

# 道路桥梁隧道施工的工程技术与安全管控措施分析

王瑾宁

新疆北新路桥集团股份有限公司四川分公司 四川成都 610000

**【摘要】**国家发展进程中，交通基础设施建设起着至关重要的作用，其中道路桥梁隧道工程作为其核心部分，更是肩负着重要责任。然而，道路桥梁隧道施工具备施工环境复杂、技术要求高、施工周期长等特点，加剧了施工难度，极易导致施工过程中出现技术问题，影响工程质量，降低工程安全性。为了能够避免道路桥梁隧道施工质量问题，威胁生命财产安全，本文特针对道路桥梁隧道施工的工程技术与安全管控措施进行了深入分析，概述了当前道路桥梁隧道施工过程中常用的工程技术，又提出了保障工程质量的安全管控措施。

**【关键词】**道路桥梁隧道；工程技术；安全管控

近年来，城市化进程日渐加快，区域联系日益紧密，道路桥梁隧道工程的建设规模日愈扩大。同样，也面临着前所未有的挑战。无论是复杂的地理环境，严苛的工程质量标准，还是漫长的施工周期，都在无形中增加了管理和协调的难度。因此，探索科学合理的工程技术与有效的安全管控措施，成为保障道路桥梁隧道工程顺利建设的关键，对交通事业乃至整个社会的发展都有着深远影响。

## 1 道路桥梁隧道施工的主要特点

随着我国交通事业发展日渐蓬勃，道路桥梁隧道工程作为交通网络的重要枢纽、关键阶段，其规模数量更是日益增长。这不仅显著提升区域经济发展，也将显著提高交通便利性，方便人们的日常出行。道路桥梁隧道施工过程中，施工单位需依据施工条件、施工要求，设计施工方案，并提出专业性安全管控措施，以此方可全方位保障道路桥梁隧道施工技术的安全。总体而言，道路桥梁隧道工程具有施工环境复杂、技术要求高、施工周期长等特点。其中，施工环境复杂，是道路桥梁隧道施工最为显著的特点，它将穿越不同地形地貌，或是河流、峡谷，高山、平原等等，地质条件复杂多变，相应的地质断层、地下水水位变化等问题也将加剧了施工难度。在此同时，酷暑、暴雨、严寒、大风等天气因素也增加了施工安全风险。施工技术要求高，是保障工程质量的重要方式。道路桥梁隧道在实际施工作业时，需根据实际地质条件选择相适合的施工方法，应用相应的施工技术，满足相关标准指标，才能保障工程质量。施工周期长，是诸如此类较大规模工程的普遍特点，前期地质勘察、中期施工建设、后期竣工验收

收，都需要经历较长时间，其中任何环节出现问题，都将延误整体工期<sup>[1]</sup>。

## 2 道路桥梁隧道施工的工程技术

### 2.1 开挖技术

开挖技术是道路桥梁隧道施工的首要环节，更是重点环节，它将直接决定后续施工质量。开挖技术主要应用以下五种方法进行。全段面开挖，描摹隧道设计轮廓并一次爆破成形，后续修建衬砌。这种方法常适用在 I~IV 级围岩，将显著减少人力，机器使用充分，开挖断面及其作业空间较大，实际干扰较小。台阶法，将上半断面先行开挖，直至一定长度后，在将下半断面同步开挖，实现超短台阶、短台阶、长台阶三种，一般该方法使用时要充分考虑到初期支护形成闭合断面的时间要求和上断面施工所用设备对场地大小的要求。环形开挖留核心土法，将环形部分先行开挖，核心土位置充分保留，其中核心土面积将不小于该整个断面面积的50%，开挖后则要及时安装钢架支撑、喷锚支护。CD法，又名中隔壁法，主要应用于双线隧道 IV 级围岩深埋硬质岩地段以及老黄土隧道（IV 级围岩）地段。CRD法，又名交叉中隔壁法，该方法将有效控制变形。双侧壁导坑法，主要适用于隧道跨度较大，地表沉降要求严格，围岩条件极差的情况<sup>[2]</sup>。

### 2.2 支护技术

锚杆支护技术，向围岩钻孔再将锚杆插入，以此将稳定岩体同围岩紧密连接，以此提升锚固强度，更充分的加固并稳定围岩，提升围岩自承能力。可依据不同工程要求，分析围岩条件，选择相适合的锚杆结构。在实际施工操作

