

江西省教师教育规划教材

ZIRAN KEXUE GAILUN

自然科学 概论

主编 卞祖武 赖肖冰



江西高校出版社

江西省教师教育规划教材

自然科学概论

主 编：卞祖武 赖肖冰

副主编：胡玉东 黄小华 温盛伟 缪彦

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然科学概论/卞祖武,赖肖冰主编. —南昌:江西高校出版社,2012.8

ISBN 978 - 7 - 5493 - 1419 - 5

I. ①自... II. ①卞... ②赖... III. ①自然科学 - 教材 IV. ①N

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 205037 号

出版发行	江西高校出版社
社址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
总编室电话	(0791) 88504319
销售电话	(0791) 88511422
网 址	www. juacp. com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	18.25
字 数	410 千字
版 次	2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5493 - 1419 - 5
定 价	32.80 元

赣版权登字 - 07 - 2012 - 928

版权所有 侵权必究

目 录

引子一 五千年的曲折历程·····	1
引子二 让世界沉默五分钟的演讲·····	5
第一章 科 学 ·····	9
第一节 科学的概念、内涵与本质·····	9
阅读材料 牛顿的科学思想方法·····	15
第二节 科学的思想、方法与精神·····	18
阅读材料 钱学森的科学思想·····	25
第三节 科学研究内涵与成果评价·····	30
阅读材料 部分世界性科学技术奖简介·····	33
思考题·····	38
第二章 科学简史 ·····	39
第一节 古代的科学·····	39
阅读材料 科学史的意义·····	46
李约瑟与《中国科学技术史》·····	53
我国现存最早的地方天文台——袁州天文台·····	54
缘督先生赵友钦·····	55
第二节 近代的科学·····	58
阅读材料 “地图状元”罗洪先·····	82
西学东渐与近代中国科学技术的落后·····	87
第三节 现代的科学·····	91
阅读材料 爱因斯坦的科学思想方法·····	156
数学泰斗曾炯·····	158
中国植物分类学之父胡先骕·····	160
思考题·····	164

第三章 自然科学与现代技术	166
第一节 技术的内涵与本质	166
阅读材料 宋应星与《天工开物》	168
皇家建筑设计世家样式雷	174
第二节 科学与技术的关系	178
阅读材料 “两弹一星”	181
第三节 信息技术	183
阅读材料 GPS 汽车导航	203
第四节 新材料与新能源	206
阅读材料 硅衬底 LED 照明技术	213
第五节 空间与海洋技术	215
阅读材料 茫茫宇宙觅知音	230
“太空莲”	232
第六节 生物技术	234
阅读材料 杂交水稻之父袁隆平	240
思考题	242
第四章 科学技术与社会	243
第一节 科学技术对社会的作用	243
阅读材料 科学的价值	248
第二节 社会对科学技术的影响	253
阅读材料 给五千年后子孙的信	256
第三节 可持续发展战略	257
阅读材料 里约热内卢环境与发展宣言	275
思考题	278
尾声一 科学与人类未来	279
尾声二 未来科技进展预测表	281
引子及阅读、尾声材料出处	285
参考文献	287

引子一

五千年的曲折历程

吴国盛

人类的生活动是一部永无休止的史诗,这部史诗流传下来已有五千年的历程。五千年的文明史充满了战争与和平、王朝兴衰与危机,也充满了物质生活的欣欣向荣和人类精神生活的奇异历险。科学和技术在文明史上始终占有一个非常重要的位置,它仿佛承载激流的河床,流水消逝了,河床留存下来,昔日的城堡宫殿化为灰烬。昔日的赫赫战功已随岁月而烟消云散,但是支撑着每一时代人类物质生活方式的技艺一代代传了下来,显示人类对自然界知识增进的科学理论传了下来。正如乔治·萨顿所说,科学的历史虽然只是人类历史的一小部分,但却是本质的部分,是唯一能够解释人类社会进步的那一部分。

科学,就其本质而言,是人类与周围的生活环境相协调的一种理性的手段。这样的手段是多样的,巫术、宗教、艺术、法律都是协调自然环境或社会环境的方式,但科学是一种理性的方式,是一种物质的方式,因而显示出绵延不绝的生命力。

数学、天文学和医学是一切原始民族都予以充分发展的科学,这大概是因为,它们与人类的基本社会生活密切相关。四大文明古国在这三门科学上都做出了开创性的贡献,埃及、巴比伦、印度和中国的成就各具特色,它们或服务于宗教的需要,或有强烈的实用倾向,均为后世开辟了不同的科学传统。巴比伦、印度的算术和占星术通过阿拉伯人流传到近代,导致了近代代数的大发展,以与日益发达的商业社会的计算需要相适应。中国则独自发展出了技术型、经验型、实用型的科学技术体系,在中古时期孕育出了伟大的四大发明。这四大技术成就通过阿拉伯人传到欧洲之后,促进了近代欧洲社会和近代科学的形成。

