



2017 年第 3 期 总 47 期

(内部刊物·赠阅)  
2017 年 9 月 24 日出版

主办：中国机械工程学会

地址：北京市海淀区首体南路 9 号  
主语国际 4 号楼 11 层

邮编：100048

组稿：中国机械工程学会工作总部  
继续教育处

编辑：王 玲 栾大凯 陈 江  
      缪 云 顾梦元 秦 戎

编务：马 驰

电话：010-68799015 68799016

传真：010-68799050

Email: tongxun@cmes.org

网址：www.cmes.org

发行：中国机械工程学会工作总部

## 目录 CONTENTS

### 学会要闻

- 全国机械行业人才队伍建设工作推进会在无锡召开.....1
- 中国科协智能制造学会联合体工作总结及研讨会在京召开.....3

### 工作动态

- 2017 年工业工程暑期系列活动纪实 .....4
- 机械类专业认证委员会 2017 年第二次工作会议在天津顺利召开  
..... 17
- 中国大学生机械工程创新创业大赛  
——“卓然杯”第八届过程装备实践与创新大赛在上海举办... 19
- 全国学会承接工程教育认证工作交流与绩效管理研讨活动在京举  
行..... 20
- 第十七届“21 世纪继续教育论坛”在成都举办 ..... 21

### 继续教育

- 工业工程与生产管理创新高级研修班总结..... 23

### 地方资讯

- 河南省机械工程学会支持职教工作系列活动纪要..... 27



# 目录

## CONTENTS

新疆自治区工程系列机械电子专业专业技术人员继续教育第二期 培训班圆满结束·····	28
“制造企业精益生产路径和方法暨精益管理创新高端论坛”圆满 结束·····	30

### 经典案例

大型零件数字化加工技术与装备·····	32
数控板料开卷矫平剪切生产线及新型数控直驱机床研发 ·····	38

### 通知公告

工业工程师资格认证考试试点预通知·····	43
中国机械工程学会工业工程分会 工业工程师基础部分考试大纲 ·····	44
中国机械工程学会工业工程分会 工业工程师综合技能部分考试大 纲·····	45



# “全国机械行业人才队伍建设工作推进会” 在无锡召开

7月13-14日，由中国机械工业联合会主办，无锡市机械工业联合会和无锡职业技术学院承办，机械工业教育发展中心、机械工业人才培养行业联盟、机械行业高等院校继续教育联盟等单位协办的“全国机械行业人才队伍建设工作推进会”在无锡隆重召开，来自全国机械行业专业协会（学）会、相关企事业单位及行业特色高等院校、职业院校、技工院校等270多家单位的300多名代表参加了本次会议。会议围绕贯彻《中国制造2025》和落实《制造业人才发展规划指南》任务要求，总结经验，谋划措施，推进行业人才队伍建设工作迈上了新台阶，取得了新成果。

中国机械工业联合会会长王瑞祥、教育部职成司副巡视员葛维威、工信部教育与考试中心主任马蔷、中华全国总工会处长汪东、江苏省教育

厅副厅长王成斌、无锡市市长汪泉等领导出席了会议开幕式并致辞。会议分别由中国机械工业联合会执行副会长于清笈、机械工业教育发展中心主任陈晓明主持。

会上，无锡职业技术学院党委书记朱爱胜、无锡市市长汪泉、江苏省教育厅副厅长王成斌分别致欢迎辞，教育部职成司副巡视员葛维威做了讲话。王瑞祥会长做了《深化产教融合 创新体系格局 为建设装备制造强国提供人才保障》的主旨报告。在报告中，王瑞祥会长系统回顾了近年来机械行业人才建设工作情况，分析了当前机械行业发展与人才建设面临的形势，指出当前制造业已成为全球国力竞争的主战场，人才是全球制造业竞争力的首要驱动要素，机械工业作为制造业的重要组成部分，已成为强国战略的重要支





撑，而当前行业人才总量不足、整体素质不够精良、结构不够优化，人才建设工作实际效果不够理想。王瑞祥会长针对下一步行业人才建设工作的任务进行了部署，指出未来的行业人才队伍建设工作，一要从强化思想观念入手，营造良好发展环境；二要从深化产教融合入手，拓展人才培养途径；三要从落实重点工程入手，促进人才总量和素质提升；四要从完善体系机制入手，构建人才工作新格局。

我会作为机械工业人才培养行业联盟的成员也应邀参加了本次会议并做经验交流。我会陆大明副理事长兼秘书长做了题为“搭建行业人才培养服务平台 助力工程技术人员职业成长”的主题报告，从学会人才培养工作的总体设计、学会人才培养工作的典型做法和成效以及关于中机联系统人才培养工作的建议三个方面总结了我在人才培养方面的实践经验。无锡职业技术学院、中国铸造协会、中国西电集团公司、重庆长安汽车股份有限公司、上海电气集团股份有限公司、徐州工程机械集团有限公司和长春汽车工业高等专科学校等单位也分别作了经验交流，分享了各自在人才队伍、科技平台、社会服务等方面的做法和经验。

会上还印发了《机械行业人才现状及需求调研报告》（参阅稿）、《机械行业推进落实〈制造业人才发展规划指南〉指导意见（征求意见稿）》、《装备制造业工程技术人员继续教育科目指南（征求意见稿）》、《机械行业人才培养协同创新重点合作项目》、《全国机械行业人才队伍建设工作推进会典型材料汇编》等材料。

中国机械工业联合会执行副会长于清笈在会议总结中指出，第一、本次会议是在特殊时段、特定专题召开的一次意义重大的行业会议，是持

续推进行业转型升级中不可或缺的重要组成和基础保证，意义重大而深远。第二，本次会议是集学习考察、总结交流、动员部署等为一体特色鲜明的一次行业会议。会上，大家共同深入学习了党和国家的方针政策，学习了习近平总书记的重要讲话精神，并以此为指导，较系统地总结了这一阶段行业人才建设方面所做的工作，分析了面临形势，交流了典型经验，安排了现场观摩考察，共商了对策措施，明确了下一步的工作思路和重点任务。第三，本次会议是践行产教融合、校企合作、实现资源整合、共促发展的一次行业会议。会议搭建了一个信息交汇、交流学习、博采众长、广结良友的舞台。相信行业人才建设工作，一定会以此为新的起点，百尺竿头更进一步。会后，各行业组织、企业及院校一要从行动起来，深入宣传大会的精神和主张，引导行业掀起一个深入学习宣传习近平总书记重要讲话与党和国家有关人才建设政策精神的热潮，以统一意志，营造氛围，增强紧迫感和行动的自觉性。二要认真贯彻落实任务要求，强化自身、以点带面。行业组织、企事业单位和机电类高校、高中职院校，要率先拿出行动，认领各自任务，并进一步结合自身工作实际细化分解，拿出切实可行的措施办法。三要加强信息沟通与相互配合，形成合力、实现共赢。在整合资源、组织参与顶层设计，提出行业主张，争取政府部门支持，加强调研、提供信息、反映诉求，加强行业平台建设，鼓励支持基层开展活动等方面多做工作。希望此次会议为新的起点，继往开来，创新进取，并肩携手，脚踏实地，共同担当起推进机械行业人才队伍建设的重任，为实现机械强国梦和中华民族伟大复兴的中国梦，做出新的更大贡献。

（文章来源：工作总部，2017.7）



# 中国科协智能制造学会联合体工作总结 及研讨会在京召开

中国科协智能制造学会联合体工作总结及研讨会于2017年7月31日在中国机械工程学会召开。中国科协学会学术部副部长魏军锋，联合体秘书长、我会常务副理事长张彦敏，联合体常务副秘书长吴幼华，副秘书长奚大华、孙以林、石红芳、张咸胜、副秘书长代表、专家代表及成员学会有关人员共27人出席会议。会议由常务副秘书长吴幼华主持。

会上，首先对拟新加入联合体的中国造船工程学会、中国宇航学会表示热烈欢迎。联合体秘书处从制定年度工作计划、联合体自身建设、参与“一智库三平台”建设工作以及科协交办的其他工作等四个方面对联合体上半年的工作做了梳理和总结。战略咨询、技术交流、推广应用和教育培训4个工作委员会分别从上半年工作总结、下一步工作计划及存在的问题等方面汇报了本委员会的有关工作。

魏军锋副部长用12个字——“工作紧、工作实、有特色、有成效”对联合体上半年取得的成绩给予了充分肯定，并提出联合体的目标是实现三个“联”——联体、联心、联动。即：通过建立有效的治理方式，促进成员学会紧密联合；通过建立高效的运行机制，使成员学会联心；通过建设高水平的工作载体，促进成员学会融合联动。最后希望智能制造学会联合体加强自身建设，聚焦成员共同需求，循序渐进，逐步由联体到联

心，最后实现联动。

与会代表围绕联合体的工作目标与任务、工作机制、存在的问题及改进措施等进行了讨论，并明晰了下半年的工作思路。

最后，张彦敏秘书长深入分析了联合体面临的发展形势，并就下一步工作提出如下建议：第一，下半年工作继续依据“一智库三平台”定位有效展开，做好“智能制造领域前沿跟踪研究”等3个课题的研究、世界智能制造大会的策划与承办、联合体年会及主席团扩大会的策划和完成《智能制造人才培养指南》编制工作，并做好明年的项目策划；第二，扩大思路，探索承担工信部、科技部等其他政府部门工作；第三，加强各成员学会间的沟通与交流，增强学会间的了解；第四，将好的工作经验在成员学会间进行交流推广；第五，联合体是新生事物，要不断在实践中摸索、完善、创新，创造性地做好工作。

中国科协智能制造学会联合体是由我会牵头，联合中国仪器仪表学会、中国汽车工程学会、中国电工技术学会、中国电子学会、中国自动化学会、中国农业机械学会、中国人工智能学会、中国微米纳米技术学会、中国光学工程学会、中国纺织工程学会共11家学会共同发起成立的非独立法人联合组织。秘书处挂靠在我会。

（文章来源：工作总部，2017.7）



# 2017 年工业工程暑期系列活动纪实

2017 年 7 月 29-31 日，一年一度的工业工程暑期系列活动在贵阳市隆重召开。本次暑期活动由中国机械工程学会及其工业工程分会、教育部高等学校工业工程专业教学指导委员会联合主办，贵州省机械工程学会、贵州大学管理学院、天津工业工程学会及北京机械工程师进修学院承办。

参加本次活动的有中国机械工程学会工业工程分会常务副理事长，教育部高等学校工业工程专业教学指导委员会主任委员，天津大学齐二石教授，贵州省科协副主席刘炳银先生，贵州大学副校长张覃教授，贵州省机械工程学会秘书长杜剑平先生，台湾工业工程学门召集人，台湾清华大学讲座教授简祯富先生，日本精益管理系统研究所代表董事佐佐木元先生，中国机械工程学会罗平处长，贵州大学管理学院院长李焯教授，工业工程教指委副主任委员、浙江工业大学鲁建厦教授，教指委副主任委员、郑州大学王金凤教授，教指委秘书长、天津大学王媛教授，教指委委员、吉林大学孔繁森教授，教指委委员、江苏科技大学韩文民教授，教指委委员、山东工商学院张顺堂教授，以及来自全国 60 多所高校的教师和企业的高级管理人员共 170 余人。

西安交通大学管理学院吴锋教授主持了开幕式。齐二石教授代表主办方在开幕式致辞中希望与会者“踏实工作干实事”，推进工业工程发展。刘炳银副主席代表贵州省科协致欢迎辞，介绍了贵州大数据产业等科技发展。张覃副校长代表贵州大学致辞，希望通过本次活动能够促进贵州大

学管理科学与工程学科的发展。

## 系列活动一：第十四届工业工程应用与推广及人才培养研讨会

7 月 30 日，第十四届工业工程应用与推广及人才培养研讨会在贵州大学管理学院三楼报告厅举行。

此次研讨会上，天津大学齐二石教授作了关于智能时代的企业转型升级及管理创新的报告。报告指出：制造业升级要靠技术，管理创新双轮驱动。精益生产是制造业升级不可逾越的必经之路，提升企业管理水平最有效的方法就是创新发展精益管理。创新管理买不到、仿制不来，必须本土化自主创新。精益管理创新不仅适用于制造业，同样也适用于交通、医院、军事等领域。实施精益管理既需要领导的支持、贯彻始终的培训和完善的配套机制，更需要遵循“点-线-面”方式渐近推广，止于至善。提升制造业竞争力，必须大力精益管理创新与实践，打造核心竞争力。

简祯富教授做了《工业 3.5 制造战略与智能制造和大数据案例》分享。工业 3.5 是一种介于工业 3.0 和工业 4.0 间的人机生产模式创新。企业从 3.0 直接跨至 4.0 难度大，而且现有企业也较难达到全部智能制造的程度；如何先打造工业 3.5 钢铁人能力，实现人机生产模式创新至关重要。工业 3.5 实质上是一种破坏性创新策略。以联发科技企业为例，在 3G 背景下，以 2.5G 技术为起点（满足 2G 标准，又包含部分 3G 功能），成功研发出了价格低廉的手机芯片和软件平台，



有效降低了手机成本，快速提升了企业市场竞争力。同样，企业可以采取类似策略，以人和智能机器合作生产为途径，借助大数据技术提升企业的综合实力。利用人工智能方法进行大数据挖掘，可以发现数据间的潜在规律，对加强生产过程控制、预测顾客需求、合理配置企业资源至关重要。

来自日本的佐佐木先生做了《高校导入转换期，探究新的发展空间，追求新的经营管理之道》的报告，与参会人员分享了从PL经营到现金流（CF）经营的转换。表示，经营（竞争力）和管理（现场力）的结合是经营管理，有了管理（现场力）才能有经营（竞争力）；要通过对公司经营管理（能力）的判断，追求长远展开的经营和管理的结合。

本次研讨会的内容丰富务实，学术与实践并重，受到了各界参会代表的一致好评。

### 系列活动二：第17期高等学校工业工程专业暑期教师培训班

教师培训是加强教师队伍建设的重要环节，是推进素质教育，提高教育质量的重要保证。因此，教育部高等学校工业工程教学指导委员会携手中国机械工程学会及其工业工程分会连续举办了十余期“高等学校工业工程专业2017年暑期教师培训班”。

7月31日，第17期高等学校工业工程专业暑期教师培训班在贵州大学管理学院学术报告厅举行，共有来自全国各个高校的80余名教师参加了本次培训班。培训班特邀教育部高等学校工业工程类专业教学指导委员会委员韩文民教授作为嘉宾主持；中国机械工程学会工业工程分会理事、工业工程教育培训专家组组长、浙江工业大学鲁建厦教授做了精益布局与智能物流的报告，中国机械工程学会工业工程分会理事、工业工程教育培训专家组专家，山东工商学院张顺堂教授做了标准工时项目的研究报告，中国机械工程学

会工业工程分会理事、吉林大学孔繁森教授做了关窗教学法的理念与实践的报告。

本次教师培训内容充实、主题明确，紧密地结合教育教学与工业工程的应用，为参加培训的高校教师提供了工业工程专业持续改进的新思路，也为未来工业工程专业的发展奠定了坚实的基础。

### 系列活动三：工业工程师认证工作交流与企业座谈及企业参观

7月31日上午，中国机械工程学会及工业工程分会召开了工业工程资格考试及培训工作会议。会议由工业工程专家组副组长，西安交通大学吴峰教授主持。会上，中国机械工程学会继续教育处栾大凯副处长介绍了当前我国加入《华盛顿协议》及政府职能转移的有关情况，并展望了未来中国的人才培养将与国际接轨。西南科技大学、沈阳工业大学、西华大学等高校做了关于组织见习工业工程师资格考试的经验与成果分享；河北科技大学徐瑞元教授对见习考试提出了指导意见；鲁建厦教授做了工业工程师考试大纲的解读。

7月31日上午，同期还召开了工业工程专家与企业深度交流对话座谈会，会议由工业工程应用专家组专家蔺宇教授主持，威高集团、浙江恒星传动科技有限公司、燕京啤酒等企业就工业工程推进过程中的成果与困惑进行了深入交流。

7月31日下午，参会人员前往燕京啤酒（贵州）有限公司进行了参观。代表们主要参观了糖化过滤工作现场、化验操作间、以及先进的啤酒酿造设备；之后还参观了该公司的质量监管工作现场及企业文化展示走廊。

通过参观，代表们对该公司先进、成熟的工艺和设备及节能环保的生产理念有了较为直观的感受，纷纷表示不虚此行。

（文章来源：继续教育处，2017.8）



# 专家课件 简祯富

台湾清华大学工业工程与工程管理学系，台湾工业工程与管理学门召集人，台湾清华大学清华讲座教授，台湾清华大学科技管理学院 EMBA 教授。

**IEEM2017 贵阳会议**

## 「工业3.5」制造战略 与智能制造和大数据案例

简祯富 Chen-Fu Chien, Ph.D.  
清华讲座教授  
新竹清华大学工业工程与工程管理学系/EMBA/ MBA  
科技部工业工程与工程管理学门召集人/IC产业同盟计划主持人  
cfchien@mx.nthu.edu.tw  
2017/7/30

清华大学 http://3dai lab.nthu.edu.tw

**简祯富 清华讲座教授  
Chen-Fu Chien, Ph.D.**

**现职：**

- 清华讲座教授(工工系/EMBA/MBA)
- 科技部工业工程与管理学门召集人
- 科技部 IC 产业同盟 (STEP Consortium) 主持人
- 清华-台积电卓越制造中心主持人
- 行政院国家发展基金投资审议会委员
- 政府科技计划审议智库委员
- 国家质量奖审委会委员
- 中华卓越经营决策学会理事长
- 中国工业工程学会理事、中华决策科学学会理事

**经历：**

- 清华大学工业工程与电机工程双学士学位(1985-1990)
- 清华工业工程研究所所长(2005-2008)
- 清华大学副研究员兼产学研合作执行长(2008-10)
- 威斯康辛大学麦迪逊分校工业工程硕士(1992-1994)
- 科学园区国家卓越计划推动办公室主任/主持人
- 决策科学与作业研究博士(1994-1996)
- 「竹科2.0」计划主持人(2009-11)
- 加州大学柏克莱分校傅尔布莱特学者(2002-2003)
- 清华大学秘书长(2012-2014)
- 哈佛大学高阶经理人班(2007)结业

清华大学 http://3dai lab.nthu.edu.tw

**学术研究荣誉**

2001 清华大学新进人员研究奖	2010 经济部「大学产业经济贡献奖」(国研奖)
2001 教育部产学合作研究奖	2011-2014 国科会优秀年轻学者研究计划
2001 优秀青年工业工程研究奖	2011 国科会杰出研究奖
2001 工业工程论文奖	2012 第22届国家质量奖个人奖
2002 工程论文奖	2012 IEEE TASE Best Paper Award
2005-2008 国科会第一级计划主持人奖	2013 国立清华大学「清华讲座教授」
2007 清华大学第一届杰出产学合作奖	2013 第23届国家质量奖团体奖(清华大学)
2007 管科会吕凤章先生纪念奖	2014 第一届东森杯大数据分拆竞赛第一名
2007 国科会杰出研究奖	2015 IEEE TSM Best Paper Award
2009 经济部「大学产业经济贡献奖」个人奖	2016 APIEMS Fellow
2010 杰出工程教授	2016 工业工程奖章(学术贡献)
2010 清华大学「清华特聘教授」	2016 科技部杰出研究奖
2010 工业工程奖章(产业贡献)	2016 行政院杰出科技贡献奖

清华大学 http://3dai lab.nthu.edu.tw

**主要国家的制造战略**

- 第四次工业革命 Europe 2020**  
以CPS为核心、智慧工厂为精髓，发展德国工业4.0  
-整合资讯软硬件，建置「虚实整合系统(Cyber-Physical System, CPS)」
- 再工业化**  
再工业化(Manufacturing Renaissance)，启动AMP计划，积极引导制造业回流  
-3D Printing、Big Data、数字制造系统、先进机器人  
为美国未来制造模式
- Robotics Industry 4.1J**  
融合先进机器人技术，发展人机共存未来工厂  
-以优势之机器人技术结合人工智能，推动人和机器协调共存的未来工厂
- 产业创新3.0 Industry Innovation 3.0**  
以ICT因特网与机器人技术，发展下一代智能型工厂  
-以ICT因特网与机器人技术，积极推动大邱不成为机器人产业重镇
- 中国制造 2025**  
「十二五计划」发展制造业高端设备和重点产业  
-制造大国变成制造强国

清华大学 http://3dai lab.nthu.edu.tw

**Disappearing Jobs**  
Automation and digital technology have replaced many jobs involving repetitive tasks in manufacturing and office work. The remaining jobs often require increasingly advanced skills.

