

建筑节能中的外墙保温系统设计

李晓群

(贵阳市建筑设计院有限公司, 贵州 贵阳 550009)

【摘要】20世纪70年代后,随着能源危机的发生,国内外普遍重视给建筑“穿衣戴帽”,力求减少建筑能源的消耗量,从而减轻环境污染和温室效应。习总书记创新性提出了“绿水青山就是金山银山”科学发展理论,将社会经济发展与环境保护之间的关系进行了精辟的总结,为我国的经济建设与环境保护指明了方向。在生产活动中,从构建人类命运共同体战略格局开始,在社会发展的顶层设计中贯彻绿色发展理念,使“绿水青山就是金山银山”的理论落到实处,社会经济和生态环境保护达到了和谐统一。但我们也要清醒地看到,我国的建筑节能还处于较低的发展阶段,设计方式和施工过程还与世界先进国家存在较大差距。本文通过对建筑节能中的外墙保温系统设计进行研究,探讨建筑外墙保温材料在节能中的应用。希望能对建筑节能和环境保护带来一定的参考。

【关键词】建筑节能;外墙保温;系统设计

一、建筑节能概述

为落实建设节约型社会的基本国策,政府提出节能减排的具体目标,并列出当前的能耗大户:建筑能耗、工业能耗、交通能耗。建筑能耗包含建筑造能、运营造能。建筑造能又包含了建材生产、基础设施建造(交通运输、环保、水利、能源、动力等)、建筑物建造、建筑物寿命终了拆除等能耗。根据有关部门测算,建筑用能高达我国能源消耗总量的30%,且还有增加的趋势。因此优化建筑节能结构设计,提高建筑用能系统的能源利用率,降低建筑能耗,从而达到能源节约和环境保护的目的。我国目前出台的一系列建筑节能政策、技术标准等所指的都是指建筑运行能耗,其中大部分是采暖空调能耗。

建筑设计阶段是决定建筑全寿命期能耗的重要阶段,建筑节能设计的合理性决定了建筑在建造和运营过程中能源的消耗和对环境产生的影响。建筑能耗、可再生能源利用及碳排放量是表征建筑对环境影响和资源消耗的关键指标,设计阶段对建筑能耗可再生能源利用及碳排放分析有助于更加科学合理地确定建筑设计方案、能源系统设计方案和相关参数。设计阶段计算和分析建筑能耗和碳排放量可以评估建筑朝向、体形系数、围护结构参数、能源系统配置及参数等节能措施的合理性。在规划和单体方案设计阶段进行可再生能源系统策划,分析可再生能源系统利用率将有利于可再生能源系统与建筑的一体化建设,提高可再生能源系统的能源利用效率。就现状来看,我国不同地区、不同建筑在使用和运行管理水平差别较大,许多建筑存在运营管理不善、实际能耗远大于设计能耗的现象,即增加了建筑运营的费用,也不利于建筑节能工程的发展。因此,建筑节能设计必须即满足相关规范的要求,也要确保建筑节能在建筑运营过程中能真正达到预期的效果。

二、体形系数对建筑节能的影响

在建筑节能方案设计过程中,体形系数对建筑

节能影响较大,因此应对建筑物的体形系数进行控制。体积小、体形复杂的建筑,体形系数大,对节能不利;体积大、体形简单的多层和高层建筑,体形系数小,对节能有利。此外体形系数还会对建筑结构造型、平面布局、采光通风产生影响。太小的体形系数,不利于建筑师创造性的发挥,会使建筑造型设计简单,结构平面布局不合理,影响建筑使用功能。合理的建筑物造型设计,要充分考虑建筑所在区域气候特点,对冬、夏季的热辐射强度、通风情况、围护结构等的各方面影响。要根据实际条件,充分考虑各种类型的建筑造型特点,并尽量地减小结构的外围接触面积,使建筑形态尽量简单,凹凸造型也不宜过多,以达到节能降耗的目的。由于建筑围护结构热工性能的改善,体形系数对房屋供热空调能耗的决定性作用在减弱。

