

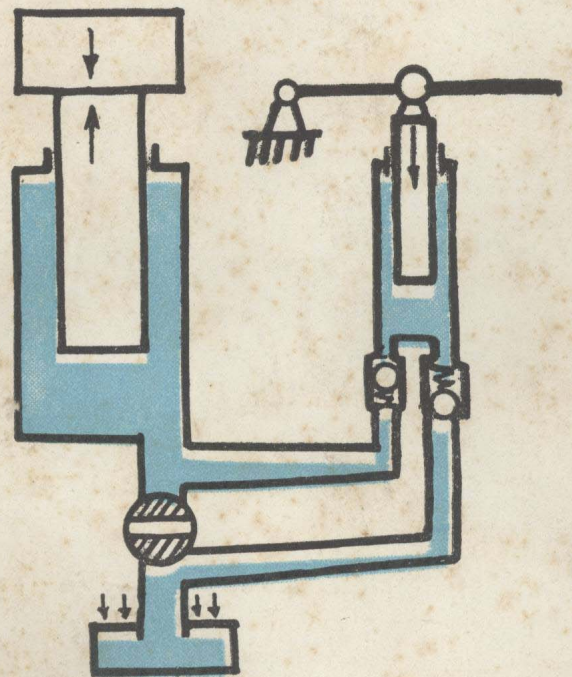
全国中等林业学校试用教材

576227

机械工程基础

《机械工程基础》编写组 编

森林采伐及木材运输专业用



中国林业出版社

前 言

本教材是根据林业部 1989 年颁发的中等林业学校森林采伐及木材运输专业四年制教学大纲编写的。

全书分为三篇共十四章，包括金属材料及热处理；机械传动；液压与液力传动等基础知识。本书作为中等林业学校森林采伐及木材运输专业的教材，也可供林业机械专业及从事林机运用与修理技术人员参考。

本教材的主审由四川工业学院李兴国教授担任，黑龙江省木材采运研究所王启生副研究员、福建林业学校许智潮讲师、湖南省林业学校姚孝风讲师、云南省林业学校吴志东讲师、四川省林业学校张前华讲师等参加审稿。在教材编写过程中受到有关领导和各校的热情关怀和支持，在此一并致谢。

本教材由四川省林业学校冯竹春同志任主编(绪论、第十一、十二、十三、十四章)，牡丹江林业学校杨德昌同志(第一、二、三、四章)、湖南省林业学校陈玉华同志(第七、九、十章)、吉林省林业学校肖德山同志(第五、六、八章)参加编写。

由于编写人员业务水平有限，编写时间仓促，难免有错误和遗漏，敬请读者提出宝贵意见。

编 者

1990年8月

目 录

绪 论	1
第一篇 金属材料及热处理	
第一章 金属的性能	5
第一节 金属的机械性能	5
一、塑性(6) 二、强度(6) 三、硬度(7) 四、冲击韧性(8) 五、疲劳强度(9)	
第二节 金属的物理、化学性能	10
一、物理性能(10) 二、化学性能(10)	
第三节 工艺性能	11
第二章 金属与合金的结构及铁碳合金	12
第一节 金属的晶体结构	12
一、常见的金属晶格类型(12) 二、同素异晶转变(13) 三、实际金属的晶体缺陷(13) 四、金属的结晶(14)	
第二节 合金的基本组织结构	16
一、有关合金的基本概念(16) 二、固态合金的基本结构(16) 三、铁碳合金(17)	
第三章 钢的热处理	26
第一节 概述	26
一、热处理的定义及分类(26) 二、热处理工艺曲线(26) 三、钢在热处理加热、冷却时组织转变的温度(26)	
第二节 共析钢在加热时的转变	27
一、钢的奥氏体化(27) 二、奥氏体晶粒的长大(27) 三、本质晶粒和实际晶粒(28)	
第三节 共析钢在冷却时的转变	29
一、过冷奥氏体等温冷却转变(29) 二、过冷奥氏体的连续冷却转变(32)	
第四节 热处理工艺	34
一、退火(34) 二、正火(35) 三、淬火(35) 四、回火(38) 五、表面化学热处理(40)	
第四章 常用金属材料	43
第一节 碳钢	43
一、杂质元素对碳钢性能的影响(43) 二、碳钢的分类、编号、性能及用途(43)	
第二节 合金钢	47
一、合金元素在钢中的作用(48) 二、合金钢的分类与编号(48) 三、常用合金钢简介(49)	
第三节 铸铁	52
一、灰口铸铁的牌号、性能和用途(53) 二、球墨铸铁的牌号、性能及用途(54) 三、可锻铸铁与合金铸铁简介(56)	

第四节 有色金属与合金	57
一、铜及铜合金(57) 二、铝及铝合金(58) 三、滑动轴承合金(59)	
第五节 机械零件选材的一般原则	61
一、选用的材料应保证零件的使用要求(61) 二、选用的材料应具有良好的工艺性能 (61)	
三、选用的材料应具有较好的经济性(62)	

