



AS YORK ALWAYS DO.

强筋傲骨 · 稳定发挥

约克VRF中央空调，创新系统控制技术，运行更可靠



约克VRF中央空调运行更可靠！
约克50年来的丰富经验，约克变频压缩机
精确变频VRF的无线控制技术，4000小时30-70℃高温运行模式

约克VRF中央空调搭载先进的系统控制技术
压缩机启动与核心部件运行更协调，更稳定，确保更可靠，更稳定的空调环境

—— 约克空调 值得信赖 ——

清洁供暖是解决南方供暖问题的有效方式

2021年全国两会期间,全国人大代表、华中师范大学教授周洪宇在全国两会上提出“沿长江重新划定供暖分界线”“尽快启动南方供暖问题研究”“加快发展我国南方百城供暖市场”等相关建议。周洪宇表示,南方城市供暖不是新问题,现在北方有集中供暖,南方没有,但南方供暖是非常必要的。尤其是随着人民生活水平日益提高,经济收入增加,南方供暖既有必要性也有一定的可能性。周洪宇介绍,调研结果显示,目前南方90%以上的城市家庭拥有分户取暖设备。此外,合肥、武汉、贵阳等城市已在部分城区实行集中供暖,南昌、襄阳、毕节等一批城市正在规划建设集中或区域式供暖工程。

周洪宇建议以多种方式和多种能源来实施供暖。在居民供暖需求高涨、环境气候约束趋紧的南方城市,充分利用当地的资源禀赋发展清洁低碳供暖是必然选择。他指出,南方城市拥有丰裕的可再生能源(如地热、江水源、太阳能、污水源等)和清洁化能源(天然气、电、工业余热、清洁化燃煤等),适宜通过多能互补和冷热联供,发展低能耗、清洁低碳的供暖模式。以贵阳为例,该市“未来方舟”项目采用水源、污水源热泵等技术为居民提供冷热联供,相比传统供暖模式,每年可节约燃煤量1.26万吨标煤,减少二氧化碳排放3万吨、二氧化硫排放207吨、烟尘排放120吨,并节省30%-40%的成本。

此外,南方居民热负荷波动大,在应对低温寒流时易形成电力和天然气负荷高峰,引发能源供应缺口,如2008年和2020年我国南方多省的拉闸限电现象,这些均与极端天气有关。如果在南方发展多能互补、冷热联供的清洁低碳供暖系统,可有效提高能源系统韧性,保障能源安全。

周洪宇建议启动清洁低碳供暖试点示范工程。“十四五”时期示范工程可以优先考虑具有较好基础的10个重点城市(上海、南京、苏州、无锡、杭州、合肥、镇江、常州、武汉、宁波),同时从潜力较高的城市中再遴选10个试点城市开展示范工程。“十四五”时期力争建设20个试点城市,惠及40万户居民,覆盖4000万平方米供暖面积。

随着居民对于美好生活的向往,冬季供暖需求日益旺盛,目前南方地区的采暖方式主要还是以空调、燃气壁挂炉等方式为主,集中供暖的占比较少。十四五期间,将会有更多的城市加速建设城市供暖,无论是城市集中供暖还是分布式供暖,都将为各大主机企业提供更大的空间。北方地区的供暖则是宜电则电、宜气则气、因地制宜等政策方针,随着清洁供暖的实施,分布式能源将成为南方地区的主要发展方向,这也为水地源热泵、溴化锂、热泵型离心机、模块机等产品提供了更为广阔的空间,各个主机企业也在可以制冷业务之外拓展供暖业务,最终形成冷热两条腿走路的销售模式。



建筑环境与能源

(月刊)

主办单位

中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院

支持单位

暖通空调产业技术创新联盟
中国建筑学会暖通空调分会
中国制冷学会空调热泵专业委员会
中国建筑节能协会暖通空调专业委员会
中国建筑节能协会地源热泵专业委员会

编辑出版

《建筑环境与能源》编辑部
2021年第3期(总第41期)
(每月10日出版)

顾问委员会

主任 郎四维
委员 江 亿 | 吴德绳 | 龙惟定
马最良 | 徐华东 | 罗 英

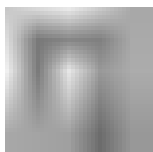
编辑委员会

主任委员 徐 伟
副主任委员 路 宾
委员 (按姓氏笔画排序)
于晓明 | 方国昌 | 龙恩深 | 田 琦 | 由世俊
伍小亭 | 刘 鸣 | 刘燕敏 | 寿炜炜 | 李先庭
李永安 | 肖 武 | 邹 瑜 | 张子平 | 张建忠
金丽娜 | 徐宏庆 | 黄世山 | 董重成 | 端木琳
潘云钢

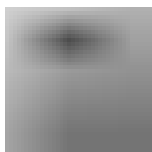
编辑部

主 编 徐 伟
副 主 编 路 宾
执行主编 王东青
责任编辑 李 炜 | 崔艳梅
校 对 才 隽 | 胡月波
美 编 周 林

地址: 北京市北三环东路30号
邮编: 100013
电话: 010-6469 3285
传真: 010-6469 3286
邮箱: beaebjb@163.com



建筑环境与能源微信公众号



CAHVAC 微信公众号

版权声明: 凡在本刊发表的原创作品版权属于编辑部所有, 其他报刊、网站或个人如需转载, 须经本刊同意, 并注明出处。



目录 CONTENTS

08 | 新闻直通车 | News Express |

中国建研院助力北京迈入“六站两场”时代!
《零碳建筑及社区技术标准》启动会顺利召开
王俊院长为两会建言传心声
北方农村清洁能源供暖能效提升与长效运行技术研讨会召开
徐伟院长接受《中国能源报》专访
2021年生态环境部将继续推动北方地区西城区冬季清洁取暖等

12 | 行业新闻 | Industry News |

2021年生态环境部将继续推动北方地区西城区冬季清洁取暖
我国清洁供热产业发展迅猛
两会新闻
国内首个“碳中和”园区落地北京
《石家庄市鹿泉区绿色建筑专项规划》发布
北京发文鼓励数据中心余热供暖进程加速
“十四五”城镇企业面临的机遇和挑战
长三角地区集中供暖供冷打造新样板
《九江市民用建筑节能和绿色建筑发展管理办法》审议通过
海口印发《零碳新城建设工作方案》等

25 | 国际资讯 | International News |

美国碳中和目标如何起步
美国碳交易市场的发展
德国立法推动中长期“碳中和”目标
德国冬季采暖
英国废弃煤矿储存热量的新地图发布
欧洲数千万房屋将绿色翻新
最新研究表明地热供暖的寿命可能有限
日本推动绿色氨减少二氧化碳排放等

曼瑞德供暖系统

menred

曼瑞德O2O采暖

燃气采暖热水炉

采暖+生活热水·智能触屏



AUTARC地面采暖智能控制箱
无线控制

新定义“全联供”系统

组合创新 集成标准化



荣誉认证

欧盟CE认证14项，美国UL14项
德国VDE20项，中国CCC14项
英国BSI14项，英国BSI14项
国家发明专利14项，国家发明专利14项

发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项

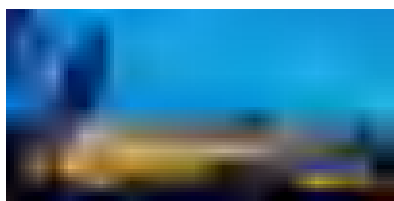
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项

发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项
发明专利14项，发明专利14项

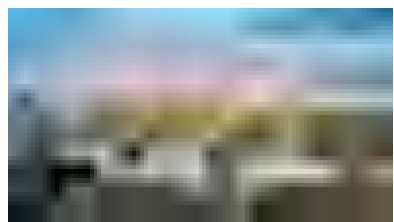


曼瑞德O2O采暖

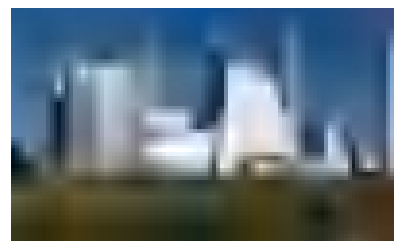
CONTENTS



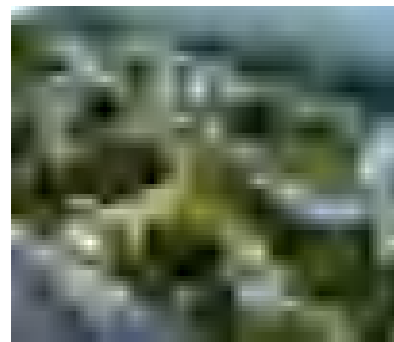
国内首个“碳中和”园区落地北京



“十四五”城镇企业面临的机遇和挑战



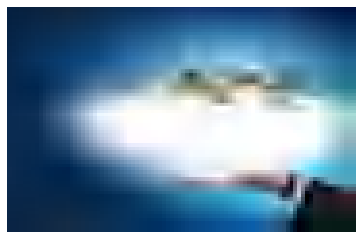
从丹麦学习供热经验



长三角地区集中供暖供冷打造新样板

30 | 热点聚焦 | Spotlight |

碳中和与空气源热泵



32 | 聚焦政策 | Policy |

国务院关于印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（节选）
关于印发《北京市西城区支持鼓励节能降耗管理办法》（修订）的通知
关于印发《保定市绿色建筑创建行动实施方案》的通知 等

41 | 案例赏析 | Cases |

桩基螺旋埋管换热器的应用研究
华北农村住宅气密性测试及节能改造分析

49 | 技术交流 | Technical communication |

豫西地区靠崖窑炕冬季热性能实测研究
不同体型蓄热水箱与不同末端匹配时的放热特性实验对比研究
空气源热泵除霜问题的研究现状 等

67 | 会议活动 | Events |

关于推荐 2021 年度“中国制冷学会科学技术奖”的通知
关于举办“第四届数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”的通知
《中国高效空调制冷机房发展研究报告（2021）》参编单位征集函

ISH
CHINA



China International Trade Fair for Heating, Ventilation,
Air-Conditioning, Sanitation & Home Comfort System
中国国际供热通风空调、卫浴及舒适家居系统展览会

2021年5月12至14日

中国·北京

中国国际展览中心(新馆)

中国供热展

清洁 舒适 创新 多元



Follow us on WeChat
扫码关注官方微信

Contacts 联系

CIIE Secretariat General (China) Ltd.

Exhibition Division

中国贸易(北京)国际展览有限公司

Telephone: +86 10 6440 0882 / 87 188

传真: +86 10 6440 0882

Website: www.ciie.com

Messe Frankfurt (Europe) Ltd.

法兰克福展览(上海)有限公司

Telephone: +86 400 810 8888

Direct line: +49 21 8888 4077

传真: +49 21 8888 4776

www.messefrankfurt.com



messe frankfurt



力聚微信公众号

让天下没有爆炸的锅炉

WCB水冷预混燃烧技术发明者

超低氮 燃气真空热水锅炉

免报批 免监检

0.35-35MW
供热功率

103%
热效率



NO_x
≤ 30mg/m³



NO_x
≤ 30mg/m³

超低氮 燃气蒸汽发生器

免报批 免监检

0.4-1.2t/h
额定蒸发量

1.0MPa
额定蒸汽压力

≤ 30L
水容量

浙江力聚热水机有限公司
ZHEJIANG LIPOWER BOILER CO.,LTD

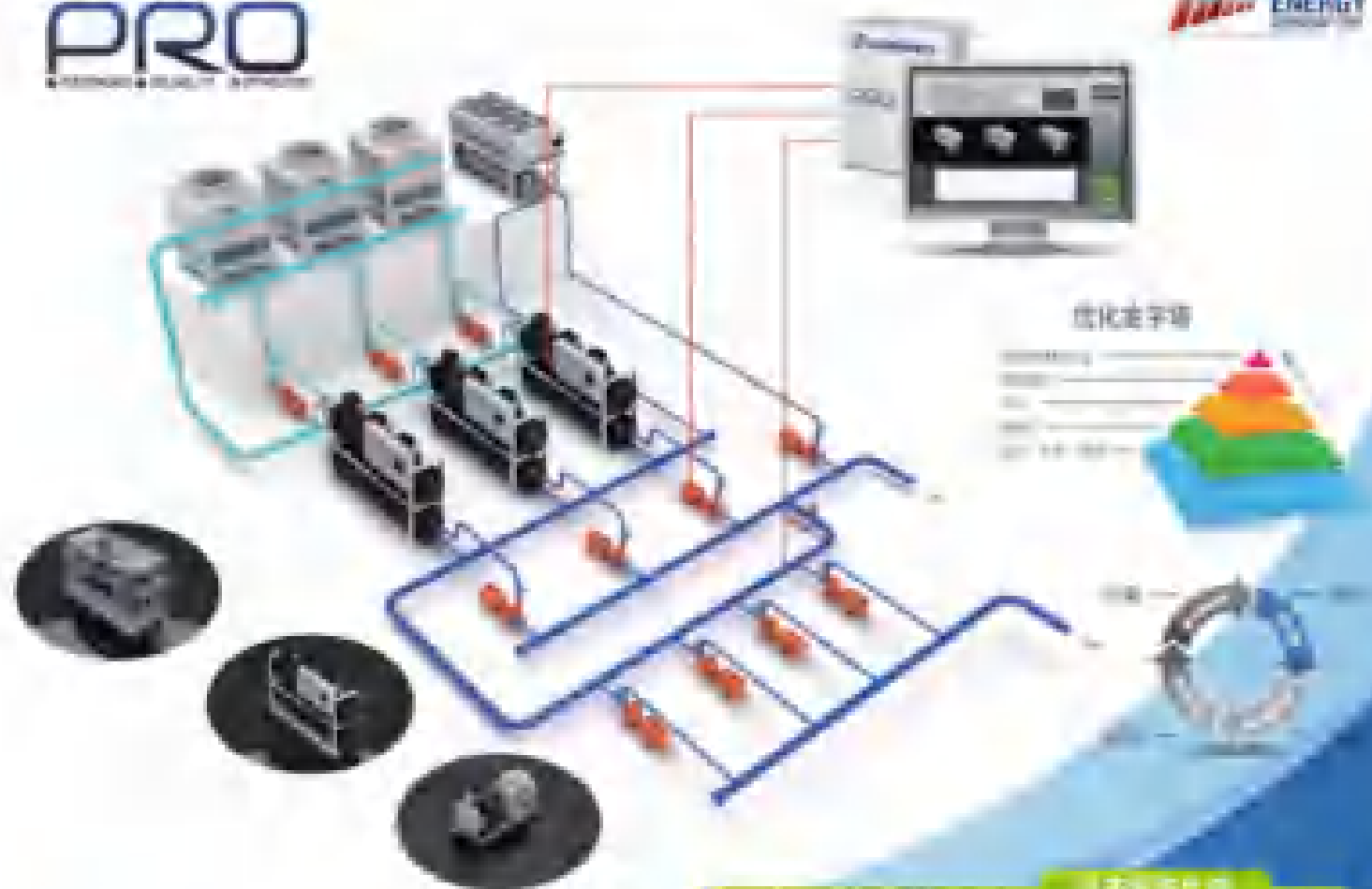
公司地址: 杭州市凤起东路137号中豪凤起广场A座903
电话: 400-888-2572 传真: 0571-8609 0218
邮箱: sales@china-liju.com 网址: www.china-liju.com.cn

ClimaPRO 克萊門特高效机房管理系统

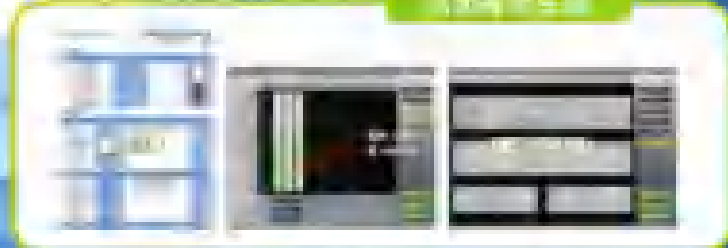
ClimaPRO 是克萊門特為中大型建築開發的現代化管理控制系統。通過內置的中央/分散式控制策略和算法，達到節能降耗。ClimaPRO 採用“先進設備性能”原則，將最合理的機組配置，根據實際需求，進行動態調整，達到最佳運行狀態。ClimaPRO 還已證明的系統控制方案，工業過程的應用，所有工廠和建築，均可應用。ClimaPRO 是克萊門特為中大型建築開發的現代化管理控制系統。

clima
PRO

LOW
ENERGY



克萊門特系統



克萊門特機電設備(上海)有限公司

克萊門特機電設備(上海)有限公司

克萊門特機電設備(上海)有限公司

克萊門特機電設備(上海)有限公司

400-880-7575



克萊門特

克萊門特



中国建研院助力北京迈入“六站两场”时代！

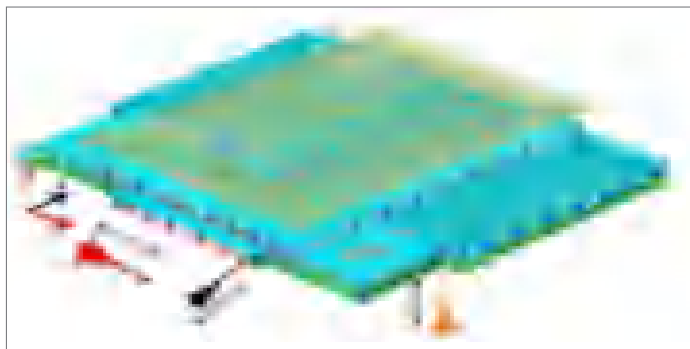
1月22日，京哈高铁北京至承德段正式开通运营，京哈高铁实现全线贯通，北京至沈阳、哈尔滨最快2小时44分、4小时52分可达。早上9时16分，北京朝阳站开出首趟京哈“高寒版”复兴号。自此，北京市迈入拥有北京站、北京西站、北京南站、

北京北站、清河站、北京朝阳站六座铁路客运枢纽和首都国际机场、大兴国际机场两座国际机场的交通运输新时代。

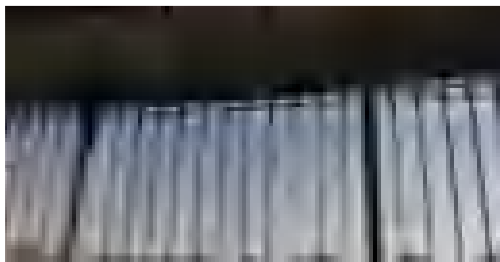
北京朝阳站正式启用，北京迈入“六站两场”时代，中国建研院在北京朝阳站建设过程中承担了结构设计、幕墙设计、

全封闭声屏障设计等多项设计咨询工作，还承担了风洞试验、抗风揭检测工作。

继往开来，不断创新，中国建研院将继续发挥综合技术优势，积极承担央企责任，助力国家基建工程。



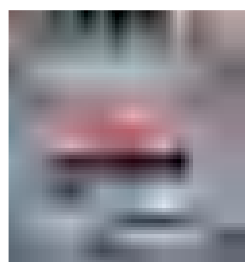
中国建研院对结构体系进行优化



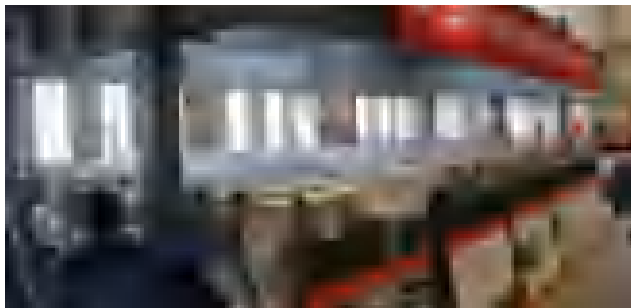
中国建研院对幕墙无横梁明框设计



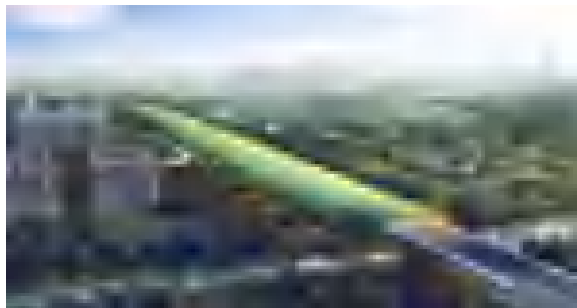
中国建研院设计折线形无肋全玻璃幕墙



中国建研院承担风洞试验工作



中国建研院承担屋面抗风揭检测工作



中国建研院开展全封闭声屏障设计咨询工作

《零碳建筑及社区技术标准》启动会顺利召开

2月5日,由中国建研院建科环能科技有限公司主编的中国工程建设标准化协会标准《零碳建筑及社区技术标准》编制组成立暨第一次工作会议以网络视频会议的形式成功召开。住房和城乡建设部标准定额司林岚岚处长、国家发展和改革委员会能源研究所康艳兵主任、中国建筑科学研究院有限公司徐伟专业总工、中国工程建设标准化协会张弛副秘书长、住建部科技与产业化发展中心马欣伯副处长、建筑环境与节能标委会宋波秘书长等领导,以及来自生态环境部规划院、北京市住建委科学技术研究所、美国能源基金会、清华大学、同济大学、天津大学、中国建筑设计研究院有限公司、北京市建筑设计研究院有限公司、中建科技集团、上海市建筑科学研究院、国网能源研究院、北京中创碳投科技有限公司等相关科研院所、高等院校和企业等共27家编制

单位的60人参加了本次会议。

徐伟总工首先代表主编单位致欢迎辞,对主管部门、参编单位及编制组成员给予的大力支持表示感谢,并强调了标准制定的重要性和紧迫性。林岚岚处长强调碳达峰和碳中和是国家战略,零碳建筑及社区是建筑领域实现碳中和的重要技术手段,也是住建部重点关注的研究领域,希望通过编制《零碳建筑及社区技术标准》能够引导我国建筑节能工作从节能向减碳方向进一步深入,支持国家碳中和战略的实现。国家发改委能源研究所康艳兵主任指出本标准立项意义重大,积极响应国家和行业的战略需求和现实需要,是实现建筑领域碳中和工作的具体体现,是建筑行业对国家宏观减排战略的实际支撑。中国工程建设标准化协会领导张弛秘书长对标准化改革的背景以及本标准编制的紧迫性进行了阐述。中国工程建设标准化协

会负责同志宣读了咨询专家组名单、编制单位及编委名单,并宣布编制组成立。

与会专家和编委对业界普遍关心的“零碳建筑”、“零碳社区”,“全寿命期零碳建筑”等概念进行了深入的交流和探讨,对主要发达国家零碳建筑的定义和技术路线进行了梳理和比较,针对建筑运行阶段、建筑材料、碳中和、碳补偿以及我国零碳建筑及社区相关概念和技术体系等议题开展讨论。

《零碳建筑及社区技术标准》是引导我国建筑节能从节能向减碳工作的前瞻性和引导性标准,是我国第一本零碳建筑相关的技术标准,涉及建筑运行、材料、施工、评价、交易等多个环节,可参照经验少、创新性强,编制难度大,编制组将集思广益、开拓思路,积极吸收国内外先进经验,攻克技术难点,保证标准的先进性和科学性,以指导我国零碳建筑及社区的发展。

中国建研院对四川凉山州既有建筑更新改造

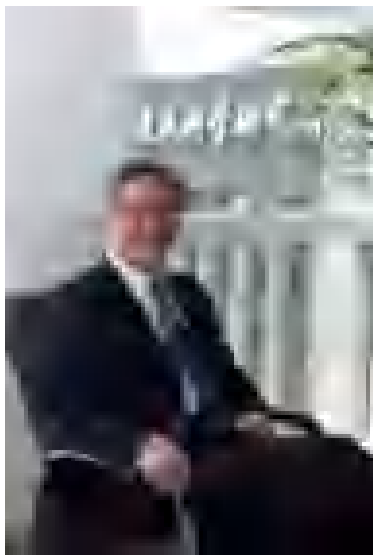
四川凉山州既有建筑更新改造是国内首例采用自主生产叠层橡胶隔震支座进行中试的隔震建筑。采用多层砖砌体结构。隔震支座共79个。

改造解决方案为更换部分大直径支座;增设后备支座;管线改造;更换部分;维修钢件等。本项目现已竣工,施工过程中除地下室隔震层外,房屋其余部分

正常使用,未受影响。项目竣工后,该建筑经受了雅安地震考验,基本未出现震害。

本次改造是设计、施工、检测、监测同步修正的安全改造。

两会 建言传心声



近日，中国建设报整理了中国建研院党委书记、董事长王俊关于绿色、节能、环保的相关建言。中国建研院王俊董事长向两会建言：“加强顶层设计、完善科研标准体系、迈向零能耗建筑”。

“十三五”时期，我国完成零能耗建筑领域国家标准《近零

能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019，填补了引领性节能标准的空白，提出了2025-2030-2050年发展方向；研发了外墙、门窗、新风一体机等性能指标达到国际先进水平的核心产品；完成十三五科技示范80万平方米，研究成果规模化应用1000万平方米，引领建筑节能产业高质量发展。降低建筑能耗、提升建筑能效是产业发展的必然要求，也必将成为应对全球能源危机和实现绿色低碳与可持续发展的重要手段。

在零能耗建筑发展过程中也存在着一些问题：一是中长期发展的政策机制缺乏；二是不同气候区和建筑类型的零能耗建筑技术体系需进一步细化；三是产业集群效应有待提升，产业规模亟待扩大。因此建议：一是加强顶层设计，推进立法工作。按照目标导向、学科交叉、分类统筹、经济适用的原则，将近零能耗建筑规划、建设、

运维、激励措施等融入城乡治理全过程，推动将零能耗建筑纳入法律法规立法计划。二是开展科研攻关，完善技术标准体系。研究100%可再生能源供给情景下的建筑用能负荷调节、蓄能装置的跨时空协同技术，推动零能耗社区弹性能源系统构建。建立完善零能耗建筑及社区设计、施工、运行评价标准。三是开展规模化推广，推动产业发展。在新型城镇化发展的重点区域，尽快开展不同气候区、不同建筑类型的零能耗建筑与老旧小区改造研究，提升老旧小区建筑室内环境和舒适度，并通过规模化示范加快推动产业发展。四是布局“一带一路”，引领国际合作。依托“科技部近零能耗建筑国际科技合作基地”，加强与国际顶尖科研机构的合作，举办有影响力的国际科技会议，牵头国际合作项目，引领本领域国际合作。

第三届北方农村清洁能源供暖能效提升与长效运行技术研讨会顺利召开

近日，第三届北方农村清洁能源供暖能效提升与长效运行技术研讨会在线顺利召开。环能院徐伟院长、路宾副院长、孙峙峰主任、曹阳主任、王智超主任，北京市农业农村局生态建设处李文超处长、住建部科技与产业化发展中心刘幼农处长，中国质量认证中心袁雅青部长，各区农业农村局领导及相关学会、协会、科研院所、生产企业等代表参加会议，会

议由环能院环境测控技术研究中心副主任徐昭炜主持。

路宾副院长发表致辞，希望通过此次会议的召开，大家能够更加重视清洁能源供暖能效提升和长效运行的实际问题。徐伟院长分享了《面向未来的供暖方式变革——从清洁迈向低碳》，他指出，面向2030碳达峰、2060碳中和的目标，需要通过供暖清洁化、清洁低碳化、低碳电力化，实现高效节能、

低碳环保、舒适智能的供暖，供暖电力化是大势所趋！北京工业大学副教授孙育英、国家空调设备质量监督检验中心杨强和徐策、中国节能协会热泵专委会常务副秘书长赵恒谊分别从技术、运行情况和市场等角度进行了分享。

李文超处长对会议做总结，并表示希望未来行业发展能在政府引导下实现长效运行管护的社会化，更好服务百姓生活。

徐伟院长接受《中国能源报》专访 | 建筑领域减碳亟待提速

近日,中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟在接受《中国能源报》记者采访时表示,建筑领域的节能减碳对于推动我国实现碳达峰、碳中和的目标至关重要。

根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)统计数据,我国建筑碳领域排放量占到全国总碳排放量的近1/3。不仅如此,伴随城市化程度不断提高,我国每年新增建筑面积约20亿平

方米,这就意味着建筑领域的温室气体排放量仍将进一步攀升。

徐伟院长预计,若维持现有建筑节能政策标准与技术不变,建筑领域的碳达峰时间约在2038年左右,这无疑将对我国兑现“2060碳中和”目标构成巨大挑战。

徐伟院长建议,对新建建筑而言,要通过不断提升围护结构性能,逐步更新建筑节能标准,

提升新建建筑节能能效,有条件的地区和类型可率先达到近零能耗建筑,最终实现零能耗和零碳建筑;对既有建筑而言,要通过不断健全市场化改造机制,完善税收补贴奖励机制,以此激励提升既有建筑的节能水平;而在农村建筑节能改造方面,建议加强改造北方供暖地区农村建筑,将农村建筑节能纳入监管,以此推动“零碳”建筑时代早日到来。

中国城市能源 2021年2月22日 责任编辑:张胜杰 版式:徐政 电话:010-65369491 邮箱:zgcsnyzk2019@163.com

产业 27



■本报记者 张金梦

“建筑领域的节能减碳是实现我国碳达峰、碳中和目标的‘关键一环’。”近日,中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟在接受记者采访时表示,建筑领域的节能减碳对于推动我国实现碳达峰、碳中和的目标至关重要。

根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)统计数据,我国建筑领域碳排放量占到全国总碳排放量的近1/3。不仅如此,伴随城市化程度不断提高,我国每年新增建筑面积约20亿平方米,这就意味着建筑领域的温室气体排放量仍将进一步攀升。

徐伟预计,若维持现有建筑节能政策标准与技术不变,建筑领域的碳达峰时间约在2038年左右,这无疑将对我国兑现“2060碳中和”目标构成巨大挑战。

碳排占四成、2038年达峰 增压“2060碳中和”

“我国建筑领域碳排放量位居世界第一,现有城镇总建筑面积约650亿平方米,这些建筑每年仅在使用过程中的‘运营碳排放’就达到21亿吨,约占我国碳排放总量的20%。”徐伟表示。

“运营碳排放”之外,我国新增建筑的工程建设每年产生的碳排放约占总排放量的18%,主要集中在钢铁、水泥、玻璃等建筑材料的生产和运输以及现场施工过程。

徐伟对此表示,从建设到运营,我国建筑行业碳排放约占总碳排放量的40%,是名副其实的碳排放“大户”。

而根据中国社会科学院城市发展与环境研究所和社会科学文献出版社发布的《城市蓝皮书:中国城市发展报告No.12》,预计到2030年,我国城镇化率将提高至70%,2050年将达到80%左右。

“初步预测,到2030年,我国人均住房

建筑面积将达到38.8—39.8平方米,城镇

住房存量也将达到395—405亿平方米。”徐伟表示,伴随着建筑需求的不断攀升,加之南方供暖市场逐渐扩大,我国建筑领域的碳排放量在未来十年内仍将持续攀升,若维持现有建筑节能政策标准与技术不变,碳达峰时间预计在2038年左右,平台期将集中在2038—2040年,届时碳排放峰值约将达到25.4亿吨二氧化碳,这将明显滞后全国碳排放总量达峰时间,为2060年前实现碳达峰目标和“增压”,建筑行业节能减碳挑战空前。

政策给力 零碳社区势头渐显

面对严峻的碳排放攀升形势,为进一步加强建筑领域节能减碳力度,2020年7月,住建部、发改委等多部门发布《绿色建筑创建行动方案》,明确到2022年,当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比需达到70%,进一步提高既有建筑节能水平和推广绿色建筑应用。

与此同时,山西、安徽、河南、河北、湖

北、山东等地均出台地方绿色建筑标准。其中,河北省提出到2022年,全省城镇新建建筑中绿色建筑面积占比需达到92%,建设被动式超低能耗建筑面积达到600万平方米;河南省明确到2022年底,城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到70%。湖北省规划到2022年,武汉、襄阳、宜昌等地城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达80%以上;山东省要求2020—2022年,新增绿色建筑3亿平方米以上,到2022年,城镇新建民用建筑中绿色建筑占比达到80%以上。

“政策的有力支撑,使得我国绿色建筑发展迅速,现已基本形成了清晰目标、完善的标准、管理到位的体系。”徐伟表示,当前,在我国已涌现出诸多绿色建筑的典型案例,如中国建筑科学研究院(CABR)近零能耗示范楼、河南郑州经济开发区“双零楼”等。

其中,中国建筑科学研究院(CABR)近零能耗示范楼通过采用真空绝热板建筑保温系统、地源热泵、中高温太阳能集热器、热回收系统等技术,年能耗可控制在25千瓦时/平方米,建筑节能率达80%。

一方面全国多地超低能耗、近零能耗等绿色建筑全面开花;另一方面建筑节能减碳主体正从单一建筑向社区综合转变,已逐渐从绿色建筑试点向区域示范过渡。

“如浙江未来社区的零碳建筑、重庆广阳岛的零碳示范区、安徽蚌埠光伏城市的低碳示范区、青岛零碳示范区海南低碳驿站、苏州低碳示范区域等,都体现了绿色建筑社区化趋势。”徐伟说,目前,单一的建筑节能仍存空间,时间、资源局限性,而“零碳社区”“低碳社区”则可实现多能互补,一定程度上缓解了单一建筑节能减碳的压力,是

未来绿色建筑发展的必然趋势。

能效提升+可再生能源 2027年碳达峰可期

“同发达国家相比,我国建筑节能仍处于发展阶段,但随着未来城市化进程的不断推进,我国建筑领域将释放巨大节能减碳潜力。”徐伟表示,预计到2050年,推动建筑迈向低能耗、零能耗,将能够带来7—15亿元的市场总容量,市场潜力巨大。

“为尽快实现建筑领域碳中和目标,提升新建建筑节能能效是首要任务。”徐伟进一步表示,新建建筑节能能效提升对于碳中和目标实现作用显著。若新建建筑节能能效稳步提升,那么我国建筑领域碳达峰时间预计将会提前到2030年;若新建建筑节能能效快速提升,我国建筑领域碳达峰时间则有希望提前到2027年。

此外,提高建筑可再生能源利用率也是关键因素。“在现有建筑节能标准逐步提升的前提下,若新增建筑可再生能源利用面积2亿平方米,那么我国建筑领域碳达峰时间就有望提前到2027年,达到21.7亿吨二氧化碳。”徐伟说。

