

6

科学

五千年

主编 陈日朋 曲行文 科 文



吉林人民出版社

科学五千年

⑥

王 兵

吉林人民出版社

目 录

超复数理论的肇始

- 哈密顿的科学生涯..... (1)

“顺风耳”的故事

- 莫尔斯与电报..... (9)

无人能证明的数学难题

- 黎曼与“黎曼猜想”..... (17)

能量可以跨越空间吗?

- 麦克斯韦的实践..... (25)

生物进化论的“骑士”华莱士..... (33)

达尔文与生物进化论的诞生..... (39)

电缆横跨大西洋..... (48)

为有源头活水来

- 近代科学技术的热心传播者华蘅芳..... (59)

真诚的友谊

- 光学工业双星蔡斯与阿贝..... (64)

拉开有机化学理论的序幕

- 凯库勒与苯环..... (72)

修道院后花园的豌豆

- 孟德尔与遗传理论..... (79)

门捷列夫与元素周期律..... (88)

惊心动魄的爆炸

- 诺贝尔与炸药 (94)
- 巴斯德与微生物 (101)
- 贝尔发明电话 (111)
- 吉布斯与统计热力学 (117)
- 卓越的女数学家柯瓦列夫斯卡娅 (122)
- 寻找“以太”的故事 (127)
- 狩猎电磁波
- 赫兹与电磁振荡 (132)
- 奥斯特瓦尔德与物理化学 (138)
- 神奇的电影开演了 (144)
- 物理学革命的铺路石
- 彭加勒的力学实践 (150)

超复数理论的肇始

——哈密顿的科学生涯

人们都以为，哈密顿最终会成为天才的语言学家。因为他幼年时就显出惊人的语言才能。小哈密顿 3 岁就能看英文书，4 岁时对地理学发生兴趣，5 岁学会拉丁语、希腊语、希伯来语，并且喜欢用希腊文描述爱尔兰美丽山河的荷马作品。8 岁说法语、意大利语，还能用拉丁语即兴赋诗。10 岁时会梵语（古印度语），阿拉伯语、波斯语、闪族语、叙利亚语、印地语、马来语、马拉他族语、孟加拉语。哈密顿从 13 岁以后，大致以每年掌握一种外语的速度，扩大自己的语言能力。

然而，出乎人们意料之外，被称为语言奇才的哈密顿，没有成为语言学家，却成为创立超复数理论的始祖，一位数学史上不可多得的天才数学家。哈密顿，是仅次于牛顿的英国最伟大的数学家兼物理学家。他在数学上的主要成就，是在微分方程理论和泛函分析领域，还通过研究波形曲面理论，充实了伽罗华理论。哈密顿发现四元数引起了代数学领域的一场变革，是建立超复数理论的开端。

威廉·哈密顿 1805 年生于爱尔兰首府都柏林。他父亲是

一位律师兼商人，母亲是名门望族的小姐，聪明，有才干。哈密顿有个叔叔叫詹姆士·哈密顿，是位精通多种语言的专家，小哈密顿从3岁起就受到詹姆士叔叔的教导，使他自由自在地从一种语言跨入另一种语言。

12岁时哈密顿失去了母亲，14岁时又失去了父亲。从此，他完全在叔叔詹姆士的教养下成长。

詹姆士叔叔既充任严师，又担当慈父，十分注意小哈密顿的教育工作。他从语言角度对哈密顿进行严格、高强度的训练，哈密顿在语言上也确实具有非常惊人的天赋。詹姆士叔叔认为，语言能力的早期发展，大大有利于发展与提高逻辑思维能力。哈密顿的语言才华后来确实为他那精湛的数学思维能力的发展，提供了良好的条件。

哈密顿从小学到中学的全部课程，都是在家靠叔叔教导自学的。他12岁时就读完了欧几里得的《几何原本》的拉丁文本，不久又学习了法国数学家克莱罗的《代数基础》，掌握了《初等代数》。詹姆士叔叔原希望他将来能成为一名出色的语言学家。但是，在哈密顿13岁那年，遇到一位来自美国的计算神童，引起了这位语言神童对数学的兴趣。从此，两位神童互相切磋，取长补短，都感到收获很大。不久以后，他碰到了大名鼎鼎的牛顿著作的抄本，他贪婪地阅读它，更加激起了他研究数学的兴趣。他还如饥似渴地阅读各种自然科学名著，包括牛顿的《自然哲学的数学原理》和法国数学家拉普拉斯的五卷巨著《天体力学》等。

