



中国制冷简报

2024 年第 5 期 总第 129 期

Pioneering for You

wilo

广告

威乐中央空调行业解决方案
德国品质 能效先锋



威乐中国官方微信

威乐(中国)水泵系统有限公司
www.wilo.com.cn

威乐解决方案



Wilo-MHI/MHIL
卧式多级离心泵



Wilo-Atmos GIGA-B
卧式端吸离心泵



Wilo-Atmos GIGA-I
立式管道泵



Wilo-Helix
系列立式多级离心泵





北京华源泰盟节能设备股份有限公司

Beijing Hua Yuan Tai Meng Energy Saving Equipment Co., Ltd.

国家科技发明二等奖 北京市科技发明一等奖

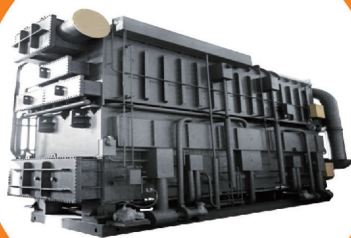
电厂 冷凝热回收 燃气/燃煤 烟气余热深度回收 大温差 换热
回收低品位余热 提高热源供热能力 消除冒白烟现象 提高管网输送能力

I 余热暖民·关键设备



燃气/燃煤烟气余热深度回收机组

- ◆将排烟温度降低至30℃以下
- ◆提高锅炉效率10%以上
- ◆消除冒白烟现象,
- ◆降低排烟中粉尘、NO_x、SO₂等污染物浓度



余热回收专用机组

- ◆提高电厂供热能力30%以上
- ◆降低供热能耗40%
- ◆节能 节水 减排



吸收式大温差换热机组

- ◆将一次网回水温度降至20℃
- ◆提高既有管网输送能力
- ◆节约新建管网的投资, 免除回水管网的保温措施

II 余热暖民·典型案例

目前, 产品已经成功应用于大同市城市级大温差改造工程、太原市大温差长输供暖改造工程、大唐云冈电厂、中电投通辽第二发电厂、永安热力沙河燃气锅炉房、北京未来城燃气电厂、济南北郊燃煤电厂等百余项工程。

大唐云冈热电厂

- ◆回收余热: 480MW
- ◆增大供暖面积: 860万m²
- ◆年节约标煤: 28万吨
- ◆减少CO₂排放: 69万吨
- ◆减少SO₂排放: 2.1万吨
- ◆减少NO_x排放: 1.1万吨

太原市大温差长输供暖改造工程

- ◆增加供热面积5200万m²
- ◆年节约标准煤105万吨
- ◆年减排二氧化碳260万吨
- ◆年减排二氧化硫7.9万吨
- ◆年减排氮氧化物3.9万吨

济南北郊热电厂烟气余热深度回收工程

- ◆回收余热: 16MW
- ◆增加供热面积: 37万m²
- ◆年节约标煤: 6500吨
- ◆减少CO₂排放: 16000吨
- ◆减少SO₂排放: 489吨
- ◆减少NO_x排放: 245吨



华源泰盟
HYTM

北京华源泰盟节能设备有限公司

Beijing Hua Yuan Tai Meng Energy Saving Equipment Co., Ltd.

地址: 北京市海淀区北四环中路283号2幢 (智优沃科技大厦) 3层

电话: 010-62701509 010-82432231

网址: www.powerbeijinghytm.com

邮箱: qiaoyu@powerbeijinghytm.com



公众号



官网



依必安派特AxiEco系列

热泵专用超静音轴流风机

- 减缓冻结速度, 降低维护成本
- 更高能效, 更低噪音

ebm papst

engineering a better life



华商亿源
HUASHANGYIYUAN

机电设备安装一级

压力管道安装GC2级

防水防腐保温一级

电子与智能化

广告

农粮食品和冷链物流行业 机电系统解决方案专家

技术引领 | 优质工程 | 价值创新

业务范围：冷链物流、暖通空调、冰雪、中央厨房、食品加工、果蔬储存、
数据中心、工业冷却、生物医药、特种制冷、工程承包、智慧运维



总部：济南市高新区新泺大街1666号齐盛广场2号楼1107室
北京分公司：北京市丰台区右安门外大街99号华商科技大厦7层
仓库：山东省济南市章丘圣井高科技园安莉芳路3417号
业务：0531-62325594 售后：0531-62325596
办公室：0531-62325598 传真：0531-62325599
邮箱：HUASHANG@HUASHANGYIYUAN.COM
网站：WWW.HUASHANGYIYUAN.COM





《中国制冷简报》着重介绍中国制冷、空调、供暖、通风及相关领域的各类信息，旨在推动科技创新，推广应用技术，报道行业动态，促进业内交流，为我国制冷事业的发展服务，为学术及技术交流服务，为培养专业人才服务。

主办单位：中国制冷学会

主 编：常 琳

副 主 编：范 薇

编 辑：邵月月

通 讯 员：陈 晨 陈筑平 戴娜丹 窦克松 黄浩良 江 山

金国涛 李 朋 李 雯 李锡石 李宥庭 刘国祥

刘 卓 马 琪 彭园媛 施乃蓉 宋佳宁 隋继学

孙亚娟 孙志利 谈 筠 唐 棣 王保锋 王柯增

王立群 王 派 王若虚 王晓童 王 怡 吴丽婷

肖 伦 严文婷 杨永安 张志强 赵春晨 赵中齐

郑戈雅 郑 微 邹培培

编辑部联系方式

地址：北京市海淀区阜成路67号

银都大厦10层

邮编：100142

电话：010-68463224

传真：010-68434679

邮箱：wfan@car.org.cn



广告索引

封面 威乐（中国）水泵系统有限公司

封底 2025年中国制冷展

封二 北京华源泰盟节能设备有限公司

封三 荏原冷热系统（中国）有限公司

目录旁页 山东华商亿源制冷空调工程有限公司

插页 依必安派特电机（上海）有限公司

版权声明：凡本刊发表的文章、图片，未经本刊允许不得转载。经本刊同意授权刊登，应注明出处，向本刊编辑部及作者邮寄样刊，并向作者寄发稿酬。

目录 CONTENTS

学会动态

01. 中国制冷学会十届十一次常务理事会会议在京召开



01. 2024年中国汽车热系统学术年会成功召开

02. 2024中国热泵大会在深圳成功举办

03. 第十届国际制冷学会固态制冷及材料应用国际会议在包头成功举办



04. 第十三届全国高等院校制冷及暖通空调学科发展与教学研讨会在昆明市召开

04. 第十三届全国制冷空调新技术研讨会在昆明市召开

05. 美的杯第七届中国制冷空调创新竞赛决赛及颁奖仪式在昆明市举办

06. 第五届全国建筑环境与能源应用工程专业青年教师讲课技能竞赛决赛圆满成功

07. 中国制冷学会新增会员名单

目录 CONTENTS

地方学会之窗

07. 北京制冷学会召开第九届第四次常务理事会议

政策法规

08. 国家发展改革委等部门印发《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》
10. 三部委发布关于严格控制氢氟碳化物化工生产建设项目的通知
12. 国家发展改革委 财政部印发《关于加力支持大规模设备更新和消费品以旧换新的若干措施》
14. 国家发展改革委 市场监管总局 生态环境部发布《关于进一步强化碳达峰碳中和标准计量体系建设行动方案（2024—2025年）的通知》
16. 中共中央 国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》
18. 国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司印发《能源重点领域大规模设备更新实施方案》

专题报道

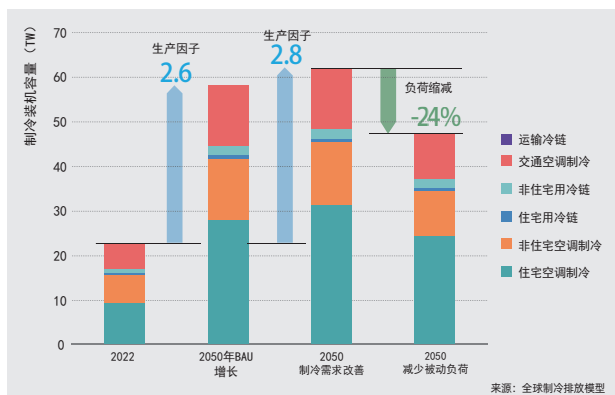
19. 关于臭氧和臭氧层

● 臭氧保护的事实和数据 ● 您可以做什么？



国际资讯

28. 可持续冷却——如何在削减排放的同时满足制冷需求（二）



面对面

40. 如何实现数据中心PUE1.17？带你看看贵安美的云数据中心吧！



企业纵览

42. 节能40%威乐水泵助力花旗集团大厦新质转型
43. 江森自控约克M多级离心压缩机全球制造中心在无锡揭幕
44. 2024年美芝&威灵消费电器客户峰会在深圳举行

中国制冷学会十届十一次常务理事会会议在京召开



2024年8月16日上午，中国制冷学会十届十一次常务理事会会议在京召开，47位常务理事（4人请假）、4位监事（1人请假）出席、列席会议。会议由中国制冷学会副理事长兼秘书长李晓虎主持。

会上，由中国制冷学会副理事长兼秘书长李晓虎传达了“党的二十届三中全会提出的新概念、新观点、新论断”；审议通过了“中国制冷学会2024年上半年工作总结、2024年下半年工作安排”；审议通过了中国制冷学会第十一次会员代表大会相关文件，包括：“中国制冷学会第十届理事会工作报告”“中国制冷学会第十届理事会财务报告”“中国制冷学会第一届监事会工作报告”“中国制冷学会《章程》修订

说明及《章程》草案”；审议通过了“中国制冷学会第十一届理事会拟任负责人、常务理事及理事候选人建议名单”和“中国制冷学会第二届监事会拟任监事长、副监事长及监事候选人建议名单”。

与会常务理事认为2024年上半年学会工作内容饱满，工作面不断扩宽，工作方向更加贴合国家和行业需求，希望未来学会在产学研融合、推动科技成果转化上持续推进和深化。

江亿理事长在总结发言中表示，学会发展应与国家发展需求相一致，并基于本领域不断扩展学会工作，加强新领域的人才培养工作，在百年未有之大变局下协助企业转型升级。希望学会能充分发挥各级会员特别是学会理事的作用；在学术和产业界争取更大的国际话语权，使之与我国制冷大国的地位相匹配；并在高科技、新质生产力、民生、生态文明建设中充分发挥好制冷领域的支撑作用。

最后，与会常务理事听取了由中国制冷学会副监事长吴百灵所作的监事会意见报告。

（范薇 撰稿）

2024 年中国汽车热系统学术年会成功召开



2024年7月22—24日，由中国制冷学会、中国汽车工业协会和中国汽车工程学会联合主办的“2024年中国汽车热系统学术年会”在西安成功召开。本届会议的主题是“融合绿色创新、凝练中国方案”。在电动汽车高质量发展背景下，在《基加利修正案》、欧洲PFAS法规及2024年国家方案的三重加持下，汽车热系统行业面临新的机遇和挑战。本届会议聚焦汽车低碳热系统、高效电池热管理、乘员舱热环境与热舒适性等方向的共性科学问题，旨在搭建具有学术和产业影响力的官方交流平台，为我国创新技术向世界发声打

开新的窗口。共有500余名本领域的专家、学者和企业界人士参会交流。

开幕式

中国科学院院士、西安交通大学陶文铨教授，中国制冷学会高级顾问孟庆国教授级高工，西安交通大学校长助理黄忠德先生，联合国开发计划署化学品和废物部门主任周晓芳女士，生态环境部对外合作与交流中心副处长尚舒文先生，中国制冷学会副秘书长王从飞先生，中国汽车工业协会副秘书长陈士华先生，中国汽车工程学会秘书处顾问张宁女士，中国汽车工

业协会汽车热系统分会秘书长薛庆峰教授级高工，中国汽车工程学会汽车热系统分会秘书长邹慧明研究员，中国制冷空调工业协会汽车热系统分会会长黄国强教授级高工，国际制冷学会科技理事会副主席兼E学部主席、清华大学李先庭教授，北京大学胡建信教授，北京理工大学熊瑞教授，中国制冷学会制冷节能降碳与制冷剂替代工作组主任委员、清华大学王宝龙长聘副教授，中国汽车工业经济技术信息研究所副所长朱孔源先生，能源基金会工业项目主管郑坦先生等出席开幕式。开幕式由中国制冷学会车辆热管理工作委员会主任委员、西安交通大学曹锋教授主持。

主题论坛和分论坛

本次会议共设置1个主题论坛，4个分论坛，其中包括了9家主机厂10场报告、14所高校22场报告。搭建了一个学界和产业界深度交流探讨的平台。

海报展示区和展台展示区

本次会议共有来自16所高校、科研院所及7家企业的共34篇论文进行了海报展示。共设有12个展台，14家展商代表与行业同仁进行充分洽谈。

中国制冷学会车辆热管理工作委员会一届四次工作会议

7月22日下午，中国制冷学会车辆热管理工作委员会

会召开了一届四次工作会议。会上，主任委员曹锋教授做了工作委员会2023—2024年度工作汇报。与会代表针对制冷剂替代国家方案的具体应对措施、《中国新能源汽车热管理技术发展》再版事宜、工作委员会换届工作细节等进行了沟通讨论。

车辆热系统工程师颁证仪式

7月23日晚，车辆热系统工程师颁证仪式隆重举行。中国汽车工程学会秘书处顾问张宁女士、中国制冷学会副秘书长王从飞先生共同为两位工程师、三位高级工程师颁发了证书。2023年起，中国汽车工程学会和中国制冷学会共同开展车辆热系统工程师工程能力评价工作，为交叉领域的工程技术人员提供人才评价认证服务。车辆热系统领域的工程师通过统一的评价流程，获得由两个学会共同认可的相应等级工程师能力评价证书。首次评价，两个学会共评价工程师3人，高级工程师3人。

会旗交接仪式

7月23日晚，中国制冷学会车辆热管理工作委员会秘书处殷翔副教授与中国汽车工业协会汽车热系统分会副秘书长李明教授完成了会旗交接。期待2025年中国汽车热系统学术年会上再度相聚！

（赵娜 供稿）

2024 中国热泵大会在深圳成功举办



2024年8月27—30日，由中国制冷学会、国际制冷学会共同主办的“2024中国热泵大会”在深圳市成功召开。中国制冷学会理事长、中国工程院院士、清华大学江亿教授（线上），国际制冷学会候任总干事Yosr Allouche博士，联合国开发计划署驻华副代表乔展先生，深圳市科协党组书记林祥先生，欧洲人文与科学院院士、香港理工大学严晋跃教授，2024CHPC组织委员会主席、2024CHPC学术委员会主席、上海交通大学王如竹教授，中国制冷学会副理事长、中国建筑科学研究院徐伟教授，中国制冷学会副理事长、中国科学院理化技术研究所副所长罗二仓研究员，国

际制冷学会科技理事会副主席、E学部主席、清华大学李先庭教授等来自全球热泵和制冷空调领域的专家、学者出席本次会议。

中国制冷学会理事长江亿院士在开幕式致辞中指出：当前，全球正经历着前所未有的能源变革，目标就是用可再生的零碳能源来代替化石能源。在这样一个全球能源领域面临重大转型的关键时刻，召开了“2024中国热泵大会”，与行业同仁一起来探讨热泵行业未来的发展方向。中国作为全球最大的能源消费国家之一，在热泵技术的研究开发和开发应用方面，取得了举世瞩目的成就。无论是技术研发的深度，还是产业应用的广度，中国都在全球热泵领域占据了举足轻重的地位。然而热泵技术的发展离不开国际社会的密切合作与交流，这次大会汇聚了来自五大洲的顶尖专家和业界精英，大家将围绕最新的科研成果技术创新和市场趋势展开深入探讨。这不仅是一次知识和智慧的碰撞，更是一次共谋未来、共创辉煌的绝佳机会。

中国热泵大会是两年一届的国际性热泵行业学术会议，本届大会共安排15个大会主题报告，以及新冷

媒替换方案应用与发展、热泵系统结霜解析与除霜技术应用、农林牧副渔热泵技术应用等为主题的14个平行分论坛，超过100位国内外行业专家奉献出近200场论坛发言报告。共有来自33个国家和地区，超过850人参加此次会议。

为更好地向世界传递热泵未来发展趋势，2024中国热泵大会不仅通过学术报告展现热泵发展全景，还有海信中央空调、中广欧特斯、太阳雨空气能、美的楼宇科技等众多企业携相关产品出席，为观众提供了一个全面具体感知热泵行业全产业链发展的展示。

中国制冷学会发起“CHPC·中国热泵”，以学会为平台，以江亿院士为核心，联合相关多方组织，组

织开展“CHPC·中国热泵”的相关工作，包括个人和企业组织建设、多媒体矩阵打造、专业学习平台建设、线下活动系列以及标准规范等，从而为行业提供一个精准的资源共享的平台。随着“CHPC·中国热泵”战略规划的实施，将持续引领行业规范化，促进国内外热泵领域技术交流，推进我国热泵产业高效绿色发展，助推中国热泵走高质量发展之路，让热泵的国之强音响彻行业内外乃至全世界。“CHPC·中国热泵”也将发挥平台作用，为上游配件企业与整机企业的技术转化搭建桥梁。此外，还会围绕清洁采暖、工业利用、综合能源、助力农业等主题，展开深入交流，真正实现热泵技术和区域特色产业的有机结合。

（高恩元 供稿）

第十届国际制冷学会固态制冷及材料应用国际会议在包头成功举办

2024年8月21—24日，第十届国际制冷学会固态制冷及材料应用国际会议在包头成功召开。会议由国际制冷学会主办，中国制冷学会、中国科学院理化技术研究所、卢布尔雅那大学、中科院理化所低温科学与技术重点实验室、包钢集团、包头稀土研究院、中国北方稀土高科技股份有限公司、内蒙古制冷学会和包头市金蒙汇磁材料有限责任公司承办，共有来自全球13个国家及地区的200余名代表参会。



会议开幕式由本届会议主席、中国制冷学会副理事长、中国科学院理化技术研究所罗二仓研究员主持，国际制冷学会Didier Coulomb总干事，包头市科技局杨军局长，会议组委会联合主席、包钢集团刘振刚副总经理致欢迎辞。

本次会议，共邀请了5个全体大会报告，卢布尔雅那大学Andrej Kitanovski教授，马里兰大学Ichiro Takeuchi教授，清华大学李敬锋教授，宾夕法尼亚州立大学章启明教授，包头稀土研究院黄焦宏教授（包头稀土研究院王彦教授代讲），分别以《Solid-State Energy Conversion: Applications and Perspectives》

《Compression-Based Elastocaloric Cooling: Materials, Devices, and Systems》《Thermoelectric cooling materials and emerging applications》《Electrocaloric Cooling for A Sustainable World - Where Are We Now?》

《Baotou Rare Earth Industry: A Strong Support for Magnetic Materials And Application Devices》为题作报告。中国科学院物理研究所胡凤霞研究员、西安交通大学钱苏昕教授、上海交通大学钱小石教授、卢布尔雅那大学Andrej Kitanovski教授主持大会报告。

本次会议共开设Magnetocaloric Devices、Magnetocaloric Materials、Barocaloric Cooling and Materials、Elastocaloric Materials and Devices、Electrocaloric Materials and Devices、Optical cooling and Materials等12场专题研讨会，就大家共同关心的固态制冷、供热和发电领域的最新研究与发展，包括磁热效应、弹热效应、压热效应和电热效应、新型固态工程技术和原型设计以及实际应用等方面展开深入交流和探讨。

会议期间，会议代表还参观了包头稀土博物馆以及包头市金蒙汇磁材料有限责任公司。

会议相关资料下载，请扫描右侧二维码。



（张晓宁 供稿）

第十三届全国高等院校制冷及暖通空调学科发展与教学研讨会在昆明市召开

2024年8月8日，第十三届全国高等院校制冷及暖通空调学科发展与教学研讨会（以下简称“教学研讨会”）在昆明市召开，来自全国百余所高校的400余位高校专家、师生和多家企业代表等共探学科发展和教学创新方向。此次活动由中国制冷学会、上海交通大学联合主办，教育部高等学校能源动力类专业教学指导委员会、教育部高等学校建筑环境与能源应用工程专业教学指导分委员会及云南师范大学联合承办。会议开幕式由中国制冷学会副秘书长荆华乾教授主持。



中国制冷学会高级顾问孟庆国致辞

中国制冷学会高级顾问孟庆国教授在致辞中表示：高质量教育培育高质量人才，高水平人才支撑科技创新，科技创新成果推动产业升级，三者有机结合，将形成发展新质生产力的强大动力。全国开设制

冷、暖通空调及能源动力类相关专业的高校有近200所，为行业人才培养、科技创新等发挥重要作用。本次研讨会从学科建设到教学改革，从专业评估到学生素质创新能力培养，围绕学科发展与教学展开研讨，推动教学改革与创新。

中国科学院院士何雅玲，教育部高等学校建筑环境与能源应用工程专业教学指导分委员会主任、清华大学朱颖心教授，云南师范大学副校长徐锐教授也分别致辞。

开幕式上，中国制冷学会高级顾问孟庆国为清华大学李先庭教授颁发国际制冷学会科技理事会副主席，E学部主席任职聘书；由李先庭教授为国际制冷学会2024—2027年委员和青年委员颁发任职聘书。

8月8日上午，领域内7位专家学者以“国家级一流本科课程建设的心得”“产教融合与产教融合课程建设”“多校联动本科生通识课‘碳中和技术’课程教学与实践”等为题作特邀报告。

8月8日下午，大会组织了6个主题（人才培养、教学改革、教学方法、专业课程建设、课程思政建设、实验实践）的分组报告，并举办了“新青年”论坛。

8日晚间，会议还安排了中国低温技术先驱——洪朝生院士事迹专题学习活动，包含观看洪朝生主题纪录片电影，参观云南大学校史馆等一系列活动。

（高恩元 供稿）

第十三届全国制冷空调新技术研讨会在昆明市召开



8月9日，第十三届全国制冷空调新技术研讨会（以下简称“新技术研讨会”）在昆明市召开，来自全国百余所高校、科研机构及制冷企业的专家、学者齐聚一堂，共商我国制冷与暖通空调学科研究的发展方向，交流我国制冷与暖通空调学科的最新技术。

中国制冷学会高级顾问孟庆国、上海交通大学校务委员会副主任吴静怡、云南师范大学校长胡金明等到会并致辞。孟庆国在致辞中表示：制冷空调技术作为现代科技的重要组成部分，不仅关系到人们的生活质量，还与能源利用、环境保护等重要问题密切相

