

$w(\text{Ta})/\%(\text{质量})$

郭青蔚 王桂生 郭庚辰 编著



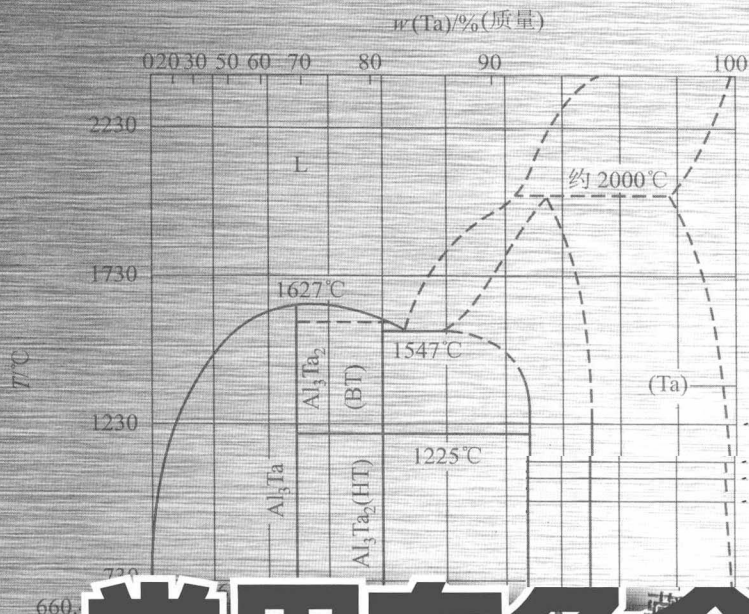
常用有色金属 二元合金相图集

● CHANGYONG YOUSE
JINSHU ERYUANHEJIN XIANGTUJI



化学工业出版社

郭青蔚 王桂生 郭庚辰 编著



常用有色金属

二元合金相图集

● **CHANGYONG YOUS**
JINSHU ERYUANHEJIN XIANGTUJI



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

常用有色金属二元合金相图集/郭青蔚, 王桂生, 郭庚辰编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 9
ISBN 978-7-122-06338-0

I. 常… II. ①郭…②王…③郭… III. 有色金属-二元合金-相图-图集 IV. TG146-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 122464 号

责任编辑: 丁尚林 王晓云
责任校对: 李 林

装帧设计: 王 晓 宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
880mm×1230mm 1/24 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 477 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

有色金属与人类社会文明史的发展息息相关。历史学家曾把器物使用作为社会生产力发展的里程碑，如石器时代、青铜时代、铁器时代等。当今，能源、信息和材料被称为社会三大支柱。有色金属及其合金是材料的重要组成部分。有色金属既是重要的结构材料，又是优良的功能材料，是国民经济、国防工业和科学技术发展必不可少的基础材料和重要的战略物资。信息工程、生物技术、航空航天、海洋工程、核能利用，特别是飞机、导弹、火箭、卫星、核潜艇等尖端武器以及原子能、电子计算机、通信等所需材料无一不和有色金属及其合金有关。

金属相图可以描述和阐明金属与金属之间以及金属与非金属之间的物理化学作用。合金材料的研究和开发及实际应用在很大程度上要依据相应的相图知识。因此，元素相图常被人们称为“材料研究的指南图”或“材料研究的地图”。它们都对材料的发展起到了指导和推动作用。虽然在合金的实际使用中几乎都是多元金属或者非平衡状态的材料，但二元金属相图始终是基础，永远是合金研究与开发中具有重要参考价值的主要资料。

阅读相图大致有两方面的意义：一是利用已有的平衡相图了解有关合金在任意温度下处于平衡状态时存在哪些稳定相、相的组成、结构、有多少共存相等；二是从相图中了解发生了什么样的反应，看看它用于合金试样处理时是否能得到所希望达到的性质。

相图的研究已有一百多年的历史，世界上出版了大量的金属相图集。这些厚厚的大部头的或多卷集的相图，内容丰富、全面、翔实，但同时也有携带不易和查找不便等方面的缺点。为克服这方面的困难，我们在编著本书时，从实际应用出发，重点选择了以国内常用的 10 种有色金属（Al、Mg、Cu、Pb、Zn、Ni、Co、Sb、Sn 和 Hg）和在高科技、国防军工应用较多的 6 种稀有高熔点金属（Ti、Zr、W、Mo、Nb 和 Ta）。除了主体金属外，还考虑了一些非金属和半金属，如间隙元素 C、H、O、N 以及稀土元素、稀散金属、放射性金属及贵金属等，因此所纳入的图，实际涵盖的元素很广，几乎涉及元素周期表中的绝大多数实用性元素。全书共收集相图 660 多幅。

