

# 2019 年度浙江省科技进步奖提名公示表

## 一、成果名称：

高精度圆柱滚子研磨加工与检测关键技术及产业应用

## 二、提各单位及提名意见

提各单位	浙江省嘉兴市人民政府
提名意见（限 600 字）	
<p>该成果在高精度圆柱滚子和凸度圆柱滚子研磨加工与检测方面取得了创新性成果，并研制了相关的设备，项目技术总体技术处国内领先水平，凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术处国际先进水平。该成果已经在相关的企业广泛应用，经济和社会效益显著。</p>	
<p>提名该项目为省科技进步奖 三 等奖。</p>	

### 三、成果简介

主要技术内容、授权知识产权情况、技术指标、应用推广及取得的经济社会效益等（限1000字）

高精度圆柱滚子，是高档数控机床、高速列车、航空发动机、风力发电机等高端装备的关键基础件之一。长期以来，凸度形状精度低，圆度误差难以减小，以及表面缺陷难以避免，一直是我国企业生产高精度圆柱滚子面临的技术痛点。为解决上述难题，本项目面向超精加工环节，研发了高精度圆柱滚子研磨加工与检测关键技术，并研制了相应加工和检测设备，实现了产业化应用。

1. 研发了圆柱滚子超声辅助研磨加工技术及其设备，解决了我国传统无心超精研加工圆柱滚子时存在的成形效率低、形状精度低以及一致性差的难题，实现了最高精度等级0级圆柱滚子的高效研磨加工。

2. 研发了凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术及其设备，解决了我国传统无心超精研进行圆柱滚子凸度成形时存在的成形效率低、形状精度低以及一致性差的难题，实现了最高精度等级0级圆柱滚子的高效、高一一致性凸度成形。

3. 发明了基于激光聚焦偏移测量微小位移的几何形状误差和基于反锐化掩模的表面缺陷的激光精密检测技术；

4. 基于以上原理研制了圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的激光精密检测设备，实现了高精度圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的高效精密检测，提高了圆柱滚子分级筛选的效率和质量。

采用本项目技术加工的圆柱滚子经权威机构检测：优于国家标准最高精度等级0级要求，圆度误差达到 $0.32\mu\text{m}$ 以下，表面粗糙度达到 $Ra0.025\mu\text{m}$ 以下，滚子母线的凸度形状误差达到 $0.1\mu\text{m}$ 以下。浙江省技术市场促进会组织的科技成果鉴定认为：总体技术处于国内领先水平，凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术处于国际先进水平。

采用本项目技术研制的圆度误差和表面缺陷激光检测设备经权威机构检测：圆度误差测量精度达到 $0.05\mu\text{m}$ ，重复测量误差小于 $0.04\mu\text{m}$ ，可快速精确识别圆柱滚子圆柱面的典型缺陷，并可统计缺陷种类和缺陷数量。

项目原创性成果形成了自主知识产权体系，获得发明专利6项，外观1项，发表学术论文7篇，其中SCI收录2篇，EI收录2篇。项目由嘉兴学院、绍兴文理学院、浙江工业大学完成，由海宁科海光电科技有限公司与浙江五洲新春集团股份有限公司共同实施。相关产品远销海内外，经广大用户使用，反映良好，产生了较好的社会效益，目前已形成一亿一千二百多万元的销售额。项目对浙江省轴承制造产业的技术升级和结构调整起到了积极推动作用和重要意义。

## 四、第三方评价

评价结论、检测结果等（限 1200 字）

### 1. 浙科验字（2015）420 号验收意见----浙江省科学技术厅

建立了一种采用改进的高通滤波器的非线性反锐化掩模模型，改善缺陷区域的增强效果。提出了激光聚焦偏移原理测量微小位移的方法，提高了激光传感器测量精度。设计了基于 OpenCV 的圆柱滚子表面缺陷检测算法，开发了相应的程序，提高了表面缺陷检测自动化程度。搭建了圆柱滚子精度面质量在线检测装备，该装备圆柱滚子圆度检测精度达到  $0.05\mu\text{m}$ ，同时能自动检测圆柱滚子的表面缺陷。

### 2. 圆柱滚子精度和表面质量检测装置检测报告----浙江方圆检测集团股份有限公司

圆度测量误差 $\leq 0.05\mu\text{m}$ ；重复测量误差 $\leq 0.04\mu\text{m}$ ；表面缺陷检测装置软件能识别所列表面缺陷，能显示缺陷数量。

