

文化百科丛书

世界

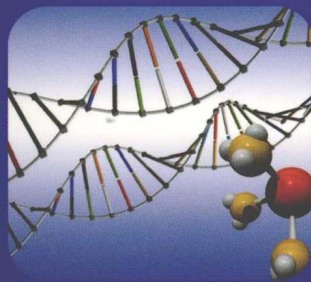
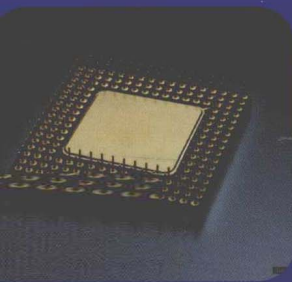
上穷宇宙之碧落、下及万物之奇观。
体味科学精神的庄严，感受科学技术
的力量。饱览最浩瀚精彩的历史画卷，
探索奥妙神秘的大千世界，收获无限
精彩的智慧人生。

图文版

科学博览

SHIJIE

陈晓丹 编著



KEXUEBOLAN

中国文联出版社

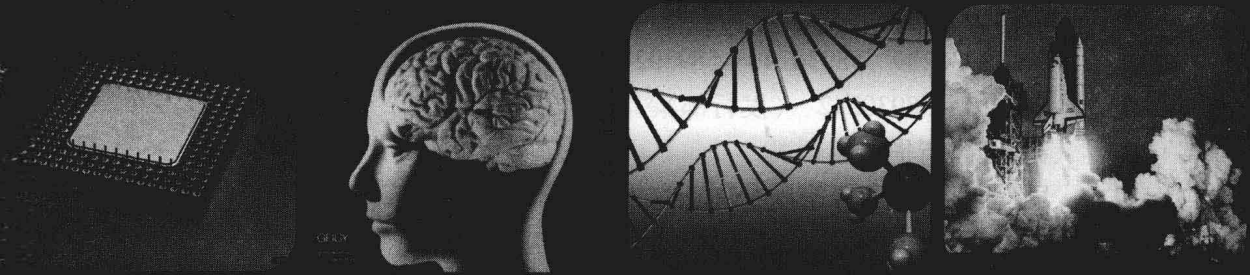
文化百科丛书

世界科学博览

图文版

SHIJIE

陈晓丹 编著



KEXIIFBOLAN

中国文联出版社

图书在版编目(CIP)数据

世界科学博览. 4/陈晓丹 编著. —北京:中国戏剧出版社,
2009. 8(2010. 5 重印)

ISBN 978 - 7 - 104 - 03051 - 5

I. 世… II. 陈… III. 科学知识 - 普及读物
IV. Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 139145 号

世界科学博览 4

策 划:魏志国

责任编辑:张月峰

责任出版:冯志强

出版发行:中国戏剧出版社

社 址:北京市海淀区紫竹院路 116 号嘉豪国际中心 A 座 10 层

邮政编码:100097

电 话:010 - 58930221 58930237 58930238
58930239 58930240 58930241 (发行部)

传 真:010 - 58930242 (发行部)

经 销:全国新华书店

印 刷:北京一鑫印务有限公司

开 本:710mm × 1000mm 1/16

印 张:60

字 数:896 千

版 次:2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

印 次:2010 年 5 月北京第 1 版第 2 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 104 - 03051 - 5

定 价:118.00 元(全 4 卷)

版权所有 违者必究

前 言

当我们看到美丽静谧的湖泊、充满神秘的洞窟、雄伟耸立的山脉,一望无垠的沙漠、水花飞溅从天面降的瀑布、引起强震的火山活动等等,就会感觉到地球在活动,地球是有生命的。地球已经诞生了约 46 亿年左右,地球上的生命也已经诞生了约 30 亿年左右。地球经历了温暖和寒冷期的好几次反复,以致生物灭绝或生存,最终形成了目前的状态。

本书是一部融知识性、趣味性、科学性于一体的科普类图书。力图全方位诠释科学领域的种种现象,引领读者进入精彩玄妙的科学世界,更加立体、真实地感受奇妙的科学之旅,使大家在享受阅读快感、学习科学知识的同时,获得更为广阔的文化视野、审美享受和想象空间。

