



实用冷挤压技术

金仁钢 编著

哈尔滨工业大学出版社

实用冷挤压技术

金仁钢 编著

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书系统介绍了冷挤压工艺及模具的基本理论和基本设计方法,并列举了许多应用冷挤压技术实例,总结了作者十几年冷挤压技术科研成果及教学工作经验。

全书共分七章,主要包括:冷挤压概述,冷挤压的基本原理,冷挤压件原材料及冷挤压前的准备。冷挤压力的计算及压力机的选择,冷挤压模具,冷挤压工艺实践,冷挤压工艺发展。其内容对从事冷挤压技术实际生产具有指导意义。

本书可供高等院校、电视大学、专科学校、工厂、研究部门使用,也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用冷挤压技术/金仁钢编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2005.12

ISBN 7-5603-2231-X

I.实… II.金… III.冷加工-挤压 IV.TG376.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 118645 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 9.75 字数 212 千字
版 次 2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5603-2231-X/TG·62
印 数 1~3 500
定 价 19.80 元

版权所有 违者必究

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

冷挤压技术在机械、汽车、航空、仪表、军工、电子通信和轻工民用产品中(如钟表、自行车、照相机、小五金等)已得到广泛的应用。由于冷挤压技术具有最有效的节约材料、提高生产效率、提高机械产品性能、适合大批量生产的优点,所以进一步研究与推广应用冷挤压技术,在我国现代化建设中有着广阔的前景。为了满足拓宽工科专业学生的知识需要以及社会生产发展应用要求,我们总结十几年冷挤压工作实践中发现的问题及科研成果特编著了《实用冷挤压技术》一书,系统、简明地介绍了冷挤压的基本原理,并详细叙述了工艺规程编制及模具设计等内容。本书收集了大量实用的实验数据和图表,列举了许多应用冷挤压技术的实例,力求做到理论密切联系实际、文字阐述深入浅出,通俗易懂。

本书可供高等院校、电视大学、专科学校、工厂、研究部门使用,也可供具有自学能力的读者们独立阅读和进行设计时参考。

本书共七章,主要介绍冷挤压工艺及模具设计、冷挤压工艺生产实践的有关内容。本书由湖南工业大学(筹)金仁钢高级工程师编著,湖南工业大学(筹)金会栋教授主审,参编有湖南工业大学(筹)胡成武教授、湖南工业大学(筹)王菊槐副教授。在本书编写过程中,得到了湖南工业大学(筹)朱亨荣老师的协助,同时得到湖南工业大学(筹)的领导及相关部门领导的关心和支持,还得到了许多院校、工厂和研究单位的大力支持,特别是引用和参考了他们所提供的有关资料和插图,在此一并表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免存在缺点和疏漏,敬请读者批评指正。

作 者
2005年8月

目 录

第 1 章 冷挤压概述	(1)
1.1 冷挤压的实质及其分类	(1)
1.2 冷挤压的优越性	(3)
1.3 冷挤压技术研究动态及主要技术问题	(6)
第 2 章 冷挤压的基本原理	(10)
2.1 主应力状态对冷挤压工艺的影响	(10)
2.2 冷挤压的金属流动规律	(12)
2.3 冷挤压的附加应力和残余应力	(18)
2.4 冷挤压时的外摩擦	(20)
2.5 冷挤压对金属组织和机械性能的影响	(21)
第 3 章 冷挤压件的原材料及冷挤压前的准备	(26)
3.1 冷挤压件原材料的形态	(26)
3.2 冷挤压件对原材料质量及性能的要求	(26)
3.3 原材料的种类	(28)
3.4 冷挤压毛坯的制备	(31)
3.5 冷挤压材料的软化热处理	(34)
3.6 冷挤压件的润滑与表面处理	(36)
第 4 章 冷挤压力的计算及压力机的选择	(43)
4.1 冷挤压压力的阶段性	(43)
4.2 影响冷挤压压力的主要因素	(44)
4.3 单位挤压力的理论计算法	(56)
4.4 图算法计算挤压力	(57)
4.5 经验公式法计算挤压力	(63)
4.6 冷挤压设备的选择	(65)
第 5 章 冷挤压模具	(68)
5.1 冷挤压模具结构分析	(68)
5.2 冷挤压模具工作部分的设计	(70)
5.3 预应力组合凹模的设计	(74)
5.4 冷挤压模具材料及其热加工工艺	(82)
5.5 模具新材料	(91)

第6章 冷挤压工艺实践	(97)
6.1 深孔薄壁零件冷挤压工艺的生产实践	(97)
6.2 导杆空心件冷挤压工艺的生产实践	(101)
6.3 套筒扳手冷挤压工艺及模具设计	(104)
6.4 小型轴承套圈冷挤压成形工艺及模具设计	(107)
6.5 镦挤工艺	(112)
6.6 汽车轮胎螺母冷挤压工艺	(118)
6.7 火花塞壳体冷挤压工艺	(121)
第7章 挤压工艺的发展	(131)
7.1 温热挤压	(131)
7.2 静液挤压*	(139)
7.3 高速挤压	(141)
7.4 等温挤压	(142)
参考文献	(147)

