

0038174

纺织工业技工技术培训材料

机电基础



无锡市纺织工程学会



前

口

为加速普及与提高纺织企业保全保养初级技术工人的技术水平，适应纺织工业发展需要，为纺织企业有关部门提供技术培训教材，编写这本“机电基础”。

本书主要内容：简明地介绍金属材料与热处理；简单的受力分析和杠杆原理；皮带传动与齿轮传动；轴承；电路的基本概念定律，交流电路，变压器及电动机，常用生产机械电气控制，电路安全用电知识。可供纺织企业初级技术工人技术补课之用，也可作为纺织企业保全保养新工人的培训教材以及工人自学用。

本书由上海市针织工业公司教卫科，无锡市纺织工业局教育科和无锡市纺织工程学会针织学组共同编写和审阅。由于水平有限，难免有错误和缺点，希望广大读者提出宝贵意见，以便今后再次修改。

无锡市纺织工程学会
一九八三年二月

目 录

第一章 金属材料与热处理

§ 1—1 金属材料的机械性能.....	(1)
§ 1—2 常用金属材料的标号与性能.....	(8)
§ 1—3 钢铁的简易鉴别.....	(18)
§ 1—4 常用热处理方法与用途.....	(23)

第二章 简单的受力分析和杠杆原理

§ 2—1 力的概念与表示方法.....	(27)
§ 2—2 物件平衡概念.....	(29)
§ 2—3 简单的受力分析和受力图.....	(29)
§ 2—4 力矩概念和计算.....	(36)
§ 2—5 杠杆平衡原理.....	(38)

第三章 皮带传动与齿轮传动

§ 3—1 皮带传动原理与特点.....	(44)
§ 3—2 传动比定义和计算.....	(45)
§ 3—3 平皮带传动和三角皮带传动的比较.....	(47)
§ 3—4 皮带传动的正确安装与维护.....	(51)
§ 3—5 齿轮传动原理, 传动类型和传动特点.....	(53)
§ 3—6 标准直齿圆柱齿轮的主要参数和计算.....	(56)
§ 3—7 定轴轮系传动比计算.....	(62)

第四章 轴承

- § 4—1 滑动轴承的主要类型和特点…………… (67)
- § 4—2 滚动轴承的主要类型及常用类型的代号…… (71)

第五章 电路的基本概念和定律

- § 5—1 电路…………… (81)
- § 5—2 电路分析的基本变量…………… (82)
- § 5—3 简单直流电路的计算…………… (86)

第六章 交流电路、变压器与电动机

- § 6—1 正弦交流电路…………… (91)
- § 6—2 变压器…………… (93)
- § 6—3 三相异步电动机…………… (96)

第七章 常用生产机械电气控制电路… (101)

第八章 安全用电知识…………… (109)

第一章 金属材料与热处理

纺织机器上的各种另件，由于形状、尺寸和性能要求的不同，所采用的材料也是多种多样，譬如很多另件是用生铁制造的，一般轴类另件都是用钢铸造，轴承材料则常用青铜制造等等。修理机器时，要知道某个另件是用哪种牌号的材料制造的，在搞技术革新时，又会碰到合理选用材料的问题。另件材料使用得是否合理，对机器的正常运转、另件使用寿命和加工成本等关系很大。例如齿轮材料选择不合理时，就会产生轮齿爆裂、磨损，影响齿轮传动的正确，轴的材料选择不当，会使轴强度不足，耐磨性差，降低使用寿命等。因此，掌握一定的材料知识，对四化建设有着很重要的意义。本章内容是讨论纺织机器上常用金属材料的成分、性能、牌号和用途及钢的热处理的基本知识。

§ 1—1 金属材料的机械性能

机械另件在使用过程中一般都承受外力（或载荷）的作用，例如齿轮运转时，轮齿上受到力的作用；轴要传递功率，轴上装有皮带轮、齿轮等另件，所以也受到力的作用。另件在外力的作用下可能失效（失去原有的作用和工作能力），甚至破坏。所谓机械性能就是指材料在外力作用下所表现出来的性能。所以，研究材料的机械性能极为重要。机械性能主要有强度、硬度、塑性、韧性和抗疲劳性等。

