

高等学校试用教材

锻压专业实验指导书

吉林工业大学 刘玉文 主编

GAODENG XUE
XIAO JIAO CAI

机械工业出版社

90

PDG

高等学校试用教材

锻压专业实验指导书

吉林工业大学 刘玉文 主编



机械工业出版社

本书共分九章,内容包括“金属塑性成形原理”、“锻造工艺学”、“冲压工艺学”、“曲柄压力机”、“液压机”、“锻锤”、“锻压机械液压传动”、“锻压测试技术”、“锻压机械自动控制”等课程的实验指导书。书中对每个实验提出了明确的目的,对所用材料、工具、仪器及设备、实验内容及步骤,实验报告要求等作了具体的说明。

本书可供全国高等院校锻压专业根据教学大纲的要求以及各自的具体情况选开某些实验,也可供有关专业的工程技术人员参考。

锻压专业实验指导书

吉林工业大学 刘玉文 主编

*

责任编辑:杨燕 版式设计:张伟行

责任印制:王国光 责任校对:熊天荣

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 8 · 字数 193 千字

1989年5月北京第一版·1989年5月北京第一次印刷

印数 0,001—2,700 · 定价:1.70元

*

ISBN 7-111-01438-3/TG · 355(课)



022260

前 言

本书是根据 1985 年 9 月原高等工业学校锻压专业教材分编审委员会第四次扩大会议的决定,参考本专业有关课程教学大纲中对实验教学的基本要求编写的。书中编入了“金属塑性成形原理”、“锻造工艺学”、“冲压工艺学”、“曲柄压力机”、“液压机”、“锻压机械液压传动”、“锻锤”、“锻压测试技术”、“锻压机械自动控制”等九门课程的 52 项实验。各项实验的指导内容均与相关课程的教材紧密结合。内容包括实验目的、实验用材料、工具、仪器及设备、实验内容、步骤以及对实验报告的要求等。为了使学生在预习的基础上独立进行实验,对实验内容及步骤写的比较具体,并附有一定的图、表。

本书是以 1984 年全国锻压实验教学与技术交流会上所交流的材料为基础,又进一步汇集了上海交通大学、山东工业大学、太原重型机械学院、东北重型机械学院、西安交通大学、西北工业大学、合肥工业大学、华中理工大学、江西工业大学、武汉工学院、哈尔滨工业大学、南昌航空工业学院、重庆大学、清华大学、吉林工业大学等校的材料,由吉林工业大学统编而成。参加本书统编工作的有:刘玉文(第一、三、五章)、徐景昌(第四、六、八章)、曾宪文(第七、九章)、李季云(第二章)。全书由吉林工业大学刘玉文教授主编,哈尔滨工业大学霍文灿教授主审。

统编者对为本书提供材料的单位及个人表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中错误及遗漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

第一章 金属塑性成形原理实验	1
§ 1-1 真实应力-应变曲线的绘制	1
§ 1-2 摩擦系数的测定	3
§ 1-3 微粗变形和接触表面应力分布	6
§ 1-4 挤压变形和挤压力	8
§ 1-5 直观塑性法应用	9
§ 1-6 静水压力对塑性的影响	10
第二章 锻造工艺学实验	12
§ 2-1 微粗和拔长时的金属流动	12
§ 2-2 冲孔时金属流动的研究	13
§ 2-3 模锻时飞边槽对金属充填模腔和变形力的影响	15
§ 2-4 模锻时折纹的研究	17
§ 2-5 锻造对金属组织和性能的影响	19
§ 2-6 局部微粗规则的验证	20
第三章 冲压工艺学实验	23
§ 3-1 冲模的构造、安装和调试	23
§ 3-2 冲裁模间隙对冲裁件质量和冲裁力的影响	24
§ 3-3 弯曲件的回弹及其数值测定	25
§ 3-4 拉深系数和拉深力的测定	27
§ 3-5 板料冲压性能的测定	28
§ 3-6 板料冲压成形极限实验	30
第四章 曲柄压力机实验	34
§ 4-1 曲柄压力机技术参数和精度检验	34
§ 4-2 曲柄压力机滑块位移、速度和曲轴转角的测试	37
§ 4-3 开式压力机机身应力、变形和刚度的测定	39
§ 4-4 曲柄压力机功能的测定	41
§ 4-5 摩擦离合器-制动器性能试验	46
附录 1 采集程序	49
附录 2 利用电子计算机计算温升曲线的基本原理	50
§ 4-6 制动器制动力矩的测定	52
§ 4-7 曲柄压力机综合测试及数据计算机处理	56
附录 CX-1微机信号分析仪原理	59
第五章 液压机实验	60
§ 5-1 液压机机身应力的测定	60
§ 5-2 液压机工作缸外壁应力测试	61
§ 5-3 液压机运动和动力参数的测定	64

