

金属挤压与拉拔工艺学

温景林 主编

东北大学出版社

金属挤压与拉拔工艺学

温景林 主编

东北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属挤压与拉拔工艺学/温景林主编. —沈阳:东北大学出版社,1996.12

ISBN 7-81054-120-X

I. 金…

Ⅱ. 温…

Ⅲ. ①金属挤压-金属拉拔 ②金属挤压-金属拉拔工艺学

Ⅳ. TG3

©东北大学出版社出版

(沈阳·南湖 110006)

沈阳农业大学印刷厂印刷 东北大学出版社发行

1996年12月第1版 1996年12月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.5

字数:412千字 印数:1~1200册

定价:19.80元

前 言

《金属挤压与拉拔工艺学》系统地叙述了金属挤压与拉拔理论、工艺及设备,并扼要地介绍了金属挤压与拉拔的新成果,反映了金属挤压与拉拔科学技术的发展水平。

本书分二篇共 13 章,主要包括:金属挤压与拉拔的基本理论;金属挤压与拉拔工模具结构及设计的原理与方法;金属挤压与拉拔设备的类型与结构;并较多地叙述了金属挤压与拉拔工艺以及工艺参数的确定。为了便于读者理解与掌握全书的内容,在难点处设有例题,每章后设有思考题。

参加本书编写的有天津大学冶金分校惠伯翔(编写第 5,8,10 章)、东北大学丁桦(编写第 11,12 章)、东北大学曹富荣(编写第 4 章)、东北大学温景林(编写第 1,2,3,6,7,8,9,13 章),全书由温景林主编。

本书可供高等学校金属压力加工专业的学生以及科研单位与工厂的科技人员用。由于编者的水平有限,书中错误之处,请读者批评指正。

编 者

1996.8

目 录

第一篇 金属挤压

1. 金属挤压概述.....	(1)
1.1 挤压的基本概念	(1)
1.1.1 正向挤压.....	(1)
1.1.2 反向挤压.....	(6)
1.1.3 侧向挤压.....	(7)
1.1.4 连续挤压.....	(8)
1.1.5 特殊挤压.....	(9)
1.2 挤压的特点.....	(13)
1.3 挤压技术的发展史.....	(14)
1.4 挤压技术的应用.....	(15)
思考题 1	(16)
2. 挤压时金属的流动	(17)
2.1 挤压时金属流动的特点.....	(17)
2.1.1 圆棒材正向挤压金属流动特点	(17)
2.1.2 实心型材正向挤压金属流动的特点	(21)
2.1.3 管材和空心型材正向挤压金属流动特点	(23)
2.1.4 反向挤压时金属的流动特点	(23)
2.2 影响金属挤压流动的因素.....	(24)
2.2.1 金属强度的影响	(24)
2.2.2 摩擦的影响	(24)
2.2.3 温度的影响	(25)
2.2.4 工具形状的影响	(26)
2.2.5 变形程度与挤压速度的影响	(26)
2.3 挤压金属流动模型.....	(27)
思考题 2	(27)
3. 挤压制品的组织与性能	(29)
3.1 挤压制品组织.....	(29)
3.1.1 挤压制品组织的不均匀性	(29)
3.1.2 挤压制品的层状组织	(29)
3.1.3 粗晶环	(31)
3.2 挤压制品力学性能	(33)
3.2.1 挤压制品力学性能的不均匀性	(33)
3.2.2 挤压效应	(34)
3.3 挤压制品裂纹.....	(37)
3.4 挤压缩尾.....	(38)

3.4.1	皮下缩尾	(38)
3.4.2	中心缩尾	(39)
3.4.3	环形缩尾	(39)
3.4.4	减少挤压缩尾的措施	(39)
	思考题 3	(40)
4.	挤压力	(41)
4.1	影响挤压力的因素	(41)
4.1.1	挤压温度的影响	(41)
4.1.2	坯料长度的影响	(41)
4.1.3	变形程度的影响	(41)
4.1.4	挤压速度的影响	(42)
4.1.5	模角的影响	(42)
4.1.6	摩擦的影响	(43)
4.2	挤压力计算	(43)
4.2.1	棒材单孔挤压力	(43)
4.2.2	型材挤压力计算	(46)
4.2.3	管材挤压力计算	(46)
4.2.4	反向挤压力计算	(46)
4.2.5	穿孔力计算	(47)
4.2.6	分流组合模挤压力计算	(49)
4.2.7	连续挤压(Conform)力计算	(50)
4.2.8	连续铸挤(Castex)力计算	(51)
4.2.9	挤压力计算简式与参数的确定	(55)
4.3	挤压力公式计算例题	(58)
	思考题 4	(62)
5.	挤压设备	(64)
5.1	概 述	(64)
5.2	挤压机类型	(64)
5.2.1	卧式和立式挤压机	(64)
5.2.2	单动式和复动式挤压机	(64)
5.2.3	长行程和短行程挤压机	(66)
5.2.4	正向和反向挤压机	(66)
5.2.5	水压机和油压机	(66)
5.3	挤压机结构	(66)
5.3.1	挤压机主机结构	(68)
5.3.2	挤压机主体结构	(69)
5.3.3	挤压机主体的辅助装置	(71)
5.3.4	挤压机液压传动装置与控制系统	(76)
5.4	挤压机主要部件计算	(83)
5.4.1	主缸的尺寸确定	(83)
5.4.2	主柱塞回程缸尺寸的确定	(84)
5.4.3	穿孔缸及穿孔柱塞回程缸尺寸的确定	(84)

