

2026 年度拟提名陕西省技术发明奖项目公示内容

一、项目名称

航空发动机复杂薄壁曲面构件抗疲劳加工表面完整性控制技术及应用

二、提名者及提名意见

提名者：李淼泉、西北工业大学、教授、材料科学与工程

提名意见：本人认真审阅了该项目的介绍及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合陕西省科学技术奖励办公室的填写要求。项目组针对航发领域复杂薄壁构件加工难以满足高精度、长寿命和高可靠服役要求等问题，聚焦抗疲劳加工表面完整性控制核心技术，建立了基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法，发明了高性能铣削表面完整性控制、多工艺复合强化、薄壁件强化变形调控等新方法，成功研发成套装备和系列标准，实现规模化工程应用，构建起自主可控的复杂薄壁曲面构件长寿命高可靠抗疲劳加工表面完整性控制核心技术体系。

项目工作得到国家两机重大专项、国家自然科学基金、陕西省重点研发计划等的支持。基于上述技术成果，项目团队共获授权国家发明专利 31 项，出版专著 1 部，修订/制定标准 12 项。研究成果在中国航发黎明、中国航发西航、中国航发黎阳、中国航发东安、西安三航动力等单位实现了工程化应用，有力支持了我国多个重点型号航空发动机叶片、整体叶盘等的研制和批产，近三年创造直接经济效益约 10.4 亿元，可推广应用于航天发动机、空天飞行器以及民用透平机械领域复杂薄壁曲面构件的高性能制造。

成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省技术发明奖提名条件。特提名该项目为陕西省技术发明一等奖。

提名者：张俊、西安交通大学、教授、机械工程

提名意见：本人认真审阅了该项目的申请材料，确认材料真实有效，并符合陕西省科学技术奖励申请的填写规范。国产军民用高性能航空发动机长寿命和高可靠发展需求极为迫切，风扇/压气机叶片和整体叶盘原有制造技术因缺乏表面完整性控制，导致加工缺陷引起的构件疲劳故障问题频发，已成为制约我国航空装备长寿命服役与技战术性能发挥的难题。该项目聚焦抗疲劳加工表面完整性控制关键难题，建立了基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法，突破传统仅依赖表面粗糙度的工艺控制方法；发明了高性能铣削表面完整性控制方法，实现了复杂叶片、整体叶盘/叶环、金属加强边、机匣和轮盘等的高效精密切削和优质表面控制；发明了整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法，显著提升了风扇和压气机整体叶盘叶片疲劳性能；发明了基于残余应力分区控的薄壁件强化变形调控方法，解决了复杂薄壁件强化变形极难控制工程难题。

项目团队共获相关授权国家发明专利 31 项，出版专著 1 部，形成系列标准 12 项。研究成果已应用到中国航发黎明、中国航发西航、西安三航动力等多家单位承担的重点型号航空发动机叶片、整体叶盘、整体叶环、金属加强边等零件的研制和批量生产，已产生重要的社会效益和显著的经济效益，并在航空航天以及民用透平机械领域具有广阔的应用前景。

成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省技术发明奖提名条件。特提名该项目为陕西省技术发明一等奖。

三、项目简介

本项目属于航空发动机制造领域，涉及叶片/整体叶盘等复杂薄壁曲面构件抗疲劳加工工艺的研发与应用。

国产军民用高性能航空发动机长寿命和高可靠发展需求极为迫切。风扇/压气机叶片和整体叶盘作为发动机内占比极高的核心部件，直接决定整机服役性能和稳定性。该类构件具有超高制造精度（ $\pm 0.03\text{mm}$ 、 $R_a 0.2\sim 0.4\mu\text{m}$ ）、极端服役环境下超高疲劳寿命（ $10^7\sim 10^9$ ）和超高可靠性要求；其主要为高强钛合金和高温合金，结构呈复杂弯掠气动型面、超薄变厚度（ $0.2\sim 2.5\text{mm}$ ）截面、尖锐进排气边缘（半径 $0.04\sim 0.15\text{mm}$ ）等特征，制造难度极大。原有制造技术因缺乏表面完整性控制，导致加工缺陷引起的构件疲劳故障问题频发，已成为制约我国航空装备长寿命服役与技战术性能发挥的关键难题。该项目在两机专项等支持下，聚焦抗疲劳加工表面完整性控制关键难题，采用“基础理论→关键技术→工艺装备→标准规范→工程应用”总体思路，创新抗疲劳加工表面完整性控制理论，发明高性能铣削控制、多工艺复/组合强化及变形调控等新工艺方法，成功研发成套工艺装备和系列标准，实现规模化工程应用。成果打破美西方技术壁垒，填补了国内空白，构建起自主可控的复杂薄壁曲面构件长寿命高可靠抗疲劳加工表面完整性控制核心技术体系。项目的主要技术发明点有以下四点：

