

理解科学本质, 驾驭现代技术, 守望人类家园

Understanding of Science and Modern Technology

张开逊

(机械工业部北京机械工业自动化研究所, 研究员 北京 100011)

历史学家同意这样一种估计: 很少有孤立的政治事件能够对人类历史进程产生持久的决定性的影响; 然而, 如果缺少某几件科学发现或者技术发明, 人类的历史可能会面目全非。

几个世纪以来, 人们一直想给科学下一个定义, 现在这种努力还在继续。可是, 大家发现每一个定义都不能令人满意。后来渐渐感觉到世界上有很多东西是不能下定义的, 往往不下定义比下定义更好。人们倾向于以另外的方式去理解科学: 不直接去定义什么是科学, 而是说科学到底应包含哪些本质特征。当然, 这些罗列出的本质特征在不同的时期不断变化, 有的退出了这个行列, 有时又加进新的内容。估计在本世纪, 这种描述科学特征的活动还要继续下去。我们现在所认定的特征, 一定还会变化。这种难以定义科学的状况, 正好说明科学的博大和无限生机。

科学的本质至少可以归纳为十个特征

第一, 科学应该是系统化的, 它是对个别现象的一般性共同性规律性的描述。人们可以从不同的角度, 以不同的方式、不同的观念来描述世界上的事物, 但科学有它自己特定的角度、观念和方法。

第二, 科学要对统一性和预测性做解释。力图对事物做出统一的、数量化的、因果性的解释, 这是科学家的愿望, 但很多时候是做不到的。由于多种因素之间的相互作用, 科学家们研究的那些系统并不遵循简单的规律。然而科学家们还是在努力地探索、寻求, 而且科学家们从哲学上相信它是可以被解决的。

第三, 科学是极为严谨的, 它建立在实验的基础上。实验是许多种文化都具有的, 但是科学的实验有自己严格的定义, 科学的实验是可以重复的, 含有很多区别于其它文化实验的特征。

第四, 科学是一种自己补充、自己扩张的知识

系统。从社会学的角度看, 可以令人吃惊地发现, 过去的许多知识系统, 几千年来基本上都保持不变或者变化很少。然而, 科学要不断充实自己的知识, 人们要不断地利用过去的知识创造新的知识。科学知识的扩张, 遵循一系列自己的规律。

第五, 从某种意义上说, 科学的探索是一种带有游戏性的活动。其超越常规的、出人意料的方法, 有时会得到人们意想不到的结果。人们进行科学探索时, 很多重要科学成果的获得, 开始并不是出于直接预定的计划和功利目的, 而是出于对大自然持久的好奇心。科学家们用自己顽强的努力去体现和满足这种好奇心。

第六, 科学与技术之间呈现出一种极其复杂的互动关系。两者间的关系在不同的历史时期具有不同的特点。从人类创造知识的过程来讲, 人类最先创造的不是科学, 而是技术。人类最先创造的是三种术, 第一种是生存技术, 第二种是艺术, 第三种是巫术。它们是人类最早创造的精神产品。技术和经验积累到相当的程度, 才能够支持人类的生存、繁衍和发展。当社会的财富积蓄到一定的程度的时候, 才产生了人们对科学的需求并提供了产生科学的物质条件。在相当长的时期内, 科学在很多国家是依附在哲学传统上的, 技术则长久依附在工匠的传统上。这两种传统互相之间的影响非常小。两者分离的发展阶段, 一直持续了数千年。到 17 世纪近代科学诞生之后, 这种情况才发生了质的变化。在 17 世纪, 伽利略以科学家所特有的思维方式, 把当时的哲学家们所提出的哲学观念, 包括罗吉尔·培根和弗朗西斯·培根提出的“实验是自然科学的基础”, 变成为可以操作的科学方法。从此建立了真正意义上的自然科学, 相继发现了许多对人类至关重要的自然现象和规律, 为新技术的产生奠定了坚实的基础, 开始出现了超越经验和常识的新技术群。新技术的发展又把科学推向新的领域。这种互动过程延续至今。

