



# 仪器仪表工人 技术培训教材

## 材料试验机装校工艺学

机械工业部仪器仪表工业局 统编

机械工业出版社

责任编辑 应华炎

科技新书目：110—87

统一书号：15033·5789

定 价： 2.90 元

仪器仪表工人技术培训教材

**材料试验机装校工艺学**

机械工业部仪器仪表工业局 统编



机械工业出版社

本书是为仪器仪表机械装调类工人技术培训的需要而编写的。主要内容有材料试验机的典型零件加工工艺及其关键件；有关装校及液压传动的基本知识；几种典型试验机的原理结构、装配与校验；影响试验机示值精度的因素；常见故障的产生原因及排除方法。书中对常见装配工具和测量工具作了简要说明，并对圆转式夹头的工作原理和结构特点作了简介。每章末附有习题。

本书前四章适于作初级班教材；后四章适于作中级班教材。

本书由长春试验机厂主编。参加编写的有黄相君、张寿春、韩林瑞同志；参加审稿的有陈干、徐容禄、罗章存、奚菊祥、李福领同志。

仪器仪表工人技术培训教材

材料试验机装校工艺学

机械工业部仪器仪表工业局 统编

\*

机械工业出版社出版（北京东直门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/32·印张13<sup>3</sup>/<sub>4</sub>·字数310千字

1985年12月重庆第一版·1985年12月重庆第一次印刷

印数：0.001—3,050·定价：2.90元

\*

统一书号：15033·5189

## 前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全中国仪器仪表行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套仪器仪表专业工种的初级、中级工人技术培训教材，共七大类四十六本。

这套教材编写的依据是原国家仪器仪表工业总局一九八一年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（仪器仪表专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和仪器仪表行业的特点，力求做到既要理论联系生产实际，学以致用，又要循序渐进。考虑到工种工艺学的特殊性，避免不必要的重复，对工种工艺学初级、中级教材采用合一册或上、下册的形式。通过教学计划和大纲，体现初级、中级培训的阶段性和连续性。

这套教材的出版，得到了北京、天津、上海、江苏等省市仪表局、机械厅和有关企业、学校、研究单位的大力支持。

持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部仪器仪表工业局  
工人技术培训教材编审领导小组  
一九八二年十二月

# 目 录

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 绪 论.....                     | 1   |
| 0-1 概 述.....                 | 1   |
| 0-2 材料试验.....                | 5   |
| 0-3 力值的传递.....               | 18  |
| 第一章 试验机常用装配工具与测量工具.....      | 24  |
| 1-1 常用的装配工具.....             | 24  |
| 1-2 常用的测量工具.....             | 30  |
| 第二章 试验机的典型零件加工工艺及其           |     |
| 关键件.....                     | 42  |
| 2-1 概 述.....                 | 42  |
| 2-2 典型零件加工工艺.....            | 46  |
| 2-3 关键件.....                 | 63  |
| 第三章 试验机装校基本知识.....           | 77  |
| 3-1 概 述.....                 | 77  |
| 3-2 联接件的装配.....              | 80  |
| 3-3 滚动轴承的装配.....             | 86  |
| 3-4 机械传动件的装配.....            | 92  |
| 3-5 试验机精度测量与误差计算.....        | 101 |
| 第四章 液压传动的基本知识.....           | 116 |
| 4-1 液压传动的基本概念.....           | 116 |
| 4-2 油 泵.....                 | 122 |
| 4-3 阀.....                   | 132 |
| 4-4 工作油缸及工作活塞与测力油缸及测力活塞..... | 140 |
| 4-5 辅助装置.....                | 145 |
| 第五章 几种试验机的原理及结构.....         | 149 |