徐伟进一步建议,对新建建筑而言,要通过不断提升围护结构性能,逐步更新建筑节能标准,提升新建建筑节能能效,有条件的地区和类型可率先达到近零能耗建筑,最终实现零能耗和零碳建筑;对既有建筑而言,要通过不断健全市场化改造机制,完善税收补贴奖励机制,以此激励提升既有建筑的节能水平;而在农村建筑节能改造方面,建议加强改造北方供暖地区农村建筑,将农村建筑节能纳入监管,以此推动“零碳”建筑时代早日到来。

关注

“光伏+”应用 进入潜力释放期

■本报记者 张金梦

尽管2020年上半年,新冠肺炎疫情的突袭对我国光伏产品制造和出口,以及光伏市场需求带来了负面影响,但我国光伏市场仍保持了可观的恢复性增长态势。

根据中国光伏行业协会于2月3日发布的《中国光伏产业发展路线图(2020年版)》,2020年,我国新增光伏并网装机容量48.2吉瓦,同比上升了60.1%,累计光伏并网装机容量达到253吉瓦,新增和累计装机容量均为全球第一。与此同时,“光伏+”应用潜力得到进一步释放。

为进一步推动实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和目标,下一步,我国光伏市场将迎来什么样的发展态势?如何突破市场需求过度集中、原材料供应链持续紧张等瓶颈,实现健康有序发展?记者在2月3日由中国光伏行业协会举办的“光伏行业2020年上半年发展回顾与下半年形势展望研讨会”上找到了答案。

市场潜力持续释放

“2020年,我国光伏行业发展整体向好。”中国光伏行业协会副秘书长王世江表示,从国内光伏市场季度装机情况分析,受新冠肺炎疫情疫情影响,第一季度,我国光伏市场装机增速为-23%;但由于疫情管控措施见效迅速,第二季度,我国光伏市场装机增速迅速提升至23%;第三季度增速已达57%;第四季度增速显著提升,已突破109%。

“值得注意的是,2020年1—11月,户用光伏累计新增装机规模显著提升,达到10.1吉瓦,为‘十三五’时期前4年户用光伏装机规模的总和。”王世江特别强调。

据中国光伏行业协会预计,2021年,我国光伏市场潜力将进一步释放。预计2021年光伏新增装机量将超过55吉瓦,累计装机容量有望达到308吉瓦。

图片来源:《中国能源报》(2021年02月22日 第27版)

行业新闻 IndustryNews

2021 年生态环境部将继续推动北方地区西城区冬季清洁取暖

近日，生态环境部部长黄润秋在 2021 年全国生态环境保护工作会议上的工作报告。这次全国生态环境保护工作会议的主要任务是，总结 2020 年和“十三五”生态环境保护工作，分析当前生态环境保护面临的新机遇和新挑战，谋划“十四五”工作，安排部署 2021 年重点工作。

2020 年也是“十三五”的收官之年。过去五年，生态环境保护工作取得了新的历史性成就。基本完成京津冀及周边地区、汾渭平原生活和冬季取暖散煤替代。“十三五”规划纲要确定的生态环境 9 项约束性指标均圆满超额完成。其中，全国地级及以上城市优良天数为 87%（目标 84.5%）；PM2.5 未达标地级及以上城市平均浓度相比 2015 年下降 28.8%（目标 18%）；全国地表水优良水质断面比例提高到 83.4%（目标 70%）；劣 V 类水体比例下降到 0.6%（目标 5%）；二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮排放量和单位 GDP 二氧化碳排放指标，均在 2019 年提前完成“十三五”目标基础上继续保持下降。

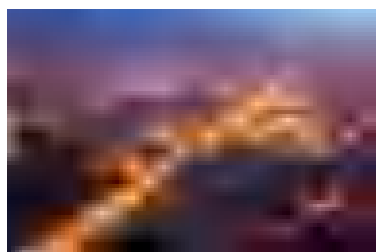
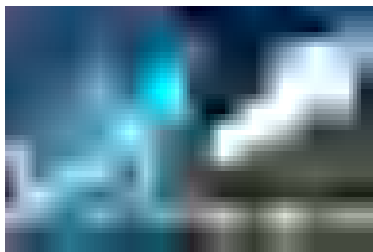
谋划好“十四五”生态环境保护工作，继续开展污染防治行动。精准治污、科学治污、依法治污，推动出台打好污染防治攻坚战的意见，开展污染防治攻坚战成效考核和评估。持续推进空气质量提升行动。

我国清洁供热产业发展迅猛

据不完全统计，截至 2019 年底，我国北方地区供热总面积 211 亿平方米，包括城镇供热面积 141 亿平方米，农村供热面积 70 亿平方米，其中，清洁供热面积 116 亿平方米，清洁供热率达 55%，全国涉及清洁供热企业 8200 家，较 2016 年增加 1400 家，实现总收入 8900 亿元，从业人员超过 117 万人。

这一系列数据发布于近日的《中国清洁供热产业发展报

告 2020》（简称《报告》）。《报告》指出，经过 2017–2018、2018–2019 年两个取暖季的推进，北方地区清洁取暖工作总体进展顺利、成效显著。截止 2018 年底，北方地区冬季清洁取暖率达到 51%，略高于 2019 年清洁取暖率 50% 的中期目标，替代散烧煤约 1 亿吨，超额完成散煤削减 7400 万吨的中期目标，说明近两年清洁取暖工程实施的力度很大。



关于印发《中央和国家机关能源资源消耗定额》的通知

近日，国管局、中直管理局印发关于《中央和国家机关能源资源消耗定额》的通知。自 2021 年开始，国管局、中直管理局将以能源资源消耗定额与一定下降率相结合的方式下达各部门、各单位年度能源资源消耗指标：对于上年度实际能源资源消耗大于约束值的部门和单位，按照每年不小于 4% 的降幅下达年度能源资源消耗指标；对于上年度实际能源资源消耗小于约束值但大于基准值的部门和单位，按照每年不小于 2% 的降幅下达年度能源资源消耗指标；对于上年度实际能源资源消耗小于基准值但大于引导值的部门和单位，维持上年度能源资源消耗指标不变；对于上年度实际能源资源消耗小于引导值的部门和单位，按照不大于

2% 的增幅且小于定额引导值下达能源资源消耗指标。

中央和国家机关各部门、各单位强化标准约束，积极对照《定额》开展能效对标，查找薄弱环节，深挖节能潜力，制定能效提升计划，采取有力措施持续提升能源资源利用效率，为力争于 2030 年前二氧化碳排放达到峰值、2060 年前实现碳中和作出应有的贡献。

为深入贯彻习近平生态文明思想、党的十九届五中全会和中央经济工作会议精神，发挥中央和国家机关在推进绿色低碳发展中的示范引领先行作用，全面提升能源资源利用效率，国管局会同中直管理局制定了《中央和国家机关能源资源消耗定额》（以下简称《定额》）。



| 李克强：制定碳排放达峰行动方案

国务院总理李克强代表国务院向十三届全国人大四次会议作政府工作报告。

在扎实做好碳达峰、碳中和各项工作中，李克强总理提出：制定2030年前碳排放达峰行动方案。优化产业结构和能

源结构。推动煤炭清洁高效利用，大力发展新能源，在确保安全的前提下积极有序发展核电。扩大环境保护、节能节水企业所得税优惠目录范围，促进新型节能环保技术、装备和产品的研发应用，培育壮大节能环保

保产业。加快建设全国用能权、碳排放权交易市场，完善能源消费双控制度。实施金融支持绿色低碳发展专项政策，设立碳减排支持工具。中国作为地球村的一员，将以实际行动为全球应对气候变化作出应有贡献。

| 全国人大代表姜希猛：

碳中和愿景下，强化城市区域能源规划尤为重要。

“碳达峰和碳中和目标，要求城市能源规划发生根本性的变化。”近日，全国人大代表、乐山太阳能研究院院长姜希猛表示。

姜希猛指出，在传统能源规划模式下，城市是主要的能源消费中心。大型燃煤电厂是城市能源供应的决定因素，但布局往往不是由城市规划所决定。而在碳中和愿景下，以燃煤电厂以及燃气电厂为枢纽的

传统能源规划随着减排的需要将逐步退役。城市生产生活的能源供给将面临极大的挑战。各城市的供热规划、交通能源规划也随着碳中和的要求面临严峻的挑战。

| 全国政协常委南存辉：

“发展城市区域能源，有利于推动我国能源转型，助力我国‘2030碳达峰，2060碳中和’目标实现。”全国政协常委、正泰集团董事长南存辉认为。

南存辉指出，在全球范围内，城市消耗的能源占比超过70%。尤其是在我国，随着城市扩张，城市供热和供冷需求日益增长，但供能基础设施建设

尚未能及时跟进。在这种情况下，良好的能源规划和高效节能措施，对于绿色低碳城市与智慧城市建设愈发重要。

| 全国政协常委李家杰：

“零碳化是实现碳中和的重要路径，更将成为能源革命的强劲推动力。城市作为碳排放的主要来源，应探索深度减排创新路径，响应国家战略目标。”近日，全国政协常委、全国工商联副主席、香港恒基兆业集团主席、香港中华煤气有限公司主席李家杰在接受

《中国能源报》记者采访时指出。

李家杰认为，城市地区探索零碳发展的创新路径是支撑全国实现“30·60”目标的基础和关键。而智慧能源是打造零碳示范城市的关键。

对此，李家杰建议，从国家层面制定零碳示范城市申报

路径，并制定相应政策措施及行动计划，以指引示范城市的建设；在零碳示范城市推广分布式能源市场化交易，鼓励多种主体参与区域智慧能源运营管理；在粤港澳大湾区选择试点，构建以智慧能源为核心的国家级零碳示范城市。

国内首个“碳中和”园区落地北京

日前，中国首个可再生能源“碳中和”智慧园区认证仪式在新疆金风科技股份有限公司亦庄智慧园区内举行，北京绿色交易所向金风科技亦庄智慧园区颁发了碳中和证书。

金风科技亦庄智慧园区是集可再生能源、智能微网、智慧水务、绿色农业和运动健康等功能于一体的可感知、可思考、可执行的绿色园区生态系统。尤其在智能微网方面，园区通过部署4.8MW分散式风电、1.3MW分布式光伏和钒液流、锂电池、超级电容等多种形式储能，实现2020年清洁能源电量占比50%。

此次碳中和认证由中国合格评定国家认可委员会(CNAS)授权的第三方认证机构，按照ISO14064-1:2006标准对园区进行温室气体排放核查。根据核查报告，在园区2020年自发自用电量不计入碳核查范围的基础上，其他所有与温室气体排放相关的生产经营活动所产生的总温室气体排放量约合11,937吨二氧化碳当量，在购买中国核证减排量(CCER)核销所排放全部温室气体后，整个园区实现碳中和。

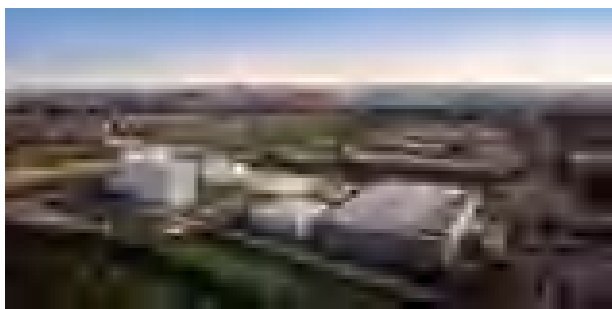
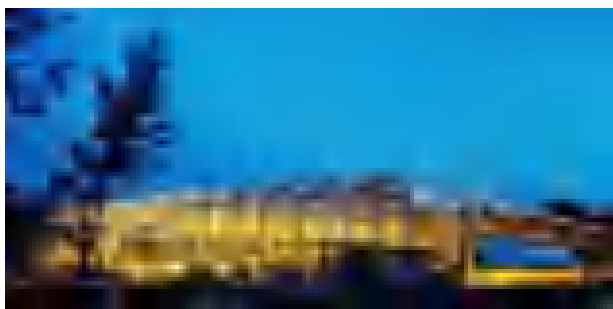
作为国内首个兆瓦级分布式风机接入的可实现并离网双模式运行的示范项目，以及IEC



国际电工委员会微电网标准试验基地，无处不在的智慧能源理念，可以说是呈现于这座智慧园区的一个最显著的差异化优势。

园区实现了“移峰填谷”，有效削减了电价高峰负荷并降低能源费用支出。除此之外，建筑节能、空压机节能、电机节能、精确曝气节能等多样化的节能措施几乎在园区内无处不在，长期“化零为整”的效果更是不可小觑。智慧水务也构成了园区智慧的重要一环。通过对园区各类设施的用水需求分析，智慧水务系统可以通过对污水、再生水、新生水、直饮水和雨水等多种水源处理及循环利用，节约园区对外部直接供水的需求。园区内还实现了智慧微农业+智慧运营+智慧运动健康等多智慧板块。

总体而言，基于物联网架构之上的金风智慧园区像极了—一个不断成长、不断强化的人体。人能够不断新陈代谢的首要支撑，是源源不断的能量供给，及其在机体内部的传输和消耗，对于智慧园区而言则是稳健、高效的能源系统；在此基础上，园区运用泛在的传感器、表计、数据采集系统等各种“感知器官”不断感知外界和自身的变化；而移动通信、有线/无线网络等信息传输系统则像是敏捷、顺畅的“神经”，一刻不停地传递各种数据信息；上层的智慧控制系统及智能决策系统则是园区的“大脑”，整合并分析接收到的各类数据信息，不断调节承担节能、安全、健康等各种功能的“躯干”和“四肢”，实现最优决策和持续改善。



《石家庄市鹿泉区绿色建筑专项规划》发布

近日，石家庄鹿泉区发布了关于对《石家庄市鹿泉区绿色建筑专项规划》（2020-2025年）的批复。

本次绿色建筑专项规划期限为2020-2025年，其中第一阶段为2020-2023年，第二阶段为2024-2025年，远期展望至2035年。本次规划范围为鹿泉区行政辖区，重点范围为鹿泉区中心城区，总面积为47.10平方公里。

鹿泉区被动式超低能耗建筑规划总体目标如为2020至2023年，鹿泉区累计新开工建设被动式超低能耗建筑不低于2万平方米。2024至2025年，鹿泉区累计新开工建设被动式超低能耗建筑不低于2万平方米。远期展望至2035年，鹿泉区竣工和在建被动式超低能耗建筑面积累计达到30万平方米以上。其中《规划》第10、19/26条都提到被动式超低能耗建筑技术路线。

北京发文鼓励数据中心余热供暖进程加速

1月21日，北京市经信局发布《北京市数据中心统筹发展实施方案（2021-2023年）》（征求意见稿），其中重点任务提到，鼓励数据中心进行热源利用。鼓励数据中心采用余热回收利用措施，为周边建筑提供热源，提高能源再利用效率。

有数据显示，截至2018年年底，中国数据中心服务器装机量为1200万台，国内数据中心总耗电量达613亿度。数据中心消耗的电能中有近90%会转化为热能，当前，国内已有数据中心开展余热回收利用的相关尝试，腾讯即其中之一。

天津滨海新区腾讯数据中心园区，占地面积9万平方米，办公区域9200平方米，开展余热回收利用项目，利用DC1栋机房冷冻水余热二次提温替代市政供热，提取低品位热源，节省采暖费用的同时降低冷却

水系统耗电量，且进一步增强机房冷却效果，减少煤炭或天然气能源的消耗，冬季节省成本约50万元，投资回报周期约3年。若将腾讯天津数据中心1/3/4号楼全部进行余热回收于热力公司，热量用于采暖可覆盖的面积达到46万平，如果用于家庭采暖，可满足5100多户居民的用热需求。

日前北京发布的《北京市数据中心统筹发展实施方案（2021-2023年）》（征求意见稿）明确鼓励数据中心进行热源利用，这将进一步推动数据中心余热回收利用的相关研究，引导先进节能技术应用及资源合理利用，积极推进绿色数据中心建设。目标到2023年，将北京市培育成为人工智能算力枢纽、先进节能技术应用高地，建设一批高性能计算设施，建立优势互补的京津冀数据中心聚集区。

“十四五”城燃企业面临的机遇和挑战

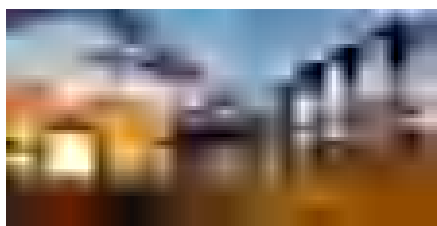
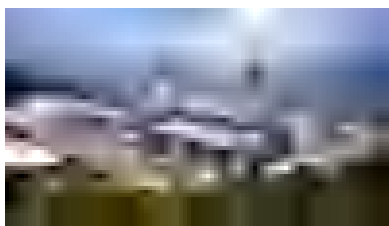
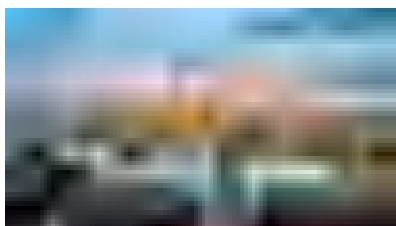
当前，我国天然气市场进入改革初级阶段，“门站价格”时代结束，在新的定价体系出现并发挥作用之前，天然气行业将经历一段“价”、“量”波动的时期，城燃企业将经历“阵痛”转折期。

随着市场化进一步深入，城燃企业传统的采购方式、运营理念将发生改变。国家管网公司成立后，有利于城市燃气

行业拓宽资源采购渠道，并倒逼城燃企业进一步强化竞争力，加强全产业链合作以及加快转型的步伐。未来在“十四五”期间，随着天然气市场化程度不断加深，城燃企业将面临大用户直供政策对传统特许经营模式的冲击、市场化配置资源导致购气成本波动、上下游保供责任重新划分等不确定因素。

大用户直供全面推行。近年来，国家发改委为加快天然气利用发展，促进价格降低，出台了有关“直供”政策。山东、广东和浙江也出台“直供”政策，明确“直供”界限。

市场化配置资源，天然气就近供应。从中长期发展看，我国区域天然气供需格局作出调整是大势所趋。



浙江省积极探索蓄冷蓄热等新型储能项目

近日，浙江省发改委发布《浙江省能源发展“十四五”规划（征求意见稿）》，其中提到积极发展各类储能设施。文件指出，在抽水蓄能的基础上，积极探索发展各类型储能设施，不断增强区域系统级调节能力。

推进各类基础设施融合复用。以多功能性促进各类设施融合，探索区域城乡综合基础设施一体化建设。发展光、储、柔性直流新型能源系统。在热力建设方面，构建清洁高效的供热系统。因地制宜，科学布局集中供热热源点，鼓励发展分布式能源，满足经济社会发展的用热需求。优化整合供热资源，积极推进30万千瓦以上热电联产机组供热半径15公里范围内燃煤锅炉和燃煤小热电的关停整合。加快抽凝机组和热电联产机组技术改造，提升供热能力和供热效率。继续推进大型火电机组根据周边热负荷需求实施热电联产改造，释放供热能力。

推进安全可靠的供热管网建设。加快配套热网工程建设，有序开展老旧管网改造工程，推进供热管网互联互通，提升管网运行安全性和供汽稳定性。适当鼓励扩大集中供热半径，充分发挥清洁高效的技术优势。推进工业余热回收利用。积极推进工业余热、余压、余能应用。开展储热、储冷示范工程，推进用能系统优化，通过跨企业、跨行业、跨地区余能资源整合，建立工业用能高效智能、经济便捷、利益共享、多能互补的能源利用新模式，因地制宜，尽可能使用工业余热。

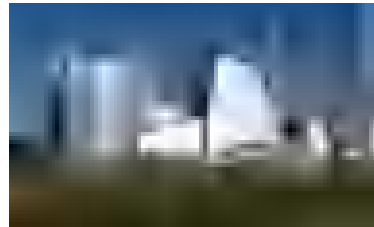
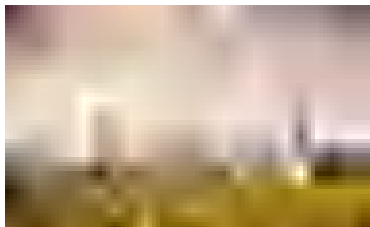
从丹麦供热经验看我国热电厂配套储热的必要性

日前，清华大学社科学院能源转型与社会发展研究中心对“十四五”能源发展提交建议称，应在垃圾热电厂建设储热设施。该建议称，瑞典的垃圾热电厂已经普遍建设了储热设施，建议我国的各类热电厂包括垃圾热电厂配备储热设施，作为电力灵活性资源。

在瑞典、芬兰、丹麦等可再生能源占比较高的欧洲国家，储热装置在当地能源转型发展中发挥了重要作用。在丹麦，集中式和分散式区域供热的热电联产（CHP）地区均有储热设施，这不仅能够加强能源系统的灵活性，对于优化整个系统的经济性和环保性都至关重要。短期储热是丹麦区域供热管网中非常重要的部分，主要目的是将电力生产从热电联产中分

离出来，让热电联产厂依据其电力需求优化配置热电联供，并且仍然能够在需要时提供热能。

当前，储热技术在我国火电厂灵活性改造中已有成熟应用，可以预见的是，在“十四五”能源发展和碳中和要求下，可再生能源电力比重提高，届时热电厂肩负的调峰压力将进一步增加，在此背景下，热电厂配套储热将更好地满足新型能源发展要求下的电力调峰和供暖需求。清华大学建筑节能研究中心提出的“中国清洁供热2025”新模式着重强调热电协同，该模式指出，热电联产、热泵及蓄热工艺相结合，与纯凝电厂相比，电力调峰幅度更大、更加灵活，为可再生能源发电上网创造条件。



山西省《建筑保温与外墙装饰防火设计指南》4月1日起施行

近日，山西省最新印发《建筑保温与外墙装饰防火设计指南》，新规将从4月1日起施行。

其中明确，人员密集场所的建筑外墙外保温材料均应采用A级。

该指南依据《建筑设计防火规范》GB/T 50016、《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410等国家技术标准、规范。指南适用于山西省行政区域内所有新建、扩建、改建工程项目及临时建筑，均应按照本指

南进行建筑保温、外墙装饰的设计。

该指南规定，公众聚集场所，公共娱乐场所，医院的门诊楼、病房楼，学校的教学楼、图书馆、食堂和集体宿舍，养老院，福利院，托儿所，幼儿园，公共图书馆的阅览室，公共展览馆、博物馆的展示厅，劳动密集型企业生产加工车间和员工集体宿舍等建筑，其外墙均应采用燃烧性能等级为A级的保温材料。

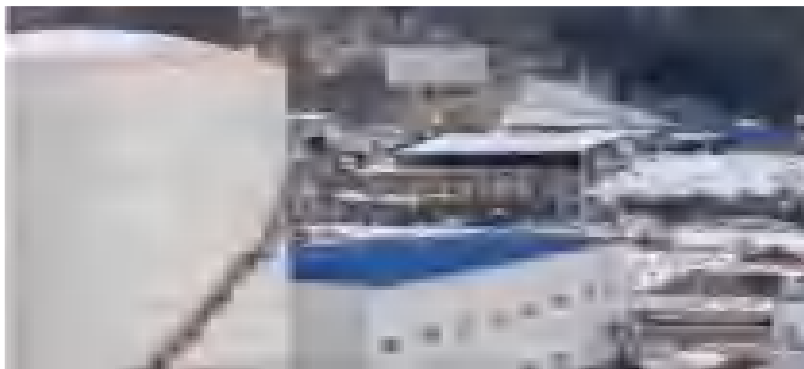
吉林白山热电 24 万千瓦蓄热调峰项目顺利投运

近日，吉林白山热电 24 万千瓦高压电极锅炉蓄热调峰项目顺利投运。白山市电蓄热调峰供暖项目是由白山市政府出资建设的第一个备用热源调峰供暖项目，对保民生供热、机组调峰、促进清洁能源发展具有重要意义。据了解，2020 年 8 月，中国电建集团核电工程有限公司以 9998.3615590 万元报价成功中标白山市电蓄热调峰供暖项目工程总承包（EPC），按照配置 6 台 40MW 直热式高压电极锅炉和 1 个 1 万立方米

的蓄热水罐进行设计施工。

随后赫普能源（沈阳）有限公司中标该项目运营管理服务。为充分保障电锅炉启动、并网、试运工作安全有序进行，吉林电网公司对该项目开展并网试运前的检查验收工作，并提出整改措施，最终实现项目投运的一次成功。

下一步，白山吉能公司将深度挖潜，充分发挥电蓄热锅炉调峰作用，提高电锅炉设备投运率，为企业创造最大的经济效益。



山东省启动第二批绿色能源示范村镇申报

近日，山东省能源局印发《关于申报山东省绿色能源示范村镇的通知》，组织开展第二批绿色能源示范村镇申报认定工作，计划遴选数量 10 个左右。示范村镇创建工作目标旨在加快推进生物质能、地热能、太阳能等绿色能源在供电供暖领域的应用实践，把绿色能源逐步推进成为农村清洁取暖和燃煤替代的重要方式和有效补充。

2019 年 12 月，商河县怀仁镇、淄博市淄川区昆仑镇、枣庄市山亭区桑村镇等共 10 个村镇最终入选首批示范名单。据

悉，到 2025 年，首批 10 个示范村镇可再生能源装机容量将超过 100 万千瓦，实现清洁供暖近 1800 万平方米。

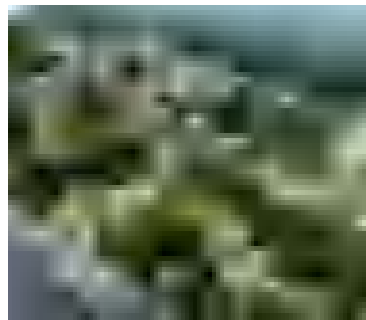
此次第二批示范村镇申报条件要求能源资源丰富、工作基础好、能源管理体系健全的项目，生物质能、地热能、太阳能等绿色能源在重点村居、重点社区得到推广应用，形成一定规模，取得一定成效，具有较好的工作基础，根据《指导意见》，入选示范村镇的重点项目将有望获得一定的资金支持。

长三角地区集中供暖供冷打造新样板

近日，江苏常州高铁新城、苏州相城区高铁新城能源站相继投入使用，为长三角地区集中供暖供冷打造了新样板。常州高铁新城智慧综合能源站项目于 2018 年正式启动，分三期建设完成，总投资共 10 亿元。整个能源站项目建成后，将为高铁新城核心区内超过 600 万平方米建筑群提供集中供暖和制冷服务。

该项目冷源采用电制冷离心式水冷冷水机组，热源由市政集中供热管网提供蒸汽。供能面积可达 72.4 万 m²，目前仅覆盖长三角国际研发社区启动区的 35 万 m²，供能业态可以涵盖区域内的商业、办公、医院、住宅，每年提供 9 个月的供暖、供冷，室内温度供暖 18±2℃、供冷 26±2℃。

未来在苏州高铁新城全域 28.9 平方公里内，拟规划建设 23 个区域能源站，预计年节约用电量约 1.4 亿度，年节约标煤约 5.1 万吨，年减少二氧化碳排放约 12.7 万吨。届时，苏州高铁新城的办公、医院、酒店、商场、学校、住宅将享受四季如春的供冷供热服务，能源站的建成使用，将成为长三角片区新型能源站的样板先例。



酒泉“十四五”谋划电取暖

日前，酒泉市官方已在金塔县、瓜州县分别建成了2个集中式电蓄热锅炉和取暖项目，截至去年底，当地集中式和分户式电取暖面积已经达到160万平方米。

为加大电取暖技术推广应用力度，“十四五”期间，将在敦煌市新建电蓄热锅炉技术热源厂，谋划酒泉全市电取暖达到400万平方米以上。同时，酒泉市官方还采取政府补助、农户自筹的模式，在更大范围内推广“取暖炉具+太阳能热水器+电（水）暖炕的清洁取暖模式，以此实施农村清洁能源综合示范村建设。

据酒泉市政府最新透露，当地制定碳达峰碳中和行动实施方案，主动与领军企业开展战略合作，推进风光资源规模化配置，大力引进“风光储氢”“源网荷储”一体化项目，推进运行维护、风机升级换代等服务产业，促进新能源集群化、全产业链发展，发电成本持续降低。

指出将在“十四五”期间，初步规划酒泉目标：利用2-3年时间完成酒湖工程剩余400万千瓦风电建设任务，同时启动600万千瓦大规模平价风电示范项目、200万千瓦光伏平价示范项目、100万千瓦光热示范项目建设、10万千瓦化学储能电站项目和第二条特高压外送直流输电工程，启动建设玉门昌马120万千瓦HYPERLINK抽水蓄能项目、甘肃电投常乐电厂二期2×100万千瓦调峰火电项目和金塔2×100万千瓦核电开发项目。

《九江市民用建筑节能和绿色建筑发展管理办法》审议通过

近日，九江市政府常务会议审议并通过了《九江市民用建筑节能和绿色建筑发展管理办法》。会议指出，加强民用建筑节能和绿色建筑发展管理，是优化资源配置、推动经济发展、建设资源节约型城市的一项重要工作，全市上下应进一步牢固树立科学发展观的意识，把可持续发展落实到行动中去，做到节约资源、保护环境、减少污染，构建良好的生活和空间环境。

据了解，九江市建筑能耗占全市总能耗的比例较高，建筑节能已经成为全市节能工作的重要组成部分。《管理办法》就制定目的、适用范围、职责分工、考核评价、管理机制、节能要求、

法律责任等都做了明确规定。尤其是从立项与供地、规划与设计、施工与验收、运营和改造、保障和激励等方面，详细地规定了职能部门和建设、施工、工程监理、房地产开发企业等单位在建筑节能和绿色节能各环节的具体职责，具有很强的操作性。

同时，九江市还将民用建筑节能和绿色建筑发展工作纳入了全市高质量考核评价体系中，以促进各地严格落实建筑节能强制性标准。《管理办法》的出台，为降低建筑物使用能耗，提高能源利用效率，改善环境质量，促进九江市经济和社会可持续发展，提供了良好的制度遵循。

海口印发《零碳新城建设工作方案》

日前，海口江东新区管理局印发《零碳新城建设工作方案》（以下简称《方案》），围绕发展低碳能源、发展低碳交通、发展低碳建筑、发展低碳产业、发展碳汇交易、倡导零碳风尚、完善零碳制度七大方面，坚持政府引导、市场驱动，多措并举减碳固碳，到2025年初步建成全国领先的零碳新城，到2030年全面建成世界一流的零碳新城。

其中发展低碳建筑包括：实施建筑领域能源消耗总量和单位国内生产总值能源消耗强度“双控制”，推动提升建筑能效；所有民用建筑执行绿色建筑标准，推广使用低碳建材、装配式建筑、被动式建筑、建筑捕风技术、节能照明等，对既有保留建筑分步实施低碳改造，创建低碳机关、低碳企业、低碳社区、低碳校园等；依照住房和城乡建设部《被动式超低能耗绿色建筑技术导

则》，推广超低能耗绿色建筑、零碳建筑，形成零碳发展特色模式；全面推进BIM技术应用，建设CIM管理平台，实现绿色低碳建筑系统化设计、智慧化管理。

低碳产业方面，未来将加快建立政产学研用有机融合机制，引导企业、高校、科研院所建立低碳技术创新联盟，形成技术研发、示范应用和产业化联动机制；推行低碳生产方式，推进优质高效的低碳零碳产业体系，全面禁止高能耗、高污染、高排放产业；推动关联产业合理布局、集聚发展，促进各种废物回收和再利用，促进污水、垃圾源头减量和资源化利用。

据悉，《方案》成立了零碳新城工作领导小组，细化局属各部门、各公司责任分工，要求各项任务于2022年12月取得突破性进展，2025年12月基本落实，2030年12月高标准完成。

江苏省新版《绿色建筑设计标准》正式发布

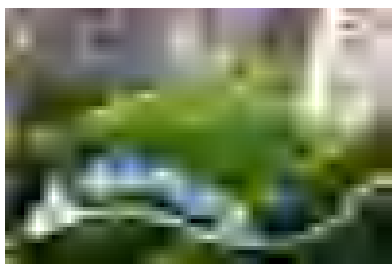
日前，江苏省住房和城乡建设厅组织修订的地方标准《绿色建筑设计标准》正式发布。这是贯彻落实十九届五中全会提出的“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”要求，全面执行地方法规《江苏省绿色建筑发展条例》，全国首部完成修订的绿色建筑设计标准。修订后的标准重点从安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等五个方面积极回应了新时代下绿色建筑内涵的拓展，对相应的内容和措施做出了一系列的完善和提升。

新版《绿色建筑设计标准》（以下简称新标准）对于建筑的安全防护性能提出了更高的要求，更为关注老年人等弱势群体的使用感受；倡导高品质、高耐久性的建筑，在常规建筑 50 年设计寿命基础上，新标准给出了 100 年设计寿命的技术要求；积极推广装配化装修，施工维护更便捷，同时减少了传统二次装修广泛存在的结构破坏、噪音污染等问题；全面提升建筑数字化、智能化水平等一系列要求。

新标准首次将空气源热泵

热水技术纳入建筑可再生能源应用范畴，拓展了清洁能源利用形式。针对新冠肺炎疫情防控中暴露出的短板，江苏新版《绿色建筑设计标准》新增强制性条文 1 条，对室内空气质量监控装置的设置、公示方式等提出了具体要求，必须严格执行。

