

基于生命周期理论的水利工程施工工期碳排放核算方法与应用

黄婵婵

浙江富江建设集团有限公司 浙江 温州 325000

摘要: 随着水利建设规模扩大,碳排放管理成为关键。本文聚焦水利工程施工阶段碳排放问题,深入剖析其碳排放主要来源,涵盖材料生产与运输、施工机械使用以及施工人员生活耗能等方面。详细阐述碳排放核算模型的构建过程,包括明确核算边界、精准采集数据、合理选择计算方法等关键步骤。同时,有针对性地提出一系列减排策略,如优化材料选择与运输方式、选用高效施工机械、强化能源管理以及推广绿色施工技术,旨在为水利工程施工阶段的碳排放核算与减排提供科学依据和有效指导,助力水利工程实现绿色可持续发展。

关键词: 水利工程;碳排放核算;动态模型;减排策略

引言:在全球气候变暖的大背景下,碳排放问题备受关注,各行业都在积极探索节能减排的有效途径。水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其施工阶段涉及众多环节,会产生大量的碳排放,对环境造成一定影响。准确核算水利工程施工阶段的碳排放量,并制定切实可行的减排策略,对于实现水利工程的绿色施工、降低对环境的负面影响以及推动整个行业的可持续发展具有重要意义。

1 水利工程施工阶段碳排放主要来源

1.1 材料生产与运输

在水利工程施工阶段,材料生产与运输是碳排放的重要源头。材料生产过程中,如水泥、钢材等基础建材的制造,需要消耗大量能源,像煤炭、电力等,这些能源的燃烧会释放大量二氧化碳。以水泥生产为例,石灰石煅烧等环节能源消耗巨大。而在材料运输环节,无论是短途的工地内转运,还是长途的跨区域运输,运输工具(如卡车、船舶等)的燃油燃烧都会产生碳排放。运输距离越远、运输量越大,碳排放量也就越高,因此合理规划材料生产与运输对控制水利工程施工碳排放至关重要^[1]。

1.2 施工机械使用

施工机械的使用是水利工程施工阶段碳排放的关键因素。水利工程通常需要使用各类大型机械设备,如挖掘机、起重机、混凝土搅拌机等。这些机械在运行过程中,主要依靠柴油、汽油等化石燃料提供动力,燃料燃烧会产生大量的二氧化碳排放。而且,一些老旧机械由于能效较低,相同工作量下消耗的燃料更多,排放的二氧化碳也更多。此外,机械的空转、不合理操作等也会

增加不必要的能源消耗和碳排放,所以优化施工机械的使用和管理是减排的重要环节。

1.3 施工人员生活耗能

施工人员生活耗能也是水利工程施工阶段碳排放不可忽视的一部分。在施工现场,施工人员的生活区域需要照明、取暖、制冷、烹饪等,这些活动都会消耗能源。例如,使用电灯照明、空调调节温度、煤气灶做饭等,都会直接或间接产生碳排放。特别是在一些大型水利工程中,施工人员数量众多,生活耗能总量相当可观。而且,如果生活区域的能源利用效率低下,或者存在能源浪费现象,如长明灯、不合理使用空调等,会进一步增加碳排放,因此加强施工人员生活耗能管理很有必要。

2 水利工程施工阶段碳排放核算模型构建

2.1 核算边界确定

确定水利工程施工阶段碳排放核算边界是构建核算模型的基础与前提。核算边界需从时间、空间和项目范围三个维度来界定。时间上,明确从施工准备开始到工程竣工结束这一完整周期。空间上,涵盖施工现场及与施工直接相关的附属区域,如材料堆放场、临时加工厂等。项目范围方面,要包含材料生产与运输、施工机械使用、施工人员生活耗能等主要碳排放源。对于材料生产,若材料由施工单位自行生产,需将生产环节纳入边界;若为外购,则以材料进入施工现场为界。施工机械使用涵盖所有为施工服务的机械设备运行产生的排放。施工人员生活耗能则包括生活区内的用电、用气、用煤等消耗对应的排放。清晰合理的核算边界能确保核算全面且不重复、不遗漏,为准确计算碳排放量提供准确范围。

