

147852

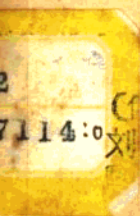
基本館藏

M. П. 阿尔希波夫 著

# 原子武器与 原子防护



国防工业出版社



## 序

在我們的时代里，人类越发深刻地認識了自然的秘密和規律性，在这認識的过程中，苏联的科学起了主导的作用。我們的学者和工程师們在苏联共产党和政府經常不断的帮助下，在不长的时期內即解决了获得原子能的問題。

苏联已經建設了世界上第一座功率为五千瓩的原子能工业电力站，这座电力站正在順利地供电。目前，苏联的学者和工程师們認為，可能建設起能力为四十万至八十万瓩的原子能电力站。我們的国家拥有最大的、最完善的加速器，这些加速器能讓我們在不久的将来更为全面地研究原子的結構及核力的性能和規律性。

被称为电气时代的二十世紀，在我們看来已經开始轉变为原子能时代，在这样的时代，生产力能得到无穷无尽的发展。根据苏联共产党第二十次代表大会的決議，我国原子能电力站的总能力，至一九六〇年将达二百万至二百五十万瓩，并将建成用于运输业的原子能动力装置，同时，要在工业、农业、医学和其他国民經济部門中扩大对放射性同位素的利用。

站在和平利用原子能前列的苏联人民，很愿意把自己的經驗介紹給其他的国家，并愿意給予其他国家无私的援助。一九五五年八月，我們的学者們在和平利用原子能的国际會議上作了一百零二个报告，这些报告都得到了世界科学輿論界的很高評价。苏联的第一座原子能电力站的門为任何一个国家的学者們敞开着。我們为中国、德意

志民主共和国、捷克、波兰及其他人民民主国家制造着研究核子物理学的设备。我们也给予南斯拉夫、埃及和印度以科学技术援助。

有十一个国家的科学家参加创建的核子能联合研究所的组成，乃是国际合作转向较为高级的新形式的开始。苏联政府给这个研究所装备了最新式的现代设备。这个国际学术研究机关的建立为现代物理学的发展打开了新的局面，它能使各国的学者们集思广益，以期将各种核能更为完善地用于和平事业并造福人类。

苏联在促进国际合作发展的同时，还竖立了热衷和平和进步事业的富有鼓舞作用的榜样。不但如此，苏联人民也表现是一贯反对在军事上利用原子能的斗士。我们的政府曾屡次建议，现在还在建议禁止制造和使用原子武器和氢武器。但是，苏联政府不能不考虑到，帝国主义国家的侵略集团并不接受我们的建议，正在继续制造和试验原子武器和氢武器，正在建立反对民主和社会主义阵营的军事集团体系。

鉴于和平暂时还没有充分的保证，苏联不得不制造各种新武器，并采取必要的措施，以备随时给战争的挑拨者以致命的还击。

在这本小册子里，通俗易懂地向广大的读者叙述了各种原子武器的构造原理和作用以及对原子武器的杀伤因素的防护方法。

---

# 目 录

序

## 第一章 原子武器构造的簡要物理原理

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 一、核反应和原子能.....          | 1  |
| § 1. 物質的結構.....         | 1  |
| § 2. 原子的結構.....         | 2  |
| § 3. 偉大的自然規律.....       | 6  |
| § 4. 放射性.....           | 8  |
| 二、应用在原子武器和氫武器           |    |
| 中的反应.....               | 13 |
| § 1. 化学反应和核反应.....      | 13 |
| § 2. 鏈式核反应.....         | 19 |
| § 3. 氫的热核反应.....        | 23 |
| 三、原子武器.....             | 25 |
| § 1. 爆炸性原子武器和放射性战剂..... | 25 |
| § 2. 原子彈.....           | 26 |
| § 3. 氫彈.....            | 27 |

