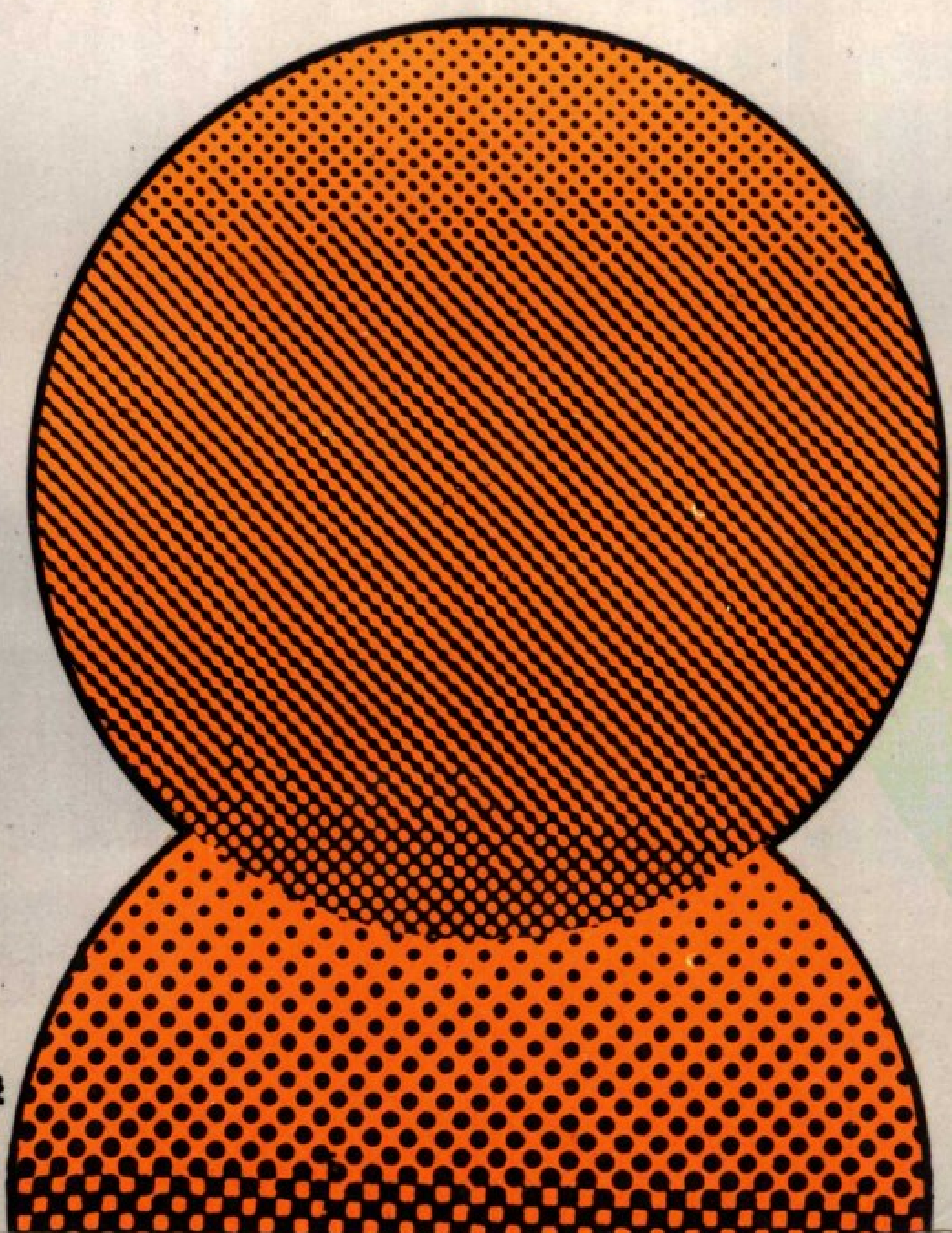


A. 厄恩肖 著

元素化学

上册

曹庭礼 李学同 校
张弱非 单辉 等译
白桂蓉



高等教育出版社

元素化学

上册

【英】N. N. 格林伍德 A. 厄恩肖 著

曹庭礼 王致勇 张弱非
单 辉 白桂蓉 等译
曹庭礼 李学同 校

高等教育出版社

(京)112号

图字:01-1995-743号

Chemistry of the Elements by Greenwood/Earnshaw
Butterworth-Heinemann Ltd (1984)

