

推动产业长远发展的政策建议，峰会的举办是一项伟大而神圣的事情，是能够指导产业发展壮大的重要行动，是能够推动制造业转型升级的重要力量支撑”。

中国机械工程学会张彦敏副理事长在致辞中表示：“增材制造技术对制造业创新变革的影响是不可估量的，增材制造技术的未来也有着无限想象力。本次峰会，是增材制造领域重要的国际交流活动，学会将一如既往地支持增材制造技术创新和应用推广，将继续会同各界力量共同营造中国增材制造产业创新、开放、共享、协同的合作发展格局”。

二、主论坛活动

2018年9月6日，举行了国际工程科技发展战略高端论坛—增材制造（大数据）技术论坛活动、中西方增材制造高端对话活动。高端论坛+高端对话组成的主论坛活动，形式新颖、议程精彩、内容震撼，品牌影响力高。

国际工程科技发展战略高端论坛——增材制造（大数据）技术论坛

由国家增材制造创新中心副总工程师王晶博士、文婷博士主持。特邀了中国工程院王辰院士、卢秉恒院士、王



国际工程科技发展战略高端论坛—增材制造（大数据）技术论坛

华明院士、蒋庄德院士、李鹤林院士、侯晓院士，中国科学院程耿东院士、徐宗本院士、李应红院士等知名专家学者出席，开展院士报告交流和主题演讲，涉及增材制造产业发展趋势、增材制造工艺、增材制造材料与结构、增材制造航空航天领域应用、4D打印发展等方面内容。报告凝聚了产业领军学者的科研智慧，浓缩了院士们高屋建瓴下的技术创新思想和产业发展建议，将为增材制造产业的发展提供重要的前瞻部署建议和战略参考。

卢秉恒院士以《增材制造技术发展与趋势》为题，从增材制造发展的现状、发展趋势、以及对增材制造发展制造道路的建议三个方向作了汇报。报告在谈到3D打印未来发展趋势时，卢院士表示：以后的技术发展趋势是从控形到控形控性，是可以得到高品质高性能的内部组织。增材制造也从宏观走向微纳，尤其是在智能制造中可以制造传感器，而且是个性的。作为一个颠覆性的科技革命。增材制造技术在航空航天战略性的产业、生物医疗、服务民生和文化创意来引导个性化消费和创客的时代，都会有广阔的应用发展空间。这将会为我们创新型社会的建立开拓一个美好的前景。”



中国工程院卢秉恒院士

蒋庄德院士以《科技创新与智能传感器》为题，从科技创新与科技成果转化，智能传感器和智能传感器的研究进展三个方向做了汇报。汇报中在谈到智能传感器时，蒋院士表示：传感器是物联网、大数据、智能制造的关键技术。其在航空航点、智能装备等都得到应用。航空发动机是我们集中全力予以攻克的现代工业皇冠上的明珠，也是国家科技工业和国防实力的重要体现，高温传感器为的研究至关重要。在谈到智能传感器的研究进展时，蒋院士表示：从基础研究到小批量应用再到产业化，不能忽视硬件制造业最基础的东西，这些装备和零部件，关键的工艺和材料，从制造业角度讲我们跨越不过去，我们应该坚定不移的支持制造业，尤其是先进制造业的发展，在政策、技术研发和创新投入上始终保持支持和力度和强度。在以3D打印为技术手段推进制造业发展时，微纳制造也将发挥出同样的作用。



中国工程院蒋庄德院士

李应红院士以《航空发动机及燃机软件重要部件智能制造与修复》为题，从新型号研制、贵重件的损伤修复、备件保障与航改燃降成本需求三个方面，对增材制造技术在两机重件的运用和发展方面做了汇报。汇报中，李院士表示“智能增材制造是我国两机技术发展赶超的机遇和快车道。两机发展过程中，特别是航空发动机的发展，要真正赶超，要实现自主发展，有很多困难。智能增材制造应该是发展两机技术的赶超机遇。”李院士还从实际出发，从发动机、高端制造、修复技术以及仿真与检测方面，实际中存在的问题提出了大量挑战性的工作。



中国科学院李应红院士

王华明院士围绕《重大装备大型关键金属构件增材制造技术及其影响》为主题，重点针对原材料、大型构件、重大装备等方向的发展及其影响作了汇报。王院士表示：对于传统制造业发展的“瓶颈”，3D打印最大的优势是变革结构，3D打印技术对重大装备影响主要体现在材料冶金技术的变革，装备结构功能的变革，制造模式的变革。在大型结构件增材制造方面，新材料的制备其是关键点。增材制造在未来发展方向上主要有特殊新材料及设计功能的优化，具体体现在功能性、可靠性、完整性、高强度性等的综合性能的更加完善。



