

环境工程项目的生命周期碳排放管理

李延明

子长市行政审批服务保障中心 陕西 延安 713000

摘要：本文聚焦于环境工程项目的生命周期碳排放管理，首先阐述了其重要性及紧迫性，强调在全球气候变化背景下，有效管理碳排放对实现可持续发展目标的关键意义。接着详细剖析了环境工程项目生命周期各阶段（规划、设计、施工、运营、拆除）的碳排放特征及影响因素。随后探讨了碳排放管理的策略与方法，包括碳排放核算、低碳技术应用、管理机制构建等方面。旨在为环境工程项目的低碳发展提供理论支持与实践指导。

关键词：环境工程项目；生命周期；碳排放管理；可持续发展

1 引言

全球工业化使碳排放剧增，引发气候变化等环境问题，国际社会关注度提升，各国制定减排目标共同应对。环境工程项目是改善环境、促进可持续发展的重要手段，其碳排放管理受重视。该类项目生命周期包括规划、设计、施工、运营、拆除各阶段，每个阶段都会产生碳排放，影响全球气候。因此，对环境工程项目实施全生命周期碳排放管理，既可降低项目自身碳排放、实现节能减排，又能为其他行业提供借鉴，推动社会低碳转型。

2 环境工程项目生命周期碳排放管理的重要性与紧迫性

环境工程项目生命周期碳排放管理重要且紧迫：全球气候变暖威胁人类生存发展，碳排放是主因，环境工程项目作为环保相关领域，有责任在建设和运营中降碳以应对气候变化；可持续发展要求经济、社会、环境协调发展，环境工程项目若实施中碳排放量大，会破坏生态、加剧环境压力，加强碳排放管理是内在需要；全球低碳经济趋势下，消费者对低碳产品和服务需求增加，环境工程企业实施生命周期碳排放管理可降成本、提能效、树形象、增竞争力，还能提前适应碳减排政策法规、降低风险。

3 环境工程项目生命周期各阶段的碳排放特征及影响因素

3.1 规划阶段

3.1.1 碳排放特征

在环境工程项目的规划阶段，碳排放主要来自于项目前期的调研、可行性研究、方案设计等活动。这些活动通常需要消耗大量的能源，如交通出行、办公设备使用等，从而产生一定的碳排放。此外，规划阶段的决策也会对项目后续阶段的碳排放产生重要影响。

3.1.2 影响因素

项目选址的合理性直接影响着项目建设和运营过程中的能源消耗和碳排放。例如，选址在交通便利、基础设施完善的地区，可以减少运输成本和能源消耗；而选址在偏远地区，可能需要建设更多的基础设施，增加能源消耗和碳排放。

项目规模的大小决定了项目建设和运营过程中所需的资源和能源数量。一般来说项目规模越大，碳排放量也越高^[1]。因此，在规划阶段，应根据实际需求合理确定项目规模，避免盲目扩大规模导致碳排放增加。

先进的规划理念注重资源的节约和环境的保护，强调可持续发展。采用绿色、低碳的规划理念，可以在项目规划阶段就充分考虑碳排放因素，优化项目布局 and 设计方案，降低项目全生命周期的碳排放。

3.2 设计阶段

设计阶段是环境工程项目碳排放管理的关键阶段。在这个阶段，项目的建筑结构、工艺流程、设备选型等基本确定，这些因素将直接影响项目建设和运营过程中的能源消耗和碳排放。例如，建筑设计中的朝向、采光、通风等因素会影响建筑的能源需求；工艺流程的设计会影响生产过程中的能源利用效率和废弃物产生量。

合理的建筑设计可以充分利用自然能源，减少人工能源的使用。例如，采用被动式太阳能设计、自然通风设计等，可以降低建筑的采暖、制冷和通风能耗，从而减少碳排放。

先进的工艺设计可以提高资源利用效率，降低能源消耗和废弃物产生量。例如，采用清洁生产技术、循环经济模式等，可以实现资源的高效利用和废弃物的最小化排放，减少项目全生命周期的碳排放。

选择高效节能的设备是降低项目碳排放的重要措施。在设备选型时，应综合考虑设备的能效、性能、可靠性等因素，优先选择能效等级高、碳排放低的设备。

3.3 施工阶段

施工阶段是环境工程项目碳排放最为集中的阶段。在这个阶段，建筑材料的生产、运输和施工过程中的能源消耗都会产生大量的碳排放。例如，水泥、钢材等建筑材料的生产是高能耗、高排放的过程；建筑材料的运输需要消耗大量的燃油，产生尾气排放；施工过程中的机械设备运行、照明等也需要消耗能源，产生碳排放。

