

铝合金型材生产 实用技术

刘静安 匡永祥 编
梁世斌 凌云魁

(内部资料·注意保密)

重庆国际信息咨询中心

【内容提要】

本编著是我国目前第一本专门论述铝合金材料及其挤压型材的加工工艺与应用的大型综合性内部资料汇编。它全面系统而详尽地阐述了：铝工业发展概况及铝材的开发应用；铝合金的熔炼与铸造应用技术；铝合金型材的品种、挤压工艺与热处理工艺及质量检验与控制技术；铝合金型材挤压工模具的设计与制造技术；铝合金型材的表面处理技术等。在融汇贯通作者们几十年现场生产经验与科研成果的基础上，收集并揉入了大量的国内外新技术、新工艺、新材料和新设备，用最新的金属材料理论、挤压理论、模具设计理论和电化学理论，深入浅出地讨论和解释了铝合金型材在生产工艺技术和质量上出现的各种问题。与同类手册或编著比较更具有实用性和解决现场生产中出现的具体问题的功能。对教学与材料研究设计部门、加工企业、使用单位及经营管理部門的广大科技工作者、教师与学生、干部与管理人员、技师与中高级技术工人都有相当的参考价值。

前 言

80年代以来,我国有色金属加工工业发展形势迅猛,取得了长足的进步。到1993年底为止,全国仅铝材生产企业已超过500家,铝板、带、箔、型等主机生产能力已达135万吨以上,其中铝型材挤压机已超过600台(套),形成产能70万吨/年以上,氧化着色生产线200余条,形成产能50万吨/以上。据初步统计,我国从工业发达国家或地区引进的具有先进技术水平挤压机已超过400台(套),氧化着色生产线130台(套),其它如熔炼炉、静置保温炉、液压铸造装置、热处理装置、模具制造设备、CAD/CAM装置等相应配套设备的数量亦十分可观。我国已形成了一个坚实的铝加工工业体系,特别是奠定了一个强有力的铝挤压型材工业基础。

但是,众多的具有先进技术水平的工艺装备并未完全发挥其巨大的潜力和作用,有的设备或生产线的效率至今是十分低下的。例如,到1993年底为止,我国铝型材的实际生产量仅22万吨,约为年产能70万吨的31.4%。这不仅闲置了大量设备吨位,造成资金沉淀与积压,而且浪费了大量人力和物力,制约了我国国民经济的发展。究其原因是多方面的,诸如宏观调控不力,内部管理不严,人员素质不高,未能全面地引进和消化吸收国外的先进工艺技术和生产管理软件等等,但其中一个不容忽视的重要原因是,长期以来缺少一套可供广大科技人员、管理人员和中高级技术工人阅读和指导现场操作的全面系统阐述铝型材生产全过程的技术资料。不少读者和企业的科技人员来信,他们十分渴望一套全面系统论述铝合金型材生产工艺过程而又能解决生产中出现的重大实际问题的实用技术资料。以往的图书和资料不是过于原则、包罗万象、专业性不强,就是过于零碎、系统性不强。因此,在查阅时很难得心应手,特别是对于一些中、小型企业的某些从事铝合金型材生产实践时间不长的科技人员和技术工人来说更是如此。如有些从事模具设计的同志,不了解铝合金的特性与分类;有些从事挤压工艺的同志又不懂得氧化着色对型材原始表面的要求;而很多从事挤压、模具和氧化着色的同志都不知道铸锭中的氢含量和夹杂物含量对本工序质量的影响等等。因此,大多数挤压生产线的产品质量不稳定,效率低下,成品率不高,模具寿命短,引起成本高,效率低,先进工艺装备的作用不能充分发挥。因此,尽快充分发挥几百条生产线的潜力,满足国内外市场的需求;优质、高产、高效、低耗和对新设备、新工艺、新技术、新材料的消化吸

