

教育部工程研究中心年度报告

(2022年1月——2022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

2022年工程中心在规模化热能储能，温差发电、彩色光伏、空气取水，电冷供储，太阳能光伏光热，高温空气源热泵、控湿系统等方面有突破性成果，规模化热能存储转换与能质调控机理和方法获得国家基金委重大项目资助。多模式能势驱动的新型电冷供储热力循环获得国家基金委重点项目资助。2022年技术攻关成果有：1、温差发电和取水：通过协同利用水蒸气的吸附热/解吸热、日间的太阳能光-热转换、夜间的黑体辐射致冷，一种基于水蒸气吸附诱导的能量收集策略，通过夜间吸附放热与辐射致冷的协同增强和日间解吸吸热与辐射加热的协同增强提高全天的温差发电性能，实现了全天候高效空气取水和24小时持续温差发电。空气取水与能量收集耦合装置的日间和夜间温差发电功率分别达 685 mW/m^2 和 21 mW/m^2 ，装置的取水量则高达 750 g/m^2 。2、规模化热能存储：项目面向“双碳”目标下对规模化热能存储与转换调控的重大需求，针对热能品位难有效调控及转换效率低、规模化储热能量密度与功率密度难兼顾的瓶颈问题，研究热能高密度存储与高效转换调控的新原理和新技术，揭示热能存储与转换利用的能质匹配及耗散机理，阐明热能高密度存储的跨尺度热质耦合传输协同强化机制，建立热能提质增量存储转换的能质调控新方法，构建热能存储转换与能质调控的基础理论。3、新型吸附材料制备：用水热合成的方法制备出具备SF0型拓扑结构的类沸石磷酸铝，并对其进行了详尽的物化表征和一系列水热处理，揭示了该材料片状双刃剑状的形貌特征和良好的水热稳定性。揭示材料的吸附原理，该材料具有完美的

S型水吸附等温线和极低的吸附焓，材料与水之间形成弱氢键网络。该材料在超低温驱动温度下具有优异的性能系数和制冷功率，处于已报道材料的领先水平。

4、大气捕水：设计开发了一种可全方位吸光的三维吸附树结构，通过集成安装具有超吸湿性能的吸附剂叶片来实现对大气中水蒸气的捕集和释放。在不牺牲材料用量的条件下强化了系统的动力学特性，提高了整体结构的太阳能利用率，从而实现取水量的翻倍提升。在太阳高度角实时变化的户外实验条件下，该吸附树可以稳定实现 $3.2 \text{ L m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 的水产量，单平米的吸附树可以切实满足一个成年人单日的需水量。

5、吸附脱附控湿系统：该系统为恒温恒湿箱与除湿转轮相结合。双系统的耦合实现了控温控湿范围的扩大，主要是在低温低湿区域展现巨大的优势。原恒温恒湿箱体的冷凝除湿方式复合吸附式除湿方式，实现了“ $1+1>2$ ”的显著效果。经过蒸发器对处理风的预冷，使得转轮除湿处理区进口温度降低，提高除湿转轮的除湿效果。同时，转轮除湿较强的吸湿能力，大大缓解了蒸发器低温下严重结霜的问题，进而提高了蒸发器的使用效率，有助于提高系统综合COP。

6、电冷供储：针对中低温热能转换及品位提升领域，提出基于无泵化的氨-水与多卤化物-氨新型电冷联供及其能量储存的热力循环。旨在通过重力势与热力势相结合形成新型驱动“泵”的概念，实现发电系统无泵运行新思路，结合化学势与电动势驱动的共熔基液流电池进行储电，实现电量的灵活调配；同时采用冷量供储双效多级吸附循环，利用化学势与热力势耦合过程中多卤化物复合吸附剂所具备的较强热源适应性的优点，实现变温工况下冷量稳定输出和长周期存储。通过新型电冷供储热力循环的研究，构建热力循环紧凑化与一