标准将于 2021 年 7 月 1 日实施。届时，必将大大提高江苏绿色设计和建设水平，满足人民日益增长的美好生活需要，为江苏在全国率先实现碳达峰作出积极贡献。



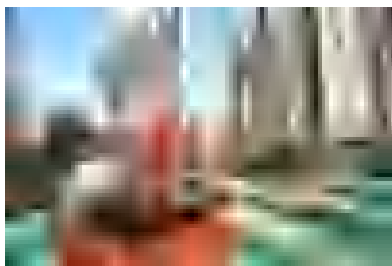
安全适老实现全龄友好



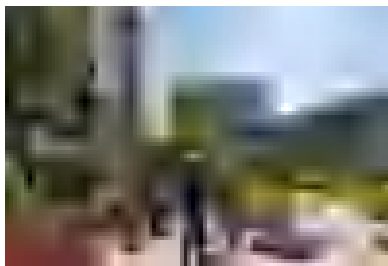
裙房构成缓冲区



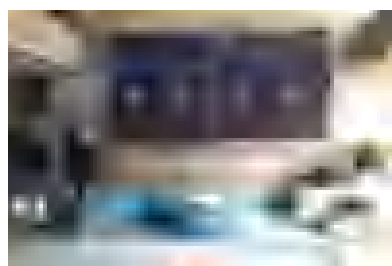
防护雨棚



儿童活动场地



老人活动场地



空气质量实时监测公告



住宅新风系统



集成卫生间



充电桩停车位

首批 6 只碳中和债发行，募资 64 亿，助力绿色金融产品创新

近日首批碳中和债落地，发行金额共计 64 亿元。分析人士指出，作为再现创新的绿债品种，首批碳中和债的成功发行对于碳中和愿景的实现、碳中和金融产品创新无疑具有重要意义。预计这将加速推动信贷、租赁等领域产生更多支持碳减排项目的创新产品，下一步，绿色金融标准、碳中和项目边界等则需要进一步完善和明确。

碳中和债产品定义，“碳中和债”，是绿色债券的子品种，是指在现行绿色债券政策框架下，将募集资金专项用于具有碳减排效益的绿色项目。相较一般绿色债券，碳中和债的准入目录更为聚焦，专项用于清洁能源、清洁交通、绿色建筑、碳汇林业等具有碳减排效益的绿色项目，并由专业第三方机构对碳减排等环境效益进行量化评估测算，发行后存续期内持续披露项目进展情况及碳减排效益实现情况等。本次首批碳中和债券经第三方评估认证同时符合国际国内主流绿色债券与气候债券标准，为进一步探索与国际绿色金融标准对接提

供了参考。

碳中和债三大特征：第一，募集资金专项用于清洁能源、清洁交通、绿色建筑等低碳减排领域，且聚焦于碳减排领域主要包括清洁能源光伏、风电及水电等项目；低碳改造、绿色建筑等项目。第二，碳中和债需第三方专业机构出具评估认证报告，报告需对二氧化碳减排等环境效益进行定量测算。第三，加强存续期信息披露管理，每半年披露碳减排效益相关情况，提高募集资金使用透明度。

碳中和债对支持碳中和愿景的重要意义：有利于发挥金融支持绿色发展的功能，以资金配置引导产业结构、能源结构等方面向绿色低碳转型；有助于促进国际国内绿色金融标准融合，吸引境外社会责任投资人；能够满足企业绿色低碳融资需求，推动企业关注社会责任及可持续发展。此外，企业发行碳中和债，可督促其关注社会责任及可持续发展，推动更多的市场主体参与碳中和项目，形成绿色生产生活方式。

江森自控约克斩获中科曙光

随着中国信息化社会的快速发展，对大规模、高性能的数据中心需求愈加迫切，也推动了数据中心建设与服务需求的大幅增加。数据机房是信息化时代的耗能大户，而维持数据机房高效、可靠工作的空调设备的能耗占比约为 40% 左右。

近日，江森自控约克以旗下 3 台变频离心机和末端的组合方案，斩获了中科曙光项目，为其稳定运行保驾护航。约克磁悬浮变频离心式冷水机组采用优化的

单级设计，实现行业领先且符合实际应用情况的高能效水平。先进的无润滑磁悬浮轴承系统能够应对所有的操作情况，并进一步提高系统容量，同时简化制冷系统，实现高可靠性，减少维护费用，并提供更宽广的运行范围。

此次江森自控约克的成功中标，无疑是市场对其产品性能及品牌影响力的充分肯定，也为其在未来的天津市场拓展与品牌建设打下了更扎实的基础，对于其未来的市场建设具有重要意义。

关于加快廊坊市推进绿色建筑产业发展的若干意见

近日，廊坊市住房和城乡建设局对《关于加快推进绿色建筑产业发展的若干意见（征求意见稿）》公开征求意见。

全面执行基本级绿色建筑标准，重点推动一星级绿色建筑落地，到 2025 年绿色建筑发展一星级绿色建筑占比达 40% 以上，鼓励发展二星、三星等高星级绿色建筑，城镇新建建筑中绿色建材应用比例达到 70%；从 2021 年起，全市城镇新建装配式建筑面积比例达到 20%，每年按不低于 2% 递增，到 2025 年达到 30% 以上；被动式超低能耗建筑发展目标。从 2021 年全市新开工建设被动式超低能耗建筑不低于 12 万平方米，每年以不低于 10% 递增，到 2025 年全市竣工和在建被动式超低能耗建筑不低于 80 万平方米等工作目标。

推进新建项目被动式超低能耗建筑配建比例不低于 30%；大力发展被动式超低能耗建筑，单宗土地面积达到 100 亩的出让、划拨居住建筑地块或总建筑面积 20 万平方米及以上的项目，在规划条件中明确应建设不低于 10% 的被动式超低能耗建筑，在廊坊经济技术开发区西城区、三河市、香河县、大厂县要对标北京，优先发展被动式超低能耗建筑，新开工项目被动式超低能耗建筑占比达到 30% 的重点工作。

对单个项目建筑面积不低于 2 万平方米的被动式超低能耗建筑示范项目给予每平方米不超过 400 元资金补助，对采用被动式超低能耗建筑方式建设的项目和采用装配式建筑方式建设的商品房项目，分别按其地上建筑面积 9% 和 3% 给予奖励，奖励的建筑面积不计入项目容积率核算。

海尔中央空调荣膺五星级服务认证证书

日前，海尔中央空调凭借优质完善的全流程服务体系荣获由北京中润兴认证有限公司（简称ZRX）颁发的商品售后服务评价体系五星级认证证书，意味着在服务质量、服务体系、服务标准等方面均获得行业认可，处于行业领先水平。

海尔中央空调不断提升服务能力和质量，行业首推七星级服务，以用户需求为中心。集结行业专家，打通配送、设计、安装、维保等环节，提供“售前、售中、售后”三位一体的服务模式，为全球用户提供极致贴心服务。从安装到维护，兵随时待命的敬业精神和专业态度为千家万户带来高品质的服务，为用户提供可视化的安装服务，从安装源头让用户放心。升级的可视安全帽，通过海尔中央空调首发透明服务平台，服务兵将安装图片实时上传，让用户可以通过手机实时了解安装进度，把控施工材料与施工质量，并且可与安装师傅保持无障碍沟通，真正实现了产品生命周期管理到服务生命周期管理的延伸。



天加“全生命期成本更低”获人民日报、第一财经日报专题报道

1月15日，天加“全生命期成本更低”、“坚持质量发展之路”获人民日报和第一财经日报专题报道。天加以技术为引领，助力“碳达峰”“碳中和”，打造节能减排新高度。

天加把系统产品的生命期成本作为节能程度的一把“量尺”，在节省一半的基础上大大缩小全生命期的成本，实现系统节能50%的可能，打造“全生命期成本更低”中央空调系统解决方案。天加拥有全球最先进、规模最大的磁悬浮中央空调品牌“SMART”，以及国内最专业的暖通自动化二次开发平台，通过系统集成打通架构、场景、数据、算力、算法，将高效机组与高效设计、高效运维结合，不断联通平台与资源整合，为客户带来真正的全生命期成本更低的机房建设及管理服务。

目前天加为企业定制的节能方案已初见成效，广州地铁高效机房项目改造后，将制冷

机房综合能效 (SCOP) 提高至年平均 6.0 以上，节能率超过 50%；长春金赛药业中央空调系统经过天加改造后，项目节能 44%，一天省电高达 4000 度。同时，天加还与金鹰国际集团等数家企业达成战略合作，共同打造节能减排应用新高度。广州地铁高效机房通过使用 SMART 磁悬浮机组，搭配天加最为专业的传统螺杆机组“全生命期成本更低”高效机房标准化方案，将制冷机房综合能效 (SCOP) 提高至年平均 6.0 以上，节能率超过 50%。要知道，当前国内平均制冷机房综合能效 (SCOP) 仅有 3.0-3.5，美国 ASHRAE 研究报告指出，综合能效达到 3.5 以上为合格，5.0-7.0 为卓越。并且，这一能效结果是由地铁方，设备方，权威检测院三方共同在云端，连续两年不间断检测，得出的数据表现，节能效果眼见为实。

麦克维尔连续 3 年夺欧美品牌市场占有率桂冠

回看这特殊的一年，对于中国中央空调行业而言，在经历了长时间的蛰伏沉淀后慢慢走出阴霾，正常有序的复工复产为整个行业提供了有力支撑，“平稳过渡”可以说是对 2020 年中国中央空调市场最好的诠释。

最新出炉的《2020 年中国中央空调行业草根调研报告》显示：2020 年中国中央空调市场整体下滑了 5.1%，



在这一挑战与变革中逐步稳定发展节奏中，麦克维尔秉承可持续发展的策略，连续三年稳居欧美品牌市场第一名，且多个产品稳居市场前列。

盾安中央空调成功中标杭州机场线

近日，盾安中央空调在轨道交通项目中传来喜讯，成功成为杭州机场线空调系统的中标方，项目金额 10627 万。

杭州机场轨道快线是杭州正在建设中的地铁，又称“杭州地铁 31 号线”、“杭州地铁中轴快线”。杭州机场轨道快线是继杭州地铁 1 号线后，又一条可从杭州东站直达杭州萧山国际机场的地铁线路，且与 1 号线相比，线路更直，站

点更少，速度更快，能满足两地旅客快速换乘的需求。杭州机场轨道快线全长 59.139 千米，大部分（47.105 千米）为地下线，全线共设火车西站、西溪湿地站、火车东站、萧山国际机场站等 17 座车站，其中有 4 座（御道站、钱江二路站、萧山高教园站、萧山科技城站）是高架站，预计 2022 年 6 月开通试运营。

近年来，盾安中央空调在

全国重点城市树立了众多样板工程：北京地铁、广州地铁、深圳地铁、重庆地铁、苏州地铁、宁波地铁、成都地铁、杭州重点城市及城际轨道交通提供轨道站台环控系统设备集成服务，并且获得了“优秀设备供应商”的称号。未来，盾安会随着轨交行业发展的浪潮持续细分行业深耕，为人们提供更舒适的出行环境。

华清地热示范工程北京城市副中心地热“两能”利用通过验收

近日，北京市规划和自然资源委员会赴北京城市副中心地热“两能”利用示范工程 2 号能源站（以下简称 2 号能源站）现场，对市华清地热集团投资建设的 2 号能源站进行规划验收。

北京市规划和自然资源委员会建设工程核验处副处长夏仁林、调研员刘文昊、华清物业总经理李海东、工程技术部经理杜红兵、前期部副经理牛升晟等相关人员参与了验收环节。李海东详细汇报了 2 号能源站的情况，委领导们经质询、讨论后形成规划验收意见，认为 2 号能源站符合规划验收条件，一致同意通过规划验收。



特灵科技荣登全球可持续发展企业百强榜

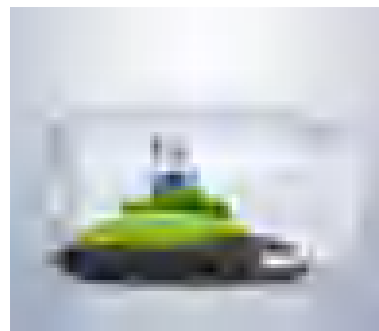
近日，全球温控系统创新者特灵科技（纽交所代码：TT）荣登 2021 年《企业爵士》杂志“全球可持续发展百强企业”排行榜，经过对 8,000 多家企业的严格评审，《企业爵士》杂志今日在达沃斯发布第 17 届年度榜单排名。

特灵科技全球董事长兼首席执行官 Mike Lamach 表示：“能够入选《企业爵士》全球可持续发展精英企业榜单，我们感到非常自豪。以大胆的目标引领挑战可持续发展世界的一切可能性，将环保和社会发展原则融入我们的战略和运营中，无疑是正确的做法。这不仅有利于提升企业的绩效，而且对为我们的员工、社区和地球打造更加美好的未来至关重要。通过挑战自我以不同的方式思考，采取大胆的行动并建立合作伙伴关系，我们可以为应对气候变化等重大全球挑战贡献自身力量。”

全球百强榜的企业代表了在可持续发展绩效方面全球排名前 1% 的企业，根据资源管理、员工管理、财务管理和供应商绩效等 24 个量化关键绩效指标的

考核评选而出。特灵科技在提升清洁收入和能源生产率方面取得的成就是荣登榜单前列的关键所在。

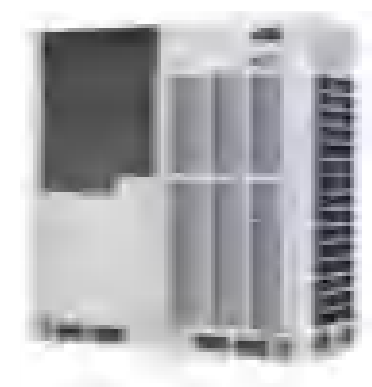
特灵科技及其领军品牌特灵（Trane）和冷王（Thermo King）正在持续应对一些重大的全球可持续发展挑战，并开展了大胆的 2030 年可持续发展承诺行动。这些承诺包括帮助客户减少十亿吨（占全球年排放量的 2%）温室气体排放量，实现碳中和运营、领导层性别平等及所服务社区劳动力结构的多元化。特灵科技还通过在教育机会和健康学习环境、气候教育及劳动力发展等方面的大力投入，在社区发展中发挥了积极作用。



开利中国获东航投资高端楼宇项目亿元大单

近日，开利中国获上海东航投资有限公司（以下简称“东航投资”）亿元合同，为其商务办公及精装住宅项目提供 XCT7 系列 VRF 商用及家用中央空调设备。东航投资是中国东方航空集团有限公司旗下的子公司，以房地产开发、资产运营和基建管理为核心业务。该项合同中设备总金额超 1 亿人民币，是开利全球重大 VRF 合同之一，标志着开利轻商业业务在中国迈向了新的台阶。开利中国隶属于开利公司（NYSE: CARR），这是一家致力于全球健康、安全、可持续建筑及冷链领域的杰出供应商。

“能够与大客户合作，获得如此大体量的合同，整个轻商团队都引以为傲！”开利暖通空调中国轻型商用空调销售总监朱英华表示，“开利博士是现代空调的发明者。在项目



过程中，多年的专家经验，可靠的产品与技术，加上优秀的团队，是我们展现价值、获取客户认可的重要法宝。”

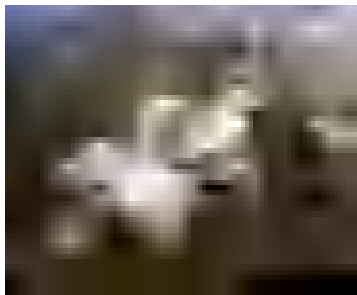
XCT7 VRF 系统的性能优于国家一级能效标准，综合部分负荷性能系数（IPLV）高达 10。它能够快速制冷和制热，而其最小的室内运行声音仅为 23 分贝，比耳语还安静。此外，XCT7 VRF 系统可接入智能家居，进行远程控制。

顿汉布什中标全运会场馆延安全民健身运动中心

延安新区全民健身运动中心是延安新区文旅产业园体育板块的重要组成部分，是集体育竞技、文艺演出、餐饮酒店、旅游观光、购物休闲为一体的大型综合性体育文化交流中心。项目总建筑面积 164673 平方米，总投资 20 亿元。同时延安市新区全民健身运动中心体育馆也是第十四届全运会国际摔跤比赛项目的举办场馆，而顿汉布什将成为其室内环境的守护者。

为了确保场馆室内环境的舒适，以及项目方对于中央空调系统的节能性考虑，经过对品牌及其方案的层层筛选，最终延安市新区全民健身运动中

心体育馆选择了顿汉布什所提供的中央空调系统解决方案。据了解，本次顿汉布什所提供的方案，是团队经过多次现场考察量身定制的，包含顿汉布什旗下离心机、螺杆机、多联机以及末端等多种设备，切实做到保障室内舒适度的同时，做到高效节能、稳定可靠。



格力大型冷水机组中标成都金强国际赛事中心

近日，格力中央空调四川市场传来捷报，经过与甲方的多次探讨，终于成功斩获成都金强国际赛事中心冷水机组采购项目。据了解，本次格力中央空调将为该项目提供 800RT 离心机 5 台、400RT 螺杆机 1 台、300RT 螺杆机 1 台，总制冷量达到 4700 冷吨。

金强国际赛事中心，位于成都市温江区凤溪大道与温泉大道交汇处，项目总用地面积 60 亩，项目设计有一栋 5 层建筑，包含 1.4 万人体育馆一座及相应配套商业综合体设施，总建筑面积 16 万平方米，总投资 9 亿元。该项目是全国首个一站式全能体育综合体，为四川首个 NBA 级别专业篮球场馆，承接 CBA、WCBA 四川男女篮主场比赛、2021 世界大学生运动会篮球比赛、NBA 中国赛等大型赛事、及大型演艺为一体的重要国际综合赛事中心。建成后将成为四川，乃至西南区域标志性综合体育场馆。

作为西南区域的标志性综合体育场馆，对于室内环境也提出了高标准、严要求，而这正是中央空调系统所要解决的问题。针对金强国际赛事中心，格力中央空调四川团队与甲方充分沟通，深入了解需求，制定出专业的中央空调系统解决方案，获得了甲方的青睐。有着强大的安装售后服务能力作为支撑，未来，金强国际赛事中心必将成为格力中央空调四川市场的又一标杆样板。



格力磁悬浮助力上海地铁 2 号线建设

近日，格力中央空调凭借技术领先、运行高效、稳定可靠等突出优势，中标上海地铁 2 号线 9 个车站的冷水机组更新改造项目，为上海轨道交通提供专业化解决方案，为上海市民舒适、绿色出行保驾护航。

作为推动上海市政民生基础建设的重要项目，上海地铁 2 号线西起青浦区泾东，东至浦东国际机场，贯穿上海市区浦江两岸，人流量大，运营线路长。2 号线冷水机组的更新改造对新设备在稳定性、智能化、节能化等方面提出了极高要求。此次服务上海地铁 2 号线，格力将提供 14 台格力 CCE 系列磁悬浮变频离心式冷水机组和 28 台格力模块化变频螺杆机组，覆盖 9 个站点暖通系统的升级换新。

在传统制冷压缩机中，机械轴承需要润滑油及润滑系统保证机组正常工作。有数据显示，



在压缩机烧毁的众多案例中，有 90% 是润滑失效造成的。格力将磁悬浮技术引入中央空调机组设计中，利用磁场将转子悬浮，当转子旋转时不产生机械接触，从而避免机械摩擦对零件造成损耗。2014 年格力电器自主研发

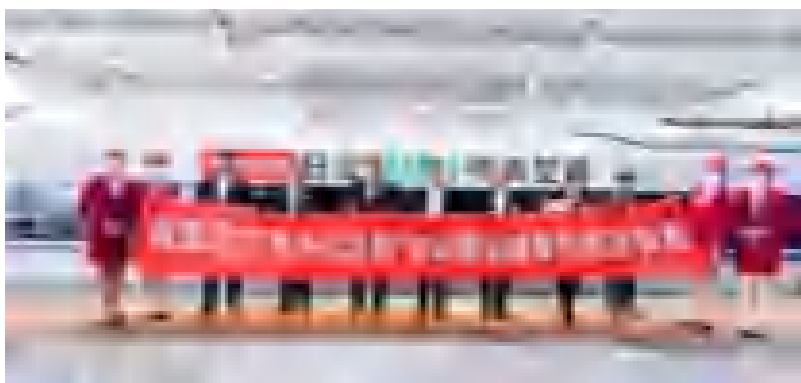
的磁悬浮离心式冷水机组经专家组鉴定达到“国际领先”水平，填补了国内自主开发磁悬浮压缩机技术的空白。2019 年格力下线了单机冷量达 1300 冷吨的全球单机冷量最大机组，进一步推动了磁悬浮离心机组的发展。

2021 日立“双净化风暴”启动

3 月 12 日，2021 日立“双净化风暴”启动暨高铁冠名品牌专列首发仪式在上海虹桥高铁站顺利举行。现场嘉宾、媒体与众多旅客共同见证了这场意义非凡的启动仪式。

这标志着，日立将依托影响力巨大的高铁网络，向全国输送强有力的品牌势能，让日立净风吹拂至千家万户，日立双净化技术将为更多家庭保驾护航。日立高铁冠名品牌专列首发仪式揭幕后，这辆开往春天的高铁将承载日立生态家居理想驶向全国。

2020 年是全球抗击疫情的关键一年，上至国家下至个人，



都经历了无比严峻的考验。值得庆幸的是，在艰难的探索与前所未有的挑战中，社会秩序逐渐恢复正常，一切呈现向好态势。而日立中央空调凭借在疫情中及时领先地推出双净化

技术，率先行业开创了家用净化中央空调新品类，以及覆盖用户使用全周期的全净化解决方案，在疫后特殊的环境中，为健康家居注入一剂强心针，为 260 万用户吃下一颗定心丸。

国际资讯

International News

发达经济体国家尚未承诺退煤

近日获悉，除日本和美国外，所有七国集团国家都设定了退煤的日期。法国和意大利的电力行业煤炭资源较少，已承诺分别在2022年和2025年淘汰煤炭，这使得德国2038年的煤炭退出日期成为焦点。

根据 Climate Analytics 的分析，德国2038年退煤的目标太晚，德国需要在2030年前逐步淘汰电力部门的煤炭，以履行巴黎协定规定的义务。在有计划和有组织地逐步淘汰煤炭的情况下，能源安全和电力供应的可靠性预计不会成为主要问题，而且将是可控的。到2030年德国煤炭退出发电将为创造就业机会带来更多好处，有助于平稳过渡到零碳能源体系。

在日本，首相菅义伟表示日本政府将通过政策上的“根本性转变”来解决该国对煤炭的依赖，但迄今尚未就退煤日期做出决策。据全球能源监测机构（Global Energy Monitor）的数据，截至2020年，日本正在建设7.3GW的新煤炭产能，另有1.3GW的产能已获批准。

在美国，拜登的政府已经扭转了特朗普对美国煤炭工业的支持，但尚未宣布推出煤电的日期。拜登在其气候纲领中承诺结束海外煤炭融资，并寻求20国集团（G20）作出承诺，终止所有高碳项目的出口融资。

国际碳中和社区

日前数据，德国、瑞士、奥地利的人均年一次能源消耗量在6500瓦左右，用于饮食、消费、住房、交通等，而美国则达到了12000瓦以上。

持续增长的人均住房面积、频率更高的旅行、更多的空运物品及物品消费等都提高了人均的能源消耗。瑞士提出2000瓦社区，2000瓦（2kW）即我们常见的功率单位，2000瓦社区意味着，每个人平均每小时的能源消耗为2 kWh，即每人每年的能源消耗为2 kWh*24*365，等于17520 kWh。

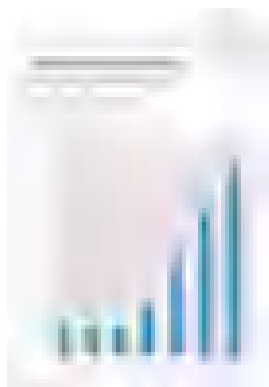
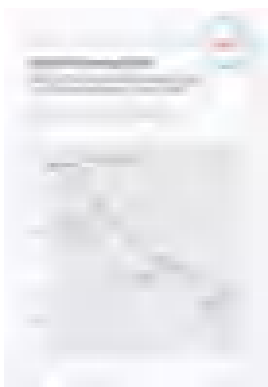
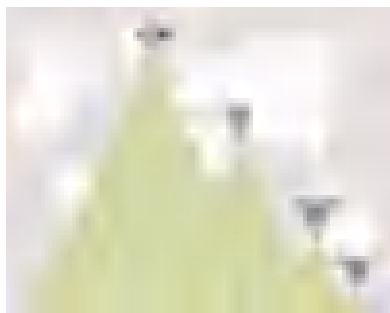
具体而言，2000瓦社区主要包括以下三个目标：

目标一就是在能效方面，2010年，瑞士人均年一次能源消耗量为5000瓦左右。2030年，该值应降低到3000瓦，到

2050年，应控制在2000瓦以下。

目标二实现气候中和，基于能源消耗的温室气体排放为零。2010年，瑞士人均二氧化碳排放量为7.8吨。最晚到2050年，瑞士要实现气候中和，即基于能源消耗的人均温室气体排放为零。同时，2000瓦社区也是保证实现《巴黎协定》中将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在2摄氏度以内的前提。

目标三是可持续化，需要能源消耗100%来自可再生能源。2010年，瑞士能源消耗中只有与12%来源于可再生能源，按照目标，到2030年，至少50%来自可再生能源。最晚到2050年，电力、供暖、交通、工业等领域的能源消耗要100%来自可再生能源。



美国碳中和目标如何起步

美国作为一个排放大国，碳排放量在全球占比约 15% 左右。现任总统拜登 1 月 20 日上任第一天就宣布重返《巴黎协定》，并就减少排放提出若干新政。未来美国碳中和之路会如何起步？

“到 2035 年，通过向可再生能源过渡实现无碳发电；到 2050 年，让美国实现碳中和。”这是美国在气候领域提出的最新目标。为了实现美国的“3550”碳中和目标，拜登政府计划拿出 2 万亿美元，用于基础设施、清洁能源等重点领域的投资。

具体措施主要有：在交通

领域的清洁能源汽车和电动汽车计划、城市零碳交通、“第二次铁路革命”等；在建筑领域，建筑节能升级、推动新建筑零碳排放等；在电力领域，引入电厂碳捕获改造，发展新能源等。同时，加大清洁能源创新，成立机构大力推动包括储能、绿氢、核能、CCS 等前沿技术研发，努力降低低碳成本。

分析人士认为，美国的气候和能源政策目标正越来越清晰，在 2050 年实现碳中和是其长远目标，而由传统能源独立向清洁能源独立是其战略路径。

美国碳交易市场的发展

学习时报日前报道，美国能源企业在政界拥有强大的政治影响力，布什政府退出《京都议定书》以及反对设置全国性碳排放总量就是受到了这些能源巨头的影 响。美国各州的“州情”不一样，利益集团相当程度上左右着各州的政治决策却大同小异，因此各州参与温室气体减排大多受各种利益集团的影响。在美国区域排放交易体系中，能源大州基本上没有参与，只有加州例外，原因在于加州的环保团体势力较强，因此其环保政策和行动一直走在美国和世界的前列。

随着美国各界环保意识的增强，以及奥巴马政府经济政策的刺激，美国开始积极探索市场化的减排机制，在这种情况下，自愿减排得到较大发展，一些减排机构的背后却能看到华尔街的身影，摩根士丹利、高盛等金融机构早已看好二氧化碳排放权交易市场前景，十

多家投资机构成立了气候风险投资者网络，推动华尔街分析师、评级机构和投资银行对投资碳市场的风险进行研究。

2005 年 12 月，美国康涅狄格、特拉华和缅因等 7 个州签订了区域温室气体倡议（Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI）框架协议，形成了美国第一个以市场为基础的温室气体排放贸易体系。

西部气候倡议（WCI）是由美国加州等西部 7 个州和加拿大中西部 4 个省于 2007 年 2 月签订成立的。WCI 建立了包括多个行业的综合性碳市场，计划是到 2015 年进入全面运行并覆盖成员州（省）90% 温室气体排放，以实现 2020 年比 2005 年排放降低 15%。在这一计划的执行下，WCI 与 RGGI 互补，目前，电力行业和工业部门是美国现有区域排放交易体系涵盖的重点行业和领域，行业部门和交易气体覆盖面不断扩大。

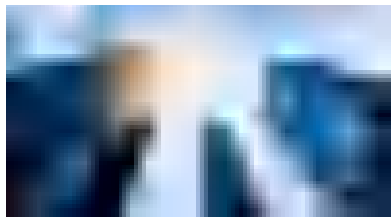
美国新建建筑协会发布实现碳中和建筑规范

美国新建建筑协会（NBI）发布了新规范，作为 2021 年国际节能规范（IECC）建筑脱碳的一部分。建筑脱碳规范是一个旨在实现碳中和能效的突破性工具。它的目的是帮助各州和城市减少建筑环境中能源使用所产生的碳排放，而建筑环境中的碳排放占美国排放量的 39%。它还提供了市场洞察规则，这些规则将决定未来如何设计和建造新建筑，以遏制气候变化的最严重影响。

《建筑脱碳规范》是为城市和州开发的更大工具包的一部分，主要针对新建建筑规范，有可能在未来版本中添加既有建筑规范语言，该语言确实优先考虑高效电气设备，并且设计灵活。章节涵盖所有电气和混合燃料选项。

覆盖层结合了关键电气化技术（包括太阳能、电动汽车、电池储存和需求响应）的规范解决方案，旨在增强建筑电网集成，从而有效地利用建筑作为一种资产，在使用能源时改变时间，减轻电网电力压力用电高峰期。

技术选择基于气候带，以确保适用于特定地点的适当的供暖和供冷技术。例如，不禁止电阻供暖，因为低温气候下的热泵可能需要电阻条供暖作为实际备份。商业规范考虑了不同的建筑类型和可用技术，以提供实际的最终用途电气化。在目前的技术限制下，商业规范可能无法使所有终端完全脱碳。



德国立法推动中长期“碳中和”目标

德国2019年11月通过《气候保护法》，首次以法律形式确定德国中长期温室气体减排目标，到2030年实现温室气体排放总量较1990年至少减少55%，到2050年实现温室气体净零排放，即实现“碳中和”。德国将“碳中和”视为其作为工业大国和欧盟经济最强成员国的“特殊责任”。

《气候保护法》明确了能源、工业、建筑、交通、农林等不同经济部门所允许的碳排放量，并规定联邦政府部门有义务监督有关领域遵守每年的减排目标。这意味着，一旦相关行业未能实现减排目标，主管部门须在3个月内提交应急方案，联邦政府将在征询有关专家委员会意见的基础上，采取相应措施确保减排。

此外，不同领域的碳排放详细数据每年将由联邦环境局测定并在次年3月公布。一个由气候、社会、经济、环境等领域专家组成的独立专家委员会将评估联邦环境局公布的年度数据，并向联邦议院和政府作报告。

《气候保护法》在执行时也保留了一定灵活性，即如果某个部门超过了减排指标，原则上，可以用其他部门的减排指标来抵消。《气候保护法》还规定，德国联邦政府部门应在所有投资和采购过程中考虑减排目标，在2030年率先实

现公务领域的温室气体净零排放。

德国政府内阁2019年10月还通过一项法律草案，对建筑业和交通业的碳排放定价作出规定。相关企业碳定价将从2021年起以每吨10欧元开始，至2025年时逐步升至每吨35欧元。从2026年起，价格将按市场供需，以拍卖确定，但规定每吨限定在35欧元至60欧元间。德国政府表示，希望通过适度的碳排放价格上涨，避免给相关企业和个人造成太大资金负担。明确价格上涨路径，也能方便他们进行规划，在中长期投资更环保的设施，购买更环保的产品。

据了解，德国从2021年起启动国家排放交易系统，向销售汽油、柴油、天然气、煤炭等产品的企业出售排放额度，由此增加的收入将用来降低电价、补贴公众出行等。

高校科研机构也积极参与减排。德国柏林自由大学2019年12月发表声明说，该校已制定相关行动目标，以期在2025年实现“碳中和”，学校将来做任何决策和计划时都将考虑对气候的影响。另外几所高校也在向校园“碳中和”方向努力。柏林工业大学的目标是到2030年实现“碳中和”，柏林洪堡大学不久前则成立了“可持续校园”方面的专门机构。

英国废弃煤矿储存热量的新地图发布

近日，英国地质调查局和煤炭管理局发布新地图，首次展示英国废弃煤矿储存的热量。根据英国煤炭管理局的数据，英国四分之一的人口生活在废弃的煤矿上方。这些矿井通过自然地热过程取暖，在矿井被水淹没的地方，这些矿井现在正被开发成一种低碳能源，为家庭和企业供暖。

为了更有效地了解其潜力，英国地质调查局（BGS）和煤炭管理局（Coal Authority）发布了一份互动地图，显示了矿井的位置以及温度随深度增加的程度。新地图工具将免费提供给开发商、规划师和研究人员使用，以便调查矿井水用作可持续热源。

这是第一次以这种方式收集数据，并说明利用这种零碳能源长期为家庭和建筑供暖的可行性。英国政府的目标是到2050年将供暖管网的家庭数量从2%增加到18%。人们认识到，矿井地热能与热泵技术相结合，可以为供热管网提供本地和低成本的可再生能源。

煤炭管理局的技术专家说，有可能启动一个新的可再生产业，创造就业机会，应对气候变化，为以前因关闭煤矿而处于不利地位的煤田社区吸引到投资。当与政府的“绿色工业革命10点计划”相一致时，废弃煤矿的温水现在被视为一种可行的新的可持续能源形式，有可能在家庭和公共建筑更绿色、更温暖和更节能等方面发挥重要作用。



欧洲数千万房屋将绿色翻新

近日，法国政府发布政令称，耗能指数最高的G级住房，即每平方米能源消耗在450千瓦时以上的住房，将在2023年起被禁止进入房屋租赁市场。这是欧盟国家推进建筑能耗改造的又一举措。

法国住房按照“房屋耗能指数标准”分A、B、C、D、E、F、G7个等级。目前，法国各地有超过700万套能源等级为F或G的高能耗住房。法国政府要求，2023年起能耗最高的G级将被排除出租市场，到2028年，F级住房也将被禁止租赁。这意味着，F或G的高能耗住房，必须从建筑材料、内部构造等方面升级，以实现法国政府的“低能耗建筑”目标。为此，法国正实施一项名为“我的翻新工程补助金”计划，法国民众通过审核后，可获得最高1万欧元的高能耗房屋改造补助，用以更换旧的取暖设备、房屋隔热材料等。

