

## 前 言

为了适应我省农业机械化发展的需要，我们结合五·七大学和有关培训班教学工作编写了这本小册子。本书比较系统地介绍了农业机械运用、维修及农具改革所需的基础知识。从基本的物理知识出发，叙述了农业机械的功能、机构与运动；从机械磨损机理出发，介绍了农机具运用、维修的知识；从农具改革需要出发，讲了提高工效的途径和试验鉴定方法。对农机的制造工艺、材料、量具与公差、联接、传动等方面的基础知识也作了简要介绍。可供农村知识青年自学，亦可作为农村机务人员、县社农机修造厂工人和农机培训班等有关人员参考。

由于我们水平所限，缺点和错误在所难免，希读者批评指正。

1978.2.

# 目 录

<b>第一章 农业机械是怎样造出来的</b> .....	( 1 )
第一节 铸 工.....	( 1 )
第二节 锻 工.....	( 3 )
第三节 机械加工.....	( 5 )
第四节 钳 工.....	( 9 )
<b>第二章 农业机械用的材料</b> .....	( 11 )
第一节 材料的性能.....	( 11 )
第二节 钢.....	( 18 )
第三节 铸 铁.....	( 27 )
第四节 有色金属及其合金.....	( 29 )
第五节 钢的热处理.....	( 31 )
<b>第三章 量具与公差</b> .....	( 36 )
第一节 量 具.....	( 36 )
第二节 公差与配合.....	( 42 )
<b>第三章 零件的联接</b> .....	( 53 )
第一节 螺纹联接.....	( 53 )
第二节 键、花键与销联接.....	( 57 )
第三节 焊 接.....	( 60 )
第四节 铆 接.....	( 63 )
<b>第五章 机械运动</b> .....	( 64 )
第一节 运 动.....	( 64 )
第二节 传动比.....	( 70 )
第三节 机 构.....	( 73 )

<b>第六章 力与功率</b> .....	( 81 )
第一节 力与力矩.....	( 81 )
第二节 功与功率.....	( 88 )
第三节 机械能的传递.....	( 92 )
<b>第七章 机械传动</b> .....	( 98 )
第一节 皮带传动.....	( 99 )
第二节 齿轮传动.....	(113)
第三节 链传动.....	(128)
<b>第八章 轴系零件</b> .....	(131)
第一节 轴.....	(131)
第二节 滚动轴承.....	(133)
第三节 滑动轴承.....	(148)
第四节 联轴节与离合器.....	(152)
<b>第九章 管好用好农机具</b> .....	(165)
第一节 机器为什么会损坏.....	(165)
第二节 正确使用操作.....	(168)
第三节 农机具保养.....	(172)
第四节 农机具保管.....	(176)
<b>第十章 农具改革</b> .....	(178)
第一节 农具的特点和类型.....	(178)
第二节 标准化、系列化、通用化.....	(182)
第三节 提高工效的方法.....	(185)
第四节 试验鉴定.....	(196)
<b>第十一章 饲料粉碎机</b> .....	(202)
第一节 种类、构造及系列.....	(202)
第二节 锤片式粉碎机的主要工作部件.....	(210)
第三节 锤片式粉碎机的改进.....	(216)
第四节 使用维护.....	(219)

# 第一章 农业机械是怎样造出来的

要管好、用好农业机械，进行农具改革，首先应对制造工艺有所了解。

一般的县、社农机修造厂设有：铸工车间、锻工车间、机械加工车间、钳工车间等，此外还有修理车间。由铸工、锻工提供的毛坯，经机械加工、钳工及热处理等工艺制成零件后，再装配成各种农业机械。修理车间主要是进行拖拉机的大修。

## 第一节 铸 工

铸工就是常说的翻砂。在一般的机器上按零件的重量来说，约有50%以上是铸件。如饲料粉碎机的支架、机壳、轴承座、皮带轮；以及柴油机的缸体、缸盖、活塞、活塞环等都是铸件。

铸件的尺寸不能做得很精确，所以许多零件在铸出后还要经过机械加工。

铸造用的原料主要是生铁，它的熔点较低，价格较便宜；此外还有钢、有色金属及其合金以及塑料等。

铸造的基本过程是：先把原料放在炉子里加热使它熔化为液态，然后浇到砂型里，冷却后取出来就得到一定形状、尺寸的铸件了。

## 一、造型

先根据铸件的形状、尺寸用木材做木模。由于金属凝固时会收缩，木模的尺寸应比所需的铸件略大。如要浇铸轴承座，就要做出轴承座的木模，图1—1a。除木模外，还有用金属做的金属模。

将木模放入砂箱，用型砂填实，然后取出木模。这时在砂箱内就形成了一个与木模外形相似的空间——型腔。

为了便于把木模从砂箱中取出，砂箱分为上箱与下箱；有时把木模也做成两半个，分别放在上、下箱里。取出木模后，再将两个砂箱合到一起，图1—1b。

为了使铁水能从外面灌入型腔，开有进铁水的通道。于是铸件上将会多出这块东西，以后应去掉，图1—1c。

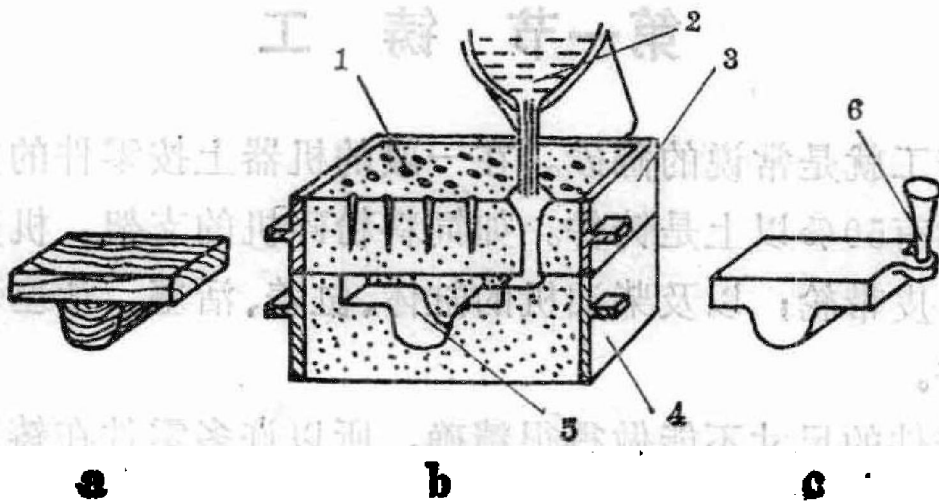


图 1—1 铸造示意图

a、木模 b、砂型 c、铸件

1.通气孔 2.液态金属 3.上箱 4.下箱 5.型腔 6.浇口

## 二、浇铸

化铁常用的炉子是冲天炉，其外壳为钢板，内用耐火砖

砌成。化铁用的燃料是焦炭。在炉子里先铺一层焦炭，再放一层生铁，以后就这样一层层往上铺。炉子附近有鼓风机，可鼓入新鲜空气。铁块熔化后，铁水从出铁口流出，杂质（炉渣）从出渣口流出。

较小的一种化铁炉叫三节炉，它分为三节，便于拆开检修。此外还有更小的化铁炉。

铁水的浇铸温度应比其熔点高，使之具有较好的流动性而易充满铸型。生铁的熔点约为 $1100^{\circ}\text{C}$ ，其正常浇铸温度为 $1250\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 。

铸件取出后，要去掉浇口，并清除粘附的型砂及毛刺。

## 第二节 锻 工

锻工就是常说的打铁。锻件也不可能做得很准确，象轴、连杆等许多零件，锻出毛坯后要进行机械加工。

锻造的主要原料是钢。锻造用的钢材截面形状较多，可根据锻件情况选用。

锻打之前先在加热炉内加热，使钢坯温度热至 $900^{\circ}\text{C}$ 以上。这时钢坯富有塑性，便于锻打。

锻造分手工锻造与机器锻造，还按有无锻模分为自由锻造与模锻。

手工锻造适于小锻件的小量生产。

机器锻造常用的锻压机有空气锤、蒸汽锤等。空气锤用的压缩空气，由电动机带动的压气装置供给，通入工作气缸推动锤头进行锻打。图1—2及1—3所示的空气锤，电动机通过皮带、齿轮而带动曲柄，再经连杆推动活塞4压气。如开启

压缩气缸的阀门，则压缩空气进入工作气缸，推动工作活塞。

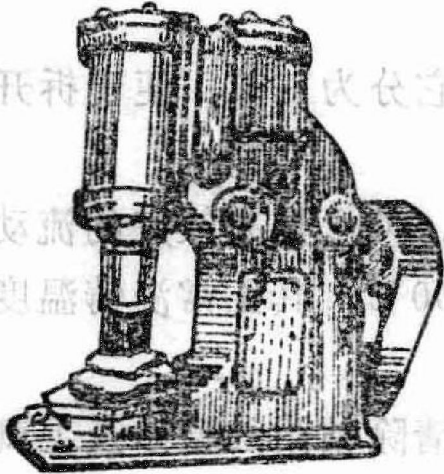


图 1—2 空气锤

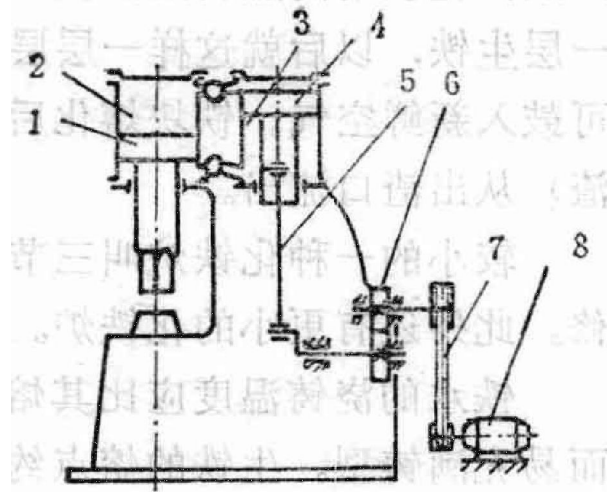


图 1—3 空气锤简图

- 1. 工作活塞 2. 工作气缸 3. 压缩气缸
- 4. 活塞 5. 曲柄连杆机构 6. 齿轮传动
- 7. 皮带传动 8. 电动机

自由锻造用手工或在锻造机械上进行，不需要锻模。自由锻造的基本工序见图 1—4。

如要较慢的挤压而不要一锤锤地打，则用压力机。压力

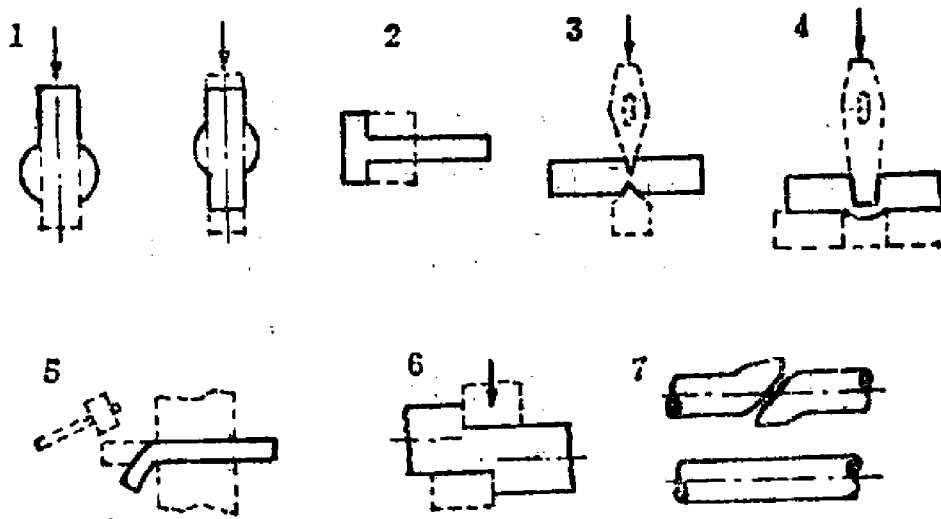


图 1—4 自由锻造的工序举例

- 1. 墩粗 2. 拔长 3. 切断 4. 冲孔 5. 弯曲 6. 错开 7. 锻接

机分为摩擦压力机、曲柄压力机、水压机等。

模锻的生产率高，但因锻模贵而只适于大批量生产。坯料预先加热的模锻称为热模锻，不预先加热的称为冷冲压。冷冲压主要制造钢、铝、铜等薄板的制品，如垫圈、壳体及生活用品。

### 第三节 机械加工

机械加工利用机床上的刀具切削毛坯，使它变成我们所需要的形状与尺寸。

机床大致分五种：车床、刨床、钻床、铣床与磨床。

马克思指出：“一切已发展的机器，都由三个本质上不同的部分——发动机，传动机构，和工具机或工作机——构成。”（《资本论》第一卷）现代的各种金属切削机床，以电动机为原动力，以皮带、齿轮等为传动机构，用刀架上的刀具进行切削。

#### 一、车床

车床是最重要的，保有量最多的机床，主要用来加工外圆、内圆、平面等。

车床用的刀具叫车刀，外形与民用刃具差别很大，图1—5。车刀常用高速钢制成，有的车刀在普通材料做的刀杆上焊有一块硬质合金，可以经

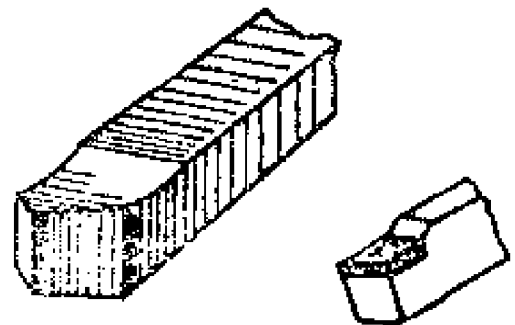


图1—5 车刀



受更高的切削速度。

车削时工件转动，刀具平移，和削苹果有些相象。

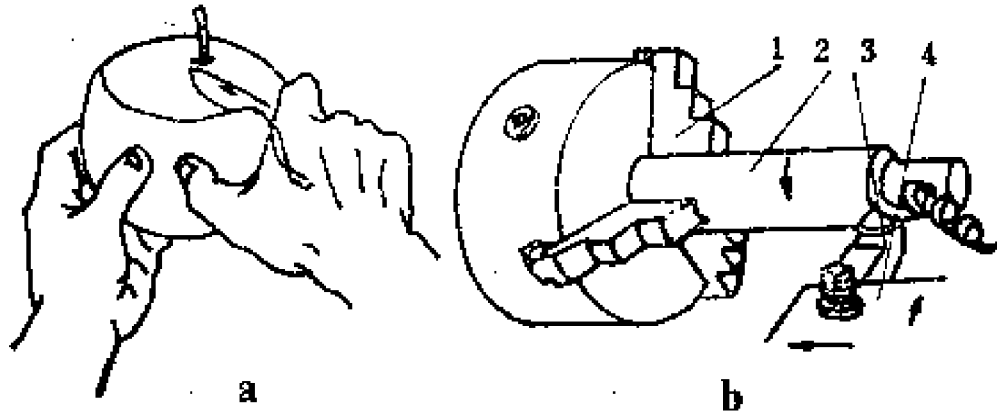


图 1—6 车削示意图

1. 卡盘 2. 工件 3. 车刀 4. 刀架

车床可作的工作见图 1—7。上排从左到右依次是车外圆、车端面、车内圆。中排是钻孔、切槽或切断、车螺纹。下排是车外圆、车螺纹。

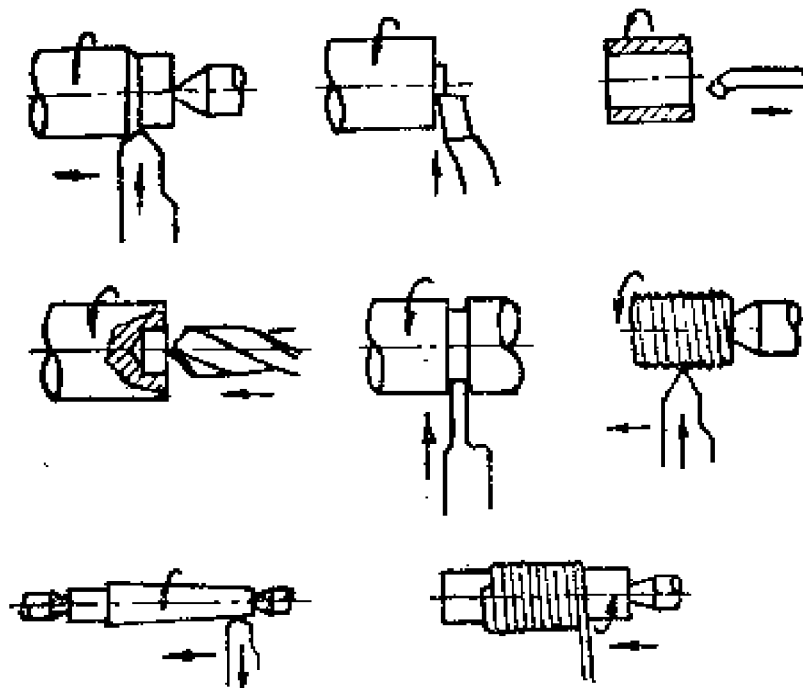


图 1—7 车床能完成的工作

下排是车锥度（圆锥体表面），绕弹簧。

工件旋转的动力由电动机供给。电动机的转速高、变化范围小，因此要通过皮带、齿轮等传动机构，使主轴能有较低的、可调节的转速，主轴上的卡盘是夹持工件的。刀架的运动由人力操纵，也可自动走刀。

如生产批量大，为了提高劳动生产率，可采用六角车床、半自动或自动车床。

## 二、刨床

刨床主要加工平面。

刨削过程有些象木工刨木头，刀具作往复直线运动，工件平移。

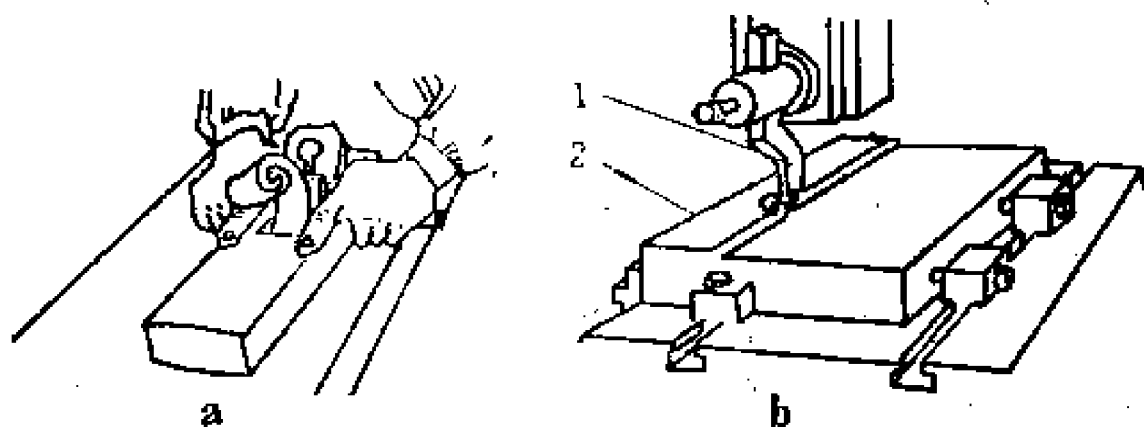


图 1—8 刨削示意图

1. 刨刀 2. 工件

最常用的刨床是牛头刨床。刨刀装在上部的滑枕（牛头）上，滑枕作往复直线运动。前进时切削，后退是空行；前进的切削速度较小，后退的空行速度可以较大。工作台上虎钳，用以夹持工件。每刨过一刀之后，工作台就挪动一点（木工则是挪动刨子），使刨刀再次来刨时，正好刨在应刨的地方。

### 三、钻床

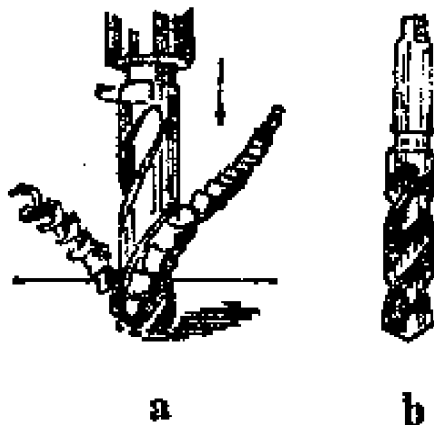


图 1—9 钻削与钻头

钻，加工大工件可用摇臂钻床。

钻床用来钻孔。

钻床用的刀具是钻头，一般多用麻花钻。钻孔时钻头旋转并向下移动，切屑从钻头的槽中排出来。

常用的钻床是立式钻床（立钻），钻头由主轴带动而旋转，向下的移动由人力操纵或自动进给。加工小工件可用台

### 四、铣床

铣床能铣平面、凹槽、齿轮及特殊形状的表面。

铣刀装在主轴上，有许多刃口，工作时绕自身的轴线转动，工件随工作台一起移动。由于刃口多，铣刀每转一圈就能切削多次，铣平面的效率比刨床高。

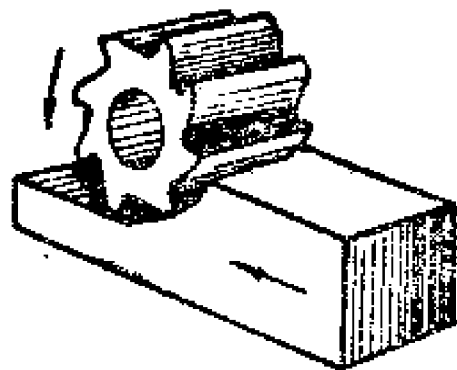


图 1—10 铣削示意图

### 五、磨床

磨床用来进行精加工，以获得较高的精度与表面光洁度。

磨削用的砂轮，由许多极硬的细小磨粒粘结而成。露出在表面上的磨粒好象是小刨刀，砂轮就好象是由无数小刨刀组成的一种多刃刀具。

在磨削过程中，磨粒的棱角逐渐变钝，这时它们将自行破碎或脱落，从而露出新的锋利的棱角或磨粒，这叫砂轮的自锐性。单靠其自锐性不够时，用金刚石工具打磨砂轮，促使磨粒破碎、脱落。

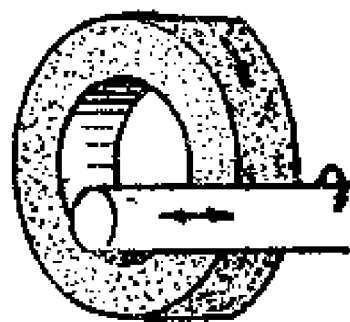


图 1--11 磨削示意图

磨床分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床与万能磨床。

## 第四节 钳 工

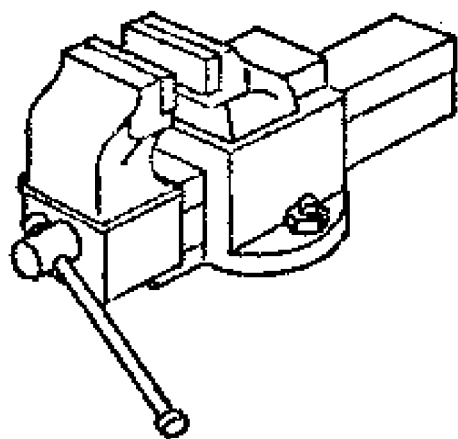


图 1--12 虎钳

钳工的工作多在虎钳上进行。虎钳利用螺杆与螺母能把工件夹得很紧。钳工的工作范围很广，凡不适于用机器的工作几乎都可由钳工进行。钳工是最基本的工种，它的工作包括：划线、凿削、锯割、铰削、钻孔、攻丝与套扣，以及研

磨、刮削等。修理任何机器都要用钳工。

### 一、划线

划线是钳工工作的第一步，除精度要求特别低的工件外，总是先划线，再进行凿切、锯割等切削工艺。

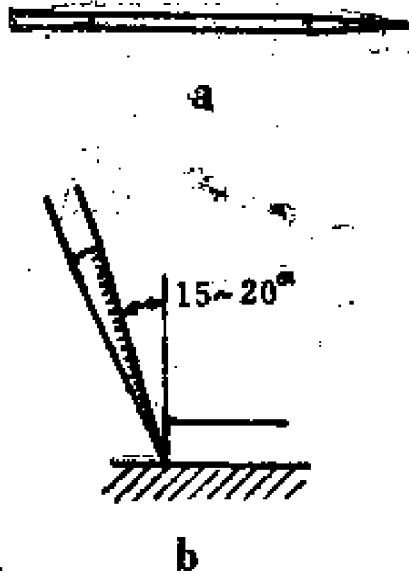


图 1—13 划针与划线情况

在钢铁上划线用划针，它是用钢丝淬火后磨成的，硬而且尖锐。

划线前先涂一层涂料，再用划针划线。常用涂料是石灰水、紫色和硫酸铜等，有时则简单地抹一层

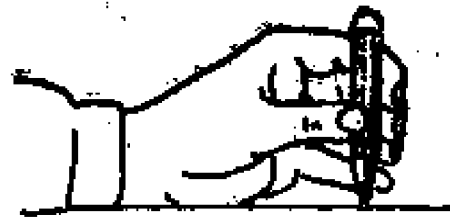


图 1—14 样冲及握法

粉笔灰。为了更加醒目，划线后再用样冲打一些样冲眼作为标志。

划线常用的其他工具是：钢尺、划规、划针盘、直角尺、高度尺、V形块及平板等。

## 二、凿削与锯割

### 1. 凿削

凿削是用手锤敲击凿子而切削，能较快地切下一层金属。



图 1—15 凿子

凿子用碳素工具钢锻成，并经淬火提高其硬度，然后在砂轮上磨锐。常用的是扁凿、尖凿，此外还有开油槽的

油槽凿。

凿削时，凿子与工件表面应有适当的夹角，夹角过大则

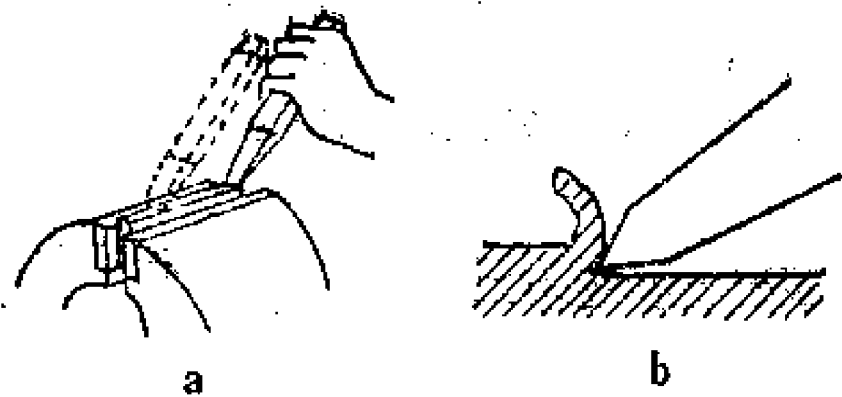


图 1—16 凿削情况

凿子越切越深，夹角过小则易从工件表面滑出。凿削时，左手握凿，右手挥锤，眼睛注视凿子的刃口。

## 2. 锯割

锯割是用手锯（钢锯）进行切割。

手锯包括锯弓与锯条。锯弓分固定式（图 1—17）与可调式两种，前者只能装一种长度的锯条，后者可装多种长度的锯条。常用的锯条长 300

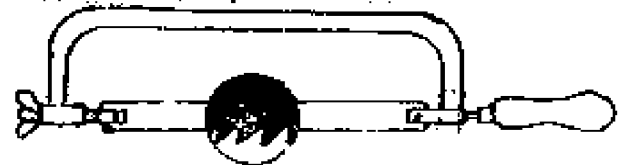


图 1—17 手锯

毫米。锯条还分粗齿与细齿的。在 25 毫米内有 14~18 个齿的为粗齿锯条，宜用来锯软材料。锯硬材料用细齿锯条。

## 三、锉削

锉削是用锉刀加工。利用锉削可以得到较高的尺寸精度与表面光洁度。凿切、锯割后往往再进行锉削。

锉刀按截面形状分为：平锉（板锉）、方锉、圆锉、三角锉与半圆锉，图 1—18。按齿的粗细分为：粗齿、中齿、细

齿与极细齿（油光锉）。粗齿作粗加工或锉软金属，细齿作精加工或锉硬金属。锉刀的长度规格有，100毫米（4英寸）、150毫米（6英寸）、250毫米（10英寸）、300毫米（12英寸）等。

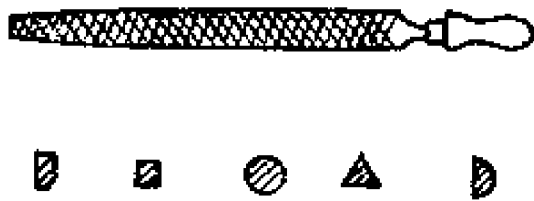


图 1—18 锉刀

锉平面时应使锉刀沿水平线移动，否则容易锉成一个两头低而中间高的曲面。锉平面的基本方法有三种：顺向锉、交叉锉

与推锉，图1—19。顺向锉时，锉刀沿工件的横向（短边）前进，退回时向旁边移动5~10毫米。交叉锉时，锉刀前后的运动方向是交叉的，容易看出高低不平的痕迹，而且锉着的长度大，能锉得较平。推锉时，用细锉刀沿工件的纵向运动，用以修整尺寸与提高光洁度。

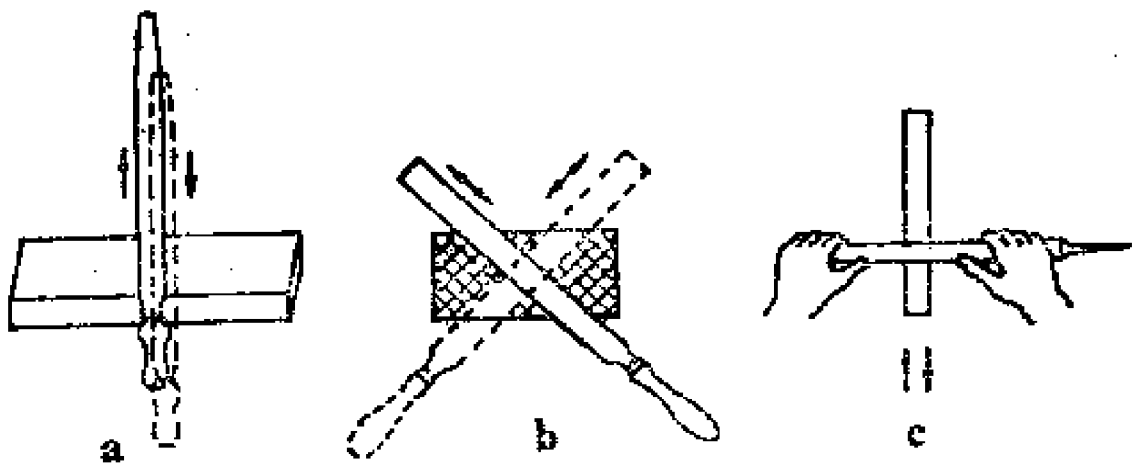


图 1—19 平面的锉法

a、顺向锉 b、交叉锉 c、推锉、

锉曲面用滚锉法。每一行程开始时，锉刀头朝下，柄朝上。在推锉的过程中，锉刀头逐渐上抬，柄逐渐下降，锉刀

好象在工件上打滚。

#### 四、钻孔

钻孔也是钳工工作的一部分，在钳工车间里除装有各种钻床外，还有便于搬动的手摇钻与手电钻。

钻孔用的麻花钻，外形有些象麻花，多用高速钢制造，并经淬火、回火。钻头用钝后在砂轮机上磨。

钻孔前先划线，用样冲打中心眼，并应将工件夹牢。

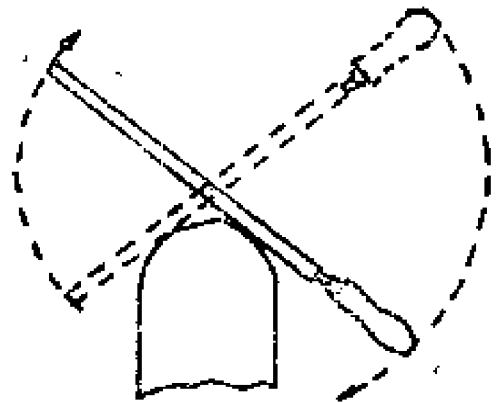


图 1—20 曲面的锉法

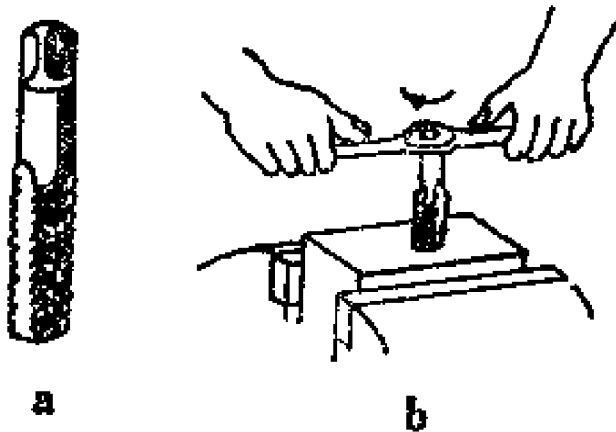


图 1—21 丝锥与攻丝

a. 丝锥 b. 攻丝

#### 五、攻丝与套扣

##### 1. 攻丝

攻丝是用丝锥在孔内切制螺纹。

丝锥上有螺纹牙，并沿纵向开槽。丝锥套在绞杠上，攻丝时转动绞杠。手工用的丝锥一

般每套两个，先用头锥，再用二锥。

##### 2. 套扣

套扣（套丝）是用板牙在圆杆上切制螺纹。

板牙上有内螺纹，使用时套在板牙架上。



图 1—22 板牙



## 第二章 农业机械用的材料

任何一部农业机械，都有好多种零件。由于对各种零件的要求不同，制造它们的材料也不同。

饲料粉碎机的锤片，要求表面硬度高而韧性好。脱粒机的纹杆应有良好的耐磨性和韧性。收割机的刀片要求锋利与耐磨。发动机的活塞除了强度、韧性、耐磨性等方面的要求外，还要求能耐高温、导热性强、重量轻等。农机上的各种零件对材料的要求是不同的，因此不同的零件应采用不同的材料。

### 第一节 材料的性能

材料的性能主要指机械性能、工艺性能和物理、化学性能。

#### 一、机械性能

零件工作时必然受到外力的作用，材料对外力作用的各种抵抗能力就是机械性能。机械性能包括：强度、硬度、塑性与冲击韧性等。

##### 1. 强度

材料抵抗断裂或永久变形的能力叫强度。在外力作用下，零件发生变形（如拉伸、压缩、扭转、弯曲等）。外力

越大。发生的变形也越大。过大的外力，将使零件断裂或发生不能自行恢复原状的永久变形。

强度分为：抗拉强度、抗压强度、屈服强度、抗弯强度等。材料的各种强度数据，都是通过材料试验测出的，单位都是公斤/毫米<sup>2</sup>或公斤/厘米<sup>2</sup>。

(1) 抗拉强度。对试件进行拉伸试验，逐渐加大拉力直到拉断。拉断时的拉力除以原试件横剖面的面积，就是抗拉强度。

(2) 抗压强度。压坏时的压力除以原试件的横剖面面积，就是抗压强度。

(3) 屈服强度。当拉力或压力较小时，撤去这种外力后，试件能自动恢复原来的尺寸。而当拉力加大到超过某一数值后，即使撤去它也不能恢复到原来的尺寸，这就产生了微量的永久变形。这个有特殊意义的拉力除以原试件的剖面面积，就是屈服强度，也称为屈服点或屈服极限。它的数值比抗拉强度小。由于超过屈服强度后就有永久变形，而这是正常工作所不允许的，因而屈服强度也有重要意义。

象低碳钢及一些有色金属，它们的抗拉强度与抗压强度大致相同，试验过程中能看到较明显的屈服现象，断裂时的变形较大，能进行压力加工，这类材料称为塑性材料。象铸铁、水泥等，其抗压强度远比抗拉强度高，没有明显的屈服现象，断裂时的变形较小，不能进行压力加工，这类材料称为脆性材料。有些脆性材料还有弯曲强度这一强度指标，表示抵抗弯曲的能力。

农机上常用的A3钢，其抗拉强度约为40公斤/毫米<sup>2</sup>，屈服强度约为24公斤/毫米<sup>2</sup>，灰铸铁HT20—40的抗拉强度

约为20公斤/毫米<sup>2</sup>，抗弯强度约为40公斤/毫米<sup>2</sup>。

## 2. 硬度

硬度是材料抵抗硬物压入其表面的能力。刀具的硬度要高，才能锋利地楔入工件。工作时摩擦强烈的零件表面也要硬度高才能耐磨。一般的结构钢，硬度高的其强度也大。工艺上常用淬火等方法提高硬度。然而硬度高却使切削加工困难，刀具磨损快。硬度的大小用硬度试验机测定。

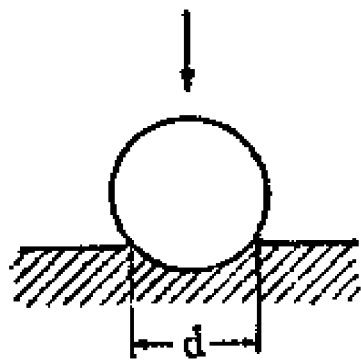


图 2—1 布氏硬度测定示意图

硬度的表达方式主要有布氏硬度 HB 与洛氏硬度 HR。布氏硬度的测定，是将一定尺寸的钢球以一定的压力压入试件表面，根据压痕直径的大小确定布氏硬度的数值。洛氏硬度的测定，是将一定尺寸的金钢石圆锥或直径 1.588 毫米的钢球以一定的压力压入试件表面，根据压痕深度确定洛氏硬度的数值。洛氏硬度有三种，HRA、HRB与HRC，常用的是 HRC。布氏硬度与洛氏硬度之间一般可以换算。

秦岭系列的饲料粉碎机的切刀用45号钢，要求热处理后的硬度为HRC48~52。其锤片用 65Mn，热处理后的硬度 HRC 50~57；或用 10 号钢、20 号钢渗碳淬火，HRC 56~62。

## 3. 塑性

塑性是以材料不破坏为前提，在外力的作用下能够产生永久变形的能力。塑性好的材料可以锻造、压延，塑性差的不能进行压力加工。塑性的指标是伸长率与剖面收缩率。

(1) 伸长率（延伸率）。试件拉断后，其伸长量与原

长之比的百分数为伸长率。伸长率越大表示塑性越好。中碳钢的伸长率为10~25%，铜的伸长率约为50%。

(2) 剖面收缩率。试件拉断后，断口处的剖面积与原剖面面积之比的百分数为剖面收缩率。其值越大表示塑性越好。中碳钢的剖面收缩率为35~50%。

#### **4. 冲击韧性**

受到突然施加的外力（冲击载荷）作用时，材料抵抗破坏的能力叫冲击韧性。冲击载荷比逐渐由小变大的载荷有更大的破坏性。承受冲击载荷的零件应选用韧性好的材料。

## **二、工艺性能**

工艺性能是接受加工的能力，主要包括铸造、锻造、焊接与切削性能四种。

#### **1. 铸造性能**

指浇铸为正常铸件的性能，其影响因素为流动性、收缩性与偏析（成分不均匀的现象）。

#### **2. 锻造性能**

指进行压力加工而变形的能力。塑性好的材料的锻压性好。低碳钢易于锻造，生铁不能进行压力加工。

#### **3. 焊接性能**

指焊接的可能性与焊接质量。铸铁难以焊接，钢的焊接性能好。含碳量低的钢比含碳量高的钢更容易焊接。

#### **4. 切削性能**

指进行切削加工的难易程度。白口铁过硬而难切削，灰口铁的切削性能较好。钢的切削性能好。

物理性能方面包括：比重、熔点、导热性、导电性等。

表2—1 常用金属的比重与熔点

名 称	化学符号	比 重	熔点°C
铝	Al	2.69	658
铜	Cu	8.93	1083
铁	Fe	7.9	1538
青铜	—	约8.8	约900
黄铜	—	约8.5	约1000
生铁	—	约7.0	1100~1250
钢	—	约7.86	1400~1500

## 第二节 钢

钢铁是使用最多的金属材料，制造各种农业机械都需要钢铁。

工业用的钢铁是铁元素(Fe)与碳元素(C)的合金，即铁碳合金，它分为钢与生铁两大类。含碳量在2%以下的称为钢，含碳量在2%以上的称为生铁。钢与生铁中还含有少量的硫、磷、硅、锰等其他元素，生铁含的这类杂质较多。

生铁强度低，塑性差，不能进行压力加工，不易焊接。钢的韧性好，强度高，能进行压力加工，可以焊接。

钢的种类极多，分类的方法也有几种。钢按成分分为碳

素钢、合金钢两大类；碳素钢中又分为低碳钢、中碳钢与高碳钢。钢按用途分为结构钢、工具钢、建筑钢与特殊钢。按品质分为普通钢、优质钢与高级优质钢。

## 一、碳素钢

碳素钢用途广，用量大，种类多。除根据含碳量分为低碳、中碳与高碳钢外，还按用途分为：碳素结构钢、碳素工具钢等；又按品质分为：普通碳素钢、优质碳素钢。

### 1. 按含碳量分类

含碳量对钢的性能有重大影响。含碳量高的，其强度、硬度高而韧性差。含碳量低的与之正好相反。

(1) 低碳钢。含碳量在0.25%以下，其强度较低但韧性好，能冲压，焊接性好。低碳钢用来制造受力小而要求韧性好的零件，并作为冲压件。低碳钢渗碳淬火后，表面硬而内层韧。土法生产的“熟铁”，其成分近于低碳钢，但杂质较多，须要锻打除渣，可作小农具的本体钢。

(2) 中碳钢。含碳量为0.25~0.60%，其强度、硬度都较高，有一定的韧性，可以淬火，调质。齿轮、轴等零件常用中碳钢。饲料粉碎机的主轴、长短切刀等用的就是中碳钢里的45号钢。

(3) 高碳钢。含碳量在0.60%以上，因较硬脆，用量小。主要用来制作弹簧、凸轮、轧辊等。犁铧可用65号钢或65Mn。

### 2. 按品质分类

碳素钢按品质分为普通碳素钢与优质碳素钢，后者所含的硫、磷之类的杂质较少。

表2—2 碳素结构钢的机械性能

名 称	低碳钢	中碳钢	高碳钢
抗拉强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	30~50	50~70	>70
屈服强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	20~30	30~45	>45
伸长率 (%)	25~35	10~25	<10
布氏硬度 (HB)	130~70	170~250	250~300

(1) 普通碳素钢。包括：甲类钢、乙类钢与特类钢。

甲类钢按机械性能供应，即只保证其机械性能而不保证其化学成分。用来制作结构零件如拉杆、螺栓、铆钉、心轴、齿轮、楔、盖等，并作为渗碳零件与焊接件。饲料粉碎机的筛架、筛片、销轴支撑可用甲类钢中的A3。甲类钢的钢号首先是A字，后面的数字表示含碳量的多少，数字越大含碳量越高。编号包括A1~A7，其中A1、A7使用较少。

乙类钢按化学成分供应，不保证其机械性能，多用来制作日常用具及须热处理的零件。钢号用B及其后的数字表示。

特类钢按机械性能及化学成分供应，可代替下述的优质钢。钢号用C及数字表示。

(2) 优质碳素钢。同时保证机械性能及化学成分，且硫磷等杂质含量较低，使用广，多用于制作须进行热处理的零件。钢号的数字为平均含碳量的万分之几，如45号钢的平均含碳量即为0.45%。粉碎机的主轴、锤片、销轴与切刀都是

45号钢做的。常用的钢号是：10、20、30、35、40、45、50等。

优质碳素钢中另有一类含锰量较高（0.7~1.2%），其钢号除数字部分外，并加注Mn（锰）。如65Mn即含碳量约为0.65%，含锰较多的优质碳素钢。粉碎机的锤片可用65Mn，也可用10号钢或20号钢渗碳淬火。常用的是：15Mn、30Mn、40Mn、50Mn、65Mn等。

### 3. 按用途分类

碳素钢按用途分为碳素结构钢、碳素工具钢、建筑钢。

碳素结构钢用来制作各种零件。

碳素工具钢用来制作各种工具，如刀具、量具等。其含碳量较高，而锰、硅等的含量较低，不需要加入特殊的合金元素。钢号的表示：用T及数字，数字为含碳量的千分之几。如T7是平均含碳量为0.7%的碳素工具钢。此外还有高级优质碳素工具钢，在上述牌号后加一A字，如T7A。碳素工具钢用来制作木工工具、锉刀、锯条、丝锥及量具等。钢号从T7、T7A至T13、T13A。

## 二、合金钢

碳素钢的种类虽然不少，但远远不能满足各式各样的使用要求。在钢中特意加进某些元素以获得预期的性能，就得到合金钢。常加进的元素有：锰、硅、铬、镍、钼、钨、钒、钛等。合金钢分为普通低合金结构钢、合金结构钢、合金工具钢与特殊钢。

### 1. 普通低合金结构钢

在普通碳素钢中加入少量合金元素（总量<3%），其



经济指标与碳素钢相近，而其机械性能等较碳素钢为好。钢号开始的两位数字为平均含碳量的万分之几，随后的化学符号表示所含的合金元素，后面的数字为该合金元素的平均百分数，如元素符号后无数字，则是合金含量小于1.5%。如15MnV，其平均含碳量为0.15%，合金元素为锰、钒（V），其平均含量皆小于1.5%。

## 2. 合金结构钢

它的机械性能比碳素结构钢好，但价格较高，用来制作要求高的、重要的零件。农机具上使用很少，拖拉机上使用较多。钢号的表示方法与普通低合金钢相同。例如东方红—75拖拉机最终传动大齿轮用的20CrMnMo，表示含碳量约0.20%，合金元素为铬、锰与钼。

## 3. 合金工具钢

合金工具钢的红硬性好，能在高温下保持较高的硬度，其热处理性能也比较碳素工具钢好。铰刀、丝锥、冲模等可用低合金工具钢Cr2、9SiCr、CrMn、CrWMn等制作。低合金工具钢的含碳量以平均含碳量的千分之几表示，当平均含碳量大于1%时不再标出，只写出合金元素。高合金工具钢中的高速钢广泛用来制作车刀、铣刀、刨刀与钻头，在600℃的高温下仍可保持很高的硬度，常用的是W18Cr4V、W<sub>6</sub>Mo<sub>5</sub>Cr4V<sub>2</sub>。高速钢的平均含碳量一般不标出。

## 4. 特殊钢

特殊钢具有特殊的性能，如不锈钢不易锈蚀，耐热钢在高温下强度仍比较高。

## 5. 硬质合金

硬质合金是一种具有极高硬度、良好红硬性、足够的使

用强度的工具材料。

制造硬质合金与制造陶瓷器的方法相似，是将碳化物如碳化钨（WC）、碳化钛（TiC）等用粉末冶金方法制造的。硬质合金的硬度（HRA85~93）仅次于金刚石，红硬温度可达900℃以上，因此用它做的刀具，可比高速钢刀具的切削速度高4~7倍以上。

### 三、小农具用钢

小农具的种类很多，需要量也大，小农具用钢也是一个重要问题。

小农具用钢除冶金部门提供的钢材外，还包括：工厂的边角余料、土法生产的“土钢”，用钢屑等碎料锻打成的低碳钢等等。

铡刀、镰等小农具以及菜刀、剪刀等民用刃具，在使用上要求刃口锋利耐久，容易抢磨；在工艺上要求容易锻造与淬硬。低碳钢虽易锻造却不能淬硬。高碳钢虽硬但不易锻造，而且难用手工抢磨。

解决这个矛盾的方法是用夹钢或贴钢工艺。在刃口部位锻焊上一块较硬的钢作为刃钢，而用低碳钢作为本体钢。刃钢夹在本体钢中间的称为夹钢。刃钢贴在一侧的称为贴钢。由于刃钢较硬，所以刃口锋利。

由于侧面有较软的本体钢，所以刃口不易崩，同时也易于锻造、抢磨。锄、板锹、铡刀、柴刀及菜刀等多为夹钢。薅锄、锹、镰及民用剪刀等多为贴钢。

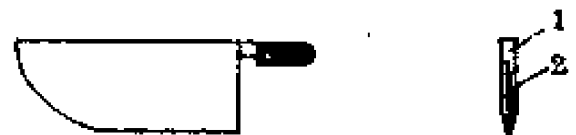


图 2—2 夹钢示意图

1. 本体钢 2. 刃钢

小农具及民用刃具还可以利用废钢件作为刃钢，如表 2—3。

表 2—3 小农具的刃钢钢种

名 称	钢 号	代用料
铁 锤	45, 50	拖拉机链轨板, 钢板
锄 头	45, 50, 60	链轨板, 重轨
镰 刀	45, 50, 55, 60, 65, 68Mn	炮弹皮, 犁铧, 重轨, 弹簧, 轴, 圆盘耙片
刨 刀	50, 60	犁铧, 重轨, 炮弹皮

#### 四、钢材

炼钢得到的钢锭，再经过轧制等压力加工就成为钢材。钢材分为型钢、钢板、钢管与钢丝。

##### 1. 型钢

其剖面形状有圆形、正方形、矩形等，分别叫做圆钢、方钢、扁钢等，图 2—3。我国还生产专供农业机械用的特

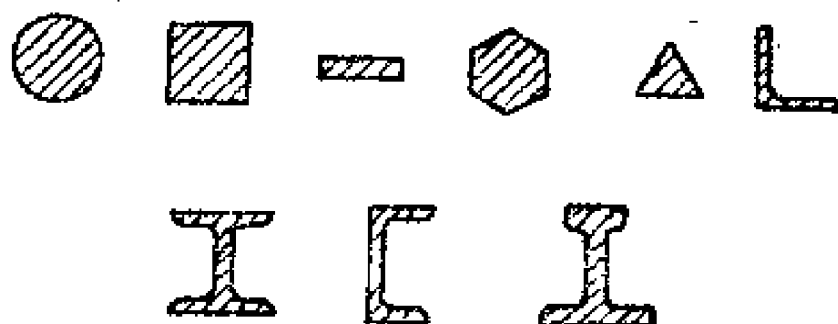


图 2—3 型钢的截面形状

殊断面型钢及犁铧钢等。

## 2. 钢板

一般把厚度小于4毫米的钢板叫薄板。薄板可镀锌、镀锡，以防止生锈。机械的外壳，铁锹等农具以及生活用品，常用薄板制造。

此外，钢管和钢丝也都有许多品种、规格。

## 五、钢的火花鉴别

把钢件拿到砂轮上去磨，根据产生的火花的形状、大小与颜色而判断钢的种类的方法，叫火花鉴别法。先介绍有关名词。

**火花束** 是全部火花的总称，靠近砂轮的叫根部火花，向外依次叫中部火花与尾部火花。

**流线** 被磨下的小颗粒在空气中运动时形成的光亮的轨迹。

**节点** 流线在中途爆裂的明亮的点。

**芒线** 从节点射出的较短的细流线。

**爆花** 从节点或芒线上爆裂出的花。

钢的含碳量越高，越易爆裂，火花束也越明亮。

含碳量低于0.05%的极低碳钢无爆裂。低碳钢的含碳量在0.25%以下，在其流线上的爆花，只有一次爆裂的芒线，是为一次花。中碳钢的含碳量为0.25%~0.60%，在一次花的芒线上又一次爆裂，成为二次花，并有少量花粉。高碳钢的含碳量在0.65%及大于此值时，产生三次花，同时花粉更多。

**低碳钢火花** 草黄带红色，中等光亮；流线粗而长；爆花是一次花，花量少；尾部为枪尖形尾花，并下垂呈弧状。



图 2—4 低碳钢火花图

花粉；尾部挺直，尖端有分叉。

高碳钢火花 黄色，根部暗，中部明亮，尾部次之；流线多而细，较短，挺直；爆花多为三次花和多

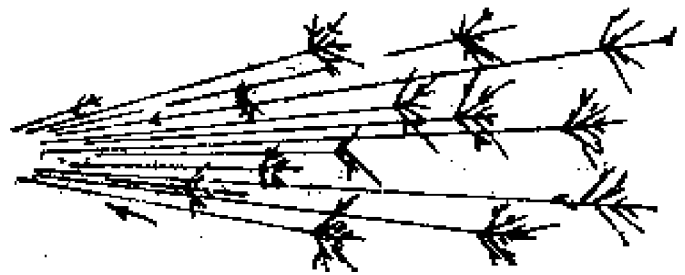


图 2—5 中碳钢火花图

次花，花量多而拥挤，花粉也多。

其他元素对火花也有影响。如铬使火花束趋于明亮，花粉呈大星形，分叉多而细，附有很多碎花粉，流线短而稍粗。锰助长爆裂，爆花核心较大成为白亮的节点，花粉多而亮，芒线细长，流线粗短色黄。其他元素也各有其火花特征。

