



青少年前沿科学探索

诡异的极端物质 世界

◎ 刘树勇 韦中燊 著

GUIYIDE JIDUAN WUZHI
SHIJIE

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

诡异的极端物质世界

浩瀚宇宙中存在着无数的极端事物。这些极端的存在，彰显了世界的多姿多彩，更让这个世界变得玄妙无比。从极小的粒子世界！极端的小，小到了无法想象的地步。但是，就是这极端小的东西它们表现出来的神奇，绝对会惊倒拥有好奇心的你！“上帝粒子”的踪迹，牵动了无数科学家的心。宇宙中极大的超级巨星、引力无比的黑洞、密度惊人的白矮星以及更为神奇的极端存在，极端的寒冷、极端的高温、极端的能量、极端的材料……

图书在版编目(CIP)数据

诡异的极端物质世界 / 刘树勇, 韦中燊著. —石家庄: 河北科学技术出版社, 2015. 7

(青少年前沿科学探索)

ISBN 978-7-5375-7827-1

I. ①诡… II. ①刘…②韦… III. ①科学知识-青少年读物 IV. ①Z228.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 151740 号

诡异的极端物质世界

刘树勇 韦中燊 著

出版 河北科学技术出版社

地址 石家庄市友谊北大街 330 号(邮编:050061)

经销 新华书店

印刷 河北新华第二印刷有限责任公司

开本 700 毫米×1000 毫米 1/16

印张 16

字数 130 000

版次 2015 年 7 月第 1 版

印次 2015 年 7 月第 1 次印刷

定价 28.50 元

浩瀚宇宙奥妙无穷，大千世界无奇不有。

我们生活的这个世界，存在着无数的极端事物、极端现象、极端事件。这些极端的存在，彰显了世界的多姿多彩，更让这个世界在不知不觉之中变得玄妙无比。

人类有一颗好奇的心，这颗好奇之心驱使着我们不断地去探索这个世界中存在的种种奥秘，一个个极端的存在也随之呈现在了世人的认知之中。一粒芝麻是很小了吧！还有更小的，一粒尘埃！就我们正常的肉眼来看，这就是最小的存在了吧！但是，当更加先进的技术手段被人类掌握后，这个认知被颠覆了！于是，我们进入了更加微小的原子世界、粒子世界！极端的小，小到了无法想象的地步。但是，千万不要以为极端小的东西就一无是处了，它们表现出来的神奇，绝对会惊倒拥有好奇心的你！“上帝粒子”的踪迹，牵动了无数物理学家的心，1964年，它的存在被英国物理学家彼得·希格斯第一次预言，直到2013年3月14日，欧洲核子研究组织表示，他们探测到了希格斯子（即“上帝粒子”）。2013年10月8日，诺贝尔物理学奖在瑞典揭晓，比利时理论物理学家弗朗索瓦·恩格勒和英国理论物理学家彼得·希格斯因希格斯玻色子的理论预言获奖。

有极小，必有极大！茫茫星空，飘荡着无数的星球天体。当我们仰望星空，看到点点繁星的时候，你或许想象不

到这些不起眼的星光小点事实上不仅不是小不点，反而是体型极大的超级巨星。不仅如此，在见或者不见的地方，更是隐藏着可怕的黑洞、绚丽的星云、密度惊人的白矮星，以及更为神奇的种种极端存在。

当然，我们的世界存在的极端可不仅只是极端的小和极端的大！

极端的寒冷、极端的高温、极端的能量、极端的材料！

是的，我们的世界充满了太多的极端存在，认识它们的奥妙，会让我们变得更加博识。探索它们的秘密，会让我们变得更加睿智。

但是，有一点我们必须承认，就是我们对这个世界的认知还是有限的，也就是说这个世界还有很多的极端存在没有被我们所认知，它们的奥秘、它们的神奇，仍然等待着我们去探索和揭开。或许，这本书中介绍的种种极端存在，能够激发起你更大的探究兴趣，那么，你也许就是下一个揭开自然奥秘的伟大人物！