第 1 章 冷挤压概述

1.1 冷挤压的实质及其分类

1.1.1 冷挤压的实质

在金属压力加工中,冷挤压是一种先进的少、无切削加工新工艺。它是在室温下,利用压力机的简单往复运动,使放在冷挤压模腔内的金属毛坯,在强大的压力和一定的速度作用下,迫使金属产生塑性变形,从而获得所需尺寸、形状并具有一定机械性能的零件。

显然,冷挤压加工是靠模具来控制金属流动,靠金属体积的大量转移来成形零件。因此在锻造工艺中作为新工艺也编入冷挤压的内容;由于冷挤压加工是冷变形成形,因此又编入到冲压工艺中;但作为板料冲压则不把冷挤压编入其中。由于冷挤压技术具有冲压工艺各种成形工艺中及模具设计中的共同特点,这样,在冲压工艺分类上又把它作为冷体积成形归到冲压工艺内。

冷挤压加工是在模具的强大压力作用下,迫使大截面的毛坯从凹模孔或从凸模与凹模之间的缝隙中挤出,从而获得小截面的挤压件。

冷挤压加工的成形速度范围很广,常用的设备有液压机、机械压力机以及摩擦压力机,也有在高速锤上进行冷挤压加工的,如飞机零件(A1)就用了高速锤冷挤压。在摩擦压力机、高速锤上进行冷挤压加工具有较大的难度,因此用这些设备来进行冷挤压较少。

1.1.2 冷挤压的分类

根据冷挤压时金属流动方向和凸模运动方向的关系,可将常用的冷挤压方法分为正挤压、反挤压和复合挤压三种。

(1)正挤压。在正挤压中,金属变形时的流动方向和凸模的运动方向相同。在正挤压中又可分为实心件正挤压与空心件正挤压,如图 1.1 所示。图(a)为实心毛坯正挤压成实

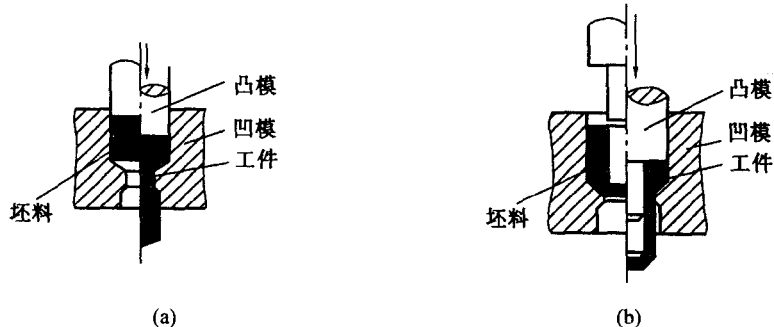


图 1.1 正挤压

心零件；图(b)为空心毛坯正挤压为空心零件。如螺钉、双水内冷发电机水冷接头、纯铁底座、心轴零件等，均采用此种方法。

(2)反挤压。在反挤压中，金属变形时的流动方向与凸模的运动方向相反，如图 1.2 所示。

该方法是将圆形毛坯挤压成筒形零件，也可以挤压成各种断面形状的杯形件，如仪表罩壳、万向节轴承套、连杆衬套、缝纫机梭心套、微电机壳体、电容器壳体、真空泵喷座等零件。

(3)复合挤压。在复合挤压中，金属朝凸模的运动方向和相反方向同时流动，如图 1.3 所示。图 1.4 是将带孔的圆形毛坯挤压成带孔的两端直径不同的筒形零件。如牙膏壳的冷挤压就是用复合挤压生产出来的。复合挤压也可生产双杯形零件，如汽车的活塞销，也可以制造杯杆形零件，如图 1.5 梭壳。以上三种挤压方法在冷挤压中应用最广泛，它们的共同特点是金属的流动方向都与凸模轴线平行，因此又称为轴向冷挤压。此外，近几年来还发展了金属的流动方向与凸模轴线方向

