

铝合金熔铸生产技术

问答

周家荣 编著



冶金工业出版社

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

铝合金熔铸生产技术

问答

· 1 ·

冶金工业出版社

TG146.2
ZJR

铝合金熔铸生产技术 问答

周家荣 编著



北京

冶金工业出版社

2008

图书在版编目(CIP)数据

铝合金熔铸生产技术问答/周家荣编著. —北京: 冶金工业出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-5024-4378-8

I. 铝… II. 周… III. 铝合金—熔铸成形—问答
IV. TG146. 2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 157424 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 李 心 版式设计 张 青

责任校对 侯 璐 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4378-8

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; 23 印张; 557 千字; 350 页; 1-4000 册

49.00 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

技工是工人中的技术人才，技师是技工队伍中的佼佼者，是企业中的能工巧匠，也是广大青年工人提高技能、学习技术的良师益友和走向岗位成才之路的榜样。在冶金工业出版社的统一组织下，作者能为铝合金熔铸技术工人提供一本既有一定理论基础，又有丰富实践经验，既通俗实用，又能展示当今熔铸技术新发展的应知应会普及读物，也是作者多年的心愿。

本书以原中国有色金属工业总公司颁布的《有色金属生产工人技术等级标准》（有色金属加工部分）对技工的知识要求和技能要求为尺度，在1987年冶金工业出版社出版的《铝合金熔铸问答》一书的基础上，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，从一般到较高层次进行了全面、系统的补充和介绍。全书对操作规程和技术标准中的许多规定从理论上做了解释，且对正在推广采用的新材料、新技术、新工艺和新设备做了较为详细的阐述。关于技术等级标准中要求的质量管理和现代企业管理知识，本书没有介绍，读者可参考有关专业图书。

本书是编著者40年来先后在国内多家国营企业和外资企业从事铝合金熔铸方面工作的经验总结，内容实用，数据可靠；还汇集了国内外在铝合金熔铸方面的大量科研成果和先进理念，体现了科学性、先进性和实用性的结合。是铝合金熔铸车间配料技师、熔炼技师和铸造技师必备的技术书，也可供铝合金熔铸工程技术人员和管理人员查阅参考。

本书编写过程中，徐州财发集团董事长毕祥玉高级工程师参加了部分问答题目的起草和审核工作，并得到了中国有色金属加工工业协会宋禹田、东北轻合金有限责任公司原厂长张敏钧、广东豪美铝业有限公司董事长董峰及副总经理项胜前、金日铝业有限公司董事长魏海鹰、山东信发三信铝业有限公司总经理王德臻等多位专家、朋友的关心和支持，在此一并致谢。

由于作者水平所限，书中不妥之处，希望专家和读者批评指正。

编著者

2007年10月6日

目 录

第一章 基础知识

第一节 物理化学基础知识	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 什么是金属材料的力学性能?	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, 影响化学反应速度的主要因素是什么?	3
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?	4
1-9 怎样估计铝合金中常见元素氧化的难易?	4
1-10 什么叫黏度, 它与熔铸生产有何关系?	5
1-11 什么是表面张力, 它与熔铸生产有何关系?	5
1-12 什么是润湿现象, 它与熔铸生产有何关系?	6
1-13 什么是超声波, 它与熔铸生产有什么关系?	7
第二节 金属学基础知识	7
1-14 什么是金属学, 其主要内容是什么?	7
1-15 什么叫晶体、非晶体、单晶体、多晶体、真实晶体、同质异晶体?	8
1-16 什么叫点阵、晶格、晶胞、晶格常数?	8
1-17 什么叫组元, 什么叫相?	9
1-18 液态金属的结构具有什么特点?	9
1-19 什么叫结晶, 金属的结晶过程是怎样的?	10
1-20 什么叫自发成核、非自发成核, 什么叫细化处理?	11
1-21 什么是匀晶转变, 什么是共晶转变, 什么是包晶转变, 什么是偏 晶转变?	11
1-22 什么是状态图, 它与铸锭生产有何关系?	12
1-23 铝具有哪些主要性能?	13
1-24 变形铝合金是怎样分类的, 其牌号是怎样表示的?	15
1-25 我国变形铝合金状态是怎样表示的?	16
1-26 锰、镁、铜、硅等元素在变形铝合金中起什么作用?	20
1-27 锌、铁、镍、铬等元素在变形铝合金中起什么作用?	21