关。当前，全球气候变暖带来的影响是人类面临的重要危机之一，减少温室气体排放、保护人类生存环境，已达成全球共识，其核心就是能源结构的转型。

9日上午，多位专家学者就制冷、暖通空调、低温、能源等学科发展与展望进行报告。国家自然科学基金委工程一处处长关永刚重点介绍了年度国家自然科学基金进展及资助情况，鼓励大家积极申报各类基金项目。中国科学院院士、南方科技大学俞大鹏以“量子计算，道阻且长，人人有责”为题作报告，指出量子计算是一项挑战人类操控微观世界极限能力的

世纪系统工程，面临着巨大的困难和挑战，发展量子计算任重道远、人人有责。上海交通大学教授王如竹围绕“热泵产品技术研发与创新”展开报告，指出热泵被认为是实现低温热能品位提升与利用最有效的方法，是极具发展潜力的电气化高效供热技术。

9日下午，全国制冷空调新技术研讨会分会场报告在云南师范大学实训楼举行，来自全国各地的高校，科研机构与企业进行了汇报。

(高恩元 供稿)

美的杯第七届中国制冷空调创新竞赛决赛及颁奖仪式 在昆明市举办

美的杯第七届中国制冷空调创新竞赛决赛于2024年8月8日在昆明市举办，入围本次决赛的作品共24个，其中大学生组10个，研究生组14个。评审专家对

参赛作品进行了认真审评，从原创性、创新性、可行性及适用性等多维度进行打分，答辩过程与答辩结果公开透明。



美的杯第七届中国制冷空调创新竞赛现场答辩

美的杯第七届中国制冷空调创新竞赛颁证仪式于2024年8月9日举行，最终评选结果为：研究生组，特等奖1位，一等奖4位，二等奖9位；大学生组，一等奖3位，二等奖7位。本次竞赛评选出三所优秀组织单

位，分别为广东工业大学、湖南大学、西安交通大学。本次竞赛评选出三位优秀指导教师，分别是上海交通大学王如竹教授、湖南大学曹静宇教授、云南师范大学李明教授。



美的杯第七届中国制冷空调创新竞赛颁奖

(高恩元 供稿)

第五届全国建筑环境与能源应用工程专业青年教师讲课技能竞赛决赛圆满成功

第五届全国建筑环境与能源应用工程专业青年教师讲课技能竞赛决赛于2024年9月10日在青岛圆满完成。竞赛由全国高等学校建筑环境与能源应用工程专业教学指导分委员会（以下简称“建环教指委”）、中国制冷学会共同主办，青岛海信日立空调系统有限公司提供独家支持，暖通空调杂志社是竞赛的合作媒体，决赛由中国石油大学（华东）协办。

本届竞赛共有来自全国28所院校的40位教师报名参加，其中专业基础课19人，专业课21人。经过初赛和复赛两轮评比，12位教师进入决赛（专业基础课和专业课各6位），角逐本届竞赛特等奖、一等奖和二等奖。



9月10日上午正式拉开决赛帷幕，首先进行开幕环节。建环教指委主任朱颖心教授、中国石油大学（华东）副校长周鹏教授、建环教指委副主任张欢教授、

建环教指委秘书长李先庭教授、中国制冷学会副秘书长王从飞高级工程师、青岛海信日立空调系统有限公司营销公司副总经理刘涛先生，以及评委专家、参赛教师、观摩教师等40余人出席开幕式。周鹏副校长、朱颖心教授、王从飞副秘书长和刘涛总经理分别进行致辞。

随后分别进行专业基础课和专业课决赛，参赛教师们充分展示讲课技巧和教学创新点，两个组别14位专家评委依次提问点评。经过评审，最终产生专业基础课组特等奖1名、一等奖2名、二等奖3名，专业课组特等奖1名、一等奖1名、二等奖4名。

9月10日下午，各位专家一同前往海信日立黄岛工厂进行参观和交流。先后参观海信日立展厅、智能制造工厂及实验室，了解海信日立以数字化智驱绿色发展的布局实践，深入感受工厂生产过程的数字化、信息化、自动化和智能化以及完备的测试平台和实验室。随后，海信日立预研技术部副总经理孟建军以《中央空调行业产品技术发展探索》为题，向专家们详细介绍了海信日立在产品创新、技术研发、工程应用方面的积极探索思路和成果实践。



（竞赛决赛回放二维码）

附：第五届全国建筑环境与能源应用工程专业青年教师讲课技能竞赛结果（按学校名称排序）

专业基础课		专业课	
特等奖	大连理工大学 张雪研副教授	特等奖	南京工业大学 李斐副教授
一等奖	山东建筑大学 赵胜中副教授	一等奖	中国石油大学（华东） 朱静讲师
	中国石油大学（华东） 徐春雯副教授	二等奖	北京建筑大学 安晶晶讲师
二等奖	大连理工大学 王海超副教授		合肥工业大学 周沛讲师
	湖南大学 曹静宇副教授		陆军工程大学 韦炜致讲师
	天津大学 丁研副教授		山东华宇工学院 胡秋冬讲师
三等奖	嘉兴大学 谷志攀讲师	三等奖	湖南工程学院 苏欢讲师
	普洱学院 兰花艳副教授		嘉兴大学 项毅讲师
			盐城工学院 陈亮讲师

（张雯 供稿）

北京制冷学会召开第九届第四次常务理事会议



2024年8月17日上午，北京制冷学会在北京茶叶博物馆召开第九届第四次常务理事会议。会议由理事长唐俊杰主持。

北京糖业烟酒集团副总经理、北京二商京华茶叶总经理刘鹏到会并致欢迎词。学会副理事长、科普培训工作委员会主任王立为北京茶叶博物馆授牌“北京制冷学会科普教育基地”。

会上，由党建工作小组成员贾晓明传达了党的二十届三中全会精神、《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》；审议通过了秘书长王昕作的《北京制冷学会2024年上半年工作总结和下半年工作要点》；听取了2024年度市科协党建联合检查工作准备情况；审议通过了《北京制冷学会章程》修订、理事增选、法定代表人变更、九届三次会员代表大会议程和聘请第三方财务公司代理记账等事

项。

与会常务理事认为2024年学会上半年工作内容丰富充实且有深度、有创新、有特色、有时效，希望未来学会不断增强与中国制冷学会等单位的协调合作，持续提升理事的主动性和参与性，积极开展专家论证、企业调研和校企合作。

唐俊杰对做好下半年工作提出要求：一是要深入学习贯彻党的二十届三中全会精神，落实

到下半年各项工作中，为推动经济社会高质量发展、加快中国式现代化建设贡献学会应有的力量。二是引导和支持制冷科技工作者服务首都高质量发展，推动科技交流与合作，做有温度有内容的制冷科技工作者之家。依托学术交流、科学普及、决策咨询和培训活动，提高学会的影响力与公信力。三是秘书处要搭建好平台，做好沟通联系、组织策划，充分发挥工作委员会和专业委员会作用，调动理事、会员优势资源，不断提升工作水平和质量。

监事长肖大海宣读了监事会意见。会议圆满完成了各项议程。

会议应到常务理事27人，实到21人，符合《北京制冷学会章程》规定。党建工作小组5人、监事会4人、秘书处工作人员3人列席参会。

（北京制冷学会 供稿）

中国制冷学会新增会员名单

单位会员	单位名称		单位名称	
	山东海创空调有限公司		中绿中科储能技术有限公司	
	上海应达风机股份有限公司		浙江省二建建设集团安装有限公司	
高级会员	姓名	单位	姓名	单位
	张朝昌	青岛海尔开利冷冻设备有限公司	罗介霖	中山大学
	唐天琪	哈尔滨工业大学	屈晓亮	赢德（天津）冷链产业有限公司

国家发展改革委等部门印发《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》

为全面贯彻党的二十大精神，认真落实党中央、国务院决策部署，实施全面节约战略，加大节能降碳工作力度，推动数据中心绿色低碳发展，加快节能降碳改造和用能设备更新，支撑完成“十四五”能耗强度降低约束性指标，国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家数据局等部门制定了《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，并于7月23日对外发布。具体内容如下：

数据中心是支撑新质生产力发展的重要基础设施，也是当前我国能源消耗增速较快的领域之一。为推动数据中心绿色低碳发展，加快节能降碳改造和用能设备更新，支撑完成“十四五”能耗强度降低约束性指标，制定本行动计划。

一、主要目标

到2025年底，全国数据中心布局更加合理，整体上架率不低于60%，平均电能利用效率降至1.5以下，可再生能源利用率年均增长10%，平均单位算力能效和碳效显著提高。

到2030年底，全国数据中心平均电能利用效率、单位算力能效和碳效达到国际先进水平，可再生能源利用率进一步提升，北方采暖地区新建大型及以上数据中心余热利用率明显提升。

二、重点任务

（一）完善数据中心建设布局。强化“东数西算”规划布局刚性约束，新建大型和超大型数据中心应优先布局在全国一体化算力网络国家枢纽节点数据中心集群范围内，梯次有序布局国家枢纽节点、省内数据中心、边缘数据中心。统筹大型风电光伏基地与国家枢纽节点建设，支持非实时算力设施向西部枢纽节点迁移。强化人工智能重大生产力布局，综合考虑数据中心新增用能用水需求和资源保障能力，引导智算中心规范化建设，推动形成集聚效应。鼓励各地区面向本地业务需求，采取高端替换、增减挂钩、重组整合等方式，促进小规模、低效率存量分散数据中心向集约化、高效率转变。市域内已有建成投用1年以上数据中心，且整体上架率低于50%的，原则上不再规划建设新的数据中心集群及大型和超大型数据中心项目。到2025年底，国家枢纽节点地区各类新增算力占全国新增算力的60%以上，国家枢纽节点算力资源使用

率显著超过全国平均水平。（国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家数据局按职责分工负责）

（二）严格新上项目能效水平要求。严格数据中心项目节能审查，鼓励各地区结合实际对新上数据中心项目能效提出更高要求。稳步提升新建数据中心单位算力能效水平，新建及改扩建数据中心应采用能效达到《塔式和机架式服务器能效限定值及能效等级》（GB 43630-2023）和《服务器和数据存储设备能效“领跑者”评价要求》（T/CECA-G 0284-2024）规定的节能水平及以上服务器产品。加强新建及改扩建数据中心项目节水评价工作，提升数据中心水资源利用效率，保证合理用水需求。鼓励地方通过“上大压小”“迁旧建新”等方式，加强优质数据中心项目用能用水保障。到2025年底，新建及改扩建大型和超大型数据中心电能利用效率降至1.25以内，国家枢纽节点数据中心项目电能利用效率不得高于1.2。（国家发展改革委牵头，工业和信息化部、国家数据局按职责分工负责）

（三）推进存量项目节能降碳改造。加快推进低效数据中心节能降碳改造和“老旧小散”数据中心整合改造。推进设备布局、制冷架构、气流组织、外围护结构、供配电方式、单机柜功率密度及系统智能运行策略等方面的技术改造和优化升级，减少冗余设备。推广高效节能节水、信息通信、制冷、照明等设备，结合现行标准要求，逐步淘汰不符合现行强制性国家标准要求的落后低效产品设备。（国家发展改革委、工业和信息化部按职责分工负责）

（四）提升可再生能源利用水平。将新建及改扩建数据中心可再生能源利用目标和方案作为节能审查重要内容，逐年提升新建数据中心项目可再生能源利用率。在具备稳定支撑电源和灵活调节能力的基础上，引导新建数据中心与可再生能源发电等协同布局，提升用电负荷调节匹配能力。鼓励数据中心通过参与绿电绿证交易等方式提高可再生能源利用率。鼓励有关地区探索开展数据中心绿电直供。到2025年底，算力电力双向协同机制初步形成，国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过80%。（国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家数据局按职责分工负责）

（五）加强资源节约集约利用。支持数据中心探索

应用工业余冷和液化天然气气化站余冷等资源。探索数电联营模式，支持电厂为新建数据中心提供电力、蒸汽、水等资源服务。强化数据中心负荷调节能力建设，鼓励有条件的数据中心参与电力需求侧管理。加强数据中心余热回收利用，鼓励企业自建热量回收系统，用于园区供热、城市供暖、设施农业等。持续完善废旧数据中心设施设备回收和循环利用，统筹推进重点用能设备更新改造和回收利用。鼓励数据中心开展节水改造，引导设备冷却等环节再生水利用。（国家发展改革委、工业和信息化部牵头，农业农村部、住房城乡建设部、国家能源局按职责分工负责）

（六）推广应用节能技术装备。因地制宜推动液冷、蒸发冷却、热管、氟泵等高效制冷散热技术，提高自然冷源利用率。强化人工智能节能技术应用，结合智能运维平台，实现数据中心算存运及基础设施资源的高效协同联动。提升供电设备效率，开展高效变压器、直流供电技术、电力模块等供配电系统更新换代，鼓励应用模块化电源等新型技术提升电源设备负载率。推广新型超低损耗光纤、碳化硅射频器件、高效开关电源、高能效变频空调、自然冷源空调等高效产品设备。支持应用全闪存、存算分离等存储技术，降低存储系统功耗，提升存储与计算设备利用率。（国家发展改革委、工业和信息化部按职责分工负责）

三、政策保障

（一）强化激励约束机制。鼓励各地区根据数据中心能效水平实施差异化管理，结合淘汰存量低效数据中心，实施新上数据中心项目能耗等量或减量置换。全面清理各地区自行出台的高耗能行业电价优惠政策，推动建立统一的工业重点领域阶梯电价政策。研究对能效低于节能水平的存量数据中心和能效未达到先进水平的在建、拟建数据中心，依据能效水平差距执行阶梯电价。对国家人工智能重大生产力布局涉及的智算中心项目，在符合产业发展、规划布局等要求下，各地区应依法依规加快办理节能审查手续，强化绿电供给，切实加强用能保障。（国家发展改革委牵头，工业和信息化部、国家数据局按职责分工负责）

（二）完善节能节水标准体系。加快制定数据中心单位算力能效、余热利用、可再生能源利用等节能降碳标准，以及服务器、存储设备、网络交换设备、供电系统及设备、制冷系统及设备等产品能效标准，建立数据中心节水评价、用水定额、节水型企业等标准，支持数据中心动力设备、环境设备、信息通信设备改造升级。开发完善服务器、数据中心等能效测

评工具，提升工具普适性和兼容性。探索建立涵盖能效、碳效、水效的数据中心综合资源利用效率评价体系，提升数据中心绿色低碳发展水平。（市场监管总局牵头，国家发展改革委、工业和信息化部、国家数据局按职责分工负责）

（三）强化综合政策支持。发挥好政府投资的带动放大效应，积极支持数据中心节能降碳改造和用能设备更新。各地区要统筹用好现有资金渠道，对符合条件的项目给予支持。落实好节能节水、资源综合利用等税收优惠政策。积极发展绿色金融和转型金融服务，鼓励金融机构按照市场化法治化原则为数据中心节能降碳改造和用能设备更新项目提供资金支持。完善“东数西算”利益分配机制，鼓励东部与西部地区“结对子”，开展“算力飞地”、“以数换地”等形式合作。（国家发展改革委、财政部、中国人民银行、金融监管总局、税务总局按职责分工负责）

（四）加快技术创新引领。以重大科技专项实施为载体，优化科创资源统筹布局，集中攻克一批面向数据中心行业绿色低碳转型需求的关键共性技术。强化企业创新主体作用，支持高等院校、科研机构与企业联合共建绿色数据中心实验室、实训基地，一体推进技术研究和人才培养。扎实推动先进适用技术工程示范，打通技术定性、成果转化及产业化应用路径。（国家发展改革委、工业和信息化部、国家数据局按职责分工负责）

四、组织实施

（一）加强组织领导。国家发展改革委会同工业和信息化部、国家能源局、国家数据局等部门加强协调配合，形成工作合力，共同推动各项目标任务落实落细。各地区要充分认识推动数据中心绿色低碳发展的重要意义，结合实际细化举措，分解任务，压实责任，扎实有序抓好本行动计划贯彻落实。充分发挥行业协会、研究机构作用，加强对数据中心企业的服务指导，助力数据中心行业高质量发展。

（二）加快项目实施。省级节能主管部门要深入开展数据中心能效诊断，全面摸排本地区数据中心能源消费量、能源消费结构、综合能耗、主要用能设备能效水平，形成数据中心节能降碳改造和用能设备更新项目清单，制定改造计划、明确改造时限。国家发展改革委会同有关部门加强重点行业节能降碳改造和用能设备更新项目储备，按照成熟一批、支持一批的原则，压茬推进项目建设，尽快形成实际节能降碳效果。

（三）严格监督管理。各级节能主管部门、工业和信息化主管部门加大数据中心节能监察力度，将节能审查制度执行情况和节能审查意见落实情况纳入节能监察范围，依法依规严肃处理违规新建项目、节能降碳量造假等行为，持续打击利用数据中心开展虚拟货币“挖矿”活动。省级市场监管部门对纳入重点用能单位管理的数据中心项目开展能源计量审查。

（四）加强宣传引导。依托全国生态日、全国节能宣传周等重要平台，加大数据中心绿色低碳发展先

进经验宣传力度。鼓励国有企业、龙头企业发挥引领带动作用，积极开展节能降碳自愿承诺和实践，营造推动数据中心绿色低碳高质量发展的良好氛围。

（信息来源：中华人民共和国

国家发展和改革委员会）



三部委发布关于严格控制氢氟碳化物化工生产建设项目的通知

为切实履行《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，根据《消耗臭氧层物质管理条例》（以下简称《条例》）有关规定，生态环境部、国家发展改革委、工业和信息化部于7月5日联合下发了关于严格控制氢氟碳化物化工生产建设项目的通知，严格控制第二批13种氢氟碳化物（HFCs）化工生产建设项目、加强全部18种HFCs化工生产设施的环境管理，通知具体内容如下：

一、各地不得新建、扩建附件1所列用作制冷剂、发泡剂等受控用途的HFCs化工生产设施（不含生产过程中附带产生HFCs的化工生产设施，即副产设施），本通知执行之日前环境影响报告书（表）已通过审批的除外。

二、已建成的附件2所列用作受控用途的HFCs化工生产设施，需要进行改建或异址建设的，不得增加原有HFCs生产能力，也不得新增附件2所列用作受控用途的HFCs产品种类。

三、附件2所列用作受控用途的HFCs化工生产设施进行试生产期间产生的HFCs应纳入配额管理。副产附件2所列HFCs的化工生产设施，其产生的HFCs用作受控用途也应纳入配额管理；未取得配额的，只能用作原料用途或者销毁处置，不得直接排放。

四、因特殊用途确需生产附件2所列用作受控用途HFCs的，由生态环境部会同有关部门批准。

五、对违反以上规定的企业，依照《条例》予以处罚。

六、本通知自2024年8月1日起执行。

附件1：第二批控制的氢氟碳化物名单

序号	代 码	化 学 式	化 学 名 称
1	HFC-134	CHF_2CHF_2	1,1,2,2- 四氟乙烷
2	HFC-143	CH_2FCHF_2	1,1,2- 三氟乙烷
3	HFC-365mfc	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CH}_3$	1,1,1,3,3- 五氟丁烷
4	HFC-227ea	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	1,1,1,2,3,3,3- 七氟丙烷
5	HFC-236cb	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CF}_3$	1,1,1,2,2,3- 六氟丙烷
6	HFC-236ea	$\text{CHF}_2\text{CHFCF}_3$	1,1,1,2,3,3- 六氟丙烷
7	HFC-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,3,3,3- 六氟丙烷
8	HFC-245ca	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CHF}_2$	1,1,2,2,3- 五氟丙烷
9	HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCHFCF}_2\text{CF}_3$	2,3- 二氢十氟戊烷
10	HFC-41	CH_3F	一氟甲烷
11	HFC-152	$\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{F}$	1,2- 二氟乙烷
12	HFC-152a	CH_3CHF_2	1,1- 二氟乙烷
13	HFC-23	CHF_3	三氟甲烷

附件2：受控氢氟碳化物名单

序号	代 码	化 学 式	化 学 名 称
1	HFC-134	CHF_2CHF_2	1,1,2,2- 四氟乙烷
2	HFC-134a	CH_2FCF_3	1,1,1,2- 四氟乙烷
3	HFC-143	CH_2FCHF_2	1,1,2- 三氟乙烷
4	HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,3,3- 五氟丙烷
5	HFC-365mfc	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CH}_3$	1,1,1,3,3- 五氟丁烷
6	HFC-227ea	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$	1,1,1,2,3,3,3- 七氟丙烷
7	HFC-236cb	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CF}_3$	1,1,1,2,2,3- 六氟丙烷
8	HFC-236ea	$\text{CHF}_2\text{CHFCF}_3$	1,1,1,2,3,3- 六氟丙烷
9	HFC-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,3,3,3- 六氟丙烷
10	HFC-245ca	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CHF}_2$	1,1,2,2,3- 五氟丙烷
11	HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCF}_2\text{CF}_3$	2,3- 二氢十氟戊烷
12	HFC-32	CH_2F_2	二氟甲烷
13	HFC-125	CHF_2CF_3	五氟乙烷
14	HFC-143a	CH_3CF_3	1,1,1- 三氟乙烷
15	HFC-41	CH_3F	一氟甲烷
16	HFC-152	$\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{F}$	1,2- 二氟乙烷
17	HFC-152a	CH_3CHF_2	1,1- 二氟乙烷
18	HFC-23	CHF_3	三氟甲烷

近日，生态环境部大气环境司有关负责人就《通知》发布的背景和主要内容等，回答了记者的提问。具体内容如下：

问：请介绍一下我国氢氟碳化物管控现状。

答：氢氟碳化物（HFCs）是一种人工合成的强效温室气体，主要作为消耗臭氧层物质（ODS）的替代品使用。2016年，《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》（以下简称议定书）缔约方达成《基加利修正案》，旨在控制和减少HFCs生产和使用。2021年9月15日，《基加利修正案》正式对中国生效。根据《基加利修正案》有关规定，包括中国在内的主要发展中国家需在2024年将HFCs生产和使用量冻结在基线值。

为履行《基加利修正案》，积极应对气候变化，中国明确规定副产三氟甲烷（HFC-23）自2021年9月15日起不得直接排放，应尽可能销毁处置；自2021年11月1日起对HFCs实施进出口许可证制度；发布《关于严格控制第一批氢氟碳化物化工生产建设项目的通知》（以下简称《第一批通知》），规定自2022年1月1日起不得新建、扩建二氟甲烷（HFC-32）等5种HFCs受控用途化工生产设施，改建和异地建设不得增加产能；发布《2024年度氢氟碳化物配额总量设定与分配方案》，确定中国HFCs生产基线值为18.53亿吨二氧化碳当量，使用基线值为9.05亿吨二氧化碳当量，自2024

