未来10年工业自动化技术及应用的发展趋势

★ 中国科学院自动化研究所，复杂系统管理与控制国家重点实验室　熊 刚

作者简介

熊刚(1969-)，1991年、1994年分别获得测试计量技术及仪器专业学士和硕士。1996年获得控制科学与工程专业博士，主要研究计算机集成制造。1998年控制科学与工程专业博士后出站，主要研究流程工业自动化。1998年至2007年先后在欧洲和美国学习、工作，主要从事造纸、手机、石化行业的生产综合自动化，生产集成与智能化等的研发工作。2008年开始在中国科学院工作至今，现为中科院自动化所研究员，中国科学院云计算中心副主任，主要从事石化生产的平行控制和管理、城市交通的平行控制与管理、3D打印等领域的研发工作。先后承担并完成40余项科研项目，包括科技部973/863项目、国家自然科学基金重点项目、创新群体项目及面上项目等。主编专著1本，参与撰写3本专著3个章节。发表论文150余篇：SCI检索论文10余篇，EI检索论文70余篇，其中第1 作者30余篇。获得软件著作权23项，申请专利10余项。

20多年来，笔者先后从事过制造业、流程工业、城市交通三个领域自动化技术和应用研发工作，本文就这三个领域自动化的发展趋势谈谈自己的粗浅看法。

1　制造业自动化

笔者在国外手机行业龙头企业的全球制造中心工作多年，中心包括材料实验室、装配自动化组、测试自动化组、生产自动化组等部门。材料实验室主要研制最新型的手机制造材料；装配自动化组主要研制新型手机生产的自动化装配设备；测试自动化组主要研制手机生产多个工段的在线自动化测试设备；生产自动化组主要研制满足手机生产线的制造执行系统（MES），对生产设备、装配设备、测试设备、包装设备、生产订单、生产原料、生产计划、生产质量等进行精细化管理，实现手机的大规模定制生产。由于大量采用自动化设备和机器人，在德国的手机工厂生产线上只有5个人，其它工厂的生产线上一般是25人左右。手机生产线实现了PCB板上线到手机产品装箱、入库全流程的连续自动化，没有中断和瓶颈。手机生产实现了完全依据订单生产，生产订单数量最小可以到1，最大可以是数千万甚至上亿，从而有效降低了库存、提高了用户的定制服务水平。可以说，这家手机企业的生产自动化水平代表了当今电子制造业最先进的水平。

2013年，笔者在南方参观了一个手机OEM代工厂的生产线。由于自动化程度低，一条手机生产线被分成了PCB板上线打板、机芯装配、机芯测试、手机装配、手机测试、手机装箱等多个工段，每一个工段的起止都增加了产品数量和质量控制等交接工作，生产效率比连续生产线低6倍左右。装配和测试都主要靠人来完成，一条手机生产线要140人左右，比国际先进水平的生产线多用5倍左右的人。综合起来，国际水平的手机生产线人均生产手机的速度是这家手机OEM代工厂的30倍左右。另外，手机OEM代工厂由于主要靠人测试，没有MES进行精细化管理，造成废品、次品率高居不下等问题。我在广东、江苏参观过的多家电子制造企业也有类似问题，这说明我国电子产品生产自动化赶超国际先进水平还有很多路要走。

未来10年，以电子制造为代表的离散制造业还需不断地提高其生产自动化水平，才能形成或者保持市场竞争能力。主要是追求横向到边、纵向到底的集成，具体包括：采用RFID等物联网技术，实现人、财、物精准化的信息集成；“横向到边”是指实现MES、研发部门产品数据管理（PDM）系统、后端销售和售后服务系统等的集成；“纵向到底”是指实现设备测控系统、MES、企业资源系统（ERP）、供需链管理系统和商务智能系统等的集成。通过产品研发、工厂生产、企业管理、外部服务等数据集成后的建模、挖掘分析等技术，为全球每一位潜在用户提供网上交互式的产品个性化设计、生产和服务，最终实现中科院自动化所王飞跃研究员提出的“社会制造”。

传统制造是“减式制造”或者“等量制造”方式。从快速成型发展而来的“3D打印”是“加式制造”方式，成为美国要夺回全球制造龙头的法宝，也正在全球各地兴起。3D建模、3D显示、3D打印可以帮助人类实现“想得到、看得到、做得到”，制造业竞争的重点从拼性价比的“做得到”变成了拼创造力的“想得到”。3D打印可用于电子产品、机械产品等传统制造业的产品研发阶段，可以加快产品研发进程、丰富个性化产品设计、降低产品研发成本。对传统制造做不了、社会又需要的特殊产品研制，如航空航天产品、国防军工等领域，3D打印将使之变成现实。未来10年，3D打印将对制造业及其自动化带来革命性影响。

