

双碳目标下市政桥梁施工阶段碳排放核算与低碳工艺优化

林金涛

江西省民拓建材有限公司，江西赣州，342400；

摘要：在双碳目标的背景下，市政桥梁施工阶段的碳排放核算与低碳工艺优化成为实现可持续发展的关键环节。本文首先阐述了市政桥梁施工阶段碳排放核算的重要性，分析了碳排放核算的范围和方法。接着，探讨了市政桥梁施工阶段的主要碳排放源，包括材料生产、运输、施工过程和设备使用等。然后，提出了低碳工艺优化的策略，如优化施工方案、采用低碳材料和设备、提高能源利用效率等。此外，讨论了低碳工艺优化的实施与管理，包括建立低碳管理体系、加强人员培训和监督评估等。最后，总结了低碳工艺优化的效益和挑战，指出其对实现双碳目标的重要意义。通过这些研究，为市政桥梁施工阶段的碳排放控制和低碳发展提供了理论支持和实践指导。

关键词：双碳目标；市政桥梁；碳排放核算；低碳工艺优化

DOI：10.69979/3029-2727.25.09.093

引言

随着全球气候变化问题的日益严峻，各国纷纷提出了碳达峰和碳中和的目标。在这一背景下，市政基础设施建设，尤其是市政桥梁施工，作为碳排放的重要领域之一，面临着巨大的减排压力。市政桥梁施工阶段的碳排放核算与低碳工艺优化不仅有助于减少施工过程中的碳排放，还能提高资源利用效率，降低施工成本，提升项目的环境效益和社会效益。因此，深入研究市政桥梁施工阶段的碳排放核算与低碳工艺优化，对于实现双碳目标具有重要的现实意义。通过科学的碳排放核算和有效的低碳工艺优化，可以为市政桥梁施工阶段的可持续发展提供有力支持，推动建筑行业的绿色转型。

1 市政桥梁施工阶段碳排放核算的重要性

1.1 碳排放核算的背景与意义

在全球气候变化的背景下，碳排放核算已成为衡量和控制温室气体排放的重要手段。对于市政桥梁施工阶段，碳排放核算不仅有助于明确施工过程中的碳排放源和排放量，还能为制定减排策略提供科学依据。通过碳排放核算，可以识别施工阶段的主要碳排放源，评估不同施工方案的碳排放影响，从而优化施工过程，减少碳排放。此外，碳排放核算还能为政府和企业制定相关政策和目标提供数据支持，推动市政桥梁施工阶段的低碳发展。

1.2 碳排放核算的范围与方法

市政桥梁施工阶段的碳排放核算范围通常包括材料生产、运输、施工过程和设备使用等多个环节。材料

生产阶段的碳排放主要来源于原材料的开采、加工和制造过程；材料运输阶段的碳排放主要与运输距离、运输方式和运输工具的能耗有关；施工过程和设备使用阶段的碳排放则主要与施工机械的能耗、施工工艺和施工管理等因素相关。碳排放核算的方法主要包括生命周期评估（LCA）、碳足迹计算和能源消耗折算等。通过这些方法，可以全面、准确地核算市政桥梁施工阶段的碳排放量，为后续的低碳工艺优化提供基础数据。

1.3 碳排放核算的挑战与应对

尽管碳排放核算的重要性日益凸显，但在实际操作中仍面临诸多挑战。例如，数据获取的难度较大，不同施工阶段的碳排放数据分散且不完整；核算方法的选择和应用存在一定的复杂性，不同的核算方法可能导致不同的结果；此外，施工过程的动态性和不确定性也增加了碳排放核算的难度。为了应对这些挑战，需要建立统一的碳排放核算标准和数据收集体系，加强数据管理和质量控制，提高核算方法的科学性和准确性。同时，应结合实际施工情况，灵活应用多种核算方法，确保碳排放核算结果的可靠性和实用性。

2 市政桥梁施工阶段的主要碳排放源

2.1 材料生产与运输

材料生产是市政桥梁施工阶段碳排放的主要来源之一。钢材、水泥、沥青等主要建筑材料的生产过程能耗高、碳排放量大。例如，水泥生产过程中需要高温煅烧，消耗大量的煤炭等化石燃料，产生大量的二氧化碳排放，据统计每生产1吨水泥约排放0.8-1吨二氧化碳。材料运输过程中的碳排放也不容忽视，运输距离、运输

方式和运输工具的能耗直接影响碳排放量。例如，长距离的公路运输比短距离的铁路运输碳排放量更高，公路运输每吨公里碳排放约为铁路的 3~5 倍。因此，优化材料选择和运输方案，选择低碳材料和运输方式，可以有效减少材料生产与运输阶段的碳排放。