哈密顿阅读科学名著不是一般意义上的浏览，而是全身心地投入。一天，他兴奋地跑到詹姆士叔叔的书房中，说：

“我发现了，我发现了！”

“威廉，不要大声嚷嚷，你是受到教育的人，你发现了什么？”詹姆士叔叔嗔怪地说。

“我发现了拉普拉斯著作的错误。”

“不可能吧？！谁不知道拉普拉斯是法国的‘牛顿’，他不可能错，一定你错了！”

“不，詹姆士叔叔，您看书上有关力的平行四边形法则的论证，存在着缺陷，因为按照牛顿定律的论证应该是这样的……”威廉滔滔不绝地讲下去。詹姆士叔叔似懂非懂，尽管他是一名语言学家，可是从小哈密顿嘴里倾泻而出的辞汇，他闻所未闻。经过叔侄两人的协商，詹姆士叔叔把小哈密顿写的小论文，送给都柏林的三一学院教授、爱尔兰皇家科学院院长布瑞克莱评阅。布教授是詹姆士叔叔的好友。他审读了小哈密顿的文章之后，大加称赞，最后经布瑞克莱教授润色，发表论文订正了拉普拉斯《天体力学》证明中的错误。这些激起了哈密顿学习数学的兴趣。

哈密顿 17 岁时，掌握了微积分，并学会计算日食和月食的数理天文学，他还自己动手制作望远镜，观察天象。从哈密顿爱上自然科学时，詹姆士先是极力反对，后来看到侄儿兴趣极高也就改变了态度，支持他学习和研究自然科学。

转眼，哈密顿 18 岁了。成长为一个英俊潇洒的青年。这一年，他参加了都柏林三一学院的入学考试。在 100 多名应试的学生中，他以第一名的成绩考入该学院。由于哈密顿坚持不懈的努力，获得了古典文学和数学的优等奖状，经常获得各类学习比赛的第一名，囊括了所有的科学比赛的奖状。

1827年，22岁的哈密顿将18岁时在光学上的“奇妙发现”，写成《光线系统理论》的论文。这篇论文为几何光学的建立奠定了素材基础，并且引入了所谓光学的特征函数。后来，哈密顿又对该论文作了三个补充，从数学理论推演出，在双轴晶体中按某一特殊方向传播的光线，将产生折射光线的一个圆锥。这个论点后来被光学实验证实了。

布瑞克莱教授将这篇文章推荐给皇家科学院。哈密顿的论文提交6个月后，皇家科学院派人给予了答复，说：“这篇论文非常抽象，公式一般，结论有待进一步验证。”科学院模棱两可的文牍式的回答，使布瑞克莱教授十分气愤。他再次告诉科学院机构：

“我不是说哈密顿将会成为数学家，而是说他现在就是第一流的青年数学家。”

最后，哈密顿的论文还是被束之高阁了。哈密顿遭到冷遇，并没有灰心，继续进行深入地研究。布瑞克莱教授十分赏识哈密顿，给予他单独地指导，传授自己的经验和教训。

1827年，布瑞克莱宣布辞去都柏林三一学院天文学教授职位，许多著名的天文学家都申请要求获得这个职位。布瑞克莱极力推荐，并且说服了三一学院的校方，最后校方一致推选哈密顿为布瑞克莱教授的继承人。与此同时，哈密顿荣获爱尔兰皇家天文学家的称号。此时，哈密顿才22岁，大学尚未毕业，更没有获得学历文凭之类的东西。他所具有的东西，就是青春、聪颖和刻苦。

三一学院在接纳哈密顿为教授的作法上，能够大胆打破常规，起用科学新人，确实是有胆有识的。历史证明哈密顿

没有辜负他们的厚望，他们的选择推动了科学发展。

尽管哈密顿担任了天文学教授的职务，但他并不是一个出色的天文学家。他有自知之明。他全力以赴地钻研数学，将深奥难懂的天文学和光学问题化为数学之后，就是他拿手的好戏。1828年，哈密顿扩展了《光线系统理论》论文，形成学术论著发表。这部著作将天文学中应用广泛的几何光学转化成数学问题，成为光学的经典名著。

从28岁到30岁，哈密顿应用数学理论推动了几何光学的发展，后来又把这种努力扩展到整个力学。他获得了拉格朗日解析力学的哈密顿标准形式，后人尊称其为“哈密顿算符”，成为现代物理学的基本组成，甚至连统计力学与量子力学都须臾不能离开。

