

“四科”教育丛书

主 编 沈谦芳

副主编 王天思

叶福云

科学知识是什么

王天思/主 编

黎 康/副主编

江西高校出版社

图书在版编目(C I P)数据

科学知识是什么/王天思主编.—南昌:江西高校出版社,2003.9

(“四科”教育丛书/沈谦芳主编)

ISBN 7—81075—412—2

I . 科… II . 王… III . 科学知识 IV . G302

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 051393 号

江西高校出版社出版发行

(江西省南昌市洪都北大道 96 号)

邮编:330046 电话:(0791)8592235,8504319

江西恒达科贸有限公司照排部照排

江西教育印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32 8.875 印张 218 千字

印数:1~5000 册

定价:16.00 元

(江西高校版图书如有印刷、装订错误,请随时向承印厂调换)

总序

科学是最高意义上的革命力量。尊重科学,发展科学,是一个国家和民族繁荣昌盛的希望之所在。

当今中国,承前启后,继往开来,已经进入全面建设小康社会,加快推进社会主义现代化建设的新时期。社会生产力的发展、综合国力的增强、人们精神境界的净化、愚昧迷信的扫除,须臾离不开科学。

党和国家高度重视科学在全面建设小康社会,加快推进社会主义现代化建设过程中的关键作用,制定并大力实施科教兴国战略,切实把科学和教育事业放在优先发展的战略地位。党的十六大报告强调大力发展教育和科学事业,在全社会形成崇尚科学、鼓励创新、反对迷信和伪科学的良好氛围。

提高全民族的科学素质是一项急迫而又重要的基础性社会工程。与发达国家相比,我国公民的科学素质还存在很大的差距。据中国科协公布的数字,我国2001年达到基本科学素养水平的人的比例只占总人口的1.4%,而美国1990年达到6.9%,欧洲共同体(欧盟的前身)1989年达到4.4%。这种差距对我国经济和社会发展的羁绊和影响逐步显现出来。近年来愚昧迷信有所蔓延,反科学、伪科学有所抬头,特别是邪教“法轮功”一度猖獗,都与公民的科学素质不高不无关系。

那么,如何提高全民族的科学素质?究其方法,最为根本和重要的是江泽民同志提出的“普及科学知识,倡导科学方法,传播科

学思想,弘扬科学精神。”这些年,在江泽民同志的大力倡导下,在各级党委和政府的高度重视下,在全社会的广泛参与下,科学知识、科学方法、科学思想、科学精神教育(简称“四科”教育)在中华大地上蓬勃开展。

为适应开展“四科”教育的需要,江西省社联、江西省社科院于2001年春成立课题组,着手研究并编写“四科”教育丛书。丛书共4册,系统阐述了科学知识、科学方法、科学思想和科学精神的内涵、价值及其魅力,旨在为“四科”教育的开展提供一套较为实用的参考读物。

多年来,关于科学知识、科学方法、科学思想和科学精神的研究取得了甚为丰富的成果,但也不同程度地存在着两个方面的不足:一是对科学知识、科学方法、科学思想和科学精神的研究多局限于自然科学的视野中,未能充分拓展到哲学社会科学的众多领域,以致哲学社会科学未受到应有的重视;二是对科学知识、科学方法、科学思想和科学精神的研究往往局限于某个单一的方面,未能将四者作为有机联系的整体予以重视,以致在开展科普工作时对“四科”中的科学方法、科学思想和科学精神强调得不够。

“四科”教育丛书充分注意并力图弥补上述不足。丛书遵照江泽民同志关于科学包括社会科学、哲学社会科学与自然科学同样重要以及提高全民族科学素质的有关论述,阐明我们今天所需要和倡导的科学,学科上不只是单一的自然科学,而是自然科学和哲学社会科学比翼齐飞的科学;形态上不只是单一的科学知识,而是科学知识、科学方法、科学思想、科学精神四轮驱动的科学;功能上不单是认识、改造自然和社会的工具,同时也是与自然和谐相处以及实现人的全面发展的科学。丛书以这样的科学观来谋篇布局,较好地展现了科学的全貌,有利于克服科学教育工作中存在的片面性与单一性,有利于更加全面有效地提高全民族的科学素质。

