

建筑设计中的绿色节能技术应用研究

吴蓬胜

河北拓朴建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]发展绿色建筑是当下建筑行业实现低碳转型、践行节能环保的核心关键路径。本研究把各类绿色建筑技术,整合划分成围护结构节能、高效能源系统、智能管控与优化三大核心类别,全面梳理各类技术的工作原理和实际设计要点。结合河北省冬季寒冷、昼夜温差大的地域气候特点,重点分析建筑外墙、门窗等主体围护结构的保温隔热工艺以及无热桥施工构造做法,深入探究地源热泵、光伏建筑一体化等清洁能源、可再生能源技术的落地应用方式,同时解读智能暖通、楼宇自控系统的动态调节和优化运行逻辑,切实优化北方寒冷地区的建筑节能设计方案,也能为建筑行业推进“双碳”目标落地,以供参考。

[关键词]绿色建筑技术;建筑节能;围护结构;智能管控;低碳设计

DOI: 10.33142/aem.v8i5.19912

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research on the Application of Green and Energy-saving Technologies in Architectural Design

WU Pengsheng

Hebei Top Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Developing green buildings is the core key path for the current construction industry to achieve low-carbon transformation and practice energy conservation and environmental protection. This study integrates various green building technologies into three core categories: energy-efficient enclosure structures, high-efficiency energy systems, and intelligent control and optimization. It comprehensively outlines the working principles and practical design points of each technology. Based on the regional climate characteristics of cold winter and large temperature difference between day and night in Hebei Province, this paper focuses on analyzing the insulation technology of the main building envelope structures such as exterior walls, doors and windows, as well as the construction method of non thermal bridges. It deeply explores the application of clean energy and renewable energy technologies such as ground source heat pumps and photovoltaic building integration. At the same time, it interprets the dynamic adjustment and optimization operation logic of intelligent HVAC and building automation systems, effectively optimizes the energy-saving design scheme of buildings in cold northern regions, and can also promote the implementation of the "dual carbon" goal for the construction industry, providing reference.

Keywords: green building technology; building energy efficiency; enclosure structure; intelligent control; low carbon design

引言

立足国家“双碳”顶层战略部署,全生命周期视角下的建筑节能前置设计是从源头实现建筑用能管控、碳排放减量的核心技术路径。河北省地处我国严寒与寒冷气候分区,区域冬季采暖热指标偏高、采暖季漫长,存量既有建筑普遍存在节能设计规范滞后、围护结构热工参数劣化、可再生能源系统配置率偏低等现实短板,建筑综合能耗指标显著高于全国平均基准值。依托省内浅层地热资源禀赋优越、太阳能辐照资源富集的天然区位优势,叠加省内超低能耗建筑、近零能耗建筑落地的专项政策扶持,区域绿色低碳建造技术具备产业化、规模化落地的实施基底。绿

色建筑成套技术以资源集约利用与低碳减排为核心控制目标,统筹围护构造优化、可再生能源耦合利用、建筑机电智能化运维管控等多个技术维度,能够系统性地迭代完善建筑节能设计技术体系,助力区域建筑领域能耗双控与碳达峰落地。

1 建筑节能设计中的核心绿色建筑技术体系

1.1 围护结构节能技术

分户楼板与室内地面是建筑围护结构中极易被忽视,但对建筑能耗影响极其显著的关键构造部位。河北地区冬季寒冷、采暖能耗偏高,建筑分户楼板节能设计需重点解决上下层竖向传热问题,通过在楼板侧面、底面敷设岩棉、

