

电学中的牛顿— 安培

宋佰谦 著



广西人民出版社

电力学中的牛顿

——安培

宋 佰 谦 著

广西人民出版社

电学中的牛顿——安培

出版、发行 广西人民出版社

(邮政编码: 530021

南宁市河堤路14号)

印刷 广西社会科学院印刷厂

开本 787毫米×1092毫米 1 /32

印张 5.5625

字数 125千字

版次 1992年6月第1版

印次 1992年6月第1次印刷

印数 1—700册

ISBN 7-219-02056-2 / O · 10 定价: 3.50元

谨以此书献给

我尊敬的导师、物理学家
及物理史学家——李国栋教授。

宋佰谦

目 录

绪论	(1)
第一章 安培世界观二重性的历史渊源	(10)
1.1 法国资产阶级启蒙思想的影响	(10)
1.2 处于业余科学向职业科学过渡的时代	(17)
1.3 在1793年以后的年代	(21)
1.4 安培哲学和美学	(26)
第二章 安培的“非正统”化学观	(30)
2.1 从拉瓦锡的正统化学观说起	(30)
2.2 安培的“氯氟碘的哲学”	(37)
2.3 安培几何分子学	(46)
第三章 安培电动力学及其本体论	(57)
3.1 安培本体论和奥斯特认识论	(57)
3.2 创立电动力学	(66)
3.3 安培分子电流假说	(76)
第四章 安培的实验哲学	(87)
4.1 何谓“零实验”？	(88)
4.2 安培为推导电动力公式所进行的	

	“零实验”.....	(92)
4.3	“唯一地用实验来推导理论”	(106)
第五章 安培卷入的两场论争.....(113)		
5.1	毕奥—萨伐尔定律的发现.....	(116)
5.2	毕奥—安培论争.....	(121)
5.3	电磁学从法国到英国.....	(127)
5.4	法拉第—安培论争.....	(131)
5.5	“电学中的牛顿”	(138)
第六章 安培对十九世纪电磁学的影响.....(145)		
6.1	超距势电动力学的产生.....	(146)
6.2	韦伯发展安培力理论.....	(151)
6.3	在批判中发展的场论.....	(155)
6.4	经典电磁学的第一次大综合.....	(160)
参考文献.....(165)		
后记.....(168)		

绪 论

安培是世人皆知的电学家，只要您家里有电器，您就免不了提到“安培”这个名字。然而，安培之所以流芳百世，不仅仅因为他在科学上发现了什么，更重要的是他是19世纪初法国一位少有的科学哲学家和方法论专家。我在这里给读者提供的不是关于安培的生活素描，在这一方面，法国历史学家会比我们占有更多的历史资料和活资料。作为研究安培的东方学者，我认为更大的主动性应当存在于安培的科学思想和方法方面，因为对于任何一位科学家，只要我们能够尽多地掌握他的学术论著，并对他的时代的社会、科学和人文背景有相当的了解，就可以对这位科学家作出历史的评价，而不管评论者或者历史学家是西方人还是东方人。科学和哲学语言的世界性已经为我们扫清了科学及科学思想的历史研究上的东、西方障碍。鉴此原因，我早在10多年前已经将安培研究选择为研究19世纪电磁学发展史的一个专题，积多年研究写成了《电学中的牛顿——安培》一书。这是一部寓哲理于人生、寓思想于科学的学术性著作，主要是为我国的科学史、科学哲学、自然辩证法和物理学专业的高年级学生、研究生以及有关学科的历史研究者写的。