第六章 锻锤实验	67
§ 6-1 示功图的测定和性能分析	67
§ 6-2 锻锤打击速度、打击力的测定	68
§ 6-3 锻锤打击能量的测定	72
第七章 锻压机械液压传动实验	74
§ 7-1 液压系统的压力损失、液压元件压力损失的测定	74
§ 7-2 液压元件拆装实验	76
§ 7-3 油泵性能测试	77
§ 7-4 溢流阀静态与动态性能试验	79
§ 7-5 节流调速系统性能试验	81
§ 7-6 容积调速系统性能试验	85
§ 7-7 液压伺服控制原理试验	87
第八章 锻压测试技术实验	91
§ 8-1 电阻应变片的选择与粘贴	91
§ 8-2 电阻应变片灵敏系数的测定及电桥的加减特性	92
§ 8-3 静态、动态应变测试仪器的使用	95
附录 1 静态应变仪的工作原理	97
附录 2 动态应变仪的工作原理	98
附录 3 光线示波器的结构原理	98
§ 8-4 230kN开式曲柄压力机机身模型应力测试	99
§ 8-5 传感器的标定	105
§ 8-6 构件的静态应力测定	107
§ 8-7 多种力参量的测定	108
第九章 锻压机械自动控制实验	111
§ 9-1 异步电动机起动控制电路实验	111
§ 9-2 异步电动机正反转控制电路实验	112
§ 9-3 异步电动机的制动控制电路实验	113
§ 9-4 基本逻辑型顺序控制器控制电路实验	114
§ 9-5 步进式顺序控制器电路实验	115
§ 9-6 汇编语言程序设计实验	117
§ 9-7 Z80PIO可编程输入/输出接口实验	120

第一章 金属塑性成形原理实验

§ 1-1 真实应力-应变曲线的绘制

一、实验目的

掌握用拉伸试验法、压缩试验法或外推法绘制真实应力-应变曲线。

二、实验材料、使用工具及仪器设备

1. 试样: 20钢试样, 其尺寸如图 1-1 所示。

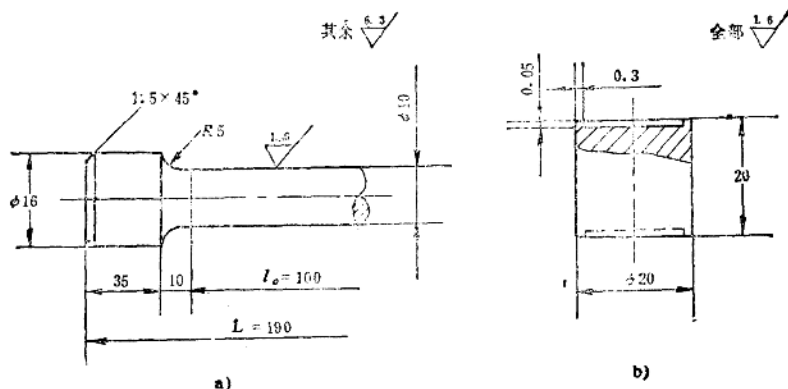


图1-1 试样图

a) 拉伸试样 b) 压缩试样

2. 工具: 游标卡尺; 钢板尺; 冲子; 光滑垫板。
3. 仪器: 压力传感器; 位移传感器; X-Y 函数记录仪; 动态电阻应变仪。
4. 设备: 600kN 万能材料试验机。

三、实验内容及步骤

(一) 拉伸试验法

做单向拉伸试验时,由试验机上的自动记录仪直接绘制载荷 P 与伸长量 Δl 的关系曲线,即拉伸图,如图 1-2 所示。

求出条件应力 σ_0 和相对伸长 ϵ ，选择适当的比例，即可绘出条件应力-应变曲线，其形状与拉伸图相似。在产生缩颈之前为均匀拉伸，真

实应力 S 、条件应力 σ_0 、相对伸长 ε 、断面收缩率 ψ 、对数应变 e 等参数之间存在一定的关系（见《金属塑性成形原理》教材 §8-1）。根据拉伸图即可绘制缩颈前的真实应力-应变曲线。