在书中，作者讲述了一些有趣的知识，但是，作者更多的是承担一位“向导”的任务，引导读者去遨游科学的世界，领略物质世界的美妙。阅读之后你定会大开眼界，欣赏到那美妙的世界和极端的物质。在欣赏之余，我们要在掌握些许科学知识的同时，去追随科学家的脚步，或许，在从事科学技术工作的同时，也会使我们的生活更加精彩。

刘树勇 韦中燊

2014年8月

一 极小的物质世界

- 寻找最小的物质 001
- 中子的发现 008
- 更小的粒子——电子 012
- 第一个反粒子——正电子 017
- 构成原子核的核子 020
- 困惑科学家几十年的中微子 023
- 海鸥的叫声——夸克，成了最小粒子 027
- 极微粒子的极端世界 032
- 造物主——上帝粒子存在吗 035
- 磁单极子 038

二 极大尺度的世界

- 古人对世界的认识 041
- 正多面体与宇宙结构 043
- 开普勒的“立法” 045

● “天体音乐” 的发现	048
● 划时代的 1905 年	051
● 弯曲的光线	054
● 发现宇宙创生的踪迹	058
● 大爆炸与宇宙微波背景辐射	061
● 暗物质与暗能量	073
● 宇宙图像中的反常现象	078
● 科学家们在实验室中复制 “宇宙大爆炸”	080

三 宇宙中的极端天体

● 恒星的演化	083
● 密度极高的白矮星	085
● 宇宙中的 “小绿人” ——脉冲星	087
● 神秘莫测的黑洞	091
● 上帝憎恶裸奇点	096
● 轮椅上的生命传奇	098
● 美丽的星云	103
● 浪漫的流星雨	111
● 壮观的彗木之 “吻”	115

四 最可怕的能量

● 放射性的发现	123
● 令人生畏的核裂变	128

● 打开核能大门的金钥匙	134
● “瘦子”、“胖子”和“小男孩”	136
● 反应堆与核电	139
● 1 亿摄氏度下的核聚变	145
● 穿透坦克钢甲的中子弹	151

五 极低温度下的奇迹

● “绝对零度先生”	154
● 超导的发现	157
● 巴丁—库珀—施里弗理论	159
● 缪勒的贡献	163
● 超导材料研究的世界竞赛	165
● 超导发电机	169
● 超导（磁悬浮）列车	170
● 新奇的能量转换技术	173

六 纳米世界的美妙画卷

● 走进纳米尺度的世界	176
● 纳米技术之父	178
● 形形色色的纳米材料	180
● 纳米碳管	184
● 千奇百怪的战场“精灵”	186
● 神奇的 GMR 效应	188

七 玻璃、陶瓷和塑料的神奇

- 玻璃发明的传说····· 194
- 防盗技术中的玻璃····· 196
- 神奇的防弹玻璃····· 198
- 大显身手的微晶玻璃····· 201
- 钕玻璃激光器····· 203
- 光导纤维的神通····· 205
- 高锗的创造····· 208
- 从尖底瓶到欹器····· 211
- 从传统陶瓷到先进陶瓷····· 213
- 诺贝尔化学奖中的憾事····· 217
- 可导电的塑料····· 220

八 碳元素的极端世界

- 石墨与金刚石····· 225
- 最坚硬的碳——金刚石····· 228
- 珠宝中的贵族——钻石····· 229
- “点石成金”的莫瓦桑····· 231
- 人造金刚石····· 234
- “化陈腐为神奇”的克罗托····· 236
- 不可思议的石墨烯····· 243
- 尾声····· 247