## 第二章 原子爆炸的杀伤作用

|                      |    |
|----------------------|----|
| 一、空中爆炸和地面爆炸.....     | 29 |
| § 1. 爆炸的外壳和杀伤因素..... | 29 |
| § 2. 冲击波.....        | 31 |
| § 3. 光輻射.....        | 40 |
| § 4. 貫穿輻射.....       | 43 |
| § 5. 地面的放射性沾染.....   | 47 |
| 二、原子彈在水中爆炸.....      | 48 |
| 三、原子彈在地下爆炸.....      | 51 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 四. 放射性战剂.....           | 52 |
| <b>第三章 原子武器防护的器材和方法</b> |    |
| 一. 向居民报知原子袭击的危险.....    | 53 |
| 二. 城市和居民地对原子防护的         |    |
| 工程构筑.....               | 54 |
| § 1. 个人防护器材.....        | 54 |
| § 2. 集体防毒器材.....        | 56 |
| § 3. 在有原子袭击威胁时居民的职责     |    |
| 与行动规则.....              | 63 |
| 三. 辐射侦察和剂量检查.....       | 66 |
| 四. 消除原子袭击后果的措施.....     | 75 |
| § 1. 对受害人员的医疗急救.....    | 75 |
| § 2. 卫生处理和消除放射性沾染.....  | 76 |
| § 3. 扑灭火灾.....          | 81 |

# 第一章

## 原子武器构造的简要物理原理

### 一. 核反应和原子能

#### § 1. 物質的结构

要想知道原子武器的作用，就必须晓得原子爆炸时对人 and 不同物体发生作用的能是怎样产生的。为此，在研究原子武器和对原子武器防护的方法以前，必须弄清物质大概是怎样构成的，以及原子能是怎样儲藏在物质之中的。

我們周圍的一切物質可分为简单物質和复杂物質两种。其中不能以化学方法再分的简单物質叫作化学元素，也称化学上的简单物質。这些物質包括：氢、氮、氧、鋁、鈾等。复杂物質（水、石油、煤）由或多或少的化学元素組成。例如，水是由氢和氧組成的。复杂物質可以用物理和化学方法分解为化学元素。

物質由微小的粒子即分子聚集組成。例如，水是由水的分子聚集而成的。分子的質量极小，在普通的条件下（温度为 $0^{\circ}\text{C}$  和标准气压时），每立方公厘的空气里含有  $2.687 \times 10^{16}$  ① 个分子。

① 很大和很小的数字通常以下列方法表示：

大数： $100 = 10 \times 10 = 10^2$  —— 十自乘或十的平方；  
 $1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$  —— 十的三次方等；  
十亿的简写方法

$1000000000 = 10^9$  —— 十的九次方。

小数： $0.001 = \frac{1}{1000} = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}$  —— 十的負三次方符号即表示

$10^3$  不是分数的分子，而是分母。

十亿分之一则写成：

$0.000000001 = \frac{1}{1000000000} = \frac{1}{10^9} = 10^{-9}$  即十的負九次方。

俄羅斯的偉大學者羅蒙諾索夫就是物質構造的分子理論的創始人之一。羅蒙諾索夫証實，一切物質——石頭、水、空氣——都是由看不見的微小粒子——“物質顆粒”組成的。

如果試將分子剖開，那麼我們能發現甚么呢？原來，分子是化學元素的許多微小粒子的複雜結合體。這些微小粒子叫作原子。原子以不同的方法結合在一起而形成不同物質的分子。例如，水的分子是由兩個氫原子和一個氧原子組成的。食鹽的分子是由金屬鈉的原子和氣體氯的原子組成的。比較複雜的物質的分子所包含的原子數量，有時可達數十個和數百個。

這樣看來，自然界的一切物質，無論是簡單物質或是複雜物質，歸根到底都是由原子組成的。原子——好像是“小磚塊”，我們周圍的大自然，以至於我們人的身體均由這些“小磚塊”堆砌而成。

原子是化學元素的分割極限。它是元素在化學變化中最小的粒子。只有用物理的實驗方法才能觀察原子是怎樣組成的。原子有重量（質量）和大小，並具有一定的物理和化學性質。

## §2. 原子的結構

原子有着複雜的結構。在原子的中心有個帶正電的核；核的周圍有帶負電的粒子旋轉着，這些粒子叫做電子。電子在電子殼層內圍繞着原子核運動。各個電子在電子殼層內沿着一定的軌道運動。