体化设计方案，解决热能发电技术工质泵电耗占比大、共熔电解液粘度大和电导率较低以及余热吸附制冷热源适应性差的问题，实现能量的高效转换与灵活供储。7、彩色光伏：高效彩色光伏是推动建筑集成一体化光伏大规模发展、实现零能耗建筑的重要技术。在单晶硅电池片上成功制备了基于分散介电微球的光子玻璃层，利用光子玻璃的选择性光学反射特性实现了低效率损失，同时基于其自组装特性实现了快速低成本制备，为高效彩色光伏的大规模低成本制备提供了一种新的技术路径。对光子玻璃在光伏电池上的自组装过程、颜色产生机理及其对电池效率的影响等进行了分析。此外，通过采用与商业化组件同样的封装设备与过程，制作了效率超过21%的彩色光伏组件，并通过加速老化测试验证了其长期稳定性。通过展示具有更大尺寸（输出功率大于108 W）以及更高亮度的彩色光伏组件，进一步证明了该技术大规模生产以及在实际应用中的可行性。获教育部科技进步二等奖1项；机械工业科技进步一等奖1项；何梁何利基金科学与技术创新奖1项；上海市自然科学一等奖1项；

二、成果转化与行业贡献

（一）总体情况

2022年中心在行业关键技术方面发挥了引领和技术攻关作用，成立的诺通科技企业，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，在新疆和宁波完成产业化的方案落地；工程技术成果：1、二次反射塔式光热-光伏联合电站：已开发多种定日镜及其控制系统，由无线自主控制单元完成，经过第三方试验验证

，达到了国内领先水平；所研发的吸-储-换热一体化吸热系统，热效率可达90%以上；联合电站提出保障电站经济平稳运行和调整优化策略，全年弃光率<1%。

2、太阳能光伏光热复合系统：提出了一种新型一体化高效的光伏光热（PVT）组件，并将其与热泵系统耦合，开发了一套适用范围广，太阳能转换效率高，稳定性强，经济性好的太阳能光伏光热复合系统。经过第三方检测，该系统太阳能综合利用率可达75%以上，系统COP可达6.0以上，此外，光伏光热技术的应用有效降低太阳能电池工作温度，因而相比于纯光伏系统发电量可提高10~20%，技术水平达到国际领先标准。太阳能光伏光热复合系统目前已实现规模化量产，并拥有自主知识产权，可以实现光伏光热技术的开发和应用，以及光伏光热复合系统的设计和建设。

3、吸附式空气取水：开发一款基于高性能膜封装复合吸附剂的空气取水装置，该装置便捷高效、成本低廉且拓展性强。率先提出并优化了中空保温格栅结构，以实现吸附层与冷凝器的大温差，将空气取水装置的产水率成功提高了20.5%。在上海夏季实际户外实验中，该装置实现了34.8 gwater/kgdevice和1399.28 gwater/(m²·day)的超高取水，并将取水成本降低至2.65美元/kgwater。装置仅由自然光驱动，无需额外能源输入，同时取得的水质干净可靠，符合国家标准。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。

4、空调器用分配器：针对家用空调器用传统的射流环分配器存在分流不均且流动噪音较大的问题，提出了基于环状流型重整的思路来开发新型结构分配器。通过设计锥形流道逐渐缩小流道横截面积的方式

来提高两相冷媒的局部射流速度，从而提高两相冷媒进入各个出口的流量的均匀性；同时避免流道出现突缩突扩，从而降低冷媒流动噪音。目前开发的新型分配器已应用在上百万台美的新型空调产品中。

（二）工程化案例

典型案例一：

技术成果名称：二次反射塔式光热-光伏联合电站

关键技术及水平：该技术成果立足于玉门鑫能二次反射塔式光热-光伏联合电站，其为全球首个商业化50MW二次反射塔式光热电站。该电站已开发多种具有自主知识产权的定日镜及其控制系统，由无线自主控制单元完成，经过第三方试验验证，达到了国内领先水平；所研发的吸-储-换热一体化吸热系统，热效率可达90%以上；联合电站提出保障电站经济平稳运行和调整优化策略，全年弃光率<1%。

技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程：该技术成果主要应用于我国西部的太阳能电站，主要是低弃光率和高消纳率的太阳能光热-光伏联合电站，并建立起以太阳能为主的清洁能源稳定电力输出的示范系统。联合电站的光热装机容量为50MW，现已投运，进入试运行期，后续进入正式投产。

成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用：该技术开发了新型二次反射塔式系统，在集热功率增大5倍的情况下，镜面面积减少了1/3。电站95%以上的设备实现了国产化，全面投产后年发电量预计为2.15亿kWh，节约标煤6.48万吨，减少排放粉

