

ERNST MACH

Physicist and Philosopher

马赫

物理学家和哲学家

[美] R.S. 科恩 等 编著

ERNST MACH

Physicist and Philosopher

马赫

物理学家和哲学家

〔美〕R.S. 科恩 等 编著

董光壁 等 译



商务印书馆
The Commercial Press

2015年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

马赫：物理学家和哲学家 / (美) 科恩等编著；董光壁等译. —北京：商务印书馆，2015

ISBN 978-7-100-09648-5

I. ①马… II. ①科…②董… III. ①马赫,
E. (1838~1916) —人物研究—文集 IV. ①B521-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 273378 号

所有权利保留。

未经许可，不得以任何方式使用。

马赫

物理学家和哲学家

(美) R.S. 科恩 等编著

董光壁 等译

范岱年 等校

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

北京市艺辉印刷有限公司印刷

ISBN 978-7-100-09648-5

2015年12月第1版 开本 880×1230 1/32

2015年12月北京第1次印刷 印张 9 1/4 插页 1

定价：28.00元

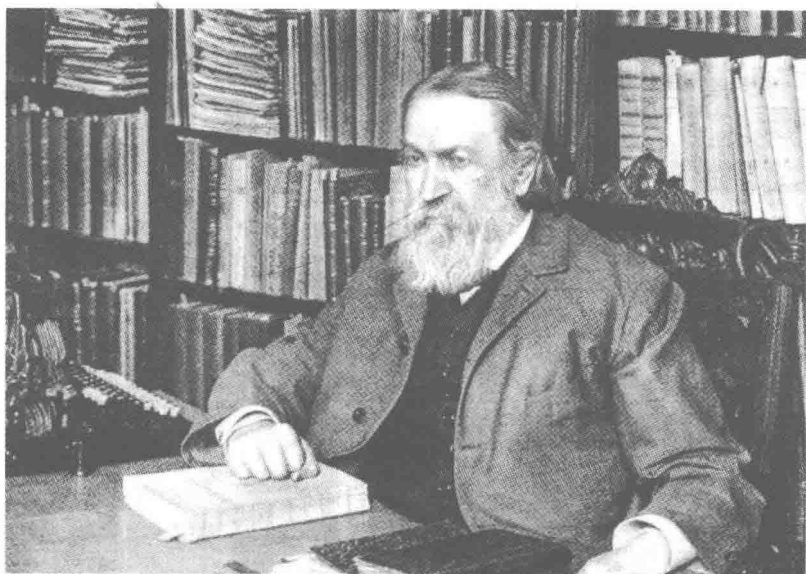
Robert S. Cohen and Raymond J. Seeger ed.

ERNST MACH

A PHYSICIST AND PHILOSOPHER

(Boston Studies in the Philosophy of Science)

本书根据荷兰里德尔出版公司 1970 年版译出



恩斯特·马赫（1838—1916）

前 言

1966年12月27日，美国科学促进会（AAAS）年会在华盛顿举行。会上召开了纪念恩斯特·马赫逝世50周年座谈会。马赫是一位极为关注哲学理论的物理学家。座谈会B部分的主题是“物理学”，L部分发起的联合主题为“科学哲学与科学史”和“科学社会史”。会议由促进会副主席、美国国家标准局主任艾伦·W.阿斯特廷博士主持。沃尔特·赫奇博士代表奥地利大使恩斯特·伦贝格尔发表开场致辞。恩斯特·马赫的孙子恩斯特·A.莱德勒也出席了座谈会。

代表不同背景和持有不同观点的物理学家是座谈会的主要贡献者。他们主要以马赫工作的后续发展为基础，对其做出评价。不过，他们毫无例外地对恩斯特·马赫的工作和生平具有相同的兴趣。他们中的两位，奥托·布鲁和彼得·G.贝格曼，在布拉格大学获得理论物理学博士学位。卡尔·门格尔在维也纳大学获得数学博士学位（他是马赫著名的《力学及其发展的批判历史概论》最新版本[1960]的负责人，并为其拟定了新的介绍）。罗伯特·S.科恩和雷蒙德·J.西格在耶鲁大学获得理论物理学博士学位，并从那里开始分别对科学思想的发展和哲学基础产生了持续的兴趣。弗洛伊

