

建筑环境与能源

Building Environment & Energy

2022
4

月刊
总第 53 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 |

“近零能耗建筑技术体系及关键技术开发”重点专项项目通过综合绩效评价
《建筑节能与可再生能源利用通用规范》节能、碳排放与可再生能源计算工作研讨会召开
《建筑节能与可再生能源利用通用规范》和《建筑环境通用规范》公益宣贯会召开
企业标准《科研管理标准化工作指南》正式启动编制
中国建研院牵头编制的《住宅项目规范》获央视新闻频道关注报道

27 | 热点聚焦 | Spotlight |

解读《建筑节能与可再生能源利用通用规范》和《建筑环境通用规范》

42 | 案例赏析 | Cases |

热压通风在实践中的应用
某办公楼空调冷冻水温探讨



建筑环境与能源微信公众号

Haier

海尔智家

海尔物联网高效机房解决方案 引领机房能效进入6.5⁺时代


E+物联云平台



下载海尔智家APP
定制您的智慧生活



全生命周期
—更节能—



智能高效管理
—更省心—



远程云诊断
—更可靠—

为建筑赋能⁺
为世界节能

江亿院士： 建筑用能现状与低碳发展路径

在日前举办的第十八届清华大学建筑节能学术周“城乡能源系统实现碳中和的路径”公开论坛上，中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿对于当前行业关心的建筑低碳道路该怎么走时谈到，现在建筑相关的碳排放，1/3 以上是由于大量基建盖房、建筑材料如钢材、水泥的生产、运输及建造过程导致的碳排放，尽管归到了工业碳排放，其责任还是在建筑这边。现在我国建筑总量 660 亿平方米，同时还有 100 亿平方米开工建设，还没竣工的工地在盖房子，将来盖完了会达到 750 亿平方米。

届时，我国人均建筑面积（包括居住建筑和非居住建筑）达 55 平方米，将超过日本、韩国、新加坡这些亚洲发达国家的人均建筑拥用量。所以，我国盖房子应该告一段落，不能再使劲新增房子了，同时要避免拆旧盖新，那样就会没完没了地循环下去。应该把建设重点由盖新房转为修旧房，通过精细的修缮实现加固延寿和提升质量，这样既能满足社会发展对房屋、建筑环境不断提高的需求，同时还能大规模减少对钢铁、水泥等建材的旺盛需求，从而实现碳减排。

另一重头是建筑运行，现在 600 多亿平方米，将来 700 多亿平方米，这些房子都要使用、运行。为了满足运行要求产生的碳排放怎么能降下来，这就要求坚持建筑节能的方向，维持绿色节约的建筑用能模式。与发达国家相比，我国无论是人均建筑运行用能还是单位建筑面积都低得多。之所以低，主要是由于不同的使用模式。

江院士经常提到“部分时间和部分空间”，没人的时候，各种设备都关了；而美国都是全时间全空间，不管有人没人，建筑物里面的灯总亮着，空调通风总开着，这种使用模式是目前用能差别非常大的最主要原因。维持使用模式，同时让建筑机电系统和建筑形式能够适应这种“部分时间、部分空间”的使用模式，这是我国阻止建筑运行用能迅速增长的关键点。

除了要坚持实现持续的建筑节能事业之外，面对零碳要求，还需要做全面电气化，因为以后主要的零碳能源来自于电。除了电气化，还要改变用电模式，未来电力中大规模大比例的是风电、光电，而风电、光电又是不稳定的，很难根据使用侧的变化及时调整，所以就得实现柔性用电。应该通过改造，让建筑有更大的储能能力和灵活用电能力，从而根据风电、光电的变化改变我们从电网获取的电力，为电力的零碳化做出贡献。



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
2022年第4期(总第53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 何远嘉
美 编 才 隽
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



建筑环境与能源公众号



CAHVAC 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 |

中国建研院环能院承担的“近零能耗建筑技术体系及关键技术开发”重点专项项目通过综合绩效评价

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》节能、碳排放与可再生能源计算工作研讨会召开

CAHVAC 暖通大讲堂 | 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》和《建筑环境通用规范》公益宣贯会召开

企业标准《科研管理标准化工作指南》正式启动编制

中国建研院牵头编制的《住宅项目规范》获央视新闻频道关注报道

08 | 行业新闻 | Industry News |

中宣部等 17 部门联合开展青年发展型城市建设试点工作

住建部推动城市运行管理“一网统管”

联合国人居署宣布设立“上海全球可持续发展城市奖”

国家 10 个部门关于联合印发《关于进一步推进电能替代的指导意见》

保障群众取暖需求 多地延长供暖时间

北京“十四五”时期能源发展规划新增可再生能源供热面积 4500 万 m²

天津促进工业经济平稳增长的行动方案

河北发布被动式超低能耗建筑评价标准

山西整合省级专项资金推动清洁取暖散煤治理

黑龙江 2025 年清洁取暖率提高到 75%

内蒙古鼓励在机关和学校推广应用热泵等供暖设备

山东因地制宜推行热泵等清洁低碳供暖

广东发布能源发展“十四五”规划

甘肃加强建筑节能, 推进可再生能源利用

江苏统筹推进建筑产业现代化工作

美的空气能热水全力助力合肥方舱医院建设

海尔服务天津新松机器人工厂项目

格力医疗级中央空调进驻成都公卫中心应急病房

天加能源旗开能源布局

和买空调一样 轻松选购地暖

L1PB24燃气采暖热水炉



Mbox智能输配站

显著特征:

变水温 | 自适应 | 全屋地暖
非散装 | 免设计 | 无图施工
一键控 | 智能控 | 全国联保

M70	实铺面积小于70m ²
M90	实铺面积约70-90m ²
M120	实铺面积约90-120m ²
M145	实铺面积约120-145m ²

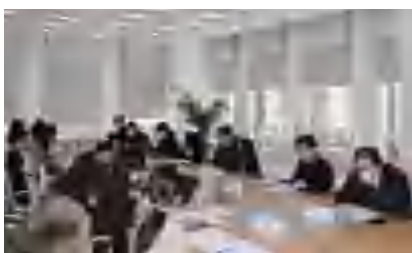
CONTENTS



CAHVAC 暖通大讲堂 | 25 期《建筑节能与可再生能源利用通用规范》宣贯会



CAHVAC 暖通大讲堂 | 26 期《建筑环境通用规范》宣贯会



企业标准《科研管理标准化工作指南》正式启动编制



中国建研院牵头编制的《住宅项目规范》(征求意见稿)
获央视新闻频道关注报道

24 | 国际新闻 | International News |

未来两年美国新增 41GW 光伏
新加坡电力部门预计到 2050 年实现净零排放
美国 2050 年可再生能源发电占比为 44%
荷兰大幅度提高海上风电装机目标
德国研究从废弃光伏组件中回收硅生产 PERC 电池
美国公用事业规模储能电池的两种用途

27 | 热点聚焦 | Spotlight |

解读《建筑节能与可再生能源利用通用规范》和《建筑环境通用规范》

29 | 聚焦政策 | Policy |

“十四五”住房和城乡建设科技发展规划
2022 年工程建设规范标准编制及相关工作计划
“十四五”现代能源体系规划
国管局办公室征集公共机构绿色低碳技术
2022 年能源工作指导意见
北京市绿色建筑标识管理办法
深圳经济特区绿色建筑条例

42 | 案例赏析 | Cases |

热压通风在实践中的应用
某办公楼空调冷冻水温探讨

48 | 技术交流 | Technical communication |

基于 SEM 的新冠肺炎疫情期间住宅建筑室内环境对大学生学习效率影响分析
室内热湿环境对织物 VOC 分配特性的影响研究
高度变化的受限热源自然通风空间热分层流动研究
辐射供暖室内颗粒物分布规律研究



数字化人工环境系统 垂直一体解决方案

满足功能 | 提升性能 | 优化节能



申菱作为暖通空调系统的专业服务商，以解决用户痛点为核心，整合设计研发、生产制造、营销服务、集成实施、运营维护等专业能力，聚焦数据服务产业环境、工业工艺产研环境、专业特种应用环境、高端公建室内环境，为全球客户提供端对端、全生命周期的环境调控垂直一体解决方案。

广东申菱环境系统股份有限公司
Guangdong Shenling Environmental Systems Co., Ltd.

地址：广东省佛山市顺德区陈村镇机械装备园兴隆十路8号
全国客服：4008-330-888 网址：www.shenling.com



中国建研院环能院承担的“近零能耗建筑技术体系及关键技术开发”重点专项项目通过综合绩效评价

“十三五”期间，中国建研院共承担“绿色建筑及建筑工业化”重点专项 11 个项目，其中包括环能院徐伟院长负责的“近零能耗建筑技术体系及关键技术开发”1 个专项，全部完成并通过项目综合绩效评价为城乡建设领域科技发展提供技术支撑。

“绿色建筑及建筑工业化”重点专项为国家重点研发计划第一批启动的重点专项之一。科技部会同教育部、工业和信息化部、住房城乡建设部、交通运输部、中国科学院等部门组

织专家制定了专项实施方案。

该重点专项围绕“十三五”科技需求，聚焦基础数据系统和理论方法、规划设计方法与模式、建筑节能与室内环境保障、绿色建材、绿色高性能生态结构体系、建筑工业化、建筑信息化等 7 个重点方向设置了相关任务。

专项总体目标为瞄准我国新型城镇化建设需求，针对我国目前建筑领域全寿命过程的节地、节能、节水、节材和环保的共性关键问题，以提升建筑能效、品质和建设效率，抓

住新能源、新材料、信息化科技带来的建筑行业新一轮技术变革机遇，通过基础前沿、共性关键技术、集成示范和产业化全链条设计，加快研发绿色建筑及建筑工业化领域的下一代核心技术和产品，使我国在建筑节能、环境品质提升、工程建设效率和质量安全等关键环节的技术体系和产品装备达到国际先进水平，为我国绿色建筑及建筑工业化实现规模化、高效益和可持续发展提供技术支撑。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》节能、碳排放与可再生能源计算工作研讨会召开

3 月 24 日，全文强制标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 节能、碳排放与可再生能源计算工作研讨会在中国建研院召开。全国勘察设计大师、中国建研院专业总工徐伟出席会议。

徐伟表示，我国建筑节能工作对提升建筑环境、减少碳排放、保障能源安全做出了重要贡献。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》是我国建筑领域落实碳达峰、碳中和决策部署的重要工作，建筑能耗模拟与碳排放的计算和分析软件是标准实施的必备工具，软件计算流程和数据的一

致性是行业关注的重点，尽快开展相关工作具有重要意义。

与会专家积极发言阐述观点、深入讨论并取得共识：加强标准计算软件参数的一致性对提高行业的竞争力，支持建筑领域节能降碳具有重要支撑作用。下一步，各软件研发单位将在标准主编单位的支持下，完善行业协调机制，深入落实标准相关要求，加强行业自律，计算软件的合规性和一致性；标准编制组将在标准条文解读、数据库和计算报告模板以及软件的比对等方面提供技术支持，推动建筑节能降碳工作的数据化和标准化，响应国家

双碳战略。

行业主要计算工具软件开发单位与标准主编单位的深入交流，将有助于提高建筑节能、建筑碳排放与建筑可再生能源计算工具的规范性和一致性，更好支撑全文强制标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 的实施，进一步推动建筑行业节能降碳工作的健康发展。

中国建研院环能科技有关领导、负责同志，以及北京绿建软件有限公司、建研科技国力科技、北京天正软件股份有限公司等行业专家和研发人员 20 余人参加会议。

CAHVAC 暖通大讲堂 | 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》和《建筑环境通用规范》公益宣贯会召开

全文强制工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 及《建筑环境通用规范》GB55016-2021 已于 2022 年 4 月 1 日正式实施，中国建研院作为牵头起草单位组织编制组专家于 4 月 14-15 日通过腾讯会议开展了线上公益宣贯培训会。CAHVAC 暖通大讲堂全程直播了本次宣贯会，累计近六万人次观众通过大讲堂进行了学习。

住建部标定司实施指导监督处聂明学处长及中国建研院科技

标准部姜波副主任出席会议并讲话。姜波副主任首先致欢迎词，随后聂明学处长对标准化改革工作总体情况、全文强制规范与现行标准强条的衔接等工作进行了介绍。十余位编制组的专家对两本标准从制定背景、编制思路、原则解读、规范条款进行了细致讲解。

规范的宣贯将有助于相关管理、设计等人员对条文的理解和把控，大力推进建筑行业节能水平的提升，进一步保障人居环境，对双碳目标实现起到重要作用。

企业标准《科研管理标准化工作指南》正式启动编制

3 月 28 日，中国建研院主编的企业标准《科研管理标准化工作指南》启动会暨第一次工作会议在京顺利召开。会议由科技标准部副主任常卫华主持。

中国建研院科技标准部主任黄世敏代表主编单位致辞，强调了标准修订的重要意义及标准修订要遵循的原则，并对标准编制提出了要求。科技标准部副主任张靖岩对标准的编制背景、编制大纲、标准草案、进度安排等进行详细介绍。与会专家就标准适用范围、章节内容、标准的

应用推广等方面提出意见建议。

《科研管理标准化工作指南》作为科研管理综合业务类型的标准，围绕科研管理标准化体系建设、科研项目标准化管理、科研平台标准化管理、科技成果标准化管理以及科技考核标准化管理等内容，明确了标准化管理的目标、任务、原则、范围、程序与要求。该指南为科技型企业的科研管理工作标准化提供方向性、原则性指导，有助于促进科研管理工作向科学化、规范化发展。



中国建研院牵头编制的《住宅项目规范》获央视新闻频道关注报道

近日，中国建研院牵头编制的《住宅项目规范》（征求意见稿）在住房和城乡建设部官网上向社会公开征求意见，并获央视新闻频道《新闻 1+1》关注报道。

报道直播连线采访了中国建研院副总经理王清勤，介绍了规范的出台背景、适用范围、作用意义等方面内容。报道中还提到，《规范》从居住环境、建筑空间、结构安全、室内环境、建筑设备等方面，以适用、经济、绿色、美观为目标，是促进住宅高质量发展，服务人民美好生活的基本保障。

《规范》是推进工程建设标准化改革的重要成果，为改善居住品质、加强使用舒适性，提升了新建住宅层高、卧室、起居室内净高、楼板厚度、隔声性能等要求；为加强配套建设、适应老龄化发展，规定了加装电梯、楼梯扶手、地面防滑、无障碍建设等要求；为促进环境宜居、增加生活便利性，对集中绿地、新能源汽车充电设施、垃圾收集点等作出规定。

《规范》适用于城镇住宅项目，与百姓生活息息相关，旨在通过开展充分研究、探索改革创新的基础上，充分聆听社会声音、满足公众需求，从政策性、先进性、可行性等方面贯彻落实“以人民为中心”的核心思想，从规划、设计等全流程保障住房建设工作。

后续，中国建研院将按照住房和城乡建设部统一部署，充分收集并分析反馈意见，集中力量解决好老百姓的问题，力争编制出一项符合新时代发展要求的好规范。

行业新闻 IndustryNews

联合国人居署宣布设立“上海全球可持续发展城市奖”

3月30日，联合国人居署在肯尼亚内罗毕召开的2022年执行局第一次会议上，宣布在中国政府支持下设立“上海全球可持续发展城市奖”（以下简称“上海奖”），并将在今年10月31日世界城市日全球主场活动中颁发首届奖项。

“上海奖”是由联合国人居署与国家住房和城乡建设部、上海市人民政府共同设立，由联合国人居署主导的国际奖项。该奖项以城市可持续发展为主题，用于表彰世界范围内在可持续发展方面取得突出进展的优秀城市，并将特别关注包括“一带一路”国家、全球发展倡议参与国在内的广大发展中国家城市取得的成就。“上海奖”的设立将提升国际社会对城市可持续发展领域的关注，加强城市间交流与分享，深化多边合作，引领世界城市携手共进，更好落实2030年可持续发展议程和全球发展倡议。

“上海奖”每年评选1次，设1个综合奖，奖励在城市可持续发展方面整体表现突出的城市；若干主题奖，奖励在城市可持续发展某一方面取得突出进展的城市；根据每年具体情况，还将视情设立特别奖。首届“上海奖”将于近期启动征集评选。



中宣部等17部门联合开展青年发展型城市建设试点工作

日前，为深入贯彻落实党中央、国务院出台的《中长期青年发展规划（2016~2025年）》，中央宣传部、中央网信办、中央文明办、国家发展改革委、教育部、国家民委、民政部、财政部、人力资源和社会保障部、住房和城乡建设部等17部门联合印发《关于开展青年发展型城市建设试点的意见》。

《意见》明确了青年发展型城市的理念内涵，提出了青年发展型城市建设的指导思想、基本原则、适用范围和目标任务。围绕促进青年高质量发展、让城市对青年更友好，《意见》提出要着力优化青年优先发展的规划环境、公平且有质量的教育环境、激励青年施展才华的就业环境、保障青年基本住房需求的居住环境、缓解青年婚恋生育养育难题的生活环境、促进青少年身心成长发展的健康环境、有效保护青少年权益免受意外伤害和非法侵害的安全环境；围绕建功城市高质量发展、让青年在城市更有为，《意见》强调要组织动员青年引领城市文明风尚、投身创新创业热潮、立足岗位建功立业、有序参与社会治理、助推生活品质提升。《意见》要求，要加强组织领导，有力推进，完善监测评价，加强政策支持，营造良好氛围，共同做好青年发展型城市建设。



住建部推动城市运行管理“一网统管”

日前，住建部印发《关于全面加快建设城市运行管理服务平台的通知》，决定在开展城市综合管理服务平台建设和联网工作的基础上，全面加快建设城市运行管理服务平台，推动城市运行管理“一网统管”。《通知》提出，要以物联网、大数据、人工智能、5G移动通信等前沿技术为支撑，整合城市运行管理服务相关信息系统，汇聚共享数据资源，加快现有信息化系统的迭代升级，全面建成城市运行管理服务平台，加强对城市运行管理服务状况的实时监测、动态分析、统筹协调、指挥监督和综合评价。

城市运行管理服务平台包括国家城市运管服平台、省级城市运管服平台、市级城市运管服平

台。住房和城乡建设部相关负责人介绍，国家、省、市三级平台互联互通、数据同步、业务协同，是“一网统管”的基础平台，也是各级、各部门以及市民群众都可以使用的开放平台。

根据《通知》，2022年底，直辖市、省会城市、计划单列市及部分地级城市建成城市运管服平台，有条件的省、自治区建成省级城市运管服平台。2023年底，所有省、自治区建成省级城市运管服平台，地级以上城市基本建成城市运管服平台。2025年底，城市运行管理“一网统管”体制机制基本完善，城市运行效率和风险防控能力明显增强，城市科学化精细化智能化治理水平大幅提升。

三部门通知要求开展“十四五”第二批系统化全域推进海绵城市建设示范工作

日前，财政部办公厅、住房和城乡建设部办公厅、水利部办公厅印发通知，明确开展“十四五”第二批系统化全域推进海绵城市建设示范工作。按照通知要求，每省（含区、兵团）可推荐1个城市参评，“十四五”首批海绵城市建设示范2021年绩效评价结果等级为A的城市所在省可多推荐1个城市参评。申报城市应具备一定规模，财力应满足海绵城市建设投入需要，不得因开展海绵城市建设形成新的政府隐性债务。已获得中央财政海绵城市建设试点资金支持的城市不得再次申报。

通知明确，示范城市通过竞争性选拔方式确定，第二批海绵城市建设示范城市总数25个，综合考虑城市工作基础、工作

方案成熟度、区域平衡等因素确定，并适当向中西部地区倾斜。经过省级推荐、专家评审，确定入围城市名单。入围城市经过公示，无异议的确定为示范城市。

中央财政按区域对示范城市给予定额补助，补助资金根据工作推进情况分3年拨付到位。在地级及以上城市中，东部地区每个城市补助总额9亿元，中部地区每个城市补助总额10亿元，西部地区每个城市补助总额11亿元；在县级市中，东部地区每个城市补助总额7亿元，中部地区每个城市补助总额8亿元，西部地区每个城市补助总额9亿元。各地在申报材料中应明确地方海绵城市建设3年总体绩效目标以及分年度绩效目标。

保障群众取暖需求 多地延长供暖时间

为保障低温天气和常态化疫情防控形势下群众用热需求，北京、天津、河南、山东、河北等地纷纷延长供暖时间，让群众倍感温暖。

北京市从3月16日至3月20日期间有较强冷空气和雨雪大风天气，气温下降明显。为应对此次降温、保障人民群众的用热需求，北京市2021-2022年采暖季居民集中供暖结束时间从3月15日24时延长至3月22日24时，共延长7天。

天津市从3月16日正式进入延长供热期。据《天津市供热用热条例》规定，天津供热期为当年11月15日至次年3月15日。3月14日，天津市城

市管理委员会发布消息称，为保障人民群众的用热需求，经批准，天津市2021-2022年采暖期将延长至2022年3月31日24时。天津各供热管理部门、供热单位将全力做好各项工作部署，确保延长供热期间安全稳定。

河南省濮阳市为保证市民取暖将供暖时间延长7天。济南中心城区2021-2022年采暖季停暖时间延长至3月23日零时。据了解，济南已连续五年延长供暖时间。山东潍坊市、烟台海阳市、聊城临清市等地也纷纷延长了供暖时间。河北省石家庄市2021-2022年采暖季停暖时间从3月15日延长至3月31日。

《装配式住宅设计选型标准》今起正式实施

4月1日起，《装配式住宅设计选型标准》正式实施。《标准》根据住房和城乡建设部《住房和城乡建设部标准定额司关于开展〈装配式住宅设计选型标准〉行业标准及相关指南编制工作的函》制定。

《标准》的制定，旨在引领设计单位实施标准化正向设计，重点解决如何采用标准化部品部件进行集成设计，与3项主要部品部件尺寸指南相互配合形成装配式建筑标准化的系统解决方案，全面构建“1+3”标准化设计和生产体系。

《标准》为国内首部装配式住宅部品部件标准化设计选型标准，主要从正向的系统集成设计角度出发，解决标准化部品部件与前端设计衔接的相关问题，通过阐述如何通过标准化的部品部件进行结构、外围护、内装、设备与管线四大系统的集成设计，有效将建筑设计与部品部件选用结合，给装配式建筑设计人员提供强有力的技术指导。



北京出台老旧小区改造施工标准化图集

日前,北京市住房和城乡建设委员会发布《北京市老旧小区改造工程施工现场安全生产标准化图集(2022版)》并公开征集意见,为老旧小区改造施工制定详细规范。《图集》明确,老旧小区改造项目参建单位需要向属地街道办事处和社区报到,并成立工作组,负责项目改造工作。不仅设计方案、施工方案及使用建材等信息需要向居民公示,还需要在改造前开展入户调查及搭建小区改造议事协商平台。

《图集》规定,施工单位应建立安全生产责任制,配备安全管理人员,组织安全培训教育活动,且不得占用小区既有消防通道、应急救援通道。在进行拆除作业时,阳台或阳台外墙拆除后,应加设防护围栏。门窗拆除更换时,应在作业下方设警戒区,设专人看护等。

在老旧小区改造的施工过程中,噪音、扬尘等会影响居民的日常生活。《图集》规定,施工单位非必要不可在老旧小区内进行加工作业,材料加工应在场外完成,现场安装。小区内建筑物拆除、土方施工时应采取湿法作业。外墙基层处理、喷涂等易产生扬尘的作业,应采取降尘措施。

国家10个部门联合印发《关于进一步推进电能替代的指导意见》

近日,国家发展改革委、国家能源局、工业和信息化部、财政部、生态环境部、住房城乡建设部、交通运输部、农业农村部、国家机关事务管理局、中国民用航空局等10部门联合印发《关于进一步推进电能替代的指导意见》。

《意见》提出:拓宽电能替代领域,发展综合能源服务;推进“电能替代+综合能源服务”,鼓励搭建数字化、智能化信息服务平台,推广建筑综合能源管理和服务;拓宽电能替代领域,积极消纳可再生能源;推进“电能替代+综合能源服务”和“电能

替代+数字化”,加快多元储能、热泵、余热利用、推进多能高效互补利用,充分利用云计算、大数据、物联网、移动E联网、人工智能等先进信息通信控制技术。

鼓励有条件的地区推广冷热联供技术,采用电气化方式取暖和制冷。鼓励机关、学校、医院等公共机构建筑和办公楼、酒店、商业综合体等大型公共建筑围绕减碳提效,实施电气化改造。充分利用自有屋顶、场地等资源条件,不断扩大自发自用的新能源开发规模,提高终端用能中的绿色电力比重。

北京“十四五”新建建筑不再新建独立燃气供热系统

近日,北京市人民政府印发《北京市“十四五”时期城市管理发展规划》,规划中提到,“十三五”能源消费结构持续优化。推进燃煤清洁替代,优质能源比重提高到98.5%,可再生能源在全社会能源消耗中的比重增加到10.4%。基本完成平原地区燃煤清洁能源改造。完成农村“煤改电”86万户,“煤改气”22.1万户,通过拆迁上楼实现723个村清洁取暖。

十四五期间,优先采用可再

生能源供热,新建建筑不再新建独立燃气供热系统,鼓励可再生能源系统与传统供热方式多能耦合。推动城市副中心、怀柔科学城等重点地区可再生能源供热系统建设。建设张家口—北京绿电蓄热试点工程。配合农村建筑节能改造,在具备条件的设施农业、养殖基地、特色村镇、旅游风景区和民宅(宿)创新技术应用形式,打造一批多能互补、绿色供热的示范项目。可再生能源供热面积占比达到10%以上。

北京“十四五”时期能源发展规划新增可再生能源供热面积4500万m²

日前,北京市人民政府印发《北京市“十四五”时期能源发展规划》,以此作为“十四五”时期北京市能源发展的总体蓝图和行动纲领,同时也是编制实施“十四五”时期电力、燃气、供热、可再生能源等专项规划和实施方案,制定相关政策措施,实施能源行业管理的重要依据。

其中,《规划》多项重点目标提及清洁供热相关工作,并要求积极推进蓄热建设。目标到2025年,新增可再生能源供热面积4500万m²。

《规划》任务,积极推进蓄热设施建设,通过改电或并入市政大网等方式基本完成燃油锅炉房整合替代;鼓励适宜村庄煤改

热泵供暖,鼓励设施农业使用浅层地源热泵供暖,支持浅层地源热泵与太阳能光热、蓄热多能互补应用;推进可再生热源替代,实施绿色电力蓄热锅炉示范工程,推动高安屯、鲁家山垃圾焚烧发电厂等余热供热;优化清洁取暖峰谷分时电价政策,适当拉大峰谷价差,延长低谷时长。

天津促进工业经济平稳增长的行动方案

4月14日,天津市发改委发布《天津市促进工业经济平稳增长的行动方案(征求意见稿)》(以下简称《行动方案》)。

提出加大对碳减排、煤炭清洁高效利用的金融支持的主要目标。《行动方案》提出,充分运用碳减排支持工具和煤炭清洁高效利用专项再贷款,引导金融机构加大对绿色低碳和能源高效利用领域的信贷资

金供给,支持更多符合政策要求的企业获得优惠资金。

强化项目和工程投资,加速低碳数字化转型。推动电力建设改造。加大风能、太阳能开发利用,推进可再生能源项目建设。提高太阳能电池、风电装备产业链投资。启动重点领域节能降碳技术改造。制定冶金、建材、石化等重点领域节能降碳实施方案。

河北今年将新开工被动式超低能耗建筑 176 万 m²

近日,河北省住房和城乡建设厅印发《2022年河北省建筑节能与科技工作要点》,明确全年工作目标:全省新开工被动式超低能耗建筑面积 176 万 m²,城镇新建建筑中绿色建筑占比达到 92% 以上,城镇新开工建筑中装配式建筑占比达到 26% 以上。

据介绍,被动式超低能耗建筑集建筑和节能技术为一体,能极大提高建筑保温隔热性能和气密性,大幅减少建筑主动向外的

能源需求。

今年,河北省以政府投资为主或政府投资的办公、学校、医院等公共建筑,都将优先按照被动式超低能耗建筑建设。同时,河北今年将严格落实项目谋划、用地保障、激励措施、人才支撑等支持政策,加强被动式超低能耗建筑材料生产企业及销售市场的监督检查,并将实施被动式超低能耗建筑建设全过程闭环管理和关键环节重点监管,开展在建工程质量专项检查。

黑龙江 2025 年清洁取暖率提高到 75%

日前,黑龙江省人民政府发布《黑龙江省“十四五”节能减排综合工作实施方案》。《方案》要求:到 2025 年,黑龙江省单位地区生产总值能源消耗比 2020 年下降 14.5%。

《方案》鼓励低碳和近零能耗建筑技术应用,结合城镇老旧小区改造推进既有建筑节能改造,积极推动建筑用能电气化和低碳化。因地制宜推动清洁取暖和智慧供暖,实施清洁燃煤、煤改电、煤改气以及生物质、地热能、太阳能、风能、工业余热等供暖方式。落实国家绿色高效制

冷行动要求,提升建筑中央空调、数据中心、商务产业园区、冷链物流等领域制冷系统能效水平。到 2025 年,城镇新建建筑 100% 执行绿色建筑标准,全省清洁取暖率提高到 75%。

同时,扎实推进绿色化改造、可再生能源替代、绿色办公等“十大行动”。重点实施公共机构既有建筑围护结构、供热、制冷、照明等设施节能降碳改造,积极推广公共机构太阳能光伏以及地源、水源、空气源热泵技术应用,率先采购使用节能和新能源汽车等。

山西整合省级专项资金 推动清洁取暖散煤治理

近日,山西省拟整合 2022 年省级生态环境专项资金 10 亿元,作为散煤问题突出的重点县(市、区)散煤清零项目的启动资金,推动实施山西中部城市群清洁取暖散煤清零项目。这也是山西省首次统筹整合省级生态环境领域专项资金,用于改善区域环境空气质量。

今年年初,山西省财政厅与山西省生态环境厅积极谋划,统筹整合省级生态环境专项资金 10 亿元,作为散煤清零项目的启动资金,撬动区域内其他社会资本。该项目是《加强生态环境领域专项资金管理提高使用绩效的实施意见》颁布后的首次探索应用,主要聚焦太原、晋中、吕梁三市散煤污染问题突出的重点县(市、区),集中有限财力,采取竞争性评审的方式确定资金分配额度,支持清洁取暖改造、实现散煤清零。截至目前,太原、晋中、吕梁 3 个市共 14 个县(市、区)上报了申请文件和实施方案。

河北发布被动式超低能耗建筑评价标准

近日,河北省住房和城乡建设厅发布了《被动式超低能耗建筑评价标准》的公告,自 2022 年 1 月 1 日起实施。原《被动式超低能耗建筑评价标准》(编号为 DB13(J)/T8323-2019)同时废止。

其中,《被动式超低能耗建筑节能构造(八)》(双向锁件拉结现浇混凝土内置保温系统建筑构造)已批准为河北省工程建设标准设计,自 2022 年 7 月 1 日起实施。

内蒙古加快冷热电气一体化建设

近日，内蒙古政府发布关于自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要。在构建多元化能源供应方式上，立足于现有产业基础，加快形成多种能源协同互补、综合利用、集约高效的供能方式。坚持大规模外送和本地消纳、集中式和分布式开发并举，推进风光等可再生能源高比例发展，重点建设包头、鄂尔多斯、乌兰察布、巴彦淖尔、阿拉善等千万千瓦级新能源基地。到2025年，新能源成为电力装机增量的主体能源，新能源装机比重超过50%。推进源网荷储一体化、风光火储一体化综合应用示范。

在加强清洁低碳安全高效利用方面。实施能源综合利用升级改造，加强煤炭分级分质利用，推进煤基多联产示范。优化供能模式，探索推进绿色数据与算力中心供能模式，提高能源综合利用效率。开展效能赶超行动、碳排放对标活动和全民节能行动，全面推进重点领域和重点用能企业节能降碳，实施燃煤电厂节能改造。实施再电气化工程，加大充电基础设施建设力度，推广“新能源+电动汽车”智慧协同互动体系。实施“以电代煤”“以电代油”，推进工业、交通、建筑（老旧小区改造）、居民领域电能替代，提升全社会电气化水平。实施数字能源工程，推进大型煤电、风电场、光伏电站等建设智慧电厂，所有生产煤矿建成智能煤矿，开展输气输油管网智能化建设，建设苏里格、大牛地、东胜等数字气田，建立智慧能源大数据平台，推进能源生产、储运、消费等环节数字化转型。

呼和浩特将改造392个老旧小区

近日，从呼和浩特市人民政府2022年重点工作新闻发布会上获悉：呼和浩特2022年将实施392个老旧小区和8个棚户区改造，全力把呼和浩特建成宜居城市。呼和浩特市住房和城乡建设局负责人介绍，呼和浩特市2022年确定实施重点城建项目506个，总投资3300亿元，年度投资630亿元。呼和浩特将深入推进城市更新行动，改善环境质量，优化城市功能，改善居住条件，同时提升街景风貌，推进海绵城市建设。

生态环境治理方面，2022年，呼和浩特将统筹推进生态环保和园林绿化工程，全面改善城区空气环境和生态环境质量，完成3.5万户燃煤散烧综合整治，全力争取北方地区冬季清洁取暖示范城市。此外，呼和浩特还将持续推进智慧城市建设和升级“城市大脑”管理中心，建立“智慧城建”“智慧城管”“智慧交管”三大城市智慧管理体系，完善城市水务、电力、燃气和供热四大基础设施智慧管理平台。

内蒙古鼓励在机关和学校推广应用热泵等供暖设备

日前，内蒙古自治区能源局印发关于《内蒙古自治区“十四五”电力发展规划》的通知。《规划》提出，新建煤电机组按照国内空冷发电机组最高标准建设。对未列入淘汰的存量机组，全面实施节能改造，持续降低碳排放、污染物排放和能耗水平。鼓励采用供热改造、汽轮机通流部分改造、锅炉烟气余热回收利用、电机变频等成熟适用的节能改造技术，鼓励燃煤电厂使用清洁能源替代厂用电。

因地制宜推广清洁电取暖方面，《规划》要求坚持“宜电则电、宜煤则煤、宜热则热”“以供定改、先立后破”原则，因地制宜推进清洁取暖改造，稳妥推进“煤改电”。推广蓄热式电锅炉、热泵、分散电采暖。开展绿色社区建设行动，在机关、学校、医院、博物馆等大型公共建筑，推广应用热泵、蓄热电锅炉、太阳能集中供热。在呼包鄂推进清洁供暖示范城市建设，在蒙东地区加快探索高比例清洁能源电供暖发展模式。

吕梁冬季清洁取暖运行补贴资金实施方案

近日，山西吕梁市人民政府发布《吕梁市冬季清洁取暖运行补贴资金实施方案》，中央、省、市、县补贴资金将统筹用于集中供热、煤改电、煤改气、农村居住房节能改造、集中供热超低排放、天然气（煤层气、焦炉煤气等）、电、地热、洁净煤、生物质（采用集中式并配套高效烟气净化设施实现达标排放）、太阳能、工业余热、甲醇等改造工程建设和运行补

贴，以及农村地区采用清洁能源、清洁煤等方式取暖的补贴。

资金分配原则按照“突出重点、注重实效、统筹使用”的原则，首先保证农村居民冬季取暖清洁煤补贴；其次保证农村居民煤改电、煤改气建设及运行补贴；剩余资金除用于市级集中供热建设和运行补贴外，可按照“因素法”统筹用于其他冬季清洁取暖项目的建设及运行补贴。

