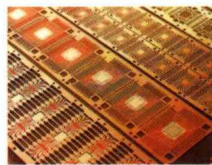


铜加工 生产技术问答

李宏磊 娄花芬 马可定 编著



TONGJIAGONG SHENGCHAN JISHU WENDA

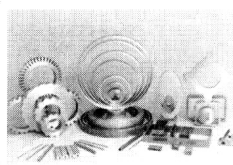
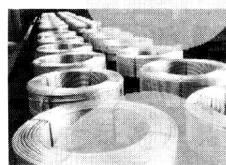
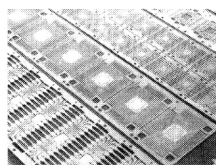
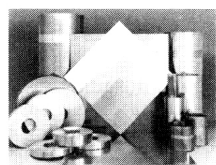


冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

铜加工 生产技术问答

李宏磊 娄花芬 马可定 编著



TONGJIAGONG SHENGCHAN JISHU WENDA

北京
冶金工业出版社
2008

图书在版编目(CIP)数据

铜加工生产技术问答/李宏磊, 娄花芬, 马可定编著.
—北京: 冶金工业出版社, 2008. 1
ISBN 978-7-5024-4373-3

I. 铜… II. ①李… ②娄… ③马… III. 铜—金属
加工—问答 IV. TG146. 1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 168216 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 张登科 美术编辑 王耀忠 版式设计 张 青

责任校对 王贺兰 李文彦 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4373-3

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2008 年 1 月第 1 版, 2008 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 33.75 印张; 815 千字; 519 页; 1-4500 册

69.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

铜和铜合金的开发应用具有悠久的历史，曾是人类文明史上的里程碑和划时代的标志。在当今现代化社会，随着人们物质文化生活水平的提高和信息时代的到来，铜和铜合金已经并将继续成为人类生活不可或缺的重要基础材料。

铜和铜合金具有导电、导热、耐蚀、耐磨、抑菌、可镀、装饰性、易加工等一系列优异的性能，在电力、电子、通讯、交通运输、建筑装饰、化工、机械、海洋工程、航空航天等领域广泛应用，在人类生活和国民经济中起着巨大作用。

近几十年来，我国铜加工业发生了巨大的变化，已经成为世界铜加工材生产和消费第一大国；建设了几十条现代化的生产线，工艺、技术、装备水平不断提高，一大批高精尖产品不但满足国内经济建设的需要，而且大量出口国外。但是，我国还不是铜加工强国，与国际先进发达国家相比，我国的铜加工行业还有相当大的差距，面临着巨大的竞争压力。现代竞争是产品的竞争、技术的竞争，更是人才的竞争。我们需要一流的产品，更需要不断创新的、具有自主知识产权的技术，而归根结底，我们需要大批一流的人才。我们需要一大批有战略眼光、会经营管理的企业家；需要一大批有坚实理论基础、敢于创新的科技人员；也还需要一大批技能熟练、具有一定理论知识的新型技术工人。所谓新型技术工人就是热爱本职工作、有文化、懂业务、肯钻研、善攻关的岗位技术能手。我国当前有成百上千家铜加工企业，急需这样的新型技术工人。因此，普及铜加工技术基本理论知识，加强工人的技术培训是当务之急。我们编写《铜加工生产技术问答》就是想为此尽微薄之力。

本书的主要读者对象是愿意提高自己业务能力的、从事铜加工的在职工人。因此本书力求浅显易懂，但又不失深度；既深入浅出地介绍了铜加工的基本知识和基础理论，更突出了生产中的实际经验总结。《铜加工生产技术问答》是铜加工行业岗位应知应会的集成，可以作为职工岗位培训的教材或参考读物。

本书几乎涵盖了铜加工行业方方面面的技术问题，它对铜加工企业的管理人员、刚参加工作的年轻学生来说，也是一本非常实用的专业入门导读。

本书共分8章：第1章 铜及铜合金的特性与应用，第2章 铜及铜合金

的金属学与形变热处理基础,第3章 铜及铜合金熔炼与铸造,第4章 铜及铜合金板、带、箔材生产,第5章 铜及铜合金管、棒、型、线材生产,第6章 铜及铜合金产品质量控制,第7章 铜及铜合金检测技术,第8章 铜加工企业环境保护与职业安全卫生。