愿《世界科学博览》能帮助青少年朋友了解科学的世界,探索大自然的奥秘,让每一位读者心中那颗科学的种子,生根、发芽、开花、结果。

目 录

第一章 物理科学,从 1946 年到现在

亚原子世界	1
夸克的领域	10
恒星、星系、宇宙及其起源	20
探索太阳系	38
地球使命	53

第二章 生命科学,从 1946 年到现在

生命的建筑师:蛋白质、DNA 和 RNA	61
生命的起源和边界	68
人类是从哪里来的	82

第三章 科学与社会,从 1946 年到现在

科学的热和冷	90
科学、后现代主义和“新世纪”	93
结 论	100
从亚里士多德到中世纪晚期(公元前 322 年—公元 1449 年)	100

第四章 物理科学中的科学革命

宇宙体系的颠覆	110
一门“广阔而又最优秀的科学”	120
波义耳、化学和波义耳定律	129
牛顿、运动定律和“牛顿革命”	133



第五章 生命科学中的科学革命

从维萨留斯到法布里修斯	142
帕拉塞尔苏斯、药物学和医学	148
哈维:心脏和血液的运动	152
奇妙的微观世界	157
认识生命的广泛性	165

第六章 科学、社会和科学革命

17 世纪:一个转变时期	171
结 论	179

第七章 未来航天技术尖端解密

船带你游太空	181
飞行器前沿	188

第八章 尖端科技促成考古新视界

国内发现	194
科技发现	198
发现不尽	201

第九章 高科技激发天文新突破

灿烂群星新发现	208
深邃宇宙的蛛丝马迹	216
科技令宇宙渐行渐近	226
未来地球 1 个月将有 47 天	229

第一章 物理科学， 从 1946 年到现在

亚原子世界

一大群粒子

在旧金山半岛 280 号州际公路一座长长的、弯曲的立交桥下，有一座四英里长的建筑物横跨绵延起伏的洛斯盖托斯山区。大多数人从未注意过这一由棕色混凝土搭建而成的其貌不扬的建筑物，或者当他们呼啸而过时即便注意到了，但对其非同寻常的长度也一定毫无认识，他们更不知道成千上万的高速电子正在以同一个步伐飞速穿越势垒。与电子的高速相比，高速公路上的汽车就像蜗牛爬行。这座横跨于熊果（产于北美洲西部）树丛和草坡之上的巨型狭长建筑物毫不起眼，唯一的引人注目之处仅在于它要比一般建筑物长得多，并且有些不可思议的是，它毫无弯曲迂回的结构。



在这幅加州斯坦福直线加速器中心（SLAC）的空中鸟瞰图里，两英里长的直线加速器横跨而过，向西延伸。电子或者其他亚原子粒子像微小的确子弹一样从附近的一头发射，沿着高速公路下面的加速器加速，把它击碎。这类实验的结果揭示了原子核及其相关奥秘。

但它却是非常有名的建筑。熟悉它的人知道那就是 SLAC，里面蕴含着当代物理学家对一个古老问题的回答：你如何才能看到可以想象的最小的物质组分——万物由之组成的微小单位。如此巨大的 SLAC 提供了一个窗口，借此可以看见组成原子的极小微粒。

研究的发端

但是先让我们稍作回顾。开始（或者就科学史所能涉及而言，接近于开始）要从古希腊说起。当时有一个人名叫留基伯，还有他的学生德谟克利特，他们提出万物都是由某种极小的基本单位所组成的。他们把这一微小、坚硬、不可分的粒子称为原子（来自希腊语 *atomos*，意即“不可分的”，或者换一种表述——“击不破的”）。他们说，这些原子因太小而看不见，但如果你使物质不断分裂，一直碎到无法再碎时，就得到了原子。

这是大约 2400 年前的事情，这一观念传播得很慢。当时以及以后许多世纪里的大多数思想家很少注意到这个观念，直到 17 世纪末，它才开始引起人们更多的兴趣。英国化学家波义耳就是一位原子论者，牛顿也认同这个观念。牛顿在 1704 年出版的《光学》一书中写道，他相信所有物质都是由“坚固实心的、不可穿透的可动粒子”组成，他认为这种粒子必定要比“任何由它们所组成的有孔物质坚实得多。”但即使牛顿也不知道如何才能看到他认为一定存在的这些粒子，所以物理学家继续研究能量与物质、原因与结果的关系。与此同时，化学家继续探讨后来所谓的“元素”。