在出现缩颈后, 上述关系不再成立, 这时必须记录下每一瞬时缩颈处的断面积 F , 才能

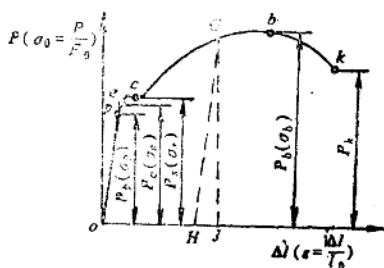


图1-2 拉伸图 (条件应力-应变曲线)

求出该瞬间的真实应力和应变。由于断面的瞬时值很难测量，一般只测拉断时的断面值，两点间的曲线只能近似作出。

实验步骤：

1. 用游标卡尺测量试样原始尺寸，将拉伸试样定好标距。
2. 装卡试样并调整试验机的测量系统。
3. 进行拉伸试验，同时记录 $P-\Delta l$ 曲线，直至拉断为止。测量拉断后的试样尺寸。
4. 从材料试验机记录装置上取得拉伸图。
5. 将记录值和计算值填入表 1-1 中。

表1-1 实验记录表

$l_0 =$, $d_0 =$, $d =$, $P =$

序号	载荷 P	Δl	ϵ	ϵ	σ	S	S'
1	$P_s =$						
2	$P_1 =$						
3	$P_2 =$						
4	$P_k =$						
5	$P_k =$						

(二) 压缩试验法

用压缩试验法便于得到大变形程度下的真实应力-应变曲线。为了得到单向均匀压缩状态，消除试样端面与压头接触面间的摩擦阻力，在圆柱试样端面车出浅槽，压缩时槽内涂以润滑剂，以避免出现鼓形。试验中每压缩原始高度的10%，记录一次压力和实际高度。如果侧面出现鼓形，则须取出试样车去鼓形，并保证原来的高径比。然后，重复上述方法继续压缩，直至达到所要求的变形量为止。均匀压缩时，对数应变和真实应力的计算，参看《金属塑性成形原理》§8-2。求出均匀压缩过程若干瞬时的 ϵ 和 S 值，即可绘制压缩时的真实应力-应变曲线。

实验步骤：

1. 用游标卡尺测量试样原始尺寸。
2. 将压缩试样端面凹槽内涂满润滑油脂，将光滑垫板放到试验机上，然后将试样放在垫板上进行压缩。每压缩 $\epsilon = 10\%$ ，记录下相应的载荷，直至压缩到 $\epsilon = 50\%$ 为止。测量压缩后的试样尺寸。

3. 将记录值和计算值填入表 1-2 中。

(三) 外推法

用外推法求压缩真实应力-应变曲线是消除压缩试验时接触摩擦影响的另一种方法。参看《金属塑性成形原理》§8-2。

实验步骤：

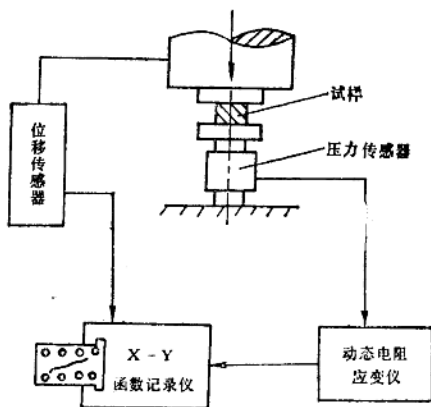


图1-3 外推法压缩试验装置

表1-2 实验记录表

 $D_0 =$, $H_0 =$

序号	ΔH	P	ϵ	ϵ^*	S
1					
:					

表1-3 外推法试样

材料	低 碳 钢				工 业 纯 铝			
D/H	2	1.5	1.0	0.66	2	1.5	1	0.6
D/mm	20	15	15	10	40	30	20	12
H/mm	10	10	15	15	20	20	20	20

表1-4 外推法压缩实验表

项目	压缩量 D/H	$\Delta h_1 =$ $\epsilon_1 =$	$\Delta h_2 =$ $\epsilon_2 =$	$\Delta h_3 =$ $\epsilon_3 =$	$\Delta h_4 =$ $\epsilon_4 =$	$\Delta h_5 =$ $\epsilon_5 =$
$P_{\text{实验值}}$						
F_0						
$S = \frac{P}{F_0 \epsilon^*}$						
$S_{\text{外推}}$						

1. 按表1-3准备好试样, 精确测量试样原始尺寸。
2. 按图1-3所示连接试验装置, 标定压力传感器和位移传感器。
3. 取 D/H 不同的试样依次进行压缩。
4. 根据 X-Y 函数记录仪的压缩试验记录曲线 (位移-压力曲线) 整理数据填入表 1-4 中。

