

U 铀矿工人 放射防护常识



原子能出版社

75

内 容 简 介

本书是一本介绍铀矿山放射防护常识的科学普及读物。主要内容包括：放射性基础知识；铀矿生产中存在的放射性有害因素；铀矿尘的危害与矽肺病；铀矿山的卫生防护措施；铀矿山的环境保护等。书末附有矿井中几种有害气体中毒的预防和急救常识、三个天然放射系衰变图和元素周期表。

本书供铀矿工人、干部及有关人员阅读。

铀矿工人放射防护常识

《铀矿工人放射防护常识》编写组

原子能出版社出版

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

(限国内发行)

☆

开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ ·印张 3 $\frac{1}{16}$ ·字数 79千字

1977年12月北京第一版·1977年12月北京第一次印刷

统一书号：15175·098

定 价： 0.33元

前 言

我国的铀矿事业是在毛主席革命路线指引下发展起来的。

伟大领袖和导师毛主席曾指出：“搞一点原子弹、氢弹，我看有十年功夫完全可能。”广大工人、干部、技术人员为了落实这一伟大战略部署，以大无畏革命精神投入了开发铀矿的战斗，使毛主席这一英明预见完全得到了实现。

创业是艰难的。经验缺乏，再加上帝国主义的全面封锁和社会帝国主义的背信弃义，重重困难摆在我们面前。然而，“中国人是有骨气的”，“多少一点困难怕什么。封锁吧，封锁十年八年，中国的一切问题都解决了。中国人死都不怕，还怕困难么？”用毛泽东思想武装起来的广大铀矿职工，在各级党组织领导下顶逆流、战恶浪、自力更生、艰苦奋斗使一座座新型的铀矿山雨后春笋般地拔地而起。这不仅填补了我国铀矿事业的空白，而且为原子能工业源源不断地提供了核原料。

党和国家十分关心广大工人的健康，根据毛主席关于“在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业”的重要指示，随着铀矿的不断开发，制定和颁发了一系列有关铀矿山安全防护方面的规定。各单位成立了专门机构，建立了各种规章制度，增设了许多安全防护设备。各级党组织把作好安全防护工作，作为搞好抓革命、促生产，保障职工健康的重要措施来抓。这与解放前矿工经受着“矿窑好比鬼门关，进来容易出去难，一生流尽血和汗，妻离子散葬狼山”的悲惨情景形成了鲜明对照，充分体现了我

国社会主义制度的无比优越。

我国铀矿职工遵照伟大领袖毛主席关于“独立自主，自力更生”的教导，发扬工人阶级彻底革命精神，土法上马，土洋结合，大搞技术革新、技术革命，创造了许多行之有效的安全防护措施，坚决与危害健康的各种有害因素进行不懈的斗争，出现了一个群防群治的大好形势。

树欲静而风不止。十多年来，在铀矿山安全防护工作上始终存在着两条路线的斗争。刘少奇、林彪和王张江姚“四人帮”反革命修正主义路线不断干扰破坏。特别是，王张江姚“四人帮”为了达到篡党夺权复辟资本主义的罪恶目的，大肆鼓吹无政府主义，挑动派性，分裂工人队伍，破坏革命，破坏生产，取消了各种规章制度，不顾工人的健康，使铀矿山的安全生产遭到了严重破坏。

英明领袖华主席，领导全国人民，粉碎了“四人帮”篡党夺权的阴谋，作出了抓纲治国的战略决策。全国人民意气风发，斗志昂扬，开展了一场揭批“四人帮”的人民战争；工业学大庆，农业学大寨的群众运动正在一浪高过一浪地向前发展。广大铀矿职工响应英明领袖华主席的伟大号召，深揭猛批“四人帮”，彻底肃清他们在铀矿山建设和生产中散布的流毒，以大庆工人为榜样掀起了抓革命、促生产的高潮。

为了及时总结交流铀矿山放射防护经验，向广大铀矿工人普及铀矿山放射防护知识，我们编写了《铀矿工人放射防护常识》这本普及读物。

这本书是在党的一元化领导下，由干部、工人、技术人员组成的三结合小组编写的。在编写过程中，对铀矿山安全防护方面的实际问题，进行了必要的调查研究，初稿写成后，又反复征求了工人同志及有关专业工作者的意见，作

