

2
He

III A IVA VA VIA VII A

5 6 7 8 9 10
B C N O F Ne13 14 15 16 17 18
Al Si P S Cl Ar

铜系

唐任寰 刘元方

铜系后元素

张青莲 张志尧 唐任寰

	I B	II B						
28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn

64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

科学出版社

《无机化学丛书》

第十卷

铜系
铜系后元素

唐任寰 刘元方

张青莲 张志尧

唐任寰

科学出版社

1990

内 容 简 介

本卷包括铜系和铜系后元素两个专题,介绍了周期表中自铜系起的所有元素,由各个元素的发现史,再现了元素周期律,并丰富了周期律的实际内容。本书还介绍了这些元素和有关化合物的性质、用途、合成方法和分析方法,可供物理、化学、地质和核能等学科的研究者和大学师生参考。

《无机化学丛书》

第十卷

铜系

唐任寰 刘元方

铜系后元素 张青莲 张志尧 唐任寰

责任编辑 林长青

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年11月第一版 开本: 850×1168 1/32

1990年11月第一次印刷 印张: 13 5/8

印数: 平1—500 插页: 平 1 精 3

精1—320 字数: 352 000

ISBN 7-03-001806-0/O·349 (平)

ISBN 7-03-001808-7/O·350 (精)

平 装 16.40 元
定价: 布脊精装 18.00 元

《无机化学丛书》编委会

顾 问

戴安邦 顾翼东

主 编

张青莲

副主编

申泮文

编 委

尹敬执 曹锡章 吕云阳 唐任寰

序

无机化学是化学科学的一个重要分支，也是最早发展起来的一门化学分支学科。无机化学研究的对象是周期系中各种元素及其化合物，不包括碳氢化合物及其衍生物。本世纪中叶以来，无机化学又进入了新的发展阶段，这是和许多新的科学技术领域，如原子能工业、空间科学技术、使用半导体材料的通信和计算技术等兴起密切相关的。这些科技部门要求人们利用无机化学的理论探索和研制种种具有特殊性能的新材料，研究极端条件下物质的性质和反应机理，以及提出新的无机物的生产工艺流程。与此同时，现代物理学、生命科学、地质科学以及理论化学的新进展等因素也都在日益推动着无机化学的发展进程。

我国在解放前缺少与无机化学有关的工业基础，因此无机化学人才培养得较少，科学研究工作的基础也比较薄弱。解放后我国无机化学虽有了很大发展，但仍然比较落后。为了扭转这种局面，加速无机化学科学人员的培养和提高，促使教学和研究工作的迅速发展，以及为了解决我国丰富的矿产资源的综合利用、新型材料的合成、无机化学新观点和新理论的提出等问题，有必要编辑出版一套中型的无机化学参考书。为此，科学出版社和中国化学会共同组织了《无机化学丛书》编辑委员会主持本丛书的编写工作。经过多次讨论和协商，拟定了丛书的编辑计划和写作大纲，确定丛书分十八卷，共四十一个专题，从1982年

起陆续出版。全丛书共约六百多万字，前十卷分论，后八卷为无机化学若干重要领域的专论。

本丛书适合高等学校教师、高年级学生和研究生学研究人员和技术人员参阅。编委会竭诚欢迎广大读者对本书的内容提出宝贵的意见，以便在再版时加以修改。

《无机化学丛书》编委会

1982年9月

第十卷 前 言

《无机化学丛书》第十卷包括两个专题：29. 钢系；30. 钢系后元素。钢系分十二章，从概论、制取和分离、金属及用途综合介绍起，至钢、铀、镎、钚及钚后元素逐个叙述，由唐任寰（北京大学副教授）撰写；钍和镤两章则由刘元方（北京大学教授）撰写。钢系后元素分五章，叙述 104 至 109 号元素以及对超重元素的理论预言，由张青莲（北京大学教授）、张志尧（中国科学院高能物理研究所副研究员）负责撰稿并提供资料，唐任寰作整理补充并编索引。张青莲审阅了全卷内容。

鉴于本卷的问世，结束了所有元素的论述。关于元素的一个普遍性问题是其原子量，若不介绍其测定方法及修订程序，读者会感到一项重要的缺陷，因而在本卷末增补了有关附录。

初稿曾请居克飞同志（中国核学会副研究员）作了详细的校阅，并提出了宝贵的意见和建议。作者谨表深切的感谢。

1940年，继 E. McMillan 和 P. H. Abelson 人工合成第 93 号元素镎之后，G. T. Seaborg 等合成了第 94 号元素钚，随后约 20 年间，连续合成了一系列钚后元素，从而提出钢系理论，这是现代无机化学发展的又一座里程碑。而钢系后元素的进一步合成，又扩展了元素周期系的视野，本卷叙述这些新的成就，将予读者以有益的启示。作者限于学识水平，书中难免有缺点和错误，敬希读者批评指正。