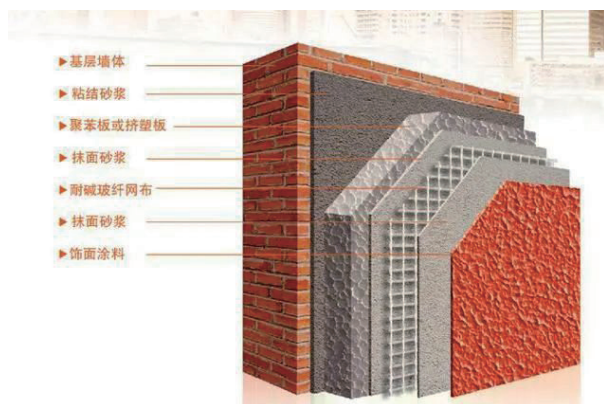
建筑结构节能的主要原理:通过节能设计和建筑节能材料的使用,减少建筑结构内外的热传递,使建筑结构在较少的能耗下达到稳定适宜的使用温度。同时尽量降低建筑物总失热量,利用太阳辐射得热和建筑物内部得热,达到减少能源消耗的目的。

三、外墙保温建筑节能分类

从以往工程实践经验中,可知改进建筑围护结构热工性能是建筑节能改造的关键,外墙保温技术是提高围护结构热工性能最有效的方法。近年来,在建筑保温技术不断发展的过程中,主要形成了外墙外保温和外墙内保温以及夹心保温等三种形式。

外墙外保温是在主体结构外侧,通过粘接或锚栓固定保温材料,然后在保温材料表面满铺一层玻纤网格布抗裂层并涂刷抗裂砂浆,从而使外墙具有保温隔热的功能。外墙外保温体系主要有EPS板薄抹灰、硬泡聚氨酯、岩棉、XPS板、预制保温板、保温装饰一体化、夹心等。外墙外保温体系是一个有机结合的系统,不是种材料的简单组合。外墙外

保温技术体系融外墙找平材料、防水材料，保温材料、粘结材料、耐碱玻纤网格布、抗裂材料、腻子、涂料等材料合为一体，通过技术工艺和做法集合而成。施工时必须根据设计要求做好外墙防水。外墙外保温体系构造如下图。



图一 外墙外保温构造

粘结材料按使用位置的不同，按一定比例组合可分为粘结砂浆、抗裂砂浆。外墙外保温构造形式可分为薄抹灰、预制面层、有网现浇、无网现浇等多种外墙外保温系统形式。外墙外保温系统的质量不仅仅取决于各种材料的质量，更取决于各种材料工艺和现场施工中的相互融合。

外墙内保温体系也是一种传统的保温方式，在欧洲一些国家应用较多，它本身做法简单，造价较低，但是在热桥的处理上很容易出现问题，近年来由于外保温的飞速发展和国家的政策导向在我国的应用有所减少。但在我国的夏热冬冷和夏热冬暖地区，还是有很大的应用空间和潜力。

夹心保温是采用分层处理的措施，让外围护墙形成墙体保温材料—墙体体系，以此来达到保温节能的效果。是使用一种用于工业与民用建筑大面积卷材防水层和大量聚氨酯防水涂膜防水层屋面的夹心保温块，该夹心保温块具有保温、隔汽、排汽的功能。

四、外墙外保温体系的优点

（一）增强外墙的耐久性

采用外墙外保温体系，再加上找平层、抗裂层和防水层的结合，墙体会受到较好的保护。室外气候的变化被保温层隔离，避免了雨、雪、冻、融等不利因素对外墙墙体的影响，从而延长墙体的耐久性和使用寿命。

