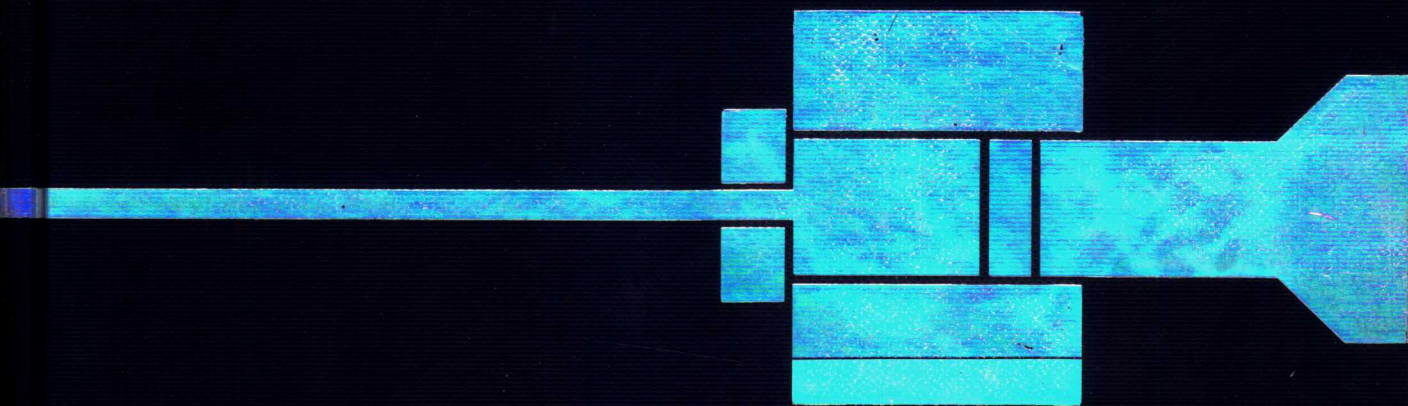


金属挤压机

魏 军 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

金属挤压机

魏 军 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

内 容 提 要

本书在介绍挤压方法、挤压力能参数、金属挤压工厂生产流程和工艺线组成的基础上,重点介绍了金属挤压机的结构,主要构件的计算方法,液压传动、液压控制和电气控制系统。同时,对挤压工具的设计、强度计算、材料的选择及热处理也进行了简要介绍。书中扼要地介绍了挤压工厂的加热设备、外围(辅助)设备。对挤压设备的安装、使用、维护和修理提供了可操作性的指导意见。在挤压工厂的设计方面,作者简明扼要地阐述了设计要点。

本书资料来源面广,既包含收集到的德、英、俄、日、美、中等挤压技术、挤压设备领先国家的相关资料,也包含了作者与国内外专家直接技术交流所得,经作者消化、提炼,去糟取精,内容充实,文图并茂,是至今这一领域较为完整和系统的一本专业书籍。

本书适用于相关专业工程技术人员和生产工人,也可供大中专院校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

金属挤压机/魏军编著. —北京:化学工业出版社,
2005.7

ISBN 7-5025-7468-9

I. 金… II. 魏… III. 金属-挤压机 IV. TG375

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 079723 号

金属挤压机

魏 军 编著

责任编辑:任文斗

文字编辑:韩庆利

责任校对:陈 静

封面设计:尹琳琳

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 34¼ 字数 932 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7468-9

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

京化广临字 2005—27 号

《金属挤压机》编辑委员会

主 任
副 主 任
委 员

魏 军
韩炳涛
罗永德
崔 锋
魏天舒
韩炳涛
马振富
谢琳永
石孝猛
曾宪驥
刘

罗永德
高文章
赵惠民
程学钢
郭毅勇
董文清
李凯杰
韩英杰
赵莹莹
李勇

李光远
张君波
王静免
李凯芳
李忠英
孙淑策
赵雪晶
刁富山
王玉萍

赵 洪
曾昭勇
刘 辉
梁志超
黄清顺
魏复联
鲁 滨
杨慧敏
顾景春
魏 军

李全明
郭玉玺
黄小春
郭连吉
刁 宁
赵 洪
华 辉
李 敏

李光远
李凯勋
吴 斌
魏克风
孙士良
鲁金锁
杨素娟
刁 颖

前言

金属挤压技术在金属加工领域，是一个庞大的专业技术课题。该课题涉及到金属压力加工、挤压原理、机械传动、流体力学、液压控制、电气控制（包含计算机控制）等各项专业技术。

