



A Brief History
of Science

As seen through the development of scientific instruments

科学简史

——从科学仪器的发展看科学的历史

托马斯·克拉普 著
朱润生 译

中国青年出版社



A Brief History of Science
As seen through the development of scientific instruments

科学简史

——从科学仪器的发展看科学的历史

托马斯·克拉普 著
朱润生 译

中国青年出版社

(京)新登字 083 号

图书在版编目 (CIP) 数据

科学简史：从科学仪器的发展看科学的历史 / [英] 克拉普著；
朱润生译. —北京：中国青年出版社，2004

ISBN 7-5006-5991-1

I. 科... II. ①克... ②朱... III. 自然科学史 - 世界
IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 110385 号

北京市版权局著作权合同登记

图字：01 - 2004 - 3167 号

*

中国青年出版社 出版 发行

社址：北京东四 12 条 21 号 邮政编码：100708

网址：www. cyp. com. cn

编辑部电话：(010) 64034350 营销中心电话：(010) 64065904

天利华印刷有限公司印刷 新华书店经销

*

850 × 1168 1/32 14.25 印张 9 插页 370 千字

2005 年 1 月北京第 1 版 2005 年 1 月河北第 1 次印刷

印数：1 - 8,000 册 定价：22.00 元

本图书如有任何印装质量问题，请与出版处联系调换

联系电话：(010)64033570

雄狮书店：(010)84039659

前 言

第一章 从古代人类制服火,到科学的出现 (1)

第二章 科学的再生:从哥白尼到牛顿 (40)

第三章 科学、技术和通讯 (92)

第四章 电的发现 (123)

第五章 能量:科学的报偿 (145)

第六章 化学:物质及其变化 (176)

第七章 物理学的新纪元 (247)

第八章 天文学:1542 - 2001 (341)

第九章 物理学:震中 (395)

第十章 大科学 (419)

附录 A 元素周期表 (436)

附录 B 基本粒子表 (437)

前言

科学发展史是大众普遍感兴趣的一个论题,但是大约在1960年以后却没有人想去写它。赫伯特·伯特费尔德(Herbert Butterfield)教授与其说是一位科学家,不如说是一位历史学家,他在1957年出版了《近代科学的起源,1300—1800年》,在英国差不多可以算是这方面最新的一本书了。在美国新近出版的是A. R. 霍尔和M. B. 霍尔(A. R. Hall and M. B. Hall)合著的《科学简史》,这也已经是将近40年前的事了。这两位作者在这本书的引言中谈到出现这种情况的原因时说,“要是按照不同时期科学发现数量的多少来分配篇幅的话,那么公元1800年以前的事在书的第一页上就总结完了”;而伯特费尔德的书却对公元1800年以前的事谈了那么多。现在时间又过了40年,那第一页上的内容可能应当缩减为第一段。如果只讨论公元1800年以前的科学史的话,后人的著作很少能比得上威廉·修艾尔(William Whewell)^[1]影响巨大的《归纳的科学史和哲学》,它最后的完整版本出版于1860年。总之,在写本书时,我不得不去弥补时间上的这一段空缺。

20世纪的一部划时代的著作是W. C. 丹皮尔(W. C. Dampier)不朽的杰作《科学史》,它在1929年初版之后三次再版,因此他得以将

[1] 威廉·修艾尔(William Whewell, 1794—1866),英国哲学家及数学家。——译者注。

前言

20 世纪 20 年代的量子革命包括在内。丹皮尔在剑桥工作,有机会结识许多杰出的人物。到 1948 年这本书最后一版时,J. J. 汤姆逊(J. J. Thomson)、洛德·卢瑟福(Lord Rutherford)和丹皮尔认识的许多其他人都已经去世,使他在新的科学界里成了陌生人。他在这一版的引言中只能写道:“特别是在英国和美国,有一些新的工作具有明确的军事目的,附带地也增加了一些科学知识”——这样地一笔带过,是一种令人难以置信的轻描淡写。丹皮尔的著作和杰拉德·特·胡夫特(Gerard 't Hooft)写的一本科普读物《探索最后的基本结构单元》讨论的是同一主题,并且由同一家出版社出版,但是在时间上却相隔了两代人;而特·胡夫特向一般读者介绍的基本粒子领域的知识却是丹皮尔所难以想像的。将丹皮尔为粒子物理学所写的总结性的绪论与这本科普读物相比较,就可以知道一位作者在 21 世纪初应当写些什么了。