在已出版的相图册中，很多相图是采用理论计算的方法得出的数据绘制。这在相图的准确性和可靠性受到一定程度的影响。为保证所选相图的可靠性和实用性，本书中相图主要选取根据实验方法所得数据制成的

相图，并且特别重视选取实验方法和理论计算方法所得数据相互吻合很好的图。

书中相图温度单位符号采用 $^{\circ}\text{C}$ ，相图组成轴的下轴采用原子分数 ($x/\%$)，上轴采用质量分数 ($w/\%$)。以纯金属及其同素异构体为基或以化合物为基的有限固溶体用圆括号表示，如以纯金属铅为基的固溶体写成 (Pb)、(β -Nb)、(Pd_3Sn)。此外，两个组元生成的无限固溶体也用同样方法表示，如 (δ -Ce, β -Y)、(Ag, Au)。当纯金属组元或化合物有两种变体时，则以 β (或 HT) 表示高温形态，如 β -Zr、 β -PdSm 或 β -NiS (HT)；如果纯金属组元或化合物有三种变体时，以希腊字母 α 表示低温形态 (LT)，以 γ 表示中温形态 (MT)，以 β 表示高温形态 (HT)，如 α -Sm、 β -Sm 和 γ -Sm 或 α -BiPt (HT)、BiPt (MT) 和 BiP (LT)。

为便于材料开发有关的技术人员和管理人员容易阅读、看懂和理解相图，本书附录给出了相图的阅读方法、重要专业名称的解释以及物质的晶体结构等方面的数据。

本相图图集可作为从事材料开发、研究的科技人员、大专院校相关专业师生的重要的工具书，也可供管理人员等冶金和非冶金人士参考。

编著者衷心地感谢中国有色金属工业协会钛锆铅分会对本书出版的关怀和支持。

书中若有疏漏不当之处，恳请各位读者批评指正！

编著者

目 录

第 1 章 轻金属二元系合金相图

1.1 铝二元系合金相图 2

1. Al-As 铝-砷	2
2. Al-Au 铝-金	2
3. Al-B 铝-硼	3
4. Al-Ba 铝-钡	3
5. Al-Be 铝-铍	4
6. Al-Bi 铝-铋	4
7. Al-C 铝-碳	5
8. Al-Ca 铝-钙	5
9. Al-Cd 铝-镉	6
10. Al-Ce 铝-铈	6
11. Al-Co 铝-钴	7
12. Al-Cr 铝-铬	7
13. Al-Fe 铝-铁	8
14. Al-Ga 铝-镓	8
15. Al-Gd 铝-钆	9
16. Al-Ge 铝-锗	9
17. Al-H 铝-氢	10
18. Al-Hf 铝-铪	10
19. Al-Hg 铝-汞	11
20. Al-Ho 铝-钬	11

21. Al-In 铝-铟	12
22. Al-La 铝-镧	12
23. Al-Li 铝-锂	13
24. Al-Mn 铝-锰	13
25. Al-Mo 铝-钼	14
26. Al-Na 铝-钠	14
27. Al-Nb 铝-铌	15
28. Al-Nd 铝-钕	15
29. Al-Ni 铝-镍	16
30. Al-O 铝-氧	17
31. Al-P 铝-磷	17
32. Al-Pb 铝-铅	18
33. Al-Pd 铝-钯	18
34. Al-Pr 铝-镨	19
35. Al-Pt 铝-铂	19
36. Al-Pu 铝-钷	20
37. Al-Re 铝-铼	20
38. Al-Ru 铝-钌	21
39. Al-Sb 铝-锑	21
40. Al-Se 铝-硒	22
41. Al-Si 铝-硅	22
42. Al-Sm 铝-钐	23