第七, 科学并不单纯追求预想的结果。科学家们对待实验和一般人是不同的, 科学家们在追求

预想结果的时候,格外关注这些实验所带来的副产品或者副结果,也就是和他原来愿望不一样的东西。如果实验的结果偏离原来的假设和预期的结果,就预示可能有新的发现,对此科学家是感到高兴的;而在其它的领域发生这种情况的时候,往往是会令人沮丧的。1999年11月在庆祝中国科学院成立50周年的时候,诺贝尔物理学奖获得者丁肇中先生在演讲中谈到近年来他在基础科学领域所做的四个实验。他列出一个表,表的左方写明原来预想的实验目的,右方是实验的结果。几乎原来预想的东西都没有找到,每次都找到了别的东西,但是他非常高兴。只要科学探索是严肃的、认真的,科学探索得到的结果是客观的、正确的,它对科学就是重要的。

第八,科学是不可替代的,然而科学并不能解决一切问题。有很多人类关心的问题,在目前以至相当长的时期内,科学还不可能作出满意的答复。譬如,恶性肿瘤发生的原因和预报地震的准确方法等等。何况人类面临的很多问题,是由政治、经济、文化、环境等共同决定的。科学只是其中重要的因素,不是全部,有时还不是起决定性作用的因素。

第九,科学不仅仅是知识的本体,而且是一种思维方法。这种思维方法有三个最明显的特征。第一是追求真理性。科学从不迷信权威。真正的科学家永远怀疑人们已经发现的东西,而且不断地对它质疑,发现新的东西。第二是科学思想体现出创造性。科学无论是探究自然的奥秘,或用于解决人类面临的实际问题,它的途径、方法和手段都被不断地创造。即使是应用已有的知识解决问题,也是以创造性的方式实现的。科学在不断的创造中增长自己新的知识。第三是开放性。人类的科学活动是开区间的无尽序列,科学接纳一切新的探索的思想,但是它们最终都必须遵循科学本身的规则——严格的实验验证和严密的逻辑推理。

第十,科学是人类共同的文化。人类的文化类别繁多,且千差万别,但科学是共同的文化,因为科学能够促进任何一个地区的人类社会迅速发展。1999年6月底到7月初在布达佩斯举行的世界科学大会上,东道主匈牙利总统在致词时讲了这样一段话,他说:“我们生活在同一个地球上,我们都是面临着共同需求的人类,我们面对着同一的科学。”

人类现代技术的十个特征

科学引起人们广泛的关注,在很大程度上是由于现代技术对人类社会产生的巨大影响和冲击。从本质上讲,现代技术是人类科学活动的外延,是科学的物化形态。思索现代人类技术活动的特征,也是一件十分有意义的事。这些特征可以概括为以下

十点。

第一,当代主流技术活动的基础是科学。在科学技术的意义上说,人类的活动经历了三个不同的阶段。在第一阶段自然科学还没有出现,先民创造了多种多样与生存密切相关的技术,经过漫长的岁月,奠定了人类生存繁衍的重要基础。第二阶段逐渐出现了自然科学,但那时的科学还没有揭示自然现象的许多重要本质,对人类技术活动的影响很小。众多的发明仍然来自经验和大自然的启示,即使是非常重大的发明也和当时的科学探索没有直接关系。这种状况一直持续到17世纪。第三阶段始于近代科学出现之后,近代科学阐明的自然现象和规律,使人类能够在很多领域发明出前所未有的、对社会至关重要的东西。建立在近代科学基础上的新技术,在社会发展的历程中扮演着越来越重要的角色,同时也使人们对科学刮目相看。近代科学诞生之后的400年间,科学和技术交互促进,取得了长足的进步,人类技术活动的规模和深度都发生了重大的变化。它导致了产业革命,引起了人类主要生产方式的变革,并几乎影响到人类社会生活的一切方面。这些重大的新发明又为科学的发展提供了强大的物质基础,为科学探索提供了新的手段,推动科学更加迅速地向前发展。在过去的20世纪,那些震撼世界的新技术无一例外,都建立在现代科学基础之上。