这两本书的差别所反映的远非科学知识“附带地增加”。国际科学机构的规模以及设备和仪器的配置都发生了根本性的变化。如果丹皮尔想要了解当时物理学发展的水平的話,他只要花 5 分钟从他的大学走到古老的(并且是原来的)卡文迪许实验室去,在那里他迟早总会遇见这个领域里几乎所有的杰出科学家;而特·胡夫特所涉及的基本粒子领域则是由欧洲粒子物理研究所(简称 CERN,即 European Laboratory for Particle Physics,坐落在日内瓦近郊)^[1]和费米实验室(Fermilab,坐落在芝加哥近郊)界定的,如果他在剑桥的话,也会走到新的卡文迪许实验室去——整个科学园区位于市镇的边缘,在那儿的博物馆里珍藏着古老的卡文迪许实验室设备,其中包括詹姆斯·查德威克(James Chadwick)在 1932 年发现中子时所使用的仪器。

特·胡夫特的那部著作是现今向大众讲解科学的典范,在介绍科学的某些领域(无论是分子生物学还是量子力学)时,它都勾勒出了现

[1] CERN 现在是欧洲原子核研究机构(European Organization for Nuclear Research),它的研究范围已经远远超出了原子核,但仍沿用旧名。——作者注。

今科普的范围。很多这类著作都是由相应领域中像特·胡夫特这样的杰出人物写的,它们是我写本书时的参考书。然而还有一个问题,那就是这类书籍要求读者多少具有一些数学能力,因为就像现在计算机是任何一位科学家不可缺少的工具一样,数学几乎是所有各门科学的基本工具。正如特·胡夫特在他的书的引言中所说的那样,“要想真正能够欣赏到物理学极其严密的逻辑性,就不能完全避开数学”。他勉为其难地尽可能不用数学,我或多或少也照他那样做。然而在某些地方,例如在谈到尼尔斯·玻尔(Niels Bohr, 1885—1962,他是一位伟大的科学家)时,我偏离了这条羊肠小道,引用了很简单的一点儿数学。此外,不但数学会让一般读者望而生畏,而且有好奇心的读者只要看一看特·胡夫特书中的表 6 也会气馁,因此我在本书中就避免引用这类表格。化学式大致也和数学一样,在讨论科学问题时是不可能完全避免的,而本书的附录则可以帮助读者理解它们。

与一般的通史、艺术、哲学和军事等等著作相比,科学史简直是太令人胆怯了,这是因为特·胡夫特以及 20 世纪后半世纪的其他诺贝尔奖获得者所研究的领域非常复杂。在过去的 50 年里,科学的进展是如此之大,以致于没有人可以对整个科学采取敷衍了事的态度,这也就是为什么直到第三个千年之初,仍然没有哪家出版社打算出版一部科学通史为原因。另一方面,大学里所用的科学史教科书,例如亚伯拉罕·佩斯(Abraham Pais)所写的两本书,只有专家才能读得懂。

在 21 世纪想要写一本科学通史未免过于莽撞。如果在选材上对最近 200 年以来的科学成果没有一定的取舍准则,简直就不可能完成这个任务。首先,现在科学已经成为我们日常生活的一部分,并且被看作是理所当然之事。我们不能设想一个没有科学的世界,而科学却是在十分晚近的历史时期中才诞生的。科学本身就具有号召力,它唤起人们去建立一些大型的科研机构,CERN 就是其中之一。在 CERN 很深的地下建造了一条周长长达 42 公里的环形隧道,做粒子物理实验时,能量为几十亿电子伏的基本粒子在其中相互碰撞。这样的机构堪

