

紡織职工工业余中等专业学校教材

紡織工程力学

上海市紡織工业局 主編

紡織工业出版社

紡織职工业余中等专业学校教材

紡織工程力学

上海市紡織工业局 主編

紡織工业出版社

紡織工業中專專業學校教材

紡織工程力學

上海市紡織工業局 主編

紡織工業出版社出版

（北京東黃城根紡織工業局內）
北京市書刊出版業登記證出字第16號

京華印書局印刷·新華書店發行

850×1168¹/₃₂ 開本·12印張·2插頁·261千字

1960年12月初版

1960年12月北京第1次印刷·印數1~7600

定價(9) 1.35元

前 言

1958年以来，在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，随着纺织工业生产和基本建设的迅速发展，纺织职工业余教育也已取得了很大的成就。为了促进纺织工业继续跃进，在开展技术革新和技术革命运动的同时，必须大力开展文化革命，大办职工业余教育，以最快的速度培养出大量又红又专的中等和高等专业人材，以适应纺织工业发展的需要。而要大力发展职工业余教育，又必须有可供职工业余学校使用的教材。因此，我部在1960年2月，召开了有上海、江苏、浙江、山东、北京、河北、河南、陕西等十三个省(市)参加的全国纺织职工业余学校教材编写座谈会，决定组织各地纺织工业厅(局)分工负责编写各行各业纺织职工业余中等专业学校教材，并安排于1960年内陆续出版。

纺织职工业余中等专业学校的培养目标，应不低于全日制中等专业学校的水平。但职工业余教育与全日制学校教育有其不同的特点，所以，职工业余中专教材在安排上比较全日制中专教材要窄一些，精练一些，内容应密切结合生产实际，学以致用，并照顾到长远需要。由于职工业余教育的特点，和各地区、企业的具体情况与条件不同，在教学时应较全日制中专具有较大的灵活性。因此，本教材为了适应全国的需要，只编写了本专业纺织生产上最基本的、共同性的内容，各地区、企业使用本教材时，可以根据具体情况有所侧重，或作必要的补充。

本教材的编写，以马列主义辩证唯物主义的观点为指导原则，贯彻党的“教育为无产阶级的政治服务，教育与生产劳动结

合”的方針，考虑到教学改革的精神和职工业余教育的特点，贯彻“結合生产，统一安排，因材施教，灵活多样”的原则；反映我国紡織工业生产实践、新的技术成就和科学技术理論知識。把当前生产中需要解决的問題，和系統提高結合起来，边学、边用、边提高。在編写过程中，并广泛发动羣众，召开各种座談会，征集工人以及有关方面专业人員的意見进行編写的。

組織編写全国性的紡織职工业余中专教材工作，目前还是一个开始，缺乏經驗，時間倉促，缺点和錯誤在所难免，再加上教学改革正在深入开展，教材内容正在不断地革新和充实，希望各地在实践中提出意見，以便以后加以修訂。

本教材由上海市紡織工业局主編，四川省輕工业厅、江苏省紡織工业厅派員参加編写，并由华东紡織工学院、上海紡織科学研究院、上海业余紡織学院及上海部分企业进行审查定稿。

紡織工业部人事司

1960年7月

目 录

第一篇 机械学

第一章 紡織機件常用的材料及其性質.....	(7)
第一节 概述.....	(7)
第二节 金屬材料的主要机械性能.....	(9)
第三节 金屬材料.....	(13)
第四节 非金屬材料.....	(20)
第二章 传动机构.....	(24)
第一节 齿輪传动.....	(24)
第二节 鏈传动.....	(50)
第三节 皮带传动.....	(60)
第四节 凸輪机构.....	(94)
第五节 偏心机构.....	(113)
第三章 軸系及彈簧.....	(121)
第一节 軸、軸承.....	(121)
第二节 联轴器.....	(176)
第三节 螺旋彈簧.....	(193)

第二篇 运动与力的分析

第一章 静止状态下物体受力的分析.....	(211)
第一节 基本概念.....	(211)
第二节 約束及約束反作用力.....	(216)
第三节 力对点的力矩、力偶.....	(222)

