

# 从网络化协同切入 构建航空工业智能制造体系

航空工业信息技术中心原首席顾问 宁振波

加快推进新一代信息技术和制造业融合发展，要顺应新一轮科技革命和产业变革趋势，以供给侧结构性改革为主线，以智能制造为主攻方向，加快工业互联网创新发展，加快制造业生产方式和企业形态根本性变革，夯实融合发展的基础支撑，健全法律法规，提升制造业数字化、网络化、智能化发展水平。

## 工业互联网促进传统行业数字化转型

传统企业可利用工业互联网推动制造能力和工业知识标准化、软件化、模块化和服务化。

“十四五”时期，我国要加快工业互联网创新发展，首先要全面理解“工业互联网”，简单的从字面理解，“工业互联网”=“工业”+“互联网”，是传统工业体系与现代信息通信技术的高度融合产物。通过人、机、物的全面互联实现全要素、全产业链、全价值链的全面连接，不断创新传统制造模式、生产组织方式和产业形态，实现传统工业数字化转型升级，提高工业企业在“第四次工业革命”大时代背景下的核心竞争力。其核心是互联网和生产要素的融合，利用对工业生产过程和机器运行产生的大数据采集与分析，既可以实时掌握机器运行状态，也可以发现产品研发的质量问题，进而优化设计、工艺、生产过程，最终达到提升产品质量、减少产品成本、缩短研制周期的目的。当然，当采用工业互联网的技术手段掌握了工业体系所有的设备和物料的状态和运行，实际上就控制了国家的经济命脉。

工业互联网的体系和生态非常重要，是构建整个体系的前提，工业互联网以数字化手段，从企业内部数字化流程建设出发，可实



现产业链上下游企业间的协作，帮助工业体系降本增效，并推动产业向智能化发展。

工业互联网通过其主要功能构架，即网络、平台和安全，来实现和加快智能化、网络化、个性化的工业生产过程，满足未来社会发展的多重需求。其中，网络是基础、平台是核心、安全是保障、工业是主体。“网络”包括“有线网络”和“无线网络”，是实现工业全系统、全产业链、全价值链泛在深度互联的基础。通过打造低延时、高可靠性、广覆盖的网络基础设施，实现信息数据在生产各环节和全要素的无缝连接，从而支撑形成实施状态感知、协同交互、智能反馈的生产模式。

传统企业可利用“平台”强大的工业数据采集能力、海量数据处理能力、工业知识沉淀能力、工业应用创新能力，推动制造能力和工业知识标准化、软件化、模块化和服务化。因此，工业互联网平台既是工业应用创新的平台，也是新型工业应用运行的载体，可以进一步融合新一代信息技术发展。基于平台的大数据系统对

工业数据进行分析处理，实现企业内部数据孪生体的建设，获得生产过程的认知，以达到工厂的智能反馈和决策。企业和企业之间，通过工业互联网平台打造产业链、供应链上下游企业的设计、研发、制造、销售、服务等环节数据，实现企业和企业、企业和产品、企业和用户之间的互联，通过网络协同化打破信息孤岛的问题，实现数据共享，资源配置优化。

## 助力航空工业降本增效

在“新基建”时代，构建数字驱动的工业新生态已成为企业亟待解决的关键问题。

工业互联网与航空工业已有融合发

展的成功案例。在波音787飞机的研究制造过程中，波音公司因使用工业互联网的网络协同化设计，以及遍布全球的制造网络提高了生产制造效率。据悉，波音787采用MBD标准进行研制，成功实现了全球范围内异地协同设计制造，借助平台网络实现了传输产品模型、交换产品设计、工艺和维护信息等环节的异地协同，打破了延续几百年的用蓝图图纸和工艺卡片设计飞机的惯例，在平台上完成了设计、研发、试验、生产、供应等各环节的异地协同合作，大大缩短了研制周期、减少了资源浪费，实现了产品研发的降本增效。

工业互联网安全十分重要，涉及设备安全、控制安全、网络安全、应用安全和数据安全等。通过建立工业互联网安全保障体系，可实现对工厂内外网络设施的保护，既能避免重要数据的流失和泄露，也能防范外部的恶意攻击。要从根本上解决“安全”问题，需要尽快实现集成电路和基础软件的自主化。

