

千年十大思想家丛书

易杰雄 主编



破解电磁场奥秘的天才

麦克斯韦

周兆平 著

● 安徽人民出版社

20世纪末，英国广播公司(BBC)举行第一个一千年最伟大思想家的网上评选活动，世界各国所有人士均可参加投票，一个月后评选揭晓，评出千年十大思想家。思想家、物理学家麦克斯韦名列第九。

千年十大思想家丛书

易杰雄 主编

C L E R K M A X W E L L

破解电磁场奥秘的天才

9

麦克斯韦

周兆平 著

安徽人民出版社

有思想巨人，才有国家富强。

谁想得少，谁犯错误就多，谁进步就慢。一个人是这样，一个民族、一个国家也是这样。

目 录

有思想巨人 才有国家富强	易杰雄 001
绪论	017
第一章 天人观念大变革的时代	040
1. 机械论与力本论的哲学与方法	040
2. 汉弥尔顿和惠威尔的综合	058
3. 数学物理学	062
4. 数学及其对科学的影响	073
第二章 时代先进文化的产儿	084
1. 大不列颠北部:科学家的摇篮	084
2. 爱丁堡的科学文化	091
3. 剑桥大学的数学荣誉学位考试	095
4. 爱丁堡和剑桥的哲学教育	100
第三章 好学、多思,勇于创新的学生时代	111
1. 格仑莱尔:灵秀的自然风光	111
2. 爱丁堡:实验物理学的传统	116
3. 剑桥:浓郁的数学氛围	133
第四章 “人是幸福的,因为人参与无限”	142
1. 阿伯丁大学:伟大发现的前夜	142
2. 伦敦国王学院:走向辉煌的顶峰	148
3. 退隐格仑莱尔:完善发现的理论	158

第五章 科学方法论:统一,类比与力学模型	162
1. 电磁场理论:电、磁、光的统一	168
2. 统计规律是自然界中因果律的新形式	195
3. 物理学与数学的结合:探索自然的前提	209
4. 物理学与几何学的结合:形象思维的方式	214
5. “一个时代的物理学造就那个时代的形而上学”	224
第六章 卡文迪什实验室的创建者	233
第七章 麦克斯韦的科学、哲学遗产和 20 世纪物理学 革命	256
1. 赫兹和洛伦兹	256
2. 量子论和相对论	262
附录一 参考书目	287
附录二 大事年表	288
附录三 著作目录	291

有思想巨人 才有国家富强

——代总序

易杰雄

随着科学技术在经济增长中的贡献率的不断加大，人们越来越清楚地认识到，当今世界国与国之间的竞争，表面上看是综合国力的较量，但归根到底是知识总量、人才素质和科技实力的竞争，实质是创新的竞赛。

然而，怎样才能有许多重大创新的不断涌现，现代科学技术的飞速进步呢？

1953年，天才的物理学家、伟大的思想家爱因斯坦在总结中国为什么没有近代科学，而西方的近代科学却发展飞快时指出：“西方科学的发展是以两个伟大的成就为基础的，那就是西方哲学家发明的形式逻辑体系（在欧几里德几何中），以及通过系统的实验发现有可能找出因果关系（在文艺复兴时期）。在我看来，中国的贤哲没有走上这两步，那是用不着惊奇的。令人奇怪的倒是这些发现（在中国）全部做

出来了。”^①

有人不同意爱因斯坦这一说法，理由是中国在科学技术方面也曾在全世界领先过 1000 多年。我觉得这与爱因斯坦的上述结论并不矛盾：中国古代的科学属于经验科学——如四大发明，是在逻辑的东西和系统实验不发达的情况下可以作出的。而近现代科学没有这两个前提是不行的。

在这里，特别值得我们注意的是，爱因斯坦没有把一个国家的科学技术落后归罪于政治家对其不重视，也没有责怪企业家缺乏远见，未能加大对科技事业的风险投资，甚至没有怪罪科技工作者创新能力差，而认为这是由于该国的哲学家、思想家未能为社会提供好的思维方式和正确的价值取向。

