

附件 2

智能家电产业领域项目榜单

项目一：低碳高集束即热系统产品

企业名称：青岛沸腾科技有限公司

项目背景：近年来，节能型全屋热水和取暖产品的全球需求激增，即热技术是全屋热水和节能取暖设备的技术瓶颈。尽管国内外在厚膜石英发热体、纳米陶瓷发热膜、热得快式发热管的研究上取得了一定成果，但仍存在升温慢、热损失高、结水垢、功率衰减、寿命短、体积大、使用成本高、温度忽冷忽热、易漏电等技术难点，此外热水设备和取暖产品外观工业风格千篇一律，限制了全屋热水和取暖产品的发展速度。因此，急需能提升家庭品位且节能耐用的低碳高集束即热系统产品。

所需技术需求简要描述：研发针对全屋热水节能系统的自动控制系统，并加入人工智能领域算法，实现热水调温全过程智慧化控制，尤其外观风格及用户体验能提升家庭生活品质。主要技术指标：（1）水温智能调节，自适应环境入口水温，实时调节温度误差±3度，功率调节 2000-8500W 之间（根据不同产品而定），可变频；（2）通过高能瞬热的控制算法及相应的硬件结构设计，提高节能性，降低光能、热气、余热、不可见光能、微波能、物理能等的能量损耗，比传统非即热节约 20%以上，制热水速度在

10 秒以内；(3) 通过改进抗氧化高导介质，提高热转化率到 98% 以上，加热体寿命 20 年以上；(4) 水电分离，具有双重以上的可靠防漏电系统及结构设计；(5) 能效等级最低要求：热水输出率 $\geq 65\%$ ；(6) 加热噪声：安静级 $\leq 24\text{dBA}$ （水平距离 1 米）；(7) 表面防烫，低于 50°C ；(8) 防水等级：IPX4；(9) 主机设备不大于 $12*32*70\text{cm}$ ；(10) 外观温馨、简洁、大气，尤其在不影响生产效率和成本的前提下，可配置出适合国内外家庭的各种设计风格；操作简单易学，采用无障碍设计。

技术成熟度等级：当前自评等级 3；实施预期等级 11。

预测研发总投入：500 万

对技术提供方的要求：拟与高校联合开发系列产品，要求团队在加热技术及智能控制算法上拥有丰富研究经验，同时具有新产品外观设计能力的研究团队优先。

联系人：马希理

联系电话：13023921268

项目二：新型蒸发皿加热组件在高端冰箱中的应用

企业名称：青岛科瑞斯制冷科技有限公司

项目背景：冰箱制冷过程中产生大量冷凝水，需要利用压缩机的热量将排出的冷凝水蒸发掉。在传统形式中使用铜材管当做蒸发皿加热管，由于铜材的资源缺乏、价格越来越昂贵，大量企业选择镀层钢管等价格相对更低的材质代替铜材。用镀层钢管代替铜管需要解决长时间浸泡在水中防止腐蚀的技术难题。

所需技术需求简要描述：1、管件的涂层制备及防腐技术：按照 GB/T 10125 NSS 中性盐雾试验耐腐蚀试验类别及要求蒸发皿加热组件需满足 500 小时，盐雾试验后，镀层表面无红、黄色锈斑；2、管件在成型加工过程中需防止镀层磨损、脱落现象，否则会降低产品耐腐蚀性能。

技术成熟度等级：当前自评等级 2；实施预期等级 10。

预测研发总投入：780 万

对技术提供方的要求：（1）长期从事本领域技术研究；（2）在企业所需求的技术方向上已产出类似成果（专利、论文、专著等）；（3）在成果转化阶段能够定期参与企业的研发、试制、生产过程。

