

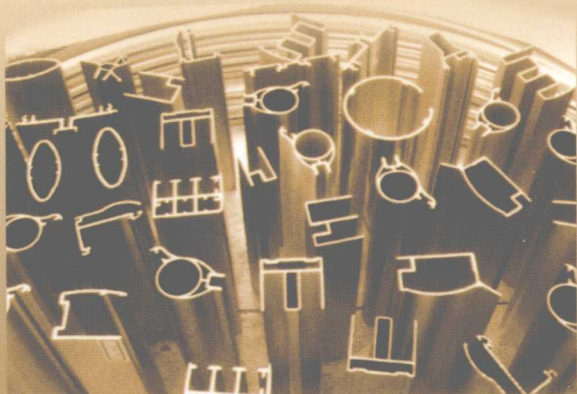
现代铝加工生产技术丛书

主编 赵世庆 钟利

铝合金特种管、型材生产技术

LÜHEJIN TEZHONGGUAN XINGCAI SHENGCHAN JISHU

李建湘 刘静安 杨志兵 编著



冶金工业出版社

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

现代铝加工生产技术丛书

主编 赵世庆 钟 利

铝合金特种管、型材 生产技术

李建湘 刘静安 杨志兵 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2008

内 容 简 介

本书是《现代铝加工生产技术丛书》之一,详细介绍和论述了铝合金特种管、型材生产工艺、技术与设备等。全书共分6章,内容包括:概论、办公机械用感光鼓基铝合金管材生产技术及深加工、铝合金热传导挤压材及其他特殊精密铝合金型材和管材的生产技术、大型铝合金型材与管材生产技术、铝合金钻探管的生产技术、铝合金及铝塑复合材料流体管道系统的开发与应用等。在内容组织和结构安排上,力求理论联系实际、切合生产实际需要,突出实用性、先进性和行业特色,为读者提供一本实用的技术著作。

本书是铝加工生产企业工程技术人员必备的技术读物,也可供从事有色金属材料与加工的科研、设计、教学、生产和应用等方面的技术人员与管理人员使用,同时可作为大专院校有关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铝合金特种管、型材生产技术/李建湘等编著. —北京:
冶金工业出版社, 2008. 8

(现代铝加工生产技术丛书)

ISBN 978-7-5024-4609-3

I. 铝… II. 李… III. ①铝合金—管材—生产工艺
②铝合金—金属型材—生产工艺 IV. TG146. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 130374 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 王雪涛 美术编辑 李 心 版式设计 张 青

责任校对 栾雅谦 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4609-3

北京鑫正人印刷有限公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2008 年 8 月第 1 版, 2008 年 8 月第 1 次印刷

148mm × 210mm; 10.875 印张; 319 千字; 330 页; 1-3000 册

36.00 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)

《现代铝加工生产技术丛书》

编辑委员会

主 编	赵世庆	钟 利		
常务副主编	谢水生	刘静安		
副 主 编	尹晓辉	吕新宇	李建荣	熊柏青
编 委	杨焕文	吴小源	李学朝	
	(按姓氏笔画排列)			
	马英义	王华春	尹晓辉	方清万
	王德满	田 树	左宏卿	李 迅
	李 响	李学朝	李建荣	李念奎
	李建湘	刘 庆	刘玉珍	刘志铭
	刘静安	朱 毅	闫维刚	吕新宇
	何 峰	吴小源	陈昌云	陈思仁
	杨志兵	杨焕文	张宏伟	张登科
	宋晓辉	苏堪祥	周 江	单长智
	范生艳	武红林	周学博	钟 利
	侯 绎	侯 波	姜文举	赵世庆
	郭金龙	贺金宇	段瑞芬	凌 杲
	聂 波	唐 剑	黄 凯	黄国杰
	谢水生	谢延翠	谭学余	熊柏青
	樊建中	魏长传		