金属挤压加工是利用金属塑性压力成形的一种重要方法。其重要的特点是将金属坯一次加工成管、棒、型材完成在瞬息之间，几乎没有任何其他方法可以与之匹敌。漂亮、高雅大厦的装修材料；飞越大洲、大洋的飞机；让人类探索外层空间的宇宙飞船及空间站；铁路、地铁、轻轨、磁悬浮列车车辆、舰船快艇……各个领域所使用的骨干材料，几乎都与挤压加工密切相关。金属挤压机是实现金属挤压加工的最主要设备。

作者为了系统归纳和整理关于金属挤压机方面的人类知识成果，在最近三十年间，对金属挤压机的历史、现状和其发展的趋势进行了专题研究，收集、筛选了大量零散的资料，经作者的消化和吸收，编写了读者现在看到的这本“金属挤压机”一书，填补了国内这一专业技术领域书籍的空白。本书以金属挤压机为核心，前伸至挤压机理，后延至挤压工具及配套设备，进行了广泛而又深入、重点突出地论述。可以肯定地说，是目前世界上涉及这一专业领域最为完整的一本书。

在本书的编写过程中，西安重型机械研究所100MN、125MN泵直接传动铝挤压机总设计师韩炳涛教授级高级工程师、博士张君高级工程师；太原重型机械研究所副总设计师罗永德教授级高级工程师、郭玉玺教授级高级工程师、原沈阳重型机器厂设计研究所快速锻专家高文章高级工程师为本书提供了十分珍贵的资料和宝贵意见。德籍华人博士、锻压设备专家郭毅勇先生提供了有益的建议。广州精准科技工贸有限公司李光远总经理、崔锋副总经理给予了大力支持和帮助。广州震高机械有限公司压铸专家曾昭勇总工程师（香港籍）提供了压铸方面的资料。太仓华宇机械有限公司总经理赵洪先生在配套设备方面给予了大力支持。

原广州黄埔铜管材有限公司自动控制工程师程学钢、刘辉、魏克风参加了本书电控系统的编写、审校工作；沈阳有色金属加工厂机械工程师王静波、李忠芳、郭连吉、马振富、阎采文、高洪明；微机工程师宋志军（广州）参加了本书部分插图的绘制工作。魏复联、黄清顺、魏天舒承担了本书的统校工作。

特别感谢编委会的成员对本书的编写大纲进行了认真地讨论和审核，提供了宝贵的资料和指导性意见，并通过邮寄或Internet发来了大量的文字和图片材料。感谢这些同志的辛勤劳动、参与、合作和鼎力支持、在本书出版之际，再次表示衷心地感谢。

感谢在金属挤压加工行业的对本书提供资料和帮助的所有同仁和同事。

编写这样一本书，耗费了本人提笔时没有料到的心血，希望能给读者一点点儿帮助，并恳请对本书的不足、错误提出批评和指导意见。

谢谢！

作者：魏军

2004年12月16日于广州

E-Mail: wei jun1938@21cn.com

联系电话：020-82295847；13640883666

目 录

第一章 概论	1
第一节 挤压加工概述	1
第二节 挤压加工技术及挤压机的发展简史	2
第三节 挤压加工技术的特点	6
第四节 挤压加工在国民经济中的地位	7
一、建筑结构材料方面	7
二、交通运输方面	7
三、电力传输与电信工程方面	8
四、其他方面	8
第二章 挤压的力能参数	10
第一节 挤压时金属的流动	10
一、正向挤压棒材	10
二、反向挤压棒材	11
三、正向穿孔挤压	11
第二节 挤压时的应力状态	12
第三节 挤压力的测定与计算	13
一、挤压力的实测法	14
二、挤压力的计算	14
三、挤压力计算的其他方法	16
第四节 穿孔力的计算	18
第五节 影响挤压力大小的因素	18
一、变形抗力的影响	18
二、加工率的影响	18
三、锭坯长度的影响	19
四、模角的影响	19
五、挤压速度的影响	20
六、摩擦条件的影响	21
七、挤压筒温度的影响	21
八、挤压温度的影响	21
第三章 挤压方法、挤压生产流程及挤压生产线的设备组成	22
第一节 挤压方法	22
一、传统的挤压方法	22
二、静液挤压方法	28
三、连续挤压方法 (CONFORM)	31
第二节 挤压生产流程	32