了进一步修改补充。在此，向给予了热情支持和帮助的有关单位和同志，表示感谢。

由于我们学习马列主义、毛主席著作不够，技术水平有限，书中缺点错误在所难免，诚恳希望广大读者提出宝贵意见。

《铀矿工人放射防护常识》编写组

目 录

前言

第一章 放射性是怎么回事	1
一、什么叫放射性	2
二、射线是怎样产生的	4
1. 物质世界中的元素	4
2. 原子和分子	5
3. 原子内部是什么样子	8
4. 原子核的内幕	9
5. 射线产生于原子核的转化	11
三、三种射线的性质	13
1. α 射线(甲种射线)	13
2. β 射线(乙种射线)	14
3. γ 射线(丙种射线)	15
四、射线照射物质后会起什么反应	15
五、辐射剂量学上几个常用单位	
——居里、伦琴、拉德和雷姆	16
1. 放射性强度的单位——居里	16
2. γ 射线照射量的单位——伦琴	17
3. 吸收剂量的单位——拉德	18
4. 剂量当量的单位——雷姆	19
六、铀矿山的放射性有害因素的来源	
——天然放射系	21
第二章 铀矿生产中存在的主要放射性有害因素	23
一、空气中的氡和氡子体	23

1. 地表环境空气中的氡和氡子体水平	23
2. 影响矿井空气中氡和氡子体浓度的主要因素	24
3. 氡和氡子体的性质及其对人体的危害	27
4. 氡和氡子体的最大容许浓度和限制浓度	35
二、 γ 射线的外照射	36
1. 地表环境的 γ 辐射水平	36
2. 影响井下 γ 外照射水平的因素	36
3. γ 外照射剂量和人体损伤的关系	39
4. 应尽量降低井下 γ 外照射的水平	40
5. γ 外照射的最大容许剂量当量和限制剂量当量	41
三、放射性物质的表面污染	42
1. 什么叫表面污染	42
2. 在铀矿山有哪些东西会造成表面污染	43
3. 表面污染通过哪些途径造成危害	44
4. 把好去污关, 防止表面污染造成的危害	44
5. α 、 β 表面污染的控制水平	45
四、怎样看待射线对人体的损伤问题	46
第三章 铀矿尘的危害与矽肺病	51
一、铀矿尘的来源和有害成分	51
1. 生产环境中铀矿尘的来源	51
2. 铀矿尘中的有害成分	51
二、游离二氧化硅对人体的危害	52
1. 影响矽肺发病的因素	54
2. 矽肺病的症状	56
3. 矽肺病的治疗	57
三、铀对人体的危害	58
四、空气中铀和粉尘的最大容许浓度	59

第四章 铀矿山卫生防护措施	60
一、防尘	60
1. 凿岩时防尘	61
2. 爆破时防尘	63
3. 装矿时防尘	65
4. 溜矿井的防尘	67
5. 充填浇灌时防尘	67
6. 放顶时的防尘	67
二、降氡	67
1. 控制由矿岩暴露面析出的氡	68
2. 控制矿水中析出的氡	69
三、通风	69
1. 选择合理的通风系统和通风方式	69
2. 一些采掘工作面的通风方法及要求	72
3. 通风技术管理	75
四、卫生保健	77
1. 戴好防尘口罩	77
2. 卫生生活设施	79
3. 个人卫生	79
4. 适当地注意营养保健	80
5. 定期进行健康检查	80
6. 搞好辐射剂量监测工作	81
第五章 化害为利 保护环境	83
一、大家动手，搞好铀矿山的环境保护	83
二、化害为利，防止铀矿废水污染环境	87
1. 铀矿废水和它的危害	88
2. 回收金属，变“废”为宝	90

三、生活区的放射防护.....	91
附录一：几种有害气体中毒的预防和急救.....	93
附录二：三个天然放射系衰变图.....	98
附录三：元素周期表.....	102

第一章 放射性是怎么回事

大家都知道，铀不仅是一种重要的战略物资，而且同石油和煤一样是一种宝贵的能源。

作为一种能源，铀的突出特点是，很少一点铀就可以放出巨大的能量。据估算，一公斤铀²³⁵完全裂变时，所能放出的能量差不多等于二百八十万公斤煤完全燃烧时所能放出的能量。

