绿色低碳理念下高速公路施工技术探究

林青¹ 李心竹² 杨幸³

1. 河南省交通建设技术中心 河南 郑州 450000

2. 河南省中工设计研究院集团股份有限公司 河南 郑州 450000

3. 河南交投商罗高速公路有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 绿色低碳理念贯穿高速公路全寿命周期意义重大。本文探究其施工技术,包括多方面要点。材料上有绿色高性能混凝土、再生骨料及新型环保材料应用;节能施工涵盖设备改造选型、清洁能源利用与智能技术降耗;水资源保护利用涉及废水处理回用、雨水收集与节水工艺;废弃物处理循环利用包括分类管理回收、危险废弃物处置及减量化措施;生态环境保护有生态选线规划、边坡防护与动物通道建设等技术。

关键词: 绿色低碳;高速公路;施工技术;环境保护

引言:随着全球对环境和可持续发展关注度不断攀升,高速公路建设亦需遵循绿色低碳理念。传统高速公路施工带来诸多环境问题,如大气、水、噪声和光污染等,且资源消耗大。在绿色低碳要求下,高速公路施工需在规划设计、施工、运营与维护各阶段创新变革。施工阶段尤为关键,其涉及材料选择、节能举措、水资源与废弃物处理以及生态保护等多领域技术应用,这些技术的有效实施将为高速公路绿色低碳转型奠定基础并提供有力支撑。

1 绿色低碳高速公路的概念

绿色低碳高速公路是指在高速公路的规划、设计、施工、运营及维护等全寿命周期中,充分融入绿色低碳理念,采用一系列创新技术、环保材料和科学管理方法,以实现二氧化碳排放强度显著降低,并为公路运输行业节能减排创造有利条件的现代化交通基础设施。

(1)从规划设计阶段来看,绿色低碳高速公路需综合考虑线路走向,尽可能减少对自然生态环境的破坏,如避开生态敏感区、减少耕地占用等。(2)在施工阶段,绿色低碳高速公路强调使用低能耗、环保型的施工材料,如温拌沥青等,以及充分利用废旧路面、废旧轮胎、大宗固废等废弃物作为路基或路面材料,实现资源的循环利用。此外,还需淘汰高能耗、高排放的施工设备,采用新能源施工机械,并优化施工组织方案与施工工艺,提高施工效率,减少能源消耗和污染物排放。(3)运营阶段是绿色低碳高速公路实现节能减排的重要环节。一是通过建设服务区光伏发电设施、采用风光互补的路灯等方式,利用清洁能源为高速公路运营提供电力支持,减少对传统能源的依赖。二是推广应用智能交通系统,优化交通流量,降低车辆空驶率,从而减少交通运输过

程中的能源消耗和碳排放。(4)维护阶段则注重采用预防性养护技术,延长高速公路的使用寿命,减少因道路维修带来的资源浪费和碳排放^[1]。合理规划维护作业时间和方式,降低对交通的影响,进一步提高高速公路的运营效率和服务质量。

2 高速公路施工对环境的影响

2.1 大气污染

高速公路施工过程中会产生多种大气污染物。(1)施工机械和运输车辆的尾气排放是重要污染源之一,这些设备通常以燃油为动力,燃烧过程中会产生大量的一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物和颗粒物等,对周边空气质量造成直接影响,尤其在施工集中区域,尾气排放的累积效应会使局部空气质量明显下降。(2)施工过程中的土方作业,如路基开挖、填方、平整等,会产生大量扬尘。此外,砂石、水泥等建筑材料在装卸、运输和堆放过程中,若防护不当,也容易产生扬尘,这些扬尘会随风飘散,不仅影响施工人员的身体健康,还会对周边居民的生活环境和农作物生长造成不利影响,降低大气能见度,甚至可能引发呼吸道疾病等。

2.2 水污染

高速公路施工对水污染主要体现在以下几个方面。(1)施工过程中产生的生产废水,如砂石料的冲洗废水、混凝土搅拌和养护废水等,含有大量的悬浮物和化学物质,如果未经处理直接排放,会对附近的水体造成污染,影响水体的透明度和水质,破坏水生生物的生存环境,还可能导致河道淤积。(2)施工机械设备和运输车辆的清洗废水,通常含有石油类物质和重金属等污染物,若随意排放,会对地表水和地下水造成严重污染,影响周边居民的饮用水安全。(3)施工人员的生活污