科学成为一种独立的精神活动,最早起源于希腊。希腊人最早对自然界形成了一种独立于神话而又系统的理性看法,而且创造了一套数学语言来把握自然界的规律。希腊第一个哲学家泰勒斯提出万物源于水的命题,奠定了西方哲学追究本源的形而上学精神。泰勒斯学生的学生阿那克西米尼指出,万物由气所构成,不同的物质由气的浓密稀疏所致,这开辟了把握世界的实体构成主义传统。这一传统主张,唯有找到自然现象背后的实体,并且通过这一实体将自然现象重新组合构造出来,才算是认识了自然。古代的原于论实际上是第一个比较成熟的实体构成主义的模型。原于论者找到了原子作为基础,并将大千世界的多样性和复杂性还原为原子的不同排列组合。与构成主义传统相对照的是由毕达哥拉斯学派开辟的形式主义传

统。在他们看来,理解世界的关键不在于找出构成实体,而在于找出构成方式。他们认为,数是万物构成的基本形式,因此,数有着至高无上的本体论地位。柏拉图学派后来进一步精致化了这些主张,从哲学的高度进一步强化了形式的重要性。实体构成主义和形式主义这两大传统后来为近代科学所继承。

希腊科学真正的大发展不在希腊古典时期,而在希腊化时期。有三个杰出的人物代表了这一时期最高的科学成就,他们是欧几里德、阿基米德和托勒密。欧几里德因为《几何原本》,阿基米德因为杠杆原理和浮力原理,托勒密因为《至大论》而彪炳史册,他们是古代世界在几何学、力学和天文学上达到的三座高峰。

在公元元年左右的几个世纪,罗马人统治了西方世界。他们在政治、管理、法律和军事上有着杰出的成就,但在科学方面难以为人称道。虽然也出现过像普林尼这样百科全书式的博物学者,但罗马人总的来说没有对科学的发展做出过重大的贡献。希腊丰富的科学遗产被他们一点点地丢弃,直至文明的光辉完全熄灭,进入长达五百年的黑暗年代。

在欧洲黑暗年代(公元6世纪至11世纪),自然科学确实处于沙漠状态。但是同一时期,阿拉伯人却建立了经济繁荣、文化发达的阿拉伯帝国。他们继承了希腊人的科学遗产,大量翻译了包括欧几里德《几何原本》和托勒密《至大论》在内的希腊科学著作。到了公元8世纪,阿拉伯人使希腊传统的西方科学进入了一个新的繁荣时期。在炼金术(作为化学的先驱)、代数、天文学、光学等方面,阿拉伯人都作出了自己独特的贡献。今天的许多科学术语都来自阿拉伯文。这正是因为近代科学继承了阿拉伯人的科学遗产。

阿拉伯科学的辉煌时期只持续到了12世纪,而中国的科学技术的发展却持续上升到了17世纪。从盛唐(公元7世纪)到明末(17世纪)一千多年的时间里,由于中国政治的相对稳定,其独特的科学技术体系得以逐步完善和发展。构成这一体系的农、医、天、算四大学科以及陶瓷、丝织和建筑三大技术,是古代中国人聪明智慧的结晶。造纸、印刷术、火药和指南针这四大发明,经阿拉伯人传入欧洲后,对近代科学的诞生起了重要的推动作用,是中国人对近代世界文明的卓越贡献。

11世纪之后,欧洲开始从漫漫长夜苏醒。十字军东征从阿拉伯人那里带回了中国的四大发明和希腊的学术。通过翻译希腊古典文献,欧洲学术得以复苏。大翻译运动在西班牙和意大利两个中心进行,因为它们离阿拉伯文化和希腊化文化区最接近。大翻译运动的结果是出现了经院哲学的新气象,这种本是通过理性论证来为神学辩护的哲学,与亚里士多德主义进行了成功的结合,产生了托马斯·阿奎那的哲学。此外,还诞生了实验科学的先驱罗吉尔·培根。

欧洲的第二次学术复兴也就是著名的文艺复兴。就科学史而言,这次的复兴在于更全面地恢复了希腊自然哲学的整体面貌,在于柏拉图主义重新支配了研究自然的学者们的思想,以对抗已占统治地位的托马斯——亚里士多德主义。这一时期航海罗盘、钟表、枪炮、印刷术的出现,以及美洲的发现,都为科学革命提供了合适的气氛和时代背景。人们即将从古代的知识范围里走出来,去探索无限的宇宙。

