

# 教育部工程研究中心年度报告

(2023年1月——2023年12月)

工程中心名称：太阳能发电和制冷

所属技术领域：能源与矿业

工程中心主任：王如竹

工程中心联系人/联系电话：代彦军/13621714776

依托单位名称：上海交通大学

2025 年 3 月 20 日填报

## 一、技术攻关与创新情况

2023年工程中心在海水淡化、规模化空气取水，耦合空气取水与取能，CO<sub>2</sub>吸附，空气捕集吸附剂，中温吸附分离技术，太阳能吸附热池，诱导发电，辐射制冷薄膜，透明辐射制冷薄膜消除温室热胁迫，柔性相变储热复合材料助力可穿戴热管理，发汗冷却技术等方面做了深入性的研究和工程化的探索应用；在基础研究方面的探索包括：液滴撞击超疏水表面、自发获取环境湿度实现连续发电、低温推进剂在轨状态的热力学机理研究等。

2023年技术攻关成果有：

（1）低温余热高效利用的吸收式热泵技术与应用：面向大容量、低温工业余热高效利用的重大需求，开展低温余热高效利用的吸收式热泵技术与应用等相关研究。首创变效吸收式热泵循环，实现变温余热的高效稳定利用；构建大温升的吸收-压缩热耦合热泵等新型循环，形成宽温区覆盖的高效吸收式热泵循环体系；提出外热源多段换热、内部溶液显热高效回收等优化传热技术，研制高效超大容量吸收式热泵机组；面向不同低温余热回收的场景，提出了余热网络化利用方法，通过吸收式热泵与换热网络优化的有效耦合，成功指导多个标志性工业余热回收项目的实施，为低温余热回收提供了理论结合实践的指导。相关成果获得2023年机械工业科学技术奖一等奖，2023年中国制冷学会科技进步一等奖等荣誉。

（2）高密度热储能及热调控原理与方法：深入开展热储能材料/单元/系统多层面的关键科学问题和基础理论研究，发展高密度热储能及热调控的新原理和新方法：（1）发现并揭示碳基热储能复合

材料的导热强化物理机制，首创有序定向大尺寸石墨片阵列制备高导热储能材料的新方法，阐明碳基热储能材料的各向异性导热特性及演变规律，为低成本规模化制备高导热储能材料提供了新途径。

（2）提出压力诱导自组装碳翅片构建高功率密度热储能单元的技术路线，发现并揭示材料内部碳翅片取向与换热管热传递方向的协同传热强化机制与构效特性，阐明储/放热过程的多场耦合流动与热质传递规律，拓展传统金属翅片的强化传热内涵。（3）创建高能量密度冷/热复合储能新原理及能质调控新循环，发现并阐明了冷/热复合储能的互耦规律和温度调控机制；构建储能系统升温提质与增效利用的热调控循环及方法，突破传统热储能技术的梯级利用局限，丰富和发展了热储能理论与技术体系。成果为高密度规模化热储能技术提供了涵盖“材料→单元→系统”多层面的基础理论和关键技术支撑，具有重要的科学价值和理论意义。项目相关成果获得2023年上海市自然科学一等奖。

（3）自主薄膜型LNG围护系统研制：依托高技术船舶科研项目，开展自主薄膜围护系统研制、陆上LNG低温工程试验验证技术研究以及LNG蒸发气处理及利用系统研制，完成绝热模块热工性能测试试验台等实验系统研制工作，具有测试对象规格多样、可施加边界温差大、测试精度高、多试验工况组合测试、覆盖-196℃~常温测试工况等优势，形成了测试方法、测试规程、操作手册等规范性文件，推动绝热模块热工性能参数测定及液货舱整体蒸发率校准、内部空间气体置换工艺水平评估。突破了大温差、复杂结构、低导热系数的绝热模块热工性能测试技术，实现了控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、可测量温度范围-196℃~常温、综合导热系数。掌握了设计蒸发率工程化

计算方法、系统总成传热模型建立核心技术，独立开发了LNG船液舱温度场与蒸发率、薄膜型围护结构导热系数计算软件，能够快速预测LNG蒸发率，性能指标达到误差 $\leq 6\%$ ，成功在LNG船舶液货舱日蒸发率预测、表观导热系数计算工程上应用。