43. Al-Sn	铝-锡	23
44. Al-Sr	铝-锶	24
45. Al-Ta	铝-钽	24
46. Al-Tb	铝-铽	25
47. Al-U	铝-铀	25
48. Al-V	铝-钒	26
49. Al-W	铝-钨	26
50. Al-Y	铝-钇	27
51. Al-Yb	铝-镱	27
52. Al-Zn	铝-锌	28
53. Al-Zr	铝-锆	28

1.2 镁二元系合金相图 29

54. Mg-Al	镁-铝	29
55. Mg-Au	镁-金	30
56. Mg-Ca	镁-钙	30
57. Mg-Er	镁-铒	31
58. Mg-Ga	镁-镓	31
59. Mg-Gd	镁-钆	32
60. Mg-Ge	镁-锗	32
61. Mg-H	镁-氢	33
62. Mg-Hg	镁-汞	33
63. Mg-La	镁-镧	34

64. Mg-Lu	镁-镥	34
65. Mg-Na	镁-钠	35
66. Mg-Nd	镁-钕	35
67. Mg-O	镁-氧	36
68. Mg-Pb	镁-铅	36
69. Mg-Pd	镁-钯	37
70. Mg-Pr	镁-镨	37
71. Mg-Pu	镁-钷	38
72. Mg-Rb	镁-铷	38
73. Mg-Sc	镁-钪	39
74. Mg-Si	镁-硅	39
75. Mg-Sm	镁-钐	40
76. Mg-Sr	镁-锶	40
77. Mg-Tb	镁-铽	41
78. Mg-Th	镁-钍	41
79. Mg-Tl	镁-铊	42
80. Mg-Tm	镁-铥	42
81. Mg-U	镁-铀	43
82. Mg-V	镁-钒	43
83. Mg-Y	镁-钇	44
84. Mg-Yb	镁-镱	44
85. Mg-Zn	镁-锌	45

第2章 重金属二元系合金相图

2.1 铜二元系合金相图 48

86. Cu-Ag	铜-银	48
-----------	-----	----

87. Cu-Al	铜-铝	48
88. Cu-Au	铜-金	49
89. Cu-B	铜-硼	49

90. Cu-Ba	铜-钡	50
91. Cu-Be	铜-铍	50
92. Cu-Bi	铜-铋	51
93. Cu-C	铜-碳	51
94. Cu-Cd	铜-镉	52
95. Cu-Ce	铜-铈	52
96. Cu-Dy	铜-镝	53
97. Cu-Fe	铜-铁	53
98. Cu-Ga	铜-镓	54
99. Cu-Gd	铜-钆	54
100. Cu-Ge	铜-锗	55
101. Cu-H	铜-氢	55
102. Cu-Hf	铜-铪	56
103. Cu-Hg	铜-汞	56
104. Cu-In	铜-铟	57
105. Cu-Ir	铜-铱	57
106. Cu-La	铜-镧	58
107. Cu-Li	铜-锂	58
108. Cu-Mn	铜-锰	59
109. Cu-Mo	铜-钼	59
110. Cu-Nb	铜-铌	60
111. Cu-Nd	铜-钕	60
112. Cu-Ni	铜-镍	61
113. Cu-O	铜-氧	61
114. Cu-P	铜-磷	62
115. Cu-Pb	铜-铅	62
116. Cu-Pd	铜-钯	63
117. Cu-Pt	铜-铂	63

118. Cu-Pu	铜-钷	64
119. Cu-Rh	铜-铑	64
120. Cu-S	铜-硫	65
121. Cu-Sb	铜-锑	66
122. Cu-Sc	铜-钪	66
123. Cu-Se	铜-硒	67
124. Cu-Si	铜-硅	67
125. Cu-Sn	铜-锡	68
126. Cu-Sr	铜-锶	68
127. Cu-U	铜-铀	69
128. Cu-V	铜-钒	69
129. Cu-Y	铜-钇	70
130. Cu-Zn	铜-锌	70
131. Cu-Zr	铜-锆	71

2.2 铅二元系合金相图 72

132. Pb-Ag	铅-银	72
133. Pb-Al	铅-铝	72
134. Pb-Au	铅-金	73
135. Pb-Ba	铅-钡	73
136. Pb-Bi	铅-铋	74
137. Pb-Ca	铅-钙	74
138. Pb-Cd	铅-镉	75
139. Pb-Ce	铅-铈	75
140. Pb-Cr	铅-铬	76
141. Pb-Dy	铅-镝	76
142. Pb-Fe	铅-铁	77
143. Pb-Eu	铅-铕	78

