



《科学技术史系列讲座》
课程论文

麦克斯韦——超越时代的天才

学校：清华大学

院系：电子系

班级：无 47 班

姓名：刘 前

学号：2014011216

2016 年 5 月 22 日

目录

摘要	3
引言	3
一、生平简介及成就	3
二、麦克斯韦的成长经历	4
三、麦克斯韦的成功之路	
(一) 不顺利的开端	5
(二) 不被认可的新物理模型	5
(三) 最完美的物理公式	6
四、麦克斯韦的历史作用	
(一) 对现代物理学发展的推动	6
(二) 超越时代的科学思想和方法	
1. 数学性——科学理论的公理化	7
2. 类比的科学方法	7
3. 数学与物理实验相结合	7
(三) 现代科技文明的开拓者	7
结语	8
参考文献	8

麦克斯韦——超越时代的天才

摘要：经典物理学大师麦克斯韦被誉为史上最伟大的科学家之一，一生在很多领域尤其在电磁学成就非凡。本文从麦克斯韦的人生经历入手，详细分析其主要成就与贡献，并着重研究麦克斯韦在电磁学领域的成功之路，探讨麦克斯韦的成就对科学技术史和现代文明发展的作用。

关键词：麦克斯韦 电磁学 麦克斯韦方程组 科学技术史

Maxwell—The Genius Exceeding the Ages

Abstract: As the master of classical physics, Maxwell was hailed as one of the greatest scientists ever. The master made extraordinary achievements in many fields, especially in electromagnetics. Starting with Maxwell's life experience, the thesis analyzes his main achievements and contributions in detail, and emphatically researches on his contributions to the history of science and technology and the development of modern civilization, in terms of his achievements in electromagnetics field.

Key words: Maxwell, Electromagnetics, Maxwell Equations

引言：

科学技术最直接的目的就是方便人们的生活。随着科技的高速发展，人们的生活也在发生着日新月异的变化，其中最直观的感受就是我们的生活被越来越多的电器和电子产品所包围。当人们追溯他们发展的历史和理论基础，就会发现这些发明的理论基石都将指向电磁学理论体系，因而，电磁学的开创者麦克斯韦也由此成为现代文明的重要开拓者之一。

作为电子系的学生，电子这一门专业本质上就是以麦克斯韦方程组为理论基础而建立并发展起来的，专业核心课程¹的第一课通常都由他的理论贡献讲起，因此不得不说麦克斯韦也是我们专业的“开山鼻祖”。借着科学技术史系列讲座课程的学习，我怀着崇拜与敬仰之情，对麦克斯韦本人作了更为细致的了解。

一、生平简介及主要成就

麦克斯韦（全名詹姆斯·克拉克·麦克斯韦）是英国杰出的物理学家，而且被普遍认为是世界范围内对物理学发展产生重要影响的物理学家之一。1831年6月，麦克斯韦生于英国的一个地主家庭，从小就表现出超乎常人的智力，在16岁时就已经进入爱丁堡大学就读，不到20岁到剑桥大学学习数学理论，四年后毕业并留校任职，任教期间还在英国很多著名的学院担任教授。1865年辞去教职还乡，麦克斯韦真正完全地投入到科学研究和著述之中。这其中，1873年出版的《论电和磁》，也被公认为继牛顿《自然哲学的数学原理》之后的一部最重要的物理学经典。

¹ 包括电子电路与系统基础、电磁场与波、电动力学等等课程。

麦克斯韦一生功勋卓著，成就非凡，在电磁理论、分子物理学、统计物理学、光学、力学、弹性理论等领域都作出了突出贡献。其中最重要的是电磁学，可以说在前人²的基础之上集大成，建立了第一个完整的电磁学理论体系，为电磁学在生产生活中应用奠定了强大的理论基础。电磁学是现代科技生活最重要的学科，它的高速发展，将人类带入了电气时代和信息时代。可以说，没有电磁学的发展，就没有人类的现代文明；这一自然科学理论的成果，奠定了现代的电力工业、电子工业和无线电工业的基础。同时，麦克斯韦也是经典电动力学的创始人，统计物理学的奠基人之一，这些领域迄今为止的成就都是在他当时的理论基础之上逐步完善和发展起来的。