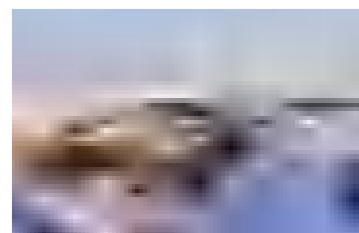
除了减排，对房屋进行翻新也有经济上的考量。在比利时，所有进入租售市场的住宅必须拥有自己的“能耗指数”，其分类标准与法国类似。比利时希普利斯房地产公司房屋经纪人高福瑞·巴诺告诉《环球时报》记者，房屋买家或租户非常看重能耗指数。不少房主为了让房子好出手，都会进行绿色翻新。欧洲能源价格高昂，再加上绝大多数国家没有集中供暖，在冬天，不少家庭的能源账单高达家庭总收入的10%-20%。绿色翻新虽然一次性投入较高，但对降低能源成本会起到长远效果。

德国冬季采暖

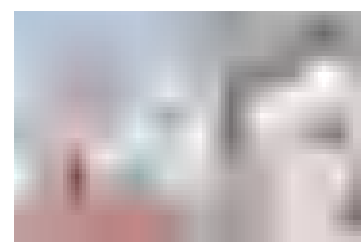
德国是一个高纬度国家，冬天漫长而寒冷，供暖时间照惯例是从当年的10月1日到第二年的4月31日。即使在夏季，如果出现了极端天气，骤然变冷的话，室内也能随时根据需要供暖。



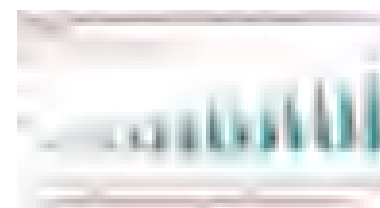
德国能源机构从舒适和节能的角度出发，向公众建议的室温为：卧室为16摄氏度，起居室为20摄氏度，浴室为24摄氏度。德国《法兰克福汇报》的一篇文章说，德国人每月每平方米居住面积的取暖花费是1.2欧元，这意味着一个80平方米的公寓，每月的暖气费用是96欧元，折合人民币约750元。供暖需求如此强大，但德国本身能源十分匮乏，天然气和煤炭都依赖进口，因此德国非常注重效率和环保。德国的石油几乎100%依靠进口，天然气80%进口，煤的进口量也日益增长。



据统计，德国约有一半的最终能源消费用来生产热能，其中家庭供暖占热能消费的46%。如何提高热能生产效率，增加建筑保温，一直备受关注。2002年生效的《能源节约法》就旨在规范锅炉等供暖设备的节能技术指标和建筑材料的保温性能等。



德国的暖气供给分为集中供暖和独立供暖。德国的集中供暖采取分户热计量收费，每个暖气片上都有一个调节阀，可以根据需要调节温度。因此在德国，人们都习惯在出门前或入睡前调低暖气用量，如果家里长时间没人就直接关掉暖气阀门，这样既能省钱也能避免浪费。



最新研究表明地热供暖的寿命可能有限

尽管地球深层几十亿年来一直在上千摄氏度，但佛罗里达理工大学的最新研究表明，利用这些热量为地表城市地区产生地热供暖的寿命要短得多。也许只是几十年。

佛罗里达理工大学天体生物学助理教授 Manasvi Lingam，以及 Alto 大学研究员 Eero Hirvijoki 和西澳大利亚大学研究员 David Pfefferlé 最近发表了这篇论文《区域供热应用中深层地热井的寿命和功率密度》，发表于《欧洲物理期刊 Plus》。研究小组探索了在北部、纬度较低的地区，如波士顿、多伦多、伦敦和芬兰赫尔辛基，使用地热供暖的实用性。

研究人员测试了能够为区域能源方案，包括商业和住宅地产，而不是小型系统。通过检查一个

城市每单位面积所需的平均能源，研究小组了解了为这些区域能源所需的能源，从而有助于指导他们的地热开采研究。他们发现，地热能在一开始运作良好后，会逐渐减弱，直到一代人或半个世纪后，才变得普遍无效。这种下降是由于温度梯度的变化，这是地热供暖的一个关键因素。

地热能的工作原理是将一根管道插入地下足够深的地方，以进入一个温暖的地层。可能是 30 英尺深，可能是几百英尺甚至更深。使用水或其他液体，热量被带到温度较低的表面。这些温差为城市和城镇的地热供暖提供动力，温度梯度有助于提取能量。然而，Lingam 和研究人員发现，随着时间的推移，较温暖的底部

区域开始冷却，上部区域升温，导致温度梯度缓慢降低。梯度下降得越多，可以提取的热量就越少。

研究小组探索的一个选择是使用多个管道，其原理是从不同的空间位置提取热量并相应地进行分配。通过管道吸热，温度将避免变得均匀，从而允许机器排出热量。虽然林格姆指出，这一程序在某种程度上会有所帮助，但这只是一个短期的解决方案，因为温度梯度在垂直和水平方向上都会变得均匀。“这种方法可能在几十年内有效，甚至可能在 40-50 年内有效，但在一个多世纪左右的时间内都不会持续有效。” Lingam 说，“他们需要开始剥离地热能源，然后更多地转向太阳能或其他形式的可再生能源。”

日本推动绿色氨减少二氧化碳排放

据近日的日本媒体报道，日本政府 2050 年实现二氧化碳净零排放，燃料氨产业是重点领域之一。日本经济产业省(METI)已经制定计划，到 2050 年日本燃料结构中使用 3000 万吨可再生氨，减少传统发电厂和日本航运的排放。

日本经济产业省还计划到 2030 年用氨与煤炭混烧，替代日本燃煤发电站 20% 的煤炭供应，随着时间的推移，这一比例将上升到 50% 以上。最终目标是建设氨气发电厂，作为新的低碳电力结构的一部分，再加上海上风能和核能达到净零排放。氨气也可以用作船用燃料，日本船东 NYK 正与日本海事联合公司和 ClassNK 合作设

计氨气动力氨气船。液化天然气船是最早的液化天然气燃料船之一，氨气船很可能是世界上最早的氨气动力船。NYK 表示：“使用作为货物的氨作为船用燃料，将有助于早日实现远洋船只的零排放。”

日本经济产业省正在布局，以获得充足的可再生氨供应。作为生产绿色氨的一个来源，澳大利亚可再生能源中心(AREH)将利用覆盖 2500 平方英里澳大利亚沙漠的陆上风能和太阳能装置，每年生产 1000 万吨氨，向日本出口。另一种选择通过

Japan Sets Ambitious Targets for Ammonia as a Fuel



碳捕获生产“蓝色氨”。日本经济产业省和阿布扎比国家石油公司(ADNOC)签署了一份谅解备忘录，就如何将天然气用于蓝氨生产进行示范，并共同努力扩大市场。

碳中和与空气源热泵

“2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和”是习近平主席在联大 75 届大会上做出的庄严承诺，改变了全球和中国应对气候变化进程的格局，碳中和走到了舞台的中央，成为中国现代化建设的核心议题。

低碳转型已是我国社会经济发展的重要战略，实现这一战略要从可再生能源替代化石源，在不可替代部分采用 CCUS 回收二氧化碳，大力发展水电、风电、光电、核电及生物质能等可再生能源利用，增加终端用能中电力比例，减少通过直接燃烧获取热量方式，改变原有刚性用电模式。用电力替代

化石能源生产低品位热量是能源低碳化的需要，实现高效转换，不能采用直接电热方式，否则会造成能源极大的浪费。另外就是要利用热系统热惯性大的特点，实行“需求侧响应”的柔性用电模式。热泵则是用电力产生这些低品位热量的最佳途径，通过耗电做功，从相对低温热源提取热量，在较高温度下释放^[1]。

近年来，国家发展改革委和商务部发布了《鼓励外商投资产业目录》，其中空气源热泵以其节能、稳定、高效入选了该目录。国家发展改革委等七部门发布《绿色产业指导目录（2019 年版）》

将空气源热泵应用成功编入《目录》。

2020 年 12 月 21 日，国务院新闻办公室发布《新时代的中国能源发展》白皮书中提到，北方地区清洁取暖取得明显进展。2021 年生态环境部将继续推动北方地区西城区冬季清洁取暖。全国各地政府有序实施“煤改电”工作，并发布了一系列相应补贴政策。

空气源热泵供暖取代燃煤制备热水供暖成为热议的话题，在长江以南的夏热冬冷地区已经得到了普遍应用，由消费升级衍生而来的热泵两联供系统更是近两年来的行业热点。

空气源热泵技术

空气能热泵技术是一种绿色低碳、清洁高效的供暖方式，它利用空气中的能量来产生热能，可满足用户热水、采暖、制冷等需求，在运行过程中无

任何污染物排放。凭借着绿色节能、安全环保等优势，空气能热泵产品成为北方“煤改电”工程的主力军，在北方地区清洁取暖工作中举足轻重。

随着北方清洁取暖需求的进一步扩大，南方采暖需求的呼声日渐高涨，南方冬季阴冷潮湿，房屋建筑不保温，空气能热泵大有可为^[2]。

空气源热泵特点

空气源热泵将空气作为低位热源,可以无偿获取;不受夜晚、阴天、雨天、雪天等天气影响;节能环保,原理简单;一机两用,冬季供热,夏季供冷,利用率高;对设备、末端及控制可灵活使用

和配置,也可结合智能家居配套使用,可与互联网搭建数据平台,提高设备运行效率。

当然,空气源热泵机组也有其缺点,机组性能随室外空气状态参数不同而变化,势必影响

机组运行时制热、制冷的性能系数;受温湿度影响还会出现结霜问题,降低机组可靠性,增加室外换热器热阻,增加空气流动阻力等问题。

室外环境温度对空气源热泵的影响及突破

目前市场的空气源热泵产品在额定工况下,室外气温 35℃ 时,热泵出水温度约 7℃,空气源热泵夏季制冷性能系数 COP 值一般在 3.0 左右;冬季室外空气如果在 7℃ 时,热泵出水温度约 45℃,如不计化霜损失,制热系数 COP 值也在 3.0 左右。从空气源热泵机组本身来看,冷热机组供冷能力随室外温度的升高而降低,机组消耗功率随室外环境温度的升高而增加。

随着空气源热泵技术的不断突破,空气源热泵技术飞速发展。从工质来看,采用二氧化碳和

134a 的复叠式热泵具有突破性进展,可在 -25℃ 下仍可输出 80% 额定热量,COP 可达 2.0 以上,目前已用到南极考察站。从室外温度变化来看,在 0℃ ~ -15℃ 间保持输出热量额定值,双极三缸转子压缩机和双极压缩螺杆机热泵也有突破性进展,在 -20℃ 下可实现 80% 的稳定输出热量,且 COP 在 2.0 以上^[2]。

随着空气源热泵机组设备应用越来越广泛,运行效果不容忽视,提升运行能效,扩大气候区域适用范围、采用不同工质形式等都是对空气源热泵技术的突破

性升级,开发低成本、易实施、可扩展的成套技术,结合人工智能优化控制策略,通过物联网技术科学调控、监测运行、大数据分析实现真正空气源热泵全工况的低碳运行。

[1] 资料来源:2019 年中国热泵行业年会暨第八届国际空气源热泵行业发展论坛

[2] 资料来源:2020 年“热泵技术与应用发展论坛”专题研讨会

本刊编辑 崔艳梅



国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见（节选）

国发〔2021〕4号

各省、自治西城区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

建立健全绿色低碳循环发展经济体系，促进经济社会发展全面绿色转型，是解决国资源环境生态问题的基础之策。为贯彻落实党的十九大部署，加快建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，现提出如下意见。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，全面贯彻习近平生态文明思想，认真落实党中央、国务院决策部署，坚定不移贯彻新发展理念，全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费，使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上，统筹推进高质量发展和高水平保护，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，确保实现碳达峰、碳中和目标，推动国绿色发展迈上新台阶。

（二）工作原则。

坚持重点突破。以节能环保、清洁生产、清洁能源等为重点率先突破，做好与农业、制造业、服务业和信息技术的融合发展，全面带动一二三产业和基础设施绿色升级。

坚持创新引领。深入推动技术创新、模式创新、管理创新，加快构建市场导向的绿色技术创新体系，推行新型商业模式，构筑有力有效的政策支持体系。

坚持稳中求进。做好绿色转型与经济发展、技术进步、产业接续、稳岗就业、民生改善的有机结合，积极稳妥、韧性持久地加以推进。

坚持市场导向。在绿色转型中充分发挥市场的导向性作用、企业的主体作用、各类市场交易机制的作用，为绿色发展注入强大动力。

（三）主要目标。到2025年，产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，基础设施绿色化水平不断提高，清洁生产水平持续提高，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，生态环境持续改善，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，法律法规政策体系更加有效，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成。到2035年，

绿色发展内生动力显著增强，绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。

二、健全绿色低碳循环发展的生产体系

（四）推进工业绿色升级。加快实施钢铁、石化、化工、有色、建材、纺织、造纸、皮革等行业绿色化改造。推行产品绿色设计，建设绿色制造体系。大力发展再制造产业，加强再制造产品认证与推广应用。建设资源综合利用基地，促进工业固体废物综合利用。全面推行清洁生产，依法在“双超双有高耗能”行业实施强制性清洁生产审核。完善“散乱污”企业认定办法，分类实施关停取缔、整合搬迁、整改提升等措施。加快实施排污许可制度。加强工业生产过程中危险废物管理。

（五）加快农业绿色发展。（略）

（六）提高服务业绿色发展水平。（略）

（七）壮大绿色环保产业。建设一批国家绿色产业示范基地，推动形成开放、协同、高效的创新生态系统。加快培育市场主体，鼓励设立混合所有制公司，打造一批大型绿色产业集团；引导中小企业聚焦主业增强核心竞争力，培育“专精特新”中小企业。推行合同能源管理、合同节水管理、环境污染第三方治理等模式和以环境治理效果为导向的环境托管服务。进一步放开石油、化工、电力、天然气等领域节能环保竞争性业务，鼓励公共机构推行能源托管服务。适时修订绿色产业指导目录，引导产业发展方向。

（八）提升产业园西城区和产业集群循环化水平。科学编制新建产业园西城区开发建设规划，依法依规开展规划环境影响评价，严格准入标准，完善循环产业链条，推动形成产业循环耦合。推进既有产业园西城区和产业集群循环化改造，推动公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污

染物集中安全处置等。鼓励建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。鼓励化工等产业园西城区配套建设危险废物集中贮存、预处理和处置设施。

(九) 构建绿色供应链。鼓励企业开展绿色设计、选择绿色材料、实施绿色采购、打造绿色制造工艺、推行绿色包装、开展绿色运输、做好废弃产品回收处理,实现产品全周期的绿色环保。选择 100 家左右积极性高、社会影响大、带动作用强的企业开展绿色供应链试点,探索建立绿色供应链制度体系。鼓励行业协会通过制定规范、咨询服务、行业自律等方式提高行业供应链绿色化水平。

三、健全绿色低碳循环发展的流通体系

(十) 打造绿色物流。(略)

(十一) 加强再生资源回收利用。推进垃圾分类回收与再生资源回收“两网融合”,鼓励地方建立再生资源西城区区域交易中心。加快落实生产者责任延伸制度,引导生产企业建立逆向物流回收体系。鼓励企业采用现代信息技术实现废物回收线上与线下有机结合,培育新型商业模式,打造龙头企业,提升行业整体竞争力。完善废旧家电回收处理体系,推广典型回收模式和经验做法。加快构建废旧物资循环利用体系,加强废纸、废塑料、废旧轮胎、废金属、废玻璃等再生资源回收利用,提升资源产出率和回收利用率。

(十二) 建立绿色贸易体系。积极优化贸易结构,大力发展高质量、高附加值的绿色产品贸易,从严控制高污染、高耗能产品出口。加强绿色标准国际合作,积极引领和参与相关国际标准制定,推动合格评定合作和互认机制,做好绿色贸易规则与进出口政策的衔接。深化绿色“一带一路”合作,拓宽节能环保、清洁能源等领域技术装备和服务合作。

四、健全绿色低碳循环发展的消费体系

(十三) 促进绿色产品消费。加大政府绿色采购力度,扩大绿色产品采购范围,逐步将绿色采购制度扩展至国有企业。加强对企业和居民采购绿色产品的引导,鼓励地方采取补贴、积分奖励等方式促进绿色消费。推动电商平台设立绿色产品销售专区。加强绿色产品和服务认证管理,完善认证机构信用监管机制。推广绿色电力证书交易,引领全社会提升绿色电力消费。严厉打击虚标绿色产品行为,有关行政处罚等信息纳入国家企业信用信息公示系统。

(十四) 倡导绿色低碳生活方式。厉行节约,

坚决制止餐饮浪费行为。因地制宜推进生活垃圾分类和减量化、资源化,开展宣传、培训和成效评估。扎实推进塑料污染全链条治理。推进过度包装治理,推动生产经营者遵守限制商品过度包装的强制性标准。提升交通系统智能化水平,积极引导绿色出行。深入开展爱国卫生运动,整治环境脏乱差,打造宜居生活环境。开展绿色生活创建活动。

五、加快基础设施绿色升级

(十五) 推动能源体系绿色低碳转型。坚持节能优先,完善能源消费总量和强度双控制度。提升可再生能源利用比例,大力推动风电、光伏发电发展,因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电。加快大容量储能技术研发推广,提升电网汇集和外送能力。增加农村清洁能源供应,推动农村发展生物质能。促进燃煤清洁高效开发转化利用,继续提升大容量、高参数、低污染煤电机组占煤电装机比例。在北方地区西城区县城积极发展清洁热电联产集中供暖,稳步推进生物质耦合供热。严控新增煤电装机容量。提高能源输配效率。实施城乡配电网建设和智能升级计划,推进农村电网升级改造。加快天然气基础设施建设和互联互通。开展二氧化碳捕集、利用和封存试验示范。

(十六) 推进城镇环境基础设施建设升级。因地制宜布局污水资源化利用设施,基本消除城市黑臭水体。加快城镇生活垃圾处理设施建设,推进生活垃圾焚烧发电,减少生活垃圾填埋处理。加强危险废物集中处置能力建设,提升信息化、智能化监管水平,严格执行经营许可证管理制度。提升医疗废物应急处理能力。(节选)

(十七) 提升交通基础设施绿色发展水平。(略)

(十八) 改善城乡人居环境。相关空间性规划要贯彻绿色发展理念,统筹城市发展和安全,优化空间布局,合理确定开发强度,鼓励城市留白增绿。建立“美丽城市”评价体系,开展“美丽城市”建设试点。增强城市防洪排涝能力。开展绿色社西城区创建行动,大力发展绿色建筑,建立绿色建筑统一标识制度,结合城镇老旧小区西城区改造推动西城区基础设施绿色化和既有建筑节能改造。建立乡村建设评价体系,促进补齐乡村建设短板。加快推进农村人居环境整治,因地制宜推进农村改厕、生活垃圾处理和污水治理、村容村貌提升、乡村绿化美化等。继续做好农村清洁供暖改造、老旧危房改造,打造干净整洁有序美丽的村庄环境。

六、构建市场导向的绿色技术创新体系

(十九) 鼓励绿色低碳技术研发。实施绿色技术创新攻关行动, 围绕节能环保、清洁生产、清洁能源等领域布局一批前瞻性、战略性、颠覆性科技攻关项目。培育建设一批绿色技术国家技术创新中心、国家科技资源共享服务平台等创新基地平台。强化企业创新主体地位, 支持企业整合高校、科研院所、产业园西城区等力量建立市场化运行的绿色技术创新联合体, 鼓励企业牵头或参与财政资金支持的绿色技术研发项目、市场导向明确的绿色技术创新项目。

(二十) 加速科技成果转化。积极利用首台(套)重大技术装备政策支持绿色技术应用。充分发挥国家科技成果转化引导基金作用, 强化创业投资等各类基金引导, 支持绿色技术创新成果转化应用。支持企业、高校、科研机构等建立绿色技术创新项目孵化器、创新创业基地。及时发布绿色技术推广目录, 加快先进成熟技术推广应用。深入推进绿色技术交易中心建设。

七、完善法律法规政策体系

(二十一) 强化法律法规支撑。推动完善促进绿色设计、强化清洁生产、提高资源利用效率、发展循环经济、严格污染治理、推动绿色产业发展、扩大绿色消费、实行环境信息公开、应对气候变化等方面法律法规制度。强化执法监督, 加大违法行为查处和问责力度, 加强行政执法机关与监察机关、司法机关的工作衔接配合。

(二十二) 健全绿色收费价格机制。完善污水处理收费政策, 按照覆盖污水处理设施运营和污泥处理处置成本并合理盈利的原则, 合理制定污水处理收费标准, 健全标准动态调整机制。按照产生者付费原则, 建立健全生活垃圾处理收费制度, 各地西城区可根据本地实际情况, 实行分类计价、计量收费等差别化管理。完善节能环保电价政策, 推进农业水价综合改革, 继续落实好居民阶梯电价、气价、水价制度。

(二十三) 加大财税扶持力度。继续利用财政资金和预算内投资支持环境基础设施补短板强弱项、绿色环保产业发展、能源高效利用、资源循环利用等。继续落实节能环保、资源综合利用以及合同能源管理、环境污染第三方治理等方面的所得税、增值税等优惠政策。做好资源税征收和水资源费改税试点工作。

(二十四) 大力发展绿色金融。发展绿色信贷和绿色直接融资, 加大对金融机构绿色金融业绩评价考核力度。统一绿色债券标准, 建立绿色债券评

级标准。发展绿色保险, 发挥保险费率调节机制作用。支持符合条件的绿色产业企业上市融资。支持金融机构和相关企业在国际市场开展绿色融资。推动国际绿色金融标准趋同, 有序推进绿色金融市场双向开放。推动气候投融资工作。

(二十五) 完善绿色标准、绿色认证体系和统计监测制度。开展绿色标准体系顶层设计和系统规划, 形成全面系统的绿色标准体系。加快标准化支撑机构建设。加快绿色产品认证制度建设, 培育一批专业绿色认证机构。加强节能环保、清洁生产、清洁能源等领域统计监测, 健全相关制度, 强化统计信息共享。

(二十六) 培育绿色交易市场机制。进一步健全排污权、用能权、用水权、碳排放权等交易机制, 降低交易成本, 提高运转效率。加快建立初始分配、有偿使用、市场交易、纠纷解决、配套服务等制度, 做好绿色权属交易与相关目标指标的对接协调。

八、认真抓好组织实施

(二十七) 抓好贯彻落实。各地西城区各有关部门要思想到位、措施到位、行动到位, 充分认识到建立健全绿色低碳循环发展经济体系的重要性和紧迫性, 将其作为高质量发展的重要内容, 进一步压实工作责任, 加强督促落实, 保质保量完成各项任务。各地西城区要根据本地实际情况研究提出具体措施, 在抓落实上投入更大精力, 确保政策措施落到实处。

(二十八) 加强统筹协调。国务院各有关部门要加强协同配合, 形成工作合力。国家发展改革委会同有关部门强化统筹协调和督促指导, 做好年度重点工作安排部署, 及时总结各地西城区各有关部门的好经验好模式, 探索编制年度绿色低碳循环发展报告, 重大情况及时向党中央、国务院报告。

(二十九) 深化国际合作。统筹国内国际两个大局, 加强与世界各个国家和地西城区在绿色低碳循环发展领域的政策沟通、技术交流、项目合作、人才培养等, 积极参与和引领全球气候治理, 切实提高推动国际绿色低碳循环发展的能力和水平, 为构建人类命运共同体作出积极贡献。

(三十) 营造良好氛围。各类新闻媒体要讲好国绿色低碳循环发展故事, 大力宣传取得的显著成就, 积极宣扬先进典型, 适时曝光破坏生态、污染环境、严重浪费资源和违规乱上高污染、高耗能项目等方面的负面典型, 为绿色低碳循环发展营造良好氛围。

国务院

2021年2月2日

关于印发《北京市西城区支持鼓励节能降耗管理办法》 (修订) 的通知

各有关单位：

为促进西城区节能降耗工作，我们制定了《北京市西城区支持鼓励节能降耗管理办法》（修订），现印发给你们，请遵照执行。

北京市西城区发展和改革委员会

2021年1月15日

北京市西城区支持鼓励节能降耗管理办法（修订）（节选）

第一章 总则

第一条 根据《北京市实施〈中华人民共和国节约能源法〉办法》、《北京市节能减排及环境保护资金管理暂行办法》等有关文件规定，为加强西城区生态文明建设，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，实现节能降耗工作目标，促进绿色发展，特制定本办法。

第二条 本办法所称节能降耗，是指加强用能管理，采用技术上可行、经济上合理的相关措施，减少从能源生产到消费各个环节的损失和浪费，更加有效、合理地利用资源。

第三条 西城区发展改革委作为西城西城区节能降耗工作主管部门，负责制定支持节能降耗政策和年度节能降耗计划，确定节能降耗工作重点，制定年度节能降耗支持资金（以下简称节能资金）使用计划，并组织实施。

第四条 节能资金由西城区级财政预算安排，用于支持节能降耗工作。节能资金的管理使用由西城区发展改革委同西城区财政局、相关行业主管部门，按照职责明确、管理科学、协调配合、强化监督的运作机制共同负责。

第二章 支持范围

第五条 本办法的支持对象为经认定实际能源消耗统计在西城区，具有健全的财务管理机构和财务管理制度的市场主体。

第六条 支持范围

- （一）节能降耗试点、示范项目；
- （二）节能新产品、新技术应用及推广项目；
- （三）节能技术改造项目；
- （四）新能源、可再生能源开发利用及推广项目；
- （五）合同能源管理项目；
- （六）能源管控项目；

- （七）循环经济项目；
- （八）清洁生产中高费项目；
- （九）能源审计、清洁生产审核；
- （十）节能先进奖励项目；
- （十一）市、西城区政府批准的其他节能降耗项目。

第七条 以下情形的不予支持

- （一）以扩大产能为主的项目；
- （二）应与主体工程同步配套建设的节能项目；
- （三）利用外购或外供的余热、余能、余气项目；
- （四）能源台账不规范，节能量无法测算与核算的项目；
- （五）不在节能资金支持当期实施的项目；
- （六）主体工程围护结构（含门窗）改造项目；
- （七）项目申报单位3年内存在违反国家法律法规的行为，或当期发生安全生产事故、环保事故、拖欠税费、能源费用等情况的；
- （八）其他不适于支持的项目。

第三章 支持方式及标准

第八条 节能资金支持方式分为补助和直接奖励。项目申报单位可根据项目具体情况自愿申报资金支持方式，同一项目只能申请一种方式。

西城区发展改革委根据项目性质、资金总额、实际节能效果以及产生的社会效益，结合实际测算确定支持额度。

第九条 已享受西城区政府其他资金支持的项目，本节能资金原则上不再支持。

第十条 支持标准

（一）补助标准

1. 节能降耗试点、示范项目，给予总投资额30%的补助；
2. 节能新产品、新技术应用推广项目，给予总

投资额 30% 的补助；

3. 节能技术改造项目，综合节能率达到 15% 及以上，或节能量达到 50 吨标准煤（含）以上，给予总投资额 30% 的补助；

4. 新能源、可再生能源开发利用及推广项目，给予总投资额 30% 的补助；

5. 合同能源管理项目，在北京市政府补助基础上给予市级补助资金 50% 的补助；

6. 能源管控项目，给予总投资额 30% 的补助；

7. 循环经济项目，给予总投资额 30% 的补助；

8. 清洁生产中高费项目，在北京市政府补助基础上给予项目总投资额 5% 的补助；

9. 能源审计，依据评审结果给予不超过 12 万元的补助；清洁生产审核，按照市级资金与项目合同总额的差额给予补助，不超过市级资金支持额度；

10. 以上项目投资额不含建筑工程费用；

11. 北京市、西城区政府批准的其他节能降耗项目，按相关规定列支。

（二）奖励标准

1. 获得国家、市级能效领跑者的用能单位分别

一次性给予 10 万元、8 万元的奖励；

2. 通过能源管理体系认证的用能单位（年综合能耗 2000 吨标准煤及以上）一次性给予 8 万元的奖励，每 5 年可以申请一次；

3. 通过国家绿色建筑运行三星、二星认证标识的建筑，在享受国家、市级奖励的同时，分别一次性给予 30 万元、20 万元的奖励。

第十一条 单个项目同一年度节能资金支持额度不超过 500 万元。

第四章 项目申报和管理（略）

第五章 资金使用、监督和检查（略）

第六章 附则

第二十一条 本办法由西城区发展改革委负责解释。

第二十二条 本办法自发布之日起施行，《西城区支持鼓励节能降耗管理办法》（西发改〔2012〕312 号）同时废止。

第二十三条 本办法有效期至 2025 年 12 月 31 日。

关于印发《保定市绿色建筑创建行动实施方案》的通知

各有关单位：

按照《河北省住房和城乡建设厅、河北省发展和改革委员会、河北省教育厅、河北省工业和信息化厅、人民银行石家庄中心支行、河北省机关事务管理局、河北银保监局关于印发〈绿色建筑创建行动方案〉的通知》（冀建节科〔2020〕4）要求，保定市制定了《保定市绿色建筑创建行动实施方案》，现印发给你们，请有关部门结合实际，认真贯彻落实。

附件：保定市绿色建筑创建行动实施方案

保定市住房和城乡建设局
保定市发展和改革委员会
保定市教育局
保定市市场监督管理局
保定市工业和信息化局
保定市机关事务管理局
保定市住房公积金管理局
中国人民银行保定市中心支行
2021 年 1 月 25 日

保定市绿色建筑创建行动实施方案（节选）

为了全面贯彻落实绿色发展理念，进一步推进绿色建筑高质量发展，实现市绿色建筑发展目标。根据省住建厅、发展改革委等七部门《关于印发〈

绿色建筑创建行动方案〉的通知》（冀建节科〔2020〕4 号）要求，制定本实施方案。

一、指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的十九大和省委九届九次、十次会议精神，切实贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”新发展理念，以推进建设行业供给侧改革和高质量发展为着力点，坚持政府引导、全面推进、因地制宜、经济适用的基本原则，从政策法规、体制机制、标准规范、技术推广、产业支撑等方面加快推进城乡建设绿色发展。

二、工作目标

到2022年，全市城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到92%，城镇新建建筑中装配式建筑面积占比达到25%，绿色建材在新建建筑中应用占比达到50%。大力发展被动式超低能耗建筑，逐步增加星级绿色建筑数量，因地制宜推进城镇老旧小区绿色化改造，推动可再生能源与建筑一体化应用，科学引导农村自建住房采用绿色建筑技术及绿色建材，绿色建筑信息管理平台逐步完善，绿色住宅使用者监督全面推广，逐步形成全市绿色低碳发展氛围。

三、重点工作

(一) 全面推动绿色建筑发展。一是继续严格落实《河北省促进绿色建筑发展条例》，严格执行绿色建筑标准在城市、镇总体规划确定的城镇建设用地范围内的新建民用建筑，全部按照绿色建筑标准进行建设。二是强化绿色建筑监督验收工作。加强对绿色建筑、装配式建筑、被动式超低能耗建筑工程施工质量情况日常监督及竣工验收监督。三是大力倡导住宅全装修交付，保障性住房、政府投资项目应率先采用装配化装修技术，推行装配式建筑装饰装修与主体结构、机电设备一体化设计和协同施工。鼓励房地产开发项目实施装配化装修，推行菜单式装修方式，满足居民个性化需求。四是加强绿色建筑评价标识管理。改变由第三方评价机构进行绿色建筑标识评价的管理模式。由省、市住房和城乡建设管理部门按照绿色建筑标识申报、审查、公示程序分别颁发二星、一星绿色建筑标识，住房和城乡建设部颁发星级绿色建筑标识。鼓励新建和改造绿色建筑项目的建设单位、运营单位申请绿色建筑标识。建立标识撤销机制，对弄虚作假行为给予限期整改或直接撤销标识处理。

(二) 加快装配式建筑发展。大力发展装配式混凝土和钢结构建筑，积极推进钢结构装配式住宅的建设。新建公共建筑原则上采用钢结构建设。在

所有新建建筑中推广使用预制隔墙板、叠合楼板、楼梯等部品部件。

全市行政西城区域内新建保障性住房项目和政府投资项目全部采用装配式方式建造；市自然资源和规划部门负责在出让和划拨的地块项目的划拨国有建设用地的选址意见书等相关材料中备注实施装配式建筑的要求。在办理规划审批（验收）时，对采用装配式方式建设且装配率达到50%（含）以上的商品房建筑，按其地上建筑面积3%给予奖励，不计入项目容积率。建设单位应遵照项目地块用地规划条件、出让合同、选址意见书等文件按市装配式建筑评价要求开展装配率预评价并组织实施。推进装配式建筑产业基地建设，提高装配式建筑标准化水平，推动装配式构配件通用化。鼓励企业建立装配式建筑部品部件生产和施工安装全过程质量控制体系，对装配式建筑部品部件实行驻厂监造制度。

(三) 大力发展被动式超低能耗建筑。一是根据省政府办公厅《关于支持被动式超低能耗建筑产业发展若干政策的通知》中有关要求，加大被动式超低能耗建筑推广力度。对单宗土地面积达到100亩以上出让、划拨居住建筑地块或总建筑面积20万平方米及以上的项目，被动式超低能耗建筑面积不低于地上建筑面积的10%，对采用被动式超低能耗建筑方式建设的项目，因墙体保温等技术增加的保温面积，按其地上建筑面积9%给予奖励，奖励的建筑面积不计入项目容积率核算。以政府投资或以政府投资为主的办公、学校等公共建筑和集中建设的公租房、专家公寓、人才公寓等居住建筑，原则上按照被动式超低能耗建筑标准规划、建设和运行。二是积极推进被动式超低能耗建筑发展建设，完成2021年新开工建设20万平方米，2022年新开工建筑面积增速不低于10%的工作任务。

(四) 推动绿色建材应用。加快推进绿色建材评价认证和推广应用，研究建立绿色建材推广应用制度机制和政策措施，推动政府投资工程中优先选用绿色建材，逐步提高绿色建材应用比例。建立绿色建材数据库和信息采集、共享机制，充分利用互联网+、大数据、西城区块链等新技术，构建绿色建材公共服务系统，发布绿色建材评价标识、试点示范等信息，构建绿色建材选用和质量追溯机制。围绕绿色建筑需求和建材工业发展方向，加强建筑工程设计规范与绿色建材产品标准的联动，研究绿色建筑技术和绿色建材的有机结合，在各类试点示范工程和推广项目中，进一步明确对绿色建材使用的规定。加强绿色建材生产应用与绿色建筑发展、绿色城市建设的内在联系，加强绿色建材生产和应

