

理解发明

Understanding Inventions

张开逊/ZHANG Kai-xun

北京机械工业自动化研究所, 北京 100011

Research Institute of Automation and Mechanism of Beijing, Beijing 100011, China

[摘要] 回溯人类发明活动的历程,探讨发明与科学、教育和文化的关系,剖析发明家的真实感受和现实处境,以期有助于理解发明。

[关键词] 发明;发现;科学;文化;创造

[中图分类号] N0, N19

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)03-0085-03

Abstract: The historical processes of human creative activities are reviewed. The relations between inventions and science, education, as well as culture are discussed. The real situation and social environment for inventors are also analysed. It is expected to foster the understanding of invention.

Key Words: invention; discovery; science; culture, creation

CLC Numbers: N0, N19

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)03-0085-03

人类生活在两个世界之中,一个是与其他生灵共享的自然界,另一个是人类缔造的文明世界。我们享受的一切文明成果,都是人类创造发明的产物。今天,世界的差别,主要是后者的差别。从人类结束漂泊生涯在大地上定居下来、开始从事农业活动算起,到现在仅仅 500 代人的时间。500 代对所有生命形态而言,只是生物演化历程中微不足道的一瞬间,即使最精细的生物学家也难以发现物种特征的变化。对人类自己创造的世界而言,则完全不是这样。生活在今天的人们,已经难以想像 1 万年前祖先的生活方式。

技术发明是一切人类活动的共同基础,它深刻地影响着人类的生存方式、经济发展和文化价值取向。帝国兴衰、王朝更迭、战争胜负,虽然各有其复杂的原因和背景,但无一例外都与人类的技术发明活动有直接或间接的渊源关系。

技术已经成为现代社会使用频度最高的词汇之一,然而人们依然对发明感到陌生。发明是技术的源头,是第一次出现的技术,技术是重复使用的发明。技术创新的真实含义,就是发明。

回溯人类发明活动的历程,思考发明与科学、教育、文化之间的关系,体味发明家真实的感受和处境,有助于我们理解发明。

1 人类发明活动的轨迹

迄今为止,人类发明活动经历了 3 个不同时期:史前时期、手工劳作时期和科学起主导作用的时期。在不同的时期,人类发明活动的特征有明显的区别。

1.1 史前时期

人类在不同地域独立发明了劳作与生存必需的工具和语言。工具使人类能够借助自然物增强自身的力量,延伸躯体的功能,它是人类创造力的物化形态,后来演变为各式各样的机器和工程技术。语言使人类能够相互交流,协同活动,构成社会。语言是人类在信息科学领域最早的发明。大约距今 1 万年前,史前时期人类发明活动达到高峰,发明了驯化动物和植物的技术,产生了畜牧业和农业,奠定了人类生存繁衍最重要的物质基础。在这一时期,人类发明活动与生命自身的演化历程相伴而生,并且在相当大程度上依赖于自然环境的变迁,地球上最近一次冰期的出现和结束,加速了史前时期人类发明活动的进程。

1.2 手工劳作时期

大约五千年前,人类发明了金属工具,告别了石器时代。人类活动的水平迅速提高,开始出现社会分工,造就了涉及多种领域的专业工匠。差不多与此同时,人类发明了文字,使信息摆脱了对生命的依赖,能够以物质的形态超越时间和空间传播。文字能够使人类思维更加缜密,信息传输更加

准确,导致文学和法典的出现。在这种背景下,人类进行创造活动的时间大约持续了 4 500 年。发明家的主体是各行各业的工匠,发明的智慧主要来自经验的积累和偶发的灵感,发明家们创造了农业社会所必需的多种专业技术。在整个亚欧大陆,人类活动的水平没有很大的差异。

1.3 科学起主导作用的时期

近代科学的诞生,使人类发明活动的轨迹发生了巨大的转折,社会的主流发明开始建立在重大科学发现的基础之上,相继产生了超越经验和常识的新技术。这些发明以前所未有的影响力震撼着世界,改变着人类传统的生产方式和生活方式。这些与科学联姻的重大发明,打破了世界均衡发展格局,历史上许多默默无闻的国家在这次变革中成为强者。在这一时期,科学发现以及使科学发现转变为新技术的能力,在人类的发明活动中起着决定性作用,当代发明家幸运地生活在这一时代之中。