1. 建立了基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法。针对制造表面对疲劳影响机制复杂、高周疲劳失效突出等行业痛点，揭示了表面完整性抗疲劳机理，建立了疲劳强度应力集中敏感性理论模型，提出抗疲劳制造表面完整性优化控制方法，突破传统仅依赖表面粗糙度的工艺控制方法。累计获 7 种型号发动机、10 余种典型零件、25 类结构特征的表面完整性数据超万条，支撑制订表面完整性相关标准 12 项，出版专著 1 部，为行业抗疲劳制造技术发展提供了重要理论支撑。

2. 发明了高性能铣削表面完整性控制方法。针对高强难切削合金材料、弱刚性变曲率型面结构和复杂时变工况耦合带来的高效切削表面完整性极难控制工程难题，提出时变工况下以表面完整性为核心的高性能铣削参数优化和均匀性控制方法，首创小余量连续同步高速精铣新工艺，实现了复杂叶片、整体叶盘/叶环、金属加强边、机匣和轮盘等的高效精密切削和优质表面控制。将整体叶盘叶片铣削表面粗糙度控制在 $R_a 0.8\mu\text{m}$ 以内，塑性变形层厚度 $< 10\mu\text{m}$ ，表层呈残余压应力，切削效率提升 30% 以上。

3. 发明了整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法。针对厚度薄、前后缘尖锐的叶片结构在喷丸/激光强化中受非连续动态冲击带来的抗疲劳表面层极难构筑工程难题，系统考虑表面完整性协同控制，发明了精密喷丸-振动光饰、激光-喷丸-振动光饰等多工艺复合强化新方法，显著提升了叶片型面及前后缘区域的裂纹萌生/扩展阻力，突破单一喷丸难以兼顾高品质型面全覆盖与尖锐边缘无损伤的技术瓶颈。某代发动机风扇三级、压气机一/三/五级整体叶盘叶片通过振动疲劳考核，与原方法相比疲劳极限分别提升 25%、35%、21%和 17%。

4. 发明了基于残余应力分区域优控的薄壁件强化变形调控方法。针对复杂宽弦弯掠叶片刚性差，强化变形极难控制工程难题，发明了基于无限疲劳寿命控制的强化残余应力优化控制方法，建立了强化表面残余应力分布及其衰减与宏观变形的关联模型，发明了复杂薄壁叶片分区域非对称变强度喷丸和适应性控形方法。应用于某发动机第一级大型风扇叶片，叶尖精度提升 3.6 倍、叶片通过 380MPa 高周振动疲劳考核；应用于某发动机压气机一级整体叶盘，叶尖精度提升 1 倍、叶片通过 600MPa 高周振动疲劳考核，解决了大型叶片喷丸过程大跨度纵向倾斜及扭转变形行业技术难题。

本项目已授权国家发明专利 31 项，出版专著 1 部，修订/制定标准 12 项。研究成果已应用到中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司、中国航发动力股份有限公司、中国航发贵州黎阳航空动力有限公司、中国航发哈尔滨东安发动机有限公司、新乡航空工业（集团）有限公司、西安三航动力科技有限公司等单位承担的国家重点型号航空发动机叶片、整体叶盘、整体叶环、金属加强边、盘轴等零件的研制和批量生产，解决了多项技术难题。本项目已产生重要的社会和经济效益，近三年，创造直接经济效益约 10.4 亿元，并在高性能航空航天发动机、空天飞行器，以及民用透平机械等的复杂薄壁曲面构件高性能制造领域具有广阔的应用前景。

四、客观评价

1. 项目验收评价意见

“关键钛合金重要转动构件精密切削加工表面完整性控制基础研究”项目验收及绩效评价结论建议认为：项目突破了面向构件的表面完整性表征建模与评价、典型结构精密切削表面完整性工艺控制域优化、基于服役载荷与环境的构件典型结构表面完整性设计、复杂构件精密切削加工稳健性表面完整性工艺控制等关键技术，成果应用于航空发动机风扇三级整体叶盘加工、CJ-1000 压气机整体叶盘和燃气轮机高压五级叶片试验验证件加工。