**U.S. Median Real Earnings by Education Level, 1983-2003**  
Earnings rose with each higher education level, but the gap between the least and most educated widened significantly.

Education Level	1983	2003
High school or less	~\$10,000	~\$15,000
Some college	~\$15,000	~\$25,000
Bachelor's degree	~\$25,000	~\$45,000
Advanced degree	~\$45,000	~\$80,000

**Share of U.S. Employment by Type of Occupation**  
These workers are in demand. They will need advanced skills to compete in a global economy.

Occupation Type	1990	2003
Manufacturing	~15%	~10%
Service	~35%	~45%
Non-manual	~50%	~45%

**Levels of Income Inequality in OECD Countries**  
The U.S. has the highest level of income inequality among OECD countries.

清华大学 http://3dai lab.nthu.edu.tw

**「制造」救经济!!!**

**248% ROI (Return on Investment)**

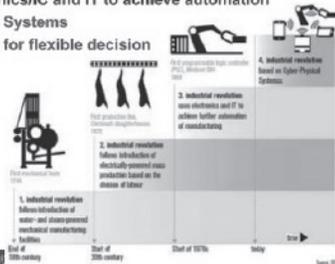
**\$1 investment ▲ \$2.48 economic activity**

清华大学 http://3dai lab.nthu.edu.tw



### 四次工业革命

- 1<sup>st</sup>: water (end of 18<sup>th</sup> century)- steam-powered mechanical manufacturing facilities
- 2<sup>nd</sup>: (start of 20<sup>th</sup> century)- electrically-powered mass production
- 3<sup>rd</sup>: (start of 1970s)- electronics/IC and IT to achieve automation
- 4<sup>th</sup>: (today)- Cyber-Physical Systems via intelligence for flexible decision



\*Source: Federal Ministry of Education and Research (2013). "Securing the future of German manufacturing industry: recommendations of the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 final report of the industry 4.0 working group". National Academy of Science and Engineering.

来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw



### 第二次工业革命 (Industry 2.0)

The **Second Industrial Revolution**, also known as the **Technological Revolution**,<sup>[1]</sup> was a phase of the larger Industrial Revolution corresponding to the latter half of the 19<sup>th</sup> century, sometime between 1840 and 1860 until World War I. It is considered to have begun around the time of the introduction of **Bessemer steel** in the 1850s and culminated in early factory **electrification**, **mass production** and the **production line**. (Wikipedia)



Taylorism: Scientific Management (Industrial Engineering)

来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw



### 行胜于言

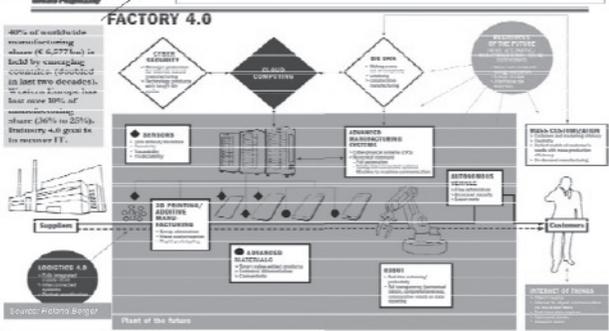
梅贻琦校长说:「行胜于言」也是清华大学「校风」。「行胜于言」是1920级毕业生纪念物,位于清华大礼堂前草坪的日晷上的铭文。日晷原为圆明园(1860年英法联军之役被劫掠焚毁)遗物...



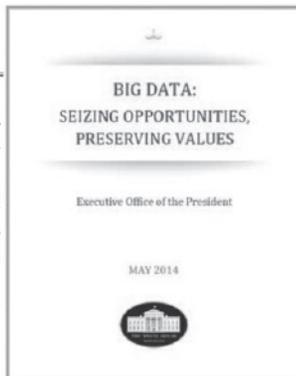
来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw



### 欧洲工业4.0目标夺回10%全球制造份额



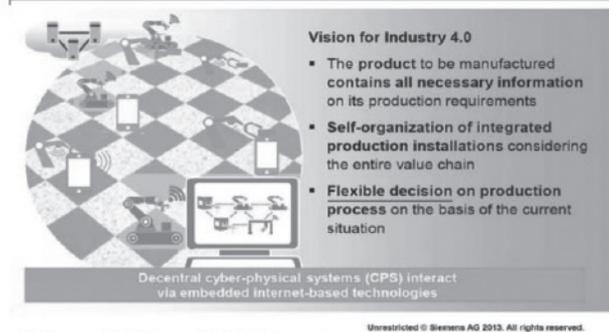
来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw



■ 奥巴马政府将「资料」定义为「未来的新石油」,勾勒如何抓住机遇,创造最大价值。美国政府认为,一国拥有资料的规模、灵活性和解得运用的能力,将成为综合国力的重要成分;更把对资料的占有和控制,视为陆、海、空权之外的另一种国家核心资产。The Obama administration made big data strategy a national priority. It argued that "Big data is the new oil", and that domination and control of data would become a national core capacity, alongside land, sea and air power.

来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw

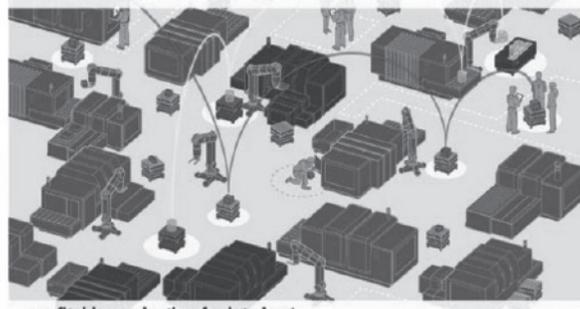
### Industry 4.0: Algorithmicized "production chess" within cyber-physical systems



Page 5 | 8 April 2013 | Siegfried Russmann | Unrestricted © Siemens AG 2013. All rights reserved. 来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw

### Internet of Things in Production: Industry 4.0

#### Flexible Production: More Customer orientation



... profitable production for lot size 1  
Bosch Software Innovations

来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw

### 必要 Biyao.com: C2M(Customer to Manufactory) 电子商务平台



来源: 参考文献: http://DAI.lab.inhu.edu.tw





### 联发科技的手机产品策略(1/3)

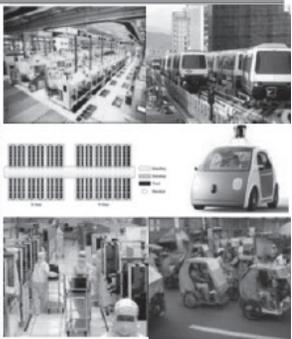
- 1998年第三代移动电话系统(3G)：具有高速的传输下载速度及更多的应用内容，提供的服务包括图像处理、音乐、视讯形式
  - 3G系统主要可分为：3GPP联盟主导的WCDMA、美国高通主导的CDMA2000以及中国大陆主导的TD-SCDMA
- 联发科技选择从2.5G的技术开始起步，为了降低客户进入门槛，并与市场现有产品差异化，联发科技提出一套「Turnkey Solution」的解决方案，整合手机芯片和手机软件平台。
 
- 过渡的移动电话系统
  - 2.5G共享2G的规格，也能提供部分3G的功能，常见的是GPRS系统。
  - 2.75G更贴近3G标准，足够应付影音下载的功能，常见的是EDGE系统。

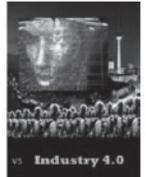


### Industry 3.5 in 200mm fabs

A Novel Route Selection and Resource Allocation Approach to Improve the Efficiency of Manual Material Handling System in 200mm Wafer Fabs for Industry 3.5

**Abstract**—Material handling systems are critical to the success of semiconductor fabrication facilities (fabs) as they provide the means for transporting wafers and materials throughout the fab. This paper presents a novel route selection and resource allocation approach to improve the efficiency of manual material handling systems in 200mm wafer fabs. The authors propose a novel route selection and resource allocation approach that takes into account the unique characteristics of manual material handling systems in 200mm wafer fabs. The proposed approach is based on a novel route selection and resource allocation algorithm that takes into account the unique characteristics of manual material handling systems in 200mm wafer fabs. The proposed approach is based on a novel route selection and resource allocation algorithm that takes into account the unique characteristics of manual material handling systems in 200mm wafer fabs.



	
工業3.5	工業4.0
鋼鐵人	機器人
人和智慧機械合作	虛實整合人工智慧
強化人的機能	取代人的工作
利用低階破壞性創新	
工具目標：大數據分析&系統整合以局部達到彈性決策和智慧製造	工具目標：大數據分析&虛實整合
根本目標：將少量多樣的聰明生產→推動到大規模個人化生產	根本目標：彈性決策與聰明生產

**Harvard Business Review**  
哈佛商業評論 全球繁體中文版

### 如何先打造出「工業3.5」的能力？

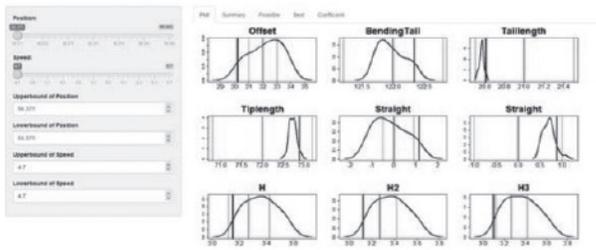
王國棟 台大管理學院院長



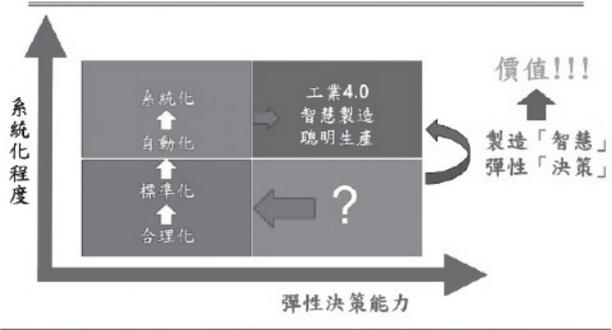
工業3.5是工業3.0和工業4.0的過渡階段。在工業3.5階段，企業需要具備數據分析、系統整合和局部彈性決策的能力。這需要企業在技術、人才和管理方面進行全面的升級和改造。



### 工业3.5案例：机械加工制程多变量参数优化



### 關鍵在「智慧」，目標是「價值」



### 传统产业的「工业3.5」战略





**工业3.5案例**

工业2.0+ → 工业3.0 → 工业3.5

内建大数据分析和优化的数字决策引擎，产能增加一倍以上，规划期更长、应变弹性更大，且能降低存货。

31

**Data Mining and Knowledge Discovery in Smart Factories**

Manufacturing stores more data than any other industrial sector. Since the first examples of mass production data were stored in 2019 from multiple sources:

- instrumented production machinery
- supply chain management systems
- product life-cycle systems

**從大資料前進智慧工廠**

資料挖礦與大數據分析

32

**哈佛教你精通大數據**

《哈佛商業評論》全球繁體中文版

**亞洲領導力論壇**

Asia Leadership Forum

台積電 以大数据提升制造智能 (簡禎富, HBR2014)

33

**「資料科學家」?**

Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century!?

Harvard Business Review

GETTING CONTROL OF **BIG DATA**

What is data science?

34

**实战：半导体大数据分析竞赛**

Big Data Analytics for Semiconductor Manufacturing

第三屆半導體大數據分析競賽

第一屆 半導體大數據分析競賽

35

**大数据的特性**

巨量	变动性	多样性	真实性
Volume	Velocity	Variety	Veracity
Data at Rest	Data in Motion	Data in Many Forms	Data in Doubt
Terabytes to exabytes of existing data to process	Streaming data, milliseconds to seconds to respond	Structured, unstructured, text, multimedia	Uncertainty due to data inconsistency & incompleteness, ambiguities, latency, deception, model approximations

36

**Data Volume & Data Veracity**

Extreme and missing values are filled in red and blue, respectively.

37

**Data Quality due to fixed recipe & multi-collinearity**

38

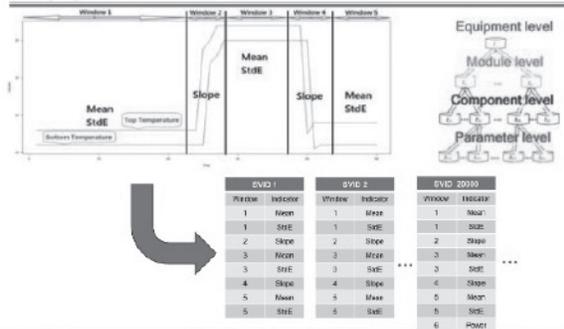
**A+** «尖兵计划»: 最大化信息涵盖量



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

39

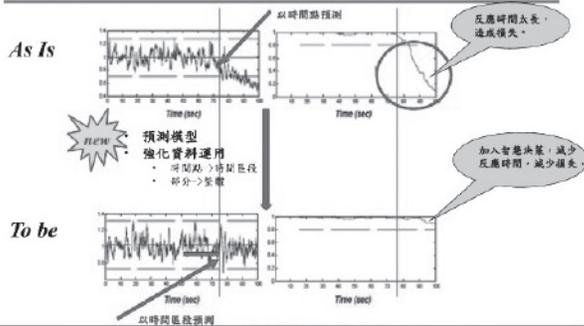
**A+** Data Velocity: Tool Health/FDC Data



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

40

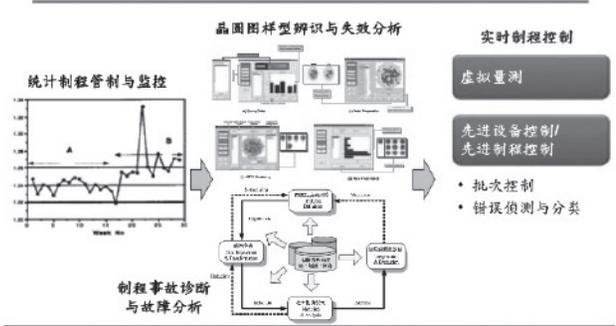
**A+** Advanced Equipment/Process Control (AEC/APC)



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

41

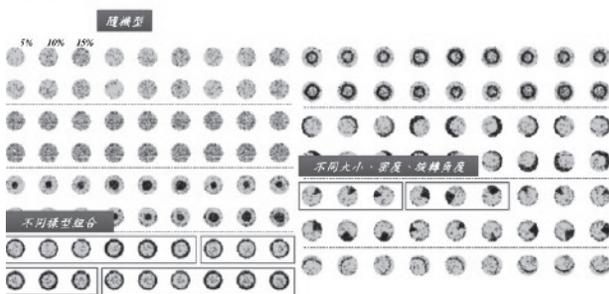
**A+** 大数据和良率提升



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

42

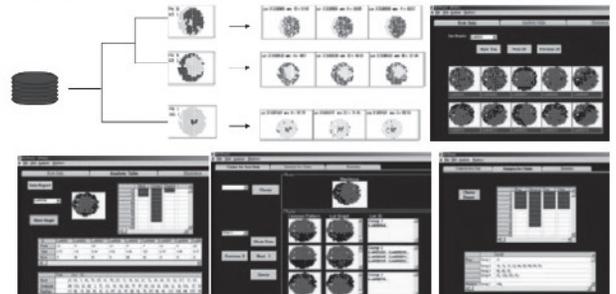
**A+** 晶圆图样型辨识与事故诊断分类



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

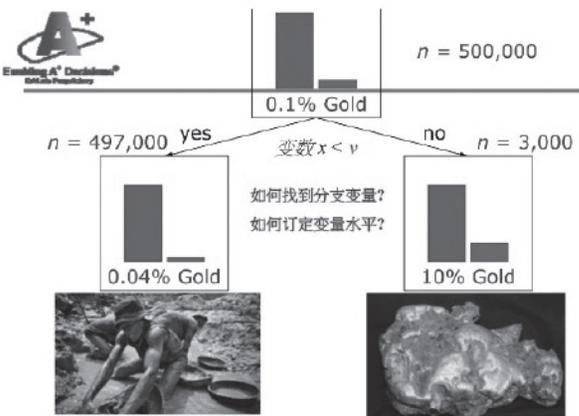
43

**A+** 晶圆图样型辨识与失效分析专家系统



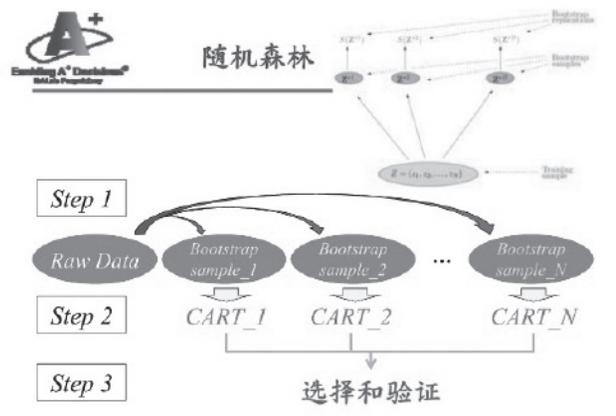
大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

44



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

45



大连分析中心: <http://DAIlab.njtu.edu.cn>

46



ETMALL 東森購物網

要搶要快 精打細算大省團 美食夜間偷偷殺6折

20:00 - 00:59

只有今天

500 折價券

3600 折價券

1700 折價券

1600 折價券

15,195 折價券

15,300 折價券

1,990 折價券

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

第一屆東森杯巨量資料競賽奪冠

BigData 巨量資料競賽

第一名 國立交通大學 A+ 團隊

獎金 250,000

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

資料整理與準備、預測、校準

客戶檢核 (UID, 年齡, 性別, 出生月份, 居住地)

瀏覽行為 (瀏覽次數, 搜尋次數, 上站次數, Duration)

交易行為 (平均消費金額, 平均消費金額, 有效交易個數, 購買成功率)

11月瀏覽行為 (瀏覽次數, 搜尋次數, 上站次數, Duration)

11月交易行為 (平均消費金額, 平均消費金額, 有效交易個數, 購買成功率)

12月瀏覽行為 (瀏覽次數, 搜尋次數, 上站次數, Duration)

12月交易行為 (平均消費金額, 平均消費金額, 有效交易個數, 購買成功率)

12月預測 (預測, 預測, 預測, 預測)

模型校準 (模型校準, 模型校準, 模型校準, 模型校準)

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

Problem Definition

問題定義

基本報表分析

資料合併與關聯性

變數篩選

Train: 70%

Train: 11%

Validation: 12%

Exploratory (關機狀態, 變數篩選, 統計檢定, 連續性檢驗, 變數轉換, 資料合併)

Modify (客戶檢核分析, 客戶檢核分析, 客戶檢核分析)

Model (決定各層之最佳預測模型, 決定各層之最佳預測模型, 決定各層之最佳預測模型)

Access (模型評估與驗證, 模型評估與驗證)

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

分析的类型

- 敘述的 Descriptive: A set of techniques for reviewing and examining the data set(s) to understand the data and analyze business performance.
- 診斷的 Diagnostic: A set of techniques for determine what has happened and why
- 預測的 Predictive: A set of techniques that analyze current and historical data to determine what is most likely to (not) happen
- 處方的 Prescriptive: A set of techniques for computationally developing and analyzing alternatives that can become courses of action – either tactical or strategic – that may discover the unexpected
- 決策的 Decisive: A set of techniques for visualizing information and recommending courses of action to facilitate human decision-making when presented with a set of alternatives.