|      |                                   |     |
|------|-----------------------------------|-----|
| 5-1  | 拉力、压力、万能试验机的测力原理                  | 149 |
| 5-2  | LJ-500 型机械式拉力试验机结构                | 162 |
| 5-3  | 冲击试验原理及JB-30A 型冲击试验机结构            | 172 |
| 5-4  | YE-200A 型液压式压力试验机结构原理             | 178 |
| 5-5  | WE-10A、30、60、100型液压式万能试验机<br>结构原理 | 192 |
| 5-6  | WE-10B、30B 型液压式万能试验机结构原理          | 197 |
| 5-7  | 布氏硬度试验原理及 HB-3000 型布氏硬度计<br>结构    | 201 |
| 5-8  | 洛氏硬度试验原理及 HR-150A 型洛氏硬度计<br>结构    | 215 |
| 5-9  | 维氏硬度试验原理及 HV-120 型维氏硬度计<br>结构     | 220 |
| 5-10 | 肖氏硬度试验原理及 HS-19 型肖氏硬度计<br>结构      | 229 |
| 5-11 | EEG-100 型杠杆式二等标准测力机原理及<br>结构      | 235 |
| 5-12 | EEY-200 型液压式二等标准测力机原理及<br>结构      | 246 |
| 第六章  | 试验机的装配与校验                         | 264 |
| 6-1  | 装校工艺规程的编制                         | 264 |
| 6-2  | LJ-500 型机械式拉力试验机装校工艺规程            | 266 |
| 6-3  | WE-30、60、100型液压式万能试验机装校工<br>艺规程   | 285 |
| 6-4  | HR-150A 型洛氏硬度计装配与调整工艺规程           | 298 |
| 6-5  | EEG-100 型杠杆式二等标准测力机装校工<br>艺规程     | 308 |
| 第七章  | 影响试验机示值精度的因素及故障<br>排除             | 326 |



|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 7-1 影响拉力、压力、万能试验机示值精度的因素 .....         | 326 |
| 7-2 影响硬度计示值精度的因素 .....                 | 344 |
| 7-3 机械式拉力试验机故障产生原因及排除 .....            | 352 |
| 7-4 液压式万能试验机故障产生原因及排除 .....            | 356 |
| 7-5 硬度计故障产生原因及排除 .....                 | 363 |
| 7-6 二等标准测力机故障产生原因及排除 .....             | 373 |
| 第八章 夹头简介 .....                         | 381 |
| 8-1 常见的夹头结构形式 .....                    | 381 |
| 8-2 两种夹头新结构 .....                      | 393 |
| 附录一 机械式拉力试验机技术条件 (摘自 JB706-77) .....   | 402 |
| 附录二 液压式万能材料试验机技术条件 (摘自 JB715-65) ..... | 409 |
| 附录三 布氏硬度计技术条件 (摘自 JB712-65) .....      | 416 |
| 附录四 洛氏硬度计技术条件 (摘自 JB705-65) .....      | 421 |
| 附录五 维氏硬度计技术条件 (摘自 JB1439-74) .....     | 427 |

# 绪 论

## 0-1 概 述

### 一、试验机的用途

试验机是一种精密的测试仪器，它包括金属材料试验机、非金属材料试验机、动平衡试验机，振动台和无损探伤机等五大类。建国初期，我国只能生产和修理一些简单的试验仪器。随着我国工农业生产和科学技术发展的需要，试验机专业得到不断的发展壮大。现在，已发展成具有一定生产规模和科研能力的试验机行业。

近些年来，我国先后研制成功一系列现代材料试验机，其中有的具有较高的技术水平，其主要技术指标达到或接近七十年代初期世界水平。

试验机用于测定材料在各种条件下的机械性能、工艺性能；校验各种旋转零部件或整体的动态平衡性能，以及抗振性能；并可定量检查材料或零件表面及内部的缺陷，广泛应用于冶金、机械、交通运输等工业部门，以及科研单位和大中专院校等。

用试验机来测定各种工程设计时所需要的材料或零部件，构件在各种条件下的机械性能数据，可以保证正确地选择材料和使用材料，做到既经济又安全。例如：对热处理零件要进行硬度试验或无损探伤试验等。试验机的发展不仅关系到原子能、火箭、宇航等科学尖端技术的发展，而且对于其它各个工业部门节约原材料，降低成本，提高产品质量，延长机器使用寿命，发展生产等都有十分重大的意义。