“关键高温合金重要转动构件精密磨削抛光加工表面完整性控制基础研究”项目验收及绩效评价结论建议认为：项目突破了面向高温合金复杂型面结构精密磨削的高性能工具、磨削工艺条件-表面完整性-疲劳寿命一体化关系模型、面向形性一致性的多轴同步抛光多参数耦合控制、高温合金磨削抛光表面完整性预测控制及评价等关键技术，成果可应用于航空发动机重点型号。

2. 主要用户评价

1) 中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司：“该成果先后应用于我公司承担的多型号发动机的盘轴、盘类组合件、大型风扇叶片和整体叶盘等 10 余种零件的研制和批生产任务，保障了型号任务的高质量交付。支撑公司建立了材料级和整体盘轴零件级表面完整性检测验收指标，保障了整体叶盘加工精度，铣削效率提高 33% 以上。解决了大型风扇叶片喷丸后大跨度纵向倾斜及扭转、表层延展复杂变形难预测等行业技术难题”。

2) 中国航发动力股份有限公司：“该技术保障了整体叶盘叶型加工精度，提高了加工效率。提高了 TC17 和 Ti60 钛合金压气机整体叶盘叶片加工表面完整性，为叶片通过 3×10^7 高周振动疲劳强度试验考核奠定了基础。项目成果对钛合金压气机整体叶盘叶片加工表面完整性、疲劳寿命和可靠性的提升发挥了关键作用”。

3) 中国航发贵州黎阳航空动力有限公司：“该技术保障了 TA11 压气机三级转子叶片叶型加工精度，铣削加工效率提高 22.41% 以上，使得我公司型号研制任务更加高质量高效率交付”。

4) 中国航发哈尔滨东安发动机有限公司：“该技术对叶轮叶片的加工表面完整性、疲劳寿命和可靠性的提升发挥了关键作用，实现叶片型面和叶尖棱边区域的表面完整性控制，叶轮叶片疲劳强度得到显著提升”。

5) 中国航发四川燃气涡轮研究院：“采用表面完整性切削/光整/强化/光整复合加工后，某发动机高压压气机一/三/五级整体叶盘叶片通过振动疲劳考核，与原方法相比疲劳强度分别提高了约 35%、21% 和 17%。项目成果为整体叶盘构件寿命和可靠性的提升提供了有力支撑，对其他型号同类型整体叶盘构件抗疲劳制造技术具有极大参考价值”。

6) 新乡航空工业（集团）有限公司：“实现了铝合金复杂壳体大深长腔孔系结构的高精度和高表面完整性加工，支撑公司建立了零件级表面完整性检测验收标准，大幅提升了公司复杂壳体类零件的加工效率和质量”。

7) 西安三航动力科技有限公司：“实现了 TC17、TA19、Ti60 和 GH4169 等整体叶盘叶片高表面完整性铣削，加工效率提升 20% 以上，保证了整体铣削过程的切削平稳性和整体叶盘叶片表面完整性一致性”。

8) 沈阳新大方电力设备有限公司：“保障了公司盘轴件号研制和生产任务的按期高质量顺利交付，试件加工表面完整性稳定可控”。

9) 沈阳强航时代精密科技有限公司：“保障了公司型号研制和生产任务的按期高质量顺利交付，叶盘叶型总铣削效率大幅提升”。

五、应用情况和效益

1. 应用情况

该项目发明的航空发动机复杂薄壁曲面构件抗疲劳加工表面完整性控制核心技术，自 2022 年起在中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司、中国航发动力股份有限公司、中国航发贵州黎阳航空动力有限公司、中国航发哈尔滨东安发动机有限公司、新乡航空工业（集团）有限公司、西安三航动力科技有限公司、

沈阳新大方电力设备有限公司、沈阳强航时代精密科技有限公司等单位进行工程化应用，应用于重点型号航空发动机叶片、整体叶盘、叶环、盘轴、盘类组合件、复杂燃油调节器壳体等零部件的研制与批量生产。主要应用单位情况如下：

