

钢纤维混凝土技术在路桥工程中的有效应用

刘彭

湖北交投建设集团路面分公司

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8178

[摘要] 随着现代化社会的发展，交通基础设施建设进一步深化，向高速化、重载化方向发展，路桥工程重要性日益凸显，能够为人们生活与生产提供便利。传统路桥工程中，可能存在开裂、耐久性不足等问题，不利于延长路桥使用寿命，影响到交通基础设施建设可持续发展。钢纤维混凝土技术通过严格控制原材料、优化材料配比设计、保证施工工艺规范、加强质量检测等环节，具备更优越的抗裂、抗冲击性能，能够为路桥工程提供技术支撑，具有较强的应用价值。文章通过分析钢纤维混凝土技术在路桥工程中的有效应用，提出加强施工人员专业队伍建设、充分发挥数字化技术的作用、建立健全施工技术监督体系等方案，进一步强化技术应用质量，改善路桥工程整体效能。

[关键词] 钢纤维混凝土技术；路桥工程；交通基础设施；施工工艺

Effective Application of Steel Fiber Reinforced Concrete Technology in Road and Bridge Engineering

Liu Peng

Hubei Communications Construction Group Road Branch

[Abstract] With the development of modern society, the construction of transportation infrastructure is further deepened, moving towards high-speed and heavy-duty direction. The importance of road and bridge engineering is increasingly prominent, which can provide convenience for people's lives and production. In traditional road and bridge engineering, there may be problems such as cracking and insufficient durability, which are not conducive to extending the service life of roads and bridges and affecting the sustainable development of transportation infrastructure construction. Steel fiber reinforced concrete technology has superior crack resistance and impact resistance by strictly controlling raw materials, optimizing material mix design, ensuring construction process specifications, and strengthening quality inspection. It can provide technical support for road and bridge engineering and has strong application value. The article analyzes the effective application of steel fiber reinforced concrete technology in road and bridge engineering, proposes plans to strengthen the professional team building of construction personnel, fully leverage the role of digital technology, establish and improve the construction technology supervision system, and further enhance the quality of technical application to improve the overall efficiency of road and bridge engineering.

[Key words] steel fiber reinforced concrete technology; Road and bridge engineering; Transportation infrastructure; Construction technology

1 引言

路桥工程施工中，通过引入钢纤维混凝土技术，有利于强化混凝土韧性，提升其抗裂、抗冲击性能，进而延长路桥结构使用寿命，有效增加路桥工程经济效益，并保证交通出行安全。然而，在实际的路桥工程的钢纤维混凝土技术应用中，还存在施工人员专业能力有待强化、缺乏信息化技术的融合运用、施工技术监督机制有待完善等问题，不利于呈现良好的混凝土增

强效果，影响到路桥工程整体性能，不利于推动技术广泛应用。

因此，有必要深入剖析钢纤维混凝土技术的应用要点，通过一系列措施，积极引入新理念、新技术与新工艺，有效发挥钢纤维混凝土技术应用优势，由此实现路桥工程高质量发展。

2 路桥工程中钢纤维混凝土技术的应用要点分析

2.1 严格控制原材料

1) 把控钢纤维质量。优先选择镀铜端钩型钢纤维，确保

抗拉强度 $\geq 800\text{MPa}$ ，直径控制在 0.5–0.8mm 间，长度保持在 25–35mm，由此提升钢纤维与混凝土的粘结力；通过随机抽样，检测钢纤维垂直度偏差值，必须 $\leq 5^\circ$ ，避免因过弯影响到分散性。

2) 严格要求水泥品质。使用低碱型硅酸盐水泥，其强度等级为 42.5R，抗折强度能够达到 4.0MPa 及以上，更好地满足路桥工程施工的强度要求。

3) 规定粗骨料规格。使用连续级配碎石作为粗骨料，最大粒径应 $\leq 16\text{mm}$ ，经过筛分试验后，确保 0.6mm 筛孔累及筛余 $\leq 35\%$ ，避免骨料粒径过大，对钢纤维造成损伤，影响到后续路桥工程施工效果^[1]。