与国外相比,我国的试验机发展速度还是比较缓慢的,无论在品种、质量、技术水平和成套能力等方面,还不能适应形势发展的需要,与国外先进水平相比,还存在着一定的差距。

## 二、材料试验机的分类

金属材料试验机和非金属材料试验机一般统称为材料试验机<sup>⊖</sup>。材料试验机的品种、型号很多,它们的加荷方法、结构特征、测力原理和使用范围等都各不相同。对于材料试验机的分类,我国目前尚无统一的规定。

若按用途分类,可分为 测定机械性能用试验机和工艺试验用试验机。

若按加荷方法分类,可分为 静负荷试验机和动负荷试验机。

静负荷试验机能对试样施加平稳而渐增的负荷,直至达到规定的要求。动负荷试验机能对试样施加冲击、重复、交变及随机等动负荷,直至达到规定的要求。

综合用途及加荷方法分类,可归纳为:

(1) 测定机械性能的试验机:又包括

1) 静负荷试验机:包括拉力试验机、压力试验机、万能试验机、扭转试验机、复合应力试验机、蠕变试验机、持久强度试验机、松弛试验机及硬度计中的布氏、洛氏和维氏硬度计。

2) 动负荷试验机:包括冲击试验机、疲劳试验机及硬度计中的冲击布氏、肖氏硬度计。

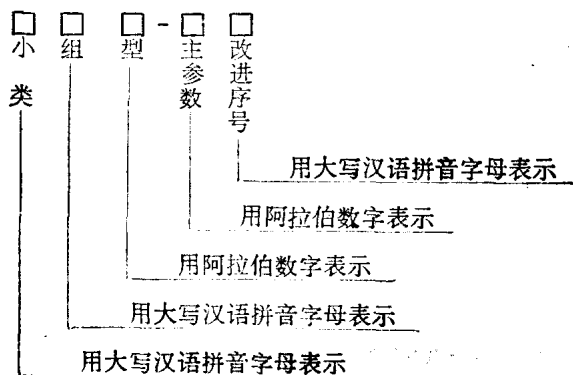
(2) 工艺试验机:包括杯突试验机、弹簧试验机、弯

⊖ 本书内容不包括非金属材料试验机。

折试验机和线材扭转试验机等。

### 三、材料试验机的型号

部颁标准 (JB2387-78) 《材料试验机型号 编制方法》规定：通用材料试验机产品型号的完整型式由下面五部分组成。



材料试验机型号中规定：在“型”与“主参数”之间用短线“—”分开。

型号中的“小类”，按其机械性能分为拉力、压力、万能、扭转、蠕变、持久强度、松弛、冲击、疲劳、磨损试验机及工艺试验机，硬度计、标准测力计（机）等类。

型号中的“组”，对拉力、压力、万能、扭转试验机按结构原理分组；对蠕变、持久强度、松弛、冲击、疲劳试验机按加荷方式等特征分组；硬度计按试验方法分组；工艺试验机按用途分组；标准测力计（机）按精度等级分组。

型号中的“型”，按产品的结构、使用范围、性能和控制、测量和显示等特征定型；普通型产品将“型”省略；多种特征的按主要的特征表示“型”。

型号中的“主参数”，要用最大负荷或最大能量来表示。

型号中的“改进序号”，是在“小类”、“组”、“型”、“主参数”都不变的前提下，产品的结构或性能有显著改进时使用，第一次改进用“A”，第二次改进用“B”……。未做改进的产品“改进序号”省略。

例如：

(1) LJ-500型机械式拉力试验机

L(小类)表示拉力试验机；J(组)表示机械式；500(主参数)表示最大负荷(公斤力)

