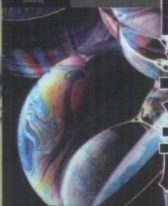


世界著名科学学派丛书

现代「炼金术」的兴起

——卡文迪什学派

KAVENDISHI XUEPAI



赵万里 / 著

武汉出版社



95.61

世界著名科学学派丛书

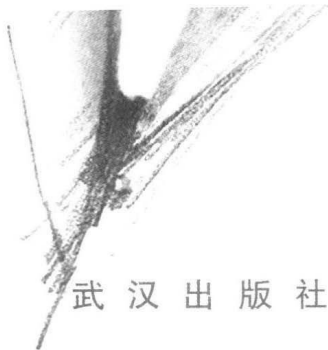
04-015-61
247

现代“炼金术”的兴起

KAWENDISHI XUEPAI

—— 卡文迪什学派

■ 赵万里 / 著



武汉出版社

(鄂)新登字 08 号

图书在版编目(CIP)数据

现代“炼金术”的兴起:卡文迪什学派/赵万里著. —武汉:武汉出版社,2002.4 ISBN 7-5430-2530-2

(世界著名科学学派丛书)

I. 现… II. 赵… III. 物理学史-英国-1895~1953

IV. 04-095.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 023263 号

书 名:现代“炼金术”的兴起——卡文迪什学派

著 者:赵万里

责任编辑:郭庭军 周雁翎

封面设计:刘福珊

出 版:武汉出版社

社 址:武汉市江汉区新华下路 103 号 邮 编:430015

电 话:(027)85606403 85600625

印 刷:湖北省通山县印刷厂 经 销:新华书店

开 本:880×1230mm 1/32

印 张:8.375 字 数:180 千字 插 页:5

版 次:2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

印 数:0001-3000 册

ISBN 7-5430-2530-2/O·8

定 价:16.80 元

版权所有·翻印必究

如有质量问题,由承印厂负责调换。

弁言

这是一套关于自然科学学派的丛书。

与研究机构以及研究的组织和管理机构相比，科学学派是在研究者的有意与无意之间形成的一种研究队伍组织形式。我们可以按照我们的设想和计划，去设立专门组织研究事业和管理研究活动的机构，也可以按照研究方向或者研究课题成立一个研究机构，但是却不一定能够拿出一个可行的计划设立某个学派，或者成功地实施这个计划。

我们通常所说的学派，是指在学术上围绕集中的问题，聚集了优秀的人才，采取了新颖的视角，形成了独特的风格，取得了引人注目的成就的研究群体。这个群体的成员，可以在一个研究机构中，也可以分散在若干研究机构中。提出一个或者一组重要问题、聚集几个优秀人才到一个研究机构中，这并不难；难的是这些人要能够探索出一个新颖的研究进路，在这个进路上形成独有的研究风格，并且以突出的成就表现出来，因为这不是规划能够实践的、金钱能够堆出的、指令能够起作用的、干劲能够出效益的事情。

一般说来，有学就有派。古代的毕达哥拉斯学派就

是很著名的哲学学派和数学学派，更不用说现代科学中的学派林立了。但是，有几个人，采取类似的方法，研究接近的题目，发表几篇论文，在一起开开会，形成一个圈子，并不就意味着形成了一个学派。科学界的多数论文加入不到科学文献引证体系中去，多数人是游离于学派之外的“自由电子”。有的科学大师，如爱因斯坦等，我们也很难把他放到哪个学派中去。但是，重要的科学学派不仅是做出奠基性、里程碑式和开拓性的工作的群体，而且也是涌现新的学界领袖的摇篮；既是科学知识的生产基地，又是培植新的科学思想和科学方法的温床。像李比希学派在有机化学领域、哥本哈根学派在量子力学领域都起到了这样的作用。

因此可以说，研究和了解重要自然科学学派的情况，会使我们对科学研究的组织形式有更多的认识，会对我们形成有国际影响的原创性研究群体有一定的启发意义，也会对我们的科学研究管理工作提供新的思路。

为了使这套丛书真正能够起到预想中的作用，我们在组织丛书时作了这样的一些考虑：

第一，选择的科学学派必须是人们公认的并且在历史上产生过重大影响者。

第二，作者们尽量在前人关于有关学派研究的基础上，做出自己的研究，并且在书稿中充分反映研究结果。本丛书中的每本书都是作者的研究专著。作者应当熟悉相应的原始文献和重要的二手文献。

第三，对每个学派的介绍尽量完整。分析阐述中注重思想性，完整交代各个学派形成、发展和终结的背景与过程，以及每个学派的风格、主要人物、代表成就、科学思想、研究方法和历史地位。