早在18世纪，数学家就曾经梦想找到一个基本原理，通过它可以推出牛顿力学。数学家最早注意到物理学家探索初等物理中的一些奇妙现象，例如，光线通过媒质时，总是取需时最少的路线；悬链平衡的位置就是其势能最小的位置；肥皂泡的外形总是使其包围给定体积的表面积最小。在奇妙的物理现象启示下，欧拉指出自然界总以它最有效、最经济的方式去达到其各种目的，并认为自然界在表面上杂乱无章的诸种现象的背后，一定隐藏着简单的规律。在这种认识的推动下，欧拉建立起研究这类问题的一种数学工具——变分法。

欧拉等人的奇思梦想，在差不多一百年之后，才由年轻的哈密顿实现了。哈密顿首先以光学研究作为突破口，最后取得了辉煌的战果。他证明所有光学问题都可以用单独一种方法求解，然后他把这个方法推广应用到力学上，发展了分

析力学，建立了科学史上极为著名的最小作用量原理，现称“哈密顿原理”。

简略地解释哈密顿原理，即在整个运动过程中，自然界有使动能与势能变为相等的趋势。通过这个原理，各种动力学定律都可以从一个变分式中推出，简化了力学的演绎过程。哈密顿还将广义坐标和广义动量都作为独立的变量，建立了“哈密顿正则方程”。他还建立一个与体系能量有密切关系的“哈密顿函数”

哈密顿的科学研究，在现代数学物理中有着极为广泛的应用。哈密顿原理可以用来推出电磁学、量子理论和相对论中的基本定律。许多科学家把哈密顿原理，看作是数学物理中功效最大的一个原理，是近现代物理学的基石。

哈密顿从 1828 年开始研究四元数。四元数是实数、复数这个数系的发展，它是超复数的一种，即属于四维矢量。用现代术语来说，它是一个线性代数的组成部分。

经过十几个寒暑春秋的顽强努力，哈密顿仍然没有摆脱四元数研究失败的阴影。1843 年是哈密顿探索四元数奥秘的第 15 个年头。10 月 16 日黄昏，都柏林秋高气爽，景色宜人。哈密顿夫人拉着连日攻读、劳累不堪的丈夫，在皇家护城河畔的林荫道上散步。秋风拂面，飘溢着成熟果实香味。哈密顿大口呼吸着河畔清新的空气，所有这一切驱散了哈密顿连日来的疲劳，此时他心旷神怡，荣辱皆忘，数学家沉浸在优雅恬静的大自然之中……

前面就是玻洛汉姆桥了。哈密顿的大脑细胞仍然静默着，这与平时他那激烈活跃的大脑思维完全不同，望着玻洛汉姆

桥在暮色暝暝中的影子，哈密顿的大脑思维突然再度活跃起来，闪光、跳荡、寻觅、联络……突然思想的电路接通了，智慧自主反馈的冲击波，冲毁了阻碍创造的屏障。

哈密顿突然悟出了四元数运算的奥秘，四元数随即来到了人世间，或者说它发育成熟了。哈密顿当场抽出随身携带的笔记本，就四元数运算的要点记录下来，追求15年之久的研究目标，终于孕育成熟了，诞生在玻洛汉姆桥上。哈密顿害怕思路中断，赶紧拉起夫人跑回家去。路旁安闲散步的人，目光奇异地追随着哈密顿夫妇……

回到家中，哈密顿立刻钻进他的书房，一连几天不肯出来，甚至连饭都得让别人送进去。终于，他从几百页杂乱无章的演算纸里，抄清出一篇论文。

1843年11月，哈密顿在爱尔兰科学院宣布发现“四元数”，从而轰动了当时的数学界。关于四元数的研究，有力地推动了向量代数的发展。复数的理论可用于平面向量，而空间向量问题则要用四元数向量部分来解决。哈密顿还把四元数引入微积分，定义了描述函数的数量或方向两个方面的变化的一系列概念，例如：“梯度”、“旋度”等，成为研究物理学、工程学的重要计算工具。

又经过10年的努力，昔日的“神童”哈密顿已满48岁。这时他才写成《四元数讲义》，又经过四年的增删、修改，才于1857年发表。四元数这座数学上的灯塔，放出夺目的光芒，它使另一位物理学大师绕过了暗礁险滩，驶向了胜利的彼岸。

19世纪50年代，物理学家麦克斯韦，正苦于无法描述电磁运动及其变化规律。电和磁都是带有方向性的量，要弄清

电磁运动的规律,必须首先从数学方法上找到解决的途径。麦克斯韦长期用复数向量处理,没有得到正确的结果。正当麦克斯韦陷入数学运算的泥潭而不能自拔时,哈密顿的四元数理论成功了。

