

全国统编农业职业技能教材

中 级 本



机械基础知识

河南省机械电子工业厅农业机械管理局主编

全国统编农民职业技术教育教材

机械基础知识 (中级本)

河南省机械电子工业厅农业机械管理局 主编

* * *
责任编辑 施文达

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 11.75印张 251千字

1985年9月第1版 1985年9月北京第1次印刷

印数 1—18,000册

统一书号 15144·695 定价 1.80元

前 言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代农业转化，广大农民从自己的切身经验中，越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要，一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起，我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工，特别是农村干部、农民技术员和亿万在乡知识青年的迫切需要，加强农村智力开发，进一步推动农民职业技术教育和培训的发展，农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样，以及农业地区性强等特点，采取全国与地方相结合，上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编，由农业出版社出版；地区性强的专业技术课教材组织省（片）编写出版。第一批全国统编教材共五十三本，其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分，除水产教材外，其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写，适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习；中级本大致按一

千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术人员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议，以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

单
一

一

1

目 录

前言

第一章 金属材料及热处理	1
第一节 金属材料的性能	1
第二节 热处理常识	11
第三节 黑色金属材料	20
第四节 常用有色金属材料	38
第二章 金属热加工	45
第一节 铸造	45
第二节 锻造	60
第三节 焊接	79
第三章 金属切削加工	111
第一节 金属切削机床与刀具概述	111
第二节 常用量具	123
第三节 车削加工	136
第四节 刨削加工	167
第五节 钻削加工	178
第六节 铣削加工	184
第七节 磨削加工	195
第八节 钳工基本操作	205
第九节 工艺常识与安全技术	229
第四章 常用传动机构及零件	236
第一节 机械的组成及其简化	236
第二节 连杆机构	242

第三节	凸轮机构	250
第四节	间歇机构	253
第五节	螺旋机构和反向机构	256
第六节	带传动	260
第七节	齿轮传动	283
第八节	链传动	300
第九节	联轴器与离合器	306
第十节	轴与键	312
第十一节	滑动轴承	319
第十二节	滚动轴承	322
第五章	液压传动基本知识	334
第一节	液压传动原理	335
第二节	油泵	340
第三节	油缸	346
第四节	油阀	349
第五节	辅助装置	358
第六节	液压用油	362

第一章 金属材料及热处理

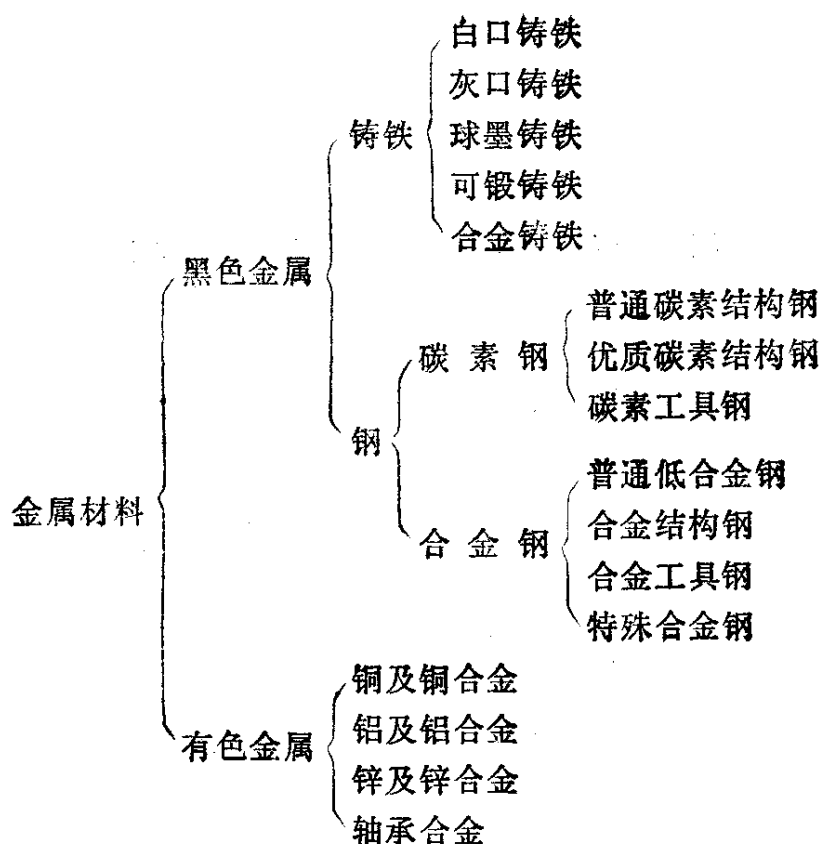
任何一台机器都是由许多机械零件组成的。制造机械零件的材料可分为金属材料与非金属材料两大类。随着科学技术的发展，尽管各种新型非金属材料有了很大发展，但目前占主要地位的还是金属材料。为了正确合理地选择和使用常用金属材料，我们必须了解它的基本性能、特点和用途；懂得金属热处理的基本知识。