四、实验报告要求

1. 根据试验数据绘制真实应力-应变曲线。
2. 比较各种方法所得的曲线, 说明真实应力随变形程度改变的变化规律及其物理实质。

§ 1-2 摩擦系数的测定

一、实验目的

掌握用圆环法测定材料在塑性变形时的摩擦系数。

二、实验材料、使用工具及仪器设备

1. 试样：工业纯铅和工业纯铝，试样的外径、内径和高度的尺寸比取 4:2:1，即取铅试样（40×20×10）2个，铝试样（40×20×10）2个。

2. 工具：游标卡尺；平垫板一副；高度为 9、8、7、6、5mm 的垫块各一块。

3. 仪器：微型电子计算机。

4. 设备：万能材料试验机。

三、实验内容及步骤

（一）绘制理论校准曲线

采用圆环墩粗法测定材料在塑性变形时的摩擦系数，必须首先绘制圆环压下率、内径变化率与摩擦因子 m 的关系曲线，即理论校准曲线。然后，根据圆环试样墩粗后的内径和高度，直接由曲线查出相应的 m 值或摩擦系数 μ 。

由于中性层半径 ρ 在墩粗过程中不保持常数，因此采用等小变形法绘制理论校准曲线比较精确。作法如下：

1. 利用 m 值不变的假设，用式 (1-1) 由圆环原始尺寸求摩擦因子的临界值 m_0 （即 $\rho = r_0$ 时的 m 值），见图 1-4。

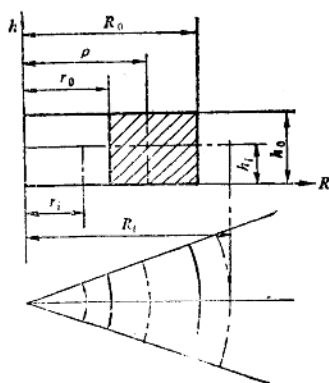


图 1-4 圆环墩粗变形图

$$m_0 = \frac{h_0}{2R_0 \left(1 - \frac{r_0}{R_0}\right)} \ln \left[\frac{3 \left(\frac{R_0}{r_0}\right)^2}{1 + \sqrt{1 + 3 \left(\frac{R_0}{r_0}\right)^4}} \right] \quad (1-1)$$

2. 预先给定 m 值为 0、0.05、0.1、0.15、0.2、0.3、0.4、0.6、0.8、1.0。

当 $m < m_0$ 时，用式 (1-2) 由圆环原始尺寸求 ρ ：

$$\left(\frac{\rho}{R_0}\right)^2 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \left[1 - \left(\frac{r_0}{R_0}\right)^4 x^2 \right]}{\left[x(x-1) \left(1 - \frac{r_0^4}{R_0^4} x \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (1-2)$$

式中 $x = \left\{ \frac{R_0}{r_0} \exp \left[-m \frac{R_0}{h_0} \left(1 - \frac{r_0}{R_0} \right) \right] \right\}^2$ 。

当 $m > m_0$ 时，用式 (1-3) 由圆环原始尺寸求 ρ ：

$$\frac{\rho}{R_0} \approx \frac{2\sqrt{3}m\frac{R_0}{h_0}}{\left(\frac{R_0}{r_0}\right)^2 - 1} \left\{ \sqrt{1 + \frac{\left(1 + \frac{r_0}{R_0}\right) \left[\left(\frac{R_0}{r_0}\right)^2 + 1\right]}{2\sqrt{3}m\frac{R_0}{h_0}}} - 1 \right\} \quad (1-3)$$

3. 假设圆环在小变形 ($\Delta h = 0.5\text{mm}$) 下 ρ 保持不变，利用体积不变条件求压缩后圆环的内外径，计算公式如下：

$$r_i = \sqrt{\frac{\rho^2 h_i - (\rho^2 - r_0^2) h_0}{h_i}} \quad (1-4)$$

$$R_i = \sqrt{\frac{h_0(\rho^2 - r_0^2)}{h_i} + r_i^2} \quad (1-5)$$

式中 h_i ——圆环压缩时的瞬时高度。

4. 将第一次小变形后的 r_i 、 R_i 和 h_i 作为第二次等小变形前的原始尺寸，再按上述方法求第二次等小变形后的圆环尺寸，如此反复连续计算，即可得到一系列给定的 m 值和 h_i 值下的圆环内径 d_i ，直到压缩量为原始高度的 50~60% 为止。应该注意，当 $m < m_0$ 计算 ρ 和 r_i 时，虽然 $r_i > r_0$ ，只要满足 $\rho > r_0$ （或 $\rho > r_i$ ）和下式 (1-6)：