第四节 平面任意力系作用下的平衡条件及方程式.....	(234)
第二章 机械中的摩擦与磨损.....	(245)
第一节 摩擦.....	(245)
第二节 磨损.....	(263)
第三章 运动与力的关系.....	(275)
第一节 运动的速度与加速度.....	(275)
第二节 合成运动.....	(310)
第三节 动量与冲量.....	(316)
第四节 惯性力及惯性力的平衡.....	(320)
第四章 功与能.....	(333)
第一节 功.....	(333)
第二节 功率.....	(343)
第三节 能.....	(349)
第五章 机械振动常識.....	(358)
第一节 緒論.....	(358)
第二节 单摆自由振动.....	(359)
第三节 簡諧振动.....	(361)
第四节 弯曲振动和扭轉振动.....	(366)
第五节 簡諧振动的复合.....	(367)
第六节 受迫振动、共振.....	(372)
第七节 轉軸的临界速度.....	(375)

第一篇 机械学

第一章 紡織机件常用的材料及其性質

第一节 概 述

在国民經济的各部門中，需要大量地使用各种各样的材料。所有的材料可以归納为金屬材料和非金屬材料两大类。在工业生产上所需要的材料，90%以上是金屬材料。紡織机件中所需要的材料也不例外。可以这样說，金屬材料是现代工业的物质基础，没有更多的金屬材料就滿足不了高速度发展工业的需要。

为什么金屬材料会得到广泛使用而显得这样重要呢？这是由于金屬材料能够担負較大的重量而不易弯曲和不易折断；它比較能够抵抗空气的腐蝕；它可以用熔化浇鑄、鍛軋或焊接等方法来制造或修补；可以利用废品重新制造成新的产品。这些特点是非金屬材料所不具备的。金屬与非金屬还有其他不同的地方：金屬的新的断面都有光澤，而一般非金屬沒有光澤（个别情况例外）；金屬都是良好的导热导体；金屬的比重比較大；有些金屬能够被磁化而非金屬不能。这些都是金屬与非金屬根本区别。

在使用金屬材料中，单独用一种金屬元素来制成材料的情况是很少的，而用得最广的是各种合金。在科学上，金屬是指由同种类的原子所构成的金屬元素，它是一种单質；而合金是指多种金屬元素（或金屬元素与非金屬元素）按一定比例所組成的一种

复杂物質，这种物質(合金)具备了原来的各金屬元素所沒有的性質。

金屬材料的种类很多。一般分为黑色金屬和有色金屬。所謂黑色金屬是指鉄、錳、鉻、和鉄的合金。各种生鉄和各种鋼材都屬於黑色金屬。所有的鋼鉄它們所含的主要元素是鉄和碳，因此称它們为鉄炭合金。工业生产上所使用的金屬材料有90%以上是鉄炭合金。

有色金屬是指除了黑色金屬以外，其它的一切金屬。如金、銀、銅、錫、鉛、鎳、鎢等。有色金屬材料虽然在用量上比黑色金屬材料少得很多，但在应用上同样是非常广泛的。因为有色金屬产量比較少，因此它們在工业上的应用只限于最必需的地方。在技术革新和技术革命中为有色金屬寻找代用品，不仅是当前的重要課題，也是今后的任务。除了以黑色金屬来代替有色金屬外，用非金屬材料来代替有色金屬也是一个重要的方面。

近代工业的发展，塑料这种非金屬材料得到了很快的发展。塑料具有很多优良的特点，可以用来代替金屬材料(包括鋼鉄以及有色金屬)。如在机械制造业中变速箱里的齒輪，机床(重型)上的軸瓦，導軌和机器上的传动皮帶及其它零件，都越来越多地采用了塑料制品；在紡織机械上采用塑料皮鞭、塑料隔紗板等；在建筑业上，它可以代替玻璃、木材，可以用来做門板、地板和屋顶；在汽車和飞机上，用塑料做成的玻璃，弹性好、强度高，有的比金屬制品还坚固，不易被子彈打穿……。总之，塑料是越来越被广泛采用的一种現代化材料。因此也称为万能的塑料。

第二节 金属材料的主要机械性能

任何一部机器都是由许多零件组成的。各种零件要求不同的材料。机械性能是选择材料时最基本最重要的条件。金属材料的机械性能有强度、硬度、韧性、脆性和耐磨性等。其中主要的是强度和硬度。

