

# 环境·化学与人类健康

——人类社会文明与进步的标志

施开良 主编

化学工业出版社  
环境科学与工程出版中心  
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境·化学与人类健康——人类社会文明与进步的标志/  
施开良主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.3  
ISBN 7-5025-3692-2

I. 环… II. 施… III. ①化学-关系-健康-研究②化学  
元素-基本知识 IV. 06-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 007587 号

---

环境·化学与人类健康

——人类社会文明与进步的标志

施开良 主编

责任编辑: 马 强

责任校对: 陈 静

封面设计: 蒋艳君

\*

化学工业出版社 出版发行  
环境科学与工程出版中心  
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)  
发行电话: (010) 64982530  
<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销  
北京市管庄永胜印刷厂印刷  
三河市宇新装订厂装订  
开本 850×1168 毫米 1/32 印张 9 $\frac{3}{4}$  字数 263 千字  
2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月北京第 1 次印刷  
ISBN 7-5025-3692-2/X·135  
定 价: 20.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 序 言

化学工业是国民经济的基础工业，也是高科技、新材料发展的重要组成部分，化学多门类、多学科，它与人类社会、人类自身与人类生活及环境息息相关。但在人类社会的实际生活中，人们往往对化学工业及其产品产生了许多误解，甚至在舆论宣传中也出现了一些有关化学与人类健康的错误信息。为了使广大群众正确认识化学与人类生存和健康的重要作用，了解化学与人类自身的相互关系，广东省化工学会组织了中山大学、广东工业大学、华南农业大学等学府的教授、博士编写了本书。

本书特点是以人体自身的生命为本，以化学与人类健康之间的关系为中心，着重介绍化学元素在组成宇宙世界、地球和人体中的作用与地位，科学地阐述了食品及其添加剂、水、日用化学品、农药、农膜、化肥、医药化学品等各个领域中的许多天然或合成化学品是人体生命要素，也是人体健康的物质基础，从理论到实践详细地叙述了人类的历史长河中，在与自然界、生产、生活和人类疾病的斗争中，人类利用化学品为自身健康服务的知识、经验和正确的使用方法，从发展的角度描述了在知识经济和高新尖化学品日新月异的当今时代，未来化学品更好服务人类健康的前景，特别是基因工程产品的研制与生产将是社会发展、人类健康的福音。

全书文字畅顺、简洁、内容丰富、充实、深入浅出，体现了科普书的科学性、知识性、实用性和趣味性，有较强的前瞻性。相信《环境·化学与人类健康》一书对宣传化学科普知识、正确使用化学品，服务社会，提高人类自身生活素质，增强人类健康将会起到积极的作用。

广东省化工学会

二〇〇二年一月

## 前 言

北京一位中学生问诺贝尔化学奖获得者英国化学家克罗托教授：“人们都说 21 世纪是生命科学和信息科学的世纪，您能否告诉我化学有什么用，我们为什么要学习化学呢？”克罗托回答说：“正是因为 21 世纪是生命科学和信息科学的世纪，所以化学才更为重要。”

化学作为一门基础学科已经与各相邻学科交叉综合，出现了生命化学、农业化学、环境化学、能源化学、地球化学、材料化学、计算化学、医药化学等，化学又是一门应用性极强的学科，它已渗入到现代社会的工业、农业、国防、医药、卫生、交通、能源、环境、材料以及正在蓬勃发展的一切高科技领域。正是由于化学学科的发展和渗透以及化学家默默无闻的奉献，生命科学、信息科学才有今天的辉煌，成为新世纪的主导科学。

经过长期不懈的努力，化学家开发出两千几百万种化合物，为现代文明社会的建设和发展提供了强大的物质基础。人类社会是在化学的平台上构筑起现代丰富多彩的物质文明，全世界超过 60 亿人口的衣、食、住、行以及整个人类社会的发展都与化学息息相关，地球上庞大的人类群体生活在一个名副其实的化学世界中。

世纪之交，正当化学的形象被与其交叉学科的成功埋没的时候；正当人们质疑化学有什么用，还要不要学习的时候，广东省化工学会领导组织省内部分高校（中山大学、华南农业大学和广东工业大学）教师，编写出版一本关于环境、化学与人类健康方面的书显得特别有意义。在省化工学会领导的关心和支持下，经过多次研讨，达成了编写本书的共识：这是一本科普读物，书名叫《环境·化学与人类健康》，适合具有初中文化程度以上的读者阅读。读物要体现科学性、先进性、知识性和趣味性，要求写得深入浅出、通

