

附件 4:

关键核心基础件专项申报指南

关键核心基础件是国家强基工程的基础，也是制造强市的基础与支撑，被列为宁波市重点培育的千亿级产业。本专项以宁波打造关键核心基础件科创高地建设目标为导向，结合宁波市重点产业与国家重大战略的发展需求，围绕轴承、液压件及泵阀、电机、模具、密封件、传动件、气动元件、紧固件等关键基础零部件领域开展布局，实施重大技术攻关，促进宁波市“246”万千亿级产业集群发展，支持和引领宁波市核心基础件制造业全面高质量发展，打造宁波品牌的核心基础件。

(一) 产业链关键核心技术攻关项目

1、超轻量化低噪声微型传动单元研发

研究内容：研发低吸水性高强度耐高温塑料传动构件，建立材料与产品结构的数字化关联模型，实现从材料组分到构件性能的精准预测；研发超轻量化精密微型减速机构，建立塑料轮齿修形方法和理论，设计全塑大传动比、高效率的紧凑型减速器结构；研发超轻量化低噪声精密传动机构，分析加工和装配误差、组件变形等对振动和噪声的影响，开发浮动吸收减振降噪机构；研发高可靠性、高柔性自动化组装装

置和具有通用性的零部件缺陷在线视觉检测技术，建立基于数字孪生的“产-检-用”全生命周期监测系统，搭建智能产线。

考核指标：开发超轻量化低噪声微型传动单元系列产品，建成一条产业化示范生产线。精密微型塑料减速单元总重量 ≤ 30 克，外形尺寸控制在 $\varnothing 26\text{mm} \times 50\text{mm}$ 以内，噪音 ≤ 42 dB；塑料蜗杆极限扭矩 ≥ 1.8 N·m，全塑组件极限扭矩 ≥ 7 N·m，螺母组件辐射振动加速度 ≤ 0.7 m/s²，疲劳寿命10万次。项目执行期内，实现销售3000万元以上，申请或授权发明专利不少于5件，发表学术论文不少于2篇，制定标准不少于1项，培养专业技术人才3名以上。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

2、大尺寸夹芯复合材料零部件湿法模压成型关键技术研发

研究内容：针对湿法模压成型工艺特点和树脂流变特性，开展大尺寸夹芯复合材料零部件湿法模压专用模具优化设计研究；设计集成湿法模压装备生产线，满足大尺寸夹芯复合材料零部件稳定批产要求；研究工艺参数对复合材料成型质量和性能的影响规律，建立工艺参数-缺陷-性能间的关联

关系，突破湿法模压工艺优化控制；研制典型大尺寸夹芯复合材料零部件，实现在新能源乘用车等的示范应用。

考核指标：建成大尺寸夹芯复合材料零部件湿法模压生产线，制造效率不低于 7 件/小时，良品率 $\geq 85\%$ ，年产能不低于 5 万件。模具动/静模定位精度优于 0.02 mm，模具型腔 HRC ≥ 50 ；复合材料零部件尺寸 $\geq 2.0 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ ，孔隙率低于 3%，拉伸强度 $> 400 \text{ MPa}$ ，拉伸模量 $> 20 \text{ GPa}$ ，在 80 °C 下 6 h 内和 130 °C 下 15 min 内不发生明显性能老化，在 800 °C 火焰下 2 min 内不发生烧穿现象。项目执行期内，实现销售收入 3000 万元以上，申请或授权发明专利不少于 2 件，发表学术论文不少于 2 篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

3、乘用车单片式高强钢控制臂总成高效成形关键技术研发

研究内容：研究单片式高强钢控制臂结构参数变化对乘用车悬架系统的影响规律，实现二者最佳匹配，进行结构优化设计；研究高强钢性能对控制臂总成疲劳寿命的影响规律，建立控制臂总成工艺/案例数据库，实现单片式高强钢控制臂