当 $r_0 < \rho < R_0$ 时

$$m \frac{R_0}{h_0} > \frac{1}{2 \left(1 - \frac{r_0}{R_0} \right)} \ln \left[\frac{3 \left(\frac{R_0}{r_0} \right)^2}{1 + \sqrt{1 + 3 \left(\frac{R_0}{r_0} \right)^4}} \right] \quad (1-6)$$

计算就应当改用式 (1-3) 求 ρ 。

5. 利用求出的 m 、 h_i 、 r_i 值绘制如图 1-5 所示的理论校准曲线。

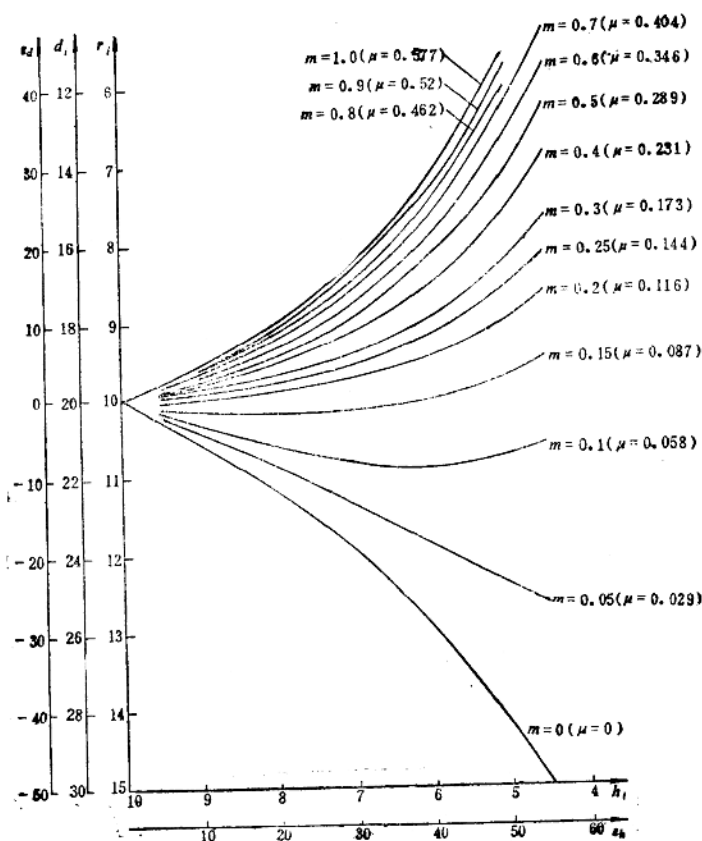


图1-5 40×20×10圆环理论校准曲线

(二) 微粗圆环

实验步骤:

1. 精确测量试样尺寸。
2. 实验者分为两组。一组做铅试样,另一组做铝试样。两个试样采用不同的润滑条件,一个涂二硫化钼,一个不润滑。用丙酮擦洗试样及垫板表面。
3. 将圆环试样置于垫板中心进行压缩,每次压缩 1mm,直至压缩到原始高度的50%为止,其高度可用相应的垫块控制。
4. 每次压缩后,卸载测量圆环内径桶形的上、中、下三个直径及圆环的高度,每个数据取测量三次的平均值,最后记录三个内径的算术平均值及平均高度。

表1-5 实验记录表

序 号	试样原始尺寸 $D_0 \times d_0 \times h_0$	实验温度	润滑条件	微后高度 h_i	微后内径 d_i				m 值	摩擦系数 $f = \frac{m}{\sqrt{3}}$
					上	中	下	平均		
1										
⋮										

四、实验报告要求

1. 根据计算数据绘制理论校准曲线。
2. 根据圆环微粗试验数据查出 m 值,计算 μ 值。
3. 分析影响试验精度的因素。
4. 将本实验法与其他测定摩擦系数的方法相比较,看前者有何优缺点。

§ 1-3 微粗变形和接触表面应力分布

一、实验目的

研究微粗时接触表面的应力分布规律。

二、实验材料、使用工具及仪器设备

1. 试样:工业纯铝试样,其尺寸为 $\phi 78 \times 25$ 。
2. 工具:游标卡尺;光滑垫板。
3. 仪器:YJ-5 型(或 YJ-16 型)静态电阻应变仪;Y6D-3A 型动态电阻应变仪;P20R-5型预调平衡箱;LZ3-204型函数记录仪;1000kN 压力传感器;WY-50 型位移传感器;RO-2 型讯号源;七点测力传感器。
4. 设备:1000kN 材料试验机或油压机。

