

附件

“高档数控机床与基础制造装备”科技重大 专项 2018 年度课题申报指南

“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项

实施管理办公室

二〇一七年七月

一、2018 年度课题申报须知

（一）指南说明

“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项（以下简称“数控机床专项”）根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》的要求设立，其内容的依据是国务院常务会议审议通过的《数控机床专项实施方案》。

本次发布的课题申报指南，通过评审选择课题承担单位。

（二）申报条件

1、凡在中华人民共和国境内注册、具有独立法人资格的内资或内资控股的生产企业、事业单位、大专院校等均可申报，不接受个人申报。

2、对课题责任单位的要求

（1）申报单位须是相关领域的生产企业或研究单位，具备较强的研究开发能力、良好的运行管理机制，能够提供足够数量的配套资金和相关的配套条件，单位财务状况良好。

（2）成立时间在 2016 年 1 月 1 日（含）之前。

（3）前期在专项同一研究方向有多项在研课题、承担课题逾期未能验收及课题验收未通过的课题责任单位，不得牵头和参与 2018 年度课题申报。

3、对课题负责人的要求

（1）1960 年 1 月 1 日（含）以后出生。

（2）具有副高级（含）以上职称。

(3) 每年(含跨年度连续)离职或出国的时间不超过3个月。

(4) 在研国家级科技计划项目/课题负责人,不得作为课题负责人申报。

4、鼓励“产、学、研、用”联合申报课题。多个单位联合申报的,各方须签订联合申报合作协议,明确约定课题申报单位、参与单位承担的研究任务、考核指标、专项经费比例和知识产权归属等,并作为课题申报书的附件。

5、每个申报课题须对所研究的内容进行科技查新,并提供由部省级以上科技查新部门出具的查新报告,查新时间应在2017年1月1日以后。

6、根据《“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项知识产权管理实施细则》的规定,课题申报单位应当提交本领域核心技术知识产权状况分析报告(课题申报单位自行编制或委托第三方机构编制),作为申报书的附件,内容包括分析的目标、检索方式和路径、国内外知识产权现状和主要权利人分布、本单位知识产权状况、课题的主要知识产权目标、创新性和侵权风险及其应对策略、对产业化的影响等。课题申报单位拟在研究开发中使用或购买他人的知识产权时,应当在申报材料中作出说明。

7、申报单位应按照指南的要求提供相应的配套经费。

8、课题申报书应经课题责任单位所在省(自治区、直辖市、计划单列市)工业主管部门或相关重点领域央企盖章并签署意见。

9、课题预算书请按照《民口科技重大专项资金管理暂行办法》（以下简称“办法”），由申报单位财务部门组织编写；预算申报软件初始设置中编号级别选择课题级，课题编号自行编制，填报类型选择基础数据，保密级别选择空白；申报事前立项事后补助支持方式的课题，按照《民口科技重大专项后补助项目（课题）资金管理办法》，在课题验收前一般只拨付不超过中央财政经费 30%的启动经费，其余中央财政经费待通过验收后方予拨付。

10、课题申报书在评审之前将进行形式审查，凡不符合申报要求的，视为无效，不进入评审程序。

形式审查的要点公示如下：

（1）课题负责人应具有中华人民共和国国籍（千人计划引进人员除外），课题实施期限结束时年龄在 60 岁（含）以下，具有副高级（含）以上职称；课题负责人应为课题责任单位员工；

（2）企业须附营业执照复印件，大学及科研院所可附营业执照或组织机构代码证复印件（须加盖公章，并附在课题申报书后）；

（3）申报条件中如要求配套资金比例的，须提供地方/行业配套资金承诺函（原件至少一份，附在课题申报书中）；

（4）科技查新报告（委托查新时间应为 2017 年 1 月 1 日以后）及知识产权分析报告；

（5）凡提供自筹经费的企业单位（牵头及参加单位），需附加加盖公章的 2015、2016 两个年度财务报表（资产负债

表、损益表和现金流量表，附在课题预算书后）；近两年出现严重亏损的企业，其筹资能力将进行严格审核。

（6）前期在专项同一研究方向有多项在研课题、承担课题逾期未能验收及课题验收未通过的课题责任单位，不得牵头和参与 2018 年度课题申报。

（三）申报要求

1、申报书申报

课题申报书由数控机床专项课题申报软件填报（用户名：user，密码：123456），填报完成后导出申报书电子版（*.kas 文件）并刻录光盘，光盘标签及电子版文件名称应为：“课题号-单位简称-课题名称”。

2、预算书申报

课题预算书由国家科技重大专项预算编报系统软件填报，填报完成后导出预算书电子版（*.owl 文件）并刻录光盘，光盘标签及电子版文件名称应为：“课题号-单位简称-课题名称”。相关内容要与课题申报书保持一致。

3、纸质申报材料编制

申报单位填报申报书和预算书后，导出电子版打印相关申报材料。纸质申报材料条形码应与电子版材料完全一致。按以下顺序装订：

（1）《数控机床专项课题申报书》及其附件

附件包括：

- 国家或部省级以上科技查新部门出具的查新报告（原件至少一份，附在课题申报书后）；

- 知识产权状况分析报告（课题申报单位自行编制或委托第三方机构编制）；
- 申报单位（含参加单位）营业执照（大学或科研院所可提供组织机构代码证）（复印件，附在课题申报书后）；
- 联合申报合作协议（原件至少一份，必须包含经费分配比例，附在课题申报书后）；
- 自筹及地方/行业配套资金承诺函（原件至少一份，附在课题申报书中）；
- 中央以外渠道资金来源证明（原件至少一份，附在课题申报书中）
- 其他附件。

（2）《国家科技重大专项项目预算书》及其附件

- 凡提供自筹经费的企业单位（牵头及参加单位），需附加盖公章的 2015、2016 两个年度的财务报表（资产负债表、损益表和现金流量表，附在课题预算书后）；
- 其他附件。

申报材料一律 A4 纸双面印刷（含附件），宋体小四号字打印，胶订成册，不加塑料封皮。

课题申报书一式十二份（正本一份，并在封面注明，副本十一份）；课题预算书一式五份（正本一份，在封面注明，副本四份）；以上两类申报文件请分别装订。

申报材料应附上申报书、预算书电子版光盘（*.kas 文

件、*.owl 文件) 一份, 光盘标签及电子版文件名称应为:
“课题号-单位简称-课题名称”。

纸质申报材料应经所在省(自治区、直辖市、计划单列市)工业主管部门或相关重点领域央企审核。审核通过后, 由地方工业主管部门或相关重点领域央企汇总并行文(附推荐课题清单), 将申报材料按时间要求集中送达至规定地点(不接受邮寄申报材料)。

4、申报及报送时间

组织推荐及报送时间: 2017 年 8 月 24 日—8 月 25 日 17:00。

请严格按照时间要求完成申报材料的提交和报送, 逾期不予受理。

5、申报材料受理与咨询

(1) 材料受理

受理单位: 工业和信息化部产业发展促进中心

报送地址: 北京市海淀区万寿路 27 号院 8 号楼 1104 室

接收人: 专项三处 石平 010-68207751

(2) 咨询电话 (工作时间 8:30-17:00)

王禹林 010-68207754

石平 010-68207751

郭宁 010-68207729

(3) 课题申报软件技术支持联系方式

王晓飞 电话: 010-56015998 手机: 15001036401

徐耸 电话: 010-56015998 手机: 13810641967

(4) 预算编报系统软件技术支持联系方式

联系电话：010-62211334（煤科总院软件所）

申报过程中，如对课题申报指南和申报程序有疑问，请及时与联系人进行联系。

二、2018 年度课题申报指南

课题 1~课题 19 (略)

(四) 汽车及汽车发动机制造装备领域

课题 20 高档轿车覆盖件大型伺服冲压生产线智能技术国际领先提升及应用工程

1、研究目标

针对我国自主品牌高档轿车新结构、轻量化、高安全、高柔性制造对多材质车身大型覆盖件高速冲压生产的迫切要求,结合国产大型伺服压力机、铝合金车身成形工艺与装备等成果,开展全伺服智能化冲压技术提升,建立汽车多材质覆盖件工艺数据库,整体达到国外同类产品的世界领先水平。

2、考核指标

(1) 建成高档轿车覆盖件大型伺服全自动冲压生产线 1 条,伺服冲压线工序数 ≥ 4 ,滑块行程 $\geq 1000\text{mm}$,公称力 $\geq 60000\text{kN}$,装模高度 1000~1400mm,移动工作台模具面积 $\geq 4500 \times 2500\text{mm}$,带件最高生产节拍 18 次/分,滑块运行垂直度 $\leq 0.02\text{mm}$,噪音不超过 80dB,整线 SPH 不低于 700 件(每小时冲压件生产数量),满足 4~6 种车型混线生产,3 种以上不同材质板材混线冲压生产。

(2) 生产线具有以下智能化功能:具有远程运维服务功能(可实现全自动生产线远程无人操控、运行状态监测、故障诊断与修复,可对全自动生产线提供健康状况监测、设备维护方案制定与执行等);具有自主开发的精确设备控制系统(完善的系统结构和全面的控制网络、整线运行轨迹根据工艺需求自适应生成);具有全面的、可集成的生产数据管理系统和实用的、具备优化功能的生产调度仿真系统。

(3) 开展铝合金汽车覆盖件成形工艺优化、回弹控制技术研究,建设汽车用铝合金板材性能数据库。

(4) 开展大型伺服冲压生产线整线数字样机仿真技术研究,建立整线装备数字化模型库(模型数量不少于 300 个),实现生产线关键物理量采集与虚拟现实仿真系统的虚实融合,数据融合与延迟小于 0.5s。

(5) 开发大型伺服冲压生产线工艺参数智能设计工具，关键工艺性能预测准确率达到 95%以上。

(6) 开发汽车车身冲压件缺陷智能检测系统，次品检出率 90%以上，在线检测效率 700 件/小时以上。开发上位机管理软件和下位机控制软件各 1 套。

(7) 建立基于大型伺服冲压生产线多源大数据的全服役周期可靠性评估标准。

(8) 课题牵头单位应对投入实际使用的设备运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(9) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装、组线、调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(10) 形成不少于 2 项技术标准，申请并受理不少于 5 项发明专利。

3、研究内容

(1) 大型伺服冲压生产线节拍提升技术、数字化 (IT) 与机械化深度融合技术研究。开展按照时间和能量进行主驱动动力学的双优化、大型伺服压力机高动态响应、高运动柔性 with 运行动力学优化相结合的运动规划及控制的技术提升、整线自动化与主机运动干涉曲线仿真技术提升、智能液压伺服垫技术、大型伺服冲压线智能维护技术等研究。

(2) 基于大数据学习的大型伺服冲压生产线工艺参数智能设计技术研究。将冲压大数据学习与成形过程有限元分析结合，构建工艺参数、模面设计、模具结构设计对成形性能的影响模型，实现铝合金冲压件成形性能智能预测，解决冲压成形工艺参数智能优化难题。

(3) 虚实融合的大型伺服冲压生产线整线数字样机仿真技术研究。实现生产线关键物理量采集与虚拟现实仿真系统的虚实融合、生产线冲压过程仿真、可视化模拟预测大型伺服冲压生产线整线冲压过程关键物理量与关键性能的演化规律。

(4) 汽车车身冲压件缺陷智能检测技术研究。分析典型冲压件潜在缺陷特征差异性，研究冲压件潜在缺陷样本分类统计学习方法，对多种因素干扰下典型潜在缺陷类型进行分类识别。

(5) 研究大功能部件智能寿命预警、轴承震动智能检测及运动部件智能故

障等多源大数据采集、挖掘与集成分析技术。结合生产线运行精度可靠性技术研究，建立基于大数据驱动的大型伺服冲压生产线服役周期系统动态可靠性模型，形成高端成套智能装备全服役周期可靠性评估标准和技术体系。

