

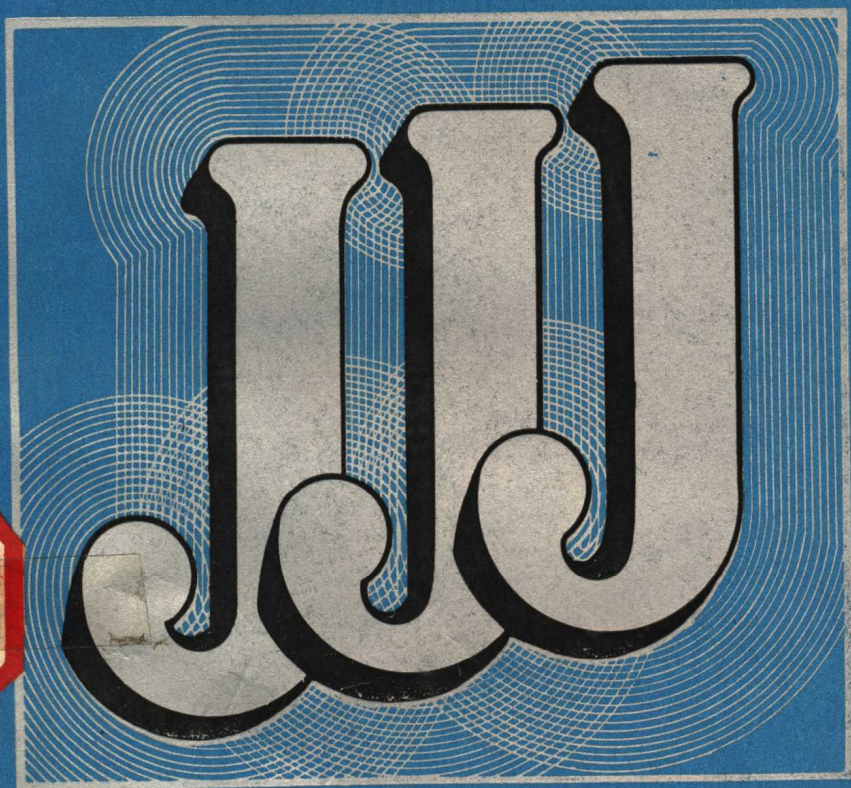
国家机械工业委员会统编

# 中级镗铣工工艺学

(铣工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

---

---

# 中级镗铣工工艺学

(铣工适用)

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书着重叙述离合器、直齿圆锥齿轮、链轮、特形表面、凸轮和刀具齿槽的铣削方法；简要介绍了卧式和立式升降台式铣床的结构、工作原理、维护保养和调整方法；对在铣床上进行钻孔、铰孔和镗孔亦作了较详细的介绍。

本书也可作为有关职业学校、技工学校的教材或参考书，以及铣工自学用书。

本书由上海汽轮机厂周炳章、上海柴油机厂吉广健、胡家富编写。上海柴油机厂张章福、上海鼓风机厂徐荣敬审稿。

## 中级铣工工艺学

(铣工适用)

国家机械工业委员会统编

责任编辑：陈 萱 版式设计：张伟行  
封面设计：林胜利 方 芬 责任校对：陈 松

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印张 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>·字数 145 千字  
1988年10月北京第一版·1988年10月北京第一次印刷  
印数 00,001—19,500·定价：2.50元

ISBN 7-111-01056-6/TG·247

## 前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划，教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划，培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以基本

概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易，教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会  
技工培训教材编审组

1987年11月

## 本工种需学习下列课程

**初级：**机械识图、金属材料及热处理基础、电工常识、量具与公差、机械传动、初级镗铣工工艺学（铣工适用）\*

**中级：**数学、机械制图、金属切削原理与刀具、机制工艺基础与夹具、中级镗铣工工艺学（铣工适用）

**高级：**机械制造工艺学、机构与机械零件、液压传动、机床电气控制、高级镗铣工工艺学（铣工适用）\*

为便于企业开展培训，国家机械工业委员会教育局和机械工业出版社还组织编写出版了与以上教材配套的习题集，并摄制出版了电视教学录像片（带\*者暂未摄制）。

# 目 录

## 前言

第一章 铣床 .....	1
第一节 X6132型卧式万能升降台铣床 .....	1
第二节 X5032型立式升降台铣床 .....	28
第三节 铣床的调整机构和调整方法 .....	30
第四节 铣床的合理使用和保养 .....	34
复习题 .....	37
第二章 钻孔、铰孔和镗孔 .....	38
第一节 钻孔 .....	39
第二节 铰孔 .....	44
第三节 镗孔 .....	48
复习题 .....	64
第三章 离合器的铣削 .....	66
第一节 矩形齿离合器的铣削 .....	63
第二节 尖齿和锯齿形齿离合器的铣削 .....	72
第三节 梯形齿离合器的铣削 .....	75
第四节 螺旋齿离合器的铣削 .....	80
第五节 离合器的检验及质量分析 .....	83
复习题 .....	86
第四章 直齿锥齿轮的铣削 .....	87
第一节 直齿锥齿轮的铣削 .....	88
第二节 直齿锥齿轮的测量及质量分析 .....	100
复习题 .....	102
第五章 链轮的铣削 .....	104

