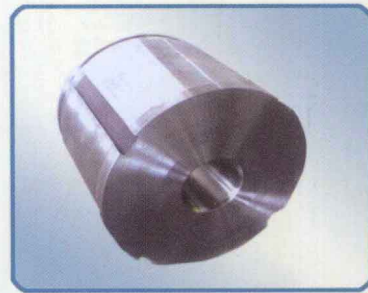


轻合金挤压 工模具手册

刘静安 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

轻合金挤压工模具手册

刘静安 主编

北京
冶金工业出版社
2012

内 容 简 介

本《手册》全面、系统地阐述了轻合金挤压工模具的特点、分类、工作原理与工作条件；工模具材料及其选择原则；工模具设计原理与方法；工模具制造工艺及设备。重点论述了轻合金挤压工模具优化设计理论与技术基础，优化设计方法，材料合理选用，工模具的加工制造路线、工艺和设备，工模具的合理使用与维护，以及现代化科学管理与提高工模具使用寿命的技术措施等。内容丰富，实用性强。

本《手册》共分9章。第1章绪论；第2章轻合金挤压工模具设计理论与基础技术；第3章轻合金挤压工模具的工作条件与生产环境；第4章挤压工模具材料及其合理选择的原则与实例；第5章轻合金挤压工具的设计与优化；第6章轻合金挤压模具的设计与优化；第7章轻合金挤压工模具制造技术；第8章轻合金挤压工模具的CAD/CAM/CAE技术及挤压过程的模拟设计与分析；第9章轻合金挤压工模具的正确使用、维修与科学管理。

本《手册》是轻合金加工企业、工模具设计制造企业、科研与工程设计院所的工程技术人员和研究人员必备的工具书，也可供从事金属材料生产、研究、设计、产品开发与深加工及应用的管理人员、技术人员和技术工人阅读，并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

轻合金挤压工模具手册/刘静安主编. —北京: 冶金工业出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-5024-5619-1

I. ①轻… II. ①刘… III. ①轻有色金属合金—挤压模—技术手册 IV. ①TG375—62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第216788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 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 张登科 李 梅 张 晶 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 刘 倩 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5619-1

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

2012年1月第1版, 2012年1月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 63.25印张; 1530千字; 988页

255.00元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

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(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

编 委 会

主 任 刘静安

副 主 任 赵云路 刘跃堂 谭炽东 张里罡 陈仕威
冯海成 成佑开 潘伟深 董 峰 任龙太

编 委 (按姓氏笔画排序)

