

节能技术在土木工程结构设计中的应用

杨浩巍

湖南城市学院, 湖南 益阳 413000

DOI: 10.61369/VDE.2026070005

摘 要 : 随着“双碳”目标的深入推进, 土木工程作为重要的能源消耗及碳排放源之一, 提升其结构设计阶段的节能水平已成为建筑行业不断发展的核心动力。基于此, 本文将浅析在土木工程结构设计中应用节能技术的必要性及应用路径, 并探讨节能技术在土木工程结构设计中应用的优化对策, 以期推动建筑工程在全生命周期内实现能源高效利用, 为土木行业绿色转型提供理论参考。

关 键 词 : 节能技术; 土木工程结构; 应用策略

Application of Energy-Saving Technology in Civil Engineering Structure Design

Yang Haowei

Hunan City University, Yiyang, Hunan 413000

Abstract : With the in-depth advancement of the "Double Carbon" goal, civil engineering, as one of the important energy consumers and carbon emission sources, improving the energy-saving level in its structural design stage has become the core driving force for the continuous development of the construction industry. Based on this, this paper briefly analyzes the necessity and application paths of applying energy-saving technologies in civil engineering structure design, and discusses the optimization countermeasures for the application of energy-saving technologies in civil engineering structure design. It aims to promote the efficient use of energy in construction projects throughout their life cycle and provide theoretical reference for the green transformation of the civil engineering industry.

Keywords : energy-saving technology; civil engineering structure; application strategy

相较于能源效率方面的考量, 设计师往往更注重土木工程结构设计的安全性及经济性, 导致建筑施工及后期运维出现高能耗、高污染等问题, 这与“双碳”目标背道而驰。相关从业人员应积极探索节能技术在土木工程结构设计中的应用, 从源头减少能源消耗, 实现资源高效利用, 这也是土木行业高质量发展的必然要求。

一、在土木工程结构设计中应用节能技术的必要性

(一) 降低能源消耗

土木工程从施工到运营全生命周期都需要巨大的能源投入, 传统的土木工程结构设计往往更注重安全性和功能性, 对能源消耗的关注相对较少。而应用节能技术则是通过优化设计方案、选用节能材料、改进施工工艺等方式, 在施工环节高效地降低能源消耗。这既有利于节省建设成本, 又能缓解能源供应压力, 从而降低整个土木工程结构的能源消耗总量。比如, 在设计中选用高性能混凝土、轻质隔墙板等轻质高强的新型建材, 或是运用 BIM 技术模拟施工阶段, 对施工顺序、能源使用进行优化, 减少不必要的能源浪费。通过从设计源头入手进行节能降耗, 实现土木工程的可持续发展^[1]。

(二) 符合标准法规

近年来, 我国关于建筑节能和绿色建筑的标准法规日益完

善, 如《绿色建筑评价标准》GB/T 50378、《民用建筑节能设计标准》等, 对建筑的节能率、可再生能源利用、室内环境质量等维度设定了强制性指标^[2]。而在土木工程结构设计中应用节能技术, 能够确保项目建设满足相关的法规及标准的要求。如果不重视土木工程结构设计中的节能要求, 可能会导致后续验收环节不达标或违反相关法规, 从而需要返工整改, 甚至受到相应处罚。因此, 应将节能技术渗透到土木工程结构设计的每一个环节, 如设置适宜的保温隔热材料确保建筑物的保温性能。在确保工程顺利通过各项合法性审查的同时, 促使工程建设单位更好地履行社会责任、响应国家政策。

二、节能技术在土木工程结构设计中的应用路径

(一) 建筑体型优化设计

建筑体型是影响能耗的重要因素, 合理的体型设计可减少建

筑与外界热交换过程,提高能效,这也是土木工程结构设计的基本出发点。在土木工程结构设计阶段,要考虑当地气候条件以及建筑功能,对体型系数、开窗比例等进行优化,以实现节能。体型系数是建筑物外表面积(不包括地下部分)与体积之比,其数值越低,传热越多,能耗越大。设计时应采用简单的、规整的形式,如球形、立方体等,并避免过多复杂的曲面造型,从而减少建筑物表面积,进而减少传热。例如,在高层建筑中采用圆形或方形塔楼结构,相较于不规则体型,可降低15%~25%的体型系数,同时降低10%~15%的采暖及制冷能源消耗^[3]。此外,合理控制开窗比例也十分重要,窗户是热量传递的薄弱环节,过大将引起热损失过多或吸热过多;过小则不利于室内外采光通风。因此,在设计中应根据不同的方位确定开窗面积及数量,南面可适当增大进深取光;东、西面的窗户需限定尺寸并配备遮阳装置,避免夏季强烈的日晒导致室内温度过高。