麦克斯韦受到四元数理论的影响,利用矢量函数理论建立起电磁学理论,得出了“麦克斯韦方程组”,预言了电磁波的存在。麦克斯韦并不是消极地运用已有的四元数理论,他研究并进一步发展了哈密顿关于矢量分析和符号微分算子的理论,使矢量计算成为数学中的一门独立的学科。

哈密顿深刻地意识到,四元数对于科学的意义十分重大,在他生命的最后 20 多年中,花费了大部分时间,倾注了全力研究四元数。他认为四元数将在物理中引起巨大的变革。然而,物理学上的巨大变革还没有到来时,哈密顿却于 1865 年 9 月 2 日,因慢性酒精中毒而离开了人世……

为了纪念哈密顿,爱尔兰政府在都柏林的玻洛汉姆桥头树立了一座石碑,石碑上面镌刻着:“1843 年 10 月 16 日,当威廉·哈密顿经过此桥时,他天才地发现了四元数的乘法基本公式。”人们经常到这里凭吊哈密顿先生,缅怀他对科学的伟大贡献。

“顺风耳”的故事

——莫尔斯与电报

长城，伟大中华民族勤劳勇敢和智慧的结晶。长城是古代中国人抗击敌军进攻侵扰的创造性建筑。烽火台就是古代传递军事信息的一种设施及工具。若甲地遭受敌军进犯时，黑夜则燃起烽火，白昼则焚烧狼烟，乙地就会立即增援，同时将信息依次传递下去，一台传一台，很快将十万火急的敌情传至京城或屯兵站，救兵驰援，打退敌人进攻。

中国人民发明的“烽火传军情”的方法，直到近代还是人类信息传递的主要手段。除此以外，就是采用“驿车”、“邮船”等邮送的方式。近代科学的诞生，为信息传递开拓了崭新的领域。一大批科学斗士在信息传送领域大显身手，创下了光辉业绩。

近代的电报，即用电来传送信息的装置，是从大约 1750～1850 年间逐渐发展起来的，是电学的最初的一种大规模应用。在此之前，最具近代意义的通讯装置，是 18 世纪末法国夏普发明的一种视力信号机，它用高塔上的机械信号即类似旗语的办法来接力的方式传递信号。直到 1793 年，夏普还在受命

建立巴黎和里尔之间相距 230 多公里的视力信号线。

夏普是受旗语兵传达命令的启发而发明视力信号机的。他不过是将旗语兵用巨大的机械臂及变化姿势来代替，远处人看见以后，再往下继续传递。这一装置和烽火狼烟一样，都是依靠视力以光线作为媒介的传递信息的方式，必然要受到气候和主观操纵者的影响。

在 1793 年夏普工程上马前的 40 年，英国工程师莫利逊的科学设想就已经宣判了它的死刑。1753 年莫利逊提出静电电报的设想。他用 26 根导线代表 26 个字母。在发送端，每个代表要发送字母的导线与起电机接触；在接收端，每根导线下面挂着一个小球。若该线有电，则小球受电感应而被吸起，记录者则记下该线字母，最后形成文字信息。这种通信方式由于效率（除了 26 个字母线还需要句逗号之类的导线）很低，没有得到广泛的应用。

电报是电学的最早应用，因此，电报操作的基本原理的发展与电学研究进展是同步的。它从莫利逊开始经历了三种不同的形式：静电式、电化学式、电磁式。

莫利逊的静电电报开创了以电作为媒介的信息传递的电报时代，虽然静电电报没有得到广泛应用，但它开拓性的意义无疑是十分重大的。

18 世纪末，伽伐尼和伏打发明了化学电池，由于他们揭示了化学作用和电的关系，推动了人们研究电化学生电报。1804 年，西班牙工程师萨尔瓦制成了第一部电化学生电报。英国化学家戴维于 1838 年步其后尘也制成了一部电化学生电报机。但是电化学生电报的使用价值不大，只能作为人们赏玩之物。

1820年，奥斯忒发现了电流的磁感应，为研制电磁电报奠定了理论基础。1822年，斯契林研制成单针电报机，并发明了一套电报电码（与莫尔斯电码是不同的）。1833年，德国科学家高斯与韦伯合作，研制成功电磁式电报机。这时，电磁式电报机已经能够在实验室使用了。当时，高斯和韦伯分别在两个实验室工作，当一个人想叫另一个人时，就使用电报来传递信息。