德·拉特利夫在美国布朗大学获得心理学博士学位，他是一位神经生理学家，最近（1965）刚刚完成一本权威著作——《马赫带：关于视网膜神经网络的定量研究》。座谈会唯一一位职业科学史家欧文·N.希伯特，在芝加哥大学获得博士学位，专业研究领域为19世纪以来的化学史。每位演讲人都做了30分钟的报告。这些文章是他们当时发言的扩充。文中部分重复内容未作删减。此外，文集还收录了德国弗莱堡恩斯特·马赫研究所所长沃尔夫冈·F.梅尔兹克奇，哈佛大学物理系杰拉尔德·J.霍尔顿，哥廷根大学理论物理研究所休伯特·戈纳的论文（座谈会邀请梅尔兹克奇博士发出了邀请，他因故未能出席。拉特利夫博士也因病未能出席）。读者可能会注意到，对马赫生平及著作的解读远远尚未完成。编者并不打算调和几位参会者所表达观点的差异性，或者甚至并不打算剔除重复评论，它们往往出于不同的观点。

一位编者（罗伯特·S.科恩）建议收录逝者理查德·冯·米塞斯在纪念马赫诞生一百周年活动中的演讲稿。稿件尽管已经发布，却未见英文版。科学统一研究所的资助使得这份文件的翻译得以实现。译文收录在附录里。鉴于马赫对维也纳学派的决定性影响，我们决定同时收录我们的朋友和老师——已故的菲利普·弗兰克的两篇纪念性演讲，一篇发表于马赫逝世之时，另一篇发表于马赫诞辰一百周年纪念日。为方便读者，附录还收录了马赫及与马赫有关的生平与著作资料，主要由奥托·布吕汇编。

波士顿科学哲学座谈会是受马赫综合概念分析、实证相关、批判性精确和人性化动机观念启发的团体和机构之一。通过维也纳学派的恩斯特·马赫学会，后来以波士顿和剑桥为第二故乡的科学统

一研究所，和菲利普·弗兰克所接受的资助，波士顿座谈会与马赫联系在一起。因此，将这些对恩斯特·马赫的扩展研究编纂成册，收入《波士顿科学哲学研究》丛书出版，时机恰当，令人欣慰。

罗伯特·S. 科恩

波士顿大学

雷蒙德·J. 西格

美国国家科学基金会

目 录

前言	/1
恩斯特·马赫：作为教师和思想家的生活	/1
马赫对感觉分析的贡献	/27
马赫对气体动力学发展的贡献	/51
马赫对激波的探究	/71
马赫和现代物理学	/89
恩斯特·马赫：物理学、知觉和科学哲学	/101
马赫、爱因斯坦和对实在的探索	/145
马赫原理和爱因斯坦的引力理论	/195
恩斯特·马赫的科学哲学对于我们时代的重要性	/215
恩斯特·马赫和科学的统一	/235
恩斯特·马赫和经验论者的科学概念	/247
马赫的生物学的知识论	/279
人名中外对照表	/305

恩斯特·马赫：作为教师和思想家的生活

奥托·布吕著 张改珍译

—

最近一次对恩斯特·马赫工作的纪念发生在1938年，马赫诞生100周年之际。当时，中欧艰难的政治局势使得此类事件不可能实现，起初命名为“恩斯特·马赫学派”，后来被叫作新实证主义维也纳学派的成员已经解散。1938年春，布拉格局势动荡，为庆祝马赫诞辰而筹备的演讲议程也不得不缩短。1966年春马赫逝世（1916年）50周年又为纪念马赫及其工作提供了一次契机。事实上，弗莱堡恩斯特·马赫研究所已经安排过一次关于马赫的国际会议，在这里，我们也将借助这次座谈会，努力在纪念马赫的人格和工作方面做出应有的贡献。

推迟28年有它特定的优势。在1938年，任何庆祝活动都有可能演变为党派事件，这对于持续纪念马赫来说可能弊大于利。同时，我们已经获得全方位赏析马赫工作的更好视角。今天，我们应该能够客观地讨论他的工作，甚至准备承认其缺点。我相信，我们的座谈会不代表任何特定的科学和哲学观点，也绝不是一个党派宣讲会。它应该有助于我们结识一位科学世界甚至对其所知甚少的科学家的工作。马赫的名字通过“马赫数”为人熟知，不过，大部分

