

读《中国制造 2025》与“德国工业 4.0”后的思考

中机质协特别高级专家顾问 沈烈初

经建国六十多年，特别是改革开放三十多年来飞跃式的发展，中国制造业的总量已居世界第一位，但大而不对的格局尚无根本性改变。纵观世界各工业发达国家，制造业在国民经济中都占有重要地位。近年随着科技进步的迅猛发展，新的技术层出不穷地出现。各国在迎接新一轮技术革命中，仍把制造业作为主攻方向，如美国在 2012 年推出“美国先进制造业国家战略计划”，2013 年又推出“美国制造业创新网络计划”；2013 年德国颁布“德国工业 4.0”战略实施建议，同年法国颁布“新工业法国”战略；2014 年日本提出“日本制造业白皮书”；2015 年英国提出“英国制造业 2050”等。

我国在 2015 年 5 月 8 日，国务院印发《中国制造 2025》通知；不久之前国务院又公布了《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》，加上近十年来推进了包括 01、02、03、04 专项在内的十余项“国家重大科技专项”规划，构成了我国振兴制造业的战略与战术部署。

再分析改革开放以来，制造业虽有了巨大进步，但各行业间发展极不平衡，如高铁制造业只有十余年的发展史，电工行业已有较长发展史，但高铁与发电、输变电成套设备已在世界上具有重要影响力，两者都采用“以我为主”，引进技术合作生产，消化吸收再创新的模式取得成功。航空航天、海陆军事装备，随着与信息技术的融合，以自力更生为主，吸收国外先进技术经验，取得了骄人的成绩。一些家电行业不仅量上，而且在质与性能上都有较强竞争力。但也要看到，随着经济全球化，国内外市场竞争激烈，优胜劣汰加速进行，以至我国有一些行业被淘汰出局，如照相机、办公设备行业基本全军覆没，分析仪器、大型科学仪器等似乎有些溃不成军，高端医疗装备特别是检查用的影像设备，大多由国外少数企业垄断。随着新兴行业的出现，其装备主要靠工业发达国家进口，如制造大规模及超大规模集成电路芯片用的成套设备、原辅材料甚至清洗剂、超纯气体等；生产光伏电池用的核心设备及原辅材料都是依赖进口；还有不少关键零部件、元器件及各种专用材料，很多产品在我们国家是空白，或达不到这些高新产业的要求。至于乘用车的生产态势，大家一目了然，我国是汽车生产大国，又是消费最大的市场，虽然它是国民经济最大的支柱产业之一，但因采取合资方式，其核心技术与市场都控制在跨国公司手中，不管是什么原因造成的，“中国制造 2025”必须面对它。就技术论技术，就产业论产业，是解决不了“中国制造业病根”的。

“中国制造 2025”、“互联网+”、“物联网”、“智能制造”，各种政策、纲要、规划、计划、专项如何衔接好，这是一个庞大的系统工程。处理不好，就会变成“九龙治水”式的振兴中国制造业，有可能误导企业，重复投资。上面行政部门各自为战，下面则形成企业投机心理，“一仆几主”的局面。

为此首先要弄清如何“以我为主”，“师洋而不崇洋”，从实际国情出发，从本企业实际情况出发，把“中国制造 2025”的核心之一“智能制造”搞好。

在阅读与学习这些文件中，全景式地回顾了笔者曾经参与的制造业发展过程中的一些局部工作。在机械制造业的发展历史中，笔者从过去是参与者，现在是旁观者、关心者的立场出发，提出一些不成熟的观点与疑虑，请教于专家、学者与政府官员。

