

制造业——现代化的基石

宋健

(中国工程院, 北京 100038)

[摘要] 在人类历史长河中,特别是工业革命以来的近300年中,制造业的出现和工业化对人类文明进步具有决定性的意义。文章对制造业历史地位、现在的形势和未来发展趋势,做了科学分析。阐述了制造业,特别是装备制造业是工业化的中心,技术进步的主要舞台,国民经济持续发展的基础,是增强国际竞争力的关键因素和国防安全的保障。与发达国家相比,中国的工业化还有很大差距。在现存的不平等、不合理的世界秩序中,没有自己强大的制造业,要实现工业化和现代化是不可能的。实现工业、农业、服务业的机械化、自动化、信息化和智能化,是21世纪我国制造业肩负的重大使命和艰巨任务,必须采取一切可能的措施,在对外开放的环境中,建立起先进、强大的中国制造业。

[关键词] 制造业;工业化;现代化;中国

[中图分类号] N09; T-1 **[文献标识码]** C **[文章编号]** 1009-1742(2002)10-0001-10

15—16世纪由达·芬奇(Leonardo da Vinci, 1452—1519年)、拉斐尔(Raffaello Sanzio, 1483—1520年)和米开朗其罗(Michelangelo Buonarroti, 1475—1564年)等意大利艺术家和科学家们,发起的文艺复兴,激起了人们对大自然的向往,点燃了16—17世纪欧洲的启蒙思潮,发起了人类历史上一场伟大的思想解放运动,打破了宗教神权的枷锁,开辟了人类理性思维的人文时代。先进知识界达成了共识,只有用观察、实验、比较、归纳、推理等理性的科学方法才能认识世界、改造世界,改善人类的生存条件,才能得到知识、自由和幸福。复兴人文主义(Humanism),探求一切知识,发展人的才能,知识就是力量(培根, Francis Bacon, 1561—1626年)等^[1],成为科学唯物论的战斗号角。此后300年,科技突破势如破竹,巨人辈出。哥白尼的天体运行论(1543年)、牛顿力学(1687年)、达尔文的进化论(1859年)麦克斯韦的电动力学(1865年)等开启了人类的

科学时代,为19世纪和20世纪科学技术的突飞猛进奠定了坚实基础。从哥白尼到牛顿力学的建立,经历了140年。从1733年法国杜菲(Charles Francois de Cisternay Dufay, 1689—1739年)发现电到麦克斯韦建立电动力学,经过了120年。1900年普朗克(Max Planck, 1858—1947年)提出量子论,到1926年薛定谔(Erwin Schrödinger, 1887—1961年)建立量子波动方程和1929年海森堡(Werner Karl Heisenberg, 1901—1976年)建立量子电动力学,只经历了30年。20世纪以后,科学创造、技术发明日新月异。20世纪下半叶微电子技术和信息产业的出现和迅速普及,使人类的生产活动、科学研究、技术开发和社会生活开始进入信息化和智能自动化时代,极大地减轻了体力劳动,延伸和增强了脑力功能,提高了社会劳动生产率。这一切都使人心旷神怡,浮想联翩。

人类有理由为过去400多年的科技成就和文明进步自豪。文学家们用最高级形容词和最美的语言

去颂扬成就。自由作家们激扬文字，放歌而贺。未来学家以其非凡的想象力，畅想着瑰丽的未来。科幻作家创作了引人入胜的神奇故事。科学技术界也有人把酒临风，逐流舞墨，为自由作家们的畅想提供证据。文学艺术的浪漫夸饰，生动活泼地介绍科技成就，提高了人们的科技意识，功不可没。导致欧洲知识界思想大解放的启蒙之火就是文艺复兴时代的艺术家们点燃的。科学和艺术都是理性的宁馨儿，气质相通，矢志相同，从同源出发，各选隘路攀向高峰。

然而，科学和艺术是有区别的。萌念和畅想能启发创新精神和创造力，但把艺术中的“超现实主义”和“浪漫主义”用到制定科学技术政策则要分外小心。科技工作者应该严格区分哪些是浪漫畅想和未经证实的假说，哪些是实际已经或可能达到的高度，从而制定合乎实际的政策和计划，倡导经过努力有可能实现的奋斗目标和方向。这就是坚持科学精神。

20世纪80年代以来，最引人瞩目的浪漫是关于未来人类物质生产的遐想。有人讲知识对经济的重要性时，断言“所有创造财富的资源中，知识可以取代其他资源”。“知识是取代自然资源的替代品”，“取之不尽、用之不竭的知识是终极的替代品”，“目前有两种经济，一是朝阳经济，另一种是夕阳经济”；“多数传统产业已成夕阳，矿业、铁路、钢铁已被新技术革命所淘汰”。“现代经济的主要职能是知识和信息的生产和分配，而不再是物质的生产和分配”。“包括生产、消费和生活的各种经济活动过程都具有虚拟性，都不需要在现场进行，而是通过数字化的网络来完成”，于是“工业经济衰落”了^[1-4]。更有人畅想说，今后的生产对象主要是“比特”，而不是原子，将出现无物质生产的社会。如果生产、消费和生活都可以虚幻化，那么人类社会可以逐渐脱离人间烟火而升华至丹书符箓了。

这些默换主题的浪漫、豪放，对发达国家也未必准确，应用到中国则更应该慎重。特别是对工业制造业的历史地位、现在的形势和未来发展趋势应该有符合实际的、科学的分析，从而正确把握自己工业化、现代化的建设方向，不至于随人短长，陷入迷津。这是笔者不厌其烦辗转沉思的主题。

