

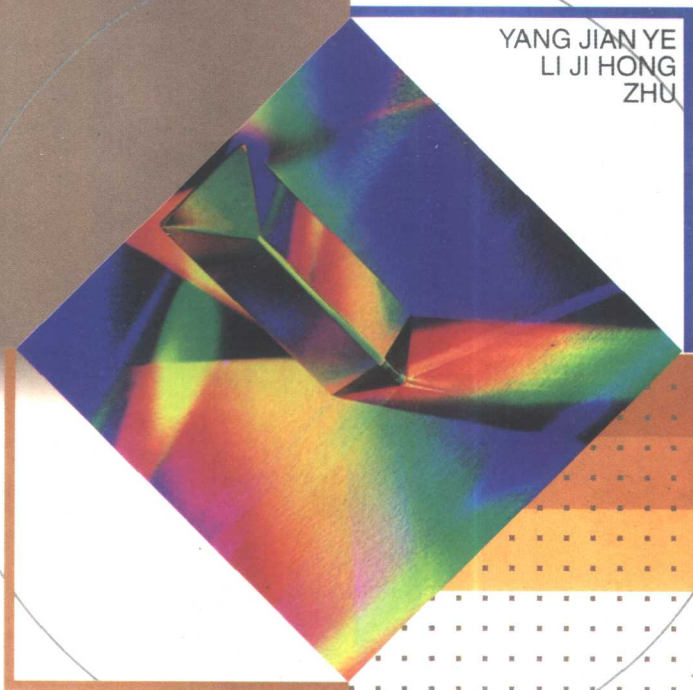


# 走向微观世界

——从汤姆逊到盖尔曼

杨建邺 李继宏 著

YANG JIAN YE  
LI JI HONG  
ZHU



ZOUXIANG WEIGUAN SHIJIE  
CONG TANGMUXUN DAO GAIERMAN

武汉出版社



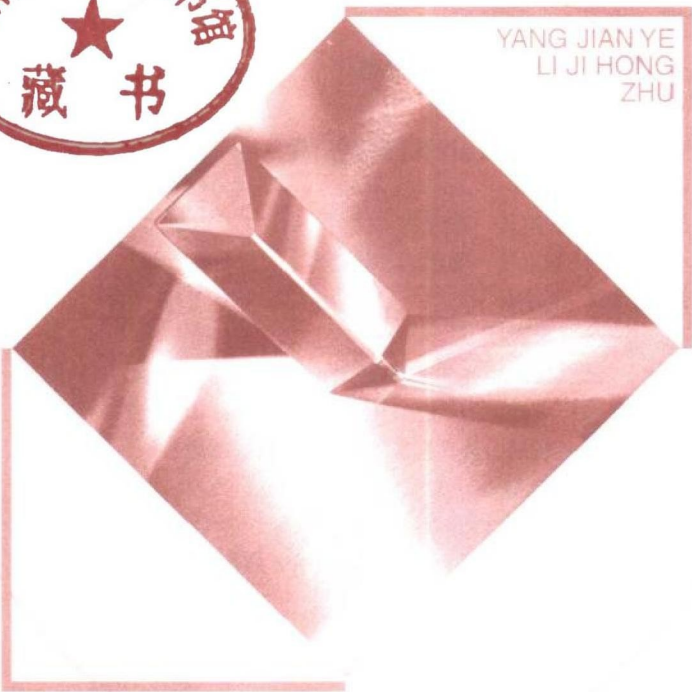
# 走向微观世界

——从汤姆逊到盖尔曼

杨建邺 李继宏 著



YANG JIAN YE  
LI JI HONG  
ZHU



ZOUXIANG WEIGUAN SHIJIE  
CONG TANGMUXUN DAO GAIERMAN

武汉出版社

(鄂)新登字 08 号

图书在版编目(CIP)数据

走向微观世界:从汤姆逊到盖尔曼/杨建邺,李继宏著. —武汉:武汉出版社,2000.2

(诺贝尔奖史话丛书/杨建邺主编)