联系人：董俊伟

联系电话：17685898971

项目三：上洗下消的组合式抽屉洗碗机

企业名称：青岛海尔洗碗机有限公司

项目背景：新冠肺炎肆虐全球，国人对餐具卫生要求变得更高，上洗下消的家电模块搭配，可以满足洗净和消毒的关键要素需求，让更高质量的生活品质走进千家万户；中国大中城市普遍水、电资源短缺，上洗模块满足国家二级能耗标准，工作周期用水量 ≤ 7.9 升，工作周期耗电量 ≤ 0.655 度，节水、节电效果明显；中国厨房空间小，选购洗碗机和消毒柜都需要占据橱柜至少600mm的宽度，在一个600mm宽度的单元空间内，同时容纳一个洗涤模块，一个消毒模块，上层模块解决用户清洗餐具的需求，下层模块解决餐具纯干态消毒和长效储存的需求。

所需技术需求简要描述：1. 研究设计超薄水路，利用洗涤排水一体泵、悬浮式喷淋臂等特殊设计，对洗涤模块的水路全方位设计，形成进水、洗涤和排水三个水路的超薄占用空间，满足国标8套的洗涤标准。2. 研究磁悬浮喷淋臂技术，经过仿真模拟系统的专业分析，得出最优的平衡和转动频率，电机运行时喷淋臂会随着水流浮起并旋转，摩擦力得到最优释放，旋转顺畅，更容易控制精度，提高产品性能和效率。3. 研究洗涤排水一体泵技术，研究洗涤与排水共用泵体，实现纤薄机身、强大性能，节能省电，成就更大的洗涤空间和更洁净的洗护效果。4. 研究设计医疗级二星消毒，利用主波峰253.7nm的紫外线杀菌灯产生的紫外线，再

结合巴氏温度，实现多因子组合协同消毒方式，达到时间短、温度低、全方位杀灭的消毒效果。5. 设计集成干态消毒模块，独创“上洗下消”的家电应用场景，下消即干态消毒模块。利用上部洗涤模块运行结束后，餐具无法专业消毒的痛点，对干态餐具进行专业、全面的消毒处理，长效保持餐具的卫生与干净。

技术成熟度等级：当前自评等级 9；实施预期等级 12。

预测研发总投入：800 万

对技术提供方的要求：从事智能家电领域相关研究，且研究成果处于国际领先水平。

联系人：王伟

联系电话：15806526916

项目四：虚拟装配技术应用于部件检测

企业名称：青岛海尔特种制冷电器有限公司

项目背景：随着互联网时代的不断发展，用户需求趋于多元化、个性化。用户对冰箱外观及使用体验提出了更高端的需求。在冰箱品种更多、结构更复杂、功能更高端的情况下大规模混流生产，如何以质量零差错，满足用户最佳体验的同时，实现企业制造竞争力的引领成为难点。通过研究新一代信息技术，解决零部件及装配过程中的检测难度大的关键问题，实现质量数字化管控，最终为智能家电产业升级提供参考。

所需技术需求简要描述：研究虚拟装配技术，通过光学三维测量系统及手持式三维扫描系统，使用 LED 蓝光作为投影光源，对冰箱部件及模块进行 3D 视觉检测。同时利用模块数模对比、虚拟装配、PE 逆向分析等技术，实现图物对比，系统自动判定零部件结构是否满足装配要求，跟踪并管控关键零部件平面度、角度、尺寸的测量，解决人工检测出现的效率低、误差大的难题，持续分析并改善质量缺陷，实现产品不良率同比降低 17%。

1. 整机装配分析：通过三维扫描对照 3D 图纸形成曲面偏差色彩图，对门间隙、焊接管路间隙、玻璃板与边框间隙等进行分析，通过三维扫描测量体积、经过网格偏置去除内胆、门壳等部件进行测量；三维扫描形成实时动态图，通过调整角度、尺寸等参数实时动态追踪装配结果，测量准确率大于 99%，装配分析结

果存档。

2. 零部件检测：通过三维扫描构造元素（平面、圆柱等），构造距离（垂直投射点、点-方向、盘卡尺、棱卡尺），构造角度-两方向，对照图纸检验尺寸和角度；三维扫描通过构造圆柱和平面，通过圆柱轴线和平面交点得到轴心点。通过圆跳动分析动平衡（非常规功能），通过曲面偏差色彩图分析叶片角度，测量精度（2200mm 范围）： $\leq 0.044\text{mm}$ 。

