

“高端装备智能制造科技创新创业团队项目建设” 团组赴英国 培训总结报告

一、团组基本情况介绍

根据国家外国专家局外专培出字（2025）0025 号出国、赴港澳任务批件，批准由宾光富、沈意平、徐元栋、颜建辉、刘阳、杨大炼、李超、潘阳等 9 人组团自 2025 年 08 月 16 日至 2025 年 08 月 30 日前往英国执行高端装备智能制造科技创新创业团队项目建设培训任务，在国外停留 14 天。

二、经费执行情况介绍

培训期间实际产生的签证费、差旅费为 447052 元，专家培训费 68323.95 元，总计 515375.95 元。

三、日程安排与培训总结

1、2025 年 8 月 16 日，出境。

原计划北京时间 8 月 16 日 3:15 从北京出发搭乘 HU753 航班前往英国曼彻斯特机场，但由于天气原因，从长沙前往北京的航班延误，因此北京的实际出发时间为 8 月 17 日 3:15，到达曼彻斯特机场的伦敦时间为 8 月 17 日 6:45，随后乘车前往哈德斯菲尔德大学参加上午的培训。



▲ 英国曼彻斯特机场合影



▲ 哈德斯菲尔德大学合影

2、2025 年 8 月 17 日，参加哈德斯菲尔德大学精密技术中心 Xiangqian Jiang 教授培训。

团组成员于 8 月 17 日参加哈德斯菲尔德大学精密技术中心 Xiangqian Jiang 教授的课堂授课，上午的授课主题为：以表面表征技术发展赋能全球工业创新，教授团队的研究主要聚焦于超精密表面形貌测量与表征，主要针对以下关键对象

开展研究，包含高精度光学元件（如自由曲面透镜、非球面镜等）、微纳结构表面（如光栅、微机电系统 MEMS、超精密模具等）、功能性工程表面（如增材制造（3D 打印）零件、超精密加工表面等，教授对以上对象进行了详细介绍，并开展了讨论交流。

下午的培训主题为：以表面表征技术的标准化赋能全球工业创新，教授团队在开发纳米级表面测量技术方面，研究了散射测量法，用于复杂表面（如高陡度自由曲面、微结构阵列）的高精度形貌重建。在自由曲面与复杂光学表面测量方面，提出自适应光学补偿技术，解决自由曲面因高曲率、非对称性导致的测量误差问题。在微纳结构表征与标准化方面，建立微纳尺度表面缺陷检测方法，如基于机器学习的表面瑕疵自动识别技术。在线检测与智能制造方面，开发工业级在线测量系统，与企业合作实现叶片等关键部件的实时质量控制，研究多传感器融合技术，结合光学、触觉和 X 射线 CT 测量，提高复杂零件的检测效率。



▲ Xiangqian Jiang 教授团队成员授课现场

3、2025 年 8 月 18 日，参加哈德斯菲尔德大学精密技术中心 Andrew Longstaff 教授培训。

团组成员于 8 月 18 日参加哈德斯菲尔德大学精密技术中心 Andrew Longstaff 教授的课堂授课，上午的授课主题为：面向制造精度提升的智能加工技术，教授介绍了团队的工作重点是利用机器学习与人工智能，特别是人工神经网络（ANN），来解决精密加工中的核心挑战。其中的一个关键方向是机床热误差补偿，团队开发了先进的系统，通过部署在机床关键部位的温度和位移传感器网络实时采集数据。随后，利用机器学习算法建立热源与机床结构变形之间复杂的非线性映射模型，并据此在加工过程中进行前瞻性补偿，降低了热变形导致的精度损失。此外，他的研究还涵盖机床性能优化与预测性维护。通过对加工过程的振动、功率等数据进行智能分析，实现对刀具磨损、主轴健康的实时监控与预测，

从而在故障发生前进行干预，保障加工质量的稳定性和设备利用率。

下午的培训主题为：面向制造鲁棒性提升的智能加工技术，教授介绍了团队利用多传感器融合与机器学习算法来应对现实生产中的不确定性。包括实时自适应控制：开发智能系统，能实时感知切削力、振动等信号，并在加工过程中动态调整参数（如转速、进给率），以抑制颤振、补偿刀具磨损，保证在不同工况下的加工稳定性与质量一致性。数字孪生与虚拟映射：构建高保真的机床数字孪生模型，用于在虚拟环境中模拟、测试和优化加工过程，从而在物理加工前识别并消除可能导致质量波动的风险点。