（二）提高室内环境的舒适性

采用外墙外保温体系，在冬季时，由于保温层的阻断，室内空气能蓄存较多的热量，室内外热对流速度缓慢，室温变化幅度较低，体感舒适；也使室内人体和家用电器产生的热量能得到有效利用。在夏季，保温层隔断了太阳辐射热对室内热传递，避免室内温度上升过高，同时在室内空调降温时也能减少空调的制冷总量，降低能耗。

（三）避免外墙墙体热桥的产生

热桥是建筑结构中热流强度急剧增加的位置，指处在外墙和屋面等围护结构中的钢筋混凝土或金属梁、柱、肋等部位。在气温较低的冬季，热桥会使室内热量大量快速流失到室外，降低室内温度，同时外墙内侧会产生结露滴水现象，导致墙体霉变，影响居住体验感。外保温体系可阻断热桥产生，同种类同厚度的保温材料，外保温体系因热桥造成的热损失比内保温体系要少得多。

（四）与外墙内保温相比的其他优点。

1. 不减少建筑内部使用面积。
2. 旧房改造项目中，不影响室内装修。

五、外墙外保温体系的缺点

外墙外保温系统的保温层与外界环境相通，没有保护层，这给外保温层体系的防火性能和使用寿命带来不利影响。

（一）外墙外保温材料的防火问题

如保温层选用 A 级防火材料，就没有防火问题，但如果选用的是 B 级防火材料就应符合现行《建筑防火通用规范》和《建筑设计防火规范》中的相关条文要求。虽然外保温层位于结构外侧，但如果室内发生火灾，火焰还是会从窗口及阳台向外引燃外保温层的 B 级防火材料。火焰在外保温层内发展，甚至导致外保温层全部引燃，造成建筑的立体性火灾。如 2009 年新央视大楼火灾，采用的外墙保温材料是 XPS 挤塑板，XPS 遇火后会生成大量滴落物，而滴落物往往会促使燃烧更剧烈。

（二）抗风压问题

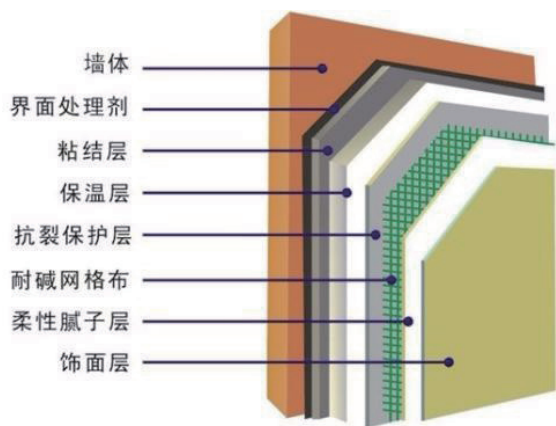
建筑结构高度越大，风荷载越大，在结构背风面上产生的负风压，会将保温板从结构表面拉脱，导致保温层整体掉落。因此，保温层应按规范要求进行锚固设计，设计时要计算建筑所在地的风荷载，并进行负风压测试，保证外保温层在最大风荷载时不会整体掉落。

（三）墙体外表面裂缝及潮湿问题

外保温层的面层开裂是保温工程的质量通病，一般很难避免。如果保温层表面出现裂缝，保温性能就会大大降低，不但满足不了建筑节能的要求，还会给结构和墙体的安全带来不利影响。雨水会沿着裂缝进入保温层，使墙体潮湿发霉，因此必须重视保温层的防裂处理。

六、外墙内保温系统

外墙内保温系统，是在外墙墙体内侧加做的保温体系。主要由保温层、抹面层和饰面层组成，适用于抗震烈度小于或等于 8 度的地区。详细构造由外到内见下图。抹面层位于保温层之上，设有抗裂网格布，既可以保护保温层，又具有防水、防裂和防火作用的结构层。外墙内保温材料的蓄热能力较低，当室内采用间歇式的采暖或空调时，室内温度可很快达到设定的温度，适用于冬季气温不是很低的地区，如我国的温带地区。



