

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生課堂故事博覽

# 化学中的音符

—元素化学的故事

 **eBOOK**  
网络资源 免费下载

化学中的音符  
元素化学的故事

## 元素古今谈

自然界多姿多彩，无限多样，但是组成世界万物的基础——化学元素却是有限的。它们不是彼此孤立地存在着的，而是形成一个完整的化学元素周期体系。历代的化学家们研究和发现化学元素，曾经走过一条坎坷不平的艰辛道路。元素周期律迟至 19 世纪 60 年代才被发现，化学从此才第一次具备较完整的理论体系。

我国远在商周时代就开始研究元素。在战国时代形成了金、木、水、火、土“阴阳五行”说。在古印度的孔雀王朝时代，也产生了地、水、风、火“四大元素”说。

在古代，无论中国和外国，对于物质构造的认识，基本上可以归纳为两种理论：原子论和元素论。

古代原子论要讨论的问题是物质的无限可分或分割有限而具有不可再分割的最小单位。这一理论虽然提出了正确的命题，但当时的生产技术水平很低，还远远不能建立在科学实验的基础上，只能是一种直观的臆测，因而遭到人们的怀疑甚至反对。

另一种是元素论，它是从具体事物中概括归纳出来的，有一定的经验事实作为基础，为大众所承认，但古代关于元素的概念，主要是指物质的性质而言的。比方说，古希腊四元素说的含义是：自然界本来存在着热、冷、干、湿四种相互对立的“原性”，由四种“原性”组合，生成火、气、水、土四种元素。所以说古代的元素并不是现代科学条件下所认识的元素。<sup>1</sup>

也正是因为这样的元素观念，把人们的思想长期禁锢起来，以至化学家们经过了一千多年的实践和斗争，才从“原性”元素观念中解放出来，建立了科学的元素理论。

在错误的元素观的指导下，便产生了炼丹术，又叫炼金术。炼金，就是企图把普通的元素转变成黄金；炼丹，则是企图制造使人长生不老的仙丹。炼丹术始于我国西汉时期，后又传于阿拉伯、欧洲。然而，由于炼丹术本身是违反化学元素的客观规律的。特别是炼丹所用的药物都是汞、铅、砷等有毒的化合物，不仅不能使人长生不老，反而使一些封建统治者断送了性命。

但是，人们在长期的炼丹、炼金过程中，却积累了不少化学知识，掌握了一些化学元素的特性，炼丹家、炼金家们制造了各种化学仪器，他们还用各种符号表示化学元素，这些，都为进一步揭开化学元素的本质准备了条件。

17 世纪 70 年代，英国化学家波意耳在观察和实验的基础上，公开向传统的化学观念挑战并提出了化学元素论的科学概念。他认为化学元素是用一般化学方法，不能再分解为更简单的某些实物，是原始的和简单的物质，或者是完全纯净的物质。

18 世纪下半叶英国化学家普利斯特列等人发现氧。法国化学家拉瓦锡据此建立了燃烧的氧素理论，证明燃素的不存在，否定了燃素学说。

化学科学对于元素的认识，在十分漫长的岁月里，经历了一个否定之否定的过程，最终在发现了幻想的元素的真实对立物——氧元素之后，才真正确立了现代的元素论。

此后，许多金属和非金属元素相继被发现。到 1871 年，已经发现了 63 个元素。

1869 年俄国化学家门捷列夫发现了元素的性质随着原子量增加而呈现

周期性变化的规律，即化学元素周期律。由元素所组成的一个完整的周期体系，称为元素周期系。从此化学科学形成了完整的理论体系。

20 世纪以来，化学进一步深入到原子内部结构的研究，提出了原子结构和原子核结构理论，因而更深刻地阐述了元素周期律的本质。元素是由同种原子组成的物质，元素性质主要决定原子价壳层电子的排布。核外电子的周期性排布决定了元素性质的周期性变化。原子量是由质子和中子组成的原子核质量所决定的，原子序数即为核电荷数，与核外的电子数相同。同一种元素由于中子数的不同，尚存在不同的同位素。到本世纪 50 年代，已经基本上弄清了元素周期律的本质。

在原子和原子核结构理论的指导下，自 40 年代起，开始人工合成 92 号元素铀以后的新元素。到目前为止，已经人工合成出第 109 号元素。这些人工合成的新元素称为超铀元素。

以核反应和核裂变为研究对象的核化学，实现了古代炼金术家的梦想，可以成功地把贱金属汞转变为金元素，而且人工合成了许多新元素，被人们称为“新炼金术”。

人类的认识能力是无限的。科学的发展无止境。人们对于化学元素的认识，正在不断地深入和发展。

## 门捷列夫和元素周期表

自然界是统一的整体。组成自然界的 105 种化学元素相互之间存在着密切的联系。

1869 年，当时人们已发现了 63 种化学元素，为找寻化学元素间的规律提供了条件。俄国化学家门捷列夫在总结前人生产斗争和科学实验成果的基础上，发现了元素之间的内在联系——化学元素周期律。这个发现大大加深了人类对物质世界的认识，对科学发展起了指导和推动的作用。

为了揭示化学元素之间的关系，门捷列夫阅读了很多化学著论，搜集了大量的实验数据、实验方法和各种观点。他用厚纸板切成方形卡片，把当时已经发现的 63 种元素以及它们的性质，一一写在卡片上进行排列。

可是到底该怎么排列呢？有的元素闪闪发光，有的元素乌黑透亮，有的在空气中点燃会发出耀眼的白光，有的遇水就会猛烈地爆炸……从表面现象看，这些元素彼此之间几乎没有什么联系。

门捷列夫冥思苦想，他从元素的颜色、沸点、导电性等等各方面分析，都找不到它们之间有什么必然联系。最后，他终于找到了一种不受外界影响的因素——元素各自的原子量。

门捷列夫把各种化学元素按照它们各自的原子量从小到大进行排列，他发现每隔大约七个元素，就会出现性质十分相似的元素。也就是说化学元素按照原子量的大小依次排列，元素的物理性质和化学性质出现周期性的变化。门捷列夫把这个规律叫做“化学元素周期律”。这样，就把过去认为零散的、表面上好像彼此完全无关的几十种元素联系起来，纳入一个系统。

门捷列夫在发现化学元素周期律的同时，虽然已经发现，可以把性质和近的化学元素归在一起，但是还没有完全完成化学元素的分类工作。

后来，他又把当时已经发现的 63 种化学元素，按照原子量由小到大地分成几个周期，并且一个周期一个周期排列整齐。这样一来，性质相似的元素就落在同一行里，因而分出元素的类别。比如锂和钠性质相似，是一类；铍和镁性质相似，又是一类。门捷列夫将各个元素制成一张表，这就是“化学元素周期表”。他在周期表里留出许多空格。每个空格代表一种未发现的元素，并且推算出这个未知元素的原子量，预言它的性质。门捷列夫并没有机械地完全按照当时测定的原子量的大小排列。当他发现元素的原子量与它在周期表里的位置不相符合的时候，他就根据元素的其他性质综合考虑，按周期律大胆地改正了原子量。

元素周期表的发现，对化学甚至对整个自然科学的发展都具有重大意义。元素周期表是元素周期律的具体表现。这不仅反映了化学元素的自然规律，同时，为人类认识自然界提供了一个重要工具。

首先，利用元素周期律和元素周期表可以推测元素的性质。元素的原子结构和性质决定元素在周期表中的位置；反过来，表里的每个位置也反映了那个元素的原子结构和性质。因此，我们根据某个元素在周期表里的位置，就可以确定它的原子结构并且推测出应该具有哪些性质。

其次，利用元素周期律和周期表可以预言和发现新元素。就在门捷列夫发现元素周期表的第二年，俄国化学协会出版的杂志上登载了他预言三种未知元素的论文。这三种元素“类铝”、“类硼”和“类硅”分别是元素钪，元素镱和元素锆。果然，在四年后就发现了镱；再过四年，发现了锆；七年

后又发现了锗。而且，根据实验测得的这些元素的性质，与门捷列夫的预言惊人的相似。

利用元素周期律和周期表还可以纠正某些测量不准确的原子量。探索新材料的工作也离不开它。利用它还能够指导基本理论的研究。

化学元素周期律推动着现代物质结构理论的建立和发展。现代化学的各个分支，如有机化学、放射化学、催化化学等等的发展，都和元素周期律有密切的关系。现代物理学上原子核里正电荷数的测定和核外电子的分布这两大难题的解决都直接受到了元素周期律的启发。

随着时间的推移和实践的发展，元素周期律的内容不断得到充实和丰富。尤其是原子结构理论的建立，进一步揭示了元素周期律的实质。现在更严格的元素周期律说法是：元素的性质随着元素原子序数的增加而呈现周期性的变化。元素的性质随着元素的原子核所带的正电荷数量的增加，呈现出周期性变化。另外，许多新元素和同位素的发现，许多物质的新特性的探索，都远远地超过了门捷列夫所预见的范围。

以后发现的元素不但填满了周期表里的空位，人工合成的许多新元素——超铀元素，还使周期表在不断延伸。在放射性变化中，一个元素蜕变为另一个元素。科学家们从此出发，找到了利用原子能的钥匙：在周期表后列的重元素会发生核分裂，而在周期系前的轻元素会发生核聚变。

近代又发展了原子核结构理论，指出：原子核的壳层结构同样呈现周期性变化。最吸引人的是，人们预见了对合成人造元素的美好前景。科学家们预言，人造元素会逐一被发现和合成，除完成第七周期外，还可能进行第八、九周期，在未来的新周期中，元素的原子核里还会出现新的电子层次。

## 第一号元素——氢

16 世纪末，瑞士化学家巴拉采尔斯把铁放在硫酸中，铁片顿时和硫酸发生激烈的化学反应，放出许多气泡——氢气。但直到 1783 年，氢才被确定为化学元素。

氢元素是所有元素中原子量最小的一个。它的原子量只有 1，排在元素周期表的第一号位置上。

自然界中氢的含量相当丰富。除大气中含有少量自由态的氢以外，绝大部分的氢都是和其它元素结合在一起，以化合物的形式存在。在整个地壳中，每 100 个原子中，就有 17 个氢原子，占原子总数的 17%，仅次于氧而居第二位。氢在大自然中分布很广，水便是氢的“仓库”——水中含有 11% 的氢；泥土中约有 1.5% 的氢；石油、天然气、动植物体也含氢。在空气中，直气倒不多，约占总体积的一千万分之五。

在整个宇宙中，按原子百分数来说，氢却是最多的元素，比氧还多。据研究，在太阳的大气中，按原子百分数计算，氢占 81.75%。在宇宙空间中，氢原子的数目比其它所有元素原子的总和约大一百倍。

氢气是最轻的气体。在 0 和一个大气压下，每升氢气有 0.09 克重——仅相当于同体积空气重量的 1/14.5。这样轻盈的气体很早就引起人们的注意。1780 年，法国化学家布拉克便把氢气灌入猪的膀胱中，制得了世界上第一个、也是最原始的氢气球。现在，人们是往橡胶薄膜中灌入氢气，大量制造氢气球。在气象台，人们差不多每天都要放几个氢气球，探测高空的风云。现在，气球又添了一项新用途——支援农业；利用气球携带干冰、碘化银等药剂升上天空，在云朵中喷撒，进行人工降雨。

随着对氢的研究逐步深入，人们发现氢不是“独生子”，而是弟兄三个：老大叫氕也叫气，符号为“H”；老二叫氘，符号为“D”；老三叫“氚”，符号为“T”。它们的性格相同而体重不同，原子量分别为 1, 2, 3，在化学上叫做同位素。通常所说的氢（气），在氢的同位素中占 99.98%，氘占 0.02%，氚极少，其数量极仅为  $10^{17}$ 。普通氢原子核是由一个质子组成的，而氘的原子核除含一个质子外，还含有一个中子。氘俗称重氢。氘和氧形成的水叫重水。重水的确比水重：一立方米重水比一立方米水重 105.6 千克。在原子工业中，重水是重要的中子减速剂，氘也是氢弹的主要原料。氘和氚可以进行热核反应，放出巨大的核能。1967 年我国的氢弹爆炸试验成功，其中就有氘和氚做原料。氘和重水还是宝贵的示踪材料，在食物分子中用氘代替普通氢，可以用来研究人体的消化和新陈代谢过程。

氢很活泼，喜欢和大多数元素攀亲，形成氢的化合物。化肥、石油加工、有机合成、空间技术、原子能、冶金和半导体材料生产等工业技术领域，都是氢大显身手的舞台。

20 世纪初，氢气和氮气直接合成氨成功，氨是重要的化学肥料。

氢能和一些活泼金属如锂、钠、钙等直接化合。这些金属慷慨地把它们的价电子送给氢，形成离子型氢化物。它们是很强的还原剂；这些金属氢化物碰到水就发生激烈的反应，放出大量的氢气。1000 克氢化锂和水作用，在标准状况下，能放出 2800 升氢气。因此它是优良的氢气发生剂，适用于充填国防上的信号气球，或在高空和野外作业中供氢。

氢是很强的夺氧能手，它能从许多金属的氧化物、氯化物中夺取氧和氯，

使金属游离出来。钨、锆、硅就是用这种方法制取的。

氢是打开有机化合物中碳碳双键的一把钥匙。色泽、气味不好的低劣油脂经过氢化就会“脱胎换骨”，变成制皂的合格原料——硬化油。植物油氢化以后，可以做成美味可口的营养佳品人造黄油。

目前，氢正以新的姿态出现在人们面前，作为正在崛起的新型能源，引起了科学界的普遍重视。我们知道，氢气能在氧气中静静燃烧，同时放出大量的热。燃烧 1 千克氢可以放出 28900 千卡热量，相当于燃烧 3 千克汽油。用氢作为工业、民用和内燃机燃料，不但效能高，而且还能延长发动机的寿命。液氢可以做火箭推进剂，喷气速度快，是出类拔萃的火箭燃料。液氢比一般的液体燃料轻 40%，用于航空动力更为有利。当前用于空间技术的燃料电池，也主要是用氢做原料。有的国家正在研究用氢、氧燃料电池做电视中继站的电源。不久的将来，氢燃料必将在电解、电镀、动力和民用供电方面发挥作用。

近年来，研究氢的制备和储存也有新进展。工业上制氢的方法很多，可以归纳为两大类：一类是用煤、天然气或石油与高压水蒸气作用得到氢；另一类是电解法、铁蒸气法制备氢。这两种方法都要消耗大量的原动力，制得的氢比较昂贵。因此人们把注意力转移到用太阳能分解水来制氢。近年来，有人发现金属钌的配位化合物对分解水有特殊的催化功能，为打开氢库，向浩瀚的大海要氢提供了一把金钥匙。目前利用太阳能分解水得到的氢虽然还不多，但却为获得大量廉价的氢展现出美好的前景。有关储氢方法的研究也有新的突破。人们发现一些过渡金属的合金具有较好的储存氢气的性能。预计不久，氢作为新型能源，将成为社会生活的一个重要支柱。



## 活泼的碱金属

周期系第一主族元素叫碱金属，其中包括锂、钠、钾、铷、铯和钫等 6 个元素。钫是放射性元素，对它的了解还很少。

碱金属除锂外原子半径都比较大，外围的一个电子很容易失去，故它们是最活泼的金属。在同一主族中，从上到下元素的金属性和活泼性逐渐增加。

碱金属都具有银白色金属光泽，非常软，可用刀切。它们的比重小，熔、沸点低而导电性强。

碱金属都是非常活泼的金属，是最强的还原剂，它们在进行反应时极易给出电子。它们极易和氧化合生成过氧化物或超氧化物。而锂的氧化较慢，生成氧化锂。

钠和钾这两种元素，大家都比较熟悉。提起钠，人们马上会想到食盐——氯化钠。在人类的生存和发展中，钠和钾都起着举足轻重的作用。

人类和钠、钾打交道已经有几千年的历史。很久以前就知道食盐可以吃，是人类最早进行贸易的商品之一。食盐曾经作为货币流通。“圣经”上记载过人们为争夺食盐而发生的战争。

不过，人们把钠和钾做为元素看待，还是 1807 年以后的事。在此之前，人们一直把氢氧化钠和氢氧化钾看做不可能再分的元素。1807 年，英国青年化学家戴维将电流通过熔融的氢氧化钾，想检验电流对氢氧化钾的效应，却意外地分离出一种新的带金属光泽的物质，取名叫钾。戴维的发现震动了当时的科学界。1907 年，人们还为此召开一百周年纪念会。

金属钾、钠的问世曾引起轰动，因为在当时人们的印象中，金属的比重应该比水大，入水能沉，并且很软，只有在烈火中才能熔化。而钠和钾却像蜡一样软，可以用小刀轻轻切开还可以浮在水面上，并且一秒种也不安静，到处窜来窜去，发出丝丝的声音并扬起白烟，变得越来越小，最后完全消失。即使在冰面上，钠也能自行燃烧，后来的研究表明，金属钠在  $-80^{\circ}\text{C}$  时就可与水反应，可见钠、钾的还原能力远远超过了氢。在煤油里，它们会平静地呆在里面，但如果把它们暴露在空气中，马上会失去银白色的光泽而披上一层薄膜。钠和钾还能同卤族元素氟、氯、溴、碘以及硫、磷、氮等元素直接反应，也可以与氯化氢、氨等化合物发生反应。

烈性金属钠在现代工业上有着十分广泛的应用。汽车必需的汽油防震剂四乙基铅和四甲基铅的生产要用钠做基本原料。生产航天事业需要的耐高温、耐腐蚀材料，往往也离不开金属钠。

金属钠和钾还是很好的冷却剂，在核工业上广泛应用。钠、钾及其合金做为核反应堆的传热介质，熔点低，传热本领大。钠、钾、铯制成的合金，在  $-78^{\circ}\text{C}$  才凝固，是目前熔点最低的合金。液态钠传热的能力比水高四五倍。成批生产的钠砖用于快热中子反应堆和超热中子反应堆，不仅使反应堆体积小，而且造价低廉。液态金属钠可以做熔剂，制备与其它溶剂发生反应的活性金属粉。金属钙可以在液态钠中重结晶制取纯净的钙。

金属钠还是石油除硫的好材料。用钠处理后的石油，颜色好，贮存稳定，还改善催化裂解的质量，使裂解率达到 99%。

金属钠和金属汞形成汞齐，具有温和的还原性，常在有机合成上应用。钠汞齐作弧光灯的电极，要比单独使用汞所需要的电压小，因此用来作钠光灯。钠灯发出的光线在人眼的最大灵敏度范围之内，从而，云雾天时，汽车

在橙黄色钠灯的路灯下行使也会平安无事。

金属钾由于价格昂贵而限制了它的应用。钠、钾的氧化物有着特别重要的理论意义，因为它们是研究氧本身相互成键的“模特儿”。钠、钾可以生成普通氧化物、过氧化物和超氧化物，钾和臭氧反应生成臭氧化钾。而过氧化物遇到二氧化碳会自动放出氧气，因此，做为急救用的氧气源，即便宜，又容易贮存。潜水员、矿工、太空飞行员戴上过氧化物面具可以保证氧的供应。

钾、钠的氢氧化物称苛性碱。苛性碱可以与某些金属或非金属，甚至玻璃发生反应，所以盛装苛性碱试剂要用塑料瓶。氢氧化钠很喜欢水，一块干燥的氢氧化钠放在空气中，它的表面很快就会“出汗”，最后变成糊状物。氢氧化钠的这种性质，使它可以用来作干燥剂。特别应当注意的是千万不要让碱液溅入眼中，否则就会把眼睛烫伤。如果不小心把碱液弄在皮肤上，要迅速用水冲洗，并用稀小苏打或肥皂水洗涤。苛性碱的许多优点使它成为实验室使用的重要试剂。在工业上大量用在制造肥皂、造纸、冶金、人造纤维、石油等方面。

还有一个重要的钠的化合物是“纯碱”——碳酸钠，俗称“苏打”。最初，人们是从一些海生植物的灰中提取苏打，然而，产量非常有限。现在，人们用食盐、硫酸与石灰石作原料制造纯碱。纯碱是白色晶体，常用于洗濯。玻璃、肥皂、造纸。石油等工业都要消耗成千上万吨纯碱。