年起正式对18种HFCs实行配额管理，实现总量控制的履约目标。

问：当前我国氢氟碳化物管控面临的挑战有哪些？

答：作为发展中国家，中国HFCs生产和使用量大、品种丰富，涉及行业企业多、产业链长、范围广，履行《基加利修正案》面临巨大挑战。一是生产削减压力大。目前中国HFCs生产企业共50多家，产能超160万吨，分布在10多个省份，开展HFCs削减直接关系到近3万多人就业，上下游产业链、供应链也将面临挑战，并将对氟化工产业及关联产业产生深远影响。二是使用替代难度大。HFCs使用涉及制冷、消防、泡沫、医药、半导体等多个行业数万家企业，随着最后一类ODS含氢氯氟烃（HCFCs）在2030年完全淘汰，以及相关行业的持续发展，作为ODS替代品的HFCs使用需求将不断增加。同时，当前中国HFCs替代品和替代技术面临专利、技术等挑战，在成本、能效、安全、环保等方面难以完全兼顾，研发推广应用进程较慢。部分行业替代品和替代技术路线还不明确，履约形势复杂严峻。三是出口管控任务重。中国每年开展HFCs出口审批近3万批次，出口量约40万吨，为全球近190个国家供应制冷剂、灭火剂等不可或缺的工业、生活物资。中国严格按照议定书第五条缔约方时间表开展HFCs削减，关系到其他国家特别是发展中国家的

有序履约及其国内相关行业的健康发展和人民生活质量的持续保障。四是履约能力仍需提升。面对《基加利修正案》履约新形势新要求，中国需持续完善管控氢氟碳化物的政策体系，提升监测评估和替代品研发能力水平，加强监督执法，确保顺利完成履约任务。

问：为什么要出台《通知》？

答：我国履行议定书三十多年来，逐步建立了受控物质化工生产建设项目管理与总量控制配额许可管理双管齐下的管控体系，推动履约目标顺利实现。2021年生态环境部、国家发展改革委、工业和信息化部联合发布《第一批通知》，以“关门原则”严控生产规模大、部分领域替代路线明确的5种HFCs化工生产建设项目，为《基加利修正案》履约奠定良好基础。目前，18种HFCs已全部被纳入配额管理，而剩余13种HFCs化工生产建设项目的管理要求有待明确。为全面履行《基加利修正案》，生态环境部、国家发展改革委、工业和信息化部联合发布《通知》，既是与过去管理政策的有效衔接，也是实现履约目标的重要保障。

问：《通知》发布的依据是什么？

答：2021年9月，生态环境部、国家发展改革委、工业和信息化部根据《消耗臭氧层物质管理条例》（以下简称《条例》）共同修订并发布《中国受控消耗臭氧层物质清单》（公告 2021年 第44号），将《基加利修正案》管控的18种HFCs纳入《条例》管控范围。

《条例》第六条规定，“国务院生态环境主管部门根据国家方案和消耗臭氧层物质淘汰进展情况，会同国务院有关部门确定并公布限制或者禁止新建、改建、扩建生产、使用消耗臭氧层物质建设项目的类别，制定并公布限制或者禁止生产、使用、进出口消耗臭氧层物质的名录。因特殊用途确需生产、使用前

款规定禁止生产、使用的消耗臭氧层物质的，按照《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》有关允许用于特殊用途的规定，由国务院生态环境主管部门会同国务院有关部门批准。”

问：《通知》主要包括哪些内容？

答：《通知》对HFCs化工生产建设项目管理作出如下规定。一是自2024年8月1日起不得新建、扩建13种受控用途HFCs生产设施，环境影响报告书（表）已通过审批的除外。二是已建成的18种受控用途HFCs生产设施，在进行改建或者异地建设时，不得增加原有产能，也不得新增受控用途HFCs产品种类。三是明确18种受控用途HFCs生产设施进行试生产产生的HFCs应纳入配额管理，在设施验收合格并按照《条例》有关规定取得相应配额后，方可在配额范围内使用和销售试生产产生的HFCs。对于副产HFCs的生产设施，副产的HFCs用作受控用途也应纳入配额管理；未取得配额的，只能用作原料用途或者销毁处置，不得直接排放。四是对因特殊用途确需生产用作受控用途HFCs的，在确保履约的前提下，由生态环境部会同有关部门批准，切实保障国内供应和相关行业企业使用需求。

问：如何有效推动《通知》相关要求的落地实施？

答：一方面，生态环境部将联合相关部门和行业协会做好《通知》宣贯工作，加强对地方管理部门、环评机构、企业等的培训和宣传。另一方面，将加强执法检查，对违反《通知》规定的企业，依照《条例》予以处罚。

（信息来源：中华人民共和国生态环境部）



国家发展改革委 财政部印发《关于加力支持大规模设备更新和消费品以旧换新的若干措施》

为全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，认真落实党中央、国务院决策部署，根据《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》（国发〔2024〕7号），国家发展改革委联合财政部统筹安排3000亿元左右超长期特别国债资金，加力支持大规模设备更新和消费品以旧换新，现摘录与制冷行业相

关的措施如下：

一、加大设备更新支持力度

（一）优化设备更新项目支持方式。安排超长期特别国债大规模设备更新专项资金加大对设备更新的支持力度。在工业、环境基础设施、交通运输、物流、

教育、文旅、医疗等领域设备更新以及回收循环利用的基础上，将支持范围扩大到能源电力、老旧电梯等领域设备更新以及重点行业节能降碳和安全改造，并结合实际动态调整。统筹考虑不同领域特点，降低超长期特别国债资金申报门槛，不再设置“项目总投资不低于1亿元”要求，支持中小企业设备更新。相关项目由国家发展改革委采取投资补助等方式予以支持，简化申报审批流程，切实提高办事效率。

（二）支持老旧营运船舶报废更新。加快高能耗高排放老旧船舶报废更新，推动新能源清洁能源船舶发展。支持内河客船10年以上、货船15年以上以及沿海客船15年以上、货船20年以上船龄的老旧船舶报废更新。在报废基础上更新为燃油动力船舶或新能源清洁能源船舶的，根据不同船舶类型按1500—3200元/总吨予以补贴；新建新能源清洁能源船舶，根据不同船舶类型按1000—2200元/总吨予以补贴；只提前报废老旧营运船舶的，平均按1000元/总吨予以补贴。

（三）支持老旧营运货车报废更新。支持报废国三及以下排放标准营运类柴油货车，加快更新为低排放货车。报废并更新购置符合条件的货车，平均每辆车补贴8万元；无报废只更新购置符合条件的货车，平均每辆车补贴3.5万元；只提前报废老旧营运类柴油货车，平均每辆车补贴3万元。

（四）提高农业机械报废更新补贴标准。聚焦保障粮食和重要农产品稳定安全供给，提高农民和农业生产经营组织报废更新老旧农机积极性，在《关于加大工作力度持续实施好农业机械报废更新补贴政策的通知》（农办机〔2024〕4号）基础上，报废20马力以下的拖拉机，单台最高报废补贴额由1000元提高到1500元；报废联合收割机、播种机等并新购置同种类机具，在现行补贴标准基础上，按不超过50%提高报废补贴标准；报废并更新购置采棉机，单台最高报废补贴额由3万元提高到6万元。各地区可结合实际自行确定新增不超过6个农机种类纳入补贴范围，并按现有规定测算确定补贴标准。

（五）提高新能源公交车及动力电池更新补贴标准。推动城市公交车电动化替代，支持新能源公交车及动力电池更新。更新车龄8年及以上的新能源公交车及动力电池，平均每辆车补贴6万元。

（六）提高设备更新贷款财政贴息比例。发挥再贷款政策工具作用，引导金融机构支持设备更新和技术改造。对符合《关于实施设备更新贷款财政贴息政策的通知》（财金〔2024〕54号）条件经营主体的银行

贷款本金，中央财政贴息从1个百分点提高到1.5个百分点，贴息期限2年，贴息总规模200亿元。

二、加力支持消费品以旧换新

（七）支持地方提升消费品以旧换新能力。直接安排超长期特别国债资金，用于支持地方自主提升消费品以旧换新能力。国家发展改革委商财政部综合各地区常住人口、地区生产总值、汽车和家电保有量等因素，合理确定对各地区支持资金规模。各地区要重点支持汽车报废更新和个人消费者乘用车置换更新，家电产品和电动自行车以旧换新，旧房装修、厨卫等局部改造、居家适老化改造所用物品和材料购置，促进智能家居消费等。

（八）提高汽车报废更新补贴标准。在《汽车以旧换新补贴实施细则》（商消费函〔2024〕75号）基础上，个人消费者报废国三及以下排放标准燃油乘用车或2018年4月30日（含当日）前注册登记的新能源乘用车，并购买纳入《减免车辆购置税的新能源汽车车型目录》的新能源乘用车或2.0升及以下排量燃油乘用车，补贴标准提高至购买新能源乘用车补2万元、购买2.0升及以下排量燃油乘用车补1.5万元。自《汽车以旧换新补贴实施细则》印发之日起申请补贴的消费者，按照本通知标准执行补贴。消费者按本通知标准申请补贴，相应报废机动车须在本通知印发之日前登记在本人名下。

（九）支持家电产品以旧换新。对个人消费者购买2级及以上能效或水效标准的冰箱、洗衣机、电视、空调、电脑、热水器、家用灶具、吸油烟机等8类家电产品给予以旧换新补贴。补贴标准为产品销售价格的15%，对购买1级及以上能效或水效标准的产品，额外再给予产品销售价格5%的补贴。每位消费者每类产品可补贴1件，每件补贴不超过2000元。商务部指导各地区结合实际做好优惠政策衔接，确保政策平稳有序过渡。

（十）落实废弃电器电子产品回收处理资金支持政策。2024年中央财政安排75亿元，采取“以奖代补”方式继续支持废弃电器电子产品回收处理工作，促进行业健康发展。截至2023年底，按照废弃电器电子产品处理基金补贴等规定回收处理废弃电器电子产品但尚未补贴的，经生态环境部核定后分期据实予以支持。

（信息来源：中华人民共和国国家发展和改革委员会）



国家发展改革委 市场监管总局 生态环境部发布 《关于进一步强化碳达峰碳中和标准计量体系建设行动方案 (2024—2025 年) 的通知》

为贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和的重大战略决策，深入实施《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《国家标准化发展纲要》《计量发展规划（2021—2035年）》，落实《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》各项任务部署，充分发挥计量、标准作用，有效支撑我国碳排放双控和碳定价政策体系建设，制定本行动方案。现将有关事项通知如下。

一、总体目标

按照系统推进、急用先行、开放协同的原则，围绕重点领域研制一批国家标准、采信一批团体标准、突破一批国际标准、启动一批标准化试点。2024年，发布70项碳核算、碳足迹、碳减排、能效能耗、碳捕集利用与封存等国家标准，基本实现重点行业企业碳排放核算标准全覆盖。2025年，面向企业、项目、产品的三位一体碳排放核算和评价标准体系基本形成，重点行业和产品能效能耗技术指标基本达到国际先进水平，建设100家企业和园区碳排放管理标准化试点。

按照统筹发展、需求牵引、创新突破的原则，加强碳计量基础能力建设，完善碳计量体系，提升碳计量服务支撑水平。2025年底前，研制20项计量标准和标准物质，开展25项关键计量技术研究，制定50项“双碳”领域国家计量技术规范，关键领域碳计量技术取得重要突破，重点用能和碳排放单位碳计量能力基本具备，碳排放计量器具配备和相关仪器设备检定校准工作稳步推进。

二、重点任务

（一）加快企业碳排放核算标准研制。加快推进电力、煤炭、钢铁、有色、纺织、交通运输、建材、石化、化工、建筑等重点行业企业碳排放核算标准和技术规范的研究及制修订，制定温室气体审定核查、低碳评价等相关配套技术规范，支撑企业碳排放核算工作，有效服务全国碳排放权交易市场建设。制定面向园区的碳排放核算与评价标准。

（二）加强产品碳足迹碳标识标准建设。发布产品碳足迹量化要求通则国家标准，统一具体产品的碳足迹核算原则、核算方法、数据质量等要求。加快研制

新能源汽车、光伏、锂电池等产品碳足迹国家标准，服务外贸出口新优势。开展电子电器、塑料、建材等重点产品碳足迹标准研制。研究制定产品碳标识认证管理办法，研制碳标识相关国家标准。

（三）加大项目碳减排标准供给。开展能效提升、可再生能源利用、余能利用、甲烷减排与利用等典型项目碳减排量核算标准研制工作。条件成熟时，推动将全国温室气体自愿减排项目方法学纳入国家标准体系，支撑全国温室气体自愿减排交易市场建设和企业环境、社会和公司治理（ESG）信息披露等应用场景。

（四）推动碳减排和碳清除技术标准攻关。加快氢冶金、原料替代、热泵、光伏利用等关键碳减排技术标准研制，在降碳技术领域采信一批先进的团体标准。制定生态碳汇、碳捕集利用与封存等碳清除技术标准，尽快出台碳捕集利用与封存量化与核查、相关术语等通用标准。抓紧构建二氧化碳捕集、运输、地质封存全链条标准体系。

（五）提高工业领域能耗标准要求。修订提高钢铁、炼油、燃煤发电机组、制浆造纸、工业烧碱、稀土冶炼等重点行业单位产品能源消耗限额标准，全面提升能效水平，基本达到国际先进水平。修订完善能源计量、监测、审计等节能配套标准。

（六）加快产品能效标准更新升级。对标国际先进水平，修订升级工业通用设备、制冷和供暖设备、办公设备、厨房电器、照明器具产品能效标准，扩大能效产品覆盖范围，加快研制电动汽车充电桩、第五代移动通信（5G）基站设备等新型基础设施能效标准，将高压电机、服务器等产品纳入能效标识管理，研究出台数据中心能效标识实施细则。

（七）加强重点产品和设备循环利用标准研制。制定汽车、电子产品、家用电器等回收拆解标准，研究制定农用机械零部件回收利用相关标准。开展退役光伏设备、风电设备、动力电池回收利用标准研制，加大新能源产品设备的绿色设计标准供给，加快研制再生塑料、再生金属标准。按照《清洁生产评价指标体系通则》要求，研制钢铁、化工、建材等重点行业清洁生产评价系列国家标准。

（八）扩大绿色产品评价标准供给。修订绿色产品评价通则，增加低碳指标，建立分级评价指标体系。研究制定绿证和绿色电力消费相关标准。在消费品基础上，制定钢管、建材、染料等工业品绿色产品评价国家标准，修订卫生陶瓷、建筑陶瓷、纸和纸制品等绿色产品评价标准。充分利用市场资源，将技术领先、市场成熟度高的团体标准纳入绿色产品评价标准清单。

（九）加强碳计量基础能力建设。面向完善碳排放统计核算和碳监测的需要，布局建设一批计量标准和标准物质，加快碳达峰碳中和相关量值传递溯源体系建设，建立碳达峰碳中和相关计量基准、计量标准和标准物质名录，持续做好碳相关计量器具的检定校准工作。

（十）加强“双碳”相关计量仪器研制和应用。加快高精度多组分气体快速分析探测仪、光谱仪等碳核算、碳监测相关计量仪器的研制。组织对国产碳排放在线监测系统（CEMS）开展计量性能测试评价。

（十一）加强计量对碳排放核算的支撑保障。制定重点排放单位碳计量器具配备和管理规范，推动企业碳排放计量器具配备。优化相关行业温室气体排放核算和报告指南，强化碳核算数据优先来源于计量器具的要求。充分发挥国家能耗在线监测系统作用，鼓励企业利用第五代移动通信（5G）、区块链等技术手段建立能源和碳排放数据采集和分析系统。按照国家温室气体排放因子数据库建设需求，探索建立国家温室气体排放因子计量实试验证平台。

（十二）开展共性关键碳计量技术研究。开展碳排放在线监测计量不确定度评定方法研究，持续开展基于激光雷达、区域和城市尺度反演等碳排放监测计量技术研究与应用，开展烟气捕集端碳捕集利用与封存关键计量技术研究，为碳排放统计核算、碳排放在线监测、低碳技术研究等提供计量支撑。

（十三）加强重点领域计量技术研究。推动加强火电、钢铁、水泥、石化、化工、有色等重点行业和领域碳计量技术研究，开展碳排放直测方法与核算法的比对研究、天然气排放因子实测研究等，在火电领域研制烟气排放连续监测系统气体浓度校准装置，不断提升碳排放和碳监测数据准确性和一致性。

（十四）加强碳计量中心建设。推动国家碳计量中心建设，研究制定《关于加强国家碳计量中心建设的指导意见》，强化国家碳计量中心顶层制度设计和建设任务推进。研究制定碳计量能力建设指导目录，

指导计量技术机构和重点排放单位加强碳计量能力建设，不断提升碳计量能力水平。

（十五）完善“双碳”相关计量技术规范。加强“双碳”计量技术规范制修订，编制重点排放单位碳计量审查规范、固定污染源二氧化碳排放连续监测系统校准、煤化工生产企业碳计量器具配置与管理等计量技术规范。

（十六）加强能源计量监督管理。组织各地区对建筑建材、石化化工、能源、钢铁等传统行业以及数据中心、公共机构等重点领域开展能源计量审查，帮助用能单位解决节能减排降碳计量难题，不断提升用能单位能源计量管理水平和能力。

三、保障措施

（一）加强统筹协调。国家发展改革委落实“双碳”有关协调职责，会同有关部门在碳达峰碳中和政策文件制定中强化相关计量、标准要求，推动各项政策要求落地见效。充分发挥国家碳达峰碳中和标准化总体组、全国碳达峰碳中和计量技术委员会及全国碳排放管理标准化技术委员会的作用，各有关部门结合分管领域加强协同联动，各司其职、各负其责，集中推进重点任务落实，有效形成工作合力。

（二）强化宣贯培训。开展碳核算、碳减排相关计量、标准知识的宣贯培训，增强企业计量意识和能力水平，在企业形成学标准、用标准的氛围。推动重点用能和碳排放单位建立碳排放管理制度，设立用能和碳排放管理岗位以及专门的计量、标准化人员。鼓励企业与相关高校、专业机构合作举办碳达峰碳中和计量、标准方面的专业人才培训班。

（三）开展先行先试。面向企业和园区开展碳排放管理标准化试点，鼓励企业建立碳排放标准管理体系，助力碳排放“算得出、算得准”，引导企业应用先进减排技术，推动碳排放“减得掉、减得下”，到2025年建设100家试点企业和园区。推动企业加强碳计量体系建设，强化碳计量要求，在山东、浙江等地组织200家以上企业开展碳计量审查试点。组织开展零碳园区计量试点和能源资源计量经验交流。

（四）加大经费支持。各级财政通过设立专项资金等方式加大对碳计量基础能力建设、基础通用和急用先行标准的支持力度。统筹利用资金渠道，积极引导社会资本投入，支持碳排放统计核算和碳监测关键计量技术研究、仪器设备研发和应用、计量技术规范制定等。

（五）深化国际合作。持续推进应对气候变化计量、标准领域国际合作，充分发挥我国专家在国际计量和标准化组织中关键作用，不断提升我国在应对气候变化领域中的参与度和贡献度。持续开展国际标准适用性分析，在电动汽车、新型电力系统、生态碳汇等领域提出一批国际标准提案，加强新领域新技术国

际合作。

（信息来源：中华人民共和国
国家发展和改革委员会）



中共中央 国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》

推动经济社会发展绿色化、低碳化，是新时代党治国理政新理念新实践的重要标志，是实现高质量发展的关键环节，是解决我国资源环境生态问题的基础之策，是建设人与自然和谐共生现代化的内在要求。为加快经济社会发展全面绿色转型，中共中央 国务院于7月31日提出《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》。本刊现摘录主要内容如下：

《意见》主要目标是：到2030年，重点领域绿色转型取得积极进展，绿色生产方式和生活方式基本形成，减污降碳协同能力显著增强，主要资源利用效率进一步提升，支持绿色发展的政策和标准体系更加完善，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效。到2035年，绿色低碳循环发展经济体系基本建立，绿色生产方式和生活方式广泛形成，减污降碳协同增效取得显著进展，主要资源利用效率达到国际先进水平，经济社会发展全面进入绿色低碳轨道，碳排放达峰后稳中有降，美丽中国目标基本实现。

三、加快产业结构绿色低碳转型

（三）推动传统产业绿色低碳改造升级。大力推动钢铁、有色、石化、化工、建材、造纸、印染等行业绿色低碳转型，推广节能低碳和清洁生产技术装备，推进工艺流程更新升级。优化产能规模和布局，持续更新土地、环境、能效、水效和碳排放等约束性标准，以国家标准提升引领传统产业优化升级，建立健全产能退出机制。合理提高新建、改扩建项目资源环境准入门槛，坚决遏制高耗能、高排放、低水平项目盲目上马。

（四）大力发展绿色低碳产业。加快发展战略性新兴产业，建设绿色制造体系和服务体系，不断提升绿色低碳产业在经济总量中的比重。加快培育有竞争力的绿色低碳企业，打造一批领军企业和专精特新中

小企业。大力推广合同能源管理、合同节水管理、环境污染第三方治理等模式和以环境治理效果为导向的环境托管服务。推动文化产业高质量发展，促进文化和旅游深度融合发展。积极鼓励绿色低碳导向的新产业、新业态、新商业模式加快发展。到2030年，节能环保产业规模达到15万亿元左右。

（五）加快数字化绿色化协同转型发展。推进产业数字化智能化同绿色化的深度融合，深化人工智能、大数据、云计算、工业互联网等在电力系统、工农业生产、交通运输、建筑建设运行等领域的应用，实现数字技术赋能绿色转型。推动各类用户“上云、用数、赋智”，支持企业用数智技术、绿色技术改造提升传统产业。推动绿色低碳数字基础设施建设，推进既有设施节能降碳改造，逐步淘汰“老旧小散”设施。引导数字科技企业绿色低碳发展，助力上下游企业提高减碳能力。探索建立环境污染和气象灾害高效监测、主动预警、科学分析、智能决策系统。推进实景三维中国建设与时空信息赋能应用。