生产过程分析和全过程工艺仿真；测试高强钢板复杂成型工艺，研制连续高频次冲压模具；开发高强钢控制臂总成冲压生产线，实现控制臂总成规模化生产。

考核指标：实现抗拉强度850 MPa以上高强钢控制臂的全数字化结构设计、模具设计与生产过程监控，建成一条高强钢控制臂总成冲压生产线。控制臂总成疲劳性能：纵向加载-0.3 FA至+0.7 FA/侧向加载±0.3 FA的力、频率1 Hz-3 Hz、加载20万次后，本体无变形和裂纹；高强钢连续冲模寿命不低于150万冲次；产线生产效率不低于10件/分钟。项目执行期内，实现销售收入3000万元以上，申请或授权发明专利不少于5件，发表论文不少于4篇，培养/引进各类人才不少于5名。。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

4、新能源汽车一体成型超大型模胚研发

研究内容：设计模具钢成分，研发冶炼-浇注-锻造-热处理联合工艺，控制材料内部组织形态，获得应力小、缺陷少、强度高的超大型模具钢胚料；研制内置“实时响应”阻尼器模块的减振刀具，攻克深孔、深腔加工减振难题，达到有效减

振防振的效果，实现平稳切削；联合开发用于加工超大型模胚的重载重切天车式龙门五轴加工中心，提高机床刚度和局部载重能力，减少加工变形；制定超大型模胚加工策略，开发加工工艺，优化加工参数，进行加工路径规划，减少加工应力，避免热变形量，实现加工的高精度。完善模胚标准化库，建设超大型模胚示范生产线。

考核指标：建成一条新能源汽车一体成型超大型模胚生产线，开发出超大型模胚至少3个。实现模架重9000吨、单件板重140吨、锻件重150吨、设备可载重150吨、孔深1200 mm；工件模仁框平面度公差 ≤ 0.04 mm/3000 mm，垂直度公差 ≤ 0.025 mm/600 mm。生产线的MTBF ≥ 8000 h，模胚使用寿命不低于10万次模，MTTR ≤ 70 h。项目执行期内，实现销售收入3000万元以上，制定标准2项以上，申请或授权发明专利不少于3件，发表论文不少于2篇，培养专业技术人才3名。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

5、低噪音高密封耐腐蚀精密轴承组件关键技术研发

研究内容：建立轴承组件的转子动力学模型，开发低噪音、高密封精密轴承组件的敏捷设计技术；研发轴承组件耐

蚀涂层的涂覆与精密加工技术，提高轴承组件的耐腐蚀性；建立轴承组件各零件尺寸偏差的关联关系，开发集精密测量、精准定位、精确加载预紧力、精密动平衡于一体的轴承组件敏捷装配技术；开发多工况复合下的轴承组件性能和寿命测试装备，实现低噪音高密封耐腐蚀精密轴承组件的应用及产业化示范。

考核指标：建成一条低噪音高密封耐腐蚀精密轴承组件产业化示范生产线；轴承组件额定转速 ≥ 20 万转/min；额定转速下温升 ≤ 30 °C；轴承组件设计周期不超过 48 小时，轴承组件装配产线换装时间不超过 24 小时，轴承组件装配速度 400 套/小时；密封性：**IPX4** 试验条件下，轴承组件进水 ≤ 1 mg，**IP5X** 试验条件下，轴承组件进入 F240 白刚玉微粉个数 ≤ 1000 个/cm³；轴承组件中性盐雾试验超过 150 小时无明显锈蚀；额定转速下，轴承组件寿命 ≥ 1500 小时，轴承组件振动 ≤ 10 dB；项目执行期内，实现销售不低于 1 亿元，实现利润 1500 万元；申请或授权发明专利不少于 6 件，制定企业（行业）标准 2 项，发表学术论文不少于 6 篇以上。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业、高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

6、超高速、超精密多工位电机铁芯级进模具关键技术 研发

研究内容：研究超高速、超精密级进模具锁紧圈温度、过盈量、摩擦因子、接触面积等对冲片和铁芯质量的影响，设计优化铁芯成型锁紧结构以及油水冷却流道等高效散热系统，解决超高速冲压锁紧、散热难题；研究多扣点高度误差控制技术以及上模悬重与冲速的相关性，研发等高限位机构，确保高速冲裁下多扣点成型精度；开发在线实时监测料厚即时反馈叠高的智能控制系统，提高叠片铁芯成品一致性，实现“控形控性”；开发适用于超高速冲压的精准送料系统与成型铁芯输出系统，优化导正机构结构参数，抑制上下料位置偏差，实现与模具外自动化设备的高效衔接。