田庆亮 冯海成 任龙太 成佑开 刘跃堂
刘静安 陈仕威 张里罡 张登科 何树权
邵莲芬 周 斌 赵云路 董 峰 谭炽东
潘伟深 颜晓鹏 黎敏坚

主 编 刘静安

策划编辑 张登科

主要参编单位

西南铝业(集团)有限责任公司

沈阳新鑫模具有限公司

吉林飞跃模具有限公司

广东兴顺精密模具有限公司

江苏江顺模具有限公司

广东南海恒威模具有限公司

广东南海华盛模具有限公司

广东顺德永利成模具有限公司

广东华昌铝业有限公司

广东豪美铝业有限公司

山西银光华盛镁业有限公司

广东顺德万红模具有限公司

广东南海合信模具有限公司

广东东莞东联铝业有限公司

江苏沐阳隆泰铝业有限公司

浙江一胜特工模具股份有限公司

前 言

随着有色金属工业的快速发展,我国轻合金(铝、镁、钛合金等)挤压生产、技术和装备水平有了长足的进步,轻合金挤压材已成为社会建设的基础材料之一,不仅产能和产量有了成倍的增长,品种、规模和质量也有了大幅度的提高,我国已成为世界金属挤压大国。到2010年止,我国拥有各种类型挤压机4000余台,我国轻合金挤压材产能逾1300万吨/a,产量达1000万吨/a以上,而且品种规格多、形状复杂、功能和性能各异,用途十分广泛,相应生产技术难度增大,对挤压工模具提出了越来越高的要求。2010年,我国轻合金挤压工模具的产、销量逾130万套/a,而且提出了多种新的优化设计理论与方法,涌现出了不少新型模具结构和品种,成功开发出了多种模具新材料以及制模新工艺、新技术,基本满足了我国轻合金挤压生产的需要,并有部分产品出口国外。但是,应该清醒地看到,我国虽然已成为世界轻合金挤压大国,但还不是强国,特别是在挤压工模具质量和使用寿命方面仍远远落后于国际先进水平。目前,我国每年消耗挤压模具800多万套,大型挤压工具4000套以上,价值在30亿元以上,市场潜力巨大,但从某种意义上来看,挤压工模具质量仍是制约我国轻合金挤压工业和技术快速发展的关键问题之一,在保证挤压产品产量和品种,提高产品质量和降低成本中挤压工模具占有十分特殊的地位。挤压工模具从材料、设计、制造到维护是一个庞大的系统工程,包含着很高的技术含量和经验,因此,对这些技术和经验的系统提炼和全面总结意义重大。

为了全面和系统总结我国近几十年来轻合金挤压工模具材料、设计、制造、使用、维护等方面的成功经验、先进技术、优秀科研成果,进一步促进我国轻合金挤压生产、工模具技术和装备水平的全面提高,进而加速我国

由轻合金挤压大国向挤压强国迈进,在冶金工业出版社的策划和组织下,组成了以我国著名金属挤压工艺专家和挤压工模具专家刘静安教授为主任的编辑委员会,组织编撰本《手册》。期间编委会做了大量工作,曾召开了多次工作会议和研讨会议,在听取了许多专家及工程技术人员的意见和建议后,确定了《手册》的编撰宗旨,即:内容丰富全面,信息量和技术含量大;理论联系实际,以实践为主,突出实用性;国内与国外相结合,突出先进性和新颖性;注重科学性、系统性、可靠性和代表性。力求将《手册》编撰成一部融实用性、先进性、科学性、系统性于一体,并能充分反映国内外轻合金挤压工模具产业新工艺、新技术、新品种的权威性大型工具书,为我国有色金属加工行业和模具行业的发展做出积极的贡献。

作者在参考了已出版的国内外有关轻合金挤压工模具书籍和大量最新技术资料的基础上,结合近几十年来在生产、科研第一线获得的众多成果及大量的现场数据资料与生产实践经验,编撰了本《手册》,奉献给读者,希望对我国轻合金挤压工模具的质量和使用寿命的提高有所裨益。

《手册》共分9章。第1章绪论;第2章轻合金挤压工模具设计理论与基础技术;第3章轻合金挤压工模具的工作条件与生产环境;第4章挤压工模具材料及其合理选择的原则与实例;第5章轻合金挤压工具的设计与优化;第6章轻合金挤压模具的设计与优化;第7章轻合金挤压工模具制造技术;第8章轻合金挤压工模具的CAD/CAM/CAE技术及挤压过程的模拟设计与分析;第9章轻合金挤压工模具的正确使用、维修与科学管理。

《手册》约150万字,包含大量插图、表格、公式,内容全面丰富。许多插图具有代表性,而且已经生产实践证实是行之有效的轻合金挤压工模具优化设计图;大多表格来自生产一线或科研实验,数据翔实可用。

《手册》理论结合实际,深入浅出,通俗易懂,许多图例典型新颖,有很强的实用性,是解决生产过程中疑难问题的良师益友,也是科研、设计与教学的重要参考资料。

《手册》在编写过程中,得到了冶金工业出版社和参编单位的大力支持和帮助,编委会有关专家多次审稿,并提出了许多修改意见。赵云路教授为第5章提供了部分初稿及有关资料;参编单位的有关专家提供了宝贵的图纸和表格资料,