收与改进已成为铝合金型材专业的技术人员和管理人员的当务之急。

为了满足国内铝型材生产厂家和使用单位以及教学、科研和设计部门的需求,重庆国际信息咨询中心组织部分多年在生产第一线从事生产实践、科学研究和技术质量管理的铝熔铸、铝型材挤压工艺与设备、型材模具设计与制造、铝型材氧化着色等方面的专家、学者和科技人员编写了一本大型的综合性内部技术资料文献——《铝合金型材生产实用技术》。全书共分五篇:第一篇铝工业发展概况及铝材的开发应用;第二篇铝合金熔炼与铸造技术;第三篇铝合金型材挤压技术;第四篇铝合金型材挤压工模具技术;第五篇铝合金型材表面处理技术。全书约160万字,图表1100多幅,并有大量的生产实例和解决技术难题的方案,是目前国内外在本专业范围内最新、最全面、最有现场指导意义的实用技术资料。

本资料是作者们几十年现场实践经验和科研成果的结晶,同时参阅了大量的相关资料,几乎包罗了国内近期出版的几种大型手册和书刊以及俄、英、日、德等几种主要相关期刊中的有用文字和数据图表,内容丰富、涉及面广、实用性强、具有较大的理论价值和实用价值,特别是在理论与实践相结合、着重解决生产实践中的技术难点方面本资料具有突出的特色。因此特别适合于从事有色金属材料加工,特别是铝及铝合金生产(包括熔铸厂、挤压厂、工模具厂、表面处理厂、深加工厂、中心实验室和检测中心等)、设计、科研、使用部门的工程技术人员、中高级技术工人和管理干部以及相关专业的大专院校师生参考。

由于内容多,特别是生产现场的实例和数据多,加之时间仓促,在整理和编写过程中一定会存在很多不足之处,甚至有错误的地方,敬请广大读者批评指正。

编者

1994年10月

目 次

第一篇 铝工业发展概况及铝材的开发应用	(1)
第一章 铝工业发展概况	(1)
第一节 铝的发展历史与现状	(1)
一 铝的发展历史	(1)
二 铝工业的发展现状	(2)
第二节 铝的一般特性与用途	(6)
一 铝的基本特性	(6)
二 铝合金及铝材的典型性能及用途举例	(9)
第三节 铝加工技术的发展趋势	(11)
一 世界铝加工技术的发展现状	(11)
二 国外铝加工技术的发展特点与趋势	(20)
第二章 变形铝合金	(23)
第一节 变形铝合金的分类	(23)
第二节 变形铝合金的牌号及状态	(23)
一 变形铝合金的牌号表示法	(23)
二 变形铝合金材料状态代号	(25)
第三节 变形铝合金的化学成分	(31)
第四节 变形铝合金的性能	(40)
一 冶金特性	(40)
二 热处理特性	(44)
三 物理性能	(68)
四 力学性能	(69)
五 化学性能	(79)
六 工艺性能	(85)
第三章 铝材的开发与应用	(93)
第一节 铝材的消费结构及社会需求趋向	(93)
一 概述	(93)
二 发达国家的铝材消费结构与社会需求	(93)
三 我国铝材的社会需求量及需求结构	(94)
四 我国铝材社会需求预测	(97)
第二节 铝材在交通运输业中的开发与应	(98)
一 铝材在铁道运输车辆中的开发与应	(99)
二 汽车用铝材的开发与应用	(108)
三 自行车和摩托车用铝材的开发与应	(119)
四 船舶用铝材的开发与应用	(123)

第三节	铝材在建筑业中的开发与应用	(133)
一	建筑用铝材的现状与发展趋势	(133)
二	建筑业常用铝合金牌号、类型及标准	(134)
三	建筑铝结构设计要素	(135)
四	围护铝结构应用实例	(135)
五	铝合金高级活动板房	(138)
六	电动铝合金百叶窗	(139)
第四节	包装容器用铝材的开发与应用	(139)
一	包装容器铝材发展概况	(139)
二	罐用铝材的开发	(140)
三	铝箔包装的开发与应用	(144)
四	其它包装容器用铝材的开发与应用	(147)
第五节	电气电子工业用铝材的开发与应用	(149)
一	发展概况	(149)
二	电气工业铝材的开发与应用	(149)
三	电子工业铝材的开发与应用	(154)
第六节	航天航空工业铝材的开发与应用	(157)
一	发展概况	(157)
二	航天航空用结构铝合金	(159)
三	航天航空用新型结构铝合金	(159)
第七节	机械制造工业铝材的开发与应用	(171)
一	机械制造业用铝材的发展概况	(171)
二	各种标准件与零部件的铝化	(171)
三	农业机械用铝材的开发与应用	(172)
四	工业机械用铝材的开发与应用	(173)
五	铝材在机械行业中的应用前景	(175)
第八节	铝材在其它工业上的开发与应用	(176)
一	核工业用铝材	(176)
二	能源工业用铝材	(178)
三	文体用品业铝材的开发	(181)