《现代铝加工生产技术丛书》

主要参编单位

西南铝业（集团）有限责任公司

东北轻合金有限责任公司

中国铝业股份有限公司西北铝加工分公司

北京有色金属研究总院

广东凤铝铝业有限公司

广东中山市金胜铝业有限公司

上海瑞尔实业有限公司

《丛书》前言

节约资源、节省能源、改善环境越来越成为人类生活与社会可持续发展的必要条件，人们正竭力开辟新途径，寻求新的发展方向 and 有效的发展模式。轻量化显然是有效的发展途径之一，其中铝合金是轻量化首选的金属材料。因此，进入 21 世纪以来，世界铝及铝加工业获得了迅猛的发展，铝及铝加工技术也进入了一个崭新的发展时期，同时我国的铝及铝加工产业也掀起了第三次发展高潮。2007 年，世界原铝产量达 3880 万 t（其中：废铝产量 1700 万 t），铝消费总量达 4275 万 t，创历史新高；铝加工材年产量达 3200 万 t，仍以 5%~6% 的年增长率递增；我国原铝年产量已达 1260 万 t（其中：废铝产量 250 万 t），连续五年位居世界榜首；铝加工材年产量达 1176 万 t，一举超过美国成为世界铝加工材产量最大的国家。与此同时，我国铝加工材的出口量也大幅增加，我国已真正成为世界铝业大国，铝加工业大国。但是，我们应清楚地看到，我国铝加工材在品种、质量以及综合经济技术指标等方面还相对落后，生产装备也不甚先进，与国际先进水平仍有一定差距。

为了促进我国铝及铝加工技术的发展，努力赶超世界先进水平，向铝业强国和铝加工强国迈进，还有很多工作要做：其中一项最重要的工作就是总结我国长期以来在铝加工方面的生产经验和科研成果；普及和推广先进铝加工技术；提出我国进一步发展铝加工的规划与方向。

几年前，中国有色金属学会合金加工学术委员会与冶金工业出版社合作，组织国内 20 多家主要的铝加工企业、科研院所、大专院校的百余名专家、学者和工程技术人员编写出版了大型工具书——《铝加工技术实用手册》，该书出版后受到广大读者，特别是铝加工企业工程技术人员的好评，对我国铝加工业的发展起到一定的促进作用。但由于铝加工工业及技术涉及面广，内容十分

丰富,《铝加工技术实用手册》因篇幅所限,有些具体工艺还不尽深入。因此,有读者反映,能有一套针对性和实用性更强的生产技术类《丛书》与之配套,相辅相成,互相补充,将能更好地满足读者的需要。为此,中国有色金属学会合金加工学术委员会与冶金工业出版社计划在“十一五”期间,组织国内铝加工行业的专家、学者和工程技术人员编写出版《现代铝加工生产技术丛书》(简称《丛书》),以满足读者更广泛的需求。《丛书》要求突出实用性、先进性、新颖性和可读性。

《丛书》第一次编写工作会议于2006年8月20日在北戴河召开。会议由中国有色金属学会合金加工学术委员会主持,参加会议的单位有:西南铝业(集团)有限责任公司、东北轻合金有限责任公司、中国铝业股份有限公司西北铝加工分公司、北京有色金属研究总院、广东凤铝铝业有限公司、华北铝业有限公司的代表。会议成立了《丛书》编写筹备委员会,并讨论了《丛书》编写和出版工作。2006年年底确定了《丛书》的分工。

第一次《丛书》编写工作会议以后,各有关单位领导十分重视《丛书》的编写工作,分别召开了本单位的编写工作会议,将编写工作落实到具体的作者,并都拟定了编写大纲和目录。中国有色金属学会的领导也十分重视《丛书》的编写工作,将《丛书》的编写出版工作列入学会的2007~2008年工作计划。

为了进一步促进《丛书》的编写和协调编写工作,编委会于2007年4月12日在北京召开了第二次《丛书》编写工作会议。参加会议的有来自西南铝业(集团)有限责任公司、东北轻合金有限责任公司、中国铝业股份有限公司西北铝加工分公司、北京有色金属研究总院、广东凤铝铝业有限公司、上海瑞尔实业有限公司、广东中山市金胜铝业有限公司、华北铝业有限公司和冶金工业出版社的代表21位同志。会议进一步修订了《丛书》各册的编写大纲和目录,落实和协调了各册的编写工作和进度,交流了编写经验。

