

宁波市“科技创新 2025”重大专项 实施方案

二〇一九年一月

宁波市“科技创新 2025”重大专项 实施方案编制情况

为深入贯彻党的十九大、省市党代会、市委经济工作会议和全市“六争攻坚”推进大会精神，深入实施创新驱动发展战略，推进落实“六争攻坚、三年攀高”行动部署，加快形成宁波科技创新发展新优势，更好地引领支撑全市经济高质量发展，宁波市科技局编制形成了《宁波市“科技创新 2025”重大专项实施方案》（以下简称“重大专项”）。现将重大专项编制情况说明如下：

一、谋划重大专项的背景

重大专项充分发挥社会主义制度集中力量办大事的优势以及市场在资源配置中的决定性作用，通过政府组织，联动企业、高校、科研院所，面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，筛选出一批关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术，通过重大技术攻关、重大战略产品开发、重大科技成果转化、重大科技示范工程建设等路径，提升优势产业集群竞争力，培育一批新兴产业集群，是区域实现创新转型，推动创新型国家建设的重大基础抓手。

现阶段，宁波制定实施重大专项，具有四个方面的意义：

一是实施重大专项，是把握全球科技革命和产业变革的战略部署。从全球来看，当前以智能、绿色、泛在为特征的群体性技术革命正逐步引发国际产业分工重大调整，人工智能、基因技术、新材料技术、空间技术、无人驾驶技术等成为技术创新最前沿。

美国、德国、日本等都把实施重大专项作为提高国家竞争力的重大举措，美国跨部门组织实施脑科学、大数据等专项科技计划；德国整合政府和产业界的力量实施“创新德国”高科技战略，合力推动实施工业 4.0 计划；日本正在深入实施“第五期科学技术基本计划（2016—2020）”，旨在瞄准细分领域，以产业关键技术、前瞻技术局部性突破带动产业整体跨越式提升，率先抢占发展制高点。实施重大专项，是当前我市抢抓新一轮产业技术革命机遇，在战略必争领域强化前瞻性、颠覆性技术部署，谋划抢占新产业，引领新技术，抢占全球未来科技和产业竞争制高点的战略部署。

二是实施重大专项，是顺应国家战略需要的责任与担当。从国家层面来看，为抢抓新一轮赶超跨越机遇，围绕面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，国家已布局了 16 个科技重大专项，2017 年初，聚焦电子信息、先进制造、能源、环境、农业、生物和健康、太空海洋开发利用方向，国家启动实施“科技创新 2030 重大项目”，提出以 2030 年为时间节点，集中力量、协同攻关，力争在战略必争领域打破重大关键核心技术受制于人的局面，开辟新的产业发展方向和领域、培育新的经济增长点。实施重大专项，是我市积极顺应国家科技创新发展需求，以我市优势产业与创新优势，在新材料、智能制造等领域增强科学技术储备，形成竞争新优势；同时，通过重大专项布局，进一步夯实我市科技创新基础能力，为主动融入国家创新战略布局，承担国家重大创新任务创造条件。

三是实施重大专项，是现阶段宁波实现跨越式发展的现实需

要。从我市发展来看，经历了改革开放 40 年发展，我市区域经济发展已经走到了从要素、投资驱动向创新驱动转型的风口，科技创新已经从 1.0 跟踪模仿阶段、2.0 产品应用端集成创新阶段，逐步向 3.0 关键核心原创+并跑领跑阶段迈进的关口，亟需加快布局一批产业化关键核心技术和前瞻性、颠覆性技术。市委经济工作会议明确提出我市高质量发展需要“抢机遇、抢人才、抢项目”，全市“六争攻坚”推进大会明确将“科技争投”列为“六争攻坚、三年攀高”专项行动之一。重大专项的实施，将以“项目技术需求”为指引，指明我市人才引进、平台搭建、产业招商方向，形成我市未来发展“科技地图”、“人才地图”、“平台地图”、“产业地图”等作战地图，将有利于加快我市率先找到新技术的“突破口”，在新兴领域实现领跑；在传统产业实现换道超车，将有利于我市率先找到制约传统产业升级的“突围点”，为经济社会长远发展奠定能力基础，带动全市竞争力整体跃升和跨越式发展。

四是实施重大专项，是科技管理工作从研发管理向创新治理转变的重大探索。重大专项的实施，创新了我市科技资源碎片化、条块化分割，企业、高校、协会、联盟等组织机构“各自为营”的现状，在理念上，从单一的科技管理向全方位的创新治理转变，充分激活各创新主体积极性和创造性；在资源配置上，更加突出市场在科技资源配置上的决定性作用，坚持以应用为导向；在组织方式上，更加强调“开放协同”，不仅全面组织动员我市企业、高校、院所、联盟、协会等力量，还将链接国内外的创新人才/团队、高校院所进行联合攻坚。实施重大专项，是我市科技顺应

科技创新组织变革趋势，统筹全市科技资源开展联合创新，推进科技管理改革的有效探索。

二、“科技创新 2025”的总体部署

（一）重大专项实施的内容

重大专项将聚焦新能源汽车、智能器件/先进半导体芯片及应用软件、先进材料、高性能电机与高档数控机床、机器人与高端装备、生物医药与高性能医疗器械、新能源与节能环保、关键基础零部件、现代种业和现代服务业等十个领域，实施产业化示范项目、技术攻关项目以及前沿探索项目三大类项目，并按需建设专业性技术创新公共服务平台，合计拟实施近 200 个项目。

——产业化示范项目：产业化目标明确，5 年内有重大技术突破，可扩大经济产出，具备示范意义，带动经济社会效益提升的项目。

——技术攻关项目：有明确应用导向，但距离产业化尚需技术攻坚，聚焦关键共性技术、应用技术开展研发，有望实现国内领跑甚至国际并行的项目。

——前沿探索项目：面向行业科技前沿，聚焦战略必争领域，通过前瞻研究，实现相应的技术储备，有望催生一批引领全球的新兴产业，加速“换道超车”的项目。

——专业性技术创新公共服务平台：依据项目需要，搭建聚焦解决行业关键共性技术问题，提供公共服务，采取联动“政产学研金介用”等多主体，积极采取“市场化运作”，全面提升创新能力，强化创新生态建设的平台。

（二）重大专项选择的原则

十个专项的选择，是基于我市具备巩固优势、提升发展、培育新兴、前瞻部署的领域，按照前瞻引领、系统布局，聚焦特色、生态发展的原则，进行了系统的思考与筛选。

——前瞻引领，布局未来产业。把握前沿科技发展趋势，突出前沿技术项目部署，前瞻性研究既要符合国家科技发展需求，也要充分考虑宁波产业急需解决的问题，形成“上接天花板，下接地地方板”的规划布局思路。先进材料专项中的先进碳材料专题、智能器件/先进半导体芯片与应用软件专项中的第三代半导体专题都是既讲“普通话”，又讲“宁波话”的前瞻性项目。

——聚焦特色，凸显优势引领。聚焦宁波产业基础、科技基础，以专项实施不断放大原有优势，逐步形成区域个性与特色。选择有基础、有条件，在细分领域有能力走在全球创新前列甚至领跑世界的领域，开展创新研究工作，结合宁波已有科技优势，最终实现“跳一跳够得着”的目的，如新能源汽车、高性能电机与高档数控机床、机器人与高端装备等专项，以及先进材料专项中的新型磁性材料与器件、高性能金属材料、高端精细化工等专题。

——系统布局，实现链式发展。遵循市场规律，坚持应用导向，聚焦企业共性技术需求，特色优势形成，开展全链条统筹布局，一体化设计。同时，前沿技术项目与集成攻关、技术攻关类项目同步进行；集成攻关项目与重大平台建设同步进行；已部署集成攻关项目与新任务有机衔接，新任务与全市的产业招商、科技招商、人才引进（培养）、产业园区建设等重大产业建设项目

有机结合。在已有的前端科技创新和技术发明的基础上，走好产业化的“最后一公里”，既有科技创新和科学发明，又不停留在科技创新和科学发明上，向产业技术研究方向努力，取得产业化重大突破。

——平台支撑，布局生态载体。以满足重大专项技术研发需要、市场公共服务需求为导向，以集聚技术、人才、资金等创新资源，构建产业创新生态，提升创新能力为目的，重点建设智能软件及器件微纳加工/检测创新平台、新能源汽车共享通用仿真平台、永磁电机性能测试平台、海洋工程材料与装备环境试验与实海验证平台等载体。

（三）发展目标

力争用 5 年的时间，通过“科技创新 2025”十个重大专项的实施，将掌握 200 个技术，推出 100 个战略产品，形成若干个特色技术链条，催生第三代半导体等多个千亿级产业，带动形成绿色石化等多个百亿级产业，全面提升优化企业、人才等创新资源，为推进创建浙东南国家自主创新示范区，建设“中国制造 2025”试点示范城市，国家创新型城市提供强有力的科技创新支撑。

——技术创新取得突破。攻克 200 个重大关键核心技术，推出 100 个战略性创新产品，形成若干优势技术链条，通过技术攻坚，推动宁波科技创新水平在优势领域实现全球并跑、领跑，国内领先地位。

——突破 200 个重大关键核心技术。突破生物基单体低成本规模化生产的技术瓶颈，突破可伸缩超低功耗人工智能处理器架

构设计（能效提升千倍），“物-云”端智能模型分割分发，智能激光测量传感器研发等关键技术，力争实现国际领先；突破特种和柔性制造装备及智能协作机器人核心技术，面向 5G 的硅基 III-V 族异构集成系统工艺技术，高功率密度电机及其驱控系统创新结构设计和电机及驱控系统热管理技术，伺服直驱电机的低速高精的设计、制造及驱控核心技术，高强高导铜合金材料与高精度型材制造等关键技术，力争达到国际先进、国内领先；突破石油基烯烃高值转化生产技术瓶颈，先进碳材料在先进电池、柔性电子器件和复合功能材料等领域的关键应用技术，人工智能和多机协同控制自动化，中低温燃料电池系统集成、可再生能源制氢、薄膜光伏及高能量密度固态金属储能、前端垃圾精细分筛、固废热解气化、有机垃圾高效制沼、高强高导铜合金材料与高精度型材等关键技术，力争实现国内领先。

——推出 100 个战略性创新产品：生物基芳香单体、新一代高效率紫外固态光源、SiC 电子电力器件汽车芯片、智能协作式移动双臂作业机器人等产品实现国内，甚至世界首创；智能激光测量传感器、环保大功率船用发动机、直流 500kV 光电复合海缆、高强高导精密铜合金等产品替代国外进口。

——形成若干优势特色技术链条：形成磁性材料-器件-电机控制系统-电机终端产品（高端装备、机器人、新能源汽车），半导体材料-芯片-传感器-智能物端（智能汽车、智能家电、智能装备），能源材料（先进碳材料、电极材料）-储能管理系统-新能源终端产品（多能互补分布式能源集成与智能微网）等若干个技术

链条。在新能源汽车、高性能电机、先进材料、关键基础零部件领域形成有特色、有优势的产业集群。

——产业发展实现突围：催生一批第三代半导体、物端智能、新能源汽车、机器人等若干个千亿级产值的战略新兴产业，产业综合竞争力实现并跑；带动形成绿色石化、关键基础材料（高端金属、磁性材料）、节能环保、海洋工程材料与装备、生物医药与高性能医疗器械等产业层级提升，在相关领域分别新增工业产值百亿级，进一步巩固我市优势产业全国领军地位，加快传统产业升级。

——企业、人才建设卓有成效：培育在全国有影响力的创新型领军企业 50 余家、行业技术隐形冠军企业 300 家，直接或间接带动企业千余家。引进和培养国家、省级千人计划和万人计划人才 100 名，创新团队 50 个，培养行业人才 1000 余名。

（四）组织机制

重大专项拟采用联动、开放、协同、滚动支持的方式组织实施。

一是采用联动机制。坚持集中力量办大事、重点突破的原则，强化资金、人才、技术等支持，与市发改委、市经信委、市人才办等市直相关部门建立部门科技创新沟通协调机制，联动产业基础好的区县（市），形成强大合力。推进专项与重大产业、重大建设项目的联动，把专项与产业招商、科技招商、人才引进等有机结合起来，形成放大效应。鼓励探索市县联动的重大专项管理机制，充分发挥区县（市）的积极性，建立市县两级共同支持、

成果共享的管理机制。

二是采用开放机制。针对重大专项中前瞻类项目，重点支持由高校院所牵头实施，并鼓励面向相关科研机构、人才团队与企业，以发布“宁波科技创新英雄帖”的形式，开展全球招募，招揽“贤才”承担实施重大专项项目。同时，推广企业技术难题竞标等研发众包、研发外包模式，但要求项目成果必须在我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册。

三是采用协同机制。针对任务中产业化目标导向明确的重大产出项目以及示范平台类项目，重点支持已有基础、有实力的优势企业为牵头单位，联合产业链上下游及相关行业企业、较强研发能力的高校、行业领先的科研院所等以联盟制、理事制等方式共同实施。同时，鼓励在全国范围内组建跨区域合作攻关团队。

四是采用滚动机制。重大专项采取滚动与择优支持机制。对于技术发展快，暂时未纳入重大专项的科技项目，可以根据宁波实际需求滚动进入重大专项支持行列。通过对项目进度与目标完成情况的定期检查与考核，给予执行效果达到预期的项目滚动支持；对于执行效果不佳，难以达到预期目标的项目则及时终止，结余经费择优调整至其他项目。

（五）经费测算

经初步测算，十个重大专项预计投入研发总资金约 107 亿元，建议财政经费支持 20 亿元，其余 87 亿元由企业自筹配套，实施周期为 4-5 年。计划 2018 年启动 125 个左右的项目（课题），预计财政资助经费 10 亿元。

目 录

专项一：新能源汽车专项实施方案	1
专项二：智能器件、功能芯片及应用软件专项实施方案	24
专项三：先进材料专项实施方案	43
专项四：高性能电机与高档数控机床专项实施方案	84
专项五：机器人与高端装备专项实施方案	107
专项六：生物医药与高性能医疗器械专项实施方案	125
专项七：新能源与节能环保专项实施方案	141
专项八：关键基础零部件专项实施方案	157
专项九：现代种业专项实施方案	174
专项十：现代服务业专项实施方案	209

专项一：新能源汽车专项实施方案

一、背景和意义

新能源汽车是我国七大战略性新兴产业之一，也是建设制造强国战略部署的重要组成部分，是紧密融合新能源技术、新材料技术、新一代信息技术及车辆轻量化、智能和网联等技术的战略新兴产业。加快新能源汽车持续创新，推进我国汽车产业转型升级，是我国科技发展重大战略需求。从国际上新能源汽车技术和产业化水平的来看，北美国家推广的新型能源动力汽车主要采用了混合动力系统；欧洲主要采用混合动力系统与插电式混合动力系统，并开始应用在线快充系统；日本主要以混合动力为主。我国新能源汽车技术产业化规模居世界第一位，并进入快速发展阶段，2016年我国新能源汽车销售 50.7 万辆，比上年同期 53%，占世界份额 45%，其中自主品牌是新能源汽车发展的主力，涵盖了插电式、增程式、纯电动等多种技术路线。但总体看，新能源汽车整车和部分核心零部件关键技术尚未完全突破，产品成本和技术性能尚不能完全满足市场需求，社会配套体系不够完善，产业化和市场化发展依然受到诸多制约。

宁波已成为了我国重要汽车制造基地，截至 2016 年底，全市规模以上汽车制造企业已达 500 家以上，累计完成产值 1924 亿元，同比增长 29.8%，产值规模占全市比重 13.4%。根据宁波市“一核两带三片”的“十三五”产业空间布局要求，形成了六大汽车产业集聚区。宁波依托雄厚的传统汽车制造产业基础，目前新能源汽车产业已初步形成产业链式发展格局。上游电池材料领域，集聚了杉杉新能源等传统负极材料优势企业，金和新材料、

晟腾新材料、宁波富理等正极材料新生力量在壮大；在关键零部件制造领域，拥有韵升、海天及菲仕等电机制造企业，在电控系统领域，拥有均胜电子、宝安拜特、宁波力神及维科等知名企业；在整车制造环节，有吉利、中车、比亚迪、杉杉等大型新能源整车项目正加快落地，预计新能源乘用车、大巴车、专用车方面的产能超过 50 万辆。宁波市在新能源汽车领域发展较快，但与国际领先水平相比仍有较大差距，新能源汽车产业链还不够完整，存在新能源汽车整车和部分核心零部件关键技术尚未完全突破，产品技术性能还不能完全满足市场需求，仍需在混合动力汽车及纯电动汽车汽车领域进一步寻求技术突破等问题。

设立“新能源汽车”重大专项，是立足产业链创新能力的提升，着眼于亟待解决的新能源汽车整车和部分核心零部件关键技术的制约产业发展等问题，有利于推动发展潜力大、带动性强的汽车龙头企业立足现有产业基础，实施产业链升级；有利于提升现有新能源汽车产业链的实力和竞争；有利于培育新兴产业，实现新能源汽车产业链在国内和国际上的优势地位；有利于将形成宁波特色的插电式智能电动汽车和小型化纯电动汽车的主流技术路线；使新能源汽车成为我市国民经济的支柱性产业，并处于全国领先地位，实现我市新能源汽车发展引领全国电动汽车产业。

二、总体目标

实现新能源汽车产业的全链条设计，聚焦新能源汽车电池、电机、电控及智能驾驶等核心技术，以整车应用为牵引，同时实现创新突破。至 2021 年，乘用车动力电池的单体比能量达到

300-350 瓦时/公斤；至 2025 年，动力电池单体比能量达到 400-500 瓦时/公斤，实现高比能电池材料、动力电池比能量、智能辅助驾驶、智能化插电式混合动力技术水平国内领跑局面，在全国率先形成完备的新能源汽车产业链、产业集群和产品体系，并构建完善的新能源汽车技术创新体系，技术水平达到国内领先、国际先进水平。

——**科技创新实力显著提升**：突破新型高比能电池材料规模化制备、高比能动力电池及智能驾驶等关键共性和核心技术，打造 A0 级纯电动车、智能插电混合动力乘用车及燃料电池动力客车等优势产品车型 3-5 个；实现高性能电池材料产能达到千吨级规模化生产企业 3 家；完成先进动力系统示范演示项目 8-10 项；布局 8 个专利组合，获得 250 项发明专利，申请 80 项 PCT 专利，申请国家专利 250 项以上，制定相应国家、行业和企业标准 10-15 项。

——**科技创新支撑力增强**：打造小型纯电动汽车、智能化插电式混合动力汽车及燃料电池汽车 3 个整车系统集成通用技术平台；建成浙江省动力电池创新中心和三电控制创新开发平台；组建 3-5 个宁波市创新创业团队及 2-4 个浙江省创新创业团队，培育 1-2 个具备国家奖申报条件的成果；引进和培养国家千人计划和万人计划人才 2-5 名。

——**产业综合竞争力大幅提升**：宁波市新能源汽车产能达到 50 万辆，实现新能源汽车全产业链产值突破 1600 亿元；培育产值超过 500 亿元和 300 亿元的骨干龙头企业各 1 家，产值 100 至 300 亿元企业 4 家，产值 50 至 100 亿元企业 6 家，产值 10 至 50

亿元企业 10 家，孵化新型科技创新型企业 3-4 家，培育上市企业 1-3 家。

三、总体思路

深入落实《宁波市“十三五”科技创新发展规划》部署的“推动重点产业关键核心技术突破”任务精神。提升我市现有电池材料及整车制造产业优势，加快技术改造和技术创新，巩固优势产业；针对高性能新型电极材料及整车智能系统研发投入不足，加大投入推进技术革新。突破高比能动力电池、电机及电控等共性关键技术，培育新兴产业，完善产业链条；针对未来新能源汽车领域对全固态锂电池技术、金属空气电池技术、锂硫电池技术和轮毂电机等重大需求，重视原始创新能力和技术储备，抢占前沿科技制高点，布局未来产业。引导我市企业、高校和科研院所开展产学研协同创新，培育一批国内领先地位，国际竞争实力强的整车和零部件企业；加快推动宁波市新能源汽车产业综合竞争力迈入全国第一方阵。

四、任务布局

本专项拟围绕新能源汽车中关键技术需求，在动力电池及电池系统技术、高性能电机及电控技术、结构件轻量化技术及汽车零部件关键领域布局项目任务 26 项；搭建整车系统集成通用技术平台 3 个，建设新能源汽车关键部件研发共享平台 1 个。

（一）整车系统集成通用技术平台

以创造引领时代潮流的电动汽车为使命，针对未来新能源汽车市场需求，设立重大产出项目三项，聚焦短途出行、“大交通最后一公里”的“城市微行纯电动车”和市内纯电动驱动，且能够

长途出行的中高端客户使用的插电式混合动力电动汽车；并在电动客车系统集成技术取得突破，实现示范运行，并达到产业化要求。

1、产业化示范项目

(1) 小型纯电动汽车系统集成通用技术平台

以带动宁波市相关企业的快速发展为目标，联合打造轻量化、小型化、智能化的电动汽车，致力于人类交通生态的创新与变革。全面提升小型纯电动汽车的通用化电气架构开发、智能辅助驾驶、人机互联互通、人机物融合智能、先进能源系统及管理等技术，突破整车轻量化、小型化技术。2022 年，销量规模超过 25 万辆，实现营业额 300 亿元的销售，带动宁波市相关产业 150 亿元的增长。

研究内容：研究可用于多车型的通用化电气架构平台，基于模型的整车控制软件开发平台。研究整个开发流程，进行开发环境的建设，进行控制策略的开发并持续的改进，确保经过若干轮的技术迭代，形成一套通用化的控制策略开发平台。

研究目标：实现跨车型跨硬件的接口匹配；实现模块配置、数据管理的标准化，并实现文档自动化；整车电耗 10.5kWh/100 km；最大爬坡度 $\geq 30\%$ ；纯电续航里程 ≥ 260 km(NEDC 工况)；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利；形成整车年产销 ≥ 1000 台。

(2) 插电式混合动力乘用车系统集成通用技术

以提高宁波市相关企业的产品竞争力为目标，联合打造中高端插电式混合动力电动汽车，致力于城市交通的生态环保使命。全面提升插电式混合动力乘用车的动力机电耦合、电子电器架构、域

控制器、基于以太网大数据的远程服务及实时驾驶等技术，形成宁波特色插电式智能电动汽车主流技术路线，并实现共享共用关键技术，研究混合动力汽车电池的能量和功率特性，延长纯电动续航里程，满足未来交通需求。2020年，销量超过25万辆的规模，实现营业额500亿元的销售，带动宁波市相关产业150亿元的增长。

研究内容：研究乘用车插电式混合动力机电耦合系统，开发新型高性价比乘用车混合动力系统总成；基于多域控制器的车辆动态控制软件以及与多域控制器相应的电子电气架构，实现具有智能化和网络互联能力的插电式混合动力新能源汽车。研究整车产业化生产工艺，形成生产能力。

研究目标：整车综合工况纯电续航里程 ≥ 60 km，整车加速时间0-100 km/h ≤ 7.8 s；布局1个专利组合，获得30项发明专利，申请8项PCT专利；实现国内首款国产智能插电混合动力乘用车的批量制造及销售。

(3) 电动客车系统集成通用技术平台

为了实现电动客车技术取得突破，达到产业化要求。全面提升电动客车的整车平台开发水平、系统架构技术、储能技术及电-电耦合技术，形成年生产能力 ≥ 800 台，完成一台试验样车15000公里路试及示范应用。

研究内容：研究电动客车系统整车应用技术，开发电动商用车远程监控系统；研发模块化的电动商用车底盘及整车集成技术；开展整车可靠性、动力性、耐久性和环境适应性的提升技术研究，以及轻量化新结构的应用技术研究；研究整车产业化生产

工艺，形成生产能力。

研究目标：开发 1 款 12 米电动城市公交车；最大爬坡度 $\geq 12\%$ ，全气候续驶里程 $\geq 250\text{km}$ ；最大制动能量回收率 $\geq 80\%$ ；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利；形成批量制造能力，并完成一台试验样车路试及示范应用。

（二）动力电池方向

解决动力电池比能量不足和使用寿命较短等关键技术难题。开发满足新能源汽车用的高比能量锂离子动力电池；积极开展固态电池、金属空气电池、锂硫电池等新体系电池的研究和工程化开发。

1、产业化示范项目

（1）高比能锂离子电池材料开发

研究内容：研究高比能富锂锰基正极材料；开发高比能硅/碳复合负极材料；开展高安全 5V 电解液研究；推动高比能材料产业化进程，开展高比能锂离子电池技术研究，电池达到批量试制水平并装车示范。

研究目标：研发出实用化的高性能富锂锰基正极材料，率先实现富锂锰基正极材料千吨级产业化；突破高比能量硅/碳复合体系关键材料批量化生产技术，并建立千吨级/年的示范生产线；研制 300 瓦时/公斤高能量密度电池，并达到产业化标准；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利；并实现营业额 8 亿元的销售，带动宁波市相关产业 80 亿元的增长。

（2）固态动力锂电池技术

研究内容：研究高比能高镍正极材料产业化研究，开发前驱

体，研究其粒度分布、晶粒生长方向的规模调控技术；研究前驱体和正极材料的表面改性技术，提高稳定性和循环稳定性；研究正极材料的气氛控制烧结技术。研究固态锂电池用的高电导率固体电解质材料的组分及其规模化制备技术；活性颗粒与电解质、电极与电解质层的固/固界面构筑技术和稳定化技术；固态锂电池的设计、封装、评价与电池材料匹配技术；固态动力电池组上车试用可行性和稳定性研究。

研究目标：开展高镍正极材料的产业化研究，建立年产能千吨级生产线；完成百吨级超高锂离子电导率固体电解质粉体材料工艺开发；固态动力电池能量密度达到 300 瓦时/公斤，循环寿命达到 1500 次，单体容量不低于 20Ah，安全性通过国家标准；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利；并实现营业额 23 亿元的销售，带动宁波市相关产业 115 亿元的增长。

2、技术攻关项目

(1) 电-电偶合技术研究

研究内容：研发出高功率、高比能、低衰减率、二次启动性能优异的高性能金属空气电池制备技术；研究电解液管理单元和空气给进单元集成技术；研究先进系统集成技术；研究金属空气电池/锂电池耦合技术。

研究目标：开发最高输出功率为 5 kW、比能量大于 600 瓦时/公斤金属空气电池，实现电-电混合动力电池系统耦合；申请发明专利 20 项；装车示范。

3、前沿探索项目

(1) 锂金属二次电池技术

研究内容：研究能量密度达 500 瓦时/公斤锂金属二次电池制备技术，探索导致电池失效和热失控的机理，获得锂金属电池寿命，安全性性能提高规律。

研究目标：研制出基于锂金属新体系二次电池；申请发明专利 10 项，申请 1 项 PCT 专利。

(2) 可充放铝空气电池技术

研究内容：研究基于非贵金属高效双功能催化剂；研究多组分合金铝阳极的结构和电化学性能；研究空气阴极及电池制备技术。

研究目标：研制出新型可充放铝空气电池；申请发明专利 10 项，申请 1 项 PCT 专利。

(3) 全固态锂硫电池技术

研究内容：研发与硫正极匹配的、具有高锂离子电导率的固体电解质新材料；探索适用于全固态锂硫电池的硫正极新结构及其反应新机制。

研究目标：研制出新型全固态锂硫电池；申请发明专利 10 项，申请 1 项 PCT 专利。

(4) 超长寿命水系离子电池技术

研究内容：研究基于表界面修饰及低温碳包覆等技术；研究电极/电解质界面的调控研究；筛选耐高压水系电解质及优化电池结构。

研究目标：研制出 Ah 级高比能水系离子电池单体；申请发

明专利 10 项，申请 1 项 PCT 专利。

（三）电机方向

解决新能源汽车电机功率密度不足和热管理等关键技术难题。开发满足新能源汽车用的高功率密度高效电机；积极开展增程器、纳米晶软磁高效驱动电机、碳化硅电机驱动技术及轮毂电机等关键技术研究研究和工程化开发。

1、产业化示范项目

（1）新能源汽车用高能效高功率密度永磁电机研发及应用

研究内容：高功率密度驱动电机多场耦合的创新设计技术；永磁电机温度场与热管理技术；多场耦合模型建立与分析计算；各类损耗与高效散热机理研究；振动、噪声、电磁干扰的抑制机理；研制出国内领先国际先进的新能源汽车驱动电机，并实现产业化应用。

研究目标：突破高功率密度永磁电机设计、制造及驱动控制等关键技术；指标达到国内领先国际先进指标，乘用车电机峰值功率密度 $\geq 4\text{kW/kg}$ （ ≥ 30 秒），连续功率密度 $\geq 2.5\text{kW/kg}$ ，电机最高效率 $\geq 96\%$ ，并实现在新能源汽车等领域的应用；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利；2020 年，装车应用不低于 1 万台，实现营业额 5 亿元的销售，带动宁波市相关产业 50 亿元的增长。

2、技术攻关项目

（1）电动汽车轮毂电机及控制系统开发

研究内容：完成轮毂电机的产品开发：包括电机的电磁设计与仿真分析，电机的冷却系统设计以及温度场分析，电机结构与

轻量化设计及机械强度和振动噪声分析，电机样机的制造以及性能检测；双电机控制器的产品开发；自适应扭矩分配控制器的产品开发。

研究目标：开发出具有自主知识产权的电动汽车轮毂电机及控制系统；额定电压 115V DC，额定功率 7.5kW，额定转矩 110N.m，最高工作转速 1100rpm，峰值功率 15kW（30s），最高效率 $\geq 93\%$ ；申请发明专利 15 项，申请 2 项 PCT 专利；提供轮毂电机(5 套 10 台)、双电机控制器（8 套 16 台）、整车自适应扭矩分配控制器（10 套），应用到各类新能源汽车上。

（2）电动汽车增程器关键技术研发

研究内容：研制高功率密度的发动机，通过 ECU 控制发动机在发电转速范围内，保证发动机具有良好的排放性和经济性；研制发电效率高、功率因素高和可靠性高的永磁发电机，同时研究发动机和发动机的一体化集成设计；研究增程器/电池与整车的结构、热、电的集成和结构优化设计，研制出国内领先的高功率密度增程器，并建立增程器系列化开发平台。

研究目标：研制具有自主知识产权的功率为 15KW 的高功率密度增程器样机；申请发明专利 15 项，申请 2 项 PCT 专利；初步形成年产 2000 台 15KW 增程器生产能力；建立增程器系列化开发平台，推动行业的发展；制定行业标准和国际标准。

3、前沿探索项目

（1）基于纳米晶软磁的高效高功率密度驱动电机技术

研究内容：纳米晶定子的驱动电机创新设计方法研究；纳米晶材料电机各类损耗的准确计算模型及电机设计参数对各类损

耗影响研究；基于网络理论的高功率密度电机磁—热—机耦合优化设计；防退磁技术；降低损耗及热管理技术等。

研究目标：建立基于纳米晶软磁的高效高功率密度驱动电机设计准则；研制额定功率 15kW，峰值转速 $\geq 10000\text{rpm}$ ，最大效率 $\geq 95\%$ 的样机；申请发明专利 10 项，申请 2 项 PCT 专利。

（2）基于碳化硅技术的车用电机驱动系统技术开发

研究内容：攻克低感高密度碳化硅模块封装、高温高频电容器设计与封装技术难关；研究碳化硅变流器高功率密度，高频化永磁电机设计与工艺，电机驱动系统高效控制技术，噪声、振动、平顺性（NVH）和 EMC 等技术；研究碳化硅控制器与驱动电机一体化集成技术；研究碳化硅电机驱动系统的全寿命周期成本评价方法；开发出车用大电流碳化硅模块、车用高温高频大电流电容、全碳化硅电机控制器以及整个电机驱动系统。

研究目标：开发出具有自主知识产权的碳化硅变流器，电力电子模块电流 $\geq 400\text{A}$ ，电压 $\geq 750\text{V}$ ；电容量积比 $\geq 1.4\mu\text{F}/\text{mL}$ ；碳化硅电机控制器功率密度 $\geq 30\text{kW}/\text{L}$ ，最高效率 $\geq 98.5\%$ ，超过 90% 的高效区 $\geq 90\%$ ；申请发明专利 10 项，申请 2 项 PCT 专利；实现碳化硅电机控制器在新能源汽车的示范应用。

（四）电控方向

解决新能源汽车动力电池系统集成技术及动力总成设计短板；开展满足新能源汽车用的高性能动力电池系统技术研究。

1、产业化示范项目

（1）电动客车储能控制技术

研究内容：开展基于模块式、分散式布局的动力电池系统总

体构型、功能和机-电-热一体化设计技术研究；开发先进可靠的电池管理系统和高效热管理系统；开展动力电池系统的电气构型与参数匹配，以及耐久性和可靠性的设计与验证；基于热仿真模型、热失控和热扩散致灾分析模型，开展电池系统的安全设计以及防护系统、监控系统的开发与验证；突破电池系统的轻量化、紧凑化技术，建立电池系统的智能化制造工艺，开发高安全、长寿命客车动力电池系统。

研究目标：电池系统的比能量 ≥ 170 瓦时/公斤，循环寿命 ≥ 3000 次（80% DOD，模拟全年气温分布）；全寿命周期、宽工作温度范围内 SOC、SOP 和 SOH 估计误差绝对值 $\leq 3\%$ ，单体电池之间的最大温差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，快速充电至 80% 以上 SOC 状态所需时间 ≤ 15 分钟，满足安全性等国标要求和宽温度使用范围要求；申请发明专利 60 项；装车示范，满足批量制造要求。

（2）乘用车储能控制技术

研究内容：开展电池系统总体设计研究，包括：构型、功能、机-电-热一体化，以及系统轻量化和紧凑化等；开展子系统设计研究，包括：先进电池管理系统和热管理系统，安全与防护系统等；研究电池系统的制造工艺与装配技术；开展电池系统的安全性、耐久性、可靠性设计与验证技术研究；研究电池系统的性能评价与测试技术。

研究目标：电池系统的能量密度 ≥ 200 瓦时/公斤，循环寿命 ≥ 1200 次；全寿命周期内全工作温度范围的 SOC、SOP 和 SOH 的估计误差 $\leq \pm 3\%$ ，单体电池之间的温差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，满足安全性等国标要求，并符合功能安全及行业各项标准要求；申请发明专利

60 项；装车示范，满足批量制造要求。

2、前沿探索项目

(1) 燃料电池储能控制仿真研究

研究内容：电堆内部多物理量多结构耦合机理研究；电堆内部工作过程和反应机理动态建模方法、状态预测、故障诊断及控制方法研究；电堆运行工况对电堆性能衰减的影响机理研究，电堆寿命评价方法研究与快速评测技术开发。

研究目标：建立电堆耐久性快速评价方法，并进行指导电池堆组的设计和开发应用；申请发明专利 15 项。

(五) 结构件轻量化方向

开展汽车零部件用高性能纤维增强复合材料、高强铝合金及高强钢轻量化技术研究，实现轻量化零部件减重 30% 以及整车减重 10-12%，并示范应用。

1、技术攻关项目

(1) 结构-储能一体化轿车复合材料制件

研究内容：结构-储能一体化复合材料的设计与功能模拟技术；固体电解质的配置及其与复合材料构件的“整合”技术；蜂窝夹心复合材料的结构-储能一体化技术；结构-功能一体化复合材料技术的汽车演示验证。

研究目标：轿车用结构-储能一体化的典型制件，包括顶棚和后备箱覆盖件或后备箱底板；申请发明专利 20 项；装车试验。

(2) 车用高性能纤维增强热塑性复合材料成型制造关键技术

研究内容：热塑性复合材料界面改性及控制技术；连续及非

连续纤维增强热塑性复合材料成型工艺优化及性能调控技术；基于多场耦合作用热塑性复合材料热变形优化控制技术；连续-非连续纤维增强热塑性复合材料一体化成型及装备集成技术，开发出顶盖横梁、电池支架、电池盒、B 柱等典型零部件，装车试验。

研究目标：典型汽车热塑性复合材料零部件进行示范应用；连续-非连续纤维增强热塑性复合材料成型装备；申请发明专利 15 项，申请 1 项 PCT 专利。

（3）新能源乘用车碳纤维复合材料车身部件轻量化关键技术的开发

研究内容：基于新能源乘用车车身件性能要求，开展碳纤维复合材料选材及材料设计、部件设计及优化、性能 CAE 分析、快速液态/模压成型技术、模具设计及制造、快速连接技术以及零部件测试评价技术等研究，开发出中央通道，B 柱等典型车身部件，提高安全及 NVH 性能，并实现 30% 以上的减重，形成示范应用。

研究目标：建立车用碳纤维复合材料的材料-设计-制造-评价技术链，开发出中央通道，后地板等典型碳纤维复合材料车身部件；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利；装车试验。

（4）新能源物流车轻量化车身研发

研究内容：承载式车身结构及集成化设计；纤维复合材料、新型高强度铝合金以及高强度钢等材料轻量化技术以及在车身上的应用；不同材料之间的结构连接技术，实现承载式车身结构整车重量减少 10-12%，批量应用。

研究目标：开发出新能源物流车轻量化车身，形成示范性应用；申请发明专利 15 项，申请 1 项 PCT 专利。

（5）复合材料车身零部件自动化连接装配关键技术

研究内容：纤维复合材料快速胶接技术；纤维复合材料快速机械连接技术；纤维复合材料零部件自动化胶接系统；纤维复合材料零部件自动化钻铆系统；纤维复合材料零部件自动化连接装配示范线建设，胶接 2min 达到可搬移强度，铆接效率不低于 20 个/分钟。

研究目标：开发出满足汽车总成节拍的复合材料车身零部件快速连接装配线，形成示范性应用；布局 1 个专利组合，获得 30 项发明专利，申请 8 项 PCT 专利。

（6）碳纤维的回收和再利用

研究内容：开发碳纤维高效回收技术，建立相关回收技术的工艺包；回收碳纤维高值化再利用技术，建立回收产品评价表征平台；回收碳纤维的主要力学性能指标降低不高于 10%，基体树脂的回收率高于 90%；回收碳纤维复合材料汽车零部件年产能力 2 万件以上。

研究目标：建立碳纤维回收和再利用示范线；申请发明专利 20 项。

2、前沿探索项目

（1）汽车零部件复合材料快速增材制造技术

研究内容：增强树脂基复合材料的快速固化材料体系匹配优化、结构设计、增材制造工艺及装备等方面研究，突破碳纤维增强树脂基复合材料增材制造的相关原材料、工艺及装备等关键技

术，形成碳纤维增强树脂基复合材料增材制造能力并实现典型汽车零部件工程样件的快速制备。

研究目标：开发出复合材料快速增材制造装备以及汽车零部件工程样件；申请发明专利 10 项，申请 1 项 PCT 专利。

（六）零部件及其它

1、产业化示范项目

（1）汽车电子换挡系统

研发内容：感应式位置传感技术研究；ASIC 芯片模块化研究；PCB 容错设计及安全性解决方案；驱动模块的可靠性和抗干扰性优化设计；研究 P/R 硬线输出，P 档电子开关电路，R 档具有带载能力驱边电路，GSM 低功耗研究。

研究目标：突破 GSM 硬件及软件系统技术及传感与驱动系统集成技术，建立汽车电子换挡系统的整机开发流程、设计技术、试验标准和技术规范；新增产值 10 亿元；申请发明专利 30 项，申请 3 项 PCT 专利。

（2）锂电池梯次利用及回收技术

研究内容：基于动力电池唯一性识别编码，开发和建立动力电池全生命周期的溯源系统；开展动力电池梯次使用研究；展开梯次利用流程及标准化研究；实现废旧电池拆解、分类与测试；并实现废旧电池材料的回收再利用。

研究目标：依托产品市场及服务网络，建立共性的动力电池回收网络，实现回收区域与市场覆盖率同步，建立电池回收绿色生态圈；新增产值 10 亿元；申请发明专利 30 项，申请 2 项 PCT 专利。

2、技术攻关项目

(1) 智能激光测量传感器开发及在汽车中的应用示范

研究内容：研究智能化非接触式光电传感器；研究高精度超快数字解码与跟踪滤波技术，实现动态干涉信号的快速跟踪和高精度解调；研究开发智能在线动态分析算法；研究基于激光技术的高频微器件振动测量技术研发；研究深度感知在人脸识别、三维扫描、人机交互、手势识别中的智能应用，实现被测对象的高精度深度感知与位移测量；开发基于光学相控阵的光束控制技术，实现激光的固态非机械式扫描；研究激光雷达环境感知算法，实现智能化定位、道路标识/障碍物识别等功能。

研究目标：开发智能化非接触式光电传感器，频率范围 DC-3MHz，最大测量速度 24.5m/s，速度分辨率优于 $0.004\mu\text{m/s}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，位移分辨率优于 0.004nm；实现纳米测量精度和高频 GHz 振动测量技术，频率测量范围 10~1000MHz，面内面外测量精度达到 1nm；研发智能化激光散斑深度感知与位移传感器技术，探测精度小于 $1\mu\text{m}$ ，深度图分辨率 1280*720@60fps；开发出多线程新型智能激光雷达，探测距离 0.2-300m，精度 $\pm 2\text{cm}$ ，加速推广激光雷达在电动汽车上的应用；申请发明专利 20 项，申请 3 项 PCT 专利。

(2) 智能芯片开发及在新能源汽车中的应用示范

研究内容：研制出面向新能源汽车的智能芯片，重点突破高性能、高一致性传感器/控制器芯片，低成本、高可靠性的 IGBT，高精度、高性能、高速扫描式激光雷达测距与成像芯片等设计技术；新能源汽车企业平台，向下针对车辆，接受车辆上报数据，

进行存储分析；向上服务国家平台，上报车辆分析数据。平台保障新能源汽车产业健康稳定发展；基于车辆数据，拓展上层应用，保障车辆安全稳定运行。

研究目标：研制新能源汽车中传感器/控制器芯片、IGBT、激光雷达测距与三维成像芯片三款新能源汽车智能芯片；解决新能源汽车整机企业对新能源汽车车辆数据、安全等管理问题，研发新能源汽车接入百万量级的系统并进行应用示范，其中应用本专项研制的新能源汽车智能控制芯片及集成模块的新能源汽车或控制系统达到 1 万台；申请发明专利 20 项，申请 3 项 PCT 专利。

（七）新能源汽车及其关键部件研发共享平台

新能源汽车关键部件研发共享平台包含整车检测平台（整车厂已有）、零部件检测平台（零部件厂、整车厂已有）、电机控制检测平台（零部件厂、整车厂已有）、动力电池检测平台（暂缺）、三电控制开发平台（暂缺）及仿真平台（暂缺）。

1.动力电池检测平台

研究目标：开展对外服务；建成动力电池行业共性基础工作的组织平台。

作用：为宁波市及全国的电池及其材料行业的研发机构和企业开展测试技术服务和解决技术问题，可作为高新技术企业的孵化平台。

意义：宁波市没有动力锂离子电池及其材料的评价机构，必须拥有真实有效的评价体系，才能真正的促进产业发展。

建设内容：建立动力电池综合性能的检测评价平台；对标国

际一流的检测机构，建设为全行业服务的、世界领先的动力电池综合性能检测评价平台，包括动力电池基础性能、耐久性和环境适应性、安全性能的检测评价等。建立动力电池行业共性基础工作的组织平台；以创新中心为依托，组织重要标准研究、规范研究、政策研究、学术交流、信息交流；建立动力电池科技成果孵化与转化平台；将原型技术在平台的微缩工厂中集成、形成完整的工业化成套技术，通过技术转移、作价入股等方式，实现科技成果的转化、收益与可持续发展，并支撑建设国际级的超大型动力电池企业集团。

2.三电控制开发平台

研究目标：建成宁波市新能源汽车产业联盟，为电动汽车及其相关行业的企业提供三电设计技术服务。

作用：平台建立后，可为全国新能源汽车企业的三电控制设计开展服务，解决技术问题，打破国外技术垄断。

意义：目前汽车的控制开发平台技术掌握在博世、德尔福、AVL 等国际高端企业，国内企业一般通过逆向开发来完成自己的技术积累，因为平台的接口和标准掌握在这些企业中，导致国内整车厂在优选设计方案时处于被动设计，因此必须利用一切技术资源，掌握该项技术。