元素化学

上册

[英] N.N. 格林伍德

A. 厄恩肖 著

曹庭礼 王致勇 张弱非

单辉 白桂蓉 等译

曹庭礼 李学同 校

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 20.5 字数 490 000

1997年7月第1版 1997年7月第1次印刷

印数 0 001-1 170

ISBN 7-04-002396-2/O. 811

定价 23.00元

内 容 简 介

本书译自英国学者 N.N. 格林伍德和 A. 厄恩肖合著的《Chemistry of the Elements》(1984 年第一版)。全书以周期系为基础,分族讨论了主族及过渡元素的化学,对元素及化合物的性质和反应作了系统而全面的论述。本书与一般无机化学教科书的不同之处在于:除讨论无机化学内容外,还涉及到分析化学、理论化学、工业化学、金属有机、生物无机等方面内容以及现代流行的许多分支学科的内容;所以,堪称为一本现代的、综合性的元素化学论著。

全书共分 31 章。中译本分三册出版。上册 10 章(1~10 章),内容包括:元素的起源、同位素与原子量、化学周期性及周期表、1A 至 IVA 主族元素。中册 8 章(11~18 章),内容包括:VA 至 VIIA 主族元素及稀有气体。下册 13 章(19~31 章),内容包括全部过渡元素以及镧系和锕系元素。

本书可作为化学、化工专业本科学生及研究生学习无机化学课程的参考书,亦可供从事化学教学的教师或其他化学工作者参考。

前 言

在本书中,我们力图对元素化学作出份量适当、条理清晰的综合性论述,使之既适合于大学生也适合于研究生的需要。作为化学中心内容的元素化学,充满着精巧的实验、有趣的化合物和振奋人心的新发现。本书特别避免了采用“无机化学”这个名称,因为它强调一种过时的化学概念,这种概念在本世纪末的几十年中已不再适用了。因此,我们在本书除涉及到无机化学外,还涉及到本该称为分析化学、理论化学、工业化学、金属有机、生物无机等方面的内容以及现在流行的许多分支学科的内容。

我们决意将化学现象及本学科的事实基础置于本书的头等重要地位。当然元素化学是按一定的基本理论系统进行讨论以体现教学的内在联系和结构体系。但始终应该强调它是化学的化学。这样做有如下理由。首先,理论是变化的,而化学事实则不常变,因此,以所论内容的基本事实及有关理解为基础的论述,就具有较长的持久性和较高的价值。自然我们也认识到,虽然“事实”不会发生突然改变,但对其含义的理解却常会变化。所以,学会如何正确地评估观察到的现象和分析实验信息是十分重要的事。本书为此提供了大量的实例。其次,我们认为,先提出一个理论,再叙述一些实验,声称证明了该理论,这种叙述方法并不是科学的。重要的是区分理论和事实,并从其本质上认识到理论是暂时的且是不断变化的。科学的进步是靠纠正谬误而不是靠建立真理;决不是实验能“证明”某个理论,只能说这个理论与迄今已知的事实相符(更精确地说,我们应该承认所有事实都孕育着理论)。

认识到下面一点也是很重要的:化学并不像一本教科书的目

录所规定的那样，是一个凝固的知识体系。化学自从它产生以来直到现在都在向各种特定方向发展，它是一门具有自身促进作用的活的学科。我们将在适当的章节，参照其发展历史，尽力向读者表述出这门学科的成长过程和振奋人心的前景。本书目前是按一定的逻辑体系和理论系统编写的。但其间插编了许多补充材料，用以说明、例证、扩大或加深所讨论的化学内容。