一、历史的回顾

机械工业应用计算机控制始于上世纪五十年代末，当时北京机床研究所已成立数控机床及系统的研究室。主要人员来自从苏联留学的海归学者，清华大学等一批高校也起步研究数控机床及系统，因此可以说在数控方面我国起步较早，距离上世纪1947年发明半导体，首先用于军事工业，不久就发明计算机，1952年美国就出现电子计算机控制的机床，即数控机床，之间仅不到十年。但因缺乏计算机技术的硬件与软件，当时又处在被封锁状况，进口集成电路模块及其它元器件十分困难，因此无法突破关键技术并产业化。上世纪七十年代，当时第一机械工业部决定引进三个透平制造成套项目，沈阳鼓风机厂引进意大利新庇隆公司的透平鼓风机、透平压缩机成套技术。杭州汽轮机厂从西门子引进了3系列工业汽轮机，南京汽轮机厂则采用测绘仿制办法试制2.5万KW的燃气轮机。在引进中，特别购买了CAD的设计技术和软件与相应的计算机硬件，并进口了一大批在当时也属于高档的数控机床，开始采用CAM的技术。笔者在与西门子谈判中，要到了3系列工业汽轮机设计的源程序，以便该厂能自行扩展与改进。不久一机部就成立计算机中心，购置了相应的电子计算机及外存设备。上世纪七十年代末，时任一机部的陶亨成总工程师介绍，西德阿亨大学二位教授到沈阳第一机床厂进行计算机管理的试点工作，当时选择了两个车间，一个是大批量生产的C6140普车（即苏联提供156项成套技术中的1A62车床）车间，另一个是生产C630、C650等批量生产普车的车间，这都是属离散式计算机管理模式，并成立了相应的组织机构。因当时科学化管理尚差，生产过程中的各种工票很难统一，没法采集有用的数据，因而建立数据库就很困难。进行了一段时间就停止了，这也是一次计算机管理的尝试吧。1980年前后，国家决定引进技术与成套设备，新建千万吨级的宝钢。其成套装备由机械部组织力量，采用引进技术、合作生产的方式，即技贸结合模式来带动提高重型冶金设备行业的制造水平。如其中2050热轧板材轧制成套设备，用三级计算机控制。四个粗轧机架，二个精轧机架，与冶金部领导协商后，有一个精轧机架液压压下伺服机构，采用合作生产方式，以逐渐掌握其核心技术，为此机械工业部从全国调集了一批技术骨干，成立一个以机械装备，另一个以计算机控制系统的双总设计师的攻关队伍，进行国产化攻关。这是一条典型的三级计算机控制的机、电、仪一体化的，当时属于最先进的热轧线，其它如精轧、连铸连轧线等都按技贸结合办法进行。从而宝钢项目带动了装备采用计算机控制的国产化。从技术上讲已带有数字化、智能化一些技术特点的成套冶金设备，使重型行业采用信息技术的水平大大前进了一步。紧接着机械部从西屋公司、CE公司引进30万、60万KW发电成套设备，锅炉采用了DCS控制系统，也按照技贸结合方式实行国产化，这样CAD、CAM、CAE等技术在这几个行业逐渐普及推广。从而大大提高电工、重型行业的两化融合水平。

通过上世纪八十年代初机械工业部引进约800项先进技术，同时也引进了CAD设计技术，根据合同，派了大批人员到国外相应工厂进行学习培训，大大

扩大了企业领导及技术人员的眼界，了解 CAD、CAM 等在国外进行推广的经验，不久就提出“甩掉图板与丁字尺”的口号，CAD 等在上世纪九十年代开始，就逐渐向中小企业推广与普及。

为了配合 CAD 等辅助设计及计算机辅助管理，软件开发是不可或缺的技术，硬件与软件必须互相匹配，为此在上世纪 1980 年前后在北京机械工业自动化研究所就成立了计算机软件开发研究室，在一些行业排头兵大企业，也聚集与培养了一批软件开发人员，大大加快计算机在企业应用的速度。

另外，中外合资与合作企业逐渐兴起，特别是合资的汽车厂建立，CAD 及 CAM、CAPP、CAE、CAT 等向高档水平发展。并且不少企业逐渐采用 ERP、MES 等软件系统进行计算机辅助管理。大量的国外先进设计及管理软件进入中国，提高企业应用电子信息技术水平。一批专业的软件开发公司及两化融合咨询公司纷纷成立。这为本世纪开始全面推进两化融合奠定了良好基础，也为“中国制造 2025”的实施，从人员与物质上创造不少有利条件。

二、“中国制造 2025”与“德国工业 4.0”

5 月 13 日“2015 智能制造国际会议”在京举行，主题确定为“中国制造 2025 与德国工业 4.0”。工信部苗圩部长作了主旨演讲，精辟地阐明了两者从战略到技术方面异同之处。笔者很受启发，完全同意。在学习研究二者文件中进行思考，尚有不少不解之处，欲请教专家学者。

