

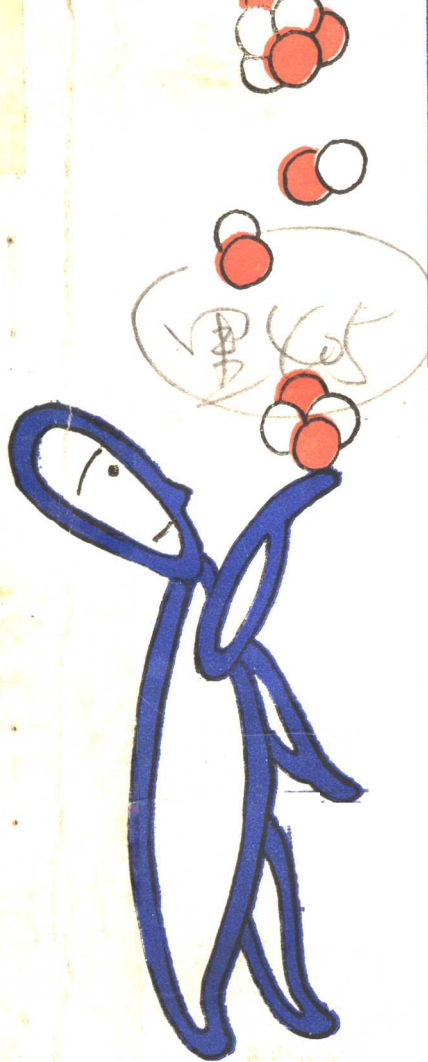


解说

雄著

原子能的秘密

原子能出版社



Manhua
Yuanzineng

漫画解说 原子能的秘密

[日] 林乔雄 著

宓培庆 顾汉文 译

原子能出版社

内 容 简 介

这是一本引人入胜的优秀科普读物。它通过幽默的语言和有风趣的漫画，深入浅出地介绍了反应堆和核电站的构造、原理、安全性措施及其废物处理。同时，用拟人化手法描绘了放射性同位素在工业、农业、医学、航天等方面的应用。书末的续编较详细地介绍了美国三哩岛核电站事故的起因、经过、影响等情况。

本书可供具有中等文化水平的广大读者阅读。

漫画解说原子能的秘密

〔日〕 林乔雄 著

宓培庆 顾汉文 译

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092¹/₃₂·印张9.125·字数204千字

1990年5月北京第一版·1990年5月北京第一次印刷

印数1—1000

ISBN 7-5022-0182-3

TL·72 定价: 4.50元

译者的话

1942年12月2日，在美国芝加哥大学建成了世界上第一座核反应堆，它标志着人类进入了原子能时代。五十年代，美、苏、英、法等国先后建成了核电站；六十年代初，加拿大建成了坎杜型重水堆核电站。核电站的问世，开创了和平利用原子能的一个崭新的领域，核能作为一种先进的替代能源受到各国政府的重视。截至1986年底为止，全世界已投入运行的核电站有390多座，正在运行中的核电机组有376套，总装机容量276975MW，约占世界总发电量的15%；正在建造中的核电机组有153套，总装机容量146931MW；计划建造的核电机组124套，总装机容量121890MW，估计到2000年，全世界核电能力比现在增加近一倍，核发电量将占总发电量的25%左右。目前，我国正在一些经济发达而能源资源比较缺乏的地区，有重点、有步骤地发展核电站。我国十分重视核电站的安全，决定采用安全度较高的压水堆，在建造过程中坚持安全第一，质量第一的方针。

提到核电站，人们立刻会联想到最近发生的两次核事故：一次是1979年3月28日，美国宾夕法尼亚州哈里斯堡附近的三哩岛核电站2号堆发生了严重事故；另一次是1986年4月26日，苏联乌克兰首府基辅市西北的切尔诺贝利核电站4号机组发生了迄今为止在核电史上最严重的事故。这两次事故给核电事业提供了许多重要的经验教训。应该指出，这两次核事故的发生存在着一个共同的问题，即运行操作人员在反应堆出现问题之后，一再违犯操作规程，过失和错误