不过，铀能量的释放与石油和煤不同，不是通过燃烧而是通过铀原子核的裂变实现的。就是说，当铀原子核发生裂变时，蕴藏在原子核内的能量就释放出来了。因此，铀释放的能量叫做核能；铀还被叫做核燃料。当然，核燃料不仅是指铀，铀只不过是目前世界上已有核燃料的一种罢了。

一点点铀就可以放出巨大的能量，那么，如果我们使一定数量铀中的能量，在一瞬间放出来，就必然会引起极其强烈的爆炸，原子弹的爆炸就是利用这个原理。

为了能安全地、可控制地、连续不断地利用核燃料裂变时放出的能量，人们发明了“反应堆”。由于“反应堆”可以为人们提供核能，所以它也被叫做原子锅炉。以反应堆为动力来源的发电站叫核电站；以反应堆为动力来源的轮船和潜艇叫核动力船舶和核潜艇。

反应堆除了可以提供动力以外，还可以利用来生产各种人工放射性同位素。例如生产放射性的磷、硫、碘、铜、钴、金……等等。而放射性同位素的应用，在现在已经成了一种重要的技术手段，在我国社会主义建设的各条战线逐渐得到了普及。

今天，在农业、工业、医疗以及科学研究领域的物理、

化学、生物、地质甚至考古等各方面，都有许多应用放射性同位素的生动实例，解决了一些过去难以解决的生产和科研问题。

在农业上，用放射性同位素放出的射线照射作物的种子，可以引起种子遗传特性的改变，从而能够从这些种子繁殖的后代中选育出优良品种来。用射线照射农业收获物——粮食、薯类、水果、蔬菜等，还可以防止病害，延长它们的贮藏期。

在工业上，例如把放射性的钴埋在炼铁高炉炉衬的不同部位和不同深度处，就可以通过测定炉体外面相应位置的辐射强度和铁水中的辐射强度，准确了解高炉炉衬的熔损情况，及时采取修补措施。利用钴的射线还可以检查大型金属坯件内部有无隐藏的孔洞、裂隙等缺陷，从而判定有无继续加工或修补的可能，以避免浪费和事故。

在医学上，用放射性的钴或镅治疗肿瘤是人们所熟知的。此外放射性同位素还可以用于诊断。例如，用含放射性碘的物质检查甲状腺的机能；把微量的放射性钠注入体内，测定血液的流动速度和血量等。

总之，放射性同位素的应用范围是很广泛的。而放射性同位素的生产与铀的生产是紧密相关的。因此铀的开采无论对于巩固国防还是对于社会主义建设都是十分重要的。

然而铀是一种放射性物质，开采铀矿会遇到各种有碍人体健康的放射性因素，因此我们有必要了解放射性是怎么回事，它是怎样产生的，有什么规律性，以及我们应该怎样对待放射性的危害等等。这些就是我们下面所要讨论的问题。

一、什么叫放射性

有的物质能发光，眼睛能看见。有的物质能发热，眼睛

看不见，却能感觉到。还有的物质能放出各种物质微粒，叫射线、放射线或电离辐射，射线微粒非常非常小，我们既看不见，也感觉不到。物质这种自发放出射线的性质叫放射性，有放射性的物质叫放射性物质。铀能放出射线，所以铀是一种放射性物质。

射线既看不见也摸不着，只能用仪器去探测，因此，当人类的科学技术水平还不高的时候，是不可能发现放射现象的。只有当生产力发展到了一定的水平，才会发现它。这正如恩格斯所说：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”

放射现象是从含铀的物质中发现的。铀发现于一七八九年，而放射现象的发现，大约是在八十年以前，比铀的发现晚了一百多年。当时，照相技术已经有了相当的发展。那时，有个法国人，把一种含铀的物质同一张用黑纸包好的照相胶片放在一起，后来发现，胶片奇怪地感了光。用黑纸包好的胶片显然是不会被通常的光线照到的，而胶片居然感了光，那一定是有某种虽然看不见，却能透过黑纸的东西照到了胶片上，使胶片发生了象感光一样的变化。而胶片是同含铀物质放在一起的。所以，这种能透过黑纸的物质，一定是从含铀物质中出来的。后来知道，它就是铀的射线。放射现象就是这样发现的。

