

严寒地区既有建筑节能改造技术与设计策略

居 萌

北京凯盛建材工程有限公司 北京 100010

摘要：随着全球气候变化和能源危机的加剧，建筑节能已成为全球关注的热点。在严寒地区，既有建筑的节能改造尤为重要，不仅能提高居住舒适度，还能有效减少能源消耗和环境污染。本文旨在探讨严寒地区既有建筑节能改造的技术与设计策略，以期对相关领域的实践提供理论支持和指导。

关键词：严寒地区；既有建筑；节能改造；设计策略

引言

严寒地区的气候特点决定了其建筑需要具备良好的保温隔热性能，以减少冬季采暖能耗。然而，既有建筑往往由于设计建造时期的技术水平和节能标准的限制，存在能耗高、保温性能差等问题。因此，对既有建筑进行节能改造，提高其能源利用效率，具有重要的现实意义。

1 严寒地区气候特征与既有建筑能耗分析

1.1 气候特征概述

严寒地区以其独特的气候条件著称，主要特征包括低气温、强风速和有限日照。冬季平均气温远低于 0°C ，且持续时间长，极端低温可达 -30°C 以下。日照方面，虽然冬季日照时间短，但夏季相对充足，为太阳能利用提供了一定条件。这些气候特征对建筑能耗产生显著影响。低气温导致采暖能耗大幅增加，强风速则加剧了建筑的热量散失，而有限的日照时间则限制了自然采光和太阳能的利用。

1.2 既有建筑能耗现状

严寒地区的既有建筑在采暖、通风和照明方面表现出高能耗特点。由于历史原因和当时技术水平的限制，这些建筑普遍存在围护结构保温不足、供暖系统效率低下等问题。具体而言，围护结构如外墙、屋顶和窗户的保温性能普遍较差，导致冬季室内热量大量散失^[1]。供暖系统多采用传统设备，能效低且运行维护成本高。

2 严寒地区既有建筑节能改造技术

2.1 外保温围护体系改造

2.1.1 墙体保温改造

墙体保温改造在严寒地区既有建筑节能改造中占据核心地位。针对既有建筑墙体保温不足的问题，以下措施可被广泛采用：

高效保温材料的选择与应用：根据严寒地区的气候特点和建筑需求，优先选用导热系数低、密度小、吸水率低且耐久性好的保温材料，如岩棉、聚苯板（EPS/

XPS）、聚氨酯板（PU）及新型相变材料等。采用粘贴、锚固或喷涂等方式将保温材料固定在墙体上，确保保温层与墙体之间的紧密贴合，减少热桥效应。根据保温材料的导热系数和当地的气候条件，合理设计保温层的厚度，以达到最佳的保温效果。

墙体厚度增加与结构优化：在原有墙体外部或内部增设保温层，通过增加墙体厚度来提高其热阻。采用多层密实材料-保温材料-密实材料的“三明治”结构，或设置空气间层，以进一步提高墙体的保温隔热性能。

细部处理与防火安全：对墙体与门窗、屋顶等交接处的保温处理进行细致设计，确保无热桥现象。选用具有防火性能的保温材料，或在保温层外设置防火隔离带，确保建筑的安全。

2.1.2 屋面保温改造

屋面保温改造对于提高严寒地区既有建筑的节能性能同样至关重要。以下措施可有效提升屋面的保温效果：

高效保温材料的选择与应用：与墙体保温改造相似，优先选用挤塑聚苯板（XPS）、岩棉板等高效保温材料。根据屋面结构和材料特性，采用铺设、粘贴或喷涂等方式将保温材料固定在屋面上。在保温层上设置防水层，确保屋面的防水性能不受影响。

节能屋面技术的应用：将保温层设置在防水层之上，保护保温材料免受潮湿影响，提高保温效果。同时，倒置式屋面还具有延长防水材料使用寿命、方便检修等优点。通过设置架空层，增加屋面的热阻，减少热量传递。架空层内可填充保温材料或设置空气间层，以进一步提高保温效果^[2]。利用植被的蒸腾作用降低屋面温度，减少热量吸收。同时，种植屋面还能提供美观的绿化效果，改善建筑环境。

2.2 节能门窗改造

2.2.1 双层窗户与低辐射玻璃的应用

双层窗户，也称为中空玻璃窗，由两层玻璃和中间

的空气层组成。空气层起到了很好的隔热作用，能够显著减少窗户部分的热传导。同时，双层窗户还能够有效隔绝噪音，提高室内的安静度。在严寒地区，采用双层窗户可以大大降低冬季的采暖能耗。低辐射玻璃，也称为Low-E玻璃，是一种具有特殊涂层的玻璃。这种涂层能够反射远红外线，从而减少室内热量的流失。同时，低辐射玻璃还具有良好的透光性，能够保证室内充足的自然采光。在节能门窗改造中，采用低辐射玻璃可以显著提高窗户的保温隔热性能（见图1）。

