

高速公路桥梁施工中的关键难点与对策解析

文 / 郭 磊 安徽华盛建设集团有限公司

摘要：为了有效解决高速公路桥梁施工中存在的问题，确保工程质量与进度，以高速公路桥梁施工为研究对象，深入剖析其施工过程中的关键难点并提出相应对策。施工过程中存在施工环境复杂、技术难题多、质量控制难度大、进度与成本难平衡、安全问题突出、材料选择及质量控制不易等问题。通过提升施工环境适应性、优化施工技术与工艺、强化质量管理与监控、精细化管理施工进度与成本、加强安全管理与培训、加强材料选择与管理等措施，可以有效应对这些难点，保障高速公路桥梁施工顺利进行，提高工程的整体质量与效益。

关键词：高速公路桥梁；施工难点；施工管理；技术难题；对策

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.060

引言

随着我国交通基础设施建设的不断推进，高速公路网络不断扩展，作为其重要组成部分的高速公路桥梁的施工质量和效率将直接影响到整个交通系统的正常运转。公路桥梁的建设面临着许多挑战。施工环境复杂，地形复杂，如山区、河流等，增加了施工难度；应用和掌握先进施工技术有困难；在保证工程质量的前提下，在保证工程质量的前提下，还应考虑到施工进度和造价之间的平衡，安全管理就显得尤为重要。因此，深入剖析施工过程中存在的重点和难点，寻找有效的应对措施，是保证高速公路桥梁工程高质量完成的关键。

一、高速公路桥梁施工的关键难点

（一）施工环境复杂性

高速公路桥梁建设横跨多样地域，施工环境复杂多变，给工程带来诸多挑战。在山区，地形起伏剧烈，沟壑纵横交错，不仅增加了施工场地平整难度，大型施工设备难以就位，材料运输也极为不便。同时，不稳定的山体易引发滑坡、泥石流等地质灾害，对施工安全和进度构成严重威胁。在水域环境，水位随季节大幅波动，水流冲刷力强，水下地质状况不明，给桥梁基础施工带来巨大难题。例如，在河流中搭建桥墩时，需克服复杂的水文条件，保证基础的稳定性和垂直度，施工难度和风险显著增加。气候条件也对施工影响显著。严寒地区，低温使混凝土凝结时间延长，强度增长缓慢，甚至可能导致混凝土受冻破坏，影响结构强度。高温地区，混凝土水分蒸发过快，易产生裂缝，影响工程质量。此外，强风、暴雨等极端天气还会延误施工进度，打乱施工计划。周边环境因素同样不可忽视，如靠近居民区施工时，噪音、粉尘等污染问题需妥善处理，以避免引发纠纷，确保施工顺利进行。

（二）施工技术的难题

高速公路桥梁施工技术要求高，施工难度大。悬浇法在大跨径桥施工中得到了广泛应用，但其精确控制是大跨径桥梁施工的关键。在施工过程中，由于混凝土浇筑量和张拉等因素的影响，挂篮容易发生变形，如果控制不好将导致线形偏差影响结构的受力和美观。在施工

过程中，顶推设备的性能及同步性要求非常高。当设备失效或不同步时，梁体将发生偏移，造成局部应力集中，严重时会引起安全事故。另外，由于桥梁结构越来越复杂，施工机械作业的难度也越来越大^[1]。例如，大型造桥机，高精度测量仪器，对操作人员的专业技术要求很高，经验也很丰富。但是在实际施工过程中，一些技术人员的技术水平参差不齐，对新设备的熟悉程度较低，从而影响了施工的效率与质量。与此同时，施工技术更新迅速，新技术的推广应用需要一定的时间与费用，施工队伍在适应新技术的过程中也面临着许多障碍。