为了做好《丛书》的出版工作,2008年5月5日在北京召开

了第三次《丛书》编写工作会议。参加会议的单位有：西南铝业（集团）有限责任公司、东北轻合金有限责任公司、中国铝业股份有限公司西北铝加工分公司、北京有色金属研究总院、广东凤铝铝业有限公司、广东中山市金胜铝业有限公司、上海瑞尔实业有限公司和冶金工业出版社，会议代表共 18 位同志。会议通报了编写情况，协调了编写进度，落实了各分册交稿和出版计划。

《丛书》因各分册由不同单位承担，有的分册是合作编写，编写进度有快有慢。因此，《丛书》的编写和出版工作是统一规划，分步实施，陆续尽快出版。

由于《丛书》组织和编写工作量大，作者多和时间紧，在编写和出版过程中，可能会有不妥之处，恳请广大读者批评指正，并提出宝贵意见。

《现代铝加工生产技术丛书》编委会

2008 年 6 月

前 言

21 世纪以来，我国铝业掀起了第三次发展高潮，铝加工产业获得了持续、高速发展。2007 年，铝加工材产、销量达 1176 万 t/a，首次超过美国居世界首位。其中铝挤压材达到 660 万 t/a，成为世界最大的铝挤压材生产国，而且首次成为铝挤压材净出口国。但是在我国铝挤压材中，建筑型材占 70% 以上，而工业用铝挤压材产量不到 30%，远远不能满足市场需求，特别是航空航天、交通运输、现代汽车工业等大中型结构型材与高性能棒材和管材仍需大量高价进口，大大影响了我国国民经济的高速发展和国防军工现代化的进程。因此，国家把工业用结构挤压材作为今后一段时间内重点发展的产品之一。工业用结构铝合金挤压材，特别是大中型结构铝合金特种型材、高精微型薄壁扁管及高性能铝合金棒材和管材与 6063 合金民用建筑型材相比，具有合金、品种、状态和规格多，批量小、形状复杂、质量要求苛刻等特点，因此，生产难度大，技术含量高，许多是属于高难度的高新技术产品，有的还需要采用特殊设备和工艺措施，往往在生产中还会遇到很多技术难题。这些都拉大了与世界先进水平的差距。为了促进我国工业用铝合金挤压材，特别是特种铝合金型材、棒材和管材的发展，缩小与国际先进水平的差距，替代进口，满足我国国民经济的高速持续发展与国防军工现代化对特种铝合金挤压材的需求，作者们在总结、提炼本人多年来在特种工业用铝挤压材生产和科研中积累的丰富经验和丰硕成果的基础上，参阅、翻译、整理了大量的国内外最新文献和技术资料，编写了本书献给读者，以期对我国工业用特种铝合金挤压材产业与技术的发展有所裨益。

本书全面论述了铝合金特种管、型材生产原理、工艺、技术与设备等，全书共分 6 章，内容包括：概论、办公机械用感光鼓基铝合金管材生产技术及深加工、铝合金热传导挤压材及其他特

殊精密铝合金型材和管材的生产技术、大型铝合金型材与管材生产技术、铝合金钻探管的生产技术、铝合金及铝塑复合材料流体管道系统的开发与应用等。在内容组织和结构安排上，力求理论联系实际，切合生产实际需要，突出实用性、先进性和行业特色，并从生产和应用中精选了大量的典型实例，深入浅出地讨论了解决关键技术难题的途径和方法等，对解决生产中遇到的技术质量问题会有所帮助。

本书是铝加工生产企业工程技术人员必备的技术读物，也可供从事有色金属材料与加工的科研、设计、教学、生产和应用等方面的技术人员与管理人员使用，同时可作为大专院校有关专业师生的参考书。