一、强度

这是材料抵抗外力破坏作用的性能。用来制造零件的材料强度越高，那么破坏它所需的力也就越大。所选择的任何外力通常称为载荷，它能对零件发生静力或动力作用。所谓静载荷是指零件受到不变或变化很小的载荷。动载荷是冲击载荷（象打梭棒给予梭子的打击，机械锤突然打下的力等）和随时间连续变化的载荷。

根据外力作用的不同，机器零件受到不同形式的变形：

(一) 拉伸与压缩 一些零件如链条、钢绳、螺丝杆等一般都是受到拉力作用。拉力作用在杆件中心线上，受拉力的物体都能拉长一些，同时也变细一些而产生拉伸变形。底脚、机架、垫座、支柱、轴承等一般都受到压力作用。物体受压时一般要变短一些，同时加粗一些发生压缩变形。

(二) 剪切 钢板下料、铆钉、销钉、键等是受的剪力作用。物体上受着两个大小相同方向相反的力作用，结果使物体在受力处变形或者象剪刀剪东西一样剪开来，受力方向和材料中心线垂直。

此外还有受以上混合作用而产生的弯曲和扭转。对于材料单

位面积上所受的力，我們称为应力，如前所述，則有拉、压应力、剪应力等，其单位为公斤/厘米²。材料单位长度上的长度变化等称为变形。材料被破坏前能承受的最大应力叫做强度极限，单位与应力相同。按照外力的性質不同，强度有抗拉（抵抗拉断的性質）、抗压（抵抗压坏的性質）和抗剪（抵抗被剪断的性質）等。

各种材料的强度是用試驗方法确定出来的。但在机件計算的时候，对于脆性材料（石块、鑄鉄等）并不能够用强度极限去計算材料所能承受的力量，而是用它的一部分。这一部分称为許用应力，其余的算作安全系数。这样使机械零件在受外力时不会变形，更不会使它折断。对于塑性材料（如軟鋼、銅等）要使零件在工作时不发生变形，是取它在变形刚开始前的强度（称为屈服极限）为根据的。

二、塑性和脆性

前面談到因載荷（外力）作用而引起材料的变形。但如果在外力移去后就能恢复原有的形状和尺寸，象弹簧拉长后能弹回一样，我們称这种变形为弹性变形。这种性質称为弹性，具有弹性的物体叫做弹性体。另外，在外力移去后不能消失的变形部分，叫残余变形或永久变形，也称为塑性变形。所謂塑性是指材料在外力作用下能够发生較大的塑性变形而不至断裂的这种性質。相反称为脆性。而断裂以前的塑性变形长度与原长之比值，称为材料的伸长率。通常用百分率来表示，用以对材料塑形的量度。按照材料在断裂前能否产生較大的塑性变形这种現象，习惯上常将工业上的主要建筑材料区分为塑性材料和脆性材料。前者包括各种鋼和鋼材，重要的有色金屬及其合金。后者則包括普通鑄鉄、

水泥等。

三、硬 度

是指物体抵抗其他物体压入其表面的性能。物体的硬度越高，就越难压入它的表面。例如金属加工的时候，刀具本身的硬度就应该比工作物的硬度大，否则就无法切削了。这也说明了材料硬度大小对机械加工有很大的影响。常用硬度的表示法有两种：

(一)布氏硬度 这是把钢球放在试样上，在球上加一定压力，通常对钢件试样的压力为 3000 公斤，较软的金 为 500 公斤，在试样上便印有球面痕迹，量得压痕表面积乘除所加的压力，所得的数值就是布氏硬度数。其符号用 H_B 表示，即

$$H_B = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中：P——压力(公斤)；

D——钢球直径(毫米)；

d——试样上印痕的直径(毫米)。

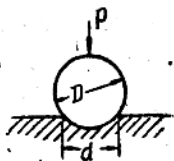


图 1-1 布氏硬度试验时压印示意图

(二)洛氏硬度 这是在洛氏硬度试验机

的硬球上先加一轻压力，然后再加以重压力，试样上印痕深度的差就是该金属的洛氏硬度。直接可以在机上读出洛氏硬度数值。

硬度与其他机械性质的关系很密切，知道了某种材料的硬度以后，其他的机械性质也大致的可以了解。其中硬度与强度关系最密切，一般的说硬度比较大的材料，强度也是比较大的。这是因为，布氏硬度数值是以压痕面积来除外力，强度的计算是以横断面积来除外力。两者的意义都是表示每单位面积对外力的抵抗