(6) 针对铝合金在冲压成形过程中容易产生破裂、起皱、回弹等缺陷，进行成形工艺有限元分析及工艺参数的影响、模面设计及影响、模具结构设计等研究。

(7) 针对铝合金覆盖件产品的材料性能、工艺参数、模面结构等的研究及优化，进行铝合金覆盖件产品的模具结构优化设计及加工。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于15%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位为汽车装备制造企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业，具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上每个申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过5家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题21 乘用车多材质车身高效柔性涂装生产线

1、研究目标

针对乘用车多材质车身涂装节能、环保、智能、柔性需求，集成高效静电旋杯、输送机核心装备等，结合最新材料表面处理技术、干式喷漆循环回用风技术、喷漆烘干VOC处理和余热回收、智能化及能源管理等技术，建设能够适应不同材质和多车型车身、短工艺的节能环保高效智能柔性涂装生产线。

2、考核指标

(1) 建设乘用车多材质车身柔性涂装生产线 1 条，满足钢、铝、镀锌板等多材质的前处理、电泳涂装和喷涂要求，年产不低于 10 万辆。

(2) 研制高效静电旋杯至少 1 套，涡轮马达转速：8000~70000rpm；涂装距离(带高压)150~300mm，涂装速度 $\geq 1.2\text{m/s}$ ；涂料液滴直径可雾化 50~100 μm ；喷涂范围：10~500mm；最大使用电压：10kV。

(3) 研制多材质车身旋浸前处理电泳底漆线 1 条，较传统摆杆输送系统生产线长度减少 30~35%，槽体容积 30~35%，返修率低于 15%。

(4) 采用自主研发的干式喷房+循环风+机器人自动喷涂生产线比传统涂装线节约安装空间 20%，节约送、排风量 $\geq 85\%$ ，减少污染物排放 $\geq 65\%$ ，节约电能和天然气 $\geq 55\%$ ，水和化学药品 100%。

(5) 采用自主研发的输送和烘炉一体化集成技术，相对常规结构烘干炉，减少热量消耗及废气量排放 28%以上。废气焚烧炉及供热系统装置能够净化有机废气 15000 m^3/h 以上；节能环保喷漆室和烘干室节能 25%以上；烘干炉挥发性有机化合物（VOC）的处理效率 98%以上。

(6) 涂装设备实现控制高柔性、高效率、高可靠性，满足 MES 系统要求，开动率不低于 95%。

(7) 开发表面前处理、环保型涂层材料及工艺体系，涂层耐中性盐雾 ≥ 1000 小时。对比分析国内外汽车涂装新技术 5 种以上，建立多材质汽车涂装腐蚀数据库 1 套。

(8) 国产装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(9) 申请并受理不少于 5 项发明专利，形成不少于 5 项技术标准。

(10) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 高效静电旋杯与机器人匹配性研究。开展优化设计方法、三维仿真、自动控制技术研究，提升喷涂效率和可靠性、降低涂料消耗。

(2) 多材质车身涂装材料与工艺研究。开发适用于多材质车身的前处理、废水处理与回用、电泳底漆涂装材料及工艺，开展短流程涂装工艺研究、关键工

序不同工艺参数之间的模糊适配，开发多材质汽车涂装腐蚀数据库。

(3) 智能柔性涂装集成技术研究。以互联网技术为基础，研究智能化、远程化涂装控制技术，进一步提高涂装生产线生产效率和柔性化水平。

(4) 研发包括旋浸、高速低噪输送系统在内的新一代输送系统，提高涂装效果和效率，降低生产成本，减少噪音和污染排放。

(5) 开展循环风回用、转轮浓缩及热能回收技术研究，最大限度提高涂装生产线节能效果，减少污染排放。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于15%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车涂装设计制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位为汽车涂装设计制造企业或汽车制造企业，应具有上述领域的技术积累、基础研究和业绩，具备较强的专业研发团队和较完善的试验、开发条件。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上每个申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过10家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题22 重型商用车柴油机柔性自动化装试技术与装备

1、研究目标

针对重型商用车柴油机装配、检测、试验技术与装备与国外的差距，开展研究智能化装配及测量技术、生产过程控制和信息管理技术、柴油机冷试技术研究，形成工艺智能匹配和制造一致性的生产线整体解决方案。研制柴油机冷试设备，构建柴油机冷试测试数据库及技术规范和标准。形成满足国V、国VI排放标准的重型商用车柴油机柔性自动化装试生产线，可靠性达到国外同类设备先进水平。

2、考核指标

(1) 建设符合国V、国VI排放标准柴油机柔性自动化装试生产线不少于1条。年产量不低于10万台，生产节拍 $\leq 2.7\text{min/台}$ ，输送速度 $6\sim 10\text{m/min}$ ，设备负荷率85%以上。

(2) 开发柴油机冷试设备1台套。驱动电机功率30kW，电机驱动转速 $0\sim 1000\text{rpm}$ ，扭矩测量范围 $0\sim 200\text{N}\cdot\text{m}$ ，温度测量范围 $0\sim 100^\circ\text{C}$ ，扭矩测量精度 $\pm 1\%\text{FS}$ ，真空压力测量精度 $\pm 1\%\text{FS}$ ，压力测量精度 $\pm 1\%\text{FS}$ ，温度测量精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，采样速率1kHz，测试节拍220S。

(3) 集成应用国产“活塞连杆组件自动分装线”、“活塞连杆组件自动装入缸体设备”、“柴油机气门锁片自动上料压装机及自动检测机”、“缸套自动压装机”、“多轴可变位自动拧紧机”、“自动上下料设备”、“工件姿态自动变换设备”等自动装配设备10台套以上。

(4) 开发生产线配置智能化装配生产过程控制和信息管理系统、柔性自动化装试线工艺匹配的系统软件，满足实际生产需求。

(5) 国产数控机床/装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(6) 形成不少于5项技术标准、申报并受理不少于5项发明专利。

(7) 课题形成不少于10人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 汽车柴油机柔性自动装配和自动测试设备研发。对“活塞连杆组件自动分装线”、“活塞连杆组件自动装入缸体设备”、“柴油机气门锁片自动上料压装机及自动检测机”、“缸套自动压装机”、“密封检测、间隙和回转力矩自动测量等设备中的关键技术进行开发并加以模块化。

(2) 研究冷试过程中柴油机的测试参数，如扭矩、正时、机油压力、点火、进排气压力、振动加速度等参数的精确检测技术及相关高精度测量系统，开发冷试检测台设备。

(3) 装配生产过程和质量信息的控制与管理系统的研发。包括装配工艺参数优化决策知识库、柴油发动机装配一致性技术、柴油机柔性装配线的控制与管理系统的研发。

(4) 柴油机冷试技术理论研究及技术研发。构建包含冷试过程的正常运行和故障状况的数据库，分析柴油机冷试检测数据的分布规律，相关性等特征，运用故障映像技术发现柴油机故障。研究多源异类数据标准化、自相关过程控制图优化、复杂非正态分布下的数据相关模型等理论问题，攻克柴油机冷试故障诊断的核心技术。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究，中央财政投入应主要用于关键技术研究、关键工艺研究和关键装备研制等，在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业或柴油发动机制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业或柴油发动机制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上每个申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过5家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题23 乘用车轻量化金属板材热冲压技术与装备示范工程 采用项目制申报和管理，下设2个方向课题。

1、研究目标

针对我国汽车轻量化对高强钢等热冲压零部件及生产装备的迫切需求，基于国产压力机、保护气氛加热炉、热冲压成形工艺、成形淬火一体化模具等成果，开展不同热冲压成形生产线的对比验证，形成成熟、可批量化的热冲压技术与装备生产能力，解决目前依赖成套引进国外设备的现状。同时加强钢铝混线生产技术、智能化控制系统、整线可靠性与稳定性等技术研究，所研制的典型零部件实

现装车验证。

2、考核指标

方向 1 基于国产压机及多层箱式加热炉的热冲压成形示范生产线

(1) 建成基于国产压机及多层箱式加热炉的热冲压成形示范生产线不少于 1 条。采用国产压力机不少于 1 台、国产保护气氛多层箱式加热炉不少于 2 台(最高温度 $\leq 980^{\circ}\text{C}$ ，炉温均匀性 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，出料节拍 $< 20\text{ sec}$)，采用国产高精度高速机械手，实现热冲压生产线智能化柔性化总体流程控制，生产节拍达到 3 冲次/分钟，单条生产线年产能达到 100 万冲次。

(2) 开发出不等强度的热冲压件的热冲压模具，零件强度满足用户要求，模具寿命不低于 30 万冲次。

(3) 实现批量稳定生产 10 种以上的汽车高强度热冲压成形结构件，其力学性能满足屈服强度 $\geq 1000\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 1450\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 6\%$ ，冷弯角 $\geq 60^{\circ}$ ，形状尺寸精度 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ，并在汽车上批量应用。

(4) 开发出可用于批量生产的高强铝合金热冲压工艺、模具，实现小批量生产 1~2 种汽车结构件，6000 系铝合金热冲压零件力学性能满足屈服强度 $\geq 260\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 320\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 17\%$ 。7000 系铝合金热冲压零件力学性能满足屈服强度 $\geq 500\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 550\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 6.5\%$ 。所试制零件在乘用车上进行装车验证。

(5) 形成热冲压模具开发技术和表面处理技术、热冲压零件质量检测等相关标准与规范 4 项以上。

(6) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(7) 发表论文不少于 5 篇，申请并受理专利不少于 5 项（其中发明专利 3 项）。

方向 2 基于国产压力机及辊底式加热炉的热冲压成形生产线示范工程

(1) 建立基于国产压力机及辊底式加热炉的热冲压成形示范生产线不少于 1 条。应用示范国产压力机不少于 1 台、辊底式加热炉不少于 1 台（最高温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ ，炉温均匀性 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ），采用国产高精高速机械手，实现热冲压生产线中央集成控制，生产节拍达到 4 冲次/分钟，年产能达到 100 万冲次/年。

(2) 验证前期开发的热冲压工艺（加热温度、保温时间、保压压力、保压

时间等关键参数)在批量生产中的适用性,实现稳定生产。加热炉、压机等设备及中央控制系统与国外同类设备在可靠性、能耗、运行成本等方面的对比分析,提升关键装备及整线的可靠性及热冲压工艺的绿色化水平。

(3) 基于已有成形淬火模具开发技术,开发出可用于批量生产的热冲压模具及不等厚板、补丁板等复杂模具,冷却性能和模具寿命达到批量生产要求。

(4) 批量生产出汽车用 10 种以上热冲压零件,热冲件尺寸形状精度 $\leq \pm 0.5\text{mm}$,其力学性能满足屈服强度 $\geq 1000\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 1450\text{MPa}$,延伸率 $\geq 6\%$ 。所试制零件在乘用车上进行批量化装车验证。