特别是编入了兴顺精密模具有限公司谭焯东、曾杰,飞跃模具有限公司刘跃堂,恒威模具有限公司陈仕威、夏烈江,华盛模具有限公司冯海成,永利成模具有限公司何永辉、彭小林,东联铝业有限公司周斌,华昌铝业有限公司唐性宇,豪美铝业有限公司周志锋、周春荣、龙吉虎,山西银光华盛镁业有限公司周明,江顺模具有限公司张里罡,万红模具有限公司何树权、陈庆金,合信模具有限公司李承煌,隆泰铝业有限公司颜晓鹏,一胜特工模具股份有限公司田庆亮、齐生祥以及西南铝业(集团)有限责任公司邵莲芬等总工、高工、教授所提供的具体设计图例、表格或企业标准,同时也吸收了俄罗斯、意大利、德国、日本、美国和韩国的部分典型图例,这对丰富《手册》的内容起到了重要作用,在此一并表示真诚的感谢。

《手册》在编写过程中,曾得到一些企业有关专家和工人师傅的帮助、指导,并参考了一些专家、学者的著作或资料,期间刘煜、刘鲁、吴瑜霞、田玲玲、刘海涵、胡静等做了大量具体工作,在此亦表示衷心的感谢。

由于《手册》涉及面广,内容、插图、表格、公式多,加之时间仓促,尽管经过反复的调整和修改,不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编委会

2011年6月

目 录

1 绪论	1
1.1 轻合金挤压生产和技术发展现状与趋势	1
1.1.1 轻合金材料及加工技术发展现状与趋势	1
1.1.2 挤压在轻合金加工中的地位	42
1.1.3 国内外轻合金挤压工业与技术的现状与发展趋势	45
1.2 工模具在挤压生产中的重要作用与特殊地位	57
1.3 轻合金挤压工模具产业和技术的概况与发展趋势	58
1.3.1 轻合金挤压工模具技术涉及范围与包含的主要内容	58
1.3.2 轻合金挤压工业的高速发展对工模具提出了越来越高的要求	59
1.3.3 轻合金挤压工模具概况及国内外发展水平比较	59
1.3.4 挤压工模具的设计与制造水平	61
1.3.5 挤压工模具材料尚待解决的问题	64
1.3.6 现代轻合金挤压工模具产业和技术的发展趋势	65
2 轻合金挤压工模具设计理论与基础技术	68
2.1 金属挤压原理及挤压方法分类与特点	68
2.1.1 金属挤压工作原理	68
2.1.2 挤压方法的分类与特点	68
2.1.3 挤压成形法的特点	73
2.2 轻金属及轻合金挤压的基本变形条件与规律	75
2.2.1 轻合金挤压时的金属流动特性与缺陷的形成	75
2.2.2 轻合金挤压时的摩擦条件与工艺润滑剂	85
2.2.3 轻合金挤压时的应力应变状态	90
2.2.4 轻合金挤压制品的组织与性能及长度方向上断面尺寸的不均匀性	92
2.2.5 挤压时的温度-速度条件	101
2.2.6 铝合金挤压时的力学条件及挤压力计算方法	106
2.3 挤压用典型轻合金的化学成分与主要性能	124
2.3.1 挤压用典型铝及铝合金的化学成分和主要特性	124
2.3.2 挤压用典型镁及镁合金的化学成分与主要性能	135
2.3.3 挤压用典型钛及钛合金的化学成分与主要性能及用途	161
2.4 轻合金挤压制品的规格品种分类与技术要求	191
2.4.1 铝及铝合金挤压材的规格品种与技术要求	191
2.4.2 镁及镁合金挤压材的规格品种与技术要求	208

