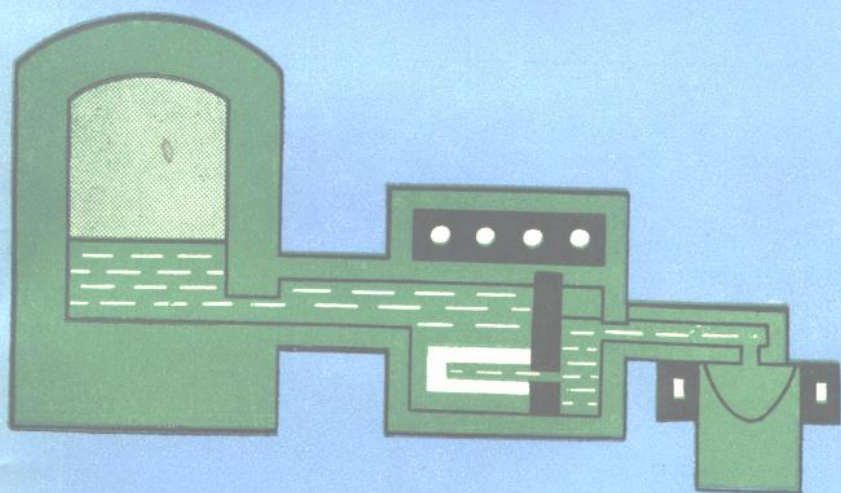


周 家 荣 主 编

铝合金熔铸问答

冶 金 工 业 出 版 社



铝合金熔铸问答

周家荣 主编

冶金工业出版社

内容提要

本书以问答的方式系统地介绍了变形铝合金铸锭生产的基本知识。全书共分九章, 256 个问题。内容包括: 原辅材料、熔铸原理、精炼方法、熔铸工艺、铸锭质量检验和缺陷分析、生产设备以及熔铸新工艺等。此外, 还介绍了与铝合金熔铸生产有关的物理化学和金属学方面的基础知识。书末编有附录。

本书是一本综合性普及读物, 内容紧密联系实际, 针对性强。本书主要供从事变形铝合金铸锭生产的工人和从事这方面工作的有关人员阅读。

铝 合 金 熔 铸 问 答

周家荣 主编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街高视院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850 × 1168 1/32 印张 $10\frac{3}{4}$ 字数 27.5 千字

1987 年 7 月第一版 1987 年 7 月第一次印刷

印数 00,001 ~ 4,100 册

统一书号: 15062·4357 定价 2.65 元

前 言

在中央关于加快有色金属工业发展和优先发展铝的指示精神指引下，为了普及变形铝合金铸锭生产的技术知识，进一步帮助铝加工厂的各级配料工、熔炼工和铸造工掌握本专业的基本技术理论，并提高其工艺操作水平，在中国有色金属加工工业协会轻金属分会和东北轻合金加工厂的热情鼓励和帮助下，编者在广泛调查和收集有关资料的基础上，结合平时工作的实践和体会，归纳、整理成此书，供从事变形铝合金铸锭生产的工人及有关同志参考。

本书以冶金工业部1979年5月颁布的《冶金企业主要生产工人技术等级标准》为尺度，从变形铝合金连续铸锭的生产实际出发，以问答的形式，对熔铸生产中诸方面的问题进行了全面系统地介绍。对于操作规程和技术标准中的许多规定从理论上做了解释，且对已经采用的新工艺做了较为详细地说明。

张景奎和秦德志同志参加了本书部分题目的起草工作，张绍祥和彭学仕同志对本书初稿进行了技术审核。在编写过程中，还得到许多同志的大力支持和协助，特别是东北轻合金加工厂张敏钧、刘长风两同志对本书提供了许多宝贵意见，在此一并致谢。