过了不到一个世纪，一位固执己见的名叫道尔顿的化学家第一次提出了可以进行定量检验的原子论。道尔顿定义原子是元素的最小单元，他还发表了第一份当时已知元素的原子量表，他的工作为在以后一个世纪里发现几十种新元素提供了奠基石。然而道尔顿和他的同代人没有认识到的是，道尔顿的“原子”和留基伯及德谟克利特的不可分的“原子”并不是一回事，后者所谓不可分“原子”乃是自然界还有待发现的东西。

19 世纪末，随着 X 射线和其他形式辐射的发现，这一差别的最初线索开始变得明朗化。科学家发现，这些不同种类的辐射都是由原子，也就是道尔顿原子所辐射出的粒子组成的。如果原子可以释放粒子，那么显然，原子就不是不可分的，一定还有某种更小的东西。1896 年，汤姆孙证明了电子的存在，这是一种小而轻的带负电的粒子，质量只有氢原子质量很小的一个零头。这并不能解释放射性粒子是从哪里来的，但这是一个开头，从此开创了亚原子物理学这一领域。

1911 年，卢瑟福从他及其研究小组在加拿大的麦克吉尔大学和英国的曼彻斯特大学所做实验中得出结论，原子内的绝大部分区域是空心的。汤姆孙认为，带负电的电子沿轨道在其周边旋转，就像是一个微型太阳系里的微小行星，由带正电的粒子组成的核处于原子的中心（这些粒子很快就被命名为质子）。

丹麦物理学家玻尔 1912 年到英国参加研究工作，他是少数几位认同原子

大部分区域是空心的这一观点的物理学家之一。1913年，他提出卢瑟福模型的改进版，亦即处于中心的带正电的核被沿不同能级运行的电子所围绕。玻尔模型综合了以前的所有事实：汤姆孙的电子、卢瑟福的正核和量子理论，而量子理论是普朗克在1900年首先提出的。普朗克理论背后的基本思想是，你可以把光子或者量子（包含光和所有电磁能的微小能量包）看成既是波，又是粒子，而不是非此即彼的关系，在此基础上，即可解释原子的行为和亚原子的相互作用。这一思想看起来似乎怪异，但是量子理论却因此解释了大量无法用其他方式解释的现象，终于引起了物理学的革命。



1911年卢瑟福首次描述原子是由密集的带正电的核以及带负电的粒子（电子）组成，电子在几乎空旷的空间里沿着围绕核的轨道旋转。

到了20世纪30年代，物理学开始发生急剧的变化：新粒子不断地被发现，伴随着每一个新发现，原子观念以及它确切像是什么之类的说法就要作相应的修改。道尔顿的新原子很快就跟留基伯与德谟克利特那不能分裂的、形状类似弹球的基本粒子没有任何相似之处了。它不是不可分裂的，它也不是一个实体球体。但是，说它是元素的最小基本粒子还是可以成立的。

1930年，泡利根据他对实验数据的研究，提出了这样的想法：在 β 放射线中，一定在放射一种奇怪的未知粒子，它没有质量（或者几乎没有），没有电荷，特别是与任何东西没有相互作用。为了解释反应中能量的损失，他认为这一粒子必定存在，否则就不得不放弃能量守恒定律，而他认为这一放弃并不可取。四年后，费米进一步发展了泡利的思想，并且给这一微小粒子起了一个名字，叫做中微子，意即“小的中性粒子”。

中微子几乎不可能检测到，多年来它一直隐而不现，没有人能够证明它的存在。起先有人怀疑泡利玩的只是某种账目把戏——为的是在能量的收支上取得平衡。但是1956年，有人利用核电站做了一个精致的实验，证明幽灵般的中微子确实存在，泡利的说法获得了认可。近年的实验，一个是1995年在加拿大安大略的萨德伯里中微子观测站（SNO）完成，另一个是1998年在日本东京大学的宇宙线研究所完成，解决了有关中微子一直存在的奥秘：为什么只有预计中的一半中微子抵达了地球？答案是，某些中微子在到达地球

的途中改变了性质，结果无法被检测到。这些实验暗示宇宙和原子领域之间存在着相互依赖性。

也是在1930年，根据一位28岁的英国年轻物理学家狄拉克提出的理论，亦即存在另一种假设的粒子，它与电子相似，但具有正电荷。其实，基于狄拉克的这一努力，亦即使得量子论和相对论相互结合，物理学家开始得出这一令人惊奇的结果：无论物质存在于何处，它的镜像——反物质——也一定存在。正如海森伯所说，反物质的概念也许是20世纪物理学所有伟大突破中最大的一个。尽管狄拉克拥有杰出的数学才能，这一思想还是遭到了某些人反对。过了不久，在1932年，有一位年轻的美国物理学家名叫安德森，他在加州理工学院利用强磁铁和云室终于看到了它——至少看到了一种亚原子粒子的踪迹，它看起来像电子，却被磁铁拉向相反的方向。他把这一新粒子称为正电子。