第二章 原辅材料

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?	23
2-3 什么是铝稀土合金锭, 稀土在铝合金中起什么作用?	24
2-4 什么是细晶铝锭, 有何特点?	26
2-5 对铝中间合金的基本要求是什么, 常用铝中间合金有哪些?	27
2-6 什么是元素添加剂, 其特点是什么, 对元素添加剂的基本要求是什么?	28
2-7 什么是元素速溶剂, 其特点是什么?	29
2-8 什么是变质剂, 变质剂怎样分类, 目前生产中使用的铝合金变质剂 有哪几种?	29
2-9 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?	31
第二节 精炼剂和过滤介质	34
2-10 什么是精炼剂, 常用的有哪些?	34
2-11 铝合金常用的气态精炼剂有哪些, 对气态精炼剂的基本要求是什么?	34
2-12 铝合金常用的固态和液态精炼剂有哪些, 对它们的基本要求是什么?	35
2-13 复合熔剂的配方原理是怎样的?	37
2-14 什么是元素清除剂, 使用时应注意哪些问题?	40
2-15 什么是硼化剂, 采用硼化剂的目的是什么?	41
2-16 怎样制备熔剂, 采用火焰炉熔制熔剂时应注意的主要技术问题是什么, 如何克服?	42
2-17 过滤铝熔体用的玻璃布具有哪些技术特性, 对它们的基本要求 是什么?	42
2-18 什么是刚玉质陶瓷管, 对它们的基本要求是什么?	43
2-19 什么是泡沫陶瓷, 对它的基本要求是什么?	44
第三节 铸工材料	45
2-20 石墨具有哪些重要特性, 对结晶器用和精炼转子用石墨材料的基本 要求是什么?	45
2-21 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?	45
2-22 对连续铸锭冷却用水的基本要求是什么?	46
2-23 涂料的工作原理是什么, 怎样配制和涂覆涂料?	46
2-24 什么是水玻璃, 对涂料用水玻璃的技术要求是什么?	47
2-25 对铸造用轻质隔热保温材料的基本要求是什么, 怎样选用这些材料?	48
2-26 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?	50
2-27 什么叫硅酸铝纤维, 它具有哪些重要的特性?	50

第四节 耐火材料和电热材料	51
2-28 什么叫耐火材料,对熔铝炉耐火材料的基本要求是什么?	51
2-29 铝合金熔炼炉常用的炉衬材料有哪几种,各有何优缺点?	52
2-30 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?	54
2-31 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?	56
第五节 燃料	58
2-32 什么叫燃料,对它的基本要求是什么,铝合金熔铸生产中常采用的燃料有哪些?	58
2-33 固体燃料和液体燃料的化学组成是什么,各组分对燃料性质的影响是什么?	58
2-34 怎样确定固体和液体燃料的组成,怎样表示?	60
2-35 气体燃料的化学组成是什么,怎样分析、表示和换算?	61
2-36 什么叫燃料的发热量,怎样计算燃料的发热量,何为标准燃料?	62
2-37 中国煤是怎样分类的,各煤种的主要特征是什么?	63
2-38 什么是焦炭,对铸造用焦炭的基本要求是什么?	65
2-39 什么是重油,什么是燃料油,什么是柴油,各具有哪些重要的操作特性?	65
2-40 什么是人工煤气,什么是天然气,什么是液化石油气,各有何特点?	68

第三章 熔铸基本原理

第一节 铝合金熔炼的物理化学过程	71
3-1 铝及铝合金的熔炼特性是什么?	71
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?	72
3-3 在铝及铝合金中,氢可能存在的形态有哪几种,其分布是怎样的?	72
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?	72
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?	73
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?	74
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性能?	75
3-8 影响铝熔体氧化过程的因素有哪些?	76
3-9 铝和水蒸气是怎样相互作用的,其反应有什么危害?	76
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蒸气而不是氢气?	77
3-11 影响铝熔体中含氢量的因素有哪些?	78
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?	79