编者水平有限，错误之处在所难免，希望读者批评指正。

编者

一九八四年十一月

目 录

第一章 基本知识	1
第一节 物理化学基本知识	1
1 1 什么是金属和非金属? 什么是黑色金属和有色金属? 什么是合金?	1
1 2 什么是金属材料的机械性能?	1
1 3 什么是金属材料的物理性能?	2
1 4 什么是金属材料的化学性能?	3
1 5 什么是金属材料的工艺性能?	3
1 6 什么叫化学反应速度? 影响反应速度的主要因素是什 么?	4
1 7 什么叫化学平衡? 影响化学平衡的因素有哪些?	4
1 8 什么叫扩散? 影响扩散的主要因素有哪些?	5
1 9 怎样估计铝合金中常见元素氧化的难易?	5
1 10 什么叫粘度? 它与熔铸生产有何关系?	6
1 11 什么是表面张力? 它与熔铸生产有何关系?	6
1 12 什么是润湿现象? 它与熔铸生产有何关系?	8
第二节 金属学基本知识	9
1 13 什么是金属学? 主要内容是什么?	9
1 14 什么叫晶体、非晶体、单晶体、多晶体、真实晶体、 同质异晶体?	10
1 15 什么叫点阵、晶格、晶胞、晶格常数?	11
1 16 什么叫组元? 什么叫相?	12
1 17 液态金属的结构具有什么特点?	13
1 18 什么叫结晶? 金属的结晶过程是怎样的?	13
1 19 什么叫自发成核、非自发成核? 什么叫变质处理?	14
1 20 什么是共晶转变? 什么是包晶转变?	15

1 21	什么是状态图? 它与铸造生产有何关系?	16
1 22	铝具有哪些主要性能?	17
1 23	变形铝合金是怎样分类的? 其牌号是怎样表示的?	18
1 24	锰、镁、铜、硅在变形铝合金中起什么作用?	19
1 25	铁、镍、锌、铬等元素在变形铝合金中起什么作用?	21
第二章 原辅材料		23
第一节 炉料		23
2 1	什么是炉料? 常用的炉料有哪几种?	23
2 2	对配料用新金属的基本要求是什么? 铝合金熔铸车间常用的新金属各具有什么特点?	24
2 3	对中间合金的基本要求是什么? 常用铝中间合金有哪些?	25
2 4	废料是怎样分级的? 对厂内废料保管的基本要求和方法是怎样的?	25
第二节 精炼剂和过滤介质		27
2 5	什么是精炼剂? 常用的有哪些?	27
2 6	怎样制备熔剂和无毒精炼熔剂? 采用火焰反射炉熔制一号熔剂时的主要技术问题是什么? 如何克服?	29
2 7	过滤铝熔体用的玻璃布和陶瓷管具有哪些技术特性? 对它们的基本要求是什么?	31
第三节 铸工材料		32
2 8	石墨具有哪些重要特性? 对结晶器用石墨材料的基本要求是什么?	32
2 9	结晶器润滑油的作用是什么? 对它的基本要求是什么? 常用的润滑油、脂有哪几种?	33
2 10	对连续铸锭冷却用水的基本要求是什么?	33
2 11	涂料的工作原理是什么? 怎样配制和涂覆涂料?	34
2 12	什么是水玻璃? 对水玻璃的技术要求是什么?	35
2 13	什么是石棉? 常用的石棉制品有哪些? 使用时应注意哪些问题?	36

2 14	什么叫硅酸铝纤维？它具有哪些重要的特性？	37
第四节 耐火材料和电热材料		38
2 15	什么叫耐火材料？对熔铝炉耐火材料的基本要求是什么？	38
2 16	铝合金熔炼炉常用的炉衬材料有几种？各有何优缺点？	38
2 17	什么叫硅碳棒？什么叫硅碳棒的老化？在使用硅碳棒时应注意哪些事情？	39
2 18	电阻反射式熔铝炉常采用的金属电热体材料有哪几种？其主要性能和优缺点是什么？	42
第五节 燃料		42
2 19	煤的成分表示方法是什么？	42
2 20	中国煤是怎样分类的？煤炭产品是怎样命名的？	45
2 21	什么是焦炭？对铸造用焦炭的基本要求是什么？	49
2 22	什么是重油？重油具有哪些重要的操作特性？	49
2 23	什么是发生炉煤气？什么是天然气？	50
第三章 熔铸基本原理		52
第一节 铝合金熔炼的物理化学过程		52
3 1	铝及铝合金的熔炼特性是什么？	52
3 2	在铝及铝合金熔体中主要存在哪一种气体？它是怎样溶入铝熔体中的？	53
3 3	在铝及铝合金中，氢的可能存在的形态有几种？其分布是怎样的？	54
3 4	什么叫气体在金属中的溶解度？什么叫金属中的气体含量？其表示方法是怎样的？	54
3 5	什么叫气体溶解度方程式？影响铝中氢气溶解度的因素有哪些？	54
3 6	铝是怎样氧化的？为什么说铝是一种很容易氧化的金属？	56
3 7	金属生成完整保护性氧化膜的必要条件和充分条件是	

