

战。科技立则民族立，科技强则国家强。加强基础研究是科技自立自强的必然要求，是我们从未知到已知、从不确定性到确定性的必然选择。要加快制定基础研究十年行动方案。基础研究要勇于探索、突出原创，推进对宇宙演化、意识本质、物质结构、生命起源等的探索和发现，拓展认识自然的边界，开辟新的认知疆域。基础研究更要应用牵引、突破瓶颈，从经济社会发展 and 国家安全面临的实际问题中凝练科学问题，弄通“卡脖子”技术的基础理论和技术原理。要加大基础研究财政投入力度、优化支出结构，对企业基础研究投入实行税收优惠，鼓励社会以捐赠和建立基金等方式多渠道投入，形成持续稳定的投入机制。

科技攻关要坚持问题导向，奔着最紧急、最紧迫的问题去。要从国家急迫需要和长远需求出发，在石油天然气、基础原材料、高端芯片、工业软件、农作物种子、科学试验用仪器设备、化学制剂等方面关键核心技术上全力攻坚，加快突破一批药品、医疗器械、医用设备、疫苗等领域关键核心技术。要在事关发展全局和国家安全的基础核心领域，瞄准人工智能、量子信息、集成电路、先进制造、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域，前瞻部署一批战略性、储备性技术研发项目，瞄准未来科技和产业发展的制高点。要优化财政科技投入，重点投向战略性、关键性领域。

创新链产业链融合，关键是要确立企业创新主体地位。要增强企业创新动力，正向激励企业创新，反向倒逼企业创新。要发挥企业出题者作用，推进重点项目协同和研发活动一体化，加快构建龙头企业牵头、高校院所支

撑、各创新主体相互协同的创新联合体，发展高效强大的共性技术供给体系，提高科技成果转移转化成效。

现代工程和技术科学是科学原理和产业发展、工程研制之间不可缺少的桥梁，在现代科学技术体系中发挥着关键作用。要大力加强多学科融合的现代工程和技术科学研究，带动基础科学和工程技术发展，形成完整的现代科学技术体系。

第二，强化国家战略科技力量，提升国家创新体系整体效能。世界科技强国竞争，比拼的是国家战略科技力量。国家实验室、国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业都是国家战略科技力量的重要组成部分，要自觉履行高水平科技自立自强的使命担当。

国家实验室要按照“四个面向”的要求，紧跟世界科技发展大势，适应我国发展对科技发展提出的使命任务，多出战略性、关键性重大科技成果，并同国家重点实验室结合，形成中国特色国家实验室体系。

国家科研机构要以国家战略需求为导向，着力解决影响制约国家发展全局和长远利益的重大科技问题，加快建设原始创新策源地，加快突破关键核心技术。

高水平研究型大学要把发展科技第一生产力、培养人才第一资源、增强创新第一动力更好结合起来，发挥基础研究深厚、学科交叉融合的优势，成为基础研究的主力军和重大科技突破的生力军。要强化研究型大学建设同国家战略目标、战略任务的对接，加强基础前沿探索和关键技术突破，努力构建中国特色、中国风格、中国气派的学科体系、学术体系、话语体系，为培养更多杰出人才作出贡献。

科技领军企业要发挥市场需求、集成创新、组织平台的优势，打通从科技强到企业强、产业强、经济强的通道。要以企业牵头，整合集聚创新资源，形成跨领域、大协作、高强度的创新基地，开展产业共性关键技术研发、科技成果转化及产业化、科技资源共享服务，推动重点领域项目、基地、人才、资金一体化配置，提升我国产业基础能力和产业链现代化水平。

各地区要立足自身优势，结合产业发展需求，科学合理布局科技创新。要支持有条件的地方建设综合性国家科学中心或区域科技创新中心，使之成为世界科学前沿领域和新兴产业技术创新、全球科技创新要素的汇聚地。

第三，推进科技体制改革，形成支持全面创新的基础制度。要健全社会主义市场经济条件下新型举国体制，充分发挥国家作为重大科技创新组织者的作用，支持周期长、风险大、难度高、前景好的战略性科学计划和科学工程，抓系统布局、系统组织、跨界集成，把政府、市场、社会等各方面力量拧成一股绳，形成未来的整体优势。要推动有效市场和有为政府更好结合，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，通过市场需求引导创新资源有效配置，形成推进科技创新的强大合力。