山东推动工程勘察质量信息化管理

近日，山东省住建厅发布《工程勘察质量信息化管理三年行动方案》，助力提高工程勘察质量。据介绍，工程勘察行业因作业特殊性导致“监管难”、违法违规行为调查取证难，不规范甚至造假行为屡有发生，传统监管方式亟待向信息化方式转变。方案提出，加快推进工程勘察行业质量管理信息化、数字化、网络化的工作目标，通过影像留存、人员设备定位和数据实时上传等信息化监管方式，满足实时、实地、实人管理要求。

方案确定监管信息化、勘探过程信息化、试验过程信息

化、勘察文件审查信息化、成果资料信息化五项重点工作，计划分开展试点、总结推广、全面实行三个年度实施。山东省住建厅将实行勘察企业质量行为与诚信体系管理联动机制。在三年行动期间，对按要求采用工程勘察质量信息化管理的企业予以信用加分。征集积极响应工程勘察信息化管理的标杆企业，经评价后通过各级主管部门官方网站发布，向社会推荐并鼓励建设单位在招标活动和委托项目时优先选用，将工程勘察质量信息化管理纳入勘察设计成果竞赛指标。

山东因地制宜推行热泵等清洁低碳供暖

近日，山东省生态环境厅发布《山东省应对气候变化领导小组办公室关于印发山东省“十四五”应对气候变化规划的通知》，《规划》优化建筑用能结构部分指出：城镇新建建筑全面应用太阳能系统，倡导实现建筑供电、供生活热水、

供暖和供冷等综合利用。深化可再生能源建筑应用，推广光伏发电与建筑一体化应用。积极推动清洁取暖，因地制宜推行热泵、生物质能、地热能、太阳能等清洁低碳供暖。加快生物质能、太阳能等可再生能源在农业生产和农村生活中的应用。

威海荣成 2022 年清洁取暖改造 2 万户

近日，山东荣成市住建局、财政局等 6 部门联合印发《荣成市 2022 年农村清洁取暖工作实施方案》，2022 年，计划建设农村清洁取暖 2 万户。《方案》明确，能接入热力管网的，尽量接入热力管网；不能接入热力管网的，可采用空气源热泵、地源热泵或空气源热风机、电热板系列、燃气壁挂炉、生物质炉具等多种清洁取暖方式，每户只能选择一种清洁取暖方式。

在补助政策方面，《方案》明确，荣成市主推碳纤维电热板取暖方式，每户安装两片，每片 1200W，碳纤维电热板招标栏标

价为 0.77 元/W，由各镇街负责组织实施，所有取暖设备的补助均按 1478.4 元进行补助，其余部分由个人承担（空调、小太阳等不在补助范围）。

设备运行补助方面，采取燃气取暖的，燃气每方补助 1 元，一个采暖季补助最多不超过 1200 元；采用电取暖的，按清洁供暖相关电价规定执行，同时每度电补助 0.2 元，一个采暖季补助不超过 1200 元；列入清洁取暖建设范围自行安装清洁取暖设备的，只给予运行补助，不予设备补助；运行补助暂定为 3 年。

济南市“十四五”绿色低碳循环发展规划

4 月 7 日，济南市发改委发布关于公开征求《济南市“十四五”绿色低碳循环发展规划（征求意见稿）》意见的公告，提出鼓励发展生物质热电联产，结合供暖需求，积极推进现有农林生物质电厂和生活垃圾、污泥焚烧发电厂开展供暖改造。发挥商河县、济阳区、起步区等地热资源优势，规范有序推进地热能供暖。统筹可再生能源与乡村振兴融合发展，推进“百乡千村”绿色能源发展行动，增加农村清洁能源供应。有序开展核能小堆供热研究。

深入开展园区循环化改造。提高园区产业循环化程度，促进废物综合利用、能量梯级利用、水资源循环使用，实现绿色低碳循环发展。推动固废处置、危废收集处置等基础设施共建共享，推动污染物集中安全处置。完善园区能源体系建设，加快建设电、热、冷、气等多种能源协同互补的综合智慧能源系统，推广集中供气供热，加强工业余热余热利用，推动分布式能源及源网荷储一体化建设。

加快工业低温余热利用深化供热体制改革，强化地方政府主体责任，进一步完善政府主导管网建设、专业公司负责运营、热源市场竞价入网机制，畅通工业余热入网渠道。充分挖掘钢铁、化工、炭素、污水处理等行业余热潜能，积极推进产业园区余热梯级利用，鼓励发展工业低品位余热与热泵相结合的供热方式，实现低品位余热资源高效采集。鼓励利用高效换热器、热泵等先进节能技术，探索全流程工业余热回收模式，实现余热应用尽用。

武汉施行“绿建”新规 关于加强建筑全生命周期监管

《武汉市绿色建筑管理办法》将于3月28日开始施行。管理办法对绿色建筑从规划建设到运行维护各环节进行了规范,明确建设流程中各主体的责任,加强对设计、施工图审查、施工、监理、工程质量检测、工程验收等环节的绿色建筑认定,确保新建建筑按绿色建筑标准进行规划设计的面积比例达到100%,绿色建筑竣工面积占总竣工面积比例达到98%。

据悉,2010年武汉发布《武汉市绿色建筑管理试行办法》,绿色建筑工作得到快速发展,结合新形势下发展的需要,重新制定的管理办法,从绿色建筑推行范围、各部门监管职责、新技术新产品推广、政策保障和激励、法律责任等方面作出具体规定。

为提高武汉市新建建筑中绿色建筑面积占比,重点解决高性能绿色建筑较少、发展质量不高的问题,管理办法对绿色建筑标准的执行范围进行了明确:城镇新建民用建筑应当按照基本级以上绿色建筑标准建设;保障性住房、建筑面积在10万m²以上的房地产项目应当按照一星级以上绿色建筑标准建设;国家机关办公建筑、大型公共建筑以及政府投资的公益性公共建筑应当按照二星级以上绿色建筑标准建设。

建成绿色建筑进入运行周期,其设施设备进行维护保养的权责也得到明晰。作为建筑的所有权人或使用人,业主和物业服务管理方要做好设施的维护和管理,保障绿色建筑运行满足要求。为加大对绿色建筑工作监督管理力度,确保相关制度落实。

广州力争2024年年底建筑业规模达万亿元

近日,广州市住建局联合市规划和自然资源局印发了《广州市构建“链长制”推动建筑业和规划设计产业高质量发展三年行动计划(2022~2024年)的通知》,将力争在2024年年底将建筑业全产业规模提升至万亿元级。

计划明确了广州建筑业和规划设计产业未来三年发展的重点目标:企业培育方面,建筑业领域将培育建筑业世界500强企业1家以上,2000亿元级建筑业龙头企业2家以上;打造品牌优势明显、竞争力强的龙头勘察设计公司2~3家;培育具有独立工程总承包管理能力龙头企业5家以上;培育工程质量检测龙头企业2~3家。同时培育品牌优势明显、竞争力强、全链条的规划设计企业,支持地铁、电力、园林等领域的设计公司做精做专做优主导专业,持续发挥链主及龙头企

业的示范引领作用。

在转型升级方面,广州将努力实现装配式建筑占新建建筑面积比例不低于35%,累计建成11家以上装配式建筑部品部件生产基地,建设一批集BIM技术应用、智能建造、绿色施工、智慧运营为一体的新型建筑工业化项目;推动不少于10个采用自主可控BIM软件进行设计的试点示范工程;在新型建筑工业化、智能建造领域形成一批核心专利和技术标准。同时,培养一批建筑业与规划设计领域的高端人才。

值得一提的是,广州市鼓励链主企业及龙头企业借助珠江沿岸高质量发展契机,用好珠江沿岸历史文化遗产及旧厂房、旧物业等发展设计产业集群创新载体,充分利用城市更新改造腾挪空间,推动形成规划设计产业集聚区。

广东能源发展“十四五”规划

近日,广东省人民政府印发《广东省能源发展“十四五”规划》,规划提到,加快先进储能产业集聚发展,积极布局大容量储热(冷)、物理储能等其他创新储能产业。

《规划》要求,实施重点行业领域节能降碳工程。在工业领域实施重点用能设备能效提升、能量系统优化、余热余压深度利用等节能重点工程,推进能源综合梯级利用,在建筑领域持续提升建筑节能标准,大力发展节能低碳建筑。推进既有建筑的节能改造,鼓励新建建筑规模化应用太阳能等可再生能源,在交通领

域加快形成绿色低碳运输方式,大力推广应用新能源汽车,推动内河观光纯电动船推广应用,大力倡导绿色出行,推进新型基础设施领域节能,提高数据中心、5G通信基站等能效标准,提高运行效率和节能水平,积极引导重点用能单位深入挖掘节能潜力,深入实施公共机构能效提升工程。

发挥广东省区位优势,加强能源共建与合作,提升能源互联互通及能源供应保障能力。推进粤港澳大湾区能源协同创新发展,构建清洁低碳、安全可靠、智能高效、开放共享的区域能源体系。

贵州持续开展施工和燃气领域“打非治违”行动

近日，贵州省召开住建系统安全生产专项督导帮扶动员部署及宣讲视频会议，深入部署全省住建系统配合做好国务院安委会对全省建筑施工和燃气领域两个专项督导帮扶相关工作，会议要求，各级住建主管部门、各有关单位要强化源头治理和系统治理，通过开展全面“体检”，认真梳理总结本地区本单位存在的问题和不足，做好项目“体检”、做好企业“体检”、做好部门“体检”。

同时，要持续深入开展全省建筑施工和城镇燃气领域“打非

治违”专项整治，强化责任担当，拿出过硬举措，围绕安全主体责任不落实、基本建设程序不履行、关键岗位人员不到岗、危大工程管控不到位等问题及重点行业领域、重点地区和关键环节，打一场安全生产集中攻坚战，以最严厉的措施倒逼各单位落实主体责任，以最迅速最有力的行动坚决遏制新的重大事故。抓好在建项目台账精准调度。对本地区未办理施工许可项目按月调度，动态更新房建市政工程在建项目清单和统计表。省住建厅将建立通报机制，及时进行通报。

甘肃加强建筑节能，推进可再生能源利用

近日，甘肃省住建厅发布《关于加强建筑节能、绿色建筑和装配式建筑工作的通知》，明确2022年，新建建筑全面执行建筑节能强制性标准。城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到70%，市州建设不少于2个绿色建筑或超低能耗建筑示范项目。兰州市、天水市装配式建筑占新建建筑面积的比例达到21%，其余各市州装配式建筑占新建建筑面积的比例达到16%。

在加强新建建筑节能提升方

面，将严格执行建筑节能强制性标准、大力推广建筑节能与结构一体化技术，还提到大力推广太阳能、中深层地热能等可再生能源在建筑中规模化应用。推进新建建筑太阳能光伏一体化设计、施工、安装，政府投资公益性建筑优先选用太阳能光伏应用。通过推动绿色建筑规模化发展，加强高品质绿色建筑发展、稳步推进既有建筑节能改造、推动建筑工业化发展、加强建设科技创新等方面提出具体要求。

宁夏吴忠盐池县推进清洁取暖改造目标

日前，吴忠市盐池县人民政府发布《盐池县人民政府办公室关于印发盐池县冬季清洁取暖项目实施方案的通知》。根据实施方案内容显示，2021年-2023年期间，项目总户数2.7万户，项目总投资3.59亿元。其中中央预算补助资金9450万元，县财政配套控制在4860万元以内，农户自筹2.16亿元。

实施方案指出，农村热源清洁化改造项目，实施可再生能源

分布式供热及“煤改电”、“煤改气”工程。一是根据可再生能源的分布条件，农户因地制宜实施“太阳能+”取暖、生物质能取暖、地热取暖项目，积极推进空气源热泵、地源热泵、空气源热泵热风机和各类蓄热式、直热式电采暖技术、燃气壁挂炉等分散式清洁取暖设施。二是按照“电改优先、气改补充、合理负担、惠及民生”原则，实施冬季清洁取暖项目。

延安吴起县试点示范投资1.9亿推进清洁取暖

日前，陕西省延安市吴起县人民政府发布《吴起县2022年工作报告》。其中提到，2022年吴起县将投资1.9亿元，启动气化乡镇和农村清洁取暖试点。

根据《吴起县实施冬季清洁取暖项目工作方案（2021-2023）》显示，到2023年冬季取暖季，城区清洁取暖覆盖率达到100%，农村地区清洁取暖率达到60%，完成既有建筑节能改造面积的32%。热源清洁化改造方面，全县共需完成30420户，其中县城建成区15593户，农村地区14827户。

根据实施步骤，2022年4月-2022年8月为试点示范阶段，按照“先行试点、总结经验、稳步推进”的思路，由农业农村局负责在全县各镇办选定2-5个基础设施较好的村组、社区开展试点，按照“逐级上报，优选确定”原则，各镇（街）收集上报试点基础资料，经审核报至县清洁取暖领导小组确认后，下达清洁取暖改造计划。2022年8月-2023年12月为全面实施阶段。

西藏《绿色建筑评价标准》征求意见稿对建筑碳排放和超低能耗建筑加分

近日，西藏自治区住建厅官网发布《绿色建筑评价标准》、《民用建筑节能技术规程》等五个地标征求意见稿，向社会公开征求意见。《绿色建筑评价标准》“提高与创新（加分项）”部分提出：进行建筑碳排放计算分析，采取措施降低单位建筑面积碳排放强度，评价分值为12分；单体或区域项目在超低能耗、近零能耗健康等方面进行了实施，评价总分为10分；达到零碳建筑或零能耗建筑认证，得10分。

青海同德县推进清洁供暖示范县，预算投资超三亿元

近日，青海省海南藏族自治州同德县发展和改革局发布关于上报《同德县清洁供暖示范县实施方案》的请示，规划2021-2023年完成改造供热面积117.066万 m^2 ，其中县城规划清洁供热规模109万 m^2 ，乡镇公共设施规模7.546万 m^2 ，实施一个村清洁供暖试点规划规模0.52万 m^2 。项目估算投资为3.09亿元。

《方案》要求，2022年完成清洁供暖改造任务4项，改造面积68万 m^2 ，分别为老城区尕巴松多镇3号站及丽塘小区片区供热片区清洁供暖改造，配套电蓄热锅炉及供电等配套附属设施改造，改造面积为15万 m^2 ；同德县南小街热源供热片区新建一座固体蓄热锅炉房及相关配套附属设施，供热片区供暖规模约35万 m^2 ；同德县乡镇公建及散户清洁供暖项目，空气能设备等配套设施改造和配套智能控制等附属设施，规模约7.546万 m^2 。同德县新区4号站供热片区清洁供暖，配套电蓄热锅炉及供电等配套附属设施改造，改造面积为10.5万 m^2 。

2023年完成清洁供暖任务3项，改造面积43.52万 m^2 ，分别为同德县新区热源新建一座固体蓄热锅炉房及相关配套附属设施，供热片区供暖规模约28万 m^2 ；同德县北环路片区清洁供暖配套电蓄热锅炉及供电等配套附属设施改造，改造供热面积15万 m^2 ；巴沟乡然果村清洁供暖示范村分布式光伏清洁供暖改造，配套供电等配套附属设施。为48户安装分布式光伏，改造面积为5200 m^2 等。

平凉市能源发展规划到2025年非化石能源消费占比到25%

3月21日，平凉市人民政府印发《平凉市“十四五”能源发展规划》，规划到2025年非化石能源消费比重占能源消费总量的25%。

积极探索在崆峒区、华亭市、平凉工业园区等有条件的区域试点建设先进压缩空气储能、氢储能和蓄冷蓄热储能等新型储能示范项目。

“十四五”期间，建立新能源综合利用示范区，以现有集中式、分布式光伏发电项目为基础，

依托较为丰富的太阳能、风能资源，积极发展光伏发电、风力发电及生物质能发电等新能源项目，坚持分布式与集中式相互融合发展，形成具有引领示范作用的新能源建设示范区；加快发展光电，在工业园区、学校、新农村、厂矿企业、公共建筑、商业建筑等场所大力推广使用分布式光伏发电系统；提升能源资源利用效率，充分发挥电能清洁、安全、智能优势，在清洁供暖、工农生产、交通运输、商业民用等领域。

广东省推广应用空气源热泵

近日，广东省住房和城乡建设厅印发广东省建筑节能与绿色建筑发展“十四五”规划的通知中提到：实施建筑电气化工程。提高建筑用能中清洁电力消费比例，在城市大型商场、办公楼、酒店、机场航站楼等公共建筑中推广应用空气源热泵、电蓄冷空调等。引导生活热水、炊事用能向电气化发展，促进高效电气化技术与设备研发。鼓励机关、学校、医院等公共机构建筑和办公楼、酒店、商业综合体等大型公

共建筑围绕减碳提效，实施电气化改造。鼓励建设以“光储直柔”为主要特征的新型建筑电力系统，发展柔性用电建筑。

可再生能源应用。大力发展建筑分布式光伏。推动太阳能光热系统在中低层住宅、酒店、宿舍、公寓等建筑中应用，积极推广高效空气源热泵技术及产品。

建筑电气化工程实施。推广应用空气源热泵、电蓄冷空调等，提升用能设备能效标准。到2025年，建筑能耗中电力消费比例大于80%。

江苏统筹推进建筑产业现代化工作

近日，江苏省住房和城乡建设厅召开建筑产业现代化工作推进会，研究部署2022年重点工作。副厅长刘大威出席会议并讲话。

刘大威指出，2022年是推进“十四五”建筑产业现代化发展目标的关键之年，江苏省住建厅各相关处室、单位要在政策引导、标准制定、质量管控、项目示范等方面，统筹协调、扎实推进。他强调，下一步各处室、单位要结合自身职能，找准切入点，积极推动装配式建造技术在相关领域的试点示

范和应用；尽快围绕部品部件标准化应用开展研究，形成研究成果指导工程实践；明确装配化装修是对装配式建筑的重要补充，并持续推进相关工作，为实现“双碳”目标奠定基础。

会上，江苏省建筑产业现代化推进工作联席会议办公室通报了2021年建筑产业现代化工作情况，介绍了2022年初步工作打算，26个相关处室、直属单位围绕职责分工分别汇报了2021年工作完成情况和2022年工作计划。

美的空气能热水全力助力合肥方舱医院建设

目前，疫情防控形势还很严峻，国家卫健委也在国务院联防联控机制发布会上表示，要保证每个省能够至少有两三家方舱医院。从设计到最终交付，方舱建设的工期一般都不超过一周，在紧锣密鼓建设中，美的空气能热水全力助力合肥方舱医院建设。

方舱医院是我国公共卫生防控与医疗的一项重大举措，在居家隔离和去定点医院之间，方舱医院的分诊，为医疗卫生体系增加了一个新的医疗照护层级，发挥了桥梁作用，避免了医疗资源的浪费和挤兑。由于其机动性强、

模块化装卸等特性，方舱医院缺乏独立相关配套设施，如热水集中供应问题，凭借优质的产品和高品质服务，美的空气能热水获得了甲方青睐，为其打造舒适、便捷热水系统，为医生、患者提供热水保障。

作为具有高度社会责任感、使命感的企业，美的不断加大科技研发力度，生产优质产品，打造综合方案为用户创造美好舒适的生活。参与方舱医院的建设，是美的作为民族企业的担当，也是美的在合肥区域上不断耕耘扩大影响力的体现。

格力医疗级中央空调进驻成都公卫中心应急病房

为快速阻断病毒传播，预防新冠病毒感染，成都市全力推动方舱医院的建设，提前做好相关物资和医疗人员储备，成都市公共卫生临床医疗中心应急病房建设项目（方舱医院），是成都建工集团承接的紧急建设防疫工程，格力中央空调负责空调设备供应。

成都方舱医院是达到传染病院级别的建设项目，建筑用地面积约2万平方米，整体建筑包括病房、缓冲区、医护走廊，更衣室，办公区等。该项目使用格力医疗专用新风直膨机组54套，其中24套用于负压病房，

30套用于过道及医生办公区新风；24台商用多联机，244台内机，用于过道和医生办公室制冷制热使用。

格力医疗专用直膨组合式净化空调机组，是针对医疗防疫需求，所研发出的专属医疗级空调机组。该机组功能模块丰富，可实现制冷、制（加）热、除湿、加湿、消声、空气净化、输送新风等多种功能，还对空气进行除尘杀菌，高效净化，并做到病区空气由清洁区向污染区单向流动，全方位保障场所内人员身体安全。



海尔服务天津新松机器人工厂项目

海尔中央空调聚焦各行业差异化需求，以丰富的产品阵容推出个性化空气解决方案，树立无数优秀样板，在天津新松机器人自动化有限公司项目中，采用了海尔物联多联机空气解决方案，节能高效、稳定运行，全面满足了用户需求。

天津新松工厂由研发楼、生产一车间、生产二车间、其他辅助用房组成，其中研发楼建筑面积为11032.89m²，楼层为负一层至五层，生产一、二车间建筑面积一共为31500m²，其建筑高度为16.6m。项目方在建筑中央空调系统的选择上极其严谨，要求中央空调系统节能稳定同时保障良好的制冷制热效果，在多方了解后选用了以海尔物联多联机为主的海尔中央空调空气解决方案。

在项目空调解决方案中，研发楼每层楼外机采用两套海尔物联多联机，夏季制冷，冬季制热，每套系统室外机距离第一分歧管的距离大于90m小于110m；室内机采用SartFlow360°环绕嵌入式。生产一、二车间外机同样采用海尔物联多联机，每套系统室外机距离第一分歧管的距离大于90m小于130m；车间内采用100pa中静压风管机定点送风方式，辅助用房同样采用海尔物联多联机和SartFlow360°环绕嵌入式为其提供舒适的冷暖体验。



奥克斯中央空调助力摩天写字楼高效舒适办公环境

在杭州未来科技城这片承载了科技与创新发展的沃土上，不仅拥有阿里巴巴、字节跳动、菜鸟网络等知名企业，还有奥克斯未来中心。该项目享有 45 万方城市综合体配套，约 280m 的摩天写字楼，自持约 6.7 万方 AUX 购物中心，是个集餐饮、休闲、购物、办公于一体的综合商务圈，吸引了很多大型企业和品牌的入驻。



为打造尊享品质的商务办公区域，奥克斯未来中心携手奥克斯中央空调，在写字楼的中央空调选择上精雕细琢，悉心洞察用户体验，最终选用 ARV-X7 系列全直流变频低温强热智能多联机组，成功为入驻企业打造舒适健康环境。由于毗邻商圈和拥多种面积办公场景，对于办公环境的宁静度和舒适度要求更高。

奥克斯 ARV-X7 系列采用低温喷焓技术、智能过冷技术，配合独有的节能技术，兼具灵活性和稳定性，能适用于不同的应用场景，速冷速热启动控制技术，使办公区域快速达到理想温度，还集多项专利技术和新一代冷媒控制系统相结合，精准控制中央空调，保障机组高效稳定运行，机组采用多种静音技术和低噪音运行部件，确保宁静舒适的空调环境。

开利微气候体验中心再增一城落户江门

近日，开利家用中央空调广东市场再落一子，微气候体验中心江门店正式开业，将为江门市场的终端客户提供舒适、健康的室内环境。

时代飞速发展，消费者已经不再局限于普通的制冷、制热的基础需求，人们更加追求舒适、健康的居家环境。开利空调正是基于市场需求，携手江门捷胜打造开利舒适家居气候系统并带来 HCSMini VWV 系列产品，此系列新品整合强劲制热、舒适地暖、柔和制冷、中央除霾、专业除湿、气候管家、

智能加湿、长效守护等十大舒适维度，从而为消费者打造全新的家居环境“气候”系统。未来开利空调将立足用户体验，不断优化产品性能完善升级品牌产品线，打造契合中国家庭生活所需的家居舒适解决方案。

随着市场的不断扩大化，开利空调正逐渐增加在销售工具、产品研发、人员架构、工厂端、品牌宣传等各方面的投入，凭借领先的技术、优质的服务以及对能源和环境的高度责任感，为用户提供世界级的暖通空调产品和系统解决方案。

天加 31 台天加螺杆式冷水机入驻康恩贝药业

近日，天加医药细分市场再传捷报，31 台天加螺杆式冷水机组进驻康恩贝药业，用专业系统解决方案设计、施工实力，守护药企制药环境。

浙江康恩贝制药前身为兰溪云山制药厂，经过逾五十年的发展，现已成长为一家集药物研发、生产、销售及药材种植、提取于一体，实施全产业链经营的大型医药企业。药物生产需要长期保持室内适宜的环境，所以需要中央空调机组长时间的运行，并且

保持性能稳定。因此，选择合适的中央空调系统解决方案以及品牌也成为了康恩贝药业负责人的首要问题。

天加在制药领域拥有丰富的服务经验，当得知甲方的需求后，组织团队成员进行现场考察，根据场地情况及甲方的需求，最终选择了由 31 台天加螺杆式冷水机及其他设备组成的系统解决方案。最终，从方案的专业性和品牌市场口碑，天加得到了甲方的认可，成功斩获了该项目。



开利助力重庆中医院

近日，开利凭借着优异的产品性能和良好的用户口碑成功入驻重庆中医院，为其提供高效、舒适、节能环保的空调解决方案。目前，开利轻商 VRF 多联机 XCT7 系列产品以及数台直膨机产品已经进场安装，其他配套项目也在紧锣密鼓的进行中。

重庆市中医院占地约 17 亩，建筑面积 45746m²，业务用房 30214m²，重庆市中医院现开设病床 450 张，设有一级科室 20

个，二级科室 11 个，药剂和医技科室 11 个。项目建成后，将是一所绿色的、智慧的现代化综合性中医院，为重庆人民的身体健康提供更加坚实的保障，有力推动医疗卫生事业的跨越式发展。

开利空调始终以专业的技术和优质的产品获得行业和用户的认可，本次服务的重庆中医院项目，是开利空调轻商 VRF 系列产品在医疗领域又一样板工程。



国祥空调驰援沈阳市方舱医院

为提升应急处置能力，提前准备必要的临时救治场所，沈阳市在国际展览中心建设方舱医院应急工程，国祥空调在接到沈阳市方舱医院需求后，火速响应并制定支援方案。在现有备货机组无法满足需求的情况下，国祥紧急调配车间生产，仅 7 天，就完成下单到发货，并安排专人专车连夜发往沈阳，争取最快速度安装并投入使用。

沈阳市方舱医院应急工程总建筑面积约 5.1 万 m²，分两期改造建设，一期建筑面积 3.1 万 m²，可提供 1000 张治疗床位及 1.3 万 m² 的医疗物资仓库；二期建筑面积 2 万 m²，改造完成后可再提供 1000 张治疗床位。

空调通风系统作为方舱医院建设中的重中之重，主要原则是保证各功能区之间的压力关系正常，防止院内感染，为患者、医护人员提供健康保障。在沈阳市方舱医院项目中，国祥工程师经过技术沟通后，快速制定了组合式空气处理机组解决方案，由混合、过滤、冷却、加热、加湿、除湿、热回收、消毒的等空气处理功能段组合，该机组还可实现对空调区域内空气的温度、湿度、洁净度的处理和集中送风要求。

天加能源旗开能源布局

近日，在中低温发电领域位居世界前列的天加热能，继启用总投资 20 亿元的能源装备生产新基地后，近期又被传出更名为天加能源的消息，公司细分业务、管理体系、产品系列等也将同步转型升级，旗开能源板块布局步伐。

国家企业信用信息公示系统（江苏）官网信息显示，原“南京天加热能技术有限公司”已于 3 月 9 日完成了名称和住所变更，新公司名为“南京天加能源科技有限公司”。据悉，该公司成立于 2016 年 9 月，经营范围包括低温余热、地热、

太阳能发电等热能应用技术、应用系统及相关设备的研发、生产、销售及技术服务，机电工程安装施工、新能源管理等。

天加能源表示，公司目前的主导业务已经不单单局限于传统的热能利用领域，而是以科技创新为突破口，向地热（干热岩）发电、工业余热发电、LNG 冷能发电、生物质能（含制氢）以及储能等五大主体能源市场延展，致力于成为世界领先的绿色能源系统解决方案提供商。更名为天加能源能更精准地匹配公司的主营业务现状与未来发展趋势。



EK 空调火速驰援秦皇岛方舱隔离点建设

为提升应急处置能力，提前准备必要的临时救治场所，秦皇岛市海港区已于近日启动“海港区公共卫生指导服务中心（方舱隔离点）”建设工程，项目建设隔离用房 30 栋 568 间，后勤保障用房 14 栋，配套水、暖、电、污水等设施，以两层集装箱式装配式建筑为主。

对医疗隔离场所来说，适宜的室内温度更有利于患者休息、治疗及护理工作的进行。秦皇岛地处北方地区，必须要考虑到夏季制冷和冬季采暖的问题，兼具高效节能、安全可靠、便于管理等特点，当前，空气源热泵采暖及制冷在医院场所的应用已经非常广泛，这种冷暖方式清洁卫生，智能舒适，大大提升了医院的环境质量。

EK 空调继驰援香港方舱医院后，又参与到秦皇岛方舱隔离点的建设中，目前，项目现场施工工作正在紧锣密鼓地展开，由 EK 中国提供的一批空气源热泵机组也已抵达项目现场，为海港区方舱隔离点提供制冷、供暖保障，助力秦皇岛疫情防控。



海尔中央空调赋能于监利市文体中心项目

对城市而言，文化和体育场馆是一个重要的配套工程，对城市的可持续发展作用重大。近日，海尔中央空调以近 20 台风冷螺杆为主的场馆空气解决方案，赋能于监利市文体中心项目，范围涵盖游泳馆、剧院、文化馆等全部六大功能区，为整个文体中心筑起一道绿色空气“屏障”，促进整个项目的可持续发展。

湖北省监利市规划建设文体中心，分为文化中心和体育中心两大部分，总建筑面积 86652.2m²，集剧院、规划与博物馆和科技馆、图书馆与档案馆、文化馆、健身综合服务中心与体育馆、游泳馆六大功能区。作为公建工程，在整个项目的配套设施的选择上更为严谨，整体方案的设备必须选用品质最高的产品，在空气系统上也不例外。

外。由于中央空调耗能较大的特殊性，项目方在选择空气方案时，对产品的节能性尤为看重。

设备选择初期，项目方对各方品牌做了大量的了解，其中对海尔中央空调的空气解决方案非常认可。在经过全面的了解后，项目方最终果断选择了海尔中央空调全场景空气解决方案，采用近 20 台风冷螺杆机组为主，搭配物联多联机、组合式空气处理机组等，全面满足各个场景的不同空气需求，为用户带来不一样的绿色、舒适极致体验。



日立空调持续助力京东方打造节能标杆

近日，世界经济论坛正式对外公布最新一批“灯塔工厂”名单，BOE（京东方）从全球众多企业中脱颖而出，福州京东方荣膺全球智能制造领域最高荣誉“灯塔工厂”，成为中国大陆第一家入选的显示企业。

此次入选“灯塔工厂”的京东方福州第 8.5 代半导体显示生产线项目中，冷水机空调采用了由江森自控日立万宝空调（广州）有限公司提供的高效

节能系统解决方案——高效离心机组，总冷量 24,000RT，加码双碳致力于为客户带来更加高效节能低碳的使用体验。

江森自控日立万宝空调（广州）有限公司与 BOE 京东方集团携手合作已久，凭借领先业界的技术优势、专业的服务与丰富的产品阵容，先后服务了京东方合肥、福州、重庆多个基地，累计采用日立离心机 45 台，总冷量超 95,000RT，为其带来高效舒适节能的定制化解决方案。BOE 京东方的多次选择，这也再次证明了日立空调在暖通空调领域的专业实力得到了行业领先客户的认可，持续为 BOE 京东方集团提供稳定、高效且优质的空调系统解决方案，助力京东方打造节能标杆。



海尔为江西会昌县人民医院提供多元化空调解决方案

日前，海尔中央空调为江西省会昌县人民医院整体搬迁项目提供的多元化空调解决方案持续稳步进行，多联机、水冷螺杆等机组大批量进场安装，其他配套项目也在紧锣密鼓的进行中。

据了解，江西省会昌县人民医院新院建设项目项目总投资预计4.3亿元，总建筑面积117615m²，设置病床1000张并达到开放病床1200张。项目建成后，将是一所绿色的、智慧的现代化综合性医院，实现县城区公共医疗卫生资源最优化配置，为会昌县人民的身体健康

康提供更加坚实的保障。

海尔中央空调根据医院对温湿度的环境需求，结合节能减排的要求，在此前应用案例的基础上对该项目进行重点设计和规划，使用磁悬浮、多联机、水冷螺杆等主机设备，最大化的发挥不同设备的优势，彼此形成更好的节能高效运行模式，不仅能够有效满足项目的快速有效推进需求，也便于安装、维护和后期的保养。该项目将成为海尔中央空调在江西市场的多元化空调解决方案的示范项目，对于提升海尔在医院领域的应用有着很好的助推作用。



西屋康达推出新一代超薄静音型风机盘管

近日，针对客户对于中央空调系统占用层高以及对环境安静的需求细节，西屋康达集中研发力量，推出新一代超薄静音型风机盘管，以“超薄”和“静音”作为风机盘管系列产品的核心优势，在基础传统风机盘管上进行全面升级，以满足部分有特殊安装及噪音低需求的项目。新一代超薄静音型风机盘管机组高度，较常规风机盘管机组节省安装空间，大大提高室内空间利用率。

据了解，该款机组采用超薄

机身设计，设计高度185mm，较常规风机盘管节省50mm以上安装空间，大大提高室内空间利用率。而独特的消音结构，使气流更顺畅，有效降低气流噪声，精选低噪风机，确保运行环境安静、舒适。其电机采用先进优质的无油滚珠轴承和弹性轴封，长期使用免维护。一体冲压成型5°倾角水盘设计，使机组可以快速排出冷凝水；此款新品机组应用灵活、外形美观，满足各类建筑中央空调系统的配套需求。

海信中央空调火速驰援威海方舱医院建设

根据国家疫情防控要求，为提升应急处置能力，提前准备必要的临时救治场所，威海市火速建设威海东浦湾方舱医院项目，目前医院正在紧锣密鼓的建设中，海信中央空调以简洁便利灵活高效的空调系统为防疫保驾护航。

威海东浦湾方舱医院项目（东浦湾健康驿站二期）总建筑面积为12000m²，该项目建筑结构为成品箱式板房结构。该医院主要用于威海市区新冠疫情病人的救治工作。医院的部分区域，包含中间区域一般、休息室、治疗室处置室、护士站及更衣室设置多联机空调。

由于项目工程建设周期短、任务重、责任大，在选择空调供应商上也更加严格，海信中央空调凭借成熟的产品技术以及完备的系统解决方案火速驰援改项目，获得该项目的认可。后期在施工中将严格执行相关的安装操作规程，高效率高质量完成这项光荣而艰巨的任务。



天加健康多联机成功中标 郑州轻工业大学改造项目

日前，天加宁波分公司传来捷报，天加健康多联机成功中标郑州轻工业大学东风校区一工程训练中心空调改造项目。根据项目需求，天加为东风校区改造项目提供 700 余台多联机设备，局部办公区域采用超博净化室内机，独有 INTREPID 三合一过滤，有效保护空气品质。

