

现代道路桥梁工程的特点与未来道路桥梁工程发展

钱大杰

池州建投工程管理有限公司 安徽 池州 247000

摘要：现代道路桥梁工程以建筑技术及专业理论为基础，具有施工机械化、自动化，材料标准化、产业化等特点。随着科技与信息进步，工程理论支撑得到加强，新型高强度、轻质材料得到广泛应用。然而，原材料成本高、质量控制难度高等问题依旧存在。未来，道路桥梁工程将更加注重技术创新，加强新型材料和结构的研究，同时融入更多环保理念，提高资源利用效率。此外，计算机技术和仿真技术的发展将为设计施工带来更多便利，推动道路桥梁工程向更高质量、更高效率方向发展。

关键词：现代道路桥梁工程；特点；未来道路桥梁工程；发展

引言：道路桥梁工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，不仅承载着交通运输的重任，更关乎着国家经济的发展和人民生活的便捷。随着科技的进步和社会的发展，现代道路桥梁工程在设计理念、施工技术、材料选用等方面均展现出鲜明的时代特点。同时，面对未来社会对于更加安全、高效、环保的交通网络需求，道路桥梁工程也将迎来新的发展机遇与挑战。本文旨在探讨现代道路桥梁工程的特点及其未来发展趋势，为相关从业者提供有益的参考和启示。

1 现代道路桥梁工程的特点

1.1 准备时间短与施工场地局限

(1) 政府出资的道路桥梁项目常与城市交通疏导、区域经济发展等民生需求直接挂钩，往往被纳入“限期完工”的重点工程清单。这种紧迫性压缩了从立项、勘察到设计的准备周期，施工单位常面临“设计未完全定稿即开工”的局面，导致施工中频繁出现方案调整，进一步加剧工期压力。(2) 城市内施工场地受周边建筑群、既有道路和地下设施限制，作业空间狭窄且呈碎片化分布。为减少对市民出行和商业活动的影响，施工范围需严格控制，材料堆放区和大型机械作业半径被压缩，导致工序衔接效率降低，如混凝土运输车辆进场受阻可能延误浇筑时间。同时，狭小空间内的施工精度要求更高，如邻近既有建筑的桩基施工，稍有偏差就可能引发沉降风险，增加质量管控难度。

1.2 地下管线复杂与地质条件多变

(1) 城市道路桥梁施工区域地下密布供水、排水、燃气、电力、通信等多类型管线，部分老旧管线因年代久远缺乏完整档案，走向和埋深不明。施工中若误触管线，可能引发停水停电、燃气泄漏等安全事故，如某城市道路施工中挖断天然气管道，导致周边区域紧急疏

散，工期延误两周。因此，施工前需投入大量人力物力进行管线探测，增加了前期成本。(2) 不同地质条件对施工技术和成本影响显著：软土地基需采用深层搅拌桩或堆载预压进行加固，单公里成本增加数十万元；岩石地层需使用爆破或大型破碎机械开挖，不仅施工效率低，还可能因爆破振动引发周边建筑安全隐患；岩溶发育区则需应对溶洞填充、桩基穿越等特殊工序，进一步推高造价并延长工期^[1]。

1.3 原材料成本高与质量控制难度大

(1) 钢材、水泥、砂石等原材料在道路桥梁工程总成本中占比达60%-70%，其价格波动直接影响工程造价。近年来，受环保限产、运输成本上涨等因素影响，钢材价格年均波动幅度超过10%，某跨江大桥项目因钢材涨价导致成本超支近2000万元。原材料成本的高占比使其成为工程造价控制的核心环节。(2) 施工进度要求与质量控制常存在矛盾：赶工期时可能出现简化材料检验流程、缩短混凝土养护时间等问题，如某项目为抢进度减少钢筋焊接抽检频次，导致后期检测发现焊接强度不达标。解决方案包括：建立原材料“进场必检”制度，利用二维码追溯系统记录检验数据；采用模块化施工缩短现场作业时间，如预制梁工厂化生产既保证质量又提高效率；通过BIM技术模拟施工进度，优化工序衔接，在关键节点设置质量“一票否决”机制，确保进度与质量同步管控。

1.4 技术融合与创新应用

(1) 多学科交叉在道路桥梁工程中广泛应用：土木工程提供结构力学分析和施工工艺设计基础；材料科学研发的高性能混凝土、碳纤维复合材料等提升了结构耐久性；信息技术通过物联网传感器实现施工过程实时监测，如利用无人机巡检桥梁施工进度，三者协同推动工

程技术升级。(2) 新型建材如超高性能混凝土抗压强度达传统材料的3倍以上,被用于大跨度桥梁关键部位,延长使用寿命;装配式建造技术通过工厂预制梁体、墩柱等构件,现场快速拼装,使桥梁施工周期缩短30%以上,且减少现场粉尘污染;BIM+GIS技术整合三维模型与地理信息,在规划阶段优化线路走向,施工中实现构件精准定位,运维期建立数字档案,大幅提升工程全周期管理效率。