第一节 金属材料的性能

金属材料种类很多，常用的金属材料分类见下页表。

在农机制造和修理中，纯金属应用很少，大量应用的是合金。合金是由一种金属元素与另外一种或多种金属元素（或非金属元素）组成的物质。钢和铸铁实际上都是合金（铁碳合金）。

金属材料的质量好坏，是根据它本身性能优劣来判定的。其性能优劣主要表现在两个方面：一是工艺性能，二是使用性能。所谓工艺性能，是指在制造机械零件或工具的过程中，金属材料适应各种冷热加工的性能，它包括铸造、锻接、焊接、热处理及切削加工性能等。所谓使用性能，是指为保证机械零件或工具正常工作，材料应具备的性能，它包



括机械性能、物理性能和化学性能。一般机械零件，常以机械性能作为选材的主要依据，但在某些用途方面，也还要考虑其它性能。

一、金属的机械性能 任何机器零件，在其使用过程中，都要受到各种不同形式外力的作用。所受的外力称为载荷。载荷因其作用性质不同，可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷等。

静载荷 指不随时间变化或变化很慢的载荷。

冲击载荷 指作用时间很短暂的突然施加的载荷。

交变载荷 指大小或方向随时间作周期性交换的载荷。

由金属材料制成的机器零件，在载荷作用下，尺寸和形状发生改变，叫做变形。载荷去除后，能完全恢复原有尺寸

和形状的变形称为弹性变形。载荷去除后，不能完全恢复原有尺寸和形状所残留的变形称为永久变形，又称塑性变形。

金属材料受载荷作用时的变形，按载荷类型不同，分为拉伸、压缩、扭转、剪切和弯曲等，图1—1是金属材料受不同载荷时的变形情况。

反映金属材料在载荷作用下所表现出来的特性，总称为机械性能，主要有：强度、塑性、硬度和韧性等。

（一）强度 强度是指材料在载荷作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。强度愈高，说明材料的抵抗变形和断裂的能力越强，所能承受的载荷也越大。

根据载荷类型不同，强度可分为抗拉强度、抗压强度和抗弯强度等。载荷是拉力时，材料表现出的抵抗能力叫做抗拉强度。载荷是压力或弯曲力时，材料的抵抗能力相应的叫做抗压强度或抗弯强度。抗拉强度与其它强度之间有一定的换算关系。工程上常用来表示金属材料强度的是抗拉强度。

度量强度的指标可以通过试验测定。强度指标通常以应力的形式来表示。当金属材料受外力作用时，其内部产生一种抵抗外力的内力。内力大小和外力相等，方向与外力相

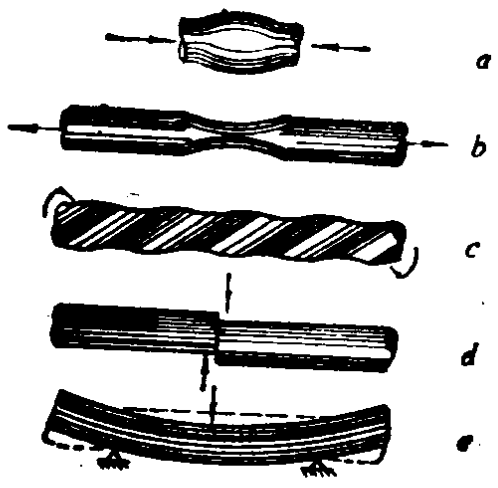


图 1—1 金属受载时的变形分类

a. 压缩 b. 拉伸 c. 扭转
d. 剪切 e. 弯曲

反。单位横截面积上的内力称为应力，以 σ (N/mm²)^①表示。

常用的强度指标有强度极限和屈服极限。

强度极限（抗拉强度）是指金属材料在抵抗拉断前所能承受的最大应力，代号是 σ_b ，单位为N/mm²。金属材料的 σ_b 值越高，表明材料在破断前能够承受的拉力越大。