一、极小的物质世界

在物质世界里，到底有没有最小的物质？这个话题已被人们思考并研究几千年了。曾经有人给“最小”的东西下过定义，即“其小无内”，就是小到没有内部，那当然就是最小了。不过，这个“最小”只能是一种思考，一种思辨的东西。于是，又有人提出一种寻找“最小”的方法，找一根一尺长的木棍，第一次去掉其一半，然后再去掉一半的一半，依次类推，等到再也无法去掉一半的时候，就应该是“最小”了吧！但是，这样做下去，也可能无穷无尽的。于是，很长的一段时间里，人们只好以“眼见为实”来判断，能看到的最小尺度的东西，应该算是构成所有物质的最小单元了吧！然后，随着技术的发展，新仪器的出现，使得很多原来仅凭肉眼看不见的东西呈现在人们的面前。于是，人们不断地把分割最小的物质一直深入下去，往下推……

● 寻找最小的物质

世间万物到底是由什么东西组成的？其实这个问题还隐

含着，何物最小？因为大的物体总能分割成较小的，较小的物体也能分解成更小的……直至最小的。过去的人们产生过很多的想法，有说是空气的，有说是火、气、水、土的。但是，在诸多的说法之中，原子论应该说是最具有先进性的。曾经在很长的时间里，人们一直认为原子就是最小的物质（结构）了。换句话说，原子概念的提出在人们认识最小物质的道路上是具有里程碑的意义的。

现存的最早关于原子的概念阐述出现在古印度，大约在公元前6世纪的时候。相关问题在西方的文献中出现，则要晚一个多世纪，大约是在公元前450年，由古希腊哲学家留基伯（约公元前490~?）提出，他的学生德谟克利特（约公元前470~约前380）对老师的观点进行了总结和完善。他们提出世间万物是由看不见的不可以再分割的各种形状的原子组成的。原子这个词语是德谟克利特创造的，“原子”这一术语在希腊文中是“不可分割”的意思。

在公元前4世纪左右，中国哲学家墨翟（约公元前475~前395）在他的著作《墨经》中也独立提出了物质有限可分的概念，并将最小的不可分单位称之为“端”。尽管印度、中国和希腊的原子观仅仅是一种哲学上的理解，但现代科学界却仍然沿用了由德谟克利特所创造的名称。

1661年，英国科学家罗伯特·波义耳出版了《怀疑的化学家》这本书，在这本书里面他就谈到了关于原子的问題，他认为物质是由不同的“微粒”或原子自由组合构成的。

1789 年，法国大科学家拉瓦锡定义了“原子”一词，从此，原子就用来表示化学变化中的最小的单位。

19 世纪初，英国化学家道耳顿在进一步总结前人经验的基础上，提出了具有近代意义的原子学说。道耳顿的原子论是建立在实验的基础上的，他在继承了古希腊的原子论的基础上，赋予了原子很多新的内容。道耳顿承认物质是由原子组成的，而且原子是不可以再分，同



英国化学家道耳顿

时是不生不灭的。除此之外，道耳顿的高明之处是他又新增加了 3 条内容：每一种元素是由一种原子组成的；同一种元素的原子的重量是相同的，不同的元素的原子重量则是不同的；原子可以按照固定的比例结合成化合物。这种原子学说的提出开创了化学的新时代，它解释了很多物理现象和化学现象。

原子是一种元素能保持其化学性质的最小单位。1897 年，在关于阴极射线的研究中，物理学家汤姆逊（1856 ~ 1940）发现了电子，粉碎了一直以来认为原子不可再分的思想。

不过，现实中的原子确实是很小的，它的直径数量级大约是 10^{-10} 米。

关于元素的概念，这可以追溯到 2000 多年前的古代社会，在中国和希腊都萌发了这种概念。

在古希腊，自然哲学家恩培多克勒（约公元前 492 ~ 前

432) 认为, 构成宇宙的本质是 4 种元素: 水、火、气和土。从物理上讲, 这种将宇宙本原的物质分类是有价值的。火既辐射热, 又辐射光, 古人便将火看成一种很独特的元素; 而另外 3 种则反映着: 气——气态, 水——液态, 土——固态。这是物质存在的 3 种基本形态。在先秦, 中国的一些先哲也提出过“五行”的观念。“五行”也相当于 5 种最基本的元素。它们是金、木、水、火和土。与元素相比, 中国古人对水、火和土的认识与古希腊人差不多; 木属于植物一类, 木的特殊性在于它有活性, 可变化(生长), 所以就把木专门归为一类; 金的性质不同, 它的延展性很好。从近代化学来说, 金属类是真正的因素, 并且是最多的元素。