安培（1775—1836）是法国19世纪著名物理学家、化学

家和数学家，电动力学创始人和阿伏伽德罗—安培分子假说提出人之一。他生活在法国社会急剧动荡和世界科学迅猛变革的时代。他在这样的环境中成为一位象牛顿一样的决定论者，而且是一位将因果论等价于决定论的人，是耐人寻味的。安培相信“绝对真理”。在他看来，外部世界无论属于哪一层次，无论是看得见的还是看不见的，无论是物质的还是精神的，其运动总是受到某种超乎于人的意志的东西的操纵，运动的结果唯一地由这类客观之物来决定。在安培的人生哲学中充满着客观唯心主义，“绝对真理”体现为命运的律令，这种律令是由上帝的旨意决定的；上帝又是客观存在的，不容许证明的。而在自然科学领域，安培表现为纯粹的唯物主义者，他认为自然的“绝对真理”只能从物质的最终实在或者物质世界的本原方面得到解释，即使概率问题也不例外；物质世界的现象唯一决定于最终的物质实在的运动，在这里不存在相对主义，而人们对物质实在的假设是相对的，允许因人而异。他将更多的自然哲学的辩证要素转移到科学哲学中来，承认人类对自然的辩证认识可以在很大程度上反映自然的辩证过程。这样一来，因果决定论、“绝对真理”和反“相对主义”的倾向，构成了安培哲学的一大范畴。这一范畴的另一方面，体现为安培的本体论。

自然科学中的本体论并不违反辩证唯物主义的认识论。安培的本体论反对的只是不承认假说的科学作用的唯象的认识论。在物理学中，狭隘的唯象认识论与朴素的实在论有着直接联系，并且在一定程度上构成了实证主义的一个基础。作为一种认识方法的本体论所追求的是对外部世界本原或者最终的物质实在的认识。相信有一个离开知觉主体而独立存

在的外部世界，是一切自然科学的基础。自然科学的本体论者的目标是要根据某些物质实在统一解释某一外部世界的现象。然而，物质的实在，如分子、原子、电子，并不直接暴露于自然的表面，不能被我们的感官直接察知，我们凭感官获得的只是实在所产生的现象或效应，而不是实在本身。德谟克利特早在两千多年前就说过：“依照惯常的说法，甜就是甜，苦就是苦，冷就是冷，热就是热，颜色就是颜色……也就是说，感觉上的东西被认为是实在的，而习惯上的也就是这样看的，但真正说起来，它们都不是实在的。”德氏批判的是朴素实在论。两千多年后罗素在批判朴素实在论时更明确指出：“我们全部都从朴素实在论出发，即从这样的原则出发：事物都是好象它们的外观所表现的那样。我们以为草是绿的，石头是硬的，雪是冷的。但物理学却使我们相信，草的绿，石头的硬和雪的冷，并不是我们在自己的经验中所知道的绿、硬和冷，而是一些很不相同的东西。一位观察者，当他以为自己在观察一块石头时，如果他相信物理学，那末他实际上在观察石头对他的作用。因此，科学似乎在同它自己作对：当它很想是客观的时候，却发现同自己的意志相反，陷入了主观性。朴素实在论导致物理学，而物理学如果是正确的话，却证明朴素实在论是错误的。因此，如果朴素实在论是正确的话，它就应该是错误的；因此它是错误的”①。

朴素实在论主张主观反映客观，而随着认识的深化就发现主观无法全面反映客观。本体论之所以能继朴素实在论而兴起，其根本的信仰系基于“世界的永久秘密在于它们的可理解性”。要是没有这种信仰，关于外部世界的最终实在