挤塑板等高效保温隔热材料,有效弱化冷桥效应,杜绝冬季室内热量通过楼板向下层空间散失,大幅降低采暖热损耗。地面节能施工需遵循工况差异化原则,分层、分类开展热工优化。对于直接接触土壤的底层地面,需沿外墙内侧及地坪整体铺设专用保温层,有效阻断土壤低温向室内传导,抑制地面结露、降温等问题;针对带架空层的底层地面及建筑中间楼层地面,可采用填充保温材料、设置架空通风层等复合构造方式,全面提升地面热工性能。同时,地面构造设计并非单一追求节能效果,还需兼顾防潮防渗、结构承重等基础使用功能,实现构造性能的综合平衡。河北地区建筑围护结构节能设计需严格遵循“冬季保温为主、夏季隔热为辅”的核心原则,通过楼板、地面、墙体等各围护部位的协同优化、系统适配,有效控制建筑冷热能耗,让建筑整体能耗水平稳定在合理可控范围,提升建筑节能效率与居住热舒适度。

1.2 高效能源系统技术

高效能源系统技术是推动建筑行业向低碳方向发展的关键抓手。立足河北本地资源条件,优先落地两大类实用节能技术:地源热泵靠着地下浅层土壤常年温度稳定的特点,冬天从地底抽取低温热量给楼房供暖,夏天把建筑多余热量排进地下实现制冷,全程不用烧煤、燃气这类化石燃料,不会产生废气污染。河北大片平原地形,浅层地热储量充足、供应稳当,方便大范围铺开建设,能直接削减30%~40%的建筑用能,住宅、商场、学校、医院等各类楼房都能配套使用。光伏建筑一体化(BIPV)是把光伏板装在房顶、楼房外墙、遮阳挡板这些建筑构件上,一块建材同时实现墙体防护、外立面装修、光伏发电三种用处。河北晴天多、全年日照时间可观,楼房房顶和外墙闲置空间充裕。该分布式光伏发电系统所产生电能遵循自发自用、余电上网的能源消纳原则,优先供给建筑本体负荷就地消纳,富余电能通过并网计量装置接入公共配电网实现市场化余量外销。系统在能源利用层面可替代市政外购市电,降低建筑常规用电能耗;在建筑围护性能层面可有效遮蔽屋面及外立面太阳辐射直射,削减建筑围护结构冷热传导损耗,实现建筑节能与被动式隔热双重效益。

1.3 智能管控与优化技术

智能管控与优化技术依托物联网、大数据、云计算等新一代数字信息技术,基于边缘感知与云端协同架构,实现建筑机电系统全生命周期运行状态实时在线监测、多参数动态闭环调控与能效算法智能寻优,破解传统建筑设备粗放式运维、用能冗余损耗、管控响应滞后等行业痛点,从终端用能侧完成建筑能耗的精细化节流增效,是绿色建筑

效能管控体系的关键支撑模块,适配河北省寒暑更迭显著、建筑冷热负荷季节性畸高畸低的地域用能工况特征。其中,智能暖通空调系统依托分布式环境传感网络采集室内外温湿度、CO₂浓度、室外气象等多维环境参数,经由云端算力平台开展负荷仿真运算,实现机组运行工况自适应调节;立足河北采暖周期长、昼夜与围护结构内外温差突出的地域禀赋,依托变流量变温度调控策略精准锚定采暖设定阈值,夏季通过多系统联动逻辑完成自然通风与机械制冷的工况模态智能切换,从系统运行层面削减无效能耗。楼宇自控系统以集成化设备总线架构统筹照明、暖通、垂直交通等多类机电终端,结合人员空间密度时序变化、分时电价与实时气象因子完成设备运行策略自主组态,规避空载、空耗等无效用能现象;同时依托能耗分项计量与大数据聚类分析,形成能耗溯源台账,为建筑全周期精细化运维、节能改造量化研判提供数理依据与数据底座。

2 河北省建筑节能技术应用现状

河北省全域横跨严寒与寒冷双重气候分区,建筑冬夏季负荷特征显著,冬季采暖能耗、夏季制冷能耗整体偏高,使得区域建筑节能工作需同时兼顾围护结构保温隔热性能提升与可再生能源规模化高效利用两大核心维度。现阶段,建筑围护结构各类常规节能技术已在全省范围内实现常态化普及应用;依托省内富集的太阳能资源与浅层地热能资源,光伏建筑一体化、地源热泵等可再生能源建筑应用技术已逐步开展示范推广与落地实践。但区域技术应用差异化问题较为突出,呈现出中南部地区覆盖度较高、北部地区适配性不足的格局,且中小型建筑项目的可再生能源节能技术配套普及率整体偏低。目前各类核心节能技术虽已初步落地应用,但尚未构建形成标准化、规范化、全域化的技术应用体系,三类主流建筑节能技术在地域适配性、多技术协同耦合性、系统运行长效稳定性等方面仍存在明显短板,具备较大优化提升空间,具体情况详见表1。