工业和制造业在产品、工艺设计、制造检测、试验运行、维护服务等流程中将产生大量的数据信息，工业互联网的前端是采集数据的传感器，对工业和制造业向智能化、高端化、融合化、国际化转型发展的重要性不言而喻。在“一切业务数据化，一切数据业务化”的时代下，我国率先发布相关政策，加快“新基建”建设步伐，鼓励企业拥抱工业互联网等新一代信息技术。

在“新基建”时代，构建数字驱动的工业新生态已成为企业亟待解决的关键问题。工业互联网建设与其他新型基础设施建设是紧密相连、相互促进的关系，构成了数据采集、传输、计算、分析、应用等数据闭环。工业互联网平台的关键是实现这些技术的群体性突破和协同性创造。

比如，装备制造作为我国传统制造业的代表之一，纯粹的机械系统的改进和创新环节已经相对成熟，但传统的机电技术以及新兴的互联网技术结合，将带来巨大创新。工业互联网的应用，推动AI、5G、大数据和ICT与机械更深入地融合，为当前产业的数字化转型插上了腾飞的翅膀。

## 与航空工业的融合仍有提升空间

航空工业可以以工业互联网的网络化协同为切入点，打造智能制造体系。

我国航空工业正在积极拥抱工业互联网。以中国商飞上海飞机制造有限公司为例，它联合互联网企业、设备制造企业和移动通讯企业，一起开展“5G+工业互联网”在大飞机生产装配、工厂流程、质量监管等方面的探索，形成了智能生产、智能物流、智能检测等融合应用实践成果。其中，智能生产构建了基于大数据驱动的产品、设备、仓储、物流等生产要素全过程管控，实现了对生产环境、生产状态、各类物料等全方位的追踪和优化，提升了生产的智能运营管理，实现了零配件精准定位；智能物流构建了机床自主触发物流需求的智能物流方式，大幅度提升了装配协同效率，降低成本；智能检测构建了大飞机制造机器视觉，实现复合材料的无损检测，大幅缩短了检测时间。

我想为航空工业与工业互联网的融合发展提供一些发展思路。航空产品作为一种不可分解的复杂工业产品，具有气动外形要求严格、内部结构复杂、空间紧凑、零部件数量巨大、设计专业面广、设计更改频繁、对材料要求严苛等特点。这些因素使其成为一个技术难度大、研制周期长、协作面广、成本高昂、管理复杂的系统工程，各项任务之间既要相互联系，又要相互制约。

航空工业可以以工业互联网的网络化协同为切入点，从整合研发资源、重构生产范式、变革管理模式、提升维护效率等方面，利用基于MBD的研发设计、基于CPS的智能制造、基于大数据分析的供应链管理、基于PHM的运营维护来落实数字化转型，打造智能制造体系。

# 全力推进开源 提升科技创新支撑能力

中国开源软件推进联盟副秘书长 宋可为

当前，我国面临着深刻而复杂的国内外发展形势，现代科技创新越来越需要整合优质资源协同攻关，传统的创新组织模式无法适应快速的创新需求。十九届四中全会首次提出“构建社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制”。我认为，“十四五”时期，以新型举国体制提升科技创新能力可以全面借鉴开源模式。

## 对我国科技发展具有重大意义

开源概念始于上世纪70年代，旨在打破技术封锁，对抗商业垄断，冲击了已有全球软件市场格局。随着开源的推广和普及，全球的数字鸿沟正在加速缩小。开源同样助力了我国互联网和移动互联网时代的快速崛起。开源技术为中国技术人员进入世界第一科技阵营打开了一扇门。比如阿里巴巴和腾讯等大型科技公司都是以开源为核心技术构建的，这些公司也在打造自己的开源项目，腾讯拥有超过100个开源项目，阿里巴巴的开源项目数量更是超过了1700个。

开源是扁平化、自治管理的线上组织形式，能够高效的将全球的开发者组织在一起，这种协同创新组织形式的诞生，极大地提高了软件的生产效率及分发效率。开放的授权模式对用户和开发者更加友好，更有利于开源项目后续的发展演进和使用推广。“人人为我，我为人人”的开源文化能吸引兴趣相同、愿意分享、各展所长、跨区域跨行业的优秀工程师参与到技术攻关和社区建设中。此外，开源可快速实现软件技术全球化，是打破技术壁垒，实现技术安全的必经之路。