要重点抓好完善评价制度等基础改革，坚持质量、绩效、贡献为核心的评价导向，全面准确反映成果创新水平、转化应用绩效和对经济社会贡献的实际贡献。在项目评价上，要建立健全符合科研活动规律的评价制度，完善自由探索型和任务导向型科技项目分类评价制度，建立非共识科技项目的评价机制。在人才评价上，要“破四

唯”和“立新标”并举，加快建立以创新价值、能力、贡献为导向的科技人才评价体系。要支持科研事业单位探索试行更灵活的薪酬制度，稳定并强化从事基础性、前沿性、公益性研究的科研人员队伍，为其安心科研提供保障。

科技管理改革不能只做“加法”，要善于做“减法”。要拿出更大的勇气推动科技管理职能转变，按照抓战略、抓改革、抓规划、抓服务的定位，转变作风，提升能力，减少分钱、分物、定项目等直接干预，强化规划政策引导，给予科研单位更多自主权，赋予科学家更大技术路线决定权和经费使用权，让科研单位和科研人员从繁琐、不必要的体制机制束缚中解放出来！

创新不问出身，英雄不论出处。要改革重大科技项目立项和组织管理方式，实行“揭榜挂帅”、“赛马”等制度。要研究真问题，形成真榜、实榜。要真研究问题，让那些想干事、能干事、干成事的科技领军人才挂帅出征，推行技术总师负责制、经费包干制、信用承诺制，做到不论资历、不设门槛，让有真才实学的科技人员英雄有用武之地！

第四，构建开放创新生态，参与全球科技治理。科学技术具有世界性、时代性，是人类共同的财富。要统筹发展和安全，以全球视野谋划和推动创新，积极融入全球创新网络，聚焦气候变化、人类健康等问题，加强同各国科研人员的联合研发。要主动设计和牵头发起国际大科学计划和大科学工程，设立面向全球的科学研究基金。

科技是发展的利器，也可能成为风险的源头。要前瞻研判科技发展带来的规则冲突、社会风险、伦理挑战，完善相关法律法规、伦理审查规则及监管框架。要深度参与全球科技治

理，贡献中国智慧，塑造科技向善的文化理念，让科技更好增进人类福祉，让中国科技为推动构建人类命运共同体作出更大贡献！

第五，激发各类人才创新活力，建设全球人才高地。世界科技强国必须能够在全球范围内吸引人才、留住人才、用好人才。我国要实现高水平科技自立自强，归根结底要靠高水平创新人才。

培养创新型人才是国家、民族长远发展的大计。当今世界的竞争说到底人才竞争、教育竞争。要更加重视人才自主培养，更加重视科学精神、创新能力、批判性思维的培养培育。要更加重视青年人才培养，努力造就一批具有世界影响力的顶尖科技人才，稳定支持一批创新团队，培养更多高素质技术技能人才、能工巧匠、大国工匠。我国教育是能够培养出大师来的，我们要有这个自信！要在全社会营造尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造的环境，形成崇尚科学的风尚，让更多的青少年心怀科学梦想、树立创新志向。“栽下梧桐树，引来金凤凰。”要构筑集聚全球优秀人才的科研创新高地，完善高端人才、专业人才来华工作、科研、交流的政策。

科技创新离不开科技人员持久的时间投入。为了保证科研人员的时间，1961年中央就曾提出“保证科技人员每周有5天时间搞科研工作”。保障时间就是保护创新能力！要建立让科研人员把主要精力放在科研上的保障机制，让科技人员把主要精力投入科技创新和研发活动。各类应景性、应酬性活动少一点科技人员参加，不会带来什么损失！决不能让科技人员把大量时间花在一些无谓的迎来送往活动上，花在不必要的评审评价活动上，花