(5) 国产数控机床/装备在用户处实际安装组线调试完成,用户出具使用报告后方可申请验收。

(6) 形成热冲压生产线集成技术、热冲压模具开发技术、热冲压零件质量检测等相关标准与规范 3 项以上。

(7) 申请并受理不少于 5 项发明专利,发表不少于 5 篇论文。

3、研究内容

方向 1 基于国产压机及多层箱式加热炉的热冲压成形示范生产线

(1) 重点研究超高强度钢/高强铝合金板热冲压生产工艺所要求的数字化生产线的功能,以及高效节能的途径,对大批量 and 多品种小批量生产的适应性方法。

(2) 研究成形—淬火一体化热冲压模具的标准化和模块化设计制造技术、热成形零件的强度柔性分布的专有技术。

(3) 研究面向高强度钢板和铝合金的多层箱式加热炉与气体保护系统。

(4) 研究具有智能工艺控制、高效节能的数字机械伺服热成形压力机技术及热冲压保压过程保压力智能跟随和优化方法。

(5) 研究冷热坯料及冲压件自动输送系统、加热炉流程管理系统,及全生产线智能流程控制系统的集成技术、基于工业互联网的总控制自动化生产线开发及应用示范。

(6) 研究高强度 7000 系铝合金热成形性能及流变特性,建立材料本构模型,掌握工艺窗口范围,开发材料性能及工艺参数数据库。

(7) 研究高性能板材热冲压成形零件的检测和服役性评价的方法。

方向 2 基于国产压力机及辊底式加热炉的热冲压成形示范工程

(1) 保护气氛加热炉示范应用研究。主要包括加热炉多梯度精确控温技术

应用、加热炉柔性化传动系统应用、保护气氛系统应用和板料局部快速加热和快速冷却技术。

(2) 压力机示范应用研究。主要包括高速压机的主机设计、压机的高速实现方式及控制技术研究、节能降噪音技术的研究。

(3) 板料抓取机器人及端拾器示范应用研究。主要包括机器人主体结构设计技术应用、机器人专用运动控制系统开发、端拾器结构优化设计。

(4) 热冲压生产线中央控制系统开发。采用总线控制系统对加热炉、快速压机等关键设备的运行进行监控，实现热冲压生产线车间的信息化管理，建立适应多品种、大批量生产任务的高强钢热冲压零件生产线自主集成。

(5) 高强钢热冲压模具开发技术。主要包括模具整体结构及模具型面设计、高效均匀冷却系统设计、高可靠性、长寿命模具设计与制造。

(6) 热冲压工艺及工艺数据库开发。主要包括高稳定性热冲压工艺研究、热冲压工艺数据库开发、热冲压生产线关键设备对比分析。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

组织方式采用项目制，拟支持 2 项课题研究，每个研究方向各支持 1 项课题研究，统一申报与管理。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于 15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1：1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。牵头单位为汽车装备制造企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业，具有上述领域的技术积累、基础研究和工作业绩，具备较强的专业研发团队和较完善的试验、开发条件。申报单位须针对指南一个方向提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上每个方向申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过 10 家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 24 乘用车变速器轴齿类零部件精密成形与加工装备集成示范工程

1、研究目标

针对国际主流品牌轿车、合资及国产汽车变速器轴齿类零部件制造需求，采用冷热一体化的高效、节材制造工艺路线，通过集成高速五轴联动加工中心、数控车磨复合加工中心、精密数控车床、大型精密冲压成形压力机等专项前期设备，建设乘用车变速器轴齿类零部件精密成形与加工装备集成示范工程线，实现多品种柔性生产需求，解决以精密数控车（机）床、冷温热压力机两大类装备在乘用车变速器轴齿类零部件制造中批量应用的问题。

2、考核指标

（1）建立乘用车变速器轴齿件高效数控加工示范生产线至少 1 条，示范应用国产数控车磨复合加工中心、精密数控车床等 20 台以上，同一种类型机床示范应用不超过 20 台。主要参数：数控车磨复合加工中心（磨削速度 50m/s 以上、6 级精度要求、圆度 0.002mm、表面粗糙度 $Rz \leq 1\mu\text{m}$ ）；精密数控车床（6 级精度要求、定位精度 0.005mm、双向重复定位精度 0.003mm）。

（2）建成模具精密制造生产线至少 1 条，示范应用国产高速五轴联动加工中心（主轴转速 $\geq 36000\text{rpm}$ ，X、Y、Z 轴行程 $\geq 400\text{mm}$ ，重复定位精度/定位精度：0.003/0.005mm，加速度 $\geq 1g$ ）、高速数控精密内、外圆磨床（速度 $\geq 50\text{m/min}$ ，圆度 0.001mm，粗糙度 $Ra 0.1\mu\text{m}$ ）等 3 台以上。年产模具不少于 2000 套，冷锻模具寿命 >5 万件，温热锻齿形模具寿命 >0.5 万件。

（3）建立乘用车变速器轴齿件冷温热精密成形示范生产线至少 1 条，示范应用国产多工位冷挤压力机、自动化热模锻机械压力机、温锻压力机、真空高温低压渗碳炉 5 台套以上，组成自动锻造中心，生产线工作节拍 ≥ 11 件/分钟。

（4）验证产品制造精度达到自动变速器齿轮精度要求，其中：差速器锥齿轮精锻件：GB/T11365—1989 7—8 级；变速器结合齿轮精锻件：GB/T10095—2008 7—8 级；倒挡齿轮精锻件：GB/T10095—2008 7—8 级；同步器接合齿环精锻件：GB/T10095—2008 7—8 级。

（5）开展不少于 5 项关键共性技术研究与示范应用，包括多轴联动加工技术、高效精密磨削技术、毛坯精密制造技术、尺寸公差设计技术、质量检验与控制技术、整机质量提升系统工程技术、渗碳变形控制技术。

（6）国产数控系统应用比例不低于 80%，功能部件应用专项前期成果比例

不低于 80%。

(7) 数控机床平均无故障时间 (MTBF) 达到 2000 小时以上, 关键工序能力指标 $C_{pk} \geq 1.67$ 。

(8) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录, 并形成故障统计和分析报告。

(9) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成, 用户出具使用报告后方可申请验收。

(10) 形成不少于 5 项技术规范或标准, 申请并受理不少于 5 项发明专利, 在核心期刊发表论文不少于 10 篇。

(11) 课题形成不少于 20 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 开展齿形弹性补偿与深孔加工工艺及其刀具的研究, 突破超高精度齿轮加工、高转速齿轮齿面修形等关键技术, 满足轴齿件精密数控加工批量生产。轴齿件产品性能与国外同类产品相当。

(2) 开展多工位成形与设备的闭环控制研究, 突破复杂齿形件精密热冷与温冷联合成形工艺、冷温热精密锻造生产系统智能化、基于云平台的智能锻造装备远程运维等关键技术, 满足轴齿件精密塑性成形批量生产要求, 产品性能与国外进口装备生产同类产品相当。

(3) 开展渗碳变形控制技术研究, 突破真空高温低压渗碳、真空高压气淬压力提升等关键技术, 满足轴齿件精密控性生产, 产品性能与国外同类产品相当。

(4) 开展超硬模具制造技术研究, 突破大尺寸硬质合金材料加工、高精度冷锻模具等关键技术, 满足轴齿件精密成形模具规模化生产要求, 模具达到国外同类产品使用性能。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究; 在中央财政投入经费中, 用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于 15%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1: 1, 其中地方及其它配套资金不低于中央财

政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。课题牵头单位与参与单位均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过 10 家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 25 汽车变速器总成高效加工与装配生产线示范工程

1、研究目标

针对汽车变速器总成箱体、齿轮等关键零部件高效精密加工、检测与智能化装配的新需求，在专项前期成果基础上，开展精密立式/卧式加工中心、高精度齿轮加工机床、高精度数控磨床等集中示范应用，有效评价国产数控机床在汽车变速器总成批量化制造的适用性和可靠性。

2、考核指标

(1) 建成汽车变速器总成关键零部件柔性加工示范线不少于 2 条。配置国产数控机床包括立式/卧式加工中心、高精度滚齿机、高精度磨齿机、精密数控磨床、精密数控车床等，同一种类型机床示范应用不超过 20 台，国产设备占比 75%以上。生产能力 ≥ 10 万套/年，关键工序能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ 。

(2) 主要参数：精密立式加工中心：台面宽度 $\geq 630\sim 800\text{mm}$ ，定位精度 $\leq 0.01\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.005\text{mm}$ ；卧式加工中心：台面宽度 $\geq 500\text{mm}$ ，定位精度 $\leq 0.008\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.004\text{mm}$ ；高精度滚齿机：齿轮模数 1—6mm，滚刀主轴最高转速 $\geq 700\text{rpm}$ ，工件直径 $\phi 30\sim 400\text{mm}$ ，加工精度达到 GB/T10095.1—2008 中 7 级；高精度磨齿机：加工精度 GB/T10095.1—2008 中 5 级以上，齿面粗糙度 $Ra \leq 0.8\mu\text{m}$ ；精密数控磨床：精度 0.0025mm，粗糙度 $Ra 0.1\mu\text{m}$ 。精密数控车床（最大加工直径 $\geq 400\text{mm}$ 、定位精度 0.005mm、双向重复定位精度 0.003mm）。

(3) 建成汽车变速器总成智能化装配生产线不少于 1 条。配置国产在线检测与装配装备不少于 5 台，实现自动化智能化物流输送，生产节拍不低于 5 分钟/台套。

(4) 建立汽车动力总成可靠性测试平台，配置国产变速器综合性能试验台、齿轮接触斑点及传递误差测试台、润滑性能试验台、换挡可靠性试验台和离合控制器寿命试验台、动力总成系统测试台等不少于 6 台，满足输入转速 0—12000 rpm、输出扭矩 0—3000N·m 范围的变速器测试要求，转速精度 $\leq \pm 1\text{rpm}$ ，扭矩精度 $\leq 0.05\%FS$ 。

(5) 开展 5 项以上关键共性技术研究，包括高精度机床精度保持性技术、高速切削动态稳定性技术、高精度磨齿工艺与质量控制技术、加工精度保证技术、自动测试与故障诊断技术、变速器噪音与可靠性相关测试与控制技术、多源数据融合小样本可靠性评估方法、系统装配过程中误差在线测量技术等，形成技术研究报告。

(6) 国产数控系统应用比例不低于 40%，功能部件应用专项前期成果比例不低于 40%。

(7) 数控机床平均无故障时间 (MTBF) 达到 2000 小时以上

(8) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成可靠性与稳定性分析报告。

(9) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(10) 制定不少于 5 项技术标准，在核心期刊发表不少于 2 篇论文；申请并受理不少于 5 项发明专利。

(11) 课题形成不少于 10 人的专职研发队伍。

3、研究内容

(1) 汽车变速器总成关键零部件柔性加工工艺研究。针对加工过程中刀具、夹具、工艺参数对加工精度的影响，提出保证措施；研究多品种快速调换的质量保证方法。

(2) 齿轮加工工艺及方法研究。开展齿轮磨齿、滚齿工艺方面的深入研究，实现高精度齿轮的加工，包括设备选型、夹具设计、主动测量、工艺参数选择、

工艺路线编制等。

(3) 柔性化装配工艺研究。研究多品种装配工艺流程，探索虚拟装配技术在装配线上的应用，研究建立流水线物料输送、自动上下料、装配防错识别等智能装配系统。

(4) 测试试验技术研究。研究模拟路谱的加载控制技术，高精度传动误差测量技术，形成变速器关键性能测试分析方法和标准规范。

(5) 柔性化加工装配试验集成技术研究。针对不同规格动力总成系统零件加工及总成柔性装配测试要求，开发制造装备运行监测系统及生产过程监测系统等，集成产品数据管理系统（PDM），形成制造执行系统（MES），实现加工装配试验智能化和一体化。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持2—3项课题研究。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过10家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题26 汽车复合材料车身模压成形技术与装备

1、研究目标

针对汽车轻量化对复合材料车身批量化、低成本制造的需求，研究碳纤维增

强热固性、热塑性树脂基复合材料模压成形工艺与装备及连接、表面涂装等关键技术，开发专用成形设备、工装卡具、模具等，建立验证生产线，实现典型汽车复合材料车身件开发与装车验证。