（4）大温升热力循环理论与实验平台构建：提出“复叠压缩”、“复叠压缩耦合开式水蒸气压缩”、“压缩-吸收耦合”多种大温升热泵热力循环的构建方式，搭建了不同热力循环对应的实验平台。机组可以从环境温度的热源中取热，稳定实现90-150 °C的高温热量供应，温升可超过100 °C。项目已申请多项发明专利，复叠热泵耦合开式水蒸气压缩蒸汽供应机组已实现产业化，助力实现工业用热领域的高效电气化转型。

（5）多模式能势驱动的新型电冷供储热力循环：本项目拟通过搭建重力势、热力势与化学势耦合驱动的余热发电与热化学复合吸附式制冷/储冷联合热力循环，结合电动势与化学势耦合驱动的共熔基液流电池，实现高效灵活的冷电供储效果。项目拟采用势能驱动的零电耗动力“泵”设计的全新概念，有效提高小型余热发电系统的热效率；基于分子调控策略开发具有高离子传输性能的共熔电解液；确定高温吸附模式及低温再吸附模式下循环热力学特性，获得多卤化物在制冷/储冷双效多级循环中的最优匹配方案。最后综合以上途径，形成新型电冷供储热力循环，实现中低温热能的高效转换利用，同时结合储电、储冷技术实现过剩能量存储，从而实现能量灵活与最大化利用，有效实现节能减排。

## 二、成果转化与行业贡献

## （一）总体情况

工程中心经过产学研的不断推进和深化，在彩色光伏、高温热泵供热产业新方向、太阳能光伏光热、太阳能工业热能应用、建筑结合太阳能与热泵创新应用方面取得了显著的经济效益。创新太阳能与制冷新产品，对接国家产业发展需求，形成技术-产品-产业核心纽带，促进产业发展。2023年中心在行业关键技术方面发挥了引领和技术攻关作用，成立的诺通科技的空气源热泵锅炉的规模化应用，致力于提供低碳、绿色的分布式工业蒸汽和综合能源系统解决方案，2020年获中国节能协会节能减排科技进步一等奖，2021年获第一届全国博士后创新创业大赛优胜奖，2023年获中国发明协会创新科技一等奖。2023年新成立的上海尚斐新能源科技有限公司致力于彩色光伏产业。2023年新成立的爱摩威尔科技（上海）有限公司致力于空气取水产业化。加速推进在家电和能源行业与企业的联合研发中心和实验室的建设。其他还有：（1）140 °C余热源热泵蒸汽机：在江苏常州某金属加工企业因工厂节能降碳改造升级需求，打造具有世界领先水平的电热耦合智慧能源综合应用示范园区；（2）高效吸附除湿热泵新风系统：与上海博讯合作，通过利用吸附剂的高效吸附调湿能力弥补常规热泵应用于新风系统中潜热处理能力的不足，同时利用热泵的冷凝废热对干燥剂进行再生，实现了超高的系统能效；（3）高温热泵：与日出东方合作，完成一台输出温度120 °C、容量800 kW的热泵样机设计与制作；（4）转台柔性冷舱系统：依托航天技改项目，开展了柔性运动边界低温温场流动与传热特性研究，突破了高动态转动下运动软罩绝热技术，实现了不高于100 W/m<sup>2</sup>的软罩漏热率指标，能够支持制导系统低温工

况地面实验。完成了应用于高动态转动条件下柔性冷舱的研制工作，该设备具备摆动角度 $\geq 33^\circ$ 、可滚转角度 $\geq 138^\circ$ 的适应能力，可实现 $-100^\circ\text{C}$ ~常温条件下精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 的温度控制，为航天制导控制实验提供了空间冷环境模拟的地面实验条件；（5）拉力机低温试验系统：以航天器测试拉力机为应用对象，经过换热、流量计算与温场温度、压力等参数数值模拟，确定可实现技术指标的关键部件选型，并通过搭建绝热材料与不锈钢金属集成的低温恒温箱，引入低温换热器、高温加热器、风机等温场等装置，以高精度温度、压力反馈闭环控制策略为依靠，建成了高低温试验温场。