参加本书编写的人员有(按姓氏笔画为序):丁顺德、马可定、孙水珠、刘海涛、刘富良、陈少华、张文芹、李宏磊、余学涛、娄花芬、胡萍霞、郭慧稳、黄国兴、康敬乐、韩卫光、路俊攀。

《铜加工生产技术问答》的编写得到了中铝洛阳铜业有限公司的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

《铜加工技术实用手册》的出版为本书的编写工作提供了很好的基础,本书部分问答参考了《铜加工技术实用手册》的有关内容,在此,我们对《铜加工技术实用手册》的撰稿人表示真诚的谢意!

由于我们水平有限,书中不妥之处,敬请专家和读者批评指正。

编 者

2007年10月

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	定价(元)
铜加工技术实用手册	268.00
铜水(气)管及管接件生产、使用技术	28.00
冷凝管生产技术	29.00
铜及铜合金挤压生产技术	35.00
铜及铜合金熔炼与铸造技术	28.00
铜合金管及不锈钢管	20.00
现代铜盘管生产技术	26.00
高性能铜合金及其加工技术	29.00
铝加工技术实用手册	248.00
镁合金制备与加工技术	128.00
薄板坯连铸连轧钢的组织性能控制	79.00
彩色涂层钢板生产工艺与装备技术	69.00
铝合金材料的应用与技术开发	48.00
大型铝合金型材挤压技术与工模具优化设计	29.00
连续挤压技术及其应用	26.00
多元渗硼技术及其应用	22.00
铝型材挤压模具设计、制造、使用及维修	43.00
金属挤压理论与技术	25.00
金属塑性变形的实验方法	28.00
复合材料液态挤压	25.00
型钢孔型设计(第2版)	24.00
简明钣金展开系数计算手册	25.00
有色金属材料工程概论	49.00
快速凝固 Cu-Cr 合金	18.00
湿法冶金手册	298.00
贵金属合金相图及化合物结构参数	198.00
超细晶钢——钢的组织细化理论与控制技术	188.00
控制轧制控制冷却	22.00
金属塑性变形力计算基础	15.00
金属塑性加工有限元模拟技术与应用	35.00
板带铸轧理论与技术	28.00
高精度板带轧制理论与实践	70.00
小型型钢连轧生产工艺与设备	75.00
二元合金状态图集 [日]	38.00
板带轧制工艺学	79.00
高速轧机线材生产	75.00
楔横轧零件成形技术与模拟仿真	48.00
轧制过程的计算机控制系统	25.00
矫直原理与矫直机械	30.00

目 录

第1章 铜及铜合金的特性与应用

1 铜的主要物理性能是什么？	1
2 铜的主要化学性能是什么？	2
3 铜的主要特点是什么？	2
4 铜的主要应用领域有哪些？	3
5 什么是阴极铜？	3
6 什么是铜合金？	4
7 铜合金是怎样分类的？	5
8 我国铜合金牌号是怎样表示的？	5
9 美国铜合金牌号是怎样表示的？	6
10 日本铜合金牌号是怎样表示的？	6
11 德国铜合金牌号是怎样表示的？	7
12 ISO 铜合金牌号是怎样表示的？	8
13 不同标准体系中铜合金牌号如何对应？	9
14 我国和美国铜加工材的状态是怎样表示的？	12
15 我国紫铜系列是如何分类的，其主要特点是什么？	13
16 什么是普通纯铜，其主要特点和用途是什么？	13
17 什么是无氧铜，其主要特点和用途是什么？	20
18 什么是弥散强化无氧铜，其主要特点和用途是什么？	23
19 什么是磷脱氧铜，其主要特点和用途是什么？	27
20 什么是韧铜，其主要特点和用途是什么？	31
21 什么是微合金化铜，其主要特点和用途是什么？	31
22 影响纯铜性能的主要元素及其作用是什么？	31
23 普通黄铜有哪些品种，主要合金元素的作用是什么？	33
24 普通黄铜的性能如何，主要特点和用途是什么？	35
25 什么是锌当量，黄铜中各合金元素的锌当量是多少？	40
26 铅黄铜有哪些品种，主要合金元素的作用是什么？	40
27 铅黄铜的性能如何，主要特点和用途是什么？	41
28 铝黄铜有哪些品种，主要合金元素的作用是什么？	44
29 铝黄铜的性能如何，主要特点和用途是什么？	44
30 锰黄铜有哪些品种，主要合金元素的作用是什么？	46