①转引自《爱因斯坦文集》第1卷，第403页。

的假说就建立不起来，从而物理学就不会深入到今日的基本粒子的层次，甚至人类与动物相比就不会高明多少。恩格斯在《自然辩证法》一书中曾经说过“如果动物不断地影响它的周围的环境，那末，这是无意地发生的，而且对于动物本身来说是偶然的事情。但是人离开动物愈远，他们对自然界的作用愈带有经过思考的、有计划的、向着一定的和事先知道的目标前进的特征。”①在人类的实践中，自然科学是使人类从动物界划分出的一类活动，它使人类离开动物越来越远，并使人类认识外部世界的能力越来越强。科学之所以具备这种能动作用，关键在于人类能够从自然中推演出高于现象所能给予的观念认识，在于人类使用这种观念或者假说反作用于自然，从而不断推进人类对外部世界的理解。因而在人类与自然的关系上，人类绝对不会而且实际上也没有停留在对外部世界的直接的、朴素的临摹阶段上。这就要求自然科学家们善于使用假说，甚至要求他们的实验也贯穿着某种假说，正如安培的作法那样。所谓假说，就是对外部世界的物质实在的假设。这些假说可以是各种各样的，并不要求它们完整无缺地成为我们所看不见摸不着的物质实在的反映，只要我们在某一假说基础上能够比较统一地解释由这类实在导致的一大类可观测的现象，我们就可以说该假说已经帮助我们深化了对物质本原的认识。因此，在本体论中假说可以而且应当容许满足两个条件：（1）假说是主体和客体的统一体；（2）假说应当是具备阶段性的。简言之，假说是对客观实在的“理性重构”，是本体论者区别于实证主义者的显著标志。实证主义要求只有被实验证明了的才算真实

①恩格斯：《自然辩证法》，第157页。

的，反对人类对客观实在的理性设想，否定假说对科学的促进作用。实际上，人类远在上古希腊时代已经提出原子论，并希望用原子统一解释世界万物，而原子论在当时是无法得到实验证明的，但古希腊原子论对科学的贡献却源远流长。与此相反，由于法国在18—19世纪之交滋长了实证主义的思潮，结果导致近代化学原子论不可能产生于法国，而产生于英国。安培生活在法国实证主义占统治地位的时代，他不仅相信原子论，而且还进一步提出分子假说。这是应当很好研究的。笔者在撰写这部著作时作了初步尝试，第一章结合当时的社会哲学对安培的影响，第二章结合安培在化学领域的贡献，多方面地分析了安培的因果决定论形成的原因。因果决定论要求他有反实证主义的强烈倾向，要求他成为一位本体论者；第三章进一步结合安培创立电动力学的工作，全面阐述了安培的本体论思想，为在第四章讨论安培的实验哲学奠定了基础。这样做不单是出于历史时序的要求，主要目的是为了便于尚不十分熟悉安培的读者能够深入浅出地把握安培的科学思想和方法。

世界是统一的，是可以得到统一解释的。世界的统一性意味着世界的有序性，这种有序性是世界可认识的前提。然而，展现在我们面前的外部世界又是如此混沌、如此缺乏有序性。为什么天体作圆周运动，而地球上的物体作直线或抛物线运动？为什么电荷能够单极性地存在，而磁体必须双极共存？为什么静止的电荷不能作用于磁，而运动的电荷又能作用于磁从而产生电磁效应？物理学家之所以能够从表现的混沌现象中窥视到世界的有序性，最根本的一点是他们勇于将观念形态的东西赋予物质实在，从而使构造的实在暂时脱

离物质实体，以便在构造的实在的基础上摸索外部世界中可能的有序性，一步一步地去实现对外部世界的统一解释。每当我们对世界的统一性获得更进一步的解释，那末我们所构造的实在也就更进一步地逼近了物质实在。

我把本书命名为《电学中的牛顿——安培》，一是因为安培属于牛顿力学哲学学派，二是因为安培成功地将牛顿力学哲学运用于电磁学从而创立起电动力学。所谓电动力学，按照安培的解释，就是将牛顿所创立的自然哲学的方法运用于研究电磁现象的一门学科。研究电磁学的方法很多，其中有唯象的方法，奥斯特所使用的就是这种方法。这种研究方法不主张深入现象的本体方面，而仅根据所发现的现象提出一些直观的、朴素的假设（如“电碰撞”假设）进行解释，保留着相当多的朴素实在论的因素。另一种方法就是场论的方法，是在安培以后由法拉第和麦克斯韦创造的。场就是法拉第和麦克斯韦认识世界的出发点，是物质世界中一种具有广延性和时间性的本体，它不象古希腊原子论所假设的原子，也不象牛顿为使复杂的力学现象付诸于数学分析抽象出的质点或质点系，它没有确定的边界，但经过法拉第特别经过麦克斯韦的运用则能较完美地解释电磁学现象。虽然场在法拉第一麦克斯韦电磁场论中简直不是以某种假说的形式出现，而电磁场论在本质上仍属于本体论的范畴。这是因为场本身不可能得到实验的证明，法拉第在很大程度上系先验地借助于康德关于空间的观念引进了场的概念，然后再经麦克斯韦引进电位移和位移电流的假说，场才作为物质的一种基本实在被确立起来。