(2) JB-30A型摆锤式冲击试验机

J表示冲击试验机；B表示摆锤式；30表示最大冲击能量(公斤力·米)；A(改进序号)表示第一次改进。

(3) YE-200A型液压式压力试验机

Y表示压力试验机；E表示液压式；200表示最大负荷(吨力)。

(4) WE-100型液压式万能试验机

W表示万能试验机；E表示液压式；100表示最大负荷(吨力)。

(5) HB-3000型布氏硬度计

H表示硬度计；B表示布氏；3000表示最大负荷(公斤力)。

(6) HS-19型肖氏硬度计

H表示硬度计；S表示肖氏；19表示冲头降落高度(毫米)

(7) EEG-100型杠杆式二等标准测力机

E表示标准测力计(机)；E表示二等；G(型)表示杠

杆式，100表示最大负荷(吨力)。

## 0-2 材料试验

### 一、材料的机械性能

材料在外力的作用下，所表现的抵抗变形或破坏的能力，称做材料的机械性能。机械性能包括强度、塑性、弹性、脆性、韧性、断裂韧性、硬度等。

1. 强度 材料在外力（静负荷）的作用下，抵抗其变形或破坏的能力，称做强度。抵抗外力的能力越大，强度越高。强度的单位是公斤力/毫米<sup>2</sup>。

按材料受力作用不同，强度分为抗拉强度，抗压强度和抗弯强度。

2. 塑性 材料在外力作用下，产生永久变形而不被破坏的能力，称做塑性，材料在受外力作用时，产生的塑性变形程度越大，则塑性越好。

3. 弹性 材料在外力作用下，产生变形，当外力取消后，仍能恢复原状称为弹性。

4. 脆性 材料在外力作用下，没有明显的永久变形就断裂称做脆性。脆性材料如玻璃、灰口铸铁等。

5. 冲击韧性 材料抵抗冲击力的作用而不被破坏的一种能力称做冲击韧性。

6. 断裂韧性 材料内部存在着由于各种原因所产生的微小裂纹，在外力作用下，材料抵抗该裂纹扩展的能力，称做断裂韧性。

7. 硬度 材料抵抗比它更硬的物体压入时而不被破坏的能力，或者说材料抵抗塑性变形、弹性变形的能力称做硬度。按试验方法和试验条件，硬度试验分为布氏、洛氏、维

氏、肖氏等。

## 二、材料试验

材料试验包括机械性能试验、物理试验、化学试验等。这里主要叙述材料的机械性能试验。根据材料（试样）受力的方式，机械性能试验可分为拉伸、压缩、弯曲、剪切、扭转、冲击、疲劳、蠕变、持久、松弛、磨损、硬度等试验。下面详细讲述拉伸试验，并对几种常见的试验予以简单介绍。

1. 拉伸试验 拉伸试验又称拉力试验，是缓慢地在试样两端施加负荷，使试样在工作部分受轴向拉力，引起试样沿轴向伸长，一般进行到拉断为止。通过拉伸试验，可测定材料的强度以及塑性特性等。

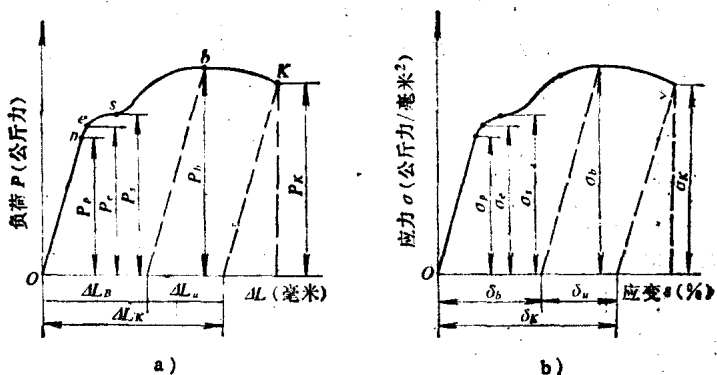


图 0-1 低碳钢拉伸曲线图 (图a) 和应力—应变图 (图b)