31	锰黄铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	46
32	锡黄铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	48
33	锡黄铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	48
34	铁黄铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	50
35	铁黄铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	50
36	镍黄铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	51
37	镍黄铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	51
38	硅黄铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	52
39	硅黄铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	52
40	无铅易切削黄铜有哪些品种和用途?	53
41	什么是青铜, 青铜有哪些品种?	54
42	锡青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	54
43	锡青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	55
44	铝青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	59
45	铝青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	60
46	铁青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	62
47	铁青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	63
48	硅青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	65
49	硅青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	66
50	铬青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	68
51	铬青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	68
52	铍青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	71
53	铍青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	72
54	镁青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	78
55	镁青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	79
56	钛青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	80
57	钛青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	81
58	锆青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	83
59	锆青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	84
60	镉青铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	87
61	镉青铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	88
62	什么是白铜, 白铜有哪些种类?	89
63	普通白铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	90
64	普通白铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	90
65	铁白铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	93
66	铁白铜的性能如何, 主要的特点和用途是什么?	94
67	锌白铜有哪些品种, 其主要合金元素的作用是什么?	96
68	锌白铜的性能如何, 主要特点及用途是什么?	96
69	锰白铜有哪些品种, 主要合金元素的作用是什么?	97

70	锰白铜的性能如何, 主要特点和用途是什么?	98
71	常用镍铜合金有哪些品种, 特点和用途是什么?	100
72	什么是阻尼铜合金, 其主要特点和用途是什么?	101
73	什么是形状记忆铜合金, 其主要特点和用途是什么?	102
74	什么是合金设计, 合金设计的内容包括哪些方面?	103
75	铜合金设计的基本原则是什么?	103
76	合金设计的程序是什么?	104
77	铜合金材料的发展趋势是什么?	105

第2章 铜及铜合金的金属学与形变热处理基础

78	什么是相和相图, 相图的作用是什么?	107
79	什么是合金的相平衡, 相平衡稳定存在的条件是什么?	107
80	什么是固溶体, 固溶体有哪些类型和特点?	108
81	铜合金相主要有哪几种形态, 各有什么特点?	109
82	几种常见铜合金相图有哪些主要特点?	111
83	什么是应力?	113
84	基本的应力状态有哪几种, 各有何特点?	114
85	什么是应变和应变速率?	114
86	什么是金属的塑性变形?	114
87	什么是变形抗力?	115
88	什么是晶格畸变?	115
89	材料在变形过程中晶体缺陷主要有哪几种?	115
90	什么是材料的抗拉强度和屈服强度?	116
91	什么是材料的硬度?	117
92	什么是材料的伸长率?	117
93	什么是超塑性?	117
94	什么是变形织构?	117
95	铜合金材料的织构特点如何?	118
96	什么是材料的疲劳极限?	118
97	什么是材料的断裂韧性?	118
98	什么是冲击韧性?	118
99	何为残余应力, 如何消除?	119
100	热变形对材料组织和性能有哪些影响?	120
101	冷变形对材料组织和性能有何影响?	120
102	什么是金属热处理, 铜及铜合金热处理工艺有哪几种?	120
103	什么是均匀化?	121
104	什么是回复?	121
105	什么是再结晶?	122

106	再结晶的形核机制是什么？	122
107	金属材料的再结晶温度如何确定？	123
108	影响再结晶温度的因素有哪些？	123
109	影响再结晶晶粒大小的因素有哪些？	123
110	退火的种类、特点和作用是什么？	124
111	如何确定铜材退火工艺制度？	125
112	什么是脱溶？	126
113	如何确定淬火工艺参数？	126
114	什么是自然时效和人工时效？	127
115	如何确定时效工艺制度？	127
116	铜合金材料的强化途径有哪些？	128
117	金属腐蚀的本质是什么？	130
118	铜合金腐蚀有哪些基本类型？	130

