



诺贝尔奖 百年鉴

追寻自然之律

■ 20 世纪物理学革命 ■

李新洲 / 著



100
Nobel Prize

上海科技教育出版社

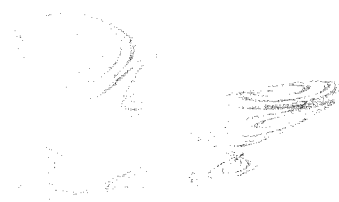


李新洲 / 著

诺贝尔奖百年鉴

■ 20 世纪物理学革命 ■

追寻自然之律



上海科技教育出版社

诺贝尔奖百年鉴

20 世纪物理学革命 追寻自然之律

李新洲 著

丛书策划 卞毓麟 匡志强

责任编辑 匡志强

装帧设计 桑吉芳

出版 上海科技教育出版社
上海冠生园路 393 号

邮政编码 200235

发行 上海科技教育出版社

经销 各地新华书店

印刷 常熟市印刷八厂

开本 787×960 1/32

印张 6

字数 108 000

版次 2001 年 9 月第 1 版

印次 2001 年 9 月第 1 次印刷

印数 1-5 000

书号 ISBN 7-5428-2559-3/N·414

定价 8.00 元

策 划 语

从 1901 年开始颁发的诺贝尔奖,可以说是 20 世纪物理学、化学和生命科学发展的缩影。它记录了百年来这三大学科的几乎所有重大成就,对世界科学事业的发展起了很大的促进作用,被公认为科学界的最高荣誉。人们崇敬诺贝尔奖,赞叹诺贝尔奖得主们的科学贡献,并已出版了许多相关书籍。

那么,我们为什么还要策划出版这套《诺贝尔奖百年鉴》丛书呢?

这是因为,有许多热爱科学的读者,很希望有这样一套书,它以具体的科学内容为基础,使社会公众也能对科学家们的成就有一定的感性认识;它以学科发展的传承性为主线,让读者领略科学进步的永无止境;它还是简明扼要、通俗易懂的,令读者能轻松阅读,愉快受益。

基于这种考虑,本丛书将百年来三大学科的全部诺贝尔奖按具体获奖内容分为 26 个领域,每个领域写成一卷 8 万字左右的小书,以该领域的进展为脉络,以相关的诺贝尔奖获奖项目为重点,读者将不但能了解这些诺贝尔奖成果的科学内容,更能知道这个领域的发展历

程。丛书的分卷不局限于一级学科的分类,以体现现代科学之间的交融。此外,丛书还另设了3卷综述,便于读者对这三大学科的全貌有一个宏观认识。丛书29卷内容如下:

20世纪物理学革命	现代有机化学
20世纪化学纵览	无机物与胶体
20世纪生命科学进展	材料物理与化学
X射线与显微术	现代分析技术
核物理与放射化学	生物分子结构
量子物理学	量子与理论化学
基本粒子探测	蛋白质核酸与酶
场论与粒子物理	遗传与基因
粒子磁矩与固体磁性	细胞生物学
超导超流与相变	生理现象及机制
测量技术与精密计量	内分泌与免疫
天体物理学	临床医学与药物
物理学与技术	传染病与病毒
热力学与反应动力学	神经与脑科学
物质代谢与光合作用	

在丛书策划基本成形后,我们曾到上海、北京、南京等地的许多著名高校及中国科学院、中国医学科学院等科研院所征求专家们的意见,得到了他们的大力支持。许多学者不顾事务繁忙,慨然为丛书撰稿。我们谨向他们表达由衷的感谢和深深的敬意。

2000年12月10日

作者简介

李新洲,男,1946年生,1968年毕业于复旦大学数学系。现为上海师范大学教授、博士生导师,第七届中国物理学会理事,第五届中国引力与相对论天体物理学会理事长。国际专业杂志《引力与宇宙学》(Gravitation and Cosmology)编委。曾任欧洲核子研究中心合作科学家、德国基尔大学客座教授。