ISBN 7-5430-2163-3

I. 走… II. ①杨…②李… III. ①基本粒子-物理学史  
②诺贝尔奖金-物理学-科学家-生平事迹-世界  
IV. O572.2-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 77477 号

## 走向微观世界:从汤姆逊到盖尔曼

---

著作责任:杨建邺 李继宏

责任编辑:周雁翎 明廷雄 郭廷军

封面设计:刘福珊

出版:武汉出版社

社址:武汉市江岸区北京路 20 号 邮编:430014

电话:(027)82839623 82842176

印刷:湖北省通山县印刷厂 经销:新华书店

开本:850×1168mm 1/32

印张:8 字数:168千字 插页:5

版次:2000年4月第1版 2000年8月第1次印刷

印数:0001-3000册

ISBN 7-5430-2163-3/0·5

定价:12.80元

---

版权所有·翻印必究

如有质量问题,由承印厂负责调换。

# 诺贝尔奖史话丛书

主 编 杨建邺

副 主 编 段若川 郭奕玲 童 鹰

编 委 彭小华 杨建邺 段若川  
郭奕玲 童 鹰 陈蓉霞

策 划 彭小华 周雁翎

责任编辑 周雁翎 明廷雄 郭廷军

装帧设计 刘福珊

Fk87/22/11



## 总序

诺贝尔奖从 1901 年开始颁发,到今年已有近 100 年的历史。在这 100 年的历史中,诺贝尔奖已经成为人类科学、文学和社会活动事业中最受人们重视的奖励。到 1999 年为止,已有 687 位不同领域的专家、学者获奖。

诺贝尔奖授予的基本准则是奖给世界上最杰出的人才。瑞典的诺贝尔基金会每年都要煞费苦心地从全世界各地推荐的大量候选人中,遴选出对人类利益作出最卓越成就的贡献者。

世界各国的科学家、文学家和社会活动家,一般都把能够获得这种奖励看作是一生中所能拥有的最高荣誉;而且,每一位诺贝尔奖获奖者,不论社会各界对诺贝尔奖有什么不同的评论,他们从获奖之日开始,就成为备受全世界人民关注的人物。

诺贝尔奖之所以有这么巨大的声誉和威望,不仅是因为它有悠久的历史 and 巨额的奖金(每一项学科的奖金现在约为 100 万美元),而且更重要的是,诺贝尔奖金评选委员会始终坚持了诺贝尔本人遗嘱的基本精神:公正、科学技术的最高水平和文学上的“理想主义倾向”。由于评选委员会能够始终如一、自觉公正地坚持这种最高的评审标准,所以这项奖励已经成为国际社会中的地位最高、影响最大的世界性奖励;许多研究机构、院校和国家以能获得诺贝尔奖而引为自豪。就像奥林匹克运动会那样,获奖者将被视为民族英雄。正因为如此,诺贝尔奖的颁发为全世界科学、技术和文明的发展带来了巨大的



效应和活泼的生机。就这一意义来说，诺贝尔奖好比是一架伟大的“永动机”，它持久不衰地激励着世界各国的精英奋勇拼搏，驱动着人类文明的事业以空前的速度向前发展。全人类都应该感谢诺贝尔奖给人类带来的美好愿望和伟大进展，更应该感谢而且铭记这项奖励的发起人阿尔弗雷德·诺贝尔。

为了缅怀这位巨人的伟大功勋，为了感谢近 700 位诺贝尔奖获得者对人类所作出的巨大贡献，我们组织编写了《诺贝尔奖史话》丛书，希望能够通过这套丛书表达我们对人类未来美好前途的祝愿。我们还希望广大的中国读者能通过这一丛书更好地认识、了解诺贝尔奖，从而树立远大的目标，为祖国事业的进一步腾飞和世界文明的长足发展贡献我们的力量。

