# 电磁学小知识
# (一)

黄明兵　主编

北京银冠电子出版电子有限公司

需要全本请访问 www.ertongbook.com

# 目 录

◎电磁学简史.....1
◎大气电学.....11
◎科学方法在电磁学教学中的应用.....11
◎爱因斯坦.....14
◎“傻瓜”爱迪生.....15
◎初中物理中出现的物理学家.....16
◎超越时代的詹姆斯·麦克斯韦.....18
◎玻 尔.....22
◎用手阻止核爆炸的人.....30
◎钱三强.....33
◎汤姆逊.....34
◎科学家宣布揭示太阳中微子失踪之谜.....35
◎学徒工到科学家——法拉第及其对电
磁学的贡献.....37
◎电磁学在中学物理教学中的地位和作用.....44
◎对理论物理学的一点思考.....58
◎中学物理电磁学教学疑难选例.....74
◎静电学中的跨学科问题.....78
◎电是怎样产生的.....82
◎磁学基础.....85
◎常见磁现象.....86

◎磁性与磁场.....８７
◎磁性的来源.....９０
◎抗磁性和抗磁共振(回旋共振).....９２
◎顺磁性和顺磁微波量子放大器.....９３
◎电磁感应.....９５
◎磁生电.....９７
◎涡流.....９９
◎磁的应用——磁在收音机中的应用.....１００
◎磁在电视机中的应用.....１０１
◎磁在磁录音机和磁录像机中的应用.....１０２

# ◎电磁学简史

（电学、光学、磁学和电磁学）

约公元前 300 年 欧几理得(Euclid of Alexandria, ca 325 BC - ca 265 BC) 用“光学”(optics)这个词来表示视觉和景观。

欧几理得(Euclid of Alexandria, ca 325 BC - ca 265 BC) 古希腊数学家。著有《几何原本》十三卷，是世界上最早的公理化数学著作。

1660 居里克(Otto von Guericke, 1602-1686) 建造第一台电机。这是一个转动摩擦发电机。

1664 胡克(Robert Hooke, 1635-1703) 在 Micrographia 中提出光的波动理论。他把光看作是在介质中纵向振动的高速线性传播。单独的波包在介质中呈球形展开。

胡克，罗伯特 1635-1703 英国物理学家，发明家和数学家，他系统阐述了行星运动理论。

1665 格里马耳迪(Francesco Maria Grimaldi) 的 Prysico-mathesis de lumine coloribus et iride 中描述了光的衍射实验，并表述了他的光波动理论。

格里马耳迪，意大利物理学家。发现光的衍射现象。

1690 惠更斯在《光的性质》(Traité de la Lumi

ère) 中首次给出光速的数值， 2.3 x 108 m/s （但被人们归于 Rømer 名下)。

惠更斯(Christian Huygens, 1629-1695) 荷兰物理学家，数学家、天文学家。土星光环和土卫六的发现者。最重要的贡献是建立了光的波动说。首先发现双折射光束的偏振性，并用波动说的基本观点，作了理论解释。

1704 牛顿的光学研究在他的《光学》中达到顶峰。在该书中牛顿用波动理论和他自己的微粒理论来描述光。

牛顿，艾萨克 英国数学家，科学家。发明微积分，提出万有引力定律，发展了地球力学和颜色的理论。他在《数学原理》(Principia Mathematica , 1687) 中关于地心引力的论文据说是受到了苹果坠地的启发。

1728 布拉德利(James Bradley, 1693-1762) 发现光偏移现象，证明 Rømer 关于光速有限的早期发现是正确的。

布拉德利，詹姆斯 1693-1762 英国天文学家，他发现了光偏移(1728 年)和地球章动(1748 年)。

1733 杜费伊(Charles-Francois de Cisternai du Fay, 1698-1739) 发现电荷有两种，杜费伊，法



需要全本请访问 www.ertongbook.com

国物理学家。

1746 沃森(William Watson, 1715-1789) 提出电荷守恒。

1747 富兰克林(Benjamin Franklin, 1706-90) 提出用具有两种带电状态的单一流体来描述电流。他认为物质都多少具有电流，并独立提出电荷守恒，引入正负电荷的概念。

富兰克林(Benjamin Franklin, 1706-1790) 美国民族主义者，科学家。参加美国独立战争，当选为第二届大陆会议代表，参加起草独立宣言。曾出使法国，缔结法、美同盟。在研究大气电方面做出贡献，并发明了避雷针。