	Passive	Active
Deductive	Descriptive	Diagnostic
Inductive	Predictive	Prescriptive

Source: Katcher et al. (2014)

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

敘述的分析 Descriptive Analytics

Abstract—Cycle time reduction is crucial for semiconductor water fabrication companies to maintain competitive advantage as the semiconductor industry is becoming more dynamic and changing faster. According to Little's Law, while maintaining the same throughput level, the reduction in Work-in-Process (WIP) will result in cycle time reduction. On one hand, the existing queuing models for predicting the WIP of tool sets in water fabrication facilities have limitations in tool settings. On the other hand, little research has been done to predict the WIP of tool sets with tool dedication and waiting time constraints so as to control the corresponding WIP levels of various tool sets to reduce cycle time without affecting throughput. This study aims to fill the gap by proposing a manufacturing intelligence (MI) approach based on neural networks (NN) to exploit the value of the ready production data and tool data for predicting the WIP levels of the tool sets for cycle time reduction. To validate this approach, empirical data were collected and analyzed in a leading semiconductor company. The comparison results have shown practical viability of this approach. Furthermore, the proposed approach can identify and improve the critical input factors for reducing the WIP to reduce cycle time in a fab.

Introduction

Manufacturing Intelligence to Exploit the Value of Production and Tool Data to Reduce Cycle Time

Chang-Jen Kuo, Chen-Fu Chien, Monzer, IEEE, and Chen-Tao Chen

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

Influence Diagram of Cycle Time

Factor

Factor	Relative with WIP	% of tool sets correlate to cycle relation	Sensitivity ratio	Managerial implications
W	---	92%	0.83	---
H	---	93%	0.28	To relax tool dedication for non-critical products.
J	+	95%	1.06	---
C <sub>1</sub>	+	87%	0.38	To approach hour-to-hour lot arrivals.
V	---	94%	1.37	To improve tool availability.
D <sub>1</sub>	+	73%	0.28	To balance non-available tool events among hours.
AP	+	80%	0.77	To shorten process time.
C <sub>2</sub>	+	75%	0.18	To evaluate effect of merging similar recipes on WIP.
L	+	81%	0.48	To merge or split lots until the mean lot size approaches the optimal level.
D <sub>2</sub>	+	88%	0.24	---
B	---	83%	0.72	To develop model to estimate the optimal batch size by recipes.
D <sub>3</sub>	+	70%	0.37	---
P	+	75%	0.46	To simplify number of recipes.
FW	---	82%	0.22	To eliminate unnecessary waiting time constraints.
AR	---	88%	0.56	To relax the specifications for waiting time constraint.

ETMALL 東森購物網

http://101.abie.nthu.edu.tw

IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION SOCIETY

IEEE Transactions on Automation Science and Engineering

Best Paper Award

is hereby presented to

Chen-Fu Chien

For the paper co-authored with Chung-Jen Kuo and Ian-Daw Chen entitled "Manufacturing Intelligence to Exploit the Value of Production and Tool Data to Reduce Cycle Time," as published in the IEEE Transactions on Automation Science and Engineering; vol. 8, no. 1, January 2011, pp. 103-111

David E. Gin Society President

Bruno Siciliano RAS Awards Chair

August 2012

ETMALL 東森購物網

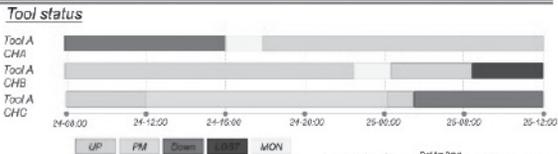
http://101.abie.nthu.edu.tw

## 诊断分析 Diagnostic Analytics & 预测分析 Predictive Analytics

- **Diagnostic Analytics:**
  - Begin with descriptive analytics
  - Extract patterns from large data quantities via data mining
  - Correlate data types for explanation of near-term behavior – past and present
  - Estimate linear/non-linear behavior not easily identifiable through other approaches.
- **Predictive Analytics:**
  - Begin with descriptive AND diagnostic analytics
  - Choose the right data based on domain knowledge and relationships among variables
  - Choose the right techniques to yield insight into possible outcomes
  - Determine the likelihood of possible outcomes given initial boundary conditions

http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

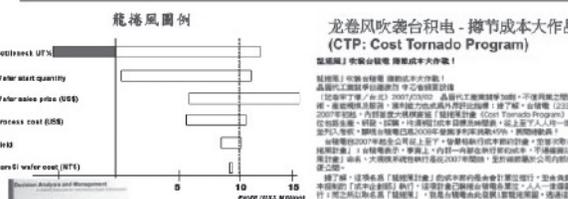
## Overall Equipment Effectiveness (OEE) via analyzing tool log data



Equipment Performance Tracking (EPT) monitors Tool log of every processing tool to provide granular data and actionable Overall Equipment Effectiveness (OEE) metrics

http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

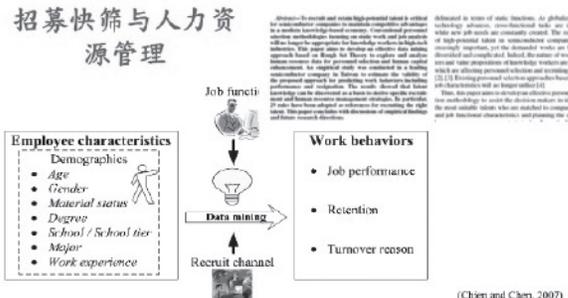
## 龙卷风吹袭台积电 - 撙节成本大作战 (CTP: Cost Tornado Program)



台积电 2008 年实施了著名的成本大作战 (CTP: Cost Tornado Program)。台积电在 2008 年实施了著名的成本大作战 (CTP: Cost Tornado Program)。台积电在 2008 年实施了著名的成本大作战 (CTP: Cost Tornado Program)。

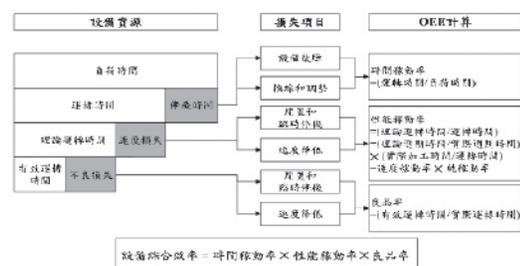
http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

## Using Rough Set Theory to Recruit and Retain High-Potential Talents for Semiconductor Manufacturing



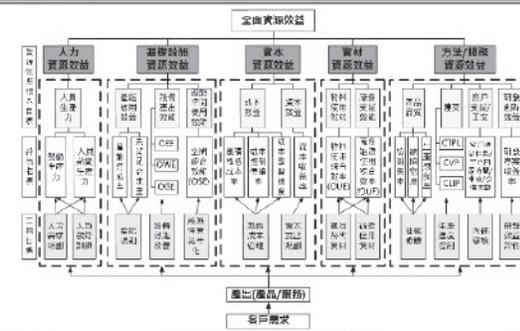
http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

## 资源综合效率 (ORE) 与全面资源管理 (TRM)



http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

## 全面资源管理效益之根本目标层级架构与工具目标网络及诊断指标



http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

## 个人奖得主 清华特聘教授简禎富

http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

## Expert Systems with Applications Most Cited Articles 2008

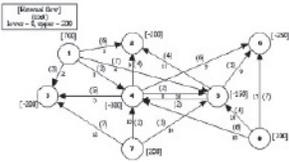
http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

http://jiajia.ab.cn.njtu.edu.tw

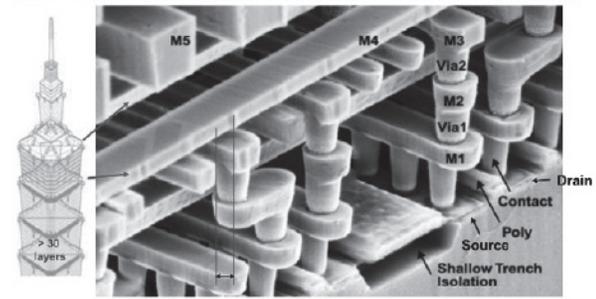


### Prescriptive Analytics

- Process:
  - Begin w/ predictive analytics
  - Determine what should occur and how to make it so
  - Determine the mitigating factors that lead to desirable/undesirable outcomes
  - "What-if" analysis w/ local or global optimization
  - Ex. Find the best set of prices and advertising frequency to maximize revenue
  - Ex. And, the right set of business moves to make to achieve that goal



http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



Critical dimension (CD) -> 20nm

http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



### Overlay Error Compensation Using Advanced Process Control With Dynamically Adjusted Proportional-Integral R2R Controller

Chen-Fu Chen, Min-Wei Zeng, Yue-Jen Chen, Chao-Yu Hsu, and Hung-Kai Wang



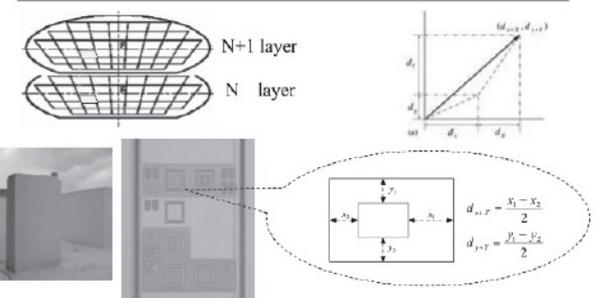
Abstract—In semiconductor manufacturing reaching nanotechnology, to obtain high resolution and alignment accuracy by maintaining overlay error within the tolerance is crucial. To address the needs of changing production and process conditions, this study uses to propose a novel dynamically adjusted proportional-integral (DAPI) controller (R2R) controller to adjust equipment parameters to enhance the overlay control performance. This study enhances the performance of controller via the variation of each order factor and the variation of maximum overlay error in real settings. To enhance the effectiveness of the proposed approach, an integral-only, time-variant and a leading compensation strategy in Taiwan and the results of a leading practical test of the proposed DAPI controller to reduce overlay error effectively. This controller especially weighted moving average controller within this computer.

Modern semiconductor fabrication facilities (fabs) adopted a variety of advanced process control (APC) and run-to-run (R2R) control methodologies for yield enhancement. Maynor et al. [1] defined R2R control as "a form of discrete process and machine control in which the product recipe with respect to particular machine process is modified on-the-fly, between machine runs, to minimize process drift and variability." Sachs et al. [2] and Taghizadeh and Sachs [3] presented the application of R2R controller in semiconductor fabrication processes. Conventionally, the exponentially weighted moving average (EWMA)-based controller is widely used to compensate for process drift and error such as etching growth [4], volume expansion [5], chemical mechanical polishing (CMP) [6], and sputter sputter deposition [7]. However, the

http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



### 覆盖误差 (overlay error)



http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



### 考虑可控制覆盖误差原因的创新模式

$$d_{x+y} = T_{x+Y} + S_X X + (0\theta + \phi)Y + (M_x + M_y)X - (0\theta_x + 0\theta_y)Y + \epsilon_{x+y}$$

$$d_{y+y} = T_{y+Y} + S_Y Y + 0\theta X + (M_x - M_y)Y + (0\theta_x - 0\theta_y)X + \epsilon_{y+y}$$

http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



### Novel Analytics for Modeling and Compensating Overlay Errors for Steppers and Scanners

http://jia.ab.e.nthu.edu.tw

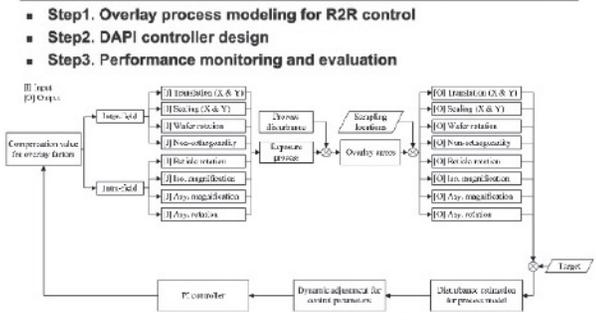


### 具体改善效益

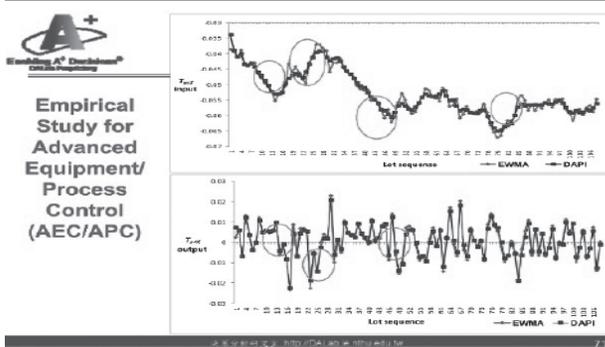
http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



### Proposed R2R control block diagram for overlay error compensation



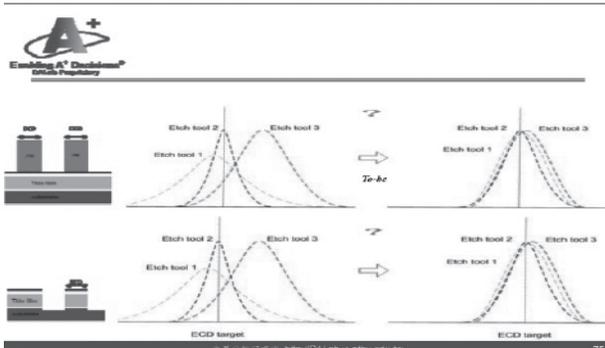
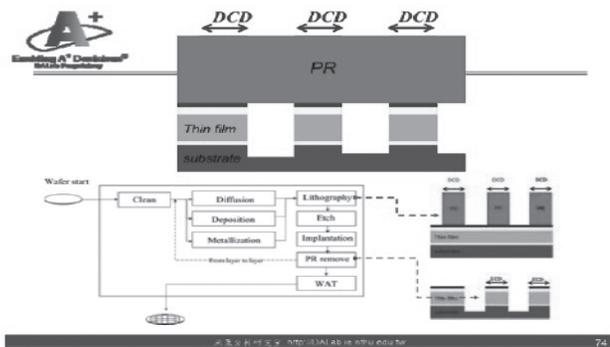
http://jia.ab.e.nthu.edu.tw



### Decisive Analytics

**Process:**

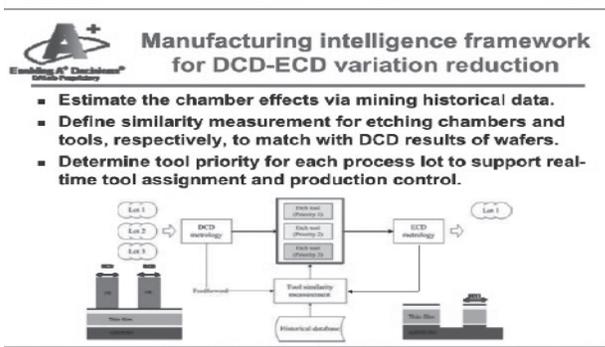
- Given a set of decision alternatives, choose the one course of action to do from possibly many
- But, it may not be the optimal one.
- Visualize alternatives – whole or partial subset
- Perform exploratory analysis – what-if and why
  - How do I get to there from here?
  - How did I get here from there?



Contents lists available at ScienceDirect  
**Computers & Operations Research**  
journal homepage: www.elsevier.com/locate/eor

A novel approach to hedge and compensate the critical dimension variation of the developed-and-etched circuit patterns for yield enhancement in semiconductor manufacturing  
Chen-Fu Chien<sup>a,\*</sup>, Ying-jen Chen<sup>a</sup>, Chia-Yu Hsu<sup>b</sup>

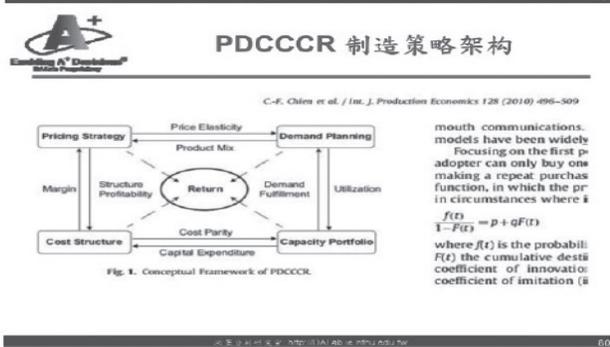
- Problem definition
- Data preparation
- Model construction
- Parameter estimation
- Dispatching rule development & offline validation
- Implementation

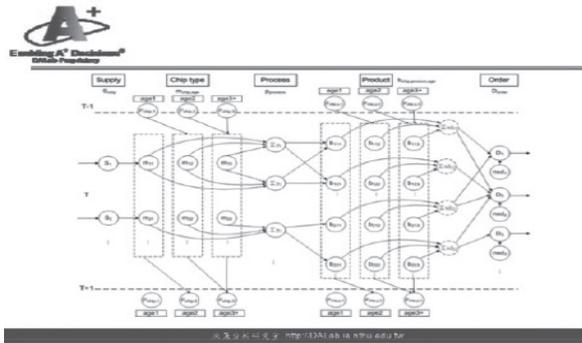
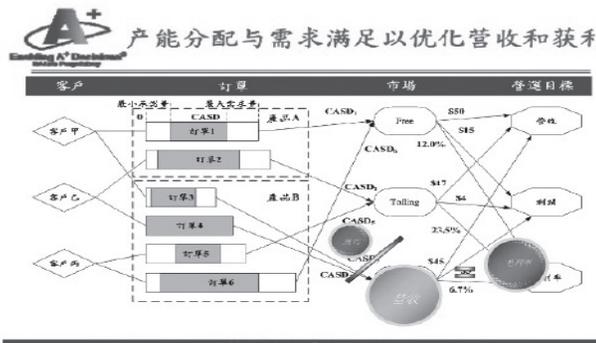
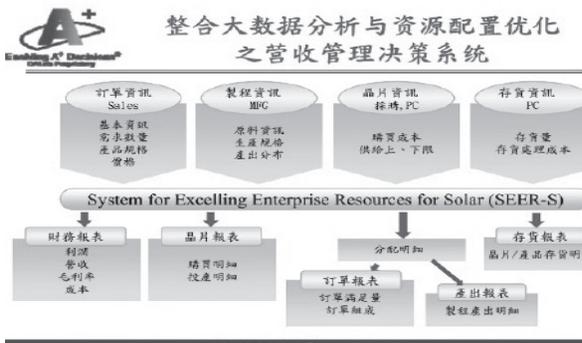
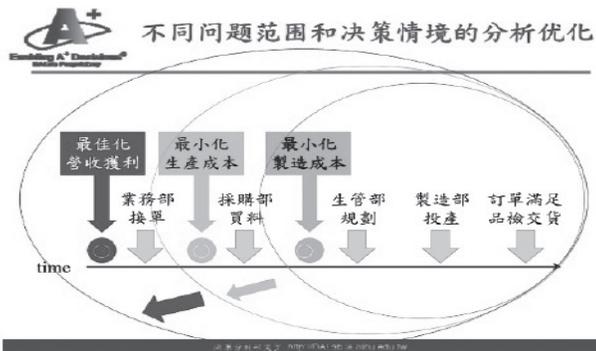
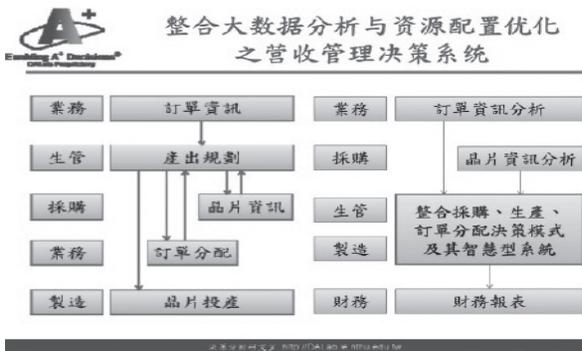


### Validation and Implementation

- The  $C_{pk}$  improvement was 20% in average after implementation in an empirical study for a few months for a field test in Taiwan.
- The scaling score is used to monitor the operational effectiveness of the dispatching rules to trace the control performance.