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	整体技术（方法、工艺）	盘轴、盘类组合件、大型风扇叶片和整体叶盘等 10 余种零件的研制和批生产。	2022.01-2025.12	马芳薇 13940217964
2	中国航发动力股份有限公司	高效铣削、喷丸-振动光饰表面完整性控制技术	钛合金、高温合金整体叶盘研制和加工。	2022.07-2023.07	雷海峰 13572271659
3	中国航发贵州黎阳航空动力有限公司	高效铣削、喷丸强化表面完整性控制技术	钛合金压气机三级转子叶片批量化加工。	2022.12-2023.07	李爱真 13698513175
4	中国航发哈尔滨东安发动机有限公司	高效铣削、喷丸强化表面完整性控制技术	离心叶轮研制和批产加工。	2022.01-2024.12	吴泽刚 13091711072
5	新乡航空工业（集团）有限公司	高效切削表面完整性控制和刀具寿命优化技术	复杂燃油调节器壳体、油箱壳体、压调壳体等工程化应用。	2022.01-2025.12	郭龙文 15736913285
6	西安三航动力科技有限公司	高性能铣削表面完整性控制、变形控制技术	整体叶盘/叶环、金属加强边的研制和批生产。	2022.01-2025.12	胡创国 13619210337
7	沈阳新大方电力设备有限公司	高效精密切削表面完整性控制技术	前轴颈、后轴、高压涡轮挡板等研制和批产。	2023.01-2025.12	臧怀庆 17702409189
8	沈阳强航时代精密科技有限公司	高效精密铣削表面完整性控制技术	风扇和压气机整体叶盘的研制和批产加工。	2023.01-2025.12	周鑫 13238867903

2. 应用效益

该项目近三年共创造直接经济效益约 10.4 亿元，利润约 1.29 亿元。

1) 项目发明的整体叶盘高效精密铣削表面完整性控制技术成果，在西安三航动力科技有限公司实施成果转化和产业化应用，为公司争取和完成了重点型号航空发动机整体叶盘、叶环和金属加强边等的研制和批生产。近三年研制出整体叶盘/整体叶环 1528 件、金属加强边 1270 件，新增销售收入约 57287 万元，新增利润约 5728.7 万元。

2) 项目研发的高效精密切削表面完整性控制技术成果，在沈阳新大方电力设备有限公司实施工程化应用，保障了公司盘轴件号研制和生产任务的按期高质量顺利交付。近三年应用于公司前轴颈 984 件、后轴 986 件、高压涡轮挡板 1372 件，新增销售收入约 17036 万元，新增利润 1311 万元。

3) 项目研发的高效精密铣削表面完整性控制技术成果，在沈阳强航时代精密科技有限公司实施工程化应用，为公司争取和完成了重点型号航空发动机整体叶盘、整体叶环和复杂叶片的研制和加工任务提供了关键技术支撑。近三年研制

出风扇一级整体叶盘 37 件、某高压压气机整体叶盘 480 件，新增销售收入约 10425 万元，新增利润 1030 万元。

4) 项目研发的高效切削表面完整性控制和刀具寿命优化技术成果，在新乡航空工业（集团）有限公司实现工程化应用，保障了型号研制和生产任务按期高质量顺利交付。近三年研制出某型号燃油调节器产品 175 件、某型号油箱产品 102 件、某型号压调产品 489 件，新增销售收入约 19285.2 万元，新增利润约 4821.3 万元。

该成果的应用保障了叶片、整体叶盘、整体叶环等零部件的加工精度，缩短了研制周期，获得了表面完整性基础数据，避免重复试验，节省试验费用；提升了整体叶盘叶片构件寿命和可靠性，提高了发动机安全性和可靠性，间接降低了维护费用，取得了显著的经济效益。

该成果支持了我国多个重点型号航空发动机叶片、整体叶盘等的研制和批产，打破国外技术壁垒，构建起自主可控的复杂薄壁曲面构件长寿命高可靠抗疲劳制造表面完整性控制核心技术体系，引领我国航空发动机复杂薄壁曲面构件抗疲劳加工技术发展，促进陕西省航空航天产业经济发展，已产生重要的社会效益。

