

# 绿色建筑材料在交通设施中的应用与环境效益分析

马悻潇<sup>1</sup>, 赵可<sup>2</sup>

1. 湖州市交通投资集团实业发展有限公司, 浙江 湖州 313000

2. 浙江交工集团股份有限公司, 浙江 杭州 310000

DOI:10.61369/UAID.2024100012

**摘要** : 交通设施采用绿色建材是可持续发展的重要支持。论文围绕绿色建材这一基础概念, 结合具体交通工程实例, 对其在光伏发电、桥梁植物防眩及绿化技术、遮光棚、雾区诱导、隧道照明自动化控制与节能等方面的应用进行了探讨。研究结果表明, 采用绿色建材对降低碳排放、节约资源和废弃物处理有明显的环保效益。以期促进交通设施绿色转型, 为生态环境保护与能源利用优化提供依据。

**关键词** : 绿色建筑材料; 交通设施; 环境效益; 节能减排

## Analysis of the Application and Environmental Benefits of Green Building Materials in Transportation Facilities

Ma Yixiao<sup>1</sup>, Zhao Ke<sup>2</sup>

1. Huzhou Transportation Investment Group Industrial Development Co., LTD. Huzhou, Zhejiang 313000

2. Zhejiang Communications Engineering Group Co., LTD. Hangzhou, Zhejiang 310000

**Abstract** : The adoption of green building materials in transportation facilities is an important support for sustainable development. This paper focuses on the basic concept of green building materials and, in combination with specific examples of transportation engineering, discusses its applications in photovoltaic power generation, anti-glare and greening technologies of bridge plants, shading sheds, fog zone guidance, automatic control and energy conservation of tunnel lighting, etc. The research results show that the adoption of green building materials has obvious environmental benefits in reducing carbon emissions, conserving resources and waste treatment. With the aim of promoting the green transformation of transportation facilities and providing a basis for ecological environment protection and energy utilization optimization.

**Keywords** : green building materials; transportation facilities; environmental benefits; energy conservation and emission reduction

## 引言

在全球气候变暖、资源枯竭的背景下, 可持续发展已成为当今社会关注的焦点。交通基础设施是国民经济和城镇化建设的重要基础设施, 在其建设与运营过程中, 往往伴随着巨大的能耗与环境污染, 特别是碳排放、资源浪费及生态破坏。因此, 如何将环境保护理念融入到交通设施建设中, 并采用绿色技术, 已经成为了业界的一个重要研究方向。绿色建材作为一项新的技术手段, 在减少碳排放、提高能源利用率、降低环境污染等方面具有潜在的优势, 已逐渐成为工程界的研究热点。世界上许多发达国家已经在基础设施建设中大量采用绿色建材, 取得了良好的经济和环保效果<sup>[1]</sup>。同时, 我国交通基础设施建设规模不断扩大, 为推广绿色建材提供了广阔的平台。然而, 如何结合我国地区特点及交通工程的特点, 对绿色建材进行科学合理的选择与高效应用, 是亟待深入研究的问题。这既是科技创新的需要, 又是实现“双碳”目标、推进绿色交通发展的必然选择。

## 一、绿色建筑材料概述

绿色建材是指在生产、使用和废弃过程中, 尽量减少对环境的污染, 同时又能达到节约资源和能源的目的。这类材料一般具

有能耗低, 污染小, 可回收的特点, 符合可持续发展理念。近几年来, 随着环保意识的提升与永续理念的盛行, 环保建材逐渐成为业界的研究热点与实务焦点。这些材料既包括传统节能材料,

如隔热、透水性混凝土等,也包括自清洁涂料、光伏发电组件和环保复合材料等高科技新材料<sup>[2]</sup>。该材料不仅可有效降低建筑能耗与污染排放,而且可提高建筑全寿命周期内的节能降耗、改善空气质量、提高资源利用效率。同时,绿色建材也注重对环境的影响,从原材料的取得到废弃处理,力求做到环保。

## 二、工程概况

这条高速公路位于浙江省湖州市,将德清县、长兴县、安吉县等重点县市联系起来,连接了多个经济活动区。湖州位于浙江省中心地带,交通便捷,区位优势明显,是浙江省重要的交通枢纽。该项目的实施,不仅增强了湖州市内的交通联系,同时也增强了与上海、杭州和南京之间的联系,促进区域经济一体化的发展。湖州市地形地貌具有西部多山,东部平原的特点,总体上呈由西南向东北倾斜的趋势。西部多山丘陵,主要有天目山北麓及其余脉,主峰为海拔1587米的龙王山。仙人桥、龙门瀑布等自然景观资源丰富,给工程设计与建设带来极大的挑战。