	什么?为什么说纯铝氧化膜具有优良的保护作用?	56
3-8	影响铝熔体氧化过程的因素有哪些?	58
3-9	铝和水蒸气是怎样相互作用的?其反应有什么危害?	59
3-10	铝熔体中氢的来源是什么?为什么说铝中氢的主要来源是水气而不是氢气?	59
3-11	影响铝熔体中含氢量的因素有哪些?	60
3-12	氮气、一氧化碳、二氧化碳、碳氢化合物与铝熔体是怎样相互作用的?	61
3-13	在铝熔体中可能存在的固态非金属夹杂物有哪些?它们主要来源于何处?	62
3-14	铝熔体中的金属杂质是从哪儿来的?	63
3-15	什么叫熔化、熔解热?什么叫蒸发、蒸气压?	63
第二节	铸锭结晶的理论基础	64
3-16	什么叫凝固?直接水冷半连续铸造时,铸锭凝固的热交换过程是怎样的?	64
3-17	铸锭的凝固过程是怎样的?	65
3-18	怎样估计铸锭中过渡带的宽度?影响过渡带宽度的因素有哪些?	67
3-19	什么叫液穴?怎样测定和估计液穴的形状和深度?影响液穴深度的因素有哪些?	68
3-20	什么叫结晶速度?怎样估计结晶前沿上任意一点的结晶速度和铸锭的平均结晶速度?	72
3-21	怎样提高铸锭的平均结晶速度?	73
3-22	什么叫温度过冷?铝合金连续铸锭中临近结晶前沿处的温度分布具有什么特点?	74
3-23	什么叫溶质元素的再分配?什么叫浓度过冷?产生浓度过冷的条件是什么?	75
3-24	铸锭结晶时,晶核的形成和晶体生长形状具有什么特点?铝合金铸锭中常见的晶粒形状有哪几种?	78
3-25	铝合金铸锭的典型结晶组织是怎样的?为什么会形成	

几个不同的晶带?	79
3-26 在铝合金中加钛为什么能细化晶粒? 采用钛作变质剂时应注意什么问题?	80
第三节 铝合金的铸造性能	81
3-27 什么叫液态金属的流动性? 影响因素有哪些? 它与铸锭生产有何关系?	81
3-28 什么叫偏析? 铝合金铸锭内常见的偏析有哪几种?	82
3-29 晶内偏析是怎样形成的? 影响因素有哪些?	84
3-30 铝合金铸锭内的反偏析是怎样形成的? 影响因素有哪些?	86
3-31 什么叫收缩? 它与铸锭生产有何关系?	88
3-32 什么是铸造应力? 它们是怎样产生的?	89
3-33 什么是冷裂纹? 什么是热裂纹? 各有何特征?	90
3-34 冷裂纹是怎样形成的? 影响因素有哪些?	90
3-35 热裂纹是怎样形成的? 影响因素有哪些?	91
3-36 什么叫热脆性? 为什么工业变形铝合金具有较大的热脆性?	94
3-37 什么叫疏松? 它是怎样形成的? 影响因素有哪些?	94
3-38 铸锭内的气孔是怎样形成的? 为什么铝合金具有较大的形成气孔倾向性?	95
第四章 熔体的保护和精炼	97
第一节 熔体的保护	97
4-1 怎样对铝熔体进行保护?	97
4-2 什么叫熔剂的覆盖性和分离性? 它们和熔剂的表面性能有什么关系?	98
4-3 对覆盖熔剂的要求是什么? 几种常用的铝合金覆盖剂各有何特性?	98
4-4 在使用覆盖剂时应注意哪些问题?	99
第二节 熔体的精炼	100
4-5 什么叫精炼? 铝合金精炼方法怎样分类?	100