虽然人类对放射现象的认识比较晚，然而它却是自然界的固有现象。

在地球上，早在人类诞生以前，早在生物出现以前，早在地壳形成以前，就存在着放射现象。据估算四十亿年前，地球上四种主要放射性物质（铀、镭、钍和钾）的放射性水平比现在约大三倍。而那时正是地球上的生命起源时期。

今天已经知道，放射现象几乎存在于任何地方。从天上

到地下，从陆地到海洋，从无生命的土壤、岩石、空气和水到生机勃勃的生物世界和我们人体，无一不含有放射性物质，无一不在每时每刻放出各种射线。所不同的只是所含放射性物质的种类，数量和放出射线的强弱而已。

拿铀来说，铀矿石中的含量一般为万分之几到百分之几，个别情况可高达百分之几十。在其它各类岩石中，花岗岩的含铀量最高，平均约为十万分之几。水中的铀含量约为十亿分之几。人体的平均铀含量约为20微克（1微克等于百万分之一克）。

总之，放射现象是自然界中从来就有而且广泛存在的。整个生物界包括人类，就是在这个普遍存在着放射性物质和放射线的环境中发生、发展和进化的。这表明生物通过与生存环境的矛盾和斗争，逐步产生了对自然环境中一定放射性水平的适应性。

由于人类认识放射现象比较晚，而且自从发现放射现象以来，原子能工业又发展得很快，因此，有些人就认为放射现象是应用原子能和大规模开发铀矿后才造成的一种现象。这样认识自然界的放射现象显然是一种误解。

二、射线是怎样产生的

射线是从放射性物质的原子中发出的，所以我们要先谈谈物质和原子。

1. 物质世界中的元素

宇宙中的物质是无穷无尽的，千变万化的，地球上已知的物质有儿百万种，就拿我们矿山来说吧：井架上，天轮转，常年不停；矿井里，钻机吼，昼夜轰鸣；公路上，汽车奔，穿梭来往；采石场，火光闪，炮似雷声 高山上，红旗下，

凯歌阵阵；咱矿工，战矿井，全球在胸。总之，我们的矿山生产，紧张繁忙，一片沸腾。然而这万千景象——井架、钻机、汽车、红旗以及我们人本身，说到底都是什么东西呢？都是运动着的物质。正如毛主席所说：“除了运动的物质以外，世界上什么也没有”。不过，各种物质的形态和特点又是千差万别的；空气无形无色，水易于流动，矿石沉重而有一定色彩，动植物有生命能生长，人会思维能劳动等等。

如果我们把这些形态各异，特征不同的千千万万种复杂的物质一一拆开来分析一下，就会发现，这千千万万种复杂的物质却是由大约一百多种具有一定物理化学性质比较简单的物质组成的。人们把这一百多种比较简单的物质叫做元素。在日常生活中，我们所熟悉的元素很多，例如固态的金、银、铜、铁、锡、铅、铀，液态的汞，以及气态的氮、氧、氢等都是。世界上千万种物质，难道仅仅由大约一百多种单纯的物质组成？是的，事实就是这样。其实这并不奇怪，只要我们稍微留心一下，就会发现，生活中这样的事例还有很多。例如用砖、瓦、沙、石、水泥、木材这几种建筑材料，可以造出各式各样的建筑物，用棉、麻、丝、毛和人造纤维，可以织成花色无穷的纺织品等等，这是不足为怪的。

2. 原子和分子

复杂的物质是由元素组成的，那么，元素又是由什么组成的呢？元素是由原子组成的。

所谓某种元素的原子，就是具有该元素基本性质的最小颗粒。譬如，眼前有一块铀，如果我们把它分成两半，丢掉一半，剩下的半边分开后，再丢掉一半……如此一次次地分下去，一直分到这样的时候，就是如果再分一次的话，被分开的两部分就将完全失去铀的各种性质了，这时所剩下的那