2 马赫：物理学家和哲学家

科学家只是模糊地、并不总是正确地将马赫同特定的科学成就和哲学观点联系起来。他作为科学史家的角色一直被承认和质疑。马赫作为老师的工作鲜为人知，却被视为理所当然。我在这次座谈会中的主要任务是展示马赫对之持续感兴趣的工作部分，并将之带入其总体研究和观点的语境中。我的论题是马赫的思想主要出于教学澄清的需要，后者促使他探究人类理解自身和世界的智能极限。

我将用几句话介绍马赫生活的外部环境。归功于弗洛伊德·拉特利夫博士^[1]的最新著作《马赫带》，现在，（马赫的）英文版传记信息极易获得；来自海法（Haifa）的已故 K.D. 海勒博士也用现代德语叙述了马赫的生平，其中收录了马赫著作的全面介绍^[2]。马赫 1838 年 2 月 18 日诞生于后来成为奥地利一部分，现在归属于捷克斯洛伐克的摩拉维亚省的图拉斯（布尔诺），来自该省的名人有阿莫斯·夸美纽斯、格雷戈尔·孟德尔和西格蒙德·弗洛伊德。恩斯特幼儿时，马赫一家搬到维也纳附近，并在农村度过了许多年，那里教育设施很差，马赫主要依靠父亲的薪水接受教育，他的父亲是一位高中老师，其野心是成为一位农夫。马赫 1856 年在维也纳开始大学学习，1860 年完成学业。之后不久的 1861 年，他成为一名大学物理学讲师。他于 1864 年被任命为格拉茨大学数学与物理学教授，1876 年成为布拉格大学物理学教授、物理学系系主任。马赫在布拉格生活了 28 年，作为老师、实验者、学者活跃在大学事务中。这是他生命中硕果累累的岁月。很显然，他并未受此地的神秘气息影响，我们也并未从他的作品中看到任何卡夫卡式的痛苦和焦虑。频繁造访维也纳有助于他与朋友，特别

是社会学家和作家约瑟夫·波普尔，保持联系。1895年，马赫被邀请到维也纳出任新成立的“归纳科学的历史与理论”哲学教授席位，这主要归功于古典学者特奥多尔·贡珀茨的成功斡旋，后者也是约翰·斯图亚特·穆勒德文翻译的主编，他想增强系里思想自由的氛围。马赫仅有几年时间有机会就科学史主题发表演讲，他回到维也纳三年后患了一次使右半侧身体瘫痪的中风，好在没有影响到其智力。到1901年，他已经无法履行教学职责并坚持退休^[3]。1905年，马赫的继任者是路德维希·玻尔兹曼。马赫在维也纳居住到1912年，后来搬到他的儿子路德维希·马赫博士位于慕尼黑附近的家，1916年2月19日在那里逝世。路德维希·马赫是一位医学博士，但他未从事过相关工作，许多年来，他都是父亲的忠实助手，马赫逝世后，他又成为马赫论文的受托人。

1914年之前，恩斯特·马赫作为欧洲大学教授具有正常的职业生涯；在家乡附近生活，致力于教学和研究，与志趣相投的朋友一起思考和创造。马赫经历了个人不幸和生活的悲剧本质，他从年轻时代开始就已经了解了这一切。他很高兴看到国内外一小部分人分享自己的观点。在他从未到访过的美国，他的作品通过保罗·卡鲁斯博士的努力和发表在杂志《一元论和公开法庭》上的文章为人所知。他亲自会见或通信的美国人威廉·詹姆斯、J.B.斯塔洛和雅克·勒布。长期患病并未阻止他回顾和为自己的思想辩护，不过事实也许证明，对他依据科学在20世纪第一个十年的发展修改和扩展自己的观点形成了严重阻碍。

