

世界著名 科学家传记

物理学家 IV

钱临照 许良英 主编

科学出版社

世界著名科学家传记

物理学家

IV

钱临照 许良英 主编

科学出版社

1995

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

《世界著名科学家传记·物理学家》将分五集出版,收入世界最著名的物理学家的传记 100 余篇。这是第四集,收入阿贝、哈恩、海森伯、朗之万等近代物理学家的传记 22 篇,作者在进行深入研究的基础上,对这些科学家的生平、学术活动、主要贡献和代表作,予以全面、具体、准确的记述,并指明参考文献,即通过介绍科学家的学术生涯,向读者提供有关科学史的实用而可靠的资料。读者不但可以从中了解到这些第一流科学家最深刻的研究工作、杰出成就和对科学发展的重大影响,而且还可以看到他们的成长道路、成功经验和思想品格,从而受到深刻启迪。

世界著名科学家传记

物 理 学 家

IV

钱临照 许良英 主编

责任编辑 陈菊华

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995 年 12 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1995 年 12 月第一次印刷 印张: 8

印数: 1—1 500 字数: 208 000

ISBN 7-03-004636-6/Z·255

定价: 18.20 元

《科学家传记大辞典》

物理学学科编委会

主 编 钱临照 许良英

副主编 董光璧

编 委 刘 兵 关 洪 汪 容 邹延肃

李国栋 张钟静 杨新华 张瑞琨

陈熙谋 周志成 范岱年 解俊民

前 言

在中国科学院的领导下，科学出版社正在组织我国专家编纂一部大型的科学家传记辞典，计划收入古今中外重要科学家(包括数学家、物理学家、天文学家、化学家、生物学家、医学家、地理学家，以及技术科学家即发明家和工程师等)的传记约 8000 篇，字数估计为 2000 万。辞典将对所收科学家的生平、学术活动、主要贡献和代表作，予以全面、具体、简洁、准确的记述，并附文献目录，即通过介绍科学家的学术生涯，向读者提供有关科学史的实用而可靠的资料，特别是那些第一流科学家的最深入的研究工作和成功经验。其中将以足够的篇幅介绍我国古代和现代科学家的重大成就，以及他们为发展祖国的科学事业，不惧险阻、勇攀高峰的精神，以激励青年一代奋发图强，献身“四化”，这就是编纂这部《科学家传记大辞典》的基本目的。

大辞典总编委会由各科学领域的 60 余位著名学者组成，卢嘉锡同志担任主编，严东生、周光召、吴文俊、王绶琯、涂光炽、吴阶平、苏世生等同志担任副主编。1988 年 8 月，在北京召开了总编委会第一次会议，讨论了大辞典的编纂方针，制定了“编写条例”。各学科的编委会也已相继成立，在总编委会和各学科编委会的领导和组织下，编纂工作已全面展开。科学出版社设立了《科学家传记大辞典》编辑组，负责大辞典的编辑组织工作。

对于外国科学家，各学科编委会已分别确定第一批撰稿的最重要的科学家名单，共约 800 人，并已约请有关专家分头执笔撰稿。在大辞典出版之前，按不同学科，定稿每达 20—30 篇，就以《世界著名科学家传记》文集的形式及时发表。这些传记是在进行深入研究的基础上撰写的，又经过比较严格的审核，因而已具有较高的学术水平和参考价值。发表后广泛听取意见，以便将来收入

大辞典时进行必要的修改。

由于这部大辞典是我国编辑的，因而中国科学家辞条将占重要地位，将下大功夫认真撰写。关于中国古代（19 世纪以前）科学家的传记，计划收入 200 余篇，已委托中国科学院自然科学史研究所的专家组织撰写；中国现代科学家的传记，计划收入 500 余篇，正在由各学科编委会组织撰写。