图书在版编目(CIP)数据

追寻自然之律：20 世纪物理学革命/李新洲著. —上海：上海科技教育出版社，2001.9

(诺贝尔奖百年鉴)

ISBN 7-5428-2559-3

I . 追…

II . 李…

III . 物理学史-现代

IV . O4-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 059113 号

目录

1 科学与人/1

科学之由来/1

人在宇宙中的位置/6

科学与政治/11

一把双刃剑/14

科学哲学与科学/18

追寻终极理论/21

2 现代物理学与诺贝尔奖/25

基本力/25

自然定律/28

复杂性的限度/32

诺贝尔物理学奖/34

物理学革命的硕果/37

3 爱因斯坦：世界的神话/41

奇迹之年/41

广义相对论/49

爱因斯坦落伍？/56

4 灿烂的量子群英/61

量子力学的精神领袖/61

青年俊才/64

革命王子和炮兵上尉/68

不确定关系和互补原理/71

盒里钟和薛定谔猫/74

从 EPR 到量子计算机/79

5 标准模型的辉煌/85

QED:电和磁的统一理论/85

对称性和规范场/88

轻子和夸克/94

电弱统一/100

色动力学/104

标准模型/107

6 新的曙光/111

超越标准模型/111

爱因斯坦事业复兴/114

弦论/117

太空中的涟漪/121

千年探秘/124

暗物质、暗能量和 γ 暴/130

7 无冕之王/135

对称王国的贵妇人/135

为黑洞取名的老顽童/139

宇宙检察官/143

时空本性的发现者/146

天宫炼金的圣斗士/150

8

再铸辉煌/155

物理学接近尾声了吗？/155

生物学还是物理学革命？/160

期盼新世纪的辉煌/163

诺贝尔物理学奖年表(1901 ~ 2000)/167

1

科学与人

科学之由来

作为一个整体的人类文化,可以被称为人不断探求新知识的历程。20 世纪是科学的世纪,人类知识得到了空前的积累。人类已经充分认识到,只有借助科学的手段才能有效地提高、扩展自己的生存能力,社会历史必然会向更有保障、更安适、更有生存主动性的阶段发展。但是,仅仅认为知识就是力量是不够的,这会使知识成为一种对人异在的客观力量,反过来窒息人的生存价值和意义,妨碍社会继续进步。

在西方犹太—基督文化的创世神话中,曾有这样一段传说:“上帝说,要有光,就有了光。”(《旧约全书·创世纪》第一章)在没有光之前我们一无所知,在有了光之后我们仍然一无所知,不过我们能看到一无所知了。为了摆脱一无所知的尴尬局面,人类便说,“要有科学,就有了科学”(Let there be science, and

1

追寻自然之律





there was science)。当科学发展得越来越快时,对于科学的发展历史的理解就变得更为必要,同时也变得更为复杂。随着科学成果的激增和知识的暴涨,事实 and 理论互为影响,仅仅是总结现有的成果,就已成为一项可怕的任务。然而,对于历史性的思考来说,如何看待科学本身也正显得越来越重要。

尊重知识是人类最突出的特征之一。拉丁语称知识为 *scientia*,由此而来的科学(*science*)一词便成为现代最受敬重的那一部分知识的名称。1609年,伽利略(Galileo Galilei)使用一架望远镜观看月亮。这是人类史上的一个重要时刻,它标志着现代意义上的科学的开端。现代科学是建立在观测和实验的基础之上,它已历经四个世纪了。在这四个世纪中,物理学科一直雄踞科学发展的首席。物理学家把理解宇宙的奥秘视为物理学的职责,与哲学家一样,物理学家不承认任何系统在原则上处于他们的研究范围之外。与此相反,生物学家只研究活的机体,化学家只研究分子和原子,心理学家研究人类及其他高等动物,除物理学家外的其他科学家只局限于研究某些特定的对象体系。许多科学家都相信心理学、生物学、化学可以依次简化,最后皈依到物理学。换句话说,“诠释之箭”一直射向物质结构的最深层次,任何事物原则上都可由物质的基本组成来解释。持上述观点的学派断定,如果一个关于物质的基本组成的自治完备的理论得到阐明,那么这样的理论也就足以称之为“万物之理”了。当然,这样的理论,并

