合比，保证路面强度、耐久性与平整度。路面平整度与抗滑性能提升是关键。平整度影响行车舒适性与安全性，要严控施工工艺，加强过程质量检测。抗滑性能关乎行车安全，可通过选合适面层材料、设置抗滑构造等方式提高。特殊气候条件下施工措施要到位。高温天气要做好混凝土养护，防止水分过快蒸发；低温天气要采取保温措施，确保混凝土强度正常增长；雨季要做好排水工作，避免雨水浸泡影响施工质量。

1.4 排水系统设计与施工

排水系统布局合理性分析是基础。需根据道路地形、水文条件等合理规划排水系统走向与布局，确保雨水及时排出，避免积水影响道路使用。排水管道安装与接口处理质量影响排水效果。安装时要保证管道坡度符合设计要求，接口处密封严密，防止渗漏。雨水收集与利用技术可提高水资源利用率。通过设置雨水收集设施，将收集的雨水用于道路绿化灌溉等，实现水资源循环利用。

2 桥梁工程施工难点分析

2.1 基础施工

深水基础施工平台搭建与稳定性是关键挑战。深水区域水流湍急、方向多变，波浪频繁冲击，对施工平台结构强度与稳定性要求高。搭建时需精准计算水动力、波浪力等荷载，选用高强度、耐腐蚀材料构建稳固框架，合理布置锚固系统，确保平台在复杂水动力下稳定，为后续施工提供可靠作业面。大直径桩基施工与质量控制难度高。成孔时易遇孔壁坍塌、缩径，需严控钻

进速度与泥浆性能,泥浆要有良好护壁效果。钢筋笼下放要保证垂直度与位置精准,避免碰撞孔壁。混凝土浇筑采用分层振捣,确保密实性,防止空洞、夹泥,保证桩基承载力。基础沉降与不均匀沉降控制关乎桥梁安全。地质差异、施工荷载不均等可能引发沉降。若沉降过大或不均匀超出允许范围,会使桥梁结构内力重分布,产生裂缝甚至破坏。施工前要详尽地质勘察,依地质设计合理基础形式尺寸。施工过程加强监测,依数据及时调整参数,控制沉降在安全范围。

2.2 上部结构施工

大跨度桥梁施工方法选择需综合考量。悬臂浇筑法适用于跨越峡谷、河流等大跨度桥梁,但施工过程要严格把控各节段线形与内力,确保结构安全稳定。顶推法施工效率较高,但对顶推设备精度与导梁设计要求严格,要保证顶推过程平稳,避免结构受力异常。选合适施工方法要结合桥梁结构特点、地形条件、施工设备等因素。预应力张拉与压浆技术影响桥梁耐久性。预应力张拉时要精确控制张拉力与伸长量,使预应力筋有效发挥作用。压浆不密实会导致预应力筋锈蚀,降低结构承载能力。施工时要选用优质压浆材料,严格控制压浆工艺参数,保证压浆饱满密实。桥梁线形控制与合龙精度决定桥梁使用性能。线形偏差过大会影响行车舒适性与安全性,合龙精度不足可能使结构受力不合理。施工过程采用先进测量设备与监测技术,实时调整施工参数,确保桥梁线形符合设计要求。合龙时精确控制合龙段长度与温度,保证合龙质量。

2.3 桥面系与附属设施施工

桥面铺装层材料选择与施工工艺影响行车体验。依据交通量、气候条件等因素挑选合适铺装材料,保证铺装层强度、耐磨性与抗滑性。施工时严格控制摊铺厚度、平整度与压实度,确保铺装层质量均匀。伸缩缝安装与调试关乎桥梁伸缩性能^[2]。安装位置要准确,与桥面衔接平整,避免出现跳车现象。调试时根据温度变化调整伸缩缝间隙,保证能自由伸缩,适应桥梁变形。防撞护栏与排水设施施工影响桥梁安全与排水功能。防撞护栏需具备足够强度与刚度,有效抵御车辆碰撞。排水设施布局要合理,排水顺畅,防止积水对桥面造成损害。

