

北京制冷简讯

BEIJING
ZHILENGJIANXUN
2023年年刊

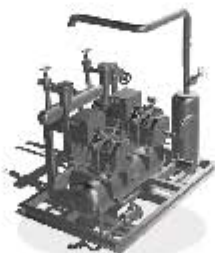
蒸发冷式一体机组

螺杆 | 活塞 | 涡旋一体机



EVAPORATIVE COOLING INTEGRATED UNIT

SCREW | PISTON | SCROLL



✓ 专利产品

✓ 低碳节能

✓ 一键启停

✓ 网络监控

✓ 极简安装

ESNOW[®]

河北壹雪制冷科技有限公司

E-Snow Refrigeration Technology Co., Ltd

联系电话: 400-6700-663

E-Snow | 创新, 为高效生产与友好环境



American
Good Design

由国外设计师设计及并荣获美国
American Good Design 奖项



Mostra convegno expocomfort
2024年意大利米兰国际制冷展展出机型

Copyright © 2024 河北壹雪 | E-Snow

企业简介

北京华能共发低温科技有限责任公司注册在北京市中关村科技园区昌平园，是一家致力于速冻、冷藏节能设备的研制、生产、销售、技术咨询为一体的高新技术企业。2022年响应北京市号召，公司迁至河北保定高阳经济开发区。

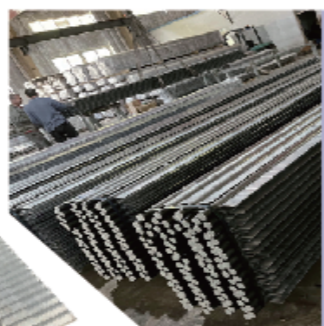
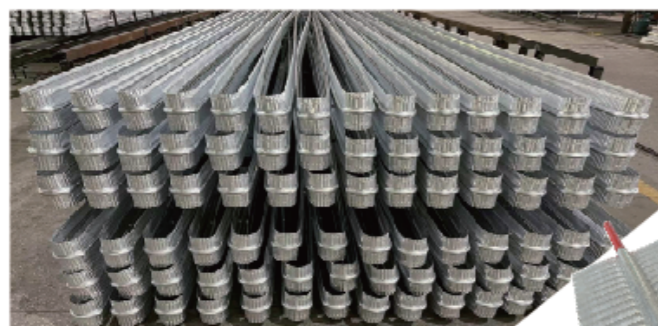
公司拥有专业化技术人才和多项专利技术。《铝合金翅片管蒸发器和板管蒸发器》是我公司专利技术研究的冷库用翅片管蒸发器和速冻装置用板管蒸发器。该项目已于2006年北京中关村科技园区小企业创新支持资金立项，成功验收。

公司建立了严格的质量管理体系。2009年3月“华夏认证中心有限公司”认证审核通过ISO9001:2000质量管理体系认证。产品严格按照企业标准和行业及国家标准生产；保证质量。

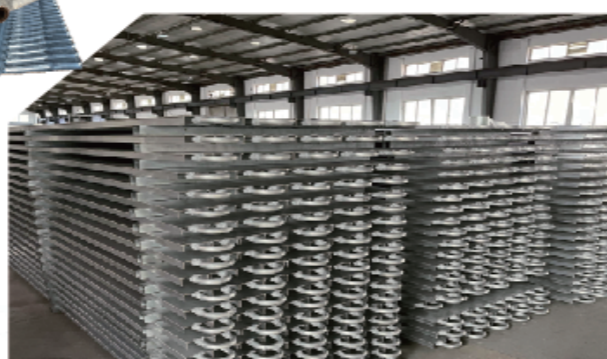


公司以“为中华节能企业共同发展”为宗旨，以诚信为本，精益求精，开拓进取为理念，为用户创造精品，提供优质快捷服务。

我们的产品



- ◆ 椭圆管连续铝排管
- ◆ 钢铝复合管
(氨系统专用)
- ◆ 速冻搁架板管蒸发器
- ◆ 钢铝复合翅片管
(二氧化碳系统专用)



钢铝复合管突出优点:

- ◆ 氨系统和二氧化碳系统专用;
- ◆ 钢铝复合结构具有双气密性，更安全可靠，较纯钢管有较高的换热性能;
- ◆ 重量是钢管的1/3;
- ◆ 焊接是钢管的1/4;
- ◆ 氨充注量是钢管的1/5;
- ◆ 无需外涂防锈漆，铝合金外侧包裹形成阳极保护，使用寿命延长50%以上;
- ◆ 内部洁净度高，不需要除锈处理;
- ◆ 单根成捆出厂，方便运输。



目录

CONTENTS



大事记

- 1 北京制冷学会 2023 年大事记

工作总结

- 17 争当表率、走在前列、团结引领首都制冷科技工作者，争创北京特色一流学会
北京制冷学会 2023 年工作总结

工作要点

- 19 北京制冷学会 2024 年工作要点

科技工作者建议

- 21 关于数据中心冷却技术与首都供暖相耦合以服务低碳战略目标的建议
- 23 关于后冬奥时代持续开展冰雪相关基础研究的建议
- 25 关于积极回应市民关切尽快纠正我市现行医保政策的建议
- 26 关于北京市率先实施制冷剂回收，降低非二氧化碳温室气体排放的建议
- 28 关于尽快对灾区冷链物流基础设施开展评估和灾后重启的建议

- 30 关于对灾区空气源热泵等清洁取暖设备开展评估和灾后修复的建议
- 32 关于降低北京医保门（急）诊起付标准的建议
- 33 关于提升北京市国际航空寄递物流服务能力的建议
- 36 关于规模化推广低碳 / 零碳建筑的建议
- 38 关于提高北京市低温雨雪冰冻灾害应急管理水平的政策建议
- 40 关于北京市规模化推广低碳 / 零碳建筑的建议

北京 COOL 青年品牌科普活动

- 42 直流化——未来电器的发展方向
- 44 没有最 COOL，只有更 COOL
- 46 排烟“废热”变“绿能”
- 48 智慧供热——未来集中供热的发展趋势
- 50 制冷科技推动雪上运动发展
- 52 了解特殊形态的水——超临界水
- 54 固态水的奥秘——小冰块，大用途
- 56 冰蓄冷空调的发展与应用
- 58 氢液化技术杂谈
- 60 春暖人间，你可能需要它冰爽一下！
- 65 家用冰箱、家用空调节能小妙招
- 66 热液体的怪异行为
- 67 植物是如何喝水的？来看看有趣的毛细现象
- 68 返璞归真，享受“低熵”生活
- 70 夏季空调使用窍门
- 72 别听到辐射就害怕！原来它还有这些作用
- 76 空调外机爆炸？还能愉快地吹空调吗？
- 79 新鲜美食的“传送门”！冷链是个什么链？
- 82 炎炎夏日也能滑雪，“用雪自由”是怎么实现的？
- 86 古人是如何制冷的？这种空调更节能！
- 89 太阳能制冷：采一束阳光，给你明亮，给你清凉
- 91 坐地铁你喜欢强冷还是弱冷？
- 94 磁体也能制冷？神奇的黑科技制冷技术！
- 98 还记得南极“臭氧层空洞”吗？它快被修好啦！
- 101 野外生存小技能——如何获取饮用水
- 103 我们离不开的“NH₃”
- 107 能源气体储运好帮手——混合工质节流制冷技术
- 110 冰箱里的水果一不小心就变黑了？这样贮藏才对！
- 113 冬奥会史上“最快的冰”的幕后英雄——CO₂（二氧化碳）跨临界制冷技术

北京制冷学会 2023 年大事记

1月1日元旦，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《直流化——未来电器的发展方向》的科普文章，撰写人：学会理事、中国家用电器研究院噪声技术工程部、科技管理与战略发展部副部长、高级工程师汪超（入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目）。

1月15日，学会在北京紫玉饭店召开了第九届第一次常务理事会议。会议由理事长唐俊杰主持，学习了习近平总书记在党的二十届一中全会上的讲话《为实现党的二十大确定的目标任务而团结奋斗》，审议通过了《北京制冷学会 2022 年工作总结及 2023 年工作要点》、第九届理事会各工作委员会和专业委员会副主任提名名单、秘书处人员

聘任名单和岗位职责，听取了 2022 年财务情况，监事长肖大海宣读了监事会意见，圆满完成各项议程。

1月20日大寒，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《没有最 COOL，只有更 COOL》的科普文章，撰写人：学会会员、中国科学院理化技术研究所副研究员赵延兴（入选北京市科协 2022-2024 年度青年人才托举工程项目）。

1月22日春节，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《排烟“废热”变“绿能”》的科普文章，撰写人：学会会员、北京建筑大学讲师鲁军辉（入选北京市科协 2022-2024 年度青年人才托举工程项目）。



2月4日立春，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《智慧供热——未来集中供热的发展趋势》的科普文章，撰写人：学会会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授徐钱（入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目）。

2月5日元宵节，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《制冷科技推动雪上运动发展》的科普文章，撰写人：学会会员、中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副研究员孙德宇（入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目）。

2月6日，学会理事、北京理工大学教授宋孟杰提交了《关于数据中心冷却技术与首都供暖相耦合以服务低碳战略目标的建议》《关于后冬奥时代持续开展冰雪相关基础研究的建议》，秘书处报送至市科协规划发展部。

2月16日，学会理事长唐俊杰提交了《关于积极回应市民关切尽快纠正现行医保政策的建议》，秘书处报送至市科协规划发展部。

2月19日雨水，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《了解特殊形态的水——超临界水》的科普文章，撰写人：学会会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授玄伟伟（入选北京市科协 2020-2022 年度青年人才托举工程项目）。

3月4日-13日，学会理事长唐俊杰作为全国政协第十四届委员会委员，形成五份提案上“两会”：《关于建立回收凭证制度，加强制冷剂回收，降低非二氧化碳温室气体排放的提案》《关于大力发展热泵技术，实现热量零碳供给的提案》《关于推动仓储融资规范化规模化发展的提案》《关于尽快修订酱油、食醋产品标准确保调味品安全的提案》《释放预制菜产业新消费潜力的提案》。

3月6日惊蛰，学会“北京 COOL 青年”品牌



科普活动发布了题为《固态水的奥秘——小冰块，大用途》的科普文章，撰写人：学会会员、北京科技大学土木与资源工程学院副教授涂壤（入选北京市科协 2022-2024 年度青年人才托举工程项目）。

3月8日妇女节，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《冰蓄冷空调的发展与应用》的科普文章，撰写人：学会会员、北京建筑大学环境与能源工程学院副教授邢美波（入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目）。

3月12日植树节，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《氢液化技术杂谈》的科普文章，撰写人：学会会员、中国科学院理化技术研究所项目副研究员王昊成（入选北京市科协 2023-2025 年度青年人才托举工程项目）。

3月18日，学会在北京紫玉饭店召开了第九届第二次全体理事会扩大会议。会议由理事长唐俊杰主持，传达了全国政协会议精神、《北京市科协社会组织党建工作委员会关于批准北京制冷学会党建工作小组组员调整的批复》，审议通过了《北京制冷学会 2022 年度工作总结及 2023 年度工作要点》，听取了 2022 年财务情况，同期召开了各工作委员会会议，监事长肖大海宣读了监事会意见，圆满完成各项议程。



3月21日春分，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《春暖人间，你可能需要它冰爽一下！》的科普文章，撰写人：学会会员、北京理工大学机械与车辆学院副教授张旋（入选北京市科协 2023-2025 年度青年人才托举工程项目），该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

3月28日，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《家用冰箱、家用空调节能小妙招》的科普文章，撰写人：学会理事、中国家用电器研究院噪声技术工程部、科技管理与战略发展部副部长、高级工程师汪超。

4月5日清明，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《热液体的怪异行为》的科普文章，撰写人：学会会员、中国建研院建科环能科技有限公司科研助理战斌飞（入选北京市科协 2023-2025 年度青年人才托举工程项目）。

4月7日-9日，学会积极助力“第三十四届国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会”，专家团队 8 人（理事长唐俊杰，专家工作委

员委员会主任李先庭，副理事长石文星、商跃，常务理事马国远，监事刘升，理事刘晓华、王宝龙）作为主席出席了 11 场次专题研讨会。学会理事、监事、会员单位相关专业技术人员受邀在 33 场专题研讨会上作报告，参与率高达 70%。

4月7日下午，学会与中国制冷学会共同主办“后冬奥时代冰雪技术和行业可持续创新展望论坛暨第十四届全国制冰机产业研讨会”。会议由副理事长石文星、商跃共同主持，邀请了威乐（中国）水泵系统有限公司技术及应用专家刘晔，常务理事、大连冰山冷热科技股份有限公司华北营销中心及冰雪全国营销总监孙涛，理事、北京理工大学教授宋孟杰，北京国家速滑馆经营有限责任公司副总经理朱景明，华商国际工程有限公司副总工程师孙天慧分别作了题为《安全可靠，泵发高效-冬奥场馆水泵解决方案》《后冬奥时代冰雪行业发展展望》《结霜除霜研究进展与挑战》《国家速滑馆后冬奥时代运营规划》《室内冰雪场馆制冷造雪系统设计与发展》的专题报告，100 余人线上线下参会。



4月14日，学会副理事长单位华商国际工程有限公司近百人赴首农东方供应链公司西郊食品冷冻厂考察参观。本次活动主题为“考察冷链经典项目、致敬制冷行业前辈、学习先进冷链技术、传承工匠精神”。学会老领导、老专家孙大琪、徐庆磊为参观人员讲解了设计理念和应用场景。学会秘书处工作人员随行参观。

4月18日，学会副理事长兼制冷空调专委会主任路宾，常务理事、制冷设备专委会主任冯向军在中国建筑科学研究院组织召开工作会议。会议讨论了“第三十届集中式空调高级研讨会”和“威

乐杯”北京制冷学会第十四届北京青年学术演讲比赛安排、“北京 COOL 青年”品牌科普活动、专业智库基地建设等工作并落实计划与方案。同期，青年工作委员会举办青年沙龙，学会理事、中国家电院智能装备研究所项目部部长、高级工程师汪超分享了题为《科研院所青年科技工作者如何找准定位发挥自身价值》的交流汇报，学会会员、中国建研院建科环能科技有限公司科研助理战斌飞作了题为《2022年度市科协智库基地重点课题——氨制冷系统冷库长期运行安全风险测评研究》的项目汇报。



4月20日谷雨，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《植物是如何喝水的？来看看有趣的毛细现象》的科普文章，撰写人：学会会员、北京科技大学土木与资源工程学院副教授涂壤，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

4月25日，学会作为支持单位，受邀参加了“2023 山东国际制冷、空调、通风及冷链产业博览会”。

5月1日劳动节，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《返璞归真，享受“低熵”生活》的科普文章，撰写人：学会会员、北京建筑大学环境与能源工程学院副教授邢美波，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

5月5日，北京科技大学举办演讲比赛校内选拔赛，9名在读研究生参赛。经过激烈角逐，前三名宋俊霖、李纤纤、苏向林将代表北京科技大学参加“威乐杯”暨北京制冷学会第十四届北京青年学术演讲比赛。

5月6日立夏，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《夏季空调使用窍门》的科普文章，撰写人：学会会员、中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副研究员孙德宇。

5月6日，学会在北京理工大学机械与车辆学院召开了“后冬奥时代冰雪技术创新和行业可持续发展研究”课题启动研讨会。课题负责人宋孟杰汇报了课题研究方案，课题组成员进行了研讨座谈。





5月11日-12日，学会作为支持单位，受河南省制冷学会邀请，理事长唐俊杰出席了“2023中国郑州国际制冷展览会”并作题为《积极响应行业关切，助力制冷事业高质量发展》的主题报告。

5月17日，北京市科协秘书长、二级巡视员李金涛，干部杨川、王松涛一行到学会开展工作调研。理事长唐俊杰，副理事长高沛洋、石文星，秘书长王昕等参与调研。

5月19日，在学会理事单位威乐（中国）水泵系统有限公司举办了“威乐杯”暨北京制冷学会第十四届北京青年学术演讲比赛，共有13名选手参赛。经过激烈角逐，前三名张旋、战斌飞、贾潇

雅将代表学会参加北京市科协举办的第二十四届北京青年学术演讲比赛复赛。市科协科普部副部长李斌出席活动并讲话。同年，学会荣获“北京市科协第二十四届青年学术演讲比赛优秀组织单位”称号。

5月21日小满，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《别听到辐射就害怕！原来它还有这些作用...》的科普文章，撰写人：学会会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授徐钱，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

5月22日，学会理事长唐俊杰，理事、清华大学长聘副教授王宝龙提交的《关于北京市率先实施制冷剂回收，降低非二氧化碳温室气体排放的建议》，被市科协《科技工作者建议》2023年第10期采用，被统战部信息刊物《建言专报》(2023-15)采用。

5月30日全国科技工作者日，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《空调外机爆炸？还能愉快地吹空调吗？》的科普文章，撰写人：学会会员、北京理工大学机械与车辆学院副教授张旋，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。



6月2日，学会理事长唐俊杰带领学会秘书处人员到访北京二商京华茶业有限公司，对接科普工作并参观北京茶叶博物馆。

6月14日，北京市社会组织管理中心主任温育梁、综合处处长许泉、社团一处副处长唐植辉、社团二处副处长马龙超、社团二处三级调研员高卫东一行到学会开展工作调研。北京市科协科技创新部副部长梁凌云出席调研会。学会理事长唐俊杰、副理事长商跃、秘书长王昕等参与调研。



6月16日，北京市科协召开了2023年度市科协决策咨询课题开题会。“后冬奥时代冰雪技术创新和行业可持续发展研究”课题负责人宋孟杰汇报了研究方案等，顺利通过了开题评审。

6月16-18日，由北京市科技教育中心（北京市科学技术协会党校）主办，学会承办的“双碳战略下的节能减碳与新能源绿色发展公益特训营”成功举办。本期特训营邀请了全国政协委员、理事长唐俊杰，北京科技大学教授童莉葛，中粮工科华商国际工程有限公司制冷专业总工马进，北京建筑大学党委常委、副校长、教授陈红兵，北京城建设计发展集团股份有限公司轨道交通院技术总监孟鑫，

清华大学教授兼任国际制冷学会E学部主席李先庭，中国建研院环能院副院长、建科环保科技有限公司副总经理路宾，中共中央党校（国家行政学院）办公厅一级巡视员、研究员牛献忠分别作了题为《积极响应行业关切 助力制冷事业高质量发展》《工业领域碳捕集路径探讨》《最快的冰 最绿色的馆》《建筑领域碳中和路径探索》《基于135课题研究成果-国内地铁站绿色节能方案探讨》《空调系统理论能耗与能效天花板》《清洁供暖与多能互补技术及其应用》《坚持实施科教兴国、人才强国、创新驱动发展战略，努力建设创新型国家》的专题讲座，3000余人次线上线下参加学习。同期开展了科学家精神宣讲、首都科技工作者沙龙活动，应急总医院烧伤整形科负责人张海军副主任医师讲述了随应急管理部中国救援队前往土耳其参加地震救援的行动经历，中粮工科华商国际工程有限公司冰雪及特种制冷事业部副总监李坤高级工程师讲述了参与2022北京冬奥会场馆设计、建造和赛事保障工作的亲身经历。



6月17日全国节能宣传周期间，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《新鲜美食的“传送门”！冷链是个什么链？》的科普文章，撰写人：学会会员、中国家用电器研究院贾潇雅，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

6月26日，前往学会副理事长单位中信大厦开展联学共建及业务交流活动。中国制冷学会特邀副理事长孟庆国、监事长金嘉玮、支部书记王从飞、副书记常琳，北京制冷学会副理事长路宾、聂美清、商跃和秘书长王昕，中信和业党委书记、董事长杨

劲，党委委员、副总经理张冬梅出席活动，学会及中信和业相关部门同志 30 余人参会交流。

6月26日世界制冷日，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《炎炎夏日也能滑雪，“用雪自由”是怎么实现的？》的科普文章，撰写人：学会会员、华商国际工程有限公司机电设计院机电设计所副所长李坤（入选北京市科协 2020-2022 年度青年人才托举工程），该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

6月30日，学会受市科协创新服务中心邀请，参加“数字科协”科创公共服务平台需求调研座谈会。



6月，学会理事长唐俊杰于 2022 年 4 月提交的《关于尽快制定奶牛养殖业发展规划 确保北京市牛奶自给率的建议》，被统战部信息刊物《建言专报》（2022-57）采用，并得到蔡奇同志批示。

6月，学会理事长唐俊杰于 2022 年 12 月提交的《关于推广应用高效无残留物理消杀技术保障冷链流通安全的建议》，被统战部信息刊物《建言专报》（2022-64）采用，并得到尹力同志批示。

7月2日，学会副理事长兼食品冷藏专委会主任王斌，常务理事、冷藏运输专委会主任兰洪杰在一轻科技集团组织召开工作会议。会议讨论了



“第十七届食品冷藏链高级研讨会”安排、“北京 COOL 青年”品牌科普活动、专业智库基地建设等工作并落实计划与方案。

7月4日-6日，学会秘书处人员参加了“2023 年市级社会组织负责人教育培训班”。

7月4日-9日，由北京制冷学会主办，北京建筑大学培训中心承办的“2023 年度继续教育培训班”成功举办。本期培训班邀请了清华大学教授李先庭、华商国际工程有限公司机电设计院机电设计所副所长李坤、北京科技大学副教授吴延鹏、清华大学教授石文星、中粮工科检测认证有限公司总经理司春强、北京城建设计发展集团股份有限公司轨道交通院技术总监孟鑫、清华大学长聘副教授王宝龙、中国建筑科学研究院低碳建筑研究中心主任邓高峰、中国建筑科学研究院环能科技副主任魏峥、北京市市政工程设计研究总院有限公司轨道交通与地下空间院副院长李科、北京理工大学教授宋孟杰分别作了题为《代表作如何整理与撰写》《氨制冷技术的应用与思考》《数据中心冷却技术进展》《“双碳”战略背景下的热泵技术》《冷链装备相关标准解读和检测案例分析》《城市轨道交通用能与节能》《制冷与热泵技术的发展》《建筑室内空气质量控制技术》《建筑机电系统全过程调适技术体系》《综合交通枢纽低碳实施路径及暖通空调实施关键技术》《科研逻辑架构与科技论文发表》的专题讲座。50 余人参加学习，完成了全部培训内容，获得了由北京制冷学会、北京建筑大学培训中心共同颁发的结业证书。



7月5日，学会理事长唐俊杰作为中国科协十大代表，面向各理事单位广泛征集，经讨论研究决定，与副理事长单位中国科学院理化技术研究所共同申报了“器官低温灌注国产高端医疗设备的发展战略分析”课题，并获得中国科协 2023 年度专项资助。

7月10日，受光明网邀请，学会推荐会员、被托举人、中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院供热中心主任袁闪闪作为优秀女性科技工作者，参与录制《繁星追梦》人物访谈系列栏目。



7月11日，学会副理事长兼低温技术专委会主任公茂琼，常务理事、低温医疗低温生物专委会主任张海军在中国科学院理化技术研究所组织召开工作会议。会议讨论了“第九届低温技术低温生物医疗高级研讨会”安排、“器官低温灌注国产高端医疗设备的发展战略分析”调研课题、“北京 COOL 青年”品牌科普活动、专业智库基地建设等

工作并落实计划与方案。

7月11日，学会与北京理工大学共同开展科普进校园活动，组织东直门中学高二年级 39 名师生参观了北京理工大学校史馆、新能源汽车国家监测与管理平台、大型空间结构动力学实验室。



7月12日全国低碳日，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《古人是如何制冷的？这种空调更节能！》的科普文章，撰写人：学会会员、清华大学建筑技术科学系博士后杨子旭，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

7月14日，密云区石峨村书记与学会对接，落实御皇李子名优果品申报项目中冷藏车定制选型等事宜。理事单位河北壹雪制冷科技有限公司与村委会对接需求，完成冷藏车定制以及车辆上保险、上牌等事宜，并将持续提供技术服务。

7月23日大暑，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《采一束阳光，给你明亮，给你清凉！》的科普文章，学会会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授王存海（入选北京市科协 2022-2024 年度青年人才托举工程项目）。

7月26日，以“环保低碳 智慧发展”为主题的“2023 冷冻冷藏行业创新发展高峰论坛”在烟台召开。学会作为协办单位受邀参会，理事长唐俊杰作了题为《双碳背景下冷冻冷藏行业制冷剂的选择》的主题报告。会议同期举办了“中国制冷维修行业工商用二氧化碳制冷设备（冷冻冷藏）专项培训”。



8月5日，学会在西郊食品冷冻厂召开了第九届第二次常务理事会议。会议由理事长唐俊杰主持，传达了北京市科协有关文件精神《北京市科协 2023 年下半年工作安排》，审议通过了《北京制冷学会 2023 年上半年工作总结和下半年工作要点》，研究确定了人事变动等事宜，监事长肖大海宣读了监事会意见，圆满完成各项议程。

8月8日立秋，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《坐地铁你喜欢强冷还是弱冷？》的科普文章，撰写人：学会理事、北京市市政工程设计研究总院有限公司轨道交通与地下空间研究院副院长、教授级高级工程师李科等，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

8月11日，市科协规划发展部在首建金融中心召开智库基地调研会议，学会作为“北京市科协

制冷暖通空调和低温技术专业智库基地”受邀参会并作经验交流。



8月17日，学会在西郊食品冷冻厂召开了“器官低温灌注国产高端医疗设备的发展战略分析”课题启动研讨会。会议由课题负责人、理事长唐俊杰主持，课题骨干饶伟汇报了课题研究方案等，课题组成员进行了研讨座谈。来自低温医疗低温生物专委会、制冷设备专委会、冷藏运输专委会的多位专家参会并提出了很多专业性、指导性强的意见和建议。

8月17日，学会监事长、国内贸易设计研究院原副院长肖大海，学会会员、华商国际工程有限公司机电设计院机电设计所副所长李坤提交的《关于尽快对灾区冷链物流基础设施进行评估和重启的建议》，被市科协采用并报送至北京市政府办公厅信息处，经统战部报送被中共北京市委办公厅信息刊物《信息专报》2023 年第 588 期采用。

8月23日处暑，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《磁体也能制冷？神奇的黑科技制冷技术！》的科普文章，撰写人：学会会员、北京理工大学助理研究员李振兴，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

8月24日，学会理事、建科环保科技有限公司国家空调设备质量检验检测中心中心副主任徐昭炜，副理事长、清华大学建筑学院教授石文星等人提交了《关于对灾区空气源热泵等清洁取暖设备开展评估和灾后修复的建议》，秘书处报送至市科协规划发展部。

8月31日，由中国制冷学会主办的“2023 年

中国制冷学会青年科技工作者发展论坛”在天津商业大学成功举办，学会作为支持单位受邀参会。学会理事、北京理工大学宋孟杰教授作了题为《一名青年科技工作者二十年成长历程的回顾与思考》的主题报告，分享了个人科研、发展经历、工作实践中的经验与体会。

9月8日，学会受邀参加“中国制冷学会科技志愿服务总队成立大会”，并获得“制冷在你身边十周年公益活动优秀单位”称号。



9月16日，由北京市科学技术协会指导，北京制冷学会、中国建研院建科环保科技有限公司主办，制冷空调专业委员会、制冷设备专业委员会承办的“第三十届集中式空调高级研讨会暨（单位）会员大会”在中国建筑科学研究院隆重举办。上午，会议由学会副理事长兼制冷空调专业委员会主任、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长、建科环保科技有限公司副总经理路宾主持，听取了王昕秘书长作的《北京制冷学会 2023 年工作报告和重点活动安排》，邀请全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院专业总工程师、建筑环境与能源研究院院长徐伟，北京市住建委建筑节能与建筑材料管理事务中心研究室主任李超，北京市发

改委节能环保中心新能源部副部长孙干，北京城建设计发展集团股份有限公司轨道交通院技术总监孟鑫，北京市建筑设计研究院有限公司副总工程师王毅，清华大学长聘副教授王宝龙分别作了题为《零碳建筑技术与实践》《北京市民用建筑绿色发展现状及展望》《北京市可再生能源应用政策及案例》

《构建具有区域适应性的城市轨道交通通风空调系统》《现代峰会建筑空调系统的优化设计与节能》《面向系统能效的集中式空调系统新风控制策略研究》的报告。下午，会议由学会常务理事、制冷设备专业委员会主任、大金（中国）投资有限公司总裁助理兼技术开发研究院副院长冯向军主持，邀请了威乐（中国）水泵系统有限公司技术及应用专家刘晔、中国中元国际工程有限公司三院暖通室主任张晨、美的楼宇科技解决方案高级架构师宋应乾、中国建筑设计研究院有限公司副总工程师徐征、中国建筑科学研究院环境测控中心专业总工杨英霞分别作了题为《安全可靠 泵发高效 威乐商用建筑水泵系统解决方案》《科研建筑负荷特点及冷热源选择》《城市更新下民用建筑集中制冷机房高质量发展路径探讨》《洁净手术部和实验室的冷热指标估算方法》《既有建筑低碳化改造技术及实践》的报告，共 210 余人参会。

9月16日臭氧层保护日，学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《还记得南极“臭氧层空洞”吗？它快被修好啦！》的科普文章，撰写人：学会会员、北京联合大学副教授张传钊，该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

9月20日，学会在理事单位北京国家速滑馆





经营有限责任公司召开了“后冬奥时代冰雪技术创新和行业可持续发展研究”课题调研座谈会。课题负责人宋孟杰主持会议并汇报了研究进展情况，课题组成员研讨座谈。东直门中学师生列席会议并参观学习。

9月22日-23日，由京津冀三省市制冷学会联合主办，以“制冷热泵技术助力碳中和”为主题的“第八届京津冀制冷空调科技创新论坛”在天津商业大学成功举办。学会理事长唐俊杰致辞并作题为《双碳背景下冷冻冷藏行业制冷剂的选择》主题报告，副理事长石文星作题为《空调供暖系统低碳发展技术路径》主题报告。学会组织理事、会员30余人参会。



9月25日，与学会理事单位、社会实践基地北京电子信息技师学院联合开展了“2023年全国科普日活动”。学会副理事长兼科普培训工作委员会主任、北京科技大学教授王立，北京电子信息技师学院副院长王京红等出席活动。中国建研院建科环能科技有限公司供热工程技术研究中心暖通工程师来婷、北京科技大学鼎新博士后左忠琪作了题为

《制冷在你身边》《现代制冷技术应用及发展》的科普讲座，受到师生欢迎。



9月27日，受会员单位北京凯司葆鲜科技有限公司委托，学会在香山饭店组织召开了冻鲜食品标准研讨会，理事长唐俊杰、监事长肖大海、秘书长王昕及理事、专家15人出席会议。ABI株式会社社长和田哲男详细介绍了CAS细胞存活系统的技术特点与应用场景，与会专家展开了技术交流与研讨。

9月29日中秋，学会“北京COOL青年”品牌科普活动发布了题为《野外生存小技能——如何获取饮用水》的科普文章，撰写人：学会会员、北京科技大学土木与资源工程学院教授涂壤。

10月7日，学会理事长唐俊杰提交的《关于降低北京医保门（急）诊起付标准的建议》，被市科协采用并报送至北京市政府人民建议征集办公室。

10月8日，在中国建筑科学研究院有限公司

成立70周年之际，学会理事长唐俊杰受邀出席“第三届中国建筑科学大会”并发去贺信。

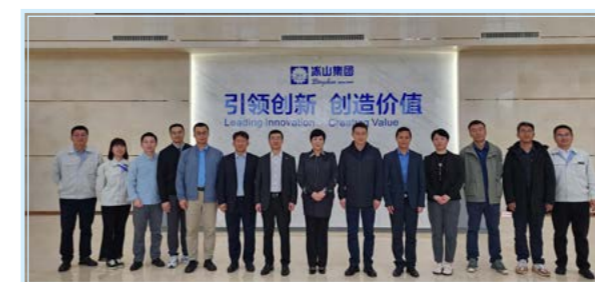
10月10日，学会组织电子信息技师学院制冷专业师生20余人，前往理事单位北京国家速滑馆经营有限责任公司、会员单位北京国家游泳中心有限责任公司参观学习交流。



10月11日，学会理事宋孟杰、副秘书长汪洋探望周远院士。

10月13日国际减灾日，学会“北京COOL青年”品牌科普活动发布了题为《我们离不开的“NH₃”》的科普文章，撰写人：学会会员、华商国际工程有限公司机电设计院机电设计所副所长李坤。

10月13日-15日，“后冬奥时代冰雪技术创新和行业可持续发展研究”课题组成员赴冰山冷热科技股份有限公司和大连理工大学等单位开展技术调研。



10月26日，受北京市科技教育中心（北京市科协党校）邀请，学会组织专家、企业代表赴密云区蔡家洼村，针对智慧村庄、农业设施、冷链建设等方面的需求，开展区域发展赋能对接活动。理事王宝刚、专家周家华针对预制菜等给出了整体规划和具体建议。理事单位河北壹雪制冷科技有限公司

副总经理尉潇泽、会员单位京工智能（北京）科技有限公司总经理高扬参会并随行调研。



10月31日，由北京市科学技术协会指导，北京制冷学会主办，冷藏运输专业委员会、食品冷藏专业委员会承办的“第十七届食品冷藏链高级研讨会”在北京首农香山会议中心隆重举办。会议由常务理事、冷藏运输专业委员会主任、北京交通大学教授兰洪杰主持，邀请了农业农村部规划设计研究院研究员程勤阳、中粮科工华商国际工程有限公司机电设计院副院长总经理吴邦喜、冰山冷热科技股份有限公司华北总监及冰雪工作部部长孙涛、天津澳宏环保材料有限公司总经理王海涛、中国人民大学教授生吉萍、北京市农林科学院农产品加工与食品营养研究所研究员王宝刚分别作了题为《农产品冷链物流支持政策解读》《食品冷链制冷系统低碳路径选择与探讨》《冰山智慧绿色能源应用技术助力冷链行业低碳发展》《双碳目标下制冷剂回收再利用的潜力分析》《冷藏链中的食品安全风险分析与控制策略》《果品流通过程的标准化及应用》的主题报告，共130人参会。会议得到了冰山冷热科技股份有限公司、天津澳宏环保材料有限公司、斯必克冷却技术（苏州）有限公司的大力支持。

11月3日，学会秘书处人员参加了市科协组织的《内部治理规范要点》线上培训。



11月3日,学会受邀参加“市科协科技工作者培训项目座谈会”并进行经验交流。

11月8日立冬,学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《能源气体储运好帮手——混合工质节流制冷技术》的科普文章,撰写人:学会会员、中国科学院理化技术研究所项目副研究员王昊成(入选北京市科协2023-2025年度青年人才托举工程)。

11月8日,学会常务理事、北京交通大学经济管理学院物流管理系主任、教授兰洪杰提交了《关于提升北京市国际航空寄递物流服务能力建议》,秘书处报送至市科协规划发展部。

11月9日-11日,由中国制冷学会主办,河南省制冷学会承办的“36次各省市自治区制冷学会秘书长会议”在郑州召开。学会理事长唐俊杰出席会议,秘书长王昕作了题为《争当表率、走在前列、团结引领首都制冷科技工作者,争创北京特色一流学会》的经验交流汇报。学会荣获“2023年度优秀地方学会”称号并受到表彰。



11月15日,学会与副理事长单位中信和业、清华大学未央书院联合开展“联学联建”暨业务交流活动。理事长唐俊杰,监事长肖大海,秘书长王昕,中信和业党委书记、董事长杨劲,党委委员、副总经理张冬梅,首席机电总监、学会副理事长聂美清,更新事业部党总支书记、总经理向炜,清华大学教授、学会副理事长石文星以及秘书处工作人员、中信和业专家、清华大学未央建环31班全体同学和研究生等30余人参加活动,参观了“学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想专题展”



和中信成果展,并开展技术研讨与交流。

11月18日,学会在西郊食品冷冻厂召开了2024-2026年度青年人才托举工程被托举人遴选评议会,会议由常务理事、青年工作委员会主任陈红兵教授主持。学会组建了同行专家评议组,通过听取汇报、专家问询和遴选评议等方式,确定了刘常平、贾潇雅、郭伟3名被托举人提名人选,并同步在学会官网予以公示。同期召开了2022-2024年度、2023-2025年度被托举人阶段性总结汇报会和2021-2023年度被托举人结项汇报会。

11月21日-24日,学会积极助力“2023年中国制冷学会学术年会”,专家团队10人(副理事长公茂琼,常务理事马国远、冯向军,监事贾晓明、李先庭,理事刘晓华、王宝龙、饶伟、宋孟杰、李红旗)作为论坛主持人和特邀报告专家出席年会。同时,学会理事、会员单位13家参与本届年会,它们是清华大学、中国科学院理化技术研究所、北京建筑大学、北京工业大学、大金(中国)投资有限公司技、冰山冷热科技股份有限公司、冰轮环境技术股份有限公司、冰河冷媒科技(北京)有限公司、北京理工大学、威乐集团威乐(中国)水泵系统有限公司、中国家用电器研究院、暖通与楼宇设备销售有限公司、比泽尔制冷技术(中国)有限公司,相关专业技术人员受邀在42场分论坛上作报告,参与率高达70%。

11月22日小雪,学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《冰箱里的水果一不小心就变黑了?这样贮藏才对!》的科普文章,撰写人:

学会会员、中国农业科学院农产品加工研究所副研究员赵焱焱,该篇文章被光明网和市科协新媒体矩阵转发。

12月6日,学会在西郊食品冷冻厂召开了“后冬奥时代冰雪技术创新和行业可持续发展研究”课题结题座谈会。课题负责人宋孟杰主持会议,并汇报了课题研究结论、研究成果、课题专报等情况。课题组成员听取汇报并提出合理化意见和建议。

12月8日,北京市科协召开了2023年度决策咨询课题结题会。课题骨干、北京理工大学副教授张旋和副秘书长汪洋前往汇报了“后冬奥时代冰雪技术创新和行业可持续发展研究”课题成果,并顺利通过结题评审。

12月12日,学会理事长唐俊杰带领秘书处人员赴理事单位北京华能共发低温科技有限责任公司开展服务对接、技术交流。



12月14日,学会专家、全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院专业总工程师徐伟,学会会员、中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副研究员孙德宇提交了《关于规模化推广低碳零碳建筑的建议》,秘书处报送至市科协规划发展部。

12月14日,学会“北京 COOL 青年”品牌科普活动发布了题为《冬奥会史上“最快的冰”的幕后英雄——CO₂(二氧化碳)跨临界制冷技术》的科普文章,撰写人:学会会员、北京科技大学能源与环境工程学院硕士

研究生宋俊霖。

12月15日,学会理事、北京理工大学教授宋孟杰,学会会员、北京理工大学副教授张旋、副研究员张龙提交了《关于提高北京市低温雨雪冰冻灾害应急管理水平的政策建议》,秘书处报送至市科协规划发展部。

12月15日,由北京制冷学会主办,低温技术专业委员会、低温医疗低温生物专业委员会承办的“第九届低温技术低温医疗生物高级研讨会”在中国科学院理化技术研究所隆重举办。会议由学会副理事长兼低温技术专业委员会主任公茂琼,常务理事、低温医疗低温生物专业委员会主任张海军共同主持,邀请了应急总医院烧伤科负责人张海军,中国科学院理化技术研究所特别研究助理王宪,中国科学院动物研究所研究员于乐谦,北京中医药大学东方医院肿瘤科副主任周天,中国科学院理化技术研究所研究员彭楠,首都医科大学附属北京妇产医院妇科内分泌科主任、首都医科大学妇产科学系执行主任阮祥燕,中国科学院理化技术研究所研究员饶伟分别作了题为《国际救援中冻伤的危害及防治策略》《低温冷疗装备及产业化》《多能干细胞的多能态及其应用》《冷消融联合中药肺癌治疗》《大型低温制冷系统研究进展》《低温冻存保护患者生育力与卵巢功能的临床应用进展》《器官低温灌注国产高端医疗设备的发展战略分析》的主题报告,共60余人参会。