编纂这部《科学家传记大辞典》，是我国科学文化方面的一项具有重大意义的基本建设；国家新闻出版署已将其列入国家重点辞书规划。这项工作得到了我国学术界的广泛支持。已有许多学者、专家热情地参加工作。他们认为，我国学术界对于科学史研究的兴趣正在与日俱增，只要充分调动中国科学院、各高等院校、各学术团体的力量，认真进行组织，花费若干年的时间，是完全可以编好这部辞典的。他们还认为，组织编写这部辞典，对于科学史的学术研究也是一个极大的促进。在编写过程中，对于尚未掌握的材料，还不清楚的问题，必须进行深入的研究，以任务促科研，有了成果，自然容易写出好文章。

编纂这样一部大型的辞典，涉及面广，要求质量高，工作量很大。这里，我们热切地希望有更多的、热心这项事业的学者、专家参加工作，承担撰稿和审稿任务。

我们热烈欢迎广大读者对我们的工作提出宝贵意见。

《科学家传记大辞典》编辑组

目 录

阿贝	邹延肃 (1)
培根	邹延肃 (10)
贝尔	关 洪 (26)
贝特	薛晓舟 张 会 (33)
毕奥	周志成 (44)
布莱克	周志成 (50)
布洛赫	刘 兵 (61)
卡诺	唐子健 (69)
盖耳-曼	张 会 薛晓舟 (78)
格拉肖	鲍淑清 (91)
哈恩	王克迪 (104)
海森伯	王正行 胡济民 (120)
朗之万	汪德昭 (139)
劳厄	沈惠川 (151)
劳伦斯	张 会 (167)
迈尔	范岱年 (182)
迈特纳	黄纪华 (194)
罗兰	范岱年 (201)
斯托列托夫	田 浩 (206)
汤姆孙	邓淑琴 (212)
托里拆利	解俊民 (221)
温伯格	张 会 鲍淑清 (235)

阿 贝

邹 延 肃

(高等教育出版社)

阿贝, E. (Abbe, Ernst) 1840 年 1 月 23 日生于德国爱森纳赫; 1905 年 1 月 14 日卒于耶拿。应用光学、光学。

阿贝的父亲是德国爱森纳赫的一个贫苦纺纱工匠。阿贝从 5 岁起就得照顾比他小一岁的妹妹。他回忆说: “如果天气不太坏, 我就得替妈妈走很远的路去给父亲送饭。” “父亲在上帝赐予的工作日里, 每天不得不站着工作 14—16 小时, 从早上四五点钟到晚上七八点钟, 连中午吃饭的空闲时间都没有。” “我望着靠着机器或坐在板条箱上的父亲, 他狼吞虎咽后匆忙把空饭盒递给我, 又连忙去做工。” “48 岁时他已身体佝偻, 变成了老头……。” 19 岁时, 阿贝曾帮助父亲把从德雷斯登逃避战乱来的难民收留在家里的一个磨坊小屋中, 并替他们放哨以防警察的搜查。小小的心灵中播下了改变穷人悲惨生活境况实行社会变革的种子。

艰难困苦的童年生活使阿贝学习十分勤奋。父母只能勉强送他读完小学。以后他在奖学金和人们的接济下读中学。1857 年 (17 岁) 由高中升入耶拿大学物理系, 受到知名数学家 B. 黎曼 (Riemann) 和物理学家 W. 韦伯 (Weber) 的关心。在他们的帮助下转到格丁根大学, 并于 1861 年在韦伯指导下, 以“罗伯特·迈耶热力学理论”的论文获博士学位, 并被耶拿大学聘为讲师。但由于他和一些同事参与了反对当时汉诺威王的活动, 被停职两年直到 1863 年 8 月才担任数学、物理学和天文学教课任务。在这两年里, 他靠做私人教师和在法兰克福物理学会的补习学校中任教来

糊口。

1866年是阿贝一生的转折点,他被 C. 蔡斯 (Zeiss) 聘为蔡斯光学工厂的研究主任和合作伙伴。从此,阿贝得以施展其数理才华,在近代光学工业和应用光学的发展上开辟了新篇章。他于1879年成为耶拿大学教授,1877—1901年任耶拿大学天文台台长,从科学和财务上给予天文台以全面支持。1889年,他在蔡斯去世一年后将蔡斯工厂改建为蔡斯基金会,进行科研和社会改革试验。1905年阿贝逝世于耶拿。