各電子的軌道與原子核的距離各不相同，它們一層層地圍繞着原子核。在每一層中有一定數量的軌道，也就是

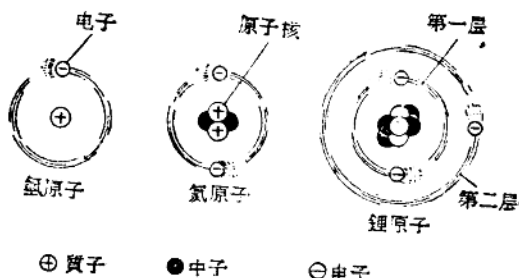


图 1 某些化学元素的原子结构示意图

有一定数量的电子。最靠近原子核的一层叫做K层，K层所包含的电子不超过两个；K层的外面是L层，层内不超过8个电子；第三层是M层，层内不超过18个电子；等等。某些化学元素的原子结构见图1所示。

氢原子只含有1个电子，这个电子位于第一层（K层）内的一个轨道上。氦原子有2个电子，它们位于第一层的两个轨道上。因此，氦原子的第一层已完全被电子填满。

各层都被电子完全填满的原子是化学上不活泼的原子：这种原子不仅不能与其他原子结合，甚至它们都不能彼此结合成分子。由这些原子组成的物质就是我们所称的不活泼气体，如氦、氖、氩等。

俄罗斯的天才化学家门捷列夫确定：根据各元素的化学性质，可以把所有的元素按一定的顺序排列成一个表。

在门捷列夫的元素表中，氢之后是锂。锂元素有3个电子：2个在第一层，1个在第二层（L层）；其次的元素是依次充填第二层，而当第二层是8个电子（氖的）





的粒子統称为核子。

質子是带正电的粒子，其質量等于  $1.6729 \times 10^{-24}$  克。質子的电荷量等于电子的电荷量。

中子是中性的，即不带电的粒子，其質量近似于質子的質量—— $1.6752 \times 10^{-24}$  克。

一个原子和原子核的体积微小到什么程度呢？就是用放大能力最强的显微鏡也看不到。半徑为 3 公厘的小彈丸內可以容納  $10^{21}$  个原子。如果将每个原子放大到半徑为 3 公厘的小彈丸那么大，堆积在一起，就可以堆成一座比厄尔布厄士山还要大的山。原子的半徑平均約为一亿分之一公分 ( $10^{-8}$  公分)。原子核的半徑約等于  $10^{-12} \sim 10^{-13}$  公分，即原子半徑的  $1/100000 \sim 1/1000000$ 。

从这些数字看来，原子核占整个原子容积很小的一部分。但是，原子核內的物質密度是很大的：原子的質量几乎都集中在原子核中，質子的質量約是电子質量的 1840 倍。假如将体积为 1 立方公分的盒子装满原子核的話，这个立方体的重量約为 1 亿吨，大約等于 1 万艘巡洋艦重。

原子及組成原子的粒子的重量，一般不以克来表示，而以原子質量单位来表示。原子質量单位就是以氧原子質量的  $1/16$  做为一个单位，等于  $1.66 \times 10^{-24}$  克。

某一原子的重量与氧原子質量的  $1/16$  的比值，就叫做該原子的原子量。

按这个方法計算，質子的質量等于 1.00757 原子質量单位 (aem)，中子的質量等于 1.00894 aem，电子的質量等于 0.000549 aem。元素中最輕的元素氫的原子量是 1.008 aem。約等于 1。由此，要想求出近似原子量，可以将

該原子的重量与氫原子的重量相比較。例如，氫原子量等于4.003aem，即氫原子的重量是氫原子重量的4倍。鈾是自然界存在的元素中最重的一种，其原子量等于238.07aem，也就是說鈾原子的重量是氫原子重量的238倍。化为整数的原子量在原子物理学中称为質量数(以字母A表示)。氫原子的質量数 $A = 1$ ；氦： $A = 4$ ；鈾： $A = 238$ 等等。