如下表所示,三类绿色建筑技术在河北应用价值与适用场景各有区别,也各存短板。围护结构节能技术应用基数大、基础性强,但缺少贴合本地的精细化设计;高效能源系统减碳优势明显,落地推广受市场因素制约;智能管控节能精准,但配套普及体系不完善。三项技术优势互补,需因地制宜补齐短板、协同落地,稳步提升河北建筑节能综合效能。

3 建筑节能设计中绿色技术应用现存问题

建筑节能设计整体存在不少短板,节能效果没能充分发挥出来。目前行业里节能技术使用较为零散,设计人员大多只用到外墙保温这类基础节能手段,没有把各类节能

表 1 建筑节能技术应用现状

技术分类	核心应用内容	河北地域适配特征	当前应用短板	核心应用定位
围护结构节能技术	外墙外保温、节能门窗、屋顶隔热、地面保温、无热桥构造设计	适配河北南北寒热差异气候, 可针对性解决北部严寒保温、中南部夏季隔热需求	部分项目构造设计同质化, 北部保温标准不足, 中南部隔热设计缺失	被动式基础节能, 从源头削减建筑冷热负荷, 是建筑节能的核心根基
高效能源系统技术	地源热泵冷暖系统、光伏建筑一体化供能系统	依托河北丰富的浅层地热与太阳能资源, 可有效替代传统燃煤、市政供电供能	区域普及不均衡, 中小建筑配套率低, 前期建设投入大	主动式能源替代, 优化建筑用能结构, 降低化石能源依赖
智能管控与优化技术	智能暖通调控、楼宇自控、设备能耗监测、动态节能优化	适配河北冬夏负荷切换频繁、采暖周期长的用能特点, 杜绝季节性能耗浪费	仅大型公共建筑普及, 系统存在重安装、轻运维、闲置空转等问题	精细化节能管控, 挖掘设备运行节能潜力, 保障长效节能效果

技术整合起来形成一套完整的节能体系。光伏、地源热泵这类可再生能源技术应用较少, 建筑智能管控设备也只集中在大型公共建筑, 普通住宅基本没有应用, 多数项目只是勉强达到最低验收标准, 达不到超低能耗建筑的建设要求。同时, 省内建筑节能设计套路化、同质化严重, 没有贴合南北不同的气候特点。北部严寒地区建筑保温标准不够, 未能满足长期低温采暖需求; 中南部地区只重视冬季保温, 忽略了夏季隔热通风, 导致空调耗电偏高。除此之外, 新型节能建材、新能源系统和智能设备前期投入更高, 省内中小房企居多, 为了控制造价大多只做基础节能处理, 此外, 建筑节能环节普遍存在“重前期方案合规、轻后期运营管控”的结构性短板, 严重阻碍了绿色超低能耗建筑的大面积推广。

4 提升河北省绿色建筑技术节能应用效果的优化策略

4.1 构建多技术协同一体化节能体系

针对河北省绿色建筑技术呈现碎片化布局、综合能效禀赋偏低的现实短板, 统筹构建被动节能筑基、主动产能赋能、智能管控托底的三位一体协同化技术体系。立足项目全生命周期统筹围护结构优化、可再生能源系统布设、智慧运维管控等关键模块, 破除各专业分项割裂化设计、碎片化落地的工程弊病。被动节能维度锚定河北省超低能耗建筑地方技术规程, 依托精细化围护构造改良、断热无热桥节点构造优化, 强化建筑本体隔热降耗禀赋; 主动能源维度立足区域资源禀赋差异化特征, 因地制宜落地地源热泵系统、BIPV 光伏建筑一体化等可再生能源应用方案; 智能管控维度集成楼宇 BA 自控系统与分项能耗在线监测平台, 依托数据联动实现用能负荷动态调适与精细化能效管控, 系统性地撬动建筑综合节能效益提质增效。