12月15日,学会在中国科学院理化技术研究所召开了“器官低温灌注国产高端医疗设备的发展



战略分析”课题结题研讨会。会议由课题负责人、理事长唐俊杰主持，课题骨干饶伟团队汇报了课题成果，课题负责人、副理事长刘静和课题组成员听取汇报并提出合理化意见和建议。课题成果经秘书处报送至北京市科协规划发展部。

12月21日，学会召开了“北京鲜活农产品流通中心制冷系统专家咨询论证会”。专家组听取了情况汇报，审阅了相关材料，经过质询和讨论，形成了专家论证意见。北京水产集团有限公司和中心工作人员、项目设计人员、商户代表近30人参会。

12月22日，由通州科协主办，北京制冷学会

等10余家学会协办的“北京智慧绿色低碳新技术交流会”在北京阳光嘉悦酒店召开，同期举办了“北京城市副中心绿色发展创新服务平台”成立仪式。秘书长王昕和理事、会员单位相关人员30余人参会。

12月25日，学会专家、全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院专业总工程师徐伟，学会会员、中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副研究员孙德宇提交了《关于北京市规模化推广低碳零碳建筑的建议》，秘书处报送至市科协规划发展部。

12月25日，学会专家工作委员会主任李先庭组织开展走访慰问活动。理事长唐俊杰，常务理事、专家委员会副主任林坤平等前往北京市建筑设计研究院，对学会原副理事长吴德绳、孙大琪进行慰问并开展座谈交流。



争当表率、走在前列、团结引领 首都制冷科技工作者，争创北京特色一流学会 北京制冷学会 2023 年工作总结

在北京市科协、中国制冷学会帮助和指导下，北京制冷学会坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大精神，以新时代首都发展为统领，树牢首都意识、坚持首善标准、发扬首创精神，以弘扬科学家精神为内核，以服务于首都科技创新中心建设、提高市民科学素质为着力点，打造具有生机活力的北京特色现代科技社团。学会围绕“四个一流”北京特色一流学会建设目标，以四大能力建设为抓手，以“北京市科协制冷暖通空调和低温技术专业智库基地”为载体，团结带领首都广大制冷领域科技工作者，围绕党和政府所需、科技工作者所盼、人民群众所急开展了大量富有成效的特色服务活动，充分发挥学会组织不可替代的独特作用，学会高质量发展迈上新台阶，有力服务首都工作大局。

在唐理事长的带领下，学会持续深入推动学术交流和学术研究，充分发挥学会在学术领域、行业领域中的领头雁作用，围绕国际国内前沿科技领域和卡脖子技术，碰撞火花、启迪智慧，实现跨学科多领域交叉融合的学术交流和研讨。

一是形成助力原始创新的学术交流平台，强化学术引领能力。发挥首都区位优势，聚焦北京十大高精尖产业和重点学科分布，与中国制冷学会、北京市科协等共同主办、承办协办了多项高水平学术交流活动。具体有：积极助力2023中国制冷展、2023中国制冷学会学术年会。与中国制冷学会共同主办了“后冬奥时代冰雪技术和行业可持续创新发展论坛暨第十四届全国制冰机产业研讨会”。主

办“第三十届集中式空调高级研讨会暨（单位）会员大会”“第十七届食品冷藏链高级研讨会”“第九届低温技术低温医疗生物高级研讨会”“第八届京津冀制冷空调科技创新论坛”。协办“北京智慧绿色低碳技术交流会”“碳中和先进科学技术交流会”等。在通州区科协牵头下，与多家社会组织发起成立了“北京城市副中心绿色发展创新服务平台”。

二是构建服务创新中心建设的科创平台，高标准推进智库基地建设。作为北京市科协制冷暖通空调和低温技术专业智库基地，围绕社会发展、科技治理中的重大问题，提出具有前瞻性的政策建议，针对突发事件、科技创新热点难点问题，快速建言献策、揭榜领题。

全国两会上，全国政协委员、理事长唐俊杰提交了《关于大力发展热泵技术，实现热量零碳供给的提案》《关于建立回收凭证制度，加强制冷剂回收，降低非二氧化碳温室气体排放的提案》等5份政协提案。学会提交了《关于北京市率先实施制冷剂回收，降低非二氧化碳温室气体排放的建议》《关于尽快对灾区冷链物流基础设施进行评估和重启的建议》《关于降低北京医保门（急）诊起付标准的建议》等11篇专家建议报送至市科协规划发展部。部分建议被《科技工作者建议》、《建言专报》采用报送市领导参阅。

另外，唐理事长作为中国科协十大代表，与中科院理化所刘静、饶伟团队共同申报了《器官低温灌注国产高端医疗设备的发展战略分析》调研课题，

获得中国科协专项资助。学会还充分发挥智库基地的资源优势，在承担市科协相关课题的同时，紧紧围绕都市型农业发展和农业中关村建设，积极助力乡村振兴。

三是打造助力青年科技人才成长的托举平台，助力北京高水平人才高地建设。着力提升联系服务科技人才的谋划力、行动力。通过举办学术演讲比赛、继续教育培训、青年优秀科技论文推荐、青年科技工作者主题沙龙、论坛访谈、公益特训营等活动，助力优秀科技人才成长。提升育才荐才的保障力和支持力，做好全国及北京市重点奖项的举荐工作。推荐科技工作者，参加茅以升北京青年科技奖、北京最美科技工作者、首都最美巾帼奋斗者、第十批“北京市优秀青年人才”、中国制冷学会科学技术青年奖、中国制冷学会第九届青年人才托举、中国科协及北京市科协工程领域高层次评审专家以及北京市科协科技人才奖项评审专家等评选活动，拓宽了科技人才参评各类奖项的渠道和范围，推动建立科学合理、各有侧重的科技人才评价标准。

同时做好首都制冷科技后备人才储备工作，新增个人会员 344 人，新增会员单位 8 家。

四是打造传播科学思想的科普平台，构建高质

量科普服务体系。按照《北京市全民科学素质行动规划纲要（2021-2035 年）》工作部署，结合工作实际，发挥制冷学科和专业优势，开展贴近首都发展、贴近时代、贴近群众生活的特色科普活动。

2023 年度“北京 COOL 青年”品牌科普活动共发布科普文章 29 篇，其中 11 篇科普文章被市科协蝌蚪五线谱新媒体矩阵和光明网录用，点击率超过三百万次。

借助理事、会员单位的博物馆展厅、重点实验室、奥运场馆等场馆资源，积极参与北京“科技馆之城”建设。开展了高中生进高校、“制冷在你身边”科普知识讲座和奥运场馆参观等科普活动，共同建立了科普阵地，构建了优质科普资源共享机制。

学会各项工作得到了北京市科协、民政局等主管部门的高度认可和肯定，领导多次到学会开展专题调研。学会也获得了“第二十四届青年学术演讲比赛优秀组织单位”“制冷在你身边十周年公益活动优秀单位”“中国制冷学会 2023 年度优秀地方学会”荣誉称号，2023 年全国科普日主场活动暨第十三届北京科学嘉年华也给学会发来了感谢信。

2023 年学会工作取得了进步和更广泛关注，离不开各位理事的大力支持，再次表示衷心的感谢。

北京制冷学会 2024 年工作重点

2024 年是中华人民共和国成立 75 周年，是实施“十四五”规划的关键一年，是京津冀协同发展战略实施 10 周年，也是学会成立 45 周年。总体工作要求是：坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大和二十届二中全会精神，认真贯彻总书记关于科技创新、群团工作的重要论述和对北京重要讲话精神，以新时代首都发展为统领，履行“四服务”职责，团结带领首都广大制冷科技工作者，为国际科技创新中心建设和首都高质量发展做出新贡献。

学会将围绕办会宗旨和工作职能，在继续做好各项延续性工作的同时，重点聚焦以下几个方向开展工作。

一、组织工作

1. 至少半年召开 1 次常务理事会议、监事会会议；每年至少召开 1 次理事会会议、会员代表大会。

2. 5-6 月，各工作委员会、专业委员会主任召开工作会议，围绕学会 2024 年工作重点，落实年度工作任务。由副主任撰写会议纪要，主任审核后提交至秘书处。

二、学术引领

1. 国际学术交流：

4 月 8-10 日，2024 中国制冷展在北京国际展览中心新馆（顺义馆）举办。受中国制冷展组委会、中国制冷学会委托，学会承办“中国制冷展全国省级制冷学会观摩团”，为各省市制冷学会协会负责人提供观展服务；组织在京高校师生和科研人员、工程和用户领域的专业技术人员集体观展；为个人

观展人员搭建资讯平台，每天定时转发观众预登记通知和展会相关信息；推荐学会单位会员作为展商参展。

4 月 8 日下午，与中国制冷学会共同承办“第十五届全国制冰机产业高级研讨会暨第十三届制冷机械设备高级研讨会”，会议主题为“国际消费中心城市建设”，围绕制冷、制冰、送风、造雪、除湿、场馆运营等领域和应用场景开展学术交流。

10 月份学术月期间，专家工作委员会、学术编辑工作委员会共同承办“第三届中英‘一带一路’能源研究和创新合作会议”，会议规模 200 人。

2. 国内学术交流：

7 月，低温技术专委会、低温医疗低温生物专委会共同承办“第十届低温技术低温医疗生物高级研讨会”，会议规模 80 人。

8 月，食品冷藏专委会、冷藏运输专委会共同承办“第十八届食品冷藏链高级研讨会”，会议规模 100 人。

9 月，制冷空调专委会、制冷设备专委会共同承办“第三十一届集中式空调高级研讨会”，会议规模 150 人。

3. 京津冀协同发展：

6 月 16-18 日，京津冀三省市制冷学会共同主办“第九届京津冀制冷空调科技创新论坛”，会议地点河北省石家庄市河北科技大学校内。

★征集冠名、支持、赞助单位和报告人、志愿者等。

三、专业智库

作为北京市科协制冷暖通空调和低温技术专业



智库基地，围绕能源革命、碳达峰碳中和等与能源发展密切相关的内容，以及绿色低碳产业发展、京津冀协同发展、国际消费中心城市建设等开展决策咨询活动；承接“应对低温雨雪极端天气和冰冻灾害防范举措”调研课题；全年提交不少于10篇政策建议；开展产业调研、技术咨询、专家论证、下沉服务企业等，赋能区域发展，助力乡村振兴。

★征集决策咨询沙龙议题、调研课题、政策建议、团体标准，企业、行业、涉农服务需求等。

四、人才成长

三季度，举办北京制冷学会第十五届北京青年学术演讲比赛（北京市科协第二十五届北京青年学术演讲比赛初赛）；四季度，举办青年人才托举工程被托举人汇报会、遴选评议会；定期开展人才举荐、青年沙龙等活动。

★征集演讲比赛冠名支持单位、参赛选手和志愿者；征集青年沙龙议题、支持单位、活动场地等。

五、科学普及

继续做好“北京 COOL 青年”品牌科普活动，每月定期发布科普文章（短视频）1-2篇；开展“制冷在你身边”科普宣传活动；受首都图书馆、北京市科学技术研究院科普部邀请，共同举办科普讲座。

★征集科普文章、科普短视频、科普讲座主题、科普志愿者等。

六、会员服务

三季度，举办2024年继续教育培训班和“会员日”活动。

11月，由北京市科技教育中心（北京市科学技术协会党校）主办，北京制冷学会承办的“双碳战略下的节能减碳与新能源绿色发展公益特训营”在京举办，为期三天，线下活动规模50-70人。同期举办首都科技工作者沙龙。

《北京制冷简讯》为单位会员提供广告版面，欢迎预订；开展定制化培训、工程能力评价、科技评价、校企会合作等。

★征集企业培训、工程能力评价、技术咨询、科技评价、校企会合作需求；“会员日”活动征集冠名、支持、赞助单位和志愿者。

2024年，学会工作具有创新性、效益性，相信在各位理事、监事和单位会员、个人会员的大力支持下，学会定能攻坚克难，凝心聚力，确保高质量完成全年目标和任务，工作再上新台阶，取得新成绩！

关于数据中心冷却技术与首都供暖相耦合以服务低碳战略目标的建议

北京制冷学会理事、北京理工大学教授、结霜实验室主任 宋孟杰

一、现状及问题

北京市作为中国的经济、政治和文化中心，其数据中心建设始终居于全国前列。相关数据表明，2020年北京地区数据中心市场规模达到269.8亿元，占全国数据中心市场的27.1%。数据中心冷却系统是保证IT设备可靠运行的重要构成，也是数据中心节能降碳的关键环节。为贯彻落实碳达峰、碳中和目标要求，进一步推动数据中心形成绿色集约的一体化运行格局，2021年11月，国家发展改革委等四部委联合发布了《推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》。同年，北京市发布《北京市数据中心统筹发展实施方案》，要求推进北京市数据中心绿色化、智能化、集约化发展。

与此同时，在碳达峰、碳中和的大背景下，构建安全、低碳、清洁、高效、智慧、经济的供热系统，是北京市“十四五”时期能源发展规划中的重要举措。2022年12月，北京市人民政府国有资产监督管理委员会发布《市管企业碳达峰行动方案》。该方案提出深入推进城市供热系统转型替代，坚持可再生能源供热优先原则，加快在京供热系统能源低碳转型替代，全面布局新能源和可再生能源供热，有序开展地热、再生水及余热资源供暖制冷。

因此，积极探索数据中心冷却技术及其余热回收利用供暖技术，对助力北京市成为人工智能算力枢纽、先进节能技术应用高地，发挥首都“双碳战略”实施中的引领功能具有重要意义。然而，随

着信息技术的发展，关于数据中心冷却技术与首都供暖相耦合以服务低碳战略目标亦面临巨大挑战：

一是高热流密度芯片级冷却技术亟需攻关。目前通常采用微通道流动沸腾换热技术解决数据中心高热流密度散热问题，但由于受限空间流动沸腾机理的复杂性和随机性，微通道流动沸腾过程中的流动不稳定性以及两相冷却系统的通道换热表面强化仍是其技术应用实现所需要克服的难点。同时，由于数据中心功率模块呈现分布式多热源的产热特征，对每个功率模块利用微通道相变冷板会极大地增加冷却系统的复杂程度，带来系统层面的运行不稳定性，故多热源热量的协同转移亦是亟需解决的难点问题。

二是热管换热器结构优化与传热强化协同提升存在难点。目前已开始采用热管技术对芯片冷却。然而，热管工质在长距离输送热量的工况下，由于沿程阻力以及重力势能的双重作用，极易因流动阻力而导致热管失效。因此，如何制备出适用于超长热管的高效换热工质，并明晰热管壁面结构与工质流动的强化传热协同机理是亟待解决的问题。

三是数据中心余热与供暖负荷之间存在能级与时空不匹配的问题。在冬季需要供暖的地区，绝大部分数据中心均可采用自然冷源。然而，无论是直接自然冷却产生的热空气，还是间接自然冷却产生的水，其温度水平几乎无法在冬季用于直接供暖，若想利用这部分低温余热，还需要使用热泵等余热回收技术。此外，供暖需求一般只存在于冬季，且



供暖负荷随室外温度变化明显，而数据中心全年运行，其余热量受室外温度影响不大。因此，如何解决数据中心余热与供暖负荷之间的能级与时空不匹配问题是数据中心能源高效利用的关键。

二、建议

为深入推进北京市数据中心绿色化、智能化、集约化发展，助力北京碳达峰碳中和目标实现迈上新台阶，建议：

一是开发芯片级平板热管耦合微通道流动沸腾的多源相变热管理技术。研究分布式平板热管作用于分布式芯片热源条件下的应用形式，重点考虑平板热管耦合微通道流动沸腾新型热管理模式的具体特征，构建多冷凝端与相变冷板一体化设计方案，开展平板热管耦合微通道流动沸腾的新型热管理模块散热研究，提出高效稳定的多冷凝端相变冷板流道结构设计与不稳定抑制方案。此外，开展分布式芯片热源快速传热-散热器机制耦合作用下的新型多源相变热管理模块联合运行特性，重点关注机柜层面的负荷波动特征与温度变化规律，最终构建并发展微通道流动沸腾耦合平板热管传热的新型复合多源相变热管理方案基础理论与技术。

二是开发超长环路热管提质增效结构设计及传热强化技术。研发超长环路热管自湿润流体工质，设计具有微纳复合结构的吸液芯，研究微纳吸液芯孔隙率、渗透率和毛细力对热沉整体换热性能的影响，并对微纳吸液芯综合毛细性能进行优化。结合流阻网络模型，综合考虑放置角度和气流线长度的影响，构建热管内部汽液塞流动循环过程，并预测不同结构参数对超长环路热管传热性能的影响，最终实现热量高效传输，突破长距离热管高热流密度散热瓶颈。

三是构建数据中心余热回收利用及供暖一体化技术。首先，使用高效换热器及热泵等先进节能技术加强对数据中心余热的梯级回收，减少余热资源的损失。其次，充分利用现有的城市热网，增加余热的传输效率，减少余热在输送过程中的损失。最后，开展非采暖期余热蓄能技术，并积极推进区域能源互联网建设，实现余热供需信息匹配，形成高效的能源交易和需求响应机制。

2023年2月6日报送（NO.1）

关于后冬奥时代持续开展冰雪相关基础研究的建议

北京制冷学会理事、北京理工大学教授、结霜实验室主任 宋孟杰

一、现状及问题

北京冬奥会、冬残奥会的成功举办，使“三亿人参与冰雪运动”成为现实，时至今日大众冰雪运动热度不减。冰雪产业发展顺利且前景广阔，都离不开党中央、国务院对冰雪运动发展的高度重视。2019年以来，中共中央办公厅、国务院办公厅、体育总局等相关部门先后发布《关于促进全民健身和体育消费推动体育产业高质量发展的意见》、《关于以2022年北京冬奥会为契机大力发展冰雪运动的意见》、《关于构建更高水平的全民健身公共服务体系的意见》、《户外运动产业发展规划（2022-2025年）》等文件，多次明确阐述了加快发展冰雪运动和产业的决策部署。作为全球首个“双奥之城”，北京在后冬奥时代如何充分利用冬奥遗留场馆，继续大力推动冰雪运动的普及发展，是持续提升其双奥文化全球影响力的关键。

与此同时，北京拥有国家速滑馆“冰丝带”、国家体育馆冰球馆、“冰立方”冰上运动中心、国家高山滑雪中心等众多冬奥遗留场馆，且首都人民运动基础良好、参与热情高涨，各场馆人流密度大。做好冰雪场地的保障和维护工作已成为推动北京地区冰雪运动稳定、高质发展的关键。而冰雪场地的服务保障和基础设施维护对北京地区冰雪运动的发展不断提出新挑战。例如，场馆冰雪的品质目前仍依靠裁判的经验，行业内尚无科学合理的判定参数和标准；几乎全部竞技类冰雪运动在单人或单组选手结束后，冰雪无法恢复如初，这令比赛期间无法

确保相同的初始冰雪条件，比赛的公平公正只能被动的依靠选手抽签，影响了冰雪运动体验。

可见，北京地区冰雪运动的快速发展与相对传统的冰雪场地保障维护技术水平之间的矛盾日益突出。

一是传统制冰造雪技术仍有待改进。目前，短道速滑、花样滑冰等冰上场馆和自由式滑雪、单板滑雪等场地主要利用传统的制冷系统降温从而实现制冰造雪。北京冬奥会国家速滑馆已率先最先进、最环保、最高效的二氧化碳制冷系统，为世界做出节能环保和可持续的示范。然而，现有制冰造雪技术的改进主要围绕制冷系统层面开展，没有考虑冰雪的生成过程和最终质量，故制冰造雪技术仍有较大优化空间。

二是冰雪状态的监测与判定缺乏科学参数。不同冰雪运动所需冰雪的状态不同，例如花样滑冰理想冰面厚度为4.5至5厘米、温度为零下3摄氏度；短道速滑理想冰面厚度为3.5至4.5厘米、温度为零下5.5摄氏度；高山滑雪、大回转等项目理想冰状雪密度为0.65克每立方厘米，远高于造雪机造出来的密度0.1~0.4克每立方厘米的雪。但目前冰雪场地初期建造、中期运营及后期维护中，均依靠经验参数来监测和判定冰雪状态，如冰雪的密度、厚度、硬度、表面平整度、表面光洁度、表面温度、粒径、含水量等物性参数。因此，行业亟需通用型冰雪状态量化标准和判定模型。

三是冰雪场地的修复效率低且成本高。冰雪场



地上，运动装备对冰面或雪道的损坏无法避免，场地修复是后期维护中一项重要的保障服务工作。以修复冰场为例，主要包括清除冰渣和修复凹凸面两步，目前有人工法和浇冰车两种方案。前者修复效率低，严重制约冰雪场馆的运行；后者成本高，服务于北京冬奥会的 ENGO 浇冰车均为国外设备，一辆车从购买到最终落地使用，总花费超过百万元。

二、建议

为有效推动我国冰雪运动和产业的长足发展，满足北京地区人民日益增大的运动需求，建议：

一是持续开展冰雪相关基础研究。党的二十大报告提出，要加快实施创新驱动发展战略，其中特别提到要加强基础研究，突出原创，鼓励自由探索。制冰造雪技术、冰雪状态的监测与判定、冰雪场地修复等都需要开展冰雪物理基础研究，理解背后的科学内涵，获得冰雪生成机理和理化特性。据了解，北京地区已有单位系统探讨了冰霜生长机理。例如，北京理工大学结霜实验室通过控制环境边界条件，实现冰霜生长和特性的量化与控制，填补了国内相关研究的空白，为服务冰雪运动奠定了一定的理论基础。然而，我国冰雪科研起步较晚，冰雪产业是高耗能、高耗水的产业，其中还有许多科学问题值得深入探讨，例如冰雪再生与循环利用等，北京作

为全国科技创新中心，应持续开展冰雪相关基础研究。

二是加快冰雪场地修复技术的开发。后冬奥时代，北京地区遗留和新建冰雪场地的修复工作迫在眉睫，提高修复效率低，降低维护成本高，对于管理好、运用好北京冬奥遗产，以及推广冰雪运动至关重要。目前，北京地区乃至全国的冰雪场地的修复严重依赖进口技术和设备，应鼓励北京地区有关科研单位利用冰雪基础研究有关成果，加快开发具有自主知识产权的冰雪场地快速修复技术，为全国冰雪技术开发起到引领示范作用，助力我国冰雪产业进入快速发展轨道。

三是推进国产冰雪设备的研制与应用。体育总局等八部门发布的《户外运动产业发展规划(2022-2025年)》指出“冰雪运动深入实施‘南展西扩东进’战略，以京津冀为核心发展区域”。然而，从前期的制冰造雪到后期的场地维护，都少见国产冰雪设备的身影，北京地区应带头协调科技界与企业界，打通产业上下游，推进国产冰雪设备的研制与应用，推动我国冰雪运动跨越式发展。

2023年2月6日报送(N0.2)

关于积极回应市民关切 尽快纠正我市现行医保政策的建议

全国政协委员、北京制冷学会理事长 唐俊杰

根据北京市医疗保障局《关于调整本市城镇职工基本医疗保险有关政策的通知》(京医保发〔2022〕28号)，2022年9月1日起，北京职工个人医保账户定向使用，医保个人账户金额可自由支取的政策退出历史舞台。相较于原政策，其主要变化体现在实现个人账户资金专款专用、个人账户资金可用于家庭成员、取消门急诊待遇封顶线、降低职工大病起付线等方面。医保政策的调整，进一步健全了门诊共济保障机制，提升了医疗保险基金使用效率。但是，直接导致每月划入在职职工个人医保账户的金额大幅度减少：不满35周岁职工减少28.57%，35周岁以上不满45周岁职工减少33.33%，45周岁以上职工减少50%。根据北京市统计局公布数据进行测算，以2021年度北京市从业人员人数和平均工资为测算基数，2021年度北京市从业人员人数为1076.6万人，平均工资为166513元/年，医保新政后，全市每年应转入个人医保账户近220多亿元资金，被强行转入职工医保统筹基金，致使在职职工个人支付医药费负担增加，大大降低了北京市民的幸福感和获得感、安全感；引发社会强烈不满和负面舆情，出现了不安定、不稳定、不和谐的风险。

社会医疗保险是减轻群众就医负担，维护社会和谐稳定的重大民生制度安排，最终目的是为了提升人民群众的福祉，起到社会稳定器、民众安全网的作用。通过调整统筹基金和个人账户结构以及个

人账户资金专款专用的思路和方式是正确的，但是不应本末倒置，以牺牲民众利益为代价，建立在职工利益受损、个人医保账户划入金额降低的基础上。为推进医保政策更加公平、持续取得实效，兜牢民生底线，建议北京市医疗保障局尽快纠正我市现行医保政策，积极回应市民关切和呼声！

一是个人医保账户划入金额按照现行政策前，即2003年12月1日颁布《北京市人民政府令141号》中第三章第二十一条的规定，用人单位缴纳的基本医疗保险费的一部分按照标准划入个人账户，即对不满35周岁的职工按本人月缴费工资基数的0.8%划入个人账户；35周岁以上不满45周岁的职工按本人月缴费工资基数的1%划入个人账户；45周岁以上的职工按本人月缴费工资基数的2%划入个人账户。并补齐因目前医保政策调整导致医保个人账户减少的金额。

二是加强基本医疗保险个人账户管理，明确参保人员死亡后医保账户剩余金额提取和使用办法。

三是不断提升社会治理能力，依法执政，减少“一纸通知”的简单粗暴。凡涉及广大市民切身利益的重大政策出台，要依法召开听政会，广泛听取民意，增进社会共识，及时回应群众诉求，提升群众参与社会治理的积极性和满意度，推动社会治理能力和治理水平现代化。

2023年2月16日报送(N0.3)



关于北京市率先实施制冷剂回收，降低非二氧化碳温室气体排放的建议

全国政协委员、北京制冷学会理事长 唐俊杰
北京制冷学会理事、清华大学长聘副教授 王宝龙

一、现状

非二氧化碳温室气体排放占到我国温室气体总排放量的 1/5，制冷剂是除甲烷和氧化亚氮外的我国第三大非二氧化碳温室气体排放源，估算年排放量超过 5 亿吨二氧化碳当量。绝大多数温室气体因人类或自然活动而产生，因此只要有相关生产活动，温室气体排放就存在，减排的目标则主要是改进工艺、降低甚至消除生产过程的排放，收集排放并固定等。制冷剂的排放机理与此完全不同，制冷剂是人类有目标制造用于制冷过程的循环工质，使用过程中并不消耗，因此通过管控生产、使用和回收过程中制冷剂的泄漏，就有望实现制冷剂排放的大幅降低甚至趋零排放。

2021 年北京市委市政府颁布了《北京市“十四五”时期国际科技创新中心建设规划》，2022 年北京市发展改革委颁布了《北京市“十四五”时期应对气候变化和节能规划》，其中均将降低非二氧化碳温室气体排放作为重要内容：“开展非二氧化碳温室气体减排技术研究，加强碳汇及二氧化碳捕集、利用和封存（CCUS）相关零碳、负碳排放技术创新”，“加强对本市甲烷、六氟化硫、氧化亚氮、全氟化碳等非二氧化碳温室气体的监测统计和科学管理”。因此，做好制冷剂减排是北京实现十四五发展规划的重要内容。

制冷剂的泄露排放发生在：制冷剂生产（检验

过量采样、灌装等）、设备生产（实验、充注泄漏等）、设备安装（分体/远置设备、制冷工程等）、设备运行及维修（制冷剂慢漏、制冷系统维修等）、设备回收（拆除、拆解等）阶段。对于不同设备，主要的排放发生位置有所不同。对于便携式设备（冰箱、轻商制冷设备（冰柜、厨房冷柜、制冰机、酒柜等）、汽车空调等），设备运行过程泄漏率极低且故障率不高，制冷剂排放主要发生在设备回收阶段。对于分体式空调设备和远置式制冷设备（房间空调器、多联机、远置式商用制冷设备），设备需要根据现场情况配管安装，由此导致制冷剂排放主要发生在设备安装、设备运行及维修和设备回收阶段。对于大型商用和工业制冷工程（冷库、工业制冷系统），系统运行及维修和系统拆除则是制冷剂排放的主要过程。

根据北京市生态环境局与北京制冷学会 2022 年开展的“北京市重点行业 HFCs 使用及销售情况调研”显示：北京市制冷剂相关排放主要来自于建筑空调、商业制冷及汽车空调三个行业，主要排放过程包括维修和拆解，尤其是拆解。因此，做好拆解过程制冷剂回收是降低北京市制冷剂排放的重要抓手。

二、问题

目前，包括北京市在内，我国制冷剂年回收量不足年使用量的 3%，与发达国家的差距明显。造

成这一问题主要原因包括：

1. 制冷剂再生技术门槛高，规模化回收企业少。制冷剂由制冷空调设备拆解单位回收后，应进入专门制冷剂再生企业进行再生。制冷剂再生需要经过过滤、精馏等多个物理化学过程。由于我国制冷剂再生行业起步较晚，目前行业平均制冷剂再生技术不高，可实现制冷剂规模化再生的企业更是寥寥无几。

2. 回收再生成本高，无法形成自产业链。由于制冷剂再生技术不够先进，再生能耗高，再生等用途回用比例低，由此导致我国制冷剂回收成本高。全国制冷剂回收成本为 4 万~10 万元/吨，明显高于新制冷剂的生产成本。这导致制冷剂回收企业很难实现自主盈利，无法通过市场方式构建制冷剂回收产业链条。

3. 用户及从业者环保意识淡薄。民众未意识到制冷剂排放危害，将制冷空调设备直接出售给废品回收个人，废品回收人员直接现场拆解导致制冷剂全部排放。这也是超过半数拆除空调制冷设备未进入正规回收通道的重要原因。

三、建议

虽然制冷剂回收是实现降低非二氧化碳温室气体减排的重要技术途径，但受制于技术、经济和政策等多项因素影响，目前在全国范围内开展并不顺利。考虑到以下因素，北京具有率先实施制冷剂回收的便利条件：

1. 可用于再生的制冷剂量稳定。作为经济发达地区，北京市各类设备保有量大，且已逐渐达到报废年限，年报废量大。具有较为规范的制冷空调设备报废企业，可实现较高比例的报废设备的制冷剂回收。市民环保意识相对领先，私自排放情况相对较少。上述情况能保证较高的制冷剂回收量，维持制冷剂再生企业较为稳定的再生制冷剂原料输入。

2. 具有技术领先的制冷剂再生企业。北京市周边具有数家与日本再生技术相当的制冷剂再生企业，包括天津澳宏等，属于国内技术领先水平。这可为北京市实现高质量制冷剂回收再生提供较好的

技术和产业基础。

3. 国家近期推动制冷剂回收的政策体系逐渐完善。2023 年 2 月，国家发展改革委等 9 部门联合印发《关于统筹节能降碳和回收利用 加快重点领域产品设备更新改造的指导意见》，加快构建锅炉、电机、电力变压器、制冷、照明、家用电器等 6 类产品设备的废弃物循环利用体系，实现生产、使用、更新、淘汰、回收利用产业链循环。同时，近期生环部明确将加快组织修订《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》和相关技术规范，组织建设全国统一的注册登记系统和交易系统，加快推进温室气体自愿减排交易市场建设工作。这些均为制冷剂回收的顺利开展提供了强有力的政策和金融工具。

4. 北京市拥有众多在制冷剂回收再生领域技术领先的研究机构和高校，可为项目的顺利推进提供技术服务和支撑。

据此，建议北京市积极把握目前各项有利条件，率先推动北京市制冷剂回收减排工作。

一是系统研究北京市制冷剂回收减排实施方案。通过定量研究北京市各行业制冷剂回收潜力，掌握北京市制冷剂回收先行先试行业和重点企业，明确北京市制冷剂回收减排宏观实施方案。

二是加大制冷剂回收相关财政和政策支持。通过科技项目设立和财政补贴推动制冷剂回收及处置技术的快速发展，建立较为成熟的中国制冷剂回收处置技术体系，加速一批具有一定规模且技术先进的制冷剂回收处置企业快速成长。

三是建立国内首套完整制冷剂回收处置链示范。通过政府、企业和研究机构的完整配合，实现国内首套完整制冷剂回收处置链的工程示范，为国内其他地区制冷剂回收处置项目的发展提供借鉴。

上述政策建议有望实现制冷剂回收比例的大幅提升，显著降低制冷剂泄漏排放，为北京乃至我国非二氧化碳温室气体减排发挥重要作用。

关于尽快对灾区冷链物流基础设施开展评估和灾后重启的建议

北京制冷学会监事长、国内贸易工程设计研究院原副院长 肖大海
北京制冷学会会员、北京市科协 2020-2022 年度被托举人、
华商国际工程有限公司机电工程院机电设计所副所长 李坤

受台风“杜苏芮”影响，7月29日至8月2日，我市遭遇了极端降雨灾害。北京暴雨持续总时长约92小时，这也是北京有仪器测量记录140年来的最大降雨。习近平总书记明确指示：北京市作为现代化大都市，要经受得住这场考验。市委市政府一刻不停“抢险、抢修、抢通”，全力做好“四通一保”、伤员救治、群众安置等各项救灾工作。

冷库作为冷链物流重要基础设施，在当前形势下，对抓好“菜篮子”产品稳产保供工作具有重要意义。在灾后复工复产工作中发现，冷库在经历长时间雨水浸泡后，存在重大安全风险，应对其进行专业性、系统性、全面性安全风险评估，最大限度杜绝次生灾害的发生。

北京制冷学会深入贯彻落实习近平总书记关于防汛救灾工作的重要指示精神，为尽快恢复冷库仓储功能，由市委市政府相关部门牵头，委托北京制冷学会组织制冷行业专家对受灾地区的冷库进行科学评估并提出专家意见。

1. 保温体系评估

建筑保温体系对于冷库建筑起到“内温不外泄、外温不侵入”的关键作用，是冷库食品仓储及系统节能稳定运行的必要条件。如果保温经过大雨或者洪水的长时间浸泡，可以取点拆卸检验，保温颜色变化、水汽是否有侵入，必要时建议邀请专业的冷

库检测机构进行保温性能的检测。禁止保温内部在含有水汽的情况下进行降温。

2. 结构体系评估

结构体系是冷库建筑的基石，建筑在泡水之后，水会顺着缝隙进入结构内部，在随着库温逐渐降低，土建结构内的水会变成冰，体积不断扩大，土建结构会遭受到冻胀力的破坏，影响到冷库结构的安全。在冷库恢复制冷降温之前，应全面检查，重点检查钢结构内部、管道破洞封堵处、保温拼接处等部位，确保冷库结构体系的安全。

3. 制冷系统评估

制冷系统是冷库稳定运行，食品存储安全的重要保障环节。对于制冷压缩机等用电设备要检查电线圈有无水汽侵入，设备轴封及法兰连接密封状态，系统内部是否有水汽侵入，管道表面防腐漆是否被破坏、管道保温内部是否进水、保温材料性能是否满足功能需求，管道阀门功能是否正常、阀门密封性是否正常。必要时需要设备供应商及行业专家进行现场评估，在进行全面专业的检查完成之前，务必不能开机运行。

4. 电气自动化评估

电气自动化是冷库建筑受灾后重要的检查内容，同时也是保障冷库安全稳定运行的前提。其中包括：电梯、照明、保温门等用电设备，供电系统，

控制系统，通讯系统，电动阀门、断路器、继电器等电气元件，气体探测器设备的功能是否正常，故障指示灯及蜂鸣器工作是否正常等需要进行全面排查，必要时需要请专业的检测机构进行现场检测或行业专家进行现场评估和指导。

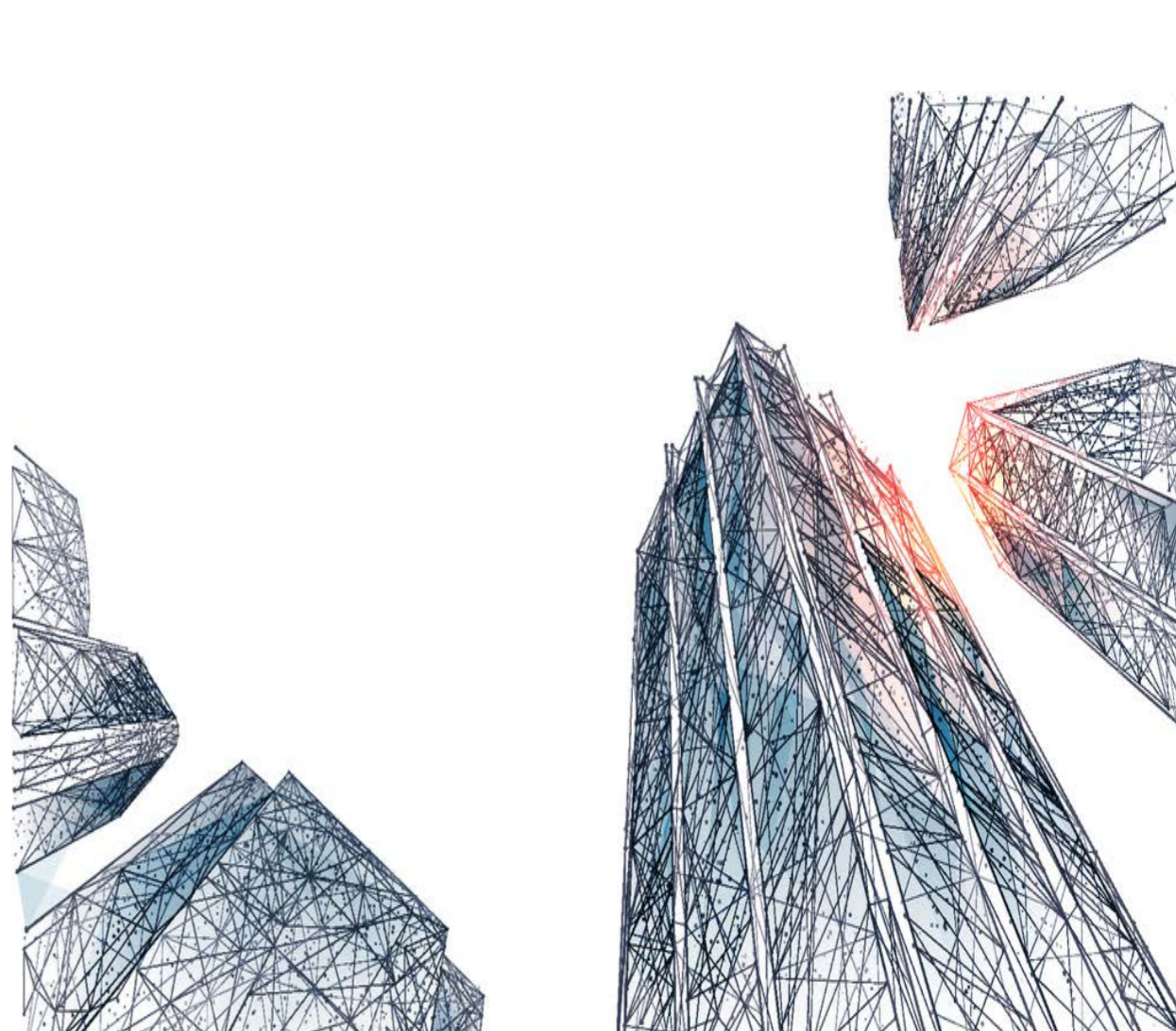
5. 仓储环境卫生评估

冷库仓储内部设施若被雨水长时间的浸泡，会造成诸多的微生物繁殖。首先要对库内浸泡的货物进行清空处理。在对冷库保温体系、结构体系、制冷工艺及电气自动化查验检测的同时，需要对库内加强通风，尽快确保库内清洁干燥，对库内进行全方位消杀工作，严格参考《食品安全国家标准食品