2 发明是科学造福人类的艺术

美国物理学家费曼在阐述科学内涵的时候说:“科学包括三部分:正确地探究自然的方法;依据这种方法所获得的知识;由于人们获得新的知识,增加了做新事情的能力”。科学发现通过发明家的活动,使这种潜在的能力转化为造福人类的技术。发明是人类科学活动的重要组成部分。

收稿日期:2006-01-09

作者简介:张开逊,男,北京西城区德胜门外教场口一号北京机械工业自动化研究所,研究员,主要研究方向为电子物理与传感技术;
E-mail: labsensor@sina.com

自然科学的重大发现,常常能够成为发明家灵感的源泉,使他们能够超越经验和常识,完成意想不到的发明。最典型的实例是20世纪中期先后出现的3项重大发明。意大利物理学家费米发现慢中子能够有效地使 U^{235} 产生链式反应之后,1942年领导一个小组,在芝加哥大学建造了世界上第一个可控核裂变反应堆,揭开了人类从原子核获取能量的序幕。1947年,美国物理学家巴丁、布拉顿和肖克莱在固体物理学研究成果的基础上,发明了具有电信号放大功能的晶体三极管,为信息时代提供了最重要的核心电子元件。1960年,美国物理学家梅曼在受激辐射研究的基础上,发明红宝石激光器,使古老的光学技术发生了革命性的变化。这3项发明奠定了20世纪能源和信息技术的基础,成为20世纪最引人注目的3项原创性发明,他们都源于应用科学的基础研究^[1,2]。科学的基础研究是新发明的摇篮,是科学为发明家搭建的巨大舞台。

人们喜欢把从事科学探索的人分为科学家和发明家。科学家指那些探究自然规律的人,发明家指那些创造新技术的人。似乎前者不太关心发明,后者不太关注科学,以致于我们国家许多声望很高的研究机构并不在意自己有没有发明专利,只关心有多少刊登在SCI的文章,许多非常优秀的科学家可能完全没有发明。许多科学家只关注如何解释世界,不重视如何帮助人类解决实际问题。科学共同体没有成为我国发明创新活动的主力军,是造成我国原创性发明稀缺的重要原因之一。

古往今来,许多杰出的科学家也是优秀的发明家。近代科学的奠基人、意大利物理学家伽利略同时是一位杰出的发明家,他发明了人类历史上第一支科学的温度计,使人们能够量度物质热运动的程度,为热力学研究和人类工程技术活动提供了不可或缺的测量仪器。与伽利略同时代的荷兰物理学家惠更斯,不仅提出了光的波动性理论,还发明了等时摆,显著提高了钟表的走时精度,被誉为现代计时仪器的鼻祖。牛顿不仅发现了运动三定律和万有引力定律,还发明了反射式望远镜,解决了天文望远镜透镜色散引起的像差问题。这些杰出人物有一个共同点,他们恪守这样的信念:科学有双重使命——扩展人类的知识;增长人类的能力。在每一方面都使自己的创造才能发挥到极至。

人们常常漠视科学发现为发明活动创造的机会,使许多本来可以早早出现的重大发明延误了上百年,以至数千年。中国古代学者在西周时期,已经能够成功地用6位二进制数表示64种不同的事物,用2个基本符号演绎64种对象。直到1829年,法国发明家布莱叶才创造了6点盲文体系,

赋予不同的6点集合以64种不同的含义,创造了世界通用的盲文。意大利物理学家托里拆利在1643年已经发现了大气压力的存在,而直到1959年,英国人柯克瑞尔才利用这种自然现象发明了不需要桨就可以在陆上和水面航行的气垫船。16世纪中期,法国物理学家帕斯卡发现静止流体压强均衡原理,但直到1796年,英国木工布拉默才发明了依据这一原理制造的液压千斤顶,后来演变为产生巨大力量的水压机。这些都说明善于利用科学发现,是发明的艺术。