考核指标：开发系列超高速、超精密、冲裁超薄片的多工位电机铁芯级进模具。冲压速度不低于1000SPM，模具工作温度控制在30℃以下，模具关键部位精度优于1.5 μm，成型铁芯扣点高度误差小于0.01 mm。项目执行期内，实现销售3000万元以上，申请或授权发明专利不少于5件，发表学术论文不少于2篇，培养专业技术人才3-4名，提供第三方出具的模具检测报告1份。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过300万元，且不超过项目研

发总投入的 20%。

7、高强韧耐候紧固件关键技术研发

研究内容：依据应用场景，通过高强韧耐候紧固件用钢的设计与开发，掌握不同场景应用紧固件的成形工艺与材料加工特性的关系；完成高强韧耐候紧固件多工序成型技术的优化设计，开展成型技术多物理场耦合模拟仿真分析，形成高强韧耐候紧固件氢脆临界应变评价标准；开展高强韧耐候紧固件氢致延迟断裂调控技术、激光/射流冲击强化诱导的表层显微组织和力学性能技术研究，揭示其演变规律；开展组织不均匀调控等多技术多方法协同研究，开发紧固件材料与多工序的性-形一体化成型技术；组建高强韧耐候紧固件技术数据库，建设示范生产线。

考核指标：开展不同场景高强韧耐候紧固件关键技术研究，并建成一条示范生产线。成形构件室温抗拉强度不低于 1000 MPa，屈服强度不低于 960 MPa，断后伸长率不低于 12%，截面收缩率不低于 45%，HRC 不低于 35；批量生产合格率不低于 98%，耐腐蚀达到 ASTM F3125/F3125M 3 型 I 指数。项目执行期内，实现销售不低于 3000 万元；申请或授权发明专利 8 件以上，获得实用新型 6 件，发表论文 5 篇以上，形成企业标准不少于 4 项，培养技术人员 4 名。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

8、高耐候大规格薄壁盒壳组件整体精确成形关键技术研发

研究内容：研究不同变形参数下铝合金材料微观组织与性能演变规律，掌握材料冷变形特性和成形极限，建立材料数据库模型和成形极限图；研究不同拉深工艺参数下盒壳成形过程，探明深拉伸成形缺陷形成机理，突破缺陷抑控关键技术；研究坯料尺寸和模具结构参数等对深拉深成形回弹特性和组织-性能影响特点，优化设计尺寸和结构参数，突破大规格盒壳无焊缝整体精确成形关键技术；研究不同配比电解液和下电参数下成膜特性和膜层耐腐蚀行为和性能响应特点，优化设计微弧氧化复合处理工艺参数，攻克高耐候表面处理关键技术；建立示范生产线，实现产业化。

考核指标：建成一条薄壁盒壳组件整体成形示范生产线，研发新产品3种以上。产品外形尺寸不小于：1000 mm×800 mm×300 mm，对角线误差 ≤ 1.5 mm；配装面平面度 < 0.2 mm，成形角偏差 $\pm 0^{\circ}20'$ ；安装孔孔径误差 ± 0.1 mm，孔间距误差 ≤ 0.2 mm；中性盐雾不小于1000小时，UV-A340 紫外荧光老化

不小于1008小时。项目执行期内，实现销售不低于3000万元；申请或授权发明专利不少于4件，发表论文不少于3篇，培养专业人才6名以上。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发投入投入的20%。

