

南通市紫琅半导体产业协同创新联合体 2022 年第四季度高校成果发布

联合体内部使用

2022. 11

东南大学

项目名称：百纳米对准精度高端芯片封装与集成制造的关键技术

项目简介：

基于热超声和各向异性导电胶的倒装电子芯片封装原理，创新性地提出了填胶热超声倒装电子器件封装方法，解决了长期困扰高密度、细间距晶圆级倒装集成电路电子芯片封装领域无法解决的可靠性难题。

行星探测传感器：参与并成功完成了为美国航天局设计和制造高灵敏度、高可靠性火星探测 MEMS 地震仪器件，取得了低于 10ng/√Hz 噪音密度和高于 2000g 抗冲击强度的国际最好水平，实现了基于多普勒效应的三个任务之一的火星内核结构探测任务。

- 微纳系统封装与集成制造设备：研制了一台具有自主知识产权的世界先进水平微电子器件封装制造设备，创新性地使用了激光辅助加热和多种键合功能，如果量产具备促进未来微电子芯片和柔性电子发展的潜力。

- 微纳系统封装与集成制造：基于热超声和非导电胶微电子芯片封装原理，首次提出了“填胶热超声电子封装方法”，实现了自带填充的高密度芯片封装工艺，解决了长期困扰该领域无法解决的可靠性难题。

- 柔性塑料电子系统集成制造：跨领域引入了铝基柔性电子线路常温超声多层集成制造方法，首次实现了高密度、三维塑料电子线路板的制造，填补了铝线路板无法微连接的国际空白，发明了推动高性能低成本塑料电子系统大规模集成制造的关键技术。

项目名称：基于聚集诱导发光和热致延迟荧光材料的非掺杂湿法电致发光器件制备

项目简介：

本项目拟通过制备树枝状聚集诱导延迟荧光材料为发光层，引入烷基链等柔性基团改善分子溶解性和成膜性，利用位阻效应构建高度扭曲的分子构型，抑制分子间的紧密堆积，实现高固态荧光量子产率，研究其发光机理、聚集诱导发光机制和分子堆积状态等物理化学性质；利用树枝状聚集诱导延迟荧光材料良好的成膜性和较高的固态发光效率，通过湿法工艺制备高效非掺杂有机电致发光二极管，为实现固态发光和全彩显示提供新技术和新方法。

项目名称：无线终端设备指纹接入认证技术

项目简介：

通过提取无线终端的设备指纹，在局端进行指纹识别与匹配。由于发射机 RF 本振的偏移，其发射的信号进行上变频后将不可避免的产生载波频率的偏差。此外，功放的非线性，天线的耦合差别都会对发射的信号产生独特的影响。保障无线接入安全性一直是个难题。基于物理指纹的设备认证是另一种无线设备认证方法，即在基站侧通过提取无线设备发送的信号中包含的设备指纹特征来进行设备认证。这种方法无需改造和配置现有的无线终端与基站设备，而是仅需要附加一套无线设备指纹提取设备与无线接入管理设备，就可以达到鉴别伪造的链路层身份标识、并管控非法接入的目的。

通过提取无线终端的设备指纹，在局端进行指纹识别与匹配。近年来的研究表明，可以通过无线电磁波提取其发射设备的射频特征。就像每个人都有不同的指纹一样，每个射频设备的硬件也会有差异，这种射频硬件上的差异被称为“无线设备指纹”。这种硬件上的差异会反映在电磁波信号中，通过分析接收到的射频信号可以提取出设备的特征。数字信号经过数模转化后就会存在着 I/Q 两路的不平衡。此外，发射端的滤波器的通带内部平坦也会将滤波器独特的频率响应特征寄生在发射信号内。由于发射机 RF 本振的偏移，其发射的信号进行上变频后将不可避免的产生载波频率的偏差。此外，功放的非线性，天线的耦合差别都会对发射的信号产生独特的影响。

复旦大学

项目名称：半导体中非平衡载流子寿命计算方法

项目简介：

半导体器件在光照和电偏压等外界条件作用下会产生非平衡载流子。非平衡载流子的寿命对半导体器件性能有关键性影响，例如，光伏和发光器件的效率、电子器件的开关速度和功耗等都依赖于非平衡载流子寿命的长短。因此，在半导体光电器件和电子器件的设计和优化中，载流子寿命是必须要考虑的因素；要开展半导体器件的 TCAD 仿真，载流子寿命相关参数也是必需的基本参数。长期以来，这些基本参数主要通过超快光谱和电学谱等实验表征

技术来获得。当半导体中存在多种缺陷、杂质或表界面时，这些参数的表征测量变得更加困难，决定载流子寿命的关键复合机制往往难以确定，制约了载流子寿命的精准调控和器件性能的优化。复旦大学发展了一套系统的计算真实半导体中有效载流子寿命的方法和流程。基于这套系统方法的计算揭示了当前 NAMD 方法计算结果与实验结果偏差的根源，计算得到的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 、GaAs 和 CdTe 等半导体的载流子寿命均可与实验定量相符。这一结果表明，在采用这套系统方法后，基于 TDDFT 和 NAMD 方法开展载流子寿命的精确计算预测是可能的

项目名称：新型超低功耗柔性光电双调制神经突触器件

项目简介：

面向大脑启发的生物信息处理系统应用，业界提出了各种神经形态计算设备，但大多数是在刚性基板上制备的，并且其能耗水平比生物突触高几个数量级。这主要是因为长响应时间和高水平的突触后电流(PSC)限制了突触功耗的进一步降低。此外，将光信号集成到突触操作中不仅可以扩大其带宽，还可以通过协同光电调制实现更复杂的场景。该研究提出了一种新型可穿戴有机铁电人工突触，它具有两种调制模式（光调制和电调制）。由于有机半导体的高光敏性和铁电材料的超快极化切换，突触装置具有 30ns 的超快运行速度和每个突触事件 0.0675aJ 的超低功耗。在联合光电调制下，人工突触实现了联想学习。所提出的具有超低功耗的人工突触在不同的弯曲应变下表现出良好的突触可塑性。这为超低功耗人工智能系统的构建和未来可穿戴设备的发展提供了新的途径。

项目名称：适用于二维半导体的集成电路顶栅工艺方法

项目简介：

通过借鉴硅基集成电路先进制程中的“high-k 绝缘层/金属栅工艺”工艺，微电子学院包文中课题组提出了简便的非破坏性掺杂的顶栅晶体管电学性能调控工艺方法，通过利用具有不同功函数的金属栅极和电偶极子效应，设计了一种 Al/Au 双金属层栅极结构，在二维半导体晶圆上实现了对晶体管阈值电压的可控调节。

