

道路桥梁隧道工程施工技术及其安全监控

谭芳秀

永州市城市发展集团有限责任公司 湖南永州 425000

【摘要】道路桥梁隧道工程施工技术包括洞口施工、钻爆施工、锚杆施工、隧道支护等技术，道路桥梁隧道工程经常出现的质量问题及主要涉及铺装层脱落、钢筋锈蚀、混凝土裂缝、塌方问题等。工程技术人员采取加强施工现场监控和信息反馈、加大施工质量控制力度、建立完善的监督管理体系等解决办法，能够保证道路桥梁隧道工程施工任务的顺利完成。

【关键词】道路桥梁；隧道工程；施工技术；安全监控

借助科学化智能化施工技术，道路桥梁隧道工程建设质量与施工水平明显提升，但是施工环节具有繁琐化、复杂化等性质特点，潜在的危险性因素极强，因此，应加强合理的施工技术的综合应用，将安全监控工作力度提升上来，同时应合理应对并同步治理钢筋锈蚀、裂缝、塌方等问题，确保施工安全、施工质量的管理与控制。

1 道路桥梁隧道工程施工技术

1.1 明洞、边坡、仰坡技术

测量放线是至关重要的一大环节，需确定明洞、边坡、仰坡的具体位置，合理设置截水沟方位，确定坡度；在分层过程中，严格遵循施工方案。而且应做好边坡、仰坡防护处理工作，精准控制裸露时间，结合施工现场实际，保证防护与管理的针对性和可行性，及时完成仰坡防护面扩增施工^[1]。同时，提升支护强度，正确使用调整锚杆间距方法，科学增加混凝土喷射厚度，达到技术标准。具体操作时，应强化土方挖掘机的合理调配；科学进行软石打眼，落实小剂量松动爆破。合理设置边坡、仰坡位置，位移及沉降量监测点，增加边坡、仰坡稳定性。

1.2 洞口施工技术

为了确保洞口施工的顺利进行，采用人工钻眼爆破方式，从坚硬石质层进行爆破；将洞口场地压实、平整。同时，紧密结合洞内操作，并进行有效统筹，合理设置供电、供水材料堆放场地^[2]。开挖和防护操作环节中，严格执行坡度设计方案，分层进行边坡、仰坡挂网喷锚等防护；运用导流装置降低雨水渗入围岩概率。

1.3 钻爆施工技术

为了能够将钻爆施工技术的应用优势充分发挥出来，务必科学合理选择与安装爆破装置、剂量、时机，以及爆破方向等。将钻爆炸药安置在直眼型掏槽、大中空孔型

掏槽内，实施钻爆施工。隧道周围隔离眼间距应尽量低于50cm，掘进眼间距尽量低于55cm，孔深最少为700cm，最高应为800cm，循环进尺应低于75cm。

同时，超短台阶施工方式在提高施工安全性方面非常有价值，可以有效控制爆破震动性。通过对不同的空间部分进行分析，发现它们具有高度的独立性，既可同时进行爆破施工，也可以依次开展。其中，实施上台阶爆破的时候，如果发现周围岩石存在较强的松动性，需要从现场实际情况出发，在起拱线的基础下方放置炸药，减少围岩的震动。

1.4 锚杆施工技术

凿岩机广泛应用于锚杆钻孔过程中，预先设计好操作界面，及时清除铁锈、杂物等，不断提升界面的平整性与清洁性，提高施工稳定性和准确性。同时，在具体施工中^[3]，需要及时清除施工环境中的岩屑，影响程度降至最低。

1.5 隧道支护技术

隧道支护结构在隧道断面的净空施工及其结构稳定性方面起到了重要的作用，而且也有助于岩体质量控制水平的提升。支护结构也可以防止隧道内出现潮湿、不干净等现象。隧道支护方法在施工初期、后期都比较合适。初期主要以超前及锚喷支护技术为主，可以有效减轻早期围岩压力，发挥良好的支撑效果；清除隧道内岩体及其杂物以后，能够有力支持围岩自身的稳定性、安全性。后期支护结构不仅减少了围岩压力，有助于桥梁隧道安全性和美观性的提升，构造强度及防水要求得到有效发挥，从而创造更加安全、稳定的隧道施工环境。

2 道路桥梁隧道工程施工过程中经常出现的质量问题及其解决办法

2.1 质量问题

第一，铺装层质量问题。铺装层具有道路桥梁路面保护的性质特点，决定其使用品质，可以有效预防路面面板直接被车轮磨损，也能够有效分散路面的压强，使单个车轮的载荷得到有效扩散，保证车辆的安全通行。具体实践中，一些路面的破损问题较为严重^[4]，与工程施工过程管理力度不够，或与施工技术、技法之间的配合程度、工作时机把握不到位有关。