第3章 铜及铜合金熔炼与铸造

119	铜合金熔炼的作用和目的是什么？	131
120	铜合金熔炼过程中的主要化学反应是什么？	131
121	铜合金熔炼过程中的气体来源有哪些？	132
122	怎样防止熔体吸气？	133
123	铜合金熔炼过程中有哪些脱氧的方法？	133
124	脱氧剂的要求主要有哪些？	135
125	铜合金熔炼过程中有哪些除气的方法？	135
126	什么是金属烧损，如何减少熔炼的金属损耗？	137
127	如何选择熔炼气氛？	138
128	木炭的要求和煅烧方法是什么？	140
129	熔剂有哪些类型、特点和应用？	141
130	什么是中间合金，为什么要使用中间合金？	143
131	铜及铜合金熔炼中常用中间合金有哪些？	143
132	熔炼铜合金的原料有哪几种？	144
133	熔炼前备料时应注意哪些问题？	145
134	配料的基本原则、任务和程序是什么？	145
135	什么叫“配料比”，配料比如何确定？	146
136	如何确定铜合金熔炼时的加料顺序？	146
137	铜合金熔炼的常用方法和典型工艺流程是什么？	147
138	有铁芯感应电炉的结构和特点是什么？	147
139	无铁芯感应电炉的结构和特点是什么？	151
140	真空感应炉的结构和特点是什么？	154
141	竖炉的结构和特点是什么？	157

142	电渣炉的结构和特点是什么？	159
143	提高熔化速率的基本途径是什么？	160
144	扒渣时应注意什么？	161
145	如何取炉前化学分析试样？	161
146	确定出炉范围的依据是什么？	161
147	怎样依据炉前分析结果调整化学成分？	161
148	造成“杂质元素积累”的原因是什么，如何避免？	163
149	变质处理的作用是什么，有哪些方法？	165
150	金属转炉有哪些方式，应注意哪些问题？	165
151	筑炉材料有哪些种类？	165
152	什么是炉衬技术，炉衬材料如何选择？	165
153	不同炉型的筑炉技术应注意哪些问题？	166
154	什么是熔沟，其作用是什么？	174
155	现代感应电炉有哪些感应体新技术？	174
156	清炉的作用是什么，应注意哪些问题？	176
157	什么是复熔，应注意哪些问题？	176
158	怎样熔炼无氧铜？	176
159	怎样用竖炉熔炼铜线杆用无氧铜？	177
160	怎样熔炼磷脱氧铜？	178
161	怎样熔炼简单黄铜？	178
162	怎样熔炼铅黄铜？	179
163	怎样熔炼铝黄铜？	180
164	怎样熔炼其他复杂黄铜？	181
165	怎样熔炼锡磷青铜？	182
166	怎样熔炼铝青铜？	183
167	怎样熔炼锌白铜？	184
168	怎样炼制铜-磷中间合金？	185
169	怎样熔炼镍铜合金？	186
170	保温炉的作用是什么？	187
171	怎样取炉后化学成分分析试样？	187
172	铜合金的常用铸造方法有哪些？	187
173	铜合金立式半连铸的生产过程和特点是什么？	187
174	水平连续铸造的生产过程和特点是什么？	189
175	上引连续铸造的生产过程和特点是什么？	190
176	立式全连续铸造的生产过程和特点是什么？	190
177	铜合金棒坯和线坯连铸连轧的生产过程和特点是什么？	190
178	铁模铸造的生产过程和特点是什么？	191
179	铁模铸造的涂料种类和要求是什么？	191
180	什么是“一次冷却”和“二次冷却”？	193