该工作首先研究了具有不同功函数的金属栅极和 Al/Au 双金属层栅极结构对二维半导体晶体管的电学性能的调控作用，验证分析了金属 Al 氧化在栅介质中诱导的电偶极子效应。

通过对生成 Al_2O_3 界面过程和能带结构的综合分析，证明了栅介质层中带正电的氧空位产生的电偶极子效应对二维半导体的非破坏性掺杂作用，并通过利用该效应和优化后的 Al/Au 双金属层结构对场效应晶体管的电学性能进行精确调控。优化匹配负载晶体管和驱动器晶体管制备性能可调且优异的反相器，获得了高电压增益、稳定可靠的逻辑电平和优异的噪声容限。基于优化获得的器件制备和调控工艺，还制备了包括基础逻辑门电路、加法器、D 锁存器等在内的小规模功能性数字电路，器件性能优异且稳定。此工作成果结合日益成熟的晶圆级二维半导体生长技术，未来有望实现更复杂二维电路的单片集成。

项目名称：一种具备光电逻辑与存储功能的氧化物半导体薄膜晶体管

项目简介：

光信号具有高带宽、无焦耳热、高速低干扰传输等优点，由光子和电子传输相融合的新型计算架构有望成为集成电路领域克服“摩尔定律”发展瓶颈的关键技术。近年来，光电混合信号算法和硅光技术等领域的发展，将光子和电子计算单元的融合深入到器件层面，从而进一步提升了光电融合芯片系统的性能。因此，基于光电融合的存算一体概念，研制新型多功能光电器件具有重要意义。面向上述需求，复旦大学微电子学院丁士进课题组采用阶梯式钙钛矿量子点浮栅，依托非晶 IGZO 薄膜晶体管的器件结构，实现了基于光电信号操作的多态存算融合功能。这种器件以具有不同带隙钙钛矿量子点作为阶梯式浮栅中的电荷俘获层和光生载流子层，因此可表现出同时受电信号与高带宽光信号编程或擦除的多态非易失存储性能（图 1）。通过使用偏压与光波长信号来进行编程，器件还可实现基于光电混合信号的逻辑运算功能（图 2）。结合上述功能，该器件能进一步展示多级逻辑运算与原位存储的融合（图 3），因此在下一代光电融合芯片系统中具有广泛的应用前景。

河海大学

项目名称：光伏系统故障状态智能诊断系统

项目简介：

光伏阵列是光伏发电系统的重要组成部分，由于其长期工作在比较恶劣的环境中，在各种因素的影响下阵列中的组件难免会发生一些故障，例如组件开路、旁路二极管短路、组件

老化等故障。故障的发生不仅会降低系统的输出功率，严重的甚至会引起火灾等严重完全事故，因此开展光伏系统故障状态的诊断研究势在必行。常见的光伏系统故障诊断方法有：基于电路结构法，基于数学模式法，基于红外图像法，基于电气测量法等等，这些方法在某些故障诊断上还是有一定效果，但大多存在精度较差，成本较高，诊断不全面等缺点。通过对光伏阵列输出 IV 特性曲线的研究，发现其 IV 曲线包含较多阵列的工作状态信息，通过特征点的分析，能很好的进行光伏系统故障状态的诊断。通过随着现在越来越多的逆变器厂商在逆变器中加入了阵列 IV 曲线扫描和通讯功能，这也给基于 IV 曲线的系统故障诊断的实现提供了条件。

所建立的光伏系统故障状态智能诊断系统，通过逆变器获取阵列的工作点数据（包括输出电流，输出电压，输出功率）以及 IV 特性曲线数据，通过配套的辐照仪和温度传感器获取环境参数。数据汇集到故障智能诊断系统中，同时系统中集成了相关的数据处理和故障诊断算法。整个诊断系统主要包括 3 个部分，分别是模型参数优化、故障预判断、故障精确判断。

1. 前期首先进行阵列模型的参数优化，通过采集的训练数据，结合粒子群优化等智能算法对阵列模型参数进行修正，不同的阵列性能状态不同，修正参数也不同，通过前期的优化，使其模型更加精确，更加接近阵列的真实状态。

2. 故障预判断过程结合环境参数和阵列工作点数据进行判断，在环境稳定情况下，通过阵列实际输出功率与理论输出功率的偏差判断阵列功率损失情况，功率持续损失过大，则认为存在疑似故障，从而达到的预判断作用，加入故障预判断流程能有效降低故障的误判率，同时尽可能减少因频繁 IV 曲线扫描带来的系统功率损失。

3. 故障精确判断过程，通过对实测 IV 曲线与理论 IV 曲线的特征点提取与比较分析，设定不同的判别条件，对可能存在的故障类型进行识别，识别的故障类型包括：二极管短路、二极管开路、组件短路、阵列开路、阴影遮挡、MPPT 跟踪异常等。

项目名称：基于纳米液态金属的高性能散热技术

项目简介：

纳米液态金属是由液态金属和纳米颗粒构成的一种高效传热介质，该新型介质具有热导

率高、流动性好、沸点高、化学性质稳定且安全无毒等优异性能。本团队采用镓基合金流体和铜纳米颗粒制备的纳米液态金属流体，具有良好的流动传热性能，其热导率是水的 60 倍，动力粘度只是水的 2.1 倍，超强的传热能力能够弥补流体粘度和密度增大带来的流阻的影响。相同条件下，纳米液态金属的换热系数是水基纳米流体换热系数的 23.8 倍，而系统消耗的泵功仍小于水基纳米流体所消耗泵功，因而纳米液态金属流体是一种适用于高密度、大功率元器件散热场合的理想工作介质

本团队研制的基于纳米液态金属的高性能散热技术是以纳米液态金属作为换热介质的一种新型换热技术，该技术采用无机械部件的电磁泵驱动流体流动，整个散热系统体积小、能耗低、散热效果好且没有任何噪音（图 3）。特别适用于高密度、大功率元器件散热设备等领域，本技术相关成果已经获得国家授权发明专利 1 项，受理发明专利 2 项。

项目名称：高精度、大量程光伏组件（阵列）IV 测量终端

项目简介：

本项目可完成 16 通道直流电流值的采集，具体包括 8 路 0-20A 直流电流值采集和 8 路 0-300mA 直流电流值采集；采用 FPGA 作为系统控制核心，完成数据采集、系统控制以及数据传输；数据传输采用 UDP 协议，传输介质为双绞线，可升级为光缆；数据采集采用同步采集方式，多通道间具有较高的幅相一致性；良好的人机交互界面，可根据实际业务需求，进行二次开发。