前言

称大规模的科学研究机构,或者称为“大科学”(“Big Science”),它是在第二次世界大战中才出现的。本书将在最后的一章中向读者说明,在最近 50 年中这些大型的科研机构对于科学界究竟意味着什么。

大科学的实验装置,例如世界上最早的粒子加速器——欧内斯特·劳伦斯(Ernest Lawrence)的回旋加速器——是在 20 世纪 30 年代建成的。虽然如此,本书还是以 1942 年 12 月 2 日作为大科学开始发展的日子。那一天下午 4 点钟,在恩里科·费米(Enrico Fermi)的领导下,历经千辛万苦,在芝加哥大学建造的核反应堆首次达到临界。当时有很多位世界顶级的科学家在场,目睹了科学史上这一里程碑性质的事件,他们为着同一个目的在一起工作,那就是赶在纳粹德国之前制造出一颗原子弹。芝加哥的这一天,后来对全世界产生了巨大的影响,1945 年 8 月 9 日摧毁了日本长崎的原子弹,就是根据这次实验的原理制造的^{〔1〕},这是科学史上一次最具破坏性的事件。

大科学,或者说后现代科学的出现意味着所谓现代科学时代的结束。丹皮尔讨论的基本上是现代科学。我认为现代科学发端于 1543 年,尼科劳斯·哥白尼(Nicolaus Copernicus,1473—1543)在那一年发表了《天体运行论》,这部著作首次从根本上纠正了太阳系天文学。

哥白尼提出日心说,在那时成为一个闹得满城风雨的事件。当伽利略用他新发明的望远镜观察夜空,并且发现其中本质性的真理时,他实际上是为科学的思想与实践树立了一个新的典范。伽利略引发了公众对这个问题的争论,直到进入 20 世纪之后,有影响的科学家们才接受了哥白尼和伽利略的观点,并且向公众作了宣传。恩斯特·卢瑟福(Ernest Rutherford,1871—1937)在 1910 年发现原子核时的情况也与之类似。

从哥白尼发表《天体运行论》,到费米的核反应堆在芝加哥达到临界,其间相隔将近 400 年。虽然我们要讨论的主题是现代科学,但是由于现代科学是在这一时期发展起来的,所以本书的第一章仍将谈一

〔1〕 摧毁日本广岛的原子弹所用的制作方法与之不同。——作者注。

谈在哥白尼之前的科学，而后现代科学则是最后一章讨论的主题。第二章到第九章是本书的核心部分，主要用来讨论从哥白尼到费米，也就是从 1542 到 1942 这 400 年期间的科学。

归根结底，科学取决于从事科学活动的人、支持他们的机构、他们所用的仪器、他们观察的现象，而最为重要的则是他们的思维模式。更广泛地说，只要有人从事科学的思维和进行科学的活动，上述论点就总是正确的。这些话听起来好像是对同一个意思用不同的词句进行不必要的重复，但是实际上的确是一切都离不开“科学”这一抽象名词和它的派生词。在 17 世纪时公演了莫里哀 (Moliere) 的喜剧《中产阶级绅士》(《*Le bourgeois gentilhomme*》)，剧中的主人公 M. 乔丹想成为一位有教养的绅士，他设想，学问就是“科学、逻辑学、气象学和哲学”。虽然他后来集中精力去研究语言学，但在那时这一说法确实被奉为至理名言。

