

夏热冬暖地区零能耗建筑技术应用与推广

高微¹ 乔永强²

中建科工集团有限公司

摘要: 本文以零能耗建筑技术作为切入点, 简要叙述零能耗建筑的涵义与核心技术, 并详细阐述零能耗建筑技术在夏热冬暖地区建筑工程中的有效应用措施, 并从方案制定、政策扶持、技术创新等多个方面着手来提出零能耗建筑技术的推广策略。旨在论证零能耗建筑技术的应用可行性, 为技术大规模应用推广奠定坚实基础, 进而提高零能耗建筑在总体建筑工程中的比重, 加快我国建筑业绿色化发展进程。

关键词: 夏热冬暖地区; 零能耗建筑技术; 推广策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.09.115

引言

近年来, 为应对环境恶化与能源供需矛盾, 我国逐年加大对零能耗建筑的推广力度, 陆续发布《“十三五”节能减排综合工作方案》、《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”专项规划》等文件, 在零能耗建筑建造、技术发展等领域取得十分显著的成果。与此同时, 零能耗建筑问世时间较晚, 虽然业界一致将零能耗建筑视为我国建筑业的必然发展趋势, 但目前仍缺乏一套成熟的零能耗建筑技术应用体系, 且技术实际应用范围有限。在这一行业背景下, 对零能耗建筑技术应用与推广问题的深入研究, 是十分必要的。

一、零能耗建筑概述

(一) 零能耗建筑涵义

零能耗建筑概念最早提出于20世纪70年代, 丹麦技术大学Torben V. Esbnesn团队在丹麦选择一处独户居住建筑进行改造, 采取屋顶安装太阳能集热器、外墙铺设保温层等措施, 把该栋建筑能耗控制在2300kWh/年, 太阳能集热器所收集热量的30%、30%、40%分别用于冬季取暖、热水供应和辅助设备运转, 在建筑使用期间并未使用市电和其他常规能源, 这也是世界上首栋零能耗建筑。简单来讲, 零能耗建筑是在不消耗常规能源前提下, 可以维持建筑稳定运行, 并营造较为舒适、便捷室内环境的新一代建筑, 需要对照建成建筑的能效指标与技术参数, 按照《近零能耗建筑技术标准》等规范来判断建筑是否达到零能耗建筑标准^[1]。

(二) 零能耗建筑的核心技术

相比于普通建筑, 零能耗建筑的主要区别在于, 充分利用太阳光等可再生能源来满足建筑系统能耗需求, 使用太阳能来完全取代电能等常规能源。因此, 在零能耗建筑工程中, 以太阳光利用技术作为核心技术, 具体分为被动式利用、主动式利用两种方式。其中, 被动

式利用也被称为太阳能光热技术, 在建筑屋顶等部位安装太阳能集热器, 把所收集太阳光辐射热量直接取代电能, 由集热器负责建筑采暖与热水供应。以建筑采暖为例, 在建筑楼地板下方铺设盘管, 在盘管内循环流通过集热器加热后的热水, 水体释放热量穿透上方构造层进入室内空间, 始终维持恒定的室内环境温度。而主动式利用被称为太阳能光电技术, 在建筑屋面、外立面、阳台等部位安装光伏组件与蓄电池、转换器等配套设施, 由光伏组件持续吸收太阳光, 把辐射能量转换为直流电再转为交流电, 将交流电提供给照明、空调、暖通等用电系统, 以及把多余电能输入电网来创造额外经济效益, 有效解决了太阳能品位低、用途有限的难题。

二、夏热冬暖地区零能耗建筑技术的应用措施

(一) 搭建太阳能光热系统

在零能耗建筑工程中, 根据实际用途, 可以将太阳能光热系统分解为太阳能热水、太阳能供热、太阳能制冷三项子系统, 具体如下。

(1) 太阳能热水系统。该系统基于温室原理来转换太阳辐射能量与热能, 再由热能把冷水加热至一定温度, 系统结构由集热器、循环管道、控制设备、蓄热水箱等部分组成。在搭建太阳能热水系统时, 重点关注设备选型、系统形式选择两项问题。例如, 在选择集热器时, 考虑到夏热冬暖地区的全年气温较高, 无需考虑集热器抗冻能力, 配置U型管真空管集热器即可, 这类集热器有着可产生中高温热水、集热效率高、不易结垢、启动速度快的优势。而在选择系统形式时, 一般情况下采取分体承压式系统即可, 在用水区域临近部位设置储热水箱, 通过缩短管道距离和减小供水半径, 避免热水在管道内流通期间损耗过多热量^[2]。

