

科学与哲学讲演录

〔奥〕恩斯特·马赫 著



创于1897

商务印书馆
The Commercial Press

科学与哲学讲演录

〔奥〕恩斯特·马赫 著

庞晓光 李醒民 译



 商务印书馆
The Commercial Press

2013年·北京

图书在版编目(CIP)数据

科学与哲学讲演录/(奥)马赫著;庞晓光,李醒民译. —
北京:商务印书馆,2013

ISBN 978-7-100-09757-4

I. ①科… II. ①马…②庞…③李… III. ①科学哲
学—文集 IV. ①N02-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 006403 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

科学与哲学讲演录

〔奥〕恩斯特·马赫 著

庞晓光 李醒民 译

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北京瑞古冠中印刷厂印刷

ISBN 978-7-100-09757-4

2013年5月第1版 开本 850×1168 1/32

2013年5月北京第1次印刷 印张 13% 插页 2

定价: 35.00 元

目 录

作者初版序.....	1
英译者第三版说明.....	2
恩斯特·马赫和夸克	杰里米·伯恩斯坦 4
一 液体的形状	16
二 科尔蒂神经纤维	29
三 论和声的原因	41
四 光 速	54
五 人为什么有两只眼	69
六 论对称	88
七 论静电学的基本概念.....	102
八 论能量守恒原理.....	126
九 物理探究的经济本性.....	165
十 论科学思想中的变化和适应.....	186
十一 论物理学中的比较原理.....	203
十二 偶然事件在发明和发现中扮演的角色.....	219
十三 论取向感觉.....	236
十四 论伴随射弹飞行的一些现象.....	256

十五 论古典著作和科学的教育	277
----------------------	-----

附录

(一) 声学史稿	306
----------------	-----

(二) 评空间视觉理论	315
-------------------	-----

索 引	320
-----------	-----

• 中译者附录 • 马赫——伟大的超级哲人科学家	369
--------------------------------	-----

译后记	430
-----------	-----

作者初版序

iii

《科学与哲学讲演录》由于其预先设定的知识和所处的时期，因而只能提供少量的教育。为此意图，它们必须选择容易的题目，并把自身限制在阐明最简单和最基本的要点上。不过，借助内容的恰当选择，它们能够传达研究的魅力和诗意。只是有必要陈述问题的有吸引力的和迷人的特征，表明通过个别的和不引人注目的要害的解决辐射出的光辉，能够照亮事实的广阔领域。

此外，这样的讲演通过显示科学思维和日常思维实质的同一性，能够施加有利的影响。大众以这种方式丢掉对科学问题的惧怕，获得对科学工作的兴趣，而兴趣对探究者来说大有帮助。这反过来使探究者理解，他的工作只是普通生活过程的一小部分，他的劳动的结果不仅必须增进他自己和他的几个同事的利益，而且也必须增进整个集体的利益。

我真诚地希望，以眼前的出色译文，这些讲演将在已经指明的方向上大有裨益。

E. 马赫

1894 年 12 月于布拉格

英译者第三版说明

这本著作现时的第三版被扩大了,增添一个新讲演——“论伴随射弹飞行的一些现象”。增添到第二版的由下述四篇讲演和文章组成:马赫教授的维也纳就职演说“偶然事件在发明和发现中扮演的角色”,最近提交的、总结一个重要的心理学研究成果的讲演“论取向感觉”,以及论声学 and 视觉的两篇历史文章(参见附录)。

从 1864 年到 1898 年,这些讲演延续了一个漫长的时期,在风格、内容和意图方面大相径庭。它们最初以合集的形式用英文出版,后来应要求出版了两个德文版本。

由于头五篇讲演的日期在脚注中未给出,因此在这里予以附加。第一篇讲演“论液体的形状”在 1868 年提供,并与在 1872 年提供的“论对称”一起刊印(布拉格)。第二篇讲演和第三篇论声学的讲演首次发表于 1865 年(格拉茨);第四篇和第五篇论光学的讲演在 1867 年出版(格拉茨)。它们属于马赫教授科学活动的最早时期,与论静电学 and 教育的讲演一起,将更多地实现在作者序中表达的希冀。

第八、第九、第十、第十一和第十二篇讲演具有较多的哲学特征,主要论述科学探究的方法和本性。在这些讲演概括的观念中,能够发现在刚刚过去的四分之一世纪做出的、对知识论的最重要

