

建筑环境与能源

Building Environment & Energy

2021

5

月刊
总第 43 期

主办：中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院

本期导读

06 | 新闻直通车 | News Express |
国家标准《零碳建筑技术标准》启动
第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛正式启动
第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛启动
第二十届全国暖通空调模拟学术年会在长安大学顺利举行
国家发改委抓紧推进碳达峰、碳中和顶层设计

20 | 热点聚焦 | Spotlight |
暖能空调模拟的发展与进步

36 | 案例赏析 | Cases |
浅析燃气红外线辐射在厂房供暖中的应用
天津市建筑设计院新建业务用房的绿色建筑调适实践



建筑环境与能源微信公众号

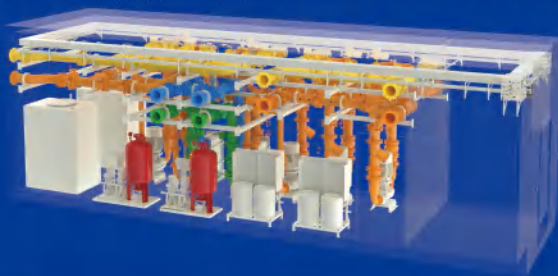
格力低PUE空调系统 整体解决方案

高效水冷系统解决方案



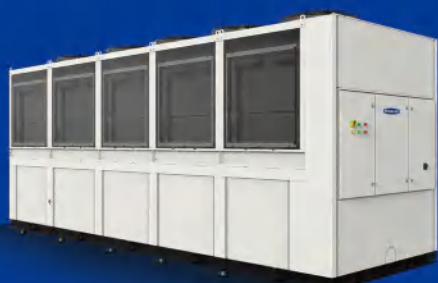
智能控制
空气处理
高效散热
低阻输配
高效冷源

高温冷水型液冷系统解决方案



零施工
可移动
高集成
高效

蒸发冷却系统解决方案



风冷系统解决方案



“碳达峰、碳中和”下 暖通空调行业该怎么走？

为应对气候变化，中国政府明确提出 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和目标，从相对减排到绝对减排，进而零排放，为全球应对气候变化作出更大贡献。暖通空调系统作为建筑中当之无愧的能耗大户，与“碳中和”的目标实现息息相关。占据公共建筑建筑物能耗 50%–60% 的暖通空调系统，其节能降耗显然已成为关系国计民生的大事。不可否认的是，“碳中和”对于暖通空调行业朝着更高效、更健康的发展也带来了“再次”助推，尤其是给高能效的产品带来了极其肥沃的生存土壤。

标准引领

建筑碳排放是温室气体的主要碳排放源之一，我国要实现碳达峰碳中和目标，建筑领域的节能减碳是关键一环。通过提升节能标准来实现近零能耗、零能耗、净零能耗建筑目标，推进碳达峰碳中和。

中国建研院建筑环境与能源研究院院长徐伟表示，据国际能源署(IEA)数据显示，2018 年中国碳排放约为 100 亿吨，其中建筑运行约为 21 亿吨，占 21%，建筑业约为 18 亿吨，占 18%。同西方发达国家相比，我国建筑运行碳排放占比偏低，但建筑材料和建造碳排放占比偏高。为此，我国要通过新建建筑效能提升、既有建筑节能改造、建筑大规模利用可再生能源、农村建筑零能耗等不同的场景组合，在 2030 年前实现建筑领域碳达峰。

在新建建筑上，要分地区、分类型提升强制性新建建筑节能性能，以《建筑节能与可再生能源通用技术规范》为核心抓手，逐步提升至近零能耗建筑。要制定明确的近零能耗建筑、零能耗建筑、零碳建筑时间表，积极鼓励和引导有条件的地区推广零碳建筑。

能效升级

在“碳达峰 碳中和”的大背景下，高能耗、寿命短的暖通空调设备与国家提倡的绿色高效趋势背道而驰，积极推广更加节能的高能效暖通空调产品势在必行。

在愿景目标 and 市场需求引导下，企业在产品和技术层面，围绕“碳中和”这个主旋律做了积极的探索和努力，不断推出高效节能、低碳环保的新产品，加快了行业产品结构性的调整。

离心机和水冷螺杆机的变频化趋势越来越明显、磁悬浮的应用越来越普遍、热泵两联供系统得到越来越多的认可、高效机房系统朝着绿色高效智慧化发展，都是最好的体现。

技术创新

产品和技术创新是暖通空调系统节能高效的基础。从医疗卫生、文体教育到工业地产、能源材料等领域，暖通空调行业服务的领域范围极为广泛，涉及到人类生活的方方面面，因此差异化领域必将面对需求多样的客户。然而，对于任何一个项目而言，产品的高效性必然是排在第一位的，“碳中和”的目标政策驱动使暖通行业对新技术新方案的需求也越来越大。所幸，从设备高效到系统高效，整个暖通空调行业已经走在了高效发展之路上了。

本刊编辑部





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 5 期 (总第 43 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



暖通空调学会微信公众号

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

06 | 新闻直通车 | News Express |

中国建研院受邀参加海南自贸港重点项目集中签约活动
中国建研院 BIMBase 系统入选十大国有企业数字技术成果
住房和城乡建设部致感谢信
国家标准《零碳建筑技术标准》启动
第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛正式启动
第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛启动
第二十届全国暖通空调模拟学术年会在长安大学顺利举行

09 | 行业新闻 | Industry News |

国家发改委抓紧推进碳达峰、碳中和顶层设计
国家主席习近平: 支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达峰
国家能源局推动新型储能发展
科技部部长: 碳达峰碳中和意义不亚于三次工业革命
银行业发布首个“碳中和”行动方案绿色信贷增速将不低于 20%
北京地标《绿色建筑评价标准》将于 2021 年 6 月 1 日起实施
邢台市将打造一批被动式超低能耗建筑示范项目
上海市推进建筑绿色发展工作评价考核出炉
南京浅层地热能示范项目每平方米奖补 50 元 等

18 | 国际新闻 | International News |

碎石储热技术公司 Brenmiller 获欧洲
丹麦 Stiesdal 公司热岩储热技术获 1200 万美元支持
为什么欧洲人很少装空调? 难道是买不起?
在欧洲天然气直追煤炭成碳排放主要来源
碳中和的新挑战: 可再生能源需要多少矿物质?
美国版能源转型“气改电”: 费城的案例

海尔E+数据中心冷却系统解决方案

“内”“外”兼修 “智”“省”合一

助力“新基建”PUE<1.3

超算中心



HPCC极致安全系列

- ⚡ 负压比仍可制冷
- ⌚ 60s极速加卸载



机架冷板式液冷

- 💧 气液双通道
- 💧 水/氟化液/矿物油介质

大中型数据中心



IDC高温出水系列

- 🔥 最高22℃出水, COP>13
- ❄️ 氟泵自由冷/全热回收



冷冻水列间/房间空调

- 🔊 EC风机/CFD仿真设计
- 🔄 负载跟随技术

中小型数据中心



IDC风冷自由冷系列

- 🔄 自动切换运行模式



风冷/冷冻水机房空调

- ⚙️ 全变频智能控制

预制模块化数据中心



集成式物联高效机房系列

- ⌚ 1周快速部署
- 🏭 工厂预调试



MDC微模块

- 🔌 可选单排/双排柜
- 📦 高度集成, UPS可选内外

基站/边缘数据中心



DTstation精密空调

- 🌿 R410a环保冷媒
- ⚡ AEER一级能效



DTrack机架空调

- 🔄 直流变频压缩机
- 📏 最小2U部署空间

智家
Haier下载海尔智家APP
定制您的智慧生活

CONTENTS



第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛正式启动



第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛启动



第二十届全国暖通空调模拟学术年会在长安大学顺利举行



美国版能源转型“气改电”的费城案例

20 | 热点聚焦 | Spotlight |



暖通空调模拟的发展与进步

22 | 聚焦政策 | Policy |

中国人民银行 发展改革委 证监会印发绿色债券支持项目目录的通知
石家庄印发关于支持被动式超低能耗建筑产业发展若干措施的通知
内蒙古自治区关于加强建筑节能和绿色建筑发展的实施意见（节选）
平度市关于推进我市绿色建筑等建筑产业化发展的实施意见（节选）等

36 | 案例赏析 | Cases |

浅析燃气红外线辐射在厂房供暖中的应用
天津市建筑设计院新建业务用房的绿色建筑调适实践

45 | 技术交流 | Technical communication |

多根相邻敷设直埋保温管道周围土壤耦合温度场的解析解研究
高层建筑外部微环境研究
基于肉鸡舍通风环境分析的进风装置优化设计
基于图像处理技术的空气源热泵除霜控制方法研究
空调用冷却塔飘水损失的理论研究

68 | 会议活动 | Events |

关于召开第六届全国净化技术学术年会的通知
关于启动第六届“海尔磁悬浮杯”绿色设计与节能运营大赛的通知

曼瑞德供暖系统

menred

曼瑞德@舒适家

燃气采暖热水炉

采暖+生活热水·智能触屏

All1.RC场景全联供控制器
无线控制

新定义“全联供”系统

组合创新 集成标准化



WWW.MENRED.COM

荣誉见证

- 参编国家标准19项, 新风标准19项
- 绿建标准2项 暖通标准13项
- 净水标准8项 智能标准1项
- 荣获官方知识产权保护281项

- 其中:
- 计算机软件著作权23项
 - 著作权版权33项
 - 中国发明专利26项
例:(专利号20140159444.X)
 - 国际专利3项
例:(专利号20140158307.4)

- 中国实用新型专利100项
例:(专利号201420191864.1)
(专利号201420197523.5)
- 国际专利3项
例:(注册号9481006)

- 红点奖2项、金点奖1项
- 高新技术企业4家
(含旗下分公司)



冷暖风火智



新闻直通车 NewsExpress

中国建研院受邀参加海南自贸港重点项目集中签约活动

4月13日，在习近平总书记发表“4·13”重要讲话三周年之际，海南自由贸易港2021年（第二批）重点项目集中签约活动在海南国际会展中心举行，海南省省委书记沈晓明证签，海南省省长冯飞致辞。中国建研院总经理、党委副书记许杰峰，副总经理、党委委员李军受邀出席签约仪式。

就中国建研院在临高金牌港开发区投资建设“热带新型建筑

产业化基地”达成共识，围绕热带新型建筑研发、设计、生产、检测、培训、体验、展示于一体的“一地四中心”智联之园目标，逐步打造热带新型建筑产业化基地、热带建筑科学研究中心、零碳展示交流中心、建筑安全与环境国家重点实验室海南中心、未来建筑体验中心。

集中签约活动后，三方来到海南分院进行座谈，许杰峰、李军，海南省国际经济发展局副局

长、洋浦国际董事长武川，临高县人民政府常务副县长吕雄，金牌园区管理机构筹备组负责人潘文雄等代表各方出席会议。会上，三方进行深入交流，一致认为金牌港以“绿色、低碳、智慧、循环”为亮点的热带建筑产业定位和中国建研院以装配式建筑、绿色建筑和超低能耗建筑为代表的新型建筑产业综合技术优势存在高度契合，具有共同合作的广泛需求和良好的互补优势。



中国建研院 BIMBase 系统入选十大国有企业数字技术成果

4月25日，第四届数字中国建设峰会在福州开幕。国务院国资委在峰会上举办国有企业数字化转型论坛，国务院国资委党委委员、副主任翁杰明出席论坛并致辞。中国建研院党委书记、董事长王俊，党委副书记、总经理许杰峰，党委委员、副总经理尹波参加峰会和论坛。

论坛上，国务院国资委面向社会公开发布了十项国有企业数字技术成果，中国建研院 BIMBase 系统入选工业软件类数字技术成果。BIMBase 系统作为中国建研院承担、构力科技具体研发的“BIM 工程”重大专项成果，是国内首款实现建筑信息模型（BIM）关键核心技术自主研发和安全可控的 BIM 平台和软件，填补了国产 BIM 软件空白。



BIMBase 系统将为中国建造提供数字化基础平台，提升工程建设数字化、智能化、智慧化核心能力，为行业数字化转型和数据安全提供有力保障。

论坛正式发布了《共创共建数字国企倡议书》，倡议共同推进产业数字化转型、推动数字产业化发展、加强数字技术创新应用、筑牢新型数字基础设施、打造数字化转型协同生态。王俊参加倡议书发布仪式。

住房和城乡建设部致感谢信

近日，住房和城乡建设部标准定额司向公司发来感谢信，衷心感谢建科环能科技有限公司在建筑碳达峰和碳中和相关工作中所作出的贡献。

2020年9月22日，习近平总书记提出“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”合理制定建筑领域碳达峰和碳中和两个减碳目标和实施步骤，在此背景下，住房和城乡建设部标准定额司委托我院开展建筑领域碳达峰和碳中和相关研究，并对相关工作提供技术支持。

感谢信中强调，环能院徐伟、孙德宇等同志，在工作中积极主动、认真负责、加班加点，按时完成了交办的各项工作，表现出良好的业务素质和工作能力。

国家标准《零碳建筑技术标准》启动



2021年4月9日，国家标准《零碳建筑技术标准》启动会在中国建筑科学研究院召开。住房和城乡建设部标准定额司倪江波一级巡视员、林岚岚处长、孟光调研员，住建部科技与产业化发展中心梁俊强副主任、住建部标准定额研究所刘彬副处长出席会议。《零碳建筑技术标准》顾问组专家住建部绿色建筑专家委员会主任崔愷院士、中国能源研

究会周大地常务副会长、中国绿建委王有主任、中国金融学会绿色金融专委会马骏主任、国家发改委能源所康艳兵主任参加会议。来自建筑节能减碳领域20家科研、设计、建造、碳交易相关单位的30位编委和来自绿色地产、建筑产品部品、国际机构的特邀代表共100人参加会议。住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会邹瑜秘书长主持会议。

中国建筑科学研究院有限公司王清勤副总经理致欢迎词。中国建筑节能协会常务副会长李德英介绍了协会在零碳建筑方面已经开展的相关研究、工程实践和评价标准等工作。中国绿建委王有主任、国家发改委能源所康艳兵主任、中

国金融学会绿色金融专委会马骏主任分别从零碳建筑相关具体内容及如何加强与国家整体规划相结合、金融支撑零碳建筑发展提出了标准研究和编制的工作建议。

《零碳建筑技术标准》主编、全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院专业总工程师徐伟对标准的编制背景、目标与定位、前期研究主要结论和编制筹备工作进行了介绍，提出了标准编制的分工建议和下一步工作计划，随后编制组对节能低碳标准体系的关系、零碳建筑相关定义与逻辑、绿色电力对零碳建筑影响、碳交易机制引入等重点问题进行了深入讨论。《零碳建筑技术标准》是住房和城乡建设领域积极落实“30 60”双碳目标的重要工作，将对建筑领域减碳目标分解落实，引导强制性标准提升具有重要支撑作用。

第六届海尔磁悬浮杯 绿色设计与节能 运营大赛正式启动



4月7日，由暖通空调产业技术创新联盟和海尔中央空调联合主办的第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛在第三十二届中国制冷展上正式启动。

全国工程勘察大师、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长、暖通空调产业技术创新联盟理事长徐伟在致辞中表示，海尔磁悬浮杯设计大赛举办五年来，引起了行业的极大关注和广泛支持，对推动行业设计技术的进步，推动整个建筑业的发展都起到了至关重要的作用。

不同于单纯的设计类比赛，海尔磁悬浮杯大赛关注产品全生命周期的节能方案，通过搭建海尔中央空调与设计院、专家、用户的生态平台，推进暖通“碳中和”实践成果落地。大赛创立至今，已推进建筑节能48.89亿kWh，相当于省出28万吨标准煤。而这些节能成果取得的背后，则主要依托于专家生态平台的大力支持。

为了将建筑节能理念推向全行业，大赛还设置了多联机组和学生组类别，进一步推进建筑节能发展，并走进华中科技大学、哈尔滨工业大学等百余所高校，促进行业产学研理论与实践的进一步融合。截至目前，大赛共设立了东、南、西、北四大赛区，覆盖100余所高校，1256家设计院，3861名设计师。

第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛启动

4月7日，由暖通空调产业技术创新联盟和美的暖通与楼宇联合主办的第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛正式启动。北京建筑设计研究院有限公司顾问总工、暖通空调产业技术创新联盟顾问委员会主任吴德绳，全国工程勘察设计师、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长、暖通空调产业技术创新联盟理事长徐伟，中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长、中国建筑学会暖通空调分会理事长路宾，华东建筑设计研究总院有限公司总工、中国建筑学会暖通空调分会副理事长马伟骏，暖通空调产业技术创新联盟秘书长王东青以及美的暖通与楼宇事业部总裁管金伟，美的暖通与楼宇国内营销公司总经理周星和海外营销公司总经理赵军战等领导悉数出席。

本届 MDV 大赛新增加了国际赛事组，希望吸引全球范围人才参



与角逐，大家更有机会频繁地与全球从业者进行交流，相互交流学习，共同推进整个行业的发展。

从前几年的“互联网+建筑”，再到如今的楼宇智能化，暖通行业作为“节能减排”的排头兵，一直以来都是走在吸纳新科技的前沿。设计方案虽有所不同，但理念与初心都是为打造绿色建筑不断求索，为实现国家“节能减排”战略贡献力量。相信在这一届的 MDV 大赛中，也一定会涌现出更多令人期待的精彩设计方案。

第二十届全国暖通空调模拟学术年会在长安大学顺利举行



2021年4月9日-11日，由中国建筑科学研究院有限公司、中国建筑学会暖通空调分会、暖通空调产业技术创新联盟主办，长安大学协办的“第二十届全国暖通空调模拟学术年会”在长安大学学术交流中心顺利举行。共计380余名业界专家、学者等参加了本届年会。

开幕式由哈尔滨工业大学刘京教授、西安建筑科技大学王登

甲教授主持。中国工程院院士、CAHVAC 计算机模拟专委会名誉主任委员、清华大学建筑节能研究中心主任江亿，全国工程勘察设计师、CAHVAC 理事长、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟向年会的召开表示祝贺并分别作了视频致辞。长安大学副校长贺拴海教授，CAHVAC 计算机模拟专委会主任委员、清华大学燕达教授分别代表长安大学和模拟专委会向参会代表致欢迎辞。

本届年会特邀20多位专家做大会学术报告，安排了12篇文章分会场、4个博士生论坛以及4个交流论坛，并对10篇优秀论文颁发证书。

行业新闻 IndustryNews

国家发改委： 抓紧推进碳达峰、 碳中和顶层设计

4月19日，国家发改委新闻发言人孟玮在今日发布上表示，将抓紧推进碳达峰、碳中和顶层设计，重点做好八方面工作。

为此，国家发改委将全面把握和处理发展好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，以经济社会发展全面绿色低碳转型为引领，以能源绿色低碳发展是关键，抓紧推进碳达峰、碳中和顶层设计，会同有关部门研究制定碳达峰行动方案 and 分行业分领域实施方案，加快构建碳达峰、碳中和政策体系。

一是推动产业结构优化升级，不断提高产业绿色低碳发展水平。二是大力调整能源结构，实施可再生能源替代行动。三是坚持和完善能耗双控制度，狠抓重点领域节能。四是加大科技攻关力度，推动绿色低碳技术实现重大突破。五是坚持政府和市场两手发力，完善绿色低碳政策体系 and 市场化机制。六是加强生态保护修复，提升生态系统碳汇能力。七是推动全民节约，营造绿色低碳生活新风尚。八是加强国际交流合作，推进绿色丝绸之路建设，参与和引领全球气候和环境治理。

国家主席习近平：支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达峰



国家主席习近平4月22日晚在北京以视频方式出席领导人气候峰会并发表重要讲话。

习近平指出，中国将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，正在制定碳达峰行动计划，广泛深入开展碳达峰行动，支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达峰。中国将严控煤电项目，“十四五”时期严控煤炭消费增长、“十五五”时期逐步减少。

此外，中国已决定接受《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，加强非二氧化碳温室气体管控，还将启动全国碳市场上线交易。

到2022年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比70%

近日，住房和城乡建设部在北京召开新闻发布会，公布2020年度全国绿色建筑创新奖获奖名单，并对目前我国绿色建筑发展情况，以及在实现“30-60”双碳目标过程中绿色建筑的作用等进行了介绍。住房和城乡建设部标准定额司司长田国民介绍，2020年度全国绿色建筑创新奖获奖项目共61项，其中一等奖16项、二等奖20项、三等奖25项。北京大兴国际机场航站楼及停车楼、上海中心大厦、卓越后海金融中心等均在其列。

发布会上，住房和城乡建设部标准定额司一级巡视员倪江波指出，与发达国家相比，我国绿色建筑发展起步晚，发展快，到2019年，全国累计建设绿色建筑面积超过50亿平方米，在2019年当年城镇新建建筑中，绿色建筑占比65%。倪江波透露，到2022年，中国要实现城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到70%。



建筑领域是我国节能减排的三大重要领域之一。住房和城乡建设部标准定额司建筑节能处处长林岚指出，绿色建筑是建筑领域实现碳达峰、碳中和的重要手段。建筑领域要在2030年前实现碳达峰面临很多困难和挑战，绿色建筑是推动建筑领域如期实现碳达峰的主要措施。据有关统计，绿色建筑约有30项指标与碳达峰、碳中和相关。通过优化围护结构热工性能，提升暖通空调、照明与电气设备能效水平，充分利用太阳能、地热能等可再生清洁能源等，能够有效减少化石能源消耗，降低建筑碳排放。

国家能源局推动 新型储能发展

4月22日，为深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神，践行习近平生态文明思想和“四个革命、一个合作”能源安全新战略，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，支撑碳达峰碳中和目标实现，国家发展改革委、国家能源局组织起草了《关于加快推动新型储能发展的指导意见（征求意见稿）》公开征求意见。

到2025年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变。新型储能技术创新能力显著提高，核心技术装备自主可控水平大幅提升，在低成本、高可靠、长寿命等方面取得长足进步，标准体系基本完善，产业体系日趋完备，市场环境和商业模式基本成熟，装机规模达3000万千瓦以上。新型储能在推动能源领域碳达峰碳中和过程中发挥显著作用。

到2030年，实现新型储能全面市场化发展。新型储能核心技术装备自主可控，技术创新和产业水平稳居全球前列，标准体系、市场机制、商业模式成熟健全，与电力系统各环节深度融合发展，装机规模基本满足新型电力系统相应需求。新型储能成为能源领域碳达峰碳中和的关键支撑之一。

科技部部长：碳达峰碳中和意义不亚于三次工业革命

4月18日，中国科技部部长王志刚近日在香山科学会议上表示，碳达峰碳中和将带来一场由科技革命引起的经济社会环境的重大变革，其意义不亚于三次工业革命。

科技是保障同时实现碳达峰碳中和与经济社会发展的关键。碳达峰碳中和将检验和催生一系列的科学结论、科学方法以及技术创新成果，也为中国科学家和全球科学家开展科技合作提供广阔空间。

在建筑领域要发展“光储直柔”配电系统相关技术，助力实



现用能电气化。要发展碳汇和碳捕集利用与封存等负排放技术，着眼长远应发展非二氧化碳温室气体减排技术。要加强产业技术集成耦合创新以及注重颠覆性技术创新，碳中和技术路线发展应考虑资源约束问题。要加强青年科技人才的培养。

北京数据中心2030年100%利用可再生能源

从4月26日开始，北京市发改委对《关于进一步加强数据中心项目节能审查的若干规定》征求意见。根据征求意见稿，北京市数据中心项目将进一步加强节能审查，要求项目逐年提高可再生能源利用比例，在2030年达到100%。

数据中心是重要的数据智能基础设施，是北京市建设全球数字经济标杆城市的重要支撑，同时也是能源消耗和二氧化碳排放大户。据专业机构测算，北京市现有数据中心机柜约占全国总量的12%。

“对数据中心项目进行更严格的节能审查工作，并不是北京不再发展数据中心项目，而是要从源头上规范引导数据中心实现高质量发展，持续提高能效水平，强化全生命周期节能管理，促进全市碳减排碳中和。”同时，数据中心也应提升可再生能源利用水平。具相关负责人解释，在碳达峰、碳中和的背景下，数据中心要通过自建可再生能源设施、认购可再生能源绿色电力证书等方式，逐年提高可再生能源利用比例，在2030年达到100%。

银行业发布首个“碳中和”行动方案 绿色信贷增速将不低于20%

近日，第一财经记者获悉，日前江苏银行正式发布首个“碳中和”行动方案，绿色信贷增速将不低于20%。

自“碳达峰”“碳中和”目标被提出后，银行业正积极推

进绿色金融服务。根据方案，该行计划在“十四五”期间气候融资专项支持额度不低于2000亿元，清洁能源产业支持额度不低于500亿元，支持减污降碳、清洁能源、清洁交通、零碳建筑等

领域重点项目，推动实现碳减排超1000万吨。

未来，江苏银行将通过采纳《负责任银行原则》、完善绿色金融组织架构、加强气候金融产品创新和气候风险管理等系列举措，推动落实金融服务“碳中和”行动方案。

北京地标 《绿色建筑评价标准》 将于2021年6月1日 起实施

2021年4月1日,经北京市市场监督管理局批准,北京市地方标准《绿色建筑评价标准》DB11/T 825-2021(以下简称“2021版地标”)作为京津冀区域协同地方标准,由北京市市场监督管理局、北京市住房和城乡建设委员会发布,并将于2021年6月1日起实施。

按照2021年01月《住房和城乡建设部关于印发绿色建筑标识管理的通知》(建标规〔2021〕1号)中“第七条 省级住房和城乡建设部门制定的绿色建筑评价标准,可细化国家标准要求,补充国家标准中创新项的开放性条款,不应调整国家标准评价要素和指标权重”的要求,2021版地标依据国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019(以下简称“2019版国标”),按照京津冀三地互认共享的原则进行修订。与现行北京市地方标准《绿色建筑评价标准》DB11/T 825-2015版相比,依据2019版国标进行修订的2021版地标,主要修订的内容包括调整了绿色建筑评价的时间节点、相比2015版地标增加了绿色建筑等级、增加了建筑全装修交付要求、提高了绿色建筑性能要求等几方面内容。

北京市尚处设计阶段的建设项目应提前做好筹划,针对绿建星级目标及项目获得相关审批文件的时间确定须执行新的标准版本。针对已获得相关审批文件项目,按照2015版地标报施工图审查,后期希望取得标识证书的项目同时满足新旧两版标准要求。

石家庄印发《2021年全市建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作方案》

近日,石家庄市住房和城乡建设局印发《2021年全市建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作方案》,推进全市建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作,促进建筑业转型升级。

方案指出2021年全市城镇

新建绿色建筑占新建建筑面积比例达到90%以上;新开工建设被动式超低能耗建筑面积20万平方米以上;新开工建设装配式建筑面积占城镇新建建筑面积比例达到25%以上。同时,制定相应工作重点与保障措施。

张家口绿色建筑三星标准的冬奥村已完成基础装修

近日,从“百年京张路 筑梦冬奥行”网络主题活动中获悉,张家口冬奥村已完成基础装修,正在进行室外管道建设和景观打造。

按照功能分区,张家口冬奥村分为居住区、广场区、运行区三个功能区。居住区主要为冬奥村居民的住宿、办公和医疗空间;广场区是冬奥村举行仪式的地方,还设有一些商业设施,是访客参观的主要区

域;运行区是冬奥村工作人员办公的场所。

张家口冬奥村已完成基础装修,正在进行室外管道建设和景观打造。张家口冬奥村按照绿色建筑三星标准进行建设,采取了一系列节地、节能、节材、节水措施。在中心位置设置下沉广场,建筑外窗采用金属格栅作为外遮阳构件且外窗可开启比例不低于30%,有利于自然通风与采光,降低建筑能耗。

邢台市将打造一批被动式超低能耗建筑示范项目

4月28日,邢台市政府表示,今年邢台市将加快绿色建筑专项规划落地落实,明确绿色建筑等级要求和选用的技术,高起点、高标准、高质量建设绿色建筑和被动式超低能耗建筑。

绿色建筑集节地、节水、节能、节材和环境保护、减少污染等优势于一身,在最低污染环境和最佳优化资源的基础上,关注健康和舒适,实现整体的和谐统一。2020年邢台市完成建筑节能专项验收407.26万 m^2 ,全部执行绿色建筑标准,绿色建筑占比100%。

据悉,为加快推进绿色建筑产业发展,邢台市出台《关于

加快绿色建筑产业发展、推进被动式超低能耗建筑建设的实施意见》,要求单宗土地面积达到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,在规划条件中应建设不低于10%的被动式超低能耗建筑,并在全市打造一批被动式超低能耗建筑示范项目。



上海市推进建筑绿色发展工作评价考核出炉

近日，上海市推进建筑绿色发展工作评价考核出炉，为确保完成各项目标任务，统筹精简，为基层减负和促进沟通交流，开展自查自评，整体来看，上海市对推进建筑绿色发展工作取得了积极进展。

绿色建筑和建筑节能方面，全年推进绿色建筑面积 4411 万平方米，其中绿色建筑标识面积 1584 万平方米，7 个绿色生态城区成功创建或通过评审，共完成 238 万平方米既有公共建筑节能改造和 245 万平方米可再生能源建筑一体化应用，新增能耗监测系统覆盖面积 980 万平方米。

装配式建筑方面，新开工装配式建筑地上面积 4618 万平方米，约占全市新开工地上建筑面积的 91.7%，预制混凝土构件实际产能达到 614 万立方米。建材使用监管和废弃混凝土资源化利用方面，十大类建材每月平均信息报送 5 万条以上，房建项目重要建材供应商确认率达到 98% 以上，共公布了 11 个符合相关标准的建筑废弃混凝土处置场所。

包头市住建局推进碳达峰目标下城市低碳化绿色化管理运行

近日获悉，“十四五”期间，包头市住建系统将立足新发展阶段，推动城市建设工作向存量提质改造和增量结构调整并重转变，推动城市管理运行向综合管理高效化、智慧化、长效化转变，主动对标碳达峰碳中和目标要求，全力推动建筑、基础设施、园林绿化、城市管理等各方面转型升级。

在建筑领域能效提升方面，持续推进既有居住建筑节能改造，积极开展被动式超低能耗建筑、近零能耗建筑试点示范。严格执行建筑节能强制性标准，推

进绿色建筑规模化发展，加快装配式建筑产业基地和项目建设，强化绿色建材应用，推动新建建筑全面达到绿色建筑标准。

在城市基础设施管理运行方面，积极推进城市新基建领域节能降碳，建成新能源基础设施建设样板区；大力推进清洁取暖项目实施，构建以工业余热、热电联产、燃气锅炉、风光绿电等集中供热方式为主，分散式电、可再生能源、天然气利用等供热方式为辅的清洁取暖格局，主城区清洁取暖率达到 100%。

南京浅层地热能示范项目每平米奖补 50 元

近日，南京市印发了《南京市绿色建筑示范项目管理暂行办法》的通知。通知指出，绿色建筑单体示范项目按照建筑面积予以补助，二星级示范项目补助 20 元/㎡，最高不超过 30 万元；三星级示范项目补助 30 元/㎡，最高不超过 50 万元；绿色建筑片区集成示范及绿色小镇项目根据规模和技术应用水平由专家评审决定，补助金额最高不超过 300 万元。

新建浅层地能示范项目按照

示范面积不超过 50 元/㎡予以补助；太阳能光伏项目按照不超过 500 元/kW 予以补助。原则上单个可再生能源建筑应用示范项目补助金额最高不超过 200 万元。

南京市对申报地（水）源热泵空调系统项目提出了具体要求，其中，公建项目单体建筑面积不低于 5000 平方米，住宅项目总建筑面积不低于 1 万平方米。机房监控采用智能化管理技术。水源热泵应获得水务部门审批意见。

南京三星级绿色建筑再发碳中和债

4 月 15 日，由兴业银行南京分行牵头主承的南京金融城市建设发展股份有限公司绿色中期票据（碳中和债）成功发行。该项目为全国首批注册的碳中和债券，也是南京地区发行的首只碳中和债券。

据了解，南京金融城市建设发展股份有限公司绿色中期票据发行金额 2 亿元，期限 3 年，

发行利率 3.80%，募集资金将用于南京金融城二期东区的绿色项目建设。与普通建筑不同，该项目符合三星级绿色建筑的标准，可有效减少碳排放，积极助力低碳智慧城市建设。初步估计，本次项目可节约 1674 吨标准煤/年，二氧化碳减排 3700 吨/年，二氧化硫减排 0.978 吨/年、氮氧化物减排 1020 吨/

年、烟尘减排 0.199 吨/年。

兴业银行南京分行有关负责人表示，碳达峰、碳中和目标的加速推进，在引领我国经济绿色转型发展的同时，也将对银行金融机构经营发展产生深远影响。该行将充分发挥绿色金融专业优势，在江苏地区积极探索绿色金融服务碳达峰、碳中和目标新路径。

湖州“五个聚焦”推进绿色金融改革

日前，住建部在湖州召开推进湖州绿色建筑和绿色金融协同发展试点推进会。会上，湖州发布了首创的绿色建筑与绿色金融协同发展数字化平台——“绿建通”平台，为绿色建筑产业链关联企业提供全方位的绿色金融服务支持。

湖州率先编制了绿色金融和绿色建筑协同发展试点实施方案，作为绿色建筑和绿色金融协同发展试点城市，全方位构建支持绿色建筑发展的区域

性金融服务体系，创新开发“绿色建筑开发贷”，落地全国首单绿色建筑性能责任保险，全市绿色建筑信贷占比不断提升。

截至目前，全市绿色信贷年均增长 31.3%，比全国绿色信贷增速高出 11.3 个百分点。绿色贷款不良率仅为 0.05%，累计取得 30 余项全国率先或首次试点成果，被《亚洲货币》评为中国最佳绿色金融创新地区，长三角“40+1”城市群绿色金融竞争力第一名。

厦门城镇新建民用建筑将执行绿色建筑标准

近日，厦门市建设局、市发改委等 5 部门联合印发《厦门市绿色建筑创建行动实施计划》（以下简称《实施计划》），在全市开展绿色建筑创建行动。

《实施计划》提出七大重点任务，其目标是到 2022 年，当年城镇新建民用建筑中绿色建筑面积占比达到 75% 以上，星级绿色建筑持续增加，既有建筑能效水平不断提高，住宅健康性能不断完善，装配化建造方式占比稳步提升，绿色建材应用进一步扩大，绿色住宅