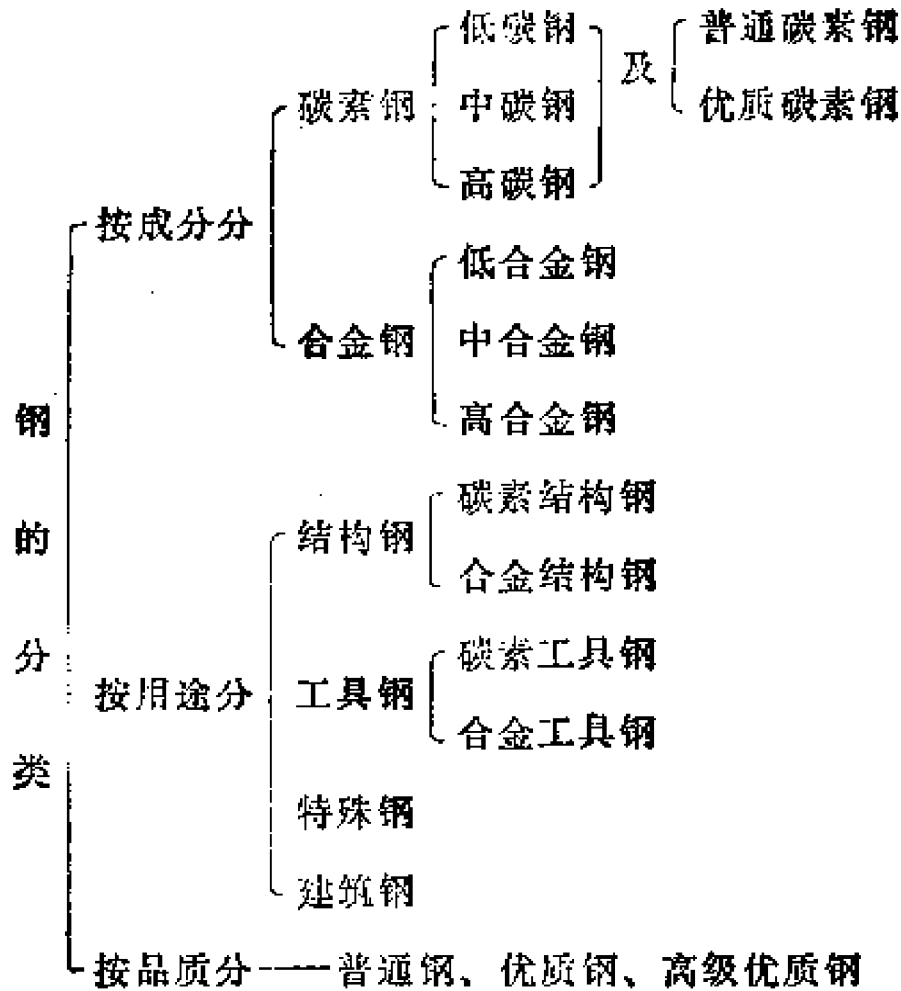


图 2—6 高碳钢火花

其他元素对火花也有影响。如铬使火花束趋于明亮，花粉呈大星形，分叉多而细，附有很多碎花粉，流线短而稍粗。锰助长爆裂，爆花核心较大成为白亮的节点，花粉多而亮，芒线细长，流线粗短色黄。其他元素也各有其火花特征。

表2—4

钢 的 分 类



第三节 铸 铁

生铁按用途分为炼钢生铁与铸造生铁（即铸铁）。炼钢生铁的含碳量在 4 % 左右，铸铁的含碳量一般为 2.8 % ~ 3.5 %。

铸铁的价格低，铸造性能好，使用很广。铸铁分为灰口铸铁、白口铸铁、球墨铸铁与可锻铸铁。用得最多的是灰口铸铁。

## 一、灰口铸铁

灰口铸铁简称灰铸铁，因它的剖面呈暗灰色而得名。其抗拉强度低，但抗压强度高，适于作承受压力的零件，它的熔点比钢低，流动性好，适于铸造。其塑性差，不能进行压力加工。

灰铸铁代号开始是字母HT，后面的数字分别表示其抗拉强度与抗弯强度。它广泛用来制作盖板、外罩、支架、底座、机床床身、拖拉机的缸套、缸体、缸盖等。受力小的传动零件如齿轮、链轮、皮带轮等也用它。秦岭系列的饲料粉碎机的机壳、皮带轮、轴承座用HT20—40，机架、手轮、透盖等用HT15—33。

## 二、白口铸铁

白口铸铁的剖面发亮，性硬脆，难以进行切削加工，用途很少。

## 三、球墨铸铁

灰铸铁的某些机械性能较差，是由于它含的碳是呈片状的石墨。如果加入球化剂（如镁），可以把片状的石墨变为球状的，而使其机械性能大为改善。这种石墨呈球状的铸铁叫球墨铸铁。

球墨铸铁的抗拉强度比灰铸铁高，塑性、韧性也较好。它的性能不亚于钢，而成本比钢要低。

代号开始是字母QT，后面的数字表示抗拉强度与伸长率。如QT45—5的抗拉强度为45公斤/毫米<sup>2</sup>，伸长率为5%。

球墨铸铁可用来作犁铧、轧辊、缸筒等。有些原来用钢作的曲轴、齿轮，现在用球墨铸铁制造。

## 四、可锻铸铁

将一定成分的白口铸铁长时间高温退火，就得到可锻铸铁。它的塑性、韧性、强度、硬度都较好，但不能锻造。可锻铸铁分为黑心可锻铸铁与白心可锻铸铁。

黑心可锻铸铁的剖面呈黑色。代号开始是KT，后面的数字表示其抗拉强度与伸长率。可用来制作收割机的护刃器、压刃器及农机用的铸造链节等。

白心可锻铸铁的剖面呈白色。代号开始是KTZ，后面数字的意义与黑心可锻铸铁相同。它的强度、耐磨性与加工性都好，但韧性较差。可用来制作曲轴、齿轮、凸轮轴、活塞环等，能代替某些钢制件。

## 第四节 有色金属及其合金

工业上习惯把钢铁称为黑色金属，把钢铁以外的金属称为有色金属。机械上常用的有色金属有：铜、铝、镁、铅、锡等及其合金。

有色金属及其合金，往往有钢铁材料所没有的特殊性能，如滑动轴承所需要的减摩性，电工器材所需的良好导电性等。有色金属价格较高，必要时才采用。

有色金属及其合金分为：铜和铜合金、轻金属(铝、镁)和轻合金等。以下介绍铜和铜合金、铝和铝合金。

### 一、铜和铜合金

纯铜通常称为紫铜。它可铸，可锻，可拉成细丝，能抵



抗腐蚀，导热性好，导电性尤其优良。铜主要用以制作铜线等电工器材，也用来作铆钉、垫片、管子等。农业机械上的小输油管常用它。

使用得更多的是铜合金，主要包括黄铜与青铜。

### 1. 黄铜

黄铜是铜与锌的合金，因颜色黄而得名。在黄铜里还可加进镍、硅等其他元素，以获得特殊的性能。

黄铜牌号中的H代表黄铜，如为ZH则为铸造用黄铜。后面的数字表示铜与其他元素的含量。如HPb59—1，是含铜约59%，除锌外尚含铅约0.8~1.9%的黄铜。

黄铜可铸、锻、压延，还可进行切削加工。它的机械性能比纯铜好，抗腐蚀性也强。黄铜用来制作管子、衬套、轴套、螺栓等。发动机的散热器及喷雾器上的一些零件也用黄铜。

### 2. 青铜

青铜原来是指铜与锡的合金，以后把黄铜以外的铜合金都称为青铜。锡较贵而且又少，于是产生了种种无锡青铜。

锡青铜牌号中的Q代表青铜，如为ZQ就是铸造用青铜，后面的数字表示锡与其他元素的含量。如ZQSn10—1是含锡约10%，含磷约1%余为铜的铸锡磷青铜。锡青铜的耐磨性非常好，可用来制作摩擦强烈的重要零件，如重要的轴承、蜗轮。

无锡青铜中加的元素有铝、铅、硅等。铝青铜的耐磨性、承压性都好，常用以代替锡青铜。铅青铜的减摩性特别好，可作发动机的轴瓦、轴套等。

## 二、铅和铝合金

铝有良好的塑性、导电性、导热性，其熔点较低，比重小。因纯铝的强度差，机械上多用铝合金。

牌号中的L代表铝，ZL是铸铝合金，LF、LD是防锈铝合金、硬铝合金。

铝合金有相当的强度而比重又小，可用来制作发动机活塞，此外还用来制作壳体、盖板等。

## 第五节 钢的热处理

热处理能改善钢的强度、硬度等机械性能。工作负荷重的零件往往要进行最终热处理。拖拉机上经过热处理的零件约占70~80%。粉碎机的锤片、长短切刀等是经热处理的。铁锹、镰、锄等小农具和钳子、锉刀、锯条等工具都要进行热处理。

### 一、什么叫热处理

钢的热处理，就是把钢件加热到一定的温度，并经一定时间的保温，然后以一定的速度冷却，从而改变钢件的机械性能的方法。通过热处理，可以获得预期的内部组织。有什么样的内部组织，就有什么样的性能。进行热处理的具体目的主要有以下五种：

- (1) 提高硬度、强度与耐磨性；
- (2) 降低硬度以便机械加工；
- (3) 消除内应力（如锻件在空气中冷却，表层冷却快收

缩强烈，内层反抗其收缩而产生内力，这就是温度不均匀引起的内应力）；

(4) 改善钢件的内部组织；

(5) 提高表面耐磨性与抗蚀性能。

## 二、热处理方法

根据目的、加热和冷却速度，热处理分为：退火、正火、淬火、回火及表面热处理。

### 1. 退火

工件在炉子里加热到临界温度以上，保温一定时间，然后缓慢冷却（与炉子一起冷却或埋在石灰中冷却），这种热处理工艺叫退火。退火的目的是降低硬度以便机械加工；消除不正常的内部组织以改善机械性能；消除内应力；作好淬火前的组织准备。一般锻钢件与铸钢件在进一步加工前都要退火。

临界温度是指钢在加热或冷却时发生组织转变的温度。

### 2. 正火

正火与退火属于同一类型的热处理工艺，它与退火不同的只是：工件经加热、保温从炉子里取出后在空气中冷却，冷却速度较退火快，因而有较高的强度与硬度。

含碳量低于0.25%的钢一般只作正火。此外，一些不重要的零件可在正火后直接使用。

### 3. 淬火

将钢件加热到临界温度以上  $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温一定时间后迅速冷却，这种热处理工艺叫淬火。淬火的目的是提高硬度、强度与耐磨性等。一般刀具都应淬火，重要的零件也要

淬火。

表2—5 常用优质碳素钢的热处理温度(°C)

钢 号	退火温度	正火温度	淬火温度
20	—	830~930	870~890
30	850~870	850~900	850~870
40	830~850	830~880	820~840
45	820~840	820~870	805~825
50	800~820	800~850	795~815

淬火常用的淬火剂为水、盐水与油，一般碳钢用水或盐水淬，合金钢用油淬。

#### 4. 回火

将已淬火的零件加热到临界点以下某一温度，保温一定时间，在油或空气中冷却，这种热处理工艺叫回火。零件淬火后变得硬而脆，不宜直接使用，应回火。回火的目的是消除或减小淬火产生的内应力，降低硬度，提高塑性。

回火分为低温回火(150~250°C)、中温回火(300~500°C)与高温回火(500~650°C)。回火的温度高则硬度、强度下降的幅度大，而伸长率、剖面收缩率提高得也多。

淬火后再高温回火称为调质。

#### 5. 表面热处理

表面热处理包括表面淬火与表面化学处理。

表面淬火，是迅速地将零件表层加热到淬火温度，然后迅速地喷水冷却的工艺。其目的是使表层硬度高而心部保持

原来的韧性。快速加热的方法是高频感应表面加热与火焰表面加热。

表面化学热处理，是使外界的某些元素的原子通过加热而渗入钢件表层的工艺。其表层的化学成分与组织发生变化，其硬度、强度等也就可能提高，而内部的性能不变。常用的化学处理有渗碳、渗氮、渗金属等。

### 三、凿子的淬火

凿子是常用的钳工工具，我们以它的淬火作为实例。

凿子一般用碳素工具钢（也可用弹簧钢），锻好后必须淬火以提高刃端的硬度。淬火前先在砂轮上粗磨。

（1）将刃端加热到  $750\sim 780^{\circ}\text{C}$ ，也就是到呈深樱红色时取出。

（2）迅速将它垂直插入冷水中约  $4\sim 6$  毫米，微微作水平移动，以提高冷却速度，并使淬硬部分与不淬硬部分之间无明显的界限，这样就不易折断。

（3）当水上部分呈黑色时即由水中取出，这时上部温度较高，利用余热回火。注意观察凿子的颜色，刚出水时是白色的，刃口温度上升后将由白变黄，再由黄变蓝。在呈黄色时再把凿子全部放入冷水中，这种回火温度称为“黄火”。在呈蓝色时放入冷水中，这种回火温度称为“蓝火”。一般是在黄、蓝火之间。

淬好后在砂轮上磨锐。磨时应常浸水，以免退火。

凿子再次全部浸入水中的早晚，对刃口影响很大。太早则脆，太晚则软。而由白变黄，由黄变蓝的时间只有短短的几秒钟，应注意掌握。

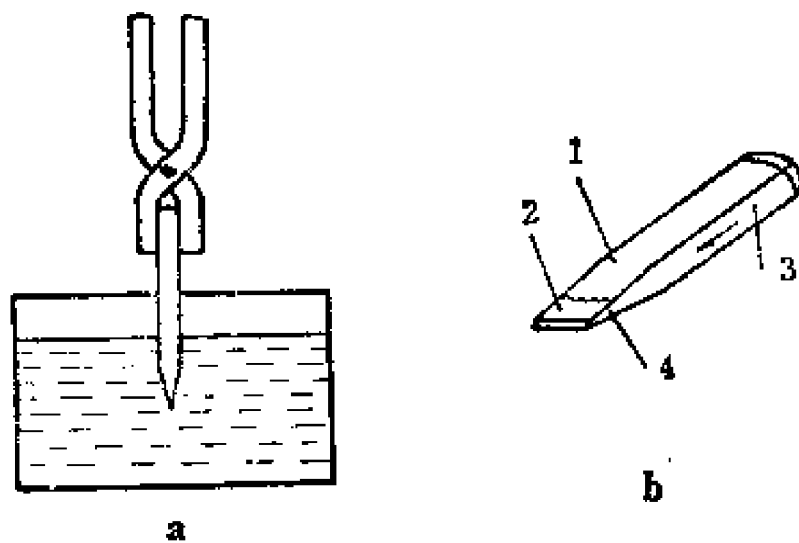


图 2—7 凿子淬火

a. 淬火情况      b. 余热回火  
1. 软的    2. 硬的    3. 余热    4. 回火颜色

进行热处理、锻造、铸造时，金属的温度可用热电偶高温计、光学高温计测量。有经验的同志能从材料的颜色来判断温度。

表 2—6 钢材表面颜色与其温度

颜 色	温 度 (°C)	颜 色	温 度 (°C)
深褐红色	550~580	亮樱红色	830~900
褐红色	580~650	橘黄色	900~1050
暗樱红色	650~730	暗黄色	1050~1150
深樱红色	730~770	亮黄色	1150~1250
樱红色	770~800	白黄色	1250~1300
淡樱红色	800~830		

## 第三章 量具与公差

对机器上的任何零件，都有一定的尺寸要求。所加工零件的尺寸应在允许的范围內。修复的旧件也应如此。一个零件是否合格，尺寸的大小是重要的判断标准。我们应对测量尺寸有所了解。

一台机器上每一个零件都和与之配合的其他零件有关系。皮带轮装在轴上，如果它的内孔直径太小就装不上，太大则过于松动。我们不仅要分析单个零件的尺寸问题，还要研究相配合的两个零件之间的尺寸关系。

### 第一节 量 具

测量用的工具叫量具。

农机制造与维修常用的量具有：钢尺、卡钳、游标卡尺、分厘卡尺等。

#### 一、钢尺

钢尺以毫米划分刻线，相邻两线间的距离为1毫米。尺上往往有一段最小刻度为0.5毫米。

钢尺的规格有150毫米、300毫米、500毫米及1000毫米四种。钢卷尺有1米、2米、5米等几种。

使用时应注意：

(1) 量方形零件时，应使钢尺和零件上要测的一边相平行，这时钢尺的短边与零件上的垂直边也相平行，图 3—1。

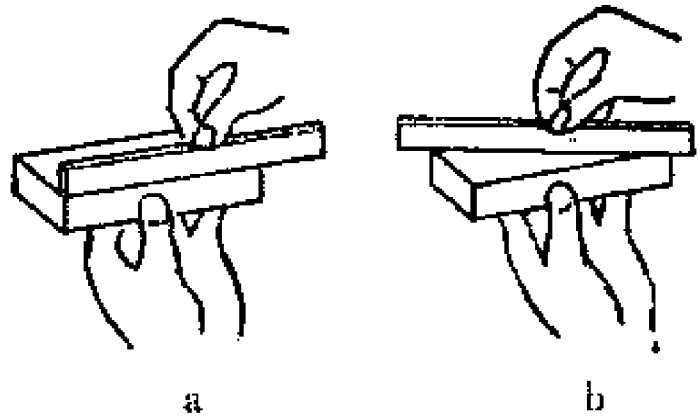


图 3—1 方形零件的测量

a. 正确 b. 不正确

(2) 在端面上量孔径或外径时，应使钢尺靠着零件一边的边线，稍稍来回摆动，读出最大的读数。这样才能得到直径的尺寸而不是弦的尺寸。

## 二、卡钳

有的零件形状复杂，钢尺等量具不能放到要量的地方去，或者勉强能量出但读数不准或不方便，这时就要用卡钳。

卡钳上没有刻线，不能直接读数。利用它先卡出尺寸的大小，再放到钢尺上去读。

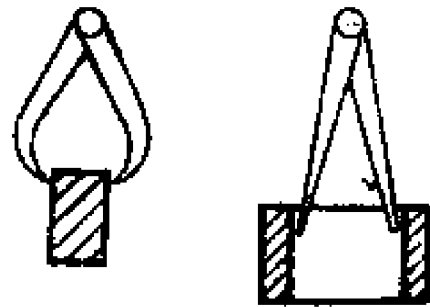


图 3—2 卡钳

卡钳分内卡与外卡。内卡主要用来量内径，外卡主要用来量外径。外卡可直接在钢尺上读数，图 3—3。内卡读数时，先将钢尺的一端靠在一个较精确的平面上，然后放下卡钳读数，图 3—4；或者将内卡的尺寸转移到外卡上，用外卡在钢尺上读数。



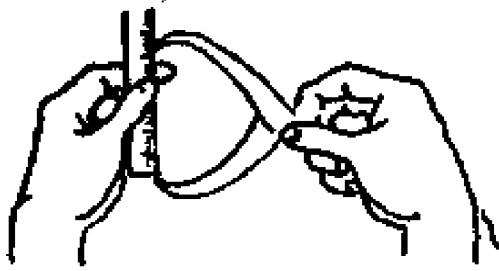


图 3—3 外卡读数

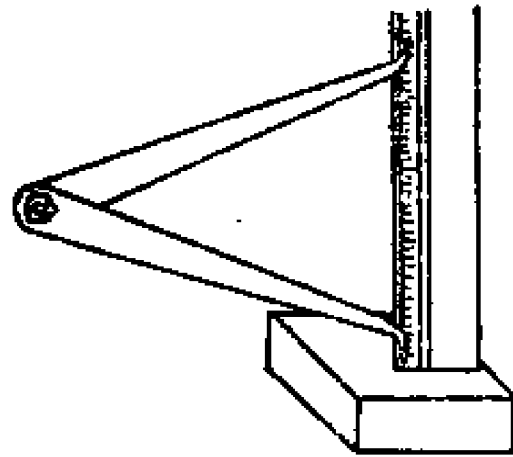


图 3—4 内卡读数

使用时应注意：

- (1) 调整卡钳时，只能敲击其侧面，不要敲击钳口。
- (2) 测量工件时，应只凭卡钳的重量使它可从工件上滑过，不能将卡钳用力往下压。
- (3) 正在旋转的工件，应等它停住以后再量。

### 三、游标卡尺

游标卡尺简称卡尺，它比钢尺的精确度高。按其读数的精度可分为三种：0.1、0.05及0.02毫米。

游标卡尺上有主尺与副尺，它们上面都有刻线。副尺较短，可沿主尺滑动，即所谓游标。测量时移动副尺，让它与主尺的钳脚卡住要量的尺寸，然后读数。

#### 1. 游标卡尺的刻线

各种精度的游标卡尺，主尺的刻度都是每格1毫米。

副尺的刻度取决于精度。精度为0.1毫米的卡尺，副尺上每格为0.9毫米，共11条线，分为10格。精度为0.05毫米

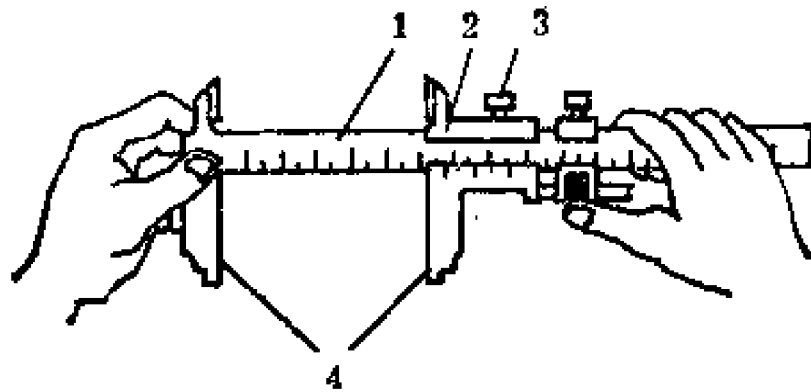


图 3—5 游标卡尺

1.主尺 2.副尺 3.制动螺丝 4.卡脚

的卡尺，副尺每格0.95毫米。精度为0.02毫米的卡尺，副尺每格0.98毫米。

## 2. 读数方法

无论何种精度的卡尺，读数时都是先读出以毫米为单位的整数部分，再读小数部分。现以精度为0.1毫米的为例说明读数方法。

(1) 读整数。根据副尺上的零线（它在最左边），看它位于主尺的第几根线上或第几根线之右。这里所谓第几根线，是不计入零线的。如讲第3根即指零线之右的第3根线，它与零线的距离是3毫米。现假定副尺的零线正好与主尺的第3根线对齐，那么读数就是3毫米整，没有小数部

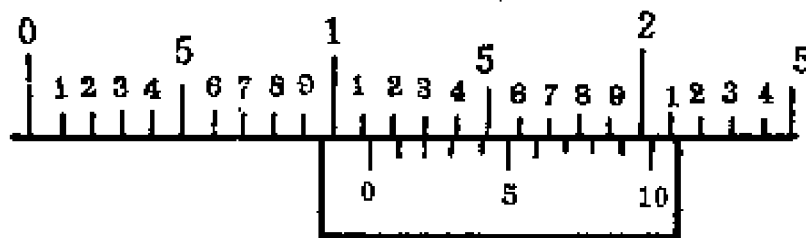


图 3—6 游标卡尺读数举例

分。假定副尺零线在主尺第3线的右边，那就是3毫米多，有小数部分。图3—6中，副尺零线在主尺的第11线之右，这时的整数部分为11毫米。

(2) 读小数。观察副尺上的所有刻线，看其中的哪一条线能与主尺上的任何线对齐。在0.1毫米的卡尺上，副尺共有10根线（不算零线）。假定副尺的第4线与主尺上的某条线对齐了，小数部分的读数就是0.4毫米。图中是副尺的第2线与主尺上的线能对齐，读数为0.2毫米。连同原读出的整数，于是整个读数为11.2毫米。

### 3. 使用时应注意

(1) 保持卡尺清洁，不用时放在盒子里，不要与别的工具乱放在一起。

(2) 卡尺寸时轻轻推动副尺，当两个卡脚都与工件贴紧后即可读数。

(3) 如必须把卡尺从工件上取下来读，则应将副尺上的制动螺丝拧紧，使副尺不致滑动，然后取下来读数。

## 四、分厘卡

分厘卡又叫百分尺，也叫千分尺，其测量精度为0.01毫米

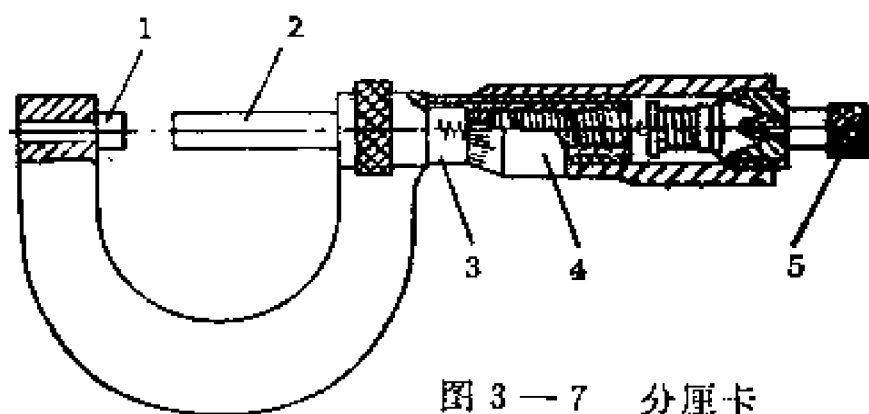


图3—7 分厘卡

1. 砧座 2. 轴杆 3. 固定套管 4. 活动套管 5. 棘轮盘

米，比游标尺更精确。

测量的工件放在砧座 1 与轴杆 2 之间，让它们贴紧。利用固定套管 3 与活动套管 4 读数。固定套管上有一道长的横线，叫准线。在准线的上方、下方都有刻线，都是每格 1 毫米。但上、下两排刻线不相重合，而错开 0.5 毫米。也就是说，任何相邻的上、下两条线的距离都是 0.5 毫米。活动套管可以旋转，它的外圆上刻有 50 格，并标有数字。活动套管每旋转一圈就前进 0.5 毫米。

读数也分两部分，第一部分是整数及可能包含的小数 0.5 毫米，第二部分是小于 0.5 毫米的小数。

第一部分（整数及可能有的小数 0.5）根据活动套管左边缘的位置，在固定套管上读。如活动套管边缘未越过固定套管上代表 0.5 的刻线，就没有 0.5 这个小数。

第二部分（小于 0.5 的小数）根据固定套管上的准线，在活动套管上读，将以上两部分读数加起来，就得到最后的结果。

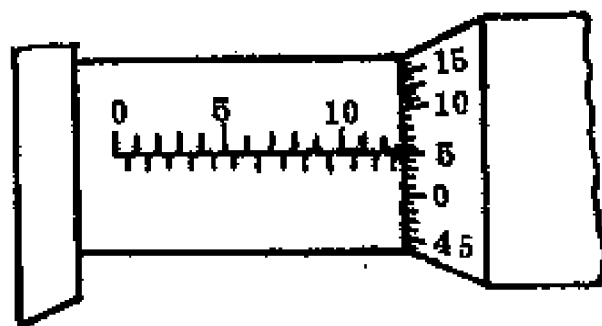


图 3—8 分厘卡读数举例

现在来读图 3—8 中表示的实际尺寸。先读整

数及可能有的小数 0.5。活动套管的左边缘在固定套管上刻线的 12 之后，并且越过了 12 之后的下排的刻线，所以应为 12.5 毫米。然后读剩下的小数。固定套管的准线与活动套管上的 5 对齐了，表示为 0.05 毫米。总的读数是 12.55 毫米。

测量时，工件放在砧座与轴杆之间。转动棘轮盘，使工件与砧座、轴杆相贴合，如果听到棘轮发出的吱吱声，就可

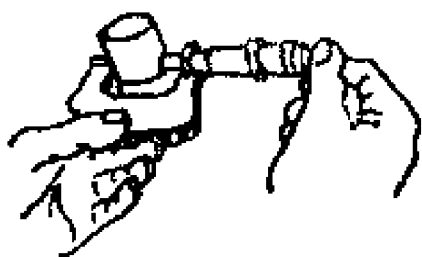


图 3—9 分厘卡的使用

以读数。图 3—9。不要靠旋转活动套管去贴紧工件，以免压力过大或过小，以致读数不精确。

分厘卡经长时间使用后应校准。校准时以校正规（标准棒）为工件，看读数是否和它一致。如要调整零线，则拧松罩壳，对好上紧后即可使用。

## 第二节 公差与配合

在单件或小批生产时，每一对有配合关系的零件，都要经过选择和修配，直到能装配上为止。用这种方法制造出来的机器，它们的同一种零件不能调换，也就是没有互换性。

大批量生产时的装配工作，如仍象单件生产那样，就会使生产率降低，成本增高，零件的正确形状受到破坏，维修非常困难。为了使同一规格的零件不经选择和修配就能装上，并符合质量要求，这就要使零件具有互换性，要求所有的零件尺寸都做得非常准确。但在实际加工中，由于很多不利因素的影响，如机床、刀具、量具本身的误差，以及它们和工件在加工时的变形等等，不可能使零件尺寸绝对一致。

为了解决装配时需要的互换性与加工时尺寸不可能绝对一致的矛盾，就规定了尺寸可以在一定的范围内变动。零件尺寸的允许变动范围称为公差。如东方红—40拖拉机的缸筒内径，最大不得超过  $\Phi 90.035$  毫米，最小不得小于  $\Phi 90.00$  毫米，在这范围内的就算合格。

机械行业常以毫米为长度单位。下面凡未注明单位的尺寸，其单位就是毫米。

## 一、尺寸、偏差、公差

### 1. 公称尺寸 (A)

也叫名义尺寸，就是设计时的计算尺寸。某些公称尺寸(如轴的直径)，应按规定的标准化整，以减少刀具、量具等的规格。如上例的  $\Phi 90$  毫米就是公称尺寸。

### 2. 实际尺寸 ( $A_{实}$ )

是零件加工后，用量具测出的尺寸，它反映零件的实际大小。

### 3. 极限尺寸

合格零件的实际尺寸，允许在两个尺寸之间变动，这两个尺寸就叫极限尺寸。

最大极限尺寸 ( $A_{max}$ ) 是合格零件不应超过的尺寸，如上例的  $\Phi 90.035$ 。

最小极限尺寸 ( $A_{min}$ ) 是合格零件不得小于的尺寸，如上例的  $\Phi 90.00$ 。

极限尺寸可能大于、等于或小于公称尺寸。

### 4. 偏差

为标注方便，图纸上常以极限偏差来代替极限尺寸。最大极限尺寸与公称尺寸之差称为上偏差 ( $B_s$ )，最小极限尺寸与公称尺寸之差称为下偏差 ( $B_x$ )。以  $\Phi 72 \begin{matrix} +0.02 \\ -0.01 \end{matrix}$  为例，计算其上下偏差。

$$\begin{aligned} \text{上偏差 } B_s &= A_{max} - A \\ &= 72.02 - 72 \end{aligned}$$

$$= 0.02.$$

$$\begin{aligned} \text{下偏差 } B_x &= A_{\min} - A \\ &= 71.99 - 72 \\ &= -0.01. \end{aligned}$$

当极限尺寸大于公称尺寸时，偏差为正；小于或等于时，为负或为零。

在图纸上，偏差注在公称尺寸右面上、下角，偏差为零时可略去不写，如

$$\Phi 72_{-0.010}^{+0.020}, \quad \Phi 90^{+0.035}, \quad \Phi 32_{-0.007},$$

$$\Phi 37_{+0.000}^{+0.000}, \quad \Phi 135_{-0.008}^{-0.043}$$

### 5. 公差

最大极限尺寸与最小极限尺寸之差为公差，也就是上偏差与下偏差之差。

仍以  $\Phi 72_{-0.010}^{+0.020}$  为例，公差  $B$  为：

$$\begin{aligned} B &= B_s - B_x \\ &= 0.02 - (-0.01) \\ &= 0.03 \end{aligned}$$

公差的值永远为正。

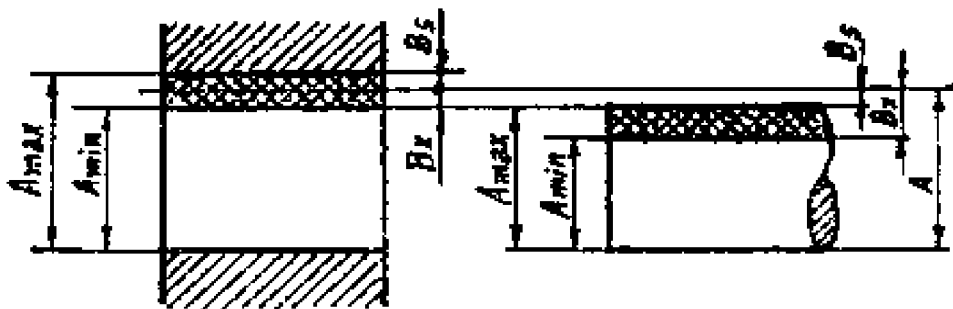


图3-10 极限尺寸、偏差、公差。

## 二、配合

机器上的零件有很多是相互配合的，如轴和孔、键和键槽，螺栓与螺母等。最常见的是孔与轴的配合。以后我们还把孔理解为包容面，把轴理解为被包容面。如图3—11的活塞销，本是个销子，因它是被包容面，就看成“轴”。图中活塞上的销孔以及连杆铜套的内表面是包容面，就都看成“孔”。图中的配合有：公称尺寸为 $\Phi 32$ 的活塞销装在公称尺寸为 $\Phi 32$ 的活塞销孔以及同样公称尺寸的连杆铜套内；公称尺寸为 $\Phi 37$ 的连杆铜套（外表面），装在公称尺寸为 $\Phi 37$ 的连杆小端孔内。相配合的零件的公称尺寸相同，而其极限尺寸以及实际尺寸不同。

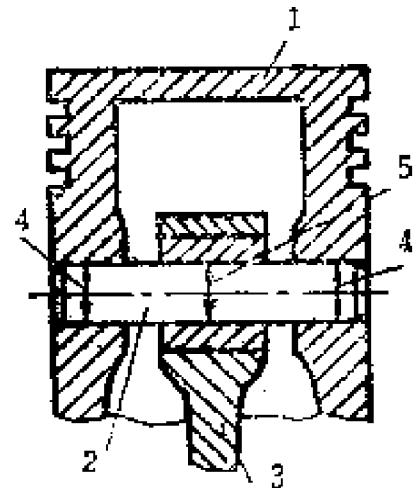


图3—11 活塞销的配合  
1.活塞 2.活塞销 3.连杆  
4.过渡配合 5.动配合

象连杆铜套（孔）与活塞销的配合，应比较松而能转动，象连杆铜套（轴）与连杆的配合应较紧而牢固。根据不同的工作要求，配合分为三大类：动配合、静配合与过渡配合。

### 1. 动配合

孔与轴间有一定的间隙，可作相对运动。如粉碎机的锤片销孔和锤片销轴，发动机的曲轴与轴承，活塞销与连杆铜套。

在动配合中，孔的实际尺寸大于轴的实际尺寸，这两个



之差称为间隙。间隙分为最大间隙与最小间隙。以下用K代表孔、Z代表轴。

$$X_{\max} = KA_{\max} - ZA_{\min}$$

最大间隙 = 孔的最大极限尺寸 - 轴的最小极限尺寸。

$$X_{\min} = KA_{\min} - ZA_{\max}$$

最小间隙 = 孔的最小极限尺寸 - 轴的最大极限尺寸

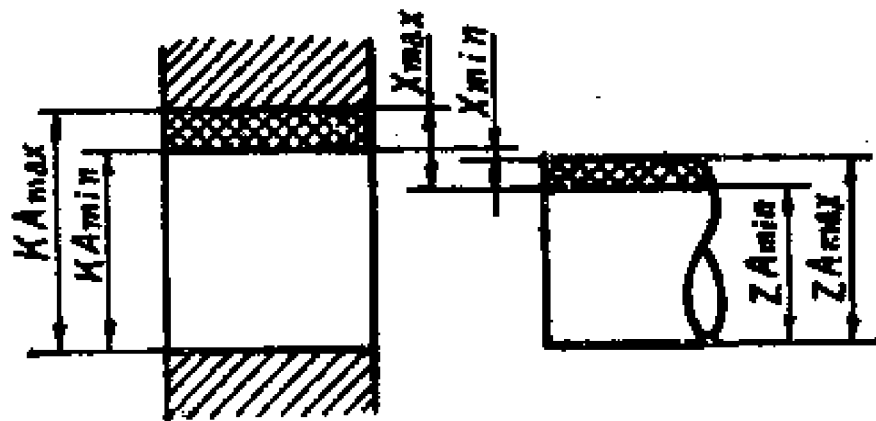


图3-12 动配合

例 3 — 1 秦岭—350 饲料粉碎机中，锤片孔  $\Phi 16_{+0.2}^{+0.4}$  与锤片销轴  $\Phi 16_{-0.1}$  相配合。求最大、最小间隙。

解：孔的最大极限尺寸为16.4，最小极限尺寸为16.2。  
轴的最大极限尺寸为16，最小极限尺寸为15.9。

$$\text{最大间隙} = 16.4 - 15.9 = 0.5$$

$$\text{最小间隙} = 16.2 - 16 = 0.2$$

## 2. 静配合

孔与轴间有过盈，二者牢固地联接在一起。静配合的零件在装配后发生径向变形，孔变大，轴变小，因而配合面间产生很大的压力。这是一种不要附加联接件（如键、销）的联接方法。它用于装好后不再拆卸之处，能承受一定的负荷和

冲击，如发动机的连杆小孔与铜套、小型电机的转子与轴。

静配合中，孔的实际尺寸小于轴的实际尺寸，这两者之差称为过盈（Y）。最大过盈（ $Y_{max}$ ）是轴的最大极限尺寸与孔的最小极限尺寸之差。最小过盈（ $Y_{min}$ ）是轴的最小极限尺寸与孔的最大极限尺寸之差。

$$Y_{max} = ZA_{max} - KA_{min}$$

$$Y_{min} = ZA_{min} - KA_{max}$$

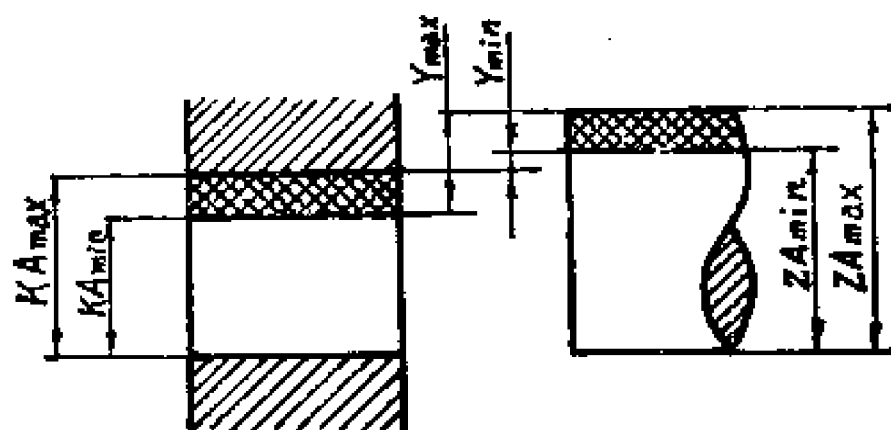


图3—13 静配合

静配合的过盈量越大则联接强度越大，但装配压力也越大。

由于有过盈，装配时宜用压力机压入，可冷压或热压。热压的效果较好。如活塞与活塞销装配时，宜将活塞加热至  $100^{\circ}\text{C}$  左右，再将活塞销压入。

对于没有必要拆卸的静配合处，不得随意拆卸，以免破坏配合性质、损坏零件。

### 3. 过渡配合

其配合性质介于动配合与静配合之间。动配合只可能有

间隙，静配合只可能有过盈，而过渡配合则既可能有间隙又可能有过盈，但间隙和过盈量都很小（对某一采用过渡配合的两个具体零件而言，它们各有其实际尺寸，配合时不会同时既有间隙又有过盈）。过渡配合常用于定心精度要求较高，而又须拆卸处，如滚动轴承的内圈与轴，外圈与孔，又如键与键槽，活塞销与活塞销孔、中型电机的轴端与皮带轮。

孔的最大极限尺寸与轴的最小极限尺寸之差为最大间隙。轴的最大极限尺寸与孔的最小极限尺寸之差为最大过盈。过渡配合没有最小间隙和最小过盈。

$$X_{\max} = K_{A_{\max}} - Z_{A_{\min}}$$

$$Y_{\max} = Z_{A_{\max}} - K_{A_{\min}}$$

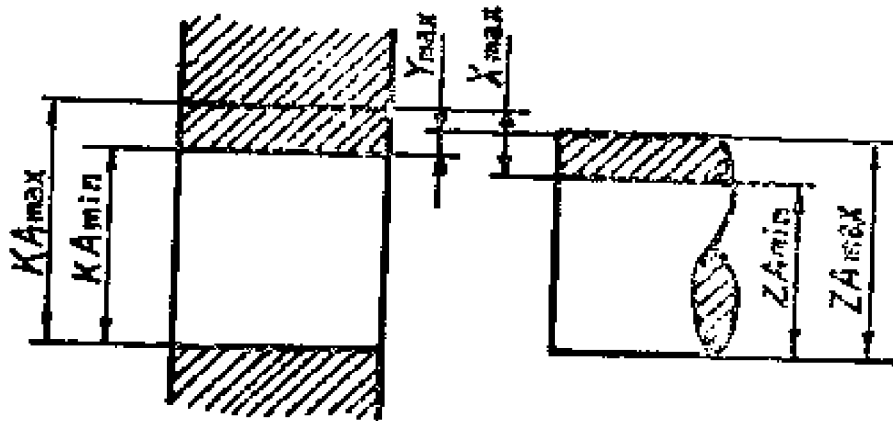


图3—14 过渡配合

例3—2 东方红—40的活塞销为 $\Phi 32_{-0.007}$ ，与 $\Phi 32_{+0.015}^0$ 的活塞销孔相配。求最大间隙与最大过盈。

解：轴的最大极限尺寸为32，最小极限尺寸为31.993。孔的最大极限尺寸为31.995，最小极限尺寸为31.984。

最大间隙 =  $31.995 - 31.993 = 0.002$ 。

最大过盈 =  $32 - 31.984 = 0.016$

在每一类配合中又分好几种，这里从略。

### 三、基孔制与基轴制

轴与孔配合时，要想使配合件得到不同的配合性质，不同的松紧程度，可采用以下两种方法。

#### 1. 基孔制

公称尺寸与精度等级一定，孔的极限尺寸不变，改变轴的极限尺寸而得到不同配合的方法，称为基孔制。基孔制中的孔称为基准孔，它的上偏差就等于公差，它的下偏差为零。如  $\Phi 90^{+0.035}$  的孔就是基准孔。

机械加工中，一般孔比轴难加工。采用基孔制时，同一公称尺寸，同一精度的各种不同的配合中，孔的公差保持不变。这样一来，就可大大减少加工孔的刀具（钻头、铰刀、拉刀等），就比较经济，也容易测量。生产中多采用基孔制。

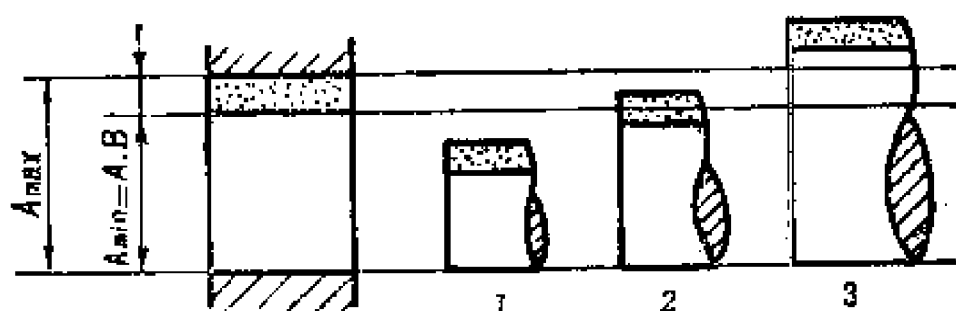


图3—15 基孔制

1. 动配合    2. 过渡配合    3. 静配合

#### 2. 基轴制

公称尺寸与精度等级一定，轴的极限尺寸不变，以改变孔的极限尺寸而得到不同配合的方法，称为基轴制。基轴制

中的轴称为基准轴，其上偏差为零，其下偏差的绝对值即为公差。如前例中的活塞销  $\Phi 32_{-0.007}^0$ ，就是基准轴。

基孔制虽有许多优点，但在某些特殊情况下，仍须采用基轴制。如农业机械中广泛采用不需加工的光拉轴，轴上要装有各种不同配合的零件，这时就采用基轴制，依靠改变孔的尺寸来获得不同的配合。有时同一轴上装有几种不同配合的零件，也不宜采用基孔制。如活塞销两端与活塞销孔要求为过渡配合，而其中段与连杆铜套则要求为动配合，这就只能按照基轴制来制造。否则，活塞销要制成阶梯状，不便加工，也不好装配。再如滚动轴承，它是标准件，因此它的外圈与轴承座孔的配合，也必须采用基轴制。

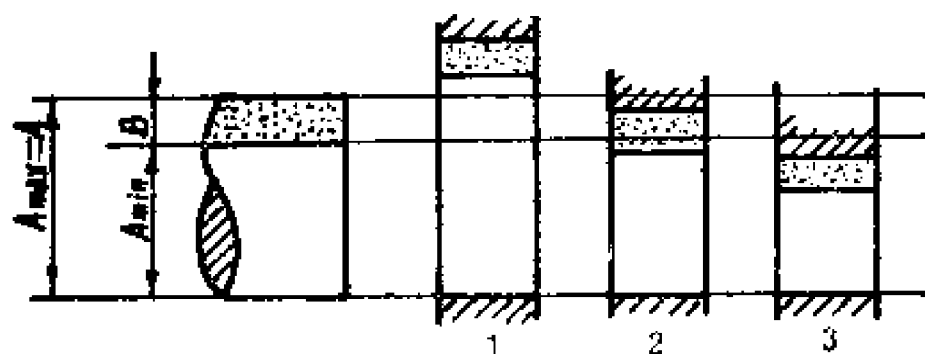


图3—16 基轴制

1. 动配合 2. 过渡配合 3. 静配合

#### 四、精度

精度是指零件实际制造尺寸的精确程度。不同的机器或同一种机器上的各种零件，由于作用不同，所以要求的尺寸的精确度也不一样。

在公差配合中，精度的高低主要反映在公差数值的大小上。对同一公称尺寸的零件，公差越小，精度越高；公差越大，精度越低。国家标准将精度等级分成12级，其中1—7

级用于配合尺寸，8级和低于8级用于非配合尺寸。例如一个直径为30毫米的基准孔，1级精度的公差为0.013毫米，即 $\Phi 30^{+0.013}$ ，2级为 $\Phi 30^{+0.020}$ ，7级为 $\Phi 30^{+0.280}$ ，到8级则为 $\Phi 30^{+0.520}$ ，公差达0.5毫米以上，不适于配合件用了。

在选择精度等级时，不能片面地认为精度越高越好；因为精度高则难加工，成本相应高了。因此，在满足使用要求的前提下，应尽量选用精度低的精度等级。下面介绍各种精度等级的应用。

**1级精度** 很少应用。主要用于精密机器零件的重要配合处，各活塞销与活塞销孔的配合。

**2级精度** 广泛用于较精密机器中的重要配合处，如发动机的活塞与缸筒，曲轴与轴承，以及机床的主轴与轴承，饲料粉碎机轴承座与轴承。

**3级精度** 常用以代替2级精度，如粉碎机的主轴与轴承内圈。

**4级精度** 为中等精度，用于发动机、机床的次要配合处及农业机械中较重要的配合处。

**5级精度** 比4级精度略低，常用以代替4级精度，如粉碎机的锤片支承与主轴。

**6级、7级精度** 是很低的配合精度，在粗糙的动配合中用得较多，如农业机械中不重要的配合、螺栓联接、铆钉与铆钉孔等。

**8级及低于8级** 用于非配合的自由尺寸。

各种公称尺寸的各级精度的上下偏差，可从有关资料的公差表中查出。

## 五、表面光洁度

表面光洁度表示零件加工痕迹的光滑平整程度。零件表面加工后，看来似乎平整，但实际上却是凹凸不平的，在显微镜下可看到一个一个的峰和谷，这种峰和谷的凹凸不平的程度，称为表面光洁度。

表面光洁度对配合质量有重要影响。光洁度低时，配合零件的实际接触面积小。在动配合中，接触面积小则零件磨损快，使孔轴间的实际间隙迅速增大，从而使工作时的冲击加剧。在静配合中如接触面积过小，则配合的牢固性降低。

表面光洁度对非配合表面有时也有影响。如承受交变载荷的零件，若表面过于粗糙，则易产生疲劳裂纹而导致损坏。此外，表面越粗糙，越容易聚积腐蚀性气体，从而降低零件的抗腐蚀性能。

总之，表面光洁度会影响零件的配合、强度和抗腐蚀性。因此，在维修机器拆装零件时，不要损坏零件表面。

表面光洁度与尺寸精度有一定的联系，一般来说，对尺寸精度的要求越高，对光洁度的要求也越高。但也有少数例外，如有些手柄的精度很低，而光洁度要求高。

光洁度、精度的高低都取决于加工方法，加工方法不同，如锯和锉，车和磨，得到的光洁度与精度也不同。

光洁度分14个等级，14级最高。粗车的光洁度为3~4级，精车可达6~7级。粗磨的光洁度为4~5级，精磨可达7~9级。如粉碎机主轴与轴承配合的那一段，为7级光洁度。

在图纸上表示光洁度用符号“▽”，右下角注明数字，如▽<sub>7</sub>表示7级光洁度。

## 第四章 零件的联接

联接分为可拆联接与不可拆联接。可拆联接包括：螺纹联接、键联接、销联接等。不可拆联接包括：焊接、铆接、静配合联接等。

### 第一节 螺纹联接

螺丝钉是螺纹联接的一个实例，它应用广泛，几乎没有哪一部机器不用到它。螺纹联接已标准化。

#### 一、螺纹

螺纹是怎样形成的呢？将纸剪成一个直角三角形，把它卷在圆的铅笔上，三角形纸的斜边便在圆柱体上形成一条螺旋线，图4—1。

三角形的 $\beta$ 角叫螺旋线的导角。沿螺旋线绕行一周，升高的距离叫导程，用 $S$ 表示。

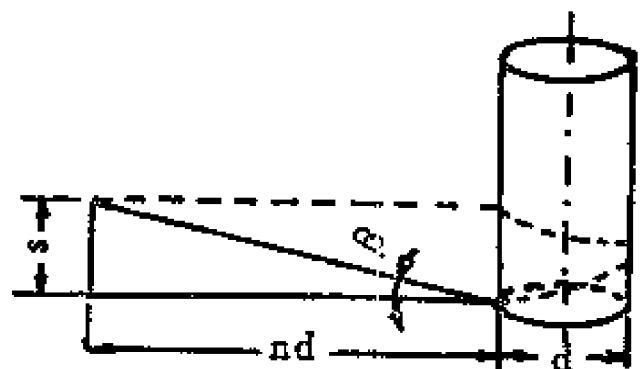


图4—1 螺纹的形成

$$S = \pi d \operatorname{tg} \beta$$



式中  $d$ —圆柱直径

螺纹分为右旋螺纹和左旋螺纹，一般都用右旋螺纹。具有右旋螺纹的螺钉，它在顺时针方向旋转时，螺钉旋进。

螺纹又分为单头和多头螺纹，常用单头螺纹，如果将两个或更多个相同的直角三角形，象图 4—1 那样，从圆柱的底上等距离的点开始同方向向上缠绕，便得到两条或多条螺旋线。多头螺纹主要用于传动，此外，有的钢笔、瓶盖上用多头螺纹。以下只讨论单头螺纹。

### 1. 螺纹的主要参数

(1) 螺距 螺距大的螺纹稀，螺距小的则螺纹密，单头螺纹的螺距与其导程相等。根据螺距大小，有粗牙螺纹和细牙螺纹之分，粗牙螺纹应用广泛，我们见到的大多数都是粗牙螺纹。细牙螺纹仅用于薄壁的、受冲击负荷的、要进行微量调节的零件等处。

(2) 外径  $d$  是螺纹的最大直径，螺纹的名义直径也是外径。如  $M10 \times 1.5$  表示：外径为 10 毫米，螺距为 1.5 毫米的公制粗牙螺纹。又如  $M10 \times 1.5 \times 100$ ，其第三个数字代表螺纹杆的长度为 100 毫米。对于左螺纹，应在上述代号后面加一个左字，即  $M10 \times 1.5$  左。