第二，钢筋锈蚀问题。在道路桥梁路面基础中，钢筋可以有效增强预应力和路基强度，而钢筋锈蚀问题的出现，极容易影响强度。首先，施工建筑材料等运输、倒运、存放、使用过程及工艺不规范，加上材料保护力度不够，钢筋很容易出现轻微锈蚀；其次，由于混凝土振捣过程^[5]出现操作不规范，或者振捣时间过长，往往导致混凝土浇筑产生缝隙，从而产生钢筋锈蚀风险。

第三，混凝土裂缝问题。混凝土裂缝问题的出现，往往与施工人员技术、技艺及施工质量等均有着密切的联系，对质量造成极大伤害。一方面由于建设方过于考虑成本控制，导致所选用原材料、相关构件及采购质量难以保障；同时，混凝土运输和存放过程中，如果监管力度不够，会引发受潮问题；搅拌过程中，如果没有严格按照设计要求配比进行操作，再加上缺少充足的搅拌，无法获得理想的搅拌效果；另外，混凝土浇筑后，一旦没有采取有效的养护措施，不仅会产生混凝土裂缝，而且也比较严重地影响路桥隧道工程的使用寿命。

第四，塌方问题。塌方经常发生在地下工程或隧道工程施工过程中，往往会加剧施工难度，甚至导致人员生命安全、财产与经济损失。主要是由桥梁隧道工程建设施工导致当前区域的地质条件改变，比如爆破施工^[6]引起围岩松动、土层松软，甚至蹦踏等问题，从而为地下结构的塌方问题埋下隐患。

2.2 解决办法

2.2.1 铺装层脱落问题的解决措施

1) 应保证所选施工材料的质量。严格把控施工材料的采购环节，科学平衡施工材料品质与成本效益的关系，切忌将经济成本问题作为评价施工材料的唯一标准；2) 作为现场施工人员，应结合当地实际情况，依据精准化要求，开展具体的测量，合理计算铺装层厚度；3) 为了促进铺装层施工的顺利开展，应重视防水材料的使用，使路面的使用寿命得到有效保证；4) 铺装层施工前，应全方位、多角度地分析研究现场环境，紧密结合铺装层的具体实际，做

好专业准备工作和防范工作。

2.2.2 钢筋锈蚀的控制办法

首先，应严格控制好钢筋材料本身的质量，科学甄选适宜的材料供应商，严格检验钢筋的规格与性能，不断规范性能试验工作。其次，重视钢筋运输、存储管理环节等管理、防潮、防蚀等工作，如喷涂钢筋防锈层，防止装运环节出现磕磕碰碰等情况，以免损坏涂层。同时，钢筋应该存放于干燥的环境，防潮工作落实到位，将锈蚀问题的发生几率降至最低。再次，强化钢筋在施工阶段的防锈控制有效降低混凝土氯离子含量，避免碳化；切实提升钢筋保护膜的质量与作用，提高混凝土的抗渗性。在具体施工过程中，合理添加减水剂和抗渗剂，将混凝土水分含量控制在合理范围内，适当提升养护天数等，可以极大地提升混凝土的紧固性，保障良好的抗渗性能，将钢筋锈蚀问题的发生几率降至最低。

2.2.3 混凝土裂缝的解决途径

道路桥梁隧道工程施工过程中，混凝土沉降裂缝、收缩裂缝等裂缝类型较为常见，这类问题的解决，应做好以下几点：首先，不断提高混凝土相关材料的采购、保养、加工环节的规范操作，严格规范材料运输和储存环节^[7]等要求，然后不断优化混凝土配比，提升施工技法等。其次，科学把握混凝土振捣深度和时间等要素，避免堆积问题产生。最后，在混凝土养护环节，应严格控制其温度及湿度，确保稳固度和质量。

2.2.4 塌方问题的处理措施

首先，需要精准调查清楚施工地点的地质、水文等情况，从实际的地质、自然条件出发，为选择隧道挖掘方式提供合理依据，从而科学制定施工方案；运用光面爆破方式，不易过渡影响到周边围岩，从而有效保护工程整体性与强度^[8]。此外，要加强施工地点基护工程建设，高效预防塌方问题。

3 道路桥梁隧道工程施工的安全监控实施要点

3.1 加强施工现场监控和信息反馈

道路桥梁隧道工程施工的主要场所往往在地下，施工环境极其复杂，空气流通性极差，发生中毒、爆炸等安全事故的概率较高，严重影响施工人员的生命财产安全。经过研究分析，发现中毒、爆炸等事故产生的原因是：隧道施工环境比较复杂，空间比较狭小，施工设备排放的气体，以及地下有毒有害气体没有得到及时排放，造成施工人员的人身安全受到伤害。坍塌事故方面，隧道施工过程中