建设内容：开发基于以太通讯架构的电器架构；集成电控、BMS、VCU 等控制区功能的集成域控制器开发；基于 SUTOSAR 软件架构的软件架构开发；基于 SOH 模型和控制策略；开发融合多信息、以能量管理为核心的智能集成技术；开发基于模拟仿真智能驾驶实验验证平台；基于网络互联 V8X、云计算及大数

据技术的远程服务。

3. 仿真平台

研究目标：建成宁波市新能源汽车的共享通用仿真平台，为电动汽车及其相关行业的企业提供技术服务。

作用：平台建立后，可为全国新能源汽车企业的整车及零部件开展服务，解决技术问题，打破国外技术垄断。

建设内容：搭建可进行整车、零部件、动力电池、电机控制等关键零部件及设计开发过程的通用共享技术仿真平台。通过仿真技术开发吻合研发流程的协同仿真平台，建立流畅的仿真通道，帮助研发单位打通从设计、仿真、试验、制造的全新研发模式，实现节约研发单位的人力和时间成本，提高研发效率。

五、组织机制模式

本专项结合宁波市新能源汽车产业现状和重点开展的任务，拟采用如下三种项目组织实施机制，高效落实各项工作，提高重大专项创新产出效率。

（一）联动机制

本专项中动力电池及电池系统、电机、电控、结构件轻量化及电池梯次利用等共性关键技术类项目，重点支持已有基础、有实力的优势企业为牵头单位，联合高校科研院所等以产学研合作方式联合实施，同时鼓励在全国范围内组建合作攻关团队。强化在资金、人才、技术等支持方面形成市县联动、部门协同的科技专项组织实施合力。

（二）协同机制

整车系统集成技术通用平台，以车型平台为载体，以龙头企

业为牵头单位，联合产业链上下游及相关行业企业、较强研发能力的高校、行业领先的科研院所等，组建联盟制实施；新能源汽车及其关键部件研发共享平台可由研究所或龙头企业牵头实施。

（三）开放机制

对于新型电池、先进电机及轻量化等前瞻性类项目，重点支持由高校院所牵头实施；部分前瞻布局项目可通过指南全球发布，积极鼓励引进市外甚至国外相关科研机构与人才团队承担实施重大专项项目，但要求项目成果必须在我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 16.87 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	小型纯电动汽车系统集成通用技术					国内领先
	插电式混合动力乘用车系统集成通用技术					国内领先
	电动客车系统集成通用技术					国内领先
	高比能锂离子电池材料开发					国内领先
	固态动力锂电池技术					国内领先
	新能源汽车用高效高功率密度永磁电机研发及应用					国际先进
	电动客车储能控制技术					国内领先
	乘用车储能控制技术					国内领先
	汽车电子换挡系统					国际先进
	锂电池梯次利用及回收技术					国内领先
技术攻关项目	电-电偶合技术研究					国内领先
	电动汽车轮毂电机及控制系统开发					国际先进
	电动汽车增程器关键技术研发					国内领先
	结构-储能一体化轿车复合材料制件					国内领先
	车用高性能纤维增强热塑性复合材料成型制造关键技术					国内领先
	新能源乘用车碳纤维复合材料车身部件轻量化关键技术的开发					国内领先
	新能源物流车轻量化车身研发					国内领先
		复合材料车身零部件自动化连接装配关键技术				国内领先
	碳纤维的回收和再利用				国内领先	
	智能激光测量传感器开发及在汽车中的应用示范				国际先进	
	智能芯片开发及在新能源汽车中的应用示范				国际先进	
前沿探索项目	燃料电池储能控制仿真研究					国内领先
		锂金属二次电池技术				国际先进
		可充放铝空气电池技术				国际先进
		全固态锂硫电池技术				国际先进
		超长寿命水系离子电池技术				国际先进
		基于纳米晶软磁的高效高功率密度驱动电机技术				国际先进
		基于碳化硅技术的车用电机驱动系统技术开发				国际先进
	汽车零部件复合材料快速增材制造技术				国内领先	
基础设施平台	动力电池检测平台					整合资源
	三电控制开发平台					整合资源
	仿真平台					整合资源

专项二：智能器件、功能芯片及应用软件专项实施方案

案

一、背景和意义

在大数据、人工智能、节能环保等领域不断的推动下，以智能化、信息化为特征的新一轮工业革命正在蓬勃兴起。作为这一革命的重要组成部分，智能器件、功能芯片及应用软件的发展具有重要的战略意义。针对宁波市现有技术力量和产业背景，本专项拟从智能器件、功能芯片、应用软件三个重点方向进行布局，实现在新型战略性电子器件、系统与应用端的重大突破，支撑“中国制造 2025”重大战略目标。

从智能信息产业国内外发展和技术进展看，欧美处于第一梯队。我国在智能芯片与器件端的虽然增长迅猛，但仍呈现落后态势。在硅基集成电路和智能器件领域，国内传感器及智能硬件产业技术生产工艺和装备落后，特别在敏感元件核心技术及生产工艺方面与国外差距较大，急需着眼于原创传感材料/结构、高端传感器突破等方面开展关键技术研发和攻关，进一步突破材料、器件、封装及应用等环节的关键核心技术和实用化、工程化难题，协助推动制造业实现转型升级。

宁波市是我国首个“中国制造 2025”试点示范城市，家电、装备以及汽车制造等产业实力雄厚，具备产业链相对健全、优势企业集聚、下游产业转型升级需求大等独特优势。然而，宁波市在产业发展上还存在着缺乏自主知识产权的核心技术、缺乏促进企业聚集和发展的代工产线和公共研发平台等问题。因此，本专项面向宁波产业应用为牵引进行实施，通过对智能器件、功能芯片

与应用软件的一批关键共性、前瞻性、颠覆性技术进行攻关，有利于形成器件、芯片、软件上下游联动的完整产业链，从而实现在家电、汽车、移动互联等多个终端领域的示范应用，支撑宁波经济快速发展。

二、总体目标

到 2022 年，智能器件、功能芯片及应用软件前瞻性研究实现某些领域的重点突破，器件制造及示范应用在符合宁波市经济基础和产业结构的某些重点领域取得重大突破，实现产业链完善程度及技术水平国内一流、国际知名。计划布局 7-8 个专利组合，获得 350 项发明专利，申请 15-25 项 PCT 专利。

——**技术突破成效显著**：填补国内在智能器件、功能芯片和应用软件某些重点领域的空白，解决 20 余项前瞻性基础科学问题，攻克颠覆性技术 5 项，打造基于颠覆性技术的创新性产品 30 个，申请发明专利 350 项以上。

——**企业培育卓尔有效**：推动整体行业新增产值突破 700 亿元，年均增长 8%；带动下游医疗、交通、汽车、消费等应用产业，培育柔性电子、高端传感等创新型企业 30 家以上，培养 5-7 家具有国内领先，影响力显著的核心产品或集成应用的领军企业。

——**平台建设日趋完善**：建成宁波市智能软件及器件微纳加工、检测平台；建成 10 家以上省市级企业工程（技术）中心/工程实验室，引进与培养 10 个以上浙江省和宁波市创新创业团队，培养高尖端人才 1000 名。

三、总体思路

抢抓全球加速布局战略性先进电子材料与器件、智能软件系统的契机，以前瞻布局新兴产业和支撑传统产业高端化发展需求为牵引，构建基础研究及前沿技术、重大共性关键技术、典型应用示范的全创新链。

四、任务布局

围绕总体思路与目标，本专项将在智能器件、功能芯片、应用软件三个方向进行布局。规划产业化示范项目 7 项(包括与新能源汽车专项统筹规划一项)、技术攻关项目 14 项和前沿探索项目 10 项。同时建设智能软件及器件微纳加工、检测平台，对专项的实施起到支撑完善作用。

1、产业化示范项目

(1) 先进“力、磁”传感元件、算法及其在智能信息系统上的应用

研究内容：研发高性能应力和磁传感芯片；进行耐高温应变计材料、工艺、装备研发；开发基于磁电阻效应的高精度磁场传感器在智能制造设备中实现应用；研发新一代智能数字港口系统开发及关键技术；开发基于 NB-IoT 物联网车联网的智能物流信息平台。

研究目标：研发出高阻抗、高温应变计，并达到国际先进水平，高温传感应用符合高温传感器国家标准；建立支持 1000 万 TEU 年吞吐量的大型集装箱码头实时作业，快响应时间的数字港口管理系统；建立国内首个 NB-IoT 物联网车联网的智能物流

信息平台，货物 3D 感知精度不低于 10mm,货物称重精度不低于 1kg,机器人重复精度不低于 2mm。申请 PCT 专利 2-3 项。

(2) 智能激光测量传感器开发与应用

研究内容:开展智能化非接触式光电传感器的开发与应用，进行基于激光技术的高频微器件振动测量技术研发、智能化激光散斑深度感知与位移传感器开发与应用以及新型智能化激光雷达开发与应用。

研究目标:研发国际领先水平的智能化非接触式光电传感器，频率范围 DC-3MHz，最大测量速度 24.5m/s；实现国际领先的高频微器件振动测量技术，频率测量范围 10~1000MHz；研发出国际先进水平的智能化激光散斑深度感知与位移传感器；开发出国际先进水平的系列化多线程新型智能激光雷达。申请 PCT 专利 2-3 项。

(3) 新一代固态紫外光源关键技术及杀菌应用

研究内容:针对家庭用水净化、污水处理、汽车/家电杀菌等领域的应用，开发高质量 AlGaIn 基材料和深紫外 LED/LD 器件关键技术及产业化应用；解决高效掺杂机制和量子效率核心问题，突破高效深紫外发光器件的高功率密度封装和集成模组技术；研究新型固态紫外光源的可靠性。

研究目标:紫外 LED 芯片内量子效率大于 50%，达到国际领先水平。与传统汞蒸汽紫外灯相比，新型紫外固态光源节能超过 60%，寿命延长 10 倍以上。实现高性能紫外 LED 在用水净化、医院/学校紫外消毒设备，空调/汽车系统除菌等领域的示范应用。申请 PCT 专利 2-3 项。

(4) 以 5G 毫米波应用为主的相控阵大规模硅基 III-V 族异构工艺开发

研究内容：开展基于 5G 的硅基 GaAs/InP/GaN 异构集成的低插损互连工艺技术。利用特种工艺产线以及 180nm-40nm SOI 射频芯片工艺的技术储备、后端半导体工艺，开展基于 5G 的硅基 GaAs/InP/GaN 异构集成设计研究工作针对射频工程应用；开发相对应的开发工艺包（PDK），针对产品的特种工艺为后续产品制程提供验证开发、优化设计的方案。

研究目标：开发集成度更高、可靠性更好的、面向 5G 的硅基 III-V 族异构集成系统工艺技术，为后续产业化提供依据。申请 PCT 专利 2-3 项。

(5) SiC 材料、器件及其在汽车功率控制芯片、充电设备中的应用示范（与新能源汽车专项统筹规划实施）

研究内容：研究低缺陷低阻 SiC 单晶材料生长及高均匀度外延关键技术；研究高速开关下高压大容量 SiC 芯片设计和制造工艺技术；开发满足汽车应用的 750-1200V SiC MOSFET、SBD、超级结及其他二极管芯片并实现在汽车电子、充电桩上的示范应用。

研究目标：掌握低位错密度 SiC 外延技术，开发满足 SiC 器件的高温高频要求全套封装、测试技术和方法，实现 SiC 功率器件在车用功率控制单元(PCU)和新能源车充电桩等领域的应用突破。申请 PCT 专利 1-2 项。

(6) 物端智能芯片与物端操作系统的研发及产业化

研究内容：重点突破物端智能可伸缩的超低功耗神经网络处

理架构、超级芯片集成、可动态重构内核与超轻量级协议栈等关键技术。实现超低功耗、实时感知和理解，形成物端智能芯片、超微整机（模块）、系统软件、整机应用与服务的垂直一体化解决方案。

研究目标：研制并量产最低功耗可达纳瓦级、能量效率可达 5TOPS/W，实现物端智能芯片产业化与规模应用，并形成一個开放的面向物端的通用智能处理解决方案，引领家用电器产业向家用智器产业升级，完成 3 种完整的示范应用产品。申请 PCT 专利 2-3 项。

（7）人机物融合智能超脑系统产业化及应用

研究内容：针对智能产品与智能制造中“物-云”端智能协同应用的需求，研究跨“物-云”端 AI 系统的分割处理架构、物端运行计算轻量级低精度模型、云端运行计算密集型高精度模型的融合数据处理架构；利用云平台来共享各物端设备的数据和模型，训练复杂的计算密集型的模型和采取高质量的决策；研究利用物端设备减小延时、提升安全性并实现智能化的数据记忆技术。

研究目标：研制出国内领先的跨“物-云”端高效协同的智能超脑系统，并形成商业化的人机物融合智能能力服务，有效支撑家用智器、智能网联汽车、智能装备等产品的应用。申请 PCT 专利 1-2 项。

2、技术攻关项目

（1）基于声波谐振器的物联网智能传感器模块开发与制造项目

研究内容：根据目前物联网传感器（RF 标签）的性能要求，

研究基于石英晶体和表面波谐振器的传感单元和通信技术，利用基于石英晶体单元和目前能够大量供应的表面波谐振器单元，研究信息处理和射频电路优化技术。

研究目标：研发出基于石英晶体和表面波谐振器物联网应用数据检测与通讯传感模块，实现物联网基本网络硬件单元的宁波特色产品。

(2) 基础设施集群全寿命智能监测与维护管理关键技术研究

研究内容：结合光纤（光栅）传感、应变片式传感、CCD 激光测距等技术，研究开发适合于房屋建筑、桥、隧、路等结构特征的高性能长寿命传感网络硬件设备及各传感网络间通讯技术。

研究目标：形成一体化多层次的智能自适应传感网络和监测体系，搭建宁波城市基础设施间的互联及云共享监测平台。

(3) 温度、湿度、振动多传感融合的无线智能传感器

研究内容：研究温度、湿度、振动 MEMS 芯片的集成技术，无线智能传感器的 MEMS 芯片、处理器、存储芯片、无线传输芯片的整体集成技术，无线智能传感器的软件算法，提高检测精度。

研究目标：实现国内首台温度、湿度、振动多物理检测，同时具有远距离无线通信能力且具有极低功耗的智能传感器的搭建，温度测量范围： $-50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，典型误差 $< \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，湿度测量范围： $0\sim 100\% \text{RH}$ ，湿度测量精度 $< 1\% \text{RH}$ ，性能达到国际一流的水平。

(4) AI 及大数据在智慧馆库建设中的应用研发

研究内容：研究智能馆库系统中位置导航、物流运输、馆藏资源管理、内容分析与推荐以及可视化馆架管理等关键技术。

研究目标：建立国内领先的基于大数据分析的馆库智能管理与服务推荐系统。图书资料位置导航定位精确度 ≤ 3 米；设备人脸识别准确率不低于 99.7%、支持的索引数量级在 1 万条记录/每秒，亿级数据的查询达到毫秒级响应查询。申请 PCT 专利 1-2 项。

(5) 高色域量子点配方及复合技术研发

研究内容：开发专用于量子点膜的独特多层膜贴合工艺的新型涂布设备和精密复合技术，实现复合树脂厚度、复合胶均一性以及复合质量的控制；开发相应的广色域标准和具有合适辉度的量子点膜。

研究目标：开发面向大尺寸 TV（55 英寸及以上）的高色域量子点膜工艺与复合技术。

(6) 大尺寸、低成本三代半导体先进生长技术

研究内容：研究蓝宝石、硅基衬底高阻、高质量氮化镓外延技术；发展基于金属有机物气相外延（MOCVD）和其它非高温薄膜生长技术的联合外延技术；进行纳米线结构、量子点及超宽带等新型三代半导体材料生长技术及应用示范探索。

研究目标：掌握氮化物、SiC、氧化物、金刚石等新型宽禁带半导体材料，及低维纳米结构的生长技术。

(7) 12 英寸集成电路用硅抛光片及外延片制造技术

研究内容：完善硅单晶炉热场设计理论，掌握 12 英寸低 COP 及完美单晶制造技术；以双面抛光技术为重点，掌握 12 英寸超高平整度硅片加工技术；研究 12 英寸硅片缺陷工程技术；研究 12 英寸硅外延片制造技术。

研究目标：开发出用于 14 纳米线宽集成电路制造的 12 英寸硅片制造技术并实现量产。

(8) 高性能 Si 基 GaN HEMT 功率器件和移动电源中应用

研究内容：设计和研制 Si 衬底上 GaN 基增强型功率开关器件；研究低动态导通电阻、高稳定性大电流功率开关管和二极管平面器件的制备技术；研究器件的失效机理与高耐压、高可靠性提升技术；研究 GaN HEMT 在移动电源上的应用。

研究目标：掌握高频中低压 GaN HEMT 器件的产业化技术；实现上述核心器件的产业化，实现在消费电子、移动及快速充电等电源管理领域的规模应用。

(9) 智能 LED 车灯模组的开发

研究内容：研究高效率白光 LED 芯片制备技术，研究高导热率陶瓷基板作为汽车用 LED 基座的散热性能并研究共晶封装技术及对提升 LED 封装稳定性的影响，研究新型荧光粉涂覆技术及荧光粉一致性及与芯片的结合强度问题。

研究目标：突破高功率车灯用 LED 产品的散热、稳定性问题，形成年产 300 万只基于智能 LED 汽车大灯的光源器件产品的生产能力。

(10) 物端智能家电产品应用服务系统

研究内容：研究物端智能家电产品通过多种通讯方式实现“云-物”端智能互联的机制；研究探索异构物联网间云端互联控制、信息共享；研究探索物端家电产品、用户及行业大数据之挖掘、分析、可视化应用技术。

研究目标：解决物端智能家电产品与云端智能互联互通、大数据分析的关键技术问题，研发出物端智能家电产品接入百万量级的系统并进行应用示范。

(11) 面向优势行业的智能工厂云服务系统

研究内容：研究面向优势行业的智能工厂的多系统、多平台互联互通连接技术；进行基于工业物联网的可定制实时轻量级操作系统的研制；研究智能工厂集群协同调度技术；研究异构环境数据集成技术；研制智能工厂云平台服务开放接口。

研究目标：研制出基于工业物联网的轻量级操作系统和基于 OPC UA 或者类似标准的数据通信协议；攻克面向优势行业的智能工厂的多系统、多平台互联互通等技术问题，形成商用的智能工厂云服务系统并产业化应用示范。

(12) 工业级智能硬件设备的研发与产业化

研究内容：研究智能工厂各种设备的工作状态、工艺参数、执行动作、能耗等数据采集、分析、处理关键问题；研究设备的云平台接入技术以及与 MES、ERP 系统等信息化系统的互连互通技术；研制安全稳定的工业级信息采集、转换、分析、处理、连接的智能硬件设备。

研究目标：研制一款安全稳定的工业级信息采集、转换、分析、处理、连接，并实现智能感知、交互、大数据服务等功能的

智能硬件设备，技术国内领先，实现设备远程管理和与 MES、ERP 系统等信息化系统的无缝连接，产业化应用达到 10 万套。申请 PCT 专利 1-2 项。

（13）智能船舶监控系统

研究内容：研究传统船舶通过多种通讯方式实现云端智能互联；研究智能船舶海量数据的标准化、存储、融合处理等大数据分析处理技术；研究智能船舶的海量数据快速接入与分析技术；研究船舶安全、能效管理系统利用数据采集技术、远距离数据传输技术、软件技术、数据库技术使船舶安全、能效管理高度智能化、集成化；研究船舶综合感知、船舶航线与航速综合优化及避碰辅助决策等技术；开发智能船舶监控系统，并进行应用示范。

研究目标：实现船舶接入万量级，系统并发处理能力十万量级，平均响应时间毫秒级，可承载百亿级数据收集、存储及分析；平台接入船舶 1000 艘以上。

（14）智适应智能教育平台关键技术研究

研究内容：研究开发基于绿色电子墨水屏技术的智慧电子作业系统；电子墨水屏书写技术的深度优化算法，支撑学生笔迹等学习源数据的实时准确采集；适用于复杂异构网络与密集无线接入的分布式教育云服务架构，针对多种学习环境提供不间断稳定服务；多维学情特征的稀疏表示与深度学习相结合的智能建模方法，为学生和班级建立完整学情画像，精准量化分析学情动态并匹配最有效的学习路径。

研究目标：研发可长期稳定用于日常教学重度作业的电子墨水屏作业系统，云端支持每班 60 人同时稳定在线，支持学生在

家、在校、离线情况下正常使用，完成推广示范。

3、前沿探索项目

(1) 柔性可拉伸传感材料与传感器

研究内容：针对可穿戴、智慧医疗等智能设备对柔性可拉伸传感器以及电路的需求，开展原创的新型可拉伸传感器件、可拉伸导体，包括柔性可拉伸肌电、应力/压力等传感器；开发基于可拉伸传感技术的人机交互、医疗健康等可穿戴设备。

研究目标：研发出高电导率的可拉伸导体和大探测量程、高精度的可拉伸应力传感器。

(2) 高耐弯折性柔性透明导电薄膜及其应用技术

研究内容：探索溶液法合成银纳米线的生长机理，研究室温降低银纳米线网络中的线-线之间结电阻机理与制备方法，优化柔性透明导电薄膜在多种实际应用器件中的性能。

研究目标：研发出高长径比银纳米线，并实现高透过率、低平均雾度的透明导电薄膜。

(3) 柔性无线输电装置研发

研究内容：柔性基底上氧化物基半波和桥式整流电路的模拟设计、制备；柔性无线输电装置接收器各功能层之间的互联、集成与封装问题研究。

研究目标：实现满足行业标准的无线柔性输电装置，具有较小可弯折曲率半径。

(4) 印刷智能冷链物流传感系统的研发与应用

研究内容：开发基于印刷电子技术制造的柔性冷链传感系统

产品，集成温度采集、物流溯源和 NFC（无线近场通信）等功能。开发适用于印刷的纳米铜墨水导电新材料，开发新型的光子烧结设备和技术，研究卷对卷印刷制造工艺。

研究目标：实现在目标产品包装材料（薄膜、纸基）上一体化制备冷链传感系统产品。

（5）面向半导体器件的多芯片均流及高密度封装集成技术

研究内容：研究单芯片、多芯片的均流和高密度封装集成技术；研究集成电路封装与三代半导体封装兼容技术；研究模块的失效机理与高耐压、高可靠性提升技术；研究高密度集成电路框架（QFN）技术。

研究目标：掌握与第三代半导体光电子器件、电力电子器件、微波射频器件特性相匹配的高温、高密度、高可靠性封装测试技术。

（6）4-6 英寸 GaN 射频器件制备和 MMIC 设计技术

研究内容：攻克 GaN 微波毫米波材料、器件、模块的缺陷、输出功率、效率、带宽、线性度以及低成本封装等关键技术；研发 6GHz 以下频段 5G 终端高效率、高线性功率放大器芯片；研究射频器件的失效机理，及其耐高温、高压和高可靠性的提升技术。

研究目标：实现高频、高功率、超宽带 GaN 微波毫米波器件及模组的设计制备。

（7）基于氧化镓、AlGaN、金刚石或其他晶体材料的紫外探测器制备及应用研究

研究内容：进行 AlGaN 基、氧化镓或金刚石基日盲紫外探测器关键工艺及原型器件制备研究；澄清其带隙、载流子迁移率和载流子浓度的调控规律与物理机制；开展紫外探测器在紫外通信、火灾雷电预警、高压线破损检测等领域的应用研究。

研究目标：开发出兼具高光电响应度、探测截止波长、高紫外/可见抑制比的日盲光电探测器。

（8）高压低比导通电阻 SiC 芯片研发

研究内容：研究并阐明 SiC 超级结器件阻断和导通机理；进一步优化 SiC 超级结器件结构，提高阻断电压，降低比导通电阻；研制出 SiC 超级结器件，并实现应用验证。

研究目标：制备出性能领先的 SiC 超级结器件，与传统单极性器件相比，超级结结构掺杂浓度提高 10 倍以上，电阻下降 5 倍以上，耐压能力 >1kV，应用于电动车大功率电动驱动器、轨道交通变电装备及智能电网。共申请 PCT 专利 1-2 项。

（9）集成智能芯片的柔性贴附式可穿戴模块研制

研究内容：研制印刷工艺制备柔性传感器、线路系统与智能芯片柔性化集成；设计与制备高密度、高集成化的超薄、超柔可穿戴智能系统；开发可穿戴模块的液态硅胶封装技术。

研究目标：研制出基于纳米铜材料作为柔性导电材料焊接集成智能芯片和超薄柔性贴附式可穿戴模块，整体厚度小于 1mm，填补国内空白，技术处于国际领先地位，申请 PCT 专利 1-2 项。

（10）智能 3D 摄像头模组的研制

研究内容：研究面向智能 3D 摄像头图像的深度摄像技术、

3D 成像和传感技术；将物端智能芯片与图像传感器集成于一颗模组的集成技术；研究与开发图像传感器数据处理算法；研究与开发图像数据经前端感知后进行深度学习智能处理技术；实现集成物端智能芯片的 3D 摄像头模组对图像传感器数据进行实时智能感知、处理。

研究目标：研制出具有三维人脸活体识别的智能 3D 摄像头模组，在人机交互、人脸识别、AR/VR、辅助驾驶等领域进行应用示范。

4、智能软件及器件微纳加工、检测创新平台

（1）平台定位和功能

宁波智能软件及器件微纳加工、检测创新平台以开发面向应用的芯片及先进电子器件设计、加工技术为研究的主要目标。该平台具有服务企业、聚集人才、前沿研究、孵化企业、人才培养等五大功能，目标使宁波智能器件、功能芯片与应用软件产业走上可持续的发展道路。

（2）平台建设内容

1).智能芯片与半导体芯片设计（前段）

基于有 EDA 软硬件设计平台有基础的单位建设硅基集成电路芯片及其他非硅基、半导体芯片设计的软硬件环境，可提供纳瓦级超低功耗 SOC、MEMS、ASIC、RF 设计服务，解决高速、高效能、小型化 DC/DC，DC/AC 电源模块系统设计中关键技术问题，积极引入和培育芯片设计（fabless）企业，形成 fabless 产业集群。

2). 半导体器件制程及非硅基电子力、光、磁材料的工艺集成（中段）

吸引和鼓励有经验的企业建立代工线，形成产业聚集效应，涵盖材料开发、芯片制造、模组开发等功能的先进研发线。重点发展汽车电子芯片、电源管理芯片等，同时建立适合磁、光、电等传感材料和器件研发、生产的 MEMS 微加工平台。

3). 芯片模组封装测试（后段）

提供集成电路芯片的封装设计、生产制造和材料构成等工艺分析服务，提供逆电路分析服务和智能芯片的性能、功耗、信号时延等测定。研究与第三代半导体器件、传感器芯片相匹配的高温、高密度、高可靠性封装、测试技术。

4). 人机物融合智能软件库（软件及数据库支撑）

建设具有 AI 处理架构、轻量级软件栈的智能 FPGA 云超算平台；实现高效能、低功耗、多用途、可重构、大规模并行计算平台体系结构；设计与建设合理、稳定、可靠系统的人机物融合智能开放平台架构方案；以智能语言交互平台为基础，整合语音、语义、图像识别等千万量级人机物融合智能基础数据库。

（3）特色子平台

- 1). 智能芯片、集成电路设计与测试平台
- 2). 先进半导体器件研发平台
- 3). 非硅基电子力、光、磁材料的工艺集成及测试平台
- 4). 人机物融合智能开放平台

五、组织机制模式

本专项结合宁波市智能器件、功能芯片和应用软件产业现状和重点开展的任务，拟采用如下四种项目组织实施机制，高效落实各专项工作，提高重大专项创新产出效率。

（一）联动机制

强化宁波市科技局、经信委与各县市区相关部门在资金、人才、技术等支持方面形成联动，组织实施合力。把本专项与产业招商、科技招商、人才引进等有机结合起来，形成裂变效应。

（二）开放机制

针对宁波企业技术较弱，但是具有重要战略意义，能够提升宁波市产业水平的重大项目，在实施过程中采用开放机制，鼓励面向国内外相关科研机构、人才团队与宁波本土企业共同承担实施重大专项项目。

（三）协同机制

针对任务中产业化目标导向明确的项目原则上由有基础、有实力的优势企业或科研院所为牵头单位，联合产业链上下游相关企业、较强研发能力的高校等共同实施，协同完成全产业链的技术攻关和示范应用。

（四）示范工程

针对应用领域明确，在宁波具有广泛应用市场和产业基础的项目，充分发挥政府的牵引作用，依托重大关键共性技术攻关、重大战略产品开发、重大科技成果转化、重大科技示范工程建设，

重点支持产品制造与下游应用相结合的项目，推进一批重大科技成果转化落实，催生形成一批新兴产业、带动全市产业创新转型，并形成规模应用示范。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 22 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标	
产业化示范项目	先进“力、磁”传感元件、算法及其在智能信息系统上的应用					国内领先，国际先进	
	智能激光测量传感器开发与应用					国内领先，国际先进	
	新一代固态紫外光源关键技术及杀菌应用					国际先进，国产化替代	
	以5G毫米波应用为主的相控阵大规模硅基III-V族异构工艺开发					国内领先，国际先进	
	SiC材料、器件及其在汽车功率控制芯片、充电设备中的应用示范					国内先进	
	物端智能芯片与物端操作系统的研发及产业化					国内领先，国际先进	
技术攻关项目	人机物融合智能超脑系统产业化及应用					国内领先，国际先进	
	基于声波谐振器的物联网智能传感器模块开发与制造项目					国际先进，国产化替代	
		基础设施集群全寿命智能监测与维护管理关键				国内先进	
		温度、湿度、振动多传感融合的无线智能传感器				国内领先，国际先进	
		AI及大数据在智慧馆库建设中的应用研				国内先进	
			高色域量子点配方及复合技术研发			国内领先，国际先进	
		大尺寸、低成本三代半导体材料先进生长技术				国内领先，国际先进	
		12英寸集成电路用硅抛光片及外延片制造技术				国内先进	
		高性能Si基GaN HEMT功率器件和移动电源中应用				国内领先，国际先进	
		智能LED车灯模组的开发				国内领先，国际先进	
		物端智能家电产品应用服务系统				国内先进	
		面向优势行业的智能工厂云服务系统				国内领先，国际先进	
		工业级智能硬件设备的研发及产业化				国内领先，国际先进	
			智能船舶监控系统				国内领先，国际先进
	前沿探索项目	智适应智能教育平台关键技术研究					国内先进
柔性可拉伸传感材料与传感器					国内先进		
		高耐弯折性柔性透明导电薄膜及其应用技术				国内先进	
			柔性无线输电装置研发			国内领先，国际先进	
			印刷智能冷链物流传感系统的研发与应用			国内领先，国际先进	
		面向半导体器件的多芯片均流及高密度封装集成技术				国内领先，国际先进	
		4-6英寸GaN射频器件制备和MMIC设计技术				国内先进	
		基于氧化镓、AlGaN、金刚石或其他晶体材料的紫外探测器制备及应用研究				国内先进	
		高压低比导通电阻SiC芯片研发				国内领先，国际先进	
		集成智能芯片的柔性贴附式可穿戴模块研制				国内领先，国际先进	
基础设施平台	智能3D摄像头模组的研制					国际先进，国产化替代	
	智能芯片、集成电路设计与测试平台					共性技术研究	
	先进半导体器件研发平台					共性技术研究	
	非硅基电子力、光、磁材料的工艺集成及测试平台					共性技术研究	
	人机物融合智能开放平台					共性技术研究	

专项三：先进材料专项实施方案

一、背景和意义

先进材料是指运用新技术、新方法制备出具有优异性能或特殊功能的新材料，也指对传统体系进行创新开发并产生新功能材料。先进材料是催生新技术、新产业的基础与前提，并将带动新能源、节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源汽车等战略性新兴产业进步，促进经济社会可持续发展。具体来说，先进材料可以分为先进基础材料、关键战略材料和前沿新材料三类。

在先进基础材料方面，国家未来将重点支持先进钢铁材料、先进有色材料、先进合成材料、先进建筑材料和先进轻纺材料等。在关键战略材料方面，国家未来将重点发展高端装备用特种合金、高性能纤维及复合材料、高性能分离膜材料、新型能源材料、稀土功能材料、先进半导体及显示材料等。在前沿新材料方面，国家未来将重点部署石墨烯材料、生物基材料、3D打印用材料、智能仿生与超材料、超导材料等。从全球产业技术竞争格局来看，在石墨烯等前沿材料领域，我国与美国、韩国处于全球第一梯队，伴随着应用技术突破有望实现行业领跑；在海洋工程材料与装备、高性能金属材料、磁性材料以及高分子材料领域，我国整体处于跟跑水平，其中软磁和新型磁性材料有望实现并跑。

宁波市在先进材料产业发展和技术创新方面具备坚实的基础。在产业基础方面，宁波是国家首批 7 个新材料产业国家高技术产业基地之一；截止 2016 年底全市新材料产业共实现工业产值 788.55 亿元，增加值为 107.06 亿元，累计增速 7.5%；在高分

子材料、新型磁性材料、高性能金属材料等细分领域处于全国领先地位，集聚了一批创新能力强的科技型企业，先进碳材料、海洋工程材料等细分领域形成了较好的发展潜力，涌现了一批新兴企业，有望成为区域经济的新增长点。在技术创新方面，拥有中科院材料所、兵科院宁波分院等国家级科研院所，集聚了一批行业领军的研究型人才；宁波新材料科技城、宁波新材料联合研究院等新型创新中心平台正加快推进。但同时，宁波先进材料产业自主创新能力尚未形成集群化，部分产品仍处于国际中低端水平，材料领域部分关键技术受制于人，某些领域尚未建立成熟的应用技术标准及应用体系等问题。

在合成材料方面，宁波是全国重要石油化工产业基地，原油加工量、成品油、石油沥青、石脑油、ABS、PTA、MDI、聚丙烯树脂、聚苯乙烯、苯胺等石化产品规模居国内领先地位，高分子材料、高值化工原料等优势行业形成了产学研贯穿的支撑体系。镇海炼化炼油、化工业务始终保持国内炼化板块第一，万华化学（宁波）已经成为国际 MDI 二异氰酸酯龙头，宁波巨化在卤代烃产品处于国内领先地位，恒河、环洋、中科远东、浙铁大风等在碳五加氢树脂、甘油制环氧氯丙烷、合成气制乙二醇、非光气法制聚碳酸酯方面取得了重大突破，中科院宁波材料所在国际上率先实现生物基呋喃二甲酸技术链条的百吨级示范。尽管我市基础原料势头强劲、优势显著，但在高端合成材料上距离国际先进水平仍有较大差距，特种工程塑料、聚烯烃塑料、特种橡胶、电子化学品等进口依赖度较大。

在磁性材料方面，宁波稀土永磁产业居全国领先地位，软磁

材料产业薄弱，新兴磁性材料产业需前瞻研究布局。我市稀土永磁产业在全球处于供应链的枢纽环节，聚集了以韵升、科宁达为代表的 70 余家稀土永磁钕铁硼企业，产量约占全国的 50%、全球的 40%，产品出口量占全国 60%。但产品整体处于价值链中端，急待提升产品性能，强化应用技术研发，拓展应用市场空间。尽管软磁材料产业处于初始发展阶段，但我市拥有中科院磁性材料与器件重点实验室、国家发改委磁性材料科技创新服务平台，汇集了软磁材料与器件研发人才，大量科技成果急需产业化示范。

在金属材料方面，宁波市在铜合金、轻合金和钢铁等三大领域产业基础扎实。铜合金多个细分领域处于领先地位，拥有金田、兴业、博威等一批龙头企业，产品应用于电力、电子、通讯、能源、生物、航空航天军工等领域；轻合金领域拥有埃克迪、科诺、展慈等骨干企业，产品包括型材、汽车零部件、高性能复杂铸件等；钢铁领域拥有东睦新材料、日月集团、浙东精密铸造、宁波钢铁等生产企业，其中日月重工、浙东精密铸造等在材料研发及产品开发方面全国领先，塑机制造、液压泵制造、模具加工、紧固件、不锈钢、螺杆、粉末冶金件逐渐形成特色。从整体来看，我市金属材料产业大而不强、产品层次不高，迫切需要加强技术创新，以科技成果转化培育战略新产品。

在海洋材料方面，我市造船、跨海大桥建设、海洋石油钻采与输送、海岛开发产业基础较好，东方电缆、中策动力、中科院宁波材料所、宁波大学等单位在海洋油气工程、船舶配套系统、海洋工程防护技术方面取得重大突破。海洋工程材料与装备企业涉及的海洋船用动力、船用机械、海岛发电、海水淡化、防护材

料与技术、海洋石油钻采装备等多个产业领域，对新产品开发、新技术应用、新材料升级具有强烈需求，急需解决材料对于海洋工程装备产业的制约问题。企业研发设计和自主创新能力薄弱，科技成果转化率相对较低，产业链低端竞争加剧，这些因素极大地限制了我市海洋工程材料产业的快速发展。

在先进碳材料方面，我市具备了显著的产业先发优势和成果转化基础。宁波墨西科技有限公司已建成全球最大规模的年产500吨石墨烯粉体生产线，中科院宁波材料所在国际上率先突破石墨烯薄膜连续卷对卷制备技术，并实施年产百万平米石墨烯薄膜卷材产业化，建立了国内首条自主研发设计的克拉级CVD大块单晶金刚石生产线，打破了国外技术垄断。超级电容器、动力锂电池、重防腐涂料等方面应用成果频出，并在新能源汽车、海工装备上实现了工程示范。浙江省石墨烯制造业创新中心、浙江省石墨烯应用研究重点实验室等创新平台聚集了一批行业领军创新型人才。但我市先进碳材料产业仍存在明显短板，专用型石墨烯牌号不完善、阻碍了下游产业链延伸，高端应用技术储备不足，产业水平提升支撑乏力。

基于上述原因，我市设立先进材料重大专项，主要目的是在把握先进材料产业发展趋势的前提下落实国家重大部署，同时为区域经济的发展提供支撑保障。实施重大专项，有利于进一步巩固新型磁性材料、高性能金属材料、高分子材料在国内的领军地位，加速在部分细分领域实现从跟跑向并跑转变；有利于加快攻克制约我市先进材料产业发展的关键技术瓶颈；有利于通过前瞻性技术研发占据产业制高点，确保我市在该领域的先发优势与整

体实力提升；有利于以专项实施为纽带，逐步形成以专项聚人才、以人才破技术、以技术促产业、以产业助发展的格局。

二、总体目标

力争 5 年的时间，通过先进材料重大专项的实施，突破烯烃高值转化、生物基化学品、高性能烧结钕铁硼、高性能软磁磁粉芯、高强高导精密铜合金、先进铝合金、直流 500kV 海缆、高性能防护涂料、石墨烯复合粉体/浆料/柔性薄膜等 10 项重大关键技术，推出 20 余个战略产品，全面优化先进材料领域企业、人才、平台等创新资源，进一步强化先进材料对于我市制造业重大支撑作用，为建设“中国制造 2025”试点示范城市奠定坚实基础。

——突破 10 个重大关键技术：实现低成本生物基单体、石墨烯薄膜卷材的规模化生产，抢占国际领先地位；突破高强高导铜合金材料与高精度型材制造、高饱和磁感应强度非晶纳米晶合金带材制备等关键技术，力争实现国际先进、国内领先；突破石油基烯烃高值转化生产、先进碳材料在先进电池/柔性电子器件/复合功能材料应用、长效环保防生物污损材料设计制备及船舶工程应用等关键技术，力争实现国内领先。围绕重大关键技术构建自主知识产权体系，布局 6 个高价值专利组合（其中 1 个专利组合用于核心材料共性制备方法），获得 400 项以上发明专利，其中 PCT 专利 70 项以上。

——推出 20 个重大战略产品：三氯丙烯、XDI 二异氰酸酯、非光气法聚碳酸酯专用料、通用型无卤阻燃剂、无/低重稀土烧结钕铁硼、大尺寸逆变与变频元器件用磁粉芯、亚微米晶纳米晶永磁材料、先进铝合金材料、新型非晶合金、高耐久桩基材料、

移动式海水淡化装置等产品实现国内领先；1,3-丙二醇、碳九加氢树脂、光电复合海缆、高强高导精密铜合金、海洋重防腐涂料等产品替代国外进口。

——产业发展实现突围。带动先进高分子产业、高性能金属材料产业、磁性材料产业、海洋工程材料与装备产业层级提升，在相关领域分别新增工业产值百亿级，进一步巩固我市优势产业全国领军地位，加快传统产业转型升级；加快培育先进碳材料等战略性新兴产业，带动下游应用新增产值突破百亿。

——企业、人才、平台建设卓有成效。培育行业骨干企业 10 家；培育创新型企业 35 家；形成浙江省创新创业团队 15 个；引进和培养国家、省级千人计划和万人计划人才 15 名以上，培养行业专业人才百余人；依托承担单位建设碳资源高值转化、新型磁性材料创制、高性能金属智能加工、海洋工程材料实海验证、先进碳材料产业化等 5 个共性技术平台，进一步通过研发资源整合形成 1 个国家级先进材料应用示范平台，争创建国家级制造业创新中心 2 个，新增国家、浙江省、市级企业技术中心 30 个。

三、总体思路与原则

（一）总体思路

深入贯彻落实《宁波市“十三五”科技创新发展规划》部署的“科技创新推动产业竞争力”提升任务精神。面向全球科技前沿、国家战略需求、我市产业技术需求，聚焦合成新材料、新型磁性材料、高性能金属材料、海洋工程材料和先进碳材料五大领域，重点实施重大研发与产业化示范、技术攻关、前沿探索三类项目，以专项为纽带、以共性共享平台为载体，引导产学研开展协同创

新，整体实现科技创新实力卓著、产业效益带动明显、创新创业活力十足的发展格局，为宁波新材料科技城建设成为世界一流、国内领先的新材料创新中心奠定坚实的基础，为建设“中国制造 2025”试点示范城市提供强有力的支撑。

（二）基本原则

前瞻引领。把握前沿科技发展趋势，突出研发部署前瞻性，在重点前沿领域探索布局、长期支持，力争取得变革性、颠覆性突破，全面增强原始创新能力，加速构筑先发优势，实现高端引领发展。

聚焦特色。聚焦宁波市产业基础和科技基础，以专项实施不断放大原有材料优势，逐步形成先进材料产业特色，选择有基础、有条件，在细分领域有能力走在全球创新前列甚至领跑世界的领域。

需求牵引。遵循市场规律，坚持应用导向。围绕地方经济重大领域的需求，突出科学技术导向，重点突破缩短材料研发及应用周期的关键技术、推动材料技术发展的自主可控与产业化应用。重点任务与全市的产业招商、科技招商、人才引进（培养）、产业园区建设等重大产业建设项目有机结合。

平台支撑。以满足重大专项技术研发需要、市场公共服务需求为导向，以集聚创新资源、构建创新生态、提升创新能力为目的，开展创新平台建设。

四、任务布局

先进材料专项重点聚焦高分子材料、新型磁性材料与器件、高性能金属、海洋工程材料与装备、先进碳材料五大领域，共布

局重大研发与产业化示范项目 10 项，技术攻关项目 21 项，前沿探索项目 17 项。

（一）合成新材料专题

本专题拟围绕传统石化产业提质增量、新兴生物质产业落地转化等需求，重点开展石油基化学品绿色生产、分离与精制技术研发，解决生合成新材料物基化学品创制与应用的关键共性问题。部署 2 个产业化示范项目，4 个技术攻关项目，5 个前沿探索项目。

1、产业化示范项目

针对我国基础石化原料低值化、石油资源短缺的现状，攻克高值石化衍生物催化生产和生物质资源大规模转化的关键技术难题，依托承担单位建设涵盖烯烃衍生催化工艺、生物质创新利用、绿色化工工艺设计三方面的碳资源高值转化技术平台。

（1）烯烃高值转化的高效催化工艺开发

立足浙江石化、镇海炼化产业基础，延伸石化资源价值链，攻克烯烃高值转化过程中催化工艺瓶颈，制取 1,3-丙二醇、碳九氢化改性树脂、三氯丙烯等高附加值产品，实现具有自主知识产权的工业催化剂规模化应用，申请 PCT 专利 8 项。