3.3.1 影响因素

(1) 施工工艺

不同的施工工艺对能源消耗和碳排放的影响差异较大。采用先进的施工工艺和技术，如预制装配式施工、绿色施工技术等，可以提高施工效率，减少能源消耗和废弃物产生量，降低碳排放。

(2) 施工管理

科学的施工管理可以有效控制施工过程中的能源消耗和碳排放^[2]。例如，合理安排施工进度、优化施工组织设计、加强施工现场的能源管理等，都可以降低施工阶段的碳排放。

(3) 建筑材料

建筑材料的选择对项目碳排放有重要影响。优先选择本地生产的、可再生的、低碳的建筑材料，可以减少建筑材料的运输距离和能源消耗，降低碳排放。

3.4 运营阶段

运营阶段是环境工程项目碳排放的长期阶段。在这个阶段，项目的能源消耗主要用于维持项目的正常运行，如污水处理厂的电力消耗、垃圾处理厂的燃料消耗等。此外，运营过程中的设备维护、更新等也会产生一定的碳排放。

3.4.1 影响因素

(1) 运营管理

科学的运营管理可以提高项目的能源利用效率，降低碳排放。例如，建立完善的能源管理制度、加强设备的维护保养、优化运行参数等，都可以减少能源消耗和碳排放。

(2) 能源结构

能源结构的选择直接影响着项目的碳排放。采用清洁能源，如太阳能、风能、水能等，可以减少对传统化石能源的依赖，降低碳排放。

(3) 设备更新

随着技术的不断进步，设备的能效不断提高。及时更新老旧设备，采用高效节能的新设备，可以降低项目的能源消耗和碳排放。

3.5 拆除阶段

拆除阶段是环境工程项目生命周期的最后一个阶段。在这个阶段，建筑物的拆除、建筑垃圾的运输和处理等都会产生一定的碳排放。例如，拆除过程中的机械设备运行需要消耗能源；建筑垃圾的运输和处理过程中也会产生能源消耗和温室气体排放。

3.5.1 影响因素

(1) 拆除方式

不同的拆除方式对碳排放的影响不同。采用机械拆除方式会产生较大的噪音和粉尘污染，同时消耗较多的能源；而采用人工拆除方式虽然速度较慢，但可以减少能源消耗和环境污染。因此，在选择拆除方式时，应综合考虑项目的实际情况，选择环保、低碳的拆除方式。

(2) 建筑垃圾处理

建筑垃圾处理的方式也会影响碳排放。对建筑垃圾进行分类回收和再利用，可以减少建筑垃圾的填埋量，降低碳排放；而将建筑垃圾直接填埋或焚烧，不仅会占用土地资源，还会产生大量的温室气体排放。

4 环境工程项目生命周期碳排放管理的策略与方法

4.1 碳排放核算

碳排放核算是环境工程项目生命周期碳排放管理的基础。目前，常用的碳排放核算方法有排放因子法、质量平衡法和实测法等。排放因子法是根据活动数据和排放因子来计算碳排放量，具有计算简单、数据易获取等优点，是目前应用最为广泛的方法；质量平衡法是根据物质守恒原理，通过计算输入和输出物质中的碳含量来计算碳排放量；实测法是通过直接测量碳排放源的排放浓度和流量来计算碳排放量，具有准确性高的优点，但成本也较高。

4.2 核算范围

环境工程项目生命周期碳排放核算的范围应包括项目全生命周期的各个阶段，即规划、设计、施工、运营和拆除阶段。在每个阶段，应明确核算的边界和内容，确保核算结果的准确性和完整性^[3]。例如，在施工阶段，应核算建筑材料生产、运输和施工过程中的能源消耗和碳排放；在运营阶段，应核算项目的能源消耗和废弃物处理过程中的碳排放。

4.3 低碳技术应用

清洁能源技术是降低环境工程项目碳排放的重要手段。在项目建设和运营过程中，应积极推广应用太阳能、风能、水能、生物能等清洁能源，减少对传统化石能源的依赖。例如，在污水处理厂中，可以采用太阳能光伏发电系统为污水处理设备提供电力；在垃圾处理厂中，可以采用生物质能发电技术将垃圾中的生物质转化为电能。

4.4 节能技术

节能技术可以提高能源利用效率,降低能源消耗和碳排放。在环境工程项目中,应广泛应用节能建筑技术、节能设备技术、节能工艺技术等。例如,采用保温隔热材料、节能门窗等建筑节能技术,可以降低建筑的采暖、制冷能耗;采用高效节能的水泵、风机等设备,可以减少设备的能源消耗;采用先进的污水处理工艺和垃圾处理工艺,可以提高能源利用效率,降低碳排放。