4) 合理使用外加剂。钢纤维混凝土技术中，应引入聚羧酸高性能减水剂，其减水率 $\geq 25\%$ ，并将含气量控制在 2%–4% 内，由此降低水胶比提升强度，保证含气量相对合理，保证钢纤维增强效果。

2.2 优化材料配比设计

1) 明确钢纤维掺量。使用梯度试验法，以 C40 混凝土展开试验，设置 0.8%、1.2%、1.6% 三个掺量梯度，评估不同梯度下混凝土各性能水平比较。经过试验，得出 1.2% 掺量比例下，混凝土抗折强度提升的同时，裂缝扩展速度下降，可作为最佳经济掺量，为钢纤维混凝土技术的应用奠定基础。

2) 调整水胶比。将水胶比控制在 0.32–0.38 内，合理使用减水剂，由此保证新拌混凝土坍落度处于 $100\pm 20\text{mm}$ 内，能够有效满足泵送施工要求，同时强化混凝土密实度。

3) 优化砂率。通过正交试验，分析不同砂率下钢纤维混凝土技术应用效果，得出砂率为 42% 时，混凝土工作性、强度等处于平衡水平，其扩展度可达到 550mm，抗压强度显著提升。

4) 加强辅助胶凝材料的应用。合理使用辅助胶凝材料，将粉煤灰掺量保持在 15%–20% 内，矿粉掺量控制在 20%–30% 内，充分发挥微集料填充效应，促使混凝土孔隙率下降，具备更优越的使用耐久性。

2.3 保证施工工艺规范

1) 均匀搅拌。使用“二次投料法”进行搅拌，首先，将粗细骨料与 50% 用水量预拌 1min；其次，加入钢纤维，干拌 90s；最后，加入剩余材料，湿拌 120s，由此提高钢纤维分散均匀度。

2) 控制罐车运输参数。应使用具备搅拌功能的罐车，高效运输混凝土，其转速应控制在 8–12r/min 内，运输时间 $\leq 60\text{min}$ ，由此避免混凝土因运输时间过长而离析。

3) 浇筑方法。浇筑过程中，使用“分层斜向推进法”，每一层厚度应保持在 250mm，相邻浇筑带中，其搭建宽度应 $\geq 500\text{mm}$ ，为连续施工奠定基础。

4) 振捣工艺。振捣施工环节中，秉持“快插慢拔、高频短振”的原则，振捣棒插入速度应控制在 80cm/s，拔出速度维持在 40cm/s，每一次振捣时间应处于 15–20s 内，避免过振导

致钢纤维下沉等问题，同时强化混凝土密实度。

2.4 加强质量检测

1) 检测力学性能。制作标准试件，检测其力学性能，确保 28 天抗压强度应 $>$ 设计值 110%，抗折强度提升幅度应 $\geq 35\%$ 。

2) 检测内部缺陷。施工人员应引入超声波 CT 技术，对钢纤维混凝土进行内部缺陷检测，确保声速变异系数 $< 3\%$ ，由此避免蜂窝麻面等问题，提高钢纤维混凝土质量，为钢纤维混凝土技术的有效应用奠定基础。

3) 检测钢纤维分布情况。利用钻芯取样法，全方位检测钢纤维分布，钢纤维含量偏差应控制在设计体积掺量的 $\pm 3\%$ 内，同时利用图像处理技术，高效分析钢纤维取向系数，确保系数 ≥ 0.85 。

4) 检测混凝土耐久性。开展电通量试验，检测钢纤维混凝土耐久性，要求 56 天龄期电通量 $< 1000\text{C}$ ，由此确保混凝土抗渗抗腐蚀性能；若出现检测不合格，应对相应区域进行压力灌浆技术修复，灌浆压力保持在 0.3–0.5MPa。