第二篇 铝合金的熔炼与铸造技术 (187)

第一章	铝合金的熔炼	(187)
第一节	铝合金熔炼概述	(187)
一	熔炼目的	(187)
二	熔炼特点	(187)
三	熔炼方法	(187)
第二节	熔炼过程中的物理化学行为	(188)
一	炉内气氛	(188)

二	熔融铝与气体间的相互作用·····	(188)
三	影响气体含量的因素·····	(190)
第三节	铝合金的熔炼工艺流程·····	(191)
一	熔炼炉的准备·····	(191)
二	熔炼工艺流程及操作·····	(191)
三	熔炼温度和火焰控制·····	(193)
第四节	熔炼时合金元素和杂质含量控制·····	(194)
一	合金元素成分的控制·····	(194)
二	杂质含量的控制·····	(195)
第二章	铝合金熔体净化 ·····	(196)
第一节	净化的目的和要求·····	(196)
一	净化目的·····	(196)
二	净化要求·····	(196)
第二节	熔体净化原理·····	(196)
一	脱气原理·····	(196)
二	除渣原理·····	(197)
第三节	炉内处理·····	(198)
一	吸附净化·····	(198)
二	非吸附净化·····	(201)
第四节	炉外连续处理·····	(201)
一	玻璃丝布过滤·····	(201)
二	刚玉微孔陶瓷管过滤·····	(202)
三	陶瓷泡沫过滤器·····	(202)
四	Air-Liquide 法·····	(202)
五	FILD 法·····	(202)
六	Alcoa 469 法·····	(203)
第五节	国外铝熔体净化技术·····	(203)
第三章	铝合金的铸造 ·····	(205)
第一节	铝合金铸造概述·····	(205)
一	对铸锭的基本要求·····	(205)
二	铸造方法·····	(205)
第二节	铸锭的结晶和组织·····	(207)
一	结晶过程的热交换·····	(207)
二	铸锭的结晶·····	(208)
三	结晶过程·····	(212)
四	铸锭的典型结晶组织·····	(213)
第三节	晶粒细化·····	(214)
一	晶粒细化的一般原理·····	(214)
二	晶粒细化的途径·····	(214)
第四节	铸造工艺参数与铸锭质量的关系·····	(215)

一	冷却速度	(215)
二	铸造速度	(215)
三	铸造温度	(217)
四	结晶器内的液面高度	(217)
第五节	铸造工具	(218)
一	方锭结晶器和冷却装置	(218)
二	圆铸锭结晶器	(220)
三	空心铸锭结晶器	(221)
四	流槽、漏斗及涂料	(222)
第六节	铸造流程及操作	(223)
一	铸造前的准备	(223)
二	铸造开头	(224)
三	金属液面水平控制	(224)
四	打渣	(224)
五	收尾处理	(225)
第七节	方铸锭铸造	(225)
一	铸造前的准备	(225)
二	铸造与操作	(225)
第八节	圆铸锭铸造	(226)
一	铸造前的准备	(226)
二	铸造与操作	(226)
三	铸造制度	(227)
第九节	空心圆锭铸造	(227)
一	铸造前的准备	(227)
二	铸造与操作	(227)
三	铸造制度	(228)
第十节	国外铝合金熔铸技术	(228)
第四章	铝合金铸锭缺陷及质量检验	(230)
第一节	裂纹	(230)
一	铸造过程中应力的形成	(230)
二	热裂纹的成因及影响因素	(232)
三	冷裂纹的成因及影响因素	(237)
四	裂纹的形式及其防止	(238)
第二节	非金属夹渣及氧化膜	(241)
第三节	组织缺陷	(242)
一	气孔	(242)
二	疏松	(243)
三	偏析	(244)
四	金属化合物	(246)
五	光亮晶粒	(246)