▲ Andrew Longstaff 教授授课现场

4、2025年8月19日，参加哈德斯菲尔德大学铁路研究院 Adam Bevan 教授培训。

团组成员于8月19日参加哈德斯菲尔德大学铁路研究院 Adam Bevan 教授的课堂授课，上午的授课主题为：抑制脱轨的轨道车辆动力学特性，教授团队主要聚焦于通过智能监测、振动控制及先进材料应用来提升轮轨系统可靠性与安全性。其研究内容涵盖：开发基于振动能量的无线传感器网络，利用铁轨震动为传感器供电，实现轮轨状态实时监测与故障预警，显著降低系统成本和维护复杂度；探索驱动系统对轮轨动态特性的影响，特别是扭转振动在轮轨磨耗中的作用，通过刚柔耦合动力学模型分析车轮模态与轮轨蠕滑率的关系，提出驱动系统优化策略。

下午的培训主题为：抑制轮轨磨损的轨道车辆动力学特性，教授团队通过参与欧盟项目，研究碳纤维复合材料和3D打印技术在转向架制造中的应用，通过轻量化设计和材料创新降低轮轨动态作用力，从而抑制磨损并提升运行舒适性。其成果包括低成本无线监测系统的实际部署、驱动系统对磨耗影响的理论模型创新以及新材料在铁路车辆中的工程化应用，为轮轨磨损的预防与维护提供了理论与实践依据。

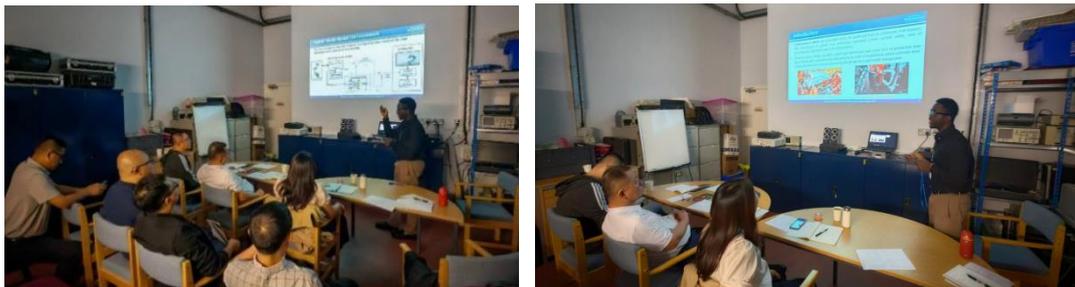


▲ Adam Bevan 教授授课现场

5、2025年8月20日，参加哈德斯菲尔德大学效率与性能中心 Andrew Ball 教授培训。

团组成员于8月20日参加哈德斯菲尔德大学效率与性能中心 Andrew Ball 教授的课堂授课，上午的授课主题为：海上风电机组健康监测技术，教授团队的研究聚焦于海上风电机组的机械系统，特别是齿轮箱、轴承和传动系统的故障预测与健康监测，使用振动分析、声发射技术和润滑油分析等方法来监测这些关键部件的状态。尤其是叶片结构健康监测，包括利用光纤传感器、声学监测和无人机视觉检测来评估叶片的结构完整性、表面损伤和潜在裂纹。

下午的培训主题为：英国大型风场健康监测技术，教授团队教授在风场塔基和支撑结构监测领域颇有建树，涉及对海上风机基础结构的腐蚀、疲劳损伤和海洋生物附着等进行监测，通常使用应变计、加速度传感器和腐蚀监测系统。研究还包括电气系统监测，包括发电机、变压器和电力电子设备的状态监测，使用局部放电检测、红外热成像和电流特征分析等技术。



▲ Andrew Ball 教授团队成员授课现场

6、2025年8月21日，参加哈德斯菲尔德大学效率与性能中心 Fengshou Gu 教授培训。

团组成员于8月21日参加哈德斯菲尔德大学效率与性能中心 Fengshou Gu 教授的课堂授课，上午的授课主题为：面向加工与监测的智能感知及数据管理技术，教授团队研究聚焦于智能制造的核心环节，致力于开发面向工业加工与设备状态监测的先进智能感知及数据管理技术。其研究内容主要涵盖：通过集成创新

的传感器（如超声、声发射等）与物联网技术，构建高精度的实时数据采集系统，实现对制造过程工艺参数与设备运行状态的全面感知；进而，运用机器学习与人工智能算法对获取的多源、异构海量数据进行深度挖掘与智能分析，以完成加工质量在线评判、工艺优化、故障预测与诊断等核心任务。