四、稳妥推进能源绿色低碳转型

（六）加强化石能源清洁高效利用。加强能源产供储销体系建设，坚持先立后破，推进非化石能源安全可靠有序替代化石能源，持续优化能源结构，加快规划建设新型能源体系。坚决控制化石能源消费，深入推动煤炭清洁高效利用，“十四五”时期严格控制煤炭消费增长，接下来5年逐步减少，在保障能源安全供应的前提下，重点区域继续实施煤炭消费总量控制，积极有序推进散煤替代。加快现役煤电机组节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”，合理规划建设保障电力系统安全所必需的调节性、支撑性煤电。加大油气资源勘探开发和增储上产力度，加快油气勘探开发与新能源融合发展。推进二氧化碳捕集利用与封存项目建设。

（七）大力发展非化石能源。加快西北风电光伏、西南水电、海上风电、沿海核电等清洁能源基地建设，积极发展分布式光伏、分散式风电，因地制宜开发生物质能、地热能、海洋能等新能源，推进氢能“制储输用”全链条发展。统筹水电开发和生态保护，推进水风光一体化开发。积极安全有序发展核电，保持合理布局和平稳建设节奏。到2030年，非化石能源消费比重提高到25%左右。

（八）加快构建新型电力系统。加强清洁能源基地、调节性资源和输电通道在规模能力、空间布局、建设节奏等方面的衔接协同，鼓励在气源可落实、气价可承受地区布局天然气调峰电站，科学布局抽水蓄能、新型储能、光热发电，提升电力系统安全运行和综合调节能力。建设智能电网，加快微电网、虚拟电厂、源网荷储一体化项目建设。加强电力需求侧管理。深化电力体制改革，进一步健全适应新型电力系统的体制机制。到2030年，抽水蓄能装机容量超过1.2亿千瓦。

五、推进交通运输绿色转型

（十）建设绿色交通基础设施。提升新建车站、机场、码头、高速公路设施绿色化智能化水平，推进既有交通基础设施节能降碳改造提升，建设一批低碳（近零碳）车站、机场、码头、高速公路服务区，因地制宜发展高速公路沿线光伏。完善充（换）电站、加氢（醇）站、岸电等基础设施网络，加快建设城市智慧交通管理系统。完善城乡物流配送体系，推动配送方式绿色智能转型。深入实施城市公共交通优先发展战略，提升公共交通服务水平。加强人行步道和自行车专用道等城市慢行系统建设。

（十一）推广低碳交通运输工具。大力推广新能源汽车，推动城市公共服务车辆电动化替代。推动船舶、航空器、非道路移动机械等采用清洁动力，加快淘汰老旧运输工具，推进零排放货运，加强可持续航空燃料研发应用，鼓励净零排放船用燃料研发生产应用。到2030年，营运交通工具单位换算周转量碳排放强度比2020年下降9.5%左右。到2035年，新能源汽车成为新销售车辆的主流。

六、推进城乡建设发展绿色转型

（十三）大力发展绿色低碳建筑。建立建筑能效等级制度。提升新建建筑中星级绿色建筑比例，推动超低能耗建筑规模化发展。加快既有建筑和市政基础设施节能节水降碳改造，推广先进高效照明、空调、电梯等设备。优化建筑用能结构，推进建筑光伏一体化建设，推动“光储直柔”技术应用，发展清洁低碳供暖。

（十四）推动农业农村绿色发展。实施农业农村减排固碳行动，优化种养结构，推广优良作物畜禽品种和绿色高效栽培养殖技术，推进化肥、农药等农业投入品减量增效。建立健全秸秆、农膜、农药包装废弃物、畜禽粪污等农业废弃物收集利用处理体系，加强秸秆禁烧管控。深入推进农村人居环境整治提升，培育乡村绿色发展新产业新业态。因地制宜开发利用可再生能源，有序推进农村地区清洁取暖。

七、实施全面节约战略

（十五）大力推进节能降碳增效。高水平、高质量抓好节能工作，推动重点行业节能降碳改造，加快设备产品更新换代升级。构建碳排放统计核算体系，加强固定资产投资项目节能审查，探索开展项目碳排放评价，严把新上项目能耗和碳排放关。推动企业建立健全节能降碳管理机制，推广节能降碳“诊断+改造”模式，强化节能监察。

（十七）大力发展循环经济。深入推进循环经济助力降碳行动，推广资源循环型生产模式，大力发展资源循环利用产业，推动再制造产业高质量发展，提高再生材料和产品质量，扩大对原生资源的替代规模。推进生活垃圾分类，提升资源化利用率。健全废弃物循环利用体系，强化废弃物分类处置和回收能力，提升再生利用规模化、规范化、精细化水平。到2030年，大宗固体废弃物年利用量达到45亿吨左右，主要资源产出率比2020年提高45%左右。

八、推动消费模式绿色转型

（十九）加大绿色产品供给。引导企业开展绿色设计、选择绿色材料、推行绿色制造、采用绿色包装、开展绿色运输、回收利用资源，降低产品全生命周期能源资源消耗和生态环境影响。建立健全绿色产品设计、采购、制造标准规范，加强绿色产品认证与标识体系建设，完善能效、水效标识制度，建立产品碳足迹管理体系和产品碳标识认证制度。加强绿色产品和服务认证管理，完善认证机构监管机制，培育具有国际影响力的绿色认证机构。

（二十）积极扩大绿色消费。健全绿色消费激励机制。优化政府绿色采购政策，拓展绿色产品采购范围和规模，适时将碳足迹要求纳入政府采购。引导企业执行绿色采购指南，鼓励有条件的企业建立绿色供应链，带动上下游企业协同转型。支持有条件的地区通过发放消费券、绿色积分等途径，鼓励企业采取“以旧换新”等方式，引导消费者购买绿色产品。开展新能源汽车和绿色智能家电、节水器具、节能灶具、绿

建材下乡活动，加强配套设施建设和售后服务保障。鼓励用户扩大绿色能源消费。

九、发挥科技创新支撑作用

（二十一）强化应用基础研究。建立前沿引领技术、颠覆性技术的预测、发现、评估和预警机制，适度超前布局国家重大科研基础设施，组建一批国家重点实验室和国家创新平台，实施一批国家重大前沿科技项目，着力加强绿色低碳领域应用基础研究，激发颠覆性技术创新。创新人才培养模式，优化高校学科专业设置，夯实绿色转型智力基础。

（二十二）加快关键技术研发。推进绿色低碳科技自立自强，将绿色转型相关技术作为国家重点研发计划相关重点专项的重要支持方向，聚焦能源绿色低碳转型、低碳零碳工艺流程再造、新型电力系统、二氧化碳捕集利用与封存、资源节约集约与循环利用、新污染物治理等领域，统筹强化关键核心技术攻关。强化企业科技创新主体地位，支持龙头企业牵头组建关

键核心技术攻关联合体，加大对中小企业绿色低碳技术研发的资助力度，鼓励各类所有制企业参与相关国家科技计划。

（二十三）开展创新示范推广。发挥创新对绿色转型的关键引领作用。开展多层次试点，推进工业、能源、交通运输、城乡建设、农业等重点领域减污降碳协同增效。实施绿色低碳先进技术示范工程，加快先进适用技术示范应用和推广。完善绿色低碳技术评估、交易体系和科技创新服务平台，探索有利于绿色低碳新产业新业态发展的商业模式，加强绿色低碳技术知识产权创造、保护、运用，激发全社会创新活力。

（信息来源：中国政府网）



国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司印发《能源重点领域大规模设备更新实施方案》

为贯彻落实国务院《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》（国发〔2024〕7号），推动能源重点领域大规模设备更新和技术改造，国家发展改革委、国家能源局组织编制了《能源重点领域大规模设备更新实施方案》，并于8月21日对外发布。

《方案》计划到2027年，能源重点领域设备投资规模较2023年增长25%以上，重点推动实施煤电机组节能改造、供热改造和灵活性改造“三改联动”，输配电、风电、光伏、水电等领域实现设备更新和技术改造。

《方案》提出了推进火电设备更新和技术改造、推进输配电设备更新和技术改造、推进风电设备更新和循环利用、推进光伏设备更新和循环利用、推进清洁取暖设备更新改造等7项重点任务。其中第六项推进

清洁取暖设备更新改造中提出：鼓励北方地区各省份结合清洁取暖设备运行情况，将清洁取暖设备纳入大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案，加大地方财政、金融等政策支持力度。对质保到期的清洁取暖设备开展更新改造，支持安全高效、先进可靠的清洁取暖技术发展，因地制宜对清洁取暖技术路线进行优化升级，保障设备更新后长期可持续运转，确保群众“用得起、用得好”。

（信息来源：中华人民共和国
国家发展和改革委员会）





维也纳公约
蒙特利尔议定书

OZONE MONTREAL PROTOCOL
►COOL ADVANCING
***ZONE** CLIMATE ACTION

关于臭氧和臭氧层

编者按：9月16日是世界保护臭氧层日，本刊结合UNEP发布的相关内容特别制作了这个系列的专栏，以供业内及广大读者了解臭氧层保护的相关知识。

什么是臭氧层？

臭氧层是平流层中臭氧浓度较高的区域，位于距地球表面15至35公里处。臭氧层就像一道隐形屏障，保护我们免受有害紫外线（UV）辐射的伤害。特别是，臭氧层保护我们免受紫外线辐射（称为UV-B）的伤害，这种紫外线会导致晒伤。长期暴露在高浓度的UV-B下会威胁人类健康，并对大多数动物、植物和微生物有害，因此臭氧层保护着地球上的所有生命。



臭氧如何保护我们免受UV-B的伤害？

臭氧能吸收来自太阳的UV-B辐射。当臭氧分子吸收UV-B时，它会分解成氧分子（ O_2 ）和单独的氧原子（ O ）。之后，这两个成分可以重新形成臭氧分子（ O_3 ）。通过在平流层吸收UV-B，臭氧层可防止过量的有害辐射到达地球表面。

平流层的臭氧是如何产生和破坏的？

臭氧一直在循环不断地产生和分解。除了UV-B，太阳还会发射另一种形式的紫外线UV-C。当UV-C到达平流层时，它会被氧气分子完全吸收，永远不会到达地球表面。UV-C将氧气分子分裂成两个氧原子。这些单个原子随后与其他氧气分子发生反应，产生臭氧。因此，这些反应会增加平流层的臭氧量。

但臭氧并不是平流层中唯一的气体。其他含有氮和氢的气体也存在于平流层中，并参与破坏臭氧并将

其转化回氧气的反应循环。因此，这些反应会减少平流层的臭氧量。

当以上两种反应不受干扰时，臭氧生成和破坏的自然过程之间的平衡会保持平流层的臭氧浓度恒定。不幸的是，我们人类不会让这一自然过程不受干扰……



臭氧层损耗和“臭氧空洞”

20世纪70年代中期，科学家意识到大气中含卤素（氯和溴）气体的积累会对臭氧层构成威胁。随后，在20世纪80年代中期，科学家在南极洲上空的臭氧层发现了一个“空洞”——地球大气中臭氧严重消耗的区域。

那么，是什么原因造成全球臭氧层变薄，并造成南极洲上空出现“臭氧空洞”呢？

含卤素的人造化学物质被确定为臭氧层损耗的主要原因。这些化学物质统称为臭氧消耗物质（ODS）。全球人民日常生活中使用的成千上万种产品都含ODS。

最重要的消耗臭氧层物质是氯氟烃（CFC），它曾被广泛用于空调、冰箱、喷雾罐和哮喘患者使用的吸入器中。其他化学物质，如氢氯氟烃（HCFC）、哈龙和溴甲烷（甲基溴）也会破坏臭氧层。我们的大多数计算机、电子产品和电器零件都是用对臭氧层有害的溶剂清洗的。汽车仪表盘、房屋和办公楼的隔热泡沫、热水器甚至鞋底都是用CFC或HCFC制造的。办公室、计算机设施、军事基地、飞机和船舶大量使用哈龙用于消防。我们吃的很多水果和蔬菜都用甲基溴熏蒸以杀死害虫。



这些化学物质如何破坏臭氧层？

当氟利昂分子到达平流层时，它最终会吸收紫外线，导致其分解并释放氯原子。一个氯原子可以破坏多达100,000个臭氧分子。过多的氯和溴反应会破坏维持臭氧层的微妙化学平衡，导致臭氧被破坏的速度比其产生的速度更快。

如果没有《蒙特利尔议定书》，臭氧层将大规模损耗，后果将十分严重

如果没有《蒙特利尔议定书》，北极和南极上空每年都会出现严重的臭氧空洞。到21世纪中叶严重的臭氧耗竭将蔓延至整个地球，包括热带地区。但不受控制的臭氧耗竭会导致UV-B增加多少？而UV-B的增加又会对人类、粮食生产、生态系统甚至建筑材料产生什么影响？让我们来探讨一下未能控制臭氧耗竭的一些后果。

UV-B辐射：现在和没有《蒙特利尔议定书》的世界

臭氧层损耗使更多的UV-B辐射到达地球表面，但UV-B也会随自然条件变化。热带地区的UV-B辐射水平高于温带或极地纬度地区，高海拔地区的UV-B辐射水平高于海平面地区。UV-B也会随季节变化而变化（在温带和高纬度地区，UV-B在仲夏达到最大值），也会随一天中的时间变化而变化（峰值水平出现在中午左右）。云层变化对其也有很大的影响。

测量UV-B自然变化的一种方法是使用紫外线指数（UVI）^[WHO1]。UVI是衡量晒伤紫外线辐射的指标，现在常用于天气预报显示紫外线水平。世界卫生组织（WHO）将任何大于11的UVI定义为极端值^[WHO2]，但在完整臭氧层的保护下，如此高的UVI只会出现在热带地区的高海拔地区^[WHO3]。

计算机模型让我们了解了没有《蒙特利尔议定

书》的世界（通常称为“被避免的世界”）中的紫外线指数情况：到本世纪中叶，大多数纬度地区的紫外线指数将超过25，热带地区的紫外线指数将达到50左右，是目前“极端”紫外线辐射定义的五倍。



对人类健康和福祉的损害

即使有《蒙特利尔议定书》来保护臭氧层，我们仍然应该尽量避免过多地暴露在阳光下，以减少因过度暴露于UV-B辐射而导致的皮肤癌和白内障等疾病的风险。但是，如果没有《蒙特利尔议定书》会怎样？在这个世界上，不受控制的臭氧消耗将如何影响主要疾病？

没有《蒙特利尔议定书》的世界里的皮肤癌

过度暴露于紫外线辐射与三种最常见的皮肤癌（恶性黑色素瘤、基底细胞癌和鳞状细胞癌）的发病之间存在密切联系。即使现在，随着《蒙特利尔议定书》的成功实施，皮肤癌仍然是最常见的癌症之一，尤其是在肤色白皙的人群中^[WHO5]。

通过计算机模型，我们可以了解为何臭氧层的消耗不受控制会导致皮肤癌发病率增加。这些模型结合了我们消耗臭氧的物质如何影响臭氧层、臭氧变化如何影响紫外线辐射以及紫外线辐射如何影响皮肤癌发病率的理

例如，一个全球模型表明，到2030年，《蒙特利尔议定书》的成功实施将每年防止约200万例皮肤癌。一个长期模型关注1890年至2100年期间在美国出生的人的健康情况。该模型估计，仅在美国，保护臭氧层将防止总共约4.43亿例皮肤癌和230万例皮肤癌死亡。其中包括800万至1000万例恶性黑色素瘤。目前还没有全球性长期预测皮肤癌发病率的模型。然而，所有现有模型都得出了相同的结论。不受控制的臭氧消耗将大大增加全球皮肤癌的风险。

没有《蒙特利尔议定书》的世界里的眼疾

暴露在高强度的紫外线下会增加患白内障的风险。世界卫生组织已将白内障列为一种重点眼部疾病^[WHO6]。全球约有一半的失明病例是由白内障引起的，相当于2010年的2000万人^[WHO6]。目前，唯一的白内障发病预测模型只适用于美国。该模型表明，如果不能有效控制臭氧消耗，1890年至2100年间出生在美国的人中将有近6300万白内障病例。



没有《蒙特利尔议定书》的世界的其他健康影响

除了皮肤癌和白内障，紫外线辐射还会对健康产生其他影响。包括影响皮肤产生有益健康的维生素D。在我们现在生活的世界中，由于臭氧层得到有效保护，UV-B的正面影响和负面影响之间保持着平衡^[WHO4]。如果我们未能保护臭氧层，这种平衡将急剧转向负面，最重要的是增加皮肤癌和白内障的风险。通过避免这些负面影响，《蒙特利尔议定书》为人类的健康和福祉做出了重大贡献，这是联合国所有会员国于2015年通过的可持续发展目标之一。



粮食安全受损

在进化过程中，动物、植物和微生物已经发展出

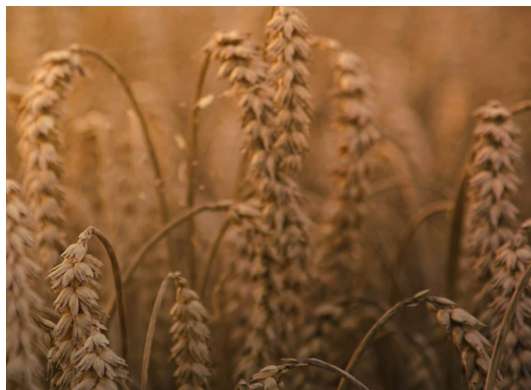
应对正常环境（受完整臭氧层保护）中UV-B辐射变化的机制。这其中包括我们赖以生存的植物和动物。

农作物需要阳光进行光合作用，因此无法避免UV-B的照射。它们已经进化出减少或修复损伤的系统，比如有“防晒霜”功能的色素。与人类健康一样，UV-B对植物的正面和负面影响之间存在平衡。不受控制的臭氧消耗将使这种平衡大大偏离正轨。

紫外线辐射的增加会破坏水生食物链，并直接损害甲壳类动物和鱼卵。因此，不受控制的臭氧消耗将威胁到对全球粮食供应做出重大贡献的渔业和其他水生资源。

目前还没有预测“被避免的世界”中粮食生产的模型。目前仅有关于臭氧消耗与植物生长之间关系的“粗略”数字。这些数字表明，平流层臭氧减少10%可能会导致植物产量下降约6%。如果这种关系适用于“被避免的世界”中严重的臭氧消耗，那么不受控制的臭氧消耗将大幅减少全球农作物产量。

总体而言，虽然我们尚无法量化粮食生产的损失，但很明显，如果没有《蒙特利尔议定书》，臭氧层消耗将使实现零饥饿的可持续发展目标变得越来越困难。



对我们环境的破坏

正如不受控制的臭氧消耗威胁粮食生产一样，它也威胁着自然生态系统中的植物、动物和微生物。这些生态系统提供我们赖以生存的“生态系统服务”，包括提供清洁的空气和水，以及吸收大气中的二氧化碳。

陆地上的生物

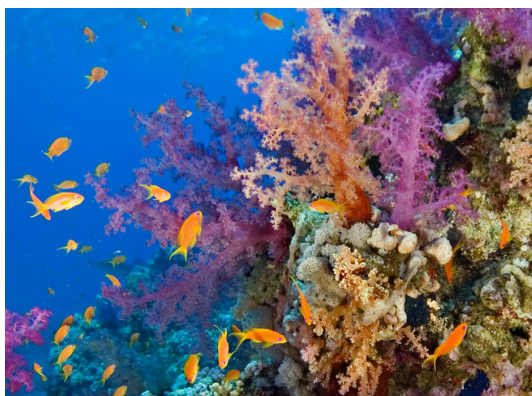
与农作物一样，野生植物能够应对当前的UV-B辐射水平，但UV-B辐射的大幅增加会抑制其生长。大多数动物似乎也能够避免当前UV-B辐射水平的破坏性

影响。但在“被避免的世界”中前所未有的UV-B辐射下，我们尚不清楚动物的保护机制在什么时候会崩溃。即便如此，植物受到的破坏也会减少食草动物的食物供应，从而影响整个食物网。

水下生命

海洋是地球上最大的生态系统。海洋中生活着微生物、动物和植物，它们提供了人类所需的一半的氧气和大部分食物。健康的海洋对我们的生存至关重要。

在海洋、湖泊和河流中，UV-B对食物链中生物的许多不同方面都有不利影响。虽然没有“被避免的世界”的生态系统响应模型，但UV-B的大幅增加将破坏整个食物链，威胁生物多样性和“生态系统服务”。



生态系统

通过对生态系统的影响，UV-B的大幅增加可能会改变大气和生物圈之间的二氧化碳交换。紫外线辐射的增加还会加快腐烂的树叶和其他有机物的分解。总的来说，UV-B的增加会降低生态系统捕获二氧化碳（包括人类活动产生的二氧化碳）的能力。这样一来，大规模的臭氧消耗就会加剧大气中二氧化碳的积聚，从而导致气候变化。UV-B的变化还会改变环境中氮和其他化学物质的循环，这可能会加剧空气污染。

户外材料损坏

UV-B暴露还会损坏天然和合成材料。易受伤害的材料包括木材、塑料、橡胶，甚至一些太阳能电池板中使用的材料。即使这些广泛用于建筑、农业和商业产品中的材料，本身已经为防止紫外线损害做了设计。

臭氧层大规模损耗导致的太阳紫外线照射增加，会加剧这种损害并使这些材料变得脆弱。这将导致材料更快劣化，并需要额外的紫外线防护措施，从而增

加成本并降低了许多产品的可靠性。

解决方案

20世纪80年代，国际社会决定采取措施应对臭氧层损耗。随着越来越多的证据表明氯氟烃（CFCs）正在破坏臭氧层，以及人们认识到不受控制的臭氧层损耗将带来许多后果，科学家和政策制定者敦促各国控制氯氟烃（CFCs）的使用。作为回应，《保护臭氧层维也纳公约》于1985年通过，随后于1987年通过了《蒙特利尔议定书》，该议定书涉及消耗臭氧层的物质。这是全球首批由198个国家普遍批准的国际环境条约。



维也纳公约

《保护臭氧层维也纳公约》于1985年通过，并于1988年生效。签署该公约的国家（称为缔约方）同意研究和监测人类活动对臭氧层的影响，并对可能对臭氧层产生不利影响的活动采取具体行动。《公约》并未要求各国采取具体行动控制消耗臭氧层物质，具体行动已在《蒙特利尔议定书》中规定。

蒙特利尔议定书

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》是一项全球协议，旨在通过逐步停止消耗和生产大多数消耗臭氧层的化学物质来保护地球的臭氧层。这项具有里程碑意义的协议于1987年9月16日签署——该日被全球定为“世界臭氧日”——并于1989年生效。该议定书提供了一系列切实可行的任务，以逐步淘汰全球普遍同意的消耗臭氧层物质。《议定书》的独特之处在于它能够灵活应对新的科学信息。自成立以来，《议定书》已成功实现其目标，并在今天继续保护臭氧层。