俗易懂、文字流畅、图文并茂。本书的内容包括元素与人体健康，食品与营养及食品添加剂，化妆品和洗涤用品与人的健康，农药、化肥和农膜对人类健康及环境的影响，医药化学品与人类健康等。

本书由中山大学施开良教授主编。全书共十一章，大致可分为5部分。其中第一章~第三章为元素篇，由施开良执笔；第四章~第六章为食品化学品篇，由中山大学钟增培副教授执笔；第七章为日用化学品篇，由广东工业大学郭建维博士执笔；第八章~第十章为农业化学品篇，由华南农业大学徐汉虹教授执笔；第十一章为医药化学品篇，由中山大学许遵乐教授执笔。由于编者水平所限，书中错漏之处恳请读者批评指正。

编 者

2001年12月

# 目 录

<b>第一章 地球上的化学元素</b> .....	1
1.1 地球上化学元素的来源 .....	1
1.2 化学元素之间的关系 .....	7
1.3 元素是宇宙万物的组成者 .....	15
<b>第二章 人体中的化学</b> .....	25
2.1 人体中的化学元素 .....	25
2.2 人体中重要的生命有机化合物 .....	28
2.3 人体中的化学反应 .....	40
<b>第三章 化学元素与人体健康</b> .....	46
3.1 常量元素 .....	46
3.2 微量元素 .....	50
3.3 致癌元素 .....	56
<b>第四章 食品与营养</b> .....	59
4.1 人体所需营养素 .....	59
4.2 食物中的主要营养素 .....	79
4.3 均衡饮食营养 .....	85
<b>第五章 水是生命之源</b> .....	89
5.1 水是生命存在和发展的必要条件 .....	89
5.2 水的循环 .....	93
5.3 水的污染 .....	97
5.4 保护人类生存的生命源 .....	103
<b>第六章 食品添加剂与未来食品</b> .....	104
6.1 食品的化学污染 .....	104
6.2 食品添加剂 .....	105
6.3 未来食品与人类健康 .....	112
<b>第七章 日用化学品与人的健康</b> .....	116
7.1 皮肤的构造与常见皮肤病 .....	116
7.2 化妆品常识 .....	128
7.3 化妆品的正确选用与使用 .....	146

7.4	洗涤用品与人的健康 .....	158
<b>第八章</b>	<b>农药与人体健康 .....</b>	<b>166</b>
8.1	农药的概述 .....	166
8.2	农药的发展 .....	167
8.3	农药的危害性 .....	170
8.4	农药与人类的关系 .....	182
8.5	农药对人类健康的影响 .....	189
8.6	残留农药的消除 .....	196
8.7	现代农药与人类文明 .....	198
<b>第九章</b>	<b>化肥与人体健康 .....</b>	<b>207</b>
9.1	化肥概述 .....	207
9.2	化肥的循环 .....	217
9.3	化肥在农业生产中的作用 .....	219
9.4	化肥与健康 .....	225
9.5	净化我们的家园 .....	230
9.6	绿色农业与微生物复合肥 .....	231
9.7	生物技术 在化肥中的应用 .....	235
<b>第十章</b>	<b>农用薄膜与人体健康 .....</b>	<b>237</b>
10.1	农用地膜在农业中的应用 .....	237
10.2	农用棚膜在农业中的应用 .....	245
10.3	包装膜在农业中的应用 .....	248
10.4	农膜与环境 .....	249
10.5	现代农业与降解农膜 .....	251
<b>第十一章</b>	<b>医药化学品与人类健康 .....</b>	<b>253</b>
11.1	人类与医药的关系 .....	253
11.2	中药的概念 .....	254
11.3	中药的分类 .....	256
11.4	化学药物概述 .....	257
11.5	化学药物的分类 .....	258
11.6	药物的发现 .....	261
11.7	合理用药 .....	268
11.8	耐药性问题的研究 .....	280
11.9	新药的分类和开发过程 .....	286

# 第一章 地球上的化学元素

## 1.1 地球上化学元素的来源

学过化学的人们都知道元素周期表，现在的元素周期表上已有112个化学元素，它还在不断地增加。从1号（氢）到92号（铀）元素是自然界存在的天然元素，它们绝大部分是稳定的化学元素。92号铀以后的元素都是人造元素，在自然界中不存在，而是科学家在实验室里人工制造出来的，故称为人造元素。