4 6	什么叫吹气精炼? 向熔体中吹入惰性气体为什么既能除渣又能除气?	100
4 7	影响惰性气体精炼效果的因素有哪些?	101
4 8	氯气的净化原理是什么? 为什么氯气比惰性气体的精炼效果好?	103
4 9	为什么要采用氮-氯混合气体精炼? 其常用装置是怎样的?	104
4 10	吹气精炼时, 应该怎样选择各种精炼工艺参数?	106
4 11	采用氮-氯混合气体精炼时应注意哪些问题?	108
4 12	氯盐精炼的基本原理是什么?	109
4 13	四氯化碳和六氯乙烷的精炼机理及精炼工艺要点各是什么?	110
4 14	无毒精炼剂的工作原理是什么? 各成分的作用是什么?	111
4 15	熔剂为什么既能除渣又能除气?	112
4 16	对精炼用熔剂的基本要求是什么? 影响熔剂精炼效果的因素有哪些?	113
4 17	采用熔剂精炼时应注意哪些问题?	115
4 18	什么叫过滤? 铝合金熔体的过滤方法有几种? 其过滤机理各是怎样的?	115
4 19	玻璃布过滤的主要优缺点是什么? 在采用时应注意哪些问题?	116
4 20	陶瓷过滤器的过滤参数有哪些? 其影响因素各是什么?	117
4 21	陶瓷过滤装置的结构具有什么特点? 使用时应注意哪些问题?	120
4 22	什么叫叠熔剂坝? 主要应用在哪些场合?	121
4 23	真空处理的基本原理和工艺操作要点是什么?	122
第五章 熔炼工艺		124
第一节 废料处理和配料工艺		124
5 1	废料的加工处理包括哪些内容?	124

5 2	什么叫配料? 配料的基本任务和基本程序是什么?	125
5 3	怎样确定每熔次的理论配料量和实际配料量?	126
5 4	工厂为什么要制定合金成分的内部标准? 制定内部标准的依据是什么?	126
5 5	什么叫计算成分? 怎样确定?	130
5 6	什么叫炉料组成? 什么叫配料比? 确定炉料组成和配料比的基本原则是什么?	131
5 7	配料时应当怎样选用原铝锭和其它新金属锭的品位?	131
5 8	什么叫烧损? 影响因素有哪些?	132
5 9	什么是金属平衡图? 有什么作用?	136
5 10	配料计算的程序是怎样的? 试举例说明之。	136
5 11	备料时应注意哪些事情?	138
第二节 熔炉的准备和管理		139
5 12	熔炼炉开炉前应做好哪些准备工作?	139
5 13	制定烘炉制度的原则是什么? 烘炉时应注意什么问题?	140
5 14	在什么情况下应该洗炉? 怎样洗炉?	143
5 15	火焰反射炉的烟道为什么必须定期清扫?	143
5 16	什么是氧化性气氛? 熔炼铝合金时为什么要选择微氧化性气氛?	144
5 17	熔炼铝合金时应当怎样控制炉压?	145
第三节 铝中间合金的熔炼工艺		146
5 18	生产铝中间合金的常用方法有哪几种?	146
5 19	采用直接熔合法生产铝中间合金的典型工艺流程是怎样的? 生产时应注意哪些问题?	146
5 20	怎样熔制铝 钛中间合金?	148
5 21	在熔制 Al-Si、Al-Mn、Al-Cu 中间合金时应注意哪些问题?	149
第四节 成品合金的熔炼工艺		150
5 22	什么叫熔炼? 变形铝合金典型的熔炼工艺流程是怎样	

的?	150
5-23 什么叫分批熔炼法? 什么叫半连续熔炼法? 各在什么情况下采用?	151
5-24 确定装炉顺序的基本原则是什么? 对装炉的基本要求是什么?	151
5-25 在炉料熔化过程中应注意哪些问题?	152
5-26 什么叫补料冲淡? 在补料冲淡时应注意哪些问题?	154
5-27 怎样计算补料量? 举例说明补料计算过程。	154
5-28 怎样计算冲淡量? 举例说明冲淡计算过程。	156
5-29 什么叫倒炉? 采用流管法倒炉时应注意哪些问题?	157
5-30 什么叫清炉? 怎样清炉?	159
第五节 铝熔体质量检验	160
5-31 怎样评价铝合金熔体的质量?	160
5-32 炉前分析化学成分的目的是什么? 在取样时应注意哪些问题?	160
5-33 什么是化学成分废品? 产生原因是什么? 怎样防止?	162
5-34 怎样测量铝熔体的温度? 使用热电偶测温时应注意哪些问题?	163
5-35 什么叫熔体过热? 产生原因是什么? 怎样防止和补救?	166
5-36 怎样检验铝熔体中的含气量?	167
5-37 气相色谱测氢装置由哪几部分构成? 各部分的作用是什么?	169
5-38 采用国产 SQH-1 型气相色谱仪测氢时, 应注意哪些问题?	171
5-39 怎样检验铝熔体中的氧化物含量?	173
第六章 铸造工艺	174
第一节 铸造方法	174
6-1 什么叫铸造? 铝合金铸锭的方法有哪几种? 各有何特征?	174
6-2 连续铸造和锭模铸造的优缺点是什么?	177