课题一：高值碳三化学品规模化生产工艺

研究内容：以丙烯、甘油为原料，高收率制备 1,3-丙二醇、环氧氯丙烷等高值化学品，开发具有自主知识产权的绿色生产工艺，获得高效稳定的脱水、水合、加氢催化剂制备工艺。

研究目标：建成 1 万吨/年 1,3-丙二醇、15 万吨/年甘油法制环氧氯丙烷生产线，单程收率>60%，催化剂成本<2000 元/吨。

课题二：万吨级碳九加氢树脂催化生产工艺

研究内容：开发碳九石油树脂加氢催化剂及固定床加氢工艺，考察加氢催化剂中毒机理及寿命延长策略。

研究目标：建成 5 万吨/年树脂固定床生产示范线，树脂加氢催化剂寿命>1 年。

课题三：氯化副产物四氯化碳合成三氯丙烯新技术研究

研究内容：研究四氯化碳与乙烯合成 1,1,3-三氯丙烯的连续生产工艺，开发高效分离精制技术以实现产物的有效分离。

研究目标：四氯化碳转化率 $\geq 96\%$ ，产物选择性 $\geq 85\%$ ，建设 2 万吨/年的工业生产示范装置。

(2) 生物基高值化学品规模化生产和应用

以生物质为原料开发芳香性单体及其衍生物生产技术，为传统聚酯提供功能增益的新颖原料，探索新颖衍生物在油品、光伏、柔性材料中的应用，抢占生物高端炼制的国际领先地位。布局 1 个专利组合，新增发明专利 30 项以上，其中 PCT 专利 10 项。

课题一：芳香性平台化合物规模化生产示范

研究内容：掌握果糖、葡萄糖高效催化脱水机制，开展高选择性制取 5-羟甲基糠醛的规模化生产示范，完善产物分离与精制工艺。

研究目标：完成 5-羟甲基糠醛千吨级生产示范，碳原子收率 $>70\%$ ，生产成本 <2.5 万/吨。

课题二：聚酯用呋喃二甲酸规模化生产示范

研究内容：开发 5-羟甲基糠醛氧化的专用工艺路线，降低氧化过程对强碱、高压条件依赖，开展呋喃二甲酸规模化生产示范，

探索呋喃二甲酸合成新路线。

研究目标：完成呋喃二甲酸千吨级生产工艺示范，氧化成本控制 3000-4000 元/吨，产品收率>90%。

课题三：聚呋喃二甲酸乙二醇酯规模化生产示范

研究内容：通过催化剂的选择和聚合动力学调控，解决聚合过程中脱羧造成聚酯颜色发黑的问题，得到白色高分子量 PEF，开展 PEF（共）聚酯在高阻隔包装领域的应用评价和示范。

研究目标：完成 PEF（共）聚酯千吨级生产示范，开发 PEF（共）聚酯纤维、瓶片、发泡材料等，熔点>210°C，拉伸强度>70MPa，拉伸模量>2400MPa。

课题四：新颖结构衍生物创制与功能探索

研究内容：通过分子结构创制新型呋喃衍生物，开发 5-羟甲基糠醛/呋喃二甲酸的还原、杂环化、胺化工艺，明确衍生物的新颖理化功能，重点关注特种油品、芳香尼龙等新产品创制。

研究目标：开发 5~8 种具有明确应用前景的新型生物基化学品，油品体积耗氧量理论值<1.55 m³-O₂/L，最小燃烧热值>26.7 MJ/L，开发 2~3 种生物基芳香尼龙新产品。

2.技术攻关项目

布局 4 项具有明确产出目标与市场需求的技术攻关项目，突破高值精细化学品生产中的关键共性技术，提升化工生产的绿色化水平，强化企业重点突破能力，实现国内领先、国际并行。

（1）合成气制乙二醇规模化生产工艺

研究内容：开发合成气制乙二醇催化剂配方体系，抑制草酸酯加氢催化剂中活性组分 Cu 迁移团聚，验证乙二醇产品在 PET

聚酯体系中应用性能，建设绿色化学工艺设计平台。

研究目标：偶联催化剂贵金属钯含量降至 0.1%~0.2%，使用寿命 ≥ 4 年，开发 60 万吨级乙二醇生产工艺包，申请专利 10 项。

(2) 衣康酸胶黏剂与无水印染染料绿色合成工艺

研究内容：开发生物基衣康酸合成水溶性的聚酰胺聚胺-环氧氯丙烷胶黏剂助剂，开展无水印染专用染料的结构设计及催化生产。

研究目标：建成 5000 吨/年衣康酸基 PAE 工业化生产示范装置，实现 ≥ 10 支针对天然纤维制品的无水印染专用系列染料合成，建成 100 吨/年中试线。

(3) 新型二异氰酸酯规模化生产工艺

研究内容：开发具有微观混合效果的新型反应器及成套 XDI/HDI 生产工艺，掌握产品分离纯化工艺，开展非光气法合成路线研究。

研究目标：实现 5 万吨/年 HDI 单体、4 万吨/年 HDI 三聚体、6000 吨/年缩二脲的产业化示范，建成千吨/年 XDI 液相光气化法制特种异氰酸酯生产示范线。

(4) 高值 C2-C3 醇/酯膜分离纯化共性技术

研究内容：开发高效、节能、绿色的膜分离技术，降低燃料乙醇汽油、碳酸二甲酯等高纯化学品分离精制的能耗和成本，建设高端膜分离技术开发平台。

研究目标：建成 5000 吨/年渗透汽化脱水分离精制装置，耐酸碱性能为 pH 3~10，节能 40% 以上，申请专利 10 项。

3.前沿探索项目

瞄准高端精细化工领域的国际研究热点与技术发展趋势，布局 5 项前瞻研究项目，培育原创性技术成果，为我市相关产业发展提供技术储备。

(1) 非光气法聚碳酸酯精加工与无卤阻燃技术

研究内容：开发非光气法聚碳酸酯 UR 专用料开发关键技术，开展通用性广的高性能添加型无卤阻燃剂生产示范。

研究目标：建立 UR 专用料的性能评价测试方法，建成万吨级 UR 专用料生产示范线，实现 100 吨/年阻燃聚酯纤维与透明薄膜生产示范。

(2) 基础高分子材料高性能化研究

研究内容：开发轻量化聚丙烯超临界二氧化碳发泡工艺，账务超高分子量聚乙烯纤维复合材料耐温性、抗冲击性提升技术。

研究目标：聚丙烯发泡倍率 20~45 倍，纤维拉伸断裂强度 $\geq 40\text{cN/dtex}$ ，杨氏模量 $\geq 1500\text{cN/dtex}$ ，申请专利 10 项。

(3) 特种高分子材料产业化技术开发

研究内容：解决聚酰亚胺加工与耐温难以平衡的技术难题，实现特种分离聚四氟乙烯中空纤维膜产业化示范。

研究目标：聚酰亚胺薄膜玻璃化转变温度 $\geq 350^\circ\text{C}$ ，可见光透过率 $\geq 88\%$ ，建设 5 万 m^2 /年的超亲/疏水性、抗污染、耐化学清洗的聚四氟乙烯中空纤维膜示范线，申请专利 10 项。

(4) 航天用高强高模碳纤维与核用碳化硅纤维关键制备技术

研究内容：试制高强、高模碳纤维，掌握高聚物的凝聚态结

构调控及其缺陷控制技术，开发碳化硅纤维连续生产技术。

研究目标：制备系列化高强高模碳纤维，实现无人机等设备示范，其中 M60J 级强度 $\geq 3.92\text{GPa}$ ，模量 $\geq 588\text{GPa}$ ，M65J 级强度 $\geq 3.8\text{GPa}$ ，模量 $\geq 640\text{GPa}$ ，复合材料层间剪切强度 $\geq 50\text{MPa}$ ，建成 5 吨/年液态超支化聚碳硅烷生产示范线，申请专利 10 项。

(5) 新颖绿色催化材料与反应工艺

研究内容：开发具有重大应用前景的非常规催化材料，探索热场与光、电、磁场耦合，突破质量与能量传递瓶颈。

研究目标：掌握高效光电极材料、氮化物材料、磁性材料等催化体系的工作原理，揭示催化活性与选择性的外场调控规律，实现 2~3 个新颖催化过程的小试规模验证，申请专利 15 项。

(二) 新型磁性材料专题

重点突破高性能烧结钕铁硼、金属软磁磁粉芯关键制备技术，探索新型永磁、软磁和磁敏感材料的制备技术以及在电力电子领域的前沿应用，占领新型磁性材料与器件国际领先地位。

1、产业化示范项目

攻克高性能烧结钕铁硼与高性能金属软磁磁粉芯制备关键技术，实现产业化，在重点应用领域达到国内领先水平。

(1) 高性能烧结钕铁硼制备关键技术研发及产业化

项目攻克无重稀土、低重稀土高性能烧结钕铁硼晶粒细化、微量元素调控制备技术，低成本高性能含铈钕铁硼制备技术，烧结钕铁硼绿色环保防护技术，建立国家标准 2 项，申请 5 项 PCT 专利。

课题一：高性能低成本含铈稀土永磁材料制备技术研发及产

业化

研究内容：研究低成本含铈高性能钕铁硼烧结磁体制备关键技术，研究含铈钕铁硼磁体的磁性稳定性和耐蚀性，开发电动自行车、核磁共振用含铈钕铁硼产品。

研究目标：攻克高性价比含铈钕铁硼磁体制备技术，达到铈占磁体稀土总量 $\geq 20\%$ 时磁体 $(BH)_{max} \geq 45 \text{MGOe}$ 、矫顽力 $H_{cj} \geq 12 \text{kOe}$ 。

课题二：高性能低重稀土烧结钕铁硼关键制备技术研发及产业化

研究内容：研究超细晶粒低重稀土钕铁硼磁体微量元素晶界改性技术，研究低重稀土永磁材料服役特性调控技术；推广低重稀土高性能钕铁硼在高效永磁同步电机应用。

研究目标：攻克低重稀土烧结钕铁硼关键制备技术，当重稀土含量小于 $1.2 \text{wt}\%$ 时磁体磁能积与矫顽力之和不小于 83 。

课题三：高性能无重稀土烧结钕铁硼关键制备技术研发及产业化

研究内容：研究无重稀土烧结钕铁硼低熔点稀土合金晶界结构调控技术，研究无重稀土钕铁硼永磁材料服役特性；推广无重稀土高性能钕铁硼在高效永磁同步电机应用。

研究目标：攻克无重稀土烧结钕铁硼关键制备技术，当无重稀土时烧结钕铁硼性能达到 50H 、 45SH 。

课题四：无重稀土烧结钕铁硼矫顽力机制研究

研究内容：对比传统含重稀土烧结钕铁硼，重点研究无重稀土烧结钕铁硼磁化、反磁化行为，研究反磁化磁畴运动规律。

研究目标：阐明无重稀土烧结钕铁硼矫顽力机制，指导无重稀土、低重稀土高性能钕铁硼制备关键技术的突破。

课题五：钕铁硼绿色环保防护技术研发及产业化

研究内容：研究烧结钕铁硼的腐蚀失效机理，开发满足 ROHS 测定标准的有机、无机涂层技术，大幅度减排重金属，攻克绿色防护钕铁硼永磁材料的产业化关键技术。

研究目标：建立钕铁硼磁体表面绿色环保处理国家标准 1 项，实现零废水排放，年绿色环保处理烧结钕铁硼磁体 5000 吨。

(2) 高性能金属软磁磁粉芯制备关键技术研发及产业化

项目突破软磁复合材料的电机高强度磁粉芯制备关键技术，突破高性能高均匀性大尺寸磁粉芯、小尺寸模压电感制备关键技术，布局 1 个高价值专利组合，新增发明专利 30 项，申请 PCT 专利 5 项。

课题一：细颗粒软磁粉体材料与模压电感研发及产业化

研究内容：研发饱和磁感应强度不小于 1.7T、高耐蚀和低损耗的软磁合金，开发粉末粒径 D50 不大于 15 μ m 细颗粒金属球形粉末多级粉碎雾化技术，掌握原粉基础包覆、造粒及粉末烘烤工艺，设计开发微细扁平线多轴绕线技术与装备。

研究目标：攻克细颗粒软磁粉体与模压电感制备技术，建成年产 20 亿颗模压电感生产线。

课题二：节能电机用软磁复合材料制备关键技术研发及产业化

研究内容：优化设计 SMC 电机磁粉芯结构及性能仿真，研究高纯均质铁粉制备和绝缘包覆成型技术，开发高密度高冲击强

度电机软磁复合材料铁芯制备技术。

研究目标：突破软磁复合材料的高软磁性高强度电机磁粉芯制备关键技术，磁粉芯冲击强度 $\geq 120\text{MPa}$ ，建成年产 60 万件电机定转子生产线。

课题三：高性能铁硅、铁硅铝粉体制备关键技术研发

研究内容：研究高温高压雾化低氧高性能铁硅粉体制备关键技术；研发高直流偏置特性、低偏析铁硅铝制粉关键技术。

研究目标：突破氧含量不大于 200ppm 高性能铁硅粉制备关键技术，实现铁硅铝磁粉批量制备，铁硅铝磁粉直流偏置特性 $\geq 58\% @ 100\text{ Oe}$ 且磁芯损耗 $\leq 120\text{mW/cm}^3 @ 50\text{ kHz}$ 、100 mT。

课题四：大尺寸金属软磁磁粉芯失效机理研究

研究内容：研究大尺寸磁粉芯破断显微结构特征，掌握大尺寸磁粉芯失效与磁粉芯制备工艺参数的规律。

研究目的：阐明大尺寸磁粉芯失效机理，指导大尺寸逆变与变频元器件磁粉芯产业化制备关键技术的突破。

课题五：大尺寸逆变与变频元器件用高性能磁粉芯制备关键技术研发及产业化

研究内容：研究磁粉粉末尺寸与磁性的调控技术，实现大尺寸逆变与变频元器件用磁粉芯成型，掌握制备工艺与逆变及变频元器件主要性能之间关系。

研究目标：突破高性能高均匀性大尺寸磁粉芯制备关键技术，磁粉芯直流偏置性能 $\geq 73\% @ 100\text{ Oe}$ ，建成年产 100 万件大尺寸逆变与变频高性能磁粉芯生产线。

2. 技术攻关项目

专题布局具有明确技术突破和应用突破的产业化项目 5 项，在高频软磁材料及制备技术上达到国际先进水平，在钕铁硼磁环制造技术、高饱和磁感应强度非晶纳米晶合金、高综合性能钕钴永磁材料等方面达到国内领先水平，在亚微米晶烧结钕铁硼、纳米晶复合钕钴制备技术上实现突破、达到国际领先水平。

(1) 高频软磁材料研发及其产业化

研究内容：研究具有不同成分、结构的稀土金属间化合物的软磁性能及高频微波磁性，建设高频软磁材料超细粉吨级中试示范线，试制宽频吸波材料和产业化制造装备，研究高浓度软磁粉体分散和取向技术及其在电子器件的应用。

研究目标：国内率先突破稀土金属间化合物高频软磁材料设计和制造技术，高频磁材磁导率和工作频率乘积超过铁氧体 10 倍以上，开发工作频率大于 4GHz 电感器、滤波器等，实现吸波材料在民用或军用领域的产业化应用，申请 PCT 专利 2 项。

(2) 钕铁硼磁环制造技术研发及产业化

研究内容：研发小尺寸多极磁环的饱和充磁技术，研发长寿命热变形模具寿命影响规律，推广高性能辐向磁环在机器人高功率密度小型伺服电机、汽车 EPS 电机上的应用，掌握 3D 打印钕铁硼磁粉制备与原位取向 FDM 成型技术，研究长径比、薄壁 3D 打印磁环对伺服电机特性的影响规律。

研究目标：热变形磁环内禀矫顽力 12-25kOe、表面圆周方向磁场不均匀性 $\leq 5\%$ 、材料收得率 $\geq 80\%$ ，建成年产 50 万只直径 40mm 以下磁环的冷压、热压、热变形连续流水生产线；3D 打

印磁环达到长径比 ≥ 2 、壁厚与磁环直径比 $\leq 1/30$ ；申请 PCT 专利 3 项。

(3) 高饱和磁感应强度非晶纳米晶合金带材研发及其产业化

研究内容：研发兼具饱和磁感应强度 1.7T 以上、低损耗和低磁致伸缩系数的新型非晶纳米晶合金，开发 142mm 宽幅带材制备及其热处理关键技术和装备，实现非晶纳米晶带材在电动汽车驱动电机、高速主轴电机、无线充电桩等应用示范。

研究目标：攻克高饱和磁感应强度非晶纳米晶合金带材制备关键技术，带材高速主轴电机转速达到 120000r/min 和导磁片用于无线充电桩的效率不低于 80%，申请 PCT 专利 2 项。

(4) 高综合性能钕钴永磁材料研发及其产业化

研究内容：研究钕钴磁体强韧性和高电阻率的服役特性，开发高磁性能与高服役性能兼备磁体的制备技术，推广高综合性能钕钴永磁材料在国防控制电机、推进电机、微波通信器件等应用。

研究目标：钕钴磁体综合性能达到矫顽力不小于 25kOe 时磁能积高于 32MGOe、磁抗弯强度不低于 130MPa、电阻率不小于 $0.95\mu\Omega\cdot m$ 、室温至 200°C 剩磁温度系数 $\geq -0.045\%/^{\circ}C$ ；申请 PCT 专利 1 项。

(5) 亚微米晶纳米晶永磁材料制备关键技术研究

研究内容：研究低氧含量钕铁硼细粉低温高压制备、亚微米晶块体钕铁硼烧结制备关键技术，开发用于新能源汽车和风电设备的亚微米晶钕铁硼产品，掌握纳米晶复合钕钴高压扭转、温度和压力诱导、高压蠕变取向技术。

研究目标：突破亚微米晶钕铁硼永磁材料制备关键技术，细粉钕铁硼氧含量低于 400ppm，块体钕铁硼晶粒尺寸 200-1000nm，相对现有 SH/EH/UH 牌号烧结钕铁硼的重稀土含量降低 50%时，新技术制备的亚微米晶钕铁硼磁体磁能积与矫顽力之和达到 85；突破纳米晶钐钴复合永磁材料制备关键技术，纳米复合钐钴永磁材料磁能积不低于 40MGOe；申请 PCT 专利 3 项。

3. 前沿探索项目

专题布局磁性材料国际前沿领域研究项目 2 项，以期在磁敏感材料、纳米磁存储新材料、新器件、新原理研究上部分国际领跑，催生磁性材料产业新方向。

(1) 新型磁敏感材料研究

研究内容：研究柔性铁磁薄膜、反铁磁薄膜、二维磁敏感材料的制备及物性调控方法，探索外场作用下磁敏感材料的电子/自旋结构与宏观磁各向异性变化的基本关联，研制具备国际先进水平及自旋分辨能力的角分辨光电子能谱仪。

研究目标：掌握下一代高灵敏、低功耗、抗强磁干扰、柔性磁敏感材料的高端制备技术和器件应用技术，实现轨道磁矩、自旋磁矩、电子结构、自旋结构的外场调控，在国内率先研制出具有自旋分辨能力的角分辨光电子能谱仪，自旋分辨模式下能量分辨率好于 5 meV，申请 PCT 专利 3 项。

(2) 纳米磁性材料及应用研究

研究内容：研究磁性纳米粒子及磁性纳米薄膜在磁存储应用中的关键物理性质（垂直磁各向异性、隧穿磁阻、对称和反对称

交换耦合等), 关注铁磁薄膜和重金属界面在纳米及亚纳米厚度下的新奇物理现象。

研究目标: 掌握满足第五代移动通信、云计算、大数据及人工智能等对更高存储容量、更快读写速度的下一代磁随机存储材料、器件及技术, 国际上率先突破小于 5 nm 硬盘对巨大垂直磁各向异性的要求, 国内率先突破无重金属的拓扑磁结构。申请 PCT 专利 2 项。

(三) 高性能金属材料专题

构建宁波市高性能金属材料产业体系和引领汽车零部件、轴承、紧固件等基础性产业, 聚焦高性能铜合金材料、轻合金材料、先进钢铁材料、前沿金属材料、金属材料智能加工等细分方向, 布局 2 项产业化示范项目, 3 项技术攻关项目, 3 项前沿探索项目。

1、产业化示范项目

开展高强高导精密铜合金及特种铜合金材料、先进铝合金产业化示范, 研发具有国际先进水平的工业产品, 提升我市合金产业技术水平和产品档次, 为汽车产业发展提供高端原材料。

(1) 高强高导精密铜合金产业化及特种铜合金材料应用技术研究

针对大功率高速连接器、引线框架、汽车端子连接器、轨道交通等大电流、大功率器件等对高强、高导铜合金的需求, 研发高强高导铜合金棒带线材、耐高温软化精密铜合金带材、大规模集成电路用铜及铜合金材料、特种铜合金产品, 解决批量化生产中存在的影响产品质量的关键因素和技术问题, 形成多种规格高

强高导精密铜合金及特种铜合金产品的产业化示范，达到国内领先水平并实现部分进口产品替代。布局 1 个高价值专利组合，新增发明专利 30 项以上，PCT 专利 5 项。

课题一：高强高导铜合金关键制备技术研究

研究内容：开展高强高导铜合金成分设计、组织控制技术、材料制备与性能评价研究，突破材料设计、性能设计与应用考核评价等共性关键技术，建立高强高导铜合金材料设计方法，攻克大尺寸高强高导 Cr-Zr 铜合金材料、大卷重大长度铜铬锆合金棒线制备技术。

研究目标：大尺寸高强高导 Cr-Zr 铜合金导电率 $\geq 85\%$ IACS，强度 $\geq 600\text{MPa}$ ；铜铬锆合金卷重 $\geq 2000\text{kg}$ ，强度 $\geq 560\text{MPa}$ ，导电率 $\geq 80\%$ IACS，软化温度 $\geq 520^\circ\text{C}$ ，实现大卷重大长度铜铬锆合金棒线产品商业化生产。

课题二：耐高温软化精密铜合金带材关键制备技术研究

研究内容：开展耐高温软化机理研究，实现铜合金带材制备技术优化，完成工艺定型、市场开发与生产线设计，形成批量供货能力。

研究目标：软化温度 $\sim 500^\circ\text{C}$ ，导电率 $\geq 82\%$ IACS、强度 $\geq 520\text{MPa}$ ，产能达到 10000 吨/年。

课题三：大规模集成电路用铜及铜合金材料制备及产业化技术研究

研究内容：面向大规模集成电路对高纯铜及铜合金的重大需求，开发超高纯溅射靶材与下游制品，开展高强高导铜镍钴硅系合金成分均匀化、熔体洁净化、成分稳定性控制与带材制备技术

研究。

研究目标：超高纯铜材化学纯度达到 4N-6N ($\text{Na}+\text{K}+\text{Li}\leq 0.1$ ppm、 $\text{U}+\text{Th}\leq 1$ ppb、其它 ≤ 5 ppm)，填补国内空白并实现产业化，申请 PCT 专利 3 项，铜镍钴硅系合金强度 $\geq 850\text{MPa}$ 、导电率 $\geq 45\%\text{IACS}$ ，产能达到 5000 吨/年。

课题四：特种铜合金材料应用技术研究

研究内容：针对汽车、阀门、密封件等需求，开展具有阻燃特性的高性能新型碲铜合金、高耐压铜材料及其复杂异型材精密加工技术研究。

研究目标：碲铜合金抗拉强度 $>450\text{MPa}$ ，延伸率 $>12\%$ ，切削性达到 Hpb63-3 85% 以上，生产示范线产能达到 500 吨/年，铜合金耐高压 17-20MPa 保持 15 秒不泄露，异型材直度小于 10mm（挤制棒长度 $\geq 3000\text{mm}$ ）。

(2) 先进铝合金材料及其产业化

开发高强韧铝合金材料、构件成形和产业化技术，攻克高品质铸造、粉末冶金、锻造等工艺设计与控制难题，实现铝合金汽车零部件的高性能高品质制造，达到国内先进水平，形成年产 20 万件制动器卡钳、凸轮轴承盖、副车架、动力电池壳体等产品的生产能力。

课题一：高强韧铝合金及新型压铸工艺研究

研究内容：发展高强韧铝合金材料、在线纯净化及连续自动化铸造技术，并在国内率先建立标准化生产工艺与全套设备方案，形成材料标准和工艺规程，典型关重件通过性能考核，形成示范生产线。

研究目标：铝合金室温抗拉强度 $R_m \geq 290\text{MPa}$ 、断后伸长率 $A \geq 8\%$ ，强度比现有材料提高 30% 以上，塑性提高 20%；典型结构件产品铸件内部质量达到 II 级以上，力学性能与锻件相当，不合格品率低于 0.005%；形成年产 5 万件生产能力。

课题二：铝合金材料及其粉末冶金零件制造技术研究

研究内容：开展高性能粉末冶金铝合金材料、成形工艺、致密化和变形控制技术研究，在国内率先研制出铝合金粉末冶金凸轮轴承盖等产品，建设铝合金粉末冶金生产示范线。

研究目标：力学性能 $R_m \geq 410\text{MPa}$ ， $HB \geq HB130$ ， $E \geq 65\text{GPa}$ ，凸轮轴承盖高度公差 $\pm 0.1\text{mm}$ ，两端面平行度 0.05，两孔位置度 0.1mm，两孔直径公差 0.1mm，申请 PCT 专利 2 项，建立行业标准，形成年产 5 万件生产能力。

课题三：特种铝合金结构件低压差压铸造成形技术

研究内容：发展铝合金大型高性能结构件低压、差压自动化高品质成型技术，研发特种结构件自动化生产线。

研究目标：抗拉强度 $\geq 240\text{Mpa}$ ，伸长率 $\geq 3\%$ ，在规定载荷要求下，循环 30 万次要求各部件无损坏，形成年产 100 万套铝合金特种零部件自动化生产线。

课题四：铝合金高压铸造、锻造复合成型技术研究

研究内容：发展高性能铝合金高压铸造及锻造复合成型技术，研发大型复杂铝合金部件，国际顶尖的大型构件高压铸造及锻造产业化示范线建设。

研究目标：大型铝合金部件抗拉强度 $\geq 320\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 160\text{MPa}$ ，延伸率 $> 3.5\%$ ，6~50 万件/年；小型结构件抗拉强度

350-380MPa，屈服强度 320-345MPa，延伸率 $\geq 10\%$ ，年产能力达到 250 万套/年；产品性能达到国内领先水平。

课题五：新型功能铝合金材料研制

研究内容：研究新型功能铝合金材料的成分优化设计、组织性能调控及制备工艺与质量控制技术，掌握高端电子封装 Si-Al 快速凝固及低成本致密化技术，探索新能源电池用高活性耐腐蚀铝合金阳极的活化机制。

研究目标：研发出相控阵雷达装备及高功率 LED、集成电路用 Si-Al、SiC/Al 基轻质高导热低膨胀高端封装材料及制造技术，建立工程化应用示范；电流密度为 70mA cm^{-2} 时，铝合金阳极效率高于 90%。

2. 技术攻关项目

瞄准金属材料产业化前端和市场需求发展，布局 3 项战略性产品开发项目，重点突破低成本钛合金材料、先进特种钢材料等材料制备、应用、性能表征与评估等关键技术，具备产业化技术基础，研究先进金属材料智能制造技术并达到国内领先水平。

（1）低成本钛合金材料及应用技术研究

研究内容：研究低成本熔盐电解精炼钛技术、3D 打印钛合金粉体工艺调控及细分率控制技术，开展汽车连杆或轴承等钛合金构件质量控制与性能评价，实现工程化应用技术突破。

研究目标：海绵钛品质 0 级且成本低于我国现有同级海绵钛冶炼成本 15% 以上，3D 打印用钛合金粉成本较国外同类产品低 20% 以上，钛合金构件板材成本比国标牌号降低 40%，棒材和锻件降低 30%，焊接、铸造、锻造等工艺成本比现有水平降低 30%。

（2）先进特种钢材料及其应用技术研究

研究内容：开发高效节能电工钢及轧制、热处理工艺，研究铁路螺旋道钉特种钢加工工艺及组织稳定性控制技术，研究高氮马氏体不锈钢轴承钢及控氮、夹杂物控制技术等关键技术，开展材料与制品性能表征，完成制品应用考核及工程化应用研究。

研究目标：电工钢铁损值比国标降低 30% 以上，年产量 ≥ 10 万吨；130KN 拉力螺旋道钉不断裂，120h 中性盐雾及二氧化硫试验保护级均不低于 5 级；高氮轴承应用温度 $-20\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，盐雾下耐蚀寿命 $\geq 96\text{h}$ ；达到国内领先水平，并建成生产示范线。

（3）先进金属材料智能制造技术

研究内容：开发重大装备金属部件智能热处理、铜合金产品智能加工、高端复杂金属部件智能化铸造技术，集成智能生产线设计与优化、制造过程中生产设备及产品状态数据智能收集与处理、生产计划智能调度等关键技术。

研究目标：热处理生产效率提高 40%，产品合格率达到 99%，铜合金产品不良率降低 60%，设备异常情况减少 80%，建成具备国内领先水平的智能铸造示范线。

3. 前沿探索项目

瞄准国际金属材料技术研究战略前沿，布局 3 项前瞻研究项目，重点突破新型铜合金、特种钢和材料基因组等前沿技术，促进新材料科技与产业持续创新发展。

（1）基于材料基因组的新金属材料研发

研究内容：开展基于材料基因组的新材料成分设计与工艺设计，研发高通量材料制备技术、高通量表征与服役行为评价

技术；在超高强度高导铜合金、低密度钢等典型材料上开展应用。

研究目标：超高强度高导铜合金导电性 $>65\%$ IACS，抗拉强度 $>800\text{MPa}$ ，热软化温度 $>900^\circ\text{C}$ ；低密度钢密度小于 7.2g cm^{-3} ，抗拉强度 $600\text{-}1550\text{MPa}$ ，断后延伸率 $12\text{-}80\%$ ；建立基于材料基因组的新材料设计方法。

(2) 新型镁、锌合金材料研制

研究内容：开发智能降解心血管支架用镁、锌合金材料，开展可溶镁合金力学、腐蚀调控、压裂工具评价，获得高效稳定的汽车结构件用高性能镁合金材料。

研究目标：可溶镁合金屈服强度 $150\text{-}300\text{MPa}$ ， $8\text{-}24\text{h}$ 完全腐蚀；可降解镁合金屈服强度 $\geq 120\text{MPa}$ ，Mg离子释放量 $\leq 0.15\text{mg}/(\text{cm}^2\text{ d})$ ；新型锌合金抗拉强度 $\geq 220\text{MPa}$ ，降解速度 $\leq 0.15\text{mm}/\text{year}$ ，溶血率低于 5% ；高性能镁合金材料耐蚀性能较商用AZ91D镁合金高 20% ，高温蠕变较商用AE42镁合金高 15% 。

(3) 非晶与高熵合金研究

研究内容：研究新型块体非晶合金成分优化设计、形成机理、组织性能演变规律，掌握成型工艺及工程化制备技术，开展高熵合金多主元组分优化设计、大体积工业级原料熔炼技术、组织性能调控技术及耐腐蚀行为研究。

研究目标：大块非晶合金构件截面 $>300\text{ cm}^2$ ，产能达到 50 吨/年；高熵合金密度 $<7\text{ g}/\text{cm}^3$ ，室温屈服强度 $>750\text{MPa}$ ，抗拉强度 $>1200\text{MPa}$ ，延伸率 $>15\%$ ，耐蚀性能与super304不锈钢相当且疲劳性能提高 20% 。

（四）海洋工程材料专题

开展海洋油气工程装备、陆海关联和海岛综合利用装备等方向所需的海洋工程关键材料攻关，建设海洋工程材料与装备环境试验与实海验证平台。部署 2 个产业化示范项目，5 个技术攻关项目，2 个前沿探索项目。

1、产业化示范项目

（1）直流 500kV 光电复合海缆系统

针对我国海底远距离输电、东亚海洋电网建设的需要，攻克远程高压直流输电中长距离线缆制备关键技术，打破 Prysmain 和 ABB 公司供货垄断，实现柔性直流输电用 $\pm 500\text{kV}$ 交联聚乙烯绝缘光电复合海缆生产，提高我国在深海大容量电网传输能力，制定行业以上标准 2 项。

研究内容：设计阻水性能符合 200m 设计水深同时满足 3GW 容量要求的大截面阻水导体，探索适合新型绝缘材料生产的挤出工艺和大厚度绝缘硫化工艺，研发 $\pm 500\text{kV}$ 柔性直流海缆工厂软接头制作工艺。

研究目标：形成自主知识产权的直流 500kV 光电复合海缆系统生产、应用配套和标准规范体系。

（2）海洋工程防护涂料与技术

针对海洋工程中对于腐蚀、生物污损、工程施工等的需要，开发新型海洋工程防护材料与技术，突破高性能海工防护涂料的国际垄断。布局 1 个高价值专利组合，新增发明专利 30 项以上，PCT 专利 5 项。

课题一：新一代石墨烯改性海洋重防腐涂料关键技术与产业

化

研究内容：开展石墨烯改性重防腐涂料低表面处理、防腐与防污一体化、长效耐候配套体系研究及现场涂装工艺研究。

研究目标：核心指标达到国际领先水平，定型8种以上石墨烯改性重防腐涂料产品，实现6项以上工程应用。

课题二：高固体份长效海洋重防腐涂料关键技术及产业化

研究内容：开发具有软段-硬段相间结构嵌段改性的高性能环氧树脂；开展新型环保型高固厚涂层材料在海洋工程领域的工程适应性技术研究和寿命评估技术。

研究目标：形成年产1000吨高固体分涂料的产能，完成3项以上重大工程应用。

课题三：长效环保防生物污损材料设计制备与船舶工程应用

研究内容：研究海洋污损生物的附着机制，探索低表面能表面对抗生物污损机理；优化树脂的合成工艺，设计出具有良好的施工涂装性能的涂料配方。

研究目标：获得满足 GB/T6822-2007 船体防污防锈漆体系的要求的防污涂料，实现两年以上船体示范应用。

2. 技术攻关项目

瞄准近五年内具有重要产业化前景和市场需求的海洋工程材料，布局 5 项技术攻关项目，突破海洋油气工程和跨海大桥建设关键材料，形成产业化能力。

(1) 智能溢油泄漏应急处理装备系统研发

研究内容：研究海洋环境下快速、高效三维溢油吸附材料，开发溢油应急设备及应急系统，提供海洋环境下溢油检测与处理

方法，实现大面积溢油高效处理。

研究目标：在10万平方米海域内，完成处理速度为1万平方米/小时的溢油应急处理应用示范，制定行业以上标准1项。

（2）深水玻纤增强粘结柔性管的研发

研究内容：解决柔性管层间熔融的关键材料问题，改进增强螺旋带力学性能，研究深水玻纤增强柔性管的结构设计与专用接头技术，开发无损检测方法，提供安装维修方案。

研究目标：开发出具有自主知识产权的适用于500m水深的热塑性玻纤增强柔性管，制定行业以上标准1项。

（3）大尺寸超强螺旋复合钢管桩制备关键技术及其产业化

研究内容：开发螺旋法制大口径大厚度高强度海工钢管工艺，掌握变壁厚螺旋焊缝钢管生产技术与厚壁螺旋缝高速自动埋弧焊工艺，形成高性能长寿命海洋工程钢管桩集成技术。

研究目标：开发直径超过3米、长度超过100米的大尺寸超强螺旋复合海洋工程钢管桩新型产品，满足120年跨海大桥设计寿命需要，完成1个以上跨海大桥工程应用，形成1个以上行业标准。

（4）海洋工程用高氮合金钢制备与应用研究

研究内容：研究高氮低合金钢组织成分及其控型控性技术，揭示轧制参数对钢材组织、强度、硬度、塑性、韧性、加工硬化指数等力学性能的影响规律，开发配套的环境腐蚀防护技术并开展示范应用。

研究目标：生产出达到美国Carpenter公司、德国Krupp公司产品水平的高氮合金钢产品，实现1项海洋工程示范应用。

（5）海洋工程高耐久桩基材料关键技术

研究内容：开展海洋工程高抗蚀桩基预制构件的结构设计与材料，攻克高抗蚀桩基预制构件的生产制造关键技术。

研究目标：开发出适用于海洋工程的高抗蚀高抗渗混凝土材料；开发出拥有自主知识产权、高耐久性、可规模化生产、节能环保的高抗蚀预制构件产品。

3. 前沿探索项目

突破海洋钻井设备、海水淡化国际公司在我国市场的垄断地位，布局 2 项前瞻研究项目，培育原创性技术成果，为海洋工程材料产业发展提供技术储备。

（1）海洋钻井平台内防喷器（IBOP）的研发

研究内容：解决IBOP中阀芯变形和H₂S腐蚀问题，开发新型IBOP接头螺纹防松装置、遥控及手动IBOP控制装置，开发安全可靠的密封材料和润滑材料。

研究目标：实现IBOP关键部件和配套材料的产业化生产，在海洋钻采平台上实现产业化应用示范，制定行业以上标准1项。

（2）低能耗蒸馏技术及移动式海水淡化装置研制

研究内容：开发耐污染的压力式中空纤维超滤膜为基础的膜蒸馏系统，研制大产水量、低成本膜蒸馏海水淡化装置。

研究目标：实现膜蒸馏系统在船舶、海岛条件下的分散性海水淡化装置的2项示范应用，建立1项行业标准。

（五）先进碳材料专题

构建宁波市先进碳材料产业体系，重点开展满足不同应用的先进碳材料规模制备技术研发与应用材料开发，解决先进碳材料

应用的关键共性问题，建设先进碳材料创新技术平台。部署 2 个产业化示范项目，5 个技术攻关项目，5 个前沿探索项目。

1、产业化示范项目

立足我市在石墨烯粉体与石墨烯薄膜规模制备技术与产能上的优势，发展满足不同应用的定制化石墨烯原材料关键制备技术，突破产业化应用瓶颈，扶植浙江省石墨烯制造业创新中心等创新平台建设。

(1) 满足不同应用的石墨烯复合粉体/浆料关键制备技术与产业化

发展石墨烯分散、改性与复合等共性关键技术，针对动力电池、超级电容器和防腐涂料等领域的特定应用需求，研发专用型石墨烯复合粉体与浆料，建立应用石墨烯的定制化创新材料体系及其应用技术看案，在全国率先实现电池、超级电容与涂料专用型石墨烯材料的规模量产与产业化应用。

课题一：动力电池用石墨烯复合油性导电浆料

研究内容：研究石墨烯微片在 NMP 等中的分散与稳定化技术，研究复合配方对各种材料体系动力电池性能的影响规律，发展石墨烯复合导电浆料的规模化生产工艺。

研究目标：建成具有国内领先水平的年产万吨石墨烯复合油性导电浆料生产线，石墨烯占总导电剂固含 $\geq 30\%$ ，铁含量 ≤ 10 ppm，并实现在先进电池中规模应用。

课题二：动力电池用石墨烯复合水性浆料及其改性集流体

研究内容：研究石墨烯水性涂布浆料的配方、分散工艺与规模制备技术，研究石墨烯浆料在铝箔/铜箔集流体上的涂布工艺，

并在不同电池体系中研究石墨烯改性集流体的应用技术。

研究目标：在国内率先建立千吨级水性浆料和千万平米级石墨烯改性集流体规模生产线，石墨烯涂层（单面）厚度 $\leq 1 \mu\text{m}$ ，导电性显著优于传统涂碳铝箔，并实现在先进电池中的规模应用。

课题三：石墨烯复合电极材料及其在动力电池中产业化应用

研究内容：研究磷酸锰锂/石墨烯复合正极材料和硅碳/石墨烯复合负极材料等材料的复合配方、结构设计、可控制备与电化学性能，发展规模化制备技术。

研究目标：在国内率先实现石墨烯复合电极材料规模量产，形成千吨级产能规模，并实现在高比能（200-350 Wh/kg）动力电池中的产业化应用。

课题四：石墨烯复合电容碳及其在超级电容器中产业化应用

研究内容：研究石墨烯与电容碳的复合配方与复合结构对材料电化学性能的影响规律与调控手段，发展材料的可控与规模化制备技术及其在高比能电容电池中的应用技术。

研究目标：在国内率先形成石墨烯复合电容碳规模生产能力，并实现在高比能（ $\geq 40 \text{ Wh/kg}$ ）超级电容器中的规模应用。

课题五：防腐涂料用石墨烯复合粉体

研究内容：研究石墨烯与其他功能填料的复合技术与配方工艺，研发石墨烯复合粉体在不同溶剂中的分散工艺及其在防腐涂料中的应用技术，发展材料的规模化制备技术。

研究目标：在国内率先实现规模生产，形成百吨级生产能力，支撑万吨级石墨烯基重防腐涂料中规模生产与应用。

(2) 石墨烯柔性透明导电薄膜卷材及其在柔性电子中产业化应用

针对柔性电子产业技术需求，开展低成本石墨烯薄膜连续卷对卷制备技术攻关，突破石墨烯薄膜功能化、图案化与微纳加工等应用共性关键技术，研发石墨烯薄膜在柔性显示和柔性加热等柔性电子产品中的应用技术与应用器件，在全国率先构建石墨烯薄膜规模制造与产业化应用示范的创新链，布局 1 个高价值专利组合，其中新增 30 项发明专利，申请 10 项 PCT 专利。

课题一：石墨烯薄膜连续卷对卷制备技术

研究内容：研发大宽幅石墨烯柔性透明导电薄膜的连续生长与转移技术，自主设计并制造石墨烯薄膜卷对卷生长与转移设备，发展石墨烯薄膜卷材的全流程生产与品质控制工艺。

研究目标：在国际上率先建立石墨烯薄膜卷材标准化生产工艺与全套设备方案，薄膜宽幅达到 50 cm，单层率 $\geq 95\%$ ，单层薄膜方阻 $< 200 \Omega$ ，单层薄膜透光率 $\geq 97\%$ ，形成年产千万平方米生产能力，申请 PCT 专利 3 项。

课题二：柔性电子器件用功能化石墨烯复合薄膜

研究内容：研发石墨烯薄膜的掺杂调控和复合技术，发展显著提升石墨烯薄膜功函数的调控方法，研发低阻复合透明导电薄膜的低成本规模化量产技术。

研究目标：形成具有国际先进水平的功能化石墨烯复合薄膜规模制造技术，面电阻 $< 10 \Omega/\text{sq}$ ，功函数 $< 4.8 \text{ eV}$ ，并形成连续化生产能力，申请 PCT 专利 3 项。

课题三：石墨烯柔性显示关键技术

研究内容：研究石墨烯薄膜的表面功能化技术，研究适用于液晶显示和 OLED 显示器件应用要求的石墨烯复合薄膜的可控制备技术，探索石墨烯基柔性显示模块加工工艺。

研究目标：研制出具有国际先进水平的石墨烯基柔性显示器件，最大显示尺寸达到 6 英寸，弯曲寿命不低于 1 万次，并实现应用示范，申请 PCT 专利 3 项。

课题四：石墨烯基柔性透明电热膜

研究内容：研发满足不同驱动电压需求的石墨烯透明电热膜电极设计与加工工艺，发展柔性透明电热膜组件的稳定批量制作工艺，

研究目标：石墨烯基柔性电热膜技术水平与生产能力全国领先，最高发热温度可达 250℃，远红外法相发射率 $\geq 87\%$ ，并实现规模应用示范，申请 PCT 专利 1 项。

2. 技术攻关项目

瞄准近五年内具有重要产业化前景和市场需求的先进碳材料应用技术方向，布局 5 项技术攻关项目，重点突破材料制备与应用共性关键技术，研发关键装备，建立规模制备工艺与应用技术方案，形成产业化能力。

(1) 石墨烯改性纤维及功能纺织品

研究内容：研究石墨烯对于高分子纤维的体相改性与表面改性技术，发展石墨烯改性纤维的规模制备技术与纺织工艺，设计研发具有导电、导热和过滤等不同功能的石墨烯改性纺织品。