2.2 数据采集

数据采集是水利工程施工阶段碳排放核算的关键环节,其准确性直接影响核算结果。对于材料生产与运输数据,要收集材料的种类、数量、生产地、运输方式、运输距离等信息,可通过与材料供应商沟通、查阅运输单据获取。施工机械使用数据方面,记录机械的类型、型号、使用时间、燃油消耗量等,可通过机械的仪表记录、施工日志等渠道收集。施工人员生活耗能数据,包括生活区人数、用电度数、用气量、用煤量等,可通过安装计量仪表、生活区管理记录等方式获得。同时,要确保数据来源可靠、记录及时准确,对采集到的数据进行整理和审核,剔除异常数据,保证数据质量,为后续碳排放计算提供坚实的数据支撑^[2]。

2.3 计算方法选择

选择合适的计算方法是准确核算水利工程施工阶段碳排放的重要保障。目前常用的计算方法有排放因子法、实测法等。排放因子法是根据活动数据与相应的排放因子相乘来计算碳排放量,具有操作简便、数据获取相对容易的优点,适用于大部分碳排放源的计算,如材料生产与运输、施工机械使用等环节,通过查阅相关标准或文献获取排放因子,结合采集到的活动数据即可计算。实测法则是通过实际测量碳排放相关参数来计算,如对施工机械的尾气排放进行实时监测,这种方法准确性高,但成本较高、操作复杂,一般用于对核算精度要求极高或排放因子法难以准确计算的情况。在实际核算中,可根据具体情况和核算要求,综合选用合适的计算方法。

2.4 核算模型构建

在明确核算边界、完成数据采集并选定计算方法后,便可构建水利工程施工阶段碳排放核算模型。首先,按照不同的碳排放源进行分类,如将材料生产与运输、施工机械使用、施工人员生活耗能分别作为独立的核算模块。然后,针对每个模块,根据所选的计算方法,将采集到的活动数据与相应的排放因子或实测参数进行运算,得出各模块的碳排放量。最后,将各个模块的碳排放量进行汇总,得到水利工程施工阶段的总碳排放量。同时,为了便于对核算结果进行分析和应用,可在模型中设置一些分析功能,如对不同施工阶段、不同碳排放源的碳排放占比进行分析,为制定减排策略提供有针对性的依据,使核算模型更具实用性和指导性。

3 水利工程施工阶段减排策略

3.1 优化材料选择与运输

(1)选择低碳材料。在水利工程施工阶段,选择低碳

材料是有效降低碳排放的关键策略。优先选用本地生产的材料,能大幅减少材料运输距离,降低运输过程中的能源消耗与碳排放。比如本地石材,相比远距离运输的外地石材,可节省大量燃油。同时,关注材料的生产过程,选择采用清洁能源生产、生产工艺环保的材料。像新型低碳水泥,其生产时利用工业废渣替代部分原材料,减少了石灰石煅烧等高碳排放环节。此外,推广使用可回收、可再生的材料,如再生钢材、再生塑料等,既能降低对新资源的依赖,又能减少材料生产全生命周期的碳排放,从源头上为水利工程施工的绿色发展奠定基础。(2)合理规划材料运输路线。合理规划材料运输路线对水利工程施工阶段减排意义重大。施工前,借助理信息系统(GIS)等先进技术,综合考虑道路状况、交通流量、运输距离等因素,制定最优运输路线。避开交通拥堵路段,可减少运输车辆的怠速时间,降低燃油消耗和尾气排放。同时,尽量选择路况好、坡度平缓的道路,降低车辆行驶阻力,提高运输效率。对于长途运输,可优先选择铁路或水路运输,这两种运输方式单位碳排放远低于公路运输。并且,根据施工进度和材料需求,合理安排运输批次和数量,避免车辆空载或超载行驶,实现材料运输的节能减排^[3]。

3.2 选用高效施工机械

(1)推广使用电动或混合动力施工机械。在水利工程施工中,推广电动或混合动力施工机械是降低碳排放的有效举措。电动施工机械以电力为动力源,运行过程中不直接产生碳排放,相比传统燃油机械,能显著减少因燃料燃烧带来的污染物排放。例如电动挖掘机,在挖掘作业时安静无污染,且能源利用效率较高。混合动力施工机械则结合了燃油发动机和电动机的优势,在低负荷时使用电力驱动,高负荷时燃油发动机介入,既能保证施工动力需求,又能降低燃油消耗和碳排放。同时,随着技术发展,电动和混合动力施工机械的性能不断提升,能满足水利工程施工的多样化需求,施工单位应积极引入这类环保机械,推动施工过程的绿色化转型。(2)定期维护施工机械。定期维护施工机械对于减少碳排放至关重要。施工机械在长期运行后,部件会出现磨损、老化,导致机械性能下降,能源消耗增加。例如,发动机的空气滤清器堵塞,会使进气不畅,燃油燃烧不充分,不仅增加油耗,还会产生更多的一氧化碳、碳氢化合物等污染物。定期对施工机械进行保养,更换润滑油、滤清器等部件,能保证机械处于良好的运行状态,提高能源利用效率,降低碳排放。此外,定期检查机械的燃油系统、点火系统等,及时修复故障,可避免因机