Product	Number of lot	Before implementation		After implementation		$C_{pk}$ improvement			
		RMSE	Standard deviation	RMSE	Standard deviation				
A	163	0.0075	0.0073	2.34	140	0.0063	0.0061	2.84	21.39%
B	106	0.0163	0.0068	2.56	108	0.0101	0.0062	2.82	10.12%
C	98	0.0073	0.0073	2.25	136	0.0066	0.0066	2.51	11.28%
D	239	0.0084	0.0084	1.61	493	0.0058	0.0058	2.40	48.87%
E	105	0.0108	0.0098	1.90	156	0.0080	0.0079	2.49	39.95%
F	215	0.0099	0.0083	2.19	274	0.0069	0.0072	2.72	24.30%
G	183	0.0091	0.0085	2.22	219	0.0063	0.0065	2.35	5.50%
H	224	0.0090	0.0086	2.23	370	0.0076	0.0074	2.80	25.69%





### IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing Steering Committee

presents the **TSM Best Paper Award** To **Chen-Fu Chien**

For the paper entitled "An Algorithm of Multi-subpopulation Parameters with Hybrid Estimation of Distribution for Semiconductor Scheduling with Constrained Waiting Time" published in the IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing Volume 28, Number 3, August, 2015

IEEE Editor-in-Chief: *Sheng-Jay Yang*, Chairman, TSM Steering Committee

### 输出接口及窗体

#### SEER-S (System for Excelling Enterprise Resources for Solar)

##### 財務報表 (by cash)

Item	10/15	10/16	10/17	10/18	10/19
營業額	\$ 3,454,000.21	\$ 3,939,487.53	\$ 3,939,900.55	\$ 3,943,379.33	\$ 3,943,379.33
營業成本	\$ 4,415,340.13	\$ 4,420,348.83	\$ 4,349,234.37	\$ 4,443,391.73	\$ 4,379,242.30
製造成本	\$ 1,200,000.00	\$ 1,180,000.00	\$ 1,254,000.00	\$ 1,240,000.00	\$ 1,250,000.00
製造費用	\$ -	\$ 407.83	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
製造材料	\$ -	\$ 20,000.00	\$ 41,000.00	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00
製造人工	\$ -	\$ 104,000.00	\$ 84,000.00	\$ 80,000.00	\$ 80,000.00
製造其他	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000.00
營業毛利	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
營業利益	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

### 智慧供应链

#### 關東森林科技股份有限公司 KANTO-PPC

发展多目标电子化学品排程智能系统，整合进阶算法和动态机制：

- 处理非线性和多目标。
- 增加求解效率。
- 增加最佳解质量。

同时考虑原料、人力、包材、运输、交期等限制和多目标的智能生产

Model	历史	模型	求解时间	求解次数	最大求解次数	产能使用率
历史	85天 (11.6%)	186日	15日	73%		
模型	8天 (1.4%)	24日	9日	88%		

### 大数据分析 with 数据挖掘

#### DATA

大数据分析与数据挖掘

简毓富 许嘉裕 著

清华大学出版社

### 恳请不吝赐教!!!

[志谢]清华大学决策分析研究室及IC产业同盟，承接科技部技术联盟计划和深耕工业基础计划，和教育部、经济部、科学园区管理局与国立清华大学之经费补助，以及台积电、友达光电、中华精测、创冠电子、广达计算机、旺宏、联发科、关东森林、台达电、晶电、采钰、茂迪、华亚、世界先进、力晶等公司委托之产学合作计划，谨此致谢。

cfchien@mx.nthu.edu.tw / tel: 03-5742648



# 机械类专业认证委员会 2017 年第二次工作会议 在天津顺利召开

2017 年 8 月 11-13 日，中国工程教育认证协会机械类专业认证委员会（以下简称“机械专委会”）在天津理工大学学术交流中心召开了 2017 年第二次工作会议。机械专委会主任委员李培根院士、副主任委员陈关龙教授、副主任委员李志义教授、副秘书长王玲教授、电气类专业认证委员会副主任章兢教授、天津理工大学郑青春副校长以及机械专委会委员、专家和工作人员共 45 人参加了本次会议。

会议内容包括“审议 2017 年上半年认证专业现场考查报告及结论建议”、“审议 2016 年下半年需要重新审议的报告”、“审议 2017 年下半年认证专业自评报告并形成专委会结论”和机械专委会工作研讨。

陈关龙副主任首先介绍了与会专家，并主持“审议 2017 年上半年认证专业现场考查报告及结论建议”、“审议 2016 年下半年需要重新审议的报告”环节。王玲副秘书长在会上介绍了本次会议的目的、意义和会议议程，通报了 2017 年机械专委会工作整体情况及认证协会关于认证结论审议的新要求。



## 一、审议 2017 年上半年认证专业现场 考查报告及结论建议

会议审议了 2017 年上半年认证专业现场考查报告，并形成了 2017 年上半年 19 个专业点的认证结论建议。会前，专家分组对 2017 年上半年入校考查的 19 个专业的现场考查报告进行了审阅，并向秘书处提交审阅意见。经过审核确认 19 个专业的现场考查专家组均对自评报告中发现的问题进行了重点核实，并在现场考查报告中对核实情况予以说明。专家审核意见经秘书处汇总整理后，供会议审议参考。参加会前材料初审的专家参加本次会议。会上，王玲副秘书长首先在会上强调了结论审议工作重点，然后由入校考查专家组组长介绍现场考查报告情况。与会专家认真审阅初审专家意见，结合自评报告、现场考查报告及学校对现场考查报告的反馈意见，对报告及结论建议等问题进行了认真细致地讨论，并投票表决形成了 2017 年上半年 19 个专业点的认证结论建议，会后提交中国工程教育专业认证协会。

## 二、审议 2016 年下半年需要重新审议 的报告

中国工程教育专业认证协会认证结论审议委员会完成了对 2016 年上半年认证结论的审议。对建议修改报告的专业，专家们根据反馈意见审议了 2016 年上半年需要重新审议的报告，并对认证报告进行了修改。



### 三、审议 2017 年下半年认证专业自评报告并形成专委会结论

自评报告审议阶段由李志义副主任委员主持。自评报告审阅工作是工程教育认证最重要的工作环节之一，为了提高审阅质量，统一认识，会议首先针对自评报告审阅进行工作研讨。李志义副主任委员在会上作了题为《工程教育专业认证若干问题探讨》的报告，他在报告中对 OBE 理念进行了解读，探讨了如何做成果导向教育，并针对认证标准的内涵进行了剖析。王玲副秘书长在会上作了题为《专业在撰写自评报告时提出的若干问题》和《机械专委会关于自评报告审阅的几点共识》的报告，针对专业撰写自评报告中遇到的问题提出了解答意见，就目前自评报告审核工作中的若干问题提交会议讨论，专家围绕这些问题展开了讨论，最终在会上形成了机械专委会关于自评报告审核工作的共识。

继而，会议对 2017 年下半年提交的 34 个专业的自评报告进行了集中审核。秘书处介绍了自评报告会前审核的总体情况。专家们遵从会议形成的关于自评报告审核形成的共识，再次核查确认各自评报告是否存在构成中止或暂缓的问题。最后通过投票表决形成了 2017 年下半年认证专业自评报告的审议结论，并在会后提交中国工程教育专业认证协会。

### 四、机械专委会工作研讨

机械专委会工作研讨环节由王玲副秘书长主持。会前，参会专家考察了天津理工大学的实验实训基地。会上，李培根主任委员作了题为《专业认证需要“新”？！》的报告，探讨了新工科如何“新”、专业认证能否与新工科结合、不同层次学校如何“新”、认证能否引领工程教育之

“新”、中国能不能有自己特色的认证等问题。李培根院士认为面向未来的人才应具备使命感、关联力、宏思维等新素养，高等教育专业及课程体系应通过边界再设计和课程重构形成新结构，高等教育的教与学应采用“非正式学习”、“想象学习”等新方法。最后他谈到了专业认证之“新”。李培根院士认为工程教育专业认证工作也要与时俱进，可以配合“新工科”活动，中国的工程教育专业认证应该在华盛顿协议的基础上做一些超越，机械类专业认证委员会可以先做试点，逐渐推广专业认证之“新”。天津理工大学马建标书记在会上探讨了在当今科学技术迅速发展的大环境下，高校应考虑如何为未来培养人才。他认为人才的培养不允许失败，高校对学生的培养一定要与时俱进，满足社会的发展。郑清春副校长在会上做了题为《满足工科专业认证要求的学生工程意识培养实践》，介绍了天津理工大学及其工程训练中心和实训教学基地环境建设的情况。

王玲副秘书长在会上介绍了《高等院校机械类专业实验实训教学基地环境建设要求》及其编制说明。专家委员会全体委员一致通过了对标准的修改，形成了《高等院校机械类专业实验实训教学基地环境建设要求（报批稿）》。按照会议议程，机械类专业认证委员会对下一步工作进行了研讨。2018 年将启动汽车服务工程和机械电子工程的认证工作，将先行试点后再推广。机械专委会将开始着手研制“工业设计”专业补充标准，评审通过后纳入机械类专业补充标准，并启动认证试点工作。本次会议完成了既定议程，并形成上述会议审议的决议，确定了机械类专业认证委员会下一步的工作思路与准则，为今后的机械类专业认证工作发展奠定了坚实的基础。

（文章来源：机械类专委会秘书处，2017.8）



# 激发学生创新激情 发挥学生创造能力 中国大学生机械工程创新创意大赛

——“卓然杯”第八届过程装备实践与创新大赛在上海举办

从全自动创意苹果机到爆破片装置的自动化制造系统，从基于物联网的井盖自动防护装置到水上智能巡航机器人……8月26日、27日，在华东理工大学举办的中国大学生机械工程创新创意大赛——“卓然杯”第八届过程装备实践与创新大赛上，参赛团队围绕过程装备领域中的科研热点及技术难点，为大赛献上一个个充满创新、创意的参赛作品。

大赛由中国机械工程学会和教育部高等学校机械学科教学指导委员会过程装备与控制工程专业分教学指导委员会共同主办，华东理工大学承办，化学工业出版社、中国机械工程学会压力容器分会协办，上海卓然工程技术股份有限公司、合肥通用机械研究院、上海森松压力容器有限公司、上海华理安全装备有限公司、上海慧昊机电设备有限公司等单位赞助，同时，华东理工大学“踞定一奖助基金会”将为大赛获奖学生提供奖金。

根据赛事进程安排，35项优秀作品团队参加了8月26日、27日在华东理工大学举行的现场评审和成果汇报会。中国机械工程学会副理事长、上海交通大学校长林忠钦院士、中国机械工程学会陆大明副理事长兼秘书长、华东理工大学曲景平校长、中国工程院陈学东院士、华东理工大学轩福贞副校长、华东理工大学涂善东教授、中国机械工程学会继续教育处罗平处长、王玲副处长出席了成果汇报会。中国大学生机械工程创新创意大赛下设的“铸造工艺设计大赛”、“材

料热处理创新大赛”、“起重机创意大赛”、“过程装备实践与创新大赛”、“自动化大赛”、“工业工程大赛”等专业赛的代表也受邀观摩比赛。本次大赛特别邀请了华东理工大学潘家祯教授、郑州大学魏新利教授、福州大学刘康林教授、南京工业大学赵建平教授、南昌大学胡兆吉教授等过程装备与控制工程专业知名教授及上海卓然工程技术股份有限公司展益彬博士、上海华理安全装备有限公司吴全龙高工、上海慧昊机电设备有限公司马小军总经理等企业专家担任评委。

2017年3月启动作品征集以来，得到全国高校的积极响应和大力支持。至6月底大赛作品截稿日期，赛事组委会共收到来自全国64所高校439个团队的参赛作品。大赛组织了20多位资深专家对全部作品进行了匿名通讯评审，共评选出获奖作品145项，优秀指导教师49名、优秀组织奖15项。

从课题的调研、规划、设计、论文撰写及后期制作，大赛对参赛学生的科研及创新进行了较为系统的训练，许多作品展示了大学生的巨大创新潜力。本次大赛为学生搭建了一个学以致用用的展示平台，也对培养学生的实践能力、创新能力、创业能力和团队精神培养起到了重要的作用。

大赛举办同期，中国机械工程学会还举办了“中国大学生机械工程创新创意大赛工作研讨会”，围绕大赛相关问题进行了专题研讨。

（文章来源：工作总部，2017.8）



## 全国学会承接工程教育认证工作交流与绩效管理研讨活动在京举行

8月31日，全国学会承接工程教育专业认证工作交流与绩效管理研讨活动在京结束。中国工程教育协会理事长、教育部原副部长吴启迪，教育部高校本科教学工作评估专家委员会副主任委员、中国高等教育学会第六届理事会会长瞿振元，中国工程教育专业认证协会副理事长、清华大学教授余寿文等9位来自教育界和行业、企业界的专家，对全国学会承接认证工作能力和情况进行了指导与评价。中国科协党组成员、书记处书记束为出席活动并讲话。中国科协学会学术部、国际联络部、培训和人才服务中心有关负责人，以及教育部高等教育司、高等教育教学评估中心有关领导参加了活动。我会陈超志副秘书长代表学会参加了本次会议。

束为在讲话中指出，中国科协所属全国学会从2006年开始受教育部委托，承接工程教育专业认证工作（以下简称承接工作）。随着我国

2016年加入华盛顿协议，全国高校申请工程教育认证的热情高涨，申请专业数量大幅增加。认证规模的快速扩大，对全国学会在条件保障、制度建设、专家队伍建设等方面都提出了严峻挑战，学会承接能力亟待提升。开展本次活动旨在全面总结全国学会2016年以来的承接工作，为全国学会搭建认证工作委托方评价、产业界宣传、专家交流以及相互沟通的平台，邀请专家对全国学会进行针对性评价和指导，帮助全国学会进一步理清思路、提升能力、改进工作。

束为对全国学会下一步做好承接工作提出了四点要求。一是认真吸取专家的意见和建议，针对存在的问题和不足，制定切实可行的整改方案，以钉钉子的精神，集中精力、实实在在解决突出问题；二是进一步加强制度建设，严格遵循华盛顿协议有关要求，完善有关制度并模范执行，规范有序承接认证工作；三是进一步加强专家队伍



(下转第22页)

## 第十七届“21世纪继续教育论坛” 在成都举办

9月8日，第十七届“21世纪继续教育论坛”在四川省成都市举办。出席本次论坛的有中国科协学会服务中心主任、党委副书记刘兴平，中国科协学会学术部副部长刘宴兵，中国科协学会服务中心副主任朱文辉，四川省科协副主席刘进，清华大学继续教育学院党委书记兼副院长刁庆军，人力资源和社会保障部中国高级公务员培训中心副主任刘敏超等领导及专家。我会常务理事陈关龙应邀参加会议并做大会报告，继续教育处王玲副处长，缪云、顾梦元参加会议。

论坛以“世界科技强国建设与继续教育”为主题，来自高校、军队、人社、科协系统从事继续教育工作的近140人齐聚一堂，共同探讨继续教育在建设世界科技强国中的责任与担当。刘兴平在讲话中表示“建设世界科技强国，关键在人才，基础在教育”。在世界新一轮科技革命和产业变革的大环境下，继续教育要把握机遇，主动

作为。高校、军队、人社、科协系统要充分发挥各自优势，资源共享，协同合作。科协组织要总结经验，积极探索，充分利用互联网、移动手机终端等现代信息手段，加快推动教育服务模式和学习方式的变革。相信继续教育的道路将越走越宽，继续教育的发展将越来越好。

论坛采取大会主题报告和分论坛交流等形式。主论坛邀请人力资源和社会保障部中国高级公务员培训中心副主任刘敏超，清华大学继续教育学院党委书记兼副院长刁庆军，国防科技大学训练部信息化工作办公室主任汪诗林，中国机械工程学会常务理事陈关龙，北京吉利学院汽车工程学院院长李洁5位来自人社、高校、军队、学会和企业等领域，长期致力于继续教育工作的专家，分别就“当前专业技术人员继续教育值得关注的几个问题”、“基于需求变化的继续教育创新”、“实现军事职业教育的有效途径”、“新





工科背景下的机械工程教育与机械工程师继续教育”、“吉利集团人才培养探索与实践”主题，为大家做了精彩报告。报告人从国家对专业人才培养战略高度，到高校对专业人才培养模式和思路，以及在部队、学会、企业等各领域对专业人才培养方式的经验和做法等方面做了演讲。5位专家的报告为本次论坛提供了丰富的知识供给，使论坛精彩纷呈。

陈关龙从“世界科技强国建设对新型人才的需求”的角度，结合“新工科”，阐述了我国工程技术专业人才相对国外工程技术专业人才的差距和不足，对我国工程技术专业人才，尤其是创新型人才提出更高的标准和要求。会上，陈关龙教授和与会代表深入交流了中国机械工程学会开展的机械教育工作的经验和成果。我会是由机械行业科技工作者和企事业单位自愿结成的全国性非营利性社会组织，是我国成立较早、规模最大的工科学会之一。依托学会专家库，充分发挥行业优势，建立了一支理论素养高、行业知识丰富和具有实践教学经验的师资队伍，为18万会员

免费提供机械领域继续教育课程，在机械工程教育与机械工程师继续教育领域不断开拓创新，打造形成一批特色鲜明的品牌课程工程，为工程技术人才提升专业技术能力提供了优质的继续教育服务平台。

