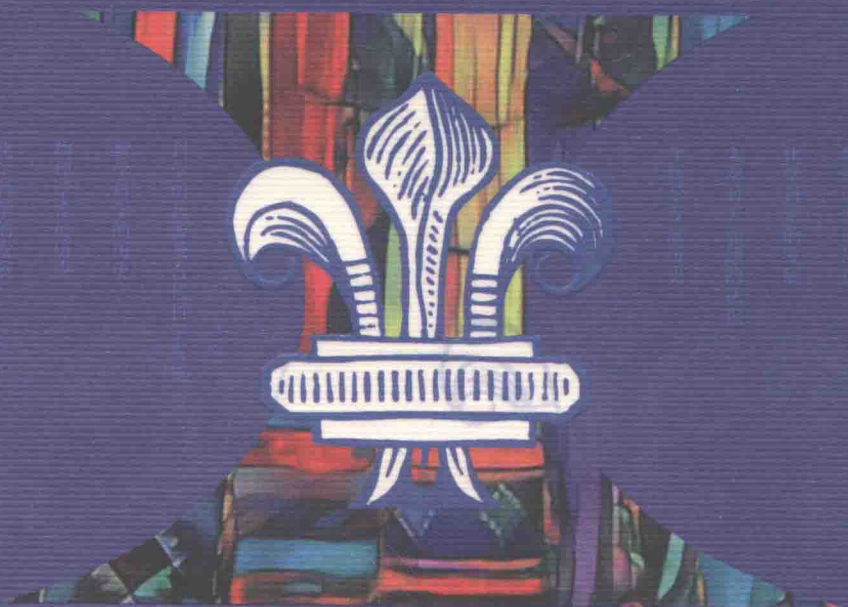




大众科学史

王滨 著



上海科学普及出版社

大众科学史

王 滨 著

上海科学普及出版社

图书在版编目(CIP)数据

大众科学史/王滨著. —上海:上海科学普及出版社,
2018.1

ISBN 978-7-5427-7037-0

I. ①大… II. ①王… III. ①自然科学史—世界—
普及读物 IV. ①N091-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 294267 号

责任编辑 丁楠 王佩英

大众科学史

王滨 著

上海科学普及出版社出版发行

(上海中山北路 832 号 邮政编码 200070)

<http://www.pspsh.com>

各地新华书店经销 上海叶大印务发展有限公司印刷

开本 700×1 000 1/16 印张 16.5 字数 316 000

2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5427-7037-0

定价:48.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题
请向出版社联系调换

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

前言

1997年,国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫与美国IBM公司开发的电脑“深蓝”开启了一场世纪人机大战,结果,卡斯帕罗夫以1胜2负3平的战绩败北。与中国人发明的围棋相比,国际象棋招数变化相对有限,对计算机的搜索域要求相对简单,如果让机器来下围棋,其难度显然更大,简直不亚于将人类送上月球。2016年,由位于英国伦敦的谷歌公司旗下Deep Mind公司开发的一款名为AlphaGo(俗称“阿法狗”)的人工智能“棋手”对弈韩国围棋手李世石,结果“阿法狗”以4胜1负的绝对优势胜出。2017年5月,“阿法狗”又以3:0完胜中国围棋高手柯洁。难度堪称人工智能“阿波罗计划”的围棋挑战赛,最终还是让一只机器“狗”取得了胜利!

事实上,“阿法狗”的背后是谷歌的研发团队,谷歌是美国高科技公司,“阿法狗”的胜利是美国高科技的胜利。美国用一只“阿法狗”征服了中国的柯洁和韩国的李世石等围棋高手,也折服了全世界。这是美国给世界上的一堂高科技课。这再次表明,美国依然是信息时代的领导者,因为,美国不仅有谷歌,还有苹果、微软、特斯拉以及Facebook等一大批引领科技创新的精英和企业。在个人电脑时代,微软是统治者;移动互联网时代,我们要么选择苹果系统,要么选择安卓系统,几乎没有其他,美国还是主导者。

科学技术是第一生产力。美国拥有无与伦比的核心高科技,就拥有其他国家难以比肩的竞争力。这是美国作为世界领导者的物质和智慧基础,因为美国有非常雄厚的基础科学和应用科学传统,以及历久弥新的科学教育基础。当互联网彻底改变人类的生活方式时,这也就意味着谁都离不开美国核心技术提供的生活和工作便利。但愿中国的科技能力和科技教育早日领先于世界,未来的颠覆者能够出自中国的高科技公司。在中国开启经济发展方式转型,实施创新驱动发展战略,积极倡导“大众创业、万众创新”的今天,强调科技的力量,点燃大众科普的燎原之火,已经迫在眉睫。