安培处理电磁现象的思想和方法处于一种十分特殊的地

位，它产生于奥斯特的朴素实在论的方法之后，而先于电磁场论方法而出现。因果决定论决定了安培不可能停留在朴素实在论的认识论阶段上，促使他去寻找解释现象世界的根本原因。他是位数学家，他希望用分析数学的工具解决物质世界提出的问题，而康德哲学中关于空间的论述在麦克斯韦到来之前是无法与数学分析相结合的。面对有质物质和空间（或者场）的两种实在，安培沿着牛顿所走过的道路选择了前者，将电磁现象的本原归为了电学物质，并假设“电流元”进而假设“分子电流”作为建立电动力学的基点，正如牛顿从质点出发建立万有引力公式那样。牛顿力学的简洁性是以牺牲空间的物质性为前提的，因此，在安培理论中电磁现象赖以显现的空间也被几何化了。空间的几何化必然导致空间与时间的分离。这样一来，安培理论中的电流与电流的相互作用是不需要占有时间的，作用的传递是超距的，正如牛顿万有引力那样。因为安培的方法是对牛顿力学在电磁学领域的发展，麦克斯韦便称安培为“电学中的牛顿”。

安培在创立超距电动力学后曾亲自经历两次学术论战（详见第五章）。第一次是安培与毕奥的论战，安培获得胜利，因为他能够证明电动力完全服从于牛顿万有引力的模式，而且能够遵循牛顿力学第三定律；而毕奥发现的电磁相互作用却垂直于作用元（即电流和磁体）的连线，且似乎只有作用力而无反作用力。安培的成功在于他善于使用假说——“磁就是电流”。在这一假说之下，磁不存在了，所谓磁只不过是电流产生的效应。他甚至根据这一假说解释了磁的双极为什么永远并存的现象。毫无疑问，这是安培本体论所取得的胜利。然而，安培在与法拉第的论战中失败了，这是

因为用他的理论无法预见电磁感应现象，而法拉第依其场论方法发现了电磁感应定律。论战并未因此结束，在此后长达半个多世纪中，以超距电动力学体系为一方，以法拉第一麦克斯韦电磁场论体系为另一方，围绕着场与源孰先孰后的问题，将论战推上一个又一个高潮。安培的理论属于超距力理论，我们在本书最后一章讨论了这个理论对19世纪电磁学理论的影响，归纳起来大体分为三个方面：（1）导致了以诺埃曼理论为代表的超距势电动力学理论；（2）对麦克斯韦的电磁场论亦不无影响。麦克斯韦虽然是场论的创始人，但在许多方面他仍然得参照安培的方法，有条件地汲取源论的作法，如假设存在位移电流就是这样。又如，关于“磁就是电流”这一假说，是安培对“绝对真理”信仰的产物，它从反面刺激了麦克斯韦，使他认识到有必要引入一定程度的“相对主义”，由此提出了一个对称的命题——“电流就是磁”，而这一命题反映的正是电磁感应现象。麦克斯韦将这两个命题结合起来，得到了电磁场方程组的两个旋度方程；（3）从源论方面为洛伦兹提出有源场论——电子论创造了条件。洛伦兹发现，安培的分子电流假说还比较逼近物质实在，它所缺乏的是旋转分子电流辐射能量的功能，倘若加上这一条，就能与场结合起来，从而建立起物质的源与物质的场的有机联系。