基加利修正案

尽管《蒙特利尔议定书》旨在逐步淘汰臭氧层消耗物质（ODSs）的生产和消费，但其中一些替代物

质，如氢氟碳化合物（HFCs），已被证明是强大的温室气体。事实上，一些HFCs在导致气候变化方面的效力是二氧化碳的上千倍。

经过数年努力，各缔约方于2016年10月15日同意修订《议定书》，纳入减少HFCs的控制措施（《基加利修正案》）。预计成功的HFCs逐步淘汰将有助于在2100年前避免全球气温上升0.5摄氏度，同时继续保护臭氧层。

将政策付诸实践

《维也纳公约》、《蒙特利尔议定书》和《基加利修正案》共同构建了一个全球性的政策框架，用以保护臭氧层和气候。实施这些政策需要在许多商业和技术领域进行深刻的变革。

制冷和空调

制冷和空调是氯氟烃（CFCs）的主要使用者。根据《蒙特利尔议定书》，CFCs已被完全淘汰。最初，CFCs被HCFCs（氢氯氟烃）取代，随后又被HFCs（氢氟碳化合物）替代。《基加利修正案》现在正在推动进一步转向低GWP的HFCs或其他替代制冷剂，如烃类或氨。这一向新型制冷剂的转变还使制造商和用户能够采用能效更高的制冷和空调系统。



建筑材料

20世纪90年代，几乎所有用于隔热建筑、冰箱等的泡沫都是使用CFCs吹制的。如今，CFCs已被完全替换为包括HFCs和烃类在内的臭氧安全技术。

喷雾剂和吸入器

在喷雾剂中快速且完全淘汰CFCs是《蒙特利尔议定书》最受认可的成就之一。然而，替换用于治疗哮喘和慢性阻塞性肺疾病（COPD）的吸入器中的CFCs

更具挑战性。不过，所有吸入疗法的无CFC替代品已被开发出来，并且现已在世界各地上市。

消防安全

根据议定书控制的最强效的臭氧消耗物质是用于消防的卤代烷类（哈龙）。哈龙的生产自2010年起已被淘汰。然而，仍然存在的挑战是2010年之前生产的哈龙仍用于民航消防。



农作物生产

溴甲烷是一种强效消耗臭氧层物质，过去被广泛用于农作物生产和食品储存过程中的病虫害防治。

《蒙特利尔议定书》敦促人们用新的病虫害防治方法取代甲基溴，这些方法不仅对臭氧层无害，而且对操作人员也更安全。

今天和明天

虽然我们还有很多工作要做，但也有好消息。截至目前，根据《蒙特利尔议定书》控制的臭氧消耗物质已有99%被淘汰。全球的科学家和研究人员持续监测臭氧层的恢复进展，他们还测量未受《蒙特利尔议定书》控制的臭氧消耗物质。这些物质在大气中的浓度较低，暂时不会对臭氧层构成直接威胁。

今天的臭氧层

《蒙特利尔议定书》被广泛称赞为环境领域的巨大成功。尽管我们对臭氧层造成的破坏尚未消除，但由于这项协议和各国的共同努力，科学证据表明臭氧层正在自我修复，预计将在本世纪中叶恢复。

《蒙特利尔议定书》还大大减缓了气候变暖，因为许多消耗臭氧层物质也是强大的温室气体，当它们在大气中积累时，会对气候产生影响。过去二十年以来，《蒙特利尔议定书》的控制措施已使消耗臭氧层

物质的排放量大幅减少。这些减排措施在保护臭氧层的同时，还具有减少人类对气候变化影响的额外好处。如果没有《蒙特利尔议定书》的控制措施，消耗臭氧层物质对气候的影响现在可能几乎是现在的两倍半。



未来掌握在我们手中

我们已经取得了很大的进展，但仍需继续共同努力，保护未来的臭氧层。科学家和研究人员正在寻找新的解决方案，创造对地球友好的产品。同时，我们每个人都可以采取行动，比如购买标有“臭氧友好”或“无HCFC”的产品。

修复臭氧层是一项重大的成就，但它也为未来应对其他全球环境挑战提供了重要启示。信息很明确：当世界各地的人民和国家团结起来，为共同目标而团结起来时，我们就能解决看似不可能的问题。这无疑是我们对全球社会未来可能实现的成就充满乐观的一个重要理由！

臭氧保护的事实和数据

“关于遥远未来（如2100年）的情景设想，虽然由于涉及假设的不确定性很大，但它们形象地展示了潜在排放的规模。”

臭氧条约

1. 1985年《保护臭氧层维也纳公约》和1987年《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》旨在保护臭氧层，并防止人类健康和环境因臭氧耗损而过度暴露于紫外线（UV）辐射。这两项条约均已实现全球普遍批准，共有198个缔约方。

2. 《维也纳公约》呼吁缔约方分享科学研究、数

据和观测结果。《蒙特利尔议定书》控制了近100种人造臭氧消耗物质（ODS），其中大多数也是强效温室气体。《基加利修正案》将18种氢氟碳化物（HFC）添加到受控物质名单中。尽管这些物质不破坏臭氧层，但它们是强效温室气体。该修正案于2019年1月1日生效。

3. 《蒙特利尔议定书》的实施已使全球99%的消耗臭氧层物质被淘汰，相当于约180万吨臭氧消耗潜能值（ODP*）。剩余的1%主要为氢氯氟烃（HCFC）。

4. 截至2023年6月9日，《蒙特利尔议定书》的四项修正案（伦敦修正案、哥本哈根修正案、蒙特利尔修正案和北京修正案）已得到198个缔约方中的197个缔约方的批准。第五项也是最新的一项修正案——基加利修正案，已得到150多个缔约方的批准。

臭氧和气候效益

5. 最新研究支持臭氧层恢复的证据，自2000年以来南极臭氧空洞的规模和深度正在减少，尽管受气象条件的影响，臭氧空洞的大小、强度和寿命在年度间存在很大变化。

6. 南极地区以外（90°N~60°S）的臭氧总量恢复证据有限，自1996年以来有一些迹象表明恢复。

7. 平流层臭氧的变化趋势随海拔高度而变化。对北半球和南半球中纬度地区上部平流层臭氧的测量表明，2000—2020年期间，北半球和南半球中纬度地区上部平流层臭氧每十年增加约1.5%~2.2%，热带地区每十年增加约1%~1.5%。

8. 有证据表明，2000—2020年期间，热带低平流层臭氧每十年将减少1%~2%。

9. 假设继续遵守《蒙特利尔议定书》，预计臭氧总量将在以下时间恢复至1980年的水平：

- （1）南极：约2066年；
- （2）北极：约2045年；
- （3）60°N~60°S纬度带：约2040年。

10. 臭氧保护工作显著减缓了气候变化，1990年至2010年间估计避免了1350亿吨二氧化碳（CO₂）当量的排放，这一数字是《京都议定书》（巴黎协议的前身）首个承诺期（2008—2012年）年度减排目标的五倍。

11. 据估计，由于《蒙特利尔议定书》的实施，消耗臭氧层物质排放量的下降将避免全球变暖到本世纪中叶达到约0.5~1℃，而极端情况下消耗臭氧层物质的

年均增幅为3%~3.5%。全球（包括海洋）平均避免升温约1℃，相当于所有温室气体导致的全球变暖减少约25%。

12. 根据一项模型研究，如果没有《蒙特利尔议定书》，到21世纪末，UV-B辐射可能增加约五倍。暴露在这种极端UV-B辐射下的植物光合作用和生长将减少，导致陆地植被中的碳减少约325~6900亿吨，导致大气中二氧化碳浓度增加115~235 ppm，全球平均气温将额外升高0.5~1.0℃。

13. 遵守《基加利修正案》（要求逐步减少部分HFC的生产和消费）预计可避免2100年气温升高 0.3~0.5℃。这有助于实现《巴黎协定》将全球变暖限制在2.0℃以下的目标。

14. 在向低GWP替代制冷剂过渡的过程中，该行业设备的能源效率提高可能会使《基加利修正案》的气候效益翻倍。

15. 假设完全遵守《蒙特利尔议定书》，预计到2090年中纬度地区的地表太阳紫外线辐射将减少2%~6%，热带地区的变化幅度小于3%。

* 某种化合物的臭氧消耗潜能值是指它对臭氧层造成的相对破坏程度，以CFC-11为基准，其ODP为1.0。

** 该估计数不包括HFC-23排放的贡献。

健康益处

16. 《蒙特利尔协议》防止了地表UV-B辐射的大幅增加，这对高纬度地区尤为有利。模拟研究表明，如果没有《蒙特利尔协议》，1996年至2020年间北纬和南纬低于50°的地区紫外线指数（UVI）将增加10%~20%，南美洲南端的UVI将增加25%，而南极的春季UVI将增加100%以上。

17. 美国环保署估计，在1890—2100年出生的人中，完全实施《蒙特利尔议定书》预计将防止约4.43亿例皮肤癌病例、230万例皮肤癌死亡和6300万例白内障病例。

经济效益

18. 《蒙特利尔议定书》多边基金一直在帮助发展中国家履行议定书承诺。截至2023年5月，捐款已接近51亿美元。部分捐助国还额外提供了2550万美元的自愿捐款，以资助加速实施HFC淘汰的活动。

19. 《蒙特利尔议定书》预计将在1987年至2060年间带来约1.8万亿美元的全球健康效益（其中1.109万亿美元来自皮肤癌），并避免对农业、渔业和材料造成

约4600亿美元的损害（以上为累积估算）。

展望未来

20. 《蒙特利尔议定书》的成功激发了全球减少使用氢氟碳化物（HFCs）的努力，这些物质被广泛用作许多已被禁用气体的替代品。22种最常用的HFCs的平均全球变暖效应约是CO₂的2500倍。根据观测数据，全球HFC的CO₂当量排放量在2016至2020年间增加了18%。

21. 《基加利修正案》要求在未来30年内，将18种高全球变暖潜力的HFC的排放量（以CO₂当量计算）从基准水平减少超过80%。

22. 估计到2100年，减少的排放量可能达到4200亿吨CO₂当量，这超过了当前全球人类活动年均CO₂排放量的10年总和。到本世纪末，最多可能避免0.5℃的全球变暖，这将显著增强全球气候变暖的缓解力度。

23. 替代HFC还为提高制冷设备的能源效率提供了机会，提升幅度可达10%到50%，从而大大降低消费者和企业的能源成本，并可能使该修正案的气候影响翻倍。

24. 臭氧层恢复是一项长期任务。虽然未来几十年全球臭氧消耗物质的水平预计会下降，但臭氧层的演变将越来越受到温室气体的未来浓度、自然事件（如野火和火山喷发）以及可能影响气候变化和臭氧恢复的地理气候工程的影响。

您可以做什么？

尽管臭氧层对我们起到了很好的保护作用，但我们仍应注意紫外线辐射。您可以通过以下方式保护自己和家人的安全。

戴太阳镜

太阳镜不仅仅是一种时尚配饰，也不仅仅是用来减少太阳的眩光。镜片可以过滤紫外线（UV），有助于保护眼睑、角膜、晶状体和视网膜。太阳对眼睛的伤害是不可察觉的，因此采取预防措施至关重要。但是，虽然深色镜片可以阻挡眩光，但紫外线等级不够的太阳镜造成的伤害可能比不戴太阳镜更大。选择太阳镜时，它们的紫外线等级至少应为UV 400。这将阻挡高达99%~100%的紫外线。所以，如果在紫外线指数较高的户外，请佩戴具有完全紫外线防护功能的太阳镜和宽边帽，以在阳光明媚的日子保护您的眼睛。



使用防晒霜

过多的阳光会损害皮肤和眼睛，但我们的皮肤在阳光下也会产生维生素 D。在户外晒太阳时，请使用防晒系数（SPF）为 30 或更高的防晒霜，这种防晒霜具有良好的紫外线防护作用。在出门晒太阳前 15~20 分钟涂上防晒霜。如果持续暴露在阳光下，记得定期重新涂抹，特别是如果你游泳或出汗很多的时候——即使防晒霜说它是防水的！如果紫外线指数较高，请尽量减少在阳光直射下的时间，避免晒伤，并戴上宽边帽和防护服。如果您是父母，请务必保护孩子的皮肤。18 岁之前过度暴露在阳光下对皮肤的伤害最大，因此从小就开始养成安全的防晒习惯和意识。



检查紫外线指数

紫外线（UV）指数是衡量特定时间和地点的紫外线辐射强度的国际标准指标，它可以让您了解您所在地区任何一天的紫外线强度，范围从1 到11+。数字越大，表示暴露于紫外线的风险越大，晒伤和皮肤损伤的可能性也越大，最终可能导致皮肤癌。紫外线指数是许多天气预报的一部分。了解紫外线指数以及紫外线对皮肤的影响很关键。有些人因为肤色的原因比其他入更容易晒伤，所以要注意什么是“正常”的，

以及你的皮肤变红的速度。如果你有金色或红色的头发、浅色的皮肤和浅色的眼睛，你会比深色眼睛和皮肤的人更容易晒伤。这是因为你的黑色素较少，黑色素是皮肤中的一种化学物质，它通过反射和吸收紫外线来保护皮肤免受阳光伤害。

使用影子测量紫外线水平

判断您受到的紫外线照射量的一种简单方法是寻找您的影子。如果您的影子比您高（在清晨和傍晚），您的紫外线照射量可能较低。如果您的影子比您矮（在中午左右），则您受到的紫外线照射量较高。寻找阴凉处并保护您的皮肤和眼睛。评估紫外线照射量时要考虑的其他因素包括季节，春季和夏季的紫外线较强，但具体还要取决于您的地理位置。随着您远离赤道，紫外线照射量会减少，但随着海拔高度的升高，紫外线照射量会增加，因为在高海拔地区，更多的紫外线会到达地面。还要注意紫外线会从水、沙子或雪等表面反射回来。最后，紫外线还可以到达水面以下，因此即使在水下感觉凉爽，您的皮肤仍然可能受到阳光的伤害。



保养你的电器以尽量减少对臭氧层的影响

《蒙特利尔议定书》的成功意味着 99% 的臭氧消耗物质（ODS）现已得到控制。但较旧的冰箱、冰柜或空调机组中仍可能含有臭氧消耗物质（控制实施前生产的）。通过负责任地使用冰箱、空调和其他设备，也可以帮助保护臭氧层和气候。

关于冰箱：

- 负责任地处理含有制冷剂的电器和设备。购买冰箱等新电器时，请寻找标有“臭氧友好型”或“不含 HCFC”或具有能效标签的产品。处理旧冰箱时，请将其交给经认证的专业人士处理，因为冰箱和冰柜中含有的制冷剂必须先释放回收，然后才能回收其他部件。
- 将冰箱和冰柜的恒温器设置为合适温度，避免温

度过低。将空调恒温器调高一点也可以节省能源。不使用时请关闭设备，因为待机模式也会消耗能源。

- 冷却系统依赖于通过热交换面板（蒸发器和冷凝器）的良好气流。安装冰箱时应确保空气能够在后部轻松流通，并且不要将冰箱冷冻室放在烤箱或洗碗机旁边。

- 定期清洁冰箱后部冷凝器所在的位置，并定期为冰柜除冰。

- 只将必需品放入冰箱，取出已存放数月的物品。

- 尽早将冷冻食品从冰箱的冷冻柜取出放入冷藏柜中进行融化。

关于空调：

- 选择合适的尺寸。如果您要购买新空调，请确保选择适合您需求的尺寸。



- 将空调冷凝器安装在室外阴凉处。如果阳光过多需要降温，请使用百叶窗，并定期清洁冷凝器和蒸发器。

- 晚上保持房间通风凉爽，尽量不要使用空调。若使用，可以考虑调高温度，这样也可以节省大量能源。

- 安装风扇。使用风扇可以减少对额外冷却的需求。

- 开车几分钟后，打开车窗，打开汽车空调，并将车停在阴凉处。

关于一般电器：

- 购买新设备时，请留意“臭氧友好型”、“不含HCFC”或“节能”字样。请记住：如果设备节能，不仅有助于保护环境，还能减少您的能源费用！

- 定期维护旧设备（不含氟利昂），因为其故障会导致氟利昂逸入大气。当您的设备需要维护时，请咨询经过认证的专家，以确保设备得到妥善维修。

- 适当隔离墙壁、门窗，以提高能源效率并延长设备的使用寿命。

- 检查汽车、家用空调、冰箱是否有泄漏的情况。在重新填充之前，应先修复泄漏的装置。



（邵月月 杨子旭 温程宇 译）

可持续冷却 ——如何在削减排放的同时满足制冷需求（二）

02

通过制冷实现近零排放的途径

2050年，制冷碳排放可减少60%以上（约38亿吨二氧化碳排放）

与基准场景（BAU）相比，2050年可减少碳排放（CO₂e排放量），同时制冷需求将扩大至35亿人；根据电力脱碳的速度，减排幅度可达到96%。

本章提供了对2022年至2050年间制冷设备的温室气体排放情景进行建模的结果。这些情景都假设制冷设备保有量显著增长。该模型涵盖了四个主要的制冷场景

（住宅制冷空调，非住宅制冷空调和过程制冷，住宅用冷链和非住宅用冷链）以及交通制冷空调的两个主要领域（移动空调和冷藏运输）的设备。它既计算了制冷设

备排放和泄漏的制冷剂直接排放量，也计算了运行制冷设备所需能耗的间接排放量。

模拟的四种情景分别是：

a) **“无节能方案”**——最不利的场景，假设从2022年起，能源效率没有提高，《基加利修正案》没有得到实施，电力没有进入脱碳化。

b) **“基准场景制冷方案”**——假设通过现有的与制冷相关的政策措施，制冷的碳排放稳步减少，这些措施可缓慢提高能源效率，《基加利修正案》发挥作用。

c) **“最佳制冷方案”**——假设改进的制冷相关政策措施将1) 通过被动冷却策略将制冷负荷的增长降至最低；2) 最大限度地提高新型制冷设备的能源效率；3) 提高现有设备的运行效率；4) 以比《基加利修正案》所要求的，更快的速度减少氢氟碳化物制冷剂的使用和排放。

d) **“近零排放制冷方案”**——其中将最佳制冷方案与快速电力脱碳相结合（发展中国家到2050年实现零碳电力，发达国家到2035年实现零碳电力）。在这种情况下，2050年的碳排放量比2022年的碳排放量低94%，比2050年基准场景制冷情景低96%。

与基准场景制冷方案相比，最佳制冷方案可以在不影响制冷的情况下将制冷设备保有量总体增长减少24%（至2050年），并且由于减少了用电量，它可以在2050年为终端用户节省1万亿美元（按2020年美元不变价格，缩写为2020 US\$）。

在最佳制冷方案情景下，2022年至2050年期间的累计用电量将减少为11万太瓦时（TWh），在这28年间，将为终端用户节省17万亿美元（2020 US\$）。这也意味着到2050年，峰值电力需求将减少1.5TW至2TW之间，从而节约建设1500至2000个容量为1000兆瓦（MW）的大型发电站和相关的输配电基础设施。同时意味着到2050年，电力部门投资将节省4万亿至5万亿美元（2020

US\$）。

此外，全球制冷相关排放的显著减少可以转化为社会层面的碳成本节约，如Rennert et al.2022所述。使用作者提到的每吨CO₂e 185美元的社会碳成本，2022年至2050年期间可累计节省16.5万亿美元（2020 US\$）。

2.1 制冷设备保有量

2022年，制冷设备的全球装机容量总计约为22TW，几乎所有这些设备（占总装机容量的94%）都用于建筑物和车辆空间的空调制冷。该模型涵盖了用于不可移动式和可移动式的大多数空调设备，但仅用于供暖的热泵和风机盘管除外。

建模结果显示，截至2022年，46%的装机容量集中在发展中国家（所谓的《蒙特利尔议定书》第5条国家），预计到2050年将增加到67%。发展中国家推动了装机容量以及相关电力消耗和温室气体排放的增长，预计发展中国家在全球制冷用电中所占比例将高于其在装机容量中所占份额。这主要是由于这些地区的气温较高，以及使用效率较低的设备。

预计保有量增长

在人口、收入和温度不断上升的推动下，预计未来几十年全球制冷设备保有量将迅速增长。为了模拟人口的增长，全球制冷排放模型使用了联合国（UN DESA 2022）的中期增长预测。为了模拟收入增长，使用了联合国气候变化框架公约（UNFCCC）（国际应用系统分析研究所2018年）的共享社会经济路径SSP2（“Middle of the Road”）GDP预测。

全球制冷排放模型探讨了制冷设备存量增长的三种情况：

基准场景增长，它使用已公布的人口和GDP增长的中等水平预测，并假设到2050年全球变暖进一步上升1℃。

基准场景化增长

使用已公布的人口和GDP增长中等水平预测，并假设到2050年全球变暖进一步上升1℃。

制冷需求增长

代表着基准场景增长的增加，为大约10亿最贫困家庭提供制冷服务。

通过被动负荷改善需求增长

使得制冷设备存量增长的减少。

制冷需求的增长，这代表基准场景增长的增加，同时考虑到改善全球制冷设备存量的努力，使得空调和冷链制冷额外增长。

通过被动负荷减少改善需求增长，通过采用改进建筑设计等被动措施，使得制冷设备存量增长的减少。

图2-1展示了2022年至2050年制冷设备的三种建模增长情景。

基准场景增长情景

在此情景下，制冷设备保有量增加2.6倍，从2022年的22TW增加到2050年的58TW（图2-1）。这相当于160亿台小型分体式空调机组，假设典型容量为3.5千瓦（kW）。

住宅空调设备的装机制冷量增长最快（预计在2022年至2050年间将增长三倍，而冷链和非住宅空调预计将增长两倍（图2-2a）。空调的用能增长速度快于冷链制冷，因为全球气温的预期上升将增加空调设备的运行时间。然而，就能源消耗而言，冷链对全球总量的贡献很大（图2-2b）。这是因为大多数空调设备每年的运行时间少于冷链设备。

装机制冷量与制冷年能耗之间的关系具有重要的政策意义。来自制冷设备的峰值电力需求很大程度上是在炎热天气下使用空调设备产生的。然而，每年由制冷产生的能源相关温室气体排放是在空调和冷链之