在19世纪前20年,德国巴伐利亚的光学仪器与玻璃制造业在与英、法、西西里亚等的竞争中逐渐处于前列。J. 夫琅禾费 (Fraunhofer) 在改进光学制造工艺、基础理论研究和光学玻璃原料探索等方面都获得不少成果。可惜夫琅禾费英年早逝。当时青黄不接,德国在竞争中一时处于不利地位。1846年,30岁的蔡斯创立了蔡斯光学工场,主攻当时极为贵重并且最难制造的显微镜(它的成象因素比望远镜和照相机要复杂得多)。当时的工艺过程主要依靠工匠们反复试错而积累的经验。为了找到检验质量的标准,蔡斯在不知道夫琅禾费成果的情况下试行用牛顿环来检查镜头而初获成功。蔡斯的透镜系列先后获德国1857年银质奖和1861年工业展览会金质奖。蔡斯深信,要不断前进,光学精密仪器制造只有从经验水平过渡到以数学设计为基础的科学水平才有可能。阿贝正是在这种背景下接受蔡斯的合作邀请,并从此大力发展了把生产技艺和科学紧密结合的应用光学这一门新的学科。阿贝的主要学术成就简述如下。

创制多种光学仪器

阿贝和蔡斯的合作,首先从改进元件制造工艺和加强管理入手,以提高产品质量,增加光学仪器精密度。一方面改变劳动分工,规定严格的操作规程,不许擅自改变或自行调整;另一方面,当时还极端缺乏检验成品基本参数的仪器,许多检测主要凭经验进

行。阿贝为了快速而精确地测出单透镜基本性能，先后发明了焦距计(1867)，利用全反射角测液体或固体介质折射率的阿贝折射计(1869)，精度可达 10^{-3} ；创制了阿贝分光计(1869)，它所测出的玻璃的折射率与色散率(当时叫阿贝数)，比夫琅禾费方法更有效。1870年，他又发明显微镜数值孔径计，还有测光学系统尺寸、厚度和高度的球径计、比长计、高度计以及玻璃质料缺陷检测计等等。这些都使工艺过程科学化、规范化，使各种允许误差有了一个客观标准，力求优质、均匀、快速，为进一步改进生产与研究工作创造条件。

阿贝后来还在晶体光学、热学、天文学等方面研制过不少仪器，如检验平晶的干涉仪，改进型的斐索膨胀计，双筒体视望远镜等等。

阿贝不变量与光瞳理论

1869年，蔡斯向阿贝提出了一个新课题：利用数学公式事先设计所有透镜的光学性质，然后按设计制造出液浸显微镜；因为十年前法国巴黎的E. 哈特那克(Hartnack)已生产了先进的液浸显微镜，不如此就不可能在国际竞争中迎头赶上。这一任务迫使阿贝从理论上和实践上彻底弄清显微镜成像过程中各种因素的作用。

当时的几何光学理论还比较原始。1831年，D. 布儒斯特(Brewster)在“光学进展”(Report on the recent progress of optics)文中提出了几何光学方法。1841年，C. F. 高斯(Gauss)提出了近轴光学(也称高斯光学)，认为一切光学仪器的成像过程都服从中心投影定律，即只要光线足够好地会聚于一点，经过仪器所成的象将严格地与物相似，并且具有任意放大率。这实际上只是理想情况。1856年，L. 赛德耳(Seidl)最早对不同初级象差(球差、彗差、象散、象场弯曲、畸变等)提出计算公式。阿贝在前人基础上，从设计显微镜的具体经验出发，探索几何光学的一般问题，即一个光学系统的行为与其个别元件的形状、大小、空间位置

的相互关系。他认为,不管成象过程如何,光学成象的基本特征就是象空间与物空间的共线关系,即两个空间点与点、直线与直线的确定关系。这种共线关系一经具体确定,象的形成在一切方面即可预先加以规定。为此,他第一个清楚地定义了一个光学象的若干通用特征量(例如介质折射率 n_i , 镜面曲率半径 r_i 等),以及与个别情况有关的个别特征量[如光线射入 i 镜面的斜角 θ_i , 前 $i-1$ 个面所成高斯象(也是第 i 面的物)距 i 面极点的距离,即物距 s_i 等]。阿贝得出在一个光学系统中的 $n_i \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{s_i} \right)$ 可称