(二) 新型节能建材选用

传统混凝土存在强度低、重量大、高能耗等问题。而高强度混凝土、自密实混凝土、低碳混凝土等新型高性能混凝土,可以通过优化配方实现提高强度的同时减少水泥用量,降低生产过程中的能源消耗以及CO₂的排放量。高强度混凝土能达到C60及以上强度等级,比普通混凝土高出50%以上,可减少结构构件截面尺寸,降低结构自重。另外,还可以将建筑垃圾、废钢、废玻璃等废弃材料加工成再生建筑材料,如生骨料混凝土、再生保温砖等,在节约能源开采的同时降低废弃物排放,通过“变废为宝”保护环境。比如,再生骨料混凝土是将建筑物废弃混凝土破碎筛分后,用作骨料来替代天然骨料制成的混凝土。不仅可以有效节约30%~50%的天然骨料资源消耗,还能减少40%~60%的建筑垃圾堆存量,降低水泥用量,实现能耗与碳排放的双重降低^[4]。

(三) 结构形式创新

智能调节系统是土木工程结构设计中较为先进的技术应用,通过根据变化的外部因素对建筑结构进行及时调控来优化建筑结构,提升建筑本身的能效水平及使用人群的生活质量。这一应用在绿色建筑中的体现是对建筑结构本身灵活度以及节能效果的高度重视,已广泛应用于现代建筑当中。首先,智能调节系统能够增强建筑物对周边环境的适应性。在土木工程结构设计时,运用动态调节方式对建筑物热工性能进行优化,如应用智能遮阳和智能开窗系统,使建筑物根据时段、温度的变化自动打开或关闭窗户和遮阳设施,在提升能源利用效率的同时,使室内更加舒适,减少对人工制热和制冷的依赖。其次,在土木工程结构设计中结合智能建筑管理系统与传感器,也有助于更好地控制能源消耗。比如,应用智能新风系统,根据室内外空气质量进行动态调节,从而有效节约能耗。

三、节能技术在土木工程结构设计中应用的优化对策

(一) 加强新型节能技术研发与推广

加强新型节能技术的研发投入,促进产学研结合,研发自修复混凝土、高效光伏组件、数字孪生节能管控技术等新型节能技

术,并提升其稳定性及成熟度,以实现实验室技术向工程化及产业化转化。比如,针对自修复混凝土,由于其修补性能波动幅度大且难以成批量生产的问题,可从配方配比、生产工艺等方面入手提高其实用性,同时进行小规模试用并积累使用经验,再逐步提升其在建筑行业的使用比例。其次,定期对设计人员进行节能技术方面的培训,通过开设新型节能技术及标准化作业流程的培训活动,提升设计人员对节能技术基础知识及实施方案的掌握程度,明确节能技术的应用步骤,以保障节能技术应用效果达到设计要求^[5]。同时,搭建节能技术交流平台,使设计人员、施工人员以及研究人员之间可以高效沟通合作,交流彼此在节能技术应用领域的经验,推动节能技术的普及与推广。除此之外,还应进一步提升节能技术集成融合水平。在土木工程结构设计阶段,制定一体化节能设计方案,统筹考虑建筑功能、气候条件与自然资源禀赋,将围护结构节能、新型节能建材应用、可再生能源利用、结构体系优化与数字化设计等技术有机结合。例如,在装配式建筑设计中,同步配套新型节能建材、光伏建筑一体化系统与BIM数字化管控技术,提升整体节能水平。

(二) 强化全生命周期经济性理念

在土木工程结构设计环节,贯彻全生命周期经济性理念,即不仅关注建设投入,更需统筹从立项策划、施工建造、运维管理到拆除再利用各阶段的累计总费用。传统的设计理念通常偏重施工阶段而轻视运维阶段,容易为压缩初期投入选用具有价格优势的高耗能建材或施工方案,致使后期运维阶段能耗剧增,最终增加了整个土木工程项目总成本支出^[6]。因此,设计师应当自觉形成贯穿全生命周期经济性理念,并将节能技术的应用与长期的经济效益结合起来考虑。例如,在选择保温材料方面,虽然某些高品位的保温材料会比一般的材料价格略高,但因其具有良好的保温性能,可以大大减少建筑在使用过程中的采暖和制冷消耗量,使能源耗费能够完全抵偿甚至超过前期增加的投入,形成“投入—回报”的良性循环。在实际操作中,可利用全生命周期成本分析(LCCA)方法对不同节能设计方案进行定量分析,比较其全生命周期内的前期建设费用、维护管理费用、能耗使用费用、残值回收费用等总成本,并选择出最具经济效益与节能效益的方案^[7]。此外,在设计过程中设计师还应充分考虑建筑未来的使用需求,如预留一些可再生能源设备的安装位置和接口,方便后期进行改造更换,避免因前期设计不当导致后期难以改造或改造成本过高等问题,实现节能技术应用的经济性与可持续性。