一、强度

材料受到外力（载荷）作用后，随着外力的增加会产生形状和尺寸的改变，即产生变形。当外力超过一定限度时，材料就会破断。所谓强度，就是指材料受外力作用后抵抗变形和破坏的能力。强度是用材料单位截面积所受到的外力称为应力来表示的，应力常用符号 σ 表示。

$$\sigma = \frac{P}{F} \text{ 公斤/毫米}^2$$

式中：P—外力（载荷），单位为公斤；

F—材料的截面积，单位为毫米²或厘米²；

抵抗外力的能力越大，强度就越高。强度依载荷作用不同又分三种：

1. 拉抗强度 σ_t 。外力是拉力时，材料表现出的抵抗能力叫抗拉强度。

2. 抗压强度 σ_c 。外力是压力时，材料表现出的抵抗能力叫抗压强度。

3. 抗弯强度 σ_b 。外力与材料轴线垂直，并在作用后使材料呈弯曲，这时材料的抵抗能力叫抗弯强度。

二、硬度

材料抵抗其它更硬物体压入表面的性能称为硬度。材料的硬度越高，就越难使其它物体压入它的表面。硬度是材料很重要的一项机械性能。要求耐磨损的零件如纺机的锭子、罗拉、钢领，织布用的梭子的梭尖，针织机的三角及轴类、齿轮等零件都要有较高的硬度；切削加工用的工具、刀具，如车刀、钻头、铰刀等则要有很高的硬度；对被加工零件讲则硬度要适中，才会有良好的切削性。

金属材料的硬度可在硬度试验机上进行测定。常用的硬度

有布氏硬度和洛氏硬度两种。

1. 布氏硬度HB用一定的负荷（一般为3000公斤）把一定大小（直径一般为10毫米）的淬硬钢球压在材料表面上，然后用材料表面上球印的表面积来除负荷，所得的商为硬度值。（图1—1a），它的单位是公斤/毫米²，习惯上常把单位省略了。

压痕越大，硬度越小。布氏硬度用于硬度较低（不超过HB450），厚度较大的毛坯金属，如生铁、未淬硬钢及有色金属等。不能在成品上应用，因为凹坑较大。

σ_b 和HB可以换算，对于不淬硬钢 $\sigma_b \approx 0.36HB$

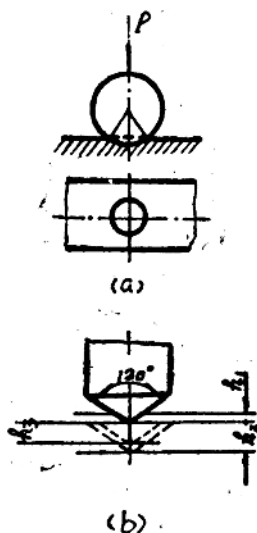


图1—1 布氏硬度和洛氏硬度试验示意图

(a) 布氏硬度 (b) 洛氏硬度

h_1 —加予载荷后压入深度 h_2 —加主载荷后压入深度

h_3 —主载荷卸除后的压入深度

2. 洛氏硬度HR用一定的负荷，把淬硬钢球或 120° 圆锥形金钢石压入器压在材料表面上，然后用材料表面上压印的深度来计算硬度大小。洛氏硬度没有单位。(图1—1b)根据压入的塑性变形深度(图中的 h_s)，确定材料的硬度，可由刻度计直接读出。洛氏硬度有 HR_C ， HR_B ， HR_A 三种表示方法，它们的适用范围如表1—1所示。

表1—1 洛氏硬度的试验规范和应用范围

洛氏硬度	载 荷	压 头	测定范围	适 用 材 料
HR_C	150公斤	金钢石锥头	20~67	经热处理后硬度较高的钢
HR_B	100公斤	小钢球	25~100	硬度较低的钢、有色金属
HR_A	60公斤	金钢石锥头	>70	硬度很高的经表面处理的钢