印度尼西亚雅加达

图片来源: Dewi Karuniasih/ unsplash.com

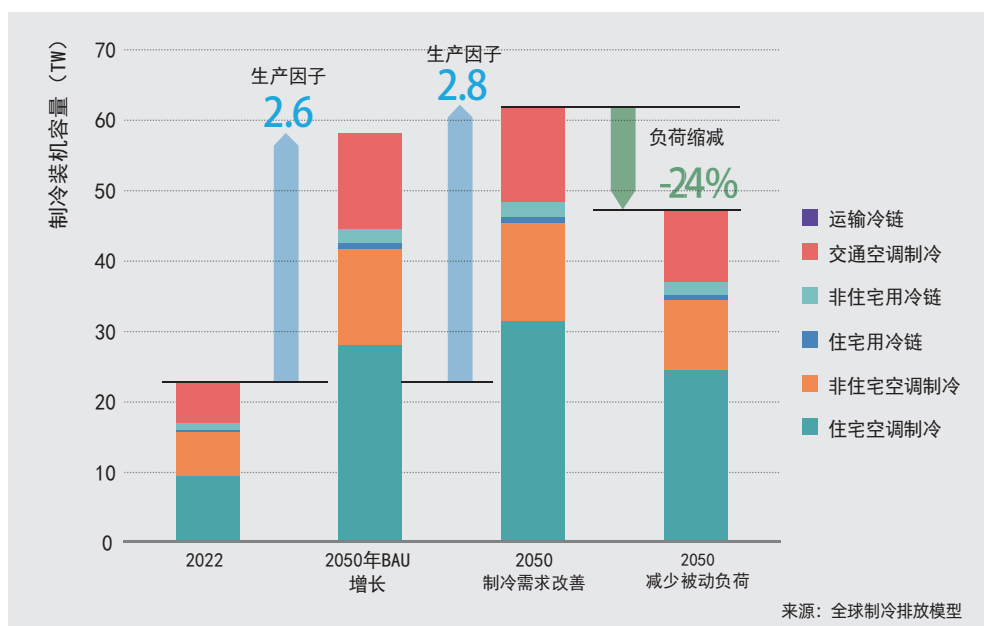


图2-1: 2022年的全球制冷量以及到2050年的三种增长情景下的全球制冷量

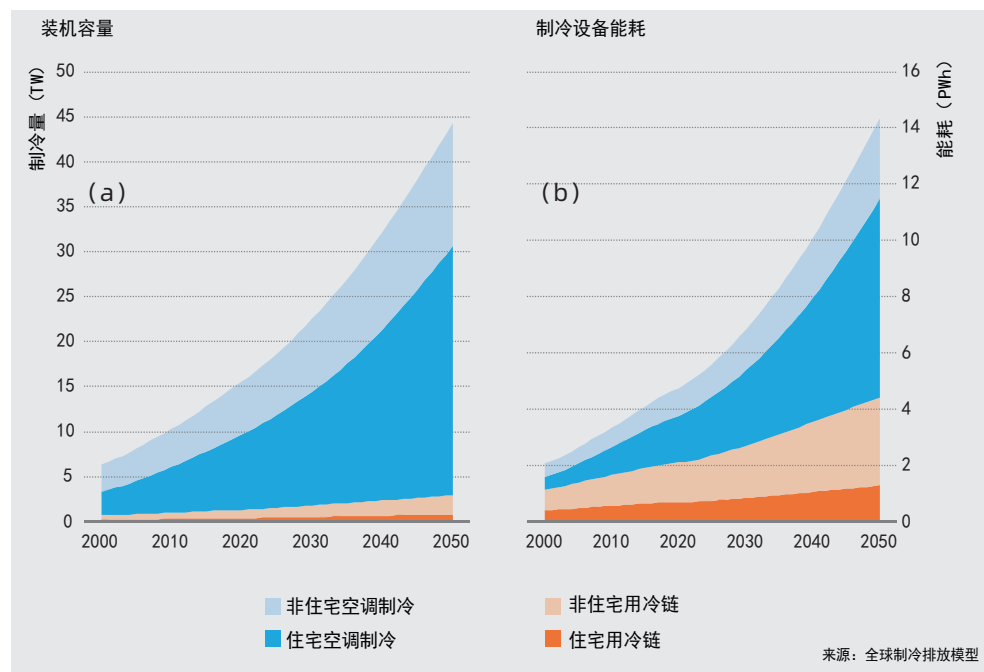


图2-2: 2000—2050年基准场景增长情景下不可移动制冷设备装机容量和能耗

间更均匀地分配。这使得关注旨在提高冷链效率的政策与关注空调政策同样重要。

制冷需求增长的情景

“人人享有可持续能源”组织的一份报告评估了面临无法获得制冷服务风险的人口，发现截至2022年，76个国家中有11亿人面临无法获得制冷服务的高风险，38亿人面临中等或低风险。展望未来，Andrijevic等人（2021）的一项研究预测，到2050年，无法获得制冷的人数可能达到20亿至50亿，具体取决于GDP的增长。根据《联合国气候变化框架公约》的共享社会经济路径（SSP2），该研究提供了35亿人面临风险的中期预估，这是全球冷却排放模型中用于GDP增长的路径。

在基准场景增长情景下，未来几十年GDP的预期增长将使炎热地区更大比例的家庭拥有空调和冷藏。然而到2050年，许多地区的最贫困的家庭仍可能面临冷量获取不足的问题。

改善制冷需求的情景模拟到了2050年为世界大多数人口扩大制冷范围所需的基准场景增长。它假设在温暖和炎热地区的每户家庭至少需要一台空调机组（3.5 kW或1冷吨）和一台冰箱，并尽可能采用被动冷却措施。

根据在2050年需要为35亿人提供额外的制冷设备以满足全球冷却需求的假设，在改善制冷需求情景下，2050年的总制冷能力将增加7%，从58TW增加到62TW。从所有发展中国家来看，这意味着制冷量平均增加10%；然而在非洲，改善需求导致的容量增长更高，为27%（从基准场景增长下的5.3TW增加到2050年的6.7TW）。

通过被动削减负荷改善制冷需求情景

通过实施所谓的被动措施（区别于涉及使用空调和冰箱等电气设备的“主动”制冷措施），可以避免基准场景和改善需求方案中制冷需求的一些增长。

有一系列的建筑设计策略可以被动地减少空间冷负

荷，例如优化所选择的建筑材料类型、使用反射表面、提供自然通风和使用遮阳。对于新的建筑建设项目来说，至少应减少30%至40%的负荷，在某些情况下，应减少50%以上（Al-Tamimi 2022）。然而，建筑存量的变化速度缓慢，新建筑设计措施需要很长时间才能影响总体的空调量。对于现有建筑，可以通过改造的方式减少冷负荷，使得平均负荷减少10%至20%（Hondeborg et al.2023）。

减少冷链中的冷负荷同样重要，因为冷链制冷设备的更换周期通常在10到15年左右，这比建筑中的设备更换周期要短得多（50年）（Ji, Lee和Yi 2021）。因此，相关的冷链政策可以更快地对降低制冷量和GHG排放产生影响。

冷链中的被动措施——例如在食品和饮料零售柜上强制使用柜门——可以迅速降低制冷负荷。有柜门的零售柜消耗的能量不到开放式零售柜的一半（Foster et al.2018），并且为新零售柜增加柜门的成本被微型制冷系统降低的成本所抵消。柜门也可以在现有的零售柜上进行改造。被动冷却的另一个例子是在一些食品制造过程中使用环境自然冷却（如冷水）（见第4章和第5章）。

通过被动冷却减少负荷的措施在本研究涵盖的六个市场部门中都进行了建模。整体而言，采用被动式措施预计可使2050年的制冷负荷增长减少24%（由62TW降至47TW），如图2-1所示。制冷量的减少将为终端用户节省一笔可观的资本投资。如果制冷设备的成本在每kW100至200美元（2020 US\$）之间，那么到2050年，减少15TW的制冷能力将避免1.5万亿至3万亿美元的成本（2020 US\$）。

“被动措施可以减少24%的制冷负荷，节省投资成本、能源成本并减少GHG排放。”

阿联酋迪拜
图片来源: John Wreford/



2.2 制冷设备能效

2022年，不可移动空调占全球用电量的19%。如果不提高能源效率，不断增长的制冷设备装机容量将使得电力负荷大幅增加，从而导致发电基础设施的大量投资，终端用户的电费大幅上涨，温室气体排放大幅增加。然而，在电力消耗没有如此显著增长的情况下，满足制冷需求的增长潜力巨大（UNEP和国际能

源署[IEA] 2020）。

全球制冷排放模型考虑了几个设备变量：不断增长的设备保有量、新设备的效率、使用模式和运行效率，对制冷设备的年能耗进行了估计。

节能情景

对四种能效情景进行了评估，如表2-1所示。

表2-1：模拟的冷却设备能效情景

能效方案	描述
无能效提升	新设备的能效与2022年的水平相持平。这是一个没有任何措施的非现实场景
基准场景能效提升	中等能效措施的实行缓慢。这是基准场景途径，能效的提高是由相对薄弱的政策所驱动的
中等能效提升	中等能效措施实行更为迅速，同时伴随一些高能效措施的引入
高能效提升	高能效措施被迅速引入

提高能效的影响可能是巨大的。将高能效提升情景与被动削减负荷的措施相结合，将使得2050年的用电量低于2022年的用电量。图2-3显示了四种情景下不可移动空调应用的用电量：

(A) 在改善需求而没有提高能效的情况下，用电量增加了3.3倍，从2022年的5000TWh增加到2050年的16800TWh。

(B) 随着需求和基准场景效率的提高，用电量增加了2.5倍，从2022年的5000TWh增加到2050年的12600TWh。

(C) 加上被动削减负荷的措施，2050年的用电量为9900TWh。

(D) 随着高能效措施的增加，尽管设备保有量大量增加，2050年的用电量下降到4800TWh。

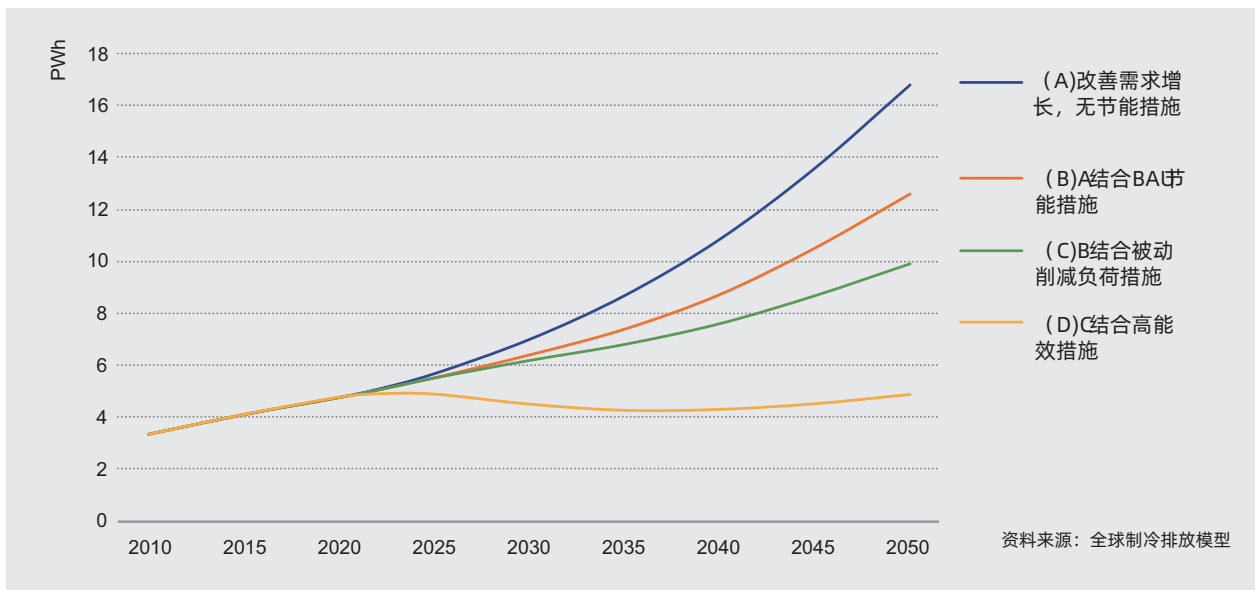


图2-3：2010—2050年四种情景下全球不可移动空调用电量预测

19%

的全球电力在2022年被用于不可移动空调



制冷效率的经济效益

对于终端用户和电力生产商来说，遵循高效率增益途径以及被动减负荷措施的成本效益都是相当可观的。与基准场景制冷措施方案（基准场景效率提高而不采取被动减负荷措施）相比，不可移动空调和冷链制冷的全球效益估计为：

减少电力消耗

7200TWh（至2050年）。假设每kWh的电力成本为0.15美元，到2050年，这将为终端用户每年节省约1万亿美元（2020 US\$）。

减少累计电力消耗

11万TWh（2022年至2050年期间），在这28年间将为终端用户节省17万亿美元（2020 US\$）。

削减峰值电力需求

1.5TW至2TW（至2050年），从而可减少建设1500至2000座容量为1000MW的大型发电站。假设建造一座新发电站的成本为每MW200万美元，再加上30%的额外输电和配电成本，这意味着到2050年，电力部门将节省4万亿至5万亿美元的投资。

与碳排放的社会成本相关的节约也至关重要。Rennert等人在2022年进行的一项研究表明，由于经济和社会因素的影响，碳的社会成本可能会有很大差异。他们的估算基于四个部分（农业、能源、死亡率和海平面上升）的区域分类损害函数。他们使用优先折扣方案估计碳的平均社会成本在2020年为每吨CO₂e185美元（每吨CO₂e44美元至413美元：5%~95%

范围）。这表明，累计节约4万亿美元到38万亿美元（2020 US\$），可能的价值达16.5万亿美元（2020 US\$）。

尽管新的高效制冷设备通常比低效制冷设备更昂贵，但能源性能标准和标签计划的经验表明，随着新的高效技术逐渐成熟，低效和高效设计之间的任何资本成本差异都可能进一步缩小。在美国，一系列最低能效标准（MEPS）在40年的时间里应用于家用冰箱，使其用电量减少75%，资本成本降低50%（美国家用电器制造商协会2016）。国际能源署（2018）估计，2022年至2050年期间，快速增长的空调市场的设备成本将仅增加1%。上述可观的电力节约很可能在不增加大量额外投资成本的情况下实现。

提高能源效率

到2022年，所有现有制冷设备的平均运行能效估计为2.5（以年能效比或AEER表示，即年供冷量与年用电量的比率）。模拟结果表明，2050年，在基准场景效率增益的情况下，AEER提高到3.6，在高效增益的情况下，AEER将提高至7.2。

2.3 减少制冷剂的直接GHG排放

尽管各种低GWP的替代品逐步进入市场，具有高GWP的制冷剂，如R-404A和HCFC-22仍被广泛用于制冷设备。制冷剂主要通过两种方式产生直接GHG排放：1）在设备使用寿命期间通过泄漏产生；2）在设备制造、安装、维护和使用寿命结束期间产生。《蒙特利尔议定书》及其《基加利修正案》对高升温潜能值制冷剂的逐步淘汰和逐步减少进行了控制，对不同的发达国家和发展中国家设立不同的期限。关于制冷剂过渡背景下常见制冷剂及其全球升温潜能值的讨论。

在全球制冷排放模型中，对制冷剂直接排放的减少进行了以下建模：

在购买的新设备中使用低GWP制冷剂

降低运行期间的泄漏率

减少维修期间和使用期限结束时的排放

用现有设备中的低GWP替代品改造高升温潜能值制冷剂。

减排的速度取决于这些措施的实施程度。本报告模拟了 HFC 制冷剂消耗和减排的四种场景，如表 2-2 所示。“加快推进”和“HFC 激减”情景表明，

该场景有可能以比《基加利修正案》更快的速度实现 HFC 的削减（图 2-4）。

表2-2: HFC减排方案

HFC削减方案	描述
基础案例	不符合基加利标准的高全球变暖潜能值制冷剂替代的缓慢过度要求。这是一个没有任何措施的非现实场景。
基加利标准（基准场景）	根据2016年《蒙特利尔协定书》缔约方商定的期限，实现《基加利修正案》的要求。这是基准场景措施，大多数国家已经履行《基加利修正案》。
加快推进	相比《基加利修正案》更快的减少氢氟化合物的使用。
HFC激减	迅速实施低GWP技术及减排政策。这是一个在一些地区已经实行的，基于使用低GWP技术的最佳制冷措施。

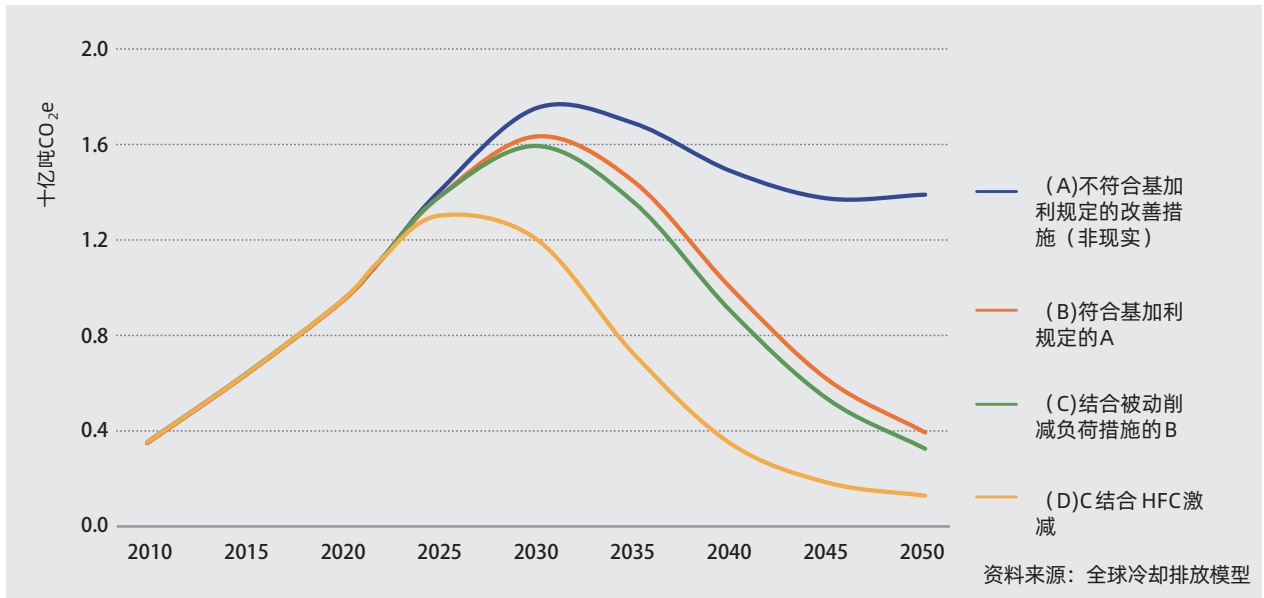


图2-4：2010—2050年四种减缓情景下全球制冷产生的HFC排放量

“最佳的能效措施对于避免因制冷需求增加而导致的三倍电力消耗至关重要。”



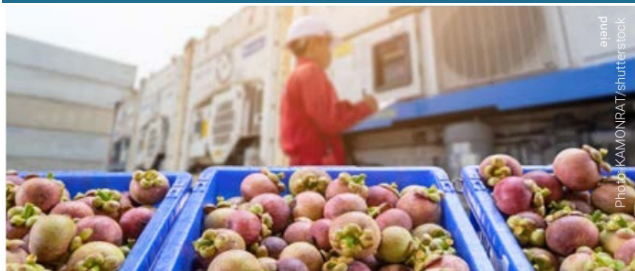
2.4 交通运输中的制冷

除了不可移动空调应用之外，全球制冷排放模型还考虑了两种运输应用：移动空调和交通空调制冷。车辆（包括轿车、货车、卡车、公共汽车和火车）的移动空调反映了巨大的制冷需求，预计装机容量将从2022年的6TW增加到2050年的14TW。截至2022年，道路车辆中的大多数移动空调都是由汽油或柴油内燃机驱动的。

随着电动汽车的持续普及，预计很大一部分道路车辆将使用电池电动机提供动力。这将减少车载空调的间接GHG排放。

内燃机效率低下，GHG排放量高，而电动汽车电池从电网充电，电网正在迅速脱碳。尽管重型卡车和其他大型长途车辆的电气化途径尚不明朗，但这些车辆在移动空调的整体保有量中只占很小的份额。

运输冷藏是冷链的重要组成部分，但就制冷能力而言，它只占2022年全球制冷总量的0.5%。



目前，运输制冷系统要么直接由车载发动机提供动力（对于冷藏车和小型卡车），要么使用小型专用柴油发动机。运输制冷是冷链的重要组成部分，但就制冷量而言，它在2022年占全球总制冷量的比例不到0.5%。

2.5 电网脱碳

在努力减少制冷负荷和提高制冷设备效率的同时，所有国家都有望实现电力供应的脱碳。对于全球冷却排放模型中的14个区域中的每个区域，建立了电网当前的平均碳排放系数（以每kWh产生的二氧化碳排放克数为单位）（Our World in Data 2023）。

根据对电网脱碳速度的假设，在每个地区建立了三种脱碳情景模型（表2-3）。

表2-3：模拟的电网脱碳情景基础

电网脱碳方案	发达国家	发展中国家
基准场景脱碳	2025年达到零	2100年达到零
中速脱碳	2040年达到零	2070年达到零
快速脱碳	2035年达到零	2050年达到零