9、高性能微型处理器高精密 LQFP 框架关键技术研发

研究内容：研究冷轧工艺对铜镍硅合金织构的影响，及合金织构对材料性能、残余应力的影响规律，建立铜镍硅合金冷轧工艺-合金织构-残余应力-性能间的关系；研发多传感融合的大规模转头控制技术，实现合金材料残余应力可控调节，制备具有良好塑性和成形性能的基材封装材料。研发高精密 LQFP 框架表面镀银技术，优化镀银工艺，获得有较高硬度和纯度的均匀光亮银镀层；开发棕色氧化技术、表面微蚀刻及表面颗粒化技术，优选高效及性能稳定的处理工艺；研究粗化工艺对封装树脂粘结性能的影响，实现基材 MSL1 可靠性；完善高精密 LQFP 框架整体生产工艺，实现量产，形成产业化示范。

考核指标：建成一条高性能微型处理器高精密 LQFP 框架批量生产线，研发新产品 3 种以上。框架厚度不超过 0.14

mm,产品密集度不低于 128 单元/条,引线脚数量不低于 128L,引脚间距小于 0.16 mm,集成电路基板棕化面粗糙度优于 1.5 Ra, 框架材质热传导率 190 W/(m.k); 项目执行期内, 实现销售收入 3000 万元以上; 获得集成电路布图 2 件以上, 申请或授权发明专利 3 件以上, 其中 PCT 专利 1 件, 发表论文不少于 2 篇。

有关说明: 要求企业牵头, 鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元, 且不超过项目研发总投入的 20%。

10、大尺寸大壁厚差高耐磨组件多工艺复合成形技术研发

研究内容: 研发新型 Mo、V 系耐磨材料, 设计材料成分, 开发精炼技术, 控制材料中 O、N、H 含量, 实现耐磨材料的强韧性、耐磨性、淬透性和可焊性的协调控制; 研究大尺寸大壁厚差高耐磨组件的连接与固定技术, 设计固定结构, 以简单装配实现部件的稳定固定; 开发耐磨件铸造工艺, 进行熔体流动、收缩、缩孔等的有效控制, 实现大尺寸大壁厚差耐磨件近零缺陷铸造; 开发耐磨件热处理工艺, 调控组织性能和残余应力, 满足使用性能; 建立示范生产线, 实现产业化。

考核指标：建成大尺寸大壁厚差高耐磨组件多工艺复合成形生产线，实现在大型挖掘机斗前耐磨组件等设备中的示范应用。挖掘机吨位不低于 500 吨，斗前耐磨件长度不少于 5 米，斗齿使用寿命不低于 600 小时，斗齿冲击韧性 $\geq 30 \text{ J/cm}^2$ ，硬度 $\geq 53 \text{ HRC}$ ；耐磨材料中气体含量 $\text{O} \leq 20 \text{ ppm}$ ， $\text{N} \leq 100 \text{ ppm}$ ， $\text{H} \leq 2 \text{ ppm}$ ；项目执行期内，实现销售额不低于 3000 万元；申请或授权专利不少于 4 件，发表论文不少于 2 篇，培养专业人才 4 名以上。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

11、全耐候性碳纤维高强同步带研发

研究内容：开展高强同步带结构设计，进行复合材料有限元分析，建立力学模型并进行结构优化，研究优化齿形结构参数，避免高扭矩传动过程中出现脱齿和断裂；考虑拉伸模量、抗拉强度、线膨胀系数、丝束含量等进行碳纤维选型，研究基体与纤维力学性能的合理匹配，研发碳纤维表面改性技术，优化碳纤维表面酸氧化和物理刻蚀工艺；研发聚氨酯主材与碳纤维骨架的胶合技术，研究聚氨酯多尺度结构、碳纤维表面处理条件以及主材料与骨架界面强度与力学破坏

模式之间的关系，提高结合强度；开展产品性能检测和质量监控，优化复合成型工艺，提高产品质量和生产稳定性，建立同步带示范生产线，实现产业化。

考核指标：开发出国际先进水平的全耐候高强同步带产品，并建成示范生产线。同步带直段拉伸强度 $>900\text{ N/mm}$ ，芯绳粘合强度 $>2100\text{ N}$ ，耐低温性能： $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下工作 5 小时无开裂，耐水性能： $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下工作 1 小时齿布粘合强度不低于 11 N/mm ；提供第三方产品检测报告 1 份。项目执行期内，实现销售不少于 3000 万元；申请或授权发明专利不少于 2 件，发表论文 2 篇以上。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

