

学术报告厅



霍金
杨振宁
等著

陕西师范大学出版社



学术报告厅

杨振宁
霍金

等著

求学的方法



陕西师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

求学的方法/叶宝生主编. —西安: 陕西师范大学出版社, 2002. 6

(学术报告厅)

ISBN 7-5613-2465-0

I. 求… II. 叶… III. 科学研究-研究方法 IV. G312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 043816 号

图书代号: SK233800

求学的方法

主 编: 叶宝生

责任编辑: 周 宏

策划编辑: 苏非舒

封面设计: 叁陌工作室

出版发行: 陕西师范大学出版社

(西安市陕西师大 120 信箱 邮编: 710062)

印 刷: 一二零一工厂

开 本: 880×1230 1/32

印 张: 10

版 次: 2002 年 7 月第一版

印 次: 2002 年 7 月第一次印刷

ISBN 7-5613-2465-0/C·45

定 价: 20.00 元

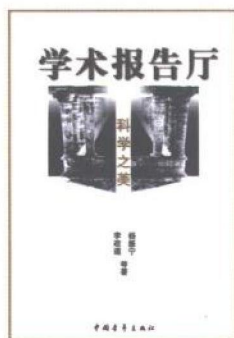
本书为“学术报告厅”书系的第二辑。所收文章皆为国内外知名学者所做的学术报告，是他们多年乃至毕生研究的心得，是高浓缩的思想精华。

与其他学术报告集偏重于社会人文内容不同，本书内容主要涉及数学、物理、计算机、通信、地理、生物等方面。

文章尽可能地保持了语言的口语化，尽量完整地保留报告中生动的例证和富有感染力的飞扬情绪，让读者也能“看到”讲演者的奕奕神采。

当代社会是一个信息爆炸的社会，作为信息传播媒体之一的图书更是汗牛充栋，有些书只须浅尝辄止，有些书可以囫囵吞枣，有些书则值得慢慢咀嚼，“学术报告厅”书系应是属于这后一种。

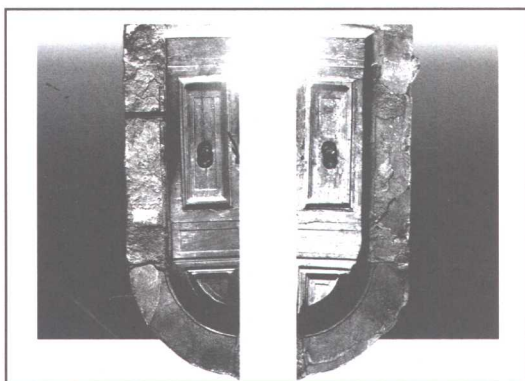
学术顾问：朱光亚
路雨祥
主 编：叶宝生
责任编辑：周 宏
策划编辑：苏非舒



“学术报告厅”第一辑

策 划：博集天卷
插 图：孟 煌
封面设计：叁 陌 工 作 室

S A N M O



Academic Lectures

目 录

1/相对论简史	霍 金
13/对称与物理学	杨振宁
27/历史的启迪与重大科学发现的条件	周光召
53/数学的力量	丁石孙
67/当代工程技术的发展趋势	朱光亚
91/百年技术创新的回顾与展望	路甬祥
113/我国核电的可持续发展	潘家铮等
127/我国农业生产中的问题、潜力与对策	李振声
147/求学的方法	张五常
165/物理学在现代武器发展中的作用	吕 敏
181/教育思想的转变与教学改革	杨叔子
199/创新与人才	赵忠贤
215/经济全球化进程中的中国教育	谈松华
255/中国民办高等教育的现状与未来	丁祖诒
269/中美性科学的现状与未来	阮芳赋
289/可持续发展对人类前途与命运的回答	刘培哲

16.11.16



1

霍金

相对论简史

霍金

1942年1月8日出生于英国的牛津。1962年在牛津大学完成物理学学位课程，搬到剑桥大学攻读研究生，英国天文学家福雷德·霍伊尔（1915-），霍金青少年时代心目中的一位英雄，是这里的天文学教授。霍金被诊断患有运动神经元疾病。1965年被授予博士学位。他的研究表明：用来解释黑洞崩溃的数学方程式，也可以解释从一个点开始膨胀的宇宙。1970年霍金研究黑洞的特性。他预言，来自黑洞（现在叫霍金辐射）的射线辐射及黑洞的表面积永远也不会减少。1974年被选为皇家学会会员。他继续证明，黑洞有温度，黑洞发出热辐射，以及气化导致质量减少。1980年任剑桥大学数学鲁卡斯教授（艾萨克·牛顿曾任此职）。1988年出版《时间简史》，成为关于量子物理学与相对论最畅销的书。1996年至今继续在剑桥大学工作。