与此同时，也是在1932年，剑桥大学的查德威克（James Chadwick, 1891—1974）同时发现了另一种粒子存在的强硬证据，这种粒子没有电荷，却位于大多数原子的核中，他称其为中子。这一粒子很容易检测，它可以解释许多现象，其中包括原子序数和原子量之间从来都难以理解的差异。带负电的电子数和原子核里带正电的质子数应该平衡，但是除了氢以外，所有原子的质量都超过它所带的质子数，至少是其两倍。这些质量是从哪里来的？现在答案似乎清楚了：核中的电中性粒子。

在以后的年代里，一切都将发生变化。1935年，京都大学的年轻日本物理学家汤川（Yukawa Hideki, 1907—1981）对一个海森伯曾经指出的重要问题——是什么使得这些中子和质子在核中如此紧密地相连？——作出解答：如果核内只有带正电的质子和查德威克不带电的中子，那么，核内唯一的电荷就是正的，而同号带电粒子会相互排斥，为什么这些粒子不沿相反方向飞离呢？汤川提出，这也许是由于有某种“交换力”在核中起作用——但是他从未说过“交换力”是什么以及它起作用的机理。

汤川认为，既然普通的电磁力涉及光子的传递，那么一定有某种在核内发挥作用的“核力”，它涉及某种其他实体的传递。这一核力必定只有极短的力程，它的大小只有核直径那样大（大约为1厘米的十万亿分之一）。这个力一定极其强大，强大到足以克服质子之间正电荷的斥力从而把两个质子束缚在一起。还有，根据实验结果，这个力一定是随距离的增加非常快速地减少，因此当超出核的周边时，它就完全消失了。

汤川提出了一个理论，大意是，当中子和质子相互间来回交换粒子时，就会产生核力。他说，这些粒子的质量取决于力作用的力程。力程越短，所需的质量越大。为了能在核的范围内起作用，传递的粒子应该大约具有电子

质量的 200 倍和中子或者质子质量的九分之一。

携带这些粒子的短程力合乎逻辑地被称为强力。至于汤川的粒子，几年后为了尊敬它的提出者，被称为汤川子，但是它早已有了一个名字，叫做介子，这是因为当时认为这种粒子的质量处于质子和电子之间（后来它又叫做“汤川粒子”）。第二年，安德森用探测正电子轨迹的同一套仪器找到他认为的介子。不久后才搞清楚，安德森的新粒子并非介子，而是另一种叫做 μ 子的粒子，直到 1947 年汤川的介子实际上才得到验证。

到了 1947 年，物质和辐射的最终基本单元清单中，已经扩大到包括电子与它的反面孪生兄弟正电子，以及质子、中子、 μ 子、 π 介子、中微子和光子。后来证明，这些粒子并不像当时物理学家设想的那样全都是基本单元，不久他们发现质子、中子和介子都可以分裂成更小的成分。汤川把物理学家引导到更小和更基本的研究层次上，使亚原子粒子的数目达到了几百个。道尔顿如果现在看到他的终极基本粒子，一定会大吃一惊。

于是我们开始进入亚原子世界——这是一个令人惊异的世界。不久以后，物理学家有了一份新的清单，其中用特殊的名字来描述亚原子粒子的极小世界和在其中起作用的各种力。他们在谈论这些微小粒子时用到一些异想天开的名字，例如安德森的 μ 子，再加上轻子、 π 介子、胶子和夸克（最奇怪的名字）——他们在讨论时用到很多古怪的词汇。

量子理论与麦克斯韦理论的结合

在第二次世界大战的 1941 年至 1945 年之间，美国在新墨西哥州中北部的洛斯阿拉莫斯结集了最庞大的物理学家团队。

在这支为建造原子弹而组建的高度团结、齐心协力的团队里，出现了一群物理学家，其中既包括富有经验的高级科学家 [诸如费米和贝特 (Hans Bethe, 1906—2005)]，又有年轻的创新人才 (诸如费恩曼)。