## （二）工程化案例

工程化案例一：基于工业余热回收压缩式热泵效率、温度和容量难以兼容的问题，提出了一种独立双系统结构热泵循环系统，并进行了系统性能模拟和对比分析，验证了独立双系统结构的突出优势，其能够有效平衡并降低系统中两个制热循环的压比，较少换热的不可逆损失、降低功率的同时增大制热量，从而提高性能系数，是一种理想的工业余热用高效压缩热泵的系统型式。进而建立了一种准确、合理的压缩式热泵选型策略与评价方法，可以为热泵设计提供基本的解决方案和系统指导。可以从能效、经济、环保（3E）等方面对所设计的热泵系统进行预判，选择制冷剂，压缩机，循环类别，系统构型的最优组合。基于上述技术理论，在合作单位的支持下，共同研发了永磁同步变频离心式高效热泵机组，经第三方检测机构（国家压缩机制冷设备质量监督检验中心）测试，在 $30^\circ\text{C}$ 升温条件下，机组能效COP高达6.93，单台热泵容量可以达到10

MW 以上。在鞍山钢铁集团余热供暖示范项目中，离心式热泵机组利用工业余热产出 60℃热水用于厂区供暖，单台机组最大制热量达 9675 kW，机组能效达 6.67，满足 18 万平方米的供暖需求，节能效果显著，相较市政供暖，年节省运行费用约 250 万元，工程投资回收期仅 1.7 年。

工程化案例二：随着国家“煤改电”清洁供热工程的开展和北方严寒地区冬季采暖的需求，为了满足-30℃环境温度依然可以生产采暖热水，提出了具有准二级压缩特性的气液混合喷射强热热泵技术，拓宽了空气源热泵供热系统低温适用范围的同时提高了供热水温度，提升空气源热泵供热机组的低温性能。气液混合喷射技术将喷气增焓和喷液冷却两种技术有机融合，极大地拓宽了热泵系统的运行范围，有效提高了低环境温度下的出水温度，同时在热泵系统能效上也表现优异。开发的自适应智能冷媒循环控制除霜技术，通过综合压缩机的运行参数搭载自适应智能算法来调节除霜过程的冷媒循环量，使系统始终维持最优除霜效率运行，解决了在极端天气下除霜难、除霜次数多的问题，提高了舒适性和节能性。提出的自适应温差热泵低碳供热新模式，通过循环水流量自适应(大小温差兼容)智能匹配控制、结合高效换热的小温差末端等方式，提高热泵机组的适应性，降低系统运行能耗和初投资。联合企业所开发的超低温高效空气源热泵机组最高输出 65℃的热水，在超低温环境温度下仍能提供 50℃的高温热水；在 20℃环境下制热水 COP 达到 4.7，在 7℃环境下制热水 COP 达到 4.0，超过国家一级能效标准；同时制冷综合能效 IPLV(C) 达到 4.1 以上，能很好地满足我国北方地区冬季低温制热需求。

工程化案例三：依托于工程中心研发的专利技术进行科技成果转化，于2023年成立了上海尚斐新能源科技有限公司。公司与上海市“大零号湾”科技园签约并落户电驱动孵化器，荣获上海市“全球未来产业之星”和“稚水英才”等称号。企业立足光伏应用领域的新赛道BIPV，是国内首个研发高效率彩色光伏的技术团队，掌握光伏彩色化核心技术体系，包括理论设计、技术路线、材料体系、结构和涂装工艺等，目前已研发出高效率多元化的新型光伏建材产品，转换效率高达20.93%，远超同行产品和报道的最高效率18%（德国Fraunhofer）和15.5%（澳大利亚UNSW），开发的产品已经在建筑和交通等等多个工程项目上进行示范应用。

工程化案例四：针对人们对饮用水的分布式、灵活性、经济性、安全性需求，以冷凝和吸附的空气取水技术实现非常规水源的饮用水获取。项目团队与通用净水合作对空气取水技术进行了成果转化，成立了爱摩威尔科技（上海）有限公司，成果以专利作价的方式进行出资，股份比例为通用净水51%，团队49%。新公司针对高湿地区、地势地区，开发冷凝法的商用直饮水机、吸附法的太阳能直饮水机、冷凝-吸附法的全地域适应的直饮水机，可应用于商用饮水、干旱地区饮水、车载/船载饮水等场景，也可应用余光伏治沙、沙漠种植等场景。

