

# 常州先进制造技术研究所 德国访问学习合作交流报告

公务出国报告

出国类别：学习合作交流

出国人员名单：施云高

出访国家：  
德国

出国时间：2018年8月19号—2018年8月  
25号

报告日期：2018年9月13号

## 一、概述

由 IEEE 机器人与自动化学会(RAS)赞助的第十四届 IEEE 国际自动化科学与工程大会 (IEEE CASE 2018) 于 2018 年 8 月 20 日至 24 日在德国慕尼黑举行。IEEE CASE 是自动化 IEEE RAS 顶级会议，是自动化跨行业和多学科研究的主要论坛。其目标是为研究人员，学者和从业者提供自动化基础研究的广泛覆盖和传播。研究所对此次学习合作交流活动十分重视，在行前，慎重选定出国学习合作交流活动人员。行前团组多次召开学习交流准备会议，要求团组成员要明确此次活动的目的、意义，强调在出国交流期间，必须遵守国家有关外事纪律，遵守当地国家法律。



## 二、学习合作交流的主要内容

### (一) 慕尼黑工业大学 (Technische Universität München)

慕尼黑工业大学坐落于德国南部巴伐利亚州（拜恩州）首府慕尼黑，是德国最古老的工业大学之一。慕尼黑工业大学是国际享有盛誉的世界顶尖大学，也是“柴油机之父”狄塞尔，“制冷机之父”林德，“流体力学之父”普朗特，文豪托马斯·曼等世界著名科学家及社会名人的母校。近现代以来，慕尼黑工业大学被认为是德国大学在当今世界上的标志。在世界著名机构以及杂志的各类排名中，慕尼黑工业大学常年排名德国理工类大学榜首。迄今为止，慕尼黑工业大学已培养出 17 位诺贝尔奖得主。因其卓越的创新精神和优异的科教质量，慕尼黑工业大学于 2006 年被德国科研联合会 (DFG) 评为首批三所德国精英大学 (Elite-Uni) 之一，这不仅是德国高校的至高荣誉，还意味着更多的政府资金支持，慕尼黑工业大学同时也是德国 TU9 联盟大学之一，被德国政府列为“未来计划”中重点资助和扶植的对象。在德国教育部的大学科研排行榜 (CHE) 上，慕尼黑工业大学已经连续多年排名第一。特别是在和企业、实业界的产学研对接、合作上成就斐然，蜚声国际。



2018 年 8 月 21 日，学习合作交流团一行到德国慕尼黑

黑工业大学加兴校区参加第 14 届 IEEE 自动化科学与工程国际会议的开幕式，得到会议负责人 Birgit Vogel-Heuser 教授及其成员的热情接待。会上来自中国科学院自动化研究所智能控制与系统工程中心的王飞跃教授作了题为：From Newton' s “Big Laws Small Data” to Merton' s “Big Data Small Laws” 的专题报道。他提出在自动化的历史中，使用模型作用于系统分析和综合的工具的描述性控制在理论和应用领域占据了主导地位。今天，随着物联网，大数据，云计算和区块链成为智能自动化的新的通用基础设施，其超越了传统控制网络和社交系统等其他的现有方法。因此我们需要一种新的思维方式和行动：从工业自动化到知识自动化，即智能自动机，用于在不确定性和多样性下进行复杂的信息处理和决策。显然，人工智能将在这一新的甚至是颠覆性的努力中发挥至关重要的作用。他简要总结了过去二十年来人类在 Monadic Control 或 Parallel Control 的研究、开发和应用方面的努力，该模型主要用于知识表示和数据生成。具体而言，基于 ACP 的并行控制利用人工系统进行建模和描述，用于分析和预测计算实验，以及用于过程控制，行为管理和复杂系统目标的实际人工决策的并行执行，尤其是网络-物理-社会系统（Cyber-Physical-Social Systems）。ACP 方法提供了一个框架，支持“小数据到大数据到小智能”的三个步骤，即从小数据生成大数据，然后通过各种 AI 方