注：载荷一栏中都包括10公斤的予载荷

在没有硬度试验机的情况下，可以用锉刀测试硬度。常用硬度标准定为 HR_C45 、50、55和60的四把锉刀锉削试件。如果试件不能被硬度为 HR_C50 的锉刀锉削而能被硬度为 HR_C55 的锉刀锉削，这就表明试件的硬度在 $HR_C50\sim55$ 的范围内。

硬度试验简单迅速，不需要特殊的试样，可直接在另件表面进行测定，而且由于硬度和抗拉强度在一定范围内存在正比关系，通过硬度试验可间接测知材料的强度，所以硬度试验在实际工作中应用很广泛。

三、塑性

金属材料在受力时能够产生显著的变形而不破裂的性能称为塑性。试样在拉伸试验时产生塑性变形使试棒伸长、断面收缩，以此衡量材料的塑性。

1. 延伸率 延伸率是试样拉断后标距增长量与原始标距长

度之比值的百分率。即

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中： L_0 —试样的原始标距长度（毫米）

L_1 —试样拉断后标距长度（毫米）

δ —延伸率（%）

2. 断面收缩率 断面收缩率是试样断口面积的缩减量与原载面面积之比值的百分率。即

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\%$$

式中： F_0 —拉伸前试样的截面积（毫米）²

F_1 —试样断后细颈处最小截面积（毫米）²

ψ —断面收缩率（%）

延伸率和断面收缩率用以衡量材料的塑性，数值越大，表示塑性越好。良好的塑性材料，有利于进行锻压，冷冲和冷拔等成型工艺。

例：有一根钢试棒，原始长度100mm，直径10mm，做拉伸试验时，载荷增加至2669公斤力时开始出现屈服现象，载荷达4710公斤力时，试样被拉断。结果测得在变形后长度是116mm，细颈处直径是7.75mm。试求钢试样的屈服极限、强度极限、延伸率和断面收缩率。

解

(1) 求试样的截面积

$$F_0 = \frac{\pi D^2}{4} \quad D = 10\text{mm}$$

$$F_0 = \frac{3.14 \times 10^2}{4} \approx 78.5\text{mm}^2$$

(2) 求屈服极限 σ_s

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \text{ kg/mm}^2 \quad P_s = 2669 \text{ kg} \quad F_0 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{2669}{78.5} = 34 \text{ kg/mm}^2$$

(3) 求强度极限 σ_b

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \text{ kg/mm}^2 \quad P_b = 4710 \text{ kg} \quad F_0 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4710}{78.5} = 60 \text{ kg/mm}^2$$

(4) 求延伸率 δ

$$\delta = \frac{F_1 - F_0}{F_0} \times 100\% \quad F_1 = 116 \text{ mm}^2 \quad F_0 = 100 \text{ mm}^2$$

$$\delta = \frac{116 - 100}{100} \times 100\% = 16\%$$

(5) 求断面收缩率

先求收缩细颈面积

$$F_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \quad D_1 = 7.75 \text{ mm}$$

$$F_1 = \frac{3.14 \times 7.75^2}{4} = 47.1 \text{ mm}^2$$

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\% \quad F_0 = 78.5 \text{ mm}^2 \quad F_1 = 47.1 \text{ mm}^2$$

$$\psi = \frac{78.5 - 47.1}{78.5} \times 100\% = 40\%$$

四、韧性

金属材料抵抗冲击载荷的作用而不破裂的能力称为韧性。

冲击载荷是在瞬时内以很大的速度作用在另件上的，它是一种动载荷，而一般拉伸（压缩）载荷是从零逐渐增加到一定大小后固定不变的载荷，称为静载荷。冲击载荷所引起的应力和变