自然界中存在的天然元素是从哪里来的？是地球形成时固有的还是地球形成后合成制造出来的。现代科学告诉我们，地球上的化学元素来自宇宙，地球上不能制造出元素，因为制造元素需要很高的温度，例如几千万度，甚至几亿度的高温，地球上不具备这样的条件，当然无法制造出元素来。因此，讨论地球上化学元素的来源就要从地球形成入手，这就必然要追溯到宇宙的起源。在这一节里，我们要告诉读者，宇宙中元素是怎样诞生的？地球上的元素来自何方？元素的年龄有多大？

### 1.1.1 原子的结构

原子由原子核和核外电子组成，原子的半径约为 $10^{-10}$ 米，原子核处于原子的中心。原子核由质子和中子组成，原子核的半径约为 $10^{-14}$ 米，是原子半径的万分之一，所以原子核的体积很小。质子带正电荷，中子是中性的，不带电荷。质子、中子的质量比电子大得多，因此，原子的质量集中在原子核上。原子的结构可描述为在原子的中心有一个带正电荷的原子核，它的质量几乎等于原子的全部质量。核外电子受原子核的吸引，围绕核不停地运动。电子的半径很小，大约在 $10^{-16}$ 米以下，因此，原子核和核外电子的总体积仅占整个原子所占空间的极小一部分，原子中的绝大部分空间是



“空”的。表 1-1 列出了电子、质子和中子的质量和电荷数据。

表 1-1 电子、质子、中子的质量和电荷

粒子	质量/kg	质量/amu	电荷/C	电荷/e
电子	$9.10953 \times 10^{-31}$	0.00055	$-1.60219 \times 10^{-19}$	-1
质子	$1.67265 \times 10^{-27}$	1.00728	$+1.60219 \times 10^{-19}$	+1
中子	$1.67495 \times 10^{-27}$	1.00866	0	0

### 1.1.2 元素和核素

**元素** 常称化学元素。具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子统称为元素，所以元素是某一种原子的总称。例如氢是一种元素，含一个质子，元素氢是氢原子的总称。

**核素** 核素是指具有特定质子数和特定中子数的同一类原子的总称。同种元素的原子核中，其所含的质子数相同，但中子数可以不同。例如氢元素有 3 种核素： $^1\text{H}$ 、 $^2\text{H}$ 、 $^3\text{H}$ 。 $^1\text{H}$  叫氢，左上角的数字表示质量数，质量数等于质子数和中子数之和， $^1\text{H}$  含有一个质子，不含中子。 $^2\text{H}$  叫氘，又称重氢，含一个中子。 $^3\text{H}$  叫氚，即超重氢，含 2 个中子。 $^2\text{H}$  和  $^3\text{H}$  是制造氢弹的材料。又如铀 (U) 元素也有 3 种核素： $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$ ，其中  $^{235}\text{U}$  是制造原子弹的材料。

**同位素** 同一种元素的不同核素互称为同位素。 $^1\text{H}$ 、 $^2\text{H}$ 、 $^3\text{H}$  3 种核素是氢元素的同位素。同理， $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$  3 种核素是铀元素的同位素。

### 1.1.3 元素家族的老大——氢和氦

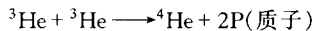
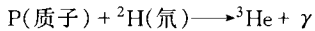
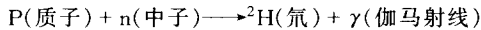
经过许多天文学家的观测研究，使人们知道今天的宇宙至少存在 1 千多亿个星系，如太阳系所处的银河系是其中的一个星系。银河系是一个由 1400 亿颗恒星及大量星云物质组成的巨大系统，年龄在 100 亿年以上，太阳是银河系中的一颗恒星，年龄有 46 亿年。这浩瀚无际的宇宙是怎样形成的？宇宙的起源是什么？这些问题对了解宇宙中元素的存在有密切的关系。