法将大数据减少到小智能或精确知识，用于特定任务。这使得人工智能技术在并行控制自动化中的无缝插入和集成，结合了描述控制，预测控制和规范控制，从 Issac Newton 的“大法则，小数据”到罗伯特默顿的“大数据，小法则”的范式转变。 Monads，即软件定义的知识机器人，是并行控制的关键参与者，在知识自动化过程中发挥着重要作用。智能交通，自动驾驶，智能电网，化工厂以及农业，能源，生态，教育，艺术，医药和制造系统的案例研究都在本主题演讲中进行报告和讨论。



## （二）“生产系统的优化与监督”分会

2018年8月22日，我们参加了“生产系统的优化与监督”分会，会上聆听了题为“On-Line Tool Wear Monitoring Via Sparse Coding Based on DCT and WPD”的报告，报告指出刀具磨损一直是精密制造中的常见问题，它极大地影响了现代高速CNC制造的生产率。寻找一种能够监控刀具磨损条件的高效在线方法对于提高加工质量和节省成本是很有必要的。在传统的刀具磨损监测中，通过时频法对切削力信

号进行特征提取通常是离线的，需要信号重构。提出了一种新颖的在线刀具磨损监测方法。在该方法中，稀疏系数通过基于 DCT 和 WPD 的稀疏编码来测量，然后用于指示工具磨损水平而无需信号重建。对高速 CNC 制造进行刀具磨损监测的实验仿真结果表明，该方法能够表明刀具磨损程度，并能够有效满足切削条件。

### （三）BMW 工厂参观学习

宝马公司是巴伐利亚机械制造厂股份公司的简称，1916 年成立于德国慕尼黑，与菲亚特、福特、雷诺、劳斯莱斯相比显得年轻。但是在 20 世纪 30 年代它却制造出了世界上最好的跑车和豪华轿车，它从二战的破坏和 50 年代的财政衰退中恢复过来。70 年代早期，它再度成为世界高性能和豪华轿车市场上的主角之一，并一直延续至今。宝马的全称是巴伐利亚汽车制造厂。它是由一个制造飞机引擎的公司于 1916 年 3 月注册而成立的。这家公司第一个成功的产品是由费兹设计的直列六缸发动机，在第一次世界大战时装配在德国飞机上。德国王牌飞行员恩斯特·乌德特把他们成功的很大一部分归功于宝马的引擎。

2018 年 8 月 23 日，交流团一行人参观了 BMW 的德国工厂总部。作为宝马集团所有国际生产设施的代表，宝马集团位于慕尼黑的工厂毗邻宝马世界，为我们提供直接了解最先进汽车制造的信息。通过宝马原厂的参观，让我们对汽车生

产的各个领域都有了一个全新的了解。根据原定的计划，我们参观了慕尼黑宝马集团工厂的所有汽车生产技术车间：冲压车间、车身车间、油漆车间、发动机车间、设备设备和座椅的生产以及组装。指导参观的专家团针对我们提出的具体要求和问题都给予了充分的回答。



### 三、体会与建议

我们这次参观了 BMW 工厂总部，深切的感受到其工厂接待介绍流程清晰规范，现场保密要求高，参观路线固定，门禁系统森严，现场严禁拍照。联想到我们的工厂，人员随意进出，外人现场拍照常常碍于情面难以阻止，内部人士随意拍照。这方便的管理还是存在较大的差距。因此我们参观完 BMW 工厂后意识到我们还有很多东西需要学习：

- 1、学习先进制造技术、自动化技术、信息技术和智能技术的发展与应用趋势

在过去两年时间里，我们看到了德国协作机器人的发展、并联机器人的广泛应用、增材制造与切削加工结合在一台设备的混合制造、增材制造技术与工程仿真和拓扑优化技术结合等主流趋势，以及 RFID、AGV、自动化立体仓库、机器视觉、虚实融合、个性化定制、预防性维修维护、增强型虚拟现实等新兴技术的广泛应用。