尘和二氧化碳分别为10.61万吨和37.51万吨，预计实现销售收入2.48亿元。

典型案例二：

技术成果名称：气候环境试验室的建设和关键试验设备的研制

关键技术及水平：降雨：在 $2.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 的有效淋雨范围内，实现 $200\text{mm/h} \sim 800\text{mm/h}$ 降雨量连续调节，偏差 $\pm 5\%$ ，雨滴中径 1.5mm ；降/扬雪：成雪相对比重 $0 \sim 0.5$ ，总含水量 $3 \sim 3.5\text{g/m}^3$ ，扬雪风速 $15\text{kn} \sim 25\text{kn}$ ，均匀度优于 $\pm 20\%$ ；

技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程：通过模拟计算，完成了喷淋排架、液氮换热器、水路系统、风路系统的设计校核，通过降雨、降雪、扬雪标定实验、均匀度优化等工作，完成了关键设备的研制和调试。交付的设备服务于C919试验，为自主化国产大飞机的成功试验和试飞提供了保障。

成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升：该系统可用于模拟飞机起飞和着陆阶段特大暴雨、强风暴雨、强降雪、扬雪等真实工作条件。为飞机发动机APU、风挡雨刷系统等工作提供了地面验证环境，为复杂气候条件下的飞行试验提供了硬件条件。

典型案例三：

技术成果名称：集中供暖升级改造

关键技术及水平：国内首次实现离心式热泵出水温度达到 85°C ，满足老旧管路集中采暖的温度需求；在标准工况下制热系统能效达到5.6，相比电锅炉实现节能80%。

技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程：基于十三五国家重点研发计划研发成果，采用技术成果作价入股，成立产业

化公司推进了离心式高温热泵的工程化推广应用。

成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用：此项目在满足县城供暖的同时，年实现减排二氧化碳96000吨；对减轻环境污染、推广集中供热节能新技术的应用具有积极的示范作用。

典型案例四：

技术成果名称：太阳能光伏光热复合系统

关键技术及水平：该技术成果由上海交通大学代彦军教授团队开发，提出了一种新型一体化高效的光伏光热（PVT）组件，并将其与热泵系统耦合，开发了一套适用范围广，太阳能转换效率高，稳定性强，经济性好的太阳能光伏光热复合系统。经过第三方检测，该系统太阳能综合利用率可达75%以上，系统COP可达6.0以上，此外，光伏光热技术的应用有效降低太阳能电池工作温度，因而相比于纯光伏系统发电量可提高10~20%，技术水平达到国际领先水平。

技术成果工程化、产业化、技术转移/转化模式和过程：太阳能光伏光热复合系统目前已实现规模化量产，并拥有自主知识产权，可以实现光伏光热技术的开发和应用，以及光伏光热复合系统的设计和建设。目前，该技术已在全国进行示范性推广，目前在上海、杭州、苏州、张家口、内蒙古、广州等地进行项目的示范应用，有效满足用户的电、热需求，实现清洁能源发电、供热，有效提高系统经济性。

成果转化的经济效益以及对行业技术发展和竞争能力提升作用：该技术具有良好的经济性，转化后其太阳能光伏光热复合系统经济回收期在3~5年，比传统太阳能光伏系统回收期降低2~4年，有效提高

了系统市场竞争力。在太阳能利用行业领域，该技术具有革命性意义，首次实现工业化量产，实现高效的太阳能光伏光热综合利用，在国内以及欧洲等地具有广阔的应用前景。

（三）行业服务情况

2022年度，与中国人民解放军军事科学院国防工程研究所、日出东方公司、上海阿波罗机械股份有限公司、重庆美的通用制冷设备有限公司、常州金坛金能电力有限公司等接近40家企业开展技术服务、咨询和开发工作，2022年新增项目技术开发合同、咨询和服务合同37项，2022年到款经费超过3085万元。

1、与日出东方公司合作，开发了基于烟囱效应的吸附储热太阳墙系统用于解决昼夜连续供暖问题，通过能量转化和存储，可实现对热能供需的精准调控和匹配。水系吸附热池是一种应用于中低品位热能利用的热化学储热技术。针对材料设计及系统选型提出了基于应用导向型的筛选标准，同时应对吸附储热系统的整体性能进行多层面评估，对未来吸附储热技术的发展提供了展望，目前吸附储热技术已实现了在分布式建筑供暖、工业余热回收利用、以及智能手机热管理的可行性验证和初尝试，并逐渐走向商业化阶段，在不远的未来，吸附储热技术还将进一步扩展到其他与热量调配、节能减排相关的领域，如温室热调控、吸附储热一体化设计的被动式太阳能建筑。