第二篇 机械传动

第五章 平面机构	63
第一节 平面运动副	63
一、平面运动副及其分类(63) 二、平面运动机构简图(64) 三、平面机构具有确定运动的条件(66)	
第二节 平面连杆机构	67
一、铰接四杆机构的类型(68) 二、平面连杆机构的几个基本性质(71) 三、铰接四杆机构的设计(73)	
第三节 凸轮机构	74
一、凸轮机构的应用及分类(74) 二、从动件常用运动规律及其选择(76) 三、凸轮轮廓曲线设计(78) 四、设计凸轮应注意的几个问题(80)	
第四节 间歇运动机构	84
一、棘轮机构(84) 二、槽轮机构(87)	
第六章 挠性传动	89
第一节 带传动	89
一、带传动原理(89) 二、三角带传动的设计计算(92) 三、三角带轮结构设计(98) 四、带传动的张紧装置和维护(102)	
第二节 链传动	103
一、链传动的工作原理、特点及其应用(103) 二、套筒滚子链的结构及规格(103) 三、链轮(104) 四、链传动主要参数的选择(106) 五、套筒滚子链传动的设计计算(109) 六、链传动的使用与维护(111)	
第七章 齿轮传动	113
第一节 概述	113
第二节 标准直齿圆柱齿轮	114
一、齿轮啮合基本条件(114) 二、渐开线的形成及性质(115) 三、渐开线齿廓符合齿轮啮合基本规律(116)	
第三节 渐开线直齿圆柱齿轮各部分名称、代号、基本参数与几何尺寸	117
一、齿轮各部分名称和代号(117) 二、五个基本参数(117) 三、标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算(119) 四、标准直齿圆柱齿轮公法线长度和固定弦齿厚测量(119)	
第四节 一对渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动(121)	121
一、一对渐开线齿轮的啮合过程(121) 二、一对渐开线齿轮啮合的条件(122) 三、渐开线齿轮加工方法简介(124) 四、渐开线齿廓的根切与不发生根切的最少齿数(123)	
第五节 齿轮的失效形式、齿轮的精度等级和标注方法	128
一、齿轮的失效形式(128) 二、齿轮的精度等级和标注方法(129)	
第六节 直齿圆柱齿轮传动强度计算	131
一、强度计算准则(131) 二、直齿圆柱齿轮的受力分析(132) 三、齿面接触疲劳强度	

	计算(132) 四、齿轮弯曲疲劳强度计算(135) 五、圆柱齿轮的结构(140)	
第七节	斜齿圆柱齿轮传动	141
一、	斜齿圆柱齿轮齿廓的形成和啮合特点(141) 二、斜齿圆柱齿轮的基本参数(143)	
	三、斜齿圆柱齿轮的正确啮合条件(144) 四、斜齿圆柱齿轮的几何尺寸计算(144)	
	五、斜齿圆柱齿轮的当量齿数(145) 六、斜齿圆柱齿轮的公法线长度测量(145)	
	七、斜齿圆柱齿轮强度计算(146)	
第八节	直齿圆锥齿轮传动	152
一、	直齿圆锥齿轮的当量齿数(153) 二、直齿圆锥齿轮几何尺寸计算(154) 三、直齿圆锥齿轮的强度计算(155)	
	四、曲齿圆锥齿轮传动简介(155)	
第九节	蜗杆传动	157
一、	蜗杆传动的特点和类型(157) 二、蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算(158) 三、蜗杆传动的滑动速度和效率(160)	
	四、蜗杆传动的失效形式、材料和结构(162)	
	五、蜗杆传动的强度计算(163) 六、蜗杆传动润滑、热平衡计算(165)	
第十节	计算机辅助设计(CAD)在机械零件设计中的应用	166
第八章	轮系和减速器	172
第一节	轮系的功用和分类	172
一、	轮系的功用(172) 二、轮系的分类(172)	
第二节	轮系传动比计算	173
一、	定轴轮系的传动比计算(173) 二、行星轮系的传动比计算(175) 三、复合轮系传动比计算(177)	
第三节	渐开线少齿差行星传动及摆线针轮行星传动	178
一、	渐开线少齿差行星传动(178) 二、摆线针轮行星传动(179)	
第四节	减速器	181
一、	减速器的主要类型(181) 二、减速器的结构(183) 三、标准减速器的选择(184)	
第九章	螺纹联接和螺旋传动	186
第一节	概述	186
一、	螺纹的形成和类型(186) 二、螺纹的基本要素和主要参数(187)	
第二节	螺纹联接	188
一、	螺纹联接的类型(188) 二、螺纹联接件及其选用(189) 三、螺纹联接的防松装置(192)	
第三节	螺旋传动简介	193
第十章	轴系零件	195
第一节	轴	195
一、	轴的类型(195) 二、轴的材料及设计轴时应考虑的问题(196) 三、初算轴径(196)	
	四、轴的结构设计(197) 五、轴的强度计算(200) 六、轴的刚度计算(204)	
第二节	键联接	205
一、	键联接的种类、特点和应用(205) 二、平键联接的失效形式和强度计算(207)	
	三、花键简介(208)	
第三节	轴承	209
一、	滑动轴承(209) 二、滚动轴承(211)	
第四节	联轴器和离合器	221
一、	联轴器(221) 二、离合器(224)	