研究目标：在国内率先建立多功能石墨烯改性纤维材料体系，研发出满足抗静电、抗菌、电磁屏蔽、空气净化、电加热等

应用需求的石墨烯改性纤维纺织品。

(2) 石墨烯改性高分子复合材料

研究内容：研究适用于各种高分子基材的石墨烯表面改性技术，开展石墨烯分散与复合技术研发，并针对不同应用研发石墨烯改性功能塑料/橡胶母粒及其制品的规模化制备技术与成型工艺。

研究目标：研发出满足不同应用的系列石墨烯改性功能塑料/橡胶母粒及制品，形成万吨级规模生产能力。

(3) 石墨烯基导热散热材料

研究内容：研究针对导热散热应用的石墨烯表面改性与分散等共性技术，发展石墨烯基热界面材料、散热膜和散热涂料等导热散热材料体系，研发其规模制备工艺与应用技术。

研究目标：建立满足不同应用场景的石墨烯基导热散热材料体系，形成规模制备能力，并实现应用示范。

(4) CVD 单晶金刚石规模制备及其应用

研究内容：研制高效微波等离子体化学气相合成装备，研发厘米尺度单晶金刚石的合成工艺。研发金刚石大单晶精密研磨抛光工艺，发展超高精密金刚石刀具制备工艺。

研究目标：形成年产 5 万片以上大单晶金刚石规模生产能力，研制出精度具有国际先进水平的单晶金刚石刀具，申请 PCT 专利 1 项。

(5) 非晶碳功能涂层及其应用

研究内容：研究物理气相沉积镀膜绿色制造技术，开发连续式非晶碳功能涂层材料产业化装备，发展非晶碳涂层在强韧一体

润滑涂层与耐磨/耐蚀功能涂层领域的应用技术。

研究目标：在国内率先形成非晶碳涂层材料连续化规模制造能力，实现在关键零部件与装饰件行业的应用示范。

3. 前沿探索项目

瞄准先进碳材料领域的国际研究热点与技术发展趋势，布局 5 项前沿探索项目，培育原创性技术成果，为先进碳材料产业发展提供技术储备。

（1）石墨烯基超高比能电池新体系

研究内容：研究具有超高比容量和高离子/电子导电性的新型石墨烯基能源存储与转换材料，设计构建具有超高比能量的石墨烯基电池新体系，系统研究其电化学性能。

研究目标：研发出基于石墨烯电极材料的锂金属二次电池、金属空气电池等 500Wh/kg 以上超高比能电池新体系。

（2）石墨烯基导电油墨及印刷电子技术

研究内容：研究石墨烯复合导电油墨的规模制备工艺与相匹配的涂布/印刷工艺，发展石墨烯复合导电油墨在印刷电子领域的应用技术。

研究目标：掌握石墨烯复合导电油墨的规模制备工艺与应用技术，在电热转换与印刷电路等领域实现应用示范。

（3）石墨烯基传感器

研究内容：研究石墨烯表面功能化及微电极制作与加工技术，研究石墨烯对于外界环境变化的响应机制及调控手段，研发石墨烯在声音、应力/压力、化学和环境传感中的应用技术。

研究目标：掌握石墨烯基传感器核心技术，研制出 2-3 种具

有国际先进水平的器件，实现应用示范。

(4) 碳/金属复合功能材料

研究内容：研究碳材料与铝、铜等金属基材的复合技术，发展具有导电、导热与力学增强等特性的碳/金属复合材料的规模化制备工艺，并设计开发其在不同领域的应用器件。

研究目标：掌握碳/金属复合材料的可控规模化制备技术，研发出高性能应用器件。

(5) 新型纳米碳材料及其应用

研究内容：研究高致密多孔石墨烯材料、碳基量子点、碳气凝胶和石墨炔等新型纳米碳材料的可控制备、物性与潜在应用，并开展原型器件研制与应用原理验证。

研究目标：拓展先进碳材料体系，培育先进碳材料颠覆性应用，形成具有国际先进水平的原创性研究成果。

五、组织机制模式

一是采用**联动机制**。坚持集中力量办大事、重点突破的原则，强化资金、人才、技术等支持，联动市经信委、市财政局、市发改委、市人才办等市直相关部门，联动产业基础好的县（区）相关部门，形成联合力量。推进本专项与重大产业、重大建设项目的联动，把本专项与产业招商、科技招商、人才引进等有机结合起来，形成裂变效应。鼓励探索市县联动的重大专项管理机制，充分发挥区县（市）的积极性，形成市县两级共同出资助，成果共享的管理机制。例如第三代半导体专项的推进，需联动鄞州区、北仑区政府及相关部门联合推进。

二是采用**开放机制**。针对重大专项中前瞻类项目，重点支持

由高校院所牵头实施，并鼓励面向相关科研机构、人才团队与企业，发布“英雄令”的形式，开展全球招募，招揽“贤才”承担实施重大专项项目，同时，推广企业技术难题竞标等研发众包、研发外包模式，但要求项目成果必须在我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册。

三是采用协同机制。针对任务中产业化目标导向明确的项目以及示范平台类项目，重点支持以有基础、有实力的优势企业为牵头单位，联合产业链上下游及相关行业企业、较强研发能力的高校、行业领先的科研院所等以联盟制、理事制等方式共同实施。同时，鼓励以在全国范围内组建跨区域合作攻关团队。

四是采用滚动机制。引入滚动与择优支持机制，通过对项目进度与目标完成情况的定期检查与考核，给予执行效果达到预期的项目滚动支持，对于执行效果不佳，难以达到预期目标的项目则及时终止，结余经费择优调整至其他项目。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 28.09 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

(一) 合成新材料专题路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	石油基烯烃高值转化的高效催化工艺开发					国内领先
	生物基高值化学品规模化生产和应用技术					国际先进
技术攻关项目	合成气制乙二醇规模化生产工艺					国内领先
	衣康酸胶黏剂与无水印染染料绿色合成工艺					国际先进
	高值C2-C3醇/酯膜分离纯化工艺					国内领先
			新型二异氰酸酯规模化绿色生产工艺			国内领先
前沿探索项目	基础高分子材料高性能化共性技术					国际领先
	航天用碳纤维与核用碳化硅纤维关键制备技术					国际先进
		特种高分子材料制备与加工共性技术				国际先进
			非光气法聚碳酸酯精加工与无卤阻燃技术			国内领先
基础设施平台	碳资源高值转化技术平台					整合资源

(二) 新型磁性材料专题路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	高性能烧结钕铁硼制备关键技术研发及产业化					国内领先
	高性能金属软磁磁粉芯制备关键技术研发及产业化					国内领先
技术攻关项目	高频软磁材料研发及其产业化					国际先进
	钕铁硼磁环制造技术研发及产业化					国内领先
	高饱和磁感应强度非晶纳米晶合金带材研发及其产业化					国内领先
		高综合性能钕钴永磁材料研发及其产业化				国内领先
		亚微米晶纳米晶永磁材料制备关键技术研究				国内领先
前沿探索项目	新型磁敏感材料研究					国际先进
		纳米磁性材料及应用研究				国际先进
基础设施平台	新型磁性材料产业化技术平台					整合资源

(三) 高性能金属材料专题路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	高强高导精密铜合金关键制备技术与产业化					国内领先
	先进铝合金材料及其产业化					国内领先
技术攻关项目	低成本钛合金材料及应用技术研究					国内领先
	先进特种钢材料及其应用技术研究					国内领先
	先进金属材料智能制造技术					国内领先
前沿探索项目	基于材料基因组的新金属材料研发					国际先进
	新型镁、锌合金材料研制					国际先进
	非晶与高熵合金研究					国际先进
基础设施平台	高性能金属智能加工技术平台					整合资源

(四) 海洋工程材料专题路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	直流500kV光电复合海缆系统					国内领先
	新一代石墨烯改性海洋重防腐涂料关键技术与产业化					国内领先
技术攻关项目	智能溢油泄露应急处理装备系统研发					国内领先
		深水玻纤增强粘结柔性管的研发				国内领先
	大尺寸超强螺旋复合钢管桩制备关键技术及其产业化					国内领先
	海洋工程用高氮合金钢制备与应用研究					国内领先
		深水基础建造关键技术和高耐久桩基材料与装备工业化				国内领先
前沿探索项目	海洋钻井平台内防喷器（IBOP）的研发					国内领先
		低能耗蒸馏技术及移动式海水淡化装置研制				国内领先
基础设施平台	海洋工程材料环境试验与实海验证平台					整合资源

(五) 先进碳材料专题路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	石墨烯复合粉体/浆料关键制备技术与产业化					国内领先
	石墨烯柔性透明导电薄膜卷材产业化应用					国内领先
技术攻关项目	石墨烯改性纤维及功能纺织品					国内领先
	石墨烯改性高分子复合材料					国内领先
	石墨烯基导热散热材料					国内领先
	CVD单晶金刚石规模制备及其应用					国内领先
	类金刚石功能涂层及其应用					国内领先
前沿探索项目	石墨烯基超高比能电池新体系					国际先进
	石墨烯基导电油墨及印刷电子技术					国际先进
				石墨烯基传感器		国际先进
	碳/金属复合功能材料					国际先进
				新型纳米碳材料及其应用		国际先进
基础设施平台	先进碳材料创新技术平台					整合资源

专项四：高性能电机与高档数控机床专项实施方案

一、背景和意义

电机是电能生产、输送、转换和应用的基本装置，大约电能生产的 95% 和电能利用的 65% 为各类电机所转换，因此电机的整体性能和可靠性对实现国家的能源安全和节能降耗十分重要。国外高端品牌的永磁电机研发及生产企业，凭借其良好的电机设计、测试以及制造工艺等技术，占据了整个永磁电机市场的 60%。目前，国际上对于永磁电机的研究主要集中在高功率/力矩密度、高速高精、超高效/超超高效和高可靠性等方面。基于国内磁性材料及装备制造业的复苏，国内永磁电机行业近年来发展迅猛，技术创新取得了长足进步。2014 年，我国永磁电机行业实现销售收入 794.81 亿元，同比增长 7.4%，2016 年国内涉及永磁电机相关申请专利较 2006 年增长了 15 倍。但是与欧美发达国家相比，国内产品市场主要在低端领域，且产业技术创新主要集中在传统电机的取代和高效永磁电机的产品研发，对于高功率密度/转矩密度、高速高精和超超高效度等行业前沿技术领域涉足较少。

宁波市永磁电机产业链整体呈现哑铃状，上游原材料领域的磁性材料、模具、铜及轴承等居全国前列；在下游应用领域，注塑机、电脑针织横机、液压搬运车等 40 多种装备产品的市场占有率居全国第一，但位居全产业链中游关键领域的永磁电机发展相对较为薄弱。一是自主技术和品牌缺乏，宁波市永磁电机企业缺乏自主知识产权的核心技术，以仿制为主，缺少电机配套的驱

动控制器，产品附加值不高。二是创新体系亟待加强，以企业为主体的技术创新体系尚未形成，产学研合作不够紧密，亟待以技术创新带动产业层次提升；三是缺乏完备的永磁电机及其驱动控制系统测试平台；四是永磁电机产业发展所需高端技术人才紧缺。

高档数控机床是制造业的“工作母机”。目前，全球制造业正从大批量标准化自动化生产转向大规模个性化智能化定制生产，数控机床呈现柔性化、智能化和高端化的发展态势。从整个高档数控机床、产业发展和技术进展来看，美国、欧洲、日本等工业发达国家具有前期深厚积累和坚实产业基础，占据市场主导地位，关键单元与部件、本体与应用集成等技术已日趋成熟，高端系统竞争优势明显；我国在高端机床基础薄弱，但经过近三十年的高端机床“核高基”重点专项，已经取得了显著进步，但相比国外先进水平仍有较大差距，具体体现在核心部件特别是驱动控制系统的技术瓶颈还没有突破，质量还没过关，专业化的配套体系尚未形成，导致中国的数控机床都出现高端产品低端化的倾向，经济效益差，国内外高端市场基本被国际公司垄断。

本专项重点聚焦电机创新设计、制造、测试和应用技术,以及基于高性能电机及其驱动控制系统的高端数控机床核心技术能力提升，着力攻克一批产业发展关键核心技术、应用技术以及前瞻性技术，补足现有电机和数控机床技术短板，构建、强化“材料——电机——高端装备”产业链。该专项的实施有利于提高宁波市电机和数控系统的技术水平，从而打破国际公司对市场的壅

断，实现我市在高性能电机及高档数控机床领域的产业优势。对提高制造装备水平、保障重大战略需求、促进节能减排和制造业产业升级具有促进作用，对提升区域产业竞争力具有重要意义。

二、总体目标

到 2025 年，实现电机及数控机床产业核心关键技术与产业规模全国领跑，达成电机创新设计、制造、测试及数控机床应用示范联动发展，在全国率先形成完备的电机至数控机床的产业链、产业集群和产品体系，并构建完善的创新体系，技术创新能力达到全国先进水平。

——**技术创新成效显著**。高功率密度驱动电机和高精度伺服直驱电机及数控技术等前瞻及共性关键技术取得重大突破，高性能磁性材料和永磁电机综合性能测试平台建设日趋完备，国产电机产品在功率/转矩密度、效率、静态精度和动态特性等指标达到国际先进水平；突破现有传统电机设计理念，大功率复合电机、基于热压辐向磁环电机和基于非晶纳米晶合金高速电机分别实现在海军舰船、机器人及数控机床领域的示范应用，填补国内空白。培育 3 个以上具有国际先进水平的颠覆性技术方向；布局 5 个高价值专利组合、获得 250 项以上发明专利，申请 10 项 PCT 专利；形成 1-2 项具有国际领先水平的技术成果、专利组合形成高性能电机及数控机床新产品 30 个以上，并在航空航天、智能制造装备及新能源汽车等高端制造领域推进 10 项以上重大应用示范工程，形成 10 项以上国家级标准。

——**产业规模日益壮大**。实现电机及其数控系统总产值 300

亿元以上，利税 60 亿元以上，年均增长率 10% 以上，带动材料-器件-装备上下游产业链实现产值 2000 亿元以上；培育年产值超 10 亿元标志性企业集团 3 家，年产值超亿元大型企业 15 家，规模以上企业 60 家；

——**创新体系日益完善**。建立具有宁波特色的电机产业基地 2 个。新增省级企业技术中心 2 家，宁波市级及以上企业工程技术中心 5 家，市高新技术企业 8 家；引进培育高端创新人才 30 名以上、创新团队 3 个以上。

三、总体思路

深入落实《宁波市“十三五”科技创新发展规划》部署的“推动重点产业关键核心技术突破”任务精神，面向宁波市电机及其数控技术提升与产业高端引领发展，以高性能磁性材料为基础，以航空航天、高端装备制造和机器人及新能源汽车等产业的重大需求为导向，从产业的前瞻性技术、重大共性关键技术到产业化应用示范进行全链条设计，一体化组织实施，着力解决制约装备制造业向高端化、智能化、绿色化的核心动力部件，通过磁性材料电机的设计、制造、测试及核心产品各个环节的重点突破，实现电机及数控产品的高性能和高附加值、绿色高效低碳。充分发挥宁波市产、学、研合作优势，建设国内领先、具有国际竞争力的高性能电机及数控技术研发、性能测试和产业化基地。开展产业技术标准的研究，建立完备的知识产权和标准体系，完善和提升宁波市永磁电机及装备的创新链与产业链，实现电机及数控技术由国内跟跑转向并行和领跑。

四、任务布局

重点突破高性能电机和数控系统设计、制造、测试、驱动控制及高效化等方面关键技术，以基于高精度伺服直驱电机的智能化多轴联动精密加工中心、变频调速超高效/超超高效及其驱动控制系统及新能源汽车用高功率密度电机及其驱动控制系统 3 个项目为产业化示范项目；以机器人用集成永磁力矩电机及伺服驱动研究与开发、自由活塞式内燃直线发电机及其控制技术的研究与开发、智能直线驱动关键技术研究及产业化、面向钛合金零件加工的五轴联动加工中心及大型精密模具一体化数控加工装备 5 个项目为技术攻关项目；以多自由度电机及其驱动控制、高稳定性高空无人机电机、纳米级定位的大推力音圈电机及其驱动器研究、微型燃气轮机用高速发电机分布式发电与能量转换系统、模块化永磁电机及其驱动控制系统、国产大飞机航空起动发电机系统研究及产业化和 3D 打印大尺寸磁性电机等 8 个研究方向为前瞻布局。将其示范应用于高档数控机床与机器人、新能源汽车、航空航天及新能源与节能环保等 4 个重点领域，并建设电机综合性能测试平台为研发与产业化应用提供技术支撑。

1、产业化示范项目

立足我市在磁性材料和装备制造技术与产能上的优势，分别瞄准具有广泛应用前景的数控机床、新能源汽车和节能环保等领域，布局 3 项产业化示范项目，形成具有国际先进水平的技术成果，突破高精伺服直驱电机、高功率密度永磁电机及其驱控系统 & 超超高效电机产业化应用瓶颈，打造创新产品体系，形成 100

亿元以上产业规模，带动磁性材料、模具及智能制造装备等上下游产业数千亿规模产值，并为我市电机重点企业产值突破 10 亿元规模提供强有力的技术创新支持。

(1) 基于高精度伺服直驱电机的多轴联动精密加工中心

研究内容：伺服电机定、转子结构拓扑结构优化设计、热效应分析与管理、电机防失磁可靠性和制造工艺优化；电机矢量控制的数学建模与弱磁控制策略；低速控制特性、动态特性和测试技术；复杂运动系统分析与建模、分段式自适应前馈控制、系统振动机理辨识和抑制、系统热效应分析与补偿、多轴运动插补及误差补偿；多轴联动加工中心本体设计技术

研究目标：突破伺服直驱电机低速高精的设计、制造及驱动控制技术，实现高精伺服直驱电机及其驱动产品达到国际先进水平并在数控机床等智能制造装备中实现产业化应用，实现年产值 100 亿以上，在直驱电机和数控机床两个方向实现 2 个高价值专利组合，直线进给推力波动 $\leq 2\%$ ，定位精度： $\leq 10\mu\text{m}$ ；重复定位精度： $\leq 8\mu\text{m}$ 。直驱回转电机转矩波动 $\leq 1\%$ ，定位精度： $\leq 8\mu\text{m}$ ；重复定位精度： $\leq 6\mu\text{m}$ 。

课题一：高性能永磁同步电机及其伺服控制系统研发及产业化

研究内容：电机转子结构优化设计对电机齿槽转矩、谐波含量、转矩波动等指标的影响；电机矢量控制的数学建模与弱磁控制策略；基于高速 DSP 芯片的伺服驱动器硬件电路结构及软件系统的设计；制造工艺优化。

研究目标：研制出达到国内领先水平的 IPM 电机及其伺服系统，并实现在注塑机和数控机床的产业化应用，申请 PCT 专利 1 项。

课题二：高速高精电机及电主轴

研究内容：研究适用于 PCB 加工、玻璃磨削以及零部件精加工等工业应用的电主轴及其控制系统；研究高频预测控制算法、非线性补偿等先进控制算法，提高控制器高频性能；研究软磁非晶/纳米晶电机先进电磁设计、机械及散热优化等技术，提高电机效率及系统可靠性。

研究目标：开发系列化电主轴及驱动系统，性能指标达到国内领先。

课题三：高档数控机床用直线伺服电机及其精密运动系统

研究内容：直线电机设计、拓扑结构优化、转矩/推力波动抑制、热效应分析与管理、直驱电机动态特性测试技术等；复杂运动系统分析与建模、分段式自适应前馈控制、系统振动机理辨识和抑制、系统热效应分析与补偿、多轴运动插补及误差补偿。

研究目标：研制出达到国内领先国际先进水平的国产直驱电机及精密运动系统产品，实现在多轴数控机床上的产业化应用。

课题四：高性能刀具及精密切削伺服刀架

研究内容：研究纳米刀具复合 PVD 涂层设计；研究复合涂层切削刀具的实际磨损机理及应用；研究机床—刀具—工件整个切削系统的动力学建模方法；搭建快速伺服精密切削实验系统，研究切削颤振在线监测技术和颤振抑制策略；研制双压电执行器

联合驱动的高频响快速伺服刀具系统。

研究目标：开发一批国内领先的特色性能涂层刀具，研制双压电执行器联合驱动的高频响快速伺服刀具系统，实现快速伺服精密切削系统的同步驱动与主动颤振抑制的一体化控制，申请 PCT 专利 1 项。

课题五：专用多轴加工数控系统

研究内容：研究多轴机床的标定、多轴刀具长度补偿、运动补偿、工件坐标系偏移补偿、沿刀具轴线方向进退刀功能、斜面加工、多轴非线性误差等技术；研究多轴仿真辅助软件，可进行代码的检验功能。开发专用多轴加工数控系统，支持多轴联动插补，具有轨迹优化和高速高精控制功能，采用开放性的系统架构，支持二次开发，并具有智能联网功能。

研究目标：多轴加工数控系统达到国内领先水平。

课题六：基于直驱力矩电机的多轴联动加工中心

研究内容：高性能永磁材料直驱电机设计、拓扑结构优化、转矩/推力波动抑制方法、热效应分析与管理、多场耦合分析与集成设计、直驱电机动态特性关键测试技术；多轴联动机床结构设计，机床整机刚性及模态分析，确保机械精度与可靠度等。

研究目标：研制出国际先进的用于高档数控机床精密转台等典型产品的大扭矩低速直驱电机、控制器及多轴联动加工中心，并实现产业化应用。

课题七：双头五轴精密数控车床

研究内容：研发五轴精密车床用高速电主轴、直驱电机的设

计及其驱动控制；双头五轴精密数控机床功能、结构设计及系统集成；整机机电耦合分析与优化技术、热变形控制与补偿技术；多工位复合加工机床驱动控制系统研究；

研究目标：研制出具有车、铣、钻、攻（丝）功能的双主轴头多工序复合五轴加工机床并实现产业化，主要技术参数、可靠性与精度稳定性达到当前国际先进水平，申请 PCT 专利 1 项。

（2）变频调速超高效/超超高效电机及其驱动控制系统

研究内容：变频调速超高效/超超高效电机的电磁设计、铁耗的准确计算和杂散损耗减少技术研究、控制系统的研究、机械结构设计、变频器、电机及负载系统效率优化研究；电机温度场与热管理技术转矩脉动、噪声振动、电磁兼容、可靠性与耐久性等性能优化技术。

研究目标：建立超高效/超超高效电机及其驱动控制系统设计准则；突破变频技术与高效电机一体化设计技术，实现低谐波驱动技术；电机效率指标达到 IE4 能效标准，部分产品实现 IE5 能效标准，并在注塑机、空压机及纺织机械等领域实现批量化应用，实现产值 10 亿元以上，在高效电机方向实现 1 个高价值专利组合

课题一：超高效/超超高效电机及其驱动控制系统关键共性技术研究

研究内容：变频调速超高效永磁同步电动机的电磁设计、铁耗的准确计算和杂散损耗减少技术研究、控制系统的研究、机械结构设计、系统效率优化研究；

研究目标：突破变频技术与高效电机一体化设计技术，实现低谐波驱动的国内领先水平。

课题二：变频超超高效永磁节能电机产业化项目

研究内容：提升注塑机专用伺服电机的能效水平，开发系列化空压机和纺织机械专用超高效永磁节能电机，使该系列产品全数达到 IE4 能效标准。

研究目标：实现注塑机、空压机及纺织机械专用永磁电机的超高效化，成为国内超高效永磁节能电机的领跑者。

课题三：磁性齿轮永磁复合电机

研究内容：永磁复合电机的设计方法；永磁复合电机的结构设计及加工工艺；永磁复合电机的现场试验；永磁复合电机的标准制定与推广应用。

研究目标：研制出达到国际先进水平在游梁式抽油机及海军舰船推进器等领域应用的高效节能永磁复合电机，申请 PCT 专利 1 项。

课题四：高效低噪音永磁无刷直流电机研发及产业化

研究内容：高效节能永磁无刷直流电机研发；永磁无刷直流电机的制造工艺；无刷直流电机驱动器研发；电机振动噪声抑制技术及自动化生产模式。

研究目标：实现高效节能低噪音的永磁无刷直流电机在家用电器及电动工具等领域的产业化应用。

课题五：集中绕组式永磁同步无齿曳引机

研究内容：无齿曳引机的定子结构及绕组设计；集中绕组永

磁同步电机转矩波动削弱技术；永磁同步无齿曳引机振动噪声抑制技术；自动绕线方案设计。

研究目标：研制出达到国内领先水平的新型永磁同步无齿曳引机并产业化。

课题六：超超高效无稀土永磁电机和驱动控制系统

研究内容：研究新型无稀土材料的辅助式同步磁阻电机拓扑结构；根据 IE4 能效要求按异步同等机座号实现电机的效率优化。建立包含驱动控制器的多物理场耦合的仿真模型；实现无稀土材料辅助式同步磁阻电机的 MPTA 最佳能效控制方案。

研究目标：研发一整套不同机座号和功率等级的 IE4 无稀土永磁辅助式同步磁阻电机以及驱动控制器达到国内领先水平。

（3）新能源汽车用高功率密度电机及其驱动控制系统（在高性能电机与高档数控机床专项布局实施，在新能源汽车专项示范应用）

研究内容：高功率密度驱动电机多场耦合的创新设计技术；永磁电机温度场与热管理技术；研究高速、高效、轻量化电机的设计与工艺技术、电机驱动系统高效控制技术和高压安全及防护技术；研究转矩脉动、噪声振动、电磁兼容、可靠性与耐久性等性能优化技术；研究碳化硅控制器与驱动电机一体化集成技术。

研究目标：建立高功率密度驱动电机及驱动控制系统设计准则，突破高功率密度永磁电机设计、制造及驱动控制等关键技术，功率密度指标达到国内领先国际先进指标，乘用车电机峰值功率密度 $\geq 4\text{kW/kg}$ （ ≥ 30 秒），连续功率密度 $\geq 2.5\text{kW/kg}$ ，电机最高效

率 $\geq 97\%$ ，电机及其控制系统最高效率 $\geq 94.5\%$ ，超过 85% 的高效率区不低于 85%，并实现在新能源汽车等领域的应用，装车应用不低于 1 万台，实现营业额 5 亿元的销售，带动宁波市相关产业 50 亿元的增长，并实现 1 个高价值专利组合。。

课题一：新能源汽车用高效高功率密度永磁电机研发及应用

研究内容：多场耦合模型建立与分析计算；各类损耗与高效散热机理研究；振动、噪声、电磁干扰的抑制机理；新结构与制造方法研究；驱动系统高效弱磁控制技术。

研究目标：研制出国内领先国际先进的新能源汽车驱动电机及控制器，并实现产业化。

课题二：电动汽车轮毂电机及控制系统开发

研究内容：轮毂电机的电磁设计与仿真分析，冷却系统设计以及温度场分析，电机结构与轻量化设计及机械强度和振动噪声分析，双电机控制器的产品开发；自适应扭矩分配控制器的产品开发。

研究目标：研制出国内领先水平的电动汽车轮毂电机及控制系统，实现与五菱 E100 进行产品配套。

课题三：电动汽车增程器关键技术研发

研究内容：研制高功率密度的发动机，通过 ECU 控制发动机在发电转速范围内，保证发动机具有良好的排放性和经济性；研制发电效率高、功率因素高和可靠性高的永磁发电机，同时研究发动机和发动机的一体化集成设计；研究增程器和电池与整车

的结构、热、电的集成和结构优化设计。

研究目标：研制具有自主知识产权的功率为 15KW 的高功率密度增程器样机；初步形成年产 2000 台 15KW 增程器生产能力；建立增程器系列化开发平台，推动行业的发展；制定行业标准和国际标准。

课题四：基于纳米晶软磁的高效高功率密度驱动电机技术

研究内容：纳米晶定子的驱动电机创新设计方法研究；纳米晶材料电机各类损耗的准确计算模型及电机设计参数对各类损耗影响研究；基于网络理论的高功率密度电机磁—热—机耦合优化设计；防退磁技术；降低损耗及热管理技术等。

研究目标：建立基于纳米晶软磁的高效高功率密度驱动电机设计准则；研制额定功率 15kW，峰值转速 $\geq 10000\text{rpm}$ ，最大效率 $\geq 95\%$ 的样机。

课题五：基于碳化硅技术的车用电机驱动系统技术开发

研究内容：研究碳化硅变流器高功率密度，高频化永磁电机设计与工艺，电机驱动系统高效控制技术，噪声、振动、平顺性（NVH）和 EMC 等技术；研究碳化硅控制器与驱动电机一体化集成技术。

研究目标：研制出达到国内先进水平的车用电机碳化硅驱动器并在新能源汽车上示范应用。

2、 技术攻关项目

瞄准近五年内具有重要产业化前景和市场需求的高端永磁电机应用技术方向，布局 7 项技术攻关项目（其中机器人用永磁

力矩电机及伺服驱动研究与开发项目在机器人与高端装备专项中布局实施), 重点突破重点突破高性能永磁电机设计、制造、测试、驱动控制及高效化等方面关键技术, 研发高性能永磁电机产品, 建立规模制备工艺与应用方案, 形成产业化能力。

(1) 机器人用永磁力矩电机及伺服驱动研究与开发 (在机器人与高端装备专项中布局实施)

研究内容: 环形磁体磁性能对电机性能的影响机制, 最低谐波环形磁体充磁技术; 基于环形磁体力矩电机创新设计方法及转矩波动抑制技术研究; 电力电子功率模块设计与优化; 提高伺服系统动态响应的控制算法; 共母线的伺服驱动技术。

研究目标: 机器人用关节电机及其伺服驱动器指标达到国际先进水平并在机器人上示范应用。

(2) 自由活塞式内燃直线发电机及其控制技术的研究与开发

研究内容: 自由活塞内燃机的燃烧过程分析与仿真; 复合型直线发电机设计; 复合型直线发电机系统驱动控制开发; 内燃机及直线发电机耦合电控系统与策略开发, 系统集成。

研究目标: 研制出国内领先的应用于混合动力汽车、孤岛发电及船舶等领域的内燃直线发电机, 申请 PCT 专利 1 项。

(3) 智能直线驱动关键技术研究及产业化

研究内容: 研究小体积、高功率密度的永磁直线电机电磁设计, 基于直线电机结构、热、电的集成和优化设计, 直线电机驱动的控制策略研究; 研究电动直线推杆的高精度伺服电机优化

设、精密机械传动结构的设计及加工工艺、高精度多轴同步控制技术，实现在民用及军用产品的应用。

研究目标：研制出达到国内领先国际先进水平永磁直线电机、电动推杆等直线智能驱动产品，并在智能家居等领域推广应用。

（4）微纳米级定位的大推力音圈电机及其驱动器研究

研究内容：音圈电机拓扑结构优化设计、推力波动抑制方法、热效应分析与管理、多场耦合分析与集成设计；高速高精运动控制算法，闭环动态综合误差补偿方法，热变形建模、识别与预测技术。

研究目标：研制出国际领先的实现大行程高精度定位的大推力音圈电机，申请 PCT 专利 1 项。

（5）模块化永磁电机及其驱动控制系统

研究内容：模块化永磁电机电磁设计、结构设计和制造工艺研究；电机转矩波动抑制；电机的模块化单独控制和整体控制技术；电机的容错运行控制策略。

研究目标：实现国内领先国际先进的低速大转矩模块化电机产品设计和制造，并在风力发电和大型天文望远镜上进行示范应用，申请 PCT 专利 1 项。

（6）面向钛合金零件加工的五轴联动加工中心

研究内容：研发面向钛合金复杂零件加工的五轴联动加工中心，突破整机结构设计与优化技术、关键基础件的高刚性与抑振结构设计技术、机床几何精度检测方法及运动精度检测及补偿技

术、数控系统匹配优化技术，形成精度检验标准和装配工艺标准。

研究目标：研制出达到国内领先水平的面向钛合金零件加工五轴联动加工中心，且关键功能部件替代进口。

(7) 大型精密模具一体化数控加工装备

研究内容：研发大型复杂模具一体化数控加工装备，开展综合性数控加工系统基础研究，揭示模具曲面形貌加工后表面质量的分布规律，推出拥有自主知识产权的多轴柔顺数控编程软件系统。

研究目标：研制出达到国内领先水平的大型精密模具一体化数控加工装备，实现示范应用。

3、前沿探索项目

(1) 多自由度电机及其驱动控制技术

研究内容：电机基本电磁关系及拓扑结构设计；电磁性能准确计算和优化设计；转矩/推力波动产生机理及抑制方法；多自由度电机三维电磁场计算，基于支持向量机的电机建模，智能优化的扩展卡尔曼滤波速度估算法。

研究目标：建立多自由度电机设计、电磁参数计算、转矩/推力波动优化的方法和理论，实现在航空航天领域应用示范。

(2) 高稳定性高磁能积高空无人机电机研究

研究内容：电机的拓扑结构优化设计；多场耦合分析与集成设计方法；热效应分析、温度管理与散热系统研究；极端条件下防失磁技术研究。

研究目标：开发出国内领先的低速高功率密度电机并在无人机上进行应用示范。

(3) 微型燃气轮机—高速发电机分布式发电与能量转换系统

研究内容：微型燃气轮机—高速发电机电磁设计、转子动力学分析、冷却设计及温度场管理；微型燃气轮机—高速发电机驱动控制开发。

研究目标：解决制约高速发电机高速大功率化的转子动力学、热管理等关键技术问题，为微型燃气轮机—高速发电机产业化提供技术支撑。

(4) 国产大飞机航空起动发电机系统

研究内容：电机系统极致轻量化设计关键技术；极端压力和环境温度下高效热管理技术；效率区间最大化电机和控制器联合设计与优化；关键电机组部件的本地化制造技术与产业化

研究目标：构建航空起发电机系统关键设计技术体系，找出极端运行条件下电磁和热管理的最佳解决方案，实现系统关键组部件工艺的国产化、制造本地化和初步产业化，填补国内空白。

(5) 多电飞机电静液作动器的紧凑型电机驱动系统的研发

研究内容：电动力学和流体动力学联合的助动系统设计方法；液压泵介质伴随冷却电机散热能力的研究与评估；低脉动、低噪声、高转矩密度浸没冷却电机拓扑结构设计；液压流体负载特性跟随控制策略及控制器研究，电机及控制器产业化。

研究目标：建立飞机用电机驱动助动系统及控制器的设计技术体系，找出助动需求下电机、控制器和压力介质最佳匹配策略，达到国际领先水平，实现初步产业化，并申请 PCT 专利 1 项。

(6) 3D 打印大尺寸磁性电机关键零部件应用基础研究

研究内容：研发大尺寸磁环 3D 打印设备的成型尺寸、精度和速度的影响规律；研究原位取向 FDM 成型技术；研究温度场、电磁场、位移控制及磁体取向、打印精度、速度对取向磁环磁性、磁性均匀性、温度特性的影响规律；研究磁环对伺服电机控制精度、响应速度和转矩等特性的影响规律；分别在电机上试用大长径比、薄壁磁环以及大尺寸磁环。

研究目标：前瞻研究各向异性磁环、大尺寸磁环 3D 打印关键技术和装备，并申请 PCT 专利 1 项。

4、永磁电机性能测试平台

(1) 测试平台作用及意义

通过建立不同功率等级、转速范围及工况下的永磁电机性能测试平台，建设成为国内领先、具有国际竞争力的高性能磁性材料电机性能测试基地。一方面构筑起面向高性能磁性材料电机的研发、测试和工程化平台，建立高性能、高品质电机的重要技术支撑和保障；另一方面满足中小企业的测试需求，实现产业内资源的有效交流和共享，为宁波市制造业的升级、转型和创新提供全方位的技术支持与服务。

(2) 建设内容

完成磁性材料在电机中应用性能的测试及表征、高速/超高速电机性能测试、伺服电机及驱动系统动静态性能综合测试及宽扭矩范围力矩电机测试四大测试平台建设，形成相应测试标准和规范，争取测试资质和重国家级永磁电机测试中心落户宁波。各

个平台测试用途及主要设备如下：

1) 磁性材料在电机中应用性能的测试及表征

用途：用于软磁非晶/纳米晶材料在带材、制作成定子/转子铁心的 **B-P** 曲线及 **B-H** 曲线测试，分析材料由带材到铁心的性能变化；永磁材料（含钕铁硼、铁氧体、钕钴永磁体等）不同磁体成型工艺下的不同温度下的磁性能变化（主要是剩磁、矫顽力、内禀矫顽力、磁能积等）；不同充磁方式下的永磁体表磁、转子/定子表磁及磁通；不同磁性材料电机的主要性能测试。

主要设备：三维四轴磁通测试仪、永磁材料高温测量系统、阻抗分析仪、交/流 **B-H** 回线测量仪、充磁机、振动样品磁强计（**VSM**）、高温 **DSC**、双频激光干涉仪及小功率电机性能测试平台和一些自制设备。

2) 高速/超高速电机性能测试

用途：用于高速/超高速电机性能测试，测试范围在 **20kW-50kW**，速度最高 **80000rpm**，可实现扭矩、速度、温度及输出功率的测量；可测试电机的机械特性、外特性和不同负载、不同速度下的加载。

主要设备：测功机、四象限高频变频器、联轴器、动平衡机、高速转矩转速传感器、电能质量分析仪、振动分析仪、专用支撑平台及相关测试软件。

3) 伺服电机及驱动系统动静态性能综合测试

用途：用于伺服电机及其驱动系统的动静态性能测试，主要包括电参数和机械参数测量（电阻、电感、输入功率、输出功率、

功率因数、输出转矩、温度、转速、噪声、时间常数，转矩常数、反电动势常数等)及空载特性、堵转、效率曲线、机械特性，齿槽转矩等常规测试和频响特性、阶跃响应特性、加载滞回特性、速度特性、加速度特性、振动特性、转动惯量辨识、定位精度及转矩波动特性测试。

主要设备：齿槽转矩测量系统、测功机、四象限驱动器、联轴器、光栅、各类传感器、电能质量分析仪、振动分析仪、噪声测试仪、专用支撑平台及相关测试软件等。

用途：宽范围力矩电机测试平台能够实现精确测试力矩电机的转矩波动、扭矩阶跃响应特性、空载、堵转、温升及伺服电机的输入电压、电流、功率、输出功率、扭矩及转速和机械特性。实现额定扭矩加载工作点：3000Nm@200rpm 和 300Nm@200rpm；实现最大加载扭矩：5000Nm；最高工作转速：1000rpm。。

主要设备：加载装置、dSPACE 控制软件、四象限驱动器、各种传感器、电能质量分析仪、声级计、专用支撑平台及相关测试软件等。

(3) 组织模式

通过政府搭台，拟依托中科院宁波材料技术与工程研究所和宁波诺丁汉大学共同建立永磁电机性能测试平台。在前期投入组建一定规模的技术团队及相关设备的基础上，完善拓宽电机的性能测试范围，满足宁波市注塑、纺织机械、机器人、新能源汽车和家用电器等核心领域的需求。

五、组织机制模式

本专项结合宁波市高性能永磁电机产业现状和重点开展的任务,拟采用如下两类项目组织实施机制,高效落实各专项工作,提高重大专项创新产出效率。

(一) 协同机制

1.骨干企业联合,产学研协同创新

坚持需求导向、问题导向,发挥市场牵引作用。专项中有重大技术突破和经济产出的产业化示范项目以首席责任人负责牵头(不限科研院所或企业),多家骨干企业与高校院所产学研合作的方式联合攻关,要求技术实现产业化并取得重大经济产出。支持高功率密度驱动电机及其驱动控制系统、高精度伺服直驱电机及其驱动控制系统和变频调速超超高效电机及其驱动控制系统3个产业化示范项目。

2.龙头企业组织创新团队,以团队带科研

鼓励龙头企业联合科研院所,针对某一关键共性技术,组成创新团队,既攻关技术、研发新产品,又培养和锻炼团队,为企业发展奠定良好人才基础。支持以机器人用集成永磁力矩电机及伺服驱动研究与开发、自由活塞式内燃直线发电机及其控制技术的研究与开发、智能直线驱动关键技术研究及产业化、面向钛合金零件加工的五轴联动加工中心及大型精密模具一体化数控加工装备5个项目为产学研重点突破项目等5个技术攻关项目。

3.成立联盟,共建创新平台

以专项实施为契机,联合宁波市永磁电机相关企业和国内外

高水平电机技术科研院所，成立宁波市永磁电机产业联盟，建立永磁电机研发与测试协同创新平台。

（二）开放机制

专项中前瞻性、基础性的前沿探索项目，重点支持由高校院所牵头实施，并鼓励面向国内外相关科研机构、人才团队与企业承担实施重大专项项目，推广企业技术难题竞标等研发众包、研发外包模式，但要求项目成果必须在我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册。重点支持前沿探索项目。

（三）滚动支持机制

引入滚动与择优支持机制，通过对项目进度与目标完成情况的定期检查与考核，给予执行效果达到预期的项目滚动支持，对于执行效果不佳，难以达到预期目标的项目则及时终止，结余经费择优调整至其他项目。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 7.79 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	基于高精度伺服直驱电机的智能化多轴联动精密加工中心					国内领先，国际先进
	变频调速超高效/超超高效电机及其驱动控制系统					国内领先
	新能源汽车用高功率密度电机及其驱动控制系统（在高性能电机与高档数控机床专项布局实施，在新能源汽车专项示范应用）					国内领先，国际先进
技术攻关项目	机器人用集成化伺服驱动技术的研究与开发（在机器人与高端装备专项布局实施）					国内领先，国际先进
	自由活塞式内燃直线发电机及其控制技术的研究与开发					国内领先，国际先进
	智能直线驱动关键技术研究及产业化					国内领先，国际先进
		微纳米级定位的大推力音圈电机及其驱动器研究				国际先进
		模块化永磁电机及其驱动控制系统				国际先进
		面向钛合金零件加工的五轴联动加工中心				国内领先
		大型精密模具一体化数控加工装备				国内领先
前沿探索项目	多自由度电机及其驱动控制技术					国际先进
	高稳定性高磁能积无人机电机研究					国内领先
		微型燃气轮机—高速发电机分布式发电与能量转换系统				国内领先
	国产大飞机航空起动发电机系统					国内领先
		多电飞机电静液作动器的紧凑型电机驱动系统的研发				国际先进
		3D打印大尺寸磁性电机关键零部件应用基础研究				国内领先
基础设施平台	磁性材料在电机中应用性能的测试及表征					实现从材料-铁心-电机的-性能测试和表征
	高速/超高速电机性能测试					共性技术研究
		伺服电机及驱动系统动静态性能综合测试				实现电机及其驱动系统的动静态性能测试
		宽扭矩范围力矩电机测试				共性技术研究

专项五：机器人与高端装备专项实施方案

一、背景和意义

制造业是国民经济的主体，是科技创新的主战场，是立国之本、兴国之器、强国之基。机器人是智能制造的核心装备，并将成为下一代工业革命的“智能终端”，而高端装备制造业的发展水平则决定了制造业产业链的整体竞争力。因此，大力发展机器人与高端装备已成为我国实施制造强国战略、发展现代化经济的“核高基”。

随着新一代信息技术、人工智能技术与机器人技术的深度融合，机器人的发展趋势呈现智能化、人机协作、共融共生等重要特征。与此同时，全球制造业正从大批量标准化自动化生产转向大规模个性化智能化定制生产，高端装备呈现柔性化、智能化的发展态势。从机器人与高端装备产业发展和技术进展来看，美国、欧洲、日本等工业发达国家具有前期深厚积累和坚实产业基础，占据市场主导地位，关键单元与部件、本体与应用集成等技术已日趋成熟，高端系统竞争优势明显；我国在机器人与高端装备领域基础薄弱，但经过近三十年机器人与高端装备“863 计划”的技术研究和产业化实践，已经取得了显著进步，但相比国外先进水平仍有较大差距，具体体现在核心技术特别是控制系统的技术瓶颈还没有突破，核心部件的质量还没过关，专业化的配套体系尚未形成，导致中国的机器人与高端装备出现高端产品低端化的倾向，价格上不去，经济效益差，国内外高端市场基本被国际公司

垄断。本专项的开展，就是要突破核心技术瓶颈，提升关键部件质量，研发机器人与高端智能装备系统，从而打破国际公司对市场的垄断，实现我市在机器人与高端装备制造领域的产业优势。