3. 首件过程检测：对产品内胆深度、内腔宽度尺寸测量、门封压合面积，门封与箱体闪缝尺寸、箱门体弧度测量、前脸角度测量、内胆冲孔尺寸、门体门面弧度进行检测，单笔测量范围：1000mm*750mm*620mm(可叠合测量 2200mm 产品)，摄像头分辨率：大于等于 1200 万像素，重复误差 (Sigma)： $\leq 0.012\text{mm}$ ，测量精度（2200mm 范围）： $\leq 0.044\text{mm}$ 。

技术成熟度等级：当前自评等级 8；实施预期等级 13。

预测研发总投入：500 万

对技术提供方的要求：从事视觉检测领域研究，具备 3D 结构光与视觉比对相结合的技术实施经验。

联系人：张佩佩

联系电话：0532-88936739

项目五：基于磁性纳米流体传热工质的高效太阳能水联网热水器研发

企业名称：青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司

项目背景：现有太阳能集热热水器，能将大部分光能转换为热能，光热的转换已经不是最大的瓶颈，真正难的是光热转换后，再怎样传递下来。然而，受限于现有的热水器结构和普通传热介质，这部分热量并不能有效地传递至储水箱，实际热输运效率远低于理论计算结果，存在较大偏差。这就极大限制了太阳能热水器热效率的提升，并产生不必要的能量损失和成本。传统单相传热工质已不能满足应用需求，亟待开发全新的传热材料、工艺和产品。

所需技术需求简要描述：1. 实现磁纳米流体的高效制备与分散稳定性控制，研究 pH 值、分散剂量对流体分散稳定的影响情况，获得分散稳定的纳米流体最佳配比。探索磁场下多组分流体中不同粒子间的复杂相互作用，特殊聚团结构的形成及带磁粒子的定向运动规律；2. 弄清磁纳米流体基热水器热-质输运机制，考虑多场耦合，弄清分层效应引起多温区导热系数变化的主要因素，并建立考虑布朗运动及磁场作用下的多相动态导热系数模型，研究磁纳米流体内温度场、流场及颗粒运移轨迹等静、动态可视化过程，建立热流场协同关系；3. 研发磁纳米流体基太阳能热水器产品，改进适合纳米流体要求热水器结构；建立完整的磁

性纳米流体传热实验系统，测试不同参数时热交换效果，通过优化得到经验关联式，实现太阳能热水器的精准高效控制。主要技术指标：（1）应用磁纳米流体基新技术，基本不改变现有热水器结构，能耗增加 $<2\%$ ，整机成本增加 $<1\%$ ；（2）整机温升及得热量提升 10% ；（3）纳米流体分散稳定性机制，满足产品可靠性要求，水/乙二醇基液的纳米颗粒悬浮稳定性（无外部控制因素时，沉降率/72h $<3\%$ ）。并在商用太阳能热水工程循环介质的一定替代。

技术成熟度等级：当前自评等级 5；实施预期等级 10。

预测研发总投入：700 万

对技术提供方的要求：具有理论研究和实践案例，保证项目实施效果。

联系人：杨春涛

联系电话：15063935756

项目六：制冷产品箱体抗变形技术研究与应用

企业名称：澳柯玛股份有限公司

项目背景：1、冰箱冷柜因其热力结构发生箱体形变造成箱体涨、门偏、门下垂、密封不严，给用户带来外观不良缺陷与能耗增加损失，给企业带来品质损失；目前措施通常有在保温层内增加钣金加固铁、在箱体上增加横梁拉筋等，这些措施增加了物料消耗，也带来冷桥效应，降低保温效果，增加耗电量，且不能完全解决箱体变形；2、箱体抗变形是制冷产品开发的基础研究，企业目前可以通过有限元仿真分析研究温度场下近似刚性形变，但对于箱体保温层主体材料聚氨酯泡沫缺乏温度场下非线性形变研究能力，缺乏时间域下的热力结构研究能力，这一直是困扰企业的“卡脖子”问题。