的贡献。心理学方法中有意义的提示,心理学和物理学中示范的样本研究,也都呈现出来;而在物理学中,许多观念第一次得到讨论,此后在其他人名和作者之下,它们在这个探究领域中变成口号和呐喊。

马赫教授本人读了这本译著的全部校样。

T. J. 麦科马克

伊利诺伊州拉萨勒

恩斯特·马赫和夸克

在三十多年间,我是恩斯特·马赫迷。1948年春在哈佛,我了解物理学的第一门真正的课程是菲利普·弗兰克(Philipp Frank)讲授的;用爱因斯坦的话来说,弗兰克“像吮吸他们的母亲的乳汁一样汲取了马赫的观点”。弗兰克教授甚至至少有两次机会与马赫亲自交谈。其中一次出现在爱因斯坦1905年发明狭义相对论之后的某个时候。我猜想,它必定发生在1910年。正如弗兰克教授向我说明的,他受召唤在维也纳看望马赫——他们俩都住在维也纳,弗兰克教授当时是维也纳大学的无公薪物理学讲师——为的是向马赫说明数学家赫尔曼·闵可夫斯基(Hermann Minkowski)最近崭新的、相当彻底的相对论的四维形式化表述。我记得弗兰克教授告诉我,马赫对它不是十分热情。他还告知我,爱因斯坦在研究了闵可夫斯基之后评论道,目前数学家抓住他的理论,而他本人再也无法理解它了。第二次与马赫际遇发生在几年之后,也把爱因斯坦卷入其中,但这次是直接去的。会见的主题与手头的主要论题有关:马赫在他的科学工作生涯的大部分时间为什么否定原子的存在。

只有一部资料完整的马赫传记,就是约翰·T.布莱克莫尔(John T. Blackmore)撰写的《恩斯特·马赫:他的生平、工作和影

响》(*Ernst Mach: His Life, Work and Influence*)。在 1916 年逝世的马赫没有想要为他写一部传记,他的儿子路德维希(Ludwig)曾经为传记收集了材料,显然在第二次世界大战焚毁了。但是,布 vi
莱克莫尔能够访问马赫一些活着的亲属,以及弗兰克教授一代与马赫有某种直接接触的少数人。现在,我认为,马赫甚至不是那些“经常引用但却罕见阅读”的人物之一。在数十年间,人们罕见引用他的言论,几乎从未阅读他的论著,尽管现在有某些迹象表明,对马赫的兴趣正在复活,其中包括 Open Court 出版社出版的这个新译本。

我们中的大多数人都了解马赫,即便完全是因为马赫数而了解,马赫数比如说是飞机的速率与音速之比。之所以如此命名它,是由于马赫关于超音速射弹的工作。他在 1886 年勉力完成了拍摄这样的射弹——高速运动的子弹——激起的冲击波。生理学家很可能遇见马赫带,而马赫带与变得阴暗的带有关;例如,如果人们观看白色旋转圆盘和黑色旋转圆盘,就出现马赫带,它比客观的光学现象更加呈现出神经病学的抑制。宇宙学家继续讨论马赫原理,但是就它严格地讲是什么,他们难得能够取得一致,更不用说爱因斯坦的广义相对论和引力理论是否满足它了。但是,他们之中的许多人未必读过马赫的历史争论著作《力学及其发展的批判历史概论》,该书初版于 1883 年,马赫在书中抨击牛顿力学的基础。爱因斯坦在接近他的生命的终点时写道:这本书“对他产生了深刻而持久的影响”。它有助于把爱因斯坦从牛顿的空间和时间是绝对观念中解放出来,而且马赫关于加速度的相对性的观念, vii
即与作为马赫原理变得众所周知的东西关联的观念,确实影响了