至于“小苏打”，则是碳酸氢钠的俗称。医治胃病的小苏打片，“苏打饼干”，便是用它做的。小苏打是细小的白色晶体，微有咸味，常用作发酵剂，因为它受热或受酸作用，很易放出二氧化碳气体，在面团中形成蜂窝状。

钠、钾元素对人的生长和正常发育非常重要。一个正常人每年要摄取5~10千克食盐。盐不仅使食物鲜美，而且还为我们体内提供必要的氯。由氯可以产生胃液的组成物盐酸。人体内的钠的总量大约为90克，钾160克。钠的主要功能是维持细胞外液的渗透压，使神经细胞对外界刺激的反应维持正常。钾主要维持细胞的新陈代谢，同时也维持神经细胞对外界刺激的正常反应。人体缺少了钠和钾，就会感到疲惫、食欲不振、头痛、肌肉痉挛、恶心、神志不清、心律紊乱、低血压等。值得提出的是，我们要多吃些含钾量多的蔬菜、水果、肉类、谷类、豆类等，不要偏食，否则会引起缺钾症。

众所周知，植物很需要钾。植物从土壤里摄得钾，来配合光合作用和呼吸作用。有人做过这样的试验，取一枝施过钾肥的植物叶子放在干燥的空气中，一昼夜基本上没有水分蒸发，而没有施钾肥的叶子，水分丢失94%。植物缺钾，叶片会发黄，布满棕褐色斑点，同时杆茎细小容易倒伏。向日葵杯中钾的含量高，所以抗风能力强。烟农很熟悉烟草生长的“脾气”，在烟草地里施些含钾多的草木灰肥料或钾肥。目前，80%的钾化合物用于钾肥。

钠、钾元素的化学性质虽然人们研究了一二百年，它们的化合物数以千计，但是对它们的研究还远远不够。近年来，人们又开辟了崭新的领域。钠、钾原子具有很低的电离能，在液氨溶液中可形成深蓝色的溶液。这种溶液很奇特，具有优异的导电性能。饱和的钠氨溶液的电导接近纯金属的电导，溶液变稀，电导突然降低；溶液再稀，电导反而又升高。利用先进的测试仪器确认这种溶液中有负一价的钠离子存在。利用钠负离子可以作成半导体。相信不久在这个领域又会有新的科技成果出现。

## 碱土金属六兄弟

碱土金属是元素周期表中的第二主族元素，包括铍、镁、钙、锶、钡、镭六种元素。它们的化学活泼性仅次于钠、钾等碱金属元素。由于它们的氧化物具有碱性，熔点极高，所以叫做碱土金属。

这一族元素就像亲兄弟一样，“相貌”和“脾气”相似，但还有各自的独特“性格”。

除铍是钢灰色外，其余都是银白色金属。由于它们原子最外层只有两个电子，所以，都是非常活泼的金属。在自然界中它们从不以单质状态存在，而要得到它们的单质，一般用熔盐电解的方法。它们的化学活泼性依铍到钡的顺序而增加。如，钙在常温下不与氧作用；而锶暴置在空气中会迅速被氧化；钡在潮湿空气中就可以自燃。

它们虽然都是轻金属，但是硬度却很大。铍能和钢铁相比。如在铜里加入 2.5% 的铍形成的合金，其硬度可以增加六倍。镁铝合金比纯铝更坚硬，所以大量用于飞机制造工业。成为重要的“国防金属”。

它们在火焰中燃烧，会发出不同颜色美丽的光辉。如镁在空气中燃烧会射出耀眼的白光；钙燃烧产生砖红色光芒；钾产生的洋红色非常鲜艳；钡燃烧时也发出格外好看的绿色的光。我们节日所放的焰火中就是因为加入了碳酸锶、硝酸钡等物质才发出了五光十色、绚丽多彩的光，更增添了节日的欢乐气氛。

除此以外，这六兄弟还能与硫、氮、磷、氧化合，形成相应的化合物。前面提到过，它们的氧化物熔点较高，常用于制耐火砖、坩锅、熔炉的衬里以及绝缘材料。钙、锶、钡还有一个与碱金属类似的“脾气”——形成过氧化物和超氧化物。其中只有过氧化钡容易制得并且有重要用途。在潜艇中用它吸收二氧化碳并放出氧。

我们还是着重讲一下镁和钙吧！

镁是英国化学家戴维在 1808 年用电解法首先发现的。镁很轻但十分坚硬，结构性能也不错。

因为镁在空气中燃烧时能射出耀眼的亮光，所以人们便用镁粉来制成闪光粉，供夜间摄影用。另外，人们也用镁粉来制成照明弹、焰火等。

不过，镁的最重要的用途是用来制造合金，如前面提到的“国防金属”镁铝合金。

镁最重要的化合物是氧化镁和硫酸镁。氧化镁熔点非常高，达 2800℃，是很好的耐火材料。砌高炉用的“镁砖”，就含有许多氧化镁，它能耐得住 2000℃ 以上的高温。氧化镁也被用来制造水泥和纤维板。

在生物学上，镁极为重要。因为它是叶绿素分子中的核心原子——在镁原子的周围，围着许许多多氢原子、氧原子等，组成叶绿素分子。在叶绿素中，镁的含量达 2%。要是没有镁，就没有叶绿素，也没有绿色植物，没有粮食和青菜了。据估计，在全世界的植物体中，镁的含量高达 100 亿吨。在土壤中施镁肥，可以显著地提高产量，尤其是甜菜。

在大自然中，镁是分布很广的元素之一。在地壳中，镁的含量约为 14%。

金属钙是英国化学家戴维和瑞典化学家柏齐利马斯在 1809 年制得的。钙是银白色的金属，比锂、钠、钾都要硬、重，在 815℃ 熔化。

在工业上，金属钙的用途很有限，如作为还原剂，用来制备其它金属；

用作脱水剂，制造无水酒精；在石油工业上，用作脱硫剂；在冶金工业上，用它去氧或去硫。然而钙的化合物，却有着极为广泛的用途，特别是在建筑工业上。

比如常用的大理石，就是石灰石中的一种。石灰石的化学成分是碳酸钙，它常被用来修水库、铺路、筑桥。

石灰石在石灰窑中，和焦炭混合在一起锻烧后，制成生石灰。生石灰的化学成分是氧化钙。硫酸钙也是钙的重要化合物，俗名石膏。在工业上，人们用石膏做成各种模型，来浇铸金、银、铝、镁。铜以及这些非铁金属的合金。

钙是人体和动物必不可缺的元素。人和动物骨骼的主要成分，便是磷酸钙。血液中也含有一定量钙离子，没有它，皮肤划破了，血液将不易凝结。据测定，人一昼夜需摄取 0.7 克钙。在食物中，以豆腐、牛奶、蟹、肉类含钙较多。植物也很需要钙，尤其是烟草、荞麦、三叶草等。

在大自然中，钙是存在最普遍的元素之一，占地壳原子总数的 1.5%。在所有的化学元素中，钙在地壳中的含量仅次于氧、铝、硅、铁，居第五位。

在碱土金属中，最与众不同的要数镭了。

镭有一个最奇特的“脾气”——能放出射线，它的放射性比铀还要强好几万倍。

硫化锌、硫化镉在镭射线照射下，能发出浅绿色荧光。夜光表就是利用这一原理制成的。另外，镭射线能破坏动物体，杀死细胞细菌，所以可用它来医治癌症。

在碱土金属家族中，还有一个年轻有为的成员——铍。作为空间系统的结构材料，还是最近 20 年逐渐被采用的。它在导弹、卫星和宇宙飞船的制造中大显身手。因为铍的比热大，有良好的吸热能力，所以，铍是宇宙飞船理想的热屏蔽材料。铍比重小而性能优异，在导弹和宇宙飞船上有重要的应用。另外，铍在飞机、太阳能电池、惯性导航系统及原子能反应堆中，都有着非常重要的应用。

## 用途广泛的——铝

许多人常以为铁是地壳中最多的金属，其实，地壳中最多的金属是铝，其次才是铁。铝占整个地壳总重量的 7.45%，差不多比铁多一倍，地球上到处都有铝的化合物，像最普通的泥土中，便含有许多氧化铝。我们和铝打交道可不少。衣袋里的硬币、钥匙、钢笔帽；餐桌上的调羹、饭盒、炒锅；房间里的门把手、暖瓶壳、铝制家具；天地间的飞机、汽车、轮船……衣食住行，离开铝简直寸步难行。

传统的镀银穿衣镜，正在被真空镀铝镜代替；铅和锡夹层的牙膏袋，已被铝皮牙膏袋代替了；包糖果、卷烟的锡纸，早已名不副实，变成了铝箔；那金光闪闪的“金纸”——铝做的，那银白雪亮的银粉油漆——掺的是铝粉；甚至姑娘衣衫上那黄澄澄的“铜”钮扣，廉价的“金银”首饰，织在衣料里的金银丝，都是铝做成的。

可是，在一百多年前，铝曾被列入稀有金属的行列，称为“银色的金子”，比黄金还要珍贵。

法国皇帝拿破仑三世为了显示阔绰，将他的军旗族头上的银鹰换成了铝鹰。逢盛大国宴，他拿出珍藏的铝质餐具，在宾客面前炫耀一番，好像国宝一样。

发现元素周期律的俄国化学家门捷列夫，曾经接受过英国皇家学会的崇高奖赏——一只普普通通的铝杯。

原来，铝的发现和工业化生产，历史很短，一向被称为“年轻的金属”。

一般化学史上，常认为德国的维勒是最先发现铝的化学家。1827年，维勒将金属钾和无水氯化铝放在坩锅里一起加热，冷却后投入水中，得到银灰色的金属铝粉来。

30年后，法国化学家得维尔用金属钠还原氯化铝，使铝成为工业产品。但是当时金属钠价格高昂，用金属钠生产出来的铝比黄金还要贵好几倍。铝仍然不能成为普通的商品。

当时，有人讨好得维尔，说得维尔制造的铝比维勒强多了，得维尔才是铝的发现者呢。可是，得维尔却不听恭维，十分讨厌拨弄是非。他铸造了一枚铝质纪念章，上面印制了维勒的头像和名字，并特意标出“1827”——维勒发现铝的年代，赠给维勒表示敬意。两人成了亲密的朋友，在科学史上传为佳话。

21岁的美国大学生豪尔决心攻关，使铝的生产成本大大降低。在他的老师——维勒的学生的鼓励下，于1886年用电解法制铝获得成功。豪尔拿到一批银亮的钮扣大小的铅球，欣喜若狂，捧着跑进老师的房间里报喜。从此，铝变成廉价的商品。

美国铝公司的展柜里，至今还陈列着豪尔制得的第一批电解铝粒。在豪尔的母校俄柏林大学校园里，矗立着青年大学生豪尔的铝铸像，全校师生引以为荣。

几乎同时，大洋彼岸21岁的法国青年大学生埃罗也成功地用电解法制得了铝。当他闻讯豪尔的成就时，毫不嫉妒，还和豪尔交流试验情况，互相切磋，成为莫逆之交。和得维尔向维勒表示敬意一样，埃罗远涉重洋到美国祝贺豪尔荣获柏琴奖章，又为后人留下佳话。

从奥斯特炼出第一块不太纯净的铝，到电解法制铝成功，铝成为普通商

品，竟然经历了六十多年的时间。这以后，铝的价格一落千丈，成为日常使用的产量仅仅低于铁的第二大金属。这也说明，铝的化学性质很活泼，不易提炼，所以迟迟才显露出其庐山真面目。

名贵的红宝石、蓝宝石，是含有少量铬、钴和铁的天然氧化铝晶体。手表里的“钻”，就是人造红宝石，它坚硬耐磨，坚守在轴承的岗位上。刚玉和金刚砂，是工业上优良的磨蚀材料，硬度仅次于金刚石。它们的化学成分是纯净的氧化铝。而我们脚下的泥土，里面含有不少铝的氧化物。说粘土是铝的母亲，并不夸张。

纯净的铝很软，可以用刀切割。它又可任人摆布，拉成丝，展成箔，延展性仅次于金、银、铂等。

铝的表面银白闪亮，反射光线能力极强，可以贴在聚光灯、探照灯和太阳能灶的反射面上。镀铝的反射式天文望远镜是洞察遥远星系的巨眼。用镀铝的纤维织品做睡袋，野营者仿佛躺在柔软的暖瓶胆里，不怕严寒，睡得香甜。消防队员穿上镀铝的石棉防火衣，赴汤蹈火无所惧。高级旅馆的窗玻璃上，贴敷一层镀铝塑料薄膜，既可防止玻璃碎裂，又能反射辐射线，夏天拒炎热于室外，寒冬又防止热量辐射外流，实现冬暖夏凉，节约能源。铝膜薄得几乎透明，室内可以透视窗外，而户外却看不见房间内部。

铝的导热性也很好。当它接触热源时，传热快，而脱离热源后，铝表面的反射热辐射的能力就发挥出来了。生活的经验可以证明这一点：两把铝壶，都盛满水，悬空架在火焰上方，壶底涂黑的那壶水比壶底铮亮的要提早约 1/3 时间煮沸；如果让壶底都触及火焰，煮开水所需的时间就同样短了。所以 23 人们常常用铝来做炊具。

铝也善于导电。铝的单位面积导电能力是铜的 60%，而铝比铜轻盈得多，所以，相同重量的铝导线和铜导线比较，铝导线要比铜导线导电能力强。高压输电线以铝代铜后，电缆的重量大大减轻，节省了不少铁塔、电杆。电机改用铝线绕制，节约大量宝贵的铜。

铝粉在燃烧时发出巨大热量和耀眼的白光。火箭燃料、烈性炸药、铝焊接剂和节日的焰火都少不了它。将铝粉拌和在油漆里涂刷铁器，不仅银光闪闪，还大大增强防腐蚀的能力。因为铝的化学性质活泼，在外来腐蚀侵袭时，铝粉挺身而出，牺牲自己，保护他人。铝粉就是我们通常说的“银粉”。

有趣的是，铝很容易被氧化，生锈后表面蒙上一层透明的薄薄的氧化铝膜。这层铝锈和铁锈不同，非常致密，保护内部不再锈蚀。因此，铝制品从来不需要涂油漆保护。

有人嫌铝制品不够铮亮，经常用炉灰、去污粉磨擦。但是，旧的铝锈刚擦去，新的铝锈又立即生成。因而徒劳无功。

在纯铝里搀进少量镁、锰、铜等，冶炼出的铝合金非常坚硬。铝合金做的炊具经久耐用，抗腐蚀。它又是制造飞机、汽车的材料，可以大大减轻自重，提高速度。据统计，美国因为推广铝制汽车而减轻自重节约的能量，相当于当年美国生产铝所需的全部电力。硬铝合金用来制造舰艇，抗海水侵蚀，不受磁性水雷袭击。铝合金在建筑上还是轻盈坚实的栋梁材料。像海绵一样的泡沫铝，轻盈、隔音、保温、强度高，是新型的建筑材料。

活化铝能够迅速和水起化学变化，放出大量氢气。氢气是干净的汽车燃料。在国外，已经开始用活化铝代替汽油作汽车燃料。

在能源紧张的今天，铝作为贮存能源的“银行”倍受青睐。富裕的电力无法贮存，可以用来炼铝。炼一千克铝耗电十七八度。铝锭又不锈蚀，能长期存放。由铝锭加工成各种制品，耗能不多。回收铝所需的能量只有炼铝的5%，是回收钢铁的1/8，而且回收起来极少损耗。所以，国外大量采用铝质包装箱、周转箱。连汽水瓶、罐头盒都是铝膜制的软罐头。建筑行业的脚手架也是铝质的。这一切都为了便于回收，节约能源。

当然，和任何事物一样，铝也有它的缺点。铝的熔点低，铝锅空烧容易穿孔，铁锅就没有这个危险。铝壳军舰经不住炮火袭击，大火往往使船身熔化。英国在马岛战争中损失的巡洋舰和运输舰，就是完全用铝取代了船只的钢铁外壳造成的。

不过，铝的多才多艺，用途广泛，还是博得人们的普遍赞誉。人们赞美铝是继钢铁之后，进入20世纪以来轰动世界的金属。我们的时代可以称得上是铝金属的时代。

现在，铝的年产量已超过铜，仅次于铁。随着工农业生产的飞跃发展，铝和它的化合物将得到更广泛的应用。

## 我国的丰产元素——硼

硼在国外常被列为稀有元素，但我国却有丰富的硼砂矿，所以硼在我国是丰产元素。

说到硼元素，大家可能不会感到陌生，医院里常用的消毒水——硼酸，工业上用的硼砂，都是大家经常接触到的硼的化合物。

硼，是与生物世界息息相关的元素。甜菜、小麦、稻谷、苹果、柑桔等等，都离不开硼，硼是保证它们茁生长的“维生素”。在我们的日常生活中也常常遇到硼，比如，五颜六色的瓷器、彩色电视机等等都有硼的一份功劳。更引人注目的是近年来硼进入了尖端科学技术领域，尤其在航天事业上，硼发挥了杰出的作用，被誉为无机材料的后起之秀。

尽管人们很久以前就和硼打交道，如古代炼丹家们使用过硼砂，但是，单质的硼是在 1807 年由法国科学家盖·吕萨克和泰纳、英国科学家戴维发现的。

硼在化学元素周期表中排在第五号，它们的原子半径很小，原子最外层有三个电子，被核正电荷紧紧吸引，很难丢失，所以硼总是趋向于得到电子。它是一个非金属元素，在铝、硅之中，更像硅。单质硼的晶体是正二十面体，每个面是等边三角形。在化学反应中，硼总是倾向于以这种多面体的习性形成化合物，而硼的这种复杂成键特征，用一般的化学键理论是无法解释的。正是由于硼元素的这种结构，使它能够形成多种形式的化合物，如硼烷、碳硼烷、有机金属硼烷等等。无怪乎有人说：硼化学几乎可以和碳的化学（有机化学）相媲美。曾经在这个领域做出过突出贡献的科学家李普斯昆获得了 1976 年诺贝尔奖。然而，化学家在开辟这个新领域的征途中曾历尽艰辛。

早在 1881 年，人们试图制取单个的硼氢化合物，但是，这些物质太活泼了，很容易受水的进攻，在空气中可以自动燃烧。直到 1912 年，德国化学家史托克首次发明了用金属汞制成的低温真空操作仪器，才获得了一个个硼氢化合物。史托克为硼化学奋斗了整整 20 年。不幸的是，由于长期与汞打交道，史托克和他的同事们得了汞慢性中毒症，头痛、肢体麻木。精神疲倦、记忆减退、丧失视觉。他们以现身说法向人们大声疾呼：小心汞中毒。从此以后，人们对汞的毒害作用予以了足够的重视。

硼有八种同素异形体。晶体状态的硼硬度特别高，和金刚石接近，化学性质也特别稳定，只有在高温下才与氧、氯、硫发生反应。硼在自然界主要以化合物形式存在，硼占地壳总重量的 0.001%。我国有着丰富的硼矿资源，在西藏的湖泊中就有大量的硼砂固体。16 世纪 50 年代，西藏的硼砂曾经垄断世界市场。

游离态的硼用途不太大。在工业上，在铝、铜等金属里加上百万分之一的硼，可以改善这些金属的机械性能，硼砂的用途要广得多。硼的化合物早期主要应用在冶金、陶瓷、造纸。玻璃、食品等工业部门。随着现代科学技术的发展，硼元素成了航天事业不可缺少的材料。硼烷是比较理想的高能燃料。每千克硼烷的燃烧热值高达 15000 千卡。作为火箭的动力，可以把几十吨重的人造天体送到九霄云外。硼纤维的抗张强 27 27 度为每平方厘米 75 千克之多。它耐高温、耐腐蚀、寿命长、质量轻，所以它可以用来做火箭的喷嘴、卫星的天线支承杆、设备平台的支承杆，还可以制造航天飞机的推力结构架。硼的有机化合物作为耐高温粘合剂，曾用于



登月的阿波罗飞船。用这种粘合剂粘合的密封部件与传统的铆合、焊接、拴合相比，不仅粘的牢固，而且大大减轻部件重量。

大家知道，我们日常生活离不开电，同样的，在太空飞行的卫星、飞船等也都离不开电。这些人造天体上用的太阳能电池一般都是用硅硼磷作 P—N 结，这种“发电站”比其它材料作成的电池寿命长。为了解决地球上的能源危机，有人还设想在地球的同步轨道上建造太阳能电站，然后用微波传送给地球。实现这个美好的愿望，也少不了元素硼。