能力，可以近似地計算未經淬火的鋼料的強度極限和布氏硬度之間關係的公式為

$$\text{抗拉強度 } \sigma_B \approx 0.35 H_B \text{ (公斤/毫米)}$$

此外，一般金屬材料的彈性隨着硬度的增加而增加。而韌性（金屬抵抗沖擊載荷的性質）、塑性和延伸性恰好相反，硬度愈大，它們就愈小，材料變得愈脆。金屬的耐磨性也與硬度有關，需要耐磨的零件，應選用硬度較大的金屬。

四、疲 勞

材料在強度極限以下，長時間反復受力時（這種力叫交變載荷），可以不發生顯著的永久變形而破損。如軸的突然斷裂就屬於這種原因。這種現象叫材料疲勞。在這種受力情況下，只需要較小的力，就能使材料破壞。就象我們反復折一根鐵絲一樣，不要多少次就會使鐵絲斷裂。再舉例來說，含碳 0.52% 的中碳鋼在受到外力作用時，它的抗拉強度極限是 63 公斤/毫米²，但在受交變外力時，即使應力還只有 41 公斤/毫米²時，如反復 15000 次以後會折斷；假使應力是 35.5 公斤/毫米²，那麼反復 20000 次後會折斷；如應力為 30 公斤/毫米²時，可以反復 1250000 次；若應力為 28.5 公斤/毫米²，幾乎可以無限制地反復受力。由此可見，所產生的應力越小，可以反復的次數越多；反復次數越多，所容許的應力越低（當然還是有一定限度的）。材料在受交變（反復）外力的情況下，應力不能超過一定的限度，這個限度叫做疲勞極限（或耐久極限）。對於在長期反復外力工作下的零件（曲拐軸、正反轉的轉軸），必須要求它所擔負的外力不超過疲勞極限。

第三节 金属材料

机器制造中是根据不同的要求来选择材料的，制造紡織机器的材料其选择原則大致如下：

1. 强度——能耐很大的力量而不易断裂和变形，能受得起冲击。
2. 有足够耐磨性，防止机件快速磨灭而影响机器的正常轉动。
3. 具有一定的韧性与弹性，在一定的載荷下不致折断和弯曲，仍旧能恢复原有的状态。
4. 抵蝕性——受得住空气、水分的侵蝕。
5. 硬度——如綿紡机的罗拉，表面需要一定硬度，防止表面絨紋很快地被磨灭。

一、鋼

鋼在紡織机器中应用很广，“大都是用来制造軸、齒輪、錠子、罗拉等，一般都用碳鋼。

鋼与鉄的区别，主要是决定含碳量的多少而定。含碳和含杂多，則性質脆，含碳少則坚韧，延性好，所以說鋼和鉄基本区别是看含碳的多少而定。所以我們也可称它“鉄碳合金”。鋼与鉄含碳的关系見表 1-1。

在碳鋼中由于含碳量的多少，又有低碳鋼、中碳鋼及高碳鋼之分。

由表 1-1 看出，对于碳鋼来講，含碳愈高，則它的等級也愈高，强度愈大。那么生鉄中的含碳量很高，为什么它的强度不如鋼呢？原因是鋼中間碳都是和鋼中的鉄元素紧密地結合起来，成

表 1-1

鋼和鉄含碳的关系

类别	鋼						鉄	
	极軟鋼	低 碳 鋼		中碳鋼	高 碳 鋼		生 鉄	熟 鉄
		軟 鋼	半軟鋼	半硬鋼	硬 鋼	极硬鋼		
含碳量 %	0.05~ 0.12	0.13~ 0.30	0.21~ 0.30	0.31~ 0.60	0.61~ 0.80	0.81~ 1.7	1.7~ 6.67	0.035 以下

为碳化鉄，它能使鋼的强度等性質加强。而生鉄中的碳虽多，但与鉄元素化合得不好，大多数都单独存在，呈石墨状态，我們称之为“游离碳”。故由于游离碳的存在而使生鉄性脆，所以不如鋼那样有更高的强度和韧性。鋼与生鉄的性能比較列表于下：