# V

第一节	滚子链链轮的铣削 .....	104
第二节	齿形链链轮的铣削 .....	109
第三节	链轮测量及质量分析 .....	113
复习题	.....	116
<b>第六章</b>	<b>曲线外形、特形面和球面的铣削 .....</b>	<b>117</b>
第一节	曲线外形的铣削 .....	118
第二节	特形面的铣削 .....	129
第三节	球面的铣削 .....	133
复习题	.....	148
<b>第七章</b>	<b>凸轮的铣削 .....</b>	<b>149</b>
第一节	等速圆盘凸轮的铣削 .....	150
第二节	等速圆柱凸轮的铣削 .....	159
第三节	等速凸轮铣削时的注意事项 .....	163
第四节	等速凸轮的检验及质量分析 .....	168
复习题	.....	172
<b>第八章</b>	<b>刀具齿槽的铣削 .....</b>	<b>173</b>
第一节	圆柱面直齿刀具齿槽的铣削 .....	173
第二节	圆柱面螺旋齿刀具齿槽的铣削 .....	179
第三节	端面齿齿槽的铣削 .....	186
第四节	锥面齿直齿刀具齿槽的铣削 .....	194
第五节	刀具齿槽铣削的检验及质量分析 .....	200
复习题	.....	204



# 第一章 铣 床

铣床生产效率高，加工范围广，能加工各种形状复杂的零件。铣床的类型有很多种，并正在向多功能、大型化发展。当前数控机床发展很快，而数控铣床处于领先地位。

各种型号的铣床，虽然在型式、结构等方面各有特点，但它们的传动原理和结构的基本形式，却有许多共同之处。X6132 (X62W) 型卧式万能铣床和X5032 (X52K) 型立式铣床，在目前我国生产的铣床中是结构比较完善，用途比较广的两种机床。现介绍它们的传动系统和结构情况，为掌握其他型号的铣床打下基础。

## 第一节 X6132型卧式万能升降台铣床

### 一、X6132型铣床的传动系统 (图1-1)

1. 主轴传动系统和结构式 主轴的旋转运动，由电动机 (功率  $N = 7.5\text{kW}$ 、转速  $n = 1450\text{ r/min}$ ) 开始，通过主体运动的传动系统获得。电动机通过弹性联轴器与轴 I 连接，使轴 I 获得一种与电动机相同的转速。轴 I 通过传动比为  $\frac{26}{54}$  的一对齿轮带动轴 II，使轴 II 获得一种  $1450 \times \frac{26}{54} \approx 700\text{ r/min}$  的转速。轴 II 上有一个可沿轴向移动，并用作变速的三联齿轮，通过与轴 III 上相应齿轮的啮合而带动轴 III，其传动比分别为  $\frac{22}{33}$ 、 $\frac{19}{36}$  和  $\frac{16}{39}$ ，使轴 III 获得 3 种不同转速。轴 IV 上也有一个三联滑移齿轮与轴 III 上相应齿轮啮合，