图二 外墙内保温构造

(一) 常见的外墙内保温体系形式

1. 块状保温板，如膨胀聚苯板（EPS）、挤塑聚苯板（XPS）、石墨改性聚苯板、热固改性聚苯板等，并在表面抹保护层，如聚合物水泥胶浆、粉刷石膏等。
2. 粘贴复合板（保温材料：EPS/XPS/ 石墨改性聚苯板等，复合面层：纸面石膏板、无石棉硅酸钙板、无石棉纤维水泥平板等）。
3. 安装轻钢龙骨固定保温材料（如：玻璃棉板、岩棉板、喷涂聚氨酯等）。
4. 抹浆料类保温材料（如：玻化微珠保温材料、胶粉聚苯颗粒等）。
5. 现场喷涂类系统（如喷涂纤维保温系统、喷涂聚氨酯系统）

(二) 外墙内保温的优点和缺点

1. 外墙内保温的优点，内保温体系在技术简单、施工方便，对建筑物外墙垂直度要求不高，具有施工进度快、造价低等优点。
2. 外墙内保温的缺点，结构热桥的存在容易导致外墙内侧结露，造成墙面发霉、开裂。由于外墙外侧不做保温层，受昼夜室内外温差变化幅度较大影响，热胀冷缩现象特别明显，反复变化作用下，内保温体系始终处于不稳定的状态，特别容易发生空鼓和开裂现象。
3. 内保温消防防火上的要求。内保温燃烧性能等级不应低于 B1 级，并满足现行《建筑防火通用规范》等规范的相关条文。A 级材料则不用考虑防火要求。
4. 内保温应按《建筑与市政工程防水通用规范》GB55030 做好外墙外侧的防水处理。

七、墙体节能工程使用的材料性能指标

设计文件中，墙体节能工程使用的材料应有下列性能指标：

1. 保温隔热材料的导热系数或热阻、密度、压缩强度或抗压强度、垂直于板面方向的抗拉强度、吸水率、燃烧性能（不燃材料除外）；
2. 复合保温板等墙体节能定型产品的传热系数或热阻、单位面积质量、拉伸粘结强度、燃烧性能（不燃材料除外）；
3. 保温砌块等墙体节能定型产品的传热系数或热

阻、抗压强度、吸水率；

4. 反射隔热材料的太阳光反射比，半球发射率；
5. 粘结材料的拉伸粘结强度；
6. 抹面材料的拉伸粘结强度、压折比；
7. 增强网的力学性能、抗腐蚀性能。

八、结语

建筑工程的能耗巨大，在追求社会经济可持续性发展，环境保护意识不断提升的今天，建筑节能也日益得到国家的重视。建筑各行业都应加强对外墙保温系统及建筑节能技术的研究和应用，不断提升建筑工程的节能效果，以获取更好的社会效益。建筑工程在进行设计时应重视建筑节能的专项设计，采用更可靠的结构节能形式，运用新型的节能保温建筑材料和构造，提高建筑节能的耐久性和适用性，更好地服务社会和大众。

参考文献：

- [1] 墙体节能技术与工程应用 / 田斌守，邵继新主编，北京：中国建材工业出版社，2018.1
- [2] 中华人民共和国国家标准《建筑节能与再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [3] 中华人民共和国国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [4] 中华人民共和国国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411-2019 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [5] 中华人民共和国国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037-2022 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [6] 中华人民共和国行业标准《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T261-2011，备案号 J1332-2011，中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [7] 中华人民共和国国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222-2017 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [8] 中华人民共和国国家标准《建筑设计防火规范》GB 50222-2014（2018 年版）中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [9] 中华人民共和国国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [10] 中华人民共和国国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [11] 中华人民共和国国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030-2022 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布
- [12] 《建筑内保温建筑构造》11J122 中国建筑标准设计研究院主编 中华人民共和国住房和城乡建设部 发布