中,爆破往往对周围岩石的破坏程度较高,岩石结构的稳定性遭到破坏;或者施工操作行为不规范,作业周边环境没有进行及时处理或加固等;尤其出现作业周边环境信息反馈延迟的时候,为隧道施工安全事故埋下隐患。为此,桥梁隧道施工过程中,所有工程技术人员及施工工作人员应密切关注隧道施工作业环境,以及施工作业空间周围岩石结构的变化情况,精准化监测,科学分析各项监测数据,制定严密的施工计划,严格执行操作规程,确保施工进度顺利、安全。

3.2 加大施工质量控制力度

为了更好地落实道路桥梁隧道工程安全监控工作,应紧密结合施工材料采购、运输、储存、保养、施工等工序环节,协调统一处理好施工质量与施工安全之间的关系。第三方监理机构应主动积极参与全过程。在施工之前,首先需要制定合理的安全监控计划,施工关键项目及关键节点需要开展重点检查、重点监控,详细列出施工全过程中的安全节点、安全事宜清单;随着施工计划的落实与推进,逐项销号。同时,在相应的施工监理与检查过程中,应借助录像^[9]等技术,保留过程监测记录,保存好现场场景,积累经验。与此同时,施工方、建设方等主体积极参与监控也是必不可少的,需要加强施工现场的科学管理、施工设备及施工材料的全过程管控,尤其应加强推广重点审核方法技术的应用;通过运用随机抽样监测的方式,并体现在施工材料采购、运输、储存和保养等全过程;然后通过反复核查及现场检测,确保进入施工环节的设施设备与材料符合操作规程与标准要求;对于合格率较低的施工设施设备及相关材料,应及时调换,并将第一责任人挖掘出来,实施黑名单与淘汰机制,确保施工质量稳步提升,在整体上使桥梁隧道工程使用寿命得到有效保障。

3.3 建立完善的监督管理体系

首先,应根据各个施工部门的实际要求与技术需求,顶层架构设计安全保障体系、监督管理体系和框架体系,保证施工环节职责分工的合理性与规范性。其次,各管理部门应提高对安全管理、施工规划、施工监督、质量监控等工作环节的全链条无缝监控,严肃处理管理漏洞^[10],制定并落实完善的管理措施;应严肃追究相关施工、技术、管理人员的责任。此外,应重点聚焦工程需求、技术规程、施工条件、场地环境等,并落实在管理制度中。

4 结束语

道路桥梁隧道工程是我国利国利民的基础性工程,施工技术除了明洞、边坡、仰坡技术,洞口施工,钻爆施工,锚杆施工,隧道支护等容易出现问题外,往往受到气候、季节、地质、地下水位、现场环境等多方面的影响,需要现场所有人员提升应辩能力,加强科学监测与分析,合理选择与应用施工技术,同时将安全监控工作落实到位,确保工程质量和施工安全。

参考文献:

- [1] 张小妹,鲁飞,梁荣康.排水深隧盾构法下穿高速公路桥梁技术研究与应用[J].施工技术(中英文),2023,52(06):99-102+110.
- [2] 阮永芬,张虔,乔文件,裴利华,闫明,郭宇航.基于C-V-T模型的盾构穿越既有桥梁施工风险评估[J].岩土力学,2023,44(02):552-562.
- [3] 陆近涛.新时期背景下关于提高桥梁与隧道工程施工质量的措施的研究[J].居舍,2022,(02):46-48.
- [4] 李星婷,龚清扬.重庆交通大学校长唐伯明:让追求美成为工程师的修养和品质[N].重庆日报,2021-10-22(009).
- [5] 郭杭永,郭杭建.道路桥梁隧道工程施工中难点和技术对策分析[J].城市建设理论研究(电子版),2017,(13):145-146.
- [6] 薛华俊,刘云龙,禹思帆.长春地铁近距离侧穿既有桥梁风险评估及控制研究[A].中冶建筑研究总院有限公司.2021年工业建筑学术交流会议论文集(中册)[C].中冶建筑研究总院有限公司:工业建筑杂志社,2021:319-322+353.
- [7] 罗宏涛.基于标准化下桥梁隧道工程施工质量控制难点及技术对策[J].中国标准化,2021,(14):108-110.
- [8] 崔卫伟.道路、桥梁、隧道工程施工中的难点与技术应用浅析[J].建筑技术开发,2021,48(03):113-114.
- [9] 翟强,顾伟红,顿芳弟.基于SPA法的盾构隧道施工邻近桥梁安全评价[J].中国安全生产科学技术,2021,17(01):129-135.
- [10] 李学华,邓俊雷,熊飞.公路隧道施工安全风险全管理全过程探究[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(09):142-143.