费恩曼很早就赢得了物理学界新星的声誉，他在“向无穷小作战”的领域中功勋卓著。这场作战是要找到一种理论，从而把量子理论与麦克斯韦高度成功的 19 世纪电磁场理论结合在一起。

到了 1946 年，20 世纪物理学两大革命，即量子力学和相对论，都已经对亚原子粒子的认识产生了深远的影响。海森伯的“不确定原理”认为，电子的速度和位置不可能同时确定，我们所能知道的只是它出现的概率。还有，根据量子规则，可以创造一种叫做“虚粒子”的现象，通过借给它必要的能量，让它生存一瞬间，然后突然消失。于是就可能存在一个真正的电子，其精确位置我们永远也不可能知道，周围是一簇瞬时的虚光子。光子（光的信使）让我们知道电子就在那里。这些光子还会非常轻微地改变电子的特性，

我们可以通过仔细而精确的测量，测出这些变化，并且通过耐心的理论计算作出分析。所有这些使得在一个实验中，测量实在的、可观察的电子的过程大为复杂。

如果你对此感到迷惑不解，可以找些非常聪明的伙伴谈谈。请听费恩曼几十年前是怎样开导他的学生们的：“电子和光的行为方式是你以前从来没有见过的，你过去的经验是不够用的。在极小的尺度上事物的行为面目全非。”费恩曼还补充说，简化和比拟并不顶事，原子绝不像太阳系或者弹簧或者云层那样。只有一种简化真正有效，他说：“电子在这方面的行为和光子完全一样，都是非常古怪的……”

“我想我可以确定地说，没有人理解量子力学……我要告诉你自然界是怎么回事。如果你只是承认她的行为也许就是这样，你就会发现她是一个讨人喜欢、令人陶醉的东西。如果有可能避免，就不要总这样对自己说：‘它怎么可能会是这样？’因为你将一无所获，从而不可避免地掉进一个死胡同。没有人知道，它怎么可能像是这样……”

然后，费恩曼继续说明各种实验和计算以及所有的证据是如何指向这样的事实：这一微观世界的行为与我们知道的全然不同。事实上，费恩曼的工作——量子电动力学（简称 QED）就是在理论上把所有的光现象、无线电、磁现象和电现象都联系在一起。与此同时，其他两位科学家也各自独立地做出了同样的理论：纽约出生的施温格（Julian Seymour Schwinger, 1918—1994）和日本的朝永振一郎（Tomonaga, 1906—1979）。

施温格是一位神童，14 岁进入纽约城市学院，21 岁在哥伦比亚大学完成博士论文，29 岁在哈佛大学升为教授。他是这所大学有史以来取得这一资格的最年轻的一位。朝永振一郎是汤川在京都大学的同学，曾经到德国与海森伯共事过一段时间，然后回到日本，1939 年从东京帝国大学（后来称为东京大学）获得博士学位。“二战”期间，朝永振一郎与美国和欧洲物理学家的联系被切断，他在东京教育大学任教期间从事的研究就是量子电动力学，1956 年他成了该校校长。

然而，20 世纪 40 年代末，关于电子与虚粒子相互作用的计算却得出这一结论：电子质量趋于无穷大——这是一个明显的错误，每个人都承认对于如此微小的粒子来说，这是荒谬的结果。费恩曼、施温格和朝永振一郎以新的理论眼光和从未有过的精确性，在数学上处理电子的行为，从而克服了这一错误。他们的计算可以极其精确地解释电子、正电子和光子的电磁相互作用。那么，有没有可能同样处理被所谓的强力牢牢约束在核内的中子和质子呢？希望很大。

粒子的阅兵式

用于揭示原子核秘密的实验进行得不太顺利。后来才明白，原子核与强核力比想象的要复杂得多。

早在1941年，汤川和科学界其他人就已经认识到，1936年安德森发现的介子并不是预言的强力携带者，而是别的什么东西。在1941年12月7日日本偷袭珍珠港之前不久，汤川正在京都，他沮丧地写道：“介子理论（他这样称呼）今天陷入僵局了。”

战争延缓了科学家之间的通信，也延缓了研究工作，不过仍有三位意大利物理学家设法在罗马的地下室里秘密进行一个实验。他们的实验证明，安德森的介子很难与原子核相互作用。当他们终于有可能宣布实验结果时，已经是战后的1947年，于是再次开始继续寻找汤川的介子。