第四，突出科学学派个性化的介绍和分析，避免程式化的概括。对各个学派的评价力求公允、客观，不回避其局限性，同时注意避免主观贬损与之对立的学派。

第五，主要通过事实而不是主观断言，交代各个学派的思想 and 成就对于现代科学与社会的影响。如有关学派对中国科学界产生过直接影响，在书中亦应有一定的介绍。

第六，撰写风格力求清新活泼。遇到技术性内容应尽量做出通俗有趣的解释，避免干巴巴的“学术”语言和生造的所谓“新概念”和“新名词”。因此，这套丛书应适合中等文化水平以上的读者阅读。

组织这套丛书的创意，最初是武汉出版社社长兼总编辑彭小华先生提出来的。从他 1997 年委托我们组织这套丛书开始，到第一辑正式出版，经历了 4 年时间。应当说，作者们为这套书付出了许多努力。根据我们的现有条件和我国读者的需要，我们把主要的努力放在系统介绍和分析有关学派的基本情况上。相信这套丛书的出版，会在读者中陆续产生一些积极的作用。

需要指出的是，国际学术界对科学学派的研究形成一定的气候，从 1970 年代就开始了。据美国学者盖森（Gerald L. Geison）1981 年的统计，到那时为止，曾被认真深入研究过的以实验室为基地的学派就已经有 9 个。这些学派先后活跃于 1800—1937 年间，其中有一贯成功的，有暂时成功的，也有部分失败和相对失败的。自 1981 年以后，又有更多的研究成果发表。国际著名的科学史年刊《奥西里斯》（Osiris）1993 年号，就是他和霍姆斯（Frederic L. Holmes）合作编辑的研究学派专号。在研究方法上，外国学者的工作除了描述和分析之外，还引入

了网络分析，以及科学知识社会学（SSK）中的有关观点和做法。

我国对于国际学术界关于科学学派的研究的译介工作，是在1980年代中期至1990年代早期，集中在《科学与哲学》、《科学学译丛》和《科学史译丛》等刊物上。山西大学张家治教授和刑润川教授在1993年曾经主编出版了《历史上的自然科学研究学派》一书。这些工作虽然还来不及完全吸收国际学术界的有关成果，但是却为我们今天研究科学学派提供了一定的基础。《世界著名科学学派丛书》的出版在我国还是第一次。随着研究的深入，以及对于国际学术界的更多了解，我国学者将会在消化国际学术界有关成果和方法的基础上，在学派研究领域取得更多更好的成果。当然，这不是赶洋时髦，虽然赶时髦并不一定就不是好事。

任定成

2001年12月

于台湾宜兰林美山云起楼

目录

第一章	“卡文迪什”：实验室和研究学派	(1)
1.1	剑桥大学的卡文迪什	(2)
1.2	卡文迪什研究学派	(12)
1.3	一代科学家的生活方式	(20)
第二章	卡文迪什实验室：1895 年以前的创建历程	(32)
2.1	剑桥物理学的新纪元	(33)
2.2	德文郡物理实验室：1871—1874 年	(44)
2.3	第一任实验物理学教授：麦克斯韦	(51)
2.4	实验室的组织：瑞利和汤姆逊	(62)
第三章	卡文迪什学派：汤姆逊和他的“高级学生”	(74)
3.1	年轻教授的角色转型	(74)
3.2	“1895 年章程”与非剑桥研究学生	(89)
3.3	发现电子	(98)
3.4	集体意识和“卡文迪什学派”	(107)
3.5	放射性和原子结构的奥秘	(125)
第四章	卡文迪什学派：卢瑟福与他的“炼金术士”	(141)
4.1	第四任卡文迪什教授	(143)

4.2	探索原子核：研究集体的重组	(160)
4.3	“新炼金术”：从元素嬗变到人工核反应	(181)
4.4	“鳄鱼学派”：卡文迪什的黄金年代	(193)
4.5	原子能与卡文迪什的“嬗变”	(209)
第五章	卡文迪什实验室：1945 年之后的分化重组	(221)
5.1	最后一位“绅士”科学家	(222)
5.2	物理学家的迁移	(235)
5.3	科学与战争	(238)
第六章	卡文迪什精神：现代物理学的剑桥之花	(245)
	参考文献	(255)

