

零碳理念的严寒地区既有工业建筑改造对策分析

沈建

天津水务集团华森规划勘测设计研究院有限公司 天津 300220

摘要：随着全球气候变暖问题的日益严峻，零碳理念在建筑领域的应用愈发受到重视。针对严寒地区既有工业建筑高能耗、高排放的现状，本文提出了基于零碳理念的改造对策。通过采用高性能保温隔热材料、集成可再生能源系统、引入智能建筑管理系统及优化工业生产工艺与设备等措施，旨在实现既有工业建筑的能源高效利用与零碳排放目标，为严寒地区工业建筑的绿色转型提供指导。

关键词：零碳理念；严寒地区；既有工业建筑；改造对策

引言：在气候变化与环境压力日益加剧的背景下，严寒地区既有工业建筑的节能减排和绿色转型显得尤为迫切。零碳理念，以其追求建筑全生命周期内碳排放接近零的目标，为严寒地区工业建筑的改造升级提供了创新的解决方案。本文深入剖析严寒地区既有工业建筑的能耗特点，探讨零碳理念下的改造策略与技术路径，以期为推动工业建筑的可持续发展、实现碳中和目标提供科学依据和实践指导。

1 零碳建筑理念概述

1.1 零碳建筑的定义与特征

(1) 碳排放量接近零的建筑。零碳建筑是指在其全生命周期内（包括设计、建造、运营、维护直至拆除）的碳排放量极低，理论上接近于零。这要求建筑在能源使用上必须实现高度的自给自足和高效利用，尽可能减少对化石燃料的依赖。通过采用高效的能源系统和节能措施，零碳建筑能显著降低运营过程中的碳排放，同时，在建筑材料的选择和生产过程中也注重低碳环保，以减少全生命周期的碳足迹。(2) 实现人与建筑、自然环境的和谐共生。零碳建筑不仅仅关注建筑的节能和环保性能，更强调人与建筑、自然环境之间的和谐共生。这意味着建筑设计需充分考虑自然光照、通风、景观等因素，创造舒适、健康的生活和工作环境，同时，通过绿色屋顶、雨水收集、生态墙体等生态设计手法，增强建筑与自然的互动，促进生态平衡。零碳建筑鼓励采用本地化、可再生的材料和资源，减少对生态环境的破坏，实现建筑与自然的和谐共存。

1.2 零碳建筑的关键技术

(1) 高效节能材料与技术。高效节能材料与技术是实现零碳建筑的基础。这包括高性能保温隔热材料、节能门窗系统、低能耗照明和空调系统等。高性能保温隔热材料能有效减少建筑的热损失，提高能源利用效率；

节能门窗系统则通过改进窗框材料和玻璃性能，增强建筑的保温隔热能力；低能耗照明和空调系统则通过采用LED照明、智能温控技术等手段，实现能源的高效利用。这些技术的应用，共同构成了零碳建筑的节能体系，为实现零碳排放提供有力支撑。(2) 可再生能源利用。可再生能源的利用是零碳建筑的关键。太阳能、地热能等可再生能源具有清洁、可再生、分布广泛等特点，是零碳建筑主要的能源来源。太阳能光伏系统和光热系统可以将太阳能转化为电能和热能，为建筑提供电力和热水；地热能则通过热泵技术，将地下的恒温能量提取出来，为建筑供暖或制冷。此外，风能、生物质能等可再生能源也被积极探索应用于零碳建筑中，以实现能源的多样化和自给自足^[1]。(3) 智能建筑管理系统。智能建筑管理系统是实现零碳建筑高效运营的关键。它通过集成建筑内的各种设备和系统，实现能源的智能化管理和优化。智能建筑管理系统可以实时监测建筑的能耗情况，根据室内外环境条件自动调节照明、空调、通风等系统的运行状态，以实现能源的最大化利用。同时，它还可以提供数据分析报告，帮助管理者制定更科学的能源管理策略，持续提升建筑的能效水平。

2 严寒地区既有工业建筑能耗分析

2.1 能耗构成与特点

(1) 供暖、制冷、照明、生产设备等能耗。在严寒地区，工业建筑的能耗主要构成部分包括供暖、制冷、照明以及生产设备等。供暖能耗是严寒地区工业建筑最为显著的能耗之一。由于冬季气温极低，为了确保生产活动的正常进行和员工的舒适工作环境，必须消耗大量能源来维持室内温度。制冷能耗虽然在严寒地区相对较小，但在夏季仍需考虑。照明能耗也是不可忽视的一部分，特别是在光线不足的生产环境中，照明设备需要长时间运行。此外，生产设备能耗是工业建筑能耗的重要