**宇宙大爆炸理论** 天文学家通过观测发现宇宙正处于不断膨胀

之中，为什么宇宙会处于膨胀状态呢？科学家为了要解释实验事实而提出各种假设，宇宙大爆炸理论是其中的一种假设。根据宇宙大爆炸理论的观点，认为在很早很早以前，宇宙是一个高温高密度的火球。这个大火球终于在 150 亿年前发生了一次大爆炸，爆炸后产生极高的温度，所有的物质只能以中子的形式存在，稍后才出现质子（即氢核），由于温度太高，中子和质子无法结合成为核。爆炸后的宇宙随着时间很快地冷却和膨胀，宇宙温度  $T$  与时间  $t$  的关系为：

$$T = \frac{1.5 \times 10^{10}}{\sqrt{t}}$$

由上式可算出由 1 千亿度下降到 1 百亿度，只需要 1 秒钟时间。再过 3 分钟，宇宙温度可降至 10 亿度，此时宇宙中有中子、质子、电子、光子和中微子等粒子，这些微粒子之间可以发生下列 3 种反应：



先由质子与中子结合形成 ${}^2\text{H}$ （氘），再生成 ${}^3\text{He}$ ，最后由 2 个 ${}^3\text{He}$ 生成 ${}^4\text{He}$ （氦核）。宇宙大爆炸后，宇宙温度在 3 分钟左右从 1 千亿度下降到 10 亿度，宇宙中的中子全部结合变为氦核，此时宇宙中只有氢核和氦核。但在 10 亿度温度下，氢核和氦核都不能与电子结合形成原子，一直经过几百万年后，质子（ ${}^1\text{H}$ ）和 1 个电子结合，形成氢原子；氦核（ ${}^4\text{He}$ ）和 2 个电子结合，形成氦原子。这就是元素周期表中第 1、2 号元素的来源，它俩是所有的元素中最早被合成的。因此，氢和氦两个元素的年龄粗略地算大约是 150 亿岁，他俩是元素家族中名副其实的老大哥了。

宇宙大爆炸理论发表后，得到一些实验观测的支持，如 1965 年有人观测到宇宙背景辐射，这种来自宇宙空间背景上的各向同性的微波辐射被认为是宇宙大爆炸后留下的余光，在宇宙空间无处不在；宇宙中氢和氦两元素的含量与理论预测值十分吻合；观测到河外天体有系统性的谱线红移，而且红移与距离大体成正比，这正是

大爆炸后宇宙膨胀的反映等。

**阿尔法磁谱仪** 宇宙大爆炸理论虽然得到一些实验观测的支持，但仍有不少科学家提出质疑。根据粒子物理理论，宇宙大爆炸后应产生同样数量的物质和反物质，但是迄今为止，人们还没有在宇宙中观测到反物质的存在。如果在宇宙中找到了反物质，那当然是对大爆炸理论强有力的支持。天文学家观测宇宙所用的光学方法无法区分物质和反物质，只有用磁谱仪才能观测到反物质。美籍华裔物理学家、诺贝尔奖获得者丁肇中领导由 10 多个国家参加的阿尔法磁谱仪国际科研计划，目标是寻找宇宙中的反物质和暗物质，进而探索宇宙的成因。

阿尔法磁谱仪的磁体由中国科学院电工所研制，他们用钕铁硼永磁合金研制成功两吨重的磁体，质量达到预期指标要求。阿尔法磁谱仪将放置在美国阿尔法空间站上，成为主要的观测仪器之一。

**反物质** 众所周知，物质分子是由原子通过化学键结合而形成的，原子则由原子核和核外电子组成，而原子核中有质子和中子。质子、中子的反物质是反质子和反中子，如果由反质子和反中子组成反原子核，由反原子核和核外的反电子（即正电子）组成反原子，再由各种反原子通过化学键结合成为各种反分子，即为反物质。宇宙中究竟有没有反物质，人们将拭目以待。

#### 1.1.4 化学元素的合成

宇宙大爆炸后，随着温度的下降，最早形成的元素是氢和氦，氢约占 76%，而氦占 24% 左右。以后的 40 亿年里，再没有其他元素合成了。当宇宙温度降到几千度时，辐射减退，存在宇宙中的主要是气态物质，气体逐渐凝聚成气云，再进一步形成星系、恒星及大量星云物质，其中恒星的演化对宇宙中重元素的合成起到重要的作用。

