

科学思想文库

马赫思想研究

董光壁 著
四川教育出版社

kexuesixiangwenku

B521/6

2 第 1 部 研 究



科学思想文库

马赫思想研究

董光壁 著

(川) 新登字005 号

科学思想文库
马赫思想研究

责任编辑：皮俊中 何 杨

封面设计：何一兵

技术设计：刘 江

四川教育出版社出版发行

地址：(610012) 成都盐道街3号

电话：(028) 6673457 6672261

印刷：成都印刷一厂

照排：成都市勤慧激光照排中心

版次：1994年7月第一版 1997年7月第二次印刷

规格：850×1168毫米 1/32 印张7.75 插页4 字数190千

印数：801—2800册

书号：ISBN7-5408-2520-0/G·2418

定价：11.70元

《科学思想文库》顾问

于光远 许良英

《科学思想文库》编委会

主编 李醒民 吴国盛

编委 (按姓氏笔划为序)

孙永平 刘 兵 何杨 徐向东 胡新和

目 录

第一章 生平、著述和影响	1
§ 1.1 学者的一生	1
§ 1.2 杰出的著作	18
§ 1.3 经久不衰的影响	29
§ 1.4 马赫与逻辑经验论	35
第二章 马赫的多面形象	43
§ 2.1 作为科学家的马赫	46
§ 2.2 作为科学史家的马赫	57
§ 2.3 作为科学哲学家的马赫	65
§ 2.4 作为人文主义者的马赫	81
第三章 马赫与原子理论	97
§ 3.1 原子论和反原子论争论的背景	98
§ 3.2 马赫的原子理论观	106
§ 3.3 马赫与玻耳兹曼的分歧	113

§ 3.4 马赫与普朗克之争	123
§ 3.5 马赫与量子理论	130
第四章 马赫与相对论	142
§ 4.1 爱因斯坦和马赫	143
§ 4.2 爱因斯坦致马赫的信	162
§ 4.3 相对论创立的马赫思想影响	181
§ 4.4 马赫为什么拒绝相对论	195
第五章 马赫与马克思主义	215
§ 5.1 马赫哲学浸入马克思主义的背景	215
§ 5.2 马赫哲学同马克思主义相容的特征	226
后记	241

第一章 生平、著述和影响

§ 1.1 学者的一生

恩斯特·马赫^①1838年2月18日生于奥地利摩拉维亚的契尔里兹(今属捷克共和国)。1860年,他在维也纳大学毕业并获博士学位。毕业后的头几年他在维也纳大学作编外讲师,从1864年起他先后在格拉茨大学、布拉格大学、维也纳大学任教授,从事数学和物理学、生理物理学和心理物理学以及物理科学的历史和哲学的教学和研究。1900年退休以后,他在家里继续著述,直到1916年2月16日逝世于德国慕尼黑哈尔附近瓦特斯台汀他的长子的家里。马赫是一位辉煌的实验家和独特的理论家。作为实验家,他完成的许多第一流的实验倍受他的同代人赞赏;作为理论家,他提出的不少革命性的见解则往往在许多年之后才成为公共财富。马赫作为哲学家似乎不仅是他的同代人而且也是他的后人们激烈争论的对象。他对于认识论的兴趣和探索,是为了理解科学和推动其进步,因而他致力于从科学中清除机械论和其他不适于科学发展的陈腐的哲学观念,从不想构

① Ernst Mach, 1838~1916.

造任何哲学体系。所以,他在世时自己曾多次宣布,他是一个物理学家而不是一个哲学家。但是,他作为哲学家比他作为物理学家更著称于世。他的睿智和卓见是对我们这个时代最有影响的启蒙哲学,它不仅为 20 世纪物理学革命作了准备,而且是现代科学哲学的一个出发点。

家庭和学校

恩斯特·马赫的祖籍在波西米亚古哈勃斯堡王室领地布拉格北部山区的一个小镇雷伯奥。他的祖父约翰·约瑟夫·马赫^①是一个农民。他的父亲约翰·尼波姆·马赫^②受过高等人文科学教育,是一位具有独立思想和自由精神并有丰富自然科学知识的家庭教师。他的母亲约瑟芬·兰浩^③出身于一个总主教会主任的家庭,是一位富有艺术气质的超俗的家庭主妇。恩斯特作为长子诞生在他的外公家,摩拉维亚首府布吕恩南几公里处的契尔里兹,在邻村图拉斯洗礼受名。

当马赫两岁时,他家从契尔里兹迁到维也纳东的温特希本布仑的一个农庄。他父亲在维也纳作家庭教师,同时兼管这个农庄的土地。在这里他们居住了 15 年,很少有客人来往,几乎过着与世隔绝的生活。他和两个妹妹,奥克塔菲亚^④和玛丽亚^⑤,没有其他朋友同他们玩耍,但是大自然的魅力以及老保姆给他们讲的神话故事,使他们感到并不孤独和无聊。马赫常常回忆他童年的生活,他那缺乏想象力和身体发育迟缓的童年生活残迹。他

① Johann Josef Mach, 1782~1806.

