



作为自然科学的中心学科,化学史和人类史紧密相随。从陶器、木器到后来的铜器、铁器,还有现代的塑料、纤维和半导体等,每一种材料都让人类社会出现了翻天覆地的变化,也都离不开化学这门学科的发展。孙亚飞的《元素与人类文明》一书,把“人类文明”这个空泛的概念浓缩到具体的事件中,让读者更直观地看到不同化学元素所扮演的角色,发现化学之神奇。



波兰画家扬·马泰依科的油画《炼金术士萨恩迪沃基乌斯》,反映了中世纪欧洲的炼金术盛况。

神奇的化学元素 在人类文明变迁中闪耀光芒

□ 其然

绕不开的硅和铜

在地球上,几乎所有的岩石都离不开同一种元素——硅。这种元素最大的特点就是常见,在地壳中的丰度(即一种化学元素在某个自然体中的重量占这个自然体总重量的相对份额)仅次于氧元素,达到了27%。硅和氧的总量大约占到地壳的四分之三,岩石、沙滩以及人工的建筑、道路,只要不是生命体,几乎都是二氧化硅的衍生品,俗称无机硅酸盐。

《元素与人类文明》直言,人类诞生在地球这样一颗以硅氧元素作为骨架的行星上,对文明的繁衍与发展来说是件幸事。这些硅酸盐无论是火成岩,或是变质岩,又或是沉积岩,通常都具有一定的强度,硬度也适中,体积有大有小,熔点颇高不惧火烧,溶解度小不畏水溶,而且还可以用雕磨的方式成型。

硅氧结构似乎拥有接纳一切元素的能力,地球上的矿物几乎都愿意与它们做伴。但无论怎样组合,它的四面体骨架依然得以保持,因而硅酸盐岩石普遍都有较高的硬度和熔点。同时,这种结构也相当致密,水的侵蚀作用对它们不显著。

砖块也是硅酸盐,只是比岩石和沙土多了些人类的加工。砖可以看作陶的变种,或者说就是陶器的一类,而陶是人类史上第一种利用化学反应获得的新材料。

要谈人类文明,铜恐怕是绕不开的一种元素。它与金和银还算是近亲——元素周期表上,金、银、铜属于同一族,也就是从左往右数的第11列。铜和金之间,不仅在化学性质上有着很强的关联,文化上也是一脉相承。在我国古代的很多文献中,汉字“金”所指的,其实是铜而非黄金,比如《过秦论》中提到秦始皇所铸的“金人十二”,说的便是十二尊巨大的铜人。

相比于金、银,铜的化学性质要活泼得多。自然界中,金矿和部分银矿均以游离金属的形式存在,可是游离的金属铜却少见得很。铜矿通常以各类化合态的矿石存在,诸如绿松石、孔雀石、胆矾之中,往往都有铜元素的影子;偶尔,铜矿石也会出现鲜艳的红色。

在炭火的炙烤下,铜矿石很容易还原成铜的本尊。例如孔雀石的主要成分叫做碱式碳酸铜,而炭火燃烧时产生的一氧化碳还原性很强,两者相遇之后,在不太高的火焰温度下就可以得到纯铜。因此,考古发现无论是哪个成熟的文明,其冶炼技术的开端都是从炼铜术开始,这并非偶然。

铜是人类的好朋友,甚至到了工业时代,数据传播依靠的仍是铜

线,作为电的良导体,它们将信号以每秒30万千米的速度传播到世界各地。

但电波也有不足,频率较低的无线电波并不能携带太多内容。那么有没有保持这个速度还能增加信息量的做法呢?工程师们很自然地就想到了光,同样是电磁波,同样具有无与伦比的超级高速,光的频率几乎是无线电波的一万倍,可是哪里去寻找光的导体,让光线可以按照人的意志进行传播?这个问题困扰了科技界几十年的时间。

1966年,科学家高锟在经过多年的试验之后提出,将玻璃制成纤维,就可以让光线乖乖地按着确定的路线传播,只要玻璃的透明度足够高而损耗足够低,那么光通信就不再是个梦,这便是后来光纤的来历。玻璃的主要成分是二氧化硅,硅元素又成为信息的传播者,在互联网时代带给人们便利。

不过,随着信息时代科技的发展,有关“硅基生命”的讨论也在不断升级。2016年,谷歌公司开发的阿尔法狗围棋程序,在围棋领域战胜了世界顶尖高手,机器人时代不再遥远。与人类携手发展了几万年的硅元素,是否会摇身一变,成为反噬人类的大敌,已引起讨论。

“四元素”和“五行”

《元素与人类文明》指出,化学领域在19世纪前后的星光闪耀,并非突然井喷,而是一场跨越了两千多年的物质之旅。

早在亚里士多德时代,哲学家们就对“物质是什么”的问题展开了思考。他的代表作《形而上学》中,第一篇就谈到了“四元素”的概念,也就是土、气(或风)、水、火这四种基本元素。在他之前,一位叫做恩培多克勒的古希腊思想家已经阐述了对四种元素的基本认知。不过,通过进一步的思辨,亚里士多德最终将其上升成哲学概念。