当今,一个国家的整体科技实力和公民科学素质已经成为国力的重要标志。以科技实力和经济实力为主的综合国力竞争,最终更多地体现为公民科学素质或者科学素养的竞争。对此,中国任重而道远。美国科学教育界早在20世纪50年代就提出了“科学素养”这一概念,认为提高公众的科学素养是提升国家综合实力

的关键。这一观点立即得到了其他国家科学教育学者的普遍认同。美国先后推出了《面向全体美国人的科学》(提出加强各年龄段公众科学素养的目标)、“2061 计划”(保证科学素养目标的实现)以及由“2061 计划”所孕育的《科学教育改革的蓝本》,切实把提高全体美国人的科学素养作为重大国策来抓。

各国在制定科学素养目标的同时,也通过各种途径跟踪和了解公众的科学素养状况,其中最常见的途径是开展公众科学素养(Scientific Literacy)调查。1979 年,时任美国伊利诺伊大学公众舆论研究所所长的米勒教授,开始尝试在美国进行公众科学素质调查,试图在连续调查中建立对美国成年人(18~69 岁)的科学素质评估体系。他提出的科学素养评价指标包括以下三方面:(1)公众具有认识和理解一定的科学术语和概念的能力,这是理解科学的基础;(2)公众具有理解科学探究过程的能力,具备科学的思维习惯;(3)公众具有全面正确地理解科学技术的社会影响的能力,即能够对人类生活及工作中出现的有关科技问题做出合理的反应。

我国从 1992 年开始,通过抽样问卷的方式,几乎每隔两年也要进行一次公民科学素质调查。到 2015 年已经是第 9 次。2015 年的调查显示,我国具备科学素质的公民比例达到 6.20%,比 2010 年的 3.27%提高了近 90%,进一步缩小了与西方主要发达国家的差距。位居全国前三位的上海、北京和天津的公民科学素质水平分别为 18.71%、17.56%和 12.00%,已经达到美国和欧洲世纪之交的水平。但我国区域差异较大,平均而言与发达国家相比仍存在很大的差距,特别是对占比较大比重的农村居民而言,该指标从 2010 年的 1.83%仅仅提高到 2.43%。

2002 年,我国颁布实施了《中华人民共和国科学技术普及法》,中国成为世界上第一个专门为科普立法的国家。2006 年,国务院印发实施了《全民科学素质行动计划纲要》,即“2049 计划”,目标是到 2049 年使 18 岁以上全体公民达到一定的科学素质,使全体公民了解必要的科学知识,并学会用科学态度和科学方法判断及处理各种事务。中国科学技术协会还与科技、教育界专家合作,研究制订公民科学素质标准和实施计划的具体步骤,力图逐步提高我国公民的科学素质。提升公民科学素质的途径很多,传统图书的阅读一直是非常重要的途径,这就要求有越来越多的科学技术史等方面的科普图书问世,并一定要做到“大众化”。

近年来,伴随着世界新科技革命的到来,世界范围内的科学教育改革如火如荼。要说这两年教育界的流行语排行榜,“核心素养”一定榜上有名。“核心素养”这个概念源于西方,英文词是“Key Competencies”。“Key”在英语中有“关键的”“必不可少的”等含义。“Competencies”可直译为“能力”,但译成“素养”更为恰当。1996 年,经合组织正式提出了“知识经济”的概念,1997 年经合组织开始发起关于核心素养的研究。显而易见,它要解决的问题是:21 世纪培养的学生应该具备哪些最核心的知识、能力与情感态度,才能成功地融入未来社会,才能在满足个人自

我实现需要的同时推动社会发展。欧盟的一个研究小组在2002年3月发布的研究报告《知识经济时代的核心素养》中,也使用了“Key Competencies”这一概念,并认为“核心素养代表了一系列知识、技能和态度的集合,它们是可迁移的、多功能的,这些素养是每个人发展自我、融入社会及胜任工作所必需的”。

