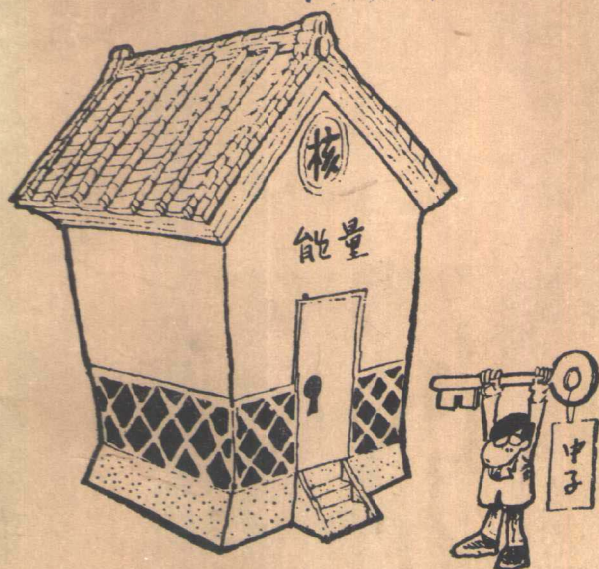




〔日〕

林 乔雄 著
市村 章 绘图

漫画解说

原子能

原子能出版社

中国
青年出版社



中国青年出版社

原子能

中国青年出版社

漫画解说

原子能

【日】 村 乔雄 著
市村 章 绘图
郝 文 义 译
郝 卓 然

原子能出版社

内 容 简 介

本书是科普读物。通过用通俗易懂的语言和风趣的漫画，形象而深入浅出地介绍了原子结构、原子能的释放、核裂变、反应堆的构造、燃料元件、反应堆的控制、对射线的屏蔽、堆芯的热交换、反应堆的安全性。

本书可供具有中等文化水平的广大读者阅读。

漫画解说原子能

【日】林 乔雄 著

市村 宽 绘图

郝 义 义 译

郝 卓 然

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

重庆印制一厂印刷

(重庆枇杷山后街)

新华书店北京发行所发行，新华书店经售

☆

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 5 · 字数 112 千字

1985年4月第一版 · 1985年4月第一次印刷

印数 1—4,100 · 统一书号：15175·576

定价：0.65元

前 言

1973年秋，石油危机将整个世界卷入了混乱的漩涡之中，日本受到的冲击尤为严重，市场萧条，物价飞涨。因为日本的石油99.6%必须依赖外国，自给率只占0.4%，这就使日本的整个社会经济确实陷入混乱状态。

能源对于文明社会，犹如水和空气一样重要。日本的能源85%靠进口，其中石油就占75%。日本所需的石油80%仰仗中东。因此，这次石油危机完全暴露了日本经济的虚弱，人们无不痛感能源的重要。

世界离不开石油。美国在开发石油方面投入的力量与宇宙开发相比，可谓有过之而无不及。欧洲共同体也如此。特别是以核大国自居的法国，颁布了一项政策，决定今后兴建的电站，一律采用原子能发电。日本深感大势所趋，也正大步跨入原子能时代。虽然也有关于太阳能、地热能的议论，但是，专家们一致认为只有原子能切实可行。从能源的分散、储备和运输等方面考虑，也必须将石油的一部分用原子能取代。这对缺乏能源的一亿日本人民，今后继续维持安定的生活，非常必要。因此，原子能已与人民生活休戚相关，任何人都无法回避。

然而，遭受过原子弹灾难的日本，一提起原子能就会感到不安和恐怖，这是不难理解的。因为原子能的理论和技术深奥，不容易理解，所以，虽然已经出版了很多关于原子能的书籍，但由于所用专业术语太多，一般人很难看懂。