六	花边状组织·····	(246)
七	白斑·····	(246)
八	白点·····	(246)
第四节	表面缺陷·····	(247)
一	冷隔·····	(247)
二	偏析瘤·····	(247)
三	拉痕、拉裂·····	(247)
第五节	铸锭质量检验·····	(247)
一	化学成分·····	(247)
二	铸块尺寸·····	(247)
三	表面质量·····	(247)
四	内部质量·····	(248)
第五章	铝合金铸锭的均匀化退火·····	(249)
第一节	均匀化退火的目的和作用·····	(249)
第二节	均匀化退火的基本原理·····	(249)
一	扩散·····	(250)
二	影响扩散的因素·····	(250)
三	均匀化过程的组织变化·····	(250)
第三节	铝合金铸锭均匀化退火工艺·····	(250)
一	均匀化退火规程的制定原则·····	(250)
二	铝合金铸锭均匀化退火制度·····	(251)
第六章	燃料及燃烧·····	(253)
第一节	燃料的种类、成分及特性·····	(253)
一	燃料的种类·····	(253)
二	燃料的成分·····	(253)
三	燃料的成分表示方法及换算·····	(254)
四	冶金厂常用燃料的特性·····	(255)
第二节	燃料燃烧计算·····	(258)
一	燃料的发热量·····	(258)
二	空气消耗量·····	(258)
三	燃烧产物·····	(259)
四	燃烧温度·····	(260)
第三节	燃料燃烧及其燃烧装置·····	(260)
一	气体燃料的燃烧及其燃烧装置·····	(260)
二	液体燃料的燃烧及其燃烧装置·····	(261)
第七章	铝合金熔铸设备·····	(264)
第一节	冶金炉的分类·····	(264)
一	按处理物料的目的分类·····	(264)
二	按热能的来源分类·····	(264)
第二节	火焰反射炉炉型结构及筑炉材料·····	(264)

一	火焰反射炉的设计原则	(264)
二	炉型	(265)
三	结构	(266)
四	筑炉材料	(268)
第三节	火焰反射熔化炉	(270)
一	天然气反射熔化炉	(270)
二	煤气反射熔化炉	(272)
三	重油反射熔化炉	(272)
四	圆型熔铝炉	(272)
第四节	电阻热反射炉	(273)
一	电炉概述	(273)
二	电阻热反射炉工作原理及电热体	(273)
三	9吨电阻熔化炉	(274)
四	静置炉	(275)
五	电阻反射炉的烘炉制度	(276)
第五节	感应电炉	(276)
一	有铁芯感应电炉	(276)
二	无铁芯感应电炉	(278)
第六节	均热炉	(280)
第七节	半连续铸造机	(281)
一	钢丝绳传动立式半连续铸造机结构	(282)
二	四联式铸造机	(283)
三	水平式半连续铸造机	(284)
第八节	多模链式铸造机	(284)
第九节	熔铸设备的发展动态	(285)
一	熔炼方面	(285)
二	铸造方面	(286)

第三篇 铝合金型材挤压技术 (287)

第一章	铝合金型材生产总论	(287)
第一节	铝挤压技术发展概况	(287)
一	挤压在铝加工中的重要地位	(287)
二	世界金属挤压的发展历史与现状	(289)
三	铝挤压技术的发展趋势	(298)
第二节	生产型材用的几种主要铝合金	(300)
一	概述	(300)
二	几种主要合金	(301)
第三节	型材的品种与断面设计原则	(311)
一	铝合金型材的品种	(311)

二	铝合金型材断面设计原则	(311)
第四节	铝型材的技术条件与质量要求	(325)
一	铝合金建筑型材标准(GB5237-93)	(326)
二	工业用铝及铝合金热挤压型材标准(GB6892—82)	(334)
第五节	铝合金型材的挤压方法	(337)
一	沿型材长度方向断面不变的实心型材的挤压	(337)
二	空心型材的挤压	(340)
三	阶段变断面实心型材的挤压	(343)
四	逐渐变断面实心型材的挤压	(349)
第六节	挤压时的力学状态及挤压力计算	(349)
一	挤压力的传递过程	(349)
二	变形区内的应力状态	(349)
三	挤压力的确定	(350)
第七节	挤压过程中的温度变化	(358)
第二章	铝合金型材挤压工艺	(360)
第一节	铝合金挤压型材的工艺流程	(360)
第二节	工艺方案制订与生产实用技术	(361)
一	普通型材生产工艺特点	(361)
二	民用建筑型材生产工艺特点	(368)
三	反向挤压型材的工艺特点	(374)
四	壁板型材挤压工艺特点	(375)
五	阶段变断面型材的生产工艺特点	(378)
六	铝合金挤压型材的热处理	(380)
七	铝合金型材的矫直与精整工艺	(382)
第三章	铝合金型材的质量检验	(395)
第一节	中间工序检查	(395)
一	铸锭的验收检查	(395)
二	挤压工序检查	(395)
第二节	型材成品检查	(399)
一	型材检查的一般规定	(399)
二	尺寸检查	(399)
三	型材表面检查	(401)
第三节	各项试验取样要求及处理办法	(402)
一	取样要求	(403)
二	取样注意事项	(403)
三	有问题试样的处理办法	(403)
四	各种状态下力学性能的几点说明	(403)
第四节	包装质量检查	(403)
第五节	铝合金挤压型材制品缺陷的特征及分类	(404)
第四章	铝合金型材挤压设备	(408)