2.2 施工过程与设备使用

施工过程中的碳排放主要来源于施工机械的能耗和施工工艺的选择。施工机械如挖掘机、起重机、搅拌机等在运行过程中消耗大量的燃料，产生二氧化碳排放，一台中型挖掘机日均碳排放可达数百公斤。此外，施工工艺的碳排放差异也较大，例如，传统的混凝土浇筑工艺比预制装配式工艺碳排放量更高，预制工艺可减少约 30% 的现场碳排放。施工管理的水平也会影响碳排放，例如，合理的施工计划和调度可以减少机械的空转时间和闲置时间，降低碳排放。因此，优化施工工艺、提高施工效率和管理水平，是减少施工过程碳排放的重要途径。

2.3 其他碳排放源

除了上述主要碳排放源，市政桥梁施工阶段还存在一些其他碳排放源。例如，施工现场的临时设施建设和拆除过程中的碳排放，临时板房搭建所用钢材、板材的生产及安装均会产生碳排放；施工现场的照明、办公设备等的能耗产生的碳排放，一个千平米施工现场日均照明碳排放约数十公斤；以及施工过程中产生的废弃物处理过程中的碳排放等。虽然这些碳排放源的排放量相对较小，但通过精细化管理和优化措施，也可以实现一定的减排效果。例如，采用节能型临时设施和照明设备，合理规划废弃物处理方式等，可以有效减少这些碳排放源的排放量。

3 市政桥梁施工阶段低碳工艺优化的策略

3.1 优化施工方案

优化施工方案是实现低碳工艺优化的重要手段。通过合理规划施工流程、优化施工顺序和施工方法，可以减少施工过程中的碳排放。例如，采用预制装配式施工工艺，可以减少现场混凝土浇筑和模板支设等高碳排放施工环节；采用分段施工和流水作业方式，可以提高施工效率，减少施工机械的闲置时间和能耗。此外，优化施工方案还可以通过合理安排施工进度，避免因工期延误导致的额外碳排放。例如，通过科学的施工计划和调度，确保施工机械和人员的高效利用，减少因等待和闲置产生的碳排放。同时，施工前需结合桥梁结构特点开

展专项模拟分析，精准核算各工序碳排放峰值，针对性制定减排预案，保障优化方案落地见效。

3.2 采用低碳材料和设备

采用低碳材料和设备是减少市政桥梁施工阶段碳排放的有效途径。低碳材料如高性能混凝土、再生钢材、竹材等，其生产过程能耗低、碳排放量小，且具有良好的力学性能和耐久性。例如，高性能混凝土可以减少水泥用量，降低碳排放；再生钢材可以减少钢材生产过程中的碳排放。低碳设备如电动施工机械、混合动力施工机械等，其能耗低、碳排放量小，且具有良好的操作性能和可靠性。例如，电动挖掘机和起重机可以减少燃料消耗，降低碳排放。通过在市政桥梁施工中广泛采用低碳材料和设备，可以有效减少施工阶段的碳排放。选用时需兼顾材料设备适配性与经济性，建立低碳供应链溯源体系，确保材料环保性与设备减排效能达标。

3.3 提高能源利用效率

提高能源利用效率是实现低碳工艺优化的重要措施。通过优化能源供应系统、采用节能技术和设备、加强能源管理等措施，可以减少施工过程中的能源消耗和碳排放。例如，采用太阳能光伏发电系统为施工现场提供部分电力，可以减少对传统化石燃料的依赖，降低碳排放；采用节能型施工设备和照明设备，可以减少能源消耗，提高能源利用效率。此外，加强能源管理，通过建立能源监测系统、制定能源管理制度和开展能源审计等措施，可以有效监控和管理施工过程中的能源消耗，确保能源利用效率的持续提高。同时可推行能源梯级利用模式，将施工机械余热等回收用于现场供暖，进一步挖掘节能潜力。

4 市政桥梁施工阶段低碳工艺优化的实施与管理

4.1 建立低碳管理体系

建立低碳管理体系是确保低碳工艺优化顺利实施的重要保障。低碳管理体系应包括低碳目标的制定、低碳策略的实施、低碳措施的监督和评估等环节。首先，应根据市政桥梁项目的实际情况和双碳目标要求，制定明确的低碳目标，如碳排放总量控制目标、碳排放强度降低目标等。其次，应制定具体的低碳策略和措施，明确各部门和人员的职责和任务，确保低碳工艺优化措施的落实。此外，应建立低碳措施的监督和评估机制，定期检查低碳措施的实施效果，及时发现问题并采取措施进行调整，确保低碳目标的实现。