1. 从战略目标上讲，德国已是制造业强国，很多领域已占领制造业的制高点，“引领技术，引领市场”，在新一轮的技术革命中，与美、日及西欧工业发达国家进行竞争，企图继续保持制造业的领先地位。如美国未来学家里夫金提出：以新能源、新材料及互联网为标志的第三次工业革命，加上二年前美国加州奇点大学的瓦特瓦教授提出：人工智能、机器人、数字化三者结合将引起制造业革命。这是发达国家在已完成了工业革命及城镇化的背景下提出的。而我国尚处在工业化的中后期，城镇化还正在进行中，工业及制造业大而不强，产品大都处在产业链的中下端。劳动技术与技术劳动密集型产业及产品有比较优势，而劳动、资源、能源、污染密集型产业已逐渐丧失优势，因为各方所付出的成本太高。高技术与资金密集型的产业与产品的竞争力与制造业发达国家尚有不少差距。所谓在国内建立的合资或独资的外资高新技术企业，仅仅是把制造高新技术产品过程中的劳动、能源、污染工序转移到中国来生产，其核心技术与配套的关键零部件还是从所在国进口，利润也随之外流。因此“中国制造 2025”只是三步走（三个十年计划）的第一步，目标是缩短与发达国家的差距，使部分行业的排头兵企业进入强国之列。

2. 从制造业的基础来讲，专业化社会化大生产方式比较薄弱。企业家的思维中还没有完全摆脱“大而全”、“小而全”的发展模式。特别“三基”（基础零部件与元器件、基础工艺、基础材料）或四基（“三基”加基础技术）不强，很多还受制于工业强国之手。德国制造业的特点是一个金字塔形的企业组织结构，有强大的塔基，就是按细分市场进行专业化、社会化生产，具有创新能力极强的中小企业，生产“三基”或“总成”，其中不少虽是家族式股份制企业，

经过长期的优胜劣汰的考验，留下来的企业都有其特点，具有强大的生命力，有的家族式股份制企业已传承了若干代，积累了丰富的技术与管理经验，具有自己独特的工艺诀窍（Know How）。据德国资料报导，它拥有一千二百家这样的“隐形冠军”，其生产的零部件产品有的在世界上处在垄断地位。加上欧共同体有众多像这样的中小型企业，使德国主机及成套设备的生产过程中与其配套的产业链中上下游企业，可进行协同创新，已有很长的历史传统，因此产品研发周期短，产业化快，一次又一次地很快占领制高点。我国只有长三角、珠三角地区的劳动或劳动技术密集型产品的制造采用社会化专业化的生产模式比较发达，商品意识强，转型升级可能更快一些。因此“德国工业 4.0”中提出的“端”到“端”，靠互联网快速传递各种信息，方便纵向到横向集成，进行定制化生产，满足个性化需求，比较容易实现。最近资料报导，德国有一家 Horn 刀具公司，在中国已建立生产销售企业，为用户提供专用复杂刀具，据称与用户从咨询、协商到签订合同，生产到交货、试用一般仅需两个星期，有的几天就可以了，大大提高了机加工特别是数控机床的加工效率，在中国的工厂不到 100 人。

3. 从信息化与工业化深度融合来讲，德国比我国早、广、深。从第一章“历史回顾”中的案例来看，我国与德国差距还是比较大。笔者在上世纪七、八十年代到美、日、德、英、法等发达国家考察，已出现无纸化车间及工厂，日本 Fanuc 的主板生产已是无人化，从 24 小时、48 小时、72 小时最长可达一个星期无人化操作，当然还需要人管理，根据产品输入程序，更换工序，更换工装，更换加工工具，亦即物流、信息流都要更换，设备也需实行强制性维修。

随着大规模和超大规模集成电路技术（LSI/VLSI）的出现与进步，芯片的集成度越来越高，线宽越来越小，性价比按所谓摩尔定律发展，加上专用电路多样性，电力电子进入第三代，两化融合越来越向高端发展。