化学是人类的一种活动，其成果对我们日常生活有实际的影响。然而，我们不能紧抱着这种“联系”不放。今日的某种联系，明日就会成为过时。但从另一方面而言，在当今世界，不认识到下面这点是很愚蠢的：化学除具有学术上的激励作用和情趣上给人以满足以外，又经常是实用的。这已成为许多元素化学知识的附加特点。实际上大多数元素的化学正是由于社会需要而得到了特定的发展。对于许多人，元素化学最富于魅力的一个方面，就是其潜在的实用性。我们为此曾向世界上500多家化学公司写信，询问了其生产或使用何种化学制品及其数量、目的等情况。获得了无比丰富的信息。对讨论元素化学确实是无可估价的宝贵资料。我们感到仅凭教师自身的经历，要获得这样专门的知识是困难的，为此在本书的适当地方，溶汇了许多这方面的材料。我们认为了解一个化合物每次是以毫克量生产还是每年以吨计生产以及其生产目的等都是很有意义的。

在一本专门论述元素化学的教材中，以下述问题为开端较为合理：元素起源于何处，当初是如何形成的，它们在地壳内的丰度何以这么多，什么决定其原子量等等。这些问题，在许多教材中往往被忽视，而又确实难以解答，这却是目前仍在积极研究的课题。本书第一章对这些问题作了一些初步的解答及假设。接着，在系统地讨论个别元素的化学和它们族的关系之前，简要地介绍了化学周期性和元素周期表。

英国、澳大利亚、加拿大、丹麦、德意志联邦共和国、日本、美国以及其它一些国家的同行们对本书各章所作的仔细评定和审议，使我们信心倍增。我们相信，这本新著，作为讨论元素及其化合物种种性质的一本基本教材，将会受到广泛的欢迎。

在编撰本书的这些年中，Leeds 大学 Edward Boyle 图书馆工作人员给予了长期不懈的帮助，在此，谨致热忱的感谢。同时向 J. 托马斯夫人深表谢意，她以坚强的毅力和高超的技艺为本书绘制了图稿，没有她的无私帮助和我们各自家庭的理解，本书是无法完成的。

N. N. 格林伍德

A. 厄恩肖

序

出版一本新的元素化学综合性论著，对教师和学生都是一桩很重要的大事。新近的多数无机化学教科书，偏重无机化学理论，但对元素及其化合物的性质和反应缺乏系统而全面的论述。因此，《元素化学》一书满足了人们对一本现代的、严谨的和综合性的元素化学论著的客观需要。物质性质及反应的有关事实是化学中最本质的东西。与经常会变化的“理论”相比，“事实”即使有改变也是很小的。并且，使学生认识到：一个化学家需要有这些“事实”的坚实基础才能懂得理论的需要，也才能判别这些理论的适用性和运用的局限性，这一点至关重要。任何人只要随意涉猎一本化学书，便会很快发现其中有许多饶有兴趣而未能解释的事实，它们激励着人们去开创新的或改进的理论。显然，编撰本书是一桩很繁重的任务。在此谨祝贺编者们以如此流畅的文笔写成了这部内容丰富而有深度的元素化学著述。在今后的若干年内，本书对教师和学生来说无疑是一本权威性的无机化学参考书。我祝贺该书获得圆满成功。

R. J. 吉莱斯皮
McMaster 大学
Hamilton, Ontario, Canada.

译 序

《元素化学》(Chemistry of the Elements)由英国 N. N. Greenwood 和 A. Earnshaw 合著,1984 年出版,次年重印时改正了个别印刷错误。

目前,国内外新近出版的无机化学教科书,大都加强了向微观、定量和推理方面发展,但对元素及化合物的性质和反应尚缺乏全面的叙述;同时,对于元素叙实化学的编写,往往又采取经院式的自我封闭形式,不能反映近年来学科日益相互渗透的趋势。

本书著者强调了元素化学是化学中心内容的观点。认为,物质的性质和反应的有关事实,才是化学中最本质的东西;作为一个化学家只有具备这些化学事实的坚实基础,才能真正懂得理论的需要和认识理论的局限性,也才可能具有化学的开拓意识和务实能力。据此,著者把元素及化合物的性质和反应置于本书头等重要的地位,并以现代内容加以充实和丰富。另一方面,著者努力使本书成为一个开放系统,广泛地联系了与元素化学有关的新技术、新工艺和新材料,注意并加强了向其它学科的渗透。书中还以专题资料的形式插入了许多纵向和横向的知识,涉及到不少新学科和新技术的前沿问题。所以,从某种意义上说,本书是一本加强了内涵和外延的无机化学论著(虽然,著者不同意这种叫法,而称其为《元素化学》)。