5.4.4 张力柱及其螺帽的计算	(84)
思考题 5	(85)
6. 挤压工具	(86)
6.1 挤压筒	(86)
6.1.1 挤压筒的结构	(86)
6.1.2 挤压筒的尺寸	(87)
6.1.3 挤压筒强度校核	(88)
6.2 挤压杆	(91)
6.2.1 挤压杆结构与尺寸	(91)
6.2.2 挤压杆强度校核	(91)
6.3 挤压垫片	(92)
6.3.1 自由式挤压垫片	(92)
6.3.2 固定式挤压垫片	(93)
6.4 穿孔针	(94)
6.4.1 柱式穿孔针	(94)
6.4.2 瓶式穿孔针	(94)
6.4.3 浮动穿孔针	(95)
6.4.4 穿孔针的强度校核	(96)
6.5 挤压模	(97)
6.5.1 挤压模的类型	(97)
6.5.2 挤压模设计	(99)
6.5.3 典型模具设计	(116)
6.5.4 挤压模 CAD/CAM	(125)
6.5.5 模具制造	(129)
6.5.6 模具的寿命	(130)
思考题 6	(133)
7. 挤压工艺	(134)
7.1 锭坯尺寸的选择	(134)
7.1.1 锭坯尺寸选择的原则	(134)
7.1.2 挤压比 λ 的选择	(135)
7.1.3 锭坯长度的确定	(135)
7.2 挤压温度与速度的选择	(135)
7.2.1 挤压温度的选择	(136)
7.2.2 挤压速度和金属流出速度的选择	(138)
7.2.3 挤压优化	(138)
7.3 挤压润滑	(140)
7.3.1 选择润滑剂的原则	(140)
7.3.2 润滑剂的选择	(140)
7.4 轻金属挤压	(141)
7.4.1 轻金属的挤压方法	(141)
7.4.2 轻金属挤压的工艺参数	(141)

7.5 重金属挤压	(142)
7.5.1 重金属的挤压方法	(142)
7.5.2 重金属挤压工艺参数	(142)
7.6 稀有金属挤压	(144)
7.6.1 稀有金属挤压的工艺特点	(144)
7.6.1 稀有金属挤压工艺及工艺参数	(144)
7.7 钢挤压	(146)
7.7.1 钢挤压的特点	(146)
7.7.2 钢管生产工艺流程	(147)
7.7.3 钢挤压工艺润滑	(149)
思考题 7	(150)

第二篇 金属拉拔

8. 拉拔概述	(151)
8.1 拉拔的一般概念	(151)
8.1.1 拉拔的实质	(151)
8.1.2 拉拔分类	(151)
8.2 拉拔法的特点	(152)
8.3 拉拔历史与发展趋向	(153)
8.3.1 拉拔历史	(153)
8.3.2 拉拔技术发展趋向	(153)
思考题 8	(154)
9. 拉拔理论基础	(155)
9.1 拉拔时的变形指数	(155)
9.2 实现拉拔过程的基本条件	(155)
9.3 拉拔时的应力与变形	(157)
9.3.1 圆棒拉拔时的应力与变形	(157)
9.3.2 管材拉拔时的应力与变形	(161)
9.4 拉拔制品中的残余应力	(169)
9.4.1 残余应力的分布	(169)
9.4.2 残余应力的消除	(171)
思考题 9	(173)
10. 拉拔力	(174)
10.1 各种因素对拉拔力的影响	(174)
10.1.1 被加工金属的性质对拉拔力的影响	(174)
10.1.2 变形程度对拉拔力的影响	(174)
10.1.3 模角对拉拔力的影响	(174)
10.1.4 拉拔速度对拉拔力的影响	(174)
10.1.5 摩擦与润滑对拉拔力的影响	(174)
10.1.6 反拉力对拉拔力的影响	(176)
10.1.7 振动对拉拔力的影响	(177)
10.2 拉拔力的实测与理论计算	(178)