在 20 世纪即将结束之际，两位华裔学者接连获奖，这对于我们中国人来说，不能不是一个令人激奋的消息。

古诗曰：

满眼生机转化钧，  
天工人巧日争新。

愿我中华儿女能在 21 世纪大展宏图，让 21 世纪诺贝尔奖获奖史上不断写上我们中国人的名字！

杨建邨

1999 年 12 月



## 前 言

一尺之棰，日取其半，万世不竭。

《庄子·天下》

基本粒子……总数成了 60。再加上希格斯子，总数为 61。……宇宙所有物质的基本定律竟然依靠这么大量而且复杂的基本客体，似乎颇令人不安的。

M. 盖尔曼：《夸克和美洲豹》

我们身边的物质，色彩缤纷，洋洋乎大哉！真让人有目不暇接、美不胜收之慨。在这万花筒般的大千世界里，人们能够对它们有一个更深入、更根本性的认识吗？

在古代希腊，有一些睿智的哲学家，以惊人的想像力和推理能力，在完全没有实验验证的情形下，大胆猜想，认为大千世界的所有物质，包括我们人在内，都是由无数独立的、小得看不见的原子构成的。这些原子亘古不灭，不可摧毁，因而也是永存不朽的。在西文里，原子是 atom，就是“不可分割”的意思。

在 2400 多年以前，希腊哲学家德谟克利特 (Democritus, 前 460—前 370) 就曾指出：

“世界和宇宙中的万物，都是由看不见又不可分割的微小粒子组成。”

德谟克利特把这些“看不见又不可分割的微小粒子”称为“原子”。后来，人们把他尊称为“原子之父”。意思



就是说,德谟克利特是原子理论的奠基人。

人类探索自然奥秘的一个重要方面,就是探索、研究物质生活的微观结构。德谟克利特可以说是这方面的发端者。

但是,微观世界的探索是十分艰难的,其关键原因是长期无法用实验来证明。虽然化学界早在几百年前就已经无忧无虑地用原子学说讨论化学问题,但许多科学大师只把原子当作一个“很有用”的假说、符号,却并不真地认为有原子这么个实体。例如,到19世纪末和20世纪初,还有许多科学家不承认原子假说是正确的理论。曾于1909年获诺贝尔化学奖的德国科学家奥斯特瓦尔德(F. W. Ostwald, 1853—1932),就曾公开地说:

“我不相信原子理论,如果要让我相信,那就让我亲眼看到原子!”

到了20世纪初,由于工业技术的发展,科学家终于可以利用巧妙的实验,让奥斯特瓦尔德看到原子了。在这些实验中,法国物理学家佩兰(J. Perrin, 1870—1942)的实验最有说服力。1926年,佩兰由于“为原子概念作的贡献”而荣获诺贝尔物理学奖。

非常有意思的是,正当科学家为原子理论的胜利而欢呼雀跃时,一位英国物理学家汤姆逊(J. J. Thomson, 1856—1940)却石破天惊地用实验证实:宇宙万物由原子组成是正确的,但是,原子不是不可分的,原子还由更小的粒子组成。这些更小的粒子中的一个电子(electron)。

这样,原子原来并不是最“基本”(element)的粒子。后来,人们把电子等粒子称为“基本粒子”(element parti-





cles),意思是说它们才是最基本的粒子;原子虽说是构成宇宙万物的一种“基石”,但原子又是由许多基本粒子构成的。现代物理学已经进一步证实,基本粒子不只有电子一种。据盖尔曼(M. Gell-Mann, 1929— )的说法,基本粒子已达 61 种。值得英国人骄傲的是,第一个基本粒子是他们的同胞 J.J. 汤姆逊发现的。汤姆逊的功绩确非一般。