2.4.3	钛及钛合金挤压材的规格品种与技术要求	211
2.5	轻合金材料挤压过程的生产工艺及主要工艺参数的确定	214
2.5.1	铝及铝合金材料的挤压生产方式与工艺流程	214
2.5.2	镁及镁合金挤压材料的生产方法与工艺流程	219
2.5.3	钛及钛合金挤压材料的生产方法与工艺流程	220
2.5.4	轻合金材料挤压工艺的制定	223
3	轻合金挤压工模具的工作条件与生产环境	248
3.1	挤压工模具的装配形式与特点及其适应性	248
3.1.1	按工艺特点及其装备分类的挤压方法	248
3.1.2	按产品类型分类的挤压方法	265
3.2	挤压设备及其操作和控制系统水平对工模具设计和使用的影 响	273
3.2.1	挤压机结构特点的影响	273
3.2.2	挤压方法和操作工艺的影响	274
3.2.3	操作系统的影响	276
3.2.4	辅助系统的影响	276
3.2.5	挤压机主要部件结构的影响	278
3.3	挤压工模具的工作条件	281
3.3.1	承受长时间高温作用	281
3.3.2	承受长时间高压作用	282
3.3.3	承受激冷激热作用	282
3.3.4	承受反复循环应力	282
3.3.5	承受偏心载荷和冲击载荷作用	282
3.3.6	承受高温、高压下的高摩擦作用	283
3.3.7	承受局部应力集中的作用	283
4	挤压工模具材料及其合理选择的原则与实例	284
4.1	挤压成形对工模具材料的要求	284
4.2	挤压工模具材料的分类及发展概况	284
4.2.1	挤压工模具材料的分类	284
4.2.2	挤压工模具钢的发展概况	285
4.2.3	其他热挤压工模具材料的发展和应用	298
4.3	常用轻合金挤压工模具钢材的化学成分、性能及特点	301
4.3.1	常用轻合金挤压工模具钢材的化学成分	301
4.3.2	常用轻合金挤压工模具钢材的组织与性能特点	303
4.4	合理选择工模具钢的原则及应用举例	323
4.4.1	被挤压金属或合金的性能	323
4.4.2	产品品种、形状和规格	324
4.4.3	挤压方法、工艺条件与设备结构	325

4.4.4	挤压工模具的结构形状与尺寸	326
4.4.5	挤压工具的选材	326
4.4.6	材料的价格及其他因素	329
4.5	常用的挤压工模具材料选择应用举例	329
5	轻合金挤压工具的设计与优化	335
5.1	概述	335
5.1.1	挤压工具的种类及特点	335
5.1.2	轻合金挤压工具的装配结构形式	335
5.2	挤压筒的设计与优化	349
5.2.1	挤压筒的工作环境、受力条件与失效分析	349
5.2.2	挤压筒的结构形式与层数的确定	352
5.2.3	挤压筒的加热方式与感应加热时挤压筒温度热传导与平衡	353
5.2.4	挤压筒的结构特点与设计原则	361
5.2.5	挤压筒的结构设计与尺寸计算	364
5.2.6	挤压筒的强度校核	385
5.2.7	扁挤压筒的有限元分析与弹性模拟分析及优化设计	416
5.3	挤压轴的设计	437
5.3.1	挤压轴的结构形式	437
5.3.2	挤压轴尺寸的确定	438
5.3.3	挤压轴的强度校核	440
5.4	挤压机穿孔系统的设计	443
5.4.1	穿孔针的结构形式	443
5.4.2	穿孔针尺寸的确定	446
5.4.3	穿孔针的强度校核	447
5.5	挤压垫片的设计	450
5.5.1	挤压垫片的结构形式	450
5.5.2	挤压垫片的尺寸确定	451
5.5.3	挤压垫片的强度校核	453
5.5.4	几种特殊挤压垫片的结构与设计	453
5.6	挤压机用模支撑、垫环、压型嘴和模架的设计	471
5.6.1	模支撑	471
5.6.2	垫环	471
5.6.3	压型嘴和模架	473
5.7	挤压机用导向装置的设计	474
5.8	其他挤压工具的设计	476
6	轻合金挤压模具的设计与优化	477
6.1	挤压模具的类型及组装方式	477