漏洞百出的土气水火“四元素”理论,几乎构成了西方社会中世纪时期最基本的物质观,不仅被炼金术士奉为主臬,医学界也十分重视。当时的西方医学认为,人体的体液也有“四元素”,分别是血液、黏液、黄胆汁和黑胆汁,它们分别对应着火、水、土、气四种元素,并在体内与心、脑、肝、胃这些器官一一对应。

《元素与人类文明》着重批判了“四元素说”在占星领域的滥用现象。如今广为人知的十二星座,又叫黄道十二宫,指的是位于黄道上的一些星座,太阳差不多每个月会经过其中一个星座,比如在七八月份时,太阳大约就位于狮子座的位置,所以这段时间出生的人,就被冠以狮子座的属性。

为了描述不同星座的特性,



《元素与人类文明》
孙亚飞 著
商务印书馆

“四元素说”又发挥了作用。十二星座被分为四组,分别具有火、土、风、水的特征,每组元素都包含三个星座。狮子座、白羊座、射手座被归为火象星座,属于这一元素星座的人,便具有热情火爆的性格。显而易见,这些说法不过只是用“四元素说”生搬硬套。但是,十二星座已经构成现代生活中重要的社交方式,四元素论的深远影响可见一斑。

其实,对中国人来说,四元素的说法相对陌生,因为中华文化中有另一套相近的理论——五行。“五行”这个词本身并无任何感情色彩,说的是太阳系的五大行星:金星、木星、水星、火星、土星。在望远镜没被发明出来的时代,人们能够通过肉眼观察的太阳系行星主要就是这五颗。

在中国传统文化中,金、木、水、火、土这五行代表着五种基本元素,并且和亚里士多德的学说一样,不只限于元素的概念,也延伸到了生活中的方方面面。于是我们不难发现,生活中但凡能够和“五”这个数字拉上关系的事物,几乎都离不开五行的概念,比方东、西、南、北、中,心、肝、脾、肺、肾,青、黄、赤、白、黑,宫、商、角、徵、羽……

五行概念还进一步影响了社会架构,甚至连朝代更替都是五行运转的结果。在这种环境下,个体当然也不能逃避五行的影响,甚至连取名的时候都要测算五行是否健全,鲁迅笔下的“闰土”就是因为五行缺土才有了这个名字。

按照《元素与人类文明》的表述,直到17世纪,中国人发现并识别的化学元素并不比西方人少,而且得益于曾经发达的炼丹术,很多化学反应都已被文献记载;宋元时期,甚至有炼丹术士提出了原始的质量守恒定律。也正因此,当意大利传教士高一志在1626年带着欧洲的“四元素说”来到中

国时,被翻译成“五行”的土气水火,并没有引起明朝学术界的注意。然而就在此时,历史走到了十字路口,西方科学体系中从此多了一门化学,而中国却依旧笼罩在五行思想之中。

元素周期表还在续写

到了近代,俄国科学家门捷列夫对大量实验事实进行了订正、分析和概括,总结出元素周期律。他根据元素周期律编制了第一个元素周期表,把已经发现的63种元素全部列入表里。他还在表中留下空位,预言了类似硼、铝、硅的未知元素的性质。若干年后,他的预言都得到了证实。

为了填补周期表的空白,科学家们采用主动出击的方式:人工合成。第一个人工合成的元素是锝元素,也就是门捷列夫所预言的“类锰”。在此之后,有二十余种地球上不存在的元素都是人工合成的,占全部元素种类的约四分之一。

2016年11月30日,国际纯粹与应用化学联合会宣布了一件大事,正式确定了113号、115号、117号和118号元素的名称,自此,元素周期表上前七周期的所有元素均已被确认,并且都已经有了专属的名称。根据量子力学计算,从第119号元素开始,就将开启全新的第八周期,不过截至目前,还没有任何有关第八周期元素的可信报道。

这些半衰期很短的元素,即便曾经来过地球,也很难被人类捕获。人工合成元素相当不容易:化学反应不过是原子核外电子之间的共享与转移,但有些反应就需要动用高温、高压、强电流等手段,而原子核被电子牢牢地保护在内部,要让质子和中子发生融合,通常就需要动用回旋加速器这样的超级设备,难度可想而知。

尽管制造过程这么困难,科学家们还是乐此不疲,《元素与人类文明》认为,至少有两个目的让他们坚持下去。第一,人造新元素的环境与宇宙中很多天体运动相仿,这样的研究是在激发地球“小宇宙”,也让人类突破时空。第二,很多人造新元素都有巨大的商业价值,例如锝元素就在医学与核工业方面得到广泛使用。

如今,前七周期的元素已被开发殆尽,人工合成新元素脚步还在前进,我们将有机会见证更神奇的元素周期表。很多人预测,一旦第八周期的元素被发现,现有的元素周期表编制方法恐怕无法满足要求。

每时每刻,人们都在依赖着各种化学元素生存。在地球上,元素的旋律已经被演奏了46亿年,而如今,它们的旋律还会被续写下去。