### 3. 圆柱滚子精度检测报告----机械工业轴承产品质量检测中心（杭州）

送检样品符合国家标准 GB/T 308-2002 公差等级 0 级要求。

### 4. 查新报告----教育部科技查新 Z19 站

除委托方文献外，超声作用下双曲盘研磨凸度滚子加工技术与装备的研究未见报道；除委托方文献外，激光聚焦偏移测量微小位移的测量方法及装置，未见文献报道；除委托方文献外，改进高通滤波的圆柱滚子缺陷图像非线性反锐化掩模方法的研究未见文献报道；除委托方文献外，基于激光传感技术和光电检测技术，提出一种凸度滚子凸度量、截面圆度和表面质量检测方法并开发相应设备，实现凸度滚子的精密检测的研究未见文献报道；除委托方文献外，提出了凸度圆柱滚子凸度一致性计算方法，研究了超声作用下双曲盘研磨凸度滚子加工技术提高了凸度滚子的凸度一致性的研究未见文献报道。

### 5. 鉴定意见----浙江省技术市场促进会

项目提出了凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工方法，研制了相应加工设备，提高了凸度圆柱滚子的精度和一致性；提出了四平面往复式圆柱滚子研磨加工方法，研制了相应加工设备，提高了圆柱滚子的加工质量；开发了基于激光聚焦偏移测量微小位移的几何形状误差和基于反锐化掩模的表面缺陷激光精密检测技术，研制了相应检测设备，提高了检测精度和效率。项目技术总体技术处国内领先水平，凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术处国际先进水平。

## 五、推广应用情况、经济效益和社会效益

### 1、完成单位直接经济效益

单位名称	新增应用量			新增销售收入(单位:万元)			新增税收(单位:万元)			新增利润(单位:万元)		
	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年
浙江五洲新春集团股份有限公司				2202.662	3295.6	4787.2	235.6848	347.6858	508.64	396.479	560.252	837.76
海宁科海光电科技有限公司				231.36	350.45	422.88	10.08	15.11	18.42	10.21	13.68	19.23
合计				2434.022	3646.05	5210.08	245.7648	362.7958	527.06	406.689	573.932	856.99
				11290.152			1135.6206			1837.611		

## 2. 推广应用情况和经济效益（非完成单位）

应用单位名称	起止时间	单位联系人、电话	新增应用量			新增销售收入(万元)			新增税收(万元)			新增利润(万元)		
			2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年	2016年	2017年	2018年
浙江弘隆机械有限公司	2016年1月20日-2018年12月13日	计恩伟、18067000999				92.11	123.22	129.93	21.211	28.4304	30.188	55.3688	74.2912	79.1747
合 计:						92.11	123.22	129.93	21.211	28.4304	30.188	55.3688	74.2912	79.1747
						345.26			79.8295			208.8347		

### 3. 社会效益和间接经济效益（限 600 字）

项目符合国家产业政策，是国家、省、市重点支持的发展领域；推动基础装备研制和产业化发展，有利于打造新的产业支柱和形成新的经济增长点。项目对地方经济和产业结构调整具有积极的意义。该项目在技术上取得了国内先进水平，取得了多项专利和软件著作权，推动了科学技术的进步。项目培养了一批高级工程师、工程师以及年轻教师。项目已实现量产，生产圆柱滚子和凸度滚子装备轴承，用于高铁和风力发电等领域，有力支持国民经济；圆柱滚子检测装备运用于圆柱滚子的自动化检测，为浙江五洲新春集团股份有限公司产品质量和轴承的品级进一步提高。为浙江弘隆机械有限公司节省的劳动力成本和降低了废品率。该项目为轴承制造产业升级与机器人提供技术基础。

### 六、主要知识产权证明目录

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	权利人	发明人(培育人)
发明专利(1)	圆柱滚子超精磨削精度和表面质量在线监测装置及在线监测方法	中国	ZL 201510648060.9	2017-08-01	嘉兴学院	钟美鹏、左春桧、钱苏翔、吴喆、朱海滨
发明专利(2)	凸度滚子精密检测装置及凸度滚子精密检测方法	中国	ZL 201610220369.2	2018-04-13	嘉兴学院	钟美鹏、袁巨龙、左春桧、陆惠宗、姚蔚峰、章滔、沈策、李晨昊、方俊
发明专利(3)	四平面往复式圆柱滚子研磨方法与装置	中国	ZL 201610318095.0	2017-10-20	嘉兴学院	钟美鹏、袁巨龙、左春桧、钱苏翔、姚蔚峰、章滔
发明专利(4)	一种自动圆度分检机	中国	ZL 201610402248.X	2018-03-02	浙江五洲新春集团股份有限公司	左英、陈军、潘祝庆
发明专利(5)	一种无外圈推力轴承的加工设备及生产工艺	中国	ZL 201410537458.0	2016-02-03	浙江五洲新春集团股份有限公司	张迅雷、李维翠、张林海、蔡见汀、汪凯
发明专利(6)	聚焦偏移位移传感器	中国	ZL 201410228575.9	2016-08-17	海宁科海光电科技有限公司	陆惠宗