2、考核指标

(1) 建立碳纤维增强热固性树脂基复合材料模压成形验证线 1 条，实现强度 300MPa~800 MPa 级高强度吸能结构、车身骨架等成形制造，节拍不低于 5 分钟/件。示范应用国产数控液压机 1 台，研制数控多维度混合输送—喷淋浸渍一体化设备 1 台，输送及喷淋速率 1.5~5 m/min，计量误差 $\leq \pm 0.5\%$ ，喷淋头轴 ≥ 6 个；研制多功能模具不少于 3 套（转移速度 $\leq 100\text{mm/s}$ 、温控范围 0~250℃，温控精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ ）。

(2) 建立碳纤维增强热塑性树脂基复合材料模压成形验证线 1 条，实现强度 100MPa~300 MPa 级地板、顶盖、电池盒盖等成形制造，成形节拍 30~60 秒/件。示范应用国产数控液压机 1 台，研制数控热塑性预浸料片材机 1 台，幅宽 $\geq 1400\text{mm}$ ，温度范围 0~250℃，控制精度 $\pm 3^\circ\text{C}$ ，运行速度 1~10m/min；数控长纤维复合材料在线快速模压柔性成形设备 1 台，纤维长度 15~60mm 可控可调，纤维分布误差 $< \pm 1\%$ ；专用模具 2 套。

(3) 开展汽车车身连接技术研究，并进行应用验证。固化定型时间 $< 10\text{min}$ ，其拉伸模量 $\geq 800\text{MPa}$ ，静态剪切强度 $\geq 35\text{MPa}$ ，动态疲劳剪切 1500000 次未破坏。

(4) 开展复合材料车身表面处理与涂装技术研究，并进行应用验证。涂层固化温度 $\leq 80^\circ\text{C}$ ，固化时间 $\leq 30\text{min}$ ，遮盖力 $\leq 20\mu\text{m}$ ，色差 $\Delta E \leq 2.0$ 。

(5) 完成车身吸能结构、地板、顶盖、车身骨架等 5~8 种关键零部件试制，完成装车应用验证。

(6) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(7) 申请并受理不少于 10 项发明专利，制定不少于 5 项工艺规范，在核心期刊发表不少于 5 篇论文。

(8) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 碳纤维增强热固性树脂基复合材料模压成形技术与装备开发。突破树脂在线配混喷淋头多轴精确控制技术、液态树脂快速混配喷淋工艺、液态树脂在多维纤维界面快速流动固化关键技术。纤维布裁切设备、多功能模具、零件精确切割打磨设备等设计开发。

(2) 碳纤维增强热塑性树脂基复合材料模压成形技术与装备开发。突破热塑性预浸料片材制备技术、长纤维复合材料在线快速模压技术、碳纤维表面三维结构重建与改性技术、差异温度材料流动充型整体成形关键技术。

(3) 复合材料连接工艺研究。连接专用胶粘剂开发、连接接头设计、连接结构耐疲劳安全性预测评估。

(4) 复合材料车身表面涂装技术研究。清洁高效表面处理技术研发、环保型涂层材料研制、涂装工艺优化、涂层性能评价等。

(5) 典型零部件设计与验证。车身载荷传递路径设计、车身部件集成化设计技术、部件数字化分析仿真模型开发、典型零部件应用验证等。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于 15%。自筹与配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1：1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位应针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过 10 家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 27 乘用车双离合变速器换挡毂高精度复合加工生产线示范工程

1、研究目标

结合乘用车双离合变速器换挡毂批量化制造需求，开展国产五轴高精度车铣复合加工中心、国产卧式数控车床的集中示范应用，重点提升国产五轴高精度卧式车铣加工中心性能和可靠性，减少与国外同类产品的差距，形成乘用车双离合变速器换挡毂加工整体解决方案，为乘用车双离合变速器核心装备的升级换代提供国产设备保障能力。

2、考核指标

(1)建设乘用车双离合变速器换挡毂高精度复合加工示范生产线至少 1 条。示范应用国产五轴高精度卧式车铣/加工中心、检测设备（重复测量精度 $<0.03\text{mm}$ ，50 秒/件）不少于 1 台、整线智能物流系统等，同一种类型机床示范应用不超过 20 台。

(2)五轴高精度卧式车铣/加工中心：X、Y、Z 轴行程 $\geq 400\text{mm}$ ；X、Y、Z 轴重复定位精度/定位精度：0.003/0.005mm；加速度 $\geq 1g$ 。B、C 轴重复定位精度/定位精度：4" /8"，铣削主轴转速 $\geq 15000\text{rpm}$ ，车削主轴转速 $\geq 2000\text{rpm}$ 。

(3)生产能力 ≥ 100 万件/年，关键工序能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ 。

(4)国产数控系统应用比例不低于 40%，功能部件应用专项前期成果比例不低于 40%。

(5)数控机床平均无故障时间（MTBF）达到 2000 小时以上。

(6)课题牵头单位应对投入实际使用的机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成可靠性与稳定性分析报告。

(7)国产数控机床在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(8)申请并受理不少于 3 项发明专利，形成不少于 2 项技术标准。

3、研究内容

(1)国产高精度五轴卧式加工中心批量制造技术、可靠性和精度保持性提升技术研究。

(2)智能生产线加工过程仿真及工艺指导系统研究。

(3)五轴数控加工大数据的智能化技术应用研究，包括机床热误差补偿、机床健康保障、数控加工 C_{pk} 稳定性监控、断刀智能检测、刀具寿命管理等。

(4) 五轴数控加工平台的仿真设计与分析, 包括建立相应的数学模型、物理模型和仿真模型、加工过程三维动态仿真、关键零部件的有限元分析等研究。

(5) 变速器零部件车铣复合加工工艺、高速加工工艺、复杂形面快速检测工艺及其工艺参数优化技术研究。

(6) 变速器零部件防止加工变形保障技术研究, 包括对材料成分、缺陷、热处理、清整、监测进行系统研究, 控制薄壁腔体零件加工变形。

(7) 变速器零部件智能生产线工艺集成与成线技术研究。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。在中央财政投入经费中, 用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于 15%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1: 1, 其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式: 前补助

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业, 在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上申报课题的参与单位(含牵头单位)不超过 10 家, 鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 28 高端重型载货车变速器轴齿高效加工生产线与成套刀具的应用验证与示范

1、研究目标

针对高端重型载货车变速器轴齿、壳体类零件高精度、高质量和高效率的加工需求, 集成专项数控磨齿机、数控车齿机、数控外圆磨、数控深孔钻床、功能部件等, 建立高端重型载货车变速器高效加工与装配关键设备及成套生产线, 解

决国产数控机床精度保持性、整线可靠性难题，提高我国高档数控机床与国外同类设备的竞争力。研究国产汽车复杂粉末冶金刀具制造与性能评价技术，形成面向重型载货车变速器加工制造完整的刀具配套解决方案，并进行生产验证，降低制造成本。

2、考核指标

(1) 建设高端重型载货车变速器零件加工生产线、总成装配测试平台，实现应用国产数控机床及装配、测试装备，同一种类型机床示范应用不超过 20 台，关键工序能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ ，形成年产 6 万台的制造能力。

(2) 建立高端重型载货车变速器轴齿数控加工生产示范线不少于 2 条。配置数控车床：主轴转速 $\geq 3000\text{rpm}$ ，重复定位精度 $\pm 0.003\text{mm}$ ，最大加工直径 380mm；数控磨齿机：磨削精度 GB/T10095—2008 5 级，砂轮线速度 $\leq 80\text{m/s}$ ，砂轮主轴转速最高 7500 rpm，加工工件模数 1~6mm，工件齿数 12~560，最大齿宽 100mm，工件螺旋角范围 $\pm 45^\circ$ ；数控车齿机：加工精度 GB/T10095—2008 6 级，粗糙度 $Ra1.6\mu\text{m}$ ，加工最大模数 4mm，加工最大齿宽 100mm，工件回转直径 $\Phi 300\text{mm}$ ；数控外圆磨床：表面粗糙度 $Ra \leq 0.32\mu\text{m}$ ，圆度 0.0015mm，直径一致性 0.005mm，最大磨削长度 1000mm，最大加工直径 320mm；数控深孔钻床：孔径公差 H8，孔粗糙度 $Ra3.2$ ；数控转台：最高转速 2000 rpm，回转精度 0.001°。

(3) 建立高端重型载货车变速器铝合金壳体数控加工生产示范线不少于 1 条。配置立式加工中心：台面宽度 $\geq 630-800\text{mm}$ ，定位精度 $\leq 0.01\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.005\text{mm}$ ；卧式加工中心：台面宽度 $\geq 500\text{mm}$ ，定位精度 $\leq 0.008\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.004\text{mm}$ ，保证壳体关键尺寸精度 IT6，平面度 $< 0.01\text{mm}$ 的要求。

(4) 开发应用汽车类变速器制造中使用的 6 类复杂粉末冶金刀具，包括齿轮高精度车（刷）齿刀、特型斜齿修缘插齿刀、超高速干切齿轮滚刀、高速干切插齿刀、高速内切筒形插齿刀、整体孔式双联滚刀，在生产线上实现应用验证。

(5) 开发在线检测和总成加载试验技术及设备不少于 5 台。变速器加载试验台：加载扭矩 1738 N·m，测算速比并校验；高端重型载货车变速器的缓速器试验台：动平衡精度 G2.5，额定扭矩 3619 N·m。

(6) 在变速器轴齿、壳体类零部件加工生产线上开展切削性能对比试验，

形成国产刀具和国外刀具的切削性能对比报告；制定国产刀具性能评价规范和标准。

(7) 开展 4 项以上关键共性技术研究，包括低噪高硬齿轮齿面磨削修形控制技术、高效高精度齿轮用复杂粉末冶金刀具的成套制备技术、壳体加工过程中应力变形控制技术、高端重型载货车变速器总成下线加载试验技术。

(8) 数控机床平均无故障时间 (MTBF) 达到 2000 小时以上。

(9) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成可靠性与稳定性分析报告。

(10) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(11) 国产数控系统应用比例不低于 40%，功能部件应用专项前期成果比例不低于 40%。

(12) 形成不少于 5 项技术规范或标准，申请并受理不少于 5 项发明专利。

(13) 在核心期刊发表论文不少于 10 篇。

(14) 课题形成不少于 20 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 高精度内斜齿圈高效车齿加工技术及关键设备的研究及应用示范。

(2) 低噪音高强度精密传动盘齿/轴齿磨齿修形技术及量产化生产线的应用示范。

(3) 长轴深孔高效加工技术及关键设备的研究及应用示范。

(4) 重载变速器铝合金壳体高速切削技术、液压夹具成组技术、在线测量、自动化去毛刺技术的研究及关键设备应用示范。

(5) 复杂粉末冶金刀具材料及其制备技术的优化及开发，刀具失效抗力指标体系、选材数据库建立及应用示范。

(6) 柔性化、模块化装配工艺技术的研究与应用示范，加载下线试验等技术及关键设备的研究及应用示范。

(7) 高端重型载货车变速器关键零件加工工艺规范，成套工艺文件制定。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于 15%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车变速器生产企业、汽车零部件制造企业或汽车制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过 10 家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 29 汽车发动机缸体缸盖高精度高柔性加工生产线示范工程

1、研究目标

针对自主品牌乘用车、商用车发动机加工装备长期依赖进口的现状，采用“用户产品—成套工艺—国产装备”的产学研用深度融合模式，建立由国产装备组成的汽车发动机缸体、缸盖加工工艺与装备生产线，提升国产装备工艺适应性、精度保持性、可靠性综合验证与工艺大数据管理能力。生产线实现全面信息化设备管理、质量管理、刀具管理，实现全自动物流技术，示范设备自动化率达到 100%。