不是用来直接阐述万事万物的。正如通过几何公理的复杂演绎可以证明勾股定理那样,纵使 we 得到了描述物质基本构成的完备理论,也不能期待利用它理解所有事物的复杂性。依靠物理定律,并不能直截了当地找到关于云或雪花模式的答案,更不用说生命的起源和意识的本质了。然而,在以往四个世纪中,物理学雄踞科学首席,物理学家为科学家的领头羊却是不争的事实。

近代中国的西学东渐是从明末开始的。代表人物之一徐光启在翻译西方书籍时,把 science 译成“格物穷理之学”,后来简称为格致、格物或格致学。“格物致知”源于孟子的《大学》,南宋理学家朱熹曾指出:“所谓致知在格物者,言欲致吾之知,在即物而穷其理也。”朱熹虽然主要是从修养上讲的,但已含有从事物本身推求知识的意义。明末清初从欧洲传入中国的学问主要是天文学与数学,“格致之学”的含义很笼统。到清代后期,传入的西方学问迅速增多,有声学、光学、电学、化学、地学、动物学、植物学等等,名目繁多。1895年,严复特别使用了“西学格致”一词表达 science。到这个时候,在汉语中还没有“科学”这个词。1897年,维新派人士在上海创办“大同译书局”,组织翻译日文书籍。开局不久后出版的一批书中,有康有为编订的《日本书目志》第二卷“理学门”。其中,首次出现了《科学入门》、《科学之原理》这样的书名。虽然汉语和日语中,“科学”写法相同,但汉语中从前没有此词,这个译名是维新派保皇





党人康有为从日语中引入的。1912年蔡元培任民国教育总长,通令全国在学校机构设置和课程设置中一律取消“格致科”。自此之后,“格致”基本上属于被弃用的旧词。1915年,留美归国学生在上海创办刊物《科学》,从此“科学”一词在中国就大行其道了。

在汉语中,“科学”这个名词,是与“玄学”相对立而存在的。“玄者,幽摛万类而不见形者也”(扬雄《太玄·玄摛》),玄是指精神性的宇宙本体。至于为何用“科学”作为 science 的译名,动机是值得揣摩的。隋唐以来分科选拔官吏,见于史者凡五十余科。隋代废除为世族垄断的九品中正制,设志行修谨、清平干济、进士三科。唐代于进士科外,复置秀才、明法、明书、明算诸科,又有一史、三史、开元礼、童子、道举等科。诸科之中,惟进士科为常设,最为重要。由于西方之学与东方儒学相比,门类各异,故此日本首先以“分科之学”称之,这就是“科学”一词的来历。“科学”与科举之间这种微妙的关系,至今尚有余绪。20世纪50年代,流行全国的“学好数理化,走遍天下都不怕”,就是这种思维方式的延续。早期西方传教士的著作也为上述说法提供一些佐证,他们写道:“世上没有一个国家像中国那样重视科学,使科学与政府事务发生关系。然而,中国人只是在一些与公德有关的范围里才对科学发生兴趣。他们对一切与公德关系较少,甚或对其无所裨益的科学,则很少加以注意,但同时也不嗤之以鼻。”(这段文字见诸由在

北京的传教士所撰写的《关于中国人的历史、科学、艺术、道德、习俗的回忆录》，该书于1776年在巴黎出版。)