第三节 挤压生产线的设备组成	32
第四章 挤压车间主设备	34
第一节 挤压机的分类	34
第二节 挤压机的基本系列	35
第三节 挤压机主要技术参数的确定	36
一、挤压力	36
二、液体的工作压力	36
三、主缸系统参数	36
四、穿孔系统参数	38
五、挤压筒参数	39
六、主剪力、辅助剪力	41
七、滑移模座推入及拉出力	41
八、挤压机的速度参数	41
第四节 挤压机的生产能力	42
一、挤压机小时生产能力	42
二、挤压机的年产量	42
第五节 挤压机主要零、部件的结构	43
一、机架	44
二、后梁	52
三、主缸（工作缸）部件	55
四、前梁	60
五、动梁	62
六、穿孔装置	66
七、挤压筒及挤压筒座	71
八、模座	73
第六节 挤压过程机械化装置	76
一、挤压机的辅助操作	76
二、挤压过程机械化装置	76
第七节 挤压机设计的基本程序	89
第五章 典型的金属挤压机	92
第一节 无穿孔系统的卧式挤压机	93
一、50MN 棒型材卧式挤压机	93
二、20MN 棒型材卧式挤压机	95
第二节 带穿孔系统的卧式挤压机	96
一、12MN 卧式挤压机	96
二、15MN 管材卧式挤压机	97
三、25MN 管材卧式挤压机	99
四、31.5MN 卧式挤压机	100
五、60MN 卧式挤压机	101
六、80MN 卧式挤压机	102
第三节 100MN 以上的泵-蓄势站传动挤压机	104
一、120MN 卧式挤压机	104
二、125MN 卧式挤压机	105

三、200MN 卧式挤压机	108
第四节 泵直接传动的卧式挤压机	113
第五节 95MN 泵直接传动卧式挤压机	119
第六节 适于反向挤压的卧式挤压机	122
一、在普通的挤压机上进行反向挤压	122
二、适于反向挤压的卧式挤压机	122
第七节 无穿孔系统的立式挤压机	125
第八节 带穿孔系统的立式挤压机	128
第九节 立式和卧式挤压机的比较	131
第十节 钢材挤压机	132
第六章 特种挤压机	136
第一节 铠装电缆挤压机	136
一、铠装电缆的工艺技术和现状	136
二、铠装电缆的结构和对铠装电缆的基本要求	137
三、铠装挤压机的工作机理及较为典型的设备	137
第二节 焊丝挤压机	141
第三节 金属压铸机	145
一、压铸工艺	145
二、压铸机的基本构成	148
三、基本工艺程序	150
四、压铸机的基本技术参数	151
五、典型的压铸机	152
第四节 静液挤压机	153
一、普通型静液挤压机	153
二、16MN 静液挤压机	157
三、钢丝缠绕结构静液挤压机	158
第五节 连续 (CONFORM) 挤压机	160
一、连续挤压方法及设备	160
二、单辊双槽的连续挤压方法	161
三、双辊单槽的挤压方法	161
四、连铸连挤的挤压方法	161
五、履带式连续挤压法	162
第六节 废金属打包挤压机	162
一、废金属打包挤压机的设备组成	163
二、废金属打包挤压机的液压和电气控制	164
第七章 我国挤压机设计、制造的重大突破	165
第一节 40MN 泵直接传动铜挤压机	166
一、主要技术参数	166
二、结构特点	168
三、液压动力及控制系统	169
第二节 75MN 泵直接传动铝挤压机	171
一、主要技术参数	171
二、结构特点	172

