

精密精湛精有道， 匠心助推行业进步

——走进机械工业精密测控技术与仪器重点实验室

To Gear up Precision Engineering Towards to National Demands

[编者按] 北京工业大学机械工业精密测控技术与仪器重点实验室在长江学者石照耀教授的率领下,以团队内涵建设引领青年教师和研究生成长,以我国高端装备制造业的重大需求为导向,遵循“理论探索-关键技术研究-产品研制-推广应用”模式,形成了“精密测试技术”和“精密智能传动”两个特色鲜明的研究方向,取得了一系列创新成果并在重大装备上获得应用;与国内外研究机构和企业紧密合作,持匠人之心服务于行业,不断将科研成果转化为生产力,取得了良好的经济社会效益;长期参与国际标准制定,为我国争取在国际标准上拥有更多的话语权而不懈奋斗着。

实验室概况

实验室拥有北京市创新团队和北京战略科技人才团队、教職員工和在校碩/博研究生共計 70 余名團隊成員,形成了專業配套、優勢互補、結構合理的科研隊伍。

實驗室配有各類專業化儀器設備和成套的精密傳動試驗設置,計 140 余台/套,包括: Leica 激光跟蹤儀、Etalon 激光追蹤干涉儀、各類激光干涉儀、克林貝格齒輪測量中心、海克斯康三坐標測量機、泰勒霍普森白光干涉儀、圓柱度測量儀和粗糙度輪廓儀、德國 MÖLLER-WEDEL 光學自准直儀、英國 RPI 精密回轉平台、齒輪動力學試驗台、精密減速器綜合試驗台、振動噪聲測試分析系統等。

實驗室與北京市計量檢測科學研究院和北京微納精密機械有限公司共建了北京市精密測控技術與儀



精密減速器性能測試台

器工程研究中心。

研究項目及成果

實驗室近几年承担了国家重点研发计划、04 国家科技重大专项、国家重大科学仪器设备开发专项、国家科技支撑计划、国家 863 计划、国家自然科学基金重点项目及面上项目等国家及省部级、企业科研项目 50 余项;牵头或参与制定 ISO、GB 和协会标准 22 项;获授权发明专利

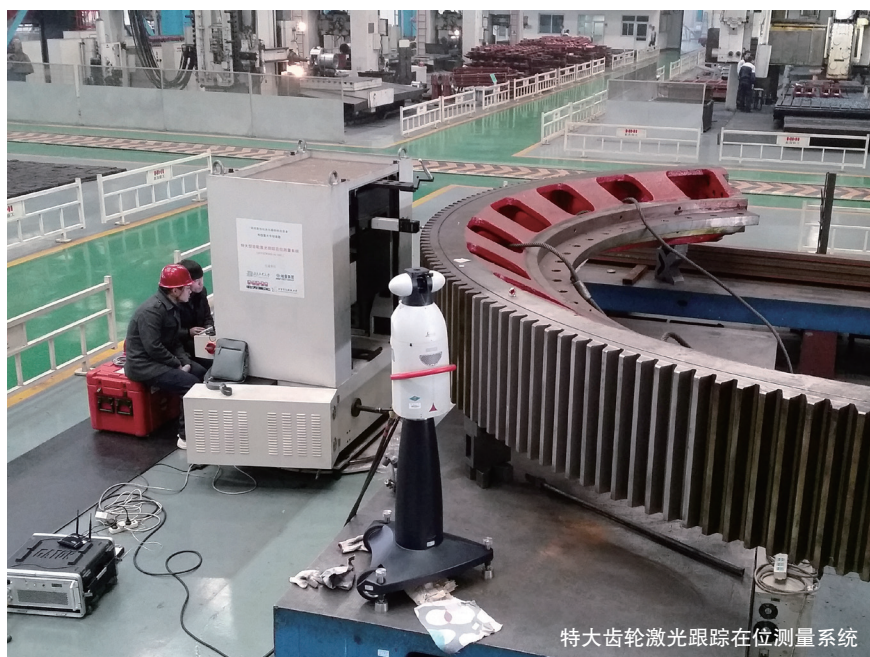
110 多项、软件著作权 50 多项;获国家科技进步奖二等奖 2 项、中国机械工业科学技术奖特等奖 1 项、一等奖 2 项和二等奖 1 项,中国好设计金奖 1 项;培养的学生获得上银优秀机械博士论文奖。