安培虽然是法国19世纪前半叶的科学家，其主要成就产生于1810—1827年之间，但作为一位卓越的科学家，其科学思想之源泉可追溯到牛顿的时代，其科学成就对19世纪物理学的影响一直盛行不衰，甚至直到今日。如果要正确评价安培，得对18—19世纪的科学史和科学思想史有所了解。笔者

致力于将安培放在前后两百年的历史轴上，前有牛顿、开文迪许、富兰克林、库仑、拉瓦锡，中有奥斯特、拉普拉斯、毕奥、萨伐尔、菲涅耳、阿喇戈、富里叶、法拉第、戴维、道耳顿、阿伏伽德罗，后有麦克斯韦、韦伯、诺埃曼、赫兹、洛伦兹，加上社会科学领域的人物，将近百人。有的人物即使只在书中出现过一次，也是为了把安培写活的必要。采用这种大纵横断面的写法是否得体，得请读者来评价。我在这方面仅仅作了一点初步尝试，但愿能获得读者和同行专家的反馈意见，以利改进和完善安培研究的工作。

第一章

安培世界观二重性的历史渊源

在安培一生中，其世界观始终表现为似乎不可调和的两种观念的综合体，一是他相信事实，他对科学事实的相信甚至超过对科学方法的相信；二是他相信上帝，在其人生观上体现为对宿命论的迷信（这与他的家庭屡遭不幸有关），而在其自然观上则表现为将决定论等价于因果论。其实，在其整个科学研究生涯中，这种二重性的思想是不可分割的。从法国资产阶级启蒙运动，到法国资产阶级大革命（1789—1794），再到拿破仑中央集权的第一帝国时代，社会的、政治的、思想的以及科学中特别是牛顿力学的各种影响，集中向他袭来，把他磨炼成他所处的那个急剧动荡的时代绝无仅有的奇特人物。

1.1 法国资产阶级启蒙思想的影响

安培出生于1775年1月22日，生长于法国里昂一个富裕的丝绸商贾家庭。在他出生不久，安培的

父亲让—雅克·安培就把家迁到波莱米厄 (Poleymieux) 附近的一个僻静的村庄。安培在那里渡过了童年和少年时代。

当时，法国资产阶级思想启蒙运动已进入高涨的阶段，各种思潮剧烈冲击着法国各个阶层。如何拯救腐败的王朝，如何根治社会弊病，成为人们共同关心的问题。

根据著名科学史家L·皮尔斯·威廉斯 (L. Pearce Williams) 的研究，在法国资产阶级革命爆发之前，法国资产阶级启蒙思想集中反映在对待社会美德的认识方面，其中可细分为三种思想流派。

第一种思想改革流派，是所谓“启蒙禁欲主义”，系由费尼龙 (Fénélon) 创导，经由蒙特斯克厄 (Montesquieu) 所发展。这个流派从古罗马共和国的历史得到启发，认为宇宙间存在着的秩序早已为一个美好的共和国规定了行为的准则，但由于财富过剩和伊璧鸠鲁哲学的影响，干扰了人的灵魂，使公共美德无从发挥，最后破坏了罗马共和国，并导致了北方野蛮民族的入侵。自此以后，公共美德消失了，各国政府可以而且实际上不需要这种美德而存在下来。暴君依仗暴力维持统治，专制君主使用恐吓手段君临万民。与此不同的是，人类所期望的共和国，是通过政治美德或公共美德来保障自由和公正的。而这种政治的或公共的美德，在物质财富妨碍精神文明发展的时候，是需要通过人类的自我克制才能焕发出来的，要做到这一点十分困难。如要恢复共和制，首先得让肉体服从于自然，人类要通过自我反省重新认识宇宙秩序，从而达到对宇宙秩序所规范的人间道德律的把握。这样，人们必须了解宇宙，懂得自然知识，进而完成对社会及