在科学高度发达的今天,科学与迷信、知识与愚昧的斗争远未

停止,提高全民族的科学素质又是一项长期而复杂的社会工程。“四科”教育丛书的问世,只是编撰者、出版者从自己的角度为推进这一工程所尽的一份心力。也正因为如此,所以丛书力求通俗易懂,溶思想性、趣味性、知识性、可读性于一体,尽量避免晦涩难懂的文字和无病呻吟的空论。书中使用了大量的案例,许多科学家的故事引人入胜、给人启迪。

让人人看得懂,使人人能受益,是我们编写这套丛书的出发点。能否做到这一点,有待广大读者的检验,对书中存在的不当、错误之处,敬请各位同仁和广大读者不吝评判和指正。还有,“四科”教育丛书择善而从,参考、借鉴乃至引用了许多已有的研究成果,在此深表谢忱。我们愿意与广大同仁携起手来,为提高全民族的科学素质而通力合作!

沈谦芳

2003年8月1日于南昌

前 言

在改造外部世界和内心世界的长期实践中,人们在自然、社会和思维等领域获得了大量的认识和经验。这些认识和经验系统化,反映了自然、社会和人类思维的客观规律,构成了包括自然科学和社会科学在内的整体科学知识。

关于科学知识,我们可以下一个简单的定义,也可以通过对其具体内容的简要介绍来系统展示。本书正是试图通过关于自然科学和社会科学知识的素描,勾勒出科学知识图景的整体轮廓。

近五百年来特别是 20 世纪迅猛发展的科学,为整个宇宙的进化勾勒出了一幅无比壮观的知识图景。它虽然远非完备,但从中已然可以看出:不断膨胀的宇宙如何演化出包括地球在内的无数天体,得天独厚的地球怎样繁衍着生机盎然的生命,物竞天择的生物如何创生了能够反观宇宙的人类,万物之灵的人类又怎样构建成纷繁有序的社会。系统地把握这些科学知识,不仅关系到我们创造物质财富的能力,而且与我们的精神生活质量密切相关。

自从人类诞生以来,人们就在寻找着自己的精神家园。为此,不少人循着非理性的道路走进了教堂,走进了寺庙;而越来越多的人则依靠自己的理性走进了哲学王国,走进了科学殿堂。为了让科学理性更彻底地驱除蒙昧,我们试图讲述一个关于整个宇宙的进化故事,试图把对科学知识的系统了解变成一次充满智力乐趣的旅行。

以非常有限的篇幅叙述一个囊括自然科学和社会科学知识的

宇宙进化故事,无疑是力不从心。不过由于我们有自己特定的写作目的,因而也就有一个我们认为合理的选材标准。

从结绳记事到几何演算,从牛顿力学到广义相对论,科学知识浩如烟海。但是,我们是在与科学方法、科学思想和科学精神相参照的坐标系中叙述科学知识的,这一目标决定了我们必须去选择那些与人特别是与人的信仰密切相关的内容。因此,我们所选取的主要是经验科学材料,不包括形式科学知识(数学和逻辑学等)。

为了使本书成为一个整体,我们尽可能多地涉及各个科学领域的重要知识内容。但是由于篇幅所限,有些人所共知的部分只是作为重要的逻辑环节一笔带过;而在有些涉及面太广的领域,我们甚至不能顾及知识体系的完整性和内容的全面性,无论我们作怎样的简繁设计。

不管是在什么领域,我们都试图走进科学知识的深海,去领略科学前沿的壮丽景观。因此,在某种程度上,与其说我们是在科学知识的海洋中畅游,倒不如说是在科学之谜的丛林中游弋。正因为如此,我们所选择的有些理论仍然具有假说的性质,有的理论甚至是毁誉参半的。有时候,科学的最新进展往往与作为其基础的假说不可分割地联系在一起。