6.1.1	挤压模具的分类	477
6.1.2	挤压模具的组装方式	478
6.2	模具的典型结构要素及外形标准化	483
6.2.1	挤压模结构要素的设计	483
6.2.2	模具的外形尺寸及其标准化	485
6.3	模具设计原则及步骤	488
6.3.1	挤压模具设计时应考虑的因素	488
6.3.2	模具设计的原则与步骤	488
6.3.3	模具设计的技术条件及基本要求	490
6.4	棒材模的设计	490
6.4.1	模孔数目的选择	490
6.4.2	模孔在模子平面上的布置	491
6.4.3	模孔尺寸的确定	492
6.4.4	工作带长度的确定	492
6.4.5	棒模的强度校核	494
6.4.6	棒模的优化设计举例	495
6.5	无缝圆管挤压模具的设计	496
6.5.1	管材模的尺寸设计	496
6.5.2	挤压针的尺寸设计	498
6.5.3	管材模具的强度校核	500
6.5.4	轻合金无缝圆管挤压工模具设计举例	502
6.6	普通型材模具的设计	504
6.6.1	模孔在模子平面上的合理配置	505
6.6.2	型材模孔形状与加工尺寸的设计	510
6.6.3	控制型材各部分流速均匀性的方法	513
6.6.4	型材模具的强度校核	520
6.6.5	轻合金普通型材挤压模优化设计举例	522
6.7	舌型模的设计	526
6.7.1	舌型模的工作特点	526
6.7.2	舌型模的结构类型	527
6.7.3	舌型模模孔的合理配置	528
6.7.4	舌型模结构要素的设计特点	529
6.7.5	舌型模的强度校核	532
6.7.6	舌型模设计举例	538
6.8	平面分流组合模的设计	542
6.8.1	平面分流组合模的工作原理与特点	542
6.8.2	结构设计	543
6.8.3	强度校核	550
6.8.4	设计举例	550

6.9	阶段变断面型材模的设计	559
6.9.1	阶段变断面型材的生产特点	559
6.9.2	阶段变断面型材模具的结构要素与设计特点	561
6.9.3	模子分模面的确定	562
6.9.4	过渡区的设计	562
6.9.5	模孔尺寸的确定	562
6.9.6	专用支撑垫和专用导路	563
6.10	逐渐变断面型材模的设计	565
6.10.1	逐渐变断面型材模的种类及其工作特点	565
6.10.2	逐渐变断面型材模具的设计	565
6.11	带筋壁板型材模的设计	572
6.11.1	带筋壁板型材的挤压特点及模具的工作条件	572
6.11.2	带筋壁板型材模具结构及其设计特点	573
6.11.3	模具设计及举例	576
6.12	宽展模的设计	586
6.12.1	宽展挤压原理及变形特征	586
6.12.2	宽展模的设计及举例	588
6.13	民用建筑型材模的设计	593
6.13.1	铝合金民用建筑型材的特点	593
6.13.2	民用建筑型材模具的设计特点	593
6.13.3	民用建筑铝合金型材模设计举例	601
6.14	异形空心型材穿孔挤压模具的设计	604
6.14.1	异形无缝空心型材的挤压方法	604
6.14.2	工具装配图及模具设计特点	605
6.14.3	异形无缝空心型材优化设计举例	607
6.15	铝合金钻探管挤压模具的优化设计	608
6.16	航空航天、交通运输用大型特种型材挤压模的优化设计	610
6.16.1	航空航天用大型特种型材挤压模的设计	610
6.16.2	交通运输用大型特种型材挤压模的设计	610
6.17	铝合金散热器型材模具的设计	613
6.17.1	铝合金散热器型材的特点与分类	613
6.17.2	大型散热器型材模的设计结构特点与方法	613
6.17.3	电脑用高倍齿散热器型材模的设计特点与方法	615
6.17.4	铝合金散热器型材模子设计举例	615
6.18	小型超精密特种型材和管材模具的优化设计	619
6.18.1	特种精密轻合金挤压材的生产工艺要点分析	619
6.18.2	特殊精密挤压材对工模具质量的要求	619
6.18.3	特殊精密挤压材模具优化设计举例	620
6.19	镁及镁合金挤压模具的设计	629