生产通用卫生规范》GB14881-2013及《食品安全国家标准 食品冷链物流卫生规范》GB 31605-2020等相关规范要求，确保食品贮藏的环境安全，保障冷链食品的卫生安全。

北京制冷学会将充分发挥首都地区制冷科技工作者智力优势，加快对冷库等受损基础设施开展科学有效的评估，对冷库修复或重建工作提供解决方案，为打赢灾后恢复攻坚战，解决好群众急难愁盼问题，和恢复居民正常生产生活秩序贡献力量。

2023年8月17日报送（NO.5）



关于对灾区空气源热泵等清洁取暖设备开展评估和灾后修复的建议

北京制冷学会理事、建科环能科技有限公司国家空调设备质量检验检测

中心副主任 徐昭炜

北京制冷学会副理事长、清华大学建筑学院院长聘教授 石文星

北京制冷学会会员、中国建筑科学研究院有限公司工程师 赵文元

北京制冷学会会员、中国建筑科学研究院有限公司检测室主任 徐策

受台风“杜苏芮”影响，7月29日至8月2日，北京市遭遇了极端降雨灾害，北京暴雨持续总时长约92小时，这也是北京有仪器测量记录140年来的最大降雨，部分地区受灾较为严重。习近平总书记对防汛救灾工作做出指示，要科学救灾，防止发生次生灾害，尽最大限度减少人员伤亡和财产损失，尽快恢复正常生产生活秩序。北京市委市政府一刻不停“抢险、抢修、抢通”，全力做好“四通一保”、伤员救治、群众安置等各项救灾工作。

空气源热泵是北京市农村村庄冬季的主要取暖设备，其是否安全、稳定供热直接关系到群众能否温暖过冬。空气源热泵作为电器设备，在经历长时间雨水浸泡后，会出现较大的故障风险。在灾后巡查调研工作中了解到，本次洪灾遭受雨水浸泡的空气源热泵量大面广，应尽快对受雨水浸泡过的设备展开排查、评估并及时修复，以保障受灾群众在供暖季前能正常供暖。

北京制冷学会深入贯彻落实习近平总书记关于防汛救灾工作的重要指示精神，由市委市政府相关部门牵头，北京制冷学会组织制冷行业专家对受灾地区的空气源热泵等清洁取暖设备进行科学评估并提出专家意见。建议如下：

1. 浸泡程度排查

由于灾区村庄位置、地势以及设备安装位置不同，空气源热泵设备受雨水浸泡的程度不同，其清理和维修的难易程度会有差异。需现场查看和询问雨水积聚深度及浸泡时间后对设备浸泡程度进行分类，可分为轻微浸泡、一半以上浸泡以及完全浸泡等，有针对性地开展设备故障排查、维修及调试工作。

2. 现场清理建议

空气源热泵等清洁取暖设备受雨水浸泡后，会在设备表面、内部元器件上沉积淤泥等杂物，可能造成机组电气部件短路、加快机组部件腐蚀等问题，影响机组安全稳定运行，存在安全风险。需现场查看机组外壳、换热翅片、机组底盘、压缩机、储液罐、电磁阀、四通阀、电路主板等表面是否有沉积淤泥等杂物覆盖，需进行清理修复。可参考以下建议措施由专业人员或在专业人员指导下清理：

(1) 机组外壳清洗：直接用高压水枪清洗干净。

(2) 电路主板清洗：如电路主板有淤泥，需拆下接线端子的防护板，用自来水缓慢清洗干净；如主板接线端子无泡水，需用防水塑料膜遮盖，应避免清洗过程溅水。

(3) 风扇清洗：将风扇拆下后，用高压水枪清洗干净。

(4) 机组内部清洗：用高压水枪将换热翅片、机组底盘、风扇电机、压缩机、储液罐、电磁阀、四通阀清洗干净。

(5) 压缩机接线端子清理：压缩机接线端子可用硬毛刷清理淤泥，干毛巾擦拭干净。

3. 易损部件评估

空气源热泵设备受雨水浸泡后，应尽快对设备的易损部件进行评估，判断机组维修的可能性。应对电路主板（含驱动主板）、交流接触器、风扇电机、压缩机、电磁阀和循环水泵等电气部件是否正常进行排查。必要时需要设备供应商及行业专家进行现场评估，在进行全面、专业的检查完成之前，务必不能开机运行。

4. 电气安全性能评估

电气安全性能可有效保障维修人员、用户的人身安全，也是设备稳定运行的前提。需严格参照GB/T 25127.2-2020《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第2部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》6.3.5节内容，对设备的绝缘电阻、电气强度、接地装置进行试验评估。设备电气安全性能未达到标准值之前，务必不能开机运行。

5. 制热系统评估

制热系统主要包括压缩机、冷凝器、蒸发器、

电磁阀储液罐等。对压缩机等用电设备需检查其接电线圈有无水汽侵入，设备轴封及法兰连接密封是否被破坏，冷凝器、蒸发器翅片是否有碰撞破损，制冷剂管道是否有漏点，电磁阀功能是否正常、阀门密封性是否正常。必要时需要设备供应商及行业专家进行现场评估，在进行全面专业的检查完成之前，务必不能开机运行。

6. 水系统评估

水系统主要是指水管、末端（暖气片、地暖）等部件。现场检查水管、末端是否遭受碰撞破损，接头是否有松动；检查水管、暖气片表面及内部是否有污垢和杂物。

7. 制热性能评估

空气源热泵机组受雨水浸泡后，需要对设备制热效果是否满足受灾群众的采暖需求、制热能效是否有衰减进行测试评估。可请专业的第三方检测机构对维修后的机组现场抽样后进行实验室检测，并请检测机构进行现场抽样开展实际运行效果监测。

保障群众温暖过冬是民生大事。北京制冷学会将充分发挥首都地区制冷科技工作者智力优势，助力加快对灾区空气源热泵等清洁取暖设备开展评估和灾后修复，保障清洁取暖设备在供暖季前能够稳定、安全、高效运行，切实解决受灾群众的供暖问题。

2023年8月24日报送（NO.6）



关于降低北京医保门（急）诊起付标准的建议

全国政协委员、北京制冷学会理事长 唐俊杰

一、问题与分析

医保报销政策是医疗领域中的一重要政策，直接关系到人民健康和医疗福利保障，是减轻群众就医负担、增进民生福祉的重大制度安排。近年来，各地政府积极开展改革和创新，通过提高报销比例、取消起付线等措施来改善医保政策。北京秉承为民谋取最大利益的坚定立场，聚焦群众难点、痛点问题，持续优化医保服务，通过降低城镇职工大病保障起付标准、取消医保门诊最高支付限额、简化跨省异地就医流程、实现个人账户家庭成员共济使用等方式不断提高百姓医疗保障水平。

近年来，职工医保门（急）诊起付标准，俗称“起付线”问题成为群众关注的焦点。随着医疗领域中的变化和发展，部门地区的政府纷纷出台政策降低甚至取消报销起付线。目前，湖南长沙、江苏南京、湖北武汉等地都取消了起付线。2023年以来，江西省及上海、合肥等市也陆续发布了关于优化职工医保门诊统筹保障新政策，大幅降低门诊起付线，例如上海将职工门急诊起付线由1500元调整为500元，退休人员起付线调整为200元、300元两档。取消或降低医保起付线意味着患者在就医时无需支付或支付少量起付金额，这将减轻患者的经济负担，

让更多的人能够及时就医，给患者带来实实在在的好处。

二、建议

降低起付线对于广大民众来说是一项重要的利好政策，对降低医疗费用、指导居民“理性”求医、减轻居民看病压力、维护社会和谐稳定具有重要意义。目前，在相关省、市陆续出台相关政策，大幅降低甚至取消起付线的背景下，北京作为大国之都、首善之区及医疗资源集中地，其医保政策相关进展自然备受关注。

一是，建议北京市参考相关地区的做法，结合北京市医保实际情况，在医疗服务资源配置、医保基金可持续性、不同群体需求等方面开展调研、论证，研究探索降低起付线相关政策及实施步骤，在医保基金能够承受的范围内将职工门急诊起付线调整为500元、退休人员起付线调整为200元，切实减轻群众就医负担，提高百姓就医的获得感、幸福感、安全感。

二是，将降低北京医保门（急）诊起付标准列入《北京市2024年重要民生实事项目》。

2023年10月7日报送（NO.7）

关于提升北京市国际航空寄递物流服务能力 的建议

北京制冷学会常务理事、北京交通大学经管学院教授 兰洪杰

国际航空寄递物流是北京市建设国际消费中心城市、发展高精尖产业的重要基础，是首都产业强链补链的重要抓手。当前，北京国际航空寄递物流依然存在诸多不足，已严重落后于国内其他一线城市，成为首都高端消费业与高精尖产业发展的绊脚石，需要针对国际航空寄递物流开展系列强链补链工作，有效保障首都产业发展。

一、北京市国际寄递物流发展的主要问题

（一）业务规模增速有待提升

与上海、广州、深圳三座一线城市相比，北京市的国际及港澳台快递业务量和业务收入均有较大提升空间。2017-2022年北京市国际及港澳台快递业务量及收入占全国比重均落后于上海、广州、深圳，位于一线城市末位。例如，2022年北京市国际及港澳台快递业务量占全国比重为1.14%，而上海、广州、深圳市国际及港澳台快递业务量占全国比重分别为8.416%、4.85%、41.58%。2022年北京市国际及港澳台快递业务收入占全国比重为2.07%，而上海、广州、深圳市国际及港澳台快递业务收入占全国比重分别为11.6%、12.99%、21.66%。

（二）综合服务能力有待提高

1. 仓储成本偏高

与国内其他机场相比，首都国际机场的进出港货物处理、保管、报关服务等费用较高。例如，国内出港普通货物仓库使用费，北京首都机场为0.6

元/公斤，而上海浦东机场为0.25元/公斤；国际进港鲜活货物仓储费，北京首都机场入库后6小时内是免费期，6小时后至第四天是0.5元/公斤，第五天起为1元/公斤，而上海浦东机场一直为0.5元/公斤。

2. 信息化水平待提升

一是北京市缺乏国际寄递物流信息综合服务平台，造成国际物流企业无法实时获取货机时刻表、进出口商品信息及地面服务中心的仓储容量等数据，制约了企业开拓市场的能力。

三是机场货站信息系统不一致、不联通。目前首都机场有BGS和国货航2家企业设有一级监管库，50多家企业设有二级监管库。其中，一级监管库和部分二级监管库使用了企业独立运营的信息系统。然而，还有部分二级监管库没有信息系统，货物在一、二级监管库流转时无法实现数据共享，只能通过手工录入数据和纸质单据交易，导致货物进出口效率低。

（三）政策扶持力度有待加强

1. 航空货运扶持力度有待提升

对比国内其他城市航空货运扶持情况，北京航空货运扶持力度有待提升。深圳、广州、上海等国内其他城市施行了包括单飞单次、货量、落地等全方位的补贴政策，且审核流程简便，有助于当地国际物流企业和航空货运的发展。

例如，深圳市政府印发的《深圳市人民政府关

于印发扎实推动经济稳增长若干措施的通知》提出“对国内航空公司在深圳机场执行的客运和货运航班起降费按10%的标准给予补助。对基地航空公司在深圳机场承运的进出港客运量按每人10元、货邮运量按每吨100元给予补助。对在深圳机场运营宽体机的国内航空公司，按每架次1000元给予补助”。广州市政府发布的《广州市促进航空运输业高质量发展若干措施》中提到“符合条件的航空公司在广州机场新增注册全货机的，按自然年度内新增飞机数量计算，根据全货机单架业载量按以下标准给予补贴：业载量<20吨/架的，补贴50万元/架；20吨/架≤业载量<100吨/架的，补贴100万元/架；业载量≥100吨/架的，补贴200万元/架”。

2. 国际寄递专业人才保有困难

国际寄递企业对国际物流专业人才需求量日益增长，但北京落户政策较为严格，物流人才面临子女入学难、积分落户周期长等困难。例如在社保方面，上海市要求申请人社保缴纳要满7年，而北京市要求申请人社保缴纳要连续满7年；年龄方面，上海年龄指标最高分值为30分，但北京市不超过45周岁的申请人只能加20分。由此，北京落户政策条件较高，导致国际物流人才流失严重，人才保有比较困难。

二、北京市国际寄递物流发展的政策建议

（一）锚定一个目标

北京市国际寄递物流发展必须贯彻新发展理念，服从、服务于“四个中心”以及“两区”建设需要，用好用足“双枢纽”的航线和运力优势，实现与北京市乃至京津冀地区经济社会发展双向赋能。因此，建议北京市立足输入型、品质型、个性化的城市物流特点，从以下四个方面构建“货畅其流、货优其流”的航空物流产业生态，打造高水平空港型国家物流枢纽：

一是积极做好常规货运业务拓展，统筹“双枢纽”航空物流功能布局和设施建设，持续完善国际

货运航线布局。例如，新开和加密国际货运航线，扩展国际航权、空域和航线等资源，增加国际货运航点和国内外知名航司，提高国际货邮吞吐量；二是持续优化口岸功能，丰富口岸业态。例如，增加冰鲜水产品、水果、食用水生动物等特殊货物保障认证资质，不断完善航空物流产业生态，为航空物流高质量发展积极蓄能；三是大力发展跨境电商业务，形成“空运+跨境电商”的新格局。依托北京市的区位优势，通过联合机场、航司、海关等部门，创新推出新业态组合模式，实现集仓储、运输、配送、展示、交易于一体的跨境电商综合业务体系，进一步优化航空物流生态；四是加快信息化和基础设施建设。北京市应率先开启智慧航空物流建设，以“数字化转型”为契机，助力航空物流服务品质不断提升。

（二）完善两类设施

1. 升级航空基地物流设施设备

一是根据北京市土地资源状况和规划方案，联合顺义临空经济区、大兴国际机场临空经济区、首都机场集团等单位，适度扩大双机场周边工业仓储用地规模。

二是对于机场周边温控集装箱等温控设备的建设项目，审定实际投资提供政策支持，例如简化投资机场周边服务配套设施项目的审批程序、给予低息或贴息贷款支持等。鼓励企业在北京市投放更多温控货机，提高北京市国际航空物流服务高精尖产业的能力。

2. 搭建国际寄递物流信息综合服务平台

推动航空货运代理人、航司及海关等单位搭建一站式国际寄递物流服务平台，实时公布有关货机时刻表、进出口商品信息及地面服务中心的仓储容量等数据，实现航空进出口业务办理的全程信息化、货物管理电子化、通关申报无纸化、物流状态可视化。提升航空物流信息化服务水平，为推动智慧国际物流建设打下良好基础。

（三）制定三类专项政策

1. 引育大型跨境电商企业

一是积极引进大型跨境电子商务企业，采取“一企一策”的方式，有针对性地协助企业解决发展中遇到的问题诉求，对业绩贡献突出的企业给予奖励，推动扩大跨境电商规模，带动跨境电商、医药冷链等货物的聚集。

二是支持在大兴、顺义等临近机场区域建设一批产业特色鲜明、功能配套完善的跨境电商产业园，充分发挥自贸区、综保区等开放载体功能，引导跨境电商的头部物流企业在园区集聚，为入驻的电商企业提供外贸综合服务、金融服务、财税法律等一系列服务，鼓励企业积极拓展国际市场，提升企业在境外的揽货能力。

2. 加大航空货运财政政策支持力度

一是对在北京增开全货机航线的航空企业给予财税减免，鼓励航空公司采用融资租赁、购买等方式增加货机，灵活引进全货机，壮大机队规模。借鉴深圳、郑州、武汉等城市的成功经验，结合北京市国际物流的实际情况和发展路径，研究出台支持企业开展国际物流业务的政策，包括在单飞单次、

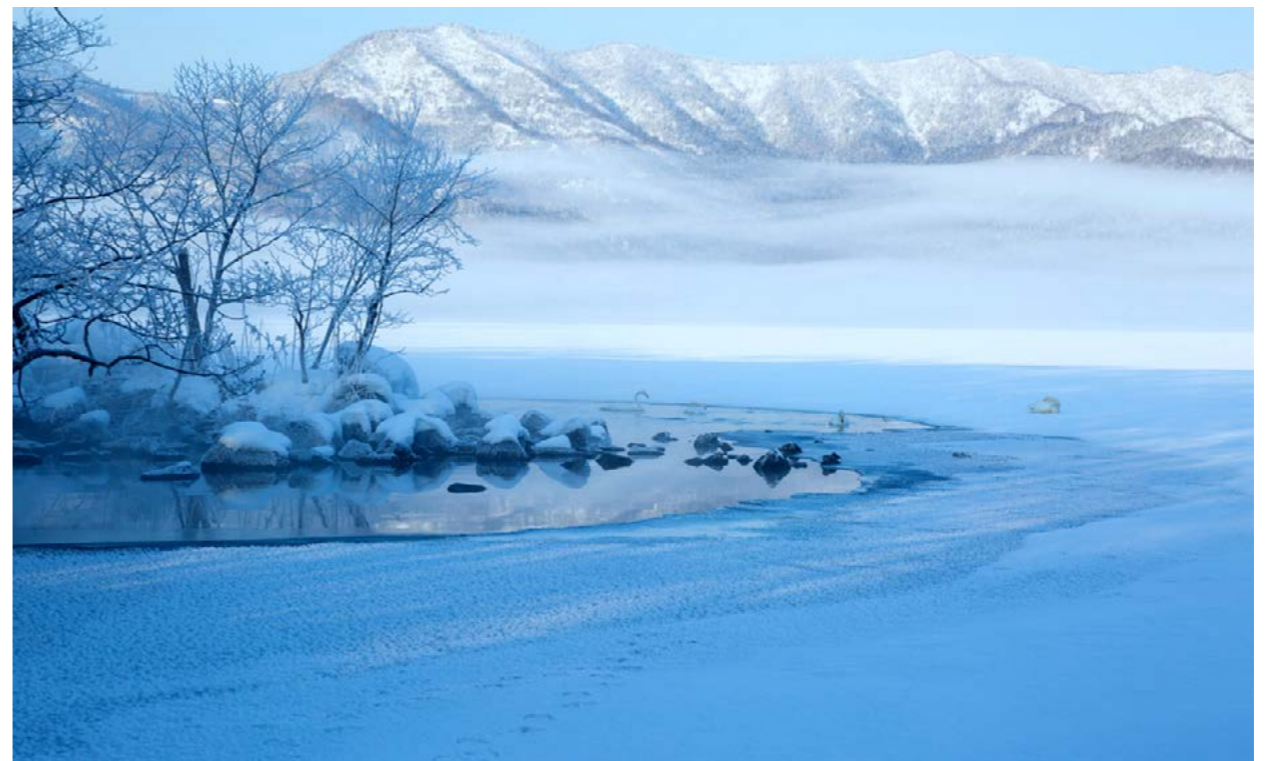
货量等方面给予政策支持，降低政策适用门槛。

二是合理减免企业费用，简化货物的国内清关、复运等环节，规范首都国际机场的处理费、保管费、报关服务费等费用标准，引导大型航运企业适当延长免费堆存期，减免租箱费等，降低口岸整体的费用水平；降低北京市机场两级监管库管理的装卸成本，统筹管理一、二级监管库，促进两级库之间的功能衔接，减轻相关企业费用支出负担。

3. 培养一批国际寄递物流人才

一是支持高校开设国际物流相关专业和课程，与企业共建教学实践基地，强化教学实践环节，培育本土物流人才。二是加快引进高层次国际物流人才，在现有落户政策基础上针对人才给予适当倾斜。三是健全国际物流人才来京对接服务机制，优化机场周边生活和公共服务设施配套建设，为国际物流人才工作及事业发展提供相关的政策配套和宜居环境。

2023年11月8日报送（NO.8）



关于规模化推广低碳 / 零碳建筑的建议

北京制冷学会专家，全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院
专业总工程师 徐伟

北京制冷学会会员，中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、
副研究员，北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程被托举人 孙德宇

随着城镇化的快速推进，建筑碳排放量占全社会碳排放的总量比例将进一步提高。为了推进建筑领域实现碳达峰碳中和，需要加快推进低碳 / 零碳建筑的建设。

一、我国低碳 / 零碳建筑发展现状

城乡建设领域作为主要终端用能部门，其能源消耗产生的碳排放约占全社会终端二氧化碳排放的三分之一，是造成温室气体排放的重要因素，是我国碳排放主要领域。根据 IEA 数据，2020 年我国年碳排放总量约为 98.8 亿 tCO₂，其中城乡建设领域碳排放约为 23.5 亿 tCO₂，占我国总碳排放 24%。为促进城乡建设领域绿色低碳发展，我国已在建筑能效提升方面开展了系列工作，如节能标准的逐步提升，以及超低、近零能耗建筑和绿色建筑的推广工作。

为响应国家双碳目标，建筑领域应从“能耗双控”迈向“能碳双控”，增加对碳排放总量和强度的核算、考察和控制。因此发展低碳建筑和零碳建筑应成为建筑节能领域下一阶段的主要目标之一。

在此背景下，《零碳建筑技术标准》于 2021 年启动编制，标准中建筑与区域在《建筑节能也可再生能源利用通用规范》GB55015 及其他相关标准规定的基础上，进一步提高建筑节能降碳性能，利用可再生能源降低碳排放，并可结合碳排放权交易和绿色电力交易等碳抵消方式，实现低碳、近零碳、

零碳建筑目标。同时，“十四五”国家重点研发计划“零碳建筑控制指标及关键技术研究与应用”项目的开展，形成了零碳建筑控制指标、全过程技术策略和评价方法、建筑碳排放计算方法、碳排放计算工具、以及若干低碳 / 零碳示范项目等，为低碳和零碳建筑的规模化推广打下了良好的基础。

二、我国低碳 / 零碳建筑推广面临的主要问题

(一) 行业对低碳 / 零碳建筑的定义和技术路径缺乏了解

虽然低碳 / 零碳建筑的发展目标已反复出现于住建体系各项政策之中，但由于国家标准《零碳建筑技术标准》尚在编制之中，相关定义、技术指标和技术措施尚未正式发布，因此行业对于低碳 / 零碳建筑的概念、适用范围和对象、实施技术路径的理解可能存在偏差。低碳 / 零碳建筑采用的性能化设计方法，要求建筑在设计前期就应确立合理的目标，并落实相关技术要求。建议在标准发布后进行宣贯，促进行业对低碳 / 零碳建筑的科学认识，并根据项目情况合理制定目标。

(二) 低碳 / 零碳建筑的建设存在成本较高的问题

低碳建筑和零碳建筑的碳排放计算范围涵盖建筑运行阶段的全部能源消耗，因此建筑节能减碳技术措施的应用水平，要显著高于节能建筑和近零能

耗建筑。从成本增量来看，低碳建筑 / 零碳建筑的成本增量普遍高于普通节能建筑和绿色建筑，最高达到接近 1500 元 / m²。因为成本问题可能成为零碳建筑建设的一大阻碍。

(三) 针对低碳 / 零碳建筑的政策支持力度还有待加强

据调查统计，当前各地方对低碳 / 零碳建筑的资金支持政策较少。低碳 / 零碳建筑的投资回收期在 10 年左右，导致建设方依靠自筹资金，可能存在建设动力不强的问题。尤其对于建成后出售或出租的资产类型（如住宅、写字楼等），短期内很难收回成本，投资回收期可能更长。因此政策支持和资金补贴对于低碳 / 零碳建筑的发展将会形成较强的推动作用。

三、建议

为推动建筑领域实现碳中和，让人民群众住上高品质的好房子，迫切需要规模化推广低碳 / 零碳建筑的建设。

(一) 完善低碳 / 零碳建筑建设制度体系

建议各级政府部门制定低碳 / 零碳建筑推广的制度体系，落实低碳 / 零碳建筑相关标准实施，倡导建筑低碳设计理念。在对建筑能源资源消耗、碳排放现状充分摸底评估基础上，结合建筑节能工作情况，制定低碳 / 零碳建筑建设实施方案和低碳 / 零碳建筑专项规划，明确低碳 / 零碳建筑发展目标和主要任务。完善低碳 / 零碳建筑绩效考核评价办法，以考核为抓手，提高地方对低碳 / 零碳建筑建设工作的重视程度。在推进策略方面，建议由各地相关部门牵头，统筹谋划合理布局，坚持试点先行、由点到面、分步实施，逐步实现低碳 / 零碳建筑规模化建设。

(二) 加强推广技术路径专业指导，构建零碳建筑技术创新体系

建议各级政府在低碳 / 零碳建筑技术路径选择上，加大专业技术人员指导力度，针对不同地区气候特征、不同建筑类型的用能特点，制定切实符合当地实际的技术方案。构建市场为导向、企业为主体、产学研深度融合的低碳 / 零碳建筑技术创新体系，提高低碳 / 零碳产业链技术质量和运行效率，降低技术成本。推动低碳 / 零碳建筑项目落地实施，全面提升建筑节能降碳发展水平。

(三) 加强低碳 / 零碳建筑相关政策激励

建议充分发挥政府主导和市场机制作用，针对低碳 / 零碳建筑建设形成有效的激励机制，各级住房和城乡建设部门加强与发展改革、财政、税务等部门沟通，争取落实财政资金、价格、税收等方面支持政策，对低碳建筑、零碳建筑项目给予政策支持 and 资金奖励。推动新建政府投资公益性公共建筑获取低碳 / 零碳建筑认证，在政府采购领域推广低碳建材应用。

(四) 加强低碳 / 零碳建筑建设的宣传推广力度

建议有关部门实施低碳 / 零碳建筑技术培训计划，将相关知识纳入专业技术人员继续教育重点内容，鼓励高等学校增设低碳 / 零碳建筑相关课程，培养专业化人才队伍。持续开展低碳 / 零碳建筑项目案例汇编工作，形成优秀低碳 / 零碳建筑案例集。开展形式多样的低碳 / 零碳建筑宣传活动，面向社会公众广泛开展低碳 / 零碳建筑发展新闻宣传、政策解读和教育普及，逐步形成全社会的普遍共识。

2023 年 12 月 14 日报送 (NO.9)

关于提高北京市低温雨雪冰冻灾害应急管理水平的政策建议

北京制冷学会理事、北京理工大学教授 宋孟杰

北京制冷学会会员、北京理工大学副教授、北京市科协 2023-2025 年度青年人才托举工程被托举人 张旋

北京制冷学会会员、北京理工大学助理教授 张龙

一、现状及问题

党中央、国务院高度重视低温雨雪冰冻灾害防范应对工作。应急管理部部长黄明多次主持召开专题会议，要求坚决贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾重要指示精神，加强低温雨雪冰冻灾害防范应对工作，切实把确保人民生命安全放在第一位落到实处。《北京市“十四五”时期应急管理事业发展规划》指出，北京作为首都，加强“四个中心”功能建设，提升“四个服务”能力水平，以及超大城市安全治理等迫切需求，对低温雨雪冰冻灾害等应急管理工作提出了新的更高要求。

北京地区的冬季时间跨度为 5 个月以上，寒冷漫长，每年平均有 3 个月的平均温度在零度以下，易引发低温雨雪冰冻灾害等自然灾害。近 10 年来，北京地区线路覆冰事故共计 30 余次，且近年来逐渐呈现多发趋势。据不完全统计显示，覆冰导致 35 kV 及以上电压等级发生掉闸事故的线路数为 9 次，尤其是 2012 年 11 月 4 日，北京地区出现了历史罕见的强雨雪天气，受此影响北京电网出现了多起架空输电线路覆冰掉闸、断线故障。与此同时，冰雪灾害事件已经成为影响北京城市交通运行的重大自然威胁。北京地区主要道路易出现路面结冰、积雪等影响交通通行条件的险情，对城市正常运转

和市民的日常出行造成了严重的负面影响。

二、政策建议

为提高低温雨雪冰冻灾害应急管理水平，保障人民生命安全和首都经济社会的正常运行，建议：

(1) 持续强化低温雨雪冰冻灾害基础研究，提高预测与探测精准度，构建冰霜雪预警系统。以覆冰灾害为例，其机理是近地面过冷水滴接触架空导线结冰并逐渐增长，进而形成风险。然而，目前北京地区在霜冰雪形成机理方面基础研究仍较为零散，对于有效预防霜冰雪灾害的指导作用较弱。应政策鼓励、经费支持北京地区高校、科研院等围绕导线覆冰、冰雪气象、冰雹形成、冰雪制造等持续强化低温雨雪冰冻灾害基础研究，系统理解其生成机理和理化特性，实现霜冰雪生长和特性的精准控制与预 / 探测，为从源头上预防低温雨雪冰冻灾害提供理论支撑。

(2) 开发新型高效防除冰技术与装备，推广普及应用。精准预 / 探测是前提，但无法避免低温雨雪冰冻灾害的形成，有效防止和快速去除导线覆冰、路面积雪等对于减小低温雨雪冰冻灾害也至关重要。目前，北京地区现有的防除冰技术多停留在实验室阶段，距离实际应用技术较远。应鼓励北京地区相关科研单位和产业公司联合开发新型高效防

除冰技术，在交通、电力等领域形成核心竞争力技术和国产装备，并协调电网、交通、气象等多部门推广普及应用，降低霜冰雪后期灾害。

(3) 建立完善的低温雨雪冰冻灾害预警及防治系统，覆盖全市范围。政府支持研发低温雨雪冰冻灾害预测及探测设备，构建全市电力及交通轨道等重要基础设施的动态低温雨雪冰冻灾害预警系统，尤其为机场、轨道交通、立交桥等大流量地段，提供冰雪指数、设计制作融冰化雪路段，发布冰雪

防灾避灾提示，宏观动态指导群众安全出行。此外，针对已发生的低温雨雪冰冻灾害，精准研判灾害风险和发展趋势，组织协调交通运输、能源、工业和信息化、供热等有关部门和企业做好相关配合，及时处置低温雨雪冰冻灾害，最大程度地减小灾害影响范围。

2023 年 12 月 15 日报送 (NO.10)



关于北京市规模化推广低碳 / 零碳建筑的建议

北京制冷学会专家，全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院
专业总工程师 徐伟

北京制冷学会会员，中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副
研究员，北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程被托举人 孙德宇

随着城镇化的快速推进，建筑碳排放量占全社会碳排放的总量比例将进一步提高。为了推进北京市建筑领域实现碳达峰碳中和，需要加快推进低碳 / 零碳建筑的建设。

一、北京市低碳 / 零碳建筑发展现状

建筑领域作为北京市占比最大的主要用能和碳排放领域，在今后十五年当中将面临“新建规模较快增长、存量改造品质提升”的发展需求下，满足二氧化碳排放总量不能增加、能源消耗强度持续下降的低碳高质量发展挑战。为促进城乡建设领域绿色低碳发展，北京市已在建筑能效提升方面开展了系列工作，如超低能耗建筑、高星级绿色建筑、装配式建筑、公共建筑节能绿色化改造的推广和支持工作等。北京市已在全国率先对公共建筑进行能耗监管，2014年至2022年，累计减少碳排放280万吨，超1.5万栋建筑纳入电耗限额管理范围。至2023年年底，北京市已完成超低能耗建筑建设134.5万平方米。

为响应国家双碳目标，建筑领域应从“能耗双控”迈向“能碳双控”，增加对碳排放总量和强度的核算、考察和控制。2022年12月北京市碳达峰碳中和工作领导小组办公室印发的《北京市民用建筑节能降碳工作方案暨“十四五”时期民用建筑绿色发展规划》中强调，2025年，“实现民用建筑能耗强度及碳排放强度双降”，“到2030年前，

建筑领域碳排放强度保持下降趋势”。

2023年11月24日北京市第十六届人民代表大会常务委员会第六次会议通过的《北京市建筑绿色发展条例》中明确，“本市推动城市副中心等国家绿色发展示范区建设，开展绿色社区创建，构建绿色低碳综合能源系统，推进近零碳排放示范”，“本市加强绿色建筑评价，逐步推行装配式建筑评价、健康建筑评价等制度，推进超低能耗建筑、低碳建筑等项目示范，推动相关结果在建筑物价值评估等方面的应用”，以立法形式明确了北京市建筑低碳发展目标。国家标准《零碳建筑技术标准》于2021年启动编制，为低碳和零碳建筑的规模化推广提供标准基础。

二、北京市低碳 / 零碳建筑推广面临的主要问题

(一) 低碳 / 零碳建筑的建设存在成本较高的问题

低碳建筑和零碳建筑的碳排放计算范围涵盖建筑运行阶段的全部能源消耗，因此建筑节能减碳技术措施的应用水平，要显著高于节能建筑和超低能耗建筑。从成本增量来看，低碳建筑 / 零碳建筑的成本增量普遍高于普通节能建筑和绿色建筑，最高达到接近1500元/m²。因为成本问题可能成为零碳建筑建设的一大阻碍。

(二) 针对低碳 / 零碳建筑的政策支持力度还

有待加强

当前北京市尚无针对低碳 / 零碳建筑的资金支持政策。低碳 / 零碳建筑的投资回收期在10年左右，导致建设方依靠自筹资金，可能存在建设动力不强的问题。尤其对于建成后出售或出租的资产类型(如住宅、写字楼等)，短期内很难收回成本，投资回收期可能更长。因此北京市出台政策支持和资金补贴对于低碳 / 零碳建筑的发展将会形成较强的推动作用。

三、建议

为推动建筑领域实现碳中和，让人民群众住上高品质的好房子，迫切需要在北京市规模化推广低碳 / 零碳建筑的建设。

(一) 完善低碳 / 零碳建筑建设制度体系

建议北京市各级政府部门制定低碳 / 零碳建筑推广的制度体系，落实低碳 / 零碳建筑相关标准实施，倡导建筑低碳设计理念。在对建筑能源资源消耗、碳排放现状充分摸底评估基础上，结合建筑节能工作情况，制定低碳 / 零碳建筑建设实施方案和低碳 / 零碳建筑专项规划，明确低碳 / 零碳建筑发展目标和主要任务。完善低碳 / 零碳建筑绩效考核评价办法，以考核为抓手，提高各级政府对低碳 / 零碳建筑建设工作的重视程度。在推进策略方面，建议由北京市相关部门牵头，统筹谋划合理布局，坚持试点先行、由点到面、分步实施，逐步实现低碳 / 零碳建筑规模化建设。

(二) 加强推广技术路径专业指导，构建零碳建筑技术创新体系

建议在低碳 / 零碳建筑技术路径选择上，加大

专业技术人员指导力度，针对不同地区气候特征、不同建筑类型的用能特点，制定切实符合北京市实际情况的技术方案。构建市场为导向、企业为主体、产学研深度融合的低碳 / 零碳建筑技术创新体系，提高低碳 / 零碳产业链技术质量和运行效率，降低技术成本。推动低碳 / 零碳建筑项目落地实施，全面提升建筑节能降碳发展水平。

(三) 加强低碳 / 零碳建筑相关政策激励

建议充分发挥政府主导和市场机制作用，针对低碳 / 零碳建筑建设形成有效的激励机制，由住房和城乡建设部门加强与发展改革、财政、税务等部门沟通，争取落实财政资金、价格、税收等方面支持政策，对低碳建筑、零碳建筑项目给予政策扶持和资金奖励。推动新建政府投资公益性公共建筑获取低碳 / 零碳建筑认证，在政府采购领域推广低碳建材应用。

(四) 加强低碳 / 零碳建筑建设的宣传推广力度

建议有关部门实施低碳 / 零碳建筑技术培训计划，将相关知识纳入专业技术人员继续教育重点内容，鼓励高等学校增设低碳 / 零碳建筑相关课程，培养专业化人才队伍。持续开展低碳 / 零碳建筑项目案例汇编工作，形成北京市优秀低碳 / 零碳建筑案例集。开展形式多样的低碳 / 零碳建筑宣传活动，面向社会公众广泛开展低碳 / 零碳建筑发展新闻宣传、政策解读和教育普及，逐步形成全社会的普遍共识。

2023年12月25日报送(NO.11)

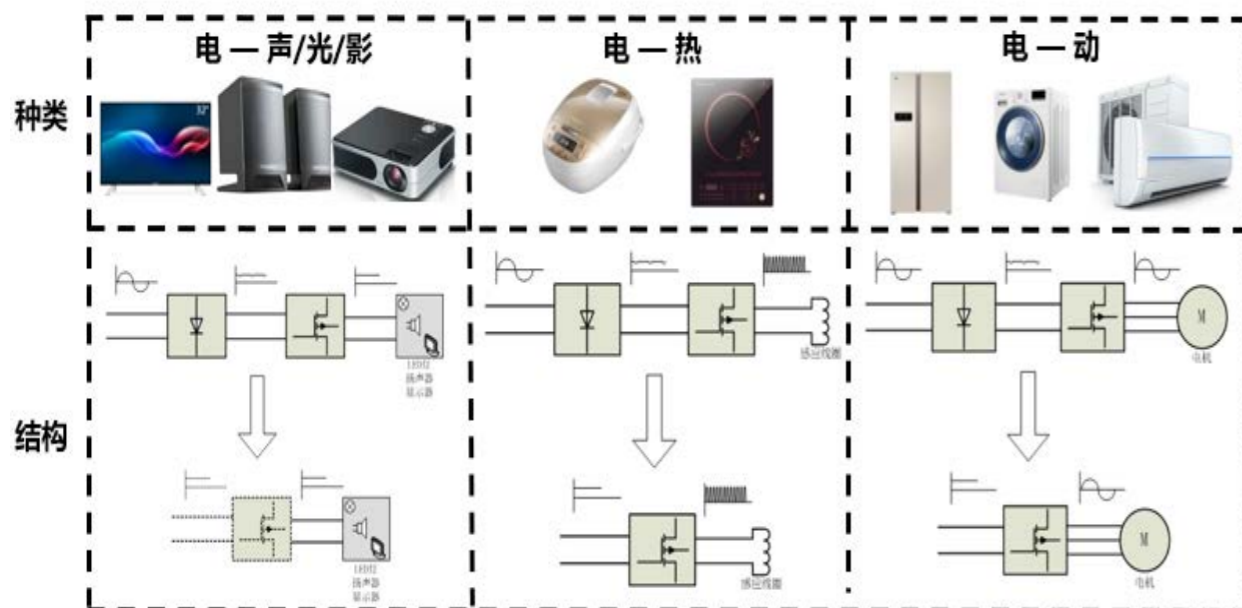
直流化——未来电器的发展方向

1月1日元旦，新年新气象，在这总结过去、展望未来的日子里，北京制冷学会带领大家畅想未来电器的模样。

当前电器都为交流供电方式，但LED照明电器、使用适配器的电脑、电视、手机等电子设备，无线化带蓄电池的电器产品以及内部采用直流电机的空

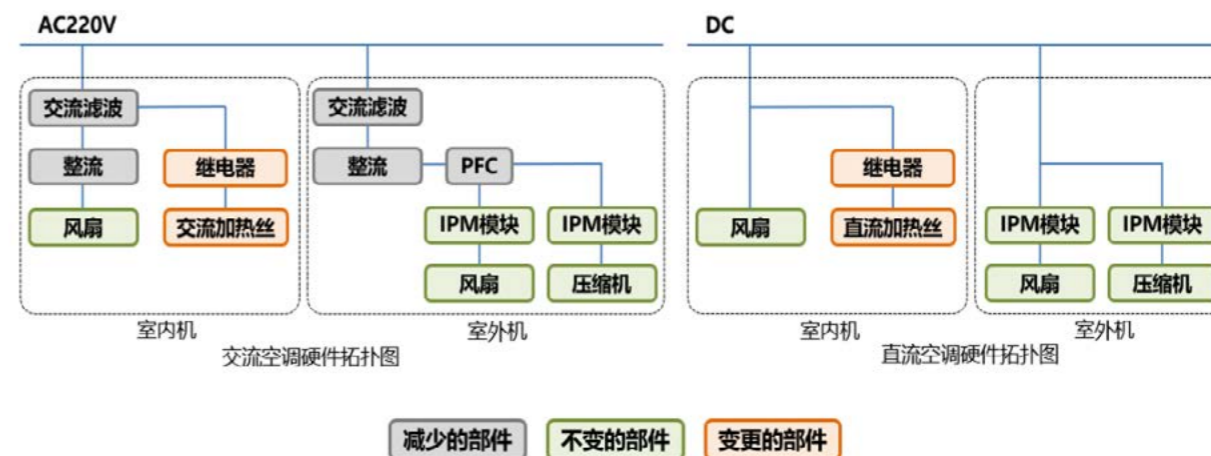
调、洗衣机、冰箱等旋转电机类电器本质都采用直流运行。随着未来光伏新能源、储能等技术大规模应用，家用电器和消费电子融合不断加快，界限趋向模糊，直流供电、直流用电的场景与需求越来越多，电器直流化的进程已经启动。

电器直流化分析



直流电器与交流电器相比省去整流等环节，系统简单且能效更高。下面向大家科普一下不同电器的交直流变换原理。

我们可以根据电器的应用功能，把电器分为“电一声”、“电一光”、“电一影”、“电一热”、“电一动”等5种类型。



“电一声/光/影”类型电器的典型代表有电视机、音响、LED灯、投影仪和电脑等，这类生活电器本身采用直流驱动，传统交流供电需整流为直流供电，而由直流直接供电则省去了整流和稳压部分的部件。“电一热”类型电器的典型代表有电热水器、电饭煲和电磁炉等，这类纯电阻型电器直流化时，除了省去整流和稳压之外，仅需将加热管/件由交流器件换为直流器件。“电一动”类型电器的典型代表有冰箱、洗衣机和空调等主流变频电器，与传统交流变频电器相比，直流变频电器省去了整流电路和PFC电路。

以变频空调直流化为例，如下图所示，可省去的部件包括：FRD、IGBT等整流元件和电解电容、高频电感等滤波元件；可直接兼容无需改变的部件包括：交流空调驱动部分应用的MOS、IPM等功率元器件，电容、电感等部分辅助元器件以及变频压缩机、直流风扇等驱动硬件；需要变更的部件包括：继电器、电磁阀、加热丝等。

大部分电器直流化之后，因为省去了传统交流电器中的整流等过程，相比传统交流电器的用能损

耗能够降低2%~10%。然而，部分直流元器件还需定制开发，这部分定制化直流电器的价格会超过传统的交流电器。随着直流电器的市场需求增强，电器上下游产业链的完善，直流元器件的规模化生产后，直流电器成本优势将逐步显现出来，直流化将是未来电器发展的趋势。

参考文献：

[1] 赵志刚, 唐文强, 张雪芬, 蒋世用, 袁金荣, 南树功. 直流电器及家居直流供电系统研究与应用[J]. 制冷, 2019, 38(03): 1-9.