(2) 太阳能供热系统。把集热器所收集热能以辐射地板热等形式扩散到建筑室内各个房间, 仅靠太阳能热量即可满足建筑在冬季的室内采暖需求, 也可选择在室内安装混合阀等温度控制装置, 有效调节室内各处功能区域的供暖温度。

(3) 太阳能制冷系统。以太阳光作为动力源来驱动空调制冷, 提前把太阳能转换为热能, 向制冷机组提供所需热媒水, 带动空调进行工作, 需要在建筑内部安装吸收式制冷剂、空调箱、贮水箱与集热器等设备。

(二) 搭建太阳能光电系统

为彻底摆脱建筑物对常规能源的依赖, 需要在建筑物中搭建太阳能光电系统, 在屋顶、外墙等部位固态安装光伏组件与配套装置, 直接把太阳光辐射能量转换为电能, 此项技术有着应用范围广、发电效率高、满足

全时段建筑用电需求的优势,如在光电系统中安装蓄电池,在昼间临时存储多余电能,在夜间和采光条件较差时间段由蓄电池向建筑照明等用电系统进行供电。在现代零能耗建筑工程中,主要采取光伏采光顶、光伏幕墙、光伏屋顶、光伏遮阳板等光电形式,不同形式的构造做法、实际发电效果、造价成本存在明显差异,需要结合工程实际用电需求加以选择。例如,光伏采光顶是在屋顶处设置透明状光伏玻璃组件,太阳光既可以透过建筑采光顶射入室内来满足自然采光要求,同时,光伏玻璃组件持续收集太阳辐射能量并转换为电能,这一光电形式多用于屋顶面积较大、周边无高大建筑物与遮挡物的建筑工程,要求夏热冬暖地区建筑屋顶光伏组件阵列倾角略大于当地纬度。而光伏幕墙是在建筑幕墙结构中以光伏玻璃组件作为玻璃面材,光电系统与建筑幕墙结构完全融合,无需额外安装,有着造价成本低廉、系统结构简单、无需额外安装支撑结构的优势,但光电系统输出功率较低。

(三) 围护结构节能

在传统建筑工程中,围护结构散热量往往占据建筑总能耗量的70%-80%,如果未对建筑围护形式进行优化改进,将在建筑使用期间消耗大量电能,很难建造真正意义上的零能耗建筑。因此,在零能耗建筑工程中,必须应用到围护结构节能技术,对建筑外墙、屋面、门窗、地面、地下室外墙等部位进行节能改造,以改善围护结构热工性能、建筑整体结构密封性为首要目的。

以建筑外墙、外窗和构造节点部位为例。其一,对于建筑外墙部位,在墙体外侧错缝粘贴单层或是多层保温板,可选用模塑聚苯板作为保温材料,在保温层表面铺设纤维网格布与施作面层,由保温板来阻隔室内外热量交换。同时,也可选择外墙夹芯保温和内保温做法,夹芯保温是在两侧墙片间隔部位砌筑混凝土空心砌块,内保温是在外墙内侧铺设保温层。其二,对于建筑外窗部位,安装导热系数较低的双层中空玻璃作为外窗,或是安装具备优异隔热性能与透光性的Low-E玻璃作为外窗,并在外窗与周边墙体缝隙处填塞海绵胶条、铺设防水透气/隔气膜与注入密封胶。其三,对于构造节点部位,采取保温气密节点处理方法,如在PC复合外挂板拼缝节点部位,施工人员提前清理拼缝处和导水空腔内部垃圾杂物,竖向嵌入PE棒,在室内侧墙缝隙内填入发泡剂,在导水空腔一侧与两侧墙壁处注入防水隔汽胶,以及在导水空腔外侧填充PE棒和注入硅酮耐候胶^[3]。