② Johann Nepomu Mach, 1805~1879.

③ Josephine Lanhao, 1813~1869.

④ Octavia Mach, 1839~1901.

⑤ Maria Mach, 1844~1922.

记得,他如何在草地上奔跑,追逐落山的太阳;他记得,当他手裡的萌发的种子像一个活东西触动他的手指时,他如何害怕和惊奇;他记得,风车推动水磨转动,对于他来说是多么有吸引力。他的童年时代的这些视觉、动觉和因果方面的难题,都是他以后科学研究的对象。

马赫的初期教育是在他们的农庄里由他的父亲亲自传授的。他的父亲除了教他读书以外,为了引导和培养他热爱科学,常给他讲古代科学家的故事,也教他做些简单的实验。马赫对数学和自然科学很有兴趣,他8岁时就能同他父亲的14岁的学生一起正常听课,他自己也常常设计一些实验。9岁时他被送到希登斯梯顿的本奈迪克多派僧侣主办的一所中学初级班学习。不幸,除了地理课以外,他对教会学校的课程毫无兴趣,因而学业不佳,教师认为他是没有天赋的孩子,不适宜研究学问,应该去学一门谋生的手艺。他的博学的父亲痛苦地把他带回家,亲自给他讲授拉丁文、希腊语、历史、初等代数和几何原理等中学课程。他上午听课,下午到地里干庄稼活。1848年革命失败以后,马赫父子对反动教权统治感到压抑,马赫向往思想自由的美国。为了去美国能有一种谋生的手艺,他征得父亲的同意,在邻近的一位木工师傅那里,每星期两天,连续两年,学习木工手艺。他后来谈,他的这段经历不仅对于他后来的实验物理学工作有益,而且养成他尊重体力劳动者的观念。

马赫15岁时,进入克雷姆希尔虔敬派僧侣主办的中学高级班学习。这所学校也没有给他留下什么好印象,但是,对博物学教师讲授的拉马克进化论和康德-拉普拉斯宇宙演化论,他却很有兴趣。当时,他受到的最大鼓舞不是来自学校而是他父亲的藏书,15岁的马赫读了I. 康德^①的《未来形而上学导论》以后,就

^① Immanuel Kant, 1724~1804.

对认识论产生了浓厚的兴趣。他后来说过,他的自然科学思想和心理学思想都是受康德的这部著作的启发。

1855年,17岁的马赫中学毕业了,他不再想去美国而是进了维也纳大学学习数学和物理学。当时的维也纳大学像其它奥地利大学一样,还没有进行德国大学那样的改革。马赫因为没有充足的学费进德国大学,才进了自然科学课程不很完善的维也纳大学。他同大学里优秀的人文科学教授们是疏远的,能引起他回忆的是数学家、物理学家 A. R. von 埃廷豪森^①教授和数学家 J. 彼茨瓦尔^②教授。埃廷豪森是维也纳物理研究所所长、著名物理学家 J. C. 多普勒^③的继任人,正是他把马赫培养成一个熟练的物理学家。彼茨瓦尔是一位多才多艺的教师,他不仅教数学而且还因革新摄影光学而著名,但是因为他古怪而不好接近妨碍了马赫向他学好数学,马赫后来感到后悔。马赫在大学生时期就表现出他的科学创造力,在大学最后一年(1859~1860)他提出显微照相的方案,虽未付诸实践但他毕竟是这个领域的先驱。经过5年的刻苦学习,1860年马赫通过中世纪式的无所不问的考试,并以“放电和电感应”的论文获得博士学位。

维也纳大学无薪讲师

1860年对马赫来说是他生途的一个关键的年头。大学毕业后,他本想到哥尼斯堡,在物理学家 F. E. 诺依曼^④手下从事研究工作。但是,由于没有足够的钱买走他在维也纳使用过的称心

① Andreas Ritter von Ettinghaosen, 1796~1878.