形比一般静载荷大得多，例如织机上的许多另件如投梭盘、制梭板等就受有冲击载荷损耗较大。所以，受有冲击载荷的另件必须有足够的韧性。

冲击韧性的好坏，可以通过冲击试验测定冲击值 α_k ，它表示试样在冲击力作用下断裂时单位截面上所消耗的冲击功（公斤·米/厘米²）。 α_k 越大，冲击韧性越好，对特别重要的另件，需要测定材料的冲击值。

由于影响冲击韧性的因素很多，如材料截面的急剧变化，切口、环槽、表面质量差、内部缺陷以及热处理工艺不当等，都可能导致韧变坏，所以冲击值 α_k 只具有参考的价值。

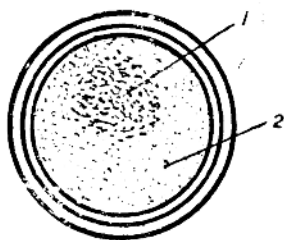
塑性材料的冲击韧性较脆性材料大得多，例如低碳钢的 α_k 为9~10公斤·米/厘米²，生铁的 α_k 仅为0.3~0.5公斤·米/厘米²，但韧性过大的金属难于切削加工。

五、抗疲劳性

很多另件如转轴、齿轮、弹簧等在工作时受有交变载荷，它也是一种动载荷。所谓交变载荷是指载荷的大小或方向作周期性变化的载荷，例如一般弹簧工作时周期性地拉伸或压缩，所以受到交变载荷，转轴工作时则受有拉、压交变载荷。

金属材料在受到很多次过大的交变载荷作用后，内部会产生微细的裂缝，裂缝逐渐扩展，最后会突然断裂，这种现象称为材料的疲劳。疲劳断裂的特征是断口上大部分由于裂缝部分相互挤压而呈光滑的表面，一小部分最后断裂的表面是粗糙的表面。如图1—2所示。

金属材料的抗疲劳性可用疲劳试验机在拉、压交变载荷作用下测定疲劳强度的大小，试样受一定次数的拉压交变载荷作用（对钢来讲为 10^7 次）而不发生疲劳断裂时的最大应力称为疲劳强度，用 σ^{-1} 表示。 σ^{-1} 值越大，抗疲劳性越好。



1 粗糙表面 2 光滑表面

图 1—2 疲劳断面

§ 1—2 常用金属材料的标号与性能

钢是发属国民经济最重要的金属材料，解放后我国钢产量发属速度很快，刚解放时，1949年的钢产量只有15万8千吨，在大跃进的1958年达到1108吨。经过粉碎“四人帮”以后，1981年我国钢产量达到了3700多万吨，钢的品种和冶炼技术也有很大的发展。

含碳量小于2%的铁碳合金称为钢，按化学成份不同，钢可分为碳素钢和合金钢两大类。以铁碳为主要成分，而其中碳对钢的性能起决定性影响的钢叫碳素钢，为了改善钢的性能而加入合金元素的钢则称为合金钢。在钢产量中，95%是碳素钢，这是因为碳素钢冶炼方便，价格低廉，机械性能也能满足一般要求的缘故。