181	半连续铸造的结晶器结构和特点是什么？	193
182	带坯水平连铸的结晶器结构和特点是什么？	194
183	管棒水平连铸的结晶器结构和特点是什么？	197
184	上引连铸的结晶器结构和特点是什么？	198
185	结晶器用石墨材料的基本要求是什么？	198
186	立式半连续铸造机的结构和特点是什么？	199
187	立式全连续铸造机的结构和特点是什么？	202
188	带坯水平连铸机列的结构和特点是什么？	204
189	管棒坯水平连铸机列的结构和特点是什么？	205
190	上引连铸机列的结构和特点是什么？	205
191	轮带式连铸机的结构和特点是什么？	206
192	钢带式连铸机的结构和特点是什么？	207
193	怎样确定铸造工艺？	209
194	铸造冷却水的要求是什么？	210
195	什么是红锭铸造？	210
196	铸造时结晶器内如何覆盖和保护？	210
197	紫铜半连铸工艺要点和注意事项是什么？	212
198	简单黄铜半连铸工艺要点和注意事项是什么？	213
199	复杂黄铜半连铸工艺要点和注意事项是什么？	213
200	铝青铜半连铸工艺要点和注意事项是什么？	213
201	白铜半连铸工艺要点和注意事项是什么？	214
202	锡磷青铜带坯水平连铸工艺要点和注意事项是什么？	214
203	锌白铜带坯水平连铸工艺要点和注意事项是什么？	214
204	无氧铜杆上引连铸工艺要点和注意事项是什么？	215
205	磷脱氧铜管坯水平连铸工艺要点和注意事项是什么？	215
206	铜合金铸锭（坯）如何铣面？注意事项是什么？	215
207	什么是“浸渍法”成形？有何特点？	216
208	浸渍法生产无氧铜线杆的工艺流程是什么？	216
209	浸渍法生产无氧铜线杆的设备组成和特点是什么？	217
210	怎样制取铜合金粉末？	218
211	振动铸造的作用是什么？有哪些方法？	221
212	什么是电磁铸造？什么是电磁搅拌铸造？	222
213	什么是定向凝固铸造？	222
214	如何铸造单晶铜？	223
215	现代快速凝固新技术有何特点？	223

第4章 铜及铜合金板、带、箔材生产

216	铜合金板、带、箔材是怎样划分的？	225
-----	------------------	-----

217	板、带轧制的主要特点是什么？	225
218	轧机有哪些类型，有何特点？	226
219	轧机的基本结构是什么？	227
220	什么是轧机的开口度，如何选择？	227
221	轧制的基本变形参数有哪些？	227
222	实现轧制过程的条件是什么，如何改善咬入条件？	228
223	什么是前滑和后滑？	230
224	什么是宽展，受哪些因素影响？	230
225	如何确定轧制压力？	231
226	轧制过程中轧件温度变化有何规律？	232
227	什么是轧机刚度，受哪些因素影响？	233
228	怎样计算二辊轧机的轧辊挠度？	233
229	什么是轧件的塑性特性曲线，受何因素影响？	234
230	板厚控制的原理和方法是什么？	235
231	热轧有何特点？	236
232	如何处理热轧锭坯的头尾？	237
233	如何确定热轧锭坯的加热制度？	237
234	热轧铸锭有哪几种加热方式，各有何特点？	240
235	反映加热炉技术特性的指标有哪些？	242
236	现代步进式加热炉有何结构特点？	242
237	如何选择和控制加热气氛？	243
238	如何确定热轧的终轧温度？	244
239	如何确定热轧的速度？	244
240	如何确定热轧的压下制度？	245
241	立辊的作用和结构特点是什么？	245
242	如何选择热轧的冷却润滑液？	246
243	现代热轧机采用了哪些新技术和新装置？	246
244	热轧辊的技术要求有哪些？	246
245	热轧带坯铣面的作用和要求是什么？	247
246	双面铣机列的基本结构和特点是什么？	248
247	铣面中带坯跳动的原因和控制方法是什么？	249
248	带材的卷取有哪几种方法，是何结构？	249
249	冷轧的特点是什么？	250
250	现代冷轧机的功能配置和特点是什么？	250
251	冷连轧机列的结构和特点是什么？	250
252	怎样选择和配置冷轧机？	251
253	现代冷轧机快速换辊装置的结构和特点是什么？	252
254	现代冷轧机厚度控制有哪些方法？	252
255	在线测厚仪有哪些种类，有何特点？	254