项目名称：电缆终端温升在线监测关键技术

项目简介：

高压充气开关柜和高压电缆分支箱等电力设备，其输出电缆一般采用绝缘套管和肘型、T 型插头等电缆终端连接而成，连接时如果由于安装等问题引起接触电阻过大，连接点的导电体会发热，由于绝缘体内部的铜导体处于高电压端，其发热状况又不能采用传统的接触或非接触的温度传感器来进行检测。

本技术通过测量电缆终端表面温度而根据内外温度梯度的关系间接测量电缆终端内部温度的方法。使用时在每个电缆头终端发热部位的外表层捆扎上一个表带式测温传感器，测

温传感器罩壳内填充保温材料。通过测量电缆终端保温点和环境温度的差值得到预先由实验测定的补偿数据，用这种方式间接得到的电缆终端内部铜导体的发热温度。

项目名称：断路器机械特性在线检测关键技术

项目简介：

本成果涉及一种断路器机械特性在线检测关键技术，断路器触头及母线连接点温升在线监测关键技术，基于位移传感技术和电流传感技术的断路器机械特性在线监测方法，可以解决断路器油脂凝固造成机构卡涩、分合闸速度降低、线圈烧毁等故障及时发现。

(1) 利用直线位移传感器或旋转式位移传感器或非接触式电磁式位移传感器，解决断路器总行程、平均分合闸速度在线监测难题。

(2) 利用 2 个霍尔传感器分别监测分合闸储能弹簧驱动电机线圈电流及监测分合闸控制电磁铁线圈电流，判断操作机构是否存在卡涩、线圈断线等故障在线监测难题。

南京航空航天大学

项目名称：高性能光电振荡器

项目简介：

高性能的微波信号源是微波领域应用的基础，然而，利用传统高速振荡产生的微波信号，其性能已经很难达到未来通信、雷达等系统的要求。随着光电子技术的快速发展，可有效地解决传统微波技术遇到的局限。光电振荡器作为一种新型的微波信号发生器能够产生频率从几个到上百吉赫兹、低相位噪声的高品质信号并具有可调谐性和光、电两种输出，是一种非常理想的信号发生装置。

项目名称：超高分辨率微波光子实时成像雷达

项目简介：

智能化将彻底地改变人们生活和工作的方式，已是人类社会发展的不可逆转的趋势。对于室外装备来说，能够在各种天气条件下实时高分辨地获取环境信息是其智能工作的前提。例如，智能驾驶、周界安全、人群目标跟踪、低空管制等都迫切需要全天候实时高分辨成像技

术的支持。微波毫米波雷达是目前唯一能全天候、全天时工作的传感器，但受限于低频电磁波本身的局限，其分辨率一般较差，难以在民用领域广泛使用。

本成果利用光子技术实现宽带微波毫米波信号的产生、复用和处理，突破了传统雷达面临的带宽和响应速度瓶颈，将有效满足智能化装备的应用需求。

项目名称：超高分辨率光矢量分析仪

项目简介：

第五代移动通信（5G）、新型相控阵/分布式雷达等新一代军民基础信息技术的兴起将引发底层光传输系统升级换代，迫切要求光器件能够对光信号的多维度（幅度、相位、偏振等）频谱进行高精细调控，对这些高端核心光器件的多维光谱响应进行精确测量已成为其创新突破及研制生产的重要前提，也是我国相关领域一直面临的“卡脖子”难题。

项目突破了国际上现有光矢量分析技术方案对测量分辨率和相位精确度的限制，创造性地采用微波光子学方法，将粗粒度的光域波长扫描转换成超高分辨率的微波频率扫描，消除了传统方法对测量分辨率和相位精确度的限制；攻克了非线性误差大、测量范围窄、动态范围小三大关键技术难题，形成了具备精确测量光芯片/器件幅度响应、相位响应和偏振响应能力的超高分辨率光矢量分析仪表，技术指标达到国际领先水平。

项目名称：高性能二进制/十进制系列加法器和乘法器的设计与技术

项目简介：

二进制算术运算被广泛应用于微处理器，数字信号处理器，但十进制小数计算普遍存在于计算机用户的各种运算当中，由于二进制与十进制的转换过程中存在误差和舍入，无法满足商业计算、金融分析、税率计算、会计、保险等领域对十进制算术运算的高精度要求。2008年发行的 IEEE754 标准修订版本包括了十进制浮点运算的 16×16 -digit 和 34×34 -digit BCD 乘法器的格式和规范。2019 年 IEEE 给出了最新版的浮点算术的草拟标准，该标准详细说明了二进制和十进制算术运算的转换，算术格式和标准。

团队长期从事二进制和十进制计算机算术运算单元领域的研究，在二进制/十进制加法器和乘法器等方面提出了一系列创新性的算法和电路结构，研究成果包括基于混合编码的高

性能十进制乘法器（发表的论文获 2017 年 12 月 IEEE TC Feature Paper）、基于 ODDS 编码的 m:n 十进制压缩器（例如 3:2、4:2 和 6:3 ODDS 压缩器）、高速并行前缀/进位选择与跳跃加法器、消除纠错字的二进制乘法器、条件推测性十进制加法器、高性能并行全冗余十进制乘法器等，所设计的电路达到国际先进水平。

青岛理工大学

项目名称：IP 指纹保护技术

项目简介：

属于 IP 芯核集成电路的 IP 保护技术领域，是对 IP 芯核进行数字指纹嵌入和验证的一种指纹方法。包括指纹嵌入部分和指纹验证部分。指纹嵌入部分包括：首先把版权信息加密后生成数字指纹，IP 设计经过预处理后，完成数字指纹与网表单元的映射，将映射的网表单元固定，运行 EDA 电路划分工具，完成数字指纹的嵌入。指纹验证部分采用模糊匹配算法与存在版权纠纷的 IP 模块进行比对。该指纹方法效率高、费用低和开销低。

项目名称：一种基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法

项目简介：

本发明公开了一种基于诱骗态量子随机化密钥的 RFID 系统双向认证方法，该方法，包括步骤（1）：RFID 读取器关联 EPC 信息服务器，并启动 EPC 信息服务器；步骤（2）：EPC 信息服务器启动后，EPC 信息服务器向 RFID 读取器等概率发送信息态与诱骗态两种弱相干光；步骤（3）：RFID 读取器接收信息态与诱骗态两种弱相干光，并提取密钥；步骤（4）：RFID 读取器将密钥发送给 RFID 标签；RFID 标签对标签信息进行加密，并将加密后的标签信息经 RFID 读取器转发至 EPC 信息服务器进行认证；步骤（5）：EPC 信息服务器将其内存储的标签信息进行加密，并将加密后的标签信息经 RFID 读取器转发至 RFID 标签进行认证。