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?	80
3-14	铝熔体中的金属杂质是从哪里来的?	80
3-15	什么叫熔化、溶解热, 什么叫蒸发、蒸气压?	81
第二节	铸锭结晶的理论基础	82
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?	82
3-17	铸锭的凝固过程和凝固区的结构是怎样的?	82
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?	84
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?	85
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?	86
3-21	怎样提高铸锭的平均结晶速度?	87
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?	88
3-23	什么叫溶质元素的再分配, 什么叫浓度(成分)过冷, 产生浓度过冷的条件是什么?	88
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?	90
3-25	什么叫晶粒、晶界、晶内结构、晶枝界?	91
3-26	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?	92
3-27	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?	93
3-28	什么是变质处理, 变质机理是什么?	95
3-29	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?	97
3-30	铝-钛-硼的变质机理是什么, 在应用中应注意什么问题?	98
3-31	铝-钛-碳变质剂的细化效果如何, 细化机理是什么?	99
3-32	铝-钛-硼-稀土变质剂的细化效果如何, 细化机理是什么?	100
3-33	4 × × × 合金的变质处理具有什么特点, 应注意哪些问题?	101
第三节	铝合金的铸造性能	103
3-34	什么是铝合金的铸造性能, 铝合金的成分和组织对铸造性能的影响具有什么规律性?	103
3-35	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?	103
3-36	什么叫偏析, 铝合金铸锭内常见的偏析有哪几种?	105
3-37	晶内偏析是怎样形成的, 影响因素有哪些?	106
3-38	铝合金铸锭内的反偏析是怎样形成的, 影响因素有哪些?	108
3-39	什么叫收缩, 它与铸锭生产有何关系?	109
3-40	什么是铸造应力, 它们是怎样产生的?	110

3-41	什么是冷裂纹、热裂纹,各有何特征?	111
3-42	冷裂纹是怎样形成的,影响因素有哪些?	111
3-43	热裂纹是怎样形成的?	112
3-44	影响铝合金铸锭中热裂纹形成的因素有哪些?	114
3-45	什么叫热脆性,为什么工业变形铝合金具有较大的热脆性?	115
3-46	什么是疏松,它是怎样形成的,影响因素有哪些?	115
3-47	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?	116

第四章 熔体的保护和精炼

第一节 熔体的保护	117
4-1 怎样对铝熔体进行保护?	117
4-2 什么叫熔剂的覆盖性和分离性,它们与熔剂的表面特性有什么关系?	117
4-3 对覆盖熔剂的要求是什么,几种常用铝合金覆盖熔剂各有何特性?	118
4-4 在使用覆盖剂时应注意哪些问题?	119
第二节 熔体的精炼	119
4-5 什么叫精炼,铝合金精炼方法怎样分类?	119
4-6 什么叫惰性气体精炼,向熔体中吹入惰性气体为什么既能除气 又能除渣?	122
4-7 影响惰性气体精炼效果的因素有哪些?	122
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?	123
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?	124
4-10 吹气精炼时应该怎样选择和确定精炼工艺参数?	125
4-11 采用氮-氯混合气体精炼时应注意哪些问题?	127
4-12 除氮-氯混合气外,还有哪些其他的混合气精炼方法,有何特点?	127
4-13 什么是透气砖精炼,影响透气砖精炼效果的主要因素是什么?	128
4-14 什么是高速喷嘴精炼法,有什么特点?	130
4-15 什么是旋转喷头精炼法,影响其除氢效率的因素有哪些?	131
4-16 什么是气体-熔剂混吹精炼?	133
4-17 氯盐精炼的基本原理是什么?	135
4-18 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?	135
4-19 熔剂为什么既能除渣又能除气?	136
4-20 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?	137
4-21 采用熔剂精炼时应注意哪些问题?	138
4-22 什么叫过滤,铝合金熔体的过滤方法有哪几种,其过滤机理各是怎样的?	138
4-23 玻璃丝布过滤的主要优缺点是什么,在采用时应注意哪些问题?	139
4-24 刚玉质陶瓷过滤器的过滤参数有哪些,其影响因素各是什么?	139
4-25 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?	141