### **（三）行业服务情况**

2023年度，与沪东中华、日出东方公司、黑鲸能源、宁波方太、广东美的、华为等接近30家企业开展技术服务、咨询和开发工作，2023年新增项目技术开发合同、咨询和服务合同约30项，2023年



到款经费超过4000万元。

(1) 与黑鲸能源合作蒸汽辅助直接空气捕集 (DAC) 示范样机，搭建了中国首台蒸汽辅助直接空气捕集 (DAC) 示范样机，空气处理量为50 Nm<sup>3</sup>/h，并进行了实验测试和验证。该项目完成了如下研发任务：开发高性能直接空气捕集吸附剂，在20个吸附/解吸循环后性能衰减低于5%，吸附剂在 25 °C 和 400 ppm 的CO<sub>2</sub>浓度条件下CO<sub>2</sub>吸附量超过1.5 mmol/g。吸附剂可在较宽的CO<sub>2</sub>浓度 (100~1000 ppm)、吸附温度 (5~45 °C) 和解吸温度 (80~120 °C) 下工作；开发蒸汽辅助变温变压吸附直接空气捕集样机，样机空气处理量高于50 Nm<sup>3</sup>/h，单次吸附/解吸循环时间低于3 h，可将空气CO<sub>2</sub>浓度提升到85%以上；装置进行热集成设计，优化系统的运行成本低于100 \$/t。

(2) 与宁波方太合作开发空气捕集与气体调节，利用物理吸附剂分子筛的吸附作用对空气中的二氧化碳进行直接捕集，通过改变温度与压力构造解吸条件，实现高浓度二氧化碳的产出以及吸附剂的再生。通过结构紧凑化设计与时序智能控制，实现了在狭小空间内的二氧化碳、氮气比例的精准调控。空间内二氧化碳浓度可在0-99%范围内调节，为蔬菜保鲜、作物种植以及密封舱室等场合提供了气调解决方案，并同步实现了二氧化碳的捕集与利用。因此，该零能耗、可拓展的装置有着产水量大、重量轻、实用性强等突出特点，在干旱地区具有极大的应用潜力，为下一代空气取水系统提供了新的设计思路。

(3) 与广东美的合作开发了吸附式储冷机组，针对夏季户外活动，与美的开发了吸附式储冷机组，可以在不采取保温措施的情况下

实现长期储冷，在不输入电力的情况下实现一定时间的冷释放。本项目开发了一个小型的硅胶-水储冷样机，并在典型的炎热夏季条件下进行了实验研究。吸附床采用热管结构，增强传热，减小体积。阀门开度控制用于冷却输出的稳定和调节。实验结果表明，在35℃、40% RH的环境条件下，样机在出风口温度为25℃、平均制冷功率为107.67 W时可实现6.36小时的制冷输出，有效储冷容量为685 Wh，运行效率为0.30。在出风过程中，输出空气温度可在19~27℃之间灵活调节。该样机设计新颖，适用于室外离网便携式制冷。

(4)与华为合作开发了紧凑型硅胶-水吸附制冷机，针对液冷数据中心的余热回收，与华为合作开发了模块化数据中心应用的紧凑型硅胶-水吸附制冷机，利用液冷回水作为制冷机的热源，产生冷冻水为风冷设备散热。在夏季典型工况下，热/冷/冷冻水进口温度为50℃/30℃/23℃时，吸附式冷水机组制冷功率为4.9 kW，COP为0.50。当冷却水进口温度从32℃变化到24℃时，冷却功率和COP均有显著提高，分别从3.04 kW提高到10.50 kW，从0.44提高到0.66。热水进口温度由48℃提高到56℃，可在一定程度上增强冷却功率，而冷冻水进口温度对性能影响不大。实验结果验证了所研制的吸附式制冷机在数据中心废热驱动冷却中的可行性和性能。