(3) 内径  $d_1$  是螺纹的最小直径。

上述外径  $d$ ，内径  $d_1$  是对阳螺纹而言，如螺钉的螺纹。螺母上的螺纹，称阴螺纹。

### 2. 螺纹的牙形

根据不同的用途，螺纹有不同的牙形。联接用的有三角形螺纹、管螺纹；传动用的有矩形螺纹，梯形螺纹等。

(1) 三角形螺纹 (图 4—2a) 联接用的几乎都是三角

形螺纹。公制三角形螺纹的牙形角 $\alpha$ 为 $60^\circ$ ，英制的为 $55^\circ$ 。我国采用公制螺纹，公制与英制的不能互换使用。如前所述，公制三角形螺纹有粗牙、细牙之分。

(2) 管螺纹 用于管道的联接。它的牙形也是三角形，但由于管壁较薄，又有紧密性要求，所以不能用上述一般用的三角形螺纹，而用特定的管螺纹。管螺纹是特殊的英制细牙螺纹，牙形角为 $55^\circ$ ，管的内径是名义直径。

(3) 矩形螺纹 (图4—2b) 作传动用，如车床上的丝杠，五铧犁的耕深调节丝杠都用矩形螺纹。

(4) 梯形螺纹 (图4—2c) 也用于传动。其强度较高，但效率较低，牙形角为 $30^\circ$ 。

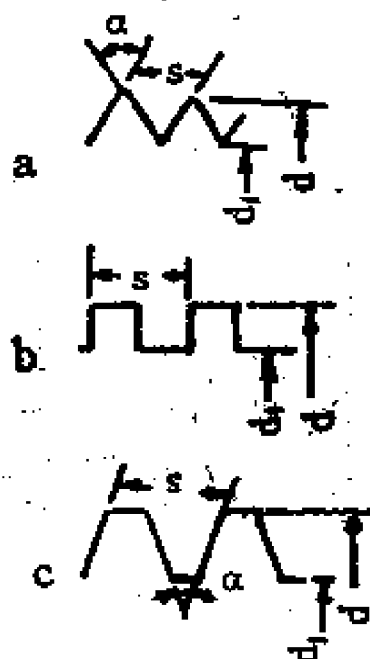


图4—2 常用螺纹牙形

- a. 三角形螺纹
- b. 矩形螺纹
- c. 梯形螺纹

## 二、螺纹联接件

螺纹联接件包括：螺栓、螺钉、螺母、垫圈等。它们都已标准化。

### 1. 螺栓

螺栓一端为钉头（六角形的、方形的等）另一端有螺纹，穿过被联接件的孔与螺母配合使用。此外还有特殊的双头螺栓和地脚螺栓等。

双头螺栓没有钉头，两端都有螺纹，一端旋进被联接件的螺纹孔中，另一端与螺母配合使用。柴油机的缸盖就用它

固定到缸体上。

地脚螺栓，用来将机座固定到地基上，图 4—3。

### 2. 螺钉

它与螺栓不同，不需要螺母，而是直接旋入联接对象的螺纹孔中。

### 3. 螺母

常用的是六角形螺母，此外还有方螺母，圆螺母，六角槽形螺母等。

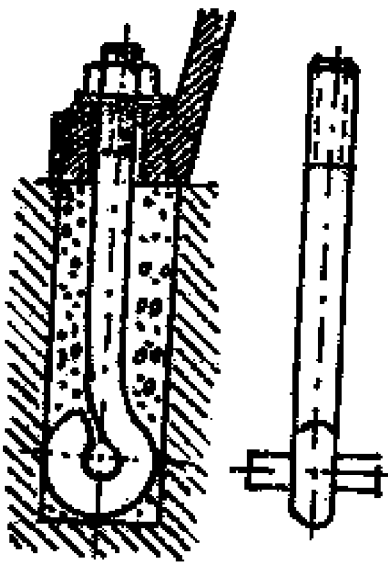


图 4—3 地脚螺栓

### 4. 垫圈

**平垫圈** 它的作用是保护被联接件的表面，增加螺母与被联接件之间的接触面积及垫平不平表面等。

**弹簧垫圈** 图 4—4a，它利用本身的特殊形状被压平后要恢复原状的弹力的摩擦力阻止螺母或螺栓自行松动，垫圈的斜口亦具有防松作用。弹簧垫圈应用极为普遍。

防松装置除弹簧垫圈外，还有图 4—4b 所表示的各种止动垫圈以及用双螺母、开口销和槽形螺母等。细牙螺纹相对于粗牙螺纹，有较好的自锁性。

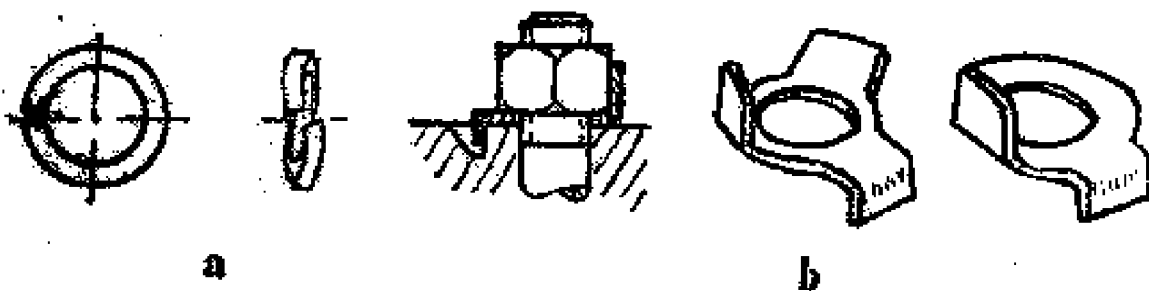


图 4—4 防松垫圈

a. 弹簧垫圈

b. 止动垫圈

### 三、螺旋传动

螺旋传动利用螺母和丝杠，可将旋转运动变为直线运动。

车床的纵向进给（沿着工人左右方向的进给）常用螺旋传动，图4—5。丝杠1由两端的轴承支承，并作轴向固定。螺母2是剖分的（两半个），可操纵其分或合。当丝杠转动时，合着的螺母2就带着拖板3作直线运动。丝杠转一转，螺母移动距离为螺旋的一个导程。

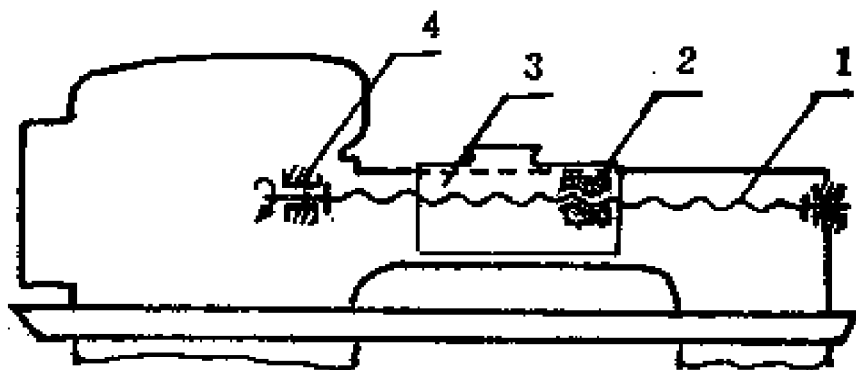


图4—5 车床纵向进给机构

1. 丝杠 2. 剖分螺母 3. 拖板 4. 轴承

老虎钳、牵引五铧犁的耕深调节机构、水平调节机构都用螺旋传动。

## 第二节 键、花键与销联接

### 一、键联接

键联接用来联接轴和轴上转动件或摆动件，如轴与齿轮等。键已标准化了，在设计、修配时，应按标准系列尺寸选用。

键联接分为两类：紧联接和松联接。紧联接在装配时要

打紧，工作时有锁紧力。它在工作时除传递扭矩外，还能承受单向轴向力。

### 1. 紧联接

紧联接常用的键叫楔键（斜键），图4—6，有圆头、平头与钩头的。钩头楔键的钩头起易于拆装的作用。



图4—6 楔键

楔键的上表面（图示）有1:100的斜度，与它相接触的轮毂键槽平面也有同样的斜度，但轴上的键槽平面没有斜度。

装配时将楔键打入，或先将键放好而敲打轮毂。于是键与轴、轮毂之间，有预紧力，因而，轴与轮毂的中心线不重合，也就是产生了偏心。它只适用于对中无严格要求的地方，如农业机械上低速的、不精密的联接。

### 2. 松联接

松键联接有平键和半圆键等。

普通平键有：两端圆头的（A型），两端平头的（B型）及一端圆头一端平头的（C型），如图4—7。

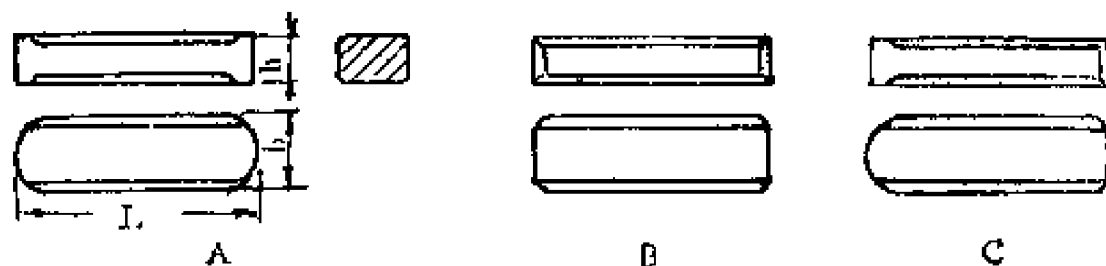


图4—7 平键

平键与楔键工作情况不同，楔键上下面是工作面，要楔紧，两侧面与键槽之间有间隙。而平键则上下面与键槽之间有间隙，它的工作面是两侧面。平键能传递较大的扭矩，安装时无需楔紧，对中性好，容易拆装。

半圆键（图 4—8）用于传递小负荷或作辅助性联接，它在轴上的键槽较深，对轴的强度削弱较大。



图 4—8 半圆键

## 二、花键联接

花键联接件有花键轴和花键轮毂。花键轴好象把轴与多个平键做成一体的（平键在轴的圆周上均布）。它能传递大的扭矩，对中性好，导向性（轮毂沿花键轴作轴向移动）亦好。花键联接广泛应用于拖拉机、汽车、车床中。

花键按键的剖面形状分为：矩形花键、渐开线花键和三角形花键，后者用于轻负荷和薄壁轮毂的静联接。

## 三、销联接

销联接只用于传递不大的负荷。

常用的销子，如图 4—9，有圆柱销、圆锥销、开尾圆锥销和槽销等。

零、部件在装配时，组合零件在加工时，为了保证零、部件之间的精确相对位置，常用销联接，这种销叫定位销。它一般不受力，或只受较小的横向力（同销轴心线垂直）。定位销在同一个面上至少要用两个。

销还可作为安全零件，叫安全销。让它在过载时剪断，

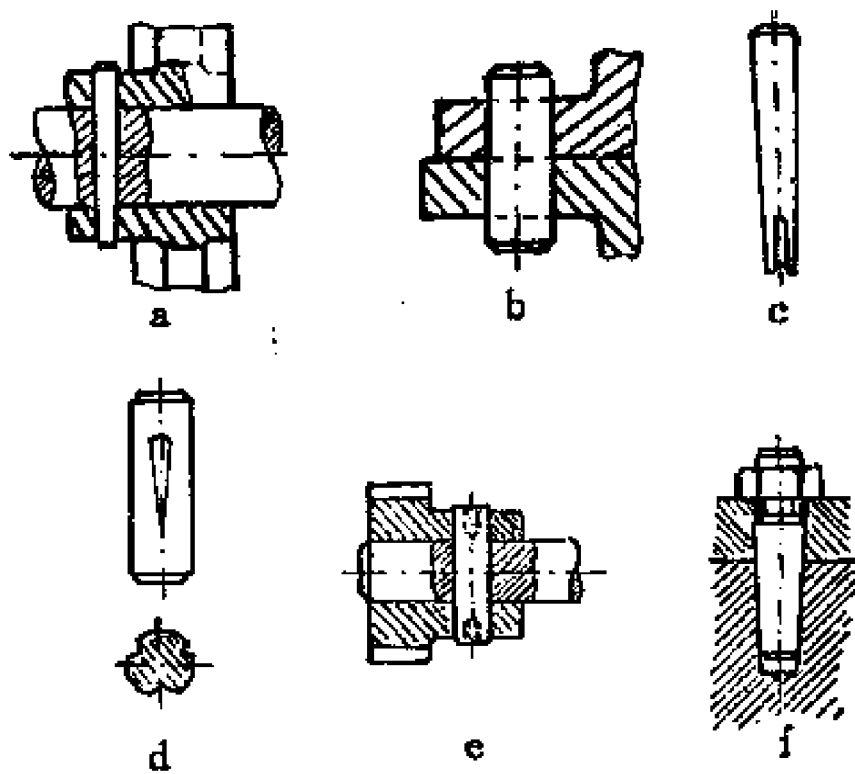


图 4—9 销及销联接

- a、圆锥销联接 b、圆柱销联接 c、开尾圆锥销 d、槽销  
e、两端有小孔的圆柱销联接 f、一端有螺纹的圆锥销

以避免其他零件损坏。

销装在孔中要能锁紧，同时拆卸方便。圆柱销是靠过盈配合固定于孔中，拆装次数不宜过多，以免影响配合的牢固性和联接的精确性。圆锥销避免了圆柱销的缺点。图 4—9 中销的各种结构形式，都是为了解决锁紧和便于拆卸的。

### 第三节 焊 接

焊接是用局部加热的方法，将两个零件联接成一个坚固、匀质的整体的过程。常用的是电焊和气焊。

## 一、电弧焊

一般所谓电焊，指手工电弧焊。在一定的电压下，电极之间有适当的距离时，电流能通过电极之间的气体而流动，形成气体放电，这时有电弧产生。电弧焊利用电弧的高温和大量热量，熔化焊条（填补金属）与焊接件，使二焊接件联成一个整体。

电弧焊用的焊条，分为结构钢焊条、合金钢焊条、铸铁焊条等。焊条的内部是钢芯，外面包有药皮。药皮的作用是提高电弧的稳定性，防止空气与熔化金属液起不良作用。没有药皮的焊条不能正常焊接。

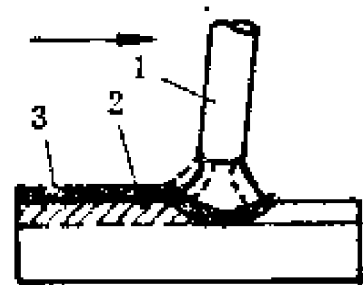


图 4—10 电弧焊示意  
1. 焊条 2. 焊缝 3. 焊渣

手工电弧焊主回路示意图见图 4—11。

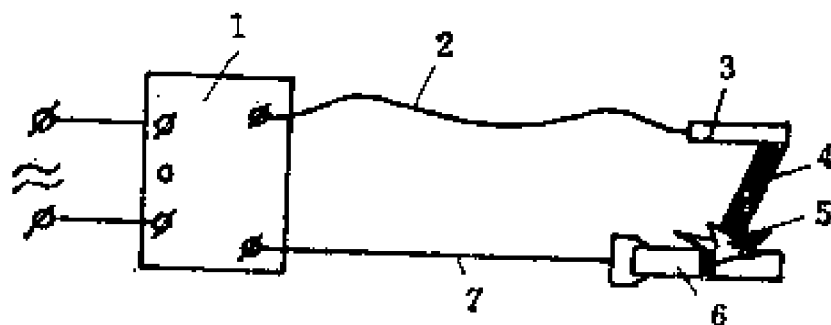


图 4—11 手工电弧焊主回路示意图

1. 电焊机 2. 软电缆 3. 焊钳 4. 焊条 5. 电弧 6. 焊件 7. 地线

为了形成高温的电弧和操作者的安全，须将电压降低，将电流加大，并使它们稳定，保持所需的大小。电焊机就是起这种作用的设备。



## 二、气焊

气焊利用可燃气体燃烧时产生的高温与热量，熔化焊丝（填补金属）与焊接件，使焊接件联接成一个整体。常用的可燃混合气体是乙炔。

气焊主要用于焊接薄钢板、有色金属、铸铁件、钎焊件及堆焊硬质合金等，用电焊不适合时常用气焊。相反地，气割是金属切割的重要方法。

气焊用的气体有乙炔和氧气。

乙炔是一种碳氢化合物，由水解电石制取。乙炔易爆炸，使用时要注意安全。

氧气由制氧工厂制取、压入氧气瓶内，一般压力为150公斤/厘米<sup>2</sup>。

气焊用的设备包括：氧气瓶、乙炔发生器、回火防止器、焊枪、减压器等，图4—13。

在农业机械修理工作中，焊接的用途很广。破裂的零件如拖拉机的缸体、齿轮箱壳、后桥壳体等，可以焊补；磨损的

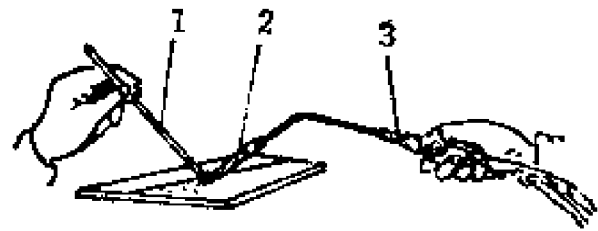


图4—12 气焊示意

1. 焊丝 2. 氧炔焰 3. 焊枪

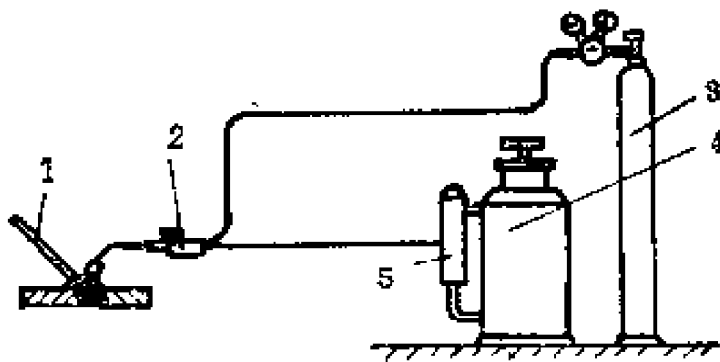


图4—13 气焊的设备示意

1. 焊丝 2. 焊枪 3. 氧气瓶  
4. 乙炔发生器 5. 回火防止器

零件，如拖拉机的齿轮、支重轮、驱动轮、轴及凸轮轴等，可以堆焊。此外，修理中还利用化学粘结剂进行粘结，如用环氧树脂补缸体及一般壳体的裂纹，涂补水箱、油箱等的渗漏处。

## 第四节 铆 接

用铆钉联接零件叫铆接。铆接前先钻孔，再将铆钉插入孔内，墩粗形成。

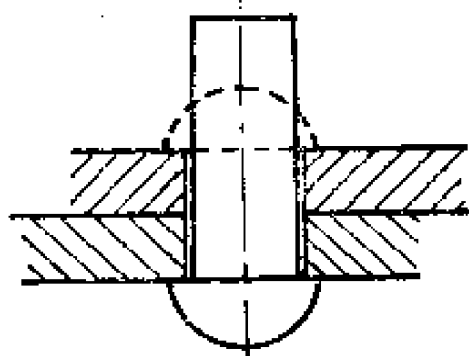


图 4—14 铆接

4—15。铆钉的直径按联接板的厚度选取，一般为板厚的1.8倍左右。铆钉的长度应包括留着做铆合头部分的长度与总板厚。前者对半圆头铆钉而言约为其直径的1.4倍，后者应比总板厚稍大些（约是总板厚的1.1倍），以考虑铆钉在铆接过程中被墩粗，充满钉孔。

铆接的工具：手锤、压紧冲头与罩模。半圆头铆钉的铆接步骤是：用压紧冲头压紧板料；墩粗；锤打成形；用罩模修整。空心铆钉的铆合要用冲子。

铆接分为活动铆接和固定铆接。象刨刀、手钳、圆规等，相联接的零件之间可以相对转动，属于活动铆接。象钢结构、锅炉、刹车带等，相联接的零件之间固定不动，属于固定铆接。

铆接用的铆钉有：半圆头、埋头、半埋头与空心铆钉等，图



图 4—15 铆钉

## 第五章 机械运动

各种机械都有一定的运动规律，即有一定的运动形式与运动参数。为了粉碎饲料，我们使锤片作转动并具有一定的线速度。为了连续切割作物的茎秆，我们除了让割刀在机架上作直线运动外，还让它们有一定的前进速度。

运动规律要借助于机构来实现，因此要分析机构，就要讨论速度、加速等运动参数。

### 第一节 运 动

机件的主要运动形式是直线运动与转动，此外还有其他复杂的运动形式。

收割机的割刀、发动机的活塞作直线运动。作直线运动的机件，不能沿一条直线无止境地运动下去，只能是一去一来，成为往复直线运动。饲料粉碎机的锤片、电机的转子作转动，转动是最常见的机件运动形式。此外，象发动机的连杆的运动，既非直线运动也非转动，而是一种更复杂的运动形式，本书从略。

表示直线运动的运动参数主要是速度、加速度等。表示转动的运动参数主要是角速度或转速、角加速度等。

#### 一、速度

作往复直线运动的机件，其速度往往在不断变化，不是

匀速直线运动。为了表示其运动情况，常用瞬时速度与平均速度的概念。

瞬时速度是某一瞬间（极短的时间内）的速度，上面所说作直线运动的机件的速度往往在不断变化，指的就是瞬时速度。

平均速度是在一定行程内速度（瞬时速度）的平均值，它等于行程  $s$  除以时间  $t$ ：

$$V = \frac{s}{t} \quad (5-1)$$

发动机活塞的速度是不断变化着的，其平均速度为活塞行程除以走完此行程所需的时间。如东方红—40拖拉机活塞的平均速度，在额定转速下为 7.33 米/秒；现代谷物收割机割刀的平均速度略大于 1 米/秒。

农机上常用的速度单位是米/秒及公里/小时。1公里/小时约等于 0.278 米/秒。东方红—40 的最高行驶速度为 23.9 公里/小时，相当于 6.65 米/秒，略低于其活塞平均速度。

## 二、加速度

机器上作直线运动的机件，往往具有加速度。加速度是单位时间内速度的变化：

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} \quad (5-2)$$

式中  $a$ ——加速度；  
 $v_1$ 、 $v_2$ ——末速、初速；  
 $t$ ——时间。

速度大时不一定加速度大，速度小时也不一定加速度就

小。加速度是速度的变化率，在速度的大小、方向急剧变化时才有大的加速度。发动机的活塞在上、下止点时的速度最小，但此时的加速度最大；它在行程中点处的速度最大，而加速度却最小。

过大的加速度将导致产生过大的惯性力，这对机器有破坏作用。机器上的机件不允许有过大的加速度。

### 三、转速、角速度

转速与角速度用以表示整个机件转动的快慢。机械上多用转速 $n$ ，单位为转/分。各种机器的铭牌及说明书上，都载有其额定转速。东方红—40的发动机额定转速为2000转/分。秦岭—500粉碎机的额定转速为3000转/分，秦岭—330粉碎机的额定转速为4500转/分。

力学上多用角速度 $\omega$ 表示转动的快慢，单位是弧度/秒（或写作1/秒）。

弧度表示角度的大小，1弧度的圆心角对应的弧长正好等于其半径。1弧度等于 $57.3^\circ$ 。知道弧度的大小及半径，很容易求出对应的弧长，

$$l = R\theta$$

式中  $l$ —弧长；

$R$ —半径；

$\theta$ —角度的弧度数。

角速度是1秒钟转过的弧度数，

$$\omega = \frac{\theta}{t} \quad (5-3)$$

转速 $n$ 与角速度 $\omega$ 都是表示转动快慢的，它们之间常

須进行换算：

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30} \quad (5-4)$$

#### 四、线速度

转速与角速度用来表示转动件整体的运动情况，一个转动件上任何点的转速以及角速度都相同。

我们知道，在相同的转角下，远离转动中心的点转过的弧长比接近转动中心的点转过的弧长大。图 5—1 中， $\widehat{AA'} > \widehat{BB'}$ 。要表示转动件上某点的运动情况，除了转速、角速度外，还要用线速度这一概念。线速度是转动件上某点的运动速度。

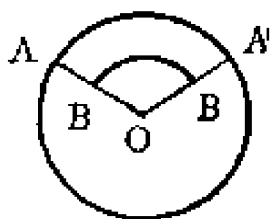


图 5—1 弧长与转动半径

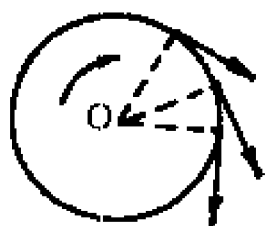


图 5—2 线速度的方向

线速度的方向沿其轨迹的切线。在砂轮上打磨工件时，将会看到火花沿砂轮的切线方向飞出。

线速度的大小，指转动件上某点在单位时间内走过的弧长：

$$V = \frac{l}{t} = \frac{R\theta}{t} = R\omega$$

即  $V = R\omega$  (5—5)

式中  $V$ —线速度；

- l—弧长；
- R—半径；
- $\theta$ —转角（弧度）；
- $\omega$ —角速度。

从上式可以看出：在同一转动件上，角速度大则线速度大；角速度相同，转动半径越大则线速度也越大。

例 5—1 某皮带传动的一个皮带轮转速  $n = 1450$  转/分，皮带轮直径  $D = 225$  毫米。皮带传动的皮带速度一般不允许超过 25 米/秒。问上述皮带速度是否在许可范围内。

解 可以认为皮带速度就等于皮带轮轮缘的线速度（假定它们之间没有滑动）。轮缘的线速度为轮半径与其角速度之积。

因速度单位用米/秒，所以轮半径也应采用米为单位，即  $R = 0.1125$  米。

$$V = R\omega = 0.1125 \times \frac{\pi \times 1450}{30}$$

$$= 17.1 \text{ 米/秒}$$

故皮带速度在允许范围内。

## 五、向心加速度

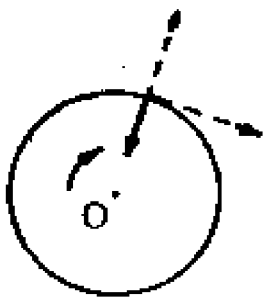


图 5—3 向心加速度的方向

无论是速度的大小或方向发生变化，都有加速度存在。匀角速转动的物体，其角速度不变，但转动件上任何点的线速度方向都在不断变化，因而也有加速度。这种加速度的方向指向转动中心，称为向心加速度。

向心加速度  $a_t$  的大小，与角速度  $\omega$ 、转动半径  $R$  有关；

$$a_t = R\omega^2 \quad \text{米/秒}^2 \quad (5-6)$$

可见向心加速度与转动半径成正比，与角速度的平方成正比。

向心加速度的存在将引起离心力。转动组件的重心如不在转动轴线上，由于离心力的作用将产生振动及不应有的变形，这就形成静不平衡的现象，图 5—4。离心力  $F_j$  与转动件的质量  $m$  及向心加速度成正比：

$$F_j = -mR\omega^2 \quad \text{公斤} \quad (5-7)$$

式中的负号表示离心力的方向与向心加速度的方向相反。

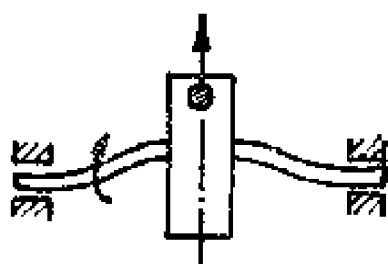


图 5—4 静不平衡

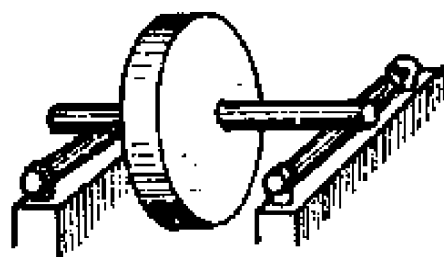


图 5—5 平衡架

为了避免产生上述的不正常现象，转动的组件应在安装前检查其平衡情况。平衡包括静平衡与动平衡。象饲料粉碎机、脱谷机的转动组件只要求达到静平衡。静平衡在平衡架上检查，图 5—5。平衡架是水平的。如转动组件可在任何位置下静止不动，表明其重心正在转动轴线上，达到了静平衡。如转动组件只能在某一位置时静止，表明其重心不在转动轴线上。对这种不平衡的情况，可挖去静止时下侧的部分材料，或在其对面焊上部分材料。



## 第二节 传动比

柴油机、电动机等一切原动机，都各有一定范围的转速，而由它们带动的粉碎机、脱粒机等工作机，又各有自己适合的转速。这两种转速往往不一致，要利用传动装置改变转速以适应工作机的需要。

原动机的转速都较高，工作机的转速一般较低，因而在大多数情况下，传动是减速的。但象秦岭系列的饲料粉碎机，其工作转速很高，而须增速。

传动比又称转速比，用  $i$  表示，它是主动件转速  $n_1$  与从动件转速  $n_2$  之比：

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

在物理学中我们学过皮带传动、齿轮传动的传动比公式。皮带传动的传动比在不考虑打滑时，为从动与主动皮带轮直径之比。齿轮传动的传动比为从动与主动齿轮齿数之比。

$$\text{皮带传动} \quad i = \frac{D_2}{D_1}$$

$$\text{齿轮传动} \quad i = \frac{Z_2}{Z_1}$$

式中  $D_1$ 、 $D_2$ —主、从动皮带轮直径；

$Z_1$ 、 $Z_2$ —主、从动齿轮齿数。

以上公式适用于单级传动，机器上更常见的是多级传动，下面介绍其传动比的计算。

## 一、复式定轴轮系

象图 5—6 那样的两对皮带轮和图 5—7 那样的两对齿轮传动，都是二级传动，属于复式定轴轮系。其中 1 是主动轮，2 是从动轮，3 又是主动轮，4 是从动轮。轮 2 与轮 3 在同一根轴上，转速相同。此外还有三级或更多级的传动，如许多拖拉机的变速箱。

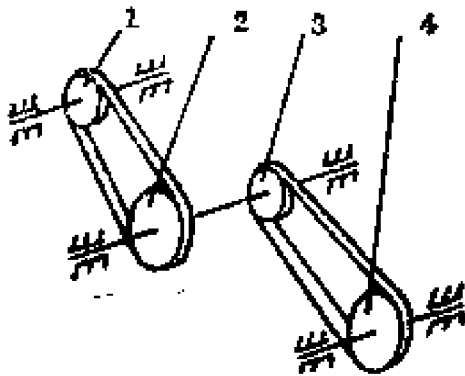


图 5—6 两级皮带传动

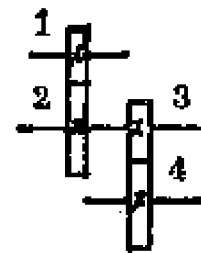


图 5—7 两级齿轮传动

图 5—6 中各轮的直径依次为  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$ 。其中第一级传动（由轮 1 至轮 2）的传动比  $i_{1..2}$  为：

$$i_{1..2} = \frac{D_2}{D_1}$$

其第 2 级传动（由轮 3 至轮 4）的传动比  $i_{3..4}$  为：

$$i_{3..4} = \frac{D_4}{D_3}$$

由轮 1 至轮 4 的总传动比  $i_{1..4}$  为各级传动比之积：

$$i_{1..4} = i_{1..2} \times i_{3..4} = \frac{D_2 D_4}{D_1 D_3}$$

如果共有  $n$  个轮子，则总传动比  $i_{1..n}$  为：

$$i_{1..n} = \frac{D_2 D_4 \cdots D_n}{D_1 D_3 \cdots D_{n-1}} \quad (5-8)$$

即总传动比为各从动轮直径之积比各主动轮直径之积。

根据同样的道理，属于复式定轴轮系的多级齿轮传动的传动比为：

$$i_{1..n} = \frac{Z_2 Z_4 \cdots Z_n}{Z_1 Z_3 \cdots Z_{n-1}} \quad (5-9)$$

即总传动比为各从动齿轮齿数之积比各主动齿轮齿数之积。

拖拉机传动系的总传动比（从飞轮至驱动轮），应为变速箱传动比、中央传动传动比、最终传动传动比之积。

## 二、单式定轴轮系

图 5—8 那两种齿轮传动都属于单式定轴轮系，每根轴上只有一个齿轮。其中轮 1 是主动轮；轮 2、轮 3 既是主动轮又是从动轮，称为中间轮；轮 4 是从动轮。前述的复式定轴轮系的例子（图 5—7），4 个齿轮只啮合 2 次，这里的 4 个齿轮啮合 3 次。

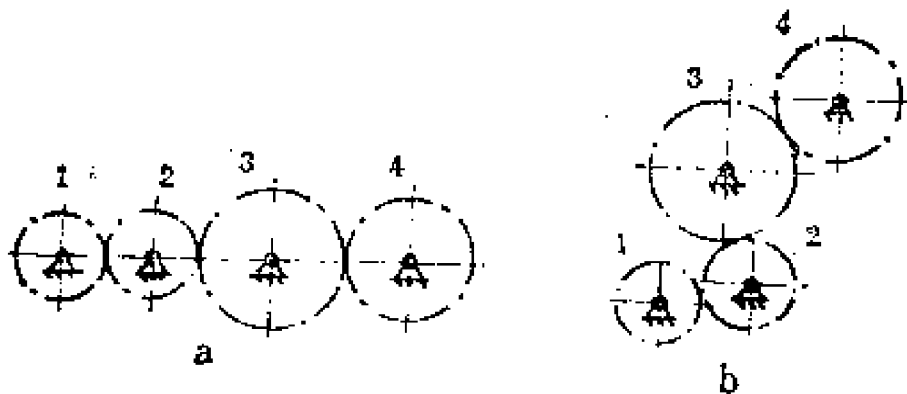


图 5—8 单式定轴轮系

单式定轴轮系的总传动比  $i_{1..4}$  也应为各级传动比之积：

$$i_{1.4} = i_{1.2} \times i_{2.3} \times i_{3.4} = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Z_3}{Z_2} \\ \times \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{Z_4}{Z_1}$$

如共有  $n$  个齿轮，则总传动比为：

$$i_{1.n} = \frac{Z_n}{Z_1} \quad (5-10)$$

可见单式定轴轮系的总传动比，只取决于最前与最后两个齿轮的齿数，而与中间齿轮的齿数无关。这种中间齿轮因而也叫惰轮。如东方红—75的曲轴齿轮的齿数为24，喷油泵驱动齿轮的齿数为48，在它们之间还有个齿数为51的中间齿轮。其总传动比为  $48:24 = 2$ 。

### 第三节 机 构

机构是若干零件的组合物，用来改变运动形式、速度及传递动力。一部机器有一个或多个机构。

如发动机的活塞作直线运动，而我们需要运动形式是转动，这就要利用曲柄滑块机构（也叫曲柄连杆机构）将直线运动变为转动。

收割机的割刀、空气锤的活塞都应作直线运

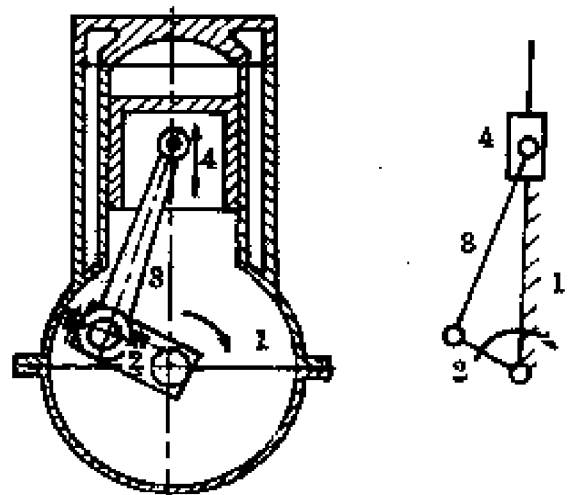


图 5—9 发动机的曲柄滑块机构  
1.机架 2.曲柄 3.连杆 4.活塞

动，而传来的动力是作转动，也采用上述机构改变运动形式。另外象拖拉机悬挂农具的升降，由方向盘带动前轮的转向等等，都要借助于机构才能实现。

## 一、运动副

在分析机构前，先应分析相接触的零件的关系。

相接触的零件之间有两种可能的运动关系，一是相对静止，二是有相对运动。在上一章我们介绍了零件的联接。这里要分析的是零件之间的相对运动问题。

相接触的并有相对运动的两个零件，合称为运动副。常见的运动副分为：移动副、转动副与螺旋副。

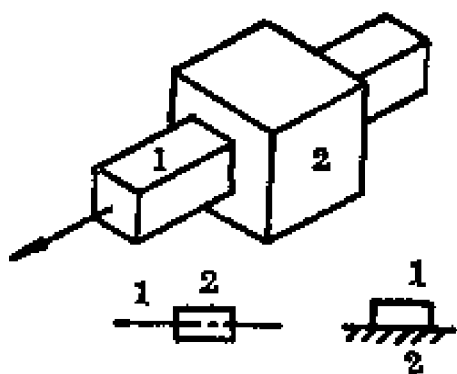


图 5—10 移动副

### 1. 移动副

移动副也叫滑动副，是能作相对直线运动的运动副。移动副包含两件东西，如活塞与缸筒构成一个移动副。运动副的运动是相对的，

图 5—10 为移动副，若件 1 不动，则件 2 可沿它滑动；若件 2 不动，则件 1 可沿件 2 滑动。

### 2. 转动副

是能作相对转动的运动副，图 5—11。转动副用得极多，如连杆与活塞销、连杆与曲轴、曲轴与滑动轴承。

### 3. 螺旋副

是能作相对螺旋运动的运动副，图 5—12，如虎钳的螺杆与螺母，机引擎上的深浅调节机构。

以上三种运动副都是面接触，包括平面和曲面。此外还

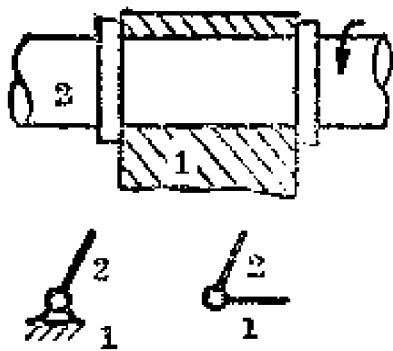


图 5—11 转动副

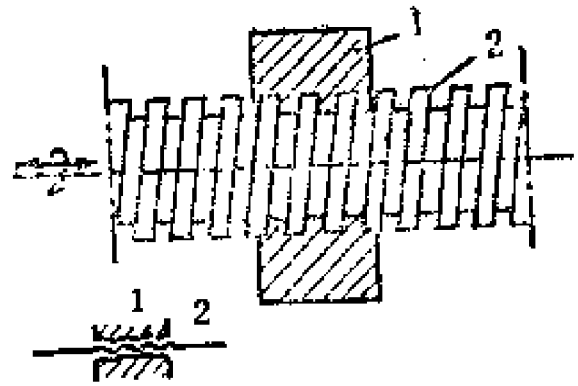


图 5—12 螺旋副

有点、线接触的运动副，如两个相啮合齿轮的牙齿以及凸轮和它的从动件等。

## 二、四杆机构

机构是若干个有一定运动关系的零件的组合，也可说它是若干个运动副的组合。

四杆机构是最常用的机构之一，它由四个杆件组成（联接销子不算），包括有移动副及转动副。发动机的曲柄滑块机构，轮式拖拉机的转向机构，火车头的车轮联动机构都是四杆机构。

四杆机构大致分为铰链四杆机构及由它演变成的曲柄滑块机构等。

### 1. 铰链四杆机构

由四个杆件通过销子联接而成，其所有的运动副都是转动副。

四杆机构中，有一件固定在机架上，它和机架一样是不动的，动的只有三件。由于各杆间的尺寸关系的影响，各个杆件的运动情况也不同：与机架以转动副相联并能整圈地旋

转的叫曲柄；与机架以转动副相联，但不能整圈地转动而只能来回摆动的叫摇杆；不与机架相联的叫连杆。

图 5—13 是一铰链四杆机构。杆 4 不动，活动杆为杆 1、杆 2、杆 3。杆 4 一般利用机架代替。相邻的两杆之间用销子联接。杆 1 能整圈旋转是曲柄。杆 2 不与机架相联是连杆。杆 3 只能来回摆动是摇杆。

铰链四杆机构又分：曲柄摇杆机构、双曲柄机构、双摇杆机构。

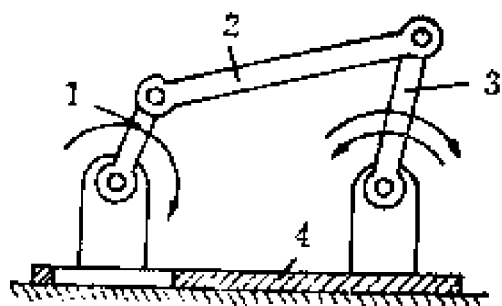


图 5—13 四杆机构

(1) 曲柄摇杆机构。图 5—13 的机构中，有一个曲柄和一个摇杆，称为曲柄摇杆机构。图 5—14 为搅拌机用的曲柄摇杆机构，原动件旋转，通过连杆带动摇杆来回摆动，虚线为连杆外伸端的运动轨迹。

(2) 双曲柄机构。三个活动杆中有两个是曲柄，另一个是连杆。机车车轮的联动装置，天平，收割机的偏心拨禾轮上用此机构，图 5—15。

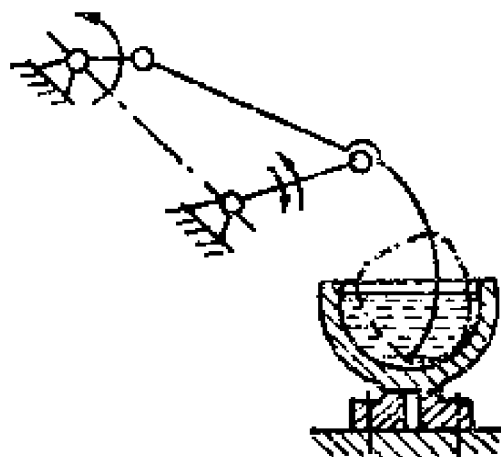


图 5—14 搅拌机的机构



图 5—15 双曲柄机构

(3) 双摇杆机构。有两个摇杆及一个连杆。如轮式拖拉机的转向梯形、拖拉机带悬挂农具的悬挂机构。图 5—16 中，AB 与 CD 为摇杆，方向盘通过一系列机构（未画出）带动纵拉杆的前端点 E，使 CD 杆摆动，又经连杆 BC 使 AB 杆摆动。从而使前轮偏转一定的角度。

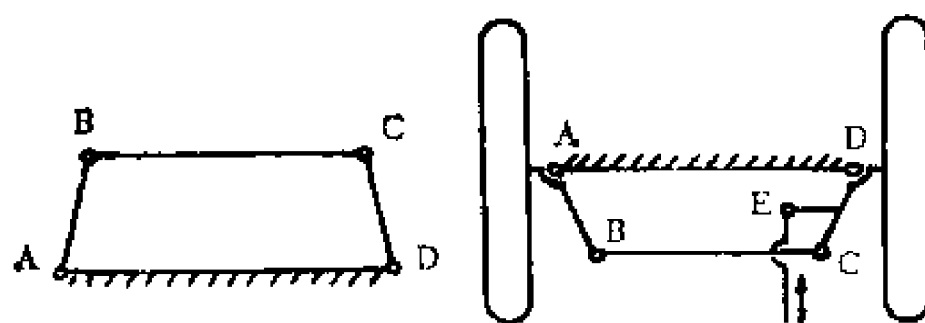


图 5—16 转向梯形

## 2. 曲柄滑块机构

它的三个活动件中，有一个滑块、一个曲柄及一个连杆。它有一个移动副，其余的是转动副。发动机上由活塞、连杆、曲柄等组成的就是曲柄滑块机构，一般叫做曲柄连杆机构。它还用于冲床、往复泵以及其他要把转动变为往复直线运动之处。图 5—17 中，原动件为曲柄，作转动；并通过连杆带动滑块作直线运动。

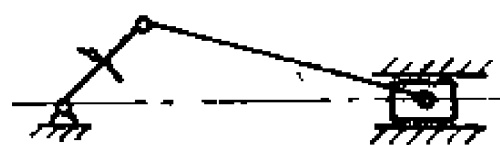


图 5—17 曲柄滑块机构

## 3. 导杆机构

它也有一个移动副，但与曲柄滑块机构不同；曲柄滑块机构的移动副由一个活动件及一个固定件组成，而组成导杆机构的移动副的却是两个活动件。牛头刨床带动滑枕的机构可用这种导杆机构。图 5—18 中，原动件旋转，通过滑块使





图 5—18  
导杆机构

导杆摆动。

四杆机构还包括以上机构演变成的各种偏心机构。图 5—19 表示由曲柄滑块机构演变成的偏心机构。将左图中的转动副 B 扩大，使其半径大

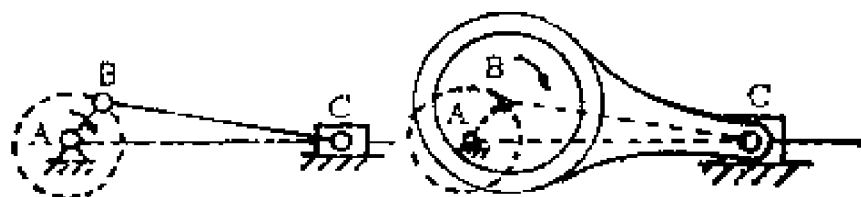


图 5—19 偏心机构

于曲柄的长度，得到右图的偏心机构。它用于剪床、冲床、牛头刨床、清粮机等。

### 三、凸轮机构

发动机的气门作时动时停的直线运动，运动规律较复杂，采用前述的机构难以满足要求。同时，气门传递的动力很小。根据这些特点，宜采用凸轮机构。

凸轮机构包括凸轮及从动件，从动件紧贴凸轮，在凸轮旋转时作直线运动。凸轮的轮廓曲线是按照从动件要求的运动规律设计的，在凸轮旋转而从动件因弹簧压力而紧贴着它的情况下，从动件就具有原来所要求的运动规律。

凸轮机构的结构简单、紧凑，只要设计好凸轮的轮廓曲线，可使从动件具有任何预期的运动规律，但不宜传递大的功率。

凸轮按形状分为：平板凸轮、移动凸轮、圆柱凸轮与圆锥凸轮，图 5—20。

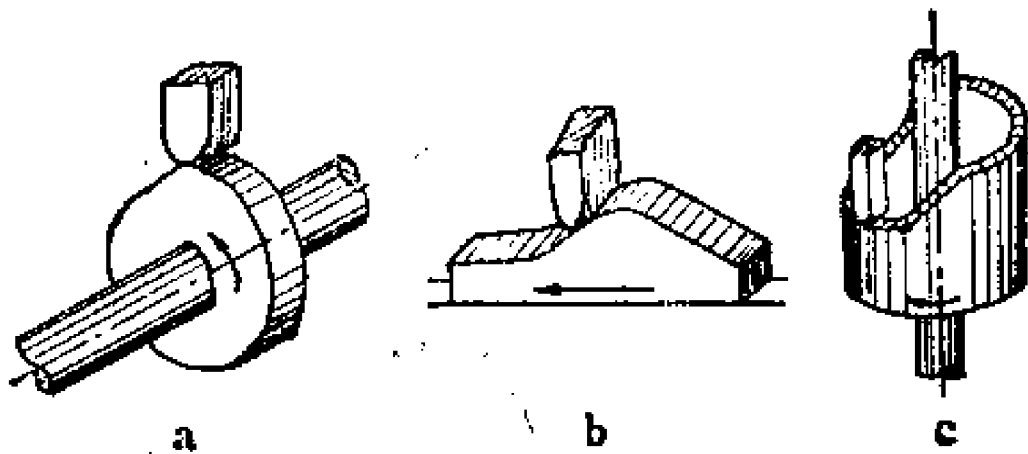


图 5—20 凸轮

a. 平板凸轮 b. 移动凸轮 c. 圆柱凸轮

### 1. 平板凸轮

发动机配气机构采用的就是平板凸轮。它是一个近于盘形的东西，但半径是变化的（半径不变则成为圆的，从动件不会动了）。在它转动时，从动件作垂直于凸轮轴的直线运动。图 5—20 a。

### 2. 移动凸轮

这种凸轮的本身就作往复直线运动，其从动件也作往复直线运动，运动方向与它相垂直。图 5—20 b。

### 3. 圆柱凸轮

在圆柱体的端面或圆柱面上做成一定的形状，就得到圆柱凸轮。圆柱凸轮也可设想为由移动凸轮环绕而成。图 5—20 c。

## 四、棘轮机构

当从动件要求作周期性的运动与停顿时，可用间歇运动机构。这类机构中用得最多的是棘轮机构，它由棘轮、棘爪

组成。

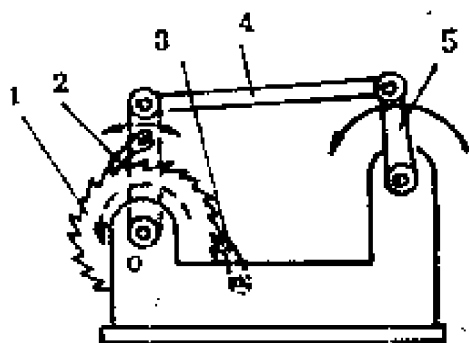


图 5—21 棘轮

1. 棘轮 2. 主动棘爪 3. 制动棘爪  
4. 连杆 5. 主动杆

图 5—21 中，1 是棘轮，可绕其中心 O 点转动；2 是主动棘爪，由它推动棘轮；3 是制动棘爪，阻止棘轮反转；4 是连杆；5 是主动杆。当主动杆 5 逆时针摆动时，主动棘爪 2 插入棘轮的齿内，推动棘轮转过一个角度。当主动杆顺时针摆动时，制动棘爪 3 顶住棘轮，使它不能顺时针转，同时

主动棘爪 2 则从齿面上滑过。因此，在主动杆往复摆动时，棘轮便作单向的间歇运动。

棘轮机构适用于主动件摆动速度不大的情况，如机床的进给机构、播种机开沟器的升降装置，双轮双铧犁的耕深调节装置等。

## 第六章 力与功率

进行农业生产必须克服工作阻力，所以要有原动力。力与沿力的方向移动距离的乘积为功，单位时间内作的功为功率。农机具所需的功率取决于工作阻力，作业速度以及传动效率等。

本章将从原动力开始，最后讨论机械能在传动过程中的变化情况。

### 第一节 力与力矩

农业生产中的动力来源主要包括：人力、畜力、以及拖拉机、柴油机、电动机提供的动力。各种作业项目都有工作阻力，耕地有耕作阻力，收割有切割等阻力。

力与直线运动相联系，力矩、力偶与转动相联系。机器上的转动件很多，常需计算力矩、力偶的大小。

#### 一、原动力与工作阻力

##### 1. 原动力

人力是创造一切物质财富的基础，也是创造其他动力来源的基础。一个人从事体力劳动所能发出的力，随操作项目的不同而不同。同一项目持久地操作与短时间猛烈地发出的力也不同。表6—1列出体重65公斤的人持久地进行不同操

表6—1

各种操作和人力的关系

操作类别	操作状态	作用力 公斤	速度 米/秒	功率 公斤·米/秒
杠 杆		5	1.1	5.5
摇曲柄		10	0.8	8
锤 击		12	0.4	4.8
绞 车		20	0.3	6
拉 链		28	0.4	11.2
踏 车		55	0.15	8.4

作可发出的力和功率等。在极短时间内猛烈地发出的力，可达表中数值的2倍（除踏车外）。

役畜的牵引力与体重有关。我国役畜中的骡、马、牛的

体重多为300~400公斤，直线牵引时其持久牵引力为体重的百分数见表6—2。如体重为300公斤的牛的持久牵引力为60~75公斤。回转牵引时的牵引力比直线牵引的小。多头役畜工作时，每头役畜的牵引力随头数的增加而减小。

**表6—2 役畜的工作速度和牵引力**

役畜	速度 米/秒		持久牵引力为体重的百分数	最大牵引力为体重的百分数
	徒步	耕作		
骡、马	0.9~1.5	0.9~1.1	10~12%	70~80%
黄牛	0.5~0.85	0.5~0.65	20~25%	60~70%

拖拉机的牵引力取决于发动机的功率、传动系的传动比及驱动轮直径等。拖拉机挂低档时，速度小而牵引力大；挂高档时速度大而牵引力小。拖拉机的最大牵引力还受到附着性能的限制（达到一定数值后拖拉机轮子发生严重的打滑）。表6—3列出我省常用的几种拖拉机的有关参数。