第二,现代信息科学技术几乎渗透到了一切技术领域。现代信息科学技术的成果往往像一粒新的种子,以它为核心可以发展、派生出许多新的技术,同时它又是极为有用的工具。信息科学技术的加盟,使许多领域的传统技术出现了全新的格局。人类只有实现了相互间有效的信息交流,才能构成社会,才能协同工作。人类必须有效地获取自然界的信息,才谈得上真正意义上的科学探索、生产活动以及自身幸福和安全。

第三,不同领域技术的结合,或称之为多元非线性组合,可能产生全新的概念、全新的技术。例如英国科学家在1972年发明的X射线计算机断层扫描技术,融合了传统的X光技术、传感器技术、计算机技术和电视信号处理技术,实现了医学影像诊断技术的飞跃。空间技术、无线电通信技术和计算机技术的交织,导致了GPS(全球卫星定位系统)技术的产生,使空间位置识别和制导技术发生了质的变化。经典的天文观测技术、控制技术和虚拟现实技术的结合,实现了火星探测器在火星表面着陆后的科学考察,向地球发回了一幅又一幅清晰的火星景观的实地照片。这些都是现代技术的经典之作。它们使传统的学科界限变得越来越模糊,许多从前人们清晰界定过的学科界限正在迅速消失。

第四,在空间尺度上,人类技术活动宏观和微

观的界限正在消失。人们正越来越多地通过干预微观世界的物理过程获得所需要的技术手段,在分子原子尺度上实现新技术创造,制造新材料、新元件、新机器。这种界限最早是在核技术和电子技术领域被打破的,虽然在逝去的20世纪里,众多的学科领域仍然保持着“宏观”与“微观”之间的清晰界限,但今天这种界限消失的趋势正在迅速扩展到医学、生命科学、材料科学、军事科学和加工工业领域。不太久的将来,人们看到的新工具、新机器和新物种将会面目全非,想象力最丰富的科幻大师也将自愧弗如。

第五,今天已经很少见到不关心技术的科学家,也很难见到不懂科学的发明家。发明家和科学家的区别正在缩小,他们之间的界限变得越来越模糊,有时发明家和科学家指的是同一个人。这些发明家们有一个共同的特点,就是他们十分关注应用科学的基础研究,以这种研究获得技术创新的优势。每一个工程技术领域,都有自己的应用基础研究,它是科学技术转化为生产力的跳板、企业家到达市场彼岸的桥梁。没有它,企业将缺少自己稳定持久的技术优势。许多成功的现代企业都有超越产品开发的应用科学基础研究。他们以广阔的视野关注世界的需要,研究别人解决不了的基础性难题。在基础技术方面的突破,能够使企业的产品在横向(不同领域)纵向(不同功能)充分拓展,游刃有余,为企业提供可靠的技术支撑和知识保障。

第六,现代科学技术成果转化为现实生产力的时间越来越短。现代技术企业中蓝领和白领的界限正在消失,研究和发明已经成为许多企业生产的前导工序。

第七,人类技术活动已经不再仅仅局限于满足现实的物质需求。科学家、发明家和企业家越来越多地携手运用最新的技术手段,以丰富的想像力关注人类深层次的需求,以前所未有的热情关注人类的精神需求、文化需求和对知识的渴望。满足人们物质需求的产品一般都有约定俗成的相应价格尺度,而满足人们精神需求,带给人们知识、智慧和快乐的产品则不然,人们乐意付出高的代价去购买它们,而且对它们的需求是永无止境的。这是现代社会消费结构变化的一个重要特点,是一个无形的巨大市场,是当代人类技术活动充满生机的新领域。

第八,现代技术活动的主体正在发生悄无声息的变化。15世纪欧洲印刷术和印刷机的进步,推动了知识和权力的分离,为教育的平民化、大众化提供了最重要的物质手段,极大地加速了新思想新技术的传播,并且孕育了文艺复兴和后来的产业革命。现代网络技术的飞速发展,改变了人类获取信息的模式,新的科学发现和技术发明能够通过网络迅速传播到世界上的许多地方,公众能够以前所未