在国际上,与“Key Competencies”同样火爆的一个词是“21st Century Skills”,有人将之译为“21世纪技能”或者“21世纪能力”,从该词所包含的内容看,译为“21世纪素养”比较合适。“21世纪素养”的概念起源于美国。2002年,美国成立了“21世纪素养合作组织”,该组织制定了“21世纪素养框架”,提出21世纪最急需的技能是:学习与创新能力,信息、媒介和技术技能,生活与职业技能。其中学习与创新能力,具体包括批判性思维和问题解决能力,交流与合作能力,创造性和创新能力;信息、媒介和技术技能,具体包括信息交流和科技素养、信息素养和媒体素养。

2016年,我国教育界也提出了中国学生的核心素养,分为文化基础(人文底蕴和科学精神)、自主发展(学会学习和健康生活)、社会参与(责任担当和实践创新)三个方面。

单纯的课堂教育,尤其是以传授知识为主的教育,能够使一个人的核心素养提升吗?一个人的学科知识只是形成素养的载体,并不能直接转化为素养的。简单的复制、记忆、理解和掌握不能形成素养,而学科活动才是形成学科素养的渠道。学科活动意味着对学科知识进行加工、消化、吸收,以及在此基础上的内化、转化、升华。就一个人的科学知识而言,也同样如此,科学知识只是形成科学素养的载体。那么,如何对科学知识进行加工、消化、吸收呢?最好的方式之一就是学习科学史,因为科学史已经是后人对科学知识的一种初步加工和重组,特别是大众化的、趣味性的科学史,与传统的专业的科学知识书籍或者教材相比,更能够起到促进加工、转化和消化、吸收的目的。因为只有在历史书中才有故事,才能够做到见物又见人,才会有由浅入深的递进,才会有启示和反思。

除科学素养、科学素质、核心素养的概念不断被提出外,STEM概念也在国内成为热门。STEM是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)四门学科的首字母组合。STEM教育(STEM Education)也源于美国。1986年,美国国家科学委员会(National Science Board, NSB)发表《尼尔报告》。该报告是美国STEM教育集成战略的里程碑。报告中提出“科学、数学、工程和技术集成(SMET集成)”的纲领性建议,被视为提倡STEM教育的开端。

1996年,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)针对新的形势和问题,对社会各界提出了明确的政策建议。在21世纪初,NSF将SMET这一缩写改为STEM,分别代表科学、技术、工程和数学,体现了教育哲学的变化。2006年1月31日,时任美国总统布什在其国情咨文中公布一项重要计划——“美

国竞争力计划”(American Competitiveness Initiative, ACI),提出知识经济时代教育目标之一是培养具有 STEM 素养的人才,并称其为全球竞争力的关键。由此,美国在 STEM 教育方面不断加大投入,鼓励学生主修科学、技术、工程和数学,培养其科技理工素养。

2009 年 1 月 11 日,美国国家科学委员会发布致美国新当选总统奥巴马的一封公开信,其主题是“改善所有美国学生的科学、技术、工程和数学(STEM)教育”。公开信明确指出:国家的经济繁荣和安全要求美国保持科学和技术的世界领先和指导地位。大学前的 STEM 教育是建立领导地位的基础,而且应当是国家最重要的任务之一。委员会敦促新政府抓住这个特殊的历史时期,并动员全国力量支持所有的美国学生发展高水平的 STEM 知识和技能。

2011 年,奥巴马总统推出了旨在确保经济增长与繁荣的新版的《美国创新战略》。该《美国创新战略》指出,美国未来的经济增长和国际竞争力取决于其创新能力。“创新教育运动”指引着公共和私营部门联合,以加强科学、技术、工程和数学(STEM)教育。

自提出 STEM 概念以来,STEM 教育便得到社会各界,包括政治、教育、经济等领域在内的广泛关注。在当今社会,人类遇到的现实问题不是以单一学科的问题出现的,而是科学、工程技术和数学问题的融合,所以要积极推进 STEM 的学科整合,培养复合型人才,能够运用多学科综合知识来解决实际问题。而阅读科学技术史图书,无疑是最好的 STEM 入门方式,它不仅能够激发学生学习 STEM 的兴趣,也为广大教师提供了一个科学普及的切入点。

从历史的角度来看,科学普及一直是科学的重要传统,也是科学不可分割的一部分。正如科学社会学家贝尔纳所指出的:科学不走进大众,总是高高在上的脱离了群众的觉悟,其结果对双方都极为不利。普通大众生活在日益被科技产品覆盖的世界中,却逐渐地越来越不认识制约着自己生活的科技。而科学家因得不到公众的理解,在失去支持的同时也强化了心理上孤立的倾向。这种心理上的孤立并非使科学家成为超凡脱俗的人,而最终可能会导致科学的孤立。