从今天的眼光看, 化学元素主要强调对原子的分类, 而这样的分类可有两种。一种是从化学上不可区分的原子, 另一种是从化学上可区别, 但化学性质具有一定的相似性。

从古代到 17 世纪中叶的 2000 多年的探索, 人们提出了一些新的元素或新的元素定义, 例如, 德国医药化学家贝歇尔(1635 ~ 1682) 认为, 最基本的元素是硫、汞(水银)和盐。他提出了 3 种“土”的理论, “石土”、“汞土”和“油土”。“石土”(也称为“玻璃土”)是一切物质中固定的“土”, 相当于盐元素(当时把盐看成元素); “汞土”是流动的土, 相当于汞元素; “油土”是一切可燃性物质中的“土”, 相当于硫元素。

英国化学家波义耳(1627 ~ 1691) 提出了新的元素观点。他的元素定义是: 物质是由许多微小、致密、用物理方

法不可分割的微粒组成的。

这就是说，元素是“确定的、初始的、简单的、完全未混合的物体”。对于称为“元素”的东西，波义耳认为，元素“不是彼此互相构成的，而是由它们构成一切所谓的混合物体，而这些混合物体归根到底可以分解为其组成部分”。波义耳的物质定义为研究指出了方向，并且到了19世纪初，英国化学家道耳顿（1766 ~ 1844）提出了科学的原子概念。这样，人们就开始了各种矿物中的元素研究。

其实在18世纪末，著名的法国化学家拉瓦锡（1743 ~ 1794）就列出了一张元素表，人们可以借助这张表去研究元素和物质。经过几十年的发展，一些人不断提高化学分析技术，不断有新的元素被发现；同时，另一些人则试图设计一些新的元素表，将这些新发现的元素填入表格，希望能将元素的化学性质和物理性质表现出来。

在19世纪上半叶，英国的戴维（1778 ~ 1829）、瑞典化学家贝齐里乌斯（1779 ~ 1848）和德国化学家本生（1811 ~ 1899，很多人知道他发明的“本生灯”）为元素的发现和原子量的测定做出了贡献。此外，在元素的发现与研究过程中，有一项非常关键的工作，那就是原子量的精确测量。到19世纪中叶，已有几十种元素被发现，并且对它们的原子量也进行了较为精确的测定。同时，还有一些“好事者”试图把这些元素作一个排列，通过这样的排列，一方面可以方便人们查找元素的性质和一些重要的数据，另一方面可以从整体上发现或了解元素之间的关系。就像德国科学家开普勒在研究行星运动的规律一样，每个行星的“独

唱”要和谐，即遵从行星运动的第一定律和第二定律；在几个行星进行“合唱”时，行星的集体行为仍然是和谐的，即遵从第三定律。

由于元素的数目远多于行星的数目，进行“排列”工作要繁琐得多，所以，有许多人做过尝试，所列的表格都各有特点。

到19世纪60年代，俄罗斯化学家门捷列夫和德国化学家迈耶（1830~1895）做出了新的“表格”，其中尤以门捷列夫的研究更好些。

门捷列夫（1834~1907）注意到，一些元素的原子量是不同的，但是它们的化学性质基本上相同。门捷列夫将它们归并为同一“族”。经过长时间的研究和排列，通过这样的归并，一共得到了7个“族”。从今天的“（周期）表格”看，这样的“族”可排列成纵列。如果从横排看，可以反映出每“排”元素渐进的变化，最典型的卤族（第Ⅶ族），它们的氧化性随着周期的变化而变得越来越弱，尽管他们分处不同周期时，其氧化性还是最强的。