## 目 录

前 言 .....	( 1 )
<b>第一章 走向原子世界</b> .....	( 1 )
第一节 人类发现第一个基本粒子 ——J. J. 汤姆逊和电子的故事 .....	( 2 )
第二节 人类发现第二个基本粒子 ——爱因斯坦和光子 .....	( 22 )
第三节 魔术师卢瑟福 .....	( 44 )
第四节 查德威克捡了一个便宜 .....	( 67 )
<b>第二章 粒子世界</b> .....	( 87 )
第一节 反物质世界的第一个粒子 ——正电子的发现 .....	( 88 )
第二节 鬼魅般的粒子——中微子 .....	( 108 )
第三节 汤川的介子理论让世界大吃一惊 .....	( 129 )
第四节 奇异粒子和宇称守恒的坍塌 .....	( 156 )
第五节 丁肇中和 $J/\psi$ 粒子 .....	( 189 )
<b>第三章 粒子内部的世界</b> .....	( 218 )
第一节 盖尔曼: 粒子物理学中的奇才 .....	( 220 )
第二节 寻找更基本的粒子 .....	( 226 )
第三节 顶夸克的故事 .....	( 238 )
<b>参考书目</b> .....	( 243 )
<b>后 记</b> .....	( 245 )



## 第一章 走向原子世界

在上世纪末本世纪初,物理学正在进入一个新时代的黎明时期。……人们对于电可能具有的原子结构曾经进行过很多的讨论。但是要知道,虽然在很久以前就有人设想关于物质原子结构的概念,但是这种设想不能被载入到科学著作中去,因为除非有定量的实验证据,没有任何一种哲学的讨论能够作为科学的真理加以接受。

杨振宁:《基本粒子简史》

19世纪中期,在所谓“经典近代原子理论”中,包括物理学和化学两个方面。大约从1810年到1860年的50年期间,自然科学家们大都使用这个理论。

物理学家们使用的原子概念,主要是指一些非弹性粒子(或惯性质点),其特点是有各种各样的吸引和排斥力。例如,19世纪中期有一本物理教科书上写道:

“原子、吸引、排斥和惯性,这4个词能解释大部分自然现象。”

化学家心目中的原子,在19世纪实质上就是道尔顿(J. Dalton, 1766—1844)的原子论,即原子是化学上不可分的微粒,它们具有不同的重量。

1860年到1895年期间,关于原子是否存在的争论,又趋激烈。一方面尽管原子假说能够作出某些十分精确的预言,但另一方面又有许多实验反证原子理论是无法解释的。也许更严重的是,原子假说要求物质实体有某



种亚结构,但持原子理论的科学家们却拿不出一个能让大家满意的实验证明。这种两难的局面,使许多科学家无所适从,以致法国著名科学家彭加勒(J. H. Poincare, 1854—1912)用一种“中立性假说”来对待原子假说。他说,原子假说既不能认为是正确的,也不能认为是错误的;今后能否使用这一个假说,也仍然是一个悬而未决的问题。

1895年以后,这种两难的局面迅速改观,不仅原子假说得以最终获胜,而且人类竟然一下子进入了原子世界……

## 第一节 人类发现第一个基本粒子 ——J. J. 汤姆逊和电子的故事

人类认识的第一个基本粒子就是电子,它远比其他粒子更轻。……人们通常把发现电子的功劳归于英国物理学家汤姆逊爵士,这是公正的。

S. 温伯格:《亚原子粒子的发现》

1856年12月18日,汤姆逊出生于英国曼彻斯特附近的契瑟姆镇。他出生的那年,正好是另一位纯科学家和梦想家——意大利伟大的阿伏伽德罗(A. Avogadro, 1776—1856)去世的那一年。

汤姆逊的父亲是一位书商兼出版商,专门经营那些版本很少、年代又久远的书籍。由于家庭的自然熏陶,汤



姆逊从小就喜欢在旧书店和旧书摊上搜集那些不起眼但又十分有价值的旧书；他更喜欢的事情是一个人安静地在小屋里看书。另外，他父亲虽然不是科学家，但由于生意上的往来，与许多大学教授、作家、名流交往甚密；有一些知名学者，还与他父亲成了终生好友。在这种良好气氛的感染下，汤姆逊从小就对自然科学有了浓厚的兴趣。