[2] 俞国新. 【直流百问】55. 目前直流电器与传统交流家电的价格有多大差异? [EB/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s/SgoXqHM-dGQ_hjuo_VGrdA, 2022-10-13.

撰稿：理事、中国家用电器研究院噪声技术工程部、科技管理与战略发展部副部长、高级工程师汪超（入选北京市科协2021-2023年度青年人才托举工程项目）

审核：常务理事马国远

排烟“废热”变“绿能”

1月22日春节，北京制冷学会带领大家了解排烟“废热”变“绿能”，助力节能减污降碳与绿色发展及民生保障。

春节的到来，北方恰逢四九寒天，家家户户阖家团圆、暖洋洋、喜洋洋、欢度春节。为千家万户送温暖——热电厂、供热锅炉房等是重要热源，在持续探索和践行着节能提效、减污降碳、保障民生、走绿色发展之路。

我国北方城镇供暖以煤、天然气等化石能源为主，供暖能耗约2.12亿吨标煤、碳排放量约5.5亿吨[1]，同时，供热、供电和工业炉窑排烟中含有大量余热被废弃。

排烟余热利用是节能提效和减污降碳的技术途径之一。深度挖掘和回收排烟余热，将其降到露点温度以下，可回收烟气显热和水蒸气凝结潜热，烟

气冷凝水对烟气中SO_x、NO_x和CO₂等污染气体有一定的吸收净化作用，烟气冷凝水经处理后可资源化再利用[2]，从而节能、减排、节水、减少大量雾气排放。排烟/废气所携带的余热作为清洁热能，其利用中无污染、无碳排放，将“废热”变“绿能”，可助力高耗能、高污染和高碳排放产业创新升级。

我国工业余热利用节能潜力巨大，仅北方京津冀鲁蒙豫七省市区在钢铁、化工、建材、有色金属和电力等五大行业余热资源总量约3.77亿吨标煤[3]，超过北方供暖能耗总量。我国工业能耗约占全国能源消费总量的65%，在工业能耗中约50%为工业余热余压，其中排烟余热占工业余热的50%以上[4,5]。

排烟余热回收需采用防腐高效低阻力换热设备，换热设备有间壁式换热、混合式（直接接触式）

换热和回热式（蓄热式）换热。混合式可用于烟气与被加热介质允许混合的场合，间壁式不受此限制，间壁式换热应用范围广。

排烟余热利用方式，主要有直接利用和转化利用。1. 余热直接利用：①通过换热设备加热供热/供电锅炉补水、回水、助燃空气等，提高锅炉本体热效率[6,7]；②通过换热设备直接供暖或与电驱动/热驱动热泵联合运行供暖[8,9]，还可加热锅炉房换气进行热风供暖，改善空气品质；③供应生活热水；④工业余热加热物料等；⑤为工业生产工艺供热等[10]。2. 余热转化利用：将低温热能回收后经热力循环转化为电能[11]，或余热与自然环境温差发电，为生产工艺或仪器设备等供电，也可用于水电解制氢转化为绿能[12,13]。

未来深度挖掘回收各类工业余热/低温热能资源，提升低温热能深度回收高效直接利用新技术和开发低温热能转化为电能等新技术，促进各类低温热能深度回收和高效利用，推动我国能源安全高效绿色低碳高质量发展。

参考文献:

[1] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2020[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.

[2] 江雨薇, 王随林, 鲁军辉, 等. 低温烟气凝结换热及对天然气热效率的影响实验研究[J]. 锅炉技术, 2021, 52(02): 5-11.

[3] 蒋习梅, 熊华文, 王健夫, 等. 京津冀及周边地区中低品位工业余热资源潜力与利用分析[J]. 中国能源, 2017, 39(09): 32-36.

[4] 何雅玲. 工业余热高效综合利用的重大共性基础问题研究[J]. 科学通报, 2016, 61(17): 1856-1857.

[5] 连红奎, 李艳, 束光阳子, 等. 我国工业余热回收利用技术综述[J]. 节能技术, 2011, 29(02): 123-

128+133.

[6] 王随林, 潘树源, 穆连波, 等. 天然气锅炉烟气余热利用节能改造工程实测分析[J]. 暖通空调, 2011, 41(07): 22-24+17.

[7] 程冬冬, 王随林, 穆连波, 等. 新疆某大型燃气锅炉排烟余热深度利用效果测试研究[J]. 建筑科学, 2017, 33(04): 1-7+38.

[8] 赵玺灵, 付林, 王笑吟, 等. 分布式热泵调峰型燃气热电联产烟气余热回收供热系统建模及模拟分析[J]. 太阳能学报, 2018, 39(10): 2779-2787.

[9] 穆连波, 王随林, 朱峰, 等. 燃气锅炉烟气冷凝余热深度回收系统应用与节能分析[J]. 暖通空调, 2020, 50(12): 65-69.

[10] 孟繁瑞, 王随林, 穆连波, 等. 延迟焦化装置加热炉烟气余热深度回收利用方案与工程实测[J]. 现代化工, 2018, 38(03): 199-202+204.

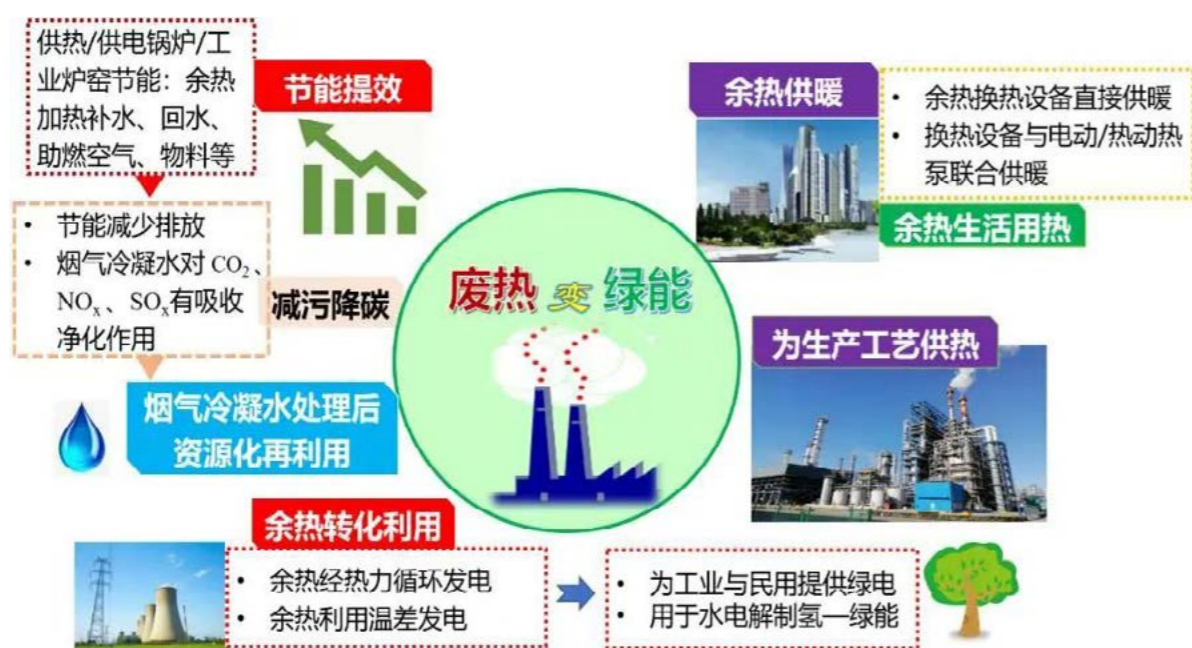
[11] Zhai HX, Shi L, An QS, Wang SL, An BL. Key parameter influence mechanism and optimal working fluid screening correlation for trans-critical organic Rankine cycle with open type heat sources[J]. Energy, 2021, 214: 119084.

[12] Lan YC, Lu JH, Mu LB, Wang SL, Zhai HX. Waste heat recovery from exhausted gas of a proton exchange membrane fuel cell to produce hydrogen using thermoelectric generator[J]. Applied Energy, 2023, 334: 120687.

[13] Kraemer D, Poudel B, Feng H P, et al. High-performance flat-panel solar thermoelectric generators with high thermal concentration[J]. Nature materials, 2011, 10(7): 532-538.

撰稿: 会员、北京建筑大学讲师鲁军辉(入选北京市科协2022-2024年度青年人才托举工程项目)

审核: 副理事长王随林



智慧供热——未来集中供热的发展趋势



一年之计在于春，最有生机和希望的节气立春到了。“从此雪消风自软，梅花合让柳条新”，2月4号立春，为迎接春天的到来，北京制冷学会带领大家一起展望未来的集中供热。

为推动“双碳”目标的实现，供热节能成为行业共识，智慧化升级是必然趋势，清洁供热是终极目标。未来集中供热会将热源、热力管网、热用户与物联网、数字孪生等密切结合，提升软服务水平，融合大数据、人工智能等支撑技术，整合各类能源，优化供能结构，提高能源利用效率，实现智能化运行、管理、输配和服务，确保热量的智慧化高效输运。

1. 热源

春风催绿，万物勃发，春天的到来让大地逐渐披上一层绿色。未来的集中供热热源也将逐渐“绿色”化，太阳能、风能、生物质、核能等绿色可再生能源将被大力推进，利用互联网等技术完成各种能源之间的相互协调，取长补短。在热量的输送和利用上将进行分片布置，减少长距离输送的热量损失，有效地提高热量利用的安全性和灵活性。此外，未来的集中供暖系统还将充分利用超级储能、储能装置与能量转换装置的集成设计等，进一步实现热量的储备。



2. 热力管网

作为连接热源与热用户的桥梁，热力管网的设计对于供热效果，节约能源等，有着十分重要的意义。未来热力管网将充分利用大数据、能源互联网等现代化信息技术保障管道畅通，实现管网的设计-敷设-运行一体化智能监测，真正做到管网的智能化设计、管理和热量的智能化输配，最终实现热源到热用户的高效精准调度。

3. 热用户

随着人们生活品质的逐渐提升，供热城市会逐渐向南推进，规模会越来越大。未来我们将采用分户/室的温控措施，利用大数据、物联网等实现房间、生活用水温度的智能控制及智能计费，满足用户个性化需求，提高用户舒适度，避免因房内温度过高而开窗散热导致的热能浪费，真正做到按需供

暖、智能化服务与管理。

有了绿色且充足的热源储备、智能化的输配管网以及用户的智能温控，未来我们将以更加温暖舒适的状态跨越寒冬，拥抱美好的春天。

参考文献:

[1] 孙兵. 多能互补集中供热系统应用研究[J]. 中国新技术新产品, 2022,(10):110-113.[EB/OL]http://kjsh.people.cn/n1/2018/0328/c404389-29893163.html

撰稿: 会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授徐钱(入选北京市科协2021-2023年度青年人才托举工程项目)

审核: 理事童莉葛

制冷科技推动雪上运动发展

2月5日元宵节，北京制冷学会带领大家了解制冷科技推动雪上运动发展。

近年来我国雪上运动发展快速，特别是2022北京冬奥会的举办，雪上运动受到越来越多的青睐。近代滑雪从一种运动上升为一种生活方式。人们以滑雪为载体，在亲近自然的同时挑战自我。制冷科技为滑雪运动的普及提供了科技支撑，主要涉及人工造雪和室内冰雪场馆，其中人工造雪改变了看天下雪的局面，改善了滑雪条件和延长了室外滑雪季节，室内冰雪场馆则突破了滑雪运动季节的限制，实现了春夏秋冬都可以滑雪的目标。

人工造雪

人工造雪已经是冬奥会的主要用雪，据了解，北京、温哥华、索契以及平昌等地举行的冬奥会都大量采用了人造雪。特别是在2018年平昌冬奥会中，人造雪用量占到了总使用雪量的90%。

在天然条件下，自然雪来自大气中的水蒸气凝结，当大气温度低到一定程度，水蒸气就会凝结成云，由气态转化为液态或固态。小冰晶飘浮在空中，靠继续凝结和互相碰撞合并而增大成为雪花。自然条件下从雪晶形成到落地的过程需要较长时间，而人工造雪需要在短时间内完成制造晶核、促进雪晶



图片来源百度

成长的全过程。经过我国科研团队的攻关，我国在人工造雪领域已经完全掌握核心技术，可以低成本地制造出媲美天然雪的人工雪。

室内冰雪场馆

室内冰雪场馆是现代制冷技术和建筑技术结合的产物，通过建筑技术、制冷系统和环境控制系统构建一个低温的大尺度室内环境，满足多种滑雪运动的需要。例如坐落在我国的哈尔滨的室内滑雪场，建筑面积8万m²，接待服务区1.5万m²，娱雪及滑雪区共6万5千m²；拥有6条长度及坡度不同的雪道，最大落差80m，最长雪道500m，最大坡度

为25.4°，是全球最大的室内冰雪场馆，完全由中国自主技术实现。

制冷技术的发展和突破，突破了滑雪运动气候和季节的限制，实现了滑雪爱好者的滑雪自由，助力我国冰雪运动的发展。

撰稿：会员、中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副研究员孙德宇（入选北京市科协2021-2023年度青年人才托举工程项目）

审核：副理事长路宾



了解特殊形态的水——超临界水



2月19日雨水，北京制冷学会带领大家了解特殊形态的水——超临界水。

水在我们生活中再平常不过，对于大多数人来说，常见的水的形态也不过三种罢了。实际上，水并不仅仅有这三个形态，只不过第四种形态普通人很难见到。水的状态见图1，不同温度压力的水可分为四种状态，分别为固相、液相、气相以及超临界态。

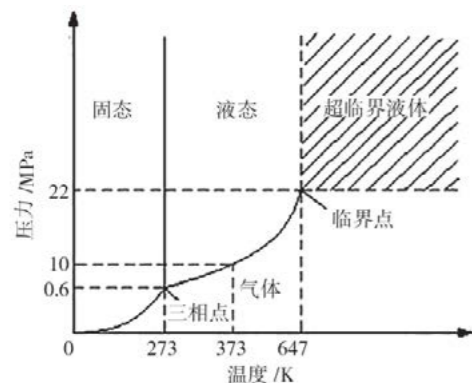


图1 水的相平衡图

超临界水，是指当气压和温度达到一定值时，因高温而膨胀的水的密度和因高压而被压缩的水蒸气的密度正好相同时的水。此时，水的液体和气体便没有区别，完全交融在一起，成为一种新的、呈现高压高温状态的流体。

超临界水的性质与特点

超临界水是一种特殊的流体，相比普通的液态水而言，超临界水的理化特性会发生变化，主要表现为氢键强度减弱、极性降低、扩散系数高、介电常数低等，如图2所示[1]。这种状态下的水不仅具备极强的氧化能力，而且还极易与油等物质混合，有较强的融合能力，在超临界水环境中，部分物质的反应速率可以达到惊人的上百倍。而且超临界水自带“硫酸”特性，它有着非常强的腐蚀性，很多金属都能被它轻易腐蚀掉。



图2 超临界水的主要性质 [1]

超临界水的应用

超临界水凭借其特殊的物理化学性质而备受人们的青睐，是一种快速、有效、环保、节能的反应介质。

在能源领域，比如煤的超临界水热燃烧是一种不需要污染物末端控制就能实现煤的高效、清洁利用的新型燃烧技术，为煤基高碳能源的清洁转化利用提供了一条崭新的途径[2]。超临界水-煤气化技术还能制可燃气[3]。在环保领域，超临界水技术作为一种新兴的处理废旧塑料、活性污泥以及各种废水的方法得到了国内外研究工作者的广泛关注，该方法利用超临界水所具有的特殊理化性质，使废旧塑料在超临界水环境下发生热解反应，降解得到小分子物质，可以回收可燃气体、汽柴油和轻蜡等高附加值产物，过程无二次污染产生。此外，利用超临界水可以快速有效地制备高结晶度的粉体材料以及化学产品[4]。

目前，“超临界水”的应用还处于初步研究阶段，毕竟其合成过程难，想要维持状态更是困难，成本非常高。但是随着科学的进步，我们相信会找到合适的低成本合成方法。

参考文献

- [1] Wei Ning, Xu Donghai, Hao Botian, et al.. Chemical reactions of organic compounds in supercritical water gasification and oxidation[J]. Water Research, 2021, 190: 116634.
- [2] 李艳辉, 王树众, 任萌萌, 等. 超临界水热燃烧技术研究及应用进展[J]. 化工进展, 2016, 35(7): 1942-1955.
- [3] 孟庆云, 姜海纳. 超临界水-煤气化技术制可燃气研究进展. 现代化工, 2021, 41(7): 72-77.
- [4] 宋续明, 毛志强, 赵亚平. 超临界水快速连续制备纳米磷酸铁锂正极材料. 无机盐工业, 2012, 44(9): 59-62

撰稿：会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授玄伟伟（入选北京市科协2020-2022年度青年人才托举工程项目）

审核：理事童莉葛

固态水的奥秘——小冰块，大用途

“春雷响，万物长”，惊蛰前后气温回升较快，春雷萌动，雨水渐多，为世间万物的生长创造了有利的条件。3月6日惊蛰，北京制冷学会带领大家认识自然界中的固态水——冰。

当水温降到0℃时，就开始结冰了。冰水混合物的温度为0℃，但是为什么冬天冰下的小鱼并没有被冻死呢？这就与水的一个特殊性质有关了。一般规律下，液体的温度越低密度越高，同一物质的固态比液态密度高。而水的密度却是在4℃左右最高，且冰的密度只有水密度的80%左右。因此，湖面结冰后，冰会浮在湖面，湖底的温度可维持在4℃左右，只要鱼老老实实待在水底，就不用担心会被冻死。



图1 过冷水“成冰”

但是水到0℃就肯定会结冰吗？有个很有趣的实验，把一瓶矿泉水摇一下瞬间结冰。这是因为结冰需要“结晶核”。对于极其纯净的水，由于缺少“结晶核”，在0℃以下还保持着液态，这样的水叫过冷水。“过冷态”是个极不稳定的状态，称为亚稳

态。摇晃水体时产生的小气泡会充当“结晶核”，诱发过冷水迅速结冰。此外，水在0℃结冰也是指纯净水。对于混有杂质的水，或盐水溶液，其结冰温度会低于0℃。这就是为什么地面融冰会向积雪上撒盐以及海水不易结冰的原因。盐水浓度越高，结冰所需的温度越低。

远到古代的冰室，近到现代的空调、冰箱，从古至今，冰在人们生活的方方面面发挥着重要的作用。早在古代，人们就通过冰室储藏冰块。冰室一般建在地下4-5米的深度，温度保持在0℃左右[1]。冰块足够大的话，是不容易化的。在冬天时，北方空气温度低，人们将水冻成冰块，然后储藏到冰室内，以供夏天消暑使用。

有人用冰来消暑，也有人用冰来御寒。生活在北极圈里的爱斯基摩人，凭着用冰筑成的房屋度过冬天。爱斯基摩人的冰屋是怎样起到保暖防寒作用的呢？首先，虽然冰的温度不高，但其导热性差，能很好地隔热。其次，爱斯基摩人会在冰屋门口挂起兽皮门帘，大大减少屋内空气流向屋外。最后，冰屋内壁光亮的冰壳能够将屋内热源辐射出去的热量反射回来，而屋子圆拱的构造也有利于热能的集中[2]。因此，冰屋内的温度可保持在零下几度到十几度，比-50℃的屋外暖和多了。

如今，人们有更多的手段来获得冰，冰也被作为冷源用在空调系统中，如冰蓄冷空调。冰蓄冷空调技术在夜间低电价时段采用电制冷机组制冷，将水在专门的蓄冰槽内冻结成冰以蓄存冷量；在白天



图2 爱斯基摩人的冰屋

的高电价时段停开电制冷机组，直接将蓄冰槽内的冷能释放出来，满足空调用冷[3]。这样不仅节约了空调用电高峰期的电费，还减少了白天用电高峰时电网的压力。

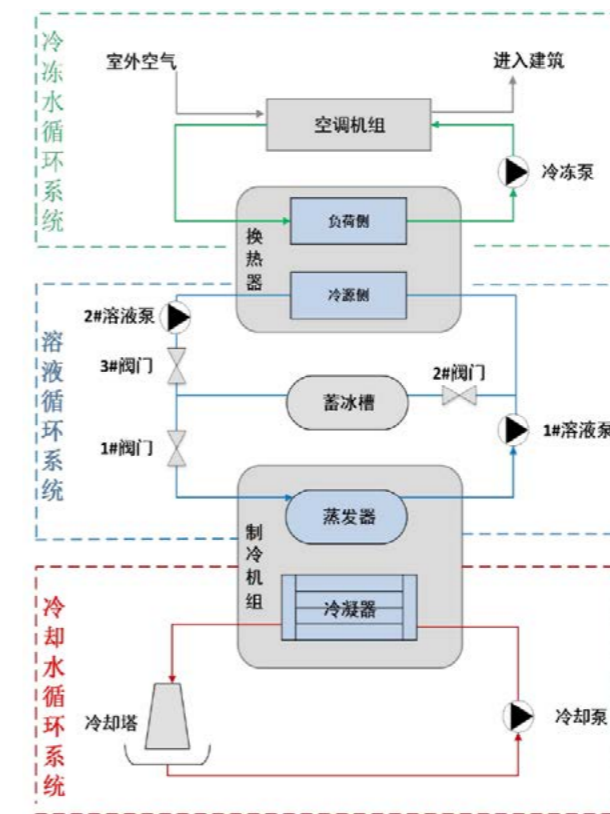


图3 冰蓄冷空调系统结构[4]

参考文献

- [1] 李佳. 清代北京冰窖藏冰技术研究[D]. 陕西师范大学, 2010.
- [2] 刘玮, 皇甫苏婧, 李雄. 节能建筑的造型与材料对建筑保温的影响研究——以冰屋的保暖设计原理为例[J]. 建筑与文化, 2015(04):139-140.
- [3] 王宝龙, 石文星, 李先庭. 空调蓄冷技术在我国的研究进展[J]. 暖通空调, 2010, 40(06):6-12.
- [4] 周昕玮. 西北某机场能源站冰蓄冷空调负荷预测及优化运行策略研究[D]. 西安建筑科技大学, 2022.

撰稿：会员、北京科技大学土木与资源工程学院副教授涂壤（入选北京市科协2022-2024年度青年人才托举工程项目）

审核：理事刘晓华

冰蓄冷空调的发展与应用

3月8日女神节，春气萌动，万物生机盎然。祝所有的女性朋友们节日快乐，幸福美满！今天，北京制冷学会带大家一同了解冰蓄冷空调的发展与应用。

据彭博新能源研究显示 [1]，2018 年全球住宅和商业空调用电量达 1932 太瓦时，中国空调用电量占全球 34%。中国许多大中城市的空调用电占其高峰用电的 20% 以上，电网昼夜峰谷负荷差值高达 40%，这无疑造成夜间电力资源的极大闲置和浪费。预计到本世纪中叶，全球空调用电需求将增长逾一倍，相当于全球电力总需求的逾 12%。在这样的社会大背景下，一场空调节能技术的革命呼之欲出。

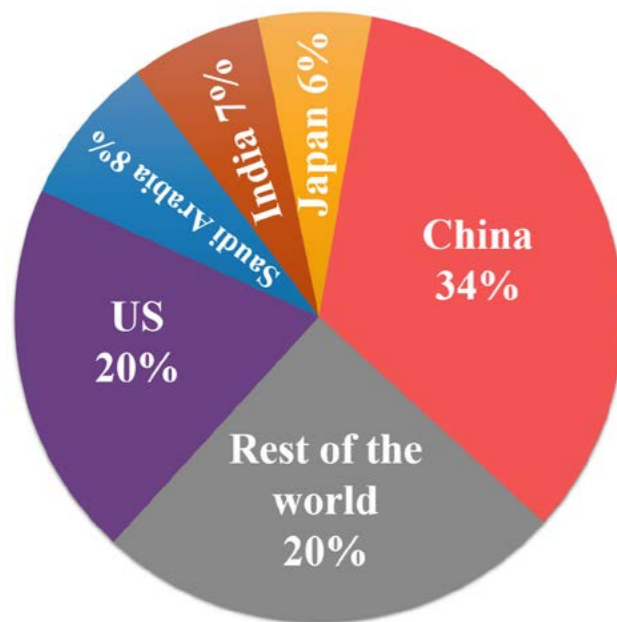


图 1. 全球空调用电占比 [1]

蓄冷空调作为制冷空调的补充和调节，利于缓解电网运行负荷，提高发电和输电效率；具有较高的经济性，既降低了用户空调运行费用，还减少了装机容量，节省了开支。常见的蓄能介质有水和冰，较储能密度低，占地面积大的水蓄冷系统相比，冰蓄冷空调具有蓄冷能力大，容积小，提供的冷水温度低，可实现低温送风等优点 [2]。冰蓄冷空调系统是在常规电制冷的基础上减小制冷主机容量，增加蓄冰装置，系统如图 2 所示 [3]

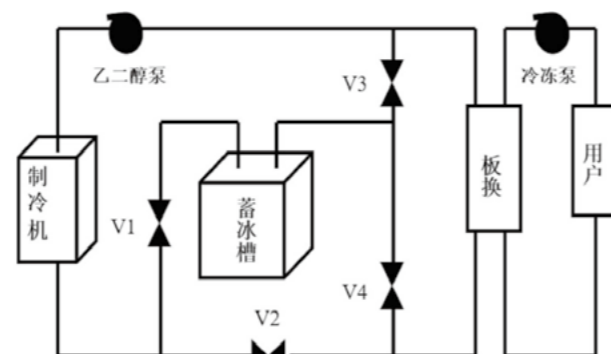


图 2. 冰蓄冷空调系统图 [3]

谈到冰蓄冷技术的发展历程，其实早在几千年前，我国就有了最古老的蓄冰工程，《诗经》中曾有“凿冰冲冲，纳于凌阴”的记载，当时还没有机械制冷，我们的祖先利用大自然的造化将冬天的冰储存起来到夏天使用。在后来，蓄冷技术出现在 20 世纪 30 年代国外的教堂中，那是因为教堂平时人员少，负荷需求少，而礼拜日人员多负荷需求大。20 世纪 70 年代时出现的能源危机推动了蓄冷技术的发展，第一次出现了电费分时计费。日本在 80 年代开始了蓄冷技术的研究。台湾在 1984 年建成了第一个冰蓄冷空调。而中国大陆在 1994 年电

力部郑州会议上正式将冰蓄冷技术写入国家红头文件，同年在深圳电子大厦建成第一个冰蓄冷空调系统。

在如今的发达国家，60% 以上的建筑物都已使用冰蓄冷系统。韩国在 1999 年立法，三千平方米以上的公共建筑必须采用蓄能空调系统；美国芝加哥一个 600 多万平方米的建筑共有 4 个冷站，城市集中供冷；日本的国土面积只有 37 万平方公里，但在使用冰蓄冷系统的建筑物大约已有 10 万个以上。从美、日、韩等国家应用的情况看，冰蓄冷技术在空调负荷集中、峰谷差大、建筑物相对聚集的地区或区域都可推广使用。我国也于 07 年将冰蓄冷技术列为《国务院能源政策白皮书》节能减排三大支撑技术之一；08 年将其列为《国家级重点支持高新技术》。目前全国高达二十多个省份已出台分时电价政策，高峰和低谷的电价差在 3 到 4 倍。最后，我们引用中国制冷学会理事宋孝春先生的话来分析国内冰蓄冷行业的未来发展趋势，“我国冰蓄冷空调市场已走向成熟。全国范围内近两年的工

程几乎等于前十年的总和，这本身已经足以说明问题。未来一段时间内，这个数字仍以几何数字向上递增……”

参考文献：

[1] 赵福艳, 张丁川, 路贵香. 制冷技术的研究进展 [J]. 化工管理, 2020(09):136-137.

[2] Kang Z, Wang R, Zhou X, et al. Research status of ice-storage air-conditioning system[J]. Procedia Engineering, 2017, 205: 1741-1747.

[3] 黄双福, 何志森, 连洪波. 冰蓄冷技术在空调系统中的应用及经济性研究 [J]. 山东化工, 2021, 50(23):151-153.

撰稿：会员、北京建筑大学环境与能源工程学院副教授邢美波（入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目）

审核：常务理事陈红兵



氢液化技术杂谈

今年3月12日是第45个植树节，要守住“绿水青山”，清洁能源的应用势在必行。在这个绿意盎然的日子，我们今天来聊一聊氢气这个极具潜力的绿色能源载体。

氢气在航空航天、军工以及新能源汽车等领域有着广阔的应用背景。然而，氢气的密度极低，在标准状态下（101.325kPa, 0℃）的密度为0.0899 kg/m³，仅为空气的1/14，这给储存和运输带来了困难。因此，要实现氢能的推广应用必须突破高密度储氢技术。氢液化经过百余年的发展，已成为氢气大规模高密度储运的主流技术之一。

氢气的常压沸点是-253℃，仅比温度极限-273.15℃高20℃左右，达到如此低的温度无疑是个挑战。早在1898年，低温科学的奠基人之一 James Dewar 利用液态二氧化碳和液态空气预冷 18

MPa 的高压氢气，再通过回热与节流，首次制取了液氢（4 cc/min）。

自50年代起，美国建立了一系列氢液化装置，目的是为双子星计划、阿波罗计划等提供液氢燃料。为航天活动迅速建立的一大批液氢工厂使北美地区长期占据全球液氢产能的90%以上。随着清洁能源、半导体等产业对液氢的需求逐年增加，商用氢液化技术蓬勃发展，在美国、德国、日本等地已有成功的应用案例。目前，国际上商用氢液化装置生产商主要有 Linde、Air Liquide、Praxair 等低温领域的国际巨头。

相比之下，我国的氢液化技术起步相对较晚。洪朝生院士于1956年研制出了国内首台氢液化器。然而，除早期自研的 Linde-Hampson 型小型氢液化器外，国内长期使用仍是 Linde 和 Air Liquide 生

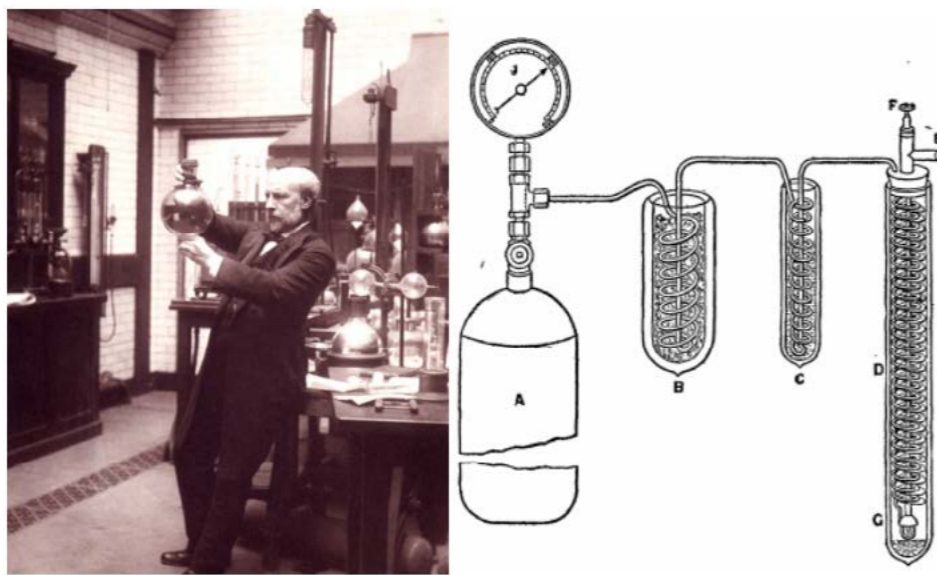


图1 James Dewar 及其研制氢液化器（图源：James Dewar. Liquid hydrogen. 网易 https://www.sohu.com/a/457951965_120044756）

产的氢液化装置。在中国低温科技工作者的持续努力下，2021年以来航天101所和中科富海先后研制成功了1.5吨/天级氢液化装置，并继续向更大规模装置进军，支撑国家航天事业和能源革命。

从人类第一次实现氢液化到现在已经走过125年的历程，探究更加节能高效的氢液化方式是我们需要继续研究下去的课题。我们相信随着各项关键

技术的突破，氢能的利用会更加普及，山将更绿，天将更蓝。

撰稿：会员、中国科学院理化技术研究所项目副研究员王昊成（入选北京市科协2023-2025年度青年人才托举工程项目）

审核：副理事长公茂琼



图2 美国航天发射场及其液氢储罐（图源：Laurence Bernard et al. State of the art of LH2 installations and facilities.