为阿贝不变量,利用它构成的阿贝不变式,和赛德耳公式一起可以计算出各种初级象差。特别重要的是阿贝发展了限制光束的光瞳理论^[2](1871),后经他的学生 M. von 诺尔 (Rohr) 加以推广。这是前人从未涉及到的光具组的光强问题的理论,它认为,到达光学系统象空间的光量,不仅取决于物的亮度,而且依赖于光学元件和光阑的大小。光阑影响着象差、象的亮暗、景深等一系列问题。光阑的这些作用如何公式化? 阿贝从诸多光阑中找出真正决定光束孔径的光阑即有效光阑或孔径光阑,他把孔径光阑在物方、象方的共轭称为入射光瞳和出射光瞳。通过光瞳理论,使光学系统的实际作用具体依赖于它所包含的诸光阑的位置、大小、形状,并可从众多的入射光线中选择那些对于一个特殊效应所希望的光线,筛去那些不希望落入观察者眼中的光线。这样,人们对光具组行为的控制,包括对光强、象的可见度、物象的相似程度、投影姿态、表观大小等等,就可以由光学系统中各光阑的大小、形状和空间配置来实现。这就把光学仪器的数学设计建立在可靠的理论基础上。

阿贝成象原理、阿贝正弦条件和数值孔径

阿贝的理论设计在实际上却遇到了很多困难。开始阿贝认为,显微镜与望远镜、照相机的成象条件和质量优劣,都服从同样的几何光学普遍定律。他努力用最优越的光线组合,以小孔径的

光束和最严格的工艺指标来设计与制造精密显微物镜。但这样生产的系统只在球差和色差上有所改进，在亮度和分辨率方面却不如过去老式的不那么精密的广口径物镜，成象仍然模糊不清，缺少细节。对这一疑团他从理论和实验上进行了反复研究，导致了阿贝二次衍射成象原理(1873)^[4]、阿贝正弦条件(1879)^[5]及数值孔径概念的创立。这些是阿贝最重要的贡献。

阿贝曾企图仍然从光的折射角度来研究样品细节的成象问题，并为此进行了多次实验。他发现光线的折射偏折无论如何解释不了孔径角对象质特别是分辨率的影响。由于显微镜物镜焦距短，离观察的载玻片很近，“从光源射出的光锥只占了孔径的一小部分，其余部分似乎只是无用的‘暗空间’，为什么大孔径却能给出比小孔径物镜更明亮、分辨率更好的象来呢？为什么在实验上‘暗空间’被证明是有用的呢？”在“其他解释都证明是站不住脚以后”^[6]，阿贝转向了波动光学。他发现显微镜所观察的物体上相邻两点发出的光，当用他 1869 年引入的显微镜架下照明器通过聚光器照明时，实际上是相干的，因此应该用衍射来解释。被照明的载玻片上的薄物体，就相当于一个衍射光栅。光波经物体衍射后在物镜的后焦面上产生光栅的夫琅禾费衍射图样，焦平面上的每一个点可以认为各是一个相干次级扰动中心。它们在象平面上相互干涉而产生物体的各级衍射象，它远比一次成象的细节要丰富得多。这就是阿贝二次衍射成象理论。阿贝成象理论把物象点线对应的几何理论转变为波的衍射与干涉，或空间频率信息集合(频谱)的转换，这就为现代变换光学中的空间滤波和信息处理的概念奠定了基础。

衍射方程可表示为

$$z \cdot \frac{\lambda}{n} = d \sin \mu$$

式中 d 是两物点能分辨开的距离(或光栅常数)， μ 为光线的偏斜角， λ/n 为在折射率为 n 的介质中光的波长， z 是衍射花样的级 $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 。阿贝由衍射方程出发，他认为对一般显微镜来说，