这种说法尽管有不少值得商榷之处，如上述几方面与一个国家科学技术发展之间的关系，把逻辑仅仅归结为形式逻辑等。但我认为，他强调哲学家、思想家对科学技术的发展、社会进步的重大作用，方向无疑是正确的，而且这一思想也是很深刻的。

从认识的形成来说，当然是先有实践，后有认识（这只是大致上讲，因为实践本身就包含着认识，是受思想支配的）。但从认识的指导作用来看，方向则相反，有了正确的认识总要用于指导实践，认识在一定条件下反过来决定实践的内容、方式和过程。不用说，在认识指导实践过程中，原有的思想、认识 and 理论不符合实际，不完善的地方，在新的实践过程中会不断地暴露出来，及时得到纠正、补充、完善和发展。但旧唯物主义者和经验主义者不懂得这个道理。在他们看来，没有实践哪有认识？思想、理论怎么能走到实践前面去？这些人的错误在于不知道历史过程、事物的发展是有规律的，是一个前后有联系的过程，而规律在一定条件下是反复出现重复起作用的。所以，从实

① 《爱因斯坦文集》第 1 卷，商务印书馆 1976 年版，第 574 页。

践中获得的、只要是具有普遍性的,关于历史过程、事物发展的本质的规律的正确认识,它对以后的新的实践就具有指导作用。也正因为如此,人类的认识活动才有必要和有意义。这也是马克思主义哲学与一切旧哲学的主要区别之一。马克思说过:以往的“哲学家们只是用不同的方式解释世界,问题在于改变世界”^①。恩格斯也曾经说过:“正像在十八世纪的法国一样,在十九世纪的德国,哲学革命也作了政治变革的前导。”^②这就是说,思想、观念并非都是消极地追随历史,它们可以、也应当超越时代。

过去讲,“不怕做不到,就怕想不到”。这句话夸大了人的实践能力,有主观主义、唯意志论倾向的问题。但其中也包含着一定的真理性。这就是:要想做到,首先必须想到。其实,爱因斯坦的论述与恩格斯的下述思想只是表达上的不同:“一个民族要想站在科学的最高峰,就一刻也不能没有理论思维。”^③一个民族哺育出来的大思想家、大哲学家,是这个民族理论思维的领头羊,他们的见解如能获得尊重,他们的创新思想如能被付诸实施,对社会无疑会起到一种巨大的牵引作用。任何一个国家科学技术的繁荣、社会的飞速发展,无不是对其有大思想家、对能理性行动的奖赏;而一个国家所以会停滞不前,无不是对其由于缺乏大思想家,或不尊重他们,以为有了权就有了真理,为所欲为,愚蠢地瞎折腾的惩罚。人类近代以来的历史发展就一再地在证明这一点:谁想得少,谁犯错误就多,谁进步就慢。一个人是这样,一个民族、一个国家也是这样。有思想巨人,才有国家富强!

① 《马克思恩格斯全集》第3卷,人民出版社1965年版,第8页。

② 《马克思恩格斯全集》第21卷,人民出版社1965年版,第305页。

③ 恩格斯:《自然辩证法》,人民出版社1972年版,第29页。

日本学者汤浅光朝在英国著名科学家贝尔纳和丹皮尔研究成果的启发下,对达姆斯特和赫旁萨编的《科学技术编年表》上所记载的1501—1950年间的重大科学成果做统计学研究,把凡是重大科学成果数超过同期世界总数25%的国家,称之为“科学活动中心”,把保持其为“科学活动中心”的时期叫做“科学兴隆期”。由此他发现,近代以来,科学活动中心,在世界上发生过这样五次大转移:

1540—1610年,意大利

1660—1730年,英国

1770—1830年,法国

1810—1920年,德国

1920— 美国^①

其实,如果把这些国家“科学兴隆期”前后的历史联系起来加以考察就不难发现,除了科学技术在世界上占领先地位外,他们在思想、观念上,也给人类提供了大量新的、影响深远的东西;政治、社会状况也曾一度成为全球关注的热点;经济活动也在一个时期内是全世界最出色的。由于这些原因,在一个时期内,它们曾先后是世界上最具有影响力的国家,从这个意义上,也可以把它们称之为“世界的中心”。