用协调机制,强化部门联动,开展绿色建材行动检查。

(五) 提升建筑能效水平。整合现有资源,在城镇老旧小西城区的完善、提升改造和北方地西城区冬季清洁取暖试点工作中,统筹实施既有居住建筑节能改造。加强公共建筑能耗监测采集点的建设,及平台的管理,扩大平台覆盖范围,逐步将本地西城区所有重点用能建筑和政府办公建筑、大型公共建筑纳入能耗监测,推进新建绿色建筑能耗监测建设。探索应用 5G 技术构建能源综合管理数字化平台,对节约能源资源和用户满意度等绿色运营效果进行监测和改进,强化数据分析与应用,发挥数据对用能限额标准制定、电力需求侧管理等方面的支撑作用。加强绿色建筑运行管理,定期开展运行评估,积极采用合同能源管理、合同节水管理,引导用户合理控制室内温度,降低建筑运行能耗。新建和改造住宅小西城区,要满足海绵城市建设相关标准,达到国家规定的雨水径流控制率指标要求。

加强可再生能源建筑应用,试点推进光伏、空气源热泵项目建设,推动地热资源保护性开发利用,因地制宜推广浅层、中深层地热能供热。加强工程建设中可再生能源设备安装监督检验,编制和修订可再生能源建筑应用设计、施工、验收标准、规程及功法、图集,完善各类标准规范。

(六) 提高住宅健康性能。以人为本,结合疫情常态化防控需求,在星级绿色建筑中,选择有意愿的项目开展健康建筑应用试点,以居住健康的可持续发展的理念,满足居住者生理、心理和社会多层次的需求,为居住者建造健康、安全、舒适、环保的高品质住宅。以点带面,推动住宅健康性能的提升。

(七) 推动金融服务助力绿色建筑发展。使用住房公积金贷款购买高于最低等级绿色建筑标准的新建绿色建筑自住住房或者新建全装修自住住房的,贷款额度上浮至 72 万元。探索完善绿色金融支持绿色建筑的政策,推动绿色金融支持绿色建筑发展,开展试点项目建设,积极申报绿色金融支持绿色建筑发展试点城市。

(八) 加强技术研发推广。支持研发和推广与绿色建筑相关的新技术、新工艺、新材料、新设备、新服务。鼓励高等院校、科研机构和企业开展绿色建筑技术研发与应用示范,推动与绿色建筑发展相关的科技成果转化、公共技术服务平台和企业研发机构的建设,积极申报省级工程技术研究中心,加强新一代信息技术与建筑工业化技术的结合、在建造全过程加大建筑信息模型(BIM) 互联网、物联网大数据、云计算、移动通信、人工智能、西城区

块链等新技术的集成与创新应用。推进数字化设计体系建设,统筹建筑结构、机电设备、部品部件、装配施工、装饰装修、推行一体化集成设计。探索以钢筋制作安装、模具安系、混凝土浇筑、钢构件下料焊接、隔墙板和集成厨卫加工等工厂生产关键工艺环节为重点的工艺流程数字化和建筑机器人应用。

(九) 探索建立绿色住宅使用者监督机制。严格落实绿色住宅购房人验房的相关要求,开发面向购房人的绿色住宅信息发布平台,引导绿色住宅开发建设单位配合购房人做好验房工作。逐步推动将住宅绿色性能和全装修质量相关指标纳入商品房买卖合同、住宅质量保证书和住宅使用说明书,明确质量保修责任和纠纷处理方式,试点推动“一户一检测”,使购房人安心收房,放心住房。

(十) 建立新建绿色建筑信息共享机制。不断完善绿色建筑信息管理平台,加大宣传推广力度,理顺绿色建筑项目审批、项目监管和违法行为处罚的管理机制,消除各主管部门之间、各建设管理环节之间的信息不对称,实现绿色建筑项目从立项到竣工验收的全过程信息共享。

四、保障措施

- (一) 加强组织领导。(略)
- (二) 严格目标责任。(略)
- (三) 加大支持力度。(略)
- (四) 加强宣传培训和技术交流。(略)



开展 2021 年无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目储备 宁夏回族自治区财政厅生态环境厅发展改革委关于开展 2021 年无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目储备工作的通知（节选）

各市、县（市、区）、宁东管委会财政局（财政审计局）、生态环境局（环境保护局）、发展改革委，自治区有关部门：

为认真贯彻习近平生态文明思想，全面落实自治区十二届十一次全会各项要求，深入打好污染防治攻坚战，守好改善生态环境生命线，努力建设黄河流域生态保护和高质量发展先行区，自治区财政厅、生态环境厅、发展改革委决定组织开展 2021 年度无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目储备工作，现就有关事项通知如下：

一、申报对象

各县、市（区）及宁东能源化工基地。

二、支持范围和方式

对通过评审的无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目给予一次性定额补助，改造总面积不低于 10 万平方米。自治区相关部门有申报意愿的，可纳入属地县（市、区）申报。专项资金使用范围包括：

（一）公共建筑煤改电试点（清洁取暖），包括无集中供热区域内的乡政府、村委会、学校（公立幼儿园不低于 6 个教学班、建筑面积不低于 1800 平方米；小学不低于 12 个教学班、建筑面积不低于 4000 平方米；中学不低于 12 个教学班、建筑面积不低于 6000 平方米，合并设立的中小学或小学及幼儿园不低于 10 个教学班、建筑面积不低于 10000 平方米）、卫生院（建筑面积不低于 500 平方米）；中心敬老院（不低于 60 张床位）；单独办公的派出所、派出所以及冬季值守职能的观测站、巡检站等（建筑面积不低于 200 平方米）。

（二）居住建筑煤改电试点（清洁取暖），单体建筑取暖面积不低于 60 平方米。

优先支持淘汰燃煤锅炉的项目单位，优先支持新建建筑及建成 10 年以内、外墙保温和采用中空玻璃窗户的既有建筑，优先支持自觉自愿实施改造的农户，优先支持采取托管模式实施采暖的项目。

专项资金使用范围包括：设施设备、热力管网和配网改造、远程监控系统。资金不得用于偿还工程欠款、项目前期费用、人员工资福利、办公经费等经常性支出和项目管理费及其它支出。

三、补助标准

（一）自治区按照技术等级分类确定补助标准，

其中采用三星级技术的，按照 140—150 元/平方米给予补助；采用二星级技术的，按照 40 元/平方米给予补助；采用一星级技术的，按照 10—20 元/平方米给予补助。

（二）采用多种技术的项目，按照技术等级和标准分别计算补助金额。

四、申报评审流程

（一）县级申报。

县、市（区）及宁东能源化工基地按照《2021 年度无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目方案编写提纲》（附件 3）编制试点实施方案，填写《2021 年度无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目项目申报书》（附件 2）和《2021 年度无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目专项资金申请汇总表》（附件 1）。

（二）项目评审。自治区财政厅和生态环境厅组织公开答辩、专家评审，确定申报项目排名顺序并公布评审结果。

（三）资金安排。通过评审并纳入支持项目库（支持项目库、储备项目库）的试点示范项目，自治区财政厅和生态环境厅根据年度预算安排情况和排名顺序择优下达资金。未纳入此次申报的其他煤改电项目不再安排本年度资金予以支持。

五、评审内容

（一）符合《自治区人民政府关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（宁政发〔2018〕34 号）要求。

（二）申报技术类型、技术指标、应用范围符合试点示范申报要求。

（三）申报项目为新建项目（已完工项目不再支持），技术方案可行，相关建设审批手续齐全（获

得所在区域投资主管部门批复），项目建设条件和配套资金落实。

（四）项目建设周期原则上不应超过 1 年。

（五）项目建设规划与本地区国民经济和社会发展规划、城乡发展规划等总体规划、专项规划相衔接；申报项目符合实际发展需要和中远期发展需求；项目审批、规划选址等前期工作已有一定基础，获得项目批复，具备开工条件；技术可行，符合相关标准和技术规范。

（六）配套措施。建立项目运行维护保障机制，明确县（市、区）政府支出责任和补助标准，落实工程建设各方质量安全主体责任。

六、其他（略）

附件 1：《2021 年度无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目专项资金申请汇总表》；（略）

附件 2：《2021 年度无集中供热区域煤改电（清洁取暖）试点示范项目项目申报书》；（略）

附件 3：《（清洁取暖）试点示范项目方案编写提纲》。（略）

宁夏回族自治区财政厅

宁夏回族自治区生态环境厅

宁夏回族自治区发展和改革委员会

2021 年 2 月 7 日

关于绿色建筑标识管理工作的通知

京建发〔2021〕75 号

各区住房城乡建设（市）建设委，经济技术开发区开发建设局，各有关单位：

根据《住房和城乡建设部关于印发绿色建筑标识管理办法的通知》（建标规〔2021〕1 号），为规范我市绿色建筑标识管理，促进绿色建筑高质量发展，现就有关工作通知如下：

一、自 2021 年 4 月 1 日起不再受理按照北京市《绿色建筑评价标准》（DB11/T 825-2015）申报绿色建筑设计和运行标识的项目。此前已经受理的申报项目（已提交资料并通过形式审查）于 2021 年 5 月 31 日前完成评价和公示公告。按照国家标准《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）申报绿色建筑标识的项目不受影响。请各项目单位抓紧时间进行标识申报。

二、自 2021 年 6 月 1 日起停止绿色建筑标识设计、运行标识以及三星级标识评价工作。

三、积极推动新版国家标准体系下绿色建筑标识认定工作。北京市住房和城乡建设委员会抓紧完成地方标准《绿色建筑评价标准》（DB11/T 825）的修订工作，联合北京市规划和自然资源委员会修订北京市绿色建筑标识管理实施细则，指导各区开展绿色建筑标识认定工作。

北京市住房和城乡建设委员会

北京市规划和自然资源委员会

2021 年 3 月 12 日



桩基螺旋埋管换热器的应用研究

山东大卫国际建筑设计有限公司 李新 庞永泉 王奎之 孙鸿昌

摘 要：地源热泵空调系统通常需要足够大的室外面积来设置地埋管换热器，这成为制约地源热泵空调系统在建筑容积率大的场合推广应用的主要障碍；同时，与传统空调系统相比，较高的钻孔费用也在一定程度上降低了地源热泵空调系统的经济适用性。桩基埋管换热器是一种新型的埋管方式，它是直接将地埋管换热器的换热管埋于建筑物的混凝土桩基中，使其与建筑结构相结合，成为桩基埋管换热器，也称作能量桩。在实际计算方法中，利用螺旋线热源模型来分析桩基螺旋埋管换热器的管壁和管内流体温度的变化。通过一个具体的工程实例，来模拟计算热泵进出口流体的温度。这些工作为能量桩技术的工程应用打下了坚实的理论基础。

关键词：螺旋管 传热模型 设计计算

1、引言

桩基埋管换热器是将地源热泵系统地埋管换热器的塑料换热管埋于建筑物的混凝土桩基础中，使其与建筑结构相结合，代替传统的钻孔埋管换热器。这样可以省却钻孔工序，节约施工费用，更能有效的利用建筑物的地下面积，不占用地面。国外有些文献称之为“能量桩”技术。桩基埋管换热器是地埋管换热器的一种新形式，因此采用能量桩的地源热泵系统也属于地埋管地源热泵系统。

桩基埋管换热器与传统的竖直钻孔埋管换热器一个重要的区别在于两者回填材料的不同。桩基埋管换热器是在建筑物地下桩基础中埋设塑料管换热器，其回填材料是水泥混凝土，混凝土的传热性能优于其他钻孔回填材料。由此可定性推论，桩基埋管换热器的传热效果要优于用普通回填材料的钻孔埋管换热器^[8]。另外由于混凝土具有较好的密实性，使得埋管与桩基础、桩基础与大地接触紧密，可减少接触热阻，强化循环工质与大地土壤的传热。由于桩基的间距较大，各换热管间的热干扰也大大降低，地下换热器的换热工况更为稳定。

2、桩基螺旋埋管换热器

我国的建筑物桩基础形式多样，本文中所说的能量桩都是指在钻孔灌注桩中埋设塑料管换热器而成。

换热管埋于建筑物桩基础中的主要方式：是将换热管（一般是 PE 管）先固定在预制空心钢筋笼壁的内侧，然后随钢筋笼一起下到桩井中，再浇筑混凝土。这种换热管埋于桩中的¹形式应用较为广泛。

在目前已有的桩基埋管换热器研究中，桩基埋

管主要采用了五种形式：单 U 型、串联双 U 型（W 型）、并联双 U 型、并联三 U 型和单螺旋形。

在目前国内外为数不多的已有桩基埋管换热器的研究应用中，桩基埋管换热器主要延用钻孔埋管的 U 型或 W 型的布管技术。在地源热泵系统的传统地埋管换热器中就有将塑料埋管螺旋盘绕的地热换热器，这种螺旋埋管可以增加管的传热面积，多数用于水平埋管形式。如果将 PE 管螺旋盘绕固定在建筑物地下桩基础的预制空心钢筋笼上，然后随钢筋笼一起下到桩井中，并浇筑混凝土，这样就成为桩基螺旋埋管地热换热器。

和其他埋管方式相比，桩基螺旋埋管地源热泵系统可以充分利用建筑物自身的地下面积，将桩基础与周围大地作为换热介质，可以省去大量的钻孔和埋管费用，施工也极为方便快捷。这将为地源热泵空调系统的推广应用开辟更为广阔的前景。

2.1 桩基螺旋埋管地源热泵空调系统

采用能量桩的地埋管地源热泵空调系统的示意图如下图所示：



图 2.1 采用能量桩的地埋管地源热泵空调系统示意图
1- 桩基螺旋埋管换热器；2- 地源侧分水器；3- 地源侧集水器；4- 地源侧循环泵；5- 用户侧循环泵

桩基螺旋埋管地源热泵空调系统与钻孔埋管地源热泵空调系统相似，也主要由三部分组成：桩基螺旋埋管地热换热器、热泵机组内部的制冷与制热系统、向建筑物内的输送和末端系统。桩基螺旋埋管地热换热器实现管内循环液（纯水或以水为主要成分的防冻液）与土壤（固体）之间的热交换，各个桩基螺旋埋管可以串联也可以并联。

2.2 桩基螺旋埋管换热器的传热模型

对桩基螺旋埋管地热换热器进行传热机理分析，建立桩基螺旋埋管地热换热器的准确的传热模型及优化设计方法是提高桩基埋管地热换热器的换热效率，确保系统运行可靠性的有效途径，也是推广应用能量桩技术的关键。

目前，应用较多的是有限长螺旋线热源模型。有限长螺旋线热源模型的温度响应：

$$\begin{aligned} \theta_{s,f} &= \frac{q_l b}{2\pi\lambda c} \int_0^{\tau} d\tau' \left[\int_{2\pi\tau'/b}^{2\pi\tau'/b+2\pi} G(z' = b\varphi'/2\pi) d\varphi' - \int_{2\pi\tau'/b}^{2\pi\tau'/b} G(z' = -b\varphi'/2\pi) d\varphi' \right] \\ &= \frac{q_l b}{16\pi\lambda c} \int_0^{\tau} \frac{d\tau'}{[\pi a(\tau - \tau')]^{3/2}} \cdot \exp\left[-\frac{r^2 + r_0^2}{4a(\tau - \tau')}\right] \cdot \\ &\quad \int_{2\pi\tau'/b}^{2\pi\tau'/b+2\pi} \exp\left[\frac{2r r_0 \cos(\varphi - \varphi')}{4a(\tau - \tau')}\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z - b\varphi'/2\pi)^2}{4a(\tau - \tau')}\right] - \exp\left[-\frac{(z + b\varphi'/2\pi)^2}{4a(\tau - \tau')}\right] \right\} d\varphi' \\ \Theta_{s,f} &= \frac{B}{8\pi^2} \int_{2\pi\tau'/b}^{2\pi\tau'/b+2\pi} \left[\frac{1}{RR_1} \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{RR_1}{2\sqrt{Fo}}\right) - \frac{1}{RR_2} \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{RR_2}{2\sqrt{Fo}}\right) \right] d\varphi' \end{aligned} \quad (2-1)$$

3、桩基螺旋埋管换热器的工程设计计算

采用螺旋线热源模型作为能量桩的工程设计和传热分析的传热模型，改变了桩基螺旋埋管换热器的经验估算历史，为能量桩的推广应用提供可靠的技术保障。

3.1 工程概况

本项目是青岛瑞源珠江路项目中的会所项目，本工程位于唐岛湾内。会所项目建筑面积 3300 m²，可利用的灌注桩总共约 707 个。本项目总占地面积与建筑面积情况。

表 3.1 项目占地面积与建筑面积情况

	办公商务区 (m ²)	住宅区 (m ²)	地下建筑 面积 (m ²)	总计 (m ²)
占地面积	50429	52296	-----	102725
建筑面积	144720	187750	141185	473655

根据设计院给予的初步信息，桩基深度约为 10~15m，但是较多的桩基长度为 10m，在计算过程中暂按桩基长度为 10m 计算。桩基直径约为 1000 mm。本项目中所用桩基础全部为钻孔灌注桩，钻孔灌注桩的钢筋笼内部会有钢筋箍筋，箍筋间隔一般

为 200mm~250mm。桩基的埋设是在地平面下 1m 开始。在车库底下桩基间距约为 8m×8m，在主体建筑下桩基间距约为 5×5m。

本项目中能量桩中的螺旋埋管选用 DN25 的 PE 管，施工时，一般用铁丝将螺旋管牢固地固定在钢筋笼内侧，绑扎时尽量用铁丝绑扎在钢筋笼的箍筋处，这样可防止绑扎点的移动或下滑，固定效果较好。桩基螺旋埋管地热换热器的施工工艺可以参考文献。



图 3.1 捆扎完螺旋管的能量桩的钢筋笼



图 3.2 灌注完成的能量桩

3.2 项目负荷的计算

首先采用 DEST-C 负荷模拟计算软件来计算本项目的逐时动态负荷，根据甲方提供的资料及青岛地区的气象参数，计算得到的动态负荷分布图 3.3 所示。

经统计，本项目每个月的累积负荷整理如图 3.4 所示。

3.3 变负荷工况下的管壁温度响应

因为能量桩的间距较钻孔埋管换热器的大，各个能量桩之间的相互影响很小。简化假定各个能量桩之间没有相互影响。地源热泵系统可以满足建筑物在冬季的供热和夏季的供冷需求，所以能量桩的地热换热器的负荷可以是吸热的也可以是放热的。不论是吸热还是放热，其传热过程的数学模型是一样的。在下面的讨论中，定义热负荷 q_l 是对岩土放热，岩土的温度升为正值，即夏季负荷折算成桩基螺旋埋管换热器承担的负荷为正值；如果是从岩土

中吸热, 岩土的温度升也为负值, 即冬季负荷折算成桩基螺旋埋管换热器承担的负荷为负值。

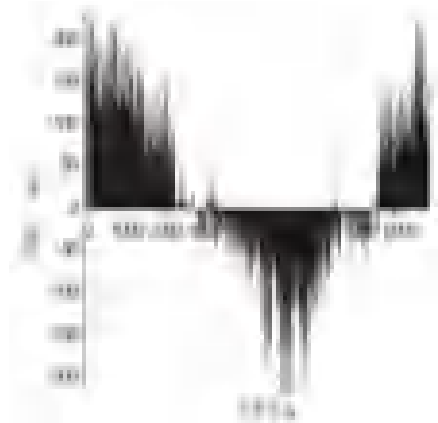


图 3.3 逐时动态负荷图

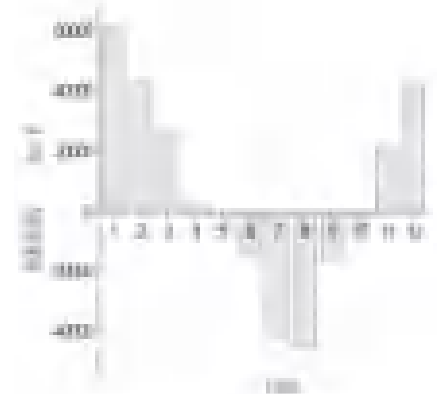


图 3.4 累积负荷统计图

图 3.5 中各月累积负荷单位 kwh, 而计算的单位长度桩传热量的单位是 w/m, 所以要求单位长度桩的平均负荷, 即 $q_l = Q/30/24 \times 1000/\text{length}$; 但是这样平均下来, 会抵消了每个月内的峰值负荷的效应, 所以应在计算出孔壁平均温度值后再叠加一个由峰值负荷引起的管壁温度响应。

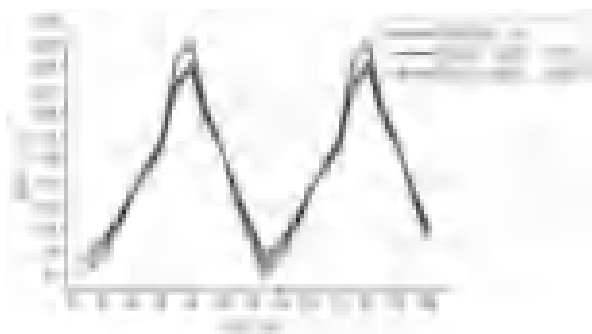


图 3.5 温度曲线图

4、结论

设定好桩基和岩土的各项参数, 用代表性点来模拟计算能量桩中螺旋埋管的管壁温度和管内流体温度变化。在模拟计算中, 假定各个能量桩之间没有相互影响。能量桩承担的热负荷是随时间变化的, 任何一个随时间变化的热负荷都可以看作是许多个“阶跃”热负荷迭加的总和。有限长螺旋线热源的解就是关于这样一个阶跃热负荷在半无限大介质中产生的温度响应。本文中, 计算出了单根能量桩在变负荷工况下的管壁温度及管内循环液的进出口温度。

参考文献

- [1] Hamada Y, Saitoh H, Nakamura M, Kubota H, Ochifuji K. Field performance of an energy pile system for space heating [J]. Energy and Buildings, 39 (2007): 517—524.
- [2] 李新国, 薛玉伟, 赵军, 汪红军. 三种地下埋管换热器的实验研究与经济性分析 [A]. 全国机械工业动力科技信息网 2004 年年会暨中国动力工程学会热力专业委员会 2004 年学术交流会论文集 [C], 2004
- [3] Jun Gao, Xu Zhang, et al. Numerical and experimental assessment of thermal performance of vertical energy piles: An application [J]. Applied Energy 85 (2008): 901—910.
- [4] 李新国, 陈志豪, 赵军. 桩埋管与井埋管实验与数值模拟 [J]. 天津大学学报, 2005, 38 (8): 679—683
- [5] 石磊. 桩基螺旋管地热换热器导热模型分析与实验研究 [D]. 济南: 山东建筑大学, 硕士学位论文. 2010.
- [6] Y. Man, H. Yang, N. Diao, P. Cji, Z. Fang. Development of spiral heat source model for novel pile ground heat exchanger. HVAC R Res. 2011, 17 (6): 1075-88.
- [7] 李新, 方亮, 赵强, 方肇洪. 螺旋埋管地热换热器的线圈热源模型及其解析解 [J]. 热能动力工程. 2011(4):
- [8] Wenke Zhang, Hongxing Yang, Lin Lu et al. Study on spiral source models revealing groundwater transfusion effects on pile foundation ground heat exchangers, International Journal of Heat and Mass Transfer. 84(2015) 119-129.

华北农村住宅气密性测试及节能改造分析

河南理工大学 高炜 刘靖 郭旭 刘琳

中国建筑科学研究院有限公司 曲凯阳 刘月莉 袁涛 王立峰 李春龙

摘要：对华北地区农村典型建筑围护结构整体气密性能进行现场实测，结果表明当地农村既有住宅气密性极差，换气次数可达 13.8 h^{-1} 。提出了节能改造措施，利用能耗模拟软件 DeST 对改造前后能耗情况进行模拟，平均节能率可达到 74%。

关键词：气密性 能耗模拟 DeST-h 节能改造 农村住宅

引言

建筑气密性指建筑围护结构抵抗空气从建筑围护结构自然缝隙渗入 / 渗出的能力，通常以特定压差下通过建筑围护结构自然缝隙的空气量表示^[1]。在风压和热压的作用下，气密性是保证建筑围护结构保温性能稳定的重要控制性指标，建筑整体气密性能直接关系到围护结构冷风渗透热损失，气密性能等级越高，热损失越小。大量研究表明，该空气渗透对建筑围护结构的保温性能、空气污染物的传播、室内空气品质、建筑能耗等，都有不同程度的影响。在寒冷、严寒地区，由于室内外温差大，室内空气在渗透过程中会发生水蒸气凝结，改变建筑多孔材料的物性，使其保温性能随含水量的增加或结冰而下降^[2]。其中，空气渗透引起的热损失占建筑热负荷的 25%~50%^[3]。提高建筑气密性能够减少热量散失，降低采暖能耗，对于建筑节能具有重要意义^[4]。

中国作为一个传统的农业大国，虽然城镇化进程不断推进，但是按照当前的城镇化速率，在未来 30 年内，中国都将一直拥有全世界最为庞大的农村人口^[5]。据国家统计局统计，我国目前农村住宅建筑面积 235 亿 m^2 ，约占全国建筑面积的 42.3%^[6]。在如此巨大的人口数量和建筑面积状况下，应该对农村住宅建筑投入更多关注和研究。农村住宅绝大多数采用自筹自建的个人方式，建房时大多沿袭传统的粗放型模式，主要以分散式的单体住宅为主，缺乏整体规划和建造标准^[7]。经调查发现，华北地区农村住宅大部分在施工过程中均未采用保温措施，

热损失较大，冬季居民大都采用燃煤取暖，造成了大量的能源浪费和严重的大气污染，居民的生活舒适度也比较差。因此，对农村既有住宅的节能改造势在必行。

国外对居住建筑的气密性作了广泛的测试调研，而我国对居住建筑的气密性测试较少^[8]。尤其是对寒冷、严寒地区的居住建筑^[9]。对农村住宅进行节能改造，学者已经进行了相关研究。朱晓菲等^[10]对寒冷地区的住宅建筑进行研究，指出各围护结构在整个建筑能耗中所占比例，墙体和门窗是影响外围护结构的主要因素，围护结构的节能设计能减少 23% 的能耗。周景石^[11]分析了吉林平原地区农村既有住宅中不合理的构造措施，并且运用 Energy Plus 软件计算出对建筑围护结构改造后的节能效果。张孝鼎等^[12]以南京为例，利用 DeST 软件模拟分析气密性对建筑能耗的影响，指出采暖季、空调季以及过渡季的累计负荷都随着气密性的增加而逐渐降低。大多数对农村住宅节能改造的研究是采取调查取样及数值分析的模式，结合气密性测试和能耗模拟的研究较少，无法准确说明建筑气密性对能耗的影响。Jokisalo^[13]等人综合分析了芬兰 170 栋独立式住宅的气密性测试数据，得出其平均换气次数为 3.7 次 /h，并建立住宅的能耗计算模型，探讨空气渗透对能耗的影响。

本文采用气压法（鼓风门法），于 2017 年对北京市农村 6 栋典型住宅进行气密性测试，根据检测结果，得出房屋在常压下的换气次数。然后提出了节能改造措施，利用 DeST 模拟软件对房屋改造前

表 1 被测建筑简介

编号	建筑年代	朝向	外墙	外窗	吊顶	净体积 / m^3
1	明末清初	坐南朝北	毛石墙	宣纸、玻璃	有	74.2
2	70 年代	坐东朝西	砖墙	单层玻璃	有	51.9
3	70 年代	坐北朝南	砖墙	单层玻璃	有	71.2
4	2017 年	坐北朝南	砖墙	单层玻璃	无	91.9
5	明末清初	坐北朝南	毛石墙	单层玻璃	无	93.4
6	清末	坐南朝北	砖墙	宣纸	无	111.8

后能耗情况进行了模拟。

1 被测建筑简介

被测建筑共6栋，均位于北京市西部某山村，全村沿一条西北东南向的沟谷分布，地势为西南高东北低，平均海拔500-800米，冬季寒冷，夏季凉爽。被测建筑信息如表1。

根据现场调研情况看，这些农村既有住宅主要存在如下几个问题：

- 1) 外墙、屋顶和地面无保温措施，热损失严重。
- 2) 外窗、外门和屋顶气密性不好，冷风渗透严重。
- 3) 采暖效率低，能耗大，室内舒适性差。
- 4) 室内、外环境污染严重。

图1是编号为1的建筑外观示意图，其余建筑与该建筑类似。该建筑的建筑面积32.16 m²，建筑体积119m³。房屋呈矩形布局，内里分为三间。一层木结构，三角坡形屋顶，倾斜角度为23°；南面窗墙比为0.42；外窗采用玻璃或宣纸。



图1 1号建筑外观示意图

2 气密性测试与计算方法

2.1 测试方法

国内尚没有明确的建筑气密性标准^[8]，大多数气密性测试还是沿用国外标准。本文主要依据国际标准ISO 9972-2015。检测使用的是美国TEC(The Energy Conservatory)公司的DG700建筑物气密性测试系统，对建筑物外围护结构的气密性能进行测试。原理主要是将鼓风机安装在密封门上，通过鼓风机对建筑进行加压和减压使房屋内外形成压力差，进而造成室内外空气渗漏。通过测量不同压差下从围护结构渗透的风量，从而得出整个房屋围护结构的气密性，取其平均值，可减小误差。测试仪器及精度详见表2。

表2 测试仪器及精度

仪器名称	测试范围	准确度
温度记录仪	-20~+80℃	±0.3℃
风速仪	0.05~+30 m/s	±5% 测量值
空盒气压表	800~1064hPa	2.0hPa
DG-700 鼓风机	-1250Pa~+1250Pa	±1%
	18.7m ³ /h~10370m ³ /h	±3%~4%

注：以上检测仪表均在计量检定有效期内。

测试前，紧闭窗户，封堵围护结构中各个洞口，正确安装设备。测试系统连接及现场安装见图2。



(a) 测试系统连接图



(b) 测试系统现场安装

图2

2.2 计算方法

国际标准ISO9972-2015是以50Pa下建筑的漏气量作为气密性测试结果。依据ISO9972-2015《建筑物的热性能-建筑物透气性的测定-风机增压方法》给出建筑围护结构气密性检测计算公式。

$$Q = C \cdot \Delta P^n \quad (1)$$

式中：Q为通过风扇/围护结构的空气流量，C为空气渗透系数，m³/(h·Paⁿ)m³/h；流量系数n=0.5~1，与建筑围护结构本身气密性有关；ΔP为围护结构内外压差，Pa。

对式(1)两侧取对数，得

$$\lg Q = n \lg \Delta P + \lg C \quad (2)$$

对于某一确定的测试，C与n为常数，可利用最小二乘法对建筑气密性测试结果进行线性回归得

到。

$$\Delta P = 1/2 \rho v^2 \quad (3)$$

式中： ρ 为空气密度， v 为风速，由现场测得。由于建筑物存在迎风面、背风面，常压下室内外压差 $\Delta P_{\text{常}}$ 取 $0.5\Delta P=2.7\text{Pa}$ 。

压强为 50Pa 时和常压的风量比值：

$$\frac{Q_{50}}{Q_{\text{常}}} = \frac{E_{50} \Delta P_{50}}{E_{\text{常}} \Delta P_{\text{常}}} = \left(\frac{\Delta P_{50}}{\Delta P_{\text{常}}} \right)^n = \left(\frac{50}{2.7} \right)^n = 18.5^n \quad (4)$$

3 测试结果

1 号建筑建筑气密性测试结果见图 3、图 4，可以看出在两种测试模式下的漏风量的对数值对压差的对数值有较好的线性一致性。反映了本文采用的气密性检测方法准确可靠，测试结果合理，能较好地说明建筑围护结构气密性能。

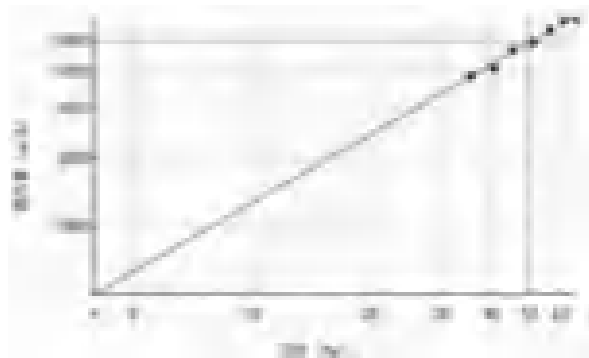


图 3 正压模式压差 - 漏气量曲线

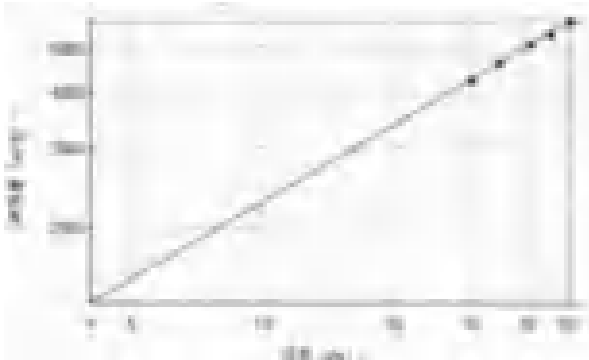


图 4 负压模式压差 - 漏气量曲线

通过测试可以得到建筑围护结构在设定压差下的漏风量，根据 2.2 中的计算方法，对测试结果进行线性拟合，得到建筑渗透曲线。根据建筑渗透曲线即可通过计算得到常压下建筑物的漏风。其他建筑的测试结果及处理方法与 1 号建筑类似，结果详见表 3。

由表 3 可以看出，对比我国标准给出的严寒或寒冷地区换气次数为 0.5h^{-1} ^[14]，被测房屋围护结构气密性测试结果全部较差，主要原因在于木质房屋围护结构中各种缝隙较多，密封性能差。尤其是门窗部分，冷风渗透严重。从建造时间来看，新建房屋的气密性要大大优于建造时间更早的房屋；从墙体构造形式来看，墙体使用黏土砖的房屋气密性要优于使用毛石墙的房屋。主要原因在于建筑构件材料随着时间而老化，形成大量微小缝隙，造成冷风渗透。而毛石墙因毛石表面粗糙不平，砌墙时容易留下孔洞，导致气密性下降。