三、液压动力系统、液压控制系统·····	173
四、计算机管理和控制系统·····	174
五、挤压机的后步设备·····	174
第三节 75MN 短行程单动卧式铝挤压机·····	175
一、基本技术参数·····	176
二、结构特点·····	176
三、液压动力和控制系统·····	178
四、挤压速度控制和模拟等温挤压控制·····	178
五、辅助机构·····	178
第四节 100MN 泵直接传动铝挤压机·····	179
一、主要技术参数·····	179
二、挤压机本体结构·····	180
三、辅助机械化配套设施·····	181
四、液压系统·····	181
五、先进的电气控制系统·····	181
六、后步处理设备·····	181
第五节 125MN 泵直接传动挤压机·····	185
一、确定主要技术参数·····	185
二、设计的基本原则·····	186
三、模拟等温过程的挤压速度控制系统·····	187
四、配套完善的后步处理设备·····	187
第六节 我国挤压机的技术地位·····	189
第八章 挤压机主要构件的强度计算 ·····	191
第一节 张力柱的强度计算·····	191
一、静强度计算·····	191
二、疲劳强度计算·····	191
第二节 挤压机梁的强度计算·····	192
一、前梁的强度计算·····	193
二、后梁的强度计算·····	195
第三节 主缸的强度计算·····	195
一、法兰过渡部分的强度计算·····	196
二、圆筒部分的强度计算·····	197
三、缸底部分的强度计算·····	197
第四节 挤压机主要构件的现代化计算方法·····	198
一、挤压机主缸的设计计算·····	198
二、挤压机前、后梁的设计·····	200
三、关于预应力张力柱·····	200
第九章 挤压工具 ·····	201
第一节 挤压工具的组成·····	201
第二节 模具设计·····	205
一、模具的尺寸关系·····	205
二、热胀冷缩对模具孔径的影响·····	207
三、模具的强度计算·····	208

四、模具刚度的计算	209
五、多孔模具及特种模具	209
六、挤压模具设计的典型示例	213
第三节 挤压垫片的尺寸与强度计算	217
一、挤压垫片的尺寸计算	217
二、强度计算	218
第四节 挤压轴	218
一、挤压轴直径的确定	218
二、挤压轴的刚度计算	218
三、挤压轴的抗压强度	219
第五节 穿孔针	219
一、穿孔针的尺寸	220
二、穿孔针的强度计算	220
第六节 挤压筒	221
一、挤压筒强度计算的基本公式	222
二、挤压筒设计的强度条件	224
三、挤压筒设计	224
四、扁形孔挤压筒	237
五、挤压筒的使用	239
第七节 挤压工具的材质选择	239
一、耐热工具钢	241
二、国外一些典型的挤压工具材料和热处理规范	245
三、金属陶瓷材料	263
第十章 挤压机的液压传动系统	265
第一节 液压传动的流体力学基础	265
一、帕斯卡原理	265
二、液流的连续性原理	265
三、伯努利方程式	266
第二节 挤压机传动方案概述	267
一、泵直接传动	268
二、泵-蓄势器传动	268
三、增压器传动	270
四、传动方案的选择	270
第三节 挤压机的工作介质	271
一、石油型液压油	271
二、乳化液	274
第四节 工作液体的压力和输送速度	274
一、工作液体的压力	274
二、工作液体的输送速度	274
第五节 泵-蓄势器传动的动力系统	276
一、现代化泵-蓄势站的构成	277
二、泵-蓄势站自动控制系统	278
三、液位指示器	279

四、泵-蓄势站的电气控制系统	283
五、工作液体消耗图及高压泵的选择	286
六、高压罐的容积及其结构	290
七、高压空压机的生产能力	293
八、泵-蓄势站的其他装置	293
九、泵-蓄势站传动的低压动力系统	293
十、泵-蓄势站设备配置及设备基础	295
第六节 泵直接传动的动力系统	297
一、泵直接传动系统的组成	297
二、典型的泵直接传动动力系统	299
三、泵直接传动动力系统设计要点	305
第七节 泵直接传动系统的液压元器件	308
一、泵直接传动系统的高压油泵	308
二、泵直接传动系统的辅助泵	310
第十一章 挤压机的液压控制系统	312
第一节 典型的泵-蓄势站传动的挤压机液压控制系统	312
第二节 泵-蓄势站传动控制系统用器件	313
一、填充阀	313
二、分配器	316
三、进液阀及排液阀	318
第三节 分配器的液控、电液控、电控机构	322
一、分配器的液压控制	322
二、分配器的电液控制	323
三、分配器电控系统	324
第四节 31.5MN 卧式挤压机的电液控制系统	325
第五节 6MN 立式挤压机的液压控制系统	328
第六节 泵直接传动的挤压机液压控制系统	329
第七节 典型的泵直接传动挤压机的液压控制系统	330
一、采用滑阀的液压控制系统	331
二、采用二通插装阀的挤压机液压控制系统	332
三、泵直接传动系统的基本元器件	339
第八节 泵直接传动系统的挤压速度控制	344
一、挤压速度检测	345
二、回转式电液伺服驱动器	345
三、电液比例调节器	350
四、关于挤压速度控制的评述	358
第九节 挤压速度的模拟控制	360
一、泵-蓄势站传动的速度控制	360
二、泵直接传动挤压机的速度控制	361
三、等温挤压的速度控制	362
第十节 挤压机的程序控制	366
一、挤压过程的基本操作	366
二、对控制系统自动化的基本要求	368

