

摇图书在版编目(悦穿)数据

摇世纪中兴：无机物与胶体 鞠嘉华,倪莉著 援—上海：上海科技教育出版社, 圆园园源

摇(诺贝尔奖百年鉴)

摇陈晔苑 缘愿—圆园园—愿

摇 I 援世...

摇 II 援①周...摇②倪...

摇 III 援①无机物—普及读物摇②胶体—普及读物

摇 IV 援①韵元—源摇②韵元—源

摇中国版本图书馆悦穿数据核字(圆园园)第 圆园园号

## 策 划 语

从 1895 年开始颁发的诺贝尔奖 ,可以说是 20 世纪物理学、化学和生命科学发展的缩影。它记录了百年来这三大学科的几乎所有重大成就 ,对世界科学事业的发展起了很大的促进作用 ,被公认为科学界的最高荣誉。人们崇敬诺贝尔奖 ,赞叹诺贝尔奖得主们的科学贡献 ,并已出版了许多相关书籍。

那么 ,我们为什么还要策划出版这套《诺贝尔奖百年鉴》丛书呢 ?

这是因为 ,有许多热爱科学的读者 ,很希望有这样一套书 ,它以具体的科学内容为基础 ,使社会公众也能对科学家们的成就有一定的感性认识 ;它以学科发展的传承性为主线 ,让读者领略科学进步的永无止境 ;它还是简明扼要、通俗易懂的 ,令读者能轻松阅读 ,愉快受益。

基于这种考虑 ,本丛书将百年来三大学科的全部诺贝尔奖按具体获奖内容分为 10 个领域 ,每个领域写成一卷 10 万字左右的小书 ,以该领域的进展为脉络 ,以相关的诺贝尔奖获奖项目为重点 ,读者将不但能了解这些诺贝尔奖成果的科学内容 ,更能知道这个领域的发展历

程。丛书的分卷不局限于一级学科的分类,以体现现代科学之间的交融。此外,丛书还另设了猿卷综述,便于读者对这三大学科的全貌有一个宏观认识。丛书 圆卷内容如下:

圆世纪物理学革命	现代有机化学
圆世纪化学纵览	无机物与胶体
圆世纪生命科学进展	材料物理与化学
载射线与显微术	现代分析技术
核物理与放射化学	生物分子结构
量子物理学	量子与理论化学
基本粒子探测	蛋白质核酸与酶
场论与粒子物理	遗传与基因
粒子磁矩与固体磁性	细胞生物学
超导超流与相变	生理现象及机制
测量技术与精密计量	内分泌与免疫
天体物理学	临床医学与药物
物理学与技术	传染病与病毒
热力学与反应动力学	神经与脑科学
物质代谢与光合作用	

在丛书策划基本成形后,我们曾到上海、北京、南京等地的许多著名高校及中国科学院、中国医学科学院等科研院所征求专家们的意见,得到了他们的大力支持。许多学者不顾事务繁忙,慨然为丛书撰稿。我们谨向他们表达由衷的感谢和深深的敬意。

圆园年 圆月 圆日

此为试读,需要完整PDF请访问: v

---

## 作者简介

摇摇周嘉华,男,1954年生,1977年毕业于广西大学化学系。中国科学院自然科学史研究所研究员;上海交通大学科学史与科学哲学系兼职教授;中国科学技术史学会常务理事、化学史专业委员会副主任。

摇摇倪莉,女,1972年生,1995年毕业于扬州大学师范学院化学系,1997年于中国科学院自然科学史研究所毕业,获硕士学位。现在国务院三峡工程建设委员会移民开发局工作。