图3 Linde 公司氢液化装置及典型液化冷箱内部结构（图源：Linde Group）

春暖人间，你可能需要它冰爽一下！

(该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发)

3月21日春分，阳光明媚，天气回暖。本周，北京最高气温达到20℃，雪糕、冰淇淋等冷饮，冰箱、空调等制冷设备逐渐进入日常生活，而这些都离不开背后默默无闻工作的制冷剂。

你知道世界上最早的冰箱吗？战国青铜冰鉴（图1），现藏于中国国家博物馆。《周礼·凌人》记载：“春始治鉴，凡外内饗之膳羞鉴焉，凡酒浆之酒醴亦如之，祭祀共冰鉴。”古人在尊缶内装酒，鉴、岳壁之间的空间放置冰块，在春夏之季就可以喝到冰爽的酒。



图1 世界上最早的冰箱——战国青铜冰鉴 [3]

1. 制冷剂是什么？有什么作用？

制冷剂（又称冷媒）是一种在制冷循环系统中用来吸收热量并转移热量的物质。

在典型的蒸汽压缩式制冷循环系统中（图2），

制冷剂先在蒸发器（低温区）吸收热量，后在冷凝器（高温区）释放热量，同时制冷剂从蒸发器转移到冷凝器，并将热量从低温区转移到高温区，实现低温区降温。

日常生活中，冰箱（空调）对应的高温区和低温区分别冷冻室/冷藏室（房间）和屋内环境（屋外环境）。

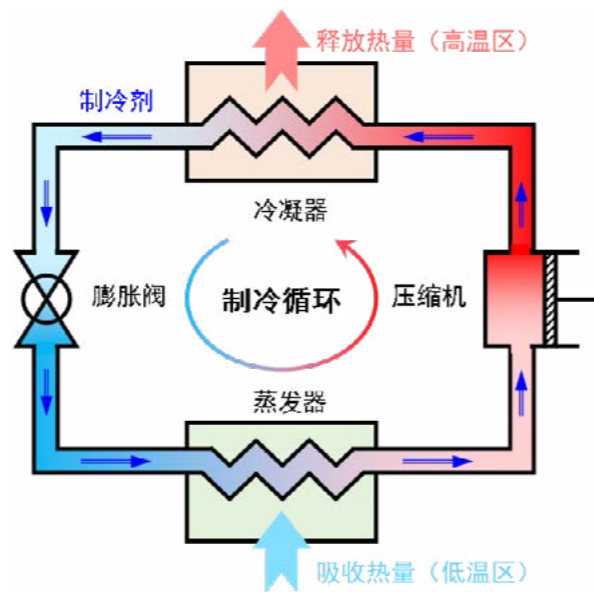


图2 蒸汽压缩式制冷循环系统示意图 [1,2]

2. 制冷剂有哪些种类？

ASHRAE（美国暖通空调工程师协会）标准34给出了100多种制冷剂，可按照化学组成、物理性质、应用领域、环境友好性不同的方法进行分类，详见表1。

分类方法	制冷剂名称
化学成分	无机化合物、氯氟化碳（CFCs）、氢氯氟化碳（HCFCs）、氢氟化碳（HFCs）、碳氢化合物（HCs）制冷剂
物理性质	单一制冷剂、混合制冷剂 低温、中温、高温制冷剂 气态、液态、固态制冷剂
应用领域	家用、商业、工业制冷剂

表1 制冷剂的分类方法

常见的分类方法是根据化学成分将制冷剂分为无机化合物、氯氟化碳（CFCs）、氢氯氟化碳（HCFCs）、氢氟化碳（HFCs）和碳氢化合物（HCs），其中氯氟化碳（CFCs）、氢氯氟化碳（HCFCs）和氢氟化碳（HFCs）就是大家常说的氟利昂（图3）。



氢氯氟化碳（HCFCs）制冷剂R22



氢氟化碳（HFCs）制冷剂R32

图3 氟利昂制冷剂产品 [4]

3. 我们为什么需要制冷剂？

制冷剂在现代社会扮演着不可或缺的角色（图4），通过以空调、冰箱、冷机等为代表的制冷设备吸收和释放热量实现温度控制。

日常生活中，家用空调和冰箱的普及改善了人们的生活品质和生产效率；食品存储和运输行业，冷藏和冷冻技术可以保持食品的新鲜度，延长货物的保质期；医疗保健和生化领域，制冷剂常用于确保药品、器械和试剂等保存和使用的温度适宜[5]；冰雪运动场地，制冰存冰过程更是离不开制冷剂。

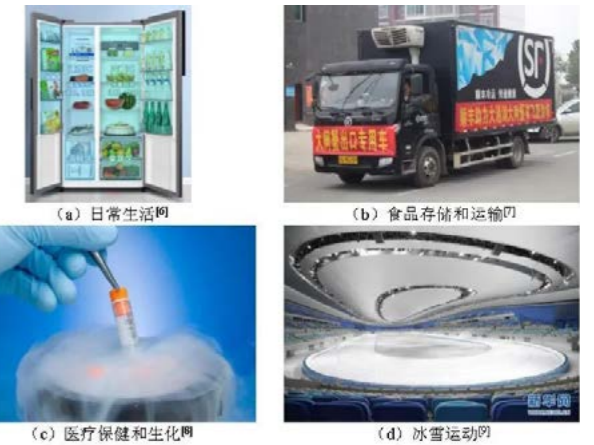


图4 制冷剂的广泛应用

4. 制冷剂对于人体和环境有没有破坏？

部分早期使用的氟利昂制冷剂会对环境造成破坏，导致臭氧层漏洞和全球气候变暖（图5）。

因此，联合国制定了《蒙特利尔议定书》，包括我国在内的多数国家已于1987年8月签署该议定书，逐步淘汰和禁止使用氟利昂制冷剂。具体来说：

氯氟化碳（CFCs）破坏臭氧层，导致紫外线辐射增加，也会影响生态系统和全球气候。《蒙特利尔议定书》列为一类受控物质，2010年全球范围内已淘汰并禁产。

氢氯氟化碳（HCFCs）对臭氧层的破坏比氯氟化碳（CFCs）小许多，目前是后者的重要过渡性替代物质，《蒙特利尔议定书》中部分被限定2020年或2030年淘汰。

氢氟化碳（HFCs）不破坏臭氧层，但导致气候变暖的潜能很大，《蒙特利尔议定书》没有规定使用期限，《联合国气候变化框架公约》京都协议书中定性为温室气体。

此外，氯氟化碳 (CFCs) 和氢氯氟化碳 (HCFCs) 因其毒性而可能引起皮肤、呼吸系统等症状。

然而，随着新技术和环保意识的不断提高，这些破坏性的制冷剂已经逐渐被二氧化碳、碳氢化合物 (HCs) 等环保、安全和健康的新型绿色制冷剂所替代。

北京大学张信荣教授采用二氧化碳跨临界制冷系统研制出冬奥史上最环保的冰面雪道 [10]，应用到国家速滑馆“冰丝带” (图 4d)。

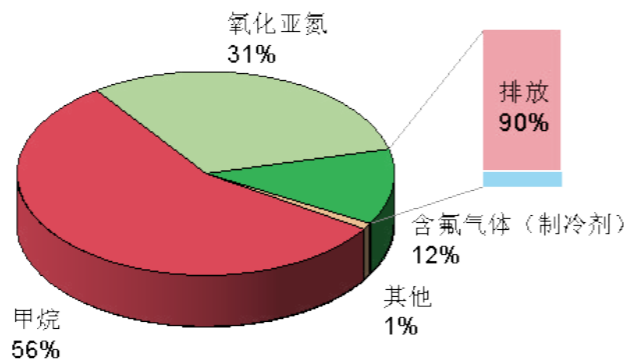


图 6 2014 年我国非二氧化碳温室气体排放占比 [14]

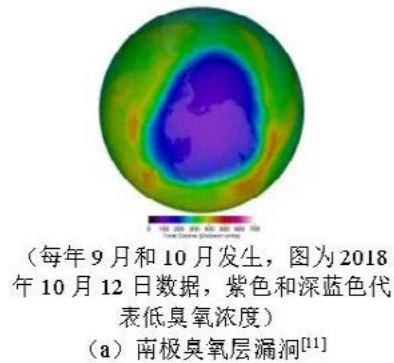
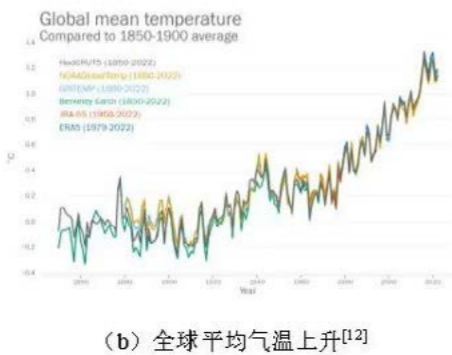


图 5 臭氧层漏洞和全球气候变暖



5. 制冷剂回收的必要性体现在哪?

制冷剂的使用需综合考虑能效、环保、安全、成本等诸多因素。

在我国，制冷剂是除甲烷和氧化亚氮外，第三大非二氧化碳温室气体排放源 (图 6)，估算年排放量超过 5 亿吨二氧化碳当量，其中在设备使用、维修和拆除过程的排放总和占到全生命周期排放总量的 90% 以上。

制冷剂回收可以减少大气环境的污染，降低温室效应，节省成本和资源，促进可持续发展。

然而目前，我国制冷剂年回收量不足年使用量的 3%，与发达国家的差距明显。

造成这一问题主要原因有回收成本高、缺乏制冷剂生命周期管理制度设计、用户及从业者环保意识淡薄等 [13]。

6. 国内制冷剂发展情况如何?

过去几十年，我国的制冷剂行业发展迅速，一直处于快速增长的阶段，近年来制冷剂的供需关系逐渐进入平衡。

我国已成为主要的制冷剂生产国 (图 7) 和消费国，同时也出台了一系列涉及制冷剂的环保政策和法规 (表 2)，以促进可持续发展。

例如，2010 年颁布《消耗臭氧层物质管理条例》，限制使用和生产 CFC 和其他臭氧层空气污染物。

目前，国内制冷剂正逐步向更加环保、节能、智能化和可持续的方向发展。

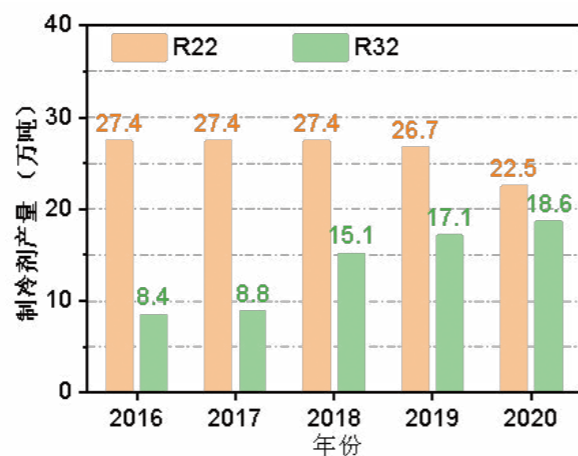


图 7 2016-2020 年我国 R22 和 R32 制冷剂产量 [15]

年份	单位	政策和法规
2010	国务院	《消耗臭氧层物质管理条例》
2011	工信部	《氟化氢行业准入条件》
2012	工信部	《氟化氢行业准入公告管理暂行办法》
2016	环保部 (现生态环境部)、联合国开发计划署、中国制冷空调工业协会	《中国工商制冷空调行业第二阶段 HCFCs 淘汰管理计划》
2019	发改委、工信部、财政部等 7 个部门	《绿色高效制冷行动方案》
2021	生态环境部、发改委、工信部	《中国受控消耗臭氧层物质清单》

表 2 制冷剂有关政策和法规

7. 国际上制冷剂发展得怎么样?

国际上制冷剂朝着绿色环保、高效节能、与时俱进等趋势发展，主要表现在以下几个方面：

绿色环保型制冷剂的使用增加：早期的氯氟化碳 (CFCs) 制冷剂已被淘汰或禁用，越来越多的国家和地区正在使用绿色环保制冷剂，以满足环保要求并降低温室气体排放。

制冷系统的节能优化：提高制冷系统的能效和减少能源消耗能够满足日益严苛的节能减排要求。

多功能制冷剂的应用扩展：除了传统的空调、冰箱等领域，制冷剂被越来越广泛地应用于医疗健康、生命科学、工业制造等多个领域。

制冷剂回收和再生技术的发展：制冷剂回收和再生技术得到了更多的关注 [16]，日本等国家和地区甚至制定了强制性的法规和政策。

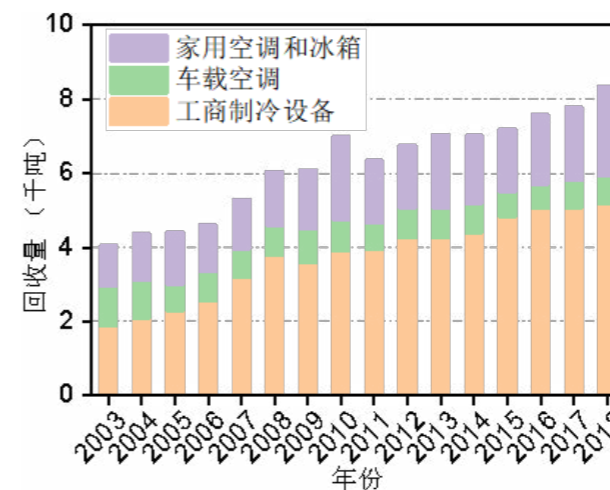


图 8 日本 2003-2018 年各领域制冷剂回收情况 [16]

参考文献：

- [1] 王如竹, 丁国良, 吴静怡, 等, 制冷原理与技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [2] 石文星, 王宝龙, 邵双全, 小型空调热泵装置设计 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [3] 青铜冰鉴 [EB/OL. 中国国家博物馆, [2023-03-14] https://www.chnmuseum.cn/zp/zpml/kgdjp/202008/t20200824_247219.shtml.
- [4] 制冷剂 [EB/OL]. 山东华安新材料有限公司, [2023-03-15]. <http://www.sdhazl.com/cn/cold.html>.
- [5] 刘静, 低温生物医学工程学原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [6] 美的冰箱 [EB/OL. [2023-03-14] <https://www.midea.cn/1/1000000000400692349799.html>.
- [7] 助力出口大闸蟹空降新加坡, 让“中国生鲜”走向国门 [EB/OL. [2023-03-15]. <https://intl-img.sfexpress.com/zh/xwgg/20171103/838.html>.
- [8] Cryopreservation: Applications and Advances [EB/OL, Cell Science from Technology Networks, [2023-03.15] <http://www.technologynetworks.com/cell-science/articles/cryopreservation-applications-and-advances349021>.
- [9] 国家速滑馆“冰丝带”首次制冰取得成功 [EB/OL. 新华网, [2023-03-15]. <http://www.xinhuanet.com/politics/2021-01/22/c>

1127015176.htm.

[10] 冬奥对话 | 专访北大工学院张信荣: 研制出冬奥史上最环保的冰面雪道 [EB/OL. 北京大学], [2023-03-15]. https://www.coe.pku.edu.cn/newsfocus/topic/11285.html.

[11] GRAY E. NASA Reports Arctic Ozone Hit Record Low in March [EB/OL, NASA, 2020-04-15. (2020-04-15) 12023-03-15]. http://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-reports-arctic-stratospheric-ozone-depletion-hit-record-low-in-march.

[12] Past eight years confirmed to be the eight warmest on record [EB/OL]. World Meteorological Organization, 2023-01-11 (2023-01-11) [2023-03-15]. https://public.wmo.int/en/media/press-release/pasteight-years-confirmed-be-eight-warmest-record.

[13] 全国政协委员唐俊杰: 加强制冷剂回收

[EB/OL]. 2023年全国两会, [2023-03-07]. https://www.spb.gov.cn/gjyzj/2022hjytap/202303/320e80e1a6db4c62ba9de23762c7d39c.shtml.

[14] 清华大学气候变化与可持续发展研究院项目综合报告编写组, 《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》综合报告 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(11): 1-25.

[15] 高恩元, 韩美顺. 2020年度中国制冷剂产品市场分析 [J]. 制冷技术, 2021, 41(S1): 51-59.

[16] 高欢, 顾昕, 丁国良, 制冷剂回收与再生现状分析 [J]. 制冷学报, 2021, 42(5): 17-26.

撰稿: 会员、北京理工大学机械与车辆学院副教授张旋 (入选北京市科协 2023-2025 年度青年人才托举工程项目)

审核: 理事宋孟杰



家用冰箱、家用空调节能小妙招

撰稿: 理事、中国家用电器研究院噪声技术工程部、科技管理与战略发展部副部长、高级工程师汪超 (入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目)

审核: 常务理事马国远

家用冰箱节能小妙招

- 1) 设置冰箱的环境温度宜低 (结霜热流)。
- 2) 冰箱四周要有充分空间, 顶部和两侧墙壁间距建议大于 10cm, 顶部间距大于 30cm。
- 3) 减少冰箱的开门次数和开门持续时间。
- 4) 合理设定冷藏室和冷冻室的温度, 在保证食品质量的前提下, 将温控器的调节旋钮调到较小的制冷档, 适当降低温度以节能。
- 5) 储存的食品品种和数量应适量并有足够空间。
- 6) 食品要洗净后再放入冰箱。
- 7) 及时除霜, 蒸发器霜层厚度超过 5mm, 其制冷效率会降低 30%; 霜层厚度超过 10mm, 其制冷效率会降低 40%。
- 8) 食品放入冰箱前要擦干水分, 加高密封条密封好, 防止食品中的水分蒸发。

空调节能小妙招

- 1) 按照标准合理控制室内人员活动区的温度 (智能系统以空调房间温度控制不一定合理)。
- 2) 在炎热天气, 应适当提高室内设定温度, 例如 26-28°C, 过大的室内外温差不利于身体健康。
- 3) 根据气候条件及室内使用状况, 及时调节空调运行模式, 由程序控制及时切换或手动切换; 无自控系统或分体式空调器加装人工控制。
- 4) 加强对空调系统的维护保养, 清洗过滤器、盘管等, 可以有效改善空气品质, 提高制冷效率和风量, 利于节能。检查自控系统是否处于良好执行状态, 及时更换失效的控制元件, 杜绝跑、冒、滴、漏现象, 检查管路设备的保温效果。

长按识别二维码关注我们

热液体的怪异行为

撰稿：会员、中国建研院建科环能科技有限公司科研助理战斌飞（入选北京市科协2023-2025年度青年人才托举工程项目）

审核：副理事长路宾

北京制冷学会
北京COOL青年
品牌科普基地

把热水、冷水同时放入冰箱，谁会先结冰？
猜一猜？

1963年，坦桑尼亚的13岁马蒙巴中学生埃拉斯托·姆潘巴做冰淇淋时，冰箱冷冻室空间已所剩无几，一位同学为了抢在他前面，竟把生牛奶放在冰箱中送进了冰箱。姆潘巴只得匆忙把牛奶煮沸，等不及冷却就把滚烫的牛奶送入冰箱。一个半小时后，姆潘巴意外发现热牛奶已经结成冰，而冷牛奶还是很稠的液体。

该现象便以其名字命名
姆潘巴现象
姆潘巴现象 (Mpemba effect)：是指在同等质量和同等冷却环境下，温度较高的液体比温度较低的液体先结冰的现象。

怎么解释？
液体降温速度的快慢不是由液体的平均温度决定，而是由液体温度梯度决定的，当热的液体冷却时，梯度较大，而且在冻结前的降温过程中，热的液体的温度差一直大于冷的液体的温度差。这种情况是由于上表面的温度差高，从上表面散发的热量就更多，因而降温就更快。

你离科学的距离
只缺一双“发现美的眼睛”

长按识别二维码
关注我们！

植物是如何喝水的？来看看有趣的毛细现象

(该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发)

撰稿：会员、北京科技大学土木与资源工程学院副教授涂壤（入选北京市科协2022-2024年度青年人才托举工程项目）

审核：理事刘晓华

植物是如何喝水的？
来看看有趣的毛细现象

谷雨
雨生百谷
4月20日，是中国传统节气之一谷雨，也是春季的最后一个节气，取自“雨生百谷”之意。此时，气温开始变暖，雨水密集，田中秧苗初插、作物新种，农作物在春雨的滋润下茁壮成长。农作物的生长离不开土壤、阳光和雨水，毛细作用在其中发挥着不可或缺的作用。

毛细现象
液体分子之间的吸引力称为内聚力，液体分子同容器分子之间的吸引力称为附着力。
在液体中插入一根直径较小的细管时：
附着力 > 内聚力 => 细管中液面上升
附着力 < 内聚力 => 细管中液面下降
细管中液面的上升或下降就是毛细管作用，也称毛细现象。

在植物中，光合作用需要大量的水和养分。如图所示，植物根部有很多长而细的绒毛，在毛细作用的帮助下，植物根部的绒毛可迅速地土壤中吸收水分和营养物质，并通过茎和叶子内的导管将它们输送到植物顶部。

我们在家可以做一个实验：
将一小片白菜叶的底部放到有颜色的水里，经过一天，白菜就变成了彩色。

蔬菜换装
这就是毛细作用的功劳，彩色的水通过白菜叶子里的导管被输送到叶片的其他地方，从而将叶片染成彩色。

日常生活的毛细现象

1 化学实验用到的酒精灯和古代采光用的煤油灯，它们的灯芯中有很多我们肉眼看不到的小细管，酒精或者煤油分子在毛细作用下从灯芯底部通过这些小细管被输送到灯芯顶部燃烧。

2 疫情期间，大家都做过抗原检测，当试剂液滴到试纸一端时，由于毛细作用，液体会自发向试纸另一端移动完成检测。

3 在医院化验抽血的时候，护士把被抽血者的手指扎破后，会拿一个细管放置在挤出的血液上，在毛细作用的驱动下，血液就自主地沿着管壁内部向上流动，完成血液采样。

4 在空调系统中，有一种新型的显热换热末端，叫做毛细管辐射末端。它采用内径为0.5mm左右的塑料毛细管组成间隔为10mm到30mm的网，就像人体的毛细血管一样。在毛细作用的驱动下，水或制冷剂换热流体在管内流动。

这种换热末端采用辐射换热的方式与人体或其他物体进行传热，以实现冷却或加热的效果。
由于其具有较高的热舒适性和较低的能耗，近年来被越来越多地用于公共建筑的采暖和温湿度独立控制空调系统中，可以灵活布置在房屋顶部、墙面、地面等位置。

来源：北京科技大学土木与资源工程学院涂壤教授（入选北京市科协2022-2024年度青年人才托举工程项目）、刘悦生老师
制作：董小卿
北京制冷学会
Beijing Institute of Refrigeration

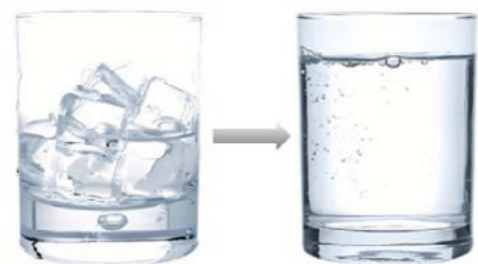
返璞归真，享受“低熵”生活

(该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发)

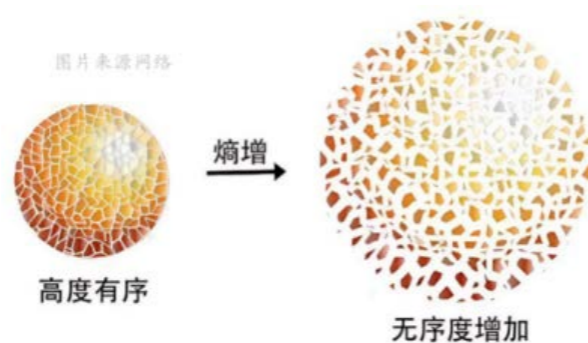
国际劳动节又称“五一国际劳动节”“国际示威游行日”，是世界上80多个国家的全国性节日。它是全世界劳动人民共同拥有的节日。1889年7月，由恩格斯领导的第二国际在巴黎举行代表大会，会议通过决议把5月1日这一天定为国际劳动节。中央人民政府政务院于1949年12月作出决定，将5月1日确定为劳动节。

劳动节之际和大家浅谈一下“低熵”生活。熵(Entropy)是由德国物理学家克劳修斯于1865年提出，希腊语源中意为“内在”，即“一个系统内在性质的改变”，公式中一般记为S。

热力学第一定律认为能量是守恒的，换言之是流转不息、不会湮灭的。热力学第二定律(即熵定律)则认为在不受外界影响的孤立系统内，能量只能朝着一个方向转化，即从可利用到不可利用，从有效到无效，从有秩序到无秩序。熵是不能再被转化做功的能量的总和的测定单位，包括“高熵”和“低熵”，其中“高熵”对系统是高混乱的或者是无序的状态，“低熵”对系统是低混乱的或者是有序的状态。换言之，“低熵”就是低耗能，低污染，反之称为“高熵”。



举个例子，一杯冰水和一杯室温水，哪一个混乱度高？大多数人会说冰水，但其实室温水的混乱度更高。日常生活中类似的熵增现象比比皆是，如系好的鞋带会松开，家中铺的很整齐的床单睡过后会变乱...这些都是熵增现象。小时候玩玩具，要是没有家长约束，不出意外，一定会把屋子搅得天翻地覆、无从下脚。如果把玩具看作元素，所有的玩具看作一个系统，则系统从整齐变成了混乱。这时候，要想找到某个心爱的玩具就变得非常困难，因为它可能出现在任何角落。这个场景就蕴含了熵增的原理。



另一种考虑熵的方法是用可能性或概率来表示。比如屋子里有100个可以放置物品的位置，需要摆放20件物品。那么总的放置方法根据概率论会有：

$$C_{100}^{20} = \frac{100!}{20!80!} = 5.36 \times 10^{20}$$

如果将下图中上部分的放置方法定义为“整洁”，其余都统统称为“混乱”。那么“整洁”几乎为不可能事件；而“混乱”几乎为必然事件，所以“整洁”很容易变为“混乱”，再次说明了任何事物都是朝无序以及熵增方向发展的。



熵定律进一步认为，宇宙万物都是从一定的价值与结构开始，然后不可挽回地走向混乱、荒废。熵定律还认为，无论在地球上还是宇宙或任何地方建立起任何秩序，都会以周围环境更大的秩序混乱作为代价。就好像我们生活的巨型城市和城市中的摩天大楼，造成了能量的过度投入与四处耗散；煤炭燃烧的能量并没有消失，而是经过转化随着二氧化碳和其他气体一起散发到了空间中；食品的过度包装，也是在大量消耗地球能量；塑料、金属未经



回收利用，被掩埋到环境中。这些都产生熵或能量的废弃，从而，“低熵农业”、“低熵工业”、“低熵生活”、“低熵社会”等等已经成为人类为维系自身生存所必须做的事情，这样做也是为了给子孙后代留下足够的生存资源。

(节选自 <https://baike.so.com/doc/1592670-1683535.html>)

在默认情况下，生活中的每件事都处于“高熵”状态，除非我们倾注更多的精力和注意力。正如水从高处流到低处，电流从高势能流向低势能。如果没有外力做功的情况下，所有的事物都在向着无序和混乱发展。自律比懒散痛苦；放弃比坚持轻松。假如我们不去打破这种规律的话，大至宇宙，小到企业、团队，甚至个人的自我管理，都会随着时间的推移越发脱离掌控。

希望大家始终保持熵减意识，活出自己的人生，“低熵”生活从这个劳动节开始吧。“民生在勤，勤则不匮”，即使再平凡的生命，也因劳动而伟大，让我们向所有辛勤的劳动者致敬，在创造美好的路上坚持不懈，一起用劳动创造更加美好的生活！

撰稿：会员、北京建筑大学环境与能源工程学院副教授邢美波(入选北京市科协2021-2023年度青年人才托举工程项目)

审核：常务理事陈红兵

夏季空调使用窍门

“斗指东南，维为立夏，万物至此皆长大，故名立夏也。”立夏，是夏季的第一个节气，立夏后，日照增加，逐渐升温，雷雨增多。立夏标志万物进入旺季生长的一个重要节气。时至立夏，万物繁茂。



1. 清洗空调

空调中设置了过滤网，长时间使用会积攒很多危害人体健康的病菌和螨虫，夏天使用空调的频率较高，过滤网上积攒的灰尘也更多，需要定期清洗，也可以用专业的空调清洗剂彻底清洗消毒。

2. 合理设定空调温度

天气一热，大家都离不开空调。有很多人在开空调的时候，习惯将空调调到26℃，认为这个温度比较舒适，也比较省电。实际上，人体在一天中不同时间段存在着新陈代谢水平差异，舒适的空调温度也略有差别。建议白天可以控制在24-26℃，

气温的升高，也意味着空调降温需求的增加。

北方城市空调经过冬、秋、春的闲置，正式到了发挥制冷作用的时间，那么我们今天就分享下在家里夏季使用空调的注意事项。

夜晚温度控制稍高一点。同时也要考虑不同年龄段的个体差异。

3. 定期开窗通风

说起开空调，很多人都习惯把门窗紧闭，一是降温快，二是不让冷气跑出去，避免外面的热气跑进来，最大限度提升空调使用效率，节约用电。但绝大多数家用空调是没有新风装置的，与此同时，新建建筑的围护结构气密性也越来越好，长期关窗使用空调会导致室内空气品质的下降，污染物的堆积，会影响身体健康，建议定期开窗通风换气，提高室内舒适度。

4. 巧用睡眠模式

很多空调都设有睡眠模式，开启睡眠模式后，空调每运行一小时自动升高1℃，将风速自动调到最小，防止大风量吹人感冒，不会让熟睡的人感到冷，同时内机的噪音最小，大大提升了舒适度。睡眠模式减少了环境温度与设置温度的差值，且空调温度会根据当晚房间里的温度自动升降，压缩机自动停机，做到了省电节能。在此建议大家夏天晚上睡觉如果要开空调，最好选择睡眠模式。

5. 利用好窗帘

太阳辐射是夏季白天导致室内过热的重要因素，因此建议开空调时最好拉上窗帘，用窗帘遮挡窗户，遮住日光的直射，让屋里凉快些。窗帘最好用浅色的，不仅对热量的吸收差，而且对阳光的反射率高，空调的制冷“效果”就更好了。

素，因此建议开空调时最好拉上窗帘，用窗帘遮挡窗户，遮住日光的直射，让屋里凉快些。窗帘最好用浅色的，不仅对热量的吸收差，而且对阳光的反射率高，空调的制冷“效果”就更好了。

撰稿：会员、中国建筑科学研究院有限公司碳中和研究院副总工程师、副研究员孙德宇（入选北京市科协2021-2023年度青年人才托举工程项目）

审核：副理事长路宾



别听到辐射就害怕！原来它还有这些作用……

(该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发)

小满作为二十四节气中的第八节气，象征着降水频繁。“四月中，小满者，物致于此小得盈满。”意味着南方雨水之盈；北方麦籽粒刚开始饱满。

“万物生长靠太阳”小满之后，日照更长，太阳辐射更加强烈。走在路上，你有没有观察过路边建筑的玻璃，很多并不是完全透明的玻璃，而是有各类颜色的镀膜玻璃。这不仅仅是为了美观，也与辐射息息相关。

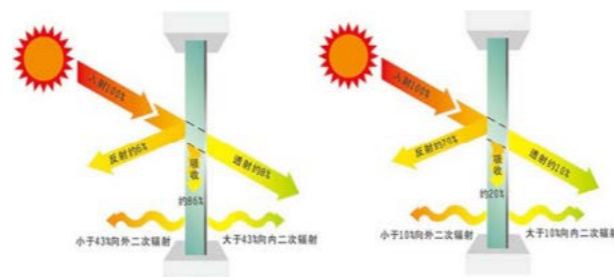


热反射玻璃照片（注：来自网络）

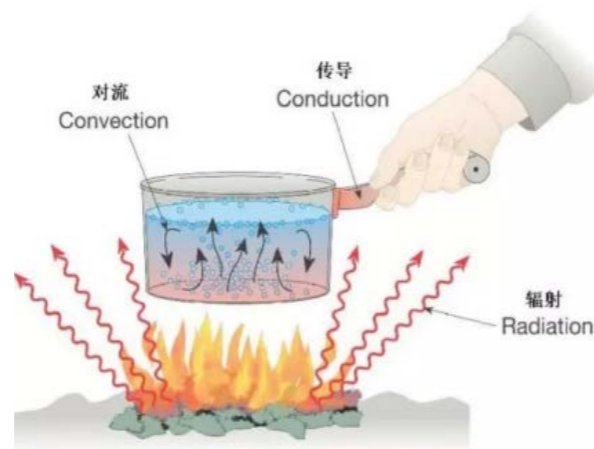
热反射玻璃是通过真空镀膜等技术，在玻璃表面形成一层热反射镀层。大面积地应用于建筑表面时，能将太阳的绝大部分热量以热反射、热辐射等方式阻挡在建筑体外，从而能有效减少热量的吸收，在夏季降低建筑体内部温度。

温度上升，是由于物体持续吸收热量。热量可以通过传导、对流和辐射来传递。其中，「辐射」是指物体向周围空间发射电磁波，也就是热辐射。辐射能力和温度有关，温度越高，辐射能力就越强。

因此，一个温度较高的物体会向周围空间辐射更多的热量。物体表面的材料和颜色会影响它对热辐射的反射和吸收。辐射制冷利用了这种反射和吸收的特性来实现制冷。



热反射玻璃工作原理图（注：来自网络）



传热的三种方式示意图（注：来自网络）

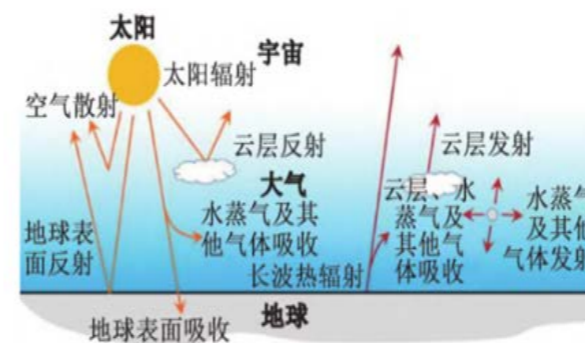
1. 辐射传热的科学原理

辐射传热是基于吸收和发射辐射的物理学原理。当一个物体吸收辐射时，它会从周围空间吸收能量，导致温度升高。相反地，当一个物体发射辐

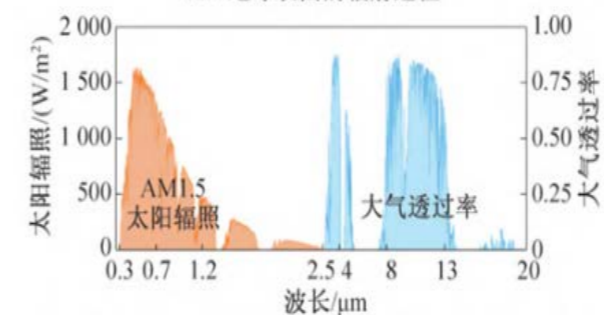
射时，它会向周围空间释放能量，导致温度降低。辐射传热是以电磁波的形式传播能量，过程中是不需要介质的，也就是说热量可以在真空中传递，因此它在太空中非常常见。

2. 辐射制冷的技术原理

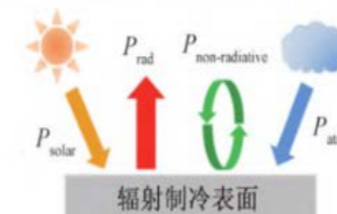
「辐射制冷」是指热物体通过大气的红外透明窗口，利用黑体辐射的方式，将热量辐射到外部的低温空间中，从而达到制冷的一种方式。



(a) 地球表面的辐射过程图



(b) AM1.5太阳光谱及中远红外区域大气光谱透过率

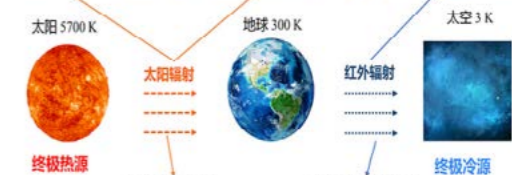


(c) 辐射制冷表面传热过程

辐射相关原理示意图（注：来自网络）

物体温度只要高于0K，就会产生热辐射，由于辐射物体表面状况、分子结构和温度等条件的不同，造成辐射波长也各不相同。地表上物体的热能大多数是通过辐射换热，将自身热量以 $13\ \mu\text{m}$ 的电

磁波的形式通过“大气窗口”排放到温度接近绝对零度的外部太空，达到自身冷却的目的。



辐射系统示意图（注：来自网络）

1. 航空航天领域

宇航员在太空中使用的航天器的许多设备，因为大多数处于真空状态，无法进行热传导及热对流，其制冷与散热大多也是使用辐射传热技术。



航天器示意图（注：来自网络）

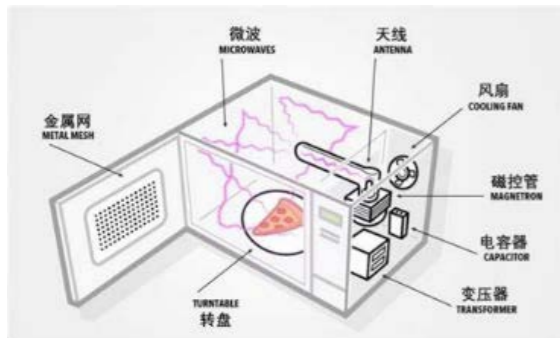
2. 农业领域

温室大棚也是运用辐射进行增温。太阳光在白天会透过温室的薄膜、玻璃照射进温室内，吸收太阳辐射的热量为温室增加温度，但地面反射出的长波辐射热量不能透过温室散出，从而减少热量的散失来实现增温。



温室大棚示意图（注：来自网络）

辐射传热在生活中也有着广泛的应用，例如我们经常使用的微波炉、红外线灶等都是通过辐射传热的方式实现加热的效果。此外，在工业生产中也需利用辐射传热进行材料加热、熔化、蒸发等工艺过程。



微波炉工作示意图



红外线灶示意图（注：来自网络）

辐射传热的未来如何？

辐射传热的相关技术，因其独特的优势，具备非常广泛的应用场景，目前已经在制冷技术、节能建筑、能源转换、材料制备等领域发挥越来越重要

的作用。然而，辐射传热的相关技术在未来发展中也面临着诸多挑战。

1. 辐射需要进一步提高效率和进行合理的能量存储

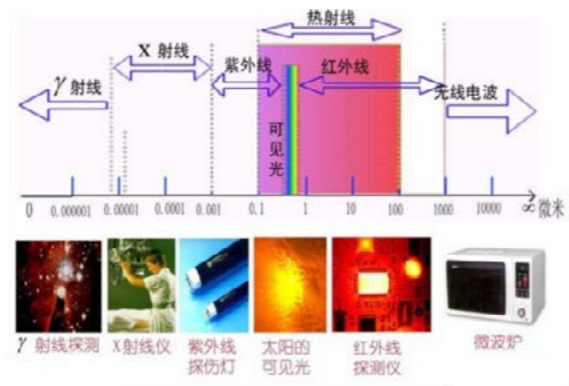
辐射的总量虽然巨大，但是能流密度较低，且具备不稳定性。例如太阳辐射能量非常大，但受昼夜、季节、天气等多种因素制约，在夏季晴朗的正午时间，太阳辐射最强烈，但在阴天仅有五分之一。想要得到较高的功率，往往需要面积很大的收集设备。因此需要进一步提高能量转换效率，开发更高效的辐射能转换设备，同时设计有效的能量存储方式，以应对能量的不稳定性。

2. 实际生产过程需要提高稳定性及耐久性

辐射材料的稳定性及耐久性在实际应用中起着至关重要的作用。辐射发射和吸收受物体表面的颜色及干洁程度的影响很大，实际应用中，设备易积水、积尘，同时设备长期使用后会出现生锈劣化等情况，会严重影响能量吸收效率。因此，在实际生产应用中还需要考虑高效合理低成本的设备维护和保养。

3. 降低设备的生产成本

随着技术的发展，部分辐射设备材料已经可以实现规模化生产，但效率偏低，成本较高，暂时还不能和常规的化石能源相比较，并且设备使用寿命较低。因此，在实际使用中，辐射转换设备应综合考虑当地电费、天气状况，充分利用各波段辐射能量，并且分析设备投资回收期合理选择设备种类及规模建设。



各波段辐射应用图（注：来自网络）

参考文献

[EB/OL] <https://www.zcool.com.cn/work/ZMjE5NjAxMDQ=.html>

[EB/OL] <https://pixabay.com/zh/photos/architecture-reflection-modern-1758454/>

[EB/OL] https://www.sohu.com/a/375505731_376393

[EB/OL] <https://www.ithome.com/0/669/888.htm>

[EB/OL] <http://www.zhileng.com/tech/xs/2022/1022/70669.html>

[EB/OL] <http://home.ustc.edu.cn/~wulj/>

[EB/OL] https://www.51miz.com/tupian/1554647.html?keyword_id=158744

[EB/OL] <https://www.sohu.com/>

a/408777934_120777133?_trans_=010001_grzy

[EB/OL] <https://m.isolves.com/sh/zs/2020-12-07/34225.html>

[EB/OL] <https://www.jiaheu.com/topic/813143.html>

[EB/OL] <https://www.renrendoc.com/paper/193949656.html>

撰稿：会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授徐钱（入选北京市科协 2021-2023 年度青年人才托举工程项目）、硕士研究生郑强

审核：理事童莉葛



空调外机爆炸？还能愉快地吹空调吗？

（该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发）

近日，一则关于空调外机爆炸的短视频在网络上广为流传，视频中两名工人在维修空调时突遇外机爆炸，让人触目惊心。



空调外机爆炸视频截图（图片来源于网络）[1]

虽然视频中提到爆炸事故发生在越南永安市，但是依然是引起了国内许多网友的关注和讨论，目前该视频点赞加转发已达 3.6 万余次，评论 5000 余条。网络上也较多“空调爆炸”的相关新闻，部分报道认为事故的罪魁祸首是目前家用空调中普遍使用的 R32 制冷剂。

空调会爆炸？什么原因会造成空调爆炸 - 知乎

<https://zhuankan.zhihu.com/p/68958188>

网页 2019年6月13日 · 实际上，空调爆炸在生活中是非常少见，但是少见并不是不存在。主要还是在二手空调或者使用年限很久的空调。一般情况下，空调的使用年限为8-10年，超期服役的空调会出现污染室内空气、耗电量...