汤姆逊

汤姆逊的母亲“小巧玲珑而又有一双黑色明亮的眼睛，她身上经常散发出一种慈爱的气质”。他们家中经常有许多小孩聚在一起，这使他们可以在一起“演出”各种有趣的儿童剧。每次演完以后，汤姆逊的母亲就会用丰富的茶点来奖励孩子们的优秀“演出”。孩子们见了犒赏的点心，总会高兴得尖叫起来。汤姆逊从小就在这种愉快的气氛中成长，他的心智十分正常地发展。

有一天，汤姆逊从外面走进书店时，看见父亲正在和一个大胡子学者谈话。看见儿子进来了，父亲就把儿子叫到跟前介绍说：

“这位是焦耳先生。”

汤姆逊听说过焦耳是一位著名的科学家，因此十分



激动地向焦耳行了一个礼，怯生生地说：

“您好，焦耳先生。”

事后父亲对儿子说：

“以后有一天你也许会骄傲地对人说：我见过伟大的科学家焦耳，还向他问过好。”

汤姆逊的父亲原想让汤姆逊成为一个搞应用科学的工程师，但不幸的是，汤姆逊 16 岁时，父亲去世了。家庭经济陡然困难起来，交不起工学院所需的大笔费用。他母亲在亲友的劝说和帮助下，再加上欧文斯学院为他提供了一笔助学金，于是汤姆逊得以继续念书，没有中断学习。他弟弟没有他幸运，不能继续深造，只得去经营印花布生意。

1876 年，汤姆逊由于学习成绩优秀，被保送到赫赫有名的剑桥大学三一学院深造。1880 年，汤姆逊从三一学院毕业，获得学士学位。汤姆逊终生都非常感激他幸运地获得了奖学金。他常常对人说：

“剑桥大学学术气氛和研究环境，真可以说独一无二，难有与其匹敌的，但只有富裕人家的子女才能进去读。我如果没有奖学金，就不可能进去读书。”

### 伯乐瑞利

汤姆逊毕业后不久的 1884 年，剑桥大学的卡文迪什实验室主任瑞利(J. W. S. Rayleigh, 1842—1919, 1904 年获诺贝尔物理学奖)教授想辞去主任之职。

“那么，您认为由谁来继任这一重要的职位呢？”

这显然是人们都十分关注的一个问题。我们知道，



卡文迪什实验室是1871年由伟大的物理学家麦克斯韦(J.C. Maxwell, 1831—1879)创建的。麦克斯韦是创建经典电磁理论大厦的科学大师,也是第一任卡文迪什实验室负责人。接任麦克斯韦职位的瑞利教授,也是一位功勋卓著的大科学家。如果他辞去这一职务,由哪一位继任当然是英国科学界乃至英国人民都十分关心的事情。人们自然而然地认为,必须由一位在科学事业上作出许多重要贡献的大师级科学家来接任空出来的职位。

人们问瑞利打算推荐谁继任他辞去的职务。瑞利的回答着实让人们大吃一惊:

“我愿推荐J.J.汤姆逊继任这一重要的职位。”

为什么人们要大吃一惊呢?因为这时汤姆逊才28岁,从大学毕业也只有4年时间,还没有做出任何重要的贡献。虽然他显示出一定的才华,但是他的研究多半是理论性质的,在实验方面他根本没有做出多少成绩;而且,就是在理论研究方面,人们也认为他的水平并不是最高的。更何况在三一学院传统的数学荣誉考试中,汤姆逊只得了第二。而麦克斯韦当年可是响当当的第一名啊!……总而言之,大家都对瑞利的推荐表示怀疑:这位并不特别出众的青年人,能担当起这么一个重要的职务吗?卡文迪什的成就,可是与大英帝国的威望、荣誉息息相关啊!