天加多联机采用业内最强八重回油技术，回油率达 99.99%，控制与配置的双重保障，全方位保障冷媒均衡分配，Micro-HEX 微通道驱动冷却技术极限工况不降频，保证机组全力输出。自进军多联机市场以来，天加多联机凭借基因、技术、生产工艺三大基础，全面打造出了高品质多联机，树立众多优秀标杆工程。

约克 VRF 中标潍坊富亭街中学项目

约克 VRF 作为深耕中国市场多年的品牌也一直为高等教育、科学进步贡献属于自己的力量。近日，约克 VRF 青岛分公司再传捷报，成功中标潍坊富亭街中学项目，中标匹数总计 2116 匹。

据悉，约克 VRF 此次中标的潍坊富亭街中学是一处全日制公办初中，项目总建筑面积 68071.44m²，总投资约 3.75 亿元。主要建设教学楼 4 栋，综合楼 1 栋，宿舍楼 2 栋，餐厅（风雨操场）1 栋，幼儿园 1 栋。作为教育场所，针对空气处理系统的稳定性、能效比等要求高的特性，约克 VRF 为其制定了全面的综合性解决方案，提供绿色建筑建设。

中广 5C 舒适家入选“2021 年度浙江省人工智能优秀解决方案（产品）”

近日，浙江省经济和信息化厅正式公布了《2021 年人工智能典型应用场景和优秀解决方案（产品）名单》，浙江中广电器集团股份有限公司旗下品牌推出的中广“5C 智能舒适家居”，入选“AI+ 家居”领域“2021 年度浙江省人工智能优秀解决方案（产品）”名录。该名录的出炉，旨在推进人工智能解决方案

（产品）落地及普及推广，进一步促进人工智能与经济社会融合发展。

成功入选该名录，意味着中广电器集团在“AI+ 家居”领域的企业生产制造及研发创新实力均处于浙江制造的领先水平，中广“5C 智能舒适家居系统”对我国智能舒适家居产业的未来发展有着重要积极作用。

大金空调助力成都贝赛思学校

成都贝赛思校区从设计伊始就超越传统学校的固有理念，融入更加科学的空间布局灵感大金用产品的硬实力，和贴心的软服务，助力贝赛思学校师生空气安全，做好空气的守护者。

贝赛思学校教学楼使用大金 VRV X7 系列中央空调系统，使用冷媒管连接室内外机，各空间独立，不会形成交叉感染，每个房间的室内机还能独立控制，灵活应对孩子们的冷热需求。教学楼和办公区域配备了大金的新风系统，能有效引入新鲜空气。更重要的是，它不是将外面空气简单引入，而是会对室外的脏空气先进行细致过滤再引入室内，只

有新鲜又洁净的空气，才能保障良好的学习状态。

在教室中，大金的薄型风管机仅需 300mm 的吊顶空间，让空间更开阔；大金拥有先进的静音技术，最低运转音低至 28dB，给孩子营造安静的学习环境。而配备的新风系统，为孩子们随时提供新鲜空气。在办公区域安装了大金的环境气流嵌入式室内机，360° 环绕出风，气流更均匀，高天花板设计，美观实用。产品同时搭载大金的智能化操控系统，实现远程查看控制，日程设定管理等功能，让系统管理更省心，还能省去不必要的能耗。

海尔中央空调获天津邮储银行项目高度认可

海尔中央空调砥砺前行，探索智造，引领行业，不断填补行业空白，更是深耕用户需求，持续迭代服务标准。近日，海尔中央空调收到了一封来自天津的感谢信，在赋能的天津邮储银行项目中，海尔中央空调服务团队获得了项目方给予的高度认可。

天津邮储银行在空气系统上采用了以海尔物联多联机为主的空气解决方案，凭借智慧节能的优势赋能项目。由于银行网点分散，但安装时间集中，海尔中央空调售后监理紧抓节点安装，协调安装事宜，在预定工期完美交付，保障了邮储银行项目的全面成功。

台佳一体式机组进驻甘李药业临沂生产基地

近日，台佳中标甘李药业临沂生产基地一期项目，为项目提供6台一体式双冷高效冷水机组、66台组合式空调机组以及配套的空气处理机组、风机盘管机组。临沂生产基地项目是甘李药业近年来投资规模最大、科技含量最高的项目，项目一期投资17亿元，年可实现产值100亿元，项目的建设，对于提升山东省医药产业核心竞争力具有重要意义。

台佳一体式系列产品是运用机房系统集成化、功能单元模块化的设计理念，化繁为简，将复杂的机电工程转化为高可

靠性、高度智能化的机电集成产品。一体机集冷(热)水机组、冷(热)水输配系统、冷却水输配及水处理系统、动力系统、集中控制系统于一体。转变了冷(热)水机房系统建造模式，简化了机房建造流程，提升了建造效率，并大幅降低建造成本。

基于大数据和人工智能科技，机组搭载自主研发的智慧控制系统，根据各运动部件在不同工况下的性能曲线、当地气象参数、机组运行记录，以保持系统最高能效运行，确保一体机始终在最低能耗状态下运行，助力甘李药业临沂生产基地。

格力永磁同步变频离心机服务好利来

近日，格力湖北市场传来捷报，成功中标好利来食品科技有限公司武汉工厂，为其提供2台2800kW格力永磁同步变频离心机。

据了解，好利来(武汉)食品生产工厂主要辐射华中地区。工厂采用国际一流先进技术及硬件设施，严格按照GMP标准要求建造，引进德国的面包生产线、法国的蛋糕生产线和国内最先进的月饼生产线，车间空气净化按制药行业十万级标准设计规划，

建成自动化工厂。

基于该项目规模大、环境特殊，因此对格力中央空调系统的舒适节能、稳定可靠、自动化程度都提出了严苛的要求。能成为该项目的守护者，也得益于格力永磁同步变频离心机突出的产品性能。作为空调行业的领跑者，格力中央空调一直专注于为各行各业提供专业、全方位的系统解决方案，积累了丰富的实践经验和样板工程。



美的磁悬浮离心机中标宁波市第六医院扩建项目

近日，美的楼宇科技磁悬浮变频离心机再立医疗行业样板，成功中标宁波市第六医院。医疗机构是集病房、手术室、化验科、药剂储藏等空间于一体的特殊场所，对环境的温湿度有严苛要求，美的楼宇科技根据实际情况为宁波市第六医院提供定制解决方案。

宁波市第六医院创建于2001年6月，是目前省内规模最大的三级骨科专科医院，集医疗、教学、科研、康复、预防、保健为一体。为满足患者的就医需求，宁波市第六医院实施扩建计划，扩建地块用地面积约1.15万m²，扩建项目被列为宁波鄞州区2022年10件民生实事项目之一，该项目力争在今年6月份开工建设。

从广泛应用于公寓、写字楼、商场、酒店等建筑场所，到在轨道交通、医疗等专业领域大显身手，依托多年来积累的暖通行业经验和技術优势，再立医疗行业样板。



国际资讯

International News

未来两年美国新增 41GW 光伏

根据美国能源信息署的数据，2022 年至 2023 年，美国电网将新增 85GW 的发电容量，包括 51GW（60%）的太阳能光伏和储能装机。

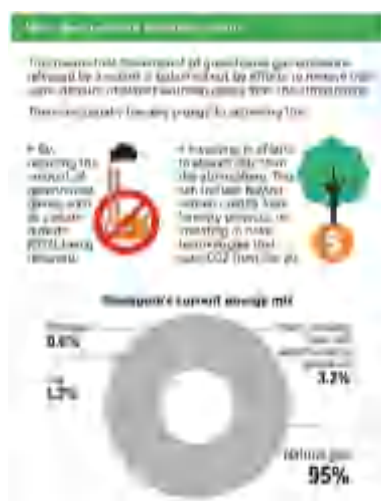
2021 年，美国的电池存储容量和可再生发电容量显著增加，部分原因是税收抵免的优惠政策，另外的原因是技术成本下降，尤其是电池成本的下降。根据配置和充电来源的不同，太阳能和电池储能装置可能都有资格享受太阳能投资税收抵免（ITC）的支持，但 ITC 计划在 2024 年前逐步退坡。在未来两年内，在美国计划新增的 51GW 太阳能和电池存储容量中，超过一半将位于三个州：最大的份额，12GW（23%）在德克萨斯州；11GW（21%）在加利福尼亚州，4GW（7%）在纽约州。新增公用事业规模的太阳能发电装机为 41GW（占新增总装机的 48%）。发电厂开发商和运营商预计将增加 10GW 的电池储能容量；其中超过 60% 的容量将与太阳能设施配套。

2021 年美国增加了 3.1GW 的电池存储容量，增加了 200%。电池储能应用成本的下降，以及与可再生能源（主要是风能和太阳能光伏）匹配使用时的良好经济性，推动了电池储能的扩张。未来两年计划新增的其余 34GW 装机容量将主要来自天然气（16GW）和风能（15GW）。与前两年相比，计划中新增风力发电容量下降了近一半，此前两年新增风力发电量达到 29GW。

新加坡电力部门预计到 2050 年实现净零排放

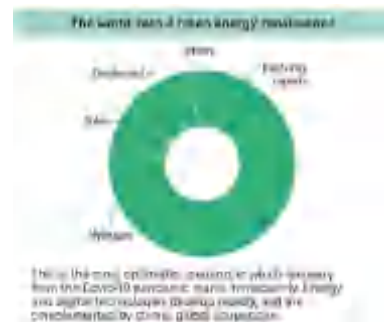
新加坡能源市场管理局（EMA）发布报告表示，新加坡电力部门的净排放将在 2050 年前降至零；实现这一目标既不会损害新加坡的能源安全，也不会损害其承受能力。

目前，电力行业占新加坡总排放量的 40% 左右。全国约 45% 的排放来自工业部门，陆路运输约占 14%。因此，如果电力部门的排放量可以逐渐减少到净零，这将使新加坡更好地实现其气候目标。



新加坡电力行业实现其净零目标的途径包括通过区域电网向新加坡进口更多清洁能源，开发适合以氢气用作燃料的基础设施，最大限度地利用太阳能电池板，以及新兴低碳技术的研究，如核技术或碳捕获技术。还包括购买国际碳信用额度，以抵消任何必须在当地燃烧的化石燃料的排放；管理能源需求；以及利用数字技术扩大减排效益。

在最乐观的情况下，能源和数字技术发展迅速，并辅之以强有力的全球合作，新加坡能够在 2050 年实现多样化的能源供应组合，从多个国家进口能源，并将低碳氢用作关键能源。



美国 2050 年可再生能源发电占比为 44%

美国能源信息署发表年度能源展望，预测在现有政策下美国可再生能源发电的份额将从 2021 年的 21% 增加到 2050 年的 44%。可再生能源的增加主要包括新的风能和太阳能。到 2050 年，水电的贡献在很大程度上保持不变，地热和生物质等其他可再生能源的发电量仍不到总发电量的 3%。

预计到 2030 年代初，包括公用事业规模的太阳能发电厂和小型屋顶终端使用系统在内

的太阳能发电总量的贡献将超过风力发电。风能和太阳能的早期增长是由联邦税收抵免推动的，预计联邦税收抵免将在 2026 年到期或大幅下降。

同时，由于燃煤发电机的持续退役和天然气发电的缓慢增长，美国化石燃料发电的总份额将从 60% 降至 2050 年的 44%。虽然天然气发电量绝对增加，但天然气在总发电量中的份额略有下降，从 2021 年的 37% 下降到 2050 年的 34%。

荷兰大幅度提高海上风电装机目标

路透社报道，荷兰将在未来几年大幅增加海上风电场的建设，到2030年将计划容量翻一番，以实现气候目标并减少对俄罗斯天然气的依赖。

荷兰政府计划在2030年前在北海荷兰部分增建总容量为10.7GW的风电场，意味着将原有2030年海上风能计划到总容量10GW增加一倍，目前约有3GW已经投入运营或在建。

荷兰政府今年1月宣布将大幅增加能源转型支出，并设立350亿欧元（390亿美元）的资金来资助碳中和的项目。新增的风力发电容量将有助于化工厂和钢铁厂等重工业用户转向可持续

能源，例如利用风力发电生产绿色氢气。

荷兰拥有欧洲最大的港口和许多大型工业，是欧盟人均温室气体排放量最高的国家之一。荷兰的碳排放量在2020年因为疫情下降，2021年二氧化碳排放量反弹增加了2%。但2021年的排放量相比1990年减少了23.9%，而荷兰总体目标是到2030年减少55%。



美国公用事业规模储能电池的两种用途

近日获悉，据美国能源信息署的数据，截止2021年底美国有4605MW的储能电池功率容量。功率容量指的是电池在给定时刻能释放的最大能量。

2020年美国运营的电池储能容量中，超过40%可以同时执行电网服务和电力负荷转移应用。约40%的储能只执行电力负荷转移，约20%只用于电网服务。

用于电网服务的电池平均持续时间相对较短（电池的平均持续时间是指电池在其铭牌功率容量下提供电能直至耗尽的时间）；用于电力负荷转移的电池持续时间相对较长。持续时间少于两小时的电池被视为短时间电池，几乎所有电池都可以提供有助于维持电网稳定的电网服务。提供电网服务的电池会在短时间内放电，有时甚至只有几秒钟或几分钟。部署短时储能电池具有经济性，2010年代末安装的大多数电池容量由用于电网服务的短时

储能电池组成。但随着时间的推移，这种趋势正在改变。

持续时间在4小时到8小时之间的电池通常每天循环一次，用于将电力从负荷相对较低的时间转移到负荷较高的时段。在一个太阳能发电能力相对较高的地区，每天循环使用的电池可以在中午储存太阳能电，并在晚上太阳能发电量下降的负荷高峰时段放电。

预计到2023年底，美国电池存储量将增加10GW，超过60%的电池容量将与太阳能发电厂配套使用。截至2020年，大多数安装在太阳能设施中的电池储能装置用于转移电力负荷，平均持续时间超过4小时。



德国研究从废弃光伏组件中回收硅生产 PERC 电池

德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所（Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems）的研究人员开发了一种工艺，使用废弃的太阳能光伏组件中100%回收的硅来生产PERC太阳能电池。

根据Fraunhofer ISE的数据，德国每年约有一万吨废弃太阳能光伏组件中的硅进入回收市场——到本世纪末，这个数字将上升到每年几十万吨。这些废弃的太阳能光伏组件中的铝、玻璃和铜已经以某种方式进行了再加工，但硅的情况并非如此。从废弃太阳能光伏组件中回收硅材料的工艺由Fraunhofer CSP的一个工作组与Reiling公司共同开发，并得到德国联邦经济事务和气候部的资助。

这一工艺能够回收所有厂家生产的各类晶体硅太阳能光伏组件。回收过程将太阳能电池碎片从机械回收过程的副产品中分离，并将硅电池碎片从玻璃和塑料中释放出来，然后通过湿化学蚀刻一步一步地去除背面触点、银触点、抗反射层等。硅被清洗并在标准工艺中加工成单晶硅或准单晶硅锭，然后加工成硅片。由此产生的PERC太阳能电池的转换效率为19.7%。这低于今天的优质PERC太阳能电池的效率，后者的效率约为22.2%，但肯定高于旧的废弃组件中的太阳能电池。



2022 年全球能源行业将支出 2.1 万亿美元

根据商业情报公司 Rystad energy 的一项研究,到 2022 年,全球能源行业预计将花费 2.1 万亿美元 (1.92 万亿欧元),主要投资于石油和天然气,也包括可再生能源和氢气。

虽然预计乌克兰战争将破坏能源转型,但对可再生能源的投资增长最快,占总能源支出的 31%。Rystad Energy 表示,如果没有战争,绿色支出的份额将略微增加。

绿色能源投资将同比增长 24%,即 1250 亿美元,其中太阳能投资增长 64%。其他将在 2022 年增加支出的绿色产业包括陆上风能 (同比增长 24%)、地热 (同比增长 38%)、氢气 (同比增长 37%)、碳捕获和储存 (同比增长 54%) 以及电池 (同比增长 29%)。Rystad energy 的数据显示,海上风电投资预计将下降 15%。

新冠大流行造成的全球通货膨胀、劳动力成本和船运价格以及对俄罗斯的制裁,导致能源支出达到创纪录水平。据 Rystad Energy 称,钢铁价格的上涨推动油气项目成本较 2020 年水平上升了 10% 至 20%。同期,电池和太阳能光伏制造业的关键材料——锂、镍、铜和多晶硅——将可再生能源的项目成本提高了 10% 至 35%。

“全球目前在能源上的花费比以往任何时候都要多。2014 年是我们最后一次看到类似的数字。人们可以看到在绿色能源上的支出发生了重大转变,绿色能源的支出一直在增加,而石油和天然气的支出却在下降。然而,在煤炭等其他化石燃料上的支出却保持不变。”

国际热泵市场呈高速增长

2021 年 11 月,国际能源署发布《能效 2021》市场报告。报告中提到,由于电气化政策的推进,热泵正在全球加速部署。在 2050 年净零排放情景中,热泵将是实现空间供暖电气化的关键技术,2030 年全球平均每月热泵销量将超过 300 万台,高于目前的约 160 万台。到 2030 年全球热泵安装数量将

达到 6 亿台。

2022 年 2 月,欧洲热泵协会 (EHPA) 同时发文指出,2020 年受疫情影响,热泵销售量与 2019 年相比仅增长了 7%。2021 年,热泵市场明显复苏,在欧洲以前所未有的速度增长。综合行业专家数据显示,到 2021 年年底,市场增长超过 25%,总销量超过 200 万台。

美国中央空调和空气源热泵 2022 年 1-2 月份出货量

2022 年 3 月 11 日,美国空调供热制冷协会 AHRI 发布美国 2022 年 1 月份中央空调和空气源热泵共出货 757,278 台,同比增长 10.4%,去年同期出货数据为 685,926 台。中央空调出货为 431,835 台,同比增长 5.6%,去年同期出货数据为 408,831 台。空气源热泵出货为 325,443 台,同比增长 17.4%,去年同期出货数据为 277,095 台。

2022 年 4 月 8 日,美国空调供热制冷协会 AHRI 发布美国 2022 年 2 月份中央空调和空气源热泵共出货 730,812 台,同比增长 14.6%,去年同期出货数据

为 637,772 台。中央空调出货为 424,293 台,同比增长 16.9%,去年同期出货数据为 363,045 台。空气源热泵出货为 306,519 台,同比增长 11.6%,去年同期出货数据为 274,727 台。

2022 年前 2 个月,美国中央空调和空气能热泵累计出货 1,488,090 台,同比增长 12.4%,去年出货数据为 1,323,698 台。中央空调出货为 856,128 台,同比增长 10.9%,去年同期出货数据为 771,876 台。空气能热泵累计出货为 631,962 台,同比增长 14.5%,去年同期出货数据为 551,882 台。

奥地利政府通过 3 亿欧元可再生能源促进计划

2022 年 4 月,奥地利联邦政府部长会议通过了扩大太阳能、风能和水力发电的条例,宣布将提供 3 亿欧元支持可再生能源发展。奥《可再生能源扩建法》确定,奥地利旨在 2030 年实现 100% 可再生能源发电,2040 年实现气候中立。加之当前的俄乌危机、能源价格高企、天然气面临断供风险,促使奥政府决心加速向可再生能源转变。

奥经济部长施拉姆伯克表示,这项 3 亿欧元的促进计划将衍生出 8.5 亿欧元的后续投资,额外产电 1TWh。4 月 21 日开始征集光伏发电的第一个项目。为实现既定的气候保护目标,到 2030 年必须增加 27 太瓦时的可再生能源发电,施强调,能源供应是欧洲的致命弱点,当下特别依赖俄罗斯,通过扩大可再生能源可减少对俄能源依赖。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 和《建筑环境通用规范》

解读一：《建筑节能与可再生能源利用通用规范》

· 编制基础

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的推出，是按照国家建立强制性标准为核心，推荐性和团体标准相配套的标准体系，是为了执行国家有关节约能源、保护生态环境、应对气候变化的法律、法规，落实“碳达峰”、“碳中和”决策部署，提高能源资源利用效率，推动可再生能源利用，降低建筑碳排放，营造良好的建筑室内环境，满足经济社会高质量发展的需要。

《通用规范》以规划、勘察、测量、设计、使用等通用技术要求为主要内容的强制性标准，以技术专业为对象，从新建建筑节能设计、既有建筑节能、可再生能源利用三个方面，明确了设计、施工、调试、验收、运行管理的强制性指标及基本要求。

从总则可以看到，本规范的适用范围是“新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造工程的建筑节能与可再生能源建筑应用系统的设计、施工、验收及运行管理”，涉及新建建筑、既有建筑、可再生能源系统、施工调试验收与运行管理等方方面面的内容。

· 全文强制

该《通用规范》是强制性

工程建设规范，全部条文必须严格执行。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。

· 覆盖面广

该《通用规范》覆盖面广，涉及新建建筑、既有建筑、可再生能源系统、施工调试验收与运行管理等内容，新建、改建和扩建建筑以及既有建筑节能改造工程的建筑节能与可再生能源建筑应用系统的设计、施工、验收及运行管理必须执行本规范。

· 能耗水平要求升级

《通用规范》提高了居住建筑、公共建筑的热工性能限值要求，与大部分地区现行节能标准不同，平均设计能耗水平在现行节能设计国家标准和行业标准的基础上分别降低30%和20%。在节能设计中，对节能率要求进一步提高，严寒和寒冷地区居住建筑平均节能率应为75%，其他气候区居住建筑平均节能率应为65%，公共建筑平均节能率应为72%。

· 被动节能措施优先

建筑节能应以保证生活和生产所必需的室内环境参数和使用功能为前提，采用被动节

能措施优先，充分利用天然采光、自然通风、改善围护结构保温隔热性能，提高建筑设备及系统的能源利用效率，降低建筑的用能需求，充分利用可再生能源，降低建筑的化石能源消耗量。

· 新增建筑碳排放强度要求和碳排放分析

《通用规范》明确，新建的居住和公共建筑碳排放强度分别在2016年执行的节能设计标准的基础上平均降低40%，碳排放强度平均降低 $7\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 以上。

要求新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造均应进行建筑节能设计。建设项目的可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含：建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告。施工图设计文件应明确建筑节能措施及可再生能源利用系统运营管理的技术要求。

· 新增温和地区工业建筑节能设计指标要求

对比《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245-2017版，《通用规范》新增温和A区设置供暖空调系统的工业建筑节能设计指标，拓展了工业标准适用范围，温和地区工业建筑要严格执行。

· 暖通空调系统效率和照明要求全面提升

《通用规范》对于冷水机组、热泵系统、多联机等冷热源设备机组效率要求全面提升，照明功率密度对比现行照明标准，达到目标值要求，进一步降低建筑运行能耗。

· 加强能耗比对

对于2万m²及以上的大型公共建筑，应建立实际运行能耗比对制度，并依据比对结果采取相应改进措施。

· 明确计量、监控等内容

对锅炉房、换热机房和制冷机房的燃料消耗量、供热系

统总供热量、制冷机（热泵）耗电量及制冷（热泵）系统总耗电量、制冷系统总供冷量、系统补水量等内容进行计量；对甲类公共建筑应按功能区域设置电能计量；对建筑面积不低于2万m²且采用集中空调的公共建筑，应设置建筑设备监控系统；对既有建筑节能改造设计设置能量计量装置，并应满足节能验收的要求。

· 完善建筑能耗统计

对建筑能耗电量、耗煤量、耗气量、耗油量、集中供热（冷）耗热（冷）量、可再生能源利用量应以一个完整的日历年统

计，建筑能耗数据应纳入能耗监督管理系统平台管理。建筑能源系统应按分类、分区、分项计量数据进行管理；可再生能源系统应进行单独统计。

· 细化可再生能源利用要求

《通用规范》对可再生能源系统对太阳能利用、空气源热泵、地源热泵等提出了明确指标和要求，其中要求新建建筑应安装太阳能系统，太阳能集热器设计使用寿命应高于15年，太阳能光伏发电系统中的光伏组件设计使用寿命应高于25年。

解读二：《建筑环境通用规范》

· 编制基础

《建筑环境通用规范》的发布不仅将有助于我国建筑质量的提升，提高人居环境水平，满足人体健康所需声光热环境和室内空气质量要求。

《通用规范》贯彻了改革和完善工程建设标准体系精神，符合现行法律、法规和技术政策要求，提升建筑品质，促进建筑行业高质量发展和绿色发展的工作要求。

突出了技术法规性质，从建筑声环境、建筑光环境、建筑热工、室内空气质量四个维度，减少室内噪声干扰、避免室内振动干扰，保证建筑光环境安全，满足围护结构保温、放热、防潮，控制室内空气污染物限量，明确了设计、检测与验收的强制性指标及基本要求。内容架构、要素构成等与国外技术法规和先进技术标准接轨，在保障安全、生态环保、人身健康等方面主要技术指标

及要求与发达国家相关法规、标准的规定一致，总体上达到国际先进水平。

· 适用范围

《通用规范》中规定了建筑声环境、建筑光环境、建筑热工、室内空气质量等四个方面的强制性要求，以室内环境为主，并兼顾协调相关室外环境，适用于新建、改建和扩建民用建筑以及工业建筑中辅助办公类建筑的声环境、光环境、建筑热工及室内空气质量的设计、检测及验收。现行工程建设标准相关强制性条文同时废止。

· 声环境

《通用规范》噪声级要求比《绿色建筑评价标准》GB/T 50378、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中对应条文更严格，睡眠噪声≤40dB（昼）、≤30dB（夜），日常≤40dB。

· 光环境

《通用规范》中，长期停留场所的光生物安全性照明产

品略有放宽，指标要求儿童RG0，其他RG0/RG1/RG2；在长时间视觉作业场所统一眩光值略微严格，指标要求UGR19-22；新增室外照明设计的指标要求。

· 建筑热工

《通用规范》新增防潮设计的要求。

· 空气质量

《通用规范》在室内空气污染物控制上不仅增加了控制顺序的要求，而且指标要求更加严格，氡≤100Bq/m³（150Bq/m³），甲醛≤0.07mg/m³（0.08mg/m³），苯≤0.06mg/m³（0.09mg/m³），氨≤0.15mg/m³（0.20mg/m³），TVOC≤0.45mg/m³（0.5mg/m³）；新增甲苯≤0.15mg/m³（0.20mg/m³），二甲苯≤0.20mg/m³。

《通用规范》新增土壤氡控制、材料控制（即对材料的放射性和氨释放量进行了规定）。

本刊编辑部

住房和城乡建设部关于印发“十四五”住房和城乡建设科技发展规划的通知

各省、自治区住房和城乡建设厅，直辖市住房和城乡建设（管）委，北京市规划和自然资源委，新疆生产建设兵团住房和城乡建设局：

现将《“十四五”住房和城乡建设科技发展规划》印发给你们，请认真贯彻落实。

住房和城乡建设部

2022年3月1日

“十四五”住房和城乡建设科技发展规划（节选）

为促进住房和城乡建设领域科技发展，依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《中共中央办公厅 国务院办公厅关于推动城乡建设绿色发展的意见》和国家科技创新相关规划，制定本规划。

一、形势需求（节选）

（一）发展基础。

“十三五”时期，住房和城乡建设系统深入实施创新驱动发展战略，扎实推进《住房和城乡建设科技创新“十三五”专项规划》实施，科技创新取得显著成效，有力推动了住房和城乡建设事业健康发展。

科技水平持续提升。绿色建筑和建筑节能技术实现国际并跑，超低能耗建筑和装配式建筑技术及产品取得突破。工程建造技术达到国际先进水平，大型工程装备实现国产化，建筑信息模型（BIM）技术在工程设计、生产和施工领域得到推广应用。自主研发的水处理关键核心产品和设备打破国外长期垄断。

科技支撑引领作用显著增强。人居环境科学理论和绿色技术持续创新，促进城市生态环境和居住品质明显改善。装配式建造和绿色施工技术实现规模化推广，推动建筑业转型升级。

科技创新资源不断优化。建立部省联动的科研组织管理机制，政产学研用协同创新取得新进展。组建住房和城乡建设部科学技术委员会及23个专业委员会，汇聚一批高层次创新人才。国际科技合作稳步推进，“一带一路”科技创新合作成效明显，中国工程建设标准国际化深入推进。

“十三五”时期，住房和城乡建设科技发展取得显著成绩，但在原创性研发能力、创新团队建设、科技人才储备、科技成果转化和产业化等方面仍存在不足，还不适应住房和城乡建设事业高质量发展要求，需进一步完善科技创新体系，加强创新能力建设。

（二）发展趋势。

“十四五”时期是立足新发展阶段，贯彻新发

展理念，构建新发展格局，推动住房和城乡建设事业高质量发展的关键时期，亟需进一步强化科技创新支撑引领作用。

发展绿色低碳技术是落实城乡建设领域碳达峰碳中和目标任务的重要途径。

发展数字化、智能化技术是推动城市治理体系和治理能力现代化的重要支撑。

发展工业化、产业化技术是推进建筑业供给侧结构性改革的重要手段。

二、总体要求（节选）

（一）指导思想。

坚持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历次全会精神，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，深入实施创新驱动发展战略，落实碳达峰碳中和目标任务，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，以支撑城市更新行动、乡村建设行动为主线，持续提升科技创新能力，强化科技创新战略支撑作用，推动住房和城乡建设事业高质量发展。

（二）基本原则。

目标导向，需求牵引。

以人为本，创新引领。

重点突破，系统推进。

整合资源，开放融合。

（三）发展目标。

到2025年，住房和城乡建设领域科技创新能力大幅提升，科技创新体系进一步完善，科技对推动城乡建设绿色发展、实现碳达峰目标任务、建筑业转型升级的支撑带动作用显著增强。

关键技术和重大装备取得突破。突破一批绿色低碳、人居环境品质提升、防灾减灾、城市信息模型（CIM）平台等关键核心技术及装备，形成一批先进适用的工程技术体系，建成一批科技示范工程。

科技力量大幅增强。布局一批工程技术创新中心和重点实验室，支持组建高水平创新联合体，培育一批高水平创新团队和科技领军人才，建设一批

科普基地。

科技创新体系化水平显著提高。住房和城乡建设重点领域技术体系、装备体系和标准体系进一步完善，部省联动、智库助力的科技协同创新机制更加健全，科技成果转化取得实效，国际科技合作迈上新台阶，科技创新生态明显优化。

三、重点任务（节选）

围绕建设宜居、创新、智慧、绿色、人文、韧性城市和美丽宜居乡村的重大需求，聚焦“十四五”时期住房和城乡建设重点任务，在城乡建设绿色低碳技术研究、城乡历史文化保护传承利用技术创新、城市人居环境品质提升技术、城市基础设施数字化网络化智能化技术应用、城市防灾减灾技术集成、住宅品质提升技术研究、建筑业信息技术应用基础研究、智能建造与新型建筑工业化技术创新、县城和乡村建设适用技术研究等9个方面，加强科技创新方向引导和战略性、储备性研发布局，突破关键核心技术、强化集成应用、促进科技成果转化。

（一）城乡建设绿色低碳技术研究。

以支撑城乡建设绿色发展和碳达峰碳中和为目标，聚焦能源系统优化、市政基础设施低碳运行、零碳建筑及零碳社区、城市生态空间增汇减碳等重点领域，从城市、县城、乡村、社区、建筑等不同尺度、不同层次加强绿色低碳技术研发，形成绿色、低碳、循环的城乡发展方式和建设模式。

（二）城乡历史文化保护传承利用技术创新。

（三）城市人居环境品质提升技术集成。

（四）城市基础设施数字化网络化智能化技术应用。

以建立绿色智能、安全可靠的新型城市基础设施为目标，推动5G、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术在城市建设运行管理中的应用，开展基于城市信息模型（CIM）平台的智能化市政基础设施建设和改造、智慧城市与智能网联汽车协同发展、智慧社区、城市运行管理服务平台建设等关键技术和装备研究。

（五）城市防灾减灾技术集成。

（六）住宅品质提升技术研究。

以提高住宅质量和性能为导向，研究住宅结构、装修与设备设施一体化设计方法、适老化适幼化设计技术与产品，开展住宅功能空间优化技术、环境品质提升技术、耐久性提升技术研究与应用示范，形成相关评价技术和方法。

（七）建筑业信息技术应用基础研究。

以支撑建筑业数字化转型发展为目标，研究

BIM与新一代信息技术融合应用的理论、方法和支撑体系，研究工程项目数据资源标准体系和建设项目智能化审查、审批关键技术，研发自主可控的BIM图形平台、建模软件和应用软件，开发工程项目全生命周期数字化管理平台。

（八）智能建造与新型建筑工业化技术创新。

以推动建筑业供给侧结构性改革为导向，开展智能建造与新型建筑工业化政策体系、技术体系和标准体系研究。研究数字化设计、部品部件柔性智能生产、智能施工和建筑机器人关键技术，研究建立建筑产业互联网平台，促进建筑业转型升级。

（九）县城和乡村建设适用技术研究。

四、创新体系建设（节选）

充分发挥各级住房和城乡建设主管部门科技创新组织协调作用，整合集聚创新资源和科技力量，健全“政府引导、企业主导、产学研深度融合”的住房和城乡建设科技创新体系，营造良好创新生态。

（一）加强科技创新平台建设。

开展科技创新平台顶层设计，完善“项目+平台+人才”的建设模式，布局建设一批行业重点实验室和工程技术创新中心，推进科研院所、高校、企业等科研力量向住房和城乡建设科技创新领域集聚。建立科技创新运行机制和评估考核机制。建设一批科普基地，提高行业科普能力。

（二）增强企业创新能力。

充分发挥企业在技术创新和成果转化中的主体地位，积极培育科技型领军企业，支持企业参与编制部门和地方科技发展规划，参与技术创新决策，开展产业共性关键技术研发应用。支持龙头企业联合科研院所、高校、产业园区、金融机构等力量，组建产业技术创新联盟等多种形式的创新联合体。

（三）加强创新团队建设和科技领军人才培养。

（四）打造高水平住房和城乡建设行业专家智库。

（五）加大技术应用示范和成果推广。

加强科技创新和业务工作的有机结合，创新“机制+技术+工程”的组织实施方式，建设零碳建筑、低碳城市、城市更新、新型城市基础设施、智能建造等一批科技示范工程。健全住房和城乡建设技术公告和技术目录等成果推广制度，完善住房和城乡建设领域科技成果库。推动建立标准化与科技创新、产业升级协同发展机制，引导市场资源和金融资本向住房和城乡建设科技成果转化集聚。

（六）构建高规格国际科技合作平台。

五、组织实施（略）

住房和城乡建设部关于印发 2022 年工程建设规范标准编制 及相关工作计划的通知

国务院有关部门，各省、自治区住房和城乡建设厅，海南省自然资源和规划厅、水务厅，直辖市住房和城乡建设（管）委及有关部门，新疆生产建设兵团住房和城乡建设局，国家人防办，中央军委后勤保障部军事设施建设局，有关行业协会，有关单位：

为满足工程建设需要，落实工程建设标准体制改革总体要求，根据工程建设规范体系表，我部组织制定了《2022 年工程建设规范标准编制及相关工作计划》，现印发给你们，请抓紧安排落实。