**恒星的演化** 恒星来源于大爆炸后形成的星际气体和尘埃物质，恒星形成后有它自己的演化过程和归宿。宇宙大爆炸后经过 40 亿年才形成第一代恒星。恒星的演化大致经历原始星、主序星、红巨星等阶段，质量小的恒星从主序星直接演化为白矮星，不经历

红巨星阶段，并以白矮星为归宿，它们对重元素的合成没有贡献。质量大的恒星演变到红巨星阶段后转变为超新星，超新星爆发后将成为中子星、黑洞，同时向宇宙喷射出含有大量重元素的星际物质，它们参与形成第二代恒星。图 1-1 示出恒星的演化过程和归宿示意图。第二代恒星形成于 100 亿年前，并开始新一轮的恒星演化过程。第三代恒星形成于 50 亿年前，太阳属于银河系第三代恒星中的一颗恒星。

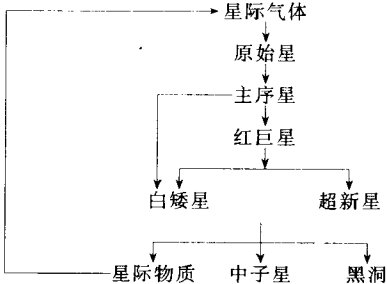
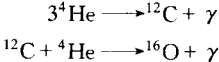


图 1-1 恒星的演化和归宿示意图

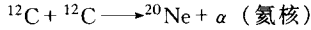
**元素的合成** 在恒星的演化过程中，从星云物质收缩到抵达主序星，这中间不会发生元素合成，对于大质量恒星元素合成主要发生在从主序星到达红巨星和超新星阶段。恒星处于主序星时，其内部温度可达 1 千万度以上，可以发生氢核聚变反应，或叫氢燃烧，其产物是氦。恒星氢燃烧的时间很长，约占恒星整个寿命的 90%，氢燃烧为恒星提供了能源。

当恒星内部的氢燃烧把氢耗尽了，其主要成分变为氦，这时恒星受引力的作用，继续收缩，使温度和密度进一步提高。当温度达到 1 亿度时，可以发生氦核聚变反应，也就是氦燃烧。氦燃烧的主要产物是碳和氧：



碳和氧将成为下一阶段碳燃烧和氧燃烧的原料。恒星发生氦燃烧后，开始从主序星往红巨星转移。

当氦燃烧完成后，恒星内部的成分主要是碳和氧，又将发生进一步的引力收缩，导致温度继续升高。当达到 6 亿度时，碳的核聚变反应可有许多种产物：



当碳燃烧完成后，随着引力收缩、温度升高依次能点燃更重的元素燃烧，如氧燃烧、镁燃烧、硅燃烧等，合成各种重元素，它们的年龄约为 110 亿岁。

当恒星内部发生了一系列核聚变反应之际，恒星已从红巨星转移到超新星阶段，这是大质量恒星的最后演化阶段。由于发生了重元素的核燃烧后，引力作用极强，就会发生迅猛异常的收缩，使恒星内部的温度、密度极高，最后以猛烈的爆发结束其一生，这就是超新星爆发。超新星爆发的瞬间亮度可增加几千万倍，甚至几百倍，同时把大量含有重元素的恒星物质抛向宇宙空间，向宇宙空间抛射物质的速度可达每秒 1 万公里。大质量恒星通过最后超新星爆发变为中子星，质量更大的恒星则会坍缩成黑洞，而抛射出去的含大量重元素的恒星物质成为宇宙空间的星际物质，去参与新一代恒星的形成。

### 1.1.5 地球的形成

地球是太阳系的一颗行星，讨论地球的形成，必然会追溯到太阳系的形成。康德对太阳系的起源提出了星云假设，大约在 50 亿年前，太阳系还是一团弥漫的缓慢转动的气体云，后来受到其他天体的引力扰动和冲击波的影响，气体云发生分裂，形成大小不等的 9 颗行星，即水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。除此之外，太阳系还有几十万颗小行星。

太阳系的中心天体是太阳，它是银河系中一颗第三代恒星。太阳的质量为  $2 \times 10^{30}$  千克，是一个半径为 70 万公里，表面温度达 6 千度的气体球，其中含氢特别多，约占太阳质量的 75%。太阳的

核心温度高达 1500 万度，因此，可发生氢核聚变反应（氢燃烧），有专家估计太阳每秒要烧掉 6 亿吨氢，因此，太阳上的氢燃烧至少可持续 100 亿年。太阳的年龄为 46 亿年，大概还可燃烧 50 亿年左右。太阳作为第三代恒星，目前还处于主序星阶段，等到氢燃烧结束才会转移到红巨星阶段。