对于开源和开源产业，最宝贵的资源是程序员和开源社区。开源社区通过互联网将遍布全球、各行各业的优秀技术人员组织到一起，代表了最先进的科技创新管理机制，它的核心特点是管理结构扁平化、管理模式自组织化、管理方式数字化。

目前，我国的开源社区发展十分迅速，但

发展进程仍然落后于一些发达国家。如今，程序开发者和产业均在逐渐关注和投入开源社区，开源生态日趋完善。中国的开源社区普遍属于开源社区的萌芽状态，多为技术人员自发形成的小开源项目技术社区或以某企业某产品(开源或闭源)为核心的用户型交流社区，主要表现为缺乏产业基金会、缺乏专业的社区运营专家和人员、缺乏社会资本的关注、缺乏非软件技术人员的专业化服务，包括法律专家、创业孵化、金融投资、市场推广、产品和管理类专家的参与。在行业中，我国的开源社区组织能力、宣传能力、统战能力亟待加强。

开源的技术特点——协同创新模式、扁平化自治以及敏捷开发，使它成为互联网时代、移动互联网时代的先锋。它符合中国新时代科技发展的要求，通过学习开源、推进开源，加速缩小中国与发达国家的科技差距，特别是在那些重点关键性技术领域。此外，开源还为中国参与全球开放技术标准铺垫了道路。开源是中国科技创新的天然盟友，借助开源可以形成后发优势。

## 推动我国开源发展的五个维度

面向“十四五”，在以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局下，突破信息技术封锁，关键在于借鉴开源模式升级我国科技创新治理体系，具体可以从以下几个方面着手。

**一是将“开源合作”作为我国科技创新和举国体制的核心战略。**

通过建立顶层战略规划，横向打破目前科技创新相关领域的禁锢，将科技成果汇聚、公开、共享，广泛引入社会资源，特别是中小企业和创业团队。要加速与国际开源基金会、开源社区和开源企业在华成立分支机构，鼓励其在华建立数据中心或镜像站点，协助其建设完善中文版社区网站，资助其定期在华举办技术交流活动。鼓励国内各领域兴建开源社区并与国际社区展开合

作，鼓励国内社区聘请国际开源技术领袖为顾问，对已国际化的中国社区进行奖励。要鼓励开源人士参与制定全球各领域的开放标准。

**二是设立开源基金会，兴建开源大社区和激活开源小社区。**

放开国内对开源基金会的设立限制，鼓励由政府和社会力量联合成立更多的开源基金会，由基金会负责对开源社区、开源项目进行管理和孵化的具体工作。试行开源社区的混合所有制，即由国家或央(国)企发起，联合开源基金会联合兴建开源大社区(门户型社区)，其中国家和央(国)企负责出资和保持社区中立性的定位，由专业的开源运营团队负责后期开源大社区的日常运行维护并对其上的开源小社区或开源项目进行资助、孵化和帮助。

开源大社区主要负责信息化基础设施的建设和提供公共服务，如数据中心，代码托管、法律援助、金融孵化，产业推广等。大社区支持并协助企业或个人在大社区内快速构建其专属小社区，小社区可直接使用大社区的各种公共资源为己所用，小社区的精力更专注于自身的技术项目。建成这样的大社区搭台小社区唱戏的一体双层结构开源社区，可以充分发挥央(国)企在产业资源、资金和市场上的优势，充分调动中小企业的参与积极性和创新主动性，由专业的社区运营专家负责组织协调和推广运维，将会发挥出大社区的资源整合优势，成为稳定可持续发展的资源池，激活小社区灵活、高效、有活力的特点，将开源社区整体发展成为具有物竞天择、优胜劣汰和资源再分配特点的拥有新陈代谢能力的成熟社区。

**三是从教育着手培养开源软件人才。**

从基础教育阶段开始，调整教材和优化师资力量，规避教材和学习环境中严重依赖任何商业公司的软硬件产品，特别是目前对X86硬件平台、Windows系统、Office文档和Flash课件的过度依赖。针对中小学生在重新制定开放技术教育体系，可以引入开放硬件平台Risk-V、开放板卡树莓派、国产飞腾设备、Linux/Android开放系