图2-5说明了所有发达国家（条文2）和所有发展中国家（条文5）的平均值的历史电网因素和三种脱碳情景。

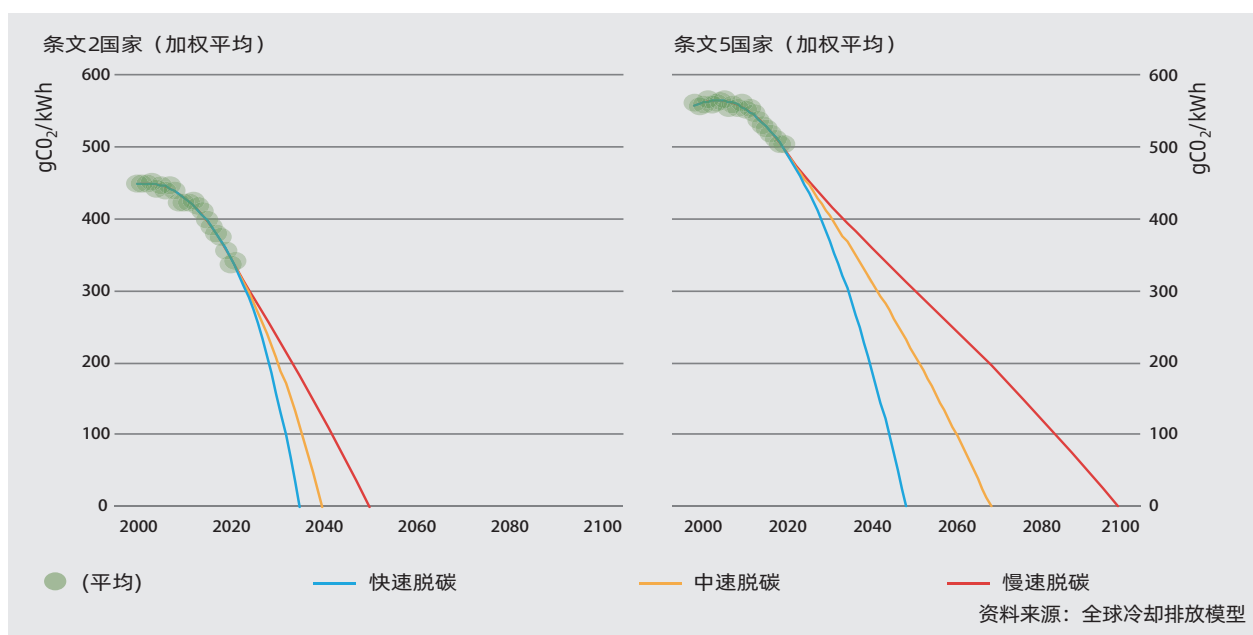


图2-5：2010—2100年条文2和条文5地区的电力脱碳概况

2.6 减少制冷GHG排放

对于六个模拟市场中的每一个，全球制冷排放模型用于预测2022年至2050年之间GHG排放的大致轨迹。

2022年，全球冷制冷设备的GHG排放总量估计为41亿吨CO₂e（见附件6）。在这些排放中，大多数（64%）是间接的（与能源有关），36%是直接的

（来自制冷剂排放）。直接排放包括氢氯氟烃（氟氯烃）和氢氟碳化物（氢氟碳化物）的排放，因为发展中国家仍然大量使用氟氯烃。

图 2-6a 提供了 2022 年发达国家（条文 2）和发展中国家（条文 5）的制冷 GHG 排放细则（见附件 7 中的国家列表）。图 2.6b 显示了 G20 国家与世界其他地区的排放细责。这些结果表明，G20 国家的制冷行动将对实现制冷近零排放的情景产生深远影响。

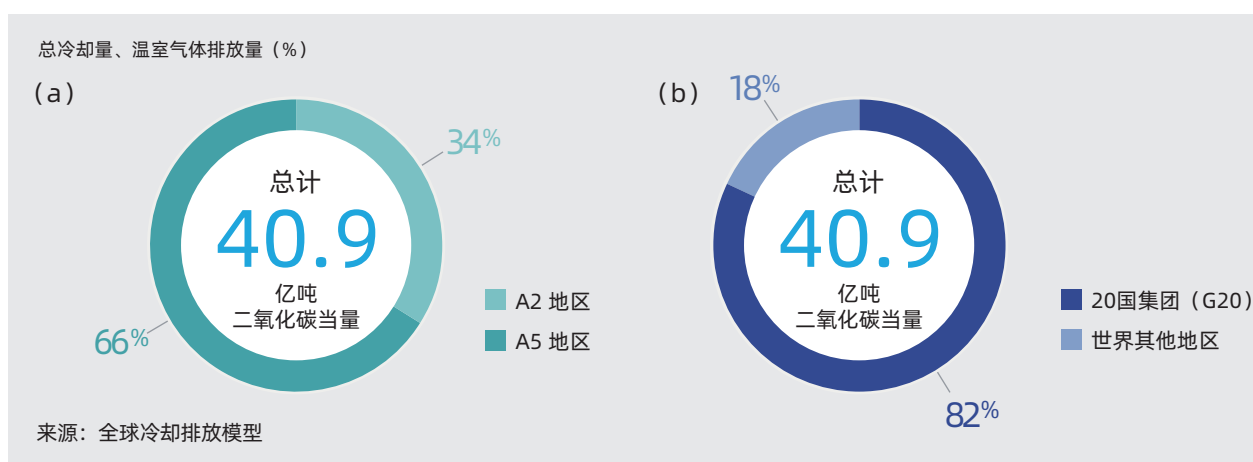


图2-6：2022年各地区制冷GHG排放量

表2-4：近零冷却排放途径的步骤

	措施	保有量增长	氢氟烃减量	能源效率	电网脱碳
A	没有衡量BAU增长	BAU	不符合基加利规定		
B	不采取措施			没有效率提升	
C	B+基加利合规	需求改善			
D	C + BAU能效增益		基加利标准	BAU效率增益	无脱碳
E	D+被动冷负荷降低				
F	E+高能效增益				
G	F+ HFC 激减				
H	G+ BAU电网脱碳	需求改善加被动冷负荷削减		高效率增益	
I	H+ 中速电网脱碳		HFC快速阶段性下降		
J	I+电网快速脱碳				快速

2030年和2050年的GHG排放路径

如第2.1至2.5节所述，若干独立变量影响未来制冷产生的GHG排放。这些是受以下各项的比率影响：

- ◆ 冷却设备保有量的增长
- ◆ 对新的和现有的制冷设备实施能效改进
- ◆ 实施氢氟碳化物减排行动
- ◆ 向电动汽车过渡
- ◆ 脱碳供电

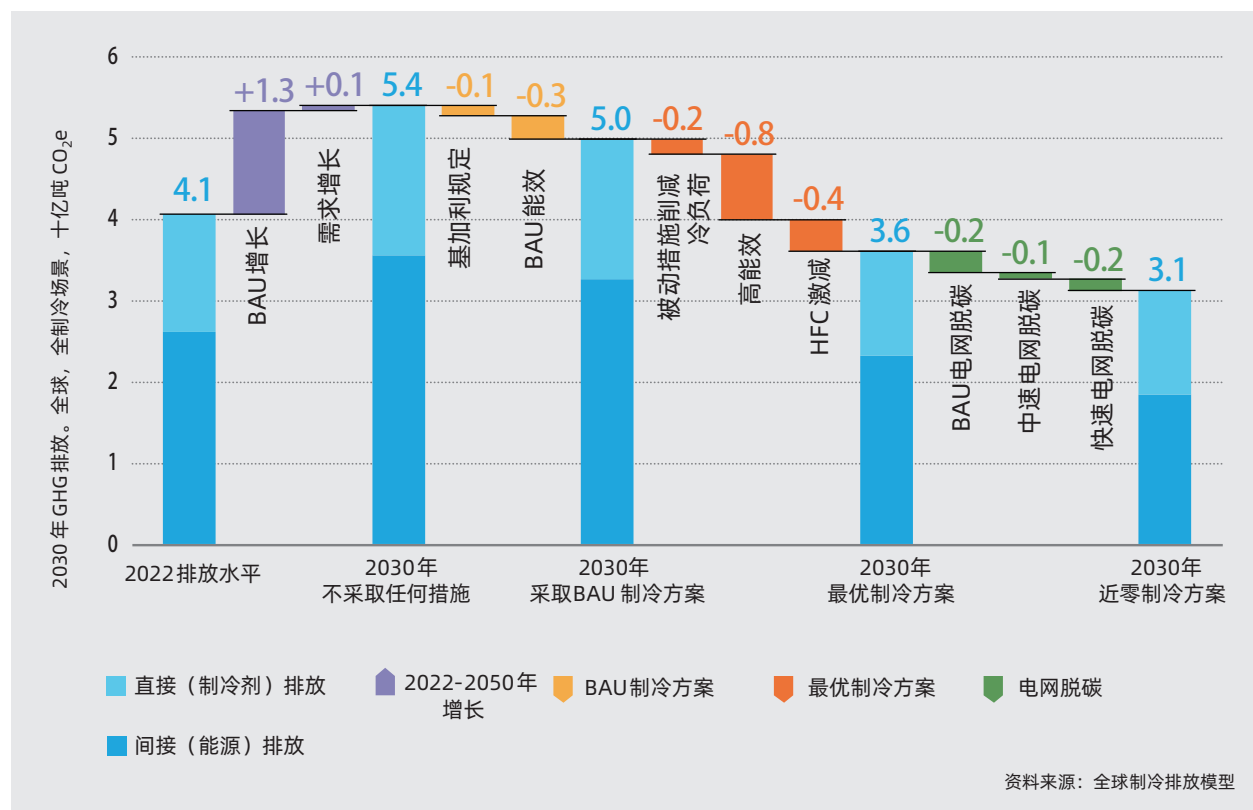
这些变量的不同组合导致了从现在到2050年的各种各样的措施。对大约150条措施进行了建模，得出了全球总量、14个地区以及发达/发展中国家、20国集团和7国集团等国家分组的结果（Gluckman Consulting 2023）。本节强调了从无措施情景（2022年之后没有任何改善）到基准场景制冷措施、最佳制冷措施到2030年和2050年近零制冷措施情景的进展。表2-4描述了基于前面给出的建模假设实现近零冷却措施情景的步骤。

放眼2030年

图2-7显示了到2030年通过制冷实现接近零排放的可能途径。基准场景制冷方案将在2022年至2030年间使GHG排放量增加33%，而近零制冷措施方案将使排放量减少23%。

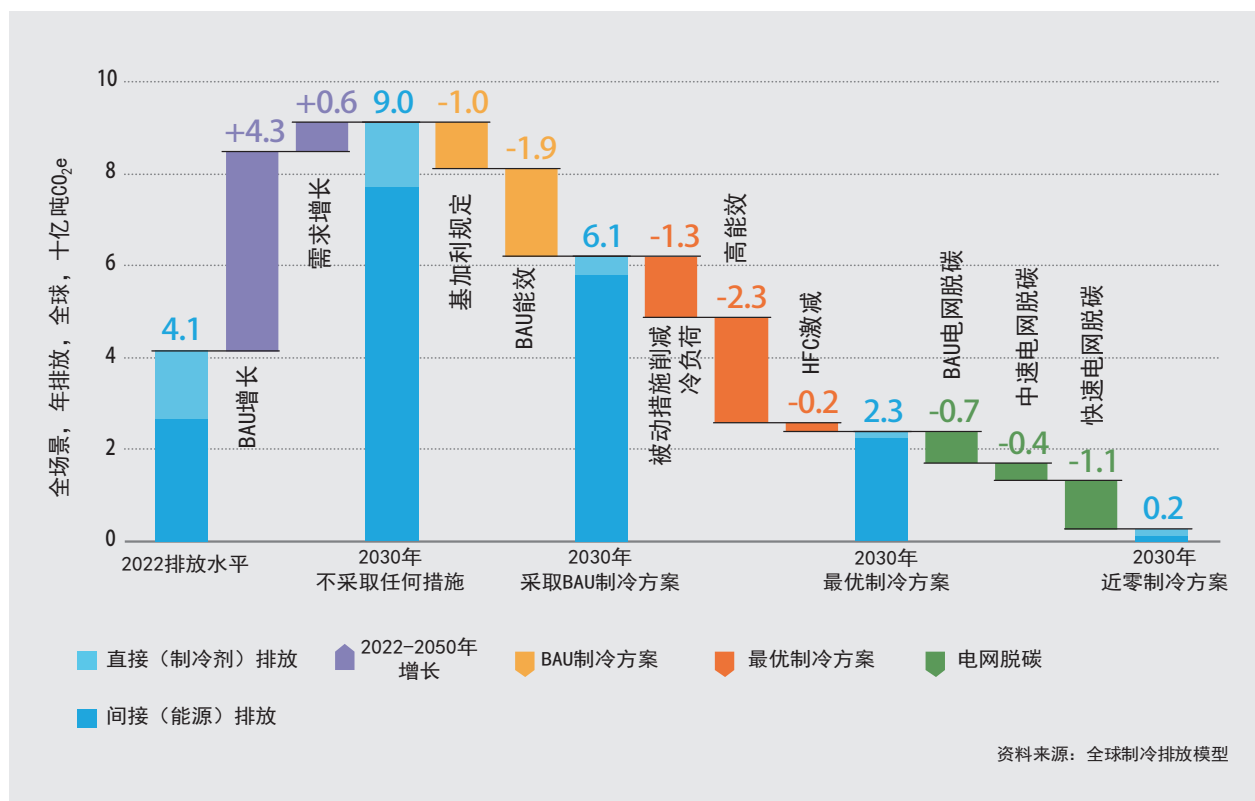
2050年全球排放预测

图2-8显示了2050年所有制冷应用接近零排放的全球路径。随着电网的快速脱碳，预计2050年的排放量将降至2亿吨CO₂e左右。这与无措施情景相比减少了97%，与基准场景制冷情景相比减少了96%，与2022年的制冷排放量相比减少了94%。预计到2050年，最佳制冷方案加上中速电网脱碳方案将使年排放量比2022年减少68%。这是总体目标，正如在阿拉伯联合酋长国主持的2023年联合国气候变化大会（COP28）主持下谈判的《全球降温承诺》所体现的那样。



注：蓝色条形图显示2022年和2050年的排放量。紫色条表示增长。黄色条表示基准场景制冷方案减排。橙色条表示最佳制冷方案减排量。绿色条表示由于电网脱碳而减少的排放量。

图2-7：全球路径：到2030年实现近零GHG排放的进展



注：蓝色条形图显示2022年和2050年的排放量。紫色条表示增长。黄色条表示基准场景制冷方案减排。橙色条表示最佳制冷方案减排量。绿色条表示由于电网脱碳而减少的排放量。

图2-8：2050年实现近零GHG排放的全球路径和关键步骤

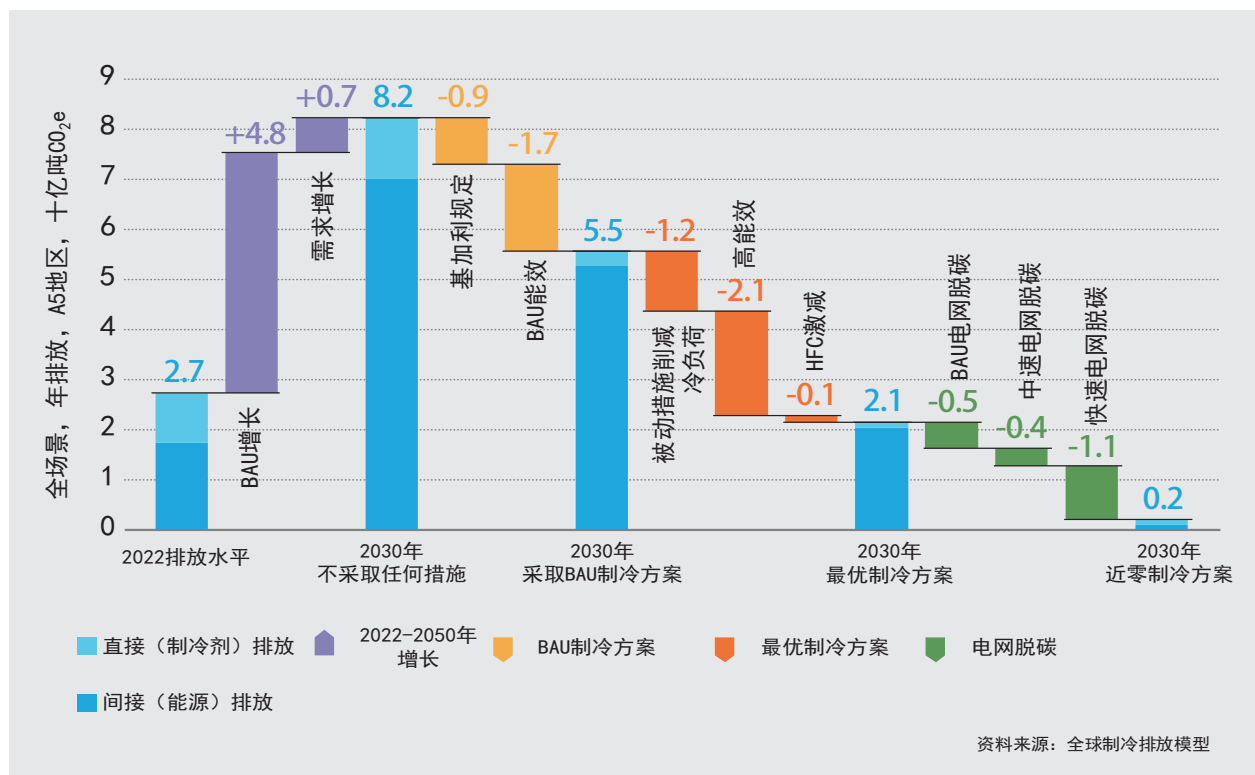


图2-9：2050年发展中国家依靠制冷制冷走向近零GHG排放的途径

2050年区域排放预测

被动措施和高能效为所有发展中（条文5）国家至2050年创造了最大的减排机遇（图2-9）。

如果要避免全球平均气温上升超过1.5℃，那么从现在到2050年的累积排放量也具有极其重要的意义。图2-10显示了2022年至2050年间制冷累积排放的途径。

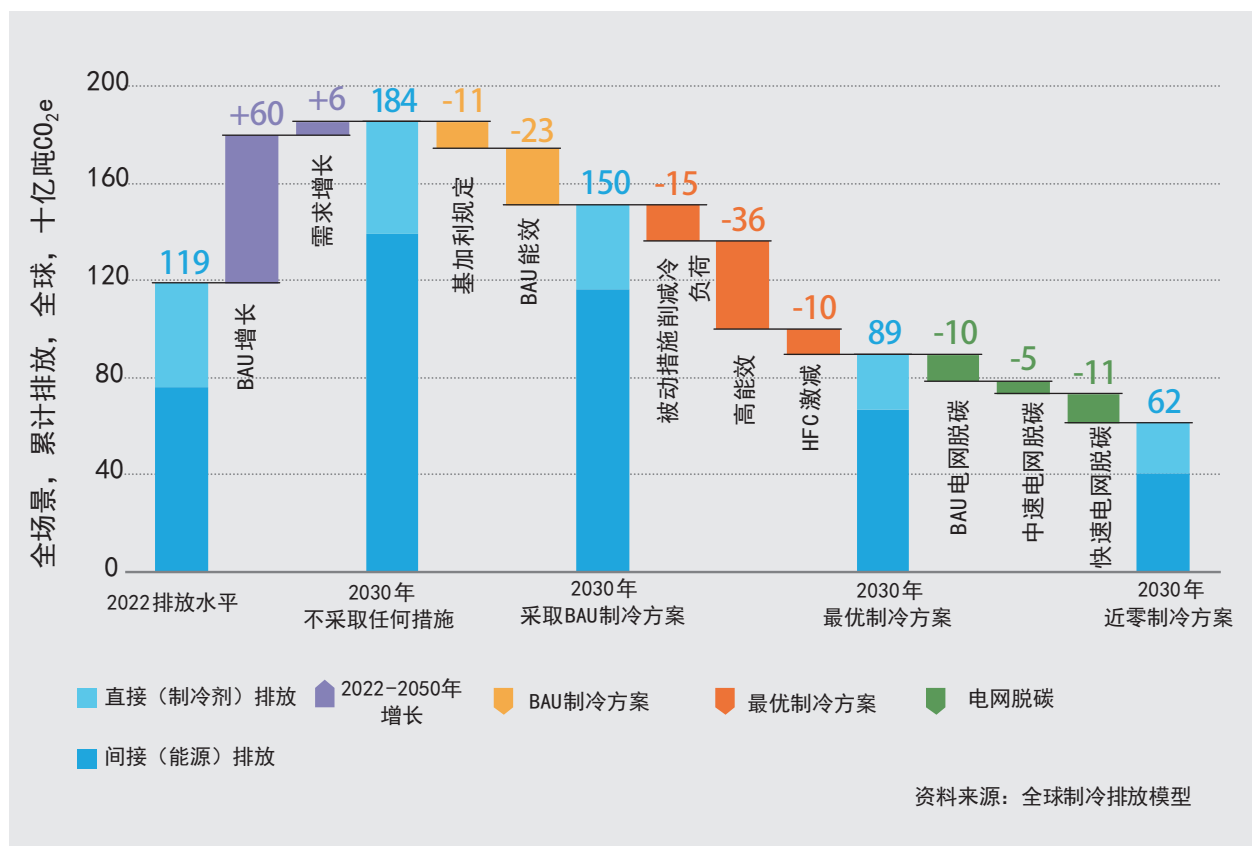


图2-10：

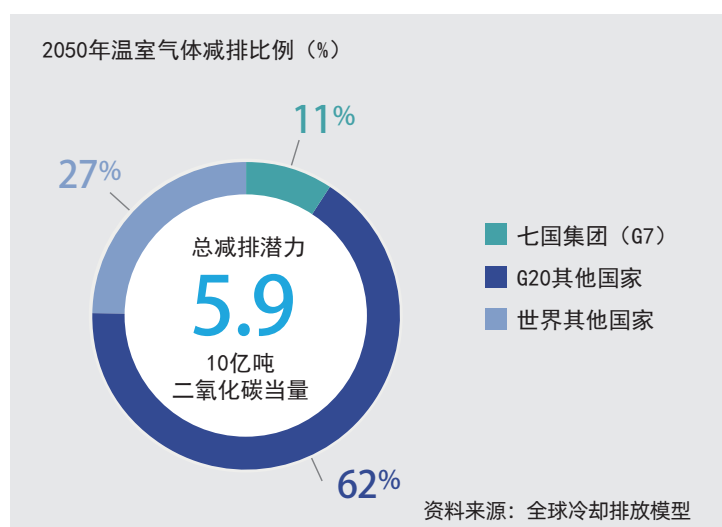


图2-11：对2050年最佳政策减排的贡献，按国家组别列

G20和G7对2050年减排的贡献

如图2-6b所示，到2022年，G20国家的温室气体排放量约占全球与制冷相关温室气体排放量的82%。图2-11显示了到2050年全面采用近零制冷方案所带来的不同地区对潜在减排的贡献。G20国家占2050年减排潜力的73%，其中11%来自七国集团国家。这一数字清楚地表明，G20国家领导需鼓励采取最优的制冷方案。

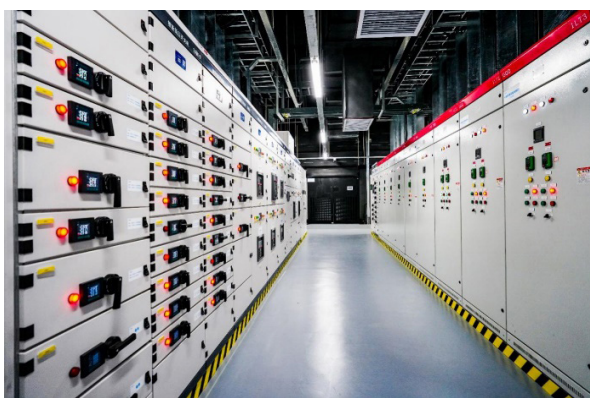
**2050年，73%的减排潜力
在G20国家**

（杨子旭、刘树荣、牛恒、肖寒松、李天成 译）

（未完待续……）

如何实现数据中心 PUE1.17 ? 带你看看贵安美的云数据中心吧!