4.5 碳捕集与封存技术

碳捕集与封存技术(CCS)是指将二氧化碳从工业排放源中分离出来,然后将其运输到特定地点进行封存,以减少碳排放的技术。虽然目前CCS技术还处于发展阶段,成本较高,但随着技术的不断进步和成本的降低,CCS技术有望在环境工程项目中得到广泛应用,为实现深度减排提供技术支持。

4.6 管理机制构建

4.6.1 政策法规支持

政府应制定相关的政策法规,鼓励和引导环境工程项目实施生命周期碳排放管理。例如,出台碳排放配额分配制度、碳税政策等,对碳排放较低的项目给予政策优惠和资金支持;对碳排放较高的项目进行限制和处罚,促使企业加强碳排放管理。

4.6.2 标准体系建立

建立完善的环境工程项目生命周期碳排放管理标准体系,明确碳排放核算方法、评价指标、管理要求等内容,为项目的碳排放管理提供技术依据和规范指导。同时,加强对标准体系的宣传和培训,提高企业对标准的认识和执行能力。

4.6.3 监督考核机制

建立健全的环境工程项目生命周期碳排放管理监督考核机制,加强对项目碳排放情况的监测和评估。定期对项目的碳排放数据进行审核和公示,接受社会监督^[4]。对碳排放管理成效显著的企业给予表彰和奖励,对未达到碳排放管理要求的企业进行督促整改,确保碳排放管理工作的有效实施。

5 环境工程项目生命周期碳排放管理案例分析

5.1 项目概况

某污水处理厂项目,设计处理规模为10万吨/日,采用A²/O工艺,服务范围为周边区域的城市污水。项目于2015年开工建设,2017年建成投产。在项目建设过程中,项目业主高度重视碳排放管理工作,实施了全生命周期的碳排放管理。

5.2 碳排放管理措施

在项目规划阶段,充分考虑了碳排放因素,对项目选

址进行了优化。项目选址靠近污水处理厂的污水来源地和受纳水体,减少了污水输送距离和能源消耗。同时,合理确定了项目规模,避免了盲目扩大规模导致碳排放增加。

在设计阶段,采用了先进的设计理念和技术。建筑设计采用了自然通风和采光设计,减少了人工照明和通风能耗;工艺设计采用了高效的污水处理工艺,提高了污水处理效率,降低了能源消耗和药耗;设备选型优先选择了高效节能的设备,如变频水泵、高效风机等,降低了设备运行能耗。

在施工阶段,采用了绿色施工技术。建筑材料优先选择了本地生产的、可再生的建筑材料,减少了建筑材料的运输距离和能源消耗;施工过程中加强了能源管理,合理安排施工进度,优化施工组织设计,减少了施工机械设备的空转时间,降低了能源消耗。

在运营阶段,建立了完善的能源管理制度,加强了设备的维护保养,优化了运行参数,提高了能源利用效率。同时,积极推广应用清洁能源,在污水处理厂厂区内建设了太阳能光伏发电系统,为污水处理设备提供部分电力,减少了对传统电网电力的依赖。

5.3 碳排放管理成效

通过实施全生命周期的碳排放管理,该污水处理厂项目取得了显著的碳排放管理成效。与同类项目相比,该项目的能源消耗降低了20%以上,碳排放量减少了25%以上。同时,项目的运营成本也得到了有效控制,经济效益和环境效益显著。

结语:环境工程项目生命周期碳排放管理,是应对气候变化、推动可持续发展的必然。分析各阶段碳排放特征与影响因素后,可采取核算、应用低碳技术、构建管理机制等策略降碳。未来,技术创新、政策完善和全社会参与将推动其升级规范化,助力全球低碳发展。环境工程企业应重视碳排放管理,积极行动提升竞争力;政府、科研机构和社会各界也需携手,为项目低碳发展营造良好环境。

参考文献

- [1]曹利刚,张智博,聂舒乐,等.碳排放约束下环境工程污水处理工艺的低碳优化[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(06):90-92.
- [2]聂舒乐,曹利刚,张智博,等.环境工程技术助力工业碳排放精准监测与高效减排[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(06):93-95.
- [3]王雪晴.环境工程建设与生态环境的关系研讨[J].皮革制作与环保科技,2024,5(06):125-127.
- [4]李天听,高姗,韩扬文,等.高质量视角下工业化与空气质量、碳排放解析[J].洁净煤技术,2023,29(S2):815-828.