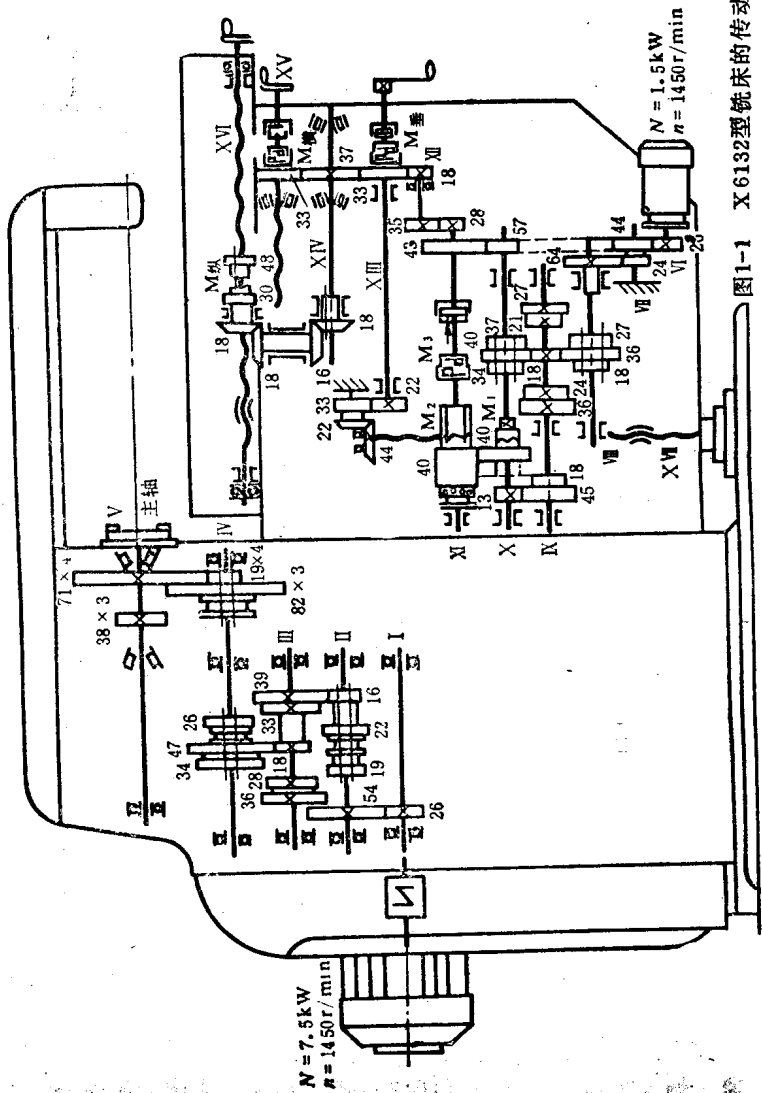


图1-1 X6132型车床的传动系统

其传动比分别为  $\frac{39}{26}$ 、 $\frac{28}{37}$  和  $\frac{18}{47}$ 。当轴Ⅲ有一种转速时，轴Ⅳ通过 3 种不同的传动比，能得到 3 种不同的转速；当轴Ⅲ有 3 种不同的转速时，轴Ⅳ就能获得  $3 \times 3 = 9$  种不同的转速。轴Ⅳ的右方，还有另一个双联滑动齿轮，当它与主轴Ⅴ上的相应齿轮啮合时，其传动比分别为  $\frac{82}{38}$  和  $\frac{19}{71}$ ，根据上述原理，主轴就获得  $3 \times 3 \times 2 = 18$  种不同的转速。这就是主体运动的传动过程和变速原理。其传动结构式为：

$$\text{电动机 (1450r/min)} - \text{I} - \frac{26}{54} - \text{I} - \left\{ \begin{array}{c} \frac{22}{33} \\ \frac{19}{36} \\ \frac{16}{39} \end{array} \right\} - \text{III} -$$

$$\left\{ \begin{array}{c} \frac{39}{26} \\ \frac{28}{37} \\ \frac{18}{47} \end{array} \right\} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{c} \frac{82}{38} \\ \frac{19}{71} \end{array} \right\} - \text{V (主轴)}$$

2. 主轴的最大和最小转速 在传动结构式排列整齐的条件下，列出其各种转速的传动计算式是很容易的。如最大转速为：

$$\begin{aligned} n_{\max} &= 1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{39}{26} \times \frac{82}{38} \\ &\approx 1500 \text{ r/min} \end{aligned}$$

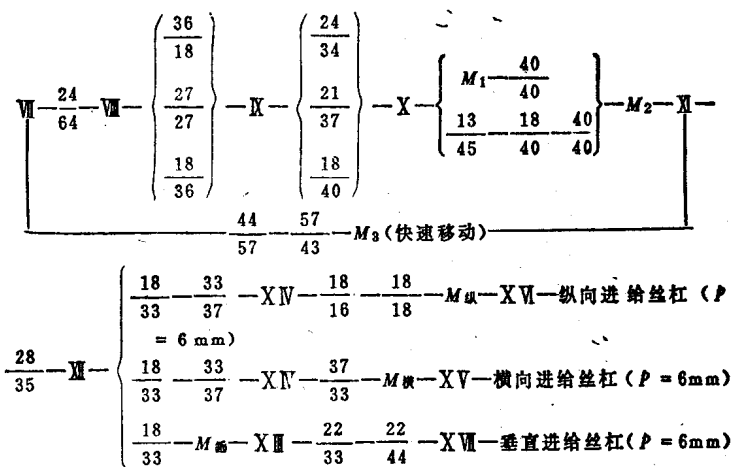
最小转速的传动计算式为：

$$n_{\min} = 1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{18}{47} \times \frac{19}{71}$$
$$\approx 30 \text{ r/min}$$