这些“世界中心”形成的历史,清晰地展示出这样一条共同的道路:社会生产力发展到与原有的旧体制再也不能相容的地步时,一场大的思想运动逐步掀起,涌现出一大批为新时代奠基的思想巨人,他们以各种形式批判旧制度、旧思想,宣传新观念、新主张,为社会的继续进步、为新社会的诞生寻求道路,探索方法,制造舆论。深刻的思想运动,导致人们观念的根本改变。接

^① 陈文化著:《科学技术发展计量研究》,中南工业大学出版社1992年版,第231—232页。

着进行政治变革,推翻旧的政治制度,建立新的与社会进步方向一致的社会政治制度。政治变革的成功,又推动了科学、技术的进一步蓬勃发展,最终导致经济的空前繁荣。

意大利由于是第一个由中世纪向新时代转变的国家,它当时面对的封建势力太过强大,强大的封建势力不容许它走自己的路,联合起来反对它,因此它所走的道路尚未达到典型的形式。即便如此,这样的一般趋势也初步表现了出来。

14世纪,在生产力发展、城市兴起、封建制度由于成了社会进步的严重桎梏而逐渐解体的基础上,意大利首先爆发了一场历时300年、声势浩大、广泛而又深刻的思想运动,这就是后来征服了全欧洲、至今在世界上仍有广泛影响、在当时使意大利成了世界文化中心的文艺复兴运动。文艺复兴运动是资产阶级的思想解放运动,“这是一次人类从来没有经历过的最伟大的、进步的变革”^①。由于在当时它反映了社会进步的要求,利用了许多反映人类要求进步的共同心声的口号,所以,它在一定程度上也具有全人类的、因而也是永恒的意义。当时“是一个需要巨人,而且产生了巨人,在思维能力、热情和性格方面,在多才多艺和学识渊博方面的巨人的时代”。一大批思想巨匠,如“文学三杰”——但丁、彼特拉克、薄伽丘;“艺术三杰”——达·芬奇、米开朗基罗、拉斐尔;人文哲学家、自然哲学家、政治思想家、教育家——瓦拉、皮科、彭波那齐、布鲁诺、库萨的尼古拉、马基雅弗利。他们以哲学上的变革为先导,高举“世俗文学”和“现世艺术”的大旗,高喊人文主义的口号,以“人”为本反对以“神”为中心的世界观,认为追求快乐和享受是人的本性和权利,是社会发展的动因。他们以尘世需要和情欲的论点对抗中世纪的禁欲主义,以个性自由发展的思想对抗封建专制和教会独裁。所有这

① 《马克思恩格斯选集》第3卷,人民出版社1972年版,第445页。

些思想在他们的文学和艺术作品中或哲学、教育等著作中体现出来,有力地打击了封建意识,动摇了神学统治,使人们的思想从封建神学中解放了出来,为人类自身的智慧和才能的发展开辟了广阔的前程。尤其是达·芬奇,更是一位空前的、举世无双的天才。他不仅是天才的思想家、艺术家,还是那个时代最卓越的科学和工程技术天才。达·芬奇已经认识到:“醉心于实践,不要科学的人,好像一个没有舵或指南针上了船的舵手,他永远搞不清究竟漂向何方。”因此他提出,“科学是统帅,实践是士兵”^①。库萨的尼古拉、列奥纳多、布鲁诺更是划时代的大哲,他们不仅有着鲜明的唯物主义立场(虽然在当时常常不得不用泛神论的形式来表达),而且有着丰富的辩证法思想,尤其可贵的是在认识论方面已经远远超出前人所能达到的高度,从而为人们观念的根本改变——由中世纪的世界观向近代世界观的转变提供了前提。如库萨的尼古拉提出了认识有三个阶段的思想,认为理性接近真理就像内接多边形接近圆那样,可以无限地接近,但永远也不会重合。在政治思想方面,马基雅弗利已经认识到物质利益是社会生活的主要推动者。他除在《论李维》一书中宣传共和国的统治形式外,还在《君主论》中以古代军事和政治史作基础阐述了如何获得并掌握权力。他使政治开始成为科学,是历史哲学的奠基人之一。而康帕内拉更是空想社会主义的先驱者。