1 制造业创造了人类

追察现代人的宗谱出身，都是从猿进化而来，科学界已没有争议^[5-13]。按林耐（Linnaeus Carolus, 1707—1778年）建立的生物分类规则，现代人被列入动物界（*animalia*，含32个门），脊椎动物门（*vertebrata*，与鱼类、两栖类、爬虫、鸟类同门），哺乳纲（*mamalia*，与牛、马、鲸、海豚同纲），灵长目（*primates*，与192种猴、猿同目），人科（*hominoidae*，含南方古猿 *australopithecus*），人属（*homo*，含能人，*H. Habilis*；巨人，*H. Ergaster*；直立人，*H. Erectus*）的现代智人种（*homo sapiens*）。灵长目的特征是有五指，拇指与其他四指相对，有锁骨，指甲扁平，嘴鼻缩短，视觉发达，一对乳房，通常一胎一子。灵长目中的猿科（*anthropomorphidae*，含长臂猿 *gibbon*、大猩猩 *gorilla*，黑猩猩 *chimpanzee* 等）中的黑猩猩与人的亲缘最近，基因序列有98.8%相同，大约600万年前与人分离^[8]。人与猿相分离，是由于人学会了双足行走和用手制造并使用工具，这是人类进化的关键一步。黑猩猩也能使用工具，用枝条掏蚂蚁，用石头砸坚果，但从未发现它会制造工具，也不能坚持双足走路^[12-15]。

1960年Jonathan Leakey在坦桑尼亚Victoria湖东Olduvai峡谷发现了第一个200万年前的能人（*homo habilis*）的头盖骨，脑容量为650ml，比南方古猿大50%。1972年Richard Leakey在肯尼亚又发现了另一个190万年前的能人头盖骨化石，脑容量为775ml。从1960到1986年已发现能人化石7个。有证据表明他们都会制造和使用工具^[5]。古人类学的考古发现为人猿分界提供了客观的科学标志，从而把会制造工具的能人列入人属的第一个成员。后来发现的人属化石表明都能直立行走。所以从150万年到20万年前的人属化石都命名为直立人（*homo erectus*）。

考古学有证据说明，随着狩猎和采集技术的改进，人们制造的工具日趋精细，种类越来越多，出现了有组织的石料开采和加工，形成了原始制造业。还有证据表明，中国的元谋人（170万年前的南方古猿）、非洲人早在160万年前即开始用火。饮食的改善，有利于脑的发展。按生物学“用得多

的器官进化快”原理^[13]，伴以营养的丰富，人类的脑容量逐步增大。200万年前的能人脑容量约为700 ml，100万年前的直立人脑容量约为1000 ml，50万年前增加到1200 ml。裴文中先生于1929年发现的57万年前的北京（直立）人为1050 ml。现代人的脑容量平均为1450 ml^[10,12]。大猩猩为700 ml，黑猩猩为800 ml。脑容量增长的同时，大脑皮层褶皱面积也不断增大，现代人为1700~2200 cm²，是黑猩猩的3倍。至于人类从采集狩猎转向耕作和畜牧，那已经很晚了，属1~2万年前新石器时代的事。

这就是人猿分道扬镳的简史。毛泽东1964年有一首词《贺新郎·读史》，头几句是：

人猿相揖别，只几个石头磨过，小儿时节^[14]。

很贴切。使用工具、制造工具，即原始的制造技术和生产方式的改变引发了古猿进化的改辙，驱引他们用脑思维，脑容量增大，经选择遗传而与猿类分离，变成堂堂直立的人类，从而迈上了艰难漫长通向文明的进化之路。这已是古人类学、进化生物学、社会学等科学界的共识。恩格斯说得好：“直立和劳动创造了人类，而劳动是从制造工具开始的。动物所做到的最多是搜集，而人则从事生产。”^[11]

总之，原始的工具制造是人类社会制造业的最早萌芽。

2 制造业是产业革命的主力军

18世纪的产业革命和接踵而来的电气化运动，从瓦特发明蒸汽机（1765年）算起已延续了240年。这场波澜壮阔的工业革命使人类的生产和生活方式发生了不可逆转的伟大变化。在发达国家，水能、化石能和电力完全代替了人力、畜力，千万种机械代替了手工劳动，农业全面实现了机械化，批量制造生产资料和生活资料的大工业已成为社会生产的主导，极大地提高了社会劳动生产率和社会财富的积累速度和规模，形成了工业社会文明的主体。到20世纪上半叶这场革命已在—批工业发达国家中取得了辉煌的胜利。

牛顿力学，麦克斯韦电动力学和量子力学这些科学发现是人类文明史上最伟大的成就，对18—20世纪的基础科学、工程技术的进步和工业化进程都起到了根本性的指导作用。然而，历史记录也

清楚表明，有悠久历史的制造业的进步是产业革命取得成功的主要因素，是推动产业革命的主力军，也为科学发现提供了最可靠的实验手段和知识源泉。

考古发现表明，早在100—50万年前的古石器时代就有用卵石、兽骨、牛角、象牙等制造的生产和生活用具，如刀、斧、锯等。与北京猿人同时代地层中出土了10万多件砍刀、石铲、石斧、片状切刀等。5万年前的中石器时代已有制造业分工，批量生产比较精致的木、角、骨制工具，刀、锥、凿、针、矛、镞等，还有批量生产的陶器^[15~17]。

地球最后一个冰期（玉木冰期，12.5—1万年前）于1万年前消退，地球温度变暖，海平面上升，人类进入新石器时代。亚洲（中国和两河流域）出现了农业、畜牧业和建筑业（住房和村庄），批量制造复合工具（有柄的镰刀、刀、斧等），大批量生产陶器（江苏溧水神仙洞、江西万年仙人洞均出土了1万年前的陶器）。7000年前已有彩陶批量生产（陕西半坡出土）。秦始皇兵马俑和战车（2200年前）无疑是由工场生产的。东汉的瓷器，唐代的唐三彩，宋朝的宜兴紫陶，广东、江苏的青瓷等曾大量出口欧洲、亚洲各国^[19]。这都是制造业。