世界观的重大变革确实是从哥白尼革命开始的。希腊人以及中世纪的宇宙观,是一个层

层相套的有限的球体,地球则居宇宙的中心。近代思想的一个革命性的变化就在于从有限封闭的世界,走向一个无限的宇宙。这一思想主题反映在许多方面:在天文学方面,最终抛弃了天球的概念,而将天体撒向一望无际的宇宙空间。在物理学方面,最终抛弃了亚里士多德目的论的天然运动概念,而提出了惯性运动概念,这种运动除非受到干扰,将沿一条直线无限地运动下去;在视觉艺术的创作方面,定点透视代替全景透视,确立了欧几里德几何学在观察世界中作为先天形式的地位,人,随之被确立为观察世界的主体,世界即是观察者眼中的世界;在精神生活方面,对人类有限性的深刻意识以及从而对上帝的虔诚、恭敬,被无神论的狂妄、放肆以及对主体无限能力的崇拜所取代;在经济活动领域,对自然资源无限的开发和索取代替适度规模的小农经济。这一切,实际上都是“从封闭的世界走向无限的宇宙”这一时代主题的表现。于是,我们就不难理解,为什么哥白尼革命对于近代世界这么重要。因为,这场宇宙论革命,既是天文学的也是人类学的,既带来了世界图景的改变,也导致了欧洲心灵的重建。

从哥白尼开始,近代物理科学的诞生仿佛一幕早已被编排好的巨剧,每一环节都天衣无缝。第谷、开普勒、伽利略、笛卡儿、牛顿,每一位人物都在为重铸新时代的思想范式而努力,虽然他们不是没有走过弯路:第谷不同意哥白尼体系,开普勒不同意无限宇宙观,伽利略不愿意放弃行星运动的正圆轨道。“科学革命”或“近代科学的起源”,确实是思想史家得心应手的处理对象。在这一历史过程中,概念的演变确实引人入胜。

近代物理科学的形成标志是所谓世界图景的机械化、机械论哲学的建立,这一主题也体现在近代生命科学的发展过程中。对生命世界的理解从来就有两种截然不同的传统。一是古已有之的博物学传统,它通过搜集生物界的多样化以及通过分类来把握生命、建立生物科学的知识体系,亚里士多德、普林尼是这一传统的杰出代表。近代以来,与物理科学相伴随,成长出了另一种理解生命的新的范式,这就是实验生理学传统。它把生物体看成一台机器,认为通过了解其生理结构就可以解释其生命功能。与哥白尼的《天体运行论》同年出版的维萨留斯的《人体结构》宣告了这一新传统的诞生,哈维的血液循环理论则是它产生的第一个重要成就。

17世纪末,古典科学的基本纲领已经建立,人们将在18世纪将之付诸进一步的实施。这个因为英国产业革命和法国大革命而闻名的新世纪,是一个技术革命与理性启蒙的世纪。在自然科学的大的理论框架方面,这个世纪并没有多大的突破。分析力学与天体力学可以看成是牛顿力学在新的数学工具下的精致化,而热学与电磁学尚处于积累实验材料阶段,进化论正在孕育之中,唯有拉瓦锡发动的化学革命是真正革命性的,但这往往被看成是前一个世纪“科学革命”的延迟。尽管如此,理论科学的成就通过转化为实用技术以及通过启蒙运动的大力宣传,已成为一种重要的社会力量而登上历史的舞台。

19世纪经常被誉为科学的世纪。一方面,古典科学的各个门类均相继成熟,形成了空前严密和可靠的自然知识体系:物理学上,电学、磁学与光学统一起来了,热学则通过统计方法与牛顿力学相统一;原子论使化学真正走上了定量研究的发展道路,元素周期表则揭开了化学元素的奥秘;天文学走出了太阳系,把视野朝向无限的宇宙空间,研究宇宙的物质结构、成分;进化论在达尔文的手里瓜熟蒂落,对欧洲思想界产生了巨大的影响,成为博物学传统中最辉煌的成就;实验生理学传统则结出了它的硕果,细胞学说的建立,遗传学以及特别是微生物学的发

展,使人类对生物本质的理解进入了一个新的阶段。

19世纪成为一个科学的世纪。更在于科学和技术已经开始深入人们的日常生活。自然科学的体制化和在大学教育中位置的突出,标志着它社会角色的确认。而运输工具、通讯技术、冶金技术、化学工业和电力工业,象征着人与自然关系完全进入了一个前所未闻的历史时期,人类正在高度地开发自然力,并创造着一切世代都不曾想象的物质文明。