住房和城乡建设部

2022 年 3 月 21 日

2022 年工程建设规范标准编制及相关工作计划（节选）

序号	项目名称	类别	主编部门	组织单位	起草 / 承担单位	完成时间
一、工程建设强制性国家规范						
34	民用建筑供暖通风与空气调节通用规范	制订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标准化技术委员会	中国建筑科学研究院有限公司等	2024 年 6 月
二、工程建设标准						
（一）国家标准						
39	传染病医院建筑施工及验收规范 GB50686-2011	局部修订	国家卫生健康委员会	国家卫生健康委员会规划发展与信息化司	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
40	生物安全实验室建筑技术规范 GB50346-2011	局部修订	国家卫生健康委员会	国家卫生健康委员会规划发展与信息化司	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
41	医院洁净手术部建筑技术规范 GB50333-2013	局部修订	国家卫生健康委员会	国家卫生健康委员会规划发展与信息化司	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
52	农村居住建筑节能设计标准 GB/T50824-2013	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
53	绿色建筑评价标准 GB/T 50378-2019	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
54	可再生能源建筑应用工程评价标准 GB/T50801-2013	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
（二）行业标准						
8	公共建筑节能检测标准 JGJ/T177-2009	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
9	民用建筑绿色设计规范 JGJ/T229-2010	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
11	建筑能效标识技术标准 JGJ/T288-2012	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
12	多联机空调系统工程技术规程 JGJ174-2010	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标委会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 12 月
（三）产品标准						
5	通风空调系统清洗服务标准 JG/T400-2012	局部修订	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部建筑环境与节能标准化技术委员会	中国建筑科学研究院有限公司等	2023 年 6 月
五、专项工作						
11	建筑环境与节能标准复审及技术审核（2022 年度）	专项工作	住房和城乡建设部	住房和城乡建设部标准定额研究所	中国建筑科学研究院有限公司	2022 年 12 月

国家发展改革委 国家能源局关于印发《“十四五”现代能源体系规划》的通知

发改能源〔2022〕210号

各省、自治区、直辖市人民政府，新疆生产建设兵团，中央和国家机关有关部门，中央军委后勤保障部，有关中央企业：

现将《新城绿色低碳试点区建设导则（试行）》印发给你们，请认真按照执行。

国家发展改革委

国家能源局

2022年1月29日

“十四五”现代能源体系规划（节选）

本规划根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》

编制，主要阐明我国能源发展方针、主要目标和任务举措，是“十四五”时期加快构建现代能源体系、推动能源高质量发展的总体蓝图和行动纲领。

第一章 发展环境与形势

一、全球能源体系深刻变革

能源结构低碳化转型加速推进。

能源系统多元化迭代蓬勃演进。

能源产业智能化升级进程加快。互联网、大数据、人工智能等现代信息技术加快与能源产业深度融合。智慧电厂、智能电网、智能机器人勘探开采等应用快速推广，无人值守、故障诊断等能源生产运行技术信息化智能化水平持续提升。工业园区、城镇社区、公共建筑等领域综合能源服务、智慧用能模式大量涌现，能源系统向智能灵活调节、供需实时互动方向发展，推动能源生产消费方式深刻变革。

能源供需多极化格局深入演变。

二、我国步入构建现代能源体系的新阶段

“十三五”以来，国内原油产量稳步回升，天然气产量较快增长，年均增量超过100亿立方米，油气管道总里程达到17.5万公里，发电装机容量达到22亿千瓦，西电东送能力达到2.7亿千瓦，有力保障了经济社会发展和民生用能需求。

能源低碳转型进入重要窗口期。“十三五”时期，我国能源结构持续优化，低碳转型成效显著，非化石能源消费比重达到15.9%，煤炭消费比重下降至56.8%，常规水电、风电、太阳能发电、核电装机容量分别达到3.4亿千瓦、2.8亿千瓦、2.5亿千瓦、0.5亿千瓦，非化石能源发电装机容量稳居世界第一。

现代能源产业进入创新升级期。能源科技创新能力显著提升，产业发展能力持续增强，新能源和电力装备制造能力全球领先，低风速风力发电技

术、光伏电池转换效率等不断取得新突破，全面掌握三代核电技术，煤制油气、中俄东线天然气管道、±500千伏柔性直流电网、±1100千伏直流输电等重大项目投产，超大规模电网运行控制实践经验不断丰富，总体看，我国能源技术装备形成了一定优势。

能源普遍服务进入巩固提升期。“十三五”时期，能源惠民利民成果丰硕，能源普遍服务水平显著提升，“人人享有电力”得到有力保障，全面完成新一轮农网改造升级，大电网覆盖范围内贫困村通动力电比例达到100%，农网供电可靠率总体达到99.8%，建成光伏扶贫电站装机约2600万千瓦，“获得电力”服务水平大幅提升，用能成本持续降低，营商环境不断优化。北方地区清洁取暖率达到65%以上。

第二章 指导方针和主要目标

三、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历次全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，坚持稳中求进工作总基调，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，以推动高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，以改革创新为根本动力，以满足经济社会发展和人民日益增长的美好生活需要为根本目的，深入推动能源消费革命、供给革命、技术革命、体制革命，全方位加强国际合作，做好碳达峰、碳中和工作，统筹稳增长和调结构，处理好发展和减排、整体和局部、长远目标和短期目标、政府和市场的关系，着力增强能源供应链安全性和稳定性，着力推动能源生产消费方式绿色低碳变革，着力提升能源产业链现代化水平，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系，加快建设能源强国，为全面建设社会主义现代化国家提供坚实可靠的能源保障。

四、基本原则

保障安全，绿色低碳。
创新驱动，智能高效。
深化改革，扩大开放。
民生优先，共享发展。

五、发展目标

“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标是：

——能源保障更加安全有力。到 2025 年，国内能源年综合生产能力达到 46 亿吨标准煤以上，原油年产量回升并稳定在 2 亿吨水平，天然气年产量达到 2300 亿立方米以上，发电装机总容量达到约 30 亿千瓦。

——能源低碳转型成效显著。单位 GDP 二氧化碳排放五年累计下降 18%。到 2025 年，非化石能源消费比重提高到 20% 左右，非化石能源发电量比重达到 39% 左右，电气化水平持续提升，电能占终端用能比重达到 30% 左右。

——能源系统效率大幅提高。节能降耗成效显著，单位 GDP 能耗五年累计下降 13.5%。能源资源配置更加合理，就近高效开发利用规模进一步扩大，输配效率明显提升。电力协调运行能力不断加强，到 2025 年，灵活调节电源占比达到 24% 左右，电力需求侧响应能力达到最大用电负荷的 3% ~ 5%。

——创新发展能力显著增强。新能源技术水平持续提升，新型电力系统建设取得阶段性进展，安全高效储能、氢能技术创新能力显著提高，减污降碳技术加快推广应用。能源产业数字化初具成效，智慧能源系统建设取得重要进展。“十四五”期间能源研发经费投入年均增长 7% 以上，新增关键技术突破领域达到 50 个左右。

——普遍服务水平持续提升。人民生产生活用能便利度和保障能力进一步增强，电、气、冷、热等多样化清洁能源可获得率显著提升，人均年生活用电量达到 1000 千瓦时左右，天然气管网覆盖范围进一步扩大。城乡供能基础设施均衡发展，乡村清洁能源供应能力不断增强，城乡供电质量差距明显缩小。

展望 2035 年，能源高质量发展取得决定性进展，基本建成现代能源体系。能源安全保障能力大幅提

升，绿色生产和消费模式广泛形成，非化石能源消费比重在 2030 年达到 25% 的基础上进一步大幅提高，可再生能源发电成为主体电源，新型电力系统建设取得实质性成效，碳排放总量达峰后稳中有降。

第三章 增强能源供应链稳定性和安全性

六、强化战略安全保障

增强油气供应能力。力争 2022 年回升到 2 亿吨水平并较长时期稳产。天然气产量快速增长，力争 2025 年达到 2300 亿立方米以上。

加强安全战略技术储备。

七、提升运行安全水平

加强煤炭安全托底保障。

发挥煤电支撑性调节性作用。

提升天然气储备和调节能力。全面实行天然气购销合同管理，坚持合同化保供，加强供需市场调节，强化居民用气保障力度，优化天然气使用方向，新增天然气量优先保障居民生活需要和北方地区冬季清洁取暖。到 2025 年，全国集约布局的储气能力达到 550 亿 ~600 亿立方米，占天然气消费量的比重约 13%。

维护能源基础设施安全。

八、加强应急安全管控

第四章 加快推动能源绿色低碳转型

九、大力发展非化石能源

加快发展风电、太阳能发电。全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展，优先就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设，推广应用低风速风电技术。在风能和太阳能资源禀赋较好、建设条件优越、具备持续整装开发条件、符合区域生态环境保护等要求的地区，有序推进风电和光伏发电集中式开发，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设，积极推进黄河上游、新疆、冀北等多能互补清洁能源基地建设。积极推动工业园区、经济开发区等屋顶光伏开发利用，推广光伏发电与建筑一体化应用。开展风电、光伏发电制氢示范。鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。积极发展太阳能热发电。



国管局办公室关于征集公共机构绿色低碳技术的通知

国管办发〔2022〕6号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团机关事务管理局，广东省能源局，西藏自治区发展改革委：

按照《“十四五”公共机构节约能源资源工作规划》、《深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案》相关部署，为加大绿色低碳技术推广应用力度，提升公共机构能源资源利用效率，现广泛征集公共机构绿色低碳技术，用于编制《公共机构绿色低碳技术集（2022年）》。有关事项如下：

一、征集范围及类型

本次技术征集针对已在公共机构实践应用的绿色低碳技术，应当技术先进、成熟适用、性能稳定、成效显著、产权明晰，并且具有较强的创新性、推广性和良好的经济、社会、环境效益。征集成果主要体现节能节水减碳的技术产品名称和技术参数，不涉及具体产品品牌和型号。主要包括以下类型：

（一）终端用电电气化改造技术：包括但不限于供暖系统、蒸汽系统等终端用电系统电气化改造技术，全厨房技术，智慧食堂技术。

（二）新能源和清洁能源应用技术：包括但不限于微网系统技术，光储充一体化技术，光伏发电与建筑一体化技术，太阳能、地热能、生物质能等能源应用和热泵技术，新能源汽车充（换）电技术。

（三）绿色高效制冷技术：包括但不限于空气源热泵技术，中央空调冷水机组，空调智能控制、管路优化、能量回收等技术。

（四）绿色数据中心技术：包括但不限于高密度集成技术，液冷服务器技术，热管背板冷却技术，自然冷源应用、新风热回收技术，智能微模块数据中心技术。

（五）智能供电技术：包括但不限于电力系统负荷匹配节电技术，电压优化技术，智能节电进线技术，智能控制技术。

（六）节水技术：包括但不限于废污水再生利用技术，再生水、雨水、苦咸水等非常规水利用技术，高效节水改造技术。

（七）能源消费监控体系技术：包括但不限于能耗监测分析平台系统，智慧能源物联网管理系统，用水智能管控技术。

二、征集条件

（一）技术持有单位应为具有独立法人资格的企事业单位。多个单位共同持有技术的，应由牵头单位统一申报。

（二）申报技术产品应具有自主知识产权，并通过国家节能节水低碳产品认证、技术认定，或者经过权威部门检测出具显著节能节水低碳成效的证明。

（三）申报技术在公共机构具有较好的推广应用前景，相应产品已批量生产，在公共机构已实践应用，并且正常运行超半年。

（四）申报技术产品的技术质量，以及安全、

节能、节水、减碳、环保性能符合国家有关标准和要求。

三、申报要求

（一）各申报单位填写《公共机构绿色低碳技术申报书》，并与其他证明材料加盖公章并且装订成册。申报书应真实准确、通俗易懂、内容详细、文字简练，可配插图表。

（二）各申报单位提供以下证明材料：

1. 企业营业执照（副本）复印件并加盖公章。

2. 政府机构或第三方出具的申报技术产品节能环保性能及质量安全的认证、认可证书，和法定检测机构出具的检测报告复印件并加盖公章。

3. 技术知识产权和专利情况证明材料复印件并加盖公章。

4. 技术产品应用案例证明材料，简述选择该技术的考虑，项目实施及运行过程中出现的问题，节能节水减碳效果、结果是否满足预期，对该项技术的评价等，应用效果说明需要使用技术产品的公共机构盖章。

5. 选择提供的证明材料：技术获奖证书复印件，技术产品市场竞争力、市场价格、投资回收期、使用寿命等其他补充说明材料。

四、组织方式

（一）申报。按照自愿申报的原则，符合要求的技术持有单位向本地区公共机构节能管理部门报送技术申报书，包括证明材料纸质版（装订成册并加盖公章）、电子版（全部纸质材料盖章扫描件）。

（二）推荐。请各地区公共机构节能管理部门组织技术持有单位和企业积极申报，择优选择每类不超过2项的技术推荐报送国管局节能司。请汇总本地区推荐技术申报材料与技术推荐汇总表（加盖公章），于2022年5月31日前将纸质材料及电子版寄送技术集编制单位中国质量认证中心。

（三）评审。国管局节能司组织专家评审会，对各地区推荐的全部技术进行集中评审，评选出先进技术及应用。

（四）公示和发布。国管局节能司在公共机构节约能源资源网对评选出的技术进行公示，公示时间为5个工作日。公示无异议后，发布《公共机构绿色低碳技术集（2022年）》。

附件：（略）

国管局办公室
2022年3月18日

国家能源局关于印发《2022 年能源工作指导意见》的通知

国能发规划〔2022〕31 号

各省（自治区、直辖市）能源局，有关省（自治区、直辖市）及新疆生产建设兵团发展改革委，各派出机构，中核集团、中国石油、中国石化、中国海油、国家管网、国家电网、南方电网、中国华能、中国大唐、中国华电、国家电投、中国三峡集团、国家能源集团、国投、华润集团、中煤集团、中广核：

为深入贯彻落实党中央、国务院有关决策部署，扎实做好 2022 年能源工作，持续推动能源高质量发展，国家能源局研究制定了《2022 年能源工作指导意见》，现予发布，请结合各地、各单位实际情况，抓好落实，并将执行情况于 2022 年 12 月底前函告我局。

附件：《2022 年能源工作指导意见》

国家能源局

2022 年 3 月 17 日

2022 年能源工作指导意见（节选）

2022 年是进入全面建设社会主义现代化国家、向第二个百年奋斗目标进军新征程的重要一年，是落实“十四五”规划和碳达峰目标的关键一年，做好全年能源发展改革工作至关重要。为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，持续推动能源高质量发展，制定本意见。

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历次全会精神，深入贯彻落实中央经济工作会议和政府工作报告的部署，坚持稳中求进工作总基调，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，坚持系统观念，深入落实能源安全新战略，统筹能源安全和绿色低碳转型，全面实施“十四五”规划，深入落实碳达峰行动方案，以科技创新和体制机制改革为动力，着力提升能源供给弹性和韧性，着力壮大清洁能源产业，着力提升能源产业链现代化水平，加快建设能源强国，以优异成绩迎接党的二十大胜利召开。

（二）基本原则（略）

保障供应，增强储备。

绿色发展，平稳降碳。

创新引领，改革赋能。

服务民生，共享发展。

强化预警，压实责任。

（三）主要目标

增强供应保障能力。全国能源生产总量达到 44.1 亿吨标准煤左右，原油产量 2 亿吨左右，天然气产量 2140 亿立方米左右。保障电力充足供应，电力装机达到 26 亿千瓦左右，发电量达到 9.07 万亿千瓦时左右，新增顶峰发电能力 8000 万千瓦以上，“西电东送”输电能力达到 2.9 亿千瓦左右。

稳步推进结构转型。煤炭消费比重稳步下降，非化石能源占能源消费总量比重提高到 17.3% 左右，新增电能替代电量 1800 亿千瓦时左右，风电、光伏发电发电量占全社会用电量的比重达到 12.2% 左右。

着力提高质量效率。能耗强度目标在“十四五”规划期内统筹考虑，并留有适当弹性。跨区输电通道平均利用小时数处于合理区间，风电、光伏发电利用率持续保持合理水平。

二、夯实能源供应保障基础（略）

三、加快能源绿色低碳转型（节选）

坚持以立为先，深入落实碳达峰、碳中和目标要求，深入落实《“十四五”可再生能源发展规划》，大力发展非化石能源，着力培育能源新产业新模式，持续优化能源结构。

大力发展风电光伏。加大力度规划建设以大型风光基地为基础、以其周边清洁高效先进节能的煤电为支撑、以稳定安全可靠的特高压输变电线路为载体的新能源供给消纳体系。充分利用油气矿区、工矿场区、工业园区的土地、屋顶资源开发分布式风电、光伏。健全可再生能源电力消纳保障机制，发布 2022 年各省消纳责任权重，完善可再生能源发电绿色电力证书制度。

积极发展能源新产业新模式。加快“互联网+”充电设施建设，优化充电网络布局。开展地热能发电示范，支持中高温地热能发电和干热岩发电，积极探索作为支撑、调节性电源的光热发电示范。加快推进纤维素等非粮生物燃料乙醇产业示范。稳步推进生物质能多元化开发利用。大力发展综合能源服务，推动节能提效、降本降碳。

四、增强能源供应链弹性和韧性（略）

五、提升能源产业现代化水平（节选）

加大能源技术装备和核心部件攻关力度，积极

推进能源系统数字化智能化升级,提升能源产业链现代化水平。

加强能源科技攻关。加快实施《“十四五”能源领域科技创新规划》。继续抓好核电科技重大专项和《核电技术提升行动计划》,加快推进小型堆技术研发示范。以“揭榜挂帅”方式实施一批重大技术创新项目,巩固可再生能源、煤炭清洁高效利用的技术装备优势,加快突破一批新型电力系统关键技术。

加快能源系统数字化升级。积极开展煤矿、油气田、管网、电网、电厂等领域设备设施、工艺流程的智能化升级。推动分布式能源、微电网、多能互补等智慧能源与智慧城市、园区协同发展。加强北斗系统、5G、国密算法等新技术和“互联网+安全监管”智能技术在能源领域的推广应用。适应数字化、自动化、网络化能源基础设施发展,建设智能调度体系,实现源网荷互动、多能协同互补及用能需求智能调控。实施“区块链+能源”创新应用试点。

推动完善能源创新支撑体系。开展能源领域碳

达峰、碳中和标准提升行动计划,加快构建能源领域碳达峰、碳中和标准体系。开展2022年度能源领域首台套技术装备评定并推广示范应用。完善依托工程推动能源技术装备创新和示范应用的政策措施。

六、提高能源服务水平(节选)

持续优化营商环境,统筹安排好煤电油气运保障供应,加大民生用能保障力度,不断提升全社会用能水平。

着力改善用能条件。继续实施农村电网巩固提升工程,提高农网供电保障水平。充分发挥可再生能源供暖作用,持续推进北方地区清洁取暖,做好清洁取暖专项监管。出台推进电能替代的指导意见,扩大电能替代的深度和广度。

七、增强能源治理能力(略)

八、深入推进高质量能源国际合作(节选)

扎实推进能源务实合作。大力支持发展中国家能源绿色低碳发展。加强与各国在绿色能源、智慧能源等方面的交流合作。建成一批绿色能源合作示范项目,让绿色切实成为共建“一带一路”的底色。

关于印发《北京市绿色建筑标识管理办法》的通知

各有关单位:

为落实《住房和城乡建设部关于印发绿色建筑标识管理办法的通知》(建标规〔2021〕1号)和《住房和城乡建设部办公厅关于做好三星级绿色建筑标识申报工作的通知》(建办标〔2021〕23号)要求,规范北京市绿色建筑标识管理,推动绿色建筑高质量发展,市住房城乡建设委、市规划自然资源委研究制定了《北京市绿色建筑标识管理办法》。现印发给你们,请认真贯彻落实。

附件:《2022年能源工作指导意见》

北京市住房和城乡建设委员会
北京市规划和自然资源委员会
2022年3月25日

北京市绿色建筑标识管理办法

第一章 总 则

第一条 为规范北京市绿色建筑标识管理,促进绿色建筑高质量发展,根据《北京市实施〈中华人民共和国节约能源法〉办法》《北京市民用建筑节能管理办法》(市政府令第256号)《住房和城乡建设部关于印发绿色建筑标识管理办法的通知》(建标规〔2021〕1号)和《住房和城乡建设部办公厅关于做好三星级绿色建筑标识申报工作的通知》(建办标〔2021〕23号)要求,制定本办法。

第二条 本办法所称绿色建筑标识,是指表示绿色建筑星级并载有性能指标的信息标志,包括标牌和证书。绿色建筑标识由住房和城乡建设部统一式

样,证书由授予部门制作或核发电子证书,标牌由申报单位根据不同应用场景按照制作指南自行制作。

第三条 绿色建筑标识授予范围为北京市符合绿色建筑星级标准的民用与工业建筑。

第四条 绿色建筑标识星级由低至高分为一星级、二星级和三星级3个级别。

第五条 新建民用建筑三星级标识认定采用国家《绿色建筑评价标准》(GB/T50378),一、二星级标识认定采用京津冀区域协同工程建设标准《绿色建筑评价标准》(DB11/T825);新建工业建筑采用《绿色工业建筑评价标准》(GB/T50878);既有建筑改造采用《既有建筑绿色改造评价标准》(GB/T51141)。

第六条 北京市住房和城乡建设委员会（以下简称市住房城乡建设委）负责全市绿色建筑标识管理工作，负责建立完善北京市绿色建筑标识管理信息系统，编制绿色建筑评价标准，认定城市副中心区域以外二星级绿色建筑并授予标识，向住房城乡建设部推荐三星级绿色建筑项目，指导各区开展绿色建筑标识认定工作；北京市规划和自然资源委员会（以下简称市规划自然资源委）和市住房城乡建设委共同组建北京市绿色建筑专家委员会，共同制定完善北京市绿色建筑专家委员会管理相关制度。

北京城市副中心管理委员会（以下简称副中心管委会）负责认定城市副中心区域内二星级绿色建筑并授予标识。

区住房城乡建设主管部门（含北京经济技术开发区开发建设局）负责认定北京区一星级绿色建筑并授予标识。市规划自然资源委各分局配合区住房城乡建设主管部门，负责所在区绿色建筑规划设计阶段的管理工作。

第七条 绿色建筑标识认定所需经费应列入市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会部门年度预算。

第八条 涉密项目及不能通过标识管理信息系统进行绿色建筑标识申报的项目，采用线下评审方式认定，提交材料及认定程序参照第二章要求执行。涉密项目认定过程应遵循工程项目保密要求。其他线下评审项目认定结果信息应及时上报至标识管理信息系统。

第二章 认定程序

第九条 申报绿色建筑标识遵循自愿原则，绿色建筑标识认定遵循科学、公开、公平、公正原则。

第十条 绿色建筑标识认定工作上应统一在北京市绿色建筑标识管理信息系统中注册登录（系统建立完善前需登录住房城乡建设部绿色建筑标识管理信息系统，网址：<http://lsjz.jzjn.mohurd.gov.cn>）进行申报和认定。

第十一条 绿色建筑标识认定需经申报、形式审查、初审、专家审查、公示、公告等环节。

第十二条 绿色建筑标识申报应由项目建设单位、运营单位或业主单位提出，鼓励设计、施工和咨询等相关单位共同参与申报，具有同一立项审批文件的项目原则上应当按一个项目申报。申报绿色建筑标识的项目应具备以下条件：

（一）已通过建设工程竣工验收并完成竣工验收备案；

（二）自评估满足国家或地方绿色建筑相关评价标准相应等级要求。

第十三条 申报单位应在标识管理信息系统中填写项目基本情况和主要技术指标信息，按照绿色建筑评价标准逐条对项目达标和得分情况进行自评，在线提交相关材料。项目申报名称原则上应与立项审批文件中项目名称保持一致（已投入运行的申报项目可按核准后的建筑物使用名称，括号备注立项审批名称）。申报材料应包括以下内容：

（一）绿色建筑标识申报承诺函（扫描件）；

（二）申报书（扫描件）；

（三）自评估报告（扫描件）；

（四）项目立项审批文件（扫描件）；

（五）各申报单位简介、资质证书、统一社会信用代码证（扫描件）；

（六）与标识认定相关的竣工图纸、报告、计算书、图片、视频、项目选用绿色技术措施增量成本列表等技术文件（扫描件）；

（七）申报绿色建筑标识项目电耗限额情况说明（扫描件）。

扫描件是指在申报系统内上传原件的扫描件。承诺函、申报书、自评估报告为系统在线填报自动生成后，下载加盖申报单位公章；电耗限额情况说明及增量成本列表须加盖申报单位公章。

第十四条 市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会依第六条规定负责受理标识申报，并对申报资料进行形式审查，五个工作日内系统反馈申报单位审查结果。对资料不齐全的，返回申报单位补充材料，受理日期自申报材料补充齐全之日起计算。形式审查主要内容如下：

（一）申报单位和项目是否符合申报条件，申报项目名称是否规范；

（二）申报材料是否齐全、完整、有效。

第十五条 形式审查通过后，进入项目初审。初审应满足以下两方面条件：

（一）项目未发生一般及以上质量安全事故；

（二）按照《北京市住房和城乡建设委员会北京市发展和改革委员会北京市城市管理委员会北京市机关事务管理局关于印发〈北京市公共建筑电耗限额管理暂行办法〉的通知》（京建法〔2020〕5号）要求进行考核的公共建筑，电耗限额通过考核（纳入考核或考核合格）。

符合初审要求的申报三星级绿色建筑标识项目，由市住房城乡建设委推荐至住房城乡建设部。

第十六条 符合初审要求的申报一、二星级绿色建筑标识项目，由市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会依认定权限组织专家审查，按照绿色建筑评价标准审查绿色建筑性能，确定绿色建筑等

级。对于审查中无法确定的项目技术内容,可组织专家进行现场核查。项目审查专家应统一从北京市绿色建筑专家委员会中随机抽取,由不少于7名的单数组成。

未通过专家审查的项目,系统反馈申报单位不通过结论。申报单位重新申报标识的,应自收到反馈之日起90日后方可申报。

第十七条 通过专家审查的项目,市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会应在各自门户网站进行公示。公示内容包括项目所在区、类型、名称、申报单位、绿色建筑星级和关键技术指标等。公示期不少于7个工作日。对在公示期内提出的署名书面意见必须核实情况并处理异议。

第十八条 对公示无异议的项目,市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会应在各自门户网站发布公告,并授予证书,电子证书可通过系统自行下载打印。

第三章 标识管理

第十九条 市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会应严格按照绿色建筑标识认定程序组织实施;应加强对绿色建筑标识项目的监督,可聘请第三方对获得绿色建筑标识项目进行抽查检查;应加强工作人员和专家的教育和管理,切实防控廉政风险。

第二十条 获得绿色建筑标识的项目运营单位或业主,应强化绿色建筑运行管理,加强运行指标与申报绿色建筑星级指标比对,每年将年度运行主要指标上报绿色建筑标识管理信息系统。

第二十一条 参与绿色建筑标识认定的专家应坚持公平公正的原则,严格遵循绿色建筑专家委员会相关制度的要求。

第二十二条 市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会发现获得绿色建筑标识项目存在以下任一问题,应提出限期整改要求,整改期限不超过2年:

- (一)项目低于已认定绿色建筑星级;
- (二)项目主要性能低于绿色建筑标识证书的指标;
- (三)利用绿色建筑标识进行虚假宣传;
- (四)连续两年以上不如实上报主要指标数据。

第二十三条 市、区住房城乡建设主管部门、副中心管委会发现获得绿色建筑标识项目存在以下任一问题,应撤销绿色建筑标识,收回标牌和证书:

- (一)整改期限内未完成整改;
- (二)伪造技术资料和数据获得绿色建筑标识;
- (三)发生重大安全事故。

第二十四条 项目建设单位或使用者对认定结果有异议的,可依法申请行政复议或者提起行政诉讼。

第四章 附则

第二十五条 本办法由市住房城乡建设委和市规划自然资源委负责解释。

第二十六条 本管理办法自发布之日起施行。《北京市住房和城乡建设委员会北京市规划委员会关于印发〈北京市绿色建筑评价标识管理办法〉的通知》(京建发〔2010〕670号)、《北京市规划和国土资源管理委员会北京市住房和城乡建设委员会关于北京市绿色建筑标识管理有关工作的通知》(市规划国土文〔2017〕64号)同时废止。

深圳经济特区绿色建筑条例

《深圳经济特区绿色建筑条例》经深圳市第七届人民代表大会常务委员会第八次会议于2022年3月28日通过,现予公布,自2022年7月1日起施行。

附件:《2022年能源工作指导意见》

深圳市人民代表大会常务委员会
2022年3月25日

深圳经济特区绿色建筑条例(节选)

第一章 总则

第一条 为促进绿色建筑高质量发展,推动绿色低碳城市建设,打造可持续发展先锋,根据有关法律、行政法规的基本原则,结合深圳经济特区实际,制定本条例。

第二条 深圳经济特区内从事与绿色建筑相关的规划、建设、运行、改造、拆除及其监督管理等活

动适用本条例。

本条例所称绿色建筑,是指在建筑全寿命期内,节约资源、保护环境、减少污染,为人们提供健康、适用、高效的使用空间,最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑,包括民用建筑和工业建筑。

第三条 绿色建筑各项工作应当遵循以下原则:

- (一)统筹规划、标准引领、因地制宜;

(二) 以人为本、节能低碳、健康宜居;

(三) 政府引导、市场推动、公众参与。

在建筑全寿命期内,应当在保证使用功能和室内环境质量的前提下,按照有关法律、法规、标准规范的要求采取有效措施,减少能源和资源消耗,降低碳排放。

第四条 市、区人民政府应当将绿色建筑发展纳入国民经济和社会发展规划,统筹协调本行政区域内绿色建筑发展的重大问题,将绿色建筑发展工作情况列为综合考核评价指标。

第五条 发展改革、教育、科技创新、工业和信息化、财政、人力资源保障、规划和自然资源、生态环境、交通运输、水务、文化广电旅游体育、卫生健康、市场监管、统计、地方金融监管、城管和综合执法等部门在各自职责范围内做好绿色建筑发展相关工作。

第六条 新建建筑的建设和运行应当符合不低于绿色建筑标准一星级的要求;大型公共建筑和国家机关办公建筑的建设和运行应当符合不低于绿色建筑标准二星级的要求。

第七条 市住房建设主管部门应当制定本市建筑领域碳排放控制目标,并会同有关部门建立建筑碳排放统计、碳审计、碳监测、碳公示等制度和机制,推动实现建筑领域碳中和。

第八条 市、区人民政府及其相关部门应当将绿色建筑等级要求及标准执行情况纳入建设工程质量监督管理体系。

第九条 建筑物所有权人应当依法承担绿色建筑运行使用主体责任,保障建筑物绿色性能运行良好。

第十条 开展绿色社区创建活动,将绿色发展理念贯穿社区规划、建设、管理和服务等活动的全过程,以简约适度、绿色低碳的方式,推进社区人居环境建设和提升。

第十一条 大力发展超低能耗建筑,鼓励开展近零能耗建筑、零碳建筑、近零碳排放试验区的示范建设,通过规模化应用绿色建材、可再生能源等产品和降低建筑碳排放强度和碳排放总量,实现碳排放目标。

第二章 规划和建设

第十二条 市住房建设主管部门应当会同市发展改革、规划和自然资源等部门组织编制绿色建筑发展专项规划,明确绿色建筑发展目标、主要任务及保障措施。

绿色建筑发展专项规划应当符合国土空间规划,与生态环境保护、能源综合利用、水资源综合利用、地下空间开发利用、固体废弃物综合利用以及城市

基础设施等相关专项规划相协调。

第十三条 新、改、扩建建筑在立项、规划、设计、施工等阶段,应当编制绿色专篇,明确绿色建筑等级、节能减排目标、技术路径以及装配式等新型建筑工业化建造方式的要求等内容,并将相关费用纳入工程投资概预算。

市、区规划和自然资源部门在办理建设工程规划许可证时,应当对建设项目绿色专篇进行审查,不符合绿色专篇要求的,不予办理建设工程规划许可证。

设计、施工、监理单位应当按照绿色专篇关于绿色建筑等级及相关要求开展设计、施工、监理活动。

绿色专篇的编制要求由市住房建设主管部门另行制定。

第十四条 建设单位应当按照不低于建设工程规划许可证注明的绿色建筑等级及相关要求进行建设,加强对绿色建筑建设全过程的质量管理。

第十五条 建设单位应当在组织绿色建筑专项验收前委托具有资质的第三方评估机构对绿色建筑等级进行符合性评估。

第三方评估机构应当出具评估报告,对评估报告的真实性和准确性负责。

第十六条 建设单位应当在竣工验收前组织设计、施工、监理等有关单位进行绿色建筑专项验收,并出具专项验收报告。不符合工程建设标准、施工图设计文件和绿色专篇要求的,不得出具专项验收合格报告,不得通过竣工验收。

第十七条 民用建筑室内装饰装修工程应当采取有效的室内污染防治措施,室内空气质量、建筑和装饰装修材料均应当符合国家和地方标准要求。

第三章 运行和改造

第十八条 建设单位在建设工程交付或者移交使用时,应当向建筑物所有权人、使用权人或者其委托的物业服务企业提供绿色建筑专项验收报告、质量保证书和使用说明书。

质量保证书中应当载明绿色建筑等级及相关指标,明确质量保修范围、期限等质量保修责任和违约责任。使用说明书中应当载明绿色建筑相关性能要求、绿色技术措施、设施设备清单和使用说明。

第十九条 建立绿色住宅使用者监督机制。房地产开发企业销售房屋时,应当在房屋销售合同中载明和在销售现场明示绿色建筑等级及相关性能指标,并在房屋交付或者移交使用时向购房人提供验房指南,配合购房人做好验房工作。

第二十条 绿色建筑的运行应当符合下列要求:

(一) 运行管理制度完备;

(二)屋顶、外墙、外门窗等建筑围护结构完好,遮阳等设施设备运行正常;

(三)通风、空调、照明、水、电气、计量等设备系统运行正常;

(四)节能、节水指标符合国家、广东省和深圳市的规定;

(五)室内的温湿度、噪声、空气质量等环境指标达标;

(六)废气、污水、固体废弃物、辐射及其他有害物质排放和处置符合国家、广东省和本市的规定。

第二十一条 建筑物所有权人、使用权人或者相关专营单位应当按照本条例第二十条的要求,定期对绿色建筑相关设施设备进行调适、评估、维护和保养,确保节能、节水、计量等设施设备正常运行。

绿色建筑运行可以委托物业服务企业或者专业服务单位实施。

第二十二条 区住房建设主管部门应当加强对绿色建筑运行使用情况的监督管理,定期抽取一定比例的建筑开展绿色建筑后评估工作。对不再符合相应绿色建筑等级要求的,应当按照国家、广东省和深圳市有关规定进行处理并向社会公布。

第二十三条 市、区人民政府应当制定既有建筑的绿色化改造计划,并组织实施。

既有大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的其他公共建筑经评估不符合相应绿色建筑标准的,应当优先纳入绿色化改造计划。

第二十四条 市住房建设主管部门应当会同市生态环境部门根据建筑功能、碳排放情况、所处地理位置等条件,综合确定并公布重点碳排放建筑名录,确定不同类型建筑能耗及碳排放基准线。

第二十五条 供电、供气、供水、供冷等单位应当将建筑能源和水资源消耗数据提供给市住房建设主管部门。

第二十六条 市住房建设主管部门应当会同相关部门根据建筑物的类别、使用功能和规模等,制定民用建筑用电定额标准。对超限额用电的,实行阶梯价格。

第二十七条 大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的其他公共建筑应当安装用电等能耗分项计量装置和建筑能耗实时监测设备。