—

到 19 世纪即将结束时，科学家们认为，他们已接近于完整地描述宇宙。他们设想，空中处处充满一种被称为以太的连续介质。光线和无线电信号在这种以太中波动，就像声音在空气中受压波动一样。完成这种理论所需的只是仔细地测量以太的灵活属性；一旦测量确定了这种属性，其他一切东西就会变得明朗起来。

然而，与认为以太无所不在的观点不相符合的事实很快就开始出现。你可能期待光以一种固定的速度穿越以太。因此，如果你朝与光相同的方向移动，你可能期待光的速度将显得较慢，而如果你朝与光相反的方向移动，光的速度将显得较快。然而，一系列实验未能发现速度由于穿越以太的运动而产生差异的任何证据。

最仔细和最准确的这种实验是由迈克耳森（a. michelson）和莫雷（e. morley）于 1887 年在俄亥俄州克利夫兰的凯斯研究所进行的。他们比较了彼此成直角的两束光线的速度。他们推论，由于地球根据其轴线转动，并围绕太阳轨道运行，地球将在以太中运动，这两束光的速度应该有所不同。但是，迈克耳森和莫雷发现，这两束光之间既没有每日的差别，也没有每年的差别。不管你如何移动，光似乎始终按照相对你来说相同的速度传播。

爱尔兰物理学家斐兹杰惹（g. fitsgerald）和荷兰物理学 3

家洛伦兹 (h.lorenz) 首先提出, 在以太中运动的物体会收缩, 时钟会变慢。这种收缩和变慢是在每个人测得光速是相同的情况下发生的, 无论他们相对于以太是如何运动的——斐兹杰惹和洛伦兹认为以太是一种实际存在的物质。

但是, 正是瑞士伯尔尼专利局一个名叫阿尔伯特·爱因斯坦的年轻办事员证实以太是不存在的, 并一劳永逸地解决了光速问题。1905 年 6 月, 他写了 3 篇将确立他是世界主要科学家之一的论文之一——并在此过程中开始了两次改变我们对时间、空间和现实的理解和概念革命。

在 1905 年的那篇论文中, 爱因斯坦指出, 因为你不可能测出你是否在以太中移动, 有关以太的全部概念是多余的。爱因斯坦假设, 对所有自由移动的观察来说, 科学法则应该显得是相同的, 尤其是所有观察者应该测得相同的光速, 无论他们如何移动——这种假设是爱因斯坦的研究的出发点。

这要求放弃一个概念, 这个概念认为, 存在一种所有时钟都能测量的被称为时间的普遍数量。相反, 每个人可能都具有其自己的个人时间。如果两个人彼此相对是静止的, 他们的时钟将变得一致, 如果他们正在移动, 他们的时间就是不一致的。这一点已被大量实验证实, 包括在一项实验中, 一台极其精确的时钟被人带着围绕世界飞行, 接着与一台静止不动的时钟进行比较。如果你希望活得更长久, 你可以不停地向东飞行, 这样飞机的速度就能增加地球的旋转速度。然而, 你能获得的时间几乎只够在飞机上吃饭。

爱因斯坦假设, 对所有正在运动的观察者来说, 自然法则应该显得是相同的。这种假设乃是相对论的基础——之所以称之为相对论是因为它暗示, 只有相对运动是重要的。相

4 对论的妙处和简明性对许多科学家和哲学家来说是令人信服

的。但是，仍有许多人反对相对论。爱因斯坦推翻了 19 世纪科学的两个“绝对”：由以太代表的“绝对静止”以及所有时钟都能测量的“绝对时间”或者“普遍时间”。人们问道，这是否意味着不存在绝对的道德标准，一切事物都是相对的？

这种担忧在 20 世纪 20 年代和 30 年代始终存在。当爱因斯坦于 1921 年被授予诺贝尔奖时，受表彰的是同样在 1905 年完成的重要成果——但按照爱因斯坦的标准，却是较为不重要的。没有提到相对论——相对论被认为太引起争议。现在我每周仍收到两三封信，告诉我爱因斯坦错了。然而，相对论现在已得到科学界的彻底承认，它的预言已在无数应用中得到证实。

二

相对论的一个非常重要的结果是质量与能量之间的关系。爱因斯坦假设，光速对每个人来说应该显得是相同的，这意味着没有什么能移动得比光更快。事实上，随着能量被用于使一颗粒子或者一艘宇宙飞船加速，这种对象的质量就会增加，使它更难于增加任何速度。使这颗粒子的速度增加到与光速一样是不可能的，因为这需要无穷的能量，爱因斯坦的著名方程式 $E=mc^2$ 总结了质量和能量的这种等效——这或许是在街头得到承认的惟一物理学方程式。