事实上,我们的整个故事就是从一个理论假说——大爆炸宇宙理论开始的。人类依靠自己现在看来仍然是独一无二的智力,在这个上下左右都是未知海洋的世界中寻找着具有某种确定性的知识。因而,无论是从我们走来还是我们走去的方向,无论是在宏观还是微观领域,我们现在所已经拥有的科学知识无一例外地都必须依托一定的理论假说。

假说是所有科学学科所共有的,而使本书写作变得更为复杂的,则在于社会科学具有不同于自然科学的特点。

本书所讲述的,是一个包括我们自身在内的进化故事。而科学离人本身越近,就越不像经典理论那样确定无疑。越是在这样

的领域,我们所面临的选择就越是复杂,越像是进入了艺术长廊而不是自然博物馆。

在自然科学中,至少对于同一种分子来说,我们完全可以把它们看作是一些全同的粒子。有关这些全同粒子所作的概括性结论,适用于所有的分子。但是,对于一个个极其复杂的人就不能那么简单了。根据一个或者一些人的表现做出的概括,很可能不能适用于其他人。认识对象越复杂,情况越是如此。这就造成了在自然科学领域我们得到的理论具有相对的确定性,而在社会科学领域我们所得到的常常是不只一种具有合理内容的理论。我们有时是在众多不同的观点中选取最具合理性的观点,但那常常不是众口归一的理论。

由于在一些社会科学领域没有统一的理论,这些领域所需要的是不同理论的相互补充,我们的取舍就采取了同时采用一种或几种主要理论的做法。在有些情况下,这些理论甚至可能存在局部冲突。这也是在社会科学领域,理论越来越具有个性特征的结果。

的确,我们一般认为,科学不像艺术和哲学那样具有个性。科学具有普适性,不具有个人特征,与个人特点无关。我们常常说某某人的艺术,某某人的哲学,却不会说某某人的科学。但是,在社会科学领域,情况至少不再这么典型,有些科学理论明显具有某种个人特征。我们不说“牛顿物理学”或“爱因斯坦物理学”,但我们恐怕不得不说“行为主义心理学”甚至“弗洛伊德心理学”。因而,虽然我们在叙述时会作一些取舍,但由于一些理论构架的整体性质,在介绍一些社会科学理论时,不能不满足于阐述与具体科学家密切相连的理论,以致在呈现一个重要理论的时候,不得不将其不足之处也同时和盘托出。

整合自然科学和社会科学的现实困难,还在于一些领域还没有建立起系统的理论。在这样的环节,为了讲述一个尽量完整的

故事,我们有时也不得不借助哲学思维。

爱因斯坦曾经说过:“哲学是科学研究之母”。事实上,所有的科学学科最初都是从哲学中孕育、分化出来的,而且哲学还在不断孕育着新的科学学科。书中所涉及的有些科学学科,甚至还没有完全从哲学中分化出来,仍然与哲学有着血肉相连的现实关系,仍然带有哲学的痕迹。因而,讲述一个关于科学知识的整体故事,自然离不开科学之母的观照。

目 录

总序/1

前言/1

一、有界无边的宇宙/1

- 1. 形形色色的宇宙模型/1
- 2. 宇宙创生与天体演化/8
- 3. 万物之理/18
- 4. 造化之道/24
- 5. 非同寻常的微观尺度/31
- 6. 不可思议的时空特性/38
- 7. 美丽银河中的太阳帝国/44

二、得天独厚的地球/61

- 1. 天之骄子/61
- 2. 地之造化/66
- 3. 大陆拼图/70
- 4. 沧海桑田/75
- 5. 阳光:生命形成的动力/81
- 6. 大气圈和水圈:生命的温床/88
- 7. 物质循环:生命的脐带/92
- 8. 人间伊甸园:生命的母体/98
- 9. 海洋:生命的摇篮/104