10.2.1 拉拔力实测	(179)
10.2.2 拉拔力的理论计算	(179)
思考题 10	(190)
11. 拉拔工具	(191)
11.1 拉拔模	(191)
11.1.1 普通拉模	(191)
11.1.2 辊式拉模	(194)
11.1.3 旋转模	(195)
11.2 芯 头	(195)
11.2.1 芯头的结构与尺寸	(195)
11.2.2 芯头的材料	(197)
思考题 11	(198)
12. 拉拔设备	(199)
12.1 管棒型材拉拔机	(199)
12.1.1 链式拉拔机	(199)
12.1.2 联合拉拔机列	(200)
12.1.3 圆盘拉拔机	(202)
12.2 拉线机	(205)
12.2.1 单模拉线机	(205)
12.2.2 多模连续拉线机	(205)
思考题 12	(210)
13. 拉拔工艺	(211)
13.1 拉拔配模	(211)
13.1.1 拉拔配模分类	(211)
13.1.2 拉拔配模设计的原则	(211)
13.1.3 拉拔配模设计的内容	(212)
13.1.4 配模设计	(217)
13.2 拉拔润滑	(241)
13.2.1 拉拔润滑剂的要求	(241)
13.2.2 拉拔润滑剂的种类	(242)
13.3 拉拔制品的主要缺陷	(246)
13.3.1 实心材的主要缺陷	(246)
13.3.2 管材制品的主要缺陷	(247)
13.4 特殊拉拔方法	(247)
13.4.1 无模拉拔	(247)
13.4.2 集束拉拔	(248)
13.4.3 玻璃膜金属液抽丝	(249)
13.4.4 静液挤压拉线	(249)
思考题 13	(250)
参考文献	(251)

第一篇 金属挤压

1. 金属挤压概述

1.1 挤压的基本概念

挤压是采用挤压杆(或凸模)将放在挤压筒(或凹模)内的坯料压出模孔或流入特定的孔隙而成型的塑性加工方法。挤压可以生产管、棒、型、线材以及各种机械零件。挤压类型可分许多种。

按金属流动及变形特征分类,有正向挤压、反向挤压、侧向挤压、连续挤压及特殊挤压。特殊挤压包括静液挤压、有效摩擦挤压、扩展模挤压。

按挤压温度分类,有热挤压、温挤压及冷挤压。热挤压和冷挤压是挤压的两大分支,在冶金工业系统主要应用热挤压,通常称挤压,机械工业主要应用冷挤压与温挤压,本书只叙述热挤压,而冷、温挤压只作简单介绍。

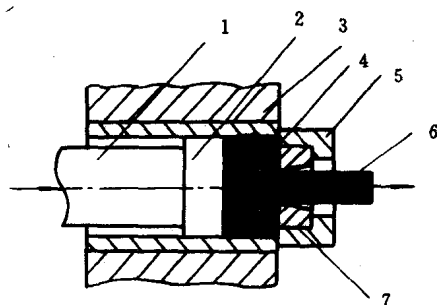


图 1-1 普通正向挤压

1—挤压杆;2—挤压垫;3—挤压筒;
4—坯料;5—模座;6—挤压模;7—制品

1.1.1 正向挤压

挤压时金属的流出方向与挤压杆的运动方向相同的挤压方法,也称直接挤压。正向挤压又可分实心材挤压与空心材挤压以及其他挤压。

(1) 实心材正向挤压

①普通挤压 挤压时,挤压筒一端被模及模座封死,挤压杆在主柱塞力的作用下由另一端向前挤压,迫使挤压筒内的金属流出模孔,如图 1-1 所示。其特点:第一,挤压过程中挤压筒与金属坯料间的摩擦力大,消耗能量多。第二,金属变形不均匀。第三,压余多,一般可达 10%~15%。为了防止在挤压后期脏物进入金属制品内部,而将坯料的一部分留在挤压筒内,这部分金属称为压余。第四,挤压时更换模具简单、迅速,所需的辅助时间少。第五,制品的表面质量好。

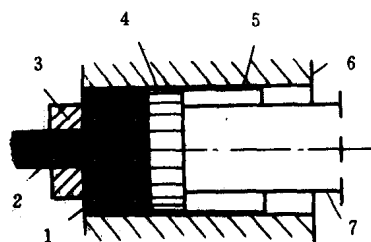


图 1-2 脱皮挤压

1—坯料;2—制品;3—挤压模;4—挤压垫;
5—脱皮的表皮;6—挤压筒;7—挤压杆

②脱皮挤压 在挤压过程中,把锭坯表层金属被挤压垫切离而滞留在挤压筒内的挤压方

法,称之为脱皮挤压,如图 1-2 所示。当挤压垫比挤压筒的内径小 2~4 mm,在挤压过程中即可实现脱皮。脱皮挤压的特点:第一,制品表面光洁。第二,压余减少,比普通挤压的残料损失减少 10% 左右。第三,变形均匀。第四,增加了清理锭皮工序,利用清理垫片,一次冲程清理。

目前,为了提高生产率,有时挤压管 6 材采用边挤压边压缩锭皮的清理方法,如图 1-3 所示。

有重要用途的棒型材,适于采用脱皮挤压;而有些金属虽然有重要用途,但由于金属本身性质所决定,不能采用脱皮挤压。

铜合金是广泛地需要采用脱皮的金属,特别铝青铜和一些黄铜必须采用,因为挤压时易形成大的缩尾。不适合粘性大的金属如铝及其合金。

③无压余挤压 是挤压后期不留压余,使锭坯的金属全部由模孔流出成材的挤压方法,如图 1-4 所示。

无压余挤压的过程与常规挤压基本相同,不同的是锭坯可以连续装入挤压筒,后面的锭坯与前一个锭坯接合处是一定的曲面,其曲率取决于挤压垫片的形状。曲率是经过计算的,使其在挤压后变为垂直于制品轴线的平面。