《无机化学丛书》第十卷 作者

1988 年 10 月于北京

目 录

29. 钢 系

29.1 钢系元素概论	3
1.1 钢系理论的提出	4
1.2 钢系元素的电子构型	7
1.3 钢系元素的价态、离子半径和配位数	12
1.4 钢系离子的水溶液化学	16
1.4.1 钢系离子的稳定性	16
1.4.2 钢系元素的氧化还原反应	19
1.4.3 钢系元素的络合反应	24
1.4.4 钢系元素的水解	28
1.5 钢系元素在自然界中的存在	30
参考文献	32
29.2 钢系元素的制取和分离	34
2.1 钢系元素的人工制取	34
2.1.1 中子俘获法	34
2.1.2 带电粒子核反应法	38
2.2 钢系元素的分离	40
2.2.1 萃取法	40
2.2.2 离子交换法	48
2.2.3 其他分离方法	52
参考文献	54
29.3 钢系元素金属及用途	56
3.1 钢系元素金属	56
3.1.1 钢系金属制备	56

3.1.2	金属的物理和化学性质	61
3.2	锕系元素的用途	66
3.2.1	核燃料	67
3.2.2	热源	72
3.2.3	辐射源	76
3.3	锕系元素的毒性	79
	参考文献	84
29.4	钍	87
4.1	引言	87
4.2	钍的同位素与核性质	88
4.3	钍的元素性质	90
4.4	钍的化合物	91
4.4.1	氢化物	91
4.4.2	氧化物	91
4.4.3	卤化物	92
4.4.4	钍的重要盐类	93
4.5	钍的水溶液化学	93
4.6	钍的分离和分析	97
4.6.1	从铀矿中提取 ^{227}Ac	97
4.6.2	中子辐照法制备	98
4.6.3	^{228}Ac 的分离	99
4.6.4	钍的分析测定	101
	参考文献	101
29.5	钷	102
5.1	引言	102
5.2	钷的同位素与核性质	103
5.3	钷的元素性质	104
5.4	钷的化合物	106
5.4.1	氢化物、氮化物和碳化物	106
5.4.2	氧化物和硫化物	108
5.4.3	卤化物	110

5.4.4	钍的重要盐类	114
5.4.5	钍的其他化合物	118
5.5	钍的水溶液化学	120
5.6	钍的分离和分析	121
5.6.1	从矿石中提取钍	121
5.6.2	钍的萃取分离	121
5.6.3	钍的离子交换分离	123
5.6.4	钍的沉淀分离	123
5.6.5	钍的主要分析方法	124
	参考文献	125
29.6	镨	126
6.1	引言	126
6.2	镨的同位素与核性质	126
6.3	镨的元素性质	128
6.4	镨的化合物	129
6.4.1	氢化物、氮化物和碳化物	129
6.4.2	氧化物	129
6.4.3	卤化物	131
6.4.4	镨的重要盐类	137
6.4.5	镨的其他化合物	138
6.5	镨的水溶液化学	138
6.6	镨的分离和分析	140
6.6.1	从矿石中提取镨	140
6.6.2	镨的共沉淀	140
6.6.3	镨的光谱分析	141
6.6.4	镨的光度法测定	141
6.6.5	镨的电化学分析	142
	参考文献	142
29.7	铀	144
7.1	引言	144
7.2	铀的同位素与核性质	146

7.3	铀的元素性质	153
7.3.1	铀的物理性质	153
7.3.2	铀的化学性质	155
7.4	铀的化合物	156
7.4.1	氢化物、氮化物和碳化物	156
7.4.2	氧化物和硫化物	157
7.4.3	卤化物	160
7.4.4	铀的重要盐类	164
7.4.5	铀的其他化合物	167
7.5	铀的水溶液化学	169
7.5.1	氧化还原反应	170
7.5.2	水解反应	171
7.5.3	络合反应	173
7.6	铀的分离和分析	176
7.6.1	从矿石中提取铀	176
7.6.2	铀的萃取分离	177
7.6.3	铀的离子交换分离	179
7.6.4	铀的沉淀分离	180
7.6.5	铀的主要分析方法	181
	参考文献	185
29.8	镎	186
8.1	镎的同位素与核性质	187
8.2	镎的主要同位素的生产	193
8.2.1	^{237}Np	193
8.2.2	^{238}Np	195
8.2.3	^{239}Np	195
8.3	镎的化合物	196
8.3.1	镎的氢化物	196
8.3.2	镎的卤化物	197
8.3.3	镎的氧化物	200
8.3.4	镎的其他化合物	202
8.4	镎的水溶液化学	204