第一章 “卡文迪什”： 实验室和研究学派

日常表达的“索引性”(indexity)是一种极为有趣的社会现象。早在40年前,一位后来极为有名的美国社会学家加芬克尔(H. Garfinkel)发现,人与人之间的日常沟通以及在此基础上形成的社会行动,依赖于彼此之间对意义的未经申明的共同假设和共享知识。也就是说,人们在用自然语言交谈时,都预先有了一些勿需明言的背景知识,谈话是简洁的,所谈对象和事件的关联情境通常被省略,并且这种省略不会影响彼此之间的会意。他把这种日常表达称为索引性表达,以此与科学表达的客观性相区别^①。

加芬克尔所说是否有道理姑且不论,我们注意到,有一些表达尽管很难说是科学所专有的,但其背景却不一定总是能让所有人彼此意会,特别是在跨文化的情景中作出这些表达时。例如本书要详加说明的“卡文迪什”(the Cavendish)就是如此。博学的人或许知道,“卡文迪什”是

^① 加芬克尔把自己的一套学说称作“民俗方法论”(ethnomethodology),20世纪70年代以来在社会学界颇有影响。关于加芬克尔和他的民俗方法论,可参见Garfinkel, 1967, Heritage, 1984。

加拿大女王郡的一个地名,这个地名曾被蒙特哥茉莉(Lucy Maud Montgomery, 1874—1942)^①在她的小说《安妮的绿山墙》(1908年)中用作为主人公宅邸的名字。一般英国人在谈到“卡文迪什”时,无疑会首先想到那个自17世纪就一直尊贵显赫的贵族家庭,即世袭的德文郡公爵家族;部分老剑桥人的想象可能具有针对性,他们会把“卡文迪什”与曾任该校校长的第七代德文郡公爵,即有“铁公爵”之称的威廉·卡文迪什(William Cavendish, Seventh Duke of Devonshire, 1808—1891)联系起来。至于科学家和科学史家,在他们语境中出现的“卡文迪什”就更复杂一些。亨利·卡文迪什(Henry Cavendish, 1731—1810),这位18世纪“最有学问的贵族和最有钱的科学家”当然是引人注目的。他是卡文迪什家族与另一个同样显赫的肯特公爵家族的共同后裔,又是氢的发现者和英国当时最著名的化学家和物理学家之一。当然,科学家和科学史家多半也会像剑桥人那样,想到一个以“卡文迪什”命名的物理学实验室。这个实验室在过去一百年中曾让剑桥大学和英国的物理学研究名声显赫。在本书中,“卡文迪什”将在一个著名的科学学派叙事中,与上述那个著名的英国家族、这个家族中出现的一个著名科学家和一个剑桥校长、由这个家族资助建立并以它的姓氏命名的一个物理学实验室贯穿起来,演绎出一个关于自己的新文本。

1.1 剑桥大学的卡文迪什

沿剑河(River Cam)蜿蜒北上,在距伦敦东北约56

^① 露西·芒德·蒙特哥茉莉,加拿大著名女诗人和小说家。《安妮的绿山墙》是她的代表作,描写她女孩时期在家乡的一段情感经历。

英里处穿过一座大学城，这便是与牛津比肩的剑桥了。剑桥大学创建于中世纪，像多数其他中世纪大学一样，它最初也是用来训练未来僧侣和文官的教育机构。在近代科学于英国烽火燎原之前，它已经存在和发展了四五几个世纪了。本书对“卡文迪什”的叙论，其直接背景就蕴藏在这所世界上最古老的学府之中。

仰慕剑桥盛名的观光客，在有机会到这个大学城一游时，有两个地方是不能不去的。一是伦敦的威斯敏斯特教堂，它是英国的“先贤祠”，供奉着英国历史上最有成就的政治家、诗人和科学家。我国著名作家萧乾先生二战期间去剑桥时，就首先在伦敦“钻进威斯敏斯特教堂的‘诗人角’去凭吊一番。然后赶到利物浦车站，搭上开往剑桥的列车”。（萧乾，1990年：180页）在教堂的“科学角”，人们会看到英国近代以来最伟大的科学家的墓碑：近代经典力学奠基人牛顿（Isaac Newton，1643—1727），创立进化论的博物学家达尔文（Charles Robert Darwin，1809—1882），提出热力学第二定律并指导架设大西洋海底电报电缆的物理学家凯尔文勋爵（Lord Kelvin，本名 William Thomson，1824—1907），发现电磁效应的实验物理学家法拉第（Michael Faraday，1791—1867），经典电磁理论的建立者麦克斯韦（James Clerk Maxwell，1831—1879），皇家天文学家赫舍尔（John Frederick William Herschel，1792—1871），以及汤姆逊（Joseph John Thomson，1856—1940）、卢瑟福（Ernest Rutherford，1871—1937）等更靠近当代的著名科学家。他们中的绝大部分都出自剑桥，毕业于剑桥或在剑桥工作过。先贤祠中其他一些伟人，如近代经验主义哲学的鼻祖培根（Francis Bacon，1561—1626）、诗人弥尔顿（John Milton，1608—1674）和拜伦