所需技术需求简要描述：1. 借助研究工具分析现有结构所承受的应力、应变、位移场，针对箱体变形问题分析并提出系统原理性方案。包括制冷产品前处理建模方案、制冷产品边界条件设置方案、制冷产品各构件材料本构模型方案、温度场设置方案、制冷产品应力、应变位移场分布情况方案等。2. 通过有限元仿真软件明确箱体结构的具体配置方案。包括边界条件的合理设置、各构件材料本构模型的选取、各构件的位置布置、兼顾温度场的合理施加，最终获得最佳的结构参数和位置布置方案。3. 通过有限元软件分析保温层聚氨酯泡沫颗粒的结构、密度、形状、排布

方式，明确聚氨酯泡沫的本构关系，研究发泡药成分的配比、温度、固化时间对制冷产品箱体变形的影响，明确发泡药所承受的横向及纵向应力、应变大小及变形方向，对发泡药固化完成后与制冷（制热）间隔时间的安全范围、发泡药与结构的作用关系进行研究。

主要技术指标：1. 优化现有防止箱体形变的结构形式，实现成本不升高的情况下，制冷产品在亚热带气候环境中，其在宽度、深度、高度方向上的年变形小于 0.1%。2. 分析聚氨酯泡沫颗粒的结构、密度、形状、排布方式，得到在亚热带气候环境不制冷、制冷两种状态下，聚氨酯泡沫在箱体内所能承受的横向及纵向应力大小、变形方向。通过分析聚氨酯泡沫颗粒特性，实现发泡药成分的最优配比、工艺或发泡药成分材料替代，导热系数平均 K 值下降 2%。

技术成熟度等级：当前自评等级 2；实施预期等级 9。

预测研发总投入：400 万

对技术提供方的要求：制冷产品箱体抗形变结构仿真模拟技术、保温层聚氨酯泡沫研究及其成果处于国内领先水平。

联系人：张济南

联系电话：15192087736

项目七：对开门冰箱自动制冰系统的研究和应用

企业名称：澳柯玛股份有限公司

项目背景：在欧美市场，带有自动制冰功能的冰箱因其便利性、多功能等特点已经成为了市场的主流，占据了绝大多数的市场份额。近年来，随着国内消费升级以及年轻一代的成长，可食用冰块的需求也呈现不断增长的态势，因此，带有自动制冰机的冰箱成为很多人的首选。由于我们国家在冰箱自动制冰技术的研发起步较晚，因此，冰箱自动制冰核心技术大都被韩日、欧美企业所掌握，并形成了专利封锁，导致产品难以在海外推广销售。同时，目前的冰箱自动制冰机还存在较多的技术问题待解决：1. 制冰系统占用冰箱间室空间大，导致冰箱容积损失大；2. 机械失效：由于包含较多的机械运动部件，容易导致部件失效，导致质量问题，并引发召回给企业带来很大的经济损失！3. 凝露和冰堵：取冰时出冰口一定会打开，如果取冰频繁也可能造成漏冷凝露，并进一步增加了能耗。给制冰机注水需要通过水管，如果水管位置不合理，水管内的水就可能会结冰，从而造成冰堵，使制冰功能失效。4. 控制系统程序错误：自动制冰机涉及到进水、制冰、取冰、碎冰、取水等多个方面的控制，容易在控制逻辑方面出现问题。

