

被动式超低能耗建筑技术与实践

李倩

中煤华辰建筑安装工程有限公司 河北邯郸 056000

摘要:分析被动式超低能耗建筑技术,就具体项目案例展开实际的实践探索过程,明确项目实际情况,研究其中涉及的各项技术类型,其后在实际研究中可从优化建筑布局、窗墙比设计、传热系数设定等多个方面落实,总结相关技术在应用中的具体成效,对其加以调整与灵活应用,以此来实现建筑超低能耗目的。

关键词:被动式;超低能耗建筑;技术

Passive ultra-low energy building technology and practice

Qian Li

Middling coal Huachen Construction and Installation Engineering Co., Ltd. Handan City, Hebei Province 056000

Abstract: Analyze passive ultra-low energy consumption building technology, carry out practical exploration process on specific project cases, clarify the actual situation of the project, study the types of technologies involved, and then carry out the actual research from optimizing building layout, window wall ratio design, heat transfer coefficient setting and other aspects, summarize the specific effects of relevant technologies in application, adjust and flexibly apply them, To achieve the goal of ultra-low energy consumption in buildings

Keywords: Passive; Ultra low energy buildings; technology

引言:

进入新时期以后,国家环保政策的推进、人们环保意识的提升,使得建筑能耗得到更多的关注,很多建筑团队开始探索被动式超低能耗建筑的可能性,并参考各类相关技术在装配式方案设计中应用的可能性、有效性,在实践中不断积累经验,进行技术优化,取得了初步成果。

1 案例分析

结合国内某装配式建筑,研究装配式实现被动式超低能耗建筑技术并展开实践工作。已知该项目占地面积接近 12000m²,建筑面积接近 80000m²,包括后勤区、生产区、展示区、办公区等组成部分,考虑到建筑在施工、应用过程中所需的巨大能耗,考虑通过装配式与被动式相结合的方法降低建筑在各个阶段的能源损耗,以此来提升建筑的环保性、可持续发展性。

2 被动式超低能耗建筑关键技术研究

2.1 被动式节能技术

被动式节能技术,指的是通过相关建筑技术的灵活应用,强化太阳能、风能等各种再生能源利用程度,以此来降低各种不可再生能源的利用率,提升建筑物本身的利用价值,以此来实现建筑环保发展。在进行被动式设计时,需因地制宜,结合当地气候特征、水文条件、地形地貌等灵活利用建筑蓄热、建筑遮阳、自然通风、太阳房、采光等被动式技术,搭建健康舒适的建筑声光热环境,减少能源损耗^[1]。

2.2 高性能建筑用能系统

结合建筑特征搭建高性能用能系统,可实现建筑各个方面用能的整体化管理,在建筑绿色照明、室内末端、新风系统、冷热源系统等方面通过系统集成控制优化建筑用能机制,达到超低耗能目的。以新风系统来说,通过的埋管新风系统完成新风预热、预冷,

这类新风系统具有较高热湿回收效率、能效,应用的是低能耗、环保、健康的热泵热回收新风系统,其中新风机组中装备的显热回收段能省去冷却除湿后新风再热能耗,降低冷却除湿能耗^[2]。

2.3 智能化管理技术

智能化管理技术,主要依靠智能化系统发挥作用,秉持先进、有效、简单的设计理念,依托计算机网络技术、物联网技术、大数据技术、被动式设计、节能减排、智能技术等,创造出一个与建筑环境相协调,具备可持续发展能力、具备高性能与高效率特征的绿色建筑、低能耗建筑、智能建筑。

3 被动式超低能耗建筑技术实践途径

3.1 优化建筑布局

在对当地地形地貌、气候特征等关键因素加以了解的条件,需结合各项因素来展开规划布局,建筑规划布局主要包括平面布局、建筑朝向、建筑间距三个方面的内容,关注以下要点:①建筑朝向。结合当地主导方向与各个阶段的强度布置建筑朝向、门窗朝向、大小,组织自然通风,冬季时建筑南向太阳辐射量最大,可选择南偏西 45°,以此来减少冬季供暖能耗;与此同时还需关注建筑物、地形可能引起的地形风,地表下垫面不同引起的地形风,以此来优化冬季遮挡效应、夏季热通风效果^[3]。②建筑间距。若是建筑间距过小,会下建筑下迎风面、背风面产生局部空间风压高小的问题,严重时产生涡旋,对自然通风不利,且建筑群过密,会让各个建筑相互遮挡,减少日照光亮,对防火控灾极其不利。可结合冬至日阳光高度角设定建筑群之间的距离、高度差,按照阳光辐射变化安排太阳能有效利用;结合当地各个阶段的降雨量安排雨洪控制、雨水收集。③平面布局,针对是从宏观层面考虑,综合日照辐射、风向、障碍遮挡等各项因素产生的整体化影响,借助合理布局,来提升建筑物的节能效果,常规布局方式包括自由式、周边式、斜列