20世纪在两个方面显示了近代科学正处在一个转折点上。首先,传统的科学范式不再无条件地有效,世纪初年出现的物理学革命,改变了人们的世界观和科学观,使思想界经受了一次震荡。这一次革命的余波未了,物理学内部又在亚微观层次发现了新的规律性,这种规律性一反传统的机械论,强调世界的系统性、有机性、对未来的开发性、时间不可逆性,因此,有所谓“从存在的科学走向演化的科学”之说。在生物学中,情况有所不同,本世纪最杰出的成就是分子生物学的出现,它将生物学的实验研究水平,推进到了分子层次,从而对生命的遗传现象有了富有成效的了解,这一成就恰恰是基于古典物理科学的还原论模式。此外,进化论在本世纪也经历了几次洗礼,从其中成长出了与还原论模型相对抗的生物学家。

20世纪科学处在转折点上的另一个标志是,全球性危机的出现导致人们重新反思近代形成的人与自然的关系,反思近代科学的哲学基础。生态科学、生态哲学和生态意识开始成为人们密切关注的话题。

我们正处在又一个世纪交替的年代,也处在科学发展的转折点上,未来的科学指向何方,回顾科学的历史也许能使我们有所省悟。

【延伸阅读】

《科学的历程》

本文摘自吴国盛著《科学的历程》。

这是一部有关科学史的通俗读物。书中有对科学家生平与个性以及科学发现的具体过程的生动而激情的描绘,有对每一次重大的科学技术进步在人类文明发展链条上的意义和价值的简明而精彩的评述,也有对人类在认识自然的过程中自身宇宙观、世界观的不断深化的阐述。通过生动、形象的历史叙述,引领读者进入一个有着广阔时空背景的科学传统,让读者自己去触摸、感受那些生气淋漓的科学人物,同他们一起去思想、去实验不同的方法,感受科学探索的艰辛与成功,然后再高屋建瓴同时又简明通俗地解释其在科学发展史上的意义。作者在用科学史的事实诠释人类文明的每一个足印的同时,也搭建出理解这一进步的阶梯。

1995年本书第一版问世时,曾掀起了科普著作的阅读和出版热潮。先后获中宣部“五个一工程奖”,第二届全国青年优秀社会科学成果奖,首届胡绳青年学术奖等荣誉。后又被新华书店评为“新中国50年百部名著”,《科学时报》评选为“科学家推荐的20世纪百部科普佳作”。

引子二

让世界沉默五分钟的演讲

[加拿大] Severn Suzuki

【阅读链接】

1992年6月3~14日,在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会,183个国家、70个国际组织的代表与会,102位国家元首或政府首脑发表讲话。这次会议是继1972年在瑞典斯德哥尔摩举行联合国人类环境大会之后,规模最大、级别最高的一次国际会议,史称“地球峰会”。会议通过了关于环境与发展的《里约热内卢宣言》和《21世纪议程》,154个国家签署了《气候变化框架公约》,148个国家签署了《保护生物多样性公约》。大会还通过了有关森林保护的非法性文件《关于森林问题的政府声明》。

6月11日,一位十二岁的加拿大女孩,在冠盖云集的世界各国领导人面前,作了5分钟发言。一开始大家觉得这不过是漫长会议中的另一场发言而已,但随着她大声说出的每一句话,会场开始变得非常安静。坐在听众席上的重要人物、各国领导、科学家们,有的表情尴尬,有的满脸愕然,有的开始擦眼泪,还有更多的人,他们低下了头,好像不知道该怎么面对这个小孩纯洁的目光……

她的演讲,让会场,让世界,沉默了5分钟……

Hello, I'm Severn Suzuki speaking for E. C. O. —The Environmental Children's Organisation.
大家好,我是 Severn Suzuki,代表环保儿童的团体发言。

We are a group of twelve and thirteen - year - olds from Canada trying to make a difference: Vanessa Suttie, Morgan Geisler, Michelle Quigg and me. We raised all the money ourselves to come six thousand miles to tell you adults you must change your ways. Coming here today, I have no hidden agenda. I am fighting for my future.

Vanessa Suttie, Morgan Geisler, Michelle Quigg 和我,我们是一伙十二、三岁的加拿大小孩,我们想改变些什么。我们自己攒钱来到这里,走了6000英里,只为告诉你们大人,真的要改改现在的生活方式。今天我来到这里,我背后没有人指使,我是为我自己的未来而战。

Losing my future is not like losing an election or a few points on the stock market. I am here to

speak for all generations to come.