分论坛结合主办方需求分别以“继续教育在公共服务品牌建设中的作用”、“高校继续教育供给侧改革”、“军事职业教育实战化改革”为主题，由优秀论文作者代表分别分享自身在继续教育工作上的经验做法及理论思考。参会代表根据自身需要，听取分论坛报告，充分交流。

“21世纪继续教育论坛”是由中国科协学会服务中心、清华大学继续教育学院、中国人民解放军战略支援部队航天工程大学职业教育中心和联合国教科文组织继续工程教育中国教席联合发起、精心打造的继续教育品牌论坛。本届论坛由中国科协学会服务中心承办。第十八届21世纪继续教育论坛将由中国人民解放军战略支援部队航天工程大学职业教育中心承办。

(文章来源：继续教育处，2017.9)

.....  
(上接第20页)

建设，扩大和更新认证专家队伍，吸引、聚集行业企业专家踊跃参与，充分调动专家积极性，提升专家业务能力，满足日益增长的认证需求；四是进一步加强条件保障，要配足配强专兼职工作人员，增强工作人员业务能力，加大经费投入力度，不断提高承接工作水平。

本次活动共分为二个阶段进行。8月28日-30日，邀请专家通过评审系统对全国学会提交的认证工作总结报告进行评阅；31日，专家通过听取有关学会的现场述职汇报，对学会承接工作进行交流指导和评价。来自25个全国学会的43位

工作负责人参加了本次活动。

我会继续教育处顾梦元在会上做了述职报告，介绍了中国机械工程学会作为机械类专业认证委员会秘书处挂靠单位，在中国科协和中国工程教育专业认证协会的领导与支持下，按照我国工程教育专业认证工作的总体部署和工作要求，在机械类专业工程教育专业认证工作上的发展历程、工作成效以及履职的典型措施和步骤。报告结束后，与会专家对我会承接认证工作的情况表示了充分的肯定。

(文章来源：继续教育处，2017.9)

# 工业工程与生产管理创新高级研修班总结

2017年8月20日至25日，由中国机械工业联合会主办，中国机械工程学会、河北省机械工程学会承办的工业工程与生产管理创新高级研修班在河北省保定市圆满完成。共有来自全国15个省市及地区的58家企业及高校的75名专业人员参加了本次研修班学习。

高研班开课当天举办了简短的开班仪式，仪式由中国机械工程学会继续教育处罗平处长主持。中国机械工业联合会教育培训部副主任房志凯、中国机械工程学会秘书长陆大明、河北省机械工程学会秘书长苗秀贤出席了开班式并做了讲话，向学员们介绍了机械行业的人才状况和国家对工程技术人才继续教育的国策，请学员们珍惜学习机会并预祝高研班成功举办。

## 一、意义与作用

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。随着我国制造业的快速发展，对工业工程的应用与发展也提出更高的要求，我国要想成为制造业强国，就需要合理科学地将工业工程应用到制造业中，不断提升制造业的综合竞争力。

在信息化快速发展的今天，市场竞争变的异常激烈，对企业而言，单纯的依靠其传统发展思路是远远不够的，必须真正引入新理念、新方法、新技术，实现组织及工作系统的不断优化。

工业工程是一门衔接工程学与管理科学的新兴科学，在现代企业管理中，工业工程可以推动





企业管理理念、管理方法的转变，在企业中发挥着重要作用，普及卓越绩效、六西格玛、精益生产、质量诊断、质量持续改进等先进生产管理方法和方法，融合科学、严谨、承接、创新的工业工程特性，在现代企业管理中具有重要意义。

本次研修班紧密结合企业需求，在开班之前广泛征询学员的意见和建议，全面了解和掌握企业在工业工程运用方面遇到的问题和难题，根据企业存在的实际问题设置课程，通过研修使参加人员结合各自企业的管理模式看到不足，并找到解决方法或途径，对提高研修人员的管理理念和水平具有重要意义和促进作用。

## 二、实施与亮点

### 1. 统筹安排，周密部署，制定方案

在全面启动高研班工作前，成立了工作组，制定了《2017年工业工程与生产管理创新高级研修项目实施工作方案》，明确了指导思想、组织原则、组织机构、研修方式、实施节点等具体内容。工作组依据统一领导，分级负责的原则，按照人社部关于高研班组织工作的要求开展工作，做到了统一、全面、合理，保障了高研班的顺利召开。

### 2. 重视师资，优中选优，保证效果

师资水平是影响研修效果的关键因素，为确保高质量、高水平的研修效果，研修班聘请行业内具有丰富实战经验的知名专家、学者在精益六西格玛、管理创新、企业转型升级、企业两化融合等多方面进行了深入的讲授和分享。

其中，天津大学齐二石教授风趣幽默的阐述了精益的发展历史，指出精益理念对企业技术创新和管理创新的关键性作用。天津市工业工程学会理事长何桢教授对精益六西格玛进行了严谨的阐述，指出企业推进六西格玛的步骤和方法。天

津大学蔺宇教授提出了精益是一种经营术的新理念，深入浅出地用实践案例讲授了如何在企业推进精益。华中科技大学彭芳瑜教授结合中国制造2025战略，详细阐述了智能制造和机器人技术的发展前沿。中国机械工程学会张彦敏常务副理事长从制造强国和创新设计角度阐述了创新设计的发展路线。东风公司陈伟老师结合企业实例分享了东风商用车有限公司IE实践。冀凯集团的赵盘胜老师讲解了WIMS全信息化精益智能管理解决方案。

学员们通过几天的学习和交流，对“智能制造、精益生产、精益六西格玛、精益管理”等先进的主流管理方法和理论进行了了解和学习，从新的高度理解并更深入地掌握工业工程和生产管理创新的方法和工具，相信先进的管理理念结合企业自身的实际，定会在日后的工作中落地生根，开花结果。

### 3. 精心组织，严格管理，宁缺勿滥

随着国家专业技术人员知识更新工程的深入实施，企业也越来越重视并积极参与。机会来之不易、课程安排合理、师资力量强大是企业高层报名的主要原因，但是报名之踊跃、层次之高、报名速度之快也是举办方没有想到的，从发放通知到报名人满，只用了短短3天的时间。为了给更多企业机会，工作小组制定了报名要求，每个企业最多申请2个名额，每个报名的人员必须是从事工业工程或管理工作的企业高中层，从事工业工程教学的教师严格控制在每个高校限1人，尽量把机会留给企业。通过严格的审核，经过多次协商与沟通，最终实际参加高研班学习的研修人员共75名。

在研修期间为保证研修效果，为每位学员印发了《学员手册》，手册中不仅包括课程安排，

也对学员研修期间提出了明确的要求，不允许迟到早退，每天按时点名报到。

#### 4. 确保质量，形式新颖，落到实处

工作小组经过仔细讨论、研究，结合当前企业的需求，从研修的效果及质量入手，保证课程做到切合实际，以学员能从几天的学习中有所斩获为目标。首先，课程设置从理论入手，本次邀请的国内知名教授与专家将国际、国内最先进的理论知识分享给学员，分析国内企业管理现状及发展方向；其次，由在精益落地中具有丰富经验的专家、企业介绍成功案例，分析落地失败及进程缓慢的原因，提出改进及解决的方法。课程安排紧凑，由理论到实际的，同样符合精益的要求。

授课方式上首先以面授为主，通过集中面授，将先进的管理理念和方法教授给学员，将解决问题的方法和策略传述学员，开阔了学员的思路，拓宽了思维的深度与广度；其次采取与学员交流互动为辅，课下建立了交流微信平台，由专业的老师将每天的上课内容总结并发布，供学员复习、参考、讨论及提出问题，由工作组负责联系老师，给以一一解答。

面授结束后组织全体学员现场观摩学习了在精益管理中取得突出成效的风帆股份有限公司，在生产车间，学员们看到了生产现场整洁、井然有序，不同工序的电池半成品按设定的程序在一条条自动流水线上流转。风帆股份从2015年开始通过打破现有生产模式，进行流程再造，对部分工序、流程进行了优化整合，达到了精益化生产的目标，实现了劳动效率的大幅提升，企业取得了良好的经济效益。

灵活多样的授课方式，调动了学员全员参与的积极性，达到了很好的研修效果。一个个鲜活的成功案例大大激发了学员将所学知识运用到实

际工作中去的热情，大家普遍认为只有管理创新，才能真正帮助企业从平凡走向优秀，从优秀走向卓越。

### 三、成效与反馈

#### 1. 分享最适合、最先进的理论、工具和方法

工业工程的理念自美国起源，最典型、最成功的是日本，而我国要做的不是照搬，而是要根据我国的国情及现状，找到一条最适合自己的发展之路。通过本次研修班的学习，专家们将目前最适合、最先进的理论、工具及方法分享给了学员，这不仅对学员掌握精益发展的新动态、开拓视野和思路具有重要的意义和作用，同时也引发了学员对自身企业将如何谋求发展的深思。

#### 2. 知己知彼，精益推广势在必行

经过几天的学习和交流，来自不同高校和企业的学员们通过与专家的交流，通过彼此之间的探讨，了解到各行业精益管理具备差异性和共性，共性在于理论应用与方法的通用性，差异性在于企业文化的差异、员工素质的差异以及因产品结构、供需关系不同产生的差异等等，但学员一致认为无论行业现状与前景如何，精益生产的推广势在必行。

#### 3. 扩大成果，提供更大的学习平台

为了能使本次高研班的成果扩大，让更多的





人参与到工业工程的学习中来，我们将专家的培训课程、课件制作成录像，分享给企业内的相关管理人员，希望更多没有参加高研班的学员能够通过录像或课件的学习，掌握我国工业工程的最新动态。这为各企业的专业人员了提供更广阔的高层次的知识更新、交流平台。

#### 四、服务与保障

本次研修班高度重视后勤保障工作，如餐饮、住宿、课堂、实践参观等方面，尽力提供完善、周到、细致的服务，想尽办法让参加学习的学员吃好、住好、学好。报到时建立微信平台，研修期间学员能够随时提出问题，工作人员确保及时解决。高研班管理有序、保障有力，真正做到了服务热情、及时、到位。学员对后勤保障服务给予了一致赞扬。

#### 五、体会与思考

##### 1. 精益推广，理念是关键

企业文化是提升企业管理水平的必由之路，也是精益管理成功实施的关键。说到底，企业管理的竞争就是深层次文化的较量，是思想观念、思维方式和行为方式的较量。正如齐二石教授所指出的“理念不对，全盘皆输”。只有深入理解和掌握精益的根本理念，才能灵活运用精益的方法工具。以精益思想为导向，建构以精益思想为导向的企业文化，在已有企业文化注入与形成新的内涵，通过这种“文化上的改变”和传导，充分发挥其所具有的导向作用，凝聚作用，约束作用，激励作用，提升精益管理的执行力。研修班的举办其目的之一即是改变企业管理者的传统观念，传播先进精益理念。

##### 2. 精益落地，任重而道远

随着精益的理念在国内企业界雨后春笋般迅速扩展。为了能降低单件成本、明显的改进品质，精益的工具也被广泛提及和传播。准时制、自动化、全员生产维护、看板管理、拉动式生产、零缺陷等精益工具在很多企业都有某种程度的应用。遗憾的是，在企业界精益理念没有深入理解的基础上，很多的企业将精益工具照搬照抄，误认为使用了某些工具就是实施了精益，这成为精益推广实施的一种障碍。为此，只有合理科学地将工业工程应用到企业中，通过各种专业解决方案，才能从根本上真正引入工业工程方法，才能实现企业组织工作系统的不断优化，才能真正提高企业的生产能力和生产效率，帮助企业将管理创新落实到位，不断提升企业的综合竞争力。对照标准找差距，通过介绍成功的案例、先进的精益工具，让参加本次研修的企业找准自身的不足，对未来的改进方向更加坚定目标和信心。

##### 3. 实时追踪，夯实效果

研修效果的成功与否，关键看成效。培训的结束意味着后续跟踪服务才刚刚开始，举办方将继续依靠建立的微信平台，架起专家、企业的桥梁，实时回访，了解、掌握、收集学员反馈的信息，了解、帮助他们解决在工业工程运用方面遇到的问题，使工业工程与生产管理创新研修学习真正收到实效。

总之，本次高研班的成功举办，首先要感谢人社部专技司对企业培训工作的大力帮助和支持，感谢企业及大专院校的积极参与，感谢授课专家最先进的理念及实用方法和工具分享。举办方将不断总结经验和不足，为今后提供更多更好的培训课程而努力，为国家专业技术人才知识更新工程贡献更大力量。

(文章来源：河北省机械工程学会，2017.9)



# 河南省机械工程学会支持职教工作 系列活动纪要

为积极支持职业技术教育事业的发展，在河南省机械工业职业教育校企合作指导委员会（以下简称行指委）的组织下，河南省机械工程学会、郑州市机械工程学会应行指委要求，在2017年度暑期省教育厅全省高/中职“机电-电气自动化-双师型教师”等专业骨干教师培训班陆续举办之际，省学会常务副理事长兼秘书长高文生教授级高工于2017年7月10日、12日和21日三次为三个相关专业骨干教师培训班二百多个学员做了“迈向制造业强省的河南机械工业”的技术报告。学员们听课认真，交流互动热烈。报告过程中，学员们既为我省机械工业以往的艰辛和曾经的辉煌感叹，又为改革开放所取得的高速发展而喝彩，更对河南机械在若干个行业领域已位居行业排头兵的业绩而自豪；还对实施省委省政府提出的“建设四个河南”，尤其是“建设制造业强省的河南”充满了信心。培训班技术报告还就“3D打印”、“特种加工”等机械工程若干学科发展中的一些热点、难点问题以及“全省大学生工程图竞赛”和“全省大学生金相竞赛”等大家关心的问题进行了交流，取得了良好的效果。

为提高培训班水平和质量，开拓视野，切实帮助学员们提高教学水平增加工程实践素养与阅历，应培训班和行指委的要求，河南省和郑州市机械工程学会还为校企合作牵线搭桥，推介并安

排培训班学员到一些著名机电装备制造企业参观考察。学员们分批参观了龙翔电气的节能型非晶变压器、龙瑞的新型电动车、新型军/民用无人机等机电产品的生产过程。

2017年7月14日，在学会精心组织下，由常务副秘书长郭新伟陪同，河南省工业职业学校领导带队，近百人的培训班学员和学校的专业老师分头来到中铁工程装备集团有限公司和郑州市钻石精密制造有限公司。

中铁工程装备集团有限公司是常规隧道施工智能设备、长大隧道施工运输设备等系列专业隧道装备的高速增长型高新技术企业，隶属于全球企业500强和世界品牌500强企业——中国中铁股份有限公司。学员们重点参观了中铁工程装备集团有限公司的复合型盾构机、TBM（硬岩隧道掘进机）、世界首创的超大断面矩形隧道掘进机及系列后配套产品的设计制作过程和样机，观看了新工法施工作业视频。该公司的超大断面矩形机刚刚获得中国好设计国家金奖，突破六刀盘复合开挖联合控制、耦合纠偏、动态减摩降阻、及强化超大断面结构强度等关键技术难题，具有断面利用率高、覆土浅、施工成本低、环境友好等特点，为完全拥有自主知识产权的世界最大断面矩形掘进顶管机，先后成功应用于郑州中州大道

（下转第29页）



## 新疆自治区工程系列机械电子专业 专业技术人员继续教育第二期培训班圆满结束

2017年7月21日至28日，自治区工程系列机械电子专业专业技术人员继续教育第二期培训班在新疆新融大厦五楼会议厅举办。本次培训获得了全疆各相关单位企业的大力支持，共有77家单位企业的227人专业技术人员参加了本次培训。

本次培训得到自治区人社厅、自治区经信委和自治区机电行办相关领导的高度重视和大力支持。自治区机电行办党委书记、主任赵生成同志出席开班典礼并发表重要讲话，机电行办综合处处长潘琦雯同志主持此次培训班开班典礼。赵生成主任围绕《中国制造2025》发展战略，对于新疆制造业发展现状及其所面临的困难和问题作了深入的研究与分析，号召大家要认真贯彻落实习近平总书记在参加十二届全国人大五次会议新疆代表团审议时的重要讲话精神，自治区党委九届二次全体（扩大）会议精神，紧紧围绕社会

稳定和长治久安总目标，抓住建设丝绸之路经济带核心区的重大历史机遇，实施好《中国制造2025》，主动作为、攻坚克难、狠抓落实，共同努力推动我区制造业实现转型升级，向中高端迈进，以优异成绩迎接党的十九大胜利召开。赵生成主任对于本次培训班提出了三点要求：一是珍惜学习机会；二是遵守课堂纪律；三是注重学习成效。希望学员们充分认识加强学习的重要性和紧迫性，使学习成为我们的第一需要，希望各位学员能学有所获、学有所成。

本次培训在自治区人社厅和自治区机电行办的大力支持下，在教材印刷、师资配备、课程设置、培训装备和学员管理等方面，做了大量深入细致的前期准备工作。不仅为学员提供了更加完善的培训设施和环境，还根据企业单位实际生产工作情况，在学时设置和课程安排上更为灵活，让各位学员在课程时间及课程内容等方面有更多



的自主选择权,受到全体学员的积极参与和支持。学会将继续充分结合当前科学技术发展的需要,围绕自治区发展总目标,推动自治区工业经济发展。勇于创新,大胆实践,更好地把科技前沿的新知识、新理论、新技术,通过学会专业技术人员继续教育平台,为广大专业技术人员创造更多、更好地认知和学习机会做出不懈努力。

本次培训班特别邀请了新疆大学机械工程学院副院长、工学博士乌日开西教授,新疆科技人才开发中心总工杨大鹏副主任,新疆大学机械工程学院工业工程系主任、博士生导师袁逸萍教授,新疆大学机械工程学院讲师李长勇博士以及自治区经信委朱大勇等8位专家学者,为学员们讲授

了“新型工业化‘十三五’规划解读”、“增材制造(3D)打印技术”、“基于TRIZ理论的创新机会挖掘”、“智能制造技术”、“工业机器人在装备制造业的发展与应用”、“安全意识培训”、“办公软件应用”和“自治区职称政策及网上申报系统解读”等课程。通过对学员们进行新知识、新理论、新技术的集中强化培训,补充学员们的理论技术知识的同时,进而提高学员们业务技术水平和实际工作中解决问题的能力。

通过全体学员和新疆机械工程学会工作人员的努力,本次专业技术人员继续教育培训达到预期培训目标,取得圆满成功。

(文章来源:工作总部,2017.7)

.....  
(上接第27页)

下穿以及新加坡汤申线地铁隧道、天津黑牛城过街通道等项目,彻底改变了下穿隧道施工时需要将道路断行的历史,是有效缓解城市交通压力,承担城市下穿隧道、地铁出入口通道、地下停车场、综合管廊等地下工程建设任务的最优方案解决者。

郑州市钻石精密制造有限公司是一家专业从事超硬材料(金刚石/立方氮化硼)非标刀具研发、生产、销售与技术服务的高新技术企业,行业排头兵。为我国高精端产品的加工做出了重大贡献,产品广泛应用于汽车制造、飞机制造、空调压缩机制造、精密电子制造、医疗器械等高端精密机电产品制造领域。产品不仅覆盖国内90%以上的汽车发动机生产厂家,在国际市场上也拥有较强的竞争力,部分产品批量进入了国际高端