取1级衍射($z=1$)即可满足,即

$$d = \frac{\lambda}{n \sin u}.$$

他将 $n \sin u$ 命名为数值孔径,记为 N. A., 则

$$d = \lambda / \text{N. A.}$$

由此得出一个重要结论:光照的波长 λ 越小,或数值孔径 N. A. 越大,能分辨开的距离 d 就越小,即分辨本领越好。这也就解释了为什么大孔径物镜或油浸物镜(数值孔径大)比小孔径物镜容纳的细节更多。

根据这些新发现进行的大孔径物镜设计并且严格制造出来的物镜,开始时并不如人意,为此花费的昂贵试验费用在好几年内使蔡斯工厂财务拮据,甚至濒临破产的边沿。但蔡斯坚定地支持阿贝继续试验下去。后来的计算和实验表明,要使光轴上的理想物、象点对应变换到垂直于光轴上的面之上所有点清晰并按同样放大率成象到象平面上,只有在特殊条件下才有可能。这个特殊条件就是阿贝正弦条件,它反映了物上任意光束光线的角度 u 与相应象方光线的角度 u' 之间的关系。在光学系统整个孔径内,对于共轭点而言,两种角度的正弦之比必须是常数,写成对称形式为

$$n y \sin u = n' y' \sin u',$$

n, n' 为折射率, y 与 y' 为面元高度。只有满足了这一附加条件即阿贝正弦条件,才能使一个轴点成象无球差,并使垂直于光轴的一个小面之上各点成象时没有对称的彗差。这些发现建立了消球差透镜(也叫不晕镜、齐明镜)的理论根据。这一正弦条件曾由 R. 克劳修斯(Clausius)在1864年和 H. 亥姆霍兹(Helmholtz)在1874年分别从热力学角度提出过,但只有在阿贝1879年重新发现时,才显出它的重要性。

改进玻璃质料与消色差

消除色差的问题不只是理论计算问题,更严重的是光学玻璃的质料问题。阿贝1879年写道^[1],较大角孔径内色差与球差的同

时消除,“只有采用低折射率加高色散,或高折射率而低色散的两种光学玻璃的适当结合才得以补偿。……为了改善显微镜成象的质量,看来首先是改善制造镜头原料部分色散的成分比,其次才是改进玻璃的研磨工艺……”。1876年他参观伦敦的一个展览会时,在一次报告中再次提出玻璃熔炼的科学研究问题。他的报告引起年青化学家 O. 肖特 (Schott) 的兴趣,经过艰苦筹备,1882年2月,蔡斯、阿贝和肖特的小型联合实验室建立,1884年成立了玻璃工厂,一年以后,就生产出700多种新型玻璃样品供阿贝试验。在10年后的伦敦展览会上,蔡斯公司取得巨大胜利,一、二级色散光谱可以全被消除。

阿贝的历史影响

阿贝上述一系列成就包括在实践上对显微镜成象各种复杂多样性的研究与掌握,终于使蔡斯从一个小工场发展成为国际上光学工业最先进的公司,并带动了整个德国光学工业的发展。

阿贝的成象理论于1906年由 A. B. 波特 (Porter) 发展为著名的阿贝-波特实验。波特将透明物片换为光栅,在后焦面上放置适当的光阑,第一次实现了滤波的设计。在强相干光激光出现后,60年代以来,这一实验为光学信息处理和傅立叶光学的发展提供了实验基本思路。根据阿贝数值孔径概念及显微镜成象分辨理论,半世纪后出现的电子显微镜,由于电子的波长只有可见光波波长的 10^{-5} ,因此具有比光学显微镜大十万倍 (10^5) 的分辨率。另外,1934年荷兰 F. 泽尔尼克 (Zernike) 发明的相位反衬法就是根据阿贝成象原理提供的空间滤波概念提出的,他利用改变频谱面上相位分布的手段,巧妙地实现了强度的相位调制,改善了透明物体象的反衬度,这是实际应用信息处理的先声,使生物学、结晶学等领域常遇的细微结构明晰可见,因而获得1953年诺贝尔物理奖。

阿贝在1887年纪念夫琅禾费100周年纪念会上对“夫琅禾费方法”的总结^[1],实际上也是他努力继承的三项主要成就,这就是:

(1) 发展与改进光学工艺制造方法；(2) 广泛寻求与形成基础理论；(3) 改进制造光学元件的原料。阿贝毕生在科学理论与工艺技术紧密结合、科学研究与经营管理相结合方面为应用光学及德国光学工业的蓬勃发展做出了重要贡献。

阿贝晚年对社会改革的尝试

1888 年蔡斯逝世后，阿贝成了公司的唯一主人。但阿贝认为蔡斯公司的名誉和利润都是公司每个工人、技师的共同劳动成果，他主张将超额盈利按劳分配，因此 1889 年他建立了卡尔·蔡斯基金会。他还捐赠了百万财产并放弃他的厂长职务而只担任管委会一名委员。在基金会章程中，他还主张实行 8 小时工作制，基金所有者不是私人而是公司，录用公平，就业保险，节假日工资照付，病退休后工资照付 75% 等等。他还主张将这些条例印装成册，使工人的经济保障不是慈善行为而是受法律保护。这些社会改革行动根源于他童年时的生活遭遇。在当时德国的阶级斗争条件下，具有动员和启发工人们起来为劳动人民的光明幸福而斗争的进步意义。

文 献

原始文献

- [1] E. Abbe, *Gesammelte Abhandlungen* G. Fischer Verlag, Jena, Vol. 1 1904; Vol. 2, 1906; Vol. 3, 1906.
- [2] E. Abbe, *Jenaische Z. Med. Naturwiss.*, 6 (1871), p. 263.
- [3] E. Abbe, *Archiv. f. Mikroskopische. Anat.*, 9 (1873), p. 413.
- [4] E. Abbe, *Jenaisch. Ges. Med. Naturw.*, 14 (1879), p. 129.

研究文献

- [5] H. Volkmann, Ernst Abbe and his work. *Applied Optics*, 5 (1966), 11, pp. 1720—1731.
- [6] F. Auerbach, E. Abbe—sein, Leben, sein Wirken, seine Persönlichkeit, Akademie Verlag Gesellschaft, Leipzig, 1918.

- [7] M. von Rohr, Ernst Abbe, G. Fischer Verlag, Jena, 1940.
- [8] M. 玻恩、E. 沃耳夫著, 杨荫荪等译, 光学原理, 科学出版社, 1978, 第 223—225 页, 第 548—555 页.
- [9] 赵凯华、钟锡华, 光学(下册), 北京大学出版社, 1984, 第 70—77 页.

培 根

邹 延 肃

(高等教育出版社)

培根, F. (Bacon, Francis) 1561年1月22日生于英国伦敦河滨路的约克宫; 1626年4月9日卒于伦敦。哲学、科学方法论。

培根的父亲 N. 培根爵士 (Sir Nicholas Bacon) 是伊丽莎白女王的掌玺大臣, 他的母亲以其才学出众、熟悉希腊文、拉丁文和热心新教而闻名。培根自幼在良好的家庭教育环境下聪慧好学, 智力超常。他的秘书 W. 劳雷 (Rawlay) 曾记叙过这样的事, 伊丽莎白女王到他父亲的别墅作客时, 喜欢用一些机智性的趣题考他, 小培根往往是不慌不忙地给出答案, 女王称赞他是“小掌玺大臣”。

1573年4月, 12岁的培根和哥哥安东尼·培根 (Anthony Bacon) 一起被送到剑桥大学三一学院学习。在两年学习期间, 他开始对徒劳无益、“不结果实”的亚里士多德 (Aristotle) 的经院哲学感到厌烦, 对于当时大学以神学科为主的课程设置、宣读教会认可的讲义与烦琐冗长的注释和“漩涡般”的辩论等教学方法也极端不满, 认为这种方法只是“把错误固定下来”, “对于探求真理是害多于益”, “简直不能产生为人类生活谋福利的实践效果”。这就伏下了他要追求新方法的契机。

1576年15岁时, 他随英国驻法大使 A. 鲍勒男爵 (Sir Paulet) 到巴黎, 以使馆外交事务秘书身分初步接触欧英政界, 学会法文, 还写了一本关于欧洲情况的札记。1579年, 因父丧被召