3 共同创造的时代

在漫长的岁月里,不可胜数的大众发明构成了无比丰富的人类文明。人类步入现代社会所必需的许多重大发明,也是由普通人完成的。英国格拉斯哥大学的仪表修理工瓦特,发明了与汽缸分离的冷凝器,提高了蒸汽机的效率;他发明了行星齿轮传动机构,使蒸汽机由往复直线运动变为旋转运动,并采用离心调速器使机器转速稳定。从此蒸汽机成为通用的动力装置,奠定了产业革命的技术基础。没有上过正规学校的美国发明家爱迪生,通过自己的6000次试验,发明实用的白炽灯,结束了人类用火照明的历史。美国的自行车修理匠莱特兄弟没有上过大学,他们借助风洞研究的成果和汽油内燃机发明了有动力可控载人飞行器,使人类实现了飞翔之梦。苏格兰业余无线电爱好者贝尔德,在自己简陋的阁楼里发明了利用光和电传送活动图像的技术,奠定了电视技术的基础。由于这项发明,人们足不出户就可以了解世界发生的事情,使人类获取信息的途径出现了全新的变化。直到今天,人们还难以估量它对文明进程的影响。他们是近代科学诞生之后数以万计大众发明家的典型代表,这些普通人以坚韧的奋斗精神和卓越的创造智慧,使已经成为常识的科学转化为改变世界的技术。如果没有群众性发明创造活动,无论多么伟大的科学成果,终究不过是少数人的智力游戏,世界不可能因为这些发明产生多么大的变化。

科学的进步和教育的普及,为公众提供了前所未有的成为发明家的机遇。20世纪中期以来,信息科学技术的进展使众多领域的普通人能够在很短的时间内创造出全新的技术,一大批名不见经传的发明家脱颖而出。计算机技术、传感器技术与传统X光技术融合,产生了可以无创伤探测人体内部组织微小病变的CT技术,使X透视技术走出困境,成为实现恶性肿瘤早期诊断的有力工具。计算机技术和激光技术用于控制光敏化树脂物性变化,创造了完全不同于铸造、锻压与切屑的传统材料加工方法,发明了快速成型技术。利用计算机和

传感器,借助波和物质的相互作用,人们创造了利用震波获取大地构造信息的新方法,超越了传统钻探采样技术的局限,能够以更快的速度在更大的空间尺度上获得人们关注的整体信息。应用信息科学技术完成的发明,在许多领域使沿用已久的经典技术过时,这种趋势正在成为当今技术创新活动的显著特征。现代信息科学技术建造了一座畅通的桥,使有志创新的人能够越过专业的鸿沟,成为新领域里杰出的发明家。

世界需要能够提高人类活动水平的发明,同时需要使人们生活更舒适、更方便的发明。这些富于人性色彩的创意,不断提高人们的生活质量,使生活更有情趣。这类发明常常能够迅速形成产业,进入市场,为大众采用。拉链、吸管和圆珠笔,就是最好的例证。在很多国家和地区,倡导和鼓励与日常生活紧密相关的发明已经成为实现经济持续增长的有效途径。

4 呼唤新的教育理念

教育是人类最伟大的创造,教育神圣的使命在于传承文明,由于教育,人类个体可以分享漫长岁月里人类整体获得的经验与知识^[3]。然而,我们经常忽视一个显而易见的事实:学校总是以过去的知识告诉人们如何应对未来的挑战,这种知识与未来现实之间存在着时间上的差距。前人探索与创造的成果构成了教材的主要内容,这些成果受到当时环境条件和人类活动水平的制约,当它们成书的时候,世界已经发生了变化,最新的成就无法纳入其中。当学生在校园里学习它们的时候,世界又发生了变化,人们永远无法得到完全满足未来需求的知识。如果没有创造,知识只能帮助人们重复过去的道理,描述过去发生的事情。创造力才能使知识活化,为知识赋予灵魂,它是人类过去的经验与未来命运之间的桥梁。

新知识不是演绎出来的,它是创造的产物^[4]。实际问题从来不会重复,人类经常面临从未出现过的难题,唯有创造性地运用知识才能解决它们。教育的本质,是一种以知识为载体塑造人格、培育创造才能的历程。创造是一种智慧,又是一种气质,它令世界充满生机,飘荡着诗意。

人们十分赞赏古希腊创立自然哲学的先贤和欧洲文艺复兴时代的巨匠,他们涉猎的领域千差万别,为人治学风格迥异,然而一个明显的共同之处是他们都具有无与伦比的创造才能^[5]。近代科学诞生之后,深刻改变人类宇宙观念与生存方式的发现和发明,都源于杰出的创造性想像和独辟蹊径的探索。