爱因斯坦,当时他开始思考加速度和引力。

尽管情况可能如此,可是马赫实际上不是一位伟大的物理学家——伟大是与像爱因斯坦、马克斯·普朗克(Max Planck)、路德维希·玻耳兹曼(Ludwig Boltzmann)这样的他的同时代人相比。他甚至难得算是一位数学家。他曾经写道:“[例如]集合论远非我能所及。其理由可以追溯到青年时数学训练薄弱,不幸的是,我从来没有找到机会改正这一点。”不过,对他所处时代的科学生活和智力生活以及他会见过的人,马赫却具有十分深远的影响。例如,威廉·詹姆斯(William James)1882年在布拉格遇见马赫,马赫当时在布拉格德语大学教书。在聆听了马赫的讲演后,詹姆斯给妻子写信说:“我不认为,任何人始终会给我如此强烈的纯粹智力天才的印象。他显然无所不读、无所不想,行为举止绝对质朴无华,他容光焕发,笑容可掬,这一切都极其富有魅力。”弗兰克教授肯定认为自己是马赫主义者,他喜欢指出,列宁写了一本完整的书《唯物主义和经验批判主义》,以批驳马赫一类的实证论。列宁对马赫的反对之一似乎是,在物理学的某些状况中,他准备好避开力的概念。

viii 1838年2月18日,马赫出生在奥匈帝国摩拉维亚首都布鲁恩附近希尔利茨镇的恩斯特·瓦尔德弗里德·约瑟夫·文策尔(Ernst Waldfried Joseph Wenzel)家里,严格地讲,他不是一个小神童。九岁时,他被招收到维也纳近郊的贝内迪克蒂内高级中学。他的成绩相当糟糕,一年后校方请他离开学校。情况好像是,马赫在拉丁语和希腊语语法方面异常低劣。他回忆起,他对“敬畏上帝乃智慧之始”的格言特别难以理解。贝内迪克蒂内神父把它归入

“没有天资”一类——或多或少是没有希望了。幸运的是，马赫的父亲约翰(Johann)作为家庭教师发挥讲授作用，他继续在家里教年青的马赫，偶尔大声诅咒他是“斯堪的纳维亚人的头脑”，或者“格陵兰人的脑袋”。

大约在这个时候，马赫决定，他乐于做一个细木工，并移居美国。两年间，马赫在邻村跟一个细木木匠当学徒，并且在做事情方面养成毕生的天真。他的著作《力学史评》充满古怪的机械图，人们设想，这些图画是由马赫或他的助手绘制的。在十五岁时，他转入高级中学。提到那个时期，他后来写道：“关于社会关系等等，我必定显得是极其不成熟的和孩子气的。除了在这个方向上我才干薄弱外，这在某种程度上可以用下述事实说明：在我开始参与社会 ix 交往，特别是与我的同龄人交往之前，我已经十五岁了。……开头，事情进展得并不特别顺利，由于在这些问题上，首先必须把学校学生的伶俐和狡猾学到手，而我缺乏的正是这一点。”

马赫在 1855 年能够进入维也纳大学，1860 年他在那里获取物理学博士学位。于是，在 1861 年，他成为无公薪讲师——弗兰克教授在半个世纪后担任同一不支付薪水的讲课职位。注意到在该大学由马赫和其他人践行的物理学水准，是很有趣的。1942 年，奥地利物理学家克里斯蒂安·多普勒(Christian Doppler)基于理论理由提出变得众所周知的多普勒效应：现在我们熟知这样的事实，例如光波源或声波源向一个人运动时，波的音调或频率就要增加。现在，这对我们来说是如此显而易见——我们通过听汽车喇叭声可以例行地检验它——以至于很难想象，甚至在发明它之后二十年，它曾经是激烈争论的物理学小问题。（顺便说一下，

在多普勒移动发明两年后，荷兰气象学家比埃伊斯·巴洛特 (Buijs Ballot) 在荷兰检验了它。他使装满小号吹奏者的铁路平板货车以各种速率牵引，而把与绝对音调对照的乐师安置在地面上，以便证明他们是否听到频率的任何改变。情况好像是，这样做了两天，确认了多普勒移动。)

马赫自己的教授之一约瑟夫·佩茨瓦尔 (Joseph Petzval) 甚至宣称，多普勒移动是不可能的，因为它违背佩茨瓦尔所谓的“振动周期守恒定律”。1860 年，马赫建造了一个简单的装置，以证明 x 声音的多普勒移动。马赫的仪器大体上是由一个长管构成的，长管可以自由绕中心轴旋转。强迫气流通过长管，使哨子或芦笛在管中发出声音。如果人自身站在管子的旋转平面，多普勒移动就变得明显；如果人自身站在旋转轴上，多普勒移动就会消失。在中欧，这成为教学仪器的一个标准演示。可是，即使在 1878 年，即马赫到布拉格德语大学赴任后十一年，多普勒移动依然是争论的主题。那年冬天，马赫说服一群学生和教授坐在山坡上，俯瞰火车轨道，聆听奔驰的火车的汽笛声。过后，他们签署文件，为他们听见的东西作证。