第三篇 液压与液力传动

第十一章 液压传动的基本知识	227
第一节 液压传动概述	227
一、液压传动中的油液压力(227) 二、液压传动中油液的流量(228) 三、液压传动的基 本原理(228) 四、液压传动的优缺点(233) 五、液压传动在木材采运机械上的 应用(231)	
第二节 液压系统图图形符号	231
第三节 液压油的性能及选用	232
一、液压油的粘性(232) 二、液压油的选用原则(232)	
第十二章 液压元件	234
第一节 液压泵和液压马达	234
一、液压泵和液压马达的功用及类型(234) 二、齿轮式液压泵和液压马达(235) 三、叶片式液压泵的工作原理(241) 四、柱塞式液压泵和液压马达(242)	
第二节 液压缸	245
一、几种常见液压缸(245) 二、双作用单杆活塞式液压缸主要参数的确定方法(248)	
第三节 液压控制阀	251
一、方向控制阀(251) 二、压力控制阀(257) 三、流量控制阀(262)	
第四节 辅助装置	265
一、油箱(265) 二、油管和管接头(266) 三、冷却器和加热器(269) 四、密封元 件(270) 五、滤油器(271) 六、蓄能器(273)	
第十三章 液压基本回路和液压系统实例	275
第一节 压力控制回路	275
一、调压回路(275) 二、减压回路(276) 三、增压回路(276) 四、卸荷回路(276) 五、缓冲补油回路(278)	
第二节 速度控制回路	279
一、调速回路(279) 二、限速回路(282) 三、同步回路(282)	
第三节 方向控制回路	283
一、换向回路(283) 二、锁紧回路(284) 三、制动回路(284) 四、顺序动作回路(285) 五、浮动回路(285)	
第四节 液压随动转向系统	286
一、滑阀式液压随动转向系统(286) 二、转阀式全液压转向系统(287)	
第五节 液压系统实例	289
一、液压系统的型式及特点(289) 二、液压系统实例(290)	
第十四章 液力耦合器和液力变矩器	296
第一节 液力传动概述	296
一、液力传动的基本原理(296) 二、液力传动的特点及应用(297)	
第二节 液力耦合器的工作原理	297
一、液力耦合器的工作原理(297) 二、液力耦合器的扭矩和传动效率(298)	
第三节 液力变矩器的工作原理和结构类型	299
一、液力变矩器的工作原理(299) 二、液力变矩器的结构类型(302)	
主要参考书	322

绪 论

一、我国林业生产机械化概况

林业是国民经济的一个重要部门。为了大力发展林业，就应努力实行机械化生产。由于林业生产的经营对象千差万别，生产周期很长，作业场地不固定而且分散，露天作业的生产条件恶劣，作业内容也很广泛，产品多样而且笨重，因此给林业生产实现机械化带来极大的困难。为了适应林业生产特点的要求，设计和制造各种先进的机械设备，对现有机械设备进行技术改造，使各工序都尽快地使用机器作业是十分重要的。

60年代以来，我国自行设计制造了一大批林业机械新产品。在营林方面已能批量生产多功能林用拖拉机及整地、筑床、播种、插条、施肥、中耕除草、排灌、起苗、挖坑、植树、割灌、喷药、间伐、打枝等营林作业机械。在森林采伐及木材运输方面，051型、YJ₄型、CY₅型、GJ-85型油锯广泛用于伐木作业；集材-50型和80型集材机是北方林区的主要集材机械，各型绞盘机和各类集材索道是南方林区的主要集材设备；各类起重机和液压起重设备已广泛用于木材装卸作业；汽车运材已成为最主要的运材方式。在贮木场生产中，大型装卸桥、木材装载机、液压起重臂已成为木材装卸、选材、归楞等作业的先进机器。

这些林业机械的应用，逐步提高了林业生产的机械化水平。林业机械化事业的更大发展，将促进林业现代化目标得到尽快实现。

二、《机械工程基础》在本专业教学中的地位 and 作用

森林采运机械的种类很多，由于用途不同，因而结构、原理和性能也有差异。图0-1所示Z₄JM-2.5型木材装载机由发动机、传动机构和工作装置三部分组成。

在森林采运机械中，绝大多数零件用钢、铸铁和有色金属材料制造，也有部分零件用非金属材料制造。由于各种零件的作用和工作条件的差别，因而应选用具有相应性能的金属材料，并正确选择零件的机械加工方式及热处理工艺。

在森林采运机械中广泛地采用机械传动、液压传动和液力传动等来实现传递运动和动力，或实现某种特定的运动。

图0-2示出Z₄JM-2.5型木材装载机的传动系统。发动机输出的扭矩通过液力变矩器、主传动轴、变速器、前传动轴和后传动轴、减速器等驱动车轮，使车辆运行；发动机驱动液压泵，通过液压传动可实现换挡变速、液压转向和使工作装置完成木材装载工作。