本书将各有关资料通过作者的理解，加以整理和汇编，

ABD 61/02

使其通俗易懂、富有趣味。诸如对什么是反应堆、它的建造、安全运行和环境保护等技术问题，均可一目了然。书中尽量少用专业术语，多用俗话和比喻。因此，难免有些地方不够严密，对此希读者谅解。本书的特点是运用“抓西瓜，丢芝麻”的手法，突出重点。

当今，越来越多的人关怀着原子能事业，本书如对读者在这方面有所帮助，则作者感到无上荣幸。另外，读者在阅读专业书之前，如能浏览本书，先掌握要点，定会有驾轻就熟之感。

林 乔雄

1975年6月

目 录

一 原子结构

1. 原子——空旷的世界.....	1
2. 核内世界——质子和中子.....	2
3. 中子是个老好人.....	4
4. 原子核的重量.....	5
5. 胖子和瘦子.....	6
6. 原子世界的重量级拳击手.....	8
7. 中子担负着统一原子核的任务.....	8
8. 原子世界的潜逃者—— α 粒子.....	10
9. 原子核家庭的情况.....	11

二 原子能的释放

10. 如果质子不行, 那么中子行不行?	12
11. 一触即溃的铀-235.....	13
12. 虎死留皮, $^{235}_{92}\text{U}$ 裂变剩下中子.....	14
13. 积少成多.....	16
14. 地道的两面派.....	17
15. 什么是打开核能宝库的钥匙.....	19

三 核裂变

16. 经过多次减速的中子——热中子.....	21
17. 中子台球——散射与减速.....	22
18. 原子核的食欲——中子的吸收.....	24
19. 铀-238 的变态性食欲——共振吸收.....	26
20. 核裂变只能是昙花一现.....	27
21. 中子的外漏.....	29
22. 持续发生裂变——堆的临界.....	30

23. 反应堆和火炉的差别, 反应堆的定义.....	33
四 反应堆的构成	
24. 身躯瘦小, 食欲不大者是最好的慢化剂.....	35
25. 天然铀燃料的配偶.....	37
26. 胖子钴梯子——铀的浓缩.....	39
27. 均匀反应堆.....	43
28. 非均匀反应堆.....	44
五 燃料元件	
29. 虎槛——燃料的包壳.....	47
30. 研究堆和动力堆.....	48
31. 用铝作包壳的燃料——研究堆的燃料.....	50
32. 水冷堆的燃料组件.....	53
33. 动力堆的燃料.....	56
六 反应堆的控制	
34. 就差一点点——堆芯即将达到临界.....	60
35. 反应堆的刹车和加速.....	61
36. 懒汉大显身手——缓发中子的作用.....	64
37. 反应堆是能量的魔术师.....	66
38. 魔术师的把戏.....	68
39. 魔术师的把戏是怎样设计的?	71
40. 一旦发生异常, 立刻放下安全棒.....	74
41. 备用紧急停堆装置.....	76
42. 反应堆的火柴——堆芯点火.....	79
七 对射线的屏蔽	
43. 禁地.....	83
44. 避而远之.....	85
45. γ 射线的屏蔽.....	87
46. 中子的屏蔽.....	90
八 堆芯的热交换	

47. 要保护虎槛.....	94
48. 反应堆的热交换.....	95
49. 搅动有利于传热.....	99
50. 涓雨汇成河.....	101
51. 堆芯的核设计.....	103
52. 堆芯的热设计.....	105
53. 中子通量的分布.....	108
54. 为什么使用压力锅.....	111
55. 汽泡的作用.....	112
56. 拔山教授的讲课.....	116
57. 怎样利用堆芯的热量发电.....	119

九 反应堆的安全性

58. 原子能发电与原子弹.....	122
59. 四道防线.....	125
60. 任凭风浪起, 稳坐钓鱼船.....	128
61. 如果管道拦腰截断, 怎么办?	130
62. 原子能发电站的安全性.....	133
63. 重要的问题在于认识危险.....	136
64. 熊袭也有放射性.....	140
65. 监测仪器一响, 安防人员便立刻赶到.....	143
66. 越稀释越浓.....	146
67. 原子能发电站的废物处理.....	149