第二十八条 房屋拆除工程实行房屋拆除、建筑废弃物综合利用及清运一体化管理。

第二十九条 鼓励建筑节能服务机构为建筑运行和既有建筑绿色化改造提供合同能源管理服务,节约的有关费用按照规定或者合同约定用于支付管理服务费用。

第四章 性能和评价

第三十条 绿色建筑发展应当提高和创新因地制宜、绿色低碳、循环利用的绿色建筑技术,提升安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等方面的性能。

第三十一条 市住房建设主管部门应当制定和完善建筑绿色性能保障的相关政策,明确建筑绿色性能的具体要求,并纳入工程保修范围。

第三十二条 新建公共建筑能耗指标应当不高于国家和本市现行建筑能耗标准约束值和引导值的平均值。

既有大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的其他公共建筑运行能耗指标应当不高于国家和本市现行建筑能耗标准的约束值。用能指标超过建筑能耗标准约束值的,建筑物所有权人或者使用权人应当开展能源审计,采取措施降低能耗;连续两年建筑用能指标超过建筑能耗标准约束值百分之五十以上的,应当实施节能改造。

第三十三条 既有民用建筑平均日生活用水量应当不高于现行国家标准节水用水定额的平均值。

新建宿舍和公共建筑的平均日生活用水量应当不高于现行国家标准节水用水定额的下限值。

第三十四条 新建民用建筑室内主要空气污染物浓度应当不高于国家室内空气质量标准规定限值的百分之八十。

第三十五条 新建住宅建筑室外与卧室之间、分户墙(楼板)两侧卧室之间的空气声隔声性能以及卧室楼板的撞击声隔声性能应当不低于现行国家隔声性能标准低限标准限值和有关要求标准值的平均值。

第三十六条 实行绿色建筑标识评价制度,不同等级的绿色建筑标识按照国家、广东省和本市有关规定进行评价。获得绿色建筑标识的建设单位、运营单位或者建筑物所有权人,应当强化绿色建筑运行管理,加强运行指标与申报绿色建筑星级指标比对,每年将年度运行主要指标上报绿色建筑标识管理信息系统。

第三十七条 实行建筑物能效测评标识制度。能效测评机构根据建设单位或者建筑物所有权人的申请,对建筑物的能源利用效率进行测评及等级评定。

第三十八条 市住房建设主管部门应当会同有关部门建立大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的其他公共建筑使用期间的绿色性能定期评估制度,以确保建筑绿色性能持续达到标准要求。

第五章 促进和保障

第三十九条 市、区人民政府应当制定支持绿色

建筑产业发展的政策措施，扶持绿色建筑示范项目和产业基地，加快培育具有国际竞争力的本市绿色建筑企业。

第四十条 市、区财政部门应当安排相应资金用于支持绿色建筑产业发展。

第四十一条 鼓励和支持绿色建筑相关技术的研究、开发、示范、成果转化和推广应用，推动绿色建筑与新技术融合发展。

推动新建建筑项目在勘察、设计、施工和运行管理中应用建筑信息模型等数字化技术。大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的其他公共建筑应当在勘察、设计、施工和运行管理中采用建筑信息模型等数字化技术。

第四十二条 市、区人民政府应当促进以绿色化、数字化、智能化为特征的新型建筑工业化建造方式的发展，提高新建建筑项目的标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、智能化管理水平，提高采用新型建筑工业化建造方式的建筑占新建建筑的比例，加快打造建筑产业互联网平台，促进建筑产业全要素、全产业链、全价值链的互联互通。

第四十三条 市、区住房城乡建设主管部门和市场监管部门应当按照职责加强部品部件生产和使用监督管理。

第四十四条 大力推广应用绿色建材和建筑废弃物综合利用产品。大型公共建筑、国家机关办公建筑和财政性资金参与投资建设的公共建筑应当优先采购和使用绿色建材以及建筑废弃物综合利用技术和产品。

第四十五条 鼓励金融机构按照国家有关规定，

通过绿色信贷、绿色保险、绿色债券等多种方式提供绿色金融服务。

第四十六条 支持高等院校、科研机构、企业和其他社会组织牵头或者参与绿色建筑相关领域国际标准、国家标准、行业标准、地方标准和团体标准的起草和修订，制定和实施更为严格的企业标准，推动科技创新成果形成相关技术标准。

第四十七条 建设、改造、购买、运行绿色建筑和符合实施绿色建筑发展要求的，市住房城乡建设主管部门可以会同规划和自然资源等相关部门制定和实施以下激励政策：

（一）因采取隔热保温、遮阳、隔声降噪、可再生能源利用等绿色建筑发展相关技术措施而增加的建筑面积，不计入容积率核算；

（二）采用装配式等新型建筑工业化建造方式的绿色建筑，其外墙预制部分建筑面积可不计入容积率核算，最大不得超过建筑单体地上建筑面积的百分之三；

（三）使用住房公积金贷款购买高于国家绿色建筑评价标准一星级的绿色建筑自住住房的，贷款额度可以按照不超过地方规定的比例上浮；

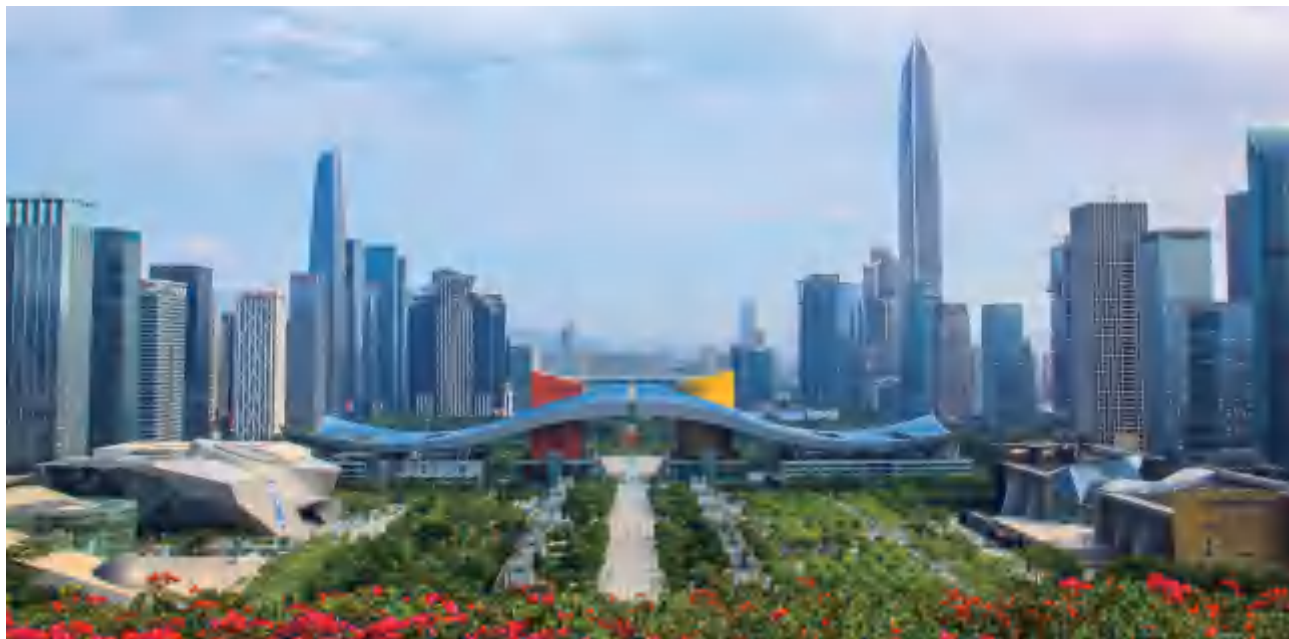
（四）采用最高等级标准建设的绿色建筑项目，可以在各类建筑工程奖项的评审中优先推荐。

第六章 法律责任

第四十八条 至 第六十一条（略）

第七章 附则

第六十二条 本条例自2022年7月1日起施行，《深圳经济特区建筑节能条例》同时废止。



热压通风在实践中的应用

中南建筑设计院股份有限公司 吴银光 杨雷

〔摘要〕本文介绍了实际建筑设计中，自然通风方面设计遇到的一些问题，提出了采用热压通风来解决的方法。并列举了3个采用热压通风的实际案例，采用CFD模拟的方式定量分析，验证了这一通风方式的实际效果。

〔关键词〕自然通风；CFD模拟；热压通风

1 自然通风现状

自然通风是指利用空气的密度差引起的热压或风力造成的动压来促使空气流动而进行的通风换气，它在绿色建筑中应用非常普遍，一般在进行建筑设计时都会优先使用。在《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014第8.2.10条中有明确的要求：在过渡季典型工况下主要功能房间平均自然通风换气次数不小于2次。

但是在实际设计中往往有很多大进深的商业建筑利用动压自然通风难以满足要求，甚至有的建筑功能要求不能开设外窗利用动压通风（例如利用观景效果的展览大厅），需要采取其他措施来促进通风。相比于传统的风压通风，热压通风有以下几点特点：1. 不受室外气象条件影响。2. 不受朝向、外界地形环境影响。3. 需要考虑人体、设备、照明等因素作整体设计。室内发热量和空间高度会直接影响到热压通风的通风效率，通风中庭或天窗是目前热压通风设计中最常用的措施。

2 热压通风原理

所谓利用热压通风，实际就是利用“烟囱效应”来通风。由于温度差的存在，室内外密度差产生，沿着建筑物墙面的垂直方向出现压力梯度。当室内温度高于室外，建筑物的上部分将会有较高的压力，而下部存在较低的压力。空气通过下面的窗户或者门洞进入，从上部天窗、天井流出。

3 案例

3.1 某展览馆项目

项目概况：某展览馆项目，建设地点为湖北省武汉市，气候分区：III区，大城市环境，属夏热冬冷地区，总用地面积：132069m²，总建筑面积：71757m²，结构形式：钢结构，建筑层数：4层，建筑总高度：总高度为51.1m。

特点：由于功能关系，室内为科技展厅，进深较大，展览区域不能有自然光线进入，均不能直接开窗。这给室内自然通风带来了很大的难度。

通风措施：为了解决自然通风问题，决定采取



图1 风压作用下的自然通风

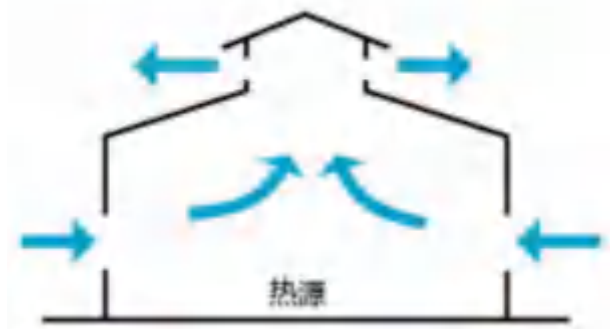


图2 热压作用下的自然通风

热压通风的方式。利用一搂宽敞的进出口大门和四侧的8个楼梯通道，在展厅顶部设出风口，利用展厅内的热压进行自然通风。

模拟条件：在室内自然通风模型中设置室内热源分布，展厅内发热量按32.3W/m²计，发热量均匀布置在房间的底部。项目的展厅布置及编号见图6自然通风示意图见图8，CFD模型见图7，各展厅的体积、通风风量、换气次数以及距地面1m处的平均温度见表2。



图3 展厅布置及编号示意图

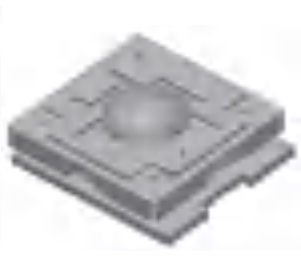


图4 模型图

模拟结果：计算结果显示，展厅内风速在 0.25-0.82m/s 之间，平均风速为 0.39m/s；空气龄在 525-1960s 之间，平均空气龄为 1150s，通过平均空气龄计算，室内换气次数约为 3.13 次/h。满足绿色建筑评价要求。



图 5 热压通风分析图

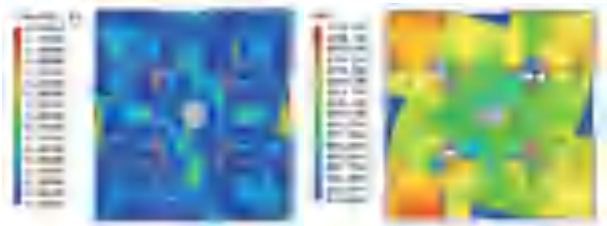


图 6 模拟计算结果

3.2 某机关管理局生态中庭

项目概况：本项目为某机关管理局综合性办公楼，其中设一中庭生态花园。标高 13.8m，面积 1020m²，高 29m，两侧采用纯玻璃幕墙。

特点：生态中庭比较大，中庭两侧巨大玻璃幕墙上只能在底部开少量窗户，通过玻璃幕墙进入室内的太阳辐射热非常大。需要自然通风来保证中庭内的空气新鲜度，并带走中庭热量。

通风措施：利用生态中庭的高度差，在中庭顶部设置通风天窗，太阳辐射通过幕墙至室内使得中庭内温度升高，高温气体在室外风压和热压共同作用下排出室外。

模拟结果：通过模拟计算，过渡季节室外温度

25℃条件下，在风压和热压的共同作用下，生态中庭人行区平均风速为 0.42m/s；平均温度为 26.7℃，平均空气龄为 812s，通过平均空气龄计算，室内换气次数约为 4.43 次/h。满足绿色建筑评价要求和人需要的热舒适度。



图 7 效果图

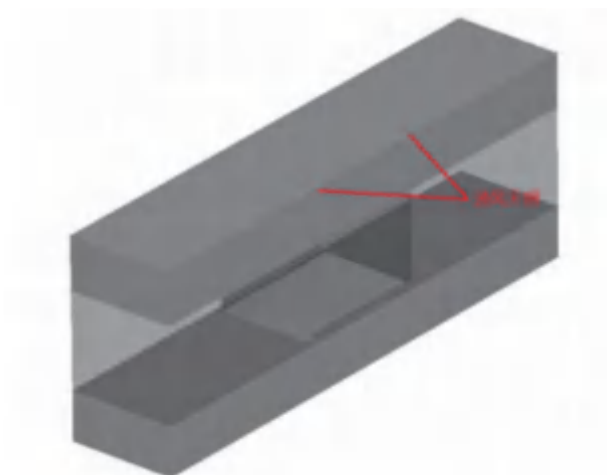


图 8 模型图

3.3 某办公建筑

项目概况：本工程为办公建筑，用地面积 1.1327 万 m²，地下三层，地上二十二层，建筑面积 6.6428 万 m²，建筑高度 99m。

表 1 展厅的体积、通风风量、换气次数以及距地面 1m 处的平均温度

房间编号	1	2	3	4	5	6	7	8	合计
体积 (× 10 ⁴ m ³)	1.86	2.85	1.85	2.84	2.81	1.86	2.82	1.86	18.39
室内无发热量	风量 (× 10 ⁴ m ³ /h)	9.76	16.91	6.26	11.42	33.43	6.06	5.47	96.30
	换气次数 (次/h)	5.26	5.93	4.99	4.03	11.88	3.26	1.94	5.24
室内有发热量	风量 (× 10 ⁴ m ³ /h)	12.32	22.56	11.94	21.46	34.30	8.51	16.38	135.42
	换气次数 (次/h)	6.66	7.78	6.45	7.48	12.19	4.59	5.81	7.36
	平均温差 (℃)	3.80	2.83	3.44	3.88	2.94	3.99	3.31	/
换气次数增加率	26.6%	31.2%	29.3%	85.6%	2.6%	40.8%	199.5%	13.8%	40.6%

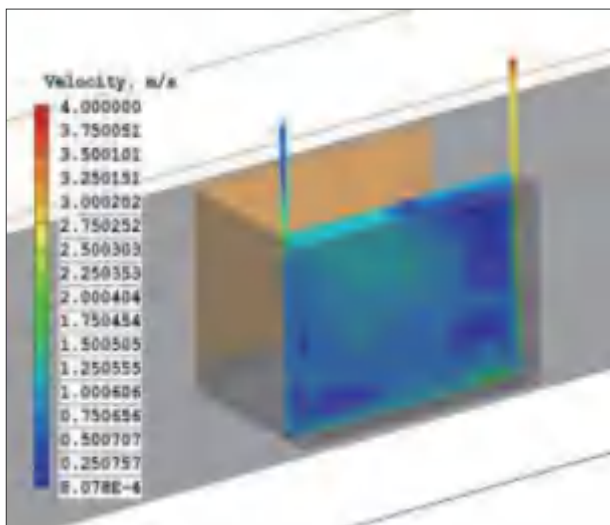


图9 竖直剖面风速分布

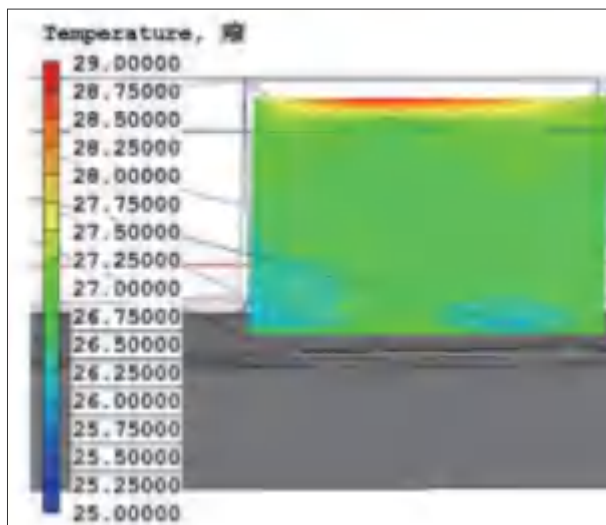


图10 竖直剖面温度分布

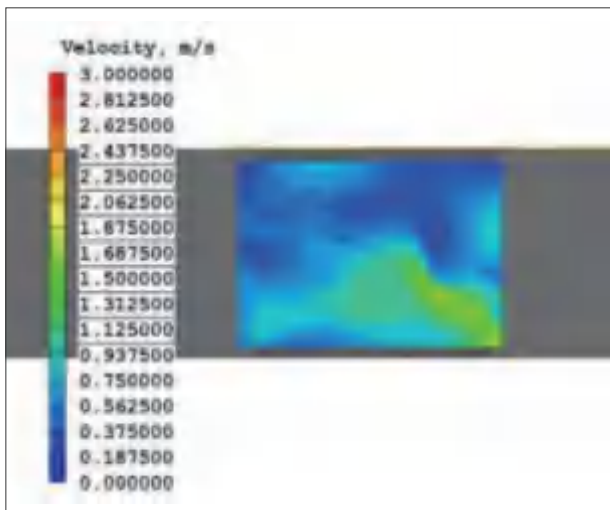


图11 人行区风速分布

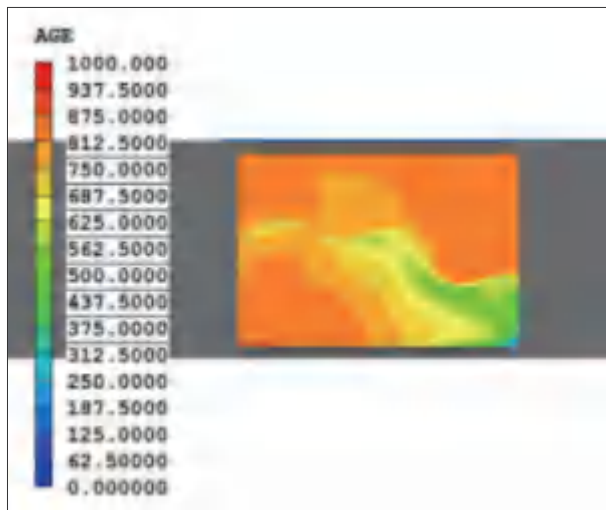


图12 人行区空气龄分布

特点：该建筑进深不大，具有良好的利用动压自然通风条件。建筑师为了丰富内部空间，在9~20层设计了交错设置的景观中庭。这中庭可以作为利用热压自然通风的竖向风道。

模拟结果：为了验证景观中庭的自然通风效果，应用CFD软件对设计实际情况（简称有中庭）和假设项目不设置中庭的情况（简称无中庭）进行分析对比。室内发热量均按 $28.2\text{W}/\text{m}^2$ 计。景观中庭示意图和CFD模型图见图13，9~20层各层距地面1m

处平均温度与室外温度的差值见表2。数据显示有中庭模型的室内外温差要小于无中庭模型。由自然通风风量计算公式可知通风量与室内外温差成反比。温差小就说明风量大，同时也说明热舒适性好。从整体上来看，有中庭自然通风风量比无中庭自然通风风量大8.1%。

4 总结

1. 热压通风做为建筑中经常采用的两种自然通

（下接47页）

表2 某办公建筑9~20层各层距地面1m处平均温度与室外温度的差值

楼层	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均
有中庭(℃)	0.85	0.81	0.79	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.75	0.77	0.76	0.79	0.78
无中庭(℃)	0.91	0.92	0.93	0.90	0.88	0.84	0.77	0.78	0.76	0.77	0.79	0.86	0.84
相对差率	7.1%	13.6%	17.7%	12.5%	12.8%	10.5%	2.7%	5.4%	1.3%	0.0%	3.9%	8.9%	8.1%

某办公楼空调冷冻水温探讨

湖南省建筑设计院有限公司 邱昱榕 刘毅

〔摘要〕目前国内空调制冷机组的名义工况下,冷冻水进出口水温为 7/12℃。常规中央空调项目设计大多基于此参数设计空调冷冻水一次水温。而这一参数为传统的经验数值,对于实际项目而言,需要进行具体分析。本文结合实际项目,在满足系统正常运行前提下,对冷冻水不同出水温度下,及同一出水温度下不同温差的集中空调系统能效及投资进行分析,分析出冷冻水供水温度及温差变化时,冷源、输配系统及末端的经济性及能耗变化幅度,并得出该项目空调冷冻水温度的最佳参数。分析结论对同类项目设计及区域能源规划设计有一定的参考借鉴作用。

〔关键词〕空调水系统;冷冻水温度;能耗;经济性

1 引言

对于利用水作为载冷剂的制冷机组而言,当蒸发温度低于 0℃时,会导致蒸发器结霜影响制冷机组运行;实际蒸发换热不是理想的均匀换热且存在污垢系数等多种因素,实际过程中蒸发器的制冷剂与载冷剂侧存在换热温差,因此除特殊情况外,要求冷水机组直接供冷系统的冷水供水温度不低于 5℃,以保证机组以较好的工况稳定运行。在此前提下,制冷机组的冷水供水温度越高,机组的能效越好。

对于末端而言,常规的制冷除湿空调系统,其冷冻水供水温度通常需低于空调末端出风温度 3.5℃以上,才能保证末端正常换热。冷冻水的供水温度越高,末端换热能力越低,因此必要时需增加末端设备规格及数量,造成初投资及末端运行费用增加。

当供回水温差越大时,冷冻水系统流量越小,水泵越节能,管网管径小;但供回水温差加大时末端换热热量下降,末端经济性降低。反之,供回水温差过小时,水泵及管网成本会急剧增加,且末端换热热量基本不再增大,因此要求空调冷水供回水温差不应小于 5℃。

从上述内容可以看出,对于具体的整体空调系统而言,存在一个最佳供回水温度,使整个空调系统达到最优经济型运行。

2 不同冷冻水出水温度下空调系统经济性分析

2.1 项目概况

本文选用长沙地区某办公楼的集中空调系统作为分析案例,选取项目空调区域面积 16558m²,空调冷负荷 2929kW。项目冷源采用螺杆式冷水机组,制冷机房设于办公楼地下室,冷冻水采用一级泵变流量系统,空调末端部分采用风机盘管加新风,部分采用全空气系统。

2.2 计算参数

不同供回水温度下制冷机组根据同一厂家实验数据,空调末端在不同温度工况下修正采用以下方法:风量一定时风机盘管设计工况与标况下冷量修正:

$$Ql = Qb \frac{t_{s1} - t_{w1}}{t_{s1} - t_{w1}} \ln \frac{Wl}{W} \cdot e^{m[t_{s1} - t_{w1}]} \cdot e^{p[t_{w1} - t_{w1}]} \quad (1)$$

t_{s1} 、 t_{w1} 、 W —分别表示额定工况下进口湿球温度、进水温度和水量;

t'_{s1} 、 t'_{w1} 、 W' —分别表示设计工况下进口湿球温度、进水温度和水量;

n 、 m 、 p —系数, $n=0.284$ (二排管)、 0.426 (三排管)、 $m=0.02$ 、 $p=0.0167$ 。

空调机组根据厂家实验数值修正风压及水流阻力。

2.3 工况选取

对该项目为代表的常规建筑,夏季室内设计参数通常按照干球温度 26℃,相对湿度 60% 作为标准。考虑到一定余量,本文采用干球温度 24℃,相对湿度 50% 的室内参数作为末端送风温度的上限指标,此工况下露点温度为 12.8℃。因此,根据上节内容,在保证空调系统正常运行前提下的供水温度范围为 5~9.3℃。

根据以上分析,选取冷冻水供水温度 6~9℃取整,5℃供回水温差作为变冷冻水出水温度工况进行对比。由于各工况下供回水温差及流量均不变,因此输配系统能耗及成本基本相同,主要比较供水温度变化时,制冷主机及末端能耗与设备成本的变化幅度对比。

采用四种不同的冷冻水出水温度进行经济性分析。四种方案同位置设备均采用同一品牌。其中项目运行费用中水费及维护成本基本相同,冷却水系统设备及管路均相同,因此不做计算。

2.4 经济性分析

各方按系统初投资及运行费用如下：

表 2.1 变供水温度工况初投资及年运行费用对比

供回水温度	6/11℃	7/12℃	8/13℃	9/14℃
初投资（万元）	328.66	329.27	330.39	343.78
年运行费用（万元）	50.42	49.88	49.28	48.78

从以上数据可以看出，系统在 6~8℃供水温度工况下初投资相差不大，在 9℃供水温度工况下初投资明显提高，从运行费用来看，各方案相差不大，因此对于本项目而言，无论从优化主机运行环境，减小输送损耗等多个角度来看，供水温度 8℃显然由于常规 7℃方案。

3 不同出水温差下空调系统经济性分析

3.1 工况选取

结合上述分析，选取该项目最优供水工况 8℃及常规应用最多的供水工况 7℃作为供水温度，在温差工况分别为 5℃、6℃、7℃作为变冷冻水供回水温差工况进行对比，其中输配系统管路均采用 5℃温差工况下，经济比摩阻为依据的计算管径。根据主机设备的实验数据，螺杆式冷水机在供水温度相同的情况下，能效及出力基本相同，因此变温差工况主要对比输配系统与空调末端成本及能耗的相对变化幅度。

3.2 供水温度下变温差工况对比

表 3.1 7℃供水温度变供回水温差工况初投资及年运行费用对比

供回水温度	7/12℃	7/13℃	7/14℃
初投资（万元）	328.66	328.72	339.50
年运行费用（万元）	49.88	48.95	48.28

表 3.2 8℃供水温度变供回水温差工况初投资及年运行费用对比

供回水温度	8/13℃	8/14℃	8/15℃
初投资（万元）	330.39	336.64	348.51
年运行费用（万元）	49.28	47.40	46.64

从以上数据可以看出，系统在 5℃、6℃供回水温差工况下初投资相差不大，在 7℃供回水温差下初投资明显提高。8℃供水温度比 7℃供水温度下初投资变化更为明显，这是因为 8℃供水温度下，增加供回水温差时空调末端换热量衰减幅度较 7℃供水温度更大。从运行费用来看，各方案相差仍然不大，随着温差增加略有减少。因此对于本项目而言，供回水温差 6℃较常规 5℃更为优化。

3.3 经济比摩阻适用性分析

通常在项目设计过程中，输配系统管路设计很

多是以经济比摩阻为依据进行水力计算。经济比摩阻也是传统的经验数值，对于类似本项目将冷源置于负荷中心位置的常规中型建筑，通常将管路适当放大，减小比摩阻，可以获得更好的经济性。

本文选取 7/13℃及 7/14℃工况下，按照经济比摩阻对管路进行重新修正，与 7/12℃下设计管路不变的方案进行初投资与运行费用对比，结果如下。

表 3.3 两种输配系统方案下空调系统经济性对比（7/13℃）

方案	维持管路不变	采用经济比摩阻	差值
初投资（万元）	329.63	328.72	< 1 万元
年运行费用（万元）	47.71	48.95	-1.2 万元

表 4.4 两种输配系统方案下空调系统经济性对比（7/14℃）

方案	维持管路不变	采用经济比摩阻	差值
初投资（万元）	346.4	339.5	6.9 万元
年运行费用（万元）	47.2	48.3	-1.1 万元

表 3.4 两种输配系统方案下空调系统经济性对比以上结果可以看出，采用减小比摩阻的方案带来的能效提升经济性明显大于初投资的增加，因此对于本项目，适当扩大管路，减小阻力，具有更好的经济性和节能效益。

4 维持末端特性不变的变水温工况对比

从以上分析可以看出，冷冻水供水温度与供回水温差增加时，空调末端换热量均减小。那么在一定范围内增大供回水温差的同时减小供水温度，则可以在减小输配系统成本的同时，保证空调末端性能基本不变。

表 4.1 7/13℃与 8/13℃初投资及年运行费用对比

供回水温度	7/13℃	8/13℃
初投资（万元）	328.72	330.39
年运行费用（万元）	48.95	49.28

可以看出 7/13℃无论初投资及运行成本均略低于 8/14℃。以上结果主要体现在一定情况下增大温差降低输配成本的同时减小供水温度，即能够保证末端性能不变，也可以获得更好的节能效果。尤其在区域能源规划这类输配系统庞大的系统中，输配系统的节省更会远大于冷源的投入。

5 结语

综合以上分析，可以看出空调冷冻水温 7/12℃具有一定的代表性，而上面的分析最优值基本靠近这一工况，但在具体项目设计时，可以进行局部的优化，对于本项目而言 8℃供水或者 6℃温差明显更好。在输配系统不太庞大的空调系统中，进行空调

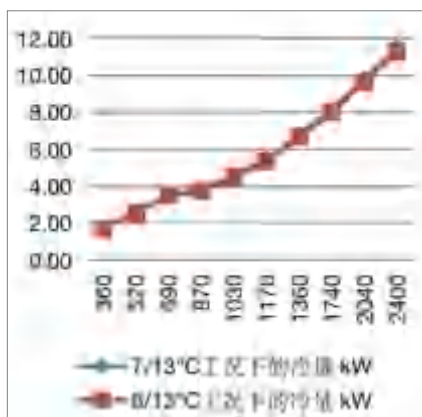


图 5.1 风机盘管冷量对比 (2 排)

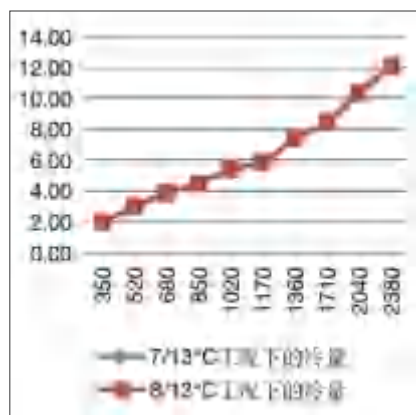


图 5.2 风机盘管冷量对比 (3 排)

水力计算时,可以考虑采用较小的比摩阻,往往能获得更好的经济性收益,在设计中可以考虑多取经济比摩阻下限值。而在输配系统庞大的区域能源规划等项目,由于末端性能受水温影响大,管理方不能为了减小输配成本而一味的增加供回水温差,需要兼顾使用方末端成本及输配成本的经济性平衡,

才能实现合理规划。因此建议在可以实现的最小供水温度的前提下,合理选择供回水温差,实现最优设计。

参考文献

[1] 赵荣义, 范存养, 薛殿华 et al. 空气调节 (第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1994.