2.4 特殊桥梁施工难点

斜拉桥、悬索桥等特殊桥型施工要点繁多。斜拉桥施工需精准控制索力与塔梁线形,确保结构受力合理。悬索桥施工时,主缆架设与索夹安装精度要求极高,影响桥梁整体稳定性。

跨海、跨江等复杂环境下施工挑战巨大。海洋环境

腐蚀性强,对施工材料与设备防腐性能要求高。江河中水流、泥沙等因素影响施工平台搭建与基础施工,需采取针对性措施应对,保障施工安全与质量。

3 隧道工程施工难点分析

3.1 洞口与洞身开挖

洞口边坡稳定性与防护是隧道施工首要关注点。洞口位置地质条件通常复杂,边坡易受雨水冲刷、风化作用影响,稳定性较差。若不采取有效防护,可能引发边坡失稳、滑坡等地质灾害,威胁洞口施工安全与后续运营。需根据边坡地质情况,合理设计防护结构,如采用锚杆框架梁、挡土墙等加固措施,增强边坡稳定性。洞身开挖方法选择需综合多方面因素。全断面开挖适用于围岩条件较好地段,能提高施工效率,但对设备要求高,开挖中需及时支护。台阶法开挖灵活性较强,可根据围岩变化调整施工参数,适用于多种地质条件,但工序较多,要做好工序衔接。选合适开挖方法要结合围岩级别、隧道断面尺寸、施工设备等。爆破作业安全与振动控制至关重要。爆破产生的冲击波与振动可能破坏周边环境,影响既有建筑物安全。施工时需精确计算爆破参数,合理布置炮眼,采用微差爆破等技术,降低爆破振动强度。同时加强爆破安全防护,设置警戒区域,确保施工人员与周边居民安全。

3.2 支护与衬砌施工

初期支护与二次衬砌施工顺序影响结构安全。初期支护需及时施作,以控制围岩变形,为后续施工提供安全保障。二次衬砌则在初期支护稳定后进行,增强隧道整体承载能力。施工顺序不当可能导致围岩变形过大,影响支护结构受力,甚至引发安全事故。支护结构受力分析与调整是关键环节。随着隧道开挖推进,围岩应力重新分布,支护结构受力状态不断变化。需通过监测设备实时掌握支护结构受力情况,依据监测数据进行分析判断。若发现受力异常,及时调整支护参数或采取加固措施,确保支护结构安全稳定。衬砌混凝土浇筑与养护技术影响衬砌质量。浇筑过程要保证混凝土均匀性,避免出现离析、蜂窝麻面等缺陷。采用分层浇筑、振捣密实等方式,确保混凝土密实性。养护环节需控制好温度与湿度,延长养护时间,防止混凝土开裂,提高衬砌耐久性。

3.3 通风与照明系统安装

通风系统设计与风速控制关乎隧道内空气质量。隧道内施工产生大量粉尘、有害气体,若通风不畅,会危害施工人员健康。设计通风系统时,需根据隧道长度、断面尺寸、施工进度等因素,合理确定通风方式与风

量。通过安装风速监测设备,实时调整风机转速,控制风速在合理范围内。照明系统布局与亮度调节影响施工安全与效率。隧道内光线较暗,合理布局照明设备能提供充足照明,方便施工人员操作。根据不同施工区域需求,调节照明亮度,避免过亮或过暗。同时,选用节能型照明灯具,降低能耗。节能环保型通风与照明技术应用是发展趋势。采用智能通风系统,根据隧道内空气质量与人员车辆情况自动调节通风量,实现节能目标。推广使用LED照明灯具,具有节能、寿命长等优点,减少能源消耗与灯具更换频率。