在谈到科学的定义时，首先遇到的问题是：科学与知识之间究竟有什么差别。在有些语言里很难将二者相互区别，例如德文中 *wetenschap* 一字就兼有两种含义，拉丁文中的 *scientia* 一字也是如此。前缀 *natuur* 的意思比较贴近一些，它把科学等同于对自然的认识。不过 *natuurkunde*^{〔1〕} 这个字的意思是物理，而英文中的 *physics* (物理) 则是从希腊文的 *physis* 派生出来的，它的原来的意思是“自然”。对“自然”这个词显然有广义的和狭义两种定义，要想在语义学的莽丛中找到一条路来弄清“科学”这一术语的含义，很容易变成在原地转圈子。

我在各种语言的字典中查找“科学”的定义，得出了一个比较符合本书所讨论的范畴的定义：科学是关于自然界的有条理和系统化的知识的集合，这些知识通过思考、观察和实验获得，从而得知自然现象所遵循的客观定律并对它们作出解释。由于获得知识是一个不断摸索的过程，所以得出的“客观定律”并不一定就是正确的。在历史上就有

〔1〕 *Kunde* 是一个比较古老的字，其含义与 *wetenschap* 相近，它的形容词，*kundig*，现在仍在使用，意为“专门技能”或“专门知识”。——作者注。

前言

很多原先的定律被后来的新定律所取代，例如在天文学中，托勒玫〔1〕的地心说被哥白尼〔2〕的日心说所取代（我们将在本书第二章中讨论）。

任何一个学科领域的中心思想都是由对客观事物的解释构成的，应当再次强调的是，它们很有可能是错误的。关键在于思考。没有思考就没有科学，问题常常出在思考太少，而不是太多。其结果是科学研究方法上的矫枉过正：在科学史上，系统地研究一些现象时所采用的基本方法就是对它们作出过多的解释。科学既指知识的集合，也可以指其中的一个分支，例如物理学或者是地质学。在英文中，地质学（geology）、生物学（biology）、生理学（physiology）等共同的字尾（-logy）源自希腊文 *logos*，反映的正是这一点。虽然 *logos* 这个字在英文中一般译为“Word”（格言），但是实际上它的含义比格言更为根本，正如中文版新约圣经圣约翰福音书开宗明义第一句话就是“太初有道，……道就是神”。英文版圣经中的“道”用的就是“Word”这个字。〔3〕

实际上直到 17 世纪，所有的科学都仍然处于神学的统治之下，这就是伽利略所面临的主要问题。在我们结束关于科学定义的讨论之前，不妨再来看一看日文中的 *かがく*（科学）。这个词的意思是指科学的总体，包括它所有不同的分支，从 *すうがく*（数学）、*ぶつりがく*（物理）到 *てつがく*（哲学）。*がく* 的意思是“学习”，特别是在专门机构中的学习。在日本，教育的主旨就是学习任何一门科学。

在一本科学史的前言中谈一谈亚里士多德〔4〕学派和阿奎奈〔5〕是

〔1〕 托勒玫 (Ptolemy, 公元 2 世纪)，古希腊天文学家、地理学家、数学家，地心说的创立者。——译者注。

〔2〕 尼科劳斯·哥白尼 (Nicolaus Copernicus, 1473—1543)，波兰天文学家，他提出地球及其它行星绕太阳运动的日心说，推翻了托勒玫的天文学理论即地心体系。——译者注。

〔3〕 “道”指宇宙万物的本源、本体。——译者注。

〔4〕 亚里士多德 (Aristotle, 公元前 384—322 年)，古希腊哲学家，科学家。——译者注。

〔5〕 托马斯·阿奎奈 (St. Thomas Aquinas, 1226—1274)，意大利中世纪神学家和经院哲学家。——译者注。

很有必要的。阿奎奈和与他属于同一传承的那些人并非平白无故地被称为经院哲学家。现在我们不再把他们看作是科学家,那只是因为在过去 400 到 500 年的文化变革过程中,我们的思维模式发生了变化。日语对科学的定义强调的不仅是科学的体系或者方法,同时还强调它的普及性,科学在其本质上是普及性的,而在最近半个世纪以来,西方世界却丧失了这种观念,其特点是大科学占据了主导地位。