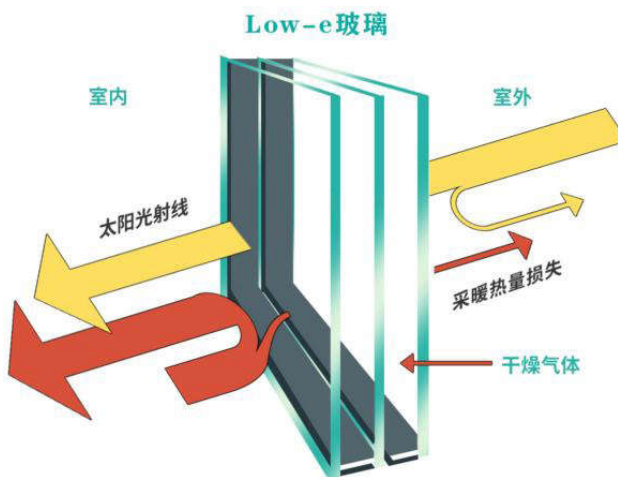


图1 Low-E玻璃结构示意图

2.2.2 增加门窗密封性

在门窗的缝隙处安装密封条或涂抹密封胶，可以有效防止冷空气渗入室内，减少能量损失。密封条和密封胶的选择应考虑到其耐久性、弹性和耐候性，以确保长期的密封效果。门窗的五金配件，如合页、锁具等，对于门窗的密封性也有重要影响。在节能门窗改造中，应对五金配件进行检查和调整，确保其紧密贴合、无松动。对于老化或损坏的五金配件，应及时更换为新的、高质量的配件。窗扇与窗框之间的密封处理也是节能门窗改造的重要环节。可以采用橡胶条、毛条等密封材料，将窗扇与窗框之间的缝隙密封起来，防止冷空气的渗透。同时，还应注意窗扇与窗框之间的搭接量，确保搭接紧密、无缝隙。

2.2.3 其他节能措施

在节能门窗改造中，还可以考虑遮阳与通风的设计。通过安装遮阳帘、百叶窗等遮阳设施，可以减少夏季太阳辐射对室内的影响，降低空调能耗。同时，合理设置通风口和开启扇，可以改善室内的自然通风条件，减少机械通风的能耗。随着科技的发展，智能控制系统在节能门窗中的应用也越来越广泛。通过安装智能传感器和控制器，可以实现对门窗的自动开启和关闭、遮阳设施的自

动调节等功能，从而进一步提高门窗的节能效果。

2.3 高效暖气系统改造

2.3.1 高效供暖装置的应用

地热能是一种清洁、可再生的能源，通过地热热泵系统可以将地下的热能提取出来，用于建筑的供暖。地热能供暖系统具有能效高、运行稳定、环保等优点，是严寒地区理想的供暖方式之一。太阳能是一种取之不尽、用之不竭的能源。通过太阳能集热器收集太阳辐射能，将其转化为热能，用于加热水并供给建筑供暖系统。太阳能热水供暖系统具有节能、环保、经济等优点，特别适用于日照充足的严寒地区^[3]。地源热泵系统利用地下土壤或水体的温度稳定性，通过热泵机组将地下的热能提取或释放，实现建筑的供暖和制冷。地源热泵系统具有高效、节能、环保等优点，且运行稳定，适用于各种建筑类型。

2.3.2 保温设施的优化与配备

传统的暖气片往往存在散热不均匀、能效低等问题。在高效暖气系统改造中，应选用新型高效暖气片，如翅片式暖气片、对流式暖气片等，这些暖气片具有散热面积大、热效率高、造型美观等优点。地暖系统是一种将加热管道埋设在地板下的供暖方式，通过地板向室内辐射热量，实现均匀、舒适的供暖效果。地暖系统具有节能、舒适、卫生等优点，且不影响室内装修和家具摆放，是严寒地区理想的供暖方式之一。在高效暖气系统改造中，还应对供暖管道和阀门进行保温处理，以减少热量在传输过程中的损失。可以采用保温材料包裹管道和阀门，或选用具有保温功能的管道和阀门产品。

3 严寒地区既有建筑节能改造设计策略

3.1 整体性

室内功能的布局调整也是整体性策略的重要一环。通过优化空间布局，减少不必要的热量损失区域，如将辅助用房布置在北侧或东西两侧，主要使用空间则朝向南侧，以最大化利用自然光照和太阳能。同时，室内照明、暖通空调系统的设计与节能措施相结合，形成高效的能源利用体系。外部造型的改造不仅要考虑美学效果，更要兼顾节能需求。例如，采用坡屋顶设计不仅有利于排水，还能在冬季有效防止积雪堆积造成的屋顶荷载过大，同时屋顶下方的空气层可作为天然的保温层。此外，通过设置合理的挑檐、遮阳板等构件，既能遮挡夏季强烈的日光直射，减少空调能耗，又能引导冬季阳光进入室内，提升室内温度。全局考虑意味着在设计初期就需综合评估建筑的各个方向、各个系统的节能潜力与相互影响。例如，在选择外墙保温材料时，不仅要考