144. Pb-Ga	铅-镓	78
145. Pb-Gd	铅-钆	79
146. Pb-Ge	铅-锗	79
147. Pb-In	铅-铟	80
148. Pb-K	铅-钾	80
149. Pb-La	铅-镧	81
150. Pb-Li	铅-锂	81
151. Pb-Mn	铅-锰	82
152. Pb-Na	铅-钠	82
153. Pb-Ni	铅-镍	83
154. Pb-Pd	铅-钯	83
155. Pb-Pr	铅-镨	84
156. Pb-Pt	铅-铂	84
157. Pb-Pu	铅-钷	85
158. Pb-Rb	铅-铷	85
159. Pb-Rh	铅-铑	86
160. Pb-S	铅-硫	86
161. Pb-Se	铅-硒	87
162. Pb-Si	铅-硅	87
163. Pb-Sm	铅-钐	88
164. Pb-Sr	铅-锶	88
165. Pb-Te	铅-碲	89
166. Pb-Ti	铅-钛	89
167. Pb-Tl	铅-铊	90
168. Pb-U	铅-铀	90
169. Pb-Y	铅-钇	91
170. Pb-Yb	铅-镱	91
171. Pb-Zn	铅-锌	92

2.3 锌二元系合金相图 93

172. Zn-Ag	锌-银	93
173. Zn-Al	锌-铝	93
174. Zn-As	锌-砷	94
175. Zn-Au	锌-金	94
176. Zn-Ba	锌-钡	95
177. Zn-Bi	锌-铋	95
178. Zn-Ca	锌-钙	96
179. Zn-Cd	锌-镉	96
180. Zn-Ce	锌-铈	97
181. Zn-Co	锌-钴	97
182. Zn-Cr	锌-铬	98
183. Zn-Fe	锌-铁	98
184. Zn-Ga	锌-镓	99
185. Zn-Ge	锌-锗	99
186. Zn-H	锌-氢	100
187. Zn-Hg	锌-汞	100
188. Zn-In	锌-铟	101
189. Zn-La	锌-镧	101
190. Zn-Li	锌-锂	102
191. Zn-Mn	锌-锰	102
192. Zn-Na	锌-钠	103
193. Zn-Nd	锌-钕	103
194. Zn-P	锌-磷	104
195. Zn-Pb	锌-铅	104
196. Zn-Pd	锌-钯	105
197. Zn-Pr	锌-镨	105

198. Zn-Pt	锌-铂	106
199. Zn-Pu	锌-钷	106
200. Zn-Rb	锌-铷	107
201. Zn-Si	锌-硅	107
202. Zn-Sm	锌-钐	108
203. Zn-Sr	锌-锶	108
204. Zn-Tc	锌-锝	109
205. Zn-Te	锌-碲	109
206. Zn-Th	锌-钍	110
207. Zn-Ti	锌-钛	110
208. Zn-Tl	锌-铊	111
209. Zn-U	锌-铀	111
210. Zn-V	锌-钒	112
211. Zn-Y	锌-钇	112
212. Zn-Yb	锌-镱	113

2.4 镍二元系合金相图 114

213. Ni-Ag	镍-银	114
214. Ni-Au	镍-金	114
215. Ni-B	镍-硼	115
216. Ni-Co	镍-钴	115
217. Ni-Cr	镍-铬	116
218. Ni-Dy	镍-镝	116
219. Ni-Fe	镍-铁	117
220. Ni-Ga	镍-镓	117
221. Ni-Gd	镍-钆	118
222. Ni-Ge	镍-锗	118
223. Ni-H	镍-氢	119