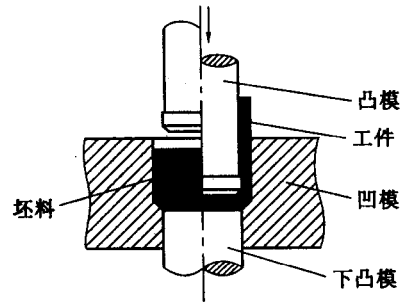


图 1.2 反挤压

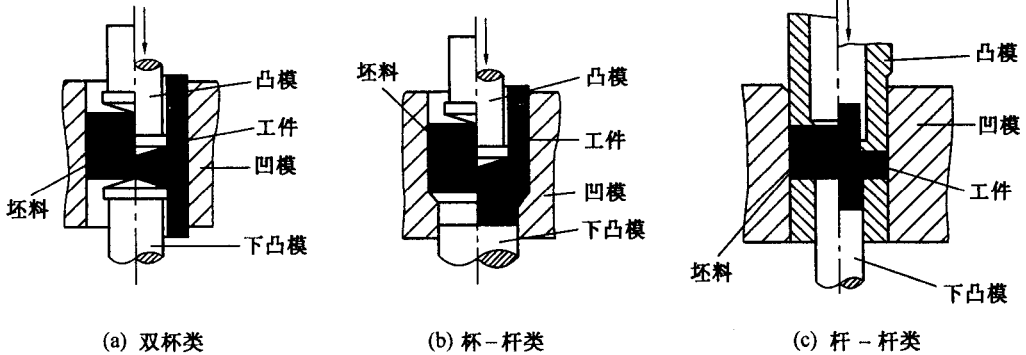


图 1.3 复合挤压

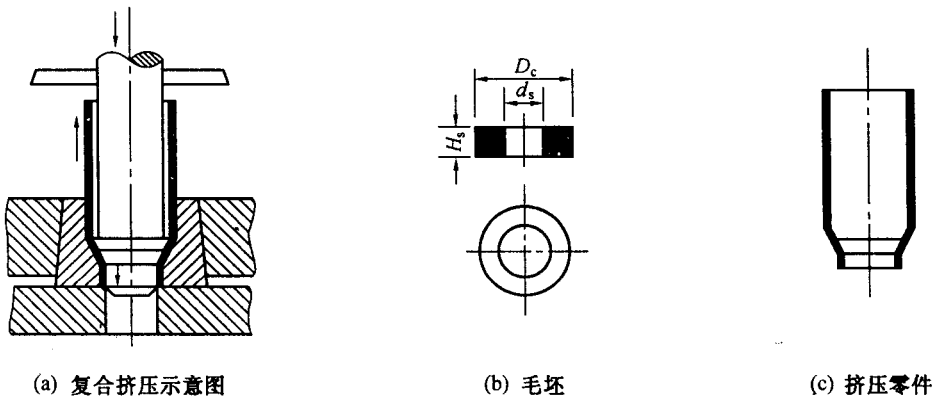


图 1.4 复合挤压

垂直的挤压方法,即径向挤压。径向挤压又分为向心径向挤压与离心径向挤压。某军工单位所用的就有这样的零件,如图 1.6 所示。

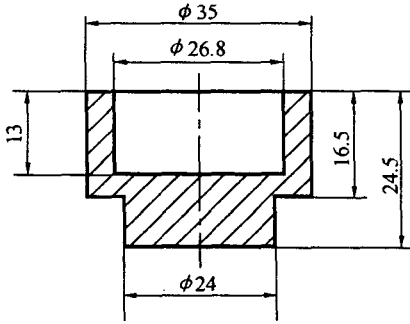
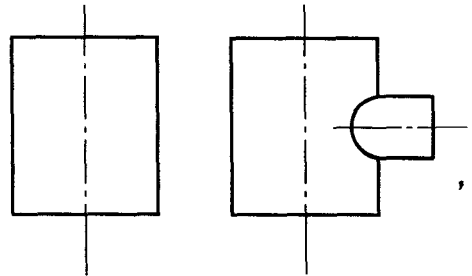


图 1.5 梭壳



毛坯

零件

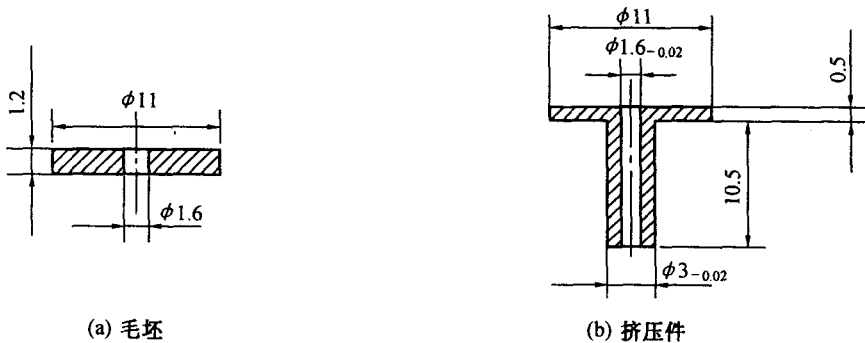
图 1.6

1.2 冷挤压的优越性

冷挤压加工的优越性有以下几个方面。

(1) 节约原材料

金属零件如用切削加工方法制造其材料利用率通常为 40% ~ 60%, 而采用冷挤压方法制造, 材料利用率则高达 70% ~ 95%, 如图 1.7 的纯铁底座零件, 采用冷挤压工艺代替棒料车削工艺, 原材料节约 90% 以上, 即加工一个零件的材料可供给十个同样的尺寸的冷挤压件使用。



(a) 毛坯

(b) 挤压件

图 1.7 纯铁底座

如某厂的轴承套圈生产, 采用热锻毛坯然后切削加工而成, 以 203 轴承用料为例, 每套要用 125 g, 而改用冷挤压后则可以降到 80 ~ 85 g, 节约用料 30% 以上, 从而提高材料的利用率, 降低了材料的消耗。