麦克斯韦所构建的电磁学理论体系，不仅科学正确地预言了光是一种电磁波，而且从理论上证明了光、电、磁三种现象的统一性，将电、磁、光三大学科结合在一起，这在人类科学史上还是首创。众所周知，19世纪是人类物理学发展的黄金时期，有很多对人类历史意义重大的科学发现和成就，而麦克斯韦的电磁学理论体系，则是十九世纪物理领域的夜空的星辰中最闪耀的一颗。正如1931年爱因斯坦在麦克斯韦百年诞辰的纪念会上，评价麦克斯韦的建树“是牛顿以来，物理学最深刻和最富有成果的工作”，爱因斯坦甚至还在自传中说：“在我求学的时代，最吸引人的题目就是麦克斯韦的理论”，“特殊的相对论起原于麦克斯韦的电磁场方程”。³

1871年，麦克斯韦受聘于剑桥大学，负责筹建第一所物理学实验室，也就是后面享誉世界的卡文迪许实验室。只可惜，这样一位天才，于1879年第11月5日在剑桥逝世，终年只有48岁。

二、麦克斯韦的成长经历

麦克斯韦出生于爱丁堡的一户名门贵族。虽然父亲是一名律师，但他的主要兴趣却集中在各种机械制作和科学问题的研究上。他从小就有一种对科学技术的痴迷和嗜好，而且体现出同龄人所没有的求知欲与想象力。而且，麦克斯韦小时候发生过很多趣事：

当麦克斯韦还没上学时，姨妈为他买了一些苹果，他吃苹果的时候却突然问阿姨苹果的颜色为什么是红色，姨妈也不知道如何回答。之后他又去玩肥皂泡，当他看到肥皂泡上各种各样的颜色时，又提出了更多的问题。即使是上了中学之后，麦克斯韦仍然保持着强烈的求知欲，善于发现和思考，并提出了类似“死甲虫不导电的原因是什么”，“把狗和猫摩擦在一起会生电么”等问题。童年时期的麦克斯韦，早早地进入了科学的乐园。从孩童时期起的这种对科学的痴迷，激励着他探索和学习科学知识，对麦克斯韦的一生发展产生了深远的影响。

然而，不幸的是，麦克斯韦8岁时，母亲因故去世。缺少了母亲关爱的麦克斯韦，在循循善诱的父亲的教育下学习科学。天赋异稟的他，10岁上爱丁堡中学，在14岁时的中学时期就发表了人生第一篇在几何和代数方面的论文，体现出他丰富的知识。16岁后依次在爱丁堡大学和剑桥大学学习，这段时期的学习中他打下了坚实的数学理论基础，这也是他日后将相关理论和实验相结合的前提

² 指库仑、高斯、欧姆、安培、毕奥、萨伐尔、法拉第等电磁学理论的开拓者。

³ 摘自高中物理（粤版）选修3-4《电磁场与电磁波》的教材。

条件。

1855年起，开始专心投入科学研究之中，潜心发展电磁学，这也是他学术成就最高的一段时期。凭借他严谨的科学态度和天才般的创造力先后发表了三篇影响深远的电磁学论文⁴，将前人的结论与自己的发现相结合，最终用简洁、对称、完美数学形式表示出电磁学的核心内容，即后人称作麦克斯韦方程，树立起近代科学史的一座丰碑。

一路成长起来，从一个懵懂无知、爱问问题的孩子，逐步成长为科学史上最伟大的科学家之一，麦克斯韦的成长之路虽然总体比较稳定和顺利，但也有母亲去世等这样令他悲痛的事情，在科学严重中也陷入过困境。然而，这并没有让麦克斯韦在科学的道路上有所退缩，正是他一如始终的对科学的坚持与热爱，让他一步步成长为经典物理领域最伟大的科学家之一。