一小点铀，就是铀的原子。别的元素情形也是这样。

原子十分微小，眼睛根本看不见，它的大小近似等于一亿分之一厘米。把一亿个原子一个紧挨一个排成一长串，也只有人的指甲那么宽。

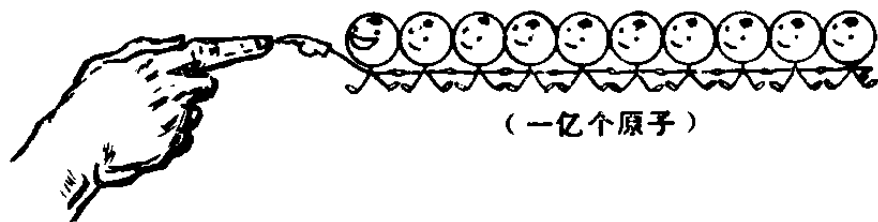


图 1.1 一亿个原子排成队，相当于指甲宽

元素的一个原子虽很小，许许多多这种原子组合、聚拢在一起，就成了一定数量的元素。比如，大约两千五百三十万亿个铀原子组合在一起就是一微克铀。

不过我们不应该把大量原子聚集成一定量的元素，想象为是大量原子毫无秩序、毫无组织地随便堆积在一起的，它们是以一个、两个或两个以上的原子为一“小组”的方式聚集在一起的。“小组”内各原子之间的联系方式是严格固定

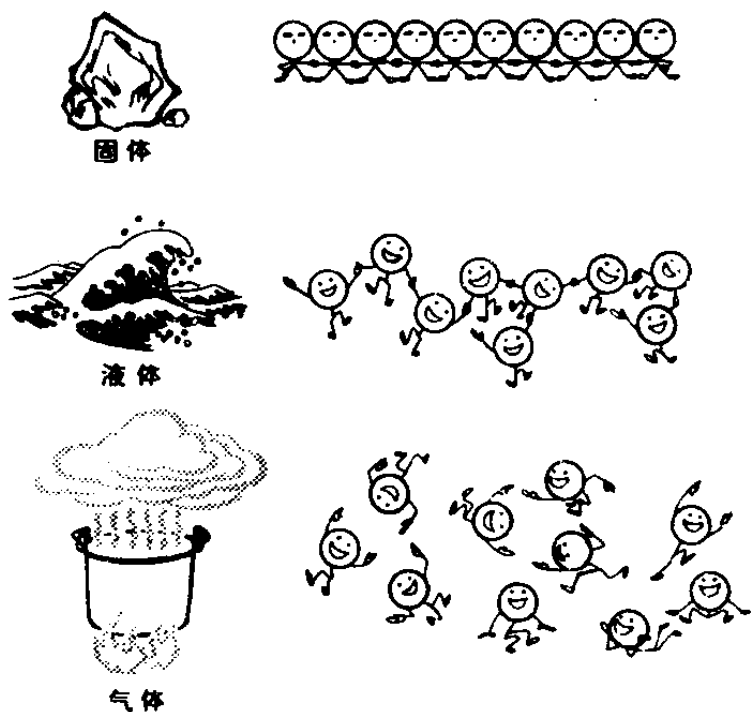


图 1.2 各种状态物质的原子规律

的。“小组”与“小组”之间的联系有各种不同的情形：有时秩序井然、联系牢固（这是固体的情形）；有时结构散漫，联系松弛（这是液体的情形）；有时杂乱无章，毫无联系（这是气体的情形）。

除了上述同种原子以外，不同种的原子，也可以按一定的比例组成原子“小组”。

这种同种原子或不同种原子按一定比例组成的“小组”，叫做分子。

由同种原子构成的分子所形成的物质是简单物质，也就是元素。由不同种原子构成的分子所形成的物质是复杂物质，叫化合物。

某种化合物的分子，是具有该化合物基本化学性质的最小颗粒。分子被分解后，它原来所具有的某种化合物的性质就不存在了。

为了加深对原子、分子、元素和化合物的理解，我们可以看看下面几个例子。

空气中的氧气就是由许许多多氧分子组成的。每个氧分子又是由两个或三个完全相同的原子构成的，所以氧气是一种简单的物质，即氧元素。

水也是由水分子聚集成成的。每个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成。所以水是复杂物质，是氢和氧两种元素的化合物。