如某厂的连杆轴承, 为锡磷青铜材料, 先用切削加工然后加工强化, 材料消耗大, 而改用冷挤压(反挤压)后, 则零件既得到了强化, 又提高了生产效率, 还降低了材料消耗。该厂进行技术改进采用冷挤压技术后, 每年节约材料的资金达几百万元。由于冷挤压技术的应用能有效地节约金属材料, 所以说, 冷挤压技术大有用武之地。

(2) 提高生产效率

冷挤压是在压力机上进行的,压力机的一次行程就可以完成一道工序,因此与切削加工相比,生产效率可以大幅度地得到提高。如图 1.7 所示的纯铁底座由内切削加工改为冷挤压,生产效率提高了 30 倍。

如某厂过去用线切割加工得到电子管发射阳极零件,而采用冷挤压技术后,则可以大大提高劳动生产率。

如真空泵的喷座,由于零件形状难于加工,该件的加工被卡壳,导致某厂完不成出口任务,后来他们改用了冷挤压技术,仅用了半个月时间就完成了两年的生产任务。

图 1.8 所示为扩音器前壳体件。过去用 2 个杯形件加工螺孔后用小螺钉联接而成,既费料又费时,而用冷挤压技术一次即可以将整体零件挤出,如图 1.9 所示,大大地提高了劳动生产率。

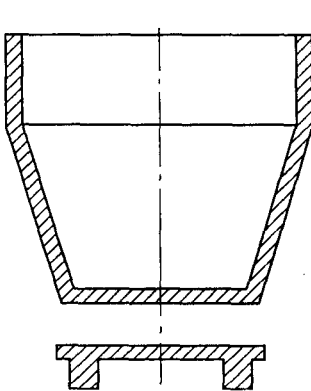


图 1.8 扩音器前壳体件的两个零件
(上图为拉延件,下图为切削加工件)

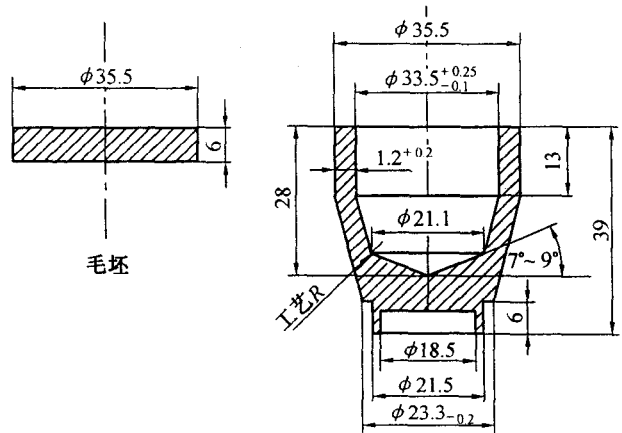


图 1.9 冷挤压扩音器前壳体件

如钻床的钻夹套、汽车启动齿轮,过去均用切削加工得到,而现在有些工厂采用了冷挤压技术,这样既省出了大批的齿轮加工机床,又大大地提高了劳动生产率。

总的来说,根据不同的零件采用冷挤压技术生产,生产率少则提高几倍,多则提高几十倍到几百倍,例如真空泵喷座零件生产率就提高几百倍。

(3) 提高机械性能

切削加工把金属内部纤维割断,从而降低了零件的使用寿命。而在冷挤压过程中,金属处于三向压应力状态,变形后材料组织致密,又具有连续的纤维流向。同时,由于冷挤压利用了金属材料冷变形的冷作硬化特性,使冷挤压件的强度得到了大大提高,从而提供了用低强度钢代替高强度钢的可能性。例如我国过去用切削加工的方法生产的活塞销采用 20Cr 材料,而改用冷挤压生产则改用 20 钢来代替,经试验测定证明各项机械性能指标,冷挤压方法生产的优于切削加工的。在汽车行驶 5 万 km 后,活塞销仍然完好,从而打开了活塞销冷挤压技术应用市场。

如某风动机械厂采用切削加工的锡磷青铜零件其硬度很低,只有 HB140 左右,而经过冷挤压加工之后,其硬度提高到 HB220 左右,从而使零件的使用寿命提高了 2~3 倍。

(4)降低制造成本

首先要说明的是,采用冷挤压生产要设计制造一整套冷挤压的工艺装备,因此它的应用条件是要大批量生产,这样使分摊到每个零件上的工装费用很低。当然也可以在万件左右,而各种尺寸、形状相似,合起来有不少的零件,采用通用模架,改变部分工作零件亦可以应用,也可以显示出冷挤压方面的优越性。