文化的变革反映着科学的基础从直觉到理性的变化。这种变化又反映着智人^[1]这一生物物种在它存在的 10 万多年的大部分时间里思想和认识上的局限性,我们大家都属于这一物种。让我们首先看一看那些没有文字,也就是没有书面语言的人群吧!楔形文字是在 5000 多年前出现的,我们在此指的不仅是生活在那时以前的人,而且也包括现在仍然生活在不能得益于文字的社会里的那些人。目前世界上还有相当多的语言除了传教士的宗教经文以外没有任何书面文本,这些语言即使不到几千种,至少也有几百种;使用这些语言的人们在科学方面受到的限制和史前的人类一样。

正如本书第一章所述,在史前时期,能够把网子大张着撒开就是科学的萌芽。科学在其最初阶段的关键是火,人类利用它来达到自己的目的。没有火,人类就会一事无成,有了火以后,人类居住和摄食的范围便大为扩展。我们现在知道,早在一万多年以前,人类就已经熟悉了世界上大部分的地方。在这个阶段,火床是取暖和烹制食物的热源,在人类居住的任何地方,它都是每一个家庭的中心。

无论在什么季节,敞开的火床中的火总是昼夜燃烧着的,它持续不断地向人们明白地显示着正在进行的反应,这是所有科学现象中最为基本的一种现象,本书第六章将要谈到,人们至今仍然向遥远的宇宙深处对它进行着探索。远在人类学会种植植物、豢养动物和以通用的方法(岩洞画和史前巨石碑之类的古人类遗迹是为着特定的目的制作的,不在其列)记录信息之前,无论在哪里,火都是人类生活中不可

[1] 智人是现代人的学名。——译者注。

前言

缺少的。

我们将从人类文明的萌芽阶段谈起。当人类开始制作陶器、加工金属和玻璃,以及进行长途贸易,特别是跨洋越海的贸易以后,技能就变成了某些社会阶层所特有的了,与此同时,有一些群体在社会中占据了支配地位。发明文字以及能够系统地测量时间和距离,极大地促进了这种情况的出现,而它的发展过程又总是伴随着货币的使用。在这样的背景下萌生了单一民族的国家 and 阶级社会;现在我们认识到,对于科学的发展来说它们都起着决定性的作用。

本书讨论的主要是西方的文化传统,它大约起源于 5000 年以前的中东。我承认其他文化,特别是中国的文化拥有古代科学的传统,在某些历史时期,它们所取得的成就留给我们的印象要比西方世界的任何事物留给我们的印象都更为深刻。我也承认,一些关键性的科学发明,例如阿拉伯数字(其实它们来自印度)和造纸的技术,都并非发源于西方。虽然如此,在历史上对世界和宇宙进行系统的研究、记录有关的知识以及自己对它们的理解的那些人,无一例外都是西方人,其源头是公元前 6 世纪前后的希腊。

在本书第一章的最后谈到的就是这一时期。那么,古代社会的遗产是什么呢?有积极意义的是人,是那些即使以现代的眼光来看,也是真正科学家的那些人,阿基米德(Archimedes,大约公元前 287—212)就是他们之中的代表人物,他提出的浮体定律^[1]至今还受到人们的称颂。古代社会不朽的伟大业绩还包括一些工程,例如输水渠道以及航行和制造车轮的技术等等,都是那个时代的荣耀。然而,它的负面却对科学的发展造成危害。盖伦^[2]的医学、托勒玫的天文学,特别是亚里士多德的物理学,它们长时间地将科学拖行在错误的道路