项目名称：一种颗粒体系动力链的识别方法

项目简介：

本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种颗粒体系动力链识别的方法，实时计算颗粒力和位移等宏观物理量，实现颗粒体系动力链的识别及提取，能够对真实实验获得的数字图像进行分析，获得图像对应时刻的接触力大小，并提取出该时刻动力链网络，对时间序列图像进行分析，可以分析动力链网络的发展及演变。

项目名称：一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法

项目简介：

本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法，利用 XCT 扫描颗粒体系对扫描得到的图像进行数字体相关运算，获得颗粒的三维位移和应变，计算获得颗粒间接触力。本发明属于颗粒体系力链识别技术领域，涉及一种三维颗粒体系中颗粒间接触力计算与力链的识别方法，将圆球放置于刚性容器中构成三维颗粒体系，利用加载压头对其进行加压并通过 XCT 扫描仪来采集原始序列图像和目标序列图像，利用数字体相关方法对采集的原始序列图像和目标序列图像分析来获得各点的应力，再对目标图像进行图像边缘检测，对颗粒形心进行识别，读取颗粒形心坐标和各颗粒的接触点位置坐标，根据每个颗粒平衡条件建立方程组，求解上述方程组，来获得每个颗粒上所有接触点处的接触力 f_i 的大小以及方向；该方法原理简单，所需设备简单易得，使用方便灵活，测量结果准确，实用性强，应用环境友好，市场前景广阔。

项目名称：普通及特殊多环境的人工智能机器视觉识别装置

项目简介：

本实用新型的优点：本实用新型针对背景技术中，人工智能机器视觉识别方法图形图像识别算法运算量大，且识别对象特征单一，识别率低；以及使用通用设备，而不适合于超低温、高真空、微重力、超高温、超高压、强腐蚀、强辐射等特殊环境使用等问题。提出使用占空比精确控制制造的矩形光栅，进行空间分频，结合频谱选择器，同级次频谱合成，利用波片将零频光能量转移到奇数次频谱，提高高空间频率正弦结构光的对比度，结合针对单一波长设计的单色专用镜头，有效降低波像差；分频投影方式，不会出现频率混叠，容易实现滤波算法设计，减少软件运算量，减轻图像处理 CPU 的运算压力；零频光能量的有效利用，

提高局部大曲率位置的条纹密度及正弦结构光的对比度，利于获取远距离及大尺寸的清晰图像，提高模式识别率；利用激光测距系统，实现在不同距离位置波像差的实时补偿，有效提高拍摄对象的清晰度，提高识别精度。

项目名称：正弦结构光记录全息图装置

项目简介：

本实用新型目的在于解决背景技术中：全息图记录必须保证光程差稳定的根本要求，而必须需要隔振平台和安静的空间等苛刻的环境要求等问题，以及大尺寸全息图记录需要的高感光度全息干板等问题，提供一种正弦结构光记录全息图装置。本实用新型属于全息图的记录领域，涉及利用波片、矩形光栅或正弦光栅、滤光片及光学空间滤波器，进行空间分频、合成，产生较高空间频率的二维正弦结构光，结合远心镜头及高速 CCD（全息干板），记录全息图的一种装置。

南京理工大学

项目名称：用于芯片制造的白光显微干涉仪及系统

项目简介：

白光显微干涉仪及系统，是用于芯片开发的主要检测仪器。广泛应用于集成电路芯片制造及封装工艺，检测光刻投影物镜镜面表面粗糙度、硅片表面粗糙度与集成电路芯片表面微观结构形貌。垂直分辨率达 0.06nm，技术指标国际领先，仪器成熟度已达 7 级。可测各类从超光滑到粗糙、低反射率到高反射率的物体表面，从纳米到微米级别工件的粗糙度、平整度、微观几何轮廓、曲率。

受工业与信息化部国防科工局技术基础项目和科技部国家重大科学仪器设备开发专项“相位调制干涉仪关键部件与仪器开发应用”（2013YQ150829）的资助，南京理工大学研制开发了白光显微干涉仪及系统，取得了专利成果，样机在中科院微电子所，中国工程物理研究院核聚变研究中心等军民领域得到了应用。

项目名称：基于 PVDF 压电薄膜的传感测试技术

项目简介：

PVDF（聚偏二氟乙烯）压电薄膜是一种有机高分子聚合物，经热、冷拉伸并在居里点温度下进行极化处理后表现出压电、热电特性，具有重量轻、柔软不脆、耐冲击，可形成任意面积测量范围，频带响应宽。具有独特的介电效应、压电效应、热电效应。与传统的压电材料相比具有频响宽、动态范围大、机电转换灵敏度高、机械性能强度高、声阻抗易匹配、传感面积任意设计、成本低、质量轻等特点。

开发的基于 PVDF 压电薄膜传感器结构简单、成本低、灵敏度高，受力面积任意大小，使用寿命长，可制成标准传感器，也可根据需求直接设置在被测物体上，测试效果好。根据不同的工作环境已建立配套标定系统，确保了传感器的可靠性。已应用精准测试发射装药与弹丸的相互作用力，为发射装药安全性评估提供关键的膛内力学环境等参数，确保发射装药发射安全。该技术是 2010 年国防技术发明一等奖和 2011 年国家技术发明二等奖的重要组成部分。

项目名称：激光尘埃粒子计数传感器

项目简介：

本项目主要是针对大流量 $0.3\mu\text{m}$ 颗粒测量水平的粒子计数器研发和生产，采样流量设计达到了 28.3L/min 的水平，并且用 $0.38\mu\text{m}$ 和 $0.54\mu\text{m}$ 标准粒子对传感器进行了标定，其 $0.38\mu\text{m}$ 的标准粒子信噪比约为 10 倍左右，仪器对两种粒子的信号分辨率超过 75%，高于 GBT6167-2007 国家标准中 70% 的要求，为国家首个通过 CMC 认证的 28.3L/min 大流量尘埃粒子计数器。提高了传感器各个方面的性能，和国外同类产品相比，价格大幅降低。

项目名称：麦克风阵列声源识别、定向和定位技术

项目简介：

利用麦克风阵列技术准确定向声源，采用模式识别技术辨别并区分话音和其它声响，采用时延和几何方法确定声源方位，实时处理，算法稳定，抗噪能力强。

应用于监控摄像头辅助系统（引导摄像头转向异常方向，标定录像带中的异常时刻，异

常情况时报警等），室内防盗系统（识别破门破窗等异常声响并录音或报警），办公室夜间防盗系统（识别并定向或定位夜间出现的各类异常声响并录音或报警），交通监控系统，保护区监控系统（如偷猎者方位，非法车辆识别、定位和报警等），视像会议系统中的话者定向，机械异常声响识别和定位，基于麦克风阵列的语音获取系统的话者定向或定位，灾场搜寻系统（机器人载，无人机载，营救人员穿戴）。