的确，这一切没有一个是伟大的物理学，连十分重要的物理学都不是。马赫的真正重要性在于，他对他所处时代的物理学中已被接受的许多智慧采取怀疑态度，这种怀疑态度与他极其明晰地就这样的问题写作和讲演的能力结合在一起。当这种怀疑论用于原子理论时，尽管在其起源上肯定是有理由的，但最终却使马赫在某种程度上狂暴起来——情况确实如此，我将力图厘清这一点。在指出马赫如何陷入怀疑原子之前，值得简要叙述一下 19 世纪中期

原子假设所处的状况。第一件事大体是清楚的，原子假设真确是假设。没有一个人看见原子；确实，各种证据使物理学家和化学家深信，原子即使存在，它们也仅仅具有大约 10^{-8} 厘米难以置信的尺寸——我们相信这大致是典型的原子的大小。事实上，当时实际上有两类原子，即物理学家的原子和化学家的原子，19 世纪中期大多数物理学家和化学家相信，这两类原子是不同的。牛顿在他的《原理》中就宣称自己是原子论者，当时他写道：“整体的广延、坚硬性、不可穿透性、可动性和惯性，来源于部分的广延、坚硬性、不可穿透性、可动性和惯性。”所谓的“部分”，他意指不可分的原子。这种关于物质的概念，尤其是关于气体的概念，被牛顿的同代人、更年轻的丹尼尔·伯努利 (Daniel Bernoulli) 用来说明气体如何施加压力，即不可见的气体粒子随机碰撞气体容器的器壁。特别是在 19 世纪伊始，由于约翰·道尔顿 (John Dalton) 的工作，化学家对利用原子假设说明在化学反应中观察到的某些规则性颇感兴趣：例如，当碳和氧化合时，它们总是以确定的重量比如此进行，以至于如果我们认为单个碳原子和氧原子或分子相互勾连，就能说明该事实。在这个图像中，原子的实际大小和质量是不相关的；爱因斯坦在《自述》中讨论马赫的观点时提及这一点：“在化学中只有原子质量起作用，不是它们的绝对大小起作用，以致[对化学家来说]，与其能够把原子理论看做是关于物质实际结构的知识，^{xii} 还不如看做是形象化的符号。”

为了在维也纳大学谋生，马赫给医学学生做物理学讲演。这些讲演在 1863 年以书名《医学学生物理学纲要》出版。几年后，他描述了所发生的事情：“在 1862 年，我为医学人拟定了物理学纲

要,因为我在纲要中力图寻求某种哲学满足,所以我严格实施力学的原子理论。这项工作首次使我意识到这个理论的不充分性,并在这本书的序言和结语中明确表达出来,我在那里讲到,我们关于物理学基础的观点要全面变革。”

在他的《纲要》中,马赫把原子假设看做是给予的,并借助原子假设尝试给物理学几个分支以统一的说明。他陷入烦恼——或多或少隐藏在他心底的烦恼——尤其是当他用经典原子理论力图说明灼热气体放出的光的谱线即光的分立的颜色时。关于这项工作,他后来写道:“我用力学说明化学谱线的尝试以及理论与实验的分歧增强了我的下述观点:我们不必在三维空间中向我们自己描述化学元素。然而,我没有冒险在正统的物理学家面前直言不讳地谈论这种观点。”事实上,马赫在量子论发明前并未祈祷说明
xiv 线光谱。尼耳斯·玻尔(Niels Bohr)的工作是在五十年后的1913年完成的,它至少就简单元素谱线的许多特征提供了一种说明。严格地讲,对于马赫通过放弃原子的三维意指什么,我没有把握,但是我确信,它与现代量子论毫无关系;在量子论中,借助波函数讨论原子的大小和形状,而波函数一般地不是三维函数。