4 节能改造措施及效果预测

4.1 节能改造措施

1) 根据现场调研情况，针对建筑围护结构中的外墙、外窗和屋顶做出如下改造：

2) 外墙内表面加装 100mm 聚苯板，提高热阻至 $2.5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

3) 无吊顶的住宅在其屋顶内表面喷涂 55mm 厚的 PU（发泡聚氨酯），有吊顶的在其吊顶上表面铺一层 110mm 厚袋装聚苯颗粒，提高其热阻至 $2.5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

把 6mm 单层玻璃换成普通中空玻璃，木质窗框换成玻璃钢窗框，降低其传热系数由 5.7 至 $2.5\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 。

4.2 1 号建筑节能改造效果模拟分析

采用 DeST-h 软件对 1 号建筑进行模拟和能耗分析，计算中地点设置为北京市，东经 116° ，北纬 40° 。在模拟计算时，建筑的外部环境参数采用 DeST-h 自带的气象参数，作息按农村居民作息设定。根据现场调研，得出具体围护结构参数，用软件自带数据库模拟。1 号建筑围护结构参数详见表 4。

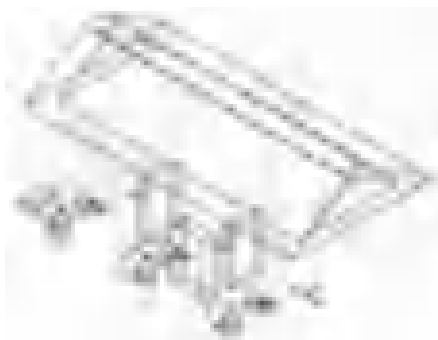


图 5 模拟住宅模型

表 3 换气次数测试结果

编号	室内外压差	室内 / 室外温度 / °C	室外风速 / (m/s)	相关系数	流量系数 n	漏气量 m³/h	50pa 下换气次数 /h ⁻¹	常压下换气次数 /h ⁻¹
1	-50	23/21	0.5	0.999	0.58	5735	77.3	14.24
	50			0.991	0.61	5901	79.5	13.41
2	-50	23/21	0.5	0.948	0.33	1944	37.5	14.37
	50			0.998	0.56	1767	34.0	6.60
3	-50	26/25	0.03	0.999	0.56	1556	21.9	4.28
	50			0.944	0.93	1611	22.6	1.50
4	-50	10.7/8.5	0.2	0.999	0.55	1941	21.1	4.24
	50			0.998	0.55	1924	20.9	4.20
5	-50	13.5/10.5	0.6	0.999	0.54	7104	76.1	15.76
	50			0.992	0.55	5397	58.8	11.81
6	-50	16.8/13.9	0.13	0.998	0.54	1758	15.7	3.25
	50			0.998	0.52	1869	16.7	3.66

表 4 1 号建筑改造前后建筑围护结构参数

围护结构	围护结构		传热系数 [W/(m² · K)]	
	改造前	改造后	改造前	改造后
外墙	10mm 混合砂浆 +370mm 毛石砌体 +10mm 混合砂浆	内 +100mm 聚苯板	2.066	0.4
屋面	20mm 红松木 +10mm 黏土瓦	吊顶上铺 110mm 聚苯颗粒	3.674	
外窗	木质窗框 +6mm 单层普通玻璃 / 宣纸	中空玻璃 + 玻璃钢窗框	5.7	
地面	60mm 红砖平铺 +20mm 1 : 3 水泥砂浆	-	-	-
外门	单层实体木质	-	4.5	-

由于被测建筑类型相似，区别在于外墙规格不同，故选取墙体不同的 1 号、4 号和 6 号建筑作为能耗模拟典型建筑。假设改造后建筑换气次数为 2 h⁻¹ 作为对比。模拟建筑模型如图 5 所示。

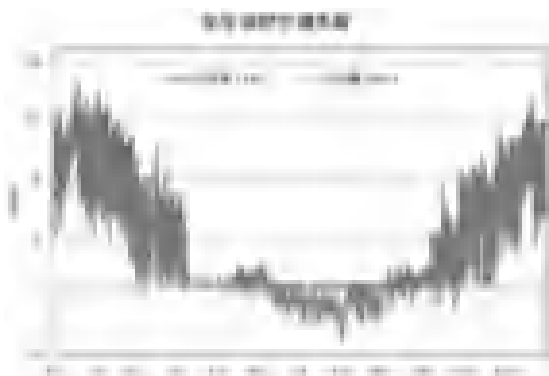


图 6 1 号建筑改造前全年负荷



图 7 1 号建筑改造后全年负荷

4.3 模拟结果

利用 DeST 对上述模型进行全年能耗模拟分析，1 号建筑改造前后全年空调负荷结果如图 6、图 7。

三栋建筑节能改造前后能耗模拟结果详见表 5，可以看出，随着围护结构气密性能提高，供暖能耗明显降低，节能改造效果显著。

表 5 能耗模拟结果

编号	换气次数 /h ⁻¹		采暖能耗 /kWh		节能率 /%
	改造前	改造后	改造前	改造后	
1	14	2	28681	3722	87
4	4.2		12504	3709	70
6	3.5		10542	3711	65

5 分析与讨论

由图 6 可以看出，冬季供暖负荷峰值远远高于夏季制冷负荷峰值，主要原因在于建筑气密性能差，冬季在室内“热压”作用下，冷风渗透严重，导致供暖负荷显著增大。被测住宅位于山区，夏季气候凉爽，对空调制冷需求不大。气密性差，是造成能耗大、不舒适的主要因素。尤其是在寒冷地区的冬季，由于室内外温差较大，冷风渗入会带来极大不适。

对比图 6 与图 7 可以看出，节能改造主要措施之一是提高气密性，提高建筑气密性能够减少热量散失，降低采暖能耗，对于建筑节能具有重要意义。可以作为北京农村既有住宅建筑主要节能改造措施，华北地区其他农村建筑也可参考。

根据表 5 中的模拟计算结果可以看出，换气次数从 14 次 h⁻¹ 减小到 2 次 h⁻¹ 时，采暖能耗可减少 87%。三栋典型住宅的采暖能耗平均可减少 74%，

对于北方住宅,节能潜力巨大。

6 结论

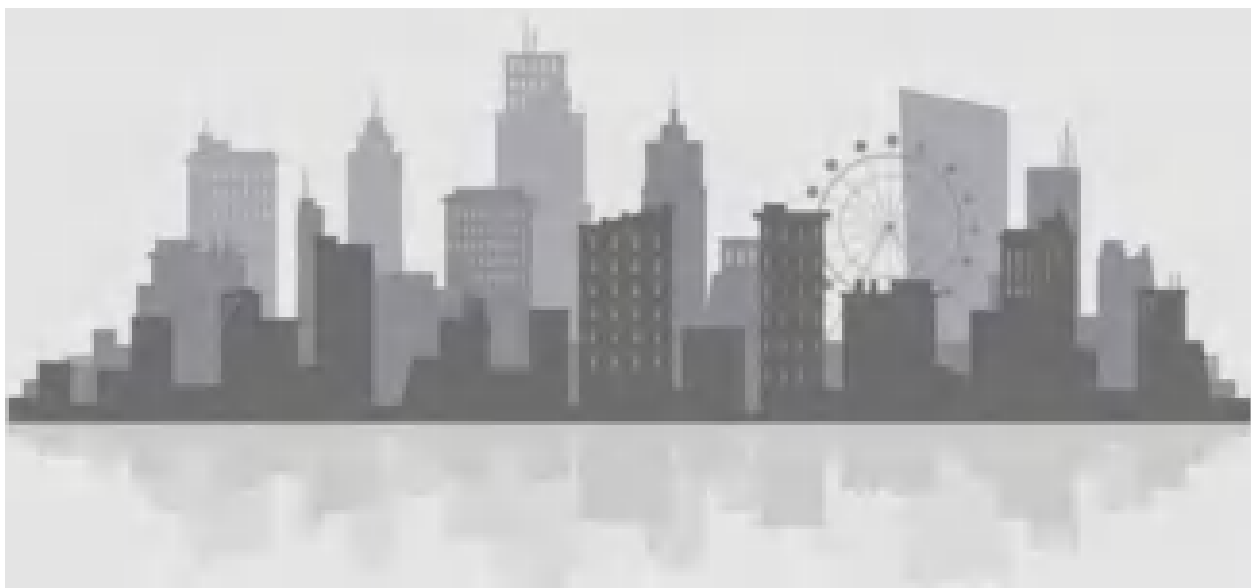
(1) 北方农村既有住宅气密性极差,换气次数可达 13.8 h^{-1} 。气密性差,是造成能耗大、不舒适的主要因素。节能改造主要措施之一是提高气密性,提高建筑气密性能够减少热量散失,降低采暖能耗,对于建筑节能具有重要意义。

(2) 冬季采暖能耗分别为 28681 kWh、12504 kWh、10542 kWh,冬季平均采暖能耗为 17242 kWh。根据模拟计算结果,三个建筑的冬季节能率分别达到 87%、70%、65%,平均节能率为 74%。

(3) 结果证明通过改造,建筑的气密性和保温性能大大提高,室内环境舒适性得到极大改善的同时,能耗也得到降低。

参考文献

- [1] 季勇明,端木琳,王宏彬,王飞帆,等.大连新建居住建筑气密性实测[J].暖通空调 2015, 45 (1),13-18.
- [2] Kong Fanghong, Wang Huaizhu, Zhang Qunli. Heat and mass coupled transfer combined with freezing process in building exterior envelope [J]. Applied Mechanics and Materials, 2011,71 (4) : 3385-3388
- [3] Younes C, Shdid C A, Bitsuamlak G. Air infiltration through building envelopes : A review [J]. Journal of Building Physics, 2012, 35 (3) : 267-302
- [4] 刘正权,刘海波,董人文,等.建筑外门窗气密性及空气渗透热损失对实际保温效果的影响 [J]. 门窗, 2009, (5): 25-28.
- [5] 江亿.住宅节能 [M]. 北京:中国建筑工程工业出版社, 2016
- [6] 中国国家统计局.中国统计年鉴 2016 [M]. 北京:中国统计出版社, 2016
- [7] 清华大学建筑节能研究中心.中国建筑节能年度发展研究报告 2012 [M]. 北京:中国建筑工程工业出版社, 2012.
- [8] 丰晓航,燕达,彭琛,等.建筑气密性对住宅能耗影响的分析 [J]. 暖通空调, 2014, 44 (2) : 5-14
- [9] Shuqin Chen; Levine, M.D.; Haiying Li; et al. Measured airtightness performance of residential buildings in North China and its influence on district space heating energy use [J]. Energy and Buildings, 2012, 51 (8): 157-164
- [10] 朱晓菲.寒冷微热地区住宅建筑围护构件的生态节能设计 [J]. 湘潭大学自然科学学报, 2013, 35 (4) : 48-50.
- [11] 周景石.吉林平原地区农村适宜性住宅模式研究 [D]. 西安:西安建筑科技大学, 2008
- [12] 张孝鼎,贡太瑞,郭清,刘以龙,等.气密性对住宅能耗影响的研究 [J]. 建筑节能, 2016, (4): 61-64.
- [13] Jokisalo J, Kurnitshi J, Korpi M, et al. Building leakage, infiltration, and energy performance analyses for Finnish detached houses [J]. Building and Environment, 2009, 44 (2) : 377-387
- [14] 中国建筑科学研究院. JGJ 26—2010 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准 [S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010



豫西地区靠崖窑炕冬季热性能实测研究

郑州大学土木工程学院 朱佳音 邢超杰 聂平

摘 要：靠崖窑洞作为豫西地区具有代表性的传统民居之一，在当地的生活和文化中占据着重要的地位。本文以豫西靠崖窑洞和窑炕为研究对象，采用现场调研及实测的研究方法对靠崖窑炕的热性能及其对室内热湿环境的影响进行定量分析。研究结果表明炕面温度受烟气流动方向影响，炕面温度沿烟道流动方向递减；同时，在室外温度低至 -7.3°C 的情况下，自然运行状态下的 西侧靠崖窑室温能够稳定在 8°C 左右。最后，选取带有窑炕的靠崖窑与无任何供暖、自然运行条件下的靠崖窑对比，结果表明，燃烧火炕的靠崖窑相比自然运行条件下的靠崖窑最高可提高室内温度 7.6°C ，本文的研究可为提高窑炕的舒适度提供理论支撑。

关键词：生土靠崖窑 窑炕 炕面温度 热性能

0 引言

窑洞是因地制宜的建筑产物，在我国有着悠久的历史，可以追溯到四千多年前。窑洞分为靠崖式窑洞，下沉式窑洞、独立式等形式，其中靠崖窑应用较多。依山就势，背崖面沟，凿土为崖，靠崖挖窑，窑前围院，院内盖房，窑上为场，房、窑结合，形成规模或大或小的窑洞院落是靠崖窑的基本形式。靠崖窑具有因地制宜、施工简便^[1]、冬暖夏凉、节能节地、不污染环境等优点，在中国大地上有着旺盛的生命力^[2]。在我国北方农村，炕是冬季主要的采暖方式之一，根据搭建方式的不同，炕主要分为吊炕和落地炕两种。

国内一些学者对炕进行了研究。高翔翔等学者以带炕的陕南山地民居为研究对象，通过定量分析，肯定了炕对室内热环境的贡献^[3]。庄智等学者以吊炕为研究对象，通过数值模拟研究吊炕采暖系统热性能，对吊炕的优化设计提供了理论指导^[4]。李安桂等以中国西北农村地区的炕为研究对象，采用定量分析的方法，针对目前国内的炕供暖系统的设计

和优化问题，提出了一种改进的炕布局模型^[5]。少数学者以豫西地区下沉式生土窑居为研究对象，通过地上砖混建筑和火炕窑以及自然运行窑洞进行热环境对比的方法，得到一系列定量结论^[6]。

目前关于炕的研究多集中于吊炕或床式炕，对窑炕的研究相对缺乏。窑炕作为生土民居中重要的采暖方式之一，研究窑炕自身的热性能以及对室内热环境的影响，对于提高窑炕的热舒适度及窑洞的再生设计具有重要意义。

1 荥阳地区的气候特征

荥阳地区属于温带大陆性季风气候，特点为夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥，属于寒冷地区。一月份最冷，平均气温为 1.5°C ，极端最低气温为 -9.1°C ；七月份最热，平均气温为 27°C ，极端最高气温为 36.3°C ；年平均气温为 14.6°C ^[7]。

依据中国典型气象年数据，荥阳市冬季最冷月干球温度如图 1 所示，日平均温度在 $-3.4 \sim 9.5^{\circ}\text{C}$ 之间，日最低温度在 $-9.1 \sim 5.1^{\circ}\text{C}$ 之间，冬季室外空气



图 1- 荥阳市日干球温度统计图^[7]

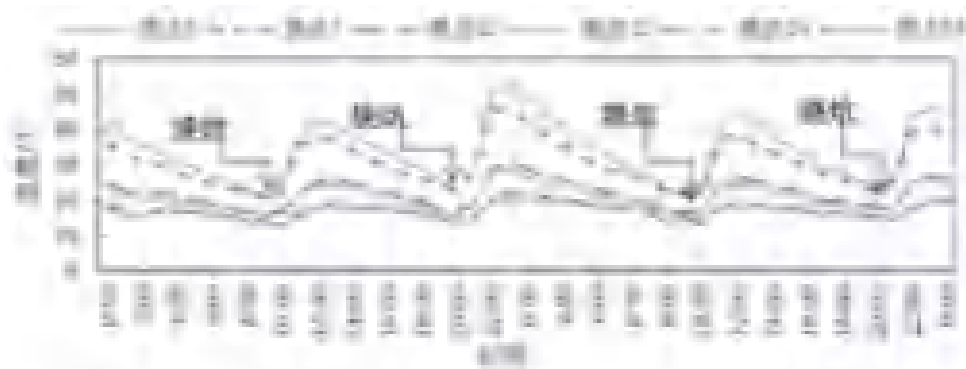


图4 炕表面温度变化曲线

温度较低，日夜温差较大。

2 窑洞建筑信息和窑炕信息

本文选择荥阳市方顶村的靠崖窑炕作为研究对象。东侧靠崖窑尺寸为 $9.2\text{m} \times 2.8\text{m} \times 3.8\text{m}$ ，其内设置窑炕，窑炕尺寸为 $2.0\text{m} \times 1.4\text{m}$ 。西侧窑洞的建筑基本信息、朝向及围护结构构造和东窑洞相同，未设置窑炕。靠崖窑形式如图2(a)所示，窑炕的形式如图2(b)所示。



图2(a) 靠崖窑

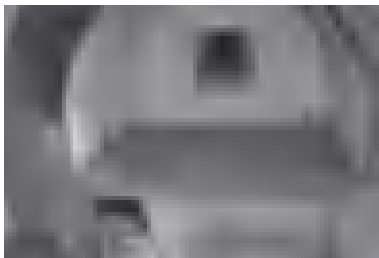


图2(b) 窑炕

3 测试方案

炕面温度分布测试时间为2018年1月24日0:00~1月30日24:00，每天烧炕两次，烧炕时间为上午9:00~10:00，晚上8:00~9:00，燃料选用松木。测试参数包括东西窑洞、室外空气温

度和炕面温度，同时采用 FLIR T 系列红外热像仪对炕面温度进行直观测试。除炕外的建筑，均采用天建华仪空气温湿度计自动测试记录，测点全部布置于房间中心 1.7m 高，炕面温度采用多通道温度热流测试系统自动测试记录，测试间隔设置为 10min。

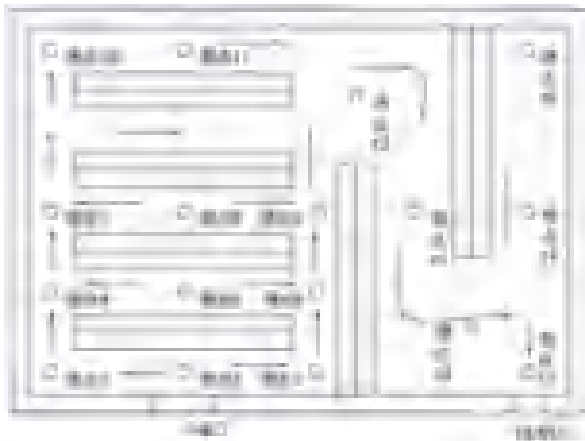


图3 炕面测点分布及烟气流动方向

4 窑炕热性能及其对室内热湿环境的影响分析

4.1 窑炕热性能分析

图4为1月26日~1月27日48h内炕表面温度变化曲线。

由图4可知，炕面温度在 $12.6 \sim 53.1^{\circ}\text{C}$ 之间波动，炕面平均温度为 24.4°C ，完全满足休息的需要；在烧炕结束 2h~3h 后，炕面温度达到峰值；炕中，炕尾温度变化趋势同炕头一致，但在时间上滞后 1h 左右；结合图3可知，炕表面温度沿烟气流动方向逐渐降低。

相比曲线图，红外线热像仪能够将炕面温度分布以图片的形式更加直观地表现出来，故本实验加

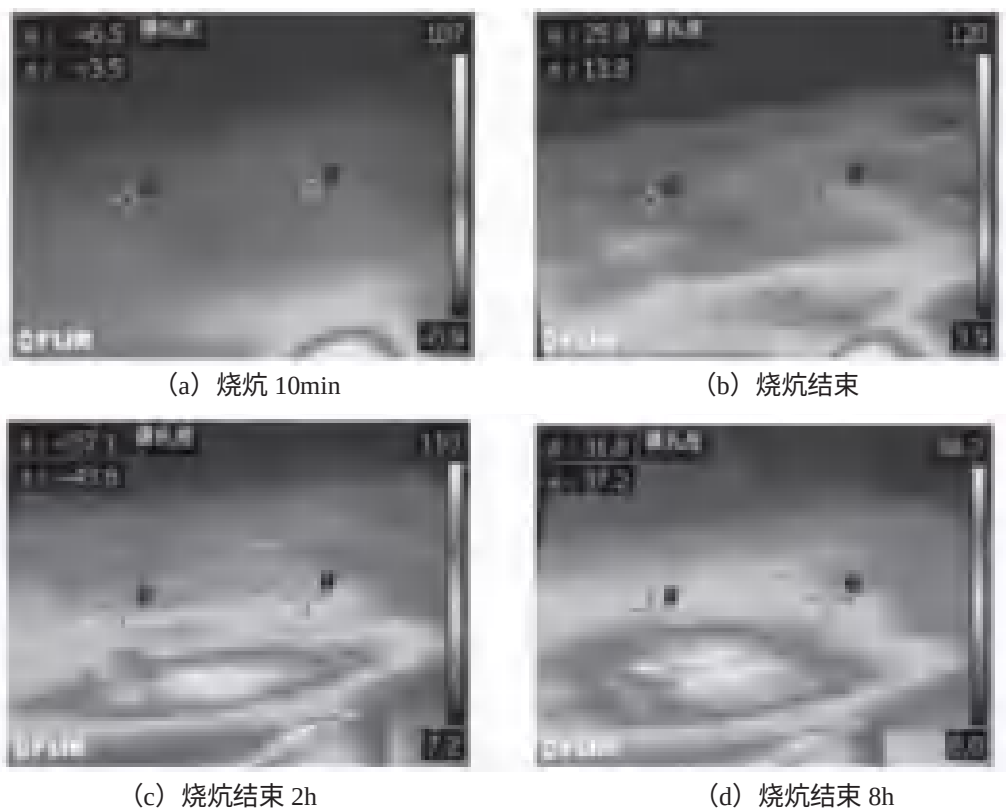


图5 窑炕红外温度变化图

入了红外线热像仪的使用,并选取了烧炕早期、烧炕结束、烧炕结束2h以及烧炕结束8h的温度分布图进行分析,如图5所示。

由图5可知,在烧炕初期,炕面温度均匀,基本维持在 5°C 左右;在烧炕结束时,炕面最高温度达到 50°C ,炕表面超过80%的面积在 $13.8\sim 25.9^{\circ}\text{C}$ 之间变化;在烧炕结束2h后,炕表面温度最高达到 100°C ,超过40%的炕表面温度在 $43.8\sim 57.1^{\circ}\text{C}$ 之间变化;在烧炕结束8h后,炕面温度最高达到 58°C ,炕面温度分布更加均匀,超过60%的炕表面温度在 $31.7\sim 58^{\circ}\text{C}$ 之间变化。

由图5可以看出,在烧炕结束时炕板整体温度未达到最大值,而是在烧炕结束后继续上升,烧炕结束后的2h,炕面的温度整体升高。在烧炕结束8h后,炕面整体温度保持在 30°C 左右,高于烧炕结束时的温度,低于烧炕结束2h的温度。整体呈现升温慢且降温慢的趋势。究其原因,炕体主要是由土坯构成,土坯具有蓄热系数大、热阻大、热惰性大的特点,使得炕面能长时间保持较高的温度为室内供暖。

4.2 窑炕对室内热湿环境的影响分析

窑炕对室内温度的影响

2017年1月26日~1月28日东、西窑洞以及室外的空气温度变化曲线如图6所示。

由图6知,室外空气温度在 $-7.3\sim 2.8^{\circ}\text{C}$ 之间变化,西窑洞空气温度在 $6.6\sim 8.4^{\circ}\text{C}$ 之间变化,东窑洞空气温度在 $8\sim 15.6^{\circ}\text{C}$ 之间变化。当室外空气温度低至 -7.3°C 时,西窑洞空气温度稳定在 8°C ,室内温度高于室外 15.3°C ,可见窑洞具有“冬暖”的效果。当西窑洞空气温度在 8°C 时,东窑洞最高温度达到 15.6°C ,带炕窑洞高于自然运行状态下的窑洞 7.6°C ,说明窑炕对于提高窑洞温度很大作用。

从图6可知,东窑洞空气温度的高温主要集中在9:00~10:00和20:00~21:00,主要是因为烧炕开始时间是上午9:00和晚上8:00,高温集中的时间段和烧炕时间一致。窑洞内空气温度在烧炕结束以后下降趋势比较平缓,是因为靠崖窑上部覆土厚度较大,厚实的黄土具有热质量大、热惰性大的特性。西窑洞温度整体稳定在 8°C 左右,和西窑洞在实验期间门窗处于关闭状态,温度受室外空气温度影响很小一致。

窑炕对室内相对湿度的影响

2017年1月26日~1月28日东、西窑洞以及室外的空气温度变化曲线如图7所示。

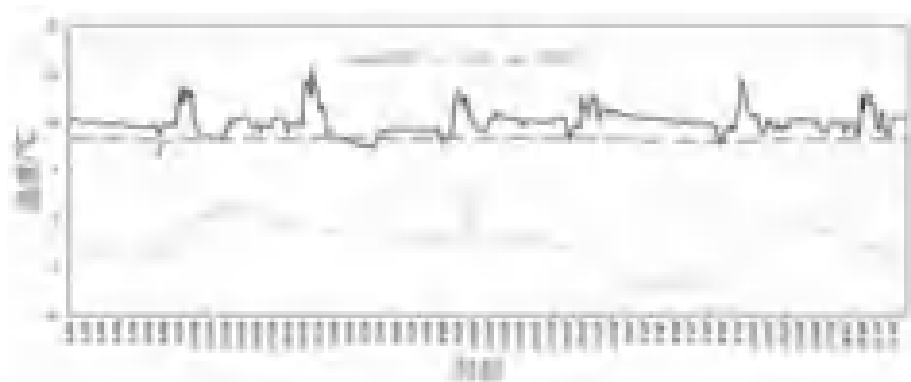


图6 东西窑洞和室外空气温度变化



图7 东西窑洞和室外空气相对湿度变化

从图7可以看出室外空气相对湿度波动较大,在33.4~83.6%之间波动,东窑洞相对湿度在45.3%~66.2%之间波动,西窑洞相对湿度在50.2%~60.3%之间波动。开始烧炕20min后,东窑洞室内空气的相对湿度开始降低,空气相对湿度最低降到45.3%,降低幅度达到20.9%。东窑洞内空气平均相对湿度降低到60%以下,处于室内舒适相对湿度范围内,可见窑炕对于提高室内舒适度起到积极作用。

5 结论

通过对豫西地区靠崖窑炕的现场实测本文得到了一系列定量结论,如下所示。

1) 炕面温度沿烟气流动方向递减;炕中,炕尾温度变化趋势同炕头一致,但在时间上滞后1h左右;炕面平均温度达到24.4℃,完全满足夜间休息的温度需要。

2) 窑炕作为供暖工具对于冬季采暖和除湿具有重要意义。带炕窑洞空气温度可高于自然运行状态

下的窑洞7.6℃,可见窑炕对于提升室内温度具有显著作用。窑炕的使用,使得室内空气相对湿度降幅达到20.9%,室内平均相对湿度降低到60%以下,一定程度上改善了室内湿度相对较高的现象。

参考文献

- [1] 童丽萍,赵自东,生土窑居的生态特性研究[J]. 郑州大学学报,2007.39(4):p.174-179.
- [2] 张方青,浅析中国生土建筑[J]. 山西建筑,2007. 33(34):p.30-31.
- [3] 高翔翔,胡冗冗,北方炕民居冬季室内热环境研究[J]. 建筑科学,2010.26(2):p.37-40.
- [4] 庄智,李玉国,架空炕采暖作用下建筑热过程的模拟与分析[J]. 暖通空调,2009.39(1):p.9-14.
- [5] Angui, L., Field measurements, assessments and improvement of Kang: Case study in rural northwest china[J]. Energy and Buildings, 2016(111): p. 497-506.
- [6] 朱佳音,童丽萍,豫西地区下沉式生土窑居冬季热性能研究[J]. 建筑科学,2016.32(8):p.99-105.
- [7] 中国建筑热环境分析专用气象数据集[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.

不同体型蓄热水箱与不同末端匹配时的放热特性实验对比研究

四川大学建筑与环境学院 沙心奕 赵新辉 龙恩深

摘要：本文对不同体型的圆柱形水箱与暖风机、暖气片、毛细管辐射地板三种末端耦合情况下的放热规律进行了实验研究。结果表明，对于暖风机和暖气片末端，水箱放热都呈现“阶跃”减弱的共性特征，但是矮水箱在放热过程中仅存在一个阶跃，而高水箱存在多个阶跃；而对于毛细管末端，高水箱与矮水箱的放热规律相同，在放热开始后，供回水温差迅速降低一段时间，然后骤降为负，短时间内地板层“反哺”加热水箱，之后供回水温差回升转正，最终达到系统热平衡。通过分析不同体型水箱对不同末端放热过程中水箱不同位置的温度及末端供回水温度的变化规律，进一步揭示了水箱放热规律的共性与个性，为工程设计优化匹配提供参考。

关键词：蓄热水箱 暖风机 暖气片 毛细管辐射地板

0 引言

随着可持续发展要求的不断深入，可再生能源被越来越广泛的研究和应用，而太阳能、空气能等可再生能源却在时间与空间上具有较大的不稳定性。蓄热水箱是最常见的蓄热装置，在太阳能和空气源热泵应用中，常用来平衡室外环境的影响以保证供暖需求^[1]。

大量研究表明，蓄热水箱对供暖系统具有重要影响^[2]。Rejane 等人使用数值模拟和实验分析的手段，对于水箱内部的温度场和速度场分布进行了研究^[3]。Levers 和 Lin 使用三维数学模型研究了水箱长径比、进出口质量流量和位置等参数对蓄热性能的影响^[4]。研究结果表明：大的长径比有助于提高热分层程度；高的进口流速会在水箱内部造成严重的掺混，从而降低热分层程度。于国清等对蓄热水箱内部温度分层的机理进行了研究，得出了水箱温度分层将有利于太阳能集热系统效率提高的结论^[5]。

刘志国等建立了采用沉浸式冷凝盘管的卧式水箱内部的水流动及换热的数学模型，从冷凝盘管的长度及水箱径高比对箱内温度场的影响 2 个方面对冷凝盘管及水箱的自身结构进行了优化研究^[6]。ZF Li, K Sumathy 等人研究了当对蓄热水箱进行分区时对于太阳能吸收式空调的影响。结果表明，水箱采用上下分区的方式会显著提升系统的 COP，提高整个系统的能效^[7]。Altuntop 研究了隔板类型对竖直圆柱形水箱内部热分层现象的影响。研究结果表明：隔板可以促进水箱内热分层现象的形成，带有隔板的水箱其蓄热性能更好。在中心处开孔的隔板，其水箱的热分层效果要好于在水箱壁附近开孔的隔板^[8]。王爱辉等人针对蓄热水箱的体积对用户末端的启停时间的影响作了分析。分析表明，水箱体积的增大会引起用户启停时间的增长，但是存在一个保证用户负荷情况的最小值^[9]。Hegazy 研究了不同进口形式对水箱蓄热性能的影响。进口形式分别为楔型、多孔型和槽管型。实验结果表明，进口形式对水箱

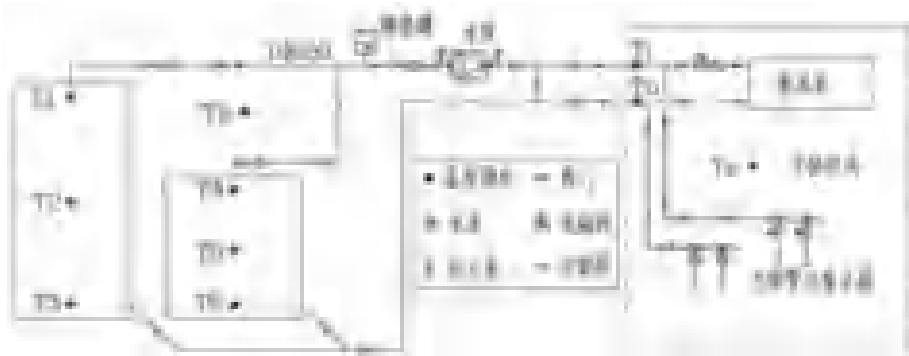


图 1 实验系统及测点布置图

蓄热性能起到关键作用^[10]。

就目前研究来看,对于水箱的研究主要集中在水箱形体的优化与水箱内部换热盘管的优化。对于水箱形体的优化主要体现在通过分层来提高集热系统效率,而对于水箱内部的优化主要体现在通过增强水箱内部的换热来提高整个系统的换热量^[11]。但对不同体型的水箱与不同末端形式下的放热规律,仍缺少实验研究^[12]。

1 实验系统

图1为实验系统及测点布置图,其中, T_h 为环境温度测点, T_s 为室内中心温度测点,实验通过手动调节阀门,实现切换不同水箱对不同末端的放热。

实验系统主要设备及实验数据采集情况如下:

(1) 实验房间,东西宽3.5m,南北进深3m,高2.2m。实验期间门关闭,无内扰。

(2) 两个水箱均为圆柱形,其中高水箱高1750mm,外径700mm,侧面保温层厚度50mm,上面保温层厚度50mm,底面保温层厚度130mm;矮水箱高1220mm,外径780mm,侧面保温层厚度40mm,上面保温层厚度50mm,底面保温层厚度150mm。经现场注水实测,高水箱容积为414L,矮水箱容积为352L。

(3) 毛细管末端采用4.3×0.8mm的PPR塑料毛细管,管间距为20mm,下铺4cm厚挤塑板保温层,上浇5cm厚水泥砂浆找平层,无饰面层,铺设总面积为8.9m²。

(4) 暖风机为落地式风机盘管,靠南侧内墙中心布置,额定风量510m³/h,额定散热量4050W。

(5) 温度测试采用事先标定的铜-康铜热电偶,用JTDL-80多通道温度热流测试仪自动记录各测点温度,自记间隔为1分钟。

2 实验结果及分析

(1) 暖风机工况

图2是高水箱放热暖风机时房间供、回水的温度变化曲线,流量为6L/min。从图中可以看出:供回水温度开始较为稳定,中间呈现断崖式下降,最后供回水温度呈现明显的阶跃特征,并逐渐趋于平滑下降。第一次循环供水温度稳定段时间约为61min,第二次循环温度稳定段时间约为45min,随着循环进行,冷热掺混程度加深。