12、面向新能源汽车的轻量化驱动轴总成关键技术研发

研究内容：研发具备高强度和高扭转疲劳性能的新型轻质合金轴杆材料；研发高强度、高扭转疲劳和耐磨性能的新型万向节材料；以新能源汽车后驱动轴总成为主要研发对象，研发高强抗疲劳空心管及旋锻空心驱动轴结构设计技术；根据新能源汽车对于NVH的严苛要求，研发可应用于不同角度需求的8球道结构新型轻量化万向节，建立PCJi节、端面花

键、轮毂轴承一体化驱动轴设计方法；基于有限元分析方法，对新型轻量化驱动轴总成关键核心部件动态破坏强度、扭转疲劳，寿命，NVH进行仿真分析，建立起从“理论-仿真-测试验证”的所有分析模型；在现有的设备基础上开发能够满足新产品结构的锻打工艺技术及热后球道硬车硬铣加工程序，搭建驱动轴总成整体性能测试系统和平台，具备模拟整车道路测试路谱导入试验设备的技术，替代整车道路综合测试；研究新能源汽车驱动总成轻量化路谱采集及处理方法，通过路谱采集的数据进行BLOCK的转换，并完成节型和中间传动轴的寿命预测分析。

考核指标：开发具备高强度、高扭转疲劳性能的新型轻质合金轴杆材料和新型万向节材料，26.5 mm最小轴杆直径样件的静扭强度应达到6000 Nm，屈服强度应达到4100 Nm，扭转疲劳强度实验中，加载扭矩为 ± 1900 Nm，频率2-4 Hz，加载次数达到30万次以上；开发一种适用于新能源汽车的新型轻量化驱动轴总成，满足各个需求角度情况下的8球道万向节和高强抗扭转疲劳中间传动轴，在6°安装角度的万向节传递效率提升到99.7%以上。万向节最大工作角度突破53°，在产品竞争力上达到行业领先水平。项目执行期内，实现销售2000万元以上；申请或授权发明专利不少于3件，发表学术论文不少于3篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联

合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发投入总投入的 20%。

13、超精密微结构镜片模具关键技术研发

研究内容：研究超精密微结构镜片的微结构尺寸与模具关键成型零件尺寸间的映射关系，建立超精密微结构镜片模具面型补偿模型，逆向设计超精密微结构镜片成型模具的面型驱动方程；研究超精密微结构镜片模具加工技术、模具装配精度控制技术及模具零件高精度检验技术，提高模具装配精度和产品质量的稳定性；分析注射成型过程中超精密微结构镜片的温度场分布及变化规律，研发模具温度场控制技术，确保注塑时模仁表面恒温调控；研发专用的超精密微结构镜片成型模具关键配套工艺及装备，构建超精密微结构镜片注塑生产线，实现从原料到产品的全流程质量管控，形成产业化示范应用。

考核指标：研发成功超精密微结构镜片模具2套、建成超精密微结构镜片注塑生产线1条。模仁表面粗糙度 $Ra \leq 3 \text{ nm}$ ，模架平面度精度 $\leq 0.002 \text{ mm}$ ，模架定位系统精度 $\leq 0.005 \text{ mm}$ ，模具型面温度偏差 $\leq \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ，微结构齿间距范围 $0.15 \pm 0.02 \text{ mm}$ ，微结构齿尖角 $R \leq 0.002 \text{ mm}$ ；提供第三方出具的模具检测报告1份。项目执行期内，实现销售收入不少于3000万元；

申请或授权发明专利不少于3件，制定企业标准2项以上，发表论文不少于2篇，引进或培养高层次人才2名。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