1863年后,马赫由于生理学和心理学工作,或多或少放弃了原先的物理学研究,虽然他继续思考和撰写物理学的哲学和历史的基础,他还完成了引起爱因斯坦及其同代人注意的多部著作。在这些问题上通常就是这样,在马赫和这些新一代的物理学家之间几乎不可避免地存在智力碰撞,在他们之中有爱因斯坦、玻耳兹曼、马克斯·普朗克。这些人开始极其认真地采纳原子假设作为他们的统计力学工作的必不可少的基础。在1895年,马赫重返维

也纳大学，但却处在哲学教授职位。是年前，校方把物理学教授职位授予玻耳兹曼，于是这个舞台对智力冲突来说是布景。从玻耳兹曼提议给一些哲学家所作的讲演的标题，大体可以估量出他的情绪和才智，即“证明叔本华是一个堕落的、无思想的、无知识的、胡说乱写的哲学家，他的理解纯粹由空洞的语词垃圾组成”。（我感谢我的同行约翰·贝尔（John Bell）引起我注意这篇精彩的讲演。它能够在玻耳兹曼选集的英译本中找到。）玻耳兹曼写道：“我曾经与一群院士就原子理论的价值进行热烈的辩论，其中包括科学院本身席位右边的枢密官马赫教授。……马赫从人群中突然发出响亮的声音，简洁地说：‘我不相信原子存在。’这句话萦绕在我的脑际。”

在像这样的争论中，马赫喜欢问：“你看见原子了吗？”——这是一个有趣的、不完全琐细的问题。有时听说，六十二岁的玻耳兹曼在1906年自杀，是因马赫批评他的统计力学工作和使用原子假设引起的。弗兰克教授认为，这是一派胡言；弗兰克认识玻耳兹曼，他常常告诉我，玻耳兹曼是他以往所知的在数学上最强的杰出理论物理学家。弗兰克写道：“据说，玻耳兹曼对物理学家拒绝原子理论——这导致马赫攻击原子理论——感到如此绝望，以致他夺去自己的生命。事实上，这几乎不可能是真的，由于从哲学上讲，玻耳兹曼本人宁可说是马赫的追随者。玻耳兹曼曾经对我说过：‘你看，如果我说原子模型仅仅是图像，对我而言那就没有造成任何差异。我对此并不介意。我不要求它们具有绝对真实的存在。……马赫说‘经济的描述’。也许原子就是经济的描述。这并没有伤害我很多。从物理学家的观点看，这并没有造成差别。’”到 xv

玻耳兹曼生命的末期，他受到反复阵发的沮丧折磨，几乎完全失明，遭到难以忍受的头痛；当他变得确信他无法再工作时，他了结了他的生命。

马赫与爱因斯坦的关系相当复杂。从所有的报道看，爱因斯坦作为一个令人信服的马赫的实证论者，开始他的生涯。爱因斯坦对空间和时间的分析是由时钟和量尺的操作定义的，他在他的1905年的狭义相对论论文中提出这种分析；乍看起来，他的分析似乎是马赫的实证论的典型运用。但是，当人们更为仔细地考察事情时，就开始感到惊讶。相对论论文的时钟和量尺是高度理想化的。它们像是时钟和量尺，但是没有实际的时钟和量尺严格地与它们相似。在后来的岁月，爱因斯坦讲出这样一个事实，即这些时钟和量尺本身不是作为运动的原子组态处理的，而宁可说是作为假设的基本实体处理的；这个事实是一个“罪过”，人们有义务“在该理论的后继阶段消除”它。人们感到惊奇，马赫是否很快理解非马赫的爱因斯坦的分析实际上恰恰是怎么样的。无论如何，他确实必须理解，爱因斯坦在1905年这个“奇迹年”的其他论文被认为是原子“存在”的重要证据。这就是爱因斯坦关于现今众所周知的布朗运动——依照19世纪苏格兰植物学家罗伯特·布朗（Robert Brown）的名字命名——的论文。布朗观察到，当显微镜下的花粉颗粒在水中悬浮时，它看来好像以颤抖的无规则的方式无限地向四周舞动。爱因斯坦把这解释为这些物体受到不可见的水分子不断撞击的结果，而且更为重要的是，他能够就悬浮粒子的“无规则步态”的本性做出定量的预言，该预言不久在实验上被证实。这使许多怀疑者深信，原子确实存在，但是它未能使马赫信