硼在原子能工业和冶金工业上的应用也是出类拔萃的。硼的同位素是优良的中子吸收剂，可以作为核反应堆的控制棒。三氟化硼还可以制成核反应堆的中子计数器。人们通过中子计数器可以随时得到热核反应的信息。在冶金工业中，硼还可以代替钼、铬、镍等贵重的金属。在钢里掺入十万分之几的硼，造出的不锈钢，强度可以大大提高。这种不锈钢是制造喷气发动机和内燃汽轮机高强度零件的好材料。在铜和铝中掺入万分之几的硼，可以大大提高导电性。氮化硼的硬度比金刚石还高，熔点达 3000 以上，是很好的抗高温、抗腐蚀材料。

硼元素是人体内的微量元素之一。虽然它的营养功能至今还没有结论性的证据，但它是细胞不可少的成分。

硼还是庄稼、果树的亲密朋友。农业化学家在研究油菜的生长时，发现有块农田油菜苗植株矮小，光开花不结果，最后枯萎。施用八两硼砂后，油菜的生长却面目一新，枝粗苗壮，产量成倍地增长。甜菜缺硼就会丧失对细菌的抵抗力，发生腐心病，幼苗死亡。棉花缺硼会发生落桃现象。大豆缺硼，根瘤菌不能很好地固氮。苹果缺硼，果肉中会出现坚硬的斑块，果皮会出现凹陷和坏死。科学研究证明，豆科植物、十字花植物、麻类、果树等都需要微量的硼，而这种微量的营养元素是氮磷钾不能代替的。在植物体内硼参与碳水化合物的转化和运输、调节水分以及氧化还原反应的过程，它又是开花结果和生长点再生所必需的营养成分。所以，目前已普遍受到农业化学家的重视。

这里应当指出的是，硼的许多化合物是有毒的，必须引起人们的充分重视。在 1906 年俄国就禁止用硼的化合物保存食品。硼酸的致死量是 4 克，而硼氢化合物剧毒，乙硼烷的毒性与光气不相上下。得了硼中毒症就会食欲不振、呕吐、咳嗽、发炎，头痛等等。不过只要我们科学地使用它，驾驭它，硼就不会给人类带来严重的危害。

随着现代科学技术的发展，可以预见，初露头角的硼元素必将开出更加绚丽多彩的花朵，结出更加丰硕的果实。我国有丰富的硼矿，它在我国建设中将会发挥越来越大的作用。

## 有机世界的主角——碳

在各种各样的化学元素当中，最奇妙的莫过于碳这个元素了。

你可能会问：碳又有什么奇妙？我们烧的煤炭、木柴，吃的碳水化合物，穿的棉纤维、合成材料，用的木制家具，甚至我们吐出来的碳酸气……哪一样和碳没有关系呢？碳元素不是十分普通而又唾手可得的化学物质吗？

但是，只要举几个简单的数字，你就会大吃一惊。

据美国《化学文摘》编辑部最近统计的数字，全世界已经发现的化合物种类突破 400 万大关，其中绝大多数是碳的化合物，不含碳的化合物不超过 10 万种。

这样，在现有 109 种化学元素中，碳以外的 108 种元素，它们之间所形成的化合物的数目，仅是碳这一种元素形成的化合物总数的大约 1/40。从这个角度讲，碳几乎是物质世界的主角了。尤其是有机世界。

在生命世界里，碳占有特殊重要的地位，是生命世界的栋梁之材，没有碳，就没有生命。

但是，碳在地球上只占地壳总重量的 0.4%，只有氧的 1/49，硅的 1/26。

正因为碳是那样与众不同，人们对碳也另眼相看，在化学上，把除了碳以外的那 108 种化学元素所形成的化合物叫“无机化合物”，研究无机化合物的化学叫做“无机化学”；而碳的化合物叫做“有机化合物”，专门研究碳的化合物的化学叫“有机化学”。

在大气里，二氧化碳气算是次要的成分，只占大气总重量的 0.03%。但其中碳的重量仍多达两万亿吨。这是一笔巨大的财富。它为生命提供了基本的材料。二氧化碳的温室效应还为生命提供了适宜的温度环境。

因为二氧化碳有个怪脾气：在太阳光通过大气层的时候，它偏爱吸收波长 13~17 微米的红外线。这如同给地球罩上一层硕大无比的塑料薄膜，留住温暖的红外线，不让它散失掉，使地球成为昼夜温差不太悬殊的温室。

二氧化碳还是绿色植物进行光合作用的原料。绿色植物每年通过光合作用，将大气里二氧化碳含的 1500 亿吨碳，变成纤维素、淀粉和蛋白质，供给动物和人类食用。

现在活着的动植物机体里，含有大约 7000 亿吨碳，组成植物的根、茎、叶和动物的骨肉、血液。

古代动植物的遗体在地壳里变成了煤炭、石油和天然气，为我们留下了亿万吨的燃料。

在地壳里，大约有将近 5000 万亿吨化合状态的碳。那漫山遍野的石灰石、大理石，它们的主要成分是碳酸钙。海洋里的珊瑚礁、贝壳岛也是碳的化合物碳酸钙沉积而成的。

水里溶解的二氧化碳，总量也不少。各地的奇峰异洞和瑰丽壮观的石林、石柱、石笋、石钟乳，这些千姿百态、气势磅礴的巨型雕塑，都是溶解了二氧化碳气的雨水、地下水的杰作。

还有，那芬芳扑鼻的花朵里的香精油，五彩缤纷的色素，酸甜苦辣的有机酸、糖类、植物碱、治病健身的药物、维生素，哪一样不是碳的化合物呢？

在碳的世界里，纯净的、没有与其他元素结合的碳，种类很少。碳原子以不同的晶体结构排列，竟可以使自己在材料世界中扮演迥然不同的角色。

金刚石晶莹美丽、光彩夺目，是自然界最硬的矿石；石墨乌黑柔软，是

世界上最软的矿石，做铅笔芯的好原料。但是，这性质。迥异的材料竟都是由碳原子构成的。

金刚石和石墨是碳的同素异形体。无定形碳实质上是微小的石墨晶体。1772年，拉瓦锡等法国化学家合伙买了一颗金刚石，用聚光镜使日光在金刚石上聚焦，金刚石燃烧起来化为青烟而消失。他们证明燃烧金刚石后产生的气体就是二氧化碳。1797年，英国化学家坦南特严格证明金刚石和石墨相同，都是纯粹的碳。1799年，法国化学家摩尔沃将金刚石隔绝空气加热，转变成石墨。可是，石墨转变为金刚石，却迟至1955年才由美国科学家们首次实现。这最终证明金刚石和石墨是可以互相转变的碳的同素异形体。

众所周知，生命的基本单元氨基酸、核苷酸是以碳元素做骨架变化而来的。首先，一节碳链一节碳链地接长，演变成为蛋白质和核酸，然后演化出原始的单细胞，又演化出虫、鱼、鸟、兽、猴子、猩猩，直至人类。

这三四十亿年的生命交响乐，它的主旋律就是碳的化学演变；这千姿百态、蔚为壮观的生命世界，它的栋梁材料就是碳元素！

碳元素这样巨大的作用取决于它的原子结构。碳在元素周期表上属第四主族头一名，恰好位于非金属性最强的卤族元素和金属性最强的碱金属之间。它的原子外层有四个电子。这四个电子难舍难分，与其他原子结合难以形成离子键，而形成特有的共价键，尤其是碳碳共价键。碳和碳之间的联结，不仅有单键，而且有双键、三键等多种键型。因此，碳原子之间既可以形成长长的直链，也可以构筑环形链、支链，纵横交错、变幻无穷。再配合上氢、氧、氮、硫、磷和金属原子……，碳的化合物就不仅种类繁多，而且分子量很大，具有五花八门的物理、化学性质，以至在生物机体内，具有新陈代谢、能量输送等生命的功能，造就这五彩缤纷、龙腾虎跃的生命世界。其他元素的原子则没有碳的特种本领，最多只能形成五六个原子的链条。所以，它们的化合物的种类跟碳相比，自然就少得多了。

人们正是熟悉了碳的这种性质以及许多有机物的结构之后，巧夺天工，合成出众多的原先仰赖自然资源提供的碳的化合物，从最简单的甲醇、酒精、醋酸、福尔马林，到复杂些的维生素C、葡萄糖、靛蓝染料、紫罗兰香酮，一直到合成生命的基石——各种氨基酸、核苷酸和显示生命活力的简单的蛋白质、核糖核酸。不仅如此，自然界里从未有过的各式各样的碳的化合物，人类也制造出来了。比如，最简单的有机溶剂、人造丝工厂不可缺少的原料二硫化碳；碰到水会放出可燃气的石头——“电石”碳化钙；最普通的磨蚀材料、硬度仅次于金刚石的碳化硅……它们都是地球上先前没有而后来被人类制造出来的物质。

再看看我们周围的物质，那琳琅满目的塑料、合成橡胶，医药箱里的红药水、阿斯匹林，杀虫剂六六六、滴滴涕，家具表面漂亮闪光的油漆，厨房里的糖精、合成食用色素，甚至那些炸药、化学毒气等等，这数以万计的碳的化合物，都是人类创造出来的。

150多年前，德国青年化学家维勒用无机化合物氯化铵和氰酸银反应，竟出乎意料地得到只有在生命体内才存在的有机化合物——尿素。

这是人类第一次从简单的碳的无机化合物制造出有机物质，证明了无生命的矿物里的碳元素和生命有机体里的碳元素之间，不存在不可逾越的鸿沟，动摇了化学权威柏济利阿斯的错误的“生命力”学说。柏济利阿斯是维

勒的老师。他主张生命物质只有生命力才能创造，人工全然制造不了。

从维勒合成尿素至今。已经 150 年了。专门研究碳的化合物化学——有机化学，已经成为化学里两大学科之一，蓬勃发展，一往无前。

当年维勒只是合成了一种哺乳动物的排泄物尿素。这尿素分子里只有一个碳原子。今天，比尿素复杂千百倍的碳的化合物都已经合成出来了。我国科学家花六年零九个月的时间，于 1965 年首次合成了由 51 个氨基酸、777 个原子结合而成，分子量为 5700 的牛胰岛素。这是世界上第一个人工制造的蛋白质。1981 年我国科学家又成功地人工合成酵母丙氨酸转移核糖核酸，它由 76 个核苷酸组成，分子量为 26000。

这些事实雄辩地证明：生命的两大基本物质核酸和蛋白质都来自简单的无机物的逐渐演变，和碳这生命世界的栋梁材料有极为紧密的联系。

我们相信，当人类能够合成各种蛋白质和核酸的时候，在化学实验室里合成生命、指挥生命交响乐的日子也就不再是遥遥无期的了。

## 古老的铅

大家熟悉的青灰色的金属铅，是一个古老的金属。它是人类最早认识的几个金属元素之一。无论是古巴比伦人，古犹太人、古罗马人，还是在中国古代，都有使用铅的悠久历史。在中国最早的炼丹著作《周易参同契》以及古犹太人的《圣经》《旧约》里，都记载着铅的冶炼和使用方法。炼丹家们在热衷于“长生不老”丹、“点金术”的时候，就把这表面青灰而切开之后闪烁银灰色光泽的铅，作为重点研究对象之一。他们除了用铅制造铅汞齐之外，还制备“仙丹”之一的黄丹，也就是四氧比三铅。炼丹家对于铅可以氧化为黄丹，而黄丹又能还原为铅的现象感到很奇妙，就认为铅和汞一样是“仙品”，因此铅就成了炼丹家炼丹炉里必备之物了。至于化妆用的胡粉，也就是碱性碳酸铅，早在我国秦汉时期之前就使用了。古代罗马人还喜欢用铅作水管，而古代的荷兰人则爱用它作屋顶。

铅在地壳中的含量不高，只有 0.0016%，排在元素含量的第 35 位，比某些“稀有元素”还要少。人们熟悉铅，是因为铅容易富集形成硫化铅等矿物，而且容易冶炼，使用广泛。许多天然放射性元素如铀、钍、钷、镭、钋、钋、钋等最终都要蜕变为稳定的铅，铅在地壳中的含量不断地略有增加。

铅是在工业中应用广泛、价格便宜的金属，强度低而塑性高，展性相当好，可以轧成极薄的铅箔。但是，铅的延性并不好，用拉伸法制铅丝，只能拉伸到直径大于 1.6 毫米，再细的铅丝就只能用压挤法来生产了。铅还有一个独特长处，就是具有极高的锻接性能，新切开的铅表面在室温下用不太高的压力，就能迅速地锻接在一起。所以，用它来做绝缘电缆的包皮，操作起来既简单又方便，效果还好。

铅的另一个宝贵的性质是在许多介质中都具有相当高的化学稳定性。在干燥空气中，经过 90 年才在铅的新鲜表面形成勉强能察觉的氧化膜。铅的抗硫酸的能力出类拔萃，这是由于硫酸和铅作用后，生成一层致密而牢固的保护膜——硫酸铅，保护了里面的铅不再被腐蚀。所以铅被广泛地作为抗腐蚀材料，如用来制造酸洗槽、硫酸室、酸泵、输酸管、蓄电池等方面。尤其是蓄电池，据不完全统计，1971 年，铅的世界产量达 308.3 万吨，其中大部分用来制造蓄电池。

铅的熔点比较低，熔化后流动性好。用铅和锡组成的焊料，在电子、电器等行业大显身手。铅具有良好的导电性，被制成粗大的电缆，输送强大的电流。

说到铅的应用，人们会自然想到铅字。其实铅字用的是铅锑合金。这是因为铅比较软，加入少量的金属锑，就能大幅度地提高铅的硬度，而锑具有热缩冷胀的特点，所以铅锑合金铸出的铅字特别清晰。另外，铅和锡、锑、铜制成的巴氏合金，是优秀的耐磨材料，用来制造高级轴承、轴瓦，加铅是为了增加材料的韧性和塑性。

铅还是一种放射线的防护材料。X—射线、 $\gamma$ —射线等都不能穿透它。在医院里，大夫作 X 射线透视诊断时，胸前常用一块铅板保护着；在原子能反应堆工作的人员，也常穿含有铅的大围裙。所以在使用 X—射线、 $\gamma$ —射线时以及原子能工业都离不开铅。

铅的化合物应用也很广泛。如生产颜料和塑料助剂等都要用到它。像大家很熟悉的聚氯乙烯塑料，它有一个突出的毛病就是热稳定性不好，受热之

后很容易分解。但是一旦加入少量的硬脂酸铅作为稳定剂，聚氯乙烯的热稳定性就大大地改善了。

铅在为人类服务的同时，也给人类带来了许多麻烦。很久以来，它污染着人类的生活环境，危害人们的健康。

古罗马人喜欢用铅做的输水管引水，用铅制的器皿贮存糖浆和果酒、烹调食物，用铅制造货币等等。贵族妇女更喜欢用含铅的化妆品来打扮。可是，他们不知道铅有毒，致使很多人铅中毒。一些学者把古罗马帝国的衰落也归罪于铅。他们认为，当时古罗马能够使用铅质奢侈品的人，大多是罗马贵族。在贵族之中铅中毒的现象非常广泛。铅中毒会引起死胎、自然流产和不孕症，生下的婴儿大都在一年内死亡。于是古罗马帝国的上层阶级由于出生率低而人口大减。

铅是一种累积性毒物，它很容易被胃肠道吸收，其中一部分破坏血液使红血球分解，一部分通过血液扩散到全身器官和组织，并进入骨骼。而沉积在内脏器官及骨髓中的铅化合物由体内排出的速度极慢，逐渐形成慢性中毒。慢性铅中毒最初只感到疲倦、食欲不振、体重减轻，由于往往被患者忽视而拖延医治。当慢性中毒再发展时，会引起铅疝痛及便秘、呕吐、腹泻等症状，并且出现末梢神经障碍，造成挠骨神经麻痹及手指震颤症。再严重时会导致铅毒性脑病，而呈现头痛、耳鸣、视力障碍、精神不安、无意识状态和贫血等。有机铅急性中毒的表现不安、不眠、精神错乱，还有的患急性脑病而死亡。正因为这样，用铅做茶壶、酒壶是不科学的。

自从 1922 年美国发明了四乙基铅，作为汽车用汽油的防 37 震剂以来，在汽油里添加四乙基铅的方法在全世界获普遍推广。从此，铅便以有机铅的形式广泛污染环境，其危害的广泛程度比任何其他有毒金属元素都大。在美国，由于汽车很多，汽车排出废气也多，相当于每人每年把二磅多的铅以四乙基铅的形式排入空气，使铅成为大气污染的罪魁祸首。因此，空气、水源、食物都有铅的污染。在城市中，污染空气的铅与汽油的消耗量成正比。人每时每刻都要进行呼吸，吸入的空气中所含的铅会有一半残留在人体之内。所以，目前铅造成的污染，对人体健康是一个潜在的巨大威胁。因此，控制和消除铅污染是摆在我们面前的一个严峻课题。

现在，科技工作者正着手减少以至消除铅对环境的污染。我们相信，人类一定能消除铅的种种危害，使它成为我们的忠实朋友。

## 无机世界的中流砥柱—硅

如果说碳是有机世界的主角，那么硅则是无机世界的中流砥柱。

我们脚下的泥土是硅酸铝的水化物，石头和砂子的主要成分是二氧化硅，砖、瓦、水泥、玻璃、陶瓷，都是硅的化合物。

在地壳中，硅的含量排在第二位，占地壳总重量的 1/4 还多。地壳中含量最多的元素氧和硅结合成的二氧化硅，占地壳总重量的 87%。

硅的足迹真的是遍布全世界，到处都有它的影子。

人和硅的无机化合物打交道，已经有三四千年的历史了。粘土经过烧制成为原始的陶器，人类从此进入新石器时代。从黑陶、彩陶到唐三彩，制陶技术出现高峰，后来又制成了玻璃。

现在，硅的无机化合物又焕发了青春，正在为人类做出新贡献。

科技工作者将陶瓷和金属混合烧结，研制成功复合材料——金属陶瓷，它耐高温、富韧性，可以切割，是宇宙航行的重要材料。

人们用纯净的二氧化硅拉制出纤细的玻璃纤维，导致了光导纤维通信诞生。光纤通信容量高，还不受电、磁干扰，具有高度的保密性。科学家们预测，光纤通信将会使 21 世纪人类的生活发生革命性巨变。

硅和碱作用，能放出大量的氢气。制备 1 立方米的氢气 39 39 只需 0.63 千克硅，如果改用金属的话，却需 2.9 千克的锌或 2.7 千克的铁。在工业上，用焦炭在电炉中还原二氧化硅（石英）来制取纯硅。

纯硅的用途并不太广。最重要的硅的化合物是二氧化硅，它是重要的工业原料。玻璃工业每年消耗几百万吨的砂子，因为玻璃是用砂子、苏打（碳酸钠）和石灰石作原料熔炼成的。用纯二氧化硅——石英制成的石英玻璃，能耐高温，即使剧烈灼烧后立即浸到水里也不会破裂。由于石英玻璃能很好地透过紫外线，所以常用来制造光学仪器。纯净的玻璃是无色的。加入不同的化学元素，可使玻璃产生不同的颜色：电焊工人所戴的蓝色护目镜片，是加了氧化钴。普通眼镜片常常带点浅红色或浅蓝色，那是由于加了氧化铈或氧化钼。加入三氧化二铁，玻璃呈黄色，若加入氧化亚铁，则变成绿色玻璃。如果加极细的金粉、铜粉或硒粉，玻璃呈红色。若加入极细的银粉，则呈黄色。

粘土的主要成分是水化硅酸铝。粘土大量被用来和石灰石一起煅烧，制成水泥。粘土也被用来烧制砖、瓦等建筑材料。纯净的粘土——高岭土，是制造瓷器、陶器最重要的原料。玻璃、水泥、陶瓷、建筑材料等工业，均以硅为“主角”，被合称为“硅酸盐工业”。

硅和碳的化合物——碳化硅，俗称金刚砂，是无色的晶体（含有杂质时为钢灰色），它非常坚硬，硬度和金刚石相近。在工业上，常用金刚砂制造砂轮和磨石。它还很耐高温，用来作耐火的炉壁。