根据太阳系形成的星云说，可以认为地球是由太阳系中原始星云里的气体、尘埃形成的，其中当然含有宇宙空间合成的各种化学元素。地球是一颗行星，质量只有太阳的百万分之三，地球的年龄也有 46 亿年，但从诞生以来，从未达到过 1 千万度以上的高温，所以地球不具备发生氢核聚变反应的条件，不可能发生星际氢燃烧这样的过程。因此，科学家在地球上发现的元素应来自宇宙，地球上的化学元素来自太阳系的星际物质。

地球离太阳的平均距离约 1.496 亿公里，这个距离最为适中，比地球更靠近太阳的行星会太热，比地球更远离太阳的行星又太冷，两者都不适合生命物质的存在。迄今为止，除了地球外，在其他星体上尚未发现有生命物质存在。最近报道说月亮上有水，火星上也可能有水，水是生命之源，究竟其他星体有无生命物质，有待于科学家去发现和证实了。

地球的形状是一个略扁的椭圆形球体，赤道半径为 6378 公里，极半径为 6357 公里。地球的中心部分称为地核，表面部分称为地壳，在地壳和地核之间广大的区域称为地幔，如图 1-2 所示。

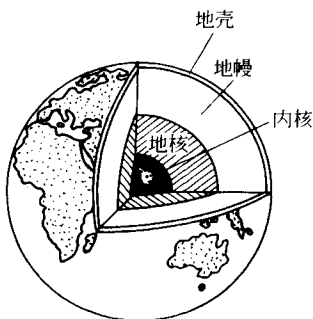


图 1-2 地球断面示意图

## 1.2 化学元素之间的关系

### 1.2.1 元素的发现

面对丰富多彩、五色缤纷的物质世界，古代中外思想家都在思

考许许多多不同的物体中是否由最基本的物质所组成，他们把这些最基本的物质称为元素。有人认为金、木、水、火、土是元素，有人认为空气也是元素，甚至把当时不能再分解的物质都看成元素。一直到18世纪中叶，欧洲兴起工业革命，近代科学诞生了，化学家陆续发现了化学元素，并随着科学仪器和实验技术的发展，发现的化学元素越来越多。

**借天平发现元素** 空气曾经被认为是一种元素，现在我们知道空气是多种气体的混合物，主要含氮和氧。18世纪中期，瑞典化学家卡尔·舍勒（C.W.Scheele）做了一个磷的燃烧实验。他将一小块磷放在烧瓶里，塞上瓶塞，加热让它燃烧，燃烧完毕待烧瓶冷却后，把瓶颈朝下浸入一盆水中，然后拔去瓶塞，盆里的水从下而上涌入烧瓶中，填充了烧瓶体积的 $\frac{1}{5}$ 。舍勒把这 $\frac{1}{5}$ 体积的空气叫“活空气”，把另外 $\frac{4}{5}$ 空气叫“死空气”。后来法国化学家拉瓦锡（A.L.Lavoisier）也做了磷的燃烧实验，他用了当时的精密仪器——天平完成了磷的燃烧定量实验。他把一小块磷放在烧瓶里先称了，再加热燃烧，待烧瓶凉却后再称一次，从而知道磷的燃烧产物比磷来得重，那 $\frac{1}{5}$ “活空气”与磷结合了。最后拉瓦锡证明了那“活空气”就是氧，他借助天平的帮助发现了氧元素。后来更确定那 $\frac{4}{5}$ 体积“死空气”就是氮，氮元素也被发现了，空气是元素的说法自然地推翻了。

**伏打电池的诞生** 古时候水也被认为是一种元素，一直到18世纪，人们没有办法能使水分解。19世纪初，意大利物理学家伏打（A.Volta）发明了原电池，创制了

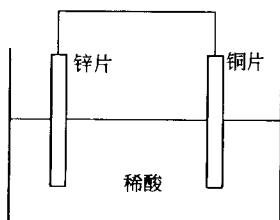
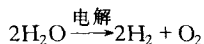


图 1-3 原电池示意图

产生电流的第一个装置。若将盐水或稀酸倒入一个容器中，插入一铜片和一锌片作电极，用导线把锌片和铜片连接起来，就能产生电流，这就是原电池，也称伏打电池（如图1-3）。若把多个原电池串联起来成为电池组，产生的电流较强。人们发现利用电流不但能使水分