如图 1.10,以大批量生产的活塞销为例,与切削加工比,由于节约了加工工时和原材料,因而降低了零件的制造成本。

表 1.1 所示为不同加工方法生产跃进牌汽车活塞销的成本表。

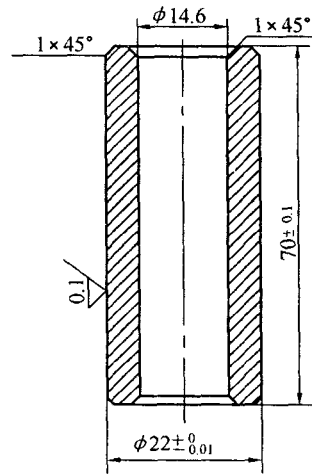


图 1.10 活塞销

表 1.1 不同加工方法生产跃进牌汽车活塞销成本

比较项目	冷挤压	切削加工	用无缝钢管
零件材料	冷拔圆钢 20Cr ϕ 22.6	热轧圆钢 20Cr ϕ 25	冷拔钢管 20Cr ϕ 25 \times 5
单件材料消耗/kg	0.149	0.282	0.140
单件材料费用/元	0.22	0.286	0.483
单件加工工时/min	2.5	5.5	3.0
单件加工工时费用/元	0.087	0.192	0.105
热处理费用/元	0.15	0.15	0.12
单件成本/元	0.457	0.629	0.708

由表可知,冷挤压加工活塞销的成本最低,相对于切削加工降低了 27% 的成本,比用无缝钢管作材料的加工成本降低了 36%,虽然无缝钢管用料少,只有 0.140 kg,但由于材料价格贵,造成了用无缝钢管反而成本最高。

(5)可加工形状复杂的零件

冷挤压加工一些形状复杂的轴对称零件的效果特别显著,如图 1.11 所示的纯铝电容器零件,外形复杂,尺寸小,要求严,用切削加工法制造非常麻烦,难于保证达到要求的尺寸,生产率低,材料消耗大,而采用冷挤压方法生产一次即可以压出达到要求的尺寸。

(6)可获得尺寸精度和表面粗糙度要求较高的零件

冷挤压零件的表面粗糙度可达 Ra 1.6 ~ 0.2,精度可达 IT 7 ~ 9,个别尺寸公差范围可以控制在 0.015 mm 以内。图 1.12 所示的缝纫机梭心套内孔公差为 0.015 mm,因而该零件冷挤压出来后内孔不再需要进行切削加工。

在一定的范围内,采用冷挤压工艺可以大大减少切削加工量,有的甚至可以全部代替

切削加工。如汽车启动齿轮经冷挤压,挤出的齿形可以达到 IT8~9 级精度,除个别地方需加工外,齿形部分基本上可以不加工即可使用。

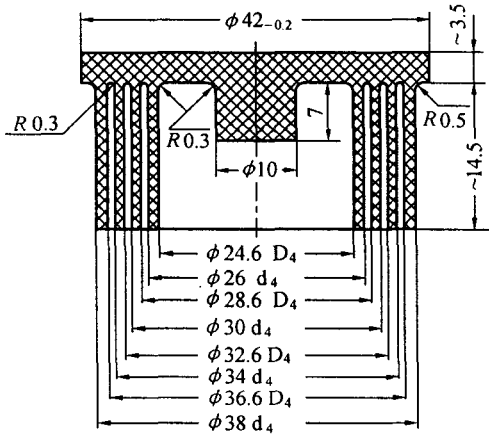


图 1.11 纯铝的电容器零件

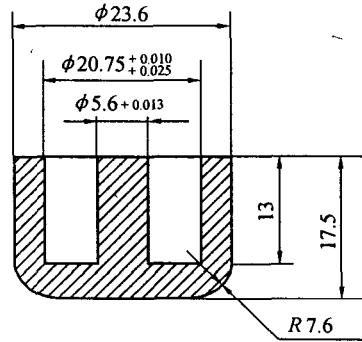


图 1.12 缝纫机梭心套

1.3 冷挤压技术研究动态及主要技术问题

1.3.1 冷挤压技术国内外发展概况

冷挤压加工已有较长的历史,早在 18 世纪末,法国人首先成功地冷挤压出铅棒,后来又用铅和其他软金属作原材料挤压出金属管子,但并未用于生产。到了 19 世纪中期,才开始用冷挤压生产锡制牙膏壳,这种生产牙膏壳的方法整整用了一个世纪,直到 1966 年以后我国才用纯铝的管子来代替,这就是我们日常所用的牙膏壳。

英国从 1886 年开始运用冷挤压加工技术,他们先从加工软金属开始,后来逐渐实现冷挤压比较坚硬的有色金属(锌、铝、铜及其合金)。美国 1903 年开始采用冷挤压制成薄壁黄铜管。而后,又采用先预制成杯形坯料,然后再用正挤的方法,成功地制成深孔杯形件。第一次世界大战期间,美国军火商采用这种挤压方法大批生产黄铜弹壳,并曾企图通过冷挤压法生产钢质弹壳,但未获得成功。其原因是由于当时还不可能用工具钢作模具材料,此外还由于未找到良好的润滑剂,来解决冷挤压中的严重摩擦问题。

第一次世界大战后,德国人用冷挤压法成批生产铝质和锌质电容器壳等各种有色金属器件,自 1921 年制造出冷挤压钢管专用压力机,经过近十年的艰苦试验,直至 1931 年冷挤压钢管才试制成功,但没有正式投入生产,原因是由于钢冷挤压时,变形抗力过大,未找到合适的模具材料和润滑剂造成的。