三、行程开关——继电器程序控制系统·····	368
第十一节 挤压机的可编程序控制·····	369
一、PLC 控制器简介·····	369
二、PLC 控制器与传统继电器控制系统的比较·····	369
三、PLC 基本结构·····	369
四、PLC 的工作原理·····	371
五、PLC 的基本技术性能·····	372
六、PLC 应用实例·····	373
第十二章 挤压机的安装与调试·····	382
第一节 挤压机安装工程的前期工作·····	382
一、安装前的准备工作·····	382
二、基础工程的验收·····	385
第二节 泵直接传动挤压机主机的安装·····	386
一、核定安装基准·····	387
二、放置挤压机底座垫铁·····	387
三、挤压机底座的安装定位·····	387
四、主缸的安装·····	388
五、主柱塞的安装·····	390
六、穿孔活塞和穿孔尾杆的安装·····	391
七、下面两根张力柱的安装·····	391
八、前梁的安装·····	392
九、动梁的安装·····	392
十、穿孔针支撑及连接器的安装·····	392
十一、挤压轴及穿孔针的安装·····	393
十二、滑移模座的安装·····	393
十三、挤压筒座安装·····	393
十四、上面的两根张力柱安装·····	394
十五、填充阀三通及填充阀的安装·····	394
十六、油箱的安装·····	396
十七、挤压机辅助机构的安装·····	396
十八、电气工程及设备的安装·····	397
十九、挤压机主机附件的安装·····	398
第三节 泵直接传动挤压机液压设备的安装·····	401
一、熟悉液压系统·····	401
二、主泵系统的安装·····	403
三、阀块的安装·····	404
四、伺服及挤压机筒密封泵组的安装·····	415
五、辅助泵组的安装·····	420
六、气动和冷却水系统的安装·····	420
七、安装工程的后期工作·····	420
第四节 挤压机的调整和试车准备·····	421
一、拟定调试大纲·····	421
二、组成试车小组·····	421

三、确认动力供应正常·····	422
四、油箱加油·····	422
第五节 单体设备的空载试车·····	422
一、高压系统空载试车·····	422
二、低压系统调试·····	423
三、压缩空气系统·····	423
四、挤压机主体部分空载试车·····	423
五、挤压机辅助机构单动调试·····	428
第六节 挤压机主机空载联动·····	428
第七节 挤压机配套设备的调试·····	429
一、锭坯加热炉·····	429
二、制品拉出机构·····	429
三、冷床、挤压制品传输、切头、切尾装置·····	429
第八节 挤压机的负载试车·····	429
第九节 挤压机安装调试工程验收·····	430
一、挤压机验收的原始资料·····	430
二、挤压机的安装调试的技术资料·····	431
三、验收·····	431
第十三章 挤压设备的维护与修理 ·····	432
第一节 挤压制品偏差产生的原因及消除方法·····	432
一、挤压机的主要零、部件状态对挤压过程的影响·····	432
二、大型挤压工具对挤压过程的影响·····	433
三、直接挤压工具对挤压过程的影响·····	433
第二节 挤压机的精度标准及检测方法·····	434
一、10MN 立式挤压机的检测·····	434
二、50MN 卧式挤压机的检测·····	435
三、挤压工具调整时的辅助检查·····	437
第三节 挤压设备的维护与修理·····	437
一、检修周期的构成·····	438
二、检修的基本内容·····	438
第四节 挤压机主要零部件的维修·····	439
一、主缸部件的维修·····	439
二、梁的维修·····	440
三、张力柱的维修·····	441
第五节 泵-蓄势站的维护与修理·····	442
一、高压泵的维护与修理·····	442
二、高压罐及管道的维修·····	444
三、控制系统的维修·····	444
四、低压动力系统的维修·····	446
第六节 泵直接传动液压系统的维修·····	446
一、高压油泵的使用与维护·····	447
二、液压缸的维修·····	447
三、液压阀的故障和维修·····	449