3 钢纤维混凝土技术在路桥工程中的应用现状

3.1 施工人员专业能力有待强化

钢纤维混凝土技术在路桥工程的应用中，施工人员专业能力有待强化，难以规范使用施工技术，直接影响到工程质量，不利于发挥钢纤维混凝土技术优势。第一，部分施工人员专业性不足，对钢纤维混凝土特性认识有限，难以明确不同钢纤维与混凝土的适配关系，导致纤维类型选择困难，不利于改善混凝土增强效果，降低钢纤维混凝土技术应用有效性^[2]。第二，许多企业虽然开展了人员培训，但难以切实提高施工人员专业性，缺少系统化的专题培训，难以满足路桥工程施工新需求，不利于强化施工人员业务能力。第三，企业缺乏完善的线上交流渠道，降低施工人才之间的沟通效率，难以互相分享钢纤维混凝土技术施工经验，影响到路桥工程施工优化发展，降低工程建设质量。第四，企业未改善施工人员待遇水平，难以吸引高素质、复合型人才就职，降低施工队伍专业性，影响到钢纤维混凝土技术的规范运用，难以强化混凝土性能。

3.2 缺乏信息化技术的融合运用

路桥工程施工过程中，缺乏信息技术的融合运用，影响到钢纤维混凝土技术的高效使用，既降低施工效率，又阻碍路桥工程数字化转型与升级。首先，在设计钢纤维混凝土配比时，部分企业较少使用大数据、AI 技术等，缺乏对历史数据的高效分析，难以精准计算最佳配比，可能导致原材料浪费，增加钢纤维混凝土技术成本，也难以确保混凝土性能提升。其次，钢纤维混凝土技术应用过程中，部分施工人员未利用物联网平台，难以实时监控技术关键参数，包括混凝土搅拌温度、浇筑速度等，难以确保混凝土增强效果，影响到路桥工程高质量发展。再次，质量检测环节中，施工人员一般依靠人工抽样检测，缺乏先进的无损检测技术的应用，难以精准识别混凝土内部缺

陷，不利于保证路桥工程质量。最后，部分企业未完善数字化协作平台，降低各部门人员沟通效率，难以实现技术信息共享，影响到路桥工程施工进度。

3.3 施工技术监督机制有待完善

路桥工程施工技术监督机制有待完善，缺少相应的规章制度，无法为钢纤维混凝土技术应用提供制度保障，降低技术应用规范性。其一，部分企业未优化施工技术标准规范，导致施工人员随意性较大，难以保证钢纤维混凝土技术应用效果，既影响到工程质量，又不利于后续监管活动实施，影响到路桥工程可持续发展。其二，企业未设置多样化激励措施，导致施工人员工作积极性不足，较少深度探究钢纤维混凝土技术创新应用，不利于呈现更加良好的施工效果；同时，也缺少相应的问责机制，对于出现施工重大失误的人员，缺少及时的批评或处罚，难以肃清内部风气，不利于形成更规范、良好的施工秩序^[3]。其三，企业未创建专门的监管小组，缺乏对钢纤维混凝土技术应用的全面监督，难以保证技术参数科学性，降低技术应用标准化、系统化水平。其四，目前的监管工作中，多为事后监管，未加强对施工过程的动态化监督，难以保证技术应用有效性，可能增加后续修复成本。

4 钢纤维混凝土技术在路桥工程中的应用策略

4.1 加强施工人员专业队伍建设

企业应当加强施工人员专业队伍建设，加大人才培养力度，更好地运用钢纤维混凝土技术，强化路桥工程质量。一是加大人才培养，企业应组织系统化培训，邀请领域内专家，举办钢纤维混凝土技术专题讲座，分享新技术应用要点，提高施工人员技术应用能力，进而强化混凝土性能，为路桥工程高效进行奠定基础。二是增加人才间沟通，企业应完善在线交流平台，便于施工人才之间互相沟通，分享钢纤维混凝土技术应用经验，总结行之有效的施工工艺，推动路桥工程施工优化发展，确保施工有效性。三是招纳高素质人才，企业应改善施工人员待遇水平，吸引创新型、复合型人才就职，增强施工队伍专业性，为钢纤维混凝土技术应用提供人才保障，进一步提升路桥工程施工水平^[4]。四是转变施工工艺，施工人员应转变自身思想观念，积极引入新理念、新技术与新工艺，主动探索钢纤维混凝土技术的创新应用，推动路桥工程施工高效进行。