无压余挤压的特点:挤压时锭坯表面层在工具的表面上均匀地滑动,以防形成滞留区和消除分层、起皮、压入等缺陷。无压余挤压适合于铝及铝合金材的挤

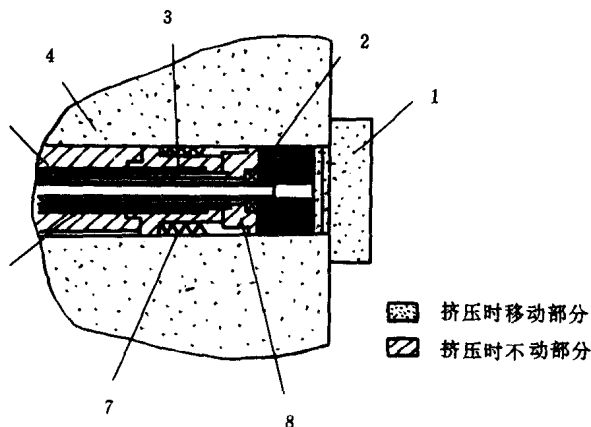


图 1-3 边挤压边压缩锭皮的清理方法

1—堵板;2—模;3—清理垫片;4—挤压筒;

5—挤压杆;6—导向衬管;7—压缩锭皮;8—模座

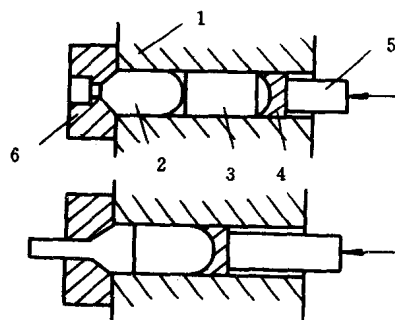


图 1-4 无压余挤压过程示意图

1—挤压筒;2,3—锭坯;4—凹垫片;

5—挤压杆;6—模

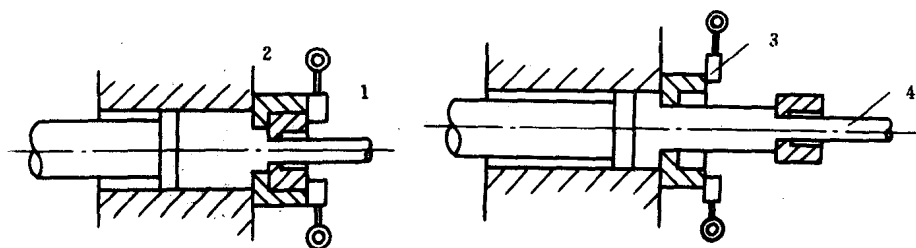


图 1-5 变断面型材“双位楔”挤压法

1—小模;2—大模;3—双位楔;4—型材

压,但锭坯表面质量要求比较高。

④变断面型材挤压 变断面型材可分两类:阶段变断面型材;逐渐变断面型材。

第一,阶段变断面型材挤压 有“双位楔”挤压法与可拆卸模挤压法。“双位楔”法如图 1-5 所示,首先挤压型材前端细的部分,当挤压成型后,松开双位楔,再挤压型材后端粗的部分。从挤压型材前端过渡到挤压后端的停机时间应最短。

可拆卸模挤压变断面型材,如图 1-6 所示。可拆卸模由 3~4 块组成,将此模装在模支承移至挤压筒进行挤压,挤压一定长度后,将锁升起移开模支承。与此同时,模子同模支承与型材脱开,然后换上挤压型材大断面部分的可拆卸模,并将模支承再移至挤压筒进行挤压,挤压结束后分离压余。