组成部分,根据生产流程和设备类型的不同,这部分能耗会有较大差异。(2)严寒气候对能耗的影响。严寒气候对工业建筑能耗的影响主要体现在供暖需求的增加上。为了应对极低的室外温度,工业建筑需要消耗更多的能源来维持室内温度的稳定。同时,严寒气候还可能导致建筑围护结构的热损失增加,进一步加大了供暖能耗。此外,严寒气候还可能影响建筑的采光条件,从而增加照明能耗。

2.2 能耗现状与问题

(1)高能耗、高排放的现状。目前,严寒地区既有工业建筑普遍存在着高能耗、高排放的问题。由于建筑年代较早,围护结构保温性能较差,供暖系统效率低下,导致供暖能耗居高不下。同时,照明和生产设备也消耗了大量能源,使得整体能耗水平较高。高能耗必然伴随着高排放,这对环境造成了严重负担。(2)能源利用效率低下的原因分析。能源利用效率低下的原因主要包括以下几个方面:一是建筑围护结构保温性能不足。严寒地区既有工业建筑的围护结构往往采用传统的保温材料,其保温性能已无法满足现代节能标准的要求。这导致建筑在冬季需要消耗更多能源来维持室内温度,增加了供暖能耗。二是供暖系统效率低下。部分既有工业建筑仍采用老旧的供暖系统,其热效率较低,能源浪费严重。三是照明和生产设备能耗高。传统的照明设备和生产设备往往能耗较高,且缺乏有效的节能措施。四是能源管理系统不完善。

3 零碳理念下严寒地区既有工业建筑改造策略

3.1 建筑围护结构改造

建筑围护结构是工业建筑能耗的主要来源之一,其保温隔热性能直接关系到建筑的能耗水平。因此,在零碳理念下,对既有工业建筑的围护结构进行改造是首要任务。(1)高性能保温隔热材料的应用。高性能保温隔热材料具有优异的保温隔热性能和较低的导热系数,可以显著提高建筑的保温隔热能力。在严寒地区,应优先选择导热系数低、密度适中、抗裂性好的保温材料,如岩棉、玻璃棉、聚氨酯泡沫等。同时,结合建筑的具体情况和改造需求,可以选择喷涂、粘贴、浇筑等不同的施工方法,确保保温材料的性能和稳定性。(2)窗户、墙体的节能改造。窗户和墙体是建筑围护结构中的重要部分,也是能耗较高的区域。对于窗户,可以采用双层中空玻璃或三层中空玻璃等高效节能玻璃,提高窗户的保温隔热性能和气密性。同时,可以安装遮阳装置,如百叶窗、遮阳篷等,减少夏季太阳辐射对室内的影响。对于墙体,可以采用外墙保温技术,即在墙体外部加设

保温层,如聚苯板、岩棉板等,提高墙体的保温隔热性能。此外,还可以对墙体进行防渗漏处理,提高建筑的防水性能,减少因雨水渗漏而导致的能耗增加^[2]。(3)热桥处理与气密性提升。热桥是建筑围护结构中热量传递的主要通道之一,对建筑的保温隔热性能有重要影响。在既有工业建筑改造中,应对热桥进行妥善处理,如采用保温材料对热桥部位进行包裹或填充,减少热量的传递。同时,应提升建筑的气密性,防止冷风渗透和热量损失。

3.2 低碳建材与新型材料创新

(1)生物基与再生材料

交叉层压木材(CLT):替代混凝土与钢材,隐含碳排放降低一个数量级,且具备碳封存能力。

零碳面材:以无机固废为原料(如砂土、石材边料),通过低温工艺制成,兼具A级防火、自清洁与空气净化功能。150平方米建筑使用该材料,净化能力相当于4个网球场森林。

(2)高性能复合建材

光伏锦石:集成光伏发电、装饰与外维护功能,透光率全球领先,年发电量达2000kWh/平方米(上海测试数据),投资回收期8-10年。

生态BIPV:表面可定制石材、木材等纹理,全生命周期碳排放较玻璃BIPV减少58%。

(3)政策推动及政策支持

中国《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》明确BIPV发展目标,建议“十五五”期间年装机量达20GW。需建立跨部门标准协调机制,统一BIPV设计、验收与安全标准,推动“三同时”(同时设计、施工、验收)政策落地。

3.3 可再生能源利用策略

可再生能源是零碳建筑的重要组成部分。在严寒地区,太阳能、地热能和风能等可再生能源具有较大的发展潜力。(1)太阳能光伏与光热系统的集成。太阳能是一种丰富、清洁、可再生的能源。在严寒地区,可以充分利用太阳能资源进行发电和供热。太阳能光伏系统可以将太阳能转化为电能,为建筑提供电力支持;太阳能光热系统则可以将太阳能转化为热能,用于建筑的供暖和热水供应。在既有工业建筑改造中,可以将太阳能光伏与光热系统集成到建筑的围护结构中,如屋顶、墙面等,实现太阳能的高效利用。(2)地热能利用与热泵技术。地热能是一种稳定、可靠的可再生能源。在严寒地区,地热能具有显著的优势,可以利用热泵技术将其转化为可用的热能或冷能。地源热泵系统是一种利用地