4.2 加强人员培训与教育

加强人员培训与教育是实现低碳工艺优化的重要基础。通过开展低碳知识培训和技能培训，可以提高施工人员和管理人员的低碳意识和操作技能，确保低碳工艺优化措施的有效实施。例如，应对施工人员进行低碳材料和设备的操作培训，使其熟练掌握低碳施工技术和方法；应对管理人员进行低碳管理知识培训，使其具备制定和实施低碳策略的能力。此外，应通过宣传和教育活动，提高全体员工的低碳意识和环保意识，营造良好的低碳施工氛围。

4.3 监督评估与持续改进

监督评估与持续改进是确保低碳工艺优化效果的重要环节。通过建立完善的监督评估机制，可以对低碳工艺优化措施的实施效果进行实时监控和评估，及时发现问题并采取措施进行改进。例如，应定期对施工阶段的碳排放情况进行监测和评估，分析碳排放的变化趋势和原因，找出碳排放的高点和低点，针对性地采取减排措施。此外，应根据评估结果，对低碳工艺优化措施进行持续改进，不断优化施工方案、材料选择和设备使用，提高低碳工艺优化的效果，确保市政桥梁施工阶段的碳排放持续降低。

5 市政桥梁施工阶段低碳工艺优化的效益与挑战

5.1 低碳工艺优化的效益

低碳工艺优化在市政桥梁施工阶段具有显著的经济效益、环境效益和社会效益。从经济效益来看，低碳工艺优化可以通过减少能源消耗和材料浪费，降低施工成本；通过提高施工效率和缩短施工周期，减少人工和设备租赁费用。从环境效益来看，低碳工艺优化可以显著减少施工阶段的碳排放，降低对环境的负面影响，改善施工现场的环境质量。从社会效益来看，低碳工艺优化可以提高市政桥梁项目的社会认可度和公众满意度，提升企业的社会形象和品牌价值。

5.2 低碳工艺优化的挑战

尽管低碳工艺优化具有诸多效益，但在实际实施过程中仍面临一些挑战。首先，低碳工艺优化需要较高的技术投入和资金支持，如低碳材料和设备的采购成本较高，节能技术的研发和应用需要大量的资金投入。其次，低碳工艺优化需要改变传统的施工模式和管理方式，可能会受到传统观念和利益的阻碍。此外，低碳工艺优化

的实施需要多部门的协同合作，协调难度较大。例如，材料供应商、设备制造商、施工企业、监理单位等需要在低碳目标下协同工作，确保低碳工艺优化措施的顺利实施。

5.3 未来发展方向

未来，市政桥梁施工阶段的低碳工艺优化将朝着更加系统化、智能化和高效化的方向发展。随着低碳技术的不断创新和应用，如新型低碳材料的研发、智能施工设备的推广、能源管理系统的发展等，市政桥梁施工阶段的碳排放将进一步降低。同时，随着双碳目标的推进和政策支持力度的加大，低碳工艺优化将得到更广泛的应用和推广。此外，随着公众环保意识的提高和市场需求的变化，低碳工艺优化将成为市政桥梁施工的必然选择，推动市政桥梁施工向绿色、低碳、可持续的方向发展。

6 总结

在双碳目标的背景下，市政桥梁施工阶段的碳排放核算与低碳工艺优化对于实现可持续发展具有重要意义。通过碳排放核算，可以明确施工阶段的碳排放源和排放量，为制定减排策略提供科学依据。通过优化施工方案、采用低碳材料和设备、提高能源利用效率等低碳工艺优化措施，可以有效减少市政桥梁施工阶段的碳排放，同时实现经济效益、环境效益和社会效益的多赢。然而，低碳工艺优化在实施过程中仍面临技术投入、传统观念和协调难度等挑战。未来，随着技术的进步和政策的支持，低碳工艺优化将得到更广泛的应用和推广，为市政桥梁施工阶段的绿色低碳发展提供有力支持，助力实现双碳目标。

参考文献

- [1] 涂晓倩. 市政桥梁工程的关键施工技术[J]. 汽车画刊, 2024, (12): 153-155.
- [2] 赵阳, 王俏俏. 浅析市政桥梁工程中预应力施工技术的应用[J]. 新城建科技, 2024, 33(03): 142-144.
- [3] 赵云峰. “双碳”背景下桥梁工程施工技术研究[J]. 四川建材, 2025, 51(07): 186-188+192.
- [4] 于万水, 易俊, 杨文丽, 等. 考虑边际碳排放和需求响应的用户侧动态碳责任核算方法[J/OL]. 中国电力, 1-10 [2025-10-31].
- [5] 张长龙, 张梦源, 马静雯, 等. 工程渣土固化利用的全生命周期碳排放核算及效果评估[J/OL]. 铁道科学与工程学报, 1-14 [2025-10-31].