2 未来道路桥梁工程发展趋势

2.1 绿色发展与生态文明建设

(1) “双碳”战略为道路桥梁工程锚定了清晰的环保方向。在项目规划阶段,需全面考量碳排放,制定详尽的减排目标与实施路径。施工过程中,要大力推行节能减排措施,降低能源消耗与温室气体排放。例如,优化施工组织设计,减少机械设备的空转时间;采用清洁能源动力设备,降低传统燃油的使用。同时,严格控制施工扬尘、污水排放等对周边生态环境的影响,保护生物多样性,确保工程与自然环境和谐共生^[2]。(2) 绿色建材凭借其环保、可持续的特性,在未来道路桥梁工程中前景广阔。再生混凝土利用废弃混凝土加工而成,有效减少天然骨料开采与建筑垃圾排放;纤维增强复合材料轻质高强、耐腐蚀,可大幅减轻桥梁自重,降低运输与安装能耗。低碳工艺如预制装配化施工,在工厂完成构件生产,减少现场湿作业与养护时间,降低能源消耗与施工污染。此外,在道路照明、监控设备供电方面,太阳能、风能等清洁能源设施将广泛应用,助力工程实现绿色电力自给,降低对传统能源的依赖。

2.2 智能化与数字化转型

(1) 智能桥梁监测系统通过在桥梁关键部位部署传感器,实时采集应力、应变、振动等数据,借助物联网技术传输至数据分析平台。利用大数据分析 with 人工智能算法,精准评估桥梁结构健康状况,提前预测潜在病害,为养护决策提供科学依据。机器人检测则能深入人工难以到达的区域,如桥梁底部、狭小缝隙,高效完成检测任务,提高检测的全面性与准确性,保障桥梁安全运营。(2) BIM+GIS技术为道路桥梁工程全生命周期管理带来变革。规划阶段,整合地理信息与地形数据,优化线路选址,减少对生态敏感区的影响;设计阶段,实现多专业协同设计,及时发现并解决设计冲突,提高设计质量;施工阶段,基于BIM模型进行进度管理、资源调配与质量控制,确保施工精准高效;运维阶段,结合实时监测数据更新BIM模型,直观呈现桥梁状态,辅助运维决策。工业互联网平台打破信息壁垒,实现产业链上下游企业信

息共享与协同作业,提升工程建设与管理效率。

2.3 区域协调发展与重点工程建设

(1) 新型城镇化进程中,城市规模持续扩张,人口集聚增加,对城市快速路、大型跨江跨河桥梁需求迫切。这些工程不仅要满足交通流量增长的需求,还需注重与城市景观融合,提升城市品质。乡村振兴战略的推进,要求农村道路桥梁进一步提质升级,改善农村交通条件,促进农产品流通、乡村旅游发展,加强城乡联系,推动城乡一体化进程。(2) 中西部地区地域辽阔、地形复杂,未来道路桥梁工程将朝着大跨度、高难度方向发展,以跨越山川河流、峡谷沟壑等自然障碍。投资重点将集中在交通骨干网络建设,提升区域交通互联互通水平。农村地区则侧重于改善基础交通设施,建设经济实用型桥梁,解决村民出行与物资运输难题,为农村产业发展奠定基础^[3]。

2.4 养护与改扩建市场需求增长

(1) 随着桥梁服役年限增长,混凝土碳化、钢结构锈蚀等病害问题逐渐凸显,养护需求急剧上升。智能化养护借助无人机巡检、智能传感器监测等技术,构建“天空地”一体化监测网络,对桥梁进行全方位、实时监测,精准定位病害部位与程度,制定个性化养护方案。相较于传统人工巡检,智能化养护效率更高、准确性更强,能有效降低养护成本,延长桥梁使用寿命,如港珠澳大桥通过5G+物联网技术实现全生命周期健康管理。(2) 早期高速公路因交通量饱和、技术标准较低,城市桥梁因功能转变,均面临改扩建需求。低碳化改扩建技术如桥梁原位再生,通过结构加固、材料再生等工艺充分利用旧桥材料,减少拆除重建带来的大量建筑垃圾与碳排放;高速公路拓宽采用拼接技术,优化施工工艺,降低工程能耗与对周边环境的影响,在满足交通需求增长的同时,实现节能减排目标,如沪宁高速改扩建项目通过旧路面铣刨料再生利用节约石料资源30万吨。