本课程是森林采伐及木材运输专业的一门专业基础课。学习本课程前应先学习数学、物理、工程力学、制图等课程。本课程为学习汽车拖拉机及其他森林采运机械打下基础。

本课程的内容包括金属材料及热处理、机械零件加工、机械传动、液压传动和液力传动等。

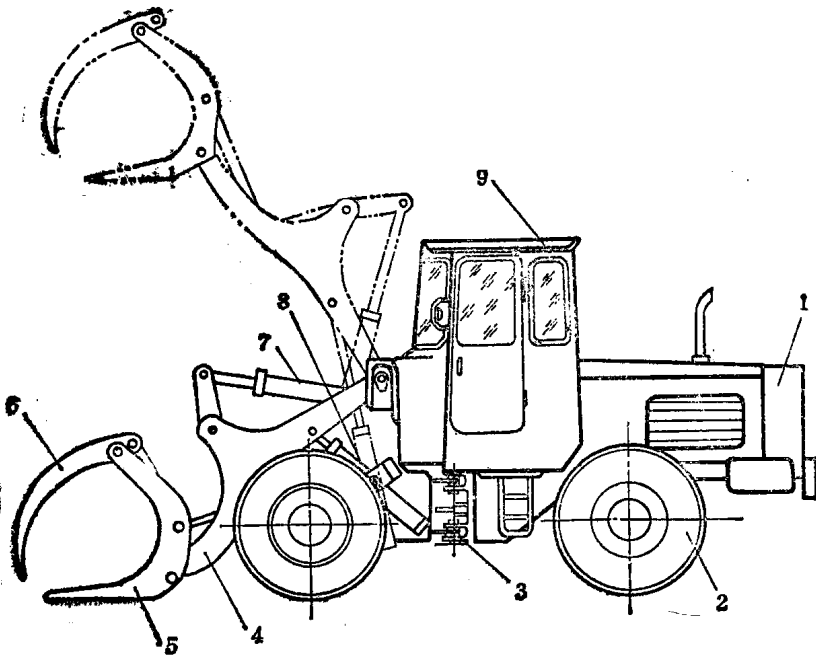


图 0-1 ZJM-2.5 型木材装载机

1. 发动机 2. 车轮 3. 铰接销轴 4. 起重臂 5. 颚爪式铲叉 6. 夹钳 7. 翻转液压缸
8. 起升液压缸 9. 驾驶室

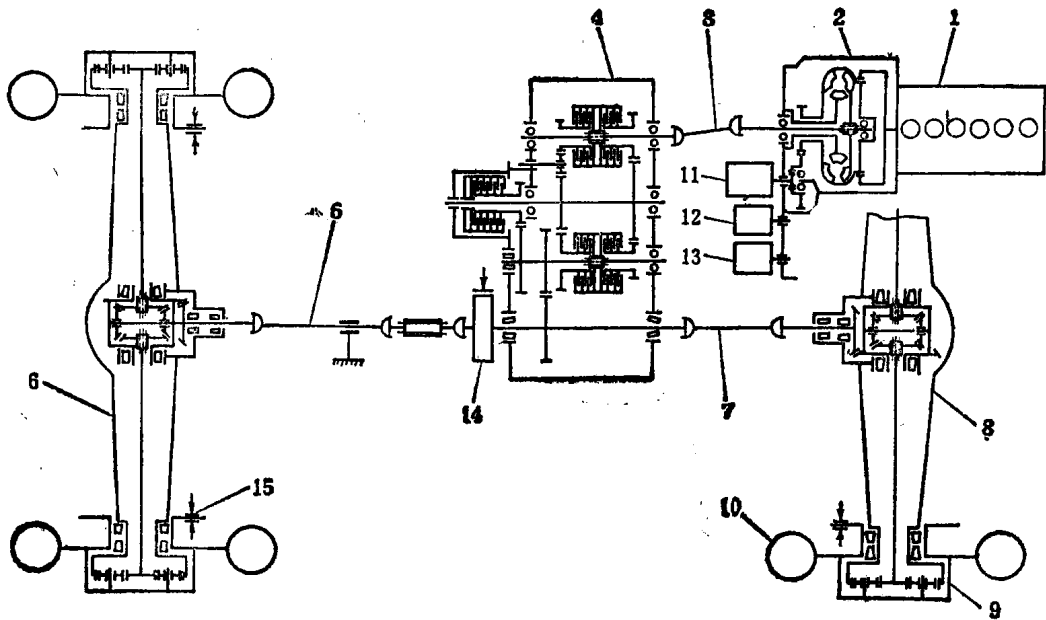


图 0-2 ZJM-2.5 型木材装载机传动系统图

1. 发动机 2. 液力变矩器 3. 主传动轴 4. 液压换挡变速器 5. 前传动轴 6. 前桥 7.
后传动轴 8. 后桥 9. 直齿圆柱行星传动减速器 10. 车轮 11. 工作液压泵 12. 转向
液压泵 13. 变速液压泵 14. 手制动器 15. 气压、液压加圆盘夹钳式制动器

本课程的任务是使学生初步了解金属材料的性能及选用原则，金属零件热处理的基本方法及工艺特点，各种金属切削加工方法和铸、锻、焊工艺；熟悉常见机构的工作原理、运动特点及用途；初步掌握通用零件的结构特点、基本设计方法和选用原则；熟悉液压传动与液力传动的基本原理；初步掌握分析一般液压系统的基本方法；具有选用液压元件的基本知识。