有的广度和深度接受从前难以企及的教育,参与现代社会中的科学技术活动。他们不仅能够享受现代科学技术的成果,也能够利用现代科学技术作为创业的资源,还可以在现代科学技术领域做出自己的发现和发明。现代技术发展呈现出生机勃勃的多中心局面,现代科学技术正在成为一种大众文化。

第九,由于军事和经济的需要,人们对现代技术的关注已经大大超过了对科学的关注。尤其是现代战争,把现代技术的效用发挥到了登峰造极的地步。在冷兵器时代,武器和生产工具的技术含量差不多,打造镰刀的工匠可以轻而易举地制造长矛。即使在19世纪,一艘军舰的复杂程度也不会超过一艘豪华游轮,大炮不会比精巧的机床更难制造。而当今已大大不一样了,多年来,许多国家出自各自的动机和目的,都在不遗余力地把最先进的现代技术用于军事。当技术的发展和这种沉重紧迫的使命联系在一起的时候,许多现代技术便获得了从未有过的动力和特殊的价值取向。在过去的20世纪,人们一次又一次看到,许多最先进的现代技术都是在军事领域诞生的。现代技术创造着一个又一个经济奇迹,依托在现代科学技术基础之上的人类现代经济活动,创造了从前难以想象的效益和财富,这些财富中的一小部分又再用于进行新的研究。而这一小部分财富中的绝大部分又用于可以创造更多财富的开发研究,只有剩下的一小部分用于支持探索未知的科学研究工作。人们预计,技术的进步会越来越快,而科学的进步则相对要慢得多。

第十,现代技术已经成为人类经济、政治、军事活动以及社会生活中经常居于支配地位的重要因素。人们一次又一次借助于它们获取过去无法得到的优势,谋取从前无法得到的利益。现代技术极大地增进了人类获取财富的能力,提高了生产力水平,使人们更舒适、更方便,同时也极大地增强了人类消耗资源、破坏生存环境的能力。在某种意义上说,现代技术是市场的产物,也是军事和人类生存需求的产物。现代技术又造就新的市场、造就新的军事力量,改变着人类的生存方式。这种互为因果、相互激发的机制,推动现代技术迅速发展。在许多领域,现代技术正在利益(往往是某些集团或少数人的眼前利益)的驱动下,无序、失控地发展和应用。由于科学成果提供了可供利用的可能性,于是也导致了具有极大破坏力的技术诞生。如果不从人类文明的高度思考和驾驭现代技术,这种发展态势对人类是不安全的。

正如科学不可替代一样,现代技术也是不可替代的。人类绝不愿意再回到蒙昧艰辛的过去。科学和现代技术是一把神奇的钥匙,它可以打开天堂之门,然而稍一不慎,它也会打开地狱之门。即将告别

(下转第51页)

天津大港电厂每年所需的 48 万 m³ 的冷却水已全部改用海水代替。我国大陆海岸线长约 1.8 万 km,沿海城市的工业企业若能充分利用海水资源,那么缺水危机将大大缓解。

区外引水或跨流域调水是解决某些城市缺水问题的必要途径,如天津、大连等城市的调水工程,对缓解这些城市的供水矛盾都起到了积极作用,但区外引水必须谨慎,应在充分挖掘当地水资源潜力后,仍不能满足合理用水需求的情况下,经资源、环境和经济等综合论证后才能实施,以避免用水强度和排污负荷已经很大的城市地区陷入引水越多、污染越重的恶性循环。

4. 合理开采,增加补给

由水的循环特征决定的水的可恢复性表明,水资源的开发利用具有很大的弹性,尤其是地下水资源。如果开发利用得当,巨大的地下库容将为我们提供充分的调节余地,因此合理开采和增加补给是促进地下水良性循环和可持续利用的必经之路。

合理开采地下水包含有两方面的内容:一是合理规划或调整开采井的布局,保持不同含水层和不同区域的地下水的均衡开采,控制地下水水位的变化幅度,防止局部含水层水位的大幅度下降;二是优化调度开采方案,控制开采强度和开采节奏。对于超采区域和超采层位,要压缩开采量,增加人工补给,保持水位稳定,防止水质恶化;对于非超采区和非超采层位,可适度增加开采量,降低地下水位,加速水循环,扩大天然水补给量。在有地表水资源的城市,丰水期可增加地表水的供给,减少地下水开采,涵养地下水,留待枯水期采用。