1772 凯文迪什(Henry Cavendish) 发表“尝试用弹性流体方法解释电的某些基本现象”。

凯文迪什，亨利 1731-1810 英国化学家和物理学家，他发现了氢的性质并确定水是氢和氧的化合物。

1777 库仑(Charles Augustin de Coulomb, 1736-1806) 的研究为电和磁的研究开辟了新方向。

库仑，查尔斯·奥古斯丁·德 1736-1806 法国物理学家，磁性和电的研究先驱者，制定了库仑定律。

1780 年代前期 加法尼(Luigi Galvani, 1737-98) 从动物组织对电流的反应开始研究化学作用而不是

静电产生的电流。这种动物组织与两种不同金属接触所产生的反应现在称为“电疗法”(或加法尼疗法，galvanism)。

加法尼，路易吉 1737-1798 意大利生理学家和内科医生，他宣称动物组织能产生电。虽然他的理论被证明是错的，但他的实验却促进了对电学的研究。

1783 伏特(Alessandro Guiseppe Antonio Anastasio Volta, 1745-1827)发明电容器(condenser)。

伏特，亚历山德罗 1745-1827 意大利物理学家，发明了第一块电池(1800 年)。伏特作为电压单位，就是为纪念他而命名。

1799 伏特表明，加法尼的电流不是来源于动物，把任何潮湿物体放在两个不同金属之间都会产生电流。这一发现直接导致伏特在一年后发明“伏特电池”，世界上第一个电池。

1807 戴维的演讲“关于电的某些化学作用”将电性与化学的关系拉近。

戴维(Humphry Davy, 1778-1829) 英国化学家。曾发现氧化亚氮(笑气)的麻醉作用。应用电解法获得钠、钾等元素。是电化学的主要奠基人之一。

1812 泊松(Simeon-Denis Poisson, 1781-1840)

提出宏观电荷中性是物质的自然状态的概念，并描述充电作为两种电荷分离的手段。他也指出势能函数在电学系统的潜在用途。

泊松，法国数学家。建立计算电势的公式。

1814 菲涅尔(Augustin Jean Fresnel, 1788-1827) 独立发现光的干涉现象，并按照波动理论解释它的存在原因。

菲涅耳，奥古斯丁·简 1788-1827 法国物理学家，他支持光波理论、研究了偏振光并发明了用于灯塔上的合成透镜。

18206 月 21 日 奥斯特(Hans Christian Oersted, 1777-1851) 在一次课堂演示实验后注意到电流引起的磁针偏转。随后奥斯特证明这个效应具有反比关系。这个工作启动了电学和磁学的统一进程。

奥斯特(Hans Christian Oersted, 1771-1851) 丹麦物理学家。

6 月 27 日 安培(Andr é Marie Amp ère, 1775-1836) 证实了奥斯特的实验结果，并向法国科学院提交了更多的实验数据。他按照分子电流提出了磁性模型。他的陈述开创了独立于静电学的电动力学。

安培(Andr é Marie Amp ère, 1775-1836) 法国

物理学家。对电磁学中的基本定律有重要发现，如安培定律、安培规则和分子电流等。

秋季 毕奥(Jean-Baptiste Biot, 1774-1862)和 Felix Savart (1792-1841) 推导出一小段载电导线产生的磁效应公式。

毕奥(Jean-Baptiste Biot, 1774-1862) 法国物理学家，数学家。

1827 欧姆(Georg Simon Ohm, 1789-1854) 用公式表明电流与电动力和电阻之间的关系。

欧姆,格奥尔格·西蒙 1789-1854 德国物理学家，因其对于数学、声学和电阻测量做出的贡献而著名。

1831 法拉第(Michael Faraday, 1791-1867) 开始研究电磁学。

法拉第，迈克尔 1791-1867 英国物理学家、化学家，发现电磁感应（1831 年）并提出相应理论，后被麦克斯韦和爱因斯坦进一步发展。

1832 高斯(Gauss, 1777-1855) 独立表述未经证明的格林原理。他也改进和推广了库仑定律的公式，并且提出了测量磁强度的实验方法。

高斯，卡尔·弗雷德里希 1777-1855 德国数学家和天文学家，因其对代数、微分几何、概率论和数字理论的贡献而为人称道。

1833 高斯分别提出电静力学和电动力学定律的公式，其中包括“高斯定律”。所有这些工作直到 1867 年才发表。

1852 斯托克斯(George Gabriel Stokes, 1819-1903) 命名并解释了荧光现象。

斯托克斯，乔治·加布里埃尔 1819-1903 英国数学家、物理学家，以其对流体力学的研究闻名。

1855~1868 麦克斯韦(James Clerk Maxwell, 1831-79) 完成电磁学的场论方程，在电磁波的传播速率和光速之间建立起联系，建立了光的理论。

麦克斯韦 (James Clerk Maxwell, 1831-79，英国) 创立电磁场理论，对气体分子运动论有很大贡献。引入“麦克斯韦妖(daemon)”来解释统计热力学(1871)，提出气体分子速率分布定律(1872)。

