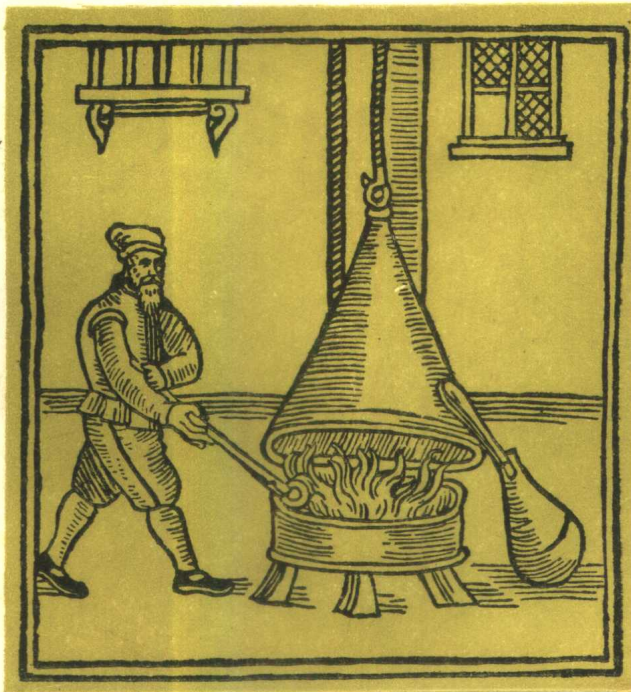


# 化学元素发现简史

Д. Н. 特立丰诺夫 著  
〔苏〕 В. Д. 特立丰诺夫



FA XIAN JIAN SHI  
HUA XUE YUAN SU

HUA XUE YUAN SU  
FA XIAN JIAN SHI

# 化学元素发现简史

〔苏〕Д. Н. 特立丰

著

崔浣华

凌永乐

科学技术文献出版社

## 内 容 简 介

本书简要叙述了107种元素发现的过程。全书共分两大部分，第一部分叙述自然界中存在的元素，第二部分讨论人工合成元素。本书根据当时的历史背景和科学技术条件，生动地描述了各元素发现的历程。对于科学家们在发现化学元素的研究中所作出的贡献，给出了公允的评价。

本书是一本化学知识读物，可供大、中学校的化学教师、学生以及化学史爱好者阅读参考。

D. N. Trifonov and V. D. Trifonov

### CHEMICAL ELEMENTS HOW THEY WERE DISCOVERED

Mir Publishers, 1982

## 化学元素发现简史

[苏] Д. Н. 特立丰诺夫 В. Д. 特立丰诺夫 著

崔澆华 郑 同 译

科学技术文献出版社出版

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张：9.25 字数：200千字

1986年1月北京第一版第一次印刷

印数：1—10,000册

科技新书目：105—59

统一书号：13176·184 定价：1.90元



MEMBER OF THE SOCIETY OF CHEMISTS

# MENDELEEV'S PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Periods	A I B		A II B		A III B		A IV B		A V B		A VI B		A VII B		VIII		A		B	
	H																			
1	1 H																	2 He		
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne												
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar												
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni										
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd										
6	55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt										
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds										
* LANTHANIDES																				
** ACTINIDES																				

Atomic number — 92 U  
Atomic mass — 238.02891  
Distribution of electrons by unpaired and following complete subshells

# 目 录

译者的话	(1)
致读者	(3)
引言	(5)
第一部分 自然界中发现的元素	(17)
第一章 古代已知的元素	(18)
碳(19)硫(20)金(21)银(24)铜(25)	
铁(27)铅(28)锡(29)汞(30)	
第二章 中世纪发现的元素	(32)
磷(32)砷(35)锑(36)铋(37)锌(38)	
第三章 空气和水的元素	(40)
氢(44)氮(48)氧(51)	
第四章 由化学分析发现的元素	(59)
钴(59)镍(60)锰(62)钡(64)钼(65)	
钨(66)碲(67)镉(69)铈(70)铀(71)	
钛(73)铬(75)铍(77)铌和钽(80)	
铂系金属(83)铂(84)钯(85)铑(87)钨和铀(87)	
钨(89)	
卤素(91)氟(91)氯(96)碘(99)溴(100)	
卤素对化学发展的重要性(103)	
硼(104)镉(105)锂(106)硒(108)硅(109)	
铝(111)钍(114)钒(115)	