六、主要知识产权证明目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	基于残余应力层和显微硬度层的 Ti1023 构件疲劳极限分布计算方法	中国	ZL 201611220058.2	2019-05-17	3379668	西北工业大学	姚倡锋、武导侠、张定华、任军学、田荣鑫、周征、张吉银
2	发明专利	薄壁结构精密铣削-振动光饰表面粗糙度工艺控制方法	中国	ZL 202210511946.9	2024-06-04	7065371	西北工业大学	姚倡锋、孙蕴齐、谭靛、任军学、张定华、崔敏超、罗健鑫、高旭航
3	发明专利	钛合金铣削-抛光-喷丸强化残余应力场工艺控制方法	中国	ZL 201810258207.7	2020-07-07	3877646	西北工业大学	谭靛、姚倡锋、任军学、张定华、周征
4	发明专利	一种薄壁结构抗疲劳铣削参数优化方法	中国	ZL 201611220026.2	2019-04-19	3343991	西北工业大学	姚倡锋、张定华、任军学、武导侠、田荣鑫、周征、张吉银
5	发明专利	自由曲面薄壁叶片分层分区域加载残余应力的建模方法	中国	ZL 201910075662.8	2021-02-19	4258146	西北工业大学	姚倡锋、张吉银、谭靛、周征、李丰玉、孙蕴齐
6	发明专利	一种航空发动机叶片残余应力控制域的确定方法	中国	ZL 202411231063.8	2025-02-14	7729765	西北工业大学	谭靛、曹艺隆、姚倡锋、家栋博、陈俊霖、赵季康、唐文昊
7	发明专利	基于球头刀模型与变步长迭代算法的表面形貌预测方法	中国	ZL 202510784733.7	2025-09-19	8280320	西北工业大学	史恺宁、史旭东、李佳乐、任军学、杜彦钊

8	发明专利	基于缘头补偿的整体叶盘叶片曲面重构方法	中国	ZL 202210390855.4	2024-11-19	7535067	西安三航动力科技有限公司	吕锡明、胡创国、许迎颖、文学谦、冯谦、毛海江
9	发明专利	一种用于提高航空发动机转子轮盘加工精度的方法	中国	ZL 201811415722.8	2020-06-16	3845901	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	田晓龙、闫峰、时旭、李利军、陈征
10	发明专利	一种航空发动机高压压气机盘的加工方法	中国	ZL 202111247325.6	2023-06-09	6040035	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	田晓龙、王树锋、于鹏、文宝林、姚海波

七、主要完成人情况（不超过 6 人）

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
姚倡锋	1	无	教授	西北工业大学	西北工业大学	项目负责人，对发明点 1、2、3、4 均有重要贡献：1) 建立了基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法；2) 发明了高性能铣削表面完整性控制方法；3) 发明了整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法；4) 发明了基于残余应力分区域优控的薄壁件强化变形调控方法。
时 旭	2	副总工艺师	高级工程师	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	项目主要完成者，对发明点 2 和工程应用做出了重要贡献：1) 提出了一种用于提高航空发动机转子轮盘加工精度的方法；2) 选取航空发动机多种叶片和整体叶盘为应用对象，组织进行了抗疲劳加工表面完整性控制技术的工程应用，验证了技术的有效性。
谭 靓	3	无	副研究员	西北工业大学	西北工业大学	项目主要完成者，对发明点 3 和 4 做出了重要贡献：1) 提出了一种钛合金铣削-抛光-喷丸强化残余应力场工艺控制方法；2) 提出了一种航空发动机叶片残余应力控制域的确定方法；3) 提出了一种钛合金喷丸强化残余压应力场的预测方法。

史恺宁	4	无	研究员	西北工业大学	西北工业大学	项目主要完成者，对发明点 1 和 2 做出了重要贡献：1) 揭示了精密切削加工表面完整性抗疲劳机理；2) 提出了基于球头刀模型与变步长迭代算法的表面形貌预测方法；3) 提出了时变工况下表面完整性稳健均匀性控制方法。
王树锋	5	盘轴厂 厂长	高级工程师	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	项目主要完成者，对发明点 2 和工程应用做出了重要贡献：1) 提出了一种航空发动机高压压气机盘的加工方法；2) 选取航空发动机典型盘轴类件为应用对象，组织进行了多工艺复合强化和强化变形调控等关键技术的工程应用，验证了技术的有效性。
胡创国	6	研发部 部长	工程师	西安三航动力科技有限公司	西安三航动力科技有限公司	项目主要完成者，对发明点 2 和工程应用做出了重要贡献：1) 提出了基于缘头补偿的整体叶盘叶片曲面重构方法；2) 选取航空发动机典型整体叶盘、整体叶环和金属加强边为应用对象，验证了高性能铣削表面完整性控制技术的有效性。