4-26	什么是泡沫陶瓷过滤器, 在使用时应注意哪些问题?	142
4-27	什么是金属吸气剂除气法, 使用时应注意哪些问题?	143
4-28	什么叫叠熔剂坝, 主要应用在哪些场合?	143
4-29	什么叫电熔剂精炼?	144
4-30	真空处理的基本原理和工艺操作要点是什么?	145
4-31	超声波除气的基本原理是什么?	146
4-32	什么是炉外连续精炼法, 效果如何?	146
4-33	什么是费尔德法 (FIELD) 法?	147
4-34	什么是 469 法、622 法?	148
4-35	什么是斯奈福 (SNIF) 法?	149
4-36	什么是 ALPUR 法?	150
4-37	什么是 MINT 法?	151
4-38	什么是 RDU 法?	152
4-39	什么是 GBF 法?	153

第五章 铝合金熔炼工艺

第一节 配料工艺	155
5-1 什么叫配料, 配料的基本任务和基本程序是什么?	155
5-2 怎样确定每熔次的理论配料量和实际配料量?	155
5-3 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?	156
5-4 什么叫计算成分, 怎样确定?	158
5-5 什么叫炉料组成, 什么叫配料比, 确定炉料组成和配比的基本原则是什么?	159
5-6 配料时应当怎样选用原铝锭和其他新金属锭的品位?	159
5-7 什么叫烧损, 影响因素有哪些?	160
5-8 什么是金属平衡图, 有什么作用?	161
5-9 配料计算的程序是怎样的? 试举例说明。	162
5-10 备料时应注意哪些事情?	165
第二节 熔炉的准备和管理	165
5-11 熔炼炉开炉前应做好哪些准备工作?	165
5-12 制定烘炉制度的原则是什么, 烘炉时应注意什么问题?	165
5-13 在什么情况下应该洗炉, 怎样洗炉?	167
5-14 火焰熔铝炉的烟道为什么必须定期清扫?	168
5-15 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?	169
5-16 熔炼铝合金时应当怎样控制炉压?	169
第三节 成品合金的熔炼工艺	170
5-17 什么叫熔炼, 变形铝合金典型的熔炼工艺流程是怎样的?	170
5-18 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?	170

