

## 近零能耗建筑全生命周期的关键技术研究

张欣苗

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 基于近零能耗建筑的概念, 对近零能耗建筑全生命周期的关键技术进行研究, 并分别从项目设计阶段、建筑运营维护阶段、项目拆除阶段对近零能耗建筑全生命周期中的关键技术进行阐述。基于全生命周期理念对近零能耗建筑全生命周期进行了详细分析, 并提出了近零能耗建筑的设计要点。近零能耗建筑项目中所采用的关键技术为: 基于被动优先和主动优化的可再生能源技术、全热回收通风系统和主动式新风系统、施工质量控制和运营维护管理等。通过对上述关键技术的详细研究, 可以为近零能耗建筑技术的发展提供一定的参考和借鉴。

**[关键词]** 全生命周期; 节能建筑; 设计方法

DOI: 10.33142/aem.v5i5.8638

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

### Research on Key Technologies for the Full Lifecycle of Near Zero Energy Consumption Buildings

ZHANG Xinniao

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Based on the concept of near zero energy consumption buildings, this paper studies the key technologies of the entire lifecycle of near zero energy consumption buildings, and elaborates on the key technologies of the entire lifecycle of near zero energy consumption buildings from the project design stage, building operation and maintenance stage, and project demolition stage. A detailed analysis was conducted on the entire life cycle of near zero energy consumption buildings based on the concept of full life cycle, and design points for near zero energy consumption buildings were proposed. The key technologies used in near zero energy building projects include renewable energy technologies based on passive prioritization and active optimization, total heat recovery ventilation systems and active fresh air systems, construction quality control, and operation and maintenance management. Through detailed research on the key technologies mentioned above, it can provide certain reference and reference for the development of near zero energy consumption building technology.

**Keywords:** full lifecycle; energy efficient buildings; design method

### 1 近零能耗建筑发展现状

#### 1.1 国际近零能耗建筑发展现状

“零能耗建筑”一词最早出现在1976年, 丹麦技术大学的Torben V. Esbensen的研究中。在之后的30年中, 关于零能耗建筑的研究越来越多。2015年12月联合国气候变化大会通过《巴黎气候变化协定》, 各国纷纷承诺将全球气温上升控制的前工业化时期水平之上2℃以内。为实现这一目标, 零能耗建筑成为建筑领域节能减排的新途径。从主要国际和行业组织频发的公告显示, 推动建筑节能, 迈向零能耗建筑已然成为全球趋势<sup>[1]</sup>。

由于“零能耗建筑”在实现上比较困难, 且成本较高, 欧洲目前公认更加广泛实施的为“近零能耗建筑”(Nearly Zero-Energy Buildings)。对于“近零能耗建筑”, 各国定义不同, 如德国的“被动房”(Passive House), 瑞士的“近零能耗房”(Minergie)。意大利的“气候房”(Climate House, Casaclima)。近年来因起源于德国的“被动房”概念, 德国成为“近零能耗”发展的先驱。近零能耗建筑是指在满足室内热环境、声环境和光环境等舒适度要求的同时, 还能够对建筑在节能、节地、节材等方面表现出卓

越性能的建筑<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 我国近零能耗建筑发展现状

由于近零能耗建筑具备节约资源、减少排放等优点, 在我国受到越来越多的重视。从我国近零能耗建筑发展历程来看, 近年来在国家政策引导和市场需求拉动下, 近零能耗建筑发展迅速。根据《中国节能低碳发展报告2019》数据显示, 截至2019年底, 我国近零能耗建筑已超过400万平方米。现阶段我国近零能耗建筑发展尚处于初级阶段, 在设计、建造和运营维护等方面存在许多问题。比如, 在设计阶段对于被动式节能技术的应用和改造不到位; 在建造阶段对于可再生能源技术的应用不够全面; 在运营维护阶段缺乏专业人员和完善的运营维护体系等。因此, 有必要对近零能耗建筑全生命周期中涉及到的关键技术进行详细研究<sup>[2]</sup>。

### 2 技术路线

#### 2.1 被动式技术

被动式技术是指直接利用阳光、风力、气温、湿度、地形、植物等现场自然条件, 通过优化建筑设计, 采用非机械、不耗能或少耗能的方式, 降低建筑的供暖、空调和

照明等负荷,提高室内环境性能。通常包括天然采光、自然通风、围护结构的保温、隔热、遮阳、蓄热、雨水入渗等措施。近零能耗建筑设计应遵循“被动优先,主动优化”的原则。

#### (1) 自然通风

在过渡季节充分利用自然通风,对大多气候分区来说,都可有效降低空调能耗。可通过建筑空间布局和开口设计增加风压和热压。具体措施包括:设置通风中庭、空中花园或调高空间,在高大空间顶部和底部设置可开启部件,在建筑迎风面和背风面设置自然通风口。