进一步探索

- 【提醒】一声巨响，空调炸了！_爆炸 - 搜狐 sohu.com
- 空调爆炸造成1死10伤！千万别忽视身边的空调！ - 知乎 zhuankan.zhihu.com
- 空调炸点R32制冷剂，真的要被禁？后来者还会爆炸吗？ baijiahao.baidu.com
- 空调炸点R32制冷剂真的要被禁吗？ - 知乎 zhuankan.zhihu.com
- 看到这些R32爆炸视频...空调工都炸开锅了！ - 搜狐 sohu.com

“空调爆炸”部分网络搜索结果（图片来源于网络）[2]

那么，看到类似的报道你是否担惊受怕？5月6日已立夏，烈日炎炎，还能愉快地吹空调吗？一句话来说，请放心使用空调，详细的原因我们慢慢来聊。

1、什么是制冷剂？制冷剂是怎么制冷的？

制冷剂（又称冷媒）是一种在制冷循环系统中用来吸收热量并转移热量的物质。家用空调采用的是蒸汽压缩式制冷循环系统，制冷剂先在室内机的蒸发器中汽化吸收热量，后分别在室外机的压缩机和冷凝器中被压缩和液化，并释放热量，之后经过膨胀阀再次进入室内机的蒸发器汽化，重新开始下一次吸热和放热。

如此循环往复，制冷剂将屋内的热量一点点“搬运”到屋外，直到室温降低到我们设定的目标温度才停止工作，从而为我们提供所需的凉爽舒适环境。



空调制冷循环系统 [3]

制冷剂在空调制冷循环中相当于热量的“搬运工”，TA的工作效率与大家日常熟悉的空调能效等级密切相关，能效等级越高，空调将室温降低到相同目标温度所消耗的电能越少。

2、如何让制冷剂更加环保和安全？

提到制冷剂，大家可能会马上联想到氟利昂，甚至发散到与之相关的臭氧层漏洞、全球气候变暖等环保问题。

然而，制冷剂在我们的日常生活、冷链运输、医疗保健、冰雪运动等许多方面发挥着不可替代的作用，因此制冷剂的使用需综合考虑能效、环保、安全、成本等诸多因素。

实际上，氟利昂是氯氟烃（CFCs）、氢氯氟烃（HCFCs）和氢氟烃（HFCs）三类制冷剂的统称。其中，主要是早期使用的氯氟烃（CFCs）类制冷剂破坏臭氧层，随着社会环保意识的增强和新技术的出现，已被禁止使用；氢氯氟烃（HCFCs）和氢氟烃（HFCs）对环境的影响小许多，目前也正在开发新型的绿色环保和健康安全制冷剂进行替代。

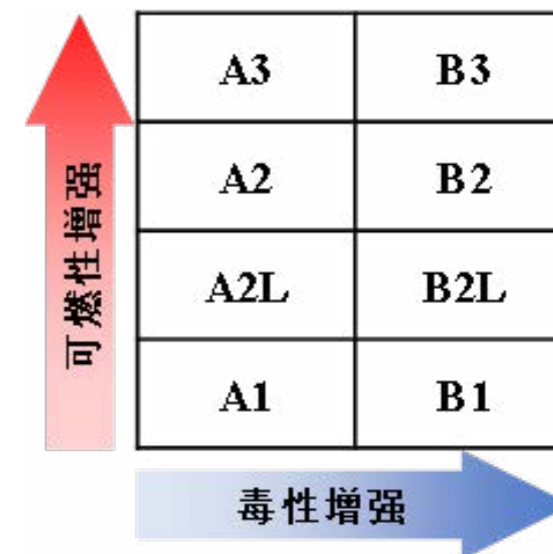
现在，咱们家用空调常用的制冷剂主要有 R22、R32、R290 和 R410A，它们的主要性质对比见下表。ODP 和 GWP 分别代表制冷剂对臭氧层的破坏程度和导致全球气候的变暖程度，数值越大，影响越大，环保性越差；安全等级中 A1 最高，A3 最低。

制冷剂	分类	ODP (消耗臭氧层潜值)	GWP (全球变暖潜能)	安全等级
R22	氢氯氟烃 (HCFCs)	0.05	1810	A1
R32	氢氟烃 (HFCs)	0	675	A2L
R290	烷类 (HCs)	0	3	A3
R410A	氢氟烃 (HFCs)	0	2088	A1

制冷剂主要性质对比 [4]

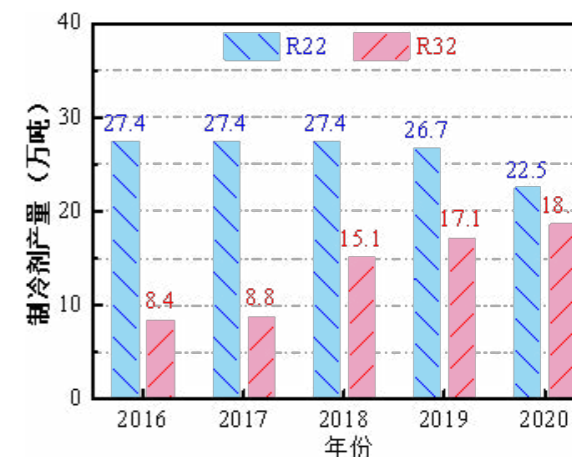
综合来看，R32 制冷剂兼顾环保和安全，虽然其安全等级为 A2L，但是也仅为弱可燃物。弱可燃物是说，R32 制冷剂虽然可燃，但是要点燃它需要两个前提：一是制冷剂大量泄漏，二是有明火或非常高能点火源。家用空调日常使用场景中，制冷剂泄漏量很少，很难点燃。网络上很多自媒体直接

说 R32 易燃易爆，其实是不准确的。



国家标准 GB/T 7778-2017 中关于制冷剂安全等级的说明 [5]

近年来，随着我国制冷剂相关政策和法规对环保的要求越来越严格，R32 制冷剂已经逐渐替代 R22 制冷剂，成为主流的家用空调制冷剂，制冷剂的回收与可持续发展问题也提上日程 [6]。



2016-2020 年我国 R22 和 R32 制冷剂产量 [7]

3、制冷剂使用时需要注意什么？

有些朋友可能还是心中纳闷，视频中空调外机明明爆炸了，网上也有其他类似的新闻报道，究竟是怎么回事呢？

其实，部分相关视频最后也给出了警方推测，可能是施工过程中引发燃气爆炸，还有许多网友讨

论说是铜管焊接时有制冷剂漏洞导致的。

大家留心网络上有关的新闻报道就会发现，“空调爆炸”事故通常都是由于违规操作引起的，除了网友们提出的铜管焊接时有漏洞，还有安装现场抽烟、漏开阀门造成内部压力上升、使用劣质制冷剂或铜管等人为原因。

正规空调安装时，为了保证安全，5米内禁明火，空调业内甚至有“三分产品，七分安装”的说法。

所以，大家在空调购买、使用、维修等过程中，

选择正规厂家生产的合格空调、制冷剂，规范安装和维护，就不用担心安全性问题，尽管放心享受炎炎夏日的丝丝凉风。

撰稿：会员、北京理工大学机械与车辆学院副教授张旋（入选北京市科协2023-2025年度青年人才托举工程项目）

审核：理事宋孟杰



常用禁止明火标志（图片来源于网络）



新鲜美食的“传送门”！冷链是个什么链？

（该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发）



大家是否曾经好奇过，为什么我们总能在超市买到那么多新鲜的蔬菜、水果和海鲜？你手中的橙汁，说不定昨天还挂在江西的果树上。超市的大虾，也许昨天还在大海里游泳，今天就被鲜活地送到了你家厨房。这都要归功于冷链物流，冷链打破地域界限，让美食和高品质好物离我们更近了一些。

1、什么是冷链物流？

冷链物流是一种将食品和其他易腐物品从生产

地点运送到消费地点的过程。

它的目标是保持食品的新鲜度、质量和安全性，通过控制温度、湿度和其他环境条件来延长食品的保质期。

冷链物流涉及从农场、渔船或牧场等生鲜食品供应地到加工厂、物流中心冷库、分销商冷库、再到零售店和最终消费者的各个储存和运输环节。



图片来源：辽报制图 董昌秋

早期的冷链系统主要依赖于冰块和冰柜来保持货物的低温状态，效率较低且容易出现温度波动。

然而，随着科技的进步，冷链物流得到了飞速发展。冷藏车辆、冷库、冷藏船和冷藏航空运输等先进的设施和技术被引入，有效地延长了食品和其他易腐品的保质期 [1]。

冷链物流的各环节均需投入必备的设施和设备作为基础保证，加以先进的技术支撑和严格有效的管理制度，冷链各环节共同密切配合，才能把握冷链整个运营系统，保全冷冻冷藏食品的品质，否则难以达到预期效果。例如：

(1) 冷藏运输：必备各种冷藏运输工具，如冷藏车；测温湿等温度记录仪；清洁消毒器具等。必要的车辆保养维修制度；装卸货规定和交接手续以及车辆调度制度等。

(2) 冷藏储存：必备冷库及封闭式站台；温度记录仪；装卸运货车辆等。必要的冷库清洁、除霜和维修制度；交接验货手续；食品贮期管理规定等。

(3) 销售终端：必备各种冷藏陈列柜；小型商超暂存冷库等。必要的上货装载规定；环境温度调节管理等。



图片来源：i.simg.cn



在鲜肉（牛羊肉、鲜鱼鲜虾等肉类和水产）的运输和储存过程中，通过精密的温度控制，可以最大限度保证鲜肉的新鲜度。如果超出最佳温度范围，鱼虾的新鲜度会迅速下降，出现肉质酸败、气味变质等问题。而冷链技术可以将温度控制在 0-4℃ 左右，使鲜肉的腐败减缓，保证最佳品质。

许多水果和蔬菜在采摘后，通过低温抑制果实新陈代谢，可以很好地保持其营养成分和口味。不同的蔬菜和水果适宜的冷链运输温度和湿度条件也各有差异 [2]。比如草莓、樱桃、西红柿等软性水果和蔬菜，采摘后很快会失去水分而变软，但通过 0-8℃ 左右的冷链环境，可以最大限度延长保质期，

让消费者也能吃到新鲜美味的水果。

同时，通过对食品的冷冻储存和运输，能够进一步延长冷冻肉类等食品的保质期，为冷冻速食产品和冰淇淋等提供适宜的保存环境。

2、冷链物流守护我们的健康

冷链物流在医药领域也至关重要，许多医药品和疫苗在运输过程中要严格控制在一定温度范围内，以保证其疗效和稳定性。

许多抗生素在高温环境下会迅速失效，疫苗在高温暴露下也会失去免疫原性，无法产生抗体。疫苗冷链按照温度的不同，分为深度冷链（-70℃）、冻链（-20℃）和冷藏链（2℃-8℃）。

因为疫苗冷链物流与一般商品物流不同，它对冷链技术和物流管理水平都有着更严格的要求。

例如：流感疫苗需要 2℃-8℃ 的冷藏链，水痘、带状疱疹疫苗需要 -20℃ 的冻链，而埃博拉疫苗则需要 -70℃ 的深度冷链。

疫苗冷链进入壁垒很高，一般生鲜冷链企业短期内进入疫苗冷链很难，可以说医药冷链运输是冷链业界金字塔的顶尖。精密的冷链技术使得医药品得以长距离运输而不减损其药效，是人类健康的重要保障。

3、冷链物流与新型包装材料

冷链物流的发展也带动了新型包装材料的出现。

高性能的保温与保冷包装，如聚氨酯泡沫、真空隔热板和相变材料，使得货物可以长时间保持在指定温度范围内。这些新兴包装材料轻薄但保温效果显著，大大减少了传统运输中由于温差引起的能量损耗，使冷链运输更加高效、环保 [3]。

而新兴的物流技术，如 GPS 全球定位系统的使用，也使冷链物流拥有了更强大的运作保障。精准的定位和追踪使冷链车队得到全程监控，一旦出现温度波动或配送延误，可以及时作出应对措施，最

大限度确保货物处于最佳状态。这些高科技使冷链运输过程更加智能化，也使故障率大幅降低，为消费者带来更加安心与放心的服务保障。

冷链物流技术让全球各地的美食得以普及，生猛的海鲜、新鲜的水果、各地的乳制品，都可以通过冷链送到普通消费者的餐桌。精密冷链技术在医药中的应用也成为了我们生命健康的重要保障。冷链物流技术既满足了人们对美食的渴望，使各地文化得到更广泛的传播，也是我们健康生活的守护链。

参考文献：

[1] 章学来，张时华，徐笑锋，刘升. 相变储能冷链物流中的应用与研究进展 [J]. 保鲜与加工, 2021, 21 (02): 145-150.

[2] 吴海英. 基于供应链的福建省果蔬冷链物流研究 [D]. 福州大学, 2011.

[3] 章学来，徐笑锋，周孙希，王迎辉，刘璐，刘升. 蓄冷技术在冷链物流中的研究进展 [J]. 制冷与空调, 2017, 17 (12): 88-92.

撰稿：会员、中国家用电器研究院贾潇雅

审核：理事汪超

炎炎夏日也能滑雪，“用雪自由”是怎么实现的？

（该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发）

滑雪作为一项体育运动最早起源于北欧，中国的滑雪产业始于1996年，近些年随着国民经济的增长，人们的生活水平越来越高，同时受北京冬奥的影响，大众对滑雪的热情急剧升温，南方对于冰雪的渴望也越来越高，国家体育总局冬季运动管理中心提出“北雪南移”的战略发展目标，我国滑雪产业越做越大。



在很多人印象中，滑雪只是冬季的标配运动。然而近些年，除了北方的室外滑雪场，全国范围内建造了近40座全天候室内滑雪场【1】，不受季节影响，在炎热的夏季也可以享受冰雪给予我们的激情与快乐。

由于温室效应不断积累，全球气候变暖，对冬季时间直接造成了一定的影响，从而导致了自然降雪时间减少。

就全球滑雪行业而言，对人工造雪的依赖性越来越高。上述这些室内滑雪场的雪面均是采用人工

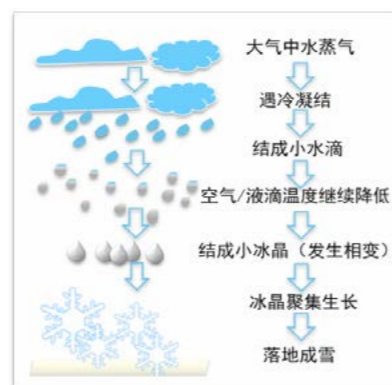
造雪方式完成的，那么，你知道雪是怎么形成的吗？我们怎么才能“造雪”？



国内某室内滑雪场项目效果图

自然雪是如何形成的呢？

雪是水在固态的一种形式，下雪也可以认为是降水形式的一种。当云中温度低于 0°C 的时候，使得大气中的水蒸气结成冰晶，许多小冰晶碰撞凝结成大冰晶，在温度不变或者温度下降的情况下，冰晶不断的增大，当冰晶依靠自身重量可以克服空气阻力，同时当云下环境气温低于冰点温度时，白色的冰晶便会下落到地面，形成降雪。



自然雪成雪过程

形成自然降雪有哪些必要条件？

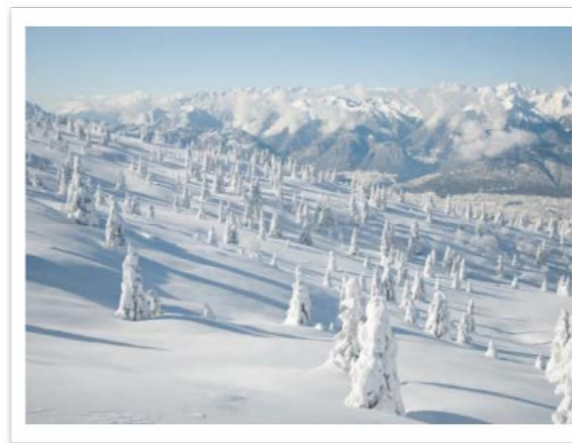
1. 水汽饱和

空气在某一个温度下所能包含的最大水汽量，叫作饱和水汽量。空气达到饱和时的温度，叫作露点。饱和的空气冷却到露点以下的温度时，空气里就有多余的水汽变成水滴或冰晶。

2. 凝结核

凝结核是一些悬浮在空中的很微小的固体微粒，最理想的凝结核是那些吸收水分最强的物质微粒，比如海盐、硫酸、氮和其他一些化学物质的微粒。

3. 低温环境



自然雪降雪雪景

1996年，我国成功举办了第三届亚洲冬季运动会，据了解，当时雪道中的雪还是从降雪的地方将雪运输到比赛赛场，然后再覆盖到雪道上，以供运动员进行比赛。但随着科学技术的发展，目前，雪上运动不再必须“靠天吃饭”，均可以通过人工造雪技术完成。

2022年北京冬奥会成功举办，为世界奉献了一届精彩、非凡、卓越的冰雪盛会，北京冬奥会共有15个分项，需要在雪上完成的运动约7项，其中包括高山滑雪、越野滑雪、自由式滑雪、北欧两项、跳台滑雪、单板滑雪等，而冬奥会上的比赛用雪均由人工造雪实现。

其中国家高山滑雪中心项目被誉为“冬奥会皇冠上的明珠”，场馆内共设3条竞赛雪道、4条训

练雪道以及其他竞赛辅助雪道，雪道总长度约为23.1km，最大垂直落差约925m，共采用约170台人工造雪设备完成本项目的造雪需求。

竞赛赛道起点海拔为2179米，坡面长度约3045米，平均坡度为30%，最大坡度达68%，沿山脊一路往下延伸，从起点到终点的山体垂直落差约900米，创下了国内雪道落差之最。



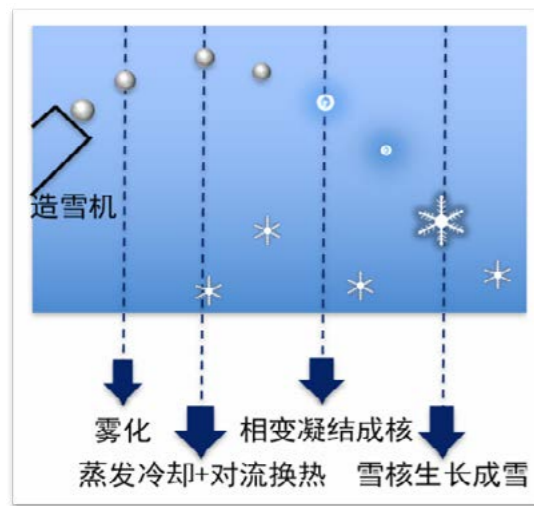
国家高山滑雪中心雪道

人工造雪是如何实现的？

人工造雪技术发明于上世纪50年代，其原理及技术路线就是人工模仿并营造自然雪的形成过程，通过技术手段创造雪晶形成和生长的条件。造雪系统是由压缩机产生压缩空气将水送到核子发生器的喷嘴处，利用喷嘴后的体积收缩带走热量而使雾滴凝结成冰晶，使之悬浮在空气之中进行冷却和凝固，冰晶在空中遇低温环境形成雪花。

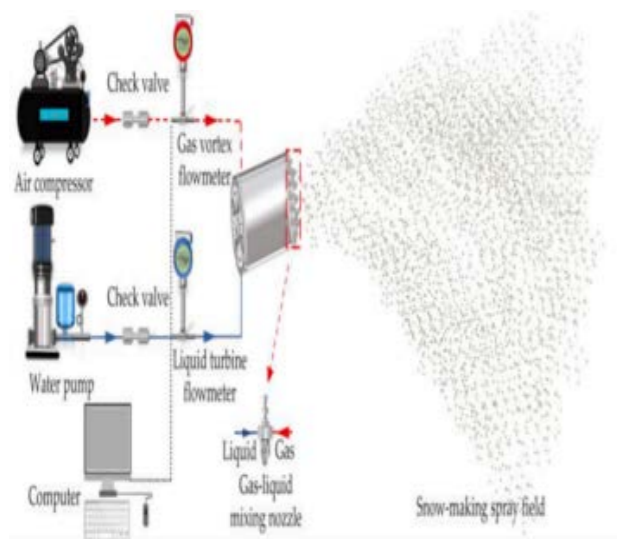


造雪设备造雪状态

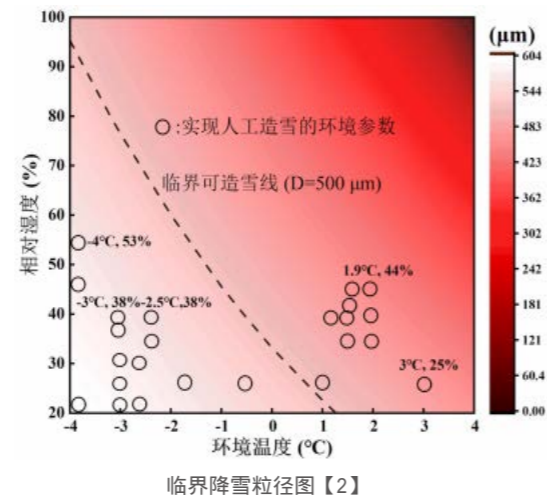


人工造雪成雪过程

人工造雪系统中最重要的部件是核子器喷嘴，核子器喷嘴是人工造雪的关键，没有它造出来的就是水。核子器喷嘴是通过其内部的混合室，将压缩空气进行混合，液体和气体在混合过程中形成了微小的气泡，在混合物中，微小的气泡膨胀，液体破裂，气体膨胀导致出口温度降低，在出口处形成片状、条状和小液滴，从而实现雾化现象，遇冷环境形成冰晶雪核。



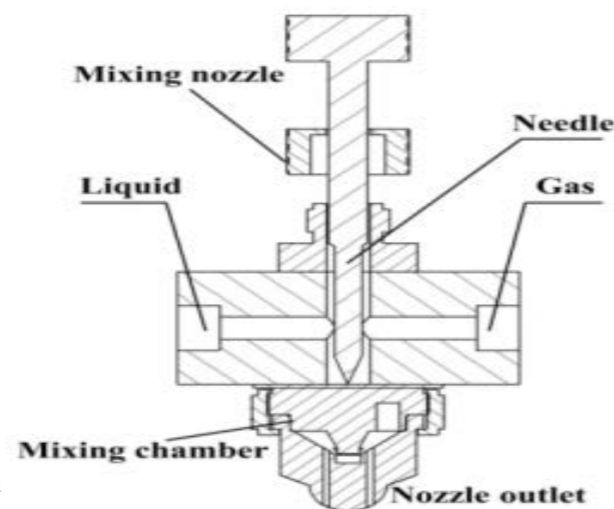
造雪系统原理简图【2】



临界降雪粒径图【2】

4°C可以实现下雪吗？

环境条件直接影响液滴是否会发生冻结，进而形成降雪。同温度湿度下，液滴尺寸越小，冻结发生越容易。若环境温度在较高的状态下希望实现降雪，就要尽可能降低液滴的尺寸。随着环境温度和相对湿度的降低，可进行人工造雪的最大液滴直径增大。当环境温度为4°C，相对湿度为20%时，液滴直径为100 μm时发生完全冻结相变，其他直径的液滴均为冰水混合状态，随环境温度降低至-4°C，发生完全冻结相变的液滴直径增大为200 μm【2】。所以，环境温度4°C时是可以实现下雪的。



核子器喷嘴设备结构简图【2】

随着人们的生活水平越来越高，基于科学技术的不断发展，我们可以在炎热的夏季享受冰雪带给我们的激情。

不过，人工造雪和自然雪还是不太一样的：

首先，其形状不太一样，自然雪多为六边形，有星状、片状等，落地后相互交织在一起，其孔隙率高，呈松软状态，而人造雪近似球状或者锥形结晶体，形成积雪的孔隙率低，密实度和硬度好。

其次自然雪密度较低，一般为250kg/m³左右；而人造雪的密度较高，一般出雪密度都在300kg/m³以上，室外的滑雪场如国家高山滑雪中心为保障比赛雪面要求，其造雪密度要求将近600kg/m³。

暑期即将来临，小伙伴们如果有计划出去旅游，不妨在旅途中搜索一下是否有室内冰雪场馆，可以感受一下从炎热的室外推开冰雪场馆大门，瞬间进

入零下冰雪环境并享受滑雪运动，相信会给大家带来不一样的新鲜感。

当然，也有可能冰雪场馆就在你的身边。

参考文献

1. 产业发展报告；社会科学文献出版社
2. Liu Bin; Hu Hengxiang; Bi Lisen; et.al“Effect of the arrangement of two nozzles on morphology,velocity, and particle size distribution of artificial snow making spray field”, Physics of Fluids 35, 053326 (1 ~ 14);

撰稿：会员、华商国际工程有限公司机电工程院机电设计所副所长李坤（入选北京市科协2020-2022年度青年人才托举工程）



古人是如何制冷的？这种空调更节能！

（该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发）

夏天来了，又到了吃烧烤、喝啤酒的季节，我们经常看到在路边摊上吹着空调、喝着啤酒、大快朵颐的食客。

不知道你有没有观察过，这种吹出凉风的空调

扇可不是我们办公室或家里安装的那种空调器，这种空调扇和户外喷雾降温，甚至和古代的“自雨亭”“含凉殿”有着相同的原理，它们利用的其实是蒸发冷却。



空调扇、户外喷雾系统与自雨亭

一、什么是蒸发冷却？

蒸发冷却是一种通过水的蒸发来冷却空气的过程，即水会吸收空气的热量而蒸发从而冷却空气。

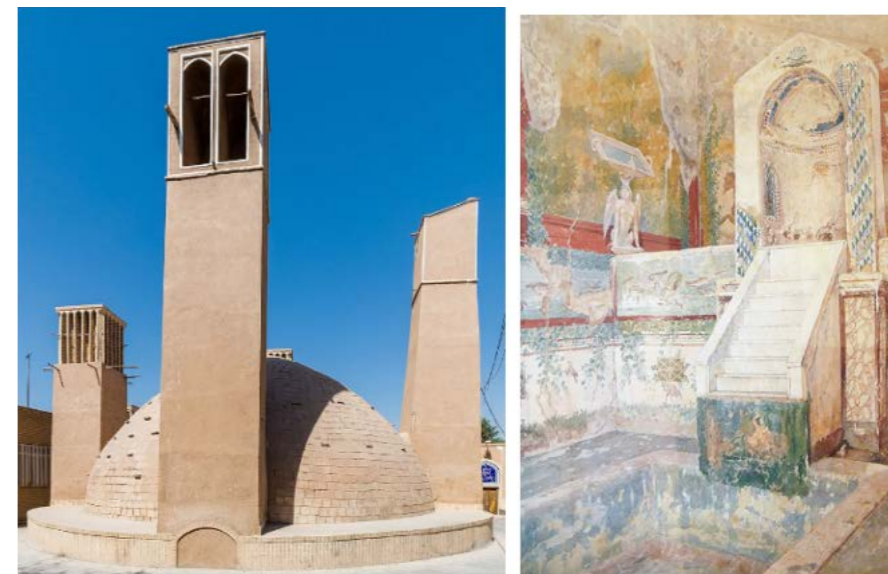
空气越干燥，其容纳水分的能力越强，用水喷淋空气时，空气温度的降低程度越大，如果采用温度更低的自来水或井水，其空气的降温效果更佳。

因此，在高温干燥环境下，采用蒸发冷却空调扇来冷却空气比采用空调器要少消耗很多的电能，从而具有很好的节能效果。

但是空气中能够容纳的水分含量是有限的（到达极限后再增加水分就会以液态水的形式从空气中流出），因此，蒸发冷却能够制取的低温空气温度受到这一特性的限制，不可能制取很低温度的空气。

二、原来古人就用过蒸发冷却制冷

数千年前，古埃及和波斯以屋顶风井“捕风器”的形式使用了蒸发冷却空调。“捕风器”设置在逆风处，空气沿风井向下流动进入楼内的喷泉处，然后把冷却的空气送入室内。

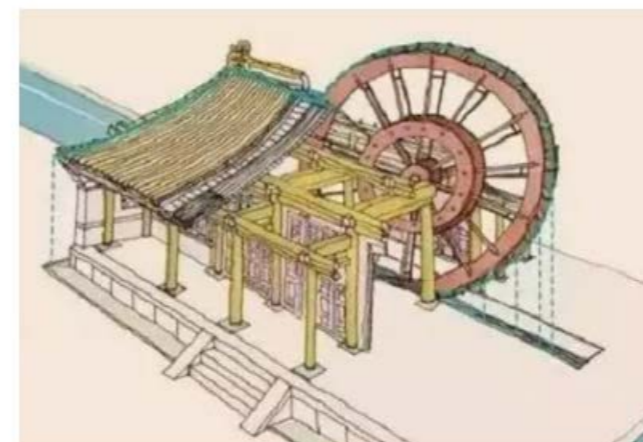


中东地区带有挡风板的“捕风器”以及室内喷泉（公元前2世纪的壁画）

在中国古代也有蒸发冷却空调的记录，汉朝发明家丁缓发明了七轮扇，“七轮扇连七轮，大皆径丈（《西京杂记》卷一）”，后世用水力驱动它、并将水流引入到空气流动的位置，不仅提供了动力、还利用蒸发冷却降低空气温度，让人们感觉“泠泠瑟瑟，非丝非竹，天籁遥闻（乾隆《圆明园四十景

图咏》）”。

类似的还有自雨亭、含凉殿，有诗云“琥珀盏红疑漏雨，水晶帘莹更通风（刘禹锡《刘驸马水亭避暑》）”，将冷水输送到顶部，然后从房檐四周流下形成水帘，起到避暑降温的效果。



预估含凉殿原理 圆明园四十景水木明瑟

在古代，利用蒸发冷却原理避暑纳凉、清凉一夏往往是达官贵人才能享受到的服务，而今，随着社会的发展，用电驱动制冷的空调器、多联机已经“飞入寻常百姓”家庭，然而，蒸发冷却这种方式仍然有着不可替代的作用。

蒸发冷却从之前非常简单的一种通风降温方式，转变为一种利用干空气等可再生能源的节能、绿色的技术，将有效推动“碳达峰、碳中和”的实现。

三、绿色节能的蒸发冷却技术

在西部干旱或半干旱地区，很多工业建筑使用

蒸发冷却降温空气系统完全可以替代机械制冷空调系统，而在湿润和半湿润地区，也可以利用露点蒸发冷却实现制冷，从而改善车间的工作环境。

在大数据时代，通信机房和数据中心全年不间断运行，能耗持续增加，而在冬季或过渡季节利用蒸发冷却技术，结合夏季间接蒸发冷却预冷，可大幅降低全年运行能耗。

蒸发冷却也在家用空调有着不可替代的作用，除了前面提到的空调扇外，蒸发冷却也可以和新型家用空调技术结合。

在2021年举办的全球制冷技术创新大奖赛中，中国团队提出了“集成蒸发冷却和太阳能光伏的先

进蒸气压缩制冷技术”的空调器方案，将蒸发冷却、太阳能光伏和高效制冷系统有机结合，实现了空调器的高效节能和室内温湿度的精确控制，从2100多支团队中脱颖而出获得冠军。

该技术应用蒸发冷却将干燥的空气作为室内环境的调控手段，结合气候适应的通风控制技术，实现了通风、降温、除湿功能，开辟了空调技术发展新方向。

将蒸发冷却这种有数千年应用历史的技术与新型技术相结合，挖掘蒸发冷却的应用价值和节能潜力，从而能为全球节能减排、低碳转型贡献更多智慧、方案和力量，为绿色发展注入强大动能。



全球制冷技术创新大奖赛颁奖仪式

参考文献:

[1]Kheirabadi, Masoud (1991).Iranian cities: formation and development. Austin, TX: University of Texas Press.

[2]徐爱清. 古人避暑有何诀窍[J]. 科学大观园, 2022, No.645(13):72-75.

撰稿: 会员、清华大学建筑技术科学系博士后

杨子旭

审核: 副理事长石文星

太阳能制冷：采一束阳光，给你明亮，给你清凉

盛夏酷暑，炎热难耐，人们对清凉的渴望变得强烈起来。然而，目前广泛使用的空调制冷消耗了巨大的能量！据统计，仅建筑物制冷系统就消耗了全球室内用电总量的20%，同时制造了全球温室气体排放总量的10%。随着人们对能源形势和环境问题的日益认识，人们对寻求新的替代冷却技术产生了更大的兴趣。太阳总是不遗余力地向地球发光发热，那么有没有办法利用太阳能来制冷呢？答案是肯定的。也许你会好奇，太阳光总是使人感到温暖或者炙热，为什么还可以制冷呢？今天，我们就一起来了解太阳能制冷技术。

经过科学家和工程师经过长期不断地努力，目前较为成熟的太阳能制冷技术主要有如下三种：太阳能驱动的吸收式制冷、吸附式制冷和蒸汽喷射式

制冷。

1、太阳能吸收式制冷技术

在吸收式制冷循环中，发生器中包含沸点不同的两种物质的混合液，混合液中高沸点的物质称为吸收剂，低沸点的称为制冷剂。混合物在太阳光照射下温度逐渐升高，低沸点的制冷剂率先蒸发（高沸点的吸收剂被遗留）并被导入冷凝器，由于此时制冷剂温度高于环境温度，因此会向环境放热并被冷凝成液体。然后，制冷剂经过膨胀阀减压至蒸发压力，并在蒸发器（房间）中蒸发从而吸收室内热量，达到降低室内温度的目的。蒸发后的制冷剂蒸汽在吸收器中被高沸点的吸收剂吸收，再次形成混合溶液并被送回发生器，继续吸收太阳能，完成上述循环，实现连续制冷的效果。

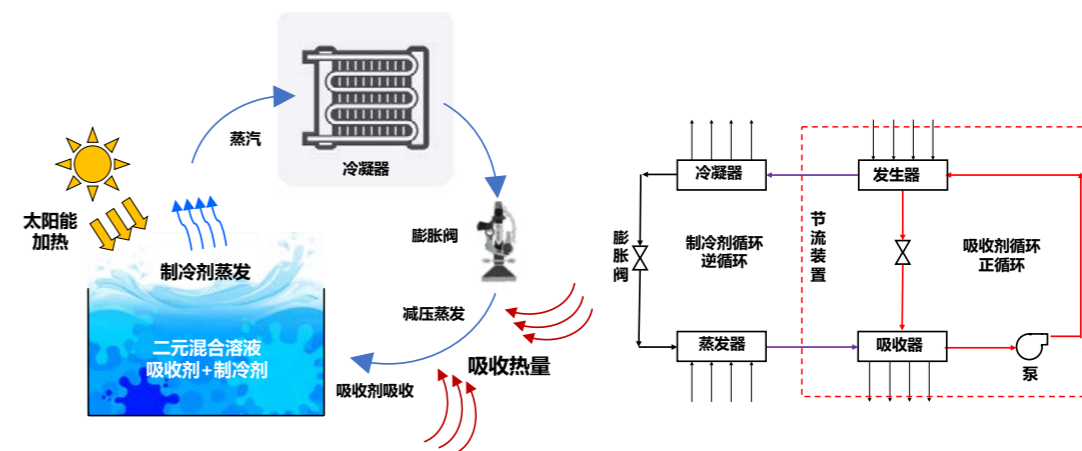


图1 太阳能吸收式制冷技术示意图

2、太阳能吸附式制冷技术

太阳能吸附式制冷是一种白天吸热、夜晚制冷的间歇式制冷技术。白天，当太阳光照射到吸附床时，吸附剂开始从吸附剂中解离出来，并形成制

剂蒸汽。这些制冷剂蒸汽经过冷凝器，冷却转化为液体。随后，经过膨胀阀进入蒸发器，液体制冷剂在蒸发器中蒸发，吸收室内的热量，从而降低室内的温度。这个过程中，制冷剂蒸汽不断被吸附剂吸

附，形成的吸附剂和制冷剂混合物又不断地解离，形成循环。到了晚上，吸附床不再受到太阳能的加热，当系统压力小于蒸发温度下的饱和压力时，制

冷剂会继续蒸发制冷。这产生的蒸汽会被吸附剂吸附，直到吸附剂饱和，完成一次吸附制冷循环。

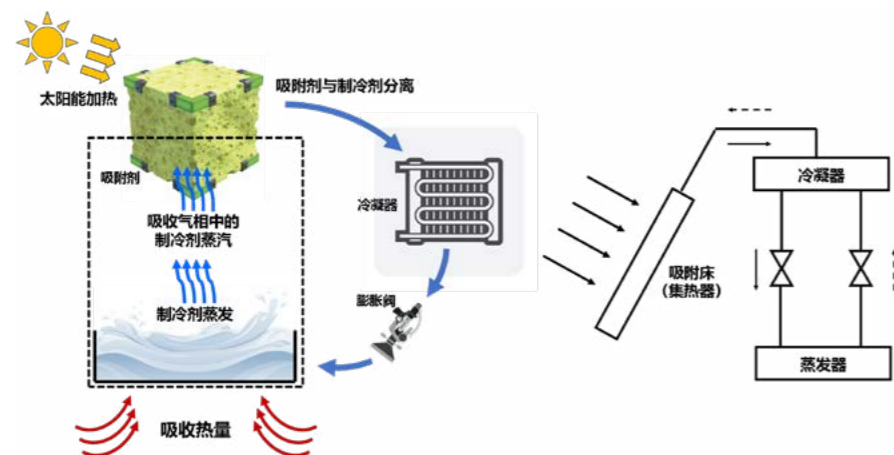


图2 太阳能吸附式制冷技术示意图

3、太阳能蒸汽喷射式制冷技术

太阳能蒸汽喷射式制冷技术包括太阳能集热器循环和制冷剂喷射式制冷循环。在太阳能集热器循环中，被太阳能加热的水从太阳能集热器进入制冷剂锅炉，锅炉利用太阳能加热低沸点的制冷剂，使其转变为高压蒸汽。随后，温度降低后的水回流到太阳能集热器，再次被太阳能加热，循环再次开始。在制冷循环中，高压蒸汽来自锅炉，通过喷管高速

喷射蒸汽，使蒸发器内产生低压区，从而使液体制冷剂蒸发，吸收室内的热量。二者混合后通过扩压室，速度降低，压力增加，然后流入冷凝器，在那里被冷凝成液体。冷凝后的制冷剂分为两部分。其中一部分进入蒸发器，另一部分液体则被送回锅炉，再次被加热为高压蒸汽，以供喷射使用，从而形成循环。

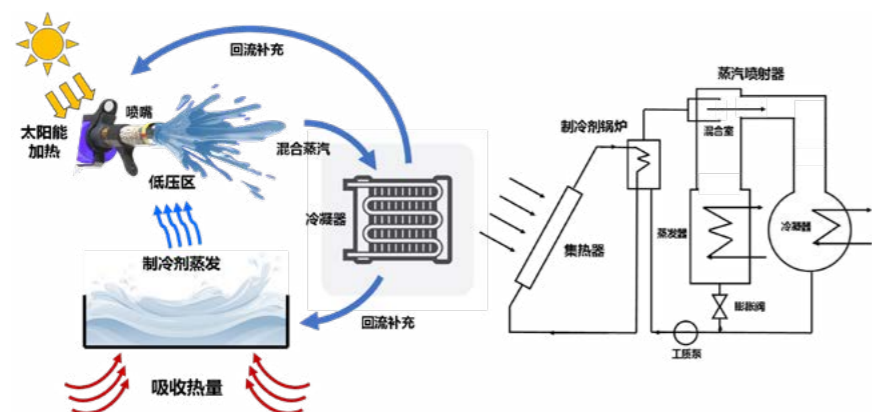


图3 太阳能蒸汽喷射式制冷技术示意图

结语：太阳能制冷技术为我们提供了一种可持续、低能耗的制冷途径，不仅在个人住宅和商业建筑领域有潜力，还可以应用于农业、医疗和其他领域，为不同行业提供环保的制冷方案。

采一束阳光，给你明亮，给你清凉！

撰稿：会员、北京科技大学能源与环境工程学院副教授王存海（入选北京市科协2022-2024年度青年人才托举工程项目）

审核：理事童莉葛

坐地铁你喜欢强冷还是弱冷？

（该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发）

在现代科技快速发展的新背景下，我国地铁车站建设开启了新征程，并成为现代城市居民便捷出行的主要方式。

伴随今年入夏开始，全球持续出现高温天气，人们出行的舒适性大打折扣。



图源网络

地铁出行却是一股清流，给乘客们带来了短暂的清凉和舒适，这正是站内通风空调系统的功劳。

大家每天都坐地铁，甚至有的人通勤时间几个小时，那么，下面这些地铁站的“小秘密”你了解吗？



图源：摄图网

1、地铁站的控温小秘密

为了让乘客有一个相对舒适的候车环境，同时避免能源浪费，设计人员巧妙地采取了过渡性温度控制手法。

当乘客从温度较高的室外进入车站站厅时，如果室内外温差过大，会让人极度不适，同时人们在站厅滞留时间较短，快速进站后就直达站台等候列车，因此将站厅温度控制在29℃，就是这小小的2~3℃室内外温差的存在，才让大家平时出行没有感受到站厅太热或太冷。