在当时普遍认为寻找一种适合的润滑方法比研究冷挤压成形工艺本身更重要。1906 年,英国人科斯利特(T. W. Coslett)发现采用磷酸盐对钢铁制品进行表面处理是一种理想的防锈方法。但由于这种处理方法费时太长,经济效益不显著,因此未被广泛应用。不过,这种防锈法的出现却大大地刺激着其他许多防锈方法的开发,扩大了人们的思路。后

来,在自动连续装置中进行磷酸锌防锈处理只需要两分钟,这种方法就是在 Coslett 处理法的基础上发展起来的。采用磷酸锌处理过的毛坯表面上附着脂肪润滑剂,发现这种薄膜不易去除,且润滑性能也极好。这个发现给人们找到了一种理想的表面润滑处理法——磷化后再皂化处理法,这个方法一直沿用至今。

德国于 1934 年采用磷化皂化法成功地拉出钢管,到了第二次世界大战前夕,德国对弹壳的需求猛增,当时用黄铜材料制造弹壳,因原料来源不足,满足不了需要。为扩大弹壳的生产量,德国秘密地试验用冷挤压生产钢弹壳,于 1937 年通过磷化皂化处理,并采用合金工具钢制造模具,成功地用冷挤压技术大批生产钢弹壳。现在我们看到的都是钢弹壳,只是外面镀铜或涂漆而成,使表面不生锈以便保存 15 年。但当时只是秘密地作为军火生产手段,制造出大批武器。直到 1942 年德国才公开宣布钢的冷挤压法已试验成功并正式投入生产。到目前为止,德国的冷挤压技术仍然是世界领先的。

第二次世界大战以后,美国查明了德国人关于钢的冷挤压的全部资料,开始在美国用冷挤压法秘密地制造钢弹壳和弹体。后来,又聘用德国专家,继续研究钢的冷挤压,不久便成功地用冷挤压法制成 105 mm 的钢弹体,并大规模地开办了用冷挤压法生产弹壳的军工厂。

第二次世界大战以后的较长时间内,世界局势较为稳定,出现了较长的和平时期,对武器的需求相对减少,不少军工厂被迫撤并,冷挤压技术的应用开始由军事工业向民用工业转化。

钢的冷挤压正式用于民用工业始于 1947 年。美国于 1949 年发表了关于各种钢冷挤压前后机械性能的实验结果。德国于 1950 年发表了关于钢的冷挤压的试验报告,得出了基本的技术数据,于 1953 年公布了关于钢的冷挤压力和挤压功的实验结果。

日本于 1957 年引进专用冷挤压压力机以后,才开始在钟表等精密仪器工业中采用冷挤压技术。由于这种技术的经济效益极其显著,不久便在汽车和电器等工业部门得到了广泛应用。现在冷挤压技术已成为一种极重要的加工手段遍及各个工业部门。

在我国,解放前的冷挤压技术是极其落后的,当时只有极少数工厂用铅、锡等有色金属挤压牙膏管、线材和管材等。解放后,冷挤压技术得到了发展,20 世纪 50 年代开始铅、铜及其合金的冷挤压,60 年代开始了黑色金属的冷挤压。近几年来,随着我国工业生产及科学技术的蓬勃发展,冷挤压也得到了迅速发展。这种先进的压力加工工艺开始在我国现代化建设中起着重要的作用。

国内许多高等学校、科研单位、工厂企业开展了冷挤压工艺及其原理的研究,许多学校的博士生、硕士生在开展冷挤压的技术研究,发表了大量的有价值的论文,初步形成了一支专门从事研究和应用冷挤压技术的队伍。上海交通大学从 1968 年开始大规模地进行冷挤压技术的研究和普及工作,取得了可喜的成果,得到了国家有关部委和上海市政府的高度重视并给予了奖励,他们从冷挤压课题组发展到冷挤压科研小组,进一步发展为冷挤压技术研究室,现在已发展为拥有 200 多人的近亿投资规模的模具研究所,国家模具 CAD 工程中心,每年招收博士生、硕士生、本科生,为我国培养了大批的模具设计与制造的高中级人才,为我国的冷挤压技术的发展做出了重大的贡献。

1.3.2 冷挤压技术中的主要技术问题

冷挤压技术具有许多优越性,却没有得到广泛应用,其主要原因是因为应用冷挤压技术具有一定的难度,需要解决一系列的技术问题。

在冷挤压变形过程中,包含着各种不同的矛盾。各种矛盾不解决,就会使冷挤压技术不能得到成功应用。在其一系列的矛盾中,变形材料与冷挤压模具强度间的矛盾是最主要的。抓住主要矛盾,进行技术上的分析,采取所有可能的技术措施,矛盾就可以得到解决。哲学上的哲理对我们科学研究也是极其有用的,它有利于我们思考分析问题,但它不能代替具体的技术问题的解决。在冷挤压的技术中,要使材料变形,模具必须对材料施加力的作用,反过来说,材料也施加了反作用力到模具上。因此冷挤压材料变形力(与一般的拉延、弯曲等变形比,其变形力大很多)与模具所能承受载荷能力之间的矛盾就成为冷挤压技术中的主要矛盾,即技术关键。如果能处理好,就可以使冷挤压工艺得到顺利进行。在解决这些矛盾时应考虑以下一系列的问题。