这个定律的后果之一是，如果一个铀原子的核裂变（分裂）成两个全部质量略小的核，就能释放巨大的能量。1939 年，随着第二次世界大战的临近，一群认识到这一点含义的科学家说服爱因斯坦克服其和平主义犹豫，给罗斯福总统写了一封信，敦促美国开始实行一项核研究计划。这导致曼哈

顿计划以及 1945 年在广岛上空爆炸的原子弹的问世。一些人把原子弹归咎于爱因斯坦，因为他发现了质量与能量之间的关系。但是，这就像因为造成飞机坠毁的引力而责备牛顿。爱因斯坦没有参与曼哈顿计划，并且对摧毁广岛的核爆炸感到震惊。

虽然相对论非常符合支配电学和磁学的定律，但它不符合牛顿的万有引力定律。牛顿的定律说，如果你改变某个空间区域的物质分布，你就会立即感觉到宇宙中别处的引力场的变化。这不仅意味着你能以高于光速（这是相对论认为不可能的）的速度发送信号，而且需要“绝对时间”或者“普遍时间”的存在——主张个人时间或者相对时间的相对论已经彻底批驳了“绝对时间”或者“普遍时间”的存在。

1907 年，当爱因斯坦仍在伯尔尼专利局任职时，他已意识到这种困难，但直到他于 1911 年在布拉格的德意志大学任职后，他才开始认真思考这个问题。他认识到，加速度与引力场之间存在密切关系。某个坐在封闭箱子内的人不可能说出，他是静止地坐在地球的引力场内，还是受到自由空间内一枚火箭的加速（这是在电视连续剧《星际争霸战》的时代之前，爱因斯坦考虑的是电梯内而不是宇宙飞船内的人，但在电梯内，在灾难发生之前，你不可能自由地加速或者下降很远）。

如果地球是平的，有人可能说，苹果掉在牛顿头上是因为地心引力，或者说牛顿的脑袋碰到了苹果，因为他和地球表面受到向上的加速。然而，这种加速与引力之间的等效对圆形的地球来说似乎不起作用；地球另一面的人们势必受到相反方向的加速，但仍能保持与我们的固定距离。

1912 年，当爱因斯坦回到苏黎世后，他突然灵机一动。

6 他认识到，如果在现实的几何学中存在某种平等交换，引力

与加速之间的等效就可能起作用。如果空时——爱因斯坦发明的一种存在，包括熟悉的空间三维和第四维时间——是弯曲的，而不像曾经设想的那样是平坦的，那会怎么样？他设想，质量和能量可能以某种有待确定的方式使空时变得扭曲。诸如苹果或者行星等物体可能努力以直线方式穿越时空，但因为空时是弯曲的，它们的移动路线可能因为引力场而显得弯曲。

在他的朋友格罗斯曼 (m.grossmann) 帮助下，爱因斯坦研究了有关弯曲的空间和表面的理论。这个理论是黎曼 (b.riemann) 作为抽象数学的一部分提出的，黎曼无论如何想不到，它将与现实世界有关。1913 年，爱因斯坦和格罗斯曼合写了一篇论文，在这篇论文中提出一种见解：我们所认为的引力只是空时是弯曲的这个事实的表现。然而，由于爱因斯坦的错误（他完全具有人的本性，容易犯错误），他们未能发现把空时的弯曲与空时中的质量和能量联系在一起的方程式。

三

爱因斯坦在柏林继续研究这个问题，未受国内事件的干扰，基本上也未受战争的影响，直到他于 1915 年 11 月终于发现适当的方程式。1915 年夏季，爱因斯坦在访问格丁根大学期间，与数学家希尔伯特 (d.hilbert) 讨论了自己的想法，而希尔伯特已早于爱因斯坦几天独立发现了同样的方程式。然而，正如希尔伯特所承认的，新理论应归功于爱因斯坦。把引力与空时的弯曲联系在一起正是他的主意。这种科学的讨论和交流即使在战时也能不受干扰地进行，这是对这个时期德国的文明状态的一种赞扬。

有关弯曲的空时的新理论被称为广义相对论，以区别于最初的不包括引力的理论，这种最初的理论现在以狭义相对论著称。广义相对论在 1919 年以一种惊人的方式得到证实，当时英国前往西非的一支远征队在日食期间观察到，在太阳附近星星的位置出现轻微的偏转。正如爱因斯坦曾预言的，这些星星发出的光在经过太阳时是弯曲的。这直接证明了空间和时间是弯曲的。这是欧几里得在公元前 300 年左右写下其《几何原本》以来，我们对自己所生活的场所的认识的最大变化。