使用者监督全面推广，人民群众积极参与绿色建筑创建行动，形成崇尚绿色生活的社会氛围。

《实施计划》指出，厦门市将全面推广绿色建筑，城镇新建民用建筑将全面执行绿色建筑标准，并加强设计、图审、施工、验收和运行管理，确保绿色建筑标准落实。同时，鼓励政府投资公益性建筑、大型公共建筑和建筑面积大于 10 万平方米的住宅小区提高绿色建筑等级要求，积极引导城镇新区按绿色生态城区标准进行建设。

据悉，厦门市还将结合城镇老旧小区改造、海绵城市建设等工作，推动既有居住建筑节能节水改造，推进 2000 年底前建成且符合条件的小区实施绿色化改造。此外，厦门市还将开展建筑节能监管体系建设，实施民用建筑能耗统计、能源审计、能效公示及能耗动态监测。鼓励开展超低能耗建筑研究与试点，加大推广可再生能源应用和再生水利用等。



湖北省绿色建筑项目不达标



湖南省住房和城乡建设厅 5 月 8 日通报绿色建筑项目实施情况称：在全省施工图管理信息系统中，抽取了去年三、四季度 114 个完成施工图审查的项目发现，有 14 个项目未执行绿色建筑及相关政策规定，相关责任主体忽视绿色建筑要求。

这 14 个项目中，其中 6 个为学校项目，5 个为政府投资建筑项目，3 个为 2019 年 6 月后开工的市州中心城市项目。其中，湘潭大学北苑学生综合食堂项目、益阳市老年康复中心二期工程（益阳市优福老年康复中心）、祁东县乌江区域性敬老院、双牌县人民医院医技楼、绥宁县殡仪馆、资阳区怡康养老服务项目，在施工图管理信息系统中没有任何绿色建筑资料；株洲市芦淞区枫溪学校项目仅提供绿色建筑设计说明，缺少全套绿建证明资料；岳阳经济技术开发区东城小学新建综合楼绿色建筑资料不齐（如缺少设计审查表、土壤氡浓度检测报告等）。

湖南省住建厅指出，本次检查按照项目属地管理原则，对未按要求实施绿色建筑的住建主管部门、建设单位、开发单位、设计单位、施工图审查机构进行了通报，将督促开展整改。

惠州发布民用绿色建筑验收标准 确保绿色建筑对标全面落地实施

4月20日，惠州市住房和城乡建设局印发《惠州市民用绿色建筑验收工作指南(试行)》(以下简称《验收指南》)，明确了惠州市绿色建筑验收工作适用范围、验收标准和查验方式，进一步推动惠州市绿色建筑数量和质量双提升。

《验收指南》明确了惠州市绿色建筑验收工作适用范围、验收标准和查验方式，进一步推动惠州市绿色建筑数量和质量双提升。目前，住房和城乡建设部和广东省都尚未出台绿色建筑竣工验收相关标准。惠

州市积极探索，从验收方案、项目检测、自评估报告、专家评审验收申请等全流程细化验收管理要求，确保绿色建筑按照标准全面落地实施。推行分级验收和承诺制验收。

截至2021年一季度，惠州市新开工装配式建筑面积102.64万平方米，占新开工工程总面积的9.05%，其中，新开工装配式装修住宅建筑面积46.54万平方米。新开工政府投资工程装配式建筑面积0.79万平方米，占新开工政府投资工程总面积的6.95%。

大金携手中海达成战略合作， 共享空气环境革新升级未来办公场景



为了满足未来办公先锋人群对各类社交场景的空气环境需求，共同推动办公空间空气质量迭代升级，日前，大金与中海旗下品牌OFFICEZIP达成品牌战略合作，双方以“空间+科技”的跨界合作，共同启动Office-Air办公空间空气环境革新计划。健康的空气环境在疫情冲击下逐渐成为办公场所的高频关注点，基于双方共同打造智能与环保并存、科技与绿色共生的办公环境的美好发展愿景，大金携手中海达成此次战略合作。

仪式上，大金负责人表示，大金集团97年来致力于不断探究空气的奥秘，作为多联空调文化的开创者，大金为实体办公场所等商用空间提供了诸多针对性的空气服务方案，此次从用户角度出发，借助VRV空调系统的IoT技术及远程监控技术，以打破空间界限、全天候追踪冷暖、人机智能交互等创新点，实现“设备运行自动化”、“能源消耗可视化”、“管理服务精细化”的智能式服务，助力OFFICEZIP打造无限想象的“未来办公体验”。

OFFICEZIP负责人也提到，依托中海地产的集团产业链路，OFFICEZIP目前已经形成了集约、创新、多元的全域商务生态圈，此次将西南旗舰项目交付OFFICEZIP作为“试验田”，携手中金启动Office-Air计划，共同打造“空间+科技”的绿色智慧办公全场景空气体验。

开利全球发布 2030年ESG目标



日前，全球创新型暖通空调、冷冻、消防、安全和楼宇自动化技术的杰出供应商开利公司(NYSE:CARR)一直致力于创造造福人类和地球的解决方案。基于这一愿景，开利发布了2030年ESG(环境、社会和公司治理)目标。其中关键目标之一是在保持全球安全标准的前提下，将领先的可持续设计原则纳入整个设备生命周期，在2030年实现全球运营“碳中和”。

在今年的两会中，“碳达峰、碳中和”再次霸屏，2021年已经不折不扣地成为中国的“碳中和”元年，一场覆盖全行业且号召全民参与的可持续发展绿色行动已经拉开帷幕。开利2030年ESG目标与中国的“碳中和”举措不谋而合。开利在全球范围内，将围绕“地球、员工、社区”三大维度，从创新、就业、绿色环保、可持续等不同层面，坚持不懈地推动变革，包括在未来10年内投资超过20亿美元，开发更健康、安全、可持续的建筑和冷链解决方案，以帮助客户减少超过10亿吨的碳足迹。

开利暖通空调北亚区董事总经理余敏义表示：“中国作为世界温室气体排放大国，已经率先做出了‘碳中和’的承诺，这一壮举不仅需要决心更需要大量的资金和技术。我们相信开利在践行2030年ESG目标的过程中，必能落实适合中国本土需求的解决方案，助力中国未来！”

德国迈迪龙顶侧双修新品重磅上市



近日，迈迪龙新风作为一家专注新风十五年企业、中国制冷展的长期合作伙伴，携全新展位设计、技术新品亮相并举行了“科技创新生活”德国迈迪龙新风顶侧双修新品发布。此次发布的迈迪龙新风顶侧双修新品，不仅是产品功能最优化的体现，更是一套优异的新风系统解决方案，能够从整体方案的系统化角度服务用户，让广大用户更好地“静享鲜氧新生活”。

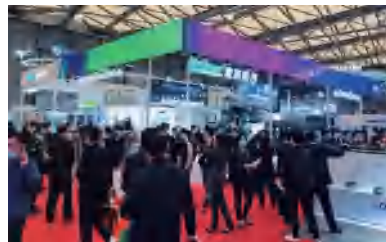
该新品突破传统限制，在安装及维护方面更加省心，迈迪龙的自主研发设计，满足顶检修、侧检修两种检修方式，更加人性化。不仅如此，作为主打静音排毒的新风产品，8秒排毒系统让人眼前一亮，设备EPP材料应用率超90%，一体成型的风道及蜗壳有效优化了气流组织，从而降低阻力和噪音；同时，产品配置中，HEPA高效滤网净化率达99%以上，中科异相膜热回收机芯等核心技术也得到集中体现，真正做到了满足节能环保的标准要求。

源于德国品质的新风专家迈迪龙，研究和发展高品质舒适性的室内气候系统和全热回收的通风技术，为全球用户提供室内气候系统系列产品以及专业舒适性气候系统设计规划、节能通风方案选型和技术解决方案。目前，迈迪龙新风拥有全系列产品并在国内市场商用、医用场所等都得到了广泛应用。

麦克维尔八大技术展区闪耀中国制冷展

近日，第三十二届中国制冷展再次亮相上海新国际博览中心。今年的制冷展将以全新的风貌向世界展示后疫情时代中国制冷暖通空调行业焕发的勃勃生机。麦克维尔作为中国暖通行业头部品牌，从未停止过提高自身创新能力和服务水平的脚步，连续12年赴此盛会，并借助中国制冷展的平台，向行业发布新产品和新技术，引领行业新动向，共同推动我国制冷空调行业的发展。

本次展会，麦克维尔将从中央空调、零售事业、冷冻事业、特种空调四大事业主题，集中展示新冷媒应用、变频节能、净化技术、模块化改造、舒适健康、工业冷冻、粮食储存、高温热水8大热门概念和技术，全方位展示麦克维尔为客户提供的带有行业有前瞻性的技术、



高度个性化产品和领先的技术方案，为领航未来的技术奠定坚实的基础。

麦克维尔深知优质的服务和过硬的产品质量是一个企业最好的口碑宣传，客户满意度是企业生存空间的体现，也是一个企业在历史的洪流中得以生存的根本。展览期间，麦克维尔还参与了多场技术交流，并邀请轨道交通领域、苏州浙江安徽设计院、苏州商会VIP参观团等专业团队到展台参观交流，多方探讨，共谋发展，开辟战略合作新篇章。

三星中央空调与敏捷集团签订全面战略合作协议

三星中央空调再次发动市场攻势，近日与“中国房地产开发企业综合实力500强”、“中国房地产开发企业100强”、“中国房地产开发企业稳健经营10强”企业——敏捷集团签订战略合作协议，加大合作力度，一路高歌猛进。

敏捷集团创立于1993年，1998年正式进入民生住宅开发领域，历经20余年的稳健发展，现已成为一家涵盖民生地产、建筑工程、生活服务、城市更新、酒店及商业运营、文旅开发、优质教育等多元化业务的全国知名综合性企业集团。截至目前，公司总资产超1000亿元，已开发各类物业总建筑面积近5000万平方米，2020年实现年

销售额超510亿元。

三星中央空调拓展房地产市场多年，与全球多家房地产项目深度合作，总结出非常多宝贵的经验，运用与合作伙伴达到双赢。三星中央空调站在用户角度，根据用户需求研发产品，凭借力量雄厚的技术优势，丰富多样的产品线，健康舒适的产品特质，在市场上拥有良好的口碑。拥有解决方案与集采两大利器之后，三星中央空调在房地产市场上获得不少关注，先后与绿地、新城、远洋、正荣、中南等多家房地产巨头结成战略合作伙伴，本次与敏捷集团签约，更是证明了三星中央空调深入挖掘市场的潜力，实施精细耕耘。

天加全效空气系统开启新篇章

一年一度全球同行业中规模最大的专业展会之一的中国制冷展4月7日在上海新国际博览中心盛大开幕。作为暖通行业的知名品牌，天加环境科技携众多明星产品重磅亮相中国制冷展，受到业内的广泛关注。2021年正值天加30周年，制冷展现场，天加以“三十而立，向上而生”为主题，并发布了“全效空气系统产品发布会”。同时，天加展馆更是通过产品和空间设计无缝衔接，为观众带来全效家用空气系统沉浸式的健康舒适家居体验。

据介绍，天加全效空气系统针对恒温、恒静、恒湿、恒净、恒氧5个不同维度提出系统解决方案，全面展示温度、湿度、新鲜洁净度对于提升高品质家居生活的重要性，天加全效空气系统的展示不仅表明天加对舒适健康人居环境的重视，同时也表明天加后续将重点布局家装市场的决心，更好地满足个性化、高端化



的消费需求，为时下对于舒适生活追求的消费者，提供贯彻产业链的生活享受。

2021年，碳达峰、碳中和成为行业关注的重要热词，能源低碳转型也成为国家重点战略。暖通行业不断加速节能减排政策的落地。天加全效空气系统用科技创新的手段追求健康舒适与低碳环保的和谐统一，不仅能有效推动低碳节能时代的发展，也让更多的中国家庭能够享受健康、舒适、安全、节能智慧的人居环境。与此同时，在中国制冷展创新产品评选中，天加全效空气系统变频冷凝再热恒温恒湿机组荣获2021中国制冷展创新产品奖。

盾安永磁同步变频直驱离心机服务旭升汽车

近日再传捷报，盾安再度携手旭升汽车为其量身定制高效节能的中央空调节能系统解决方案！盾安凭借高效节能的技术优势和良好的市场口碑，以安澜i-Legend永磁同步变频直驱离心机、大风量恒温恒湿洁净型组合式空调机组及风冷热泵机组成功服务旭升汽车，为其安全生产提供了最可靠的保障！

汽车生产工艺厂房对空气环境要求极高，不仅需保证厂房温湿度适宜，满足工艺清洁需求，同时还要保证能够稳定运行、节省能耗。此次盾安中标的轻量化及环保型铝镁合金汽车零部件制造项目是旭升汽车股份四期

工程，恒温恒湿洁净区近20000平方米，共采用两台盾安安澜i-Legend永磁同步变频直驱离心机SXBH800JDV、十套大风量恒温恒湿洁净型组合式空调机组及风冷热泵机组，可根据厂房环境进行不同冷量需求调节，在节能降耗的同时提高机组高负荷运行时的稳定性。

旭升汽车股份是盾安环境工业环控领域先进制造业企业重点客户，其宁波生产基地二期、三期车间已采用盾安数十台套风冷热泵机组及组合式空调机组。盾安再次携手旭升汽车股份，无论是前期选型设计，还是安装服务均获得了甲方高度认可。

威海远大携多款明星产品亮相中国制冷展

近日，2021中国制冷展在上海新国际博览中心拉开帷幕。威海远大作为致力于中央空调辅助电加热器及机房水处理设备、机房群控系统产品的研发、设计与制造，为国家级高新技术企业出席此次制冷展。

参观者的驻足就是对威海远大产品以及品牌最直接的证明，展会现场威海远大的爆款产品，全自动加药装置、换热机组、定压补水真空脱气机组、水力模块等引来了众多参会厂商以及观众的驻足与好评。针对市场现状，在中央空调的现场安装中，很多工程商的配套产品质量参差不齐，威海远大此次亮相的水力模块为中央空调智能水力输配系统，把阀门、控制放在一起，集中化的水系统平衡输送，以及全自动加药装置可大大减少设计和现场施工的工作量，基本实现无人看管，对整机的质量、安全和现场投运提供了可靠的保证。

威海远大围绕市场需求的产品的亮相，也表明接下来威海远大将继续秉承为好客户做好产品的理念，加大在行业领域的研发力度，针对其主要客户中央空调水系统的工程领域进行专项研发与创新，迎合市场需求，进一步优化产品，增加产品卖点，提高产品性价比，为行业的健康成长增添动力。



克莱门特助力甘肃省妇女儿童医院

近日，克莱门特助力甘肃省妇女儿童医院。甘肃省妇女儿童医疗综合体项目位于甘肃省兰州市安宁区莫高大道，总建筑面积 25.17 万 m²，建成后将是一家集国际化、现代化、研究型为一体的医疗综合体，将弥补安宁区目前尚无一所三级甲等专科及综合医院的空白。项目设计病床总数 2300 张，门诊量 12000 人 / 日。

其中医院净化空调系统与一般舒适性空调系统不同，设计净化手术室部分要求全年同时制

冷制热，不分春夏秋冬，保证净化手术室的恒温恒湿状态。正是基于医院净化对空调系统的特殊要求，此次洁净手术室冷热源采用克莱门特四管制多功能冷热水机组，根据末端设备冷热量变化机组自动调节冷热平衡，实现全年自动运行。2010 年甘肃妇女儿童医院一期，2016 年二期，克莱门特四管制设备就应用在该院项目上，为洁净手术区域提供冷热源，此次甘肃妇女儿童医院三期，共采用克莱门特四管制多功能冷

热水机组共计 4 台。

多年来，克莱门特一直致力于智慧节能医院的研究，先后推出热泵技术，工艺冷冻技术，成熟的四管制，六管制，自然冷却等技术。克莱门特推荐智慧能源站的冷热源解决方案，改变以往依赖自控系统分析与最佳化运行，充分利用大数据分析系统与系统完善，最佳配置不同种类与容量的冷热源，建立与智慧医院相适应能源站，形成了完美的手术净化智慧能源站，服务于多家医院。

海信日立夯基固本 应势创变

4 月 15 日，海信日立第十八届全国经销商大会于上海国际会议中心举行，来自全国各地近千位经销商代表齐聚一堂，共谋发展新篇。

2020 年是不平凡的一年，由于遭受疫情影响，整体中央空调行业承压明显。然而海信日立销售规模却取得了两位数的增长，市场占有率逆势上扬。在此基础上，海信日立公司总裁费立成表示，当前中央空调行业已经进入增速“换挡期”，变化是市场的常态。海信日立发展中深刻体会到，唯有坚守、创变和提升，才能获取持续发展的制胜法宝。未来海信日立将坚守初心不动摇，坚守企业优良文化，顺应时代格局，不断提升经营质量，练好内功，致力于在变化中走得更稳更远。

海信日立公司副总裁范宏越在大会上谈到，面对经济形势与行业格局的变化，2021 年，海信日立制定了基于战略、市场营销和运营管理的三大可持续发

展举措。第一，围绕打造先进高效的产品平台，推进品牌价值提升，筑牢公建传统优势，提高营销管理能力，提升运营效率五大核心领域，全力提升海信日立市场竞争优势，确保基本盘的稳定，为未来持续增长打牢基础。第二，顺势而为，再造事业增长新趋势。第三，永守初心，不断为广大经销商伙伴赋能，携手创造彼此事

业新高度。

会后，海信日立还举行了隆重的颁奖晚宴，对 2020 年度表现突出的经销商伙伴进行了表彰，感谢每一位经销商伙伴的戮力同心，辛勤付出。在未来不断前行的路上，海信日立将和所有经销商伙伴一起，坚守初心，以诚为鉴，筑信起航，抢抓机遇跨越。



国际资讯 International News

碎石储热技术公司 Brenmiller 获欧洲 投资银行贷款支持



日前，欧洲投资银行向 Brenmiller 能源公司提供了 750 万欧元（约合人民币 5802.7 万元）的风投贷款，以帮助这家以色列公司建造其第一座大型热能存储系统。

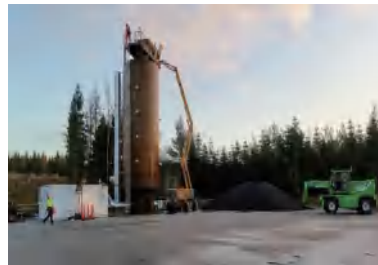
据了解，Brenmiller 的产品集蓄热、换热器和蒸汽发生器于一体，采用碎石作为储热材料，可以通过各种热源（如余热或生物质）充电，也可以通过嵌入式电加热器充电，最终以蒸汽、热水、空气或电的形式释放能量。根据 Brenmiller 的相关公告，该公司的技术能够实现 8 小时以上的储能时长，且具备低成本、少维护、使用寿命长、便于控制、零碳排放等优点。Brenmiller 总经理 Avi Brenmiller 表示，工业用热和区域供热的脱碳是对抗气候变化的主要挑战之一，Brenmiller 独特的蓄热技术将在推动可再生能源融入工业领域方面发挥重要的作用，从而使可再生能源更深入地融入电网。

据悉，上述贷款由欧洲投资银行旗下 InnovFin 能源示范项目基金（InnovFin EDP）提供支持，该基金由欧盟地平线 2020 创新计划资助。

丹麦 Stiesdal 公司热岩储热技术获 1200 万美元支持

在获得丹麦能源和光纤公司 Andel 投资的 7500 万丹麦克朗（约 1200 万美元）后，Stiesdal 储能技术公司（简称 SST）“热岩”储热系统的创新设计正在加速成型。

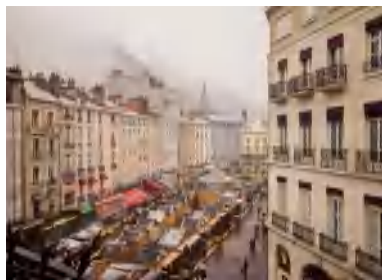
此前，丹麦技术大学（DTU）对这项技术进行了测试，该技术使用了一种创新的泵系统，将绝缘钢罐中豌豆大小的砾石进行加热，并通过涡轮释放储存的能量来发电。现在该技术将在位于波罗的海西兰岛的一个太阳能系统上进行测试，并被纳入丹麦能源机构一个名为“GridScale”的项目中，该系统可以安装在太阳能园区、海上风电场、变电站和工业厂房，为此，我们需要一个像 SST 这样的合作伙伴，以便我们能够共同创建大规模的功能性解



决方案。

SST 公司 CEO Peder Riis Nickelsen 强调，要实现能源大规模的经济可持续的存储，需要非常廉价的储能介质，且额外的配套设备要能够实现批量生产，其热岩储热系统就能满足这样的条件，该技术每单位能量碎石的成本远低于其他储能材料成本，且其充放电系统已经在其他行业应用了一个世纪，非常适合大规模生产。

为什么欧洲人很少装空调？难道是买不起？



夏日炎炎，走到路上都有一股热气传上来，让人恨不得立刻逃离，找到一个有空调的地方凉快一下。不过，说到空调，它的发明者却来自美国。1926 年世界上第一台民用空调诞生，是由美国发明家威利斯·开利推出，并创立了开利空调，时至今日，开利空调仍然是全球最大的暖通空调和冷冻设备供应商，远销 180 多个国家和地区。

历经近百年的发展，空调

已经成为了全球家庭中最常见的一个家电产品。根据相关数据显示，欧洲地区拥有空调的占比只有 6%。欧洲是全球经济最发达的地区之一，人们生活水平高，不可能是买不起一台空调，那到底是什么原因让这一酷暑畅销品在欧洲这么不受待见呢？

主要四个原因“一针见血”：气候宜人，夏季温度也不高，欧洲人热衷于户外活动；欧洲人环保意识强，对于环境的保护是非常自觉的；欧洲人并不是买不起空调，而是其他成本高（比如在巴黎，一套 100 平方米的家庭公寓安装空调的成本可能在 1.33-1.77 万美元约合人民币 9-12 万元）之间；欧洲历史建筑较多，如果要安装空调，影响建筑美观。

在欧洲天然气直追煤炭成碳排放主要来源

据 ember-climate.org 网站报道, 2020 年欧洲可再生能源超过了化石燃料, 成为欧洲发电量的最大来源。因此, 电力部门的碳排放减少了 1.39 亿吨, 降至 6.92 亿吨, 降幅为 -17%。化石发电量的下降主要来自煤电的下降, 其中硬煤和褐煤发电分别在 2019 年下降了 25% 和 23%。相比之下, 天然气仅下降了 6%。因此, 欧洲天然气排放量超过褐煤排放量, 成为电力行业二氧化碳的头号来源。

目前, 34% 的电力行业排放由天然气发电厂产生, 自 2013 年以来增加了 18 个百分点。欧洲能源转型面临的一个新风险在于, 更多的国家走类似“煤改气”的道路。波兰、捷克和保加利亚等国目前依赖煤电, 希望通过煤改气来实现减排目标。2020 年, 天然气发电排放了 2.36 亿吨的二氧化碳, 这表明该行业已经成为温室气体排放的一个重要贡献者, 天然气利用的进一步增长只会加剧问题。为了达到气候目标,



天然气也必须在 21 世纪 30 年代逐步淘汰, 而不是改用天然气, 以煤为主的电力系统应该直接升级到无碳电力。

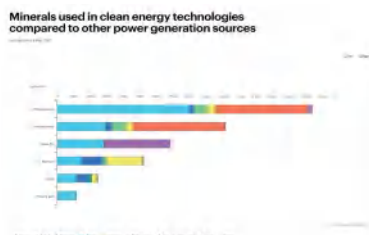
在欧洲最需要清洁能源基础设施投资的时候, 如果将天然气发电纳入欧盟的可持续金融分类体系, 只会激励建设更多天然气发电厂或将煤电厂改为天然气发电厂。作为欧洲碳交易系统中最大的电力部门排放源, 天然气发电不应该被视为可持续投资。以科学为基础的分类法是使金融为欧洲电力转型服务的一个重要工具——绿色金融不应该支持天然气发电。

碳中和的新挑战：可再生能源需要多少矿物质？

国际能源署发表报告指出, 在向清洁能源过渡的过程中, 关键矿物给能源安全带来了新的挑战。可再生能源所使用的矿产资源类型因技术而异。锂、镍、钴、锰和石墨对电池性能、寿命和能量密度至关重要。稀土元素对风力涡轮机、电动汽车发动机的永磁体至关重要。建设太阳能光伏发电厂、风力发电场、汽车 (EV) 通常需要比化石燃料更多的矿物质。一辆典型的电动汽车比传统汽车需要 6 倍的矿物投入、陆上风力发电厂需要的矿物资源是燃气发电的 9 倍。

陆上风电所需矿物质如下：
铜 2900 公斤 / 兆瓦、镍 403.5 公斤 / 兆瓦、锰 780 公斤 / 兆瓦、铬 470 公斤 / 兆瓦、钼 99 公斤 / 兆瓦、锌 5500 公斤 / 兆瓦。

光伏所需矿物质如下：铜 2882.1 公斤 / 兆瓦、锌 30 公斤 / 兆瓦、硅 3948.3 公斤 / 兆瓦。



美国版能源转型

“气改电”： 费城的案例

今年早些时候, 费城宣布到了 2050 年实现温室气体净零排放的目标。如果没有 PGW 的公司的配合和改变, 这是不可能发生的。建筑脱碳的方式包括用可再生电力、地热系统、氢燃料和有机废物产生的沼气的热泵, 其中一些解决方案还处于开发和部署的早期阶段。气源热泵是最成熟的技术, 在欧洲和日本部分地区以及美国南部, 热泵在建筑供暖系统中的比例超过 20%, 已经使用了几十年。一些燃气公司正在尝试将氢气混合到他们的天然气中, 并测试设备如何处理, 希望用可再生电力制造的绿色氢脱碳。



最近的研究发现, 完全通电的建筑物是成本较低的脱碳方式, 而不应走“绿色气体”路线。研究人员估计, 运行一台热泵的每月费用在 34 美元到 53 美元之间, 而使用可再生天然气运行煤气炉的费用在 160 美元到 263 美元之间。从长远来看, 运行热泵可能比烧沼气炉便宜, 但购买和安装热泵的前期成本 (包括升级电线和断路器以处理更重的负荷) 仍高于传统的燃气加热器, 这些成本仍然远远超出了许多费城居民的承受能力。

York Green Bank 和 高盛 (Goldman Sachs) 等机构获得融, 目的是可以从城市热泵投资中获得长期回报。



暖通空调模拟的发展与进步

第二十届全国暖通空调模拟学术年会在长安大学顺利举行，来自国内暖通空调模拟领域的科研院校、设计院、软件研发及应用企业的知名专家、学者、技术人员等 380 余人参加本届年会，邀请 20 位专家做大会学术报告，内容围绕“建筑能耗模拟、传热/传质数值模拟、遮阳与通风、建筑热环

境、人行为与热舒适、系统模拟与优化控制、建筑全性能仿真内核、大数据分析及应用”等主题，大家互相交流最新成果。在“碳达峰、碳中和”背景下，为传播建筑节能理念、推动模拟技术在暖通空调领域的应用起到了积极的作用，经历暖通空调计算机模拟技术的发展，从一维一相到三维三相，

从静态数据运算到动态模拟仿真，从 2000 年高大空间气流组织模拟、建筑能耗模拟，发展到 2010 年热湿、声、光环境模拟的各类模拟场景应用，伴随至今建筑周边空间及建筑内部空间越来越复杂，人们对室内外的环境品质要求也越来越高，梳理双碳目标下“碳”模拟的贡献。

建筑群能耗模拟

基于 GIS 系统在我国各个城市早期应用于城市管廊综合建设中，对地下电力、通信、给水、排水，燃气等管线统一规划集中铺设，提高地下空间利用率，将 BIM 技术和 GIS 技术基于模型管理的思想运用于管廊运维管理平台中。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，日益增长的建筑能耗水平成为消耗社会经济的一大因素，为加强能源领域的

宏观管理和科学决策，促进城市建筑节能的发展，建立城市民用建筑的能耗信息管理，现已变得尤为重要和迫切。

以 GIS 为技术手段，对城市建筑群进行能耗模拟，根据城市建筑大 GIS 数据收集、将 POI 和边界轮廓信息分配至建筑轮廓，通过建筑主要功能识别用户群体、根据数值分析，建立城市建筑群的能耗模拟，可

以对城市建筑群节能综合分析。在未来发展工作中，基于历史卫星影像的图像识别技术在城市建筑群能耗模拟中的应用和街景图像的物体识别技术在城市建筑群能耗模拟中的应用，搭建不同建筑类型的典型能耗模型，对典型城市所有建筑用能需求与光伏发电潜力分析，尽早实现“碳达峰 碳中和”的双目标。

建筑源侧系统模拟

对于建筑供能的冷/热双源脱碳将面临很大的挑战。一是源侧与负荷侧多点接入所带来的冲击对系统提出考验；二是能源总线系统源网荷储的不确定性也为区域能源总线系统的设计与应用带来了挑战；三是集成低品位能源利用的能源总线系统规模化应用与推广还受制于区域能源理念认知、基础设施、价格和市场壁垒、

系统运行机理、技术指南不足。

基于我们解决上述问题，就必然需要对能源供需双侧准确的分析和预测，需要建立能源总线的仿真模拟，通过对土壤源、空气源、地表水源、太阳能等可再生多源的匹配策略、多种运行控制负荷预测，通过分析对比常规能源系统与能源总线系统，可以看出在能源消耗、冷/热效率、经济费用及碳

排放量上的大幅下降。

通过对能源总线系统模拟要素与作用机理进行研究，建立基于不确定性的能源总线系统耦合模型和基于区间理论的能源总线系统多元优化模型，在多能互补融合模型、源网荷储耦合模型、多属性多目标优化模型基础上，通过联合仿真和多技术融合寻求典型应用场景。

建筑输配系统模拟

构建建筑供能的综合输配运行系统，建立电（气、热）能源的输配和耦合模拟，求解最优多能流问题的平衡算法精度和速度，通过建模搭建上层输网和下

层配网能源枢纽桥梁，进一步提升输配效率，降低碳运行环境。

对于建筑物内的空调系统水、电输配系统也同样需要动态仿真和模拟，通过模拟得到各个

系统的压力分布环节、速度区域分布，优化管网输送，明确各个管段和用户需求的负荷变化，最大程度提高输配效率，节约用水和用电消耗。

用户需求变化下的模拟

满足人们日益增长的对幸福生活美好的追求，以“环境友好”为核心的绿色建筑逐渐在向以“以人为本”的健康建筑迈进。绿色建筑是建设利用高效能源、可再利用材料、降低环境影响、提高可再生资源利用率的健康、舒适、安全、可靠的建筑；而健康建筑是建设环境舒适、身心健康、完善管理、人文关爱、优质服务的感知建筑。

建筑的环境舒适健康受室内风、光、声及热环境条件的影响，借助性能模拟营造室内宜居环境，其中风环境模拟包括室内空气质量预测、自然通风模拟及

室内机械通风模拟，光环境模拟分析包括天然采光分析、人工照明分析、光污染分析，声环境模拟包括环境噪声模拟、室内噪声模拟、建筑隔声性能分析，热环境分析包括室外热环境分析、室内热舒适性分析、及建筑隔热性

能分析。通过建筑上述模拟技术在健康建筑中的应用，准确预测建筑性能，更有针对性的提升建筑性能。

资料来源：2021年第二届全国暖通空调模拟学术年会

本刊编辑 崔艳梅



中国人民银行 发展改革委 证监会关于印发 《绿色债券支持项目目录（2021年版）》的通知

中国人民银行上海总部，各分行、营业管理部、省会（首府）城市中心支行、副省级城市中心支行；各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团发展改革委，各证监局；银行间市场交易商协会、中央国债登记结算有限责任公司、中国证券登记结算有限责任公司，中国证券业协会、中国证券投资基金业协会，中证金融研究院，上海证券交易所、深圳证券交易所：

为全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，落实《生态文明体制改革总体方案》和构建绿色金融体系的要求，进一步规范国内绿色债券市场，充分发挥绿色金融在调结构、转方式、促进生态文明建设、推动经济可持续发展等方面的积极作用，助力实现碳达峰、碳中和目标，依据中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于构建现代环境治理体系的指导意见》《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（国发〔2021〕4号）和《中国人民银行 财政部 发展改革委 环境保护部 银监会 证监会 保监会关于构建绿色金融体系的指导意见》（银发〔2016〕228号），人民银行、发展改革委、证监会以《绿色产业指导目录（2019年版）》为基础，研究制定了《绿色债券支持项目目录（2021年版）》（见附件），现印发给你们，并就有关事项通知如下：

一、绿色债券是指将募集资金专门用于支持符合规定条件的绿色产业、绿色项目或绿色经济活动，依照法定程序发行并约定还本付息的有价证券，包括但不限于绿色金融债券、绿色企业债券、绿色公司债券、绿色债务融资工具和绿色资产支持证券。

二、各相关单位要以《绿色债券支持项目目录（2021年版）》为基础，结合各自领域绿色发展目标任务和绿色金融体系建设情况，研究制定和落实相关配套支持政策，加强宣传引导，发挥好绿色债券对环境改善、应对气候变化和资源节约高效利用的支持作用，推动经济社会可持续发展和绿色低碳转型。

三、做好《绿色债券支持项目目录（2021年版）》与《绿色债券支持项目目录（2015年版）》（中国人民银行公告〔2015〕第39号公布）、《绿色债券发行指引》（发改办财金〔2015〕3504号文印发）的衔接。对于《绿色债券支持项目目录（2021年版）》发布前已处于存续期或已核准、已完成注册程序的债券，在绿色债券认定和资金投向上仍按照《绿色债券支持项目目录（2015年版）》《绿色债券发行指引》有关适用范围执行。对于《绿色债券支持项目目录（2021年版）》发布时已申报材料但未获得核准或未完成注册程序的债券，发行主体在绿色项目认定上，可自行选择适用《绿色债券支持项目目录（2015年版）》《绿色债券发行指引》或《绿色债券支持项目目录（2021年版）》。对上述债券，均鼓励发债主体按照《绿色债券支持项目目录（2021年版）》进行信息披露等相关工作。

四、人民银行、发展改革委、证监会将会同相关单位，依据国家生态文明建设重大任务、生态环境保护和污染防治攻坚战工作重点、技术标准更新、绿色金融国际合作进展等具体情况和国内绿色债券市场发展的需求，适时对《绿色债券支持项目目录（2021年版）》进行调整和修订。