[1] 浮体定律亦称阿基米德定律,这一定律指出:任何固态物体浸入液体中所失去的重量,等于它排开的液体的重量。——译者注。

[2] 盖伦(Galen,约公元 130—约公元 200),希腊解剖学家、内科医生和作家。他的理论奠定了欧洲文艺复兴时期之前的医学基础。——译者注。

上,贻害的时间即使不到几千年,也有几百年之久。更糟糕的是,当西方的宗教发展它自己的文化传统时,它与所有这些从古代继承下来的错误思想和观念相结合了。阿奎奈对科学的发展造成的灾难至少不亚于亚里士多德。

本书第二章将谈到,大约 500 年以前的一群学者是如何开始发展科学的,其中有些人的贡献对整个发展的进程起了决定性的作用。印刷术的发明和新大陆的发现改变了人们的知识领域,并且极大地扩展了学者们的视野。由于统治和管理庞大的帝国的需要,出现了一个有学问的行政官员社会阶层,他们独立于教会,但是在学术上仍然沿用教会的语言——拉丁文,在某些情况下这一传统甚至延续到 19 世纪^[1]。阿拉伯数字、造纸和印刷术、新的会计学体系、数学表格以及度量衡的日趋统一,这些都有利于科学的进步。

新科学最后终于获胜,主要是因为它有了可以利用的仪器,其中望远镜和显微镜起了决定性的作用。虽然这两种仪器都向人们揭示了新的世界,但是后来的科学进展表明,当时的伟大思想家们对望远镜所揭示的宇宙还远未探究和理解清楚。显微镜虽然是在 17 世纪发明的,但是直到 19 世纪才获得成功的应用,成为医学和地质学等学科领域极其重要的仪器。另一方面,望远镜从伽利略最早用它来观察夜空的那一天起,就已经成为天文学不可缺少的仪器,它伴随着天文学一同发展,直到今天。

本书讨论的主要是精密科学,按照欧内斯特·卢瑟福^[2]的说法:“所有的科学若不是物理学就是集邮。”哥白尼很可能会同意这一观点,我们在第二章中将会谈到,他在一定程度上可以说是倡导科学革命的关键性人物;艾萨克·牛顿更会同意这一观点,并且使它产生的效果在科学实践中起到决定性的作用。意味深长的是,在牛顿的出生

[1] 在荷兰最古老的莱顿大学直到 1839 年仍然用拉丁文讲课。——作者注。

[2] 欧内斯特·卢瑟福(Ernest Rutherford, 1871—1937),新西兰裔英籍物理学家,他把射线分成 α 、 β 和 γ 三种类型,并发现了原子核。获 1908 年诺贝尔化学奖。——译者注。

前言

之前几十年，以伽利略为代表的科学思想战胜了教会，哥白尼的思想得以在天主教教会中发扬，因此牛顿的学说是在不受宗教约束的社会中提出来的。在这个新社会里，科学一般都被认为是“自然哲学”，其中只有光学和数学才被看作是独立的学科。这种区分反映在科学所用的仪器上，它们被分成“哲学的”、“光学的”和“数学的”三类。

亚历山德罗·伏打^{〔1〕}在1800年发明了世界上第一块电池，这是科学史上的一个里程碑，从此以后，科学开始被划分为不同的分支。电池最初称为伏打电堆，它一出现，就为研究工作打开了广阔的空间，特别是对化学。第六章中描述的电解作用使我们有可能将常见的化合物分解为组成它们的元素，在整个19世纪不断地进行着这方面的研究工作。与此同时，“科学”、“物理学”等名词逐渐成为日常使用的基本术语，它们最初是由科学哲学家威廉·修艾尔提出来的，他还创造出“anode”（阳极或正极）、“cathode”（阴极或负极）以及“ion”（离子）等术语。他在所著《归纳法的科学》（1837—1860）一书中也努力地去确立物理学与集邮之间的差别。