(上接 44 页)



图 13 景观中庭示意图

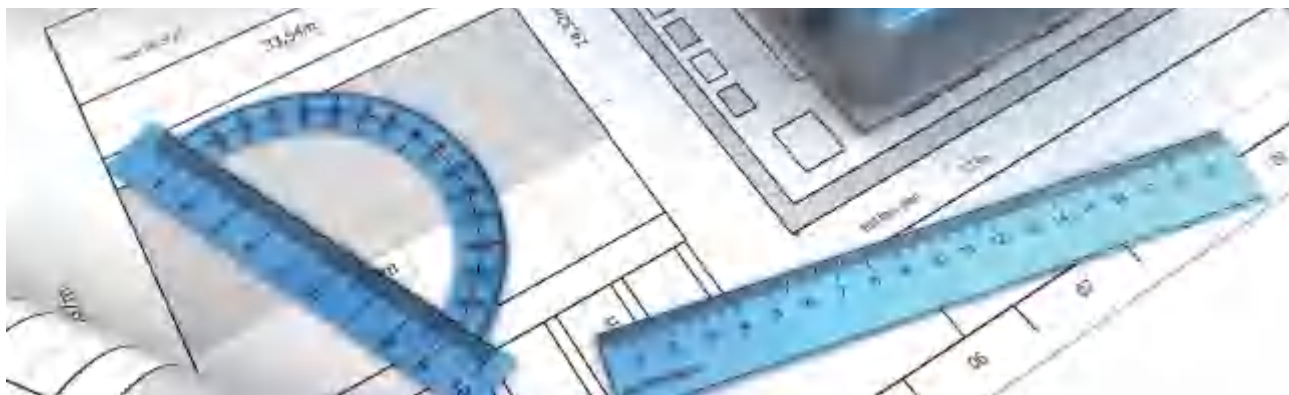


图 14 CFD 模拟分析模型图

室内空气环境方面有着不可取代的作用和广泛的适用对象。建筑师应针对不同的室外气候条件,将热压通风和风压通风两种方式运用到建筑设计之中。

2. 热压通风效果明显,通过合理的合计,完全可以满足绿色建筑通风要求,同时带走室内热负荷,起到节能的效果。

3. 需要注意的是,热压通风是一个主要靠静压的通风方式,要取得较好的通风效果,应尽可能减少通风阻力。同时,热压通风系统的进排风口应能方便的开启或者关闭,在关闭时应有良好的气密性,防止在空调供暖季节由于室内外有加大的温差而产生大量的漏风,避免大量增加空调供暖能耗。



基于 SEM 的新冠疫情时期住宅建筑室内环境对大学生学习效率影响分析

安徽工业大学建筑工程学院 周恒 寇遵丽 黄志甲 吴琦琦

〔摘要〕新冠疫情期间,大学生长期居家学习,营造适宜于学习的室内环境需要室内环境对学习效率的影响路径和因素权重作为引导。结合知觉现象学原理,提出触觉、嗅觉、听觉、视觉分类下室内环境因素关联学习效率的影响路径结构方程模型(SEM)。采用AMOS软件基于室内环境、学习效率、病态建筑综合症(SBS)的问卷调查数据拟合修正模型,并分析了SBS各症状发生频率和学习效率的相关性,结果表明:触觉、听觉、嗅觉通过影响SBS间接影响学习效率,影响权重分别为:0.427、0.336、0.237;各分类下共保留10项因素,影响权重最大为温度(0.187),最小为大自然的噪音(0.057);室外人为噪音对学习效率的影响仅次于温度和湿度;患有“注意力不集中”症状人数占比最大,对学习质量影响最大,且与所有学习效率自评项均相关。

〔关键词〕住宅建筑;室内环境;学习效率;SBS;影响因素;权重;SEM;拟合验证

为防控新型冠疫情,高校大学生春季返校时间延迟,长期居家学习^[1]。室内环境极大程度影响着学习效率^[2,3],同时在不健康的环境里,病态建筑综合症(SBS)发生的频率增加,造成工作学习效率下降^[4,5]。长期居家学习对住宅建筑的学习区域室内环境营造提出了更高的要求。

建筑的室内环境的营造不仅要考虑节能、舒适、健康还要兼顾如何提高使用者的生产率、工作效率、学习效率等^[6,7]。多数学者将高校图书馆、公寓、教室、研究室、办公建筑等建筑室内环境按照光环境、声环境、空气质量和热湿环境进行分类,分开研究不同分类下因素对学生的心理状态、睡眠质量、学习认知、SBS、热满意度等的影响,并对该影响下的学习效率进行分析^[8-11]。连之伟通过问卷调查分析了个人因素和室内物理环境对人员工作效率的影响程度,调查结果表明热环境、空气品质和噪音是影响人员工作效率的主要因素^[12];Lilin Xiong用全因子设计实验,探讨了温度、噪音和照度对不同任务类型学习效率的影响^[13];毛鹏将主观感受问卷调查与认知能力测试相结合,研究教室内温度变化对学习效率影响的显著程度^[14];Gwen C. Marchand实验研究了声光热环境处于舒适范围内和超出舒适范围的教室对学习效率的影响程度,发现声环境对学习效率产生的影响最大^[15];也有学者通过测试不同建筑的室内环境和学习效率,获取能够促进学习效率提高的室内环境各参数范围^[16-19]等。但疫情期间,住

宅建筑成为了最主要的学习空间,对学习效率产生影响的室内环境因素不同于以上建筑,需针对住宅建筑整理影响因素并分析影响路径。可在“人本需求”导向下,将学生的主观知觉感受、SBS状况与室内环境建立合理联系,从知觉现象学的角度建立起室内环境与SBS和学习效率的关系。

综上,为研究新冠疫情期间住宅学习场所室内环境对学习效率和SBS的影响及程度,结合知觉现象学,在主观调查问卷的基础上建立SEM,量化各室内环境对学习效率的影响权重,以期为疫情期间居家学习的学生提高学习效率改善室内环境提供支撑,同时为健康住宅的学习功能空间环境营造提供方向。

1 理论研究及方法

1.1 SEM理论概述

本文中的影响路径模型即结构方程模型(Structural Equation Model, SEM),是一种基于变量的协方差矩阵,处理多变量研究数据的实证分析模型。可根据现有的理论和知识建立假设模型,结合实际数据利用amos软件对模型进行识别和拟合,并逐步进行修正,得到最终影响路径模型。SEM可同时研究观测变量与潜变量的测量关系以及各潜变量之间的结构关系,并容许观测变量和潜变量含测量误差,能够估计整个模型的拟合程度,弥补了传统统计方法的不足。具体研究流程如图1所示。

图2为SEM简图,用长方形表示观测变量 a_1 - a_4 、 b_1 - b_8 ,椭圆形表示潜在变量A、 B_1 、 B_2 ,用椭圆或圆形表示误差 a_1 - a_4 、 β_1 - β_4 以及残差项 e_1 、 e_2 。

基金项目: 基金项目: 国家级大学生创新创业项目资助
(项目编号: 201910360042)

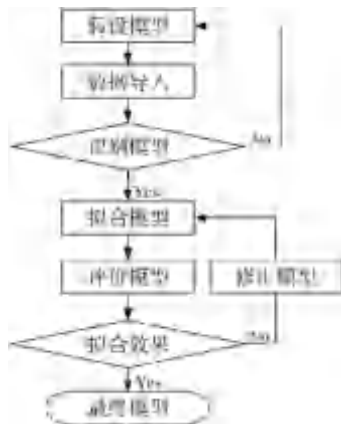


图1 SEM影响路径研究流程图

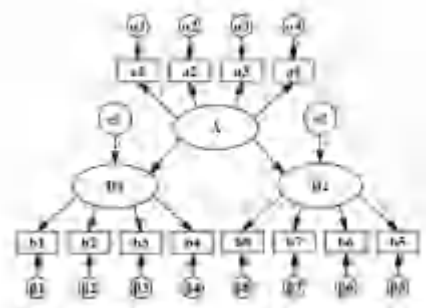


图2 SEM简图

图2中三个测量模型构成一个结构模型,测量模型描述潜在变量如何被相应观测变量所测量,其矩阵方程式为式1、式2。

$$a = \Lambda A + \alpha \quad (1)$$

$$b = \Lambda B + \beta \quad (2)$$

式中 a 、 b 为观测变量; A 、 B 为潜变量组成的矩阵; ΛA 、 ΛB 为观测变量在潜变量上的因子载荷矩阵; α 、 β 为观测变量的误差。

结构模型指潜变量之间的关系,其矩阵方程式表示为:

$$B = \mu B + \lambda A + e \quad (3)$$

式中 μ 、 λ 为分别表示潜变量间 B 和潜变量 A 对潜变量 B 的回归系数; e 为潜变量 B 无法被完全解释的残差项。

1.2 影响因素分类及问卷设计

各室内环境因素被分类到嗅觉、听觉、触觉、视觉舒适四个潜变量下。正式问卷前对大学生居家学习认为对自己学习效率产生影响的因素进行了调查,并综合文献对四个潜变量下的影响因素进行确定。

由于居家学习,不同于图书馆和高校教室室外环境噪音源较少且噪音分贝较低^[20],结合调查结果,住宅建筑噪音因素较多,包括室外传入室内的施工声、车辆行驶鸣笛声、路上行人的谈话声、广播声等,

非学习区域传入室内的家人聊天声、看电视或者做家务的声音,以及学习区域内键盘敲击声、写字声等。因此听觉设计了4个题项 T1-T4,受访者对室内听到来自室外人为噪声、学习区域内人为噪声、建筑内非学习空间人为噪声大小进行评价,从“非常大”(1)到“非常小”(7)。

对人体触觉产生影响的室内环境因素主要为热环境方面,室内温度、湿度和风速给人体皮肤上的神经细胞带来的感受影响着人体对室内环境的触觉舒适,因此,将温度湿度以及热舒适分类到触觉^[21],设计了4个题项 C1-C4,调查受访者对温度、湿度、吹风感、热舒适的满意度,从“非常不满意”(1)到“非常满意”(7)。

表1 室内环境调查问卷

潜变量	编号	题项
嗅觉	X1	室内空气气味积极或消极情况
	X2	室内空气清新程度
	X3	室内空气气味对鼻腔的刺激程度
听觉	T1	室内听到来自大自然的噪音情况
	T2	室内听到来自室外的人为噪音情况
	T3	来自学习的房间室内人为噪音情况
	T4	来自非学习房间的建筑物内人为噪音情况
触觉	C1	室内温度满意度
	C2	室内湿度满意度
	C3	室内吹风感满意度
	C4	室内热舒适
视觉	S1	室内人工照明照度满意度
	S2	室内自然采光照度满意度
	S3	室内光源稳定情况满意度
	S4	室内照度均匀情况满意度
	S5	室内眩光情况满意度

嗅觉下设计了3个题项 X1-X3,包括“室内空气的消极积极程度”、“空气清新程度”、“室内空气气味对鼻腔的刺激程度”。由于人体进入某一空间越长,对该空间的气味感知越弱,所以发放问卷时强调是刚进入房间时对气味的感受。消极气味会造成室内人员产生不良情绪,影响学习工作效率,积极气味会使人产生愉悦情绪,有益调节人体生理机能,缓解学习时的焦虑,降低疲劳感等。

光线的明暗、稳定情况以及眩光程度等会影响眼睛疲劳或眼部刺痛,同时不舒适的光环境也会造成焦虑、走神,从而影响学习效率,根据以上内容,视觉潜变量下设计了5个题项 S1-S5,调查受访者对以上因素的满意度,从“非常不满意”(1)到“非常满意”(7)。表1为根据四个潜变量下的影响因

素设计的题项及编号。

综合文献调研和居家自主学习特点^[22],居家学习时间管理、学习规划、反思及认知监控等自主学习能力深刻影响着学习效率。对学习效率问卷,采用对学习前的任务安排,学习过程中的认真程度,走神情况,以及思维活跃程度,学习后对自己的任务完成情况和学习质量情况进行自评,从完全不同意(1)到完全同意(7),具体问卷内容和题项编号见表2。

表2 学习效率自评问卷

编号	学习效率自评题项
XLSJ1	学习任务安排: 我能够合理地安排时间,按照自己期望的方式学习
XLRW2	学习任务完成效果: 我能在规定时间内更快完成我的学习任务
XLRZ3	学习态度认真程度:我很认真的对待学习任务
XLZS4	学习时走神情况:我学习时几乎不会走神
XLSW5	学习思维活跃程度:学习时我都思维很活跃
XLZL6	学习质量: 我的学习质量很高,学习效果更能得到自己的认可

SBS共有13种,包括疲劳、感觉头重、头痛、恶心、头昏眼花、注意力难以集中、眼睛发痒,有灼烧或刺痛感、鼻子刺痛,堵塞或流鼻涕、喉咙嘶哑,干燥、咳嗽、面部皮肤干燥红晕、头皮或耳朵起屑刺痒、手发痒,发红、起疹子、关节疼痛13种,用“总是”、“经常”、“有时候”、“偶尔”、“极少”、“一次”、“没有”来表示各症状的发生情况,分值从1-7,题项编号为SBS1-SBS13。

1.3 研究假设

本文确定了触觉、嗅觉、听觉、视觉、SBS以及学习效率6个潜变量,并根据室内环境对SBS和学习效率的影响特点,对学习效率影响因素之间的相互关系做出相应的假设。

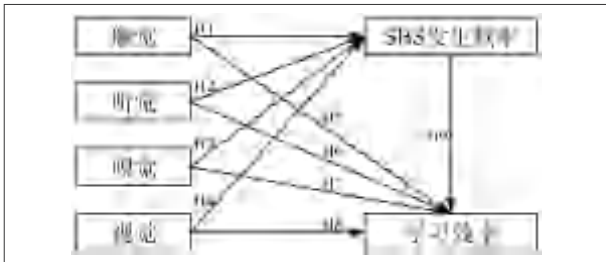


图3 假设模型

图3所示即假设模型,H1-H4对应的路径假设分别为触觉、听觉、嗅觉、视觉对SBS发生频率存在影响;H5-H8对应的路径假设分别为触觉、听觉、嗅觉、视觉对学习效率存在影响;H9对应的路径假

设为SBS发生频率对学习效率存在影响。

2 影响路径分析

2.1 样本信效度检验

在对影响路径的模型进行拟合时,需结合问卷调查的数据。本研究的调查问卷通过链接形式向新冠疫情下在家学习的大学生发放。为确保问卷的科学性、适用性,调查涵盖了不同地区、高校以及不同年级、年龄段的大学生。共发放285份,有效回收260份,有效回收率91.2%。

为确定样本数据是否可靠合理,对问卷结果进行信效度检验。信度检验采用Cronbach's α系数法,效度检验采用因子分析法。利用SPSS21.0软件对问卷进行信效度检验,检验结果见表3。由表3可知,各量表的Cronbach's α系数在0.751~0.897之间,总量表信度为0.894。Cronbach's α值越接近1,说明问卷可靠性越高,越可信,高于0.7代表信度较高,因此本问卷调研结果具有较高的信度。效度检验中,Bartlett's 检验其近似卡方值为3917.318,伴随概率均小于0.05,KMO值范围在0~1之间,越接近于1越好,各量表KMO值均大于0.7,效度良好。

表3 问卷的信度和效度统计

量表	Cronbach's α	KMO
室内环境	0.751	0.741
学习效率	0.892	0.877
SBS	0.897	0.895
总问卷	0.894	0.831

2.2 模型拟合、评价与修正

运用Amos20.0软件拟合学习效率室内环境影响因素的初始模型,初始模型如图4所示,共有视觉(visual)、嗅觉(olfactory)、听觉(auditory)、触觉(tactile)、SBS、学习效率(learning efficiency)6个潜变量。模型验证结果见表4。

表4 初始模型验证结果

路径	路径关系	Estimate	C.R.	P
H1	SBS←触觉	.182	1.992	.046
H2	SBS←听觉	.594	3.169	.002
H3	SBS←嗅觉	.506	3.213	.001
H4	SBS←视觉	.497	1.937	.053
H5	学习效率←触觉	.391	1.334	.182
H6	学习效率←听觉	.019	.092	.926
H7	学习效率←嗅觉	.204	1.109	.268
H8	学习效率←视觉	.079	.707	.479
H9	学习效率←SBS	.406	3.444	***

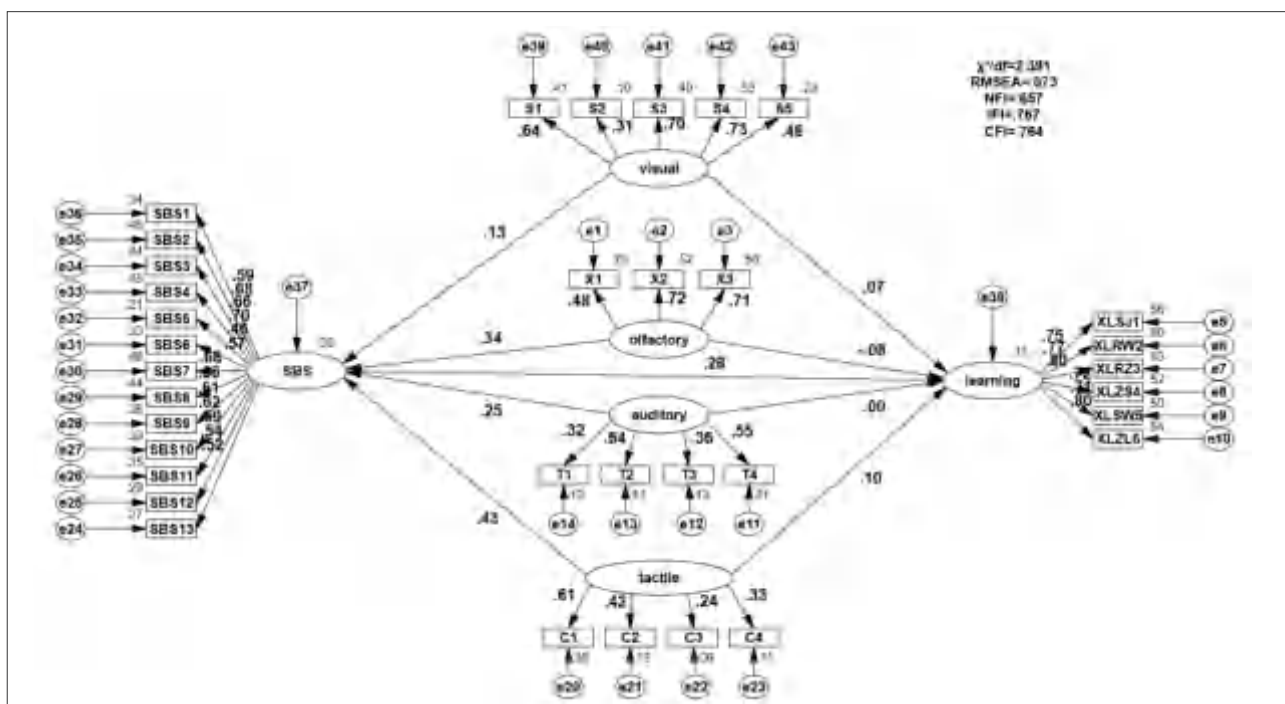


图4 AMOS 软件拟合初始模型

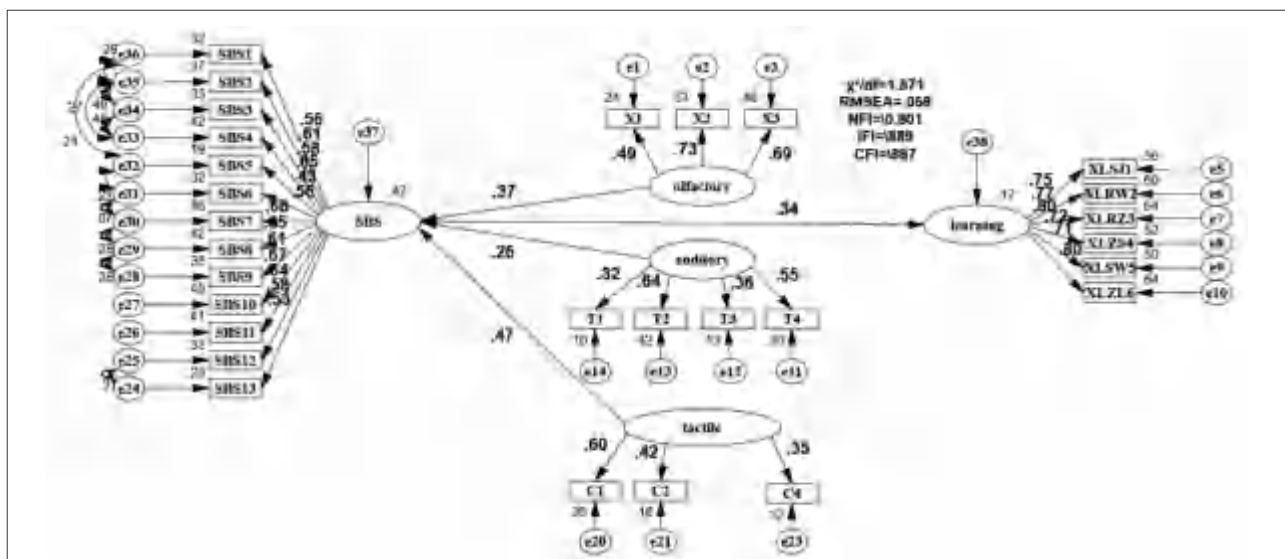


图5 AMOS 软件拟合最终模型

表4中, C.R. 和 P 值, 用来检验假设的路径是否得到了数据的支持, 若路径的 C.R. 值绝对值大于 1.96, 同时 P 值小于 0.05 则说明该假设路径成立, 变量之间产生的影响显著。由表4可得, 室内环境关联学习效率结构模型有 4 条假设路径得到支持, 分别是 H1、H2、H3、H9。

模型的拟合效果参数见表5, 初始模型评价拟合效果指标 NFI、IFI、CFI 值都不在标准范围内。为提高拟合优度需对原 SEM 进行修正, 删去不显著路径和路径系数较小的观测变量, 并根据 MI 修正指

数对误差项建立合理相关关系^[23], 确定最终模型如图5所示。表5中修正后的模型的拟合效果指标均在标准范围内。

表5 拟合效果评价指标

指标名称	χ^2/df	RMSEA	NFI	IFI	CFI
指标含义	卡方自由度比	渐进残差平方均根	规范拟合指数	增值适配指数	比较适配指数
参考标准	< 3	≤ 0.08	> 0.8	> 0.8	> 0.8
初始模型	2.501	0.076	0.647	0.761	0.757
修正后的模型	1.871	0.058	0.801	0.889	0.887

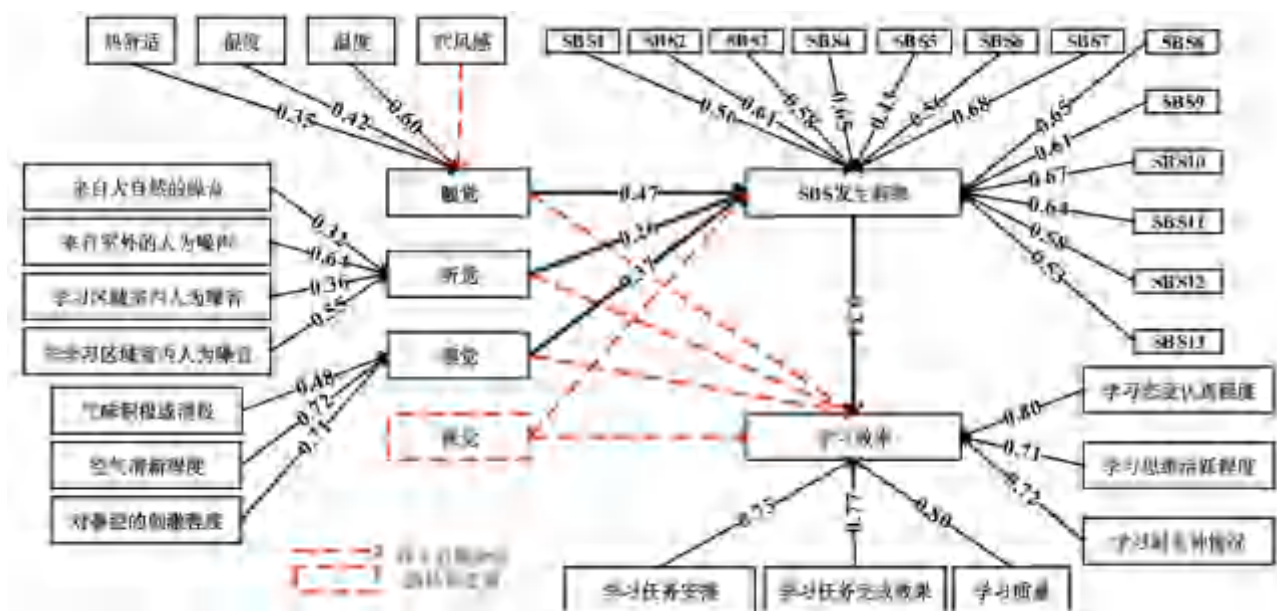


图6 室内环境关联学习效率影响路径分析图

3 结果分析

3.1 路径结果分析

根据最终模型图5绘制图6路径分析图。图6带有箭头线条即影响路径,表示变量对箭头指向另一个变量存在影响,路径系数显示影响的程度。由图6可以看出:

1) 影响学习效率的核心因素是SBS的发生频率,SBS症状发生频率的降低对提升学习效率有直接的促进作用。

2) 触觉、嗅觉、听觉对学习效率的直接影响路径回归系数不显著,直接影响不成立,通过影响SBS间接影响学习效率。

3) 室内环境对SBS产生影响的因素集中在触觉、嗅觉、听觉方面,其中,触觉的路径系数最大,表明触觉分类下的室内环境因素不良是导致SBS发生频率增大的主要原因。

4) 视觉在模型修正中被剔除,说明视觉不是影响SBS和学习效率的主要因素。

3.2 权重确定

权重计算的基础是AMOS模型验证输出结果中的Estimate值,Estimate值经过AMOS软件标准化(无量纲化)后便可用于同一模型中进行不同系数的对比。图5中各变量连线上的作用路径系数即标准化Estimate值。

根据图6中的路径系数,利用公式(4)构建“归一化”算法,得到各影响因素的权重。本文中各室内环境潜变量对SBS的直接影响权重及是对学习效率的间接影响权重。具体计算结果绘制成图7。

$$W_{a_i} = h_{a_i} / \sum_{i=1}^n h_{a_i} \quad (4)$$

式中: W_{a_i} ——各潜变量下第*i*个观测变量的影响权重;

h_{a_i} ——各潜变量下第*i*个观测变量标准作用路径系数。

由图7可以看出:

- 1) 对学习效率影响最大的是触觉(0.427),其次是听觉(0.336),最小的是嗅觉(0.237)。
- 2) 触觉分类下温度权重最大,大于湿度和热舒适。
- 3) 室外来自大自然的噪音对学习效率的影响最小。
- 4) 室外人为噪音对学习效率的影响仅次于温度和湿度,高效学习的室内环境营造应该注重建筑的隔音。

5) 室内空气的清新程度嗅觉分类下权重最大。多数学者研究表明采取开窗通风措施可降低SBS发生概率^[24,25],且开窗通风为新冠期间降低室内可能存在的病毒量,更新室内空气的有效措施。因此建议学习时合理开窗通风。

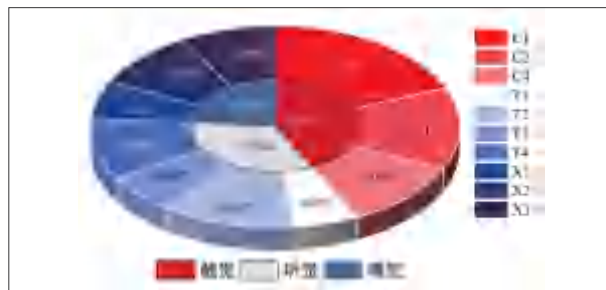


图7 各潜变量和观测变量权重双层扇形图

3.3 SBS 对学习效率的影响

为进一步研究 SBS 各症状对学习效率的影响, 基于调查数据, 统计所有 SBS 症状的患病概率, 并利用 spss 21.0 软件对各症状发生频率和学习效率自评各项进行 Spearman 秩相关性分析。

将“总是”“经常”视为患有该 SBS, 统计结果见表 6。SBS5(注意力不集中)患病人数占比最大。

表 6 SBS 各症状患病人数占比

SBS 症状	患病人数占比 (%)
SBS1	21.9
SBS2	13.1
SBS3	6.2
SBS4	8.5
SBS5	34.2
SBS6	20.0
SBS7	6.9
SBS8	5.8
SBS9	4.6
SBS10	9.2
SBS11	8.5
SBS12	5.8
SBS13	6.9

相关性分析结果见图 8。图 8 中, 白色格子表示两个因素之间相关性不显著; 有颜色的格子, 颜色越深表示相关系数越大, 相关性越强。

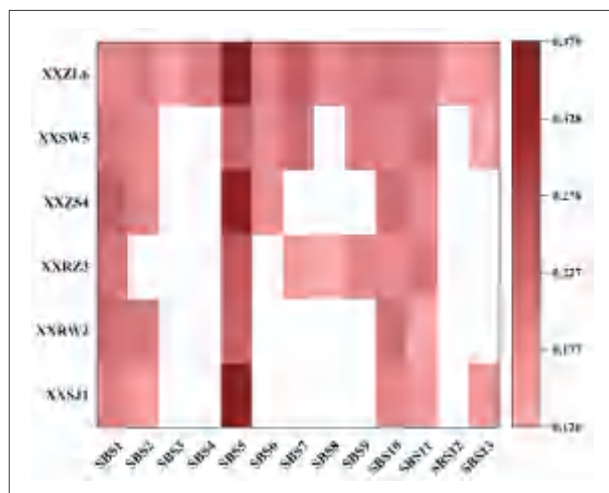


图 8 SBS 发生频率和学习效率自评相关性热点图

由图 8 可知:

1) SBS1、5、10、11 与所有学习效率自评项均呈正相关, 即避免疲劳、注意力难以集中、面部皮肤干燥红晕、头皮或耳朵起屑刺痒症状的发生有利于提高所有学习效率自评项的认可程度。

2) 学习质量与所有的 SBS 症状均存在相关, 及降低任一种 SBS 症状的发生频率均会对学习质量的提高产生正向影响。

3) SBS5 不仅与所有学习自评项相关, 与学习走神、学习时间以及学习质量的相关系数均达到了 0.35 以上, 因此, 学习区域室内环境的营造应该更加注重降低“注意力不集中”症状的发生。

4 讨论与结论

4.1 讨论

1) 模型拟合结果并不支持视觉舒适对学习效率产生影响这一假设, 这与前人的研究有一定的出入(视觉是学习效率的决定性因素之一)^[26, 27]。居家学习对视觉下的变量人为干涉是较为方便的, 可根据需求营造适宜的学习视觉环境, 视觉各项观测变量(除人为不可控自然采光)调研数据显示, 大部分都处于满意(6分)状态, 可能是视觉对学习效率和 SBS 影响路径不显著的原因之一。

2) 有研究表明, 人体作为一个整体, 内部知觉影响机制复杂交错, 例如温度在一定程度上会刺激听觉系统, 同时不良听觉感受也会造成人情绪烦躁, 降低视觉满意度, 影响触觉舒适等^[28]。四种知觉之间的相关影响可进一步研究, 以得到更加全面系统的影响机制。

3) 疫情期间, 住宅建筑成为隔离感染的重要场所, 一定程度上保障了健康, 是广大学生主要的学习场所, 营造住宅建筑室内环境应注重居住者的学习、健康要求, 以保证健康的同时达到高效的学习工作效率。

4.2 结论

通过对室内环境对学习效率影响因素的文献调研, 以及居家学习学生提出的影响因素预调查, 综合知觉现象学, 构建触觉、嗅觉、视觉、听觉、关联 SBS 和学习效率的结构方程模型, 根据疫情期间对学习效率和室内环境的问卷调查数据对模型进行修正, 确定最终的影响路径和影响权重。并研究了 SBS 症状发生频率与学习效率各自评项认可程度相关性, 以期为居家学习室内环境营造提供支撑。研究分析结论如下:

1) 基于知觉现象学构建的室内环境关联学习效率结构方程模型, 对模型进行修正以后模型拟合效果较好, 所得室内环境对学习效率的影响机制具有一定的合理性。

2) 听觉、视觉、触觉、嗅觉对学习效率的直接影响路径并未得到支持, 触觉、嗅觉、听觉通过直接影响 SBS 间接影响学习效率。

3) 触觉、嗅觉、听觉对 SBS 影响的权重分别

为 0.427、0.336、0.237, 本文中将触觉和嗅觉对于学习效率的影响权重等同于对 SBS 的影响权重, 为 0.427、0.336、0.237。

4) 十项室内环境观测变量中, 对学习效率间接影响权重最大为温度其次是湿度, 大自然的噪音对学习效率的影响最小。

5) 室外人为噪音对学习效率的影响仅次于温度和湿度, 高效学习的室内环境营造应注重建筑的隔音。

6) SBS 各症状中患有“注意力不集中”人数占比最大, 与所有学习效率自评项均相关, 对学习质量影响最大。

7) 降低任一种 SBS 症状的发生频率会对学习质量的提高产生正向影响。

参考文献

- [1] 教育部. 教育部关于 2020 年春季学期延期开学的通知 [DB/OL]. (2020-02-27) [2020-01-27]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202001/t20200127_416672.html.
- [2] 朱颖心. 建筑环境学 [M]. 4 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016
- [3] Shan X, Melina A N, Yang E H. Impact of indoor environmental quality on students' wellbeing and performance in educational building through life cycle costing perspective[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 204(PT.1-1178):298-309.
- [4] 兰丽. 室内环境对人员工作效率影响机理与评价研究 [D]. 上海交通大学, 2010.
- [5] 刘洋, 张圆, 张芮宁. 健康环境视角下开放式办公空间声环境问题及影响 [J]. 科学通报, 2020, 65(06):511-521.
- [6] Mujan I, Andelkovic A S, Muncan V, et al. Influence of indoor environmental quality on human health and productivity - A review[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 217(APR.20):646-657.
- [7] 罗琳. 学习效率导向下的严寒地区高校图书馆形态节能设计策略 [D]. 哈尔滨工业大学, 2018.
- [8] Tsujimura S, Ueno K. Effect of sound environment on learning efficiency in classrooms[J]. Journal of Environmental Engineering, 2010, 75(653):561-568.
- [9] Fang L, Wyon D P, Clausen G, et al. Impact of indoor air temperature and humidity in an office on perceived air quality, SBS symptoms and performance[J]. Indoor Air, 2004, 14(s7):74-81.
- [10] Ismail A R, Nizam C M, Haniff M H M, et al. The Impact of Workers Productivity Under Simulated Environmental Factor by Taguchi Analysis[J]. APCBEE Procedia, 2014, 10(10):263-268.
- [11] Tanabe S I, Haneda M, Nishihara N. Workplace productivity and individual thermal satisfaction[J]. Building & Environment, 2015, 91(sep.):42-50.
- [12] 兰丽, 连之伟, 宋沅沛. 办公建筑人员工作效率室内环境影响因素及经济分析 [J]. 土木建筑与环境工程, 2012, 34(S2):135-139.
- [13] Lilin X, Xiao H, Jie L, et al. Impact of Indoor Physical Environment on Learning Efficiency in Different Types of Tasks: A 3 × 4 × 3 Full Factorial Design Analysis[J]. International Journal of Environmental Research & Public Health, 2018, 15(6):1256-1272
- [14] 毛鹏, 卑圣丹, 李婕, 等. 高校教室室内温度对学习效率的影响 [J]. 东南大学学报: 医学版, 2019, 038(001):168-173.
- [15] Marchand G C, Nardi N M, Reynolds D, et al. The impact of the classroom built environment on student perceptions and learning[J]. Journal of environmental psychology, 2014, 40(dec.):187-197.
- [16] 严永红, 晏宁, 关杨, 等. 光源色温对脑波节律及学习效率的影响 [J]. 土木建筑与环境工程, 2012, 34(01):76-79+90.
- [17] Varjo J, Hongisto V, Haapakangas A, et al. Simultaneous Effects of Irrelevant Speech, Temperature and Ventilation Rate on Performance and Satisfaction in Open-plan Offices[J]. Journal of Environmental Psychology, 2015, 44 (1):16-33
- [18] 黄志超. 温度渐变环境下的人体热反应及工作效率 [D]. 重庆大学, 2015.
- [19] 崔惟霖, 欧阳沁, 余娟, 等. 相同热感觉条件下不同环境温度与风速组合对人体舒适性及工作效率的影响 [J]. 暖通空调, 2013, 43(07):68-72.
- [20] 王振江. 高校图书馆建筑声环境研究 [D]. 太原理工大学, 2014.
- [21] 陆诗亮, 谷梦, 范兆祥. 基于知觉现象学的健康体育建筑室内环境舒适度评价指标研究 [J]. 西部人居环境学刊, 2019, 34(02):8-15.
- [22] 黄振中, 张晓蕾. 自主学习能力对在线学习效果的影响机制探究——兼论在线学习交互体验的中介作用 [J]. 现代教育技术, 2018, 28(03):66-72.
- [23] 吴明隆. 结构方程模型: Amos 实务进阶 [M]. 重庆大学出版社, 2013.
- [24] Kishi R, Ketema R M, Bamai Y A, et al. Indoor environmental pollutants and their association with sick house syndrome among adults and children in elementary school[J]. Building & Environment, 2018, 136(MAY):293-301.
- [25] 白玮, 龙惟定. 上海市办公楼室内空气品质的测试和分析 [J]. 建筑热能通风空调, 2004(04):13-17.
- [26] Spreckelmeyer K F. Office Relocation and Environmental Change[J]. Environment & Behavior, 1993, 25(2):181-204.
- [27] 江燕涛, 杨昌智. 室内照明环境对可感空气品质评价影响的实验研究 [J]. 暖通空调, 2017, 47(07):99-103.
- [28] 张璐. 热声复合因素对人体舒适度的影响探究 [D]. 青岛理工大学, 2016.