五、《绿色债券支持项目目录（2021年版）》自2021年7月1日起施行。

附件：绿色债券支持项目目录（2021年版）（略）

中国人民银行
发展改革委
证监会
2021年4月2日

石家庄市人民政府办公室印发关于支持 被动式超低能耗建筑产业发展的若干措施的通知

各县(市、区)人民政府,高新区、循环化工园区和综合保税区管委会,市政府有关部门:

《关于支持被动式超低能耗建筑产业发展的若干措施》已经石家庄市政府同意,现印发给你们,请结合本地本部门实际,认真抓好贯彻落实。

石家庄市人民政府办公室
2021年3月31日

关于支持被动式超低能耗建筑产业发展的若干措施

2018年2月,石家庄市政府出台《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》(石政规〔2018〕3号)后,石家庄被动式超低能耗建筑工作取得了明显成效。为贯彻落实《河北省人民政府办公厅印发关于支持被动式超低能耗建筑产业发展若干政策的通知》(冀政办字〔2020〕115号),促进石家庄被动式超低能耗建筑产业高速度、高质量发展,制定如下措施。

一、加大推广力度

(一)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,应按照被动式超低能耗建筑标准规划、建设和运行。超低能耗建设成本可按程序计入项目总投资,或通过合同能源管理方式引入社会资本承担。

(二)石家庄范围内全面推广被动式超低能耗建筑项目。2021年实现新开工被动式超低能耗建筑面积20万平方米,到2023年累计实现开工被动式超低能耗建筑面积250万平方米,到2025年累计实现开工被动式超低能耗建筑面积300万平方米。

(三)鼓励既有建筑,尤其是学校、博物馆、图书馆等公益性建筑采用合同能源管理方式开展被动式超低能耗绿色化改造鼓励有条件的农村个人自建住宅等建筑按照被动式超低能耗建筑标准进行建设。

二、保障土地供应

依据国土空间规划(土地利用总体规划、城市总体规划)保障被动式超低能耗建筑建设用地。依据相关规划,在规划和国有建设用地使用权招标、

拍卖或者挂牌阶段,明确将被动式超低能耗建筑和绿色建筑等有关要求纳入项目规划条件表及土地出让合同。统筹安排新增建设用地计划指标、城乡建设用地增减挂钩节余指标、工矿废弃地复垦利用节余指标,保障被动式超低能耗建筑重点项目用地。鼓励企业“零增地”技术改造,在不改变土地用途、符合规划的前提下,不再增收土地价款。

三、激励政策

(一)《石家庄市人民政府关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》(石政规〔2018〕3号)文件中,原有优先供地、建筑面积奖励、提前预售、申报价格上浮和财政补贴等政策支持不变,继续加大支持力度。

(二)使用集中供热采暖的按照热计量价格收费。已经预留集中供热设施但未使用的,不收取基本热费。

(三)要结合本地实际,合理界定人才认定标准,不断优化人才发展环境和条件,在政府回购商品住房用于人才保障、满足各类人才购房需求时,优先选择被动式超低能耗住宅,进一步增加对各类人才的吸引力。优化调整非本地户籍家庭购买被动式超低能耗住宅政策。

(四)采用被动式超低能耗建筑技术建造的项目,可调低预售资金重点监管比例(数额),增加拨付节点或对预售资金实前移一个节点进行拨付。其中,按照固定比例进行重点资金监管地区,可以将重点资金监管比例降低10个百分点;按照建安成本进行重点资金监管的地区,可以将重点监管资金数额降低10%-20%。各县(市、区)要进一步加强预售资金的监管确保全部用于相关工程建设。

(五) 将符合生态环境监管正面清单条件的被动式超低能耗建筑项目列入生态环境监管正面清单,在确保污染防治设施与扬尘管控措施到位、施工机械尾气达标排放的情况下,可以正常施工;重污染天气黄色及以上预警期间,施工工地应按照国家要求停止土石方作业、建筑拆除、喷涂粉刷、护坡喷浆、混凝土搅拌等建设工序,其他工序不停工(国家规定明确要求除外),推动项目早日建成投产,发挥典型示范效应和节能减排效益。

(六) 利用河北省级大气污染防治(建筑节能补助)专项资金对单个项目(以立项批准文件为准)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资金补助。补助标准在目前的每平方米不超过100元的基础上,按当年资金下达情况调整。

四、完善产业链条

(一) 积极争取重点产业高质量发展专项资金,优先用于被动式超低能耗建筑产业发展;对高性能门窗、环境一体机、保温系统、专用特种材料等被动式超低能耗建筑专有部品部件生产企业采取适当形式给予重点倾斜;支持提升设计、建造、运维等全产业链发展质量。

(二) 被动式超低能耗建筑项目在优秀设计评选、工程评优、新技术示范认定等方面优先考虑,相关信息作为参建单位良好行为信息录入建设行业信用信息系统。

五、创新金融服务

(一) 鼓励银行业金融机构在依法合规、风险可控、商业可持续的前提下,针对被动式超低能耗建筑和绿色建筑产业各环节的融资特点,积极创新金融产品和服务,加大融资、上市支持力度,积极探索支持被动式超低能耗建筑和绿色建筑发展的新模式;鼓励保险公司提高对被动式超低能耗建筑和绿色建筑企业的保险保障水平,创新保险产品,有效提升相关保险产品承保和理赔效率。对符合规定的银行业金融机构投放到超低能耗建筑和绿色建筑领域中小企业的创新信贷产品,落实好省级财政按不超过季度平均贷款余额3%标准给予直接奖励。

(二) 积极争取和使用河北产业投资引导基金,支持被动式超低能耗建筑产业基地、产业链重大项目建设。

(三) 使用住房公积金贷款购买高于最低等级的绿色建筑标准的新建绿色建筑自住住房,贷款最

高额度上浮至70万元。

六、加强科技支撑和人才培养

(一) 加强科技创新平台建设。不断加强科技创新载体新能力建设,促进企业研发机构建设,依托我市主导和优势产业中研究开发实力较强的企业、科研机构 and 高等院校,支持建设包括建材、节能领域或者行业的国家、省、市级重点实验室、技术创新中心,开展防水透(隔)气膜材料、外墙保温材料、被动门(窗)用密封胶条材料、特种建筑和门窗幕墙五金材料、带热回收与交换的新风系统等被动式超低能耗建筑和绿色建筑相关技术装备研发攻关,提升自主创新能力,推动企业技术转型升级。

(二) 进一步加大投入,加强高等学校被动式超低能耗建筑和绿色建筑相关领域和专业方向建设,支持有条件的高等学校新增相关专业或增加相关课程。支持高校开展研究开发、学术交流等形式的交流合作,推进以就业为导向的教学机制,切实提高人才培养质量和针对性。多层次、多形式、多途径开展被动式超低能耗建筑和绿色建筑的设计、生产、施工、监理、检测、评估、验收等技能培训,培养专业管理人才和产业技术人员,为大规模推广提供人才保障。

七、强化监管服务

(一) 深入贯彻《河北省全面深化工程建设项目审批制度改革实施方案》(冀政办字〔2019〕42号),对被动式超低能耗建筑和一星级及以上绿色建筑项目,开辟审批绿色通道,优质高效办理各项审批手续。

(二) 加强被动式超低能耗建筑和绿色建筑的质量管理。按照《河北省住房和城乡建设厅印发关于加强被动式超低能耗建筑工程质量管理的若干措施的通知》(冀建质安〔2020〕6号)要求,制定项目建设的立项、设计、施工图审查、施工、竣工验收等环节的管理措施,强化全过程监管,确保被动式超低能耗建筑按照节能90%以上设计建设。完善被动式超低能耗建筑和绿色建筑评价机制和后评估机制。

(三) 规范市场秩序,依法查处违法违规行为。严格落实建设各方主体责任,项目的建设、设计、施工、监理、检测等单位在项目建设中严格执行国家、河北省被动式超低能耗建筑和绿色建筑标准。各级主管部门要加大监管力度,依法依规对违法违规行为进行处理,对企业违法违规行为记入不良行为信用档案。

八、加强宣传引导

通过各种渠道积极宣传被动式超低能耗建筑的特点优势、标准规程、政策措施、典型案例和先进经验,增强公众对被动式超低能耗建筑和相关技术、产品的认知度和接受度,营造推广被动式超低能耗建筑的良好氛围。鼓励企业积极参与大型行业展会,融入被动式超低能耗建筑产业、技术、信息交流合作平台,提升我市被动式超低能耗建筑产业品牌影

响力。(责任单位:市住建局、各成员单位)

各县(市、区)人民政府要结合本地实际,认真贯彻落实被动式超低能耗建筑和绿色建筑产业政策。本通知自印发之日起施行,有效期至2025年底。

附件:石家庄市被动式超低能耗建筑产业发展领导小组名单附件(略)

内蒙古自治区人民政府办公厅关于加强建筑节能和绿色建筑发展的实施意见(节选)

各盟行政公署、市人民政府,自治区各委、办、厅、局,各大企业、事业单位:

为贯彻落实《内蒙古自治区民用建筑节能和绿色建筑发展条例》,进一步加强全区建筑节能管理,推动绿色建筑高质量发展,经自治区人民政府同意,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,全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神,认真落实习近平总书记对内蒙古重要讲话重要指示批示精神,坚持以绿色、低碳与可持续发展为主线,以完善政策体系、规范市场行为、强化技术支撑为手段,全面落实建筑节能和绿色建筑发展目标,进一步做好全区住房城乡建设领域能耗“双控”工作,减少资源能源消耗,提升人居环境品质,为内蒙古自治区生态文明建设提供有力支撑。

(二)基本原则。

——依法推进,规范管理。按照《内蒙古自治区民用建筑节能和绿色建筑发展条例》要求,健全政策体系、管理体系、技术体系,发挥各部门协调推进机制,提高建筑节能和绿色建筑科学化管理水平。

——突出重点,全面推进。以发展绿色建筑为主线,重点抓好建筑能效提升、绿色建材推广、装配式建筑发展、既有建筑节能改造、可再生能源应用、建筑保温结构一体化应用、被动式超低能耗建筑发展和绿色施工等工作。

——因地制宜,分类指导。结合内蒙古自治区经济社会发展水平、资源气候条件和生产生活方式,有序落实建筑节能和绿色建筑发展目标和策略,满足人民群众对美好人居环境的需要。

——技术引领,创新驱动。提高科技创新能力,推动“四新技术”(新技术、新工艺、新材料、新产品)应用,加快淘汰落后技术和产品,实现全区住房城乡建设领域能耗“双控”目标。

(三)主要目标。2022年,内蒙古自治区城镇绿色建筑占新建建筑比例达到60%;装配式建筑占比力争达到15%;各盟市应开展被动式超低能耗建筑试点工作;完成既有居住建筑节能改造500万平方米,绿色建材应用面积达到700万平方米;建筑保温结构一体化项目占新建建筑比例达到10%;可再生能源在民用建筑中应用比例达到10%。到2025年,全区城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准,绿色生态城区、绿色生态小区建设不断推进,星级绿色建筑占新建建筑比例突破30%;装配式建筑面积占比力争达到30%;既有居住建筑节能改造1000万平方米,公共建筑能效提升不断深入;绿色建材推广面积达到1000万平方米,建筑保温结构一体化项目占比达到30%以上,可再生能源在民用建筑中应用比例达到30%。

二、重点任务

(一)加强新建建筑能效提升。

1.严格执行建筑节能强制性标准。城镇新建建筑全面执行《居住建筑节能设计标准》(DBJ03-35-2019)和《公共建筑节能设计标准》(DBJ03-27-2017),重点提高建筑门窗、外墙保温等关键部位部品节能性能,加强设计、审图、施工、检测、监理、竣工验收等环节节能质量管理,鼓励执行更高标准的近零能耗、零能耗建筑标准。

2.稳步推进被动式超低能耗建筑发展。编制被动式超低能耗、近零能耗相关设计、材料应用技术指南和施工技术规程、图集,完善技术标准体系。做好被动式超低能耗、近零能耗技术研究和集成创新,提高

产业供给和技术水平。开展被动式超低能耗建筑、近零能耗建筑试点示范,不断推进被动式超低能耗、近零能耗建筑发展。

3. 健全建筑节能监管体系。完善能效测评管理制度,加强能效测评机构能力建设,推进标识信息公开。强化公共建筑能效管理,推进机关办公建筑和大型公共建筑安装节能监测系统,有条件的地区扩展到其他公共建筑、居住建筑,实现建筑用能分类、分项计量。建立公共建筑合理用能、能耗限额、分类建筑用能标杆等制度。推进能耗统计、能源审计、能耗在线监测、能效公示等工作,强化建筑运行阶段能效管理。

4. 引导农村牧区住房执行建筑节能标准。鼓励政府投资的农村牧区公共建筑、各类农村牧区房屋建设示范项目选用绿色节能技术,推进农村牧区居住建筑按照《农村牧区居住建筑节能设计标准》(DBJ03-78-2017)设计和建造。加强城乡结合部既有建筑节能改造和新建建筑能效提升。开展绿色农房建设。推广清洁取暖,引导农村牧区建筑用能清洁化、无煤化,改善室内居住环境,降低常规能源消耗。

(二) 推进绿色建筑规模化发展。

1. 扩大绿色建筑标准的执行范围。推动绿色建筑由单体、组团向小区化、区域化发展,加强绿色生态小区建设,呼和浩特市、包头市新建建筑全面执行绿色建筑标准,鼓励其他地区扩大绿色建筑实施范围。推动各地区制定绿色生态城区发展规划,完善政策体系,创新体制机制,积极创建绿色生态城区。

2. 发展高星级绿色建筑。《内蒙古自治区民用建筑节能和绿色建筑发展条例》确定的“四类”民用建筑按照一星级以上绿色建筑标准设计建造。推广建筑、结构、机电、装修等专业协同及设计、生产、采购全过程统筹的绿色建筑技术集成应用,鼓励其他房地产开发项目建设高星级绿色建筑,集中连片建设一批星级绿色建筑、绿色生态小区。实施绿色建筑标识分级管理,分别由住房城乡建设部、自治区住房城乡建设厅、各盟市住房城乡建设局授予三星、二星、一星绿色建筑标识。

3. 建立绿色住宅使用者监督机制。认真落实住房城乡建设部《绿色住宅购房人验房指南》和绿色住宅使用者监督工作要求,引导绿色住宅开发建设单位配合购房人做好验房工作。鼓励各地区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。推动一批住宅健康示范项目,强化住宅健康性能设计要求,严格竣工验收管理,保

障绿色健康住宅品质。

(三) 推动建筑工业化发展。

1. 持续发展装配式建筑。建立以预制标准部品为基础的专业化、规模化、信息化生产体系,引导装配式建筑产业科学合理布局,加快装配式建筑产业基地和项目建设。装配式混凝土结构项目宜先采用预制内外墙板、楼板、楼梯等部件,再逐步发展到应用竖向构件,不断提高装配率水平。推进保障性住房、办公楼、医院、学校、科技馆、体育馆等各类民用建筑应用装配式钢结构,引导开发商建设装配式钢结构住宅。对旅游景区、园林景观、自驾游客栈及度假区等区域的新建建筑,因地制宜发展现代装配式木结构。

2. 积极推行住宅全装修。推进住宅全装修项目实行工程总承包方式,实现设计、采购、施工一体化。推行菜单式装修,满足个性化需求。推进干式工法楼(地)面、集成厨房、集成卫生间、管线等采用装配式装修安装建造。加大对住宅全装修的监督检查力度,加强销售管控,提高成品住宅装修、环保和室内环境品质。各地区中心城区范围内的新建住宅应推行建筑全装修,实现商品房交易;其他区域内的新建住宅应明确全装修和成品交房的实施范围和时间,推动住宅全装修全覆盖。

(四) 稳步推进既有建筑节能改造。

1. 持续推进既有居住建筑节能改造工作。结合城市双修、清洁取暖、城镇老旧小区改造等,积极推广财政性资金引导、业主单位和供热企业为主体、管线单位共建、住宅维修基金补充、受益居民参与的多元筹资的既有居住建筑节能改造模式。鼓励既有居住建筑开展绿色化改造。

2. 扎实开展公共建筑节能改造。强化公共建筑用能管理,推进产融合作和金融创新服务。机关办公建筑、政府投资的公共建筑和公益性建筑应当率先进行节能改造,鼓励采用购买服务方式实施节能运行管理,按照合同能源管理模式支付给节能服务公司的支出视同能源费用支出。开展公共建筑能效提升重点城市建设,呼和浩特市、包头市要加大公共建筑节能改造力度,完善运行管理制度,推广合同能源管理与合同节水管理,其他盟市要积极推动公共建筑节能改造工作。

(五) 加强绿色建材推广应用。

1. 强化绿色建材推广应用。大力发展高强钢筋、高性能混凝土、高性能砌体材料、保温结构一体化墙板等绿色建材,培育绿色建材示范产品和示范企业。推进实施绿色建材产品认证制度,加强绿色建材产品生产、认证、采信应用等监督管理。健全绿色建材市场体系,提升绿色建材产品质量,增加绿色建材产品供给,引导绿色产品消费,促进建材工业和建筑业转

型升级。推动绿色建筑、保障性住房等政府投资或使用财政资金的建设项目,以及2万平方米以上的公共建筑、5万平方米以上的居住建筑项目,率先采用获得认证的绿色建材产品。

2. 推行建筑保温结构一体化。制定建筑保温结构一体化技术推广工作方案,抓好一体化生产基地建设,引导生产企业研发、引进一体化技术,提高工艺装备水平,完善质量保证体系,保障一体化技术产品质量和市场供应。开展一体化技术的筛选工作,建立完善的技术支撑体系。推进全区保障性住房、绿色建筑、政府投资的公共建筑和公益性建筑采用一体化技术。呼和浩特市、包头市、兴安盟新建建筑率先采用一体化技术,其他盟市逐步推开。

3. 加强“四新”技术推广应用。推广使用建筑节能和绿色建筑新技术、新工艺、新材料、新产品,及时更新公布推广限制禁止使用技术目录。因地制宜推广自然采光、通风、雨水收集、中水利用、节水、隔声等成熟技术产品,鼓励利用建筑垃圾、煤矸石、粉煤灰、炉渣、尾矿等固体废物为原料生产墙体材料。

(六) 扩大可再生能源建筑应用规模。加强可再生能源建筑应用。因地制宜推进太阳能、浅层地热能、空气能等新能源在建筑中的应用,减少民用建筑常规能源使用。加强可再生能源建筑应用工程的规划、设计、施工、验收、运行等环节管理。大力发展太阳能热水建筑一体化系统,推动12层以下居住建筑和医院、学校、宾馆、游泳池、公共浴室等公共建筑采用太阳能光热建筑一体化技术。在城镇建筑中推广太阳能光伏分布式、一体化应用,实现就地生产和消纳。

(七) 推进绿色施工。推进绿色施工和安全文明施工。开展绿色施工工程示范,通过科学管理和采用先进技术,加强施工扬尘治理、节水降耗、渣土运输、噪声污染、可拆卸循环利用等方面的管控,落实“四节一环保”(节能、节地、节水、节材和环境保护)要求,最大限度节能降耗,提升建筑工地绿色施工和环保治理水平。

(八) 加强科技创新。推进科技创新和产业化发展。建立由企业为主体、市场为导向、产学研用一体化的技术创新体系。加大建筑节能和绿色建筑共性和关键技术研发及应用,支持符合条件的地区和企业组建技术创新中心、工程建设研究中心、重点实验室,推动建设领域科技创新项目、技术、材料、设备等列入全区科技计划支持领域。积极引进、消化、吸收建筑节能和绿色建筑先进技术,发展符合本地区实际的成套产品和新技术,推动先进成熟技术产品的产业化进程。

三、保障措施

(一) 加强组织领导。(节选)

(二) 加强建设工程全过程监管。按照《内蒙古自治区民用建筑节能和绿色建筑发展条例》等有关要求,完善民用建筑立项、规划、用地、设计、审图、施工、检测、验收、评价等全过程监管机制,落实开发建设、勘察设计、施工图审查、施工、监理等工程建设各方主体执行建筑节能和绿色建筑相关法规政策、标准规范的责任。各级住房城乡建设主管部门要在工程建设实施阶段将建筑节能和绿色建筑发展要求纳入工程建设管理程序,严把施工图审查、施工许可、竣工验收备案等关键环节,按照“双随机、一公开”和“互联网+监管”模式,采取日常检查和抽查抽测相结合的检查方式,重点检查各方主体执行建筑节能和绿色建筑相关标准、建筑节能和绿色建筑设计专篇、施工图设计文件审查质量、专项施工技术方案、专项监理细则等编审和执行情况,加强对各方主体落实建筑节能和绿色建筑质量行为的监督管理,确保各项要求落到实处。

(三) 完善激励机制。结合节能减排、产业发展、科技创新、污染防治等方面政策,重点加大对被动式超低能耗和近零能耗建筑、绿色生态城区、星级绿色建筑、装配式建筑、可再生能源应用、既有建筑节能改造、固废资源化利用、合同能源管理项目、科研项目、基础能力建设等的支持力度。落实税费优惠政策,对高新技术企业或资源综合利用的装配式、绿色建材、建筑保温结构一体化等生产企业,按照国家和自治区有关规定享受税费减免;持续落实绿色建筑评价标识项目享受税费减免和评优创先政策。完善对绿色建筑、装配式建筑、被动式超低能耗建筑的金融服务,支持金融机构在符合房地产调控政策前提下,对购买者给予贷款金额或利率优惠,推动绿色金融支持建筑节能和绿色建筑发展,用好国家绿色发展基金,在公共服务领域鼓励采用政府和社会资本合作(PPP)方式推进工作。

(四) 强化绩效考核。各盟行政公署、市人民政府是本地区推进建筑节能和绿色建筑发展的第一责任主体,各盟市住房城乡建设局是落实主体责任的第一承担部门,要按照大气污染防治、能耗“双控”、生态文明建设责任目标考核等对建筑节能和绿色建筑发展的要求,健全工作机制,完善政策措施,明确责任分工,加大推进力度,加强监督检查,做好宣传教育,确保各项目标任务落实落细;要及时总结工作进展和成效,形成年度报告,每年年底前报自治区住房城乡建设厅。(节选)

2021年4月15日

平度市人民政府办公室关于推进我市绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑产业化发展的实施意见（节选）

各镇人民政府、街道办事处，各园区管委，市政府各部门，市直各单位：

为落实国家、山东省、青岛市有关发展绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑的政策文件精神，推进我市绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑的发展，实现节能减排、推进绿色安全施工、提高建筑工程质量，改善我市人居环境、促进产业结构调整，依据国务院办公厅《关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71号）、《山东省绿色建筑促进办法》（省政府令第323号）、山东省人民政府办公厅《关于贯彻国办发〔2016〕71号文件大力发展装配式建筑的实施意见》（鲁政办发〔2017〕28号）及青岛市城乡建设委员会等六部门联合制定的《青岛市推进超低能耗建筑发展的实施意见》（青建办字〔2018〕117号）等规定，结合我市实际，提出如下意见：

一、指导思想

全面贯彻党的十九大和习近平总书记系列重要讲话精神，坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认真落实中央城市工作会议总体部署，牢固树立和贯彻落实新发展理念，按照适用、经济、安全、绿色、美观的要求，推动建造方式创新，提高资源能源使用效率，大力发展绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑，促进建筑产业优化升级，培育节能环保、新能源等战略性新兴产业，提高建筑舒适性、健康性，改善群众生产生活条件，建设资源节约型、环境友好型城市。

二、发展目标

（一）绿色建筑、被动式超低能耗建筑发展方面

1. 平度市城市规划区范围内的新建民用建筑一律执行《山东省绿色建筑设计规范》（DB37/5043—2015），并至少达到《绿色建筑评价标准》（GB/T50378—2019）基本级要求，按照绿色建筑一星级及以上标准进行规划建设的面积比例不少于45%；平度市政府机关办公建筑、由政府投资或以政府投资为主的公益性建筑（主要包括学校、幼儿园、医院、图书馆、博物馆、科技馆、体育馆、社区服务中心、社会福利设施等）、保障性住房项目、单体建筑面

积2万平方米以上的公共建筑、建筑面积5万平方米以上的居住小区，均须按照二星级及以上绿色建筑标准设计和施工；鼓励平度市房地产开发项目以及旧城改造项目按二星级及以上绿色建筑标准设计施工；商务综合体项目须按照三星级绿色建筑标准设计和施工。

2. 积极推动太阳能、浅层地能、空气能、生物质能等可再生能源在建筑中的应用。新建十二层以下的居住建筑和实行集中供应热水的医院、学校、宾馆、游泳池、公共浴室等公共建筑，应当采用太阳能热水系统与建筑一体化技术设计，并按照相关规定和技术标准配置太阳能热水系统。政府投资或以政府投资为主的民用建筑项目以及大型公共建筑项目，应当利用至少一种可再生能源。

3. 鼓励支持发展被动式超低能耗建筑，严格执行山东省、青岛市有关规定，在新建建筑中大力推广被动式超低能耗建筑。积极培育专业化工程咨询设计、工程总承包、建筑及部品认证和相关建材生产企业，大力推广适应被动式超低能耗建筑的绿色建材产品，促进建筑节能环保新技术、新产品的产业化。加快配套产业链建设，逐步以点带面协同推进。

4. 积极推广使用绿色建材。被动式超低能耗建筑、绿色建筑应积极采用绿色建材，大力推广使用节能环保新型建筑材料和高性能节能门窗，继续推广实施太阳能建筑一体化，鼓励建筑结构、装饰与保温隔热材料一体化。绿色建材在新建建筑中的应用比例应按国家、山东省、青岛市有关规定执行。

（二）装配式建筑产业发展方面

1. 自本意见印发之日起，平度市由政府投资或以政府投资为主的机关办公、学校、医院、人才公寓、车站、图书馆、博物馆、科技馆、保障性住房等以及位于我市南部新区、同和高新技术产业园、新河化工园、南村胶东国际机场临空经济区等具备条件的新建建筑工程项目（以土地出让文件中规划设计条件或建设条件为准）应按装配式技术进行规划、设计、建设和管理，单体建筑预制装配率达到50%以上。鼓励旧村改造项目采用装配式技术建造。

2. 自2021年起，平度市装配式建筑占新建建筑比例达到40%。

3. 到2025年，平度市装配式建筑占新建建筑比例达到50%以上。

4. 依托我市资源优势和地理位置优势,着重培育两到三家建筑产业化生产基地。

5. 鼓励建设单位采用菜单式和集体委托方式提供全装修成品房,实行装配式建筑装饰装修与主体结构、机电设备协同施工,促进整体卫浴、厨房、轻质隔墙、设备管线等标准化、集成化、模块化应用。

6. 积极推广工程总承包模式。装配式建筑项目原则上采用工程总承包模式,把项目设计、采购、施工全部委托给工程总承包商负责组织实施,培育发展一批具有工程管理、开发、设计、施工、生产、采购能力的工程总承包企业。完善招投标制度,装配式建筑可按照技术复杂类工程项目进行招投标。对只有少数企业能够承建的项目,按规定可采用邀请招标;对需采用不可替代的专利或专有技术建造的,按照规定可不进行招标。

7. 加强质量安全监督管理,完善装配式建筑工程项目设计、施工图审查、建设监理、质量安全监督、竣工验收等管理制度,建立全过程质量追溯制度,严格执行装配式建筑相关标准和管理规定,实行闭环监管。(节选)

8. 推动农村装配式住宅建设,拓展现代建筑产业化技术应用范围。结合平度市美丽乡村建设、新型城镇化建设和特色小镇建设,选择在经济条件较好、交通便利、有一定规模的村镇开展试点,建设适合农村住房特点的装配式住宅,逐步提高农村住宅品质和建筑节能水平。(节选)

三、政策措施

(一) 绿色建筑、被动式超低能耗建筑

1. 对三星级绿色建筑、被动式超低能耗建筑项目可参照重点工程报建流程办理审批手续。

2. 对取得二星级及以上评价标识的绿色建筑项目以及被动式超低能耗建筑项目在评优评奖时优先考虑,相关参建单位在市场主体信用考核中给予加分奖励。

3. 对符合有关奖励政策的绿色建筑项目、被动式超低能耗建筑项目和可再生能源建筑应用项目,按照国家、山东省、青岛市有关规定,享受相应优惠奖励政策。

(二) 装配式建筑

1. 采用装配式外墙技术产品的建筑,其预制外墙建筑面积不超过规划总建筑面积3%部分,不计入建筑容积率。

2. 对进入平度市的建筑产业化生产企业,其项目用地根据城市规划,按高新技术项目确定,在使用年度建设用地指标时,经市政府同意后可给予政

策支持。

3. 免缴建筑废弃物处置费。

4. 在评优评奖时优先考虑,相关参建单位在市场主体信用考核中给予加分奖励。

5. 预制部品采购合同金额可计入工程建设总投资。预制部品是指工厂化预制生产的柱、梁、墙、板、屋盖、整体卫生间、整体厨房等建筑构配件、部件。对确定施工进度和竣工交付日期的装配式建筑,投入的开发建设资金达到总投资额的25%以上、施工进度达到正负零,即可办理商品房预售许可证。

6. 使用按揭贷款购买全装修装配式住宅的,房价款计取基数包含装修费用。使用住房公积金贷款购买装配式住宅,在资金计划发放时优先支持。

7. 对企业销售自产的列入《享受增值税即征即退政策的新型墙体材料目录》的新型墙体材料,并同时符合《财政部国家税务总局关于新型墙体材料增值税政策的通知》(财税〔2015〕73号)规定条件的,享受增值税即征即退税收优惠政策。

8. 符合国家产业政策且年生产设备投入达到一定额度的装配式建筑生产企业的重点技改项目,享受贷款贴息等优惠政策以及加快新旧动能转换的相关政策。

9. 对两年内未发生工资拖欠的装配式建筑项目建设单位,可减半征收农民工工资保证金。

10. 其他政策措施,可参照上级政府部门的意见执行。

四、强化监管

在项目实施过程中,对建设、施工、监理等参建各方没有发现问题或发现问题未及时责令整改的,要追究相关责任单位和人员法律责任;对未满足《规划设计条件》《建设条件意见书》,或主动申请且享受有关扶持政策但未落实的,开发单位要补缴和退还财政奖励资金,并承担相应责任。

五、组织保障

(一) 略

(二) 平度市发展改革局在国有土地划拨项目立项时,要对项目实施绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑提出意见,负责落实政府投资项目立项、可研、初步设计概算审批工作。

(三) 平度市自然资源局在土地招拍挂前,对新进入出让供地程序的项目,应征询城建部门的意见,按照建设条件要求,将实施绿色建筑星级标准、被动式超低能耗建筑及装配式建筑有关要求列入土地招拍挂出让文件,并在土地出让合同中明确约定;

负责被动式超低能耗建筑的用地工作，在建设用地安排上要优先保障。

（四）平度市城乡规划中心负责绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑项目的规划设计条件及容积率核算等相关工作；负责落实被动式超低能耗建筑的容积率奖励政策。

（五）平度市行政审批局负责生产企业的登记注册及绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑项目有关审批事项的手续办理工作。

（六）平度市城乡建设局负责日常调度工作；负责将地块实施绿色建筑星级标准和被动式超低能耗建筑要求、是否使用可再生能源、是否采用装配式建筑技术、实施装配式比例以及预制装配率要求等相关事宜列入建设条件中，并告知市城乡规划中心；负责绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑项目施工质量和施工安全监管等工作，跟踪在建项目建设情况，及时协调解决问题，总结推广先进经验等相关工作。

（七）平度市财政局负责落实有关奖补政策；统筹用好各级财政相关资金，对高星级绿色建筑、被动式超低能耗建筑及装配式建筑示范工程、产业基地给予适当资金补助，支持装配式建筑发展。

（八）略

（九）国家税务总局平度市税务局负责落实建筑产业化示范基地（园区）创建、生产企业以及有关推进绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑发展的税收扶持政策等工作。

（十）略

（十一）略

（十二）平度市融媒体中心负责大力宣传绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑基本知识及其优势，提高公众的认知度，营造政府、企业和社会共同关注、参与良好氛围。

（十三）涉及到其他部门的工作，其他部门负责积极予以配合。

本意见自发布之日起施行，有效期至2025年12月31日。

附件：平度市推进绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑产业化发展工作领导小组成员名单（略）

平度市人民政府办公室

2021年3月25日

江苏省住房城乡建设厅关于推进碳达峰目标下 绿色城乡建设的指导意见（节选）

各设区市住房城乡建设局（建委、房产局）、城管局，南京、无锡、苏州、南通市园林（市政）局，南京、徐州、苏州市水务局：

为深入贯彻落实习近平总书记关于碳达峰、碳中和的重要指示要求以及对住房城乡建设工作的一系列重要指示精神，全面推动全省城乡建设向绿色、低碳方向转型，致力美丽江苏建设，结合我省工作实际，现提出如下意见。

一、充分认识重要意义

习近平总书记多次强调，实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，要采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。住房城乡建设领域涵盖范围广泛，涉及行业多，产业链长，推进绿色城乡建设将对全省碳排放达峰作出积极贡献。近年来，全省积极推动住房城乡建设领域转型发展、绿色发展、低碳发展，取得了积极成

效，但是快速城镇化时期形成的大规模建设、大体量消耗的方式尚未得到根本改变。进入新发展阶段，坚定不移走绿色城乡建设之路，推动实现碳达峰、碳中和目标，是全省住房城乡建设高质量发展的必由之路，具有重要的现实意义。全省各级住房城乡建设主管部门要立足新发展阶段，在2009年省委省政府部署实施的节约型城乡建设行动的基础上，主动对标碳达峰、碳中和目标要求，将绿色发展理念融入住房城乡建设领域各项重点工作，与贯彻落实新时期建筑方针相结合，与推动绿色建筑和建筑产业现代化相结合，与推进美丽宜居城市建设和美丽田园乡村建设相结合，着力构建全省住房城乡建设领域新发展格局。

二、准确把握总体要求

（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，按照党中央、

国务院以及省委、省政府决策部署，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，围绕碳达峰、碳中和目标，大力推动绿色低碳发展，持续推进住房和城乡建设领域节能减排、低碳发展、环境友好、绿色生态，推动全省绿色城乡建设不断迈上新台阶。