项目名称：基于网络的多功能 IC 卡控制器

项目简介：

IC 卡做为一个身份识别和小额支付的一种方式，逐渐被人们接受，人们已经习惯使用 IC 卡做为门禁刷卡，上下班刷卡，公交地铁刷卡，上医院刷卡，单位食堂刷卡等。当人们都有 IC 卡时，就可利用人们手中做更多事。每开开辟一种新业务就是一个很大的商机。本项目已经实现了基于网络的多功能 IC 卡控制器平台，只要找到新业务就能直接使用。

南京邮电大学

项目名称：基于视频语义的目标对象社交关系识别方法

项目简介：

本成果提供了基于视频语义的目标对象社交关系识别方法，首先对用户输入的视频数据预处理，得到镜头图像帧序列，从中取出关键帧，通过 SVM 学习模型提取该关键帧的特征向量，将分析特征向量得到的镜头语义存储到 XML 文件中镜头结点，然后根据每一个镜头的结点下时间和人物所对应的语义结点，把拥有相同的人物语义结点的镜头结点归为一组镜头结点，将已分类好的每组镜头结点的数据按照名称为时间结点的结点值的递增顺序保存到 XML 文件的场景结点下，依次构造出镜头语义序列，代表相应的场景；最后用场景语义矩阵来存储场景中人物的语义信息和社交关系，再通过取并集的方式，将所有的场景语义矩阵中的人物语义信息和社交关系合并成一个大的代表视频语义的矩阵。本成果能够有效推理出视频中蕴含的社交关系，可应用于视频处理、安防监控等领域。

项目名称：聚苯乙烯磺酸钠修饰的单层石墨烯电极及其在有机光伏器件中的应用

项目简介：

石墨烯材料因其独特的电学和光学特性使其成为最具吸引力的新型柔性透明电极材料。目前采用的化学气相沉积法制备的石墨烯薄膜在用于制备光电子器件电极的过程中极易受到转移工艺条件的影响，导致石墨烯基的光电子器件成品率较低，严重影响其量产及其产业化发展。本成果给出了一种用聚苯乙烯磺酸钠（PSS）修饰单层石墨烯的方法，处理后的石墨烯提高了功函数和亲水性，并且增大了载流子/激子复合阻力。将处理后的石墨烯用作有机太阳能电池（OPV）的阳极后，使电池的功率转换效率提升了 56.4%。通过将 1,2,5-噻二唑并十二环芳香烃掺入活性层进一步增大载流子/激子复合阻力并促进光吸收后，制备的三元混合 OPV 实现了 6.29%的高功率转换效率。本技术促进了石墨烯电极在有机光伏器件中的应用。

项目名称：二合一方法转移石墨烯简化 OLED 制备工序

项目简介：

我们提出了一种简单高效的二合一石墨烯转移方法，其中 TFB 层不仅在石墨烯转移过程中起到保护作用，而且在随后制备的 OLED 中起到空穴注入层的作用。用丙酮（TFB 的正交溶剂）除去 PMMA 之后，TFB 薄膜完全保留在石墨烯表面，且表现出平滑、均匀及没有 PMMA 残余的表面形貌。与此同时，我们直接在 TFB 薄膜上制备绿光 OLED 器件。基于二合一法转移的石墨烯制备的 OLED 由于具有无 PMMA 残余的干净 TFB 表面，表现出比传统法转移石墨烯 OLED 更好的器件性能，比如启亮电压从 5.3V 降至 3.9V，发光效率和功率效率分别从 64.8cd/A 和 18.5lm/W 提高到 74.5cd/A 和 26.6lm/W。因此，所提出的二合一石墨烯转移方法实现了高效的器件制备的同时降低了生产成本，同时它也适用于卷对卷制备工艺，预计此类石墨烯制备工艺可以降低制备石墨烯基 OLED 显示器件的成本，应用于手机、电视等显示领域。

项目名称：石墨烯基 OLED 中负微分电阻现象研究

项目简介：

石墨烯材料因其独特的电学和光学特性使其成为最具吸引力的 OLED 新型柔性透明电极

材料。由于化学气相沉积法合成高质量、大面积石墨烯工艺苛刻，石墨烯电极质量极易受到转移过程工艺条件的影响，石墨烯基 OLED 器件的制备成品率较低，严重影响其量产及其产业化发展。本研究指出 PMMA 残余影响有机溶液在石墨烯表面的铺展能力和成膜质量，导致功能膜层不连续致使 OLED 发生短路现象或易击穿失效，是导致石墨烯基 OLED 器件成品率低的主要原因。此外，本研究还发现 PMMA 残余还导致制备成功的 OLED 器件发生负微分电阻和滞后现象，降低器件的发光效率。我们提出使用电流预处理的方法利用产生的焦耳热使 PMMA 发生降解进而消除负微分电阻现象。石墨烯基的有机发光器件经过电流预处理之后器件的发光效率从 22.9 提高到 45.3cdA⁻¹，使用外耦合棱镜之后器件发光效率为 90.2cdA⁻¹，器件效率分别提高了 98%和 294%。本研究揭示了绝缘有机材料残余导致器件发生负微分电阻现象，进而提出的低压多次连续电流扫描预处理的方法可以有效的消除石墨烯基 OLED 中的负微分电阻现象，显著提高器件性能。基于此技术制备的高效石墨烯基 OLED 显示设备可应用于手机、电视等显示领域。

项目名称：低频声能量收集器

项目简介：

能量回收技术对无线传感器网络的供电、摆脱电池限制和状态监测意义重大。声能量是环境中的一种常见能量，其能量在传输过程中较少的受到地理环境、气象条件、能量传输距离等条件的限制，如以合适的装置加以俘获和存储，可对低功耗电子器件实现供电。本研究成果研究和开发了基于 Helmholtz 共振、四分之一波长管共振、声学超材料局域共振等多种不同机理的声学能量收集器，可实现在小体积下对低频声能量的有效俘获，能量转换效率可高达 20%。通过有限元仿真对结构进行了优化设计，并进一步在实验测试结果表明，在 110 分贝声压级，150Hz 下能量收集器的输出功率可达 200 微瓦。此外，这类能量收集器还具有较好的声学性能。本研究成果所设计的装置体积小、调谐性能好、适用于 500Hz 以下低频声、可进行阵列化处理，有望用于流体管道、道路声屏障、工厂车间、交通运输工具等噪声较大的应用场合。

项目名称：基于云平台的虹膜识别技术及应用关键技术研究

项目简介：

主要功能：

基于虹膜生物特征识别的智能门锁系统,利用虹膜识别技术来记录访客信息,实现智能门锁门禁。基于虹膜识别的门锁具备先进的虹膜图像识别算法、主动视觉反馈,智能语言和光学引导、双目采集、强大的网络化计算机能力、智能远程识别信息授权平台,可以实现身份精准验证,快速识别的功能。