作为宁波经济的支柱产业，制造业已成为支撑宁波经济增长的重要引擎，而以机器人、专用数控装备、海洋工程装备为代表的高端装备制造业在其中占据的比重持续上升。2015年，装备制造业规上增加值占规上工业增加值的比重从2010年的37.8%上升到45.4%。目前，宁波市机器人与高端装备领域产业链上下游产业较为完善，发展已具备一定基础：以注塑机、针织横机为代表的专用智能数控装备优势明显，在全国乃至全球市场处于领先地位；海洋工程装备在造船及船舶配套系统、跨海大桥建设、海洋石油钻采与输送、海岛开发等领域形成了较好的产业基础；在关键核心部件上，机器人与高端装备用高性能永磁伺服电机研发能力强，产业基础雄厚，高性能机器人控制器也冲出重围，获得国际品牌认可。然而，与发达国家和国内先进城市相比，我市的相关产业仍存在一定差距，主要表现在：本地机器人主机生产企业数量少、研发能力弱、产品品种少、产量小、国内市场占有率低；本地高端装备与零部件企业的主配衔接不足、核心零部件市场被国外垄断，质量和性能亟待提高；海洋工程装备企业涉及的海洋船用动力、工程机械、桥梁防护装备等多个产业领域，对新产品开发、新技术应用、新材料升级具有强烈需求；对国防军工有重大意义的智能化特种加工装备基础薄弱，影响了宁波制造业服务国家重大需求的能力；对智能制造引领性思想和技术的探

索缺乏，导致被动跟踪的局面。

为了加速发展本市的高端装备制造业，提高产业的核心竞争力，“机器人与高端装备”专项将以“强基础、促转型、争高端”为发展战略，以创新先进制造工艺与智能制造装备为目标，探索智能制造的前瞻性和引领性技术，研究机器人与高端装备系统及其关键部件的设计、制造及集成应用等先进适用技术，突破核心技术瓶颈，研究现代化经济体系下的智能制造体系，形成具有宁波特色的特种加工装备和智能协作机器人两大高端装备系列；创建宁波市智能制造创新体系，打造智能制造创新平台，引领宁波市高端装备制造业发展，形成宁波制造新业态；结合宁波市“3315”计划等相关人才政策，汇聚国内外高端装备制造业的高端人才，形成宁波市的智能制造的“梦之队”。该专项的实施还将为本市汽车制造、绿色石化、时尚纺织服装、智能家电、清洁能源五大传统优势产业提供先进的智能制造技术与装备，助力具有宁波特色的“3511”新型产业体系建设。

二、总体目标

到 2025 年，全面提升制造产业“智能化”核心竞争力，打造在国内外将产生显著影响力的特种加工装备和智能协作机器人两大“宁波制造”品牌，推出一批具有新业态和新模式的智能制造示范工厂和智能经济示范基地，在“机器人与高端装备”领域整体水平进入全国前列，在四个以上的细分领域进入国际前列，并在特种加工装备和智能协作机器人技术领域建立长期引领性能力。

——**关键技术突破成效显著**：突破核心零部件技术、特种加

工工艺与装备技术、海洋工程装备技术、下一代机器人技术等前沿核心和共性基础技术；布局 6 个专利组合，获得 100 项发明专利，申请 10 项 PCT 专利；发表高水平论文 150 篇以上；制定国家、行业和企业标准 5 项以上；培育 2-3 个具备国家奖申报条件的成果；形成智能协作机器人、机器人控制器、高端激光加工中心、注塑机、智能环保大功率船用发动机等国内领先的标志性成果 5 项以上，在大型重载机器人、电子行业装配、机器人工厂、跨海桥梁防船撞技术与智能监测装备等领域建立创新示范工程 5 项以上。

——**产业规模效益不断提升**：伺服电机、机器人减速器等核心零部件产能达到万台，专用数控装备产能达到万台，机器人产能达到 5000 台；机器人与高端装备上下游产业总产值突破 500 亿元；培育 5-10 家掌握高端装备制造业核心技术的本土重点优势企业，其中，年产值超过 10 亿元的骨干龙头企业 3-5 家。

——**产业创新体系逐步优化**：新增工程（技术）中心和重点企业研究院 3-5 家；形成 3-5 个浙江省创新创业团队；引进和培养机器人与高端装备领域高端人才 50-60 名，领军人物 5-10 名，国际顶尖人才 3-5 人。

三、总体思路

深入贯彻落实《宁波市“十三五”科技创新发展规划》精神，抢先占领全球高端制造装备数字化、网络化、智能化发展的潮头前沿，以宁波市传统制造业急需升级转型的发展需求及海洋战略重大需求为牵引，攻克前沿高新技术，在特种和柔性制造装备及

智能协作机器人的核心技术研发方面突破瓶颈建立优势，抢占高端；突破共性关键技术，实现核心部件国产化，自主品牌智能制造装备产业化，夯实基础；发展先进装备系统集成技术，促进中小企业制造装备的数字化、网络化、智能化改造和换代，促进升级，引领宁波市高端装备制造制造业跨越式发展。

——**立足自主创新，坚持开放合作。**全力整合本市研发力量，共建共享创新载体，积极吸引国内外优势单位共同实施，快速提升我市高端装备制造产业的总体水平。

——**构建创新生态，优化资源配置。**把握“机器人与高端装备”产业发展的阶段性特征，加强政府在规划制定、组织协调、政策引导以及产业生态环境建设中的重要作用，助力产业发展。

——**强化应用引领，落实特色发展。**基于我市加工制造业规模庞大且率先面临要素制约，以及“机器换人”纵深推进的实际，努力走出以应用拉动产业发展的特色之路。

四、任务布局

本专项拟围绕“共性关键技术-前沿高新技术-先进适用技术”链条，在机器人和高端装备两大领域布局 2 项产业化示范项目、9 项技术攻关项目与 8 项前沿探索项目；建立“机器人与高端装备技术创新平台”，开展引领性、颠覆性工程理论和技术探索研究，实行共性基础研究共享机制，实施整机测试与评估技术研究服务，汇聚宁波市内外人才，形成高端智能装备产业的可持续技术创新体系。

（一）机器人领域

本领域重点突破机器人运用技术、下一代机器人技术，研制面向高铁车厢内移动作业、电子行业装配、智能物流的国产工业机器人作业系统以及面向反恐防暴、救灾救援的特种机器人，布局 1 项产业化示范项目、4 项技术攻关项目与 3 项前沿探索项目。

1、产业化示范项目

（1）协作式智能移动双臂作业机器人

研究内容：重点突破机器人力矩电机、谐波减速器、运动控制器等机器人核心零部件技术；研究基于视觉等传感器的环境感知、作业对象识别与定位、移动臂自标定、反应式行为规划与控制等技术；研究人的行为意图理解与人机互助协作技术；研究移动平台与单、双臂机械臂最优协同运动规划与控制技术。

研究目标：开发下一代人机协作智能移动机器人，具备碰撞检测与预警、整臂动态避碰、自主定位导航（导航定位精度小于 1cm）、力顺应及柔顺作业（力控精度小于 2N）、视觉引导精准定位抓取能力（定位精度小于 0.1mm），技术指标达到国际先进，国内领先水平；布局 1 个以上专利组合，申请 2 项以上 PCT 专利；实现高铁车厢内灵活作业、电子行业装配两个典型领域的示范应用。

课题一、机器人关节用力矩电机及驱动控制

研究内容：高转矩密度、高过载能力的永磁力矩电机电磁设计，永磁力矩电机齿槽转矩及转矩脉动最优化设计，永磁力矩电机体积、重量、转矩密度等的优化设计；研究基于多物理场耦合

的力矩电机温度场分析及冷却系统设计；研究基于多极磁环转子充磁及制造技术；研究高可靠性高动态响应控制算法及伺服驱动器设计。

研究目标：研发系列化机器人关节用力矩电机，性能指标达到国内领先。

课题二、机器人用高性能谐波减速器

研究内容：研究减速器关键零部件材料及技术；优化柔轮加工工艺及热处理工艺、刚轮内齿加工工艺；研究柔轮和刚轮齿轮的检测和修齿技术；实现机器人减速器的数字化正向设计，推进机器人减速器标准化。

研究目标：开发谐波减速器系列产品并实现产业化，性能指标达到国内领先。

课题三、全向移动机器人

研究内容：研究解耦式主动万向脚轮及全向移动平台设计方法；研究全向移动机器人运动学、动力学建模方法及运动控制技术；研究基于多传感器融和的高精度实时自主定位及地图构建技术、复杂环境识别与动态路径规划技术。

研究目标：开发全向移动机器人样机，实现自主定位导航与自主避障；技术指标达到国内领先水平，并面向典型应用开展试验验证。

课题四、轻量化操作臂

研究内容：研究高负重比轻型机械臂结构设计技术、双臂协同快速编程与运动规划技术、双臂协同柔顺联动伺服控制技术。

研究目标：开发轻量化操作臂，实现双臂协同操作；技术指标达到国际领先水平。

课题五、机器人开放式高性能运动控制器

研究内容：研究具有动力学优化和实时传感补偿的运动控制技术；研究具有冗余自由度的七轴机器人和双臂机器人的运动控制技术；研究集成灵巧手和移动平台的多运动模组协同控制技术；研究实时多传感信息融合技术和运动优化补偿技术；研究基于大数据和云端数据的机器人智能控制技术；研究机器人开放接口技术。

研究目标：开发一种能够适应现代智能制造要求的、可与人进行紧密融合的智能机器人控制器，技术指标达到国内领先水平，并实现示范应用。

课题六、智能移动灵巧作业机器人

研究内容：研究复杂工件的实时感知技术、柔性作业技术，突破直觉示教、误差补偿、多传感器融合的过程控制、质量视觉检测与评估等关键技术，优化工艺流程参数，

研究目标：研发面向高铁车体等大空间、长行程作业的智能移动柔性作业机器人，并实现示范应用。

课题七、智能移动柔性装配机器人

研究内容：面向电子行业小型、轻质、多样化机械、电子零部件的快速精密自动化生产需求，研究视觉引导、精密快速定位、手眼力协调控制等关键技术。

研究目标：建立面向电子行业的移动机器人装配示范线，实

现示范应用。

2、技术攻关项目

(1) 无轨导航重载 AGV

研究内容：研究高速、高精度、重载无轨自主移动AGV设计与优化技术；研究复杂环境地图构建与更新技术、高动态变化环境自主定位技术、无轨安全导航技术；研究AGV高效规划、调度、管理与监控技术。

研究目标：开发无轨导航重载AGV产品，基于自主导航(无需磁条、导轨)，具有动态避障及在线实时规划路径等功能，技术指标达到国内领先水平，开展包含室内、室外至少两种场景的典型应用验证。

(2) 大型重载机器人平台技术

研究内容：研究长行程及抓取大负载条件下机器人长臂梁的结构设计和制造、结构拓扑优化技术；研究末端大负载的长悬臂动态特性，建立误差补偿模型；研究水平及垂直运行状态快速停止下的整机失效分析，建立失效分析模型。

研究目标：开发基于 EtherCAT 总线、分布式操作系统的大型重载机器人平台，建立柔性制造示范线，实现自动化生产，技术指标达到国内领先。

(3) 极端环境特种机器人系统研发

研究内容：研究面向极端环境的机器人本体设计技术、环境适应性技术、在线环境建模与场景理解技术、自主行为在线优化生成技术、系统集成与智能控制技术。

研究目标：开发面向管路线路巡检、消防救灾等领域的特种机器人，实现产业化。

（4）人机交互与智能编程技术

研究内容：研究基于多维传感信息融合的人机交互操作与机器人直觉示教技术，基于智能感知的机器人动作规划技术，基于智能学习方法的机器人作业轨迹优化及智能化语义编程技术。

研究目标：开发多维传感的人机交互功能包、机器人动作规划软件模块、作业轨迹优化模块及智能编程模块，技术国内领先；面向典型应用开展试验验证。

3、前沿探索项目

（1）模块化变刚度柔顺机器人关键技术

研究内容：研究一体化驱动关节模块的集成设计方法及模块化变刚度柔顺机械臂构型设计与结构优化技术；研究模块化机械臂运动学与动力学自动建模方法、柔顺运动控制方法以及振动抑制技术。

研究目标：开发模块化机械臂样机，自重-载荷比小于 3，重复定位精度高于 0.1mm，实现变刚度柔性控制，并面向典型应用开展试验验证。

（2）自主飞行机器人系统研发

研究内容：研究自主飞行机器人本体设计技术，一体化飞控、一体化航电系统集成与深度感知和神经网络控制智能控制技术。

研究目标：开发面向反恐防暴、灾难救援等领域的飞行机器人，开展试验验证。

（3）灵巧手与智能抓取技术

研究内容：研究高集成度多指灵巧手机构设计技术、多模态触觉感知技术、多指协调运动控制技术、操作物体的快速建模与实时识别定位技术、自主抓取策略生成技术。

研究目标：开发具备仿人指结构设计技术、集成触/力觉多模态感知的灵巧手样机，实现智能抓取；面向典型应用开展试验验证，技术指标国内领先。

（二）高端装备领域

本领域面向我市在智能工厂、航空航天、汽车及零部件制造、服装纺织、注塑等典型行业及海洋战略性新兴产业发展需求，研制智能化专用数控装备和高端海洋工程装备，开发智能装备操作系统，布局 1 项产业化示范项目、5 项技术攻关项目与 5 项前沿探索项目。

1、产业化示范项目

（1）自主品牌智能环保大功率船用发动机研制

研究内容：开发大功率发动机多燃料技术，突破微引燃、纯气体燃烧技术，实现发动机高效、清洁燃烧；开发长寿命新材料关键部件，研究大功率发动机尾气污染物过滤及催化技术，实现尾气清洁排放；进行智能控制和远程监控集成，实现发动机智能化。

研究目标：完成大功率多燃料发动机样机，热效率达到45%以上，在不配备尾气后处理装置的前提下达到国际海事组织IMO Tier III排放法规；发动机实现智能运行，可以进行数据互联，远

程监控及故障诊断与修复；布局1个以上专利组合，申请2项以上PCT专利。

2、技术攻关项目

(1) 智能装备操作系统和智能引擎研发

研究内容：研究基于互联网、大数据、人工智能技术，自下而上的包含智能装备、工业互联网、工业大数据、人工智能，形成一个适用于柔性制造单元、柔性制造生产线、智能工厂的智能装备操作系统和智能引擎，构建工业数据全面感知、动态传输、实时分析、自主决策、智能控制的智能装备操作系统和智能引擎，实现“感知——分析——决策——执行——反馈”的控制闭环与智能进化闭环，实现设备级分布式自主智能、车间级网络智能、企业级群智智能。主要研究内容为智能设备通讯协议模块化、基于工业以太网与5G通讯的工业大数据平台、人工智能算法与平台技术。

研究目标：开发工业数据感知的工业智能网关，兼容国际、国内主流数据传输协议，以开放接口方式进行扩展，技术水平达到国内领先，并产业化；开发智能运行平台，内嵌人工智能进化算法，使装备具有学习进化功能，技术水平国际领先；开发工业大数据平台以及通用API接口；构建智能装备操作系统和智能引擎，开发核心软件功能应用；申请1项以上PCT专利。

(2) 三维激光孔加工工艺与装备技术

研究内容：研究脉冲激光低损伤穿越TBC/高温合金复合结构、加工三维复杂异型孔的工艺机理及关键工艺器件，实现典型

热端部件专用激光加工装备，具备三维曲面原位形位矫正、对焦、自动化群孔加工等功能。

研究目标：自主研发激光打孔装备，实现一种以上的三维异型孔加工，展示航空发动机、燃气轮机等典型热端部件的自动化群孔加工能力，技术水平达到国内领先。

（3）大型电液混合动力注塑成型技术与装备

研究内容：研究注塑机专用磁钢内嵌式伺服电机（IPM）技术、SCL（Sensorless closed loop）伺服控制技术；研究4电机、丝杠组驱动与传动结构及同步控制技术。

研究目标：开发具有大容量、高速、精密、低能耗、环保并兼备智能化性能的电液混合动力大型塑料注射成型装备，技术指标达到国内领先水平，并实现产业化。

（4）热塑性复合材料柔性模压成型技术与装备

研究内容：高频响液压伺服开发；肘节式倍增节能机构研发；热塑性复合材料柔性模压工艺控制与实现。

研究目标：开发面向汽车行业的热塑性复合材料高端成型装备，生产节拍满足汽车量产需求，填补国内空白，达到国际领先；申请1项以上PCT专利。

（5）深水基础建造关键技术与装备工业化

研究内容：开展大直径、大深度、硬质岩等复杂地层条件下的钻机装备研发，选择我国近期将要建设的海洋深水基础工程，开展相关工程试验。

研究目标：研发制造出大直径（钻孔直径大于6米）、大深度

（特殊地质条件下可大于200米）、硬质岩（最大可达200Mpa）等复杂地层条件下的钻机装备。

3、前沿探索项目

（1）增减材复合制造关键技术与装备

研究内容：研究增材/减材复合制造工艺，研制相应的工艺装备；研究开放式增减材数控系统软件；建立成型过程中温度场和热应力场的数值模拟仿真系统，提出工艺优化策略。

研究目标：研发增减材复合制造装备一套，实现金属和复合材料复杂结构零件的绿色快速制造。

（2）特种表面处理工艺与装备技术

研究内容：研究超声波振动应力消除技术；研究高速激光冲击强化与超声波喷丸强化技术；研究高速环保型激光除锈除漆技术；揭示表面处理工艺机理，优化工艺参数。

研究目标：开发多类特种表面处理专用装备，在典型部件上开展应用验证，效率、成本优于传统工艺，技术指标国内领先。

（3）个性化穿戴 3D 编织成型技术与装备

研究内容：研究面向个性化穿戴的人体3D扫描及制版系统软件技术，一体化3D编织、嵌纱以及嵌花组织结构编织技术，复合针和储纱针等专利创新技术。新一代针梳系统控制技术，单段选针技术，智能化3D编织装备技术，支持工业互联网的系统集成技术。

研究目标：开发个性化 3D 一体成型智能编织装备，实现全成型可穿 3D 编织，技术指标国际领先；申请 1 项以上 PCT 专利。

（4）浙东海域工程结构高效防腐技术与智能监测预报系统产业化

研究内容：研究浙东海域工程结构设计、施工、监测和养护对策；研发能够应用于直径在 $\Phi 1-1.6$ 米范围内的海洋基桩腐蚀检测、防腐作业以及基桩清洗的智能装备。开发裂缝对耐久性影响的监测系统，实现对典型混凝土裂缝的连续长期监测与控制。

研究目标：获得宁波周边大型混凝土工程耐久性数据，完成整套原位监测预警系统开发，制作海洋基桩防腐与维护智能装备样机，实现1项以上工程应用。

（5）大型跨海桥梁防船撞技术、智能监测技术与装备研发

研究内容：开展大型跨海桥梁防船撞综合防护技术和相关装备研发；研究海洋新材料以及防腐保护技术在防护结构耐腐蚀设计中应用研究，提高防护装备的服役寿命。

研究目标：掌握防撞设施结构设计关键技术，实现不同防撞等级的桥梁防撞设施标准化设计，完成两项以上跨海大桥防撞工程。

（三）机器人与高端装备技术创新平台

以加速宁波市机器人与高端装备技术研究与发展走向国际引领为目标，打造国内一流的共享创新和开源开发平台，涵盖硬件支撑和技术支撑体系；前瞻布局引领性、颠覆性工程思想和技术探索研究，吸引国内外及宁波市相关领域的人才积聚和参与，建立引领性原始创新机制。

1. 宁波市机器人与高端装备技术创新平台硬件建设

仿效美国 ROS（机器人操作系统）开放式平台，建立基于实时操作系统和人工智能软件的智能装备及智能制造开放式平台，模仿“维基创新”的方式，鼓励各个层次智能装备和制造人才踊跃参与平台的建设和优化，集中和汇聚宁波市本领域的亮点技术，通过面向宁波市制造业相关企业开展技术咨询汇聚大数据，通过面向专业技术人员开展技术培训汇聚人才库，逐步形成智能装备及智能制造开放式平台的演化机制和进化能力。通过建立开放式平台，逐年建立领域共性基础研究关键装备共享机制，建立系统的测试与评估仪器与装备共享实验室，开展整机测试与评估技术研究，形成权威测试服务能力。

2. 前瞻性智能制造工程方法与技术研究

开展超越当前自动化、网络化智能制造思想的研究，重点探索信息场与物质场、能量场的融合形成智能场的机理，系统研究并推广智能能量场制造新方法；推出基于智能场-物能场高度融合原则和仿生永续原则的内嵌智能增益制造技术，如全光子远程多维制造，蕴含高级人工智能的人机混合增强智能制造与泛在机器人自主智能制造等。

研究目标：形成国内独有的共享创新智能制造开放式平台，平台；探索引领性的智能场制造理论和技术体系，出版专著一本，并指导发展 1-2 项前瞻性智能制造技术的实践应用。

五、组织机制模式

加强项目管理和创新，引进竞争机制和分期评估机制。

1. 重大专项中有明确产业化目标导向的产业化示范项目与

技术攻关项目，重点支持以龙头企业为牵头单位，通过与高校院所及相关企业合作方式联合实施，推进本专项与重大产业、重大建设项目的联动，形成市县联动、产学研协同的格局；

2.重大专项中前沿探索项目，重点支持由高校院所牵头实施，同时鼓励在全国范围内组建合作攻关团队，积极鼓励引进市外甚至国外相关科研机构与人才团队承担实施，但要求项目成果必须在我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册，实现招商联动；

3.“机器人与高端装备技术创新平台”由研究院所牵头，与优势企业以联盟制、理事制、分平台制等方式联合实施。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 4.75 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	协作式智能移动双臂作业机器人					国际先进，国内领先，示范应用
	自主品牌智能环保大功率船用发动机研制					提高自主品牌动力系统配套率
技术攻关项目	无轨导航重载AGV					实现产业化，国内领先
	大型重载机器人平台技术					建立示范线，国内领先
		极端环境特种机器人系统研发				实现产业化，国内领先
			人机交互与智能编程技术			实现应用，国内领先
	三维激光孔加工工艺与装备技术研究					实现应用，国内领先
	大型电液混合动力注塑成型技术与装备					实现产业化，国内领先
	深水基础建造关键技术与装备工业化					填补国内空白，国家重大应用
		智能装备操作系统和智能引擎研发				实现产业化，国内领先
		热塑性复合材料柔性模压成型技术与装备			填补国内空白，国际领先	
前沿探索项目	模块化变刚度柔顺机器人关键技术					实现应用，国内领先
		自主飞行机器人系统研发				实现应用，国内领先
			灵巧手与智能抓取技术			实现应用，国内领先
	特种表面处理工艺与装备技术					实现应用，国内领先
		个性化穿戴3D编织成型技术与装备				实现应用，国际领先
		浙东海域工程结构高效防腐技术与智能监测预报系统产业化				提高国际市场占有率
		大型跨海桥梁防船撞技术、智能监测技术与装备研发				形成重大工程示范
		增减材复合制造关键技术与装备			实现应用，国内领先	
基础设施平台	机器人与高端装备技术创新平台					测试评估，理论支撑

专项六：生物医药与高性能医疗器械专项实施方案

一、背景和意义

生物医药与高性能医疗器械产业是关系人类健康的重要战略产业。科学技术的进步和人类日益增长的健康需求推动了生物医药与医疗器械产业的持续快速发展。世界各国高度重视本产业发展，美国、欧洲、日本等国制定了一系列支持政策，重点发展相关产业。近年来，我国生物医药与高性能医疗器械产业保持15%高速增长，2016年产业规模超过4万亿元，基因检测、高端医疗器械、靶向药物等领域取得重要进展。党的十九大报告要求实施新时代“健康中国”战略，把人民健康放在优先发展战略地位，发展健康产业。《“中国制造2025”（国发〔2015〕28号）》明确要大力推动生物医药及高性能医疗器械等重点领域突破发展。

《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》将生物医药及高性能医疗器械列为五大10万亿元级的支柱产业之一。科技部国家重点研发计划和国家重大科技专项分别布局了十多个重大项目，重点推进体外诊断、干细胞、生物材料与组织器官修复替代、数字诊疗设备等领域发展。预计产业将继续保持15-20%的高速增长，到十三五末期达到8-10万亿元规模。

宁波生物医药与医疗器械产业已初具规模，“十二五”以来年复合增长15%以上。在磁共振成像仪、诊断试剂与设备、内植入材料等领域具有一定的产业基础，部分产品国内领先。获国家科技进步二等奖1项，国家技术发明二等奖2项。数字病理和医学影

像核心部件等获国家和省部级“首台套产品”5个，获国家重大新药创制专项2项，国家支撑计划项目1项，国家创新医疗器械1项，牵头或承担国家重点研发计划项目（课题）14项。建成中科院慈溪生物医学工程研究所、宁海生物医药产业园等产业支撑平台，认定国家技术创新中心等重要产业创新平台。

《“中国制造2025”宁波行动纲要》和宁波市“十三五”科技创新规划重点布局数字诊疗设备、新型体外诊断系统等重大项目；突破超高场磁体、创新化学药物、高端硬组织修复替代等关键技术，提升产业发展水平，力争从国际“跟跑”向“并跑”和“领跑”转变；打造支撑产业创新发展的公共服务平台，促进产业集聚，推动全产业链协调发展。

本专项是落实创新城市建设，实现转型升级的重要举措，是全面建成小康社会过程增强人民幸福感、获得感的重要措施。通过产业科技创新，提升创新能力，突破关键共性技术，打造引领产业发展的重点产品，建设产业支撑和服务平台，对优化产业结构，提升核心竞争力，培育发展新动能，具有重要意义。

二、总体目标

到 2025 年，全市生物医药与高性能医疗器械产业发展水平全面提升，重点突破无液氦磁共振成像系统、低剂量数字减影血管造影系统、人工瓣膜等重大产品创制，实现国内“领跑”和国际“并跑”；培育新型生物医用材料、智能化康复机器人及器械等前沿技术；打造支撑产业发展的创新创业和服务平台，吸引人才，提升产业创新能力；实现产业集聚，优化产业布局，产业发展水

平跻身全国先进行列。

——**技术创新能力显著提升。**打造数字诊疗设备、新型体外诊断装备等重点产品，攻克核心部件，实现系统集成，提升核心技术攻关和系统集成创新能力；培育创新化学药物、可降解生物医用材料等前沿技术，培养高水平人才团队，提升原始创新能力，引领产业发展。获得医疗器械产品注册证等重大成果 30-50 项；在数字影像设备和新型体外诊断系统等领域形成高附加值专利组合 6 个，申请 PCT 专利 60 项，获得专利技术 400 项以上。

——**产业规模效益初步显现。**以重点产品为牵引，以产业链带动关键材料、核心部件及整机系统等上下游配套的产业集聚，完善特色中药与健康食品等传统产业格局，产业布局更加完备。引进或培育创新型企业 10-15 家，其中，50 亿以上企业 1 家，10 亿级以上企业 5 家，1 亿以上企业 15 家，上市公司 10 家。相关产业总产值翻两番，达到 600 亿元，带动上下游产值超过 1000 亿元。

——**产业创新体系日益完善。**提升高校科研院所等创新载体的创新能力，加强相关专业园区建设，建成临床试验与评价平台等公共服务设施，促进人才和产业集聚，支撑产业发展。引进海内外创业创新团队 20 个，创业创新人才 50 名。

三、总体思路

以宁波市生命健康产业发展科技需求为牵引，聚焦优势领域市场需求和发展趋势，以重点产品突破为牵引，全链条设计，一体化实施，引导产业资源整合，重点突破若干标志性产品；以产

业提升发展需求为牵引，重点攻克若干关键技术，引导上下游协同发展，优化产业布局；扶持培育新兴产业，支持产业前沿技术研究，鼓励引领性、前瞻性创新研究。重点布局智能诊疗与康复装备、医学与公共卫生检测、生物医用材料与介入器械、生物医药等领域，提升优势，补足短板，突破一批国际“并跑”或“领跑”的重点产品。

——**全产业链布局，打造技术链条。**面向数字诊疗设备和介入器械产业发展需求，从高性能生物材料、关键部件到系统集成进行全链条设计，一体化组织实施，补足产业短板，提升核心竞争力，打造上下游配套的产业技术链条。

——**突破高端技术，引领产业发展。**面向智能化诊疗装备发展趋势，瞄准产业发展前沿，布局基于人工智能的辅助诊断装备，打造具有突破性、引领性的高端技术和产品，提升产业发展质量和国际竞争力。

——**突出应用牵引，推动集成示范。**以临床对智能化辅助诊疗系统等需求为牵引，集成材料、装备、软件、通讯等技术，集中攻关，打造一批突破性的诊疗与康复产品，实现临床应用示范。

四、任务布局

本专项重点聚焦超高场磁体与无液氦超导磁共振系统和新型体外诊断关键技术与系统两类集成攻关项目，重点部署低剂量数字减影血管成像系统、高端硬组织修复替代关键材料与器械、智能辅助诊断系统等十四类技术攻关项目，重点开展新型生物医用材料、智能化康复机器人两类前沿探索项目，打造医疗器械临

床试验评价、实验动物药效毒理评价、新药物靶点筛选与海洋多肽多糖资源库三大服务平台。构建“2142”科技创新体系。

（一）数字诊疗与康复

1、产业化示范项目

（1）超高场磁体与无液氮超导磁共振系统

研究内容：围绕磁共振成像产业发展需求，研制新型无液氮磁体及 7.0T 以上高场磁体等核心部件，突破无液氮超导磁体传导冷却、低散逸场控制等关键技术，解决磁场均匀性与稳定性问题；突破磁共振成像系统控制、医学影像算法等软硬件集成技术，研制无液氮全身磁共振成像系统；研发新型低毒高效磁共振成像对比剂。

研究目标：无液氮磁体等核心部件取得国际专利，全身磁共振成像系统取得医疗器械产品注册证。形成高附加值专利，申请 PCT 专利 10 项。

2、技术攻关项目

（1）低剂量数字减影血管成像系统

研究内容：研制辅助心脏介入治疗的低剂量数字减影血管成像系统，研发新型铝合金材料和碳纤维材料及其 C 形臂制造工艺，开发小于 180°的 C 臂用锥形束 CT 三维血管重建算法，针对心脏动态图像采集的门控技术，减少病人皮肤入射剂量的频谱滤过技术，低剂量下的透视图像处理技术等关键技术；研制大型 C 臂数字减影血管造影系统。

研究目标：研制成功低剂量数字减影血管造影系统，达到国

内领先水平。获得医疗器械产品注册证。形成高附加值专利，申请 PCT 专利 10 项。

（2）骨科及腔镜微创手术机器人

研究内容：围绕骨科和腔镜微创手术的需求，研究基于医学影像的实时重建、3D 规划、高精度术中导航及可视化等技术，解决术前手术路径设计、术中准确定位、器械扶持、辅助操作等技术难题。研制骨科微创手术机器人、腔镜手术机械人等专科医学辅助机器设备。

研究目标：研制成功工程化样机，获得第三方机构检测；获得医疗器械产品注册证。申请 PCT 专利 1-2 项。

（3）相控聚焦超声肿瘤消融设备

研究内容：针对肿瘤物理治疗无创化的临床需求，研究高能量超声聚焦的热效应、空化效应、机械效应等机制，研制相控聚焦超声发生器、精准控制器、水处理器等关键部件，突破生物热传导、精准数字化三维影像定位、相控聚焦超声等关键技术，研制基于影像导引的用于肿瘤的相控聚焦超声消融系统等。

研究目标：研制成功工程化样机，取得医疗器械产品注册证，实现示范应用。申请 PCT 专利 2-3 项。

（4）医学激光治疗设备

研究内容：针对激光治疗在各临床科室逐步得到广泛应用的需求，研究不同功率激光束与生物效率之间关系；开发适宜不同临床应用的激光发射器等关键部件；解决激光适配、精准温控、光纤传输等关键技术；研制适应于前列腺、心血管以及组织切除

等医学激光治疗设备。

研究目标：研制成功工程化样机，完成临床试验，并申请医疗器械产品注册证。

(5) 智能化监护与护理装备

研究内容：面向家庭、社区、中心医疗机构对健康监测、预警、失智失能人群监护和护理等需求，研制可穿戴器件、生物传感器等关键元器件，研究基于大数据的人工智能辅助诊断医学模型，并结合互联网技术，研制远程监测、实时监测、护理与干预等系统；开发面向婴儿保育、睡眠监测、智能床边护理、老年慢病健康管理等应用系列产品，实现示范应用。

研究目标：产品获得医疗器械注册证，并建立 1-3 项产品应用示范中心。

3、前沿探索项目

(1) 智能化康复机器人及器械

研究内容：围绕神经和肢体损伤对康复训练及支持系统的需求，研究康复训练促进神经、组织修复机制，突破运动力学反馈、感知信息传导、功能电刺激等关键技术，研制神经康复训练机器人和四肢柔性康复机器臂，开发基于大数据的人工智能辅助康复训练评估与管理系統。

研究目标：神经康复训练机器人和四肢柔性康复机器臂完成工程样机，完成临床试验。申请 PCT 专利 3-5 项。

（二）医学与公共卫生检测

1、产业化示范项目

（1）新型体外诊断关键技术与系统

研究内容：面向重大疾病检测和公共卫生安全等需求，研制基于酶、抗原、抗体、多肽、量子点等的新型检测试剂；突破分子探针技术、纳米技术、微流控芯片、生物传感器、新型基因测序、新型敞开式大气压质谱等前沿技术，开发基于化学免疫发光、基因检测、生物标记物等的新型免疫分析检测、新型分子诊断及基因测序系统、新型临床即时检验（POCT）系统、新型公共卫生安全现场检测系统，实现在体外诊断、临床即时检验、可疑吸毒人员筛查、食品安全等领域的应用；研究多机自动化通讯与协同控制算法，开发样品自动化批量处理系统，实现流水线式的自动化、智能化、高通量检验。

研究目标：开发分子诊断新技术和新试剂，研发新型免疫分析、分子诊断及基因检测、临床即时检验、可疑吸毒人群现场检测等系统，研制出多指标高通量体外诊断系统，获得注册证，实现示范应用。形成高附加值专利，申请 PCT 专利 10 项。

2、技术攻关项目

（1）智能辅助诊断系统

研究内容：面向各级医疗机构医学数据和医疗资源共享的需求，结合高分辨显微成像技术，通过机器学习和医疗大数据挖掘，突破医学图像识别与智能诊断等关键技术，开发规模化自动化数字病理诊断评估系统，实现在数字化病理、腔内（心、肺、肠）

生理信号监测等方面的应用；开发优生优育智能诊断系统，实现辅助生殖胚胎智能培养、评估与筛选等应用。

研究目标：开发规模化数字病理诊疗和优生优育智能诊断系统，建立远程诊疗系统；实现示范应用。

（三）生物医用材料与介入器械

1、技术攻关项目

（1）高端硬组织修复替代关键材料与器械

研究内容：针对硬组织修复领域对高性能材料和器械的需求，研制高性能去杂化的医用钛合金和促进组织再生的功能化材料，突破材料表面抗菌技术和骨诱导技术；开发生物活性人工骨、生物型椎间盘融合器、牙种植体等产品。

研究目标：开发出生物型椎间盘融合器、人工骨、牙种植体产品，获得医疗器械产品注册证。申请 PCT 专利 4-5 项。

（2）新型心脏组织修复材料与器械

研究内容：针对瓣膜疾病和心功能障碍等结构性心脏病修复材料需求，研制耐久性动物源性瓣膜材料和新型心肌填充材料，突破组织病毒灭活、免疫源性去除、抗钙化等关键技术，解决器械输送细径化、定位与固定等技术难题，开发微创植入二尖瓣、三尖瓣、心衰治疗系列产品及配套器械。

研究目标：研制 2-3 种具有国际领先水平的心脏瓣膜、心肌填充等结构性心脏病修复产品及其相关微创介入器械。申请 PCT 专利 10 项。

（3）新型血液净化器械

研究内容：围绕血液透析等对相关器械的需求，研制血液净化核心组件（包括透析器、透析管路、穿刺组件、吸氧装置等），突破材料表面抗凝血、抗蛋白吸附、抗感染等关键技术，开发血液净化系列产品。

研究目标：开发出血液透析材料及其系列产品；完成临床前研究。

（4）3D 打印生物医学应用产品

研究内容：围绕组织器官修复与医学仿真教学的需求，开发组织器官 3D 扫描成像技术与设备；突破金属、陶瓷和弹性高分子等 3D 打印关键材料；开发新型 3D 打印设备与技术工艺；研制并实现个性化骨科、义齿、颅颌面植入物等医疗器械及高仿真软组织器官模型产品。

研究目标：研制 3D 成像关键技术，开发 3D 打印医用材料和设备，获得 3D 打印医疗产品，实现临床或生物医学应用。申请 PCT 专利 3 项。

2、前沿探索项目

（1）新型生物医用材料前沿技术

研究内容：针对临床对功能性生物医用材料的需求，制备高强度耐磨超高分子量聚乙烯、医用聚氨酯、新型可降解材料，研究材料结构与性能调控技术，突破材料降解性能调控技术；研究材料表面功能化技术，开发具有组织诱导功能的新材料。研究材料在人工关节、组织工程、心血管支架、防粘膜等方面的应用技术。

研究目标：实现功能性生物医用材料的规模化制备，完成临

床前研究。申请 PCT 专利 1-2 项。

（四）生物医药

1、技术攻关项目

（1）创新化学药物发现与制剂开发

研究内容：面向肿瘤和免疫系统疾病等对创新化学药物与制剂的重大需求，利用新靶标、高通量筛选、计算机模拟等手段，发现化学新药候选化合物，进行相关成药性研究及临床前研究；开展药物及辅料的绿色制造工艺研究；已获得临床批件的创新药，完成临床试验研究。

研究目标：发现若干个新化学药物；获新药临床批件或注册证若干个。申请 PCT 专利 1-2 项。

（2）新型生物药品开发与产业化

研究内容：研制用于重大疾病预防与治疗的疫苗、抗体、重组蛋白等生物药品，突破疫苗抗原分子设计、佐剂筛选、抗原多糖制备、多糖与蛋白结合和多联多价等关键技术，开发针对高致病性流感和肺炎等疾病的新型疫苗；重点突破哺乳动物工程细胞构建、重组蛋白表达纯化、蛋白质糖基化修饰等关键技术，开发基因工程与抗体类药物；开发抗蛇毒血清、动物生殖类激素等生物制品。

研究目标：完成药效及安全性评价研究；获临床批件或新药注册证。申请 PCT 专利 1-2 项。

（3）中成药质量提升与标准化开发

研究内容：对疗效特色明显的中药（植物药）大品种进行二

次开发和质量提升研究，重点开展指纹图谱、质量标准等技术研究；明确物质基础，进行药理、药效、毒理研究以及作用机理研究，开展国内外药品新适应症研究。

研究目标：完成新适应症研究；申请 PCT 专利 4-5 项，完成国外药品临床前申报。培育年销售额 4 亿元以上的中药大品种。

（4）保健食品

研究内容：利用特色植物及海藻多糖、海洋蛋白、功能多肽等海洋资源，重点开展活性成分提取、配伍组方设计、功效成分作用机理评价等研究，开发针对老年慢性病、高血压、糖尿病等具有明确功效的保健食品或特医食品。

研究目标：开发系列保健产品，获得保健食品注册号或备案号。申请 PCT 专利 1-2 项。

（五）应用示范与公共服务平台

1、应用示范平台

（1）智慧健康养老应用示范

建设内容：面向个人、家庭、社区与机构对健康养老的需求，发展健康管理类可穿戴设备、便携式、自助式、智能养老监护设备等，满足多样化、个性化健康养老需求。发展慢性病管理、居家健康养老、个性化健康管理、养老机构信息化服务等健康养老服务模式。推动健康养老服务智慧化升级，提升健康养老服务量效率水平。

建设目标：按照企业主体、政府扶持、市场化运作的方式，

开展覆盖多级区域、多种类型的应用试点，培育智慧健康养老示范企业，建设智慧健康养老示范社区，创建具有区域特色、产业联动的智慧健康养老示范基地。

(2) 互联网+医疗器械应用示范

建设内容：解决基层医疗服务能力不足的问题，结合区域常见多发病分级诊疗体系建设，重点加强临床应用广、智能化程度高、可推广性强的基于国产创新医疗器械产品的基层医疗机构新配置解决方案、新技术临床解决方案（包括诊疗、筛查等）、新型服务模式解决方案的规模化应用示范。

建设目标：建立基层医疗机构系统配置解决方案和服务模式示范，建设典型示范点，形成应用示范报告；完成新技术临床解决方案的跨县市区示范和新型服务模式的规范化应用示范；通过项目实施推动基层机构数字化、网络化、智能化升级。

2、公共服务平台

(1) 医疗器械试验评价平台

建设内容：围绕产业发展对医疗器械产品检测和试验评价的需求，整合医疗器械第三方检验机构、临床单位和专业医疗器械园区，联合共建有资质的生物材料与医疗器械检测评价中心，提供产品开发、动物试验、临床试验、转移转化、推广应用等全链条检测评价、政策咨询等服务。

建设目标：建成涵盖医疗器械和生物材料检测评价资质的非盈利机构。

(2) 实验动物药效毒理评价平台

建设内容：围绕新药、医学新技术在临床前的试验和改进，缓解新药研发与动物实验条件的供需矛盾，整合新药研发机构和园区，联合共建实验动物药效毒理评价平台，提供实验动物繁育保种、药效毒理研究和安全评价等有偿服务。

建设目标：建成具备第三方资质的模式及病理动物繁育、饲养、实验于一体的实验动物公共服务盈利性机构。

(3) 新药物靶点筛选与海洋多肽多糖资源库平台

建设内容：围绕生物医药创新发展需求，重点构建自动化药物靶点筛选平台，打造基于人工智能的靶点探针设计与评估系统；围绕海洋生物活性资源利用，建设海洋多肽与寡糖的精准分析平台与纯化合物标准库、建立海洋分子本草数据库、资源型蛋白数据库与产品保真的多肽序列信息源。

建设目标：建成自动化药物靶点筛选平台，建立海洋蛋白多肽的研究平台与技术标准中心。

五、组织机制模式

本专项拟从总体设计、申报主体、平台建设等方面进行管理体制机制创新。具体包括：

1、成立咨询专家组，负责项目总体设计和把关。

2、根据项目类型，确定项目承担和责任主体。关键共性科学与技术问题类项目一般由高校和科研院所牵头申报。产业化导向类项目一般由宁波市相关企业牵头申报，鼓励产学研合作。重大创新类项目可采取定向委托方式，委托优势单位实施。

3、鼓励协同创新。重大专项按照产业链布局，一体化实施，

鼓励相关单位联合组建项目团队，优势互补，协同创新，共同承担项目任务。

4、平台类项目，鼓励产学研医多方共同承担。

5、项目组织评审和跟踪检查制度等，按照宁波现有管理办法实施。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需 15 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
集成攻关项目	新型体外诊断关键技术与系统					国内领先，部分国际先进
		超高场磁体与无液氦超导磁共振系统				国内领先 部分国际先进
技术攻关项目	低剂量数字减影血管成像系统					国内领先
	敞开式大气压质谱关键技术与检测系统					国内领先 部分国际先进
		骨科及腔镜微创手术机器人				国产化替代
		相控聚焦超声肿瘤消融设备				国内领先 国际先进
		医学激光治疗设备				国内领先
		智能化监护与护理装备				国内领先
		智能辅助诊断系统				国内领跑
		高端硬组织修复替代关键材料与器械				国际先进
		新型心脏组织修复材料与微创植入器械				国际先进
		新型血液净化器械				国产化替代
		3D 打印生物医学应用产品				国内领先
		创新化学药物发现与制剂开发				国内领先 部分国际先进
		新型生物药品开发与产业化				国内并跑
			中成药质量提升与标准化开发			国内领先
		保健食品			国内领先	
前沿探索项目		智能化康复机器人及器械			国内领先	
	新型生物医用材料前沿技术					国际先进
应用示范	智慧健康养老应用示范					国内领先
	互联网+医疗器械应用示范					国内领先
基础设施平台	医疗器械临床试验评价平台					国内领先
	实验动物药效毒理评价平台					国内领先
	新药物靶点筛选与海洋多肽多糖资源库平台					国内领先 国际先进