(5)与无锡小天鹅合作开发了干衣机：干衣时间长一直是用户的一大痛点，因此美的小天鹅公司与我们课题组合作，致力于采用吸湿材料辅助热泵系统实现干衣机3 kg衣物负载量30分钟烘干的干衣目标。在项目初期，根据干衣机的运行工况，我们通过设计计算初步确定了吸湿材料的选型及吸湿模块的布置方案，随后我们开发了一

种具有快速吸附-解吸动力学，在室内常规温湿度条件下吸附量较低，在高湿条件下吸附量大，低解吸温度需求，具有高循环稳定性的凝胶基吸附剂，能够有效满足干衣机的除湿需求，且该吸附剂制备工艺简单，适合规模化生产。目前该项目已经完成了材料层面的设计开发，正在进行吸湿模块的结构设计及热质传递优化工作。

### **三、学科发展与人才培养**

#### **（一）支撑学科发展情况**

工程中心依托上海交大动力工程及工程热物理一级学科，制冷与低温工程二级学科（国家重点学科），在充分利用学科优势的同时也为学科建设起到了良好的支撑作用，包括：

(1) 工程中心所有用的众多实验场地和实验平台，均全部面向学科内学生包含本科生和研究生进行开放，使得学生在课程以外能将所学知识与实际能源系统和工程案例进行有机融合和斜街，促进学生从理论到实践的融合贯通。目前工程中心承担了众多基础课程例如工程热力学I、II（中英文）的实验课程，同时还是专业实验类课程的指定试验场地。

(2) 工程中心团队中老师特别是青年老师积极投身于教学特别是本科生教学工作中，2023年王丽伟的《新时代机械大类工程科学人才“三通三融”培养改革与实践》获国家级教学成果奖二等奖；马涛参与的《对接国家制造业需求，创新“三深三实”产教融合模式，培育卓越工程专业人才》获国家级教学成果奖二等奖；

(3) 为了实现国际一流的学科建设，工程中心负责人王如竹教授创建了ITEWA（Innovative Team for Energy, Water & Air）研究

团队，旨在聚焦前沿科学问题，关注能源转换与效率、水及空气处理等领域的基础科学技术。通过学科交叉分别从材料、器件和系统层面提出整体解决方案，从而推动相关技术领域快速地取得突破性进展。目前的研究方向包括：高效无霜空气源热泵技术、规模化太阳能空气取水技术、太阳能湿泵（空调）墙、超高储热密度蓄能技术、MOF能源材料及水合盐复合吸附剂的合成及表征技术、仿生热湿调控技术等。目前工程中心已在国际顶级期刊发文多篇，2023年在交叉学科领域发表高影响因子文章27篇；

(4) 工程中心注重国际化学科平台的建设和学生国际化视野的培养，与新加坡国立大学合作双博士学位计划，与挪威科技大学开展双硕士，双博士学位计划；工程中心还与新加坡国立大学和美国MIT建立了青年教师合作培养关系。每年会在CSC国家留学基金委、上海交通大学研究生院资助下到这几个大学进行合作。

## **（二）人才培养情况**

太阳能发电和制冷教育部工程研究中心实体拥有强大的科研与创新实力，现有教授12名，研究员3名，副教授13名，助研25名，高级工程师1名，工程师4名，85%以上的人员拥有博士学位，副教授和讲师都是年轻化的队伍。团队人员涉及的学科领域齐全，包括制冷与低温工程、建筑环境与设备工程、太阳能工程、太阳能光伏工程、自动控制工程等。形成了以教职员工为核心，以博士研究生和硕士研究生为科研创新团队。胡斌博士于2023年晋升为副研究员、胡海涛于2023年晋升为教授、葛天舒获2023年长江学者、李廷贤获2023年国家杰青、徐震原获2023年青年长江。2023年新增硕士研究

