新形势下的智能制造发展展望与对策建议

四川航天技术研究院　王振檣　蔡旭

一、引言

制造业是实体经济的重要组成是部分，是国家综合国力、经济增长、就业稳定、核心竞争力的重要体现，也是技术创新、科技引领的源泉和动力。近些年来，欧美发达国家推进制造业的回归与提升战略，尤其是2008年金融危机爆发以来，全球经济发展逐步向以制造业为主的实体经济倾斜，美国推出了“先进制造伙伴计划”，德国推出了“工业4.0”等，日本、英国、法国等发达国家也先后推出了制造业发展战略。2015年5月，我国发布了“中国制造2025”，并逐步推出了《中国制造2025》“1+N”规划，旨在通过一些重大工程和专项规划的并行推进和协同实施，改变我国制造业中传统粗放、资源消耗大以及附加值不高格局，提升我国制造业核心竞争力，推进我国从制造大国向制造强国的转变。

企业是国家实施制造业强国的主体，推进智能制造是企业提质增效、提升核心竞争力的有力措施；企业也是科技创新、新技术应用的重要参与者与受益方。这些在无数例证中可得到印证，如UG软件诞生于美国麦道飞机公司，CATIA软件来源于法国达索飞机制造公司。同样，智能制造不是一蹴而就，是信息化、工业化发展到一定程度并相互融合的阶段性需求，也是产品新形势下的供需结合、资源节约、快速响应的必然要求。当前，我国企业在经济规模、信息系统建设、数字化科研技术应用方面取得了一定的成绩，为智能制造建设奠定了良好的基础；但也存在信息孤岛现象严重、关键核心技术少、附加值不高等问题。企业推进智能制造建设既处于良好的机遇期，也面临着严峻的挑战；更是处于“逆水行舟、不进则退”境地。

二、发展展望

智能制造是一项系统工程，涉及到技术创新、产品设计制造、经营管理、营销服务等，在价值链中扮演着引领和支撑双重作用，引领表现在企业通过推进智能制造建设，抓住了附加值较高的部分，支撑表现在企业唯有推进智能制造建设，才能促进企业在价值链中的主导地位，这是一对辩证发展关系。同时，物联网、大数据、云计算、虚拟现实、增强现实、增材制造等信息化新兴技术不断发展和成熟应用，智能制造发展呈现更广阔的空间和前景，智能制造将更大体现在设计智慧化、产品智能化、生产智能化、经营管控平台化、创新外延化、业务数字化。

1、设计智慧化

当前，我国制造企业在数字化设计方面大部分还处于工具级应用，各设计专业的数据还不能共享、迭代，与智慧化设计的差距还较远。未来，产品的设计向着智慧化趋势发展，不仅仅实现产品三维设计与仿真，产品的设计任务下发、指标论证、设计协同、过程更改等均向着同一数据源发展，数据的唯

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn

一性和可追溯性是保障产品质量的重要措施；同时，通过大数据、人工智能等技术建立的知识管理系统，储存历次产品的设计文件、数据和经验公式，为产品的技术评审、设计过程提供参考。产品技术文件模板将电子化、规范化，各类技术文件通过应用系统自动生成，大量节约设计人员时间。

云计算、高性能计算将应用于产品设计与仿真，迭代计算、网格及边界条件细分、高密度仿真等重要设计手段通过云计算、高性能计算得以实现，产品的设计周期大幅度缩短，设计质量大幅度提升。

2、产品智能化

为用户提供智能化产品是企业发展的必然要务，格力空调在这方面做出了较好的尝试，抛弃传统遥控器，用手机通过 wifi 网络实现对家中空调的控制。未来，智能化逐步会成为产品的属性和特质，表现在产品功能智能化、操作智能化、故障诊断的智能化、产业售后服务的智能化。