在门捷列夫的时代，化学元素周期表并不是被填满的，其中是有一些“空位”的。而许多人对这些“空位”，或是“熟视无睹”，基本上没有什么认识，或是认为，这是实验工作者的任务，只能假以时日，一味地“等待”。作为一位成熟的科学家，门捷列夫对此进行了深入的思考。他要发挥理论应有的作用，即对实验工作给予有益的指导。为此，在研究这些“空位”之后，他给出了“预言”。由于它们（3个）的“空位”与硼、铝和硅的位置相近，他猜测它们的

性质与硼、铝和硅也应该接近。所以，门捷列夫就为它们起了临时的名称，即“类硼”、“类铝”和“类硅”。只几年的时间，它们都被发现了，并分别被命名为钪（Sc）、镓（Ga）和锗（Ge）。有趣的是，发现钪、镓和锗的3位科学家都是“爱国主义者”（或“民族主义者”），他们之所以选择了钪、镓和锗，这是他们的祖国名称。其中钪（Sc）的发现者是瑞典的尼尔森，他把新发现的元素命名为Scandium，这个字来源于斯堪的纳维亚。镓（Ga）的发现者是法国自学成才的 chemist 布瓦博朗德（1838 ~ 1912），他起的名字是 Gallium，意思是“古代的法国”。锗（Ge）的发现者是德国分析化学家文克勒（1838 ~ 1904）。他起的名字是 Germanium，意思是“日耳曼”。

在这3个元素中，镓的发现是有些戏剧性的。当布瓦博朗德公布他的发现之后不久，他接到了门捷列夫的一封信。在信中，门捷列夫指出，布瓦博朗德的测量数据有问题，并且“纠正”了布瓦博朗德的数据。看过信之后，布瓦博朗德感到很奇怪；不过，布瓦博朗德还是重新进行了测量，果然，新的数据与门捷列夫算出的数据更加接近。

门捷列夫的“预言”得到证实，大大消除了人们对化学元素周期律的疑虑，也消除了人们寻找新的元素时的意外性、盲目性和偶然性，而按照化学元素周期表去寻找新的元素不失为一种新的途径和新的方法。同时，这也启发人们按照化学元素周期表来“设计”新的化合物，而且也会消除研究工作中的盲目性和偶然性。

● 中子的发现

虽然对元素周期性质的认识对化学理论的发展产生了极大的促进作用，但是，到 19 世纪末，由于物质的放射性的认识 and 电子的发现，使人们对原子的认识更加深入了，进而对元素以及元素与元素之间的关系也认识得更好了。

英国籍新西兰物理学家卢瑟福（1871 ~ 1937）和英国化学家索迪（1877 ~ 1956）的研究工作，在推进元素的认识中走在了前列。他们在分析众多的放射性元素时，由于要在元素周期表中“安置”它们，这可不是一件容易的事情。不久，索迪提出了“同位素”的概念，卢瑟福经过分析也弄清楚“原子序数”的本质。

经过卢瑟福的研究工作，所谓“原子序数”就是原子核中的质子数。然而，从卢瑟福的原子的“核式”模型看，将一个原子核的全部质子的质量从原子核的总质量减去，所剩下的质量并非很小的数。为此，卢瑟福猜测，在原子核内一定存在着未知的粒子，它们有可能是不带电的粒子。具体来说，可能会存在两种情况。一种情况是，原子核内会存在一种不带电的粒子；另一种情况是，原子核内有两种粒子，还可能是两种已知的粒子，如质子和电子，它们俩构成一种不带电的“复合”粒子。例如，一种元素的原子量是 A ，质子数（即原子序数）是 Z ；则在原子核内还有 $A-Z$ 个质子，可以设想成，在原子核内还应有 $A-Z$ 个电子，这 $A-Z$