人们恐怕不仅仅是怀疑,私下里已经出现了一些骚动,认为瑞利的推荐太不慎重。

为了平息这种强烈的不满,当然也是为了审查瑞利的推荐到底是不是恰当,剑桥大学推举出三位最杰出的科学家组成一个审议小组,以便作出最后的抉择。这三



位科学家是：开尔文(Lord Kelvin, 1824—1907)勋爵，他在格拉斯哥大学当教授，在热力学方面是世界级权威，现在的开氏温标就是用来纪念他的。斯托克斯(G. G. Stokes, 1819—1903)，剑桥大学教授，建立了光行差理论，发现了荧光，在流体力学、光学、光谱学方面有卓越贡献。第三位是天文学家乔治·达尔文(G. H. Darwin, 1845—1912)，他建立了潮汐摩擦理论，对天体物理学作过重大贡献；他还是创立生物进化论的那位老达尔文(Ch. R. Darwin, 1809—1882)的第二个儿子。

三人小组经过认真调查、评议，最后一致认为，汤姆逊有丰富的想像力和透彻理解事物的头脑，因此他们三人一致同意瑞利的推荐。决定宣布后，大部分人的疑虑消失了，但仍有些人不满意，还有些人则不相信汤姆逊能够胜任这一工作。一位后来很有名气的美国科学家巴平，专程从美国纽约到剑桥大学来研究物理，一听说仅比他早两年毕业的汤姆逊被委任为著名的卡文迪什实验室主任，竟然被吓跑了，不愿再留在剑桥大学作研究。

其实我们是很应该钦佩剑桥大学这一英明的抉择的。当时在英国有许多在物理实验方面做出过重要贡献的教授，但都未被选为卡文迪什的主任。这是因为在广泛征求意见时，许多有名的科学家反对录用“年龄较大的人”。例如当时爱尔兰都柏林三一学院的著名物理学家菲茨杰拉德(G. F. Fitzgerald, 1851—1901)就在一封信中写道：

“我真怕会任命一位年龄较大的人……虽然事实上我也很希望自己当选。但我相信这次任命会得到圆满解决。”





果然是“圆满解决”了：汤姆逊被任命为第三任卡文迪什主任。事实表明，所有那些担心和不信任都是缺乏根据的。汤姆逊很快表现出非凡的才智和领导能力。经过他和同事们不懈的努力，不仅汤姆逊本人于1906年获得诺贝尔物理学奖，而且这个实验室里他的8个学生也先后获得了诺贝尔奖，使卡文迪什实验室迅速成为全世界少数几个威望最高的科学研究中心之一。人们现在常常称许卡文迪什实验室为“诺贝尔奖的摇篮”，可以说，汤姆逊功不可没！

不过，汤姆逊对自己竟被选为卡文迪什实验室主任，也颇有点意外和担心。他曾说：

“我觉得自己像一个钓鱼的人，用一只轻巧的钓鱼具在一个意想不到的地方抛出了一线钓丝，钓到了一条鱼，这条鱼太重而使这个钓鱼的人不能把它吊到岸上来。我觉得接替一位像瑞利勋爵这样享有盛名的人是困难的。”

### 阴极射线之谜

在汤姆逊进入剑桥大学的前一年，他就听说他的同乡克鲁克斯(W. Crookes, 1832—1919)在物理实验中作出了一个非常有趣和吸引人的发现。

克鲁克斯制成一种形状特殊的玻璃管，玻璃管封闭后把内部抽成接近真空；管的两端安置两个电极：阳极和阴极。然后，通过一个高频感应线圈，使高真空的玻璃管在高电压下放电。在观察这一放电过程中，克鲁克斯发现从玻璃管的阴极发射出一种幽灵似的荧光。因为它是从阴极发射出来的，所以人们把它叫做“阴极射线”。