二

现在，我将转向对马赫在维也纳作为学生和年轻讲师生活的讨论，并回顾他“逆”学术地方性背景和当时科学总体情况的智识发展。马赫的物理学导师是安德烈亚斯·里特·冯·埃廷豪森和欧格斯·库必泽，前者作为与霍尔效应相关的热电效应的发现者而闻名；他作为基督教徒多普勒的继承者任物理学系主任，多普勒在位仅两年。埃廷豪森是德国大学第一位引进系统实验室练习和物理学实验训练的教授。之前，物理学通过示范实验教学，它对空间的要求不超过用来收藏由库必泽负责的实验设备的一个“柜子”。约瑟夫·斯特凡只比马赫大几岁，当马赫还是学生时，他已经是一位年轻讲师；他于1866年成为埃廷豪森的继承者。比斯特凡和马赫年长许多的约瑟夫·洛施密特开始时是一位实用化学家，只在1868年（到1891年）成为教授，后来（正如人们所看到的）讲授分子物理学。路德维希·玻尔兹曼于1861到1865年在维也纳学习，他有可能参加过马赫早期的课程。物理科学学院的杰出人物有数学家约瑟夫·佩兹伐和天文学家卡尔·冯·利特洛（小利特洛；他的父亲约瑟夫·约翰·利特洛是天文学名著《天空奇观》的作者）；佩兹伐也讲授弹性体振荡，并因发明第一个消色差双目标而著名^[4]。

与当时欧洲物理学的总体情况相比，维也纳物理学在19世纪50、60年代并未处于现代研究的前沿，直到80年代才通过“三驾马车”——斯特凡、洛施密特和玻尔兹曼达到此位置。能量守恒定律只是逐渐缓慢地进入大学教学，与赫尔曼·冯·亥姆霍兹、鲁道夫·克劳修斯等名字相联系的热力学和分子运动论，在马赫时代的

维也纳没有代表人物。在威廉·韦伯和威廉·托马森（开尔文）的电力学领域也如是。马赫伟大的朋友约瑟夫·波普尔于1854到1857年在布拉格理工学院学习，他在回忆录^[5]中写道，他在迈尔和焦耳发现能量守恒定律20年之后的1862年，第一次在另一位叫恩斯特·莱特林格的维也纳物理学讲师的演讲中听到了该定律。

因此，马赫本科阶段被维也纳生物学领域两位伟大的科学家——来自大学的生理学家恩斯特·桥和来自一家附属医学院和医院的生理学家卡尔·路德维希——的成就吸引一点也不奇怪。用现代行话说，那里就是行动之地。桥热衷于发表意见和演讲；路德维希研究生理学基本问题；他是记录生理学现象的波动曲线记录仪的发明者。他俩与亥姆霍兹、埃米尔·迪布瓦·雷蒙和鲁道夫·魏尔啸在反生命哲学运动中起着主导作用，并试图将生物学整合进生物物理学，即将它整合进因果生命科学。他们在生理学研究中运用了多种物理学方法，并表明物理学应用的新的更广泛领域。马赫深受这种现代研究活动影响，他于1860到1875年间发表的以心理学和生理学问题为主题的文章表明，维也纳学派的生理学家对他产生了强烈的影响。这些影响为他后来的科学哲学提供了基本素材。

在这里，我还想提及另一种可能对马赫产生的影响，那就是马赫时代对哲学家、心理学家约翰·弗里德里希·赫尔巴特教学理念的极大关注。赫尔巴特有一段时间曾在柯尼斯堡担任康德讲席，信仰康德理性哲学与实践（道德）哲学的严格分割。他的著作《作为科学的心理学》、《数学之心理学运用的可能性与必要性》影响了许多科学家，也必然影响了马赫（参考文献21，第299页）。赫尔巴特后来在哥廷根任教授，他从未在维也纳任教——逝世于1841

年——不过，受哲学家弗朗茨·S.埃克斯纳的影响，他的思想在奥地利广为人知。埃克斯纳从1848年起任教育部长顾问、奥地利中学或体育馆策划人，赫尔巴特教育心理学的主要观点在这些领域得到了实现。我相信赫尔巴特教学法的总体思路在马赫身上留下了印记，特别是他（赫尔巴特）强调标的物的组织和呈现要与学习者的大脑储存过程相协调，即一种学习经济学^[6]。

我以揭示马赫早期智力生活的背景为目的，追述维也纳的学术氛围。不过，他的全部哲学或世界观并不能仅仅通过对其所受学术影响的认知而变得完全可以理解。我们必须理解1848年以后奥地利的政治、社会和宗教氛围，及其在教权主义、自由主义、民族主义和个人主义之间的斗争。不过，毫无疑问的是家庭的启蒙氛围培植了马赫的自由思想，成年后，其意气相投的朋友和合作者的观点又加强了这种自由。对马赫生命中所有这些影响因素的进一步研究仍然缺失。