4.2 细化南北区域差异化设计

省内南北区域水热禀赋差异明显, 建筑节能治理宜分

区管控、分类施策。北部划定严寒气候分区, 建筑节能控制重心聚焦冬季围护结构保温蓄热体系构建, 通过优化墙体、屋面、外窗等围护构件热工参数, 规模化落地地源热泵低温采暖系统, 精细化管控结构冷热桥热流失问题。中南部属于寒冷气候带, 呈现冬寒夏暑的气候特征, 节能管控以冬夏负荷均衡调控为目标, 依托被动式节能思路优化建筑自然通风组织, 配套外遮阳、屋面隔热等被动隔热构造, 因地制宜推进屋面分布式光伏一体化应用。全域受大陆性风沙干旱气候制约, 需统筹全区域建筑气密构造设计, 强化节点密封防尘专项构造措施。本方案打破既往节能设计“重防寒、轻隔热、全域同质化配置”的粗放模式, 依托气候区划实现建筑节能精细化管理与工程落地。

4.3 完善建筑全生命周期节能设计管控

建筑节能实施全生命周期系统化闭环管控, 方案设计阶段恪守运维协同适配、实效导向节能的技术准则, 立足河北省区域气候禀赋特征, 择优遴选环境适配性强、后期运维集约化的绿色节能集成技术, 在方案源头统筹能效指标与工程落地可行性, 完成节能前置统筹规划。施工建设期针对外墙外保温系统、节能气密门窗、建筑光伏一体化等关键分部工程实施全过程专项质量管控, 依托分部分项验收机制严控施工工艺标准, 规避保温层空鼓、围护结构渗漏等结构性质量通病。运营维护阶段依托省级建筑能耗智慧监测体系搭建数字化管控平台, 依托物联网采集实现能耗数据实时归集、异常工况智能预警, 构建周期性预防性维保管控体系, 动态维系建筑节能工况稳定性, 最终达成建筑全生命周期低碳集约、高效可持续运行目标。

5 结论

绿色建筑技术是北方寒冷地区建筑节能设计、降低建筑能耗的核心关键支撑。本文结合河北省冬季寒冷、温差大的本地气候特点以及当下建筑节能的实际发展情况, 把绿色建筑技术分为三大核心体系, 分别是建筑围护结构节能、高效能源利用系统、智能化管控优化, 全面梳理讲解

各类技术的节能原理、实际作用和应用价值。通过调研分析发现,目前河北省建筑节能设计工作还存在不少短板,整体问题比较突出,搭建多技术协同运用的一体化节能体系,避免单一技术的应用短板;结合河北区域气候差异,推行差异化的节能设计标准,贴合本地实际;完善建筑全生命周期的节能管控机制,从设计、施工到运维全程把控,全方位补齐建筑节能设计短板,助力河北省建筑行业实现绿色低碳、高质量稳步发展。

[参考文献]

- [1]陈再辉.绿色建筑设计中节能技术集成应用研究[J].陶瓷,2026(2):232-233.
- [2]陈晓菁.绿色建筑技术在建筑节能设计中的应用[J].房地产世界,2026(3):41-43.
- [3]寇琦.建筑设计中的节能环保与绿色建筑技术[J].城市建设,2026(2):57-59.
- [4]席靖雅,诸葛涌涛.高层建筑节能设计中绿色建筑技术运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2026(1):62-64.
- [5]李政.绿色节能技术在现代建筑设计中的整合与应用[J].中国房地产业,2025(26):118-121.

作者简介:吴蓬胜(1991—),河北邢台人,工程师,华北理工大学建筑学专业毕业,现就职于河北拓朴建筑设计有限公司,从事建筑设计工作。