在形式主义、官僚主义的种种活动上！

各位院士，同志们、朋友们！

中国科学院、中国工程院是国家科学技术界和工程科技界的最高学术机构，是国家战略科技力量。要发挥两院作为国家队的学术引领作用、关键核心技术攻关作用、创新人才培养作用，解决重大原创的科学问题，勇闯创新“无人区”，突破制约发展的关键核心技术，发现、培养、集聚一批高素质人才和高水平创新团队。要强化两院的国家高端智库职能，发挥战略科学家作用，积极开展咨询评议，服务国家决策。

中国科协要肩负起党和政府联系科技工作者桥梁和纽带的职责，坚持为科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提高全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务，更广泛地把广大科技工作者团结在党的周围，弘扬科学家精神，涵养优良学风。要坚持面向世界、面向未来，增进对国际科技界的开放、信任、合作，为全面建设社会主义现代化国家、推动构建人类命运共同体作出更大贡献。

院士是我国科学技术方面和工程科技领域的最高荣誉称号。两院院士是国家的财富、人民的骄傲、民族的光荣。党的十八届三中全会以来，我们改革院士制度，取得积极成效。党的十九届五中全会提出深化院士制度改革，让院士称号进一步回归荣誉性、学术性。在院士评选中要打破论资排辈，杜绝非学术性因素的影响，加强社会监督，维护院士称号的纯洁性。

这里，我给院士们提几点希望。

——希望广大院士做胸怀祖国、服务人民的表率。在中华民族伟大复兴的征程上，一代又一代科学家心系

(下转39页)

# 周济：智能制造是第四次工业革命的核心技术

中国工程院院刊

## 导语

2021年5月20日，中国工程院院刊《Engineering》主编、中国工程院院士、国家制造强国建设战略咨询委员会主任周济，在天津召开的第五届世界智能大会上，发表了题为《智能制造是第四次工业革命的核心技术》的主题演讲。本届大会主题为“智能新时代：赋能新发展、智构新格局”，全景展现了目前我国人工智能和智能制造领域的创新成果。本文为周济主编发言实录。



热烈祝贺“第五届世界智能大会”的召开，很荣幸在这里做发言，发言的题目是《智能制造是第四次工业革命的核心技术》。

## 一、智能制造是推进制造强国战略的主要技术路线

进入新时代，国家确定并全力推进制造强国战略，加快建设制造强国，加快发展先进制造业成为我国的国家战略。推进制造强国战略走一条什么样的技术路线，习近平总书记指示，要以智能制造为主攻方向，推动产业技术变革和优化升级，推动制造业产业模式和企业形态根本性转变，以鼎新带动革故，以增量带动存量，促进我国产业迈向全球价值链中高端。

新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成了历史性交汇，智能制造是主要的交汇点，新一代人工智能技术与先进制造技术深度融合所形成的新一代智能制造技术成为了新一轮工业革命的核心技术，成为了第四次的工业革命的核心驱动力。

智能制造是一个大概念，大系统。智能制造是先进制造技术与新一代信息技术的深度融合，贯穿于产品、制造、服务全生命周期的整个环节以及相应系统的优化集成，实现制造的数字化、网络化、智能化，不断的提升企业产品质量、效益和制造的水平。

智能制造系统主要是由智能产品、智能生产和智能服务三大功能系统以及智能制造云和工业互连网络两大支撑系统集成而成的。智能制造是贯穿产品全生命周期的一个大的创新系统，同时智能制造也是一个不断演进的大系统，他包含了智能制造三个基本范式，也就是数字化制造，第一

代智能制造；数字化网络制造或者是互联网+制造是第二代智能制造，第三代智能制造也就是数字化、网络化、智能化制造，我们也称之为新一代智能制造。我国必须充分的发挥后发优势，实行并联式的发展方式，也就是要数字化、网络化、智能化并行推进，融合发展的技术方针。

## 二、智能制造是第四次工业革命的核心技术

我们回顾一下，制造系统的发展历史，制造系统发展的第一个阶段是传统的制造和人物理系统，历史上人类不断的发明创造各种不同的机械，这种由人和机器所组成的制造系统大量的替代人的体力劳动，大大的提高制造的质量和效率，社会生产力得以极大的提高。