室内热湿环境对织物 VOC 分配特性的影响研究

西安交通大学人居环境与建筑工程学院 周晓骏 马瑞雪 王新轲 王泮浩

[摘 要] 织物在居住建筑室内广泛分布, 由于其孔隙率高、比表面积大的多孔结构特征, 对挥发性有机物 (VOC) 具有较强的吸附性能, 而由其脱附形成的二次源效应可加剧室内空气污染并延长污染周期。分配系数作为织物 VOC 传质的特性参数之一, 对温、湿度变化均较为敏感。室内动态的热湿环境对织物内的热湿分布具有重要影响, 进而决定织物 VOC 的分配特性。本文基于织物的热质传递过程分析, 提出了织物分配系数与吸湿量、环境相对湿度之间的定量关系式, 建立了温湿度耦合作用下织物分配系数的预测模型。选择三种室内典型织物进行了一系列实验测试, 验证了预测模型的准确性。研究结果对准确预测室内 VOC 浓度、制定相应的环境控制策略具有重要意义。

[关键词] 室内空气质量; 织物; 挥发性有机化合物 (VOC); 传质; 热湿环境

1 引言

挥发性有机化合物 (Volatile organic compounds, VOCs) 对人体的健康危害多数发生在居住建筑室内^[1]。除人造板、油漆、涂料等主要的 VOC 污染源, 居住建筑室内还布置有各种材质的窗帘、寝具、地毯、沙发及衣物等纤维织物。这类材料在室内的承载率高、孔隙率及比表面积大, 对空气中的 VOC 气体存在较强的吸附作用, 而由其脱附形成的二次源效应可加剧室内空气污染并延长污染周期。此外, 寝具、衣物等柔性多孔材料与人体接触密切, 其近源效应增加的健康风险近年来亦引起了诸多学者的关注^[2]。掌握实际室内动态热湿环境中多材质污染源与汇之间的耦合关系是确定空气污染物浓度的前提, 亦是评估人体健康风险及制定适宜控制、净化策略的基础。因此, 分析织物 VOC 传质机理, 掌握动态热湿环境中织物的源汇特性具有重要的理论价值和指导意义。

室内人造板等建材的 VOC 散发特性研究已发展较为成熟, 形成了众多散发模型及参数测定方法。区别于人造板相对单一的木制纤维组分, 织物根据材质可分为植物纤维、动物纤维及人造纤维等, 因纤维化学成分、聚合及结晶程度的差异, 造成各异的表面活性及表面能, 进而对不同 VOC 分子形成差异化的吸附作用力。大量研究表明棉、麻、羊毛等天然纤维表面呈极性且具有活性官能团, 其对极性 VOC 具有较强的吸附作用^[3], 而非极性 VOC 分子则更易吸附在极性稍弱的固体表面^[4]。此外, 室内家具及建材大多覆盖致密型贴面或进行防潮涂层处理, 相比之下织物的吸放湿作用更为显著。

两相界面的物理、化学作用是影响平衡分配过

程的重要因素。材料与空气接触界面 VOC 分子吸附、脱附的平衡状态可用分配系数来表述。Bodalal^[5] 通过实验数据拟合得到了分配系数与蒸汽压力的经验关系式, 但是该公式仅适用于判定同类 VOC 间的关系, 缺乏普适性。Zhang 等^[6] 根据 Langmuir 单分子层吸附理论推导了建材 VOC 分配系数的解析式, 建立了分配系数与温度的函数关系。Tichenor 等^[7] 通过多种材料的 VOC 吸附实验发现, Langmuir 吸附理论适用于天花板、墙板等表面光滑材料的吸附过程描述, 而对于地毯、寝具等表面较为粗糙的柔性多孔材料并不适用。Huang 等^[8] 建立了不同化合物 - 材料的分配系数与化合物辛醇 - 空气分配系数、蒸发焓、温度、材料类型之间的定量构效关系 (QSPR)。Liu 等^[9] 基于吸附势理论, 由 Dubinin-Radushkevich 吸附等温式和 Freundlich 吸附等温式分别推导了适用于微孔及宏 - 介孔表面 VOC 分配系数的双尺度计算模型, 并基于该模型分析了多孔介质的非均匀脱附过程, 但仅对人造板进行了实验验证。上述研究均未考虑湿度对 K 的影响, 文献^[10-12] 均对建材在不同湿度下的 K 值进行了测量并提出了 K 与湿度间的函数关系, 但是其结果无法应用于织物。

综上所述, 学者对建材 VOC 分配特性的研究较为深入, 但鉴于织物特殊的理化性质, 建材的相关研究结论难以直接应用。因此, 探讨室内热湿环境对织物分配系数的影响具有重要意义。本文以织物吸湿特性为关键参数, 推到了分配系数与相对湿度之间的定量关系, 建立了温湿度耦合作用下织物分配系数的计算方法。选择三种室内代表性织物进行了一系列吸湿性实验和环境舱实验, 以验证该模型的准确性。

2 方法

在不同的孔隙尺度下,水分子受到毛细压力梯度、水蒸气分压梯度、吸附能、重力等湿迁移驱动力的作用,以自由水、水蒸气、吸附水、凝聚态水等多种相态存在。实际室内环境中,当 VOC 分子附着于织物时,一部分被吸附在织物纤维骨架上,而另一部分则被织物中的水分子吸收。因此,对于含湿织物,VOC 总吸附量为织物骨架吸附量及其湿组分的吸收量之和。其中织物骨架的吸附量取决于织物纤维的特性,与其表面基团的化学特性有关,可用于干织物的分配系数表征;织物中湿组分所吸收的 VOC 质量主要取决于织物的吸湿性及 VOC 的亲水性,可由 VOC 的水-空气分配系数 K_w 表征。

基于上述分析,含湿织物内的 VOC 总量可表述为:

$$q = V_m C_{m,d} + V_w C_w \quad (1)$$

其中:

$$V_w = \frac{W}{t_w} \quad (2)$$

$$W = \frac{G_w}{G_0} \quad (3)$$

式中, q 为含湿织物 VOC 吸附量, mg/kg ; V_m 为织物骨架体积, m^3/kg , $V_m = 1/\rho_m$; ρ_m 为干织物密度, kg/m^3 ; $C_{m,d}$ 为织物骨架吸附的 VOC 浓度, mg/m^3 ; V_w 为含湿织物中水分子的体积, m^3/kg ; C_w 为水分子吸收的 VOC 浓度, mg/m^3 ; W 为织物平衡回潮率; G_w 为织物吸水量, kg ; G_0 为干织物重量, kg ; ρ_w 为水的密度, kg/m^3 。

当织物与空气中 VOC 的传质达到平衡时:

$$C_{m,d} = C_{\text{equ}} K_d \quad (4)$$

$$C_w = C_{\text{equ}} K_w \quad (5)$$

式中, C_{equ} 为水分子吸收的 VOC 浓度, mg/m^3 ; K_w 为 VOC 的水-空气分配系数; K_d 为干织物的 VOC 分配系数。

综上,可得含湿织物的 VOC 分配系数:

$$K = \frac{C_m}{C_{\text{equ}}} = K_d + \frac{t_m}{t_w} W K_w \quad (6)$$

式中, K 为含湿织物的 VOC 分配系数; C_m 为含湿织物内 VOC 浓度, mg/m^3 , $C_m = q/V_m$; C_{equ} 为吸附平衡时空气中 VOC 浓度, mg/m^3 。

干织物的 K_d 需要在绝湿环境中测得,实际实验环境很难维持织物的绝对干燥状态。若已知某湿度工况下织物的分配系数 K' ,回潮率为 W' ,则可得到:

$$K_d = K' - \frac{t_m}{t_w} W' K_w \quad (7)$$

因此为了获取干织物的分配特性,可以进行特定湿度条件下的织物分配系数测定实验,结合式(6)和(7)即可得到该织物在其他湿度条件下的分配系数。

实际室内环境中,温湿度的变化会对织物分配特性带来一定影响。众多学者关于温度对 VOC 散发特性影响的研究结果较为一致,即温度越高散发速率越快,并建立了温度与分配系数的理论关系式。Zhang 等^[6]根据 Langmuir 吸附理论推导得到了分离系数的表达式为:

$$K = P_1 T^{0.5} \exp \left(\frac{P_2}{T} \right) \quad (8)$$

式中,对于给定的材料和 VOC 工质对,在环境湿度恒定情况下 P_1 、 P_2 为常数。

若测定某恒定湿度下织物的回潮率为 W' ,结合式(7)和式(8),可得到干织物分配系数与温度及回潮率之间的关系式:

$$K_d = P_1 T^{0.5} \exp \left(\frac{P_2}{T} \right) \left[1 - \frac{t_m}{t_w} W' K_w \right] \quad (9)$$

因此,结合式(6)和式(9),不同温湿度环境下织物的 VOC 分配系数可由下式计算:

$$K = P_1 T^{0.5} \exp \left(\frac{P_2}{T} \right) \left[1 + \frac{t_m}{t_w} \right] W - W' K_w \quad (10)$$

3 实验设置

3.1 织物吸湿实验

为获取织物的回潮率 W ,需在不同湿度下开展织物的吸湿实验。考虑到不同织物纤维的吸湿特性差异,实验选择了三种不同纤维的织物:丝织物、棉织物及聚酯纤维织物。采用微量天平称重法进行实验,织物悬挂在支架上,置于电子微量天平上,随后置于恒温恒湿箱内,在测量阶段由电子天平将称量的实时数据发送给电脑。实验所用电子天平为 OHAUS 公司生产的 Starter Series CP214,其测量范围为 0.01g-210g,分辨率为 0.0001g,精度为 0.001g。恒温恒湿箱选用了天津泰斯特仪器生产的 HWS-150B,其温度控制范围为 0-65℃,误差 $\pm 1^\circ\text{C}$;湿度控制范围为 45%-90%,误差 $\pm 5\%$ 。

3.2 环境舱实验

环境舱实验由吸附和散发两部分组成。织物首先需要在密闭环境舱内吸附 VOC,待吸附平衡后,取出织物放入密封袋中,清洁环境舱。随后,在环境舱中参照直流舱 C-history 法^[13]进行织物的 VOC 散发实验。设定恒定相对湿度为 55%,温度工况为 18℃、26℃、34℃、42℃,测定织物在不同温度下的散发特性参数值。设定恒定温度为 26℃,相对湿度分别设定为 35% 及 75%,测定织物在不同相对湿



图1 环境舱实验系统示意图

度下的 VOC 散发特性参数值。选择室内常见的化学污染物甲醛作为目标 VOC 进行测量。环境舱实验系统示意图如图 1 所示，由 60L 环境舱，湿度控制系统、甲醛检测仪、温湿度自计仪组成。PPMTM htV-m 可对舱内甲醛浓度进行逐时测量记录，测量范围为 0-20ppm，分辨率为 0.001ppm，精度为 $\pm 5\%$ 。

4 结果与讨论

4.1 织物吸湿特性

通过测量不同相对湿度下织物的平衡吸湿量，

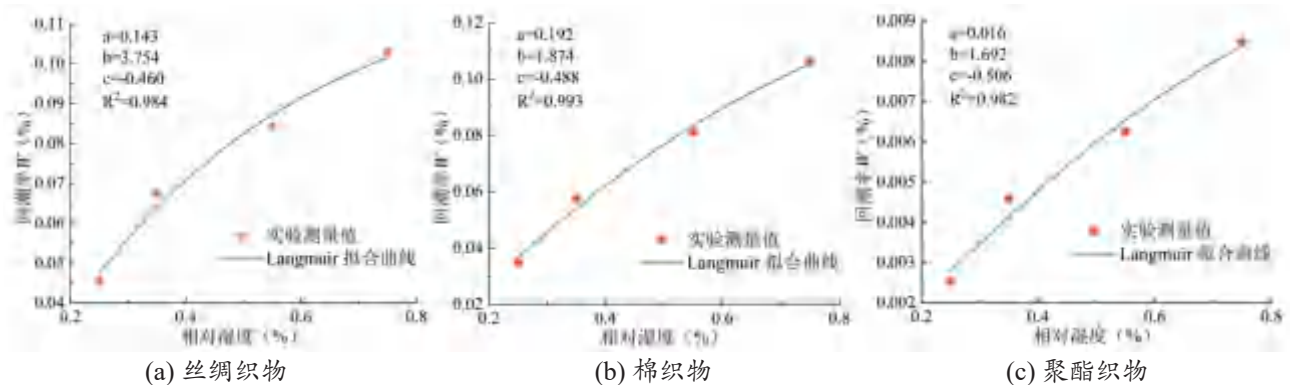


图2 各织物等温吸湿线曲线

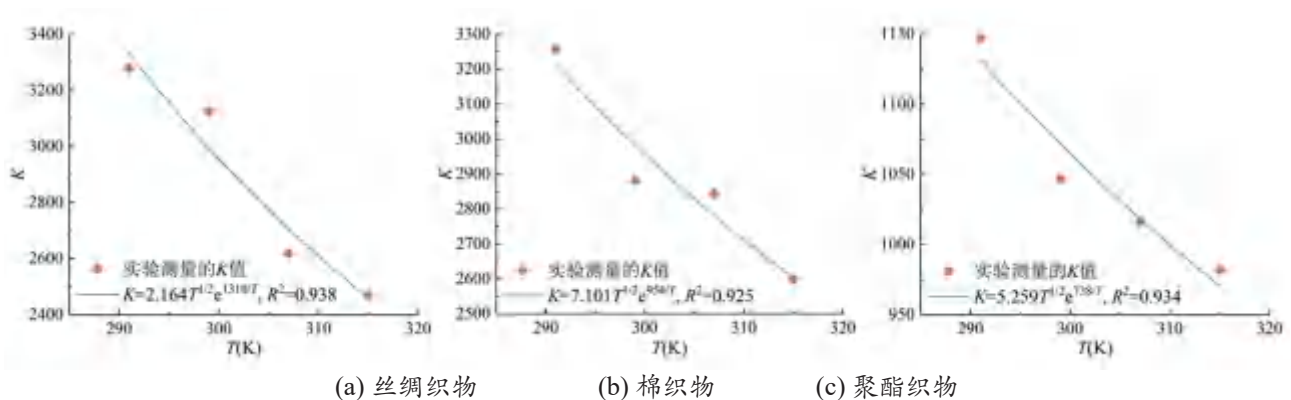


图3 不同温度下 K-T 的拟合结果

利用 Langmuir 模型^[14]对织物的平衡回潮率与相对湿度进行拟合：

$$W = \frac{ab\phi^{1-c}}{1+b\phi^{1-c}} \quad (11)$$

式中， W 为织物平衡回潮率，%； ϕ 为相对湿度，%； a 、 b 、 c 为通过实验数据拟合获得的常数，与材料性质有关。拟合结果如图 2 所示，三种样品拟合结果的可决系数 R^2 均大于 0.95。

4.2 温度对 K 的影响

通过环境舱实验获得相对湿度为 55%、温度工况分别为 18℃、26℃、34℃、42℃时三种织物的分配系数实验值，与式（8）进行拟合，结果如图 3 所示。可决系数均大于 0.9，可通过拟合关系式对不同温度下织物的 K 值进行计算。

将织物吸湿特性参数及 K - T 的关系式代入式（10），得到不同温湿度下三种织物的分配系数的计算式如下所示。

丝织物：

$$K_s = 2.164T^{0.5}e^{\frac{1310}{T}} + 10^{4.861} \frac{t_{ms}}{t_w} d \frac{0.53614\phi^{1.46029}}{1 + 3.75369\phi^{1.46029}} - 0.0840n \quad (11)$$

棉织物:

$$K_c = 7.101T^{0.5}e^{\frac{-964}{T}} + 10^{4.861} \frac{t_{mc}}{t_w} d \frac{0.35957\{ \frac{1.50579}{1 + 1.87386\{ \frac{1.50579}{T} \}} - 0.0812n \}}{1 + 1.87386\{ \frac{1.50579}{T} \}} \quad (12)$$

聚酯织物:

$$K_p = 5.259T^{0.5}e^{\frac{-736}{T}} + 10^{4.861} \frac{t_{mc}}{t_w} d \frac{0.02713\{ \frac{1.50579}{1 + 1.69163\{ \frac{1.50579}{T} \}} - 0.0062n \}}{1 + 1.69163\{ \frac{1.50579}{T} \}} \quad (13)$$

4.3 相对湿度对 K 的影响

通过环境舱的 C-history 法实验,不同湿度工况下各织物传质特性参数的实验数据如表 1 所示,其中 K 由式(11)~(13)计算得到。随着相对湿度的增加,织物吸湿量增大导致 K 的数值增加。由于丝织物及棉织物吸湿性强于聚酯织物,因此丝织物和棉织物的 K 随相对湿度变化的幅度远大于聚酯织物。

表 1 甲醛散发特性参数实验测量结果

材料	相对湿度 (%)	K	$C_{eq}(\text{mg}/\text{m}^3)$	$C_0(\text{mg}/\text{m}^3)$	$D_m(\text{m}^2/\text{s})$
丝织物	35	2551	1.634	4977	1.40×10^{-12}
	75	3658	2.323	9747	9.74×10^{-13}
棉织物	35	2252	3.171	5568	3.45×10^{-12}
	75	3701	3.488	10136	2.11×10^{-12}
聚酯织物	35	1080	1.093	1345	1.36×10^{-10}
	75	1196	1.676	2532	1.08×10^{-10}

为验证本文提出的 K 的计算模型的准确性,将实验获取的 C_0 与 D_m 值以及理论计算的 K 带入 VOC 传质解析模型中进行数值计算,将气相 VOC 浓度 C_{air} 的计算值与实验结果进行对比,其结果如图 4 所示。

由图 4 结果可以获知,三种样品的数值计算结果与实验测量浓度误差基本都在 20% 以内,虽然有几组预测值在散发初期偏大,但随着时间的推移,相对误差呈降低趋势,且整个散发过程大部分预测误差在 $\pm 5\%$ 以内。此外,相比于散发初期, K 的数值对于接近平衡状态的散发末期影响更大。因此本模型预测不同温湿度环境下织物的甲醛分配系数是较为准确的。此外,值得注意的是,本文的实验对象甲醛是一种亲水性 VOC,其结论是否适用于疏水性 VOC 有待进一步深入探究。

5 结论

织物的高孔隙率及大比表面积决定了其对 VOC 分子具有较强的吸附作用,而室内的热湿环境对织物的 VOC 传质过程具有重要影响。本文通过分析织物的热质传递过程,推导得到了分配系数与相对湿度之间定量关系。将三种室内典型织物的吸湿数据与 Langmuir 单分子层吸附模型进行拟合,获得了其等温吸湿曲线。结合分配系数随温度变化的关系式,建立了温湿度耦合作用下织物 VOC 分配系数的预测模型。通过不同温湿度工况下织物甲醛传质的环境舱实验,验证了分配系数预测模型的准确性。未来将进一步探究该模型对不同类型织物及 VOC 的适用性。 (下转 62 页)

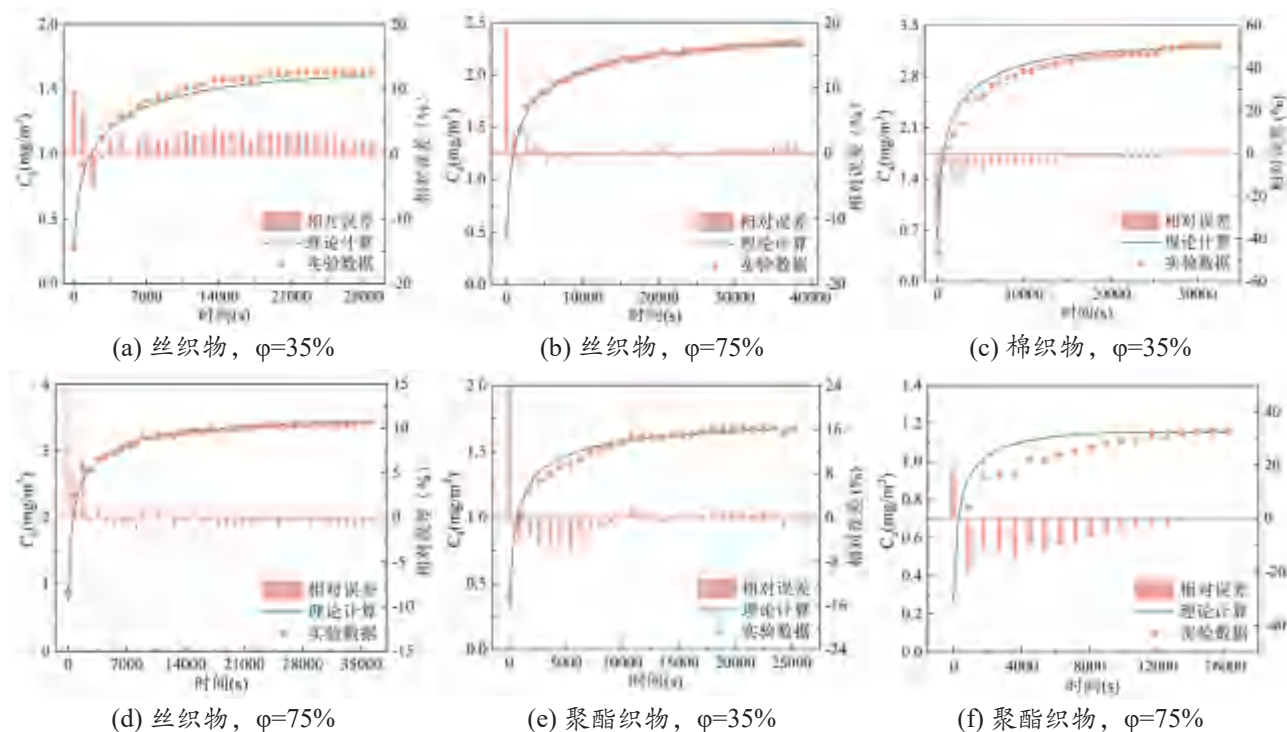


图 4 不同湿度下计算值与实验数据的对比

高度变化的受限热源自然通风空间热分层流动研究

西安建筑科技大学 杨长青 高腾 李安桂 高小攀

[摘要] 建筑内由空气密度差产生的热浮力可驱动热压自然通风,这是一种得到良好室内空气质量的节能通风方式。因此,本文研究了侧面受限的单点热源在不同高度时对自然通风房间热分层流动的影响。基于等强度点热源羽流扩散规律及镜像原理,推导得出侧面受限点热源房间热分层高度计算模型,并分析热源距地面高度、风口面积等因素对热压自然通风的定量影响。研究结果可以作为具有不同高度侧面受限点热源建筑自然通风设计的参考依据,以创造合适室内环境。

[关键词] 热压通风;热分层;点热源;侧面受限;高度变化;热羽流

0 引言

在实际工业厂房和民用建筑中,热源常置于一定高度且侧面有墙体等障碍物。热源离地面高度对室内气流速度和空气温度均有较大影响,国内外学者从不同角度进行了研究。隋学敏等^[1]运用数值模拟研究显示随着热源高度升高,排风量降低,排风温度升高,有利于工作区降温。万鑫^[2]研究得出随着热源升高,工作区温度逐渐减小,通风量减小。Park 和 Holland^[3]研究表明随着热源升高,人员活动区获得的对流热量不再显著,垂直温度分布发生变化。Lin 和 Xu^[4]建立单点热源不同高度情况下热分层高度计算模型,研究表明不同热源高度改变了通风量,温度场分布和热分层高度。总体来讲,目前针对热源高度变化及侧面受限房间通风研究多为实验或者模拟等个例研究,尚无统一计算模型建立,不利于针对不同情况进行精确热压通风设计。因此,本文推导含某一高度、侧面受限点热源的自然通风房间热分层高度计算方法,并对影响热分层的因素进行研究分析,以期给热压自然通风设计提供参考。

1 热分层高度计算模型推导

侧面受限的点源羽流运动规律可以通过镜像原理讨论两个相同点源的叠加而得^[5],如图1所示,本研究假设热分层高度高于点热源高度,且点热源与其镜像热源距离为 x_0 ,则与侧墙距离为 $x_0/2$,距地板高度为 h_0 。图1所示自然通风房间内密度为 ρ_1 的环境流体通过下部面积为 a_b 的通风口进入房间内部,将房间上部密度为 ρ_2 空气通过上部面积为 a_t 的通风口排出。 $P_r(h)$ 为房间内压力, $P_a(h)$ 为室外环境压力,房间上、下通风口高度差为 H , h_s 为房间热分层高度。在热分层面和天花板之间某个高度处,通风房间内外静压相等平面称为中和面,其高度为 h_n ,此处 $P_n=P_r(h_n)=P_a(h_n)$ 。

室内顶部外压差为:

$$\Delta P_t = P_r(H) - P_a(H) = g(\rho_1 - \rho_2)(H - h_n) \quad (1)$$

室内底部外压差为:

$$\Delta P_b = P_r(0) - P_a(0) = g(\rho_1 - \rho_2)(h_n - h_s) \quad (2)$$

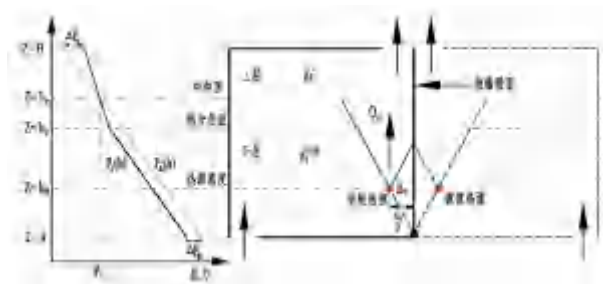


图1 某高度上侧面受限点热源诱导产生的浮力流动示意图

折算重力加速度为:

$$g_b = g \frac{t_1 - t_2}{t_1} = g \frac{T}{t_1} \quad (3)$$

通风房间内上部出口和下部入口由于压差引起的气流交换量可以计算如下:

$$\rho_2 Q_t^2 = A_t^{*2} \Delta P_t \quad (4)$$

$$\rho_1 Q_b^2 = A_b^{*2} \Delta P_b \quad (5)$$

其中 $A_t^* = \sqrt{2} c_t a_t$, $A_b^* = \sqrt{2} c_b a_b$ 分别是上、下开口有效面积^[6], c_t , c_b 是上下开口湍流损失和湍流收缩阻力系数, Q_t , Q_b 是上、下开口空气流量,且房间通风量 $Q = Q_t = Q_b$ 。

联立上述公式(1)(2)(4)(5)可得:

$$\frac{t_2 Q_t^2}{A_t^{*2}} + \frac{t_1 Q_b^2}{A_b^{*2}} = [t_1 - t_2] g [H - h_s] \quad (6)$$

根据Linden^[7]研究可知有效通风面积 A^* :

$$\frac{1}{A^*} = c \frac{1}{A_t^{*2}} + \frac{1}{A_b^{*2}} \quad (7)$$

由于热羽流轴心与周围空气温差较小, Boussinesq 近似可以用来分析流动问题, 且近似 $\rho_1 \approx \rho_2$, 将折算加速度式 (3) 与 (6) (7) 联立可知房间通风量 Q 为:

$$Q = A^* \sqrt{g_0 (H - h_s)} \quad (8)$$

利用镜像原理, 侧面受限点源羽流流量 Q_0 可看做两个相互作用等强度点源羽流流量的 $1/2^{[8]}$, 因此在热分层高度 h_s 处, 侧面受限的热源羽流流量为:

$$Q_0 = \left(\frac{B_0}{10} \right)^{1/3} \alpha^{1/3} u_{eff}^{1/3} g_0^{1/3} (h_s - h_0)^{1/3} \quad (9)$$

其中, B_0 为热源浮力通量, α 为卷吸系数, α_{eff} 为有效卷吸系数, C 为与卷吸系数 α 相关的常数。而且有文献^[8]可知:

$$\frac{\alpha_{eff}}{\alpha} = \frac{1}{Z^*} \quad Z^* < 0.35$$

$$\frac{\alpha_{eff}}{\alpha} = Z^{*-2} (0.73Z^* - 0.082)^{-1} \quad 0.35 < Z^* < 0.44$$

$$\frac{\alpha_{eff}}{\alpha} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{0.12}{Z^*} \right)^{-2} \quad 0.44 < Z^*$$

式中 Z^* 为无量纲高度。

此时, 折算重力加速度还可表示为:

$$g_0 = \frac{B_0}{C^3 (h_s - h_0)^3} \quad (10)$$

由于房间通风量 B 与热分层面出的热羽流流量相等, 联立公式 (8) (9) (10), 并取无量纲热分层高度为 $\zeta = h_s/H$, 无量纲点热源离地面高度 $\zeta_0 = h_0/H$, 整理可得:

$$\frac{A^*}{H^2} + C^3 \left(\frac{\alpha_{eff}}{\alpha} \right)^3 \left[\frac{(\zeta - \zeta_0)^3}{1 - \zeta} \right] = 0 \quad (11)$$

特殊工况验证可知, 当距离 x_0 较大时且点源位于地面, 转变为经典单一点热源情况, 此时点热源占有 A^* 的有效通风孔口面积, 可按文献^[7]公式 (2.11a)

计算:

而按照本研究得到的公式, 此时 $\alpha_{eff} = \alpha$, 代入式 (11) 可知:

$$\frac{A^*}{H^2} = C^3 \left(\frac{\alpha_{eff}}{\alpha} \right)^3 \left[\frac{(\zeta - \zeta_0)^3}{1 - \zeta} \right] = C^3 \left[\frac{\zeta^3}{1 - \zeta} \right]$$

与经典单点热源计算式^[7]结果相同, 说明式 (11) 在距离侧壁较远工况下计算是正确的。

2 数值模拟

2.1 计算模型

热压通风模型尺寸为 $1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$, 顶面和地板上两侧开有 $0.02 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$ 的通风口, 即进风口面积与排风口面积相等, 皆为 0.04 m^2 。热源位于地板上方 h_0 处, 距侧墙有一定距离 $x_0/2$ 。热源的大小是 $0.03 \text{ m} \times 0.03 \text{ m}$ 。热源的对流发热量设置为 20 W , 详见下图 2。

2.2 数值模型, 湍流模型及边界条件设定

本文采用 ANSYS Fluent 对推导的热分层计算式 (11) 进行验证, 主要求解羽流速度及温度分布, 对应控制方程、湍流模型、边界条件与参数设置均与文献 [9] 相同。此 CFD 数值模型已经进行了验证, 本文是以此为基础进行的研究, 模型与以文献 [9] 类似, 故不再重复验证。

2.3 工况设置

本文研究了靠墙受限点热源在同一高度处对自然通风热分层流动的影响。不同热源高度, 距镜像热源距离为 x_0 , 距墙距离为 $x_0/2$, A^*/H^2 值工况详见下表 1。

表 1 不同的工况

工况		1	2	3	4	5	6	7	9	10
$A^*/H^2 = 0.024$; $h_0 = 0.1 \text{ m}$	x_0	0.06	0.08	0.1	0.12	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22

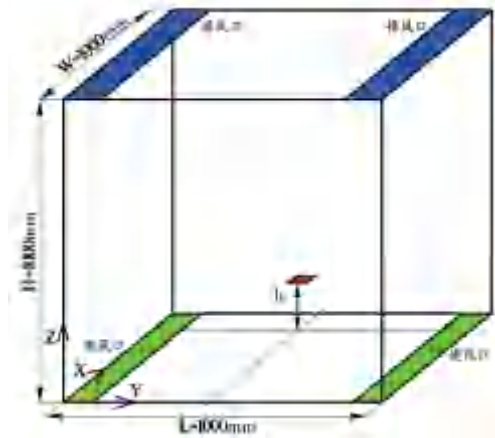


图 2 计算模型图

3 结果与讨论

3.1 不同高度侧面受限热源房间的热分层理论模型验证

按照上文热分层高度计算式 (11) 计算结果见图 3, 图中离散点为数值模拟的热分层高度数据。从图 3 可以看出, 室内热分层高度值曲线被 $\zeta = 0.35x_0/Ha + h_0/H$ 和 $\zeta = 0.44x_0/Ha + h_0/H$ 分为三部分, 在 $\zeta = 0.35x_0/Ha + h_0/H$ 下部热分层高度不变, H_L 是侧面受限点热源热分层高度的下界限, 此时点热源不受侧面影响。在 $\zeta = 0.44x_0/Ha + h_0/H$ 上部区域点源与假

设镜像点源上部羽流融为一体, H_{UP} 是热分层高度上界限。两个斜线之间的区域为受限热源上部羽流与墙壁开始接触的情况。数值模拟结果与公式数值解吻合良好, 在 $A^*/H^2=0.024$ 工况下, 最大相对误差为 2.06%, 可以满足工程需要。可以看出推导得出的不同高度受限点源房间的热分层计算公式 (11) 可以准确预测房间的热分层高度。

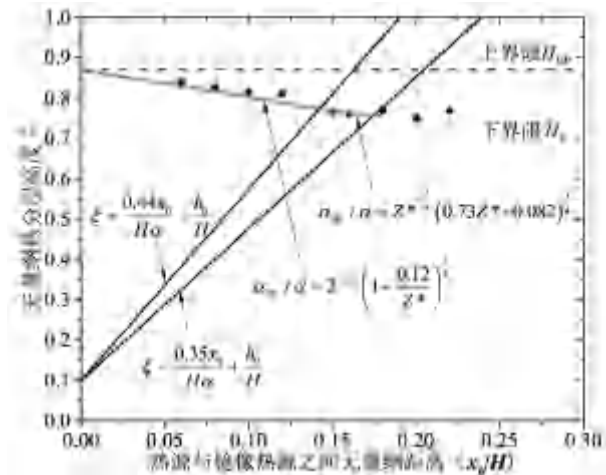


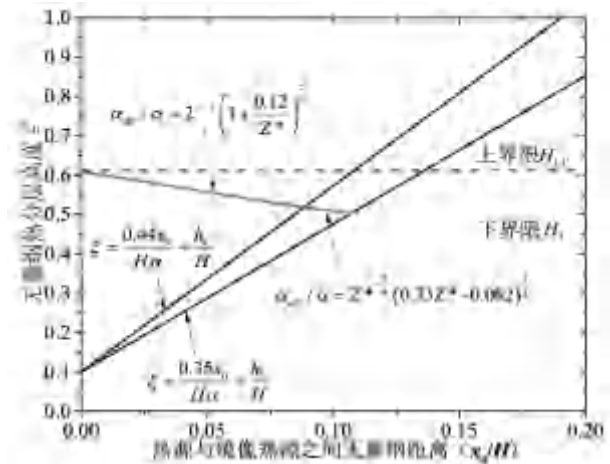
图3 无量纲热分层高度的模拟数据与理论计算数值对比

3.2 不同高度侧面受限热源房间的热分层高度分析

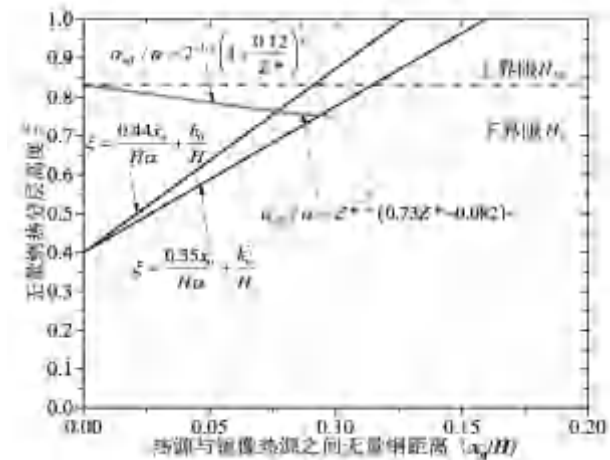
自然通风房间内某一高度上侧面受限点源上部羽流卷吸周围空气上升到房间上部, 达到稳定后形成两区热分层流动。分析可知, 侧面受限点源房间热分层高度不仅与通风孔口有效面积、距离 x_0 有关, 还与热源距地板高度 h_0 有关。先前已对地板处侧面受限点源距离 x_0 变化引起的热分层高度变化做了详细研究^[9], 本文将只分析热源高度 h_0 变化对热分层流动的影响。无量纲热分层高度理论计算值结果见图4和图5。

3.2.1 热源高度对热分层的影响

图4选取 $A^*/H^2=0.005$, 热源距地板的无量纲高度 $\zeta_0=h_0/H$ 分别选取 0.1 和 0.4。图4显示 $\zeta_0=0.1$ 时, 侧面受限热源无量纲热分层高度上下限值 (H_{UP} 和 H_L) 分别为 0.608 和 0.504, 而 $\zeta_0=0.4$ 时, 其上下限值分别为 0.830 和 0.752, 随着热源升高, 无量纲热分层高度也相继升高, 这与单热源工况^[4] 的对热分层高度影响类似。此外, 在 $\zeta=0.35x_0/Ha+h_0/H$ 之下的区域, 可看做热源上部羽流不再受到侧墙影响, 在此区域房间热分层高度保持为 H_L 不变。随着热源升高, $\zeta=0.35x_0/Ha+h_0/H$ 与 H_L 的交点 (即热源是否受侧墙影响的无量纲阈值 x_T/H) 从 0.107 减小到 0.094。因此, 当 A^*/H^2 保持不变时, 随着热源升高, 房间热分层高度的上下限值 (H_{UP} 和 H_L) 随之升高, 受侧墙影响的无量纲阈值 x_T/H 随着热源升高而减小。



(a) $\zeta_0=0.1$



(b) $\zeta_0=0.4$

图4 无量纲热分层高度理论计算值

($A^*/H^2=0.005$, $Z^*=(h_s-h_0)\alpha/x_0$)

3.2.2 当量有效孔口面积 A^*/H^2 分对热分层的影响

图5选取 $\zeta_0=0.1$, 房间当量有效孔口面积 A^*/H^2 分别选取 0.005 和 0.02。从图5看出, $A^*/H^2=0.005$ 时, 侧面受限热源房间的无量纲热分层高度上下限值分别为 0.608 和 0.504, 而 $A^*/H^2=0.02$ 时, 无量纲热分层高度上下限值分别为 0.840 和 0.726, 随着 A^*/H^2 值增大, 无量纲热分层高度也相继升高。此外, 从图5和式 $\zeta=0.35x_0/Ha+h_0/H$ 中可以发现, 当热源距地面无量纲高度 $\zeta_0=h_0/H$ 不变化时, 热源独立的交点线 $\zeta=0.35x_0/Ha+h_0/H$ 为同一条线, 此时热源不受侧墙影响的无量纲阈值 x_T/H 随着 A^*/H^2 值增大而增大。

4 结论

本章主要分析了某一高度侧面受限点热源房间热分层流动的规律, 通过数值模拟验证了侧面受限点热源房间的热分层高度理论计算式, 并讨论了侧面受限点热源下的房间热分层高度随热源距地面距离变化规律。研究表明, 随着热源升高或当量有效

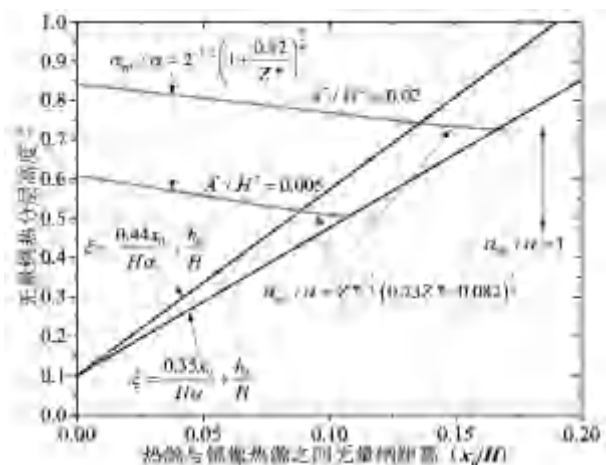


图5 无量纲热分层高度理论计算值随 A^*/H^2 变化规律图
此时 $\xi_0 = h_0/H = 0.1$

孔口面积增加,无量纲热分层高度也相继升高。而且随着热源升高,房间热分层高度的上下限值(HUP和HL)随之升高,受侧墙影响的无量纲阈值随着热源升高而减小。与此相反,热源受侧墙影响的无量纲阈值随着值增大而增大。

参考文献

- [1] 隋学敏, 官燕玲, 李安桂, 等. 内部热源高度对热压自然通风流场的影响[J]. 煤气与热力, 2008, 28(2):14-17.
- [2] 万鑫. 带热源工业厂房自然通风的数值模拟[D].