既然科学的大众化是如此必要,那么如何将高深的科学通俗化和大众化正是科学普及要承担的重要使命,从科学史的角度认识科学无疑是科学大众化的途径之一。历史上科学普及事业的发展不断在与时俱进,大致经历了三个阶段:即“传统科普”(Traditional Popularization of Science)阶段、“公众理解科学”(Public Understanding of Science)阶段和“科学传播”(Science Communication)阶段。科学普及由居高临下的单向传播过程变成了科学共同体、政府组织、媒体、教育机构与公众之间的多向互动过程,由少数人的事业变成了一项社会系统工程。在这个系统工程中,科学技术史实际上是最能够体现科学知识、科学思想、科学精神和科学方

法四种科学形态的有机融合。

“科学知识、科学思想、科学精神和科学方法”是科学文化的四种表现形态,科学文化作为科学与人文的交融体,对社会进步起到了“治愚思进”的作用。英国科学史学家丹皮尔曾说:“科学并不是在一片广阔而有益于健康的草原——愚昧的草原上发芽成长的,而是在一片有害的丛林——巫术和迷信的丛林中发芽成长的。”这说明科学的发展壮大依赖于科学文化中所蕴涵的与愚昧、迷信、巫术、教条作斗争的精神力量。因此,在社会中营造一种科学文化氛围,不仅可以提高公众的科学人文素养,还有利于鉴别反科学和伪科学现象。从这个意义上说,科学传播也是一种中国特色社会主义文化建设行动,科学传播不仅仅是如很多人理解的功利性的促进经济发展,更是文化意义上的社会文化建设,也是促进文化大发展大繁荣的具体体现。

在从精英文化走向大众文化的今天,科学已不再只是少数精英群体的事业,联合国科教文组织 1999 年在《科学和利用科学知识宣言》中提出“人人有权参与科学事业”。由此,一方面,科学家向社会公众传播科学知识;另一方面,公众也参与科学知识的创造过程,参与科学政策的制定和科学体制的建立,与科学家一起共同塑造科学的恰当的社会角色,使科学更具有人性,更符合人类追求可持续发展的目标,使科学普及真正成为科学与社会的“血液循环系统”。

正是基于上述认识,本书以“大众科学史”为题,试图将人类漫长的对自然界认识的艰辛历程加以浓缩,将复杂的科学知识进行通俗化的叙述,以便通过阅读本书使更多的大众真心热爱科学、关注科学、支持科学,投身于科学事业之中,为中国的科技事业和公民科学素质的提高做出贡献。

王 滨

2017 年 3 月于同济大学

目 录

第一章 导论——科学的起源及古代科学发展	1
一、经验知识与科学萌芽	1
二、对自然界的原始认识——原始宗教自然观	2
三、文明古国的出现与东方科学	5
四、逻各斯——古希腊人对自然规律的追问	7
五、中国古代科学进展	10
第二章 数学科学的历史	15
一、人类对数的认识	15
1. 数字与计数法	15
2. “几何”概念的产生	17
二、中国古代的数学成就	17
1. 中国古代的数学名著	17
2. 祖冲之与圆周率	19
三、古希腊的数学成就	21
1. 古希腊数学家——毕达哥拉斯	21
2. 欧几里得与《几何原本》	23
3. 阿基米得与丢番图	26
四、古代东方国家的数学	28
1. 阿拉伯数字的创立	28
2. 东方数学的发展与传播	29
五、近代数学科学的发展	30
1. 文艺复兴时期的数学	30
2. 对数的创立	31
3. 费马大定理	31
4. 笛卡儿在数学领域的贡献	33
六、微积分的诞生	33

1. 牛顿在数学上的贡献	33
2. 莱布尼茨异曲同工的数学贡献	35
3. 18 世纪法国数学家	36
4. 18 世纪其他数学家	38
七、19~20 世纪的数学成就	40
1. 伽罗瓦与群论	40
2. 康托尔与集合论	41
3. 非欧几何学创立	43
4. 攻克哥德巴赫猜想	44
 第三章 物理学发展历史	 47
一、力学的发展	47
1. 萌芽阶段	47
2. 伽利略及近代实验物理学	50
3. 对真空和大气压的认识	52
4. 牛顿的理论大综合	55
二、热学的起步与发展	57
1. 对热进行测量	57
2. 热到底是什么	58
3. 热的唯动说	59
4. 卡诺的孤独探索	60
5. 能量守恒定律的创建	62
6. 热力学的理论综合	64
7. 对热现象的微观解释	65
三、对电磁学的认识	66
1. 对电和磁的早期认识	66
2. 从静电到动电	68
3. 电流磁效应的发现	70
4. 电磁理论的建立	71
四、对光的认识	74
1. 对光的本性的认识	74
2. 粒子说与波动说的争论	75
3. 量子光学的建立	76
4. 激光原理的提出	78