所需技术需求简要描述：结合水冻结成冰的过程，研究冰块的形状、温度等对于冻结过程的影响，冰块的形状可以从观感，

口感，冻结速度，离冰（脱模）便利性等几个方面入手，通过设计特定的制冰格（冰块形状）和对于制冰格特定的制冷方式，缩短冷气运行路径，使得冷气更快速作用于制冰机，加速冰块的冻结过程，缩短冻成实冰的时间。加快制冰的速度可以使制冰机在单位时间内制出更多的冰量。反之，在特定的冰量需求下，能够减少制冰系统占用的容积。具体技术要求：1. 单个冰块重量在12~18g之间；2. 制冰机整体系统占用容积 $\leq 20L$ ；3. 制冰系统满足24小时制冰量 ≥ 5.5 磅（约2.5kg）；4. 带有制冰功能的冰箱对比不带此功能的冰箱能耗增加值小于84kW.h/y。5. 突破专利封锁，具备完全自主知识产权。6. 可同步开展全透明冰块的研究，全透明冰块会增强客户的观感，给产品带来更大的市场推广卖点。

技术成熟度等级：当前自评等级2；实施预期等级8。

预测研发总投入：240万

对技术提供方的要求：从事制冷、结构方面研究，且研究成果处于国内领先水平。

联系人：马德刚

联系电话：18663997270

项目八：无间隙变轨铰链低噪冰箱技术的研发与应用

企业名称：澳柯玛股份有限公司

项目背景：当前，随着社会的进步，人们生活水平的提升，大容积风冷冰箱逐渐成为人们生活的必需品。大容积风冷冰箱因其冷藏、变温以及冷冻温区的间室容积大，很好地满足了当前人们日益增长的物质文化需求。大容积冰箱的体积比较大，但实际家庭摆放位置占用空间大，箱体四周更需要预留出较大空间散热，是否可以对冰箱进行嵌入式设计，置于家用厨房的嵌入式空间内或者家用橱柜等做成一体式结构设计，突出美感，节省空间，同时改善冰箱整体散热及噪音管理，使其匹配嵌入式冰箱所需的散热水平。

所需技术需求简要描述：嵌入式冰箱门体在开门运行过程中会超出箱体侧面，自由嵌入式冰箱需求冰箱及门体嵌入橱柜内部，冰箱侧面与柜体或其他障碍物预留最大间隙小于 4mm，保证冰箱嵌入橱柜后门体可以自由开门不受橱柜或其他障碍物影响干涉；开门角度可以达到 110° - 120° 范围内，可以自锁、悬停，阻尼后续根据需求增加，能够 90 度开门；同时门体减薄，保证能耗等性能参数，显示板预装盒内不出现凝露等问题，VIP 布置方式等；保证门体在关门运行过程中不会对门封条造成夹门封等现象导致门封条不平整，门不平等状态；保证合理稳定的门体出线方式，以及铰链及门体强度，保证开关门试验 10 万次合格，

跌落及斜面冲击试验合格，结构方案可在新产品中应用量产。

主要包括以下三部分技术内容：1. 无间隙自由嵌入技术：通过对门体运动轨迹的多维仿真分析设计，在保证门体运动流畅性的前提下，实现无间隙开门，完美融入家居系统。2. 多级微通散热技术：通过多级的散热提升方案有效提升冰箱冷热交换过程中的热量散出，提升产品制冷效率。3. 低阻尼变轨降噪技术：根据产品不同噪音源的产生方式，改进产品噪音，极大提升用户体验。

技术成熟度等级：当前自评等级 2；实施预期等级 8。

预测研发总投入：350 万

对技术提供方的要求：从事制冷、结构方面研究，且研究成果处于国内领先水平。

联系人：滕焕杰

联系电话：17561689591

项目九：基于温湿精控离子复合杀菌保鲜技术的研发与应用

企业名称：澳柯玛股份有限公司

项目背景：目前国内保鲜方案大多采用紫外光杀菌或者天然碧玺石模块杀菌，但这种杀菌方式无法做到冰箱内部的全空域杀菌净味。同时，目前的冰箱在温湿度保鲜存储方面还存在较多的使用问题问题待解决：1. 果蔬应季存储可实现较长生命周期存储，但目前尚无相关存储方案；2. 用户对应季蔬菜购买量远大于反季蔬菜；3. 食材存储按照固定温湿度控制，无法做到对不同食材的分类存储；4. 果蔬舱参数调节繁琐，用户几乎不调整存储模式。