**表6—3 几种拖拉机的额定功率与最大牵引力**

机 型	东方红—75	东方红—40	南泥湾—12	工农—11
额定功率，马力	75	40	12	10
最大牵引力，公斤	3300	1000	333	322

至于柴油机、电动机等，它们以转动的方式向外界提供动力，有关的参数是功率、转速或扭矩，而不用多少公斤的

力去表示。

## 2. 农机具的工作阻力

田间作业的农机具由拖拉机带动。拖拉机提供一定的牵引力，克服农机具的工作阻力，所以这种工作阻力也叫牵引阻力，它以公斤为单位。

表6—4 我省生产的部分农机具的牵引阻力

机 具 名 称	牵引阻力 公斤
十三号步犁	30~70
Bx—7型畜力七行播种机	40~70
BF—24A型施肥播种机	播种：500~600 运输：250~300

同一种农具，由于工作情况不同，工作阻力也不同。比如用同一把镰刀，割潮湿的麦子和割较干燥的麦子，切割阻力就不同。因此，对于农机具的工作阻力，往往给出一定的范围，而不是给一个数值。犁的牵引阻力，受土壤性质的影响很大，在详细考察犁的牵引阻力时，应注意土壤情况。

犁地时的牵引阻力，还取决于耕深。但如列举每一种耕深下的阻力则太多，为此采用比阻来表示。比阻等于总阻力除以（耕深×耕宽）。将比阻乘（耕深×耕宽）就得到总阻力。

一般的农机具，如圆盘耙、收割机等等，还用单位阻力

**表6—5 犁在不同土壤中的比阻 公斤/厘米<sup>2</sup>**

砂土	沙壤土	轻壤土	中壤土	重壤土	重粘土	水稻土
0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.7	>0.7	>1.0

表示。单位阻力是每一米工作幅宽的阻力。将单位阻力乘幅宽得总阻力。

**表6—6 一些机具的单位阻力**

机具类型	机具名称与工作种类	单位阻力
耕 耘 机 械	单列圆盘耙耙地	60~190公斤/米幅宽
	钉齿耙耙地	45~90公斤/米幅宽
	旋耕机耕地	8~15马力/米幅宽
	开沟器开沟	180~320公斤/米幅宽
种 植 机 械	机引圆盘开沟器播种机播种	100~140公斤/米幅宽
	机引窄行播种机播种	150~180公斤/米幅宽
	机引播种机条播中耕作物	60~120公斤/米幅宽
	机动水稻插秧机	1.5~2马力/米幅宽
中 耕 机 械	铲状中耕机全面中耕	140~250公斤/米幅宽
	行间中耕	120~180公斤/米幅宽
	培土器培土	150~200公斤/米幅宽
	旋转锄中耕	45~90公斤/米幅宽



收 获 机 械	割草机	90~150公斤/米幅宽
	摇臂收割机	100~130公斤/米幅宽
	牵引联合收割机	110~160公斤/米幅宽
	自走联合收割机	13~20马力/米割幅
	脱谷机	0.3~0.5马力/厘米滚筒宽
	玉米剥皮机	7~10马力·小时/米 <sup>3</sup>

## 二、力矩

要分析转动问题，只有力的概念不够，还要有力矩、力偶的概念。如果说力和直线运动相联系，那么力矩、力偶就和转动相联系。

### 1. 力矩

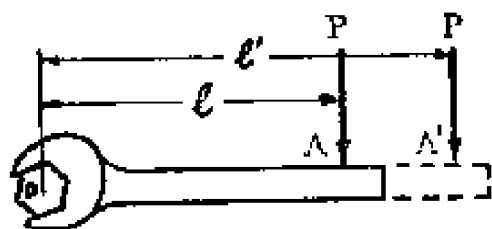


图6—1 紧螺钉时的力矩

力矩表示力对物体的转动作用。图6—1表示紧螺钉的情况。力P作用于A点，它与转动中心的距离为l，在力P的作用下螺钉可能转动。如果不能转动，那么将上述距离加大

为l'，转动的可能性便增加。而如果力P的作用线通过螺钉中心，就根本没有转动的可能。

力矩等于力P乘力臂l：

$$M = Pl \quad \text{公斤} \cdot \text{米} \quad (6-1)$$

可见在力P不变时，力臂l越大则力矩M也越大（当力臂为零时，力矩也为零）。在力臂不变时，力矩与力成正比。

比。

机器上重要的螺栓，往往有规定的拧紧力矩，过大过小都不行。东方红—40的发动机主轴承拧紧力矩为12~13公斤·米，其他象缸盖螺栓、连杆螺栓等也有规定的拧紧力矩。

## 2. 力偶

两个大小相等、方向相反、作用线不重合而相平行的力，组成一个力偶。攻丝或套扣时，作用在绞杠或板牙架上的两个力就组成一个力偶。力偶不能合成一个力。力偶只能由力偶来平衡。

力偶表示如上所述的一对力对物体的转动作用。力偶的单位与力矩的单位相同。力偶也可用力矩的观点去分析，参看图6—2，两个力P与O点的距离都是 $l/2$ ，它们对O点的力矩之和即 $Pl$ 。

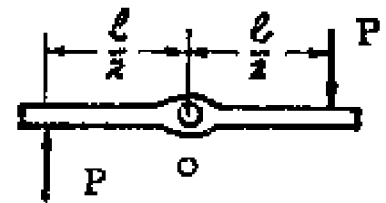


图6—2 攻丝时的力偶

我们知道力偶的大小等于其中的一个力P与二力间的距离l的乘积：

$$M = Pl \quad \text{公斤·米}$$

可见它与力矩计算公式的形式相同。

有些实际问题看来是有关力矩的问题，但若考虑到支承反作用力就成为有关力偶的问题。例如用一只手打方向盘，在方向盘上的作用力为P，这时在轴上受有一个与P力大小相等、方向相反而又相平行的支承反力R，它与作用力共同组成一个力偶，大小为 $PD/2$ ，D为方向盘直径。又如单缸发动机的曲轴，受到连杆的推力P，图6—3，这时两端的轴承产生支承反力 $R_1$ 与 $R_2$ ，它们的合力为R。R的大小与P相

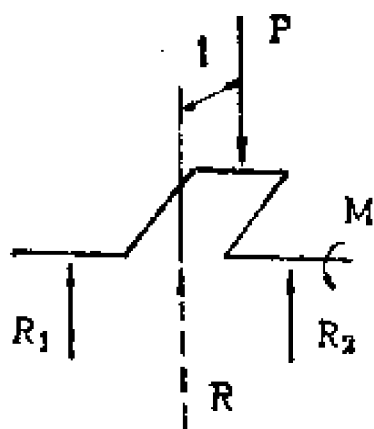


图6—3 单缸发动机曲轴的力偶

等，方向相反，作用线平行，它们间的距离为  $l$ ，组成的力偶为  $Pl$ 。

各种发动机的性能不用力表示，而用“扭矩”、“转矩”表示，有关专业往往把这两个名词作为力偶来理解。

### 3. 由力矩或力偶求力

已知轮式拖拉机驱动轮的扭矩求其切线牵引力，或已知齿轮传递的扭矩求其切向力，利用式 6—1，

$$P = \frac{M}{D/2} = \frac{2M}{D} \quad \text{公斤} \quad (6-2)$$

式中  $D$ —直径。

## 第二节 功与功率

前面我们分别讨论了运动与力的问题，现在把它们结合起来，进而讨论功和功率。

### 一、功

力作用于物体并使它移动一段距离，称为作功。功的大小等于力与沿力的方向移动的距离的乘积。“功是从量方面去看的运动形态的变化。”（恩格斯：《自然辩证法》）运动形态的变化可以理解为速度的变化。被作功的物体接受了功，其速度增高；作功的物体付出了能，其速度降低。动能

与速度的平方成正比。功和能是联系着的，能和运动也是联系着的。

在机械能的传递过程中，如不计传动损失，又别无能量加入，功的大小不变。

### 1. 直线运动的功

我们知道，功  $A$  的大小等于力  $P$  乘沿力的方向移动的距离  $S$ ：

$$A = PS \quad \text{公斤} \cdot \text{米} \quad (6-3)$$

做功要有力，同时要有移动的距离。用千斤顶举升重物，用老虎钳夹持工件，做功的过程是在往上顶与往里夹的时候。已经顶住而不再上升，已经夹好不再往里夹，这时虽有力而无功；因为在顶好、夹好以后，就不再给重物、工件以能量了。

利用简单机械，可使小力变为大力，但甲方付出的功等于乙方接受的功，功的大小不变。原来的小力做功的行程长，所形成的大力做功的行程短，这两者的功的数值相等。要想使功增大，必须另有能量加入。

### 2. 转动的功

直线运动与转动之间有些概念可以类比：直线运动的力类比于转动的力矩，直线运动的移动距离类比于转动的转角。既然直线运动的功等于力乘移动距离，那末转动的功  $A$  就应等于力矩  $M$  乘转角  $\theta$ ：

$$A = M\theta \quad \text{公斤} \cdot \text{米} \quad (6-4)$$

上述公式也可由直线运动的概念推得。参看图 6—4。设力  $P$  推动物体转过一段圆弧  $S$ ，在推动的过程中力一直与运动轨迹相切。图 6—4 中的  $\widehat{AA'}$  即转过的圆弧，它所对应

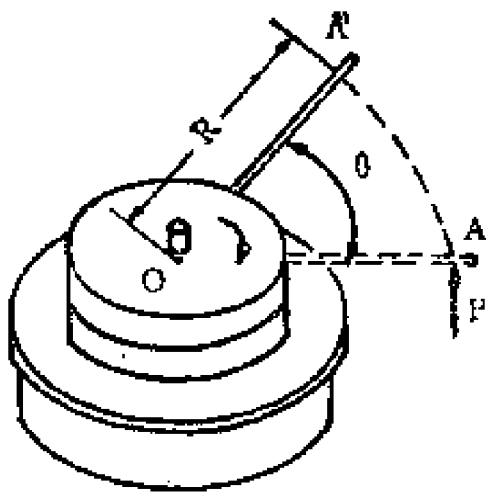


图6—4 转动时的功

的中心角即转角 $\theta$ 。转动半径为 $R$ ，则 $S = R\theta$ 。根据直线运动的公式，此时的功为：

$$A = PS = P \times R\theta = PR \times \theta$$

$$\therefore A = M\theta$$

设力 $P$ 为20公斤，转动半径 $R$ 为1.5米，旋转一圈所作的功为：

$$\begin{aligned} A &= M\theta = 20 \times 1.5 \times 2\pi \\ &= 188.5 \text{ 公斤} \cdot \text{米} \end{aligned}$$

## 二、功率

单位时间内作的功叫功率。力学上常用的功率单位是公斤·米/秒，机械上常用的功率单位是马力。1马力等于75公斤·米/秒。

根据功能不灭原理，把它引伸一下就得到功率不灭原理。在传动过程中，如不计传动损失，又别无能量加入，则功率的大小不变。

### 1. 直线运动的功率

功率 $N$ 的计算公式是：

$$N = \frac{A}{t} = \frac{P \times S}{t} = P \times \frac{S}{t}$$

$$\therefore N = PV \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒} \quad (6-5)$$

式中  $A$ —功；

$t$ —时间；

$V$ —速度。

上式表明功率为力与移动速度之积。如以马力为单位，则应

为：

$$N = \frac{PV}{75} \quad \text{马力} \quad (6-6)$$

据表 6—1 可找到人在各种操作时的功率，最大的是拉链时的 11.2 公斤·米/秒，约相当于 0.15 马力。

据表 6—2 可算出役畜的功率。设马的体重为 400 公斤，持久牵引力取为其体重的 12% 即 48 公斤，设速度为 1 米/秒，则功率约为 0.65 马力。

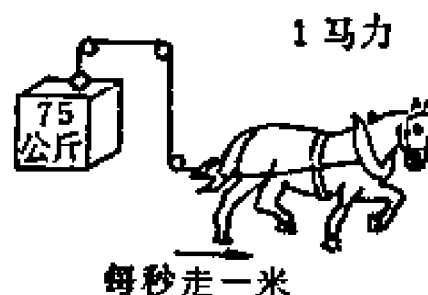


图 6—5 马力示意图

## 2. 转动的功率

直线运动的功率为力与速度之积，转动的功率则为力矩  $M$  与角速度  $\omega$  之积：

$$N = M\omega \quad \text{公斤·米/秒} \quad (6-7)$$

由于机械上常用每分钟的转数  $n$  转/分表示转动的快慢，故将上式中的  $\omega$  1/秒化为  $n$  转/分。再考虑到机械上常用的功率单位是马力，则上式变为：

$$\begin{aligned} N &= \frac{M\omega}{75} \\ &= \frac{M}{75} \times \frac{\pi n}{30} \end{aligned}$$

$$\therefore N = \frac{Mn}{716.2} \quad \text{马力}$$

在功率  $N$  及转速  $n$  已知时，可利用上式求扭矩：

$$M = 716.2 \frac{N}{n} \quad \text{公斤·米} \quad (6-8)$$

电工上常用的功率单位是千瓦，相应的公式为：

$$N = \frac{Mn}{973.6} \quad \text{千瓦}$$

$$M = 973.6 \frac{N}{n} \quad \text{公斤·米} \quad (6-9)$$

表6—7 陕西地区生产的部分农业机械配用动力情况

机 具 型 号	配 用 动 力
工农—103型稻麦收割机	工农—5 或工农—11
支农—50型筒式脱粒机	2.8千瓦
TQZ—50型脱清铡三用机	5.5千瓦
MF—65型磨粉机	2.3千瓦
SN—200型碾米机	2.8千瓦
ZCU—0.5型铡草机	2.8千瓦
秦岭—500型饲料粉碎机	13 千瓦
秦岭—330型饲料粉碎机	3 千瓦

### 第三节 机械能的传递

能量是物体具有的作功的能力。水流推动水轮机作功，粉碎机的锤片打击饲料作功；水流与高速的锤片都有一定的能量。作功以后，它们的能量将减小。这些仅是机械能的例子。

拖拉机作功的能量，来自燃料燃烧时产生的热能。发动机是将热能转化为机械能的装置。带动粉碎机的电动机，是将电能转化为机械能的装置。

发动机或电动机发出的功率，只有一部分是有效的，是工作机作功所能利用的，另一部分能量将损失掉。因此在实际工作中减少这种损失就很重要。

## 一、能量守恒与转化定律

能量可以传递，也可以从一种形式转化为另一种形式，而不会凭空减小或增大。恩格斯指出：“物质是某种既有的东西，是某种既不能创造也不能消灭的东西，那么运动就是既不能创造也不能消灭的”。

但能量守恒并不表示拖拉机耕作时的牵引功率应等于发动机发出的功率。发动机的功率在向驱动轮传递的过程中，由于摩擦，使一部分机械能转化为热能，以致牵引功率必然比发动机功率小。而摩擦产生的热能，只是提高机件的温度并散发到大气中，不能被利用。但是，一部调整、保养得好的机器，可以减小这类损失。

## 二、摩擦

两个相接触并有相对运动的物体之间，必然有摩擦。发动机的活塞与缸筒，收割机的动刀片与定刀片，一对齿轮的相接触的牙齿之间，都有摩擦。轴承在工作时，也有摩擦。

摩擦分为滑动摩擦与滚动摩擦。

### 1. 滑动摩擦

产生滑动摩擦的主要原因是物体表面凹凸不平。恩格斯



讲：“摩擦是缓慢的碰撞，碰撞是激烈的摩擦”。凹凸不平的表面在有相对运动时，它们的凸起处不可避免地要发生碰撞。提高零件的表面光洁度，就减小了凹凸不平的程度，也就可减轻摩擦。

滑动摩擦力  $F$  的大小，与摩擦系数  $f$  及正压力  $N$  成正比。

$$F = fN$$

可见要减小摩擦力，应减小摩擦系数或正压力。正确地调整机器可减小正压力，良好的润滑可减小摩擦系数。

摩擦不仅耗费了能量，还引起零件的磨损。象发动机的活塞、缸筒、活塞销等许多零件，常常由于磨损量太大而报废。

为了减少磨损，我们应当使机器处于正常的技术状态。

## 2. 滚动摩擦

产生滚动摩擦的原因是接触表面的变形。象车轮、滚动轴承的摩擦都属于滚动摩擦。硬度高的物体的变形小，滚动阻力也小。反之，硬度低的则滚动阻力大。火车的轮子与钢轨的变形都很小，所以它的滚动阻力很小。充气轮胎的气压不足或路面过于松软，滚动阻力将会加大。

滚动阻力  $P_{阻}$  等于滚动阻力系数  $f$  乘压力  $N$ ：

$$P_{阻} = fN \quad (6-10)$$

表 6—8 列有不同情况下的滚动阻力系数，其数值是根据一般的轮子得出的。特大、特小的轮子此值有所变化，直径越小则滚动阻力系数越大。

例 6—1 一拖车的自重加载重共 4 吨，土路的滚动阻力系数为 0.03，若车速为 12 公里/时，求牵引功率。

解 先求所需的牵引力，再求牵引功率。在等速行驶时，牵引力的大小等于滚动阻力。

表6—8

滚动阻力系数 f

地 面	钢 或 铸 铁 轮	气 胎 轮
新耕翻地	0.22	0.16
变实了的耕翻地	0.16	0.12
草地	0.14	0.08
割茬地	0.15	0.1
干砂土	0.3	0.2
压实的粘土路面	0.05	0.03
压实的雪道	0.05	0.03
沥青路面	0.015	0.02
在钢轨上	0.006~0.003	—

$$P_{\text{牵}} = P_{\text{阻}} = fN = 0.03 \times 4000 \\ = 120 \text{公斤}$$

将时速化为米/秒

$$V = \frac{12 \times 1000}{3600} = 3.34 \text{米/秒}$$

用式 6—6 求牵引功率

$$N = \frac{PV}{75} = \frac{120 \times 3.34}{75} \approx 5.34 \text{马力}$$

### 三、传动效率

机械能在传递过程中，由于摩擦等因素的影响而必然有损失。以拖拉机的传动系为例，它从发动机输入的功率  $N_{\text{入}}$  不等于它输出的功率  $N_{\text{出}}$ ，前者大于后者。传动效率  $\eta$  表示

这两者的比值：

$$\eta = \frac{N_{出}}{N_{入}}$$

因 $N_{出}$ 永远小于 $N_{入}$ ，所以传动效率只可能小于1。各种机械传动的效率见表7—1。

多级传动的总效率 $\eta_{总}$ ，为各级传动效率 $\eta_1 \eta_2 \cdots \cdots$ 之积。设为 $n$ 级传动，则总效率为：

$$\eta_{总} = \eta_1 \eta_2 \cdots \cdots \eta_n \quad (6-11)$$

如某拖拉机的传动系为四级齿轮传动，各级的传动效率都是0.95，则总效率为0.815，有近20%的能量白白消耗掉了。为了提高总效率，从设计上看应减少传动的级数，从使用上看应提高各级的传动效率。

#### 四、扭矩的传递

力在传递过程中，它的大小常是变化的。扭矩在传递过程中，也常是变化的，它与传动比、机械效率有关。

##### 1. 传动比与扭矩

引用公式6—8：

$$M = 716.2 \frac{N}{n} \quad \text{公斤} \cdot \text{米}$$

可见扭矩与功率 $N$ 成正比，与转速 $n$ 成反比。若功率不变，则扭矩随转速而变。

现假定没有传动损失（传动效率为1），于是在传动过程中功率不变，若转速增高，由上式可见 $M$ 将减小，若转速降低则 $M$ 加大。这就是常说的“减速增扭，增速减扭”的道理。

又设传动比为 $i$ ，则主动件转速 $n_1$ 等于从动件转速 $n_2$ 的

$i$  倍 ( $n_1 = in_2$ )。这时两个扭矩之比根据前式为:

$$\frac{M_2}{M_1} = i$$

或  $M_2 = iM_1$  (6—12)

可见若不计传动损失, 从动件扭矩等于主动件扭矩的  $i$  倍。当  $i$  大于 1 时是减速, 这时扭矩增大。当  $i$  小于 1 时是增速, 扭矩减小。

拖拉机发动机的转速高, 扭转小, 经传动系多次减速后, 驱动轮的转速低而扭矩大。东方红——40 拖拉机高速四档的总传动比为 18.5, 则驱动轮扭矩在不计传动损失时等于发动机扭矩的 18.5 倍。其低速一档的总传动比为 532, 驱动轮上的扭矩更大。

## 2. 机械效率与扭矩

上述分析是不计传动损失的, 若考虑传动损失, 在传动过程中功率将下降。功率是扭矩与转速的乘积, 功率下降意味着扭矩或转速下降,

就齿轮传动而言, 它没有打滑现象, 功率的下降只可能体现在扭矩的下降上。从动件的扭矩将由于摩擦等原因比式 6—12 表示的值要小。在这种情况下从动件的扭矩应按下式计算:

$$M_2 = \eta_t M_1$$
 (6—14)

若传动是减速的, 则从动扭矩将由于传动比的原因而增大, 同时又由于传动效率的影响有所减小。如果传动比  $i$  远大于 1, 扭矩仍将增大。

就皮带传动而言, 它有不可避免的弹性滑动 (详细情况见第七章), 所以在传动过程中还有转速的下降。

## 第七章 机械传动

各种机器尽管外观、构造、性能和用途等各不相同，但都是由“三个本质上不同的部分——发动机，传动机构，和工具机或工作机——构成。”如饲料粉碎机（图11—1）的构造也是由电动机（发动机）、通过三角皮带传动（传动机构）带动粉碎机构（工作机）及风机（辅助工作机）等组合而成。

将原动机和工作机直接联接起来（如水泵叶轮轴与电动机）的情况较少，常见的是在原动机和工作机之间加上传动机构。饲料粉碎机的皮带传动，拖拉机的齿轮变速箱，谷物收割机的链传动等都是传动装置或传动机构。上面的传动形式统称为机械传动。

传动装置的作用是：

（1）扭矩的传递和分配。秦岭——500型饲料粉碎机是通过三角皮带，把电动机的扭矩传递和分配给粉碎机构和风机的。

（2）改变速度以符合工作机的要求。当原动机的转速较工作机的转速高时，传动装置要减速；反之，要增速。

（3）改变运动的形式。如将旋转运动改变为直线往复运动或摆动等。

（4）开车、停车及反转等。

前面已谈过，能量和扭矩等在传送过程中不可避免要有损失。对于机械传动，常以传动效率 $\eta$ 来表达损失的多少，

并作为重要评价指标之一。对于一部机器来说，总的传动效率仍是评价机器的重要指标之一。表7—1是在通常条件下机械传动的效率 $\eta$ 的约略值。

本章内容包括：皮带传动、齿轮传动和链传动等。

**表7—1 机械传动的效率**

传 动 类 型	$\eta$
平皮带传动： 开式传动 交叉传动	92~96% 90%
三角皮带传动	90~94%
齿轮传动： 闭式传动 开式传动	96~98% 92~94%
蜗轮传动（自锁的）	30~40%
链传动	90~97%
滚动轴承	98~99%
滑动轴承	94~99%
联轴节	95~99%

## 第一节 皮带传动

皮带传动在农业机械上使用极为广泛，如饲料粉碎机、铡草机、谷物收割机和拖拉机等都使用皮带传动。

皮带传动常用的有平皮带传动和三角皮带传动。

平皮带现在广泛采用橡胶布带，它是用一层层的帆布，与橡胶胶合而成，工作表面涂耐磨橡胶，其剖面为矩形。三角

皮带的剖面是梯形（皮带轮槽也是梯形）的，里面是几层帘布（纬线很稀的棉织物）或线绳和橡胶层组成。帘布或线绳是承受拉力的，橡胶层富有弹性，又较柔软，能弯曲自如，使皮带两侧面与皮带轮槽两侧面贴合得好；外面为涂有橡胶的包布层。

## 一、皮带传动是怎样工作的

### 1. 摩擦传动

皮带传动主要用在两平行轴之间传递扭矩，图 7—1。

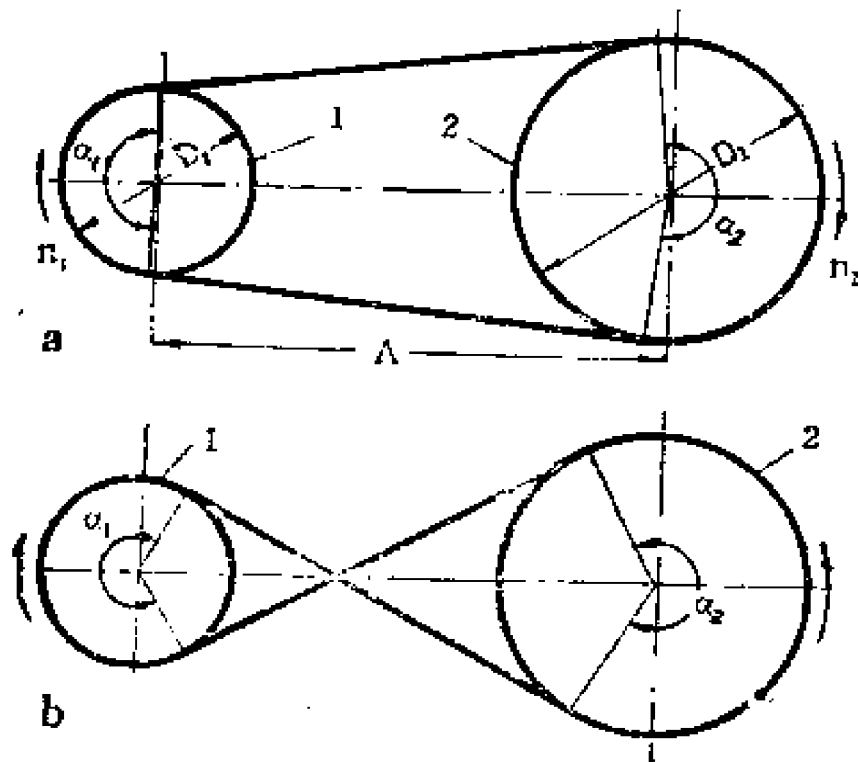


图 7—1 皮带传动

- a. 开式传动    b. 交叉传动    1. 主动皮带轮    2. 从动皮带轮  
 $n_1$ 、 $n_2$ , 主、从动皮带轮转速 (转/分)  
 $D_1$ 、 $D_2$ , 主、从动皮带轮直径 (毫米)  
 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ , 主、从动皮带轮与皮带的包角     $A$ , 中心距 (毫米)

将皮带绷紧套在主动和从动两皮带轮上，于是皮带和皮带轮接触面间产生了压紧力。当主动皮带轮 1 转动时，由接触面的摩擦力带动皮带转动；同样，皮带又靠摩擦力带动从动轮 2 转动。这样，主动轮就通过皮带而带动从动轮一起转动了，可见，皮带传动是一种摩擦传动，只有把皮带绷紧才能正常工作。平皮带传动是平摩擦，三角皮带传动是槽摩擦。在同样条件下，皮带同样绷紧和同样大的摩擦系数等情况下，三角皮带传动能力接近于平皮带的三倍。再加上其他优点，如尺寸较紧凑，传接较平稳、噪音小、不易掉带等，使三角皮带比平皮带用得更广泛些。

## 2. 皮带传动的优缺点

皮带传动的特点，多是基于摩擦传动而产生的。优点：

- (1) 可用于两轴中心距较大的传动；
- (2) 皮带富于弹性，可缓冲吸振，运动平稳，噪音小；
- (3) 超负荷时，皮带将在皮带轮上打滑，能防止轴上零件因超负荷而损坏；
- (4) 结构简单，成本低，便于制造、维修等。

但事物都是一分为二的，皮带传动的缺点：

- (1) 相对齿轮而言，传动的外廓尺寸大，占空间大；
- (2) 由于是摩擦传动，皮带又富有弹性，故不能保持准确的传动比，即有打滑现象；
- (3) 传动效率较低；
- (4) 皮带寿命较短；
- (5) 为了张紧皮带方便，有时还要加张紧装置等。



## 二、皮带传动的形式

皮带传动形式颇多，但常见的有如图 7—1 所示的开式传动和交叉传动，这两种传动的主、从动轴都在同一平面内，且互相平行。开式传动，主动轮和从动轮转动方向一致；交叉传动，两皮带轮转动方向相反。交叉传动的皮带在交叉处要互相摩擦，对皮带有所损害，应尽量避免采用，而且一般只适用于平皮带传动。此外，尚可见到半交叉传动，

(图 7—2)，它的二轴在空间交错（既不平行，又不相交），一般空间夹角为  $90^\circ$ ，它只能单向运转，如图中箭头所示，否则要掉带，而且也只能用于平皮带。在谷物收割机上，尚可见到多从动轮传动，就是一个主动皮带轮通过一根皮带，同时带动一个以上的从动轮转动，如图 7—3。多从

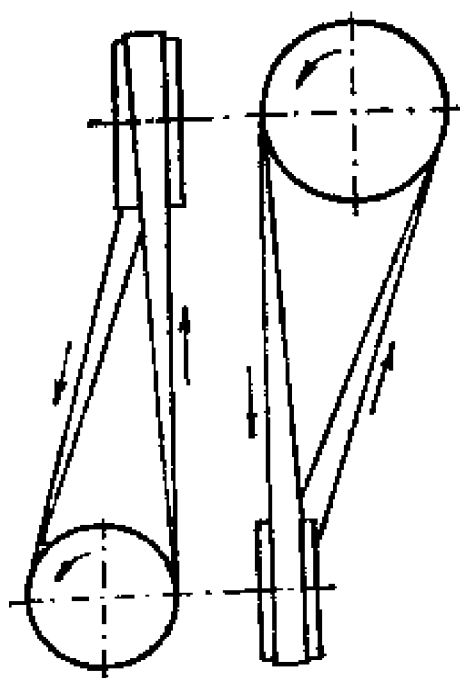


图 7—2 半交叉传动

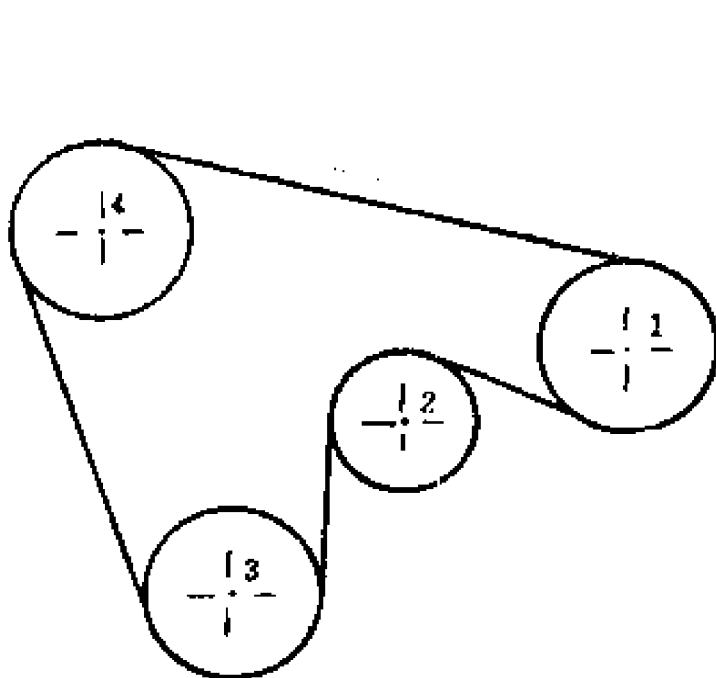


图 7—3 多从动轮传动

1. 主动轮 2. 3. 4. 从动轮

动轮传动，从动轮的转动方向，可以一致，也可以不一致，如从动轮 2 和从动轮 3、4 的转动方向是相反的。

### 三、传动比与滑动率

通常皮带的线速度应用范围为 5 ~ 25 米/秒。速度过大，皮带离心力大，将减小皮带对皮带轮的压紧力，导致传动能力（所传扭矩）减小；速度过小，则使传动结构尺寸过大。

设  $n_1$ 、 $n_2$  分别为主、从动轮转速， $D_1$ 、 $D_2$  分别为主、从动轮直径，则皮带传动的理论传动比  $i_0$  为：

$$i_0 = \frac{D_2}{D_1} \quad (7-1)$$

从动轮理论转速  $n'_2$  为：

$$n'_2 = n_1 \frac{D_2}{D_1} \quad (7-2)$$

皮带在传递动力过程中，有紧边和松边之分，图 7-1a，下面的一段皮带中由于拉力较大而较紧，叫紧边；上面的一段皮带中，则拉力较小而较松，叫松边。在两个包角范围（ $\alpha_1$  和  $\alpha_2$  所对应的弧）内的皮带中，拉力是变化的。由于皮带富有弹性，可以拉长，拉力大，变形大，拉力小，变形小，这就引起皮带在由松边变为紧边，或由紧边变为松边过程中，即皮带中的拉力由小变大或由大变小过程中，皮带有微量的伸长或缩短，造成皮带和皮带轮之间有微量的相对滑动。这种滑动就引起了传递速度的损失，同时，也引起皮带磨损、发热和传递功率的损失。因此，在皮带传动传递动力

的条件下，从动轮的实际转速不可避免地低于它的理论转速。这种由于皮带的弹性变形而引起的滑动，一般称为弹性滑动。由弹性滑动引起的理论转速（ $n_2'$ ）和实际转速（ $n_2$ ）的差别大小，用转速相对降低率  $\varepsilon$  来表示， $\varepsilon$  称滑动率。正常情况下， $\varepsilon$  为 1.5~2%。

实际传动比  $i$  为：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)} \quad (7-1a)$$

从动轮实际转速  $n_2$  为：

$$n_2 = n_1 \frac{D_1(1-\varepsilon)}{D_2} \quad (7-2a)$$

在一般情况下滑动常常忽略不计，只有在从动轮要求转速较精确时，才考虑滑动率  $\varepsilon$ 。

皮带传动的传动比常用范围对于平皮带传动为  $\frac{1}{3} \sim 3$ ；

对于三角皮带传动为  $\frac{1}{7} \sim 7$ 。

式 7-1 及 7-2 适用于平皮带传动和三角皮带传动，只是  $D_1$  和  $D_2$  意义不同。对于平皮带传动是指皮带轮外径；对于三角皮带传动则是皮带轮的计算直径，即是通过皮带剖面重心的直径，见表 7-3 附图中二虚线的交点。

对于高速机器，如饲料粉碎机、谷物脱粒机等，转速要符合铭牌上的要求，不要任意改变皮带轮尺寸；当换用别种原动机时，应注意其转速是否符合铭牌上的要求，否则要改

变皮带轮尺寸。

例7—1 秦岭—350型饲料粉碎机，由JO<sub>2</sub>电动机带动，功率5.5千瓦，转速2920转/分，粉碎机额定转速4000转/分。试设计主、从动三角皮带轮的计算直径。

解 1.求传动比*i*

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{2920}{4000} = 0.73$$

传动比小于1，属于升速传动。

2.确定D<sub>1</sub>，D<sub>2</sub>

由式(7—1a)：
$$i = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)} = 0.73$$

估计滑动率 $\varepsilon = 0.02$

则
$$\frac{D_2}{D_1} = 0.73(1-\varepsilon) = 0.73(1-0.02) = 0.715$$

这个比值有很多组数字可以满足要求，如： $\frac{90}{126}$ ， $\frac{100}{140}$ ，

$\frac{125}{175}$ ， $\frac{180}{252}$ ，……。究竟取那一组数字合适呢？这要先研究

一下皮带轮大或小的利弊。皮带轮大些，工作情况好些，皮带弯曲的不厉害，寿命长等；但机构笨重，皮带速度容易过高。取小些，显然皮带在轮上弯曲严重，皮带中的拉力也大影响寿命；但传动尺寸小些等。更重要的是要根据机器的总体尺寸、布置等来考虑。如机器个大腿粗，出力也大，皮带轮尺寸可取大些；否则，取小些。秦岭—350型饲料粉碎机取

的是 $\frac{125}{175}$ ，即D<sub>1</sub> = 175毫米，D<sub>2</sub> = 125毫米。

## 四、皮带规格与平皮带接头

### 1. 平皮带

平皮带常用的橡胶布带的尺寸已标准化。常用的规格见表7—2。皮带上涂有红线的一面系非工作面，安装时要注意。

表7—2 橡 胶 布 带 规 格

宽 度	胶 布 层 数 *
16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	3 ~ 4
71, 80, 90, 100, 112, 125	3 ~ 6
140, 160, 180, 200, 224, 250	4 ~ 10

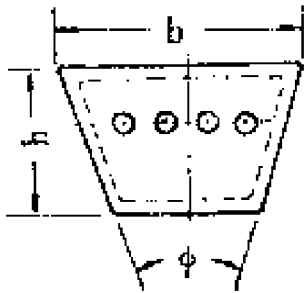
\* 注：每层厚度约1.15毫米

### 2. 标准三角皮带

我国生产的标准三角皮带按剖面尺寸分为O、A、B、C、D、E及F七种型号，见表7—3。由O到F型，尺寸逐渐加大，传递功率的能力也逐渐加大。由于三角皮带是做成封闭无接头的，为了适应不同的传动尺寸要求，每种型号又有多种长度规格，详见有关手册。选用时，要按标准的长度选。长度有内周长度和计算长度。内周长指皮带内边长度，它是公称长度，同皮带型号一起标示在皮带上。计算长度是通过皮带剖面重心的长度，是计算时用的。如在皮带上标记有A1400，它表示A型皮带，公称长度即内周长度为1400毫米。根据标记可在有关手册中查到计算长度为1425毫米。

开式传动的皮带计算长度L，用下式计算：

表7—3 普通三角皮带型号的剖面尺寸

皮带剖面示意图	型 号	剖 面 尺 寸			剖面面积 (厘米 <sup>2</sup> )
		b (毫米)	h (毫米)	Φ (度)	
	O	10	6	40°	0.47
	A	13	8		0.81
	B	17	10.5		1.33
	C	23	13.5		2.30
	D	32	19		4.76
	E	38	23.5		6.92
	F	50	30		11.70

$$L \approx 2A + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A} \quad (7-3)$$

式中代号见图7—1。对于三角皮带传动， $D_1$ 和 $D_2$ 分别代表主、从动皮带轮的计算直径。

三角皮带中还有一种活络三角皮带，是由多块挂胶帆布（多层）用螺栓联接组成的，可根据需要而加长或缩短，以调节皮带的张紧程度，能代替同型号的标准三角皮带。但其强度因螺栓孔而削弱，寿命较低，价格较高，目前只生产A、B、C、D及F等五种规格的。

三角皮带型号的选用，要结合使用经验，参考、分析现有同类型机器选用型号的使用情况，按传递功率和皮带速度大小来决定。皮带根数的确定，可按经验，也可用计算法。

### 3. 皮带接头

平皮带制造出来时一般是长条状，用时要把两头联接起来。常见的接头方法有缝合法和皮带扣联接法等。缝合法一般用皮条或尼龙线缝，如图7—4。皮带扣接头见图7—5。皮带扣要根据皮带的厚度或帆布层数和皮带宽度来选择，不要过大过小，否则会影响联接强度和传动的平稳性。皮带接

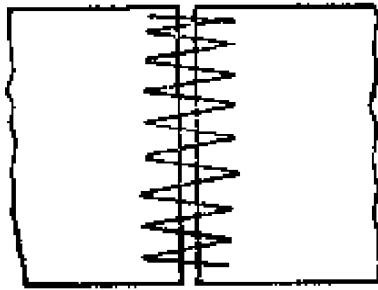


图7—4 皮带缝合法

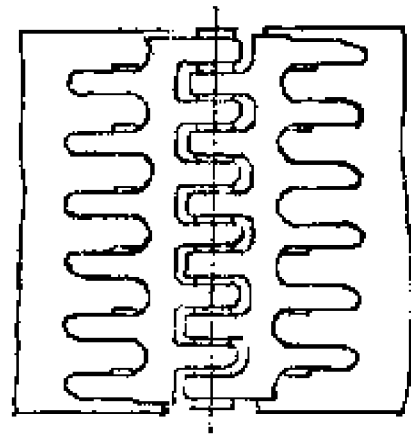


图7—5 皮带扣接头

表7—4 皮 带 扣 规 格

简 图	规 格	长 度 (毫米)	连接销直径 (毫米)	皮带层数
	15*	190	1.631	3
	20*	230	2.108	4
	25*	290	2.413	5
	27*	290	/	6
	35*	290	/	7
	45*	290	/	8

头要注意质量：接头要轻而薄、要平滑。不然，在通过皮带轮时，要引起冲击、振动，影响皮带工作寿命；皮带接头的两端截下之处，应与平皮带两侧垂直，即两端面平行，以免在宽度方向一边紧，一边松，而造成易掉带；接头处要软些，容易弯曲，与皮带轮工作面能贴合好。对于皮带扣要求转动灵活，以防止打滑；皮带接头处要避免过分削弱皮带，以防止因强度不足而易拉断等。常用皮带扣规格见表7—4。

## 五、皮带轮

皮带轮通常用铸铁铸造，经机械加工而成。

皮带轮的结构如图7—6所示。由轮缘1，轮辐2和轮

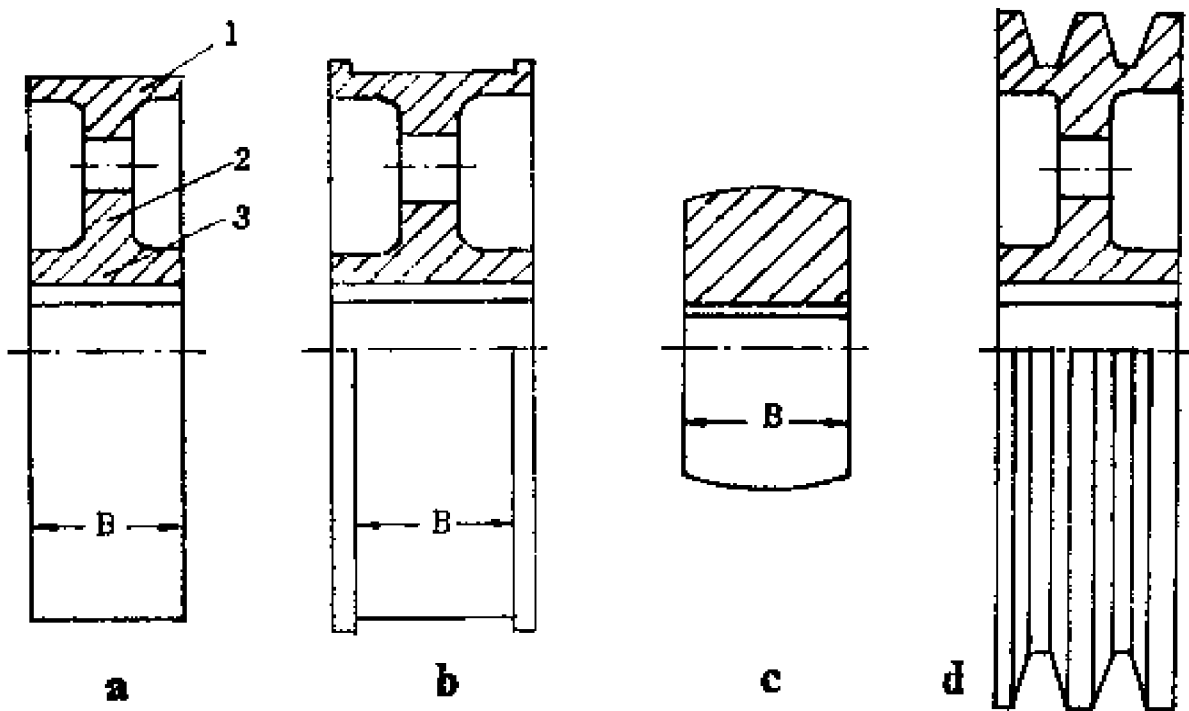


图7—6 皮带轮结构

a. 辐板式平皮带轮

b. 具有挡边的辐板式平皮带轮

c. 实心平皮带轮

d. 辐板式三角皮带轮

1. 轮缘 2. 轮辐 3. 轮毂



毅 3 三部分組成。

平皮帶輪輪緣做成圓柱形 (圖 7—6a) 或鼓形 (圖 7—6c), 為了防止皮帶掉落, 往往把主、從皮帶輪之一做成鼓形的 (多是主動小皮帶輪) 或外緣有擋邊的 (圖 7—6b)。皮帶輪直徑小時往往做成實心的 (圖 7—6c)。皮帶輪直徑大時, 可採用輻板式或輻條式, 以減輕重量。

皮帶輪的尺寸, 一般按經驗公式確定。

平皮帶輪輪緣寬度  $B$ , 應比皮帶寬度  $b$  略大一點, 經驗公式為:

開式傳動  $B = 1.1b + 5 \sim 15$  毫米

交叉傳動  $B = 1.5b$  或  $B = b + 50 \sim 80$  毫米

半交叉傳動  $B = 1.4b + 5 \sim 15$  毫米

三角皮帶輪只有輪緣與平皮帶輪不同。三角皮帶輪輪緣制有梯形槽, 其槽角 (表 7—5 附圖中  $\varphi$ ) 比三角皮帶相應的角要小些 (三角皮帶的  $\varphi = 40^\circ$ ), 以使皮帶的兩側面和皮帶輪槽兩側面能在全包角範圍內貼合得很好。這是因皮帶在繞過皮帶輪, 即皮帶彎曲時要產生橫向變形, 其  $\varphi$  角要減小的緣故。皮帶輪梯形槽的尺寸一定要與皮帶尺寸協調一致, 否則會出現如圖 7—7a、b 所表示的情況, 那是不允許的。圖 7—7c 是正確的。梯形槽尺寸見表 7—5。

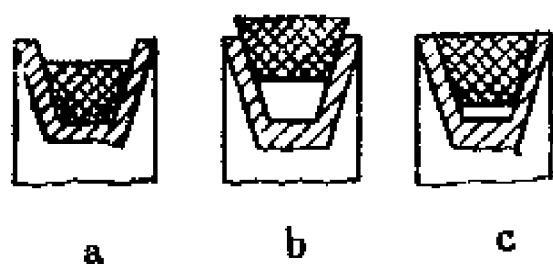
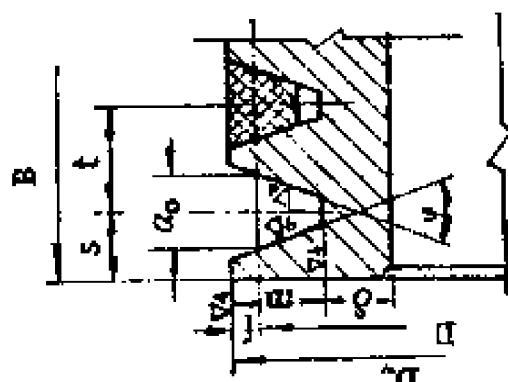


圖 7—7 皮帶在皮帶輪槽中的情況

a 及 b 不正確 c 正確

7a、b 所表示的情況, 那是不允許的。圖 7—7c 是正確的。梯形槽尺寸見表 7—5。

表7—5 三角皮带轮的最小直径和轮槽尺寸(毫米)

图	槽型剖面	号						
		O	A	B	C	D	E	F
	m	10	12.5	16	21	28.5	34	43
	f	2.5	3.5	5	6	8.5	10	12.5
	t	12	16	20	26	37.5	44.5	53
	s	8	10	12.5	17	24	29	33
	a <sub>0</sub>	8.5	11	14	19	27	32	42
	δ	5.5	6	7.5	10	12	15	18
	相应槽角 φ	小皮带轮的最小直径 D <sub>1</sub> *						
34°	71	100	140	200	315	500	800	
36°	90	125	180	250	400	710	1000	
38°	≥113	≥163	≥224	≥315	≥500	≥800	≥1250	

\* 注: 对于农业机械的小皮带轮的最小直径, 往往还可以比表中小些。

## 六、皮带的张紧和掉带

皮带使用时间长了，常会发现皮带传动的从动轮转动的慢了，传动扭矩加大时，从动轮甚至完全不转，同时伴随皮带温度升高，容易掉带。这是由于皮带伸长而张紧过松，使摩擦力减小，引起皮带和带轮间打滑。这时，若把皮带再适当张紧些，问题就解决了。有时皮带打滑还有其他原因，象饲料粉碎机、脱谷机、谷物收割机，当喂入量过多，会因超负荷而引起皮带打滑和掉带，这时调节喂入量，就可使机器正常的工作。所以当皮带打滑或掉带时，首先要检查、分析，然后对症下药，予以解决。

检查皮带张紧是否适当，简单的方法是用手压皮带，看皮带下垂度的大小。如对中心距为500~600毫米范围的三角皮带，以用手按下15毫米为宜。当然还要注意皮带的类型和剖面尺寸的大小，如大剖面尺寸的皮带应比小尺寸带下垂度小些。

常用的调节皮带张紧的办法有：

(1) 缩短皮带长度 平皮带和活络三角皮带常用这个办法。

(2) 调节中心距 移动原动机位置以改变皮带传动的中心距。象饲料粉碎机、铡草机、一些车床等都采用这个办法。三角皮带传动不象平皮带可以剪短一些再联接上，故往往设计成中心距可调节的。

(3) 采用压紧轮 用压紧轮来调节皮带的松紧程度，如图7—8所示。当皮带轮1是主动轮，皮带上边是紧边，下边是松边，则压紧轮3应压在松边并靠近小皮带轮。

有时，在刚检修好的机器上，皮带松紧度也合适，但工作时却易掉带。其主要原因：一是二皮带轮轴不平行，或二皮带轮宽度中心平面不在同一平面内；二是有超负荷、冲击。

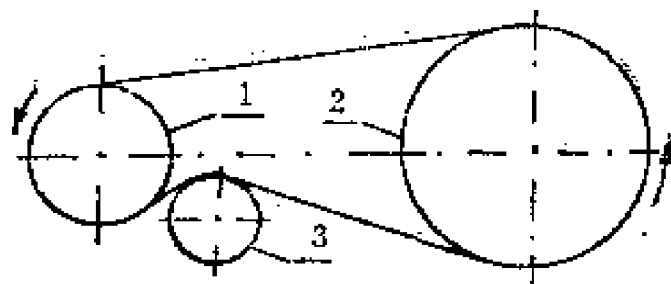


图7—8 皮带传动压紧轮  
1及2. 主、从动皮带轮 3. 压紧轮

对于三角皮带传动或平皮带轮有挡边时，虽有槽的限制而不易掉带，但仍应遵循上述原则，即装配质量要好，要控制超负荷等，以提高传动效率和带的工作寿命。

在平皮带的工作面上涂皮带蜡，可以提高传动能力，减少打滑。

## 第二节 齿轮传动

齿轮传动是应用最广泛的机械传动。在播种机、铡草机上可以看到露在外面的齿轮，这种露在外面的叫开式齿轮传动（与皮带传动中开式的含义不同）。由于灰尘及其他杂物很容易落到上面去，造成齿轮牙齿易于磨损，润滑油易于流失，故只能用在低速和传力不大的场合。为了改善齿轮工作环境，把齿轮装进一个封闭的箱子内，这种传动叫闭式传动。如汽车、拖拉机中的变速箱。车床的床头箱，东风牌谷物联合收割机的行走变速箱。这些变速箱内的主要零件，就是齿轮。

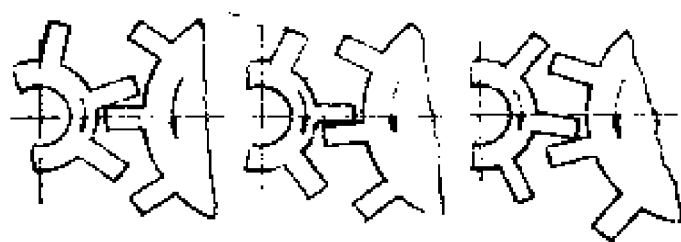


图7—9 直线齿廓齿轮

早期出现的齿轮，是直线齿廓齿轮，图7—9，因为它的牙齿互相碰撞，从动轮转动忽快忽慢。随着机械工业的发展，为了提高传动

能力和传动平稳性，采用了曲线齿廓，其中最常应用的是渐开线齿廓。

什么是渐开线？

把一个圆盘放到一张纸上，在圆盘的圆周上绕一根细绳，绳的一端拴一支铅笔，图7—10a。如果一直拉紧绳子，同时，使绳子逐渐从圆盘上展开，那末铅笔就在

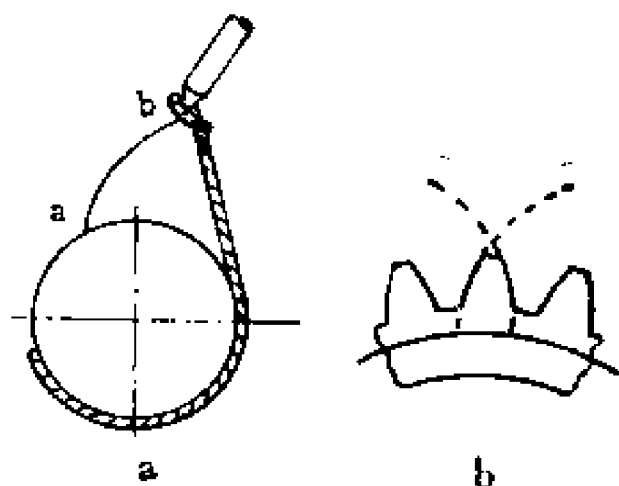


图7—10 渐开线和渐开线齿廓

a. 渐开线形式 b. 渐开线齿廓

纸上画出曲线 $\widehat{ab}$ ，这就是渐开线。这个圆盘叫基圆。齿轮牙齿侧面的曲线，就是渐开线上的一段。每一个牙齿的左右两侧面，都是用同一个基圆画出的两条方向相反的渐开线，图7—10b。