中国工程院王华明院士

程耿东院士以《面向增材制造的结构拓扑优化》为主题，从拓扑优化的基本思想和优化方法，拓扑优化和增材制造的结合等内容方向做了汇报。报告在谈及面向增材制造、拓扑优化新发展时，程院士表示：多尺度协同优化拓扑设计框架，能够发挥增材制造优势，二是考虑增材制造约束的拓扑优化设计，三是新方法，可动变形组件孔洞法。这都是最近两三年研究成果。



中国科学院程耿东院士

此外，论坛还邀请了来自美国西北大学的Wing Kam Liu教授、英国伯明翰大学的Stefan Dimov教授、美国Drexel大学的Jack G. Zhou教授、英国诺丁汉大学的Adam Clare教授、新加坡科技研究局3D增材制造计划主任魏军教授等海外专家，分享各自领域的学术创新和科研成果。同时还邀请了GE、3D Systems、Stratasys、Renishaw等全球知名企业代表交流技术成果应用，探讨产业应用推广。

三、产业展览展示

2018年9月6日—8日，举办了2018中国（西安）国际3D打印博览会，博览会以促进增材制造产业上下游联动，推进增材制造产业的融合为目的，推进增材制造产业的发展壮大。是一场高规格的增材制造产业嘉年华盛会活动上，业内知名企业Statasys、Renishaw、3D SYSTEMS、中航迈特、上海数造、广东汉邦、陕西恒通、西安铂力特、华曙高科、上海震旦、西北有色金属研究院、渭南3D打印园区等精彩亮相，带来最新的研究成果和技术应用。

回顾与展望

2018中国（西安）国际3D打印博览会暨高峰论坛的召开，为中外学者及产业尖端人才搭建了学术交流平台，为产业链互通取经及跨区域合作打通了平台交流壁垒。对未来增材制造产业发展指明了方向，提出了更高的要求。大会的成功举办，促进了增材制造学术进步与产业应用创新的融合发展。大会以学术推动产业共赢，以产业支撑学术创新，产学对接，盛况空前。是一场规模盛大、层次高端的增材制造领域国际交流研讨活动。

中国（西安）国际3D打印博览会暨高峰论坛已成功举办两届，大力推动了3D打印学术交流与产业合作进展，已逐渐成为3D打印行业内知名大会活动。未来博览会将继续以“3D打印+多领域融合”为导向，紧密结合航空航天、生物医疗、模具制造等行业应用与发展需求；以全球化顶尖学术交流为抓手，邀请国内外院士专家分享最新前沿进展；以推动3D打印行业发展为目标，兼顾培养创新型人才，力争将中国（西安）国际3D打印博览会暨高峰论坛打造成为中国制造业的科技名片。7

离散生产型数字化生产线策划与实施

王至尧

专家简介

王至尧，中国空间技术研究院研究员，曾任航天科技集团控制与推进研究所副所长，中国空间技术研究院产品质量总师，1987年获国家二等单人发明奖，2005年获全国优秀科技工作者终身奖，中国科协特聘全国机械科学首席科学传播专家，中央军委装备发展部空间站乘员装备特聘专家，科技部智能制造3D打印特聘专家。主要专业特种加工与航天器材料与工艺及产品工程理论研究，出版专著《电火花线切割工艺》，主编《中、英、法、德、日、俄》特种加工术语词典，《中国材料工程大典》——第24、25卷《特种加工成形工程》卷(360万字)，2007年获政府出版特别大奖……

内容摘要：本文阐述了智能制造的特征和研究内涵，中国制造数字化、网络化、智能化三种基本范式及特征，同时指出中国产品似神又不是似神，用产品工程理论13个要素解决方法，附案例着重介绍离散型生产线策划与实施。

关键词：智能制造特征与内涵、三种基本制造范式、离散型生产线策划与实施

(上接2018年第2期第21页)

4 离散生产型数字化生产线策划与实施

(1) 离散型多品种小批量制造特点：

- 单件、小批量
- 多品种、批量小
- 个性化定制、快速转换
- 按订单组织生产、物料多、计划执行困难。

● 生产人员密集，实施自动化生产难度大。

● 生产过程品种交替频繁，产品非标多，变批量生产快。

(2) 离散型大批量单一品种制造特点：

- 产量大、品种少。
- 工艺过程与生产条件稳定，不易变更。

● 作业分工细，生产线长。

● 生产计划一次要求需求量大，若生产量不满足，生产成本会增加，甚至生产计划组织不起来。

● 自动化水平要求很高，特别是缺陷检测，自动识别能力要求高。

● 生产过程单一，缺乏灵活性；产品变更一次调整周期长。

(3) 数字化技术是解决离散生产制造的关键手段

持续优化的数字化技术将改一切。数字化技术直接面对企业难题，将对生产、制造、工艺、人员各个方面进行持续改进优化，减少人为因素的影响，使离散生产制造过程通过数字化技术实现全面要素的精准可控，最终为企业带来全领域质量效益的提升。