（二）基本原则

以人为本，民生共享。坚持以人民为中心的发展思想，将推动碳达峰与提高人民生活质量紧密结合，建设高品质绿色建筑、打造绿色低碳居住社区、创建美丽宜居城市、营造绿色乡村，推动人民群众广泛参与，倡导绿色生活方式，增进人民福祉，让人民群众在城乡建设绿色发展中有更多获得感、幸福感、安全感。

系统谋划，整体推进。坚持系统化思维，加强前瞻性思考，注重全局性谋划，结合省委、省政府碳达峰行动方案，将碳达峰目标要求纳入住房城乡建设领域整体布局，强化各条线多目标协同，加快形成完善的政策支持体系，全面推进绿色城乡建设。

突出重点，久久为功。以城镇为重点，兼顾农村地区，着力控制住房城乡建设领域能源消费总量，增加绿地碳汇能力，提高能源利用效率。坚持从现在做起，从我做起，注重思维创新、方法创新、技术创新，持续发力，久久为功，推动尽早实现碳达峰和碳中和。

（三）总体目标。到 2025 年，全省绿色建筑规模总量保持全国最大，建筑碳排放强度力争全国最低；全省住房城乡建设系统绿色发展理念深入人心，构建完整的贯穿设计、建造、运营、拆除建筑全生命周期，涉及房地产业、建筑业、市政设施、园林绿化、城市管理、村镇建设等各行行业的绿色发展新格局。到 2030 年，全省绿色城乡建设取得重大成效，法规政策和技术标准体系更加完善，住房城乡建设领域完成碳达峰任务。

三、推动绿色建筑高质量发展

（四）提升绿色建筑品质。全面落实新版《绿色建筑评价标准》《住宅设计标准》《居住建筑热环境和节能设计标准》，提升建筑安全耐久、健康舒适、资源节约、智能智慧水平，提高建筑室内空气、水质、隔声等健康性能指标，持续提升绿色建筑质量。加强高品质绿色建筑项目建设，大力发展超低能耗、近零能耗、零能耗建筑，推动政府投资项目率先示范，持续开展绿色建筑示范区建设。到 2025 年，新建建筑全面按超低能耗标准设计建造，在 2020 年提高节能 30% 的基础上再提升 30%，建成一批高品质绿色建筑项目，创建一批节能低碳、智慧宜居的绿色建

筑示范区。

（五）推动既有建筑节能改造。深入开展机关办公建筑和大型公共建筑能源统计、审计和公示工作，分类制定公共建筑用能限额，探索实施基于限额指标的公共建筑用能管理制度，指导各地将既有建筑节能改造纳入“十四五”绿色建筑发展规划同步推进，对超过能耗限额的既有建筑进行改造。聚焦公共机构建筑，鼓励采用合同能源管理等市场化方式实施绿色节能改造，提升建筑能效。到 2025 年，建成一批既有建筑绿色节能改造能效提升项目。

（六）深化可再生能源建筑应用。深入挖掘建筑本体、周边区域的可再生能源应用潜力，推动太阳能光热、光电、浅层地热能、空气能、生物质能等新能源的综合利用，大力发展光伏瓦、光伏幕墙等建材型光伏技术在城镇建筑中一体化应用。积极推广热泵分散供暖，提高建筑电气化应用水平。到 2025 年，全省新增太阳能光电建筑一体化应用装机容量达 500 兆瓦，新增太阳能光热建筑应用面积 5000 万平方米，新增地热能建筑应用面积 300 万平方米，可再生能源替代常规建筑能源比例达到 8%。

（七）倡导绿色设计。坚持设计引领，树立绿色低碳、经济合理、舒适自然、传承文化、彰显风貌的设计理念，将其贯穿项目建设全过程和全生命周期。积极采用自然通风、自然采光，创造良好的建筑微气候，注重水资源的循环利用，尽可能减少能源、资源消耗和对生态环境的影响。推广建筑信息模型（BIM）技术运用，推进绿色建筑设计主导下的多专业协同，推动建筑技术与艺术、科技与人文融合发展。到 2025 年，培养一批有行业影响力的绿色建筑设计人才，培育一批有影响力的绿色建筑设计企业。

（八）推进绿色施工。深入实施建筑垃圾减量化，探索建立工程项目绿色施工动态考核评价体系，到 2025 年，实现新建建筑施工现场建筑垃圾排放量每万平方米不高于 300 吨（不包括工程渣土、工程泥浆），绿色施工技术全面应用，大型项目全面达到国家规定的绿色施工评价优良标准。稳步发展装配式建筑，推广装配化装修，到 2025 年，装配式建筑占同期新开工建筑面积比达 50%，装配化装修建筑占同期新开工成品住房面积比达 30%。推进绿色建材产品认证和采信应用，鼓励相关认证机构及检验检测机构申请绿色建材产品认证资质，建立绿色建材采信应用工作机制，鼓励绿色建筑、装配式建筑优先采用绿色建材产品。

（九）加强绿色运营管理。建立绿色建筑标识项目运行数据上报制度，强化绿色建筑标识项目运行数据管理，引导物业管理企业开展绿色物业管理，

提升建筑智慧运行管理水平。完善建筑能耗分项计量、监测和评估制度,开展绿色建筑运行评估,加强建筑能效测评工作,强化能效测评机构信用管理。指导各地定期更新维护建筑能耗监管平台,实现建筑能耗实时采集、实时监测,并及时公示披露重点用能建筑能耗信息。到2025年,各设区市区级运行管理平台全面升级完成。

四、打造绿色低碳居住社区

(十)推动既有居住区改善提升。将绿色、低碳等理念贯穿城镇老旧小区改造和美丽宜居居住区建设全过程。推动有条件的老旧小区改造中同步实施建筑节能改造,积极运用海绵城市建设理念和方法,选用经济适用、绿色环保的工艺和材料,推广应用节能照明、节水器具、透水沥青等产品。充分整合零星碎地增设绿化场地、口袋公园,加强便民式绿地公园建设,提升既有住区生态效应。鼓励引入专业化物业管理服务,加强节能减排运营管理。

(十一)开展绿色社区创建行动。落实《住房城乡建设部等部门关于印发绿色社区创建行动方案的通知》要求,建立健全社区人居环境建设和整治机制,推进基础设施绿色化,营造绿色宜人环境。加强部门统筹和协调,推动绿色发展理念贯穿社区设计、建设、管理和服务等全过程,以简约适度、绿色低碳的方式推进社区人居环境建设和整治,到2022年,绿色社区创建取得显著成效,力争60%以上的城市社区参与创建行动并达到要求。

(十二)加强居住社区智慧化管理。贯彻落实住房城乡建设部等部门《关于推动物业服务企业加快发展线上线下生活服务的意见》《关于推动物业服务企业发展居家社区养老服务的意见》要求,推动智慧物业管理服务平台建设,支持与电商、科技、金融、快递等第三方平台互联互通,发挥物业服务企业连接居住社区内外桥梁作用,倡导居民绿色低碳生活、出行。建设智慧居住社区,推进智慧安防、智慧停车、智慧充电、智慧门禁(道闸)、智慧照明以及智慧物业服务等建设和升级。鼓励物业服务企业利用智慧物业服务的多种手段,积极探索绿色节能方案,降低物业管理服务成本,实现物业管理服务的绿色发展。

(十三)推进美丽宜居街区建设。推动住区街区联动提升,促进“围墙内私有空间”和“围墙外公共空间”融合,倡导“小街区、密路网”格局,综合考虑通风、日照等因素,优化建筑群体空间和建筑界面,改善街区微气候、降低热岛效应。丰富街区服务功能,鼓励设施复合利用、沿街业态混合

布局,增补养老、托幼、文体、家政等生活服务设施,完善街区便民商业等服务业态,建设“一站式”生活服务综合体,构建“15分钟社区服务圈”“5分钟便民生活圈”,引导居民就近出行减少碳排。倡导绿色交通出行,建立路网微循环,完善非机动车、行人交通系统及行人过街设施,营造街区步行和骑行环境,有效衔接公交站点布局,鼓励地上地下建设集约化停车设施,提倡分时共享停车,推动交通减碳。营造街区绿色空间,推进街区林荫路和绿道建设,串联公共活动空间。

五、推动城市建设绿色转型

(十四)大力实施城市更新行动。打造紧凑型、分布式、组团化空间结构,鼓励建立分组团相互独立又适度连通的能源、供水等生命线系统,优化组团间绿网绿廊布局,构建生物廊道,布局应急避难、灾害避险等场所,形成城市有机疏散格局。按照充分利用、功能更新原则,优先推进城市中心区、历史地段、滨水地区、老旧小区、工业地区等区域小规模、渐进式改造提升,促进空间缝合、功能织补。实施城市生态修复,有序推进城市受损山体、河湖湿地生态修复,保护城市山体自然风貌,恢复和保持河湖水系的自然连通和流动性。强化历史文化名城名镇保护利用,推动历史建筑和空间当代活化利用,在保持传统格局和历史风貌的基础上,实现历史文化资源绿色可持续发展。加强城市特色风貌塑造,通过精心设计、精益建造,提升城市更新品质,建设高品质建筑,营造高品质空间,避免未来不必要的改造。

(十五)推动市政基础设施绿色发展。加快城市绿色照明发展,在新(改、扩)建项目中全面应用高效光源,通过合同能源管理等手段加快推进现有低效高耗照明设施节能改造。积极推广单灯控制、分时分区控制等智慧照明控制技术,加快智慧灯杆应用。加强节水型城市建设,加大城市老旧供水管网改造力度,推进智慧化分区计量管理,城市供水管网漏损率控制在10%以内。积极推进城镇污水处理厂尾水生态湿地建设,提高出水生态安全性。加强城镇污水资源化利用,到2025年,城镇污水处理厂尾水再生利用率达到25%。强化供排水设施运行节能降耗,推广供排水设施光伏利用、污水源热能回收利用等技术应用,推动设施信息化、智能化改造,优化调整和精准控制设施运行工况。在市政道路建设中,大力推广应用建筑垃圾、道路废弃物等再生材料。因地制宜推进城市地下综合管廊建设。

(十六)系统化推进海绵城市建设。在城市建

设活动中,优先保护好山水林田湖草生命共同体,夯实海绵城市的生态基底。建立完善工作推进机制,将海绵城市建设理念和要求贯穿工程建设全过程,加强与老旧小区改造、黑臭水体治理、排水防涝等工作的协同推进。统筹“绿色”和“灰色”基础设施建设,充分发挥城市绿地、水体、道路、建筑及设施等对雨水的吸纳、蓄渗和缓释、净化等作用。注重生态景观与海绵功能的统筹融合,合理运用透水铺装、雨水花园、下凹式绿地、植草沟等措施,强化场地内部与周边地块的竖向设计,合理构建雨水汇水分区和径流通道。加强典型项目示范引领,完善海绵设施养护管理制度,强化设施运行效果监测评估,提升海绵城市建设水平。

(十七)加强垃圾分类处置及资源化利用。推动垃圾减量化、资源化,持续完善城乡居民生活垃圾、餐厨废弃物、建筑垃圾、园林绿化废弃物等大分流处置,稳步推进城市居民生活垃圾细分类,加强科学管理,注重宣传引导,推动习惯养成,完善长效机制,构建分类投放、收集、运输、处理的全链条处置体系,到2025年,回收利用率达到35%以上。推行垃圾焚烧处理,减少垃圾填埋量,到2022年,城市生活垃圾实现“零填埋”。加强填埋场甲烷排放控制,减少无组织排放。鼓励采用协同处置工艺处理厨余(餐厨)垃圾,产生的沼气实现能源化利用。推进建筑(拆迁、装修)垃圾处置设施建设,推动资源化利用产品应用,到2025年,实现县以上城市建筑垃圾资源化利用全覆盖。推动园林绿化废弃物资源化利用,到2025年,利用率达到40%。

(十八)扎实推进生态园林城市建设。加强城市园林绿建设,强化维护生态平衡、营造优美环境、节能固碳增汇等功能,注重绿地开放空间的系统性、完整性和生态性。保护和修复山水等生态资源,合理布局结构性绿地,织补拓展中小型绿地,建设生态廊道,推进水、路、绿网有机融合。加强城市生物多样性保护,广植乡土适生树种,推进复层绿化和自然群落式种植,推动垂直绿化,鼓励开展屋顶绿化,提高城市空间三维绿量,持续提升生态效益和碳汇总量。均衡公园绿地布局,提高可达性,完善服务设施,提升景观艺术水平,建设高品质的城市绿色客厅。完善林荫系统,建设城市绿道,有机串联绿地、居住区、公共服务设施、交通和慢行系统。到2025年,国家生态园林城市建设继续走在全国前列,省级生态园林城市覆盖每个设区市,城市建成区绿化覆盖率保持在40%以上,城市公园绿地十分钟服务圈覆盖率达到82%,城市绿地系统碳汇能力与固碳效能持续增强。

六、加强绿色乡村建设

(十九)推进绿色农房建设。按照安全适用、节能减碳、经济美观、健康舒适原则,持续提升农房设计水平和建造质量,改善农民群众住房条件。重点针对新建农房,研究完善绿色农房适宜技术路线,稳步提升农房节能标准,加强太阳能光伏、光热和生物质能等可再生能源推广应用,降低农民生活用电成本。结合地震易发区农房抗震加固工作,同步探索推动既有农房节能改造。引导农民不断减少煤炭、秸秆等传统能源使用,有效降低二氧化碳直接排放量。

(二十)推动绿色村庄建设。遵循城镇化规律和城乡融合发展趋势,依据镇村布局规划,引导各类资源优先向规划发展村庄投入,避免过程性建设浪费。加强村庄分类引导,集聚提升型和特色保护型村庄应注重保持富有传统意境的田园乡村景观格局,实现村庄与周边自然环境有机融合;规划新建型村庄应规模适度、尺度适宜、边界自然,避免建设行为的城市化、人工化和硬质化。鼓励回收利用废弃乡土建材和老物件,将村庄闲置建筑进行改造盘活利用。注重村庄绿化手法乡土自然,优先选择果蔬和本地适生植物。合理集约配置公共服务设施,采用线上线下多种方式满足村民生产生活需求。加强供水、排水、道路等市政设施配套建设绿色化,建立健全村庄环境长效管护机制。

(二十一)推动绿色小城镇建设。积极推进小城镇绿色发展,不断增强综合服务能力。充分利用原有地形地貌,保持山水脉络和自然风貌,采用自然适用且养护成本低的乡土树种进行绿化美化。根据小城镇的实际情况,科学确定建设规模和尺度,新建建筑应以多层为主,严控高层。采用集中与分散相结合方式布局公共设施,鼓励公共服务建筑复合使用,因地制宜使用太阳能、风能等可再生能源,提升能源使用效率。(节选)

(二十二)推动农村生活垃圾减量化资源化。(略)

七、认真抓好组织实施

(二十三)明确工作责任。(略)

(二十四)加强政策支持。(略)

(二十五)强化示范引领。突出海绵城市、宜居示范住区、绿色建筑、建筑产业现代化、苏北农房改善、垃圾分类、园林绿化等示范项目绿色导向,适时增补美丽宜居城市建设试点城市和试点项目,注重考核绿色低碳转型发展相关内容。(节选)

(二十六)注重宣传引导。(略)

《南京江北新区碳达峰、碳中和行动计划》（试行）（节选）

为积极响应国家“十四五”规划中碳达峰、碳中和远景目标和要求，把低碳发展作为推进江北新区现代化、国际化、生态化建设的重要抓手，制定本计划。

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，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，坚定不移贯彻新发展理念，以二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景为指引，推进生态环境治理体系和治理能力现代化，推动生态文明建设实现新进步，着力将江北新区打造成为“碳中和”绿色智慧新主城，为全市高质量发展贡献新区力量。

（二）实施路径

——坚持目标导向。围绕二氧化碳排放达峰目标与碳中和愿景，统筹推进产业发展、城市建设与生态环境建设，将碳排放约束性指标纳入新区高质量发展目标任务考核体系与组织绩效考评体系，协同推动经济高质量发展与生态环境高水平保护。

——坚持分类推进。在工业、能源、交通、建筑等重点领域制定达峰专项方案，大力调整能源结构、产业结构、运输结构，开展低碳产业园区建设和“零碳”体系试点，明确碳排放达峰技术路线图，推动钢铁、石化、电力等重点行业率先达峰和煤炭消费尽早达峰。

——坚持典型示范。积极开展低碳园区、低碳社区、低碳企业试点，在具备条件的产业平台、街道开展“碳中和”和“碳汇”试点，探索搭建碳普惠平台，推动形成一批全国全省首创的绿色低碳应用场景，将低碳试点示范作为新区文明城市建设的重要内容，推动形成新区、企业、社会公众共建低碳城市的良好格局。

（三）主要目标

2030年之前，直管区碳排放量达到峰值，工业（不含能源）、建筑、交通、能源领域和重点产业平台二氧化碳排放得到有效控制，基本建立以低碳排放为特征的产业体系、能源体系、建筑体系、交通体系，形成具有示范效应的低碳生产生活“江北模式”，低碳发展水平走在全国前列。2060年之前，在新区内实现“碳中和”。

二、主要任务

（一）推进产业结构优化升级

1. 积极打造“两城一中心”地标产业（略）
2. 推动高端服务业集聚发展
壮大金融业、软件和信息技术服务业、跨境电商

等生产性服务业，巩固提升商贸业、旅游业、公共服务等生活性服务业，加快发展会展业、科技服务业、文化创意产业等新兴服务业。引进培育一批具有规模和影响力的品牌展会，高标准建设“联合赤道一中研绿金。绿色金融评估认证中心”，争取国家级产品质量监督检验中心落户，鼓励国内检测行业龙头企业设立分支机构，打造低碳绿色服务业产业集群。

3. 推动传统制造业绿色升级

重点发展循环经济，坚持资源环境承载力刚性约束，全面提升资源产出率。创建绿色化工园区，改善钢铁、石化等行业工艺流程，从源头提高节能减排能力。争取到“十四五”末，全面淘汰高风险、高排放的生产装置，以新材料为主的新兴产业产值占比不低于50%，单位工业增加值能耗较2020年下降20%，亩均工业增加值较2020年提高10%，化工生产企业数压减至80家以内，重点企业发展质效提升、能耗物耗下降、排放减量。

4. 加快碳达峰、碳中和相关技术研究

成立碳中和发展相关研究机构，围绕节能环保、清洁生产、清洁能源等领域布局前瞻性、战略性、颠覆性科技攻关项目，推动研制一批具有自主知识产权、达到国际先进水平的关键核心绿色技术，以绿色技术创新引领产业发展。

（二）优化能源消费结构

5. 深入推进控碳降耗

加大对钢铁、石化、电力等高耗能行业用能考核，严格控制能耗强度，倒逼高耗能落后产业转型升级。在新区直管区开展区域能评示范，做好区内能耗严控工作。推进扬子石化转型升级，加快推进南化公司转型。严控新增高耗能项目，推动钢铁、石化、化工等企业布局优化调整，对于新建高耗能项目一律实施能耗等员或减母且换。

6. 大力发展清洁能源

因地制宜发展地热能、生物质能等清洁能源。鼓励民营企业进入能源领域，加快推动南京江北储能电站建设，推广地源热泵、江水热源工程，推进江水源热泵二期配套管网工程，提高江水能源供给服务范围。发展分布式能源，推广铜铟镓硒薄膜太阳能发电和储能技术示范应用。提升清洁能源装机比重，实现分布式电源发电全额消纳。

7. 全力打造智慧能源

与国网江苏省电力有限公司合作，依托物联网、大数据等新技术，搜集能源生产、消费、传输、存储等信息数据，凭借数据分析、能源协调与优化调度机制，

满足新区电力负荷需求,促进能源利用与全口径产业的深度融合,提升能源利用能效,建设首个能源互联网示范应用城市。

8. 积极推广减排技术

推进绿色技术研发应用,鼓励在二氧化碳捕集利用和封存等低碳技术领域的自主创新。支持建设氢燃料电池技术创新中心。

(三) 推进绿色城市建设

9. 全面推广绿色建筑

探索建设南京江北生态环境大数据超算云中心。大力推动装配式建筑发展,推广被动式房屋等绿色节能建筑。探索在绿色建筑等领域的自愿减排交易结算业务。按照“共生城”等先进理念实施地上地下综合开发,不断夯实基础设施支撑。

10. 大力推进绿色交通

优化绿色公共交通,加快实现公交、网约车、出租车纯电动化。推广共享自行车、网约车等共享经济发展模式,加速形成“地铁+公交+共享两轮出行”的立体化公共交通体系。建立充放储一体化车辆充电运营体系,适度超前布局燃料电池汽车终端设施。发展智能网联汽车产业,加快南京新一代智能网联汽车产业化基地、南京市新能源汽车产业创新中心等重点项目建设。

11. 积极倡导绿色生活

系统开展建筑垃圾、工业废物、危险废物等固废治理,落实“无废城市”建设。加强节能产品、环境标志产品的认证。推行生产者责任延伸制度,优化完善废旧家电、废弃电器电子产品回收处理体系。推广无纸化办公与在线办公,减少使用一次性办公用品。推广无人驾驶环卫车、环卫机器人、智能垃圾分类回收处理设施。至2025年,垃圾分类覆盖率达100%,生活垃圾无害化处理率达100%,餐厨垃圾处理率达90%。

(四) 提升生态发展水平

12. 优化区域生态格局

加快构建“一脊两带、四心六轴、水绿穿城”的绿色空间布局结构,提高绿化和森林覆盖率。严守生态红线,进一步优化国土空间开发利用格局,合理规划生产空间、生活空间和生态空间,巩固并增加江北新区的生态资产。清理并退出水源地一二级保护区内所有与生态功能不相符的项目。

13. 强化沿江岸线保护

开展沿江绿化造林,启动长江岸线湿地保护与环境提升项目,打造自然生态、协调优美的滨江岸线。建设长江“生态眼”多源感知系统,开展生态环境物联网监测和生态大数据智能分析。(节选)

14. 打造优美绿色城市

建设生态绿色廊道,加快实施环老山绿带贯通工程,加快推进长芦一玉带防护林等重要生态林网建设。大力实施森林抚育,加快低效林改造,完善提升沿江、沿河、沿湖水源涵养林建设质量。高水平打造郊野公园,满足都市人回归自然、品味自然的生活需要。布局城市游园绿地和口袋公园,营造内涵丰富、环境优美的休憩空间。打造城市绿道网络,开展城市绿化和彩化工程,美化城市色彩景观。

15. 加强绿色生态涵养

加强新区新化、杜好、绿水湾生态湿地公园、八卦洲湿地公园、滁河等河岸湿地生态建设与保护。开展城市湿地监测,建立城市湿地信息系统。制定湿地保护管理办法,确定城市湿地红线,结合城市分区确定湿地用途和管护方向。

(五) 健全低碳发展体制机制

16. 完善碳排放统计核算体系

开展重点板块、重点企业、重点项目温室气体排放调查,分析新区碳排放特征,建立常态化碳排放基础数据获取渠道和部门会商机制,加强与能源消费统计工作的协调,完善碳排放核算及核查体系。编制重点区域、重点行业温室气体清单,促进企业碳减排和能效提升。

17. 建立碳排放监测系统

探索建设节能减碳监测管理系统,力争到2022年覆盖重点产业平台与用能单位,实现对能源消费、碳排放情况的实时监控、分析、预警。完善新材料科技园气态污染物特征因子库,掌握化工企业排放的废气种类、来源分布等污染关键信息。

18. 健全总量强度“双控”机制

强化控制温室气体排放目标责任制,将“碳达峰”目标任务落实情况纳入生态环境督察范畴。实施用能预算管理制度,严格落实能源消费总量和强度双控制度,编制能耗双控预算总员、强度平衡表,严控新建高耗能项目。

19. 大力发展绿色金融

开发碳汇项目,积极参与全国碳市场交易。探索碳排放权、排污权等质押融资贷款,推进信用贷款和其他非抵押类信贷产品的持续创新。稳步推进涉及危化品的高环境风险行业的环境污染强制责任保险。开发绿色信贷管理系统,设立绿色信贷快速审批通道。成立绿色产业投资基金引导社会资本向节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级以及绿色服务等领域的企业、项目进行投资,建立支持绿色产业发展的绿色金融服务体系。积极争取碳中和、碳达峰相关项目债券,拓展绿色项目资金来源渠道。

三、保障措施(略)

浅析燃气红外线辐射在厂房供暖中的应用

东风设计研究院有限公司 张伟锦

摘要：本文根据某车间采用燃气红外线辐射器提供供暖的设计，从红外线辐射原理、设计思路及设计成果的展示逐步分析了燃气红外线辐射器与传统厂房供暖系统的不同及其用于高大厂房的优越性，希望能给以后高大厂房供暖设计提供参考。

关键词：燃气红外线辐射器；暖风机；散热器

1 引言

供暖是北方地区生活和工作必不可少的，出于对环境改善的强烈需求，国家也大力倡导利用清洁能源供暖，而天然气作为一种清洁高效的能源显然成为北方供暖的一种选择，尤其是对于高大厂房，间歇使用，局部采暖或敞开区域等传统散热器采暖效果不理想的情况，采用燃气红外线辐射器采暖成为一种很好的选择，那么对于厂房如何设置燃气供暖，设置燃气供暖需要相应配套哪些设施，以及与传统供热相比在初投资、运行费、供热效果以及控制管理上是否具有竞争力就成了设计师亟待了解而用户也同样希望了解的内容，我们这些年做了一些厂房的燃气辐射采暖的设计，使用效果也很好，本文拿其中一个实例来作分析。

2 燃气红外线辐射供暖的原理

红外线是电磁波谱的一部分，其波段介于可见光和微波波段之间（0.76~1000 微米），辐射就是两个不同温度的物体热量转移的过程，自然界中一切温度高于绝对零度的物体都不断向周围空间辐射红外线，这就是热辐射。根据传热学理论可知，人体的散热取决于他与外界的有效辐射，辐射采暖时，由于人体和周边的地面、墙面及物体同时受到辐射并升温，使得人对外界的有效辐射减少了，而且，当人在冷的环境中时，体感温度是辐射温度与环境温度的平均值，这就是冬天在阳光下和树荫下体感温度不同的原意，而这也正是燃气红外线辐射供暖节能的原理。

燃气红外线辐射器采暖就是模拟太阳辐射地球的原理，利用可燃气体通过特殊的燃烧装置将辐射管加热到一定高温（一般 400~1000℃）而辐射出各种波长的红外线进行供暖。在整个红外线波段中，波长 0.76~40 μm 的红外线热特性最好，一般燃气红外线辐

射器发出的红外线波长在 2~20 μm 之间，此部分的红外线 90% 能被物体吸收，并从内部对物体进行加热。

3 设计思路及成果展示

以辽宁省某地的一个车间为例，此车间总建筑面积 12965.66m²，其中车间建筑面积 10060.25m²，生产辅助用房建筑面积 2905.41m²，车间主体下弦标高 8.8m。本工程厂房主体全钢结构外墙标高 ±0.00 以上，标高 1.2m 以下采用 300mm 厚加气混凝土砌块，厂房 1.2m 标高以上采用 100mm 厚金属面玻璃棉夹芯板，夹芯材料为 16kg/m³ 玻璃棉，板的总厚度不小于 0.8mm，屋面采用双层压型钢板内置 100mm 厚离心玻璃棉毡屋面，板的总厚度不小于 1.1 毫米。

对于高大厂房传统的做法是散热器 + 暖风机系统，其中散热器系统保证车间的值班温度供暖，散热器和暖风机系统共同保证车间的工作温度采暖。暖风机采用高大空间顶送型空气处理器，冬季送风气流见图 1：

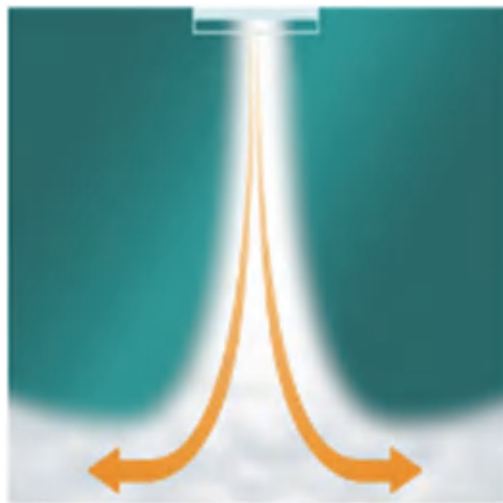


图 1 高大空间处理器冬季送风气流

因其送风与热气流方向相反,可以最大幅度的消除垂直方向的温度梯度,从而也起到节能和提供舒适度的效果。

但是,本车间是焊装车间,考虑到车间中部可能有逸散的焊烟悬浮物,且车间内局部有工艺钢平台,不适宜采用高大空间顶送型暖风机的形式,而且因为车间有排除焊烟的需求,于是我们想到了采用燃气红外线辐射供暖。焊装车间可以采用燃气红外线供暖也是基于以下的一些考虑:1、燃烧器燃烧需要一定的新鲜空气,燃气燃烧后的尾气需要及时拍走,以保证不完全燃烧的产物(如一氧化碳)不至于及积聚。2、燃气辐射供暖是红外线直接辐射到人体和物体上,对空气的加热很少,从而使空间内的温度比对流采暖时同样体感温度的条件下低2~3度,由于室内外温差的降低,也相应减少了门窗缝隙的冷风渗透和排焊烟时带走的热负荷。

那么采用燃气辐射器该如何计算热负荷呢?我们可以根据燃气辐射供暖系统比常规供暖系统低2~3度,直接设定车间温度为14度(常规16度)用热负荷计算软件计算,同时附加热量中也可以不考虑高度的附加。与车间温度与室外温度的温差相比,大约节能10%~20%,这里就不详细计算了。在计算了热负荷后就是燃气辐射器的选择,根据样本RQ50-15m型辐射器的最低安装高度是5.1米,就暂定采用这个型号,因为还需要和工艺配合后再做调整。

燃气红外线辐射设备的数量 n 的计算公式:

$$n=Q \varepsilon / q \quad (1)$$

其中: ε - 与辐射器安装高度有关的附加系数;

Q - 建筑物辐射采暖热负荷 kW;

q - 单台设备的有效供热量 kW。

当辐射器安装高度在6m以下时, $\varepsilon=1$ 。

当辐射器安装高度在6~9m时,
 $\varepsilon=1+1.5(H-6)/100$ 。

根据计算暂定选用38套RQ50-15m型辐射器,单套设备加热量:50kW,天然气耗气量4.83m³/h,总加热量:1900kW,辐射采暖面积:10060m²,辐射采暖面积热指标:188.9W/m²,除靠外的一跨多布置两套外基本是均布。

设备的布置考虑了以下因素:1、本车间吊点底标高8.8m,如果在梁下吊装将占用工艺吊点,2、顶部吊装,红外线会被车间内悬挂的工艺设备或钢平台遮挡,3、如果车间内的焊烟不能及时的排出(焊烟通常分布在6~8米的车间空间)也会影响到辐射效果。所以暂定吊装在5.5m的位置。见图2平面图,图3剖面图:

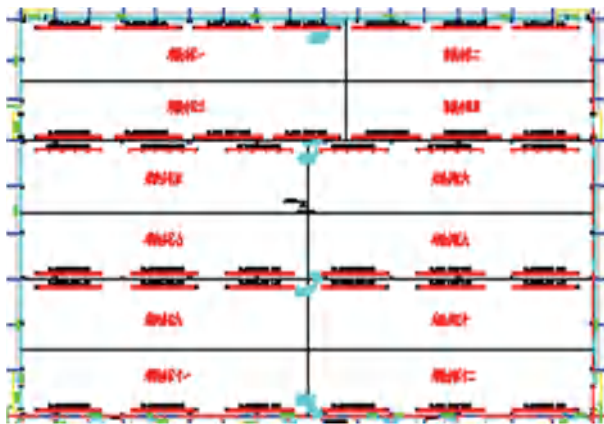


图2 辐射器布置平面图

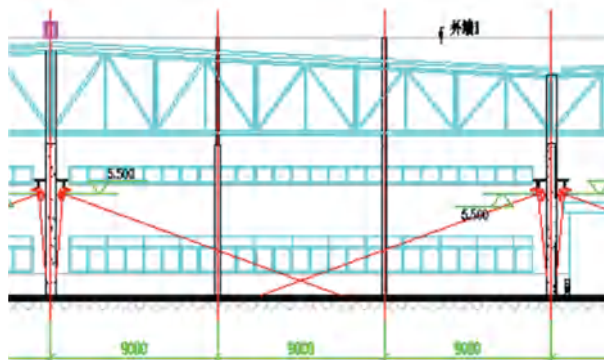


图3 辐射器吊装剖面图

然后我们把平面布置图和吊装高度与工艺做了交流,他们提出有些位置的钢平台板面高度是5.5m,梁底高度4.8m,也就意味着一些地方燃气辐射器因为和钢平台干涉而必修调整至4.5m,根据样本RQ35-9.5型辐射器的最低安装标高是4.2m,适合,其单套设备加热量:35kW,天然气耗气量3.38m³/h。调整后的布置见图4。

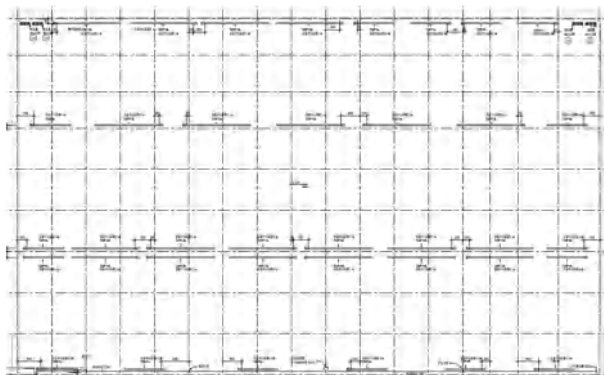


图4 燃气辐射器平面布置图

图中较短的就是 RQ35-9.5 型辐射器,适当减少了靠近辅房的内墙上的燃气辐射器的设置量,最终的设计是 RQ50-15m 型 21 套, RQ35-9.5 型 16 套,总计 1610kW,辐射采暖面积热指标: 160W/m²。