皮带传动是摩擦传动，而齿轮传动则属于啮合传动。它利用主动齿轮和从动齿轮的牙齿相互啮合，依次拨动来工作。由于牙齿工作面是渐开线的，就带来了一系列优点：

(1) 传动比稳定不变；

- (2) 传动能力大，即齿轮牙齿可传递较大的力量；
- (3) 传动效率高；
- (4) 结构紧凑；
- (5) 工作可靠，寿命长等。

齿轮传动的主要缺点：

- (1) 对制造、安装等要求精度较高；
- (2) 当两轴间距离较大时，采用齿轮传动则比较笨重，故只宜用于中心距不大的地方。

## 一、齿轮传动的分类

齿轮传动有圆柱齿轮、圆锥齿轮以及蜗轮蜗杆传动。

### 1. 圆柱齿轮

圆柱齿轮用于两轴平行的传动，分为直齿圆柱齿轮（图7—11a）和斜齿圆柱齿轮（图7—11b）。

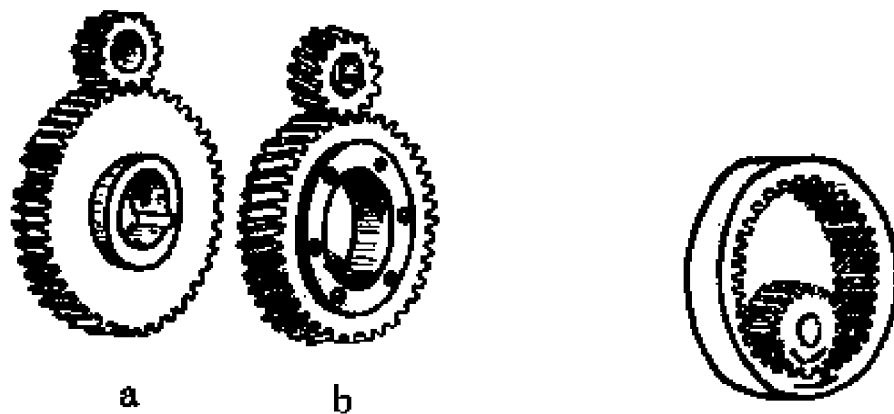


图7—11 外啮合圆柱齿轮

a. 直齿圆柱齿轮 b. 斜齿圆柱齿轮

图7—12 内啮合齿轮传动

直齿圆柱齿轮加工方便，应用广泛。但工作时由于同时啮合牙齿对数少，故牙齿上负荷集中，传动平稳性差些。而斜

齿圆柱齿轮在一定程度上改善了直齿圆柱齿轮的缺点，但加工时较困难，工作时有轴向力产生，使得轴和轴承复杂了一些。在播种机、锄草机上以及拖拉机、车床变速箱内的齿轮，多属直齿圆柱齿轮。

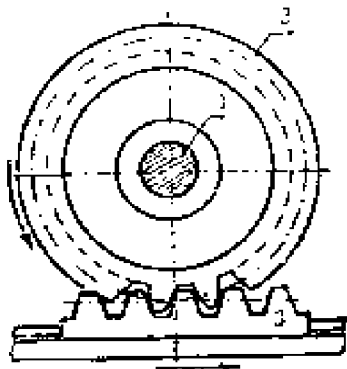


图 7—13 齿轮—齿条传动  
1. 轴 2. 齿轮 3. 齿条

按齿轮的啮合形式，圆柱齿轮有外啮合、内啮合（图 7—12）和齿轮——齿条（图 7—13）传动。

外啮合齿轮最常用，其主动和从动齿轮转动方向相反。

内啮合传动的大齿轮是个具有内齿的齿轮圈。小齿轮装在大齿轮的空腔内，两个齿轮的转动方向相同。

齿轮——齿条传动的特点是：齿轮作旋转运动，而齿条作直线运动；当齿条固定不动时，则齿轮既作旋转运动，同时还沿着齿条作直线运动。这种传动形式在钻床中常可见到。

## 2. 圆锥齿轮

圆锥齿轮亦称伞齿轮、八字齿轮，它的牙齿分布在圆锥体上，用于两轴线相交的情况，一般两轴夹角为  $90^\circ$ 。圆锥齿轮分为直齿、斜齿和曲齿圆锥齿轮，如图 7—14 所示。拖拉机、汽车的中央传动多用曲齿圆锥齿轮。

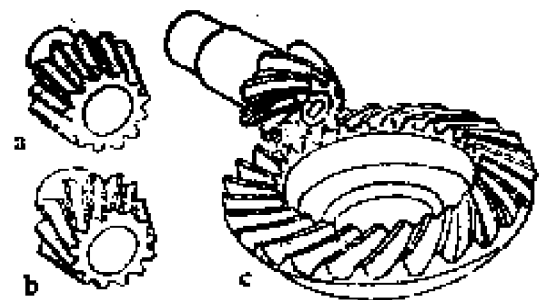


图 7—14 圆锥齿轮  
a. 直齿圆锥齿轮  
b. 斜齿圆锥齿轮  
c. 曲齿圆锥齿轮

### 3. 蜗轮蜗杆传动

蜗轮蜗杆传动是在齿轮传动的基础上发展起来的，图7—15。它与齿轮传动比较，特点有：1. 传动比可以很大，可达40或更大；2. 传动平稳，无噪音；3. 一般蜗杆是主动的，蜗轮是从动的，可以防止倒转。如有些起重吊车，在起重重物时，可随时停歇，而重物不会自动落下。即蜗

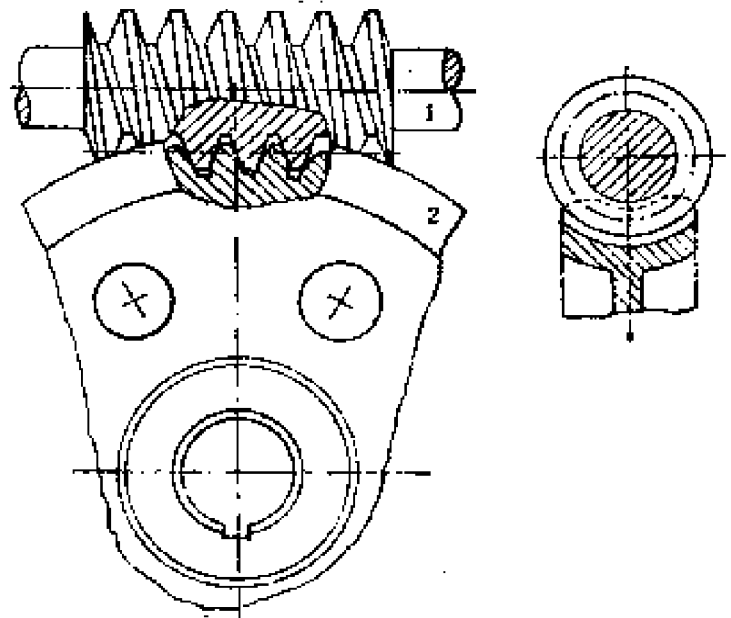


图7—15 蜗轮蜗杆传动  
1. 蜗杆 2. 蜗轮

轮不能带动蜗杆，防止事故发生，这种情况叫自锁。就是说，蜗轮蜗杆传动可设计为自锁的。4. 蜗轮蜗杆传动的缺点是传动效率低，加工困难，而且蜗轮往往要用有色金属如铜合金来制造。

蜗轮蜗杆传动的两轴是互相交错的（既不平行，又不相交）。其交错角通常为 $90^\circ$ 。蜗杆可看作为丝杠，即在圆柱体上沿着螺旋线绕着一个齿（单头蜗杆）或几个齿（多头蜗杆）的梯形螺旋，蜗轮就象斜齿圆柱齿轮，但它的牙包着蜗杆。在啮合时，蜗杆转一转，就带动蜗轮转过一个齿（单头蜗杆）或几个齿（多头蜗杆），因此蜗轮蜗杆传动的传动比*i*为：



$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (7-4)$$

式中  $n_1$  —— 蜗杆转速，转/分；

$n_2$  —— 蜗轮转速，转/分；

$z_2$  —— 蜗轮牙齿数，常在27~80范围内；

$z_1$  —— 蜗杆头数，一般为1~4。

齿轮的分类按制造工艺来分，有铸造齿轮（牙齿部分不进行机械加工）和机械加工齿轮。

铸造齿轮的特点是精度低，只宜用于低速和轻负荷的传动，如播种机、铡草机等上。由于铸造齿轮较粗糙，为了防止齿厚超过齿间，齿高过低，致使一对齿轮不能啮合，或工作时卡齿，常把齿轮牙齿的高度铸造高些，把牙间的尺寸铸造宽些。

机械加工齿轮用锻压或铸造的毛坯，经车床加工成所需要的尺寸和形状，然后再加工牙齿部分。齿轮牙齿加工，常见的有铣床铣齿，插齿机插齿，滚齿机滚齿等。

多数钢制齿轮还要进行热处理，如调质处理、淬火及其他强化处理，以提高承载能力和使用寿命。

## 二、齿轮各部分的名称

图7-16a为一个标准直齿圆柱齿轮。连接各齿顶的圆称为齿顶圆，它是决定毛坯尺寸的，用 $D_{顶}$ 表示；齿间底部所连成的圆称齿根圆，用 $D_{根}$ 表示；齿顶圆和齿根圆之间的径向距离称齿全高，用 $h$ 表示，它是加工齿轮时决定进刀尺寸的；相邻两牙齿间的空间称齿间。在齿顶圆和齿根圆之间

的任意圆上一齿间弧线长度，用  $a_K$  表示；牙齿在此圆周上的弧线厚度用  $S_K$  表示。对标准齿轮来说，若在某一圆周上，恰恰  $a_K = S_K$ ，即齿间和齿厚的弧线长度相同，则此圆为齿轮的分度圆，其直径用  $D$  表示。在分度圆周上的齿间和齿厚，分别用  $a$  和  $s$  表示，通常所说的齿间和齿厚，即是指  $a$  和  $s$  而言。相邻两牙齿间在分度圆上的弧线距离为周节或齿距，用  $t$  表示，则

$$t = a + s \quad (7-5)$$

从分度圆起，至齿顶的径向距离为齿顶高，用  $h_{\text{顶}}$  表示；至齿根圆的径向距离为齿根高，用  $h_{\text{根}}$  表示。牙齿沿齿轮轴线方向的尺寸叫齿宽，用  $B$  表示。

图 7-16b 为一对渐开线直齿圆柱齿轮的啮合图，两轮中心的距离称中心距，用  $A$  表示。对于标准齿轮传动，安装准确时，两齿轮的两分度圆恰好相切于  $P$  点，此时中心距

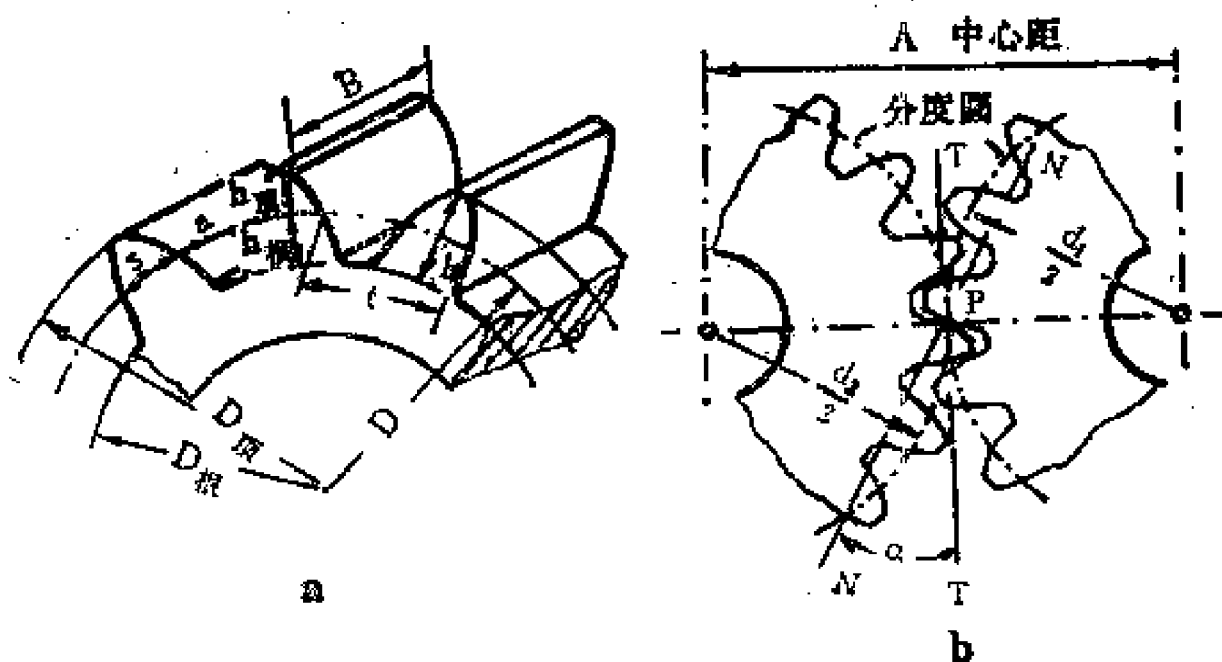


图 7-16 单个标准齿轮及齿轮传动

A 等于：

$$A = \frac{D_1}{2} + \frac{D_2}{2} \quad (7-6)$$

式中  $D_1$  和  $D_2$  分别表示主动和从动齿轮的分度圆直径或节圆直径。

一对啮合齿轮之一的齿顶圆和另一个齿轮的齿根圆之间的径向距离称为径向间隙，用  $c_m$  表示， $c$  是系数， $m$  是齿轮的模数。

一对啮合齿轮在啮合点上，如图 7-16b 中的 P 点，其速度方向 ( $\overline{TT}$ ，它在 P 点切于两个分度圆) 和作用力的方向 ( $\overline{NN}$ ，它是通过两个渐开线齿廓啮合点 P 的公法线) 之间的夹角，叫压力角，用  $\alpha$  表示。

以上名称和符号是对直齿圆柱齿轮而言，对其他标准齿轮，仍然适用，对于斜齿轮，其斜角（常称螺旋角）用  $\beta$  表示。对于圆锥齿轮，由于其两轴线是垂直的，两齿轮间的关系已不能用中心距  $A$  表达，而是用锥距  $L$  表示；圆锥齿轮的模数、分度圆直径、齿间、齿厚、齿高等仍有上述关系（如  $D = mz$ ， $a = s$ ）和同样的表示方式，但由于牙齿分布在圆锥面上，因之在尺寸上是变化的，即在大端尺寸大些，小端尺寸小些，我们通常所说的模数、分度圆直径、齿间、齿厚、齿高等，都是指大端参数而言。

### 三、标准直齿圆柱齿轮的主要参数

渐开线圆柱齿轮的主要参数有模数  $m$ ，压力角  $\alpha$ ，牙齿数  $z$  等，若我们把基本参数确定了，其他参数皆可根据基本参数决定出来。

## 1. 模数 $m$

模数  $m$  是齿轮的一个主要参数，上面谈过，周节  $t$  是相邻两牙齿间在分度圆周上的一段弧线距离，当牙齿齿数为  $z$  时，则

$$t = \frac{\pi D}{z} \quad (7-7a)$$

$$\text{或 } D = \frac{t}{\pi} z \quad (7-7b)$$

式中  $\pi$ —圆周率， $\pi = 3.1416$ ；

$D$ —分度圆直径。

我们把  $\frac{t}{\pi}$  规定为模数  $m$ ，单位是毫米。

即：

$$m = \frac{t}{\pi} \quad (7-8)$$

$$\text{所以： } D = mz \quad (7-9)$$

由上可知，拿两个齿数相同，模数不同的齿轮来比较，模数大的齿轮尺寸就大，牙齿厚度也大，它能承受的力量也相应的大，即强度大，拖拉机变速箱中的齿轮模数常取 3 ~ 5（毫米）。

为了便于设计、制造、修配等，齿轮的模数已经标准化。在机械工业通用标准中规定了标准模数系列，表 7-6。

要决定齿轮模数大小，首先要弄清楚哪些因素影响齿轮模数的大小。大家知道，引起齿轮牙齿损坏的主要因素有：

表7—6

齿轮标准模数系列

第一系列	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
	14	16	18	20	22	25	30	36	40	45	50	
第二系列	1.75	2.25	(2.75)	3.5	(3.75)	4.5	(5.5)	(6.5)				
	7	9	(11)	(13)	(15)	28	33					

注：1. 模数单位为毫米。

2. 优先采用第一系列，括号内的模数尽可能不用。

作用力的大小和性质，即传递扭矩大小和性质，速度高低，工作时间长短，材料好坏，使用和维护情况等。如果齿轮受力大，齿轮的模数就应大些；齿轮传动的速度高，磨损快，齿轮模数要相应地增大；齿轮要求寿命长，模数也要增大。另外，如果齿轮材料好，牙齿要进行强化处理（如淬火），或牙齿较宽，模数就可以相对小些。

## 2. 压力角 $\alpha$

一对啮合齿轮在啮合点上，其速度方向和作用力方向之间的夹角，叫压力角 $\alpha$ 。压力角在不同的啮合部位，如齿顶和齿根部分任一点，其大小是不同的。我国规定在分度圆上的标准压力角（图7—16b）为 $20^\circ$ 。

为什么规定标准压力角为 $20^\circ$ 呢？从传动省力的观点看，分度圆上的压力角越小越好，这时作用力和齿轮的速度方向相差很小或基本一致。但压力角小了，齿根就瘦，即牙齿齿根强度低，易折断等，能承受的作用力小了。反过来，加大压力角，齿根虽然厚了，但齿顶部分却变尖了，而且传动就费力了。所以在这个矛盾条件下，要兼顾各个方面，我国规定分

度圆上的标准压力角为 $20^\circ$ 。

### 3. 齿数 $z$

齿轮齿数根据机器的要求决定。当主动齿轮齿数 $z_1$ 决定后，从动齿轮齿数 $z_2$ 可根据传动比 $i$ 决定，即 $z_2 = iz_1$ 。

对于铸造齿轮，为便于制造，齿数 $z_1$ 取得少，常取10个左右或再多些；对于机械加工齿轮，考虑到传动平稳性，传动尺寸及其他因素，常取齿数 $z_1$ 不少于17（也可取少于17，但要进行变位，是变位齿轮，此即非标准齿轮，它的尺寸计算不能用标准齿轮的计算公式），一般常取小齿轮齿数 $z_1$ 为17~30。

标准直齿圆柱齿轮传动的计算公式见表7—7。

表7—7 标准直齿圆柱齿轮传动的计算公式

名 称	符 号	计 算 公 式
模 数	$m$	$\frac{D}{Z} = \frac{D_{\text{顶}}}{Z+2}$
压 力 角	$\alpha$	$20^\circ$
齿 数	$Z$	$Z_1 = \frac{D_1}{m}, Z_2 = \frac{D_2}{m}$
周 节	$t$	$\pi m$
分度圆直径	$D$	$D_1 = mZ_1, D_2 = mZ_2$
齿顶圆直径	$D_{\text{顶}}$	$D_{\text{顶}1} = m(Z_1 + 2), D_{\text{顶}2} = m(Z_2 + 2)$
齿根圆直径	$D_{\text{根}}$	$D_{\text{根}1} = m(Z_1 - 2.5), D_{\text{根}2} = m(Z_2 - 2.5)$
齿 顶 高	$h_{\text{顶}}$	$f m$ (标准齿 $f = 1$ , 短齿 $f = 0.8$ )

齿根高	$h_{\text{根}}$	$(f + c)m$ , ( $c = 0.25$ )
齿全高	$h$	$h_{\text{顶}} + h_{\text{根}}$
弧齿厚	$s$	$\frac{t}{2} = \frac{\pi m}{2}$
齿轮宽度	$B$	
中心距	$A$	$\frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$

例 7—2 有一标准直齿圆柱齿轮，模数为 3 毫米，齿数 24，求各部分尺寸。

若上齿轮同齿数为 36 的标准直齿圆柱齿轮相啮合，求其中心距和传动比。

解 一、 $m = 3$   $z = 24$  的直齿圆柱齿轮的各部分尺寸

分度圆直径  $D = mz = 3 \times 24 = 72$  毫米

齿顶圆直径  $D_{\text{顶}} = m(z + 2) = 3(24 + 2) = 78$  毫米

齿根圆直径  $D_{\text{根}} = m(z - 2.5) = 3(24 - 2.5) = 64.5$  毫米

周 节  $t = \pi m = 3.1416 \times 3 = 9.4248$  毫米

齿 顶 高  $h_{\text{顶}} = fm = m = 3$  毫米

齿 根 高  $h_{\text{根}} = (f + c)m = (1 + 0.25)3 = 3.75$  毫米

齿 全 高  $h = (2f + c)m = (2 \times 1 + 0.25)3 = 6.75$  毫米

弧 齿 厚  $s = \frac{t}{2} = \frac{9.4248}{2} = 4.7124$  毫米

二、中心距

两个齿轮相啮合，其模数要求相同，故

$$A = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} = \frac{3(24 + 36)}{2} = 90 \text{ 毫米}$$

### 三、传动比

题中没有说清楚传动条件，即那一个齿轮是主动的，故按两种情况考虑。

24齿齿轮主动，传动比  $i_1$ ：

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{36}{24} = 1.5$$

36齿齿轮主动，传动比  $i_2$ ：

$$i_2 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{24}{36} = \frac{2}{3}$$

例 7—3 测绘我国生产齿轮。

我国齿轮是模数制标准齿形的，压力角为  $20^\circ$ 。

一机床标准圆柱齿轮牙齿折断了，要做一新齿轮换上。齿轮齿数是24个，直齿，顶圆直径经测量平均为103.95毫米，如何确定其模数。

解 根据表 7—7 可查到

$$m = \frac{D_{\text{顶}}}{z + 2} = \frac{103.95}{24 + 2} = 3.99 \text{ 毫米}$$

再与标准模数系列相比较，取其接近的。查表 7—7， $m = 3.99 \approx 4$  毫米。

于是就判定这个齿轮是模数制标准齿形的， $m = 4$ ， $\alpha = 20^\circ$

这里要指出几点：

(1) 判定齿轮的模数，在没有资料的情况下，除可根据齿顶圆直径判定外，还可用其他参数，如齿厚、齿全高、周节、齿根圆、中心距、公法线长等等。常常同时用多种方



法判断，防止出差错。

(2) 当用上述方法得出的模数仍与模数标准系列有较大的出入时，可以认为，它很可能是变位齿轮。变位齿轮的测绘可参考其他资料。千万不能在数据相差较大时，而作出草率的判定。

(3) 测绘要细心、准确，测量工具要有一定的精度。如齿轮是奇数齿时，即齿轮齿数是11, 13, 15, 17, 19, 21……这样的数字，我们仍然测量齿顶圆直径，那就必然不准确，因量具的卡脚一在齿顶上，另一却在齿间处，这样量出的尺寸，比顶圆直径要小些。此时可用其他参数判断。若仍用直径判断，应把量出尺寸乘一校正系数，见表7—8。

**表7—8 奇数齿齿轮齿顶圆直径校正系数**

齿 数	9	11	13	15	17	19	21
校正系数	1.0154	1.0103	1.0073	1.0055	1.0043	1.0034	1.0028
齿 数	23	25	27	29	31	33	35
校正系数	1.0023	1.0020	1.0017	1.0015	1.0013	1.0011	1.0010
齿 数	37	41~43	45~47	49~51	53~57	59~67	69~85
校正系数	1.0009	1.0007	1.0006	1.0005	1.0004	1.0003	1.0002

#### 四、渐开线齿轮正确啮合的条件

在工具改革中，常可利用废旧齿轮。问题是渐开线齿轮可否随便找两个，装到一起就能工作？不行。渐开线齿轮正确啮合是有条件的。

一对啮合的齿轮，甲齿轮的牙齿要放到乙齿轮的齿间

中。同样，乙齿轮的牙齿也要放到甲齿轮的齿间中，而且齿侧间隙（齿间和齿厚的差值）、径向间隙要合乎技术要求，不能过大。若两齿轮牙齿齿厚（或齿间）、齿全高不一，那显然是不能啮合的。所以啮合的条件是两齿轮的齿厚（或齿间）尺寸相同，齿全高一致。所谓齿厚或齿间相同，即是周节相同，这也就是模数要相同。

另一条件是两齿轮在分度圆上的压力角相同，由于我国已将这个参数规定为 $20^\circ$ ，这就把问题简化了。

对于斜齿轮的啮合条件，除了模数，压力角要相同外，还要求牙齿的斜角大小相等，一为左旋，一为右旋。

## 五、齿轮传动的使用维护

在农业机械中常用的齿轮多属低精度齿轮，尤其是铸造齿轮，它的损坏方式多是磨损和牙齿折断。

在检修、安装齿轮传动时，要注意：

（1）两支承齿轮的轴，安装时要调整平行，两轴中心距要符合传动要求。中心距装小了易卡齿，甚至不能转动，装大了，齿轮啮合间隙大，引起冲击，影响齿轮正常工作。

（2）齿轮在宽度方向要全齿宽啮合，防止因局部接触导致的牙齿局部折断。

在平时工作中要对齿轮等进行认真的维护。

### 1. 对于闭式齿轮传动

（1）按机器使用说明书定期检查润滑油的多少，少则补充，多则放出其多余部分。

（2）定期更换润滑油，润滑油的品质、牌号，要按机器使用说明书的规定。

(3) 防止灰尘、水、杂物进入润滑油或传动箱壳内。

## 2. 对开式齿轮传动

对开式齿轮传动也要进行润滑，并及时清除齿轮和轴上的杂草、铁丝等。

# 第三节 链 传 动

链传动属于啮合传动，由链条、链轮等组成。

当两根轴平行而相距较远，传动比又要求准确时，可采用链传动，这也是不同于皮带传动和齿轮传动的地方。链传动可传递较大的扭矩，能在恶劣的环境下工作，这是链传动的特点。南泥湾—12型手扶拖拉机采用链来带动旋耕机。

农业机械上常用的链有焊接链（图 7—17）、钩链（图 7—18）和套筒滚子链（图 7—19）。

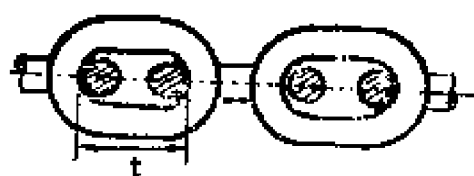


图 7—17 焊接链



图 7—18 钩链



焊接链由许多椭圆形的链环组成，链环由易焊的优质圆钢经模锻后焊成。这种链常用于起重重量不大的起重机械上，如手动起重机械，解放式水车等。它只能用于低速。

钩链也是一种低速链，通常速度不大于1米/秒。钩链有铸造钩链（材料用可锻铸铁）和冲压钩链（材料常用锰钢）。钩链安装时要注意大头指向运动的方向。

套筒滚子链应用最广泛，自行车就采用这种链。它的速度可达12~15米/秒。

套筒滚子链（图7—19）由内链片1、套筒2、销轴3，外链片4和滚子5所组成。内链片1的孔以过盈配合装于套筒2的端部；销轴3自由地穿过套筒2，可以相互转动；外链片4的孔和销轴3以过盈配合装在销轴端，通常再将销轴两端铆牢。滚子5自由地套在套筒2上，这样就可使链节和链轮啮合传动时，形成滚动摩擦，从而减小磨损。链片作成“8”字形的目的是为了链片各剖面等强度及减轻重量。套筒滚子链

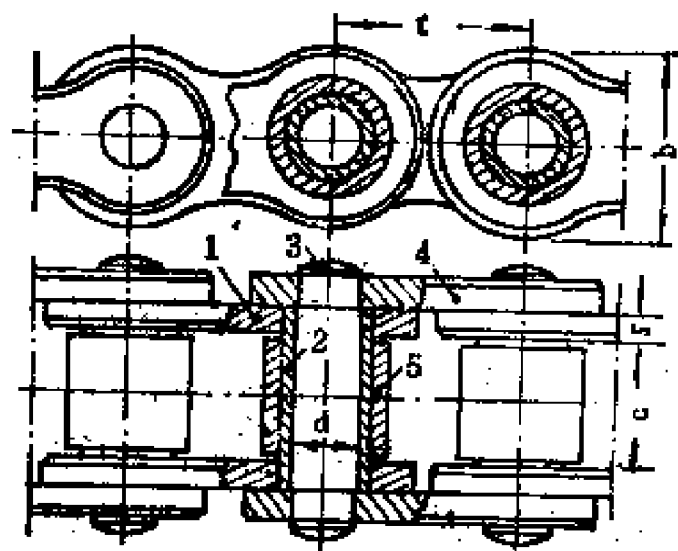


图7—19 套筒滚子链

1.内链片 2.套筒 3.销轴 4.外链片 5.滚子

比焊接链、钩链传动效率高、使用寿命长。

链的主要参数有两个：一是链节距 $t$ （图7—19），我国已标准化；另一是破坏载荷，指链作拉力试验达到破坏时拉力的大小，用公斤表示。这些参数可在手册中查到。套筒滚子链由专业工厂大量生产。

链轮很象一个薄齿轮，只是齿廓形状等不同。链轮齿廓

是用不同的圆弧组成的，它的要求是利于链条进入和退出啮合，以减少磨损和冲击。

链的损坏方式主要是滑链和被拉断或链元件(如滚子)破裂。对于高速链的套筒滚子链的损坏常是滑链。当骑着链条已经老了的自行车上坡，人虽用力踏脚踏，但自行车不前进。它的主动链轮转，从动链轮却不转，链条在链轮上爬上爬下，这就是滑链。滑链是由于链条磨损，链节距过大(也包括链轮齿的磨损)所致。对于低速链，如钩链和焊接链，往往由于链中拉力过大而把链条拉断。针对以上情况，在使用链传动时，除了合理确定传动扭矩或拉力大小，进行润滑外，还要求：1.合理调整链条的松紧度。链过紧，增大链条拉力，加速磨损；链过松，则在工作时振动，也加速链的磨损。链的松紧度检查方法同皮带传动。对于水平传动(两链轮轴在同一水平内)和角度不大的传动，合适的下垂度常取 $0.01A$ (两链轮轴线的距离叫中心距 $A$ )；对于与水平面倾角大于 $45^\circ$ 的传动，链的下垂度以 $(0.01\sim 0.015)A$ 较为合适。2.主、从动链轮安装要精确，要在同一个平面内。

## 第八章 轴系零件

齿轮、皮带轮、链轮等要安装和固定到轴上，而轴要安装到轴承中，才能实现旋转运动。此外，不同部件的轴，有时要用联轴节联接起来；为了在工作中可以随时切断和接合动力的传递，还应配置离合器。本章内容包括轴、轴承、联轴节和离合器。

### 第一节 轴

轴的作用主要有：支承旋转的零件，如齿轮、皮带轮等，使它们保持在一定的工作位置；传递运动和动力。在具体情况下，有时轴只起第一种作用，如架子车轴；有时则只起第二种作用，如汽车底盘的传动轴；但多数情况下，常常兼有上述两种作用，如饲料粉碎机的转子轴。

#### 一、轴的结构

轴分为直轴（图8—1a, b）和曲轴（图8—1c）两大类。前者传递旋转运动，后者把直线往复运动转化为旋转运动或相反。曲轴应用于内燃机、往复式水泵、曲柄压力机等。这里只讨论直轴。

在直轴中，结构最简单的是光轴，图8—1a，即在轴的全长上直径是相同的。这种轴加工方便，但轴上零件如齿

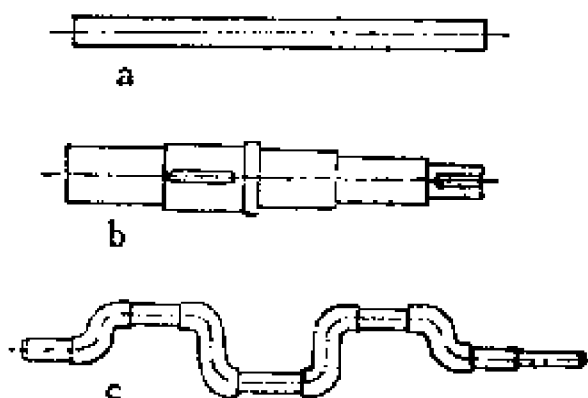


图 8—1 轴

a. 光轴      b. 阶梯轴      c. 曲轴

轮、轴承等的轴向定位及装拆等问题较难解决。应用最广泛的是阶梯轴，在轴全长上直径大小不一，这种轴加工费料费时，但可以方便地固定轴上零件的轴向位置，并易于拆装。

有的轴和轴上零件做成一体，如齿轮轴、蜗杆轴、凸轮轴等，这是因为轴上零件的尺寸和轴的直径大小相近，不能做成装配式的。

还有方轴和空心轴。方轴在播种机、圆盘耙等上可见到。空心轴用在要求减轻重量的机具上，如东风谷物联合收割机收割台的搅龙轴；有些地方则要求利用空心轴的空腔，如车床主轴，被加工零件往往要通过轴腔。

## 二、轴的材料

轴的工作要求是多种多样的，它的材料应满足如强度、刚度、韧性、耐磨性等要求。

一般轴用中碳钢制造，45号钢应用广泛，秦岭系列的饲料粉碎机转子轴就采用这种材料。对于结构复杂的轴，如曲轴等，可以采用球墨铸铁、合金铸铁等材料制造。这些铸铁强度相当高，有优越的工艺性，且价格低廉。

## 三、轴上零件的固定

轴上被支承的部分（与轴承接触的部分）叫轴颈，安装

轮毂（如皮带轮、齿轮）的部分叫轴头，轴颈与轴头的联接部分叫轴身。对于阶梯轴在两段不同直径之间的过渡部分，若尺寸骤然减下来，这部分叫轴肩，由其侧面的定位面和过渡圆角组成。轴上零件以其作定位面时，必须靠紧。

轴上零件的固定有周向和轴向两种。

周向固定指轴和轴上零件之间不能作相对转动。固定方式通常采用平键、花键及楔键，有时还可见到用销钉、螺钉、静配合等。周向固定方式取决于轴和轴上零件传递扭矩的大小、对中要求等。如拖拉机变速箱中轴和齿轮间的周向固定常采用花键联接，而轴和滚动轴承之间，由于轴颈和滚动轴承不传递扭矩，只要克服轴承的摩擦力，所以周向固定用过渡配合就可以了。

轴向固定是指轴上零件不能沿轴心线方向对轴作相对移动。固定方式通常采用轴肩、套筒、弹性挡圈、圆螺母、楔键（只能作单向轴向固定）等，轴向固定方式取决于轴上零件轴向力的大小等。如大斜角的斜齿圆柱齿轮，轴向固定就应可靠些。

轴上零件固定方式中，有些只有单一的作用，如平键联接只能作周向固定；有些则可同时作周向和轴向固定，如销钉、静配合等，即在作周向固定的同时，还有轴向固定的作用。

## 第二节 滚动轴承

轴承按摩擦性质分滚动轴承和滑动轴承。滚动轴承由于摩擦系数小，启动快，效率高，润滑和维护简单等优点，应



用越来越广。

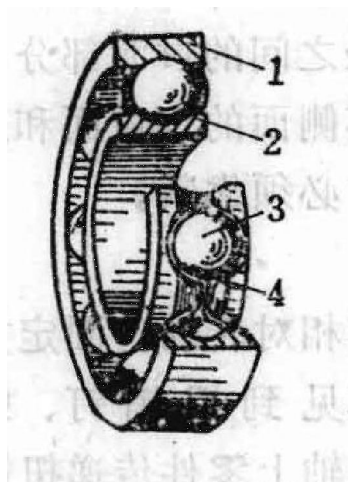


图 8—2 滚动轴承结构

- 1. 外圈
- 2. 内圈
- 3. 滚动体
- 4. 保持架

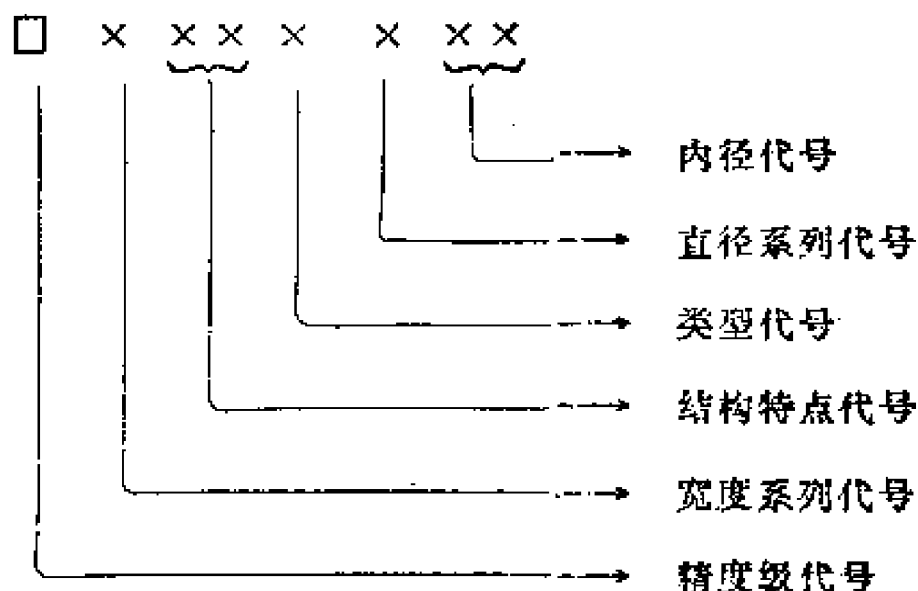
滚动轴承如图 8—2，通常由外圈 1、内圈 2、滚动体 3 和保持架 4 组成。内、外圈上有供滚动体滚动的滚道，保持架（用较软的低碳钢或有色金属、塑料制造）的作用是把滚动体均匀隔开，以避免滚动体互相碰撞摩擦。外圈装在轴承座内，起支承作用。内圈装在轴上，一般随轴一起旋转。

## 一、滚动轴承的类型、特点、代号和选择

滚动轴承类型很多。按轴承能承受负荷的方向分：向心轴承（承受向心力）、推力轴承（承受轴向推力）和向心推力轴承（能同时承受向心力和轴向推力）等；按滚动体的形式可分球轴承（滚动体是球）、圆柱滚子轴承（滚动体是圆柱滚子）、圆锥滚子轴承（滚动体是圆锥形滚子）等，此外，还有调心轴承（特点是允许轴承外圈和内圈或外圈与轴颈的轴心线偏斜一定大小的角度，此种性能叫调心或自位作用）以及其他结构和特点的轴承。其轴承的结构、性能、特点用代号来表示。

代号由拼音字母（精度级代号）和数字（型号代号，用七位数字表示在精度级代号后面）等组成。若为普通精度级轴承，精度级代号可以省略不写；同时，左边的数字为“0”时，也可省略不写，如 308 轴承，即省去了精度级代号和左边的“0”。

以下将代号加以介绍：



### 1. 轴承内径代号

右起第一、二位数字表示，意义如表 8—1。

表 8—1 轴承内径代号

内径代号	00	01	02	03	04~99
轴承内径 (毫米)	10	12	15	17	数字乘 5 例：08，即 $8 \times 5 = 40$

### 2. 轴承尺寸系列代号

右起第三位数字表示轴承直径系列，右起第七位数字表示宽度（或高度）系列，表 8—2。

轴承系列不同，尺寸就不同。直径系列表示轴承内径相同，而外径不同。系列不同，其承受负荷能力不同。如特轻型的承受负荷能力较小，依轻、中、重，逐次增大，宽度系

表 8—2 轴承尺寸系列代号

数字	直径系列代号 (右起第三位数字)	宽度系列代号 (右起第七位数字)
0	内径小于10毫米的轴承	宽度不定
1	特轻型	正 常
2	轻 型	宽
3	中 型	特 宽
4	重 型	特 宽
5	轻宽型	特 宽
6	中宽型	特 宽
7	特轻：右起第七位数字为 0 时，表示宽度或外径非标准。	窄
8	超轻：右起第七位数字为 0 时，表示宽度或外径非标准。	特窄
9	超轻：右起第七位数字为 0 时，表示内径非标准。	

列系指区别同一类型，同一内径尺寸，而宽度尺寸不同的轴承，其承受负荷能力也随宽度的不同而改变。关于主要尺寸和承受负荷能力可在有关产品样本或手册中查到具体数字。

### 3. 轴承类型代号

右起第四位数字表示，表 8—4。

### 4. 轴承结构特点代号

右起第五、第六位数字表示。因代号繁多，这里就不介绍了，可在有关手册中查到。

### 5. 轴承精度级代号

用拼音字母表示在数字左边，我国轴承精度分为四级，见表 8—3。

表 8—3 轴承精度级代号

精度级	普通级 (标准级)	高级	精密级	超精密级
代号	G	E	D	C

普通精度级轴承 (G 通常省略不标) 精度最低，超精密级精度最高。精度级愈高，旋转精度愈高，最大转速也高，承受负荷能力也大，当然价格就贵。一般条件下，多用普通精度级轴承。

举例说明轴承代号：

306 普通精度级 (G 省略，左边的数字 0 也省略)、中系列、内径 30 毫米的单列向心球轴承。

1210 普通精度级、轻系列、内径为 50 毫米的双列向心球面球轴承。所谓双列，系指轴承有两排滚动体，所谓球面是指该种轴承具自动调心允许内、外圈轴心线相对偏转性能。

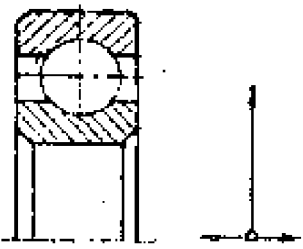
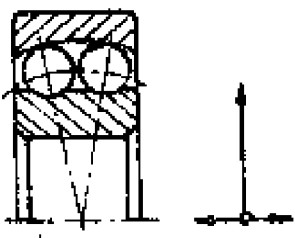
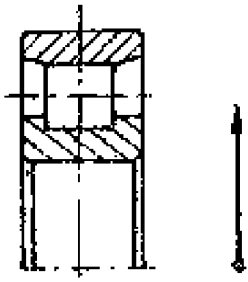
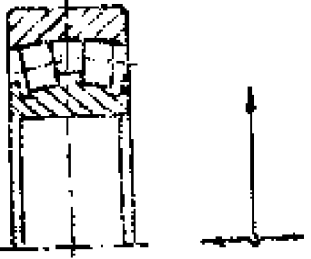
D7207 精密精度级、轻系列、内径为 35 毫米的圆锥滚子轴承。

8112 普通精度级、特轻系列、内径为 60 毫米的推力球轴承。

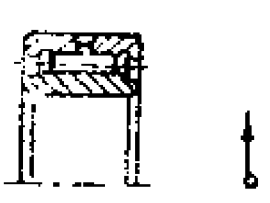
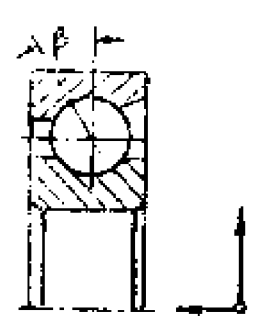
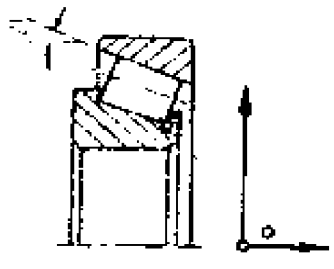
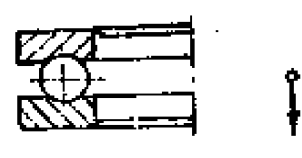
目前，我国生产的常用滚动轴承已经标准化，由专业工厂大量生产。

各类轴承的特点可参考表 8—4。



表 8—4 滚动轴承主要类型及特点

名称	结构简图	承受负载方向	类型代号 (右起第四位数字)	极限转速	特点及应用
单列向心球轴承			0	高	<p>主要用于承受径向负荷, 也可同时承受较小的轴向负荷; 承受冲击、振动负荷的能力差。在转速很高而轴向负荷不大时, 可代替推力球轴承。可用于高转速, 旋转精度高之处。工作中允许内、外圈轴心线相对偏斜 <math>\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}^\circ</math>。</p> <p>产量大, 价格便宜。</p>
双列向心球面球轴承			1	较高	<p>主要承受径向负荷, 能同时承受不大的轴向负荷。因为外圈滚道表面是以轴承中点为中心的球面, 内、外圈允许有较大的相对偏转 (<math>2^\circ \sim 3^\circ</math>), 故具有自动调心的特点, 适用于轴的弯曲刚度小、多支点轴和分别安装在机座上的轴承座上。</p>
单列向心圆柱滚子轴承			2	高	<p>用于承受大的径向负荷, 一般不能承受轴向负荷。</p> <p>内、外圈不允许有相对偏转, 适用于刚性大的轴及轴承座孔能保证严格对中的场合。</p>
双列向心球面滚子轴承			3	中	<p>性能同双列向心球面球轴承, 但承受负荷能力约大一倍。</p>

续表

名称	结构简图	承受负载 方 向	类型代 号(右 起第 四位 数字)	极限 转速	特 点 及 应 用
滚针 轴承		↑	4	低	用于承受径向负荷, 不能承受轴向负荷。径向尺寸小, 承受径向负荷能力大。 一般没有保持架, 因而极限转速低。 用于刚度大的轴及径向尺寸受限制的地方。
向心 推力 球轴 承		↑	6	较高	用于同时承受径向负荷和单向轴向负荷。 滚动体和外圈接触角 $\beta$ 有 $12^\circ$ 、 $26^\circ$ 、 $36^\circ$ 三种。 $\beta$ 角越大, 承受轴向负荷的能力也越大。 通常成对使用, 两只轴承应反向安装, 以承受两个方向的轴向力。
圆锥 滚子 轴承		↑	7	中	与向心推力球轴承性能相似, 但承受负荷能力大。
推力 球轴 承		↑	8	低	用于承受纯轴向负荷, 轴向负荷与轴心线重合。 高速时, 离心力大, 滚动体与保持架磨损严重且发热, 寿命降低, 故不适用于高速。 33000型可承受双向轴向力。

续表

名称	结构简图	承受负载 方向	类型代 号 (右 起第 四位 字)	极限 转速	特点及应用
推力 向心 球面 滚子 轴承			9	低	用于承受很大的轴向负 荷, 并能承受不大的径向负 荷。滚子是圆鼓形, 外圈滚 道是球面, 故能自动调心。

选择轴承类型时应考虑的主要因素:

(1) 球轴承与同类型同尺寸的滚子轴承比较, 宜用于转速较高, 旋转精度 (指轴承工作时的内、外圈及其滚道等的径向、侧向摆动大小而言, 摆动范围小则旋转精度高) 亦较高的地方。秦岭—350型饲料粉碎机的转子轴承, 转速每分钟 4000 转, 采用 80306 轴承, 即两面带防尘盖、中系列、内径为 35 毫米的单列向心球轴承。

(2) 当尺寸相同时, 滚子轴承比球轴承承受负荷的能力大, 刚度大, 受冲击、振动负荷的能力也较强, 因此在重负荷或有严重冲击及要求刚度好的装置中, 滚子轴承常易满足要求。

(3) 当轴承空间尺寸受到限制时, 应选择尺寸小的轴承。如万向节要求轴承径向尺寸小, 且工作条件又较恶劣, 但转速很低, 常用滚针轴承。

(4) 非调心型的滚子轴承, 尤其是长滚子轴承 (如滚针轴承), 对轴的挠曲及偏斜极为敏感, 使工作恶化, 轴承

寿命降低，只应用在刚度较大、两轴承孔严格对中的轴上。如果轴和轴承座孔有较大的挠曲和偏斜，应采用调心型轴承。调心轴承应成对使用。

(5) 当轴承同时受径向力和轴向力作用时，可采用向心推力球轴承或圆锥滚子轴承；当轴向力很小时，也可采用向心球轴承；轴向力大时，可采用向心轴承和推力轴承组成使用，使之分别只承受向心力和轴向力。

(6) 经常拆装的轴承宜选用易拆装的类型，如圆锥滚子轴承，内、外圈可以分离，允许分别安装。

(7) 选用轴承要注意节约。同尺寸不同类型、不同精度的轴承，价格相差较多。球轴承制造容易、价低；滚子轴承制造较难、价贵；高精度级轴承，价更贵。在可能条件下，应选用一般易得的低价轴承。

轴承的型号或具体尺寸，要根据轴承上作用力，转速高低，使用寿命以及轴颈的尺寸等来确定。

## 二、滚动轴承的装拆与维护

### 1. 滚动轴承的配合

滚动轴承与轴承孔和轴颈都应采用适当的配合。若轴承内径和轴颈的配合太松，可能使轴颈和轴承内孔之间就象滑动轴承那样有相对滑动；若配合太紧，不仅装拆困难，硬装进去还影响轴承的精度，转动不灵活，甚至轴承破裂。

正确的轴承配合，要根据机器的工作要求，负荷的大小、方向和性质，转速高低、工作温度，以及哪一个套圈旋转等因素来确定的。轴承内圈与轴的配合按基孔制，轴承外圈与轴承座孔的配合按基轴制。



轴承在工作时，内、外圈有转动与不转动之分。内圈通常随同轴一起旋转，而外圈则随轴承座不转动。转动圈的配合常比固定圈配合紧些。转动圈常选用的配合为过渡配合中较紧的，固定圈常用配合为过渡配合中较松的或与转动圈配合相同。轴颈和轴承孔的加工要求应与轴承的精度相适应。对于普通精度级轴承的配合轴颈和孔，常按二级精度加工，光洁度为 $\nabla_7$ 。以上是属于一般情况，根据实际情况尚可采用其他配合和加工精度。秦岭—350型饲料粉碎机转子轴与轴承的配合是第四种过渡配合，轴的加工精度是三级，光洁度是 $\nabla_6$ 。

## 2. 滚动轴承的安装和拆卸

由于滚动轴承是很精密的部件，套圈较薄，硬度较高，要十分注意安装、拆卸，不然易导致损害精度，降低寿命，甚至破裂。

(1) 安装时，应把轴承、轴承座孔和轴颈上的污物和防护油用煤油清洗干净。对于新换的零件，应检查配合处的尺寸，防止配合过松过紧。

(2) 安装时，要避免污物和泥砂等落入轴承中，造成轴承磨损加快。

(3) 装拆轴承时，应该在配合套圈端面加力，或同时加力于内、外圈上，不允许通过滚动体和滚道传递装卸力，例如轴承装到轴上时，不允许把安装力加到外圈上，如图 8-3 所示。

(4) 轴承端面应与轴肩或轴承座孔的支承面靠紧。

(5) 轴承安装后，应检查转动灵活性，游动间隙，轴上零件位置是否合适等。

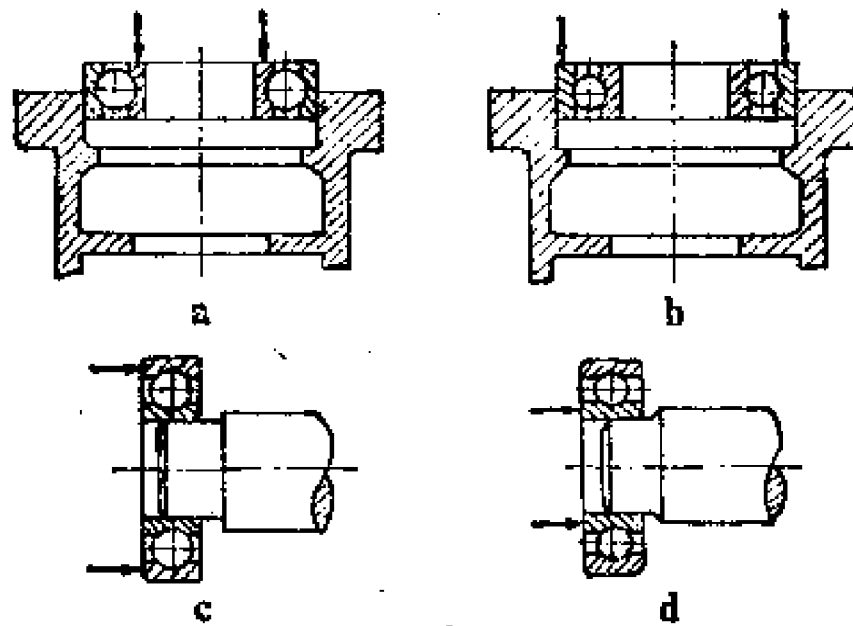


图 8—3 轴承安装时的加力  
a及c. 不正确 b及d. 正确

轴承轴向游隙的调整，在农业机械上常用端盖上的垫片实现。增加垫片，游隙加大；减少垫片，游隙减小。

#### (6) 安装工具及方法

铜棒：如图 8—4，用榔头敲铜棒时，铜棒不要集中内圈边上某一点，应经常变更地点，以免内圈倾斜或不能很快装上。

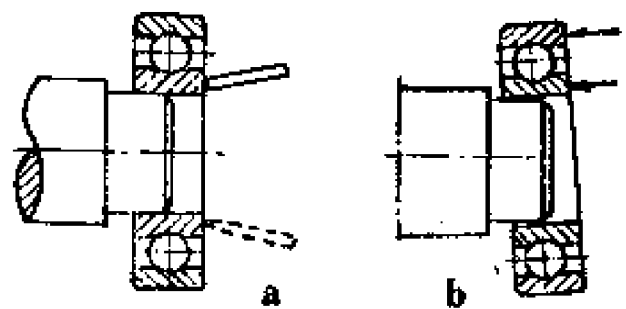


图 8—4 安装方法（一）  
a. 正确 b. 不正确

套筒：图 8—5，套筒用铜管或钢管，内、外径要合适。装内圈套筒，内径要稍大于轴承内径，厚度要稍薄于内圈的厚度。套筒内径堵死、外径上加凸缘（图 8—5 c）可防止渣屑落入轴承中。