四、密封环节的维修	450
五、液压系统的调整参数	451
六、液压工作油的维护	451
第十四章 挤压设备的安全技术基本要求	454
第一节 试车准备与初步调试	454
一、泵-蓄势站传动的挤压机试车准备与初步调试	454
二、泵直接传动的挤压机试车准备与初步调试	455
第二节 设备正常启动	457
一、泵-蓄势站传动挤压机的启动	457
二、泵直接传动挤压机的正常启动	457
第三节 挤压机停车	458
一、泵-蓄势站传动的挤压机停车	458
二、泵直接传动挤压机停车	458
三、紧急停车	459
第十五章 挤压车间加热设备	460
第一节 加热炉	460
一、燃气加热炉	460
二、电阻炉	463
三、感应加热炉	465
第二节 均化炉	470
第三节 淬火炉	472
第四节 人工时效炉	474
第十六章 挤压机的外围设备	476
第一节 铝锭坯热剪	477
第二节 铝材挤压制品牵引机	479
第三节 在线气-水雾淬火装置	481
一、WPS 科梅塔尔公司设计的水雾室结构	481
二、100MN 挤压机配套气-水雾联合淬火装置	482
第四节 铜挤压的水封装置	484
一、水封挤压概述	484
二、水封系统的设备组成	484
三、水封的供水系统	491
第五节 冷床	494
第六节 挤压制品矫直设备	498
一、张力矫直机	498
二、辊式矫直机	500
三、曲线辊式矫直机	500
四、多辊式矫直机	503
五、矫直压力机	503
第七节 锭坯锯切及挤压制品的机械加工设备	504
第十七章 挤压工厂(车间)设计概要	507
第一节 设计前期工作	507
一、项目建议书	507

二、设计任务书.....	508
第二节 挤压工厂(车间)的工艺设计.....	509
一、产品生产方案.....	510
二、工艺流程.....	510
三、金属平衡.....	510
四、设备负荷计算.....	511
五、工厂(车间)设备的平面配置.....	513
六、工厂(车间)综合技术经济指标.....	515
第十八章 金属挤压加工技术的现状及其发展趋势	516
一、挤压生产工艺方面.....	516
二、挤压设备.....	524
三、挤压机的配套和辅助设施.....	528
四、关于立式和卧式挤压机.....	529
五、挤压工具.....	529
六、几点结论.....	530
参考文献	532

第一章 概 论

第一节 挤压加工概述

金属挤压加工属于压力加工的范畴，是金属成形的一种重要方法。

金属挤压加工就其本质而言，是用施加外力的方法，使处于耐压容器中承受三向压应力的金属产生塑性变形，并从特设的孔或间隙中被挤出，而得到一定截面形状及尺寸挤压制品的压力成形过程。这里，所谓的挤压制品，既可以是挤压毛坯——用于进一步加工，也可以是挤压成品——直接用于工程结构。

为使金属变形，就要克服金属原子间的结合力，这种结合力就是金属的变形抗力。

欲使金属通过压力加工达到塑性变形的目的，就必须具备一定的力学条件，使金属在外力作用下，克服变形抗力，由弹性变形阶段过渡到塑性变形阶段。

经过长期的生产实践、科学试验和理论研究证明，金属压力加工（包括挤压加工）过程，“单位变形能不变条件”的基本原理，是符合实际的。

“单位变形能不变条件”指出，各应力分量对变形金属的单位体积变形功（即单位体积变形能）达到一定值时，该单位体积才能从弹性变形阶段进入塑性变形阶段。换言之，要使金属产生塑性变形，不仅要使金属具备一定的塑性变形的应力状态，而且，还要使应力达到一定的数值。