(1) 选用适合于冷挤压的材料

如 59 铜改为 62 铜、68 铜,以改善挤压材料的塑性,10 钢代替 60 钢以减小冷挤压的压力,如果 59 铜不能改,可以采用对材料加温,进行温热挤压,以增加它的塑性。

(2) 正确地选择冷挤压的变形程度

变形程度选得过大,使冷挤压力增加,导致模具承受不了,造成模具的损坏。如一次冷挤压变形程度过大,则改为二次冷挤压成形,以降低其变形程度。低碳钢在接近 80% 的变形程度时,其变形抗力就很大,往往会导致模具寿命的降低,造成经济上的不合算而无法投产。湖南的湘火炬公司在生产中把一次冷挤压改为多次,减少了变形程度,降低了挤压力,模具寿命得到了提高,使生产得以顺利进行。

(3) 变形的金属材料强度尽可能地低

为了使材料在挤压中降低挤压力,一般对被挤压的毛坯进行退火或淬火处理,使材料得到软化,降低它的强度,如钢的退火、奥氏体不锈钢淬火软化处理。

(4) 采用表面处理与润滑

此目的是为了减少变形材料直接与模具表面接触,以降低摩擦阻力和变形抗力。如钢的磷化皂化处理,奥氏体不锈钢的草酸盐处理,加上氯化石蜡和二硫化钼进行润滑。

(5) 正确设计与制造适合冷挤压的模具

设计中模具结构参数要合理,使冷挤压时金属容易流动,降低变形抗力,减小应力集中,采用组合模具,彻底解决了应力集中的来源,在制造中选用合适的磨削加工工艺,避免产生磨削裂纹,模具的工作表面粗糙度做到尽量地低。但在有色金属挤压中凸模端面不宜粗糙度过低,以免造成挤压时失稳。

(6) 正确选择冷挤压模具材料与热加工工艺

锻造工艺的正确,就不会造成锻造中材质的下降,做到二次双十字墩拔,以降低材料的碳化物偏析,通过锻造使工作零件材料的碳化物在 1~2 级,做到碳化物分布均匀。合金工具钢加热规范要合理,应先预热后加热,锻造中要遵守合金钢锻造的特点与规程,保证锻造好。热处理工艺要正确,保证热处理的质量,使热处理适合于冷挤压的工作要求,

做到既硬又有韧性。如果冷挤压模具工作的热加工工艺不当,好的材料也发挥不了它应有的作用。

(7)选择合适的设备

冷挤压要求设备的导向准确、刚性好。当然也不是绝对的,如有的工厂在摩擦压力机上也成功地进行了冷挤压,由于他们采用了模具的良好导向(四个导柱导套)和限程装置,使用浮动模柄,适当降低模具硬度,即由 HRC60 ~ 62 降低到 HRC56 ~ 60,采取连击方法操作,以减小运动速度与冲击力。