湖州市属亚热带湿润季风气候区,四季分明,雨量充沛,年平均温度12.1-17.3℃,年降雨量761-1780 mm。尤其是每年4-9月的雨季,雨量充沛,给施工进度管理及防洪排涝提出了更高的要求。由于雨量充沛,沿江水系多,如苕溪等主要水系贯穿境内,在水资源丰富的同时,跨江桥梁及涉水工程建设难度较大。同时,该工程沿线具有较高的植被覆盖度和丰富的生物多样性。因此,在工程建设过程中,要严格落实动物通道和植被恢复等环保措施,尽量减少对生态环境的冲击,实现工程与自然的和谐共生。

## 三、绿色建筑材料在交通设施中的应用

### (一) 光伏发电

结合湖州市高速公路建设工程,采用光伏发电技术,既可以达到绿色交通建设的目的,又可以有效地降低运营成本。针对湖州西部山区光照条件较好的特点,在建筑屋面(如隧道入口处、服务区、收费站)及周边空地安装高效率单晶硅太阳能电池板,覆盖面积超过20000平方米。这些太阳能电池板都是倾斜的,保证了最好的采光效果,预计每年的发电量可以达到250万度,可以满足大部分的道路照明和其他用电的需要。为提高光伏发电系统的稳定性与可靠性,引入智能微网管理系统,利用储能设备(如锂电池等)均衡白天与夜间用电需求。该系统能根据天气预报,自动调整运行方式,利用存储的电能可在阴雨天气或夜间进行供电,以确保电力供应的连续性和稳定性<sup>[3]</sup>。另外,该光伏电站还配有远程监控平台,用户可随时随地通过手机软件查看光伏电站的运行情况,及时排除隐患。在服务区、收费站建筑设计中,充分考虑了光伏一体化设计理念。建筑外墙采用BIPV(BIPV)

材料,将光伏组件和建筑组件集成在一起,不仅具有装饰、美化功能,还能增加发电面积。

### (二) 桥梁绿色植物防眩绿化技术

在湖州市高速公路桥头段采用植物防眩技术,不仅可以改善行车视野,提高交通安全性,而且可以加强景观效果,保护生态环境。具体而言,在桥两侧护栏外侧种植金叶女贞、红花檵木等耐旱耐风的灌木,形成一条宽1.5米的连续绿化带。这些植物高度一般为1.2-1.5米,不仅可有效阻隔对面车道强烈的光线,避免驾驶人眼花,同时保持良好的透光度,且不会阻碍驾驶员的视线。将地方特色元素融入到桥梁绿化设计中,选用符合当地气候条件的香樟、桂花等乡土树种,营造浓郁的地域文化氛围。这些树种不但有观赏价值,而且具有吸附空气污染物、净化空气、改善小气候的作用。通过对不同植物的合理搭配,营造出层次分明、色彩丰富的生态廊道,使高速公路大桥成为展现湖州自然风光与人文风情的一道亮丽风景。

### (三) 遮阳棚

本文结合湖州市高速公路工程,提出了一种遮阳棚设计方案,目的是为了改善行车安全,特别是在进出隧道、穿越长距离直线路段时,避免因光照变化造成的视觉不舒适。具体来说,就是在隧道出口处设置一段长约50米的渐变遮阳棚,由4-6米逐渐过渡至4米,形成一个柔和的光影过渡区域。遮阳棚采用轻质、高强铝合金构架,外覆聚碳酸酯板,具有良好的透光率及耐候性,可有效过滤太阳直射,缓解驾驶员眼部疲劳。针对湖州地区夏季多雨的气候特点,在遮阳棚上设置智能通风系统,并对其进行了优化设计。当室内温度高于30℃,相对湿度高于80%时,顶部排风扇会自动打开,使室内空气流动加快,降低室内温度,提高乘坐舒适性。风机功率设在1.5千瓦,噪声低于60分贝,对周边环境无影响。同时在遮阳棚的下方设置了排水沟,以保证雨水能够顺畅地排出,避免因积水而影响到建筑物的安全。