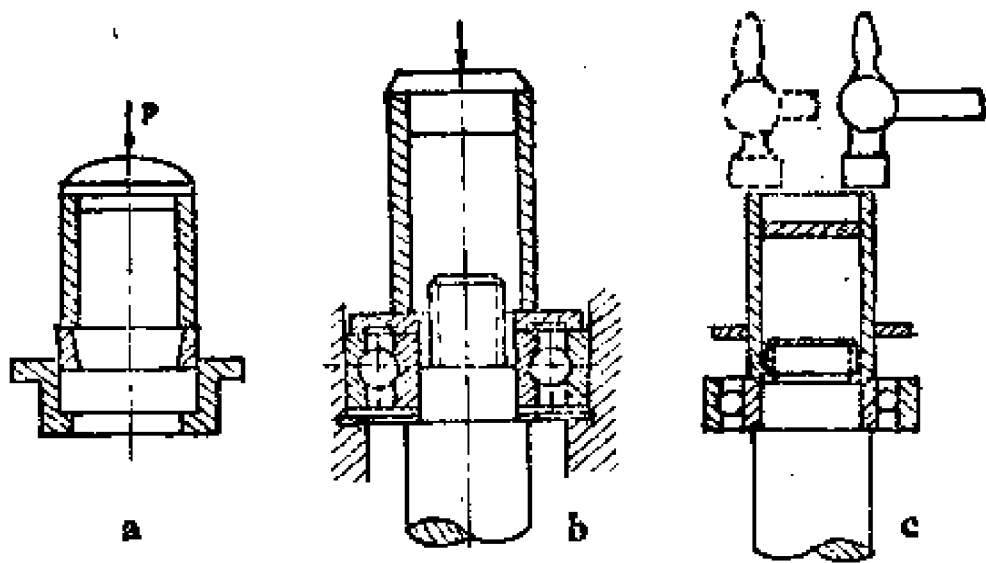


图 8—5 安装方法 (二)

用套筒安装比铜棒优越。

安装时还可用压力机等。

(7) 拆卸工具及方法：拆卸轴承时常用拔盘器（图 8—6）它是一种螺旋装置。使用时要注意加力点应加在过盈配合的套圈上。有时也可用铜棒等用榔头敲出，当然仍应注意改变加力点。

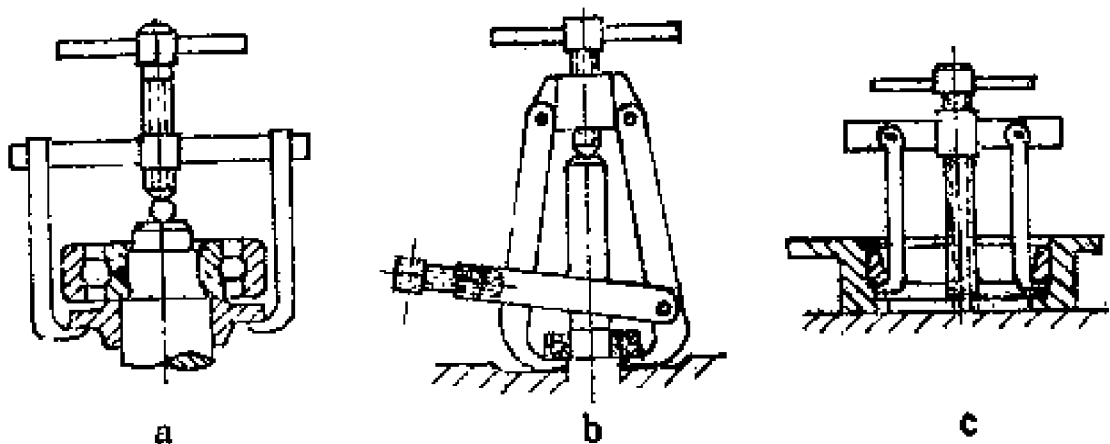


图 8—6 拔盘器

### 3. 轴承的固定

在机器中，轴的位置靠轴承来固定。轴上零件要求轴在一定的位置上固定，如链传动两链轮要求在轴的另一垂直面内，圆锥齿轮要求两节锥顶点重合，蜗轮的中心平面要通过蜗杆轴的中心线，不允许轴有过大的轴向窜动。此外，也不允许因热胀冷缩，致使轴将轴承卡死，故又要求轴的固定能允许轴因热伸长，因冷缩短，即应留有补偿的微小轴向游动间隙。

滚动轴承限制轴的轴向窜动有两种常见的方法：

(1) 双支点单向固定 如图 8—7a 所示，每一个支承都能限制轴的单向移动，左边轴承通过其端盖凸缘限制了轴向左移动，右边轴承通过其端盖凸缘限制了轴向右移动，合起来就可限制双向移动。秦岭—350 型饲料粉碎机转子轴就用这种固定方法。

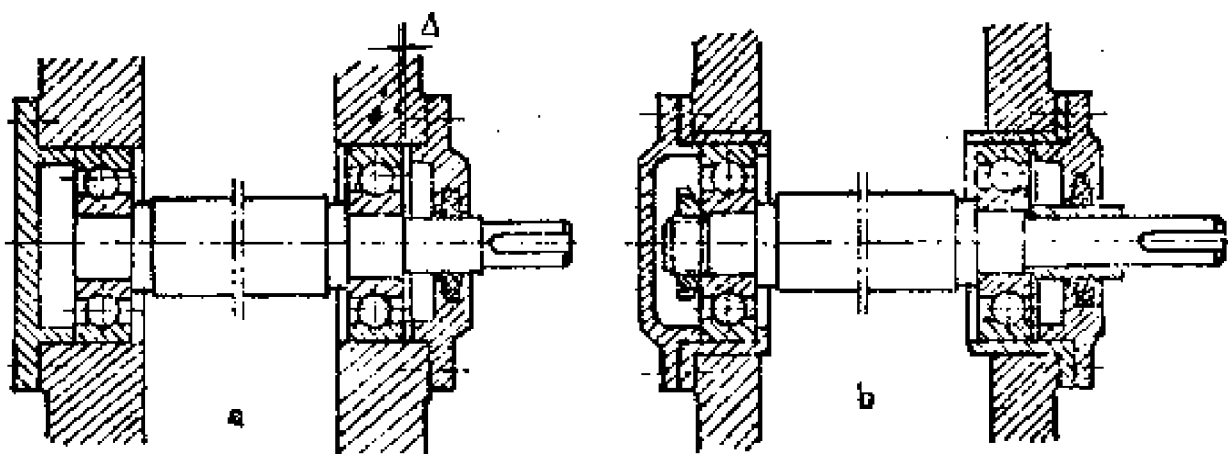


图 8—7 轴承固定

a. 双支点单向固定 b. 单支点双向固定

为了防止轴因热胀而卡死轴承，在轴承外圈和端盖凸缘之间留有微小间隙 $\Delta$ （0.2~0.3毫米）。这个间隙的调节可

通过端盖和轴承座之间的垫片增减来实现。

(2) 单支点双向固定 如图 8—7b, 左边轴承的内、外圈都作了双向固定, 故左右移动都不可能。而右边轴承的外圈是游动的, 与端盖凸缘之间有较大的间隙, 故右轴承可随同轴的伸缩而左右移动 (右边轴承内圈和轴颈之间不允许有相对运动, 也作了双向固定)。

对于温度变化较大的长轴应采用第二种方式或向心推力轴承反装; 对于温度变化较小的短轴可采用第一种方式。

轴承外圈的轴向固定常用端盖, 孔用弹性挡圈等; 内圈的轴向固定常用轴肩、套筒、螺母、紧定套, 轴用弹性挡圈等。

#### 4. 滚动轴承的润滑、密封和维护

轴承润滑的作用有: 减小摩擦磨损、导热、防蚀、减少噪音、防止灰尘进入等。

常用的润滑剂有润滑脂 (黄油) 和润滑油 (机油)。农业机械上用黄油较多, 常用的黄油有钙基脂和钙钠基脂。

轴承的润滑应按机器说明书进行, 定期检查、补充和定期更换润滑油。加入润滑剂不是越多越好。对于润滑油, 油平面通常不超过最下面滚动体的中心线, 尤其是高转速轴承; 对于润滑脂, 通常应填充轴承室空间  $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 。

对轴承的密封不应掉以轻心。我们看看饲料粉碎机的工作情况, 主轴转速高达每分钟几千转, 尘土、粉碎物粉末四处飞扬, 若密封作用不好, 不仅润滑剂要流出, 而尘土杂物屑亦可进入轴承中, 影响轴承工作寿命, 还污染了粉碎物料。

轴承的密封装置, 常用轴承端盖, 如图 8—7 左边。对于伸出轴端如图 8—7 的右端, 常在轴承端盖的轴孔中附加

有油沟（填充黄油）、毛毡圈（图8—7右边）或油封（图8—8）等。

毛毡圈是用毛毡做的、它装在端盖的梯形槽中（图8—7右边）。

油封是用橡胶或塑料制造的，有“J”形、“U”形骨架式和无骨架式，内部多有弹簧箍，用以把油封的密封唇同轴颈压紧，以加强密封作用。油封密封作用可靠，但只单向密封作用好，如图8—8a、b由右向左的密封作用好，安装时根据要求注意方向。为了防止轴承内润滑剂外漏和外面灰尘、水分等进入轴承中，常用二油封背靠背安装，如图8—8c。

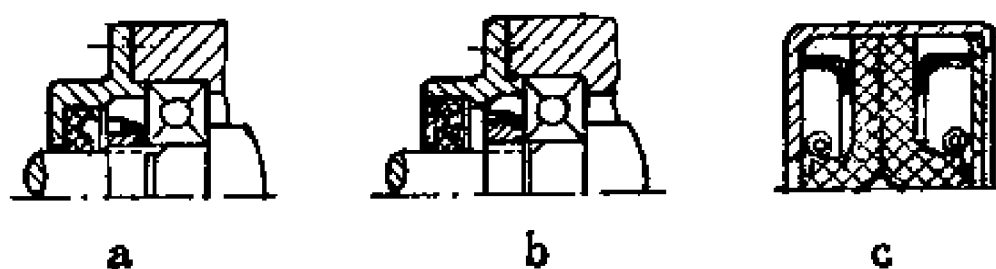


图8—3 油封

对于架子车、自行车等没有保持架的滚动轴承，也要注意维护保养。当感到车辆沉重和有响声时，应及时检查，是否滚珠被压扁或压碎了。应取出压扁的、表面出现麻点的及压碎的滚珠，代以同样大小的滚珠（这点很重要）。不然，若滚珠大小尺寸相差太大，因受力不均匀，还会很快损坏的。为了简便起见，可全部代以新滚珠。换下来的滚珠，可按尺寸分级选配，以后再装。轴档等也应同时检查是否有麻点。轴档的调整，应以车轮转动灵活为准。对于经常重载的车辆，档可调紧些；反之，档可调松些。

### 第三节 滑动轴承

滑动轴承由于摩擦损耗大，维护较复杂等原因，在一些方面被滚动轴承所代替。但由于它具有结构简单，制造、装拆方便，能承受重负荷和冲击负荷，旋转精度较高，径向尺寸小及寿命长等优点，故目前仍在应用。如在高转速、高精度的机床上，在重负荷和冲击负荷的内燃机、轧钢机上以及在低速、低精度的农业机械上都有应用。

#### 一、滑动轴承的构造

滑动轴承由轴承座、轴套或轴瓦、润滑装置和连接螺栓等组成。农业机械中常见的滑动轴承有整体式和剖分式两类。

##### 1. 整体式

在机器的机架上直接钻出或镗出轴承孔，在孔中以静配合装上轴套，这是最简单的整体式滑动轴承，图 8—9。这种结构多用于简单的和手动的机械。

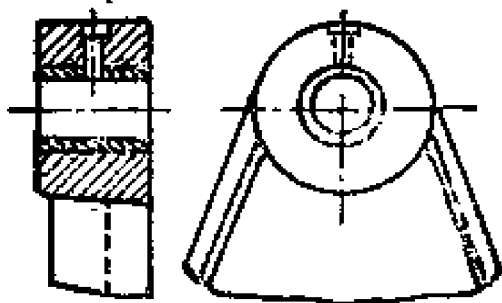


图 8—9 机架镗孔

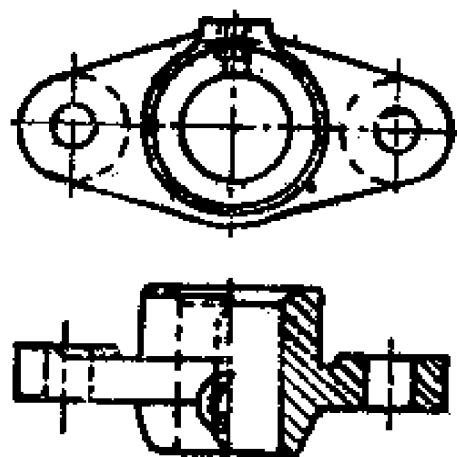


图 8—10 凸缘轴轴承

为了安装、调整、对中(一根轴的两个轴承孔的中心线完全重合,谓之对中好)方便,可以采用如图8—10所示的凸缘轴承,它用若干个螺栓固定在机架上。

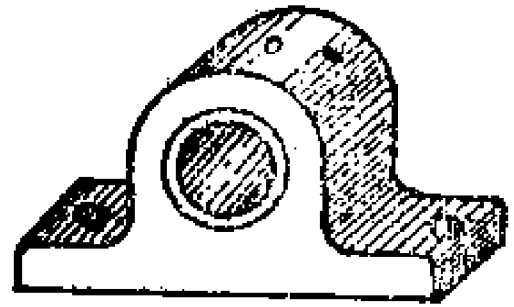


图8—11 整体式轴承

最常见的整体式滑动轴承如图8—11所示。由轴承座和轴套组成。轴套和轴承座孔是静配合,为了防止它们之间有相对运动,往往附加有固定螺钉。在轴承座的顶部设有加油孔或装油杯的螺纹孔。轴承座用螺栓固定在机架上。

所有整体式轴承都有共同的缺点:1)当轴套内径磨损而配合间隙过大时,无法调整小,只好更换轴套;2)装拆不方便。剖分式轴承在一定程度上克服了这些缺点。

## 2. 剖分式

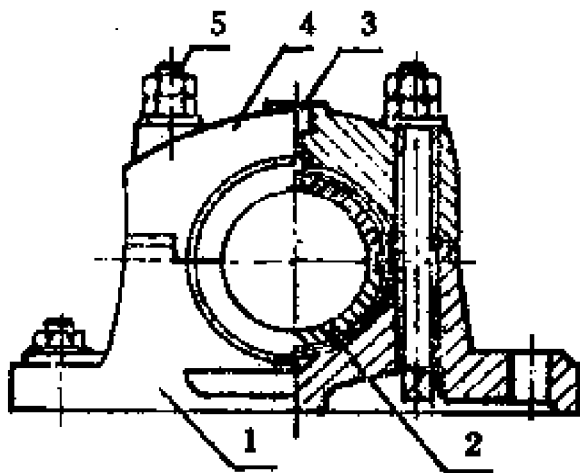


图8—12 剖分式轴承

1. 轴承座 2. 轴瓦 3. 螺纹孔  
4. 轴承盖 5. 螺栓

剖分式轴承如图8—12所示,由轴承座1、轴承盖4、通过螺栓5连成一体。盖上有润滑装置的螺纹孔3,剖分式轴瓦2装在轴承座和盖的孔中,同轴颈直接接触,轴瓦两端凸出的台阶可作轴向固定。轴承座和盖的剖分面常做成阶梯形,以便定位和防止工作时错动,减少



螺栓 5 的横向力，该剖分面一般是水平的。

当轴瓦的内径因磨损变成椭圆后，可将轴瓦的剖分面进行刮修或减少轴瓦剖分面预先放置的垫片，再拧紧螺栓 5，就可以调整轴颈和轴瓦间的配合间隙。当然，轴承座和其盖之间，也应减少剖分面间的垫片。内燃机曲轴主轴瓦和连杆轴瓦常用这个方法调整轴承的配合间隙。

轴承座和盖一般用灰铸铁铸造。

滚动轴承的轴承座和滑动轴承座形式很相近，它们都已标准化了，在手册中可查到各种结构形式及其系列尺寸。

## 二、轴套和轴瓦

轴套（图 8—13）和轴瓦（图 8—14）是滑动轴承和轴颈直接接触的元件，为了提高传动效率，延长工作寿命，常用减摩（摩擦系数小）、耐磨和抗胶合能力强的材料制造。目前制作轴套、轴瓦比较好的材料有轴承合金（由锡、铅、锑、铜、

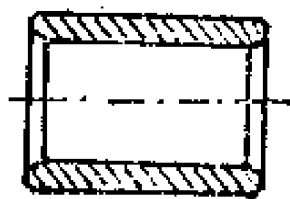


图 8—13 轴套



图 8—14 轴瓦

等组成）和青铜（由锡、锌、铅、铜、铝等组成）等，这类材料是比较贵重的有色金属，故往往只在轴瓦的内表面上浇附上薄薄的一层，这就是所谓的轴承衬。所有制造轴套、轴瓦和轴承衬的材料合起来，统称轴承材料。

农业机械上常用的轴承材料有耐磨铸铁、黄铜（铜锌等的合金）青铜和轴承合金（也称巴氏合金）等。铸铁用于低

速轻负荷的条件下。高速、中速和中、重负荷时，可用青铜或轴承合金，如拖拉机、谷物联合收割机的发动机主轴瓦、连杆轴承常用这类材料制造。黄铜性能介于上二者之间。含油轴承，即铁—石墨或青铜—石墨等的粉末经拌合、压型、烧结、整形、浸油等步骤制成，由于其组织多孔，孔隙中能吸存润滑油，并能在工作中被自动吸出，故称含油轴承。此外，尚可见到非金属材料轴承，如木轴瓦、尼龙轴套、橡胶轴套等。

为了输送和分配润滑剂，轴套和轴瓦内表面都开有油孔和油沟。

### 三、滑动轴承的维护

滑动轴承不象滚动轴承那样可在较长时间才补充一次润滑剂，而要经常进行润滑，很多滑动轴承每工作2~4小时，就要加一次油。这是由于滑动轴承两端漏油严重。当润滑剂缺乏时，不仅摩擦、磨损严重，且能因发热而导致胶合，使轴颈和轴瓦（或轴套）粘焊到一起，从而把轴瓦（或轴套）工作面撕坏。

滑动轴承润滑方法很多，只就其中简单的介绍如下：

（1）手浇润滑。定期用油壶或黄油枪注油。

（2）油杯润滑。在轴承盖上方装一盛油的油杯，其孔同轴瓦（或轴套）油沟相通，可以经常自流供油。对于黄油杯，则要旋转其端盖，方能把黄油压入轴承中。

（3）油池润滑。在轴承座内腔作一油池蓄油，通过具有一定高度的油平面或利用棉线的毛细管作用等，把油引入滑动表面上去。

另外，还有用油泵供油的压力润滑（如内燃机曲轴主轴瓦及连杆轴瓦等）以及利用高速旋转件搅油的飞溅润滑（如一些

变速箱中的轴承润滑)。

滚动轴承的润滑也采用上述方法。

## 第四节 联轴节与离合器

### 一、联轴节

东方红—75拖拉机、解放牌汽车，由发动机到后桥之间的轴，不是一个整体，而是由若干段组成的。联接两根轴的部件就是联轴节。

联轴节的功用：①把两根轴联接起来，并传递扭矩和运动；②当两根轴轴心线不重合时，能消除或减少其危害性(不同心时将引起振动和额外的附加力以及变形，甚至不能正常工作)；③能吸收振动，缓和冲击。东方红—75拖拉机中央传动轴的联轴节有以上三个作用，而解放牌汽车中央传动轴联轴节(叫万向节)主要是前两个作用。

常用联轴节已标准化了。以下介绍几种常见的形式。

#### 1. 凸缘联轴节

凸缘联轴节的结构图8—15。它很象一个辐板式平皮带轮在中间剖开，左边一半同左边的轴用键联接起来，右边的一半同右边的轴用键联接起来，并作轴向固定，然后用若干个螺栓把二者联到一起。此外凸缘联轴节还有对中结构，

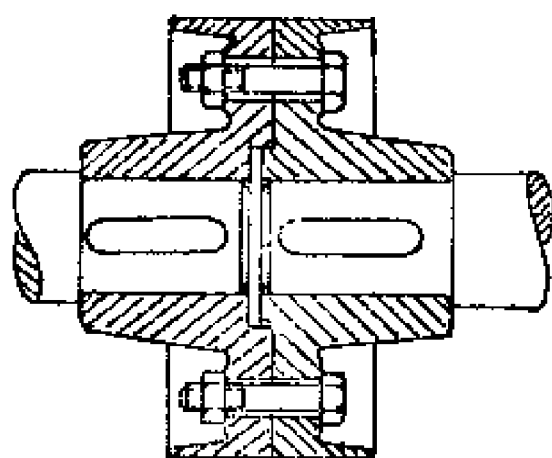


图8—15 凸缘联轴节

即在接触端面上，一头有凸肩，又一头有凹槽，凸肩以一定的配合尺寸穿入凹槽中，它保证了对中的要求。

这种联轴节的缺点是缓冲吸振的能力差，且只能用在两轴严格对中的地方。若把联接螺栓代以木销、尼龙销等，由于这些材料且有弹性，故可以在一定程度上改进凸缘联轴节的缺点。

## 2. 套筒联轴节

取一段尺寸合适的钢管，在内径沿轴线方向做出键槽，这就是套筒 1，把套筒套在两联接轴轴端，装上平键 2，再加上防止套筒轴向窜动的紧定螺钉 3，则构成如图 8—16a 的套筒联轴节。若用两销子代替键和螺钉，则是图 8—16b 的销钉联轴节。

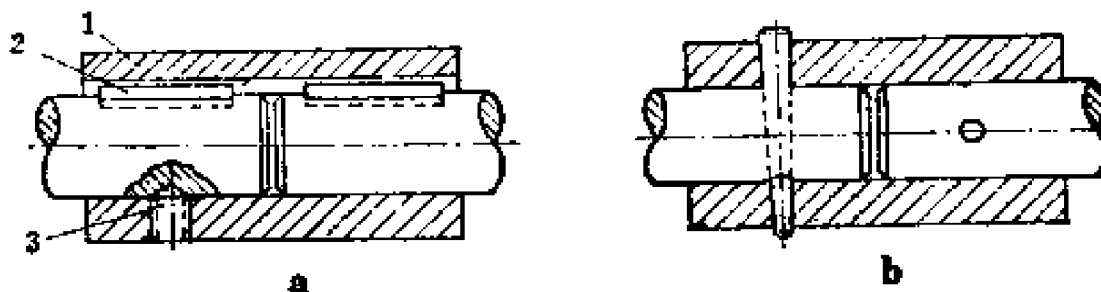


图 8—16 套筒联轴节

1. 套筒 2. 平键 3. 紧定螺钉

这种联轴节结构简单，具有凸缘联轴节同样的缺点，只用在两轴对中严格的场合。

## 3. 十字沟槽联轴节

图 8—17是由两个端面开有凹槽的半联轴节、和一个两端面有榫的圆盘组成的十字沟槽联轴节。两个榫的中线互相垂直并通过圆盘中心。两个半联轴节分别用键联接装在主动轴和从动轴上（并作轴向固定），圆盘上的两个榫以动配



图 8—17 十字沟槽联轴节

合嵌入两半联轴节的槽中。工作时两榫在两槽中可以来回滑动，构成动联接，因而具有径向可移性，即可以补偿两轴对中不好，如图 8—18 所示的径向偏差。对于轴向偏差、角偏差，也具有一定的补偿能力。所以这种联轴节叫可移式联轴节。

十字沟槽联轴节和凸缘联轴节、套筒联轴节（后二种不能补偿上述偏差，叫固定式联轴节），差别很大。轴在工作中不可避免地要出现如图 8—18 中的各种偏差，这是因为零件制造、安装有偏差，零件因热胀冷缩、受力变形等原因导致。补偿偏差的能力对机器正常工作很有必要，它能消除或减少二轴对中不良所导致的危害。

十字沟槽联轴节和凸缘联轴节、套筒联轴节（后二种不能补偿上述偏差，叫固定式联轴节），差别很大。轴在工作中不可避免地要出现如图 8—18 中的各种偏差，这是因为零件制造、安装有偏差，零件因热胀冷缩、受力变形等原因导致。补偿偏差的能力对机器正常工作很有必要，它能消除或减少二轴对中不良所导致的危害。

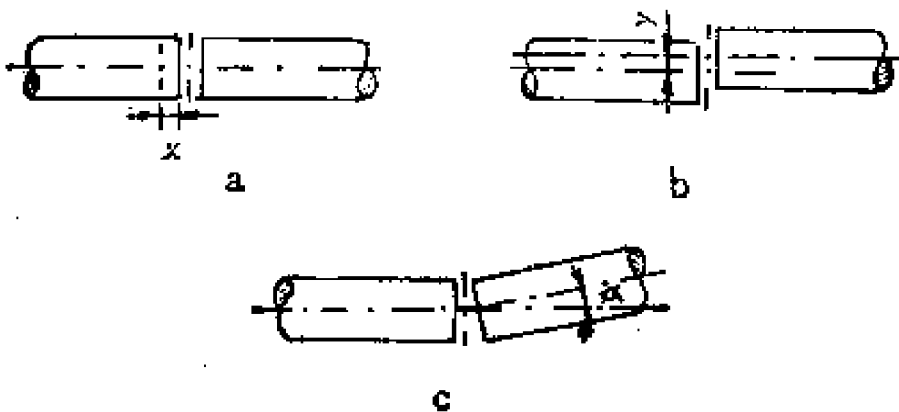


图 8—18 两轴对中偏差

a、两轴轴向偏差 $x$  b、两轴径向偏差 $y$  c、两轴角偏差 $\alpha$

由于十字沟槽联轴节在工作时，圆盘上两榫在两半联轴节的槽中要来回滑动，容易磨损。故上述三个零件常用45号钢制造，并经淬火处理，以提高其耐磨性，在工作时应加油

润滑。这种联轴节宜用于低速、两轴平行、有轴向及径向偏差的场合。

#### 4. 万向节

最简单的万向节如图 8—19 所示。通常由两个装在轴端的叉形零件 1、2，十字形零件 3，用轴销 4、5 联接成为两互相垂直的可动铰链联接，即两叉形零件可分别绕二垂直销轴转动。这种万向节的最大特点是两个被联接轴间的夹角可以很大，达  $35^{\circ}$ — $45^{\circ}$ ，故属于可移式联轴节，称十字铰链联轴节。

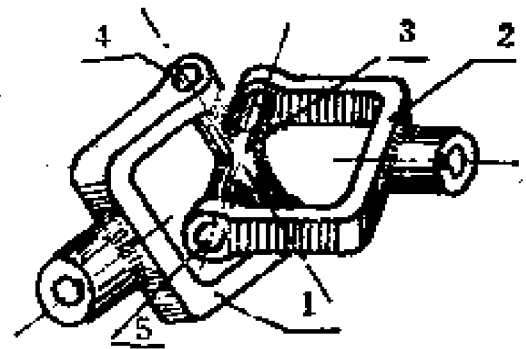


图 8—19 万向节

- 1, 2. 叉形零件
- 3. 十字形零件
- 4, 5. 销轴

考虑到从动轴的转动稳定性，常把二万向节串联起来使用。

其安装有一定的要求（图 8—20），应符合：①主动

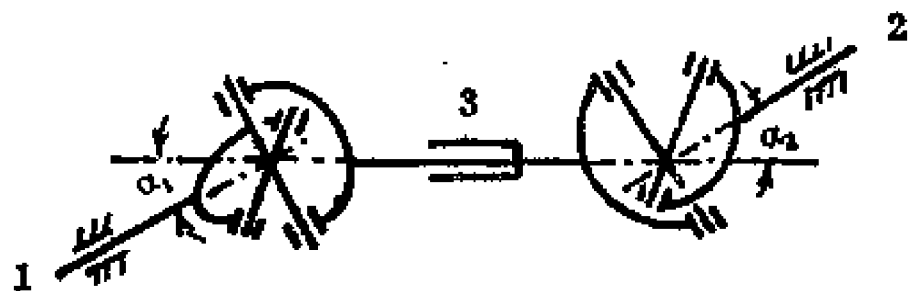


图 8—20 双联万向节

- 1. 主动轴
- 2. 从动轴
- 3. 带伸缩轴的中间轴

轴和中间轴的夹角  $\alpha_1$  和从动轴和中间轴的夹角  $\alpha_2$  相同。即  $\alpha_1 = \alpha_2$ ；②中间轴两端的叉形零件处于同一平面内。通常中间轴带有伸缩轴，即中间轴由两段组成一段是花键轴，另一

段是具有内花键的套筒轴；在农业机械上往往用方轴作伸缩轴。伸缩轴的作用是补偿轴向偏差，同时也便于安装。

万向节广泛应用于大型谷物收割机、汽车和机床中。

### 5. 弹性联轴节

前面四种联轴节都属于刚性联轴节，共同的缺点是不能缓和冲击及吸收振动。而弹性联轴节具有弹性零件，它利用弹性零件的变形，对传递过来的不平稳的扭矩能起缓冲作用和吸收其振动。这就避免了刚性联轴节的缺点，减少了冲击和振动的危害。同样，利用弹性零件的变形，弹性联轴节还具有补偿轴向、径向和角度的偏差的能力。

弹性柱销联轴节是常见的弹性联轴节。它是在凸缘联轴节的基础上改进的。用柱销代替螺栓，在柱销上再紧紧地套上橡皮圈。在工作时，柱销通过橡皮圈来传力给半联轴节孔，即利用橡皮圈的变形来达到缓冲吸振和补偿两轴对中的偏差。

## 二、离合器

拖拉机、汽车在行驶中要换挡，就要把动力暂时切断。不然就换不上档，即换挡齿轮不能推到啮合位置。硬推，会导致齿轮牙齿被打坏。播种机工作到地头，要转弯，应停止播种，待拖拉机牵引播种机到一定位置再继续播种。这个要求可由离合器来完成。

离合器的功能是传递和切断动力。当离合器接合时，动力由主动部分传递给从动部分；反之，离合器分离时，从动部分停止运转，而主动部分继续运转。下面，通过具体的离合器来说明离合器是怎样工作的。

农业机械上常用的离合器有牙嵌式和摩擦式两类。

### 1. 牙嵌式离合器

牙嵌式离合器（图 8—21）由有轮毂的两个圆盘组成，其中一个紧紧地固定在一根轴上（图中的主动牙盘 1），另

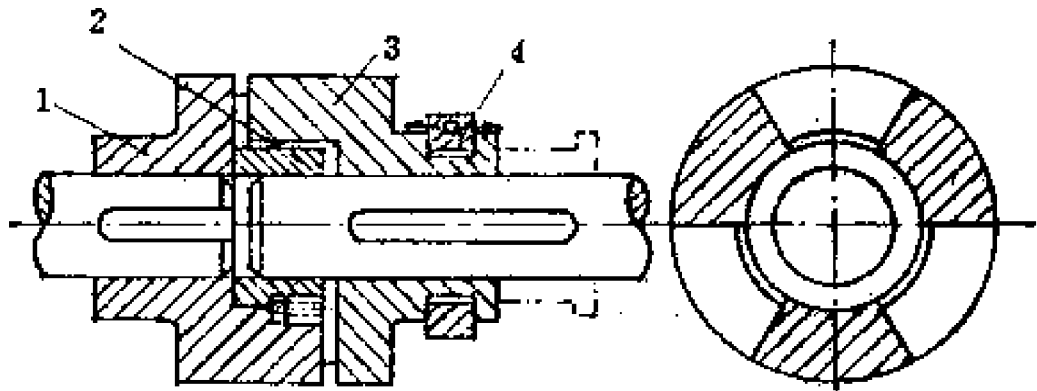


图 8—21 牙嵌式离合器

- |         |        |
|---------|--------|
| 1. 主动牙盘 | 2. 对中环 |
| 3. 从动牙盘 | 4. 滑环  |

一个则借助于导向平键联接和操纵滑环 4、可以沿着另一根轴作轴向移动（图中从动牙盘 3）。在两圆盘的端面上，一具有凸出的牙，一具有凹进的牙，用二圆盘牙的互相嵌合，使主动盘带动从动盘一起旋转。当要停止从动盘转动时，即离合器分离，操纵离合器手柄（图中未表示），移动滑环，使从动盘沿轴向向右移动（图中虚线），使牙齿退出啮合，这时主动盘仍继续旋转，而从动盘则因切断了动力而停止转动。为了使二圆盘能很好地对中，在主动盘上固定有对中环 2。

离合器的牙形，可以是矩形的、梯形的或锯齿形的，图 8—22。

农业机械中牙嵌式离合器的材料常用铸铁。对于传递扭



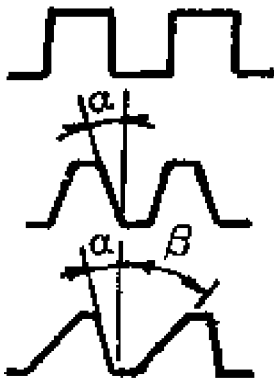


图 8—22 牙嵌式离合器牙形

矩较大及要在运转过程中接合的，常用钢制造。为了提高牙齿的强度，往往进行表面强化处理，如渗碳淬火等。

牙嵌式离合器有结构简单，没有滑动、尺寸较小等优点，但在转速差（主动盘和从动盘转速大小的差值）较大时接合的冲击严重。因而这种离合器只能在静止时，或两牙盘转速差很小时才能接合。若要求两牙盘在任何转速差下都能接合，可采用摩擦式离合器。

能接合，可采用摩擦式离合器。

## 2. 摩擦式离合器

摩擦式离合器有很多形式，图 8—23 只是其中的几种。图中箭头表示离合器接合时所加力的方向。

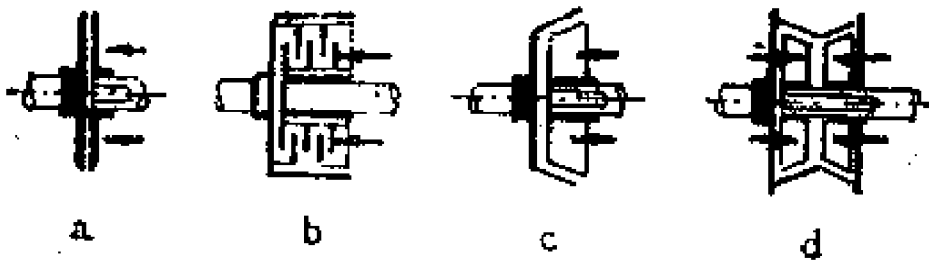


图 8—23 摩擦离合器类型

- a. 单片圆盘式
- b. 多片圆盘式
- c. 单圆锥式
- d. 双圆锥式

摩擦离合器是怎样工作的，按图 8—24 来说明。

由图上看，主动摩擦圆盘 3 固装在主动轴 1 上，从动摩擦圆盘 4 安装在从动轴 2 上，通过操纵杠杆（图中未表示）用滑环 5 推动从动摩擦圆盘 4，可沿从动轴 2 及其导键（或

花键) 滑移。当从动摩擦圆盘压到主动摩擦圆盘上, 并施加足够大的压力时, 由于两摩擦圆盘摩擦面上所产生的摩擦力, 使从动盘和主动盘一起转动, 并传递动力。将滑环右移, 两摩擦盘即分离, 从动轴不再随主动轴一起转动。

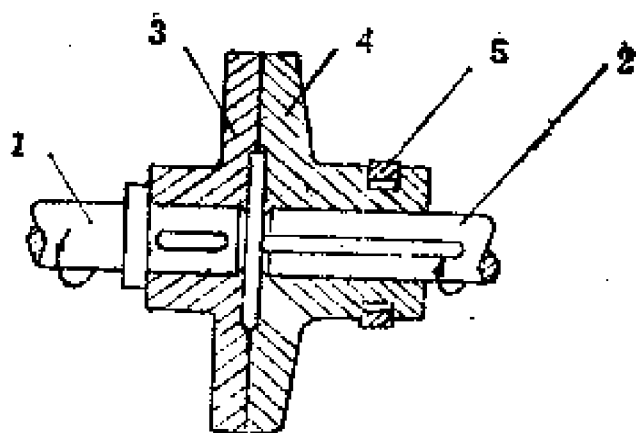


图 8—24 摩擦式离合器示意

1. 主动轴 2. 从动轴 3. 主动摩擦圆盘  
4. 从动摩擦圆盘 5. 滑环

摩擦离合器传递扭矩的大小, 取决于很多条件, 其主要条件: ①摩擦面材料, 即摩擦系数的大小; ②两摩擦面间正压力的大小; ③摩擦面摩擦半径的大小。当两摩擦面间摩擦系数大, 正压力大, 摩擦半径大, 则传递扭矩的能力就大。若上面三个参数分别用  $f$ 、 $N$  (公斤) 和  $R$  (平均摩擦半径, 米) 代表, 则离合器传递扭矩  $M$  的大小约为:

$$M = fNR \text{ (公斤} \cdot \text{米)}$$

摩擦面间正压力通常是用圆柱螺旋弹簧施加到从动摩擦圆盘上, 其压力的大小, 可用调整弹簧的安装长度来增大或减小。

摩擦面的摩擦系数取决于材料及其他状态。由于两摩擦圆盘摩擦面间在接合和分离时, 在过载时, 都有相对滑动, 这将造成磨损。为此, 我们希望摩擦面的材料, 既要摩擦系数大, 又要耐磨。对于干摩擦条件 (摩擦面间不进行润滑) 下的摩擦付材料, 常采用一摩擦面是铸铁的, 另一摩擦面为

混有塑料的石棉制品摩擦片（要铆在摩擦圆盘上）。这种材料摩擦系数大，耐磨性较好，且允许在较高的温度条件下工作，在农业机械上应用很广泛。

使用干式摩擦离合器要注意：①防止油污进入摩擦面，减小摩擦系数，影响工作能力，引起打滑；②操纵杆灵活；③精心调整工作能力的大小，工作能力是通过调整压缩弹簧的长短，即改变摩擦面间的压力来实现的。工作能力过小，超负荷打滑频繁，不允许；反之，常因超负荷导致其他零件损坏等。

### 三、安全离合器

安全离合器的功用是超负荷时，停止扭矩的传递，从而防止重要零件损坏。

#### 1. 销钉式安全离合器或安全联轴节

图 8—16b 的销钉式套筒联轴节，若把二销钉之一的直径尺寸适当减小，当超负荷到一定范围时，销钉就破坏了，从而切断了扭矩的传递，这就是销钉式安全联轴节或安全离合器。很显然销钉式安全联轴节传递的扭矩取决于销钉的剪切强度，同时销钉的强度应低于其传动系统的其他主要零件的强度。在农业机械上，一般当传递扭矩超过额定扭矩的 20~50% 时，安全离合器就应起作用，即剪断销钉，切断动力，这个过程完全是自动的，就象电路中的保险丝熔断一样。这种剪断式安全离合器的缺点是每剪断一销钉，机器需停下来装新的销钉。

#### 2. 牙嵌式安全离合器

牙嵌式安全离合器同牙嵌式离合器结构相似，见图 8—25a。所不同的是：①牙齿接触面的倾斜角  $\alpha$  不同，离合器牙

倾斜角 $\alpha$ 常为 $2^\circ\sim 8^\circ$ （图 8—22）；安全离合器牙倾斜角 $\alpha$ 较大，常为 $55^\circ$ 左右；②安全离合器没有离合器的操纵系统，而是用一个或多个弹簧及其压紧机构代替滑环操纵系统；③安全离合器主、从动牙盘装在同一根轴上，其中只有从动牙盘同轴有键联接，即作周向固定。

这种安全离合器，当超负荷而起作用时，主动牙盘仍继续转动，从动牙盘则不转动，它被牙齿工作面上产生的轴向力推动、压缩弹簧，向右滑移一牙高，让主动牙盘转过去。同时弹簧又要把从动牙盘推回到啮合位置，于是从动牙盘就左右跳动，牙齿发出敲击声，是谓之超负荷信号。因而牙齿的冲击和磨损严重，应充分注意牙齿的形状和质量。在农业机械上常用波形牙和三角形牙，图 8—25b。

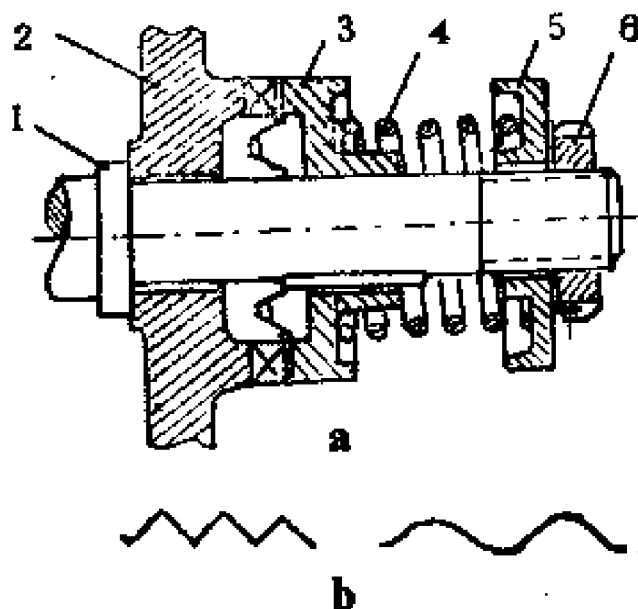


图 8—25 牙嵌式安全离合器  
1.轴 2.主动牙盘 3.从动牙盘  
4.弹簧 5.弹簧座 6.调整螺母

### 3. 摩擦式安全离合器

摩擦式安全离合器和摩擦式离合器结构很相似，所不同的是：①安全离合器没有离合器的操纵系统；②安全离合器传递扭矩能力的储备量比较小，即当传递扭矩超过一定值时，从动摩擦盘就开始自动打滑，从而限制了扭矩，保护了其他主要零件的安全。

#### 四、定向离合器

将一般自行车的脚踏正踏，自行车前进。反踏，自行车不但不走，反而发出“的的”的声音。原来自行车后链轮及右花盘上，装了一定向离合器。该离合器属于棘爪棘轮式，图 8—26。

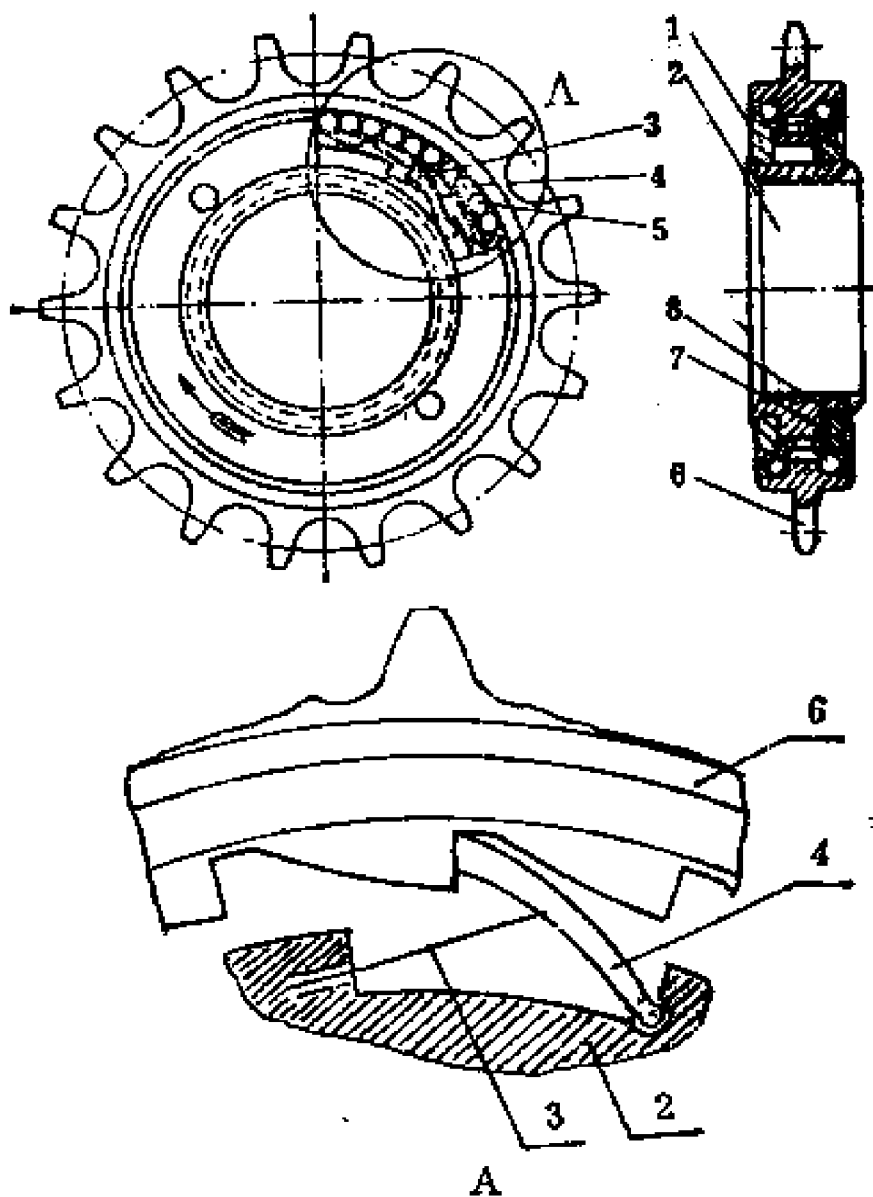


图 8—26 棘爪棘轮式定向离合器

1.平挡 2.芯子 3.弹簧丝 4.棘爪 5.滚珠 6.外套 7.垫片 8.丝挡

自行车这种定向离合器由飞轮外套 6（由链条带动）、芯子 2（用螺纹装在后轴的右花盘上），棘爪 4（又叫千斤，对称装两个）、支撑棘爪的弹簧丝 3、滚珠（两排）5、平挡 1、丝挡 8 等组成。

当正踏脚踏时，链条带动飞轮外套 6 顺时针方向转动（从前进方向的右侧看），这时外套 6 的内齿和棘爪 4 啮合，从而带动芯子 2 和右花盘、后轮一起转动，于是自行车前进。

当停止踏动脚踏时，链条和外套都不转动，后轮在惯性力的作用下，仍然带动花盘和芯子、棘爪顺时针方向转动。这时外套的内齿（具有特殊齿形，见图 8—26 的局部放大图 A）和棘爪产生相对滑动。在滑动过程中，外套内齿逐渐将棘爪压到芯子的槽口内（弹簧丝 3 变形），由于外套内齿齿形的特点，当棘爪顶部滑到外套内齿齿顶时，棘爪压弹簧丝并压缩到极限位置，再向前滑移一点，弹簧丝的弹力就会将棘爪弹到外套内齿的齿根上，发出“的”的冲击声。芯子随后轮转动愈快，棘爪也就很快地在外套内齿上滑动，“的的”声就不断发出来。

当反向踏脚踏时，链条带动外套逆时针方向转动，由外套内齿的齿形和棘爪安装方向等特点，外套内齿不能驱动棘爪和芯子逆时针方向转动，仅把棘爪压进芯子凹槽内，并发出“的的”声。即当外套主动时，外套只能驱动芯子及其后轮顺时针方向转动；反之，芯子主动时，如自行车下坡，不踏动脚踏，自行车也将加速下坡。此时，后轮和芯子是主动的，但却不能驱动外套转动。因而，这种离合器只能单向驱动。所以也叫定向离合器。

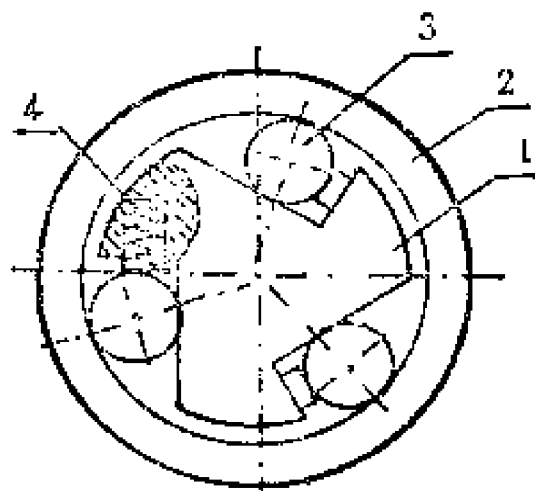


图6—27 滚柱式定向离合器

1. 爪轮 2. 套筒 3. 滚柱 4. 弹簧顶杆

棘爪棘轮式定向离合器只适于低速轻载传动。现在广泛应用的定向离合器是滚柱式的，图8—27。

滚柱式定向离合器是由爪轮 1、套筒 2、滚柱（圆柱滚子） 3 和弹簧顶杆 4 等组成。当爪轮是主动的，按顺时针方向转动时，由于弹簧顶杆的顶力和套筒的摩擦力的作用，

滚柱将楔紧在套筒和爪轮缺口所形成的狭小空隙内，且越卡越紧，于是套筒便随同爪轮一起转动。爪轮若逆时针方向转动（仍是主动的），由于套筒对滚柱的摩擦力作用，滚柱将压缩弹簧顶杆，进入爪轮和套筒所形成空隙的宽敞处，使离合器处于分离状态，故爪轮不能驱动套筒作逆时针方向转动。若由于某种原因，从动套筒的转速超过主动爪轮的转速（都是顺时针方向转动），此时，滚柱亦被推入空隙的宽敞处，使离合器分离，套筒自由地以较高的转速运转，故又称超越离合器。有一种喷粉喷雾机械就配有这种离合器，当驱动发动机突然停止工作时，喷粉喷雾机中的风扇可由于惯性作用继续转动，以防止因突然停车而损坏风扇叶子。ST90 系列起动电动机用于起动汽车、拖拉机发动机，为了防止当发动机起动后带动起动电动机转动，也加了定向离合器，以保护电动机。不然，发动机带动电动机转动，转速很高，将导致电动机损坏。

## 第九章 管好用好农机具

管好用好农机具，提高其完好率，充分发挥现有机具的作用，优质、高效、低耗、安全地为农业稳产高产服务，是农业机械化的重要问题之一。本章谈谈如何正确使用和保养农机具和与之有关的磨损理论。

### 第一节 机器为什么会损坏

机器的损坏有两类情况，一类是事故性损坏，如违反机器操作规程等，也就是通常所说的“责任事故”。另一类是磨损性损坏，系零件相对运动发生摩擦而引起的，是一种“自然磨损”。一般地说，事故性损坏是可以避免的，磨损性损坏是不可避免的。

磨损性损坏虽然不可避免，但是磨损的特性和速度，则是由机器的使用情况决定的。在各种条件下，零件磨损的原因虽然不同，但零件磨损增长的过程十分相似，带有共同的特性。图9—1为零件随工作时间而增加的磨损图。纵座标按一定的比例表示磨损量，横座标表示零件的工作时间。很明显，可以把曲线分为三个阶段：