---

摇摇摇摇摇

## 1 历史回顾 轶

无机化学的框架和演进 轶  
近代化学的建构 轶  
门捷列夫的元素周期律 轶  
他们为何没有获奖 轶

## 2 现代物理学的贡献 轶

原子结构的奥秘 轶  
携手共究新气体 轶  
乘胜追击立奇功 轶  
认真、精确和耐心 轶

## 3 “低谷”不低 轶

对“低谷”的剖析 轶  
勇为科学献身的人 轶  
划时代的农业供氮法 轶  
对哈伯获奖的争议 轶  
世纪中兴 轶

---

## 4 摇开启胶体化学的大门 轶苑

胶体化学概况 轶苑

研究胶体理论的第一人 轶苑

天才作者 轶愿

以实验数据证明原子的存在 轶远

## 5 摇电子转移理论的奥秘 轶员

电子转移现象 轶员

当代无机化学的开拓先锋 轶苑

理论在实践中得到验证 轶苑

## 6 摇拯救万物的重要发现 轶缘

从环境说起 轶缘

勇于探索的“前卫” 轶远

罗兰—莫利纳理论 轶愿

对臭氧危机的认识和思索 轶园

## 7 摇现代无机化学展新颜 轶苑

摇本卷大事记 轶员

# 1

## 历史回顾

---

### 无机化学的框架和演进

无机化学是化学中最基础、最早发展、较早成系统的分支学科。从研究对象来看,无机化学是研究无机物的组成、性质、结构以及反应的科学。什么是无机物?乍一看,很简单。岩石、土壤、矿石、水、空气等都是无机物。但仔细推敲起来,就不是那么清楚了。

化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。世界是由物质组成的,人类为了生存和发展,就要对周围的物质环境进行改造。而化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一。变化万千、错综复杂的物质数以千万计,其中有天然的,也有人造的。现在每年人工合成的新物质就数以万计。这些物质由于组成成分的不同、精细结构的差异以及所处环境的制约,会呈现出不同的物理、化学性质,在大千世界发挥各自的独特作





用。研究物质似乎是没有穷尽的,然而经过世世代代的探索,人们已认识到这些千差万别的物质是由几十种化学元素构成的,更确切地说主要由八种化学元素构成,因为有四种元素是地球上极少存在或者完全没有的,它们是用核反应制备的人造元素。

化学元素造就了地球上所有的物质,甚至连人类自身也是由这些元素构成的。宇宙间的各种星体是不是也都是由这几十种元素所构成,尚待进一步研究。

在这些元素中,碳占有特殊的地位。它能形成许多很复杂的化合物,构成有机物质。基因、细胞、微生物、植物、动物和人都是由许多有机物质组成的。这些与生物相联系的复杂的碳化合物,为数特别多,人们通称有机化合物。除有机化合物以外的一切物质,包括某些含碳的化合物例如碳的氧化物、碳酸盐等统称为无机物。无机物就是无机化学的主要研究对象,范围相当广泛。

过去认为无机物就是无生命的物质,有机物则由有生命的植物、动物所产生,例如蛋白质、淀粉、脂肪、纤维素、尿素等,它们之间有着不可逾越的鸿沟。自从1828年德国化学家维勒(云授辛德)用无机物氰酸银和氯化铵制得尿素后,越来越多的事实使人们认识到这两类物质是相通的,它们都是由各种元素的原子通过化学力结合而成,他们的区别仅在于组分不同。这样一来,无机物与有机物之间的界限又模糊了,在它们之间出现了交叉和渗透,从而形成

了无机化学研究的新领域,例如生物无机化学、物理无机化学等。

元素作为最早出现的化学基本概念,在历史的长河中应时而变、与时俱进。它的变化无疑会引导无机化学由较低层次向着较高和更高层次发展。在中国古代五行说、古印度的四大元素说和古希腊的四元素说(图 1 中),被认为构成万物的水、火、金、土及空气等,虽也被叫作元素,但是它们实际上是一种象征。它们除了具有一般的物质形态外,往往还具有某种神奇的力量。