三、麦克斯韦的成功之路

麦克斯韦一生在很多领域都卓有建树，但他最伟大的工作成就是他在电磁学的贡献。可以说，仅从电磁学这一个角度，麦克斯韦的成就和贡献就足以载入史册了。

麦克斯韦对电磁学的学习开始于爱丁堡大学时期，当时学习内容是法拉第的电学实验。起初，他被电磁学前人法拉第的成就和个人魅力所感染。当他越来越深入了解下去之后，麦克斯韦认清：电磁领域对于未来社会发展意义重大，一旦研究清楚电磁的内在规律，将会对很多学科和技术造成质的飞跃。从此，麦克斯韦开始潜心研究电磁学。

（一）不顺利的开端

善于类比思考的麦克斯韦首先想利用流体力学的相关知识对比研究电磁学，首创性地用匀速流体里电磁学中的电力线与磁力线，其中匀速流体的速度表示电磁力线的疏密，方向代表了力线的方向，从而证明静电磁场中的电力和磁力可以用类似的距离作用理论得出结论，这种分析思路在当时还是第一次被提出。但是，这种理论仅仅适用于静电力和静磁力，对于变化的力线仍有局限性。用这种新的思路模型解决确实很新颖，但对于复杂问题却无始终无法继续进行下去，麦克斯韦起初的研究陷入了困境。

（二）不被认可的新物理模型

意识到自己之前的研究无法进行下去之后，麦克斯韦另辟蹊径，从另一个角度思考电磁学。他重新构造了一个物理模型，空间中充满了能旋转的小球，这些小球被钢珠轴承之类的更小的粒子包围。在麦克斯韦的假设中，小球具有质量有限且有弹性两个特征。在这种模型下，将电、磁力线与经典的机械状态作类比。每个小球状态的改变同样引起另外一些小球改变状态。

基于这一种新的物理模型，麦克斯韦运用杰出的数学推演能力，推导预言出

⁴三篇论文分别是：1856年发表的《论法拉第力线》，1862年发表的《论物理力线》和1864年发表的《电磁场的动力学理论》。

电磁波传播速度的决定性因素只有电磁的基本性质。据此数学推理得到的光速与实际测量值相差无几，无疑是一个十分重要的科学发现。

然而，科学界却始终没有对这一发现进行支持或者表态。科学家们普遍认为，麦克斯韦的模型脱离了现实，不够完善，这种缺陷使得这一模型不能够得到真正的自然规律。正当科学家们预测麦克斯韦将对这一理论模型更加完善时，麦克斯韦却做出了一个大胆的决定——用纯数学理论推导出结论。这个决定也令他注定被载入科学史。

（三）最完美的物理公式

经过历时两年的努力，麦克斯韦发表了一篇意义深远的论文《电磁场的动力学理论》。在论文中，他首次提出了媒介的概念，证明了媒介的弹性与惯性。据此经过非常复杂的数学推导，得到了一个伟大的电磁方程组，共计 20 个方程。然而，他的理论实在是天才之作，科学家们普遍无法理解他的理论，只有惊叹和仰慕。一直到麦克斯韦去世数年后，才有人站出来⁵对他的理论进行了合并与精简。最终得到了四个方程，合在一起被即为现在为人熟知的“麦克斯韦方程组”。这四个方程，就像是电磁学的四根支柱，所有电磁学的发展都是以这四个方程为基础而构建起来的。

麦克斯韦从开始着手电磁学的研究，到构建出完善的电磁学理论体系，历时将近 20 年。在这 20 年的时光中，经历过挫折遇到过磨难，但他没有放弃这一领域的研究，反而从多个角度对电磁学进行了深入的分析思考，一步步走向成功，或许这也正是天才的一种特质吧。

四、麦克斯韦的历史作用

（一）对现代物理学发展的推动

正如前面提到的，麦克斯韦在电磁学的贡献为电磁学发展奠定了坚实的理论基础，这个成就是令人敬佩的。如果将视野进一步拓宽，会发现麦克斯韦的这一成就的影响和意义绝不仅仅限于电磁学的发展，事实上，麦克斯韦的成就对整个物理学的发展与进步也起到了关键性的推动作用。