三、实验内容及步骤

由于微粗变形时试样与工件之间存在摩擦力,使接触面上的应力分布不均匀。这种不均匀性与接触表面的摩擦条件、试样的几何尺寸以及材料性能等因素有关。参看《金属塑性成形原理》§10-3。

实验步骤:

1. 按图 1-6 所示安装实验装置。

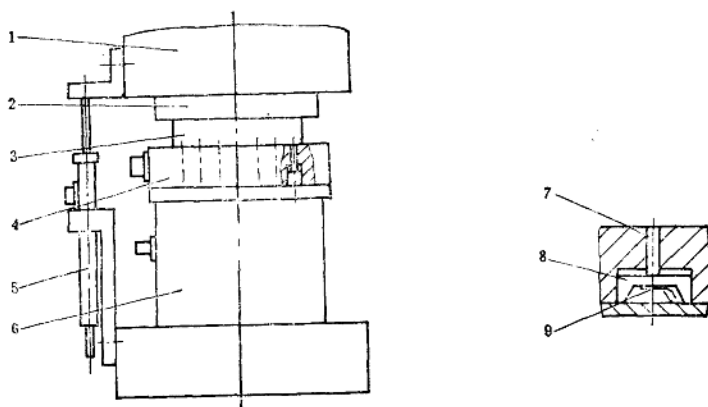
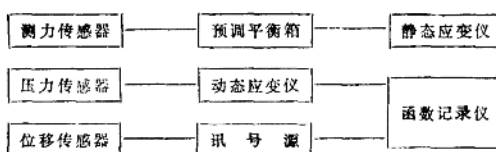


图1-6 微粗实验装置

1—试验机滑块 2—垫板 3—试样 4—七点测力传感器 5—位移传感器 6—压力传感器
7—压力柱 8—支架 9—电阻应变片

2. 按下列框图所示连接有关仪器，并进行调试和标定。



3. 测量试样。将试样正确定位（中心对准），进行压缩。控制变形程度 $\epsilon = 5 \sim 10\%$ ，然后试验机保压加载，依次记下 1、2、3、4、5、6、7，各点在静态应变仪上的应变读数。

4. 测量变形后的试样尺寸，并检查和测量各测力点的位置。

5. 关闭试验机和各仪器的电源，整理实验现场。

四、实验报告要求

1. 记录基本数据：

(1) 测量点上的位置，中心距 $= 12\text{mm}$ ，压力柱直径 $d = 3\text{mm}$ ；

(2) 测力传感器各点的灵敏系数：

$$m_1 = \quad, m_2 = \quad, m_3 = \quad, m_4 = \quad$$

$$m_5 = \quad, m_6 = \quad, m_7 = \quad$$

(3) 1000kN 压力传感器的灵敏系数 $m_0 = \quad$ ，动态修正系数 $K = \quad$ ；

(4) 位移传感器的标定值。

2. 实验记录和计算结果填入表 1-6。

3. 根据测量数据绘制接触面上的正应力分布曲线。

4. 分析圆柱体微粗时的应力分布规律，接触面上的正应力分布和剪应力分布规律。

5. 分析圆柱体微粗时影响单位流动压力的因素，并将本实验中的实测值与计算值进行比较。

表1-6 实验记录表

项目 测量点	应变读数	灵敏系数	压力值	单位压力	备 注
1					
2					

§ 1-4 挤压变形和挤压力

一、实验目的

掌握正挤压、反挤压和复合挤压时金属变形特点,测定稳定流动时的挤压力,比较三种不同挤压方式的变形规律和挤压力。

二、实验材料、使用工具及仪器设备

1. 试样: $\phi 35 \times 25$ 的工业纯铝剖分试样三对,二硫化铝润滑剂。
2. 工具: 直尺、划线针、V型铁、放大镜、圆筒(外径为 $\phi 110$ 、内径为 $\phi 80$ 、高度为 80mm) 一个。
3. 模具: 组合式挤压实验模具一副,如图 1-7 所示,其中凹模为两半组合式,并可根据实验需要进行更换,凸模($\phi 36$ 一个、 $\phi 30$ 一个)也可更换,挤压筒和垫板为通用式。
4. 设备: 600kN 万能材料试验机。

三、实验内容及步骤

1. 首先进行正挤压,此时模具上不用导向盖,直接应用直径为 $\phi 36$ 的凸模,凹模外径亦为 $\phi 36$,与挤压筒滑动配合,凹模内孔直径为 $\phi 19$ 。取 $\phi 35 \times 25$ 的铝试样一对,在一个剖面上用划线针划出 $2 \times 2\text{mm}$ 的网格,然后将两半试样合起来,外面涂一层润滑剂,模腔与凹模亦应涂上润滑剂,放入试样并装上凸模,在材料试验机上进行挤压,并记录载荷-行程曲线。当压力指针达到稳定值后即可停止挤压,记下最大挤压力数值。