硅和氯的化合物——四氯化硅，是无色的液体，很易挥发，在 57 就沸腾。在军事上用来作烟雾剂、因为它一遇水，便水解生成硅酸和氯化氢，产生极浓的白烟。特别是海战时，水蒸气多，烟雾更浓。四氯化硅的成本比白磷低廉得多。

硅虽然是无机世界的“主角”，但是近年来，它在有机世界中也成为引人注目的角色——人们制成了一系列有机硅化合物。有机硅有个特性——憎水。一些药品瓶的内壁，如青霉素瓶，便常涂着一层有机硅。这样，在使用

后瓶壁上就不会留有药液。矗立在首都天安门广场上的人民英雄纪念碑，表面也涂着一层有机硅，这样可以防尘防潮，保护那精美的浮雕。有机硅塑料具有很好的绝缘性能，如果用它作为电动机的绝缘材料，可以使电动机的体积和重量都减少一半，而使用寿命却可以延长八倍多，并且在高温、潮湿的情况下都能使用。有机硅橡胶，在冰天雪地之中（甚至低到 $-90^{\circ}\text{C}$ ），或在烈日酷晒之下（甚至高达 $350^{\circ}\text{C}$ ）都不龟裂、不老化、保持弹性，用它来制造汽车轮胎非常合适。

硅，这个无机世界的骨干元素，在有机世界里还是一个年轻有为、崭露头角的角色呢！难怪许多科学家预测，如果地球之外有高级生物存在的话，它们的机体不见得非跟人类一样要由碳的高分子化合物充当骨干；硅，作为地球外生命的骨干材料，完全是可能的。



## 马口铁的“外衣”——锡

锡是大名鼎鼎的“五金”——金、银、铜、铁、锡之一。早在远古时代，人们便发现并使用锡了。在我国的一些古墓中，便常发掘到一些锡壶、锡烛台之类锡器。据考证，我国周朝时，锡器的使用已十分普遍了。在埃及的古墓中，也发现有锡制的日常用品。

在自然界中，锡很少成游离状态存在，因此就很少有纯净的金属锡。最重要的锡矿是锡石，化学成分为二氧化锡。炼锡比炼铜、炼铁、炼铝都容易，只要把锡石与木炭放在一起烧，木炭便会把锡从锡石中还原出来。很显然，古代的人们如果在有锡矿的地方烧篝火烤野物时，地上的锡石便会被木炭还原，银光闪闪的、融化了的锡液便流了出来。正因为这样，锡很早就被人们发现了。

我国有丰富的锡矿，特别是云南个旧，是世界闻名的“锡都”。此外，广西、广东、江西等省也产锡。

锡是银白色的软金属，比重为 7.3，熔点低，只有 232℃，你把它放进煤球炉中，它便会熔成水银般的液体。锡很柔软，用小刀能切开它。锡的化学性质很稳定，在常温下不易被氧气氧化，所以它经常保持银闪闪的光泽。锡无毒，人们常把它镀在铜锅内壁，以防铜遇水生成有毒的铜绿。牙膏壳也常用锡做（牙膏壳是两层锡中夹着一层铅做成的。近年来，我国已逐渐用铝代替锡制造牙膏壳）。焊锡，也含有锡，一般含锡 61%，有的是铅锡各半。

锡在常温下富有展性。特别是在 100℃ 时，它的展性非常好，可以展成极薄的锡箔。平常，人们使用锡箔包装香烟、糖果，以防受潮（近年来，我国已逐渐用铝箔代替锡箔。铝箔与锡箔很易分辨——锡箔比铝箔光亮得多）。不过，锡的延性却很差，一拉就断，不能拉成细丝。

其实，锡也只有在常温下富有展性，如果温度下降到 -13.2℃ 以下，它竟会逐渐变成煤灰般松散的粉末。特别是在 -33℃ 或有红盐的酒精溶液存在时，这种变化的速度大大加快。一把好端端的锡壶，会“自动”变成一堆粉末。这种锡的“疾病”还会传染给其他“健康”的锡器，被称为“锡疫”。造成锡疫的原因，是由于锡的晶体发生了变化：在常温下，锡是正方晶系的晶体结构，叫做白锡。当你把一根锡条弯曲时，常可以听到一阵嚓嚓声，这便是因为正方晶系的白锡晶体间在弯曲时相互摩擦，发出了声音。在 -13.2℃ 以下，白锡转变成一种无定形的灰锡。于是，成块的锡便变成了一团粉末。

锡不仅怕冷，而且怕热。在 161℃ 以上，白锡又转变成具有斜方晶系的晶体结构的斜方锡。斜方锡很脆，一敲就碎，展性很差，叫做“脆锡”。白锡、灰锡、脆锡，是锡的三种同素异形体。

由于锡怕冷，因此，在冬天要特别注意别使锡器受冻。有许多铁器通常是用锡焊接的，也不能受冻。1912 年，国外的一支南极探险队去南极探险，所用的汽油桶都是用锡焊的，在南极的冰天雪地之中，焊锡变成粉末般的灰锡，汽油就都漏光了。

锡的化学性质稳定，不易被锈蚀。人们常把锡镀在铁皮外边，用来防止铁皮的锈蚀。这种穿了锡“衣服”的铁皮，就是大家熟知的“马口铁”。1 吨锡可以覆盖 7000 多平方米的铁皮，因此，马口铁很普遍、也很便宜。马口铁最大的“主顾”是罐头工业。如果注意保护，马口铁可使用十多年而保持不锈。但是，一旦不小心碰破了锡“衣服”，铁皮便很快被锈蚀，没多久，

整张马口铁便布满红棕色的铁锈斑。所以，在使用马口铁制品时，应注意千万不要使锡层破损，也不要使它受潮、受热。

锡，也被大量用来制造锡铜合金——青铜。

锡与硫的化合物——硫化锡，它的颜色与金子相似，常用作金色颜料。

锡与氧的化合物——二氧化锡。锡于常温下，在空气中不受氧化，强热之，则变为二氧化锡。二氧化锡是不溶于水的白色粉末，可用于制造搪瓷、白釉与乳白玻璃。1970年以来，人们把它用于防止空气污染——汽车废气中常含有有毒的一氧化碳气体，但在二氧化锡的催化下，在 300℃ 时，可大部转化为二氧化碳。

锡和氯可形成两种化合物：

二氧化锡（又称氯化亚锡），具有很强的还原能力，工业上常利用氯化亚锡使别种金属还原，是化学上常用的还原剂之一；在染料工业上，也可用作媒染剂。

四氯化锡：在二氧化锡溶液里通入足量的氯气，便可得到四氯化锡，四氯化锡是沸点 114℃ 的无色液体。一遇水蒸气就水解，冒出强烈的白烟，形成白色的浓雾，军事上用它装在炮弹里，制成烟雾弹。四氯化锡能与氯化铵化合，生成一种复盐（ $\text{SnCl}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl}$ ），是重要的媒染剂。

近年来，锡化合物应用又开辟了新的领域。世界上每年有几万吨的有机锡化合物用来制造杀虫剂、除草剂和防污涂料。

## 生命的基础——氮

我们的生活离不开空气中的氧。占空气 4/5 的氮气在呼吸中出出进进，似乎毫无用处。其实不然。空气里缺少氧，人固会感到不适甚至窒息而死，但是吸入纯氧，人会兴奋激动、手舞足蹈，仿佛喝醉酒一般。

当然，氮对生命必需的氧不仅仅是稀释作用，氮是构成生命的两种基本物质——蛋白质和核酸的重要元素。可以说，没有氮就没有生命。

但是，生命细胞不能直接利用空气中的氮气来构造自身，因为氮气不像氧气那么活泼，它性情孤僻，一般很难和其他物质化合。

那么，氮又是怎样变成化合物，组成生命物质的呢？

在自然界里，雷电把空气里一部分氮和氧结合在一起，生成氮的氧化物随雨水降落，再和沙石土壤化合成硝酸盐或其它含氮化合物，经植物吸收而变成有机氮化合物——蛋白质等。自然界里，另一种可以把空气中的氮固定为氮化合物的途径是根瘤菌的作用。比如，与豆科植物共生的根瘤菌，以及棕色固氮菌、巴氏梭菌等。这些大自然赋予的养料是植物生长所需养料的一部分。另一部分则来源于动物的粪便、尸体，以及腐败的植物。这些物质都含有丰富的氮。植物吸收氮的化合物，组成蛋白质。动物则从植物获得蛋白质的营养，经过改造变为蛋白质和核酸。

农业发展了，农作物从土壤中提取的氮日益增多，造成土壤中氮化合物入不敷出。这就促使科学家们从事人工固氮，即人工制造氮化合物的研究。

经分析得知，植物生长所摄取的基本氮化物是氨。氨分子由一个氮原子和三个氢原子组成。科学家们设想把氮和氢直接合成氨。但是氮的性格极不活泼，如何能激发它的活性而和氢结合呢？经过长时间的探索，在对化学平衡及催化剂的基础理论进行了较深入的研究后，才使合成氨得以问世，并于 1913 年建立了第一个合成氨工厂。

合成氨的原料氮取自于空气。这是个取之不尽、用之不竭的原料，只要设法与氧气和其它极少量惰性气体分离开就行了。而氢起初来源于水的电解，随后又由煤或焦炭分解水所产生的含有大量氢气的水煤气或半水煤气等，经过一系列复杂的转化、净制过程而获得。第二次世界大战后，随着石油工业的迅速发展，以气体、液体燃料为原料生产合成氨，不论从工程投资、能量消耗来看，还是从生产成本来看，都有着明显的优越性，于是开始由固体燃料（煤、焦炭）造气转移到以气体燃料（天然气、炼厂气等）和液体燃料（石脑油、重油等）为主，形成合成氨厂大型化的飞跃。

氮是性情极不活泼的气体，但一旦化合成为氨，就变得非常活泼。在铂催化剂存在下，它在空气中燃烧，生成一氧化氮，随后继续氧化成二氧化氮，经水吸收生成工业上的重要原料——硝酸。氨与硝酸、硫酸、二氧化碳化合生成多种多样的化肥——硝酸铵、硫酸铵、碳酸氢铵和尿素，供应农业生产。所以说，氨本身及氨水就是化肥。

氨不仅对发展农业有着重要的意义，也是重要的工业原料。氨与由它制出的硝酸广泛地用于制药、炼油、合成纤维、合成树脂、合成橡胶等工业部门。

氨、丙烯（石油化工产品）、空气和水蒸气按一定比例配合，在一定温度下通过催化剂可获得丙烯腈，聚合得“人造羊毛”腈纶。此外，丙烯腈还是生产塑料（ABS 树脂）、粘合剂、涂料、药物、抗氧化剂、表面活性剂的中

间体。丙烯腈经水解、加氢可得己二胺，后者可和己二酸在适当反应条件下缩聚生产锦纶。氨是生产三大合成纤维（涤纶、锦纶、腈纶）其中两纶的重要原料。

在合成树脂及合成橡胶方面也常常以氨或硝酸为原料。如以耐油著称的丁腈橡胶等。

许多炸药，如硝化纤维、三硝基甲苯（TNT）、苦味酸等也都以硝酸为原料制成。常见的磺胺类药物，以及心脏病患者的急救药硝酸甘油，也都是含氮的化合物。含氮的偶氮染料占染料产品一半以上，颜色齐全，使用方便，广泛用于棉、毛、化纤织物的染色。

氮的惰性同样可以利用。检修可燃气体的设备及管道时，必须先用氮气冲洗置换以防爆炸。电灯泡里充满氮气和少量氩气，可阻止钨丝受热挥发，而延长使用寿命。粮食里充氮，可使粮食不霉烂、不发芽，长期贮存。

氮也广泛应用于钢铁热处理中，如氮化处理（渗氮）、氰化处理（碳氮共渗）及光亮退火等。钢在氮化后，表面形成一层坚硬的合金氮化物，硬度高、耐磨性和抗疲劳性好，还有一定的抗腐蚀能力及热硬性（加热至 600 仍保持较高的硬度）等。因此它广泛地用于各种高速传动齿轮、高精度机床主轴、柴油机曲轴，以及在高温、腐蚀工作条件下工作的零件（如阀门等）的热处理。

氮的沸点是一 195.8 。空气经深度冷冻液化及精馏、压缩等操作可获得液态氮。医生们利用液态氮蒸发时得到低温的特点，治疗肝癌，使形成癌变的甲胎细胞在低温下坏死，将患者治愈。

氮在日常生活中，用来治疗中暑；蝎子、蜜蜂蜇了，擦一点氨水，可以止痛消肿；衣服上有的污迹，可用氨水除去。

氮和它的化合物在工业、农业、医药等领域中起着巨大的作用，而将更为广泛地发挥才干，造福人类。

## “鬼火”——磷

磷，是德国汉堡的炼金家勃兰德在 1669 年发现的。按照希腊文的原意，磷就是“鬼火”的意思。

游离态的纯磷有两种——白磷（又叫黄磷）和红磷（又叫赤磷）。虽然它们都是磷，可是，脾气却相差很远：白磷软绵绵的，用小刀都能切开。它的化学性质非常活泼，放在空气中，即使没点火，也会自燃起来，冒出一股浓烟——和氧气化合变成白色的五氧化二磷。这样，平常人们总是把白磷浸在煤油或者水里，让它跟氧气隔绝；红磷比白磷要老实得多，它不会自燃，要想点燃它，也得加热到 100 以上。白磷剧毒，红磷对人却并无毒性。

白磷和红磷，可以变来变去：如果隔绝空气，把白磷加热到 250 ，就会全部变成红磷；相反的，如果把红磷加热到很高的温度，它就会变成蒸气，遇冷凝为白磷。白磷和红磷，也是同素异性体。此外，磷的同素异性体还有紫磷和黑磷。黑磷是把白磷蒸气在高压下冷凝得到的。它的样子很像石墨，能导电。把黑磷加热到 125 则变成钢蓝色的紫磷。紫磷具有层状的结构。

人体里有很多磷，据测定，约有一千克左右。不过，这许多磷既不是白磷，也不是红磷，而是以磷的化合物的形式存在于人体。骨头中含磷最多，因为骨头的主要化学成分便是磷酸钙。在人的脑子里，也有许多磷的化合物——磷脂。在人的肌肉、神经中，也含有一些磷。动物骨头的主要成分，也是磷酸钙。在坟地或荒野，有时在夜里会看见绿幽幽或浅蓝色的“鬼火”。原来人、动物的尸体腐烂时，身体内所含的磷分解，变成一种叫做磷化氢的气体冒出；磷化氢有好多种，其中有一种叫“联磷”，它和白磷一样，在空气中能自燃，发出淡绿或浅蓝色的光——这就是所谓的“鬼火”。

磷在工业上，被用来制造火柴。火柴盒的两则，便涂着红磷。当你擦火柴时，火柴头和火柴盒摩擦生热，并从盒上沾了一些红磷。红磷受热着火，先点燃了火柴头上的药剂——三硫化二锑和氯酸钾，然后又点着了火柴梗。

磷还被用来制造磷酸。磷酸可以代替酵母菌，以比它快几倍的速度烤制面包；在优质的光学玻璃、纺织品的生产中，也要用到磷酸。把金属制品浸在磷酸和磷酸锰的溶液里，可以在金属表面形成一层坚硬的保护膜——磷化层，使金属不致生锈。

磷在军事上有个用处：把白磷装在炮弹里可制成“烟雾弹”，在发射后，白磷燃烧生成大量白色的粉末——五氧化二磷，像浓雾一样，遮断了对方的视线。

磷的最大的用途还是在农业方面，因为磷是庄稼生长必不可缺的元素之一，它是构成细胞核中核蛋白的重要物质。磷对于种子的成熟和根系的发育，起着重要的作用。在庄稼开花期间追施磷肥，往往能收到显著的增产效果。一旦缺乏磷，庄稼根系便不发达，叶呈紫色，结实迟，而且果实小。要长好庄稼，每年需要磷肥的数量是很大的。从哪儿获得这么多的磷肥呢？

在 20 世纪前，人们只能从鸟粪、鸡粪、骨灰中，获得一点儿磷。现在，化学工业帮助我们石头——磷灰石中，成吨成吨地制取磷肥。这样，磷灰石被誉为“农业矿石”。最常见的磷肥，是过磷酸钙，它是灰色的粉末。每 100 斤过磷酸钙中，含有 15 斤左右的磷。1 斤过磷酸钙所含的磷，相当于 30 斤到 100 斤厩肥、100 - 150 斤人粪尿或 140—200 斤紫云英绿肥中所含的磷。过磷酸钙常被制成颗粒肥料，同厩肥、堆肥等有机肥料混合，用作基肥，有

时也用作追肥。此外，磷酸铵也是常见的磷肥，它易溶于水，而且不仅含磷，还含有氮。我国近年来还发展了一种新磷肥——钙镁磷肥，它是用磷灰石、白云石、石英一起混合煅烧而成的，生产比较简易，便于推广。

特别值得提到的是，农业科学工作者，从农业生产实践中，创造了“以磷增氮”的丰产经验。乍一听，“以磷增氮”似乎不可能，因为氮是氮，磷是磷。然而一些豆科作物，如大豆、蚕豆、豌豆、花生、紫云英、草木樨与田菁等，增施了磷肥，确实能增加庄稼吸收氮的能力，提高产量。氮与磷之间，存在着相互约束与相互促进的辩证关系：氮不足时，会影响庄稼吸收磷的能力；磷不足时，会影响庄稼吸收氮的能力。反之，则相互促进。据试验，如果对豆科作物施加了含有一斤五氧化二磷的磷肥，就能使它从空气中，多固定一斤氮素。氮肥增多了，也就可以提高作物的产量，这便是“以磷增氮”。除了对豆科作物施加磷肥，能有显著的增氮作用外，对于需磷较多的作物如油菜、荞麦，对于在缺磷土壤上生长而需氮量较大的如稻、麦、棉、玉米、果树、青菜等，增施磷肥，也能大大促进作物对氮的吸收，而显著的增产。

磷还是细胞核的重要组成部分。生物的基石——核酸，由多达几十万个核苷酸联结而成，每一个核苷酸单元必不可少地有一个磷酸。磷酸和糖结合而成的核苷酸，是遗传基因的物质基础，直接关系到变化万千的生物世界。

磷在神经细胞里含量丰富。脑磷脂供给大脑活动所需的巨大能量。因此，有位科学家说，磷是细微的元素。这是很有道理的。其实，磷在生命起源、进化及生物生存、繁殖中，都起着重要作用。

## 地球上最多的元素——氧

氧是地球上最多的元素，几乎占地壳总重量的一半。浩瀚的大海、磷峒的山岩、茂密无边的森林，乃至千姿百态的飞禽走兽、花鸟虫鱼……都有氧充当主要材料。水由氧和氢组成，泥土是硅的氧化物，而氧又和碳、氢变化成纤维、糖类、蛋白质等几百万种有机化合物。

没有氧，我们的世界真是不可想象。

游离的氧气是空气的两大主要成分之一，总重量达一千万亿吨，占空气重量的近 1/4。人在没有氧气的情况下，连十分钟也活不下去。据统计，成年人每分钟呼吸 16 次，每次大约吸入半升氧气，一天需要吸入一万多升氧。这是多么惊人的数量。

氧气是地球成为生命乐园的关键物质。有了氧气，生物才沿着从低等到高等、从简单到复杂这一进化阶梯，演变、发展并转化，最终形成人类。

原来，在 46 亿年前，地球刚诞生的时候，没有象样的“外衣”——大气圈。后来，才出现了原始的大气——二氧化碳、甲烷、氮气和 水蒸气，即还原性大气。

十多亿年以后，原始的生命在海洋里出现了。蓝绿藻进行光合作用的结果，使大气里的二氧化碳越来越少。生命进行曲从此奏响了热闹非凡的乐章。地球大陆上，森林繁茂，大量释放氧气，使二氧化碳减少了十万倍，成为微不足道的万分之三含量，方有今天这样丰富的氧气。