麦克斯韦对电磁场的研究推动了场论的兴起于发展，同时也对后来的物理学家爱因斯坦的相对论和普朗克的量子论的形成与发展都起到了重要的基石作用，并且从世界意义上推动了人类对物理学的研究。正如在纪念麦克斯韦诞辰一百周年的讨论会上普朗克所说：

“在每一学科领域都有一些特殊的个人，他们似乎具有天赐之福，他们放射出一种超越国界的影响，直接鼓舞和促进着全世界去探求；麦克斯韦是他们当中屈指可数的一位。”

⁵ 指的是英国物理学家奥利弗·亥维赛（Oliver Heaviside）。

（二）超越时代的科学思想和方法

现代整个物理学体系的思想很大程度上受益于麦克斯韦的科学思想。然而，不幸的是，由于麦克斯韦的思想方法整体超出了他所处的那个时代，导致他在科学思想及方法的独特性才逐渐被人们所认清。

麦克斯韦的科学思想和方法主要体现在以下三个方面：

1. 数学性——科学理论的公理化

在麦克斯韦的工作中，数学语言是主要的工具，在他眼中，精确定量的数学语言是描述自然规律的最完美的工具。麦克斯韦通过数学表达，将前人的成就加以整合，使得科学理论更加规范化、系统化。正如麦克斯韦方程，人类史上最完美的数学公式之一，充分体现出数学在物理研究中的重要价值和地位。从本质上说，数学性体现出的是对科学理论的公理化。

2. 类比的科学方法

类比是一种将不同的科学领域相结合的思想方法，很大程度上可以起到启发新思想的作用。通过类比，能够大胆地得到一些合理的猜想；有了猜想，才能够有动力去验证其正确性，帮助人们发现新的物理规律，这对后世的科学研究起到了重要的作用，不少新理论的出现都是从类比中受到了启发。总之，类似的思想和方法开辟出了一条科学探索的新道路，为现代科学的发展和创新起到了不容忽视的促进作用。

3. 数学与物理实验相结合

麦克斯韦是物理和数学的大师，他始终认为，将数学分析与物理实验相结合，会得到更加坚实而牢固的知识。在剑桥大学任职期间，他建立起享誉世界的“卡文迪许实验室”，并担任首届主任。他提倡学生在实验中集中力量完成科学研究，这或许也是“卡文迪许实验室”能够取得很多成就的重要原因。随着科学技术史的发展，理论与实验相结合的科学研究方法越来越成为科学发展的主流形式，麦克斯韦对此是功不可没的。

（三）现代科技文明的开拓者

麦克斯韦所构建的电磁场理论体系，证明了无线电传输的可行性，这对无线电技术发展产生了深刻影响。麦克斯韦逝世后不久，物理学家赫兹就用人工方法产生了电磁波⁶，随后实现了人类的第一次无线电通信。从此，人类的科技文明进入了新的发展阶段：光学领域的研究空前繁荣；无线通信和信息传输技术陆续兴起；材料科学在电磁学的推动下高速发展。在麦克斯韦的推动下，人类最终进入电气时代和信息时代不得不说，麦克斯韦及其在科学领域的成就，是现代科技文明出现和发展的决定性因素。

⁶ 赫兹于 1888 年通过实验产生了电磁波，验证了电磁波的存在。

结语

麦克斯韦是科学技术史上最伟大的物理学家之一，不论是他自身所作出的理论成就，还是由他超越时代的科学思想和方法所带动的科学进步与发展，都对现代文明的进步起到了巨大的推动作用。

参考文献

- [1] 张晓森,李中华,王静芳. 自牛顿以后世界上最伟大的数学物理学家——麦克斯韦[J]. 物理教师, 2007(4): 53-54.
- [2] 郭奕玲, 沈慧君. 物理学史[M]. 北京:清华大学出版社, 1993.
- [3] 松鹰. 麦克斯韦和电磁理论[J]. 自然杂志, 1979(11): 665-720.
- [4] 赵定涛. 麦克斯韦:经典物理学的巨匠,现代物理学的先师[J]. 自然辩证法通讯, 1993(1): 67-78.
- [5] 曹超. 理论物理学家电磁学巨匠——麦克斯韦[J]. 电气时代, 1981(2): 25-26.