当前,我们国内迫切需要这样一本现代的、开放的和综合性的元素化学参考书。我们译出本书,希望它对提高我国读者无机化学水平方面能发挥良好的作用。

本书由北京理工大学、清华大学、天津大学、中国纺织大学和

中国石油大学等校教师合译。由曹庭礼、李学同审校。清华大学吕维纯译出了第一章的初稿。北京理工大学单辉、张庆宇分别审校了第五章和第六章。由于译校者水平有限,错误及不当之处,敬请读者指正。

在当前出版严肃的科学著作存在困难的情况下,高等教育出版社决意出版这部《元素化学》译著,译者深受鼓舞和感动,谨致谢意和敬意。

曹庭礼 谨识

于北京理工大学幸福村

1988.12.

上册目录

译序	1
序	1
前言	1
第1章 元素的起源、同位素与原子量	1
1.1 引言	1
1.2 宇宙的起源	2
1.3 星系演化与恒星的光谱级别	7
1.4 元素的合成	14
1.4.1 氢燃烧	14
1.4.2 氦燃烧及碳燃烧	16
1.4.3 α -过程	17
1.4.4 e -过程(平衡过程)	18
1.4.5 s -过程和 r -过程(中子的慢速吸收和中子的快速吸收)	20
1.4.6 p -过程(质子捕获过程)	22
1.4.7 x -过程	22
1.5 原子量	24
1.5.1 原子量的不确定度	27
1.5.2 放射性元素问题	30
1.6 思考问题	31
第2章 化学周期性与周期表	33
2.1 引言	33
2.2 原子的电子结构	35
2.3 元素性质的周期性递变	38
2.3.1 原子性质及物理性质的递变	38

2.3.2	元素化学性质的递变	44
2.4	新元素及新化合物的预言	46
2.5	周期表的问题	51
第3章	氢	52
3.1	引言	52
3.2	氢的原子性质及物理性质	55
3.2.1	氢的同位素	55
3.2.2	正氢和仲氢	57
3.2.3	氢的离子化形式	59
3.3	氢的制备、生产及应用	60
3.3.1	氢	60
3.3.2	氘	66
3.3.3	氚	67
3.4	氢的化学性质及其递变	71
3.4.1	质子酸碱	72
3.5	氢键	80
3.5.1	氢键对物质性质的影响	81
3.5.2	氢键对结构的影响	89
3.5.3	氢键的强度及其理论说明	94
3.6	元素的氢化物	97
第4章	锂、钠、钾、铷、铯及钫	104
4.1	导论	104
4.2	碱金属元素	104
4.2.1	发现与分离	104
4.2.2	地球上的丰度及分布	106
4.2.3	生产及应用	116
4.2.4	碱金属的性质	118
4.2.5	碱金属化学活性的递变	120
4.2.6	碱金属在液氨和其它溶剂中的溶液	122

4.3 碱金属的化合物	127
4.3.1 引言: 离子键模型	127
4.3.2 卤化物及氢化物	132
4.3.3 氧化物、过氧化物、超氧化物及低氧化物	135
4.3.4 氢氧化物	140
4.3.5 含氧酸盐及其它化合物	141
4.3.6 配合物、冠状化合物及穴状化合物.....	148
4.3.7 金属有机化合物	154
第5章 铍、镁、钙、锶、钡及镭	162
5.1 导论.....	162
5.2 碱土金属元素.....	164
5.2.1 地球上的丰度及分布	164
5.2.2 生产及应用	167
5.2.3 碱土金属的性质	169
5.2.4 碱土金属的化学活性及其递变趋势	170
5.3 碱土金属的化合物.....	172
5.3.1 引言	172
5.3.2 氢化物及卤化物	175
5.3.3 氧化物及氢氧化物	182
5.3.4 含氧酸盐及配位化合物	185
5.3.5 金属有机化合物	196
铍	196
镁	202
钙、锶及钡	210
第6章 硼	213
6.1 导论.....	213
6.2 元素硼.....	216
6.2.1 硼的分离及提纯	216
6.2.2 晶体硼的结构	217
6.2.3 硼的原子性质及物理性质	221