五、现代物理学的起步与发展	79
1. 阴极射线管中的世界	79
2. 19 世纪末三大科学发现	80
3. 两朵“乌云”	85
4. 相对论的创立	86
5. 量子论与量子力学的产生	87
6. 对原子内部深层的探索	90
7. 量子力学引起的争论	92
8. 超导现象的发现	94
第四章 化学科学的发展	98
一、古代萌芽时期的化学	98
1. 炼丹术与炼金术	98
2. 医药和冶金化学	101
二、近代无机化学的理论综合	102
1. 近代科学的奠基人	102
2. 燃素说受到挑战	104
3. 拉瓦锡与氧化学说	106
4. 原子-分子学说	109
5. 新元素的不断发现	112
6. 门捷列夫与元素周期律	115
三、有机化学的创立	118
1. 从无机物到有机物	118
2. 凯库勒的梦与苯环结构	121
四、现代化学的进步	124
1. 化学合成的新发展	124
2. 研究向微观发展	126
3. 实验手段的现代化	128
4. 新仪器的不断创新	130
5. 从物理化学到量子化学	132
第五章 人类对天和地的认识	135
一、天文学的起源	135
1. 人类仰望天空的遐想	135

2. 古代的天文观测	137
3. 中国古代天文学家	138
二、古代天文学思想的起步	140
1. 盖天说与浑天说	140
2. 地心说与托勒密的天文学体系	142
三、中国古代对地的探索	144
1. 神话世界的猜想	144
2. 中国古代著名地理学家	146
3. 沈括与《梦溪笔谈》	149
四、近代天文学革命	150
1. 哥白尼的日心说	150
2. 哥白尼的继承者	152
3. 开普勒的理论探索	153
4. 东西方天文学的交流	154
五、天体力学的起步	156
1. 牛顿的“上帝第一推动”	156
2. 星云说创立	157
3. 银河系的真正发现	159
4. 新星和超新星的发现	162
5. 恒星视差的测量	163
六、近代地学的发展	164
1. 近代地学的起步	164
2. 水成说与火成说争论	166
3. 灾变论与均变论	167
4. 近代地理学奠基者	168
5. 赖尔的地质学	169
七、现代天文学和宇宙学	172
1. 天体物理学诞生	172
2. 谱线红移现象的发现	174
3. 由无限宇宙到有限宇宙	176
4. 现代宇宙论诞生	177
5. 大爆炸宇宙论	179
6. 射电天文学的兴起	180
八、现代地球科学	182

1. 魏格纳与大陆漂移说	182
2. 学说的沉浮与曲折	184
3. 现代板块理论	187
第六章 生物学发展历史	190
一、生物学的起步	190
1. 神话时代的生命解释	190
2. 古希腊的生物学	193
3. 中国古代的生物学	194
4. 古代医学对人的生物学探索	196
二、细胞学说的产生	198
1. 显微镜下的生物世界	198
2. 施莱登建立细胞学说	199
3. 施旺的进一步发展	200
三、对微生物的认识	202
1. 微生物被人类所运用	202
2. 巴斯德的著名实验	203
3. 巴斯德对微生物学的贡献	206
4. 疫苗的诞生	207
5. 人类与细菌的战争	210
四、生理学分支的发展	212
1. 血液生理学的进步	212
2. 消化生理学的发展	214
3. 神经生理学的发展	215
4. 内分泌生理学的发展与胰岛素的发现	216
五、进化论的产生与发展	219
1. 进化思想的萌芽	219
2. 达尔文创立进化论	221
3. 进化论后续的发展	224
4. 新达尔文主义	227
5. 现代达尔文主义	228
七、遗传学的奠基与发展	229
1. 奇妙的“三比一”	229
2. 遗传因子是什么	232