燃气辐射系统还有比较重要的一项后续设计,就是尾气内排还是外排。由于焊装车间的特性,屋面设置了屋顶风机通风兼排烟,平时即使是冬天也需要开启通风,维持不小于 1 次/h 的换气以保证车间工人的工作环境,属于通风良好的车间,而且,根据《工业场所所有害因素职业接触限制 第 1 部分 化学有害因素》GBZ-2.1——2007 中 P12 页表格序号 296 中要求, PC-TWA (8 小时工作日平均允许浓度) 下一氧化碳排放量限制为: 20mg/m³。辐射采暖设备一氧化碳排放量浓度百分比为: 0.0003% (3ppm), 意义为每产生 106m³ 的尾气时,生成 3m³ 的一氧化碳气体 (3m³ 的一氧化碳重量为: 3m³ × 1.25kg/m³ = 3.75kg = 3.75 × 106mg), 即为每产生 106m³ 的尾气

时,伴随生成 3.75 × 106mg 的一氧化碳,即一氧化碳排放量为: 3.75mg/m³, 小于规范要求的 20mg/m³ 的限制。同时,燃气辐射采暖尾气内排在保证了通风的前提下存在以下优势: 不需要破坏屋面及侧墙结构,没有墙面、屋面漏水隐患;室内可利用尾气余热减少运行成本;减少尾气系统初投资费用。所以,本车间采用尾气内排方式。

后续还有相应燃气系统、报警系统、供电系统的设计,特别是车间的控制要求,辐射采暖系统开关完全由计算机控制,可以设定早上上班时自动开启,下班后自动关闭,晚上低温维持。还可以做到当个别工位加班时只开启少量辐射管,其他都关闭,做到局部取暖,节约了能源。我们将燃气红外线辐射器做了分区控制,见图 5 辐射采暖设备一区接线图,这是其他供暖方式无法做到的,算是大空间采暖节能的一种方法。

最终成果见图 6 焊装车间暖通透视图



图 5 辐射采暖设备一区接线图



图 6 焊装车间暖通透视图

4 经济比较

燃气辐射采暖与传统采暖系统的投资和运行费用比较应该也是设计师和用户比较关注的问题。仍然

以本车间为例,假如采用高大空间暖风机可行,不考虑设备热辐射的有效系数,仅按一个车间配锅炉房考虑,配套设备及管道的详细分解选型,仅做一个简单的设备比较,见表 1:

表 1 燃气辐射供暖与传统供暖系统的经济比较

	散热器+暖风机+锅炉 (85/60度)		燃气红外线辐射器
	散热器	暖风机	
设计热负荷指标 (w/m ²)	50	130 1	60
设计采用设备 G	Z506 × 3470 片 +THR-9/C × 16+3 台 700kW 模块锅炉		RQ50-15m × 21 套 +RQ35-9.5 × 16 套
设备热负荷 (kW)	503	1280	1610
能源	暖风机供电: 16 × 0.7kW/h + 40W/h × 3 = 11.32kW/h 锅炉供燃气: 66.8m ³ /h × 3 = 200.4m ³ /h		辐射器用燃气: 4.83m ³ /h × 21 + 3.38 × 16 = 155.51m ³ /h 用电: 65W × 37 = 2.4kW/h
初投资 (万元)	3470 × 0.005 + 2.2 × 16 + 13 × 3 = 91.55		1.35 × 37 = 49.95

备注: 运行按两班制, 每天 16h, 供暖 5 个月计算。电费按当地工业用电 0.92 元/度, 天然气 2.8 元/m³ 计算。

(下转 44 页)

天津市建筑设计院新建业务用房的绿色建筑调适实践

天津市建筑设计院 尹宝泉 谢鹏程

摘要：绿色建筑相较于常规建筑，在建筑能源利用方面，通常会采用一些节能措施，同时也会明确设计能耗指标，但如何将这些节能措施及能耗指标落实在项目运营过程中，调适显得尤为重要，同时也由于机电系统调适涉及一个完整的供暖及制冷季，因此，如何建立适宜于绿色建筑的调适机制显得尤为重要。本文以天津市建筑设计院新建业务用房绿色建筑项目为例，对该项目的调适及期间发现的问题及解决方案进行了分析，并就绿色建筑调适机制进行了探讨。

关键词：绿色建筑；调适；天津市建筑设计院新建业务用房

1 引言

目前，我国绿色建筑设计标识占 90% 以上，运行标识不足 10%，而绿色建筑不仅仅是绿色技术的选择和应用，更重要的是绿色技术的真正落实和使用效果。为此在绿色建筑投入使用之前，一定要开展调适，且应至少涵盖一个采暖季，一个制冷季，使建筑各系统运转正常，制定出相应的管理控制策略，为后续的长时间有效工作，奠定基础。

相关研究指出^[1]，建筑调适使得传统的建筑调适观念出现了 2 个重要的转变：第一，建筑调适的范围延伸到了建筑各个系统的整体性能以及各系统之间的相互作用的整体情况。第二，建筑调适成为一种质量保证工具，跨越整个工程项目周期，在整个过程中确保每个阶段都符合设计意图和满足业主的项目需求。

因此，为了确保绿色建筑系统能够达到设计和用户的使用要求，必须建立新的具有针对性的绿色建筑调适技术及管理体系，使得系统在各种情境下满足各种实际运行工况，将绿色建筑的性能切实发挥出来。

2 项目概述

天津市建筑设计院新建业务用房及附属综合楼项目，位于天津市建筑设计院内，是对既有院落的有机更新，如图 1 所示。项目分为两期建设，总用地面积 13200 m²，总建筑面积 31250 m²。其中一期新建业务用房主要功能为科研办公，地上十层（建筑面积 18975 m²），地下一层（建筑面积 1585 m²），主体高度 41.9m；二期附属综合楼主要功能为车库，地源热泵系统等室外景观工程也在二期。

项目从设计伊始就以绿色建筑应用为切入点，

遵循“被动优先、主动优化”的设计原则，最大化应用可再生能源的设计方法，因地制宜地将低影响开发、可持续设计、BIM 全过程应用、智能化集成平台建设等与建筑设计结合，采用了近 30 项绿色建筑技术，如图 2 所示，节能率大于 50%，设计能耗指标为 72kWh/m²·a。目前，项目已获得国标绿色建筑三星设计标识，入选住建部绿色建筑示范工程。



图 1 天津市建筑设计院新建业务用房

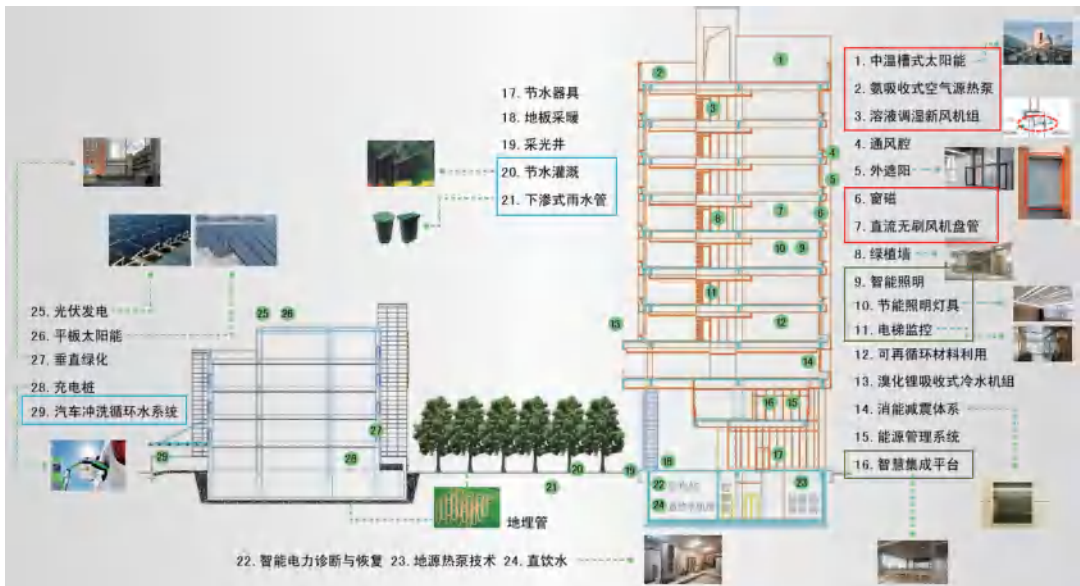


图2 新建业务用房及其附属综合楼绿色建筑技术体系

在方案创作期间，就开展了相关模拟分析辅助优化方案，根据项目场地特点，设置了外遮阳、通风腔、采光井等被动式措施。对于建筑冷热源系统进行了多方面考虑，为提高可再生能源替代率，提高系统综合能效方，提出了太阳能耦合地源热泵的冷热源方案，如图3所示。

项目总冷负荷为1370kW，总热负荷为1135kW，夏季供冷温度：16℃/21℃，冬季供热温度：38℃/43℃，地源热泵机组的COP为6.0，可再生能源替代率达到70%以上。

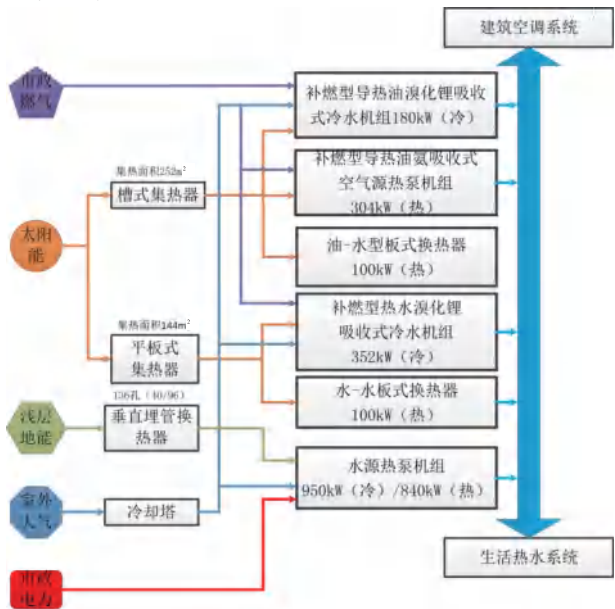


图3 基于可再生能源的复合能源系统

3 调适记录

3.1 围护结构热工性能调适

（1）外窗及外墙

项目在投入使用后，利用红外热像仪、热线风速仪等进行了检测，发现外窗气密性较差，围护结构存在热桥等问题，如图4所示。同时开展了室内温湿度检测，针对温度较低房间，采取了相应的改造措施，如外窗增加了密封条，部分房间热桥部位增加了保温。

（2）特殊房间

针对一层绿色建材展厅，由于临近出入口大厅，同时层高较高，大开敞空间仅有的两个工位较冷的情况，采取了增加送风温度、增设灵活末端、进行封隔

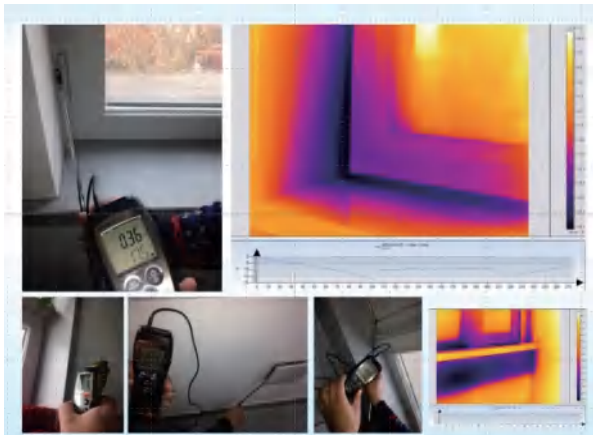


图4 外窗窗缝、窗间墙及外墙等部位有明显热桥

等措施,为使用人提供了舒适的环境。此外针对玻璃幕墙造成的部分房间夏季供热,冬季过冷的问题,调整了设定温度,并在部分房间上增加了反射隔热膜。

3.2 空调系统冷热源与建筑冷热需求匹配的调适

3.2.1 供暖空调系统初期调适

由于项目是分期建设,一期建成投入使用时,主要热源——土壤源热泵系统还未投入使用,仅有补燃的两台溴化锂机组,8台氨吸收式空气源热泵机组及中温槽式太阳能可用。因此,在2015年供暖季初期,进行了较长时间的调适,涉及开机时间、各层工作面温度及出风口温度测量等,最终通过提前开机,增加巡视减少冷风渗透等,平稳度过第一个冬天。夏季时,也进行了出风口温度、工作面温度等检测,通过控制开窗情况、落实外遮阳设施,确定了相应的机组运行策略,平稳度过了第一个夏天。

3.2.2 供暖空调系统综合调适

2016年10月,土壤源热泵系统建成,11月初对供暖系统不同工况进行了调适,从保障舒适性、降低运行成本等角度,制定了相应的控制策略,在此期间,还检测了系统水质,核查了各阀门关闭状态。

2016年供冷季地源热泵机组不能正常加载,机组一直处于最低负荷运行,联系自控厂家与设备厂家对机组进行调试,通过不断摸索,通过控制压差保证了机组的冷凝压力范围,从而使机组正常加载。

2016年供暖季氨吸收式热泵在运行过程中发现在潮湿寒冷的冬季频繁出现结霜情况,机组COP大幅下降,初步测算COP在1.1左右,与设计值1.6有很大偏差,之后配合厂家对机组进行测试,调试,对氨的充注量进行调整,对机组进行整改,调整融霜时间范围等机组效率已有较大提升,目前已与厂家合作,对更多项目能效进行测量与分析。

3.2.3 过渡季节保养工作

根据机组的运行小时数和运行工况,合理安排对不同机组的保养计划,主要对各机组电气系统进行检查、紧固;检查系统水管路有无泄漏;太阳能热油系统有无漏油情况;系统水更换,水质处理;末端风机盘管系统水过滤网清洗,回风网清洗;室外机翅片冲洗,除尘;做到勤保养、勤检查、不带病工作,保证在负荷季机组的正常运行,如图5所示。

地源热泵机组根据厂家要求运行2000小时或一个供冷、供暖季后进行更换,按照机组运行手册没有明确的时间要求,只需要对冷冻油进行化验,确定油的含水量和酸性度,如果冷冻油符合使用条件,可减少换油次数,降低使用成本(首保更换冷冻油花费29000元)。地源热泵机组在待机状态下油加热器处于保温状态,待机功率500W左右,过渡季节不使用



图5 过渡季保养工作

机组的时候关闭机组,对能源也是一种节省(全年待机耗电约1200kWh)。

3.2.4 供暖空调系统调适总结

根据天气变化情况,系统冷热负荷情况适时调整机组开启台数,在初夏或初冬时利用小机组小负荷对楼内进行补冷、补暖。进入供冷、暖季后优先保障使用人舒适度的前提下,进行机组合理的调配,上班前提前开机,风盘开启对楼内进行蓄冷,蓄暖。夏季日照充足的情况下,根据辐照度强度开启集热器,使用热油驱动溴化锂机组制冷。冬季开启集热器使用热油驱动氨机及板式换热器,供暖季在满足辐照度的情况下开启油水板换,每日可贡献约260kW热量。

3.2.5 设计反馈

(1) 部分“特殊功能”房间,应设有独立空调系统。项目2层会议区,日常使用率较高,在初冬、初夏、过渡季节时,也需要对会议室进行温度控制,目前为非独立空调系统,如果可以采用独立供冷、供暖系统,既可以保证会议室舒适性,也降低了暖通机组启停造成的能源消耗。

(2) 管材选择及施工管理注意事项。项目在夏季运行过程中出现冷凝水排泄不畅的情况,检查发现因为冷凝水管为PPR管,管材本身刚性不够,收到外力容易形变,前期施工过程中由于厂家各自为战,对冷凝水管路水平度造成了影响,在后期运行过程中就出现冷凝水排水不畅,冷凝水泄露的情况。

(3) 检修口的设定应结合检修需要。装修与暖

通结合不够紧密,后期运维过程中,有些风盘、冷热量表、阀门等根本无法进行调试、维修,更换,对后期运行造成了很大的影响。

(4) 阀门选择的建议。在清洗风机盘管过程中发现供回水水阀为截止阀,存在关不严、卡死的情况,如果使用球阀在维修和使用上都会有很大便利。

(5) 系统泄水口设置建议。平层没有泄水口,遇到管道、阀门、风盘漏水情况时,泄水困难,尽可能靠近阳台地漏或吧台处设置泄水口,方便泄水进行维修作业工作。

(6) 窗磁与风机盘管联动的使用情况反馈。风机盘管窗磁控制对敞开办公区作用不大,尤其在夏季,处在公共办公区的使用人开窗通风,窗磁只会控制该区域的风机盘管关闭,大量湿热空气进入室内,凝结在没有关闭的风机盘管翅片上形成冷凝水。导致系统负荷升高,能源消耗增大。目前通过巡楼告知使用人在空调开启时,尽量关闭门窗,达到节能降耗的目的。

(7) 进出口门开启方式的建议。一层出入口大厅热交换频繁,冬季冷、夏季热,将电动门更换为旋转门可以降低冷热量的损失。

3.3 照明及外遮阳系统调适

3.3.1 照明系统控制模式调整

运维人员根据实际使用经验结合照明能耗分析,对公共区域智能灯控系统部分回路进行修改,并根据上下班时间设置不同模式,对于室外照明及景观照明,根据日落日出的时间变化调整开关灯时间,在保证亮度的同时节省能源。修改后公共区域照明工作日每天少用 20kWh 电,节假日每天少用 90kWh 电,每月可节省电费约 1000 元。

3.3.2 外遮阳调适

新建业务用房在三至十层东西立面安装了电动窗帘,运维人员根据季节设置不同模式:夏季东侧窗帘早上 5:00 落下 8:00 升起,防止阳光照进室内增加空调能耗;中午西侧窗帘 12:00 落下,防止西晒影响工作人员办公同时节省能耗。冬季全部窗帘早上 5:30 升起,方便利用阳光提高室内温度。节假日全部窗帘落下避免室内温度受室外变化影响。

4 结果与讨论

4.1 系统运行状况分析

4.1.1 氨吸收式热泵机组运行状况

对机组运行状况进行分析,判断机组工作状态,以氨吸收式热泵运行数据为例,得到 1129h 的“有效运行时间”;有效运行时间内,热泵系统运行负荷率

大部分时间处于 50% 以上,如图 6 所示。

热泵系统 COP 随负荷率上升明显有提高趋势,如图 7 所示。初步判断系统并没有实现随负荷率变化自动决定机组开启台数。

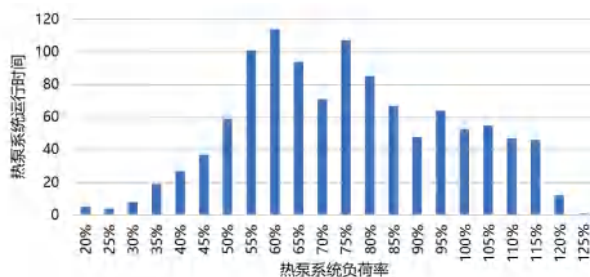


图6 氨吸收式热泵系统负荷率

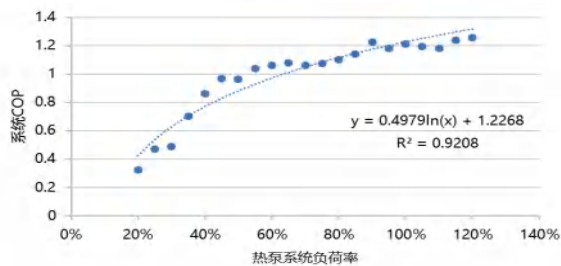
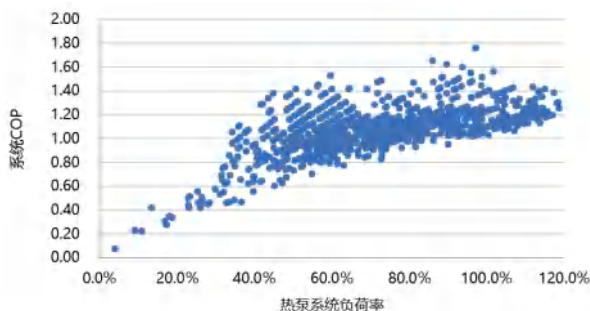


图7 氨吸收式热泵系统负荷率与 COP 的关系

4.1.2 优化运行方案

优化方案 1: 优先采用地源热泵机组。运行负荷率的提高带来机组运行 COP 的提高,热泵机组供热

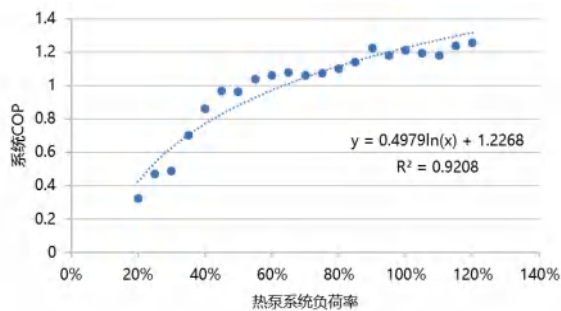


图8 优先利用地源热泵机组与地源热泵 + 氨机相比的系统负荷率

季平均 COP 由 4.95 提高到 5.31；供热系统平均 COP 由 4.95 提高到 5.31，如图 8 所示。

优化方案 2：氨吸收式热泵台数控制。目前系统配置 8 台氨吸收式热泵机组，共用两台热水泵（一用一备），变频控制；通过变频器控制水泵运行在 25、37.5 及 50Hz 下，可分别对应 4 台、6 台及 8 台热泵运行，通过提高单台热泵负荷率提高热泵系统整体效率，如图 9 所示。

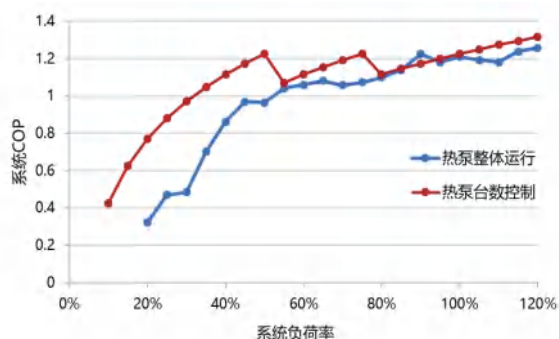


图 9 通过热泵台数控制之后的热泵整体运行 COP 的状况

4.2 建筑总能耗分析

4.2.1 供热季的供热量分析

供热季总供热量：742MWh，折合建筑面积供热量指标：36.89kWh/m²·a。其中，地源热泵系统：供热量 475MWh，贡献率 64.01%，供热量指标：23.62kWh/m²·a；氨式空气源热泵系统：供热量 255MWh，贡献率 34.4%，供热量指标：12.69kWh/m²·a；太阳能换热供热系统：供热量 11.79MWh，贡献率 1.59%，供热量指标：0.59kWh/m²·a，如图 10 所示。

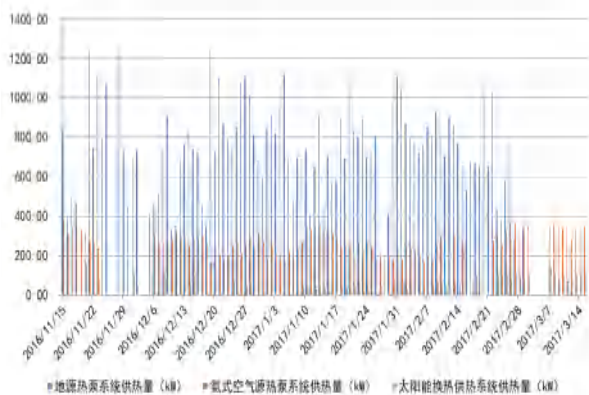


图 10 不同热源在供热季总供热量的占比

供热季总耗电量：157MWh，其中地源热泵机组 88850kWh，水泵 38969kWh，FCU24846 kWh，PAU4664kWh，折合建筑面积耗电量指标：7.83kWh/m²·a，如图 11 所示。

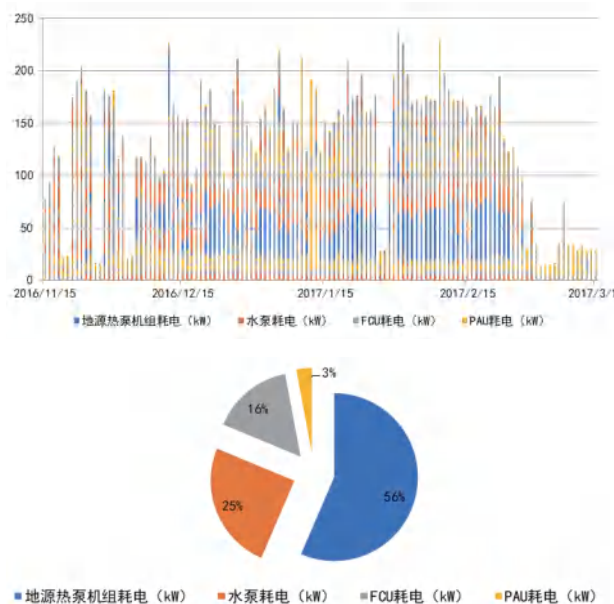


图 11 不同耗电设备在供热季总耗电量中的占比

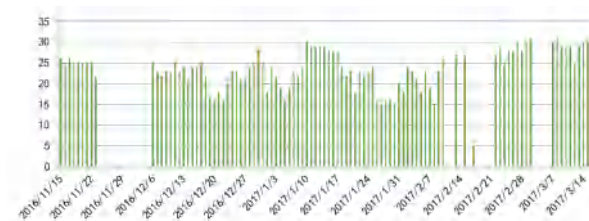


图 12 不同耗气设备在供热季总耗气量中的占比

供热季总耗气量：24298Nm³，折合建筑面积耗气量指标为 1.21Nm³/m²·a，如图 12 所示。

将上述电耗、气耗加和，供热季标煤消耗总量为：79.85Tce，折合建筑面积标煤消耗量指标：3.97kgce/m²·a，按照《天津市公共建筑能耗限额标准》，电力折算系数 0.32g/kWh，燃气折算系数 1.2143g/Nm³。按照《天津市公共建筑能耗限额标准》，检测年室外气温修正系数 =0.94，折算后建筑面积标煤消耗量指标：3.73kgce/m²·a，低于《天津市公共建筑能耗限额标准》中对商业办公建筑引导值 7.0 kgce/m²·a 的要求。

4.2.2 总电耗对标

根据国家《民用建筑能耗标准》GB/T51161-2016，《天津市公共建筑能耗标准》DB/T 29-249-2017 对建筑全年能耗指标进行了计算及修正，未经修正的建筑每平方米年能耗为 88.27 kWh/m²。经修正后，非供暖能耗为 57.95kWh/m²，供暖能耗为 18.72 kWh/m²，合计年建筑平米总能耗为 76.67 kWh/m²，如表 1 所示。

表 1 供暖能耗及非供暖能耗指标

2017 年非供暖能耗指标计算 (实际供暖时间 1.1-3.31, 11.1-12.31)		
变量	数据	单位
2017 全年总能耗	1404739.90	kwh
B 座面积	20560.00	m ²
B 座人数	930.00	人
使用时间	5431.00	h
R1- 时间修正	0.62	
R2- 人员密度修正	1.36	
能耗对标	68.32	kwh/m ² ·a
修正能耗指标	57.95	kwh/m ² ·a

2017 年非供暖能耗指标计算 (实际供暖时间 1.1-3.31, 11.1-12.31)		
建筑面积	20560	m ²
供暖耗电	410099.96	kwh
气象修正参数 (空调自控自带 屋顶柱子温度传感器)	-0.938638682	
供暖能耗指标	18.72255274	kwh/m ² ·a

在能耗对标计算过程中,对于人均建筑面积、年使用时间等,存在一些疑惑,做下述说明:该项目总建筑面积 21560 m²,且有“超标”的会议空间,实际办公面积仅 10000 余 m²;同时项目还存在供暖季、制冷季增长,经常加班等情况,根据办公区域照明能

(上接 38 页)

根据比较知道燃气辐射采暖系统设备投资比常规的供暖系统要少很多,而且从用电量和燃气消耗量来看也比燃气辐射供暖系统要大很多,所以就这个车间来说,燃气红外线辐射供暖更经济实用。

那么是不是今后厂房供暖设计就直接采用燃气红外线辐射供暖而不再考虑热水供暖了呢?其实不是,对于一个厂区来说,要考虑的还有很多,诸如车间是否可以采用燃气系统?车间是开敞的还是封闭的,会不会因为采用燃气系统而增加了防爆等级及配套设施?车间的通风情况是否良好,对尾气排放系统要分析计算内排的可能性,对于本车间,如果尾气外排需增加大约 15 万的尾气风机、风管及安装费用。燃气系统的安装在很多地区都属于专项安装,价格会比普通的水管系统贵很多倍,厂区的燃气接口费及用电扩容费都是一笔不小的费用,这些都需要在设计前向相关部门了解清楚。当大面积车间需要供暖时,因为供热量较大而不会采用这种小容量的锅炉,相应的大容量锅炉的热效率会增加,提供单位热负荷的锅炉的用燃气量也会减少,这会影响到后期的运行费用…显然不是简单的设备比较

耗分布规律,初步确定年使用时间为 5431h,特此说明,后续还将深化能耗对标工作。

5 结语

绿色建筑相较于常规建筑,因绿色建筑理念及相关要求,增加了一些相应的措施,其调适除满足常规建筑调适要求外,通常更强调全过程管理、各专业间的协调、数据对标等工作,本文仅是一段时间作者参与调适工作的整理,还有很多其他调适内容如直饮水系统、雨水设施、绿色智能集成管控平台等内容未涉及。本项目建成至今,已开展了较多的调适工作,目前还依旧在调适过程中,并将长期调适下去,降低建筑能耗,提高建筑的舒适度,让使用人更满意。

参考文献

- [1] 逢秀锋,刘珊,曹勇等,建筑设备与系统调适[M].北京:中国建筑工业出版社,2015.5
- [2] 曹勇,徐伟主编,建筑设备系统全过程调试技术指南-Commissioning[M].北京:中国建筑工业出版社,2013.3
- [3] 宋晨,王东博,太阳能双能源吸收式热泵耦合地埋管地源热泵供热——基于工程实例的分析与总结[J].暖通空调,2017.7

所能决定的。燃气红外线辐射供暖设备因为在国内使用的时间并不长,对于产品本身的质量、使用寿命、后期维护等情况也还不是十分了解,所以当存在两种系统均适合的车间供暖设计时,最好能考察并详尽分析对比后再选择供暖系统。

5 结论

从燃气红外线辐射的原理入手,以一个焊装车间为例,分解了从方案思考到设备选型、计算、布置的全过程,说明焊装车间采用燃气红外线辐射供暖的可行性。并可广泛用于通风良好或传统供暖方式不适合的高大车间,这是一种清洁、节能且安装便利的供暖系统,应该大力推广从而改善北方地区冬季雾霾天气的现状,但是也不能盲目设计,需要尽量详细的做方案比较和经济分析,希望我的设计能为大家提供参考。

参考文献

- [1]《实用供热空调设计手册》(第二版),陆耀庆主编,北京:中国建筑工业出版社,2008年5月

多根相邻敷设直埋保温管道周围土壤耦合温度场的解析研究

北京建筑大学 那威 张舟 北京市建筑节能与建筑材料管理办公室 宋艳

摘要: 本文将求解实平面变换为上的温度场转化为求解复平面上的解析函数, 应用了保形映射等方法。对于不同积分区域分别转化为无穷 Taylor 级数和 Laurent 级数, 在不同非正交边界上分别配点, 使用边界离散法截断方法, 得到温度场的级数形式解, 最后使用计算机方法求解。对工程实例的计算表明, 本文方法对于求解多根相邻直埋敷设的保温管道及其邻域这类温度场相互耦联复杂的情况, 得到结果更合理、精确。

关键词: 解析函数; 级数表示; 非正交边界; 边界离散法; 温度场; 直埋

1 引言

随着供热管道地下敷设技术的发展, 其中直埋敷设由于具有节省投资、占地少、施工周期短、寿命长等优点, 在供热、输油等领域应用越来越广泛。但对于工程实际中常见的多根直埋保温管道相邻敷设的情况, 由于相邻保温管道及其邻域的温度场相互耦联, 通过数值方法求解过程非常复杂。目前, 对于直埋保温管道及其邻域的温度场的数值方法求解也只限于单管道的计算, 且有一定难度。工程应用中, 对于单管计算, 方法是假定保温层外表面和大地表面温度均匀相等, 从而简化为单层域复连通问题, 使用符宾公式和热源汇的方法求解^[1]。对于多根直埋保温管道相邻敷设的情况只有分别计算相邻保温管道的热阻后再附加热阻或使用俄罗斯文献^{[2]、[3]}中的半经验公式。对于近年来对保温层准静态热力损伤、埋设区土壤冻融状态、土壤热物性变化等技术问题, 都需要对直埋保温管道, 特别是地下多根相邻直埋敷设保温管道保温层及其土壤邻域的温度场进行较精确的数值分析, 上述简化方法已无法满足精确分析保温管道温度场后续计算的精度要求。本文提出了一种使用数值方法较精确地计算多根相邻敷设直埋保温管道及其邻域的温度场可行方法。

2 所论问题的区域变换及边界条件

以工程中常见的两根相邻直埋敷设的具有均匀保温层的管道为例, 如图 1 所示。 λ_n 为保温管道 n 的保温层的导热系数; λ 为保温管道邻域土壤的导

热系数; K 为大地表面对流换热系数; T_f 为大地表面附近的大气温度; $T_i^{(n)}$ 为保温管道 n 内热媒温度; H 为管道埋深; h 为两相邻管道轴心间距; S_n 表示保温管道 n 金属热力管道外表面; C_n 表示保温管道 n 保温层外表面; $R_i^{(n)}$ 表示保温管道 n 金属热力管道外半径; $R_c^{(n)}$ 表示保温管道 n 保温层外半径。 C_0 表

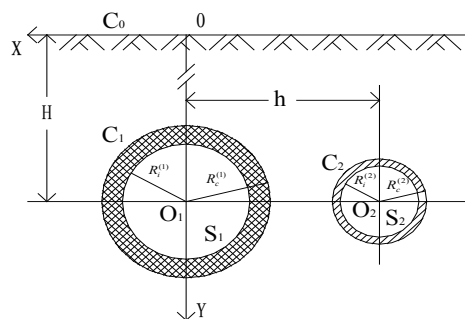


图 1 原平面上的相邻敷设的直埋保温管道

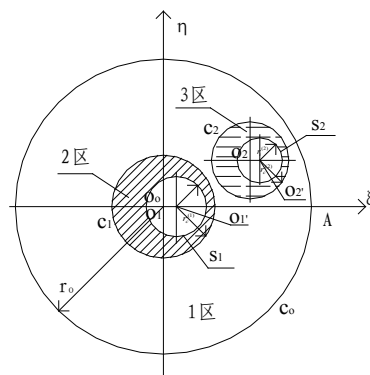


图 2 经保形变换后的复平面

示大地表面。(其中: $n=1, 2$)