生25人，博士研究生12人，毕业的硕士研究生23人，毕业的博士研究生14人，新进站的博士后8人。研究生代表性成果有：2023年节能减排大赛一等奖1项、2023年节能减排大赛二等奖1项、2023年中国制冷空调行业大学生科技竞赛创新设计一等奖1项、2023年高教主赛道-研究生初创组金奖1项、2023年秋季学期“致远荣誉计划”荣誉证书2人、山詠获2023年上海交通大学“学术之星”、19人次获得国家奖学金和企业奖学金。与国内外科研机构和行业企业开展联合培养情况：赵耀博士受新加坡国家研究基金会CREATE计划E2S2项目资助，于2023年4月1日至2023年7月31日派送至新加坡国立大学进行生物质气化研究，新加坡国立大学QS世界排名第8，化工系在生物质气化技术方面国际领先。邹豪为上海交通大学致远荣誉计划直博生，受致远荣誉计划项目资助，于2023年5月前往新加坡国立大学学习，主要研究为基于空气吸附和太阳能利用的温室温湿度管理。新加坡国立大学作为国际知名研究型高校，与上海交通大学在超大型城市废弃物资源化和能源化领域长期以来有着深入的合作，计划于2024年回到上海交通大学。孙小静博士受新加坡国家研究基金会CREATE计划E2S2项目资助，于2023年10月7日至2024年1月12日派送至新加坡国立大学进行能源系统集成研究，新加坡国立和上海交大依托E2S2合作项目在能源系统领域有多年的合作基础。徐德全受国家留学基金委、学校致远荣誉计划和新加坡国家研究基金会资助，于2022年10月1日至2024年3月30日派送至新加坡国立大学化工系进行太阳能固废热化学转化研究，合作导师王启华教授课题组在生物质固废转化利用方面处国际前沿。

### **（三）研究队伍建设情况**

人才引进情况：工程中心在依托单位的重视和支持下，不断加强人才的引进，为工程中心的发展起到关键的推动作用。人才队伍建设呈现不断壮大，方向多样化，结构优化的良好态势。2023年引进副教授2人，博士后8人。副教授：李晓雅，长聘教轨副教授，主要从事低品位余热利用热电转换、先进储能技术与热管理技术研究。以“量热按需、按质用能”为原则，构建超临界CO<sub>2</sub>动力循环用于重载卡车内燃机余热回收，构建基于热耦效应的热再生电化学循环用于100度以下低品位余热利用。迄今在ACS Energy Lett.、Nano Energy、Renew. Sust. Energy Rev. 等能源领域重要学术期刊上发表SCI论文47篇，其中第一或通讯作者论文20篇；国际国内会议论文14篇；已授权国家发明专利3项和国际专利1项。苗蕊娇，长聘教轨副教授，主要研究方向：研究方向为纳米尺度传热和微纳尺度热成像，分子结热电性质，低温流体热物性，低温流体储存等。博士后：胡志锋，主要研究方向：液滴动力学与热力学，超浸润表界面，液滴能量捕获利用。姜佳彤，主要研究方向：高温冷凝数值传热学模拟、高温热泵热力学研究、HFO工质传热、热力学研究。谢宝珊，主要研究方向：相变储热技术，储热系统设计与优化，热泵储热耦合系统。周鑫晨，主要研究方向：包括相变储能、热超构材料、高效温度控制等。刘中毅，主要研究方向：电热协同热能增量存储调控与品位匹配供能新方法研究。魏子清，主要研究方向：复杂能源系统智能感知、优化控制与群智能决策理论与应用。高金彤，主要研究方向：吸收式储热的热力学与传热传质机理研究。孙小静，主要研究方向：多流程/多系统耦合集成技术、太阳能制氢技术研究等。胡斌博士于2023年晋升为副研究员、胡海涛于2023年晋

升为教授、葛天舒获2023年长江学者、李廷贤获2023年国家杰青、徐震原获2023年青年长江。

## **四、开放与运行管理**

### **（一）主管部门、依托单位支持情况**

太阳能发电及制冷教育部工程研究中心依托上海交通大学机械与动力工程学院制冷与低温工程研究所。科研院每年提供工程中心科研经费，2023年提供150万元用于设备，材料购置等，并提供1500 m<sup>2</sup>中意绿色能源实验室和超过2000 m<sup>2</sup>机械与动力工程学院热动大楼部分面积用于固定的科研场所。建设校级开放共享系统，为中心的科研提供了极大的帮助。