这段时间不长。战后，一家英国化学公司开始生产一种照相乳胶，可以显示高能宇宙射线。这时，布里斯托尔的鲍威尔（Cecil Frank Powell，1903—1969）正在领导一个小组，用这些乳胶追寻宇宙射线的踪迹。由于宇宙射线是人眼看不见的，鲍威尔和他的小组需要有一种方法来“看”宇宙射线和它们的行为。一个带电粒子穿过乳胶会留下一条离子的痕迹，结果在乳胶上形成一系列黑色的颗粒。从颗粒的数目和密度，鲍威尔及其同事们可以推算出粒子的某些特性，如质量和能量。还有，当他们观看宇宙射线粒子的踪迹时，他们发现了证据，证明有一些粒子是以强力与原子核相互作用的。再有，它们的重量非常接近于汤川预言的质量，比安德森的介子略微重一些。鲍威尔用希腊字母 π 和 μ 来区别两种中等重量的粒子，称新粒子为 π 介子，而把安德森的介子称为 μ 介子，后来就叫做 μ 子。那是1947年，正值费恩曼等人正在巩固QED以便解释和预言电子的行为。于是，人们开始激动地期待突破时刻的到来，以便一举解决原子核中的粒子问题。

然而，并不是每个人都欣喜若狂。鲍威尔的发现意味着，安德森的 μ 子是“额外”的，根据所有的现行理论，似乎是不必要的。哥伦比亚大学的物理学家拉比（Isidor Rabi，1898—1988）幽默地将了一军：“是谁订的货？”

核的故事不仅没有澄清，反而变得越来越混乱。在 π 介子之后，物理学家开始发现与它有关，或者与质子有关的一族一族的粒子。粒子的每次新发现，都使人更加认清，围绕核的虚云团一定比以前想象的更复杂，而描述相互作用的数学方程也变得无望地难解。1947年，曼彻斯特大学有两位科学家在他们的云室中认出了一个粒子，他们称之为K介子，以对应于 π 介子。（云室是一种实验装置，它靠过饱和蒸气中形成的液滴痕迹，使带电亚原子粒子的路径变得可见。）两年后，鲍威尔的小组在他们的乳胶里发现有一个带电

粒子的轨迹分成三个， π 介子，他们把这个新粒子叫做 π 介子。直到 1957 年，才搞清楚这两种粒子不过是同一粒子不同的态——正型和负型，最后统称为 K 介子。在 20 世纪 50 年代初，宇宙射线物理学家还发现过另一种粒子，很像是带正电的质子的中性兄弟，他们称之为 λ 。

在这一混乱当中，有一件强有力的新工具立下了汗马功劳。在这以前，大多数发现都是由宇宙射线物理学家在云室中通过追寻粒子轨迹而作出的。但是要回答现在提出的问题，粒子物理学家需要比云室能够提供的更多的详细数据。就在此时，粒子加速器登场了。这些强大的机器可以提供均匀受控的高能粒子——例如电子或质子或 π 介子。它们相互撞击，通过追踪撞击结果，可以获得大量有关粒子特性的精确细节。实际上，物理学家运用加速器和粒子检测器可以做两类实验：散射实验和粒子生成实验。

在散射实验中，实验者跟踪粒子的散射情况来寻找有关核的信息：数目、方向和角度。从加速器出来的能量越高，结构的聚焦度越好。利用这一技术可以使科学家探讨核的组成——质子和中子是怎样结合在一起的？它们是怎样挤在一个核内，并且保持结合状态的？如果有更高的能量，实验者就可以探测到更深的地方，看看质子和中子的各个部分是怎样结合在一起的。

粒子加速器和探测器的第二种用途是发现新的粒子，这一用途很快就初见成效——到了 1949 年，加州伯克利的科学家们用大型同步加速器分离出了中性的 π 介子，这是用加速器找到而不是从宇宙射线中找到的第一个新粒子。这台加速器是在劳伦斯领导下建造的。

1955 年的秋天，塞格雷（Emilio Segrè，1905—1989）和张伯伦（Owen Chamberlain，1920—2006）成功地发现了带负电的反质子，质子的反物质孪生子。从 1932 年 8 月 2 日安德森发现电子的孪生子——正电子，到现在差不多过去了 25 年。质子是在伯克利加州大学新建的质子加速器上加速，并以 60 亿电子伏的能量（用一束能量诱导反质子出现的最低能态）向铜靶冲击。