第一阶段是摩擦表面的磨合期。从曲线可见，磨合期的时间虽短，但磨损量增加很快。此时，机器不能承受大的负荷。否则将因配合零件（例如轴与轴瓦）的急剧磨损，摩擦



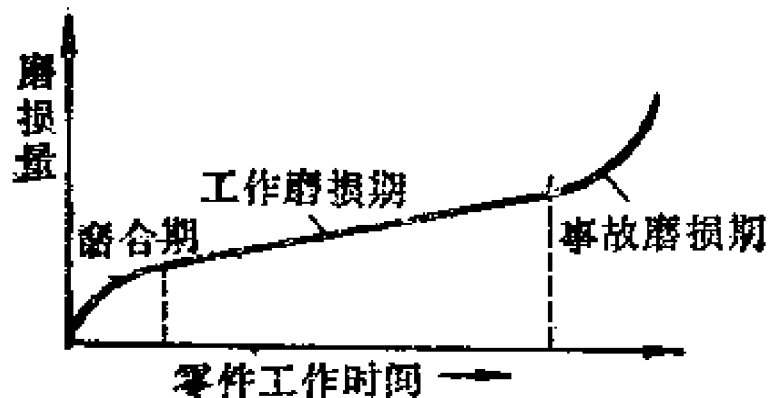


图9—1 零件摩擦表面磨损量的增长

表面状态变坏甚至被卡住。所以机器启用时，一般先经过试运转，用三分之一负荷工作，逐步增大至全负荷，这就是机器的磨合阶段。

第二阶段是自然磨损(工作磨损)阶段。它延续时间长，磨损量逐渐加大，但不致使机器在工作中发生质的变化，这就是机器的正常工作阶段。我们希望此阶段尽可能延长。常用正确的使用、保养与调整等方法，消除配合件工作过程中发生的缺点。例如轴与轴瓦的间隙因磨损变大，用减少轴瓦接合面之间的垫片数的办法，恢复配合间隙，延长工作阶段。

第三阶段是事故磨损阶段。由于配合件间隙增加，几何形状改变，随之润滑条件变坏，发生附加冲击载荷，工作条件大大恶化，故极易发生破坏性事故。由工作磨损到事故磨损的转折点，表示这时是必须更换或修理零件的时候，此时已不能用保养调整的方法解决问题了。

由此可见：①新启用的机器要有一个磨合阶段(试运转)。②要正确使用调整、维护保养机器，以延长机器和零件的使用寿命。③要及时大修机器，更换或修复已达到

事故磨损阶段的（应予报废的）零件。

为什么正确使用保养可减少机器磨损而延长大修间隔呢？这就必须弄清楚磨损原因。一般认为磨损原因可分为四类。

### **1. 粘着磨损**

在显微镜下看，任何零件都有许多高低不平的波峰和波谷。在负荷（压力）的作用下，两个零件（即所谓运动副）相互接触的面积，仅是其外观总面积的四百分之一至十万分之一。这样，在实际接触点上的压力也就异常的大，以致引起局部温度升高、摩擦副表面分子之间互相粘着，接触点的波峰被剪断，造成磨损。

在使用保养良好的情况下，摩擦副表面被一层薄膜（例如润滑油膜）所覆盖，大大降低其接触点的实际压力和温度，阻止粘着现象的发生，因而降低了零件的磨损。但在机器起动、负荷和转速急剧地改变时，薄膜未能形成或者受到破损，磨损也将增大。

正常状态下摩擦所发生的磨损多属于粘着磨损。

### **2. 磨料磨损**

它是由于极细小的硬粒磨料对摩擦副表面擦伤和刮削的结果。金属表面凸起被磨落后，成了硬化的粉粒。因密封不好而进入的尘土大部分是极坚硬的细砂粒，也属于此类磨料。

### **3. 腐蚀磨损**

它是指气体的腐蚀作用，或因润滑油中的酸和其他腐蚀性成分而引起的磨损。例如，柴油机的气缸和活塞，由于柴油中硫分燃烧，转化成硫酸，发生腐蚀而引起严重的磨损。农机具因长期与水接触而发生锈蚀，也属此类。

#### 4. 表面疲劳磨损

它是在长期反复载荷作用下产生的。滚动接触中发生较多。例如，用旧了的滚动轴承座圈和齿轮的接触齿面上，常常会看到许多小凹坑。这种表面疲劳磨损称为斑点磨损。

## 第二节 正确使用操作

农机具应由县农机主管部门统一编号，由所有单位建立健全的技术档案，严格管理制度，固定专人负责。要认真总结先进经验，加以推广。

### 一、试运转

新的或大修后的机器都应试运转。试运转的目的是在低转速、轻负荷的条件下，使摩擦副表面“磨合”——形成表面平滑、接触面积大和润滑条件良好的表面，即完成图9—1中的“磨合期”。其次，虽然一般地说，机器出厂时技术状态都是良好的，但在重新安装、调整及运输过程中会出现一些缺点，须要在试运转中发现和排除。所以，试运转是新的或大修后的机器投入正常工作前必不可少的。实践证明，不经良好试运转的机器，特别是柴油机等动力机，会产生马力不足、寿命缩短和发生事故等恶果。

试运转要在有实践经验的机务人员指导下，按机器说明书规定的步骤、时间和负荷进行。

对动力机或带动力机的农机具，试运转的步骤为：

#### 1. 准备工作

清洁，检查紧固件，如螺钉、锁片等的紧固情况，检查

燃油及润滑油。用手摇动发动机曲轴及其它运动部分，看有无异常情况。

### **2. 按说明书规定起动发动机**

先低速，后高速。先空转，后接合拖带作业机。先小负荷，后中负荷。起动后，应立即观察各仪表读数，声音，排气等是否正常。

### **3. 清洗换油、保养调整**

磨合结束后，应即清洗有关部位，更换润滑油。重新检查各紧固件，进行保养调整，排除发现的故障。

试运转后最初几个作业班次，最好仍用额定负荷的80%负荷作业，严防超负荷。

额定负荷是说明书和铭牌上给出的马力（或牵引力）数，是规定的机器正常负荷。如南泥湾—12型手扶拖拉机，发动机的额定功率为12马力，用它在中等湿度的茬地上牵引农具，挂五挡作业，可有210公斤的牵引力。若实际的牵引阻力超过210公斤，发动机便会严重冒黑烟，转速下降（或轮子严重打滑），便叫做超负荷。若超负荷更多，发动机就会灭火。在正常作业时，有时发生短期的超负荷是不可避免的。而在试运转时，则须严格控制，不使其超负荷。

对不带动力机的农具，在正式投入生产前，也应进行短期空转试车。其主要目的是发现缺点，排除故障和进行调整。为了防止事故、减少磨损，也应注意上述原则。

## **二、使用中应注意事项**

### **1. 选择合适的速度和转速**

对每种农具，说明书上都规定有额定转速。如支农—50

型脱粒机，额定转速对脱小麦、杂粮和豆类时依次为1430；760；520转/分。若低于额定转速工作，则脱粒不净、生产率低、滚筒易堵塞。若高于额定转速，则谷物碎粒严重，易发生机具事故。

实际作业时，主轴的工作转速是在额定转速附近变动的。如电网电压降低、作业负荷变化都会影响工作转速。但一般变动不大，不致影响工作质量和机具安全。

动力机起动后，要经过一段时间才能达到额定转速。因此一般不要带负荷起动。待转速正常才接合作业机，再投入工作。简单的农具，如饲料粉碎机，在电动机起动时直接带转粉碎机。所以粉碎机内的饲料一定要排空，使电动机起动时是空车起动。待转速正常后，方能喂入饲料，进行作业。如果带负荷起动，就会使起动困难、加速磨损、烧损电机。这对高速或复杂的农具特别重要。

## **2. 充分发挥机器效能，但不超负荷作业**

动力机和作业机都应满负荷作业，此时机组的效率高、耗油低。柴油机超负荷时，转速明显降低，有严重的敲击声，燃油燃烧不完全，冒黑烟，耗油增加。虽然此时发动机发出的扭矩增大，但因转速下降而功率降低。电动机超负荷时温升增高。虽然电动机超负荷能力较柴油机大，但温升过高，电机绕组的绝缘可能被破坏，甚至烧毁电机。

作业机超负荷时，会使作业质量变坏、机具变形和损坏。如谷物联合收割机喂入量过大，将会因脱粒不净，分离不清，谷粒损失大增。犁因超过规定耕深过多，耕地质量变坏，犁架变形。

相反，如果经常半负荷工作，“大马拉小车”，则不能

充分发挥机器效能，又增大了耗油率。

### 3. 注意温度和压力

柴油发动机的水温达到  $40^{\circ}\text{C}$ ，才允许拖拉机起步或空带作业机，达  $60^{\circ}\text{C}$  方可负荷作业。因为低温工作润滑条件不好，易产生粘着磨损；而且柴油燃烧后生成一部分氧化硫，与凝结的水蒸汽结合而生成硫酸，造成严重的腐蚀磨损；此外由于低温燃油燃烧不完全，在汽缸内未能燃烧的燃油将冲刷缸壁，稀释润滑油，加重磨损。

柴油发动机水温以  $75\sim 95^{\circ}\text{C}$  为最好，而且在此范围内，高些比低些好。此时耗油率低而马力大。但水温不能接近或达到  $100^{\circ}\text{C}$ ，此时马力下降、耗油率增加，稀释机油，易造成机件卡死或烧坏事故。上述情况不包括蒸发式水冷柴油机，如 S195 柴油机，正常工作时，水温达沸点。

水温过高时不得骤加冷水或熄火。冬季停车后应放水，但应在水温降至  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$  以下再放。严寒时节起动预温时，最好先加入  $60\sim 70^{\circ}\text{C}$  温水，放出后再加入开水。总之，勿使发动机骤冷或骤热，以致缸盖、缸体等产生裂纹。

对电动机，勿使温升过高。常用的检查方法，是用手摸电机外壳，手烫不能久放就是温升过高。

对农具应经常检查轴承和其它运动副的温度。温度过高时，表示调整不当或润滑油不够，或负荷过大发生堵塞，应停车排除。

严密注意柴油机的机油压力。较大的柴油机备有机油压力表。其正常压力视柴油机型号而略有差别，大约在  $0.5\sim 4$  公斤/厘米<sup>2</sup>。绝对禁止在低于允许机油压力时工作。

### 4. 故障分析方法

遇到故障时，要搞清征象，结合构造，联系原理，具体分析。应本着由简到繁，由表及里，按部分段，推理检查的原则进行。排除故障要靠丰富的实践经验，不能遇到故障就大拆大卸，浪费时间人力，也对机器不利。机器故障的诊断，一般用听、看、摸、闻的办法。听是从工作响声判别有关部位的间隙、调整等是否正常。看是观察，例如发动机的排气颜色。摸是用手感触轴承等是否发热。闻就是用嗅觉嗅皮带等有无烧焦气味。对大型农机具，机器上各种仪表，是分析机器状况的助手。

遇到较复杂的机器，常用下述方法帮助判断故障：

(1) 部分停止法。诊断发动机故障常用断缸法。依次停止某个汽缸的供油（柴油机）或点火（汽油机），来观察故障征象变化情况。例如有一台东方红—75拖拉机断续冒黑烟，即可依次停止一、二缸工作，如冒烟征象无变化，而停止三缸后故障征象消失，说明故障在第三缸。

(2) 部件代换法（比较法）。若对某一零部件有怀疑，可用技术状态正常的零部件代换。根据换件前后征象变化，判明原零部件的技术状态是否正常。

(3) 试探法。当怀疑故障在某部位，但不能肯定时，可试探。如脱粒机所脱小麦碎粒过多，怀疑滚筒间隙过小，可调大些试脱；当仍不能消除时，又发现脱不净较多，可检查扬谷轮等输送部分是否因堵塞或调整不当而挤碎麦粒。

### 第三节 农机具保养

对农机具要严格遵守保养规程，按时，按号逐项认真地

进行维护保养。做到不滴油、不漏水、不漏气、不漏电，油净、水净、气净、机具净，调整良好、润滑良好、紧固良好、电路良好、仪表良好。

## 一、维护保养制度

机器零部件制造材料不同，工作中所受负荷、速度、温度和润滑条件也不同，要求进行保养间隔也就不同。将相近周期的保养内容组合而订出各种保养种类。拖拉机保养分班保养、一号、二号、三号 and 四号保养五种。手扶拖拉机分班保养、一号、二号保养和技术检修四种。带发动机的农具分班保养、一号和二号保养三种。不带发动机的农具分班保养和定期保养，定期保养不分号。

为了便于执行，高一号保养包括低一号保养的全部内容，并增加若干项目；高一号保养的周期，即重复该号保养的时间间隔，是低号保养周期的整数倍，见表9—1。

表9—1 农机具维护保养周期 单位：工作小时

机具名称	班保养	一号保养	二号保养	三号保养	四号保养	技术检修
东方红—75型履带拖拉机	10~20	60	240	480	1440	
铁牛—55型轮式拖拉机	10~20	50	150	300	300	
手扶拖拉机	10~20	100	500			1500~2000
谷物联合收割机	10~20	60	180			
机 引 犁	10~20	定期保养耕地 1000~1500亩				

班保养是基本的一环。尽管各类机具班保养内容有区



别，但大体上都包括检查、清洁、润滑、紧固、调整、添加燃油和冷却水等项目。拖拉机的三、四号保养称高号保养，操作较复杂费时，应在室内进行。农具的定期保养常在每季作业完毕、入库保管前进行。

目前我国的生产单位用来计量拖拉机保养周期的方法有两种。一种是按工作小时，另一种是按主燃油消耗量（公斤）。前者比较简便，后者比较合理。表9—1是按工作小时计量的。

## 二、保养的一般方法

### 1. 控制保养时间，机具不带“病”工作

例如对拖拉机，发给二号保养周期领用燃油的卡片，油料员凭卡片发油。机车组用完卡片上规定的燃油量后，即应进行二号或高号保养。只有在基层负责人认为保养质量合格后，才发给下一次领油卡片。这种方法是按主燃油消耗量确定保养周期的，合理易行。

### 2. 双班分部负责保养

班保养时，交接班人员共同进行，并将机组分为若干部分，分别同时操作。明确分工、同心协力，既使保养准确迅速，又便于交换情况。

### 3. 划线检查

将机器上的紧固螺丝拧紧后，在螺母和机体上划一漆线。如果工作中螺母松动，此线就会错开，极易被发现。因此可加快检查进度，及时防止故障。

### 4. 标出润滑点

将润滑点用漆标出，并记上润滑时间。在保养润滑时可

避免遺漏和差錯。

### 5. 采用部件更換保養法

事先將零備件修好，保養時換上。以避免因修個別零件而耽誤機車工作。采用此法須要有各類必需零部件的儲備。

## 三、油淨的措施

使用不幹淨的燃油和潤滑油，會加速機器的磨料磨損。發動機的潤滑油，還會因應用時間長而變質。如柴油機中的機油，會由於分離出膠狀物質而逐漸變濃，堵塞機油濾清器，使運動副潤滑缺油而加速磨損。汽油機中的機油會逐漸稀釋，失去潤滑作用。

所以，除保證加入發動機的潤滑油清潔、合格外，還應保持機油濾清器過濾作用良好，定期清洗加油孔、通氣孔、油道，更換潤滑油。不得隨意延長潤滑油的使用期，因為這是得不償失的。

柴油機的燃油系統非常精密，壓力很高（如 195 柴油機的燃油壓力為 125 公斤/厘米<sup>2</sup>），所以對柴油的清潔度要求很高。一般采用沉淀——密閉加油——過濾的辦法淨化柴油。柴油使用前，在大油罐內經 96 小時的沉淀，加入油桶中，再經 48 小時的沉淀方可使用。由於塵土顆粒很小，柴油較稠，塵土在柴油中沉降速度很慢。在加油時，上下層不能攪拌。桶底 20 厘米的油因含水、塵等雜質，不能加入柴油機。加油工具須十分潔淨，最好用管子直接密閉加油，並在柴油箱加油濾網外部等處，包上綢質過濾網套。

## 第四节 农机具保管

农机具年工作时间短，长期停歇，又往往是露天停放，不经心保管，停放期的损坏将超过工作期的损坏。不良的保管，可能引起机器的锈蚀（钢铁制品）、霉烂（帆布制品）、老化（橡胶制品）、变形（木制品及负荷较大的零件如弹簧等）……机器保管的维护措施可分为以下几方面。

### 一、防锈

锈蚀严重危害钢的加工表面及薄钢板制件。薄钢板在露天存放一年锈蚀深度可达0.1~0.22毫米。未经加工的铸件防锈能力很强，可以不加保护。钢铁制件在不同条件下存放六个半月，其锈蚀的重量损失见表9—2。

表9—2 锈蚀的重量损失

	泥地	砖地	木板
有 盖	2.2%	1.2%	1.13%
无 盖	4.6%	2.6%	2.4%

防锈的措施是：①保管前彻底清理干净，在脱漆处补刷油漆。②特别是易锈机具，应在室内保管。因条件差暂在室外停放时，要遮盖贵重及易锈部件。③与地面接触部分最好用木板垫起。④停放场地应干燥，易排水。⑤在机器的摩擦部分、紧固螺栓涂上滑油。链条可用加热的柴油洗净，放入加热的黄油锅内，五分钟后捞出冷却，黄油变成

一层薄而均匀的附着层，然后用纸包好库存。犁铧可用废机油和废黄油的混合油涂抹工作表面，并粘贴一层纸，再在纸外刷一层油。

## 二、防变形变质

(1) 帆布输送带、橡胶传动带，放入室内干燥处保管。

(2) 垫平机架，放松各种弹簧的张力或压力，支起橡胶充气轮胎，防止受力变形。

(3) 室外停放木制品，需油漆及遮盖，防雨淋日晒。

(4) 电气设备要严格防潮。

## 三、防冻

冬季应放掉发动机内冷却水，以防冻裂缸体。蓄电池应卸下置于暖库，按蓄电池长期保管规则处理。

## 四、防火

保管场应远离储油库、伙房等有火灾危险处，周围要有防火道。并应设置灭火器、砂箱等防火设备，建立严格的防火制度。

## 第十章 农具改革

实现农业机械化，就要用选、改、创的办法，开展越来越多的、特别是田间作业机械化项目。所以，大搞群众性的农具改革，实现农机具配套成龙，有重要的意义。

### 第一节 农具的特点和类型

#### 一、特点和要求

我国幅员辽阔，自然条件复杂，农作物种类繁多，具有精耕细作和多种经营的优良传统。因此，农具的制造和改革，要从实际出发，因地制宜，从农业需要最迫切、增产效果最显著、减轻繁重劳动最有效的方面入手，机械化和半机械化并举，南方和北方、山区和平原都应有自己的特点和重点。

农业的机械化生产和工业生产相比，特点是：加工的对象是品种与机械性能千差万别的有机物，如土地、作物等。要求在短促的农时内完成大量的工作，如抢种抢收等。受自然的影响极大，农业机械有明显的地区性。往往是分散在田间里行走作业，工作及维修条件很差。

为了适应这些特点，设计制造出性能好、效率高、成本低、寿命长的农机产品，应遵循下列原则：

(1) 实用先进。因地制宜，满足当地农业技术要求，工作质量好，工效高，使用可靠方便。

(2) 成本低廉。就地取材，金属用量少，售价便宜。农村人民公社能制造，买得起。

(3) 易造好修。构造简单，工艺性好，便于农村使用与修理。

(4) 配套成龙。按各项农业作业需要，成套地配备产品，以实现整个作业全部机械化，充分发挥机械化的优越性。

(5) 一机多用。尽量做到综合作用，以提高机具利用率。

(6) 实现“三化”。搞新农具要贯彻标准化、系列化、通用化的方针，以便于制造、配件供应和降低成本。

## 二、农机具的种类

广义的农业机械包括动力机和作业机。动力机如柴油机、拖拉机、电动机和水轮机等。作业机又称工作机、如犁、播种机、磨粉机等。有的农业机械带有专用动力机，将动力机和作业机结合起来了，例如自走谷物联合收割机、动力喷粉喷雾机等。

农业中包括农（种植业）、林、牧、副、渔等各个生产部门，故农业机械中的作业机也可相应分为农业机械、林业机械、畜牧业机械、农副产品加工机械和渔业机械等。

狭义的农业机械仅指农业作业（大田种植业）机械、农副产品加工机械和畜牧业机械。人们往往把这些机械称为农具，以区别于广义的农业机械。

按用途，农具可分为十大类：耕耘整地机械、种植施肥机械、田间管理和植物保护机械、收获机械，谷物脱粒清选和烘干机械、农副产品加工机械、装卸运输机械、排灌机械、畜牧机械以及其他机械。

按使用的动力，农具可分为人力的、畜力的、机力（包括电力）的。机力农具常常由人力、畜力农具演变和发展而成。通常所指的机械化操作，仅指使用机力农具而言。

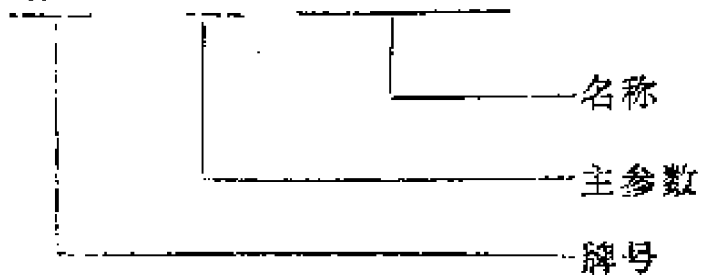
按作业位置和与动力机的连接方式，可将农具分为移动式和固定式两大类。磨粉机、榨油机、轧花机和脱谷机都是固定式农具，它们往往被固定于室内或某个地点进行作业。在田间作业的移动式农具是最普遍、最重要的农具。它又可分为牵引式、半悬挂式、悬挂式和自走式。牵引式农具工作时，用拖拉机单点连接，无论在工作还是在运输时，农具都由自身的轮子支承于地面。悬挂式农具利用拖拉机悬挂机构的上、下拉杆，与拖拉机成三点或两点连接，用拖拉机悬挂机构升降，运输时农具的轮子悬空。半悬挂式农具与悬挂式基本相同，但运输时由农具的轮子支承自身的一部分重量。自走式农具上配备有专用的发动机，不仅驱动工作部件，也驱动本身的行走装置，工作和运输时都无需拖拉机牵引和驱动。

### 三、农具的命名

农具产品均应有牌号、名称和型号。

产品的牌号和名称是供识别产品用的，应简明、通俗、易记。牌号常用地名、物名及其他有意义的名词与主参数共同组成，列于名称之前。如扶风县农具厂生产的：

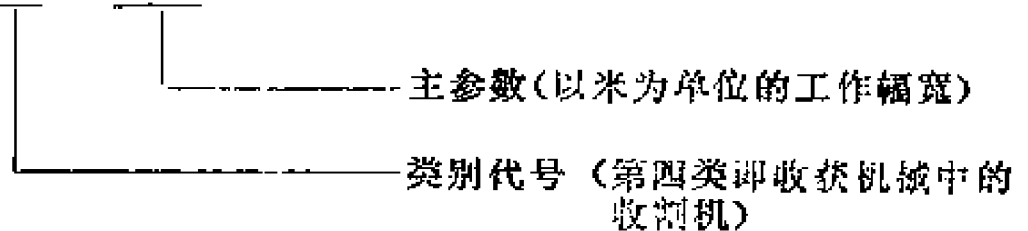
秦川——150型稻麦收割机



名称常加上附加名称，上例中稻麦就是附加名称，它常以产品的主要特征表示。又如棉花播种机中的棉花，重型五铧犁中的重型和五铧都是附加名称。一种机具可同时完成两项和两项以上作业的，在名称前加“联合”。如同时完成播种与施肥作业的，称为联合播种机。一机可分别完成几种作业的，在名称前加“通用”。

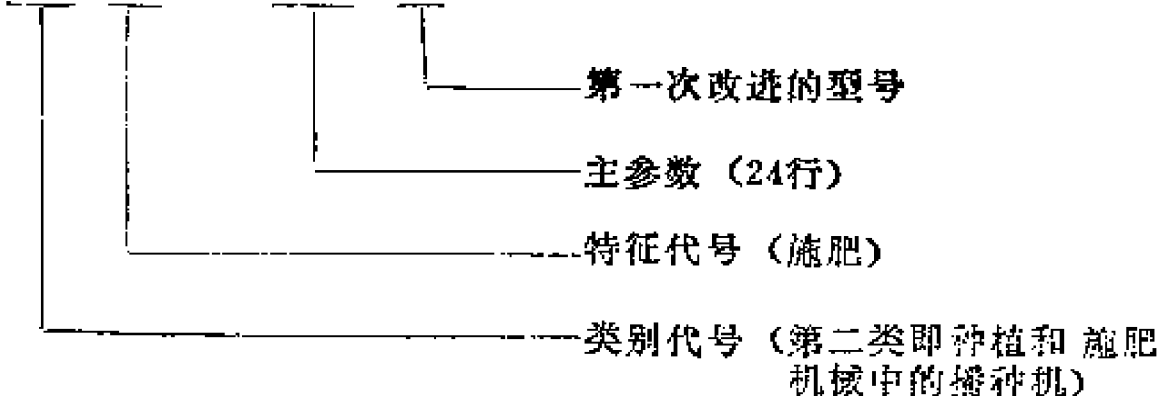
型号是该种机器的特定代号，主要供设计、制造时编制文件用。产品转厂生产时，牌号可以改变，型号却不能变。型号是以数字及汉语拼音字母表示农机具类别和主要特征的，并用短行隔开写上主参数，上例的型号为：

4G——1.5 (稻麦收割机)



又如西安农业机械厂生产的施肥播种机：

2B F —— 24 A





为提高机具性能或改善结构，对机构作较大的改变的称为改进产品。第一次改进写成A，第二次写成A<sub>2</sub>，余依次类推。

农具的牌号和型号均记上一两个主参数，使人直接得知该机的主要特点。上例4G—1.5型稻麦收割机，表明该机工作幅为1.5米。我们常说“两吨拖车”，两吨就是该拖车的主参数。又说十六行播种机，十六行就是该播种机的主参数。部标准NJ89—74规定了每种农具采用哪个主参数表示，一般地说，主参数用该机的工作能力表示，例如生产率、喂入量、工作幅宽、行数等等。有些机器的工作能力随加工对象而变化，则用主要零部件的主要尺寸来表示。例如脱粒机主要部件是脱粒滚筒，同类滚筒直径变化较小，长度差异大，影响也大，故主参数用滚筒长度表示。支农——50型脱粒机即表示滚筒工作长度为50厘米。

## 第二节 标准化、系列化、通用化

### 一、什么是“三化”

标准化是我国一项重要的经济技术政策。在机械行业，标准化又称为“三化”，即产品质量标准化、品种规格系列化、零部件通用化。标准化是对原材料、零部件、产品质量、规格、检验方法及其相互之间，都规定和执行相互协调配合的标准。实际上，系列化、通用化都可以包括在标准化的内容里面。

一个标准的制定，是从全局出发，考虑生产和使用的不

同要求，总结了生产经验和科研成果，权衡利弊，综合平衡的产物。它体现了技术上先进，经济上合理，使用上可靠，生产上可能的原则，符合多快好省的精神。

例如螺栓、螺母，过去不统一，规格杂乱繁多，后来将五百六十多种统一简化为二百多种，扩大了批量，使原来的车削工艺被冷挤压工艺所代替，为集中生产、实现机械化、自动化创造了条件。螺栓、螺母标准化后，全国各厂都按统一的标准生产，使用时可以互换，这种零件称为标准件。不仅相同规格的螺栓可以互换，而且与之相应配合的螺母亦可互换。所以说，一种产品执行统一的标准以及与该产品相配合的产品都有相互适应的标准，就称为产品的标准化。

对类型相同而规格不同的产品，零件部件可互换通用，称零部件通用化。如手动喷雾器的喷射部件，各种手动喷雾器上均可互换通用。这类零部件称为通用零部件。所以通用化是标准化的一部分，是在更广泛范围内实现标准化。它既可实施于标准化的，也可以实施于未标准化的零部件。

同类产品的品种规格简化，按一定的规律排成一系列，以使最少规格满足尽可能多的需要，称为规格系列化。如白炽灯泡分为螺扣、卡扣两个品种，各自的规格按其瓦数是10、15、25、40、60、100……等，实现了系列化。

在进行农具革新时，对某一农具的标准化程度，可用下列指标衡量：

$$\text{标准化程度} = \frac{\text{标准化零件种类数}}{\text{该农具全部零件的种类数}} 100\%$$

$$\text{通用化程度} = \frac{\text{借用其它机器中零件的种类数}}{\text{该农具全部零件的种类数}} 100\%$$

在农具性能好的前提下，标准化和通用化的程度愈高愈好。

我国机械工业技术标准按其应用范围分为国家标准、部标准和企业标准三级。

## 二、“三化”的好处

(1) 可用先进的统一、协调的方法，组织标准化零件的大量生产。有利于提高劳动生产率、提高产品质量、降低成本。

(2) 运用标准化的零部件于创制的新产品，可加速新产品的研制过程。

例如，我们要研制一台适用于关中平原的小麦收割机，就可以从现行部标准规定的切割器中选一种，不必重新设计一种切割器，这样就可将精力集中在其他问题上，加速收割机研制过程。因为一般地说，这类切割器已经定型，再无重新设计的必要。自然，如果研究的目的是创制一种新型的切割器时除外，但那时与原定的研制收割机已经是两回事了。

(3) 便于使用维修。在修理机器时，最方便的是采用换件法。即被损坏的零件换用新的，这比自己重新制作一个零件来选配要迅速、经济、质量高。如果易损件是实行标准化了的，就可组织大批量生产和及时供应。用户能及时得到所需的零配件，把机器修好，就能提高机器完好率，保证使用。

## 三、“三化”与农业机械化

农机具在农村分散使用，工作、修配条件差，特别要求

农机产品价格低、质量好、可靠、配件易买，使用不误农时。农机产品一般是大量生产的，完全可能在“三化”的基础上组织专业化生产。

以地区性很强的犁为例，近几年全国十几个省区的单位联合设计的水田犁，根据不同土壤和耕作要求，设计了四种曲面共五种犁体、七种犁架组合成十二种基本型，代替了南方原有的四、五十种水田犁。十二种犁中，不仅从十二到七十五马力的拖拉机都有合适的配套犁，几乎整个南方都适用，而且有80%的零件可以通用互换。又如，手推胶轮车早已在全国范围内统一了图纸。

所以，将拖拉机、柴油机和相当一部分农具在全国范围内实行“三化”，是需要和可能的。自然，有相当一部分中小型农具（通用易损件除外）不需在全国范围内统一。但一般说来，也可以在一个省、市、区的范围内搞“三化”。

现在，在中央有关部门的组织下，我国的105和135毫米缸径的柴油机、北方犁、播种机、水田耙、旋耕机等已经形成系列。

### 第三节 提高工效的方法

提高劳动生产率是农业机械化的主要目标之一。进行农具改革，用新农具代替旧农具，改进农业生产的工序，大多是为了提高劳动生产率——以保证农业生产增产增收。

表10—1为畜力与机械化耕作15亩小麦所用的工序和工时。表中畜力为主的耕作，脱粒是用动力机带脱谷机作业。机械化作业用拖拉机、联合播种机及联合收割机作业。

表10—1 耕作15亩小麦耗用的工时

名称 \ 工序	犁	圆盘耙	钉齿耙	播种	盖种	收割	收集	脱粒	总计
畜力为主	13.7	2.8	1.13	1.37	1.13	2.02	16	15	53.15
机械化	1.23	0.72	0.38	0.53			0.7		3.56

由此可见：①机械化比畜力耕作提高工效约14倍。每个工序都有提高，这是因为拖拉机马力大、速度高，可拖带高效宽幅农具。②效果最显著的是将收割、收集与脱粒三个工序改由联合收割机一次完成，提高工效约46倍。③提高工效最多的单项作业，是较费工和繁重的耕地作业，提高了10倍。这说明，机械化潜力大，它也包括工序的改进、合并。提高工效的方法很多，最常用的可包括下述各点。

### 一、提高机器转速与作业速度

由于制造农具的原材料、制造工艺的改进，农具的工作速度也逐步提高。据有关资料介绍，当耕地时，作业速度由通常的4公里/小时提高到9公里/小时，翻土、碎土质量提高了，单位面积的油耗降低10~25%，生产率提高20~45%。在国外，谷物播种机由原来的5公里/小时提高到10公里/小时或更高。

农具主要工作部件转速的提高，以锤片或饲料粉碎机为例，1966年锤片转子的圆周速度一般为58~63米/秒，1972年为65~77米/秒，1974年提高到60~90米/秒。我省秦岭系列锤片式粉碎机速度近80米/秒，全国系列设计的粉碎机均在80米/秒左右。国外有的粉碎机可达100米/秒左右。据统

计，近十年来速度提高了10~15%。但在当前的条件和结构的情形下，如果速度再提高，饲料在粉碎室内运动速度加快，产品排出的机会减少，生产率反而下降。

可见，在一定范围内提高速度，可获得满意的结果。在改革农具时，在现有较老式农具所规定速度的基础上将速度提高一些，对提高工效是有效的。但是，不可无限制地提高速度。这不仅是不可能的，因为过高的速度对制造和使用都要求很高，而且是不必要的。对购进的定型产品，则必须按出厂规定的额定转速工作，私自提高转速是极危险的。

## 二、增大工作幅宽

表10—2是拖拉机悬挂犁和半悬挂犁，在耕翻一公顷

**表10—2 耕翻15亩田地耗用的工时**

悬挂双铧犁	悬挂三铧犁	悬挂五铧犁	半悬挂八铧犁
4.3	2.1	1.0	0.7

15亩田地时所耗工时的对比。可见，幅宽增加一半时，生产率提高一倍；增加三倍时，生产率可提高五倍。即采用增大工作幅宽的办法，对提高工效的效果很显著。

当前，国外与100马力以上的大马力拖拉机配套的，一般为半悬挂八铧犁，牵引犁有多达九铧的。浅耕灭茬犁可达十二铧，耕幅3.74米。有的谷物播种机可三、四台连接起来用，总幅宽可达12.8米。联合收割机的割幅有宽至7.3米的。据报导，旋耕机幅宽增加三分之一，可提高生产率60%。

但增大幅宽是有局限性的。首先要有大马力拖拉机，否则就会带不动。其次要从当时当地的情况出发，如制造能力（宽幅农具一般较难制造），地形和地块大小（山地及小块地用宽幅农具不便操作），道路桥梁的规划（宽幅农具转移不便）等等，必须考虑到。否则，宽幅农具反而降低工效，甚至难以工作。

### 三、采用连续的工艺过程

使工艺过程（如耕地、播种、中耕的过程）在一个延续的时间内（如一个班次、每昼夜）连续不断地进行，也是提高工效的方法。

目前大多数农业生产工艺过程，因生产组织上的缺点、机器结构的特点和存在繁重的辅助操作而成为间歇的。要避免这个缺点，可从使用和设计机器两方面解决。

在使用中，尽可能地完善劳动组织，缩短维护保养及辅助操作时间。例如，实行双班保养制度，联合收割机行走卸粮，正确地保养维修，减少机器的故障等。

在设计制造时，应该努力做到：

（1）简化机器结构，对易于发生损坏的部位增加其强度，考虑机器易于维修保养，如采用一次润滑轴承等。

（2）简化操作，减少辅助作业时间，以提高工作时间的利用系数。例如增大播种机种子箱及肥料箱的容量，减少装种、肥的次数。在肥料箱的底部采用可以打开的结构，以便作业结束时迅速清扫。以及采用与拖拉机的快速挂接、开沟器的快速装卸等。

（3）用匀速旋转运动的工作机构，代替往复运动机构，减少或免除机器的空行程。

往复运动至少有一半行程是不工作的空行程。图10—1a为人工铡刀，向上行程是空行程。图10—1b是用电机驱动的、动刀1作往复运动的铡草机。它利用曲柄连杆机构，将电机的旋转运动转变为动刀的往复运动。同人工铡刀一样，动刀上行为空行程。图10—1c是旋转滚筒式铡草机，在滚筒

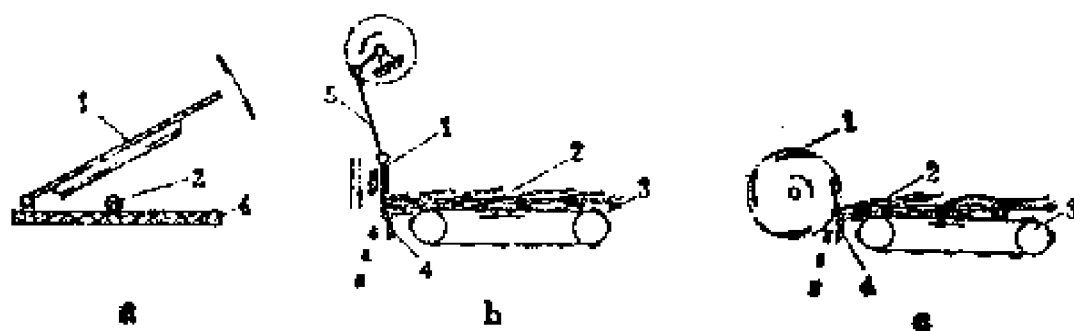


图10—1 铡草机具的比较

a. 人力铡刀    d. 往复式铡草机    c. 旋转式铡草机  
1. 动刀    2. 饲草    3. 链板式输送机    4. 固定底刀    5. 连杆

上装有四把动刀1，滚筒转一圈，四把刀各切一次。显然，在其他条件相同时，工效将比往复式高三倍。如果需要，这种铡草机还可以做成这样：在滚筒旋转的每个位置都有动刀在铡草。不过，此时滚筒要做得大些，动刀数目要多些。

在现代机器中采用连续旋转运动代替往复运动的很多，如离心式水泵代替柱塞式水泵，转子式发动机代替活塞式发动机，旋转式印刷机代替平板印刷机等等。

#### 四、减小牵引阻力

减小牵引阻力（工作阻力）可以节约燃料，提高工效。其措施如下述几种。

##### 1. 改善结构，减轻重量



改善行走部分的结构性能，以降低移动农具所需克服的阻力。例如将钢轮改为橡胶充气胎轮。采用悬挂式、半悬挂式农具代替牵引式农具。如悬挂式四铧犁较牵引式四铧犁重量减轻四分之一，工作阻力减小了，耕地时耗油降低12%左右，生产率可提高5~25%。

## 2. 简化、合理选择传动机构，降低传动能量损失

以前，从动力机到各工作机构能量的传递，大多用轴和轴承、齿轮、链轮和皮带轮等机械传动。而现代机器上愈来愈多地采用电力传动、液压传动和气压传动。它们在特定的情况下，具有各自突出的优点。例如，牵引铧犁采用液压起落机构，不仅犁的重量减轻了，而且可由拖拉机驾驶员直接操纵。

## 3. 采用新材料、新结构，以减小工作部件的阻力

例如犁，主要工作部件是犁铧、犁壁，它们结构形状、表面材料对工作阻力的影响极大。据报导，滚子犁可比通常的铧式犁降低阻力40%。在犁体工作表面覆以太氟隆塑料涂层，可减少阻力6~38%。

## 五、采用联合作业法

近年，国外发展了一系列联合作业机具。我国各地也有不少创造。如我省大荔县的“一条龙”作业犁（图10—2），用东方红—54（75）拖拉机牵引，一次可完成耕地、筑埂和播种三项作业。它是在L—5—35五铧犁7上，加装圆盘组1、出土活门2、镇压5轮等工作部件，完成平畦筑埂的作业；加装种肥箱3、传动轮6、铁耢4以及排种器、输种管、开沟器等（图中未示出），完成播种作业。改装时，还须将五

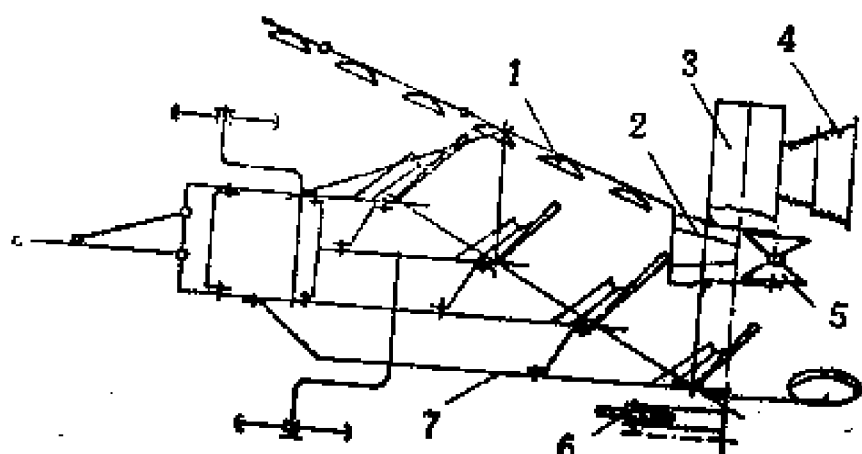


图10—2 “一条龙”作业犁示意图

1.圆盘组 2.出土活门 3.种肥箱 4.铁耩 5.镇压轮 6.传动轮 7.犁

铧犁改为四铧。为减少堵塞，将第二、四主犁体犁壁沿延长板第二螺孔处垂直割掉，其它部分不须改装。为了便于运输和满足不同畦宽的要求，耩片分为三组，后两组可以折叠抬起。

据统计，耕耙、耕播联合作业均可缩短作业时间25%，降低燃料消耗35%。

耕耙联合作业目的是一次耕作到播前整地的要求。例如在犁后加装旋耕机或滚动镇压耙等，就可以完成。

耕播联合作业主要用于夏收后缺雨地区，播种玉米、高粱等。在收割前茬作物后未翻耕的田地上直接播种，我省称为硬茬播种。我省群众创制的硬茬播种机、玉米明沟窝播机在关中地区近年发展很快，它们都属于联合作业机。

此外，尚有耕地与施肥联合作业机、施肥与除莠剂联合作业机、播前整地与播种联合作业机等。后者如图10—3，由卧式旋耕机与播种装置联合组成。卸掉播种装置，旋耕机可以单独进行作业。

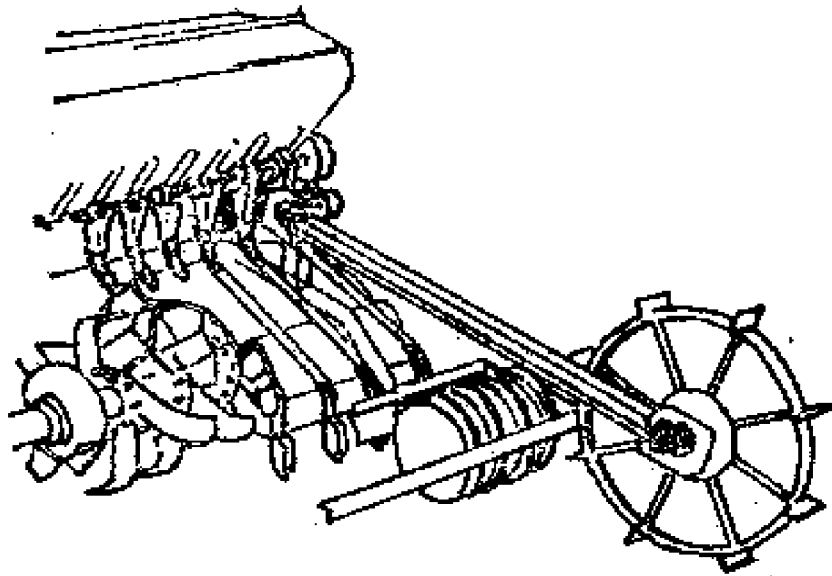


图10—3 旋耕播种联合作业机

## 六、“强化”工作能力

一般地说，提高机器的速度也属于“强化”其工作能力。但我们这里所指的强化，是指采用不同于传统的工作原理和工作方式进行作业，以提高劳动生产率。

最典型的例子是六十年代开始出现的超低量喷雾机。超低量喷雾，是一种喷洒农药的新技术。它将少量的药液（原液或加少量的水）分散成极多直径相宜、大小均匀的雾粒。雾粒的直径为50~100微米（1微米即1/1000毫米），为普通喷雾的十分之一。借助于风力（自然风或喷雾机风机）吹送、飘移、穿透、沉降到农作物上，获得最佳的覆盖密度，以达到防治病虫害的目的。

历来的喷药方法都是将农药加入大量的水冲淡后喷洒。之所以这样做，是因为喷雾粒大而不均，高浓度药液喷洒后会出现药害。所以一台普通的背负式弥雾机药箱容量为10公

升，流量为 2 公升/分，如每亩施药液 20 公升，每五分钟种喷施半亩地就得加水加药，辅助工时竟占总工时的 67%，每班防治面积不足十五亩！

超低量喷雾的施药量每亩仅为 70~700 毫升。对于也是背负式的超低量喷雾机，主药箱容量为 4 公升，按流量 20 毫升/分，每亩施药 130 毫升计，则喷施每亩地仅需 7 分钟，容量 4 公升的药箱能喷 30 亩地，辅助工时极少。如我国生产的东方红—18 空超低量喷雾机，每小时净喷面积达 130 亩，生产率是普通背负式弥雾机的近八倍。

## 七、自动化

由于机器速度的提高，而人的反应速度却是有限的，自动化变得迫切地需要了。例如，汽车驾驶员从感受任何一个感觉的时刻起，到完成答复的时刻止，这个“反应时间”在 0.2~1.5 秒间变化。从驾驶员见到前面不远有人横越马路时起，到采取刹车止，汽车已走过一段路程。刹车板被踏下至起制动作用，又走过一段路程。汽车被制动后，仍会向前行进一段路程。这三段路程加起来就是“危险区”。汽车行驶速度愈高，人的反应时间愈长，危险区也就愈长。

又如在普通车床上加工一个小轴，以 2000 转/分和纵向进给 0.2 毫米/转工作。设人的反应时间为 0.5 秒，此时在长度上的最大加工精度为：

$$\frac{2000}{60} \times 0.2 \times 0.5 = 3.3 \text{ 毫米}$$

这显然是不够的。

此外，机器上有的部位不便观察；有的机器需监视的地

方太多，靠人不胜其繁。

必须采用电子仪器，才能从根本上解决问题。操纵的自动化能够大大地提高劳动生产率和工作质量，减轻操作人员的劳动强度。

农业机械化生产中的自动化，正在逐步地实现。诸如：采用各种仪表指示机器工作参数（温度、压力、工作质量——如耕深、谷粒损失等）；自动显示发生故障及自动调整各种机构；用无线电操纵实现无人驾驶（遥控）等。例如联合

收割机或水稻插秧机上没有坐位，操作手坐在地头上，用无线电控制机器的前进、后退和转弯等动作，这样的自动化农具已经研制成功。

当前农业机械化自动化的研究集中解决两类问题。第一类是自动操纵农机具；第二类是自动调整机具，使其经常保持最佳的工作状态。

上述无人驾驶属第一类。又如自动操纵拖拉机耕地（图10—4）。发送器2沿着犁沟壁3行进，当它偏离犁沟壁时，将讯号传给调节机构1，调节机构就自

动将拖拉机前轮偏转，使拖拉机继续沿着犁沟壁前进。同样，在播种时也可采用此类装置，即采用沿着播种沟进行机械仿形的随动系统，自动操纵拖拉机。

如进行中耕作业，上述方法就不行了。因为中耕锄铲即令会开沟，但沟与作物行并不一致，而中耕作业最起码的要求是不伤苗。为此，正研制一种采用电容法探索的自动随动

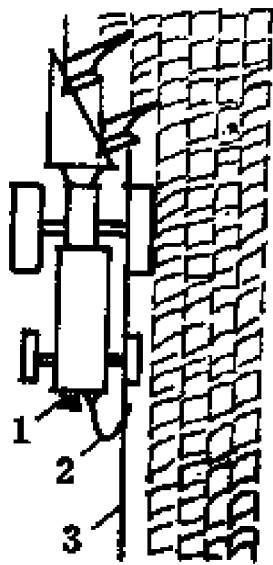


图10—4 自动操纵  
拖拉机耕地  
1.调节机构 2.发送器  
3.犁沟壁

系统。图10—5 是一个带有自动随动系统的中耕机。当电容

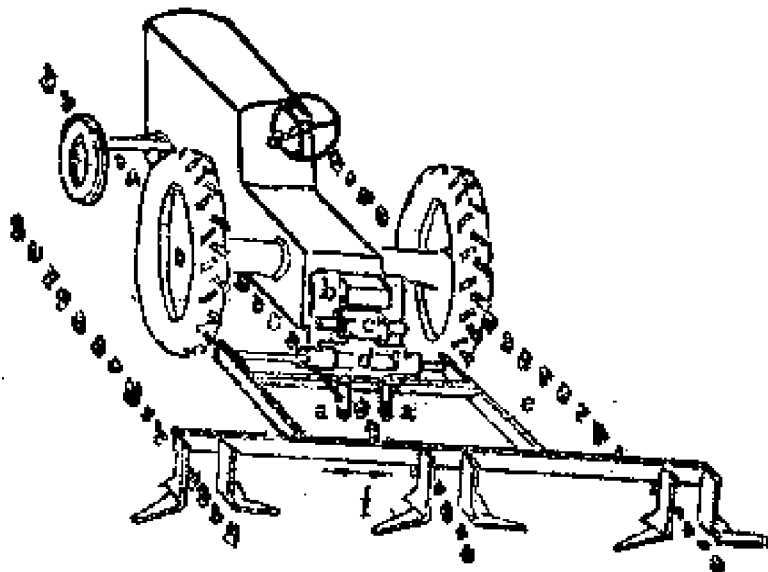


图10—5 按亩行自动导向的中耕机

- a. 电容探苗器    b. 横移油缸    c. 电磁随动阀  
d. 电子放大器    e. 中耕机机架    f. 锄铲

探苗器靠近或远离农作物秧苗时，它就将变化的讯号传给电子放大器，放大器将讯号放大后传给电磁随动阀，使阀门开闭，从而使横移油缸向左或向右移动，改变中耕机机架的位置。这样，锄铲就始终与秧苗保持一定的距离。由于电子调节器的反应时间仅为千分之几秒，比人快成百倍，所以工作质量（不伤苗）大大提高了。

第二类自动化——自动调整农机具，是要解决这样一个问题：机器的额定马力（和工作能力）是一定的，工作时如何在它的许可范围内得到最佳的工作质量和最合适的速度？例如联合收割机工作时，由于作物稀稠不一，输送器喂入不均匀，使脱粒滚筒一会儿“吃不饱”，一会儿喂入过多而堵塞，这即使是最有经验的驾驶员也难以避免。可是利用自动随动系统，就能很好地解决这个问题。图10—6 是自动调节联合收

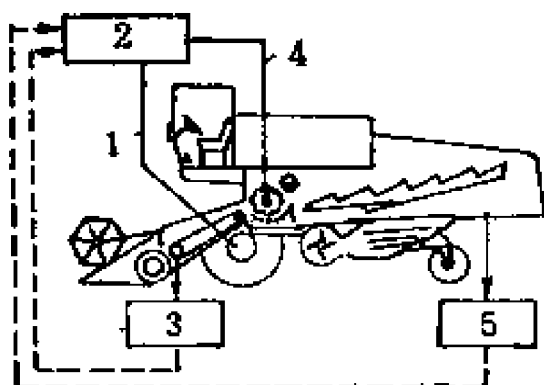


图 10—6 自动调节联合收割机脱粒机构的喂入量

1. 工作速度调节器 2. 电子调节器  
3. 脱粒机构喂入量测定器  
4. 滚筒转速调节器 5. 损失测定器

割机脱粒机构喂入量示意图。在倾斜输送器那里安装了一个脱粒机构喂入量测定器 3，当喂入量过大时，它将讯号传给电子调节器 2，电子调节器即通过工作速度调节器 1 降低机器前进速度，或通过滚筒转速调节器 4 提高脱粒滚筒的转速。

我们知道，联合收割机的优点之一是降低谷粒损失。实践证明，驾驶员力求降低损失，往往不让机器开得很快，以免喂入过多造成脱不净、分离不清而损失谷粒，此时一般仅利用机器 70~80% 的功率。为此在收割机的后部安装了损失测定器 5。当损失增多时，它将讯号传给电子调节器 2，使工作速度调节器起作用，降低机器的前进速度。

## 第四节 试验鉴定

农机具试验是检验引进、改进、设计和试制的农机具是否适合当地农业生产要求，检验理论、方案是否符合客观规律的重要方法。在创制一种新机型和新零部件时，也是通过试验，取得第一手资料，多次改进，最后鉴定定型，才正式投入批量生产。试验是农具改革不可缺少的重要工作环节。

### 一、按不同的目的确定试验类别

农机具试验分研究试验和鉴定试验两大类。

研究试验是对新发明创造的样机或零部件的试验，带有理论上探索的性质，目的是确定新样机、新零部件是否具有预计的良好性能，或影响性能的参数是哪些、以及怎样影响的。研究试验也用于现有的重要工作部件做系统的、多参数的试验，从中找出规律性的东西，用来指导农具改革的实践。