下午的培训主题为：面向加工与监测的智能感知及数据管理技术，教授团队在船舶动力系统监测领域主要致力于通过先进的智能感知技术与信号处理方法，提升其对早期故障的精准检测与诊断能力。综合运用振动测试、声发射及电机电流信号分析等多种传感技术，获取系统运行状态信息。针对动力系统信号中常见的调制、非平稳及弱特征等挑战，团队开发了如调制信号双谱等一系列先进信号处理算法，以有效提取被噪声淹没的故障特征。这些方法旨在实现对船舶动力系统关键部件（如齿轮箱、轴承等）的早期故障诊断与健康状态监测。其研究注重理论创新与工业应用的结合，相关技术不仅应用于船舶动力系统智能健康监测系统的开发，也为提升高端装备的可靠性与安全性提供了重要支撑。



▲ Fengshou Gu 教授团队成员授课现场

7、2025年8月22日，参加哈德斯菲尔德大学效率与性能中心 Haiyan Miao 副教授实验室参观培训。

团组成员于8月22日参加哈德斯菲尔德大学效率与性能中心 Haiyan Miao 副教授实验室参观培训，上午的授课主题为：实验室参观-智能感知、制造监测与试验研究，教授介绍了实验室的振动分析（如振动监测实验平台）、声学测量（包括声振信号分析）以及电机电流分析等相关设备，用于早期故障检测和诊断。还介绍了传感器与测量系统：实验室在传感器开发和新型测量技术方面有专长，致力于开发非侵入式的在线监测技术和精密测量技术。

下午的培训主题为：实验室参观-智能感知、制造监测与试验研究，教授介绍了实验室信号处理与数据分析平台：研究人员会使用这些平台进行复杂的信号处

理、特征提取和模式识别。还介绍了特定系统测试平台：研究涉及多种系统，如涡轮机械、新能源汽车的电池管理系统（BMS）和电力电子系统等，具备柴油机、涡轮增压器等专用测试台架。



▲效率与性能中心实验室参观

8、2025年8月23日，乘火车 08:46 从哈德斯菲尔德出发，11:48 抵达伦敦。

9、2025年8月24日，参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Changzhao Jiang 副教授的培训。

团组成员于8月24日参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Changzhao Jiang 副教授的培训，上午培训主题为发电用替代燃料技术研究。本次培训中，Changzhao Jiang 副教授介绍了氢、氨和生物燃料在发电系统中的应用前景与研究进展。针对氨燃料，重点讲解了喷雾的超临界转变、闪蒸机理，以及电场辅助燃烧对燃烧稳定性与排放控制的提升作用，为氨在发电中的推广提供了科学依据。同时还介绍了在生物燃料研究中采用双喷射策略以降低颗粒物排放并保持系统效率的成果。

下午 Changzhao Jiang 副教授继续为团队开展培训，主题为发电用替代燃料测试技术。Changzhao Jiang 副教授分享了其团队在燃料性能评价与实验方法上的进展。介绍了光学诊断技术在喷雾、点火和火焰传播可视化研究中的应用。同时分享了氨燃烧测试中对超临界喷雾和闪蒸现象的观测方法，以及电场辅助燃烧实验对降低排放的效果。他强调系统化、精细化的测试技术是推动替代燃料发电应用和工程化落地的关键支撑。



▲ Changzhao Jiang 副教授团队成员授课现场

10、2025 年 8 月 25 日，参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Lionel Ganippa 教授的培训。

团组成员于 8 月 25 日参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Lionel Ganippa 教授的培训，上午培训主题是内燃机流场测量技术，教授首先介绍了内燃机流场研究的重要性，指出气体在缸内的运动状态对燃烧效率、排放特性和发动机性能有直接影响。随后，他重点讲解了目前主流的流场测量方法，并结合实际实验案例展示了这些方法在不同工况下的应用效果。

下午 Lionel Ganippa 教授继续作课程培训，主题为:内燃机流场状态诊断技术。在上午测量方法的基础上，进一步讲解了如何利用测得的数据对发动机内部流动状态进行分析与诊断。重点介绍了流场特征参数的提取方法。分享了利用高速成像、数据处理与模式识别技术来诊断异常流动状态的研究成果。



▲ Lionel Ganippa 教授团队成员授课现场

11、2025 年 8 月 26 日，参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Xinyan Wang 教授的培训。

团组成员于 8 月 26 日参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Xinyan Wang 教授的培训，上午的培训主题：先进燃料与推进技术。Wang 教授首先介绍了传统化石燃料在当前交通与动力系统中的局限性，强调能源可持续性与减排目标对新型燃料开发的迫切需求。随后课程围绕先进燃料的分类与特性展

开，包括生物燃料、氢燃料以及合成燃料的制备工艺、能量密度及应用前景。王教授结合实际案例，分析了燃料在不同推进系统的适配性与挑战，并指出推进技术的发展不仅依赖燃料性能，还需要动力总成结构优化和控制策略改进。