水也是一个污染源，如果生活污水未经有效处理直接排放，会增加水体中的有机物含量，导致水体富营养化，滋生细菌和病毒，传播疾病，对周边生态环境和居民健康构成威胁。

2.3 噪声污染

高速公路施工中使用的各类大型机械设备，如挖掘机、装载机、压路机、混凝土搅拌机等，在运行过程中会产生高分贝的噪声。这些噪声具有强度大、持续时间长、频率范围广等特点，对施工现场周边居民的生活和工作造成严重干扰。居民可能会出现睡眠障碍、听力下降、精神焦虑等问题，影响正常的休息和生活秩序。噪声还会对学校、医院等特殊场所的正常教学、医疗活动产生不良影响，干扰师生的教学和患者的康复。

2.4 光污染

虽然高速公路施工中的光污染相对大气污染、水污染和噪声污染而言不太明显，但也不容忽视。在夜间施工时，施工现场的强照明灯光会对周边环境产生光污染。这些强光可能会影响周边居民的睡眠质量，导致居民难以入睡或睡眠中断，进而影响身体健康。光污染还可能对夜间活动的野生动物造成干扰，影响它们的觅食、繁殖等行为，破坏生态平衡。对于一些位于自然保护区或生态敏感区附近的高速公路施工项目，光污染对野生动物的影响可能更为突出。

3 绿色低碳理念下高速公路施工技术

3.1 材料选择与应用

(1) 绿色高性能混凝土：传统混凝土生产过程中水泥的生产会排放大量二氧化碳，且普通混凝土耐久性有限。绿色高性能混凝土采用矿物掺合料（如粉煤灰、矿渣粉、硅灰等）部分替代水泥，不仅减少了水泥用量，降低了碳排放，还能改善混凝土的工作性能、强度和耐久性^[2]。优化混凝土配合比设计，采用高效减水剂减少水的用量，提高混凝土的密实度，进一步增强其性能并延长使用寿命。(2) 再生骨料的应用：将废弃混凝土、砖块等建筑垃圾经过破碎、筛分等处理后得到再生骨料，用于高速公路的基层、底基层或非承重结构部位的混凝土中。再生骨料的使用可以减少对天然骨料的开采，降低运输成本和能源消耗，同时解决建筑垃圾的处置问题，实现资源的循环利用。在使用再生骨料时，需要对其质量进行严格控制，通过试验确定合适的配合比，以确保再生混凝土满足工程设计要求。(3) 新型环保材料：比如采用可降解的土工合成材料，如可降解土工布、土工格栅等，在满足工程加固、防护等功能的同时，减少对环境的长期污染。此外，研发和应用具有

低能耗、低污染特性的新型路面材料，如温拌沥青混合料，其在生产和施工过程中温度相对较低，可减少沥青烟等有害气体的排放，降低能源消耗，同时具有良好的路用性能。

3.2 节能施工技术

首先，对施工机械设备进行节能改造，如安装节能型发动机、优化传动系统等，提高设备的能源利用效率。在设备选型时，优先选用符合国家节能标准的新型设备，如电动施工机械代替燃油机械，减少施工过程中的燃油消耗和尾气排放。对于大型施工设备，如沥青拌和站、水泥混凝土拌和站等，采用智能化控制系统，根据生产需求精确控制设备的运行功率，避免能源浪费。其次，在高速公路施工现场，充分利用太阳能和风能资源。在施工营地、临时办公区等场所安装太阳能路灯、太阳能热水器、太阳能发电系统等，满足部分用电和热水需求。在风力资源丰富的地区，设置小型风力发电机，为施工现场的照明、监控等设备供电。此外，在一些偏远的施工路段，可采用风光互补发电系统，确保施工期间电力供应的稳定性和可靠性，减少对传统电网电力的依赖，降低碳排放。最后，应用建筑信息模型（BIM）技术、全球定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）等智能技术对高速公路施工进行全过程管理和优化。通过BIM技术进行施工模拟和方案优化，提前发现施工过程中的能源浪费环节并加以改进。利用GPS和GIS技术实现施工设备的精准定位和智能调度，减少设备空转时间和无效行驶里程，提高施工效率，降低能源消耗。

3.3 水资源保护与利用

3.3.1 施工废水处理与回用

高速公路施工过程中会产生大量的废水，如混凝土拌和废水、机械设备清洗废水、隧道施工涌水等。这些废水含有悬浮物、油污、化学物质等污染物，如果未经处理直接排放，会对周边水体造成污染。因此，需要建立完善的施工废水处理系统，采用物理、化学和生物处理方法相结合，对废水进行沉淀、过滤、中和、消毒等处理，去除其中的污染物，使其达到回用水标准或排放标准。处理后的中水可用于施工现场的洒水降尘、车辆冲洗、混凝土养护等环节，实现水资源的循环利用，减少新鲜水的取用。