采用保形映射的分式变换的方法, 因平面直线可以看作半径无限长的圆, 从而将半平面的无限长直线边界(即: 大地表面)变换为单位圆, 取

$$\zeta(Z) = \frac{Z - \sqrt{H^2 - R_c^2}}{Z + \sqrt{H^2 - R_c^2}} \cdot i \quad (1)$$

经式(1)变换后, 把原平面上的曲线 C_n 、 S_n 和 C_0 相应地映射到像平面 ζ 上的曲线 c_n 、 s_n 和 c_0 ($n=1, 2$; n 代表管道 n), 其中 c_1 和 c_0 为同心圆, 圆心为相平面的原点 o_0 , 且 c_0 为单位圆 ($r_0=1$), c_2 圆形区域的圆心为 o_2 , s_1 圆形区域的圆心为 o_1' , s_2 圆形区域的圆心为 o_2' , 如图2所示。

从图1与图2可以看出, 经保形变换半无限平面中内直埋2个含保温层的圆管的原平面转化为相平面上多个圆的复连通区域。同时, 将各个边界分开的区域划分为3个区域, 即1区、2区、3区。在不同区域内的温度 T 用 T_k ($k=1, 2, 3$) 表示, k 为区域编号。则边界条件可表示为式(2)~(7)。

$$T_2 = T_1^{(1)} \quad \text{在 } s_1 \text{ 边界上; (2)}$$

$$T_3 = T_1^{(2)} \quad \text{在 } s_2 \text{ 边界上; (3)}$$

$$-\lambda \frac{\partial T_1}{\partial r} = -\lambda_1 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial r} \quad \text{在 } c_1 \text{ 边界上; (4)}$$

$$-\lambda \frac{\partial T_1}{\partial r} = -\lambda_2 \cdot \frac{\partial T_3}{\partial r} \quad \text{在 } c_2 \text{ 边界上; (5)}$$

$$K \cdot (T_1 - T_f) = -\lambda \cdot \frac{\partial T_1}{\partial r} \cdot \sigma \quad \text{在 } c_0 \text{ 边界上, } \sigma \text{ 是由于保}$$

$$\text{形映射引入的映射因子, } \sigma = \frac{2\sqrt{H^2 - R_c^2}}{X^2 + H^2 - R_c^2}; \quad (6)$$

$$\text{在无穷远点即相平面上的 A 点: } T_1 = T_f \quad \text{在 } r=1, \theta=0 \text{ 处。} \quad (7)$$

3 确定解的形式

对于所论的稳态导热问题, 温度 T 满足拉普拉斯方程, 如式(8)。

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \quad (8)$$

根据柯西-黎曼定理, 调和函数 T 必存在与之

对称的调和函数 V , 满足: $\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial V}{\partial y}$, $\frac{\partial T}{\partial y} = -\frac{\partial V}{\partial x}$

在图2复平面上, 自变量 $z=x+yi$, 可构造如式(9)的复变函数 $f(z)$,

$$f(z) = T(x, y) + iV(x, y) \quad (9)$$

$f(z)$ 为解析函数, $T(x, y)$ 是函数 $f(z)$ 的实部, 这样可将平面温度场问题转化为寻找并求解复平面的解析函数 $f(z)$ 的问题。

观察图2所示的相平面可知, 由于保形变换的保圆性, 定义域已转化为单位圆内包含若干小圆, 每个小圆内同时包含更小圆的复连通区域。因此, 1区内的边界集合为 $c=c_0+c_1+c_2$, 相应地, 2区内的边界集合可表示 c_1+s_1 ; 3区内的边界集合可表示 c_2+s_2 。

根据相应区域的边界, 可将解析函数 $f(z)$ 表示为如下积分表达式, 如式(10)~(12)。

在1区内:

$$f_1(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c_0} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta + \frac{1}{2\pi i} \int_{c_1} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta + \frac{1}{2\pi i} \int_{c_2} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta \quad (10)$$

在2区内:

$$f_2(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c_1} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta + \frac{1}{2\pi i} \int_{s_1} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta \quad (11)$$

在3区内:

$$f_3(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c_2} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta + \frac{1}{2\pi i} \int_{s_2} \frac{f(\zeta)}{\zeta - z} d\zeta \quad (12)$$

其中, $f_1(z)$ 、 $f_2(z)$ 、 $f_3(z)$ 分别表示在区域1、2、3内, 解析函数 $f(z)$ 的积分表达形式。

根据解析函数的性质可知, 解析函数可在解析点邻域展开为幂级数。这样, 观察图2中不同区域的各边界的图形特征, 我们可以将解析函数 $f(z)$ 在不同区域内的积分表达式展开成其各个圆形边界的圆心邻域的无穷级数, 圆形区域展开为 Taylor 级数, 圆环区域则展开为包含正负次幂的 Laurent 级数。如式(13)~(15)。

在1区内:

$$f_1(z) = \sum_{m=0}^{\infty} a_0^{(m)} z^m + \sum_{l=1}^{\infty} a_1^{(l)} z^{-l} + \sum_{l=1}^{\infty} a_2^{(l)} (z - o_2)^{-l} \quad (13)$$

在2区内:

$$f_2(z) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} a_3^{(j)} (z - o_1')^j \quad (14)$$

在3区内:

$$f_3(z) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_4^{(k)} (z - o_2')^k \quad (15)$$

式中, o_2 、 o_1' 、 o_2' 是相平面上的复数。其中, o_2 表示 c_2 圆形区域的圆心, o_1' 表示 s_1 圆形区域的圆心, o_2' 表示 s_2 圆形区域的圆心, 都为直埋管道特征尺寸经保形变换而来, 为已知量。

$a_0^{(m)}$ 、 $a_1^{(l)}$ 、 $a_2^{(j)}$ 、 $a_3^{(j)}$ 、 $a_4^{(k)}$, 其中 $m=0, 1, \dots, \infty$; $l=1, 2, \dots, \infty$; $j=-\infty, \dots, -1, 0, 1, \dots$,

∞ ; $k=-\infty, \dots, -1, 0, 1, \dots, \infty$; 都为复常数。
因此, 只要求得 $a_0^{(m)}$ 、 $a_1^{(l)}$ 、 $a_2^{(l)}$ 、 $a_3^{(j)}$ 、 $a_4^{(k)}$ 的值, 则 $f(z)$ 可知。

从而, 温度分布应为: $T_n = \operatorname{Re}[f_n(z)]$, 其中: $n=1, 2, 3$; 分别表示 1 区、2 区和 3 区。

4 非正交边界处理与系数求解方法

在相平面中, 对于 c_2 、 s_1 、 s_2 这样的非正交边界, 模 r 是幅角 θ 的函数, 如果仍然使用 Fourier 正交级数方法处理, 需要的计算量过大。本文采用的边界离散法^[4]来求解。通过边界点离散, 对极数形式的解的表达式直接赋值来避免的大量积分计算。

首先, 根据所论问题所需精度的大小, 选取足够大的 m 、 l 、 j 、 k 的上(下)界, 对解析函数 $f(z)$ 的级数形式解进行截断。

这样, $m=0, 1, \dots, N$, $l=1, 2, \dots, N$, $j=-N, -N+1, \dots, 1, 0, 1, \dots, N-1$, $k=-N, -N+1, \dots, 1, 0, 1, \dots, N-1, N$ 。

根据复数的性质, 令 $z=r(\cos \theta + i \sin \theta)$, 则式 (13) ~ (15) 变化为:

在 1 区内:

$$\begin{aligned} T_1(r, \theta) = & \sum_{m=0}^N (b_0^{(m)} \cdot r^m \cos m\theta + b_1^{(m)} \cdot r^m \sin m\theta) \\ & + \sum_{l=1}^N (b_2^{(l)} \cdot r^{(-l)} \cos(-l\theta) + b_3^{(l)} \cdot r^{(-l)} \sin(-l\theta)) \\ & + \sum_{l=1}^N (b_4^{(l)} \cdot r_{o_2}^{(-l)} \cos(-l\varphi_{o_2}) + b_5^{(l)} \cdot r_{o_2}^{(-l)} \sin(-l\varphi_{o_2})) \end{aligned} \quad (16)$$

在 2 区内:

$$T_2(r, \theta) = \sum_{j=-N}^N (b_6^{(j)} \cdot r_{o_1}^{(j)} \cos(j\varphi_{o_1}) + b_7^{(j)} \cdot r_{o_1}^{(j)} \sin(j\varphi_{o_1})) \quad (17)$$

在 3 区内:

$$T_3(r, \theta) = \sum_{k=-N}^N (b_8^{(k)} \cdot r_{o_2}^{(k)} \cos(k\varphi_{o_2}) + b_9^{(k)} \cdot r_{o_2}^{(k)} \sin(k\varphi_{o_2})) \quad (18)$$

经过变换, $b_0^{(m)}$ 、 $b_1^{(m)}$ 、 $b_2^{(l)}$ 、 $b_3^{(l)}$ 、 $b_4^{(l)}$ 、 $b_5^{(l)}$ 、 $b_6^{(j)}$ 、 $b_7^{(j)}$ 、 $b_8^{(k)}$ 、 $b_9^{(k)}$ 都已待得实常数。因为边界 c_2 、 s_1 、 s_2 非正交边界的存在, 故级数形式解去掉虚部的计算后, 式 (16) ~ (18) 中出现的 r_{o_2} 、 φ_{o_2} 、 r_{o_1} 、 φ_{o_1} 、 r_{o_2} 、 φ_{o_2} 是模 r 与幅角 θ 的函数, 且与非正交边界的圆心坐标相关。

1 区中: $r_{o_2} = \sqrt{(r \cos \theta - x_{o_2})^2 + (r \sin \theta - y_{o_2})^2}$;

当 $r \cos \theta \neq x_{o_2}$ 时, $\varphi_{o_2} = \arctg\left(\frac{r \sin \theta - y_{o_2}}{r \cos \theta - x_{o_2}}\right)$, 当

$r \cos \theta = x_{o_2}$ 时, $\varphi_{o_2} = 0$ 。式中 x_{o_2} 、 y_{o_2} 为保形变换后相平面上边界 c_2 圆心 o_2 的实部和虚部。同理, 可求得 r_{o_1} 、 φ_{o_1} 、 r_{o_2} 、 φ_{o_2} 的类似形式, 篇幅所限本文不再罗列。

再次, 对于相平面上的非正交边界, 现使用边界配点法将其离散。选取夹角 $2\pi/(2N+1)$ 将圆周划分为 $2N+1$ 个单元, 如图 3 所示。非正交边界上的离散点 (r_{*h}, θ_{*h}) , $r_{*h} = f(\theta_{*h})$, 其中 $h=1, 2, \dots, 2N+1$ 。由于 $f(\bullet)$ 反映非正交边界的几何形状, 为已

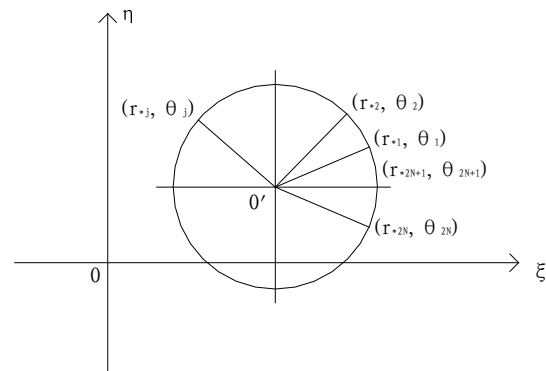


图 3 某个非正交边界的离散

知函数, 因此可以得到非正交边界上离散点的坐标集合 (r_{*h}, θ_{*h}) , $h=1, 2, \dots, 2N+1$ 。

将各点的坐标代入式 (16) ~ (18), 可得到如下形式的子方程, 以 1 区的边界 c_2 为例, 如式 (19)。

$$\begin{aligned} T_1 = & \sum_{m=0}^N (b_0^{(m)} \cdot r_{*h}^m \cos m\theta_{*h} + b_1^{(m)} \cdot r_{*h}^m \sin m\theta_{*h}) \\ & + \sum_{l=1}^N (b_2^{(l)} \cdot r_{*h}^{(-l)} \cos(-l\theta_{*h}) + b_3^{(l)} \cdot r_{*h}^{(-l)} \sin(-l\theta_{*h})) \\ & + \sum_{l=1}^N (b_4^{(l)} \cdot r_{*h_{o_2}}^{(-l)} \cos(-l\varphi_{*h_{o_2}}) + b_5^{(l)} \cdot r_{*h_{o_2}}^{(-l)} \sin(-l\varphi_{*h_{o_2}})) \end{aligned} \quad (19)$$

其中, $h=1, 2, \dots, 2N+1$ 。其他非正交边界的离散配点同理, 不再累述。

再次, 对由式 (16) ~ (18) 代入式 (2) ~ (7) 中所得到的方程做相应的处理, 得到由相应正交边界给出的方程和非正交边界给出的方程 (式 (19) 形式) 所构成的封闭线性代数方程组 $AX=B$ 。当给出平面某点坐标和直埋管道特征尺寸以后, 可得到或构造得到 $(14N+6) \times (14N+6)$ 阶矩阵 A 和 $1 \times (14N+6)$ 阶矩阵 B , 都为已知量。则该方程组的未知量为:

$X = [b_0^{(m)} \ b_1^{(m)} \ b_2^{(l)} \ b_3^{(l)} \ b_4^{(l)} \ b_5^{(l)} \ b_6^{(j)} \ b_7^{(j)} \ b_8^{(k)} \ b_9^{(k)}]^T$, 其中, $m=0, 1, \dots, N$; $l=1, 2, \dots, N$; $j=-N, -N+1, \dots, 1, 0, 1, \dots, N-1$; $k=-N, -N+1, \dots, 1, 0, 1, \dots, N-1, N$ 。

温度场级数解的系数矩阵共有 $14N+6$ 个待定实系数, 只要求出封闭线性代数方程组的解 X , 对于这类方程的求解可以通过计算机编程算法实现, 如: 全主元高斯消去法、迭代法等, 通过计算程序数值求解则得出待求的系数矩阵 X , 则级数形式解式 (16) ~ (18) 中的具体表达式可得。最后将相平面上的解反演到物理原平面上, 便得出多根相邻直埋管道保温层及其土壤邻域的温度场的解析形式的级数解。

最后, 因边界上离散点的选择有一定任意性, 应根据得到温度场的解析形式的级数解后, 可以任意选择一组非拟合的边界点来检验边界条件的吻合程度。如需进一步改善精度, 则可根据拟合误差的最小二乘原则, 通过单纯行法局部寻优, 选出质量更好的离散点位。但一般情况下, 可调高 N 使离散点在边界上达到足够的密度, 寻优步骤可以省略。

5 算例

本文应用 anasys 软件和本文介绍的解析方法分别计算了 19 组两根直埋复合保温热力管道算例的热

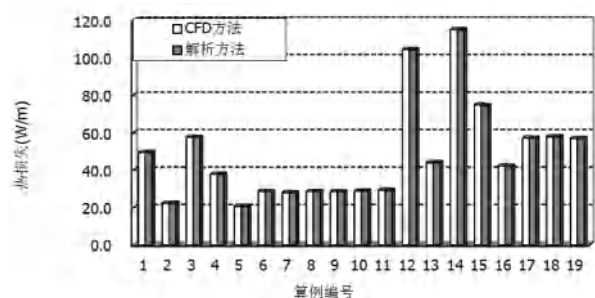


图4 CFD方法与本文方法计算结果对比

损失。两种方法的计算结果如图4所示, 两者偏差小于1%, 可见本文方法的可行性和准确性。

6 结论

将求解实平面变换为上的温度场转化为求解复平面上的解析函数, 应用了保形映射等方法。对于不同积分区域分别转化为无穷 Taylor 级数和 Laurent 级数, 在不同非正交边界上分别配点, 使用边界离散法截断方法, 得到温度场的级数形式解。对工程实例的计算表明, 对于求解多根相邻直埋敷设的保温管道及其邻域这类温度场相互耦联复杂的情况, 得到结果令人满意。本文方法不仅适合于求解多根相邻直埋敷设的保温管道及其邻域这类温度场的热力计算问题, 同样适合于各种领域内可转化为平面或半平面内多圆问题的非正交情况和非线性边界问题。

参考文献

- [1] 贺平, 孙刚编著. 供热工程 (第一版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1993
- [2] Н. К. Громов, Е. П. Шупин. Справочное пособие по проектированию водяные тепловые сети. М: Стройиздат, 1988
- [3] С. С. Кутателадзе, В. М. Боришанский Справочник по теплопередаче. М: Госэнергоиздат, 1959
- [4] 樊洪明, 江亿, 何钟怡. 直埋管道的热力分析. 清华大学学报 (自然科学版), 2002, 42(6): 806 ~ 809
- [5] 李红, 谢松法编著. 复变函数与积分变换. 北京: 高等教育出版社, 施普林格出版社, 2002.4



高层建筑外部微环境研究

同济大学机械与能源工程学院, 上海 谢秉辰 李翠 周麒

摘要: 舒适的人居环境是现代人们一直的追求, 除了建筑内部环境, 与人们联系密切的建筑外环境舒适度也需要进一步提高。本文以某高校图书馆为例, 测量了高层建筑周围不同时刻温度、湿度、风速的数据, 通过绘制等值线图像, 直观地分析了室外微环境分布特征, 对高层建筑室外人居环境舒适度进行评价; 用 ArcGis 和 sketchup 绘制了简单的建筑模型, 借助 Ecotect 分析日影与温度的关系, 使用 PHOENICS 研究风速分布。通过计算机仿真模拟, 探究了建筑外部微环境的改善方法, 得出了建筑形状、排布、朝向对外部微环境的影响。

关键词: 建筑外环境; 风速; 温度; 建筑外形; 建筑朝向

0 引言

城市人口密度的提升对单位面积内的建筑体量提出了愈来愈高的要求, 也使得构建高层建筑成为适应人口增长和社会发展的有效手段。建筑外部是人活动的重要场所, 不同于建筑内部封闭或半封闭的空间, 建筑外部与自然环境联系更加紧密, 人工干预的手段在建筑外部会受到诸多限制。而高层建筑的外部环境则更加复杂, 其存在的问题也往往会造成更加严重的影响, 因此研究高层建筑的外部微环境成为人居环境领域的重要问题。

建筑外部环境当中的人居环境舒适度受到多种因素的综合影响, 温度、湿度、风速、太阳辐射等因素都要加以考虑。在研究高层建筑与外部环境关系时, 通常会分析建筑日影的遮挡作用、建筑外形、朝向、组合、排布对于风场的影响。

在对某项目的分析研究当中发现, 该项目部分区域风速过大, 环境舒适度存在一定问题。本文以此项目为例, 分析高层建筑外部人居环境舒适度的影响因素, 研究高层建筑外部微环境的改善方法。

1 高层建筑外部微环境测试及分析

某高校图书馆, 处于整个校区的核心区域, 高 65.1m, 占地面积 16590m²。图书馆总建筑面积 34620m², 地上建筑 12 层, 地下 1 层, 建筑总高度 67.3m^[1], 有着很规整的长方体造型。

从图 1 可以看出, 图书馆四个立面分别大致朝向东北、西北、东南、西南, 与东西、南北均成 45 度角左右, 造型与空间位置十分规整。图书馆南侧、西侧无建筑物进行遮挡, 为空旷绿地与河流, 北侧与另外一栋建筑之间有一条西北-东南方向的道路,

两栋建筑之间间距较大。

实验于 2017 年 12 月 17 日在图一区域测量了 8 组温度、湿度、风速数据 (如表 1 所示), 根据数据对建筑外部微环境进行了研究。表中, 平均温度单位为℃, 平均湿度单位为%, 平均风速单位为 m/s。

图 2、图 3、图 4 分别为温度、湿度、风速的平均值等值线分布图, 可以看出, 图书馆北部区域温度较低, 东北侧尤甚; 西南侧湿度较高; 除东南侧以外, 风速均较高, 其中西侧风速高于东侧。



图 1 图书馆附近区域卫星图

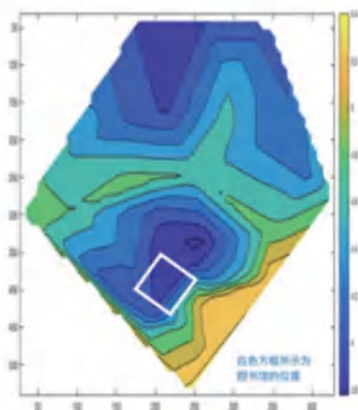


图2 温度分布图 单位:℃

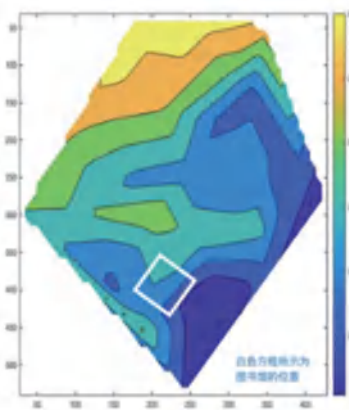


图3 湿度分布图 单位:%

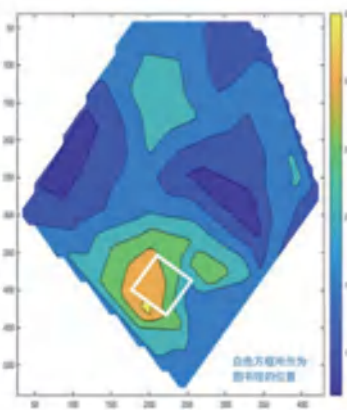


图4 风速分布图单位 m/s

表1 平均温度、湿度、风速数据

测点	平均温度	平均湿度	平均风速
1	5.4	35.6	1.62
2	4.6	35.8	2.46
3	4.4	35.3	2.66
4	5.3	35.0	1.55
5	4.8	35.5	2.62
6	5.2	35.1	1.90
7	5.5	35.4	1.60
8	4.7	37.2	2.32
9	4.0	36.3	3.66
10	4.1	35.9	2.61
11	4.3	36.2	2.88
12	3.9	36.8	3.00
13	3.8	36.6	2.45
14	3.8	36.8	2.45
15	4.1	37.4	2.00
16	4.9	36.3	1.77
17	4.8	37.0	1.09
18	5.0	37.0	1.32
19	4.6	37.3	0.66
20	4.5	37.6	0.73
21	4.2	37.4	1.19
22	4.0	37.5	2.50
23	4.2	38.2	1.60
24	4.0	38.3	1.65
25	4.0	38.4	1.57
26	4.0	38.0	1.24
27	4.5	37.1	1.30
28	4.4	35.8	1.74
29	4.7	35.9	1.79
30	4.8	36.2	0.95
31	4.4	36.2	1.14
32	4.4	35.7	2.14
33	4.8	35.0	1.02
34	4.7	35.9	1.85
35	4.9	36.6	0.87

2 高层建筑外部微环境舒适度评价

根据《人居环境气候舒适度评价标准》GB/T 27963-2011 中对于人居环境舒适度的等级划分方法, 利用测量数据计算了温湿指数、风效指数(如表2)。使用 matlab 绘制了温湿指数、风效指数的分布图, 并用 sketch 进行了处理, 如图5、图6所示。

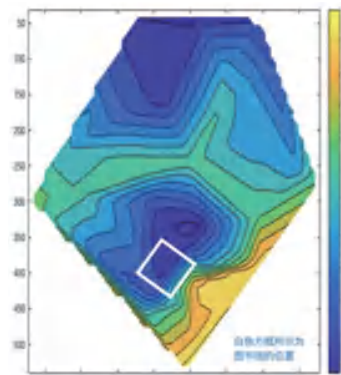


图5 温湿指数分布图

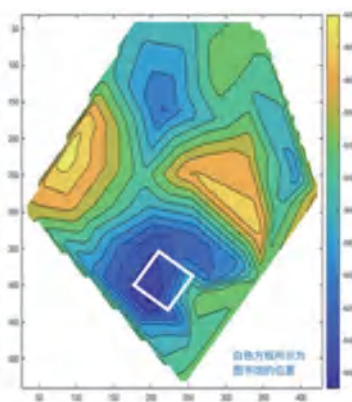


图6 风效指数分布图

表2 温湿指数、风效指数数据

测点	温湿指数	风效指数
1	5.7	-509
2	5.0	-586
3	4.8	-603
4	5.5	-507
5	5.1	-591
6	5.5	-536
7	5.8	-505
8	5.0	-577
9	4.3	-666
10	4.4	-609
11	4.6	-620
12	4.2	-637
13	4.2	-605
14	4.1	-606
15	4.4	-567
16	5.2	-533
17	5.1	-473
18	5.3	-492
19	4.9	-423
20	4.9	-434
21	4.6	-494
22	4.3	-605
23	4.5	-534
24	4.3	-543
25	4.3	-537
26	4.3	-504
27	4.9	-499
28	4.7	-541
29	5.0	-538
30	5.1	-458
31	4.7	-486
32	4.7	-571
33	5.1	-466
34	5.0	-543
35	5.2	-446

温湿指数的计算公式为:

$$I=T-0.55 \times (1-RH) \times (T-14.4)$$

式中: I——温湿指数, 保留一位小数;

T——平均温度, 摄氏度;

RH——平均空气相对湿度, %。

风效指数的计算公式为:

$$K=-\left(10 \sqrt{V+10.45-V}\right)(33-T)+8.55 S$$

式中: K——风效指数, 取整数;

T——平均温度, 摄氏度;

V——平均风速, m/s;

S——平均日照时间数, h/d。

GB/T 27963-2011 规定: 温湿指数低于 14、风效指数低于 -400 就会给人“感觉很冷, 不舒服”的

寒冷感受^[2]。温湿指数的分布图显示, 绝大部分地区的温湿指数都低于 9.0, 而图书馆附近则基本低于 8.0。风效指数的分布图显示, 绝大部分地区风效指数都低于 -450, 而图书馆附近区域更是低于了 -600, 基本处于 -640 左右。以上数据说明图书馆附近区域人居环境舒适度状况很不理想。

此外, 从图中可以看出, 温湿指数与温度分布十分吻合, 而风效指数分布则与风速分布较为相符。通过改善温度、风速环境, 可以提升图书馆附近人居环境的舒适度。

本文使用的研究方法是使用软件模拟不同情况下的建筑外部环境状况。首先使用遥感软件 ArcGis 和 3D 建模软件 Sketchup 绘制了此区域的简单建筑模型(只绘制外壳形状), 之后使用 Ecotect 分析日影与温度的关系并确定了冬季的主导风向, 又使用 PHOENICS 模拟了不同情况下的风速状况。

3 高层建筑外部微环境改善方法

(1) 日影与温度分析

使用 Ecotect 软件对图书馆附近的日影进行了模拟, 得到的日影分布图如图 7 所示, 温度较低的北部, 日影分布较多, 以东北侧尤甚。温度分布图与日影分布图基本符合。



图7 日影分布图

试着更改图书馆的朝向, 分别顺时针旋转 20°、45°, 得到图 8、图 9 所示的日影图。通过对比可以发现, 旋转 20° 后日影量明显要少于其它两者。

进一步分析可以发现, 对于底面为正方形的长方体建筑而言, 当日照日影分布关于建筑底面中一条对角线对称时, 建筑产生的日影对于建筑北部接

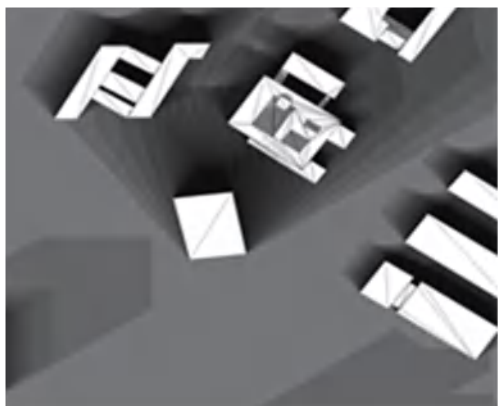


图 8 旋转 20° 日影分布图



图 9 旋转 45° 日影分布图

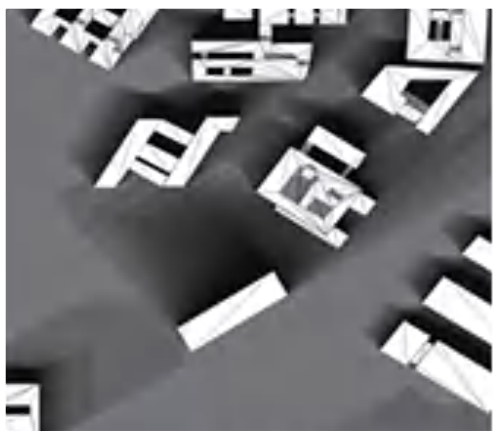


图 10 底部长方形建筑旋转 20° 日影分布图

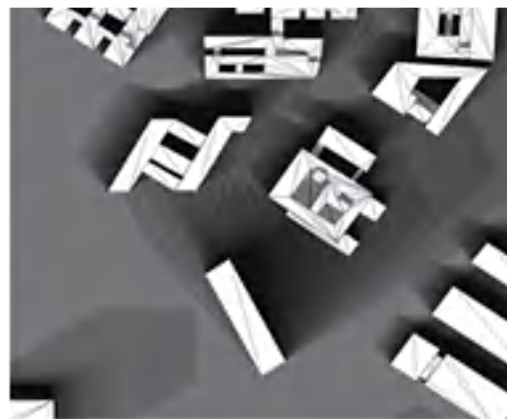


图 11 底部长方形建筑旋转 110° 日影分布图

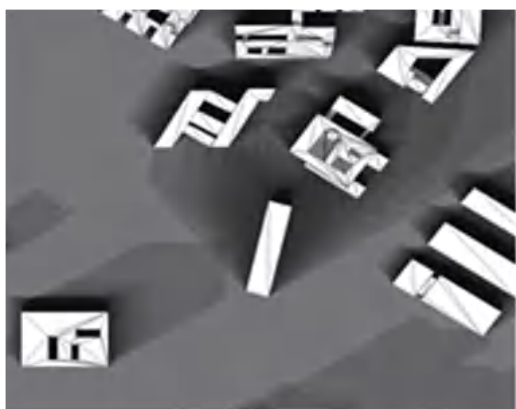


图 12 底部长方形建筑旋转 155° 日影分布图



图 13 底部圆形建筑日影分布图

受太阳辐射的影响可以降到最小。也就是说，日出时间与日落时间的中间时刻，日照方向与建筑底面中另一条对角线方向相同时，建筑日影对于建筑外部接受太阳辐射的影响可以降低到最小，这种情况下，建筑立面与南北方向呈 45° 角。没有旋转的建筑并没有沿着正东南 - 正西北方向设置朝向，导致

东北侧出现了低温区域。

试着改变建筑物的底面形状，在保证建筑体量不变的前提下，将建筑的底面一条边加长一倍，另一条边减短一半，并且顺时针旋转 20°、110°、155°，得到图 10、图 11、图 12 所示的日影图。

可以发现旋转 155° 的建筑虽然会在建筑北部形成较多的日影,但是其总日影量最少,因此可以得出结论,底面为长方形的长方体建筑,底面短边朝向日出日落中间时刻的阳光时,日影对建筑外部接受太阳辐射的影响最小。

在保证建筑底面积不变的情况下(即保证建筑体量不变),将建筑底面改为圆形。得到日影状况如图 13。在之前所有的日影图的对比当中,圆形底面的柱形建筑的日影量最小,在建筑外人居环境舒适度的提升当中具有相当大的优势。

(2) 主导风向与风速分布分析

首先使用 Ecotect 查看当地气象数据,得到下面的风频图(图 14)。

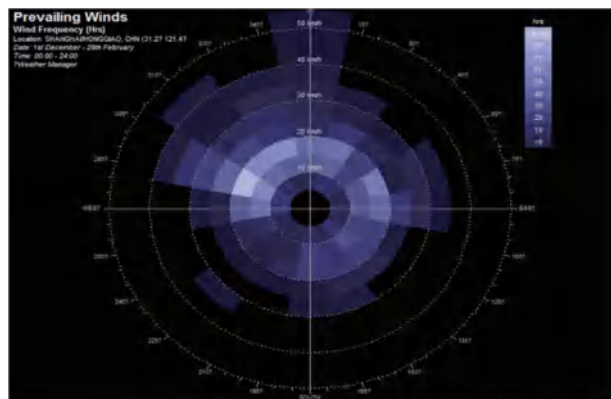


图 14 上海冬季风频分布 (虹桥地区数据)

从图中可以看出,西北偏西风向(300° 方向)频率最高,是该地区的冬季主导风向。在这一主导风向上风速为 $10\sim 20\text{km/h}$ 的风频率最高,换算之后约为 $2.7\sim 5.6\text{m/s}$ 这与我们测量分析得到的情况相符。

在 PHOENICS 中,设置风向为 300° , 风速 5m/s 。对于计算域选取这一问题,由于风场对建筑物的影响范围是一定的,可以把建筑物体积的 $2\sim 4$ 倍作为建筑物的计算范围^[3]。Shuzo Murakami 在对建筑物进行风环境模拟时,计算域的尺寸分别取建筑高度的 15 倍、9.7 倍和 5.2 倍进行数值计算,Chang 等人建议建筑模型与模拟区域边缘至少 5 倍于建筑模型高度^[4]。此处选取计算域长、宽、高分别约为整体建筑模型长、宽、高的 2.5 倍、2.5 倍、4 倍。迭代计算后取 1.5m 高度处数据。模拟风速分布得到图 15,分布图显示,在图书馆西南侧出现了风速很高的强风区,在北侧转角处也有较高的风速。

查阅文献得知,风垂直吹向建筑时,在拐角处由于背面风的负压与迎风面的正压联通形成一个不舒适的拐角区域^[5]。

初步猜想,西北偏西的风向与图书馆西北立面

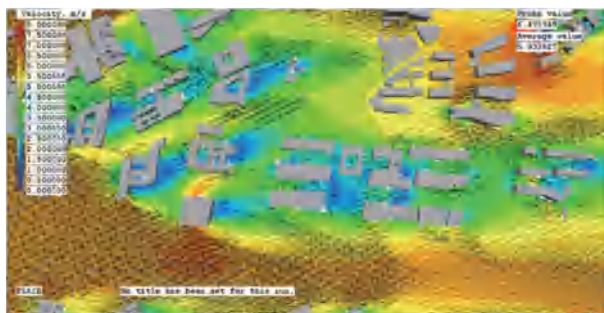


图 15 1.5 米高度处风速模拟图

近似垂直,其北侧的强风区是转角效应作用的结果。西南侧则是因为图书馆位于整个建筑群的边缘地区,处于突出部位又十分高耸,使得西北偏北风向的风在没有受到有效的阻挡的情况下直接遇到图书馆立面,在迎风面形成正压区,在背风面形成负压区。