#### (2) 自然采光

较大的建筑进深会增加建筑的照明能耗,对于进深大的空间,可通过采光中庭和采光竖井引进自然通风。此外光导管、导光纤维也是利用自然采光的常用措施。

#### (3) 冬季太阳的热设计

严寒和寒冷地区,有效利用冬季太阳辐射的热,对降低冬季供暖负荷很有帮助。在进行近零能耗建筑设计时,可以借鉴太阳房的设计方法,最大程度地利用冬季太阳的热,减少供暖能耗。一般来说南向开窗面积越大,太阳的热系数越高,冬季太阳的热就越多。

#### (4) 围护结构设计

近零能耗建筑对围护结构保温隔热的要求远高于一般节能建筑。可以有效减少建筑冷热损失。同时也会带来更多的投资成本,以及一些技术性问题。

#### (5) 断热桥设计

热桥是造成建筑负荷增加的一个重要部分,在近零能耗建筑设计过程中,必须对围护结构热桥部位进行优化处理。由于近零能耗围护结构保温隔热性能较好,故其热桥影响占比远超常规节能建筑。断热桥处理是实现近零能耗建筑的关键因素之一。在进行断热桥设计时要遵循避让、击穿、连接和几何规则<sup>[3]</sup>。

#### (6) 气密性处理

建筑气密性是影响供暖和空调能耗的关键因素,对近零能耗建筑来说,其能耗值已经很低,由围护结构导热引起的能耗很小,因此气密性带来的能耗影响比例大幅提升。建筑气密性尤为重要,也是近零能耗建筑验收、认证的重要指标之一。

### 2.2 主动式技术

主动式技术是指通过采用消耗能耗的机械系统,提高室内的舒适度,实现室内环境性能。通常包含供暖、空调、机械通风和人工照明等措施。

高效新风热回收系统,是实现近零能耗目标的必要措施之一。新风热回收装置按照换热类型分为,显热热回收和全热热回收。根据热回收原理和结构不同,分为板式、转轮式、热管式、溶液吸收式等多种形式。

此外高效的能源系统对实现近零能耗建筑至关重要,

考虑到实际运行时可能会便宜设计工况,在允许情况下,应考虑暖通空调系统一定的韧性和弹性,提高暖通空调系统在不同工况下的适配性,保证其较高的运行效率。

### 2.3 可再生能源利用

《中华人民共和国可再生能源法》规定可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。

太阳能光伏系统是实现建筑零能耗的重要措施。太阳能在建筑中的利用有附加光伏系统(BAPV)和光伏一体化(BIPV)两种。BAPV是最常用的方式,是光伏与建筑结构常见的结合方式,主要是屋顶光伏电站。BIPV是将光伏组件与建筑相结合,直接承担原有建筑构件,BIPV目前主要可分为晶硅光伏组件和薄膜光伏组件。其中晶硅组件是目前市场的主流产品,其单位装机功率高,转化效率可达16%至22%,同样装机面积下发电量优于薄膜组件,应用前景广阔。

### 3 施工质量控制

近零能耗的设计施工标准高于常规节能建筑,其细部节点的处理需要精细化设计和更专业的施工能力,因此施工工艺更复杂,对施工程序和质量控制得要求也更严格。近零能耗产业中流传着“三分设计、七分施工”,可见施工过程质量控制对实现近零能耗的重要性。

#### 3.1 施工质量管理体系

行之有效的管理体系是保证近零能耗建筑施工落地的前提和保障。近零能耗施工需要建立起精细化的施工管理方法和手段,确保施工质量可控。协调各参与单位,使其各司其职,各尽其能。

#### 3.2 专项施工方案

对关键部位分部分项工程,施工单位应编写专项施工方案,主要包括外门窗安装、地面保温施工、外墙外保温施工、屋面保温防水施工、新风系统安装、气密性措施施工等技术性能容,并对施工人员进行专项技术交底,通过细化施工技术,严格把控过程来保障施工最终质量。

专项施工方案需要明确合理的施工工序,确保断热桥和气密性保障措施。近零能耗建筑在门窗、保温、新风系统、气密性及热桥处理等方面有更高的质量要求,所以和传统工序存在一定的差别。例如,为了保障建筑保温性能和尽可能地减少热桥。出墙的设备管线要在室内抹灰前进行安装并完成断热桥和气密性处理,然后再进行室内抹灰和装修施工。一个很小的工序错误,都可能导致近零能耗建筑产生不可挽回的质量缺陷,或导致大面积返工。因此合理的施工工序,是保证近零能耗建筑得以实现的重要保障。