到了近代,从玻意耳( ~~玻意耳~~ )到拉瓦锡( ~~拉瓦锡~~ ),再到道尔顿( ~~道尔顿~~ ),元素开始有了自己的科学概念。玻意耳主张,元素是组成复杂物体和分解复杂物体时最后得到的那种最简单的物体,是用化学方法不能再分解的某些实物。拉瓦锡则通过化学实验,把土、空气、水以及燃素从元素的队伍中清除出去,提出元素应是化学分析所能达到的终点的学说。1808年,道尔顿系统提出物质组成的原子论观念,认为一切元素都是由微小的、具有相同质

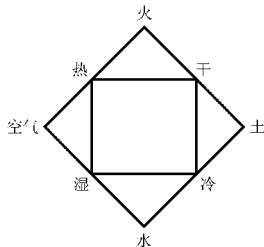


图 1 四元素说示意图





量的不可分割的粒子所组成。道尔顿提出的原子论清楚地揭示了元素与原子之间的内在联系和区别,从而进一步为无机化学和整个化学的发展开辟了通道。化学元素周期表正是在这一通道上发现的。19世纪和 20 世纪之交,电子的发现、放射性元素的研究打破了原子不能分、元素不能变的观念,特别是 1869 年同位素概念和理论的提出,使人们对化学元素这一概念有了新的认识。一个元素符号不再只代表一种原子量确定的元素,而是代表一类原子的集合,这类原子尽管放射性和寿命不同,但是化学性质完全相同。在科学家的穷究之下,继电子之后,人们又发现了质子、中子等基本粒子,建立了原子结构理论。在原子结构理论指导下,现代的元素概念表达为:具有相同核电荷数的一类原子的集合。它们在元素周期表中占有同一位置,它们的电子壳层结构是相同的,因此表现出相同的化学行为。

现代原子核模型的确定,使人们可以深入到原子的内部,在核的层次上来考察元素,通过原子核外的电子运动及原子间电子云的相互作用来认识化合物及化学反应。这就将无机化学的研究水平提到一个新的高度。无机化学的框架和内容就是这样随着人们对物质的深入研究而逐步充实和发展的。

## 近代化学的建构

在人类进入文明社会的漫长岁月中,发展社会

生产力的主要活动和手段是生产工具的制造和改进。而生产工具的发展离不开人们对材料的选择和加工。无机化学知识主要是围绕着材料开发而积累起来的。

在古代,当人们认识到自然界某些无机物质所具有的特殊性能后,就通过人们能控制的自然力(例如火)来改变这些物质的某些性质,从而创造出新的物质。人们就是这样开始了古代的化学工艺活动。

至少在 10000 年以前,人们运用火的烧烤将成型的黏土加工成陶器,给群居生活带来了诸多方便。制陶术可以说是人类开创的最早的化学工艺之一。在掌握制陶术中积累起来的矿物和土壤知识以及高温技术的基础上,人们进而掌握了将某些矿石冶炼成金属的冶金技术,从而开辟了人类历史上的青铜时代和铁器时代。金属材料的生产,金属工具的应用,不仅表明人类又掌握了一项能帮助自己摆脱对自然界过分依赖的技术,而且是人类控制或改变周围环境、增强生存能力的一个重要表现。工具的变迁,不仅是科学技术进步的表现,也是社会文明前进的标志。从陶器的烧制到瓷器的发明及玻璃的制取,从青铜的冶炼到铁和钢的生产及多种合金材料的制备,都使人们逐步认识和积累了许多有关硅酸盐、矿物和金属的知识,并掌握了这些无机物制备的手段。海盐、池盐、井盐、岩盐都是典型的无机化合物。对它们的采掘和加工,进一步丰富了人们对无机物的认识。特别是通过对这些无机物的制取,人





们初步观察到一些化学反应的过程和条件。这一切都是无机化学建立和发展的知识准备。

在生产和生活的实践中,人们明确地认识到,某些物质是可以改变的。例如,黏土变成了陶器,矿物变成了金属。在获取更多的黄金、白银和长生不老仙丹的愿望驱动下,在古代的中国、希腊、阿拉伯及欧洲先后兴起了金丹术(炼金术)。在当时的科学水平和技术条件下,变贱金属为黄金一类贵金属是不可能的,炼制得到长生不老的仙丹更是异想天开。然而,在长期的炼金、炼丹(图圆)活动中,人们开始进行原始的科学实验活动,认识了许多物质和它们的许多变化,并设计制造了加热炉、反应室、研磨器、蒸馏器等实验用具。金丹术士们的追求虽属荒诞,但其采用的器具、方法和积累的化学知识却成为近代化学的先导。特别值得一提的是中国金丹术士们在实验中发现的黑火药配方,当它被应用于军事并