256	什么是板形, 如何度量?	256
257	现代冷轧机如何控制板形?	256
258	现代冷轧机如何实现带材自动对中?	258
259	冷轧时的张力有何作用?	259
260	如何确定冷轧时张力的大小?	260
261	冷轧中冷却和润滑有何特点和要求?	261
262	乳化液润滑轧制的特点是什么?	261
263	乳化液的主要成分是什么, 如何配制?	262
264	如何维护乳化液?	262
265	冷轧轧制油的种类和技术要求是什么?	263
266	板式过滤器的结构和特点是什么?	264
267	冷轧辊的技术要求是什么?	265
268	轧辊损坏的形式和原因是什么?	265
269	如何延长轧辊的使用寿命?	266
270	如何确定冷轧压下制度?	266
271	剪板机有哪些类型, 各有何结构特点?	267
272	纵剪机列的结构如何, 有何特点?	269
273	如何调整剪刀?	270
274	板带精整矫平有什么方法, 各有何特点?	270
275	板带辊式矫平的操作要点是什么?	271
276	带材拉弯矫平机组的结构怎样, 有何特点?	271
277	带材拉弯矫平机的操作要点是什么?	272
278	带材清洗机列的结构怎样, 有何特点?	272
279	带材清洗机列的操作要点是什么?	273
280	铜板带材热处理退火炉型主要有哪些?	273
281	钟罩式带卷退火炉的结构怎样, 有何特点?	274
282	钟罩式带卷退火炉的操作要点是什么?	275
283	主要铜合金带卷罩式炉退火工艺举例	275
284	气垫式退火炉的结构怎样, 有何特点?	276
285	主要铜合金带卷气垫式退火炉退火工艺举例	276
286	气垫式退火炉的操作要点是什么?	277
287	铜板带退火保护性气体的类型和特点是什么?	278
288	板带材的供货状态有哪些, 如何表示?	278
289	如何控制板带材的力学性能?	278
290	如何控制铜材的晶粒度?	279
291	紫铜类板带材生产工艺要点有哪些?	279
292	黄铜类板带材生产工艺要点有哪些?	280
293	锡磷青铜类板带材生产工艺要点有哪些?	280
294	锌白铜板带材生产工艺要点有哪些?	281

295	什么是异形带, 有哪些种类?	282
296	异形带的生产方式有哪几种, 有何特点?	282
297	锻打法异形带生产线的组成和作用是什么?	283
298	铜排有哪些生产方式, 有何特点?	283
299	轧制铜箔有哪些特点和用途?	284
300	电解铜箔有哪些特点和用途, 主要技术要求有哪些?	285
301	电解铜箔的工艺流程是什么?	286
302	电解铜箔的主要设备组成、结构特点是什么?	286
303	影响电解铜箔质量的主要因素是什么, 如何控制?	287

第5章 铜及铜合金管、棒、型、线材生产

304	铜合金管、棒、型、线材是怎样划分的?	289
305	铜合金型、棒材的生产方式和工艺流程是什么?	289
306	铜合金管的生产方式和工艺流程是什么?	289
307	金属挤压的基本原理是什么?	290
308	铜合金挤压方法和挤压机如何分类?	290
309	各种挤压方法有何优缺点?	295
310	正向挤压时金属流动有什么规律?	296
311	影响金属流动的因素是什么?	297
312	反向挤压时金属流动有什么特点和规律?	300
313	如何计算挤压力?	300
314	影响挤压力的因素有哪些?	305
315	如何计算穿孔力?	306
316	卧式挤压机的基本结构和特点是什么?	307
317	挤压工具的结构设计和材料选择的原则是什么?	310
318	挤压筒的基本结构、尺寸要求是什么?	310
319	怎样进行挤压筒的强度校核?	312
320	如何设计挤压轴, 怎样进行挤压轴的强度校核?	313
321	穿孔系统的结构形式和特点是什么?	315
322	挤压模座的形式有哪些, 有何特点?	316
323	如何确定穿孔针的形式和尺寸?	317
324	如何进行穿孔针强度的校核?	318
325	如何设计单孔挤压模?	319
326	如何设计多孔挤压模?	323
327	如何设计型材挤压模?	324
328	如何设计和校核挤压垫片?	327
329	挤压工具损坏和报废的形式有哪些?	329
330	怎样提高挤压模具的使用寿命?	330
331	正向卧式挤压操作的要点和注意事项有哪些?	330