毛泽东在《贺新郎·读史》中提问：

铜铁炉中翻火焰，为问何时猜得？不过几千寒热。

考古发现的结论是，青铜时代开始于5000年前，炼铁技术开始于4000年前。中东发现了公元前2500年的炼铁炉。埃及发现过公元前2000年的锻制青铜器和公元前1340年的钢制短剑。河南偃师二里头的铜器工场遗迹出土了铜渣、坩锅、镞、凿、锥、鱼钩、铃、刀、铍、爵等器械，这是一个规模很大的铜器制造场，经鉴定为公元前1900—公元前1600年，属夏代（2070BC—1600BC）的遗存^[19]。战国时代中国有铁制兵器（河南洛阳出土了含碳2%以上的铸铁，公元前500年），农业工具（河南辉县的魏墓中出土）铁镬、铁锄、铁铲、镰、斧等。辽宁抚顺燕国遗址出土的铁农具占全部农具的90%以上。《尚书·禹贡》和《山海经》中都记载了金、银、锡、铁、铅等金属矿产分布地点。汉代在河南荥阳建有大炼铁场，有两座炼铁炉，用的是含铁48.39%的赤铁矿石。欧洲的采矿和冶炼技术比中国晚1000多年^[19]。欧洲

最早的炼铁高炉建于公元1380年(比利时)。德国于公元970年开始采铁矿,用煤冶铁是公元1198年。公元1500年意大利达·芬奇发明车床。可见,在产业革命以前,矿冶和制造技术在欧亚各国已相当发达。

产业革命的标志——瓦特蒸汽机的发明,是在前人很多发明和制造技术的基础上完成的。公元1629年意大利工程师布兰卡(Branca)发明用蒸汽推动风轮。1679年法国人帕蓬(Denis Papin)建造了第一台蒸汽锅炉,在英国大量推广。1689年英国人萨委瑞(Thomas Savery)用蒸汽机驱动水轮抽水。1700—1712年英国工程师纽柯门(Thomas Newcomen)发明了活塞式蒸汽机,投入批量生产供应市场。1736年英国J·哈尔斯(Jonathan Hulls)制成蒸汽船,获专利。1765年瓦特发明蒸汽冷凝器,使蒸汽出口温度降低,从而提高了热机效率,1769年获专利。1788年瓦特又发明了离心调速器,使蒸汽机更为完善,被称为历史上最伟大的发明之一。此前英国已有相当发达的纺织工业,用蒸汽机作动力。从1720—1795年,英国出口商品增长了4倍^[20]。可见,英国的制造业孕育和实现了瓦特的发明,后者又进一步推动了工业的进步,以后才传播到欧洲各国和英国殖民地美国。值得注意的是,瓦特并不知道热力学第一、第二定律,是凭技术经验懂得了蒸汽温度和压力越高,其能焔越大;出入口蒸汽温差越大,热机效率越高。关于卡诺循环(Dadi Carnot, 1796—1832年,法国工程师)的论文是50年后于1824年发表的。而热力学中确定气体温度、内能、焔之间关系的焦耳定律实验(James Prescott Joule, 1818—1889年,英国)是1840—1843年完成的。克劳修斯(Rudolf Clausius, 1822—1888年,德国)发现的热力学第二定律“热能不可能自发地从低温处流向高温处”,以及关于熵的概念及计算公式的出现已是瓦特90年后的1850年^[21]。历史事件发生的次序说明,制造业和瓦特的技术发明推动了热力学理论的诞生,而不是相反。

工业革命的第二个高潮——电气化发生在19世纪后半叶和20世纪初。建造以透平机为动力的大型发电设施和电力网的建设开始于20世纪初^[22]。电力照亮了城市和农村,为工厂和矿山提供了方便灵活的强大动力,成为生产、交通运输、

通讯等全面转向工业化的决定因素。因此,人们常称19—20世纪的电气化运动为第二次产业革命。追溯电气化运动的进程,可以看到与蒸汽机类似的经历。是制造技术和社会生产的需要肇始了电的应用,而后才有了伟大理论——麦克斯韦电动力学理论的诞生^[23]。

中国战国时代即发现磁石,发明指南针“司南”(《韩非子·有度》,280BC—233BC),是中国古代四大发明之一。1733年杜菲发现玻璃和树脂摩擦产生静电。1745年德国E·G·冯克莱斯特发明并制成蓄电瓶。1750—1752年富兰克林(Benjamin Franklin, 1706—1790年)发明避雷针。1772年卡文迪什(Henry Cavendish, 1731—1810年)发现电力与距离二次方反比定律。1800年英国尼科尔逊(William Nicholson, 1753—1815年)和卡莱尔(Anthony Carlisle, 1779—1840年)电解水成功。1805年英国人在铁上镀锌成功。1827年欧姆(George Simon Ohm, 1789—1854年)建立欧姆定律。1829年美国J·亨利(Joseph Henry, 1797—1878年)设计和制造成最早的电动机,发现自感和变压器原理。1831年法拉第(Michael Faraday, 1791—1867年,英国)发现电磁感应电流。1832年美国萨克斯顿(Joseph Saxton, 1799—1873年)制成发电机。1835年达文波特(T. Davenport, 英国)制成实用电动机,获专利,用于驱动印刷机。1837年美国莫尔斯(Samuel Finley Breese Morse, 1791—1872年)发明电报机和电码,获专利;1851年美国铁路采用莫尔斯电报,英美均建立电报公司。1855年出现自激发电机,德国西门子公司开始生产交流电机。1859年美国法玛(Moses Garrish Farmer)制成白炽电灯。1863年意大利帕奇诺蒂(Antonio Pacinotti, 1841—1912年)制成发电、电动两用电机。1865年麦克斯韦发表“电磁场动力原理”,最终建立了电磁动力学的完整理论。