3. 分子生物学诞生	236
4. 人类基因组计划	239
后记	242
主要参考文献	244



第一章

导论——科学的起源及古代科学发展

一、经验知识与科学萌芽

科学伴随着人类文明的产生与发展,可谓源远流长。尽管在很长时期内,科学并不是独立作为一项社会事业而存在的,但人类探索自然的勇气、思想和智慧就是科学的内在基因,探索科学的历史,就要从寻找这些基因开始。今天的人们往往以骄傲的神情看待现代科技成就,而忽视了一个事实,那就是原始人最先开始了人类对自然的探索,从而开始了对自然的理解,并做出了一系列有重大历史意义的发明创造。

大约在二三百万年以前,地球上开始有了人类,从而有了人类在与自然环境斗争中的进化历程。人类在制造工具、进行生产劳动的过程中,逐渐掌握了改造自然的技能,同时,人类最初的科学知识也给这一文明增添了理性的成分,这种理性为文明的发展指出了一种方向,科学技术也有了自己的萌芽形态。

科学是人的认识的一种形式,如同其他各种认识形式一样,它是一种社会现象,是人类社会历史的产物。所谓科学,是指人类在长期的社会历史中所获得和积累的认识成果即知识的总体,以及不断持续的认识活动本身。与其他认识活动相比,科学认识并不在于认识的对象有差异,而是认识方法上的差异,这一差异基于认识发展阶段的差异,而最先进、最高级的认识形式便是科学。

理论、认识、科学归根到底是由实践、生产和技术引发和决定的。人的认识的源泉是实践,人们在实践中首先产生的是经验知识,尤其是生产经验知识,人们把这些知识作为感性认识的直接成果来接受。在原始社会中还没有文字,但这并不

等于人类在那时没有自然知识,也不等于那时的自然知识中没有任何科学成分。正如恩格斯在《自然辩证法》一书中所说:“随着手的发展、随着劳动而开始的人对自然界的统治,在每一个新的进展中扩大了人的眼界。他们在自然对象中不断发现新的、以往所不知道的属性。”

我们只要分析一下原始人遗留下来的文物,就可以体会出这样的认识。石头是自然界为早期人类准备好的材料,但石头还不等于石器,原始人在石器工具的制作过程中逐步在摸索石头的性质,知道什么石头易于加工,怎样根据不同的用途确定加工的形状和方法,这是人类最初获得的经验知识。原始人在实践中学会保存火种,这也包括着经验知识的积累,他们至少知道了要“养活”火,应当用什么来“喂”它,即哪些自然物可用来作燃料。同样,把黏土制作成器皿,或用树枝条编成框架,并外涂黏土作容器,这已经需要经验知识,黏土被火烧过会变硬的事实启发了原始人去制作陶器,他们在这种制作中不仅会改变自然物的形态,而且会改变自然物的性质。而弓、弦、箭这些复杂的工具包含着奇妙的力学结构和原理,更是原始人手脑结合的伟大创造。

当丰富的经验知识不断地被重复和积累,即当社会生产发展,生产力增长的时候,科学的种子也开始逐渐生根发芽。人们从生产实践中直接产生的只是技术知识,这种知识经过实践的锤炼而变得可靠。然而这还不够,因为人们仅仅靠这些知识本身还不能得到普遍性的认识,即这些知识还不是真正的科学。因为科学是理性精神和求实精神的统一。

二、对自然界的原始认识——原始宗教自然观

著名科学史学家丹皮尔说过:科学是在巫术、神话的“丛林”和工艺、工具的“草原”上发芽成长的。另一位著名科学史学家梅森则说:科学有两个根源,一是技术传统,一是精神传统,这两个传统的汇流产生了一个新的传统,即科学传统。

早期人类在生产劳动中积累着实用经验知识的同时,也发展了自己的智力和思维,也有可能尝试对自然现象进行概括性的解释和想象,出现了原始的自然观。原始人刻画在石、骨或角上的线雕画,刻画于洞穴中的壁画,可以看作是当时的人们与自然界较量的写照。原始人刻画的内容除了人自身,多数是动物,而且大多是他们在狩猎中能捕获的大动物,如野牛、野马、鹿等。他们以集体的力量和简陋的工具与大自然作斗争时,一方面逐步认识到人们的生产活动与某些自然现象的联系;另一方面又受着大自然的沉重压迫,对自然界的千姿百态、千变万化得不到正确的理解。特别是日月星辰、风雨雷电、生老病死,都使他们迷惑不解。于是,