超硬刀具市场。企业拥有世界先进水平的精密数控机床、多轴加工中心、精密光电显微镜、精密激光与超声波加工机床、金刚石超硬刀具加工生产线等,其中包括一大批国际高端精密加工设备和检测仪器,为高端复杂精密金属切削刀具的加工制造奠定了基础。该公司的系列超硬刀具更是在很多领域填补了国内空白,为替代进口、打破垄断,引领行业技术进步做出了突出贡献。

培训班的学员们参观后不停的赞叹,为河南省机电制造业的发展而感到震撼,为河南省机械工业实施中国制造2025和建设制造业强省取得的业绩而骄傲,更对自己从事的机电工程职业教育事业充满了信心。学员们感谢培训班领导、机械工程学会和行指委的精心安排。

(文章来源:河南省机械工程学会,2017.7)



## “制造企业精益生产路径和方法暨精益管理创新高端论坛” 圆满结束

2017年8月1日，“制造企业精益生产路径和方法暨精益管理创新高端论坛”在天津大学管理与经济学部顺利举办。本次论坛由天津市工业工程学会与天津市精益管理创新学会联合主办，受邀出席的嘉宾有日本精益管理系统研究所代表董事佐佐木元先生，中国机械工程学会工业工程分会理事长、天津市精益管理创新学会理事长齐二石教授，天津市工业工程学会理事长何桢教授。论坛吸引了社会各界精益实践人员与天大学子一百余人到场参与。论坛围绕制造、服务等多行业创新发展方式进行交流探讨，探索企业转型升级之道，力争实现工业工程和精益管理领域理论和实践的新突破。

### 开幕致辞

天津市工业工程学会理事长何桢教授致开幕辞。何桢教授在致辞中，对各位精益爱好者、实践者的到来表示热烈欢迎；强调精益生产是国家经济转型的需要，使企业文化与精益相结合是这次论坛的目的，希望大家畅所欲言探讨企业关键成功的因素和一些失败的因素。

### 追求新的经营管理之道

随后，日本精益管理系统研究所代表董事佐佐木元先生作了题为《追求新的经营管理之道——精益管理发展新方向》的主题报告，佐佐木元先生阐述了中庸管理的内在含义，连接和流动关键词，连接指工序与工序的连接，人与人的

连接，经营与经营的连接。认为流动的机制、装置和规则非常重要，对应日语为仕组（shikumi）、仕掛（shikake）、仕付（shicike），对应jit、jidoka、标准作业，机制是哲学、思想，装置是管理，规则是指导。三个词合并为仕合一——幸福。

### 中国精益管理与咨询发展现状

下午，中国工业工程学科创始人之一齐二石教授以风趣幽默的语言回顾了中国精益管理的发展历程，指出了中国工业工程发展的成就与不足，同时齐二石教授强调，目前精益推进仍面临表面化、无IE、缺少核心能力的困境，建议大家重视这样的平台，建言纳策，培养更多的师资和咨询师。

### 精益管理经典案例报告

北京冠卓咨询有限公司总经理李骅，通过对传化化学集团精益管理改善项目的2016年总结及2017年规划的介绍，分享了其对精益管理本质和推进思路的见解。冠卓咨询以其十多年的管理咨询经验，总结出“精益管理彩虹塔”的精益推进体系，将公司目标从战略、到绩效、到运营指标、再到基层的作业标准化和管理标准化，一步一步进行分解从而确保精益的实施与落地。

北京昊睿弘智管理咨询有限公司总经理汤智，以“融合精益方法，提高客户质量”为主题，分享了其公司在推进TQM咨询的经验。昊睿咨询

在开展制造企业 TQM 咨询过程中，首先从四大阶段、七大模块对企业现状进行诊断调研，随后做出“三维四阶”的项目规划；在项目具体实施中，则根据客户提出的“一点目标”，针对重点突破、打造客户质量样板，然后以点带面迅速形成燎原之势。

上海纤科信息技术有限公司总经理李晚华介绍，精益的推进不仅仅需要精益从业人员积极的参与，正所谓“工欲善其事，必先利其器”，精益硬件设施的配套发展同样不可或缺。公司专注于制造业 IE+IT 深化应用研究与实施，在不断汲取国外制造企业应用工业工程实践经验的同时，充分考虑中国制造企业管理的特点，聚焦智能制造之智能工艺、全面效率评价、精益成本分析，基于 IE 角度帮助制造企业创建标准化核心体系，成功地帮助数百家大型外资及民族企业完成从工艺标准创建到应用、全面效率评价到精益成本分析得到制造管理技术升级。

作为主办方的代表，天津市工业工程学会副秘书长、天津市精益管理创新学会理事杨福东博

士，分享了其在君乐宝乳业三年的精益推广历程。首杨福东博士以自己在企业十余年的咨询经验，通俗易懂的阐述了其对精益理念的认识；从方法论的角度——点、线、面、体的改善，向大家描绘了精益的整体、现场与管理结构。在对君乐宝乳业三年的精益历程介绍中，杨福东博士以其对精益的热忱与在企业中不懈的坚持，充分展示了精益人在夹缝中求生存的执着与追求，深深鼓舞了与会的各界人士。

最后，天津市工业工程学会秘书长、天津大学管理与经济学部副教授蔺宇做本次论坛的总结发言，强调精益推进者目前还处于“苦力推进阶段”，一方面要费大量的精力“说服”“引起”经营者的重视，另一方面需要手把手的带领，但面对全中国 13 亿人口的现实条件下，制造兴国是必经之路，所以大家仍需戮力前行！也希望在大家的帮助下、借此平台培养出更多的精益践行者！

（文章来源：天津市工业工程学会，2017.8）





# 大型零件数字化加工技术与装备

## ——威海华东数控股份有限公司

我国在大型精密高端制造装备方面核心技术较缺乏，在高速、高精、多轴、复合、大型、重型数控机床及功能部件等高端装备严重依赖进口。因此，要从装备制造业大国向强国迈进，我国装备制造产业必须在大型零件数字化加工技术、关键零部件与加工装备方面有所突破，促进大型、精密数控机床向高精度、高效率、高自动化、智能化方向发展。

### 一、引言

装备制造业是我国国民经济的战略性产业，是产业结构调整、优化升级和持续发展的根本手段和基础产业，装备制造企业提供的产品水平和性能，不仅代表自身国际竞争能力的高低，同时也决定各产业国际竞争能力的强弱。

数字化加工技术与装备是先进制造技术、信息技术和智能技术在装备产品上的集成和融合，数字化加工技术与装备的水平已经成为当今衡量一个国家工业化水平的重要标志。数字化加工技术与装备的主要特征是成套、技术先进、智能化程度高、综合性强、设计工艺制造的高难度、高质量，是体现装备制造业综合实力，关系到国家工业化、国防现代化的基础工业。主要服务于我国能源、交通、冶金、化工、航空、水利以及国防工业等国民经济各部门。目前美国、德国、日本等少数发达工业国家在大型精密高端制造装备

方面具有国际领先水平，我国在高端装备、关键零部件和高档数控系统等领域严重依赖进口，因此，要从装备制造业大国迈进装备制造业强国，我国装备制造产业必须在数字化加工技术与装备方面有所突破。

威海华东数控股份有限公司的主导产品有数控龙门镗铣床系列产品、数控龙门导轨磨床系列产品、数控落地铣镗床系列产品、数控立车、数控立、卧加工中心、数控龙门导轨磨床、平面磨床、内外圆磨床及大型、重型、特大型、特重型数控机床等 9 大系列 360 多种规格品种的产品。

该技术中心 2007 年被认定为省级技术中心，2010 年获批成立山东省镗、铣、磨工程技术研究中心，2011 年获批成立山东省大型精密数控机床工程实验室，拥有山东名牌产品 3 项，“HDCNC”商标被评为山东省著名商标。公司共获授权专利 120 项，其中发明专利 30 项，软件著作权 3 项，共有 60 项新产品通过了省级技术鉴定。多项产品获得省、市科技奖励，其中 BZM650 博格式轨道板专用数控磨床获得山东省科技进步二等奖，RF-CNC50/160 六轴数控滚齿机获得 2012 年山东省科技进步三等奖。

### 二、关键智能部件实施方案及先进性

#### 1. 实施方案

(1) 自动上、下料功能部件（图 1）。

数字化加工装备上、下料采用自动方式，装卡工作站的上、下料功能部件包括底座、托盘卡盘、弹簧卡紧油缸、托盘驱动电机、托盘交换液压缸等，通过托盘交换油缸动作将托盘交换至物流自动引导小车。

当装夹工作站工件装夹完成后，输入装夹完成指令，物流自动引导小车运行到指令装夹工位，托盘卡盘上的弹簧卡紧油缸放松，托盘交换液压缸动作将托盘交换至物流自动引导小车，实现车间自动上料；当工件加工完成后，物流自动引导小车按相反动作流程，将托盘交换至装夹工位，实现自动下料。

(2) 刀具（附件）自动交换系统（数控双柱立式铣车中心）。

在机床的右侧地基上安置了一套刀具（附件）自动交换系统（图2），附件库可用于4个不同的附件铣头；而刀具库托盘可放置60个ISO50的刀具。托盘系统由一副钢制外罩保护，以防灰尘、铁屑或冷却液的进入。在刀具和附件头的自动更换过程中，钢制外罩能够自动地开启和关闭。

刀具库托盘系统的转动由一个伺服电机来驱动，这个伺服电机则通过数控系统来对刀具系统进行操纵管理。换刀时，通过数控系统控制程序指令，机床滑枕运动到换刀点原点，滑枕将刀具放回刀具库托盘的空刀位上，滑枕内的拉刀装置

释放，滑枕复位，数控系统指令伺服电机运动，将目标刀具转动至换刀点，滑枕向下运动至换刀点，自动抓取刀具。

本机床滑枕基于可换头技术设计，通过数控系统控制程序指令，机床的滑枕运动至各个附件头换头位置，滑枕自动选取各主轴头，通过液压-机械锁紧系统锁紧并装卡于工作位置。

(3) 刀具自动交换系统（数控落地铣镗中心）。

刀具自动交换系统为立卧两用链式结构（图3），安装在立柱左侧，通过换刀机械手实现刀具交换，刀库容量为60把。机床数控系统具有程序预读功能，刀盘将下一程序语句所需的刀具提前运动至换刀点，换刀时，通过数控系统控制程序指令机床滑枕运动到换刀原点，机械手将机床主轴上的刀具取下，运动至刀盘侧换刀点位置，机械手动作实现刀具交换。

(4) 附件头自动交换系统（铣镗中心）。

在机床工作台旁边设置有附件头库，可容纳4个附件头，本机床滑枕基于可换头技术设计，换头时，通过数控系统控制程序指令，将机床滑枕运动至各个附件头换头位置，滑枕自动选取各主轴头，通过液压-机械锁紧系统锁紧并装卡于工作位置（图4）。

(5) 数字化加工设备数控系统（图5）。

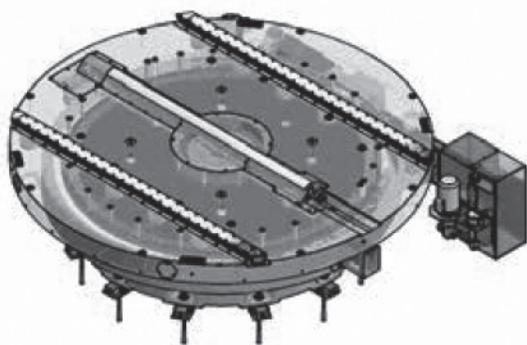


图1 自动上、下料功能部件

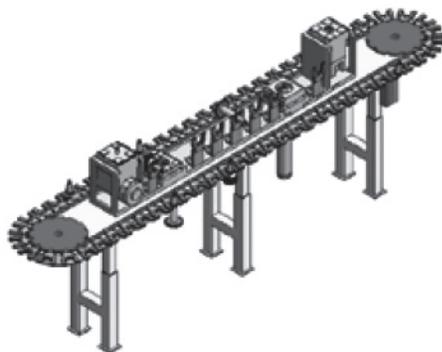


图2 刀具（附件）自动交换系统

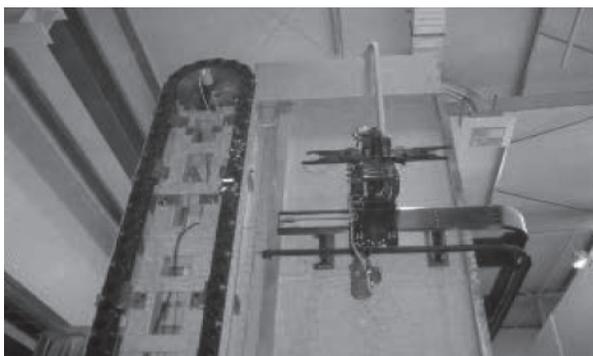


图3 刀具自动交换系统

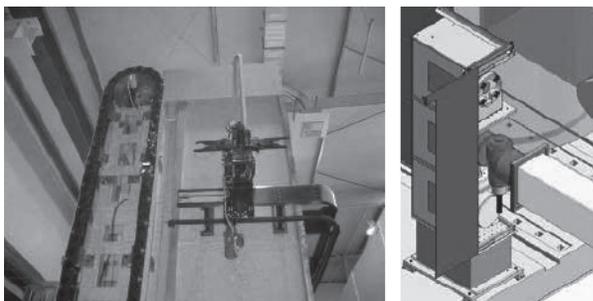


图4 附件头自动交换系统

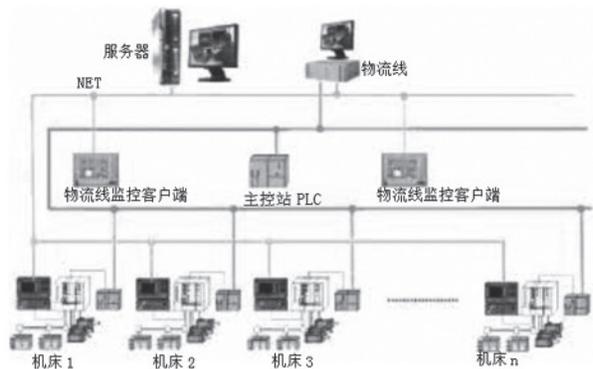


图5 数控系统架构方案

本数字化加工设备数控系统由一个服务器、两台工业交换机、各机床及自动检测装置的数控系统组成，服务器置于中央控制室内，通过硬件防火墙与内部局域网相连，工业交换机与各机床的连接采用工业以太网进行连接。网络结构采用星型结构，星型结构的连接方式易于扩展网络节点，且不会因为单台设备的故障而影响整个网络通讯。通过MES/ERP网络化系统管理软件，对各机床、自动检测、自动清洗装置、物流自动引导小车进行控制，完成部门间精确传递生产信息，以及生产现场数据采集和在制品管理。

(6) 物流自动引导小车。

托盘转送采用物流自动引导小车实现(图6)，运输车安装了托盘驱动系统及运输车驱动系统，有轨式物流自动引导小车沿着公共运输通道与6台加工及清洗装置、自动检测装置并列布置，可将装卡工位的毛坯件运输至机床，或者将加工完成后的工件运输到清洗、检测、停放和卸货的工位。

物流自动引导小车采用双伺服电机经精密减速机驱动齿轮齿条传动，双伺服电机采用主从控制及电子预加载技术来消除传动间隙，确保物流自动引导小车运行可靠。

(7) 智能托盘识别系统。

在PES-100数字化加工车间中，采用工业无线射频技术(RFID)进行托盘识别。无线射频技术是一种非接触式的自动识别技术，包括读写器和编码盘(图7)。与常规条形码识别方式相比，

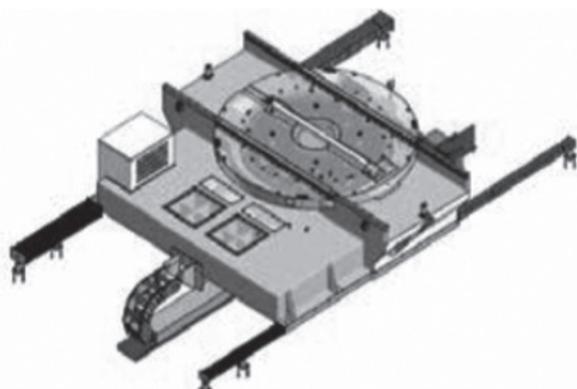


图6 物流自动引导小车

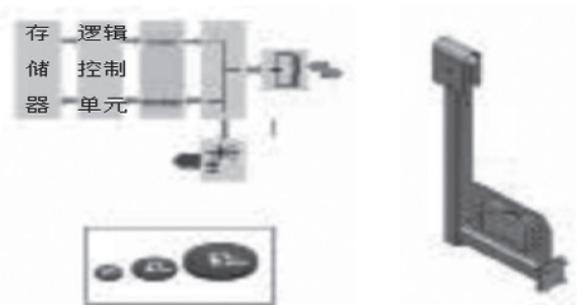


图7 读写器与编码盘

RFID 技术具有防水、防油、防磁、耐高温、使用寿命长、读取距离大、存储容量大且存储信息更改自如等优点，能在油渍、潮湿、灰尘等恶劣条件下使用。

在每个托盘上沿 180° 对称安装有两个编码盘，在每个工位和物流自动引导小车及测量设备上都安装有读写器，建立数据转接站，主要完成接收服务器和上位机接口发送过来的产品类别数据、托盘的 ID 信息获取（包括：托盘编号、托盘上工件类型、工件加工状态等）。在托盘到达装卸和各加工检测区域设置的定位点，托盘标签激活并将该区域的地址代码下发，同时根据任务设置需要改变托盘标签的状态。

空托盘进入装卸工作区域后，托盘到达定位点后标签就被激活，并与读写器建立数据通信，报告自身的 ID 及所在位置，装载待加工产品后将已知的产品类别信息传输给读写器，由读写器将货物类别数据叠加给托盘标签，物流自动引导小车按服务器要求将此托盘运出后，再进行下一个托盘的工作。携带待加工产品的托盘根据服务器的要求被运送到各加工位置或是检测位置，托盘标签再次被激活并接收地址码，并与安装在加工设备上的读写器建立数据通信，报告自身 ID、所载货物类别等信息，由控制系统进行比对确认，无误后进行此工序的加工任务或是检测任务。此工序完成后，由此设备上的读写器负责整合数据信息，以备计数统计、查询和处理。则直接进入下一道工序。

在下一道工序上，托盘被转换到托盘装卸区，托盘上的成品工件被卸下后，此区域的定位传感器再次将托盘标签激活并直接将标签的状态恢复成原始状态（除标签自身 ID 外不携带任何信息）。

管理中心可以在任何时间获知某一托盘的位

置、状态和运输工件的类别，同时还可以通过后台数据统计出库存、流水、生产数量及效率。所有数据都会记录保存在服务器中，可详细的查询历史记录，实时了解情况。

#### (8) 在线自动检测装置。

该设备的在线自动检测装置为三坐标测量机，作为数字化加工车间的一个工位，三坐标测量机配备自动上、下料功能部件。采用移动龙门式高架结构设计，可自动更换探针，完成各种箱体类、自由曲面零件和复杂形状零件的测量与分析。实现在线检测时，首先要在计算机辅助编程系统上自动生成检测主程序，将检测主程序由通信接口传输给三坐标测量机，通过 G31 跳步指令，使测头按程序规定路径运动；当测球接触工件时发出触发信号，通过测头与数控系统的专用接口将触发信号传到转换器，并将触发信号转换后传给三坐标测量机的控制系统，该点的坐标被记录下来；信号被接收后，三坐标测量机停止运动，测量点的坐标通过通信接口传回计算机，然后进行下一个测量动作；上位机通过监测 CNC 系统返回的测量值，可对系统测量结果进行计算补偿及可视化等各项数据处理工作。