6-3	卧式连续铸造的主要特点和优缺点是什么?	177
第二节 铸造工具		179
6-4	连续铸造时常用的铸造工具有哪些?	179
6-5	什么是结晶器? 对它的基本要求是什么?	179
6-6	常用圆铸锭结晶器的结构具有什么特点?	180
6-7	圆铸锭结晶器的几个主要结构尺寸是怎样确定的?	181
6-8	常用空心圆铸锭结晶器的结构具有什么特点? 怎样确定芯子的锥度和高度?	182
6-9	扁铸锭结晶器的结构具有什么特点?	184
6-10	什么是沟槽结晶器? 怎样确定沟槽的尺寸?	186
6-11	底座的作用是什么? 在结构上有什么特点?	187
6-12	对静置炉流口塞的基本要求是什么? 怎样控制静置炉金属流出?	188
6-13	对流盘的基本要求是什么?	189
6-14	漏斗的作用和对铸锭质量的影响是怎样的? 对它的基本要求是什么?	189
6-15	在使用漏斗时应注意哪些问题?	190
6-16	卧式连续铸造时的主要铸造工具有哪些? 其作用和特点是什么?	191
第三节 铸造工艺参数		193
6-17	连续铸造时对铸锭质量产生重要影响的工艺参数有哪些? 其含义各是什么?	193
6-18	铸锭规格是怎样确定的?	194
6-19	冷却速度对铸锭质量有什么影响?	195
6-20	怎样确定铸锭需要的冷却水量和水压?	196
6-21	铸造速度对铸锭质量有什么影响?	197
6-22	怎样选择铸锭的铸造速度?	199
6-23	铸造温度对铸锭质量有什么影响?	200
6-24	怎样确定铸锭的铸造温度?	202
第四节 成分控制		203

6 25	连续铸造工业纯铝锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	203
6 26	连续铸造 LF 21 合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	204
6 27	连续铸造铝镁系合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	205
6 28	连续铸造多组元变形铝合金锭时为什么经常采取调整铁硅比例的办法来改变合金对裂纹的敏感性? 应当怎样控制铁硅比例?	207
6 29	连续铸造 LD2、LD31 合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	208
6 30	连续铸造 LY 11 合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	209
6 31	连续铸造 LY 12 合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	210
6 32	连续铸造 LD7、LD8 合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	211
6 33	连续铸造 LC4 合金锭时应当怎样控制化学成分? 为什么?	211
第五节	连续铸锭工艺	213
6 34	变形铝合金直接水冷连续铸锭的典型工艺流程是怎样的?	213
6 35	在检查结晶器水冷系统时应注意哪些问题?	213
6 36	什么叫铺底? 什么叫铺假底? 其作用是什么?	213
6 37	铸造开头时, 采用低水平、慢放流的操作法有什么好处?	216
6 38	什么叫铸锭自身回火? 自身回火的作用和应用场合是什么? 操作时应注意哪些问题?	216
6 39	铸锭打印时应注意哪些问题?	217
6 40	软合金扁铸锭的铸造工艺具有什么特点?	218

6 41	在铸造软合金扁铸锭时,在操作上应注意哪些问题?	218
6 42	高镁铝合金扁铸锭的铸造工艺具有什么特点?	220
6 43	LY11 和 LY12 合金扁铸锭在铸造工艺上具有什么特点?	221
6 44	LC4 合金扁铸锭在铸造工艺上具有什么特点?	222
6 45	小直径圆铸锭在铸造工艺上有什么特点?	222
6 46	大直径圆铸锭在铸造工艺上有什么特点?	223
6 47	空心圆铸锭在铸造工艺上有哪些特点?	223
第七章 铸锭的质量检验和缺陷分析		225
第一节 检验内容和方法		225
7 1	对铸锭质量的基本要求是什么?	225
7 2	什么叫铸锭的质量检验? 什么叫铸锭质量全分析? 它们各包括哪些内容?	225
7 3	化学成分的分析方法有几种? 怎样选取成品合金锭的化学成分最终分析试样?	226
7 4	什么是拉力试验? 检验哪些内容? 怎样选取试样?	228
7 5	什么叫浸蚀低倍检验? 检验哪些内容? 怎样选取试样?	229
7 6	什么叫断口检验? 检验哪些内容? 怎样选取断口试样?	230
7 7	氧化膜工艺试样是怎样制备的?	231
7 8	什么是超声波探伤? 检验哪些内容?	231
7 9	什么叫高倍显微检验? 检验哪些内容? 怎样选取试样?	232
第二节 铸锭中的化学成分偏析		233
7 10	晶内偏析有何危害? 怎样消除和减轻铸锭中的晶内偏析?	233
7 11	反偏析有何危害? 怎样减轻铝合金铸锭内反偏析的程度?	234
第三节 铸锭中的气体和非金属夹杂物		235
7 12	氢和氧化物对铝合金性能各有什么危害?	235
7 13	什么叫夹渣? 怎样防止?	236
7 14	什么叫氧化膜? 它在铸锭中的分布具有什么特点? 怎	