三、学习本课程的要求和学习方法

本课程具有较强的实践性，必须加强实践能力的训练，以提高分析问题和解决问题的能力。

学习本课程时必须注意理论联系实际，根据各部分教学内容的特点，结合直观教具加深对学习内容的理解。在教学实习和实验中重视基本技能的训练，获得金属切削加工和铸、锻、焊工艺的感性知识及工艺过程的概念。在课程设计和习题课中应加强练习，注意掌握设计计算的基本方法，培养熟练运用机械零件手册的能力。

第一篇

金属材料及热处理

金属材料是纯金属和合金的统称。纯金属是由一种金属元素组成的物质。合金是由一种金属元素与另一种或几种化学元素，按一定比例熔合后形成的具有金属性质的物质。

热处理是改变金属材料内部组织结构，从而改变金属材料性能的一种工艺过程。金属材料经热处理后，可以充分发挥其性能潜力，对提高产品的质量、延长产品的使用寿命具有相当重要的作用。

本篇讨论常用金属材料的编号(牌号)、成分、组织、性能及用途；钢的热处理基本原理、方法和应用范围，以便能正确、合理地选用金属材料 and 热处理方法。

第一章 金属的性能

金属材料的性能分为两类：一类是金属材料在其使用过程中所表现出来的性能，包括机械性能(又称力学性能)、物理性能、化学性能。另一类是金属材料在各种加工过程中所表现出来的性能，包括铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。其中的机械性能是机械零件设计时合理选用金属材料最主要的依据，也是衡量、控制金属材料质量的重要参数。

第一节 金属的机械性能

金属材料在受外力作用时所表现出来的性能，称为机械性能。金属材料的机械性能指标主要有：弹性、塑性、强度、硬度、冲击韧性、疲劳强度等。

金属材料的机械性能指标，都是通过试验测得的。常用的试验方法有：拉伸试验、冲击试验、硬度试验、疲劳试验等。

金属材料受外力(载荷)作用时，产生尺寸和形状的变化称为变形。随着所受载荷大小的不同，将产生不同性质的变形，即弹性变形、弹—塑性变形和断裂。

金属材料受外力作用产生变形的同时，内部产生一种抵抗外力作用的内力，其大小与外力相等，方向相反。金属材料单位面积上所产生的内力称为应力，以符号 σ 表示。 σ 可由下式计算

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (\text{MPa}) \quad (1-1)$$

式中： F ——试样承受的载荷，(N)；
 A_0 ——试样受力截面面积，(mm²)。

一、塑 性

金属材料受载荷作用产生塑性变形而不断裂的能力，叫做塑性。塑性指标是通过拉伸试验测定的，通常用金属材料拉伸断裂后测得的最大塑性变形量来表示。常用的塑性指标有延伸率和截面收缩率。

1. 延伸率 试样拉伸断裂后，标距长度的增长量与标距长度比值的百分率称为延伸率，用符号 δ 表示。 δ 可按下式计算

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中： L_0 ——试样的标距长度，(mm)；

L_1 ——试样拉断后的标距长度，(mm)。

根据GB 228—76 规定，拉伸试验用的金属试样分为长试样($L_0 = 10 d_0$, d_0 为试样的直径)和短试样($L_0 = 5 d_0$)两种，用它们测得的延伸率分别以符号 δ_{10} 和 δ_5 表示。对于同一材料，不同长度的试样所测得的 δ 值不同， δ_5 要比 δ_{10} 大些，两值不能进行比较。

2. 截面收缩率 试样拉断处截面面积缩减量与原截面面积比值的百分率称为截面收缩率，用符号 ψ 表示。 ψ 可按下式计算

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1-3)$$

式中： A_0 ——试样原截面面积，(mm²)；

A_1 ——试样断口处的截面面积，(mm²)。

金属材料的 δ 值和 ψ 值愈大，说明其塑性愈好。塑性的好坏，对金属材料制品的加工和使用过程中防止因超载发生突然破坏都具有非常重要的意义。例如，低碳钢的 δ_5 可达 35%，是塑性好的金属材料，可进行冲压、拉拔、锻造等压力加工，并且能因超载产生塑性变形，延迟断裂，提高其制品使用的安全可靠性能。铸铁的 δ_5 只有 1—2%，属于脆性材料，不能进行压力加工，只能铸造，并且在超载时，不能产生塑性变形，往往发生突然断裂，其制品使用的安全可靠性能低。

二、强 度

金属材料在载荷作用下，抵抗塑性变形和断裂的能力，称为强度。按载荷的性质不同，强度分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度、抗扭强度等。通过拉伸试验测得的常用强度指标有屈服强度和抗拉强度。

1. 屈服强度(屈服极限) 金属材料在拉力作用下开始发生屈服(刚要开始出现塑性变形)现象时的应力，称为屈服强度，以符号 σ_s 表示。 σ_s 可由下式计算，

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} \quad (\text{MPa}) \quad (1-4)$$

式中： F_s ——试样发生屈服现象时所承受的载荷，(N)；

A_0 ——试样的原截面面积, (mm^2)。

有些金属材料, 在拉伸试验时, 很难观测到明显的屈服现象, 测定 σ_s 是很难的。因此, 对这些材料规定以试样产生 0.2% 塑性变形量时的应力作为屈服强度指标, 称为条件屈服强度, 以符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。