6. 19. 1	镁及镁合金挤压工模具的特点及其与铝合金挤压工模具的异同	629
6. 19. 2	镁合金棒材模或牺牲阳极棒模具的设计要点	629
6. 19. 3	镁及镁合金管材和空心型材模的设计特点	630
6. 19. 4	镁及镁合金型材模的设计特点分析	631
6. 19. 5	镁及镁合金等通道模具设计	633
6. 19. 6	镁及镁合金挤压模优化设计举例	634
6. 20	钛及钛合金挤压模具的设计	635
6. 20. 1	钛及钛合金挤压模具的特点	635
6. 20. 2	钛及钛合金工模具的设计特点与举例	636
6. 21	冷挤压模具的设计	643
6. 21. 1	冷挤压模的结构特点	643
6. 21. 2	冷挤压模的工作内压力	643
6. 21. 3	冷挤压冲头的设计	644
6. 21. 4	凹模的设计	645
6. 21. 5	压配预应力组合圆筒的应力和变形	647
6. 21. 6	组合凹模的优化设计	648
6. 21. 7	压配预应力组合模的实际结构	653
6. 21. 8	冷挤压模具的材料和加工工艺	653
6. 22	其他特殊模具的设计	654
6. 22. 1	导流模	654
6. 22. 2	保护模	656
6. 22. 3	锥体出口薄模	658
6. 22. 4	变宽度宽展导流模	659
6. 22. 5	大悬臂半空心型材模的设计	660
6. 22. 6	子母模的设计	661
6. 22. 7	一模多型孔分流模新结构的设计	662
6. 22. 8	多孔分流模新结构的设计	663
6. 22. 9	改进分流模结构设计的几种新思路	664
6. 22. 10	Conform 连续挤压模结构设计	673
6. 22. 11	水冷模和液氮冷却模结构设计	676
6. 22. 12	螺旋管挤压模设计结构	678
7	轻合金挤压工模具制造技术	680
7. 1	轻合金挤压工模具的加工特点及其对制模技术的要求	680
7. 2	常用轻合金挤压工模具钢材及坯料制备	681
7. 2. 1	常用轻合金挤压工模具钢材	681
7. 2. 2	工模具坯料的制备	681
7. 3	轻合金挤压工模具制造方法及主要设备	707
7. 3. 1	挤压工模具的制造方法	707

7.3.2	典型的制模工艺流程、主要工序分析及工艺卡片举例	708
7.3.3	主要制模设备	721
7.4	机械加工制模技术	738
7.4.1	车床加工	738
7.4.2	铣床加工	739
7.4.3	磨床加工	739
7.4.4	钳工加工	739
7.4.5	CNC(数控)加工中心用刀具及其选择	740
7.5	电加工制模技术	746
7.5.1	电加工制模概述	746
7.5.2	电火花成形加工技术	748
7.5.3	电火花线切割加工技术	766
7.5.4	霍布森(Hobson)加工法	779
7.5.5	电加工后的研磨加工与去应力处理	779
7.5.6	电加工对模具表面层的影响及质量控制	781
7.6	轻合金挤压工模具的热处理技术	788
7.6.1	挤压工模具热处理的特点	788
7.6.2	主要热处理工序及典型的热处理设备	789
7.6.3	常用挤压型材模具钢的性能及热处理工艺特点	795
7.6.4	工模具的特殊热处理工艺	804
7.6.5	工模具热处理质量控制	815
7.6.6	挤压工模具典型热处理工艺曲线实例	819
7.7	挤压工模具典型生产工艺随行卡片举例	825
7.8	挤压工模具(成品)的质量控制与验收	826
7.8.1	挤压工模具生产过程的质量	826
7.8.2	挤压工模具的质量检查与验收	827
8	轻合金挤压工模具的 CAD/CAM/CAE 技术及挤压过程的模拟设计与分析	828
8.1	概述	828
8.1.1	CAD/CAM/CAE 的基本概念	828
8.1.2	CAD/CAM/CAE 的基本内容和基本方法	829
8.1.3	CAD/CAM/CAE 的特点及发展趋势	833
8.1.4	CAD/CAM/CAE 在轻合金挤压加工中的应用	834
8.2	轻合金挤压工模具的 CAD/CAM/CAE 技术	837
8.2.1	发展历史与现状	837
8.2.2	应用情况	838
8.2.3	挤压工模具 CAD/CAM/CAE 技术的优点及发展前景	839
8.3	挤压工模具 CAD/CAM/CAE 系统的应用举例	841
8.3.1	美国伯特尔哥伦布实验室研究的技术	841