第五章 用电化学方法发现的元素·····	(118)
钠和钾(119)镁(121)钙(122)	
第六章 用光谱法发现的元素·····	(124)
铯(124)铷(127)铊(128)铟(130)	
第七章 稀土元素·····	(133)
稀土元素的早期历史(134)镧和镕铽和铕(135)	
“镱”，铈，“钇”，铈(137)， “镨”	
的末日，“钆”，铈和镨(139)钆和镱(142)	
稀土元素历史中的“混乱时期”(143)	
铈和镨(146)稀土元素历史的教益(147)	
第八章 氦和其他惰性气体·····	(149)
氦(150)氩(154)氦、氖和氙(159)	
作为思想食粮的惰性气体(162)	
第九章 根据周期系预言的元素·····	(164)
镓(166)铊(170)镉(172)	
预言未知的化学元素(174)	
第十章 最后发现的两种稳定元素——铊和铯·····	(177)
铊(178)铯(180)	
第十一章 放射性元素·····	(186)
钋(187)镭(191)锕(193)钍(195)放射性元素和	
它们的家族(197)镤(206)钷(210)	
<b>第二部分 合成元素·····</b>	<b>(211)</b>
第十二章 周期系老边界内合成元素的发现·····	(214)
镅(214)锿(223)镱和钷(233)	
第十三章 超铀元素·····	(243)
镎(250)钚(253)镅和锔(254)锎(256)	

铷(257)铯和钡(258)铊(260)102号元素(262)  
103号元素(264)铋(265)铊(267)106号和  
107号元素(268)前景如何? (269)  
结束语.....(271)



## 译 者 的 话

波义耳在1661年提出了化学元素的科学概念以后，化学才可能作为一门科学发展起来。现在已经发现了107种元素。它们的发现、合成和鉴定在一定程度上反映了不同历史时期化学和物理科学的水平；同时又是化学科学研究方法的一些范例或化学发展的里程碑。在化学元素的发现、合成和鉴定的实验中饱含着失败与错误，真正的成功至今还不到一百次，因为在历史的早期已有一些元素存在。而往后取得成功的机会看来更是十分稀少了。不少科学家悲观地认为元素周期表中已经接近满员。因为越往后面元素的原子核内质子数目越多，它们的正电荷互相排斥导致元素极不稳定。例如，106号元素的寿命只有1秒多；而107号元素的寿命则为0.003秒。这些重元素生成的机会很少，鉴定它们的存在十分困难。目前，比105号元素更重的元素根本没有进行过化学研究；对103—105号元素的化学研究是以原子个数计量的。有人称它们为“一次1个原子的实验”。

正因为化学元素在科学中的基础地位，发现化学元素的机会难得，又因为元素发现史在化学史中比较系统，因此受到科学工作者、教师、学生和许多知识爱好者的注意。元素发现史的专著和科普读物为数不少，但是我们还是愿意把Д.Н. 特立丰诺夫和B.Д. 特立丰诺夫的这本书译出以供读者。作者之一对元素周期系、稀土元素和放射性元素等方面

颇有研究，从1961到1981年间在苏联出版了他在这方面的著作有七本之多，有的并译成其他国家的文字出版。本书叙述简明，作者对许多事实进行了考证，修改了过去一些广为传播而又失实的内容。作者是按发现方法的不同组织各种元素的发现史，体例清晰，能够比较好地反映人类认识元素由易到难的过程。

译者根据的是原著的英译本。译者尽管做了许多努力，但限于水平，错误或不当处恳祈各位专家和读者指正。

## 致 读 者

化学语言有它自己的字母表。它的字母就是化学元素的符号；字母组合的数目，即由字母组成的词，是无限的——化合物的种类是无穷尽的。目前，已知的化合物有四百多万种，并以每周六千种的数目在增长。显然，化学中这样的“造词”过程是永无休止的。

单个字母或者说化学元素的数目要少得多，目前仅有107种。编纂这些化学语言的字母表花费了几千年的时间，但是大部分字母只是在最近的二百年才识辨清楚，也就是在这短暂的时间里，化学才形成一门科学。