创造是人类智慧的核心,它和崇高的心灵一道使人具有神性。

5 光荣的荆棘路

创造是人的一种特殊本能。以创造性的方式关注和参与世界事务，是人的内心深层的欲望和动力。发明家是生活在现实世界的理想主义者，常常有一种难以抑制的内心冲动激励他们去实现自己的目标，许多因素使他们一往无前，义无反顾。这些因素诸如：社会永无止境的多元需求；每一种物件和方法都存在改进的可能性；社会知识总量迅速增加，使人变得越来越聪明；在许多领域，科学的进步使人们可以轻而易举做到从前无法企及的事情；现代技术的进展迅速提升了人类活动的水平，人们能够以前所未有的效率和精确度行事；有效的信息交流，使人类的创造活动可以相互激励，相互借鉴；在人类辞汇中，“发明”是一个积极的词汇，社会精神价值取向鼓励发明；社会逐渐形成促进发明的良性反馈机制；发明能够为善良的人们带来幸福，发明的智慧能够超越时间和空间，成为人类共同的财富。这种感觉，是对发明家至高的奖赏。

然而，发明家头脑中的观念不容易被社会接受，发明家不容易得到社会的支持，几乎所有的发明家都在逆境中奋斗，因为同时存在着许多诸如下述不利于发明的因素。① 模仿容易，发明困难，因循人类活动的最小阻力原则，许多人乐意选择模仿。② 发明是一粒有可能带来丰收希望的种子，从播种到收获需要经历漫长的过程。社会往往关注丰收，漠视过程。发明家的智慧、精力以及他们能够驱遣的财富，常常不足以支持其走完漫长的全程，性急的企业家不愿意在发明家最需要帮助的时候投入。发明家常常难以度过最困难的时期，使许多优秀发明半途而废。③ 发明家常常思考人类未来的事，市场只关注眼前的事。发明家经常在为明天做晚餐，今天没人享用。晚餐还没有做好，饭铺就已经关张了。④ 几乎所有的先进技术，在第一次出现的时候都不怎么被看好，因为还未及完善工艺和配套技术。由于企业家缺乏远见，消费者缺乏宽容，使许多重大的发明经常被拒之门外。⑤ 发明是涉及科学、社会与人文的全方位活动，需要多种智慧和资源参与，许多发明家不是社会活动家，应对科学之外的问题常常感到力不从心。⑥ 技术创新链条脱节，发明家与企业家之间缺少纽带和桥梁。⑦ 教育过分关注继承，不重视培育驾驭知识的能力。⑧ 人们习惯于把失败与堕落相提并论，以一时成败论英雄，令许多人视创造为畏途。⑨ 社会发展从本质上需要不断创新，然而社会普遍心理则趋于守旧，不愿意打破有的技术平衡体系，新发明遇到的障碍不仅是技术上的挑战。

发明是思想世界的新物种，它的处境和自然界的物种有许多相似之处。地球上

现存生物种类数量远远小于曾经出现过的物种数量，在遥远的过去，大量物种已经迷失在地球演化的历史之中。人类历史上，大量具有创造性观念的发明，还没有来得及被人们采用的时候就已经夭折了。

新技术发明的出现仰仗科学、依赖教育，然而更需要文化，需要鼓励探索、呵护发明的创新文化。如果把新技术发明比作美丽的红苹果，科学是长出红苹果的树，教育是培育这棵树的土壤和肥料，文化则是看不见的地下水、合适的温度和阳光。

6 沉重的使命

中国为人类贡献了不可缺少的许多重大发明，在相当长的历史时期里，中国发明家引领着技术创新的潮流。从春秋时期到宋代，1800年间中国发明家走在世界的前列。

公元前600年，古代中国人发明了液态生铁冶炼技术，并且直接铸造成为铁器。这项发明解决了困扰人类千年之久的难题，促进了世界范围金属工具和兵器的更新，使人类迅速进入到铁器时代。公元前300年，古代中国人发明了深井钻探技术，使人类能够获取深藏在地下的财富。古代中国人发明的瓷器取代了陶器，为人类抹去了石器时代留下的最后一道痕迹，成为我们这个星球上每个家庭必不可少的瓷器用品。没有一个历史学家能够轻视中国古代四大发明对欧洲文明进程的深远影响。对欧洲来说，无论是地理大发现、文艺复兴，还是走出中世纪进入现代社会，中国的古代发明都起着至关重要的作用。