样防止?	236
7-15 疏松有什么危害? 它在铸锭中的分布具有什么特点? 怎样防止?	237
7-16 影响气孔形成的因素有哪些? 怎样防止?	239
7-17 什么是白点? 如何防止?	240
第四节 铸锭中的裂纹	241
7-18 铝合金扁铸锭中的裂纹有哪几种形式? 各有何特点?	241
7-19 铝合金扁铸锭中的各种裂纹是怎样产生的?	242
7-20 怎样防止扁铸锭裂纹?	244
7-21 铝合金圆铸锭中裂纹有哪几种形式? 各有何特点?	246
7-22 圆铸锭中的各种裂纹是怎样产生的?	248
7-23 怎样防止圆铸锭裂纹?	249
7-24 铝合金空心圆铸锭中的裂纹有哪几种形式? 它们是怎样产生的?	251
7-25 怎样防止空心圆铸锭裂纹?	252
第五节 铸锭的晶粒度和组织缺陷	252
7-26 什么叫铸锭的晶粒度? 影响铝合金铸锭晶粒度的因素有哪些?	252
7-27 羽毛状晶是在什么条件下生成的? 为什么要把粗大等轴晶、柱状晶和羽毛状晶视为缺陷而加以控制? 怎样消除?	256
7-28 什么叫晶内结构? 怎样细化晶内结构?	258
7-29 什么叫光亮晶粒? 其形成过程和特点是怎样的? 如何消除?	259
7-30 什么叫白斑? 怎样防止?	261
7-31 什么叫金属化合物? 它是怎样生成的? 其形成和分布具有什么特点? 怎样防止?	261
第六节 铸锭的机械性能	264
7-32 影响铸锭铸态机械性能的因素有哪些? 机械性能沿铸锭截面的分布具有什么特点? 为什么?	264

7 33	铸锭应该具有怎样的机械性能? 为什么?	265
第七节	铸锭的表面缺陷	266
7 34	拉痕和拉裂是怎样产生的? 影响因素有哪些? 怎样防止?	266
7 35	偏析浮出物是怎样形成的? 影响因素有哪些? 怎样防止?	268
7 36	冷隔是怎样形成的? 如何防止?	269
7 37	铸锭弯曲的原因是什么? 怎样防止?	270
7 38	空心锭内孔偏心是怎样引起的?	270
7 39	引起铸锭尺寸不符的原因是什么?	271
第八章	生产设备	272
第一节	熔炼炉	272
8-1	对铝合金熔炼炉的基本要求是什么? 常用熔炼炉的类型有哪几种? 各有何优缺点?	272
8-2	电阻反射式熔炼炉的工作原理是什么? 其结构具有什么特点?	274
8 3	对静置炉的基本要求是什么? 静置炉在结构上有什么特点?	275
8 4	火焰炉的工作原理是什么? 其结构具有什么特点?	276
8-5	什么是燃料燃烧装置? 对它的基本要求是什么? 常用的烧嘴和喷嘴有哪几种?	278
8 6	感应炉的工作原理是怎样的? 其结构具有什么特点?	282
第二节	铸造机	284
8-7	对铝合金半连续铸造机的基本要求是什么? 常用的立式半连续铸造机有哪几种? 各有何优缺点?	284
8 8	钢绳传动铸造机的结构具有什么特点? 使用时应注意哪些问题?	285
8 9	水平连续铸造机的结构具有什么特点? 使用时应注意哪些问题?	289
第三节	其它生产设备	291