224. Ni-Hf	镍-铪	119
225. Ni-In	镍-铟	120
226. Ni-Ir	镍-铱	120
227. Ni-La	镍-镧	121
228. Ni-Li	镍-锂	121
229. Ni-Nb	镍-铌	122
230. Ni-O	镍-氧	122
231. Ni-P	镍-磷	123
232. Ni-Pb	镍-铅	123
233. Ni-Pd	镍-钯	124
234. Ni-Pr	镍-镨	124
235. Ni-Pt	镍-铂	125
236. Ni-Pu	镍-钷	125
237. Ni-Re	镍-铼	126
238. Ni-Rh	镍-铑	126
239. Ni-Ru	镍-钌	127
240. Ni-S	镍-硫	127
241. Ni-Sb	镍-锑	128
242. Ni-Sc	镍-钪	128
243. Ni-Se	镍-硒	129
244. Ni-Si	镍-硅	129
245. Ni-Sm	镍-钐	130
246. Ni-Sn	镍-锡	130
247. Ni-Sr	镍-锶	131
248. Ni-Ta	镍-钽	131
249. Ni-Te	镍-碲	132
250. Ni-Th	镍-钍	132
251. Ni-U	镍-铀	133

252. Ni-V	镍-钒	133
253. Ni-W	镍-钨	134
254. Ni-Y	镍-钇	134
255. Ni-Yb	镍-镱	135
256. Ni-Zn	镍-锌	135

2.5 钴二元系合金相图 136

257. Co-Au	钴-金	136
258. Co-B	钴-硼	136
259. Co-Be	钴-铍	137
260. Co-C	钴-碳	137
261. Co-Ce	钴-铈	138
262. Co-Cr	钴-铬	138
263. Co-Cu	钴-铜	139
264. Co-Dy	钴-镝	139
265. Co-Er	钴-铒	140
266. Co-Fe	钴-铁	140
267. Co-Ga	钴-镓	141
268. Co-Gd	钴-钆	141
269. Co-Ge	钴-锗	142
270. Co-H	钴-氢	142
271. Co-Hf	钴-铪	143
272. Co-Ho	钴-钬	143
273. Co-In	钴-铟	144
274. Co-Ir	钴-铱	144
275. Co-La	钴-镧	145
276. Co-Mg	钴-镁	145
277. Co-Mn	钴-锰	146

278. Co-Mo	钴-钼	146
279. Co-Nb	钴-铌	147
280. Co-Nd	钴-钕	147
281. Co-Ni	钴-镍	148
282. Co-O	钴-氧	148
283. Co-Os	钴-锇	149
284. Co-Pb	钴-铅	149
285. Co-Pd	钴-钯	150
286. Co-Pr	钴-钷	150
287. Co-Pt	钴-铂	151
288. Co-Pu	钴-钷	151
289. Co-Re	钴-铼	152
290. Co-Rh	钴-铑	152
291. Co-Ru	钴-钌	153
292. Co-S	钴-硫	153
293. Co-Sb	钴-锑	154
294. Co-Sc	钴-钪	154
295. Co-Se	钴-硒	155
296. Co-Si	钴-硅	155
297. Co-Sm	钴-钐	156
298. Co-Sn	钴-锡	156
299. Co-Ta	钴-钽	157
300. Co-Th	钴-钍	157
301. Co-U	钴-铀	158
302. Co-V	钴-钒	158
303. Co-W	钴-钨	159
304. Co-Y	钴-钇	159
305. Co-Yb	钴-镱	160

306. Co-Zn	钴-锌	160
307. Co-Zr	钴-锆	161

2.6 锑二元系合金相图..... 162

308. Sb-Ag	锑-银	162
309. Sb-As	锑-砷	162
310. Sb-Au	锑-金	163
311. Sb-Bi	锑-铋	163
312. Sb-Ca	锑-钙	164
313. Sb-Cd	锑-镉	164
314. Sb-Cr	锑-铬	165
315. Sb-Cs	锑-铯	165
316. Sb-Dy	锑-镝	166
317. Sb-Fe	锑-铁	166
318. Sb-Ga	锑-镓	167
319. Sb-Gd	锑-钆	167
320. Sb-Ho	锑-钬	168
321. Sb-In	锑-铟	168
322. Sb-Ir	锑-铱	169
323. Sb-K	锑-钾	169
324. Sb-La	锑-镧	170
325. Sb-Lu	锑-镥	170
326. Sb-Mn	锑-锰	171
327. Sb-Mo	锑-钼	171
328. Sb-Na	锑-钠	172
329. Sb-Nb	锑-铌	172
330. Sb-Nd	锑-钕	173
331. Sb-Ni	锑-镍	173