在线自动检测装置具有以下功能模块（图 8）：①测量主程序自动生成模块。主要完成零件待测信息的输入，生成检测主程序；②数据处理模块。对测量点坐标进行补偿，完成各种尺寸

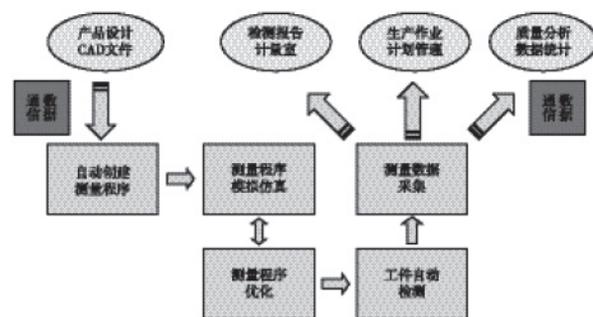


图 8 在线自动检测装置功能模块



及精度计算。通过打开测量结果数据文件，获得测量点坐标信息，经过相应的运算过程最终得到所测值。③通信模块。完成主程序与被调用宏程序的下载及测量点坐标信息的接收，测量数据的上传。

#### (9) 智能传感器。

该设备使用大量智能传感器，从功能方面主要分以下4种：

1) 一体式磁栅测量系统。物流自动引导小车的位置检测通过一体式磁栅测量系统实现，一体式磁栅测量系统与物流自动引导小车轨道集成为一体，磁栅尺贴装在直线导轨上，读数头随线轨滑块一起运动。本物流系统物流自动引导小车轨道全长为108m，磁栅的精度等级为 $\pm 5\text{m}/1000\text{mm}$ ，物流自动引导小车定位精度为 $0.02\text{mm}/1000\text{mm}$ ，全长 $0.2\text{mm}$ ，重复定位精度为 $0.015\text{mm}$ 。

2) 流量传感器。加工设备所有静压导轨均采用恒流式静压导轨，静压导轨油流量通过流量传感器在线监测，当流量低于额定值时，传感器发出预警信号。

3) 压力传感器。加工设备所有静压导轨静压油及液压传动部分液压油压力均采用压力传感器进行监测，当压力低于设定值时，传感器发出预警信号。

4) 温度传感器。由于发热引起的温升，会导致加工设备产生热变形，而影响加工精度。为保证机床具有稳定的加工精度，本数字化车间所

有加工设备静压导轨静压油温均采用外置温度传感器配合油冷机控制（图9），确保油温与基础部件温差始终保持在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 范围内。

## 2. 先进性

### (1) 实现

MES/ERP 管理系统有机结合。可完成部门间精确传递生产信息，以加强企业生产现场数据采集和在制品管理，实现可视化管理。

### (2) 成功构建

MES 网络化管理系统。可实现自动化托盘上下料、托盘在线数字化跟踪及生产过程实时监控，可实现加工参数优化，具备设备故障自动预警功能。

(3) 规格最大、结构最复杂、精度最高的数字化加工车间。最大加工能力为 $4\text{m}\times 4\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，托盘数量35件，托盘直径 $\phi 3500\text{mm}$ ，载重50t，托盘重复定位精度 $0.015\text{mm}$ 。

(4) 工艺柔性大。能满足风电设备行业大、中型精密箱体类、盘套类、异型结构件类等多品种复杂零件的批量加工生产，在工件一次装夹后，可完成车、铣、钻、镗、铰、攻丝和轮廓、空间曲面的加工。同时也可用于机械制造行业类似零件的批量生产。

(5) 可实现多品种零件均衡性混流生产。加工设备可实现单机或群控运行模式，具有3种工艺并行，5类零件混线加工的任意组线控制。

(6) 针对风电机组关键部件如轮毂、齿轮箱等典型零件，建立了一套合理的工艺方案评价体系，并对加工参数进行了优化，提出了合理的典型零件加工方案。



图9 温度传感器、油冷机

## 三、主要应用领域

### 1. 能源行业

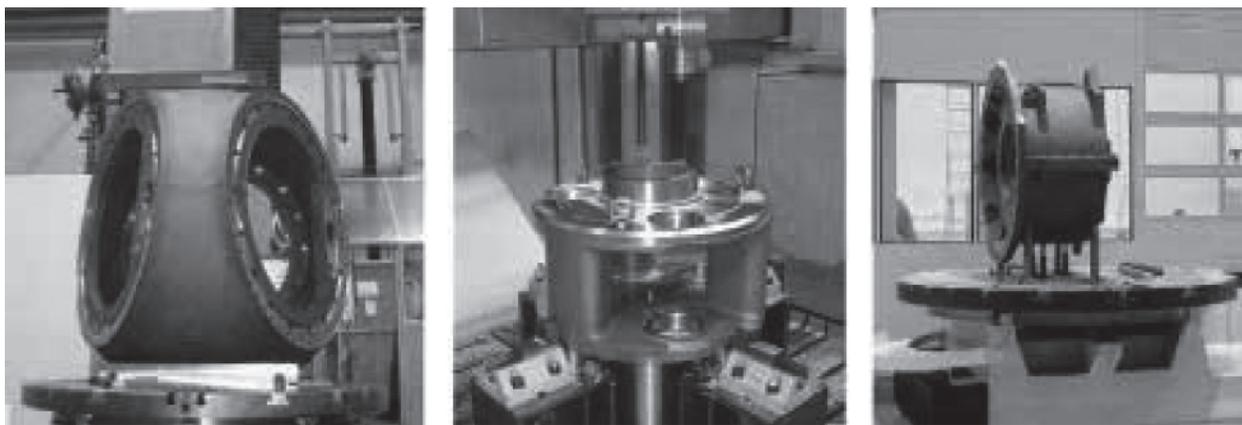


图 10 重型箱体类零部件加工制造

可用于 1.5 ~ 5MW 风力发电机组变速箱箱体、轮毂、行星轮架、轮毂、齿轮箱、塔架连接、转矩支撑座等关键零件的自动化加工（图 10）。目前，生产最多的齿轮箱风力发电机组，由于其结构复杂，完成各种部件的制造需要不同机床设备进行加工。如风机的变速箱，主要由箱体、行星轮系和变速机构等组成。首先是风机变速箱体，它属于大型箱体，根据发电量的不同，直径在 2 ~ 3m，大部分为分体结构。加工时需要镗杆直径为 160 ~ 200mm 的数控落地铣镗床，加工精度要求较高，目前风机制造企业对此类机床的需求主要仍依靠进口。其次是风机轮毂，轮毂加工需加工部位可分为主轴系与叶片孔系两部分。为了得到最优的投入和产出比，采用数控立式车铣中心与数控落地镗铣中心组成的柔性制造线来加工是较为理想的选择。

## 2. 机械制造行业

主要用于机床主轴箱、齿轮箱箱体的批量精密加工（图 11）。机床主轴箱及齿轮箱箱体是机床的重要部件，最大的加工难度为多孔系的精密加工，孔系的加工精度直接影响机床的整体性能。采用数控立式车铣中心与数控落地镗铣中心组成的柔性制造线来加工是较为理想的选择，可实现变换一次装夹来完成所有平面及孔系的精加工。

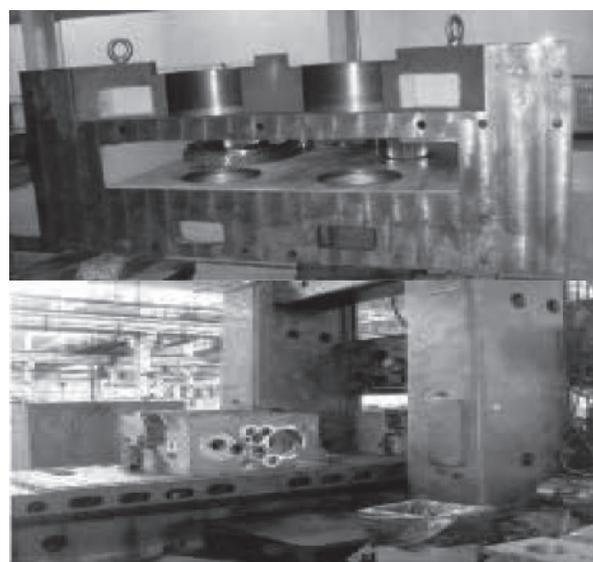


图 11 大型复杂机械零部件加工制造

## 四、展望

“十二五”期间将重点发展面向航空航天、船舶、发电设备制造业需要的重型、超重型数控加工机床，多轴联动及复合加工机床，高速及高效加工机床，大型、精密数控机床等，向高精度、高效率、高自动化、智能化方向发展。因此，未来大型零件数字化加工设备将具有以下几个特点：①高速、高效、高精度、高可靠性；②模块化、智能化、柔性化、集成化；③开放性。

（文章来源：《“数控一代”案例集（山东卷）》，中国机械工程学会、山东机械工程学会编著，中国科学技术出版社，2015 年）



# 数控板料开卷矫平剪切生产线及新型数控直驱机床研发

## ——山东宏康集团

数控板料开卷矫平剪切生产线是我国机械、冶金及物流配送等行业的关键工艺装备。热轧钢板卷、不锈钢板卷等工业用金属材料通过上料、开卷、矫平、剪切、码垛、出料、打包连线处理，从而加工成不同规格的金属板材，实现了多工序的数控化自动生产；数控新型直驱系列金切机床产品结构简单、实用，采用大扭矩套装伺服主轴电机直接驱动主轴，取消了中间传动环节，实现了近零传动。

### 一、导言

数控板料开卷矫平剪切生产线是我国机械、冶金及物流配送等行业“十二五”期间升级换代的关键工艺装备。

数控板料开卷矫平剪切生产线是将热轧钢板卷、不锈钢板卷等通过上料、开卷、矫平、剪切、码垛、出料、打包连线处理，从而加工成用户所需不同长度规格平板的金属板材精整装备。数控板料开卷矫平剪切生产线产品处理板材厚度为0.2~25.4mm，宽度为800~3000mm，通过数控和大规模集成电路控制和变频调速，达到各控制单元小型、安全、适用、操作简单、维修方便等功能，实现机—电—液—气—仪表自动控制，达到人机对话和故障自动报警等功能，实现了从板卷上料—开卷—引料—送料—粗矫平—剪板—精矫平—码垛—包装等工序的依次自动完成，集

成创新性强，自动化程度高，运行稳定可靠，达到国际先进水平，解决了用户加工难题，使用户实现了绿色低碳运行。

数控新型直驱系列金切机床产品在技术设计方面力求结构简单、实用，采用大扭矩套装伺服主轴电机直接驱动主轴，取消了中间传动环节，简化了机械结构，实现了近零传动。具有定位精度高、响应速度快、机械刚度和可靠性高、噪声低、保养费用低等优点。具有高效率、高性价比和结构简单、易诊断、易维修等优点，符合机械装备智能、绿色、低碳的发展方向，既适应大批量零部件的加工，又适用于加工形状复杂和工序繁琐零部件的制造，作为经济型数控机床工作母机，使用范围广泛。

### 二、数控化的板料加工生产装备

#### 1. 数控板料开卷矫平剪切生产线（图1）

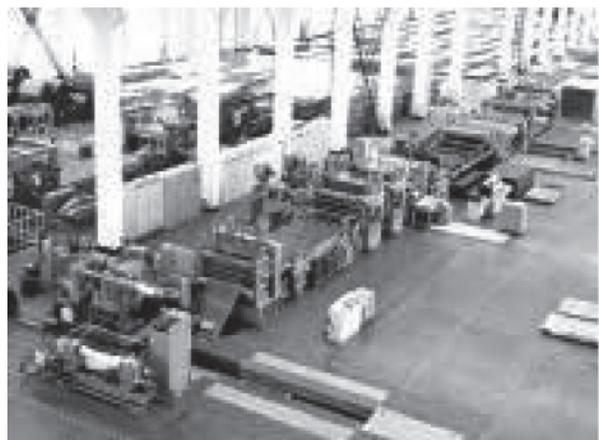


图1 系列数控板料开卷矫平剪切生产线

该系列产品由张力开卷机、六重式矫平机、飞剪机、双工位气垫码垛机等组成的开卷矫平飞剪生产线，采用现场总线控制技术，提高了生产线的可靠性和自动化程度。自主创新研制的辊式测量装置、曲柄滑块垂直剪切位移跟进系统，结构紧凑合理，实现了钢板的动态剪切，提高了加工精度和生产效率。

## 2. 系列数控板料开卷矫平纵剪生产线(图2)

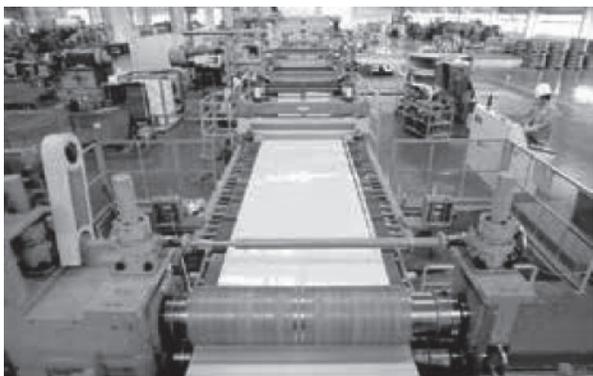


图2 系列数控板料开卷矫平纵剪生产线

针对薄型板卷加工的开卷、纵剪分条、收卷等三环节、至少16道生产工序的处理，将款板卷分条成为所需宽度的板卷组。自主研发了张力开卷机、纵剪机、转塔式换刀装置、带材卷曲张力施加设备、张力卷取机等主要设备，通过集成创新，是该生产线具有自动化程度高、板材表面质量好、加工精度高、生产效率高等特点。

## 3. 系列数控板料开卷矫平移动剪切生产线(图3)



图3 系列数控板料开卷矫平移动剪切生产线

2) 研制的可深弯下开式钢卷引头装置，是开卷过程中的钢板弯曲变形充分，内部应力得到释放，提高了板型矫正能力。

3) 研制的钢板两组对辊双边轧延装置，对板材局部施加足够的轧制力，使板材横向内应力趋于平衡，有效改善板材波浪弯、镰刀弯等缺陷。

4) 研制的切边机等距连杆齿轮转动机构，解决了切边刀距变化时齿轮中心距变动的问题，提高齿轮啮合精度。

5) 采用液压下动式剪切方式和液压串联式油缸，结构简单、紧凑，故障率低，生产效率高。经省级鉴定，达到国际先进水平。两项新产品被认定为山东省重点领域国内首台套技术装备。

## 4. 25.4×3000大型超宽数控板料开卷矫平剪切生产线(图4)



图4 25.4×3000大型超宽数控板料开卷矫平剪切生产线

该生产线是对 $\leq 24.5\text{mm}$ 的中厚金属钢卷进行开卷、矫平、移动剪切、码垛等工序的加工，主要有以下创新点：

1) 研制成功了国内最大规格开卷矫平移动剪切生产线。

2) 采用了伺服控制同步移动，实现了移动剪切。

3) 自主开发了开卷矫平移动剪切生产线的总线控制系统和交错式输送辊道。

4) 集成应用了连续落料码垛技术、金属板



卷对中装置、金属板卷铲头装置自主专利技术等。

该产品为国内外首条超宽热轧钢卷开卷矫平剪切生产线，经省级鉴定达到国际先进水平，被认定为山东省重点领域国内首台套重大技术装备。

### 三、数控新型直驱系列金切机床

#### 1. 数控直驱铣镗床（图5）

（1）直驱传动，减少传动链，提高传动精度。

采用特别定制的大扭矩套装伺服主轴电机直接驱动主轴（图6和图7），取消了中间传动环节，简化了机械结构，实现了近零传动。具有以下优点：响应速度快、灵敏度高、随动性好；速度和

位置精度高；传动刚度高；结构紧凑、可靠性高、维护简便；转矩—电流特性的线性度好；运动安静、噪声低。

（2）超短圆柱回转支撑，提高工作台支撑强度。

工作台采用超音频淬硬圆环导轨超短圆柱滚动回转支撑代替通常采用的非淬火铸铁导轨滚珠滚动回转支撑，增加了回转工作台接触刚性，提高了回转工作台承重能力（图8）。

（3）拖链内置，有效保护管路，提高机床外观质量。

采用了机床拖链内置技术，使X、Z向拖链内置到机床导轨不锈钢伸缩防护罩内部，保护了机床管路，美化机床外观。本技术已获得实用新型专利授权。

#### 2. 数控立式加工中心（图9）

（1）工作台直接在床身上做横向移动（X轴），立柱做纵向移动（Y轴）两轴进给互不影响，工作台长度尺寸得到延伸，能够有效解决用户加工过程中较长零部件的加工问题。

（2）采用动柱式结构，工作台直接与床身接触，不受其他工作单元影响，结构均衡，刚性稳定，承重能力好，解决了传统床身式极限位置

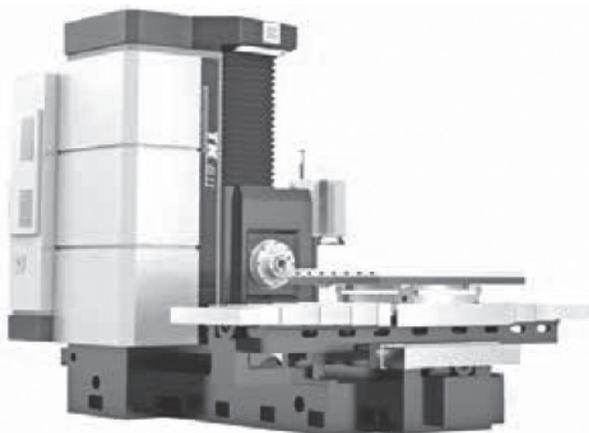


图5 数控直驱卧式铣镗床

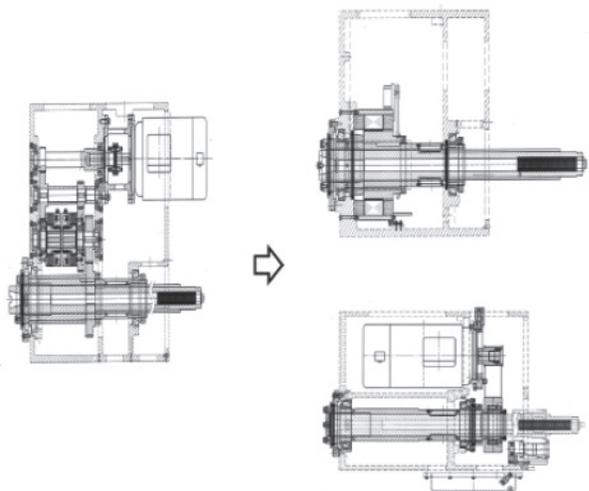


图6 直驱结构示意图

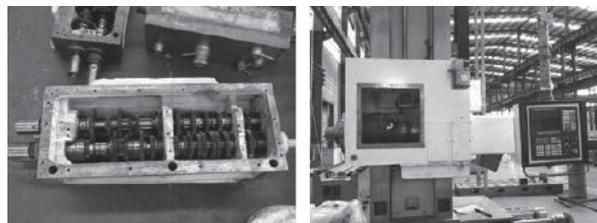


图7 传统机床主传动机构与宏康直驱传动对比图

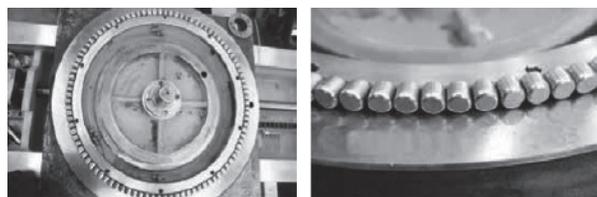


图8 超短圆柱回转支撑

承重能力不稳定的问题。

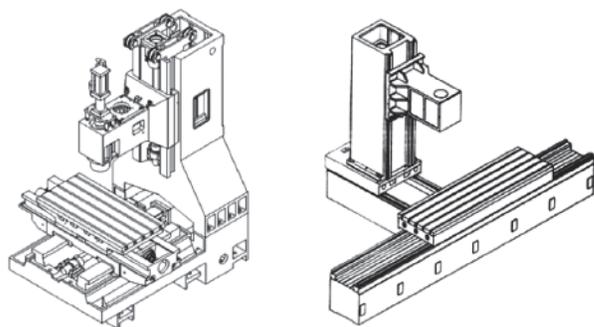
(3) 本机床配置刀库及自动换刀装置并采用卡爪式拉刀机构，结构简单可靠，同时提高了加工效率。整个刀库与立柱分离，减轻了立柱运行时的自身载荷，减小了设备振动量，提供一种运行平稳可靠、易于调整并能提高加工精度的立式加工中心的自动换刀装置。