3. 进给传动系统和结构式 进给运动的传动系统是由进给电动机 ( $N = 1.5\text{kW}$ ,  $n = 1450 \text{ r/min}$ ) 经传动比为  $\frac{26}{44} \times \frac{24}{64}$  的两对齿轮传至轴Ⅷ, 再经轴Ⅷ和轴Ⅹ上的两组三联滑移齿轮, 分别与轴Ⅸ上相对应的齿轮啮合, 而使轴Ⅹ获得 9 种转速。当空套在轴Ⅹ上可滑移的  $z = 40$  的齿轮处于图示位置时 (与离合器  $M_1$  结合), 轴Ⅹ的 9 种转速经传动比为  $\frac{40}{40}$  的一对齿轮及离合器  $M_2$  传至轴Ⅺ获得快的 9 种转速。当轴Ⅹ上空套的  $z = 40$  的齿轮向左移动 (离合器  $M_1$  脱开) 与轴Ⅸ上  $z = 18$  的齿轮啮合时 (图中虚线位置), 轴Ⅹ的 9 种转速经传动比为  $\frac{13}{45} \times \frac{18}{40}$  ( $z = 18$  和  $z = 45$  空套在轴Ⅸ上) 和传动比为  $\frac{40}{40}$  的一对齿轮, 再经离合器  $M_2$  传至轴Ⅺ, 使轴Ⅺ获得慢的 9 种转速。轴Ⅺ的运动经传动比为  $\frac{28}{35}$  等齿轮和离合器  $M_{纵}$ ,  $M_{横}$  和  $M_{垂}$ , 分别传给纵向, 横向和垂直方向的进给丝杠, 使工作台获得三个方向的进给运动。进给量的种数为  $3 \times 3 \times 2 = 18$  种, 纵向和横向进给量的范围为  $23.5 \sim 1180\text{mm/min}$ , 垂直进给量只相当于纵向进给量的三分之一, 其范围为  $8 \sim 394\text{mm/min}$ 。

进给运动的传动结构式为:

电动机—VI— $\frac{26}{44}$ —(1450 r/min)



工作台纵向18种进给量的数值与横向进给量完全相同，只是末尾两对齿轮的传动路线不同，即前者为 $\frac{18}{16} \times \frac{18}{18}$ 后者为 $\frac{37}{33}$ ，但它们的比值都接近1.12，故进给速度基本相同。

由传动结构式可知，垂直进给运动的传动路线仅仅是在最末的两对齿轮与纵向进给不同而已，其值是 $\frac{22}{33} \times \frac{22}{44} = \frac{1}{3}$ ，而纵向进给时则为 $\frac{33}{37} \times \frac{18}{16} \times \frac{18}{18} \approx 1$ 。所以，这种铣床的垂直进给量等于纵向进给量的三分之一（即 $V_{f_{\text{垂}}} = \frac{1}{3} V_{f_{\text{纵}}}$ ）。

纵、横和垂直三个方向的进给运动，是通过分别接通

$M_{正}$ 、 $M_{反}$ 、 $M_{自}$ 离合器来实现的(见图 1-1)。当手柄接通其中的一个时,也就相应地接通了电动机的电器开关(正转或反转),得到正、反方向的进给运动。这三个方向的运动是互锁的,不能同时接通。

当工作台三个方向之一的运动需要快速移动时,可将手柄推向运动的方向,并按下“快速”按钮,使其接通一个强力电磁铁(装在升降台的左下侧),由电磁铁牵动一系列杠杆,使图 1-1 中所示轴 XI 上的离合器  $M_2$  向右移动,通过摩擦离合器  $M_3$  接通该轴右端  $z = 43$  的齿轮。这样,运动就直接由电动机轴上的齿轮 ( $z = 26$ ) 经中间齿轮 ( $z = 44$  和  $z = 57$ ) 而传至轴 XI 右端  $z = 43$  的齿轮,再由离合器  $M_3$  带动轴 XI 转动,这时 XI 最右端的齿轮 ( $z = 28$ ) 便快速转动。