3.3.2 雨水收集与利用

在高速公路施工场地设置雨水收集设施，如雨水收集池、雨水花园等，收集雨水用于施工生产和生活用水。在路基边坡、路面等部位设置雨水径流收集系统，将雨水引导至收集设施中进行存储和利用。通过优化施

工场地的竖向设计,使场地雨水能够自然渗透或有序排放,减少雨水径流对周边环境的冲刷和污染。在干旱地区,雨水收集利用尤为重要,可以有效缓解施工用水紧张的局面,降低对当地水资源的压力。

3.3.3 节水施工工艺

采用节水型施工工艺,如在混凝土养护过程中采用覆盖保湿养护膜、喷洒养护剂等方式代替传统的洒水养护,减少养护用水的蒸发和流失。在隧道施工中,采用新型的节水型通风降尘系统,通过优化通风方式和喷雾降尘设备,提高降尘效果的同时减少用水量。在施工设备冷却系统中,采用循环冷却技术,提高冷却水的利用率,减少冷却水的排放和补充量。

3.4 废弃物处理与循环利用

(1) 固体废弃物分类管理与回收利用:对高速公路施工过程中产生的固体废弃物进行分类收集和管理,主要包括建筑垃圾、生活垃圾、废弃包装材料等。建筑垃圾中的金属、木材、塑料等可回收物应进行回收处理,重新加工利用。不可回收的建筑垃圾如废弃混凝土、砖块等,经过破碎处理后作为再生骨料用于道路基层或其他建筑工程。生活垃圾应进行集中收集,定期运往当地垃圾处理场进行无害化处理。废弃包装材料如纸箱、塑料薄膜等应进行回收,减少资源浪费和环境污染。

(2) 危险废弃物的安全处置:施工过程中产生的危险废弃物,如废机油、废油漆桶、废旧电池等,含有有害物质,如果处理不当会对土壤、水体和人体健康造成严重危害。因此,需要建立专门的危险废弃物储存场所,按照相关规定进行分类储存,并委托有资质的专业单位进行安全处置,确保危险废弃物的处理过程符合环保要求,防止二次污染。(3) 施工废弃物的减量化措施:在施工设计阶段,通过优化设计方案,减少不必要的工程变更和材料浪费,从源头上控制施工废弃物的产生量。在施工过程中,加强施工管理,提高施工人员的环保意识,推广标准化施工工艺,严格控制材料的使用量和损耗率。

3.5 生态环境保护技术

(1) 生态选线与规划是高速公路建设的关键环节。在规划设计阶段,充分考量生态因素,运用生态选线技术,尽力避开自然保护区等生态敏感区,降低直接破坏。无法避开时,则详细评估影响并制定保护恢复方案^[1]。同时结合地形地貌,合理设置构造物,维持水系连通和野生动物迁徙通道。(2) 路基边坡开挖易致水土流失与生态破坏,边坡生态防护技术可有效解决。像喷播植草等多种技术,能在边坡形成植被覆盖层,增强稳定性,减少水土流失。依据当地气候土壤条件选植物品种混播,形成乔、灌、草结合的植被群落,提升防护效果,美化环境,植物根系还可净化土壤和空气,促进生态平衡。(3) 在穿越野生动物栖息地或迁徙路线的路段,设置动物通道意义重大。如涵洞式、桥梁式、隧道式等动物通道,可为其提供安全空间。设计时充分考虑动物种类、习性等,科学确定通道各要素,并设置引导设施和标识牌,提高使用率,减少高速公路对野生动物的影响,保护生物多样性。

结束语

本文通过材料选择与应用的优化,减少了资源消耗与环境污染;节能施工技术有效降低能源消耗与碳排放;水资源保护与利用提高了资源利用率;废弃物处理与循环利用实现了废弃物的减量化、资源化;生态环境保护技术保障了生态平衡与生物多样性。然而,这些技术的推广仍面临诸多挑战,如成本较高、技术标准有待完善等。

参考文献

- [1]陈璞.基于低碳理念下的高速公路施工技术分析[J].汽车周刊,2024(1):121-123.
- [2]张松.低碳绿色理念下高速公路服务区建筑设计探究[J].经济技术协作信息,2024(1):0244-0246.
- [3]黄华,黎明.基于低碳理念下的高速公路施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(8):0045-0048.