② J. Petzval, 1807~1891.

③ Johann Christian Doppler, 1803~1853.

④ Franz Ernst Neumann, 1798~1895.

如意的仪器设备,结果导致在1860~1864年的3年期间,他在维也纳靠担任大学编外讲师和科普讲演的收入维持着极不稳定的生活。

1860年在学术领域有三件事对他的学术思想定向有重要影响。第一是G. 费希纳^①的《心理学基本原理》的出版。该书确认物理的和心理的实在的哲学思想无疑对马赫产生了深远的影响。由于当时维也纳盛行的生理学研究的气氛,物理学家H. von 赫耳姆霍茨^②在生理学方面的工作的引导,特别是同生理学家E. W. von 布吕克^③的交往,马赫产生了把物理学应用于生理学和心理学的兴趣,并且很快获得了成果。在1861年秋天他向医学大学生讲授《医学大学生物理学》和《高级生理物理学》两门课程。这两门课程和讲义后来以《医学大学生物理学概论》出版(维也纳,1863年)。在1862~1863年的冬季学期和1863年夏季学期,他作了一系列生理物理学和心理物理学的讲演,这些讲演稿经整理于1863年在一个科学杂志上陆续发表。1863~1864年冬季学期,他作了一系列关于赫耳姆霍茨最新的听觉声学讲演,这些讲演后来以《赫耳姆霍茨音乐声学引论》出版(格拉茨,1866年)。

1860年的第二件事是,德国化学家们在卡尔斯鲁厄召开了一次解决元素化合价问题的学术会议。在会上意大利代表S. 康尼查罗^④阐述了他的同胞A. 阿佛伽德罗^⑤在50年前对这个问题的解决。由于这次会议阿佛伽德罗的思想被接受。阿佛伽德罗定律的重新发现,即它在确定元素的原子量方面的成功,使

① Gustav Fechner, 1801~1887.

② Hermann von Helmholtz, 1821~1894.

③ Ernst Wilhelm von Brücke, 1819~1892.

④ Stanisto Canizzaro, 1826~1910.

⑤ Amedeo Avogadro, 1776~1856.

得原子理论不仅在化学家中得到更多的支持,而且也激发了更多的物理学家对化学产生兴趣,并企图把原子理论引入物理学的更多的方面。马赫在他的初期研究工作中也接受了原子论的思想。这在他的多普勒效应、毛细现象、气体光谱、共振振动和声音在耳内的传送等项研究中有所体现。马赫大学毕业几个月以后,在他的老师埃廷豪森的鼓励下,他开始设计一个检验多普勒效应的实验,经过近一年的努力,他终于用他的仪器证实了多普勒理论是正确的。在他的1861年的一篇关于多普勒效应的论文中,他就是用振动着的空气粒子和以太粒子为论据,反驳彼茨瓦尔教授对多普勒效应的否定意见的。1862年在维也纳科学院的资助下,他按照医生和生理学家的需要,进行脉搏记录装置的研究,并获得部分成功。为了更好地理解血压和血液循环,他按照分子运动论的观点处理液体的运动,做了强制液体流过管道的原始实验。他的1862年的论文《流体的分子效应》讨论了包括T. 扬^①、P. S. M. 拉普拉斯^②、S. D. 泊松^③、C. F. 高斯^④等人的工作在内的许多理论,对于获得同液体的毛细现象和液面主曲率半径有关的所谓“分子函数”卓有功绩。1863年他发表的关于血压生理变化实验研究的论文“共振规律”中,用各种机械波理解血压变化,寻找它的声学 and 共振理论基础。同这篇文章有关的一篇重要的文章“听觉器官的理论”也在同年发表,在这篇文章中马赫把分子与分子碰撞作为声音在耳内传送的一个机制。在1863年出版的《医学大学生物理学概论》中也使用了原子理论。但是,在该书的序言和结束语中,还是讨论了原子论的不

① Thomas Young, 1773~1829.

② Pierre Simon M. de Laplace, 1749~1827.

③ Simeon-Denis Poisson, 1781~1840.

④ Carl Friedrich Gauss, 1777~1855.