5-19	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?	171
5-20	应当怎样控制熔炼温度和熔炼时间?	171
5-21	合金化元素的加入方式有哪几种, 各有何特点?	171
5-22	铝合金熔炼时为什么要经常扒渣, 扒渣时应注意哪些问题?	173
5-23	铝合金熔炼时搅拌熔体的目的是什么, 常用的搅拌方法有哪几种?	174
5-24	为什么要进行炉前分析, 炉前取样时应注意哪些问题?	174
5-25	什么叫补料冲淡, 在补料冲淡时应注意哪些问题?	175
5-26	怎样计算补料量, 举例说明补料计算过程?	176
5-27	怎样计算冲淡量, 举例说明冲淡计算过程?	177
5-28	什么叫倒炉, 采用流管法倒炉时应注意哪些问题?	178
5-29	什么叫清炉, 怎样清炉?	179
第四节	铝熔体质量检验	179
5-30	怎样评价铝合金熔体的质量?	179
5-31	什么是化学成分废品, 产生原因是什么?	180
5-32	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?	180
5-33	什么叫熔体过热, 产生原因是什么, 怎样防止和补救?	182
5-34	怎样检验铝熔体中的含氢量?	183
5-35	气相色谱测氢装置由哪几部分构成, 各部分的作用是什么?	184
5-36	什么是浓差电池测氢法, 有何特点?	185
5-37	什么是哈培尔 (CHAPEL) 测氢法, 有何特点?	186
5-38	怎样检验铝熔体中的氧化物含量?	187
5-39	怎样在线检验晶粒细化和变质处理效果?	189
第六章 铝合金铸造工艺		
第一节	铸锭方法	191
6-1	什么叫铸锭, 铝合金铸锭方法有哪几种?	191
6-2	什么是锭模铸造和浸入铸造, 各有何特点?	191
6-3	什么是连续铸锭法, 各种连续铸锭法的特点是什么?	192
6-4	连续铸锭的优缺点是什么?	193
6-5	卧式连续铸造的主要特点和优缺点是什么?	194
6-6	什么是热顶铸造, 其主要特点和优缺点是什么?	195
6-7	什么是气幕铸造, 其优缺点是什么?	196
6-8	什么是电磁铸造, 其特点和优缺点是什么?	198
第二节	铸造工具	200
6-9	连续铸造时常用的铸造工具有哪些, 对结晶器的基本要求是什么?	200
6-10	传统圆铸锭结晶器的结构具有什么特点?	200
6-11	传统圆铸锭结晶器的几个主要结构尺寸是怎样确定的?	201
6-12	传统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?	202
6-13 扁铸锭结晶器的结构具有什么特点?	203
6-14 什么是沟槽结晶器, 怎样确定沟槽的尺寸?	204
6-15 卧式铸造结晶器的特点是什么?	205
6-16 热顶铸造结晶器的特点是什么?	206
6-17 气幕铸造结晶器的特点是什么?	208
6-18 电磁铸造结晶器的特点是什么?	209
6-19 什么是横断面可调结晶器, 有何特点?	210
6-20 什么是水冷高度可调结晶器, 有何特点?	211
6-21 底座的作用是什么, 在结构上有什么特点?	212
6-22 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?	213
6-23 对流盘的基本要求是什么?	214
6-24 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?	215
6-25 使用漏斗时应注意哪些问题?	216
6-26 目前国内采用的非接触式液面控制装置有哪几种形式, 控制的原理 是什么?	217
第三节 铸造工艺参数	218
6-27 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?	218
6-28 铸锭规格是怎样确定的?	219
6-29 冷却速度对铸锭质量有什么影响?	219
6-30 怎样调控铸锭的冷却速度?	221
6-31 铸造速度对铸锭质量有什么影响?	222
6-32 怎样调控铸锭的铸造速度?	223
6-33 铸造温度对铸锭质量有什么影响?	224
6-34 怎样调控铸锭的铸造温度?	225
6-35 结晶器有效高度对铸锭质量有什么影响, 怎样调控?	225
6-36 怎样调控热顶(气幕)铸造时的工艺参数?	226
6-37 怎样调控电磁铸造时的工艺参数?	230
第四节 成分控制	231
6-38 连续铸造工业纯铝锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	231
6-39 连续铸造 $3 \times \times \times$ 系合金铸锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	232
6-40 连续铸造 $4 \times \times \times$ 系合金铸锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	234
6-41 连续铸造 $5 \times \times \times$ 系合金铸锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	234
6-42 连续铸造多组元合金铸锭时为什么经常采取调整铁硅含量的办法来 改变合金对裂纹的敏感性, 应当怎样调控铁硅含量?	236
6-43 连续铸造 $6 \times \times \times$ 系合金铸锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	237
6-44 连续铸造 $2 \times \times \times$ 系合金铸锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	240

6-45	连续铸造 2A11 合金锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	241
6-46	连续铸造 2A12 合金锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	242
6-47	连续铸造铝-铜-镁-铁-镍系合金锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	243
6-48	连续铸造 $7 \times \times \times$ 合金锭时应当怎样控制化学成分, 为什么?	244
第五节	连续铸锭工艺	246
6-49	变形铝合金直接水冷半连续铸锭的典型工艺流程是怎样的?	246
6-50	铸造前的准备工作包括哪些内容?	246
6-51	什么叫铺底, 什么叫铺假底, 其作用是什么?	248
6-52	铸造开头时, 采用低水平、慢放流、弱冷却的操作法有什么好处?	249
6-53	什么叫铸锭自身回火, 其作用和应用场合是什么, 操作时应注意 哪些问题?	249
6-54	铸锭打印时应注意哪些问题?	250
6-55	软合金扁铸锭的铸造工艺具有什么特点?	250
6-56	在铸造软合金扁铸锭时, 在操作上应注意哪些问题?	250
6-57	试举例说明软合金扁铸锭常用规格的铸造制度?	252
6-58	高镁铝合金扁铸锭的铸造工艺具有什么特点, 并举例说明其常用 规格的铸造制度?	252
6-59	2A11 和 2A12 合金扁铸锭在铸造工艺上具有什么特点, 并举例说明 其常用规格的铸造制度?	253
6-60	2A14 和 2A70 合金扁铸锭在铸造工艺上具有什么特点, 并举例 说明其常用规格的铸造制度?	253
6-61	7A04 合金扁铸锭在铸造工艺上具有什么特点, 并举例说明其常用 规格的铸造制度?	254
6-62	小直径圆铸锭在铸造工艺上有什么特点, 并举例说明其常用规格的 铸造制度?	255
6-63	大直径圆铸锭在铸造工艺上有什么特点, 并举例说明其常用规格的 铸造制度?	256
6-64	空心圆铸锭在铸造工艺上有哪些特点, 并举例说明其常用规格的 铸造制度?	259