式、错列式、并列式等,应结合实际情况选择适宜的布局方式。前期的规划布局,很大程度上影响着被动式设计效果,前期准备越充分、资料收集越完整、投入成本越低、绿色节能效果越好,且可更好地改善场地或者园区的舒适度,为后续的装配式建筑施工奠定良好的基础。

3.2 窗墙比设计

窗墙比指的是某一朝向外窗面积与墙面总面积比值,分析窗墙比的耗能规律,表现在:窗墙比值增大时,会让窗户与外界直接接触的面积变大,增加传热损失,但与此同时建筑的采光面积亦会增大,增强自然采光效果,减少照明损耗。故而在进行窗墙比设计时,应综合考虑照明能耗、传热损失,选择最佳的窗墙比。建筑项目体形系数为 0.393,在进行窗墙比设计时按照如下表 1 方式展开:

表 1 建筑项目窗墙比设计参数表

朝向	外墙面积/m ²	外窗面积/m ²	窗墙面积比
东	615.03	25.16	0.04
西	1444.18	384.76	0.27
南	-	-	-
北	2058.76	389.11	0.19

3.3 传热系数设定

寒冷热区域进行被动式超低能耗建筑设计,如何选取恰当的外围护结构传热系数是难点部分,关注以下要点:①可引入 BIM 技术,结合建筑整体特征搭建 3D 模型,在各种工况下计算建筑项目全年动态负荷,选择建筑围护结构热工参数,其中窗户气密性需不超过 0.6/h,屋顶、外窗传热系数分别保持 1W/(m²·K)、0.35W/(m²·K)不变,设定外墙传热系数分别在 0.2W/(m²·K)、0.3W/(m²·K)、0.4W/(m²·K)、0.45W/(m²·K)时展开研究。②结合外墙传热系数进行能耗计算,分析建筑项目公寓楼、办公楼能耗变化情况,可知在外墙传热系数变化时,并不会过多影响建筑年总能耗,年供暖能耗则是与外墙传热系数呈正比关系,制冷能耗则呈反比关系,由此可知性能达标的外墙保温材料一定程度上决定着外墙散温效果^[4]。③在公寓楼、办公楼分项负荷研究中,太阳辐射会穿过玻璃而使得冷负荷占比上升,故而可通过遮阳设计降低空调冷负荷,在计算中得知,将遮阳系数从 0.6 降低到 0.2,太阳辐射引发的冷负荷缩减超 74%。分析研究多项传热系数,结合《被动式超低能耗绿色建筑技术导则(试行)》要求,取值 0.20—0.35W/(m²·K),其中公寓楼、办公楼 K 值分别取值 0.4W/(m²·K)、0.3W/(m²·K),两栋楼在 K 值取值时有所不同,主要是因公寓楼、办公楼用途不同,且通过不同 K 值的对比分析,为后续被动式建筑围护结构实践分析提供丰富参数参考。

3.4 建设围护结构

建设维护结构时,关注以下要点:①进行办公楼构造,选择装配式复合外挂板+20mmHVIP 保温层+气密层,其中复合外挂板由结构混凝土、发泡微孔混凝土组成,是集保温、装饰为一体的墙体板材,RC 层是挂板持力层,外表面铺设的是清水混凝土饰面,保温层是轻质微孔陶粒混凝土,堆积密度 < 1100kg/m³、抗压强度为 30.5—40.0Mpa、导热系数 0.12W/(m·K),并有抗渗性优异、适应