(George Gordon Byron, 1788—1824) 等, 也是剑桥人引以为荣的著名校友。

第二个吸引人的去处是卡文迪什实验室旧址, 位于大学城内的剑河东岸。在剑桥五光十色的建筑群中, 老卡文迪什实验室的哥特式三层塔楼称不上引人注目。对建筑风格感兴趣的游人大概更愿意去参观王家学院的罗马式圆柱教堂, 或者最早建立的圣彼得豪斯学院(1284年)的曲形长廊。当然, 有兴趣到老卡文迪什实验室去的人, 不会是为了



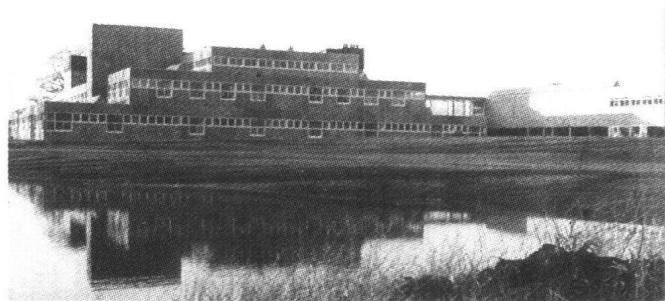
卡文迪什实验室旧址

看它的建筑风格, 而是体验它另一种特殊的魅人之处。特别是在它 13 英尺高的栎木大门上铭刻的圣诗: *Magna opera Domini exquisita in omnes voluntate seju* (按剑桥语言学家奥格登 [C. K. Ogden] 发明的基础英语, 英译为: 所有乐于研读上帝作品的人都发现了它们的伟大), 以及大门上方的卡文迪什家族的箴言 “Safe by being cautious” (谨慎出平安) 和族徽, 显示出这座建筑的不凡来历。加之其中陈列的著名卡文迪什人的画像或塑像, 以及一个个摆满稀奇古怪仪器设备的工作间, 更使局外人萌生探索

兴趣。每一幅画像和每一台仪器（比如那台起名为“现代炼金术”的仪器）背后，似乎都有一段神秘而迷人的故事。旧卡文迪什实验室落成于1874年6月16日，耗资约8450英镑（由第七代德文郡公爵出资）。以后经过两三次小规模修缮和扩建：1893年，大学将毗邻自由莱恩学院的一块地皮划给实验室用于扩建，J. J. 汤姆逊利用这次机会在实验室一层增加了一个大报告厅、一间小教室和一间教授私人用房（共花费4000英镑，其中一半由汤姆逊从学生听课费中提供），并于1896年投入使用。1907年，曾任卡文迪什实验室第二任主任的瑞利男爵（本名 Baron Rayleigh, John William Strutt, 1842—1919）将他所获诺贝尔奖金中的5000英镑（其余赠给了大学图书馆）赠予卡文迪什，加上汤姆逊从听课费中筹集的近3000英镑，对实验室进行了较大整修，扩建出新的一翼，称为“新瑞利翼”（the new Rayleigh wing）。1908年6月16日（原实验室落成34周年纪念日），“新瑞利翼”正式投入使用。1936年，汽车制造商赫伯特·奥斯汀爵士（Herbert Austin, 1866—1941）^①捐赠给卡文迪什25万英镑，实验室又用这笔钱修建了“新奥斯汀翼”（the new Austin wing）。人们今天看到的卡文迪什旧址，就是这次扩建后的实验室。

当然，现在的卡文迪什实验室早已迁居到剑河西岸的新址了。新址距旧址约1.5公里，由三幢相伴的现代建筑群——莫特楼（the Mott Building）、布喇格楼（the Bragg Building）和卢瑟福楼（the Rutherford Building）组成，总