解，还能使过去认为不能分解的物质如苛性碱分解。电解法成为新的技术，推动化学元素的发现。

用电解法分解水，得到氢和氧，证明水不是元素，是氢和氧结合的化合物



苛性碱是指氢氧化钠、氢氧化钾，或称苛性钠、苛性钾，俗称烧碱。由于人们找不到一种方法可以去分解苛性碱，因此，以为苛性碱是不可再分解的简单物质，被认为是一种元素。电解法问世后，英国化学家戴维（H.Davy）试验电解熔融的苛性钠或苛性钾，得到金属钠和金属钾，后来又得到金属钙、镁、锶、钡等金属元素。借助伏打电池和电解法，科学家又发现了一批化学元素。

**分光镜的发明** 当化学家发现第 57 号化学元素钪以后，再也没有关于新元素发现的报道了，似乎地球上的所有元素都已找全了。正当山穷水尽疑无路的时候，本生（R.W.Bunsen）和基尔霍夫（G.R.Kirchhoff）两人合作发明了分光镜，建立了光谱分析法，提供了寻找新元素的锐利武器，使人们在发现新元素的道路上呈现出柳暗花明又一村的光明前景。

本生是一位德国的化学家，而基尔霍夫是德国物理学家，化学家与物理学家携手合作，用现在的话来说，具有学科综合交叉的优势。一开始他们两位就自己动手制造观察光谱的仪器——分光镜。他们在镜筒的一端开一条狭缝，这样就做成一条平行光管，让光通过平行光管后落到三棱镜上，三棱镜把狭缝里射来的光经过折射而形成光谱，通过观察镜可观察到光谱。

他们利用分光镜观察已知元素的光谱，例如取一点钠盐放在煤气灯火焰中燃烧，让光通过分光镜，则可观察到两条明亮的黄线，这是钠元素的特征光谱；钾盐的特征谱线是一条紫线和一条红线；锂盐则产生一条明亮的红线和一条较暗的橙线；所有锶盐的光谱上，都有一条明亮的蓝线和几条暗红线。对于已知元素的光谱他们都观察了，并把它们的光谱记录下来作为底样。有一次本生配制了



一个混合样，内含 4 种不同金属的盐，然后叫基尔霍夫观察混合样的光谱，并要他报出内含什么元素。基尔霍夫观察到钠、钾、铯、锶 4 种元素的光谱，与本生配制的完全一致。

本生和基尔霍夫利用研制的分光镜建立了光谱分析法，完成了已知元素的光谱谱图。在此基础上，他们着力寻找新元素。只要试样做出来的光谱在已知元素光谱谱图中找不到的，就可能是新的元素，他们利用光谱法找到的新元素铯 (Cs) 和铷 (Rb)。光谱分析这种方法非常灵敏，试样中含微量待分析的元素都能检测出来。光谱分析法传开后，很多科学家动手制造分光镜来观察各种各样样品，又发现了铊 (Tl)、铟 (In) 等新元素。

**来自太阳的元素** 基尔霍夫不满足于寻找发现新元素，他要用分光镜研究太阳光谱。他把分光镜对准太阳光，让太阳光线入射平行光管，在三棱镜后看到了太阳光谱。经过仔细的研究、基尔霍夫查出了太阳光谱中有钠、铁、铜、铅、锡、氢、钾等 30 多种元素，证明太阳上也有存在我们地球上拥有的常见元素，说明太阳和地球几乎是由相同的化学元素组成的，由此，使人们深信地球上的元素起源与太阳上的元素起源也是相同的。

### 1.2.2 元素周期律

化学家利用先进的仪器设备，新发现的化学元素日益增加，总数达到了 63 种。每一种元素可以和其他元素化合而形成各种各样的化合物，构成五光十色多姿多彩的物质世界。化学家面对已发现的 63 种化学元素不免要问：这地球上究竟有多少种化学元素？还有多少种化学元素等待发现？到哪里去寻找尚未发现的元素呢？地球上的化学元素之间是各自独立、漫无秩序的，还是彼此之间有规律可循，这个规律又是怎样的呢？

**门捷列夫的贡献** 1867 年门捷列夫在俄罗斯彼得堡大学担任普通化学教授，他对元素化学深有研究。他用硬纸片做了 63 个卡片，每一张卡片记录了一个化学元素的名称、原子量、密度以及其他化学物理性质。门捷列夫反复摆弄这些卡片，不断调换位置，希望能找到元素之间的某种规律。到了 1869 年，门捷列夫终于有了