8.3.2	英国 BNF 挤压模辅助设计系统	843
8.3.3	美国沃伯格 (Oberg) 精密模具数控加工系统	845
8.3.4	轻合金挤压工模具制造的 CAD/CAM/CAE 软件举例	846
8.3.5	轻合金挤压工模具设计与制造的 CAD/CAM/CAE 工具包——Altair Hyperworks	850
8.3.6	镁合金管材热挤压模 AutoCAD 参数化设计系统研究与开发	850
8.4	轻合金挤压过程的模拟设计(虚拟设计)与“零”试模技术	852
8.4.1	轻合金挤压过程的设计理论与失效分析	852
8.4.2	挤压过程与挤压工模具的有限元分析	854
8.4.3	铝合金热挤压的高温密栅云纹法模拟研究及工艺控制	861
8.4.4	金属压力加工中的摩擦与润滑	862
8.4.5	铝型材挤压导流模设计技术的开发研究和数值分析	863
8.4.6	挤压模具的优化设计理论与技术开发	864
8.4.7	模具的失效原理及分析	865
8.4.8	挤压模具最佳轮廓曲线的计算机模拟试验研究	868
8.4.9	轻合金挤压过程的仿真技术及模拟设计(虚拟设计)与“零试模”	869
9	轻合金挤压工模具的正确使用、维修与科学管理	892
9.1	挤压工模具的正确使用	892
9.1.1	挤压筒的使用规范	892
9.1.2	挤压轴的使用规范	896
9.1.3	穿孔系统的使用规范	896
9.1.4	固定挤压垫使用操作规程	897
9.1.5	挤压模具的使用规范	897
9.2	挤压工模具的失效形式与损坏原因	898
9.2.1	大型基本工具的失效与损坏	898
9.2.2	穿孔系统的失效与损坏	900
9.2.3	模具的失效与损坏	900
9.3	模具的修正与维护	902
9.3.1	修模原理	902
9.3.2	修模的原则与方法	903
9.3.3	修模的设备与工具	907
9.3.4	实心型材模的修正	913
9.3.5	空心型材模的修正	919
9.3.6	阶段变断面型材模的修正	922
9.3.7	几种常见的挤压模修正方法举例	926
9.3.8	轻合金挤压工模具的检测、组装、试模、修模、氮化处理与使用保管	932
9.3.9	铝挤压模具蚀洗及氢氧化钠的回收	934
9.4	大型基本工具的修理	936

9.4.1 挤压筒的维修	936
9.4.2 挤压轴的维修	937
9.4.3 穿孔系统的维修	938
9.4.4 固定挤压垫片的维修	939
9.5 挤压工具的翻新	943
9.6 挤压工模具的报废	943
9.6.1 模具的报废	943
9.6.2 大型工具的报废	943
9.7 挤压工模具的科学管理与提高使用寿命的途径	944
9.7.1 挤压工模具的科学管理	944
9.7.2 工模具使用寿命的基本概念	951
9.7.3 影响挤压工模具使用寿命的主要因素	954
9.7.4 提高工模具使用寿命的主要途径	954
附录 有关标准(摘录)及企业简况	957
附录1 中华人民共和国国家标准(摘录)	957
附录2 中华人民共和国有色金属行业标准(摘录)	970
附录3 企业标准(摘录)	978
附录4 国内主要大型轻合金挤压工模具生产企业简况	982
参考文献	985