（三）工程质量控制难度

高速公路桥梁工程涉及多个施工环节和众多施工人员，质量管理体系的建立和有效运行至关重要。在原材料质量控制方面，即使对每批进场材料进行检验，仍可能存在因抽样不全面而漏检不合格材料的风险。施工过程中的质量控制更是难点，如混凝土浇筑过程中（见图1），若振捣不密实，会出现蜂窝、麻面等质量缺陷，影响混凝土的强度和耐久性。不同施工班组的技术水平和质量意识存在差异，如何确保每个施工环节都符合质量标准，需要完善的质量监督机制和严格的管理制度。而且，桥梁建成后的质量检测也存在一定局限性，一些内部缺陷难以通过常规检测手段及时发现。



图1：高速公路混凝土浇筑

（四）施工进度与成本的平衡

如何兼顾施工进度和费用，一直是公路桥梁建设管理的难点。施工进度受恶劣天气、施工工艺难题、人员及设备调配等诸多因素的影响。当施工进度出现滞后时，为了赶工期，往往要加大人力、物力、设备等投入，从而使工程造价大大提高。比如，增加建筑工人可能要支付额外的加班费，如果要增加设备投入，可能需要租用更多机器，这些都会增加租赁费用。反之，若为控制成本，减少必要的资源投入，则会造成工程进度缓慢，甚至出现质量问题。例如，施工机械数量的减少可能导致工期延长、施工效率下降；降低原材料采购成本，可能造成材料质量问题，进而影响工程质量，增加后期维护、修复费用^[2]。另外，在建设过程中，可能会发生一些意料之外的状况，如设计变更、业主要求调整等，这就会打乱原有的施工进度与费用计划，需要对其进行重新调整与平衡。如何在动态多变的施工环境下，对资源进行合理配置，以达到有效的进度和费用平衡，是当前建设管理人员面临的一个重要课题。

（五）施工安全问题

高速公路桥梁施工大多在高空、临水等危险环境下进行，施工安全问题不容忽视。在高空作业时，施工人员面临着高处坠落的风险。如果脚手架搭建不规范，安全网破损或设置不当，施工人员在操作过程中稍有不慎就可能从高处坠落，造成严重的伤亡事故。此外，在高空进行物料吊运时，如果操作不当，也可能发生物体打击事故，对下方施工人员的生命安全构成威胁。在临水作业时，施工人员面临着溺水的风险。在河流、湖泊等水域进行桥梁施工时，如果没有设置有效的防护设施，施工人员不慎落水后，可能会因得不到及时救援而发生溺水事故。而且，在水域施工时，还可能受到水流、风浪等自然因素的影响，增加施工安全风险。施工现场的机械设备也是安全隐患的来源之一。如塔吊、起重机等大型机械设备，如果设备老化、维护保养不到位，或者操作人员违规操作，都可能引发机械事故。此外，施工现场的临时用电管理不善，存在电线私拉乱接、漏电保护装置失灵等问题，容易导致触电事故的发生。

（六）材料选择与质量控制

在高速公路桥梁材料选择上，市场环境复杂，材料种类繁多且质量参差不齐。部分不良商家为追求利润，以次充好，使得施工方难以精准辨别优质材料。如市面上的桥梁钢材，一些小厂生产的产品，其实际强度、韧性等性能与标注不符，却因价格低廉容易迷惑采购人员，增加了选材难度。材料质量控制环节也困难重重。采购时，受限于采购人员专业知识和市场调研的局限性，可能购入不符合标准的材料。运输途中，若防护措施不当，像水泥遇水受潮、外加剂包装破损变质，都会影响材料

性能^[3]。储存阶段，仓库环境不佳或存储方式有误，如钢筋露天堆放生锈、砂石含泥量因堆放不当增加，也会降低材料质量。使用过程中，施工人员操作不规范，随意改变材料配合比，如混凝土搅拌时砂石水泥用量不准，将直接导致结构强度不足，严重威胁桥梁质量与安全。