失去我的未来决不是输掉一场竞选,或者股市上的几个点数。我来这儿发言是为了所有未来的一代又一代。

I am here to speak on behalf of the starving children around the world whose cries go unheard.

我来替世界上所有饥饿的小孩讲话,因为他们的哭声没有人听到。

I am here to speak for the countless animals dying across this planet because they have nowhere left to go. We cannot afford to be not heard.

我来替地球上正在死去的数不清的动物讲话,因为他们没有地方可去。必须有人听听我们的声音。

I am afraid to go out in the sun now because of the holes in the ozone. I am afraid to breathe the air because I don't know what chemicals are in it.

我现在不敢出去晒太阳,因为臭氧层有破洞。我害怕呼吸空气,因为我不知道里面有什么化学成分。

I used to go fishing in Vancouver with my dad until just a few years ago we found the fish full of cancers. And now we hear about animals and plants going extinct every day — vanishing forever.

我曾经跟爸爸一起在温哥华钓鱼,直到几年前我们发现鱼都得了癌症。现在每天我们都能听到动物和植物灭绝的消息——它们再也回不来了。

In my life, I have dreamt of seeing the great herds of wild animals, jungles and rainforests full of birds and butterflies, but now I wonder if they will even exist for my children to see.

在我的生命里,我梦想着看见大群的野生动物,看见到处是鸟和蝴蝶的热带丛林,但是现在我不知道我的孩子还能不能看到它们。

Did you have to worry about these little things when you were my age?

你们像我这么大的时候也需要担心这些事情吗?

All this is happening before our eyes and yet we act as if we have all the time we want and all the solutions. I'm only a child and I don't have all the solutions, but I want you to realise, neither do you!

这些都在我们的眼前发生,可是我们却装着好像有无穷无尽的时间和办法去解决问题。我只是个小孩,我没有解决这些问题的答案,但是我想要你们明白,你们也没有!

You don't know how to fix the holes in our ozone layer. You don't know how to bring salmon back up a dead stream. You don't know how to bring back an animal now extinct. And you can't bring back forests that once grew where there is now desert. If you don't know how to fix it, please stop breaking it!

你们没有办法修补臭氧层的破洞。你们不能让三文鱼回到已经干涸的河流,你们没有办法让灭绝的动物重新出现,你们也无法让已经变成沙漠的地方重新成为森林。如果你们没有办法去修补,就请不要再去破坏!

Here, you may be delegates of your governments, business people, organisers, reporters or poi-

ticians – but really you are mothers and fathers, brothers and sisters, aunts and uncles – and all of you are somebody's child.

在这里,你们也许是各自国家的代表、商业人士、组织者、记者或者政治家,但你们也是父亲和母亲,兄弟和姐妹,叔叔和阿姨——而且,你们所有人都是你们父母的小孩。

I'm only a child yet I know we are all part of a family, five billion strong, in fact, 30 million species strong and we all share the same air, water and soil — borders and governments will never change that.

我只是一个小孩,可是我却知道我们都是一个大家庭的成员,这个家庭有超过五十亿人,三千多万个物种,我们共享着同样的空气、水和土壤。国界和政府永远也改变不了这个事实。

I'm only a child yet I know we are all in this together and should act as one single world towards one single goal.

我只是一个小孩,可是我却知道我们是一个整体,应该为了同样的目标一起努力。

In my anger, I am not blind, and in my fear, I am not afraid to tell the world how I feel.

我很生气,但我不盲目。我很害怕,但我不怕把我的感觉告诉全世界。

In my country, we make so much waste, we buy and throw away, buy and throw away, and yet northern countries will not share with the needy. Even when we have more than enough, we are afraid to lose some of our wealth, afraid to share.

在我的国家,浪费多得惊人,我们买了又扔,哪怕扔了,也不肯跟需要的人分享。甚至我们明明已经有了太多,我们还是怕会失掉什么,而不肯与人分享。

In Canada, we live the privileged life, with plenty of food, water and shelter — we have watches, bicycles, computers and television sets.

在加拿大,我们要吃有吃,要喝有喝,过着衣食无忧的日子。还有手表,自行车,电脑和电视机。

Two days ago here in Brazil, we were shocked when we spent some time with some children living on the streets. And this is what one child told us “I wish I was rich and if I were, I would give all the street children food, clothes, medicine, shelter and love and affection.”