1861 基尔霍夫(Gustav Robert Kirchhoff, 1824-1887) 提出黑体模型。

基尔霍夫，古斯塔夫·罗伯特 1824-1887 德国物理学家，以他对光谱分析，光学，和电学的研究著名。

1874 George J Stoney 估计电子电荷约为 10-20 库仑，并提出“电子”这个名词。

1875 洛伦兹(Heinrich Antoon Lorentz,

1853-1928)在他的博士论文中，用麦克斯韦的理论推导出反射和折射定律。

洛伦茨，亨德里克 1853-1928 荷兰物理学家。因在磁性对放射的影响方面的研究而获 1902 年诺贝尔奖。

克鲁克斯(W Crookes) 进行阴极射线实验。

克鲁克斯，威廉 1832-1919 英国化学家和物理学家，他发现了铊元素(1861 年)，发明了微辐射探测仪(1875 年)并对阴极射线进行了研究。

1881 迈克尔逊(A A Michelson) 开始干涉仪实验检测传光以太。

迈克耳逊，阿尔贝特·亚伯拉罕 1852-1931 德裔美国物理学家，同莫雷·爱德华一起证明以太这一假设的电磁波介质的不存在，因其光谱学和气象学的研究获 1907 年诺贝尔奖。

1884 赫兹(Heinrich Rudolf Hertz, 1857-94)改进了电动力学公式，表明他和赫姆霍兹德的理论与麦克斯韦的理论相等。

赫兹，亨利希·鲁道夫 1857-1894 德国物理学家，第一位人工发射无线电波的人。

1885~1887 海尔维赛(Oliver Heaviside, 1850-1925) 用两年时间写作《电磁感应及其传播》



需要全本请访问 www.ertongbook.com

(Electromagnetic induction and its propagation)。他用三个(复)矢量形式重新表达了麦克斯韦的结果，得到该理论的近代形式。将方程的基组合并在一起可以推导出电磁理论(常被称为“麦克思维”方程)。在这个过程中，他发明了近代微积分表示法，包括梯度、发散和矢量卷曲。

海尔维赛，奥利弗 1850-1925 英国物理学家，他预言了电离空气层即现在所知的电离层的存在。

1889 瑞利(John William Strutt, Lord Rayleigh, 1842-1919) 按照波传播提出一个辐射模型。

瑞利 英国物理学家。因测定空气密度和与威廉·拉姆齐爵士共同发现氩元素而获 1904 年诺贝尔奖。

1896 发现 X 射线和贝克勒尔辐射(Becquerel radiation)。

发现塞曼效应(Zeeman effect)。

贝克勒尔(Antoine Henri Becquerel, 1852-1908) 法国物理学家。由于发现自发辐射现象而与居里夫妇一同获得 1903 年诺贝尔物理学奖。

塞曼(Peter Zeeman, 1865-1943) 荷兰物理学家。由于他在电磁辐射研究中的杰出贡献而与洛伦兹一

起获得 1902 年诺贝尔物理奖。

1897 汤姆生(JJ Thomson) 试验测定电子的荷-质比。 约瑟夫·约翰·汤姆生(Joseph John Thomson, 1856-1949)。英国物理学家。在气体放电方面进行过不少研究，1897 年通过对阴极射线的研究，测定了电子的荷质比，从实验上发现了电子的存在。1912 年通过对某些元素的极隧射线的研究，指出了同位素的存在。由于对于气体导电的理论和实验上的杰出贡献而获得 1906 年诺贝尔奖。

1905 爱因斯坦(Albert Einstein, 1879-1955) 分析了光电效应现象，提出应当把光看作是由大量分立的电磁辐射波包组成的。

爱因斯坦(Albert Einstein, 1879-1955)

德裔美国理论物理学家，他创立的狭义和广义相对论使现代关于时间和时间性质的想法发生突破性进展并给原子能的利用提供了理论基础。 因其对光电效应的解释获 1921 年诺贝尔奖。

爱因斯坦发表“论移动物体的电动力学”(On the Electrodynamics of Moving Bodies)，推出洛伦兹理论的对称性，以及测量理论和电磁以太状态之间的潜在关联。