这么冗长的引证是想说明,制造技术和科学实验呼唤和成就了电磁动力学的出世。磁、电、电池、电镀、电灯、电报、电动机、发电机、变压器等都是在电动力学系统理论出现以前就已经由工程师和科学家们制造出来了。是科学实验和包括冶金在内的制造技术为一个伟大理论的出世铺平了道路。麦克斯韦电动力学一旦出现并为人们所掌握,

对电磁技术进步产生了革命性的影响。20 世纪初开始的无线电技术、微波测量、雷达、合成孔径、微波成像、卫星通讯、宇宙微波探测等等，都已须臾离不开麦克斯韦方程。后来，牛顿力学和电动力学又为量子力学的发展指引了道路，导致了量子场论的创立^[22~25]。

1948 年美国贝尔实验室的巴丁 (John Barden)、布拉顿 (Walter H. Brattain, 1902—) 和肖克利 (William Shockley, 1910—) 发明了晶体管，1958 年制成第一台固体元件计算机，1959 年制成第一个集成电路，1960 年研制成功 ALGOL 和 COBOL 计算机语言，1964 年 IBM 公司用小规模集成电路建造了大型电子计算机序列 360，以后出现了用大规模集成电路组成的微处理机 (1971 年)、个人计算机 (1977 年)、网络、多媒体、光通讯和微型机械。晶体管的发明和微电子制造技术的飞速发展，开创了全新的信息时代。在短短的 50 年时间内，信息技术使生产制造、科研开发、社会生活发生了质的变化，全面转向信息化和智能自动化时代。信息产业的发展进程与过去两次有所不同，一开始就在固体物理、量子力学的指导下，器件设计和制造工艺并驾齐驱，相辅而进。拉单晶、掺杂、扩散、离子注入、外延、溅射、化学沉积 (CVD)、光刻、表面贴装、自动化组装和纳米制造工艺等是制造业的伟大创造，都是在微电子器件和集成电路研制和开发过程中创造并投入运行的。软件产业是在硬件的基础上发展起来的，反过来又推动着设计、开发和制造技术的改进和飞跃。软件产品也是制作出来的，是智力的制造业，赋予硬件以智能。由于逐步改善的人机界面，在机器上工作的人常常看不到硬件和软件制作过程，就像城里人从店里买面包和酸奶而看不见农业和畜牧业一样。没有精密制造业就不可能把固体力学和量子力学知识转变成生产力，就没有信息产业^[26,27]。

3 浪漫与现实

工业是指开采资源并对其加工，从而为社会提供商品、服务或资源的生产部门总称。制造业是指对采掘的自然物质资源和工农生产的原材料进行加工和再加工，为国民经济其他部门提供生产资料，为全社会提供日用消费品的社会生产制造部门。按已为学术界广为接受的阐释，“现代化”是指人类

社会从工业革命以来所经历的一场急剧变革，以工业化为推动力，导致传统的农业社会向现代工业社会的大转变过程。高度发达的工业社会是现代化的主要标志^[28]。工业化是现代化的基础和前提。那么传统的物质生产部门是否已经开始衰退？今后，即使是遥远的未来，是否可能消失？这的确是一个重大的科学命题。

200 多年来各学科的研究都表明恩格斯的科学论述是准确无误的：“我们必须时时记住，我们不能过分陶醉于对自然界的胜利。不管我们取得了多么辉煌的成就，我们连同我们的血、肉和头脑都是属于和存在于自然界的。”^[29]人是地球上的动物，是猿的近亲——“裸猿”，即不长毛的猿。我们称自己为“高级动物”，以示尊严。不管科学技术取得多么大的成就，也不论我们的理想多么远大和高尚，人都是血肉之躯，只能遵守生物学规律，永远不可能摆脱生物的本性：摄食、消化、吸收、代谢、排泄、感觉、运动、生产和繁衍后代等一系列生命活动。寒热而衣，渴饮饥餐，即使是到达其他星球的宇航员也不能例外。数日不粒，父子不能相存 (韩愈，《原道》)。天下无农，举世饿死 (郑燮，《寄舍弟书》)。保障社会生产和生活的物质需要，是一切社会得以生存和发展的前提。物质生活和生产活动是人类最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西^[30]。人们为了能生存，首先就需要衣、食、住、行以及其他东西。人类第一个历史活动就是生产满足这些需要的资料，即生产物质生活本身^[31]。科技在前进，发明创造风起云涌，诱发和拉动着新的社会需求。繁缛的社会生活可能很累，但人类物质需求的增长决不会停止。只要这个地球上存在人类，农业和工业、服务业都将永远不会衰退和消失，只会也一定会随着科学技术的进步而发展、提高和增长。

化者，乃性质或状态的根本转变。实现工业化是指从农业和手工业全面转变到以机器生产为主的工业经济。研究表明^[32]，到 20 世纪末，全世界 200 多个国家中，有 64 个基本实现了工业化。按联合国开发计划署统计^[33]，真正完成工业化的有 48 个国家和地区，总人口为 10.5 亿。正在进行和刚开始工业化建设的国家有 150 多个，总人口为 50 亿，其中甚低收入国家人口 13 亿，尚处于贫困之中，有社会意义的工业化尚未开始。18 世纪下