14、高性能微型电气比例阀研发

研究内容：研制高性能微型电气比例阀，建立比例阀关键零部件结构、电磁场、介质流场间的耦合模型和关键部件的寿命预测模型，探明阀体在不同介质下的性能退化机理，提出比例阀关键零部件新型设计方案；研究多流体介质条件和不同温度场下微型比例阀控制响应规律，探明多物理场耦合作用下阀内节流膨胀、热补偿与流量迟滞机制，突破小流量气体流量压力精密快速调节，多介质热补偿反馈的高精度、快响应控制技术；基于精益生产制造方法，优化阀芯、衔铁等关键难加工组件加工工艺，实现多型号批量生产。

考核指标：建成高性能微型电气比例阀产业化示范生产线，实现在气相色谱仪EPC、质谱仪等精密科学仪器以及高端呼吸机、麻醉机等医疗设备中的示范应用；响应时间： $< 20\text{ ms @ } < 5\text{ L/min}$ ($< 15\text{ ms @ } > 5\text{ L/min}$)；功耗：低于1W；迟滞性： $\leq 5\%$ ；平均故障间隔时间 ≥ 5000 小时；生命周期达1

亿次。项目执行期内，实现销售收入不少于2000万元；申请或授权发明专利不少于3件，制定标准不少于1项，发表学术论文不少于2篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过300万元，且不超过项目研发投入投入的20%。

15、超低滞环高精高压电-气压力控制单元的研发及产业化

研究内容：开展超低滞环高精高压电-气压力控制单元的关键技术开发及示范应用，优化高导磁低矫顽力软磁合金的结构组分，研究比例电磁铁准恒定输出技术，设计高精高稳定比例电磁铁结构及材料；开展高压密封自调节机构的研究，设计超低滞环高精高压电-气压力控制单元核心零部件结构方案；开发高集成闭环智能比例控制模块，实现高精自抗扰控制；研究超低滞环高精高压电-气压力控制单元检测技术，设计开发具有通用性、互换性的零部件缺陷和关键性能指标在线测试成套装备，实现自动化检测生产线。

考核指标：建成超低滞环高精高压电-气压力控制单元产业化示范生产线，实现压力连续变化的高精控制，在激光切割、吹塑成型等领域示范应用。额定条件下，实现产品线性

度 $\leq 1\%$ F.S., 分辨率 ≤ 1 kPa, 滞环 ≤ 0.028 bar, 无负载条件下充气响应时间 ≤ 30 ms, 重复性指标: 2.5%, 额定流量 $Q_n=1300$ l/min, 最高输出压力28 bar, 最小工作压力0.5 bar+最高输出压力, 最大工作压力30 bar。项目执行期内, 实现销售不少于3000 万元; 申请或授权发明专利不少于 4 件, 发表学术论文不少于 3 篇, 培养专业技术人才 2 名以上。

有关说明: 要求企业牵头, 鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元, 且不超过项目研发投入投入的 20%。

16、汽车热冲压模具局部形性精密调控关键技术研发

研究内容: 针对新能源汽车超高强钢和高强铝合金热冲压件精密成形需求, 研究模具温度场调控、精细加工、摩擦传热过程对热冲压局部质量的影响, 建立冲压产品与模具工艺联动控制技术; 开发模具多形态冷却管道的结构拓扑设计优化技术, 突破复杂型腔模具结构高精度高稳定的加工工艺; 发展多元多层 PVD 复合强化模具涂层技术, 研究表面组分结构对模具力-热-摩擦性能的损伤规律, 提出精确调控延寿技术; 搭建热冲压模具系统智能化制造生产线, 实现汽车热冲压金属零部件局部形性精密调控技术产业化。

考核指标: 建成热冲压模具系统设计与制造智能化生产

线，并实现汽车超高强钢和高强铝合金热冲压件局部形性精密调控技术产业化应用。热冲压 B 柱高强防撞区屈服强度 ≥ 950 MPa，抗拉强度 ≥ 1300 MPa；低强吸能区屈服强度 400-550 MPa，抗拉强度 550-700 MPa，延伸率 $\geq 15\%$ ；零件整体厚度减薄率 $\leq 20\%$ ，尺寸精度合格率 $\geq 90\%$ ；强化涂层硬度 ≥ 25 GPa，抗高温稳定性 ≥ 900 °C，结合力 ≥ 50 N；模具使用寿命 ≥ 40 万冲次。项目执行期内，实现销售收入不少于 3000 万元；制定企业或行业标准 2 项，申请或授权发明专利不少于 4 件，发表学术论文不少于 3 篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