这些制造系统是由两部分组成的，人和物理系统也就是机器，两大部分组成，因此称之为物理系统，制造系统它的第一个阶段是传统的，物理

系统是这个系统的主体，而人是这个系统的主宰和主导。

制造系统发展第二个阶段进入了数字化制造的阶段，这时候系统发展成为人、信息、物理系统，数字化制造，我们说是智能制造的第一种基本范式，也可以称之为第一代智能制造。

在这个过程中，与传统的制造系统相比，数字化制造系统本质的变化是在人和物理系统之间增加了一个信息系统，从原来的人、物理二元系统进化成了人、信息、物理三元系统，这有巨大的优越性。

再进一步发展，制造系统发展的第三阶段就是数字化的系统，数字化、网络化制造的第二个基本形式就是互联网+制造，即第二代智能制造，最大的变化在于信息技术，互联网和云平台成为了信息技术的重要组成部分，互联网+制造实质上就解决了连接这样一个重大的问题。

第三个阶段，就是进入了数字化、网络化、智能化制造阶段，进入新世纪以来，互联网、云计算、大数据这些信息技术日新月异、飞速发展，并且极其迅速地转化为现实生产力，形成了群体性的跨越，这些历史性的技术进步集中汇聚在了新一代人工智能的战略性突破，新一代人工智能已经成为新一轮科技革命的核心技术，充分认识到新一代人工智能技术的发展，将深刻地改变人类社会生活、改变世界，我们国家制定了新一代人工智能的发展规划。

新一代人工智能技术与先进制造技术的深度融合，就形成了新一代的智能制造技术。它是智能制造的第三

种基本范式，本质是人工智能+互联网+数字化制造，它的最大变化是在我们系统当中增加了认知和学习的部分，因此我们的制造系统具备了认知和学习的能力，因此形成了真正意义上的的人工智能。

最大的变化是在人和信息系统的关系上发生了根本性变化，用中国人的成语来说，就是从“授之以鱼”变成了“授之以渔”，发生了根本性的变化。



纵观历史，每一次工业革命都是共性赋能技术和制造技术的深度融合，都有一种革命性的、共性的赋能技术，它能够赋能制造技术，和制造技术深度融合形成了新的工业技术，成为这次工业革命的核心技术。

前面三次工业革命的核心技术，分别是蒸汽机、电机和数字化技术。第四次工业革命的共性赋能技术就是数字化、网络化、自动化技术。数字化、网络化、自动化技术和制造技术的深度融合，又形成了智能制造技术可以推动各行各业、各种各类制造技术的创新升级，引领和推动制造技术革命向纵深发展。

可以看到，第一次工业革命和第二次工业革命，分别是以蒸汽机和电力的发展和应用作为根本动力，极大地提升了生产力，人类社会进入了现代工业社会。

而第三次工业革命是以数字化技术的创新和应用为标志，推动了工业

革命的先进发展，新一代智能制造技术的突破和广泛应用，将推动形成这次工业革命新的高潮，引领真正意义上的工业4.0，实现第四次工业革命。

### 三、抓住机遇，乘势而上，实现中国制造业的跨越发展

习近平总书记指出，现在我们迎来了世界新一轮科技革命和产业变革，与我国转变发展方式历史性交汇期，我们既面临着千载难逢的历史机遇，又面临着差距拉大的严峻挑战，我们要充分认识到新的历史交汇期可能同频共振，有的历史交汇期也可能是擦肩而过，所以新一轮工业革命对中国来说是极大的挑战，同时也是极大的机遇。

今后15年，正是智能制造这个新一轮工业革命的核心技术发展的关键时期，中国制造业必须要抓住这一千载难逢的历史机遇，集中优势力量打一场战略决战，实现战略性的历史跨越，推动中国制造业由大变强，进入世界产业链的中高端，实现中国制造业跨越发展，谢谢大家！

文章转载自《智能制造IMS》

周济，机械工程专家，中国工程院院士。长期致力于机械设计、数控技术与智能制造的教学和研究工作，研究并组织实施了发展与推广应用数控、CAD和智能制造的技术路线；提出并实践了单调性分析优化、数控加工直接插补等算法理论；主持研制了华中I型数控系统以及优化设计、机械CAD等系列软件产品，广泛应用于机械、航空、航天、能源等行业，创造了显著的社会效益和经济效益。