三、物竞天择的生物 /109

- 1. 从上帝的手心到大自然的怀抱 /109
- 2. 物竞天择,适者生存 /112
- 3. 从原子到细胞 /117
- 4. 生物大爆炸 /123
- 5. 生命的登陆 /127
- 6. 霸王覆灭的千古之谜 /131
- 7. 劫后余生的新生命乐章 /136
- 8. 生命七巧板 /143
- 9. 生死相依的生物圈 /149

四、万物之灵的人类 /158

- 1. 漫长的童年 /158
- 2. 三位一体的人脑 /164
- 3. “顽皮”的知觉 /171
- 4. 思维迷宫 /178
- 5. 个性与人格 /188
- 6. 心灵奥秘 /199
- 7. 人类本性 /207

五、纷繁有序的社会 /219

- 1. 人:一切社会关系的总和 /219
- 2. 社会的细胞 /224
- 3. 社会的政治关系 /229
- 4. 社会演进的市场机制 /234
- 5. 秩序之本:法律和道德 /240

- 6. 文明之花 :社会文化 /246
- 7. 社会历史的逻辑 /254
- 8. 人类社会 :从过去到未来 /260

后记 /269

一、有界无边的宇宙

浩瀚无垠的宇宙,以人类难以想象的漫长岁月发展着、演变着。对于宇宙中的各种奇妙现象,以及深藏其中的无穷奥秘,人类进行了不懈追寻与探索。中国古代诗人屈原就曾以诗人的直觉、激情与睿智,仰望苍穹,发出了足以穿透悠悠千年岁月的“天问”。在诗人就混沌初开、阴阳变化、天宇形成所发出的串串追问中,既有思古幽情的抒发,也有对天下之兴衰的感慨,更有对奥妙宇宙之神奇的疑惑与咏叹。今天,人类对于宇宙的认识已远远超出了诗人所生活的那个年代。但浩瀚的宇宙依旧有许多奇观异景等待着人类去领略,有许多谜团等待着人类去破解……

1. 形形色色的宇宙模型

何为“宇宙”?中国战国末年的尸佼给出了一个足以令现代人也为之惊叹的答案:“四方上下曰宇,往古来今曰宙。”宇宙被明白无误地理解为三维空间和一维时间的统一体。中国东汉时期的张衡更是提出了“宇之表无极,宙之端无穷”的无限宇宙的观念。从人类文明史的角度看,宇宙是一个动态的概念,宇宙的疆域与内涵是随着人类视野的扩大而不断得到拓展与深化的。

(1) 仰望星空的遐想与哲思

在地球上繁衍、生息着的人类,总是习惯于将包罗天地万物在内的周遭世界称为宇宙。古人仰观天文,俯察地理,细究草木虫鱼。他们正是从昼夜交替、四时更迭、物换星移中,体味着宇宙的万千变化。无论是对农耕民族还是对游牧民族而言,确定农时和确立方位,都成为生产与生活的必需。而先民们正是通过观察太

阳及一些星辰的相对位置的变化,逐渐学会了观测天象和制定历法。自然,天文学也较早地在美索不达米亚、埃及、中国和印度等古代文明的发祥之地萌芽和诞生了。

古人在致力于天象观测的同时,也按各自的体验及所处的不同的地理环境,去构造最初的“宇宙模型”,并力图依此去理解和解释仰观俯察所及的种种自然现象。例如:在生活于两河流域的古巴比伦人的观念里,天和地被设想为浮在水上的两个扁盘;而尼罗河畔的古埃及人则将世界看成是如同长方形的大匣子,地是匣底,而天则是匣盖;世代繁衍于恒河流域的古印度人则认为,天国在大地上,大地则由四头大象背负着,大象站在一只巨大的海龟背上,而这一切又被一条巨蟒所环绕……凡此种种的古代世界流行的“宇宙模型”,在现代人的眼里或许有些幼稚可笑,但在人类文明进步的漫长历史进程中,它们无疑起过积极的作用。因为它们至少使人相信,宇宙是可以理解的,并且可以通过这些具体的和形象化的模型去描述已有的感受,解释生产与生活中所接触的各种自然现象,甚至还能依此推测和预知未来。