八、主要完成单位情况（不超过 3 个）

完成单位	排名	对本项目主要贡献（限 600 字）
西北工业大学	1	作为成果第一完成单位，主持制定项目总体方案、具体实施计划、整体技术研究和应用，创新抗疲劳加工表面完整性控制理论，发明高性能铣削控制、多工艺复/组合强化及变形调控等新工艺方法，成功研发成套工艺装备和系列标准，实现规模化工程应用，构建起自主可控的复杂薄壁曲面构件长寿命高可靠抗疲劳制造表面完整性控制核心技术体系。主要贡献如下：1) 针对制造表面对疲劳影响机制复杂、高周疲劳失效突出等行业痛点，建立了基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法；2) 针对高强难切削合金材料、弱刚性变曲率型面结构和复杂时变工况耦合带来的高效切削表面完整性极难控制工程难题，发明了高性能铣削表面完整性控制方法；3) 针对厚度薄、前后缘尖锐的叶片结构在喷丸/激光强化中受非连续动态冲击带来的抗疲劳表面层极难构筑工程难题，发明了整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法；4) 针对复杂宽弦弯掠叶片刚性差，强化过程变形极难控制工程难题，发明了基于残余应力分区域优控的薄壁件强化变形调控方法。
中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	2	负责整体技术的验证及工程化应用工作，主要贡献如下：1) 选取多种型号发动机的盘轴、盘类组合件、大型风扇叶片和整体叶盘作为典型验证和应用对象，为基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性控制方法、高性能铣削表面完整性控制方法、整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法、基于残余应力分区域优控的薄壁件强化变形调控方法等关键技术的工程应用奠定了坚实基础；2) 主持完成多项标准与规范的编制及实施，涵盖中国航发集团标准《叶盘类零件喷丸验收要求》、型号标准《GH4169 材料盘类件表面完整性指标评价要求（试行）》，及企业标准《TC17 材料盘类件表面完整性检测验收方法（试行）》、《喷丸强化物理仿真通用要求（试行）》、《激光冲击强化仿真通用要求（企业标准）》等；3) 将研究成果工程化应用于所承担多种型号航空发动机的盘轴、盘类组合件、大型风扇叶片和整体叶盘等零件研制和批生产。
西安三航动力科技有限公司	3	负责高性能铣削表面完整性控制方法的验证及工程化应用工作，主要贡献如下：1) 选取多种型号航空发动机的整体叶盘、整体叶环、金属加强边作为应用对象，为基于表面完整性的高性能铣削参数优化控制方法、时变工况下表面完整性稳健均匀性控制方法、叶片型面小余量连续同步高速精铣新方法的工程

		应用奠定了坚实基础; 2) 主持完成多种型号航空发动机整体叶盘、整体叶环、金属加强边加工工艺规程的编制与实施; 3) 将研究成果工程化应用于所承担多种型号航空发动机的整体叶盘、整体叶环、金属加强边等零件研制和批生产。
--	--	--

九、完成人合作关系说明

本项目成果由第一完成人姚倡锋，联合时旭、谭靛、史恺宁、王树锋、胡创国等共同完成。其中：姚倡锋（第 1 完成人）、谭靛（第 3 完成人）、史恺宁（第 4 完成人）为西北工业大学完成人；时旭（第 2 完成人）、王树锋（第 5 完成人）为中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司完成人；胡创国（第 6 完成人）为西安三航动力科技有限公司完成人。项目完成人围绕基于寿命控制的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法、高性能铣削表面完整性控制方法、整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法、薄壁件强化变形调控方法等方向，开展了长期深入的研究合作。

第 3 完成人谭靛、第 4 完成人史恺宁，为西北工业大学姚倡锋教授领导的航空发动机关键构件高性能制造陕西省创新团队骨干成员，该团队长期从事发动机关键构件精密与抗疲劳机械加工技术研究，在本项目涉及的抗疲劳加工表面完整性理论与控制方法、高性能铣削表面完整性控制方法、整体叶盘叶片结构多工艺复合强化新方法、薄壁件强化变形调控方法等研究内容中开展联合攻关，合作成果主要包括专著合著、论文合著、共同立项和共同知识产权。

第 2 完成人时旭、第 5 完成人王树锋，自 2018 年起与姚倡锋教授团队围绕航空发动机关键转动件表面完整性技术基础、技术体系及技术应用开展相关合作，共同承担了多项航空发动机关键构件表面完整性控制技术攻关课题，在航空发动机复杂薄壁曲面构件抗疲劳加工表面完整性控制技术的验证及工程化应用方面做出了重要贡献，合作成果主要包括产业合作。

第 6 完成人（胡创国），自 2018 年起与姚倡锋教授团队围绕航空发动机整体叶盘、整体叶环和金属加强边等零件高性能铣削表面完整性控制方法开展相关合作，共同承担了陕西省重点研发计划“航空发动机叶片类零件抗疲劳制造技术”的研究工作，在高性能铣削表面完整性控制方法的验证及工程化应用方面做出了重要贡献，合作成果主要包括论文合著和共同立项。