其次，金属在外力作用下，变形和应力的近似关系，可以用金属压力加工原理中的“最小阻力定律”来表述，即如果金属在变形过程中，其质点有各种方向移动的可能时，则金属各质点将向阻力最小的方向移动。

总括上述，金属挤压加工必须具备如下的三个条件：

- （1）使金属处于三向压应力状态；
- （2）建立足够的应力值，使金属能够产生塑性变形；
- （3）有能使金属流出的孔或间隙，提供一个阻力最小的方向。

通过图 1-1 可以了解挤压加工过程的基本状况。挤压轴（也称挤压杆）^① 6，经挤压垫片 8，使在挤压筒（也称挤压容器）7 中的金属锭坯 1 处于三向压应力状态。挤压轴在挤压机主柱塞的推动下压向锭坯，当使锭坯所受到的应力达到一定值时，锭坯便从模具 4 的孔中被挤出，形成挤压制品 5。

图 1-1 所示的过程，挤压轴前进的方向与金属流动的方向一致，称为正向挤压（也称直接挤压）。反之，称为反向挤压（也称间接挤压）。有关挤压方法，将在后面的章节中进一步介绍。

表征挤压加工过程的主要工艺参数是延伸系数和加工率。

① 本书所涉及的挤压加工、挤压设备术语以《重有色金属材料加工手册》、《轻金属材料加工手册》（冶金工业出版社）为准。

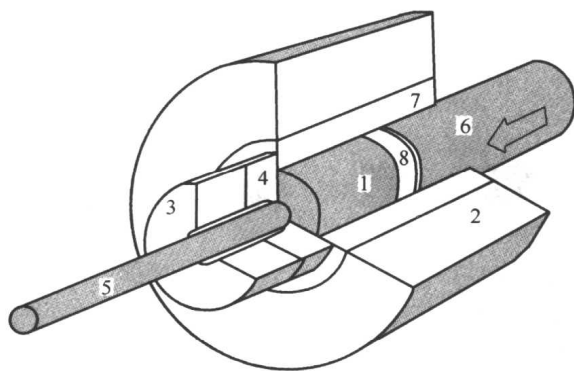


图 1-1 金属挤压方法示意

1—锭坯；2—挤压筒（外套）；3—模座（模支撑）；4—模具；
5—挤压制品；6—挤压轴；7—挤压筒（内衬）；
8—挤压垫片

对于棒材挤压：

$$\lambda = \frac{A_t}{A} = \frac{D_t^2}{d^2} \quad (1-1)$$

$$\epsilon = \frac{A_t - A}{A_t} \times 100\% = \frac{\lambda - 1}{\lambda} \times 100\% \quad (1-2)$$

对于管材：

$$\lambda = \frac{A_t}{A} = \frac{D_t^2 - d_n^2}{d^2 - d_n^2} = \frac{D_t^2 - d^2}{4s(d-s)} + 1 \quad (1-3)$$

$$\epsilon = \frac{A_t - A}{A_t} \times 100\% = \frac{\lambda - 1}{\lambda} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 λ ——挤压延伸系数；

ϵ ——加工率；

A_t ——挤压筒孔径截面积；

A ——挤压制品截面积；

D_t ——挤压筒内径；

d ——挤压制品外径；

d_n ——挤压管材内径；

s ——挤压管材壁厚。

挤压加工方法适用于生产各种金属材料的棒材、线材、管材、型材等，即主要是长、直的半精制的挤压制品。

第二节 挤压加工技术及挤压机的发展简史

据资料记载，几乎都把 1797 年由英国人 S. 布朗曼 (S. Bramah) 设计的液体铅管挤压机作为挤压加工生产的开端。如果从此算起，发展到今天的专业化大型挤压车间、现代化成套的高效挤压设备，只有二百年多一点的历史。

在挤压加工方法的发展过程中，下述年代出现的新工艺、新设备、新工具占有重要的地位。

1820 年，T. 布恩 (T. Burn) 设计出了第一台液压挤压机。这台挤压机大体上包括了现代管材挤压机的基本构件，如挤压筒，可以更换的模具，带挤压垫片的挤压轴，以及用螺