是导致事故不断恶化的主要原因。因而，加强核电站的安全管理，提高运行人员的核安全教养是十分必要的。在核安全方面万无一失，这是今天的科学技术完全能做到的。各国专家指出，只要进行严格的科学管理，正确地实施核安全准则，核能仍是一种清洁、安全而又经济的能源。核电事业仍将在全世界得到迅速发展。当然，核电站的某些设计还需要改进，核安全设施还需要完善，以尽量减少或避免核电事故。

放射性同位素和射线的应用是和平利用原子能的另一个重要方面。迄今为止，已知的放射性同位素有1500多种，其中得到实际应用的有250多种。目前，我国生产的同位素产品有800多种。在现代工业、农业、国防、医药和科研等各个领域，放射性同位素技术正发挥着越来越大的作用，取得了显著的经济效益和社会效益。

日本林乔雄先生所写的这本书，通过日常生活中的事例，大量采用对比、比喻和拟人化的手法，深入浅出地介绍了核反应堆、核电站和放射性同位素。语言幽默生动，通俗易懂，趣味性强，加之，书中配有大量的漫画、图表和统计数字，它的确是一本引人入胜的优秀科普读物。由于我们水平有限，翻译不当之处在所难免，望读者批评指正。

在本书的翻译过程中，曾得到崔凤吉、韩一洽、陈明志等同志的帮助，特别是国际关系学院的耿景华老师，对全部译稿进行了仔细地校对，谨此致以谢意。

译者

1990年元旦于北京

目 录

译者的话

第一编 核反应堆是能量的魔术师——核反应堆和核电站漫谈

站漫谈	1
第一章 原子的结构与核裂变	1
假如原子象运动场那么大	1
核家族的组成	3
四人小组集体私奔	5
聚变与分裂	7
原子核的人工衰变	9
用中子进行轰击	10
一触即发的铀-235	12
虎死留皮，铀-235裂变可以产生中子	13
积少成多	15
基吉尔博士和海德先生	17
能量宝库的钥匙	19
速度很慢的中子	20
原子核的食欲	22
铀-238的奇异食欲	23
中子的出逃——从堆芯的泄漏	25
链式反应将一直持续下去	27
中子的台球——慢化剂	29
理想的慢化剂	30
没有指望的家庭	32

天然铀的好伴侣.....	33
要是猴子和人, 很容易鉴别.....	35
铀的钻梯子比赛.....	38
第二章 反应堆和核电站的结构.....	41
堆芯的组装方法.....	41
老虎的笼子——燃料包壳.....	43
不同的用途要求不同的堆型——研究堆和动力堆.....	45
研究堆使用的铝包壳燃料元件.....	48
装满燃料组件的堆芯犹如挤满乘客的满员电车.....	50
工作条件极其苛刻的动力堆燃料元件.....	52
集体的安全保障——水冷堆的燃料组件.....	53
水冷堆燃料棒的结构好象多节水果糖.....	55
贮气空腔的用途——可用傻青蛙来比喻.....	57
就差一点点了! 堆芯即将到达临界.....	59
反面角色登场.....	62
堆芯内部的中子收支状况.....	63
反应堆的制动闸和加速蹬.....	65
反应堆是能量的魔术师.....	67
魔术的秘密.....	69
土枪也能打中几个.....	71
钱断情也断.....	73
因果报应.....	75
魔术的秘密是怎样装入堆芯的.....	78
慢速微调——控制棒的驱动装置.....	79
伺机捕捉青蛙的蛇——安全棒.....	80
一旦有异常信号, 安全棒立即射入堆芯.....	81
给反应堆点火的火柴——中子源.....	84
给堆芯点火的方法.....	85
一座有运转能力的堆芯.....	88