功能智能化是为用户提供更满意和优质的服务，如格力空调的智能风区定制、DIY 睡眠曲线图形定制、数字化噪音定制等功能。

操作智能化表现在产品通过互联网、无线通信、扫描识别、近距感应等技术，对产品实现远程的操作、自动操作等；如当前已成熟推广的智能电表、智能停车系统等。

故障诊断智能化表现在产品出现故障后，通过用户通过代码显示，可自动报修；部分产品出现故障后，可引导用户按序操作，排除故障，恢复功能。

售后服务的智能化表现在企业建立智能化售后服务平台和团队，实现故障的自动报修登记，根据故障现象智能分析故障原因，并分发备品备件；根据故障产品所在区域自动派单；同时，定期对产品故障、缺陷进行自动统计和智能分析，保障企业对产品的优化提供可靠的依据。

3、生产智能化

生产是产品的实现过程，其宗旨是保障产品功能、性能、精度满足设计指标，确保加工周期符合订单，并及时供应市场。生产的要素含工艺技术文件编制、任务计划与调度、原材料采购、零件加工、生产数据采集、质量处理等过程。生产智能化体现在工艺技术文件智能化编制、生产现场智能化管控、加工设备智能化与联网、零件中转智能化、生产指挥调度智能化、数据和报表智能分析等。

工艺技术文件智能化编制主要是产品结构化工艺、工艺知识库、快速工艺以及零件的三维化模型，以及三维模型及加工技术资料到生产现场。

生产现场智能化管控主要是零件在线加工信息、设备工作状态、产品中转、质量信息、安全生产、刀量具实现了数字化综合管控，综合布线与网络化改造是生产现场智能化管控的基础。

加工设备智能化与联网是生产智能化的重点，主要在于设备的智慧化改造、高精尖设备的引进以及生产现场设备的联网，提升设备有效利用率，减少闲置时间，并提高零件的加工精度。

零件中转智能化重点在于利用物联网技术、条码技术及应用系统实现零件工序中转的自动定位、传输、识别、交互，减少人工作业带来的错误、时间延迟。

生产指挥调度智能化主要体现在对生产现场设备状态的在线监控，零件报废统计和任务补充以及重点临时性任务的插单，最终实现企业生产管理的高级排产，提高设备利用率和零件的快速生产。

数据和报表智能分析是对工艺技术文件、原材料数据、产品完成信息、设备利用信息、质量信息进行在线实时统计和分析，通过分析及时发现生产瓶颈和存在的问题，为企业解决问题、任务考核提供科学依据。

4、经营管控平台化

经营管控涉及企业的决策管理、综合办公、经营计划、合同订单、供应商、人力资源、财务成本及营销管理。经营管控平台化最终要打通决策层、综合办公、经营计划、合同订单、供应商、人力资源、财务成本及营销管理之间的数据流，同时要打通与企业设计领域与制造领域的业务链和数据链，最终实现企业资源管理，即 ERP。

5、创新外延化

创新是产品勃勃生机的源泉和核心竞争力提升的动力，并不是空穴来风和好高骛远；创新来源于实践、工作总结、新技术、新需求的搜集；未来，企业的创新重点体现在设计环节和制造环节。创新体系化在于解放思想、转变思路，不仅仅在于激发企业内部的创新激情，也可以通过众筹、众包和借脑等多种方式，提升产品创新能力。

6、业务数字化

业务数字化是指企业的设计制造、经营管理等所有业务都将数字化，企业行为将通过应用系统进行储存，为后续企

业发展提供经验、追溯。

三、对策建议

企业智能制造建设既要实事求是、认清形势、科学对待，又要有时不我待的精神去推进建设；要认真领会国家方针政策，研究分析本企业所在行业的发展趋势、智能制造技术等关键要素，坚持有所为有所不为，坚持循序渐进与分布实施。