足之处。到格拉茨以后才开始认真地改变他的原子论观点,在1872年他的著作《守恒定律的历史和根源》中才明确尖锐地批判原子论。但是他却逐渐发展了另一种原子论——“要素论”。

1860年的第三件事是C. R. 达尔文^①的《物种起源》(1859年)在德国和奥地利的广泛传播。马赫在中学就对拉马克的进化论感兴趣,达尔文的进化论思想引导他把科学看作普遍的生命现象和进化的组成部分,最终他完成了生物学上经济认识论的特质。

在当编外讲师的期间,他结交了两个长期的朋友。1862年他结识了工程师J. 波普尔-林库^②。他是马赫的第一个也是长期的哲学上的同盟者。1863年他又结交了新闻记者、音乐评论家E. 谷尔克^③。同马赫以后结交的自由思想的朋友们一样,他俩都是犹太人。

格拉茨大学数学教授

1864年格拉茨大学数学教授的位子有了空缺,马赫被聘为这个当时不大为人重视的学校的数学教授,从古老的维也纳来到斯特利亚省府格拉茨市。由于在维也纳大学所受的数学教育不足,他不得不努力自修以承担微积分学和解析几何学的课程。但是他的兴趣不在数学方面,而是在实验物理学以及物理学在实验心理学和生理学的应用方面。在这里3年的期间里,他没有对数学进行什么研究,在得不到资助的情况下,用自己的存款购置实验设备,开展他在维也纳就已产生兴趣的那些研究。由于他

① Charles Robert Darwin, 1809~1882.

② Josef Popper-Lynkeus, 1838~1921.

③ Eduard Kulke, 1837~1891.

的坚韧不拔的努力而取得许多成果,终于在1866年初又得到物理学教授的职位。1864~1865年冬季学期他的《心理物理学》讲座吸引了许多听众,包括许多大学教授。在格拉茨期间,他出版了《音乐声学的两个通俗讲演》(格拉茨,1865)、《赫耳姆霍茨音乐理论引论》(格拉茨,1866年)和《关于光学的两个通俗讲演》(格拉茨,1867年)等3本书和27篇论文。在这期间,他的最重要的科学成就是后来被称之为“马赫带”的一种视觉生理现象的发现。关于这个问题,在1865~1868年他发表了5篇论文,但是没有引起重视。30多年以后,在1890年代,一些科学家独立地重新发现了这个现象,在1899年被命名为“马赫带”以后,这类现象遂成为一个重要的研究课题。这期间马赫的另一项重要贡献是,他在1865年提出心理的格式塔性质的主要思想,成为格式塔心理学的先驱。

在格拉茨的3年期间,马赫同费希纳和E. 赫尔曼^①的交往对他的哲学思想的发展有重大影响。费希纳1858年的论文和1860年书中关于E. 韦伯^②1834年的心理反应的物理刺激定律的对数表达,曾吸引马赫在1860年对它进行过实验验证。现在,费希纳的哲学和心理学思想又鼓舞马赫决心写一部心理学的书《感觉的分析》,奉献给这位莱比锡的教授。两个人的会见使得他们两人之间的通信增多。但是,由于费希纳对马赫的许多观点作出否定的反应,使马赫不得不搁置手稿,潜心研究20年,直到1886年才出版。赫尔曼是个经济学家,他对各个领域经济要素的探寻,启发了马赫把研究者的智力活动看作经济的并建立思维经济学说。

在格拉茨马赫找到了他未来的妻子,一个快活的孤儿,卢多

① Emmanuel Hermann, 1839~1902.

② Ernst Weber, 1795~1878.

菲卡·马露西^①。她出身于一个讲德语而又与意大利有联系的家庭,她的父亲曾是格拉茨的财政官。

布拉格大学实验物理学教授

马赫一生的黄金时代是在布拉格度过的。他在布拉格大学任物理学教授 28 年(1867~1895)。在这里他建立了幸福的家庭,生养了四儿一女:长子路德维希^②、长女卡罗林娜^③、次子亨利希^④、三子菲利克斯^⑤、四子维克托^⑥。在这里他完成了他的大部分重要著作,发表了 100 多篇论文。

1867 年 4 月,马赫从格拉茨来到有点异国风情的布拉格。在这个城市住着操不同民族语言的人。马赫曾回忆说,在同一条街上就能够找到捷克人、德国人、俄国人、土耳其人,甚至有单独的希腊人街。布拉格大学是一所 500 年历史的大学——查尔斯·菲尔底南大学。由于在 1830 年代,历史学家 F. 帕拉茨基^⑦,一个捷克人,写了一些历史书,讲述了捷克民族的光荣历史,特别是在 15 世纪,J. 胡斯^⑧教派的领导人 J. 齐什卡^⑨和 P. 侯里^⑩对于德国征伐者们的胜利,在 1840 年代增长起捷克民族复兴运动。在布拉格大学讲捷克语的多数同讲德语的少数严重

① Ludvica Marussig, 1845~1919.