即使落幕之后也不能靠近的反应堆舞台·····	89
辐射防护的两种方法·····	91
想要一钻到底的厚脸皮的家伙·····	94
对射线的封锁作战·····	96
保住老虎笼子·····	97
保住老虎笼的诀窍·····	98
把次郎长控制住·····	100
酒店门口站着的酒幌子·····	102
按照“次郎长的形象”设计·····	104
系统的设计·····	105
堆芯热工设计的根本思想是“从最坏的情况去考虑”·····	106
发电用反应堆的结构·····	108
第三章 安全性的结构和废物处理·····	112
虎和猫·····	112
再说猫·····	114
以饮酒为例·····	116
安全性的结构——四道屏障·····	118
第三道和第四道屏障·····	120
假设主回路管道发生切断性断裂·····	122
第四道屏障——安全壳·····	124
大地震和四道屏障·····	126
任凭风浪起，稳坐钓鱼台·····	127
安全性措施的最后完善·····	129
世界处处有危险·····	134
一年期间报纸上登载的事故和灾害·····	135
再看一看原子能方面的事故·····	138
辐射防护的历史·····	140
国际放射防护委员会考虑防护时的两个特点·····	141
容许剂量·····	143

容许剂量和医疗检查中所受到的X射线剂量的比较·····	145
熊袭人体内也有放射性·····	146
我的经验·····	149
一旦监测器发出叫声,剂量管理员就会迅速赶来·····	150
容许浓度的确定方法——按照连续吸入和连续吸入50年 计算·····	152
ALAP原则·····	155
到处都装有监视的眼睛——辐射监测站·····	156
必须注意自然界对放射性物质的浓缩·····	158
放射性废物的根源·····	160
缩小、封存、再使用三步曲·····	162
绝不轻易开始行动·····	164
关于低放废物的处理·····	165
对低放固体废物的封锁作战·····	166
关于高放废物的处理·····	169
关闭在岩石中的孙悟空·····	170

第二编 放射性同位素是能量的隐身人——漫谈放射性 同位素的应用

第一章 放射性同位素应用的五个方面·····	173
前言·····	173
所谓放射性同位素是什么·····	174
放射性同位素的生产方法·····	175
放射性同位素在性质上的差异·····	176
放射性同位素的另外两个特性·····	178
放射性同位素应用的五个方面·····	179
放射性旅行记·····	182
第二章 放射性同位素应用的第一讲—— 射线照相术·····	186
X射线和γ射线·····	186

激烈照相.....	188
软派和硬派.....	189
第三章 放射性同位素应用的第二讲——	
测定技术.....	194
测定历史年代的时钟——碳钟.....	194
活化分析.....	197
拿破伦是不是被毒害而死.....	197
捕获粒子飞行的径迹——关于射线的测定.....	200
查明犯人.....	202
活化分析大显身手.....	203
厚度的测定和控制.....	206
非接触性测定.....	206
放射性测厚在工业上的应用.....	207
第四章 放射性同位素应用的第三讲——	
示踪剂技术.....	211
在医疗方面的应用.....	211
带着发报机的密探——示踪剂.....	211
血液的跟踪者——铬-51.....	213
同位素的跟踪行动.....	215
在农业方面的应用.....	217
稳稳当当地打入敌方营垒的内部.....	217
无公害农药的开发.....	219
揭开自然界的奥秘——光合作用.....	222
示踪剂技术在工业方面的应用.....	223
第五章 放射性同位素应用的第四讲——	
能量的利用.....	228
人造卫星上使用的放射性同位素电池.....	228
小小能量魔术师.....	228
最初用于宇宙飞行的放射性同位素电池.....	229

原子能登上了月球.....	230
人造卫星上用的放射性同位素电池的结构.....	232
其它用途的放射性同位素电池.....	234
活跃在偏僻地带的放射性同位素电池.....	234
轰动世界的微型放射性同位素电池.....	236
第六章 放射性同位素应用的第五讲——射线杀伤力的利用	239
以毒攻毒.....	239
全军覆没的悲歌——辐射消毒.....	241
向固守在街巷里的匪军发起攻击.....	242
三种攻击方法.....	244
辐射杀伤力在化学工业上的应用.....	247
这也是利用了辐射的杀伤力.....	250
害虫的绝育手术.....	251
续编 反应堆安全性的警钟——三里岛核	
电站事故.....	254
前言.....	254
事故究竟是怎样发生的——七大罪状.....	256
堆芯究竟变成了什么样子.....	264
恐慌状态是怎样引起的.....	267
受害情况如何.....	270
再谈谈事故发生的内在原因（摘自凯梅尼报告书）.....	273
结束语.....	277
后记	278