下午 Wang 教授继续开展先进燃料与推进技术主题培训，Wang 教授重点从应用与未来发展展开讲解。首先总结了上午介绍的燃料类型，进一步延伸到实际应用中的实验数据与产业案例，他强调了燃料与推进技术的耦合关系，例如氢燃料在燃料电池系统中的高效率表现，以及合成燃料在航空领域实现碳中和的潜力。此外，课程探讨了当前研究的难点，包括燃料存储安全、经济性评估、生命周期分析等，并介绍了布鲁内尔大学在该领域的最新研究成果。



▲ Xinyan Wang 教授团队成员授课现场

12、2025 年 8 月 27 日，参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Hua Zhao 教授的培训。

根据日程安排，团组成员于 8 月 27 日参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Hua Zhao 教授的培训，上午的培训主题是：可持续能源尖端技术。本次培训重点介绍了全球能源转型背景与可持续能源的前沿技术发展。随着碳中和目标的提出，传统化石能源已难以满足未来低碳发展的需求，可再生能源与新型燃料成为重要方向。教授详细讲解了氢能、生物燃料及合成燃料的研发进展，并介绍了光伏、风能、潮汐能等可再生发电的最新成果。同时，他强调储能技术的重要性，包括先进电池、超级电容器和氢储能在能源系统中的应用。课堂结合布鲁内尔大学的研究案例，展示了清洁燃烧与燃料替代方面的突破。

下午的培训主题是：可持续能源管理与控制。下午的培训主要围绕能源管理与控制展开，教授首先阐述了能源管理在提升效率、降低成本及实现碳减排中的关键作用。课程系统介绍了需求侧管理、实时监测与智能调度的原理，重点讨论了能源负荷预测和分配优化的方法。随后，教授分享了物联网、大数据与人工智

能在能源控制中的应用，以及智慧园区、智能建筑的实践案例。通过分布式能源管理，微电网与虚拟电厂展现出未来能源系统的灵活性与可靠性。课堂还结合英国智能电网的发展经验，启发学员思考能源管理在政策、经济与技术融合中的作用。



▲ Hua Zhao 教授团队成员授课现场

13、2025 年 8 月 28 日，参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Hua Zhao 教授的培训。

根据日程安排，团组成员于 8 月 28 日参加伦敦布鲁内尔大学先进动力总成与燃料中心 Hua Zhao 教授的培训，上午为现场考察：实验室参观培训——先进燃烧测试系统、光学流体测量、在线诊断系统。参观过程中，Hua Zhao 教授详细介绍了实验室现有的先进设备和研究方向，重点讲解了燃烧过程的光学诊断手段，以及在发动机研发中如何通过精确测试提高燃烧效率和减少排放。团组成员通过实地参观实验平台，直观了解了测试系统的组成与操作流程，并就相关问题与教授进行了互动交流。

下午继续进行现场考察，Hua Zhao 教授带领大家深入实验室，进一步展示了设备在实际研究项目中的应用案例，尤其强调了光学技术在燃烧过程可视化与数据集中的作用。现场观摩实验操作流程，教授还结合最新科研成果，分享了在提升燃料利用效率、降低污染物排放方面的技术进展。



▲ 先进动力总成与燃料中心实验室参观

14、2025 年 8 月 29 日，参加帝国理工学院振动技术中心 Christoph Schwingshackl 副教授的培训。

根据日程安排，团组成员于 8 月 29 日参加帝国理工学院振动技术中心 Christoph Schwingshackl 副教授的培训，上午的培训主题是：非线性接触界面对装配结构振动的影响规律。本次培训聚焦装配结构振动领域核心问题，系统讲解非线性接触界面的特性及其对装配结构振动的具体影响规律。通过理论分析与案例结合，深入剖析界面非线性因素如何改变结构振动响应，为相关领域的振动控制与结构优化提供了专业理论支撑。

下午的培训主题是：非线性接触界面对柔性转子振动的影响机理。重点分析了柔性转子在运行过程中，非线性接触界面产生的力学行为如何作用于转子的振动系统，导致振动模式、临界转速等关键特性发生改变。通过理论推导与实例分析相结合的方式，详细阐述了不同接触状态下柔性转子的振动响应规律及内在机制，帮助学员掌握了非线性接触界面与柔性转子振动之间的关联逻辑。培训结束后，团组成员于当晚搭乘 HU7964 航班返回长沙。



▲ Christoph Schwingshackl 副教授团队成员授课现场

15、2025 年 8 月 30 日，搭乘海南航空 HU7964 航班入境，16:15 抵达长沙黄花国际机场，圆满完成本次培训所有活动。