第一节	加热炉.....	(408)
一	燃料炉.....	(408)
二	电阻加热炉.....	(408)
三	感应加热炉.....	(408)
第二节	挤压机.....	(410)
一	挤压机分类及应用.....	(410)
二	挤压机的技术性能.....	(410)
三	卧式挤压机.....	(410)
四	立式挤压机.....	(414)
第三节	挤压机的主要部件及辅助机构.....	(414)
一	模座.....	(414)
二	锭锭机构.....	(415)
三	挤压垫片与压余分离及传送机构.....	(417)
四	锭坯热切断和热剥皮装置.....	(417)
五	制品牵引机构.....	(418)

第四篇 铝合金型材挤压工模具技术 (420)

第一章	概述.....	(420)
第一节	工模具在挤压生产中的重要地位.....	(420)
第二节	挤压工模具的设计与制造概况.....	(420)
一	挤压工模具的发展情况.....	(420)
二	挤压工模具的设计与制造水平.....	(421)
第三节	挤压工模具存在问题及发展趋势.....	(422)
一	挤压工模具尚待解决的问题.....	(422)
二	挤压工模具技术的发展趋势.....	(422)
第四节	挤压工模具的工作条件.....	(423)
一	承受长时高温作用.....	(423)
二	承受长时高压作用.....	(423)
三	承受激冷激热作用.....	(424)
四	承受反复循环应力作用.....	(424)
五	承受偏心载荷和冲击载荷作用.....	(424)
六	承受高温高压下的高摩擦作用.....	(424)
七	承受局部应力集中的作用.....	(424)
第二章	工模具材料及其合理选择.....	(425)
第一节	挤压对工模具材料的要求.....	(425)
第二节	工模具材料的分类及发展概况.....	(425)
一	工模具材料的分类.....	(425)
二	热挤压模具钢的发展概况.....	(427)
第三节	常用工模具钢材的性能特点.....	(428)

第四节	合理选择工模具材料的原则	(434)
一	被挤压金属或合金的性能	(434)
二	产品品种、形状和规格	(434)
三	挤压方法、工艺条件与设备结构	(435)
四	挤压工模具的结构形状与尺寸	(435)
五	材料的价格及其它因素	(435)
第三章	挤压工具设计技术	(439)
第一节	挤压工具的种类	(439)
一	大型基本挤压工具	(439)
二	模具	(439)
三	辅助工具	(439)
第二节	挤压工具的装配结构形式	(439)
一	卧式型棒挤压机正向挤压工具的装配结构	(439)
二	卧式型棒挤压机反向挤压工具的装配结构	(441)
三	卧式管型挤压机正向挤压工具的装配结构	(441)
四	卧式挤压机反挤压管材和空心型材的工具装配结构	(442)
五	用组合模挤压空心制品的工具装配结构	(443)
六	阶段变断面型材挤压工具的装配结构	(444)
七	逐渐变断面型材和管材挤压工具装配结构	(444)
第三节	挤压筒的设计	(445)
一	挤压筒的工作条件与受力分析	(445)
二	挤压筒的结构形式	(445)
三	挤压筒尺寸的确定	(450)
第四节	挤压轴的设计	(456)
一	挤压轴的结构形式	(456)
二	挤压轴尺寸的确定	(458)
第四章	铝合金型材挤压模具设计技术	(460)
第一节	挤压模具的类型及组装方式	(460)
一	挤压模具的分类	(460)
二	挤压模具的组装方式	(461)
第二节	模具的典型结构要素及外形标准化	(462)
一	挤压模结构要素的设计	(462)
二	模具的外形尺寸及标准化	(463)
第三节	模具的设计原则及步骤	(465)
一	挤压模具设计时应考虑的因素	(465)
二	模具设计的原则与步骤	(465)
三	模具设计的技术条件及基本要求	(466)
第四节	普通型材模具的设计	(466)
一	模孔在模子平面上的合理配置	(466)
二	型材模孔形状与加工尺寸的设计	(469)