4.2 充分发挥数字化技术的作用

路桥工程中钢纤维混凝土技术的应用，应当充分发挥数字化技术的作用，引入各种先进手段，为新技术创新应用提供技术支持。其一，企业应灵活运用大数据、AI 技术等，构建钢纤维混凝土配比模型，通过调整不同参数，得出最佳配比方案，由此优化材料配比设计，间接降低技术应用成本，为路桥工程施工提供新技术保障。其二，路桥工程施工现场中，企业应部署高精度的智能传感器，施工人员可基于物联网平台，实时监测钢纤维混凝土技术参数，并由系统自动监控参数，一旦即将

超过设定阈值，会自动提醒施工人员，确保施工全过程可控^[5]。其三，施工人员应引入三维激光扫描仪等设备，快速检测混凝土内部结构及钢纤维分布，精准识别混凝土缺陷，更好地保障混凝土性能水平。其四，企业应完善数字化协作平台，便于各部门人员信息共享，整合路桥工程施工数据，为钢纤维混凝土技术规范应用奠定基础。

4.3 建立健全施工技术监督体系

企业应当建立健全施工技术监督体系，优化钢纤维混凝土技术规章制度，增强技术应用规范性，为路桥工程高质量发展提供制度保障。第一，企业应优化施工技术标准规范，明确钢纤维混凝土技术要求与验收标准，为路桥工程施工提供准确依据，要求施工人员按照相关规范，有序应用施工新技术，进一步增强钢纤维混凝土技术应用规范性，推动路桥工程有序进行。第二，企业应制定多样化的激励措施，充分激发施工人员工作积极性，加强钢纤维混凝土技术的应用，充分发挥其应用优势，以高性能混凝土强化路桥工程质量；还需完善相应的问责机制，对于出现施工失误的人员，应及时提出批评或处罚，构建更规范的工程建设秩序，提高钢纤维混凝土技术管理水平。第三，企业应组建专门的监管小组，对钢纤维混凝土技术应用效果，进行全过程、动态化监督，及时发现并处理违规操作，从源头控制技术应用问题，实现钢纤维混凝土技术在路桥工程的有效运用。

5 结束语

综上所述，钢纤维混凝土技术在路桥工程的应用中，还存在施工人员专业能力有待强化、缺乏信息化技术的融合运用、施工技术监督机制有待完善等问题，难以呈现更好的技术应用效果。文章通过分析钢纤维混凝土技术在路桥工程中的有效应用，提出加强施工人员专业队伍建设、充分发挥数字化技术的作用、建立健全施工技术监督体系等措施，促进路桥工程施工工艺持续创新。

[参考文献]

- [1]王日兵.钢纤维混凝土施工技术在路桥施工中的应用[J].汽车周刊, 2025, (04): 114-116.
- [2]李光睿.钢纤维混凝土路面抗裂性能及施工技术研究[J].散装水泥, 2025, (01): 28-31.
- [3]吕庆祥.抗裂耐磨钢纤维混凝土配制技术及应用研究[J].产品可靠性报告, 2024, (10): 126-128.
- [4]樊笑宇.桥梁施工中钢纤维混凝土的应用[J].黑龙江交通科技, 2024, 47(10): 68-70+74.
- [5]田敏.基于钢纤维混凝土技术的道路桥梁施工方法[J].交通世界, 2023, (Z1): 279-281.

作者简介：刘彭，1990.09.20，男，湖北麻城，汉族，本科，工程师，道路与桥梁专业，湖北交投建设集团路面分公司，研究方向：路桥专业。