第七章 质量检验和缺陷分析

第一节	检验内容和方法	261
7-1	对铸锭质量的基本要求是什么?	261
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?	261
7-3	化学成分的分析方法有哪几种, 怎样选取成品合金锭的化学成分 最终分析试样?	262
7-4	什么是拉力试验, 检验哪些内容, 怎样选取试样?	263

7-5	什么叫浸蚀低倍检验, 检验哪些内容, 怎样选取试片?	263
7-6	什么叫断口检验, 检验哪些内容, 怎样选取断口试样?	264
7-7	什么是超声波探伤, 检验哪些内容?	265
7-8	什么叫高倍显微检验, 检验哪些内容, 怎样选取试样?	265
第二节	铸锭中的化学成分偏析	266
7-9	晶内偏析有何危害, 怎样消除和减轻铸锭中的晶内偏析?	266
7-10	反偏析有何危害, 怎样减轻铝合金铸锭内反偏析的程度?	267
第三节	铸锭中的气体和非金属夹杂物	267
7-11	氢和氧化物对铝合金性能各有什么危害, 怎样防止?	267
7-12	什么叫夹渣, 怎样防止?	268
7-13	什么叫氧化膜, 它在铸锭中的分布具有什么特点, 怎样防止?	268
7-14	什么是疏松、缩孔, 有什么危害, 它在铸锭中的分布具有什么特点, 怎样防止?	269
7-15	影响气孔形成的因素有哪些, 怎样防止?	270
7-16	什么是白点, 有何特点, 如何防止?	271
第四节	铸锭中的裂纹	271
7-17	铝合金扁铸锭中的裂纹有哪几种形式, 各有何特点?	271
7-18	扁铸锭中的侧面裂纹是怎样产生的, 如何防止?	272
7-19	扁铸锭中的底部裂纹是怎样产生的, 如何防止?	273
7-20	扁铸锭中的浇口部裂纹是怎样产生的, 如何防止?	273
7-21	扁铸锭中的表面裂纹是怎样产生的, 如何防止?	274
7-22	铝合金圆铸锭中裂纹有哪几种形式, 各有何特点?	274
7-23	圆铸锭中心裂纹是怎样产生的, 怎样防止?	275
7-24	圆铸锭表面裂纹是怎样产生的, 怎样防止?	276
7-25	圆铸锭环状裂纹是怎样产生的, 怎样防止?	276
7-26	圆铸锭横向裂纹是怎样产生的, 怎样防止?	277
7-27	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?	277
7-28	怎样防止空心圆铸锭裂纹?	278
7-29	什么是晶层分裂, 有什么特点, 怎样防止?	278
第五节	铸锭的组织缺陷	279
7-30	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?	279
7-31	什么是枞树组织, 有何危害, 怎样消除?	280
7-32	什么叫光亮结晶, 其形成过程和特点是怎样的, 如何消除?	280
7-33	什么叫白斑, 怎样防止?	282
7-34	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, 怎样防止粗大金属化合物的产生?	282

第六节 铸锭的力学性能	284
7-35 影响铸锭铸态力学性能的因素有哪些, 力学性能沿铸锭截面的分布具有什么特点, 为什么?	284
7-36 铸锭应该具有怎样的力学性能, 为什么?	284
第七节 铸锭的表面缺陷	285
7-37 拉痕和拉裂是怎样产生的, 影响因素有哪些, 怎样防止?	285
7-38 偏析浮出物是怎样形成的, 影响因素有哪些, 怎样防止?	286
7-39 冷隔是怎样形成的, 如何防止?	286
7-40 铸锭表面的纵向皱折是怎样形成的, 如何防止?	287
7-41 铸锭弯曲的原因是什么, 怎样防止?	288
7-42 空心锭内孔偏心是怎样引起的?	288
7-43 引起铸锭尺寸不符的原因是什么?	288
7-44 产生竹节的原因是什么?	289
7-45 电磁铸锭表面的纵向波浪和纵向皱折是怎样产生的, 如何消除?	289
7-46 热顶铸锭的搭接式表面和汗珠式表面是怎样形成的, 如何消除?	290