在这种氧化性大气里，氧气被动植物和人类吸收，在体内进行缓慢的氧化，提供能量，进行新陈代谢。

氧气在 24 公里的高空，受到太阳光的辐射，形成臭氧层。臭氧和氧气是同宗兄弟，都由氧原子组成，只不过在氧分子里有两个氧原子，臭氧分子却是三个氧原子。尽管臭氧只占那儿空气的 400 万分之一，但是由于它的生成，吸收了大量紫外线，使太阳光到达地面时，紫外辐射大大减弱，不再危及人类和生物，保护了生命万物。

臭氧和氧气，这种由相同元素形成的不同单质，叫做氧的“同素异形体”。它俩性格不同。氧气，无臭无味，而臭氧却是具有刺激性气味的气体。臭氧在稀薄状态下并不臭，闻起来有清新爽快之感。雷雨之后的空气，松树林里，都令人呼吸舒畅、沁人心脾，就是因为有少量臭氧存在的缘故。

臭氧的化学性质比氧气活泼，氧化能力强。在臭氧气氛中，棉花、木屑等有机物质会自行燃烧起来。臭氧能氧化色素，使有的染料退色。它氧化病菌，为空气、饮水消毒，快速而且不留气味。市场上出现的臭氧发生器，便是人造闪电发生臭氧，使空气净化、新鲜的好设施。

但是近年来，保护地球生命的高空臭氧层面临严重的威胁；同温层飞行的喷气式飞机和火箭、导弹将大量废气排放到高空，臭氧被消耗，减少了 1%。发展下去，就会给臭氧保护伞捅开大窟窿，紫外线和宇宙辐射将长驱直入，伤害地球生灵。这为环境保护提出了严峻的课题。

生命离不了氧气，工业、国防也少不得氧。在医院的急救站里，在登山运动员的肩背上，在深海作业的舰艇中，在潜水姑娘的身边，氧气钢瓶不可缺少。工厂的切割、焊接车间，炼钢炉内，化工厂的原料气中，氧气也唱主角。

冶金工业是目前用氧量最大的一个部门。炼铁需要鼓风。如果鼓进纯氧

或富氧空气，可以大大提高炉温，从而降低焦炭消耗，使生铁增产。鼓风时进气的含氧量增加 1%，生铁产量可以提高 4%~6%；含氧量增加 4%，生铁增产 20%。同样，炼钢采用纯氧吹炼，大大提高炉温。缩短冶炼时间。一座 300 吨纯氧顶吹的大型转炉，吹炼时间不到 20 分钟，而同样容量的平炉炼一炉钢却需要六七小时。纯氧吹炼的钢中含氮、氢等有害杂质少，产品质量高。

用于气焊和气割的乙炔氧焰，可达到 3000 高温，“削铁如泥”。最近设计的一种喷氧切割枪，可获 6600 高温，不仅可以用来切割金属，还可以用来切割混凝土、花岗石、石棉等。在一分半钟时间里，它能把 6.4 厘米厚的混凝土烧穿。

因为氧气生性活泼，能和绝大多数元素化合，生成氧化物，同时放出光和热。科学家法布尔曾经把这比喻为氧姑娘举行婚礼时的礼花和彩灯呢！

液氧和液氢的剧烈燃烧，产生巨大的推动力，使火箭拔地而起。将多孔的易燃物质，如煤炭、木屑、稻草、棉花等，浸泡在液氧中，制成“液氧炸药”。用电火花引火，它就立即爆炸。液氧炸药成本便宜，使用方便。如果因故未发生爆炸，在 15 分钟以后即可解除警戒。这是因为液氧已经迅速挥发殆尽的缘故。

通入氧气的水——混氧水，用来饲喂幼畜可以促进生长发育。原来，医学家们发现，幼畜内脏发育还不健全，氧不能到达血管末梢，胃经常处在缺氧状态，难于分泌充足的胃液。所以，幼畜常患消化不良症。有人用出生 26~45 天的仔猪做实验，发现饮用混氧水后的小猪体重比饮用普通水的多 15%~40%。饮用混氧水的小猪脂肪少、肌肉多，抗病力强。

氧气还能给人治病。空气里加入纯氧，供病人呼吸，或者在高压氧舱里让病人吸进高浓度的氧气，治疗肺水肿、心脏病、煤气中毒，都有显著疗效。

有意思的是，尽管人们生活离不开氧，长期以来，氧却被人熟视无睹，以为空气是一种单质。

氧气的发现经历过一段曲折的历史。18 世纪初，德国医生兼化学家施塔尔提出“燃素理论”，认为一切可经燃烧的物质由灰和“燃素”组成。物质燃烧后剩下的是灰，而燃素本身变成了光和热，散逸到空间去了。这样一来，燃烧后物质的重量应当减轻。

但是，随着欧洲工业革命的发展，采矿、冶金、机械制造等部门在生产实践中给化学提出了许多新问题，冲击着燃素理论。

铁匠炼铁时将烧红的铁块从炉里钳出来冷却，发现铁块表面有一层灰色的铁渣。将这块失去燃素后的铁块放在天平上一称，奇怪的现象出现了：燃烧过的铁块重量不是减轻，竟增加了。钢、锡、汞等燃烧后，也都比原先重。

为什么燃素跑掉后，物质反而会增重呢？这个令人困惑不解之谜，使燃素论的创立者和信徒们张口结舌，难以自圆其说。

1771 年，瑞典科学家舍勒做了一个著名实验。他在浮在水面上的蒸发皿里放进一小块磷，然后点燃，立即将钟罩扣上。磷在钟罩里燃烧，冒出滚滚白烟。磷烧光后，钟罩里的水面却上升了 1/5 高度。接着，舍勒把一支点燃的蜡烛放进剩余的“用过了的”空气里去。不一会儿，蜡烛熄灭了。

当时将帮助燃烧的那部分空气称为“活空气”，就是现今的氧气。那不能支持蜡烛燃烧的空气，被称做“死空气”，也即氮气和其他气体。

1774 年，英国科学家普里斯特利加热氧化汞，收集释放出来的气体。他



发现在这种气体中，蜡烛燃烧得更猛烈，老鼠活得更痛快。

不久，法国著名化学家拉瓦锡重复这个实验后，郑重宣布：“我不知道什么‘燃素’，我从来没有见过它。在我的容器里，只有‘活空气’。燃烧的结果，易燃物和活空气不见了，出现了新物质。这种新物质的重量恰好等于活空气和易燃物的总重量。”后来，他又根据许多氧化物变成酸的事实，给活空气取名为氧。氧的希腊文原意就是“成酸”的意思。

氧气的发现使燃素论完全破产，给化学带来了翻天覆地的变化。化学从此走上正确发展的方向。

## 炼金术的主角——硫

硫元素，也就是我们通常所说的硫磺，它和我们的生产、生活有密切的关系。

硫在很早以前就引起了人们的重视，可能在炼丹家们的炼丹炉里。炼丹家惊异地发现，硫不但能和铜、铁发生化学反应，而且居然还能把神奇的水银制服，所以很受器重，用它来作为制造长生不老的仙丹妙药的原料和点石成金的药物。

硫在化学元素周期表中居第三周期第六主族。和氧是同族兄弟，硫的原子序数为 16，第三壳层有 6 个电子，它总是企图再搜罗两个电子达到饱和状态，特别容易同能够献出两个电子的金属元素接近，进行化学反应。

硫在地壳中含量只有 0.052%，但分布很广，单体硫和含硫化合物在国民经济各部门起着重要作用，在工业、农业、现代科技中，是一种举足轻重的元素。

在农业上，硫磺是重要的农药。不过，硫磺只能杀死它周围 1 毫米以内的害虫，因此，在使用时，人们不得不把它研得非常细，然后，均匀地喷撒到庄稼的叶子上。为了增强杀虫力，现在人们大都把硫磺和石灰混合，制成石灰硫磺混合剂。石灰硫磺混合剂是透明的樱红色溶液，常用来防治小麦锈病和杀死棉花蜘蛛、螨等。

在橡胶的生产中，硫有着特殊的用途。生橡胶受热易粘，受冷易脆，但加入少量硫磺后，由于硫磺能把橡胶分子联结在一起，起“交联剂”的作用，因此大大提高了橡胶的弹性，受热 59 不粘，遇冷不脆。这个过程叫做“硫化处理”。

硫能燃烧，是制造黑色火药的三大原料（木炭粉、硝酸钾、硫磺）之一。我国是世界上最早发明黑色火药的国家。

不过，硫最重要的用途是在于制造它的化合物——硫酸。硫酸，被人们誉为“化学工业之母”，很多化工厂及其他工厂都要用到硫酸。例如，炼钢、炼石油要用大量的硫酸进行酸洗；制造人造棉（粘胶纤维）要用硫酸作凝固剂；制造硫酸铵、过磷酸钙等化肥，也消耗大量硫酸；此外像染料、造纸、蓄电池等工业，以及药物、葡萄糖等的制造，都离不开硫酸。

硫酸是无色、透明的油状液体，纯硫酸的比重是水的 1.8 倍多。浓硫酸具有极强的吸水性。你见过“白糖变黑炭”吗？你只要把浓硫酸倒进白糖里，白糖立即变成墨黑的了。这是因为白糖是碳水化合物，浓硫酸吸走了其中的水（氢、氧），剩下来的当然是墨黑的炭了。不过，把浓硫酸用水冲稀时，千万要注意：应该是把浓硫酸慢慢倒入水中，而不能把水倒入浓硫酸中。这是因为浓硫酸稀释时，会放出大量的热，以致会使水沸腾起来。水比浓硫酸轻得多，把它倒进浓硫酸中，它就会像油花浮在水面上似的浮在浓硫酸上面。这时，发生的高热能使水沸腾起来，很容易地把酸液四下飞溅，造成事故。硫酸是三大强酸之一，具有很强的酸性和腐蚀性。硫酸滴在衣服上。很快的便会把衣服烂成一个洞。

硫酸，现在倒很少用硫磺作原料来制造，而是用硫的化合物——黄铁矿（硫化铁）作原料。硫酸的工业制造方法有铅室法（制成浓度约为 65%），塔式法（制成浓度为 75%~76%）和接触法（制成浓度为 93%、98% 或 105%）。

硫燃烧，形成紫蓝色的火焰，并放出一股呛人的气体——二氧化硫。黄铁矿燃烧后，也生成二氧化硫。二氧化硫经进一步氧化，变成三氧化硫。三氧化硫溶解于水，就成了硫酸。二氧化硫具有一定的漂白作用。有这样一个化学魔术：把一束彩色花放在玻璃罩里，点燃硫磺，彩色花很快便变成白花了。这就是由于硫燃烧，生成大量的二氧化硫，使彩色花退色。现在，工业上常用二氧化硫作漂白剂，漂白不能用氯漂白的稻草、毛、丝。麦秆是金黄色的，用麦秆编成了草帽却是白色的，这草帽便是用二氧化硫熏过，漂成白色。

硫的另一重要化合物是硫化氢。硫化氢是大名鼎鼎的臭气。粪便中有它，臭鸡蛋那臭味也是它在作怪。硫化氢对人体有毒，吸入含有 1% 的硫化氢的空气会使人中毒。如果浓度更大些时，会使人昏迷，甚至因呼吸麻痹而死亡。在工业上，硫化氢常被用来制造硫化物、硫化染料以及作为强还原剂。银器遇上硫化氢，会变成黑色的硫化银。大气中常含有微量的硫化氢，这些硫化氢大都来自火山喷发的气体以及一些动植物腐烂后产生的气体。

硫是重要的一种非金属，它广泛地存在于大自然。除了存在着天然的纯硫外，还有各种含硫矿物、如方铅矿（硫化铅）、黄铁矿（二硫化铁）、闪锌矿（硫化锌）等。在蛋白质中，也常含有硫。臭鸡蛋之所以会产生很臭的硫化氢，便是由于在鸡蛋的蛋白质（特别是蛋黄）中含有硫。另外，在煤中平均含硫 1%—1.5%，这些硫一部分是以黄铁矿形式存在，另一部分则以有机化合物的形式存在。在煤块中常可看到金闪闪的粉末，那便是夹杂着的黄铁矿。含硫量高的煤，不能用来炼铁，因为它会使铁热脆。

## 活泼的氟

在所有的元素中，氟是最活泼的。

氟是淡黄色的气体，有特殊难闻的臭味，剧毒。在 $-188$ 以下，凝成黄色的液体。在 $-223$ 变成黄色结晶体。在常温下，氟几乎能和所有的元素化合：大多数金属都会被氟腐蚀，碱金属在氟气中会燃烧，甚至连黄金在受热后，也能在氟气中燃烧！许多非金属，如硅、磷、硫等同样也会在氟气中燃烧。如果把氟通入水中，它会把水中的氢夺走，放出原子氧。例外的只有铂，在常温下不会被氟腐蚀（高温时仍被腐蚀），因此，在用电解法制造氟时，使用铂作电极。

在原子能工业上，氟有着重要的用途：人们用氟从铀矿中提取铀 $^{235}$ ，因为铀和氟的化合物很易挥发，用分馏法可以把它和其他杂质分开，得到十分纯净的铀 $^{235}$ 。铀 $^{235}$ 是制造原子弹的原料。在铀的所有化合物中，只有氟化物具有很好的挥发性能。

氟最重要的化合物是氟化氢。氟化氢很易溶解于水，水溶液叫氢氟酸，这正如氯化氢的水溶液叫盐酸一样。氢氟酸都是装在聚乙烯塑料瓶里的。如果装在玻璃瓶里的话，过一会儿，整个玻璃瓶都会被它溶解掉——因为它能强烈地腐蚀玻璃。人们便利用它的这一特性，先在玻璃上涂一层石蜡，再用刀子划破蜡层刻成花纹，涂上氢氟酸。过了一會兒，洗去残余的氢氟酸，刮掉蜡层，玻璃上便出现美丽的花纹。玻璃杯上的刻花、玻璃仪器上的刻度，都是用氢氟酸“刻”成的。由于氢氟酸会强烈腐蚀玻璃，所以在制造氢氟酸时不能使用玻璃的设备，而必须在铅制设备中进行。

在工业上，氟化氢大量被用来制造聚四氟乙烯塑料。聚四氟乙烯号称“塑料之王”，具有极好的耐腐蚀性能，即使是浸在王水中，也不会被浸蚀。它又耐 $250$ 以上的高温和 $-269.3$ 以下的低温，这在原子能工业、半导体工业、超低温研究和宇宙火箭等尖端科学技术中，有着重要的应用。我国在1965年已试制成功“聚四氟乙烯”。聚四氟乙烯的表面非常光滑，滴水不沾。人们用它来制造自来水笔的笔尖，吸完墨水后，不必再用纸来擦净墨水，因为表面上一点墨水也不沾。氟化氢也被用来氟化一些有机化合物。著名的冷冻剂“氟里昂”，便是氟与碳、氯的化合物。在酿酒工业上，人们用氢氟酸杀死一些对发酵有害的细菌。

氢氟酸的盐类，如氟化锶、氟化钠、氟化亚锡等，对乳酸杆菌有显著的抑制能力，被用来制造防龋牙膏。常见的“氟化锶牙膏”，便含有大约1%的氟化锶。

在大自然中，氟的分布很广，约占地壳总重量的万分之二。最重要的氟矿是萤石——氟化钙。萤石很漂亮，有玻璃般的光泽，正方块状，随着所含的杂质的不同，有淡黄、浅绿、淡蓝、紫、褐、红等色。我国在古代便已知道萤石了，并用它制作装饰品。现在，萤石大量被用来制造氟化氢和氟。在炼铝工业上，也消耗大量的萤石，因为用电解法制铝时，加入冰晶石可降低氧化铝的熔点。天然的冰晶石很少，要用萤石作原料来制造。除了萤石外，磷灰石中也含有约3%的氟。土壤中约平均含氟万分之二，河水中含氟一千万分之二，海水中含氟约一千万分之一。

在人体中，氟主要集中在骨骼和牙齿。特别是牙齿，含氟达万分之二。

牡蛎壳的含氟量约比海水含氟量高 20 倍。植物体也含氟，尤其是葱和豆类含氟最多。

氟是瑞典化学家社勒在 1771 年发现的。1810 年，英国化学家戴维把它命名为氟，拉丁文的原意就是“萤石”。由于氟很活泼，不易制取，所以直到 1886 年，法国化学家莫瓦桑才第一次制得了游离态的氟。

氟里昂是大家熟悉的致冷剂，由于它的大量使用，使进入大气中的含氟化物逐年增加，造成严重的大气污染，臭氧层稀薄。因此，氟的回收和综合利用，已经成为一项十分重要的任务。

## 人类的亲密朋友——氯

清晨，当你用自来水洗脸时，常会闻到一股刺鼻的气味。这就是氯气的气味。

氯，是黄绿色的气体，有股强烈的刺激性臭味。氯是瑞典化学家社勒在1774年发现的，它的希腊文原意就是“绿色的”。我国清末翻译家徐寿，最初便把它译为“绿气”，后来才把两字合为一字——“氯”。氯约比空气重2.5倍，每升氯重3.21克（在标准条件下）。在常温和六个大气压下，氯就可以被液化，变成黄绿色的液体。在工业上，便称之为“液氯”。

氯的化学性质很活泼，它几乎能跟一切普通的金属，以及除了碳、氮、氧以外的所有非金属直接化合。不过，氯在完全没有水蒸气存在的情况下，却不会与铁作用。这样，在工业上，液氯常常被装在钢筒里。装液氯的钢筒，一般都漆成绿色。（习惯上，装氧的钢筒漆为蓝色；装氮的漆成黄色；装二氧化碳的则漆成黑色。化工厂中输送这些气体的管道，也往往漆成这些颜色，以资区别。不过，也有例外的。）

氯是呛人、令人窒息的有毒气体。在空气中，如果含有万分之一的氯气，就会严重地影响人的健康。在制氯的工厂中，空气里游离氯气的含量最高不得超过1毫克/立方米。氯气中毒时，人会剧烈的咳嗽，严重的使人窒息、死亡。一旦发生氯气中毒，应把患者抬到空气新鲜的地方，吸入酒精和乙醚的混合蒸气，作为解毒剂。吸入氨也有解毒作用。

氯气虽然是有毒的，而氯的化合物有的却是无毒的。65  
65

氯气易溶于水。在常温常压下，1体积水大约可溶解2.5体积的氯气。氯气的水溶液，叫做“氯水”。我们平常所用的自来水。严格地说，是一种很稀的氯水！这是因为在自来水厂，人们往水里通进少量氯气，来进行杀菌、消毒。另外，人们也常把氯气通入石灰水中，制成漂白粉（次氯酸钙）。漂白粉也可用来作饮水消毒。在工业上，漂白粉还被用来漂白纸张、棉纱、布匹，因为它在水中能分解，放出具有很强氧化能力的初生态氧，具有很强的氧化性能。不过，漂白粉必须保存在阴凉的地方，它受热或见光，都会逐渐分解，失去杀菌、漂白能力。

氯气能在氢气中燃烧；氢气也能在氯气中燃烧。燃烧后，都生成重要的氯化物——氯化氢。氯化氢是无色的气体，有一股刺鼻、呛人的气味。在工业上，氯化氢是制造产量很大、用途很广的塑料——聚氯乙烯的主要原料。现在，绝大部分塑料雨衣、塑料窗帘、塑料鞋底、人造革等，都是用聚氯乙烯塑料做的。一吨聚氯乙烯塑料做成的人造革，可以代替一万张牛皮！

氯化氢很易溶解于水。在常温常压下，1体积的水可以溶解450体积的氯化氢！氯化氢的水溶液是大名鼎鼎的强酸——盐酸。在化学工业上，盐酸是重要的化工原料，在冶金工业、纺织工业、食品工业上，也有广泛的应用。在人的胃中，含有浓度为5‰的盐酸，促进食物的消化，并杀死病菌。有些人因胃液中缺少盐酸，引起消化不良，患胃病，医生常给他们喝些稀盐酸。当然，浓盐酸是万万喝不得的，它具有强烈的腐蚀性。人们在焊接金属时，常在表面涂些盐酸，以便清除杂质。