来了巴西,两天前我们认识了几个露宿街头的小孩。其中一个跟我们说道“我真想有钱,我要是有钱的话,就给伙伴们吃的,穿的,住的,生了病有药,还有爱和亲情。”我们真给他说懵了。

If a child on the street who has nothing, is willing to share, why are we who have everything still so greedy?

一个浪迹街头,什么也没有的小孩都愿意一同分享,那么,什么也不缺的我们,为什么会这么贪婪呢?

I can't stop thinking that these children are my age, that it makes a tremendous difference where you are born, that I could be one of those children living in the Favellas of Rio; I could be a child starving in Somalia; a victim of war in the Middle East or a beggar in India.

这些小孩年纪跟我一样,我哪忘得了他们。就因为出生的不同,命运就这么不一样——要不是这样,我也可能会是里约贫民窟的一个小孩,一个在索马里吃不饱饭的孩子,一个死在中东战场的小牺牲品,或者,一个在印度要饭的乞儿。

I'm only a child yet I know if all the money spent on war was spent on ending poverty and finding environmental answers, what a wonderful place this earth would be!

我只是一个小孩,可是我却知道如果所有花在战争上的钱都被用来终止贫穷、找寻环境问题的答案,这个地球会变成多美好的地方!

At school, even in kindergarten, you teach us to behave in the world. You teach us: not to fight with others, to respect others, to clean up our mess, not to hurt other creatures, to share - not be greedy.

在学校,甚至是在幼儿园,你们教导我们要做个乖孩子。你们教我们不要打架,要谦让,要尊重别人,要清理弄脏的地方,不要伤害动物,要分享,不要自私。

Then why do you go out and do the things you tell us not to do?

那你们为什么却在做着不让我们做的事?

Do not forget why you're attending these conferences, who you're doing this for — we are your own children. You are deciding what kind of world we will grow up in. Parents should be able to comfort their children by saying “everything's going to be alright”, “we're doing the best we can” and “it's not the end of the world”.

不要忘了你们为什么来参加这些会议,为谁来参加——我们是你们的孩子。你们在决定着我们在什么样的世界里成长。父母在安慰孩子的时候总是会说“一切都会好的”,“我们正在尽力”,“这不是世界末日”。

But I don't think you can say that to us anymore. Are we even on your list of priorities? My father always says “You are what you do, not what you say.”

但是我想你们再也说不出这些话了。你们真的还把我们放在头等重要的位置吗?我爸爸总是说“你所做的才代表了您,而不是您所說的。”

Well, what you do makes me cry at night. You grown ups say you love us. I challenge you, please make your actions reflect your words. Thank you for listening.

你们所做的事情,让我在夜晚哭泣。你们大人说你们爱我们——我恳请你们,言行一致。谢谢!

第一章 科学

第一节 科学的概念、内涵与本质

一、科学的内涵

科学一词,可以追溯到古拉丁语 *Scientia*,其最初含义是“知识”和“学问”。在英语中,“science”是“natural science”(自然科学)的简称。在古代中国,《礼记·大学》中有“格物致知”的说法,意谓穷究事物的原理而获得知识。清代末年,人们把声、光、电、化等自然科学统称之为“格致学”。19世纪下半叶,日本明治时代启蒙思想家福泽瑜吉首次把 *Science* 译为“科学”(意为分门别类加以研究的学问)。1893年,康有为将“科学”一词引进中国。严复在翻译《天演论》等科学著作时,也用“科学”二字。此后,“科学”二字便在中国广泛运用。

人们给科学下的定义很多,但它具有以下三个方面的内涵却为世人一致公认。

(一) 科学是以范畴、定理、定律形式反映现实世界多种现象的本质和运动规律的知识体系

科学是人们通过生产实践、社会实践和科学实验而得到的关于自然、社会和思维的知识体系。零散的经验知识不能构成科学,科学是搜集事实、发现新事实并从中得出关于事物的本质和普遍规律的理论知识。科学不是某种事实和规律的知识单元,而是由这些知识单元组成的体系。

(二) 科学不仅是知识体系,还是产生知识体系的认识活动

人们对客观世界的认识是一个由不知到知、由知之甚少到知之较多的动态过程,因此知识体系不是一成不变的。科学就是一个不断发现未知事实和未知规律,并使之逐渐演进的过程,在这个过程中,科学思想、科学方法、科学态度和科学实践紧密结合。

(三) 科学又是一种“社会建制”,即一项作为现代社会组成部分的社会化事业

一方面科学在社会物质文明、精神文明、政治文明和生态文明建设中的功能日益显著,地位日益重要;另一方面,科学也由个人的工作变化到集体研究再发展为一项国家事业,不仅科学家,而且政府、企业都直接参与科学事业,尤其是当今科学的发展已经扩大为全世界共同携手来完成的一项伟大事业。