半叶开始的产业革命,经过200多年的奋斗,终于在占全世界人口1/6的国家中取得了胜利。占人口80%以上的国家,包括中国、印度、印度尼西亚、巴西这些人口大国,都尚未完成这场革命,人们仍在为实现工业化而艰难地奋斗着。

中国在20世纪下半叶开始了工业化进程,比欧洲晚了200年。50年来中国取得了举世瞩目的成就,但那只是拉开了序幕,高潮还在21世纪。最能表示工业化程度的几个数字足以证明中国的工业化仍处于初级阶段。按世界银行统计,100多个尚未实现工业化的中等收入国家1999年的人均国民生产总值是5323美元,中国是780美元,是中等收入国家的1/7;发达国家平均每1000名农业劳动者拥有877台拖拉机(1994—1996年),中等收入国家为46台,而中国仅有1台;发达国家1997年人均用电量为8238 kW·h,中等收入国家是1340 kW·h,中国2001年才达到1000 kW·h,而拥有24亿人口的低收入国家人均电力消费仅为357 kW·h(1997年)。20世纪末中国工业化的指标与发达国家还相差甚远,中国现正处于工业化进程之中,虽然建设速度超过世界平均水平^[32]。可见,不仅中国,就全人类来说,产业革命尚未成功。

21世纪的工业化与18—19世纪的工业化内涵已有很大不同。信息科学技术已成为推动人类文明进步的强大动力和武器。信息技术的普及和20世纪积累起来的科学知识和技术发明,使传统工业的面貌发生着巨大变化。信息技术正在创立新的产业,全面改造和提升传统工业,赋予各工业部门以全新的内容。信息技术已经或正在把几乎所有的传统工业从机械化提升到自动化。设计、制造和营销管理都已经或正在实现自动化、智能化、信息化,由计算机控制的机械和生产线代替或减少了劳动者的工作量,提高了效率。计算机虚拟技术的应用加速了产品的设计和生产过程,提高了产品质量和可靠性,降低了成本。网络技术使人们的生产和生活超越了时空和地域的限制,实现跨行业、跨地域、跨国界的合作与集成,逐步走向全球化。工农业和服务业的生产方式和组织形式也相应发生了重大变化。人均劳动生产率和社会财富积累大幅度增长,从而导致国家实力的增长、生态环境的改善和人民生活水平的普遍提高。发端于20世纪下半叶的信

息化运动,有人称之为“第二次现代化”,或“第三次产业革命”,反映了新的科学技术成就对工业和社会各部门的革命性影响。

发达国家的知识界试图素描“后工业社会”、“后现代社会”和“知识经济”的特征,设想未来“信息社会”可能出现的新事物和新情况^[34]。这些论述鲜明地指出了今后可能的发展趋势,给人们理解这场信息革命对人类的未来可能产生的影响是很有价值的,但是,正像《中国现代化研究报告》中所指出的,有些论述常常是不自洽的和时序不清的,有些是超越现实的遐想和谰语。一切认真的科学研究,都不应该把这些论述解释为人类可以脱离或超越物质的工业化生产和消费这个经典的社会需求。还处于工业化初期或中期国家的人们,现在似不必为“后工业”或“后现代”的遐想而过分激动,这至少还不是当前的急需,由未来学家们作为科学命题去研究借鉴足矣。过于迷恋,以遐想、谰言为凭去指导工作,有学步、效颦之虞而贻笑大方,甚至误导社会,造成损失。

4 可靠的现代化

从改革开放的基本方针出发,中国举起双手迎接经济全球化时代的到来。经济全球化,加入WTO,是中国进一步改革开放的新契机。融入世界经济,加大与世界各国的合作交流以借鉴先进的科学技术,学会新的生产方式,提高进出口贸易额,推动经济增长,提高全社会生产力和人民的生活水平,对我们这样一个封闭得太久的社会是千载难逢的良机。只要充分扬其利,小心避其害,全球化这把双刃剑并不可怕。然而,如果以为一个落后贫困的国家能平等地融入世界经济,能得到别人所有的一切,你的也是我的,则全然是幻想。

1990年联合国开发计划署提出了一个新的评价国家经济发展指标体系(人类发展指数HDI),包括国民的平均预期寿命、受教育程度和人均收入等。在这个新的指标体系中,人均国内生产总值(GDP)仍是反映一个国家或地区生产力水平的最重要指标^[33]。推动经济全球化的主要动力来自发达国家和各跨国公司,他们要求扩大产品、资金和服务市场。但是,从世界银行的统计数据看,较大的发达国家或中等发达国家的进出口每年基本上是平衡的,进出口差只占国内生产总值的1%~3%

左右。只有一些小国或地区的外贸顺差才可能达到国内生产总值的 10% 以上。近 20 年来，美国、日本、德国、法国、英国等这些发达国家国内生产总值的 95% 以上都由自己消费了。所以，人均国内生产总值能较准确地反映社会生产力和人均消费水平。

据世界银行统计，1998 年 48 个发达国家的人均国内生产总值平均为 2.26 万美元。其中，瑞士 4 万，挪威 3.4 万，日本 3.2 万，新加坡 3 万，美国 2.9 万，德国 2.6 万，瑞典 2.56 万，法国和荷兰 2.5 万，英国 2.1 万。欧盟中几个欠发达国家，西班牙 1.4 万，希腊 1.17 万，葡萄牙 1.07 万。中国 2001 年上升到 890 美元，约为 1998 年日本的 1/36，美国的 1/32，德国的 1/30，法国的 1/28，英国的 1/24，希腊的 1/13，葡萄牙的 1/12。中国仍然是低收入的发展中国家。