这一庞大的思想巨人群体掀起的伟大思想运动,直到1527年拿破仑入侵、罗马陷落才在意大利宣告结束。但它使教会的独裁被彻底摧毁,封建专制制度从根本上被动摇,在人类历史最早实现了新的统治方法,使意大利成了近代欧洲的长子,并让人

① [苏] B. B. 索柯洛夫著:《文艺复兴时期的哲学概论》,北京大学出版社1983版,第210页。

们的观念有了根本的改变，使人们在发现客观世界的同时也发现了自己，从而为征服自然，建立新的、公正的社会制度，为科学技术的发展、经济的繁荣奠定了坚实的基础。

特别是这个时期带有机机械唯物主义倾向的自然哲学的产生和发展不仅把自然科学从神学教义 1000 多年的窒息中解救出来，还给它提供了通过实验、经验与理论相结合认识自然的方法。所以，意大利出了像达·芬奇、路加·帕乔里、吉罗拉莫·卡尔丹诺、尼古拉·塔尔塔里亚、哥白尼、伽利略等一大批科学巨星，在数学、物理学、化学、医学、天文学等一系列领域取得了许多重大成果，于 1540 年成为世界科学活动的中心，科学兴隆期一直保持到 1610 年。正如恩格斯所说：“在中世纪的黑夜之后，科学以意想不到的力量一下子重新兴起，并且以神奇的速度生长起来。”^①

科学技术的发展又推动了生产力的进步，当时意大利的商业和航运业在世界上都是最发达的，农业和手工业也非常有名。最后终于使意大利完成了政治制度的根本转变并进入发达国家的行列。

欧洲各国交通方便，联系密切，相互影响大。英国在意大利文艺复兴思潮的冲击下，也涌现出了许多划时代的大思想家，如著名的空想社会主义者莫尔，被马克思誉为“英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖”的培根，把培根的唯物主义经验论系统化的霍布斯和详细地论证了这一思想的洛克，像莎士比亚这样的世界文学巨星，等等。他们一方面为新生资产阶级的上台制造舆论，一方面为科学和生产的发展探寻方法。培根大力反对寄生的封建贵族，主张建立以中小贵族和商业资产阶级为支柱的君主专制政体。他全力倡导科学，强调经验－实验的方

① 《马克思恩格斯选集》第 4 卷，人民出版社 1995 年版，第 280 页。

法对真正科学地认识自然的重要性,还进一步发展了归纳法,提出了如何从人的理智中清除伪相的学说。

在长期的思想舆论准备之后,通过 1640—1688 年的革命,英国资产阶级取得了政权。

取得了政权的新兴资产阶级顺应历史,发展科学,抓经济建设。当时的英国政府率先批准成立了皇家学会等学术活动中心,以推动科学技术发展。这时牛顿、哈维、耐普尔等划时代的科学巨人和大发明家瓦特等应运而生。1660 年,英国成为世界科学活动中心,其兴隆期达 70 年之久。这期间,各种纺纱机、织布机和蒸汽机纷纷被发明出来,因此,英国出现了大机器生产和专业化生产。

科学高潮引起了经济高潮。1760—1830 年,英国进行产业革命,1800—1880 年,英国为世界经济中心。1870 年,它的工业产值占世界工业生产总值的比率高达 32%。科学技术进步与经济的繁荣也为英国的海外殖民地扩张创造了前提,从此英国开始了所谓的“日不落”国的历史。

文艺复兴后,法国在 17—18 世纪又爆发了启蒙运动。一大批思想巨人——伏尔泰、孟德斯鸠、狄德罗、卢梭、笛卡尔等群星灿烂。他们由鼓吹改良,进而到主张革命。笛卡尔在他的哲学体系中也为人类认识世界提供了重要的演绎法。在文学方面也出了国际泰斗、后期文艺复兴的文学三杰之一——拉伯雷。他们都是人文主义思想的“弄潮儿”、新时代的旗手。