实际上，很多金属零件在使用中，不仅不允许破断，就连塑性变形也不允许产生。如拖拉机上的缸盖螺栓，若在使用中一旦出现塑性变形被拉长，则缸体与缸盖之间就会失去密封性。这类零件在选材时，就要考虑屈服极限。

金属材料在所受载荷不增加的情况下仍发生明显的塑性变形，这种现象叫做“屈服”。开始产生屈服时的应力称屈服极限，又称屈服强度，以 σ_s (N/mm²)表示。 σ_s 值越大，说明材料抵抗塑性变形的能力越大。

屈服强度和抗拉强度是金属材料机械性能的重要指标，也是一般零件设计、选材时的重要依据。它们常一起用来表示材料的强度。

（二）塑性 材料在载荷作用下，产生塑性变形而不断裂的能力称为塑性。材料承受载荷断裂前产生的塑性变形越大，其塑性越好。不少零件在制造过程中，要求材料有较好的塑性，如发动机油箱、驾驶室外壳等都是用钢板冷冲压成形的。在冷冲压时有的部位变形量很大，若材料的塑性不

①N（牛[顿]）是国际单位制力的单位。

N/mm²（牛/毫米²）是国际单位制的应力单位，我国原使用的工程单位制其应力单位为kgf/mm²（公斤力/毫米²），两者的换算关系为：

1 kgf/mm² = 9.80665 N/mm² ≈ 10 N/mm²

好，就会发生开裂。

材料的塑性指标工程上常用延伸率 (δ) 和断面收缩率 ψ 来表示。 δ 、 ψ 是通过拉伸实验来测定的。延伸率 δ 是指拉伸实验的试件受拉力作用断裂时，延伸的长度与原始长度的百分比。断面收缩率 ψ 是指材料受拉力作用断裂时，断面的收缩面积同原截面面积的百分比。 δ 和 ψ 值大，说明材料的塑性好。一般脆性材料，如铸铁的塑性就很差。材料的 δ 、 ψ 值是通过拉伸试验来测定的。

塑性也是金属材料机械性能的一个重要指标，利用这种性能，可把金属轧成薄板、拉成细丝或锻成一定形状。为了避免在静载荷下使用的机器零件工作中突然断裂，零件材料一般都需要一定的塑性。不同的零件对塑性的要求各不相同，但通常并不需要很高的塑性， δ 达 5% 或 ψ 达 10% 即可满足使用要求；过高地追求塑性，反而会导致强度的下降。

(三) 硬度 材料抵抗硬物压入其表面的能力叫做硬度。硬度是衡量金属材料软硬的一个指标。

测定硬度的方法常采用压入法，就是把硬质材料制成的圆球或锥体，用规定的压力压入金属材料的表面，然后根据压坑的面积或深度来确定金属的硬度值；压坑越小或越浅，则硬度越高。

硬度试验操作既简便又迅速，可在零件上直接进行，是一种不破坏零件的试验，并且能近似地确定强度值，因而在生产中被广泛使用。常用的硬度表示方法有两种：

1. 布氏硬度 布氏硬度在布氏硬度计上测定，用符号 HB 表示，HB 的单位是公斤力/毫米²，一般只标数值，如 HB

235即表示硬度值为235公斤力/毫米²,数值越大,材料越硬。

布氏硬度适用于硬度较低,尺寸较大的钢、铸铁及有色金属毛坯件。

布氏硬度值 HB 和抗拉强度 σ_b 之间有一定关系:一般说来,硬度愈高,强度也愈大。

2. 洛氏硬度 洛氏硬度在洛氏硬度计上测定,有 A、B、C 三种,分别用 HRA、HRB、HRC 表示,其中以 HRC 应用最多。洛氏硬度的数值没有单位,数字越大,材料越硬。洛氏硬度 HRC 适用于淬火钢或其它硬度较高的材料。

洛氏硬度值 HRC 与布氏硬度值 HB 的关系大约为 1:10,例如 HRC40 相当于 HB400 左右。

在没有硬度试验机的情况下,也可用锉刀锉测硬度,当 HRC>50 时,锉刀打滑;当 HRC<40 时,容易锉削。

(四) 韧性 材料在冲击载荷作用下,抵抗破坏的能力叫做冲击韧性,简称韧性。

许多机器零件,如柴油机的活塞、连杆,锻锤的锤头、锤杆等,都是在冲击载荷下工作,冲击载荷的破坏能力比静载荷大得多。因此,工作在这种条件下的零件所使用的材料,必须具有相当的冲击韧性,否则,就不能保证零件工作时的安全性。