2、与中国人民解放军军事科学院国防工程研究所合作，为了验证大规模系统应用可行性，搭建了一套机组，并在永兴岛进行了户外实验。双循环可有效提高取水性能达15-20%。采用风冷冷凝，突破

了常规吸附取水系统对额外冷源的依赖，在高达30-45℃的冷凝温度下仍可实现有效取水，最高日取水量达4.2kg，热效率为32.2%。系统在50-90℃的低温下实现再生，可由低品位可再生能源驱动。大规模多循环取水机组的首次实测示范，表明吸附空气取水策略是解决岛屿地区缺水问题的一个有前景的解决方案，并推动吸附式空气取水向工业化和实际应用更近了一步。

3、与上海阿波罗机械股份有限公司合作，核电站冷源系统余热回收用低碳型工业热泵系统的工艺设计和机组选型，提供工程样机选型方案及工程改造的技术方案咨询，完成示范项目监控系统的选型咨询和集成设计服务。

4、与重庆美的通用制冷设备有限公司合作：将选取与传统高温热泵工质R245fa性能相近的HFO类绿色环保工质进行开发研究，开发一种低碳环保的工业热泵系统，在60℃热源、供热温度高于100℃，系统能效高于4.0，并完成相应的性能评估测试。

5、与常州金坛金能电力有限公司合作：完成基于储热为核心的冷热电多能源耦合系统的相关研究工作，包括基于储热为核心的冷热电多能源耦合系统的设计，在不同电网负荷下系统的运行策略研究，以及系统综合能效分析与可行性分析。

6、与辰衡（上海）环境科技有限公司合作：通过配套ORC发电系统回收缸套水和烟气热量，可实现对系统效率的进一步提升。在热量回收方面，利用缸套水为主要媒介，利用高温烟气对其进行进一步加热，之后利用ORC系统回收缸套水热量并同时对其冷却，从而实现余热的高效回收。在发电同步方面，利用柴油发电机的励磁模块调节ORC系统的电压和频率等参数以使膨胀机转速稳定，机组在

100℃热源条件下平均发电功率可达11.89kW，热效率和？效率分别可达6.04%和30.99%。

7、与广东美的制冷设备有限公司合作：针对家用空调器用传统的射流环分配器存在分流不均且流动噪音较大的问题，提出了基于环状流型重整的思路来开发新型结构分配器。通过设计锥形流道逐渐缩小流道横截面积的方式来提高两相冷媒的局部射流速度，从而提高两相冷媒进入各个出口的流量的均匀性；同时避免流道出现突缩突扩，从而降低冷媒流动噪音。目前开发的新型分配器已应用在上百万台美的新型空调产品中。

三、学科发展与人才培养

（一）支撑学科发展情况

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，2022年黄永华、王丽伟等的《工程热力学（英文）》课程获得上海高校外国留学生英语授课示范性课程；徐震原等的《设计与制造 I》获上海市课程思政示范课程；王丽伟、王文等的《工程热力学》获得上海交通大学2022年本科课程思政示范培育项目。此外，王丽伟等主编的《工程热力学》第6版和王文等主编

的《测试原理与技术》教材于2022年由高等教育出版社出版。

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，2022年在交叉学科领域发表高影响因子文章17篇。

（二）人才培养情况

2022年新增硕士研究生52人，博士研究生13人，毕业的硕士研究生41人，毕业的博士研究生14人，新进站的博士后2人，新增助理教授1人。许嘉兴博士获得2022年全国博士后创新人才计划“博新计划”和2022年NSFC青年基金。赵正创博士获得2022年上海市“超级博士后”激励计划。2022年，工程中心的青年教师香承杰和吴迪获得博士后基金资助。2021爱思唯尔“中国高被引学者”榜单正式发布，工程中心主任和骨干王如竹、吴静怡、代彦军、丁国良、王丽伟、张鹏、马涛7位老师入选最具全球影响力的中国高被引学者。葛天舒教授获中国工程热物理学会2022年“吴仲华优秀青年学者奖”。钱小石老师晋升为教授，他的高熵高分子中的低电场巨电卡效应研究获“科研成果奖”二等奖。王丽伟教授获第十二届“凯原