一切组成有生命的和无机物质的化合物都是80多种元素的各种各样的组合，其余已知元素实际上在自然界中没有找到，而是由科学家们借助核反应人工创造出来的。更新的元素可以用这种方法获得，我们不知道它们究竟有多少，但是十分清楚，化学字母表还不完全。

在这本书中，我们将叙说化学字母表是怎样设计成的，新化学元素又是怎样被勤劳探索的科学家们一个一个发现的。

许多书实际上已经叙述了所有化学元素，这些书足以存满一个很大的图书馆，书中描述了含有多种化学元素的矿物和矿石、它们的提取方法、物理和化学性质以及它们的用途。许多元素是惊人地丰富，它们被应用在广为不同和料想

不到的领域，造福人类。几乎每种元素都在当前的先进科学技术领域中起着重要的作用。

化学元素的历史是从它们的发现开始，虽然在多卷书中详细描述了各种元素，但是很少提到它们的发现，而元素的发现是人类知识历史中一个重要部分。

每种元素都有它自身经历的“传记”。许多元素的发现史还没有得到充分探讨，还有相当一部分有争论，需要化学史家们澄清。也许你将是其中一位。

# 引 言

大约在八十年前，德国化学家文克勒（Clemens Winkler）发现了锗，它是门捷列夫预言并称为“类硅”的元素。这位德国化学家把元素世界比作剧场的舞台，在舞台上演出一幕幕戏的角色是由各种元素扮演的。他说：每种元素扮演各自的角色，有时是配角，有时是主角。

科学家用这样的方法表明被人类发现的和已知的元素的重要性。

从元素发现史角度出发，不能把元素划分为主角或配角，所有元素都应得到同等的重视。

因此，元素发现史应按怎样的顺序讨论，可以由我们决定，我们可以按原子序数由小到大的顺序：氢、氦、锂，…直到107号元素，第107号元素至今还未命名。或者，我们也可以按组成周期系的各族顺序描述元素的发现历史。或者，按字母的顺序讨论各元素。

我们认为，所有这些方式都不算成功，因为它们歪曲了元素发现的年表。我们就用这个年表作为我们讨论的基础。但是，首先应明确理解“化学元素”这一词是什么意思。

## “化学元素”的概念

元素是某一种原子的总体。一个原子是由一个原子核和

环绕它的电子组成。一个原子核具有整数的正电荷，用拉丁字母 $Z$ 表示。这个电荷又是由原子核中含有的基本粒子（质子）数决定。质子的电荷（正的）在数量上等于电子的电荷（负的），这意味着原子核中的质子数（ $Z$ ）决定了原子的电子层中的电子数。元素的化学性质和行为决定于电子层中的电子如何分布，因此，核电荷 $Z$ 决定了化学元素的性质。此外， $Z$ 与周期表中元素的原子序数相符。例如，氧原子核（原子序数为8）具有的正电荷等于8，也就是它含有8个质子。

因此，一种元素是一组带有相同核电荷 $Z$ 的原子，核电荷决定这个元素在周期系中的位置。

同一元素的原子彼此能否不同？回答是“可以”。除了质子外，原子核中还有中子。就它们的质量说，中子与质子仅有微小的差别，但是中子不同于质子，它不带电，它是电中性的。没有中子就没有原子核（最轻的元素氢的核是唯一的例外，它只有一个质子，但是，有不同类型的氢原子，它们的核也含有中子）。因为电子的质量小得可以忽略不计（一个电子比一个质子轻1840倍），所以原子核中的质子和中子的总质量决定原子的质量。这种或那种元素的原子核中含有不同中子数的各种原子变种称为同位素的原子或同位素。同位素（isotope）一词来源于希腊文 *isos* 和 *topos*，意思是“相同”和“位置”。这表示同一元素的所有同位素在周期表中占同一位置。自然界中存在的元素大约  $3/4$  都有同位素，或者说它们代表了同位素群。其余的元素没有同位素，就是说它们只存在原子的一种品种。

即使“化学元素”这个概念似乎已经很明确了，但是实

际上它是一个比较抽象的术语，只是指具有一定核电荷的原子群。实际上我们所讨论的元素既是各种化合物的组分，也是单质。单质是元素游离的状态，这个游离状态使我们能够看到元素是什么样子的。一些元素在自然界仅以单质存在，有些元素则既可以单质也可以化合物的组分出现，还有一些元素总是与其他元素相结合。最后这一类的代表很多。元素在自然界中存在的状态在它的发现史中起着重要的作用。