332. Sb-Pd	锑-钯	174
333. Sb-Pr	锑-镨	174
334. Sb-Pt	锑-铂	175
335. Sb-Rb	锑-铷	175
336. Sb-Rh	锑-铑	176
337. Sb-S	锑-硫	176
338. Sb-Se	锑-硒	177
339. Sb-Si	锑-硅	177
340. Sb-Sm	锑-钐	178
341. Sb-Sn	锑-锡	178
342. Sb-Sr	锑-锶	179
343. Sb-Tb	锑-铽	179
344. Sb-Te	锑-碲	180
345. Sb-Tl	锑-铊	180
346. Sb-Tm	锑-铥	181
347. Sb-U	锑-铀	181
348. Sb-Y	锑-钇	182
349. Sb-Yb	锑-镱	182
350. Sb-Zn	锑-锌	183

2.7 锡二元系合金相图..... 184

351. Sn-Ag	锡-银	184
352. Sn-As	锡-砷	184
353. Sn-Au	锡-金	185
354. Sn-Ba	锡-钡	185
355. Sn-Be	锡-铍	186
356. Sn-Bi	锡-铋	186
357. Sn-Ca	锡-钙	187

358.	Sn-Cd	锡-镉	187
359.	Sn-Ce	锡-铈	188
360.	Sn-Cr	锡-铬	188
361.	Sn-Cs	锡-铯	189
362.	Sn-Er	锡-铒	189
363.	Sn-Fe	锡-铁	190
364.	Sn-Ga	锡-镓	190
365.	Sn-Gd	锡-钆	191
366.	Sn-Ge	锡-锗	191
367.	Sn-Hf	锡-铪	192
368.	Sn-In	锡-铟	192
369.	Sn-K	锡-钾	193
370.	Sn-La	锡-镧	193
371.	Sn-Li	锡-锂	194
372.	Sn-Lu	锡-镥	194
373.	Sn-Mn	锡-锰	195
374.	Sn-Mo	锡-钼	195
375.	Sn-Na	锡-钠	196
376.	Sn-Nd	锡-钕	196
377.	Sn-O	锡-氧	197
378.	Sn-P	锡-磷	197
379.	Sn-Pd	锡-钯	198
380.	Sn-Pr	锡-镨	198
381.	Sn-Pt	锡-铂	199
382.	Sn-Pu	锡-钷	199
383.	Sn-Rb	锡-铷	200
384.	Sn-Re	锡-铼	200
385.	Sn-Rh	锡-铑	201

386.	Sn-S	锡-硫	201
387.	Sn-Se	锡-硒	202
388.	Sn-Si	锡-硅	202
389.	Sn-Sm	锡-钐	203
390.	Sn-Sr	锡-锶	203
391.	Sn-Te	锡-碲	204
392.	Sn-Th	锡-钍	204
393.	Sn-Tl	锡-铊	205
394.	Sn-U	锡-铀	205
395.	Sn-V	锡-钒	206
396.	Sn-Y	锡-钇	206
397.	Sn-Yb	锡-镱	207
398.	Sn-Zn	锡-锌	207
399.	Sn-Zr	锡-锆	208

2.8 汞二元系合金相图 209

400.	Hg-Ag	汞-银	209
401.	Hg-Al	汞-铝	209
402.	Hg-Au	汞-金	210
403.	Hg-Ba	汞-钡	210
404.	Hg-Bi	汞-铋	211
405.	Hg-Ca	汞-钙	211
406.	Hg-Cd	汞-镉	212
407.	Hg-Ce	汞-铈	212
408.	Hg-Cr	汞-铬	213
409.	Hg-Cs	汞-铯	213
410.	Hg-Dy	汞-镝	214
411.	Hg-Er	汞-铒	214

412. Hg-Fe 汞-铁	215	427. Hg-Pu 汞-钷	222
413. Hg-Ga 汞-镓	215	428. Hg-Rh 汞-铑	223
414. Hg-Gd 汞-钆	216	429. Hg-S 汞-硫	223
415. Hg-Ho 汞-铈	216	430. Hg-Sb 汞-锑	224
416. Hg-In 汞-铟	217	431. Hg-Se 汞-硒	224
417. Hg-K 汞-钾	217	432. Hg-Sm 汞-钐	225
418. Hg-La 汞-镧	218	433. Hg-Sn 汞-锡	225
419. Hg-Li 汞-锂	218	434. Hg-Sr 汞-锶	226
420. Hg-Mg 汞-镁	219	435. Hg-Th 汞-钍	226
421. Hg-Na 汞-钠	219	436. Hg-Ti 汞-钛	227
422. Hg-Ni 汞-镍	220	437. Hg-Tl 汞-铊	227
423. Hg-Pb 汞-铅	220	438. Hg-U 汞-铀	228
424. Hg-Pd 汞-钯	221	439. Hg-Y 汞-钇	228
425. Hg-Pr 汞-镨	221	440. Hg-Zn 汞-锌	229
426. Hg-Pt 汞-铂	222		