332	水封挤压的特点是什么, 应注意什么问题?	331
333	水封头的基本结构和作用是什么?	332
334	如何进行脱皮挤压?	333
335	什么是堵板挤压, 有何特点?	334
336	铜合金挤压制品的组织和性能有何特点?	334
337	如何选择锭坯尺寸?	336
338	如何确定挤压比?	337
339	如何确定铜合金的挤压温度?	339
340	如何选择铜合金挤压速度?	339
341	反向挤压机的结构特点是什么?	341
342	如何在普通卧式挤压机实现反向挤压?	343
343	连续挤压机的结构和特点是什么?	343
344	静液挤压机的结构和特点是什么?	345
345	挤压铜合金的润滑剂有哪些, 特点如何?	346
346	如何使用挤压润滑剂?	347
347	如何冷却穿孔针?	347
348	挤压锭坯加热有哪些形式, 特点如何?	348
349	管材轧制的方式有几种, 各有什么特点?	348
350	二辊冷轧管机的结构怎样?	351
351	二辊冷轧管机的孔型有何特点, 设计要求是什么?	351
352	如何确定冷轧铜合金管的工艺参数?	355
353	冷轧管机操作要点是什么?	356
354	三辊行星轧制的特点和操作要点是什么?	357
355	型辊轧制有何特点?	359
356	型辊轧制时不均匀变形有什么规律?	360
357	如何计算型辊轧制的压下量?	363
358	如何计算型辊轧制的宽展?	365
359	如何确定型辊的工作直径?	366
360	型辊轧制时的咬入条件是什么?	367
361	型辊轧制时轧制力如何计算?	368
362	常用孔型的形状、应用范围及特点是什么?	369
363	如何选择孔型组成参数?	370
364	管材旋压成型的方法和特点是什么?	373
365	旋压变形的的基本参数有哪些?	374
366	拉伸的方法和特点是什么?	374
367	拉伸的基本变形参数有哪些?	376
368	实现稳定拉伸的条件是什么?	377
369	影响拉伸力的因素有哪些, 如何计算拉伸力?	377
370	管材直条拉伸方法和特点是什么?	381

371	什么是空拉,有何特点?	381
372	管材扩径拉伸方法和特点是什么?	381
373	游动芯头拉伸的原理和特点是什么?	381
374	盘法拉伸的方法和特点是什么?	382
375	倒立式圆盘拉伸的工作过程是什么?	383
376	实现管材圆盘稳定拉伸的条件是什么?	383
377	编制盘拉工艺的原则和注意事项是什么?	384
378	如何分配盘拉道次及其变形量?	385
379	链式拉伸机的结构和特点是什么?	388
380	液压拉伸机的结构与特点是什么?	390
381	履带式拉伸机的结构和特点是什么?	391
382	联合拉伸机的结构和特点是什么?	391
383	串联拉伸的特点和应用如何?	392
384	V形槽盘拉机的结构和性能是什么?	393
385	重卷机的结构、特点是什么?	394
386	如何确定拉伸工艺参数?	394
387	拉伸芯头有哪些种类,各有什么特点?	398
388	如何设计拉伸模?	403
389	如何进行拉伸配模?	404
390	管、棒材制头有哪些方法,基本要求是什么?	405
391	拉伸对润滑剂有哪些要求?	406
392	拉伸作业的操作要点和注意事项有哪些?	408
393	内螺纹管的成形方法和特点是什么?	409
394	外翅管的成形方法和特点是什么?	413
395	异形管的成形方法和特点是什么?	414
396	管、棒型材矫直有哪些方法,各有什么特点?	415
397	管、棒材的切断方法和特点是什么?	415
398	管、棒内外表面清洗采用什么方法?	416
399	铜合金线的生产方式和工艺流程是什么?	416
400	线材拉伸的基本特点是什么?	418
401	什么是积蓄式无滑动连续多次拉伸?	418
402	线材连续拉伸道次和道次加工率如何设计?	421
403	拉线模的设计有何特点?	424
404	如何选择拉线模的材质?	425
405	如何确定拉线工艺?	425
406	线材拉伸的操作要点和注意事项有哪些?	428
407	管、棒、线材退火有哪些方式,有何特点?	429
408	网链式退火炉是何结构,有何特点?	429
409	现代辊底式退火炉是何结构,有何特点?	430