上海: 东华大学, 2009.

- [3] Park H J, Holland D. The effect of location of a convective heat source on displacement ventilation: CFD study[J]. Building and Environment, 2001, 36(7):883-889.
- [4] Lin Y J P, Xu Z Y. Buoyancy-driven flows by a heat source at different levels [J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2013, 58(1-2):312-321.
- [5] 赵鸿佐. 室内热对流与通风[M]. 中国建筑工业出版社, 2010.
- [6] 李安平, 李安桂. 连通房间热压作用下自然通风效果数值研究[C]// 全国通风技术交流大会. 2007.
- [7] Linden P F. The fluid mechanics of natural ventilation[J]. Annual Review of Fluid Mechanics, 1999, 31(31):309-335.
- [8] Gao Xiaopan, Li Angui, Yang Changqing. Study on natural ventilation driven by a restricted turbulent buoyant plume in an enclosure[J]. Energy and Buildings, 2018, 177: 173-183.
- [9] Gao Xiaopan, Li Angui, Yang Changqing. Study on thermal stratification of an enclosure containing two interacting turbulent buoyant plumes of equal strength[J]. Building and Environment, 2018, 141:236-246.

(上接 58 页)

参考文献

- [1] Du Zhengjian, Mo Jinhan, Zhang Yinping. Risk assessment of population inhalation exposure to volatile organic compounds and carbonyls in urban China. Environment International. 2014;73:33-45.
- [2] Boor BE, Spilak MP, Laverge J, et al. Human exposure to indoor air pollutants in sleep microenvironments: A literature review. Building and Environment. 2017;125:528-555.
- [3] Chien YC, Chang CP, Liu ZZ. Volatile organics off-gassed among tobacco-exposed clothing fabrics. Journal of Hazardous Materials. 2011;193:139-148.
- [4] Won D, Corsi RL, Rynes M. Sorptive interactions between VOCs and indoor materials. Indoor air. 2001;11:246-256.
- [5] Bodalal A, Zhang JS, Plett EG. A method for measuring internal diffusion and equilibrium partition coefficients

- of volatile organic compounds for building materials. Building and Environment. 2000;35(2):101-110.
- [6] Zhang Yinping, Luo Xiaoxi, Wang Xinke, et al. Influence of temperature on formaldehyde emission parameters of dry building materials. Atmospheric Environment. 2007;41(15):3203-3216.
- [7] Tichenor BA, Guo Z, Dunn JE, et al. The Interaction of Vapour Phase Organic Compounds with Indoor Sinks. Indoor Air. 1991;1(1):23-35.
- [8] Huang L, Joliet O. A quantitative structure-property relationship (QSPR) for estimating solid material-air partition coefficients of organic compounds. Indoor Air. 2019;29(1):79-88.
- [9] Liu Yanfeng, Zhou Xiaojun, Wang Dengjia, et al. A prediction model of VOC partition coefficient in porous building materials based on adsorption potential theory. Building and Environment. 2015;93:221-233.

(下转 67 页)

辐射供暖室内颗粒物分布规律研究

天津城建大学能源与安全工程学院 曹为学

[摘要] 通过实验和数值模拟方法,分析辐射供暖房间内部温度分布,研究辐射供暖产生的热辐射和热羽流对室内不同粒径颗粒运动轨迹的影响,发现北京地区冬季辐射供暖房间内,PM_{2.5}平均浓度为43.5μg/m³,超过国家人体健康标准。当地板表面温度为23℃~28℃时,粒径2.5μm~10μm的颗粒物主要悬浮在高度为1.8m空间内,该区域刚好在人体的呼吸区,人们长时间暴露在该环境中,对身体的危害很大。辐射供暖时适当降低地板表面温度为22℃时,不仅能够有效降低室内颗粒物浓度在35μg/m³以下,满足了人体健康要求,同时也不影响室内热舒适性。

[关键词] 辐射供暖; PM_{2.5}; 浓度分布; 人体健康; 热舒适性

1 引言

在现代城市中,人们平均约有70%的时间是在室内度过,冬季更甚,因此室内空气、环境质量对人体健康有着重要影响^[1]。在冬季,地板辐射供暖系统由于其良好的热舒适性、节能效益、操作简单和高效空间利用率,在欧洲、美国、日本和中国应用越来越广泛。据统计,室内颗粒物中70%来自于室外^[2],而冬季人们将会有更多时间处于室内,因此冬季室内空气质量,尤其是室内细小颗粒物分布对人体,特别是对老人和儿童的危害则更应引起人们,特别是科研工作者的重视。

关于颗粒物对建筑室内热舒适性和人体健康的影响的研究,一直是一个热点问题,如Huang^[3]等通过实验,研究室内颗粒物浓度的分布规律。Cattaneo等^[4]研究了意大利地区室内颗粒物浓度随季节的变化规律,并建立了室内、外颗粒物浓度的关系式,同时分析了室内颗粒物的来源、粒径分布规律。而针对冬季室内地板辐射供暖环境内,PM_{2.5}颗粒的分布规律的研究,则相对较少,如Zhao^[5]等对地板辐射供暖、供冷系统进行了系统的实验测试和内部空间温度测试研究。Khorasa等^[6]利用流体模拟商业软件Fluent对辐射供暖房间内部温度分布进行模拟研究,结果显示74%的供热量是通过地板辐射供暖传入室内。Karbay等^[7]研究了地板辐射供暖和墙体辐射供暖系统室内热舒适性的影响,结果表明地板辐射供暖系统在室内会形成较为均匀的平面温度场,但在竖直方向上会有一个1℃/m的“负温度梯度”,对人体热舒适性造成影响。Zhang^[8]、Shin^[9]、Majcen^[10]等人均通过实验验证和模拟测试分析了地板辐射供暖系统内部温度的水平和竖直分布、热舒适性、节能特性。

综上所述,关于地板辐射供暖房间内部空气品质的研究,主要集中在温度场,对室内颗粒物浓度的研究却还很少见到相关文献的报道。因此本文对冬季地板辐射供暖房间内部颗粒物进行研究,分析中国北方地区室内颗粒物的构成比例,辐射供暖形成的室内温度场对室内颗粒物浓度分布的影响特性,及颗粒物浓度在室内的分布规律。最后通过改进系统设计参数,进而保证辐射供暖房间内部良好的空气品质,减少颗粒物对人体造成的伤害。

2 研究方法

2.1 模拟方法

数值模型主要包括质量守恒、动量守恒、能量守恒和颗粒运动方程,流体流动问题的控制方程都可写成如式所示的通用形式:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} + \text{div}(\Gamma \Phi) = \text{div}(\Gamma \Phi) + S \quad (1)$$

式中从左到右,各项分别为:非稳态项、对流项、扩散项和源项。方程中的 Φ 是广义变量,可为:速度、温度、浓度、湍动能、湍动能耗散率或者焓值等一些物理量。 Γ 是相应于 Φ 的广义扩散系数, S 是广义源项。

颗粒物的运动规律遵循质量守恒原则,同时考虑细小颗粒物的动力学特性,包括穿透性和沉积特性,具体如下:

$$\frac{d[C_{in} V]}{dt} = C_{in} \lambda_{vj} S_j + C_{out} P Q_i - C_{in} \lambda_{vj} S_j + g \quad (2)$$

式中: C_{in} 为室内颗粒物浓度,(μg/m³); V 为房间体积,(m³); t 为时间,(s); j 为指数,分别指建筑室内围护结构的三个部分(垂直墙体,地面和天花板); λ_{vj} 为不同围护结构表面的颗粒再悬浮率,(h⁻¹); S_j 为不同围护结构表面面积,(m²);

C_{out} 为室外颗粒物浓度, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); p 为通过建筑围护结构颗粒的渗透率, (无量纲); Q_i 为通过建筑围护结构缝隙的风量, 可正可负, (m^3/h); $v_{d,j}$ 为不同围护结构表面的颗粒沉降速度, (无量纲); g 为单位时间内室内颗粒物产生率, ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)。

数值模拟中, 颗粒运动轨迹的控制方程采用拉格朗日模型进行描述:

$$\frac{d\vec{u}_p}{dt} = F_D \vec{u}_a - \vec{u}_p h + \frac{\vec{g} \wedge \vec{t}_p - \vec{t}_p h}{t_p} + \vec{F}_p$$

式中: $\vec{u}_p$ 为颗粒的速度, (m/s); t 为时间, (s); $\vec{u}_a$ 为流体空气的速度, (m/s); $\vec{g}$ 为重力加速度, (m/s^2); ρ_p 和 ρ_a 分布为颗粒和空气的密度, (mg/m^3); F_D 表示颗粒收到的拖拽系数。 $\vec{F}_p$ 表示颗粒收到的其他作用力, 在本文中, 颗粒物粒径为微米级, 在附加作用力中有提升力 (F_s)、布朗力 (F_B) 和热泳力 (F_T) 附加作用力的数量级和重力相差不多, 故需要考虑。

颗粒的壁面沉降条件会影响颗粒物在室内的浓度分布, 特别是粒径较大的颗粒物。因此需考虑颗粒物在竖直、地板、天花板壁面的沉降;

竖直墙体上控制方程为:

$$v_{d,v} = \frac{u^*}{I}$$

地板的沉积速度:

$$v_{d,f} = \frac{v_g}{1 - \exp b - \frac{v_g I}{u}}$$

天花板的沉积速度:

$$v_{d,c} = \frac{v_g}{\exp b \frac{v_g I}{u} - 1}$$

上式中 u^* 为摩擦速度, m/s ; v_g 为颗粒物的重力沉降速度, m/s 。

颗粒在壁面的沉降量由下式进行计算:

$$J_{w,dA} = v_{d,dA} C_{n,dA} \rho_p d_A$$

式中: $J_{w,dA}$ 为颗粒物在面积为 d_A 的壁面处的沉积量, kg/s ; $v_{d,dA}$ 为颗粒物在面积为 d_A 的壁面处的沉积速度, m/s 。

2.2 实验方法

实验对我国北方地区辐射供暖室内颗粒运动轨迹进行研究, 采样技术采用 the gradient-based method 方法。实验地点选择在中国北京市朝阳区的一个三室一厅的家庭住宅中, 该建筑中有两个成年人, 两个老年人, 和一个上学年龄的孩子。实验测试时间为 2015 年 11 月~12 月。测试期间包括房间生活期和空置期, 在周一至周五的工作日, 测试时

间为早上 10:00 和下午 15:00; 周六周日为休息日, 测试时间为夜间 22:00 和 04:00, 共测试天数为 25 天, 每次供暖温度调节后, 待运行 2 天稳定后进行测试。房间的户型见图 1 所示。该建筑于 2010 年建成, 建筑面积 112m^2 , 层高 3.0m 。包括三个卧室, 分别 14.50m^2 、 11.48m^2 和 11.10m^2 ; 一个客厅, 11.44m^2 ; 一个起居室, 20.64m^2 ; 一个厨房, 6.30m^2 , 两个卫生间, 分别为 5.13m^2 和 4.56m^2 。建筑冬季供暖采用地板辐射供暖, 盘管为回字形设计, 管道间距为 250mm 。其中客厅、走廊和起居室为瓷砖地板, 卧室为木质地板。衣柜, 家具均为木质; 沙发为皮质。

本次实验主要对主卧空间内部颗粒物浓度和温度进行测试, 测试工具为美国 Lighthouse 公司手持的 HANDHELD 3016 IAQ PM_{2.5} 测试仪器。其中颗粒物粒径测量测试范围为 $0.3\sim 10\mu\text{m}$, 空气流速为 2.83LPM ; 尘埃浓度测量范围 $0\sim 1000\mu\text{g}/\text{m}^3$, 分辨率 $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$; 6 通道微粒同步可视检测, 同时还可以测量空气温湿度, 温度测试范围: $-17.8\sim 65.6^\circ\text{C}$, 精度: $\pm 0.5^\circ\text{C}$; 湿度测试范围: $0\sim 100\%$, 精度为 $\pm 2\%$, RH。



图 1 实验测试户型图

3 结果与讨论

3.1 网格独立性验证

为了保证数值模拟结果的可靠性和精确性, 并尽可能节省模拟时间, 需对所建立模型进行网格独立性验证。下表 1 所示的网格独立性验证表:

表 1 网格独立性验证

	Grid size (cm)	elements	Velocity variation rate (%)	Temperature variation rate (%)	Concentration variation rate (%)
grid 1	5.0	547563	-	-	-
grid 2	4.0	1342507	22.41	21.84	19.24
grid 3	3.0	1982076	14.59	11.52	10.20
grid 4	2.0	2456598	5.85	6.45	4.43
grid 5	1.0	3100546	2.21	3.95	3.21

从表1看出, 网格4和网格5之间, 速度、温度和颗粒物浓度的变化率在5%左右, 网格数在2456598个, 已经满足工程精度要求, 因此在本文中网格尺寸选择为2.0cm作为网格最小划分尺寸。

3.2 模拟和实验对比验证

对比房间实验数据、模拟数据和文献查阅数据, 得到如下的处理数据图。该图中实验数据是在地面温度调至26℃后连续运行两天后进行测试所得。

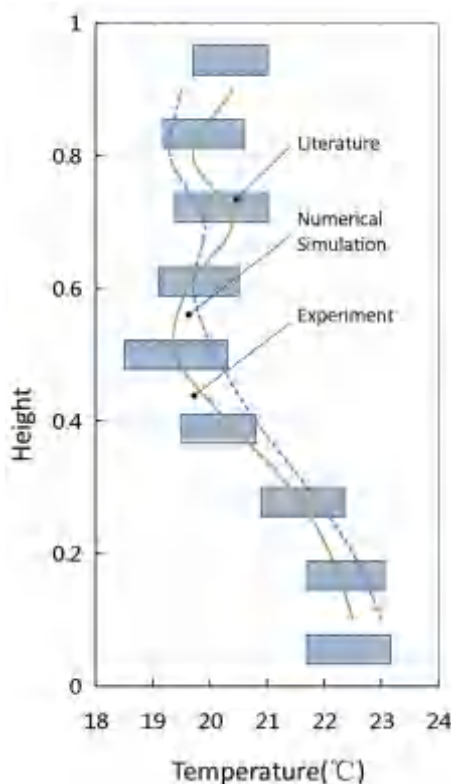


图2 室内温度竖向分布图

图2中显示沿着竖直高度方向温度分布不均, 房间内地地板热面朝上, 底部空气受热后上浮引起。通过分析房间下半部分竖直方向温度, 房间内部具有明显的“负温度梯度”, 该温度梯度值范围为-0.9~-0.5℃/m, 且室内垂直方向空气的平均温度为20.8℃。当地面温度设置为26℃时, 距离地面相对高度为0.1~0.6m的区间, 该区域实验测试温度值比模拟结果值均小0.5℃左右; 在相对高度在0.6~0.9m区间时, 实验测试温度值比模拟结果值高处0.5℃, 但均在文献提供参数范围内。

3.2.1 颗粒浓度结果与讨论

实验测试室内 $PM_{1.0}$ 、 $PM_{2.5}$ 、 $PM_{5.0}$ 和 PM_{10} 的颗粒物浓度的方法为: 地板辐射供暖系统地板表面温度设置为26℃, 待系统平稳运行2天后, 在客厅内部不同高度处: 0.1m、0.5m、1.5m、2.0m、2.5m和

2.7m布点, 进行颗粒物浓度的测试, 每个位置测试3天, 每天每个测点进行测试4次, 每次均在室内无人员干扰情况下进行测试。测试室内 $PM_{1.0}$ 、 $PM_{2.5}$ 、 $PM_{5.0}$ 和 PM_{10} 的颗粒物浓度后, 统计得到室内颗粒物分布状况如下图:

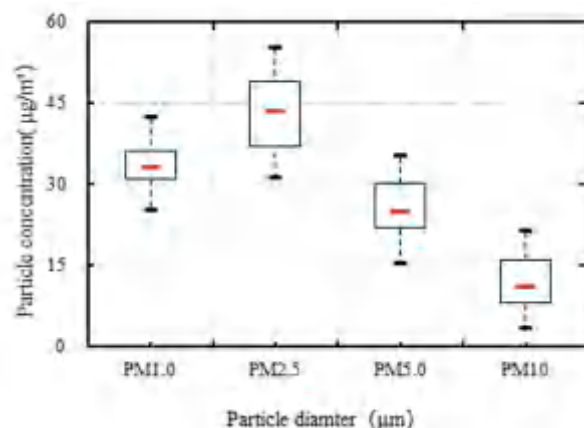


图3 室内颗粒物粒径分布

图3显示 $PM_{2.5}$ 质量浓度最大, 平均为43.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。 $PM_{1.0}$ 比 $PM_{5.0}$ 和 PM_{10} 大, 主要是因为室内 $PM_{1.0}$ 粒径虽小, 但数量众多, 且辐射和热羽流的作用使大量细小颗粒悬浮在空中, 粒径较大的会部分沉积下来, 粒径越大, 沉积量越大。 $PM_{1.0}$ 和 $PM_{5.0}$ 浓度范围分别在36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。根据GB 3095要求, 二类居住区 PM_{10} 的24h平均浓度限制为150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, $PM_{2.5}$ 的24h平均浓度限制为75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 在实验期间, 室内 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 均为超出国家二级区域标准, 但 $PM_{2.5}$ 超出一级区域标准的35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 更是超出世界卫生组织推荐准则值空气中的 $PM_{2.5}$ 日平均浓度25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

在此, 引进一个参数 $IN_{2.5}$, 其表达式为

$$IN_{2.5} = \frac{\text{Indoor } PM_{2.5} \text{ Concentration}}{\text{National Standard } PM_{2.5} \text{ Concentration}}$$

其中国家标准二级区域标准 $PM_{2.5}$ 浓度值为35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。将地板表面温度分别设置为: 22℃、24℃、26℃和28℃, 测试室内颗粒物浓度随高度的变化。并分别进行相应的数值模拟, 得到颗粒物在室内的模拟浓度分布情况。最后将模拟得到的颗粒物随高度变化趋势和实验测试结果进行对比分析, 结果如图4。

图4中显示在不同辐射供暖地板表面温度下, 室内颗粒物浓度在竖直方向上, 模拟结果和实验结果的变化趋势, 图中横坐标为建筑内测点高度, (m), 纵坐标为 $IN_{2.5}$ 。图4(A)显示在室内地板温度为28℃时, 室内 $PM_{2.5}$ 浓度随着高度的变化趋势, 可看出室内颗粒物浓度整体浓度 $IN_{2.5}$ 为1.05左右, 相对

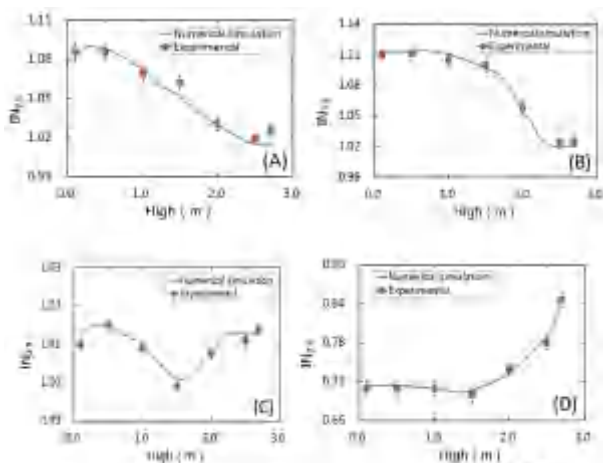


图4 颗粒物竖直方向上浓度随地板温度的变化趋势而言1.5m高度一下,颗粒物浓度相对较大,此时实验结果和模拟结果趋势相同。图4(B)显示在室内地板温度为26℃时,PM_{2.5}的变化趋势,高度在1.8m以下位置的颗粒物浓度仍高于建筑房间顶部浓度,主要因为此处空间内,热空气羽流作用减少,部分悬浮在高于1.8m处的颗粒物沉降至此,使得此处IN_{2.5}在1.10左右。图4(C)中,在24℃的地板表面温度时,底部和顶部颗粒物浓度IN_{2.5}值相对较高,但此时底部颗粒物浓度相对于(A)和(B)来说,相对减小24%,PM_{2.5}弥漫在整个房间上部和下部。当辐射地板温度下降至22℃时,室内1.8m以下空间PM_{2.5}浓度下降到IN_{2.5}为0.6~0.8,满足了室内颗粒物浓度国家标准要求。且此时房间1.8m以下空间,颗粒物浓度IN_{2.5}约为0.7左右,从而是人体处在一个相对较为清洁的空气环境中。

模拟和试验测试结果说明,在室供暖地板温度在24℃~28℃范围时,人体所处区域(≤1.8m)内,PM_{2.5}浓度超出国家标准浓度范围,针对辐射供热地板表面温度变化,对室内颗粒物浓度的影响进行模拟测试,此时地板表面温度范围选取22℃~29℃。模拟结果如下:

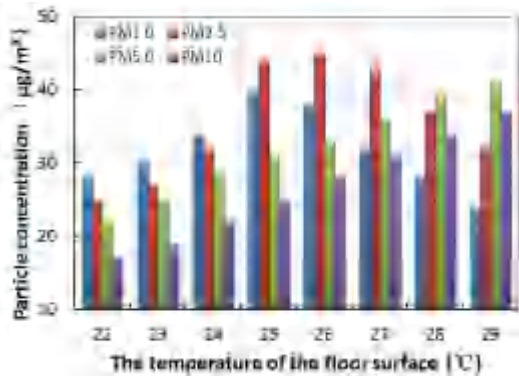


图5 室内颗粒物浓度随地板温度的变化

图5中显示当地板表面温度为22℃、23℃时,室内颗粒物浓度整体均低于24℃~29℃,在22℃时,室内PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{5.0}、PM₁₀均小于国家标准值。从22℃开始,随着温度的升高,颗粒物浓度整体均升高;当地板表面温度升高至25之后,随着温度的升高,室内1.8m以下空间内部,颗粒物PM_{1.0}和PM_{2.5}浓度则逐渐减少,同时PM_{5.0}和PM₁₀的浓度仍然随着温度的升高而增加。当地板表面温度由29℃时,在地板表面形成较强的空气热羽流和热辐射,使得粒径大于2.5μm的颗粒物在空中悬浮起来;随着地板表面温度降低至25℃,大颗粒物在自身重力的作用下,沉降下来,而粒径小于2.5μm的颗粒物则持续悬浮;当地板表面温度继续降低至23℃时,此时室内粒径在1.0μm至2.5μm左右的颗粒物也可在自身重力的作用下,发生沉降。当地板表面温度由23℃下降至22℃时,颗粒整体还有下降的趋势,但下降潜力减少。

3.2.2 室内热舒适性

室内热舒适性评价方法有很多,评价指标也有很多,国际标准化组织和美国供暖制冷空调工程协会ASHRAE等均推荐使用PMV(Predicted Mean Vote)和PPD(Predicted Per-cent Dissatisfied)作为热舒适性评价指标。这两个指标是由丹麦技术大学的Fanger教授在总结人体环境的生理物理实验的基础上提出的。两个热舒适指标都是大量人员测试后的统计结果。国际标准组织推荐的PMV和PPD范围为: -0.5≤PMV≤+0.5, PPD≤10%。

对辐射供暖地板表面温度在21℃~29℃形成的室内PMV和PPD,经过软件Matlab编程,其中人体新陈代谢在冬季取值为1~2met,室内相对湿度取值40%,服装热阻取值为0.9clo,计算后得到结果如下所示:

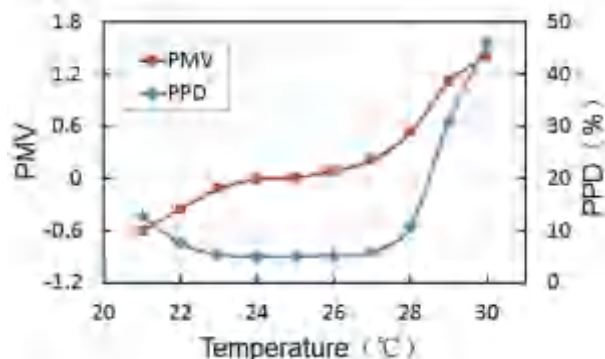


图6 不同地板温度时室内PMV和PPD

图6显示当地板表面温度为21℃时,PMV值为-0.61,PPD为12.80%,说明有12.80%的人不满意,感觉到稍微冷了一些,在这种条件下穿着薄毛衣裤

是比较适宜的。当室内地板温度设计温度为 22℃, 穿着薄毛衣裤时, PMV 为 -0.35, PPD 约为 7.55%, 这种条件下舒适性也是较好的。可以得出: 采用地板辐射采暖系统, 室内设计温度稍微降低一些, 人们在家可以穿着薄毛衣裤, 且感觉较为舒适, 不仅是人体所处环境颗粒物浓度满足要求, 热舒适性也满足要求。

4 结论

文章建立居住建筑室内温度场、颗粒物运动轨迹和浓度场模型, 通过实验和数值模拟的方法对建筑内部温度分布, 颗粒物浓度分布进行研究, 重点分析了室内温度场以及地板表面温度对颗粒物浓度场的影响, 得到以下结论:

1、在辐射供暖房间内, 北京地区室内 PM_{2.5} 平均浓度为 43.5 μg/m³, 超过国家人体健康标准, 应采取相关措施进行控制。在辐射供暖房间内, 当地板表面温度为 23℃~28℃时, 粒径 2.5 μm~10 μm 的颗粒物主要悬浮在高度为 1.8m 空间内, 该区域刚好在人体的呼吸区, 人们长时间暴露在该环境中, 对身体的危害很大。

2、实验和模拟结果显示: 室内 PM_{2.5} 浓度垂直方向分布受辐射供暖热羽流和热辐射作用较为明显, 当供暖地板温度超过 25℃时, 人体呼吸区 PM_{2.5} 浓度开始下降。辐射供暖时适当降低地板表面温度为 22℃左右, 不仅能够有效降低室内颗粒物浓度在 35 μg/m³ 以下, 满足了人体健康要求, 同时也不影响室内热舒适性。

参考文献

- [1] A. Castro, A.I. Calvo, C. Alves, E. Alonso-Blanco, E. Coz, L. Marques, et al. Indoor aerosol size distributions in a gymnasium. *The Science of the total environment*. 524-525 (2015) 178-86.
- [2] F. Wu, W. Wang, Y.B. Man, C.Y. Chan, W. Liu, S. Tao, et al. Levels of PM_{2.5}/PM₁₀ and associated metal(loid)s in rural households of Henan Province, China. *The Science of the total environment*. 512-513 (2015) 194-200.
- [3] Y. Huang, X. Shen, J. Li, B. Li, R. Duan, C.-H. Lin, et al. A method to optimize sampling locations for measuring indoor air distributions. *Atmospheric Environment*. 102 (2015) 355-65.
- [4] P. Urso, A. Cattaneo, G. Garramone, C. Peruzzo, D.M. Cavallo, P. Carrer. Identification of particulate matter determinants in residential homes. *Building and Environment*. 86 (2015) 61-9.
- [5] L. Zhao, C. Chen, P. Wang, Z. Chen, S. Cao, Q. Wang, et al. Influence of atmospheric fine particulate matter (PM_{2.5}) pollution on indoor environment during winter in Beijing. *Building and Environment*. 87 (2015) 283-91.
- [6] O.B. Kazanci, M. Shukuya, B.W. Olesen. Exergy performance of different space heating systems: A theoretical study. *Building and Environment*. 99 (2016) 119-29.
- [7] H. Karabay, M. Arıcı. Multiple pane window applications in various climatic regions of Turkey. *Energy and Buildings*. 45 (2012) 67-71.
- [8] J. Zhang, J. Chen, L. Yang, X. Sui, L. Yao, L. Zheng, et al. Indoor PM_{2.5} and its chemical composition during a heavy haze-fog episode at Jinan, China. *Atmospheric Environment*. 99 (2014) 641-9.
- [9] S. Amiri, B. Moshfegh. Possibilities and consequences of deregulation of the European electricity market for connection of heat sparse areas to district heating systems. *Applied Energy*. 87 (2010) 2401-10.
- [10] D. Majcen, L. Itard, H. Visscher. Actual heating energy savings in thermally renovated Dutch dwellings. *Energy Policy*. 97 (2016) 82-92.
- [10] Xu Jing, Zhang Jianshun. An experimental study of relative humidity effect on VOCs' effective diffusion coefficient and partition coefficient in a porous medium. *Building and Environment*. 2011;46(9):1785-1796.
- [11] Huang Shaodan, Xiong Jianyin, Cai Chaorui, et al. Influence of humidity on the initial emittable concentration of formaldehyde and hexaldehyde in building materials: experimental observation and correlation. *Scientific Reports*. 2016;6(April):23388.
- [12] Liang Weihui, Lv Mengqiang, Yang Xudong. The effect of humidity on formaldehyde emission parameters of a medium-density fiberboard: Experimental observations and correlations. *Building and Environment*. 2016;101:110-115.
- [13] Huang Shaodan, Xiong Jianyin, Zhang Yinping. A rapid and accurate method, ventilated chamber C-history method, of measuring the emission characteristic parameters of formaldehyde/VOCs in building materials. *Journal of Hazardous Materials*. 2013;261:542-549.
- [14] 刘凌杰, 杜迎春. 织物吸湿多分子层模型的模拟. *纺织学报*, 2008, 29(7):30-33.

(上接 62 页)

杂志免费索阅表

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

请您完整填以下信息

姓 名		先生 / 女士	
部 门		职 务	
单位名称		邮 箱	
通讯地址			
联系电话		传 真	
手 机		电子邮箱	

您对本刊物有哪些建议或意见？

编辑部联系方式：

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

聚焦建筑环境与能源 推动行业科技进步与发展



杂志微信 beaebjb



公众号 CAHVAC

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



麦克维尔官方微信 麦克维尔官方网站

McQuay
International

四季新风 除湿倾心

阿尔卑斯山，世界最后的净土，终年白雪皑皑，年均AQI指数不大于35，常年空气质量排名全世界第一。

麦克维尔全新的除湿新风机HRB系列，恒温除湿祛潮，拒绝回南天，全方位呵护空气质量，

如同把阿尔卑斯山最纯净空气带到您家里，营造纯净之境，超乎想象！



全新升级

创新冷量热回收，双风系统：双独立风道，零交叉污染



健康清新

新风预处理/内循环双置送风，还原大自然般的清新感受



恒温除湿

新增除湿功能，湿冷平衡的换热系统将杜绝“除湿不降温”



净化过滤

采用H12高效HEPA滤网，对颗粒物过滤效率 >99.9%

YZ 磁悬浮变频离心式冷水机组

YORK[®] YZ磁悬浮变频 离心式冷水机组

YORK[®] YZ磁悬浮变频离心式冷水机组是一种挑战一切传统冷水机组设计的革命性进步。基于几十年工业领先的冷水机组技术，我们的工程师对每一个组件都进行了质疑，对每一个功能都进行了分析，并对每一种假设都进行了挑战。约克匠心的坚持造就了YZ-第一台为获得最佳性能而进行全面优化的冷水机组，它采用下一代低GWP（全球变暖潜能值）制冷剂，卓越的全天候机组性能，更低的维护成本，对可持续性做出了全新的定义。这是首台超过各种期许而设计的冷水机组产品。今天，遇见未来！