性强、耐久性能、抗冻性能、吸水率好等优势,分析该种装配式挂板结构性能,可达到《公共建筑节能设计标准》(GB50189—2015)标准,加厚发泡混凝土到 200mm,将性能提升至高于普通标准 20%的水平^[5]。②以上所提出配式复合外挂板,仍难达到 0.3W/(m²·K)传热系数要求,需辅以其他保温手段,被动式超低能耗建筑在进行保温设计时,多是应用当前已经相对成熟的技术手段,而在冬冷夏热区域不论选择内保温还是外保温皆是各有优劣,其中内保温可在建筑间歇式供冷供暖时进行室温快速调节,以内保温优化为例展开具体研究,可优选热惰性较强、导热能力弱的绿色材料,比如挤塑聚苯乙烯板(XPS)、膨胀聚苯乙烯板(EPS)等,还可在外墙表面刷上一层可吸收阳光的浅色光滑材料,以此来降低热辐射热量;还可选择加装真空绝热板,并在内部充填气相 SiO₂,借助无机纤维复合制作而成,产生纳米空隙,减少固体热传导,吸附、固定板材中的渗透气体,维持板内较高真空度,若是因外界因素影响而使得真空度被破坏,也不会造成新菜松散坠落、空鼓等问题。③公寓楼外楼可设置为三明治板结构,构造行为为:钢筋混凝土+聚氨酯苯板+钢筋混凝土,采用这种保温结构,主要是聚氨酯屋面采用暗钉连接,板面搭接紧密,独特的防水槽设计,有效防止雨水渗透,并避免了冷桥现象,且聚氨酯夹芯板粘接强度不小于 0.09MPa,夹芯板燃烧性能达到 B1 级,抗弯承载力夹芯板挠度为 L₀/200(L₀为支座间的距离)时,夹芯板抗弯承载力≥0.5Kn/m²。板材有效宽度通常为 1000mm,长度可结合外墙特征定制,在装设时较为便利。

3.5 高性能建筑用能系统设计

高性能建筑用能系统设计,可从以下数点落实:①冷热源系统。冷热源系统主要是依靠 BEED 软件、eQuest 软件等计算建筑项目冷热负荷,对计算结果加以分析、论证,获取建筑各阶段冷热负荷,其中春季冷负荷、冬季热负荷、生活热水负荷分别为 169kW、49kW、47kW。在冷热源系统选型时,综合各方因素考虑,选定地埋管式地源热泵系统,包括两套机组:变频式机组、涡旋热回收式机组,其中前者制热/制冷功率 51.7/61.6kW,夏季供回水温度在地源侧为 25/30℃、使用侧为 16/21℃,冬季供回水温度在地源侧为 5/10℃、使用侧为 50/45℃,承担的是建筑项目显热负荷,后者制热/制冷功率 57.9/59.7kW,夏季供回水温度在地源侧为 5/10℃、使用侧为 7/12℃,冬季供回水温度在地源侧为 50/45℃、使用侧为 25/30℃,承担的是建筑项目生活热水负荷、新风负荷、潜热冷负荷。建筑按照双 U 型垂直埋管模式并联设计,其中埋管面积、钻孔直径、埋管直径、孔间距、有效浓度、钻孔数分别为 2120m²、160mm、De32、8m、100m、32 个;布置为两组,每组皆装备若干分布式光纤测温孔,测试工程孔对应的地下温度分布,获取变化数据,灵活利用相关数据信息,结合机房情况优化整个地源热泵地温监测控制系统,分配不同区域运行时间,保证各区域均匀加热;进行站房空调节能控制系统、地温监测控制系统搭配使用,推动冷热源系统智能化建设,冷热源机房选择工业化控制方法,循环水泵开辟出热泵机组专配水力模块,分别将热泵机组、水力模块布置到上下层,节省机房空间,减少能源损耗^[6]。②新风系统设计。建筑通过外窗保持自然通风,其中外窗可开启面积比超过 30%,过渡季节能完全自然通风,在冬

季、细节则是选择部分时间开窗通风;在外窗适宜位置装设感应器,形成与辐射供冷空调联动作用,避免在开窗时启动空调系统,结合当地气象特征,以智能化方式通知建筑内人员定时开窗;在自然通风难以满足实际所需时,可通过地埋管风系统实现新风的预热或者预冷,可在建筑下方开挖地下隧道,装置冷热源,对比人工制冷,节约成本 70%、节约能源 80%;地埋管风系统难以满足实际所需时,开启空调系统。③室内末端设计。室内末端可布置直流干刷干式风机盘管,是温、湿度独立控制系统中负责室内湿热部分的末端设备,供水温度高于使用环境的空气露点温度,低于室内干球温度,以便排除室内余热,并与新风系统形成联动作用,实现项目建筑内空气品质、温湿度的分开控制,凸显安静、无级调速、节能、寿命长等应用优势。

3.6 绿色照明设计

进行项目建筑绿色照明设计时,需关注以下要点:①在多功能厅、展厅等位置布置若干亮度可调光导管、人工照明系统,在满足配光要求、眩光限制基础上,被动式低能耗建筑可优选高能效的灯具产品、光源产品来降低能耗,如 LED 灯、2U 节能灯等,考虑到《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)具体要求,最终选择在建筑各个位置布置相应类型的 LED,提升节能效果^[7]。②建筑办公区域各项照明设施进行集中化控制,门厅、楼梯间、走廊等公共场所则按照天然采光条件、建筑使用环境等引入分区、分组控制方式,大堂、门厅等区域在夜间则会定时降低照度,通过红外传感器替代声控方式;公寓所有房间装设节能开关,实现一键控制;照明回路优化,针对靠近外窗灯具,实施单回路控制,用于在阳光充足及时关闭。