科学概念有广义和狭义之分。广义的科学包括自然科学、人文科学、社会科学和思维科学。在特定的场合或狭义的科学仅指纯粹的自然科学,且不包括技术在内,本书中所讲的科学指自然科学。

二、科学的分类

古希腊亚里士多德提出以人的心理活动作为分类的原则,把科学分为:

- 研究人类纯认识活动的学问——理论的科学(数学、自然科学)
- 研究人类行为的学问——实践的科学(伦理学、政治学、经济学、战略学)
- 研究人类制作活动的学问——创造的科学(如诗学)

近代英国哲学家弗培根以人类理性为分类原则,把科学分为三类:

- 记忆的科学(历史等)
- 想象的科学(诗歌,艺术)
- 判断的科学(人的哲学、自然的哲学、上帝的哲学)

法国哲学家圣西门提出以研究对象作为分类原则,把自然现象分为天文现象、物理现象、化学现象和生理现象;相应地,把科学分为天文学、物理学、化学和生理学。

现代自然科学已形成了内容多样、门类齐全、结构完整的庞大体系,科学的分类也更加艰巨,目前仍处于争鸣之中,但其中一种比较有见地的意见,是从各门科学的研究对象、目的和功能出发,把整个自然科学分为基础科学、技术科学、工程科学三类。

基础科学是研究自然界物质的结构、基本运动形态和运动规律的科学,包括物理学、化学、生物学、天文学、地学及其分支、交叉学科。基础科学是现代自然科学的基石。

技术科学是研究各个专业技术基础原理的科学,研究技术进程中带有普遍性的问题。如应用数学、计算机科学、材料科学、能源科学、信息科学、空间科学、环境科学、热工学、电工学、病理学等,它区别于最基础的理论原理以及有确定对象的专业知识,是基础科学与工程技术的中介。

工程科学则更贴切于特定对象的利用、加工和控制,属具体应用性知识。如农业工程学、矿山工程学、水利工程学、桥梁建筑学、内燃机学、电机制造学、炼钢工艺学、脑外科学等。工程科学仍然是科学,但它与技术应用、与生产和工程实践有较直接的联系。

三、科学的特征

(一) 客观性和实证性

科学是人对自然的认识,最初是用概念来描述自然现象的发现,继而进行说明和解释,以至预见新的自然现象,最后形成某种概念的体系,这标志一门科学学科的形成。

科学是对自然事物、自然过程和自然规律的客观的反映,必然要以实验事实为基础,必须要有实证性的材料和数据。

实证性是科学的一个基本的和显著的标志。人们对自然界的认识是不是真知,是不是反映客观真理,必须经过科学实验的检验。一切科学都必须来之于实践,都必须接受理性的无情

审查,都必须接受实践的严格检验。

(二) 理性和逻辑性

自然科学中陈述的科学事实,不是或不完全是直接的感性表象,而是在理性指导下,经过一定的理性概括,并表现为理性形式的经验知识,如概念、判断的形式等。

感性认识要上升为科学,必须上升到逻辑的和理性的认识,包括以定律、定理来表达、反映客观过程的必然性的程序性知识,以及揭示对象本质和原因、表现为假说和学说的解释性知识,才能构成自然科学的知识单元。只有达到对客观事物的客观规律性和本质有系统的认识,不仅能确立对象和进程是什么,而且能解释其为什么,才能全面达到科学的要求。

科学理论的一个重大特点就是它具有逻辑性,是一个由概念、定律、定理、学说和教学推理等构成的有条理的完备的知识体系。

(三) 探索性和创造性

科学是认识客观世界的动态过程。科学活动最典型的形式是基础科学研究。现代的科学活动,可以根据社会需要、已有知识的指导、前人的经验和学科的预测而设定目标,安排计划。但科学活动面对的是未知的或是知之较少的世界,它又难以完全按预定的目的计划进行,因而有其不确定性和强烈的探索性。因此,科学活动的一个突出特点是其探索性强,如果一切都在意料之中,那也就不必进行科学研究了。

正因为人们在科学工作中不能完全确定他的结果,才可能迸发出人意料外的创新,这就为思维灵感和创造性的发挥提供了广阔天地。创造是科学活动的生命,不断探索未知和创造新的知识是科学的根本任务和一大特征。如果在科学活动中总是发现别人已经发现的事物,重复已经提出的见解;如果科学总是停留在已有的知识上,那么他的生命就结束了。