科研院出台一系列指导性文件，支撑中心的建设与运行；加强人才梯队建设，建立实验技术队伍，设立实验技术课题，促进创新能力提升；建设专职科研队伍与科研团队，根据基地的实际科研需求进行编制核定和岗位设置，有效支撑了中心建设；加强中心建设，规范中心管理，注册中心纳入学校统一管理；加强交流培训，每年举行全校性的中心建设经验交流会；建立实验室安全队伍，开展安全教育与培训，强化实验室安全检查。学院鼓励支持大项目的研究生培养，能够在学院获得免费博士生培养招生名额。

### **（二）仪器设备开放共享情况**

2023年，工程研究中心新增设备333台，总价值744万元，其中超过10万的设备有16台，包括生物3D打印机、红外热像仪、高速相机、光学显微镜、手套箱、太阳能模拟器、CO<sub>2</sub>变温吸附系统、傅立叶红外光谱仪、恒温恒湿箱、漫反射原位池等。太阳能发电及制冷教

育部工程研究中心依托上海交大制冷与低温工程研究所30万以上的大型仪器设备有13台，包括导热系数仪2台，气体吸附仪2台，热重分析仪1台，量热仪1台，密度计1台，高低温环境室1台，低温制冷机1台，三维显微镜1台，同步热重分析仪1台，分光光度计1台、阳光模拟试验箱1台。13台仪器的使用状态良好。其中气体吸附仪，热重分析仪，同步热重分析仪全年不间断运行，科研测试量大。导热系数仪，量热仪，显微镜是主要的对校外单位的测试仪器。

2023年热重分析仪主要测试在不同湿度条件下的吸附/解吸量和吸附/解吸热以及多次解吸-吸附稳定性；ASAP主要测试的材料包括MOF新材料、纯硅胶、沸石13X、硅胶填氯化锂、硅胶填氯化钙、聚丙烯酰胺填氯化锂等等多孔介质吸附性能和材料的孔性质，在新型多孔吸附材料选择上有所突破，为科研实验项目提供了有力的数据支撑。

### **（三）学风建设情况**

工程中心依托单位为上海交通大学机械与动力工程学院制冷与低温工程研究所，按照工程中心与研究所一体化管理。工程中心建立了健全内部管理规定，包括组织机构与职责、技术委员会工作章程、管理委员会工作章程、工作人员日常管理条例、人事制度、仪器设备运行管理规定、安全保卫规章制度、清洁卫生规章制度、财务管理办法等，这些制度有效的保证了中心各项工作规范、合理、有效的运行。

同时注重工程化开发设施和网络环境建设，提高设备使用效率，重视知识产权保护 and 学术道德建设，加强数据、资料、成果的真实性



审核及存档工作。

加强实验室安全文化建设，注重利用微信公众号来发布信息，推送安全相关微信新闻，分享优秀实验室建设案例，统计和分析现有实验室问题及整改建议等，并鼓励师生参加学校的安全知识竞赛。

2023年4月，第二十七届夏安世奖学金教金——三花奖颁奖典礼在三花杭州工业园举行。来自全国14所知名院校的共计13名本科生、4名研究生、1名教授分别荣获“优秀学生奖”和“杰出教授奖”。关于夏安世奖学金教金，夏安世教育基金会每年面向全国知名高校制冷低温、暖通空调(建环)专业组织评选“优秀学生奖”和“杰出教授奖”，目前为止，全国共有13所高校的254名本科生、28名硕士生、67名博士生和32名教授获奖。夏安世教育基金会举行奖学和奖教活动，奖励中国制冷空调界杰出教授和学生，助力我国制冷空调事业、培养制冷空调人才。由东芝集团赞助的“交大冷暖”学术沙龙于2023年3月7日，斯洛文尼亚能源协会主席Alojz Poredon教授和博士后Primoz Poredon分享了自己的研究成果。

#### **(四) 技术委员会工作情况**

2024年1月29日，2023年度太阳能发电及制冷教育部工程研究中心技术委员会会议在上海交通大学机械与动力工程学院振华会议室召开。技术委员会主任、中国科学院院士宣益民教授及技术委员会全体委员，工程中心主任王如竹及全体骨干成员和相关师生线上，线下同时参加会议。工程中心主任王如竹做2023年度工作汇报，包括工程技术研发能力与水平、成果转化与行业贡献、学科发展与人才培养、开放与运行管理等方面对太阳能发电及制冷教育部工程研究