先进性:具备领先的虹膜识别关键技术,能够实现快速精准识别,不受光线、眼镜以及眼周遮挡的问题的影响。快速将传统虹膜识别系统转化为移动互联网的智能虹膜识别服务系统,统一综合的虹膜图像管理系统,保证安全性,难以伪造,降低虹膜识别系统的处理成本,提高虹膜识别的处理速度和识别精度,唯一性好。

应用场合:金融系统、门禁系统、房地产行业、电子商务、火车站、机场,监狱等

项目名称:基于氧化钽忆阻器件三个电阻转变区间的电学特性和传输机制的研究

项目简介:

忆阻器(memristor),是一种基于“记忆”外加电压或电流历史而动态改变其内部电阻状态的器件,在拥有巨大应用前景的同时,其在从科研转向产业化的关键阶段也面临着诸多挑战。基于过渡金属氧化物 TaOx 的忆阻器件有很好的多级电阻转变特性,它是模拟存储器以及神经形态系统应用的主要候选者之一。我们通过分析三个不同电阻区间的传输特性揭示了氧化钽忆阻器件的电子传输机制。通过量子点接触模型结合第一计算原理,我们揭示了氧化钽忆阻器件不同的导电行为。研究结果显示低电阻转变区间具有很高的开关次数,这是因为在另外两个电阻转变区间(中间电阻和高电阻转变区间)存在单个量子导电通道,在单个量子导电通道附近存在增强的不稳定性以及由热效应引起的噪声。该研究成果可以指导我们在实际的样品制备、测试和应用研究方面避开量子效应的影响,提高忆阻器件样品的可靠性和成活率。

项目名称:应用于 5G 通信的宽带低噪声放大器

项目简介:

目前各代通讯标准所使用的频段各不相同，以中国移动为例，2G 频段上行频率（UL）包括为 885-909MHz，3G 频段上行频率 2010-2025MHz，4G 上行频率包括为：2575-2635MHz，未来 5G 通讯标准的上行频段在某些场合也会达到 5-6G。但是随着通讯标准的不断完善，WiFi、蓝牙等模块的加入，增加了多个收发系统集成的难度。宽带收发系统的开发显得很有必要。低噪声放大器作为射频收发系统的重要模块，它实现了对信号的第一次放大，同时决定了整个接收系统的噪声特性。为满足各个频段兼容的要求，低噪声放大器必须具备更高的带宽，更好的噪声性能。本成果是一款适用于 5G 通信的宽带低噪声放大器，结构简单，且芯片占用面积较小，节约制造成本。本设计创新性地将反相器结构引入宽带 LNA 设计中，用前后两级的电流复用技术，实现了宽带和低噪声性能，实现了无电感的宽带 LNA 芯片。本成果用极小的面积实现了 0.5-6GHz 范围内的全频带低噪声放大，仅为 $0.5\text{mm} \times 0.26\text{mm}$ ，在整个频段内，噪声系数 $<2.8\text{dB}$ ，功耗 $<20\text{mW}$ ，增益 $>20\text{dB}$ ，线性度 $>-10\text{dB}$ 。

青岛大学

项目名称：基于 FPGA 的 TFT-LCD 液晶屏的差分数据格式转换系

项目简介：

低压差分 LVDS (Low-Voltage Differential Signaling) 传输技术因具有低功耗、低误码率、低串扰辐射等特点，被广泛地应用在高带宽和高速 I/O 接口通信系统中。目前，在各种类型的 TFT-LCD (thin film transistor-liquid crystal display) 薄膜晶体管液晶显示屏的图像数据接口通信中都采用 LVDS 传输技术。但是不同厂家、不同尺寸、不同分辨率的 TFT-LCD 屏对应传输信号的差分格式及协议不同，影响了屏的兼容性，为生产视频处理电路主板的厂家测试带来了极大的不方便，实际生产中急需要把种类繁多的差分数据协议转换成具有多媒体标准协议的 TMDS 数据格式。本项目将对应不同尺寸、不同分辨率、不同传码率的 TFT-LCD 液晶显示屏的差分数据格式及传输协议的图像信号转换为多媒体标准协议的 TMDS 格式信号，采用片上系统 FPGA 器件实现，提高显示屏的兼容性，方便生产显示器的厂家测试电路主板，提高了生产效率。

项目名称：空间光通讯关键材料与器件

项目简介：

空间光通讯是以激光作为信息载体，是一种不需要任何有线信道作为传输媒介的通信方式。它结合了微波通信和光纤通信的优势，具有速率高、功耗低、机动性强等特点，在卫星通信、本地宽带接入和军事通信领域都具有极大的发展潜力。大功率电光调制是空间光通信、强场激光物理、星载激光雷达、激光武器、激光聚变能源、材料激光加工等领域的关键技术，也是制约我国该领域发展的瓶颈之一。PMN-PT 透明陶瓷综合性能优异，是实现大功率电光调制的理想材料。它的电光效应约为 LiNbO₃ 晶体的 100 倍，PLZT 的 10 倍；半波电压仅约 200V，远低于 LiNbO₃、LGS、BBO、KDP 晶体的 3000-8000V；抗激光损伤阈值为 1.12GW/cm²，远高于 LiNbO₃ 单晶的 100MW/cm²、KDP 晶体的 600MW/cm²；而且具有响应速度快，不易潮解，稳定性好等优点，特别适合研发大功率、高速率电光调制器件。与单晶相比，陶瓷还具有制备周期短、生产成本低、掺杂浓度高、组分均匀、器件加工简单、可制成尺寸大、形状复杂的制品等优点。本项目自主制备的 PMN-PT 透明陶瓷，透光率和电光性能优异均居国内高校前列，基本满足应用要求，打破了原材料卡脖子的问题。并基于自主制备的 PMN-PT 透明陶瓷制作了电光通讯器件，实现了包括音频的传输和视频传输的近距离空间光通讯实验。验证了空间光通讯的可行性，并为进一步远距离的光通讯实验奠定了坚实理论与实验基础，具有良好的应用前景。

项目名称：重型装备智能制造尺寸与精度检测控制系统

项目简介：

主要产品“DACS 智能制造精度管理系统”已研发完成，其基于大数据、云服务等基础设施，并对车间级物联网技术、大范围大场景精密实景复制技术、生产物流实时定位技术、基于虚拟现实、精密测量、人工智能、机器人的模拟生产和模拟建造拼装关键技术进行了实现、集成与应用。主要服务于船舶、海工等工程装备制造企业的智能生产过程的精度控制与管理，已成功应用于青岛海西湾船舶与海洋工程产业基地、四方庞巴迪股份有限公司动车组检测、烟威地区船舶制造基地及全国相关企业 100 余家，促进生产力、缩短工程周期、提高工程质量，助力中国由“造船大国”转向“造船强国”。