8.4.1	无机配位体络合物	205
8.4.2	有机配位体络合物	210
8.4.3	铊的氧化还原反应	210
8.4.4	铊的吸收光谱	214
8.5	铊的分析测定	216
8.5.1	辐射测量法	216
8.5.2	分光光度法	217
8.5.3	其他分析法	220
	参考文献	222
29.9	钷	225
9.1	钷的同位素与核性质	225
9.2	钷的主要同位素的生产	229
9.2.1	^{239}Pu	230
9.2.2	^{241}Pu	233
9.3	钷的化合物	234
9.3.1	钷的氢化物	234
9.3.2	钷的卤化物	235
9.3.3	钷的氧化物	241
9.3.4	钷的其他化合物	246
9.4	钷的水溶液化学	250
9.4.1	无机配位体络合物	251
9.4.2	有机配位体络合物	256
9.4.3	钷的氧化还原反应	256
9.4.4	钷的吸收光谱	263
9.5	钷的分析测定	265
9.5.1	氧化还原法	265
9.5.2	分光光度法	265
9.5.3	X 射线吸收和 X 射线发射法	266
9.5.4	其他分 法	266
	参考文献	267
29.10	镧	269

10.1	镅的同位素与核性质	269
10.2	镅的主要同位素的生产	274
10.2.1	^{241}Am	274
10.2.2	^{243}Am	275
10.3	镅的化合物	275
10.3.1	镅的氢化物	275
10.3.2	镅的卤化物	275
10.3.3	镅的氧化物	276
10.3.4	镅的其他化合物	278
10.4	镅的水溶液化学	279
10.4.1	无机配位体络合物	281
10.4.2	有机配位体络合物	282
10.4.3	镅的氧化还原反应	287
10.4.4	镅的吸收光谱	288
10.5	镅的分析测定	290
10.5.1	辐射测量法	291
10.5.2	分光光度法	291
10.5.3	重量法	291
	参考文献	292
29.11	镞	293
11.1	镞的同位素与核性质	293
11.2	镞的主要同位素的生产	297
11.2.1	^{242}Cm	297
11.2.2	^{244}Cm	298
11.3	镞的化合物	298
11.3.1	镞的氢化物	298
11.3.2	镞的卤化物	299
11.3.3	镞的氧化物	299
11.3.4	镞的其他化合物	300
11.4	镞的水溶液化学	300
11.4.1	无机配位体络合物	301

11.4.2	有机配位体络合物	301
11.4.3	铜的吸收光谱	302
11.5	铜的分析测定	306
	参考文献	308
29.12	铜后元素	309
12.1	铍	309
12.1.1	铍的同位素与核性质	309
12.1.2	铍的制取和纯化	309
12.1.3	铍的化合物	315
12.1.4	铍的水溶液化学	315
12.2	硼	316
12.2.1	硼的同位素与核性质	317
12.2.2	硼的制取和纯化	320
12.2.3	硼的化合物	321
12.2.4	硼的水溶液化学	322
12.3	镁	324
12.3.1	镁的同位素与核性质	324
12.3.2	镁的化学	324
12.4	铝	327
12.5	钪	330
12.6	锆	333
12.7	铈	335
	参考文献	339

30. 镧系后元素

30.1	前言	343
1.1	镧系后元素在周期表中的位置	343
1.2	镧系后元素的电子构型	345
1.3	命名法	346
	参考文献	347
30.2	镧系后元素合成和性质	348

2.1	104号元素	348
2.2	105号元素	352
2.3	106号元素	356
2.4	107号元素	358
2.5	108号和109号元素	361
	参考文献	363
30.3	新元素性质的预言	365
3.1	超重元素及其理论预言	366
3.2	超重核的壳层结构	368
3.3	超重核的稳定性	371
3.4	超重核的裂变性质	373
3.5	超重元素的物理和化学性质	373
	参考文献	378
30.4	在自然界中寻找超重元素	379
4.1	寻找的根据	379
4.2	测定方法	379
4.3	鉴定分析与结果	381
4.4	尚未找到超重核的原因	388
4.5	今后的探索方向	389
	参考文献	391
30.5	人工合成超重元素	392
5.1	重离子反应合成	392
5.1.1	合成反应机制	392
5.1.2	合成反应实验	393
5.2	高能质子次级反应合成	399
5.2.1	合成反应机制	399
5.2.2	合成反应实验	399
5.3	多中子俘获反应合成	400
5.3.1	合成反应机制	400
5.3.2	设想的实验方案	401

参考文献.....	402
附录 原子量的测定和修订.....	404
索引.....	416

29. 钢 系