为了取出被挤压的试件,可将挤压模具从垫板上取下,并将其放在圆筒上,如图 1-8 所示,将凹模连同试件一起推出。

2. 再将组合凹模涂上润滑剂并放入挤压筒内。取第二对 $\phi 35 \times 25$ 的铝试样,同样划上网格,将两半试样合起来,涂润滑剂并放入模腔中,再盖好导向盖。此时换用 $\phi 30$ 的凸模,从导向盖的中心孔插入模腔。然后将模具放在材料试验机上进行复合挤压。记录载荷-行程曲线。当试验机上的压力指针达最大值,并开始下降后,即可停止压缩。记下最大挤压力值。用正挤压时的同样方法取下试件。

3. 最后进行反挤压,此时从模具中取出凹模,在挤压筒的下部塞入一个直径为 $\phi 36$ 的实心垫,然后放在垫板上。取第三对剖分铝试样,同样在剖面上划出网格,把两半试样合起来,涂上润滑剂,然后装入模腔中,同样用直径为 $\phi 30$ 的凸模从导向盖的中心孔插入,将模具放在万能材料试验机上进行反挤压,记录载荷-行程曲线。当试验机上的压力指针达到稳定值后,即可停止压缩。用上述相同方法将试件从下面推出来。

四、实验报告要求

1. 划出三种不同挤压方式的试件剖面上的网格变化,并分析其变形特点。

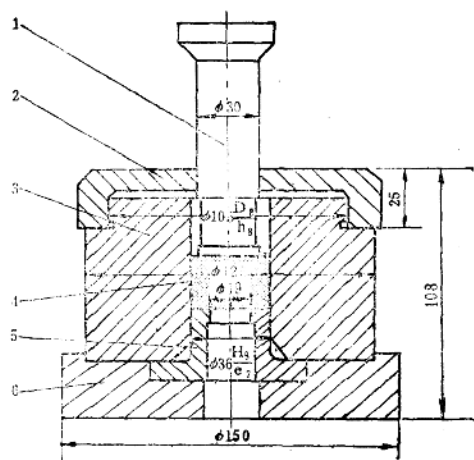


图1-7 挤压实验模具

1—凸模 2—导向套 3—挤压筒 4—试件
5—组合凹模 6—垫板

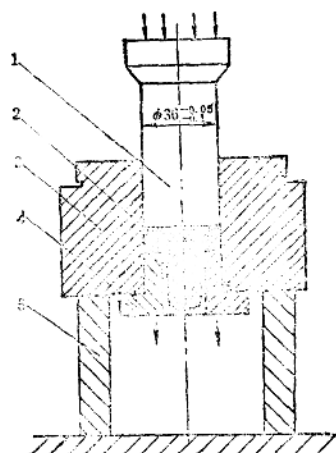


图1-8 卸件示意图

1—凸模 2—试件 3—挤压筒 4—凹模 5—圆筒

2. 根据记录下的最大挤压力值, 试用理论计算方法计算正挤压变形力和反挤压变形力, 并将理论计算结果与实验结果进行比较, 分析影响变形力的因素。

3. 根据复合挤压的实验网格变化分析其变形特点, 并用放大镜(或投影放大仪)放大后测量实际分流点半径。并分析复合挤压变形力较正挤或反挤的变形力小的原因。

§ 1-5 直观塑性法应用

一、实验目的

利用直观塑性法, 研究金属的塑性流动, 求出对称平面变形状态挤压时工件的应变速率场和应力场。

二、实验材料、使用工具及仪器设备

1. 试样: 工业纯铅试件二块, 尺寸为 $24_{-0.03}^{+0.03} \times 48_{-0.03}^{+0.03} \times 60$ 的长方体。
2. 工具: 划线装置; 游标卡尺。
3. 仪器: 照相机; 位移计; Y6D-3 动态应变仪; SC16 光线示波器; 平面变形挤压试验模具。
4. 设备: 2000kN 材料试验机。

三、实验内容及步骤

1. 在长方体试样的一个变形平面上划上 $2 \times 2 \text{ mm}$ 正方形网格。用照相机拍摄下原始网格。
2. 将两个试样(一个有网格, 一个无网格)合拢放入挤压模中。在材料试验机上进行挤压。利用位移计和示波器记录挤压行程 Δs_B 和时间 Δt , 并记录挤压力。
3. 从挤压模中取出试样。照相记录下变形后的网格。测量试样直壁高度, 以校核挤压行程 Δs_B 。