项目名称：与负载无关的高精度低成本恒流-恒压无线充电装置

项目简介：

针对“单管逆变无线电能传输技术”无法实现与负载突变无关的恒流-恒压输出特性这一世界难题，在世界上首次提出了在逆变电路的发射-接收端对应加入 P-CLCL 补偿网络，通过切换开关频率的方式成功地实现了与负载无关的恒压-恒流输出，极大地提高了控制精度，同时使单管逆变无线电能传输系统减少了一级恒流-恒压变换器，从而极大地提高了功率密度和传输效率。可实现对锂电池的高精度低成本恒流恒压无线充电，具有非常重大的实用价值和现实意义。

项目名称：低倍率超长循环寿命的锌离子电池

项目简介：

碱性锌电池在一次性电池市场占据重要地位。然而，使用碱性电解液使得负极锌枝晶严重，循环寿命低。锌离子电池作为一种新兴的二次电池，具有成本低、环境友好、本质安全性和高能量密度等优点，同时，使用中性电解液有效缓解了锌枝晶问题，相对于碱性锌电池循环寿命大幅提升，是未来大规模电能存储应用最有希望的竞争者。以二氧化锰为代表的锰基化合物具有资源丰富、成本低、环境友好、比容量和放电平台高等优点，将锌离子电池推向商业化应用的新台阶。由于在放电过程中，二氧化锰得电子因 Jahn-Teller 发生歧化反应，部分锰溶解于电解液中造成容量不可逆衰减进而导致循环稳定性下降；同时，在锌离子充电过程中不均匀沉积所带来的锌枝晶同样使得循环性能降低。特别注意的是在小电流充放电时，容量衰减更加明显。因此，在提高锌离子电池循环稳定性是目前锌离子电池产业化所面临的重大问题。通过微结构调控及过渡金属掺杂等策略，减轻二氧化锰在放电过程中的 Jahn-Teller 畸变，使锌离子电池在 0.3A/g 的小电流密度下循环 500 次容量保留率达到 80% 以上，以实现低倍率超长循环寿命的锌离子电池。

青岛科技大学

项目名称：柔性导磁材料制备技术与产业化

项目简介:

随着南方采暖市场的兴起与北方大部分地区采暖方式的改变,碳纤维在电采暖领域的应用前景越来越广阔。近年来,科技进步使碳纤维材料成本逐渐降低,原来仅应用于现代宇航领域的高效电热转换材料,在日常生活中逐渐得以利用,包括电热壁画、电热椅垫和电热膜等,这些产品投放市场后,以其加热快,安装调控方便,表面温度适中等成为市场最受欢迎的民用电采暖产品。本产品对面发热碳晶发热材料制备和产品研发进行研究,将原碳纤维长,强度高、防水阻燃,可分户、分室采暖和计量等一系列优点,达到既节能又环保的目的,具有良好的经济效益和社会效益

项目名称: 超导电橡胶屏蔽材料

项目简介:

本成果涉及的是一种采用创新技术制备的新型超导电橡胶屏蔽材料。它以单壁碳纳米管/氧化石墨烯/银纳米粒子(SWNT/rGO/AgNP)构建的三维导电网络为骨架,通过回填硅橡胶制备而得。技术路线:1)通过Sol-Gel法构建rGO/SWNT三维网络,2)采用化学还原法将AgNP原位沉积到rGO/SWNT网络制得SWNT/rGO/AgNP三维网络,3)真空辅助回填液体硅橡胶、交联固化制得目标材料。与传统超导电橡胶屏蔽材料相比,本成果中的新橡胶屏蔽材料具有成本低、密度小、力学性能高、复杂环境下稳定性强等优点。目前已实现的技术指标:电阻率 $\leq 0.005 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

江苏大学

项目名称: 基于热管技术的微电子/光电子器件冷却

项目简介:

在微电子/光电器件高效散热方面取得系列成果,具体应用包括半导体芯片、大功率LED、激光器和太阳能电池冷却等多个方面,同时在动力电池和数据中心热管理方面也具有很好应用前景。先后承担包括国家、省部级和企业委托等项目多项,获教育部自然科学一等奖和江苏省科技进步二等奖各1项,授权国家发明专利4项。

项目名称：新型三维硅结构超级电容器电极材料的设计与制备

项目简介：

随着便携式电子设备的发展，人们对微型储能器件的要求也越来越高。大多数半导体元件都是以硅为原料进行制备的，硅材料在光电子、微电子等产业中占据了绝对的主导地位。因此，硅是一种理想的芯片储能用微型超级电容器电极材料，以硅为基底制备的微型超级电容器，可以较好地与其供电的微电子电路一起构建到芯片中，具有长远的应用前景。三维硅结构具有尺度小、比表面积大的优点，有利于搭载更多的电极活性物质，增加电极材料与电解质的接触面积，提高器件的比容量。传统的硅基超级电容器中，大部分是以硅的背电极为电荷收集层，如在单晶硅的背面，蒸镀铝金属作为电荷收集层，该结构需要硅进行电荷的传导，为减少电荷在传输过程中的损失，硅的纯度和导电率比较高。高纯度核高导电率会提高硅的原料的成本。与此同时为阻止硅的表面氧化和光腐蚀，需要对硅其表面钝化或修饰。目前，基于该结构，国内外的研究者已经制备出了一系列的硅基超级电容器，但制备步骤比较复杂，制备过程中可能需要采用 CVD 法、ALD 法，或高温煅烧法来钝化硅的表面，工艺比较复杂，制作成本比较高。针对现有技术中存在的问题，本发明提供一种在三维硅结构上电极材料的设计与制备方法。该方法以三维硅结构为基底，在其表面制备活性层，将电荷收集层覆盖在活性层表面。电荷收集层以银纳米线或碳纳米管等二维高导材料为主体，导电聚合物为粘结剂，在活性层表面制备出导电性较高的多孔网络状电荷收集层。在制备大面积的电极材料时，为增加电荷的收集效率，可以在高导层 183 表面蒸镀金属栅电极材料。该方法制备的三维硅结构电极材料，无需考虑硅基底的导电率、纯度和晶型，也不需要硅表面进行钝化，降低了硅电极材料的原料成本，简化了硅电极的制备方法。理论上可以以现有硅器件上剩余的硅为基底制备电极材料，有利于硅电容器与其他器件的芯片集成，对于发展芯片储能用微型超级电容器，实现超级电容器与其供电器件的有效集成具有广泛的应用前景。