冲击韧性在专用的冲击韧性试验机上进行测定。韧性指标用符号 α_k 表示,单位是焦/米² (J^①/m²),即材料在受冲击破坏时,单位截面上所消耗的功。 α_k 值越大,则说明

①J (焦 [耳]) 是国际单位制里功的单位,与工程单位制的关系为
 $1 \text{ J (焦)} = 1 \text{ N} \cdot \text{m (牛} \cdot \text{米)} = 0.102 \text{ kgf} \cdot \text{m (公斤力} \cdot \text{米)}$

材料的韧性越好。

(五) 疲劳 有不少机器零件，在工作过程中受交变载荷的作用，如曲轴、弹簧等，其表面反复经受拉和压，在这种受力状况下，零件会在远低于抗拉强度 σ_b ，甚至在低于屈服强度 σ_s 的应力下断裂。这种现象称为疲劳。疲劳断裂，常是突然发生的，断裂前都不产生明显的塑性变形，因此具有很大的危险性。

为了使受交变载荷作用的零件不产生疲劳破坏，必须保证材料在无数次（钢常以 10^7 为基数）重复的交变载荷作用下仍不会断裂，这时的最大应力值称为疲劳强度，用 σ_{-1} 表示。

上述金属材料的强度、塑性、硬度和韧性等指标中，真正独立的是强度和塑性。因为，硬度表示了材料抵抗局部塑性变形的能力，它可以说是强度的另一种表达方式；韧性则受强度和塑性的综合影响。所以，一般金属常用强度和塑性，是作为衡量材料机械性能的主要指标。

二、金属的物理性能 金属材料受重力、温度、光、电和磁场作用所反映出的性质称为金属的物理性能。主要包括比重、熔点、导热性、热膨胀性、导电性和磁性等。

(一) 比重 物质的重量与同温度、同体积水的重量相比，其比值称为比重。

按照比重的大小，金属材料可分为轻金属和重金属，比重小于5的叫做轻金属；比重大于5的叫做重金属。例如，铝的比重为2.7，属于轻金属；铁的比重为7.86，属于重金属。

(二) 熔点 金属材料由固态转变为液态时的熔化温

度，称为熔点。熔点一般用摄氏度（℃）表示。

每种金属和合金都有自己的熔点，根据熔点不同，金属材料可分为低熔点金属（或易熔金属）、高熔点金属（或难熔金属）两大类。锡、铅、锌属于易熔金属，钨、钛、钼、铬、钒等属于难熔金属。

熔点对于冶炼、铸造、焊接、配制合金等方面都很重要。它是制定热加工工艺规范的重要依据之一。

（三）热膨胀性 金属材料随温度改变而热胀冷缩。这种受热时体积膨胀的性质，叫做热膨胀性。热膨胀性的大小，常用线膨胀系数表示。

线膨胀系数是指温度升高 1℃时，金属所增加的长度与原来长度的比值。材料的线膨胀系数大，则热膨胀性就大，反之则小。

热膨胀性也是金属材料的一个重要性能，在实际工作中，对此亦不能忽视。例如，在拖拉机发动机上，考虑到金属的热膨胀性，为给机件受热留出膨胀余地，在活塞与气缸之间、活塞环接口端面之间、活塞环与活塞环槽之间、气门末端与摇臂撞头之间均留有一定间隙。只有间隙适当，发动机才能正常工作。

（四）导热性 金属在加热或冷却时，能够传导热能的性质称为导热性。为比较金属的导热性，以传热能力最好的银的导热率为 1，则铜的导热率为 0.94，铝为 0.54，铁为 0.18，汞为 0.02 等。金属越纯，导热性越好。

导热性好的金属散热也好，所以制造发动机散热装置的材料，就要求具有很好的导热性；否则发动机会因散热困难，温度过高而不能继续工作。

三、金属的化学性能 金属材料的化学性能，是指在室温或高温条件下，金属材料抵抗各种腐蚀性介质对它进行化学侵蚀的能力。这种抗化学侵蚀的能力，主要在于耐腐蚀性和抗氧化性两个方面。