虑其保温性能,还要评估其对建筑整体结构安全、室内空气质量和室外环境的影响。同时,应避免因局部改造而引发的新问题,如盲目增加外墙厚度可能导致基础承载力不足,或过分强调南向采光而忽视了北向的保温需求。多项功能的整合是提升节能改造效益的有效途径^[4]。例如,屋顶绿化不仅美化环境,还能提供额外的保温隔热层;外窗附近的遮阳板设计可同时作为导风板,引导自然风进入室内,降低夏季室内温度;建筑周边的绿地和水体除了美化景观外,还能通过蒸腾作用调节微气候,减少建筑热岛效应。这些细节的设计需精确计算,确保每一项措施都能发挥最大效用。

3.2 经济高效性

在严寒地区既有建筑节能改造中,经济高效性原则是确保改造项目可持续性和投资回报率的核心。首先,实用经济意味着在改造过程中,应优先选用那些经过市场验证、技术成熟且性价比高的节能技术和材料。例如,采用高效节能窗框搭配低辐射镀膜玻璃,既能有效阻挡紫外线,又能保证良好的室内采光和保温性能,同时控制改造成本。优化配置资源是提升经济高效性的另一关键。自然环境资源的利用方面,可以通过精确计算建筑朝向、开窗大小及位置,最大化利用自然光照和通风,减少人工照明和机械通风的需求。设备资源上,应选择能效比高的暖通空调系统和照明设备,并结合智能控制系统,实现按需供应,避免能源浪费。社会资源方面,可以积极寻求政府补贴、政策支持和专业机构的合作,降低改造成本,同时提升项目的社会影响力。长期利用要求建筑师在改造设计初期就应具备前瞻性思维,不仅考虑当前的节能需求,还要预见未来可能的能源价格变动、技术进步和法规变化。因此,节能方案应具有一定的灵活性和可扩展性,便于后续根据实际情况进行调整和优化。在施工阶段,应严格控制工程质量,确保所选用的节能材料和设备能够长期稳定运行,减少因频繁维修或更换带来的额外成本。此外,经济高效性还体现在对建筑全生命周期成本的考量上。除了初期的改造成本外,还需考虑运营维护成本、能源消耗成本以及可能的废弃物处理成本等。通过综合评估这些成本,可以更加科学地制定节能改造方案,确保建筑在长期使用过程中能够持续高效地利用能源,实现经济效益和环境效益的双赢。

3.3 可持续性

在严寒地区既有建筑节能改造的实践中,可持续性原则不仅是响应全球气候变化挑战的必然选择,也是推动建筑领域向绿色、低碳转型的关键路径。与时俱进,

意味着在改造过程中要紧密跟踪行业动态,积极采纳最新的设计理念、材料和技术。新理念方面,应引入低碳设计、被动式建筑设计等先进理念,通过优化建筑布局、提高围护结构热工性能、利用可再生能源等措施,减少建筑对化石能源的依赖。同时,注重建筑与自然环境的融合,保护场地原有的生态系统,促进生物多样性。新材料的应用是提升建筑可持续性的重要手段。应选择那些具有优异保温隔热性能、长寿命、可回收或生物降解的材料,如高性能保温板、真空玻璃、相变材料等。这些材料不仅能有效降低建筑的能耗,还能减少对环境的影响。新技术的集成应用也是必不可少的。例如,利用智能建筑管理系统,实现对建筑能耗的实时监测和优化控制;采用太阳能光伏板、风能发电装置等可再生能源技术,为建筑提供清洁、可再生的能源;通过雨水收集、中水回用等技术,实现水资源的循环利用。环境保护方面,要充分考虑改造过程中可能产生的废弃物、噪音、粉尘等污染,采取有效的防治措施,确保改造活动不对周边环境造成负面影响。同时,应积极推广绿色施工方法,如使用低挥发性有机化合物(VOC)的涂料、粘合剂等,减少室内空气污染。

结语

严寒地区既有建筑节能改造技术与设计策略的研究,对于提高建筑能源利用效率、减少能源消耗和环境污染具有重要意义。通过外保温围护体系改造、节能门窗改造、高效暖气系统改造等技术手段,结合良好的保温设计、空气密封性设计、合理的通风设计、使用可再生能源、设计合理的室内照明系统等设计策略,可以有效提升既有建筑的节能性能,推动严寒地区建筑行业的可持续发展。

参考文献

- [1]宋俊慷,王万江,张子涵.严寒地区既有居住建筑节能改造方案比较分析[J].未来城市设计与运营,2022,(04):41-43.
- [2]刘景东,马文生,李鹏,等.严寒地区典型城市公共建筑节能改造技术适用性分析[J].建设科技,2024,(17):24-28+34.
- [3]关运龙,李鹏,成瑶,等.某严寒地区既有公共建筑节能改造节能量分析[J].铁路节能环保与安全卫生,2021,11(04):26-32.
- [4]滕佳颖,慕晓飞,王婉.严寒地区建筑绿色改造技术的节能敏感性及潜力研究[J].实验室研究与探索,2020,39(05):107-110+135.