(4) 中国制造企业采用的传统研发模式普遍存在以下问题：

1) 研发部门没有统一的三维设计工具，导致设计数据类型繁多，无法实现数据交互。

2) 缺乏统一的三维设计规范与标准，不利于数据的管理和交流，工作效率较低。

3) 没有规范的产品生命周期管理，缺乏有效的知识和信息管理平台，产品开发流程不完善，数据安全得不到保证；缺乏有效的设计任务的规划、分配和评审环节。

4) 虚拟仿真环节缺失，物理验证消耗大量成本，很多质量问题没法提前预见，严重的甚至会批量召回。

5) 缺乏工艺仿真验证，工艺的合理性及优化装配路线等只有在实物加

工时才能进行验证。

(5) 西门子数字化企业的集成解决方案

西门子数字化企业解决方案支持企业从产品设计、生产规划、生产工程、生产实施直至服务的各个环节打造一致的、无缝的数据平台,形成基于模型的虚拟企业和基于自动化技术的现实企业镜像。

西门子形象地称之为“数字化双胞胎” Digital Twin),完整真实地再现了整个企业,从而帮助企业在实际投入生产之前即能在虚拟环境中优化、仿真和测试,在生产过程中也可同步优化整个企业流程,最终实现高效的柔性生产、实现快速创新上市,锻造企业持久竞争力。

数字化重点将设计、制造、过程控制复制系统关键技术不确定性变为精准控制(标准化、模块化、数字化)

综合集成:离散生产型数字化工厂愿景

数字化工厂愿景:

数据驱动:整个企业的管理、生产、制造活动将直接由“企业资源信息集中控制中心”进行协调和驱动。

物物互通:所有机器实现以三维模型为信息载体进行呼应操作。

人机互动:通过人工单元、自动

化单元、物流单元的有机结合,实现各种单元的柔性生产。

虚实互联:采用数字技术,在虚拟环境完成产品设计,并进行设计和工艺的优化迭代。

4.1 决策平台——数字化双胞胎技术(直观的数据展示、决策)

决策平台就是利用数字技术建立和实际生产线一模一样的虚拟生产线,在虚拟生产线中运用企业知识对产品的设计、工艺规划、生产执行、物流产能等进行仿真,优化出最佳的生产制造方案;

并将生产线的实际生产数据在虚拟生产线中实时展示出来,管理人员通过增强虚拟现实了解生产线的质量情况、运转情况、在制品情况等。(如图4-1)



图4-1 决策平台/虚拟生产线

决策平台的核心是采用数字化双胞胎技术,即:通过虚拟工厂对现实的物理工厂进行数字化模拟,虚实互联。(如图4-2)

4.2 工程数据平台——PLM/ERP/MES工程大数据

4.2.1 企业资源大数据

工程数据平台主要是对企业资源进行分析与应用,通过产品生命周期管理系统PLM、企业资源计划ERP、执行制造系统MES、信息物理系统CPS、企业门户等系统进行无缝集成,形成统一数据模型和其享平台。(如图4-3)

4.2.2 智能管理

(1) 通过基于互联网和模块化设计的定制化智能管理

建立统一工程数据管理平台:对

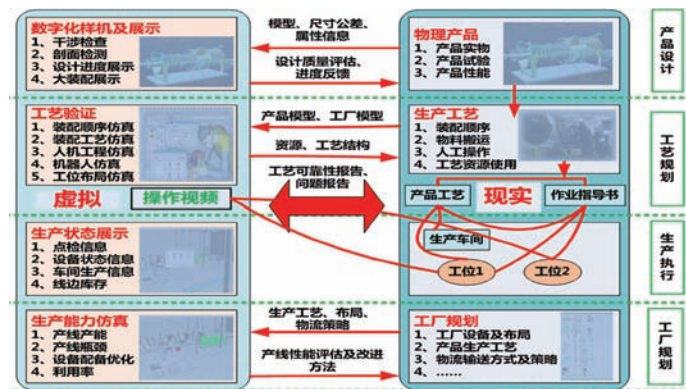


图4-2 决策平台/数字化双胞胎技术



图4-3 企业资源大数据