鉴定试验是通过实地试验，以确定机具的性能是否符合当地农业生产的要求，确定机具使用中的可靠性、耐久性和使用费，以便决定是否具有使用和推广的价值，是否投入小批生产或大量生产。

按试验场地的不同，又可分为实验室试验和田间试验两大类。实验室试验不受农事季节及自然条件的限制，便于控制。田间试验比较直接，在试验重复次数较多时，能比较真实地反映客观情况。田间试验往往用作实验室试验后的进一步试验，是农具推广前不可缺少的阶段。

在国家统一标准的各种农具试验鉴定方法中，还规定有性能试验和生产（使用）试验的各项细节。性能试验的目的是评定该农具是否能满足农业生产技术的要求。生产试验是通过三、五台样机多点生产使用，或一台样机大面积生产使用，考核该农具的可靠性、耐久性、适应性及经济指标等。

总之，试验目的不同，试验类别也可以不同。试验项目也可以增减，切忌繁琐、生搬硬套。在测定数据的同时，还要结合生产要求进行观察评比，要重视群众性的鉴定和评论。

## 二、比较才能鉴别

试验忌带主观性与片面性。试验得出的数字与结论必须是客观实际的反映。



为了使测试准确，说明问题，所有使用的测试仪器都要校正，试验条件应记载下来，田间试验应在适宜的农时内进行。为了避免试验受特定条件与偶然因素的影响，应组织多点试验，进行多次测定。不容许在试验报告中得出如“此犁也适于粘土地区”、“三个牲口拉得动”、“此收割机总损失在3%左右”、“此粉碎机粉碎饲料温度不高”等一类模棱两可、不解决问题的结论。

试验的目的是为了比较鉴别。要比较就要有比较的对象。通常有两类情况，一种是和已批准的技术文件相比较，另一种是和同类型机具相比较。属于前一种情况的，根据已批准的设计任务书、制造验收技术条件为准。例如，根据农业学大寨对农田基本建设的要求，有个深耕犁的设计任务书规定，要研制一种深耕一尺半、土层不乱、上下两平（表土平和犁底平）的深耕犁，以满足陕西省关中地区的需要。那末，试验这种新研制的深耕犁时，必须测定耕深、土层分布、表土及犁底的平整度这三项指标（当然，还有一些其他指标）。并且和原订指标对照比较，看达到这个要求没有。不言而喻，这三项指标是在总结当地深耕改土试验的基础上提出来的，也必须是当时当地条件可以做到的才行。

如果在技术文件中，对某些指标没有明确规定时，应选择一种同类机器做对照试验。对比机器应选择当地目前使用最好的，或改进前的样机，并在相同条件下进行对比试验。

这样，有了比较，就可以确定所试验的机具的各项指标是否优越，设计制造是否成功。否则，在技术文件上没有规定的指标，单一机器的试验，无从判定其指标的优越程度；在不同条件下所得到的试验结果也会失去对比的价值，试验

将变得徒劳无功。

### 三、试验鉴定的内容

为了使试验鉴定准确地反映客观实际，便于对比，国家有关部门制订了《农业机械试验鉴定方法》，规定了试验鉴定通则，而且对每种重要的农具都制订试验鉴定的具体方法。由国务院部一级制订颁布的，称为部标准。

试验鉴定包括技术测定、性能试验、生产试验和总结报告四部分内容。

#### 1. 技术测定

技术测定是为了评定机具的技术状态。包括结构设计质量检查与制造质量测定两部分。机器在性能试验前和生产试验后，都应作技术测定。技术测定应结合已批准的技术文件（如设计任务书、图纸、制造验收技术条件和使用说明书等），用观察和测定相结合的方法进行。

结构设计质量检查内容包括：诸如检查图纸及技术文件是否齐全、合格。机器的技术性能、设计的合理性是否合乎要求。测定机器工作部件的升降机构、调整范围、相关尺寸及配置、通过性及最小转弯半径。测定操纵机构操作时的行程、作用力、方便性及可靠性。观察（并通过生产鉴定）操作手的视野及劳动条件是否良好等等。

制造质量测定包括另一类内容，诸如外观检查、装配、焊接、铆接、加工面、螺栓紧固及油漆等质量是否良好，零部件有无损伤缺陷，是否符合验收技术条件。测定零部件的制造装配质量是否符合验收技术条件。检查各工作部件相互位置的正确性，运动机构的动作是否正确。齿轮间隙及链条

张力，测定轮子的径向和轴向摆动等。

技术测定时，如发现机器一般性的缺点可以修理，但不能影响原结构性能。如发现严重缺点且短期内不能克服时，应提出处理意见，报请领导部门批准，暂不进行性能试验及生产试验。

## 2. 性能试验

试验前应做好准备工作。试验用场地及物料应具有当地农业生产上的代表性，不得作特殊处理。在进行对比试验时，试验条件应完全相同。在选好的试验地里划出试验调整区和性能试验区，把机器调整到正常的技术状态及调整位置，使机器处于最佳的技术状态，先在试验区进行调整试验，然后再进入试验区试验。进行对比试验的机器，应调整到相同位置或各自的最佳位置。对气象、田地及物体状况，应按表格进行调查及记录。

性能试验的项目及方法，应遵照有关部标准进行。如锤片式饲料粉碎机规定的项目较多，比较重要的有：

纯工作小时生产率：测定开始至结束的成品重量与时间的比值，用公斤/时表示。

每度电生产率：测定开始至结束的成品重量与所耗电量的比值，用公斤/度电表示。它表示电动机每消耗一度电时可以生产的饲料成品的公斤数，是衡量粉碎机经济性的重要指标。

成品细碎度：将成品取样三堆，混和后取100克，放在筛筛上振动两分钟后取下，用天平称重，根据20目筛上、40目筛上及40目筛下各自的物重，即可表示。它是衡量粉碎质量的指标。

性能试验后，应作出试验小结，以确定机器是否符合所提出的作业质量要求，在农业生产中应用的可能性。如发现从根本上不符要求时，可报请领导部门批准，不再进行生产试验。但对新创造的样机发生较多的问题，则应具体分析，不可轻率否定。

### **3. 生产试验**

生产试验是通过较长期的使用来评定机器，往往延续一个或几个作业季节。对主要项目至少每天要测定一次。应对机器质量作全面观察，如工作质量的稳定性、可靠性、适应性，机器的损坏、变形、磨损，每个班次内各种时间的消耗，作业的数量及质量、燃油消耗等，均应由专人作详细记录。有的要分析性质及原因，或用照片记录说明。

各项使用经济指标，可根据测定时间消耗、作业数量、燃料消耗等计出。

生产试验的样机，一般不得少于三台，并分点试验，试验时间或作业数量不得少于某个数值。试验必须有固定的、熟练的人员操作。

### **4. 总结报告**

机器经系统的试验鉴定后，应将资料进行整理与分析，经参加试验鉴定人员充分讨论，提出试验鉴定总结报告。

总结报告内容包括：试验鉴定的目的、时间、地点与条件，样机简介，技术测定结论，性能试验结论，生产试验结论，与对比机器的对比分析，作出能否符合试验鉴定目的的结论，提出改进意见和建议。

总结报告应有试验鉴定负责人及参加人的签字，并呈报上级主管部门审批。

# 第十一章 饲料粉碎机

应用饲料粉碎机可广开饲料来源，变百草为宝。近年来饲料粉碎机发展极快，据不完全统计，陕西省保有量达三万余台。全国近二十个省市平均每个生产大队在一台以上。

## 第一节 种类、构造及系列

### 一、对饲料粉碎机的要求及其分类

实际生产中，对饲料粉碎机提出的技术要求，大致可归纳为三点：适应性好。即不仅可粉碎谷物、油渣饼等精饲料，还能粉碎干草、豆秸等粗饲料；不仅能粉碎干燥的，也可以粉碎比较潮湿的（含水量可达18~20%）饲料。其次要求便于控制和调节饲料成品的细碎程度。当用作喂猪时，要求足够的细（平均颗粒直径为0.2~1.0毫米），喂牛羊特别是马时就要粗些。总之，不管饲喂什么畜禽，都要求饲料颗粒大小均匀一致，不产生高热。第三，要求机器生产率高，耗电或耗油量少，轻便耐用，价格便宜，使用维修方便，易损零件及其它零配件容易买到。

目前国产饲料粉碎机按其主要工作部件——锤体可分三类：锤片式，爪式和劲锤式。劲锤式粉碎机用得很少，而且其结构逐渐接近于爪式粉碎机，故本书从略。

不论哪种粉碎机，都是由转子、筛子、机壳、机架、喂入斗等组成。有的并带有初切机构、风机和聚料桶。

## 二、锤片式饲料粉碎机

锤片式饲料粉碎机（图11—1）的构造：机体分为上机壳11和下机壳12两半，上机壳上部有喂入槽1。上下机壳内壁各装有齿板2和可更换的筛片5，构成一个空腔。在空腔的中央安装有主轴，轴上固定有转盘3，转盘上用销轴销连着许多锤片4，这就构成了粉碎室。粉碎室的下方通过弯管13通向风机6，再用输送管14与聚料桶8上部连通。

工作过程：将饲料原料从喂入槽1喂入粉碎室，饲料受到顺时针方向作高速回转的锤片4的打击，开始碎裂，并获得一定的速度，撞向齿板2或筛片5的表面，进一步粉碎。如此反复，饲料受到多次打击、撞击，逐渐细化，至能够从筛片5的孔眼中，被风机6吸出粉碎室为止。已粉碎的饲料通过弯管13至风机吹到输送管14，沿聚料桶8上部的切线方向进入聚料桶。此时，高速气流与粉料的混合物进入聚料桶的环状空间中，较空气重的粉料沿着聚料桶内壁表面运动，并逐渐沉落到料袋7中，空气则从上部的排气管15排出到大气中。

试验研究表明：在粉碎室中，锤片对饲料的冲击有偏心冲击和正面冲击，而前者比后者的机率大得多。偏心冲击往往使饲料（例如玉米颗粒）旋转而不碎裂，结果从冲击所接受的能量转换成热量而损失。因此，锤片式饲料粉碎机消耗能量大，饲料温升较高，这是它的缺点。

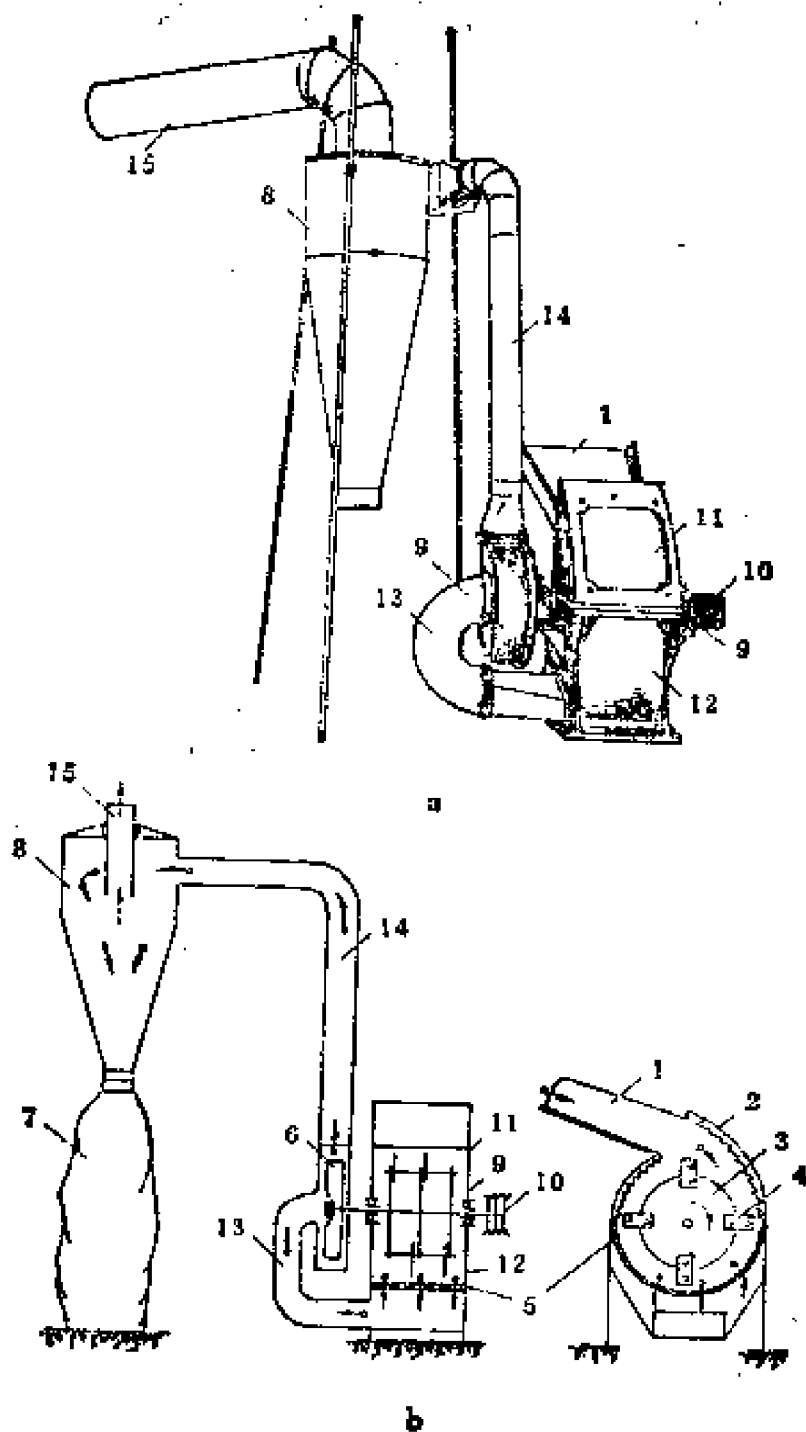


图11—1 锤片式饲料粉碎机

a. 外貌图

b. 工作示意图

1. 喂入槽 2. 齿板 3. 转盘 4. 锤片 5. 筛片 6. 风机 7. 料袋  
 8. 聚料桶 9. 滚珠轴承 10. 三角皮带轮 11. 上机壳 12. 下机壳  
 13. 弯管 14. 输送管 15. 排气管

### 三、爪式饲料粉碎机

爪式饲料粉碎机（图11—2）由喂料斗1，机壳10，主轴6，皮带轮5，齿爪和环状筛圈4组成。在机体侧面固定有定齿盘2，动齿盘3固定在主轴6上。

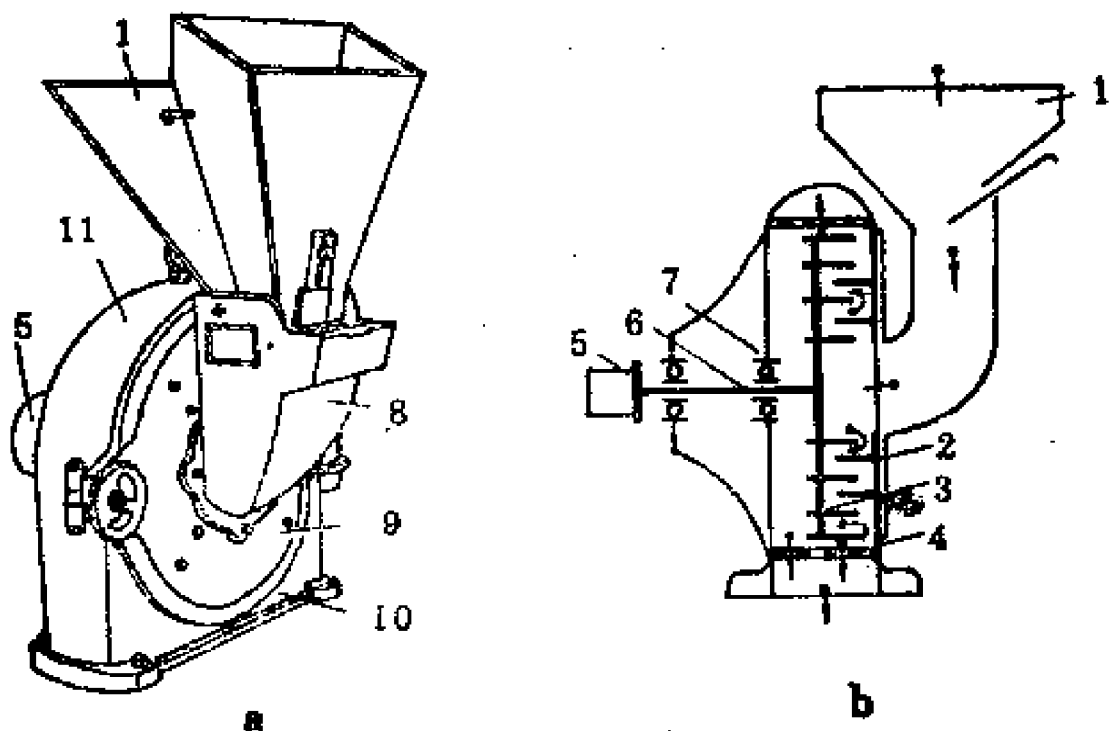


图11—2 爪式饲料粉碎机

a. 外貌图      b. 结构示意图

1. 喂料斗   2. 定齿盘   3. 动齿盘   4. 筛圈   5. 皮带轮   6. 主轴  
7. 轴承   8. 进料管   9. 盖板   10. 机壳   11. 粉碎室

**工作过程：**原料由喂入斗进入粉碎室，经高速回转动齿的剪切，并打进动齿与定齿的工作间隙内，再抛向四周。在抛出过程中，受到打击，碰撞及摩擦等作用，饲料逐渐被粉碎。同时，高速回转动齿盘就象一个鼓风机的叶轮一样，



形成风压，把已粉碎的饲料吹出筛圈 4 外的环状空腔内，再被吹出机外。由于这种粉碎机排料口处形成一股强大的粉料与空气的混合流，有些地方把它称做“一风吹”。在出口处需用麻袋等编织物扎严，以免吹失饲料。

爪式粉碎机主要工作部件——齿爪和动齿盘是刚性连接，不象锤片式粉碎机的锤片那样是销连，因此齿爪磨损更快。当不慎将石块或金属硬物喂入粉碎室，齿爪极易损坏。

#### 四、粉碎机的系列

山东省红旗牌爪式饲料粉碎机系列，于1973年定为部标准经批准在全国试行。它有270、310、330、370和450型共五种型号（数字表示以毫米为单位的转子直径），具有结构紧凑，重量小，效率高，可一机多用等优点。但是，存在加工粗饲料时喂入困难、遇潮湿茎秆易堵塞、运转时噪音较大等缺点，近年生产较少。

与此同时，锤片式粉碎机的结构与使用性能有很大提高。普遍由于减少了锤片数量和机体宽度、采用轴向喂料、加大筛子包角等，使机器减轻了重量，提高了工效。特别是有的粉碎机增加了初切机构，使粉碎纤维质多的茎秆饲料的喂入性能大为改善。因此，锤片式粉碎机迅速地发展起来。

陕西省于1975年研制成秦岭系列锤片式饲料粉碎机，其性能参数见表11—1。它包括五种机型，大中小都有，目前生产以中小型为主。可基本上满足我省的需要。五种机型的易损零件大多能通用。图11—3是秦岭—450型饲料粉碎机外貌图。

表11—1 秦岭系列粉碎机技术参数和工作性能

项 目	型 号	秦岭	秦岭	秦岭	秦岭	秦岭
		—500	—450	—400	—350	—330
外形尺寸, 毫米		556 × 795 × 1230	500 × 500 × 1100	860 × 740 × 1000	360 × 430 × 850	450 × 500 × 900
机重, 公斤		313	125	117	102	70
转速, 转/分		3000	3250	3780	4000	4500
锤片线速度, 米/秒		73.5	76.54	79.13	73.27	77.72
锤片数量, 个		16	16	12	12	12
锤片厚度, 毫米		4	4	4	4	4
筛片包角, 度		360°	360°	330°	270°	360°
锤筛间隙, 毫米		16	18	16	16	10
粉碎室宽度, 毫米		170	170	170	170	170
切刀数, 把		4	4	4	4	4
配套动力, 千瓦		13	10	7.5	5.5	3
筛孔直径*, 毫米		1.2	1.4	1.2	1.2	1.2
玉	度电产量, 公斤/度	64	59	56	81	105
米	小时产量, 公斤/时	964	747	504	423	393

\*注: 本试验选用筛子的直径。

续 表

项 目	型 号	秦岭	秦岭	秦岭	秦岭	秦岭
		—500	—450	—400	—350	—330
长玉米杆	度电产量, 公斤/度	19	9	12	17	14
	小时产量, 公斤/时	232	122	77	101	69
青 草	度电产量, 公斤/度	16	13	—	—	27
	小时产量, 公斤/时	262	123	—	—	72
豌豆莩	度电产量, 公斤/度	—	—	—	16	—
	小时产量, 公斤/时	—	—	—	92	—
红苕莩	度电产量, 公斤/度	—	—	25	—	—
	小时产量, 公斤/时	—	—	105	—	—
生 产 厂		汉中红旗机械厂	长安县、汉安中机厂	西安三勉县、中机厂, 汉中红旗机械厂	西安鱼化、巴县农具厂	西安三桥农具厂

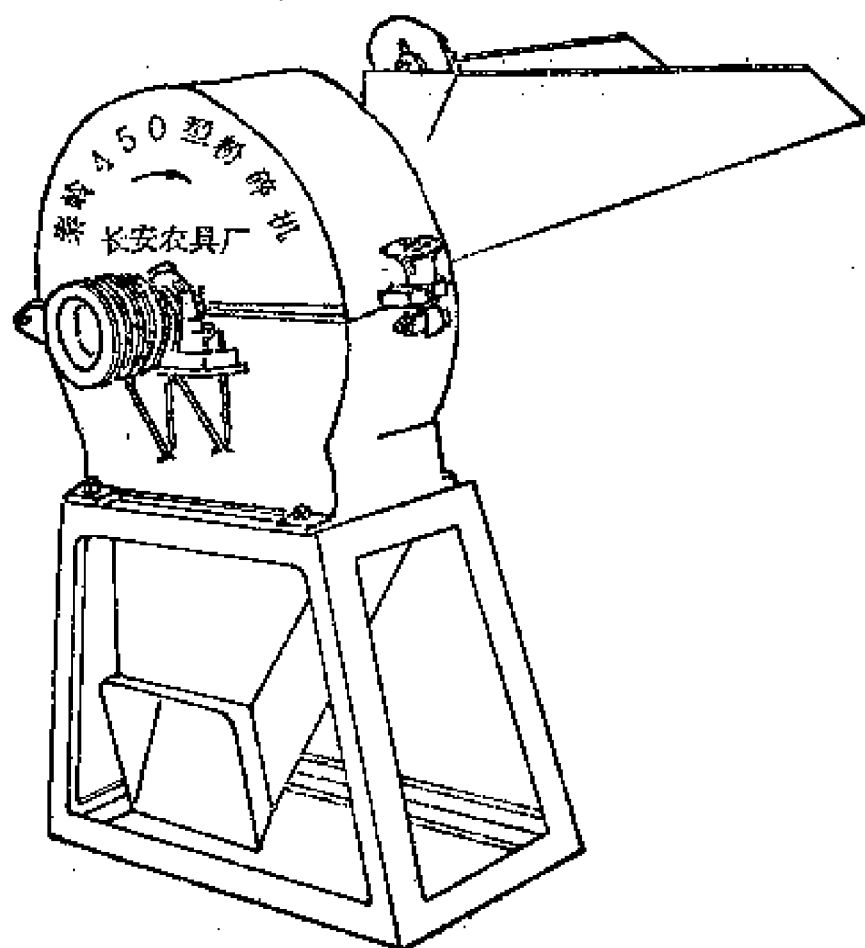


图11—3 秦岭——450型饲料粉碎机

秦岭系列粉碎机体积小、重量轻、结构简单，制造容易，喂料方便，操作安全。对饲料适应性好，特别对长茎秆不必预先切碎，就可一次碎成细粉。负荷比较稳定，生产率较高。因此受到我省用户的欢迎。

目前，全国有近二十个省市进行了饲料粉碎机的试验选型、定型工作。一些省制定了省级系列产品。1975年，由一机部农机研究所组织了系列设计组，进行了锤片式饲料粉碎机系列设计工作。共设计出五种机型：9F-45、9F-55(轴向

系列)，9FQ-40、9FQ-50、9FQ-60（切向系列）。其中如9F-55型锤片式饲料粉碎机，轴向喂入，带初切碎刀、风机和聚料桶，已由陕西省潼关县农机修造厂试制，通过省级鉴定定型，小批投产。

## 第二节 锤片式粉碎机的主要工作部件

锤片、销轴、齿板、筛子、转盘和聚料桶等零部件，直接参与粉碎机的粉碎、分离和输送，称主要工作部件。它们对粉碎机性能影响很大。

### 一、锤片

图11—4是四种典型的锤片形状。长方形锤片1制造简

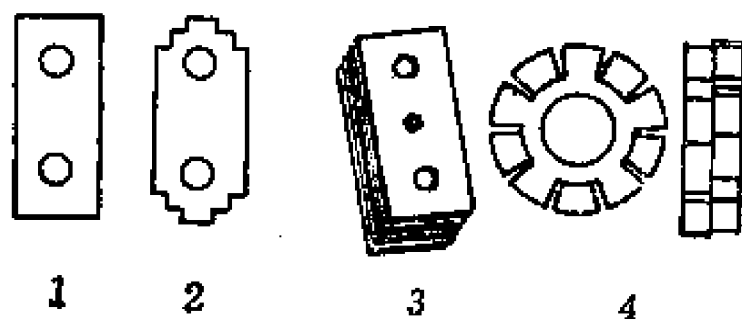


图11—4 锤片的类型

1.长方形 2.梯角形 3.组合式 4.环形

单，通用性好。它有两个销孔，故四个顶角可以轮流调换使用。故长方形锤片应用最普遍。梯角形锤片2由于尖角多，特别在粉碎干草和谷壳多的饲料时，效果较好。但易磨成圆角，制造也麻烦一些。组合式锤片3系有许多薄锤片铆合而成，可提高生产率、降低功率消耗。但耐磨性差，制造成本

较高。环形锤片4的销孔在中央，整个圆周棱角皆对称。若一边棱角磨损变轻，它受旋转时产生的离心作用而自动转到里侧。环形锤片磨损均匀，效率也高，是有发展前途的。

图11—5是秦岭—500型粉碎机的锤片零件图。按部标准讨论稿规定，锤片厚度 $\delta$ 为5毫米，宽度为40毫米。其长度 $a$ 和销孔中心到顶端的距离 $b$ (图11—5中为 $95 \pm 0.2$ 毫米)，应符合表11—2的规定。

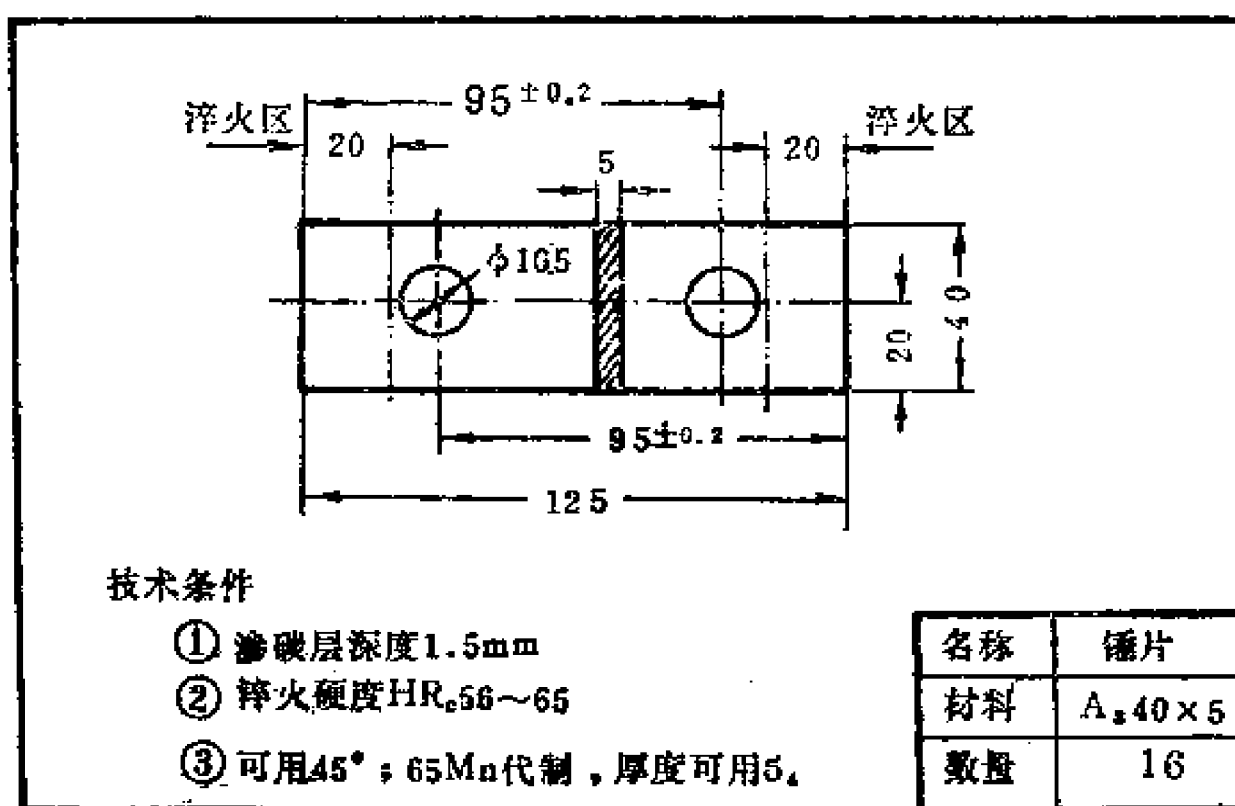


图11—5 锤片的零件图

锤片用10号或20号钢制造，经渗碳淬火处理，渗碳深度0.8~1.2毫米，淬火区硬度HRC56~62。有时也用65Mn钢制造，其热处理硬度为HRC50~57。为了保证锤片的韧性，锤片非淬火区硬度不得超过HRC28。制造时各锤片间的重量差不得大于锤片本身重量的1%，否则将影响转子的平衡。

表11—2

锤片参数及其标记

参 数 型 式	a	b	$\delta$	标 记 示 例
I	110	80	5	锤片110 NJ×××—××
II	120	90	5	锤片120 NJ×××—××
III	140	100	5	锤片140 NJ×××—××

## 二、筛子

有人研究后得出结论：筛子消耗功率占粉碎机总消耗的85%。实际工作中，筛子极易磨损和损坏，筛子是粉碎机重要的易损件。

筛子类型见图11—6。目前用得最广的是圆孔筛，筛孔

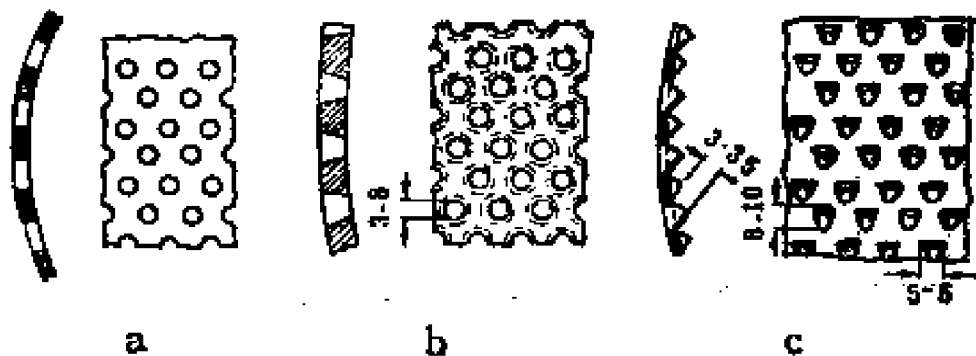


图11—6 筛子的类型

a. 圆孔筛 b. 圆锥孔筛 c. 椭圆鱼鳞筛

大小可根据需要更换，最小孔径约为1~2毫米。在较大的粉碎机上，也常采用圆锥孔筛或鱼鳞筛。圆锥孔筛的筛孔断面呈圆锥形，筛子内表面孔径小，外表面孔径大，可使饲料畅通，不致堵塞筛孔。鱼鳞筛内表面有鳞片状凸起，就象萝

卜擦子。使用证明，鱼鳞筛比圆孔筛效率高、能耗低，但磨损快，易堵塞，产品颗粒较粗，因此应用不广。

要提高粉碎机效率和降低能耗，须要尽量增大筛孔总面积（各筛孔面积的总和）。这样，在粉碎室内已被粉碎到足可通过筛孔的饲料就能及时排出室外，不致滞留室内而徒然增加功耗、降低工效。要做到这点，就要在筛子强度许可的条件下，尽可能多钻些孔眼。还有一个方法，就是增大筛子的包角。包角就是筛子包围粉碎室的弧角。以前筛角约为 $180^\circ$ ，近年包角趋于变大，不少粉碎机采用环筛结构（包角 $360^\circ$ ）。如秦岭系列粉碎机，除350型全部采用环筛结构。

部标准（讨论稿）规定，筛片的基本参数和尺寸应符合表11—3，表11—4和图11—7的规定。

标记示例：宽度为170毫米，孔径为1.2毫米的筛片代号为：筛片 I—12NJ×××—××

秦岭—500型的筛子有12、16、20号三种规格，宽度170毫米。可见，12号和20号筛片基本符合标准化要求，16号应改

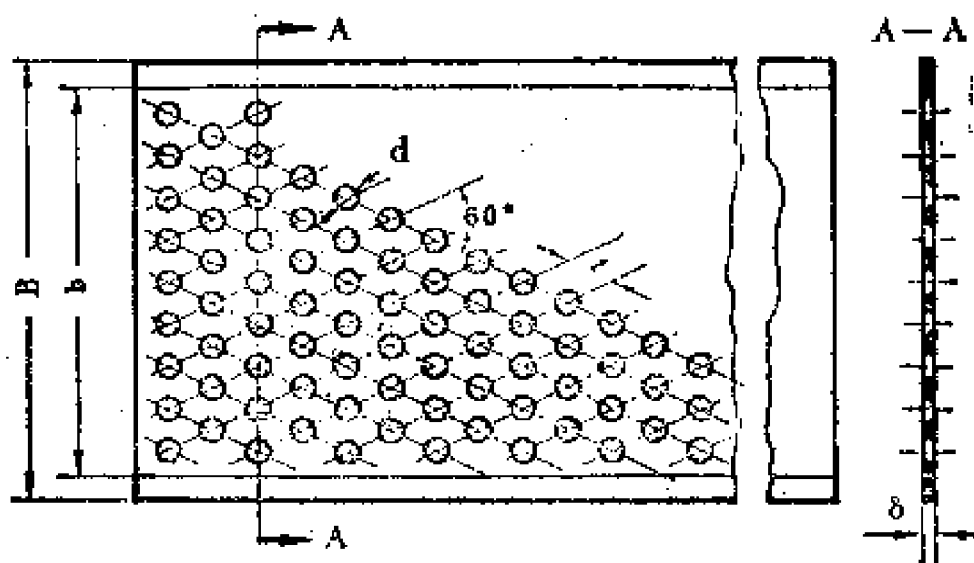


图11—7 筛片尺寸



表11—3 筛片宽度

筛型	宽度	B	b
I		150	≈130
II		170	≈150
III		190	≈170

表11—4 筛片参数

参数	规格	8	10	12	15	20	30	50	80
孔径d, 毫米		0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	5.0	8.0
孔距t, 毫米		1.8	2.2	2.5	2.8	3.5	4.8	7.2	11.0
厚度δ, 毫米		0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.5	1.2~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0

生产15号。

筛片用20号或A3钢制造，经氰化或氮化处理。

### 三、聚料桶

聚料桶又称分离桶、“刹克龙”。用薄钢板制成，有外圆筒及内圆筒，图11—8。外圆筒的上部沿切线方向与进气管相通，下部做成圆锥形。工作中，携带着饲料成品的气流沿切线方向进入内外筒之间的环状空间。由于饲料粉碎粒与空气分子的质量相差很大，在进入环状空间作旋转运动的过

程中，产生的离心力也相差很远，离心力大的饲料碎粒便靠向外桶的内壁，空气则聚集于中央。饲料碎粒在旋转的过程中，受到重力和桶壁摩擦阻力的作用，边沉降边减慢速度，最终沉落在排出口下的料袋中。空气则进入聚料桶中央的内圆筒下口，经内圆筒从顶部排出。

合理地设计聚料桶是很重要的。如果风速和风压过大，聚料桶尺寸较小，饲料成品就会从上口飞出。如果相反，则会堵塞。试验证明，为提高分离效率，就要使饲料碎粒在聚料桶中尽快地分离出来，不被气流带走。也即要使碎粒尽快地到达外圆筒内壁——需要加大离心力。饲料颗粒所受离心力  $F$  为。

$$F = m \frac{v^2}{r} = \frac{\pi d^3}{6} \rho \frac{v^2}{r}$$

式中  $m$ ——饲料碎粒的质量；

$\frac{\pi d^3}{6}$ ——饲料碎粒的球体积；

$d$ ——饲料碎粒的直径；

$v$ ——饲料碎粒在聚料桶中的旋转线速度；

$\rho$ ——饲料碎粒的密度；

$r$ ——饲料碎粒的旋转半径，决定于外圆筒的直径。

可见，气流速度、碎粒大小和聚料桶的大小都会影响分离效率。一般速度愈高、碎粒愈大和聚料桶直径愈小，分离

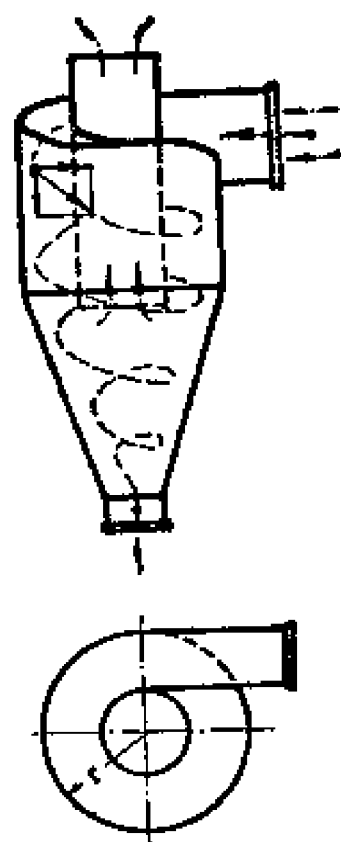


图11—8 聚料桶的工作原理

效率也愈高。但是实验证明，速度过高，空气在聚料桶内形成许多漩涡，反而降低分离效率。故通常采用的气流速度为14~18米/秒。聚料桶直径过小，容量小，易堵塞，故通常取其直径在300~600毫米范围内。又据试验资料，当饲料碎粒

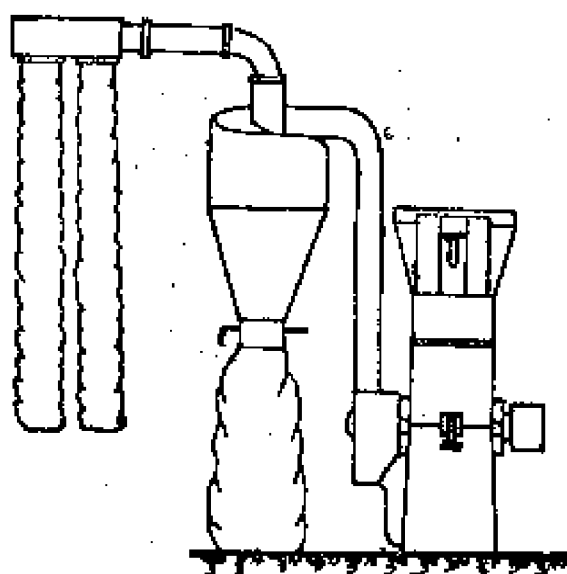


图11—9 采用回收装置示意图

直径小于40微米时，就很难分离出来。一般聚料桶分离效率为70~98%。换言之，有2~30%的饲料粉末从顶部排气口逸出。这种飞粉现象造成损失，也严重影响环境卫生和操作人员健康。

为此，许多使用单位在聚料桶排气口接通吊装有两个布袋的回收装置，

如图11—9。还有些单位将粉碎机出料口用管子与集料房相通，效果也好。专用的集料房集料方式，具有空间大，气流阻力小，动力消耗少，贮积成品量多，省劳力和清洁卫生等优点。

### 第三节 锤片式粉碎机的改进

近年来，各地对锤片式粉碎机的结构性能、制造材料与工艺等做了大量的研究改进工作。略述如下。

#### 一、采用初切装置

为了粉碎潮湿的长茎秆饲料，出现了轴向喂料和带初切

裝置的粉碎機。尔后  
发现，这种粉碎機具  
有容易喂入、效率较  
高和负荷平稳等优  
点。

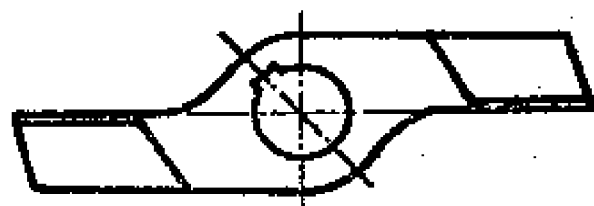


图11—10 切刀

初切装置就是在  
粉碎機主轴上要装初切刀，喂入长茎杆时先经切碎再轴向进  
入粉碎室粉碎。切刀如图11—10，用键固定在轴上，必要时可  
卸下磨锐或更换。秦岭系列粉碎機有切刀四把，两把长些，  
另两把短些。

## 二、改进锤片排列方法

目前粉碎機锤片在销轴上的排列方式有三种。

### 1. 螺旋线排列

按螺旋线排列锤片的粉碎機，工作时把饲料推向一侧，  
锤片磨损不均匀，转子的平衡性也差。故此法用得很少。

### 2. 对称排列

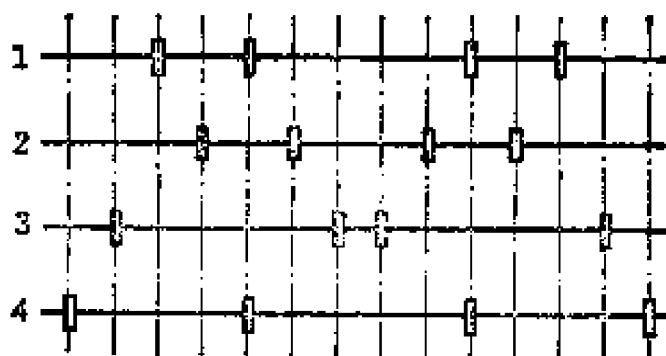


图11—11 锤片对称排列示意图

相邻。就同2号与1、3号相邻完全一样。图中矩形表示锤

图11—11所示，  
我们将四根销轴展开  
成了一个平面（实际  
上各销轴处于转子  
的同一圆周上），把  
每根销轴编号。我们  
知道，1号销轴不仅  
和2号相邻，也和4  
号相邻。

片的位置。可见，对称排列就是每根销轴的锤片重心都处在中心上，因此它们的合力全在一条中心线上，也即转子的同一个平面内。它因锤片合力在一平面上而达到平衡，粉碎机运转时震动就比较小。但饲料有被推向两侧的情形，在工作一段时间后，锤片磨损不均而加剧了不平衡。这个缺点在目前提高速度的情况下

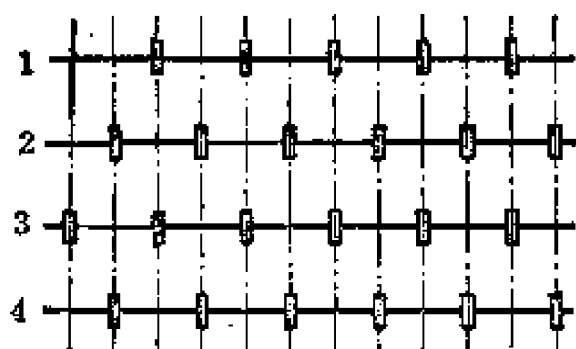


图11—12 锤片交错排列示意图

内也较均匀，是较好的排列方法。

尤为突出。秦岭系列粉碎机均采用对称排列。

### 3. 交错排列

又称补空排列，图11—12。它有利于平衡，饲料在粉碎室内

## 三、用新材料制造锤片

为了提高锤片的使用寿命，节约钢材，不少单位研究以铸铁代钢材制造锤片。如由浙江研制的高韧性耐磨白口铸铁，制成的锤片使用寿命比普通用20号钢制锤片高二、三倍，成本降低三分之一。江苏研制成的激冷白口铸铁锤片，使用寿命提高三分之一，成本降低一半。这两种锤片已大量生产。

## 四、提高轴承使用寿命

粉碎机转速高、冲击负荷较大、工作条件恶劣，加之轴和轴承座的制造精度、配合精度、密封、转子平衡等问题的

存在，往往使轴承寿命很低，影响生产。

目前，提高粉碎机轴承寿命有三种方法。

### 1. 改进结构以提高其装配质量

轴承的配合精度采用2~3级，轴承座采用整体式，以适应高速的要求。为了保证两个轴承的同轴度，有的将轴承座与机壳铸成一个整体。

### 2. 降低转速

在保证锤片所要求的线速度的条件下，加大转子直径，以降低转子的转速，改善轴承的工作条件。

### 3. 提高轴承的密封性能

提高轴承的密封性能，防止尘土进入轴承，江西的CS-310型粉碎机采用了迷宫式的密封结构，图11-13。

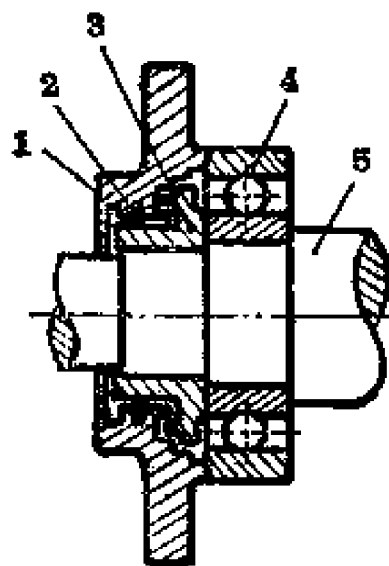


图11-13 端面迷宫轴承示意图

1. 内轴承盖 2. 密封圈 3. 套筒 4. 滚动轴承 5. 主轴

## 第四节 使用维护

饲料粉碎机的使用维护应按其使用说明书进行。下面谈谈一般原则。

### 一、粉碎机的安装

机器如长期固定工作，最好安装在室内，打水泥基础。如工作地点经常变动，可将粉碎机与电动机牢固地安装在同一机架上，机架可用角钢焊成或木制。安装基础必须作水平

检查，以防机器发生振动。

安装时必须使粉碎机与电动机的皮带轮外端处在同一平面上，以防皮带传动时因扭曲而迅速损坏。用移动电动机的位置来调节皮带的松紧度，合适后再紧固地脚螺栓。

应根据工厂铭牌规定选择电动机，其功率应等于或略大于规定的数值。并选配动力机上的皮带轮直径，以保证粉碎机获得额定转速。

采用平皮带传动时，两轴间的距离不应小于3.5米，以增加皮带与小皮带轮的包角，防止打滑，影响粉碎机的转速。

新安装和定期检查的粉碎机，应进行下列几项安全检查：

(1) 检查零件的完整及紧固情况，特别是齿爪、锤片等高速零部件，固定必须牢靠。

(2) 检查粉碎机在机座上固定是否牢靠。

(3) 检查轴承内的润滑脂。如硬化变质，可用洁净的柴油或煤油洗净轴承，按说明书规定更换新的润滑脂。若无说明书可查，可使用石油部标SYB1716—59中规定的1号钠基润滑脂，也可使用SYB1401—59中规定的3号或4号钙基润滑脂。加润滑脂时，不可过多或过少，以充满轴承空隙的 $1/3 \sim 1/2$ 为宜。

(4) 打开粉碎室盖板或上盖，检查粉碎室内确信无杂物后，将盖板盖紧，用手转动皮带轮，转子应能灵活转动。

(5) 上述检查完毕，一切正常，即可进行空车试运转15~20分钟，观察安装的正确性。

(6) 空转后应停车检查，如各部技术状态正常，方可重新开动，待转速正常后，喂入饲料正式作业。

新粉碎机在初次加工粮食前，可先加工一部分干草等，以清除机器工作部分的防锈油或污物。

## 二、调整

### 1. 调整喂入量

在喂料斗的下面都有一块闸板或挡板，在加工玉米、高粱等流动性好的谷物饲料时，用调节闸板控制喂入量，使喂入量适度而均匀。粉碎油饼渣时，须预先破碎饼渣，使其尺寸在40毫米内。粉碎长茎秆饲料时，用人工向喂入口内推送。要推送均匀，避免超负荷或喂入量过小而使实际生产率降低。

### 2. 调整粉碎度

粉碎度靠更换不同孔径的筛片控制。一般均备有孔径不同的筛片供选用。秦岭系列粉碎机各有孔径为1.2、2.0、4.5毫米的筛片。

安装筛片时，应根据转子的旋转方向正确地搭接（图11—14），以防饲料在搭接处卡住。

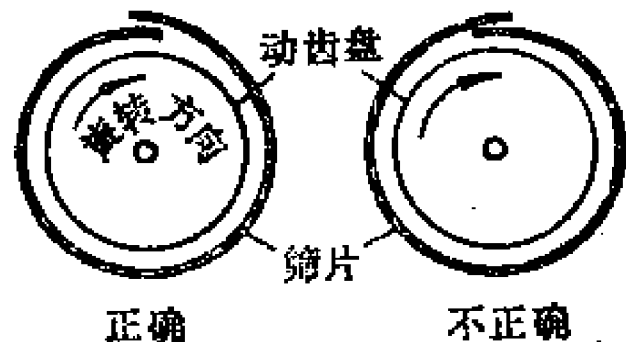


图11—14 筛片接头方法

## 三、使用保养

(1) 开车前应检查各紧固件、联接件有无松动。皮带松紧度要合适。电源线路应良好，电机应接地。原料中不应混杂有铁块、碎石等杂物。



(2) 接通电源，检查旋转方向。转子的旋转方向应与规定的一致。然后开车空转 1~2 分钟，无异常时再喂料，喂料要均匀。

(3) 工作过程中如发生异常响声、出料堵塞，轴承或电机过热（温升超过 40℃），应立即停止喂料，停车检查，排除故障。

(4) 锤片尖角被磨损到一定程度后（一般工作了 300 小时左右），同一销轴上的锤片位置可调整，以使其均匀磨损，若全部磨损可反面或掉头使用。注意掉头反面后，锤片的排列要与原来的相同。不允许有的掉头，有的反面。否则转子将失去平衡。全部更换新锤片时，也要按说明书上所列锤片排列图排列，且每组锤片之重量差不得超过 5 克。

(5) 要注意安全生产。操作者应站在机器侧面，不要靠近转动部分。排除故障、调整及清理机器时应切断电源、停车。电源开关要安装在操作人员的近旁，以便一旦发生故障及时切断动力。严禁随意提高粉碎机转速。经常检查锤片销轴上的开口销，如有过度磨损或折裂脱落，应立即更换。

(6) 在正常情况下，停车前应空转 1~2 分钟以排除机内余料，避免下次开动增加起动电流，损坏设备。每班工作结束，应清除机器上的灰尘污垢，尤其要清除轴承座周围的脏物和尘粉。

(7) 定期检查、清洗和润滑粉碎机的轴承。常用的盖式油杯，每班工作前将杯盖旋紧少许即可。如是封闭式轴承，可每隔 300 小时加注一次润滑脂。

#### 四、故障及其排除

故 障	原 因	排 除 方 法
轴承发热 (超过55°C)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 润滑脂不足</li> <li>2. 轴承损坏</li> <li>3. 轴弯曲</li> <li>4. 转速过高</li> <li>5. 喂料过多</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加油</li> <li>2. 更换</li> <li>3. 调直或更换</li> <li>4. 更换皮带轮或动力机</li> <li>5. 喂料适量均匀</li> </ol>
机器振动有杂音	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 机座安装不牢</li> <li>2. 地脚螺丝松动</li> <li>3. 轴承有脏物或损坏</li> <li>4. 锤片不平衡, 安装不当</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加固</li> <li>2. 拧紧</li> <li>3. 清洗或更换轴承</li> <li>4. 平衡, 按规定安装</li> </ol>
生产率低	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 转速低</li> <li>2. 原料太湿</li> <li>3. 锤片磨损</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 调整到额定转速</li> <li>2. 晒干</li> <li>3. 调头或更换</li> </ol>
皮带轮发热	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 皮带过紧或过松</li> <li>2. 超负荷</li> <li>3. 皮带轮不平行</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 调整</li> <li>2. 少喂料</li> <li>3. 调整</li> </ol>
粉碎物太粗	筛子损坏或有漏料	补、换筛片, 堵塞
喂料口喷料	出料不畅或堵塞	畅通出料