氯的另一个重要化合物是食盐——氯化钠。食盐，是工业上制氯和盐酸的原料。此外，像氯化钾，是重要的钾肥；无水氯化钙很易吸水，是常用的

干燥剂；氯化银，是制造照像纸和底片的重要感光材料；氯化锌，则用作铁路枕木的防腐剂。

氯的有机化合物也很多。著名的农药——六六六、滴滴涕、氯化苦、敌百虫、乐果、赛力散等，都是含氯的有机化合物。三氯甲烷俗称氯仿，是医院中常用的环境消毒剂。四氯化碳是常用的溶剂和灭火剂。我国试制成功的新型、高效化学灭火剂——“1211”，化学成分为二氟一氯一溴甲烷（“1211”即分子是由1个碳原子、2个氟原子、1个氯原子、1个溴原子组成的意思）。它的分子结构类似于四氯化碳，但是，灭火能力高于四氯化碳和二氧化碳，尤其是能有效、迅速地扑灭油类着火。“1211”能在很短时间（几秒到几十秒）内扑灭大面积油类火灾。现在，已开始用于我国船舶、油田、炼油厂、酒精厂等部门。

氯在地壳中的含量很多，约为千分之二，在人体中约含有四百分之一的氯。

## 紫色的元素——碘

碘，是法国巴黎的一位药剂师别尔恩加尔特·库尔图阿在 1811 年从海藻中发现的。纯净的碘，是紫黑色有光泽的片状晶体，它的希腊文原意，便是“紫色的”意思。

碘是一个很有意思的元素：碘虽然是非金属，但却闪耀着金属般的光泽；碘虽然是固体，却又很易升华，可以不经过液态而直接变为气态。人们常以为碘蒸气是紫红色的，其实不然，这是因为夹杂着空气的缘故，纯净的碘蒸气是深蓝色的。然而，碘的盐类的颜色，大部分倒和食盐一样——都是白色晶体，只有极少数例外，如碘化银是浅黄色，碘化铜闪耀着黄金般的色彩。碘，真是变化多端。

碘在大自然中很少，仅占地壳总重量的一千万分之一。可是，由于碘很易升华，因此到处都有它的足迹：海水中有碘，岩石中有碘，甚至连最纯净的冰洲石、从宇宙空间掉下来的陨石、我们吃的葱、海里的鱼，都有微量的碘。海水中碘含量约为十万分之一，不过，海里倒有许多天然的“碘工厂”——海藻。它们从海水中吸收碘。据测定，在海藻灰中约有 1% 的碘。世界上也有一些比较集中的碘矿，含有较多的碘酸钠和过碘酸钠。在智利硝石中，也含有一些碘化物。

碘能微溶于水，但更易溶解于一些有机溶剂。碘溶液的颜色有紫色、红色、褐色、深褐色，颜色越深，表明碘溶解得越多。碘酒，便是碘的酒精溶液，它的颜色那么深，便是因为碘很易溶解于酒精。碘酒能杀菌，常作皮肤消毒剂。涂了碘酒后，黄斑会逐渐消失，那是因为碘升华了，变成了蒸气，散失在空气中。

大量的碘对人来说，是很毒的，碘蒸气会剧烈地刺激眼、鼻粘膜，会使人中毒致死。然而，人却又不能缺乏少量的碘。在成年人体内，大约含有 20 毫克的碘，而其中约有一半是含在靠近喉头的甲状腺里。甲状腺是人体中很重要的器官，它分泌甲状腺素。一个人每年约分泌 3.5 克甲状腺素。碘是制造甲状腺素必不可缺的原料。缺少了碘，甲状腺素便不能正常分泌，人的脖子便会肿胀起来，发育不正常，得克山病或厚皮病。平常，人们大都是从海盐中吸取少量碘，因为海盐中总夹杂着少量的碘化钠或碘化钾。在我国西南山区，解放前由于缺少海盐，缺乏碘，有些人患肿脖子病——甲状腺肿大。现在，在这些地方，卫生部门在岩盐中掺入少量碘化物，来消除这些缺碘症。

人们发现，在牛或猪的饲料中，加入少量的碘化物，能促进它们的发育。母鸡经常加喂少量碘化物，可使受精率提高 95% ~ 99%。

另外，碘还有一个特殊的脾气——它和淀粉会形成一种复杂的蓝色化合物。可不是吗，当你用涂了碘酒的手去拿馒头时，手上立即会出现蓝斑。碘的这一脾气，在分析化学上得到了应用：著名的“碘定量法”，便是利用淀粉溶液来作指示剂。

近年来，我国利用碘和钨的化合物——碘化钨，制成碘钨灯。大家知道，普通的白炽灯泡中的灯丝是用钨做的。通电时，灯丝温度越高，发光效率也越高。但是，温度高了，钨丝就更易挥发，寿命也就缩短。在碘钨灯中，在钨丝上附着着一层碘化钨。通电后，当灯丝温度高于 1400℃，碘化钨就受热分解，变成碘与钨。钨留在灯丝上，而碘是极易升华的元素，便立即充满整个灯管。当钨丝上的



钨受热蒸发，扩散到管壁上，若管壁温度高于 200℃，碘即与钨作用生成碘化钨。碘化钨扩散到灯丝，又受热分解，钨粘附于钨丝，而碘又升华到灯管各部分。如此循环不已，使钨丝保持原状，使用寿命很长。碘钨灯具有体积小、光色好。寿命长等优点。一支普通的碘钨灯管，比一支自来水笔还小，很轻便。通电后，射出白炽耀目的光芒。普通照明用的碘钨灯的使用寿命，可达 5000 小时左右。现在，我国已普遍应用碘钨灯，作为电影摄影、舞台、工厂、建筑物、广场等照明光源。红外线碘钨灯，则用于工厂的加热、烘干操作。另外，高色温碘钨灯则用于电子照相。

## 人类的功勋元素——铜

闪烁着耀眼光泽的金属铜，是人们最熟悉和最早利用的金属元素之一。人类从石器时代进到青铜时代，铜有显赫的功勋。从“黄帝采铜首山”、“禹铸九鼎”的美妙传说中，从大量的史料里，特别从那出土文物里精巧的青铜制品上，我们都可以看到曾雄踞于一个历史时期的金属铜对中国文明史的贡献。

可是，铜在地壳中的含量并不多，只有 0.007%。那么为什么它能够捷足先登，最早被利用，成为“一代天骄”的金属元老呢？这是因为在地壳中存在着纯度在 99% 以上的单体自然铜的缘故。当时人们虽然还不够了解铜的良好导电性、导热性和机械性能，可是自然铜闪闪发光，色泽美丽惹人喜爱；硬度不大，容易加工；并且具有石料所没有的延展性，可以不太费力地制造出远远优于石器的工具、兵器以及各种各样的生活用品。但是，自然铜毕竟太少，铜元素大多以化合物的形态存在于辉铜矿、黄铜矿、赤铜矿以及孔雀石等矿石之中，人们为了得到充足的铜，便发明了炼铜技术，只要以木柴做燃料，用鼓风的方法就可以冶炼出金属铜。我国早在 4000 年前，就能够制造形态优美、花纹精细的青铜器了。

纯铜导电、导热、耐腐蚀性都很好，美中不足的是比较软。但是，如果一旦和其他金属组成合金，它的性能可以显著提高。那坚韧易铸造的青铜是铜锡合金，黄灿灿的黄铜是铜锌合金，坚硬锋利的白铜是铜镍合金。

铜的合金和化合物颜色很迷人，如同春风吹开的百花园，使人眼花缭乱。纯铜呈紫红色，在潮湿的空气中生成绿色的铜锈，它的成分是碱式碳酸铜。铜的合金由于组成不同而颜色变化多端。加工性能及焊接性能良好、耐腐蚀的黄铜，颜色随着锌含量的不同而变化。当锌含量在 3% 以下时，呈红色；含锌量为 10% 的时候，呈漂亮的黄红色；15% 时，呈美丽的淡橙色；20% 时，呈可爱的绿黄色；30% ~ 35% 时，呈灿灿的黄金色；含锌量若为 55% 的时候，则呈淡黄色。那耐磨性好，机械性能、弹性、焊接性能都优异的锡青铜，其色泽也随着锡含量的不同而变化。当锡含量为 11% 时，呈红黄色；含锡量为 15% 时，呈橙黄色；含锡量为 26% 时，呈苍白黄色。而以镍为主要添加元素的白铜，则呈现闪闪的银白色或者淡淡的灰白色。

铜的化合物也是色彩斑斓、变化多端，虽然铜盐离子大都是蓝色，但是在较浓溶液中颜色也不相同。氟化亚铜呈暗红色，氯化亚铜和溴化亚铜呈白色。氟化铜呈白色、氯化铜呈棕黄色，溴化铜呈黑色。硫酸铜无色，遇水则呈现蓝色，氢氧化亚铜呈淡黄色，而氢氧化铜则呈淡蓝色。同样是氧化亚铜，由于制造方法不同，晶粒大小不同，其颜色也多种多样。有蓝色的，有鲜红的，也有深棕色的。了解铜、铜合金及化合物的颜色，对掌握铜的知识和应用会带来很大方便。

铜元素在周期表中和金、银同属第一副族。由于化学性质比较稳定，常被用来当货币，是“货币金属”之一。铜原子最外层虽然只有一个电子，但是它的次外层的一个电子常常不费劲地偷越层界来串门，所以铜离子既有一价的，也有两价的。铜原子由于失去电子需要稍大些的能量，和第一主族元素钠、钾等相比，比学性质不太活泼。

铜是人体中必不可少的元素，在人体内大约含 0.005%。在人体内的总量虽然只有 100 - 150 毫克，但它遍布于全身的组织 and 器官。它是血液中一种

不可缺少的重要成分。铜是生物系统中一种特殊的催化剂，有着奇特的功能。大家知道，酶在生物体内有着举足轻重的地位，而铜元素则是 30 多种酶的活性成分，对人体的新陈代谢起着重要调节作用。有人认为，冠心病与铜缺乏有关，铜能调节心律。也有的学者认为，脱发病是和体内铜代谢有关的一种疾病。“白化病”也与体内黑色素合成中缺铜有关。不过，大家也不必担心体内缺铜，这是因为在贝壳类、动物内脏、豆类、鱼肉蛋类、粗粮、菜以及茶中，都含有足够量的铜，一般人每天摄入 2 毫克的铜就足够，食物完全可以满足人体对铜的需要。只有极少数喂牛奶的婴儿，才会因为缺铜而导致贫血和发育不良。但是，过量的铜对身体也不好，特别是一些可溶性铜盐，如一次进入人体过多，会引起中毒。

铜也是其它动物和植物必需的微量元素。奶牛缺铜，产奶量就会显著下降，生殖能力降低。母绵羊缺铜，性欲减退，流产率高达 50%；甚至胎羊死亡。羊羔如果缺铜，会 5；起神经系统紊乱，得“运动失调症”，严重的通常在 18 个月内便会死亡。也有的牲畜由于缺铜而食欲不振以及贫血、毛质低劣等等。在植物体内，铜也参与了关键的生理过程，植物的呼吸、光合作用以及叶绿素的合成都和铜元素有关。铜还会影响植物细胞壁的通透性以及硝基氮的还原过程。农作物缺铜会减产。如谷物缺铜会导致发育不良、叶端枯萎，花失去繁殖能力，而产量下降、质量低劣。因此，缺铜的植物也需要补充铜。

铜是宝贵的工业材料，在电力、石油、化工、机械、国防工业、轻工业、农业部门有着广泛的应用。它的用途仅次于后来居上的钢铁以及姗姗来迟的铝。铜在金属世界里是导电能手，它的导电性能出类拔萃，虽然仅次于银，可是铜比银便宜得多，所以用于电器、电机等行业的导电金属首推为铜。目前，世界上半以上的铜是用在电力和电讯工业上。如果说电的发现给人类带来光明时代的话，那么电的推广则全赖于铜的贡献。那联系着千家万户的输电线带去了万家灯火，那条条电话线传送着彼此心声。大的如发电机、变压器，小的如电视机、录音机、收音机以及旋钮、商标等等都离不开铜。

铜和铜合金可以制成管、棒、线、条、带、板、箔等各种型材。它用来制造各种耐腐蚀设备，耐磨装置，传热器件。在精密仪器、医疗器械以及航行、导弹等方面都能大显身手。古老的铜也是现代化建设中的重要材料。

铜的化合物也广泛地用于化学试剂、油漆、颜料、农药、防腐剂等方面。例如，制造玻璃搪瓷用的颜料离不开氧化亚铜，醋酸铜可作为油漆颜料和杀虫剂。毒性较小的硫酸铜是常用的催吐剂，还广泛地用于试剂、医药、颜料。在贮水池中加入一些硫酸铜，可以阻止藻类生长。

我们高兴地看到，古老的金属在现代化建设中正在焕发青春。

## 古老而又年轻的银

银，永远闪耀着月亮般的光辉，银的梵文原意，也就是“明亮”的意思。我国也常用银字来形容白而有光泽的东西，如银河、银杏、银鱼、银耳、银幕等。

我国古代常把银与金、铜并列，称为“唯金三品”。《禹贡》一书便记载着“唯金三品”，可见我国早在公元前 23 世纪，即距今 4000 多年前便发现了银。在大自然中，银常以纯银的形式存在，人们曾找到过一块重达 13.5 吨的纯银！另外，也有的以氯化物与硫化物的形式存在，常同铅、铜、锑、砷等矿石共生在一起。

银的导电本领，在金属中数第一。一些袖珍无线电中用银作导线。银也很富有延展性。

我国内蒙古一带的牧民，常用银碗盛马奶，可以长期保存而不变酸。据研究，这是由于有极少量的银以银离子的形式溶于水。银离子能杀菌，每升水中只消含有一千亿分之二克的银离子，便足以使大多数细菌死亡。古埃及人在两千多年前，也已知道把银片覆盖在伤口上。进行杀菌。现在，人们用银丝织成银“纱布”，包扎伤口，用来医治某些皮肤创伤或难治的溃疡。

银不会与氧气直接化合，化学性质十分稳定，但会和硫化氢反应。平常，空气中也含有微量的硫化氢，因此，银器在空气中放久了，表面也会渐渐变暗、发黑。另外，空气中夹杂着微量的臭氧，它也能和银直接作用，生成黑色的氧化银。正因为这样，古代的银器到了现在，表面不像古金器那么明亮。不过，含有 30% 铅的银的合金，遇硫化氢不发黑，常被用来制作假牙及装饰品。

银在稀盐酸或稀硫酸中，不会被腐蚀。但是，热的浓硫酸、浓盐酸能溶解银。至于硝酸，更能溶解银。不过，银能耐碱，所以在化学实验室中，熔融氢氧化钾或氢氧化钠时，常用银柑锅。

银与金一样，也是金属中的“贵族”，被称为“贵金属”，过去只被用作货币与制作装饰品。现在，银在工业上有了三项重要的用途；电镀、制镜与摄影。

在一些容易锈蚀的金属表面镀上一层银，可以延长使用寿命，而且美观。镀银时，以银为正极，工件为负极，不过，不能直接用硝酸银溶液作为电解液，因为这样银离子的浓度太高，电镀速度快，银沉积快，镀上去的银很松，容易成片脱落。一般在电解液中加入氰化物，由于氰离子能与银离子形成络合物，降低了溶液中银离子的浓度，降低了负极银的沉积速度，提高了电镀质量。随着银的析出，电解液中银离子浓度下降，这时银氰络离子不断解离，源源不断地把银离子输送到溶液中，使溶液中的银离子始终保持一定的浓度。不过，氰化物有剧毒，是个很大缺点。

玻璃镜银光闪闪，那背面也均匀地镀着一层银。不过，这银可不是用电镀法镀上去的，而是用“银镜反应”镀上去的：把硝酸银的氨溶液与葡萄糖溶液倒在一起，葡萄糖是一种还原剂（现在制镜厂也有用甲醛、氯化亚铁作还原剂），它能把硝酸银中的银还原成金属银，沉淀在玻璃上，于是便制成了镜子。热水瓶胆也银光闪闪，同样是镀了银。

银在制造摄影用感光材料方面，具有特别重要的意义。因为照相纸、胶卷上涂着的感光剂，都是银的化合物——氯化银或溴化银。这些银化合物对

光很敏感。一受光照，它们马上分解了。光线强的地方分解得多，光线弱的地方分解得少。不过，这时的“相”还只是隐约可见，必须经过显影，才使它明朗化并稳定下来。显影后，再经过定影，去掉底片上未感光的多余的氯化银或溴化银。底片上的相，与实景相反，叫做负片——光线强的地方，氯化银或溴化银分解得多，黑色深（底片上黑色的东西就是极细的金属银），而光线弱的地方反而显得白一些。在印照片时，相片的黑白与负片相反，于是便与实景的色调一致了。现代摄影技术已能在微弱的火柴的光下、在几十分之一到几百分之一秒中拍出非常清晰的照片。如今，全世界每年用于电影与摄影事业的银，已达 150 吨。

银的最重要的化合物是硝酸银。在医疗上，常用硝酸银的水溶液作眼药水，因为银离子能强烈地杀死病菌。

银，这个古老的金属，正在焕发青春，将为人类做出更多的新贡献。

## 高尚的锌

在元素世界里，有一个富于自我牺牲精神的金属元素——锌。在白铁皮的表面，那冰花一般、闪闪发亮的金属，就是锌。我们常说的“铅丝”，其实是镀锌的铁丝。自行车的辐条、五金零件和仪表螺丝等，也是镀锌的制品。它们表面这薄薄的一层镀锌外皮，抵挡住潮气的侵袭，保护内部的钢铁不受腐蚀。

原来，锌是相当活泼的金属。新制的锌粉遇水发生化学反应，激烈的程度甚至引起发热、自燃。可是，锌在空气中和氧化合，表面形成一层致密的氧化锌薄膜，保护内部不再生锈。这情形和铝很相象。

在金属活动性顺序表里，钾、钙、钠、镁、铝、锌、铁、锡、铅、氢、铜、汞、银、铂、金，金属活动性依次由强逐渐减弱。锌比铁活泼。因此，镀锌的铁皮如果破损，在水溶液里，比较活泼的锌容易失去电子被氧化，变成锌离子，发生锈蚀，保护了铁不受腐蚀。

我们在生活中都有这样的经验：房顶上的白铁皮瓦楞板，或白铁皮烟筒，只有在它们的镀锌面完全腐蚀掉以后，铁皮才开始锈烂、穿孔。马口铁罐头盒锈蚀的情形刚好相反，只要镀锡的表面产生破口，里面的铁皮就迅速腐蚀。锡不及铁活泼，只好眼睁睁地看着铁被腐蚀，自己却爱莫能助。这就是焊锡补的脸盆反而烂得快的原因。两种金属共存而引起的腐蚀，叫做电化学腐蚀。

正是发挥“牺牲自己、保护他人”的长处，人们在水闸、水下钢柱、船舰的尾部、船锚和锅炉内壁，将锌块镶嵌在钢铁表面，充当防锈的卫士，锌块不断地锈蚀而消瘦，以至最终被新的锌块替换上去，却保护了它相邻的钢铁安居乐业，这是多么可贵的自我牺牲品格啊！

据统计，全世界生产的锌有 40 % 用来制造镀锌钢板、管材和白铁皮。锌是铁的忠诚卫士。

锌常常被人误认为铅。镀锌的白铁皮、铁丝、铁管，至今还有不少人叫它们“铅皮”、“铅丝”、“铅管”。这种误称自古相传。

我国是最早冶炼锌和使用锌的国家。（天工开物）里关于“升炼倭铅”的记载，是各国历史中最早的炼锌技术文献。采用的原料是炉甘石，也即菱锌矿、碳酸锌。提炼的方法是，加木炭隔绝空气煅烧还原。记载得明确、详尽，反映了我国古代高度的科学水平。

锌的熔点不高，在 419 化为锌水，907 时沸腾，挥发性较高。因此，在古代，纯锌的提炼和应用晚于金、银、铜、铁。锡。锌在地壳中的含量却只少于铁，比“五金”中的其他四金都多。西方直到 1746 年，才由德国化学家马格拉夫第一次用炭还原法得到金属锌，事后发现它和当时进口的原产中国广东的锌一模一样。

和金属锌比起来，锌和铜的合金却有更悠久的历史。我国早在 1700 多年前的东汉末期，就已经冶炼锌钢合金了。把赤铜和炉甘石、木炭一起烧炼，还原出来的金属锌立即和铜形成金灿灿的黄铜。这种锌钢合金的外观很像黄金，人们用它冒充黄金做装饰品，后来作为货币。