## ◎大气电学

大气物理学的一个分支。主要研究电离层以下大气中发生的各种电现象和它们的产生与相互作用过程的规律及应用。远古人类对雷电现象充满恐惧，18 世纪中叶( 1752 年 6 月) 美国 B. 富兰克林的第一次风筝探测雷电试验以后，雷电的本质逐渐被人类认识， 20 世纪 20~30 年代以后，人们逐步对云中起电，闪电和雷的物理特性、形成机制等进行研究产生了大气电学。大气电学有两大主要部分：晴天电学和扰动天气电学。晴天电学主要研究晴天大气电场、大气电导率、地空电流和全球大气电平衡等；扰动天气电学主要研究雷雨云电结构和起电机制、雷与闪电过程、尖端放电过程与避雷方法等。人工影响雷电在目前只处于初期探索阶段，随着大气电学的发展和科学技术的进步， 人类最终将会实现人工影响和控制雷电。在当今，大气电学对人民生活和对电力、电信、建筑、航空等部门都有重要意义。

## ◎科学方法在电磁学教学中的应用

本文表述丁什么是科学才法, 并结合实例着重说明丁科学才法在电磁学教学中的应用, 最后提出丁科学方法的优越性。

这里说的科学方法, 指的是类比、分析、综合的

方法。所谓类比法, 就是两个( 或两类) 对象之间在某些方面相似或相同而推导出它们之间可能相似或相同的一种逻辑推理方法。它是以比较、对照、对比的方法为基础进行推理的, 也就是通过比较、对照、对比不同对象或不同领域之间的某些属性相似从而推出另一属性必然相似。而分析与综合法, 从整体到部分的方法是分析法, 从部分到整体的方法是综合法。

在一些学科中, 常常运用这些方法帮助学生理解定义、概念、掌握规律; 常常把有关的事物以及相应的概念、公式、原理进行类比, 帮助学生把它们联系起来, 又把它们区别开来。它具有启发思路、提供线索、举一反三、触类旁通的作用, 从而可以认识、理解和掌握这些知识。再加上分析和综合, 就可以系统而完整地进行本学科的教学。特别是, 我们现在正处于知识爆炸的年代, 要想在有限的学时内传授给学生较多而完整的知识, 任务是十分艰巨的。但是如果我们善于运用这些方法, 就能节约大量的时间, 会收到事半功倍的效果。

这些方法与各学科的密切关系, 尤其在电磁理论中体现得更为明显、具体。我们进行电磁学教学的一般作法, 可以先分别建立静电场和稳恒磁场( 或稳恒电场) 的基本定律和基本关系式, 然后将二者比较、分

析、综合而进行教学。

电流的对称性，先求出 ，在通过关系式 求出 的值

在进行电流和电源的电动势概念的教学中也可以运用类比法。我们知道，水可以自动地(即靠自身的压力)由高水位处向低水位处流动，但是由低水位处再回到高水位处时，则必须要依靠水泵的作用。正是由于水泵的作用，才形成循环流动的水流。电荷的流动与水流相似，它可以靠电场力的作用由高电位处流到低电位处，但不能再靠电场力的作用由低电位处回到高电位处。怎样才能使电荷由低电位处回到高电位处呢?这就必须依靠电源的作用来完成这一任务。把电荷的流动与水流对比，我们就会很自然地引出电源及电源中的非静电力的概念。这样，对水流的认识过渡到了对电流的认识，从而使学生对电源及电源中的非静电力和电动势的概念，就会有一个十分形象化的深刻的理解，否则，这些概念是难以表述清楚的。

这就是麦克斯韦方程组，构成了电磁场的基本方程，再加上 与解质性质有关的关系式和 的边界条件、初始条件，就可以确定空间某一点在某一时刻的电磁场，为解决各种实际问题奠定了基础。

通过上面的讨论，可以看出类比、分析、综合法

的优越性:

1. 可以使概念更加清晰、形象化、便于记忆, 牢固地掌握学过的知识。

2. 可以发现概念或规律之间的异同、相似及内在联系, 从而加深对概念、规律的深刻理解和掌握。

3. 也可以发现新的规律, 提出新的概念, 具有启迪思维和不可忽视的开拓作用, 从而推动本学科的进一步发展。

## ◎爱因斯坦

Einstein，Albert（1879～1955 年）物理学家。生于德国，1933 年迁居美国。在物理学的许多部门中都有重要贡献。其中最重要的是在二十世纪初的一些新发现的推动下，建立了狭义相对论（1905 年）；并在这基础上推广为广义相对论（1916 年）。还提出了光的量子概念，并用量子理论解释了光电效应，他在阐明布朗运动、辐射过程、固体比热和发展量子统计等方面也有很多贡献。爱因斯坦曾访问过中国，正当他在上海时得知，由于他在理论物理和对量子理论方面的贡献而被授予 1921 年诺贝尔物理奖，但由于当时对相对论还有争议，而在授奖时并未提及他这一伟大贡献后期致力于相对论“统一场论”的建立，企图把电磁场和引力场统一起来，但无成效。爱因斯坦的



需要全本请访问 www.ertongbook.com