3.8 建设智能管理系统

建设智能管理系统,结合项目建筑特征实现大数据集成,借助云数据、移动端监控、智能化管理技术、大数据集成等完善系统功能,赋予以下功能模块:①采购管理模块。采购计划、请购管理、采买管理、合同管理、催交监造管理、物流出入库管理。②项目管理模块。项目计划管理、项目技术准备、项目资源准备、开工管理、现场进度\费用\HSE\质量管理、验收管理等部分,具体包括项目方案、项目组织设计、项目图交底记录等。③项目质量检查计划编制、质量检查记录、问题整改单、质量事故报告及处理方案、分部分项划分、工程质量验收、质量验评汇总表统计视图等。④能源管理模块。用能概况(实时能耗监测、年用能情况、年用能趋势)、设备管理(设备台账、设备维护、设备数据监测)、能效管理(能效分析、能效等额、能效审计)、报表管理(能耗日报、能耗月报、能耗分类报表)、系统管理(用户管理、权限管理、菜单配置)^[8]。⑤智能报警管理系统。在建筑用能超限时,系统报警可依据报警优先级自动通知用户,支持图形高亮及闪烁显示、多媒体语音、视频、文本语音转换、邮件和短信等实时方式的报警通知与输出。

3.9 实现预期环保与成本控制目标

实现预期环保与成本控制目标,可从以下数点加以把握:①成本控制。关注政策变化,国家针对绿色建筑提出了系列政策,如在

达到不同绿色建筑星级标准可给予一定成本补贴,故而在装配式实现被动式超低能耗建筑设计时,可向国家相关补贴政策靠拢,以此来实现成本控制;规划设计,被动式超低能耗建筑应关注设计阶段对于成本控制目标实现的具体影响,当前阶段有多种技术手段可实现建筑近零能耗,如外墙保温技术、被动式环境技术、可再生能源利用等,不同设计方案对应不同技术经济指标,可结合建筑实际情况选择;变更控制,在装配式实现被动式超低能耗建筑方案设计时,应关注不同设计专业的交叉配合设计,在电气专业、暖通设计、排水设计时进行管线碰撞检测,规避因此而造成的返工问题,降低成本损耗。②环保控制。环保控制可从多方面展开:推进智慧建筑技术、绿色建筑技术、被动式建筑技术、装配式建筑技术四大技术体系的融合,引入新型绿色环保材料、施工技术,实现门窗保温隔热一体化、结构保温装修一体化、建筑与太阳能一体化;整合各种装配式建筑技术,加强预制钢结构、预制柱、预制梁、预制剪力墙、装配式内墙等装配式构件应用,减少资源浪费与环境污染;重视对建筑水资源、地源、空气源的再生利用,以此来实现环保建设目标。

结语:

综上,文章就被动式超低能耗建筑技术展开了综合论述与分析,建议给予其足够的重视,分析相关技术在实际应用中的优势与不足,发扬优势、弥补不足,提升应用实效,发挥装配式技术的更大优势,维护超低能耗建筑的长远发展。

参考文献:

- [1]邱丛丛,顾晓倩,李洋.超低能耗被动式建筑的智能化设计探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(1):17-20.
- [2]吴自敏,楚洪亮,李晓晨,朱清宇,李从笑.钢结构装配被动式超低能耗建筑屋面施工关键技术[J].墙材革新与建筑节能,2019,0(7):58-62.
- [3]彭彩虹,徐照,王少哲,李国建.基于 BIM 的装配式建筑预制构件生产阶段能耗分析方法[J].工程管理学报,2022,36(1):47-52.
- [4]郝雨杭,付素娟,王萌,时元元,罗景辉.寒冷地区装配式超低能耗建筑外墙板拼缝断热桥技术研究[J].新型建筑材料,2022,49(2):100-103.
- [5]唐丽,王越,张建斌.被动式超低能耗装配式建筑设计初探——以海淀永丰产业园项目为例[J].建筑技艺,2019,0(10):106-109.
- [6]刘月君,周创辉,高聪,申玉然,季凡杰.基于数字孪生的被动式超低能耗建筑能耗监控研究[J].河南科技,2022,41(10):6-10.
- [7]刘义猛,董泊君,张晨晨,蒲林东,姜旺,谢春成,刘玉峰.被动式超低能耗装配式建筑光伏屋面的冷热桥处理方法[J].新型建筑材料,2022,49(10):81-84.
- [8]程欣欣.装配式外围护技术在超低能耗建筑中的应用[J].建筑结构,2022,52(S01):1920-1925.