在选用压力机时,应选用闭式为好,闭式的框架压力机其刚性好,又没有角变形,因而使模具受力情况良好,如选用通用的压力机则需加厚垫板,以增加台面刚性。

第2章 冷挤压的基本原理

2.1 主应力状态对冷挤压工艺的影响

如图 2.1 所示的仪表零件,过去采用拉延工艺生产,需要五道工序(图 2.2)。

因为该零件是带凸缘的,同时拉延高度大于工件的直径较多,从拉延工艺知道必须进行多次拉延并进行整形,使圆角减小,最后进行修边冲孔,而得到零件,工序较多。

如图 2.3 改用空心垫圈形的毛坯,进行冷挤压则一次挤压就可完成,而仅增加一次毛坯落料而已,工艺中工序得到了大大的简化。

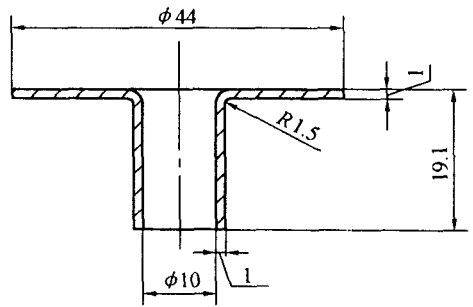


图 2.1 纯铝仪表零件

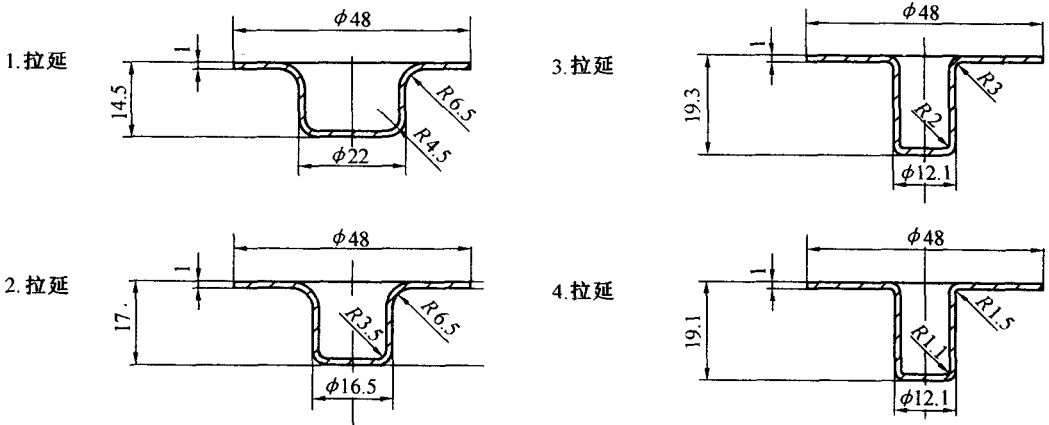


图 2.2 拉延工艺过程

(第五道修边冲孔工序未绘出)

在拉延中,如果每一道工序的变形程度过大,就会出现拉破现象,图 2.4 所示为拉延件破裂。我们知道在凸模圆角的转弯处最薄弱而容易拉破,而在冷挤压工艺中却可以在一次工序中采用较大的变形程度。

为什么对于同样材料的工件,在拉延中需要五道工序,而在冷挤压中却可以用较少的工序来代替呢?从金属塑性成形原理中知道,由于不同的工艺方法,金属在成形过程中其

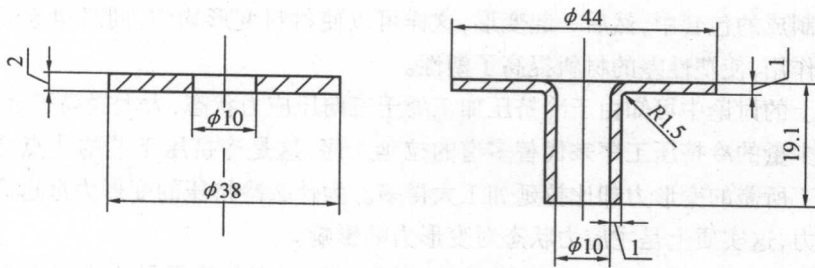


图 2.3 纯铝仪表零件冷挤压工艺

应力状态是不同的,由于冷挤压加工中处于接近三向压应力状态,因而大大地提高了金属的塑性。而在拉延过程中,我们知道在拉延件凸缘处的应力状态是两向压缩(压边力产生的压力小,可以忽略),即切向受压缩,而径向受拉,在侧壁部分则是单向拉伸。

为什么压应力能够提高金属的塑性呢?

这可用下列理由来解释:

(1)冷挤压所用金属都是多晶体。多晶体是由许多紧密结合在一起的单晶体所组成的。多晶体的变形可以有晶粒内部的变形与晶粒间的变形两种方式。所谓晶粒间的变形,就是一部分晶粒相对于另一部分晶粒的移动。这种晶粒间位移机构,也称为晶体间脆化机构,因为晶粒间的相对位移破坏了晶粒边界及金属的完整性。在发生较大的这种位移之前,多晶体的破坏已经发生。因此,晶粒间的变形是一种不理想的变形,也可以把这种变形看作金属破坏的开始,因此说,拉应力促使晶粒间变形。晶粒间的变形在没有回复机制(例如再结晶)时,会引起晶粒间破裂的积聚,使多晶体很快破坏。而压应力能阻止这种破坏,因此能够提高金属的塑性。

(2)随着立体压缩程度的增加,不仅使金属更结实,并且还能使各种微观的破坏,甚至宏观破坏的缺陷得到弥补。

(3)立体压应力能使金属内某些夹杂物的危害程度大为减少。金属内夹杂物的存在,正如内部空洞一样,往往会形成应力集中。在拉应力的作用下,这种应力集中是十分危险的,而压应力时影响就小得多。

(4)塑性变形时由于变形的不均匀性存在,往往会产生附加拉应力。在压应力的作用下,这些附加拉应力将被抵消或相应减少。

三向压应力的增加从而提高材料的塑性,这在上面已得到了解释。三向压应力增加,本来不产生塑性变形的大理石、铸铁等也能产生塑性变形,如零件在挤压中由于变形程度过大,表面产生严重开裂,当采用加大毛坯直径的办法,使毛坯进入模具一开始就在压应力的状态下变形,从而消除了裂纹。另外,在挤压中加反向力的方法,如正挤压中在工件挤出的顶端另加一个反向压力(反向力小于向下挤压力),那么材料受到三向压应力的程度得到了大大提高,从而金属也得到塑性的改善。也有用包套的方法,把脆性金属置于用

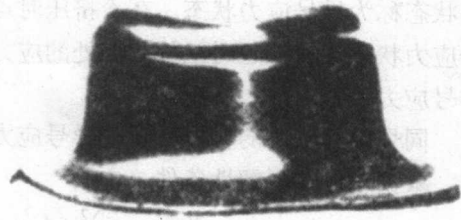


图 2.4 拉延件破裂