一 原子结构

1. 原子——空旷的世界

原子是非常小的，其直径大约只有一亿分之一厘米。如果把原子比作蜂卵，那就相当于把蜂卵比作月球。因此，不难想像，原子是微乎其微的。原子共有98种*，如氧原子、氢原子、氮原子等等。

世界上的一切物质，都由原子构成。例如，水由2个氢原子和1个氧原子构成。

食盐由1个钠原子和1个氯原子构成。氮、氧等气体，均各由2个同种原子组成。酒精的分子由2个碳原子、1个氧原子和6个氢原子组成。至于木材、肉类等有机物，则由碳、氢、氧、氮以及钙、磷等多种原子组成。

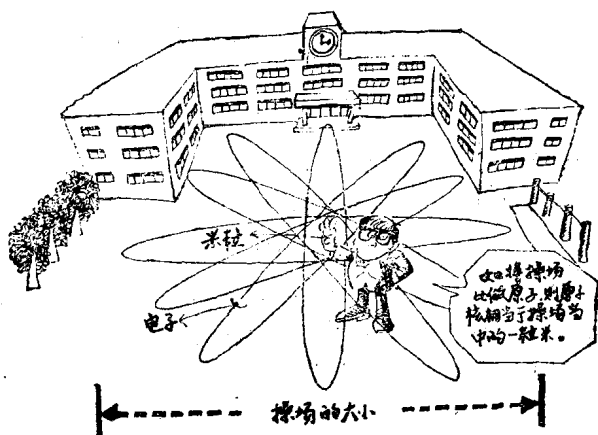
原子虽小，但是，还可以分为电子和原子核。原子核位于原子的中心，电子则围绕在原子核的周围，飞快地旋转，宛如太阳和行星的关系。可以把太阳比作原子核，行星比作电子。

原子核与整个原子相比，十分微小。大约只占整个原子大小的十万分之一。比如一个人站在操场的中心，用隐身术使自己越变越小，最后，变成一粒米，则这个米粒就相当于原子核，而整个操场相当于原子。这就是原子和原子核的大小比例。如果再有一群牛虻，用隐身术使自己变成像细菌那么小，并且从操场的一端到另一端围绕着中心的那一粒米飞

* 到目前为止，已发现有106种。——译者注

转，那么，它们就相当于电子。好一个令人眼花缭乱的微观世界！

但是，万变不离其宗，原子就是由非常小的原子核和围着它飞转的电子、以及它们所包围的空间组成。各种物质都是由这种原子构成，人也如此。人体大约含有一千亿亿个(1×10^{27} 个*)原子。但是，除了很小的原子核和电子之外，其余绝大部分是空间。操场中心有一粒米，还不是和空操场一样吗？而飞快旋转的电子，就更是微不足道了。如此看来，我们几乎是生活在一个空旷的世界。



2. 核内世界——质子和中子

现在我们再来看原子核。原子核虽然非常小，但仍可再分。原子核由质子和中子两种粒子构成。

这两种粒子的组合，就像用饴糖将不同数目的黑色和白

* 根据指数概念： $10 \times 10 = 10^2$ ； $10 \times 10 \times 10 = 10^3$ ，余类推。——译者注

色糯米球粘在一起。黑球代表质子，白球代表中子。

最轻的原子核是氢，只由1个黑球构成。其次是氦，由2个黑球和2个白球构成。第5个原子是硼，其原子核由5个白球和5个黑球构成。碳原子核由6个黑球和6个白球构成。氧原子核由8个黑球和8个白球构成。氖的原子核由10个黑球和10个白球构成。铝的原子核由13个黑球和14个白球构成。硫的原子核由16个黑球和16个白球构成。钙的原子核由20个黑球和20个白球构成。铁的原子核由26个黑球和30个白球构成。锡的原子核由50个黑球和68个白球构成。钨的原子核由74个黑球和110个白球构成。铂的原子核由78个黑球和117个白球构成。金的原子核由79个黑球和118个白球构成。铅的原子核由82个黑球和125个白球构成。镭的原子核由88个黑球和138个白球构成。铀的原子核由92个黑球和