2. 抗拉强度(强度极限) 金属材料在受拉力作用时, 在发生断裂前所能承受的最大应力, 称为抗拉强度, 以符号 σ_b 表示。 σ_b 可由下式计算,

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} \quad (\text{MPa}) \quad (1-5)$$

式中: F_b ——试样在拉断前所承受的最大载荷, (N);

A_0 ——试样的原截面面积, (mm^2)。

σ_s 、 $\sigma_{0.2}$ 和 σ_b 都是金属材料机械性能的重要指标, 是机械零件设计和评价金属材料性能的主要依据。

三、硬 度

硬度是指金属材料表面上一定体积内抵抗塑性变形和破坏的能力, 或者说是抵抗其它更硬物体压入其表面的能力。

测定硬度的方法较多, 常用的是静载荷压入法。测定硬度的设备是硬度计。根据硬度计的压头、施加压力和计算方法的不同, 硬度指标分为布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等。

1. 布氏硬度 用一定直径的淬硬钢球或硬质合金球, 以一定的载荷, 压入试样表面, 并保持规定的时间后, 卸除载荷, 用测量出的压痕直径计算出压痕球面的表面积。压力与压痕球形表面积之比, 称为布氏硬度, 以符号 HB 表示。布氏硬度值可按下式直接计算(见图 1-1)。

$$\text{布氏硬度值} = 0.102 \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1-6)$$

式中: F ——试验所用载荷, (N);

D ——压头(钢球)直径, (mm);

d ——压痕直径, (mm)。

布氏硬度试验所用压头钢球直径 D 有三种: $\phi 10 \text{ mm}$ 、 $\phi 5 \text{ mm}$ 、 $\phi 2.5 \text{ mm}$ 。试验所用载荷可按下式确定,

$$F = \frac{30 D^2}{0.102} \begin{cases} \text{黑色金属} \geq 140 \text{ HB} \\ \text{有色金属} > 130 \text{ HB} \end{cases}$$

$$F = \frac{10 D^2}{0.102} \begin{cases} \text{黑色金属} < 140 \text{ HB} \\ \text{有色金属} \leq 130 \text{ HB} \end{cases}$$

施加载荷保持时间: 黑色金属为 10—15 秒, 有色金属为 30 秒 \pm 2 秒, 布氏硬度值小于 35 的材料为 60 秒 \pm 2 秒。

布氏硬度值的表示方法如下:

当压头为钢球时, 记为 HBS。HBS 前的数字为硬度值, HBS 后的数字分别为钢球直径、试验力、保持时间。保持时间为 10—15 秒的不标注。

例如: 180 HBS_{10/9.8/30} 表示用直径 10 mm 钢球在 9.8 kN 试验力作用下保持 30 秒测得

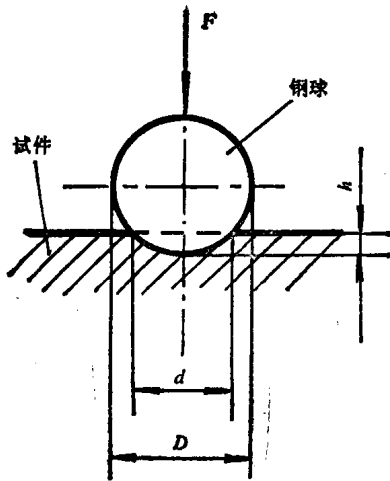


图 1-1 布氏硬度试验原理示意图

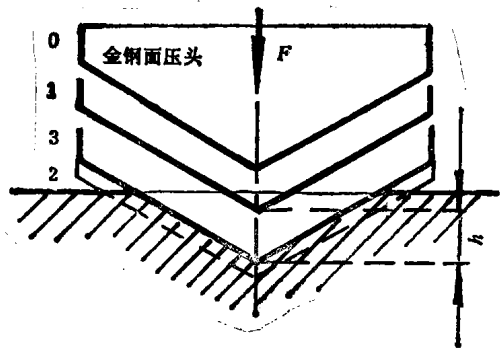


图 1-2 洛氏硬度试验原理示意图

的布氏硬度值为180。

当压头为硬质合金球时，记为 HBW，其它标记同上。硬质合金球压头适用于布氏硬度值为 450 以上的测定，钢球压头适用于布氏硬度值 450 以下的测定。

布氏硬度广泛应用于各种退火状态下的钢材、铸铁、有色金属和调质处理钢材的硬度测定。

2. 洛氏硬度 洛氏硬度是以压痕的深度来表示硬度值大小的。压痕深度由硬度计上的千分表(与压头相连)直接测出，硬度值用千分表刻度盘上的格数表示。试样愈硬，压痕愈浅，刻度盘指示的格数愈多，表示硬度值愈大。反之，试样愈软，压痕愈深，刻度盘指示的格数愈少，表示硬度值愈小。

洛氏硬度试验的方法是：用顶角为 120° 的金刚石圆锥压头或直径为 1.588 mm 的淬硬钢球压头，在初载荷和主载荷的作用下，压入试样表面，然后去掉主载荷，从硬度计的刻度盘上直接读出硬度值，如图 1-2。