社会的生产能力决定一个国家的发展程度和所处的发展阶段。现在通常把经济构成划分为第一（农业）、第二（工业）和第三（服务业）产业。前两项都是物质生产部门。第三产业，按照约定，包括农业服务、地质勘探、水利管理、交通运输和仓储、批发和零售，餐饮业、房地产、科研、文化教育、卫生、体育、旅游、传媒、娱乐和金融等。第三产业每年所创造的国内生产总值中，有 80% 以上是对物质财富的生产、分配、运输和消费^[35]。金融流通中大部分是与物流相伴孪生的资金流。不管一个国家如何发达，其国民生产总值中有 80% 以上直接或间接与物质生产和消费密切相连。越是不发达国家这个比例越高。尚处于贫困中的国家几乎全部经济活动集中在为社会提供衣、食、住、行、药品等生产和消费部门。

近 300 多年的世界历史告诫我们，在所有国家，工业化程度决定社会的发展阶段和人民的生活水平。在工业部门中，制造业，特别是装备制造业，又占有中心地位。

农业、工业、服务业和国防等一切部门需要的装备的设计、制造和批量生产都要靠制造业。计算机辅助设计（CAD），计算机辅助制造（CAM），计算机集成制造（CIMS），自动装配线，工业机器人等以信息技术驱动的制造业工作母机，也要靠制造业的工程师们去设计、制造、供应和运行。实现工业、农业、服务业的机械化、自动化、信息化和

智能化是 21 世纪制造业光荣和艰巨的任务。

2001 年中国工程院组织了 25 位院士和 40 多位专家对我国制造业的现状、作用、地位及发展趋势和对策进行了调查研究，写出了《新世纪如何提高和发展我国制造业》的研究报告，已于 2002 年 7 月向社会公布，摘要发表^[35]。该《报告》以令人信服的国情数据，与世界各国比较分析，阐明了制造业在中国国民经济发展中的关键地位和作用，为今后的决策提出了建议，受到国务院、各部委和社会各界的重视。《报告》的结论是：20 世纪下半叶，中国自力更生、艰苦奋斗，启动了工业化进程，建立了较为完整的工业体系，培养了数代优秀的科学家和工程师，为经济发展、社会进步和国防建设做出了历史性贡献。今天中国的制造业直接创造国民生产总值的 1/3，占整个工业生产的 4/5，为国家财政提供 1/3 以上的收入，贡献出口总额的 90%，就业人员 8 043 万人。制造业体系的建立和已经取得的成就为中国 21 世纪的工业化、现代化建设打下了良好的基础。但是与发达国家相比，我国的制造业能力和技术水平不高，创新能力不足，市场竞争实力不强。经济建设和高技术产业所需的许多装备仍依赖进口。现在的状态不能满足 21 世纪经济和科技发展目标的要求。《报告》建议今后 10 年到 20 年内中国应下定决心，采取一切可能的措施，在对外开放的环境中，建立强大的制造业。

《报告》指出，处于工业中心地位的制造业，特别是装备制造业，是国民经济持续发展的基础，是工业化、现代化建设的发动机和动力源，是在国际竞争中取胜的法宝，是技术进步的主要舞台，是提高人均收入的财源，国防安全的保障，发展现代文明的物质基础。没有先进的制造业去不断地、持续地武装、改造和提升各产业部门的装备和生产运行水平，实现对环境友好的可持续发展，就谈不上什么现代化。即使是局部地、在个别领域里达到了现代最好水平，对整个国家和全社会那还是空心的、不可靠的、没有持续发展能力的现代化。有些人口少的国家，有可能依靠独特的资源、产品或服务优势参与国际交换，换来外国的先进装备和服务设施，实现社会活动的现代化。个别成功的小经济体的精神可师，经验可鉴，其道难循。对中国这样的人口大国，在现存的不平等、不合理的世界秩序中，没有自己的强大制造业，要实现工业化和

可靠的现代化是不可能的。

5 安全的现代化

人类还太年轻，资历毕竟太短。地球年龄 46 亿年，生命诞生于 30 亿年前，人猿分手约 200 万年，产业革命至今不到 300 年。信息产业的出现好像是今天早上的事。人类不能摆脱求生存、求发展、求安全这些基本需求。生物学家们屡屡观察到现代人类中出现与远祖相似性状的返祖遗传现象。社会性动物群体内外发生争夺领地、领导权和生活资源的残酷斗争到处可见。人类的历史何尝不是如此。世界远古史中充满了争夺和战争。近 500 年来，情况未变多少。15 世纪以后，开始了长达 400 年的殖民主义战争。英、法、荷、西、葡等国为争夺财富，扩张领土和势力范围，发动了侵占亚洲、拉美的殖民战争^[36]。哥伦布 1492 年去过南美后，西班牙在中南美建立了庞大殖民地，残酷镇压和奴役土著民族，使土著人口从 5 000 万锐减到 400 万，不得不贩卖黑奴以补土著人口的不足。18 世纪中叶奴隶贸易极盛时期，英国仅 1763 年 1 年间就派了 150 艘船去非洲运走 4 万名黑奴。17 世纪初荷兰攻亚洲，占领印尼、台湾（1624—1662 年）。法国在北美设殖民地（1603 年）。英国打败西班牙“无敌舰队”后（1588 年）进入北美东海岸。1689—1763 年英法之间为争夺殖民地打了 4 次仗，英大胜后占领了加拿大和美东海岸全部领土。经过 150 年的侵略战争，英国成了“日不落帝国”。19 世纪英国占领了印度、澳洲，征服灭绝了大部分土著民族，又去南美与西班牙争夺。美国于 1847 年攻占墨西哥首都，迫割墨 1/2 国土，强占了德克萨斯、新墨西哥和加利福尼亚州共 235 万 km²。到 19 世纪末，英、法、德、意、荷、比把非洲瓜分完毕。俄国趁机向远东进军，占领中国 300 万 km² 领土。1904 年日本击败俄舰队于旅顺口，又进军沈阳，夺得在中国东北的支配地位。1840 年鸦片战争英入侵中国。1860 年英法联军攻入北京，火烧圆明园。1900 年八国联军攻天津、陷北京，慈禧、光绪逃往西安。1931—1932 年日本占领东北全部，1937 年全面发起侵华战争。