4. 从人员素质来讲，包括领导、员工等素质看，我国与德国差距更大。这是“软件”，是用钱买不来的。德国的管理经验、技术传承、各种生产中的 Know How 都藏于技术人员、管理人员、生产人员的头脑中，特别是掌握诀窍，具有很多绝技的操作人员、技师、工匠，大大高于并多于我国目前的一线工人。过去“八级工”是受人尊敬的，是“宝贝”，因为机械工业与一般行业不一样，不管什么装备都是由工人双手生产调试而成的，这就是“软件”，没有十年、二十年不可能培养出一个身怀绝技的工匠。工业 4.0 与中国制造 2025 是人制定的，也必须由人来实行的，没有合格的人，没有勤劳、勇敢、智慧的人，完成不了这一历史任务。

5. 从制定方法上讲也有不同。“德国工业 4.0”是由西门子、博世等跨国大企业集团，集合一些智囊团、专家、教授研究、讨论和提出的，得到德国政府首肯，即是“自下而上”，因而它比较符合实际情况，当然“工业 4.0”制定与实施首先考虑企业的自身利益与在世界制造业竞争格局中的地位。而“中国制造 2025”是中国工程院组织数以百计的专家教授经过两年艰苦努力后提出的，并得到国家首肯，同时根据实际情况进行调整后，作为国家的发展战略，这似乎是“自上而下”，现在多省市纷纷制订本地区的制造业发展实施规划。从过去的经验教训来看，切忌同质化、重复生产、重复投资，最后造成社会资源的极大浪费。太阳能及风能发展的教训要汲取。现在工业机器人又要步它们的后尘，

全国遍地开花，所以切忌用群众性运动方式，无序发展 来实施“中国制造 2025”，在这方面政府要进行协调，有所作为，目前情况看似乎不容乐观。

三、智能制造概念初探

笔者在上世纪 1985 年登载在《科学学研究》第三卷第四期上一篇文章“新技术革命与机械工业发展战略”中，提出“机电仪一体化是机械工业迎接新技术革命的战略重点”。现将这一节的文章内容转抄如下：

“新技术革命内容很多，还将不断出现新的前沿科学。但目前可预见的，对机械工业产生巨大影响的是微电子及计算机技术的应用，这是现代机械装备的重要标志。微电子及计算机技术在机械工业的应用有两大方面：一方面用于机械工业自身技术进步与技术改造，包括从设计、制造、测试、检验等生产全过程，也包括采用计算机进行信息处理、生产、物资、财务等企业现代化管理。当前，一些经济发达国家为发展生产力提供了最有效的机械装备。把机械技术、电子技术和仪器仪表技术从系统工程出发，对它们进行有机的组织和综合，实现机械装备的整体最佳化。也就是机、电、仪一体化，并不是机械、电子、仪器仪表（传感器）技术的简单叠加，而是在信息论、控制论和系统论基础上建立起来的应用技术，为发展社会生产力提供各种高效率、高精度的、自动化的、高经济效益的新型机械装备”。 “又如汽车自动化、发电机组自动化、轧钢设备自动化等等，都离不开机、电、仪一体化的广泛应用。这种新一代的机械产品，将使社会建立在一个新的技术基础上，推动人类历史进程”。 “仪器仪表（传感器）是一个技术密集、知识密集、产品更新期短，质量要求高的行业。它既是信息社会的重要支柱，也是现代机械装备 不可缺少的组成部分。在机、电、仪一体化产品中，如果说机械部分是‘骨骼系统’和‘肌肉系统’，电子计算机技术是‘大脑’，那么仪器仪表（传感器）则是‘感觉器官’。新技术革命是以信息技术为中心的。信息技术包括三大部分，一是测量控制技术，二是通讯技术，三是计算机技术。仪器仪表（传感器）是获取信息 并实现局部控制功能的技术工具，因此仪器仪表（传感器）不但在机、电、仪一体化中是不可缺少的组成部分，也是各种信息技术、包括军事情报、经营管理、科技 信息、商业信息、气象信息、资源信息等等不可缺少的工具”。