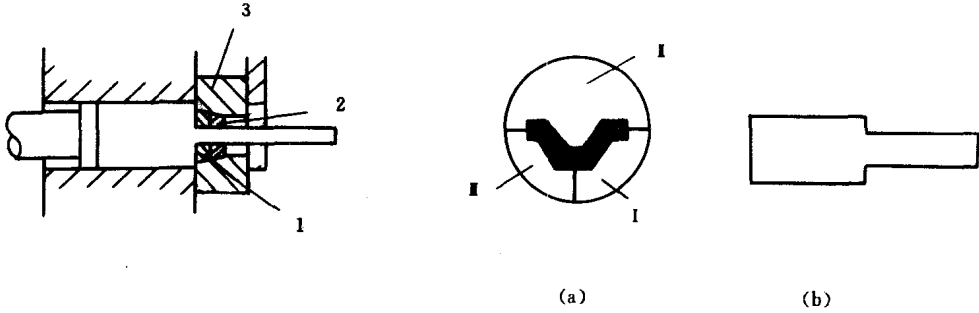


图 1-6 变断面型材可拆卸模挤压法

(a)可拆卸模;(b)变断面型材 1—可拆卸模;2—支承环;3—模支承

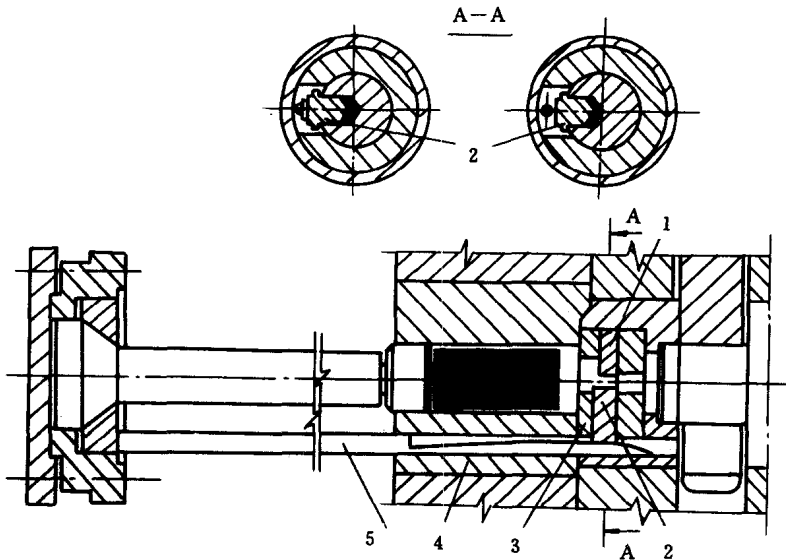


图 1-7 可移动模挤压法示意图

1—不动模;2—活动模块;3—保护环;4—挤压筒;5—仿型尺

第二,逐渐变断面型材挤压 可分为移动模挤压法和锥形穿孔针挤压法。

可移动模挤压法如图 1-7 所示,挤压过程中活动模块借助于仿型尺的作用,而改变其位置上升或下降,使型材的断面形状或尺寸也随着不断的变化。

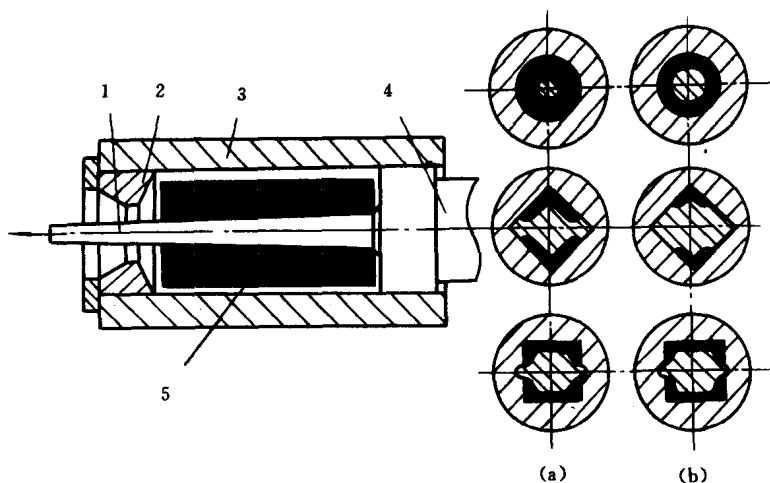


图 1-8 锥形穿孔针挤压法

(a) 挤压型材最大断面时工具的位置; (b) 挤压型材最小断面时工具的位置

1—锥形穿孔针; 2—挤压模; 3—挤压筒; 4—挤压杆; 5—坯料

采用带锥度的异型穿孔针挤压称之为锥形穿孔针挤压法, 如图 1-8 所示, 模孔由固定不动的模子与活动的穿孔针所组成, 挤压开始阶段, 型材的断面大, 随着挤压的进行, 型材的断面逐渐变小, 形成逐渐变断面实心型材, 有时也生产空心管材。

(2) 空心材正向挤压

①带独立穿孔装置的挤压法 如图 1-9 所示, 穿孔针由穿孔缸直接驱动, 挤压过程可分三个阶段:

第一阶段: 填充挤压——把放在挤压筒内的锭坯墩粗, 使锭坯充满挤压筒, 然后进行穿孔, 避免管材偏心。

第二阶段: 挤压——穿孔后使穿孔针停在模孔内, 与模孔形成环形状态, 然后进行挤压。

第三阶段: 分离压余——压余与模分开。

其特点: 第一, 变形均匀。由于锭坯与挤压筒壁间的摩擦, 同时又存在锭坯与穿孔针间的摩擦, 这样就减少了变形的不均匀性。第二, 有废料头损失。随着挤压管材的直径增加而增大, 因此大直径的管材采用联合挤压法或反挤压。

②不带独立穿孔装置的挤压法 穿孔针固定在挤压杆上, 挤压时穿孔针随挤压杆一起活动, 挤压机较简单, 此法一定采用空心锭坯, 如图 1-10 所示, 适用于小厂挤压铝及其铝合金, 不