20 世纪 50 和 60 年代，伯克利、布鲁克海文（在纽约州的长岛），斯坦福、费米实验室（在芝加哥附近）和欧洲核子研究中心（简称 CERN，在日内瓦）的加速器发现的一大群新亚原子粒子充斥科学杂志。物理学家发现的粒子越多，他们找到未发现粒子的证据也越多，往往下一个角落里的粒子有可能更难以发现。

加速器的能量越高，物理学家就可以更深地进入原子核结构，从而越有可能裂解下一层次的粒子。劳伦斯 1949 年的同步回旋加速器得到的是 100 兆电子伏（MeV）的粒子束。到了 20 世纪 90 年代，费米实验室的万亿电子伏加速器可以把它的能量抬高到 1 万亿电子伏（TeV）。

实验者还发展了大量的设备以获得特殊的信息——不同类型的探测器，

不同种类和不同能量的“子弹”，以寻找粒子的寿命、衰减方式等。（所有的新粒子都是非常不稳定的，很快就会转变成其他的粒子。）数据铺天盖地而来。

粒子物理学似乎正在向完全无序和混乱的方向走去。

原子核的结构

与此同时，两位物理学家正在用不同的方法探究原子核。一位是戈佩特·梅耶，1930年她在格丁根大学完成博士论文，同年与美国物理学家乔·梅耶结婚。结婚不久，迈耶夫妇迁到美国，乔·梅耶在约翰·霍普金斯大学找到了一份工作。这时美国正处于大萧条的初期，找工作不是一件容易的事情，而戈佩特·梅耶的领域是量子物理学，在美国尚未得到充分认识。

不允许亲属同时任职的校规不利于她获取职务，也有可能为偏见找到一个借口，她不能够在这所大学里找到带薪岗位。取而代之的是，约翰·霍普金斯大学给了她一个“自愿合作者”的岗位，一种临时研究者的身份，只有一点点薪水。后来她又在其他几所大学教书，都是无薪的。其中包括哥伦比亚大学、沙拉·劳伦斯学院、芝加哥大学、恩利科·费米核研究所。她还在曼哈顿工程中担任研究科学家，和泰勒一起工作，到阿贡国家实验室当高级物理学家。这时正值犹太科学家纷纷逃亡的年代，因为他们在国内已被剥夺公民权利，为了躲避德国与法西斯意大利的大屠杀，许多人来到了美国。结果，像戈佩特·梅耶和费恩曼这样的年轻科学家有机会在他们的领域里最杰出的一些科学家面前亮相，特别是在纽约和芝加哥。



戈佩特·梅耶在芝加哥附近的阿贡国家实验室的身份是半日制研究人员，她开始研究原子核和稳定同位素的结构，稳定同位素即使在放射性衰变的过程中也不会分裂。她通过与芝加哥大学的实验物理学家合作取得了阿贡回旋加速器的经验数据。她收集和分析统计资料，并且得出结论，认为质子或中子的某些数目似乎与稳定同位素一致，特别是2、20、28、50、82和126，她称之为“幻数”。经过进一步研究，她发表了一个假说，

大意是说：原子核中的粒子就像电子那样，在壳层中围绕着中心旋转，这些

戈佩特·梅耶是赢得诺贝尔奖物理学奖的第一位美国妇女（也是历史上第二位获得诺贝尔奖的妇女）。

壳层就“像洋葱的精致外壳，中心没有东西”。

与费米的一次谈话启发了她想到自旋轨道耦合，于是她直觉地看到了她的幻数和核结构之间的关系。自旋轨道耦合涉及沿轴旋转的质子和中子，有的顺时针旋转，有的逆时针旋转。某一自旋方向能量略微小些，这一差别可以解释幻数。她的结论是，原子核是由一层层质子—中子壳层组成，靠复杂的作用力保持各自的位置。1950年戈佩特·梅耶发表了两篇论文讨论她的理论。这一年晚些时候，她访问了詹森（Hans Jensen, 1907—1973），詹森也同时提出了原子核的壳层理论。他们决定合作写一本书，详细说明原子核的结构。1960年，戈佩特·梅耶成为圣地亚哥加州大学物理学教授。1963年詹森、戈佩特·梅耶和维格纳（Eugene Paul Wigner, 1902—1995）一起分享诺贝尔物理学奖。

夸克的领域

要穿越混杂的亚原子粒子堆找到出路可不是件容易的事情，但是有一位身手不凡的物理学家却因打通这一路径而著名——他天才地洞察这片地貌，富有洞察力地把它描绘了出来，又用古怪的名字和文学性的比喻刻画这一诡异多端的踪迹。