3 现代道路桥梁工程面临的挑战与应对策略

3.1 资金约束与融资渠道创新

(1) 地方财政压力对道路桥梁工程投资的影响显著。近年来,地方政府债务管控趋严,加之土地财政收入波动,可用于基础设施建设的资金大幅缩减。道路桥梁工程具有投资规模大、回收周期长的特点,地方财政难以独自承担巨额资金需求,导致部分项目因资金不到位而延期甚至搁置。例如,一些中西部城市的跨江桥梁项目,因财政资金缺口被迫调整建设标准,或压缩施工规模,影响了工程的功能完整性与长远效益。此外,资金紧张还可能导致工程款支付延迟,引发施工企业资

金链断裂风险,形成“项目停滞—企业亏损”的恶性循环。(2) REITs(不动产投资信托基金)等创新融资工具为道路桥梁工程提供了新的资金渠道。道路桥梁作为优质基础设施资产,具有稳定的现金流(如通行费收入),符合REITs对底层资产的要求。通过发行REITs,可将长期沉淀的固定资产转化为流动性强的证券化产品,吸引社会资本参与投资,缓解政府财政压力。例如,某高速公路项目通过REITs融资后,不仅盘活了存量资产,还为后续新项目储备了资金。未来,随着相关政策的完善,REITs有望在城市快速路、大型桥梁等项目中广泛应用,形成“建设—运营—退出—再投资”的良性循环,提升资金使用效率^[4]。

3.2 环保成本增加与企业利润率压缩

(1) 生态保护区桥梁建设成本增加的原因复杂且影响深远。为保护生态敏感区的生物多样性、水源地等,工程需采用更严格的环保标准,如增设生态防护栏、建设动物迁徙通道、采用低噪声施工设备等,这些措施直接增加了材料与设备投入。同时,施工过程需符合环保审批要求,如限制作业时间、增加扬尘治理设备,导致工期延长和人工成本上升。环保成本的增加直接压缩了企业利润率,部分中小型企业因资金实力不足,被迫退出生态敏感区的工程市场。(2) 企业可通过技术创新和管理优化突破成本困境。技术层面,研发环保型建材(如可降解模板)和节能施工设备(如电动起重机),降低对传统高污染材料的依赖;应用BIM技术优化施工方案,减少材料浪费和返工率。管理层面,建立绿色施工评价体系,将环保指标纳入绩效考核,激励员工节能降耗;推行供应链协同管理,与绿色建材供应商建立长期合作,降低采购成本。例如,某企业通过引入模块化施工技术,减少现场作业量和废弃物排放,综合成本降低15%,利润率显著提升。

3.3 技术迭代与人才培养需求

(1) 技术迭代对行业人才提出了全新要求。随着智能化(如智能监测系统)、数字化(如BIM+GIS)、绿色化(如低碳工艺)技术的普及,传统“重施工、轻研

发”的人才结构已无法满足需求。企业急需既掌握土木工程核心技术,又熟悉信息技术、材料科学的复合型人才,以及具备跨学科项目管理能力的高端人才。例如,智能桥梁运维岗位不仅要求工程师精通结构力学,还需掌握大数据分析和物联网技术,传统技术人员面临技能升级压力。(2) 高校、企业和社会需构建协同培养体系。高校应优化专业设置,开设“智能建造”“绿色土木工程”等交叉学科,增加信息技术、环境科学等课程比重;与企业共建实训基地,让学生参与实际项目的技术研发,提升实践能力。企业需建立内部培训机制,通过“老带新”“技术沙龙”等形式推广新技术,并与科研机构合作开展在职人员学历教育。社会层面,政府可设立人才培养专项基金,支持行业协会开展技能认证培训,搭建人才交流平台。例如,某省份通过“校企联合培养计划”,3年内输送了2000余名复合型技术人才,有效缓解了企业的人才短缺问题。

结束语

综上所述,现代道路桥梁工程在面临诸多挑战的同时,也展现出了技术创新与绿色发展的显著特点。未来,随着智能化、数字化技术的深入应用,以及绿色发展理念的普及,道路桥梁工程将迈向更加高效、环保、智能的发展阶段。在此过程中,我们需不断探索新技术、新材料的应用,加强人才培养与技术创新,以适应时代的需求,推动道路桥梁工程事业持续健康发展。让我们共同期待,未来道路桥梁工程将为人类社会的繁荣与发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]高帅.现代道路桥梁工程的特点与未来道路桥梁工程发展[J].建筑设计及理论,2023,(07):73-74.
- [2]冯圣锦.现代道路桥梁工程的特点与未来道路桥梁工程发展[J].建筑设计及理论,2023,(08):81-82.
- [3]李家乐.现代道路桥梁工程的特点与未来道路桥梁工程发展[J].市政工程,2023,(06):66-67.
- [4]胡功垒.现代道路桥梁工程的特点与未来道路桥梁工程发展[J].建筑科学,2023,(11):114-115.