第 3 章 稀有高熔点金属二元系合金相图

3.1 钨二元系合金相图

441. W-B 钨-硼	232	450. W-Nb 钨-铌	237
442. W-C 钨-碳	233	451. W-Ni 钨-镍	237
443. W-Co 钨-钴	233	452. W-O 钨-氧	238
444. W-Cr 钨-铬	234	453. W-Os 钨-锇	238
445. W-Fe 钨-铁	234	454. W-Pd 钨-钯	239
446. W-Ge 钨-锗	235	455. W-Pt 钨-铂	239
447. W-Hf 钨-铪	235	456. W-Pu 钨-钷	240
448. W-Ir 钨-铱	236	457. W-Re 钨-铼	240
449. W-La 钨-镧	236	458. W-Rh 钨-铑	241
		459. W-S 钨-硫	241
		460. W-Sc 钨-钪	242

461. W-Si	钨-硅	242
462. W-Ta	钨-钽	243
463. W-Te	钨-碲	243
464. W-U	钨-铀	244
465. W-V	钨-钒	244
466. W-Y	钨-钇	245
467. W-Zr	钨-锆	245

3.2 钼二元系合金相图 246

468. Mo-Au	钼-金	246
469. Mo-B	钼-硼	246
470. Mo-C	钼-碳	247
471. Mo-Co	钼-钴	247
472. Mo-Cr	钼-铬	248
473. Mo-Cu	钼-铜	248
474. Mo-Fe	钼-铁	249
475. Mo-Ga	钼-镓	249
476. Mo-Gd	钼-钆	250
477. Mo-Ge	钼-锗	250
478. Mo-Hf	钼-铪	251
479. Mo-Ir	钼-铱	251
480. Mo-Mn	钼-锰	252
481. Mo-N	钼-氮	252
482. Mo-Nb	钼-铌	253
483. Mo-Ni	钼-镍	253
484. Mo-O	钼-氧	254
485. Mo-Os	钼-锇	254
486. Mo-P	钼-磷	255

487. Mo-Pd	钼-钯	255
488. Mo-Pt	钼-铂	256
489. Mo-Pu	钼-钷	256
490. Mo-Re	钼-铼	257
491. Mo-Rh	钼-铑	257
492. Mo-Ru	钼-钌	258
493. Mo-S	钼-硫	258
494. Mo-Sc	钼-钪	259
495. Mo-Se	钼-硒	259
496. Mo-Si	钼-硅	260
497. Mo-Ta	钼-钽	260
498. Mo-Tc	钼-锝	261
499. Mo-Te	钼-碲	261
500. Mo-Th	钼-钍	262
501. Mo-U	钼-铀	262
502. Mo-V	钼-钒	263
503. Mo-Zn	钼-锌	263

3.3 钛二元系合金相图 264

504. Ti-Ag	钛-银	264
505. Ti-Al	钛-铝	265
506. Ti-Au	钛-金	266
507. Ti-B	钛-硼	266
508. Ti-C	钛-碳	267
509. Ti-Cd	钛-镉	267
510. Ti-Ce	钛-铈	268
511. Ti-Co	钛-钴	268
512. Ti-Cr	钛-铬	269