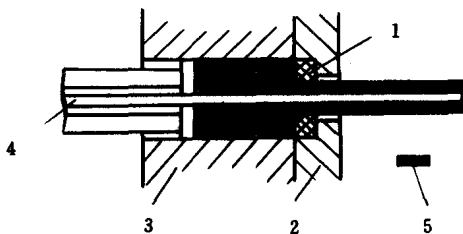


图 1-9 带独立穿孔装置的挤压法

1—模; 2—模座; 3—挤压筒; 4—穿孔针; 5—实心料头

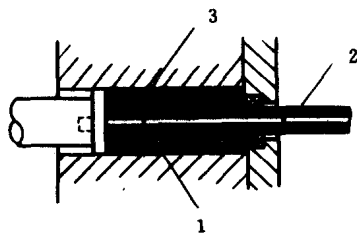


图 1-10 不带独立穿孔装置的挤压法

1—随动穿孔针; 2—制品; 3—锭坯

适用铜材挤压。铜锭坯挤压前加热时,其内表面氧化损失增加,也增加了穿孔针的磨损,并可能使管材产生缺陷。

③联合挤压法 在正向挤压前首先采用反向挤压,即在锭坯穿孔时采用反向挤压,然后在挤压制品时采用正向挤压,其实质在于综合了两种挤压法的金属流动方式。挤压过程分两步进行,如图 1-11 所示。第一步穿孔,先将挤压垫片放入挤压筒内,使其凸缘对着模孔,用垫片封闭模孔,然后装入锭坯进行填充挤压。此后将挤压杆向后退出一定距离,以容纳锭坯在穿孔时被挤出的金属。第二步挤压,穿孔后去掉垫片,使穿孔棒向前移动,利用穿孔针切掉底部,然后进行挤压。

其法的特点:大大减少了料头损失,生产率有所降低,适合大管生产。由于设备上、操作上和工艺上存在一系列问题,目前应用尚较少。

④焊合挤压 在不带独立穿孔 系统的挤压机上,采用分流组合模或舌模使实心锭坯经过塑性变形生产出空心型材与管材的挤压方法,又称组合模挤压或舌模挤压。如图 1-12 所示。