根据洛氏硬度试验所用压头、施加的载荷和使用范围的不同，洛氏硬度有三种表示方式：HRA、HRB、HRC，见表 1-1。

表 1-1 常用洛氏硬度试验条件和范围

硬度符号	压头类型	总载荷 (N)	硬度值有效范围	应用范围
HRA	120° 金刚石圆锥	588	>70 HRA	硬质合金、表面淬火钢、渗碳层
HRB	$\phi 1.588$ mm 淬硬钢球	980	25—100 HRB	退火、正火钢、有色金属
HRC	120° 金刚石圆锥	1470	20—67 HRC	调质钢、淬火钢

洛氏硬度值没有单位，其标记方法如表 1-1 中有效范围栏所示。

四、冲击韧性

塑性、强度、硬度等机械性能是在静载荷作用下测定的。但是，许多机器零件，如曲轴、

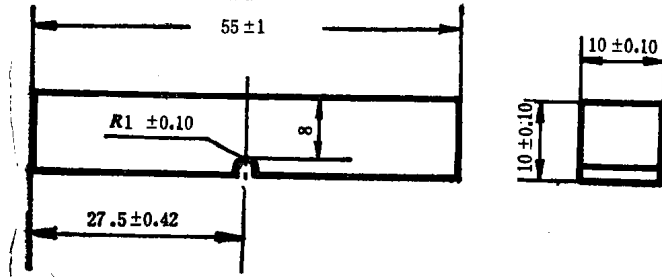


图 1-3 冲击试验试样(梅氏)

连杆；锻锤锤杆、模具等，往往受到冲击载荷的作用，这些零件的机械性能就不能只以强度、硬度来衡量，还需以冲击韧性来评价。

金属材料抵抗冲击载荷而不被破坏的能力，称为冲击韧性。

目前，常用测定冲击韧性的方法是一次摆锤冲击弯曲试验。冲击试验是将被测金属材料按国家标准规定加工成图 1-3 所示的标准试样，然后将试样安放在冲击试验机的固定支架上，如图 1-4 所示。将具有一定重量 G 的摆锤举至一定的高度 H_1 ，随后使摆锤自由下落，冲向试样，试样被冲断后，摆锤继续升高至某一高度 H_2 ，此时，冲击试验机的刻度盘指示出冲击吸收功 A_{KV} 值(摆锤冲断试样所消耗的位能)， $A_{KV} = G(H_1 - H_2)$ 。试样缺口处单位截面积上所消耗的冲击功即为冲击韧性值，以符号 a_{KV} 表示。

$$a_{KV} = \frac{A_{KV}}{A_0} \quad (\text{J/cm}^2) \quad (1-7)$$

式中： A_{KV} ——冲断试样所消耗的冲击功，(J)；

A_0 ——试样缺口处的原截面面积，(cm²)。

a_{KV} 值愈大，表示材料的韧性愈好；反之， a_{KV} 值愈小，表示材料的韧性愈差。 a_{KV} 值与温度、试样的形状和表面粗糙度、材料内部组织等因素有关。金属材料在低温、表面粗糙、有裂纹或孔洞、内部组织不均匀等情况下，其 a_{KV} 值降低，如受冲击载荷作用，往往容易发生脆断。

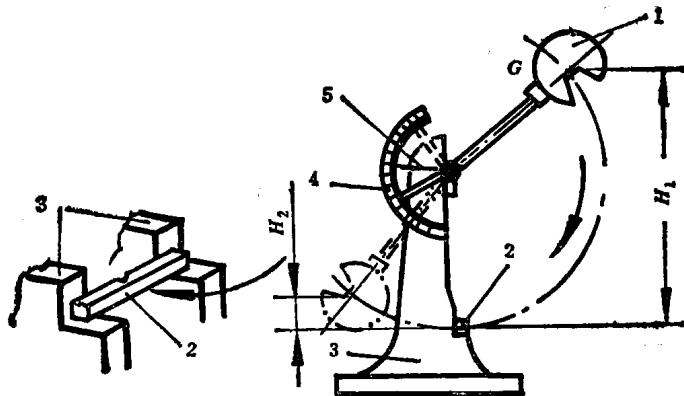


图 1-4 冲击试验原理简图

1. 摆锤 2. 试样 3. 支座 4. 表盘 5. 指针

五、疲 劳 强 度

有许多机械零件除受静载荷、冲击载荷作用外，还承受交变载荷作用，如轴、齿轮、轴

承、弹簧等。交变载荷是方向和大小反复变化的载荷。

金属零件受交变载荷作用时，经多次循环后，在小于抗拉强度，甚至小于屈服强度的情况下，常会发生零件外观无明显变形的突然破断现象，这种现象称为金属的“疲劳”。在损坏的机器零件中约有80%都是因疲劳断裂造成的。