但是，中国没有成为近代科学的故乡，中国古代发明家没有越过近代科学这道门槛。从15世纪开始，中国明显地落后了，当世界进入蒸汽时代、电气时代之时，中国发明家没有入围。12世纪，北宋画家张择端以高超的技艺完成了巨幅长卷《清明上河图》。当我们仔细欣赏这件稀世瑰宝时，会惊异地发现，画中描绘的房屋、桥梁、船舶、车辆、日用品和生产工具，几乎和20世纪50年代中国许多地方的情景完全相同。800年间，中国人的生存方式居然没有多大变化。1640年，中国和英国劳动生产率相近，大约是1:1。200年之后，当英国完成产业革命之时，中国和英国在1840年劳动生产率之比为1:108。这正是鸦片战争爆发的时刻，中国在这场战争中失败的深层次原因，是以传统农业、手工业为基础的落后生产力同以先进技术发明为基础的生产力之间不对称的较量。在这次战争之后，中国被攻破国门，沦为半殖民地社会。1876年，美国庆祝独立100周年的时候，在费城举办国际博览会，有37个国家参展，当时清政府也派出了参展团。在这次博览会上，英国展出最新的蒸汽机车，美国展出大功率电动

机和发电机，德国展出加工枪炮的精密机床，中国展出的则是纯银打制的27套件耳挖勺和小脚绣花鞋。这是时代的差距。

19世纪末，中国开始接触西方的自然科学和工程技术。近代科学知识和产业革命中诞生的新技术逐渐进入中国。经过20世纪的风风雨雨，中国在100年里走过了西方400年的历程，由农业社会步入现代社会。这对中国、对世界而言，是一件惊天动地的事。沉寂数百年之后，充满生机的中国屹立在世界的东方。跨入21世纪的时候，中国在众多领域的科技成就以及发明家们的创造性贡献，已经成为现代中国一道美丽的风景线。

作为知识和工具，吸纳、采用西方科学技术是比较容易的。真正理解把握科学探索与技术创新的要义，并使它成为人们习惯的思维方式，还需要更长的时间^[6]。近代科学没有成为中国传统文化的一部分，中国社会没有经过产业革命的历练，长期农业社会的生产方式，容易在人们心中产生因循守旧的思维定式。当世界市场最具竞争力的产品已经由自然物转变为创造物时，很多人缺乏足够的心理准备。在现代主流技术活动中，我们在许多领域缺少重大的原创性发明。在许多地方，经济的高速增长主要依靠劳动力投入和资源的消耗，并且常常付出沉重的环境代价。发明创造还没有成为推动经济发展的主要力量，社会期待着发明。

今天，我们生活在中华民族伟大复兴的时刻，迎来了发明的黄金时代。回望历史长河，古代中国的发明家已经远去，现代中国的发明家任重道远，现代中国的发明事业背负着沉重的使命。英国历史学家汤因比研究过21种在历史上曾经出现过、后来相继消亡的文明。结论是这些文明死亡的原因，无一例外，都不是他杀，而是自杀。他们失去了创新的活力，被历史淘汰出局。

理解发明，就是理解未来。

参考文献 (References)

- [1] TRAVERS B. World of Invention [M]. London: Gale Research Inc. 1994.
- [2] TRAVERS B. World of Science—Discovery [M]. London: Gale Research Inc. 1994.
- [3] 布尔廷斯. 探索者——人类寻求理解其世界的历史 [M]. 上海: 上海译文出版社, 2000.
- [4] 丹皮尔. 科学史及其与哲学和宗教的关系 [M]. 李珩, 译. 北京: 商务印书馆, 1994.
- [5] 麦克高希. 世界文明史—观察世界的新视角 [M]. 董建中, 王大庆, 译. 北京: 新华出版社, 2003.
- [6] 贝尔纳. 历史上的科学 [M]. 伍况甫, 译. 北京: 科学出版社, 1983.

(责任编辑 李慧政)