(四) 暖通空调节能

在零能耗建筑暖通空调系统中,为减少系统运行能耗,需要采取余热回收、热电冷联产、末端节能控制三项节能技术,具体如下。

(1) 余热回收系统。在建筑通风换气期间,所排出室内浑浊空气的温度略高于新风,损耗大量热量,或是因室内排风温度低于新风而增加室内空调冷负荷量。

因此,为实现能量循环利用目标和减少建筑空调系统运行能耗,需要应用到余热回收技术,通过热回收装置对部分排出空气和新风加以换热处理,再将预处理后的新风送入室内,以此来维持室内温度、减小空调冷热负荷量。同时,考虑到过渡季节期间的余热回收量难以满足室内空调负荷需求,因而需要在余热回收系统中额外设置旁通管路与辅助设备,取消热交换气环节,室外新风经由旁通管道送入辅助盘管进行加热或冷却处理,处理后送入室内,辅助设备所消耗电能远低于建筑空调系统在直接送入新风时的运行能耗,由此起到节能效果。

(2) 热电冷联产。此项技术采取能源梯级利用方法,在建筑内部安装蓄冷器、制冷机、热电冷联产装置。在建筑运行期间,直接向建筑用电系统提供电能,把系统运行期间向外释放的热量或是冷量经由管网输送到各处房间,以此来降低建筑物总体能耗水平,具体可采取蒸汽输送、热水输送或是冷水直供作为热电冷联产形式。

(3) 空调末端节能控制。在空调系统中安装微处理器,由处理器根据实时采集系统运行数据来计算各项参数的最佳值,并判断建筑室内制冷、制热需求,自动向空调末端装置下达控制指令,在满足建筑物使用需求的前提下,最大程度降低空调系统能耗水平。例如,在系统中增设送回风压差控制功能,跟踪检测送回风压差值,对比测定值与额定值,如果二者偏差超限,则根据偏差程度采取纠偏措施,对送风机频率进行调整,以此来减小送风机的运行能耗。

(五) 搭建智能控制系统

为减少建筑运行能耗,需要在零能耗建筑工程中应用到智能控制技术,安装传感器、探测器、逻辑控制器、微处理器等设备,搭建智能控制系统,由系统基于程序运行准则来实时控制建筑系统和用电设备的运行状态,或由使用者远程下达控制指令,避免在建筑运行期间产生不必要的能源损耗。例如,在零能耗建筑中搭建智能照明系统,采取时序控制方式,提前在系统中设定照明方案,设定各时间段的照明灯具启闭状态、总体照明负荷。在建筑运行期间,由控制器持续记录灯具开启时间,在灯具持续开启时间到达限定值,或是到达特定时间点,则自动调整照明灯具的启闭数量与状态,如在夜间自动开启照明灯具,在昼间自动关闭照明灯具。同时,也可选择搭建智能喷淋降温系统,在建筑外立面上安装若干喷头与感温探头,持续探测建筑外立面温度,如果建筑幕墙或外墙温度超标,则自动开启阀门,控制喷头向建筑外立面上喷淋冷水,通过调节建筑体表温度来减少室内空调冷负荷量。

三、夏热冬暖地区零能耗建筑的推广策略

(一) 完善新能源应用技术

在早期零能耗建筑工程中,主要利用太阳能来替代常规能源,如太阳能供热、太阳能制冷、光伏发电等,

需要在建筑屋顶等部位安装太阳能集热器、光伏组件等设备。根据建筑使用情况来看,建筑太阳能系统的采光面积有限,太阳能难以完全取代电能等常规能源。同时,部分建筑存在采光条件不佳、日照时间过短的问题,不具备建成零能耗建筑的前提条件。这类问题的根源在于,新能源应用技术种类单一,过于依赖太阳能供热与发电,实际光伏发电量无法满足日益提高的建筑能耗需求。

建筑企业需要对现有新能源应用技术体系进行完善补充,积极应用地源热泵、风电一体化、生物质发电等技术手段,通过拓展新能源应用范畴来摆脱建筑物对单一新能源的依赖性。以风电一体化技术为例,具体可采取屋顶风力发电、建筑物间风力发电、建筑空洞风力发电三种形式。其一,屋顶风力发电是在建筑屋顶部位安装小型风力发电机组,风力越过屋顶部位时形成越顶气流,使屋顶风速略大于其他部位,风力带动叶轮转动,把所产生机械能转换为电能,可以在屋顶部位同时采取光伏发电技术与风力发电技术,所安装风力机组不会占用过多屋顶空间和阻挡太阳光照射光伏组件。其二,建筑物间风力发电是在相邻建筑间隔部位安装叶轮,在风力穿过建筑物间隙时形成夹道效应,风速明显增加,带动叶轮转动进行发电,如在巴林世贸中心项目中,在两座240m高双子塔间隔部位设置三座横梁,横梁上设置29m直径叶轮。其三,建筑空洞风力发电是在建筑空洞部位安装风力发电机组,凭借建筑背风面与迎风面的风压差,在孔洞部位形成较强气流,由气流带动风电机组运转^[4]。