为了验证以上猜想,又于 12 月 20 日在图书馆附近测量了三组风速数据。得到了平均风速和风向的分布图如图 16,这一图像验证了上述猜想。

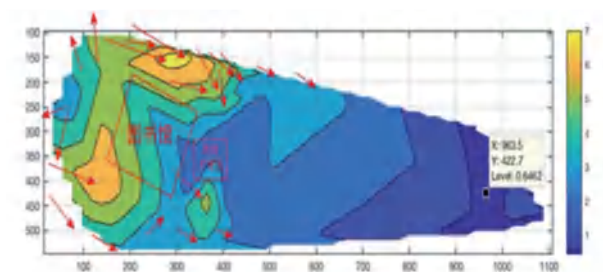


图 16 风速、风向风布图

为了解决处于建筑群边缘导致风速较高的问题,试着更换图书馆与其北侧非高层建筑“智信馆”的位置,模拟风速分布得到的风速分布情况如图 17。

从图中可以看出,图书馆周围风速状况得到了极大的改善,而且处于建筑群边缘的“智信馆”周围风速也并不高,可见,将高层建筑置于建筑群的内部,在其周围设置一些非高层建筑是一种很好的改善建筑外部强风环境的方法。不仅如此,在高层

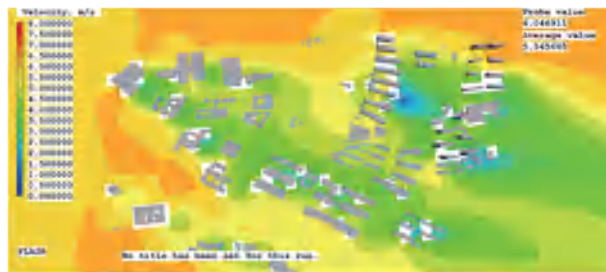


图 17 交换位置后的风速模拟图

建筑周围设置裙房,也能够取得良好的风环境改善效果。

为了减弱转角效应,我们将建筑进行旋转 45 度处理,得到的风速模拟图如图 18。很明显,图书馆南北两侧的转角效应产生的强风区域的风速状况得到了明显的改善。

此外,在相同建筑底面积的情况下,假定建筑外围护完全封闭,圆形体量对气流运动具有一定的引导作用,使气流沿圆形建筑外围平滑移动,在背风面形成的风影区范围及风压最小^[6]。因此,为了减弱转角效应对于风速分布的影响,同样可以在保证建筑体量不变的情况下,将建筑底面改为圆形,模拟风环境分布得到图 19。

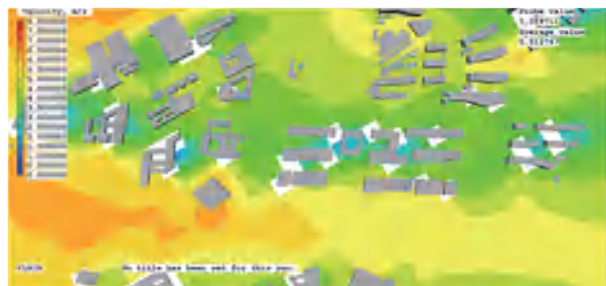


图 18 旋转 45° 后的风速模拟图

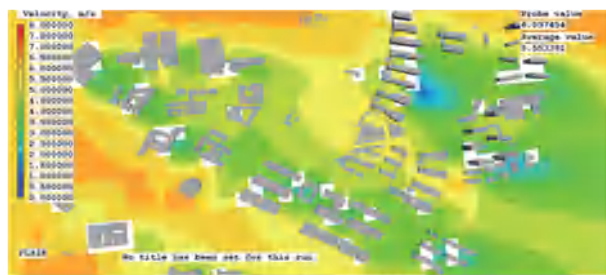


图 19 圆柱体建筑的风速模拟图

可以发现,将建筑外形改为圆柱体之后,图书馆周围的风速得以降低,转角效应得到了改善。

4 结论

上述研究、分析表明,高层建筑的朝向、形状对于其附近区域接受太阳辐射有着较大的影响,以各种柱形建筑当中,圆柱形建筑最有利于建筑附近区域接受太阳辐射,提升其冬季的温度。对于风环境而言,尽量不要将高层建筑布置在建筑群的边缘、突出部可以改善建筑外部风环境,建筑立面应当避免与冬季盛行风向垂直。同时圆柱形建筑对于强风区的消除同样有着十分有利的影响。

高层建筑外部微环境与非高层建筑的外部微环境有着很多差异,要更多地考虑日影、风速分布对于建筑外环境的影响。

参考文献

- [1] 王文胜,周峻. 同济大学嘉定校区图书馆 [J]. 城市建筑, 2008(3):44-47.
- [2] GB/T 27963-2011, 人居环境气候舒适度评价 [S].
- [3] 周莉,席光. 高层建筑的风场分析 [J]. 西安交通大学学报. 2001(5):471-474.
- [4] 孟晗. 高层住宅小区风环境数值模拟研究 [D]. 西安建筑科技大学.
- [5] 杨丽, 绿色建筑设计与建筑风环境, 上海, 同济大学出版社, 2014.7.
- [6] 陈飞. 高层建筑风环境研究 [J]. 建筑学报, 2008(2):72-7.



基于肉鸡舍通风环境分析的进风装置优化设计

沈阳建筑大学市政与环境工程学院 彭辉 邹惠芬 沈阳建筑大学商学院 叶盛

摘要: 选取我国北方寒冷地区某一典型的具体肉鸡舍为研究对象, 采用 Airpak 软件对鸡舍环境进行了深化研究, 基于导流装置的导流长度和导流方向两个影响因素, 优化设计出寒冷地区典型鸡舍在横向通风条件下的进风装置。优化的进风装置有助于改善肉鸡舍的气流组织, 进而改变舍内温度分布、风速分布以及二氧化碳分布等环境因素。最佳导流装置长度应为 1m 左右且不大于 2m, 进风装置导流方向的作用受导流长度的影响。进风导流方向的增加使得鸡体平面温度及整体风速上升, 二氧化碳分布基本不变。最佳导流方向 θ 应为 $30^\circ \sim 45^\circ$ 较为合理。

关键词: 寒冷地区; 肉鸡舍; 进风装置; 环境因素

方寒冷地区夏季气温高, 冬季漫长且严寒, 春、秋季时间短, 肉鸡舍基本采用密闭式设计^[1-2]。本文针对这种环境特点选取我国北方寒冷地区某一典型的肉鸡舍为研究对象, 通过模拟软件研究并优化了北方地区肉鸡舍常用的进风装置。通过对导流装置导流方向和导流长度的优化来改善肉鸡舍的气流组织, 进而改善舍内温度分布、风速分布以及二氧化碳分布等环境因素。

国内外肉鸡舍的进风装置虽在样式、尺寸、安装形式及控制方式上存在着许多差异, 但其作用及原理基本相同, 主要有以下三点: (1) 为肉鸡舍提供必要的新风量并在不同季节能够实现对风量的控制与调节^[3-4]; (2) 在不同季节, 使鸡舍能够实现不同的通风形式, 如: 冬季采用横向通风^[4-5]; (3) 进风装置的气流组织基本原理气体淹没射流, 简称射流。区别在于: 国外的密闭式肉鸡舍多采用贴附射流, 而国内鸡舍只纯粹地采用进风装置的射流^[6-7]。

1 射流和横向通风的气流组织

1.1 射流

射流 (Jet), 即流体自管口、孔口、狭缝向外喷射所形成的股流体流动^[8] (如图 1)。

由射流理论可得到公式^[9]:

$$\frac{R}{r_0} = \frac{x_0 + s}{x_0} = 3.4a\bar{x} \quad (1)$$

式中: R - 射流半径; r - 断面半径;

α - 射流扩散角; x_0 - 从喷口截面起算的射程;

α - 紊流系数, 取 $0.076 \sim 0.08$;

$\bar{x}$ - 以极点起算的无因次距离, 其表达式如下:

$$\bar{x} = \frac{x_0 + s}{r_0} \quad (2)$$

通过射流原理, 可以从理论上计算出舍内进风装置的射程范围, 进而从理论上分析进风装置具体的优化方案在理论上提供了定量的依据。

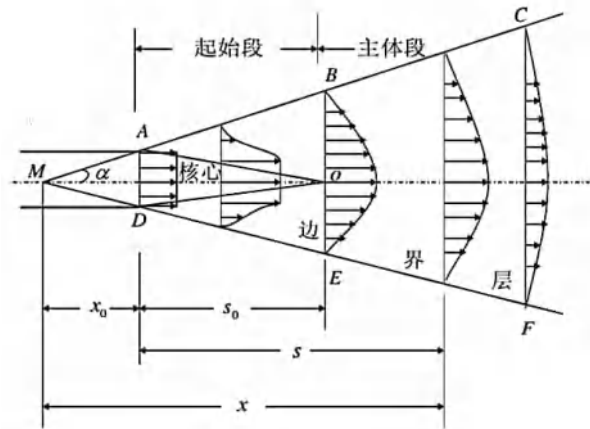


图 1 射流结构图

1.2 横向通风的气流组织

低温新风通过进风装置从舍外进入舍内, 在射流作用下水平流动的同时继续上升, 达到最高点后下沉, 再到鸡体平面。国外肉鸡舍采用矩形风口, 风口布置靠近顶棚, 舍内新风从进风口进入形成贴附射流, 直至舍内顶棚中部下沉; 国内寒冷地区鸡舍出于对于进风装置成本的考虑, 采用小风口、大风速, 在无贴附射流条件下, 使气流能达到鸡舍内中部而下沉^[10-11]。

其中, l 为导流装置的长度, θ 为导流装置与水

基金项目: 国家自然科学基金项目 (51208313)

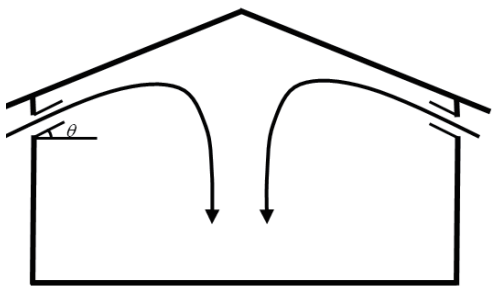


图2 横向通风X截面气流组织示意图

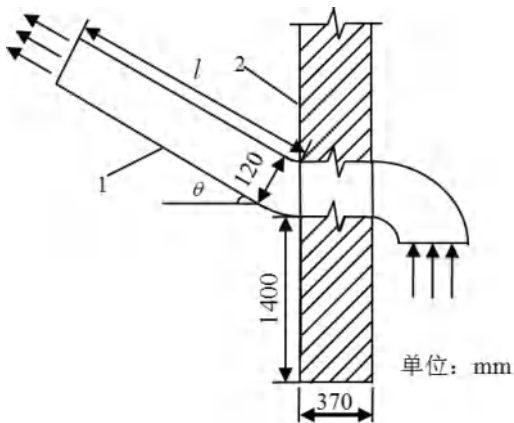


图3 鸡舍进风装置图

平面的夹角，即导流方向。

不考虑进风装置之间的相互影响（包括安装间距、单双侧安装等问题），就进风装置本身而言，导流装置长度及导流方向是改变舍内环境的两大主要因素。这些因素，或使进风在到达鸡体平面之前通过更远的路程，或促进舍内气流流动加速，从而增加低温的新风与舍内空气的热交换，节省了能量的同时避免了冷风直吹鸡体。改变进风装置的条件可使温度发生改变，但同时风速也会发生变化，冬季横向通风当权衡利弊^[12-13]。本文通过对进风装置的

研究，意在找出较为合理的导流长度及导流方向，为鸡舍进风装置标准化提供一定的理论依据。

2 进风导流装置的研究

本文的肉鸡舍的理论模型大部分采用了测试鸡舍的相关数据和条件。为了简化模型，本文在对模拟结果基本无影响的条件下，近似替换部分参数。鸡舍内部共养殖 11307 只肉鸡。肉鸡舍尺寸为 112m (X) × 13m (Z) × 2.95m (Y) 的封闭区间。肉鸡舍模型如图 4 所示。

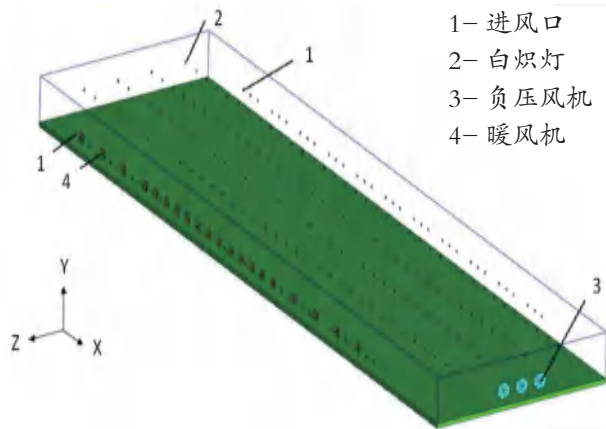


图4 肉鸡舍模型

2.1 进风装置导流长度的研究

冬季横向通风运行工况条件下，国内鸡舍一般在其进风口基础上安装导流装置，以促进气流流动，是舍内的温度分布、风速及二氧化碳分布在整体上更趋均匀^[14]。针对 13m 跨度的鸡舍，肉本课题选取进风装置高度为 1.4m 条件下，导流方向为 30°，导流长度 l 分别为 0m、1m、2m。研究导流装置长度对舍内鸡体平面温度场、风速及二氧化碳分布的影响。

表1 不同导流长度 (l) 的鸡舍温度分布统计表 (°C) (Y=0.25m 截面)

X	l	Z=0m	3m	5m	7m	9m	11m	13m
初始段 0~20m	0m	22	21	23	23	24	25	26
	1m	23	23	24	27	26	26	26
	2m	23	21	24	27	26	25	26
中间段 20~95m	0m	22	22	23	25	26	28	31
	1m	27	23	25	28	29	28	25
	2m	27	23	25	28	29	28	25
末段 95~112m	0m	23	22	24	24	24	26	27
	1m	27	23	26	27	27	27	26
	2m	27	23	27	28	28	28	27

2.1.1 不同导流长度的鸡舍温度场模拟分析

由表 1 可知, 不同的导流长度, 其温度分布趋势基本相同。初始段 ($X=0\text{m}$ 至 $X=20\text{m}$) 由于冷风侵入作用与冷风渗透作用温度较低。中间段 ($X=20\text{m}$ 至 $X=95\text{m}$) 由于进风装置的作用和暖风机的布置, 使近暖风机区域温度较高而远离暖风机侧温度较低。末段 ($X=95\text{m}$ 至 $X=112\text{m}$) 由于气流混合作用, 温度较为均匀, 接近鸡体平面的平均温度。未设导流装置, 即 $l=0\text{m}$, 其鸡体平面平均温度为 23.7°C ; $l=1\text{m}$ 时, 鸡体平面平均温度为 25.1°C ; $l=2\text{m}$ 时, 鸡体平面平均温度为 25°C 。未设导流装置时, 进入舍内冷气流直接与舍内气体混合下沉至鸡体平面, 而导流装置增加了冷气流到达鸡体平面的路程的同时减少对暖风机气流的压迫作用, 使换热过程得到加强。导流装置过长虽然使气流进入室内的对流换热过程加强, 但其减短了更为直接的换热过程——冷热气流混合过程。由表中数据对比可知, 就温度而言, 设有导流装置的效果比未设导流装置好。适宜的导流长度能在保证鸡体平面温度均匀性的同时确保舍内温度。

导流长度过短则鸡体平面温度过低; 导流长度过长, 其平面平均温度基本不变, 但会使得局部低温区域温度更低, 局部高温区域温度更高, 且将增加建造成本。

依据冬季肉鸡舍温度控制的要求及上述分析, 就温度而言, 寒冷地区典型鸡舍导流装置的最佳长度应在 1m 左右。

2.1.2 不同导流长度的鸡舍风速分布模拟分析

由表 2 可知, 随导流装置长度的增加, 舍内风速得到了提高。冬季的通风要求有别于夏季, 风速要求低于 0.3m/s 。当导流装置长度为 0m 、 1m 时鸡体平面风速基本满足此要求, 而当长度为 2m 时, 由模拟过程可知, 鸡舍 $X=65\text{m}$ 至 $X=112\text{m}$ 部分区域风速超标, 而靠近暖风机侧的原风速超标区域增大。 $l=0 \sim 1\text{m}$ 能够满足鸡舍通风对风速的要求, 因此, 典型肉鸡舍设置导流装置时, 其长度是应小于 2m 。

2.1.3 不同导流长度的鸡舍二氧化碳分布模拟分析

表 2 不同导流长度 (l) 的鸡舍风速分布统计表 (m/s) ($Y=0.25\text{m}$ 截面)

X	l	$Z=0\text{m}$	$Z=3\text{m}$	5m	7m	9m	11m	13m
初始段 $0 \sim 20\text{m}$	0m	0.05	0.25	0.1	0.15	0.15	0.25	0.45
	1m	0.1	0.3	0.15	0.2	0.25	0.35	0.5
	2m	0.1	0.3	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5
中间段 $20 \sim 95\text{m}$	0m	0.05	0.25	0.15	0.2	0.25	0.3	0.45
	1m	0.1	0.35	0.25	0.3	0.3	0.4	0.5
	2m	0.1	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
末段 $95 \sim 112\text{m}$	0m	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.45
	1m	0.15	0.3	0.3	0.35	0.35	0.4	0.5
	2m	0.15	0.35	0.35	0.35	0.4	0.45	0.5

表 3 不同导流长度 (l) 的鸡舍鸡体平面二氧化碳值 ($Y=0.25\text{m}$ 截面)

导流长度	$l = 0\text{m}$	$l = 1\text{m}$	$l = 2\text{m}$
二氧化碳平均值 (mg/m^3)	5008	4910	4910
二氧化碳最大值 (mg/m^3)	7145	6750	6866
二氧化碳最小值 (mg/m^3)	3301	3539	3673

由表 3 可知, 未设导流装置时鸡体平面二氧化碳均值为 $5008 \text{ mg}/\text{m}^3$, 最高值为 $7145 \text{ mg}/\text{m}^3$; 设置导流装置时鸡体平面二氧化碳均值为 $4910 \text{ mg}/\text{m}^3$, 舍内所需必要的新风来自于进风装置。就通风而言, 增设导流的实质是改变了进风口的位置, 减少了鸡舍跨度的影响的同时提高了进风口的位置, 进而提高了舍内气流的流动与气流热质交换。由表 5 可知, 增设导流装置有助于是鸡体平面的二氧化碳更趋均匀, 但并不能降低鸡体平面的整体二氧化碳值。本课题中导流装置长度在 1 左右较为合理。

2.2 导流方向的研究

导流方向是导流装置的另一重要参数, 其实质一方面是与导流装置共同作用改变进风口的高度, 另一方面是改变进风冷气流在通过进风口之后的路径^[15]。对于小风口, 导流方向的作用受导流装置长度的影响。导流长度越长, 导流方向的作用越明显。例如: 导流长度为 0 时, 导流方向只要满足 $0^{\circ} \leq \theta \leq 90^{\circ}$, 其对于鸡体平面温度场、风速及二氧化碳分布几乎不起作用。考虑到典型鸡舍高度的限制的同时, 为更好地研究导流方向对于鸡体平面温度

场、风速及二氧化碳分布的影响,本课题选取 $\Delta=1\text{m}$ 时, θ 分别为 30° 、 45° 、 60° 三种导流方向作为研究对象进行了模拟,模拟过程同对进风口高度、导流

长度的研究一致。
模拟数据及结果统计如下:

表 4 不同导流方向的鸡舍温度分布统计表 ($^\circ\text{C}$) ($Y=0.25\text{m}$ 截面)

θ ($^\circ$)		Z=0m	3m	5m	7m	9m	11m	13m
初始段 0~20m	30	23	24	25	26	27	26	24
	45	23	24	25	27	27	26	24
	60	23	24	26	28.5	28.5	27	24
中间段 20~95m	30	26	24	26	28	28	27	25
	45	24	25	26.5	28	28	27	25
	60	25	26	27.5	28	28	28	27
末段 95~112m	30	26	25	26	27	27	26.5	26
	45	25	25	26	27	27	26.5	26
	60	28	26.5	27	28	28	28	27

表 5 截面不同导流方向的鸡舍风速分布统计表 (m/s) ($Y=0.25\text{m}$)

θ ($^\circ$)		Z=0m	3m	5m	7m	9m	11m	13m
初始段 0~20m	30	0.15	0.25	0.15	0.2	0.25	0.35	0.4
	45	0.15	0.2	0.15	0.2	0.25	0.4	0.5
	60	0.2	0.35	0.2	0.2	0.25	0.4	0.5
中间段 20~95m	30	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
	45	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.4	0.5
	60	0.2	0.35	0.3	0.3	0.35	0.4	0.6
末段 95~112m	30	0.15	0.25	0.3	0.35	0.35	0.35	0.4
	45	0.15	0.25	0.3	0.35	0.35	0.35	0.4
	60	0.2	0.35	0.35	0.35	0.4	0.4	0.4

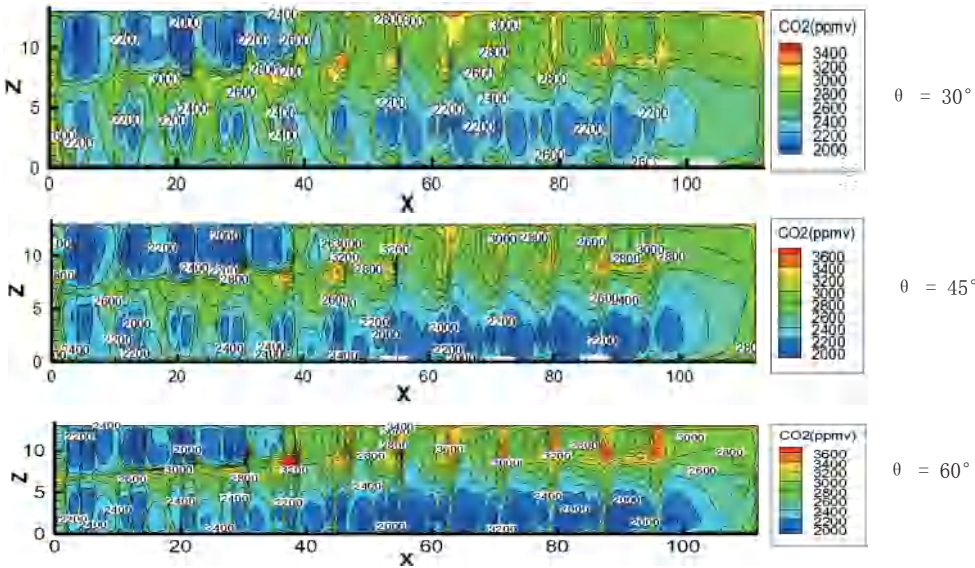


图 5 $Y=0.25$ 截面二氧化碳分布图

模拟结果显示: (1) 导流方向在一定范围内 (30° 至 45°) 的增加, 鸡体平面的温度变化并不大, 且温度基本达标; 当导流方向超过 45° 再增加时, 鸡体平面温度将随导流方向的增加而增加, 鸡舍大部分区域温度超标。通过对 30° 、 45° 、 60° 三个导流方向对鸡体平面温度的研究, 就温度而言, 本课题的最佳导流方向应在 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间。(2) 导流方向 θ 为 30° 、 45° 时, 鸡体平面风速基本满足要求, 高风速主要集中于暖风机侧和末端风机处; 而 θ 为 60° 时, 舍内鸡体平面局部区域风速超标, 未能满足通风要求, 故不可取。(3) 随着导流方向的增加, 二氧化碳分布基本不变。低二氧化碳区域局部更低, 高二氧化碳区域局部更高。依据通风的相关标准, 当角度为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 时, 其二氧化碳值基本符合要求; 导流方向为 60° 时, 部分点区域二氧化碳值将超标。故依据二氧化碳分布, 其最佳角度应为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

3 结论

本文主要采用 Airpak 软件研究了寒冷地区典型鸡舍在横向通风条件下的进风装置对鸡舍环境的影响, 包括其导流长度和导流方向。结论如下:

(1) 进风装置导流长度的增加有助于提高鸡体平面的平均温度和舍内气流流动, 使得鸡体平面的二氧化碳更趋均匀。导流装置长度为 $0 \sim 1\text{m}$ 时, 导流装置的作用尤为明显; 导流长度为 $1 \sim 2\text{m}$ 时, 温度的上升并不明显, 且局部风速可能超标。故最佳导流装置长度应为 1m 左右且不大于 2m 。

(2) 进风装置导流方向的作用受导流长度的影响。进风导流方向的增加使得鸡体平面温度及整体风速上升, 二氧化碳分布基本不变。当导流方向为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 时, 温度上升并不明显, 而风速上升较为明显。当导流方向为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 时, 温度和风速上升较为明显, 但对于本课题, 导流方向 $\theta = 60^{\circ}$ 时温度整体超标, 风速局部超标。故本课题最佳导流方向 θ 应为 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 较为合理。

(3) 本课题在现有相关研究基础上对于进风装置进行了较为详尽的研究。但其中尚有不足和欠缺: 一是并未考虑进风装置之间的影响, 如进风装置间距以及两侧进风装置错开布置; 二是对进风导流装置的导流方向、导流长度的研究仍可细化, 如: 导流方向对照组选用 θ 为 30° 、 45° 和 60° , 在本研究基础上, 可进一步选择 30° 、 35° 、 40° 和 45° 做比较研究。

国内典型鸡舍的进风装置有别于常用的矩形风口进风, 本文通过 CFD 软件对进风装置的研究对寒冷地区典型鸡舍的设计和建造和鸡舍标准化具有一

定的借鉴作用。

参考文献

- [1] 张会春. 冬季鸡舍的保温和通风 [J]. 中国畜牧兽医文摘, 2017, 33(10):94.
- [2] 牛晋国, 中李琰, 任彬彬 et al. 冬季层叠式笼养肉鸡舍温湿度分布规律研究 [J]. 中国家禽, 2016, 38(16):43-46.
- [3] 杨选将. 八层层叠式笼养蛋鸡舍夏冬季环境参数及其相关性研究 [D]. 安徽农业大学, 2015.
- [4] 周可嘉. 现代化超大规模蛋鸡舍冬春季环境参数控制综合评价研究 [D]. 西北农林科技大学, 2014.
- [5] Lin, X.[J]. Transactions of the ASABE, May-June 2011, 54(3): 1059-1068.
- [6] Casey, Kenneth D; Gates, Richard S; Wheeler, Eileen F; et al. Ammonia emissions from kentucky broiler houses during winter, spring and summer [C]. Proceedings of the Air and Waste Management Association's Annual Meeting and Exhibition, Proceedings of the A and WMA's 97th Annual Conference and Exhibition, 2004: 2095-2102.
- [7] Bustamante, Eliseo; Calvet, Salvador; Estellé s, Fernando; et al. Measurement and numerical simulation of single-sided mechanical ventilation in broiler houses. Biosystems Engineering, August 2017, 160: 55-68.
- [8] 刘鹤年, 刘京. 流体力学 [M]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2016.
- [9] 高学平. 高等流体力学 [M]. 天津, 天津大学出版社, 2009.
- [10] Van Cao, Doan, Zajicek, Milan; Kic, Pavel. Summer ventilation of poultry house for chicken fattening in CFD modelling [C]. Engineering for Rural Development, 16th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings, 2017, 16: 461-466.
- [11] Purswell, Joseph L; Luck, Brian D; Davis, Jeremiah D. Effect of air deflectors on fan performance in tunnel-ventilated broiler houses with a dropped ceiling [J]. Applied Engineering in Agriculture, 2014, 30(3): 471-475.
- [12] 赵宇, 陈辉, 鲍永志, et al. 不同通风模式鸡舍舍内环境参数比较研究 [J]. 中国家禽, 2017, 39(17): 41-45.
- [13] 施海东. 鸡舍环境控制——通风 [J]. 家禽科学, 2011(05):23-25.
- [14] 江晓明, 张衍林, 张兴广, et al. 基于 CFD 的密闭式半阶梯笼养蛋种鸡舍过渡性通风研究 [J]. 华中农业大学学报, 2017, 36(06): 113-120.
- [15] Blanes-Vidal; V. Guijarro, E; Balasch, S; et al. Application of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building [J]. Biosystems Engineering, May 2008, 100(1): 105-116.

基于图像处理技术的空气源热泵除霜控制方法研究

天津大学 环境科学与工程学院 郑雪晶 孔德慧 由世俊 张欢 郑万冬

摘要: 本文将图像处理技术首次应用于空气源热泵机组, 提出空气源热泵机组除霜控制新方法, 并对该控制方法的应用效果进行环境小室测试。实验结果表明, 所引入的室外换热器表面结霜程度系数 P 在制热循环和除霜循环中均可定量表征热泵机组换热器表面的结霜程度, 且以室外换热器表面结霜程度系数 P 值为 0.5 和 0.08 分别作为除霜启停的判定条件是可行的。最终证明基于图像处理技术的空气源热泵除霜控制方法可确保机组实现按需除霜的目的, 具有较强的实践应用价值。

关键词: 除霜控制方法; 图像处理; 空气源热泵

1 绪论

空气源热泵系统因其高效能、安装简便及环境友好性广泛被应用于区域供热供冷系统中, 但在冬季实际应用过程中不可避免出现室外换热器表面结霜的情况。研究表明, 结霜会导致空气源热泵机组换热量降低 30%~57%, COP 下降 35%~60%^[1]。因此, 按需除霜对于保障空气源热泵机组在高效工况下运行和进一步推广应用是至关重要的。国内外学者就除霜控制方法展开了深入研究, 现有的空气源热泵除霜控制方法有温度-时间法, 空气压差除霜控制方法, 模糊除霜控制方法, 光电耦合控制方法等^[2-5], 其中应用最为广泛的是温度-时间法, 但这种控制方法在实际应用中经常出现“有霜不除”或“无霜除霜”的误除霜现象^[6], 为了实现空气源热泵按需除霜, 有必要寻求更加合理准确的除霜控制方法。

本文利用 OpenCV 平台编写图像处理程序, 在目前广泛使用的 RGB 彩色图像模型的基础上, 通过对室外换热器结霜图像进行预处理、多阈值分割和信息特征判别, 得到换热器表面结霜程度的量化指标, 提出基于图像处理技术的空气源热泵除霜控制方法, 以下简称 T-H-I 除霜控制方法。

2. 结霜图像处理

室外换热器表面出现霜层时, 非结霜区呈现深色的翅片颜色, 结霜区呈现白色的霜层颜色, 且不同结霜程度图像的像素存在差异, 考虑非结霜区、轻度结霜区和重度结霜区图像具有以上的色彩特性,

引入空间各点的灰度值表征函数 $g(x, y)$ (见公式 2-1) 将结霜图像处理为至多包含三种灰度值的灰度图像以降低对计算机处理的要求。

$$g(x, y) = \begin{cases} k_1, 0 \leq f(x, y) \leq K_1 \\ k_2, K_1 < f(x, y) \leq K_2 \\ k_3, K_2 < f(x, y) \leq 255 \end{cases} \quad (2-1)$$

式中: k_1 、 k_2 、 k_3 ——非结霜区、轻度结霜区、重度结霜区的表征值;

K_1 ——非结霜区和轻度结霜区图像分割的灰度值阈值;

K_2 ——轻度结霜区和重度结霜区图像分割的灰度值阈值;

$f(x, y)$ ——图像在空间坐标 (x, y) 处的像素灰度值。

根据上述灰度值表征函数 $g(x, y)$, 引入室外换热器翅片表面结霜程度系数 P 作为翅片表面结霜程度的表征值, P 值可定量反映翅片表面的结霜程度, 可作为除霜开始及除霜停止的判定条件, 其定义为每个像素点所对应的灰度表征值之和与图像总像素数之比, 如式 2-2 所示:

$$P = \frac{\sum_{x,y} g(x, y)}{N} \quad (2-2)$$

式中: N ——图像的总像素数;

P ——室外换热器翅片表面结霜程度系数。

通过对文献^[7]中的结霜图片进行处理, 根据公式 2-1, 2-2 计算得到除霜开始时刻的室外换热器表面结霜程度系数 P_1 为 0.5, 除霜结束时刻的室外换热表面结霜程度系数 P_2 为 0.08, 公式中各参数的取值如表 1 所示。

表 1 P 值计算公式参数的选取

参数	k_1	k_2	k_3	K_1	K_2
取值 0	0	.5 1	8	0	200

3 T-H-I 除霜控制方法

T-H-I 除霜控制方法的控制过程分为以下三个阶段:

(1) 采集室外环境参数

文献 [7] 指出, 空气源热泵机组制热运行时, 当室外空气温度高于 6°C 且相对湿度低于 40% 时, 室外换热器表面不会出现结霜现象, 因此, 设定室外空气温度低于 6°C 或相对湿度高于 40% 时开始进行图像采集。

(2) 图像采集和处理

当达到环境结霜条件后, 图像传感器拍摄室外换热器表面翅片状况, 拍摄间隔为 30s, 将图像信息传输给计算机, 计算机对接收到的图像进行预处理、阈值分割和信息特征判断。判断图像处理得到的室外换热器翅片表面结霜程度系数 P 是否达到除霜开始条件 P_1 。

(3) 除霜运行及退出阶段

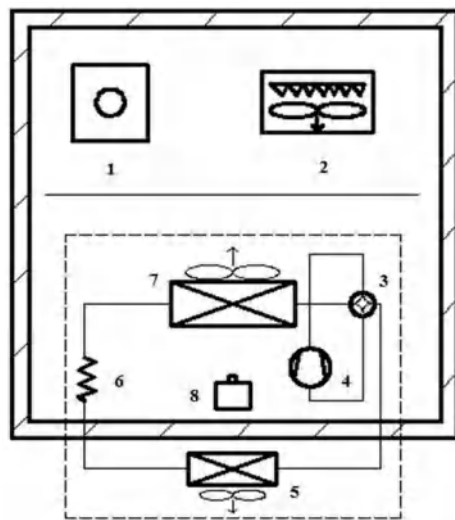
当达到除霜开始条件后, 空气源热泵机组切换至除霜状态。图像传感器以 5s 作为采集间隔, 传输至计算机进行图像处理, 判断室外换热器翅片表面结霜程度系数 P 是否达到除霜结束条件 P_2 。当达到除霜结束条件后, 机组进入制热运行模式。