19 世纪前 75 年殖民主义者平均每年扩张 21 万 km²，而 1875—1912 年每年新占 75 万 km²。殖民国家与殖民地达到地球陆地表面的 85%。

1914—1918 年的第一次世界大战是欧洲各国争夺殖民地的残酷战争，参战人员 6 500 万，战死 850 万，伤 2 100 万。巨大的牺牲和血的教训促使政治家们采取措施，“推进国际合作，维持国际和平与安全”，以避免类似战争的再发。1919 年成立了“国际联盟”，有 63 个国家签署了“国际盟约”，结果被美国国会推翻^[37]。很多国家于 1928 年在巴黎签署了“非战公约”（Kellog-Briana Pact）和《和平解决国际争端的总议定书》，宣布废弃战争作为推行国家政策的工具，只能用和平方法解决争端^[37]。善良的人们都以为从此以后世界大战不会再发生，然而他们都错了。3 年后，日本侵占中国东北，9 年后全面发动侵华战争。1933 年希特勒上台，联合意大利、日本于 1939 年挑起二次大战，把全世界再次投入战火，1945 年以彻底失败告终。二战参战 7 200 万人，战死 1 680 万人，伤 2 670 万人。据统计，19 世纪从 1816—1899 年共发生 171 次战争。20 世纪（1900—1995 年）发生过 218 次，直接死亡 1.1 亿人^[38]。二战后，人们痛定思痛，1945 年制定《联合国宪章》，建立了联合国，山盟海誓要“维护国际安全与和平”，“各国主权平等”和“以和平方式解决国际争端，不用威胁和武力”。刚过 50 年，就又有人要抛弃《宪章》，甩掉联合国。

正如毛泽东在《贺新郎·读史》中所鉴：

人世难逢开口笑，上疆场彼此弯弓月。流遍了，郊原血。一篇读罢头飞雪，但记得斑斑点点，几行陈迹。

工业发达国家，总把最先进的科学技术成就首先用于武器装备，加强军事实力^[39]。英国产业革命以后，集中工业力量，建设成强大海军，横行全球。彼得大帝（1672—1725 年）18 世纪初追学西欧的科学技术也首先用于武器制造。冷战期间以“相互确保摧毁”的军备竞赛著称。美国发展航天技术，公开要求建立天军，以控制全球乃至太空^[40,41]。

英国数学家和文学家罗素（Bertrand Russell，1872—1970 年），早在 20 世纪 20 年代在北京大学讲学时就提示过^[42]：中国和各列强的基本利益是不一致的，一致的情况是偶然的。中国应该自己团结奋斗，不能依靠别人。国际问题要靠得力的外交解决，以不惹疯列强为宜。

我们还要记住希腊人融入寓言中的智慧：与强者打交道要分外小心。他可以随意伤害你，还说不定是故意的。

要求几百年前才开始理性思维并开始了解世界的人们在短期内都能懂得并接受“兼相爱、交相利”（墨子，468BC—376BC）这种美德是不可能的。爱因斯坦的观察值得注意：“有两样东西是无止境的，茫茫宇宙和人类的愚昧。但是只有后者我能肯定的确如此。”

世事如大海，无日不风波。“江头未是风波恶，别有人间行路难”（辛弃疾）。世事诡谲，天灾祸福，不测风云，总会发生。中国的睦邻善远政策是真诚的。但很多政治家们都担心^[38,39,43]，21 世纪世界人口将增至 100 亿以上，人均资源进一步减少，贫困人口还要增加，利益冲突仍然会继续，恐怖主义和返古的野性分子还会出现，局部战争还要发生。

展望 21 世纪，为实现中国人民的百年夙愿，完成工业化，建成一个民主富强、人民幸福的国家，实现现代化，必须建立巩固的、可信可靠的国防力量，才能预防和抵御可能出现的返古野性和愚昧，保护国家和人民的安全，保障奋斗目标得以实现。建成可靠国防的根本保证是建立自己强大的、先进的制造业。随着工业和信息技术的飞速进步，当代武器装备和战争方式都发生了重大变化。必须在改革开放的环境中继续加强高技术研究开发，提高精密制造能力，提升传统工业的技术水平，以保证中国能建造各种飞机、舰船、航母、导弹、雷达、微电子、通讯等各种民用和军用装备，建立和保持可靠的国防力量，为现代化建设保驾护航。