#### 3.3 专项施工培训

近零能耗建筑在进行施工前应由专业的咨询团队,对建设单位、施工单位及监理单位进行专项施工培训和工艺交底。了解材料和设备性能,掌握施工要领和具体施工工

艺,培训合格后方可上岗。进行施工前,施工单位应以书面确认的方式对热桥位置、断热桥措施施工详图和施工工艺,室内气密层位置,处理措施详图和施工工艺。

培训形式应建立专用的施工展示样板区进行培训,用于施工技术展示培训,辅助施工过程管理,加强近零能耗建筑技术推广。对一些关键节点,当缺乏施工经验时,为避免大面积施工后不能达到最终效果,可以在实验室或者现场进行小规模施工验证,待“样板现行”确认没问题后,再进行大面积施工。可以最大程度地降低项目施工风险,保证施工质量。

#### 4 运营维护管理

近零能耗与常规节能建筑显著特点之一就是,不以建筑各构件性能来评价建筑节能性能,而是以建筑整体能耗来综合衡量建筑节能性能。近零能耗建筑在设计和施工环节已经采取措施最大限度地保证了建筑性能和施工质量。在建筑使用过程中,首先要保证建筑各构件的设计性能或接近设计性能下工作;其次,用能系统需经过精细化调试及采取合理运行策略;最后对运行数据进行记录和定期分析,利用发现建筑构件性能的衰退和设备系统运行策略的不合理性,以便及时作出调整。因此,要实现设计上的近零能耗建筑,科学合理的运行管理至关重要。

##### 4.1 建筑构件和设备的维护

高性能的维护结构是实现近零能耗建筑低能耗运行的重要保障。维护结构的热工性能和气密性能,在设计和施工环节已经经过了反复确认和检验测试。日常维护的首要目标是保证各部件能维持在设计水平或者接近设计水平性能,减少构件性能衰减,避免出现局部热工性能薄弱。建筑在投入正常使用后,要定期对建筑围护结构保温系统及气密和设备关键位置进行维护和检验。常用措施有:(1)避免在外墙和屋面上固定物体,破坏保温和气密的完整性,必须要固定时,则必须采取断热和气密性处理措施。(2)定期对外墙内表面抹灰层、屋面防水隔汽层及外窗密封条进行维护,观察是否遭到破坏,若发生破坏时,应及时修补或更换密封条。(3)定期检查外门窗关闭是否严密、中空玻璃是否漏气、锁扣等五金部件是否松动及磨损。每年对门窗活动部件和易磨损位置进行保养。(4)当建筑门窗洞口或其他气密部位进行了改造或施工时,竣工后应对建筑气密性进行重新测定。

##### 4.2 用户使用模式

根据对居住建筑用能形势和使用模式的调研,可以发现居住建筑终端用能在逐年发生变化。随着年轻群体上班族比例增多,年轻人群在外用餐比例增加,炊事用能不断减少,而生活热水机家电能耗比重逐年增加。

对于住宅空调,各用户对夏季空调的运行时间和全日间歇运行的差异很大,采用分室或分户设置的分散式空调设备时,其行为节能潜力较大,且机电一体化的分散式空调装置自动控制水平较高,控制精度灵敏。分散式空调设备比集中空调更加节能。

近零能耗建筑应采用智能化楼宇管理系统,不仅要完成对各系统及其设备的远程监控,还要实现各系统间的互通,协调运行。近零能耗建筑楼宇自控系统至少包括:楼宇自控管理集成平台,冷热源及输配网节能控制系统,整体房间温度控制,新风、空调优化控制系统。

##### 4.3 运行数据的记录与分析

建筑高效合理运行是建立在气象条件、建筑使用情况、用户反馈等多组数据的基础之上。对建筑运行条件和系统运行数据进行必要的记录和分析,不但是近零能耗建筑科学运行的保障,也有利于进行近零能耗建筑使用后评估工作的展开,为之后同类型建筑设计的决策积累经验。

#### 5 结语

以此来看,对近零能耗建筑全生命周期的关键技术研究是很重要的,因为这类型的建筑是我国未来建筑的设计重点,最重要的是,这类型建筑能够减少对资源的依赖,扩大资源的利用效率,能够使建筑与环境协调发展。缓解我国资源、环境和碳排放压力,促进国民经济和社会发展意义重大。

#### [参考文献]

- [1]丑雪松,韦新东,陶进.近零能耗建筑新风热回收效率测试及节能分析[J].北方建筑,2021(1):55-56.
  - [2]李双,王杨洋,王鑫.严寒地区近零能耗建筑的热工性能测试及节能分析[J].中国高新科技,2021(8):32-35.
  - [3]郭佳佳,刘东.上海市某商业建筑排风热回收系统节能性分析[J].建筑热能通风空调,2021(2):18-23.
- 作者简介:张欣苗(1986.10-),女,汉族,毕业学校:天津大学,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。