图源：摄图网

随后，乘客从站厅进入站台候车，身体对周边环境逐步适应，为了进一步让乘客有相对舒适的体验，此时将站台的温度降低1~2℃，达到27~28℃。虽然站厅和站台之间温度发生了变化，但是并不会感受到明显差异。

最后，乘客进入车厢，由于车厢内人员密集且时间较长，设计师再次将车内温度降低1~2℃。



图源：摄图网

随着地铁发展，为了进一步为不同乘客提供差异化的体验，列车进一步将前后车厢温度设置得不同，乘客们可以自行选择。这就是让我们感受不到，但又感受得到的地铁出行中的小秘密。

这个小秘密离不开地铁车站内的默默无闻的大功臣——通风空调系统。

2、通风空调系统——地铁的“巨肺”

地铁通风空调系统主要分为通风系统和空调系统两种系统方式。

其主要目标是保证地铁内部空气环境质量、温湿度、气流组织、气流速度压力变化以及噪声等因素均能满足人员生理及心理条件要求，同时满足设备正常运行需求。

为什么说是“巨肺”？

通风空调系统是地铁车站设备系统中管路最多，占用面积最大的系统之一。根据使用场所、标准的不同可分为车站通风空调系统和区间隧道通风系统，而车站通风空调系统，也正是我们地铁站内的舒适来源，同时为车站公共区、设备管理用房等提供必要的通风及空调作用。

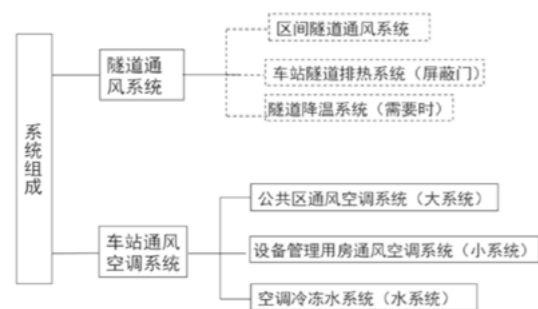


图 地铁通风空调系统的组成

总之，地铁车站通风空调系统功能庞大，不仅为乘客提供往返于地面至列车的过渡性舒适的环境，又保证了设备正常运行所需环境。

此外，当火灾发生时，还可以进行合理的气流组织，及时排烟，诱导乘客疏散。

一些外部因素会影响地铁通风系统。

首先，由于深处地下，受外界天气变化影响较小，同时因为土壤热惰性作用，温度变化有所延迟；

其次，内扰源（热源，湿源和尘源）显著存在，列车、各种设备运行以及乘客本身都会释放大量的热，这会导致车站及隧道升温；

最后，列车的高速行驶会引起活塞风，对地铁内气流组织有很大影响，既是隧道内通风换气的主要动力，也对车站空调有较大影响。

通过考虑不同地区、气候条件、车站内部气流等多种外在及内在因素影响，车站通风空调系统在匹配不同条件下合理运行，进而为站内乘客带来徐徐凉意。

3、通风空调系统的节能潜力

随着城市轨道交通的快速发展，通风空调系统设置的复杂程度提升、节能性要求不断提高，大家对于现有地铁通风空调的绿色节能方面也更加重视。

而通风空调系统为城市轨道交通工程提供舒适安全环境的同时，其能耗水平约占整个地铁车站用能的40%，通风空调系统的节能潜力巨大。

地铁传统设计中，车站通风空调系统多按最不利工况进行设计，这就容易出现系统在大多数时间里是在部分负荷下运行，导致大马拉小车的现象发生。

现在设计师们，结合运营场景需求的不同，更加灵巧地设计，如：

通过可调站台门的设置，实现在过渡季充分利用自然冷源达到新风引入与自然降温双重目标；

优化送、排风系统，在适当工况下，利用单送或单排产生的站内风压，实现空气流动，降低设备

运行能耗；

给地铁通风空调系统加装并不断升级智能大脑，即智能化节能控制系统，通过对环境、运行模式、可再生能源以及节能减排控制策略等诸多方面



图源：摄图网

地铁通风空调系统是由多个设备及系统形成的体系，管理运行起来十分复杂，但它已经在很大程度上解决了当前乘客站内热舒适性问题的。

在此基础上，通风空调系统也在不断深耕绿色低碳领域，着力优化当前系统不合理性因素，努力实现系统全方面节能降碳！

内容的整合，并将节能与运营实际融合，进一步实现整体提升地铁通风空调系统高效低耗的目的。

通过一点一滴创新与优化，实现既满足乘车环境需求，又大大降低系统的能耗。

让我们怀着期许，见证未来地铁逐步成为服务大众、真正实现绿色低碳出行的交通工具。

撰稿：理事、北京市市政工程设计研究总院有限公司轨道交通与地下空间院副院长、教授级高级工程师李科



磁体也能制冷？神奇的黑科技制冷技术！

(该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发)

随着气温的升高，空气里充斥着夏日独特的味道。

其貌不扬的外表，外热内冷的“心”，空调是夏日续命神器中当之无愧的C位。

当你汗流浹背时，空调中的压缩机不断地工作，空调为你送来丝丝凉意，但也产生了嗡嗡的噪声，惹人心烦。

然而，有一种制冷技术像“魔法”一样，在变化磁场下，能悄无声息地降低温度，这就是磁制冷。

磁制冷技术是一种独特而有趣的冷却方式，它能够高效、环保地为我们提供制冷效果，在诸多领域有着极大潜力。今天，让我们一起揭开磁制冷的神秘面纱，来看看它是如何运作的。



(图源：素材中国)

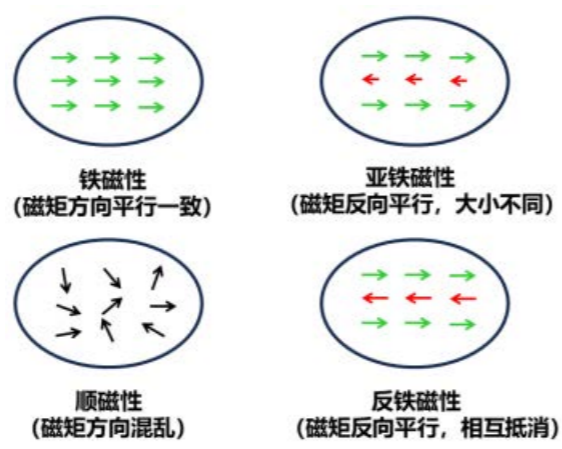
PART.1 什么是磁制冷？

磁制冷是基于磁热效应的一种制冷技术。你可以想象一块磁性材料在外加磁场作用下，温度发生变化，进而产生冷量。

那么，什么样的材料才会有磁热效应呢？

首先，我们需要了解磁性材料的基本特点。从微观角度来看，磁性材料通常由许多微小的磁性颗

粒组成，每个颗粒内部都存在一个磁矩，它是由电子的自旋和轨道角动量决定的。这些颗粒之间的排列常有四种状态，对应四种磁性：铁磁性、亚铁磁性、顺磁性和反铁磁性。



磁性材料分类，作者自制

当磁性材料被放置在外加磁场中时，磁矩会重新排列，以适应外加磁场的作用，这个重新排列过程称为磁矩取向。

顺磁性材料是具有自发磁矩的材料，它们的磁矩总是沿着外加磁场方向取向。无外加磁场时，它对外呈现出顺磁性；在外加磁场作用下，它的磁矩沿着外加磁场有序排列，对外呈现出铁磁性。

除了外加磁场，温度也会使磁矩重新排列，大部分磁性材料都是某一温度点之下呈现铁磁性或亚铁磁性，该温度点以上呈现顺磁性。上面提到的这个温度点就是居里温度 (T_c)，又称为磁性转变点，居里温度点决定了磁性材料所能服役的温区。不同

的磁性材料有不同的居里温度点，这使得磁制冷技术应用十分广泛，从室温到极低温都有不同的应用。

磁热效应究竟是如何发生的呢？磁矩取向和热效应又有什么关系呢？它们之间又蕴含着什么科学原理呢？实际上，磁矩的排列就像我们的房间一样，不常收拾就会变得越来越混乱，而在物理学里，有一个用来度量体系混乱程度的物理量，叫作熵。对于一个孤立系统而言，混乱程度越高，熵越高，反之熵越低。



熵与混乱程度，图源：千库网

磁性材料主要有两种熵：磁熵和热熵。磁熵是指磁矩的有序无序性；热熵则是指组成物质的分子或原子的振动方式，振动方式越多，越剧烈时，热熵也就越大。这两个熵之和就是磁性材料的总熵。总熵改变时，可能是磁熵或热熵的改变，也有可能两者都在变化；而总熵不变时，并不一定是磁熵和热熵都不变，有可能是一个增大，一个减小。

磁热效应正是通过磁熵和热熵之间的“此消彼长”来实现的。为了保持总熵不变，磁热材料需要处在一个绝热环境中。绝热环境就是整个系统与外界没有热量交换，热量进不来也出不去。此时，给磁性材料施加外磁场时，磁矩排列整齐，磁熵减小，那么热熵就会变大，会放出热量；相反，去掉磁场时，热熵减小，需要吸收热量，这时就起到了制冷的效果。听起来高深莫测的磁制冷，不过是此消彼长的“跷跷板游戏”而已。

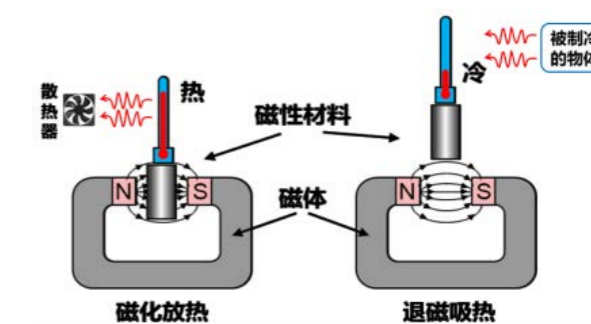


磁热效应原理，作者自制

磁制冷的基本原理虽然简单，但要将这个原理设计成服务于各个领域的设备，还是需要一番巧妙的构思的。

为了实现磁制冷过程，需要使用到磁性材料、磁场源和热交换器等组件。

首先，在绝热环境下，施加外加磁场会使磁性材料发生磁矩取向变化，并释放热量，随后，热量会通过热交换器从散热器排出；去除磁场时，磁性材料温度降低，与被制冷的物体相比，磁性材料温度更低，因此磁性材料会吸收被制冷物体中的热量，使其温度降低。这样循环往复，就使热量流动形成了一个闭环。一次次的循环往复，使得被制冷物体的热量不断被吸走，达到了制冷的效果。



磁制冷系统原理图，作者自制

PART.2 高效节能的磁制冷

在实际应用中，磁制冷具有许多独特的优势：

1) 绿色环保。磁制冷不需要使用任何对环境有害的化学物质，这与传统的压缩机制冷方式存在着显著的差异，传统方式需要利用制冷剂来吸收和释放热量，这些制冷剂中包含一些有机氟化物、氨及碳氢化合物，他们有着破坏臭氧层、有毒、易泄漏、易燃、易爆等损害环境的缺陷；

2) 高效节能。磁制冷系统通过磁场变化来实现冷却，而不是像传统方式通过机械压缩气体。这意味着磁制冷可以在非常低的温度下运行，并且消耗的能量较少。磁制冷理论效率可达到卡诺循环效率的 60 ~ 70%，而气体压缩制冷一般为 20 ~ 40%。也就是说，在其他条件相同的情况下，磁制冷的耗电量只有传统压缩制冷冰箱的 50% 左右；



10000 亿元，且制冷用电量超过全国总用电量的 15%，是当之无愧的能耗大户。当前广泛使用的制冷剂大多具有较大的温室效应，制冷剂泄漏导致的排放是我国温室气体的重要组成部分。而现在，制冷空调行业正处于落实《绿色高效制冷行动方案》、应对全球气候变化的关键时期。磁制冷作为一种零碳能源制冷技术，绿色环保、高效节能、稳定可靠的优点使其有望成为替代室温蒸汽压缩制冷技术的方案之一。

制冷空调行业耗电量预测及各领域节能量占比，图源：2022 年绿色制冷行业研究报告

PART.3 为什么磁制冷还没有商业化？

3) 稳定可靠。磁制冷不需要气体压缩机，运动部件少，无振动，零噪声，可靠性高，寿命长，便于维修；

正是因为这些优点，磁制冷技术被广泛应用于航空航天、医疗、电子等领域。根据应用温区，磁制冷主要应用于极低温温区 (< 1K，如量子计算等)、低温区（如核磁共振成像、气体液化等）和室温区（如空调、冰箱等）。

目前，我国制冷空调行业的工业总产值超过

目前，国内外已经有很多科研机构与龙头企业争先恐后地展出了不同温区磁制冷样机。如 2015 年海尔联合美国宇航公司在拉斯维加斯世界消费电子展销会上展示的世界首台室温磁制冷酒柜，北京理工大学 / 中国科学院理化技术研究所沈俊教授团队自 2012 年起开展了全温区磁制冷技术的研究工作。

随着空间探测等前沿科学应用需求增加，极低温绝热去磁制冷凭借不依赖重力、结构紧凑、制冷效率高等优点成为了空间探测、量子技术、凝聚态物理等前沿科学的关键技术。

沈俊教授研究团队开展了自主可控绝热去磁样机研制工作，构建了复叠式 ADR（绝热去磁制冷），获得了 50mK 以下的最低温度。

低温磁制冷起步较晚，当前还集中在磁热材料成分调控磁热性能的研究中，整机流程和架构研究相对较少。由于磁热材料的绝热温变受限，在液氮温区通常将磁制冷与

其他制冷技术相结合，构建了复合式低温磁制冷机。室温磁制冷技术发展相对成熟，2017 年起，沈俊研究团队先后研制出系列冷量的室温样机，包括达到产业化应用的百瓦级冷量磁制冷样机。



2015CES 展上的海尔无压缩机酒柜，图源：海尔智家公众号

不同温区的磁制冷机实物图：极低温绝热去磁制冷机（左）、液氮温区复合磁制冷机（中）与多磁极室温磁制冷机（右）

虽然已经有了许多磁制冷设备，但目前这些设备仅在某些工业领域和实验室中使用，造价也比较昂贵，这说明磁制冷技术要想走进千家万户，还面临着一些挑战。

在磁制冷应用研究中，需要材料科学与工程、工程热物理和制冷工程等多学科交叉互补和协同创新。当前阻碍磁制冷商业化主要有两个方面的原因：

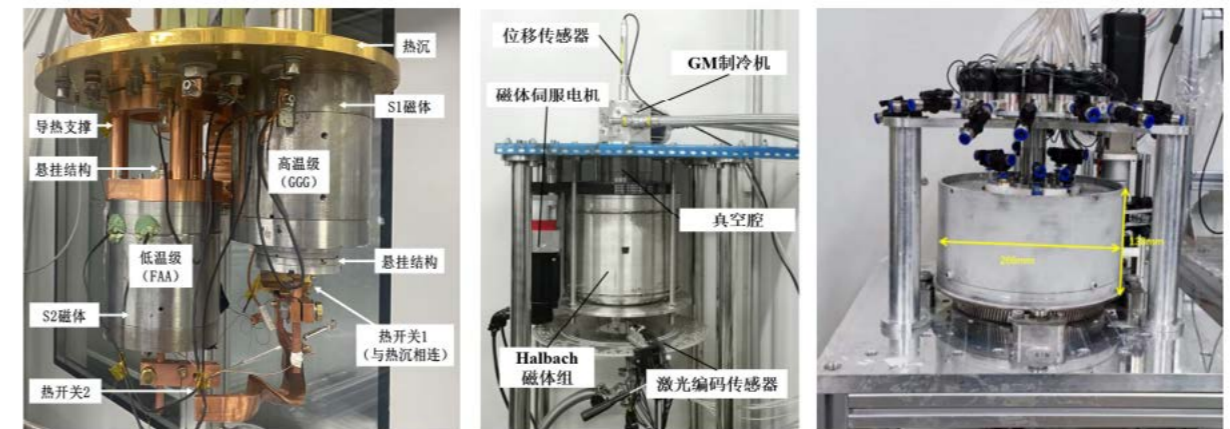
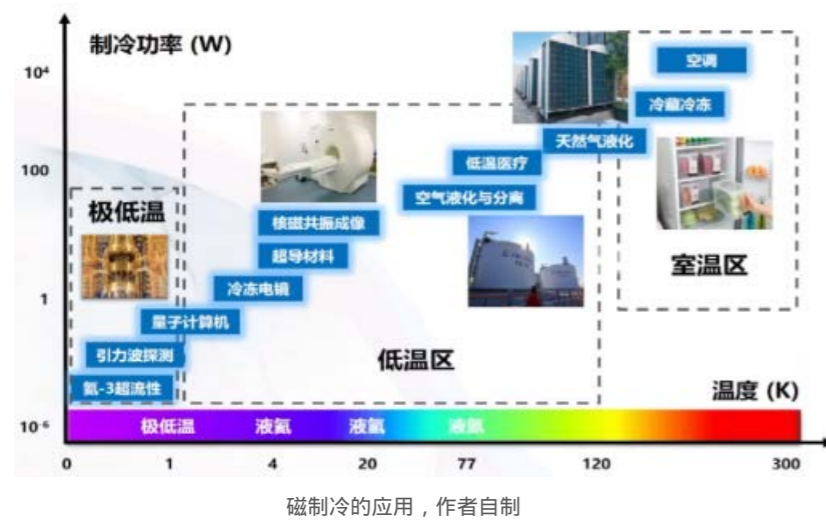
一是磁制冷材料常为稀土金属化合物，生产成本低，价格昂贵，即使是在稀土资源丰富的中国，也很难将整个磁制冷机的造价降低到和压缩制冷机媲美；

二是当前磁路设计很难将整个装置在保证制冷效果的前提下缩小到家用的尺寸。

除此之外，虽然磁制冷装置中没有压缩机，但实际设计中会有永磁磁体或磁性材料的相对运动，不可避免地会产生轻微的噪声和振动。

然而，这些都是可以克服的问题，随着科技的不断进步，科研工作人员的艰苦奋斗，我们有理由相信磁制冷技术将会得到进一步发展和应用，它将会成为未来制冷领域的一大利器。

撰稿：会员、北京理工大学助理研究员李振兴等人

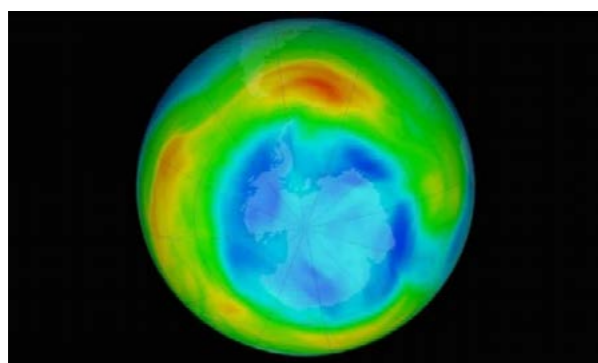


还记得南极“臭氧层空洞”吗？它快被修好啦！

(该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发)

今天是国际臭氧层保护日，联合国专家组在2023年1月9日发布最新评估报告：如果当前政策保持不变，预计南极上空的臭氧层将于2066年恢复健康，世界其他地区上空的臭氧层将于2040年恢复。

本次报告证实，逐步淘汰将近99%的禁用消耗臭氧层物质已成功地保护了臭氧层，使平流层上层的臭氧层显著恢复。



很多人看到这里可能会一头雾水：什么被破坏了？怎么又被修好了？

近二三十年的时间里，很少再有媒体继续关注臭氧空洞问题，但在二三十年前，臭氧层空洞却是如今天的全球气候问题一样，被人们广泛关注与谈论。那么，什么是臭氧层？我们为什么要保护它？

01 太阳很可爱，但强烈的紫外线很可怕！

我们都知道，太阳是地球上光和热的源泉。太阳以辐射的方式不断地把巨大的能量传送到地球上，哺育着万物的生长，创造了丰富多彩、生机勃勃的世界。太阳辐射的波长范围分为紫外光区

(100-400nm)、红外光区(>700nm)和介于二者之间的可见光区(见图1)。

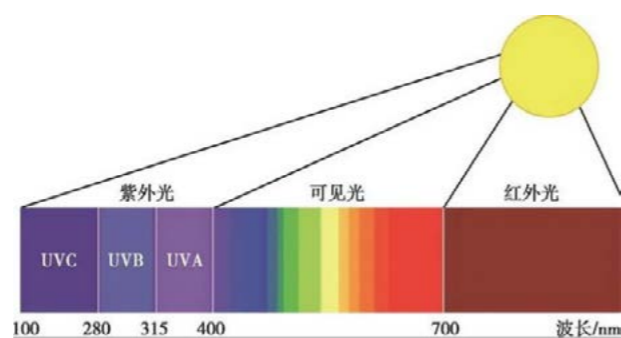


图1 太阳辐射的光谱

一提到紫外线，大家的脑海里就会冒出杀菌。紫外线为什么杀菌？这是因为紫外线能够破坏微生物机体细胞中的DNA(脱氧核糖核酸)或RNA(核糖核酸)的分子结构，造成细胞死亡。

科学家们发现，过度暴露在紫外线辐射下还可能会导致人类患上皮肤癌、白内障、免疫系统疾病等。2011年4月13日，世界卫生组织将紫外线辐射归类为1级致癌物。

02 地球生命的保护伞——大气臭氧层

地球的大气层从地面到太空，如图2被科学家们划分为5层：对流层、平流层、中间层、热层、散逸层。

平流层集中了大气中大部分臭氧(O₃)，并在20-26Km高度上达到最大值，形成臭氧层。臭氧层能强烈吸收波长为200~300nm的太阳紫外线，保护了地球上的生命免受紫外线伤害。

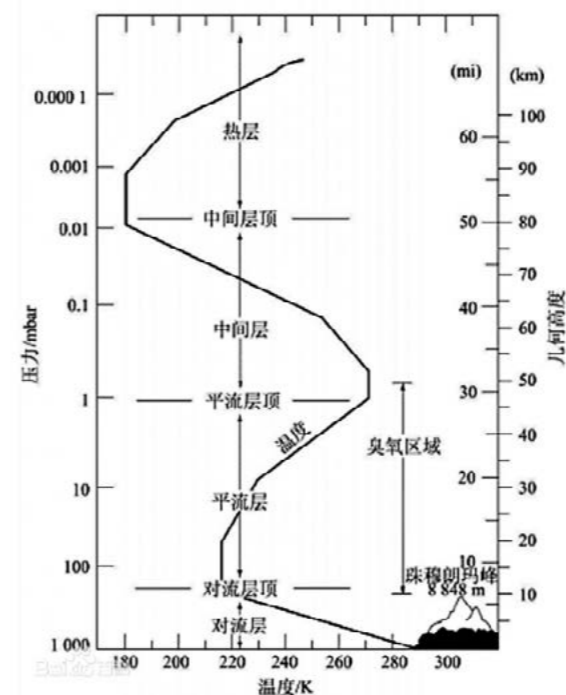


图2 从地球表面至110Km处的大气垂直结构(引自百度)

据古生物学家考证，在地球形成初期的大气主要由氮、氢、甲烷、氨、硫化氢等还原性气体和少量水蒸气构成。含有高能紫外线的阳光直达地球表面，生物都经受不了紫外线的杀伤，只能深藏于海湖水面之下。

幸运的是，大约6亿年前，在多种光化学反应的综合作用下，形成了人类和万物生存所必需的相对稳定的臭氧层，正是臭氧层能够吸收绝大部分的紫外线，才使得地球上生物多样性开始爆发性增加，才有了我们今天的繁荣。



03 为什么臭氧层可以吸收紫外线？

臭氧(O₃)与氧气(O₂)都是仅由氧原子构成的单质，可谓同根同源，只是臭氧是由3个氧原子组成，闻起来有一股“鱼腥”味。

如图3所示，当氧气聚集在大气平流层后，因为紫外线照射强烈，紫外线携带的强大能量将氧气光解成为两个氧原子，氧原子又与没有光解的氧气合并成为臭氧分子，这些臭氧汇聚在平流层的顶端成为一个薄薄的气层，这就是臭氧层。这些臭氧分子不稳定，又被紫外线分解为氧气与氧原子，不断往复。

臭氧层强烈吸收阳光中对人类和生物危害很大的波长295nm以下的短波紫外光，以及大部分对生物有一定危害的波长λ=280~320nm的中波紫外光(UV-B)，从而形成了地球生命的保护伞。

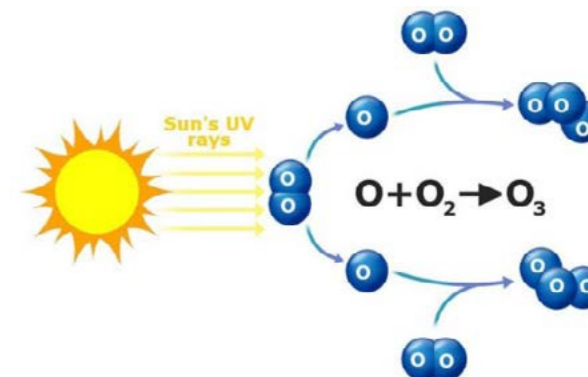


图3 吸收紫外光形成臭氧

04 我们的生命保护伞“破”了

1985年左右，世界气象组织(WMO)观测发现每年8月下旬到10月上旬，在南极上空的臭氧层都会出现空洞。卫星观测表明，1998年臭氧空洞面积又比1997年增大约15%，几乎相当于三个澳大利亚的面积。科学家们发现空洞面积逐年增加，甚至扩大到南美洲大陆；后来，在北极、欧洲等地也发现了臭氧层的严重破损，这一现象引起了全世界的极大关注。一旦臭氧层破坏，无法吸收大量紫外线，无论对于植物还是动物来讲都会是一场生态灾难。

科学家们发现，人类自20世纪以来广泛使用

的制冷剂氟里昂、发泡剂和灭火剂等是破坏臭氧层的主要元凶。但真凶不是“氟利昂”中的氟，而是“氟利昂”在强烈紫外线作用下分解出的氯离子。当氟利昂等物质在大气环流的作用下从地面最终进入平流层，在紫外线照射下分解出来的氯、溴等原子，抢夺臭氧中氧原子，发生图4所示的循环反应，导致氧气和氧分子的比例变高，臭氧分子的比例变低，造成了臭氧层空洞的逐年扩大。

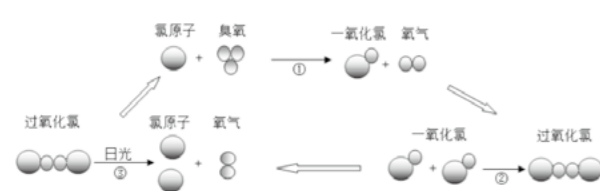


图4 氯原子与臭氧的循环反应

05 保护家园，共同补天

自从臭氧层空洞被发现以来，我们就对这个问题极度关注，毕竟这是真正能够切身影响到我们生死存亡的问题。国际社会1985年制定了《保护臭氧层维也纳公约》，1987年，许多国家签署了《蒙特利尔议定书》，规定各签约国分阶段停止生产和使用氟里昂与哈龙制冷剂。1995年1月23日联合

国大会又通过决议，规定每年9月16日为《国际保护臭氧层日》。

多年来，科学家一直致力于开发绿色环保型的制冷剂和发泡剂，主要代系和产品见表1。第三代的臭氧消耗潜能值（ODP）已经全是零了，也就是说对臭氧层无影响，但他们全球变暖潜能值（GWP）还很高。第四代制冷剂的GWP已经小于1了。

表1 制冷剂主要产品分类

代系	产品分类	主要产品	ODP	GWP	特点及现状
第一代	氯氟烃类 CFCs	R11、R12、R113、R114、R115、R500、R502	1.0	4000	严重破坏臭氧层，2010年淘汰并禁产
		第二代	氢氯氟烃 HCFCs	R22	0.055
第三代	氢氟烃 HFCs	R141b	0.12	725	产
		R134a	0	1430	对臭氧层无影响，温室效应远高于CO ₂ 和第二代制冷剂，发达国家处于淘汰初期，发展中国家进入配额基准期
		R125	0	3500	
		R32	0	675	
第四代	氢氟烯烃 HFOs	R1234yf、R1234ze	0	较低	不含氯制冷剂，环境友好度高，制冷效果和安全性不及前代，专利和设备成本高
		碳氢天然工质制冷剂 HCs	R600a、R290	0	较低

我们完全可以相信，经过国际社会和我们每个人的共同努力，人类将逐步修复正在被破坏的地球保护伞——臭氧层，使我们的地球家园更加并永远美好！

撰稿：会员、北京联合大学副教授张传钊

野外生存小技能——如何获取饮用水

科学研究表明，在16-23℃的气温下，如果没有饮用水，一般来说，人类只能存活10天，如果处在36℃的高温下，则仅能存活3天。那么如何在野外获取水源，保障饮用水正常供给呢？

植物来帮忙

有些植物富含水分，是野外求生的救命稻草。在修筑中印公路的最初阶段，新三十八师的一个连队被敌军围困，野外缺少饮用水成了战士们最大的生存难题。他们把树藤砍断成斜形，在藤的断面中心钻一小孔，倒置放入容器，树藤中的水就一滴一滴地滴入容器。一根小臂粗的树藤，一天可滴下三斤左右的水（如图1），但是这种救命植物可遇不可求，只能解决少数情况下的水源危机。



图1 树藤取水

在野外，还有一种获取饮用水的方法：将塑料袋套在叶子浓密的树枝上，扎紧袋口，就会慢慢出现水珠。原理很简单：植物叶子内含有水分，叶片

上有很多气孔，叶子中的水分从气孔蒸发变为水蒸气（汽化过程），水蒸气遇冷的塑料袋液化为水。

过滤天然水源

在野外，遇有河流、池塘等水源，最好选择煮开后饮用。在缺少加热器具的情况下，过滤很重要。可利用常见材料制作简易过滤器，（1）容器：帆布袋、聚乙烯塑料袋、易拉罐等可以充当容器；（2）滤芯：在容器底部铺一层细砾石，再铺一层沙子或者细砾石，一层木炭粉，如此重复铺多次，层数越多越好；容器底部钻些小孔，把水倒入容器，即可收集过滤后的净水。但要注意，这并不能完全过滤掉水中的有毒物质和细菌。

空气取水

空气中蕴含的水分，会在温度较低的器物壁面凝结成水珠。晨露的形成就是这个原理（如图2）。

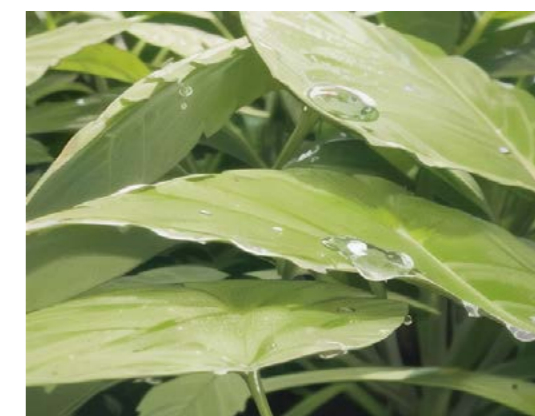


图2 晨露

国内外科研机构也在致力于研究电力驱动的空气取水装置，预计可满足10-100人的日常饮水需求（如图3-图5）。



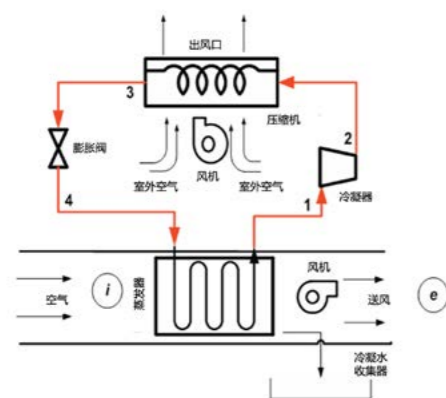


图3 压缩制冷图

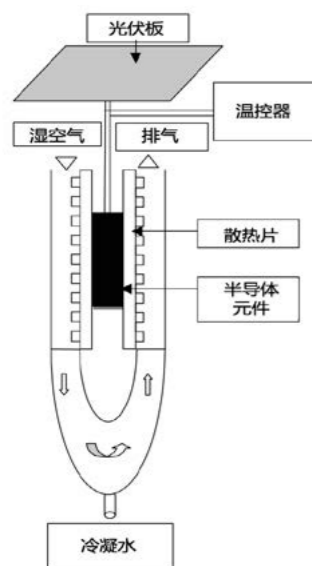


图4 半导体制冷(由于采用直流电,可采用太阳能光伏发电驱动)

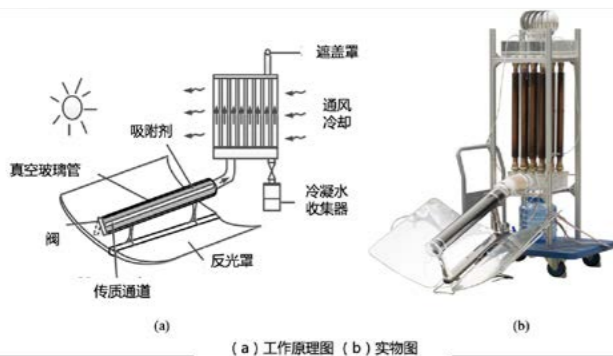


图5 (a) 冷凝式: 需要采用电驱动 (b) 吸附式: 无需消耗能源

空气取水装置吸附式: 间歇式取水, 受太阳辐射及空气条件影响大

现有空气取水装置的性能比较(如图6): 一般来说, 压缩制冷空气取水装置取水量大; 半导体制冷空气取水装置可采用太阳能光伏驱动, 适合单

人使用; 吸附式空气取水装置取水量较小, 但可采用太阳能驱动, 无需额外消耗电能。

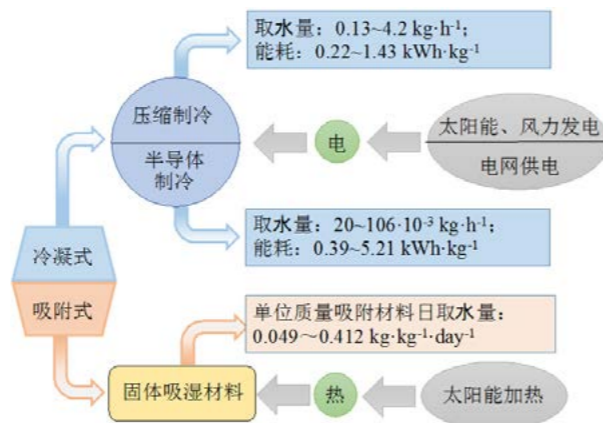


图6 空气取水装置性能比较

图片来源

图2 晨露来源: Stable Diffusion 绘制

图3 压缩制冷图来源: Abdulghani A. Al-Farayedhi, Nasiru I. Ibrahim, P. Gandhidasan. Condensate as a water source from vapor compression systems in hot and humid regions. Desalination 349 (2014) 60-67.

图4 半导体制冷图来源: Raghied Mohammed Atta. Solar Water Condensation Using Thermoelectric Coolers. International Journal of Water Resources and Arid Environments 1(2): 142-145, 2011

图5 空气取水装置图来源: J.Y. Wang, J.Y. Liu, R.Z. Wang, L.W. Wang. Experimental investigation on two solar-driven sorption based devices to extract fresh water from atmosphere. Applied Thermal Engineering 127 (2017) 1608-1616.

图6 空气取水装置性能比较图来源: R. Tu, Y.H. Hwang. Reviews of atmospheric water harvesting technologies[J]. Energy. 2020, 201, 117630.

撰稿: 会员、北京科技大学土木与资源工程学院教授涂壤(入选北京市科协2022-2024年度青年人才托举工程)

审核: 理事刘晓华

我们离不开的“NH₃”

1. 我们为什么离不开“NH₃”

氨在日常生活、农业、工业、能源等领域就在和在未来一直扮演着重要的角色。针对工业制冷领域, 根据 IIR 国际氨制冷学会提供的数据, 在美国, 大约 90% 的食品冷加工领域和冷冻冷藏领域是使用氨作为制冷系统的制冷工质。根据欧洲冷藏库与物流协会 ECSLA 提供的数据, 在欧洲, 大约 80% 的大型制冷系统采用氨作为制冷剂。在双碳的背景下, “氨”无论是作为制冷工质还是新型能源的角色, “氨”一直都是自然界给予我们人类的宝贵资源和财富, 如何正确的审视并科学合理的应用, 是行业需要努力和研究的的目标, 同时也是行业低碳可持续发展的重要路径。

2. 氨“NH₃”的应用场景?