## 七、代表性论文专著目录

作者	论文专著名称/刊物	年卷期 页码	发表时间 (年、月)	SCI 他 引次数	他引 总次 数
姚蔚峰、袁巨龙、周芬芬、陈芝向, 赵天晨、钟美鹏	1.Trajectory analysis and experiments of both-sides cylindrical lapping in eccentric rotation / International Journal of Advanced Manufacturing Technology	2016.88(9-12), 1-11.	2017.2	1	1
钟美鹏、袁巨龙、姚蔚峰、邓乾发	2.基于双平面轨迹均匀法的高精度圆柱滚子加工方法研究/高技术通讯	2018.28(4): 327-335	2018.4	0	0
钟美鹏, 袁巨龙, 姚蔚峰	3.Double-curved disc ultrasonic-assisted lapping of precision-machined crowned rollers /International Journal of Advanced Manufacturing Technology	(2018) 97:175 - 188	2018.7	0	0
钟美鹏, 袁巨龙, 姚蔚峰, 吴喆	4.改进高通滤波的圆柱滚子缺陷图像非线性反锐化掩模 /轴承	2018(4): 51-54	2018.4	0	0

## 八、主要完成人员情况

排名	姓名	行政职务	技术职称	现从事专业	工作单位	二级单位	完成单位	对本项目主要科技创新的创造性贡献
1	钟美鹏	系主任	副教授	机械工程	嘉兴学院	机电工程学院	嘉兴学院	项目负责人，全面负责项目的总体研究与开发，主要负责超声加工凸度滚子和滚子几何形状误差和表面缺陷的一体高效检测设备主要发明人。是创新点一、二和四的主要贡献者，是发明专利1、2和3的发明人，是代表论文1、2、3和4的作者。
2	姚蔚峰	无	讲师	机械工程	绍兴文理学院	机电工程学院	绍兴文理学院	对项目的创新点一和创新点二做出重要贡献，主要负责加工过程中圆柱工件运动状态的理论建模、加工轨迹仿真和优化，参与装备设计与优化。是创新点一、二和四的主要贡献者，是发明专利2和3的发明人，是代表论文1、2、3和4的作者。
3	张迅雷	总工程师	高级工程师	机械工程	浙江五洲新春集团股份有限公司	研发部	浙江五洲新春集团股份有限公司	对项目的关键技术攻克与装备研发做出了创造性贡献，为产业化提供技术支持，对项目的创新点四做出重要贡献。是发明专利4的发明人。
4	袁巨龙	超精密加工研究中心主任	教授	机械工程	浙江工业大学	机械工程学院	浙江工业大学	项目的创新点一“研发圆柱滚子超声辅助研磨加工技术及其设备”、创新点二“研制了圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的激光精密检测设备”和创新点四“研发凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术及其设备”做出重要贡献，主要负责加工过程和检测过程理论指导。是发明专利1、2的发明人，是代表论文1、2、3和4的作者。
5	陆惠宗	总经理	工程师	光学	海宁科海光电科技有限公司	海宁科海光电科技有限公司	海宁科海光电科技有限公司	对项目的创新点三“激光聚焦偏移测量微小位移的几何形状误差”和创新点四“圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的激光精密检测设备”做出重要贡献，主要负责检测关键设计与设备产业化。是发明专利2、6的发明人。

6	梁贵林	技术经理	工程师	机械工程	浙江五洲新春集团股份有限公司	轴承事业部	浙江五洲新春集团股份有限公司	对项目的创新点四“研制圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的激光精密检测设备”做出重要贡献，参与了嘉兴学院与浙江五洲新春集团股份有限公司的合作项目“圆柱滚子研磨加工工艺与检测技术研究”。
7	左英	副总工程师	工程师	机械工程	浙江五洲新春集团股份有限公司	配件事业部	浙江五洲新春集团股份有限公司	对项目的创新点二“研发凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术及其设备”做出重要贡献，主要负责加工过程实验和参数优化。参与了嘉兴学院与浙江五洲新春集团股份有限公司的合作项目“圆柱滚子研磨加工工艺与检测技术研究”。是发明专利5的发明人。