科学的创造性体现在相互联系的两个方面,一是不断揭示自然事物的新属性和新的自然过程,提出新的观点和原理;二是运用新知识,去创造物质文明的新成果。科学的探索和创造是永远不会终止的,因为科学知识是不断发展、进步和完善的。

(四) 通用性和共享性

自然科学是人们认识自然的成果,它直接反映人与自然界的关系,取决于生产力发展的水平和性质。社会经济的变更,社会制度的交替和统治集团的改变,不会导致自然科学内容的改变或丧失,只会影响科学活动和科学事业的兴衰。因而,自然科学知识具有通用性,即不存在特殊利益的根源,不存在与特定国家民族或集团的特殊利益的相关自然科学,如无产阶级的物理学或资产阶级的物理学。

自然科学本身没有阶级性,因此,自然科学知识也具有共享性,所有的人都可以利用。

但是从另一方面来看,科学虽然无国界,然而进行科学活动的是科学家,他们是社会的人,在阶级社会里是从属于一定阶级的,科学家是有祖国的,他们总是要为自己国家的科学事业作贡献,总是要为一定的利益集团服务,并受到统治阶级的支配和制约,因此,在研究、掌握和利用自然科学知识方面又有一定的局限性。

(五) 一般生产力和直接生产力

与其他知识不同,科学知识可以应用于社会生产,不断提高物质生产力水平。在未与物质

生产结合之前,科学表现为物质生产的潜在生产力,即以知识形态存在的一般生产力。一旦应用于物质生产,便转化为直接的生产力,而其中间环节即科学的技术化。

(六) 个体性

即以个体的方式阅读文献资料,进行观察、分析、计算、独立思考,提出自己的看法、建议、方案等。

在十九世纪以前,科学劳动的个体性十分明显,那时科学的发现基本上是个别学者独立钻研的产物。

十九世纪中叶以后,尤其是到了现代,科学研究往往需要许多学科的大量人员参与,于是直接协作的共同劳动成为现代精神生产的条件之一。如人类基因组研究,需要世界多个国家的科学家共同参与。尽管如此,现代大规模的生产劳动在某些活动方式上仍然难免带有个体性的特点。在科学劳动的集体协作中,虽然分工承担各自任务的人的活动要服从整体的目标和需要,但以个体的方式独立地研究所承担的某些课题,仍然是必要的。另外,新的科学规律和新技术往往是由少数人首先发现或发明的,而后才为多数人所承认或利用,因而往往写上个人的名字,如以科学发现者来命名定律、定理或学说、理论等。

四、科学的特点

(一) 科学研究的纵深化

从深度看,已进入到了 10^{-15} 米的基本粒子内部结构的精微研究;从广度看,已探测到距地球 140 亿光年的宇宙空间;从能量尺度看,从 1 电子伏特到几十亿电子伏特,在弱电统一方面已取得重大突破,正在深入讨论四种力场统一性机理,以建立超对称大统一模型;从物质结构层次上看,研究的对象从微观的夸克、基本粒子、核子、原子、分子、生物大分子、细胞,到宏观的生物个体、生物圈、地球,再至宇观的太阳系、星系、星系团、总星系等。从对生命现象研究看,现代生物学已从量子、生物大分子、细胞器、细胞、组织、器官、个体、种群、群落、生态系统一直到生物圈等层次全面展开。在生物大分子层次,21 世纪初已弄清人类 DNA 中全部 30 亿个碱基对的排序(其中有中国科学家参与工作),以期了解控制生命过程的全部信息;科学研究的深化还表现在对极限条件的研究,发现了超流、超导状态下物质的新结构、新性能。

(二) 科学知识的整体化

边缘科学(如物理化学、电声学、生理光学等)和交叉学科(如无线电气象学、雷达天文学、遥感地质学等)的大量涌现,消除了传统学科之间的界限,使整个科学联为一体;综合科学(如环境科技、安全科技及管理科学等)的创立和发展,体现了科学整体化的又一方向。它与边缘科学不同之处在于,它是对某一客体采用所有可能的各门知识进行研究的产物,而边缘科学则是以某种新原理或新方法研究某类物质对象;综合科学往往是一个科学群。数学向自然科学和社会科学的渗透是科学发展又一大特征,即科学“数学化”。尤其是以电子计算机为数学手段,综合运用文、理、数及哲学等的理论和方法,对由科技发展带来的复杂社会问题进行跨学科、跨领域、定性和定量相结合的研究,为各级各类组织的领导、管理和决策的科学化、民主化服务,实现整体优化效应的一类软科学的产生和发展,是现代科学整体化的又一个重要标志。