第一编 核反应堆是 能量的魔术师

——核反应堆和核电站漫谈

第一章 原子的结构与核裂变

假如原子象运动场那么大

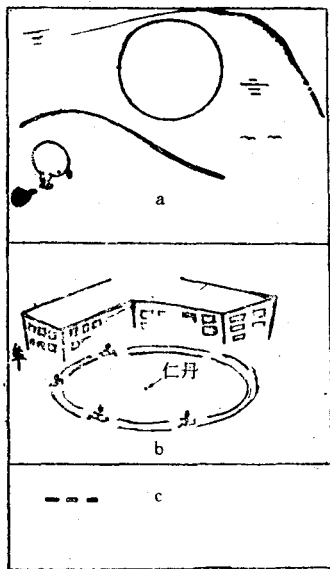
原子的直径只有一亿分之一厘米左右。如果把原子比作小孩玩的弹球，那么，实际的弹球就有月亮那么大。可见，原子是极小的。

原子大约有一百种，其中有氢原子、氧原子、氮原子等等。世界上的一切物质都是由原子组成的。例如，水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成的；食盐是由一个钠和一个氯组成的；酒精则是由两个碳、一个氧和六个氢组成的。而那些高等物质，例如，木材、肉类、骨骼等等，其组成更为复杂，除了含有氧、氢、碳、氮的原子之外，还含有钙、磷等原子。但是，归根结底，一切物质都是由各种原子组成的。这些常识现在就连小学生都知道。

可是，如果对原子的内部结构作进一步地观察，就会发现原子又是由电子和原子核组成的。在原子核的周围，有若干个电子绕着它疯狂地飞转，而原子核处于原子的中心，控制着周围的电子。这种结构很象太阳与行星之间的关系。太阳好比是原子核。

原子核比原子更小，它的大小只有原子的十万分之一左右。打个比方，如果把原子比作学校的运动场那么大，那么，原子核的大小相当于放在运动场正中央的一颗仁丹，其余部分则是空间。而电子比原子核还要小得多，它们是原子世界的牛虻，只是绕着原子的运动场无休止地飞舞着。

这就是原子的结构。正象上面所描述的那样，整个原子几乎都是空间。假如所有的物质都是由这样的原子组成的

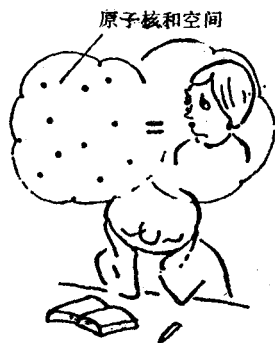


a ——如果把原子比作小孩玩的弹球，那么，实际的弹球就有月亮那么大；

b ——如果把原子的大小比作运动场，那么，原子核就象位于运动场正中的一颗仁丹那么大 ..

c ——其余部分都是空间。

话，那么，世界上的一切都是空的。你本身是空的，传达室那位自以为很年轻的漂亮姑娘也是空的。就是说，一切物质都象刚才说的那样，仅仅是一些极小的原子核以及更小的电子而已，除此以外全是虚无的空间。只有电子绕着原子核飞快地旋转着……。照这样想象的话，整个世界实在是一片空虚！



爱情也是空的
(这里借用了一句佛教语)

核家族的组成

现在我们再来说说原子核。尽管原子核是那样的微小，但它又是由两种更小的粒子构成的：一种叫质子，另一种叫中子。也就是说，原子核是质子和中子集居一堂的核家族。而且，由于质子和中子的搭配数目各不相同，因而构成了许多种不同原子的原子核。