思想运动过后是 1787—1799 年间反反复复的几次大革命,最后资产阶级取得统治权。这时科学在法国也取得了长足的进步,涌现出了像拉格朗日、拉普拉斯、近代化学之父拉瓦锡等大批卓越的大科学家。法国于 1770 年成为世界科学活动中心,为期 60 年。从 1820 年起法国进行产业革命,法国的社会生产力蓬勃发展,1850—1890 年经济进入高潮期,19 世纪 60 年代法国工

业产值仅次于英国,居世界第二位。

路德及其领导的、爆发于16世纪上半叶的德国、也是欧洲大陆上规模最大和影响最深的宗教改革运动,反对教会干涉世俗国家,力图建立一个适合资产阶级口味的廉价教会,实质上是资产阶级与封建主的第一次大决战。在启蒙运动走向尾声后,随着康德、黑格尔、马克思等思想巨人的相继出现,世界思想中心又转移到德国。接着德国于1830—1850年间爆发了资产阶级革命,与此同时,德国出现了雅可比、高斯等世界一流大数学家,欧姆这样的世界著名物理学家和发展农业急需的肥料技术的有机化学家李比希,特别是德国还出了世界闻名的集科学家、工程师和企业家于一身的西门子、克虏伯等这样一些奇才、全才。1810年,德国成为世界科学活动中心,进入科学兴隆期,为期90年。在科学高潮和资产阶级革命的推动下,德国进行了产业革命(1850—1880年),率先发明了实用型的发电机,实现了电气化,引起了第二次技术革命。德国只用40年时间就完成了英国140年完成的工业化过程。接着出现了经济发展的高潮期(1880—1920年)。当时德国的煤炭、钢铁、化学,特别是有机合成工业在世界上都是遥遥领先的。1910年,德国工业总产值仅次于美国,居世界第二位。

美国是一个移民国家,它的很多公民是从欧洲大陆去的,而且其中有很多是受欧洲文艺复兴和启蒙运动的影响、思想激进的持不同政见者。此外,与欧洲各国不同,美国的资本主义是在未遇到强大的封建势力的阻挠下较为顺利地发展起来的,而且前面已有英、法、德等国为它趟了路子。美国的资产阶级不必考虑受封建国家、君主、教皇等超乎个人之上的力量的限制和旧传统的束缚,能利用先行资本主义各国的经验,自由放任地去追逐个人的成功与发展。即便如此,美国也于1829—1870年期间爆发了亦称新英格兰文艺复兴的文艺复兴运动。在这一运

动中涌现出了霍桑、梅尔维尔、惠特曼和南方巨匠爱伦·坡等一大批有影响的大作家和大思想家。他们积极提倡对宗教、国家和社会实行改革，主张废除农奴制，对社会变革起了推动作用。这个时期史称“改革时期”。随之南北战争的爆发，全国统一。国家统一后，美国十分重视全力发展科学、技术和生产。美国独立战争后的宪法中，明确提出了有关科学技术的方针。美国的历任首脑都十分重视科学技术。其中，有的本人就是科学家，如本杰明·富兰克林和杰弗逊。在他们的领导下，美国对开发研究经费的投入不几年就翻了一番。仅二战期间，美国研究开发经费就从1亿多美元剧增到15亿美元（去年已经接近2500亿美元）。先后出现了像埃利·惠特尼、贝尔、爱迪生和福特等科学家、发明家。美国于1860—1884年进行产业革命，依靠吸引英国的资本和技术，一跃成为世界的技术中心，使工业迅速发展，并于1890年成为经济大国。在这个基础上，又于20世纪20年代成为世界科学的领头羊。美国不仅设法完成、完善了欧洲的钢铁、化工和电力三大技术，发展了汽车、飞机和无线电技术这三大发明，还领先进行了包括原子能、计算机、空间技术、微电子技术在内的第三次技术革命。高新技术的研究与开发，导致了高新技术产业群的形成和发展。70年代以来，美国又领导了一场以微电子技术和基因重组技术为特征的世界范围的技术革命，形成了一个以信息技术为先导，包括新材料、新能源、航天和海洋等技术为内容的高新技术体系，并于80年代后期迅速产业化、商业化。因此，在世界上，美国在科学、技术、经济等领域一直遥遥领先。值得指出的是，在美国的发展过程中，大思想家起了巨大的作用。除了上面提到的外，与欧洲大思想家们对他们的影响也有关。其次，美国本土人士从皮尔士、詹姆士到杜威及其实用主义思潮的作用也是十分巨大的。此外，两次世界大战，特别是希特勒排犹，使许多世界级的大思想家、大科学家都