时, 锚固方式、锚杆长度、间距都可依据围岩的实际情况实时调整。喷射混凝土支护, 则是利用喷射机以高速喷射模式, 均匀喷洒至围岩表面, 形成混凝土层, 从而封闭、加固、并保护围岩结构, 及时填补围岩表面凹凸, 防止围岩松动和风化。在实际操作过程中, 喷射混凝土的配比、质量将直接影响到喷射工艺及具体的支护效果。因此, 在实际施工作业时, 需精准把握喷射混凝土的配比、强度、厚度、表面平整度。在此同时, 可根据实际需求, 适当添加钢纤维等增强材料, 以此提升抗裂、抗拉能力, 增强支护结构的抗冲击和耐久性。钢拱架支护, 主要施工通过钢筋或型钢制成拱形结构, 并在其隧道开挖断面周边进行安装, 同锚杆、喷射混凝土联合应用, 将显著增强支护强度、刚度, 增强围岩的承受压力。钢拱架实际间距和应用类型需依据围岩级别及隧道实际跨度等因素确定, 并在实际安装时, 保证钢拱架的位置准确, 连接牢固。同喷射混凝土联合应用时, 则需保证二者的紧密结合, 构成联合支护体系, 不仅有效控制围岩变形, 也将保证隧道施工安全。管棚支护, 是在隧道开挖前期, 沿着隧道实际的开挖轮廓线外的一定范围, 通过较小的外插角, 将钢管打入底层, 以此方式, 构成管棚, 从而超前支护前方开挖的围岩, 常适用于浅埋地段、较软弱破碎地层。在此过程中, 管棚的间距、管径、长度等参数都要依据工程要求和实际地质条件设计。实际施工作业时, 钻孔精度及钢管打入质量是影响隧道开挖质量的关键因素。

### 2.3 衬砌技术

衬砌技术是道路桥梁隧道工程在实际施工作业时, 为防止围岩变形、坍塌, 利用混凝土等材料沿着隧道洞周边所修建的永久性支护结构, 它同围岩将共同构成统一受力整体, 以此稳定隧道性能, 提升隧道的使用功能。道路桥梁隧道在使用衬砌技术进行施工时, 需严格把控以下三方面的技术要点。一混凝土浇筑技术, 砂石料、水泥、外加剂等原材料质量要严格把控, 确保其符合相关规范要求, 保证混凝土质量、强度、耐久性。严格依据工程内容, 分析施工条件, 多次实验测试, 确定混凝土的配合比, 满足抗渗、抗冻等要求, 以便于后续的施工。浇筑方面, 合理使用分层浇筑、连续浇筑等浇筑方法, 保障混凝土浇筑足够密实, 避免空洞、麻面、蜂窝等质量缺陷的情况出现。并在实际浇筑的过程中, 强化振捣效率, 保障模板空间填满混凝土, 也要避免过度振捣, 致使混凝土离析。二防水施工技术, 铺设防水层时, 保证防水层牢固、凭证, 实际搭接宽度要满足相关设计

要求, 避免褶皱、磨损等情况的出现, 保障防水效果。在处理施工缝和变形缝时, 则要适当设置止水条、止水带等等, 安装位置要准确、固定足够牢固, 保证不会出现变形和位移情况。三钢筋工程技术, 需依据相关设计要求, 将钢筋进行焊接、弯曲等加工操作, 保证钢筋的尺寸、规格、形状都能满足要求, 钢筋连接则要稳固可靠。模板安装完成后, 则要绑扎钢筋, 为此, 布置钢筋时则要完全符合相关图纸, 以此保证钢筋保护层厚度、间距等参数都能完美符合图纸要求, 通过垫块、设置钢筋定位筋等方式, 保证钢筋能够在混凝土浇筑作业时, 不会轻易发生位移等情况<sup>[3]</sup>。

### 2.4 辅助施工技术

道路桥梁隧道施工作业时, 所应用的工程技术丰富多样, 主要工程技术固然重要, 辅助工程技术也同样不可忽视。因此, 道路桥梁隧道施工作业常用的辅助技术将显著提高道路桥梁隧道施工效率, 提升工程质量。超前地质预报, 则主要采用TSP、地质雷达登记书, 将隧道前方未知的地质情况进行勘测, 以此对围岩结构性质、地下水等情况提前了解, 为后续施工提供有效依据, 采取更针对有效的施工措施。然而, 不同的超前地质预报技术有不同的使用范围, 也各有优势劣势, 为此, 在实际施工作业时, 要依据隧道的实际施工条件选择相匹配相符合的施工技术。监控量测, 主要是在隧道内部进行监测点卡位的布置, 从而实时监测隧道围岩的实际支护结构内内力、应力、位移等情况, 依据监测数据, 对施工参数实时调整, 判断围岩结构的稳定性, 保障施工安全。布置监测点时, 位置选择需极具代表性, 要将围岩和支护结构的实际变形情况精准反馈。同时, 检测频率也需根据施工进度动态调整, 发现围岩的异常, 则要及时加强支护, 最大程度避免安全事故的发生。防水和排水技术, 在道路桥梁隧道施工时, 格外重要, 不可忽视。它通常采用防水涂料、防水板、止水带等材料, 对隧道防水处理, 同时通过设置中心排水沟、环向排水盲管、纵向排水盲管等方式, 完善排水系统, 将隧道内积水排除, 避免影响隧道结构。在实际施工作业时, 防水板要焊接牢固、铺设平整, 止水带也要安装精准、接头密封, 排水系统畅通无阻、避免积水。