三	控制型材各部分流速均匀性的方法·····	(472)
四	型材模具的强度校核·····	(476)
第五节	舌型模的设计·····	(479)
一	舌型模的工作特点·····	(479)
二	舌型模的结构类型·····	(480)
三	舌型模模孔的合理配置·····	(481)
四	舌型模结构要素的设计特点·····	(481)
五	舌型模设计举例·····	(484)
第六节	平面分流组合模的设计·····	(485)
一	工作原理与特点·····	(485)
二	结构设计·····	(486)
三	强度校对·····	(491)
四	设计举例·····	(492)
第七节	带筋壁板型材模的设计·····	(496)
一	带筋壁板型材的挤压特点及模具的工作条件·····	(496)
二	带筋壁板型材模具结构及其设计特点·····	(498)
三	模具设计及举例·····	(501)
第八节	宽展模的设计·····	(508)
一	宽展挤压原理及变形特征·····	(508)
二	宽展模的设计及举例·····	(510)
第九节	民用建筑型材模的设计·····	(511)
一	铝合金民用建筑型材的特点·····	(511)
二	民用建筑型材模具的设计特点·····	(512)
三	民用建筑型材模设计举例·····	(520)
第十节	异型空心型材穿孔挤压用模具设计的特点·····	(521)
一	异形空心型材的挤压方法·····	(521)
二	工具及模具设计特点·····	(521)
第十一节	其它特殊模具的设计·····	(523)
一	导流模·····	(523)
二	保护模·····	(523)
三	锥体出口薄模·····	(526)
四	水冷模和液氮冷却模·····	(526)
五	eonform 无残料连续挤压模·····	(528)
第五章	挤压工模具的制造技术·····	(529)
第一节	挤压工模具的加工特点及其对制模技术的要求·····	(529)
第二节	挤压工模具制造方法及主要设备·····	(529)
一	挤压工模具的制造方法·····	(529)
二	制模工艺流程·····	(530)
三	主要设备·····	(537)
第三节	机械加工制模技术·····	(538)

一	车床加工·····	(538)
二	铣床加工·····	(540)
三	磨床加工·····	(540)
四	钳工加工·····	(540)
第四节	电加工制模技术·····	(541)
一	挤压模具电加工的主要方法和设备·····	(541)
二	电加工的现状与发展趋势·····	(542)
三	电火花成型加工法加工模子的工艺特点·····	(543)
四	电火花线切割加工的工艺特点与设备·····	(543)
五	电加工后的研磨加工与去应力处理·····	(547)
第五节	工模具的热处理·····	(547)
一	挤压工模具热处理的特点·····	(547)
二	主要热处理工序及典型的热处理设备·····	(548)
三	常用工模具钢的性能及热处理工艺特点·····	(550)
四	工模具的特殊热处理工艺·····	(556)
五	工模具热处理质量控制·····	(564)
六	典型热处理工艺曲线实例·····	(566)
第六章	挤压工模具的修正 合理使用与科学管理·····	(570)
第一节	挤压工模具的失效形式与损坏原因·····	(570)
一	大型基本工具的失效与损坏·····	(570)
二	穿孔系统的失效与损坏·····	(571)
三	模具的失效与损坏·····	(571)
第二节	模具的修正·····	(572)
一	修模原理·····	(572)
二	修模方法·····	(573)
三	修模工具·····	(576)
四	实心型材模的修正·····	(579)
五	空心型材模的修正·····	(583)
六	试模、修模与氮化·····	(586)
第三节	大型基本工具的修理·····	(586)
一	挤压筒的维修·····	(586)
二	挤压轴的维修·····	(586)
三	穿孔系统的维修·····	(587)
第四节	挤压工模具的合理使用·····	(587)
一	挤压筒的使用规范·····	(587)
二	挤压轴的使用规范·····	(590)
三	穿孔系统的使用规范·····	(590)
四	挤压模具的使用规范·····	(590)
第五节	挤压工模具的翻新·····	(591)
第六节	挤压工模具的报废·····	(591)