三十年过去了的今天，重读过去笔者的预测，还具有现实意义。这三十年中信息技术发展极为迅猛，当年大规模集成电路 LSI 芯片的线宽为 0.2 微米，三十年以后的今天超大规模集成电路 VLSI 线宽仅为 32 纳米，实验室芯片线宽仅为个位数纳米，集成度及运算速度有很大提高，价格大大下降，可靠性也大大提高。但是笔者没有预见到网络技术，特别是互联网的迅猛发展与广泛使用，因为那时看到的企业内都是专网，卫星通讯技术还刚开始发展。

因此今天提出的“智能制造”又增加了新的特点。对机械工业来说，为各行各业提供的装备必须是数字化、网络化、智能化的、节能减排的，这样用户才能进行智能制造及绿色制造。作为装备工业制造智能化、绿色化，必须要求其工作母机，即机床工具产品，铸、锻、焊装备产品及在线测量仪器必须是数字化、网络化、智能化及节能减排的。

作为“智能制造”目前尚没有确切定义，笔者在工信部装备司张荣翰处长及机械工业仪器仪表综合技术经济研究所欧阳劲松所长提供的资料基础上，根据机械工业实际情况，增加若干见解（见黑体字）作抛砖引玉探讨之用。

智能制造是一个不断向深度与广度发展的过程，是基于新一代数字与网络信息技术，贯穿用户、设计、工艺、生产、检测、管理、服务，及上下游企业等制造活动各个环节，具有信息深度自感知、智慧优化自决策（多参数人工智能）、精准控制自执行等功能的可控并可远程控制的具有反馈功能的先进制造过程、系统与模式的总称。要不断优化与精准化制造流程、建立数据库，从而可具有以智能生产单元、生产线、生产车间、工厂为载体，以关键制造环节智能化为核心、以端到端数据流为基础、以网络互连为支撑等特征，具有虚拟制造与实体制造相结合，以优化实体制造的虚拟实体系统（Cyber-Physical System, 简称 CPS），可有效缩短产品研制周期、最佳生产排序计划、最佳多种库存量、降低运营成本、提高生产效率、缩短交货时间、提高产品质量并可追溯、降低资源能源消耗，加速资金流、物流、信息流流转。进一步发展电商、线上线下销售服务，逐步向用户定制化发展，满足用户个性化需求，增加附加价值。

注：智能制造一般分为流程式与离散式两种，笔者认为还需加一种模式，即半离散半流程式，如汽车工业四大工艺自动线（冲压、焊接、涂装、总装及检测），冶金自动化中炼铁、炼钢、连铸连轧、冷轧、涂装等，自动线中间必须设立合理的“缓冲库存”，不因为个别设备发生故障而停产影响整个车间或工厂的效率。

四、几个需商榷的问题

1. 关于 Cyber Physical System (CPS) 中文翻译问题

很多文件及文章中都采用“信息物理系统”。为了适合中国读者的习惯与情况，是意译还是直译好？这是德国“工业 4.0”核心内容之一。笔者倾向采用“虚拟实体系统”的译法。因为用英文字结构讲，Cyber 是从希腊文演变而来，古希腊语中当“舵手”等讲，到现代发展为有“控制”的意思，钱学森先生在美国撰写的“控制论”，原文为 Cybernetics。Cyber 有时与英文 Virtual 有相似意义，即虚拟的，如 Cyber Space 作“虚拟空间”讲。由于近期互联网（Internet）迅速发展，Cyber 也可译作“网络”。这需要专家来进行考证。如何译成中文，涉及到对“工业 4.0”的正确理解。

2. 关于“人工智能”问题

德文的“Steuerung”意思是“控制”，“Regelung”意思为“自动调节”，“控制”是开环系统，“自动调节”是闭环系统，有“反馈”。“智能化”出现前，自动调节器（Regeler）采用 P、D 或 PID 调节器，往往是单参数或少量双参数调节，如电压反馈、电流反馈或电压电流双反馈等等。计算机出现后及其迅速发展，CPU 中央处理器在内存、外存的存储容量不断扩大，运算速度快速提高，加上软件及数据库的迅速发展，建模很方便，导致多参数运算最佳化极容易，加上频率响应速度极快，因而可以替代人脑的部分功能。笔者认为这就是原始“人工智能”应用的开始。现在计算机全部采用数字化运算，上世纪五十年