所需技术需求简要描述：基于对果蔬存储环境的温湿度模拟，研究不同条件控制下的对不同蔬菜保鲜时效、保鲜效果的优化条件，通过控温保湿模块对间室实现温度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\pm 0.5\%$ 的精准控制，通过轻量化的制氮机嵌入设计，使间室内部具有氧气浓度调节功能，进而在间室内部形成固定的四季鲜储功能舱，增强果蔬在冰箱内的在生长存储，通过定时补光促进光合作用，使食材保鲜实现最优解，达到果蔬长效保鲜，始终新鲜如初；通过对离子发生器臭氧特性的检测，明确控制逻辑，使冰箱在合理的时间段内，通过特定程序逻辑控制使臭氧浓度位置在合理区间，并使冰箱的保鲜杀菌能力最优化。

目前需要攻克三项技术难题：1、温湿精控四季鲜储技术：

通过对不同季节应季果蔬最佳存储温度、湿度、氧气含量的不同，模拟果蔬的生长环境，最大程度还原生产环境，延长存储周期，具体为通过独立密封的冷藏四季保鲜密封舱储设计，使其具有独立的湿度控制模块，独立的冷藏风道风量输送装置，进而对可控间室内实现高精度长周期的温湿度控制。

2、微通道制氮排氧保鲜技术：通过轻量化的制氮机设计，将机构管路等密封于箱体内部，在果蔬盒内部填充氮气，从而调节空气中氧气含量，调控果蔬呼吸作用，具体为通过分子筛变压吸附原理（PSA），在整个冰箱间室内实现制氮排氧，能够有效降低间室内氧气浓度，抑制食材的细胞呼吸作用，增强保鲜效果，并通过箱体外设置的氧气阀实现副产品氧气的收集。

3、自适应离子分时净化保鲜技术：通过对离子发生器臭氧/负离子产生速率的研究，控制箱体内臭氧浓度始终控制在合理范围内，使杀菌效果/用户体验最优，该技术具体为通过增强负离子存续周期改善现有负离子杀菌净化效果，通过分时净化技术充分利用了臭氧高效的杀菌净味效果，根据臭氧生成/分解周期，合理控制离子发生器工作周期，将冰箱内 24 小时的平均浓度控制在 0.06 PPM +/- 0.02ppm，当臭氧浓度该区间时，可以减少 90%的细菌和 70%的气味，使杀菌装置的杀菌效果得到明显提升。同时改善臭氧异味影响用户使用的问题。

技术成熟度等级：当前自评等级 2；实施预期等级 8。

预测研发总投入:800 万

对技术提供方的要求:从事制冷、制冰方面研究，且研究成果处于国内领先水平。

联系人: 滕焕杰

联系电话: 17561689591

项目十：可再生能源驱动制冷产品冷湿精控关键技术研究

企业名称：青岛澳柯玛生物医疗有限公司

项目背景：1. 在碳达峰、碳中和的大背景下，对制冷产品也有了新的要求，传统的制冷产品大都采用市电驱动，本项目拟开发一种直接利用太阳能驱动压缩机制冷的产品，通过增加储能系统来解决太阳能在时空上波动的问题。2. WHO/PQS 系列产品标准增加了湿度控制规范，自 2023 年起要求所有产品均应具备除湿功能，平均湿度不能高于 55%，避免疫苗负载表面因高湿而滋生细菌。鉴此，本项目拟开发一种同时具备强除湿与精控温的制冷产品，属于国际首创。