(三) 健全建筑节能监管体系与流程

科学有效的建筑节能监管体系与流程是确保在土木工程结构设计中落实节能技术的重要前提之一。首先,要完善建筑节能设计审核机制,在设计文件的强制性条文中增加节能设计的要求,明确审查要点及技术标准,保证设计方案从头到尾满足节能环保的要求。在此过程中,还可引入第三方的专业机构进行单独审核,并利用数字审核仪器对设计方案图纸中的节能环保指标、材料性能、施工方式等内容进行准确的检验,避免因设计不当造成节能环保效果不达标的问题出现。例如,在施工图设计审查过程中要注意传热系数、窗墙面积比、可再生能源利用方案等是否满

足绿色建筑评价标准和其他相关规范的要求，对不符合项要求设计单位限期整改^[8]。其次，加大施工过程中的节能监管力度，通过制定严谨、具体的节能材料进场检验制度和施工工艺监督机制，认真检查节能材料的质量证明文件、性能检测报告等，并对保温材料、节能门窗等关键材料进行抽样复检，保证其使用性能指标满足设计要求。同时，通过现场巡查、旁站监理等方式，在施工时对外墙保温层施工厚度、粘结强度，室内保温层的铺设质量等进行严格监督，防止施工过程中因偷工减料、工艺不当等问题而影响建筑整体节能效果。

再者，要建立完善的建筑节能验收与评价体系，将节能作为土木工程竣工验收的内容之一，并制定严格的检查标准以及流程，在进行竣工验收时，除了要检查所有技术资料，还应进行实体测试，包括建筑物外围护结构的热工性能检测、节能设备系统的运行效果测试等^[9]。对于大型公共建筑或绿色建筑项目，可采用建筑能耗评价体系，委托第三方机构对建筑实际耗能及节能量进行综合评定，并以此作为开展建筑管理运营工作的重要参考标准。最后，构建完备的建筑节能数据回溯与反馈体系，借助数字

化平台归档建筑自设计、施工至运维全周期的节能数据，确保全流程可追踪^[10]。此外，设计人员还应跟踪评估已投入使用项目的节能技术实际应用成效，总结成功经验与现存难题，依托真实数据推动后续节能技术在土木工程设计和施工中的有效应用。

四、结语

综上所述，随着土木行业的不断发展、节能技术的更新迭代，土木工程结构设计中节能技术的应用也将日益丰富多元，从而大幅提升建筑整体性能和实现节能目标，有效减少高耗能建材使用和运维阶段能源消耗，实现降低建筑物能耗的目的。展望未来，土木工程结构设计逐步向节能化、绿色化、智能化转型，这既是响应国家“双碳”目标的必然要求，又是推动行业可持续发展的有效途径。建筑工程结构设计单位及从业人员需不断学习先进的节能技术的理论知识与应用方法，将节能理念贯穿于土木工程设计与施工的每一个环节，以更好地适应时代发展需求，为土木行业的绿色转型贡献力量。

参考文献

- [1] 刘娜, 毛如意, 董彬. 绿色建筑材料在土木工程结构设计中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(15): 83–85.
- [2] 蒋勇进. 绿色建造技术在土木工程结构设计中运用分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (20): 73–75.
- [3] 崔楠. BIM 在土木工程结构设计中的实践探索 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(22): 109–111.
- [4] 王泽宇. 绿色建造技术在土木工程结构设计中的应用探讨 [J]. 中国住宅设施, 2025, (01): 82–84.
- [5] 熊威. 土木工程结构中绿色建造理念的应用研究 [J]. 新城镇科技, 2024, 33(10): 69–71.
- [6] 刘振磊. 绿色建造理念在土木工程结构设计中的应用探讨 [J]. 工程建设与设计, 2024, (06): 10–12.
- [7] 孙波. 土木工程施工中节能环保技术的应用 [J]. 住宅与房地产, 2024, (06): 163–165.
- [8] 王亮清. 关于工业建筑设计中节能与节材的思考 [J]. 中国环保产业, 2023, (05): 65–67.
- [9] 朱焕彰. 土木工程管理中的节能表现研究 [J]. 智能城市, 2023, 9(01): 50–52.
- [10] 姚元朝, 胡琼静. 土木工程的结构与建筑节能技术应用分析 [J]. 四川建材, 2022, 48(12): 3–4+17.