二、针对高速公路桥梁施工难点的对策

（一）提升施工环境适应性

全面深入的环境调查是施工前进行的基础工作，利用地质雷达和卫星遥感图像分析等先进的技术手段，精确掌握施工现场的地质、地形、水文和气象资料。针对山区地形复杂的情况，对山体的稳定性和岩体性质进行了详细的调查，为桥梁地基的设计提供了可靠的依据；在水域进行施工时，要摸清水深、流速和河床地质等资料，为制定施工方案提供资料支撑。在施工过程中，针对不同的施工环境，采取有针对性的施工方法。在山区，对地势起伏较大的地段，应合理选择桥梁结构型式，如高架桥跨越深谷，利用地形条件设置高墩，降低填方量等。同时，应加强边坡防护，采取挡墙和护坡等措施，防止滑坡对桥梁施工和运营产生影响。在水域环境下，根据水位变化、流速等因素，选择适宜的施工平台及围堰施工工艺，如在流速较大的河道采用钢板桩围堰等，可保证施工安全^[4]。根据不同的气候条件，制定相应的施工技术及保障措施。在严寒地区，为防止混凝土受冻，应采用蓄热法对原材料加热；在高温高湿地区施工时，应设置遮阳棚，控制浇筑温度，避免因温湿度变化引起的质量问题。工程竣工后，应及时评价建设环境，并采取生态修复措施，以降低工程建设对生态环境的损害。

（二）优化施工技术与工艺

施工技术人员的专业素养直接影响工程质量，因此要定期开展系统培训。邀请行业内资深专家举办技术讲座，分享最新的施工技术与工艺案例，同时组织技术交流互动，让施工人员相互学习、交流经验。针对复杂施工工艺，如大跨度桥梁的悬臂浇筑、桥梁转体施工等，进行专项培训与实操演练，提升施工人员的技术熟练度。在施工工艺优化方面，深入分析每个施工环节，通过实践总结与数据对比，找出可改进之处。例如在混凝土浇筑工艺中，根据不同的结构部位和施工条件，优化浇筑顺序、振捣方式与时间间隔，减少混凝土内部缺陷，提高结构强度。同时，积极引入先进的施工技术与设备。采用智能化测量仪器，如全站仪自动跟踪测量系统，实现施工过程高精度测量与监控；运用自动化钢筋加工设备，提高钢筋加工精度与效率，确保施工质量稳定且高效，满足高速公路桥梁建设的高标准要求。

（三）强化质量管理与监控

建立一套完善的、严密的质量管理体系，对各部门、各岗位的质量管理职责进行详细的规定，建立起了层层

负责、环环相扣的质量责任体系。在原材料的质量管理上,对原材料的质量进行了严格的检查,对供应商的资质和生产过程进行了详细的检查,保证了原料的稳定性和可靠性。每一批原材料的进场,都要经过严格的检验程序,加大抽检频次,并采用光谱分析仪等先进的检测设备对钢材的成分进行检测,以保证原材料的质量达到设计要求。对施工全过程进行质量监控;推行样板引导制,在施工前对每个关键工序进行样板制作,验收合格后才能进行大规模施工。加强现场巡查,及时发现违规操作和质量隐患。采用信息化技术,建立质量监测平台,对浇筑温度、压力等施工数据进行实时采集和分析,实现对施工质量进行动态管理。工程竣工后,采用各种检测方法对工程进行全面的检验。在常规的外观检测和尺寸测量基础上,开展桥梁内部结构无损检测,保证工程质量经得起时间的检验,为高速公路桥梁的长期安全服役打下坚实的基础^[5]。

(四) 精细化管理施工进度与成本

在施工进度管理上,制定科学合理的进度计划是关键。采用先进的项目管理软件,结合工程实际情况,精确编排各施工工序的时间节点与逻辑关系,同时充分考虑季节、天气等因素预留一定弹性时间,确保计划切实可行。施工过程中,安排专人利用信息化手段实时跟踪进度,定期对比实际进度与计划进度,一旦发现偏差,迅速分析原因并采取针对性措施。若因施工人员不足导致进度滞后,及时调配人力;若是技术难题阻碍,则组织技术骨干进行攻关。成本管理方面,建立全面预算管理体系,对各项成本费用进行细致分解与监控。从材料采购环节开始严格把控成本,通过集中采购、招标等方式降低采购价格;合理调配施工设备,提高设备利用率,减少租赁成本。面对设计变更,立即组织专家团队评估对进度与成本的影响,权衡利弊后做出科学决策,确保变更既能满足工程需求,又能将对进度和成本的负面影响降至最低,实现施工进度与成本的高效平衡。