2、考核指标

方向 1 乘用车发动机缸体缸盖高精度高柔性加工生产线

(1) 建设乘用车发动机缸体、缸盖柔性生产线至少各 1 条，年产缸体缸盖不少于 15 万台，配置国产数控机床 20 台以上，生产线上使用国产设备占比 80% 以上，关键工序能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ 。

(2) 用于缸体缸盖加工的高速精密卧式加工中心主要技术参数：

工作台 $\geq 500 \times 500\text{mm}$ ；行程 X/Y/Z $\geq 500/650/650\text{ mm}$ ；快进速度 X/Y/Z $\geq 60/60/60\text{ m/min}$ ；刀库容量 ≥ 40 把；X/Y/Z 轴定位精度 0.008mm；X/Y/Z 轴重复

定位精度 0.004mm。

(3) 国产数控系统应用比例不低于 40%，功能部件应用专项前期成果比例不低于 40%。

(4) 数控机床平均无故障时间 (MTBF) 达到 2000 小时以上。

(5) 课题牵头单位应对投入实际使用的每一台 (套) 机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(6) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(7) 形成不少于 5 项技术标准、申请并受理不少于 5 项发明专利。

(8) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

方向 2 商用车发动机缸体缸盖高精度高柔性加工生产线

(1) 建设商用车发动机缸体、缸盖柔性生产线至少各 1 条，实现年产缸体缸盖不低于 3 万台。配置包含高精度立式加工中心、高精度卧式加工中心不少于 20 台，关键工序能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ 。

(2) 主要参数：

卧式加工中心：工作台： $\geq 800 \times 800$ mm；行程 X/Y/Z $\geq 1300/1000/1100$ mm；快移速度 X/Y/Z 40m/min；刀库容量 ≥ 40 把；X/Y/Z 轴定位精度 0.006mm，X/Y/Z 轴重复定位精度 0.003mm；B 轴分度精度 4"，B 轴重复分度精度 2"；具有刚性攻丝功能。

立式加工中心：工作台 $\geq 900 \times 2000$ mm；行程 X/Y/Z 1800/900/850 mm；快移速度 24m/min (X/Y)；20 m/min (Z)；刀库容量 ≥ 20 把；X/Y/Z 轴重复定位精度 0.006mm。

(3) 国产数控系统应用比例不低于 40%，功能部件应用专项前期成果比例不低于 40%。

(4) 数控机床平均无故障时间 (MTBF) 达到 2000 小时以上。

(5) 课题牵头单位应对投入实际使用的每一台 (套) 机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(6) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(7) 形成不少于 5 项技术标准，申请并受理不少于 5 项发明专利。

(8) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

方向 1 乘用车发动机缸体缸盖高精度高柔性加工生产线

(1) 适应于乘用车缸体、缸盖大批量生产的设备性能指标研究。

(2) 机械结构设计开发验证。设备结构刚性分析和验证，设备关键部件的选型和可靠性评估，设备精度测量标准和验证，设备可维护性评估。

(3) 整线集成工艺研究。包括加工工艺的开发和优化，尺寸链的计算和优化，加工节拍的计算和平衡，切削参数设定和优化，切削力计算。

(4) 自动化生产线研究。自动化生产线布局与规划优化，自动化生产线协同仿真，自动化物流系统集成设计，建立产品质量验收流程。

方向 2 商用车发动机缸体缸盖高精度高柔性加工生产线

(1) 适应自动化生产线的加工工艺数字化设计方法研究

研究基于相似性的工艺规划方法，建立零件特征实例的表示和检索模型，提出基于工厂和并行原理的工序组合原则，应用层次聚类法进行工序组合，对工序族内各工艺元进行排序生成零件工艺。

(2) 缸体缸盖的加工废品率和可靠性技术研究

研究缸体和缸盖的加工的废品率统计方法、影响因素、分布模型。探索可靠性预测模型，提高失效度预测精度和效率。

(3) 柔性夹具设计

研究适用于加工中心中的柔性夹具组装/拼接方法，开发与之相适应的机械结构及控制方式。

(4) 生产线数字化建模与仿真

建立能够本质且精确地揭示和反映自动生产线加工、物流以及控制的动态随机模型。研究不同生产线布局和规划类型与其性能指标的影响关系。对生产线的布局、规划、运行等进行仿真，并进行自动化生产线协同仿真。

(5) 自动化物流系统集成设计

研究柔性化和智能化的物流搬运机器人，使机器人具有同外部环境进行智能交互的能力。研究对整个生产线物流过程在制品的在线监控。建立模型，通过优

化算法求得各工序间缓冲区容量。

(6) 分布式信息控制系统设计

基于现场总线的信息集成控制，研究信息系统与设备层之间的总线通讯方式，与车间管理系统的集成机制。研究缸体加工在线监测技术，实现高精度、高分辨率的对自动化生产线的各个加工环节进行跟踪控制，形成闭环生产线。研究刀具的在线监测和补偿，实现在加工过程中对刀具上的不同接触点进行补偿。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持2项课题研究，每个方向各支持1项课题。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车发动机制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车发动机制造企业或汽车制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南中一个方向提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上每一个方向申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过10家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题30 汽车发动机生产线用精密卧式加工中心应用验证

1、研究目标

针对国产数控机床及加工技术在国V/国VI柴油发动机缸体缸盖制造中的应用瓶颈，深入开展柴油发动机缸体缸盖加工技术研究，掌握发动机缸体、缸盖自动化、智能化加工核心技术，通过发动机缸体、缸盖加工中心组成柔性生产线，提高柴油发动机缸体缸盖加工质量、精度和效率，实现柴油发动机缸体、缸盖自主化批量制造。

2、考核指标

(1) 建设柴油发动机缸体、缸盖柔性示范生产线各 1 条，年产缸体缸盖 10 万台以上。配置设备包括国产数控机床 20 台以上，关键工序能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ 。

(2) 主要参数：精密卧式加工中心：工作台宽度 630—800mm，主轴端面轴向跳动 ≤ 0.002 mm，定位精度 ≤ 0.005 mm，重复定位精度 ≤ 0.004 mm，加速度 ≥ 0.8 —1.0g；B（回转）轴定位精度 $\leq 4''$ ，重复定位精度 $\leq 2''$ 。

(3) 在国产数控机床上应用工艺研究成果，完成 4 种以上汽车发动机缸体、缸盖等发动机零部件加工。

(4) 功能部件应用专项前期成果比例不低于 60%。

(5) 数控机床平均无故障时间（MTBF）达到 2000 小时以上。

(6) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成可靠性与稳定性分析报告。

(7) 国产数控机床 / 装备在用户处实际安装组线调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(8) 申请并受理 3 项以上发明专利，形成不少于 5 项设备制造与应用的技术规范或标准，并在生产中实际应用。

(9) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 国 V/国 VI 柴油发动机缸体缸盖高效加工工艺研究和数控系统管理平台开发。包括数控机床加工功能适应性研究，数控机床对不同材料、不同类型零件加工效率研究，汽车发动机缸体和缸盖高效加工工艺优化与编程技术研究，汽车发动机缸体和缸盖生产线精益单元布置，保证系统柔性及优化操作路径，汽车发动机缸体和缸盖生产线网络化管理与监控技术研究。

(2) 数控机床和数控系统可靠性、稳定性考核验证。包括数控机床和数控系统故障记录及统计分析，数控机床的加工精度记录及统计分析，数控机床的重复精度记录及统计分析，数控机床能力指数统计分析，数控机床和数控系统维修时间统计，数控机床和数控系统平均无故障时间的统计分析，数控机床主轴振动分析技术。通过国产数控机床在发动机缸体缸盖加工生产线的应用，反向推进提高主机设备的可靠性设计水平。

(3) 缸盖关键工序深油孔、喷油嘴孔、预热塞孔、座圈导管孔、凸轮轴孔

加工工艺研究。

(4) 机体关键工序缸盖螺栓孔、主轴承螺栓孔、深水孔、深油孔、主轴承孔、缸孔、精铣顶面、精铣两端面、精加工前后端面定位孔加工工艺研究。

(5) 加工中心采用机器人自动上下料研究。包括机器人夹具结构、缩短上下料辅助时间、高速动作、运行轨迹最优、可靠性高、成本低、与其它自动辅机集成、与检测集成。

(6) 实施加工线 MES 系统，实现计划数据、完工数据、设备状态、质量数据、物流信息等数据的采集和交互，实现加工线的信息化、数字化、网络化、自动化的集成，同时实现与毛坯来料、产品设计数据、工艺设计数据的集成，提高加工线系统运行效率，降低制造成本。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。在中央财政投入经费中，用于数字化设计、可靠性和精度保持性等共性技术的研究经费比例不低于 15%。自筹与配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：事后立项事后补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车装备制造企业、汽车发动机制造企业或汽车制造企业。课题牵头单位应为汽车装备制造企业、汽车发动机制造企业或汽车制造企业，在上述领域应具有较强的技术研发队伍和技术基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过 5 家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

(五) 机床主机制造装备领域

课题 31（略）

课题 32 面向机床关键箱体精加工 FMC 的示范应用

1、研究目标

实现数控机床专项成果在机床关键箱体精加工的应用示范,带动国产数控系统与功能部件的配套,基本满足机床行业在机床关键零件——箱体精加工领域的需求。

将专项前期在数控精密卧式加工中心的成果,在机床主机企业的关键箱体精加工中通过 FMC(带托板交换)形式实现示范应用,也可以组成 FMS 形式;示范应用机床采用国产数控系统,满足机床关键箱体精加工的要求。

2、考核指标

(1)建立面向机床关键箱体 FMC(精密卧式加工中心 ≥ 2 台,带托板交换)的示范应用,也可组成 FMS,采用的卧式加工中心必须采用专项前期的成果。如机床为企业自制,其设备规格与精度指标不得低于专项前期相应的成果标准;

精密卧式加工中心:

托板规格 $\geq 800-1200\text{mm}$;

直线轴定位精度: $\leq 0.005\text{mm}$,重复定位精度: $\leq 0.0025\text{mm}$;

回转定位精度 $\leq 4''$,重复定位精度 $\leq 2''$,可采用分度转台或连续转台形式;

(2)对国产数控系统进行应用验证,100%采用国产数控系统;

(3)每一台(套)机床应分别在机床制造企业处进行 1000 小时以上的模拟实际工况运行试验,并编写试验报告;

(4)数控机床平均无故障时间(MTBF)达到 2000 小时以上;

(5)课题牵头单位应对投入实际使用的机床、数控系统的运行故障予以记录,并形成故障统计和分析报告;

(6)国产数控机床在用户处实际安装调试完成,用户出具使用报告后方可申请验收;

(7)申请并受理不少于 3 项发明专利,形成不少于 2 项设备制造与应用的技术规范或标准,并在生产中实际应用;

(8)课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1)机床配套国产数控系统适应性的研究;

- (2) 机床关键箱体类零件精加工工艺的研究与产品性能适应性改进的研究;
- (3) 托板交换精度的研究; 加工柔性制造系统的物流系统配置设计与控制方法研究;
- (4) 关键箱体类零件精加工的在线检测与精度补偿技术研究;
- (5) 关键箱体类零件智能柔性制造生产线集成技术研究;
- (6) 加工设备可靠性提升与精度保持性研究。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 2 项课题研究。在中央财政投入经费中, 用于共性技术、可靠性和精度保持性研究的经费比例不低于 15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1: 1, 其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式: 前补助。

6、申报条件

课题定向发布给有关机床制造企业。牵头申报企业必须是机床主机制造企业, 申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报; 参加单位中数控机床主机企业均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料(具体要求参见附件: 数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件)。原则上申报每个课题的参与单位(含牵头单位)不超过 5 家, 应包括示范应用主机企业或者主机制造企业、国产数控系统企业等, 鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 33 专项成果在机床关键箱体坐标镗级精加工的示范应用

