

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

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。¹

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”元素的观念中解放出来，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里斯特利等人发现氧。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，元素镓和元素锗。果然，在四年后就发现了镓；再过四年，发现了锗；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：老大叫氢也叫氕，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。植物性油脂氢化以后，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，金属钠在一 80℃ 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℃ 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，即使便宜，又容易贮存。潜水员、矿工、太空飞行员戴上过氧化钾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°C ，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°C 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°C 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铝球，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 $\frac{1}{3}$ 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、栓合相比，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。