本书第1、4、5章由刘静安编写，第2、3、6章由李建湘、杨志兵编写。全书由刘静安教授审定。

本书在编写过程中，邵莲芬、易蓉芳、杨锐等同志作了大量工作，同时参阅了国内外有关专家、学者的一些文献资料，并得到了中国有色金属学会合金加工学术委员会和冶金工业出版社的支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作 者
2008年6月

目 录

1 概论	1
1.1 特种铝及铝合金管材和型材的主要品种、生产方法与 工艺流程	1
1.1.1 特种铝及铝合金管材和型材的主要品种	1
1.1.2 特种铝及铝合金管材和型材的生产方法与工艺流程	6
1.2 特种铝及铝合金型材和管材的生产现状与发展趋势	14
1.2.1 概述	14
1.2.2 大中型工业用结构铝合金型材和管材的发展趋势	14
1.2.3 超精密型材和超小型型材的发展趋势	15
1.2.4 办公机械用感光鼓基用铝合金管材及其他铝合金 管材的发展趋势	16
1.2.5 铝合金经济断面管材和型材的发展趋势	16
1.2.6 铝合金钻探管材的发展趋势	18
1.2.7 铝合金大型厚壁管和大径薄壁管材的发展趋势	18
1.2.8 气体和液体输送管道系统的发展趋势	19
2 办公机械用感光鼓基铝合金管材生产技术及深加工	20
2.1 办公机械用感光鼓的发展现状及市场动向	20
2.1.1 概述	20
2.1.2 电子照相系统描述	20
2.1.3 感光体的分类	24
2.1.4 市场动向	28
2.2 感光鼓所要求的特性及对感光鼓基体的基本要求	29
2.2.1 感光体所要求的特性	29
2.2.2 感光鼓基体所要求的特性	30
2.3 感光鼓基体用铝合金的成分及其成形加工方法	34

2.3.1	感光鼓基体用铝合金成分、加工方法	34
2.3.2	切削加工	35
2.3.3	无切削加工	38
2.4	感光鼓基体的制造技术	41
2.4.1	感光鼓基体素材铝管制造工序概述	41
2.4.2	熔铸技术	42
2.4.3	挤压成形技术	43
2.4.4	拉拔技术	46
2.4.5	成品质量检验与控制	52
2.5	今后的发展趋向与研究课题	53
2.5.1	降低成本、提高性价比	53
2.5.2	高精度化	53
2.5.3	回收铝再利用技术的研发	54
2.5.4	不断开发新材料	54
3	铝合金热传导挤压材及其他特殊精密铝合金型材和管材的 生产技术	56
3.1	概述	56
3.1.1	铝合金热传导材料的特点与分类	56
3.1.2	铝合金特殊精密挤压材的特点与分类	58
3.1.3	铝合金热传导挤压材及特殊精密铝合金挤压材的 发展现状与趋势	63
3.2	铝合金热传输用挤压材的生产技术	68
3.2.1	铝合金热传输挤压材的生产工艺特点	68
3.2.2	各种铝合金散热器挤压材的生产技术举例	74
3.3	特殊精密铝合金挤压材的生产技术	113
3.3.1	特殊精密铝合金挤压材的生产工艺要点分析	113
3.3.2	各种铝合金特殊精密挤压材的生产技术举例	117
4	大型铝合金型材与管材生产技术	169
4.1	大型铝合金型材和管材的特点及其分类	169