专项七：新能源与节能环保专项实施方案

一、背景和意义

新能源、节能环保产业作为战略性新兴产业，代表新一轮科技革命和产业变革方向，是培育发展新动能、提升绿色竞争力的重大举措，是改善生态环境质量的重要支撑。从产业发展和技术进展来看，欧美发达国家已基本掌握核心材料与技术体系，引领前沿研究方向，形成了对行业标准的制定与高端工程装备市场供应的垄断。

目前，我国新能源与节能环保产业方兴未艾、势头强劲，在新能源领域，光伏电池及组件、逆变器等产品技术水平达到国际先进水平，制氢规模位居世界首位，分布式能源系统的集成及优化控制关键技术与装备基本与国际同步；在节能环保领域，固废处理成套技术与装备达到世界水平，资源回收利用也形成具有自主知识产权的特色技术并实现全球的示范推广，除尘脱硫、生活污水处理、余热余压利用、绿色照明等技术与装备达到国际一流水平。但是，我国新能源与节能环保产业的总体发展仍然存在自主创新能力不足，应用基础和关键技术研究匮乏，部分核心部件及装备受制于发达国家，高端技术装备开发与供给能力不强等问题。

新能源和节能环保产业已经成为宁波市重点支持发展的战略性新兴产业，2016年我市新能源产业工业总产值达到204.38亿元，节能环保产业实现工业总产值366.71亿元。涌现出一批

具有国际竞争力的产品，新能源领域的太阳能光伏、智能电网以及氢能与燃料电池等产品技术水平与国际第一梯队持平，且价格优势明显；在高效工业节能、先进环保技术、资源循环利用和节能环保服务等四大细分领域形成了较好的产业基础，生活垃圾处理与资源回收利用技术在国内外具有较大影响力。但是，新能源与节能环保产业总体水平与国内外先进地区还存在一定差距，主要表现在核心技术与装备研发、工程设计和自主创新能力薄弱，前瞻技术储备不足，科技成果转化率相对较低等方面。目前，亟需通过人才队伍和条件建设提高自主研发能力，通过核心技术与装备的持续创新强化优势领域，通过补齐短板、以关键技术与装备制造突破带动我市新能源与节能环保产业的提升，进一步强化我市在细分领域关键技术与装备的优势地位，“并跑”甚至“领跑”全国。

本专项围绕“能源清洁高效转化—分布式能源系统—固废处理与资源化装备—节能与废气处理高端装备制造”产业链进行布局，聚焦带动性强的关键共性技术与核心部件，突破制约新能源与节能环保产业发展的重大瓶颈问题，提升产业整体竞争力，通过工程示范，助力于将宁波打造成中国分布式能源供给与环境分布式综合治理的智能化模范城市。

二、总体目标

在新能源与节能环保领域，拟布局 4 个专利组合，通过新材料、新技术、新工艺及新装备等方面的研发，突破核心关键技术，实现新增发明专利 300 项以上，申请 PCT 专利 40 项以上，完成

高端装备的自主研发与产业化生产，进而构建完整的分布式能源系统、固废处理与资源化、节能与废气治理技术以及装备制造产业链，形成产业集群，与此同时，通过产学研用相结合，提高技术持续创新能力，使宁波市在新能源与节能环保领域的研发与产业化进入国内第一梯队，助推宁波市成为国家生态文明建设示范城市。

——**产业化技术实现突破。**在新能源领域，聚焦分布式能源与智能微网管控技术重大项目并完成多能互补分布式能源集成与智能微网工程示范，重点突破中、低温燃料电池系统集成技术，前瞻性布局基于可再生能源的制氢技术、薄膜光伏以及高能量密度固态金属储能电池技术，布局 2 个专利组合，新增发明专利 135 项以上，申请 PCT 专利 20 项以上。在节能环保领域，聚焦前端垃圾精细分筛技术、固废热解气化关键技术、战略性资源回收技术、工业节能技术等 10 余项关键、共性和核心技术，完成核心高端装备的制造，涵盖 300 吨级热解气化垃圾能源站、百吨级有机垃圾全机智能资源化处理站及基于“互联网+”的工业锅炉能效及环保监控优化系统等 5~6 个标志性工程，布局 2 个专利组合，新增发明专利 165 项以上，申请 PCT 专利 20 项以上，突破国际垄断，填补国内技术与产业空白，完成应用工程示范 6 项以上。

——**持续创新能力大幅提升。**通过政府资源合理引导，充分发挥市场配置资源的基础性作用，通过各类科技创新主体紧密联系和有效互动，加强科技与经济、产业化结合，加速创新资源调

配与聚集，柔性引进院士 1~2 名、千人计划 6~8 名，申报并承担国家重点研发项目 6~7 项，通过校企合作，共建新能源和固废资源化领域省级工程技术研究中心 2 个，在新能源和固废处理与资源化领域的前沿多学科交叉方向建设 2 个省级重点实验室，为持续提升创新能力培养造就高素质人才，为产业化和前瞻性技术的研发搭建平台。

——**产业发展效益与规模初显**。围绕“能源清洁高效转化—分布式能源系统—固废处理与资源化装备—节能与废气处理高端装备制造”，打造宁波在新能源与节能环保领域的创新链和较为完备的产业链。形成 MW 级光伏、分布式存储一体化电站示范型成果，带动产业新增产值突破 120 亿；完成城镇固废无害化、资源化技术与装备示范推广，3 年内实现新增产值 100 亿，5 年内实现产值 2 倍增长。在大规模制氢、燃料电池技术、高能量密度电池等领域培育创新型企业 3~5 个，在固废处理、分布式储能和基于“互联网+”的能源服务系统等方向培养龙头骨干企业 3~5 家，实现新增产值 100 亿。此外，在废弃资源高值化利用、重大关键节能技术、废气处理等行业助力转型升级企业 5~10 家。

三、总体思路

抢抓制造强国战略实施契机，深入落实《宁波市“十三五”科技创新发展规划》部署的“推动重点产业关键核心技术突破”任务精神。面向新能源、节能环保产业竞争力提升的重大需求，以“创新、壮大、引领”为原则，以具有自主知识产权的核心关键技术与装备的研发为目标，开展协同创新，实现产业链整体提升。

聚焦应用、带动全链条技术创新。结合国家“十三五”新能源与节能环保产业发展的重大战略需求和宁波产业优势，瞄准关键核心技术开发和高端装备制造，实现从产业的前瞻性技术、重大共性关键技术到产业化应用示范的全链条布局，全面提升我市新能源、节能环保领域技术创新和产业化水平。

政府引导、推动“政产学研用”。通过政府资源合理配置，调配社会资源，引导企业、科研院所开展合作，努力突破一批新能源与节能环保中受制于材料、核心工艺、关键部件等的关键共性技术、核心装备和技术标准，努力打破国际垄断，形成一批专利技术，以核心高端装备制造为重点，占领相关技术领域制高点，带动产业高速发展。

实施示范、打造新兴战略性新兴产业。在核心关键技术创新和高端装备制造基础上，通过实施一批综合应用工程示范，实现高端抢位，促进新能源与节能环保产业上下游全链条全面发展，进而迅速抢占市场，推动宁波市在新能源与节能环保领域全国并跑或领跑，服务于宁波市国家生态文明示范城市建设。

四、任务布局

本专项围绕新能源和节能环保两大领域，聚焦产业提升关键技术、高端装备研发与制造以及工程示范，重点支持一批前瞻性高端技术，在氢能与燃料电池、分布式能源系统及智能微网技术与装备、城镇生活垃圾无害化处理与资源化利用工程、废弃资源高值化综合利用工程、节能关键技术装备及基于“互联网+”的节能环保系统、废气处理关键技术与装备等方向，布局产业化示范、

技术攻关以及前沿探索等四大类 12 个具体项目。

（一）新能源领域

1、产业化示范项目

（1）多能互补分布式能源集成与智能微网工程示范

研究内容：针对分布式能源发展趋势，开展光伏分布式发电与多种类互补型电力储能的研究，重点研制高效率的光储逆变转换器与智能控制系统，实现光储发电系统数据和信息的智能化远程监控，通过储能逆变器的多模式设定来智能化控制光伏发电、储能设备、电网和负载，建立多能互补分布式智能微网电站工程示范。

研究目标：研制并网逆变综合转换效率 $\geq 95\%$ 的储能逆变器，建立多能互补的分布式能源智能示范系统，实现光伏应用示范系统的总安装功率 ≥ 1 兆瓦，储能系统总功率 ≥ 1 兆瓦(铅炭电池 $\geq 200\text{Ah}$ ，磷酸铁锂 $\geq 50\text{Ah}$ ，循环寿命 ≥ 4000 次)，实现在电网突然断电情况下的负载临时供电功能；布局 1 个专利组合，其中申请发明专利 40 项，PCT 专利 10 项。

2、技术攻关项目

（1）基于液态甲醇的 5kW 级移动式 PEMFC 发电系统与核心部件批量化关键技术

研究内容：开发甲醇重整制氢非贵金属催化剂与新型的 CO/H₂ 分离膜，研制甲醇燃料高效重整制氢装置，开展适用于 PEMFC 的高温型交换膜关键材料与金属双极板批量化关键技术研究，开展 5kW-PEMFC 电堆与甲醇重整系统一体化集成研究，

实现一体化系统示范运行。

研究目标：实现甲醇燃料电池发电系统示范性运行，寿命 $\geq 5000\text{h}$ ，输出功率 $\geq 5\text{kW}$ ，发电效率 $\geq 40\%$ ，金属双极板与高温膜关键材料实现批量化。申请发明专利 30 项，PCT 专利 5 项。

(2) 基于气态碳基燃料近零碳排放的静态 SOFC 发电系统

研究内容：开展影响 SOFC 电堆及其热区的运行寿命因素研究，突破电池与电堆结构及其物质能量流程的优化技术，研制尾气碳捕获及其基于 SOEC 的二次能源化与循环利用技术，建立电池与千瓦级电堆寿命快速评估方法，完成适用于一体化的分布式静态电站工程示范系统。

研究目标：研制出 20 千瓦级系统示范样机，电池单堆模块功率 ≥ 5 千瓦，衰减速率 $< 1\%/1000\text{h}$ ，系统运行 $\geq 1000\text{h}$ 。申请发明专利 20 项，PCT 专利 5 项。

两个技术攻关项目布局 1 个专利组合，其中申请发明专利 50 项，PCT 专利 10 项。

3、前沿探索项目

(1) 基于可再生能源的绿色制氢技术

研究内容：研究光电催化电解水制氢技术；开展基于可再生能源与燃料电解池耦合的电解水制氢技术。

研究目标：光电催化电解水制氢效率 $\geq 5\%$ ；基于电解池的电解水效率 $\geq 80\%$ ，系统综合效率 $\geq 40\%$ 。发表高端论文不少于 20 篇，引进或培养 3315 创新团队 1 个，浙江省千人计划 2~3 名。申请发明专利 16 项，PCT 专利 2 项。

（2）高效、低成本薄膜光伏电池技术

研究内容：研究有机薄膜、钙钛矿新型太阳能电池，研发新材料与新型薄膜光伏电池，重点通过界面-结构调控技术，提出新的设计原理，发展新型加工方法。

研究目标：小面积下有机薄膜光伏电池效率 $\geq 14\%$ ，钙钛矿电池在 85°C 下 1000h 效率 $\geq 15\%$ ，最大输出功率(一个标准太阳光)经 200h 以上，保持效率 $\geq 13\%$ 。发表领域顶级论文不少于 20 篇，引进/培养国家、省级人才 1~2 名。申请发明专利 15 项，PCT 专利 2 项。

（3）高能量密度固态金属空气电池技术

研究内容：研究基于有机、无机固态电解质材料及其金属空气储能电池，研制基于氧离子导体材料为电解质的固态金属空气储能电池。

研究目标：固态金属空气电池能量密度 $\geq 500\text{Wh/kg}$ ，发表高水平学术论文不少于 20 篇，引进/培养国家级、省级千人计划 1~2 名，申请发明专利 20 项。

（二）节能环保领域

1、产业化示范项目

（1）中小型城镇垃圾分类无害化处理与资源化利用工程示范

研究内容：选择县级城市等中小型城镇生活垃圾、餐厨等有机垃圾为重点研究对象，构建可复制推广的中小型城镇垃圾分类治理体系。突破规模化垃圾智能化分类技术难点，垃圾处理前端

聚焦垃圾全机械自动化筛分装备；针对有机垃圾，解决高含固率厌氧发酵高效产沼新技术的核心问题，优化并完善微生物代谢调控机制和发酵残余沼渣干化利用技术，建设餐厨垃圾+厨余垃圾+污泥协同干法厌氧发酵产沼集成处理装备；针对一般生活垃圾，重点研发高效低成本的中小规模垃圾热解气化发电处理系统装备，重点突破系统智能及自动化控制核心技术与关键部件研究，对发电系统热工测试研究，提高系统热能利用效率，同时开发中小型垃圾热解气化能源站余热利用装备的开发与集成；配合有机质垃圾及沼渣资源化，研究基于多元生物质微波热解+催化重整制气技术，开发低温催化材料，研发热解重整制气及其高效发电的耦合联用技术与装备。

研究目标：实现热解气化处理系统长周期连续运行 120 天以上，年运行时间不低于 8000 小时，炉内热能利用效率提高 5%，整套系统发电热效率>22%；实现餐厨垃圾资源化处理规模≥150 吨/天，餐厨垃圾稳定产沼≥100 立方米/吨；建立微波强化催化热解处理设备处理能力不小于 10 吨/天，富氢合成气热值≥10000 千焦/立方米，完成工程示范；实现将生活垃圾、餐厨垃圾、污泥等进行综合处理，建设小型静脉产业园（热解气化处理系统规模≥300 吨/天，餐厨垃圾资源化处理规模≥150 吨/天），最终建成“宁波模式”的城镇垃圾分类处理体系工程示范。布局 1 个专利组合，其中申请发明专利 40 项，PCT 专利 10 项。

2、技术攻关项目

(1) 废弃资源综合利用技术与工程示范

研究内容：聚焦冶金废渣、废旧塑料、废集成线路板、废弃润滑油等废弃资源，集中解决磁性分离与钢渣脱硫的关键技术与工程难点，同步开展冶金废渣、矿渣资源化利用技术研究；聚焦废旧塑料智能分选装备，重点研究废旧集成线路板的解离特性，开发光/电/磁/重复合力场高效破碎分选装备，探讨有机高分子补链修复机理，突破废旧塑料改性技术；研究废润滑油预处理工艺研究，重点聚焦废润滑油产品分离技术开发配套的专用设备，完善大规模工业生产装置工艺包编制。

研究目标：实现钢渣法脱硫技术脱硫率 $\geq 99\%$ ，完成智能化装备制造与工程示范；实现废油回收率 $\geq 75\%$ 且符合 II 类以上基础油性质指标，填补国内技术空白；废旧集成线路板金属分选回收率 $\geq 96\%$ ，同时实现非金属组分的资源化综合利用，形成成套技术与装备，建立工程示范，达到国内领先水平。布局 1 个专利组合，其中申请发明专利 36 项，PCT 专利 7 项。

(2) 工业污泥无害化处理装备与工程示范

研究内容：聚焦工业污泥固化、重金属污染物封存及资源化回收，重点研究有害工业污泥低能耗高效预处理、有毒无机组分稳定固化等关键技术，研制机械化全自动的高端处理装备；完善污泥脱水尾水治理技术，研发高效、经济且无污染的重金属吸附剂与重金属回收技术，开展智能化处理装置的设计整合与装备集成；根据污泥污染物组分与特性，建立完整的工业污泥处置与资

源化技术创新链。

研究目标：建成规模化、智能化的工业污泥固化处理装备，实现固化物浸出液水质达标，完成大规模工程示范，实现国内推广；完成尾水处理与重金属回收利用一体化处理装备，实现高附加值重金属收率 $\geq 92\%$ ，完成技术创新工程示范，填补国内空白。申请发明专利 16 项，PCT 专利 2 项。

(3) 新型交通节能关键技术与装备开发

研究内容：重点研发高导热性微热管以及面向公共交通的高能量密度储能器件关键材料与核心部件，研究车辆不同制动工况下的制动能量回馈系统的控制方案，提高制动能量的整体利用效率和回收效率；开发新型热电材料与器件，聚焦高效传热元件(热管)、余热发电能量控制管理系统、发电系统总装结构等不同系统的设计制造及系统运行优化。

研究目标：完成车辆制动能量回馈系统研制，能量吸收利用率与释放率不低于 90%，系统使用寿命不低于 10 年，实现国内外技术领先；完成车辆尾气余热发电系统装置的加工制造、装配及示范应用建设。申请发明专利 36 项，PCT 专利 3 项。

(4) “互联网+”工业锅炉能效/污染排放远程监控系统开发与工程示范

研究内容：研究工业锅炉能效及排放远程监控技术，结合物联网技术、大数据技术、云计算技术、移动互联网技术和智能控制技术，开发智能云平台系统；研发锅炉智能设备终端，研发锅炉污染物控制技术与整体装备；开发锅炉节能改造技术路线，推

进锅炉自动调节和智能燃烧控制水平，优化锅炉能效。

研究目标：完成基于工业锅炉能效及污染物排放智能远程监控系统开发和关键装备制造，智能云平台系统最大支持锅炉数量 ≥ 100 万台，实现对200台以上工业锅炉能效及污染物排放远程监控的工程示范，填补国内空白。申请发明专利18项，PCT专利1项。

(5) 废气多污染物深度控制技术、材料及装备的开发与应用

研究内容：重点研发脱硝、脱硫、汞等重金属脱除的关键技术，研制无钒SCR脱硝技术与吸附催化材料、尾气汞污染源全过程控制新型材料、技术及装备；重点研发VOCs脱除综合治理系统，开发典型化学污染物快速检测技术、有毒有害微生物和致敏源监测技术。

研究目标：完成无钒、高水热稳定性SCR催化剂等关键材料及装备的工程示范，实现氮氧化物(小于30毫克/立方米)和重金属(脱除效率 $\geq 90\%$)污染协同控制技术的应用，达到国际先进水平；开发VOCs高效去除技术和成套设备，实现去除率95%以上，完成工程示范。申请发明专利25项，PCT专利2项。

(三) 平台建设

1、氢能与燃料电池检测标准平台

建设内容：①研制出具备快速组装的单体电池测试装置，并逐步形成全国范围内的标准装置；②设计出具备对接不同接口的

百瓦级、千瓦级电堆检测装置，形成具有第三方认证资质的检测中心。

建设目标：通过上述研究，建立不低于 500 平米的检测中心，其中包括自主设计的核心装置 20 台套与对应的燃料供应系统，具备连续 1000 小时检测 5 千瓦电堆的能力。

建设方式：检测平台依托宁波材料所纳入公共服务中心管理，对外提供相应的服务，通过项目支持与自主研发，设计若干具有标准检测能力的装置，形成具有特色的检测平台，为成为中国高温燃料电池检测中心宁波分中心提前布局。

2、固废处理与资源化技术研发平台

建设内容：①建设技术研发合作平台，针对小型热解气化装备、垃圾分选技术、金属与废油等废弃资源高效回收等方向展开技术合作；②充分调动各方资源，建设国际化、高水平的研发团队，推动固废处理与资源化技术的产学研合作，为宁波市节能环保产业相关企业的可持续发展提供科技创新支撑。

建设目标：建成“固废处理宁波模式”，完成小型垃圾能源站装备与工程示范、有机垃圾协同处理与深度资源化利用工程示范、工业污泥处理与重金属资源化工程示范，进一步推广适合我国城镇和农村固废无害化处理处置和资源化利用的关键技术体系，为“固废处理宁波模式”提供持久的创新推动力，成为国家级固废处理产业化技术创新和产业化平台。

建设方式：以建设国家级工程技术中心为目标，以宁波市相关龙头企业和科研院所为核心，整合国内外高校科研机构人才与研发资源，建立产业技术交流、科研技术创新的沟通合作平台。

五、组织机制模式

为提高重大专项创新产出效率，本专项将结合宁波市新能源和节能环保产业现状和国内外行业发展趋势，拟采用以下三种机制模式组织专项实施。

（一）联动机制

坚持集中力量办大事、重点突破的原则，在资金、人才、技术等方面形成市县联动、部门协同，推进本专项与重大产业、重大建设项目的联动，特别在中小型城镇垃圾无害化处理与资源化利用工程示范与废弃资源综合利用技术研究与工程示范实现集中联动，实现废弃物全面资源化利用，把本专项与产业发展、科技创新、人才引进等有机结合起来，形成裂变效应。

（二）开放机制

基于可再生能源的水分解制氢、薄膜光伏电池、高能量密度固态金属空气电池等面向未来的新能源前沿关键技术研发，主要由高校院所牵头实施；固废无害处理资源化、工业节能、废气治理等面向产业化的核心关键技术及装备的开发及示范，主要由企业牵头实施。积极鼓励我市相关单位与国内外相关科研机构、人才团队与企业合作承担实施重大专项项目，以提升我市在相关领域的科技创新水平和国内国际影响力，但是要求项目成果必须在

我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册。

（三）协同机制

针对分布式电力储能、中小型垃圾热解气化、有机垃圾低成本资源化等方向，重点支持有基础、有实力的优势企业为牵头单位，并联合产业链上下游的相关行业以及具有较强研发能力的高校、科研院所等共同实施，鼓励在全国范围内组建跨区域合作攻关团队。此外，鼓励以掌握核心技术的企业为牵头单位，组建产学研联盟实施专项项目。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 6.8 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	多能互补分布式能源集成与智能微网工程示范					国内领先，具有国际影响力
	中小型城镇垃圾分类无害化处理与资源化利用工程示范					国内领先，满足国家战略需求
技术攻关项目	基于液态甲醇的5kW级移动式PEMFC发电系统与核心部件批量化关键技术					填补国内空白，军民融合
	基于气态碳基燃料近零碳排放的静态SOFC发电系统					填补国内空白，国际先进
	废气多污染物深度控制技术、材料与装备的开发与应用					国内领先，满足国家战略需求
	工业污泥无害化处理装备与工程示范					国内领先，具有国际影响力
	新型交通节能关键技术与装备开发					科技创新，提升国内影响力
	“互联网+”工业锅炉能效/污染排放远程监控系统开发与工程示范					解决关键技术问题，满足市场迫切需求
	废弃资源综合利用技术研究与工程示范					国内领先，满足国家战略需求
前沿探索项目	基于可再生能源的制氢技术					前瞻布局，国际领先
	高效、低成本薄膜光伏电池技术					前瞻布局，国际先进
	高能量密度固态金属空气电池技术					前瞻布局，具有国际影响力
基础设施平台	氢能与燃料电池检测标准平台					国内领先，满足国家战略需求
	固废处理与资源化技术研发平台					国内领先，满足国家战略需求

专项八：关键基础零部件专项实施方案

一、背景和意义

关键基础零部件是装备制造业赖以生存和发展的基础，包括模具、液压件、气动件、密封件、轴承、紧固件、齿轮等在内的基础件的质量、可靠性和寿命决定着重大装备和主机产品的性能和质量。美国、日本等工业发达国家掌握着关键零部件和工艺的研发制造技术，并垄断了中高端产品的国际市场，占有较大市场份额。国内基础零部件与国外产品相比差距较大，在材料及热处理、设计方法、制造工艺等方面与国外先进水平存在一定差距。重大装备和主机产品所需的基础零部件主要依赖进口，基础零部件产品设计研发力量薄弱，缺乏新产品的开发能力，缺乏对产品的创新设计等。特别是在模具的精度、寿命、智能化程度，液压元件及系统的高压力、长寿命，以及密封件的非接触式可靠性设计、密封延寿，下一代高端轴承、齿轮及传动装置的精密性等方面与国际先进水平相比仍有较大差距。

宁波关键基础零部件产业基础条件良好，2015年全市关键基础零部件及相关产业规模以上企业3725家，实现规模以上工业总产值5450.13亿元（2016宁波统计年鉴：统计口径：通用设备制造业、专用设备制造业、汽车制造业、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业、仪器仪表制造业），注塑机、金属冲压模、液压元器件、船用中速柴油机、粉末冶金制品、高压输变电设备、

液压搬运车、微小型轴承、水表、长寿命电能表、光学仪器、电动工具等四十多种装备产品的市场占有率均居全国第一位，被授予“中国模具之都”、“中国紧固件之都”称号。但整体来看，全市关键基础零部件基础技术仍很薄弱，产品质量和可靠性难以满足需要；先进基础工艺应用程度不高，共性技术缺失；产业技术基础体系不完善，试验验证、计量检测、信息服务等能力薄弱。随着国家产业转型与结构调整的不断推进，宁波关键部件已到了由量变到质变的转折期，夯实制造技术基础，加速制造基础技术与关键部件技术进步，掌握高参数高可靠性基础件、先进基础制造工艺，推动产业结构调整与升级，已经迫在眉睫。

通过本项实施，技术层面突破一批核心共性技术，提升宁波关键基础零部件的整体技术水平，使宁波重大装备的关键基础零部件配套率提升到 70%，替代国外关键基础零部件率 80%，模具、液压气动、密封件及轴承等关键核心产品的技术水平达到国外同类产品水平。

二、总体目标

到 2020 年，全市关键基础零部件产业科技创新能力和整体竞争力显著提升，关键基础零部件技术由国内跟跑型向并行和领跑型转变，直接或间接带动现代装备产业、汽车产业及家电产业等相关产业质量整体提升，为宁波“中国制造 2025”示范城市提供强有力的支撑。

——**关键核心技术实现重大突破。**突破气动元件高低温密

封、表面处理与防护以及可靠性测试与评估等共性技术，开发出阀岛，比例阀、真空发生器集成单元、气缸、电缸和电磁阀等高端气动产品，引领全国气动产业技术创新。突破智能化压铸模具控制关键技术，研制出世界级先进模具伺服控制系统，打造国际领先模具制造基地。突破 20 余项关键、共性和核心技术，打造模具、气动及轴承等战略性产品 3-5 个，完成示范工程 10-15 项，申请国家专利 200 项以上，制定相应国家、行业和企业标准 30 余项。

——**产业链配套能力显著提升。**培育和壮大企业约 20 家，培育孵化新型科技创新型企业 3-5 家，全市工程装备自配套率平均提高 15-20%，基础零部件产业规模达到 2100 亿，带动支撑规模上千亿元的模具、液压气动、轴承及相关工程装备产业全面发展，直接或间接经济效率增长达 2100 亿。

——**创新要素进一步加快集聚。**基本建成较为完善的关键基础零部件科研创新平台，形成 3-5 个浙江省创新创业团队，培育 2-3 个具备国家奖申报条件的成果，引进和培养国家千人计划和万人计划人才 4-6 名。

三、总体思路

围绕宁波装备制造业转型升级和发展战略性新兴产业现代装备制造业的重大需求及产业升级路线，以提升以中国制造 2025 和宁波市“3511”产业体系培育和转型升级中的重大技术瓶颈为牵引，聚焦强化顶层设计，巩固优势产业，突破关键技术，培育新

兴产业，重视原始创新，布局未来产业的发展思路，围绕产业的前瞻性技术、重大共性关键技术到产业化应用示范进行全链条设计，一体化组织实施，通过新材料的设计开发、制造流程及工艺优化等关键技术和国产化装备的重点突破，实现关键基础零部件产品的高性能和高附加值、绿色高效低碳生产，推进关键基础零部件产业的结构调整与产业升级。

四、任务布局

围绕模具及铸锻件、液气密、传动零部件等 3 大关键基础零部件领域，重点实施智能化压铸模具控制、高性能、智能化、高可靠性的气压元件及系统、高效精密驱动技术与系统等 16 项的核心共性关键技术研发，建成 1 个宁波模具技术研发与公共服务创新平台。

(一)模具及铸锻件方向

重点针对模具新技术新工艺进行攻关，解决大型、高精度、智能化、长寿命、高可靠性模具的关键技术；开展针对抑制薄壁球墨铸铁白口组织的研究，突破精密薄壁球墨铸铁件生产关键技术；解决高强度防松螺母以及高强度螺栓的制造工艺。此方向布局 1 个产业化示范项目、1 个技术攻关项目、3 个前沿探索项目。

1、产业化示范项目

(1) 智能化压铸模具关键技术及产业化

课题一.智能化压铸模具控制关键技术

研究内容：压铸模具生产温度的闭环控制技术；顶杆、滑块、

型腔的自动润滑技术；模具正常生产数量自动统计及保养维护预警；模具浇口进料温度检测及控制；模具分型面及滑块压力检测及控制；压力、型腔真空度感应等系统控制集成技术。

研究目标：突破影响压铸模具成型件质量和效率的关键共性技术，建立大型高端压铸模具长寿命、高效率、高可靠性的技术理论，形成典型示范应用，实现大型压铸模具寿命达到 20 万模次以上（国际先进水平 15 万模次）；生产效率提高 30% 以上。形成一个专利池，申请 PCT 发明专利 5 项。

课题二.3D 金属打印技术在模具制造中的应用

研究内容：注塑模具和压铸模具型腔、镶块及随形冷却水路内增材制造和金属激光烧结的工艺优化；对金属激光烧结制造链和传统制造链进行全面对比。

研究目标：突破长寿命、低成本、高效率的 3D 金属打印模具制造关键共性技术；研制出与传统模具制造同等寿命的注塑模具和压铸模具适用的金属粉末。型腔打印精度控制在 0.01mm 以内（国际先进 0.02mm），形成一个专利池，申请 PCT 发明专利 10 项。

2、技术攻关项目

（1）高强度、耐高温、防松紧固件关键技术

研究内容：交通、舰船、航空航天用高强度、耐高温紧固件材料及热处理工艺；不同表层强度、温度、应力条件下紧固件的微观组织及抗蠕变、耐疲劳寿命特性；紧固件的新型防松结构及优化；高强度、耐高温、防松紧固件成型工艺。

研究目标：研制出动态使用的高强度螺栓和新型结构的防松螺母，舰船发动机用高强度、耐高温的专用螺栓，替代进口。M6-M16 螺栓抗疲劳试验 1000 万次不断裂；舰船发动机用高强度、耐高温螺栓使用寿命达到 50000 小时；高强度偏心锥面组合防松螺母保载强度大于 1040MPa；

3、前沿探索项目

(1) 成型复合材料的大型、精密、复杂模压模具的研发

研究内容：复合材料关键模压成型工艺技术；大型、精密、复杂汽车零部件模压模具的开发；模压成型的智能控制高效生产系统。

研究目标：成功开发用于复合材料成型的汽车零件的大型、精密、复杂模压模具以及模压成型工艺，实现车身壳体、车顶等汽车零部件的批量化生产，达到国内领先水平。模具零件精度达到 $\pm 0.01\text{mm}$ ；模具寿命提高 30%；

(2) 大型薄壁、复杂内腔球墨铸铁件关键技术

研究内容：薄壁化球铁件凝固过程分析，冷却过程与组织性能的关系，合金元素对石墨形成的影响；熔体处理及过程控制技术；薄壁球墨铸铁件均衡凝固技术。

研究目标：突破大精密薄壁球墨铸铁件生产过程中关键共性技术，成功开发具有优良实用性能的轨道交通、风电偏航变桨等薄壁复杂内腔球墨铸铁件。

(3) 微米级精密注塑模具技术

研究内容：异形冷却水路的结构设计与优化；模具非球面型

腔的超精密加工工艺；多穴精密模具研发设计技术；快速换模和模块化模具设计技术。

研究目标：基于高端摄像头组件的高精密复杂注塑模组关键技术，建立微米级精密注塑模具规范，达到国内领先水平。模芯直径精度小于 $\pm 0.5\mu\text{m}$ ；模芯圆度误差小于 $1\mu\text{m}$ ；模具关键部位配合精度小于 $3\mu\text{m}$ 。

（二）液压气动密封

重点研制系列化的高性能液压泵、马达、电缸、气动阀和陶瓷密封等产品，开发系列化的总线控制阀岛、比例阀、真空发生器集成单元、高耐候、无摩擦和真空高导热密封件等产品，力争填补国内空白。此方向布局 1 个产业化示范项目、1 个技术攻关项目、4 个前沿探索项目。

1、产业化示范项目

（1）气动系统及元件关键技术及产业化

课题一、总线控制阀岛和微型电磁阀关键技术及产业化

研究内容：研究阀岛紧凑型及模块化设计、微型气动元件结构优化设计与精密高效制造工艺，阀岛密封、总线控制与诊断/状态监测、高低温密封、表面处理及防护和产品的可靠性测试等关键技术。

研究目标：突破紧凑型及模块化设计、总线控制、可靠性测试与评估等技术，开发出总线控制阀岛和低功耗、长寿命的微型电磁阀，性能达到进口产品水平；阀岛实现小批量量产，微型电

磁阀的大批量生产和示范生产线。微型电磁阀功率 $\leq 0.3W$ （国际先进水平 $\leq 0.35W$ ），寿命 $B_{10} \geq 5000$ 万次（国际先进水平 $B_{10} \geq 5000$ 万次），响应时间 $< 10ms$ （国际先进水平 $< 10ms$ ）。形成一个专利池，申请 PCT 发明专利 9 项。

课题二：气动比例/伺服阀及真空发生器集成单元关键技术及产业化

研究内容：气动比例/伺服阀紧凑型结构设计、电-机械转换器设计、压力传感器、气动放大器、比例控制器等的研制，开发嵌入式系统设计与控制算法，研究电子真空发生器集成单元紧凑型成形技术与关键性能检测装备及技术。

研究目标：突破高精度先导控制、气动比例/伺服控制器、紧凑成型设计等关键技术，开发出性能稳定的气动比例/伺服阀、真空发生器集成单元，填补国内空白，替代进口产品。气动比例阀/伺服阀重复精度达到 $\pm 0.5\%F.S.$ （国际先进水平 $\pm 0.5\%F.S.$ ），线性度达到 $\pm 1.5\% F.S.$ （国际先进水平 $\pm 1\% F.S.$ ）。

课题三：小型化、高精度、高可靠气动元件关键技术及产业化

研究内容：小型、低功率电磁阀技术，高精度、高可靠性气缸技术、电缸及定位装置，微型气动元件结构优化设计与精密高效制造工艺，高低温密封技术、表面处理及防护等关键技术、可靠性测试及评估技术。

研究目标：突破气动元件高低温密封、表面处理与防护、可靠性测试与评估等技术，开发出适用于诸如高铁、食品等特殊环

境下的多种高精度、高可靠个性化气动产品（包括电缸、电磁阀、多种气缸等），气动元件质量全面提升，并广泛应用。滚珠丝杠驱动型电缸重复定位精度 $\pm 0.02\text{mm}$ （国际先进水平 $\pm 0.02\text{mm}$ ），最大运行速度可达 1000mm/s ；同步带型电缸的重复定位精度 $\pm 0.08\text{mm}$ （国际先进水平 $\pm 0.08\text{mm}$ ）。

课题四：无油螺杆压缩机主机与真空泵关键技术及产业化

研究内容：转子精密成形、表面耐磨涂层镀膜技术，压缩机主机压缩系统与润滑系统设计、高可靠机械密封结构设计和大抽速、高效抽气真空泵转子型线设计与开发和抽、排气结构优化设计。

研究目标：无油螺杆压缩机形成规模化量产，连续不间断运行时间大幅提升，无油螺杆真空泵形成 300 台以上的年生产能力，具备多项自主知识产权，形成无油螺杆真空泵可靠性考核标准和测试规范。连续不间断运行时间达到 24000 小时（国际先进水平为 24000 小时）。

2、技术攻关项目

（1）静/动密封件关键技术及产业化

课题一：高耐候性能结构复合密封形-性一体化成形关键技术及产业化

研究内容：异种材质结构复合数字化设计，形-性一体化成形技术、表面改性技术。

研究目标：重点突破异种材质结构复合数字化设计、形-性一体化成形和表面改性等关键技术，开发出极端高温/高压结构

复合高参数密封产品，实现产业化，填补国内空白。开发高耐候系列化结构复合构件和高导低膨胀材料，替代进口。温度 $\geq 600^{\circ}\text{C}$ ，密封压力 $\geq 40\text{MPa}$ ，泄露率 $< 10^{-7}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

课题二：动密封陶瓷材料与构件关键技术及产业化

研究内容：抗震陶瓷材料组分设计与性能调控技术、寿命预测与评估和高效成形技术，探索接触磨损机理。

研究目标：突破系列化抗震材料组分设计与性能调控、寿命预测与评估和高效成形等关键技术，开发出系列化的抗震密封材料和产品，实现产业化和示范应用，建成生产示范线。替代进口。烧结密度 $\geq 3.18\text{ g/cm}^3$ ；弯曲强度 $\geq 600\text{MPa}$ ；韦伯模数 ≥ 20 。

3、前沿探索项目

（1）高性能马达关键技术研发

研究内容：开展高压化本体设计技术、超精密加工技术和表面功能改性技术，表面处理技术，开发具有高压力、高可靠性的液压马达系统。

研究目标：开发高压化、系列化马达，实现产业化，替代进口。

（2）高性能柱塞泵关键技术

研究内容：电液比例泵控阀技术、电液复合智能变量控制、摩擦配副材料配对及表面强化技术、紧凑型转子总成技术、结构优化及振动控制技术。

研究目标：突破电液比例泵控制阀、双金属转子总成制造等核心技术。开发系列化的高性能柱塞泵，实现产业化，替代进口。

（3）多路阀、螺纹插装阀与电磁阀关键技术

研究内容：开展多路阀输出流量比例控制技术，高压高性能螺纹插装阀智能化制造技术

研究目标：开发高性能多路阀、螺纹插装阀与电磁阀，实现产业化，替代进口。

（4）气液两相增压输送装置与长行程油缸关键技术

研究内容：内压缩泵技术、同步置换密封技术、缸筒内壁超精密加工技术、刮削滚光一体化加工技术。

研究目标：研发出高压压缩比、高效新一代液混输泵装置和长行程油缸，实现产业化和示范应用。

（三）传动零部件方向

以传动零部件装置高速、高精度、高效率、高可靠性的发展为目标，重点突破结构优化设计、材料处理工艺、精密加工与装配、可靠性测试等关键核心技术，力争产品性能达到国际前列。此方向布局 1 个产业化示范项目、1 个技术攻关项目、3 个前沿探索项目。

1、产业化示范项目

（1）高性能球轴承关键技术及产业化

课题一：超高速微型球轴承研发及产业化

研究内容：超高速微型球轴承的动力学特性、结构数字化设计，内外圈关键表面的精密加工、在线快速精密检测及轴承的智能装配，性能及寿命试验技术。

研究目标：突破超高速微型球轴承的数字化设计技术、性能及寿命试验技术，研发出国内领先、国际先进的超高速微型球轴承，替代进口并实现产业化。**dn 值：** $\geq 2 \times 10^6 \text{ mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ （国际先进水平： $\geq 1.5 \times 10^6 \text{ mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ ），**寿命：** $\geq 300 \text{ h}$ （国际先进水平： $\geq 300 \text{ h}$ ）。形成一个专利池，申请 PCT 发明专利 6 项。

课题二：微小型高温球轴承研发及产业化

研究内容：微小型高温球轴承的热-结构耦合特性、温升及热变形的演变规律、低温升结构设计，沟道及密封结构的精密制造、关键表面的快速精密在线检测，高温条件下的摩擦磨损与润滑特性及轴承的失效机理、专用润滑脂设计。

研究目标：突破微小型高温球轴承的低温升结构设计技术，开发出专用润滑脂，研制出国内领先、国际先进的微小型高温球轴承，替代进口并实现产业化。**耐高温温度：** $160 \text{ }^\circ\text{C}$ （国际先进水平： $\geq 140 \text{ }^\circ\text{C}$ ）。

课题三：乘用车高密封性球轴承研发及产业化

研究内容：乘用车高密封性球轴承结构的数字化设计、密封件的失效机理及密封件材料设计与制备工艺，密封结构的高效精密切削及批量化稳定生产工艺，内外圈沟道磨削烧伤及裂纹的在线识别、轴承装配缺陷的在线检测。

研究目标：突破乘用车高密封性球轴承的结构数字化设计技术，开发出专用密封件材料，研制出国内领先、国际先进的乘用车高密封性球轴承，替代进口并实现产业化。**疲劳额定寿命试验值与基本额定寿命之比（即 L_{10t}/L_{10} ）：** ≥ 5 （国际先进水平： \geq

3~5)。

2、技术攻关项目

(1) 汽油机电控可变截面涡轮增压器关键技术及产业化

研究内容：发动机与电控可变截面涡轮增压器的匹配分析，根据发动机目标参数，确定涡轮增压器性能参数；增压器的空气动力学设计及整机性能设计；电控可变截面涡轮增压器的结构设计研究，包括电控执行器、喷嘴环机构、轴承系统、润滑及冷却系统的设计，结构的热机耦合分析；材料系统的优选，包括高温、耐磨结构件的材料选择、表面处理工艺及相互耦合分析；工艺与高温试验技术研究。

研究目标：突破汽油机可变截面涡轮增压器的应用技术难题，研制电控可变截面涡轮增压器，提升发动机的低速扭矩和响应，降低油耗，改善排放，并实现国产化。技术指标达到国内领先、国际先进水平。压气机性能达到 74%，涡轮热效率 ≥ 0.65 ，总效率 ≥ 0.48 ，120h 耐久热循环考核试验前后可变截面驱动阻力变化 $\leq 3\%$ ；耐温指标达 950℃以上，电控可变截面涡轮增压器匹配发动机达到国VI排放指标。申请 PCT 发明专利 6 项。

3、前沿探索项目

(1) 新能源汽车用滚珠丝杠研发及产业化

研究内容：新能源汽车用滚珠丝杠螺纹副结构优化、沟道型面、滚针循环方式、返向器回球曲线设计及有限元仿真分析；滚珠丝杠加工工艺及热处理优化；自动装配技术；滚珠丝杠沟径、轴向游隙、效率、温升及耐久性等检测技术。

研究目标：突破滚珠丝杠在新能源汽车领域的应用，实现自动化生产、装配和自动检测，并产业化。

(2) 直流电动推杆研发及产业化

研究内容：直流电动推杆高速移动、旋转时万向节轴杆、运行元件及驱动元件性能研究；驱动单元的表面温度、振动和噪音控制；直流电动推杆工作中推力、行程、速度等参数指标优化；利用转换器缓冲加速或制动技术。

研究目标：研制出额定负载、自锁力、速度、同步运行误差、防护等级等参数指标达到国内领先水平的直流电动推杆并实现产业化。

(3) 工业机器人高精度谐波减速器研发及产业化

研究内容：工业机器人用谐波减速器柔性齿轮齿形设计、摩擦学性能优化设计、选材匹配设计、精密集成制造及热处理工艺、检测技术。RV 减速器摆线修形理论、加工技术、批量生产装配工艺及其辅助装置、性能测试技术研究及试验装置研发。

研究目标：突破工业机器人用谐波及 RV 减速器的设计、加工技术、配合件公差的匹配算法，研制出具有国际先进水平的高精度、高可靠性谐波及 RV 减速器，替代进口并产业化。

(四) 宁波模具技术研发与公共服务创新平台

整合各行业资源，建立宁波模具技术研发与公共服务创新平台，开展 4 项宁波模具行业的共性技术的研发与应用，实现宁波模具行业的整体提升。

建设内容：宁波模具技术研发与公共服务创新平台，重点开展长寿命模具材料及热处理技术、模具表面精密研抛技术及装备、大型模具激光增材再制造技术与装备、模具生产管理及模具CAD/CAE/CAM 软件的开发。

建设目标：开发 5 种以上模具材料，研制出回转类非球面模具数控/自由曲面模具五坐标数控/大型自由曲面模具机器人柔顺研抛装备、模具激光增材再制造技术与装备和模具生产管理软件。

五、组织机制模式

本专项结合宁波市关键基础零部件行业基础和重点开展的任务，拟采用如下三种项目组织实施机制，高效落实专项工作，提高重大专项创新产出效率。

（一）联动机制

坚持集中力量办大事、重点突破的原则，强化在资金、人才、技术等支持方面形成市县联动、部门协同的科技专项组织实施合力。建议成型复合材料的大型、精密、复杂模压模具的研发及产业化、微米级精密注塑模具技术、高性能、智能化、高可靠性液压元件及系统等任务采取联动机制来执行。推进本专项与重大产业、重大建设项目的联动，把本专项与产业招商、科技招商、人才引进等有机结合起来，形成裂变效应。