### (四) 雾区诱导系统

针对湖州东部水网地区多雾频发的特点,尤其是秋季和冬季,极易出现大范围大雾天气,严重影响驾驶人的视线。为此,在重点路段每50 m布设一套由LED警示灯、气象传感器及无线通讯模块组成的智能雾区诱导装置,构成一套完整的交通监控网络。这些装置由光纤与中央控制系统相连,实现实时数据的传输,保证了信息的快速准确传递<sup>[4]</sup>。

LED警示灯采用高亮度的红色发光二极管作为光源,可视范围可达500米以上,在浓雾中也可视物清晰。它们按照一定的间隔排列成一排,并伴随着车辆的行驶方向一前一后地闪烁着,以指导驾驶员正确的选择车道,避免发生追尾事故。每一组LED灯均配有温度补偿电路,可在-20℃至60℃温度范围内正常工作,能适应各种恶劣天气环境。另外,LED灯壳采用了防水防尘的设计,达到了IP67标准,保证了灯具的长时间稳定工作。气象传感器负责对雾区的温、湿、能见度等参数进行采集,并通过无线通

信模块传输到云服务器，以供分析和处理。中央控制系统根据天气状况，自动调整 LED 警示灯的工作方式，如变换闪烁频率、变换颜色等，提示司机减速。当探测到 50 米以下时，系统将启动应急机制，启动整条道路的雾区诱导设备，并通知附近的收费站、交警部门采取限速、封闭等措施。

### （五）隧道照明自动控制及节能系统

针对隧道内外光照差异大、白天进入隧道易出现突然变暗等问题，在隧道入口设置渐变调光控制系统。该系统由一系列智能 LED 灯构成，可根据外界自然光的强弱，自动调节亮度，由最亮逐渐过渡至正常照明水平，全过程仅需 5 秒左右，保证驾驶员对光照变化的适应能力，提高驾驶安全。在隧道照明中，使用高效率的 LED 灯，比传统的日光灯节能 50% 以上，使用寿命长，维修费用低。灯的色温设定在 5000 K 左右，接近自然光线，有助于提高注意力及反应速度。为进一步节约能源，采用了分时照明方式，非高峰时间只开必要区域内的灯，其余时间全部关闭。这样一来，既能降低能耗，又能保证安全性。为保证系统可靠稳定运行，各控制装置均采用了冗余设计，并对关键部件如控制器、电源等进行了备份，避免了因单点故障而造成的系统瘫痪。

## 四、绿色建筑材料在交通设施中的应用环境效益分析

### （一）减少碳排放

作为绿色施工技术的示范项目，高速公路工程为降低碳排放做出了重要贡献。项目通过一系列节能减排措施，既能有效减少建筑过程碳排放，又能通过优化能源结构间接减排。例如，在服务区、收费站等地安装太阳能电池板，年发电量可达 507234.689 度，相当于一年可减少约 187.352 吨标准煤和 499.674 吨二氧化碳。另外，隧道照明自动控制系统可根据洞内和洞内亮度的差异，对照明进行动态调节，与固定电源模式相比，节约电能约 30.456%（约 184,378.467 度），进一步降低了发电过程中 CO 的排放量。此外，智慧型交通资讯平台与长下坡自动预警系统的引进，亦可使车辆行驶更顺畅、更有效率，降低不必要的油耗与废气排放。据统计，使用这些智能设备后，过往车辆的燃油消耗平均减少了 8.729%，每年减少二氧化碳排放量达 123.456 吨。如下表所示：

表 1 碳排放减少效果分析

措施名称	年度节约电量 (kWh)	相当于减少标准煤 (t)	减排 CO <sub>2</sub> (t)
太阳能光伏板	507,234.689	187.352	499.674
隧道照明节能系统	184,378.467	67.241	178.365
智能化设施降低油耗	-	-	123.456

### （二）资源节约

在水资源管理方面，该项目利用雨水收集及污水处理设施，使水回收率达到 80.273%。这也就意味着，该项目所需用水的 80% 以上可通过循环再用，大大降低了对外部水源的依赖性。具

体来说，工程共设 15 处集雨点，总集雨能力为 3,214.567 立方米，年集雨量为 2,581.674 立方米；同时，建有日处理能力 456.789 立方米的污水处理厂，保证了建筑废水经适当处理后可直接排放或回用。