锌在现代除了用来制造镀锌钢板、白铁皮和黄铜外，还大量用于生产干电池。我们平常用的锌锰电池，外壳是锌皮做的，作为电池的负极，使用时不断腐蚀，变成锌的阳离子，同时向电路输送电子。电子流到炭棒正极，将炭棒周围的二氧化锰还原成三氧化二锰。电子手表里的钮扣电池，是锌汞电

池，它的容量比普通的干电池大得多。更先进的银锌电池，外形小巧，供电量大，广泛用于宇航、国防、小型电子计算器和高级仪表上。这里，锌都是电池的负极材料。

锌的化合物中，氧化锌（锌白）是著名的白色颜料。在白油漆中它的洁白度和遮盖力赛过硫酸钡、硫酸铅。而且白色经久不变。它是白色橡胶、白色塑料的填充料。氧化锌在温度升高时，由白、浅黄逐渐变为柠檬黄。利用这一特性，把它掺入油漆，做成变色油漆，涂刷在电机、仪表外壳。如果电器发热，变色油漆会随着变色，警告人们：电器应该散热，否则要烧毁！氧化锌还有杀菌效用，医用胶布、软膏里少不了它。

硫化锌晶体在射线照射下，发出绿色荧光，是夜光表、荧光灯里重要的荧光物质。

硫酸锌是医用催吐剂。

在元素周期表中，锌、镉、汞同属第二副族。锌和镉性质相近，而和汞有较大差异。锌和它的近邻铜、铝性质相似。锌和铝都是两性金属，它们的氢氧化物既溶解于酸，又溶于碱，成为锌酸盐、铝酸盐。锌和铜都能和氨形成配位离子。

锌是人体必需的微量金属元素之一，重要性仅略逊于铁，人体含有百万分之三十三的锌。一个体重 60 千克的成人，全身总共只有不到两克的锌，还不够做一枚小号干电池的壳皮！

不过，这微不足道的锌却是人体多种蛋白质的核心组成

部分。已经查明有 25 种蛋白质里含锌，其中多半是酶，如碳酸酐酶、酸酞酶、脱氢酶等。它们在生命活动过程中起着转运物质和交换能量的“生命齿轮”作用。

锌广泛分布在血液的红细胞、胃粘膜、胃皮层里。牙齿含锌 0.02%。精液中含 0.2% 的锌。眼球里含锌量竟高达 4%。锌是人体内微量元素含量较多的一种，日需要量和铁一样，每个成人 13 毫克。

由于缺锌，历响胃粘膜的修补，引起食欲减退、吸收障碍综合症、肠胃性肢皮炎、皮肤粗糙以至角质化皮炎，久而久之，发育滞缓甚至贫血。

锌是制造精液需大量消耗的元素。鱼类产卵期间，体内的锌大部分转移到鱼卵里。所以，生殖、发育缺锌不行。长期缺锌，酿成性功能衰退以至不育。因此，国外有人把锌称之为“夫妻和谐素”。

但是，人们不必担心缺锌。锌普遍存在于食物中，只要不偏食，饮食里的锌供应量是足够的。青菜、豆荚、黄豆等黄绿色蔬菜里含锌较多。瘦肉、鱼类也含有不少的锌。即使我们的主食——米、面里含锌量也足够应用。据分析，每千克糙米含锌 17.2 毫克，全麦面含 22.8 毫克，白萝卜 33.1 毫克，黄豆 35.6 毫克，大白菜 42.2 毫克，牡蛎 1200 毫克。

只有“食不厌精”的人，非精白面不入口，非绵白糖不吃，米要吃精白米，油要吃纯黄油的人，才有可能严重缺锌，而一般饮食每天供十多毫克的锌是完全没有问题的。值得注意的是，老人、孕妇由于进食不足、支出剧增，有可能患缺锌症。对于小孩莫要太娇宠了，如一点粗粮、蔬菜也不吃，很可能由于缺锌而导致发育缓慢，严重的造成缺锌侏儒症。

如果因为缺锌亏饿食欲减退或性功能衰弱，建议常吃一点牡蛎、海蟹之类，可见功效。多吃蔬菜也有补益。

国外有人将因精食而缺锌患的病，戏呼为“现代文明症”，我 oJ 也不可

不提防吧！

当然，过多摄入锌会中毒。如果在白铁皮做的容器里盛食醋或果汁等酸性饮料，锌溶解进食物里，喝后会引起呕吐。腹痛、肚泻等锌中毒症状。在冶炼和加工锌的场所，要防止吸入氧化锌微尘，以免发生“金属烟雾症”——患者嘴里感觉甜味、发烧、咳嗽、呕吐……



## 大有作为的稀土元素

“稀土元素”有些人可能对它感到陌生。其实在日常生活中，人们会经常碰到它。

当您走进商店时，往往会被五彩缤纷的玻璃器皿所吸引。这些彩色玻璃里，就添加有稀土元素。例如，镨元素使玻璃呈绿色；钕元素给玻璃着上美丽的玫瑰红色。

彩色电视机的荧光屏上涂有稀土元素的化合物，在电子流扫描下，发出鲜艳的三色光，铽、钇的氧化物发出红色荧光。

再如，打火机里的火石是镧、铈等元素制成的合金。

这镨、钕、铽、钇、镧、铈等，就是几种稀土元素。

我们知道，元素周期表的一个小方格代表一种元素。但是在第六周期第三副族的 57 号位置上，却写着镧系 57~71 号字样。表明在这一格中有 15 个元素，一个格子容不下，所以在周期表的下方单独列出一行。这就是镧、铈、镨、钕、钷、铽、钇、铈、镱、镱、铈、镱、镱、镱，叫镧系元素。再加上镧元素格子上方的钷和钷，共 17 种，统称为稀土元素。

“稀土”的名称是 18 世纪遗留下来的。由于当时这类矿物相当稀少，提取它们又困难，它们的氧化物又和组成土壤的金属氧化物很相似，因此得名。其实，稀土元素既不“稀少”，也不像“土”，它们在地壳中的含量，甚至比常见的普通元素铅、锡还要多。这些元素全部是金属，人们有时也叫它们稀土金属。

从 1751 年发现稀土矿物，直到 20 世纪 40 年代，人们从 83——83 铀裂变产物中找到元素钷，前后经历 200 多年的时间，才提取齐全稀土元素家族的 17 个成员。

分离、提纯稀土元素之所以这样困难，是因为它们的性质十分相似，好像亲兄弟一样难以区分。不过，它们之间还是有一些微小的差异。化学家因此采用萃取（即利用稀土元素在有机溶剂和水中的不同溶解度进行富集、分离）、离子交换（即利用稀土元素与离子交换树脂的不同交换性能）等方法把它们一一分离开来。稀土元素具有哪些性质呢？

稀土元素与其它元素化合时，容易失去三个电子，常常表现为稳定的+3 价态，偶尔也有+2 或+4 价。

这里值得提出的一点是，镧系元素随着原子序数增大，相应的原子半径却逐渐缩小。这个现象在化学上称为“镧系收缩”。“镧系收缩”不仅使它们性质相似，难以分离，而且也使镧系后面的各过渡元素的原子半径，比同族上一周期元素的原子半径增加很小，如铈和铈，铈和铈的原子半径非常相近，使得这些元素的性质也极为相似。

稀土金属的化学性质相当活泼，它们的活泼性和镁差不多。它们新切开的表面大多是银白色的，在空气中迅速氧化而变暗。所以，通常人们把它们保存在煤油中。它们在常温下与水慢慢作用而放出氢气。当然，它们与酸也很容易起反应。与卤族元素剧烈反应，生成相应的卤化物。

分离稀土元素是一件相当困难、复杂的工作。以往为了得到一个纯稀土单质，要进行数百次的结晶、分离操作。现在可利用离子交换法得到单一的纯稀土元素，但仍然相当麻烦。采用其它方法如电解，也可以得到比较纯的稀土金属。

我国有极其丰富的稀土矿，内蒙包头的白云鄂博矿是世界上最大的稀土矿。我国稀土矿的总储量，比世界上其他国家的总储量还要多 5 倍。

稀土元素在国民经济中的地位十分重要，有着广泛的应用。

为了改善铸铁的机械性能，人们常常在铸铁中，加入适量的铈，这样就可以使石墨由片状变成球状，从而使铸铁的强度提高一倍以上。球墨铸铁可以用在采掘、钻探、轧钢、化工设备中。在镁铝合金中添加一些稀土元素，可增强金属的可塑性、锻压性，用来制造飞机、喷气发动机、导弹、火箭中的部件。

镧能吸收气体，用镧做电子管中的消气剂，可以改善电子管的性能，大大延长电子管的寿命。镧系或含镧的混合稀土氯化物是很好的催化剂，它们可以使石油裂化的汽油产率提高 50% 以上。

制造精密光学器件，高级照像机镜头，都要进行抛光。过去多用三氧化二铁抛光，现在却被铈的氧化物代替了。因为铈的氧化物具有洁净、磨得快，抛光效率高等优点。过去抛光一个镜片需要几小时，改用铈的氧化物抛光，只要几分钟。

含镧的玻璃折射率高，光学性能好，是制作特种镜头的好材料。

值得注意的是：掺钕的钇铝石榴石可以使平行光汇聚成强大的光束，是激光器的关键材料。最近军事上出现的激光枪、激光炮以及反坦克装置中都用到它。在医学上，也可以用这种激光器进行焊接剥落的视网膜，切除肿瘤，人们叫它为不流血的“光刀”。

稀土元素和金属钴的化合物，在磁学上有非常优越的性能，而元素钐和钴的合金的铁磁性能比通常的铁素体高出 2085 倍左右。

目前有许多科技工作者，在研制贮存氢的材料。把用太阳能电解水得到的氢气，贮存在一种金属合金中，一旦需要时，就会把氢气放出来。因为氢气燃烧，不会造成污染，而且它的燃烧热又比汽油大，所以将来可以用氢气来做动力。许多贮氢材料都用到稀土元素，如用镧制成的镧镍五（LaNi<sub>5</sub>），或铜和镁制成的合金 Cu<sub>2</sub>Mg；，等。

在农业方面，稀土元素可做为高效的微量元素肥料。在土壤中施加稀土元素的硝酸盐，可以促进豌豆、果树的生长发育，提高农作物的产量。最近，我国已成功地试验了为西瓜施用微量稀土元素肥料，提高了西瓜产量，西瓜也变得更甜。

稀土元素的应用日益广泛，涉及到许多科技领域，越来越被人们所重视。我国的稀土资源极其丰富。对于它的研究和应用，必将取得更大的成绩，走在世界各国的前列。

## 懒惰的气体

大家都熟悉那闪烁着美丽光辉的霓虹灯吧！它那悦目的红色光、蓝色光、绿色光，犹如天空的彩虹把建筑物装饰得五光十色、奇辉异彩。那么，霓虹灯的这些漂亮颜色是怎样来的呢？原来，在灯管里装有稀薄的情性气体，通电后就放射出彩光。那浅蓝色光是氩气发出的，蓝绿色光是氪气发出的，红色光是氖气发出的等等。它们傲视夜空，竞相争辉。

这些奇妙的情性气体，从发现到应用还有一段有趣的历史呢！

早在 1785 年，英国著名科学家开文迪许在研究空气的组成的时候，发现一个奇怪的现象。当时人们已经知道空气中含有氮、氧、二氧化碳等。开文迪许把空气中的这些成分除尽后，发现还残留少量的气体。这少量的气体在当时没有引起化学家们应有的重视。谁也没有想到，就在这少量气体里竟隐藏着一个化学元素家族，它们错过了这一即将被发现的机会，又默默无闻地酣睡了 100 多年。

到了 19 世纪末，一位叫瑞利的英国物理学家，在研究氮气的时候发现一个不可思议的事实：从空气制备的氮比从氨等含氮化合物制备的氮，总是重那么一点点——0.0064 克。

这 0.0064 克的差异到底意味着什么？是实验的疏忽还是另有原因？瑞利花费了足足两年的时间，做了多次精密入微的实验，锲而不舍，反复观察验证，结果表明实验并无差错。瑞利想，可能是因为在空气中还含有一些没有被发现的气体，才使氮重一点。他和他的朋友——化学家拉姆赛合作，终于揭开了这些未知气体的秘密。他们断定，100 年前开文迪许所说的剩余气体是一种和许多试剂都不发生反应的古怪气体，体积占空气的不到 1%。就让性格活泼的氯或脾气暴躁的磷跟它反应，它也无动于衷。难怪它在空气中隐藏了那么多年没有被发现。由于它具有这种和谁都不交往的孤独性格，化学家给它起名叫氩，希腊文是懒惰的意思。

发现氩的消息公布后，引起不少化学家的注意。有人根据门捷列夫元素周期律理论，推测出性质不活泼元素除氩之外，一定有一个性质和氩相近的家族。果然，在以后的三年里，陆续找到了氩的同族伙伴氦、氖、氙、氡。又过了两年，这个家族的氡也被发现了。至此，氦、氖、氩、氙、氡六种情性气体作为一个家族，占据了元素周期表零族地位。它的位置相当有趣，在它的前面是化学电负性最强的非金属元素，在它后面又是电负性最小而金属性最强的金属元素。而这零族的情性气体，既不显电负性又不显金属性，只把矛盾的双方隔开，似乎处于“与世无争”的中立地位。

情性气体的化学活性为什么如此的懒惰呢？这是由它的原子结构决定的。情性气体原子的外层电子，不多不少恰好排满，处于最稳定的状态。它既不肯贪他人之财夺别种元素的电子而显电负性，又不肯献出自己的电子而显电正性。这样不送出电子也不纳入电子，使得它不容易和别种元素发生反应，而乐于保持“光荣的孤立”。就是在同种原子间，彼此也很少来往，不像氢、氧、氮、氯等许多气体分子那样呈双原子存在，而情性气体分子呈单原子状态。因为它们分子间的结合力相当微弱，所以熔点和沸点都比其他分子量相近的物质要低得多。氢气的沸点就很低了，而氦的沸点比氢还要低，并且根本成不了固体，即使温度降到接近绝对零度即—273.16 仍是液体。

情性气体虽然懒惰，但为人类服务却忠实可靠。如果说元素周期表中的

各个元素是以自己特有的化学活性来保持它在物质世界的地位的话，那么，惰性气体则是以自己的惰性而见长，真是含彩独青青。因而在工业以及科学研究领域有着广泛的用途。

氩—氙激光器就是利用氩和氙作为工作物质的气体激光器。它的光束单色性、相干性和方向性好，而且寿命长，其应用也日趋广泛。氙离子激光器也是一种气体激光器，它是利用放电管中气体放电过程，使氙原子电离并激发而产生激光的。在国防和科研上有着广泛的用途。

氦是一种很轻的气体，密度仅次于氢，用它来充装气球和飞艇，在空气中可以有很大的浮力，而且氦气不会和氧气发生化学作用，也就不会像氢那样有燃烧爆炸的危险。正因为氦气飞艇既轻便又安全，近年来飞艇又东山再起，用于大型空运非常受欢迎。

由于氦的沸点比氢还低，在化学和物理上进行超低温度的实验研究时，往往离不开液体氦。液氦在极低温度下会出现奇特而有趣的现象，如温度低于绝对温度 2.18 度时，就会出现超流性效应，这时它可以流过普通液体无法通过的毛细孔。如果是盛在敞口容器里，液态的氦就会沿着内壁爬上去，再沿着容器外壁往下慢慢地流下来，不多一会，容器里的液氦就会流光，这种现象对于研究和验证量子理论很有意义。近年来，科学家利用氦的同位素低温特性差异，制备了一种氦稀释致冷机，目前已成为超低温技术的重要工具，可以获得绝对温度 0.002 度的低温。此外，氦在人的血液中的溶解度比氮小得多，在潜水装置内利用氧和氦的人造空气，就可以使潜水员在更深的水下工作而避免气塞病。

随着近代科学技术的发展，工业上应用的合金钢、有色难熔金属以及化学性质活泼的金属品种日益增多了。但是在高温焊接时，金属很容易被氧化而影响焊接质量。为此，人们请氩气来帮忙。在氩气中锻烧的电弧叫做氩弧，用氩弧焊接可以获得优质的焊口。氩弧热量集中，生产效率高，工件因热影响的变形小，因此氩弧焊在航空工业、化学工业和电气工程中大量采用。另外，用氩气保护进行金属热处理也卓有成效。

氙的导电性是空气的 75 倍，在放电管内放射红光，加入一些汞蒸气之后则又发射蓝光，是照明行业的一位佼佼者。

氦的应用主要是在检漏技术上所表现出的才干。使用具有放射性的氦-85，在被检器件的漏孔里，会不断地发出信号，人们用简便的射线检测仪，就可以测知被测器件的泄漏程度。利用氦-85 可以检查晶体管元件、弹头、电器、石英晶体、石油管道、飞机密封舱等等。由于氦-85 检测的灵敏度高，设备简单，维修方便，因而其应用愈来愈广泛。氦-85 可在原子反应堆中的废气中找到，只要用简单的吸附法就能取得，这也是氦-85 检测技术迅速发展原因。

氦是镭蜕变的中间产物，凡是有镭之处就有氦。少量的氦用于医疗，氦—铍混合物装置用作中子源。但是，氦也是公害之一。如果一旦氦被人体吸收，就会在体内产生 蜕变，放出射线而危害人体。

但惰性气体并非绝对的不和其它元素起作用，在一定条件下也能制造出一些惰性气体化合物来。1962 年加拿大化学家首次合成出氙的化合物而震惊世界，打破了惰性元素的禁区，人们对惰性元素好像贵族似的冷漠无情而被称为“贵族元素”的说法开始改变了。对于传统的惰性元素的“惰性”也开始重新认识。半个多世纪以来一直被排斥于化学研究范围之外的状态也改变

了。近十多年来，无论在“惰性”元素新化合物的制备方面、化学键的理论方面，还是实际应用上都取得了新成果。在化学学科内逐步形成了一门新的分支——稀有气体化学。

惰性元素化合物的制成不仅有重大的理论意义，而且开辟了许多应用领域。氙的化合物具有很强的氧化性，当氙的氟化物或氧化物在氧化其他物质时，自身被还原而氙气逸出，不使气体增加杂质。它做为氧化性分析试剂具有优异性能。氟化氙是良好的氟化剂，对有机物、无机物均有良好的氟化性能。惰性元素的卤化物也是较好的激光工作物质，可发射出大功率及特征波长的激光。利用有的惰性元素氧化物对振动的敏感性，产生高效爆炸，不会遗留固体碎片或腐蚀性气体。此外，在原子能工业、核燃料工业等都有着重要用场。

在我们生活的地球上，惰性气体的含量比其他气体稀少得多，但它们的用途却越来越多，而且“惰性”也不太确切。因此，不少学者认为，称它们为“稀有气体”或“贵重气体”更为合适。

## 元素之最

最轻的元素是氢。氢是元素周期表中的第一号元素，它的原子量是1.008。在0 和一个标准大气压的条件下，一升氢气只有0.09克重，还不到同体积空气重量的 7%。

最轻的金属是锂。锂是元素周期表中的第三号元素。它的原子量是6.9。锂比水轻一半，能够浮在水面上，甚至能浮在煤油上。

最重的气体是氡。氡是一种稀有气体，又叫惰性气体。氡是放射性元素，其密度是氢的111倍。

最重的金属是锇，它的比重是22.48，而水的比重是1。

地壳中含量最少的元素是砒，在地壳里只有0.28克。

地壳里最多的元素是氧，占地壳总重量的48%。硅是第二位，占26%。

化学性质最活泼的非金属是氟。氟是卤族元素的第一个。在常温下，氟几乎和所有的金属及绝大多数的非金属进行化学反应。

最硬的金属是铬。它的硬度是9，而最硬的物质金刚石的硬度是10。含铬的不锈钢，强度高，不怕腐蚀。

形成化合物最多的元素是碳，有400多万种，其他元素的化合物加起来才有10万多种。

延展性最好的金属是金。1克金子能拉成2400米长的金丝。还可以把金子轧成特别薄的金箔，厚度只有1厘米的五十万分之一。

熔点最高的元素是碳，要到3727 的高温下才能熔化为液体。

熔点最高的金属是钨，钨在3410 的高温下熔化成液体。灯泡里的灯丝就是用钨来做的。

沸点最高的元素也是钨。在5900多摄氏度的高温下才会沸腾。

在空气中含量最多的元素是氮，氮占空气总体积的78.16%。

导电性最好的元素是银，一些精密的仪器、仪表，常常用银做导线。

熔点最低的金属元素是汞，只有-39.3 ，所以汞在正常温度下是液态的，用来做温度计。

最昂贵的元素是镅，这是一种人造元素，一克镅价值10亿美元。

发现化学元素最多的国家是英国，共发现22种元素。

发现化学元素最多的科学家是美国的杰奥索，他与其他科学家合作共发现12种元素。

发现化学元素最多的年份是1898年，在这一年里共发现5种元素。

海洋里含量最多的元素是氧，约占海水重量的85.79%。

人体里含量最多的元素也是氧，约占人体总重量的65%。

目前提得最纯的元素是半导体材料硅。其纯度已达到12个“9”。即：99.999999999%。杂质含量不超过一千万亿分之一。

最易燃的非金属是磷，白磷的着火点仅有40 。

## 最重要的金属——铁

在我们的生活里，铁可以算得上是最有用、最价廉、最丰富、最重要的金属了。工农业生产中，每天都离不开铁；衣食住行，缺了铁寸步难行；国防和战争，更是钢铁的较量。从某种意义讲，钢铁的年产量代表着一个国家的现代化水平。