”十佳教师称号。黄永华教授获上海交通大学“佳和”优秀教学奖。他的《工程热力学》（英文）课程成功获选上海高校国际学生英语授课示范性课程。

研究生代表性成果：博士生韩东霖获得2022年度上海交通大学研究生“学术之星”，博士生邓芳芳获得2022年度“上海交大学术之星”提名奖；许嘉兴博士的《基于吸湿性盐多形态吸附的太阳能空气取水理论及实验研究》论文入选上海交通大学2021年优秀博士学位论文；博士生谢明熹的“绿净风——新风控湿净化技术领航者”获得第十三届“挑战杯”上海市大学生创业计划竞赛金奖。高金彤获得第二十六届2022年夏安世奖学金；获得研究生国家奖学金学生有3人，获得其他奖学金的学生有多人。博士生吴俊晔获得第十七届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛卫星奖。2022年全国大学生节能减排大赛大奖中获得一等奖4个，二等奖一个，三等奖一个。

与国内外科研机构和行业企业开展联合培养情况：闫鸿志受学校致远荣誉计划资助，于2022年5月30日至2022年11月30日派送至挪威科技大学进行高温热泵研究。吴俊晔为上海交大-新加坡国立大学联合培养博士，受新加坡E2S2项目资助。曾子雅受学校致远荣誉计划资助，于2022年12月30日至2023年12月30日派送至新加坡国立大学进行低能耗吸附储热研究。山詠参加上海交通大学与新加坡国立大学联授博士学位计划。徐德全为上海交大致远荣誉计划博士生，受CSC国家留学基金委、上海交通大学研究生院资助，于2022年10月前往新加坡国立大学学习，主要研究太阳能辅助生物质燃料转化等课题。

（三）研究队伍建设情况

2022年新增博士后2人，新增助理教授1人。仵斯，2022年新进助理教授，主要研究方向：光化学相变储能技术；化学吸附储热与热调控；智能热管理材料与器件；储热过程能量转换与传输强化。许嘉兴，2022年新进博士后，主要研究方向：吸附空气取水材料与器件；高密度吸附储热与热管理技术。赵正创，2022年新进博士后，主要研究方向：光化学相变储能技术；化学吸附储热与热调控；智能热管理材料与器件；储热过程能量转换与传输强化。

许嘉兴博士获得2022年全国博士后创新人才计划“博新计划”和2022年NSFC青年基金。赵正创博士获得2022年上海市“超级博士后”激励计划。2022年，工程中心的青年教师香承杰和吴迪获得博士后基金资助。2021爱思唯尔“中国高被引学者”榜单正式发布，工程中心主任和骨干王如竹、吴静怡、代彦军、丁国良、王丽伟、张鹏、马涛7位老师入选最具全球影响力的中国高被引学者。葛天舒教授获中国工程热物理学会2022年“吴仲华优秀青年学者奖”。钱小石老师晋升为教授，他的高熵高分子中的低电场巨电卡效应研究获“科研成果奖”二等奖。王丽伟教授获第十二届“凯原”十佳教师称号。黄永华教授获上海交通大学“佳和”优秀教学奖。他的《工程热力学》（英文）课程成功获选上海高校国际学生英语授课示范性课程。

工程中心在人才培养方面形成了以骨干人才为领头人，中青年人才为核心力量，以博士研究生和硕士研究生为科研创新团队。

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，2022年提供150万元用于设备，材料购置等，并提供1500m²中意绿色能源实验室和超过2000 m²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

2022年，工程研究中心新增设备269台，总价值530万元，其中超过10万的设备有9台，包括生物3D打印机主机、高压电源、循环式带净化系统手套箱、水系统设备、冻存一体化样机、气相色谱仪、恒温恒湿箱、温室设施冬季除湿储热机组、阳光模拟试验箱。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、新增阳光模拟试验箱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。

2022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章，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。