### § 3. 偉大的自然規律

俄罗斯的天才化学家 Д. И. 門捷列夫在研究化学元素时发现了一条規律，关于这条規律前面已經講过，就是元素的性質周期地变化着，并且在元素之間有着規律性的內在联系。門捷列夫根据这条規律把化学元素按性質排列在周期表內。

每个元素在周期表內均占有一定的位置，并有其順序号数或称为原子序数（通常以字母Z代替）。周期表內开头的元素氫的原子序数 $Z = 1$ ，氦—— $Z = 2$ ，鈾—— $Z = 92$ 等等。

原子序数等于原子核內的質子数。因此，某化学元素的性質决定于原子核內的質子数。

原子核內質子和中子的总和等于略去小数的原子量，也就是等于質量数A。

原子序数和原子量是表示每种化学元素原子特性的基本数字。

为了簡明地表示各种原子的原子核的性質，通常在代表化学元素的符号旁边以指数的形式注明原子序数Z和質量数A。例如，氫的表示方法是 ${}_1\text{H}^1$ ，氦則是 ${}_2\text{He}^4$ 等等。左下边的指数是原子序数Z——原子核內的質子数；右

上边的指数是質量数A——質子和中子的总和。原子核內的中子数（以字母N表示）即質量数与原子序数之間的差。拿氫核來說，这个差是零，因为氫核內沒有中子。氦核內的差則等于2，因为氦核內含有两个中子，等等。在輕元素的原子核內質子数通常等于中子数。中間的和重的元素的原子核內中子比質子多。例如，原子量为238的鈾原子核含有92个質子和146个中子。

在自然界中所遇到的大部分化学元素，都是該元素的两种或两种以上的同位素的混合物。这些同位素的原子核具有同样数量的質子，也就是具有同样的电荷；但是所包含的中子数是不同的，因而原子量也就不同。

若某元素的原子核內有同样数量的質子，但原子量不同，則該元素的这些原子即称为这个元素的同位素。同位素按俄文的原意是“同一位置”的意思。因为它们具有同样的原子序数，即它們在門捷列夫周期表內占有同一个位置。

目前，已經知道所有化学元素的同位素。許多元素都有数个同位素。例如，已知氫有三个同位素：輕氫（以 ${}_1\text{H}^1$ 表示），重氫——氘（ ${}_1\text{H}^2$ ）和超重氫——氚（ ${}_1\text{H}^3$ ）。根据代表符号可以看出，輕氫沒有中子。重氫（氘）在天然氫內的含量約为0.02%，其原子核由1个質子和1个中子組成。超重氫（氚）的核子由1个質子和2个中子組成。在自然界中沒有氚，氚是用人工方法制成的。氚的原子核是放射性的，在蜕变时要釋放出电子来。

鈾（元素符号是U）的同位素在核子物理学中具有重要的意义。在自然界中，鈾的同位素共計有3个： ${}_{92}\text{U}^{234}$ ， ${}_{92}\text{U}^{235}$ 和 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 。这些同位素的原子核內含有同样数量

的質子（各含92个），但含有不同数量的中子： $U^{234}$ ——142， $U^{235}$ ——143， $U^{238}$ ——146。鈾原子核也是放射性的，在蜕变时释放出氦原子核。

在这一节的結尾应当指出，原子和分子是可以被破坏的。这样的破坏在电离过程中实现。

大家知道，在原子壳内的电子是按层分配的。只有赋予电子一种外界的附加能时，才能使其由某一层轉移到另一层去。若附加能量相当大，则电子很可能脱离原子。电子脱离原子的过程叫做电离。在电离的过程中，每个不带电的中性原子会产生一对离子<sup>①</sup>：其中的1个是电子，而另1个则是带剩余正电的原子。在原子核和电子之間（在異性的电荷之間）存在着一种静电吸引力。为使原子电离，必須克服静电引力，也就是說必須消耗一定量的能。电子不仅可以由自由原子分裂出来，同时也可以由含在分子里的原子分裂出来。在后一种情况<sup>②</sup>，分子产生电离。对不同元素的原子和分子电离，需要不同的能量。譬如，若使主要含有氮和氧的空气电离，所需要的能量平均为32.5电子伏特<sup>③</sup>。