特色与重要进展

(1) 齒輪測量技術與儀器。對齒輪測量技術的研究覆蓋了齒輪工程的全領域:從 0.5mm 的微型齒輪到 10

多米的特大齿轮,从圆柱齿轮和锥齿轮到面齿轮和环面蜗杆,从齿轮工件到复杂齿轮刀具,从分析式测量、功能性测量到整体误差测量,从接触式测量到光学非接触式测量,从单机测量到基于云平台的测量,从计量室测量、车间检测站检测到生产线的在线测量;提出了系列测量原理和方法,解决了齿轮领域的诸多“极端测量”难题,研发了系列独特技术并形成产品,研究成果获得国内外公认,是国际知名的齿轮测量技术研究中心,使我国齿轮测量技术研究处于国际领先水平。

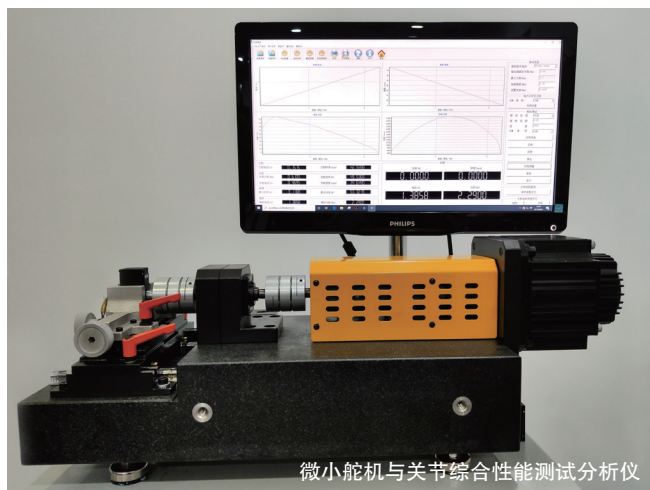
(2)精密机电传动系统测试技术与装备。解决了精密机电传动系统性能表征、测试和质量评价技术难题,提出了从关节零部件到系统性能测试成套解决方案;研制的机器人精密减速器(RV、谐波、行星、特殊专用等)、精密机电系统的单项参数和综合性能测试设备已服务于企业生产。特别是针对小型舵机和服务机器人小型关节的传动精度、电参数和机械特性的测量技术,解决了小型关节整机性能测量手段缺乏以及测量项目单一的问题,为建立面向服务机器人小型关节的全生命周期、全局质量评价体系提供了有效手段。



特大齿轮激光跟踪在位测量系统

(3)精密传动理论与成套技术。构建了基于张量分析的齿轮啮合原理新框架,发现了齿轮传动中“逆序啮合”现象,拓展了齿轮整体误差理论,提出了复杂齿轮的主动修形方法,开发了大型重载锥齿轮和精密齿轮模具的高效精密加工技术,研发了传动系统的振动分析和降噪技术,揭示了齿轮配对机理并开发了齿轮配对技术,设计开发了新能源汽车变速器和机器人智能关节,正开发齿轮设计制造云服务平台。与中车戚墅堰机车车辆工艺研究所等单位合作的项目“高铁列车用高可靠齿轮传动系统”获2017年国家科技进步二等奖;与深圳市兆威机电股份有限公司等单位合作的项目“面向智能设备的微型传动成套技术及产业化”获2019年中国机械工业科学技术进步特等奖。

(4)标准制定。作为国际标准化组织齿轮标准委员会(ISO/TC60)



微小舵机与关节综合性能测试分析仪

成员,10多年来,参与制定了齿轮领域最重要的4个基础标准,已发布的为:齿轮精度制ISO1328-1(2013)、ISO1328-2(2020)和ISO10064-1(2019)。牵头制定了国标《GB/T 38192—2019注射成型塑料圆柱齿轮精度制》,这是我国塑料齿轮行业翘首企盼了半个世纪的行业首个国家标准,经全国齿轮标准化技术委员会评审,该标准填补空白、达到国际先进水平。目前正牵头制定机器人减速器领域的基础国标《精密减速器回差测试与评价方法》,预定今年底完成。

内涵建设与国际交流

实验室秉持“勤奋 求实 谦让,习惯 能力 态度”室训,持续内部文化营造和制度建设,10多年坚持出版电子刊物 *Precision Lab e-News*,教学科研公共事务进行分工,制定办事流程,减轻了青年教师的事务负担。通过内涵文化和规范化管理凝聚人心,形成共识,共享共建,促进了队伍成长和成果产出。

实验室与德国联邦物理技术研究院(PTB)、美国国家标准与技术研究院(NIST)、瑞典皇家理工学院、英国诺丁汉大学等国际著名大学和研究机构建立了稳定的合作关系,长期开展精密测试技术和齿轮工程研究,极大推进了实验室走向国际,提升了研究水平。

(采访 雷松)