爱因斯坦的广义相对论使空间和时间从发生事件的消极后台变成了宇宙动力的积极参与者。这导致一个到 20 世纪末仍处于物理学最前沿的重大问题。宇宙充满物质，而物质使空时弯曲，物体因此互相吸引。爱因斯坦发现，他的方程式并不具有一种描述在时间上是不变的宇宙的解决办法。他没有放弃他和其他大多数人所相信的静态和永恒的宇宙，而是通过增添所谓的宇宙项修改了这些方程式，宇宙项以另外的方式使空时弯曲，因此物体彼此分开。宇宙项的排斥影响能抵消物质的吸引影响，并使宇宙永久存在。

这一证明是理论物理学所错过的重大机会之一。如果爱因斯坦坚守其最初的方程式，他可能预言，宇宙必定不是在扩大，就是在收缩。事实上，存在一个依赖时间的宇宙的可能性没有得到认真对待，直到 20 年代有人在威尔逊山用口径 100 英寸的望远镜得出观察数据。这种观察数据表明，其他星系离我们越远，远离的速度就越快。换句话说，宇宙正在不断扩大。爱因斯坦后来称宇宙项是他平生所犯的最大错误。

广义相对论彻底改变了有关宇宙起源和命运的讨论。一个静止的宇宙可能永远存在，或者可能在过去的某个时候以

其目前的形式得到创造。另一方面，如果各星系今天正在不断分开，它们在过去必定彼此更接近。在大约 150 亿年前，它们可能彼此重叠，而它们的密度可能是无限的。根据广义相对论，宇宙大爆炸是宇宙和时间本身的开始。因此，爱因斯坦或许应该被评为一个更长时期的最伟大人物，而不仅仅是过去 100 年的最伟大人物。

广义相对论还预言，时间在黑洞内部将停止。黑洞是空时的一些极其弯曲以致光不能漏出的区域。但是，时间的开始和结束都是广义相对论方程不能自圆其说之处。因此，广义相对论不能预测应该从宇宙大爆炸中出现什么。一些人认为，这表明上帝具有按其希望的任何方式创造宇宙的自由。其他人（包括我本人）觉得，宇宙的开始应该受控制其他所有事情的相同法则的支配。我们已朝着这个目标获得一些进展，但我们尚未完全理解宇宙的起源。

四

广义相对论在宇宙大爆炸上失败的原因在于，宇宙大爆炸与量子理论不相符合。量子理论是 20 世纪初期另一次伟大的概念革命。向量子理论迈出第一步是在 1900 年发生的，当时在柏林工作的普朗克（m.planck）发现，如果光只能以某种尺寸的小包装的形式出现，烧得通红的物体所辐射的光就能得到解释——这种形式的光被称为量子。这就像辐射光与食糖一样被包装了起来；你不可能在超市购买任意数量散装的食糖，你只能购买每袋 1 磅的食糖。1905 年，当爱因斯坦仍在伯尔尼专利局工作时，他写了一些开拓性论文。他在其中一篇论文中证明，普朗克的量子假设能够解释所谓的光电效应——当光落到某些金属上时这些金属发出电子的方

式。这是现代光探测器和电视摄像机的基础，而爱因斯坦正是因为这项成果被授予 1921 年诺贝尔物理学奖。

爱因斯坦继续致力于探索量子概念直到 20 年代，但受到海森伯（w.heisenberg）在哥本哈根、迪拉克（p.dirac）在剑桥和薛定谔（e.schrodinger）在苏黎世的工作的严重干扰，他们提出了一种被称为量子力学的对现实的新描绘。微小粒子不再具有明确的位置和速度。相反，你越是准确地确定粒子的位置，你就越是可能不那么准确地确定其速度，反之亦然。

爱因斯坦对基本定律中这种随机而不可预测的成分感到震惊，始终没有完全接受量子力学。他的看法表现在他的“上帝不玩骰子”的名言中。然而，其他大多数科学家承认了新的量子定律的有效性，因为量子定律表明与观察数据非常一致，也因为量子定律看来能解释各种以前未能解释的现象。量子定律是化学、分子生物学和电子学的现代发展的基础，这种发展在过去半个世纪里改变了世界。

1933 年，纳粹党人在德国上台执政，爱因斯坦离开德国，并放弃了德国国籍。他在纽约州普林斯顿的高级研究所度过了生命的最后 22 年。纳粹党人发起一场反对“犹太科学”的运动，而许多德国科学家都是犹太人（他们的大批离去是德国未能造出原子弹的部分原因所在）。爱因斯坦和相对论是这场运动的主要目标。当爱因斯坦被告知出版了《百名作者批驳爱因斯坦》一书时，他答道，为何需要 100 人？如果我错了，有一人批驳我已经足够。

第二次世界大战后，他敦促同盟国建立一个世界政府，以控制原子弹。1952 年，他接到担任新的以色列国家总统职务的建议，但拒绝了。他曾写道：“政治是暂时的，而……

10 方程是永恒的。”广义相对论的方程式是他最好的墓志铭和