1、良好的指导思想和思路

企业智能制造建设一定要有正确的指导思想和工作思路，在指导思想方面，企业一是要实事求是，遵循智能制造建设规律，摸清本单位情况和应用水平，坚持与业务的融合，为后续工作奠定基础；二是处理好规划发展和脚踏实地的辩证关系，要有长远的思考，也要有扑地干事的举动，干是第一位的。在工作思路方面，企业首先是认真总结信息化工作，摸清家底，认清现状，评估能力，把企业智能制造建设的不足分析准确；二是需求牵引，结合企业发展战略，把业务需求梳理清楚，促进企业管理变革、研发创新和制造水平提升；三是完善信息化项目建设体制机制和配套，吃透政策，加大向各级政府的项目争取，加强与高校、科研机构的合作，借助外脑、多资金筹集推进企业信息化建设。

2、认真领会国家方针政策

我国是制造大国，国家已发布了《中国制造 2025》“1+N”规划，当前正在强力推进智能制造工作，资源节约、高耗能设备停用、环保审计等配套工作也如火如荼的开展，企业一定要抓住国家推进智能制造的良好机遇，认真领会国家、相关部委、所在地区在智能制造方面的规划和指导意见，如中国制造 2025，人工智能白皮书等，抓住机遇结合企业现状，力推企业转型，迈出勇敢与正确的第一步，及时关停高耗能设备，敢于投资智能制造；同时，企业在智能制造项目的论证和建设方面符合国家政策；并积极争取国家在资金支持、税收减免方面的政策优惠。迈出勇敢与正确的一步。

3、坚持一把手工程与全员参与工程

智能制造建设涉及项目、应用和经费问题，一把手重视是保障智能制造建设的进度、质量、效果前提；同时，人才是智能制造推进的关键，智能制造涉及到企业的设计人员、工艺技术人员、操作人员、经营管理人员，各类人员要精通相关的先进数字化工具、应用系统或智能设备，这样才能发挥智能制造的建设作用；再智能的设备，没有人会操作或应用不好，设备的利用率则很低，资产的闲置是企业智能制造的阻力。所以，企业智能制造的推进要坚持一把手工程与全员参与工程，企业要通过政策制定、考核奖惩、管理机制等方面保障全员重视智能制造工作。

4、建立健全技术创新体制

技术创新是智能制造的重要内容，唯有抓好技术创新的牛鼻子，才能掌握产品的核心技术，提升企业的核心竞争力，近年来，格力公司大力推进智能制造和产品研发工作，将原本归属上市公司股东的分红纳入到产品研发中，推进“好空调、格力造”品牌；2018 年的中兴被美国处罚事件，充分暴露了我国企业在核心技术方面的短板，在关键时候被别人卡脖子。企业在未来的发展中，要打破传统的“造飞机不如买飞机”思维，一定从体制、机制及核心人才队伍建设方面推进技术创新工作。新时期的技术创新要综合考虑情报收集、项目论证、任务下发、多专业联合设计、仿真分析、试验验证、售后服务、知识利用、设计外包等要素，为此，企业要站在发展的角度创新研发平台，从大集成、大平台、全流程、全数据的思路方面建立技术创新平台。

5、实现重点突破

（1）数据标准化与平台集成化。信息孤岛是企业当前面临的棘手问题，很多企业的 OA 系统、人力资源系统、物资系统、计划系统、财务系统、研发平台、生产管理系统、产品数据系统、合同管理系统等如同烟囱，彼此之间的数据难以共享，决策层难以通过应用系统快速、准确的收集到相关经营数据，业务人员为提供数据经常重复性工作，管理层到研发层和制造层的指令与数据难以及时送达，数据的及时性和有效性难以保证。由此，信息孤岛是企业智能制造建设的短板和薄弱环节，企业智能制造建设的当务之急是开展数据标准化建设工作，组织各业务部门共同参与，建立一套含人员、产品、计划、财务、供应商、材料、合同、研发、制造在内的企业统一数据编码和主数据系统，建立数据和应用系统集成标准，在此基础上改造应用系统，消除应用系统壁垒，打通经营管理系统、研发平台、制造平台的业务流和数据流，实现企业的数据共享，提升企业效率。

（2）智能制造建设。智能制造是企业发展的趋势，谁前进的步伐快一些，谁的核心竞争力提升的快一些。企业的智能制造建设主要从三方面考虑，一是通过引进智能化设备、设备联网、生产现场的智能化建设推进加工过程的智能化、工序流