曾到过美国,或短期访问、讲学,或长期留居,如罗素、爱因斯坦、费米、霍克海默、普利斯列等,他们也为美国的持续繁荣立下了汗马功劳。美国在遭到经济危机严重打击后,罗斯福实行“新政”时就在某种程度上吸取了马克思主义的不少思想。如赈济失业者,政府对国民的福利和社会保障承担责任,容许工会活动,等等。

其实,何止近代如此,古代一些曾经称雄世界的国家,哪一个不是由于它出现过世界级的思想巨人?就以我们自己为例,由于出现过孔子、孟子、老子等一大批思想家,出现了百家争鸣的思想活跃时期,使古老的中国顺利完成了由奴隶制向封建制的过渡。当时与社会进步相一致的封建统治者,为了缓解社会矛盾,比较重视教育、科学技术和发展生产,使中国从公元前3世纪开始,教育和科学得到迅速发展,一直是古代世界的科学与教育中心。自秦汉始,到唐宋达到高峰,四大发明中的三大发明都是这个时期作出的。中国古代的“农、医、天、算”四大实用科学成就当时在全世界也是领先的。这些科学技术有力地推动了中国古代农业的发展和经济的繁荣,使中国在上世界上领先了1000多年。由于中国繁荣强大,吸引了不少国家派人来中国学习,唐朝时,仅留学长安的日本留学生就多达500~600人。这期间中国也出了一大批世界著名科学家。如研究地震预报、发明地动仪的张衡,研究历法和圆周率的祖冲之,对天文、律历和医药都很有研究的沈括,研究治水的郇道元,等等。众所周知,我国改革开放前后,自然、社会、人文条件并无明显变化,改革开放这些年,所以能成为我国发展最快的一个时期,还不是由于有了邓小平理论的指引,使全党打破了教条主义的思想禁锢,解放了思想,通过认真研究认识了世界和中国的实际情况,实事求是地制定出了适合现阶段中国的发展战略、路线和方针政策?!

每当社会处于重大变革的时期,先进观念为清除社会弊端、

开辟其继续发展的道路指明方向，对社会发展起决定性的反作用显得特别突出。过去社会的重大变革几百年甚至几千年才发生一次，因此，先进观念的重大意义、大思想家的巨大历史作用不易引起人们的重视。如今，社会发展的节奏越来越快，重大变革一个接着一个，先进观念的决定性反作用几乎成了一组连续不断的链条，观念更新，大思想家对于社会进步的意义也越来越明显了。

恩格斯说得好：“一个民族要想站在科学的高峰，就一刻也不能没有理论思维。”^①一个国家要想站到世界的前列，更是一刻不能没有理论思维，在科学成了技术进步、生产力提高的决定性前提的今天，尤其是这样。一个民族，一个国家，没有思想巨人，就犹如一个人没有健全的头脑，没有灵魂。它就不可能走上正确的发展道路，就找不到符合国情的正确路线，就制定不出科学的发展战略，就不可能有现代化科学技术高度发展。一句话，就不可能走快速发展的道路、使经济无比繁荣、走到世界的前列，它永远只能是二等国家。这，就是整个近代史给我们的启示。

英国广播公司(BBC)1999年9月在世界范围内，在网上评选1000年来最伟大的思想家，结果马克思、爱因斯坦等人得票居前10位，其中没有中国人。不用说，这种评选的科学性是相对的，如中国思想家因语言文字方面的原因，他们的思想在世界上传播受到限制；中国人口虽多，但拥有电脑、能上网参加这一评选活动的人数毕竟有限；而且，外国一些参加投票的人对人类1000年以来的思想史也未必真正了解，等等。但如果从思想家给人类提供新思想、新方法的多少及其深刻程度，是否有自己独特的体系和其传播的广度与推动社会文明进步的程度的角度

^① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1972年版，第29页。