图圆 中国古代炼丹图

得到推广后,就与印刷术、指南针(罗盘)一起成为改变整个世界的伟大发明。

当劳民伤财的金丹术在社会的一片谴责声中开始转向实用时,冶金化学和医药化学就成为首要的研究方向,其中的研究对象绝大多数是无机物,因此,可以说近代无机化学的建立就是近代化学的创建。

作为近代化学奠基人之一的英国科学家玻意耳,在自己的家庭化学实验室中,进行过许多化学实验。他是第一位给酸碱下定义的化学家。他还发现可以利用多种天然植物汁液来作酸碱指示剂。他主张化学应该有自身的目的,并为化学元素下了明确的定义,使化学发展有了新的起点。

作为 18 世纪化学革命的主将,法国化学家拉瓦锡通过自己的实验,否定了土和水是元素及水可以转化为土的观点,他还根据同行发现氧元素的成果,提出了新的燃烧学说即氧化理论。在跟踪实验中,他证明水是由氢和氧两种元素构成的化合物。此外,他和他的合作者共同制定了化学物质的命名法,阐明了元素的定义,列出了第一张化学元素表,提出了质量守恒原理。总之,拉瓦锡以科学实验的雄辩事实推翻了燃素说的百年统治,结束了元素观念的混乱,确立了化学反应的质量守恒原理,从而奠定了近代化学的基础,使化学成为一门像数学、物理学一样的精密科学。

英国科学家道尔顿在科学上最大的贡献就是提





出了科学的原子论。古希腊的元素学说对他的启发很大,后来他接受牛顿关于物质由原子组成的观点,于1808年提出了他的原子论。他认为化学元素由非常微小的、不可再分的微粒——原子组成,原子在一切化学变化中均保持不变,同一元素原子的各种性质包括质量都完全相同,不同元素的原子质量不同,质量是各种元素的基本特征,不同元素的原子以简单整数比例相结合。道尔顿的原子论清晰地阐明了包括倍比定律在内的一些化学经验定律,使许多化学现象得到统一的解释。道尔顿的原子论和意大利物理学教授阿伏伽德罗(阿伏伽德罗)在1811年提出的分子学说一起成为近代化学发展的基础和主线。

从玻意耳、拉瓦锡、道尔顿等化学家创立近代化学的历程来看,不难发现近代无机化学的发展构成了近代化学发展的主要内容。

当原子理论逐渐成为人们认识化学物质的主要理论武器后,化学发展开始进入一个新天地。然而分子假说却受到冷遇。在化学研究中,化学家无法区分原子与分子。两个基本概念的混淆,势必造成元素原子量测定的混乱局面。化合物的分子式更是五花八门,这种状况又使一些化学家怀疑起原子论的可信性。实际上这是对分子假说冷漠的结果。1826年在德国卡尔斯鲁厄召开的第一次国际化学家大会就试图解决这一症结。但来自各国的100余名化学家进行了激烈争论,仍没有形成统一意见。意大利化学家坎尼扎罗(坎尼扎罗)的朋友在会

上散发了坎尼扎罗两年前写的论文《化学哲学教程概要》,会后倒起了意想不到的作用。在这本小册子中,坎尼扎罗对原子论、分子假说提出后的 1869 年化学发展作了详细的评述,然后运用这些成果证实了阿伏伽德罗分子假说的合理性。由于他的文章据理分析,论证充分,条理清楚,方法严谨,很有说服力,并澄清了某些错误的见解,把原子论与分子假说整理成一个协调的理论体系,因此很快获得了众多化学家的赞同。