告别了关于宇宙的直观与玄想,活跃于欧洲文化发源地——古希腊的哲学家们,为人类提供了最早的思辨性的宇宙模型。由于古希腊天文学有四个活动中心,由此形成了四个关于宇宙结构与演化的学派。如:爱奥尼亚学派先是将水看成是宇宙的本源,认为大地是浮在水上的圆盘;后来又将火作为宇宙的本源,认为一切产生于火而又寂灭于火。在宇宙本源问题上最出色的当属留伯基和他的学生德漠克利特,他们将自然界看成是由原子和虚空所组成。而毕达哥拉斯学派在天文学上的最具影响的贡献是提出了“宇宙和谐”的观念。此外,还有赫拉克里特的日心说和柏拉图的正多面体宇宙结构模型等等。可以说,古希腊的哲学家们无一例外地都试图通过建立一个关于宇宙结构的理想模型,来解释日月星辰诸天体的位置和运动。

总体而言,最初盛行起来的宇宙模型(包括中国古代的浑天说),大多是主张地球处于宇宙中心、诸天体均绕着地球运动的“地心说”。当然,此中最为完整的便是托勒密于公元2世纪正式建立起来的“地心说”宇宙模型。该模型创立了一个完整的地心体系,并采用几何学的方式比较正确地描绘了当时已知行星(金、木、水、火、土星)的运动。然而,为了要得到与观测事实相一致的结果,“地心说”往往需要假设好几重的本轮和均轮来描述行星的运动,由此使整个学说显得繁杂而混乱,有违“简单、和谐与统一”的原则。尽管如此,托勒密的“地心说”仍然在人类思想发展史中盘踞、赓续达千年之久。

(2)被“推动”的地球

“地心说”之所以能统治千年而没遭到什么根本性的非议,其原因就在于:长期以来,目测天文的精度很低,依“地心说”所预报的行星位置,即使与实际位置有些偏差,人们也难以察觉;同时,地球处于宇宙中心的观念也符合《圣经》所阐释的教义,“地心说”自然也得到了教会的支持和保护。然而,随着天文观测技术的进步与精度的不断提高,“地心说”的繁琐和粗陋则日益显现出来,这一其自身所无法克服的致命缺陷,预示着“地心说”的末日即将来临。

最早为“地心说”唱响挽歌的是波兰天文学家哥白尼。他在问世于1543年的《天体运行论》中,不仅驳斥了托勒密的“地心说”,而且向世人公布了他的“日心说”。在哥白尼创制的宇宙模型中,地球已从至尊之位退居为一颗普通的行星,而太阳则成为宇宙的中心;星空的昼夜旋转是地球自转的视觉效应,而在地球上所看到的其他行星的顺行与逆行,则正是所有行星绕日公转的必然结果与合理解释。这一大为简化了的宇宙模型,不仅有效地提高了预报的精度,同时对占统治地位的“地心说”的传统观念更是一次革命。

哥白尼的“日心说”如同“精神的日出”,它带来了观念上巨大

而深刻的变革,由此就不可避免地遭到了保守的教会势力的重重阻挠与迫害。但与此同时,它也获得了许多追求真理的有识之士的服膺与支持。作为哥白尼学说的忠实追随者,布鲁诺以大胆的思想、强烈的叛逆精神和极富激情的演讲,令教会势力惊恐万分。虽然布鲁诺被教会势力以“异端”之名判处火刑,但他那句醒世恒言——“科学是使人的精神变得勇敢的最好途径”犹在人们耳畔回响。而有“近代物理学之父”美誉的伽利略,则是以另一种方式宣扬着哥白尼的理论。他用自己首创的光学天文望远镜观测天空,发现了木星有四颗卫星等珍贵的天象,从而为地球不是宇宙中心找到了直接的观测证据。从哥白尼、布鲁诺到伽利略,追求科学真理的先行者们,为了科学的理想和信仰献出了自由乃至生命。作为人间的普罗米修斯,他们所盗得的理性之火,将始终照彻人类探求真理的漫漫长路。