### 3. 双工位加工中心

该产品提供一种具有即可单独移动又可同步运行的两个工作台且生产效率高的双工位卧式加工中心。

在十立柱两侧设置了工作台 1 和工作台 2，并通过一副床身导轨安装在 X 向床身上，两工作台分别与丝杠连接，两根丝杠平行设置在 X 向的床身上方，两个工作台分别装两个滑座上，使两个工作台即可单独移动又可同步移动，操作方便，安全可靠，生产效率高，已进入小试阶段。

### 4. 数控龙门车床



(a) 目前市场常见结构 (b) 宏康产品结构  
图 9 数控立式加工中心

(1) 单龙门车床 (图 10、图 12)。

采用龙门架代替传统车床的大托板，刀架及小托板倒挂于龙门架上，去掉了常见结构中的大托板横托板的阻碍，增大了加工棒料的直径范围，加强了对粗长轴的加工能力。由于龙门架支撑在床身和支撑壁上的水平导轨上，龙门架移动灵活，加工稳定可靠。本发明操控保养方便，制造及使用成本低，便于批量制造与推广。

(2) 多龙门车床 (图 11)。

在床身的前侧或后侧装有支撑壁，在床身和支撑壁上的同一副水平导轨上安装有两套或两套以上龙门架和刀架机构，每套龙门架与床身之间安装有各自独立的龙门架进给装置，每套龙门架进给装置，通过各自的数控系统带动龙门架和刀架机构沿床身和支撑壁上的水平导轨横向移动，多通道的数控系统分别控制多个龙门架和刀架机构进行加工进给运动，大大提高了加工速度与整体的加工效率，缩减了加工时间，操控保养方便，

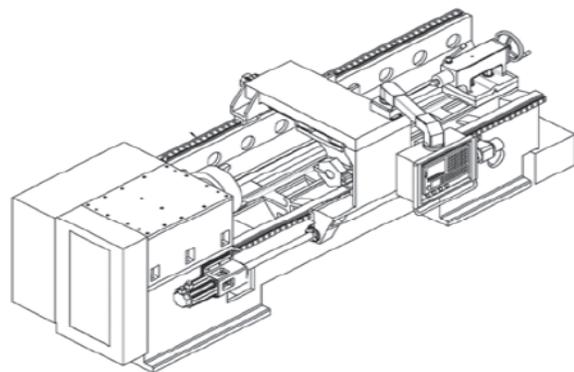


图 10 单龙门车床

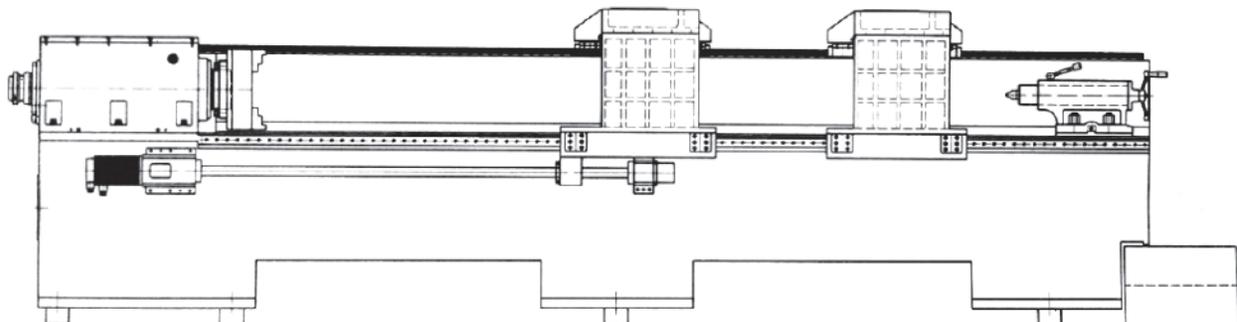


图 11 多龙门车床



图 12 数控龙门卧式车床



图 13 车铣复合加工中心

制造及使用成本低廉，特别适用于较长工件的高效加工。

数控新型直驱技术已经应用于车铣复合加工中心的研发生产（图 13）。

#### 四、主要成果

主持并主稿制定了国家标准 GB26485-2011《开卷矫平剪切生产线安全要求》、GB26486-2011《数控开卷矫平剪切生产线》国家标准，JB/T10678-2006《板料开卷矫平剪切生产线》《锻压机械噪声限值弯管机中小型三辊卷板机噪声限值》《中小型三辊卷板机精度》等 18 项国家和行业标准。拥有 70 项国家专利和多项专有工艺技术，其中发明专利 8 项，实用新型专利 62 项。《25.4×2200 大型中厚板精整成套设备》《（3-12）×2000 开卷矫平移动剪切生产线》项目被列入国家重点新产品计划。开发的计算机控制金属板材矫平机、（17-65/75）×1650 型精矫机被科技部列为国家级火炬计划项目。2 项产品被认定为山东省重点领域首台（套）技术装备，1 项产品被认定为山东省重点领域首台（套）重大技术装备，2 项产品被认定为中国工业重大技术装备首台（套）示范项目。

数控直驱系列金属切削机床产品家族已经有数控直驱系列铣镗床、加工中心和数控车床三大

类，拥有 3 项发明专利、31 项实用新型专利。

#### 五、展望

##### 1. 系列化数控材料开卷矫平剪切生产线

数控弯管机国产化数控系统，开卷矫平剪切生产线和大型三、四辊卷板机等 20 多个品种、200 多个规格的高新技术产品，产品数控化率达 80%。产品不仅能替代进口，还出口到韩国、美国、西班牙、乌克兰等国家。该项目列入万台数控机床应用国产数控系统国家数控机床科技重大专项计划和超高强热轧钢板冷态强力矫直技术合作研究科技部国际科技合作重大专项。

##### 2. 新型结构的系列数控直驱金切加工机床

采用大扭矩套装伺服主轴电机直接驱动主轴，取消了中间传动环节，简化了机械结构，实现了近零传动，具有响应速度快、灵敏度高、随动性强、刚性好、易维护等特性。

该项目技术和产品符合机械产品数字化、智能化、成套化的发展趋势，是我国钢铁冶金、汽车、工程机械、石化、海洋工程装备、家电、物流配送等行业需要的绿色、智能、低碳的关键工艺装备，应用前景广阔。

（文章来源：《“数控一代”案例集（山东卷）》，中国机械工程学会、山东机械工程学会编著，中国科学技术出版社，2015 年）



# 工业工程师资格认证考试试点预通知

各有关企事业单位及工业工程领域工程技术人员：

为推动工业工程在实际中应用，培养国家所需的工业工程人才，提高从事工业工程领域相关工作人员的知识、能力和素质，我会决定在 2017 年开展工业工程师资格考试试点。试点考试初步定于 10 月和 11 月举行，为便于企业组织和个人申报，现将考试有关事项通知如下：

## 一、考试形式和内容

考试分为：

1. 基础知识（笔试、闭卷考试）：包括基础工业工程、人因工程、生产计划与控制、设施规划与物流分析、质量管理等课程内容。
2. 综合应用与实践（笔试、开卷考试）：包括精益生产、质量工程、工程经济、企业信息化等课程内容。
3. 专家面试：考试通过后，申请者结合工业工程实际应用案例，提交《工业工程技术应用项目研究报告》一份，并参加专家面试答辩。

考试总分为 150 分，基础知识、综合应用与实践和专家面试各占 50 分。考试内容参照考试大纲（见附件）。

## 二、报名要求

从事工业工程领域的相关工程技术人员。

## 三、考点安排

本次试点考试由中国机械工程学会工业工程分会负责组织，2017 年率先在浙江、河南两地进行工业工程师资格考试试点工作，各考点情况如下：

浙江工业工程师资格考试中心

考 点：浙江工业大学

考试时间：2017 年 11 月下旬

联 系 人：江伟光，13738052771

河南省洛阳机械工程学会工业工程分会

考 点：河南科技大学

考试时间：2017 年 10 月末

联 系 人：杨晓英，13938836131；张志文，15837999604。

## 四、其他说明

1. 欲参加考试的企业和个人可就近直接与各考点联系，安排考试报名事宜。
2. 考试合格人员可获得由中国机械工程学会工业工程分会颁发的考试合格证书，该证书是申报工业工程师综合工程能力认定的必备条件之一。
3. 关于考试和能力认定的相关事宜也可向中国机械工程学会工业工程分会咨询。联系人：付萍老师，010-68799018。

附件：工业工程师资格考试大纲

中国机械工程学会  
2017 年 9 月 20 日



# 中国机械工程学会工业工程分会 工业工程师基础部分考试大纲

(考试内容)

## 一、基础工业工程

ECRS 改善四原则  
 5W1H 提问技术  
 工艺程序分析  
 流程程序分析  
 线路分析  
 人机作业分析  
 联合作业分析  
 双手作业分析  
 动素分析  
 动作经济原则  
 标准时间构成  
 宽放时间和宽放率  
 秒表测时法  
 工作抽样法  
 模特法  
 七种浪费  
 5S 活动  
 目视管理  
 异常管理与防错法  
 生产线平衡方法

## 二、人因工程

人体测量数据的应用  
 热环境  
 光环境  
 声环境  
 振动环境  
 有毒环境  
 视觉信息显示设计  
 听觉信息显示设计

操纵装置设计  
 坐姿作业空间设计  
 站姿作业空间设计  
 坐姿工作台设计  
 站姿工作台设计  
 工作座椅设计  
 手握式工具设计  
 事故产生的原因和预防

## 三、生产计划与控制

生产能力核定的方法  
 综合生产计划及其编制策略  
 主生产计划及编制方法  
 物料需求计划及其编制方法  
 物料清单 (BOM)  
 期量标准的内容  
 生产批量规则与确定方法  
 生产作业计划的编制方法  
 作业排序规则和方法  
 生产控制的内容、工具和方式  
 JIT 原理  
 看板管理  
 均衡化计划  
 库存订货点理论  
 经济订购批量

## 四、设施规划与物流分析

物流量与当量物流量计算  
 物料活性系数类型与分析  
 企业物流系统分析方法  
 平面图与物流图  
 物流密切强度等级

作业相关图与作业相关图法  
 物料运量表与物料运量图法  
 产品布置原则  
 工艺布置原则  
 SLP 方法  
 SHA 方法  
 物料分类  
 仓库布置方法  
 物流设备、器具类型与特点

## 五、质量管理

PDCA 循环  
 质量统计过程控制 (SPC)  
 质量统计过程诊断 (SPD)  
 过程能力分析  
 因果图  
 排列图  
 直方图  
 控制图  
 散布图 (相关图)  
 统计分析表 (调查表、检查表)  
 数据分层法  
 质量检验内容  
 质量检验方法  
 质量检验实施 (进货检验、过程检验、成品检验)  
 抽样检验方法  
 六西格玛系统改进方法  
 ISO9000  
 TS16949  
 ZS0140



# 中国机械工程学会工业工程分会 工业工程师综合技能部分考试大纲 (考试内容)

## 一、精益生产 (70%)

### (一) 精益生产思想

理解精益生产的观念。掌握企业中增值活动与不增值活动概念,掌握浪费的概念,理解各种浪费之间的层次关系,理解“零库存”的意义。

### (二) 精益生产体系

掌握精益生产体系。理解精益生产准时化与自动化的二大支柱关系;理解准时化、看板管理、生产流程化、均衡化、自动化、SMED(快速换模)、标准作业等各子系统之间的关系。

### (三) 准时化生产

掌握准时化概念与准时化原理,理解实现准时化的前提,并与其他子系统的关系。

### (四) 看板管理

掌握看板的概念、类型与作用,掌握看板运行原理,熟练掌握生产指示看板与领取看板使用方法,了解信号看板(三角看板)的作用与使用方法。

### (五) 均衡化生产

掌握系统优化、均衡生产概念,包括总量均衡和品种均衡的概念,掌握均衡生产对劳动负荷、人员配制、在制品数量等方面影响,掌握均衡生产计划制订与实施方法,掌握混流生产的概念与作用。

### (六) 流程化生产

掌握流程化生产概念与原理,掌握流程化对设备布局与设备选型或设计的要求;重点熟练掌握一个流的作用,一个流单元的设计方法;掌握应用流程化原理进行厂房布局规划。

### (七) 时间研究

动作分析,人机工程,工位设计,节拍平衡,标准作业。

### (八) 快速换模 (SMED)

掌握快速换模思想与原理。掌握内转换与外

转换的概念,掌握压缩内转换与外转换时间的方法。

### (九) 自动化

自动化是让设备或系统拥有人的智能,掌握自动化概念与原理;熟悉自动化作用,熟悉自动化等级(人与机器的分工程度),掌握人机分离方法与应用;掌握异常管理方法,以及安灯系统应用;掌握防错法概念与原理,熟练掌握十大防错方法,以及防错等级。

### (十) 准时化物流

掌握支持一个流的精益内部物流构建,掌握MILK RUN(循环取货)配送方法,掌握超市系统设计方法。

### (十一) 全员生产保全 (TPM)

掌握TPM的概念、体系与内容,掌握OEE(设备综合效率)的概念和计算方法,掌握OEE的应用。

### (十二) 价值流图析

掌握价值流概念,熟练掌握价值流图画法,掌握未来精益状态图的画法,以及未来精益状态图的设计准则;掌握运用价值流进行生产系统改善的方法。

## 二、质量管理与质量工程 (10%)

### (一) 质量改进方法——六西格玛管理

理解六西格玛管理的基本理念、项目选择和项目管理方法;理解六西格玛实施的关键成功要素;理解六西格玛改进方法和工具——DMAIC(定义 Define、测量 Measure、分析 Analyze、改进 Improve、控制 Control)流程的概念及相关工具;掌握精益六西格玛(Lean Six Sigma)的思想。

### (二) 统计学基础

熟悉持续质量改进相关的统计学基础知识。主要包括:质量工程中常用的连续分布和离散分



布；总体与样本的关系及其基本概念；假设检验及其统计显著性判定；参数估计；方差分析。

### （三）质量改进高级工具和技术

1. 测量系统分析。理解测量系统分析的目的、基本定义和术语；掌握测量系统分析方法与结果解释；

2. 试验设计。理解试验设计 (DOE) 的相关术语和含义；掌握试验策划和安排的步骤；常用的因子筛选试验（全因子试验、部分因子试验）的安排和结果分析；常用的优化试验（响应曲面分析）的安排和结果分析；

3. 高级统计过程控制。理解和掌握控制图性能分析指标（平均运行链长，ARL）及其统计意义；在 Shewhart（受控状态）控制图的基础上，掌握两种高灵敏度控制图：EWMA 控制图（指数加权移动平均值的控制图）和 CUSUM 控制图（累计和控制图）。

4. 六西格玛设计。理解面向六西格玛的设计理念；掌握质量功能展开 (QFD) 的含义及其应用；理解稳健性设计的含义及其常用方法；掌握失效模式和效应分析 (FMEA) 的理念及其使用。

## 三、工程经济（10%）

### （一）工程经济分析的基本经济要素

掌握投资、总成本费用、经营成本、销售收入、税金、利润等基本经济要素指标的概念及估算方法；深刻理解现金流量的概念，熟练掌握现金流量图的绘制。

### （二）工程经济分析的基本原理

理解经济效益评价的思想，掌握工程经济分析的比较原理，深刻理解资金的时间价值，熟练掌握资金的等值计算。

### （三）工程项目经济评价指标与分类

领会工程项目评价指标的分类及各评价指标的概念、基准收益率的选择及影响因素；掌握投资回收期（静态、动态）、净现值、费用现值、投资收益率、净现值率、内部收益率、外部收益率的计算和分析准则以及各经济评价指标的应用条件以及指标的比较、分析与选择。

#### 1. 多方案工程项目经济评价和优选

掌握多方案工程项目经济评价中无约束条件和有约束条件的独立方案选择，互斥方案分析中的增量分析法原理、指标及其运用以及混合相关型方案的投资决策。

#### 2. 工程项目的不确定性分析

掌握盈亏平衡分析、敏感性分析及概率分析的计算与分析原理。

#### 3. 工程项目的财务评价

掌握工程项目的财务评价内容，了解项目资金规划的内容，能对项目进行财务盈利能力和清偿能力分析。

#### 4. 工程项目国民经济评价

掌握工程项目国民经济评价内容以及国民经济评价中收益、费用、影子价格的含义及内容，掌握国民经济评价与财务评价的区别，了解国民经济盈利能力评价及外汇平衡分析。

#### 5. 改扩建和设备更新项目经济评价

掌握设备的残值、设备的磨损、设备的更新方案、设备的经济寿命的概念及相关计算，能对设备更新进行经济评价。

#### 6. 价值工程

掌握价值工程的工作程序、价值工程对象的选择方法、功能分析系统技术、功能评价与价值计量技术。

## 四、企业信息化（10%）

### 1. 企业资源规划（ERP）

理解 MRP/MRP II/ERP 概念、理解 ERP 在精益系统中的地位与作用、理解 ERP 系统输入与输出、理解 ERP 系统与 MRP II 系统的区别。

### 2. 制造执行系统（MES）

理解制造执行系统概念、理解制造执行系统基本架构、理解制造执行系统与 ERP 关系。

### 3. 工业物联网（IIOT）

理解工业物联网的概念及发展趋势、理解工业物联网的基本架构、了解工业物联网基本应用

### 4. 工业 4.0 与智能制造

理解工业 4.0 的概念及架构、理解智能制造的内涵、理解智能工厂的概念、了解智能制造发展趋势。