### 2.5 智能建造技术

当前时代, 科学技术的全面渗透, 道路桥梁隧道在实际施工作业时, 也常常应用, 提高施工效率。为此, 道路桥梁隧道在具体施工作业时常应用的智能建造技术主要有盾构智能掘进技术、智能拼装技术。盾构智能掘进技术, 将利用

大数据系统，全方位采集底层信息和操作数据，通过深度学习模型，植入盾构控制，以此智能掘进。在此过程中，将智能化调节推进参数、自动调整刀盘转速，同时也能依据隧道实际情况实现姿态调整，进行初步的风险预警。该技术手段，将实时监测数据信息，发现异常，及时处理，保证施工安全，提高施工效率，降低施工风险。智能拼装技术，在道路桥梁隧道施工作业时，将快速准确的拼装管片、中隔墙，自主执行安装操作，提高施工进度，缩减人工操作风险，降低劳动强度<sup>[4]</sup>。

### 3 道路桥梁隧道施工的工程技术与安全管控的措施

#### 3.1 注重风险评估

道路桥梁隧道在实际施工时，不可避免会出现各种安全隐患问题。为了避免此类问题的发生，延误工期，影响工程质量，施工单位在工程建设前期就要进行全方位的风险评估工作，它将帮助施工单位精准识别风险，科学评估风险，提出相应的管控策略，最大限度规避风险。为此，施工单位，需保障前期地质勘察工作能够全面细致，并对其结果精准把握、科学分析，以此控制施工现场节奏。此外，施工单位可同相关工程部门开展合作，以此方式搜集更丰富的资料信息，例如自然灾害、气象条件等等。在此同时，也要综合评估施工作业的各个环节，以此方式，将各种可能遇到的风险，分类归档，追溯原因，提出解决方式，构建学习模型，动态化跟进施工进度，发现问题，及时响应，最大程度降低施工影响。

#### 3.2 健全责任机制

为进一步保障道路桥梁隧道工程的建设质量，管理责任机制则要健全完善，以此提升道路桥梁施工效率，提高安全管控力度。为此，施工单位管理部门则要发挥带头作用，在实际施工作业时，科学配置监管团队，健全管理责任机制，明确责任人，提高责任管理效率，并在管理责任制度规范下，科学落实各项安全管控工作，明确各部门职责任务，各司其职、各尽其能<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 打造技术团队

道路桥梁隧道工程技术质量的主要影响因素在于高水平、高素质的技术团队。因此，施工单位需通过各种方式，打造技术团队，日常需加强同专业工程机构的合作交流，定期组织员工参与技术培训，与时俱进，加强国际敏锐度，带领专业团队到国外学习交流。此外，施工单位也

要提高聘请条件，拓宽人才招聘渠道，提升工程技术人员的综合素质。

#### 3.4 强化质量验收

道路桥梁隧道工程竣工后的质量验收工作，虽然是尾声工作，但是也是保障工程质量的重点内容。纵观多数道路桥梁隧道工程的建设使用情况分析，大多道路桥梁隧道工程质量问题，都同工程质量验收不到位有着联系。为此，为有效提升工程质量，保障工程安全，必须要强化质量验收。相关施工单位则要严格依据验收标准，高质量完成验收任务，出具质量验收通过清单，以此保障道路桥梁隧道工程建设质量<sup>[6]</sup>。

### 4 结语

总而言之，道路桥梁隧道工程作为交通建设的核心环节，其施工的复杂性和重要性不言而喻。在工程技术层面，从基础的开挖技术到先进的智能建造技术，各环节紧密相连，共同支撑起工程的建设框架，为工程的稳定性和功能性奠定基础。在安全管控方面，完善的风险评估、明确的责任机制、专业的技术团队以及严格的质量验收，构成了严密的安全保障体系，有效降低施工风险，确保工程质量。只有充分重视并合理运用这些工程技术与安全管控措施，才能克服施工过程中的重重困难，打造出高质量的道路桥梁隧道工程，为交通网络的完善、区域经济的腾飞以及人民生活品质的提升提供坚实保障，助力社会迈向更高质量的发展阶段。

#### 参考文献：

- [1] 张义堂. 灌浆法在桥梁隧道施工中的运用研究[J]. 运输经理世界, 2023, (28): 61-63.
- [2] 王鹏. 道路桥梁隧道工程施工中的问题及改进措施[J]. 居业, 2022, (01): 41-43.
- [3] 叶伟国. 简议道路桥梁隧道施工难点及技术措施[J]. 科技资讯, 2023, 21 (14): 84-87.
- [4] 魏孔峰. 道路桥梁隧道施工难点及技术措施[J]. 清洗世界, 2022, 38 (06): 190-192.
- [5] 王昌金. 道路桥梁隧道工程施工技术及安全管控分析[J]. 运输经理世界, 2023, (36): 116-118.
- [6] 胡惠晰. 道路桥梁隧道工程施工技术与安全管控分析[J]. 运输经理世界, 2023, (27): 97-99.