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn IMCHINA@idnovo.com.cn

转的智能化、工艺设计和质量处理的智能化。通过生产排除系统与质量系统的建立和数据交互，实现报废、超差零件的质量数据填报后按流程上报、数据的智能判定以及生产任务的追加申请和确认。

（3）信息化新技术应用。近年来，大数据、云计算、物联网、3D 打印、人工智能等信息化新兴技术发展迅猛，在制造业中得到良好实践。所以企业要敢于尝试，认真梳理本单位需求，在信息化建设中有机开展信息化新兴技术应用工作，提升产品的设计效率、制造效率、质量品质及知识积累。

（4）信息化基础环境建设。基础环境建设是企业信息化建设的支撑，含机房、数据存储、容灾备份、网络升级、网络安全、高性能计算等建设。随着信息化技术在企业应用程度的加深拓宽，建立安全性高、稳定性强、速度快、存储容量大的信息化基础环境是必须的，企业要结合本单位实际情况和未来发展要求，有序推进信息化基础环境建设。

四、结语

智能制造建设是一项系统工程，是制造企业的发展趋势，对企业发展具有全局性、支撑性、引领性作用；所以，企业推进智能制造建设要有良好的指导思想和工作思路，抓好重点环节，推进重点领域突破是取得智能制造建设成效的关键。

（上接第 35 页）

和验收试验。

5、运行利用和支持阶段

进行发动机现场试车，进行运行测试，收集和分析现场数据，并根据试车状态，进行设计及制造的反复迭代修正。

四、系统工程技术应用现状分析及建议

目前，我国大多数航空企业对系统工程的认知还停留在较低层面上，即能够认识到企业是一个复杂的系统，企业管理是一个系统工程，但缺少运用系统工程方法去解决企业管理问题的意识和能力，尚未达到运用系统工程方法和工具的认知，且企业内推广系统工程方法是一件实践性很强的工作，需要具有扎实系统工程专业知识及丰富的企业实践经验的专业技术人员进行推广，而国内具备系统工程应用型的人才相对不足，此外，虽然国内一些领域也开始制定系统工程标准，但这些标准往往规定了特定领域系统工程的技术过程和技术管理过程，其领域针对性较强，尚未形成系统、全面的通用性系统工程标准系统。

近年来，随我国航空制造业的迅猛发展，公司也对系统工程技术日渐关注，但真正运用系统工程技术解决航空产品全生命周期问题还任重道远，建议从如下角度开展系统工程技术的应用与推广。

1、提高对系统工程技术的认知

系统方法的理论体系较为成熟，但是在航空企业的推广还不够，原因之一是企业对系统工程方法的认知不够，因此在我们企业推广系统工程方法时，首先应该提高我们企业对系统工程方法的认知，使企业充分了解航空产品在生产制造过程中是否适用应用系统工程技术方法解决生产问题及有效的系统工程方法有哪些方法能够帮助企业解决实际问题。

2、加强系统工程专业技术人才的培养与引进

我们企业具备从事系统工程方法的专业技术人员严重稀缺，建议把对从事系统工程方法研究的技术人员培养纳入我公司人才队伍建设，推进系统工程方法的人才培养及引进，积蓄能够“授人以渔”的创新人才。

3、加强系统工程项目的总筹研究及管理

系统工程技术的现场应用推广需要跨多部门合作完成，所以相关部门能否分工明确的密切工作直接决定系统工程项目的进展，建议企业依托项目，确定主次研究部门，统筹项目管理实施。

五、总结

本文对系统工程内涵、全生命周期管理等内容进行了研究，并对我公司系统工程技术应用现状进行了分析。系统工程技术是航空产品系统研制中的重要综合性技术，系统工程技术在航空领域的推广应用迫切需要国家和企业加大投入，逐渐加深航空产品生产制造的系统工程适用性技术研究，并不断完善航空发动机系统工程技术应用标准体系，以促进航空产品型号研制和生产能力提升。