毛泽东《贺新郎·读史》词的下阙末句是：

五帝三皇神圣事，骗了无涯过客。有多少风流人物？盗跖庄屨流誉后，更陈王奋起挥黄钺。歌未竟，东方白。

扼腕浓情，喻世重托，今犹昔。

脚踏实地，艰苦奋斗，少一些浪漫，多一点实际；睦邻善远，不图对抗；赢得 50 年的时间，建成强大可靠的先进制造业，是中国实现第三步战略目标的根本保证。

参考文献

- [1] Wilson E O 著. 知识大融通[M]. 梁锦鉴译. 台北: 天下远见出版公司, 2001
- [2] Toffler Alvin. Powershift[M]. Chapt. 8. New York: Bantam Books, 1990
- [3] 托夫勒 A. 第三次浪潮[M]. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 1983
- [4] 约翰·奈斯比特. 大趋势[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1984
- [5] Micheal H D. Human evolution[A]. Encyclopaedia Britannica[M]. Vol 18, London: [s. n.], 1993. 803~883
- [6] Richard L. The Origin of humankind[M]. Phoenix: [s. n.], 1994
- [7] Robert H D Jr, Roger L B. Evolution of the earth. New York: McGraw-Hill, 1976
- [8] Fujiyama A, et al. Science, 2002, 295: 131~134
- [9] Douglas J F. Evolutionary biology[M]. [s. l.]: Sinauer Associates Inc, 1986
- [10] Peter H R, George B J. Biology[A]. Mosby Year Book [J]. 1992
- [11] 恩格斯. 自然辩证法[A]. 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯选集[M]. 第五卷, 北京: 人民出版社, 1976. 518, 572
- [12] 黄慰文. 蓝田人[M]. 北京: 中华书局, 1982
- [13] Richard D. The Blind Watchmaker[M]. New York: Penguin Books, 1986
- [14] 毛泽东. 毛泽东诗词选[M]. 北京: 中央文献出版社, 1996
- [15] 周一良, 吴于摩. 世界通史(上古部分)[M]. 北京: 人民出版社, 1962
- [16] Mercader J, Panger M, Boesch C. Excavation of a chimpanzee stone tool site in the African Rainforest[J]. Science, 296, 24 May 2002, 1452~1455
- [17] Micheal H D, Human Evolution[A]. Encyclopaedia Britannica[M], Vol 18, 803~854. London: [s. n.]
- [18] Roberts J M. History of the world[M]. New York: Penguin Books, 1982
- [19] 夏湘蓉, 李仲均, 王根元. 中国古代矿业开发史[M]. 北京: 地质出版社, 1980
- [20] Louis S. Industrial revolution [A]. Collier's Encyclopaedia[M]. Vol 12, [s. l.]: Macmillan Co, 1979. 755~774.
- [21] 李洪芳. 热学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1994
- [22] 宋 健. 工程技术百年颂[J]. 中国工程科学, 2002, 4(3): 1~5

- [23] 伊东俊太郎. 简明世界科学技术史年表[M]. 哈尔滨: 哈尔滨大学出版社, 1984
- [24] Lin C S, Yau S T, Chen Ningyang. A great physicist of the twentieth century [M]. Beijing: International Press, 1995
- [25] Claude Itzykson, Jean-Bernard Z. Quantum field theory [M]. New York: McGraw-Hill Inc, 1980
- [26] Karl W B. Survey of semiconductor physics, Vol I, II. Van Nostrand Reinhold. 北京: 世界图书出版公司, 1990
- [27] 黄 昆. 固体物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1988
- [28] 罗荣渠. 现代化新论[M]. 北京: 北京大学出版社, 1993
- [29] 恩格斯. 自然辩证法[A]. 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯选集[M]·第三卷, 北京: 人民出版社. 518
- [30] 毛泽东. 实践论[A]. 毛泽东选集[M]·第1卷. 271
- [31] 马克思. 关于费尔巴哈的提纳[A]. 马克思恩格斯选集[M]·第一卷, 北京: 人民出版社, 1974
- [32] 中国现代化报告课题组. 中国现代化研究报告—2001[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001
- [33] UNDP. 2001年人类发展报告[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2001
- [34] Inglehart R. Modernization and post modernization: culture, economic and political changes in 43 Societies [M]. NJ: Princeton Univ Press, 1997
- [35] 中国工程院“新世纪如何提高和发展我国制造业”课题组. 新世纪中国的制造业(调查报告)[N]. 经济日报, 2002-07-04(14~15)
- [36] 简明不列颠百科全书·第9卷, 北京-上海: 中国大百科全书出版社, 1986. 441~442
- [37] 中国大百科全书(法学卷)[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1984. 234~239
- [38] Robert S M, James G B. Wilson's Ghost [M]. New York: Public Affairs, 2001
- [39] Thatcher M. Statecraft: Strategies for a Changing World [M]. New York: Harper Collins, 2002
- [40] 格雷厄姆·丹著. 高边疆[M]. 张健志, 等译. 北京: 军事科学出版社, 1988
- [41] 张健志. 争夺制天权[M]. 北京: 解放军出版社, 1989
- [42] Russell Bertrand. The Problem of China [M]. Nottingham: Spokesman, 1993. 240~252
- [43] Kissinger Henry. Does America Need a Foreign Policy [M]? New York: Simon & Schuster, 2001

Manufacturing — Footing Stone of Modernization

Song Jian

(Chinese Academy of Engineering, Beijing 100038, China)

[Abstract] This paper, retrospectively the long process of human history, especially the social development of the world since the industrial revolution, makes a comprehensive and objective analysis on the historical role, present situation and future trend of the manufacturing industry and puts forward significant suggestions on policy-making for industrialization and modernization drive in China. It is stated that manufacturing industry, especially equipment manufacturing is the pillar of industrialization, the major stage for technical advancement, the foundation of the sustainable development of the national economy, the key edge for international competition, and the guarantee of national security. There is still a wide gap between China and the developed countries in many sectors of industry. Due to the existing unequal and unjust world order, it is impossible for China, as a developing country, to realize industrialization and modernization without its own powerful manufacturing industry. To realize mechanization, automation, informatization and intelligent control in all sectors of national economy and social life is the great mission and onerous task of China's engineering community in the 21st century. China's own powerful and advanced manufacturing industry must be built by all means and utmost efforts in the favorable conditions of reform and opening-up.

[Key words] manufacturing industry; industrialization; modernization; China