钢和铁，尽管我们经常连在一起讲，可是实际上，它们各有各的特定含义。

从化学观点看，铁是银白色的金属元素，可以展成薄片，拉成细丝。但是，通常见到的铁却是黑色的。这是因为铁很容易生锈，表面蒙上一层黑褐色的铁锈的缘故。铁也因此被称为“黑色金属”，钢铁工业也叫做“黑色冶金工业”。

铁有生铁、熟铁之分。生铁含碳在 1.7% 至 4.5% 之间；熟铁含碳在 0.1% 以下；而钢的含碳量比熟铁高，比生铁低，在 0.1% 至 1.7% 之间。

钢又由于含碳量的多少，分为高碳钢、中碳钢和低碳钢三种。

生铁坚硬耐磨，可以浇铸。熟铁强韧，可以锻打展延。钢则兼具生铁和熟铁的优点，既刚硬又强韧。

但是，钢铁却有一个致命的弱点；耐腐蚀性很差。它在潮湿的空气中，容易生成氢氧化亚铁和碳酸亚铁，形成疏松的铁锈层，给钢铁表面留下累累疤痕。

在钢铁表面涂刷油漆，电镀或喷涂耐腐蚀性较强的金属，如镍、铬、锌、锡等，都不能持久。不锈钢，虽然大大增强了钢铁的防锈能力，但是它的价格昂贵，机械强度不好，又难加工，不能用来制造大型机器或构件。

后来，我国试制成功塑料复合钢板。在钢板上喷涂一层薄薄的工程塑料，可以大大提高钢铁的耐腐蚀能力。预计在不久的将来，火车、轮船、建筑、洗衣机等，将普遍采用塑料复合钢板。

有趣的是，在印度德里附近，有一座清真寺，大门里侧竖立着一根六吨多重的大铁柱。这座寺院是公元 310 年建立的。大铁柱经过一千六百多年的风吹雨淋，却安然无恙，没有生锈，引起了许多科学家的兴趣。可是它为什么不生锈，至今仍然是一个不解之谜。

钢铁、合金钢、不锈钢，都是以铁元素为主体的金属材料。只不过钢铁含有少量的碳，合金钢和不锈钢含有少量的铬、镍、锰、钛、硅，等等。这些钢铁工业中的“佐料”使钢铁合金具备了各种优异的性能，比如，抗腐蚀，耐高温，增加弹性，减少磨损，防止热胀冷缩，等等。

铁元素不仅在现代稳坐金属材料王国的头一把交椅，是当今最重要的金属，而且在人类历史上，它曾经显赫荣耀一时。它是戴着神秘的光环降临人世间的。

人类使用铁的历史，是非常久远的。大约在四千五百年前，人类便开始和铁打交道了。不过，那时的铁是从天而降的陨铁。

铁陨石中百分之九十多是铁，还有不到百分之十的镍和钴。

在伊拉克境内的古代美索不达米亚的乌尔城旧址，曾经发掘出来过古代苏美尔人的墓葬中，有一柄用陨铁制成的小斧。在苏美尔人的语言中，铁就是“天降之火”——陨石的意思。

埃及人将铁叫做“天石”，以为是上天赐给人间的神奇的石头，对它崇

拜得五体投地，用做太阳神神像的宝座。

在古希腊语里，“铁”和“星星”是同一个词。

我国河北省藁城县的商代遗址中，出土过一件镶嵌着铁刃的铜质兵器。经过科学鉴定，证明这铁刃是由陨铁锻造而成。这说明，我国人民早在三千三百多年前对铁的性质和锻造技术已经相当熟悉。

但是，天上降落的陨铁毕竟数量极为有限，而地上不存在天然的单质铁块，铁的熔点又比铜高出将近五百摄氏度，所以，在人类发现和使用元素的历史上，铁的冶炼和广泛应用都在金、银、铜和锡之后。

铁是地球上分布十分普遍的金属元素，在地壳中的含量仅次于铝，差不多比铜高 600 倍。铁器比青铜坚硬、锋利得多。所以，在青铜时代后期，铁便逐渐取代了铜，使人类社会跨入先进的铁器时代。

这一时期是人类的英雄时代。因为铁剑、铁犁和铁斧大大提高了人类的生产力和自卫能力，人类开始成为大自然的英雄。

我国是世界上最早冶炼生铁的国家，早在春秋时代，我国就出现了用生铁铸造的农具和兵器，比欧洲早一千九百年。

铁元素在地壳中的含量虽然只占 4.75%，但是在地面以下 3000 公里深处的地心，却是一个铁镍的核心：内含 90% 多的铁和不到 10% 的镍。地球核心的温度高达 5000℃，压力高达二三百万个大气压。在那儿，铁不仅熔化为液体，而且密度比地面上的固体铁还大 50%。它集中了地球 1/3 的质量。如果将地球比作一枚鸡蛋，这个铁镍地核就像鸡蛋黄。

地下的铁镍核心又和天降的陨铁在化学组成方面那么一致，说明陨铁根本不是神灵赐给的，天体并不神秘，和地球一样，属于统一的物质世界。

通过研究铁陨石，天体化学家和地球化学家们指出，铁元素是浩瀚宇宙中最普遍的重元素。宇宙中的氢、氦，经过一代又一代的聚变，产生了碳、氧、氖、镁。镁再聚合成硅，随后又形成铁。不过，当恒星所有的元素都转化成铁元素的时候，它的末日就来临了。因为铁原子有最大的稳定性，它的内能已经降到最低点。也就是说，不管将铁原子转变成更复杂的原子，还是较简单的原子，都需要外加能量。至于地球上比铁更复杂的铜、银、金、铀等元素，那是在超新星爆发的过程中，由铁转化而来的，含量比铁要少得多。

铁是天体演化过程中的一个重要产物。

铁不仅在宇宙的进化中占有重要位置，而且在地球的生物进化历程中，也至关重要。

铁的两种氧化态——二价的亚铁和三价的高铁，容易互相转变，成为运输氧气和生物体内氧化还原的理想材料。大多数软体动物，如田螺、乌贼的血液是淡蓝色的，节肢动物如蟹、虾也是淡蓝色的血液，这是因为这些动物血液的核心是由铜元素组成的。不过，铜的载氧能力只及铁的一半。蜗牛的血液选用了铁元素做核心，比田螺进步了，可以登上陆地。文昌鱼选用铁元素造血，也进步了，成为生物进化的主流源泉；而它的近亲海鞘却选用载氧能力差的钒元素，组成绿色的血液，从生物进化的主流中分离出来，不再参加到进化的浩荡队伍里去。高等动物的血液都是鲜红色的，血红蛋白的核心就是铁原子。这是长期进化、自然选择的结果。

对于人体，铁是不可缺少的微量元素。在十多种人体必需的微量元素中，铁无论在重要性上还是在数量上，都属于首位。一个正常的成年人全身含有 3 克多铁质，相当于一颗小铁钉的重量。缺铁性贫血即因造血原料里缺少铁



而引起。只要不偏食，不大出血，成年人一般不会缺铁。少年儿童和孕妇要预防缺铁。鸡蛋、瘦肉、多种蔬菜、水果和红糖里富含铁质。所谓的煤气中毒（一氧化碳中毒），也是由于血红素中的铁原子核心被一氧化碳气体分子紧紧地包围住，丧失吸收氧气分子的能力，中毒了。

## 分散金属——镓

镓是一种有白色光泽的软金属。熔点出奇的低，只有 29.78℃。取一小粒镓放在手心里，过不多久就熔化成小液珠滚来滚去，像水银珠一样。

人们认识镓这个元素已经有一百多年的历史了。它是在 1875 年被法国化学家布瓦普德朗发现的。像在地壳中的量约为 0.0004%，与锡差不多，不算太少。然而，锡矿比较集中，镓在自然界的分布却非常分散，几乎没有单独存在的镓矿。所以镓又称作“分散金属”。镓有时和铝混合在一起，存在于铝土矿里。这是因为镓和铝在元素周期表里都属于第三主族，而镓离子和铝离子大小也差不多，所以它们就容易在一种矿石里共存。又因为镓原子和锌原子大小也接近，所以镓和锌也容易同处于散锌矿中。镓还容易和锗共存于煤中。所以煤燃烧后剩下的烟道灰里就含有微量的镓和锗。

镓的很多宝贵特性和它的纯度有关。用普通化学方法提炼，最多只能得到 99.99% 的纯度，也就是平常说的四个九。近半个世纪以来，人们在镓的提纯方面获得极大进展，从而推进了镓的应用。

镓的化学性质和铝很相似，也和同一族的金属铟、铊很相似。在平常的温度下，镓在干燥的空气中不起变化。只有赤热时，才能被空气氧化。镓对水也非常稳定。在室温下，金属镓就能和氯或溴强烈作用。硫酸，特别是盐酸容易溶解镓。强酸溶液或氢氧化铵溶液也容易溶解镓。镓的氢氧化物也能溶解于强碱溶液之中，生成镓酸盐。氢氧化镓的酸性比氢氧化铝还要强些。在化学上，这叫做具有“两性”性质。就是说，这种物质既具有碱性，也具有酸性。

镓的熔点很低。它熔化后不容易凝固。当镓处于液体状态的时候，受热后体积均匀地膨胀。镓的沸点高达 2070℃。从熔点 30℃ 到沸点 2070℃ 温度范围很宽，这样，镓就可以做高温温度计的材料。平常的水银温度计对测量炼钢炉、原子能反应堆的高温无能为力，因为水银在 356.9℃ 化作蒸汽。

人们还利用镓熔点低的特性，把镓跟锌、锡、钢这些金属掺在一起，制成低熔点合金，把它用到自动救火龙头的开关上。一旦发生火灾，温度升高，这种易熔合金做的开关保险熔化，水便从龙头自动喷出灭火。

液体镓也用来代替水银，用于各种高真空泵，或者紫外线灯泡。在原子反应堆里，还用镓来作热传导介质，把反应堆中的热量传导出来。镓能紧密地粘在玻璃上，因此，可以制成反光镜，用在一些特殊的光学仪器上。

镓还有一些奇妙的特性。大多数金属是热胀冷缩的。然而镓却是冷胀热缩。当镓从液体凝结成固体时，体积要膨胀 3%。所以，像跟大多数的金属相反，液体的比重反而比固体的大。因此，金属镓应当存放在塑料的或橡胶制的容器里。如果装在玻璃瓶子里，一旦液态的镓凝固时，体积膨胀，会把瓶子撑破。

镓属于元素周期表的第三族。它和第五族元素——砷、锑、磷、氮化合后，形成一系列具有半导体性能的化合物。例如砷化镓、锑化镓、磷化镓等，都具有良好的半导体性能，是目前实际应用较多的半导体材料。

原先以真空电子管为核心的电子设备大多笨重。自从以镓等金属为原料的半导体出现以后，使许许多多的电子设备体积大为缩小，从而实现了小型化、微型化、甚至还可以制成集成板块电路。在整个电子工业技术领域引起一场深刻的革命。砷和镓的化合物——砷化镓，是近年来新发展起来的一种

性能优良的半导体材料。用砷化镓可以制成砷化镓激光器。这是一种功效高、体积小新型激光器。镓和磷的化合物——磷化镓是一种半导体发光材料。它能够发射出红光或绿光。人们把它做成各种阿拉伯数字形状。在有的电子计算机里，就利用它来显示计算结果。

金属镓还有一个奇异的特性，就是它在低温时，有良好的“超导性”。在接近绝对零度即-273℃时，电阻变得极低，几乎等于零。这时，它的导电性能非常好。如果在这样低的温度下通电，电流的损失是微不足道的。这种性质叫做“超导性”。早在1911年，人们就发现了超导现象。用超导材料制造电机，不仅可以节省能量消耗，而且大大节约原材料。一台常规的八千马力电机重379吨，采用超导材料后仅重40吨。总造价下降一半。要建造500万千瓦以上的大型电机，几乎非用超导技术不可。采用超导材料作远距离输电线十分经济，输送效率可达99.5%以上，损耗极少。

现在人们正在千方百计地努力寻找在较高温度下，甚至在室温下还保持超导性能的新材料。一个像原子和三个钒原子化合所形成的化合物（俗称“钒三镓”），是超导材料。

应当注意的是，镓及其化合物有毒。毒性远远超过汞和砷！医学家们发现，镓可以损伤肾，破坏骨髓。镓沉积在软组织中，造成神经、肌肉中毒。它可能与引起肿瘤、抑制正常生长有关。

## 贵金属——金

元素金是金属的代表，“五金”——金、银、铜、铁、锡之首。化学家把物质分为两大类：金属和非金属。那些具有光泽，能够延展成丝和箔，容易导电、传热的物质，一般被划归金属类。金是典型的金属。

金是人类最早发现的金属之一。它在自然界中主要以单质状态存在。天然的金沙、金块，黄灿灿，闪耀着光辉，引人注目，招人喜欢。再加上黄金可贵的化学和热稳定性。在常温、加热时不变色，不变质，烧不化，总是金光闪闪，人们就更加珍爱它了。

“烈火见真金”、“金子般的心”、“一寸光阴一寸金”、“是金子总会发光的”……这些话语里，金子象征着高贵、光辉、坚贞和纯洁。

金的抗氧化、拒腐蚀的本领高强，对氧、硫、碱或单独的硫酸、盐酸、硝酸都不发生化学反应。从古墓葬中发掘出来的金器皿、金首饰和金币，依然金光闪闪，金作为货币中的“硬通货”储存在各国国库的保险柜里。

1977年，美国“航行者”宇宙飞船为了寻找地球外的智慧生物，携带着一张喷金的铜唱片。唱片录有包括汉语“你好”在内的60种语言的问候语和中国古典《流水》等27首世界名曲。这张金唱片将在几十亿年的漫长岁月里，经受太空环境的严峻考验，保持它嘹亮如新的音色，被认为是世界上最长寿的一张唱片。

但是，体积比3:1的盐酸、硝酸混合而成的王水能溶解金，熔融的烧碱能腐蚀金。

金是延展性最好的金属。一克绿豆粒大小的纯金可以拉成正1.4公里长的金丝，展成0.6平方米金箔。这根金丝只及蜘蛛丝的1/5粗细。这透明的金箔20层叠加也比不上蝉翼厚。

金的优异的延展性很早就被古代的人们用来制造装饰品。四千年前古埃及人已经制作镶金、包金器皿，还用金丝绣花。我国商代墓葬里的金叶、西汉马王堆墓葬的金缕玉衣，说明黄金的延展性也早为我们的祖先所熟悉。

在金属中，金的导电性也名列前茅，仅次于银和铜。加上前述的化学性质十分稳定和易于加工的优点，金被尖端科学技术部门看中，开始走出王宫贵宅，除了制造首饰和金币外，越来越多地为工业、国防和科学技术服务。

在高级的电子仪器和电子计算机里，细如蛛丝的金丝充当集成电路的导线，薄如蝉翼的金箔做印刷电路的底板。在自动控制的电器开关上，为了防止电路频繁通断时发生电火花对触点材料的损伤，保证自控体系正常工作，这些开关的电接触点都镀有0.05毫米厚的纯金，经得住电火花打击，延长开关使用寿命五、六倍，增加了工作的可靠性。金的表面自润滑性好，宇航仪表里的滑动和滚动元件上也镀金。金不干扰磁性，纯金箔在电视录像、录音机的磁头的缝隙中充当隔热材料。

金箔对于红外线的反射率高达98.3%。金块是深黄色的，可是展成箔以后，透过的光随箔的厚薄程度不同而呈现绿色、蓝绿色、红色或紫色。金的这一特性在红外线探测仪和反导弹技术上都有应用。在高级旅馆的窗玻璃上贴敷金箔，冬暖夏凉，节约空调的耗电量。在熔融的玻璃里掺金粉，制造出名贵的金红玻璃。

不过，纯金太软，容易磨损，金掺进少量铜、镍，用来铸造金币、打制首饰。金和铜、银的合金做金笔尖，耐墨水的酸性腐蚀，强韧而有弹性。金

镍铁钴合金耐磨抗蚀，是航空仪表中电位器的理想绕阻材料。金镍合金强度高，耐高温、耐腐蚀，用来焊接航空发动机的叶片。金的合金也是常用的补牙、镶牙材料。金的化合物药剂用来治疗风湿性关节炎。

在合金中表示金的成色常用K，以纯金为24K。金笔尖一般标有14K的字样，表示含纯金58%，也有标明50%的，相当于12K。我国发行的纪念金币为22K，即91.67%。即使以电解法精制的纯金也只有四个九（99.99%）的纯度，这就是欲话说的“金无足赤，人无完人”。

从七十年代以来，金在工业上的应用已经超过制造首饰和货币。据统计，1979年各国用于工业的金约1500吨，占当年金的总消耗量的81.5%。从化学的角度看，黄金这才真正显示了它的高贵和重要。

黄金的贵重还因为它的稀少、难开采。金在地壳中的含量只有十亿分之五。开采金矿时，往往为了得到5克金；平均要挖掘1000吨岩石。虽然自然界里有一些大金块，但是发现者寥寥，载人史册的世界上最大的天然金块是1872年在澳大利亚发现的“霍勒坦玛”金块，重214.3公斤。

“千淘万漉虽辛苦，吹尽狂沙始到金”，这是古人形容沙里淘金的艰辛。成吨成吨的沙在溜槽上被水冲刷，金沙比重大，顺着溜槽底面的缝隙流进金槽，再用淘金簸子筛选，多次分离，才能得到一小撮金沙。

现代早已采用先进的化学提取法采金了，即用稀氰化钠溶液溶解矿沙中的金，再以锌还原出溶液中的金来。也有以水银来溶解的，得到的金汞经过蒸馏除汞，便是金。1980年世界采金1200吨，一半多来自南非，其次是苏联。我国山东、黑龙江、云南、江西等地蕴藏着丰富的金矿。五百年来，全世界采掘的黄金总共不过十万吨。

可是人们发现海水里蕴藏有600万吨金。这笔巨大的财富吸引人们探索海洋炼金。著名的工业合成氨法发明家、德国化学家哈伯，曾经打算从海水里提炼黄金来帮助政府偿还第一次世界大战战争赔款，没有成功。至今这项课题仍然是十分困难的，但是富有魅力。

古代炼金术士曾幻想点石成金，当然不可能实现。1980年美国科学家们用氘和碳原子核高速轰击铋金属靶，竟得到针尖大那么微量的金。这现代的炼金术有重大的理论意义，只是代价高昂，不可能用来生产黄金。天文学家发现在遥远的巨蟹K星有一千亿吨黄金，但是这是一颗“可望而不可即”的黄金星。

由于黄金那么稀贵，人们想方设法节约黄金。近年来涌现的氮化钛、氮化锆表面技术，制造出来的镀金手表、镀金首饰，金光耀眼、经久耐磨，以假乱真。仿金的铜合金制品，冒充金器，惟妙惟肖。

金，这古老的贵族金属，在现代科学中依然是人们器重的元素。关于金的科学研究，仍然在不断地深入开展着。