## “元素”名称的来源

化学史家们对这个问题看法不一致，只能作出一些多少有些合理的假说。事实是古代引用“元素”概念的意义比目前化学元素的意义广泛，它在很大程度上具有哲学的意义。

一种假说是这样阐述的：“元素”这一词来自拉丁字母表中的字母：*l*, *m*, *n*和*t*，它们的发音是“el”-“em”-“en”-“te”（拉丁文是“*elementum*”）。科学家们用这样的方法产生“元素”一词，大概是想强调不同的化合物可以用构成它的元素表示，正像词可以用字母组成一样。还有另一些解释，我们就不予讨论了。

## “元素”是怎样变成“化学元素”的

现代原子模型形成以前，元素的概念纯属一种臆测。伟大的古代哲学家亚里斯多德(Aristotle)提出一个定义是：“元素是组成宇宙的简单物质，它不能再分成其他物质。”亚里

斯多德认为：存在一种基本物质和四种基本性质：热、冷、干、湿。它们的组合就是物质的元素：火、水、空气和土。根据亚里斯多德的意见，所有物体都是由这些元素组成。亚里斯多德的学说是以后若干世纪中炼金术和各种自然哲学派的理论基础。

直到十六世纪，巴拉塞尔士(Paracelsus)，一位著名的医生和科学家，把元素看得更具体、更实际。他提出，所有的物质都由汞、盐、硫三种起源物质组成，这三种物质具有三种性质：挥发性、固体性和可燃性。

正确理解元素性质的线索可在波义耳(Robert Boyle) (十七世纪英国杰出的化学家)的学说中找到。在他的《怀疑派化学家》一书中，他批评了元素具有一定性质的观点。根据他的看法，元素按它的本质而言应该是一种物质，它构成固体物质。他反对元素的数目是有限的这样的看法，因而揭示了发现新元素的可能性。虽然如此，要明确理解化学元素是什么，还有很长的路程，因此，科学家们没有可能正确解释新元素的发现。

拉瓦锡(Antoine Lavoisier)的观点在这个领域中前进了一大步，他明确说明简单物体的概念。他认为科学家们用各种方法不能分解的物质都是元素。他把单质分成四类。

第一类包括氧、氮、氢以及光和热(当然这是错误的)。拉瓦锡认为这些单质是真正的元素。第二类包括硫、磷、煤、盐酸基(后来称为氯)、氢氟酸基(氟)和硼酸基(硼)。根据他的观点，第二类物质都是能被氧化并生成酸的非金属单质。第三类包括简单的金属单质，铋、银、砷、铋、钴、铜、锡、铁、锰、汞、钼、镍、金、铂、铅、钨和锌，它们



也能被氧化生成酸。第四类包括构成盐的化合物（“土”），这些化合物都是复杂的：石灰（氧化钙）、镁土（氧化镁）、钡土（氧化钡）、矾土（氧化铝）、硅石（氧化硅）。在1789年，这些物质被看成是未知元素的氧化物这一事实只是一种猜测。这样一种分类和见解仍然是含混不清。但不管怎样，它可作为进一步研究元素本质的一个提要。

拉瓦锡并没有区分“元素”和“简单物体”的概念。只是到十九世纪由于原子和分子理论的发展和门捷列夫的工作才明确说明。

## 元素的发现是否有顺序

这个问题似乎放在本书的末尾更合乎逻辑，因为那时读者已经熟悉每个元素的发现历史。所有的讨论都应以事实为根据，我们将在适当的时候这样做。我们在这里只是对这个问题给大家一个概貌，鸟瞰。

打开本书 272 页，那里给出元素发现的年表，其中哪一些是首先发现的？在“发现年代”这一栏中，大约有十种元素只给出“古代已知”的说明，而不是确切的年代。“古代已知”的概念是相当不严密的，仅表明在我们时代以前早就知道这个元素了。当然，我们也不知是谁发现它们的。考古科学和化学很不同，考古学家们给出一种元素在古代首先被人们利用的多少有一些可靠性的信息（当然，并非看作是一种元素）。这里有一张古代已知元素的清单：铁、碳、金、银、汞、锡、铜、铅、硫，甚至一个初学化学的人都了解，这些元素在性质上是很不相同的。那么，为什么它们在元素