浙江省科学技术奖

## 九、主要完成单位情况表

排名	单位名称	对本项目的支撑作用情况
1	嘉兴学院	嘉兴学院负责项目的总体规划，提出总体研究方案、技术方案和实施方案，并为项目开展提供主要的软硬件和经费支持。对本项目科技创新和推广应用的具体贡献如下：（1）提出了凸度圆柱滚子超声辅助双曲盘研磨加工技术并研发相应的设备；（2）提出了反锐化掩模的表面缺陷激光精密检测技术；（3）研制了圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的激光精密检测设备。与浙江五洲新春集团股份有限公司、绍兴文理学院、浙江工业大学、海宁科海光电科技有限公司共同推进项目产业化应用。
2	浙江五洲新春集团股份有限公司	为高精度圆柱滚子超精加工技术的相关研究及其设备研制提供了硬件和科研经费支持，推动了高精度圆柱滚子加工与检测设备的产业化应用，产生了显著的经济和社会效益。
3	绍兴文理学院	为项目第二完成人姚蔚峰开展项目创新点一和创新点二的相关研究提供了硬件和软件支持以及科研经费支持，提升了科研效率和质量，有效保障项目顺利开展和完成。
4	浙江工业大学	为圆柱滚子超声辅助研磨加工技术及其设备的研发提供了硬件支持。
5	海宁科海光电科技有限公司	为圆柱滚子圆度误差和表面缺陷的激光精密检测设备的研制提供了硬件支持，推动了该设备的产业化应用，产生了显著经济和社会效益。

## 十、完成人合作关系说明（含情况汇总表）

本项目由嘉兴学院牵头，联合浙江五洲新春集团股份有限公司、绍兴文理学院、浙江工业大学、海宁科海光电科技有限公司共同完成。嘉兴学院作为项目牵头单位，与绍兴文理学院、浙江五洲新春集团股份有限公司、浙江工业大学、海宁科海光电科技有限公司均建立了合作关系，共同承担科研项目、培养人才、发表论文及推进本项目成果的应用。

### 1、共同承担科研项目

嘉兴学院和浙江工业大学共同承担完成了浙江省自然科学基金一般项目“超声作用固着游离二相磨料双曲盘研磨凸度圆柱滚子的方法”（LY14E050021）；嘉兴学院与海宁科海光电科技有限公司共同承担完成了浙江省公益技术项目“圆柱滚子超精磨削精度和表面质量在线监测关键技术研究及装备开发”（2015C31071）；嘉兴学院和浙江五洲新春集团股份有限公司共同承担完成了横向科研项目“圆柱滚子研磨加工工艺与检测技术研究与开发”，参与人员：钟美鹏、张迅雷、梁贵林、左英。

### 2、共同培养人才

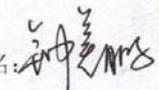
本项目直接和协同培养了博士后1名、博士研究生1名、硕士研究生若干名、本科生若干名。其中，钟美鹏于2012年4月至2018年3月在浙江工业大学完成了博士后研究。姚蔚峰于2011年7月至2017年1月在浙江工业大学攻读博士研究生并获得博士学位，之后就职于绍兴文理学院。钟美鹏和姚蔚峰曾一同协助浙江工业大学袁巨龙教授开展科研工作，建立了合作关系，之后两人合作完成了本项目的主要工作。

此外，姚蔚峰于2017年作为项目负责人获得国家自然科学基金青年项目（51705330）的资助，并获得第七届机械工程学会上银优秀机械博士论文优秀奖。

### 3、共同推进成果应用

本项目成果首先应用于完成单位浙江五洲新春集团股份有限公司、海宁科海光电科技有限公司，之后推广应用至浙江弘隆机械有限公司，取得了显著经济和社会效益。

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：

2019年1月15日

完成人合作关系情况汇总表完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料编号	备注
1	合作报专利	钟美鹏、袁巨龙、陆惠宗、姚蔚峰	2014-01-2016.04	发明专利：凸度滚子精密检测装置及凸度滚子精密检测方法		
2	合作报专利	钟美鹏、袁巨龙、姚蔚峰	2014-01-2016.05	发明专利：四平面往复式圆柱滚子研磨方法与装置		
3	合作写论文	钟美鹏、袁巨龙、姚蔚峰	2014-01-2017.2	Trajectory analysis and experiments of both-sides cylindrical lapping in eccentric rotation		
4	合作写论文	钟美鹏、袁巨龙、姚蔚峰	2014-01-2018.4	基于双平面轨迹均匀法的高精度圆柱滚子加工方法研究/高技术通讯		
5	合作写论文	钟美鹏、袁巨龙、姚蔚峰	2014-01-2018.7	Double-curved disc ultrasonic-assisted lapping of precision-machined crowned rollers		
6	合作写论文	钟美鹏、袁巨龙、姚蔚峰	2014-01-2018.4	改进高通滤波的圆柱滚子缺陷图像非线性反锐化掩模		
7	横向项目	钟美鹏、张迅雷、梁贵林、左英	2014.07.01-2016.02.01	圆柱滚子研磨加工工艺与检测技术研究开发与		
8	纵向项目	钟美鹏、姚蔚峰	2014-1-2016-12	超声作用固着游离二相磨料双曲盘研磨凸度圆柱滚子的方法研究		

浙江省科学技术奖励2019版