(五) 加强安全管理与培训

建立健全安全管理制度是首要任务,依据工程特点和施工环境,制定详细的安全操作规程和安全责任制度,明确各岗位人员安全职责,将安全责任落实到个人。施工现场安全防护设施建设要做到全面细致,在高空作业区域,严格按照标准搭建脚手架,铺满脚手板,设置双层防护栏杆与密目安全网;在临边、洞口等危险部位,安装牢固的防护设施,并设置明显的警示标识。定期组织施工人员参加安全培训,培训内容涵盖安全法规、安全操作技能、事故案例分析等,提高施工人员的安全意识和自我保护能力。对于新入职员工,实行“三级安全教育”,确保其熟悉施工现场安全环境与工作要求。同时,定期开展安全应急演练,模拟火灾、坍塌、高处坠

落等事故场景,锻炼施工人员在紧急情况下的应急反应和救援能力,演练结束后及时总结经验,完善应急预案,切实提升施工现场的安全管理水平,为高速公路桥梁施工保驾护航。

(六) 加强材料选择与管理

材料采购环节,要建立严格的供应商准入机制。对供应商的生产能力、产品质量历史、信誉口碑等进行全面调研评估,优先选择行业内知名且长期稳定供货的企业,与之签订详尽的质量保障合同,明确质量标准与违约责任。材料进场时,除常规检验项目,对于关键材料,如桥梁主体钢材,需进行化学成分分析、力学性能测试等深度检测,借助专业第三方检测机构的权威性确保质量。在存储方面,根据材料特性分类存放。水泥应存储在干燥、防潮的仓库,设置防潮层与通风设备,避免受潮结块;钢筋露天存放时,需垫高并覆盖防雨布,防止锈蚀。同时,建立材料库存管理系统,实时掌握材料库存数量与保质期。材料使用时,施工人员要严格按照设计要求与施工规范领取和使用,杜绝浪费与不合理挪用。设立材料使用监督岗位,定期检查材料使用情况,确保材料投入与工程进度、质量要求相匹配,保障工程顺利推进。

结语

综上所述,高速公路桥梁施工面临着诸多严峻挑战。复杂的施工环境、高难度的施工技术、不易把控的工程质量、施工进度与成本难以平衡、安全问题频发以及材料选择与质量控制的难题,都对工程的顺利推进与最终品质构成威胁。为有效应对这些问题,需提升施工环境适应性,优化施工技术与工艺,强化质量管理与监控,精细化管理施工进度与成本,加强安全管理与培训,严格把控材料选择与管理。只有全方位落实这些措施,才能保障高速公路桥梁施工的安全、高效进行,提高工程质量,推动交通基础设施建设稳步发展。

参考文献

- [1] 孙文志,杜峰,秦建宏,等.西部山区半连续梁半刚构高速公路桥梁施工线型监控关键技术分析[J].四川建筑,2024,44(05):214-216.
- [2] 胡少峰.高精度无损检测技术在高速公路桥梁施工中的应用[J].中阿科技论坛(中英文),2024,(10):79-83.
- [3] 李东.高速公路桥梁施工中高墩施工技术的应用分析[J].运输经理世界,2022,(34):98-100.
- [4] 毕春杰.高速公路桥梁施工中预应力施工技术的应用分析[J].运输经理世界,2022,(26):101-103.
- [5] 胡磊,闵生.高速公路桥梁施工中高墩施工技术应用研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(11):91-92.

作者简介:郭磊(1977年5月-),女,汉族,安徽宿州人,本科,工程师,主要从事工程项目管理工作。