(一) 耐腐蚀性 金属与周围环境中的物质起化学作用而发生剥蚀的现象叫做腐蚀。腐蚀分以下两种：金属与酸、碱、盐等电解质溶液接触时发生作用而引起的腐蚀，称为电化学腐蚀；金属与非电解质或周围空气直接起化学作用而引起的腐蚀，称为化学腐蚀。电化学腐蚀的过程比化学腐蚀要复杂得多，其危害性也比较大，金属材料受腐蚀破坏，大多是属于这一类型的腐蚀。

金属材料抵抗各种介质（大气、水蒸汽、有害气体、酸、碱、盐等）腐蚀破坏作用的能力称为抗腐蚀性。

(二) 抗氧化性 氧化是自然界普遍存在的一种化学现象，在金属材料中，除了金、银、铂等少数金属以外，都能与空气中的氧进行化合而在表面形成一层氧化物。如铁生锈、铜发绿、铝表面出现白点等，就是这个缘故。金属的氧化作用，实际上也属于化学腐蚀的一种形式。

金属材料在室温或高温条件下，抵抗氧化作用的能力，称为抗氧化性。抗氧化性对于高温材料来说，是一项重要的性能指标。

对材料的化学性能的要求，随零件的使用条件不同而不同。例如植保和施肥机械中，与农药、化肥直接接触的零件，需要用耐酸性好的材料；内燃机中在高温下工作的零件，应当用抗氧化性能高的材料。

四、金属的工艺性能 金属的工艺性能是指金属材料是

否易于加工成型的性能，包括铸造性、可锻性、可焊性、和切削性等。

(一) 铸造性 铸造性是指金属熔化后由液态浇注成优良铸件的能力。影响铸造性的因素有流动性、收缩和偏析等。

1. 流动性 浇注时，液态金属充满铸型的能力，称为流动性。液态金属流动性的大小，主要与浇注温度和化学成分有关。流动性不好，铸型就不易被金属充满，铸件则因有缺陷而变成废品，特别在浇注复杂的薄壁铸件时，流动性的好坏，显得尤其重要。

2. 收缩 金属铸件在冷却时，体积和尺寸的缩小叫做收缩。收缩对金属铸造是有害的，它易使铸件产生缺陷，影响铸件的最后尺寸。

3. 偏析 金属在凝固时，铸件内部呈现化学成分和组织上不均匀的现象，叫做偏析。偏析的结果，导致铸件各处机械性能不一致，从而降低了铸件质量。

金属铸造性能的好坏，主要取决于以上三个方面。一般说铸造性好，即指它的流动性好、收缩少、偏析小。如钢具有一定的铸造性，但与铸铁相比，其流动性比铸铁差，收缩和偏析均比铸铁大，所以钢的铸造性不如铸铁。

(二) 可锻性 可锻性是指金属在锻造过程中承受塑性变形的性能。可锻性一般与材料的塑性有关。钢因为塑性好，所以钢具有良好的可锻性，能够加工成各种形状的钢材和工件。铸铁塑性不好其可锻性就很差，不能进行锻压加工。

可锻性与温度的关系密切。为了保证锻压加工能获得好的成品质量，必须制定科学的加热规范和冷却规范，认真控制锻造温度及冷却速度。

(三) 可焊性 可焊性是指金属用焊接方法进行焊合的可能性。可焊性好的金属能获得无裂纹、无气孔的焊缝,并且焊接接头具有一定的机械性能。可焊性主要受材料化学成分的影响。钢的可焊性随含碳量和含合金成分愈多,可焊性愈差。

(四) 切削性 切削性是指金属在切削加工时的难易程度。切削性好的金属进行切削加工时,刀具磨损小,切削用量大,表面质量高。

一般地说,有色金属材料比黑色金属材料的切削性好,铸铁比钢的切削性好。

切削性能和硬度有很大关系,材料过硬会使刀具严重磨损,以致不能进行切削,材料太软会发生“粘刀”现象,同样使切削困难。对硬度不适于进行切削的钢材等,可以通过适当的热处理方法来改善其切削加工性能。

第二节 热处理常识

一、热处理的基本概念 把固体状态下的金属材料加热到预定温度,并保持一段时间,然后用选定的速度和方法进行冷却,使其内部组织发生变化,从而得到比较理想的性能的操作方法,称为热处理。

热处理在我国有着悠久的历史,我国古代劳动人民用钢制造刀剑时,就已知道把钢加热,然后蘸入水里,则钢刃锋利,不易磨钝;制造针时知道将烧红的钢针蘸到水里,而后在热锅上炒一炒,这样钢针既耐磨又不易脆断。

在金属材料中,采用热处理最为广泛的是钢。半成品钢