三

马赫并未在纯物理学领域，而是在与生理学相关的物理学领域进行了他的第一次教学尝试。因为隶属于医学院，马赫为医学生们讲授了一门物理学课程。此课让临床医学教授们对他印象非常深刻，甚至提名他在即将成立的萨尔茨堡医学院任自然科学教授。他拒绝此项任命，因为这将使他被分流到附属位置，没有发展前景。

具备了一年的教学经验后，马赫于1863年在维也纳出版了《医学生物理学概要》一书^[7]；这显然是传递教学信息的爱的产物。

出于获得善意的目的，马赫将这本大约 270 页和包括 225 幅插图的书献给爱汀豪生，但是没有文献表明该书被奥地利国家科学基金会支持，也没有任何注释说明这是一个集体项目。他在前言中解释到，这本书应该作为他演讲课程的指南或大纲，他给自己设定了这样的任务，“使他的听众在尽可能短的时间内，熟悉最公认的物理学概念”。最后一条看起来对于人们通常会与之联系起来的，蓝色多瑙河畔的小城市的生活节奏来说有点陌生。人们一定会将它接受为马赫异乎寻常的、年轻人特有的急躁标志；它在一定程度上也预示了马赫后来对“经济”科学的强调。马赫很清楚地认识到，“造成医学生物理学学习困难的原因不在于对细节的忽视，而在于对物理学一般概念模式的不熟悉”（第 V 页）。他解释到，打破物理学划分的需要日益增长，因为“现存体系变得越来越不切实际”（第 V 页）。马赫后来的观点极为有趣，他试图用原子理论，或我们现在所说的分子理论去发展一个一元的物理学理论，并用它来解释生理现象的多样性。这本书用相当大的篇幅致力于讨论血液循环，心、耳和声音力学，动物热来源，动物热节约，光感和颜色等。

《概要》前言中关于原子假设的说明已经像是一种警告，也许是在课程结束和通过它获得经验后才插入前言的。马赫说，原子主义只建立简单模型，其理论本身需要进一步解释，并非“最终和最高的”理论（第 VI 页）。而且“人们也可以将原子理论看作一种引出许多结果，在未来也许会引出更多结果的公式。事实上，不管未来关于物质的哲学观点是什么，原子理论结果的转译应该是可能的，就像我们可以用极坐标或平行坐标表达公式一样”（第 VI 页）。这无疑是一种物质本质二元论观点，且必须被看作是马赫对未来事

物诸多直觉中的一种。数年后，马赫建议人们“音乐性地看待分子事件”，即，把它看作振荡系统（参考文献 18，第 51 页），真正神喻配方中的另一种观点。

与当时普通的物理学课本相比，马赫的《概要》因其生物物理学倾向和哲学目的而卓越。马赫没有对物理学装置进行细节描述，或像他在前言（第 VI 页）中所说的，在穆勒-普伊的普通物理学课本或在雅悯和加诺（Ganot）类似的法国著作中，在精心制作的木刻里发现了“精细打磨的小挂钩和小螺丝钉”。通过穆勒-普伊他们，这些小东西找到了进入在 20 世纪初仍被使用的许多物理学课本的方法。

与他所说的智力目标一致，马赫阐明（第 1 页），当时的大部分生理学家相信“动物体内的现象实质上与无机物的相同；即生命现象只能通过物理力的合作而呈现，因此，人们可以摒弃生命力这一概念，如果想保留，也只是概括活动于生物体内的物理力的统称”。他接着讨论了生命力和目的论假定的联系。他认为假定生命体的有目的活动是错误的，“因为目的概念预设了一种个人兴趣，形成于也只能运用于人的生命……木匠从细木工的银行，铁匠从铁毡获得他关于目标的概念。很明显，武断地将此概念转移到自然事件是一种暴力恶作剧”。马赫经常混合使用各国语言表达他的信念，尽管他也从未忽视同时展示任何辩论的另一面。因此，他不否认（第 3 页）目的论立场可以被用作研究的工具：“动物在一定条件下存在，因此我们可以问‘是什么安排使得动物在一定条件存在成为可能？’”。

令人惊奇的是，马赫未提到布鲁克、路德维希或当时其他德国