17、高功率大扭矩自变速液压马达及系统关键技术研发

研究内容：开展高功率大扭矩自变速液压马达的自变速机构、高承载摩擦副、低泄漏配流副、大转矩机械传动等关键部件的设计，实现产品的变排量、高调速比和高效率；研究马达关键摩擦副的制造工艺和表面强化技术，实现产品在重载和变载荷工况下的长寿命运行；研究配流副的油膜承载特性和润滑界面状态，降低马达的泄漏量，提升低速稳定性；研究马达的机械健康状态识别及故障诊断技术，实现产品在

多变工况运行状态下故障特征快速精准提取和自反馈控制。

考核指标：开展高功率大扭矩自变速液压马达的系列化设计研发,包括额定压力为 25 MPa、公称排量范围为 100 ml/r ~ 4300 ml/r 的至少 5 种系列；系列产品在额定工况下的总效率不低于 85%，噪声值不超过 80 dB(A)，最高转速达到 1000 r/min；产品的最高压力达到 35 MPa，最高输出功率达到 200 kW，启动扭矩不高于 1500 N·m,最大额定扭矩不低于 8000 N·m，最大输出扭矩达到 10000 N·m，运行寿命不低于 1000 h。项目执行期内，实现销售不少于 3000 万元；申请或授权发明专利不少于 5 件，发表学术论文不少于 5 篇；提供覆盖考核指标中所有参数的第三方检验报告 1 份。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

18、柔性多功能传感芯片及系统的关键技术研发

研究内容：以柔性温湿压气检测为基础的柔性可穿戴多功能生理监测传感芯片研发为核心，研究敏感材料的设计及合成方法，对传感芯片的结构设计及仿真、后端变送电路和智能算法设计等关键技术进行研究。以传感芯片为基础，研究微弱信号提取电路的设计及制备方法，研究多信号融合及

补偿等关键技术，并设计多功能多参量信号在线监测系统。

考核指标：提供柔性多功能传感芯片5支以上，演示系统1套以上，其主要技术指标不低于如下指标：芯片尺寸<15 mm×15 mm；实现温度检测（范围：-20-80 °C，精度：±0.1 °C，响应时间T50：<500 ms）；实现湿度检测（范围：0~100% RH，精度：±3%RH；响应时间T50：<6 s）；实现压力检测（范围：0~10 kPa，响应时间T50：<50 ms）；实现氨气检测（范围：0~1 ppm，响应时间T50：<15 s）。项目执行期内，实现销售额不低于3000万元；申请或授权发明专利不少于5件，发表学术论文不少于8篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过300万元，且不超过项目研发总投入的20%。

19、二类超晶格高温红外探测装备关键技术研发

研究内容：面向小体积、低功耗的制冷型二类超晶格红外探测装备对于高工作温度需求，设计二类超晶格材料宽带隙势垒结构，仿真宽带隙与扩散电流的关联性；基于分子束外延技术，研究低缺陷密度、高界面质量二类超晶格材料；开发低暗电流芯片制造工艺，实现高性能表面钝化技术；研究无热化红外光学镜头设计与制造，实现小型化、高透过率

红外镜头；研究低噪声信号处理控制电路，构建基于场景的图像校正与噪声抑制算法，实现高工作温度制冷型二类超晶格红外探测装备的成套集成与产业化。

考核指标：实现中波波段高工作温度二类超晶格红外探测装备一套；装备工作温度150 K；噪声等效温差 ≤ 23 mk；镜头调制传递函数达到衍射极限的80%；信号处理电路输出图像的峰值信噪比50 dB。项目执行期内，实现销售不少于3000万元；申请或授权发明专利不少于3件；发表高水平论文不少于3篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