增加地下水补给有两条重要途径。一是人工回灌,即采用工程和技术措施,将收集的雨水、地表水或其它经适当处理后的弃水,通过钻孔、浅井或渗坑等渠道直接补给含水层。人工回灌既可有效增加地下水资源量,又能控制地下水位的持续下降以及由此而引起的环境地质问题。二是诱导补给,即采用截流蓄水、绿化造林等手段,延长雨水或地表水

的滞留时间,提高水头压力,促进地表水、土壤水和地下水的水力联系,间接增加地下水资源量。

合理开采和增加补给不仅对于超采城市或超采区域非常必要,对其它城市和地区也很重要,因为“人无远虑,必有近忧”。只有未雨绸缪,才能使城市地下水资源处于不断的循环、更新和自净之中。

5. 加强保护,科学管理

加强对城市水资源质与量的保护主要体现在两个方面:一要加强水质动态监测,控制污染源,防止水污染和水质恶化,对生活饮用水卫生防护带的分级、划分和设立要有科学性、可操作性和权威性;二要加强水循环系统的保护,促进雨水、地表水、土壤水和地下水之间的“四水”转化。

城市水资源的科学管理应贯穿于水资源开发、利用和保护的全过程,其内涵应包括统筹规划、民主决策、优化调度和行政执法等许多方面,涉及自然环境的许多系统和社会经济的许多部门,情况很复杂,需要兼顾各方面的利益,协调各方面的关系,使水资源开发利用的整体效益最优化。

为此,行政管理部门应制订和完善相应的规划、标准、规程、规范和法规,引导专业技术的发展,规范行业业务的经营行为,使城市水资源的保护和管理工作做到有章可循、有法可依。专业技术部门应积极开展城市水资源监测、模拟、预测、优化、调度、调蓄、防护、治理和控制技术的研究与开发,加强城市水资源辅助管理系统和决策支持系统的研究,促进行业管理科学化和现代化水平的不断提高,以此实现城市水资源开发和利用的可持续发展。

参考文献

- [1] 邵益生. 城市水资源. 中国城市节水 2010 年技术进展发展规划,侯捷主编. 文汇出版社,1998:39-51
- [2] 聂梅生. 中国水工业可持续发展战略研究. 环境科学与工程进展,钱易、郝吉明主编. 清华大学出版社,1998:369-376
- [3] 林秋华. 解决城市水资源供需矛盾的基本对策. 给水排水新技术,许京骐、陈培康主编. 中国建筑工业出版社,1988:1-12 (责任编辑 王宏章)

(上接第 5 页)

20 世纪之时,美国的一个机构在英特网上征集公众意见,选择 11 件千年以来对人类影响最大的发明。在公布的结果中,大多数人选择的第二件影响最大的发明是原子弹,理由是“它可以使人类在几秒钟之内回到石器时代”。实际上原子弹可能造成的结果要比回到石器时代更加悲惨,因为届时人类将完全丧失掉继续生存和进化的环境。在 20 世纪 60 年代,被称作“原子弹之父”的美国物理学家罗伯特·欧本海默在一篇文章中讲过这样一段话:“在讨论我们明天将如何生活时,首先应该思索我们明天是否仍将活着”。联合国教科文组织总干事费德里科·马约尔博士在 1999 年离任前,对公众做过一次情

真意切的演讲,他说:“由于生态、环境的灾难和人类对未来的忧虑,自文艺复兴以来人们第一次开始怀疑科学的价值”。我想,这些忧心忡忡的话绝不是危言耸听。

当前我们正面对着现代技术应用中的种种重大的新问题,但却又很少能从人类过去的经历中得到真正的启迪。我们应该以哲学的睿智重新审视现代技术的价值观,使现代技术纳入人类和谐、持续地生存发展的价值体系。时代呼唤人文精神在现代科学技术时代的回归。以理性和道德引导现代技术的应用和发展,以人文理性和人文道德守望人类的家园,乃是当代最紧迫的事情之一。

(责任编辑 蔡德诚)