盖尔曼（Murray Gell—Mann, 1929— ）出生于纽约市，他父亲来自奥地利，在纽约安了家。他在15岁生日那天进入耶鲁大学，仅此就意味深长。他21岁从麻省理工学院获得博士学位，在芝加哥进一步跟随费米做研究工作之后，27岁时被加州理工学院聘为教授。他具有犀利的头脑、高度不凡的兴趣和语言天赋（能流利地说多种语言，包括斯瓦希里语）。

在盖尔曼到达加州理工学院时，他已经深深沉浸于粒子物理学的丛林之中。除了查德威克的中子、狄拉克的正电子和泡利的中微子以外，汤川还假设了介子——介子被发现了很多：有安德森的 μ 介子，后来叫做 μ 子，因为发现它不是介子；而鲍威尔的 π 介子才是汤川的强力携带者。到了20世纪50年代还有K介子，比较重，大约为质子质量的一半。不久以后，比质子还要重的粒子也开始陆续被发现——这些重粒子叫做超子。

20世纪50年代，盖尔曼对K介子和超子特别感兴趣。他认为，这些粒子是由强相互作用产生的，按理也应该被强相互作用分解。但是情况恰恰不是这样，相反，它们会被弱相互作用分解（放射性辐射中的相互作用就是证据）。

早在19世纪90年代，当玛丽·居里和皮埃尔·居里开始研究放射性时，

他们曾小心翼翼地测量神秘的“ β 射线”辐射（核里释放出的电子）的结果，除了贝克勒尔这些同事，几乎未曾有人听说过此事。但是到了20世纪50年代，关于放射性和控制它的弱相互作用已经广为人知。弱相互作用比大家熟悉的电磁相互作用要弱一千倍，并且比起把核粒子束缚在一起的强相互作用来更弱。弱相互作用已经成为理解得很透彻的现象，或者至少大多数物理学家是这样想的。

有一个事实却难以理解。按理说，非常弱而且较慢的弱相互作用应该不会超过更快的强相互作用。根据已有知识，K介子应该通过强相互作用衰变。但它们却不是这样，它们只是通过弱相互作用衰变，这一事实对于粒子物理学家来说，的确非常奇怪，结果他们开始把K介子和超子称为“奇异粒子”。

关注奇异性

于是在20世纪50年代初期，盖尔曼开始沉浸于奇异性问题。与此同时，日本物理学家中野董夫（Tokyo. Nakano）和西岛和彦（Kasuhiko Nishijima）也各自沿着同样的思路得到了类似的结论。在探索亚粒子时，盖尔曼开始成组地思考，而不是分别对待它们。例如，如果你关注中子和质子的特性，就会发现它们在每个方面都惊人地相似，除了一组带正电，一组中性。盖尔曼发现，如果你忽略亚粒子的电荷，原子核内的大多数亚粒子似乎就能分成两三个小组。

于是，盖尔曼根据除电荷以外的所有特性，把已知粒子分成小组，然后，按照每个组所有成员的总电荷，给每个组指定一个电荷中心。例如，中子—质子组的电荷中心为 $+1/2$ （由于这个小组的总电荷是 $+1$ ，成员为2）。但是对于K介子和超子，很奇怪，电荷中心不像别的小组那样在中心，而是偏心的。盖尔曼发现，他可以测量偏心的大小，并且用一个数表示偏心的程度——这个数就叫“奇异数”。质子和中子的奇异数为0，因为它们完全不偏心。但是他发现有些粒子的奇异数是 $+1$ 、 -1 ，甚至 -2 。

并且，盖尔曼还注意到了所有粒子相互作用的模式：在任何相互作用中，所有粒子的总奇异数恒为常数。也就是说，在相互作用的前后它都是相同的。物理学家喜欢这一点，因为它显示了某种对称性的存在（自然界常常这样表现，所以这些结果看来是可以接受的）。相互作用中的奇异数守恒也可以定量描述（物理学家总是喜欢这样——因为定量表述比主观观察更容易验证）。再有，盖尔曼的观察可以用于解释奇异粒子意想不到的长寿。盖尔曼和中野董夫—西岛和彦小组都在1953年发表了他们关于这一思路的论文。

然而，弱相互作用还有一些谜团仍然没有得到解释——1956年的一天午饭后，杨振宁（Chen Ning Yang, 1922—）和李政道（Tsung Dao Lee,