20、高性能多合一深度集成电驱动系统技术开发

研究内容：研究多合一混动域控制器、分布式双电机电驱动系统总成等集成电驱动技术，对电机、变速器、控制器、冷却系统与线束接口进行系统化研发，一个域控制器取代原来多个分离控制器实现相关控制功能，并从功能融合维度，深度分析各控制器应用场景及功能需求，避免硬件冗余设计，节省成本；通过合理布局低压控制板和高压驱动板及EMC的正向设计，解决高度集成后的电磁干扰问题，增加产品可靠

性；集成式的水冷方案及冷却管路优化布置，解决大功率器件的散热问题；考虑整车机舱布置尺寸边界条件进行合理布局，达到高级别系统防护等级和平台化应用。

考核指标：电驱动系统峰值效率 $\geq 94\%$ ；功率密度 ≥ 4.75 kW/kg；扭矩密度 ≥ 54 Nm/kg；系统符合功能安全ASIL-C要求，防护等级IP6K9K，工作温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 105^{\circ}\text{C}$ ，控制器软硬件自主化率95%以上。项目执行期内，实现销售收入不少于2000万元；申请或授权发明专利不少于6件，发表论文2篇以上。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

21、高参数海洋机械密封泵关键技术研发

研究内容：针对海洋机械泵的高压和强振动冲击服役机械密封需求，开展压力-振动-冲击耦合工况下机械密封泵的结构仿真设计，研究高参数工况的运动力学与密封特性；开发高强高韧碳化硅密封环的工艺制造和均匀成形控制技术；研究密封环端面金刚石改性工艺，突破海水动静密封耐磨蚀碳基涂层表面处理关键技术；建立海洋极端工况密封系统测试评价平台，实现高参数海洋机械密封泵的性能评价及关键

产业化应用。

考核指标：建成海洋抗高压与强振动冲击服役机械密封系统生产线，并实现海工重大装备用高参数机械密封泵产业化应用。密封环抗弯强度 ≥ 600 MPa，断裂韧性不小于 6.5 MPa·m^{1/2}；改性密封环端面在海水中的摩擦系数 ≤ 0.06 ，腐蚀电流密度 $< 1.0 \times 10^{-7}$ A/cm²，体积磨损率 $\leq 1.0 \times 10^{-6}$ mm³/N·m；机械密封产品在 0-5 MPa 压力、转速 0-4500 rpm 下的泄漏量 ≤ 3 ml/h。项目执行期内，实现销售收入 4000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 3 篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

(二) 前沿引领技术攻关项目

22、电动汽车用全域高效变磁通记忆电机关键技术研究

研究内容：深入研究记忆电机拓扑构造方法及演变规律，探索不同拓扑间的内在联系，优化变磁通记忆电机结构形式；研究记忆电机永磁磁滞特性和精确化磁场建模方法，为电机快速准确性能评估和优化设计提供理论基础；研究记忆电机高效运行控制技术，探索磁链观测和最优磁化状态切换方法，实现记忆电机的高效高动态响应控制；设计并搭建适合于记

忆电机调速性能、功效测试的测试平台，对该电机系统的综合性能进行分析验证。

考核指标：研制电机原理样机2套，高效能控制器2套；开发供电动汽车实验、测试的工程样机系统1套，完成台架实验并达到如下技术指标：转矩密度： $>40 \text{ Nm/L}$ ，1.5倍额定负载可稳磁，调磁电流 <3 倍额定电流，调磁范围：3~4倍，相比恒定磁化状态WLTC损耗降低25%以上。项目执行期内，发表高水平论文10篇以上，其中SCI论文6篇以上；申请或授权发明专利不少于6件；培养博士研究生2人，硕士研究生4人。

有关说明：高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过100万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的30%。

本领域项目申报指南编制专家组名单：

程晓民 宁波工程学院

汪爱英 中科院宁波材料所

仇一鸣 宁波菲仕技术股份有限公司

储吉江 宁波双林模具有限公司

罗来慧 宁波大学

王吉利 宁波亿日气动科技有限公司

刘丽娇 国家气动产品质量检验检测中心