1、研究目标

实现数控机床专项成果在机床关键箱体精加工的应用示范, 具备数控坐标镗级的精度性能, 基本满足机床行业在机床关键零件——箱体精加工领域的需求。

将专项前期在数控精密卧式加工中心的成果, 在机床主机制造企业的关键箱体精加工实现中示范应用, 研制 2 台数控坐标镗级加工中心, 可以选用部分国产功能部件, 满足机床关键箱体精加工的要求。

2、考核指标

- (1) 建立面向机床关键箱体数控坐标镗级加工中心的示范应用, 采用的卧

式加工中心必须采用专项前期的成果。如机床为企业自制，其设备规格与精度指标不得低于专项前期相应的成果标准。

卧式加工中心指标：

托板规格 $\geq 800-1200\text{mm}$ ；

直线轴定位精度 $\leq 0.003\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.0015\text{mm}$ ；

回转定位精度 $\leq 4''$ ，重复定位精度 $\leq 2''$ ，连续分度转台形式。

(2) 每一台(套)机床应分别在机床制造企业处进行 1000 小时以上的模拟实际工况运行试验，并编写试验报告。

(3) 数控机床平均无故障时间 (MTBF) 达到 2000 小时以上。

(4) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(5) 国产数控机床在用户处实际安装调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(6) 在恒温环境 ($20 \pm 0.5^\circ\text{C}$) 条件下，在工作空间 60% 内机床由热误差引起的精度波动量 $\leq 5\%$ 。

(7) 申请并受理不少于 5 项发明专利，形成不少于 2 项设备制造与应用的技术规范或标准，并在生产中实际应用。

(8) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 数控坐标镗级加工中心数字化设计技术深化，包括产品静动热态特性、几何精度建模与优化设计技术研究；

(2) 机床关键箱体类零件精加工工艺的研究与产品性能适应性改进的研究；

(3) 开展热误差主、被动抑制关键技术研究，提高机床精度的热稳定性；

(4) 精密卧式加工中心空间误差快速检测与补偿、控制器参数自动整定、整机运行状态监控、在线检测与精度补偿等技术研究；

(5) 加工设备可靠性提升与精度保持性研究，几何精度分散度 $\leq 0.002\text{mm}$ ，精度保持性 ≥ 10000 小时。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 2 项课题研究。在中央财政投入经费中，用于共性技术、可靠性和精度保持性研究的经费比例不低于 15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给有关机床制造企业。牵头申报企业必须是机床主机制造企业，申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报；参加单位中数控机床主机企业均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料（具体要求详见附件：数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件）。原则上申报每个课题的参与单位（含牵头单位）不超过 5 家，应包括示范应用主机企业或者主机制造企业、国产数控系统企业等，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 34 专项成果在机床主轴精加工的示范应用

1、研究目标

实现数控机床专项成果在机床主轴精加工的应用示范，带动国产数控系统与功能部件的配套，基本满足机床行业在机床关键零件——主轴精加工领域的需求。

将专项前期在数控精密外圆磨、数控精密内圆磨的成果，在机床主机企业的主轴精加工中实现示范应用，满足机床主轴精加工的要求。

2、考核指标

（1）开展面向机床主轴精加工的示范应用，以组线的方式实现，采用的关键设备必须采用前期项目成果。如机床企业自制，其设备规格与精度指标不得低于专项前期相应的成果标准：

数控高精度外圆磨：规格 $\geq \Phi 320 \times 1000\text{mm}$ ，加工外圆圆度： $\leq 0.4\mu\text{m}$ ；

数控高精度内圆磨：规格 $\geq \Phi 200 \times 500\text{mm}$ ，加工内圆圆度： $\leq 0.4\mu\text{m}$ ；

（2）每一台（套）机床应分别在机床制造企业处进行 1000 小时以上的模拟实际工况运行试验，并编写试验报告。

（3）数控机床平均无故障时间（MTBF）达到 2000 小时以上。

（4）课题牵头单位应对投入实际使用的机床的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(5) 国产数控机床在用户处实际安装调试完成，用户出具使用报告后方可申请验收。

(6) 牵头或参与课题的单位，申请并受理 3 项以上发明专利，形成 2 项以上设备制造与应用的技术规范或标准，并在生产中实际应用。

(7) 课题牵头单位形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 主轴精加工工艺路线优化方法与示范主机产品的适应性改进研究；

(2) 主轴精加工在线测量与精度补偿技术的应用研究；

(3) 主轴类零件精加工智能柔性生产线组线与集成技术的研究；

(4) 主轴精密磨削设备可靠性提升与精度保持性研究。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 2 项课题研究。在中央财政投入经费中，用于共性技术、可靠性和精度保持性研究的经费比例不低于 15%。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给有关机床制造企业。牵头申报企业必须是机床主机制造企业，申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报；参加单位中数控机床主机企业均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料(具体要求参见附件：数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件)。原则上申报每个课题的参与单位(含牵头单位)不超过 5 家，应包括示范应用主机企业或者主机制造企业、国产数控系统企业等，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

(六) 数控系统及功能部件等领域

课题 35 高档数控系统智能化技术研究开发及应用验证

1、研究目标

围绕数控机床专项的总体目标，以前期课题研制的高档数控系统以及在专项

重点领域的实际应用为基础，开展面向智能制造的数控系统关键技术研究，研制智能化数控系统，并以航空航天领域的典型工件智能制造为对象，建立应用验证环境，开展数控系统、机床、工件、刀具、夹具等制造关键要素融合以及制造过程智能控制技术开发与应用验证，形成若干具有原创性的技术和产品，为“中国制造 2025”战略实施提供基础支撑。

2、考核指标

(1) 智能化数控系统的硬件平台，支持温度、振动、RFID 等多种传感器以有线/无线等方式的介入，支持加工现场的感知；

(2) 智能化数控系统的网络化平台，提供网络管理服务通道，具有机床通用的通讯接口协议，支持与第三方设备与软件集成，可支持大数据汇聚；

(3) 智能化数控系统的二次开发平台，具有智能化应用开发环境、接口与工具，可支持实现智能化软件模块的开发与部署；

(4) 具有精优曲面功能、内置优化和诊断功能、机床误差智能补偿、刀具寿命管理、工件安装定位及在位测量功能、虚拟现实加工仿真等功能；实现基于 RFID 的工件、刀具、夹具的智能管理；

(5) 建立面向专项重点领域的智能化数控系统应用验证环境，完成数控系统与智能制造关键要素的融合试验验证，形成智能制造系统运行状态的检测、诊断、维护，以及运行效率的统计分析报告；

(6) 完成专项重点领域典型工件智能化加工过程的应用试验，实现工件加工编程与仿真、程序与设备管理、工艺与设备参数优化、工件识别和定位与自动装夹、刀具寿命管理与刀具故障诊断、加工过程监控、工件在位测量、工件传输等制造过程的管理与控制；

(7) 上述成果在 3~5 台专项前期支持的主机上进行应用验证；

(8) 智能化数控系统平均无故障时间 (MTBF) 达到 30000 小时以上；

(9) 课题牵头单位应对投入实际使用的数控系统的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告；

(10) 申请并受理不少于 10 项发明专利，形成不少于 5 项技术标准；

(11) 课题形成不少于 20 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 开展智能化数控系统硬件平台的研究, 开发智能化数控系统接入设备, 形成融合有线/无线传感器网络、现场总线、车间网络及互联网的物联网平台, 以多种方式支持温度、振动、RFID 等传感器接入及现场设备组网。

(2) 开展智能化数控系统网络化平台研究, 开发支持互联互通与大数据汇聚的网络化平台, 实现制造过程中工艺参数、设备状态、业务流程等数据、多媒体信息以及制造过程信息流的集成与交互。

(3) 开展智能化数控系统二次开发平台的研究, 开发支持智能化应用的接口、开发环境及工具, 支持任务管理、状态监控、机床检查等用户个性化功能的开发。

(4) 开展智能化数控系统的创新性研究, 开发精优曲面、内置优化和诊断、机床误差智能补偿、进给率自适应、故障诊断等功能。

(5) 开展智能化数控系统 Digital Twin (数字孪生) 技术的研究, 建立数控机床、刀具、夹具等制造过程关键要素的 Digital Twin 模型, 研究物理实体与 Digital Twin 的实时映射机制, 实现基于 Digital Twin 的数控系统、驱动单元、加工工艺参数的环境仿真调试与优化, 以及设备健康管理与维护。

(6) 开展基于开放式智能化数控系统的智能装备协调控制研究, 包括车间层控制网络、DNC 以及 MES 系统的互联互通技术、机器人与数控机床集成的柔性加工单元协调控制技术、智能化数控与智能加工设备的集成及协调控制技术。

(7) 开展基于数控系统平台的智能化制造方法及工具研究, 包括多信息融合数字制造理论、基于加工—测量一体化的加工过程数字化监测与反馈控制、基于 IEC 软件模型的智能编程编译系统、面向智能制造的安全控制功能等研究, 开发基于 NC 内核的虚拟加工工具和支持 J2ME 等移动设备应用开发平台。

(8) 开发磨削工艺自动加工软件平台, 重点围绕关键零件叶片榫头、凸轮轴、曲轴精密磨削工艺, 研发具有磨削工艺智能推理决策功能的磨削工艺系统, 并嵌入国产高端数控系统, 实现磨削工艺/机床加工/数字控制一体化。

(9) 开展系统的软硬件可靠性试验和验证。

(10) 开展满足国防工业信息安全要求的数控系统网络通讯技术研究。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 2 项课题研究。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 0.5: 1, 其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式: 前补助。

6、申报条件

课题定向发布给国内相关数控系统制造企业。课题牵头单位应是数控系统企业。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。牵头申报与参与单位均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料(具体要求详见附件: 数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件)。原则上每个申报课题的参与单位(含牵头单位)不超过 5 家, 应包括专项支持的数控系统企业、数控机床企业、航空航天应用企业、高校或科研院所等, 鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 36 数控机床双摆角铣头关键技术研究及应用示范

1、研究目标

在数控机床专项前期支持双摆角铣头的开发及应用研究基础上, 结合航空、航天等重点领域用户的实际需求, 进行数控机床双摆角铣头关键技术研究 and 应用示范, 实现批量应用, 促进数控双摆角铣头技术性能和可靠性达到国际先进水平。

2、考核指标

(1) 研制出适用于数控龙门五轴铣床及立式五轴数控机床的系列化 A/C 和 A/B 双摆角铣头, 加工对象包括钛合金和铝合金, 以航空、航天领域用户为主, 示范应用数量不少于 10 台套。

① 研发 A/C 摆角铣头, 主轴分别采用电主轴和机械主轴, 摆角驱动分别采用直驱扭矩电机和通用伺服电机, 摆角范围 $A \geq \pm 95^\circ$, $C \geq \pm 200^\circ$; A/C 摆角带锁紧装置, 摆角驱动扭矩 $\geq 2000\text{N}\cdot\text{m}$; 摆角定位精度 $\leq 0.004^\circ$, 重复定位精度 $\leq 0.002^\circ$ (或 7"); RTCP 精度 $\leq 0.05\text{ mm}$;

② 研发 A/B 摆角铣头, 主轴采用机械主轴或电主轴, 摆角范围 $A \geq \pm 30^\circ$, $B \geq \pm 30^\circ$; 摆角驱动扭矩 $\geq 10000\text{N}\cdot\text{m}$; 摆角定位精度 $\leq 0.004^\circ$, 重复定位精度 $\leq 0.002^\circ$ (或 7"); RTCP 精度 $\leq 0.05\text{ mm}$ 。