内文qq-正确OK.indd　42　　2013-10-23　10:54:36

2 流程工业自动化

多年以来，国际国内的流程工业生产自动化一直努力实现过程控制系统（PCS）、MES和ERP的纵向集成，追求“安、稳、长、满、优”等目标。由于系统接口不统一、数据没有标准化等原因，上述纵向集成还没能完成；另外，企业供需链、企业商务智能、企业情报等层次的信息化系统也需要纵向集成进来。流程工业生产往往分为很多工段和车间，每一个工段和车间的MES也还没有完成横向集成。横向集成和纵向集成没有完成，造成数据分散，集成模型尚未建立，综合优化难以实现。另外，大多数流程工业中人还没有通过信息化手段实现闭环管控，中国科学院自动化研究所在中国石化茂名分公司、齐鲁分公司等进行了这方面初步实践，所研制的学习与培训平行系统（TPS）、绩效管理平行系统（PPS）、车间综合管理平行系统（MPS）、应急管理平行系统（EPS）等，在实际应用中已经取得了较好的经济效益。

未来10年，继续追求集成与智能化实现“一个企业 = 一个系统”，在此基础上实现王飞跃研究员提出的“一个企业 = 一个实际系统 + 一个人工系统”的平行控制与管理方式，共同形成“基于物联云的企业平行管控与服务平台”整体解决方案，将是流程工业自动化发展的主要趋势。

3 城市交通自动化

目前，城市交通包括交警监控的道路交通、交通局监控的公共交通、地铁公司运营的轨道交通、多部门管理的静态交通（停车场）等，他们都各自对自己所监管的交通对象凭借经验进行部分时间和部分空间的监控。这就造成了很大的问题：上述系统缺乏互联互通，无法覆盖城市交通所有交通要素，没有充分考虑所有出行者的交通行为规律，没能实现跨时空的人、车、路的自适应诱导服务，从而无法实现从局部时空到全时空的自适应优化控制。

针对上述问题，中科院自动化所已研制出具有完全自主知识产权的高清摄像机、交通信号控制器、道路交通平行控制与管理系统（道路交通PtMS）、城市公共交通平行管理系统（公共交通PtMS）、BRT平行系统等一批自主知识产权的软、硬件产品，先后成功应用到广州、济南、苏州、郑州、东莞等地，具有重要的推广应用价值。

未来10年，城市交通研制和应用“基于物联云的交通平行管控与服务平台”，追求王飞跃研究员提出的平行控制与管理方式将是主要发展趋势之一，其主要技术包括：在城市规划阶段通过合理设计减少市民在学习、工作和生活中的出行需求，减少供需之间的矛盾；在城市运营阶段，通过优化管理实现城市交通跨时空的人、车、路等所有交通要素的自适应优化控制、诱导服务和应急处置；以提供顺畅、便捷的人性化交通运输服务为核心，建立全面感知与掌控交通对象的交通物联网，利用智能交通系统提供完善交通服务的设计与实施，面向出行需求提供基于位置、基于场景的交通服务，实现不同交通方式之间规划和运营的有效协调与管理，全面提升城市交通系统的服务能力，真正实现“城市让生活更美好”。

4 展望

未来10年，工业自动化还将继续研发单个复杂物理设备的优化控制、多个和多层物理设备联动的集成化控制、人员管理的信息化。在此基础上，将重点研制：3D打印和社会制造，实现“人人设计、人人制造、人人享用”的全新制造模式；多个和多层的物理设备和人员的智能管控，追求“人尽其才、物尽其用”；依照物理空间复杂的实际系统构建网络空间的人工系统，通过二者“虚实互动”的平行控制和管理，实现复杂的实际系统在正常情况下的自适应的最优化，提高复杂的实际系统对非正常情况下的预测、预防和处置能力。

内文qq-正确OK.indd 43 2013-10-23 10:54:37

未来10年工业自动化技术及应用的发展趋势

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者：熊刚
作者单位：中国科学院自动化研究所，复杂系统管理与控制国家重点实验室

刊名：自动化博览
英文刊名：Automation Panorama
年，卷(期)：2013(z1)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zdhbl2013z1015.aspx