酒精也是一种复杂物质，从外观上看它的形态同水一样，从成分上看却与水不同，它是碳(C)、氢(H)、氧(O)三种元素的化合物。每个酒精分子中有两个碳原子、六个氢原子和一个氧原子。括号中的字母C，H，O分别是碳、氢、氧的化学符号。

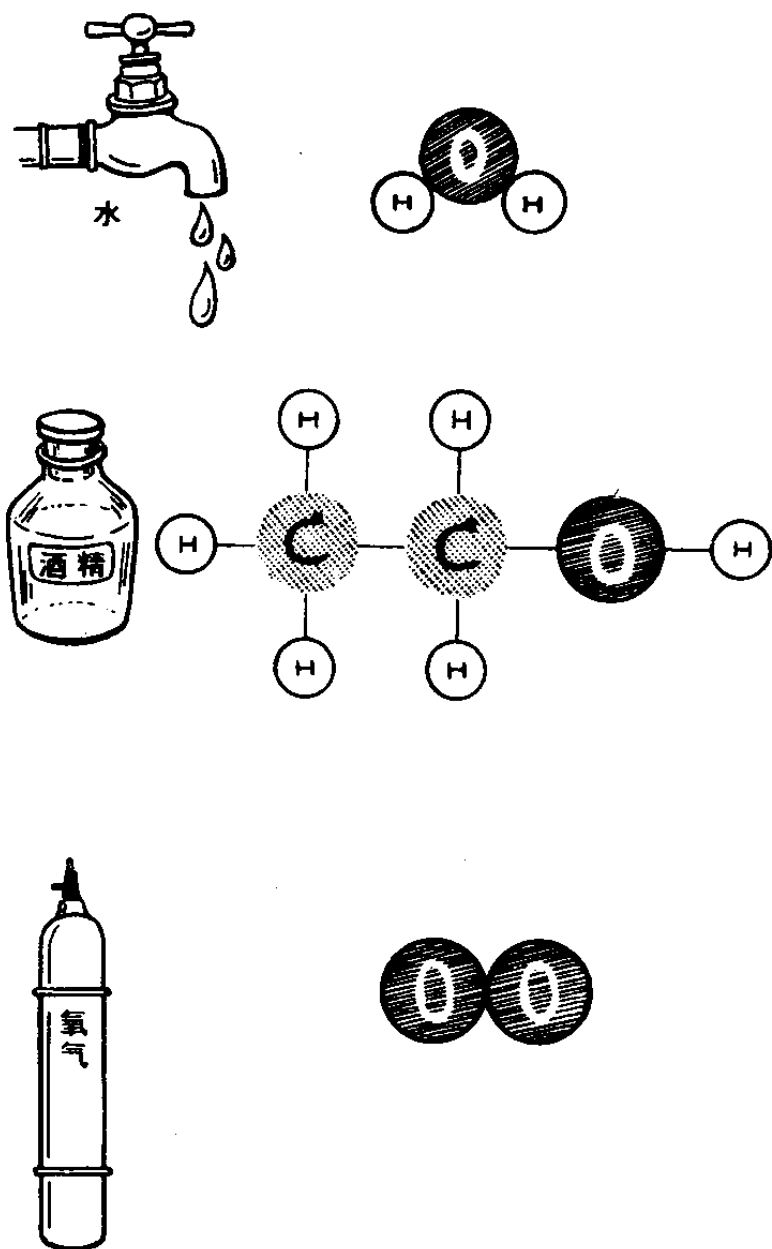


图 1.3 水、酒精和氧气分子的结构示意图

人体是由许多种非常复杂的化合物构成的，主要成分还是水，水约占体重的70%。这些化合物共含有大约45种元素，其中氧含量约占体重的65%；碳约占18%，氢约占10%。

3. 原子内部是什么样子

原子十分微小，但是绝不要把它想成是一种实心的东西。原子虽小却仍然有十分精细复杂的结构。

它的结构大概讲是：原子的中心有一个带正电的核，叫原子核。原子核周围有一定数目的以极大速度运动着的电子，这些电子是带负电的。由于正电和负电之间有吸引力，电子便被原子核吸引着沿着一定的轨道飞快地绕核旋转。就象地球被太阳吸引着不停地绕太阳转圈子，或者人造卫星被地球吸引着围绕地