由东芝集团赞助的“交大冷暖”学术沙龙于2022年3月7日，三花智能控制股份有限公司董事长张亚波结合产业发展需求，对学生的未来方向和职业发展提出了建议，对“碳中和”环境下企业的未来发展定位，以及履行的社会责任进行了探讨与交流。2022年11月16日，交大冷暖学术沙龙“Wiley×上海交通大学-变革性能源论坛”以线上和线下同步方式举办，近2500人次的师生参加了活动。邀请到来自上海交大叶轮机械研究所蔡伟伟教授、上海交大制冷所的，钱小石教授、李廷贤教授和徐震原副教授和带来主题报告给学生们带来精彩的讲座。2022年9月16日国际臭氧层日期间，上海交通大学近500名师生，参与了线上和线下相结合的保护臭氧层科普知识宣传活动。2022年11月29日，第24届上海交通大学-大阪大学线上学术交流研讨会以线上线下相结合的方式召开。会议由代彦军教授主持。其中，第六届上海交通大学与大阪大学智慧城市分论坛由机械与动力工程学院马涛副教授主持。徐震原副教授作学术报告。

（四）技术委员会工作情况

2023年1月16日，2022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2022年度工作汇报，授围绕“中心”总体概况、成果转化与行业贡献、基地建设与人才培养、基地交流和运行管理及2023年发展规划等五个方面作了2022年度

中心的工作报告及2023年发展规划。胡海涛副教授、杜志敏副教授、和杨光副教授分别作了“民用客机制冷温控系统国产化仿真技术”、“基于深度学习的空调系统故障预测及其泛化应用研究”、“空间微重力下的低温推进剂两相流动管理：新模型与新材料”方向建设进展的报告。

委员们对工程中心2022年的工作进展给予了肯定，中心紧密结合产业、在太阳能及热泵制冷技术领域取得一批具有自主知识产权的创新成果，成效显著；结合学校发展积极加强人才培养；与企业合作建立了一批中试基地，加快了科技成果的转化，充分发挥了产学研的优势。同时建议工程中心进一步强化成果转化队伍建设，加快成果转化并促进行业发展。

五、下一年度工作计划

2023年，进一步完善人才培养，引领学生在更高水平创新研究领域的发展，在高影响水平的杂志上发表20篇左右的文章，形成有特色的研究新方向和新的交叉领域的研究进展；进一步加强工程中心固定人才队伍和流动人才队伍的建设，增强团队力量，拓展团队的研究方向，深入研究目标，目前已经从国外录用3名海归拟2023年加入中心。2023年，争取2-3项省部级一等奖/国家奖成果；努力新增1-2个国家级人才计划；为了进一步提升实验环境来适应当前的科研体量和科研新需求，工程中心大楼包括中意绿色能源实验室以及辐射到的机械与动力工程学院C楼的实验室改造升级。加强专利专有技术的产业化，针对彩色光伏板技术，形成与企业的合作，落实示范和与企业成果转化；以碳中和技术企业及政府园区合作为基础

，孵化更多的产学研合作基地；在产学研合作基础上，加强技术难点攻关，引领行业技术革新和创新；空气源热泵锅炉成果已形成零星、小规模的应用，将进一步加快产业化，规模化应用。

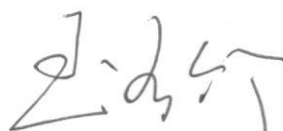
六、问题与建议

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。

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	热泵空调		学术带头人	王如竹
	研究方向2	分布式能源与储能		学术带头人	吴静怡
	研究方向3	太阳能光伏		学术带头人	沈文忠
	研究方向4	太阳能光热		学术带头人	代彦军
工程中心面积	3500.0 m ²			当年新增面积	0.0 m ²
固定人员	36 人			流动人员	15 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	1项	二等奖	1项
当年项目到账总经费	8600.0万元	纵向经费	4960.0万元	横向经费	3640.0万元
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	11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	2项	行业/地方标准	3项
	以转让方式转化科技成果	合同项数	0项	其中专利转让	0项
		合同金额	0.0万元	其中专利转让	0万元
		当年到账金额	0.0万元	其中专利转让	0.0万元
	以许可方式转化科技成果	合同项数	1项	其中专利许可	1项
		合同金额	90.0万元	其中专利许可	90.0万元
		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	1200.0万 元	其中专利作价	1200.0万 元
		产学研合作情况		技术开发、咨询 、服务项目合同 数	57项	技术开发、咨询 、服务项目合同 金额	5450.0万 元
当年服务情况		技术咨询		62次		培训服务	500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	79人		在读硕士		150人
		当年毕业博士	20人		当年毕业硕士		46人
	学科建设 (当年情况)	承担本 科课程	1032学时	承担研究生 课程	384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	8人	讲师	0人
	访问学者	国内		1人	国外	1人	
	博士后	本年度进站博士后		2人	本年度出站博士后		1人