一	模具的报废	(591)
二	大型工具的报废	(591)
第七节	挤压工模具的科学管理	(591)
第八节	提高挤压工模具使用寿命的主要途径	(592)
一	挤压工模具的使用寿命	(592)
二	影响挤压工模具使用寿命的主要因素	(592)
三	提高工模具使用寿命的主要途径	(593)
第七章	铝合金挤压模具技术的最新研究成果及评述	(595)
第一节	模具设计理论与失效分析	(595)
一	模具设计理论的发展现状及评价	(595)
二	挤压过程与挤压工模具的有限元分析	(596)
三	铝合金热挤压的高温密栅云纹法模拟研究及工艺控制	(597)
四	流线模挤压的热力学耦合分析	(598)
五	挤压模内温度场的有限元分析	(599)
六	铝型材挤压平面模应力变形的光弹及有限元分析	(599)
七	金属压力加工中的摩擦与润滑	(600)
八	铝型材挤压导流模设计技术的开发研究和数值分析	(600)
九	挤压模具的优化设计理论与技术开发	(601)
十	模具的失效原理及分析	(602)
第二节	几种新型模具的开发研究	(604)
一	变宽度宽展导流模	(604)
二	半空心型材模的设计	(605)
三	大型散热器型材模的设计结构	(607)
四	子母模设计	(608)
五	两型孔分流模新结构的设计	(609)
六	内螺纹管挤压芯棒的设计	(609)
七	分流组合模的浮动芯头套结构	(611)
第三节	挤压模具的 CAD/CAM 技术开发	(612)
一	国外的发展现状与主要成果水平分析	(612)
二	国内的研究成果分析	(615)
第四节	新型挤压模具材料的开发研制	(616)
一	3Cr2W8V 钢和 4Cr5MoSiV1 钢的对比研究	(616)
二	热挤压模具材料特种性能的研究与评估	(616)
三	新型模具材料的开发研究	(617)
第五节	新型热处理工艺的开发	(618)
一	预处理工艺研究	(618)
二	热处理工艺研究	(619)
第六节	表面强化处理新工艺研究	(619)
一	离子硫、碳、氮三元共渗工艺研究	(619)
二	离子复合处理工艺研究	(620)

三	离子氮化工艺研究	(620)
四	气体软氮化工艺研究	(620)
五	脉冲等离子渗氮工艺研究	(620)
六	低温渗硼法的研究	(621)
七	PVD-TIV 涂层工艺研究	(621)
第七节	制模与修模新工艺新方法研究	(621)
一	制模新方法新工艺研究	(621)
二	建筑铝型材挤压模具制造工艺路线的改进研究	(623)
三	修模新方法新工艺的研究	(623)
第八节	九十年代模具技术的发展趋向	(624)
第九节	挤压模具技术的主攻课题	(626)
一	设计原理与强度校核方法的研究	(626)
二	工具模具结构的改进研究	(626)
三	挤压模具的 CAD/CAM 技术的开发	(626)
四	模具材料的开发	(627)
五	制模技术的开发	(627)
六	提高科学管理水平	(627)

第五篇 铝合金型材表面处理技术 (628)

第一章	铝合金型材表面处理概述	(628)
第一节	铝表面处理的发展历史与现状	(628)
第二节	铝表面处理的基本方法、功用与适应范围	(628)
第三节	铝及铝合金表面处理工艺程序	(629)
第二章	氧化前的预先处理	(635)
第一节	概述	(635)
第二节	机械预处理	(635)
第三节	除油处理	(636)
一	酸液除油	(638)
二	碱液除油	(638)
三	乳液除油	(638)
四	溶剂除油	(639)
五	电解除油	(639)
六	超声波除油	(640)
七	铝合金清洗剂及除油方法	(640)
第四节	化学抛光与电解抛光	(641)
一	化学抛光	(642)
二	电解抛光	(645)
第五节	蚀洗处理	(648)
第六节	酸洗处理	(648)