使电磁电报机能够走向实用的，这主要归功于英国的库克、惠斯顿和美国的莫尔斯。

1836年，英国发明家库克听了几场关于法拉第电磁感应的报告，颇受启发，决心用电磁效应造福于人类。经过长时间的研究，库克制成了几种形式的电磁电报机，由于电磁铁工作不正常，库克与惠斯顿教授结成伙伴。1836年6月，他们共同申请电磁电报专利，不久制成五针式电磁电报机。经过公开示范表演，信号输送距离约5公里。1838年，他们又完成了由伯丁顿到西德雷顿长达21公里的电报线，并运营成功。1846年，英国正式成立了电报公司。1852年，英国建成了大约6500多公里的电报线路。

当电报机工程师对于迅速改进电报机一筹莫展时，一个纯粹的外行闯了进来，他揭开了人类利用电报历史的新的一页。发明实用电磁电报机的人，既不是物理学家，也不是工程师，而是一位画家，是一位从41岁才开始学习电学和机械知识的外行人。

他就是美国著名画家、发明家萨缪尔·莫尔斯。

一个外行人怎么会成为电报机的发明人呢？这里边还有

一段戏剧性很强的故事呢。

1832年10月1日。傍晚。

“萨丽”号邮客轮满载着货物和旅客从法国拉弗尔港起锚，向目的地美国纽约港驶去。轮船在充满凉意的秋风中平稳地驶出多佛尔海峡，它将用10天的漫长时间横渡大西洋，到达目的地纽约。

海上风大凉气逼人。一些人只能躲在狭小的船舱里打牌、交谈，百无聊赖，恨不得立刻插上双翅飞过大西洋去。然而来自美国的著名画家莫尔斯先生正在忙于挥笔作画，杰克逊博士也在整理他的笔记，上等舱里的这二位老兄倒显得很充实。

晚餐的时间到了，莫尔斯先生和杰克逊博士放下手中的笔到餐厅用餐。精美的菜肴使人们的情绪顿时活跃起来。就在这时，刚从巴黎电学讨论会归来的青年医生杰克逊，正在餐桌上大讲安培电学研究的新发现。

杰克逊出众的演讲才能，加以电学新发现的奇特，一下子吸引了所有旅客的注意。大家仿佛不是在用餐，而是听杰克逊的科学演讲。杰克逊给人们留下了深刻的印象。

几天之后，应几名旅客的要求，杰克逊干脆在餐厅里升起有关电磁学的科学普及讲座来了。大家说这样会觉得时间打发得更快些。

莫尔斯带着画夹子，也来到餐厅为大家画速写。画着画着，莫尔斯也被杰克逊关于电学发展史的演讲吸引过去了。

杰克逊讲起了电学家们以身体作测量电的仪器而被电打得哇哇叫，讲起富兰克林捕捉雷电实验时的幸运和里奇曼死

于雷电实验的不幸，引起人们的莫大兴趣。杰克逊介绍了奥斯忒在课堂上发现电流的磁效应时急切盼望下课的心情，以及学生们对奥斯忒教授内容不知所云的疑惑，还有巴黎女士们兴起避雷针式帽子时髦之风的由来……

画家莫尔斯也被杰克逊吸引住了。他从来就不知道人类世间还有如此美妙的生活世界。他以为除了米开朗基罗、拉斐尔和提香的艺术生活值得羡慕外，其他生活都是平淡无奇的。

杰克逊如数家珍的演讲，让他感到 40 多年从事画画的生活有多平淡，他有些坐不住了。

莫尔斯从小就是一个好奇心极强的孩子。19 岁毕业于耶鲁大学时，获得的是法学博士学位，后来却以卖画为生。直到他成为全美美术学会主席以后，还经常漫游欧洲。在他看来，生活总象是一次没有港湾的远航。

杰克逊在最后一次演讲中的一段话，改变了莫尔斯的后半生。杰克逊说：“可以预言，在不久的将来，科学技术就将产生出奇迹，我们的生活就将为之改观。只有从事科学技术研究的生活，才是真正的、充实的生活……”

邮客轮驶入哈得逊河时，莫尔斯还在回味杰克逊的话语。杰克逊万万没有想到自己的航行演讲，竟深深打动了 he 素不相识的 41 岁画家莫尔斯的心，使他对电学产生了极大兴趣，唤起了他对电学知识应用前景的丰富想象。

“萨丽”号邮客轮停靠长岛码头的时候，莫尔斯决定告别艺术，投身到科学领域中去。他在写生簿上端端正正地写下了“电报”两个大字。登上码头的莫尔斯已经不再是美国著