（二）开放机制

针对任务中的前瞻性、基础性项目，发挥行业协会的桥梁作

用，重点支持由高校院所牵头实施，并鼓励面向国内外相关科研机构、人才团队与企业承担实施重大专项项目，推广企业技术难题竞标等研发众包、研发外包模式，建议宁波模具技术研发与公共服务创新平台、3D 金属打印技术在模具制造应用、高寿命、高耐候、轻质密封件等项目采用开放机制来执行。但要求项目成果必须在我市转化落地，由项目成果催生的企业必须在我市注册。

（三）协同机制

针对任务中产业化目标导向明确的项目，重点支持以有基础、有实力的优势企业为牵头单位，联合产业链上下游及相关行业企业、较强研发能力的高校、行业领先的科研院所等以联盟制、理事制等方式共同实施，同时鼓励在全国范围内组建跨区域合作攻关团队。建议高强度、耐高温、防松紧固件关键技术、大型薄壁、复杂内腔球墨铸铁件关键技术、高精密、高可靠、小型化气动元件及系统、高效精密驱动装置、高性能球轴承、精密机械传动装置项目采用协同机制来执行。

六、经费概算及筹措

按照以上专项目标和任务部署，本专项总经费预计需约 6.2 亿元。前沿探索项目以政府投入为主。产业化示范项目与技术攻关项目的资金投入以企业为主。

附件：技术路线图

项目类型	2018	2019	2020	2021	2022	总体目标
产业化示范项目	智能化压铸模具关键技术及产业化					国际先进
	气动系统及元件关键技术及产业化					国内领先
	高性能球轴承关键技术及产业化					国际先进
技术攻关项目	高强度、耐高温、防松紧固件关键技术					国内领先
	静/动密封件关键技术及产业化					国内领先
	汽油机电控可变截面涡轮增压器关键技术及产业化					国际先进
前沿探索项目	大型薄壁、复杂内腔球墨铸铁件关键技术					国内领先
	新能源汽车用滚珠丝杠研发及产业化					国内领先
	工业机器人高精度谐波减速器研发及产业化					国内领先
		成型复合材料的大型、精密、复杂模压模具的研发				国内领先
		直流电动推杆研发及产业化				国内领先
	微米级精密注塑模具技术					国内领先
	高性能柱塞泵关键技术					国内领先
	高性能马达关键技术研发					国内领先
	多路阀、螺纹插装阀与电磁阀关键技术					国内领先
	气液两相增压输送装置与长行程油缸关键技术					国内领先
基础设施平台	宁波模具技术研发与公共服务创新平台					共性技术研究

专项九：现代种业专项实施方案

一、背景与意义

国以农为本，农以种为先。种子是不可替代的农业生产资料，是国家农业科技实力的核心载体，可以说没有种业现代化，就没有农业现代化。2011年以来，国家连续出台了《关于加快推进现代农作物种业发展的意见》、《全国现代农作物种业发展规划（2012-2020年）》、《深化种业体制改革提高创新能力的意见》等文件，全面部署种业发展工作，2017年《农业部关于推进农业供给侧结构性改革的实施意见》中更是将“加快现代种业创新”单列出来，为我国种业的转型升级指明了方向。深化种业体制改革，提高育种技术创新能力，破解重要作物种业受制于国外垄断企业的被动局面，已成为国家现代农业发展的战略重点。

宁波自然条件优越，生物资源丰富，为农、林、水产种业发展提供了良好条件。为抢占现代农业科技制高点，宁波市一直紧跟国家农业发展战略，2013年宁波市政府出台《关于加快推进现代种业发展的实施意见》，把种业作为推动全市现代农业发展的支柱产业。通过持续创新育种机制、加强基地建设、提升产业效益、提高供种保障能力，宁波的种业品牌效应逐步凸显，现代种业创新水平显著提升。2012年以来，全市有102个农业新品种获审定（登记）证书，累计获审定（登记）证书的农业动植物新品种达到188个。市农科院马荣荣领衔的杂交水稻育种团队，开创了水稻亚种间杂种优势利用技术的先河，育成品种39个，

其中国审 8 个,农业部认定的超级稻品种 5 个,推广区域涵盖江、浙、沪、皖、赣、鄂、闽、桂、粤、湘等 10 省市区,累计推广面积超过 3700 万亩,增产稻谷 26.5 亿 kg;宁波市农科院、宁波微萌种业、市海洋与渔业研究院、宁波大学海洋学院、浙江万里学院、宁波城市职业技术学院等多个育种团队,围绕瓜菜、水产、林特等品种创新与技术推广,瓜类嫁接砧木、榨菜、雪菜、槭树、樱花、水蜜桃、葡萄,以及岱衢族大黄鱼、梭子蟹、坛紫菜、海洋饲料微藻、浙东白鹅等品种与产业化研究居国内领先,虎斑乌贼、青蟹、东海银鲟产业化研究进入国内领先行列。初步形成了粮食、瓜菜、林特、水产畜禽齐头并进,优质、高产、绿色、高效有机结合的特色现代种业发展体系。

种业创新需要长期坚持、不断努力。虽然宁波市现代种业发展成效显著,但与种业强市的要求还有一定差距,特别是育种技术手段有待改良、育繁推一体化的产业链有待完善、育种成果转化有待提速。设立现代种业科技专项,有利于提升我市种业现有产业优势,加快推进特色良种选育,实现本地特色种业资源保护与开发,提升宁波种业的核心竞争力;有利于推进高抗性、高肥料利用率育种的进程,从源头减少农药、化肥的应用,实现减肥控药增产增效,为宁波市创建国家农产品质量安全市添砖加瓦;有利于从供给侧改善市民“菜篮子”、“粮袋子”工程,提供更多满足人们日益增长的美好生活需要的农产品种类,促进农业增效、农民增收。

二、总体目标

围绕粮食、蔬菜、林特、水产、畜牧等五大育种方向，构建特色明显、技术领先、体系高效、服务全国的现代种业技术体系。聚焦生物育种、杂种优势利用、节肥减药型品种选育等核心技术研究，确保籼粳杂交水稻育种技术水平持续保持国际领先和先进水平；瓜菜、水产、林特、畜牧等育种技术保持和进入国内领先、国际先进；花卉等特色种业持续发展；育繁推一体的育种成果推广应用体系不断完善；至 2023 年，培育位列国内前十的种业企业 2 家，国内领先的育种技术团队 10 个以上，建成省级及以上育种创新平台 5 个，育成农业新品种与新种质 100 多个，形成良种与良法相结合的配套栽培、繁育技术 60 项，制订相关标准或规程 25 项，申请国家发明专利 100 项，发表论文 150 篇。项目的实施，还将使甬产种子在国内的辐射应用区域由 10 个省（区）增加到 15 个以上，大幅提升宁波品种辐射全国农业产业的能力，新增推广面积 1000 万亩以上，实现农业增效 30 亿以上，为宁波发展高效精品农业，建设种业强市，服务全国农业现代化提供强有力的科技支撑。

标志性目标

- 1、籼粳杂交水稻从年推广 500 万亩，增加到年推广 800 万亩；
- 2、海洋饲料微藻研究开发和应用继续保持国内领先。在浙、闽、苏、鲁、桂、粤、辽等 7 省应用规模从每年 100 家企业提高到 200 余家企业；虎斑乌贼、东海银鲳在国内率先实现产业化、

商业化繁种与养殖；大黄鱼养殖品质保持国内领先；梭子蟹、青蟹、对虾新品种满足产业化要求；

3、瓜类砧木从年推广 15 万亩，增加到年推广 25 万亩；榨菜、雪菜亩产量全省第一；宁波瓜菜种业龙头企业销售额从每年 7500 万元，提高到年销售额 1.5 亿元；跻身全国前 5 名，继续保持全省第一；

4、槭树新品种选育继续保持国内领先，并保持槭树种苗国内繁育、销售中心地位；杨梅、水蜜桃、柑橘、鲜食葡萄、茶叶、杜鹃研究和产业化应用居国内领先；

5、浙东白鹅、獭兔、优质奶牛等特色优势畜产品种不断优化，并获得广泛推广。

三、总体思路

深入贯彻落实乡村振兴战略，落实推进农业供给侧结构性改革的决策部署，以宁波市政府《关于加快推进现代种业发展的实施意见》为指导，本着保持优势、突出重点、培育特色、提升水平的发展思路，以打造宁波良种品牌、培育区域优势良种、提升核心种源自给率和扩大良种覆盖面为目标。坚持优质、绿色、安全、高效的育种方向，坚持地方品种原始创新和引进品种消化吸收再创新相结合，加快培育适应市场需求的新品种和配套技术体系，全面实施粮食、蔬菜、林特花卉、海洋渔业、畜禽领域育种创新，强化科技支撑，支持开展常规基础性育种，积极应用分子育种等先进技术和前沿技术，降低育种成本，提高育种效率，增

强宁波市种业发展质量效益和竞争力，推动宁波市种业强市地位建设。

四、任务布局

围绕总体思路与目标，本专项将在粮食作物、蔬菜瓜果、林特花卉、渔业水产、畜牧等 5 大方向进行布局，规划实施 15 项任务 45 个项目，以支撑宁波市种业强市建设。

（一）粮食作物方向

1、籼粳杂交水稻良种选育、遗传机理及栽培技术研究

项目 1：籼粳杂交水稻良种选育及推广

研究内容：创制和发现籼粳杂交水稻新的优良种质资源，选育各类优良不育系、恢复系和其它种质；选育适应不同类型自然生态区域的籼粳杂交水稻组合，包括：育成适宜于长江中下流域单季种植的优质、安全的籼粳亚种间杂交晚稻新组合；育成适宜于长江中下游种植的籼粳杂交中稻新组合；育成适宜于长江中下游和华南稻区连作晚稻种植的籼粳杂交稻组合；开展新品种在各地展示示范和适应性研究，促进新品种的推广应用。

研究目标：育成适应不同生态区、不同季节、不同耕作制度栽培的籼粳亚种间杂交稻组合 5 个。与现有育成优良品种一起形成覆盖不同区域、适应不同土壤、气候、耕作制度条件的品种（组合）群，其中通过国家审定品种 1 个，获植物新品种权 3 个，发表论文 3 篇。年推广 600 万亩，其中在科技扶贫协作对口地区黔东南州或延边州或丽水市总计推广 2 万亩。

项目 2：利用基因组学方法研究籼粳杂交稻杂种优势形成机理

研究内容：从农艺性状入手，解析影响籼粳杂交水稻灌浆期长度的时空因素，寻找影响最终淀粉合成的限速部位与时期；根据代谢组分析结果，从糖类代谢物、RNA、RNA 修饰及蛋白组四个水平，对 F1 及其亲代进行转录组、表观转录组和蛋白组分析，探索影响灌浆速率的分子机制；通过灌浆期长度不同的组合中亲本与子代间 RNA 转录/修饰以及蛋白含量的差异比较分析，研究籼粳杂交水稻灌浆速率超亲现象的分子机制。

研究目标：绘制籼粳杂交水稻典型品种灌浆速率曲线；探索影响灌浆速率的分子机制，及其与品种农艺性状、糖类代谢物含量指标的相关性；开展转录组、表观转录组及蛋白组测序及分析，寻找产生 F1 超亲现象的分子机理，为探明育种相关的功能基因提供理论依据，发表论文 1-2 篇。

项目 3：甬优系列杂交水稻良种良法配套高效栽培技术研究

研究内容：研究甬优系列籼粳杂交水稻主要品种的生物特性与栽培技术参数，探索不同产量水平下肥水需求规律与栽培技术要求；开展病虫害发生规律与为害程度、研发非农药防病控虫技术措施、引选高效安全药剂及新型植保技术等研究，总结出农药减量增效植保技术；开展品种与施肥量多点定位试验、新型肥料产品引选、新型施肥器械与方式引选、化肥减量增效施肥技术应用等研究，总结出节肥增效施肥技术；开展肥药协同效应、药

肥减施增效技术应用效果、品种专用田间管理技术应用等研究，集成良种与良法结合高效栽培技术模式并推广应用。

预期目标：提供主要品种病虫害发生规律与为害程度、需肥特性调查报告 1 份；探明主要品种农药减量增效植保技术、化肥减量使用技术、农药化肥精准安全使用技术；集成主要品种良种与良法结合高效栽培规程 1 套；培训农民和农技人员 1000 人次，申请发明专利 2 项，发表论文 3 篇。

2、常规水稻良种选育与示范

项目 1：常规水稻良种选育及其配套栽培技术研究

研究内容：选育优质常规稻新品种，重点改良稻米垩白率、胶稠度、直链淀粉含量和米饭适口性等指标。选育出外观品质好，米饭口感软，符合新部颁粳稻米 3 级标准及以上的高产优质晚粳新品种；选育出稻米直链淀粉含量高，整精米率高，适宜工业加工用粮，或蛋白质含量高，适宜饲料用粮的专用早粳新品种；研究和示范推广新品种配套栽培技术。

研究目标：育成常规水稻新品种 2 个，形成配套栽培技术 2 套，年推广品种与技术 50 万亩以上，发表论文 2 篇。

项目 2：基因编辑体细胞杂交等技术在水稻育种中应用

研究内容：充分利用野生稻等抗性种质资源，引进和克隆抗性基因；采用 CRISPR/Cas9 基因编辑、体细胞杂交等技术对水稻基因组进行改造，以丰富育种遗传材料，推动新的育种技术研究，实现新品种培育技术体系的突破；筛选合适的水稻受体材料，研究水稻抗白叶枯病、抗稻瘟病、米质控制和营养高效的相关基因

功能、调控位点，综合利用基因定向编辑技术、野生稻种质资源快速优化水稻品种抗性与品质，改良现有品种和创制抗性新种质。

研究目标：引进和发掘具有抗性及农艺价值的位点/基因 5 个以上，改良现有水稻品种 2 个，创制抗性新种质 15 份，从来源于野生稻体细胞杂交后代中选育并申请植物新品种权 5 个，发表论文 4 篇，申请发明专利 3 项。

3、旱粮品种选育与应用

项目：薯类作物良种选育及示范

研究内容：开展甘薯、马铃薯特色优质种质资源的收集、整理和发掘利用，建立种质评价指标与技术体系；以粮用、菜用、加工用等多用途应用为目标，结合杂交育种与系统选育创制新种质、选育新品种；探索不同土壤条件、不同熟期要求等特异栽培条件下的高效栽培技术，集成绿色高效栽培技术模式并示范推广；开展脱毒苗繁育、小种薯异地繁种高效制种技术研究，提升栽培技术水平。

研究目标：引进种质资源 60 份以上，建立资源圃 2 个；创制新种质 2-3 份，选育新品种 1-2 个；形成绿色高效栽培技术模式 2 套，集成组培脱毒、小种薯繁殖和高海拔异地原原种扩繁相结合的优质种薯生产技术模式 1 套；推广应用品种和技术 5 万亩次以上，其中在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 50 亩以上。发表论文 2-3 篇，申请发明专利 2 项。

（二）蔬菜瓜果方向

1、瓜类及嫁接砧木良种选育与示范

项目 1：瓜类砧木特异种质创制及新品种选育与示范

研究内容：研究瓜类嫁接促进水肥吸收利用、重金属过滤、抗病耐逆、营养物质积累及砧穗互作等作用机理；结合常规育种与分子标记技术，创制瓜类砧木多抗病虫害、高耐逆性的复合种质材料，建立砧木抗病耐逆性精准、高效鉴定方法。选育兼具多抗病虫害、高耐性与优质高产性，且水肥利用率高的西瓜、甜瓜、黄瓜、瓠瓜、苦瓜专用砧木品种；建立瓜类砧木种子安全制种、质量检测、专业处理等种苗安全生产技术规范，完善生产与管理流程，提高种苗质量；研究配套嫁接技术和绿色生产技术，开展多点试验及示范推广，实现瓜类绿色生产。

研究目标：建立瓜类砧木抗病耐逆性鉴定方法和分子辅助育种方法 9~10 套，获得相关分子标记 10 个以上，创制复合多抗材料 30 份；育成系列优质多抗广适的砧木新品种 9 个；建立砧木安全制种及处理技术 3 套，申请发明专利 5 项，发表论文 15 篇；累计推广瓜类砧木新品种新技术 60 万亩次。

项目 2：优质多抗西甜瓜特异种质创制及新品种选育与示范

研究内容：通过常规育种与分子标记技术相结合的现代育种技术手段，聚合抗性基因，创制复合多抗且优质广适的种质材料，建立枯萎病、蔓枯病、白粉病、炭疽病等病害抗病性和低温、高温、弱光、湿涝等耐逆性室内及田间鉴定方法；选育兼抗枯萎病和炭疽病且不易裂果的中果型西瓜新品种，耐湿（涝）、抗枯萎

病、抗白粉病的小果型西瓜新品种，超小果型特色西瓜新品种；选育兼对蔓枯病、白粉病、霜霉病、枯萎病兼抗 2 种或 3 种病害且适应简约化栽培的脆肉型厚皮甜瓜新品种 1 个，兼抗枯萎病和蔓枯病、耐湿、早熟、广适性较好的薄皮甜瓜新品种。研究新品种配套制种与栽培技术，开展多点试验与示范推广。

研究目标：建立西甜瓜抗病耐逆性鉴定方法和分子辅助育种方法 2 套；获得相关分子标记 5 个；创制特异种质材料 10 份。申请植物新品种权 4 个，申请品种登记 4 个。建立西甜瓜高产制种技术各 1 套，种子干热处理技术和药剂处理技术 1 套；申请发明专利 8 项，发表论文 10 篇；累计推广西瓜甜瓜良种和新技术共 15 万亩次，其中在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 1000 亩以上。

2、特色蔬菜与草莓良种选育与应用

项目 1：特色优质瓜菜新品种选育及示范

研究内容：以青菜、番茄、瓜类等市场需求量大的特色瓜菜为主要研究对象，开展国内外优良种质资源收集、评价与利用，运用物理（化学）诱变、分子标记辅助育种、多元杂交与回交等技术，创制优质、高抗、高效新种质，选育新品种。

研究目标：创制优质瓜菜新种质 5 份，获植物新品种权 5 项，通过农业部非主要农作物品种登记 5 个，通过浙江省非主要农作物品种审定 1 个，获发明专利 2 项，示范推广新品种、新技术 100 万亩，其中在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 2 万亩以上。

项目 2：榨菜和雪菜雄性不育系创制及系列良种选育与产业化示范

研究内容：建立榨菜和雪菜抗病毒病、耐抽薹鉴定技术，；选育榨菜和雪菜雄性不育系，同时对榨菜和雪菜雄性不育细胞质进行遗传改良；选育优质多抗榨菜新品种，同时开展榨菜规模化制种技术研究，使榨菜制种产量达到新的高度；选育优质多抗的雪菜新品种，开展多点试验与示范推广。

研究目标：创制芥菜雄性不育系 4-5 个；创制芥菜新优种质 3-4 份；建立芥菜抗病毒病、耐抽苔性鉴定技术各 1 项；育成适合机械化采收的榨菜新品种，申请国家品种登记 2 个，申请植物新品种权 2 个；育成优良雪菜新品种，申请省级认定 1 个，申请植物新品种权 2 个；建立榨菜和雪菜杂交制种技术 2 套，杂交制种亩产量达到 40 公斤以上，推广新品种新技术 18 万亩次；申请发明专利 3 项，发表论文 8 篇。

项目 3：白菜特异种质创制和多样化新品种选育与应用

研究内容：创制多抗、耐高温、耐低温弱光或耐抽薹的青梗白菜新种质；选育耐热、优质、抗病性强的青梗白菜新品种；研究白菜利用胞质雄性不育系高产制繁种技术，提高种子产量，确保种子纯度，建立制种基地实现良种稳定供应；建立示范基地，推广应用优质白菜新品种和配套栽培技术。

研究目标：建立白菜抗霜霉病、病毒病抗病评价体系和检验检测规范各 1 套；开发与重要农艺性状紧密连锁的分子标记 1 个；建立基于基因编辑技术的种质创新技术体系 1 套；创制青梗白菜

优异种质材料 10 份，育成新型白菜雄性不育系 2 套、新品种 4 个；发表论文 2 篇，申请发明专利 2 件；推广新品种及配套栽培技术 10 万亩次。

项目 4：特色蚕豆新品种选育

研究内容：广泛收集国内外优良种质资源，开展种质生物学性状、抗病、抗逆、丰产等特性研究；根据鲜销和加工需求，选育不同熟期、不同粒色、大粒、多粒、高抗、广适应性等特色蚕豆新品种；研究新品种绿色高效栽培技术，建立示范基地，进行大面积推广应用。

研究目标：收集新优种质资源 150 份以上，选育特色种质 4-5 个，申请植物新品种权 2 个，新品种登记 2 个；发表论文 2 篇；推广应用新品种 6000 亩以上。

项目 5：草莓新品种选育及示范

研究内容：开展特异性优良种质资源收集、鉴定和筛选，建立种质资源圃和组培保种技术体系；利用优色、优质、广谱高抗等特异优良种质资源，选育新优株系和品种；开展草莓果实的表皮和果肉特性遗传规律研究，建立株系与亲本鉴定指纹图谱。

研究目标：收集国内外种质资源 50 份以上，建立种质资源圃 1 个，形成组培保种技术 1 套；选育优质、大果型的特色草莓新品系 2-3 个，实现顶果重超过 50g，髓心小，糖度 10 度以上；建立新品种繁殖与种植示范基地 2-3 个；申请植物新品种权 2 项，申报发明专利 2 项，发表论文 2 篇。在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 50 亩以上。

（三）林特花卉方向

1、特色水果良种选育与配套产业化关键技术研究

项目 1：杨梅种质创新及关键栽培技术研究与示范

研究内容：杨梅优良种质资源收集、筛选与良种认定，包括果实产量、成熟期与果实品质综合分析与评价等；结合杂交育种和常规选育技术，创制早熟、稳产、高抗杨梅新种质，选育新品种；开展稳产配套栽培关键技术体系研究，包括高光效树形整形修剪、配方施肥、疏花疏果、病虫害防治等技术的研究；杨梅成花与座果率相关调控机制分析研究。

研究目标：收集杨梅种质资源 20 份以上，建立杨梅种质资源圃 1 个；选育适宜本地栽培的早熟、稳产、高抗杨梅新种质，通过良种认定 1-2 个；总结稳产型杨梅配套栽培关键技术 1 套，繁育优良种苗 5 万株，建立稳产型杨梅种植示范基地 500 亩；申报发明专利 1 项，发表论文 5 篇。

项目 2：水蜜桃新品种选育及果品物流减震减损技术研究与应用

研究内容：开展水蜜桃特色、优良种质收集，建立种质资源圃，完善种质评价与利用技术体系；结合杂交育种和常规选育技术，创制水蜜桃新种质，育成新优品种；研发水蜜桃果实采后物流减震减损关键技术，设计水蜜桃果实采后包装箱；开发电子商务销售平台，集成物流减震减损技术规范，并推广应用。

研究目标：育成水蜜桃新品种 1 个，创制特色新优种质材料 2 份；研发果品物流减震减损技术 1-2 项，设计新型采后物流包

装 1-2 套，集成果品采后物流技术操作规范 1 套，申请发明专利 1 项，发表论文 2-3 篇。

项目 3：特色杂柑品种选育及配套栽培技术研究

研究内容：建立柑橘种质资源圃、杂交育种母本园、杂交育种幼苗圃、杂交育种高接圃、杂交育种后代二次选育圃，并对柑橘种质资源及后代进行试验筛选；开展杂交育种亲本组合选择、母本单胚性分析鉴定、杂交后代早结果试验、优选单株完熟品质观察等试验研究；进行示范栽培，记录植物学特性及物候期、测定相关品质，申请品种保护或者认定；开展配套栽培技术研究，进行推广应用。

研究目标：建立设施化杂交育种基地 1 个，收集保存种质资源 200 份以上，获得杂交育种后代 1 万株以上，优选单株 20 个以上；筛选出具有较大推广前景的柑橘良种 3-5 个，申请植物新品种权或品种认定 1-2 个，并在全省示范推广。

项目 4：鲜食葡萄良种选育和设施关键技术研究与应用

研究内容：开展鲜食、砧木葡萄种质资源收集，重点收集耐湿耐高温、易成花、抗病、有香气的鲜食品种资源和耐盐、耐涝等砧木资源；通过常规杂交育种或采用现代生物技术手段进行葡萄新品种选育，选育出大粒、浅休眠、抗病、耐弱光高湿和优质的葡萄新品系，以耐盐、耐涝葡萄砧木资源为亲本配制杂交组合进行砧木品种选育或筛选适宜的品种配套砧木；改进设施葡萄栽培技术，通过示范与培训结合加快葡萄新品种和高效新技术推广。

研究目标：新收集鲜食葡萄种质资源 25 份以上与砧木种质资源 10 份以上，筛选出抗性砧木种质 1 个以上；创制适宜南方多雨地区栽培葡萄优系 2-5 份，适宜休闲观光葡萄优系 1-2 份，以及抗性 or 配套砧木优系 1 份，育成优质、较抗病葡萄新品种 1-2 个，推广新品种 1000 亩以上，其中在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 50 亩以上。形成配套栽培技术规程 1 套；申请发明专利 3 项，发表论文 5 篇。

项目 5：樱桃、蓝莓等新兴水果良种选育及示范

研究内容：开展樱桃、蓝莓等种质资源收集，建立种质评价与利用技术体系；通过自然变异筛选、系统与杂交选育、物理与化学诱变、分子辅助育种等手段，筛选与创制优质、高抗、适应性广、耐贮运等新种质；从绿色生产、观光采摘、抗风避雨、延长收获季节等需求入手，开展 2 类水果配套设施与绿色高效栽培技术研究与示范，提升栽培经济效益。

研究目标：收集樱桃种质资源 45 份以上，创制樱桃特色新优种质材料 2 份，优选挂果期长、大果型、抗裂果的适合休闲观光采摘的樱桃品种 1 个，收集蓝莓种质资源 60 份，优选适宜鲜食的蓝莓杂交后代单株 10 份，申请植物新品种权或品种认定 1-2 个；形成樱桃高接换种、绿色栽培技术模式 1-2 套，蓝莓设施栽培技术模式 1 套；申请发明专利 1 项，发表论文 5 篇。

2、林木良种选育与示范

项目 1：槭树新品种选育与良种高效栽培技术集成与示范

研究内容：开展槭属种质资源保护及种质亲缘关系遗传机理

研究，建立槭树种质资源库保存基地；槭树种质创新及新品种培育，通过自然变异选择、人工促进自然杂交、核辐射等技术手段，自主创新槭树新品种，建立中国槭属新品种保存与转化基地；高观赏性品种配套关键栽培技术研究，建立示范栽培基地、编制技术规程；槭树果实综合利用与开发技术研究，筛选出高产、高含油率乡土树种，探索槭树种苗产业增收增效的新途径。

研究目标：建成种质资源圃 1 个，保存槭树种质资源 400 种以上；选育优良观赏种质 50 个以上，优良嫁接砧木 2-3 种，获植物新品种权 6 个以上；编制有害生物防治技术手册、栽培技术规程各 1 套，开发生态环境友好型经营模式 1-2 种，建立 3-4 个示范技术栽培点；申请专利 4-5 项，发表论文 8-10 篇，出版专著 1 部。在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 100 亩。

项目 2：冬青属植物遗传资源定向挖掘与种质创新利用

研究内容：通过收集冬青属植物种与品种，及不同地理种源的种质资源，建立具有大量遗传群体的种质资源库，进行不同遗传背景的优良单株选育，同时通过杂交育种与分子辅助育种等方法，进行遗传资源的定向挖掘，进行观果、观叶、造型等多用途优良种质的创制。研究其高效培育方法，实现定向功能的资源利用。

研究目标：收集冬青属植物种质资源 50 种以上，创制新种质 10 个以上，获植物新品种权 2 个以上，繁育苗木 20 万株，发表论文 3 篇，申请专利 2 项，出版著作 1 部。

项目 3：彩叶乡土树种优株选育、高效快繁与示范

研究内容：广泛调查并收集我市及周边区域内的乡土彩叶树种种质资源 100 余份，并建立种质资源库；建立基本园艺性状数据库，并筛选观赏价值高的种质；以筛选出的优良种质为亲本，进行常规育种或辐射育种、诱变育种，选育出观赏期长和适应性强的优良栽培新品种；优化优良品种的嫁接、扦插等常规快繁技术，着重研究组培快繁技术，建立一套较为完善、实用的乡土彩叶树种新品种无性系快繁及产业化技术体系。

研究目标：收集乡土彩叶树种优良种质资源 100 份，建立异地种质资源库 10 亩，建立 1 套乡土彩叶树种种质资源评价和利用的技术参数体系；选育新品种或认定林木良种 2-4 个，建立容器苗高效栽培示范基地 50 亩，繁育苗木 30 万株，建立示范推广林 300 亩，辐射推广 8000 亩；申请发明专利 1-2 项，制订技术规程 1 项，发表论文 6 篇。

项目 4：多用特异彩色茶树种质创制与新品种选育及应用

研究内容：探索多用特异彩色茶树种质资源创制的技术方法与基础机理，定向创制出叶色、形态、成份等独特的特异新种质，选育出从传统茶饮料向多应用领域突破的珍稀高效优势新品种，包括食菜兼用彩色新品种、花果兼用彩色新品种、深加工原料兼用彩色新品种、乔木型耐寒彩色新品种等；创新茶树快速成苗技术方法；示范亚热带茶区彩色乔木茶树为主体、林相与功用复合的单一茶树群落景观和茶园经营模式。

研究目标：创制种质材料 80 份，育成饮用、菜用、油用、观

赏和深加工原料等多用途、多色系、乔木型为重点的珍稀特异茶树新品种（品系）3-5个；建立以茶树叶色为依据的珍稀特异茶树种质体系框架。申报发明专利3项，发表论文5篇，开发出1套快速成苗技术系统，建立示范基地1-2个。

3、花卉良种选育与示范

项目 1：杜鹃花良种选育与产业提升

研究内容：调查收集具有特殊抗性的杜鹃花种质材料，以芽变选种、诱变育种、杂交育种和基因克隆等育种方式，选育出优良的园艺品种，同时，从所有子代中，筛选出生长势和抗性都比较强的品种，为培养乔木性状杜鹃花提供嫁接砧木材料；研究优良品种的快繁技术、容器苗（大苗）培育技术、盆花无土栽培、花期调控技术、露地轮作、高杆砧木和造型栽培技术，并制订生产技术规程、盆花质量分级标准；建立杜鹃花新品种、产业化栽培示范基地。

研究目标：收集国内外种质资源300个以上，建立面积50亩以上的种质资源圃2个，筛选出优良品种50种以上；创制杜鹃花新种质50个以上，获植物新品种权5个以上，获省级良种审（认）定3个以上；制订杜鹃花生产技术规程，建立杜鹃花良种培育示范基地地2个，年培育苗木100万株以上；授权发明专利2项，发表论文5篇。

项目 2：蟹爪兰、大花萱草等节能型花卉品种选育及示范

研究内容：收集国内外蟹爪兰、大花萱草种质资源，建立种质资源优质、抗病、抗逆等鉴定评价体系；开展蟹爪兰、仙人指、

假昙花及其杂交后代的染色体观察和核型分析，构建遗传图谱；利用杂交育种、倍性育种和分子育种技术等多种育种技术的融合，创造观赏价值高、抗病、抗逆新材料；建立蟹爪兰、大花萱草节能高效优质的栽培技术体系；研究新品种种苗提纯复壮技术和繁种技术，提高种苗质量，确保种苗纯度；大花萱草园林配置应用技术研究。

研究目标：收集蟹爪兰、大花萱草种质资源 50 份，完成蟹爪兰遗传图谱构建，创制种质材料 50 份，选育观赏价值高、适应性强、抗病强的蟹爪兰新品种 3 个，获省级良种审（认）定 2 个以上；集成蟹爪兰种苗提纯复壮技术、繁种技术和高效栽培技术各 1 套，建立示范基地 2 个，推广种苗 50 万片次。创制大花萱草新种质材料 20 份，获植物新品种权 2 个以上；建立新品种高效优质栽培与种苗繁种技术各 1 套，构建适合城市、村镇绿化美化的景观应用技术体系 1 套。申请发明专利 4 项，发表论文 5 篇。

项目 3：铁线莲、木槿等多用途花卉品种选育与示范

研究内容：收集引进国内外优良铁线莲、木槿种质资源；开展新品种选育，铁线莲重点选育矮化垂枝型适合盆栽品种和耐寒适合作园林地被应用的品种，木槿重点开展多花色、大花型新品种选育，定向选育适应盐碱地、特色村镇等不同应用领域的优良品种；建立新品种苗木繁育基地，进行配套高效繁育技术研究；开展多用途园林绿化应用模式研究，建立应用示范点进行推广。

研究目标：收集引进铁线莲种质 30 个、木槿 20 个，创制新

种质各10个以上，申请植物新品种权4个，建立快繁栽培技术体系各1套，铁线莲扦插成活率达到85%以上，繁育苗木10万株以上；建立示范应用点2-4处。

项目 4：紫云英等特色草本植物种质资源利用与品种选育

研究内容：以环境美化、固氮改土、食用饲用等为目标，开发利用紫云英等本地传统特色草本植物品种资源，收集国内外的优良种质，建立种质资源圃，开展品种生物学特性与用途评价分析，筛选特色优良品种，研发高效应用技术模式；通过有性杂交和系统选育，围绕不同用途开展高产、优质、高适应性品种选育；研究新优品种高效繁种技术，建立品种示范与良种繁育基地，开展品种与应用技术推广。

研究目标：收集紫云英、苜蓿等特色草本植物种质资源100份以上；建立种质评价技术模式1套，筛选与创新种质10个以上，申请植物新品种权1项，申请发明专利1项；建立品种示范与良种繁育基地2-3个，发表论文3篇。

4、林下经济良种选育及高效栽培技术研究

项目 1：宁波浙贝母、浙麦冬、三叶青种质创新与产业化开发

研究内容：开展三叶青、浙贝母、麦冬种质资源收集及药理、药效的系统评价，建立药材评价标准和资源共性及特性的标准化数据和档案；以功效成分、高产、抗病虫、耐逆为核心目标，开展功效成分、高产和适应性的多重选择，选育优质、高产、多抗和适应性广的新品种（系）；新品种标准化栽培技术研究及示范

推广，制订种苗繁育的标准化操作规程，建立良种繁育基地及示范基地。

研究目标：收集三类药材地方特色资源 100 份以上，建立种质资源圃，选育丰产性好、成分稳定的三叶青、浙贝母及麦冬等药材新品种（系）2-3 个；建立药材药理、药效的系统评价标准 2-3 个；建立药材资源共性和特性的标准化数据和档案，制订种苗繁育的标准化操作规程 1-2 项；建立良种繁育基地 500 亩，新品种（系）规范化种植示范 2000 亩；申请发明专利 2-3 项，发表论文 8-10 篇。在科技扶贫协作对口地区黔西南州或延边州或丽水市总计推广 200 亩。

项目 2：竹林林下新品种选育及高效循环模式研究与示范

研究内容：研究竹林下适生食用菌种类筛选与菌种繁殖技术，重点研究基质配方、栽培季节、栽培方法、管护与采收技术、采后加工与储存等技术；研究竹林下适生中药材的筛选及品种选育与配套技术，筛选适合当地发展的林下中药材品种，研究适合竹笋与中药材共生共长的栽培新技术；竹笋覆盖新材料新技术研发。

研究目标：筛选适宜林下种植的食用菌 3-5 类，林下中药材 5 个以上，选育优良品种 5 个以上，打造仿野生竹荪、姬松茸、多花黄精、铁皮石斛、三叶青等优势产品 10 个；培育产业龙头企业 1-3 家，完成先进产业示范演示项目 5 项；申请发明专利 3 项以上，发表论文 5 篇以上，制定技术标准与规程 5 项以上。

（四）渔业水产方向

1、特色鱼类良种选育与示范

项目 1：大黄鱼全雄及抗逆育种技术研究

研究内容：针对大黄鱼养殖成活率低、品质不高和适宜于深远海高品质大黄鱼养殖良种缺乏等问题，通过大黄鱼性别控制和单性育种技术、低氧耐受机制及耐低氧品系选择技术等研究，突破大黄鱼全雄鱼培育和耐低氧等抗逆育种关键技术，培育具有优良体型性状的全雄大黄鱼新品系和耐低氧的抗逆新品系，为大黄鱼养殖产业的提升提供优质苗种。

研究目标：培育大黄鱼全雄新品系 1 个，体型优；培育大黄鱼耐低氧抗逆品系 1 个，耐低氧能力提高 10% 以上；制定大黄鱼全雄苗种繁育技术规范 1 个，繁育优质大黄鱼全雄苗种 100 万尾以上；申请发明专利 1 项，发表论文 5 篇。

项目 2：东海银鲳优良性状筛选及新品系选育

研究内容：在初步完成东海银鲳规模化繁育工作的基础上，针对银鲳优良的生长性状，开展群体选育、个体选育，制备银鲳家系；建立银鲳新品系的选育标准，培育高免疫力、养殖抗逆成活率的新品系，为培养具有优良个体性状，适合人工养殖开发的新品种奠定基础。

研究目标：制备银鲳 1-3 个家系，培育银鲳新品系 1 个；培育银鲳高免疫力品系 1 个，养殖抗逆成活率提高 10% 以上；建立银鲳新品系的选育标准 1 个；繁育 0.5 千克以上商品银鲳 8000 条；申请发明专利 2 项，发表论文 6 篇。

项目 3：虎斑乌贼全人工规模化育种技术研究

研究内容：针对虎斑乌贼生长快，养殖 3 个月就可上市，但养殖成活率低，亲体缺乏，苗种难以满足等问题，培育与优选具有优良性状大个体乌贼亲体，研究越冬与促熟技术，研发提高乌贼产卵数量和质量了的优质饵料，研究土池活饵（糠虾）规模化培养与活体长途运输技术，实现虎斑乌贼全人工规模化育苗。

研究目标：制定虎斑乌贼全人工苗种繁育技术规范 1 个，繁育胴长 2cm 以上虎斑乌贼苗种 20 万尾，1 千克以上商品虎斑乌贼 1 万只；编制地方标准 1 项；申请发明专利 2 项，发表论文 5 篇。

项目 4：可口革囊星虫苗种繁育与高效生态养殖技术研究示范

研究内容：开展亲体选择与培育、人工催产获得批量受精卵、人工孵化及幼虫培育等人工繁育技术研究；选择适于栖息及繁殖生长的潮间带区域，通过适量移植亲本加繁殖保护措施，探索生态繁殖技术，实现繁殖量和苗种资源明显增加；开展幼虫食性与生长特性研究，探索幼虫培育条件与控制技术；开展生态养殖技术与设施研究，集成生态养殖技术模式并示范应用。

研究目标：实现工厂化人工繁育，获得海球幼虫 1-2 亿，培育稚虫 5-10 万尾。建立生态繁殖示范区 100 亩，区内苗种数量比原来增殖 2-3 倍；建立高效生态养殖示范基地 1 个，示范养殖 200 亩，年亩产量达 1000-1200 公斤，亩产值 5-6 万元。制订高效生态养殖技术规程 1 个；发表论文 8-10 篇，申请发明专利 1-2

项，制订相关地方标准 1 个。

2、蟹虾鳖类良种选育与示范

项目 1：拟穴青蟹抗逆（病）良种选育及繁育技术

研究内容：针对拟穴青蟹抗逆（病）优良种质匮乏、繁育调控和苗种培育效率低下、养殖产业发展缓慢等问题。培育生长快、抗逆（病）能力强等优良经济性状的拟穴青蟹新品种（系），优化苗种生产工艺，建立良种规模化扩繁技术；挖掘生长、抗逆等主要经济性状相关功能性基因和分子标记；阐明拟穴青蟹抗病和耐盐等分子生物学机理；研究优良品种对养殖环境的生态适应机制，优化亲体、苗种规模化和标准化生产工艺，建立规模化良种制种技术。

研究目标：培育拟穴青蟹早繁品系 1 个；培育耐低盐度（S5 以下）优质蟹苗，繁育蟹苗 50 万只；制定种蟹培育技术规程 1 个；申请发明专利 1 项，发表论文 3 篇。

项目 2：宁波近海日本囊对虾新品系选育与示范应用

研究内容：日本囊对虾种质遗传背景调查与高产抗逆性能的评价研究；日本囊对虾高产抗逆性状表型与分子辅助标记的筛选及其相关性研究；日本囊对虾人工定向交尾技术与工艺的优化研究；日本囊对虾种虾规模化培育技术研究；日本囊对虾高产抗逆性状的传代稳定性分析；日本囊对虾高产抗逆品系规模化培育技术体系的构建与优化。

研究目标：培育日本囊对虾高产抗逆新品系 1 个，研发种虾专用饲料配方 1 个；提供一套日本囊对虾高产抗逆新品系选育操

作规程，建立 1 座 3000 立方水体的日本囊对虾高产抗逆新品系选培中心，种虾年培育能力达 10000 头；编制地方标准 1 项，申请发明专利 2-3 项，发表论文 3-5 篇。

项目 3：南美白对虾优良品系引进选育与繁育技术集成与示范

研究内容：针对我市南美白对虾种虾繁育基地缺乏，养殖苗种长期依赖外地调入，种质混杂，质量良莠不齐，制约养殖健康发展等问题，通过引进南美白对虾优质种虾资源，建立南美白对虾育繁基地，开展优良品系选育，培育优质苗种，提高优质养殖苗种自给率，促进南美白对虾养殖健康发展。

研究目标：建立南美白对虾育繁基地 1 个，引进 SPF 优质亲虾 600 对以上，繁育优质苗种 3 亿尾以上；选育适合宁波地区养殖的生长、抗逆、抗病等性能优良的南美白对虾优良品系 1-2 个，综合性状提高 10% 以上；建立南美白对虾育繁技术标准体系和全程质量管理体系，并通过 GMP (GAP) 认证；申请专利 1 项，发表论文 2 篇。

项目 4：中华鳖单性苗种繁育及产业化关键技术研究及示范

研究内容：针对高品质雄性中华鳖培育中雄性鳖苗比例低等问题，通过研究中华鳖性别决定和性腺分化的遗传基础，建立高效、安全的中华鳖性别控制及工厂化单性苗种培育技术体系，为中华鳖单性养殖提供优质苗种。

研究目标：筛选获得中华鳖性别决定的关键基因 3-5 个，中华鳖性别特异分子标记 2-3 个；建立 2-3 种中华鳖雄性和雌性性

别控制技术，雄性或雌性率达 85% 以上；建立一套标准化的中华鳖全雄苗种培育技术体系，制定技术操作规程 2 项；建立中华鳖雄性育苗产业化示范基地，示范培育雄性鳖苗 1000 万只；申请发明专利 2 项，发表论文 5 篇。

3、贝类藻类良种选育与示范

项目 1：缢蛏抗逆高产优质新品种培育与规模化高效扩繁技术研究与应用

研究内容：针对我市主养贝类缢蛏优质、抗逆良种匮乏问题，开展缢蛏高产、抗逆（耐氨氮、耐高温）的生理和分子机理研究，解析生长、抗逆性状的关键基因及调控机制，构建高效的品种培育及良种扩繁技术体系，培育出高产、抗逆新品种（品系）；并集成配套的大规格苗种中培技术和高效养成技术，有效提高养殖成活率，降低养殖风险，确保缢蛏养殖业稳定可持续发展。

研究目标：培育缢蛏高产、抗逆新品种 1 个，生长速度提高 20%、养殖成活率提高 15% 以上；构建缢蛏抗逆新品种培育技术体系，指导建设缢蛏新品种繁育创新示范基地 1 个，累计培育优质、抗逆新品种（品系）苗种 50 亿粒，推广示范养殖 1 万亩。申请发明专利 2 项；发表论文 10 篇，其中 SCI 论文 5 篇。

项目 2：优质海洋饲料微藻筛选、种质创制及高效扩繁技术研究与应用

研究内容：从自然海区分离纯化筛选高营养价值海洋饲料微藻，并利用多种诱变技术手段进行种质创制。开展饲料微藻的营养效价系统评价，建立种质性状稳定、遗传特征明确的海洋饲料