6.2.4	硼的化学性质	222
6.3	硼化物	224
6.3.1	引言	224
6.3.2	硼化物的制备及其化学计量学	225
6.3.3	硼化物的结构	228
6.4	硼烷(硼氢化物)	234
6.4.1	引言	234
6.4.2	硼烷的结构、键合及拓扑结构	244
6.4.3	硼烷的性质	253
6.4.4	乙硼烷(B_2H_6)的化学	254
6.4.5	巢形戊硼烷(B_5H_9)的化学	265
6.4.6	巢形癸硼烷($B_{10}H_{14}$)的化学	271
6.4.7	笼形 $-B_nH_n^{2-}$ 的化学	276
6.5	碳硼烷	279
6.6	金属碳硼烷	289
6.7	卤化硼	301
6.7.1	三卤化硼	301
6.7.2	硼的低卤化物	308
6.8	硼-氧化合物	313
6.8.1	硼的氧化物及含氧酸	313
6.8.2	硼酸盐	316
6.8.3	含硼-氧键的有机化合物	320
6.9	硼-氮化合物	321
6.10	硼的其它化合物	328
第7章	铝、镓、铟及铊	331
7.1	导论	331
7.2	铝、镓、铟、铊的元素	333
7.2.1	元素的地球丰度及分布	333
7.2.2	金属的制备及用途	335
7.2.3	元素的性质	341

7.2.4	元素的化学反应活泼性及其递变	345
7.3	铝、镓、铟、铊的化合物	349
7.3.1	氢化物及有关的配位化合物	349
7.3.2	卤化物及卤配合物	356
	三卤化铝	357
	镓、铟、铊的三卤化物	363
	镓、铟、铊的低卤化物	369
7.3.3	氧化物及氢氧化物	372
7.3.4	三元的及更复杂的氧化物相	380
	尖晶石及有关化合物	381
	钠-β-铝及相关的相	384
	铝酸三钙 $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	386
7.3.5	其它无机化合物	389
7.3.6	金属有机化合物	396
第8章	碳	404
8.1	导论	404
8.2	碳元素	406
8.2.1	地球上的丰度及分布	406
8.2.2	同素异形体	417
8.2.3	碳的原子性质及物理性质	419
8.2.4	碳的化学性质	423
8.3	石墨间隙化合物	430
8.4	碳化物	436
8.5	碳的氢化物、卤化物及卤氧化物	442
8.6	碳的氧化物及碳酸盐	445
8.7	碳的硫属化合物及其相关化合物	457
8.8	氰化物及其它碳氮化合物	461
8.9	金属有机化合物	473
8.9.1	单齿配体	477
8.9.2	双齿配体	491

8.9.3	三齿配体	496
8.9.4	四齿配体	500
8.9.5	五齿配体	503
8.9.6	六齿配体	509
8.9.7	七齿及八齿配体	511
第9章	硅	515
9.1	导论	515
9.2	硅元素	517
9.2.1	存在及分布	517
9.2.2	硅的分离、制备及工业用途	518
9.2.3	硅的原子性质及物理性质	519
9.2.4	硅的化学性质	523
9.3	硅的化合物	526
9.3.1	硅化物	526
9.3.2	硅的氢化物(硅烷)	528
9.3.3	硅的卤化物及相关的配合物	532
9.3.4	二氧化硅及硅酸	536
9.3.5	硅酸盐矿	544
	具有独立单元的硅酸盐	546
	具有链状、带状结构的硅酸盐	549
	具有层状结构的硅酸盐	554
	具有骨架结构的硅酸盐	563
9.3.6	硅的其它无机化合物	567
9.3.7	有机硅化合物及硅氧烷	570
第10章	锗、锡及铅	581
10.1	导论	581
10.2	锗、锡、铅的元素	582
10.2.1	地球上的丰度及分布	582
10.2.2	锗、锡、铅的生产及用途	584
10.2.3	锗、锡、铅的性质	588