513.	Ti-Cu	钛-铜	269
514.	Ti-Er	钛-铒	270
515.	Ti-Fe	钛-铁	270
516.	Ti-Ga	钛-镓	271
517.	Ti-Ge	钛-锗	271
518.	Ti-H	钛-氢	272
519.	Ti-Hf	钛-铪	272
520.	Ti-Hg	钛-汞	273
521.	Ti-In	钛-铟	273
522.	Ti-Ir	钛-铱	274
523.	Ti-La	钛-镧	274
524.	Ti-Li	钛-锂	275
525.	Ti-Mg	钛-镁	275
526.	Ti-Mn	钛-锰	276
527.	Ti-Mo	钛-钼	276
528.	Ti-N	钛-氮	277
529.	Ti-Nb	钛-铌	277
530.	Ti-Ni	钛-镍	278
531.	Ti-O	钛-氧	278
532.	Ti-P	钛-磷	279
533.	Ti-Pd	钛-钯	279
534.	Ti-Pt	钛-铂	280
535.	Ti-Pu	钛-钷	280
536.	Ti-Re	钛-铼	281
537.	Ti-S	钛-硫	281
538.	Ti-Si	钛-硅	282
539.	Ti-Sn	钛-锡	282
540.	Ti-Sr	钛-锶	283

541.	Ti-V	钛-钒	283
542.	Ti-W	钛-钨	284
543.	Ti-Y	钛-钇	284
544.	Ti-Zr	钛-锆	285

3.4 锆二元系合金相图..... 286

545.	Zr-Ag	锆-银	286
546.	Zr-B	锆-硼	286
547.	Zr-C	锆-碳	287
548.	Zr-Cd	锆-镉	287
549.	Zr-Cr	锆-铬	288
550.	Zr-D	锆-氘	288
551.	Zr-Dy	锆-镱	289
552.	Zr-Er	锆-铒	289
553.	Zr-Fe	锆-铁	290
554.	Zr-Gd	锆-钆	290
555.	Zr-H	锆-氢	291
556.	Zr-Hf	锆-铪	291
557.	Zr-In	锆-铟	292
558.	Zr-Ir	锆-铱	292
559.	Zr-Mn	锆-锰	293
560.	Zr-Mo	锆-钼	293
561.	Zr-N	锆-氮	294
562.	Zr-Ni	锆-镍	294
563.	Zr-O	锆-氧	295
564.	Zr-Os	锆-锇	295
565.	Zr-Pb	锆-铅	296
566.	Zr-Pd	锆-钯	296

567. Zr-Pt	锆-铂	297
568. Zr-Pu	锆-钷	297
569. Zr-Re	锆-铼	298
570. Zr-Rh	锆-铑	298
571. Zr-Ru	锆-钌	299
572. Zr-Sc	锆-钪	299
573. Zr-Si	锆-硅	300
574. Zr-Ta	锆-钽	300
575. Zr-Te	锆-碲	301
576. Zr-Th	锆-钍	301
577. Zr-U	锆-铀	302
578. Zr-V	锆-钒	302
579. Zr-Y	锆-钇	303
580. Zr-Yb	锆-镱	303
581. Zr-Zn	锆-锌	304

3.5 铌二元系合金相图 305

582. Nb-Al	铌-铝	305
583. Nb-Au	铌-金	305
584. Nb-Be	铌-铍	306
585. Nb-C	铌-碳	306
586. Nb-Ce	铌-铈	307
587. Nb-Co	铌-钴	307
588. Nb-Cr	铌-铬	308
589. Nb-Cs	铌-铯	308
590. Nb-Cu	铌-铜	309
591. Nb-D	铌-氘	309
592. Nb-Ga	铌-镓	310

593. Nb-Ge	铌-锗	310
594. Nb-H	铌-氢	311
595. Nb-Hf	铌-铪	311
596. Nb-In	铌-铟	312
597. Nb-Ir	铌-铱	312
598. Nb-Mn	铌-锰	313
599. Nb-N	铌-氮	313
600. Nb-Ni	铌-镍	314
601. Nb-O	铌-氧	314
602. Nb-Os	铌-锇	315
603. Nb-Pd	铌-钯	315
604. Nb-Pt	铌-铂	316
605. Nb-Re	铌-铼	316
606. Nb-Rh	铌-铑	317
607. Nb-Ru	铌-钌	317
608. Nb-Sc	铌-钪	318
609. Nb-Se	铌-硒	318
610. Nb-Si	铌-硅	319
611. Nb-Sn	铌-锡	319
612. Nb-Sm	铌-钐	320
613. Nb-Ta	铌-钽	320
614. Nb-Te	铌-碲	321
615. Nb-Th	铌-钍	321
616. Nb-Ti	铌-钛	322
617. Nb-Tl	铌-铊	322
618. Nb-U	铌-铀	323
619. Nb-V	铌-钒	323
620. Nb-W	铌-钨	324