凡是具有中学以上文化程度的人，大概都见过原子模型的示意图。在模型图上，质子通常用红球表示，而中子用白

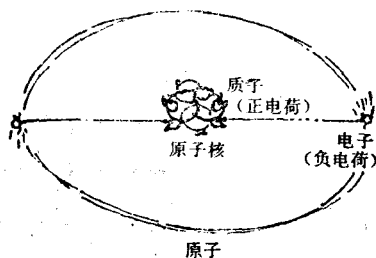
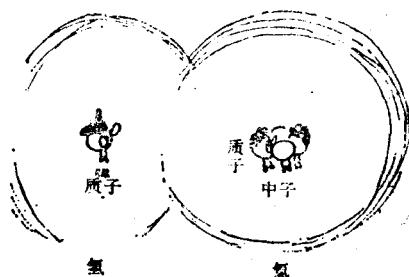
球表示。使用这种习惯表示法，决不是说质子呈红色，中子呈白色，只是为了便于理解而已。

最小的核家族，只有一个红球，即一个质子，这就是氢原子。比它大一号的是氦，它由两个质子和两个中子构成。第五号是硼，它有5个质子和5个中子。第六号是碳，它有6个质子和6个中子。氧有8个质子和8个中子。铝有13个质子和14个中子。铁有26个质子和30个中子。钨有74个质子和110个中子。铅有82个质子和125个中子。镭有88个质子和138个中子。在自然界中，最大的核家族是铀，它有92个质子和146个中子……。嘿，核家族就是这样构成的！当然，这里只不过列举了一些大家比较熟悉的原子。

可是，质子都带有正电荷，同伴之间总是针锋相对，怎么也不能融洽相处。这就是所谓的“同性相斥”。好比故意与人为难的婆婆和性格刚强的儿媳同住在一起一样，很难和睦相处。那么，又是什么原因使这些质子能够同住在一个很狭小的家（即原子核）中的呢？是谁在中间起了调解作用呢？原来是中子。中子是个大好人，与谁都合得来。质子和中子之间具有相互吸引的作用力，这种吸引力就是核力。因此，中子掺合在质子之间，靠着核的魅力牢牢地将质子吸引在一起，于是，它们便统一在一个家庭之中。

另一方面，电子绕着原子的运动场不停地飞速旋转，它的质量仅为质子质量的一千八百分之一（而质子和中子的质量近乎相同）。电子尽管身材很小，但却带有和质子等量的负电荷。而且，原子内电子的数目刚好等于原子核内质子的数目，使正负电荷恰好相互抵消。这些电子一方面受到位于正中心的原子核的牵引，同时还绕着核飞速旋转。这样，原子作为一个整体，是相当和睦的。大家熟悉的碳，是由碳原

子组成的，铁是由铁原子组成的。这些原子的固有性质，是由核内质子的数目，也就是电子的数目来决定的。因此，原子按照它的电子数目顺序排列起来，便可得到众所周知的元素周期表，表上的序号就是核家族的门牌号。

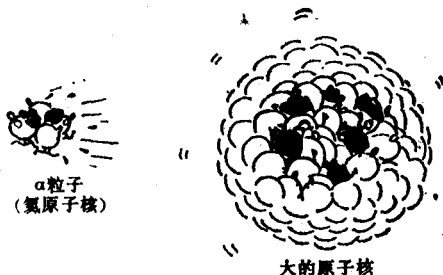


四人小组集体私奔

前面已经介绍了核家族。你会发现，随着核家族的增大，核内中子的比例也跟着增大。拿氧来说，质子和中子的数目相同，8个对8个；而铁就不同了，质子有26个，中子有30个。对那些更大的原子核来说，中子的数目甚至可以多出百分之几十。我们来看一看镭的原子核，它有88个质子，138个中子。至于最大的家族铀，质子有92个，而中子竟增加到146个。这是什么原因呢？你会立即想到前面讲过的情况，原子核越大，好斗的质子就越多。于是，在质子之间起调解作用的中子数目也需要大大增加，以便使质子安定下来，圆满地同居一室。

由于上述原因，对于那些大的原子核，尽管有许多中子力图进行调停，原子核内部的稳定性仍然很差。事实上，大于第83号元素铋的原子核，没有一个是完全稳定的。于是就产生了这样的现象：质子和中子携起手来集体逃脱原子核。

最常见的逃脱现象是，由两个质子和两个中子结成一伙集体私奔。这种由两个质子和两个中子成对搭配，总是情投意合、结伴逃脱的现象，正是表现了核力所具有的特殊性



四人小组集体私奔