#### §4. 放 射 性

某些化学元素（鈾、鐳等等）能自发地放射出一种人眼看不見的特种射线，这种特性叫做放射性（来自拉丁文

① 带有电荷的粒子叫做离子。

② 电子伏特 (эв) —— 在原子物理学中所应用的能量单位。电子伏特——电子在通过电压(电位差)为1伏特的加速电场时所具有的能量。

1电子伏特等于 $3.8 \times 10^{-20}$ 卡。

卡——把1克水加热，使它的温度升高摄氏1度所需要的热量。

常常应用較大的单位——百万电子伏特(меэв)。

“Радио”——放射)；这些具有放射性的元素叫做放射性元素。实验证明，只有原子核才能放射出射线来。具有放射性的原子核在放射射线时就会变成其他元素的原子核（例如，镭原子核可变为氦原子核）。某些元素的原子核自发地变成其他元素原子核的过程，叫做放射性蜕变。

放射性分为天然放射性与人为放射性。

在大自然中，已知共有15种元素具有天然的放射性。目前，用人工方法可以取得天然元素（其原子核能进行放射性蜕变）的700多种同位素。譬如，以中子轰击铀238的原子时，就可以取得一种新的放射性元素——钚；若以中子轰击锂元素的原子，即可取得超重氢——氚，等等。

元素放射性的特征是半衰期。所谓半衰期，就是物质的半数原子蜕变所需的时间。各种放射性化学元素的半衰期可以从十分之几秒直到数十亿年。例如，镭的半衰期是1590年，铀238——45亿年，氚——约12年。更清楚地讲就是这样，1克镭经1590年后剩下半克；再经过1590年，就只剩 $\frac{1}{4}$ 克了，依此类推。

在原子核蜕变时，由于上述射线的放射而产生能。由于物质的全部原子核不能一下子同时蜕变，因此在单位时间内所释放出的能量是不很多的。譬如，1克镭在1小时内约计可以释放出140卡的热能。然而，1克镭在整个蜕变期内约可释放出4亿9千万卡的热能（烧完70公斤顿巴斯无烟煤约计也可以产生同样的能量）。

根据实验得知，一个原子核要比它周围的电子壳层重数千倍，它所包含的质量几乎是原子的全部质量。大家知道，含在元素粒子内的能与其质量成正比。实际上，原子内所储藏的能几乎是全部集中在原子核内。

根据一般的物理定律，任一系統（物体）的質量和能量的相互关系定律可以用下列的公式表示：

$$E = m \cdot C^2,$$

式中  $E$ ——能量（尔格<sup>①</sup>）；

$m$ ——質量（克）；

$C$ ——真空中的光速（公分/秒），等于  $3 \times 10^{10}$  公分/秒。

利用这个公式，我們可以計算一下，具有1克質量的物質含有多少能。

$$E = m \cdot C^2 = 1 \cdot (3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20} \text{ 尔格} = 21 \times 10^{12} \text{ 卡} = 21 \times 10^9 \text{ 大卡}。$$

这样看来，在很小的質量內也蘊藏有巨量的能。但是，蘊藏在某質量中的能，不是都会很容易地釋放出来。

某化学元素的原子核自发地逐渐变成其他元素原子核的过程叫做核反应。核反应时，在单位時間內可以釋放出原子核全部儲能的一小部分。然而，放射蜕变并不是核反应的唯一形式。在一定的条件下，科学可以用人工的方法使某些元素（鈾、釷）的原子核瞬間全部蜕变。在瞬間蜕变时要产生爆炸，此时可以釋放出的全部能立即釋放出来。原子武器正是根据这样的原理构成的，关于原子武器在后边还要談到。現在，先介紹一下放射性原子所放射出的射綫的特点。