如果本书侧重讨论的是物理学而不是集邮的话，那么就应该对它们分别涉及些什么做一些解释。这是一个有关以什么为出发点的问题。物理学家的倾向是，最好能看到事实与理论相符合，他从一些假设出发进行工作，这些假设很可能是根据当时科学领域内的最新发展提出来的，他希望它们能够被实验和观测肯定。他应该足够诚实和正直，能够承认事实与理论不一定总是互相符合，在这样的情况下就可能要对理论作修改，有时是从根本上进行修改。本书中不乏这样的例子。理想的情况是理论的发展与实验或观察的结果不断地相互影响，这一过程的步伐速度差别可能很大。当步伐迅速，理论不断地将最新的实验观察的结果考虑在内时，就会极大地激励科学上的发现。本书第七章描述了100多年前卢瑟福在曼彻斯特是怎样工作的，这是一个

〔1〕 亚历山德罗·伏打(Alessandro Volta, 1745—1827)，意大利物理学家。发明了第一块电池。为了纪念他而将电压单位命名为伏特。——译者注。

典型的例子,说明实验仪器必须变得越来越精密,并且不断地创新,实验中测量和计数的准确性尤为重要,这就是为什么我把这方面的问题看作是科学中的基本问题。即使并非专家的一般人,只要去参观一下伦敦的科学博物馆,也会看清这一点。

集邮家进行工作时是从大量的实例出发,最重要的工具是他的笔记本,卡罗卢斯·林奈^{〔1〕}可以作为他们的代表。林奈最初研究医学,后来转为研究植物学。他首倡对植物和动物使用种名和属名,从而创建了生物学的分级归类的命名法,这种命名法至今仍在使用。他还从事地质学的研究,大量不同的矿物和晶体也可以用同样的方法归纳和分类。从进化论的角度来看,这是一种比较基本的研究方法。本书第一章描述了墨西哥南部的印第安人如何把几百种不同的植物按照它们的用途进行分类。这是一个没有文字的社会,这个社会里的人可能完全不能理解物理学家的思维模式,但是他们能够懂得林奈所述说的是什么;与林奈同时代的物理学家亨利·卡文迪许^{〔2〕}却会使他们感到困惑不解(我们在第八章中将会谈到卡文迪许的工作)。分类法是地学和生命科学所特有的研究方法。地学主要研究地球,以及气候、潮汐和地震、火山爆发等猛烈事件如何影响地球的形态和组成;生命科学则主要是研究那些能够利用地球资源的活的有机体。特别要指出的是,在20世纪末之前很久,笔记本就已经被更为复杂的仪器,特别是电子计算机所取代;实际的观测则依靠先进的X射线结晶学仪器(参见第六章)和电子显微镜。即使如此,最近解读的人类基因组在其复杂程度上还是与粒子物理学家所面临的问题差不多。

本书对地学和生命科学、矿物学和植物学等学科只是偶或进行一些讨论,主要讨论的是天文学、物理学、化学,以及那些用来探索和发

〔1〕 卡罗卢斯·林奈(Carolus Linnaeus, 1707—1778),瑞典博物学家,瑞典原名为Karl von LinnM,是现代动植物分类系统的创始人。——译者注。

〔2〕 亨利·卡文迪许(Henry Cavendish, 1731—1810),英国化学家和物理学家,他发现了氢的性质,并确定水是氢和氧的化合物。——译者注。

前言

展这些学科的仪器，丹皮尔的书也是如此。只要有可能，我总是尽量集中在讨论基本的仪器而不是特例上。在 CERN 曾经产生了 8 位诺贝尔奖金获得者，即使在讨论到这样的科研机构时，我也遵循着这一原则来进行论述，说明要将基本粒子加速到尽可能高的能量水平就需要有这样的科研设备。只有在 CERN 才可能做的大量实验表明完全有必要建设像 CERN 这样的大规模科研机构。