(2) 建立双摆角铣头精度及性能测试试验环境，示范应用双摆角铣头经可靠性试验和验证，配套数控机床平均无故障时间（MTBF）达到 2000 小时以上。

(3) 形成双摆角铣头关键零件（工序）制造、静/动态精度调整、补偿及性能优化技术规范，形成航空、航天典型结构件切削工艺规范，并在实际生产中进行应用。

(4) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床及双摆角铣头的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(5) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 数控双摆角铣头系列化技术，双摆角铣头产品设计、优化、制造、测试技术完善。

(2) 双摆角铣头关键零件制造、静/动态精度调整、补偿及性能优化技术。

(3) 双摆角铣头与主机、国产数控系统的配套及综合调试。

(4) 开展双摆角铣头可靠性试验及增长技术研究。

(5) 双摆角铣头加工适应性及航空、航天典型结构件切削工艺技术研究。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。中央财政投入经费应主要用于产品关键技术及工艺技术研究，可靠性技术及性能测试技术研究。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 0.5: 1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给国内相关机床制造企业。课题牵头单位应是机床制造企业或机床零件制造企业，示范应用产品为专项成果。申报单位及产品具有行业优势，具备与主机的配套能力，在航空、航天工艺研究领域具备一定基础。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。牵头申报与主要参与单位均应提供本单位前期开展可靠性工作的证明材料（具体要求详见附件：数控机床专

项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件)。原则上每个申报课题的参与单位(含牵头单位)不超过5家,鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 37 船用大型螺旋桨整体加工关键摆角铣头研制与应用验证

1、研究目标

面向大型船用螺旋桨推进器整体加工需求,开发安装在重型龙门车铣复合机床上的一组摆角铣头,与机床直线轴及转台回转轴组合,实现七轴五联动功能,满足桨叶、叶根及桨叶重叠部分的曲面加工,并在用户得到实际应用验证,促进数控摆角铣头技术性能和可靠性达到国际先进水平。

2、考核指标

(1) 研制用于桨叶叶面加工的 B/C 机械摆角铣头, 主轴功率: 40kW; 最高转速 $\geq 2000\text{rpm}$; 最大扭矩 $\geq 2000\text{N}\cdot\text{m}$; 摆角范围: C 轴(在滑枕上) $\geq n \times \pm 360^\circ$, B 轴 $\geq \pm 95^\circ$; 回转速度: $0 - 2160^\circ / \text{min}$; 最大驱动扭矩 $\geq 7500\text{N}\cdot\text{m}$;

(2) 研制用于桨叶重叠部分加工的 B/A 机械摆角铣头, 主轴功率: 30kW; 最高转速 $\geq 1000\text{rpm}$; 最大扭矩 $\geq 1000\text{N}\cdot\text{m}$; 摆角范围: A 轴 $\geq \pm 240^\circ$; 回转速度: $0 - 1200^\circ / \text{min}$; 最大驱动扭矩 $\geq 4500\text{N}\cdot\text{m}$; 摆角范围: B 轴: $+ 10^\circ / - 190^\circ$; 回转速度: $0 - 600^\circ / \text{min}$; 最大驱动扭矩 $\geq 10000\text{N}\cdot\text{m}$;

(3) 研制用于叶根加工及狭窄面加工的特殊 B/C 机械摆角铣头, 主轴功率: 30kW; 最高转速 $\geq 900\text{rpm}$; 最大扭矩 $\geq 1000\text{N}\cdot\text{m}$; 摆角范围: C 轴(在滑枕上) $\geq n \times \pm 360^\circ$, B 轴: $+ 10^\circ / - 190^\circ$; 回转速度: $0 - 700^\circ / \text{min}$; 最大驱动扭矩 $\geq 9000\text{N}\cdot\text{m}$;

(4) 完善配套的 CAD/CAM 软件及后置处理程序, 与三个摆角头配套。

(5) 机床电气参数调整, 摆角头在主机上的加工验证, 实现七轴五联动功能, 满足桨叶、叶根及桨叶重叠部分的曲面加工, 加工结果应达到螺旋桨工艺要求。

(6) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 面向螺旋桨加工工艺研究, 研究螺旋桨叶面、叶根及桨叶重叠部分加工的成套机械数控摆角铣头系列化设计技术。

(2) 摆角铣头制造工艺研究, 研究关键零件制造、装配与精度调整、补偿

及性能优化技术。

(3) 七轴五联动功能调试技术研究, 摆角铣头与机床主机的电气综合调试。

(4) 运动干涉仿真与加工路径优化研究, 配合三种双摆角铣头功能, 编制与完善 CAD/CAM 软件。

(5) 摆角铣头加工工艺性验证, 验证单位应对投入实际使用的机床摆角铣头的运行状况与可靠性予以记录, 对加工结果提出检测评价报告。课题成果需在螺旋桨制造企业实际应用验证。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。中央财政投入经费应主要用于产品关键技术及工艺技术研究, 性能测试技术与验证研究。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 0.5: 1, 其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式: 前补助。

6、申报条件

本课题定向发布给由机床制造企业和船用螺旋桨制造企业, 课题牵头单位是机床制造企业或是船用螺旋桨制造企业。牵头申报与参与单位均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料(具体要求详见附件: 数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件)。原则上每个申报课题的参与单位(含牵头单位)不超过 5 家, 申报的机床企业及其产品具有行业优势, 螺旋桨制造企业在该领域具备领先地位, 并是最终用户企业。鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 38 刀库及自动换刀装置示范应用

1、研究目标

完成大型刀库和高速盘式刀库在中高档数控机床上的示范应用。在前期课题的研究基础上, 针对刀库在机床上的应用、控制技术; 刀库制造技术; 可靠性保持技术等方面进行深入研究。完成大型和高速刀库及自动换刀装置在中高档数控机床上的示范应用, 成为专项标志性成果的重要支撑。

2、考核指标

(1) 研制为中高档数控机床配套的大型链式或其他结构形式的刀库及自动换刀装置、以及高速盘式刀库及自动换刀装置，实现为主机配套。

① 研发大型链式或其他结构形式的刀库及自动换刀机械手（以下简称大型刀库），刀库容量 ≥ 120 把；

② 研发高速盘式刀库及自动换刀装置（以下简称高速刀库），刀库容量 ≥ 48 把；ISO40、50刀柄的换刀速度（刀对刀）2.5s。

(2) 开展大型刀库和高速刀库可靠性增长、可靠性试验等技术研究，完成可靠性及疲劳寿命试验累计次数分别超过大型刀库 100 万次和高速刀库 200 万次，满足主机对可靠性、维修性及安装接口的要求，提供比较完整的可靠性增长技术报告。

(3) 课题牵头单位应对投入实际使用的机床、刀库及自动换刀装置的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(4) 完成大型刀库和高速刀库各在 2 家以上数控机床主机企业的示范应用，两年累计应用 200 台套，完成示范基地建设。

(5) 申请并受理国家发明专利 5 项，软件著作权 3 项；修制定可靠性试验技术规范 2 项。

3、研究内容

(1) 基于可靠性的刀库结构优化技术研究。在现场可靠性试验基础上，有针对性的开展产品结构优化技术研究，主要方向是高速凸轮联动机构优化、同步打刀连杆机构优化等。

(2) 刀库制造技术研究。完成刀库关键零部件加工技术研究、精密凸轮副制造技术、精密花键副制造及检测技术等；

(3) 面向用户的刀库可靠性增长技术研究。针对不同用户使用情况的不同，有针对性的考察产品可靠性；进行大量现场试验、制定相关试验规范；

(4) 大型刀库和高速刀库在中高档数控机床上的应用技术研究。包括刀库与数控机床接口技术、同步打刀机构、电气控制方法等。

4、实施期限

2018 年 1 月—2019 年 12 月

5、课题设置及经费要求

拟支持 1 项课题研究。中央财政投入经费主要用于共性技术、可靠性和精度保持性研究；自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于 0.5:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的 20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给有关机床制造企业或功能部件制造企业。课题牵头单位应是机床制造企业或功能部件制造企业，须针对指南提出全部研究内容和考核指标进行申报。牵头申报与参与单位均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料（具体要求详见附件：数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件）。原则上每个申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过 5 家，包括数控机床或功能部件生产企业、最终应用用户等，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 39 数控机床关键功能部件可靠性增长工程

1、研究目标

系统深入地进行数控机床关键功能部件可靠性技术的研究开发，包括可靠性试验技术与装备、可靠性设计技术、可靠性制造技术，外购外协可靠性技术等可靠性保障技术，构建关键功能部件的可靠性技术体系，形成能够在功能部件企业工程化应用的系列可靠性技术，并实现在机床骨干企业批量化生产中的推广应用，使关键功能部件的可靠性水平满足数控机床主机产品 MTBF 达到 2000 小时的配套要求。

2、考核指标

（1）开发系列的数控加工中心、数控车床关键功能部件可靠性技术，构建关键功能部件的可靠性技术体系，研究成果在 5 家以上数控机床关键功能部件企业的批量化生产中推广应用。

（2）数控加工中心、数控车床用滚动直线导轨副和滚珠丝杠副 MTBF \geq 15000 小时；高速电主轴和加工中心用主轴的 MTBF \geq 6000 小时、数控车床用机械主轴 MTBF \geq 8000 小时；数控动力伺服刀架的 MTBF \geq 5500 小时、数控转塔刀架的 MTBF \geq 6500 小时；大型链式刀库及自动换刀装置 MTBF \geq 6000 小时、

盘式刀库及自动换刀装置 MTBF \geq 6000 小时。

(3) 研制能够模拟真实工况的关键功能部件可靠性试验系统 10 套(滚动直线导轨副、滚珠丝杠副、主轴、数控刀架、刀库及自动换刀装置各 2 套)。其中, 主轴最大转速 18000rpm; 最大回转加载功率 32kW。切削力模拟最大静态/动态加载力 12kN/5kN; 最高加载频率 60Hz。

(4) 对课题所涉及的专项研发的数控加工中心、数控车床用目标产品各进行 10 套 6000 小时以上的可靠性试验, 收集完整的故障数据和维修数据, 并各撰写一份故障分析报告。

(5) 提供数控机床关键功能部件可靠性动态数据库 5 套, 具有标准数据接口和可靠性建模、评估和故障分析的功能。

(6) 上述关键功能部件实现在中高档数控机床上批量配套装机, 并可满足数控机床 MTBF2000 小时的考核要求。

(7) 申请并受理国家发明专利不少于 5 项, 取得软件著作权不少于 5 项, 提出行业技术规范或标准草案不少于 10 项, 在核心期刊发表论文不少于 10 篇。

(8) 课题形成不少于 20 人的专职研发队伍, 在行业开展不少于 200 人次的技术培训。

3、研究内容

(1) 数控机床关键功能部件的可靠性指标分配体系、基于可靠性增长的可靠性综合设计技术。根据各类功能部件的产品特点, 分别研究开发与产品设计相融合的可靠性综合设计技术, 包括可靠性分配设计技术、可靠性预计技术、基于故障分析的可靠性增长技术、制定可靠性设计准则, 实现对产品在设计阶段的可靠性技术保障。

(2) 关键功能部件的模拟试验台架及整机的可靠性综合试验技术。采用可靠性现场试验和实验室台架加速试验相结合的方法, 开展关键功能部件的可靠性试验技术开发和工程化应用, 其中包括功能部件的可靠性现场试验技术、早期故障加速试验技术和可靠性台架加速试验技术。通过可靠性试验技术的开发与工程化应用, 为产品的可靠性设计和可靠性增长提供基础数据。