代，还只有模拟计算机，现在“人工智能”进一步发展为生物特征识别、语音处理等，也包括CT（Computer Tomography）计算机断层扫描及图像处理，从二维达到三维，可以与已有图谱（或标准图谱）对比，可以定性、定量地找出正确结论。如DNA是寻找直系亲属的依据。

3. 关于德国工业4.0的问题

按德国“工业4.0”的分类，笔者的认识是：1.0时代即机械化；2.0时代，企业采用生产线或达到半自动化水平或单机自动化；3.0时代，即高度自动化，少人化及部分网络化；4.0时代，德国“工业4.0”已有描述。这种分类是否正确，还需要实践检验。工业4.0的内涵还在不断完善充实，德国国内也有一些争议，德国《世界报》网站2014年12月9日文章中透露，对1057家企业调查：64.3%表示不知道；35.7%的人知道。最先提出工业4.0概念的亨林·卡格曼说“这个概念是简单的，但是它的方案是极其复杂。不是所有人知晓它所能产生的全部影响”。就德国而言，工业4.0也有不同解释版本，中国更是如此，这是正常的学术讨论。根据我国实际情况，制造行业各企业发展极不平衡，东、中、西地区的制造业水平发展更不相同。从机械工业来讲，其企业大都处在工业1.0与工业2.0的阶段，少数行业的排头兵企业正在进入工业3.0时代。这些企业尽管采用计算机信息化技术已有二三十年的历史，因为不完全是“物”的差距，主要是人的素质、观念、技术水平、敬业精神等与德国差距更大一些。我完全同意苗圩部长于2015年1月26日给笔者的来信说：“推进两化深度融合，是我部立部之本。近年来我们做了大量探索，初步建立了覆盖全国的两化融合政策和服务体系。今年经过国际对比，充分调研和反复论证，我们进一步明确智能制造是推进两化融合的核心目标和主攻方向，也是与德国工业4.0异曲同工之妙的所在”。苗圩部长在5月13日发言中：中国制造尚处于工业2.0和3.0并行发展阶段，必须走工业2.0补课、工业3.0普及、工业4.0示范的并联式发展道路。笔者完全同意苗圩部长的论述，但从一个单个企业来讲从工业1.0到工业2.0，再到工业3.0发展到工业4.0，必须串联式发展，但是可以大大缩短代际之间时间。因为机械制造行业是一个实践性行业，需要经验、资料、技术、管理及各种数据长期积累与传承，特别是人掌握的技术管理经验或生产中的突发事件尚无法完全用虚拟的信息化技术来替代，它只能优化。如《大国工匠》之说，在媒体上频频出现，这可能起误导作用。如美丽的瑞士，只有800万人口，在这世界花园小国中，精密机械制造业特别发达，其精密机械、精密仪表、钟表、甚至数十人的传感器企业都领先于世界，其重要原因之一就是拥有一大批掌握绝技的技师、工匠和专家。这就是“工匠精神”，这与国之大小无关。最精密的机械设备最后还是靠高超技艺的人来完成的，它的产品就像艺术品一样。至少目前来说“人工智能”是完全代替不了它的。人是掌握了高度智慧化、智能化技术的，目前任何CPU代替不了人脑，但可部分代替，虽然有计算机在国际象棋比赛对弈中打败了著名的选手案例。再如瑞典，人口不到1000万，出了像SKF轴承、山特维奇的硬质合金刀具、阿特拉斯的挖掘机械、Volvo的汽车、工程机械、军事装备等世界有名的跨国公司，很多产品处在垄断地位，还有一批世界“隐形冠军”的中小企业。如最精密的轴承、钟表，最后靠熟练技工研磨选配而成，不然最高等级的精密机械从何而来呢？所谓“以小干大”、“以粗干精”靠的是人的绝技。当然普通情况下工作机械精度性能越高，制造出的产品质量越好。将来实现所谓