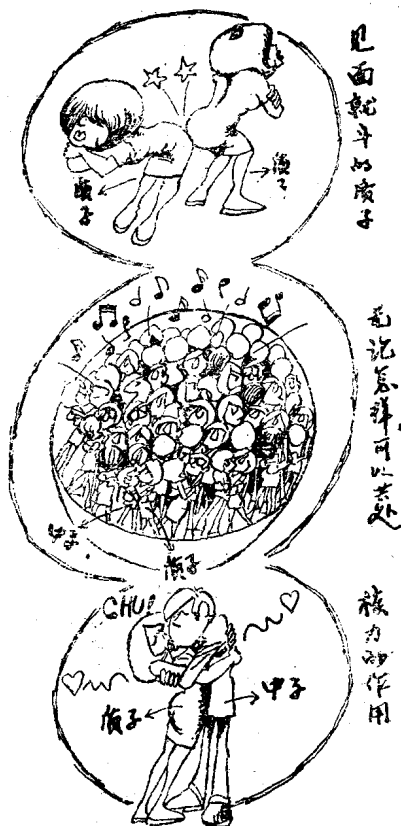


146个白球构成。……

以上只是举了一些常见的例子。自然界存在的各种原子，其原子核都是这样构成的。种类繁多，不胜枚举。

3. 中子是个老好人

黑球代表质子，带正电。由于同性相斥，伙伴之间犹如冤家对头，见面就打。然而，白球所代表的中子不带电，并



且受一种“核力”的作用，使它能和质子互相吸引。它就像个老好人，见谁都亲。

那么，这些好斗的黑球，为什么能在一个原子核内共存呢？原来，代表中子的白球夹在中间，以其核力将质子一个一个地拉住，它们就像许多老练的舞伴，双双狂跳于原子核这个小巧的舞厅。

前面已经提到，在原子核的周围，有电子飞转。电子分布在很多轨道上，每个轨道中容纳一定数目的电子。电子虽然很小（其质量仅相当于质子的一千八百分之一），但它所带电量却和质子相等，只是符号相反。由于原子中的电子数与质子数相同，所以原子核的正电恰好被核外电子的负电中和。

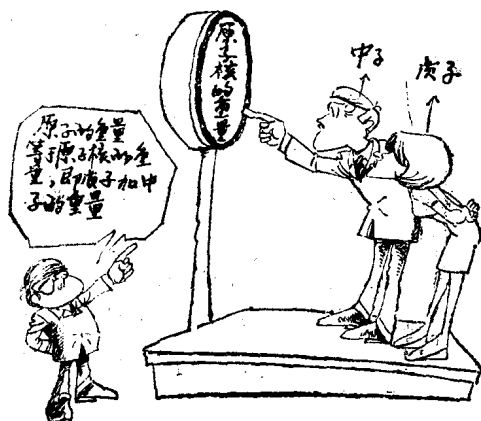
原子的性质，取决于它的电子数（或者质子数）。若将所有的原子，按其电子的多少，从氢开始依次排列时，则每隔一定间隔就出现性质相似的原子。这是因为电子轨道和电子在轨道上的排列情况相似。俄国的化学家门捷列夫首先发现了这个法则，并将其归纳成元素周期表。

4. 原子核的重量

现在谈一谈原子核的重量（质量）。中子和质子的重量大致相等。电子的重量大约相当于质子的一千八百分之一，因此，可以说原子的重量就是原子核的重量，即质子和中子的重量。原子世界使用的天平将氧原子的重量定为16。以此为标准*，则中子和质子的重量都等于1。前边列举的原子的