所需技术需求简要描述：1. 太阳能直接驱动压缩机制冷蓄冷，采用相变材料做为储能介质。2. 开发一款太阳能随动系统，利用多路传感器对环境温度和光照等信息进行监测，基于收集到的数据对太阳能光照强度的演进进行预测，构建太阳能随动系统中太阳能板的控制策略和能量分配模型。3. 需要转速适应太阳能电池板的最大功率点，需要构建太阳能电池板最大功率点与变频压缩机转速最佳匹配模型，开发一款 MPPT 温控器，以提升在不同光照条件下的开机率及使用效率。4. 冷藏室冷湿精控，需要除湿、储能、释冷及控温之间精确耦合实现温度及相对湿度的精确控制，需要通过模拟构建以上参数的数学模型进行控制策略及相应系统的开发。

技术要求：太阳能直接驱动压缩机，无蓄电池储能、接力；使用环境温度 5~43℃，箱内平均湿度≤55%，最高湿度不超 65%，箱温控制精度±1℃，控温范围 2~8℃；冷藏室在 43℃环境温度下断电保温能力≥5 天。

技术成熟度等级：当前自评等级 2；实施预期等级 10。

预测研发总投入：600 万

对技术提供方的要求：拟与高校联合开发，要求团队在物联网与人工智能应用开发方面有较强的研发实力，有制冷设备湿度控制研发及设备远程监管系统的开发经验和项目基础。

联系人：李培荣

联系电话：0532-86763866

项目十一：石墨烯涂层换热器对制冷陈列柜抑霜性能提升的研究

企业名称：青岛澳柯玛冷链集成有限公司

项目背景：1. 在制冷、低温储存、空调热泵和其他低温场中，蒸发器翅片表面会发生霜冻。随着霜层的增加，蒸发器表面与空气间的传热热阻加大；同时会增大气流通过蒸发器时的阻力，使得蒸发器的空气流量下降，换热效率显著降低，从而降低制冷效果，增加耗电量。2. 目前市场上的制冷陈列柜为保证正常的制冷效果，控制系统每隔 2-4 小时进行电加热辅助除霜一次，使得整体能耗加大，并且为了弥补化霜造成的柜内温升而延长制冷时间会进一步增大能耗。3. 制冷系统为了采用 R290 环保制冷剂，由于灌注量限定，因此需要采用小管径的翅片蒸发器换热，但由于工艺限制导致翅片间距无法加大，会引起翅片间更迅速的结霜，产生霜堵、频繁化霜等问题，无法达到预期的节能减排目标。4. 通过使用石墨烯涂层换热器，可以提升蒸发器换热效率、减小蒸发器表面霜层厚度，实现减小制冷陈列柜除霜时间，达到大幅度提升制冷陈列柜性能和节能环保的目标。

所需技术需求简要描述：为了减轻陈列柜蒸发器在蒸发温度为 -7°C （甚至更低蒸发温度）时其翅片表面的霜层厚度，减少冷柜的除霜周期，以及应用更小管径蒸发器以获得 R290 节能环保制冷剂的使用，拟从表面超疏改性方面对蒸发器进行技术提升。

蒸发器表面超疏改性的技术路线设定为在翅片表面进行石墨烯复合材料疏水处理，要求石墨烯涂层的覆盖性要好，在翅片表面形成石墨烯超疏水涂层，减少水在翅片表面的聚集、存留，从而改善蒸发器在工况 -7°C 及以下蒸发温度的结霜密度，抑制结霜速率，缩短除霜时间；同时要求减小蒸发器管径，以使用 R290 环保节能制冷剂，降低陈列柜能耗，实现石墨烯复合材料在制冷陈列柜蒸发器上的应用。

主要技术指标是优化陈列柜蒸发器在工况为 -7°C （甚至更低蒸发温度）的结霜，整体抑霜效果从整体霜晶全覆盖率所需时间及整体结霜密度来展示，实现整体霜晶全覆盖率时间延长 0.5-1h，整体结霜密度减少 30-40%。

技术成熟度等级：当前自评等级 3；实施预期等级 9。

预测研发总投入：800 万

对技术提供方的要求：拟与高校联合开发，要求团队具有制作石墨烯涂层换热器的相关经验，具备石墨烯涂层换热器在制冷系统中的实施案例。

联系人：董晓锋

联系电话：18742085939