(二) 打造一批试点项目

零能耗建筑问世时间较晚,部分建筑企业对零能耗建筑概念、建造模式、所取得经济效益缺乏了解,对零能耗建筑项目存在顾虑,以及在建筑施工建造、后期运营期间遇到诸多难点问题,并未取得预期收益,在建筑使用期间仍旧需要使用一定比例的常规能源。因此,为加大零能耗建筑的应用推广力度,在积极开展国内外研讨会、技术引进、宣讲会等宣传工作的同时,还需要在国内打造一批具有代表性的试点项目,以试点项目建造过程与施工技术方案作为推广案例,帮助建筑企业与从业人员更为深入、全面的了解零能耗建筑,探索一套符合我国实际国情与项目情况的零能耗建筑建造模式,争取在零能耗建筑技术应用期间少走弯路。例如,2020年中国建筑科学研究院召开《2020年第一批近零能耗建筑项目评审》活动,对包括珠海兴业新能源产业园研发楼、派诺科技园二期厂房办公楼、吉林建筑科技学院科研楼在内的十余个项目的零能耗建筑技术特点、路线进行分享^[5]。

(三) 推动零能耗建筑技术创新优化

现阶段,零能耗建筑尚处于初期发展阶段,现有新能源利用技术与节能技术的应用潜力有待进一步挖掘,

建筑清洁能源应用比例存在优化提升空间。因此,建筑企业与相关单位都需要加大对零能耗建筑技术的应用研究力度,根据技术应用反馈意见,在现有技术基础上采取优化改进措施。

以光伏建筑一体化技术为例,部分零能耗建筑采取光伏遮阳板,在建筑墙体外侧固定安装遮光板,在板内嵌入太阳能电池片,由电池片持续吸收太阳辐射能量并转换为电能。根据实际应用情况,在同等日照条件、光伏组件铺设面积、日照时间的情况下,光伏遮阳板系统的发电量明显低于光伏采光顶、光伏屋顶等其他光电形式,问题原因在于部分时间段的光伏遮阳板采光角度不佳。对此,近年来推出光电跟踪技术,在建筑墙体外侧安装活动式光伏遮阳板,配置驱动电机、单片机控制器与传感器,由传感器持续监测现场日照条件,将监测信号上传至控制器进行分析,计算最佳采光角度,控制驱动电机来调整光伏遮阳板开启角度,上下进行0-180°自由旋转,以此来提高建筑光伏系统的实际发电量。同时,使用者根据室内环境照度来调整光伏遮光板开启角度,协调处理光伏发电、室内自然采光二者关系,虽然会对光伏遮阳板系统输出功率造成一定程度影响,但却可以通过改善室内采光条件、缩短照明系统运行时间来取得额外节能效果,将建筑物总体能耗水平控制在合理范围内。

结语

综上所述,为建设真正意义上的零能耗建筑,在建筑建造活动与我国建筑行业发展期间践行可持续发展观念。建筑企业与从业人员理应提高对零能耗建筑技术的重视程度,正确认识到技术价值所在,积极采取搭建太阳能光热与光电系统、围护结构节能、暖通空调节能、搭建智能控制系统五项应用措施,落实完善新能源应用技术、打造试点项目、推动技术创新优化三项推广策略来扫清技术应用推广期间遇到的阻力,使零能耗建筑技术更好的应用于现代建筑工程。

参考文献

- [1]程杰,刘珊,王珊珊,马欣伯.夏热冬暖地区零能耗建筑技术应用与推广模式研究[J].建设科技,2019(24):25-27.
- [2]林美凤.夏热冬暖地区近零能耗办公建筑实施技术研究——以漳州某办公建筑为例[J].福建建设科技,2021(06):120-123.
- [3]张洁.太阳能零能耗建筑技术研究[D].山东建筑大学,2014.
- [4]徐慧敏,任楠楠.严寒地区近零能耗建筑成套技术推广应用研究[J].山西建筑,2022,48(04):155-157.
- [5]胡瑛,施继余,张玮,裴利剑.净零能耗建筑保温气密节点施工技术[J].昆明冶金高等专科学校学报,2021,37(05):78-83.