(3) 基于可靠性增长的关键功能部件的质量控制制造技术与可靠性管理体系。根据故障分析确定产品的易发故障加工工序和装调工序, 确定可靠性关键工

序，制定关键工序的工艺规范和质量检验标准；开发外购外协可靠性保障技术，对外购外协部件实行严格的质量检验和合格供应商管控制度。建立将可靠性保障与质量管理进行有机融合的产品可靠性保障体系，保证各项可靠性技术的顺利实施。

(4) 模拟真实工况企业研制关键功能部件的可靠性试验台研发。对目前的关键功能部件的可靠性试验台多数不能模拟实际工况的现状，开发切削力的动态模拟加载技术，研制可模拟真实工况的关键功能部件可靠性试验台，使功能部件企业具备可靠性加速试验能力。

(5) 建立关键功能部件的可靠性数据库。利用现场运行试验和台架加速试验，收集和积累关键功能部件的可靠性数据，建立刀架企业的可靠性动态数据库，具有可靠性建模、评估和故障分析的功能，为关键功能部件的故障分析、可靠性评价、可靠性设计和可靠性增长提供数据，使功能部件企业具备系统的可靠性数据积累的基础条件。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于0.5:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给相关机床功能部件研究机构。课题牵头单位应是具有较好机床功能部件研究基础的单位。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。牵头申报与参与单位均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料（具体要求详见附件：数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件）。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过10家，应包括5类功能部件制造企业，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题40 汽车发动机关键部件成套刀具应用示范

1、研究目标

建立与完善高性能、汽车刀具体系，涵盖车削、铣削、钻削、铰削、镗削等刀具产品系列。开展汽车发动机、变速箱等典型关键零部件加工工艺研究，形成关键零件高效加工各工序国产化刀具方案。针对典型零件的重点、难点工艺，开展刀具配套技术研究，提高汽车典型零件加工刀具的国产化率，形成加工的成套国产化刀具解决方案。

2、考核指标

(1) 针对汽油发动机，开展缸体、缸盖、曲轴和凸轮轴等关键零部件加工工艺研究与成套加工刀具开发，重点研究关键加工部位的加工刀具磨损、失效模式，突破技术瓶颈，开发高性能硬质合金涂层牌号 2 种以上，开发硬质合金和超硬刀具新产品 30 种以上，实现关键工序的刀具国产化。分别在缸体、缸盖、曲轴和凸轮轴生产线或示范线上实现应用，国产刀具消耗金额比例不低于生产线总消耗金额的 70%。为典型零件和结构件（汽车）高效加工提供成套国产化刀具解决方案，实现典型零件制造刀具成本降低 20%以上。

(2) 在上述典型零件加工生产线或示范应用线上开展切削性能对比试验，形成国产刀具和国外刀具的切削性能对比报告；制定国产刀具性能评价规范和标准。逐渐在新型关键零部件试制线上形成刀具解决方案和应用示范。

(3) 课题牵头单位应对投入实际使用的产品运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(4) 形成 5 项以上典型汽车关键部件的成套刀具解决方案，并在生产中实际应用。

(5) 申请并受理发明专利不少于 5 项，形成技术规范或标准草案不少于 10 项。

(6) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 开展关键孔加工（镗、铰、钻）刀具研究，精加工面铣刀具研究。

(2) 在典型零件加工生产线或示范应用线上开展切削性能对比试验，形成国产刀具和国外刀具的切削性能对比报告。

(3) 开展典型汽车零部件加工工艺研究，提高刀具的国产化率，典型重点、难点工艺加工刀具配套，典型汽车高效加工的成套国产化刀具解决方案。

(4) 建立与完善高性能汽车发动机零件加工的刀具解决方案。

(5) 建立面向典型汽车发动机零部件加工的刀具国产化应用验证平台，制定国产刀具性能评价规范和标准，开展与国外刀具的稳定性对比研究和试验，形成技术对比报告。建立与完善高性能汽车发动机零件加工的刀具体系。

(6) 实施国产刀具在汽车发动机典型零件生产线中批量应用示范工程。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究。中央财政投入经费中用于切削工艺技术、刀具可靠性等研究经费比例不低于15%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给汽车制造企业和机床刀具制造企业。课题牵头单位应是汽车发动机制造企业。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。牵头申报与参与单位均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料（具体要求详见附件：数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件）。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过5家，应包括刀具制造企业，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题41 五轴工具磨床在刀具制造企业的示范应用

1、研究目标

利用专项支持研发的国产数控机床、国产数控系统和关键功能部件的技术成果，面向整体硬质合金刀具柔性制造单元需求，研究五轴工具磨削中心结构设计、工艺、精度稳定性、可靠性和智能化等关键技术，建立整体硬质合金刀具五轴磨削柔性制造单元，形成高精度钻头、铣刀、铰刀等整体硬质合金刀具的磨削工艺方案，实现砂轮机内测量、自动修整、动平衡及自动补偿，以及多种型号整硬刀具的混流生产、制造单元运行状态监测等功能，达到国际先进水平，并在用户实施应用。

2、考核指标

(1) 研制两种规格五轴工具磨削中心，加工中心直线轴的重复定位精度 $\leq 0.002\text{mm}$ ，回转轴的重复定位精度 $\leq 0.002^\circ$ ；其中小规格磨削中心能够实现直径 1—10mm 整体刀具的加工；大规格磨削中心能够实现直径 6—16mm 多种型号整体硬质合金刀具（平头立铣刀、球头铣刀、圆角立铣刀、钻头、铰刀等）的混流加工；加工中心实现五轴联动，能选配砂轮库，砂轮库容量 ≥ 10 ，砂轮交换速度小于 10 秒；支持自动支撑中心架；自动上下料装置，上料和下料速度小于 15 秒；具备砂轮机内自动在位测量、自动修整、动平衡及自动补偿功能；磨削加工效率和精度与国外同类产品相当。数控机床平均无故障时间（MTBF）达到 2000 小时以上。

(2) 软件功能满足铣刀、铰刀、钻头整体硬质合金刀具的加工需求，实现图形引导、参数化编辑功能、干涉碰撞监视及三维刀具加工模拟可视化功能，实现磨削参数自适应控制和自动调机功能。

(3) 对国产数控系统和功能部件进行应用验证，100%配套国产数控系统、电主轴、伺服电机、刀库等。

(4) 课题实施期内，机床制造企业在 6 台以上同类型加工机床对整机进行 2000 小时以上的模拟实际工况运行试验，并编写试验报告。

(5) 课题牵头单位应对投入实际使用的每一台（套）机床、数控系统、功能部件的运行故障予以记录，并形成故障统计和分析报告。

(6) 实现不少于 20 台五轴工具磨削中心组成的整体硬质合金刀具柔性制造单元的用户应用。

(7) 申请并受理发明专利不少于 3 项，形成各类技术标准草案 10 项。

(8) 课题形成不少于 10 人的专职研发团队。

3、研究内容

(1) 重点研究五轴工具磨床到五轴工具磨削中心的总体结构和关键部件的设计技术，包括高速工件轴、自动砂轮库。加工中心实现五轴联动，具备砂轮库，自动支撑中心架和自动上下料装置；具备砂轮机内自动在位测量、自动修整、动平衡及自动补偿功能。

(2) 开发整体硬质合金刀具五轴磨削柔性制造单元用砂轮，研究自适应磨

削技术，实现整体硬质合金刀具的高效加工。

(3) 研究砂轮在位测量、评估及其几何误差补偿技术。

(4) 开发刀具磨削模拟软件，实现加工过程碰撞或干涉监视、二三维测量、动态加工模拟，以及根据刀具在位检测结果自动调机功能。

(5) 建立机床互联互通环境，搭建加工大数据信息交互平台。研究制造单元的运行状态监测系统，实现机床运行状态健康预警和诊断。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究。中央财政投入经费应主要用于产品关键技术研究、性能测试与工艺技术研究，建立相关试验装置和整机性能测试条件；在中央财政投入经费中，用于共性技术、可靠性和精度保持性研究及数控系统、功能部件和刀具研究的经费比例不低于10%。自筹和地方配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于1:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给机床工具制造企业。课题牵头单位应是机床工具制造企业，具有较强的技术基础和技术开发队伍，具有较完善的试验、生产条件。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。参与单位中数控机床主机企业均应提供单位前期开展可靠性工作的证明材料（具体要求详见附件：数控机床专项申报年度课题单位应具备的可靠性研究基本条件）。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过10家，应包括工具制造企业2家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 42 航空钛合金结构件高性能加工技术成套工艺研究与应用

1、研究目标

研发适用于钛合金飞机结构件高效加工刀具的电磁强化装备和配套工艺，及刀具表面涂层工艺方法，提升国产高端钛合金加工刀具的综合力学性能和耐磨性，并将其应用于钛合金飞机结构件的实际加工；研发适用于钛合金高效加工的

国产切削液，切削液在生产环境中的性能及稳定性达到同类进口产品水平，并应用于典型钛合金飞机结构件的验证加工；通过项目实施，打破进口产品在钛合金飞机结构件数控加工用高端刀具、冷却液等领域的技术壁垒，支撑国产新一代飞机的快速研制。

2、考核指标

(1) 研制适用不同规格刀具的电磁强化处理装备 2 台套，并研发配套处理工艺；完成 20 种规格 400 支整体铣刀，20 种规格 600 片可转位铣刀的电磁强化处理；形成钛合金铣刀专用电磁强化处理工艺体系，覆盖刀具基体材料 ≥ 25 种；电磁强化刀具应用于 20 种钛合金飞机结构件的生产；通过实验对比，需达到：

① 硬质合金基体韧性提高 10%，硬度散差下降 10%；

② 在相同切削效率下，电磁强化可转位硬质合金铣刀寿命提高 25%，切削效率提高 10%。

(2) 研制适用于钛合金高速加工的水基切削液 ≥ 3 种；形成面向钛合金飞机结构件加工环境的切削液性能评价技术标准，完成 3 种规格国产切削液及 3 种进口切削液性能的对比评价；新型切削液应用于 15 项典型钛合金飞机结构件的加工验证，生产环境下，60 天内新型切削液酸碱度、菌群等关键指标波动 $\leq 10\%$ ；相同切削参数下，使用新型切削液铣平面的切削力降低 10%，刀具寿命提高 20%。

(3) 形成不少于 10 人的专职研发团队，申请并受理发明专利不少于 5 项。

3、研究内容

(1) 面向钛合金高效加工的电磁强化复合技术研究。包括：电磁强化参数对刀具各部分力学性能影响研究，电磁强化处理工艺参数优化研究，电磁强化处理工艺对被加工零件的精度和表面质量的影响规律研究。建立检测标准和生产规范，形成批量处理能力。

(2) 面向钛合金高效加工的新型冷却润滑介质研发。包括：水基钛合金加工液的体系优化与润滑性能研究；水基钛合金加工液的生物控制技术研究；水基钛合金加工液对切削力、刀具磨损、被加工零件精度和表面质量的影响规律研究。

(3) 面向生产应用的新型切削液及强化刀具工艺应用技术研究。包括面向生产环境的切削液及钛合金刀具性能评价方法研究，新型切削液及强化刀具的高

效、高精度、高表面质量的加工工艺研究，新型切削液及强化刀具应用工艺技术规范与标准研究等。

4、实施期限

2018年1月—2019年12月

5、课题设置及经费要求

拟支持1项课题研究。自筹和配套资金合计数与中央财政投入经费比例不低于0.5:1，其中地方及其它配套资金不低于中央财政投入经费的20%。

中央财政投入经费支持方式：前补助。

6、申报条件

课题定向发布给机床工具制造企业。课题牵头单位应是工具制造企业，需在该领域具有较好的研究基础和应用效果。申报单位须针对指南提出的全部研究内容和考核指标进行申报。原则上申报课题的参与单位（含牵头单位）不超过5家，鼓励“产、学、研、用”联合申报。

课题 43～课题 46（略）