表 1-2

性能 \ 类别	鋼	生 鉄	
比 重	7.8	灰生鉄 6.8~7.2	白生鉄 7.8
熔 点	1250~1500°C	1204°C	1100°C
强 度	含碳愈多，則抗拉强度愈大 (30~80 公斤/毫米 ²)	抗拉强度小，抗压性能强 (10~30 公斤/毫米 ²)	
硬 度	含碳愈多，則硬度愈大，一般为布氏硬度 110~280	布氏硬度 120~200	布氏硬度 250~500
伸 长 率	含碳愈多，則伸长率愈小，低碳鋼 30%，中碳鋼 20%，高碳鋼 5%	很小	沒有
冷 縮 率	含碳愈多，則冷縮率愈小，約为 2%	0.75~1.2%	1.5~2%
加工性能	不易加工	易加工	加工困难

常用的鋼有結構碳鋼、優質碳鋼以及各種合金鋼。

結構碳鋼是用來製造機器零件的鋼，按品質可以分為普通碳鋼和優質碳鋼。對普通碳鋼要求具有一定的機械性質；而優質碳鋼除須具有一定的機械性質外，還須具有嚴格的化學成分。普通碳鋼有各種牌號，按冶金工業部部頒鋼鐵標準分別用 尤0, 尤1, 尤2, … 尤6, 尤7 (蘇聯的相應牌號為 CT0, CT1, CT2, … CT6, CT7) 來表示；數字愈大，含碳量愈高，機械性質也愈高。優質碳鋼的牌號是用 10, 15, 20…70 等數字來表示。這數字表示鋼的含碳量(百分之零點幾)，如 15 號鋼中平均含碳量為 0.15%，含有高度錳成分的優質碳鋼，牌號用 15Л, 30Л 或 30Л₂, 35Л₂ 等來表示(蘇聯的相應牌號是 15Г, 30Г, 30Г₂, 35Г₂)，字母 Л(Г) 表示增高的錳的含量為 1%，字母 Л₂(Г₂) 表示增高的錳含量為 2%。

此外，還有合金鋼，它是根據製造機件性質的需要，在碳鋼中適當加入特殊元素，如鎢元素則成鎢鋼，如加鉻元素則成鉻鋼。加入特殊元素後大大改善了鋼的機械性質等。合金鋼中所含的特殊元素，按照冶金工業部部頒標準是用一定的注音字母來代表(括號內是蘇聯代表符號)。

另(X)——鉻 Л(Г)——錳 X(B)——鎢

Г(C)——硅 Л(Ю)——鋁 せ(H)——鎳

表 1-3

鋼及合金鋼的机械性質

我國牌號	蘇聯牌號	机械性質 (公斤/厘米 ²)			布氏硬度 H_B	應用舉例
		強度極限 σ_B	屈服極限 σ_T	耐勞極限 σ_{-1}		
尤2	CT2	34~42	22	17	133	小軸, 鉤, 拉杆, 螺母等
尤3	CT3	38~47	24	18	132	轉軸, 心軸
尤4	CT4	42~45	26	22	152	槲, 齒輪等
尤5	CT5	50~62	28	24	170	鏈, 轉軸, 聯軸等, 鏈板等
尤6	CT6	60~72	31	28	201	拉杆, 焊接機件, 墊片
10	10	32	18	14	137	扳手, 杆, 螺母, 冷沖機件
15	15	35	21	16	143	同上
20	20	40	24	17	156	和鋼 20 同
25	25	43	26	19	170	各種機件, 轉軸, 拉杆, 汽缸
30	30	48	28	21	179	鍛件, 聯軸節, 凸輪軸
35	35	40	23	18	163	耐磨零件如摩擦盤, 多指軸
50	50	65	37	29	255	彈簧墊圈, 擋圈, 各種彈簧
60	60	70	38	20	269	
15力	15 N	70	50	33	179	小軸, 軸節等
20力	20 N	80	60	35	187	同上
30力	30 N	90	70	38	212	搖杆, 曲軸, 小軸

二、鑄鐵(生鐵)

紡織機器中大都是鑄鐵零件。鑄鐵由于含碳量和含雜率高, 所以性脆易斷。即不耐拉伸和彎曲。但是, 鑄鐵耐磨和耐壓較好, 這是它的特点。

鑄鐵由于含碳和含雜的不同, 以及經過特殊處理與否, 可分為數類。以下是工廠中常用到的幾類:

(一) 灰鑄鐵(鑄造生鐵)

灰鑄鐵是高爐冶煉生鐵再次熔化而得的鑄鐵。它的特点是含