原子—分子论得到公认,使化学发展有了一个坚实的理论基础,并成为 19 世纪化学发展的一个重要转折点。在众多化学家的共同努力下,原子量的测定愈来愈精确,在此基础上,化学家不仅可以讨论有机物的分子式和分子结构的类型,从而建立起有机结构理论,使有机化学有了长足的发展,同时精确的原子量也帮助化学家认识到元素性质与原子量变化之间的微妙关系。在借鉴前人元素分类工作的基础上,1869 年俄国化学家门捷列夫(Д.И. Менделеев)提出了化学元素周期律。他发现元素的化学性质随着原子量的递增而呈现周期性的变化。尔后的科学实践不断验证了元素周期律的科学性。元素周期律不仅预言了新元素的存在,还预言了新元素的性质和发现它的方法,从而展示了科学理论的前瞻性。元素周期律不仅把化学元素分成了族和类,而且反映了元素之间固有的内在规律,所以元素周期律的提出实际上是对元素知识的一次综合整





理,它把元素的知识纳入一个比较严密的自然体系,成为现代物质结构理论发展的基础。经典无机化学一般是指按周期分类叙述和讨论元素及其化合物的性质、结构以及反应的一门化学分支。由此可见,元素周期律的提出意味着近代无机化学的主要框架基本建成。

## 门捷列夫的元素周期律

门捷列夫在 1869 年以清晰、明确的陈述率先提出了化学元素周期律。这个学说起初并没有引起学术界的重视,他的许多朋友,包括他所尊敬的老师,都规劝他放弃对这一课题的探索,认为这种纸牌式的排列不会有什么重要发现。然而门捷列夫坚信自己的探索非常重要,并继续深入研究,进一步发表文章阐述自己发现的元素周期律。特别是在 1871 年,他根据自己研究的新成果,并考察了他人的研究信息,大胆地修正了 1869 年所列的周期表。新的周期表不仅基本上表达了元素周期律的主要内容,而且还展示了它对科学实践指导的能动性和前瞻性。

1871 年,门捷列夫在德国著名的《李比希化学年鉴》发表了他对元素周期律的新认识的文章。据此来看,他具有以下观点:

(1) 元素按照原子量的大小排列起来,化学性质呈明显的周期性变化。(2) 性质相似的元素,它们的原子量或者大致相同(如铂、铀、钨),或者是有规则

地递增(如钾、铷、铯)。(猿)元素按照它们的原子量排列形成的族是符合它们的原子价的。(源)自然界中分布最多的各种元素有比较小的原子量,并且有着特别显著的性质。(缘)原子量的大小决定元素的性质。(远)预期可以发现许多未知元素,例如同铝和硅相似的元素,它们的原子量应该在 铯- 镱 之间。(苑)元素的原子量可以根据元素的位置来修正。(愿)元素的特性可以从它们的原子量预示出来。

这一表述元素周期律的论点,当时很难被化学家们接受。而门捷列夫根据他的假说所作的预言是否经得起考验呢?

检验首先表现在元素原子量的测定工作上。门捷列夫关于元素铟、铀、铈等的原子量修正意见很快被证实是正确的。而让科学家们对门捷列夫提出的元素周期律感到折服的事件发生在 1869 年。这一年法国化学家布瓦博德朗( 布瓦博德朗 )发现了元素镓。他对元素镓的一些特性的测定与 1869 年门捷列夫关于类铝的一些预言非常接近。表 1 就是镓的性质和门捷列夫的预言。

这一对比不仅使布瓦博德朗激动万分,而且在科学界产生了轰动。元素周期律不仅预言了一种新元素的存在,还预言了它的性质和发现它的方法,这在元素发现史上是第一例。

1879 年,瑞典化学家尼尔松( 尼尔松 )发现了稀土元素钇,正是门捷列夫预言的类硼;1886 年,德国化学家温克勒( 温克勒 )发现了新元素