“无人化工厂”、“少人化工厂”，人还是起决定作用的，即要求人掌握更高技术、更丰富知识、具有更高的智慧。

4. “互联网+”与“+互联网”对智能制造的影响

智能制造本来就包含着网络技术的内涵，一个企业内信息的传递靠“专网”或“局网”，与外界联系用互联网。由于窃密问题严重，信息安全提到国家安全、经济安全的层面来考虑，因此“专网”与“互联网”之间要建立防止信息泄露的“物理防火墙”，各种重要的软件运行都要加密，而且设计不同的密级。不同级别的人员可接触到不同密级的内容。因此一些较大的重要的企业一定要有自己软件开发人员，一来开发适合自己企业情况的软件，特别是应用软件；二来为了信息安全及加密。最近国务院颁布了《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》国发【2015】40号文件，文件中十一大重点领域中就有（二）“互联网+”协同制造、（十一）“互联网+”人工智能，这将大大促进智能制造及智能化装备更快速发展，包括远程监控。这里各主管部门有一个协调同步发展的问题。要形成合力而不是分力，否则将重蹈过去重复投资的覆辙，事倍功半，这是笔者担忧之处。

最近媒体又出现“+互联网”，使笔者又有一些疑虑，“互联网+”与“+互联网”有什么异同之处，要请专家多多指教，是不是主从关系？

5. “互联网+”、“智能制造”、德国“工业4.0”与传感器技术发展的关系

不管是互联网还是专网都是网络，它就像信息高速公路，没有信息的互联网与没有汽车的高速公路是一样的。网络就是一种载体与工具而已。互联网的出现与发展，使人与人、物与物、人与物、物与人之间的交流缩短了时空间距离，这就会影响一个国家的经济、技术、社会生活，甚至政治与军事业态的变化。信息的互联互通，首先靠的是传感器，即把物理量、化学量、生物量等通过传感器变为数字化的信息，这样才能通过信息高速公路——互联网，实现人与人、物与物、人与物、物与人之间的互联互通而交流信息，从而使虚拟空间与实体空间相互紧密结合。传感器之重要性就不言而喻了，但是到现在为止还没有被政府及业界人士重视，使传感器大大受制于人，特别受制于发达国家，往往引起很多政治与商业麻烦。为此笔者于2012年3月13日、2012年10月20日、2013年2月20日三次给时任中央领导写过信，得到中央领导同志的重视与批示，而且工信部、科技部等主管部门主要领导亲自部署，这几年取得不少成果。但对目前把两化融合、智能制造、“中国制造2025”等作为振兴制造业的国策来说，应该说传感器的发展极不理想。不知问题出在什么地方。而过去政府颁布的“物联网”、“智能制造”，现在颁布的“互联网+”也都把传感器作为核心技术来攻关，目前形成“九龙治水”的管理模式，解决不了小小的极为重要的传感器的发展，笔者不得其解。虚拟制造与实体制造，或信息与物理系统的桥梁就是传感器，没有传感器就没有智能制造，没有装备的数字化、网络化、智能化，就没有物联网，也就发挥不了互联网的作用，不知这种思考是否正确？

6. 制造业面临下行压力加大，企业如何进行智能制造技术改造与发展

目前制造业，特别是机械工业各行业与企业面临强大的下行压力，很多排头兵企业订单不足，生产能力放空。企业领导忙着解困或解决“吃饭”问题。笔者认为这是国内外经济形势造成的，这种局面很难在短期内有根本改变。因此企业领导要根据自身实际情况，善于把“吃饭”与“发展”即实现智能制造技术的应用结合起来，变“危”为“机”，使后者成为解困的助力而不是阻力。这是一次对企业领导班子，特别是一把手的智慧与决策能力的考验。既要利用良好贴心服务与质量开拓国内外的细分市场，但也要提防国内外市场带来的各种风险，特别是防止资金链的断裂。

由于笔者已是耄耋之年，对新技术的掌握跟不上时代进步，以上观点肯定有很多不正确之处，请专家、教授不客气地指正。笔者写本文的目的就是起“抛砖引玉”之作用，供大家讨论。越讨论就越能符合实际，越讨论就越能理解，理解越深就能更自觉地实施“中国制造 2025”与“智能制造”的历史任务。

作者简介：

沈烈初，江苏常州人。1953 年加入中国共产党。1955 年毕业于清华大学机械系。1960 年获民主德国德累斯顿高等工业学校工学博士学位。回国后，历任第一机械工业部机床研究所研究室副主任，沈阳第三机床厂副总工程师、副厂长，第一机械工业部机床部机床局副局长、科技司副司长，机械工业部副部长。