① 赫伯特·奥斯汀，“奥斯汀汽车公司”的创建者和首任主席，1917年被封为爵士，1919至1924年为英国保守党议员，1936年向卡文迪什捐款后不久被封为勋爵。



卡文迪什实验室新址

耗资超过 4645000 英镑（1974 年价格），占地 16000 平方米（见 Crowther, 1974: 422）。较之旧实验楼，新卡文迪什实验室不仅建筑面积大大增加，而且功能设施也极为完善，既有各专业实验室、高级教学实验室、基础教学实验室，又有公共教室、高级研讨班教室、多功能报告厅、图书馆、主车间、储藏室及行政办公室等。与此相适应，实验室的组织规模也发生了重大变化，特别是人员和经费方面。实验室最初设计的拿薪职位只有一个实验物理学教授席位和一个演示员职位，瑞利增加了助理演示员和私人助手，汤姆逊时期有了专职技术员、实验室主任助理、讲师和助教席位，卢瑟福时期增加了新的教授席位，W. L. 布喇格则创设了行政秘书职位。但直到 50 年代，一个包括教授、高级讲师、讲师、主任助理、高级研究助手、高级技术员、助理技术员、计算机操作员和行政管理人员等在内的实验室职位体系才最终建立起来，并由此形成一个科层式的稳定教研队伍（scientific staff）。其人员规模，即使不加上了一支更大的辅助人员队伍（assistant staff）和越来越多的研究生，也已

不能与当初同日而语了。这也可以从实验室的经费支出（包括工资、研究费用、研究生资助金、实验室管理开支等项目）情况看出来。19世纪80年代，汤姆逊的最大支出为1000英镑左右，20世纪10年代增加到3000到4000英镑。卢瑟福任实验室主任早期的支出金额也没有大的变化，他去世前后（20世纪40年代末），实验室支出才开始超过5万英镑。到W. L. 布喇格任主任时，实验室经费支出逐步从5万英镑到10万英镑，20世纪50年代增加到15万英镑。经过20世纪60年代的迅速增长时期，1973年实验室使用的经费总额已超过了200万英镑（见Crowther, 1974: 402—410）。

卡文迪什实验室建立近130年以来的变化，更显著的还是表现在它的实验室主任更迭和研究领域转移方面。我们不妨简单罗列如下：

第一任实验室主任麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831—1879），是对20世纪物理学（相对论、量子力学、原子分子结构理论）影响最大的19世纪物理学家，其在物理学史上的地位堪与牛顿、爱因斯坦（Albert Einstein, 1879—1955）齐名。1871—1879年任卡文迪什实验物理学教授。这一时期，实验室的主要研究领域为分子运动论和电磁学，主要成果是麦克斯韦的《电磁通论》。

第二任实验室主任瑞利男爵（Baron Rayleigh of Terling Place, John William Strutt, 1842—1919），1904年诺贝尔物理学奖获得者。1879—1884年担任卡文迪什实验物理学教授。研究纲领不确定，主要为电学、磁学和气体密度研究，任职期间的主要成果是对电标准单位的精确测定。

第三任实验室主任汤姆逊（Sir Joseph John Thomson, 1856—1940），原子物理学的主要奠基人，1906年诺贝尔

物理学奖获得者。1884—1919 年担任卡文迪什实验物理学教授。在他任职期间，实验室的主要研究领域为气体放电和辐射研究，主要成就是发现电子，为原子物理学的大发展做了开创性工作。

第四任实验室主任卢瑟福 (Ernest Rutherford, Baron Rutherford of Nelson, 1871—1937)，核物理学创始人，1908 年诺贝尔化学奖获得者。在科学史上可与牛顿、法拉第比肩。1919—1937 年担任卡文迪什实验物理学教授。在任期间，实验室主要研究领域集中于核物理学，发现人工核嬗变、中子、正电子和重核聚变。

第五任实验室主任布喇格 (Sir William Lawrence Bragg, 1890—1971)，X 射线晶体分析家，1915 年诺贝尔物理学奖获得者，也是迄今诺贝尔奖金最年轻的得主。1938—1953 年任卡文迪什实验物理学教授。在他任职期间，实验室形成了核物理学、X 射线晶体学、射电天文学、分子生物学等多方向发展的格局，发现宇宙射电源以及血红蛋白、肌红蛋白、DNA 等生物大分子结构。

第六任主任莫特 (Sir Nevill Francis Mott, 1905—1996)，著名固体物理学家，1977 年诺贝尔物理学奖获得者。1954—1971 年任卡文迪什实验物理学教授。此间，实验室研究工作重心转向固体物理学和超导物理学，提出非晶半导体理论，发现超导体隧道效应，发现脉冲星。

第七任主任皮帕德 (Sir Alfred Brian Pippard, 1920—)，著名超导物理学家。1971—1984 年任卡文迪什物理学教授 (“实验” 被删去) 兼物理系主任。在任期间，实验室的研究方向集中于超导体研究，发现 “费米面” 和超导体的反常趋肤效应。

第八任主任爱德华兹 (Sir Samuel Frederick Edwards,