疲劳断裂具有极大的危险性，常常造成重大事故。机器零件在使用过程中，不允许产生疲劳破坏。因此，在交变载荷作用下工作的零件，必须保证承受无数次交变载荷（钢材常以 10^7 周次为基数；有色金属以 10^8 周次为基数）的作用仍不会断裂。金属材料经受无数次（ 10^7 或 10^8 次）循环交变应力作用而不致引起断裂的最大应力值，称为疲劳强度，以符号 σ_{-1} 表示。

提高金属材料或零件的疲劳强度的措施有：提高材料内部质量；降低零件表面的粗糙度；进行热处理强化（表面热处理）；进行零件表面的强化（喷丸处理、冷挤压、旋压等）；正确设计零件的结构形状等。

第二节 金属的物理、化学性能

一、物理性能

金属材料在不发生本质变化时所表现出来的固有性能，叫做物理性能。

金属的物理性能指标有：比重、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等。

1. 比重 金属的重量与同体积水的重量的比值，称为比重。按比重的大小，金属分为轻金属（比重小于5）和重金属（比重大于5）。

2. 熔点 金属和合金从固态向液态转变时的熔化温度，称为熔点。不同金属其熔点各不相同，例如，铝的熔点为 659°C ；钨的熔点为 3400°C 。熔点对冶炼、铸造、焊接、电热、配制合金等工艺有很大的影响。

3. 导电性 金属传导电流的能力，称为导电性。金属是电流的良好导体，不同金属的导电能力不同。导电性最强的是银，依次为铜、铝、铁等。

4. 导热性 金属传导热量的能力，称为导热性。导电性好的金属其导热性也好。导热性对热处理操作和传热器、散热器的制造有重要影响。

5. 热膨胀性 金属在温度升高时，产生体积胀大的性能，称为热膨胀性。通常用线膨胀系数 α （即金属每升高 1°C ，其单位长度的伸长量）来表示。

6. 磁性 金属在磁场作用下被磁化的能力，称为磁性。金属可分为磁性材料、顺磁材料和抗磁材料。磁性是影响电气、电讯工业生产的重要性能。

二、化学性能

金属材料的化学性能指标有：抗氧化性和耐蚀性。

抗氧化性是金属材料在高温下抵抗氧化腐蚀的能力。耐热钢、高温合金的抗氧化性好，而一般钢材，其抗氧化性很低。高温下工作的零件，必需选用抗氧化性良好的材料。

耐蚀性是金属材料抵抗各种介质（大气、水蒸汽、二氧化硫、酸、碱等）侵蚀的能力。

除不锈钢耐酸钢外，大多数金属材料的耐蚀性较低。金属的耐蚀性与化学成分、组织状态、

温度、介质、加工性质和加工条件等因素有关。金属腐蚀是其制品破坏的重要原因之一。

提高金属耐蚀性的主要措施有：表面保护和配制不锈钢。表面保护常用的方法有电镀、喷漆、涂油、搪瓷、发兰(煮黑)等。

第三节 工艺性能

金属材料在进行各种加工过程中所表现出来的性能，称为工艺性能。工艺性能指标有：铸造性、可锻性、可焊性、切削加工性、淬透性等。

1. 铸造性 金属从高温液体状态冷却凝固成铸件过程所表现的一些性能，称为铸造性。包括流动性、收缩、偏析、吸气性等。

液态金属充满铸型的能力称为流动性。

铸件在冷却凝固时产生体积收缩现象称为收缩。

铸件中出现化学成分不均匀的现象称为偏析。

金属液体吸收气体的能力称为吸气性。

2. 可锻性 金属适应压力加工过程的能力，称为可锻性。金属的塑性愈高，变形抗力(σ_s 及HB)愈小，可锻性愈好。反之，可锻性愈差。塑性、变形抗力决定于金属材料的化学成分、组织、变形温度和变形速度等。因此，可锻性与金属的本质和加工条件有关。

3. 可焊性 金属材料在采用一定的焊接方法、工艺参数及结构型式条件下进行焊接时，获得优质焊接接头的难易程度，称为可焊性。

可焊性一般受金属材料的化学成分、焊接方法、焊接工艺及参数等因素的影响。

4. 切削加工性 金属材料进行切削加工(车削、铣削、刨削等)时的难易程度，称为切削加工性或可切削性。切削加工性取决于金属材料的强度、硬度、塑性和导热性。一般情况下，切削加工性随工件材料的强度和硬度的提高，塑性的提高，导热性的降低而变差。

5. 淬透性 是钢材接受淬火的能力。用钢在特定条件下获得淬硬层深度来评价其好或差。影响钢的淬透性的因素是多方面的，主要的因素是钢的化学成分和钢的组织状况。钢的淬透性是零件选择钢种和热处理工艺的主要根据之一。

复 习 题

1. 什么是塑性？常用的塑性指标有哪些？
2. 何谓强度、屈服强度和抗拉强度？
3. σ_s 和 $\sigma_{0.2}$ 有何不同？
4. 何谓硬度？硬度指标有哪几种？
5. 235HB_{10/0.8/30} 表示什么意思？
6. 下列硬度要求和写法对否？为什么？70—75 HRC；20—25 HRA；60—62 HRC；600—650 HBS。
7. 何谓冲击韧性和疲劳强度？
8. 铸造性包含哪些内容？
9. 何谓偏析？
10. 何谓淬透性？