图3是矮水箱放热暖风机时的供回水温变化曲线,流量为6.56L/min。从图中可以看出,矮水箱放

热暖风机时其供回水温度与高水箱不同,其温度变化仅仅只有一个阶跃,在30min之后曲线便趋于平稳下滑这是因为水箱首次放热完成后,水箱内便没有温度分层。

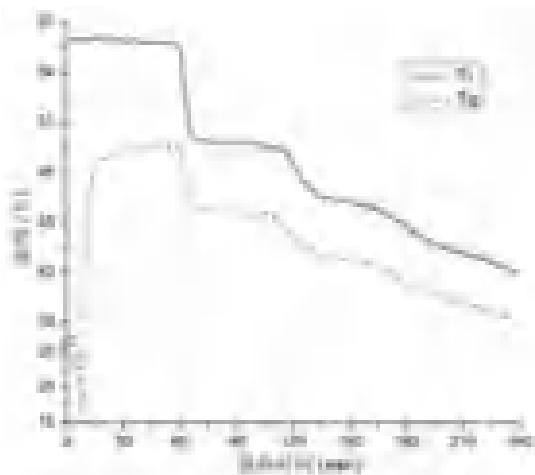


图2 高水箱放热暖风机时的供回水温变化图

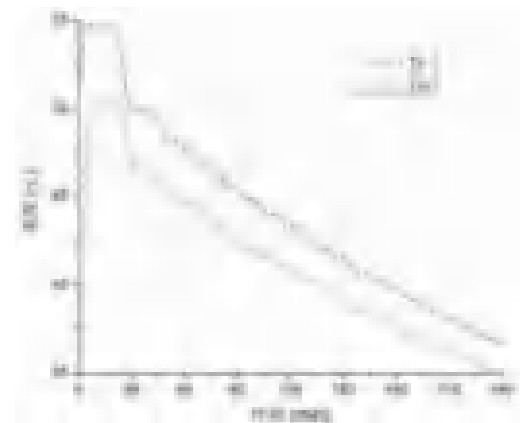


图3 矮水箱放热暖风机时供回水温变化图

图4、图5给出了高水箱和矮水箱对暖风机放热时的不同高度三个测点的温度变化曲线。从图中可以看出:①高水箱的不同高度水温变化趋势与其供回水温度的变化趋势相类似,共分为三个阶段,在前两个阶段与供回水变化一致,但是 T_1 、 T_2 、 T_3 进入不同阶段的时间均不相同,由 T_3 到 T_1 分别比之前迟滞20min左右。矮水箱不同高度的水温变化也呈现三个阶段,但仅在30min后 T_4 、 T_5 、 T_6 三个测点的水温变化便趋于相同,不同测点间迟滞的时间约为10min左右,相较于高水箱缩短很多。这是由于下部回水会对水箱进行扰动,即冷热混合,随着循环次数的增加,水箱内水的混合程度会逐渐加深。而矮水箱由于其高度较小相较于高水箱更易于进行混合。②高水箱在61min后三个测点变化趋势均达到

相同。 T_2 、 T_3 的在第三阶段趋于一致，而 T_1 仍呈现阶跃的现象。这是由于对于高水箱，在当前流速下，回水扰动对水箱上部影响较小。③ T_3 和 T_6 的温度在开始运行时出现一个温度骤降点是因为回水管路少许存水的影响，之后 T_3 和 T_6 均迅速回升至 50°C 。④对于高水箱，在初始高温水供完后，水箱内温度由 T_3 到 T_1 依次降低至 50°C ， T_1 、 T_2 出现断崖式下降，说明初始时热分层明显。第二次循环时，温度下降速率都有所降低，且温降速率 $T_1 > T_2 > T_3$ ，在同一次循环中（回水温度较稳定），温降越平缓，说明受到回水冷热混合的影响越大。而矮水箱不同高度的水温降速率也相对一致。这是由于矮水箱不同高度的水混合程度均较高，因而温降都趋于平缓。

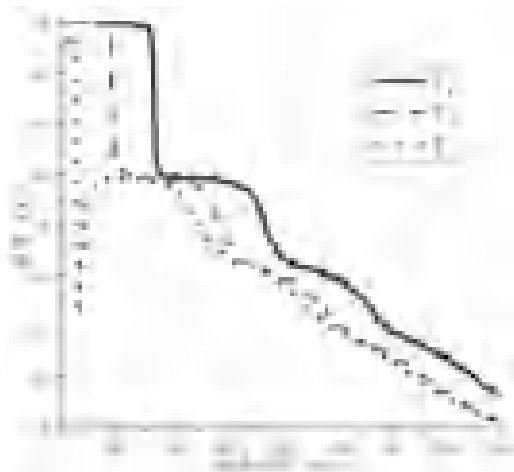


图4 高水箱放热暖风机时不同高度温度变化图

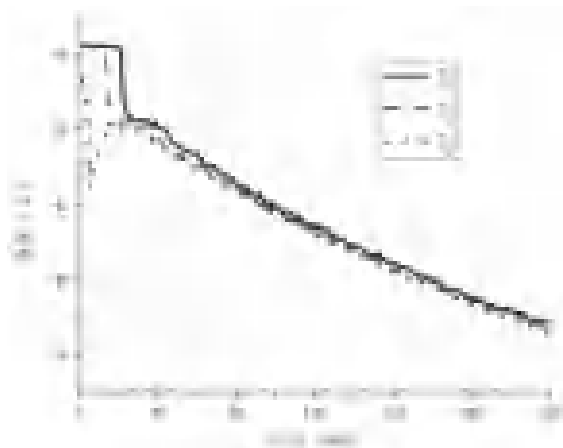


图5 矮水箱放热暖风机时不同高度温度变化图
(2) 暖气片工况

图6是高水箱放热暖气片末端工况时，供回水温度曲线，流量 $6.8\text{L}/\text{min}$ ，测试开始时间为9:37。

从图中可以看出：①供水初始温度为 55°C ，4小时后，供水温度为 52.5°C 。②与暖风机末端类似，暖气片末端放热时，初始也出现台阶规律，但在断崖下降后，第二个“台阶”呈现明显的下降趋势，之后曲线便几乎不再波动，呈现平滑下降。

图7给出了矮水箱放热暖气片工况时的供回水温度变化曲线，流量为 $5\text{L}/\text{min}$ 。从图中可以看出，矮水箱对暖气片的放热规律与高水箱及其相似，在断崖下降后也呈现出平滑的变化规律。

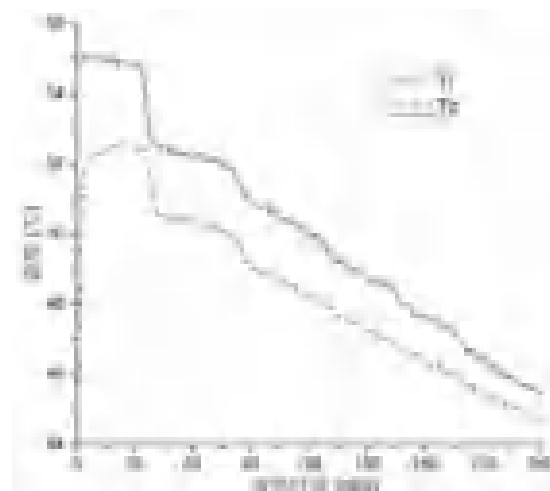


图6 高水箱对暖气片放热时的供回水温度变化

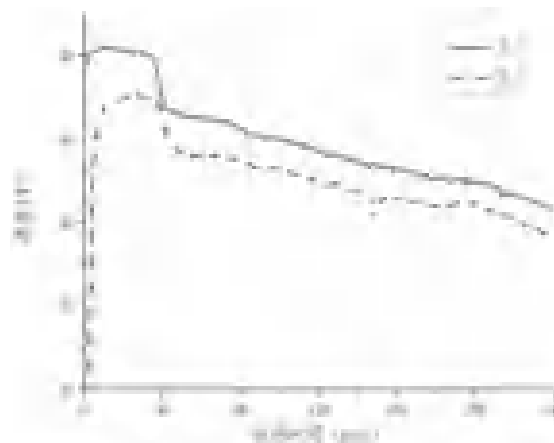


图7 矮水箱对暖气片放热时的供回水温度变化

图8和图9分别给出了高水箱和矮水箱对暖气片放热时不同高度温度的变化曲线。从图中可以看出，无论是高水箱还是矮水箱，对暖气片放热时的温度变化规律均与暖风机极为相近。但是相比暖风机，高水箱暖气片工况时水箱温度分层破坏的更快，而矮水箱暖气片与暖风机却变得更慢。这是由于高水箱相比较供回水温差的减小，流量变大，而矮水箱的流量变小而温差变大。

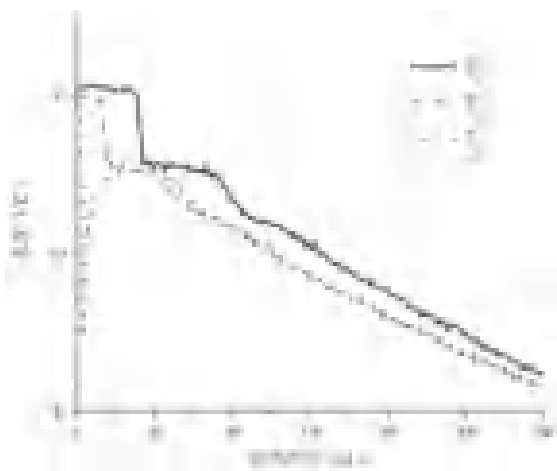


图8 高水箱对暖气片放热时不同高度温度变化图

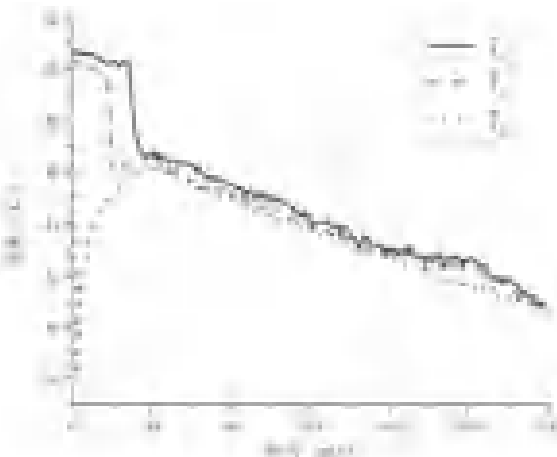


图9 高水箱对暖气片放热时不同高度温度变化图
(3) 毛细管工况

图10是高水箱放热毛细管辐射地板时供回水温度曲线,图中也给出了毛细管铺设层的温度曲线,流量6.6L/min。从图中可以看出:①无论是高水箱还是矮水箱,其回水温度变化规律与暖气片 and 暖风机均不同。在开始阶段,毛细管的回水温度与铺设处温度保持一致,且上升速度较慢。这是由于毛细管散热在开始阶段需要一定时间才能向室内散热。②高水箱和矮水箱的供水温度都可分为高温段、骤降段、平缓下降段。在供水高温段,回水温度持续上升,在50min左右达到最大值,约为48.5℃;供水骤降段,回水温度快速下降,65min时约为43℃;之后回水温度平滑下降。③高水箱的供回水温与矮水箱的供回水温在骤降后均处于稳定,但是高水箱的供回水温差较大,这是由于高水箱的流量较小而温差较大。④高水箱毛细管铺设层温度与回水温度变化规律相似,但在回水温度达到最大

值之前,铺设层温度低于回水温度;在回水温度达到最大值之后,铺设层温度高于回水温度。

图11给出了矮水箱对于毛细管放热时的供水温度变化,流量为7L/min。从图中可以看出,矮水箱对于毛细管的放热情况与高水箱非常相似,其供水温度也分为三个阶段,且在开始供热的一段时间内其回水温度会超过供水温度,这是由于在供水温度下降后,填充层会对回水进行传热,从而使回水温度短时间产国供水温度。同时,骤降段也出现在50min时,而回水温度也在此时达到最大值。

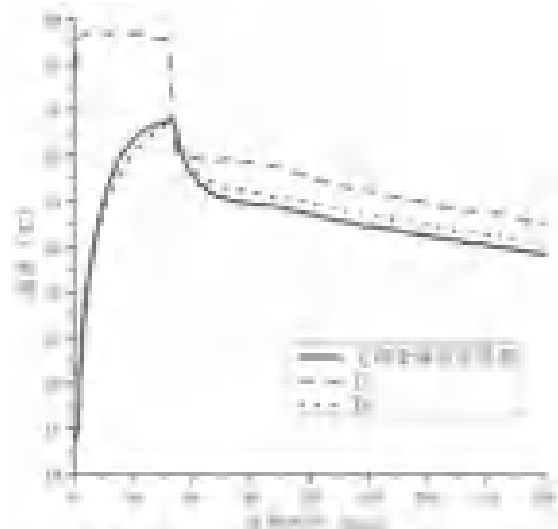


图10 高水箱对毛细管放热时的供水温度变化

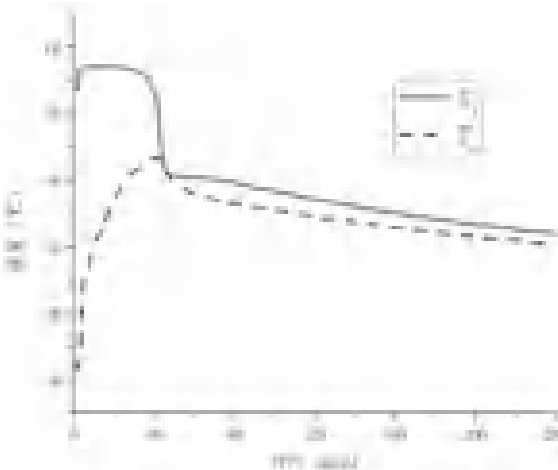


图11 矮水箱对毛细管放热时的供水温度变化

图12和图13给出了高水箱和矮水箱对毛细管进行放热时不同高度的温度变化曲线。从图中可以看出:①高水箱和矮水箱不同高度的温度变化规律与暖气片与暖风机相似,也存在前后两个稳定段和中间的断崖下降段三个阶段。②与暖气片和暖风机

不同,高矮水箱最底部温度 T_3 和 T_6 在开始阶段的温度骤降点相对较缓,温度骤降不明显。这是由于地面的蓄热作用使管路内存水相对温度较高。③矮水箱在后期稳定阶段不同高度的温度趋于一致,而高水箱最高处的温度与下部的水温存在明显差异。这是由于高水箱的分层更为明显,因而矮水箱的冷热交换相较高水箱更为剧烈引起的。

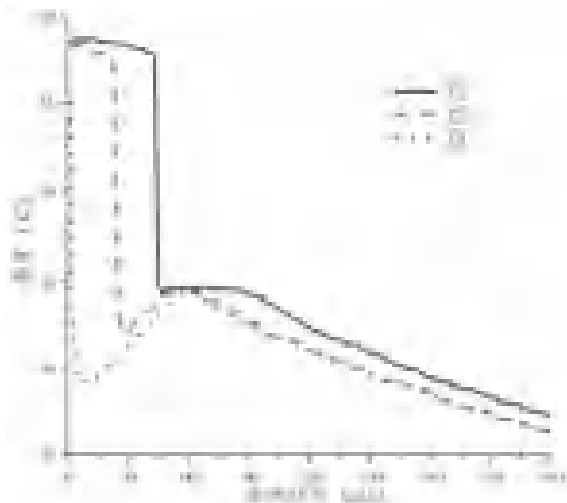


图 12 高水箱对毛细管放热时不同高度温度变化图

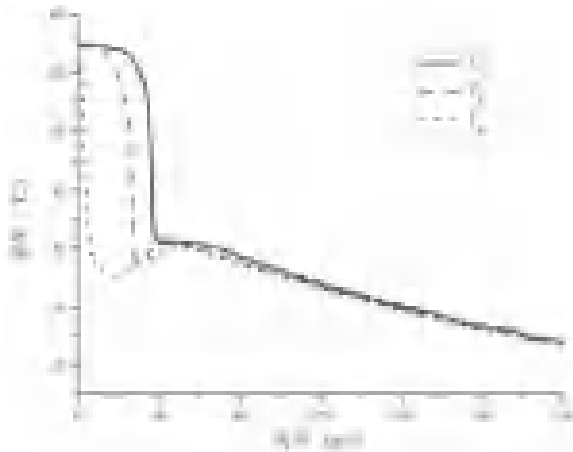


图 13 矮水箱对毛细管放热时不同高度温度变化图

3 结论

(1) 高水箱和矮水箱对于暖风机和暖气片在放热开始后,其供回水温度会均进入一段高温稳定段,然后会出现断崖式下降。高水箱接着将会逐步“阶跃”降低,再逐渐趋于平稳。而矮水箱在断崖式下降之后就直接趋于稳定,将平稳的逐渐下降,而不会产生波动现象。

(2) 高水箱和矮水箱在对毛细管辐射地面进行放热时,其温度变化与暖风机或暖气片不同。在供水高温段,回水温度逐渐升高,在供水温度骤降后,填充层对供水有热量的“反哺”现象,从而造成回水温度短时间内高于供水温度。在水箱内,温度出现骤降后,会有一定回升,出现一个波峰;波峰出现的时间为水箱初始高温水供完后,水箱不同位置波峰温度相同,即在该时间点,水箱出现了一个温度均匀的状态。

(3) 高水箱与矮水箱对三种末端进行放热时,其水箱内部开始阶段均会出现分层现象。水箱内位置由高到低的水温变化将会出现一定的迟滞性。在流量温差相近的情况下,高水箱不同高度的迟滞性要大于矮水箱的迟滞性。

(4) 高水箱在对三种末端的放热趋于稳定后,高水箱上部温度始终高于中下部,而矮水箱内水温基本均匀。

(5) 水箱的热分层对不同末端的影响不同。可以看出,水箱热分层效果对暖风机及暖气片末端放热有着积极影响;而对毛细管地板辐射末端并没有显著的影响。

参考文献

- [1] Kyriaki, E., V. Drosou, and A.M. Papadopoulos. Solar Thermal Systems For Low Energy Hotel Buildings: State Of The Art, Perspectives and Challenges. in International Building Physics Conference, Ibpc. 2015.
- [2] Lopes, H., et al., FATORES ASSOCIADOS AO ABANDONO DO TRATAMENTO DA TUBERCULOSE PULMONAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. Rev Baiana Saúde Pública, 2013. 37.
- [3] Oliveski, R.D.C., A. Krenzinger, and H.A. Vielmo, Comparison between models for the simulation of hot water storage tanks. Solar Energy, 2003. 75(2): p. 121-134.
- [4] Ievers, S. and W. Lin, Numerical simulation of three-dimensional flow dynamics in a hot water storage tank. Applied Energy, 2009. 86(12): p. 2604-2614.
- [5] 于国清, 汤金华, 邹志军, 太阳能热水系统蓄热水箱温度分层作用研究. 建筑科学, 2007. 23(4): p. 70-73.
- [6] 刘志国, 热泵热水器卧式水箱内水的温度场及速度场研究. 2011, 北京建筑工程学院.
- [7] Li, Z.F. and K. Sumathy, Performance study of a partitioned thermally stratified storage tank in a solar

(下转 61 页)

空气源热泵除霜问题的研究现状

沈阳建筑大学 康智强 赵丹 彭馨莹 夏晓东 冯国会

摘 要：主要对空气源热泵逆循环除霜方式、蓄能除霜方式和热气旁通除霜方式的原理进行了介绍，并对这三种空气源热泵除霜方式的优缺点进行了阐述，同时从实验研究和模型研究两方面入手对国内外学者的研究成果进行了总结，为进一步研究空气源热泵除霜问题提供参考。

关键字：空气源热泵 逆循环除霜 蓄能除霜 热气旁通除霜

1 前言

空气源热泵以空气作为高温或低温热源，分别进行加热或冷却^[1]，具有广阔的发展前景，并且空气源热泵具有能效高、安装使用方便、成本低、运行维护简单以及环保等优点，目前主要应用于我国南方地区^[2,3]。

空气源热泵供热时，室外机将作为蒸发器运行，而室外机的壁面温度低于空气露点且低于 0°C 时会结霜^[4]。霜层的形成会影响热交换器的传热性能，造成“堵塞”效应，减小有效气流面积，并增加了热交换器内的较热空气和制冷剂间的热阻^[5]，同时翅片的导热热阻增大，传热系数减小，进而降低了室外机换热性能^[6]。本文通过对空气源热泵除霜的研究进展的介绍以及对除霜方式的对比分析，为进一步研究空气源热泵除霜问题提供了参考。

2 逆循环除霜

2.1 逆循环除霜介绍

逆循环除霜是指除霜时通过切换四向阀将空气源热泵系统的室外机从蒸发器变成冷凝器。高温高压气体从压缩机中排出后进入室外机，室外机表面温度升高，融化并除掉霜层，室外机除霜后空气流动阻力减小，其传热系数和换热效率也随之增大^[7]，逆循环除霜系统的原理图如图1所示。

逆循环除霜系统具有加热从霜层根部开始使霜层容易脱落的优点，但该系统也存在缺点，除霜时从室内吸热导致由除霜状态转换回制热状态时长时间无法向室内送热风，这造成室内温度波动较大，舒适性变差，并且系统由除霜状态转换为制热状态时要经过一段时间才能形成较稳定的新工况，期间四向阀转换时噪音较大，一定程度上对系统造成冲击^[8]。为了使系统在逆循环除霜时出现的问题得到改善，大量学者从事这方面的研究工作。

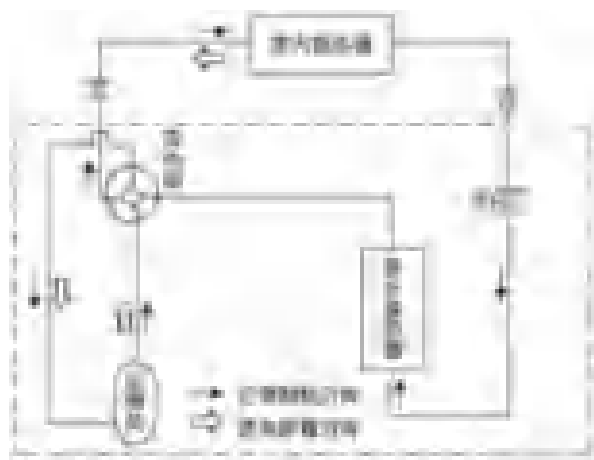


图1 逆循环除霜系统原理图

2.2 逆循环除霜的研究进展

2.2.1 逆循环除霜的实验研究

郭宪民^[9]等通过实验研究了空气源热泵系统在迎面风速不同时室外机表面霜层的生长特性，结果表明空气源热泵机组在结霜或除霜周期中的平均性能将会随着室外机迎面风速的减小而降低。邢震^[10]等提出应用平均性能最优法来控制空气源热泵除霜，为验证该方法的是否可行，通过实验研究了一台空气源热泵机组在四种不同的除霜方案下的除霜特性，结果表明当机组在出现性能恶化点时开始除霜，系统的平均COP在整个结霜或除霜过程中将出现最大值，这说明该除霜控制方法有效。Huang M J^[11]等对一种改进型住宅EVI空气源热泵的除霜效果进行了评价，分析了环境因素对海洋气候条件下经济蒸汽喷流压缩机空气源热泵除霜效果的影响，优化了EVI空气源热泵在海洋气候下的除霜操作。Gustafsson O^[12]等对空气源热泵转变为融霜时产生噪声的问题进行了研究，研究表明热泵在除霜时产生的噪声很大程度上是由压力差导致的，因此提出了在四通阀换向之前为热泵增加空转时间的控制方法，

该方法对热泵热容量的影响小于 3%，对 COP 的影响可忽略不计。

2.2.2 逆循环除霜的模型研究

曲明璐^[13]等根据多环路室外机建立了空气源热泵室外机除霜的半经验模型，提出了在每层环路下放置融化水盘的改进措施，这样各层环路融化水及时排掉，通过模型计算可知除霜时间缩短了 20.8%，除霜能耗减少 27.9%。Underwood C P^[14]等开发了一种新型的基于效率的压缩机模型，通过分析现场监测站点和实验室的数据，可知在低源空气温度下，该模型具有良好的预测行为。Hongtao Qiao^[15]等提出了一种五阶段热气融霜模型，并将该模型纳入到一个分布参数的热交换模型中进行模拟。模拟结果表明，用于融霜的能量占制冷剂流量总能量的 17.7%，这与典型融霜过程效率的公布实验数据一致。

3 蓄能除霜

3.1 蓄能除霜介绍

空气源热泵蓄能除霜系统是除霜技术与蓄热技术的有机结合，除霜时将采用蓄热材料储存的空气源热泵制热时的部分余热作为除霜时的热源，即将材料相变放出的热量用来除霜。空气源热泵蓄能除霜系统运行模式可分为串联除霜模式、并联除霜模式和单独除霜模式三种^[16]。蓄能除霜系统的原理图如图 2 所示。

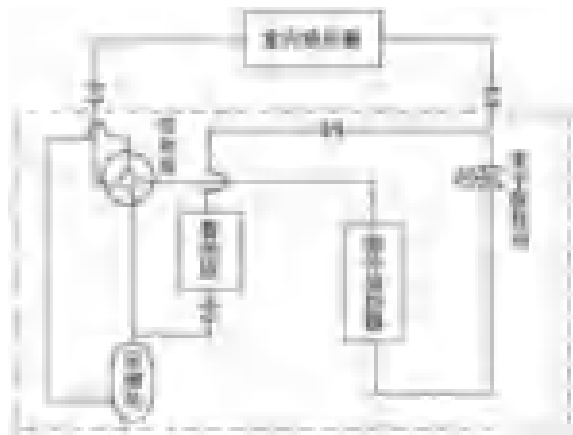


图 2 蓄能除霜系统原理图

蓄能除霜与常规除霜相比，除霜后室外机翅片表面温度高，室外机不会残留融霜水，除霜时间较短，节能效果更好^[17]。但是，相变蓄热除霜模式仍存在蓄热时间长和蓄热器换热不足等问题^[18]。

3.2 蓄能除霜的研究进展

3.2.1 蓄能除霜的实验研究

张杰^[17]等对逆循环除霜、热气旁通除霜和相变蓄能除霜这三种空气源热泵除霜方式的性能进行了比较，结果表明相变蓄能系统除霜时间最短，且室内温度更加稳定，系统能耗更低。杨超^[19]等实验研究了空气源热泵相变蓄能除霜方式，搭建了空气源热泵相变蓄热除霜系统的动态实验台，描述了结霜过程，通过比较分析空气源热泵与蓄热器之间采用不同连接方式时的除霜效果，可知串联时系统除霜效果最好，并联时系统除霜效果最差。Dong Jiankai^[20]等提出了一种基于相变热存储的逆循环除霜 (NRCD) 方式并与标准逆循环除霜方式 (SRCD) 进行对比，结果表明 NRCD 方式除霜的压缩机的吸水压力和温度比 SRCD 方式分别增加了 0.28 MPa 和 13.6℃，COP 增加了 1.8。董建锴^[21]等对采用翅片管型和螺旋盘管型相变蓄能器的多联机空气源热泵系统的除霜性能分别进行了实验研究，研究表明翅片管型相变蓄能器性能更好。曲明璐^[22]等通过搭建实验台实验研究了蓄能除霜系统在串联和并联两种不同除霜方式下的除霜特性及对室内热舒适性的影响，并与常规除霜进行了对比，结果表明并联和串联两种方式下除霜时间分别比常规除霜减少 56.4% 和 38.5%，PMV 和 PPD 的实测结果表明并联和串联两种方式达到热舒适标准的时长分别是常规除霜的 3.4 和 1.7 倍。

3.2.2 蓄能除霜的模型研究

黄挺^[23]等通过模拟研究了空气源热泵除霜用相变蓄热器蓄放热特性影响因素，选取 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 为相变材料 (PCM)，模拟从制冷剂的入口温度、流速和入口干度三个方面进行，根据结果得出蓄热器优化设计参数，在模拟条件下制冷剂在 PCM 蓄热时 $T_{in} = 61^\circ\text{C}$ 且 $u = 2.4\text{m/s}$ ，放热时 $T_{in} = 10^\circ\text{C}$ 且 $u = 0.6\text{m/s}$ 。吴学红^[24]等对如何强化三套管式相变蓄热器传热进行了研究，建立了基于该蓄热器的物理模型和数学模型。模拟结果表明，添加 T 字形翅片后蓄热器中相变材料的凝固和融化时间分别比未添加 T 字形翅片时节省了 74% 和 60%。

4 热气旁通除霜

4.1 热气旁通除霜介绍

热气旁通除霜又称显热除霜，其除霜方式是压缩机排气直接旁通至室外换热器内完成融霜^[25]，热气旁通除霜系统的原理图如图 3 所示。

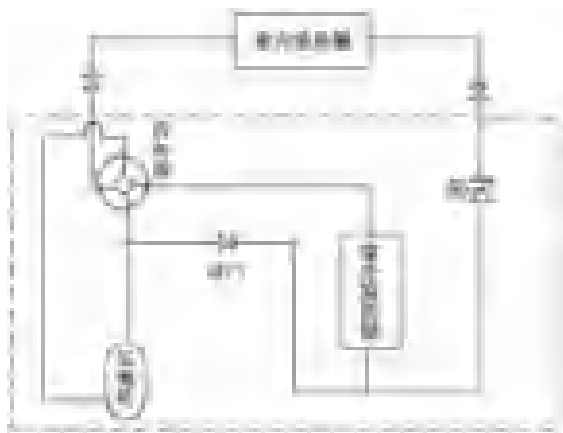


图3 热气旁通除霜系统原理图

热气旁通除霜与逆循环除霜相比有很多优点，热气旁通除霜时一部分排气仍会进入室内机，室内机的温度较高，可以向室内自然对流散热，且因为可在除霜时开启内风机，所以除霜和向室内供热可同时进行，有利于提高室内舒适性，但该系统仍存在不足，除霜后要形成相对稳定的新工况需要很长时间，将会造成除霜时间较长^[26]。

4.2 热气旁通除霜的研究进展

4.2.1 热气旁通除霜的实验研究

秦素梅^[27]等对热气旁通技术进行了讨论，并通过实验证明热气旁通技术在解决空气源热泵机组低压和结霜两大主要问题方面非常有效。王天庆^[28]等通过分析热气旁通的系统特点研究了工业制冷系统热气旁通阀的选型方法，结果表明采用膨胀系数法作为阀门的选型方法最好。赖想球^[29]等介绍了如何在变频热泵机型上应用热气旁通除霜技术，强调要控制旁通量，确定了如何通过结霜拐点确定最佳除霜切入时刻和除霜过程的最佳控制方式。Kim J^[30]等为了克服双热气旁通循环（DHBD）在0℃以下时压缩机排放温度低的问题，开发了一种DHBD和采用感应加热器（IH）作为蓄热器的联合融霜方法，在-5℃室外环境下，对一台中型空气源热泵机组分别采用逆循环除霜方式和DHBD-IH方式除霜，结果表明DHBD-IH方式与逆循环除霜方式相比除霜时间减少15%，总加热量高2.5 kW。

4.2.2 热气旁通除霜的模型研究

范晨^[31]等通过建立显热除霜模型对除霜特性进行了模拟研究，将除霜过程分为预热、融化、蒸发和干加热四个阶段，通过对模型求解获得了除霜时各系统参数的变化规律。Hoffenbecker N^[32]等建立了一个预测在显热除霜过程中结霜蒸发器传热传质效

应的动态模型，模拟时输入了空间干球温度、空间湿度、霜厚、霜层密度、线圈几何形状和热气入口温度这六个参数，结果表明通过限制除霜时间可以降低与除霜过程有关的寄生能量的影响。

5 结论

(1) 虽然在空气源热泵除霜方式中逆循环除霜系统的应用最广泛，但其系统稳定性差，除霜时间长，除霜后室内热舒适性差。而热气旁通除霜系统虽然除霜后室内舒适性较好，但是除霜时间很长。相对而言，蓄能除霜系统性能最优，有广阔的发展前景。

(2) 通过实验可以深刻、具体地体会到空气源热泵除霜时产生的现象，许多学者进行了大量的实验研究，并取得了许多优秀的成果，但除霜是一个复杂而不稳定的过程，提高实验研究结果的准确性对除霜过程的总结分析具有重大的意义。

(3) 通过模拟可以更加方便、直观地分析各种工况下除霜系统的性能，目前针对空气源热泵除霜的模型研究虽取得了很大进展，但仍不够全面，模型研究仍具有很大的发展空间，因此，建立完整的室外换热器的系统动态模型是今后的一个研究重点。

参考文献

- [1] 王芳, 范晓伟. 我国空气源热泵的技术进展 [J]. 能源工程, 2002(04):1-5.
- [2] 曲明璐, 余倩, 李封澍, 等. 空气源热泵除霜问题的研究现状及进展 [J]. 建筑节能, 2016(08):1-5.
- [3] 刘旭飞, 宋建成, 耿蒲龙, 等. 相变蓄热蒸发型空气源热泵控制系统的开发 [J]. 暖通空调, 2017(03):95-100.
- [4] 曲明璐, 李天瑞, 樊亚男, 等. 复叠式空气源热泵蓄能除霜与常规除霜特性实验研究 [J]. 制冷学报, 2017(01):34-39.
- [5] Kondepudi S N, O'Neal D L. Frosting Performance of Tube Fin Heat [J]. Experimental Thermal and Fluid Science, 1991,4(5):613-618.
- [6] 董建锴, 姜益强, 姚杨, 等. 空气源热泵过冷蓄能除霜特性试验 [J]. 上海交通大学学报, 2012(10):1599-1603.
- [7] 陈旭峰, 任乐, 袁秀玲. 能量分析法在空气源热泵除霜中的应用 [J]. 制冷空调与电力机械, 2003(02):11-14.
- [8] 曹小林, 曹双俊, 段飞, 等. 空气源热泵除霜问题研究现状与展望 [J]. 流体机械, 2011(04):75-79.
- [9] 郭宪民, 王冬丽, 陈轶光, 等. 室外换热器迎面

风速对空气源热泵结霜特性的影响[J]. 化工学报, 2012(S2):32-37.

[10] 邢震, 郭宪民, 李景善. 基于平均性能最优的空气源热泵除霜控制方法的研究[J]. 制冷学报, 2016(03):17-21.