挤压时,锭坯在挤压杆压力作用下,将金属分成两股或几股流入焊合室,在焊合室内,在强大压力作用下,重新焊合在一起,然后进入模孔与芯棒构成的间隙,而形成空心制品。

焊合挤压的特点:第一,制品尺寸精确,壁厚偏差小;第二,变形较均匀,废料损失少;第三,简化了空心材的生产工艺,可生产复杂断面的空心材;第四,在制品上有焊缝。

该法适用于具有良好焊接性能的铝、镁、铅、锌及其合金。

(3) 其他挤压

①水封挤压 在普通挤压机的模出口处设置一个较大的水封槽,制品出模后直接进入水封槽中,防止金属被氧化的挤压方法,如图 1-13 所示。

水封挤压法主要适用于易氧化的紫铜和黄铜合金。近年来,在变形铝合金管、棒、型材生产

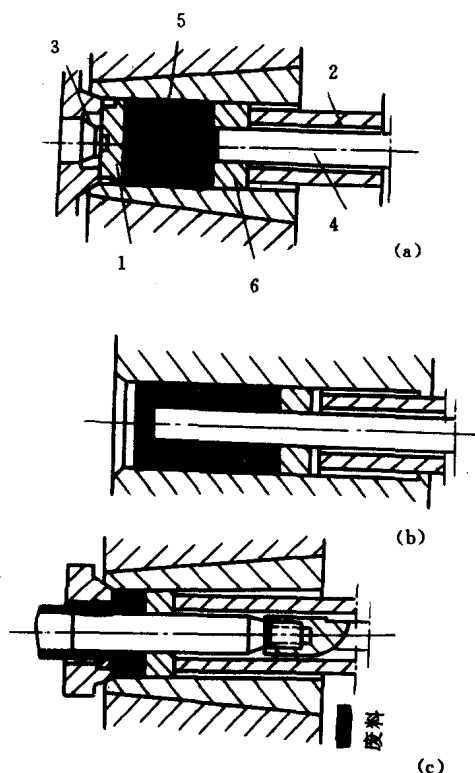


图 1-11 联合挤压法

(a)穿孔前;(b)穿孔结束;(c)挤压管材

1—凸缘垫片;2—挤压杆;3—挤压模;4—穿孔针;5—锭坯;6—垫片

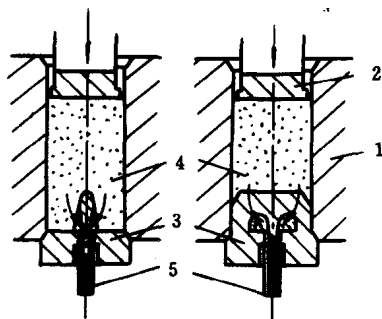


图 1-12 焊合挤压示意图

1—挤压筒;2—挤压垫;3—模;4—锭坯;5—管材

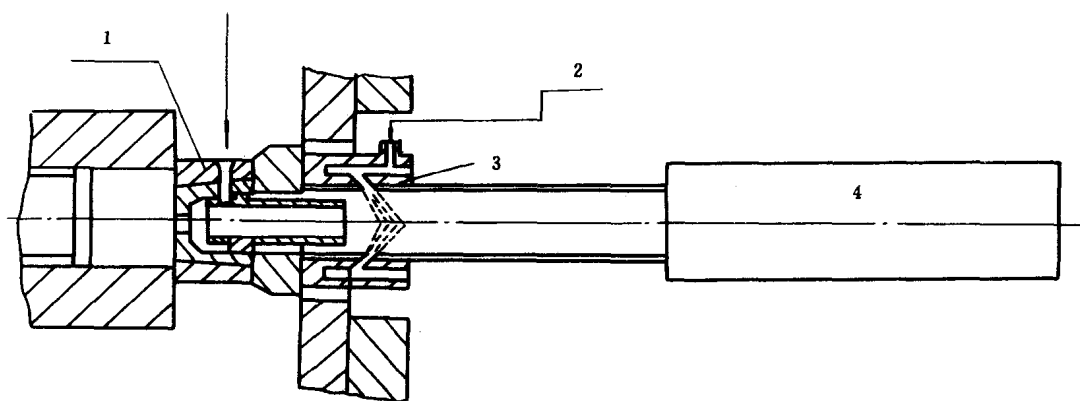


图 1-13 水封挤压法示意图

1—水冷模；2—水封头供水管；3—水封头；4—水槽

上也被采用，主要用于挤压后水封淬火，提高制品的强度。

②恒张力挤压 挤压时，出模孔后的制品端部被挤压机前的牵引机构的钳口夹住，以恒定的拉力并与挤压速度同步拉动的挤压过程，称恒张力挤压，又称牵引挤压。

恒张力挤压的特点：避免了薄壁型材和断面复杂型材出模后发生扭曲和多模孔挤压时制品相互摩擦和缠绕。运行时必须保证牵引小车的拉力与运行速度无关，即保持恒定的张力。以线性直流电机带动牵引装置，实现恒张力挤压。

1.1.2 反向挤压

挤压时，金属制品的流出方向与挤压杆的运动方向相反的挤压方法，也称间接挤压。挤压杆固定不动，挤压筒在主柱塞力的作用下向前移动，而使挤压杆逐步进入挤压筒进行反向挤压。

反向挤压的特点：在挤压过程中锭坯表面与挤压筒内壁之间无相对运动，不存在摩擦；变形比较均匀；挤压力比正向挤压可降低 30%~40%，成品率、生产率高。缺点是制品外接圆直径受挤压杆限制，一般比正向挤压小 30%，长度也受限制，表面质量不如正向挤压，反向挤压又可分为实心材反向挤压与空心材反向挤压。

(1) 实心材反向挤压

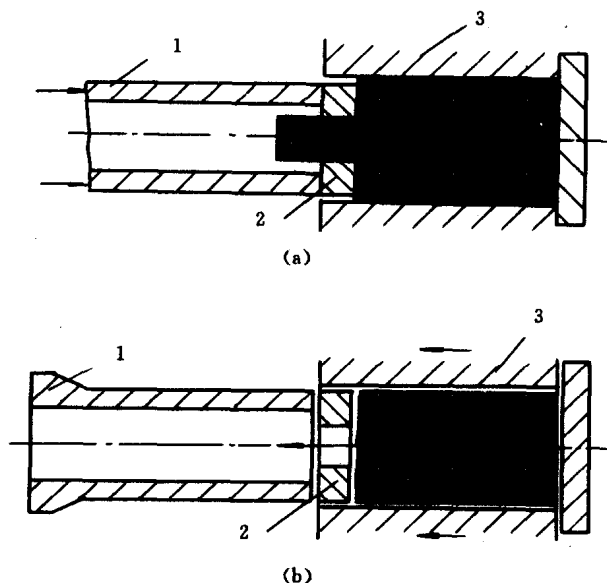


图 1-14 实心材反向挤压

(a) 挤压杆可动反向挤压；(b) 挤压筒动的反向挤压

1—挤压杆；2—模；3—挤压筒

反向挤压时,空心挤压杆及位于其端部的模子进入不动的挤压筒中,制品则流入可动的挤压杆空腔中,如图 1-14(a)所示。

反向挤压亦可采取可动的挤压筒与不动的空心挤压杆而实现反向挤压。此时,锭坯在挤压筒中亦不移动,如图 1-14(b)所示。

在实际生产中,反向挤压多半采取后一种形式,因为采用可动的挤压杆将使挤压机结构复杂化。

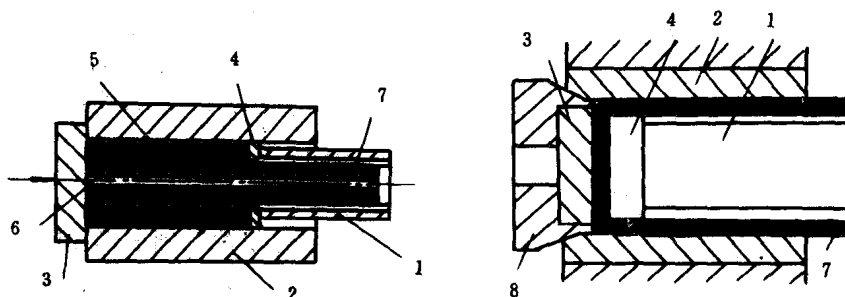


图 1-15 空心材反向挤压

(a)空心锭坯与不动芯棒反向挤压;(b)实心锭坯与可动挤压杆反向挤压

1—挤压杆;2—挤压筒;3—封闭板;4—模(垫片);5—锭坯;6—穿孔棒;7—管材;8—模支承

(2) 空心材反向挤压

①采用空心锭坯与不动的芯棒进行反向挤压 挤压时,压力加于可动的挤压筒上,金属则由芯棒与安装在不动的挤压杆端部的模子所形成的环形孔中流出而成管材,如图 1-15(a)所示。