碳素钢的机械性能主要由含碳量决定，如图1—3所示，含碳量越多，则钢的强度，硬度越高，而塑性、韧性越低（含碳量超过0.9%以后强度下降）。

碳素钢中除碳以外，还含有硅、锰、硫、磷等杂质，其中硫、

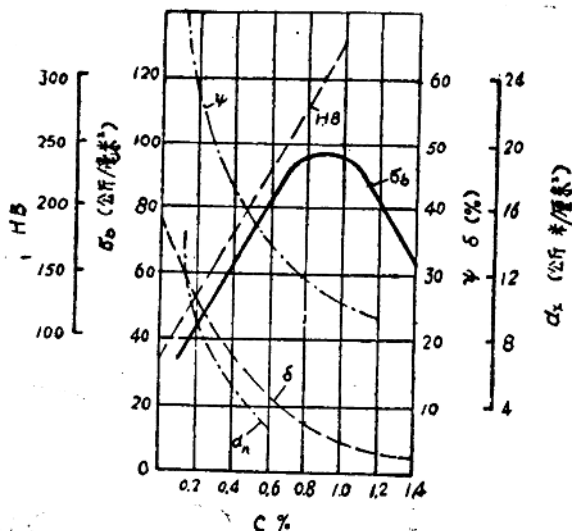


图 1—3 含碳量与碳素钢机械性能的关系

磷会引起钢的脆性，是有害杂质，故须严格控制。碳素钢按质量分可分为普通钢，优质钢和高级优质钢。普通钢含有害杂质及其它夹杂物较多，价格便宜，而优质钢及高级优质钢则成分控制严格，价格较贵。在纺织机械中普通钢应用比较广泛。碳素钢按用途分又可分为结构钢和工具钢。结构钢用来制造建筑结构和机械零件，它具有良好的强度、塑性及加工性能，低碳钢、中碳钢都属于这类钢，工具钢用来制造工具、量具，要求硬度高，故一般均为高碳钢。

一、普通碳素结构钢

根据钢厂供应时保证条件的不同，普通碳素结构钢分成甲

类钢、乙类钢和特类钢三类。甲类钢是按机械性能供应的，即保证机械性能指标在一定范围内，一般用来制造不重要的机械另件或构件，可直接使用。乙类钢是按化学成分供应的，在使用前可根据含碳量进行各种热处理以改善其机械性能。特类钢供应时既保证化学成分，又保证机械性能，应用较少。

普通碳素结构钢的牌号是以汉字“甲”、“乙”、“特”或代号“A”、“B”、“C”分别表示钢的类别，后面附加炼钢方法的代号和顺序号。今以纺织机械制造中最常用的甲类钢为例，介绍其钢号和用途如表1—2所示。

表1—2 甲类普通碳素结构钢的牌号、性能和用途

牌 号	抗拉强度 σ_s (公斤/毫米 ²)	屈服强度 σ_s (公斤/毫米 ²)	延 伸 率		用途举例
			$\delta_{10}\%$	$\delta_5\%$	
A0	≥ 32	—	—	—	用作受力不大的零件。如螺钉、螺帽、垫片、铆钉、拉杆、心轴、罩盖、焊接件及冲压件等。
A1	32~40	—	28	33	
A2	34~42	19~22	26	31	
A3	38~47	22~24	21~23	25~27	
A4	42~52	24~26	19~21	23~25	用作承受中等载荷的零件。如较重要的螺栓、螺帽、螺杆、轴、链轮、齿轮、连杆、键销等。
A5	50~62	26~28	15~17	19~21	
A6	60~72	30~31	11~13	14~16	
A7	70以上	—	8~9	10~11	

注：表中 $\delta_{10}\%$ 、 $\delta_5\%$ 中的脚码10和5表示试样长度分别为直径的10倍(称为长试样)和5倍(称为短试样)。

在甲类钢的牌号中，A₁~A₄相当于低碳钢，A₅~A₇相当于中碳钢，纺织机械中最常用的是A₅和A₆两个牌号。A₅钢具有较好的塑性和韧性，强度一般，易于焊接，适用于制造受力较小，硬度无特殊要求的另件，如一般紧固件，心轴，拉杆，冲压件及焊接件等。A₆钢强度较高，有一定的塑性，可以焊接，切削加工性好，适用于制造重要的螺栓、连杆、轴、键销、齿轮等，如粗纺机和精纺机的主轴，即是用A₆钢制造的。

二、优质碳素结构钢

优质碳素结构钢在供应时即保证化学成分，又保证机械性能。牌号由两位数组成，表示平均含碳量以0.01%为单位的整倍数，如20号钢，表示平均含碳量为0.2%，45号钢表示平均含碳量为0.45%等。

按化学成分的不同，优质碳素钢分为两组：普通含锰量钢和较高含锰量钢。较高含锰量钢的牌号后面附加“锰”或“Mn”的符号。表1—3为常用优质碳素结构钢的牌号和机械性能。