双目失明的哥白尼在临死前,曾抚摸着刚刚出版的《天体运行论》,动情地说:“我终于推动了地球。”他的薪火传承者伽利略,这位70岁仍被宗教裁判所判处“终身监禁”的垂垂老者,在宣判后也喃喃失语道:“地球真的是在转动啊!”而事实上,只有到了1687年,牛顿发表了著名的万有引力定律,阐明了行星绕日运动的力学原理,使“日心说”具有坚实的理论基础,并令人信服地得到了广泛传播和应用之后,地球才真正被科学的力量“推动”了!

(3) 开启宇宙之窗

从哥白尼的《天体运行论》问世,到牛顿《自然哲学的数学原理》刊行,人类历经一个半世纪的艰难曲折,终于完成了认识宇宙的第一次大的飞跃。这一飞跃,对当时西方的思想解放、文艺复兴和科技进步,都产生了极为重大而深远的影响,有力推进了整个人类文明的历史进程。

需要指出的是:无论是“地心说”还是“日心说”,都只是回答了宇宙的结构和运动以什么为中心的问题,它们的共同前提是都有

一个“不变的宇宙”。虽然,康德于 1755 年匿名发表了关于宇宙起源与演化的“星云说”(后由拉普拉斯进行了进一步的完善),第一次从理论上对“宇宙不变”的观念进行了冲击,但由于缺乏观测证据的证实,长期无法得到公认。相反,在宇宙不变的前提之下,根据万有引力所作出的预言却屡屡得到验证:1758 年哈雷彗星如期而至,1846 年依据推算发现了海王星,1862 年和 1892 年先后发现了天狼星和南河三的暗伴星。所有这些都生动地证明了万有引力定律也同样适用于太阳系外的天体。

不过,随着人类天文视野的开阔,人们逐渐发现:宇宙中那数以千万计的恒星,不是分布于天球薄层上,而是有远有近地分布于宇宙空间中。当万有引力定律应用于这样的宇宙中时,就会出现一系列的谬误:这就是所谓“西利格之谜”和“奥尔伯斯之谜”,即若宇宙物质分布于无限空间,则任一点的引力不存在有限解;假使无限的恒星均匀分布于无限宇宙之中,那么夜空就应该如白昼一样明亮。这些谬误的存在说明:牛顿的万有引力定律以及他的绝对时空观必须加以修正,而这一修改工作就直接导致了爱因斯坦狭义相对论和广义相对论的相继诞生。

爱因斯坦所创立的相对论,为人类建立新的宇宙观奠定了坚实的理论基础。他把广义相对论所揭示的物质与空间几何性质的关系应用于宇宙,由此构造了一个有限无界的静态宇宙模型,解决了前述有关宇宙的错误看法,开现代宇宙学之先河。而相对论关于空间性质决定于物质的预言,也由爱丁顿于 1919 年利用日全食机会拍摄太阳背后的恒星图像时所观测到的“光线弯曲”现象而被证实。1922 年弗里德曼解爱因斯坦的场方程得到动态解,勒梅特于 1927 年赋予这动态解以物理意义,从理论上大胆预言了动态宇宙的存在。哈勃于 1929 年所观测到的遥远星系的光谱具有普遍的“红移”现象,勒梅特认为这就是空间作膨胀运动的有力证据。可见,深刻揭示了时间、空间与物质辩证关系的爱因斯坦广义相对