[11] Huang M J, Hewitt N J. The experimental analysis of the effect of ambient factors on the defrosting of economised vapour injection compressor air source heat pump in marine climates[J]. International Journal of Refrigeration, 2013,36(3):820-827.

[12] Gustafsson O, Teuillieres C, Hellgren H, et al. Reversing air-source heat pumps – Noise at defrost initiation and a noise reducing strategy[J]. International Journal of Refrigeration, 2016,62:137-144.

[13] 曲明璐, 陈剑波. 融化水流动对空气源热泵换向除霜影响的模型研究[J]. 太阳能学报, 2015(07):1678-1683.

[14] Underwood C P, Royapoor M, Sturm B. Parametric modelling of domestic air-source heat pumps[J]. International Journal of Refrigeration, 2017,139:578-589.

[15] Hongtao Qiao, Vikrant Aute, Reinhard Radermacher. Modeling of transient characteristics of an air source heat pump with vapor injection during reverse-cycle defrosting[J]. International Journal of Refrigeration, 2018,88:24-34.

[16] 董建锴, 姜益强, 姚杨, 等. 空气源热泵相变蓄能除霜蓄能特性实验研究[J]. 土木建筑与环境工程, 2011(02):74-79.

[17] 张杰, 兰菁, 杜瑞环, 等. 几种空气源热泵除霜方式的性能比较[J]. 制冷学报, 2012(02):47-49.

[18] 李玲, 王景刚, 鲍玲玲, 等. 空气源热泵除霜研究新进展[J]. 节能, 2017(01):72-75.

[19] 杨超, 苏余昌, 迟婷. 空气源热泵相变蓄能除霜方式的实验研究[J]. 山西建筑, 2014(12):140-142.

[20] Dong Jiankai, Li Shuo, Yao Yang. Defrosting performances of a multi-split air source heat pump with phase change thermal storage[J]. International Journal of Refrigeration, 2015,55:49-59.

[21] 董建锴, 张龙, 姜益强, 等. 不同相变蓄能器对多联机空气源热泵蓄能除霜性能影响[J]. 太阳能学报, 2016(09):2332-2337.

[22] 曲明璐, 李封澍, 余倩, 等. 空气源热泵不同蓄能除霜模式对室内热舒适度的影响[J]. 流体机械, 2016(01):60-65.

[23] 黄挺, 姜益强. 空气源热泵除霜用相变蓄热器蓄放热特性影响因素的模拟研究[J]. 制冷与空调(四川), 2009(05):11-15.

[24] 吴学红, 王立勋, 李伟平, 等. 三套管式相变蓄热器强化传热研究[J]. 热科学与技术, 2015(02):101-105.

[25] 邱宏, 王友. 空气源热泵空调的一种新型除霜控制模式[J]. 流体机械, 2009(09):83-86.

[26] 白韩. 家用热泵空调器除霜方式探讨[J]. 家电科技, 2015(04):84-87.

[27] 秦素梅. 热气旁通在空气源热泵机组中的应用[J]. 机电产品开发与创新, 2011(04):32-33.

[28] 王天庆, 蔡永生. 工业制冷系统热气旁通阀的选型[J]. 制冷与空调, 2015(06):19-23.

[29] 赖想球, 张桃. 热气旁通除霜在变频热泵空调机的应用研究[J]. 制冷与空调, 2017(06):24-27.

[30] Kim J, Choi H, Kim K C. A combined Dual Hot-Gas Bypass Defrosting method with accumulator[J]. Applied Energy, 2015,147:344-352.

[31] 范晨, 梁彩华, 江楚遥, 等. 空气源热泵结霜/除霜特性的数值模拟[J]. 制冷技术, 2014(01):18-25.

[32] Hoffenbecker N, Klein S A, Reindl D T. Hot gas defrost model development and validation[J]. International Journal of Refrigeration, 2005,28(4):605-615.

(上接 57 页)

powered absorption air conditioning system. Applied Thermal Engineering, 2002,22(11):p.1207-1216.

[8] Altuntop, N., et al., Effect of obstacles on thermal stratification in hot water storage tanks. Applied Thermal Engineering, 2005,25(14-15):p. 2285-2298.

[9] 王爱辉, 金苏敏, 太阳能空调蓄热水箱特性研究. 流体机械, 2012(3):p.80-84.

[10] Hegazy, A.A., Effect of inlet design on the performance of storage-type domestic electrical water heaters. Applied Energy, 2007,84(12):p.1338-1355.

[11] 吕传超, et al., 热泵热水器蓄热水箱的数值模拟与结构优化. 流体机械, 2014(4):p.76-80.

[12] 江辉民, et al., 蓄热水箱的设计与实验分析. 建筑热能通风空调, 2006,25(2):p.74-78.

适用于冷链运输的半导体制冷箱制冷性能研究

南京工业大学城市建设学院 邱兰兰 王瑜 刘金祥 张译文

摘要：为提高半导体制冷箱的制冷效率，本论文对目前的半导体冰箱进行改装，对 TEC1-12706 型及 TEC1-12712 型半导体制冷片工作性能进行实验研究。运用 FLUENT 软件对制冷空间内的温度分布进行了数值模拟。研究表明，半导体制冷性能是受多个因素共同影响的，导冷风扇的风速为 3m/s，TED 冷端温度为 -14℃时，箱体内温度在相同时间内降温越快。在 1h 时间内，半导体制冷片工作时间越长，箱体内温度越低。仿真结果与试验结果具有一致性，说明运用 FLUENT 软件模拟半导体制冷箱在空间内的温度变化可为半导体制冷箱的优化提供技术支持。

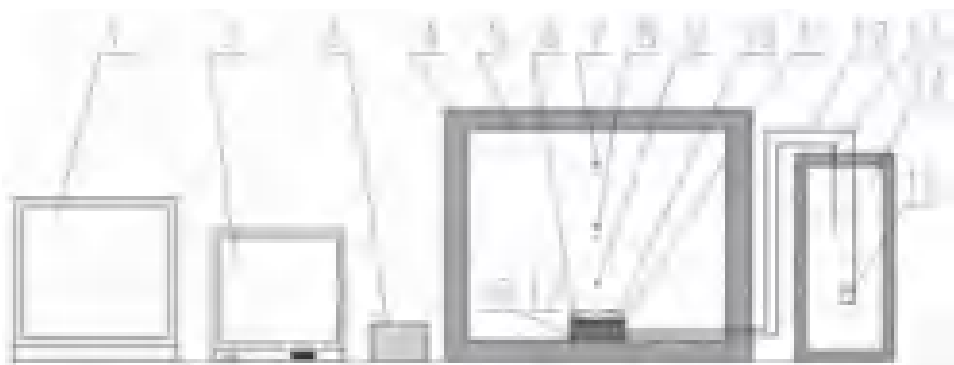
关键词：半导体制冷箱 水冷散热 冷端温度 数值模拟 实验验证

1 引言

随着科学技术的发展，人们对冷藏、冷冻技术的要求也不断提高。随着冷链技术的发展，从冷库到用户这段距离需要一个合适的载体，而半导体制冷箱恰好能满足这一需求。本文设计一种使用半导体制冷片作为冷源，热端应用冰水冷却的半导体制冷箱，该制冷箱制冷量大，制冷效果好且能达到深冷的效果；可应用于短途物流运输，特别适合储存生鲜肉类、水果和蔬菜，也适合储存从冷库拿出的肉制品。

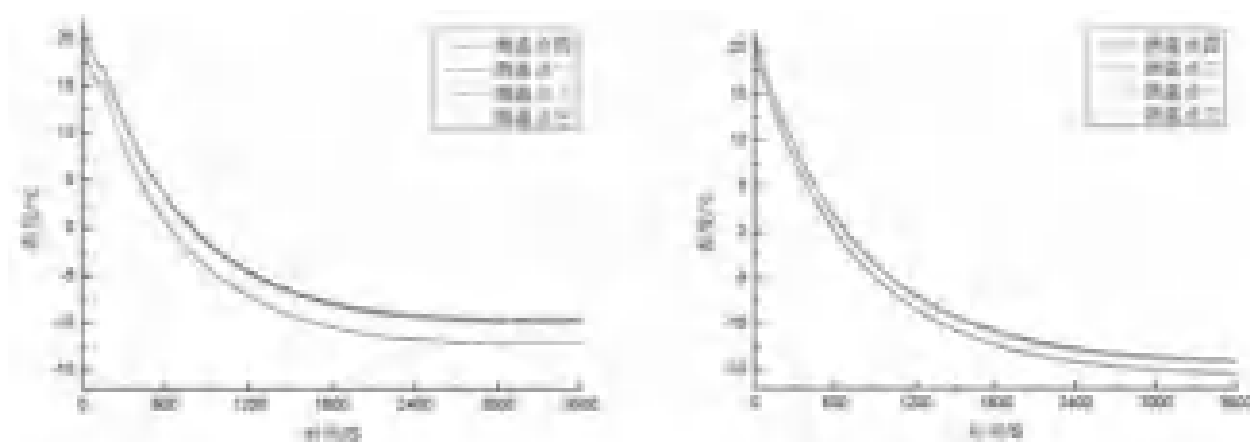
在全球抵制氟利昂物质以及半导体材料的发展的大背景下，出现了一种新型的绿色环保的制冷方式—半导体制冷。半导体制冷（热电制冷或者叫作温差电制冷），是 20 世纪 50 年代基于帕尔贴效应发展起来的一门新兴的固体制冷技术^[1]。曹志高^[2]等人对热管散热型半导体冷箱的性能测试及模拟，分析了对流传热系数和半导体制冷器冷端放置位置对

制冷空间温度场的影响。程显耀^[3]等人分析了翅管散热器、热管散热器、扁管散热器三种热端散热方式，并比较了不同散热器构成的半导体制冷系统的制冷性能，分析了各系统的优劣。赵福云^[4]等人分析了半导体制冷片工作电压、冷热端风扇电压对制冷效果的影响，根据实验得出半导体制冷片工作电压及冷热端风扇电压存在最佳工作区间。刘小平^[5]等人分别对三种制冷功率的半导体制冷片在不同环境温度、不同风速的条件下制冷性能进行比较，得出了半导体制冷片热端、冷端、和热管式散热器的温度随制冷功率、环境温度、风速的变化趋势。研究结果表明，改善半导体制冷片热端的散热条件，可使半导体制冷片的冷端温度大幅降低，从而使半导体的制冷性能大幅提升。张晓芳^[6]等人通过对比风冷、循环水和恒温水条件下半导体制冷小冰箱的制冷性能，证明水冷可以提高半导体制冷设备的制冷效率。梁斯麒^[7]等人通过实验分析指出了半导体制冷系统的优化、节能与半导体的材料、精细的加工工艺、

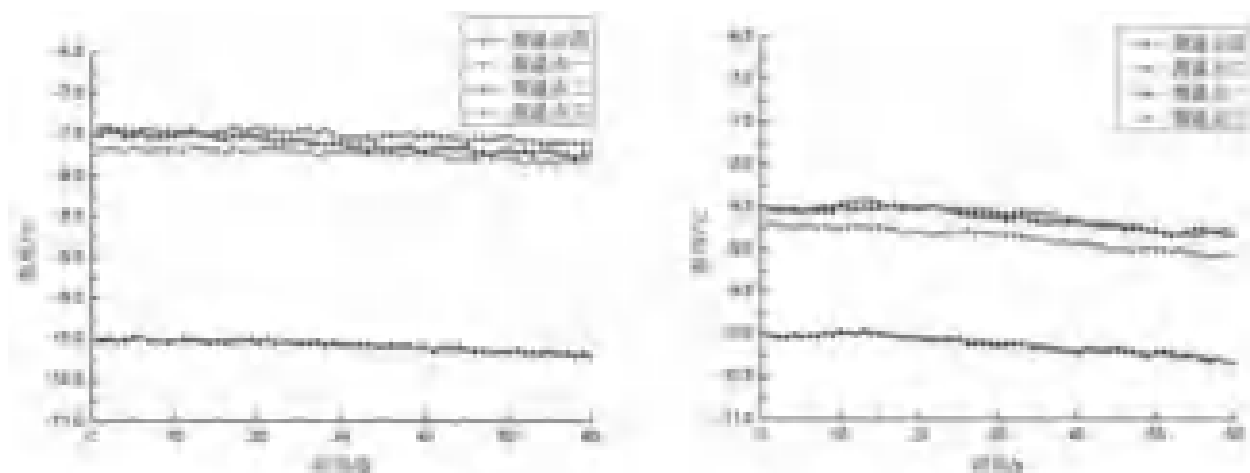


1. 计算机 2. 数据采集仪 3. 开关电源 4. 保温箱体 5. 热反射膜 6. 导冷风扇 7. 测温点一 8. 测温点二 9. 测温点三 10. 半导体制冷片 11. 导冷铝板 12. 进水管 13. 出水管 14. 保温水箱 15. 潜水泵 16. 导热铝板 17. 测温点四

图 1 半导体制冷箱实验平台



(a) 两片 TEC1-12712 型半导体制冷片的温度随时间变化



(b) 两片 TEC1-12706 型半导体制冷片的温度随时间变化

图2 水冷工况下半导体制冷箱内各测量点温度随时间变化曲线

良好的结构设计和冷热端适宜散热强度有着直接的关系。殷刚^[8]等人基于半导体制冷原理,选择在半导体热电堆的最优工况下,对小型半导体制冷箱进行了优化设计,使其在最优工况下工作,既可以得到较大的制冷量,又可以消耗较小的功率,从而降低其成本,使综合效益达到一个最优工况,进而提升了半导体制冷箱的制冷性能。张奕^[9]等人通过控制半导体冷藏箱冷端散热风机风速和水冷热端冷却水温度,证明了冷端对流增强可提高制冷量,降低水冷却温度,可显著提高制冷性能。Luo^[10]等人使用有限时间热力学方法,研究半导体制冷器在一定的总传热面积下冷、热端面的最佳面积分配比例,得到最大的制冷量和 COP。上述研究者们充分在实验室领域研究了半导体制冷片和制冷箱的性能,然而针对小型食品制冷储藏箱的实际应用研究较为缺乏。

为了找到使半导体制冷箱高效运行的最佳运行工况,达到节约能源,提高经济效率的目的,本文搭建了半导体制冷箱实验装置,运用 FLUENT 软件模拟,分析不同冷端温度、不同冷端导冷风扇风速对半导体制冷系统制冷性能的影响。同时根据实验分别对 TEC1-12706 型及 TEC1-12712 型半导体制冷片工作性能进行研究。

2 半导体制冷箱实验

2.1 实验设备

设计的食品储藏用半导体制冷箱实验平台由保温箱体、导冷风扇、半导体制冷片、潜水泵、保温水箱等组成,如图1所示。实验环境为室温 25℃、实验室保温箱体长×宽×高为 560mm×405mm×445mm。外覆 20mm 的聚氨酯保温材料,

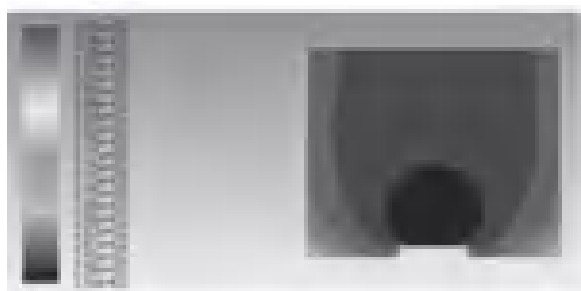
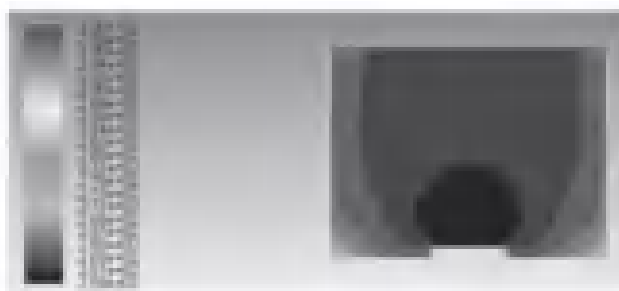
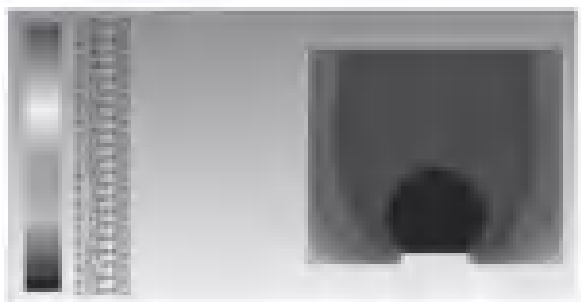
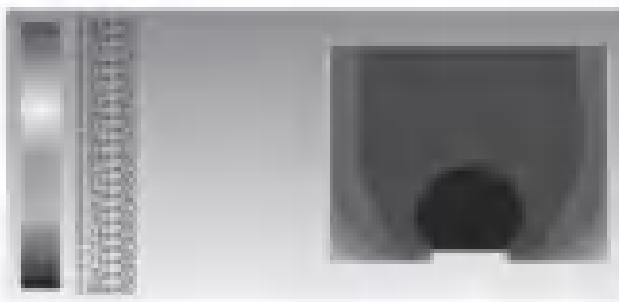
(a) 冷端 -19°C , 风速 $V=2\text{m/s}$, Time=10 S(b) 冷端 -14°C , 风速 $V=2\text{m/s}$, Time=10 S(c) 冷端 -10°C , 风速 $V=2\text{m/s}$, Time=10 S(d) 冷端 -5°C , 风速 $V=2\text{m/s}$, Time=10 S

图3 不同冷端温度时箱体内部温度分布对比

内覆热反射膜。实验采用的半导体制冷片 (TEC1-12706 型外形尺寸为 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 4\text{mm}$, 额定工作电压为 12V , 最大电流为 6A 。TEC1-12712 型外形尺寸为 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 4\text{mm}$, 额定工作电压为 12V , 最大电流为 12A) 冷端接导热铝板, 热端接导热铝板。保温水箱内装入足量的冰水混合物。冷却水通过潜水泵驱动, 经过进水管流经导热铝板与 TEC 片热端传热换热, 经过出水管流入保温水箱中, 并在水路中循环。导热风扇位于导热翅片上端。当保温箱体工作时, 导热风扇驱动气流循环, 流在导热铝板处吸收冷能, 并导流到半导体制冷箱环境内, 如此实现了制冷降温过程。

2.2 实验步骤

1) 通过直流稳压电源对半导体制冷系统供电。实验中, 用空调控制室内温度, 使每次实验时, 室内温度保持 25°C 左右。

2) 在最佳工作状态下, 对比两种型号半导体芯片工作状态下, 箱体内部及 TEC 冷端温度变化。

3) 为便于观察和操作, 采用数据采集仪记录温度。TEC 冷端温度难以测定, 因此测试导热翅片的温度代替 TEC 冷端温度。箱体内测温点一、测温点二、测温点三、测温点四测温位置如图 1 所示。

2.3 实验结果与数据分析

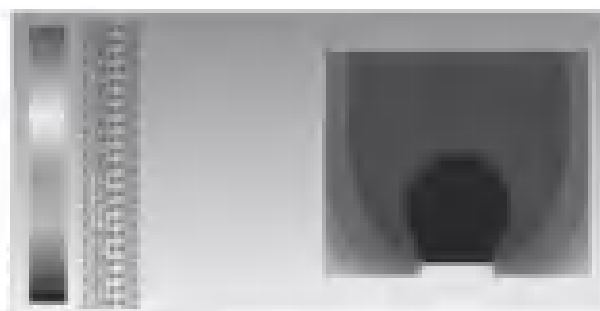
分别使用两片 TEC1-12706 型半导体制冷片及两片 TEC1-12712 型半导体制冷片进行测试, 箱体内各温度测量点温度随时间变化值如图 2 所示。

从图 2 (a) 及图 2 (c) 可以看出, 半导体冷端温度达 -10°C 时, 两片 TEC1-12712 型半导体制冷片工作时, 制冷箱体内温度达到 -7.5°C 左右, 但 1 分钟时间内降温速率较慢; 由图 2 (b) 及图 2 (d) 可知, 两片 TEC1-12706 型半导体制冷片工作时, 制冷箱体内温度达到 -8.7°C 左右, 但 1 分钟时间内降温速率较快。从图 2 (a) 可以看出, 两片 TEC1-12712 型半导体制冷片工作时, TEC 冷端温度最低为 -11°C , 箱体内最低温度可以达到 -9°C ; 且 1h 时间内, 制冷箱体内温度与半导体冷端温度相差逐渐增大, 且趋势较大; 从图 2 (b) 可以看出, 两片 TEC1-12706 型半导体制冷片工作时, TEC 冷端温度最低为 -15°C , 箱体内最低温度可以达到 -14.5°C ; 且 1h 时间内, 制冷箱体内温度与半导体冷端温度相差逐渐增大, 且趋势较小。

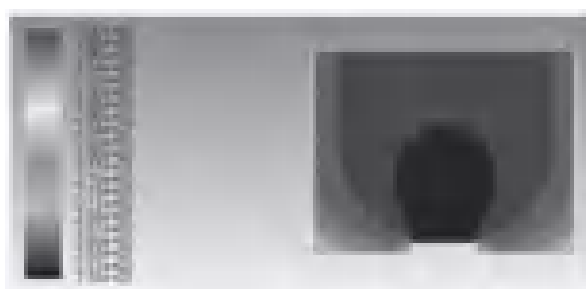
从图 2 可以看出, 两片 TEC1-12712 型半导体制冷片工作时, 开始工作时, 箱体内温度降低较快, 半导体冷端温度降温较快; 但随时间的变化, 箱体内温度降温速率逐渐减小; 半导体冷端与箱体内温差逐渐增大。与之对比, TEC1-12706 型半导体制冷



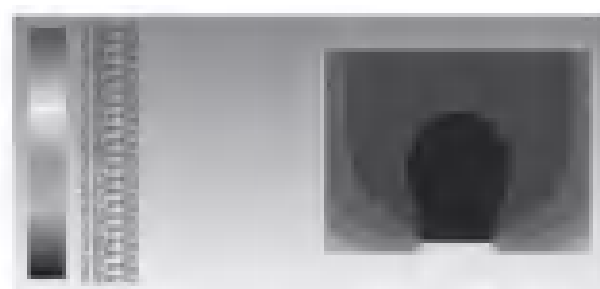
(a) 冷端 -14°C, 风速 V=2m/s, Time=10 S



(b) 冷端 -14°C, 风速 V=2m/s, Time=20S



(c) 冷端 -14°C, 风速 V=2m/s, Time=30 S



(d) 冷端 -14°C, 风速 V=2m/s, Time=40 S

图 4. 不同冷端温度时箱体内温度分布对比

片降温速率更快, 1h 时间内箱体内温度降得更低。所以, TEC1-12706 型半导体制冷片更适合半导体制冷箱使用。

3 半导体制冷箱数值模拟

为了对制冷箱箱体内温度分布进行研究, 确定不同冷端温度及冷端导冷风速对半导体制冷箱箱体内温度分布的影响, 利用有限体积软件 fluent 对半导体制冷空间进行数值模拟。

3.1 制冷箱箱体的几何模型

以实验用半导体制冷箱为研究对象。制冷箱体内部容积壁面为: 560mm × 405mm × 445mm, 半导体制冷片位于箱体底面中心位置。

3.2 制冷箱箱体的物理模型

1) 箱体四周及底面为绝热边界, 类型为 WALL; 箱体顶端为出口, 类型为 PRESSURE-OUTLET;

2) 箱体内初始温度为 $t=30^{\circ}\text{C}$; 假设箱体内半导体冷端温度恒定;

3) 不考虑辐射的影响;

3.3 制冷箱箱体的数学模型

箱体的传热计算分析如下:

连续性方程:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0 \quad (2-1)$$

动量方程:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + u \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + v \frac{\partial(\rho u)}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (2-2)$$

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + u \frac{\partial(\rho v)}{\partial x} + v \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (2-3)$$

能量方程:

$$\frac{\partial(\rho c_p T)}{\partial t} + u \frac{\partial(\rho c_p T)}{\partial x} + v \frac{\partial(\rho c_p T)}{\partial y} = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (2-4)$$

其中 u 、 v 分别为 x 、 y 方向的流速, p 为压强, T 为温度, ρ 、 c_p 、 K 、 μ 分别为流体密度、定压比热、导热系数、动力粘度。

3.4 模拟结果与讨论

表 2 不同冷端温度下实验值与模拟值的比较

冷端温度	测温点一			测温点二			测温点三		
	实验	模拟	误差 (%)	实验	模拟	误差 (%)	实验	模拟	误差 (%)
-5	-3.369	-3.663	8.7	-3.468	-3.221	7.7	-3.688	-2.930	-20.6
-10	-8.497	-8.933	5.1	-8.491	-7.756	-8.7	-8.76	-7.27	-17.0
-14	-12.52	-12.82	2.4	-12.54	-11.50	-8.3	-12.84	-10.97	-14.6

3.4.1 TED 冷端不同温度时箱体内温度分布

为了研究半导体制冷箱在不同冷端温度下的制冷情况,我们探讨了在恒定导冷风扇风速下箱体温度随时间变化的关系。

从图 3 可以看出,时间为 Time=10S 时,温度云图分布差异不大,而冷端温度不同时,温度云图表示的温度不同,冷端温度越低时,温度云图表示的温度越低。因此,在相同时间内,冷端温度越低,箱体内温度降得越快;TED 冷端 -19℃时,制冷效果最好。

因两片 TEC1-12706 型半导体制冷片工作时,TEC 冷端温度最低为 -15℃,为将模拟与实验结果对比,故用冷端温度为 -14℃进行模拟。

从图 4 可以看出,冷端温度为 -14℃,在 Time=1e+1S 至 Time=4e+1S 内,随着时间的增加,箱体中心温度分布越均匀,且箱体内温度越低。因此,在有限时间段内,随着时间的增加,箱体内温度分布会趋于均匀且温度越低。

3.5 模拟与实验对比

将模拟结果与两片 TEC1-12706 型半导体制冷片工作的试验测试结果进行比较,如表 2 所示。从表 2 中可以看出,测温点一、测温点二的实验结果与模拟结果偏差最大为 8.7%,偏差在可接受的范围内。测温点三的实验结果与模拟结果偏差最大为 20.6%,偏差在可接受的范围内偏大,原因是模拟时冷端长度为半导体制冷片的实际长度,且位于箱体底面的正中心,而实验时,半导体制冷片冷端接有导冷翅片,导冷翅片外侧接导冷风扇,实验中半导体制冷片没有完全位于箱体底面的正中心,这些因素都会导致实验操作过程中测点三与模拟过程中测点三不同,导致实验结果与模拟结果偏差较大。

4 结论

本文针对目前半导体制冷箱的应用需求及发展前景,从提高半导体冰箱的制冷性能出发,将风冷式半导体制冷箱改装设计成水冷散热半导体制冷箱,并从实验和模拟角度出发进行了分析。主要结论如

下:

1) 从实验数据可得,在 1h 时间段内,12712 型号半导体制冷片工作时,箱体内最低温度只能达到 -9℃,而 12706 型号半导体制冷片工作时,箱体内最低温度可以达到 -14.5℃,所以 12706 型号半导体制冷片制冷效果更好。

2) 通过模拟发现,TED 冷端温度越低时,箱体内温度降温最快;在 1h 时间内,半导体制冷片工作时间越长,箱体内温度越低。

3) 通过实验验证,证明了 TED 冷端温度越低,箱体内温度在相同时间内降温越快,验证了实验和仿真的一致性,说明在半导体制冷箱领域进行仿真设计的可行性。

参考文献

- [1] 徐德胜. 半导体制冷与应用技术 [M]. 上海: 上海交通大学出版社,1999.
- [2] 曹志高. 热管散热型半导体冷箱的理论分析及实验研究 [D]. 江西: 南昌大学,2010.
- [3] 程显耀. 半导体制冷热端散热器传热特性研究 [D]. 山东: 山东大学,2016.
- [4] 赵福云, 常菁菁, 刘娣, et al. 半导体制冷箱实验研究与性能分析 [J]. 武汉大学学报, 2016, 49 (3): 476-480.
- [5] 刘小平, 曹旭, 李菊香. 半导体制冷热端热管式散热器的实验研究 [J]. 科技通报, 2016, 32 (7): 113-116.
- [6] 张晓芳. 水冷式半导体冰箱制冷性能的研究 [D]. 湖南: 湘潭大学, 2012.
- [7] 梁斯麒. 半导体制冷技术在小型恒温箱的应用研究 [D]. 广东: 华南理工大学, 2011.
- [8] 殷刚, 庞云凤. 小型水冷半导体制冷箱的初步设计 [J]. 哈尔滨商业大学学报 (自然科学版), 2011, 27 (2), 244-247.
- [9] 张奕, 张小松, 胡洪, et al. 冷/热端散热对半导体冷藏箱性能的影响 [J]. 江苏大学学报 (自然科学版), 2008, 29(1): 43-46.
- [10] J. Luo, L. Chen, F. Sun, et al. Optimum allocation of heat transfer surface area for cooling load and COP optimization of a thermoelectric refrigerator[J]. Energy conversion and management. 2003, 44: 3197-3206.

会议活动

关于推荐 2021 年度“中国制冷学会科学技术奖”的通知

2021 年度第十届“中国制冷学会科学技术奖”申报工作现已启动，欢迎业内相关人士积极申报，请于 2021 年 4 月 12 日前将申报资料纸质版寄出，并将电子版发送至 chvac2008@sina.com，经空调热泵专业委员会秘书处汇总后统一上报学会。

联系人：胡月波 010-64693284

电子邮箱：chvac2008@sina.com

关于举办“第四届数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”的通知

由暖通空调产业技术创新联盟和中国建筑科学研究院有限公司主办的“第四届数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”拟定于 2021 年 5 月在北京举办。

随着物联网、云计算、5G 的快速发展，全球范围内掀起数据中心建设热潮。然而，数据中心不仅耗能巨大，也面临着碳排放的压力。实现数据中心的低碳化、绿色化，成为行业可持续发展的重要方向。推动数据中心冷却节能技术交流，欢迎大家积极参与！

联系人：李 炜 13681555746 010-64693285

何远嘉 18611786335 010-64693287

王东青 13901017552 010-64517224

会议邮箱：chvac2013@126.com

《中国高效空调制冷机房发展研究报告（2021）》
参编单位征集函

为推动高效机房技术发展和应用，中国建筑科学研究院有限公司、建科环能科技有限公司、中国建筑学会暖通空调分会、中国制冷学会空调热泵专业委员会、暖通空调产业技术创新联盟等单位计划编制《中国高效空调制冷机房发展研究报告（2021）》，该书由中国建筑工业出版社出版发行。

该书通过对国内外高效空调制冷机房系统发展趋势、应用技术研究、案例分析，以及对国内既有制冷机房案例调研、测试、数据分析，对制冷机房从规划、设计、施工、调适及验证直至运行维护阶段各环节问题进行梳理，同时对国内、外相关标准体系进行梳理，研究适合我国国情、现状的高效制冷机房系统应用技术体系，这将有助于在全生命周期内实现制冷机房系统高能效目标的示范、推广和应用，提高制冷机房系统各参与方的认知水平的技术服务水平，使高效制冷机房系统应用技术体系能够广泛应用于新建及改造项目，对促进绿色高效制冷行动方案实施和高效制冷机房的建设发展具有积极意义。

为作好编制工作，现公开征集参编单位，请有意参编的企业尽快与编制组联系。

编制组联系方式：

王东青 010-64517224 13901017552

李 炜 010-64693285 13681555746



8.14

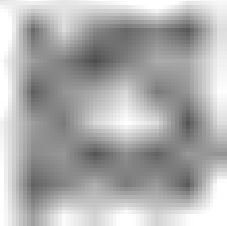
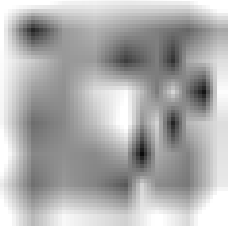
杂志免费索阅表

本刊由中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院主办，暖通空调产业技术创新联盟、中国建筑学会暖通空调分会、中国制冷学会空调热泵专业委员会、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会、中国建筑节能协会地源热泵专业委员会支持。栏目范围：建筑环境、建筑能源、空调、热泵、通风、净化、供暖、计算机模拟。填此表格免费获取《建筑环境与能源》杂志一期。

请您完整填以下信息			
姓 名		先生 / 女士	
部 门		职 务	
单位名称		邮 箱	
通讯地址			
联系电话		传 真	
手 机		电子邮箱	
您对本刊物有哪些建议或意见？			

编辑部联系方式：
地址：北京市北三环东路 30 号
中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院
节能示范楼 208 室
邮编：100013
邮箱：beaebjb@163.com
电话：010-64693285

聚焦建筑环境与能源 推动行业科技进步与发展



第三十二届国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会

THE 32ND INTERNATIONAL EXHIBITION FOR REFRIGERATION, AIR-CONDITIONING, HEATING AND VENTILATION, FROZEN FOOD PROCESSING, PACKAGING AND STORAGE

强基固本 质量优先
内外协同 低碳发展

2021年4月7日至9日
APR. 7-9, 2021

上海新国际博览中心
SHANGHAI NEW INTERNATIONAL EXPO CENTRE

主办: 中国制冷学会 中国暖通空调学会 中国食品冷冻学会

- 中国制冷学会
- 中国暖通空调学会
- 中国食品冷冻学会
- 上海世博中心
- 上海世博集团

承办: 北京国际展览中心有限公司

电话: 010-64354668-611/610
传真: 010-64338558
网址: www.cn-aircon.com
邮箱: xuelongyun@blec.com.cn
kun@u@blec.com.cn



官方网站



官方微博

咨询热线: 400-666-3703

美的中央空调绿色高效机房 系统解决方案供应商



高效主机



优化系统



智能控制



智慧运维

广东美的暖通设备有限公司 | 电话: 0757-26338511 | 邮编: 528311
地址: 广东省佛山市顺德区北庄镇美的大道6号美的总部大楼B座26楼



美的机房·美的生活

突破科技·成就梦想

Technology Making The Difference

© 2014 Midea Group Co., Ltd. All Rights Reserved.