4. 把试样重新放入挤压模中挤压一个行程 Δs_B , 若变形后的试样因尺寸增大不能放入模具中, 可将其放在冰盐水或液氮中冷却后, 再放入模具中。这样重复八次。

5. 根据测量和计算结果填写表 1-7。

表 1-7 实验记录表

挤压次序	挤压行程 $\frac{\Delta s_B}{\text{mm}}$	行程时间 $\frac{\Delta t}{\text{s}}$	行程速度 v_B $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$	挤压力 $\frac{P}{\text{kN}}$	试样直壁高度 $\frac{h}{\text{mm}}$
1					
⋮					

四、实验报告要求

1. 根据记录数据和照片, 作出位移图和金属流线图。
2. 进行分析计算, 作出应变速率场和应力场。
3. 讨论本实验方法的优缺点。

§ 1-6 静水压力对塑性的影响

一、实验目的

研究应力状态对金属塑性的影响。

二、实验材料、使用工具、仪器设备及实验装置

1. 试样: 如图 1-9 所示。

试样 a): 材料 GCr15, HRC62~64。

试样 b): 由外圈和芯棒压装后组成。外圈的材料为 A3 (或 20 号钢), 芯棒同试样 a)。

外圈内孔与芯棒过盈压装, 过盈量为 0.02~0.03 mm。

2. 工具: 模具; 垫板; 游标卡尺等。

3. 仪器: 1000 kN 压力传感器; Y3D-3A 型动态电阻应变仪; LZ3-204 型函数记录仪; WY-50 型位移传感器和 RO-2 型讯号源。

4. 设备: 1000 kN 万能材料试验机或油压机。

5. 实验装置: 如图 1-10 所示。

三、实验内容及步骤

试样 a) 是在轴向压力下变形, 静水压力较小。试样 b) 中, 外圈和芯棒过盈压装, 同时在变形过程中外圈又约束了芯棒的变形, 从而使芯棒受到侧向压力并在三向压应力状态下变形。由于在这种情况下明显提高了静水压力, 所以试样 b) 中芯棒的压缩变形量将大于试样 a)。

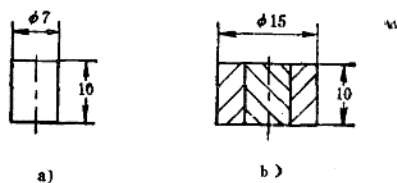
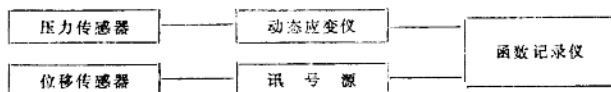


图 1-9 试样

1. 按图 1-10 所示安装实验装置。
2. 按以下框图所示连接有关仪器，并进行调试和标定。



3. 测量和检查试样。
4. 首先压缩试样 a)，将试样放入模具内加压，直到压裂为止（试样破碎有危险，要注意安全）。取出试样碎片，保存以备分析。
5. 压缩试样 b)，压到芯棒产生裂纹为止（根据响声和记录曲线上的明显压力波动判断）。然后锯开套圈，观察芯棒的开裂情况。
6. 关闭试验机和各仪器的电源，整理实验现场。

四、实验报告要求

1. 记录基本参数

位移传感器的标定值，压力传感器的灵敏系数 $m = ?$ ，动态修正系数 $K_r = ?$ ，压缩试样 a) 和 b) 的 $P - \Delta h$ 曲线。

2. 将实验记录和计算结果填入表 1-8。
3. 分析本实验中增加静水压力的原理，并讨论进一步增加静水压力的途径。
4. 分析静水压力影响塑性的机理，并讨论不同应力状态下的塑性变化。
5. 分析试样的断裂情况。

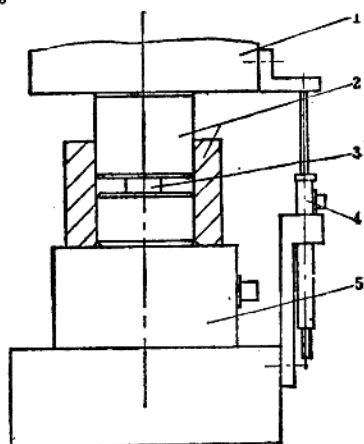


图1-10 实验装置

1—试验机滑块 2—实验模具 3—试样 4—位移传感器 5—压力传感器

表1-8 实验记录表

项目	h	Δh	e	备注
试样				
试样 a)				
试样 b)				