4 除霜控制实验

4.1 实验系统描述

为了验证 T-H-I 除霜控制方法的应用效果, 使用 50mm 厚的挤塑聚苯乙烯泡沫板搭建了实验小室, 并在泡沫板接口处使用聚氨酯发泡胶进行严密封, 以保证小室保温、隔湿性能较好, 可满足空气源热泵机组的结霜及除霜实验条件的要求。小室尺寸长 $\times$ 宽 $\times$ 高为: $1.8\text{m} \times 1.8\text{m} \times 1.2\text{m}$, 布置情况如图 1 所示。

整个测试系统包括室外换热器、小室温湿度控制系统和图像采集、处理系统三部分。其中, 室外换热器是以分体式空调器改造而成, 该空调器采用 R22 作为制冷剂, 额定制热量为 4kW, 制热功率为 1.35kW。小室温湿度控制系统包括暖风机和加湿



1. 超声波加湿器 2. 暖风机 3. 四通换向阀 4. 压缩机
5. 室内换热器 6. 毛细管 7. 室外换热器 8. CMOS 摄像机
图 1 实验布置图

器。暖风机最大功率为 3kW, 加湿器最大加湿量为 800mL/h。使用型号为 RER-USB500W05G-FV100 的 CMOS 摄像机进行结霜图像的连续采集, 该摄像机最高有效像素为 $2592(\text{H}) \times 1944(\text{V})$, 可满足各方位角度拍摄需求, 且能将实时拍摄到的图像传递到计算机中, 用于结霜图像处理。

为监测结霜、除霜过程中空气源热泵机组及小室环境参数的变化, 在实验小室中布置监测小室空气温湿度、室外换热器风机进出口温度及室外换热器盘管进出口温度的测点。

4.2 实验工况描述

进行两组实验以验证新型 T-H-I 控制方法的除霜效果, 各工况环境参数见表 2。

表 2 实验环境参数

工况	小室空气温度 $t_a(^{\circ}\text{C})$		小室空气湿度 $\varphi_a(\%)$	
	范围	平均值	范围	平均值
工况 1	-0.2~3.5	2.2	64~81	76
工况 2	-2.7~0.8	-0.3	77~85	81

4.3 实验结果分析

从图 2 中可以看出, 随着机组运行, 空气源热泵机组的室外换热器盘管温度逐渐降低, 换热器表面霜层逐渐增厚, 直到第 45min 时, 机组开始逆循环除霜, 除霜过程中, 室外风机进出口温度也有所提高。图 3 为结霜除霜过程中翅片表面结霜程度系数, 机组开始运行 5min 内, 翅片表面没有霜层生

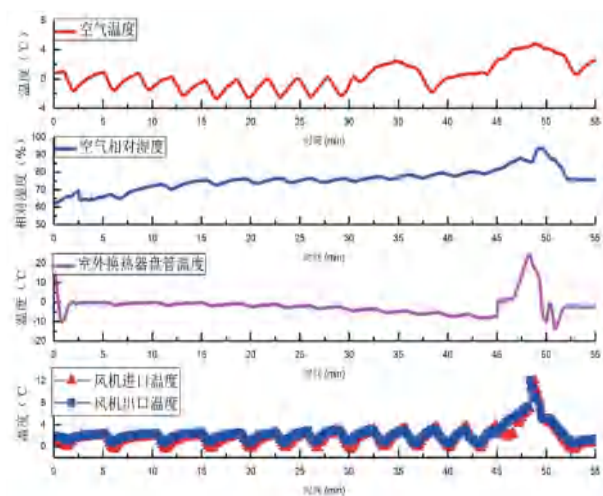


图2 工况1 实验数据

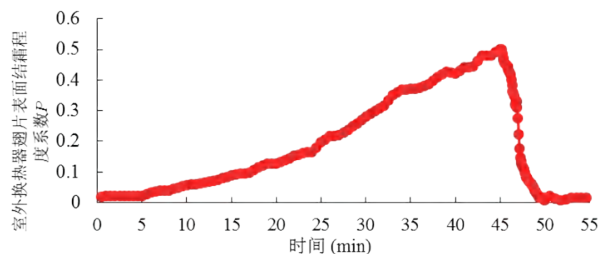


图3 工况1 室外换热器翅片表面结霜程度系数 P

成, P 值未发生变化维持在 0.020 左右, 机组运行 5~45min 时, 随着表面霜层的逐渐生成, P 值逐渐增大且变化速度加快, 直至第 45min 时, P 值增加到 0.50004, 达到除霜开始设置要求, 空气源热泵机组进行除霜阶段。除霜阶段, P 值迅速下降, 运行至第 48.1min 时, P 值下降为 0.077. 达到除霜结束设置要求, 机组退出除霜循环, 完成此次除霜过程后, P 值稳定在 0.020 左右。图 4 为机组运行过程中, 采集到的部分室外换热器表面结霜图像, 可以看出当机组运行至 45min 时, 表面结霜程度最大, 随着除霜循环的运行, 表面霜层基本除尽。

图 5 为采用 T-H-I 除霜控制方法下工况二的室外换热器表面结霜程度系数 P 的变化情况。与工况 1 变化趋势相同, 空气源热泵机组制热运行前 10min 内, P 值缓缓上升, 10~30.5min 内 P 值逐渐增加, 直至 30.5min 时, P 值增加到 0.50036, 达到除霜设置开始要求, 机组进入除霜运行模式, 室外换热器盘管表面温度迅速上升, P 值急剧下降, 至 33.7min 时, P 值下降到 0.079, 达到了除霜结束的设置要求, 除霜循环结束后, P 值降为 0.018 左右。

经上述实验数据分析, 说明在空气源热泵机组

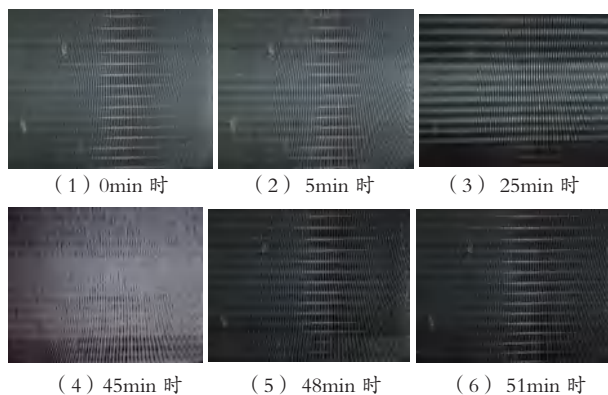


图4 工况1 室外换热器翅片表面结霜图像

制热运行及除霜运行期间, 室外换热器翅片表面结霜程度系数 P 均可准确反映空气源热泵机组表面结霜的程度, 将其作为除霜循环启停控制的判据是可行的, 实验结果表明, 新型 T-H-I 除霜控制方法可准确实现空气源热泵机组按需除霜, 是一种可靠的除霜控制方法。

5 结论

本文通过实验小室测试, 将图像处理技术应用干空气源热泵除霜控制中, 提出了基于图像处理技术的 T-H-I 除霜控制方法。实验结果表明, 本文所提出的室外换热器翅片表面结霜程度系数 P 可有效表征翅片表面结霜程度, 以 P 值为 0.5 和 0.08 作为空气源热泵机组除霜启停判据是可行的, 同时验证了新型 T-H-I 除霜控制方法应用于空气源热泵机组的可行性和准确性。

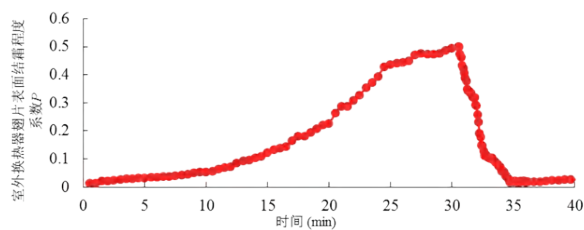


图5 工况2 室外换热器翅片表面结霜程度系数 P

参考文献

- [1] Guo X M, Chen Y G, Wang W H, et al. Experimental study on frost growth and dynamic performance of air source heat pump system [J]. Applied Thermal Engineering, 2008, 28(17): 2267-2278.

(下转 67 页)

空调用冷却塔飘水损失的理论研究

山东建筑大学热能工程学院 王晓英 安海鹏 周鑫磊

摘要: 水损失是冷却塔存在的主要问题之一,主要有三种常见的情况:蒸发损失、排污损失和飘水损失,前两者是冷却塔工作中不可避免存在的,而飘水损失是一种浪费。本文以 W 型收水器为研究对象,建立模型,运用模拟软件 FLUENT 分析其性能,结果表明:影响收水器收水效果的两个主要因素:流体流速和液滴直径。为冷却塔的节水设计提供理论依据,从而减少冷却塔的飘水损失。

关键词: 飘水损失;收水器;节水设计;冷却塔

0 引言

冷却塔飘水率定义为漂水量和进塔冷却水质量流量的百分比^[1]。体现冷却塔节水性能的一个重要指标就是飘水率的大小,飘水率越大说明所消耗的水量越多。冷却塔主要包括排污、漂水以及蒸发三方面的水损失^[2]。其中蒸发水损失是冷却塔不能避免的损失,而对于排污损失来讲相比较是很少的,因此降低风吹飘水损失是节水性能的主要表现。在实际运行中,是否设置收水器对漂水损失的多少影响很大,设置收水器可以明显减少漂水损失,所以,提高收水器的性能可以更好的减少漂水损失。

1 收水器简介

1.1 常见的收水器形式

常见的收水器的形式有很多,收水器主要是由玻璃钢、聚氯乙烯塑料等材料构成。收水器主要分为:V 型收水器、M 型收水器、S 型收水器、多维型收水器、多波型收水器和点波型收水器。

1.2 收水器的工作原理

收水器是采用惯性撞击分离原理来除去冷却塔气流中携带的液滴。换热过后的气体垂直上升,会携带液滴进入收水器,气流穿过收水器的不规则通道上升,由于惯性,不受气流影响的液滴在碰撞到收水器上,会被收集回来。收水器上端的直片段,可以改变出口的气流方向,减少出口产生涡流的可能;入口段的直片段,有导流的作用,可以加强气流在垂直方向运动的惯性。

液滴在随着空气上升的过程中,主要是受到自身的重力和空气的吹托力的影响。当液滴的重力大于空气的吹托力时,空气的力无法维持液滴的移动,在重力的作用下会产生气液分离的现象,而当液滴的重力小于吹托力时,在空气的作用下,液滴将被

带走,造成飘水损失。分析知,液滴直径和气流速度是影响收水效果的主要原因,涉及到的公式如下。

液滴受到的重力公式为:

$$G = \frac{\pi \rho_l g d^3}{6} \quad (1)$$

式中: ρ_l — 液滴的密度, kg/m^3 ;

g — 重力加速度, m/s^2 ;

d — 液滴的直径, m 。

气流的吹托力公式为:

$$F = \frac{\pi d^2 \rho_g v^2 \xi}{8} + \frac{\pi d^3 \rho_g \xi}{6} \quad (2)$$

式中: ρ_g — 塔内气流的密度, kg/m^3 ;

ξ — 阻力系数。

当液滴的重力等于气流的吹托力的时候,将(1)与(2)简化,得到液滴的直径跟气流速度的公式如下:

$$v = \sqrt{\frac{4g(\rho_l - \rho_g)d}{3\rho_g \xi}} \quad (3)$$

$$d = \frac{3\xi \rho_g v^2}{4g(\rho_l - \rho_g)} \quad (4)$$

由(3)和(4)知,当液滴的速度大于气流速度,液滴直径大于计算值时,液滴不随空气运动;相反,液滴会被气流带着,这种情况下,收水器就会发挥它的作用,将被空气带走的水滴收集回来。

1.3 收水器的作用

收水器用来除去气流中携带走的液滴,通常的安装位置在冷却塔喷淋装置的上部,收水器的作用主要有:

- 1) 收集空气中的液滴,减少不必要的水损失,降低飘水损失;
- 2) 有利于保护环境,减少飘出的液滴对环境产生污染;

3) 可避免冷却塔周围的用电设施因液滴的原因造成的停电等安全事故;

4) 对冷却塔周围的金属构件起到保护作用, 避免液滴造成的腐蚀损坏, 同时, 也可减少附近道路冬季天冷, 液滴凝结造成的道路滑而引起的交通事故和人身伤害。

2 FLUENT 软件介绍

目前, 计算流体动力的软件有很多, FLUENT 软件是当前应用最广泛的。FLUENT 软件可以通过模拟流体的压力场、温度场、速度场, 分析流体的状态, 并且, 对流体的流动和对流换热能做到合理准确。无论是可压缩流体还是不可压缩流体、定常流还是非定常流、层流还是湍流, FLUENT 对于不同的状态的流体可以提供相对应的算法和数学模型, 为流体的模拟和问题的分析解决提供了方便。而且 GAMBIT 网格划分方便, 精确, 灵活, 有助于离散方程的求解, 从而得到更加准确的解。FLUENT 软件的函数接口可以自定义, 方便用户深入挖掘其应用潜力, 使其使用范围越来越广。

FLUENT 的使用过程一般为: 首先是建立数学模型, 依据流体的流动特点以及流动传热原理方程, 搭建相关的数学公式, 为接下来的模拟提供理论基础。由于不同的流体运动过程中, 许多的变量是未知的, 所以要检验数学模型的封闭性从而保证模拟的正确、顺利进行。接下来是通过 FLUENT 的数值求解方法对方程进行求解, 利用 GAMBIT 软件先将需要分析的区域进行网格的划分, 例如, 三维图形常用的网格形式有棱柱、四面体、六面体等, 二维图形常用三角形、四边形进行网格的划分。网格划分完成后可选择适合的数值方法建立离散化方程, 从而寻找到适合的方法对模型进行求解, 完成模拟, 得到想要的模拟结果。进而对需要研究的问题完成分析。FLUENT 可以以线值图、矢量图、等值线图等形式将变量显示出来, 方便用于查看^[3-6]。

3 收水器性能模拟

收水器在减少飘水损失的过程中起到了关键性的作用, 所以, 如何提高收水器的收水效果是有效减少飘水损失的关键。基于这个原因, 本文对收水器进行了分析。

本文建立了收水器的模型, 通过流体模拟软件 FLUENT, 对收水器内部的气流和液滴的流动进行了

数值模拟。通过改变液滴进入收水器的风速和液滴自身的直径两个变量, 分析了其分别对收水器收水效率和压降等的影响。并得到收水器的工作规律, 为减少冷却塔飘水损失提供了参考。

3.1 模拟假设

在实际工作气流流过收水器的过程中, 通常是非定常、可压缩粘性流体的流动过程。在进行模拟时, 忽略非对称结构对收水器工作区域的影响以及冷却塔的边壁效应。取收水器的部分工作区域, 在误差允许的合理范围内, 对模型进行假设如下:

- 1) 温度对液滴的影响忽略不考虑;
- 2) 由于收水器的截面相同, 切有较大的高度和宽度, 故可简化为二维平面进行模拟分析;
- 3) 液滴在收水器中速度和压力的变化较小, 且气流流动的各个参数不随时间发生变化, 所以将空气假设为不可压缩, 定常流体模拟;
- 4) 由于液滴粒径相对于通道较小, 忽略其工作过程中发生的变化, 将其假设为直径不发生变化的球体进行模拟;
- 5) 假设液滴进入收水器入口时, 认为液滴开始被收集, 即液滴接触到收水器壁面, 而到达收水器出口时就认为收水器没有成功收集液滴。

根据实际工作情况和假设条件, 采用 $k-\varepsilon$ 湍流模型封闭 N-S 方程, 对液滴用颗粒轨道模型。

3.2 气相控制方程

(1) 连续性方程:

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

(2) 二维 N-S 方程:

$$\frac{1}{\text{Re}} \left(\frac{\partial u}{\partial x^2} + \frac{\partial u}{\partial y^2} \right) + F_x - \frac{\partial p}{\partial x} = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial t} \quad (6)$$

$$\frac{1}{\text{Re}} \left(\frac{\partial v}{\partial x^2} + \frac{\partial v}{\partial y^2} \right) + F_y - \frac{\partial p}{\partial y} = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial t} \quad (7)$$

(3) $k-\varepsilon$ 方程:

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \rho \varepsilon = \frac{\partial (\rho k u_i)}{\partial x_i} + \frac{\partial (\rho k)}{\partial t} \quad (8)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{C_{1s} \varepsilon}{k} G_k - C_{2s} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} = \frac{\partial (\rho \varepsilon u_i)}{\partial x_i} + \frac{\partial (\rho \varepsilon)}{\partial t} \quad (9)$$

3.3 液相控制方程

空气中携带液滴的颗粒粒径范围在 $5\sim 50\mu\text{m}$, 采用颗粒轨道模型对其运动进行模拟分析。其运动方程为:

$$F_x + F_D(u - u_p) + \frac{g_x(\rho_v - \rho)}{\rho_p} = \frac{du_p}{dt} \quad (10)$$

3.4 计算条件的设置

将液滴设置为离散相, 其入口边界条件为: 速度入口。壁面条件: 不考虑二次收集的情况, 第一次碰到壁面就是液滴被捕捉成功。将流体空气设置为连续相, 入口边界条件为: 在入口截面上液滴和空气的速度都是均匀的; 出口边界条件: 出口压力为 0Pa 。

3.5 计算方法

本章采用 SIMPLE 算法对流场进行计算, 采用拉格朗日算法对液滴进行计算。

本文对 W 型收水器进行分析模拟, 建立二维模型, 划分网格, 设置几何条件: 两收水器之间的间距为 50mm , W 型收水器的宽度为 90mm , 高度为 350mm 。建立的二维模型, 网格数量为 12800, 如图所示:

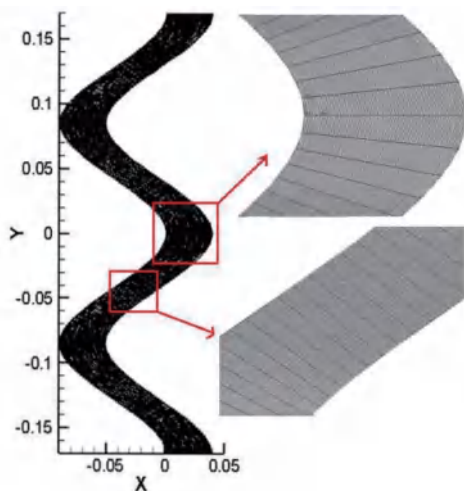


图 1 收水器网格划分图

3.6 设置计算工况

上文分析知, 影响收水器收水效果的因素: 气流速度和液滴直径。通过改变两个变量的不同工况, 模拟得到两个变量对收水效果影响的程度。工况设置如下表。

表 2 模拟工况的设置

参数	工况设置									
气流速 (m/s)	0.6		1.2		1.8		2.4		3	
液滴直径 (μm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

4 模拟结果分析

运用 FLUENT 软件, 通过改变气流速度和液滴直径的工况条件, 进行模拟。获得液滴轨道和压力分布等模拟结果, 分析获得气流速度和液滴直径等

因素影响收水器收水性能的结论。

4.1 液滴直径对收水器性能的影响

在确定流体流速的情况下, 通过改变进入收水器液滴的直径, 得到液滴对收水器收水性能的影响。当流体流速为 2.4m/s 时, 图 2~ 图 4.11 为液滴的运行分布情况。模拟结果如下图所示。

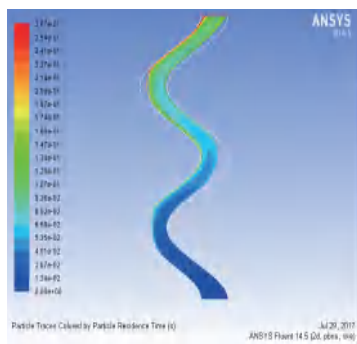


图 2 液滴直径 $5\mu\text{m}$

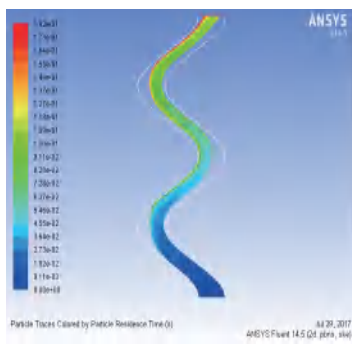


图 3 液滴直径 $10\mu\text{m}$

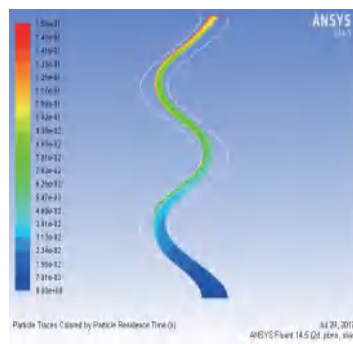


图 4 液滴直径 $15\mu\text{m}$

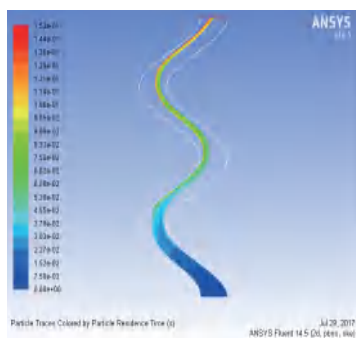


图5 液滴直径 20 μm

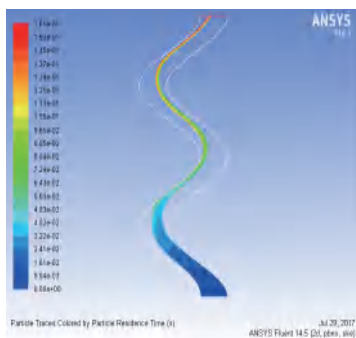


图6 液滴直径 25 μm

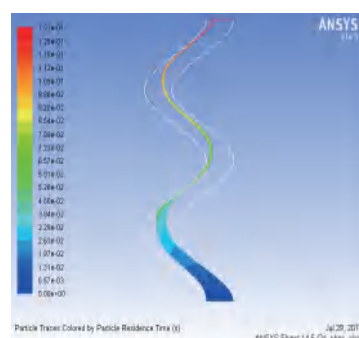


图7 液滴直径 30 μm

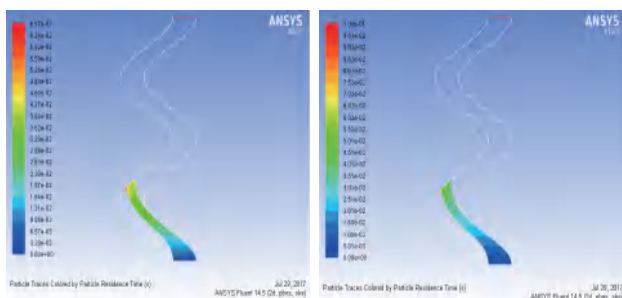


图8 液滴直径 35 μm

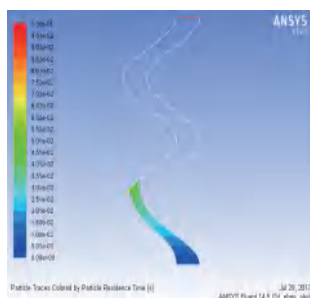


图9 液滴直径 40 μm

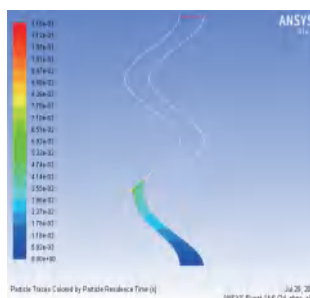


图10 液滴直径 45 μm

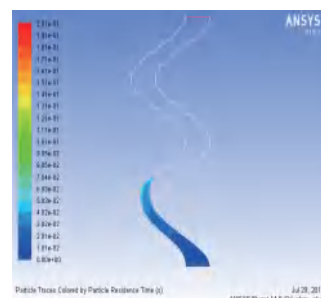


图11 液滴直径 50 μm

在相同的流体速度条件下,对不同的液滴直径进行模拟分析,得到各个情况下的液滴运行轨迹和trap液滴的轨迹数,我们将除水效率定义为trap液滴的轨迹数与总轨迹数的比值,结果如图12所示。

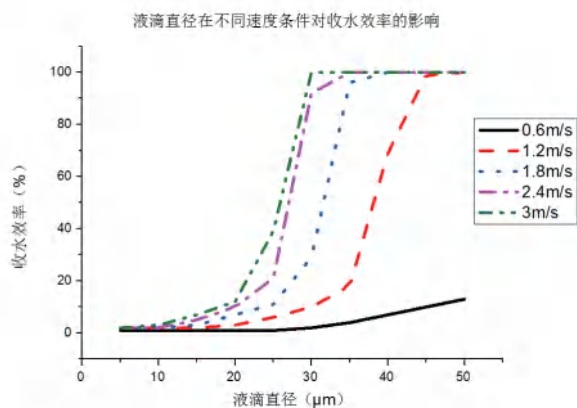


图12 液滴直径在不同的速度条件下对收水效率的影响

经过模拟分析我们易知:(1)在确定的流体流速的情况下,液滴的粒径越大收水器的收水效果越好,收水效率越高;(2)分析可知,液滴粒径大于30 μm 的收水效率明显高于小于30 μm 的工况条件。

4.2 流体流速对收水器性能的影响

在确定液滴直径的情况下,通过改变进入收水

器流体的流速,得到流体流速对收水器收水性能的影响。当液滴直径为35 μm 时,图13-图17为液滴的运行分布情况。模拟结果如下图所示。

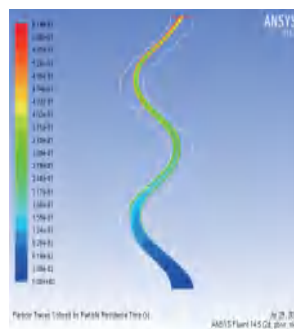


图13 流体流速 0.6m/s

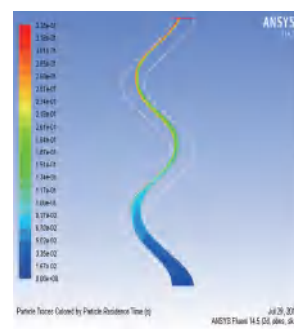


图14 流体流速 1.2m/s

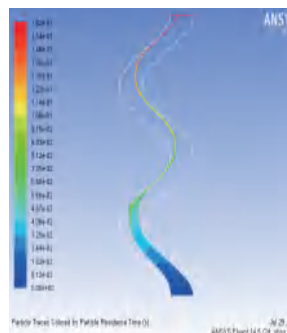


图15 流体流速 1.8m/s

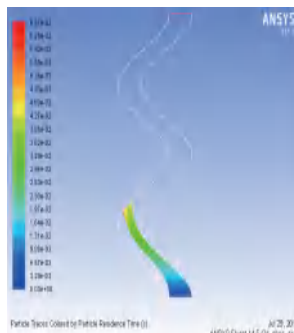


图16 流体流速 2.4m/s

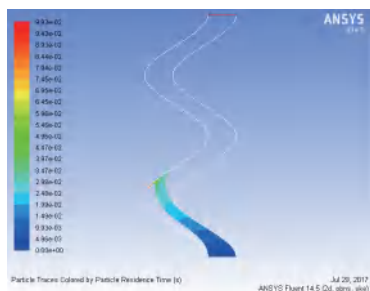


图 17 流体流速 3 m/s

在相同的液滴直径的条件下, 对不同的流体流速进行模拟分析, 得到各个工况下对收水效率的影响, 模拟结果如图 18 所示:

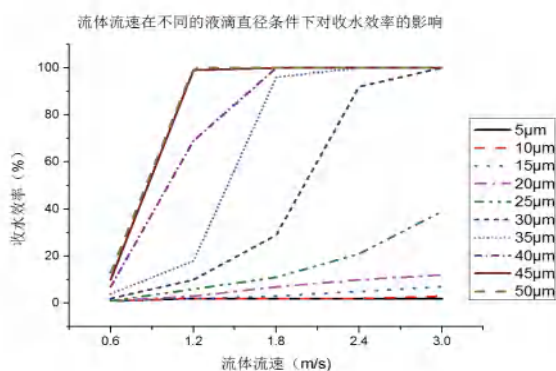


图 18 流体流速在不同的液滴直径的条件下对收水效率的影响

经过模拟分析我们可以得到以下的结论:

- 1) 在液滴直径小于 $20\mu\text{m}$ 的情况下, 收水效率较低, 且流体流速对收水效率的影响较小;
- 2) 在相同的液滴直径的条件下, 流体速度越大, 收水器的收水效率就越高, 收水效果越好;
- 3) 流体速度小于 1.8m/s 时, 收水效率较低, 大于 1.8m/s 时, 收水的效果较好。

(上接 62 页)

- [2] 黄虎, 虞维平, 李志浩, 等. 风冷热泵冷热水机组自调整模糊除霜控制研究 [J]. 暖通空调, 2001, 31(3): 67-69.
- [3] Payne V, O'Neal D L. Defrost cycle performance for an air-source heat pump with a scroll and a reciprocating compressor [J]. International Journal of Refrigeration, 1995, 18(2): 107-112.
- [4] 蒋能照. 空调用热泵技术及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1997: 45-48.
- [5] Xiao J, Wang W, Guo Q C, et al. An experimental study

5 小结

加装收水器是冷却塔减少飘水损失的关键, 本文对冷却塔收水器进行了介绍, 了解的现有收水器的形式, 分析了收水器的工作原理, 以及收水器在减少冷却塔飘水损失的过程中起到的关键作用。对收水器进行理论分析, 运用流体运动模拟软件 FLUENT, 研究影响收水器收水效果的两个主要因素, 流体流速和液滴直径, 通过模拟分析, 得到以下的结论, 为之后冷却塔的节水设计提供了依据:

- 1) 液滴的直径较小时, 收水器对液滴的收集效果较差;
- 2) 在液滴的直径确定的情况下, 流体的流速越高, 收水器的收水效率越高, 收水效果越好;
- 3) 在流体流速确定的情况下, 液滴的直径越大, 收水器的收水效率越高, 对减少飘水损失越好;
- 4) 通过模拟分析知, 流体流速大于 1.8m/s , 液滴的粒径大于 $35\mu\text{m}$ 的情况下, 收水器的收水效果较好。

参考文献

- [1] 章立新, 陈永保, 张林文, 等. 一种冷却塔飘水率测量方法的试验研究 [J]. 暖通空调, 2014(8):70-73.
- [2] 李军锋, 吴彦彬, 宋国全, 等. 浅谈逆流式冷却塔节水方法 [J]. 精细与专用化学品, 2017, 25(3):20-23.
- [3] 曲小纳. 图层技术在储层可视化中的应用研究 [D]. 西安石油大学, 2010.
- [4] 徐元利, 徐元春, 梁兴, 等. FLUENT 软件在圆柱绕流模拟中的应用 [J]. 华电技术, 2005, 27(1):39-41.
- [5] 李进良, 李承曦, 胡仁喜. 精通 FLUENT6.3 流场分析 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009:13-14.
- [6] 王福军. 计算流体力学分析 CFD 软件原理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

- of the correlation for predicting the frost height in applying the photoelectric technology [J]. International Journal of Refrigeration, 2010, 33(5): 1006-1014.
- [6] 王伟, 李林涛, 盖轶静, 等. 空气源热泵误除霜事故简析 [J]. 制冷与空调, 2015, 15(3): 64-71.
- [7] Zhu J H, Sun Y Y, Wang W, et al. Developing a new frosting map to guide defrosting control for air-source heat pump units [J]. Applied Thermal Engineering, 2015, 90: 782-791.

会议活动

第六届全国净化技术学术年会

为促进净化领域科研成果与技术交流，兹定于2021年8月13—15日在江苏省召开“第六届全国净化技术学术年会”，本届年会主题为“后疫情和节能净化”。欢迎从事本领域的各界人士及相关专家、学者、技术人员投稿并参会。

【负责人】

王东青 13901017552 刘燕敏 13901854100

【联系人】

李 炜 13681555746 何远嘉 18611786335

张彦国 13601113004 曹国庆 13401078967

第六届“海尔磁悬浮杯”绿色设计与
节能运营大赛正式启动

由暖通空调产业技术创新联盟与海尔中央空调联合主办，第六届“海尔磁悬浮杯”绿色设计与节能运营大赛正式启动，欢迎业内人士积极踊跃参与。

大赛主题：绿色设计 赢未来

征集对象：根据奖项设置绿色设计组和节能运营组等，面向全国广大设计院暖通设计师、节能服务公司、物业管理公司以及暖通院校学生等征集作品。

征集时间：2021年4月19日—2021年8月30日。

作品提交：作品及材料均需提交纸质和电子版（建议U盘），参赛者填写《申报书》，并在信封上注明“海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营评选”字样连同参赛作品和参赛相关材料提交当地办事处，或邮寄至：青岛崂山区海尔工业园创牌大楼5楼（邮编266000）。具体联系方式：参赛组联系人：刘建涛，手机号18562575221；申报书请登陆中国暖通空调网 www.chinahvac.com.cn 下载。

评审程序：组织区域专家对稿件进行大区评审；大区评审评选出优秀方案入选全国评审；大赛专家评审委员进行全国终审；结果公示及颁奖时间：2021年10月（拟定）。

LET THE BUILDING BREATHE FREELY / 让建筑自由呼吸

McQuay
International

McQuay MAGNETIC BEARING
CENTRIFUGAL CHILLER

磁来运转 WXE

磁悬浮无油变频离心式冷水机组

磁悬浮，McQuay从推出到推陈出新

通过美国AHRI认证
采用先进磁轴承技术
稀土永磁同步电机
磁轴承喘振保护和过热度保护
内螺纹外翅片高效换热管
突然断电保护
自动在线清洗（选装）





麦融高科
MAXXOM HIGH-TECH

5G低碳&智能节能 ICT环境控制系统方案提供商

零碳追求，绿色未来



汇聚机房5GBBU集中温控 冷量：4~40kw
通信机房蒸发冷/氟泵/热管/变频空调 冷量：25~120kw

长沙麦融高科股份有限公司

服务热线：400 998 5108

公司网址：<http://www.maxxom.com.cn>

地址：长沙市岳麓西大道588号芯城科技园六栋七层



RoHS