15、20一类属低碳钢、塑性高，焊接性能好，适用于制造、紧固件和受力不大，要求韧性好的另件，如拉杆、吊钩、套筒不重要的传动轴或要求表面耐磨、心部坚韧的渗碳热处理另件，如重要齿轮、心轴、蜗杆等。精纺机的罗拉、钢领都是用20钢制造的。

35、45、50一类属中碳钢，具有较高的强度，但冷塑性变形能力和焊接性较差，多用于以强度要求为主的机械另件。如重要的螺栓和螺钉、传动轴、齿轮、蜗杆、~~键销~~等。纺机的给棉罗拉、织机的弯轴、中心轴等即用50钢制造。这类钢在使用时可经调质热处理以提高它的机械性能。

表 1—3 常用优质碳素结构钢的牌号、成分及机械性能

牌 号	代 号	化 学 成 份			机 械 性 能								
		C	Si	Mn	P		S	H B					
					%								
				6 ₂ 公斤/公厘 ²		6 ₂ 公斤/公厘 ²	σ _k 公斤/厘米 ²	热 轧 退 火					
				不		小	于						
10	10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	0.035	0.040	21	34	31	55	-	137	-
15	15	0.12~0.19	0.17~0.37	0.35~0.65	0.040	0.040	23	38	27	55	-	143	-
20	20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	0.040	0.040	25	42	25	55	-	156	-
35	35	0.32~0.40	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	32	54	20	45	7	187	-
45	45	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	36	61	16	40	5	241	197
50	50	0.47~0.55	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	38	64	14	40	4	241	207
60	60	0.57~0.65	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	41	69	12	35	-	255	229
65	65	0.60~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	42	71	10	30	-	255	229
70	70	0.67~0.75	0.17~0.37	0.50~0.80	0.040	0.040	43	73	9	30	-	289	229
15锰	15Mn	0.12~0.19	0.17~0.37	0.70~1.00	0.040	0.040	25	42	26	55	-	163	-
45锰	45Mn	0.42~0.50	0.17~0.37	0.70~1.00	0.040	0.040	38	63	15	40	5	241	217
65锰	65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.70~1.00	0.040	0.040	44	75	9	30	-	285	229

较高含锰量的优质碳素结构钢，它的性能和用途与普通含锰量钢相类似，但具有较高的强度、硬度和耐磨性，热处理性能也较好，如用65Mn制造的弹簧，质量比65钢好。

三、碳素工具钢

工具钢用来制造各种切削刀具，冲压模具和量具，根据它们的工作性能要求，工具钢必须具有高的硬度和耐磨性，对承受冲击力的工具，还要求有适当的韧性。碳素工具钢是含碳量大于0.7%的高碳钢，在使用前必须经过热处理以达到所需要的性能。碳素工具钢经热处理后，硬度可达到 $HR_{C60\sim 65}$ 。

碳素工具钢的牌号由汉字“碳”或字母“T”和数字组成，数字表示钢中平均含碳量以0.1%为单位的整数倍，如T，就表示平均含碳量为0.7%的碳素工具钢。碳素工具钢有优质和高级优质之分，高级优质在牌号后面再附加汉字“高”或字母“A”，如T₁₂A，即为平均含碳量为1.2%的高级优质碳素工具钢。

表1—4为各种牌号碳素工具钢的用途，其中低牌号的用以制造硬度要求不很高而有一定韧性的工具，高牌号的用以制造硬度很高而无韧性要求的工具。

碳素工具钢也可制造某些机器零件，如粗纺机的锭子，是用T₁₂A制造的。

碳素工具钢制成的刀具，热硬性（即高温时仍保持较高硬度的性能）差，工作温度不允许超过200~250℃，否则硬度将显著下降，因此只适用于作低速切削刀具。

四、合金钢

碳素钢虽然用途很广泛，但在性能上不能满足现代工业技术日益发展的要求。如在钢中加入一种或几种合金元素，就能改善钢的性能或获得某种特殊性能，这种钢就叫做合金钢。