为了应付西方的入侵，在备尝了西方的船坚炮利之后，一批务实的清代官员曾国藩、李鸿章、张之洞、左宗棠、彭玉麟等开始注视现代科学。他们发起一场所谓的洋务运动，试图通过从西方国家引进先进的工艺和军事技能来增强国力。为了培养洋务运动急需的技术人才，他们创建了各种学校：首先是1862年北京的同文馆，然后是上海和广州的同文馆、福州船政学堂、上海机器学堂、天津电报学堂、天津水师学堂和湖北自强学堂等等。洋务派官员建立这些学校仅仅是为了培养翻译、机械工程和军事学方面的专门人才，并不是为了培养学术研究特别是科学研究人才。与此同时，一些最好的民间书院已开始引入现代科学，例如创建于1884年的江苏省江阴市的南菁书院设立了一所天文台。近代中国不仅在政治和经济上走的是条曲折道路，这种重技术轻研究的传统更是影响久远。

千帆竞发、百舸争流，当今世界科学技术竞争异常激烈而残酷，创新已成了一个十分流行的名词。因循守旧，重复前人工作（无论是低水平重复，还是高水平重复），是无法创新的。不能争朝夕，捷足先登，就会坐失良机，居人之后，成果的优先权就会失之交臂，胜券旁落。有人说，创新的关键在于勇气和动力，勇气来源于动力，而动力又来源于事业心和责





任感；又有人说，创新的关键在于能力和方法，当今科学迅速发展，如果知识面过于狭窄和陈旧，是无法达到创新需要的；还有人说，创新的关键在于创新者的素养和品格，如此等等。事实上，科技创新的关键在于一个真正的科学研究氛围，正如文学、艺术伟大作品的诞生需要良好的氛围一样。如果仅将科学、文学、艺术都看成是一种手段，并且像儒学家那样着手将手段转变为目的，手段的价值将会成为绝对的价值。由此而产生的一个严重后果是，实利超越于真、善、美之上而统辖一切。我们不能侈求被实利占据一切的人具备大胆、热忱、廉洁和崇高的品格，更不用说责任感和事业心了。因为这些品格，只有在一个人不为实利所束缚的人，向往未来，力图超越所有现存条件时，才会表现出来。人们把自己的翅膀剪短，然后叹息为何不能振翅翱翔。人们把自己囚禁在实利之中，然后惊异自己视界太窄，如井底之蛙，无法创新。

人啊！让未来对你开启吧，你就不会再徘徊在眼前。你就会像先辈那样说：“Let there be science, and there was science。”

人在宇宙中的位置

当人类考虑未来的科学进步时，很容易犯理想化的错误，即认为所有能做的事情都可以做到。事实上，许多原则上能完成的事情，实际上是无法完成



的。热力学第二定律告诉我们,要获得信息就需要做功。利用这一条普适的科学定律,可以量化任何科学研究的耗费。在任何人类活动领域里,仅仅具有解决一个问题的过程是不够的,我们还应当知道完成它的代价,这一代价最终可以用能量或计算能力来衡量。在 20 世纪之前的科学进步讨论中,获取知识的经费问题几乎不在考虑之列。而到了今天,这似乎已成为首要问题了。以国际合作为标志的“大科学”的诞生,使经费成了研究计划能否成功的关键因素。这与当年郑和下西洋和哥伦布探险很相似,原则上,人们可以不受限制地派船队去探索大海,但实际上,这些航行需要发起人,而明朝永乐帝和西班牙伊萨伯拉女王都希望自己的投资能得到回报。

也许是受了进化论的启示,近几个世纪来人类改变环境以利生存的欲望非常强烈。不可否认,这种欲望是科学的原动力之一。然而,在讨论 20 世纪人类控制自然已达到的程度之前,我们应当仔细地考虑一下人在整个宇宙之中的地位。

依照热大爆炸宇宙模型,最简单的元素氢和氦是在宇宙膨胀的最初几分钟内形成的,它们占宇宙的可见物质的 99.99999%。当时的宇宙要比今天热得多,也稠密得多。接下来,宇宙慢慢地冷却了,形成了星云和原始的恒星。碳元素是在恒星内部形成的,基于碳元素那不寻常的化学性质,碳基生命才能得以产生。早期宇宙产生的氢、氦等轻元素在恒星内部燃烧为较重的碳、氧、磷等生物学元素。当恒星