为了考察原子可以放射出几种射綫，学者曾把一小粒放射性元素放在一个带有細孔的鉛制管內，光束通过細孔落入磁場內，在磁場內原来的光束就变成了三个光束。原

① 尔格——功的絕對单位。用1达因的力使物体移动1公分所做的功就是1尔格；1尔格 =  $2.4 \times 10^{-8}$  卡 =  $2.4 \times 10^{-11}$  大卡。

来，放射性輻射是由三种射綫組成：甲种射綫（ $\alpha$ 射綫），乙种射綫（ $\beta$ 射綫）和丙种射綫（ $\gamma$ 射綫）。

甲种射綫是带正电的氦原子核流，带正电的氦原子核叫做甲种粒子。甲种射綫由放射性元素原子核射出的速度是20000~25000公里/秒。它們与周圍媒体（空气、金屬、水等等）的原子碰击，即将电子由原子壳层內驅出。这样，原子就变成离子（原子被电离）。

例如，在空气中，甲种射綫在每公分长的途徑內約可电离30000个原子，因而构成同样数量的离子对。

甲种粒子（氦原子核）在与周圍媒体的原子碰击时，逐漸失掉其能量，吸着一些位于媒体中的自由电子，于是乃形成氦原子。甲种粒子飞射距离的大小决定于其儲能及媒体的密度。比方，甲种粒子在空气中的飞射距离由1公分至60公分。仅只是数千分之一公分厚的金屬就可以完全阻挡甲种粒子，普通的布衣、書写用紙都可以完全将它阻挡。

乙种射綫（乙种粒子）是超速的电子流，乙种粒子由原子核內飞射出的速度接近于光速（在真空中为30万公里/秒）。乙种粒子的电离作用弱于甲种粒子的电离作用，后者約为前者的100倍。因此，乙种粒子在各种媒体中的飞射距离要大一些：在空气中乙种粒子可以飞射10~15公尺；在装甲板內約为1.5公厘；在混凝土內約为5公厘；在土壤內約为7公厘；在木料內約为16公厘。衣服可阻挡30~70%的乙种粒子。

緩发的乙种粒子即自由电子在吸着在某一原子上以前处于自由状态。

丙种射綫是一种电磁輻射，其波长极短，傳播速度同



于光速。丙种粒子的电离能力远不如甲种粒子，甲种粒子的电离能力约为丙种粒子电离能力的1000倍；然而，丙种粒子的穿透能力却非常之大。丙种射线流通过150~180公尺的空气仅只减弱 $\frac{1}{2}$ 。丙种射线流通过2.8公分的装甲板，通过10公分厚的混凝土，通过14公分的土壤以及25公分的木料，都要减弱一半。

能使丙种射线流减弱一半的某材料厚度，叫做半值厚度。若材料的厚度是半值厚度的2、3、4倍，则丙种射线流在通过媒体时就会相应地减弱至 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{9}$ ， $\frac{1}{16}$ ，等等。

各种辐射的穿透能力示于图2。

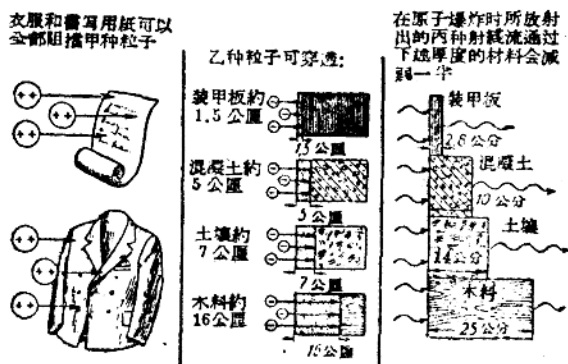


图2 甲种、乙种和丙种射线的穿透能力

某些化学元素仅只放射甲种粒子，而另一些化学元素仅只放射乙种粒子。丙种粒子与乙种粒子同时放射出来。

大多数放射性物质蜕变后所产生的原子核都是放射性的，同时继续蜕变。这种蜕变过程直至形成非放射性元素的稳定原子核为止。

天然放射性元素可以归纳成四种放射性系：