3.4 防水与排水系统施工

防水层材料选择与铺设工艺影响隧道防水效果。防水层材料需具备良好的防水性能、耐久性与柔韧性,能适应隧道变形。铺设时严格按照施工规范操作,保证防水层搭接严密,无破损、褶皱等问题,形成完整防水屏障。排水盲沟与横向排水管安装是排水系统关键。排水盲沟能收集隧道内积水,通过横向排水管将水引至排水沟排出。安装时要保证盲沟坡度合理,排水管连接牢固、畅通,避免出现堵塞现象,确保排水系统正常运行。地下水处理与防渗措施保障隧道安全。隧道施工可能遭遇地下水,若处理不当,会导致隧道涌水、渗漏等问题,影响施工进度与结构安全。需采取注浆堵水、设置防水板等措施,降低地下水对隧道影响,确保施工安全与隧道长期稳定。

4 施工难点综合应对策略

4.1 技术创新与研发

应对施工难点,积极引进先进施工设备与技术是提升施工能力的重要途径。先进设备精度、效率与稳定性高,能改善施工条件,降低难度^[1]。如新型隧道掘进设备可提高开挖效率,减少对围岩扰动;智能化桥梁施工设备能实现精准定位与操作,提升施工质量。结合工程实际需求,自主研发适应特殊环境的施工方法很关键。不同地质、气候条件下施工难点各异,通用方法难以满足所有要求。通过自主研发,可针对特定难题开发专属解决方案,如在软土地基桥梁施工中研发新型桩基施工工艺,在复杂地质隧道施工中创新开挖支护技术,有效突破施工瓶颈。

4.2 施工管理与组织优化

强化施工队伍培训与考核是保障施工质量与效率的基础。施工人员技能水平与素质影响工程进展,定期组织专业技能培训,涵盖新设备操作、新工艺应用、安

全规范等方面,提升施工人员专业能力。建立严格考核机制,将培训成果与绩效考核挂钩,激励施工人员主动学习提升。优化施工流程与资源配置能提高施工协同性与资源利用率。对施工流程全面梳理,去除繁琐环节,优化工序衔接,减少施工等待时间。根据施工进度与需求,合理调配人力、物力、财力资源,确保关键环节资源充足,避免资源闲置浪费,实现施工高效有序推进。

4.3 质量监控与检测手段

建立完善的质量监控体系是确保工程质量的核心。从原材料采购、施工过程到成品验收,全程实施质量监控。明确各环节质量标准与责任人,加强质量检查力度,对违规行为及时纠正整改。采用无损检测等先进检测技术能提高质量检测准确性。无损检测技术可在不破坏结构前提下,检测内部缺陷与质量状况,如超声波检测可发现混凝土内部裂缝、空洞,射线检测能检测金属构件内部缺陷。通过先进检测技术,及时发现质量问题并采取措施处理,保障工程质量达标。

4.4 风险评估与应急预案制定

对施工难点进行风险评估是预防事故发生的重要环节。全面分析施工过程中可能遇到的各类风险,如地质灾害、安全事故、质量隐患等,评估风险发生可能性与影响程度。依据评估结果,制定针对性应急预案与处置措施。明确应急组织机构、职责分工、应急资源储备等内容,定期组织应急演练,提高施工人员应急响应能力。一旦发生风险事件,能迅速启动应急预案,采取有效措施控制事态发展,降低损失,保障施工安全与工程顺利进行。

结束语

道路桥隧工程施工难点众多,关乎工程安全、质量与进度。通过积极引进先进设备技术、加强施工管理与组织优化、完善质量监控检测手段、做好风险评估与应急预案制定等综合措施,能有效应对施工难题。在实际工程中,需结合具体情况灵活运用这些策略,不断提升施工水平,确保道路桥隧工程顺利建设与长期稳定运行。

参考文献

- [1]肖云东.简析道路桥隧工程施工中难点及改进措施[J].中国住宅设施,2024(8):174-176.
- [2]杨柳.道路桥隧工程施工中难点与优化措施[J].中国储运,2024(9):100-101.
- [3]柳丹.道路桥隧工程施工中难点与优化措施[J].车时代,2025(2):40-42.