工业

氨在工业中广泛使用。氨多用于印刷, 药品生产, 化妆品等行业。氨可用于废水处理, 皮革, 橡胶, 造纸, 食品和饮料行业。氨也用作稳定剂、中和剂或用作执行多种功能的氮源。氨还作为制冷剂用于食品加工、冷冻冷藏及工业制冷系统。

农业

由于氨是氮和其他元素的丰富来源, 因此可用于肥料中以基本维持粮食生产。它也用于生产由硝酸铵, 尿素等化合物组成的液态肥料溶液。氨经常

家庭用品

氨是许多家用清洁产品中的主要成分之一。它用作清洁剂, 可用于去除污渍或清洁镜子, 浴缸, 水槽, 窗户等。其他一些用途包括抗菌剂或防腐剂, 氨也用作燃料。

用于制造各种化合物

氨可用于制造许多化合物, 例如硝酸, 氰化氢, 碳酸铵, 苯酚, 尿素, 氨基酸和许多其他物品。

金属处理

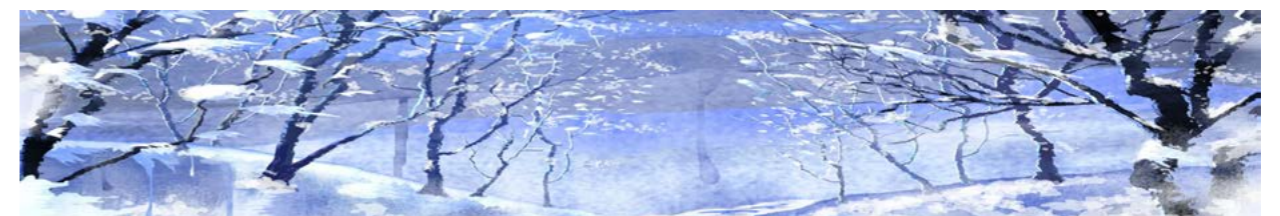
解离的氨用于碳氮化, 氮化, 炉内钎焊, 光亮退火, 烧结, 原子氢焊接等操作。

石油和采矿

在石油工业中, 氨被用来平衡原油形式的油和酸成分, 它还有助于使设备免受腐蚀, 且在采矿业中氨可用于提取多种金属。

重要能源

在全球范围内, 氨已经被美国能源部(DOE)和日本氢能协会(JH2A)列为未来全球最具潜力的无碳能源, 它已在船舶运输、发电、分布式储能(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)领域进行了积极的尝试[3]。此外, 相对于甲醇、乙醇、天然气和煤炭等其它含氢燃料, 氨裂解过程中的能量消耗较低, 因为氨不含碳, 因此可以简化氨裂解制氢环节相关工序, 可以有效保障氨能的使用成本。



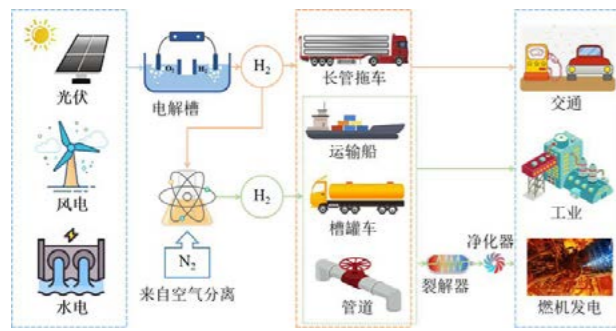


图1 氨能与氢能产业链耦合网络图 [2]

3. 氨是怎么得到的？

现代工业大多采用氮气和氢气制氨，由于氮气的化学性质很不活泼，以氮气和氢气为原料合成氨的工业化生产曾是一个较难的课题。从1754年Briestly在石灰与碱砂共同加热的条件下首次制得了氨，到1787年Berthollet发现了氨的组成，再到1909年德国化学家Haber经过反复实验研究得出工业化生产氨的可能性（通过在500-600℃、17.5~20.0MPa和钨为催化剂的条件下，反应后氨的含量可达到6%以上）。最终德国工程师Bosch基于Haber哈伯合成氨的实验室方法将制氨转化为规模化的工业生产，通过改进哈伯首创的高压合成氨，找到了合适的氧化铁型催化剂，使合成氨生产工业化，称为“哈伯-博施法”(Haber-Bosch HB) [1-2]。目前，工业合成氨主要采用以化石能源为基石的Haber-Bosch (HB) 工艺，且全球至少90%以上的NH₃通过HB技术进行合成。

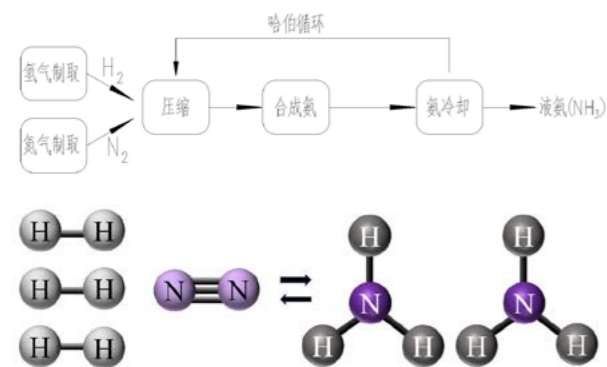


图2 氨的合成简易示意

4. 氨是优秀的制冷工质

氨制冷发展史：

以1859年Ferdinand Carré研发出氨吸收式制冷机为标志，氨应用于制冷技术已有164年的历史。其氨应用于制冷技术主要历史节点总结如下：



氨的理化特性：

氨是一种碱性化学物质，无色，极易溶于水，常温常压下1体积的水可溶解700倍体积的氨，氨作为绿色环保天然制冷剂，具有良好的热力学性能，节能特性明显，价格低廉。

表1 氨的理化特性表

理化特性	指标	备注
分子量(NH ₃)	17	
沸点/°C	-33.5	
凝固点/°C	-77.7	常压下使氨气液化的温度
密度(20°C)/kg·L ⁻¹	0.771	
临界温度/°C	132.4	液氨能保持液相状态的最高温度
临界压力/MPa	11.2	常温下使氨气液化的压力
蒸汽压(20°C)/MPa	0.91	
蒸发潜热(-33°C)/kJ·mol ⁻¹	3.4	由液体转化成气态吸收的热量
水中溶解度(25°C)/g·L ⁻¹	456	
ODP	0	消耗臭氧潜能值
GWP	0	全球变暖潜能值

氨作为制冷工质的优越性：

“氨”NH₃作为制冷工质在全球成功应用已经有100多年的历史，氨制冷工质是绿色环保的自然工质，根据京都议定书、蒙特利尔协议以及基加利修正案等相关国际的公约，对大气产生破坏影响的非环保制冷工质将会被逐渐取代并禁止使用。自然工质是可长期持续使用的制冷工质。

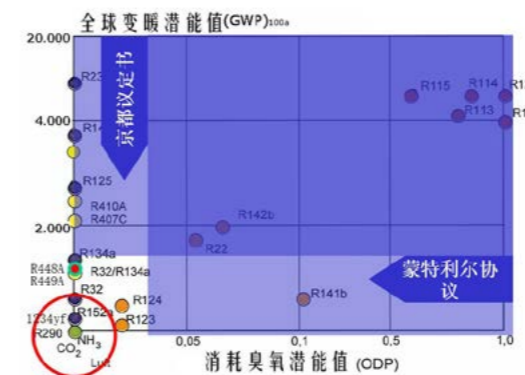


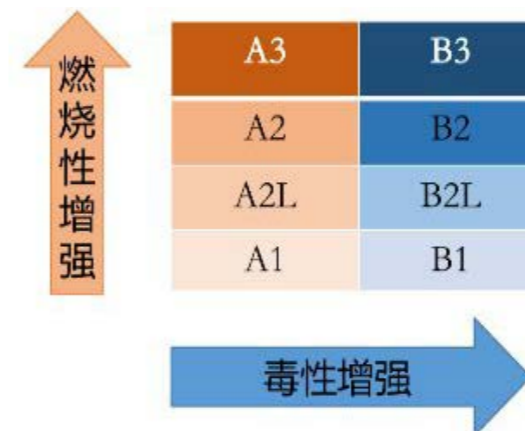
图3 制冷工质发展方向

“氨”除了绿色、环保、可持续使用之外，作为制冷工质，其优越性还包括如下几个方面：



氨作为制冷工质的劣势：

氨具有一定的毒性和可燃性。根据其毒性及可燃性分类原则，制冷剂分为8个安全类别（如左图所示），其氨属于B2L类（高慢性毒性的弱可燃制冷剂）。当空气中的氨浓度达到15.7%~27.4%时，遇明火会引起爆炸 [4]。



氨具有毒性和可燃性，为什么在国内外还大量的进行推广和应用氨作为制冷工质？为什么不强制限制使用或进行替代？

首先，在工业制冷领域，到目前为止还没有发现更好的制冷工质替代“氨”；其次氨具有的毒性和可燃性是易于控制的。氨在空气中的浓度在25PPM以下对人体几乎是无害的，氨具有强烈的刺激性气味，当空气中氨气浓度达到5PPM时，人通过嗅觉可以很容易的觉察到并可进行相应的处理，所以氨出现大量泄露并产生毒害的概率很低。氨的自燃点是651.1℃，只有在空气中的浓度仅15.7%~27.4%之间，遇明火才会引起爆炸，事实上很难出现氨浓度正好在此区间，同时还要具备明火条件，所以氨作为制冷工质在全球内出现爆炸的概率极低。国内和国际对于氨制冷系统的设计、建造及使用均有很成熟的经验及相关规范和标准，只要按照相应的规范和标准执行，氨的危险性是很容易得到控制的。氨在全球有100多年的应用实践，事实也证明氨作为制冷系统的制冷工质出现事故的概率非常低。

5. 国内对氨的应用现状及政策？

对“氨”而言，我国除了有相关国家及行业的标准法规之外，还制定了对于氨使用的相关政策：

(1) 按照国家的《危险化学品安全管理条例》规定的内容，氨被列为危险化学品序列；

(2) 《国务院安委会关于深入开展涉案制冷企业液氨使用专项治理的通知》安委(2013)6号：通知明确要取缔关闭一批不具备安全生产基本条件的非法违法企业；治理整改一批液氨使用存在安全隐患的企业；提升一批安全管理基础较好的企业。

(3) 《涉氨制冷企业液氨使用专项治理验收工作的通知》安委办(2017)8号：对全国涉氨制冷企业液氨使用专项治理情况开展全面验收，基本消除作业场所采用氨直接蒸发制冷的空调系统和快速冻结装置未设置在单独作业间内的两类重大事故隐患，全面提升企业液氨使用本质安全水平，有效

遏制重特大事故发生。

(4)《危险化学品重大危险源辨识》国家强制性标准(GB 18218-2018)要求:国家标准《危险化学品重大危险源辨识》2019年3月1日实施,政策规定了辨识危险化学品重大危险源的依据和方法,适用于生产、储存、使用和经营危险化学品的生产经营单位。该政策规定氨构成重大危险源的临界数量为10吨。

(5)2022年9月19日,应急管理部经商科技部,就政协第十三届全国委员会第五次会议第00202号(工交邮电类027号)提案正式函复学会制冷节能降碳与制冷剂替代决策咨询专家团队、全国政协委员唐俊杰。《提案》针对2013年两起涉氨责任事故导致社会对氨制冷形成误解、地方政府及其

监管部门对氨制冷剂非理性限制的现象,提出非理性限制氨制冷剂严重阻碍冷链行业可持续发展、与绿色低碳发展目标背道而驰,并为推动氨制冷剂安全应用提出一些建议,应急管理部对提案重视并予以答复如下:

建议一

健全完善制度,严格执行法规和标准规范,禁止用其他行业标准规范对涉氨制冷企业进行监管。

答复

应急管理部认真贯彻落实党中央、国务院关于安全生产工作决策部署,加快推动冷链行业安全技术法规和标准的制修订工作,参与制定审查《冷库设计标准》(GB50072-2021),组织制定《氨制冷企业安全规范》(AQ7015-2018),制定《工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准(2017版)》,印发《涉氨制冷企业液氨使用专项治理技术指南(试行)》等配套文件,以上标准和《技术指南》均未要求不得使用氨制冷,并对安全使用进行了规范。

下一步,应急管理部将继续根据氨制冷剂安全发展趋势,组织冷链行业协会、协会和企业专家,不断修订完善有关法规标准,健全安全管理制度。

建议三

加大对氨制冷剂应用的支持力度。

答复

应急管理部不断加强冷链行业人员培训工作,目前全国持有制冷与空调特种作业证书的从业人员约26万人。科技部大力推进冷链行业技术发展,“十三五”、“十四五”期间通过国家重点研发计划支持相关项目,推送冷链行业制冷材料和装备新技术、新工艺的发展。

下一步,应急管理部将进一步发挥冷链行业协会、协会等社团组织作用,加强制冷与空调特种作业持证人员的培训工作,不断提升从业人员安全技能。同时,加强对监管执法人员的培训,着力提升执法人员业务素质水平。科技部将依托国家重点研发计划,进一步加强冷链行业新材料、新技术研发,为冷链行业可持续发展提供技术支撑。

建议二

提高地方政府和监管部门的科学管理水平,并准确界定监管责任,推动尽职免责。

答复

在依法监管方面,近年来,应急管理部通过持续督导检查 and 明查暗访,提高监管部门的科学管理水平,防止粗放式检查扰乱企业生产经营;在尽职免责方面,应急管理部正在研究制订的《应急管理行政执法人员依法履职管理规定》将从监督、保障两个方面对应急管理行政执法人员履职尽责作出规定,既严格问责追责,又有效保护基层执法人员担当作为、干事创业的积极性。

下一步,应急管理部将进一步加强督促指导,推动地方应急管理部门持续聚焦两项重大隐患,按照《氨制冷企业安全规范》等标准,参照《涉氨制冷企业液氨使用专项治理技术指南》要求,尊重企业自主经营和选择的权利,不得强制要求“氨改氟”,推动冷链行业安全使用液氨,防范遏制重特大事故发生。同时,抓紧出台《应急管理行政执法人员依法履职管理规定》,激励保证应急管理行政执法人员忠于职守、履职尽责、担当作为。

参考文献

[1] 陈永珍,韩颖,宋文吉等.绿氨能源化及氨燃料电池研究进展[J].储能科学与技术,2023,12(01):111-119.

[2] 罗志斌,孙潇,高啸天等.双碳背景下绿色氨能的应用场景及展望[J].南方能源建设,2023,10(03):47-54.

[3] 张克金,马亮,姜明慧等.我国绿色氨能源技术与产业展望[J].汽车文摘,2023,No.564(01):25-33.

[4] 唐俊杰,柳琳,李鹏等.氨制冷剂应用与冷

链可持续发展建议[J].冷藏技术,2019,42(02):1-4.

[5] WAN Z J, TAO Y K, SHAO J, et al. Ammonia as an effective hydrogen carrier and a clean fuel for solid oxide fuel cells[J]. Energy Conversion and Management, 2021, 228 (1): 113729.

撰稿:会员、华商国际工程有限公司机电工程院机电设计所副所长李坤(入选北京市科协2020-2022年度青年人才托举工程)

审核:理事长唐俊杰

能源气体储运好帮手——混合工质节流制冷技术

在全球气候变化的大背景下,以天然气、氢气为代表的清洁能源气体在世界能源格局中的地位愈加重要。然而,气体密度极低,直接将其储存运输比较困难。通过低温制冷系统将能源气体液化后可以大幅提高储存密度。以天然气为例,液化天然气(LNG)的密度是标准状态下气态天然气的625倍,用很小的储存容器就可以储运大量天然气。在众多低温制冷技术中,混合工质节流制冷技术因其效率高、形式灵活多变、适应性好等优势在能源气体液化领域大显身手。

相潜热,集中分布在饱和温度下(混合物则为某一温区);而对于压力较高的气源,则在超临界状态被冷却,其冷却负荷像气体显热一样连续分布在不同温度下,但呈现出不规则的非线性特征。

由此可见,气体液化的负荷比较复杂,尤其是存在连续分布在不同温度下的冷却负荷。在早期的研究中,待液化气体被一个低温冷头直接从常温冷却到低温并冷凝。虽然能完成气体液化的任务,但其中很长的一个阶段是用温度极低的冷头来冷却温度并不低的负荷,这样并不合算;毕竟,制

冷温度越低,需要付出的功耗越大,制冷量也就越“昂贵”。就像打牌时对方出3,4,5,6,7,这时4张老K炸弹压上虽然稳赢但是浪费;而出4,5,6,7,8就合适的多。气体液化也是如此,让不同温区的冷能来冷却对应温区

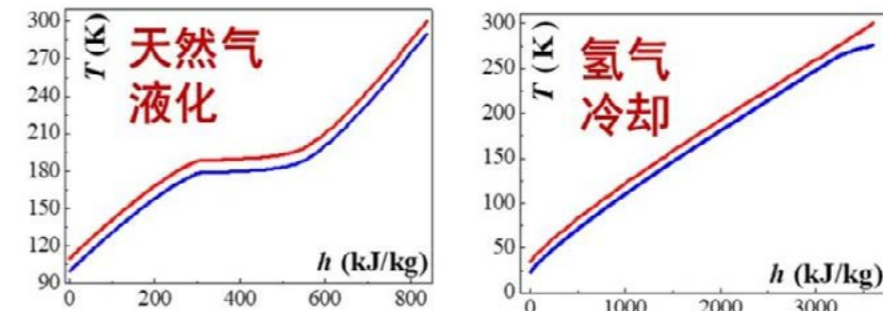


图1 不同类型的气体冷却液化负荷

1. 高效气体液化的关键词——匹配

气体的液化过程横跨常温区与低温区;在该过程中常温气体首先被冷却至饱和温度,然后再由低

的负荷,实现气体冷却负荷与制冷系统的良好匹配,减小因为传热温差造成的焓损失,提高系统的整体效率。

温饱和气体冷凝为低温液体。气体由常温冷却至低温的过程中,被冷却的是气相显热,负荷连续分布在不同的温度下;而由低温饱和气体变为低温液体的冷凝过程中,被冷却的则是液

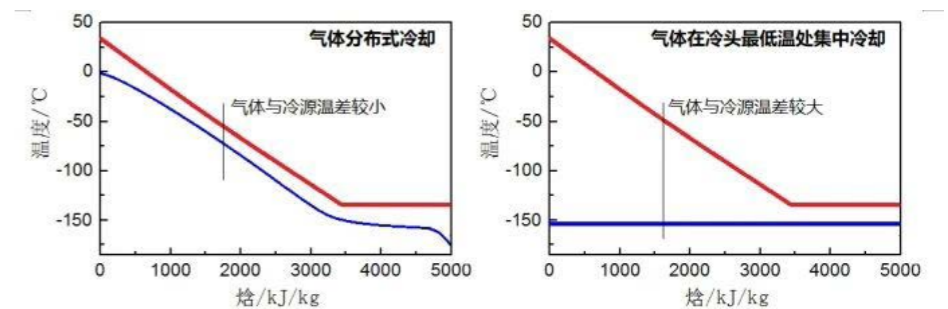


图2 不同制冷系统与气体冷却液化负荷的匹配情况

2. 低温制冷的多面手——混合工质

节流制冷技术

混合工质节流制冷技术的一大优势，就是善于用其灵活多变的工质配比来匹配不同形式的气体冷却负荷。对于一个用于气体液化的混合工质节流制冷循环，除了大家耳熟能详的压缩机、冷凝器（后冷却器）、节流阀和蒸发器四大件外，还是有一个极为关键的回热器，作为连接常温区与低温区的桥梁。待液化的气体在回热器中由常温被冷却至低温并冷凝为液体，甚至不需要额外设置传统意义上的蒸发器。而由多种制冷剂混合而成的制冷工质则精诚合作各司其职，在不同的温度下连续释放出与气体液化负荷匹配的制冷量，实现较高的效率。另外，混合工质节流制冷技术的一大优点是可以大量采用普冷领域的货架产品，比如单级油润滑普冷压缩机、管壳式冷凝器（后冷却器）等，可以大大降低液化装置的建造成本。目前，在混合工质节流制冷技术已经广泛应用于低温储存、天然气液化、低温环境模拟等诸多领域，并得到了广泛认可。

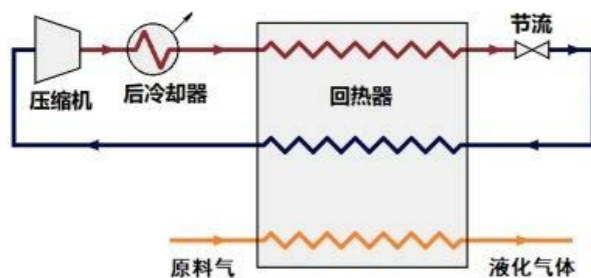


图3 一种用于气体液化的混合工质节流制冷循环

3. 天然气液化的主力军——MRC 流程

天然气液化技术经过数十年的发展，形成了以级联式流程、氮膨胀流程和混合工质流程（MRC）三种技术路线。其中，级联式流程顾名思义，是多级纯工质制冷循环接力将高压天然气逐步冷却。氮膨胀流程则采用氮气制冷循环，利用冷氮气将天然气冷却液化；然而氮气“直来直去”的冷量释放特性很难与“斗折蛇行”的天然气液化负荷匹配。而MRC 流程则因其效率较高，成为现在的主流技术；

其高效的关键就是制冷工质与天然气液化负荷的良好匹配，基于该技术衍生出的 C3MR、AP-X 等液化流程已得到广泛应用。而对于我国储量较大的煤层气、井口气等偏散气源，高效灵活的小型撬装 MRC 液化装置可以实现就地液化集输，大大降低这类气源的开发成本。



图4 C3MRC 天然气液化流程和大型缠绕管式液化冷箱
图源：Air Products & Chemicals, Inc., Linde Plc.



图5 中科院理化所研制的小型撬装 MRC 天然气液化装置

4. 氢气液化的新宠儿——混合工质

预冷技术

随着我国氢能产业的快速发展，为满足氢气运输的需求，大量氢液化项目落地。目前氢气液化主要采用氢膨胀和氮膨胀技术，二者均需要液氮将原料氢和制冷工质预冷。然而，液氮主要在低温下（ $\sim -195^{\circ}\text{C}$ ）蒸发集中释放冷量，负荷与冷源之间的温差较大，与氢气的分布式冷却负荷并不匹配，造成了高品位冷能的低效使用。除此之外，对于西部地区及海上的光伏/风电绿氢基地，长途液氮的供应也存在诸多不便；大量废氮气的排放也会造成一定的环境问题。而采用闭式混合工质节流制冷循环代替液氮预冷，混合工质与氢气冷却负荷匹配良好，大幅提高冷能利用效率；同时闭式制冷循环接电即用，免去了液氮供应和废气排放的麻烦，非常适合远离常规液氮供应网点的绿氢产业基地。目前，林德等国际巨头已将混合工质预冷技术列为氢液化技术的未来发展趋势，发展前景光明。

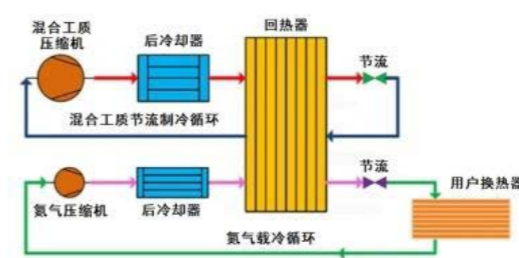


图6 中科院理化所研制的液氢温区低温制冷系统的混合工质预冷装置

混合工质节流制冷技术在能源气体的储运方面有着明显优势，但依然有许多机理性的问题需要探索，在系统高效率运行方面仍有很大的发展潜力。这是一个综合热力学、传热和系统设计的高度耦合问题。国家的需求便是科研人的动力，混合工质节流制冷技术必然会在国家清洁能源体系的建立中做出应有的贡献。

撰稿：会员、中国科学院理化技术研究所项目副研究员王昊成（入选北京市科协 2023-2025 年度青年人才托举工程）

审核：副理事长公茂琼



冰箱里的水果一不小心就变黑了？ 这样贮藏才对！

（该篇文章已被光明网和市科协新媒体矩阵转发）

日常生活中，我们常常习惯把买回家的水果放进冰箱，比如香蕉、荔枝、火龙果、芒果、龙眼、木瓜、红毛丹等热带水果，枇杷等亚热带水果，水蜜桃、鸭梨等温带水果，可是过不了几天果皮就会变黑、凹陷、出现黑褐色的斑点，果肉也会出现变黑、发绵絮败等现象，这就是水果受到低温伤害的表现。



图源：千库网

有些蔬菜也不适合长时间放冰箱，长时间存放在冰箱里的青椒会出现变黑、变软、变味等低温伤害现象，西红柿在温度过低的环境中局部或全部果实会呈水浸状软烂，并出现褐色的圆斑。这些低温伤害，我们称它为冷害。



受到冷害的维纳斯黄金苹果，图片来源：段玉权



受到冷害的芒果，图片来源：Zhang X.R.

一、什么是冷害？

低温贮藏广泛用于各种水果、蔬菜的保鲜，是非常有效的贮藏方法之一。但是，不适宜的低温贮藏

条件反而会导致果实出现生理机能障碍，最终发生冷害。

冷害是指冷敏型的植物或植物器官处于组织冰点以上不适宜贮藏温度引起生理代谢失调的现象，主要表现为果实表皮的皱缩、凹陷、木质化、果肉褐变等。冷害会引起果蔬内部结构破坏、营养成分流失、抗病性和耐贮性下降等，进而导致果蔬变质腐烂。

冷害的发生机制，普遍认为是由于植物细胞膜损伤引起的，植物的细胞膜在冷害温度下发生膜脂相变，而引起细胞膜透性的改变，与细胞膜相关的一系列酶发生活性变化，植物体中多酚类物质与多酚氧化酶接触发生酶促褐变，引起果肉褐变、果皮褐变，并导致细胞代谢失调和功能紊乱，植物自身抗病性、抗氧化能力下降，果实品质劣变。

一些原产热带和亚热带的果蔬，如香蕉、柑橘、番茄、黄瓜、辣椒等，由于系统发育长期处于高温多湿环境，所以对低温特别敏感。若在低温下贮藏，非常易遭受冷害。不同种类的果蔬遭受冷害的温度有差异。绿色的芒果、香蕉等的贮藏适温为10~12℃，当环境温度低于10℃时就会发生冷害。如果组织短暂受冷后升温，可以恢复正常代谢而不造成损伤，如果受冷的时间很长，组织崩溃，细胞解体，就会导致冷害症状出现。我国销售的水果大约有三分之一是冷敏型的。

二、如何预防冷害？

冷害的发生及其严重程度取决于水果的冷敏性、贮藏温度和在冷害温度下的持续时间等。果蔬的冷害的发生除了和贮藏环境温度有关系以外，还和种类、品种、产地、果蔬成熟度、贮存环境的湿度、气体成分等等都有关系。在果蔬的商业储存中，针对不同产地、时间、成熟度的水果都有相应的温度、湿度等处理要求，我们在生产实际中预防冷害的方法主要有：

1、贮藏温度调节

各种水果都有不同的临界贮藏温度，低于临界

温度，就会有冷害症状出现，如果温度刚刚低于这个临界温度，那么冷害症状出现所需的时间相对要长一些。因此，防止冷害的最好方法是掌握水果的冷害临界温度，不要将水果置于临界温度以下的环境中。将水果放在略高于冷害临界温度的环境中一段时间，也可以防止冷害发生。采取梯度降温的方式，在30d内将鸭梨贮藏温度从25℃降至0℃，可以减少鸭梨黑心病的发生。

2、湿度调节

100%的相对湿度可以减轻冷害症状，相对湿度过低却会加重冷害症状。用塑料袋包装可以减轻冷害症状，其主要原因可能是袋内湿度较高的缘故。实际上，高湿并不能减轻低温对细胞的伤害，高湿并不是使冷害减轻的直接原因，只是环境的高湿度降低了产品的蒸腾作用。

3、气调调节

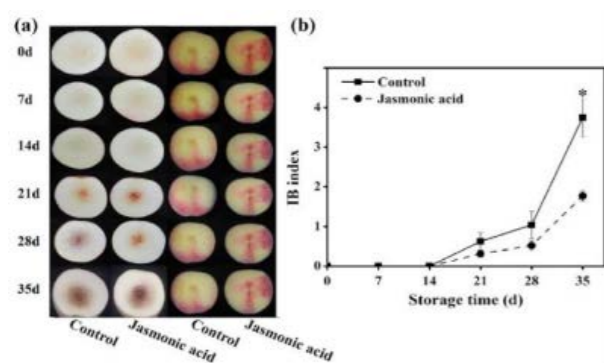
气调贮藏是降低贮藏环境中氧气的浓度，提高二氧化碳浓度的一种贮藏方法，气调贮藏有利于减轻调料、葡萄柚、秋葵、番木瓜、桃、油桃、菠萝、西葫芦的冷害。气调贮藏对减轻冷害的作用是不稳定的，比如气调贮藏会加重黄瓜、甜椒的冷害，这与处理时期、处理的持续时间及贮藏温度的影响也有关系。在有些果实中，气调对冷害的作用还与产品的采收期有关。

4、化学调节

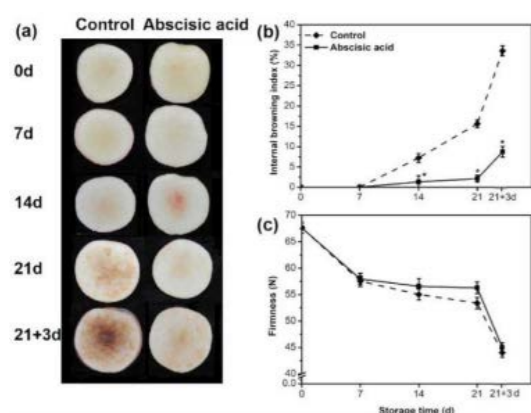
有些化学物质可以增加果蔬对冷害的忍受力，有效地减轻冷害。如贮藏前用氯化钙处理，可以减少鳄梨维管束发黑及减少苹果和梨的内部败坏，也可减轻番茄、秋葵的冷害，但不影响其成熟。乙氧基喹和苯甲酸钠处理黄瓜和甜椒，可减轻其冷害。

5、激素调节

研究发现，使用脱落酸、赤霉素、茉莉酸甲酯、水杨酸、油菜素甾醇、乙烯等激素进行预处理可以减轻水蜜桃等果蔬的冷害，用乙烯处理甜瓜可以减轻贮藏期间冷害。用外源多胺处理可减轻苹果贮藏期间冷害。



茉莉酸甲酯可以有效缓解桃冷害, 图片来源: 赵焱焱



脱落酸可以有效防止桃果肉褐变, 图片来源: 赵焱焱

冷害的发生机制及调控措施一直备受研究者关注。目前, 果实冷害发生的机制尚未完全确定。究其原因, 主要是因果实种类、品种、产地、栽培管理、采收成熟度和贮藏条件等因素的不同而表现出不同的抗冷性和代谢变化。因此, 仍需对冷害发生的机理与条件做进一步研究, 国内外学者也正在进行果蔬冷害发生的分子生物学机制研究工作, 解析果蔬冷害的分子机制, 以便于寻求建立安全高效的冷害控制。

三、如何正确用冰箱贮藏果蔬?

1、果蔬冷藏最好都不超过一星期

如果条件允许, 新鲜果蔬当然是最好的, 味道好, 营养也高。但是现在大家平时都要上班工作, 每天去买新鲜的可能也不太实际。如果没有特殊情况, 冰箱里的果蔬尽量不要放超过一个星期, 尤其是芒果、水蜜桃、黄瓜、青椒、番茄等容易冷害的

果蔬。每周去一趟超市、菜市场, 更新冰箱里的蔬菜和水果。一般来说, 一个星期以内, 绝大多数果蔬都不会发生冷害。

2、注意顺序先放进冰箱的先吃

每次买的果蔬不妨记一下时间, 先放进去的优先吃完, 这样保证冰箱里的食物能顺利更新, 别让冰箱中的果蔬放的时间太久。

3、果蔬分类放置

建议将产乙烯的果蔬和对乙烯敏感的果蔬分开。释放乙烯较高的果蔬有处于成熟期的苹果、梨、桃、杏、哈密瓜、猕猴桃、香蕉、芒果、木瓜、香蕉、西红柿等; 对乙烯敏感的果蔬有猕猴桃、杏、桃、香蕉、芒果、花椰菜、黄瓜、莴苣、菊苣、番茄等。

4、先吃易受冷害的果蔬

对于容易发生冷害的果蔬, 比如芒果、枇杷、水蜜桃、黄瓜、青椒、番茄等, 相比其他果蔬, 按优先级排序, 它们还是要尽快吃、优先吃。

5、买回家未熟的果蔬这样放

买回家的水果或蔬菜, 像香蕉、芒果、牛油果、木瓜等热带水果, 猕猴桃、李、杏、桃等温带水果, 西红柿等, 如果没有成熟, 最好放在常温调节下1~2天, 成熟后尽快吃; 如果吃不完, 依然要尽快放冰箱冷藏保存。

参考文献:

- [1] 冯双庆. 果蔬贮运学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [2] 王贵禧, 王友升, 梁丽松. 不同贮藏温度模式下大久保桃果实冷害及其品质劣变研究 [J], 2005, 29(6): 1321-1323.
- [3] 田世平, 罗云波, 王贵禧. 园艺产品采后生物学基础 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.

撰稿: 会员、中国农业科学院农产品加工研究所副研究员赵焱焱

审核: 理事段玉权

冬奥会史上“最快的冰”的幕后英雄——CO₂ (二氧化碳) 跨临界制冷技术

全国大众冰雪季12月启动, 一直延续到明年4月。为契合“欢乐冰雪 共创未来”主题, 全面展现北京冬奥会后中国冰雪运动新风貌, 北京制冷学会带大家了解冬奥会史上“最快的冰”的幕后英雄——CO₂ (二氧化碳) 跨临界制冷技术。

国家速滑馆, 被誉为“冰丝带”为实现绿色节能和智慧场馆的目标, 在制冰工艺方面选择了CO₂制冷剂, 成为全球首个使用二氧化碳跨临界制冷技术的冬奥场馆, 这项技术使得场馆冰面温度更均匀, 在这里举行的速度滑冰比赛打破了9项奥运纪录和1项世界纪录。其中我国速滑选手高亭宇滑出34秒32的成绩打破奥运会记录, 摘得中国首枚速滑男子冬奥金牌。



(注: 图片来自网络)

CO₂ 跨临界制冷循环是一种以CO₂ 作为工质的制冷循环, 其独特之处在于, 在高压条件下, CO₂ 的状态由气相转变为超临界流体, 即一种既不是气体也不是液体的物质状态, 从而实现亚临界到超临界之间的跨临界循环。超临界CO₂ 具有高密度、高

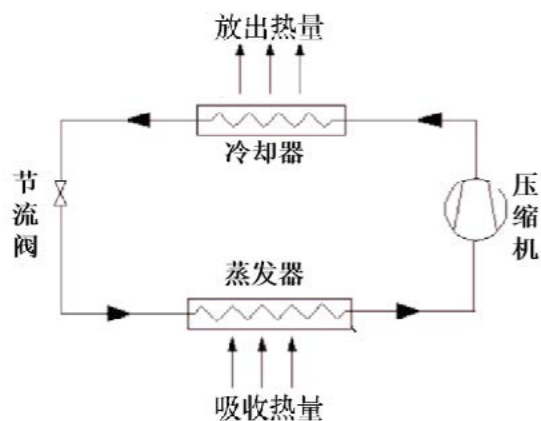
传热性能、低粘度等特性, 使得CO₂ 跨临界制冷循环具有高效、节能、环保等优势。



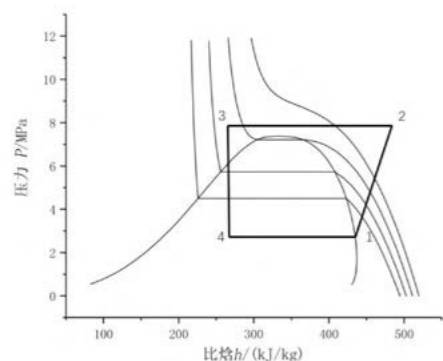
(注: 图片来自网络)

CO₂ 跨临界制冷循环的工作原理

1. CO₂ 在低压侧经过蒸发器, 吸收热量, 变为饱和或过热的气态。
2. CO₂ 在压缩机中被压缩, 温度和压力升高, 达到或超过其临界点 (31.1°C, 7.38MPa), 变为超临界流体。
3. CO₂ 在高压侧经过冷却器, 放出热量, 温度降低, 但仍保持在超临界状态。
4. CO₂ 经过节流阀迅速减压, 由超临界状态迅速转变为亚临界状态, 同时形成明显的气液两相状态。
5. CO₂ 在内部热交换器中与低压侧的CO₂ 进行热交换, 进一步降低温度, 接近饱和状态。
6. CO₂ 回到低压侧, 完成一个循环。



CO₂ 跨临界制冷循环的工作原理
(注：图片来自网络)



CO₂ 跨临界循环 P-h 图

CO₂ 跨临界制冷循环优势

1. 环境友好

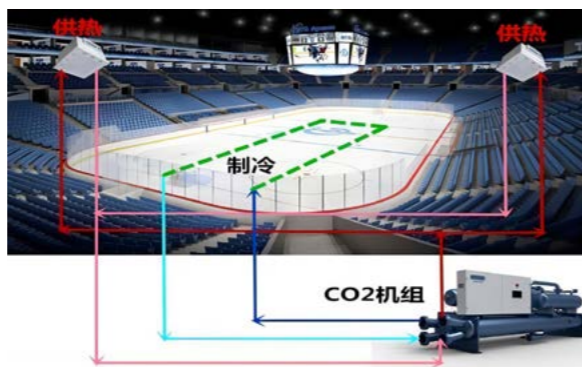
CO₂ 制冷剂具有天然的、无毒、无臭、不可燃、不破坏臭氧层、全球变暖潜值较低等特点，环保性显著；另外，采用冷热联供设计可以将热量回收利用，低碳环保。

2. 高效制冷

CO₂ 在常温下能够轻松达到超临界状态，有效提升了制冷效率，降低能源消耗。CO₂ 的高密度特性使得其在较小的管径下实现较大的质量流量，降低了系统成本和维护费用。

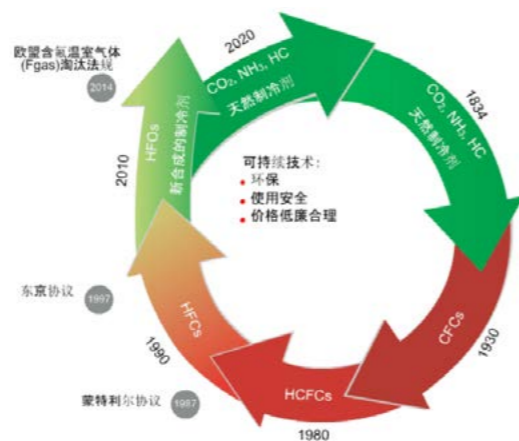
3. 系统紧凑

CO₂ 具有较高的传热系数，可在较小的换热面积下实现较大的换热量，从而缩小了换热器的体积和重量。CO₂ 良好的溶解性和清洗性使得它可以有效地清除系统内部的杂质，提高了系统的可靠性。



冷热联供设计
(注：图片来自网络)

制冷剂的发展历程反映了人类对环境保护的认识和行动。第一代天然制冷剂人们还没有研究出高效制冷方法，制冷效果相对有限。第二代采用的氯氟化合物制冷剂具有较高的全球变暖潜值(GWP)，此后人类持续追求更为环保的替代品，第三代氟制冷剂 HFOs 成为当前最有希望的新一代制冷剂，而以 CO₂ 为代表的天然制冷剂也重新回到人们视野，成为环保与高效制冷的重要选择。



国际制冷剂发展历程
(注：图片来自网络)

CO₂ 跨临界制冷循环不仅在制冰领域卓有成效，而且在食品行业、汽车空调、热泵等领域拥有广泛的应用前景。随着技术的不断发展和完善，CO₂ 跨临界制冷循环将会为人类社会带来更多的福祉。

撰稿：会员、北京科技大学能源与环境工程学院硕士研究生宋俊霖

审核：理事童莉葛



北京制冷学会简介

北京制冷学会成立于 1979 年 7 月 9 日，由北京地区从事制冷行业的企事业单位、科研院所、大专院校、医疗机构等单位自愿联合发起成立，是经北京市社会团体登记管理机关核准登记的非营利性社会组织。

学会下设专家、组织外联、学术编辑、咨询、科普培训和青年六个工作委员会；低温技术、制冷设备、食品冷藏、冷藏运输、制冷空调和低温医疗低温生物六个专业委员会。现有理事 85 人，监事 5 人，单位会员百余个，个人会员千余人，是北京地区制冷暖通空调和低温技术相关领域科技工作者之家。

学会坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，以新时代首都发展为统领，充分发挥社会组织不可替代的独特作用，以立足服务会员为宗旨，以推进行业发展为己任，积极开展国内外学术交流、科学普及、决策咨询、青年培养、人才举荐、科技评价、标准制定、工程能力评价、科技助农、继续教育、定制化企业培训、公益特训营和高级研修班等富有成效的特色公共服务活动。

学会为 4A 级社会组织、首批北京特色一流学会创建单位、北京市科协制冷暖通空调和低温技术专业智库基地，连续多年荣获“首都文明单位”、“北京市科协系统先进集体”、“中国制冷学会先进集体”等荣誉称号。

一、团体会员申请入会

请登录学会官网 www.bjzlxh.org.cn “会员天地”栏，下载填写《团体会员入会申请表》，按流程办理入会手续。

二、个人会员申请入会

扫描下方二维码填写信息并完成缴费（备注姓名）。



三、学生会员申请入会

扫描下方二维码填写信息，学生会员不收取会费。



期待与您相识，欢迎加入北京制冷学会！

主管单位：北京制冷学会

主 编：唐俊杰

委 员：公茂琼、孟 杰、王随林、王 立、聂美清、路 宾、刘 静
石文星、王 斌、商 跃、马国远、陈红兵、兰洪杰、孟 鑫
张海军、赵 侠、张信荣、王银顺、袁卫星、曹建康、李春旺
冯向军、林坤平、朱士哲、孙 涛

责任编辑：王 昕

编 辑：汪 洋、王晓童

北京制冷学会联系方式

地址：北京市海淀区西直门外四道口1号

邮编：100081

电话：010-62116811

邮箱：bjzlxh1979@vip.sina.com

网站：www.bjzlxh.org.cn