②采用实心锭坯与可动的挤压杆进行反向挤压 挤压时,金属由挤压垫片与挤压筒构成的间隙挤出,形成大型管材,如图 1-15(b)所示。

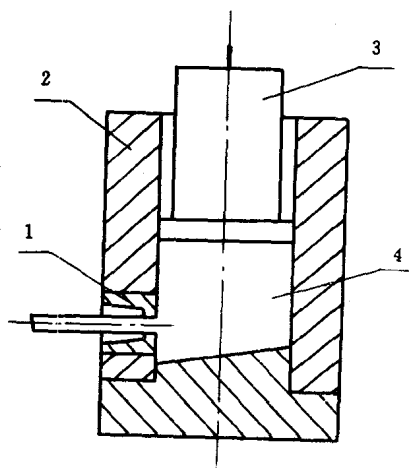


图 1-16 侧向挤压示意图

1—挤压模;2—挤压筒;3—挤压杆;4—锭坯

1.1.3 侧向挤压

制品流出方向与挤压杆运动方向成直角的挤压方法,又称横向挤压,如图 1-16 所示。

侧向挤压的特点是:挤压模与锭坯轴线成 90° 角,金属流动的形式,将使制品纵向力学性能差异最小;变形程度较大,挤压比可达 100,制品强度高;要求模具和工具具有高的强度及刚度。

侧向挤压在电缆包铅套和铝套上应用最广泛。也有采用侧向挤压法制造高质量的航空用

阀的弹簧。

1.1.4 连续挤压

连续挤压是采用连续挤压机,在压力和摩擦力的作用下,使金属坯料连续不断地送入挤压模,获得无限长制品的挤压方法。

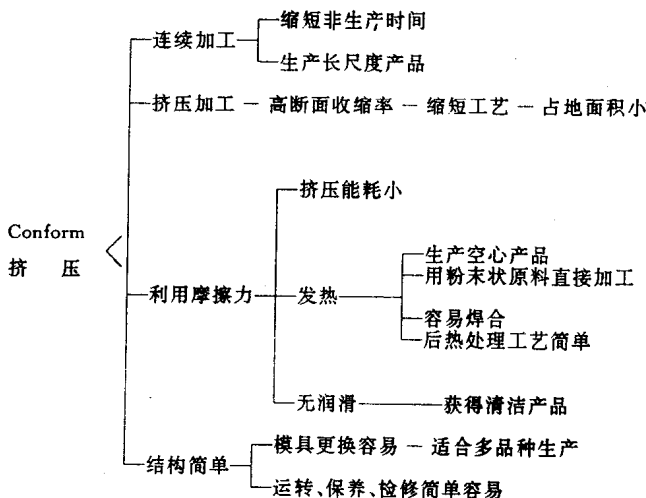
连续挤压主要有三种。

(1) Conform 连续挤压

连续挤压机的结构如图 1-17 所示,它是以杆料或颗粒料为坯料,坯料进入旋转的挤压轮与槽封块构成的型腔,坯料与型腔壁产生摩擦力,摩擦力的大小取决于接触压力、接触面积及摩擦系数。在摩擦力的作用下,挡料块处产生足够大的压力,使金属发生塑性变形,挤出模孔。挤压过程将维持到坯料的长度小于临界咬合长度时为止,因为此时摩擦力不足以维持挤压过程的继续进行。

近几年来,Conform 连续挤压机,在单轮单槽连续挤压机的基础上,又出现了几种新型连续挤压机:单轮双槽式连续挤压机;双轮单槽式连续挤压机;包覆材单轮双槽或双轮单槽连续挤压机。

连续挤压机同常规挤压机比较具有以下特点:



(2) Castex 连续铸挤

Castex 连续铸挤机的结构如图 1-18 所示,铸挤时液态金属被导入铸挤轮的凹槽与槽封块构成的挤压型腔中,在铸挤轮槽与坯料之间摩擦作用下,使料充满型腔,液压金属在挤压型腔中发生动态结晶——变形过程,在凝固靴工作段内基本是动态结晶过程,在挤压靴工作段内基本是挤压变形过程,在凝固靴工作段料出口和挤压靴工作段料的入口附近是半熔融挤压过程。因此,可将连续铸挤分为动态结晶——半熔融挤压(半凝固挤压)——挤压塑性变形三个阶段,金属的组织由铸态组织逐渐变为变形组织。

目前,连续铸挤机的轮靴包角有 180° 与 90° ,根据挤压金属及冷却条件的不同,也有 $100^\circ \sim 130^\circ$ 包角。东北大学研制的 Al-Ti-B 线材连续铸挤机的包角是 120° ,如图 1-19 所示。此设备结构紧凑,调整方便。

连续铸挤设备生产的产品范围基本与连续挤压设备相同,可以生产各种形式管、棒、型及