械故障导致的能源浪费和异常排放,延长机械使用寿命的同时,实现节能减排目标。

3.3 加强能源管理

(1)建立能源管理制度。建立科学完善的能源管理制度是水利工程施工阶段加强能源管理、实现减排目标的基础。该制度应明确能源管理职责,指定专门的能源管理负责人和部门,对施工过程中的能源使用进行全面统筹与监督。同时,制定详细的能源管理流程,涵盖能源采购、储存、使用等各个环节,确保能源的合理利用。例如,规定能源采购需根据施工进度和实际需求进行,避免能源积压浪费;储存时要做好防护措施,减少能源损耗。此外,建立能源使用监测机制,定期对各类能源的消耗情况进行统计和分析,及时发现能源浪费问题并采取解决措施,通过制度的约束和引导,提高全体施工人员的节能意识。(2)制定能源消耗定额。制定合理的能源消耗定额能为水利工程施工阶段的能源管理提供明确的目标和依据。根据水利工程的类型、规模、施工工艺等因素,结合以往类似工程的能源消耗数据,为不同的施工工序和设备制定具体的能源消耗标准。例如,为混凝土搅拌机、起重机等主要施工机械设定每小时的燃油或电力消耗上限。在施工过程中,将实际能源消耗与定额进行对比分析,对于超出定额的情况,及时查找原因并采取改进措施,如优化施工操作、调整设备运行参数等。通过能源消耗定额的约束,促使施工人员和设备操作人员更加注重能源的合理使用,有效降低施工过程中的能源消耗和碳排放。

3.4 推广绿色施工技术

(1)采用预制装配式施工技术。预制装配式施工技术是水利工程施工中极具潜力的绿色技术。该技术将部分构件在工厂预制完成,再运输至施工现场进行装配。与传统现场浇筑相比,工厂预制能实现集中生产,提高材料利用率,减少现场施工产生的建筑垃圾和废弃物。同时,工厂生产环境可控,可精准控制构件质量,减少因质量问题导致的返工和材料浪费。而且,现场装配施工速度快,能缩短工期,降低施工机械的使用时间和能源

消耗。例如在渠道衬砌施工中采用预制混凝土板装配,既保证了施工质量,又减少了现场湿作业,有效降低了碳排放。(2)应用智能监测与控制技术。在水利工程施工中应用智能监测与控制技术,可实现能源和资源的精细化管理,达到减排目的。通过在施工现场安装各类传感器,实时监测施工机械的能耗、运行状态,以及施工现场的用水、用电情况等。利用数据分析系统对监测数据进行处理和分析,及时发现能源浪费和设备异常运行问题。同时,智能控制系统可根据监测结果自动调整设备运行参数,如根据光照强度自动调节照明设备亮度,根据施工需求合理分配电力资源等,避免不必要的能源消耗,提高能源利用效率,从而有效减少施工阶段的碳排放^[4]。

结束语

水利工程施工阶段的碳排放核算模型构建与减排策略研究,对推动水利工程绿色发展意义重大。通过明确核算边界、精准采集数据、合理选择计算方法构建的核算模型,能准确评估施工碳排放,为减排提供科学依据。而优化材料选择与运输、选用高效施工机械、加强能源管理以及推广绿色施工技术等一系列减排策略,从多个环节有效降低了碳排放。未来,随着技术不断进步和管理持续优化,我们应进一步深化研究,完善核算模型,创新减排技术,让水利工程建设在实现功能目标的同时,最大程度减少对环境的影响,达成经济效益与环境效益的双赢。

参考文献

- [1]时曼,王磊.水利工程施工阶段碳排放核算方法研究[J].水利水电技术,2021,52(4):45-52.
- [2]张锐,王燕峰.建筑材料绿色采购与碳减排策略探讨[J].建筑科学,2020,36(12):112-118.
- [3]杨田,赵鹏.施工机械设备节能技术及应用现状分析[J].工程管理学报,2022,33(6):78-85.
- [4]黄跃群,刘耀儒,许文彬,等.水利水电工程全生命周期碳排放研究——以犬木塘工程为例[J].清华大学学报(自然科学版),2022,62(08):1366-1373.