第八章 铝合金熔铸设备

第一节 熔炼炉	291
8-1 对铝合金熔炼炉和静置炉的基本要求是什么?	291
8-2 常用铝合金熔炼炉的类型有哪几种?	291
8-3 电阻反射炉的工作原理是什么, 有什么优缺点, 其结构特点和主要技术参数是什么?	291
8-4 什么是等温熔炼炉, 其结构特点和优缺点是什么?	293
8-5 感应炉的工作原理是怎样的, 有什么优缺点?	294
8-6 无芯工频感应电炉的结构具有什么特点, 其主要技术参数是什么?	296
8-7 无芯中频感应电炉的结构具有什么特点, 其主要技术参数是什么?	297
8-8 有芯熔沟式感应电炉的结构具有什么特点, 其主要技术参数是什么?	298
8-9 对感应熔铝炉电源装置的要求是什么?	299
8-10 火焰炉的工作原理是怎样的, 有什么优缺点?	300
8-11 火焰式固定矩形熔铝炉在结构上有什么特点?	300
8-12 火焰式固定圆形熔铝炉在结构上有什么特点?	301
8-13 倾动式熔铝炉在结构上有什么特点?	302
8-14 双膛双向熔铝炉在结构上有什么特点?	303
8-15 竖式熔铝炉在结构上有什么特点?	303
8-16 热底式熔铝炉在结构上有什么特点?	305
8-17 热煤气熔铝炉在结构上有什么特点?	306
8-18 带前床的熔铝炉在结构上有什么特点?	306
8-19 什么是燃料燃烧装置, 对它的基本要求是什么, 燃烧的	

主要形态有哪几种?	306
8-20 气体燃料的燃烧过程是怎样的, 影响因素有哪些?	307
8-21 什么叫火焰传播、回火、脱火, 影响火焰传播速度的因素有哪些?	308
8-22 什么叫燃烧计算, 怎样计算气体燃料燃烧时的理论空气需要量和 燃烧产物量?	310
8-23 举例计算气体燃料的各燃烧系数	311
8-24 对气体燃料燃烧器(烧嘴)的基本要求是什么, 常用的烧嘴有哪几种?	312
8-25 液体燃料的燃烧过程是怎样的, 影响因素有哪些?	315
8-26 怎样计算液体燃料燃烧时的理论空气需要量和燃烧产物量?	317
8-27 举例计算液体燃料的各燃烧系数	317
8-28 对液体燃料燃烧器(喷嘴)的基本要求是什么, 常用的喷嘴有哪几种?	319
8-29 什么是蓄热式燃烧器, 其结构和性能有什么特点?	321
8-30 什么是换热器, 其作用是什么, 对它的基本要求是什么, 有哪些类型?	322
8-31 固定换向式蓄热器的类型有几种, 再生式蓄热器的工作原理是什么, 主要组成和优缺点是什么?	323
8-32 什么是回转式蓄热器, 有什么特点?	325
8-33 熔铝炉应当怎样节能?	326
第二节 铸造机和其他设备	328
8-34 铝合金半连续铸造机的类型有哪几种, 对它的基本要求是什么?	328
8-35 钢丝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?	329
8-36 液压传动式铸造机的结构具有什么特点, 其主要规格有哪些?	331
8-37 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?	333
8-38 熔铝炉经常使用哪些加料设备, 各应用在什么场合?	334
8-39 铝液电磁搅拌的工作原理是什么, 其装置具有什么特点?	335
8-40 什么是永磁旋流搅拌器, 其特点和技术参数是什么?	337
附 录	
附录 1 变形铝及铝合金化学成分及新旧牌号对照表	339
附录 2 空气及煤气的饱和水蒸气含量	348
参考文献	349