② Ludwig Mach, 1868~1951.

③ Carolina Mach, 1873~1965.

④ Heinrich Mach, 1874~1894.

⑤ Felix Mach, 1879~1933.

⑥ Victor Mach, 1881~1940.

⑦ František Palacký, 1798~1876.

⑧ Jan Hus, 1373~1415.

⑨ Jan Žižka, 1376~1424.

⑩ Prokop Holý, 1380~1434.

对立。他采取回避态度,保持超然和沉默,专心于科学事业,不想为政治费心。

到布拉格四个月以后,他同马露西在格拉茨结了婚,定居在布拉格。在这里,除了令人恼丧的民族主义以外,马赫是满意的,职务称心,家庭幸福,也不想谋取更高的职位和薪俸。他的实验楼面对布拉格市中心的大广场,而他的家就住在他的实验室的楼上。开始马赫的课程是内容广泛的,后来逐渐变窄,到1880年就只教实验物理学及其实验指导一门课程了。他有一位非常好的机械师F. 哈捷克^①,许多仪器都是马赫设计,他去制做。在许多仪器中最著名的是起波器,它既可以产生纵的和横的行波又可以产生纵的和横的驻波。

1870年夏天,马赫因病不得不暂停他的实验工作,于是开始了科学史研究,着手对自然科学基本概念进行根本改造。作为一个成果,在1872年出版了他的著作《功守恒定律的历史和根源》。在这本书中初步形成了他的科学思想的几乎一切观点。正如他自己在自传遗稿中所说,这本书第一次就力学和热学问题提出了关于自然科学的认识论思想,以尽可能概括的形式提出了关于思维经济、关于科学的任务就是从概念上确定真实事物的基本思想。对科学史研究得越深,就越陷入许多哲学问题之中。1872~1873年冬季学期他转入哲学系,当了系主任。

1873年到1893年之间,马赫同他的合作者一起,研究光学和声学以及听觉、视觉和运动感觉,特别在改进光学摄影技术用来研究与力学、光学、电学现象有关的波动方面获得显著的成绩。他的这方面的许多论文都以他的合作者的名义发表了,以他名义出版了两本书:《光声实验、光谱和频闪观测器》(布拉格,1873年)和《动觉理论纲要》(莱比锡,1875年)。自超音速飞行发

^① Franz Hajek

展以来,“马赫数”这个术语已经成为一个很普通的名词。与他的名字相联的术语还有“马赫角”、“马赫波”、“马赫反射”等等。因为马赫为说明和定义这些术语曾经提供了基础的研究,他被认为是空气动力学的创始人之一。他发现抛射体的前面存在着一个头冲击,因而知道亚音速飞行和超音速飞行之间的不同,并首先认识到冲击波的本质。

1876年马赫被选为州议员。1879~1880年马赫移到新的科学研究所。同时担任布拉格大学校长的职务。作为大学校长,调节捷克人同德意志人之间的矛盾的任务立刻摆在他的面前。当捷克人提出在大学里语言平等时,马赫作为校长同四个系的主任商量后,提出由捷克人建立一所新大学。但是捷克人不愿放弃这所大学的具有500年历史的古老建筑物。于是他又提出把每个建筑物一分为二,各有备的门出入。这个方案竟然被来校调停的教育部官员C. E. von 塔阿菲^①同意了。大学里的民族矛盾并没有因为这次缓和而得以解决。1882~1883年古老的布拉格大学终于分裂为两所大学:德语大学和捷克语大学。第一任德语大学校长是E. 亥凌^②,当这位心理学家的一年任期满后,1883~1884年马赫又被选举为德语大学校长。但是,任期末满他就辞职了。马赫出任德语大学校长时,尚有一个神学系没有分开,附属于德语大学,并且其中许多学生是讲捷克语的。在1883年11月7日德语大学的一次茶话晚会上,维也纳来的教育部长在会上突然宣布,神学大学生的学位由系里直接授予而不由校长授予,理由是这些学生要向神宣誓而不是向普通的无神论的校长宣誓。这个规定不仅削弱了大学校长对神学系的权力,而且把马赫置于无神论的境地,给他的工作带来压力。经过一段时间的

① Count Eduard von Taaffe, 1833~1895.

② Ewald Hering, 1834~1918.