2024年9月5日,美的楼宇科技在贵州省安顺市举办了“TRUE见理想建筑,贵安美的云媒体行”活动,大众媒体和行业媒体共计20余家共同实地探访了贵安美的云数据中心。活动特别邀请华信设计院副院长、美的云数据中心总设计师马德,美的楼宇科技基础设施建设行业销售总监傅家早,美的集团软件工程院云原生系统工程师李超,美的楼宇科技售前技术工程师张凯歌分享美的云数据中心的总体设计思路、集团战略意义和美的楼宇科技为贵安美的云数据中心打造温控+电梯+一体化电源设备的整体解决方案,并承诺保证数据中心连续五年PUE(能源使用效率)<1.2。



贵安美的云数据中心概况

贵安美的云数据中心坐落于贵安新区,与网易贵安数据中心、交通银行贵安数据中心、南方能源大数据中心等建筑共同形成超大型数据中心集群。

贵安美的云数据中心以国家A级数据中心为标准,规划建设4栋数据中心楼,目前已完成A栋大楼及园区配套工程建设,总建筑面积约16000平方米,可提供1200个8kW机柜,为美的集团数智化转型提供了重要

保障和支撑。

综合解决方案解析

如此大规模、高标准的数据中心,24小时不间断处理数据,降低能耗和碳排放的压力不容小觑,对建筑的整体能源管理提出了更高的要求。华信设计院副院长马德表示,贵安美的云项目是大型空调企业涉足数据中心领域的先例,面临着如何实现PUE<1.2的挑战,这需要创新的建设思路和先进的技术应用。美的楼宇科技充分利用了贵安新区独特的气候优势,结合最新的节能技术和智能化管理手段,打造了一座集高效、节能、环保于一体的绿色数据中心。

贵安新区属亚热带湿润温和型气候,年平均气温15℃左右,空气洁净度高,因此成为“东数西算”八大枢纽节点之一,是首个国家大数据综合试验区,贵州省的核心新区;同时也是“西电东送”的骨干电源地,电力资源丰富,电价相对优惠。在温控方面,美的楼宇科技充分利用贵安新区凉爽的气候和便利条件,精心设计了一套以直通风AHU空调系统与冷冻水补冷相结合的高效双冷源制冷解决方案。通过智能切换“直通风”、“混合制冷”和“全回风”三种运行模式,最大化利用自然冷源,有效降低能耗。直通风AHU系统配备湿膜和表冷器,无换热损失,制冷效率高。

冷冻水补冷系统位于A栋数据中心一层,由两台800RT美的变频直驱离心式冷水机组和一台800RT美的变频磁悬浮离心式冷水机组组成,均达到国家一级能效标准,提供稳定可靠的辅助制冷。

辅助制冷系统配备三台开式冷却塔,满足水质要求,并通过互为备用的设计确保系统稳定运行。机房还安装了加湿除湿一体机,辅助控制湿度。

在配电室和电池间,美的楼宇科技采用了氟泵空调系统和自然通风系统的组合,进一步提高了制冷能效。

氟泵空调系统拥有自然冷却制冷模式,其效率远高于传统的机械制冷模式,配合自然通风系统,最大化地利用了自然冷源,成为系统节能的关键环节。为应对紧急情况,数据中心配置了两个蓄冷罐作为应急冷源,确保不间断同步运行。

办公区域采用MDV8无界多联机,结合全直流技术和云端智能化控制技术,降低能耗,智能推荐设定温

度，节能率达20%以上。

针对数据中心通行需求，美的楼宇科技提供了涵盖LINVOL乘客电梯与菱王载货电梯的全生命周期电梯解决方案，这些电梯集重载、高速、节能、安全于一体，并借助智能化控制优化群控与调配，缩短乘客候梯与电梯运行时间。

同时，美控智慧建筑为A栋数据中心配置了包含一体化电源成套柜、变压器、UPS、锂电池等关键组件的IT及传统设施用电一体化电源系统，并辅以安装、调试、培训及维护保养等全方位服务，确保数据中心电

源系统高效稳定运行。

结语

贵安美的云数据中心的投入使用后，实现了PUE低至1.17的效果。该项目的成功实施不仅为美的集团未来十年的数字化算力需求和制造业云服务等创新业务提供了有力支持。随着国家“东数西算”工程的稳步推进，数据中心作为支撑数字经济发展的关键基础设施，其重要性日益凸显。在国家“双碳”目标战略的引领下，绿色转型将成为数据中心发展的必由之路。

受访人：

华信设计院副院长 马德

美的楼宇科技基础建设行业总监 傅家早

美的集团软件工程院云原生系统工程师 李超

美的楼宇科技售前技术工程师 张凯歌

Q1：能否详细介绍一下贵安美的云数据中心的设计思路？

马德：贵安美的云数据中心是华信设计院承担设计，要求采用美的自研自制设备，且保证数据中心连续五年PUE<1.2。所以我们充分利用贵安天然气候条件，并在设计上通过建筑四周的通风孔和中心竖井的烟囱效应强化自然通风，全年超60%的时间可以完全利用自然冷源。天气炎热时，采用美的自研自制的磁悬浮冷水机组进行补冷。这个设计看似简单，但它需要十分合适的气候条件。

数据中心散热系统要保证365天每天24小时运行，来确保服务器设备的环境要求，这是耗电的主要方向。为了避免出现以往服务器机柜分期启用过程中造成的散热系统“大马拉小车”现象，设计上采用了单元式结构，使得运行上更加灵活。除散热外，线路尽量短以减小不必要损耗。

Q2：目前数据中心的具体运行情况如何？

李超：贵安美的云A栋数据中心是2022年3月开始实施，历时一年建成投产。目前，PUE是可以达到1.17以下。电力方面采用一体化电源系统，在节约场地的同时，可以使电能质量达到97%以上；建筑方面，采用装配式建筑，同时引入100千瓦光伏提供整个数据中心的办公的照明用电；机房采用模块化设计，在节约场地的同时，大大提高各项设备设施的可靠性；一体化监控系统可以将整个数据中心的机组设施展示在大

屏上，便于设备监控和管理。制冷方面，采用直通风技术以及美的磁悬浮冷水机组提供补冷。在气候比较凉爽的情况下，采用直通风技术，通过新风直接对机房进行冷却。气温比较高时就会采用全回风，通过磁悬浮冷水机组为机房提供冷源。对于零碳未来，园区目前现在已经采用了光伏技术，以25年使用寿命来计算，可以节约150多万元的电费。

待建的几栋数据中心，我们也会采用极低能耗的风水双冷源系统，全年8760个小时，预计只有400多个小时会采用全回风模式，就是全部用机械制冷。其他情况下，都是可以用到直通风，或者部分补冷模式，可以为我们的数据中心降低很多的能量。

Q3：整个贵安美的云数据中心冷却系统中主要采用了哪些美的设备？它的主要技术优势和特点是什么？

张凯歌：主机房制冷系统采用了以直通风AHU空调系统与冷冻水补冷相结合的高效双冷源制冷解决方案。通过智能切换“直通风”、“混合制冷”和“全回风”三种运行模式，最大化利用自然冷源，有效降低能耗。补冷系统采用了1台磁悬浮冷水机组和2台变频直驱离心式冷水机组。磁悬浮冷水机组高效无油、运行经济、可靠性高，特别是在部分负荷下能效非常高，内置的微电脑控制技术，可以根据往年的气候参数以及负荷情况，对冷水机组运行状态做前瞻性修正。在配电室、电池间等支持区，采用的是美的房间级氟泵空调+新风机组，在夏季高温时采用压缩机制冷；在过渡季，室外新风通过新风机组稍加处理后送入室内；随着气温持续降低，就可以开启氟泵模式进行制冷；将自然冷源利用做到极致。办公区的制冷系统，采用美的MDV8多联机，基于行业领先的全直流变频技术，以及云端智能化控制技术，通过自研的恒风量驱动算法，可以降低长期运行的性能衰减；同时

室内外机协同控制，可以实时调节冷媒的动力输出，制冷工况下节能21%以上，结合云端美的i管家APP，可以实时控制每台机器开关及负荷。

Q4：美的集团本次筹建的贵安美的云数据中心的主要目标是？

李超：现在A栋云数据中心已经建成投产了，目前是美的自用，B栋已经在计划当中。预期2025年会开始修建。

傅家早：数据中心计划分四期，一期A栋是1200个8kW机架常规的机架。基本上能够承担美的集团数字化业务的常规算力需求。美的集团在不断推行数字化、智能化转型，家电也在向智能电器方向升级。升级的过程中，对算力的需求、包括对数据存储的需求，

都增加了很多。贵安直线距离，离广东并不远，大概是五六百公里左右，时延基本上在20毫秒以下，基本上能够满足我们目前算力支撑。总体来讲，贵安的地理位置，气候条件以及产业政策上十分具有优势。

整个数据中心未来的产业是智算。但不是说有了智算就不需要常规形式的数据中心。在相当长的一段时间内，常规算力与智算的算力会共存。但是目前来看，常规算力（8~20 kW）用风系统是完全可以的，而且效率也蛮高。

至于未来，大模型的时代，生成式大模型全面普及后，可能有另外一种冷却形态，就是全面液冷。全面液冷也有一个过渡期。我们有一个实验机房，里面部署了40kw的AI机柜，做的就是冷板式液冷系统。

（范薇 撰稿）

节能 40% 威乐水泵助力花旗集团大厦新质转型

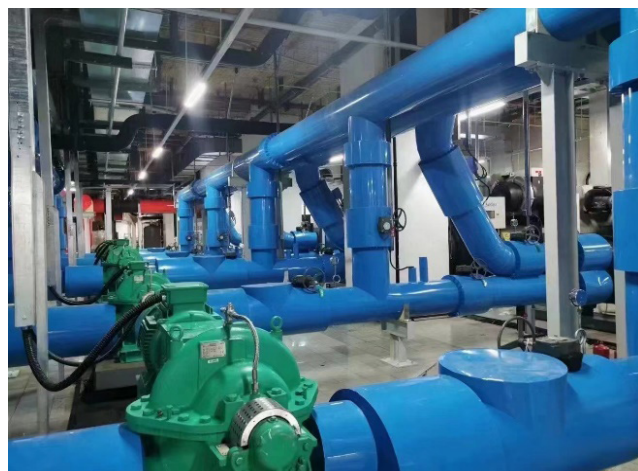
位于上海的花旗集团大厦始建于2005年，高180米，共42层。由于设备老化导致性能衰减严重，系统故障率逐年增高，整体能效水平低等问题都在困扰着花旗集团大厦的运营方。同时，相比同时期上海市综合办公建筑的平均水平，花旗集团大厦的单位面积能耗量要高出30%以上。为此，威乐水泵携手美的楼宇科技，共同为花旗集团大厦量身定制了一套节能改造方案，旨在实现系统级的能效提升。

威乐甄选Wilo-Atmos TERA-SCH及SPC系列中开双吸泵等作为项目核心产品，为大厦的中央空调系统提供动力支持。其中，Wilo-Atmos TERA-SCH系列中开双吸泵，作为项目优选的冷却循环泵，集多重优势于一身：

- 结合先进的CFD全流道动态模拟技术，不仅在额定工况下表现出卓越的效率，而且在流量变化的情况下也能维持广泛的高效工作范围，展现出优秀的水力性能和低气蚀特性；

- 采用双涡壳结构来均衡径向力，配备重载免维护滚动轴承和油脂润滑，即使在恶劣环境下亦能实现365天*24小时不间断运行，设计使用寿命超过20年；

- 全包围式轴承体与止口安装设计进一步减少了振动和噪音，确保了系统在整个工作效率和稳定性方面达到顶尖水平，堪称集高效性、耐用性和静音效果于一体的杰出代表。

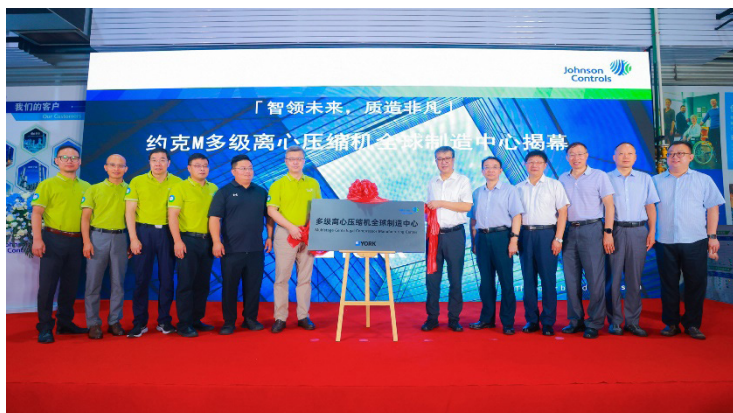


历时百天的全流程绿色改造，花旗集团大厦的制冷系统能效从改造前的1提升到5.5以上的水平，系统运行费用降低了40%以上，每年节省能源支出超300万元，相当于每年降低碳排放超2600吨。经过改造，花旗集团大厦单位面积能耗也显著降低，达到了上海市同类建筑的领先水平。这一改变不仅体现了大厦运营方对可持续发展的承诺，更是对环境保护的一份贡献。

在我国的既有建筑中，建筑运行能耗占社会总能耗30%以上，空调能耗更是占据建筑能源消耗50%以上，目前国内90%机房运行能效低于3.5，处于需改善的水平，而高效机房能效比要达到5.0以上，因此，建筑行业在节能减排和智慧化升级方面拥有巨大的潜力，同时也为行业内提供了广阔的市场机遇。

（威乐中国 供稿）

江森自控约克 M 多级离心压缩机全球制造中心在无锡揭幕



2024年8月15日，江森自控宣布约克M多级离心压缩机全球制造中心揭幕仪式在无锡工厂举行，揭幕仪式主题为“智领未来，质造非凡”。

中国制冷学会副理事长兼秘书长李晓虎教授级高级工程师在揭幕仪式上表示：“江森自控约克M多级离心压缩机全球制造中心的揭牌，是江森自控实力的证明，更是中国制造业向智能化转型的重要里程碑。它证明了中国团队在技术创新、智能制造及全球市场拓展上的卓越能力与潜力。我们坚信，在江森自控等企业的引领下，中国制冷行业将不断攀登新高峰。”

江森自控亚太区总裁朗智文（Anu Rathninde）表示：“约克M多级离心压缩机全球制造中心落地无锡，是江森自控在中国发展的又一重要时刻。立足中国，江森自控将持续推动全球冷热技术革新与应用，继续助力本土行业的高质量发展，积极参与实现可持续发展目标的进程，并通过中国智造服务全球。”

进一步提升本土制造能力

近年来，江森自控持续深化在中国的本土化战略，不断加大本土研发投入与人才培养的力度，增强技术创新能力。江森自控在中国还展现出强大的制造实力，特别是在关键产品领域，如M多级离心压缩机的核心零部件，已实现了大部分在中国本土采购与生产。

江森自控无锡基地目前是江森自控在供暖、通风和空调系统以及工业制冷与热泵解决方案领域的最大研发中心之一，随着M多级离心压缩机全球制造中心的正式揭幕，无锡基地再次迎来了新的里程碑，彰显了江森自控对中国市场的重视与承诺，标志着江森自控将在全球范围内进一步巩固和扩大在该领域的影响力。

智领未来 质造非凡

当天，江森自控无锡工厂生产的“高温大排量多级离心式热泵压缩机”和“M系列多级离心低温制冷机组”委托中国制冷学会科技评估工作委员会组织开展了科技评估。中国科学院院士、西安交通大学何雅玲教授担任评估委员会专家组组长，专家组成员包括：中国制冷学会副理事长兼秘书长李晓虎教授级高级工程师；西安交通大学原副校长席光教授；上海理工大学副校长张华教授；清华大学李先庭教授；中国科学院理化技术研究所田长青研究员；中国制冷学会副秘书长王从飞高级工程师。



江森自控约克针对低GWP制冷剂高温大排量工业热泵的市场需求，开发了2~5级压缩并可进行级间补气，温升达120K，出水温度达140℃，供热量高达30MW的多级离心式系列热泵压缩机；开发了适用于低GWP制冷剂非工作面截面形状为周向三段波形轮廓的新型高效、高强度叶轮叶片，减少了流动阻力，提高了压缩机气动效率；采用创新的叶轮固定卡套和锁紧环无键连接结构，保证了转子运行的高稳定性；在本领域创新性使用无油接触型液压联轴器，主轴直径缩小了30%，轴封泄漏率减小了50%以上。

（江森自控市场部 供稿）

2024 年美芝 & 威灵家用电器客户峰会在深圳举行



2024年9月3日，以“共生共赢，GROW筑未来”为主题的GMCC美芝&Welling威灵家用电器客户峰会在深圳举行，共有400余位专家学者、客户代表参会，一同见证了美芝第10亿台空调压缩机下线。会上还发布了4款新产品，向行业伙伴展示了性能领先、品质稳定以及绿色环保的“下一代”家用电器核心零部件产品的创新、研发及制造方向。

伴随着第10亿台空调压缩机下线，美芝荣获吉尼斯世界纪录™称号：“转子式压缩机累计销售量纪录”。同时，GMCC美芝科技产业园也引起行业关注，该产业园是美芝在全球布局的第5家制造基地，占地面积410亩，构建了钣金黑灯工厂、总装高质量示范区、卷线高

端数智区、机加工μ级精密区四个高端数智车间，以及能源管理中心、智慧厂区、智慧实验室、智能物流四个赋能中心。

美芝&威灵在峰会期间还发布4款消费电器核心部件新品：15槽10极变频旋转式压缩机、中东高效定速涡旋压缩机、欧洲A级-超高能效变频冰箱压缩机以及空调外转子电机，以更加智能、高效、绿色的核心零部件，助力家电产品能效升级。两款空调压缩机新品在延续一贯的高效节能、静音低噪等优势的基础上持续创新，15槽

10极变频旋转式压缩机采用的突破性15槽10极电机槽满率较上一代产品提升8%、能效提升2%，中东高效定速涡旋压缩机则是基于中东地区独特的气候特征与市场需求研发。在冰压领域，美芝欧洲A级-超高能效变频冰箱压缩机通过应用行业首创的混合磁路和非晶材料提升电机效率，采用独创的低回流低传热异形阀组设计提升吸气效率，实现了ASHRAE标准下COP 2.25和冰况下COP 2.75的极致突破。在空调电机新品上，威灵外转子电机通过转矩调制增强技术、矢量聚磁技术，使轴向尺寸相比同能力内转子电机缩小40%、重量降低30%，同时功率密度得到提升，在小型化、高能效和超静音方面全新升级。

（美芝 供稿）

《中国制冷简报》稿件征集启事

《中国制冷简报》是由中国制冷学会主办的反映制冷空调行业综合信息的刊物，每年六期，逢单月出版。

本刊主要读者分布于各专业设计院、大专院校、设备制造企业、专业工程公司、制冷空调使用单位及与制冷空调专业相关的各个行业。发行量为10000册/期。目前主要有企业专题，人物访问，行业信息，学会动态，技术论坛，产品介绍，资格认证，标准指南，科技创新，专利推广，国际交流，展会、学术会议信息等板块。为充分利用《中国制冷简报》这个交流平台、加强各单位间的信息沟通和业务联系，现征集行业内广大企业信息稿件，来稿应能反映我国制冷行业新发展、新气象。如新产品发布、新技术推广、专利发明、工作经验杂谈以及各类动

态新闻，凡学会团体会员均可免费刊登亦可指定单位内人员加入本刊通讯员，建立长期联系，定期提供、更新信息。

新闻稿件应真实、及时、简练扼要。学术论文稿件应立论科学、论据可靠、数字准确，并应为能公开发表的数据，如有引用文献资料需在文中标明。所有来稿均字数不限。

本刊反对一稿多投。根据著作权法的有关规定，编辑部对来稿有权做文字性和技术性的修改、删节。如有特殊情况请在稿件附言中注明。

稿件一经录用将酌情发放稿费。为了提高办公效率，本刊一律使用电子信箱投稿。

编辑部 E-mail: wfan@car.org.cn.

益于地球 始于荏原

Ebara-Always Benefiting The Earth

百年荏原 再献扛鼎力作

吸收式冷水（热泵）机组

- ◆ 非电空调：蒸汽、热水、烟气、燃气等多种驱动热源
- ◆ 两段式蒸发、吸收循环
- ◇ 冷量范围：140kW~11700kW / 制热量500kW~80000kW
- ◇ 连续8000小时不停机

高效离心式冷水（热泵）机组

- ◆ 空调 / 热泵 / 蓄冰
- ◆ 制冷量范围：1760~17600kW
- ◆ 两级压缩，一级经济器
- ◆ 环保冷媒R134a/R245fa

消雾节水型冷却塔

- ◆ 单塔能力范围：25~5500m³/h
- ◆ CTI, JCI国际认证
- ◆ 高效可靠
- ◆ 消雾节水



荏原冷热系统（中国）有限公司

EBARA REFRIGERATION EQUIPMENT & SYSTEMS (CHINA) CO., LTD.

地址：山东省烟台市福山高新技术产业区永达路720号

电话：(0535) 6321588 6988668 传真：(0535) 6325372

邮编：265500

Http: //www.ebara-ersc.com

E-mail: market@ebara-ersc.com



www.ebara-ersc.com

CR 中国制冷展 2025
CHINA REFRIGERATION

CRH 2025

制冷·空调·暖通
HVAC&R



第三十六届国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会

THE 36TH INTERNATIONAL EXHIBITION FOR REFRIGERATION,
AIR-CONDITIONING, HEATING AND VENTILATION, FROZEN
FOOD PROCESSING, PACKAGING AND STORAGE



2025年4月27日至29日

APR 27-29, 2025



上海新国际博览中心

Shanghai New International Expo Centre

主办单位:



中国制冷学会



中国制冷空调工业协会



北京国际展览中心有限公司



上海市制冷学会



上海冷冻空调行业协会

支持单位:



北京国际商会

承办单位:



北京国际展览中心有限公司

电话: +86-10-64934668-617/611/610

传真: +86-10-64938558

网址: www.cr-expo.com

邮箱: xuelongyun@biec.com.cn

kanglu@biec.com.cn

zhouboyu@biec.com.cn



官方网站



官方微信



官方抖音