这些技术是实现工业 4.0 的支撑技术。工业 4.0 的实现是一个渐进的过程，是不断实践、不断创新的结果。德国企业不是盲目地追求自动化、无人化，而是追求人机协作；常规的固化工作可以由机器人替代，需要处理异常，以及灵活性的工作还是由人完成；追求柔性的自动化，而不是刚性的自动化。

## 2、学习德国企业专注的定位和精益求精的精神

德国很多企业是百年以上的家族企业。他们坚持不上市，专注于自己从事的领域，不断扩展生产规模，执着创新，做到全球领先，提供整体解决方案。比如通快集团在激光加工领域形成从激光器、激光设备、数控系统、自动上下料到 CAM 软件的一体化解决方案，实现三维高速激光加工；

HOMAG(豪迈集团)是全球木工机械行业的成套设备领先企业，也是提供机电软一体化解决方案；Festo(费斯托)专注于气动技术和电驱动领域，还开发出仿生鸟等创新智能产品；施迈茨专注于真空技术，成为该领域的翘楚；abas 软件则专

注于为行业隐形冠军提供管理软件，通过平台化、可配置，支持移动应用和灵活的部署方式而赢得了众多德国中小型制造企业的信赖。

### 3、领略德国企业对工业 4.0 的探索与实践

SAP 与 Festo、博世等主流企业合作，建立了工业 4.0 的示范生产线。通过展示具有个性化需求的产品的制造过程，将 RFID 数据采集、机器视觉、质量检测等技术与相应的管理信息系统实现集成应用，通过现场展示让我们感受到工业 4.0 时代制造模式的变化。

西门子安贝格工厂应用 MES 系统和 RFID，实现了多种工控机产品的混线组装，对于人工工位，实现了防呆设计。SAP 非常强调工业大数据分析与应用；MPDV 软件则强调 MES 平台在实现工业 4.0 中纵向集成的重要意义，并提出了 MES4.0 的理念；

TUV SUD 非常强调工业自动化系统的互联，以及解决工业安全问题；Seeburger 则强调供应链上下游企业之间电子数据交换平台的建设，从而实现工业 4.0 的横向集成；而在欧洲最大的第三方供应链平台 SupplyOn 上，多家主机厂和众多零部件供应商可以遵循统一的数据标准进行供应链协作，极大地提升了供应链协作效率。

### 4、学习德国制造企业的精细化管理和以人为本

我们考察的德国制造企业都根据产品的制造工艺，充分

考虑了生产设备、检测中心、入厂和出厂物流仓库的合理布局，以及在制品中转库的合理设置，通过不同颜色的料箱表示下道工序的缺料情况，从而实现拉式生产，降低在制品库存，适应小批量、多品种的生产模式。

同时，大量使用 U 型布局的生产或装配单元。Festo 的组装设备实现了尺寸的标准化，便于灵活替换。在纽卡特，一个行星齿轮减速机的总装由一个工人在 U 型装配单元上完成，然后自己进行质量检验。对人的充分信任是基于工人的责任感和职业精神。德国制造企业都是按工作时间发工资，没有一家企业是计件工资。

## 5、感悟德国工业的强盛之道

德国建立了双轨制职业教育体系，优秀的学生也可以选择进入职业学院，成为高级的技师。奔驰汽车的高管都是来自自己的职业学院。我们考察的德国制造企业有学徒制度，师傅带徒弟。

德国在高端装备和工业自动化领域，有众多优秀的企业，形成了强大的产业集群和群体优势。在考察过程中，我感觉到，不论是企业高层还是工人，他们的心态平和，热爱自己的本职工作，热爱自己的企业。

德国人信奉的准则是：最优秀的产品需要手工打造。因此，在高端定制的产品上，反而会有更多的手工制造工艺。德国企业强调与自然的和谐发展。在蓝色的天空下，在绿色

的原野上，制造企业正在践行绿色制造。这些都是我们需要深入学习和借鉴之处。考察德国企业，根本目的是帮助我国制造企业在转型升级的过程中借鉴德国制造企业的经验，少走弯路。