* 现在以碳-12的质量等于12为标准。——译者注

* 根据负指数概念： $10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$ ， $10^{-2} = \frac{1}{100} = 0.01$ ，余类推。——译者注



重量：氢等于1、氦等于4、碳等于12、铝等于27，……铀等于238。这些数目就等于原子各自所含黑球与白球数目之和，叫做质量数。它是原子世界用以表示核重量的重要数字。

那么原子的实际重量到底是多少呢？中子的重量为十亿亿分之十七克(1.7×10^{-24} 克)。自然界中最重的铀原子，其重量为一百万亿亿分之四克(4×10^{-22} 克)。这种表示方法豈不过于烦琐吗？所以还是使用上述的原子世界的天平称量较为简便。

5. 胖子和瘦子

原子核也像人一样，有胖瘦之分。贪婪的原子核，拉拢了多余的中子而变成胖子。虽然胖子与瘦子的重量不同，但是由于质子数相同，所以它们的性质是一样的。可以说它们同属一族，叫做同位素。

例如，普通的氢原子是由1个质子和1个电子构成。所以，用原子世界的天平称量，其重量等于1。这种氢原子的原子核中不含有中子，是最瘦小的氢原子。在它的同一族

里，还有胖子。就是在原子核中，除质子之外，还含有1个中子，这就变成了质量数为2的胖子。这就是氘。氘的化学性质与氢完全一样。10000个天然氢中有15个氘。

相传某造船厂的一个工人，拾了一支金属棒带回家去，不久就发现其臀部被烧伤。这件事闹得满城风雨，成了报纸、电视、广播中轰动一时的新闻。这个金属棒就是对焊接部进行辐射探伤所用的“铱”。它是将天然铱放进反应堆中照射，吸收中子而变成的铱的同位素。这种铱不稳定，不断放出射线，可用来探伤。这样的同位素叫做放射性同位素。

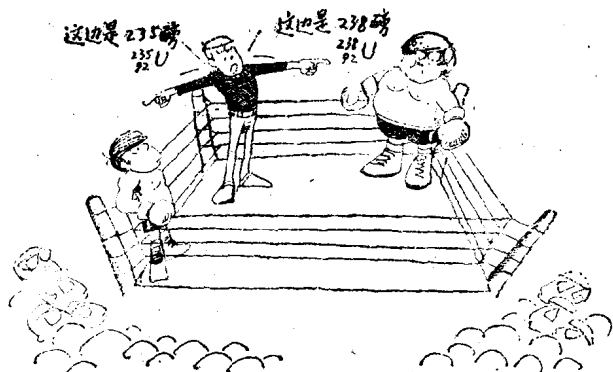
如果不是吞食中子，而是吞食质子，则情况大不相同。这好像一个人突然生角长尾，吃起草来，完全变了。例如，



铀吞食 1 个质子，就变成钋。就是说，质子数一变，则变成别的原子，其化学性质也随之改变。

6. 原子世界的重量级拳击手

元素周期表中 92 号的铀家族，都是重量级。这些同位素的共同点，是都含有 92 个质子。但按所含中子的多少可分为



三种：一种含有 146 个中子，一种含有 143 个中子，还有一种，含有 142 个中子。其中占压倒优势的是头号大胖子，含有 92 个质子和 146 个中子，总数为 238，所以叫做铀-238 (^{238}U)，再标出其在周期表上的位置（原子序数），就可写成 $^{238}_{92}\text{U}$ 。

然而，质量数为 235 的中胖子，即 $^{235}_{92}\text{U}$ 为数很少。铀-238 与铀-235 的数目比为 993:7。也可以说铀-235 只占 0.7%。至于质量数为 234 的小胖子铀-234，就微不足道了。

由此可见，天然铀中铀-235 和铀-238 的比例是一定的。

7. 中子担负着统一原子核的任务

可以把原子核比作一个舞厅，在这个小巧的舞厅中，白球（中子）老练地带领着黑球（质子）欢跳。在轻的原子核