如果没有电子计算机，也就不可能实现向后现代科学的转化。在写这本书时，我一直在想，关于计算机我应当说些什么。主要由阿伦·图灵^{〔1〕}发展的基本理论对于理解任何数学和与数学有关的过程来说，都是重要而且基本的。固体物理学的情况也是如此，半导体对于现代的计算机来说是必不可少的，半导体理论对于固体物理学这一分支学科的发展起着决定性的作用。最后我决定不涉及这些不是很容易说清楚的论题，因为只要到任何书店里都可以看到，有关上述学科的新书一直在不断地出版，如果在本书中加入这方面的科普内容，也不会给读者增添多少新的知识。当我为写作本书收集素材时，曾经访问过许多不同的研究所，在所有这些研究所里我都看到了成排的计算机，和那些在计算机前全神贯注地工作着的人们。在洛斯阿拉莫斯^{〔2〕}我看到了世界上最大的计算机，在《侏罗纪公园》这部电影里我们也可以看到它。

2001 年 4 月 5 日在剑桥举行了一次天文学会议，从这次会议上发表的一篇报告看来，英国的情况也与美国相差不远。英国莱斯特大学天体物理学多用途设备实验室中有一台大型计算机，它有 128 个并联的处理器，曾经靠它确认了理论上的一项预言，那就是金和白金等重元素不仅在超新星爆炸中生成，而且也在双中子星融合为黑洞的大灾

〔1〕 阿伦·图灵(Alan Turing, 1912—1954)，图灵机的发明者。图灵机是一种可以不受储存容量限制的假想计算机。——译者注。

〔2〕 洛斯阿拉莫斯(Los Alamos)，美国新墨西哥州中北部的一个社区，位于圣菲市西北。1942 年被选为核研究基地，生产了第一批原子弹。从 1947 年至 1962 年原子能委员会统管着这个城镇。——译者注。

变中生成,现在天文学家们已经熟知这种灾变现象了。

最后,我要感谢所有那些人,是他们使我能够进行这些访问,并且在我多变的要求下,带领我去见识我所不熟悉的非凡世界。50多年前,当我还是剑桥的一名大学生时就已经认识的4位杰出的科学家,英国皇家学会会员A. S. 伯希柯维奇(A. S. Besicovich)教授、英国皇家学会会员海尔曼·邦迪(Hermann Bondi)爵士、英国皇家学会会员O. R. 弗里希(O. R. Frisch)教授和英国皇家学会会员乔治·汤姆森(George Thomson)爵士,他们与我的谈话有助于我写成本书。我还要感谢剑桥大学图书馆、卡文迪许博物馆和惠普尔科学史博物馆(Whipple Museum of the History of Science)的工作人员在我写本书时给予的帮助。

半个世纪以前我在伦敦时,帝国科技和医学大学的威廉·维克汉姆(William Wakeham)教授和他的同事:大卫·卡普兰(David Caplan)教授、马林·凡·希尔(Marin van Heel)教授、罗伯·伊利夫(Rob Illiffe)博士、伽尔斯·琼斯(Gareth Jones)教授、汤姆·纪波(Tom Kibble)教授、大卫·克勒格(David Klug)博士、史蒂芬·柯利(Steven Curry)博士和杰拉德·特纳(Gerard Turner)教授都曾经给予我很大的帮助。我还想称赞科学博物馆,它就在帝国大学的隔壁,我在本书中描述的很多仪器都是在那儿看到的。在国家物理实验室,A. 哈特兰(A. Hartland)博士和D. 亨德森(D. Henderson)博士向我介绍了度量衡学,并且让我看到了精确到百万分之一秒的钟表,和灵敏到能够对电子进行逐个计数的电流计。在英国科学研究所,弗兰克·詹姆斯(Frank James)博士让我看到了他们独家收藏的科学仪器,特别是迈克尔·法拉第(Michael Faraday)这位最伟大的科学普及者所用过的仪器。

除了伦敦和剑桥以外,我还有幸参观了欧洲联合环形装置^[1],它

[1] 欧洲联合环形装置(Joint European Torous,简称JET),它是由欧盟共同建造的,用来研究聚变反应。——译者注。