项目名称：晶硅切割废料制备锂离子电池负极材料

项目简介：

动力电池是新能源汽车的核心部件，在生产成本中占比最高，目前主要采用高性能锂离子

子电池。在制造锂离子电池的关键材料中，负极材料是决定锂离子电池工作性能和价格的重要因素。目前商业化的负极材料主要是石墨类碳负极材料，其实际容量已接近理论值(372mAh/g)，很难再有提升。近年来，硅基负极材料渗透率将逐渐提高。硅的理论比容量值高达 4200mAh/g。但单质硅负极在充放电循环过程中会产生剧烈的体积膨胀，导致其在嵌锂/脱锂过程中急速粉末化或者出现裂痕，使寿命急速衰减。蛋黄壳结构复合硅基材料(—yolk-shell || Si@void@C)是一种特殊的构型，这种结构在硅内核与外围空心球碳壳层之间预留足够的空间，用于缓解硅的体积膨胀。在空间预留合理的情况下，硅的体积变化被限制在空心碳球内部，而不会导致外层碳壳的破裂。外层碳壳也可以隔绝电解液与硅的接触，减少副反应的发生，并增强材料本身的导电性能。这种结构不仅可以提高材料的电化学循环性能，还可以减少循环过程中的不可逆容量损失，保持较高的库伦效率。尽管“yolk-shell || Si@void@C 的电化学性能优异，但是目前其制备成本仍然很高，合成方法需要比较复杂的工艺及设备，很难实现大规模商业化生产。本项目以产业交叉视角入手，选择光伏产业大量产生的硅片切割废料作为廉价硅源。光伏产业在制备太阳能电池时，必须采用金刚线切割技术将多晶硅锭或单晶硅棒切割成硅片。由于切割线的直径和硅片的厚度接近，有 30%以上的高纯硅被切磨成硅粉。2019 年国内切片厂产生的切割废料达 10 万吨以上，且基本上处于闲置或低价值利用状态。通过对纯化和球磨后的硅片切割废料进行可控氧化、碳包覆和碱液刻蚀氧化层等改性，制备低成本的一yolk-shell || Si@void@C 复合材料，以作为具有高比容量和高循环性能的动力电池用锂离子电池负极材料。该技术方案将光伏产业和锂离子电池产业结合在一起，既解决了光伏产业废料的后续处理问题，也实现了电池级硅基负极材料的高质、高效制备，具有极为可观的经济和社会价值。

项目名称：通过增强气流扰动来提高散热的氮气冷却单晶生长炉

项目简介：

电子级单晶硅是大规模集成电路发展的基石，在商用半导体器件和集成电路芯片中，硅基微电子原件占主流。当前制备单晶硅主要有两种技术，即悬浮区熔法和直拉法，悬浮区熔法应用于大功率器件领域，而直拉法应用于微电子、芯片和太阳能领域，直拉法也是最主要的单晶硅制备方法。本项目提供一种增强气流扰动的氮气冷却装置，在一般的水冷套装置中，

冷却水的传热效率往往很低，这一方面是由于水的比定容热容 ($1402\text{J/kg}\cdot\text{K}$) 相比于氦气 ($3153\text{J/kg}\cdot\text{K}$) 要低；另一方面也包括水的物理流动性没有气体强的因素。该装置充分结合氦气流动的特点，使氦气在气冷套当中充分流动，以达到强化整个气冷套的散热能力。整个项目设置单晶生长炉、可控流速的氦气冷却装置、冷却装置内为稳定流动的氦气，炉体外部设置气热交换系统用于冷却炉体内出来的高温热气并将冷却后的气体再送入炉体内。在气冷装置的内部中空结构的基础之上设置有多个阻流挡板，阻流挡板起到增强对气流扰动的作用，通过增强气流的扰动形成湍流，从而增大氦气的换热能力，整个气冷套设置 12 个阻流挡板，每个阻流挡板的方向为逆气流方向 45° 角度，逆气流方向安装能够增大气流与气冷套内壁有效接触面积，每个挡板的夹角内形成了涡旋。整个水冷装置温度稳定在一个略低于炉体平均内温的温度，产生一种稳定热场和温差，使热流方向指向水冷装置表面，提高了换热速率。

江南大学

项目名称：基于氮化镓的中短距离微波无线充电系统

项目简介：

基于氮化镓的中短距离微波无线充电系统，其主要用于对设备进行小功率无线充电，其主要包括以下步骤，使用 DC-RF 模块产生 $915\text{MHz}/2.45\text{GHz}/5.8\text{GHz}$ 的射频能量，其功率根据无线充电距离进行调控；2、使用发射天线将射频能量辐射至空间，实现无线能量传输，天线参数根据系统尺寸和传输距离进行调控。3、使用接收天线对无线能量进行捕获，并利用氮化镓 RF-DC 整流器将其变为直流，整流器功率容量\最佳效率点根据充电功率进行调整。4、使用 DC-DC 对输出直流电压进行变换和稳压，实现设备充电。设备整体尺寸和传输距离成正比相关，充电效率和传输距离负相关，均可以根据实际场景和现行法规进行调整。

项目名称：高功率密度模块化储能功率变流器

项目简介：

储能变流器是光储系统中的关键设备之一。传统储能双向功率变流器通常采用两电平拓扑，受限于开关器件的电压等级，无法在 1500V 直流电网中应用。本研究成果提出一种基于飞跨电容三电平拓扑的模块化储能功率变流器，有效解决了开关器件的耐压问题，具备双向

四象限功率变换器能力，同时功率变换器的效率达到 99.5%。该变换器具有模块化结构，便于安装、易于系统扩容，且具有高防护等级，适用于多场景应用。

项目名称：基于电能路由器的数据中心直流配电系统

项目简介：

数据中心建设工作的重中之重就是能够保障通信系统的正常运行，即高可靠性的数据中心供电系统。如何建设出结构简单、成本低、效率高、运行可靠、维护方便的供电系统，是数据中心建设的关键问题。近年来，基于电能路由器的高压直流供电系统应用越来越广泛，可有效取代传统 UPS 供电。相比传统交流配电方式，高压直流供电节省了大体积变压器和数量巨大的末端整流装置，有效降低供电成本，提升供电效率。

项目名称：基于“互联网+”的提升机性能智能检测系统

项目简介：

本成果涉及一种结合互联网技术的提升机性能智能检测系统，适用于目前国内外主流的各类提升机，可用于绝缘电阻检测、静载检测、额载检测、动载检测和滑降速度检测。系统由上位机单元、下位控制单元、传感器与数据采集单元和机械结构单元构成，采用面向对象的程序语言开发上位机主控制程序，与 PLC 协同控制系统运行，同时联用网络数据库技术，实现了数据本地、远程双存储，便于远程监管。本系统安装方便、操作简单，报告可自动生成并打印。