4.1.1	概述	169
4.1.2	大型铝合金型材和管材的特点	169
4.1.3	大型铝合金型材的分类	171
4.1.4	大型铝合金管材的分类	173
4.2	大型挤压型材和管材常用铝合金及其特性	174
4.3	大型铝合金型材和管材的工艺特点与生产技术	178
4.3.1	大型铝合金型材和管材的生产工艺流程与主要 工艺参数的确定原则	178
4.3.2	大型铝合金型材生产条件与要求	182
4.3.3	大型型材和管材的挤压工艺要点	193
4.3.4	航空航天用大型型材和异形管材的挤压技术	203
4.3.5	交通运输用大型型材挤压技术	209
4.4	大型型材和管材的挤压缺陷及质量分析	218
5	铝合金钻探管的生产技术	225
5.1	概述	225
5.1.1	油气工业和地质钻探业的发展对钻杆的新要求	225
5.1.2	钻杆的功能及钻杆上的载荷	226
5.1.3	恶劣条件下优质钻杆应具备的性能	232
5.1.4	铝合金钻探管的适用性评价	232
5.1.5	钻探管常用铝合金的化学成分与物理力学性能	236
5.1.6	铝合金钻探管批量生产及钻井试验结果分析	249
5.2	铝合金钻探管生产工艺技术	250
5.2.1	铝合金钻探管的分类及品种规格	250
5.2.2	铝合金钻探管的生产方法、工艺流程与工艺 特点分析	258
5.2.3	铝合金钻探管的挤压生产技术	259
5.2.4	螺纹切削和检查	265
5.2.5	铝合金钻探管与接头“冷”固定组装法的特点	267
5.2.6	铝合金钻探管与接头“热”固定组装法的特点	268
5.2.7	不可卸螺纹连接的密封技术	269

5.3	铝合金钻探管生产技术的改进与新材料的研发	270
5.3.1	俄罗斯铝合金钻探管的技术改进与现代化生产	270
5.3.2	B95 合金地质、矿山钻探管的研发	275
5.4	铝合金钻探管的应用与开发前景	281
5.4.1	铝合金钻探管的技术经济指标分析 (以前苏联 批量使用的系列铝合金钻探管钻井为例)	281
5.4.2	铝合金钻探管在地质勘探和立柱式钻探上的应用	282
5.4.3	世界各国对铝合金钻探管的研发与应用	283
5.4.4	铝合金钻探管应用与发展趋势	292
6	铝合金及铝塑复合材料流体管道系统的开发与应用	297
6.1	铝合金流体管道系统的开发与应用	297
6.1.1	概述	297
6.1.2	铝合金流体管道的特点及以铝代铁的试验研究	297
6.1.3	铝合金流体管道系统的工作原理	301
6.1.4	铝合金流体管道系统的应用前景	302
6.2	农业喷灌用铝合金管材的研发与应用	303
6.2.1	概述	303
6.2.2	农业喷灌用铝合金管材的生产工艺研究	303
6.2.3	农业喷灌用铝合金管材的批量生产技术 与质量控制	309
6.3	铝塑复合管的生产技术	311
6.3.1	概述	311
6.3.2	铝塑复合管的特点	312
6.3.3	铝塑复合管分类及规格性能	312
6.3.4	铝塑复合管生产技术	316
	参考文献	327

1 概 论

1.1 特种铝及铝合金管材和型材的主要品种、生产方法与工艺流程

目前，世界各国已研制、开发和生产了不同合金、品种、规格、功能、性能和用途的铝及铝合金管、棒、型、线材数万种，其中特种铝及铝合金管材和型材数千种。

生产铝及铝合金管、棒、型、线材的方法有铸造、型辊轧制、多辊斜轧、锻压、冲压、冷弯、焊接、挤压及拉拔等方法，但绝大多数的管、棒、型、线材（90%以上）是用挤压或轧制、拉拔、旋压法生产的，因此，本书只介绍和讨论用挤压或轧制、拉拔、旋压法生产的特种铝及铝合金管材和型材的技术。

1.1.1 特种铝及铝合金管材和型材的主要品种

1.1.1.1 特种铝及铝合金管材和型材常用合金材料及挤压特性

特种挤压管材和型材常用的铝及铝合金有 1050、1060、1070、1100、1200、2014、2017、2024、2224、3003、3203、5052、5454、5083、5056、5456、6063、6463、6061、6082、6351、6N01、6005A、7003、7005、7N01、7075、7475、7050、7055 等，表 1-1 所示为挤压管材和型材常用的铝和铝合金及其可挤压性能。

表 1-1 挤压管材和型材常用的铝和铝合金及其可挤压性能

合 金	可挤压性指数 (6063 = 100)	可否焊接 挤压空心制品	典型状态
1050、1060、1070	160	可	H112
1100、1200	140	可	H112
2014、2011	20	不可	T4