微藻标准化种质库,进行完善的微藻种质的重要图形、分子信息、生理生化特征等种质的数据管理;以功效营养成分、高扩繁能力、耐多种环境条件为核心目标,开展海洋优质饲料微藻高效扩繁技术研究,筛选创制高营养、多抗、气候和水文环境适应性广的多品系新藻株;开展新种(株)在海洋鱼、虾、蟹、贝苗种繁育和成体养殖中的标准化应用技术研究及示范推广。

研究目标: 建立国内领先的“宁波市海洋饲料微藻公共服务平台”,收集各类海洋微藻 500 种(株)以上,新分离纯化海洋饲料微藻纯种株 30 种(株)以上,保存海洋饲料微藻资源信息数据 1000 条(次)以上;筛选富营养、多抗、易扩繁的海洋饲料微藻新种(株) 5 株以上;制订海洋饲料微藻扩繁技术标准化操作规程 2 个,在浙、闽、苏、鲁、桂、粤、辽等省 200 余家水产苗种企业推广应用;申请发明专利 3-4 项,发表论文 10-15 篇,其中 SCI 论文 8 篇。

项目 3: 东海紫菜新品种选育及生态养殖关键技术研究示范

研究内容: 通过诱变和分子育种、温度驯化等技术,培养紫菜新品系;筛选生长快、抗逆性强的优良品系;研究规模化扩繁和生态适应过程中的耐高温问题,获得适合东海域养殖品系。进行藻类规模养殖及贝藻混养效应评估,主要进行紫菜大黄鱼等藻贝混养、鱼贝混养,建立生态模型研究其生态效益和生物量产出。深入研究海藻多糖抗肿瘤、抗氧化、抗衰老活性,开发相应的食品添加剂、抗肿瘤辅助治疗剂等相关产品。模仿海带的制作方法,进行干渍龙须菜、紫菜方便风味食品等产品研制。

研究目标：筛选紫菜等大型海藻优良品种 2-3 个，申报新品种权 1 个；建立藻类生态养殖示范基地 1 个，研发藻类生态养殖、动植物混合养殖相关技术 3-5 项，申请专利 5-8 项；建立较系统的大型海藻活性物质提取纯化技术，提取和开发藻类多糖添加剂产品、藻类风味食品 2-3 个，发表论文 5 篇。

项目 4：东海龙须菜种质创制与高效扩繁

研究内容：以建成全国重要经济海藻种苗培育和转移中心为目标，以东海龙须菜为特色种质培育和扩繁对象，建成覆盖全国的优质海藻栽培品系种质库；创制和引进抗病抗逆及环境适宜型藻类新品系 3 种；实现重要物种种苗培育方法、规范及转移技术标准的建立；建设重要物种种苗培育与扩繁优化中心基地；基于互联网新型产业集群模式，建立首个集中的优质藻类种苗培育和转移中心。

研究目标：建立 1-2 种藻类重要物种抗病抗逆相关性状的遗传理论体系，并获得有效的关键育种筛选指标 8-10 个；筛选稳定性高，环境适应性强的优良品系 3 个，增产 10% 以上，申请新品种权 1 个；构建育种制种技术、种苗运输和保藏技术各 3 套；实现龙须菜等优质藻类种苗培育数量 1 亿株以上，栽培示范 1 万亩；开发 1 款互联网软件，建立线上信息共享及产业交易平台；申请专利 3 项，发表论文 5 篇。

(五) 畜牧方向

1、奶牛良种选育及示范

项目：奶牛高产核心群、高端特色品系及 A2 型 β -酪蛋白种群选育及示范

研究内容：建立以生产性能测定（DHI）、体型评定为基础的奶牛育种技术体系，强化以常规遗传评估和全基因组选择技术为核心的评估技术研究，研发应用选种选配、MOET 和 OPU-IVF 等技术，选育并快速扩繁育种核心群与高端特色品系。针对部分消费者对 A1 型 β -酪蛋白不耐受现象，研究建立 β -酪蛋白基因型快速鉴定的分子生物学方法，鉴定现有母牛群和市场上的种公牛的 A2 型 β -酪蛋白基因型，筛选高遗传水平种公牛；开展母牛早期选择技术研究、熟化全基因组早期选择种子母牛的应用技术，制定 A2 型 β -酪蛋白优秀母牛选择技术；并结合计划选配和超数排卵、胚胎移植等技术，快速扩繁 A2 型 β -酪蛋白母牛群，定向培育兼具高产、A2 型 β -酪蛋白遗传基础的奶牛种群。

研究目标：建设国家核心育种场 1-2 个，提高奶牛单产 1-2 吨，达到平均 9 吨以上，核心育种场 10 吨以上；建立高产、高乳蛋白、抗热应激核心群选育技术；建立 A2 型 β 酪蛋白基因鉴定方法和定向培育 A2 型 β -酪蛋白奶牛种质的育种技术体系，选育 A2 型 β -酪蛋白种公牛 10 头，应用 A2 型公牛性控冻精对 20 头以上供体牛进行计划选配和超排，获得优秀后代 50 头以上；组建 A2 型乳蛋白荷斯坦奶牛种群，建立 A2 奶牛选育和牛奶生产示范基地。

2、鹅兔良种选育及配套繁育技术研究

项目 1：浙东白鹅智能化选种与繁殖季节调控关键技术及装

备研究

研究内容：开展浙东白鹅产蛋行为监测技术及智能装备研究，研制集成 RFID 读卡装置、称重传感器和摄像头的智能产蛋窝，建立视频、测重等数据自动采集系统；研究产蛋期种鹅的体重变化、获取种鹅体型外貌参数等繁殖性能和行为特征，获取高产蛋性能种鹅关键特征，建立种鹅行为特征、体重、外貌特征与产蛋性能之间的相关性模型；融合母鹅产蛋行为数据和外貌特征参数信息，建立包含产蛋行为辨识、抱窝性能评估、高低产鹅筛选、健康履历跟踪等功能的智能选种决策系统。研发以光照程序为核心的繁殖季节调控技术，使种鹅能够从 4 月份开始产蛋，保持夏季正常产蛋，实现种鹅的全年均衡生产；建造适合浙东白鹅进行繁殖季节调控的新型种鹅舍，降低鹅的热应激并使死亡率低于 10%；开发适合宁波地区的鹅生态养殖新技术，使夏季孵化的雏鹅能够发挥正常的、或达到冬季孵出雏鹅同样的生长速度。

研究目标：建立浙东白鹅智能选种物联网及智能装备示范点 1 个，开发浙东白鹅智能选种决策支持 1 套，建立浙东白鹅繁殖季节调控技术模式，鹅全年产蛋达到 35 个以上，种蛋平均受精率和受精蛋孵化率达到 80% 以上，养殖户种鹅养殖效益比常规繁殖提高 50% 以上；申请专利 1 项，发表论文 5 篇以上，其中 SCI 或 EI 文章 1 篇。

项目 2: 优质高产特色獭兔新品系培育和高效繁育技术研究

研究内容：利用法系獭兔体型大、生长快，美系獭兔被毛

密、毛绒丰厚，中系抗逆性强等优良基因，开展系间杂交、基因重组；利用现代生物技术，选择与毛皮生长有关的 BMP4、生长激素受体、Agouti 位点、HH1 等主效基因，评估其遗传效应，建立分子标记辅助选择法，提高选育的准确性和选育效率；通过系间杂交、横交固定、群体继代选育和分子标记辅助选择，经 5 个世代以上的强化选育，培育出体型大、生长快、适应性强、被毛密、毛绒丰厚的优质高产獭兔新品系；以常规育种为主，结合分子辅助标记选择育种，经多世代横交固定，培育毛色基本纯正的青紫蓝和海狸色两个特色种群；通过改进繁殖技术、营养调控、环境控制，提高优质种兔扩繁能力。

研究目标：育成优质高产獭兔新品系，成年种兔体重 4.5—5.5 千克，比目前普遍饲养的美系獭兔体重提高 15%—20%；符合“短、细、密、平、美、牢”的毛皮特点，综合评定优级皮比例达 85%以上，比现有商品皮收购等级提高 5%—10%；培育青紫蓝和海狸色特色种群 2 个，实现核心种群皮张面积达 1200cm²，毛色纯度达到 50%，窝产仔兔数达到 6-7 只，筛选出与毛色有关的主效基因或分子遗传标记 1-2 个；培育獭兔种兔场 1 个。

3、良种选育及配套饲料研究

项目 1：生猪最佳遗传潜力杂交组合筛选及其精准日粮营养研究

研究内容：基于遗传育种技术的高生长速度、高饲料转化率和胴体瘦肉率等指标的最佳父本筛选；不同品种杂交组合下

母本繁殖性能及子代日增重、料比和瘦肉率等指标的比较筛选；根据最佳杂交组合商品猪的生长性能，应用酸化剂、酶制剂、微生物制剂等添加剂研制无抗生素、低蛋白的精准日粮配方。

研究目标：筛选有效的关键遗传育种指标 3-5 个；建立不同杂交组合、不同生长阶段猪饲料配方体系 5-8 套；商品猪生长期全程不使用饲用抗生素；日粮蛋白含量降低 2-3%，粪污总氮排放量减少 10-20%，发表论文 5 篇以上。

项目 2：岔路黑猪种质提升及繁育与示范

研究内容：在现有岔路黑猪母猪 600 头、公猪 45 头的群体基础上，按照 6 个不同的公猪血统组建保种群，开展本品种群体继代选育，建立良种繁育体系，合理选配，并运用现代繁育技术，开展杂交利用，不断扩大岔路黑猪的群体。同时，按照品种认定要求组织进行血统来源分析、生产性能评定、开展分子遗传评估和功能基因的挖掘研究。

研究目标：建立繁殖力强、瘦肉率较高（I 系）、肉质优良和生长速度快（II 系）的品系两个，其中 I 系产仔数 15 头/胎以上，育成 13 头/胎以上，II 系成年体高 75 厘米以上，25-75 千克阶段日增重 480 克以上。

五、组织机制模式

本专项结合宁波市现代种业发展现状和重点开展任务研究，拟采用如下项目组织实施机制，高效落实各项工作，提高重大专项创新产出成效。

（一）联动机制

强化宁波市科技局、农业局与各县市区相关部门在资金、人才、土地等支持方面形成联动，合力组织实施。把本专项与都市农业建设、美丽乡村建设等有机结合起来，形成裂变效应。

（二）协同机制

针对任务中产业化目标导向明确的项目原则上由有基础、有实力的优势企业或科研院所为牵头单位，联合产业链上下游相关企业、较强研发能力的高校等共同实施，支持组建产业联盟，协同完成全产业链的技术攻关和示范应用。

（三）滚动机制

重大专项采取滚动与择优支持机制。通过对项目进度与目标完成情况的定期检查与考核，给予执行效果达到预期的项目滚动支持；对于执行效果不佳，难以达到预期目标的项目则及时终止，结余经费择优调整至其他项目。

六、经费概算及筹措

本专项实施期限为 2019 年至 2023 年，总经费预算 2.53 亿元，其中政府财政资金 1.6 亿元。原则上企业牵头申报的项目，财政资金资助不超过总投入的 50%。

附件：技术路线图

研究方向	任务名称	任务分解（项目）	总体目标
粮食作物	籼粳杂交水稻良种选育、遗传机理及栽培技术研究	籼粳杂交水稻良种选育及推广	国际领先
		利用基因组学方法研究籼粳杂交稻杂种优势形成机理	国际先进
		甬优系列杂交水稻良种良法配套高效栽培技术研究	国内先进
	常规水稻良种选育与示范	常规水稻良种选育及其配套栽培技术研究	国内领先
	基因编辑体细胞杂交等技术在水稻育种中应用	国际先进	
旱粮品种选育与应用	薯类作物良种选育及示范	国内先进	
蔬菜瓜果	瓜类及嫁接砧木良种选育与示范	瓜类砧木特异种质创制及新品种选育与示范	国内领先
		优质多抗西甜瓜特异种质创制及新品种选育与示范	国内先进
	特色蔬菜与草莓良种选育与应用	特色优质瓜菜新品种选育及示范	国内领先
		榨菜和雪菜雄性不育系创制及系列良种选育与产业化示范	国内领先
		白菜特异种质创制和多样化新品种选育与应用	国内先进
		特色蚕豆新品种选育	国内先进
草莓新品种选育及示范	国内先进		
林特花卉	特色水果良种选育与配套产业化关键技术研究	杨梅种质创新及关键栽培技术与示范	国内领先
		水蜜桃新品种选育及果品物流减损减损技术研究与应用	国内领先
		特色杂柑品种选育及配套栽培技术研究	国内先进
		鲜食葡萄良种选育和设施关键技术研究与应用	国内领先
		樱桃、蓝莓等新兴水果良种选育及示范	国内先进
	林木良种选育与示范	槭树新品种选育与良种高效栽培技术集成与示范	国内领先
		冬青属植物遗传资源定向挖掘与种质创新利用	国内先进
		彩叶乡土树种优株选育、高效快繁与示范	国内先进
	花卉良种选育与示范	多用特异彩色茶树种质创制与新品种选育及应用	国内领先
		杜鹃花良种选育与产业提升	国内领先
		蟹爪兰、大花萱草等节能型花卉品种选育及示范	国内领先
		铁线莲、木槿等多用途花卉品种选育与示范	国内先进
	林下经济良种选育及高效栽培技术研究	紫云英等特色草本植物种质资源利用与品种选育	国内先进
		宁波浙贝母、浙麦冬、三叶青种质创新与产业化开发	国内先进
渔业水产	特色鱼类良种选育与示范	竹林林下新品种选育及高效循环模式研究与示范	国内先进
		大黄鱼全雄及抗逆育种技术研究	国际先进
		东海银鲟优良性状筛选及新品系选育	国内领先
	特色鱼类良种选育与示范	虎斑乌贼全人工规模化育种技术研究	国际先进
		可口革囊星虫苗种繁育与高效生态养殖技术与示范	国际先进
	蟹虾鳖类良种选育与示范	拟穴青蟹抗逆（病）良种选育及繁育技术	国内领先
		宁波近海日本囊对虾新品系选育与推广应用	国内先进
		南美白对虾优良品系引进选育与繁育技术集成与示范	国内领先
中华鳖单性苗种繁育及产业化关键技术与示范	国际领先		

研究方向	任务名称	任务分解（项目）	总体目标
渔业 水产		范	
	贝类藻类良种选育与示范	缢蛏抗逆高产优质新品种培育与规模化高效扩繁技术研究与应用	国内先进
		优质海洋饲料微藻筛选、种质创制及高效扩繁技术研究与应用	国际先进
		东海紫菜新品种选育及生态养殖关键技术研究示范	国内领先
	东海龙须菜种质创制与高效扩繁	国内领先	
畜牧	奶牛良种选育及示范	奶牛高产核心群、高端特色品系及 A2 型 β -酪蛋白种群选育及示范	国内领先
	鹅兔良种选育及配套繁育技术研究	浙东白鹅智能化选种与繁殖季节调控关键技术及装备研究	国内领先
		优质高产特色獭兔新品系培育和高效繁育技术研究	国内先进
	生猪良种选育及配套饲料研究	生猪最佳遗传潜力杂交组合筛选及其精准日粮营养研究	国内先进
岔路黑猪种质提升及繁育与示范		国内领先	

专项十：现代服务业专项实施方案

一、背景和意义

发展现代服务业是国家构建现代产业体系的重大发展战略，已成为衡量经济、社会现代化发展水平和智慧化管理的重要标志。党中央、国务院高度重视现代服务业，党的十八届五中全会明确提出要“开展加快发展现代服务业行动”，党的十九大报告提出“推动互联网、大数据、人工智能与实体经济深度融合，培育新增长点、形成新动能”、“支持传统产业优化升级，加快发展现代服务业，瞄准国际标准提高水平”。习近平总书记作出了“大力发展服务业特别是现代服务业，积极培育新业态和新商业模式，构建现代产业发展新体系”重要指示。国务院印发了《关于加快发展生产性服务业促进产业结构调整升级的指导意见》、《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《关于加快科技服务业发展的若干意见》等系列文件，顺应发展新趋势，推动信息技术与实体经济的深度融合，发展现代服务业。科技部组织编制了《“十三五”现代服务业科技创新专项规划》，对“十三五”时期现代服务业领域的科技创新进行了系统部署。

未来十年是我市经济社会发展的关键期，虽然通过改革开放，我市服务业在港航物流、电子商务、研发设计、文化制造、健康养老等领域取得了较大发展，形成一定基础和特色优势，但与实施创新驱动促进经济高质量发展要求相比，现代服务业仍是我市经济社会发展的短板，其发展水平与杭州、深圳等副省级先

进城市存在差距，主要体现在生产性服务业占比不高、新业态新模式培育不足、科技服务业基础薄弱、新技术与产业融合不强等。“十三五”以来，我市获批创建国家自主创新示范区、中国制造 2025 试点示范城市、国家科技成果转移转化示范区、国家全域旅游示范区等。市政府制定了《宁波市服务业发展“十三五”规划》，出台了《关于加快服务业提升发展的若干意见》等政策，提出重点推进生产性服务业向专业化和价值链高端延伸、推进生活性服务向精细化和高品质转变。到 2020 年全市服务业增加值占地区生产总值的比重超过 50%；生产性服务业增加值占服务业比重 60% 以上。

面对新形势新要求，发展现代服务业意义重大，形势紧迫。启动实施“现代服务业科技创新重大专项”，是落实市委市政府加快建设“名城名都”、率先建成国家创新型城市的决策部署，构建我市现代产业体系的具体行动；是新常态下顺应新技术革命和产业变革趋势，培育发展“四新经济”，促进经济转型升级，提升服务供给能力与品质的必然要求；是顺应现代产业融合发展规律，实现服务业与制造业等在更高水平上融合发展，提升服务经济综合竞争力的客观要求。本专项聚焦我市生产性服务业、文化与科技融合、新兴服务业等重点领域，面向港航物流、智能制造、科技金融、文化旅游、“互联网+”等重要服务方向，按照“服务共性技术—平台建设—应用示范”进行总体部署、一体化实施，用科技手段和新服务模式提升我市现代服务业质量与水平、培育新业态，打造我市经济发展新引擎。

二、总体目标

到 2022 年，基本形成与现代服务业发展相适应的技术支撑体系，推动现代服务业领域的模式创新，新业态不断涌现，加速形成现代服务业核心竞争力。实现现代服务业营业收入增速高于传统服务业 2 个百分点以上，新增就业 1000 人以上。在港航物流、制造业与信息技术融合、文化旅游与科技融合、“互联网+”等服务领域的集成创新取得新突破，形成一批新模式、新业态。申请专利及登记软件著作权不少于 100 项，制定国家、行业标准 5-10 项，培育现代服务业科技创新服务团队 5-10 家。

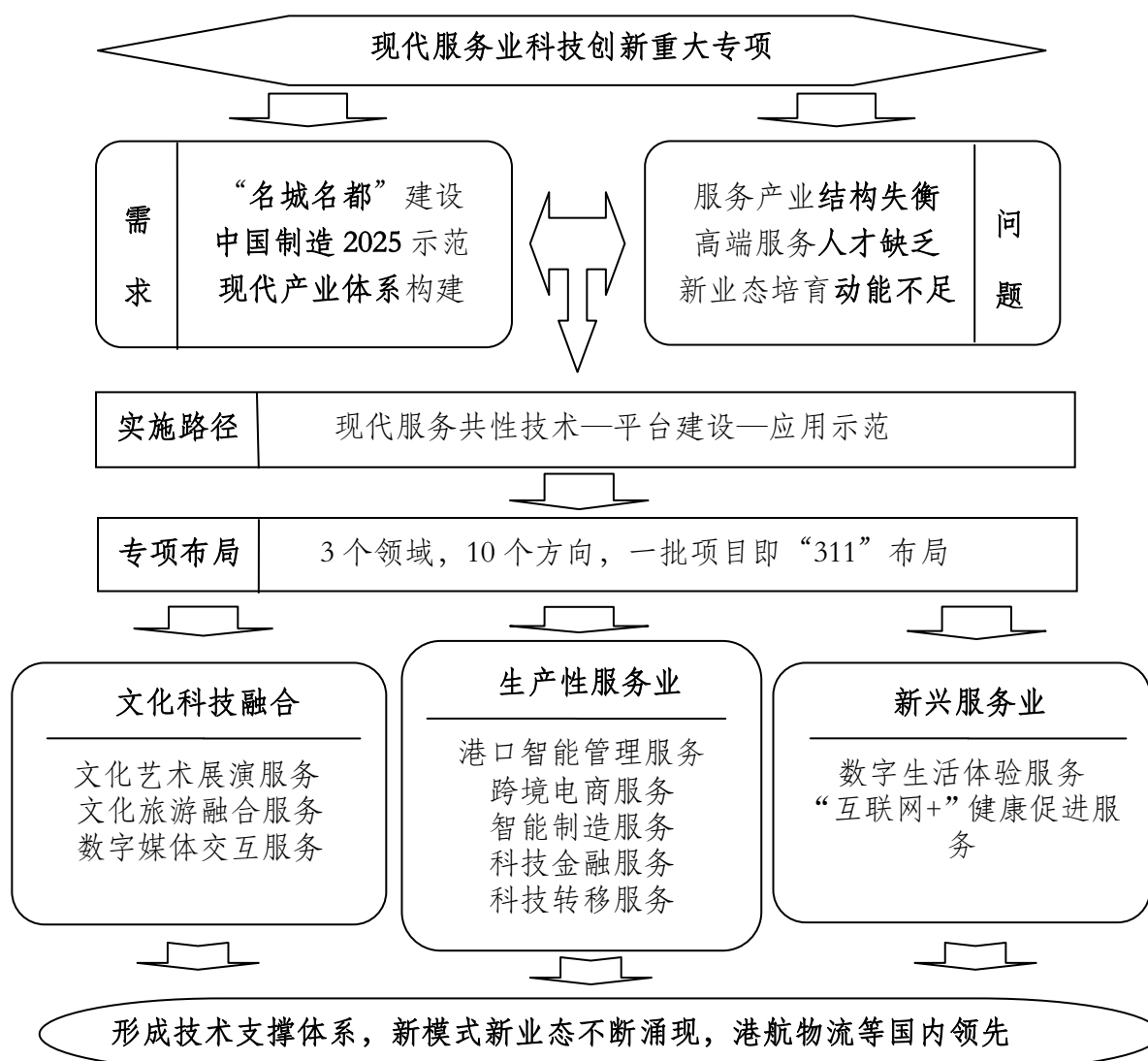
1、生产性服务业。突破服务共性关键技术 20 项，形成一批行业解决方案，建立应用示范服务平台 8-10 个，在港航气象精准保障、码头作业操作系统、机器人检测服务、“互联网+”协同制造、科技金融服务等重点领域跻身国内一流，支撑生产性服务业创新发展。

2、文化与科技融合。突破服务共性关键技术 15 项，在文化艺术展演、数字媒体交互、文化旅游融合等领域形成一批整体解决方案，建立应用示范服务平台 3-5 个，在文化制造服务、文化旅游管理服务等重点领域达到国内领先，部分领域达到国际先进。

3、新兴服务业。突破服务共性关键技术 10 项，建立示范应用服务平台 3-5 个，促进大数据、互联网、人工智能等技术在数字生活、健康促进等服务领域应用，提升服务质量、效益。

三、总体思路与技术路线

立足宁波现代服务业基础及优势领域，把握互联网、大数据、人工智能等新技术与产业深度融合的发展趋势，坚持“需求导向、有限目标、跨界融合、开放合作”，按照科技创新与模式创新并举，以促进生产性服务业高端化、文化与科技融合化、新兴服务业网络化为重点，强化服务共性关键技术突破、服务平台构建及应用示范，实现现代服务业与工业、文化、社会等领域有机融合，形成发展新动力，促进现代服务业高端化、品牌化发展。



四、任务布局

（一）生产性服务业

以产业转型升级需求为导向，聚焦港口管理、跨境电商、智能制造、科技金融、技术转移等服务重点方向，研究解决生产性服务业共性关键技术，促进大数据、物联网、云计算、智能交易等技术的应用与集成，打造一批网络化、智能化协同服务平台，创新生产性服务业组织方式，引领生产性服务业向价值链高端提升。

1、港口智能管理服务

研究内容：围绕国际一流港航服务中心建设发展目标，聚焦航运船舶安全调配、港口作业资源精准管理、危化品物流管控等重点方向，应用北斗导航、物联网、云计算、大数据、移动互联等技术，开展异构信息集成与交换技术、数据挖掘及仿真验证、调度统筹及物流运输规划、港口物流动态联动及数据融合等关键技术研究，开发船舶调度气象保障服务平台、港口作业管理系统，以及危化品物流全流程管理服务平台，并选择典型区域进行示范应用。

研究目标：瞄准国际一流港航服务中心建设，提升宁波现代港口物流智能化管理水平，建成 1-2 个智能化调度服务平台，以及港口作业操作系统，并在行业内开展应用示范；申请专利及登记软件著作权不少于 15 项，制定技术标准或规范不少于 3 项。

2、跨境电商服务

研究内容：聚焦“一带一路”倡议对跨境电商发展带来的新机遇，重点开展基于 B2B、B2C 模式的网络化生产经营及消费服务技术研究，突破多语言交互、通关协同、供应链协同、个性化创意创作、产品虚拟展示、网络交易业务集成、电子商务支付结算、安全交易保障等服务关键技术，形成跨境电子商务服务技术架构及解决方案，建立面向体验经济的示范平台。

研究目标：突破跨境服务协同、安全交易保障、多语言交互、个性化定制等服务关键技术不少于 5 项，建立服务应用平台 1 个；申请专利及登记软件著作权不少于 8 项。

3、智能制造服务

研究内容：适应先进制造、数字经济等新产业发展要求，重点聚焦机器人、动力电池等新产品的的设计开发、生产制造、售后服务全过程的分析、计量、检测等服务保障需求，开展检测系统核心部件、检测手段与分析方法、可靠性设计与评价等关键技术研究，研制系统检测设备及计量、检测技术标准，提升智能检测服务保障能力；顺应制造业服务化转型的大趋势，选择重点行业、典型企业，开展工业大数据开发与利用技术、网络化协同制造与远程维护等技术研究，并集成建立网络化协同制造公共服务平台；聚焦纺织服装、家电、文具等传统优势产业的转型升级服务需求，开展基于互联网、人工智能的研发设计、个性化定制等服务模式及协同技术研究，建立集个性化定制、供应链管理于一体的服务平台，提高传统行业生产管理与服务效率；围绕生物制药、医疗器械等临床试验需求，开展临床试验数据筛查分析、评价方

法、试验标准规范等研究，构建临床试验规范化服务平台，提高标准化服务水平。

研究目标：突破智能制造服务关键技术不少于 10 项，研制检测设备若干套，制定技术标准或规范不少于 5 项；构建智能制造协同服务平台或定制服务平台 3 个以上；申请专利及登记软件著作权不少于 20 项。

4、科技金融服务

研究内容：针对科技型中小微企业创新创业过程中存在融资难、成本高，且传统金融、投资机构授信模式存在局限性等问题，重点面向新材料、智能制造、生物医药等新兴领域，利用大数据、人工智能等技术开展基于知识产权评价的数据检索、深度学习、发展潜力、资信评价、虚拟仿真等应用技术研究，为金融投资机构投资决策、质押授信等提供辅助决策方案；基于区块链技术前期研究成果，开展交易主客体基础信息验证、可信和有效信息筛选、智能匹配方法与模型等技术研究，研发基于区块链技术的服务产品，并在票务、银行等领域应用。

研究目标：建立科技金融服务的新模式，研发金融服务新产品 2 个以上，在典型领域实现探索性应用；发表学术论文不少于 20 篇，出版学术专著 1-2 部，申请专利及登记软件著作权不少于 5 项。

5、技术转移服务

研究内容：针对科技成果转移转化中存在的信息不对称、评价不准确、标准缺失、成果需求难以精准对应等难题，重点围绕

传统产业提升、战略性新兴产业培育，研究基于互联网的技术信息展示、知识产权分析、技术精准匹配、技术交易担保、交易全链条服务支撑技术，线上技术交易与线下技术研发之间的对接机制与模式，开展区域性技术交易服务平台的集成，实现技术转移数据共享与服务，扩大技术转移对接及成果转化效率。

研究目标：建立综合科技创新服务平台 1 个，形成科技成果交易资源库，新增科技成果交易额 20 亿元以上；申请专利及登记软件著作权不少于 5 项，制订科技创新服务标准或规范 1-2 项。

（二）文化与科技融合

聚焦文化艺术展演、文化旅游融合、数字媒体交互等服务领域，开展协同服务技术研究及应用示范，实现文化与科技深度融合，支撑宁波文化产业发展，实现部分产业引领全国市场，提高宁波文化创新活力。

6、文化艺术展演服务

研究内容：面向现代人们对美好生活向往的需求，聚焦智能演艺装备集成、演出及管理保障服务等方向，融合“互联网+”、全息技术等演艺系统的集成应用，推进演艺装备数字运维管理、演出保障服务体系、装备新运营管理等服务模式的研究，创新个性化演出艺术创编与虚实互动展演模式，促进演艺新形式、新产品、装备运营管理新业态的形成与发展，提升文化艺术的创造力、表现力、传播力和感染力，创新文化艺术展演服务新模式，提高演艺装备运营服务效率。

研究目标：创新文化艺术展演服务的形式与功能，形成虚实互动数字艺术展演、演艺装备数字运维及运营管理服务等解决方案不少于 2 个，开展舞台演艺应用与服务管理示范不少于 2 项；申请专利及登记软件著作权不少于 20 项，制定技术标准或规范不少于 3 项。

7、文化旅游融合服务

研究内容：聚焦全域旅游产业高品质服务发展需求，开展文化资源数字化、旅游信息智能化、全域管理一体化等关键技术研究，构建集文化资源虚实展示、地理信息服务、智慧旅游管理等于一体的综合服务云平台；研发基于 AR/VR 技术下宁波旅游文化体验互动产品，创新旅游与文化相融合的服务新模式，促进宁波区域文化旅游品质提升。

研究目标：提升宁波文化旅游管理品质，在典型区域建立数字文化旅游综合服务平台系统不少于 1 个，融合虚拟展示数据不少于 50 个景区、景点及博物馆等，可支持多终端系统应用服务，具备百万级在线用户服务支撑能力；申请专利及登记软件著作权不少于 5 项。

8、数字媒体交互服务

研究内容：围绕创建“品质宁波”对提升数字云媒服务的发展需求，聚焦云媒信息汇聚交互、传统文化资源数字化等方向，开展异构媒资数据挖掘、特色文化资源制作及精准推送等关键技术研究，构建适应交易与服务、业务认证与授权、视听内容聚合与版权管理的媒体综合业务云平台，研发适应多终端应用的云媒体

服务产品，有效形成数字媒体交互应用的技术支撑服务体系。

研究目标：建立宁波区域数字媒体融合服务平台，实现传统媒体与新兴媒体融合下业务认证与授权、交易与服务、视听内容聚合与版权管理等服务功能；研发多元文化资源实时汇集系统，汇集文字、图像、视频、音频形式等各类宁波特色文化资源不少于 4 种，数据量超 100TB；实现宁波传统文化资源数字化专题精准推送，精准到达率超过 90%，服务人数不少于 100 万人；申请专利及登记软件著作权不少于 10 项，形成互联网经济下数字媒体交互服务新模式。

（三）新兴服务业

面向数字生活、“互联网+”健康促进等重点服务领域，开展基于大数据、互联网、人工智能等新技术与新业态的融合研究，重点突破服务共性关键技术，构建新业态服务平台，提升科技支撑服务民生能力，推进生活性服务向精细化和高品质转变。

9、数字生活体验服务

研究内容：重点面向城市交通拥堵、停车及社区管理等难题，开展基于大数据、人工智能等技术对城市智能管理的研究，开展智能传感、深度学习、信息安全、仿真模拟等服务集成技术研究，搭建智能管理服务平台并应用示范，实行全程、动态、连续的智慧化运行管理，为城市智慧管理提供科技支撑；探索数字教育与科普产品设计服务模式，开展虚拟现实 VR、增强现实 AR、人工智能、全息互动等信息技术在数字教育、科普创作等方面的应

用研究，构建新产品创作平台。

研究目标：建立智能交通管理的服务平台，提升城市交通管理科学化水平；研发数字教育新产品不少于 10 个，并示范应用，服务社会人数 10 万人次以上；申请专利及登记软件著作权不少于 15 项。

10、“互联网+”健康促进服务

研究内容：聚焦恶性肿瘤、心脑血管等重大慢病防治需求，基于前期研究成果及电子病历、临床影像图片等资料，利用互联网、人工智能等技术，开展数据挖掘、治疗方案优化、辅助决策、疗效评价等服务应用技术研究，建立典型慢病综合防治服务平台，形成最佳效费比诊疗方案，提升服务效率；面向老年痴呆、口腔保健、健康养老等社会服务需求，开展远程动态监护、医疗隐私保护、预测评估、个性化定制服务、健康管理等服务应用技术研究，建立健康促进管理服务平台，并在典型区域应用示范。

研究目标：建立健康促进服务平台不少于 2 个，服务对象不少于 1000 人；开发早期筛查和干预治疗新技术不少于 3 项，临床辅助诊疗决策支撑系统不少于 2 个，制定规范化诊疗指南与临床诊治路径不少于 2 项；申请专利及登记软件著作权不少于 8 项。

五、组织机制模式

（一）联动机制

对涉及港航物流、文化旅游融合、智慧交通管理等方向的重大项目，强化市区联动、部门协同，突出企业主体、提升服务效

率，重点支持已有研究基础和实力的企业牵头，联合高校院所共同实施。

（二）协同机制

对涉及智能制造、文化展播、数字教育等市场导向类重大项目，重点支持创新型企业牵头，协同高校院所等单位联合申报；对数字媒体交互、医疗健康等公益性重大项目，鼓励有一定研究基础的单位牵头申报。

（三）开放机制

坚持科技支撑引领，扶持发展现代服务业导向，鼓励在我市注册的企事业单位牵头，联合市外高端创新团队、高端人才联合承担重大专项。

（四）督查机制

坚持需求导向、目标管理，建立健全项目运行督查机制，强化项目实施主体法人责任，落实科研项目管理制度，提高项目管理科学化、规范化水平。

六、经费概算及筹措

本专项实施周期为 2018-2022 年，拟部署 20-25 个项目，总经费预算约 3.0 亿元，其中市财政资金约 8000-10000 万元。单个项目经费最高不超过 500 万元，其中对企业牵头申报的项目，财政资金资助不超过总投入的 30%。

附件：技术路线图

领域	任务方向	拟部署项目名称	预期成果
生产性服务业	港口智能管理服务	港航船舶调度、港口作业气象精准预报关键技术及应用研究	开展多元异构数据标识、海量数据存储、数据分析挖掘、数据可视化、临界气象特征识别、智能辅助决策控制等应用技术研究，建立港航调度气象保障服务平台。综合保障服务能力达到“国内领先、国际一流”；气象预报准确率、有效率提高 20%；申报专利及登记软件著作权不少于 5 项；建立港航船舶调度数据采集管理、交换、体系架构等标准制度，制定行业标准 3 项以上。
		宁波港集装箱码头操作系统（N-TOS）关键技术提升与示范应用	开展海量数据标识及分析挖掘、视频及图像处理技术、深度学习、自适应智能分配技术、可视化调度辅助决策等关键技术研究，开发具有自主知识产权的码头操作系统并进行示范应用。建立港口作业智能化管理标准制度，智能化管理水平达到国内领先、国际一流。平台接入车辆 2000 辆以上，码头集装箱运输效率提高 15%，堆场利用率提升 10%，翻箱率降低 20%，车辆空载里程减少 20%。申报专利及登记软件著作权不少于 6 项。
		危化品物流安全管控关键技术研究及应用示范	开展危化品物流管控网络优化、智能标签自动识别、信息表征与交换、过程安全管控与评估等关键技术研究，取得一批自主知识产权的科研成果，建立危化品物流智能管理服务云平台。申报专利及登记软件著作权不少于 5 项，制定行业标准 1 项以上。
	跨境电商服务	多语言跨境电商平台研发及应用示范	基于“一带一路”背景，探索 B2B、B2C 相融合跨境电商新模式，开展多语言交互、通关协同、供应链协同、三维商品展示、安全交易保障等服务关键技术研究，建立跨境电商服务平台。提升交易速度 10% 以上，实现 10 种以上用户语言无障碍购物体验。服务规模 50 亿元以上，申报专利及登记软件著作权不少于 5 项。
	智能制造服务	传统优势产业个性化定制服务关键技术研究及应用	研究网络化生产经营与消费服务技术，重点开展网络设计优化、设计模型与方法、个性化定制、供应链管理等相关关键技术研究，形成个性化定制与产业相融合的云服务平台，提升产业服务效率。申报专利及登记软件著作权不少于 3 项，带动就业 100 人以上，新增服务收入 5 亿元以上。
		动力电池检测服务平台研发与应用	突破动力电池系统及核心部件检测、测试标定与校准等关键技术，研制成套检测设备、测试方法及评价标准等，提升产业发展服务保障能力。检测设备技术水平达到国内领先。申报专利及登记软件著作权不少于 5 项，制定行业标准 2 项以上。
		机器人检测服务关键技术研发与应用	开展机器人检测手段与分析方法、性能校准与可靠性评价、智能控制等关键技术研究，开发机器人检测设备及检测系统核心部件，建立集机器人性能测量、性能校准、技术开发等于一体的服务平台。建立机械人检测评价标准制度 2 个以上，检测服务技术水平达到国内领先。申报专利及登记软件著作权不少于 8 项。

领域	任务方向	拟部署项目名称	预期成果
生产性服务业	智能制造服务	网络协同制造集成服务技术研究与应用示范	选择典型行业、重点企业，开展基于互联网的协同制造服务技术研究，重点解决智能感知、质量控制与生产协同、运营管理、远程运维等关键技术，研发工业大数据管理系统，构建网络化协同制造服务平台。申报专利及登记软件著作权不少于10项，减少企业运营成本10%以上。
		基于产品全寿命管理的服务平台构建与应用	
		临床试验服务技术提升及集成应用	依据国家临床试验指导规范，开展临床试验数据采集、质量评估、评价方法等关键技术研究，建立临床试验生物样本库及服务平台，制定服务规范或地方标准2个以上，申报专利及登记软件著作权不少于1项。
	科技金融服务	基于知识产权评价的融资服务关键技术研究及应用	开展互联网金融商业模式建模、量化、可计算等基础应用理论研究，以及大数据挖掘、生物特征识别、人工智能等关键技术研究，开发基于知识产权评价的金融服务新模式、新产品，降低金融风险。申报专利及登记软件著作权不少于3项，研究水平达到国内领先。
		基于区块链技术的金融服务新产品开发及应用	选择票务、银行等领域，基于区块链理论成果，开展交易主客体基础信息验证、可信和有效信息筛选、智能匹配方法与模型等技术研究，研发基于区块链技术的服务产品。制定交易规则不少于1项，申报专利及登记软件著作权不少于5项。
科技转移服务	基于精准服务的技术转移高效对接关键技术研究与应用示范	突破多渠道数据融合与智能检索、精准对接与分析评估等关键技术，建立技术转移精准对接服务平台，提升服务效能。制定技术转移服务标准1项，申报专利及登记软件著作权不少于3项。对接服务企业2000次以上，促进技术交易5000万元以上，新增服务收入500万元以上。	
文化科技融合	文化艺术展演服务	剧场演艺装备运维管理服务平台构建及应用示范	研究剧场演艺装备异构信息多源汇聚、剧场装备物联协同控制、实时在线运行多维度可视化、装备运行故障诊断和预警、网络化远程维保等服务技术和方法，研制国内首个演艺装备运维管理专业化服务平台；创新剧场演艺装备运维管理服务新模式；平台在线服务保障人员不少于500人；申请专利10项以上，登记软件著作权5项以上，间接经济效益1亿元以上。
		优秀文化沉浸式展演服务关键技术研发及应用	围绕宁波优秀特色文化传播服务需求，结合虚拟现实、增强现实以及全息、裸眼3D、多媒体影像等技术与现代艺术展演创作的深度融合，创新个性化演出艺术创编方法，形成现场虚实融合的沉浸式展演集成解决方案并有效应用，构建虚实互动展演新模式；形成个性化演出艺术创编系统1套，创作特色优秀沉浸式展演作品不少于5项，观演场次20场以上；申请专利及登记软件著作权不少于5项。
	文化旅游融合服务	全域数字文化旅游综合服务平台构建及应用示范	重点面向国家全域旅游示范区，开展多源异构涉旅数据采集、融合与挖掘利用、虚拟旅游展示、精准推送等关键技术研究，建立集智慧旅游管理、智慧营销、文化旅游体验等功能于一体的服务平台。平台智慧管理技术水平与能力达到国内领先。申请专利及登记软件著作权不少于5项。年新增服务收入1000万元以上，新增就业50人以上。

领域	任务方向	拟部署项目名称	预期成果
文化科技融合	数字媒体交互服务	特色文化音视频产品的数字化开发与应用研究	开展音视频产品数字化技术研究，突破智能编目、语音分析检索、视频信息安全等关键技术，实现音视频资源化数据库可管、可防、可控，提高利用效率。云媒资库音视频资源收录量不低于10万小时，音视频检索响应时间不高于5秒，多码率视频播放不少于3种。申报专利及软件著作权不少于2项，新增服务收入不低于500万元。
	数字媒体交互服务	基于大型媒资库视频挖掘及精准传播技术研究	开展基于大型媒资库的视频挖掘和精准播放的研究，突破多元数据融合、视频编目、精准推送等关键技术，提高内容转化率，满足广大用户的个性化需求。制作重大主题课件10项以上，用户推送精准率达到90%以上，用户100万以上。申报专利及登记软件著作权不少于3项。新增效益500万元以上。
新兴服务业	数字经济体验服务	城市交通管理集成技术提升及应用示范	开展基于人工智能技术的城市智慧管理平台开发，突破智能传感、视觉算法、仿真模拟等关键技术，建立城市交通管理、智慧停车等功能的服务平台，并在典型区域进行应用示范。申报专利及登记软件著作权不少于5项。新增服务收入1000万元以上。
		全息互动分众科普教育关键技术研发及应用	开展全息制作、虚实融合、信息交互、视觉分析等关键技术研究，建立集视、听、玩、学于一体的超媒体儿童体验室，开发系统智能教育文化产品。申报专利及登记软件著作权不少于3项，开发教育课件5部以上，新增服务收入2000万元以上。
	“互联网+”健康促进服务	常见恶性肿瘤诊疗方案及临床路径优化研究	聚焦人民健康最关注的乳腺癌、肺癌、胃癌、肠癌等常见肿瘤，开展大样本数据对照分析、临床诊疗方案成本效果评价、综合诊疗方案优选与评价等关键技术研究，获得最佳效—费比诊疗方案，制定优化临床路径和规范化诊疗指南，并开展示范。
		心脑血管高危人群筛查与防控技术研究	围绕提高心脑血管病综合防控水平，开展心脑血管疾病高危人群综合筛查与防治适宜技术研究，研发基于大数据和健康物联网的心脑血管病高危人群筛查与防治信息服务平台，开展心脑血管病综合防控示范。建立心脑血管病高危人群筛查与防治信息服务平台，筛查人群数据不少于5万人；研究制定心脑血管疾病筛查方案，研究制定心脑血管疾病防控适宜技术不少于5项，并在基层医院开展示范应用。
		“互联网+”健康促进集成技术研究与应用示范	重点面向慢病管理、智能养老、口腔保健等医疗健康服务领域，开展服务模式及数据分析与融合、医疗隐私保护、疾病预测、健康管理等关键技术研究，并在典型区域应用示范。建立智能化管理服务平台，平台服务对象不少于100人，申报软件著作权不少于2项。
		基于人工智能的临床诊疗决策支持系统研发与应用	研制开发临床诊疗决策支持系统1个，实现智能影像识别、病理分型等决策支持，辅助决策支持准确率不低于90%。系统在不少于2个医疗机构应用。申报专利及登记软件著作权不少于3项。