中心2023年工作进行了详细的汇报。上海交大机械与动力工程学院胡斌，杜帅、李晓雅和马涛分别作“工业蒸汽热泵研发及产业化”、“空气取水技术研发及产业化”、“低温余热利用热电转换技术研究”与“太阳能彩色光伏组件及产业应用”等专题汇报，对目前研究进展和未来产业化的方向进行了汇报。

委员们对工程中心2023年的工作进展给予了肯定，并在工程中心的目标定位、产业化发展和行业人才培养等方面提出了很好的意见和建议。工程中心学术委员会主任宣益民院士提出工程中心要立足行业，辐射全国，加快成果转化并促进行业发展，为行业输送人才。

## **五、下一年度工作计划**

工程中心和上海交通大学制冷所一体化管理，专职人员和产业方面的专业人员在扩大，但是还是偏少，需要加快步伐，人才队伍结构需要进一步丰富，产业基地需要发展壮大。

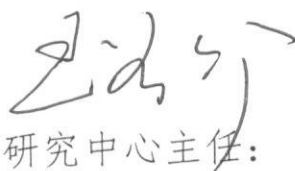
## **六、问题与建议**

无

## 七、审核意见

工程中心负责人审核意见：

同意

  
工程研究中心主任：

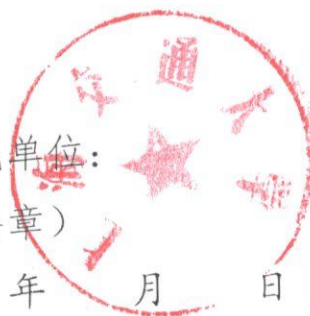
年 月 日

依托单位审核意见：

已审核，同意提交。

依托单位：  
(单位公章)

年 月 日



## 八、年度运行情况统计表

研究方向	研究方向1	太阳能光伏	学术带头人		沈文忠
	研究方向2	太阳能光热	学术带头人		代彦军
	研究方向3	热泵空调	学术带头人		王如竹
	研究方向4	分布式能源与储能	学术带头人		吴静怡
工程中心面积	3500.0 m <sup>2</sup>		当年新增面积		0.0 m <sup>2</sup>
固定人员	41 人		流动人员		11 人
获奖情况	国家级科技奖励	一等奖	0项	二等奖	0项
	省、部级科技奖励	一等奖	2项	二等奖	1项
当年项目到账总经费	8663.92万元	纵向经费	2746.78万元	横向经费	5917.14万元
当年知识产权与成果转化	专利等知识产权持有情况	有效专利	17项	其他知识产权	0项
	参与标准与规范制定情况	国际/国家标准	1项	行业/地方标准	2项
	以转让方式转化科技成果	合同项数	1项	其中专利转让	1项
		合同金额	40.0万元	其中专利转让	40万元
		当年到账金额	40.0万元	其中专利转让	40.0万元
	以许可方式转化科技成果	合同项数	0项	其中专利许可	0项
		合同金额	0.0万元	其中专利许可	0.0万元
		当年到账金额	0.0万元	其中专利许可	0.0万元

		以作价投资方式 转化科技成果		合同项数	1项	其中专利作价	1项
				作价金额	510.67万 元	其中专利作价	510.67万 元
		产学研合作情况		技术开发、咨询 、服务项目合同 数	134项	技术开发、咨询 、服务项目合同 金额	5917.14万 元
当年服务情况		技术咨询		46次		培训服务	77人次
学科发 展与人才 培养	依托学科 (据实增删)	学科1	热泵与空调	学科2	制冷工程	学科3	储能技术
	研究生 培养	在读博士	92人		在读硕士		75人
		当年毕业博士	14人		当年毕业硕士		25人
	学科建设 (当年情况)	承担本 科课程	1343学时	承担研究生 课程	782学时	大专院校 教材	0部
研究队 伍建设	科技人才	教授	15人	副教授	13人	讲师	0人
	访问学者	国内		0人	国外	0人	
	博士后	本年度进站博士后		8人	本年度出站博士后		3人