续表 1-1

合 金	可挤压性指数 (6063 = 100)	可否焊接 挤压空心制品	典型状态
2024、2224、2424	15	不可	T4
3003、3203、3104	110	可	H112
5052	60	较难	H112
5054、5454、5754	20	不可	H112
5083、5183、5086	20	不可	H112
5056、5456	10	不可	H112
6063、6463	100	可	T5、T6
6061、6082、6351	60	可	T6
6N01、6005A	65	可	T5、T6
7003、7005、7N01	50	可	T5
7075、7475、7050、7055	10	不可	T651

1.1.1.2 特种铝及铝合金型材的主要品种及分类

据不完全统计，目前全世界铝合金型材的用量大约在 1100 万 t/a 以上，规格品种达 50000 种以上。对铝合金型材进行科学合理的分类，有利于科学合理地选择生产工艺和设备，正确地设计和制造工模具以及迅速地处理挤压车间的专业技术问题和生产管理问题。

(1) 按照用途或使用特性，铝合金型材可分为通用型材和专用型材。

专用型材按用途可分为：航天航空用型材；车辆用型材；舰船、兵器用型材；电子电气、家用电器、邮电通讯以及空调散热器用型材；石油、煤炭、电力等能源工业以及机械制造工业用型材；交通运输、集装箱、冷藏箱以及公路桥梁用型材；民用建筑及农业机械用型材；其他用途型材。

(2) 按形状与尺寸变化特征，型材可分为恒断面型材和变断面型材。

恒断面型材可分为通用实心型材、空心型材、壁板型材和建筑门窗型材等，如图 1-1 所示。

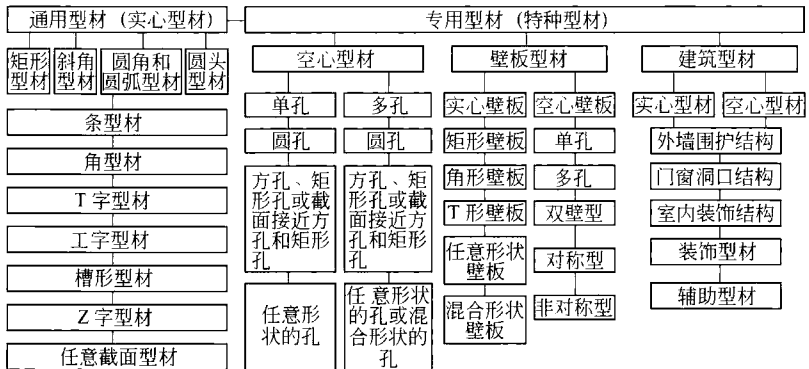


图 1-1 铝合金恒断面型材分类图

变断面型材分为阶段变断面和逐渐变断面型材，如图 1-2 所示。

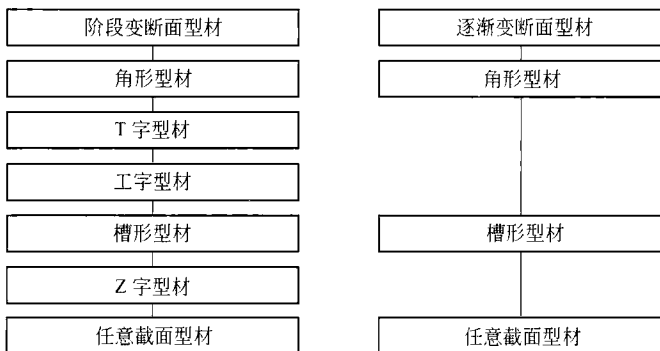


图 1-2 铝合金变断面型材分类图

特种型材就是指某些具有特殊性能、功能，作为特殊用途的专用型材或形状特别复杂、规格特殊（大型或微型）、精度要求特别高的专用型材。本书主要讨论的铝及铝合金特殊型材主要有：铝合金散热器型材；交通运输用特种型材；航天航空用特殊型材；特种电子型材；特种精密型材以及各种经济断面铝合金型材等。