下浅层地热资源进行供暖、制冷和热水供应的高效能源系统。它利用地下土壤、岩石或地下水中的恒定温度，通过热泵技术，将低温热源提升为高温热源，为建筑提供所需的热能。在严寒地区，冬季可以提取地下的热量为建筑供暖，夏季则可以将建筑内的热量排入地下，实现制冷。这种技术不仅高效、环保，而且运行成本相对较低，是严寒地区既有工业建筑实现零碳目标的重要选择。（3）风能等其他可再生能源的潜力评估。除了太阳能和地热能外，风能也是严寒地区潜在的可再生能源之一。在既有工业建筑改造中，可以对风能等其他可再生能源的利用潜力进行评估。例如，在风力资源丰富的地区，可以考虑安装风力发电系统，将风能转化为电能；在生物质资源丰富的地区，可以考虑利用生物质能进行供暖、发电等。同时，还可以结合建筑的具体情况和改造需求，探索其他可再生能源的利用方式，如潮汐能、水能等^[3]。

3.4 高效能源管理系统

高效能源管理系统是实现零碳理念的关键手段之一。通过智能化、自动化的手段，可以实时监测和控制建筑的能源使用情况，提高能源利用效率。（1）智能楼宇自动化系统的应用。智能楼宇自动化系统可以实现对建筑内各种设备和系统的远程监控和控制。例如，通过智能温控系统，可以实时监测和控制建筑内的温度、湿度等参数，确保室内环境的舒适性和稳定性；通过智能照明系统，可以根据室内光线强度和人员活动情况自动调节照明亮度，降低照明能耗；通过智能安防系统，可以实时监测建筑的安全状况，提高建筑的安全性。（2）能源监测与数据分析平台。能源监测与数据分析平台可以实时监测和分析建筑的能源使用情况，包括电、气、水等各种能源的消耗量、使用时间、峰谷负荷等。通过数据分析，可以发现能源使用中的问题和潜在改进点，为制定节能措施提供科学依据。同时，平台还可以提供能源使用报告和预警功能，帮助管理者及时了解 and 应对能源异常情况。（3）建筑运行策略的优化调整。根据能源监测与数据分析平台提供的信息，可以对建筑的运行策略进行优化调整。

3.5 工业生产工艺与设备的低碳改造

工业生产工艺与设备的能耗是工业建筑总能耗的重要组成部分。因此，在零碳理念下，必须对工业生产工艺与设备进行低碳改造。（1）生产设备的能效提升。对于现有的生产设备，应优先考虑进行能效提升改造。例如，可以采用高效电机、变频器等节能设备替换原有的高能耗设备；可以对设备的运行参数进行优化调整，降低其能耗水平；还可以采用余热回收等技术，将设备产生的余热进行再利用。这些措施不仅可以降低生产设备的能耗，还可以提高其运行效率和稳定性。（2）工艺流程的优化与低碳技术应用。对工艺流程进行优化也是降低能耗的有效途径。例如，可以通过改进生产工艺流程，减少不必要的能耗环节；可以采用低碳技术进行替代或补充，如采用生物基原料、催化剂等降低化学反应的能耗；还可以采用循环经济和资源综合利用的理念，将废弃物转化为资源进行再利用。这些措施不仅可以降低生产过程中的能耗和排放，还可以提高企业的经济效益和社会效益^[4]。（3）废弃物的资源化利用与减排。在工业生产过程中，不可避免地会产生各种废弃物。

结束语

综上所述，零碳理念为严寒地区既有工业建筑的改造指明了方向，通过一系列创新对策与技术手段，我们能够有效降低建筑能耗与碳排放。这不仅有助于应对气候变化挑战，还能推动工业建筑的可持续发展。未来，随着技术的不断进步与政策的持续引导，我们有信心实现严寒地区工业建筑的零碳转型，为构建低碳、绿色、可持续发展环境贡献更大力量。

参考文献

- [1]王清勤.严寒地区既有工业建筑绿色改造技术路径研究[J].建筑科学,2022,(03):37-38.
- [2]刘煜,张时聪.基于零碳目标的寒地工业遗产建筑改造策略[J].工业建筑,2021,(08):71-72.
- [3]徐伟,孙德宇.严寒地区既有工业建筑节能改造与碳排放控制研究[J].暖通空调,2020,(12):118-119.
- [4]李铮,李保峰.寒地工业建筑改造中的被动式节能设计策略[J].建筑学报,2020,(10):104-105.