统等技术作为施教环境和教学课件。同时在整个基础教育阶段增加信息学课时占比，在初中阶段将信息学分解为软件开发、硬件开发、网络安全、计算机辅助设计等课程，在全国范围内广泛开展信息技术竞赛。在高中、职教教育和高等教育阶段，大幅增加信息技术课程占比和考试难度，建议将信息学和软件开发设置为高考科目，同时借鉴德国实施的二元制教育，将理论知识学习和开源社区、企业的实践学习相结合，两个成绩并举。引入这种教育考核体系能有效的保证信息技术人才始终面向市场需求，实现与企业团队的无缝对接。

**四是促进企业开源转型和孵化开源创业。**

在“十三五”期间，IT龙头企业如华为、阿里巴巴、腾讯、小米等，积极拥抱开源，规模以上企业纷纷制定企业开源战略。科技创新的主体是企业，中小企业占据企业总量的97%，是我国科技创新的核心力量，它们贡献了全国65%的发明专利和80%新产品研制。“十四五”期间要进一步激活中小企业，解决它们在开展科技创新时“心不足”或“力不足”的问题。鼓励、引导甚至资助它们主动进行开源转型，加大对开源项目的创业孵化。同时，鼓励大企业做好表率，把基础技术项目在开源社区中开放，重点聚焦于设计商业模式、产品化和市场推广和实施交付环节。中小企业需要开源基金会，开源社区的专家协助他们来进行开源转型。对于孵化中的开源项目和小微企业，可提供更加细致的服务。如取消线下注册经营地的限制，鼓励并认可SOHO这样的以线上协作为主的新型科技创新模式；由开源大社区为开源项目和小微企业提供免费的网络资源，如虚拟主机、网络存储、研发云等；开源大社区还可通过对技术资源(如开放源代码)的评估来为优秀的开源项目和小微企业提供科技金融服务(如个人信用贷款、源代码质押贷款或创业补助)，有效协助开源项目快速成长为企业，提供一站式服务，可尝试开源虚拟公司备案制。

**五是多维度鼓励开源，促进科技创新治理体系升级。**

鼓励产业界成立更多的开源联盟、开源社区和开源基金会。建立线上线下互动的双层治理平台，线下是实体组织，表现形式为企事业单位、高校、科研院所和个人组成的行业协会、产业联盟；线上是虚拟社团，表现形式是由开发者、开源项目和源代码组成的开源社区。线下实体组织和线上的开源社区有部分映射关系，但线下实体组织是社会结构的一部分，而线上开源社区才是开源协同创新的核心，重点在于分权治理。

所谓分权可以理解成开源社区的所有权、运营权、冠名权、开源项目的知识产权和开发者的人身权相互分离，一般通过对社区贡献最多的集体和个人牵头组织进行民主决策，而其上的开源项目相关事宜则由对该开源项目贡献最大的集体和个人牵头组织进行民主决策，在这一系列的分权民主决策过程中，其实是民主集中的有机结合，是一种非常高效的科技创新治理体系，各方利益诉求得以满足和平衡。

开源治理的另一特点是多维度共治。当今优秀的开源社区均设有法律服务分中心、项目孵化分中心等职能，不同领域的专业人士从各自专业角度出发为开源社区提供全方位的发展建议和支持服务。开源源于技术，但不止于技术。因此我国的开源治理也应扩展到多领域协同，探索从多维度推出鼓励开源的积极政策。比如制定鼓励使用开源的倾向性法律规定；在开源领域设立高端人才计划；对于政府采购的信息技术产品和服务，要求其源码在开源社区备案，同时要求信息技术提供商、开源社区和政府采购方签署三方协议，约定可通过开源社区来进行长期运维。

开源是全世界的技术宝藏，也是最先进的科技协同创新模式。中国借鉴开源、发展开源不仅有助于避免重复投资，形成可积累、可复用、可再生的公共技术资源，还有助于形成集中力量办大事的新时期中国科技创新举国体制，使中国技术、中国产品突破重围，最终服务于全球用户。