(1) 拉伸曲线：在试验机上，装有自动记录描绘装置，它可以把试样上所承受的负荷以及在该负荷作用下所引起的伸长量自动记录描绘下来。描绘成一条“负荷—伸长”曲线，叫做拉伸曲线，图0-1a为低碳钢拉伸曲线图，纵座标

表示负荷  $P$ ，单位是公斤力，横座标表示试样绝对伸长  $\Delta L$ ，单位是毫米。

从曲线图中可知：试验开始，负荷从 0 直至负荷达到  $P_p$  时，试样的伸长与负荷成正比关系，即等量的伸长对应着等量的负荷，图形呈一斜直线， $P_p$  值叫做比例极限负荷。当负荷大于  $P_p$  时，比例关系就不成立了。当负荷从  $P_p$  增大到  $P_e$  时，这个区间的试样虽然发生变形，但当负荷卸掉之后，仍能恢复原状，把这个区间叫做弹性变形阶段， $P_e$  值叫做弹性极限负荷。当负荷从  $P_e$  增大到  $P_s$  时，这个区间的试样不仅发生变形，且当负荷卸掉后，再也不能恢复原状，而是保留一部分残余变形，这部分变形叫塑性变形。负荷刚刚达到  $P_s$  时，试验机测力计度盘上的指针开始停转或往回转动，拉伸曲线上出现“平台”（或波形段），在负荷不增加或减少的情况下，试样还继续伸长，这种现象叫做屈服。 $P_s$  值叫做屈服极限负荷。屈服后，金属开始产生明显的塑性变形，试样表面出现滑移带。

在屈服阶段以后，再继续变形，负荷重新增加。随着塑性变形的增大，变形抗力不断增加的现象，叫做加工硬化。负荷增大到  $P_b$  时，试样的某一部分出现横截面积急剧缩小，即“缩颈”现象，这时负荷再也不能增大了， $P_b$  值是拉伸曲线上的最大负荷，叫做强度极限负荷。随着缩颈的加剧，负荷下降到  $P_k$  时，试样断裂， $P_k$  值叫断裂负荷。

(2) 应力-应变曲线：由于拉力  $P$  的作用，试样（材料）内部产生应力，把作用在单位面积上的力称为应力，用  $\sigma$  表示：

$$\sigma = \frac{P}{s_0} \quad (\text{公斤力/毫米}^2)$$



式中  $s_0$ ——试样的原始截面积(毫米<sup>2</sup>)。

拉伸时, 试样的绝对伸长  $\Delta L$  和试样的计算长度  $L_0$  之比称为应变, 也称做相对伸长或伸长率, 用  $\varepsilon$  表示:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

把上述应力与应变的关系画成曲线, 叫做应力-应变图(图0-1b)。

应力-应变图不受试样尺寸的影响, 可以直接读出材料的一些机械性能指标, 如材料发生屈服时的应力-屈服点  $\sigma_s$ , 材料在最大负荷时的应力-强度极限(抗拉强度)  $\sigma_b$ , 以及断裂后的相对伸长-伸长率  $\delta$  等。

(3) 拉伸试验用计算公式: 从上面可知, 材料的强度指标是用应力来表示的。对应拉伸曲线各阶段的强度指标分别为: 比例极限  $\sigma_p$ , 弹性极限  $\sigma_e$ , 屈服极限(屈服点)  $\sigma_s$ , 强度极限(抗拉强度)  $\sigma_b$  等。计算公式如下:

① 比例极限  $\sigma_p$ ,

$$\sigma_p = \frac{P_p}{s_0} \text{ (公斤力/毫米}^2\text{)}$$

式中  $P_p$ ——比例极限负荷(公斤力)。

② 弹性极限  $\sigma_e$ ,

$$\sigma_e = \frac{P_e}{s_0} \text{ (公斤力/毫米}^2\text{)}$$

式中  $P_e$ ——弹性极限负荷(公斤力)。

③ 屈服点  $\sigma_s$  及屈服强度  $\sigma_{0.2}$ ,

$$\sigma_s = \frac{P_s}{s_0}$$

式中  $P_s$ ——屈服点负荷(公斤力)。