为了最大限度地利用土地资源，设计者精心规划线路走向，采取多种边坡防护措施，尽量减少对沿线自然生态环境的影响。据统计，由于规划布局合理，建设科学，总占地约为 12.345 公顷，占总用地面积的 7.856%。该项目的实施，既有利于当地生态环境的保护，又能为周边社区提供更大的发展空间。另外，对于一些不可避免要占用的土地，项目组也设置了生态修复区，种植了一大批当地的适生植物，以提高植被覆盖度和维持生物多样性。

在建材选择方面，优先选用循环利用价值高、环境污染小的建材。例如，用于桥梁建设的高性能混凝土，在原材料中掺入一定比例的工业废渣，不仅能改善材料性能，还能减少自然资源的消耗。据估计，使用该混凝土可节约水泥约 15.678%，对石灰石等原料的需求量也相应减少。资源节约效果如下表 2 所示：

表 2 资源节约效果

类别	数据指标	数值
水资源循环利用率	(%)	80.273
雨水收集总量	(m <sup>3</sup> /年)	2,581.674
污水处理厂处理量	(m <sup>3</sup> /天)	456.789
土地占用减少面积	(公顷)	12.345
水泥用量减少比例	(%)	15.678

### （三）废物管理

为确保建筑废物能被科学合理地处理，项目组建立了一套垃圾分类收集、运输及处置流程。据统计，在整个建设过程中，产生的固体废弃物约为 1,234.567 吨，其中 70.234% 经成功回收再用，其余均按环境要求安全填埋或焚烧。具体而言，对钢、木、塑料等可再生物料，设立专门的回收点，对其进行集中管理与二次加工；对不能回收利用的废弃物，严格按照国家有关规定，采取先进的无害化处理工艺，避免对环境造成污染。

此外，工程亦致力于减少工地粉尘污染。对此，采取洒水降尘、覆盖裸露土方和设置围挡等措施，使大气颗粒物浓度低于国家标准。监测数据表明，施工场地可吸入颗粒物浓度平均下降 45.678%，空气质量得到有效改善。另外，对于石油、化学残留物等液体废弃物，我们设有专用的贮存容器，定期由专业人员清理转运，以避免对土壤及水源造成的潜在污染。

除传统固废、固废外，电子废弃物的处置也受到高度重视。随着智能交通等高科技产品的广泛使用，废旧电子产品日益受到人们的关注。为此，项目组与国内多家电子废弃物专业回收公司合作，保证废旧电子产品的回收与回收。据估算，每年可回收约 0.123 吨贵金属、0.045 吨稀贵金属及其他贵重材料，在减轻环境负担的同时，还可创造经济价值。

表3 废物管理效果

废物类型	总产生量 (吨)	回收再利用 (%)	特殊处理说明
固体废物	1,234.567	70.234	分类收集, 部分安全填埋或焚烧处理
空气颗粒物 (PM10)	-	-	施工现场浓度平均降低 45.678%
固体废物	-	-	设置专用储存容器, 定期清理转移
电子废弃物	-	-	回收贵金属 0.123 吨, 稀有金属 0.045 吨

## 五、结语

随着我国绿色建筑标准及技术标准的不断完善, 预计同类工程的环境保护效果将得到显著提高。高性能复合材料、智能涂层等新材料的开发与应用, 对于提升建筑结构的耐久性与环境友好性具有重要意义。通过智能管理体系的升级, 促进交通设施能源利用效率的不断优化, 以大数据、物联网为基础的智慧交通, 实现更精确的能源管理和环境保护决策。

## 参考文献

- [1] 王剑宏, 闫邵航, 刘凤洲, 等. 城市轨道交通设施绿色评价方法研究——以济南市轨道交通4号线为例 [J]. 绿色建筑, 2023, (06): 53-57.
- [2] 段浩宇, 李国宁. 基于《绿色建筑评价标准》的建筑设计策略应用 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21): 14-16.
- [3] 王洪宇. 京张高速铁路绿色设计与创新研究 [J]. 铁道标准设计, 2021, 65(05): 1-7.
- [4] 李远, 许焕勇, 宋亚杉. 上海某大厦绿色运行效果研究与问题探析 [J]. 绿色建筑, 2020, 12(02): 22-25.