4. 纵向和升降进给的最大与最小进给量 根据进给系统的传动结构式,可列出三个方向的各种进给量的计算式。如纵向运动的最大和最小进给量的计算式为:

$$\begin{aligned} v_{f_{纵(max)}} &= 1450 \times \frac{26}{44} \times \frac{24}{64} \times \frac{36}{18} \times \frac{24}{34} \times \frac{40}{40} \times \frac{28}{35} \\ &\quad \times \frac{18}{33} \times \frac{33}{37} \times \frac{18}{16} \times \frac{18}{18} \times 6 \\ &\approx 1180 \text{ mm/min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{f_{纵(min)}} &= 1450 \times \frac{26}{44} \times \frac{24}{64} \times \frac{18}{36} \times \frac{18}{40} \times \frac{13}{45} \times \frac{18}{40} \\ &\quad \times \frac{40}{40} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{33} \times \frac{33}{37} \times \frac{18}{16} \times \frac{18}{18} \times 6 \\ &\approx 23.5 \text{ mm/min} \end{aligned}$$

升降运动的最大和最小进给量的计算式为:

$$v_{f_{升(max)}} = 1450 \times \frac{26}{44} \times \frac{24}{64} \times \frac{36}{18} \times \frac{24}{34} \times \frac{40}{40} \times \frac{28}{35}$$

$$\begin{aligned} & \times \frac{18}{33} \times \frac{22}{33} \times \frac{22}{44} \times 6 \approx 400 \text{ mm/min} \\ v_{\text{m}(\text{min})} &= 1450 \times \frac{26}{44} \times \frac{24}{64} \times \frac{18}{36} \times \frac{18}{40} \times \frac{13}{45} \times \frac{18}{40} \\ & \times \frac{40}{40} \times \frac{28}{35} \times \frac{18}{33} \times \frac{22}{33} \times \frac{22}{44} \times 6 \\ & \approx 8 \text{ mm/min} \end{aligned}$$

## 二、主轴变速箱

图 1-2 为变速箱的结构图。主电动机安装在床身的后面，通过弹性联轴器与轴 I 相连。传动轴 I ~ V 均装置在滚动轴承上。轴 II 和轴 IV 上的滑动齿轮则由相应的拨叉机构来

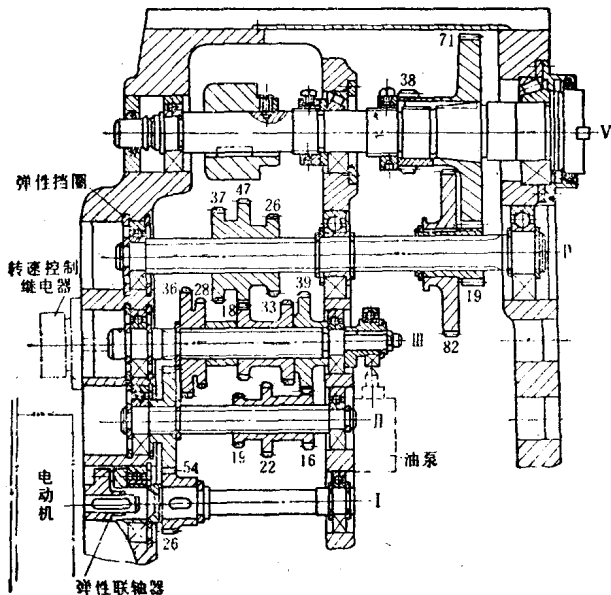


图 1-2 主轴变速箱传动系统的结构

拨动，使其与相应的齿轮啮合，以改变主轴的转速。

### 1. 主轴和中间传动轴

(1) 主轴是变速箱内最重要的部件，即图 1-2 中的轴 V，它由三个轴承支持，由于轴承的间距短和轴的直径比较大，因此能保证主轴具有必要的刚性。前轴承是决定主轴回转精度的主要轴承，因此采用 D 级精度的圆锥滚子轴承。主轴中部的轴承决定主轴工作的平稳性，因此采用 E 级精度的圆锥滚柱轴承。后端轴承对铣削的加工精度没有决定性的影响，它主要是用来支持主轴的尾端，因此采用单列向心球轴承。

主轴左端飞轮在铣削过程中能储藏能量，以使主轴旋转均匀和铣削平稳。尤其在用齿数少的铣刀进行铣削时，飞轮的作用就更加显著。在最近制造的 X6132 型铣床中，也有用增加 71 齿大齿轮的重量来代替飞轮的作用，这种铣床的主轴上就不再另装飞轮。

(2) 变速箱中的花键轴 I ~ IV 都是中间传动轴（图 1-2）。在轴 I 上装有可沿轴向滑移的三联齿轮。轴 III 上的齿轮之间用套圈隔开，故不能作轴向滑动，在轴 III 的左端，装有用于制动主轴的转速控制继电器，在轴 III 的右端装有带动润滑油泵的偏心凸轮。在轴 IV 上装有可滑动的双联齿轮和三联齿轮，由于轴 IV 比较长，为了加强轴的刚性，也采用三个向心球轴承支持。

变速箱中各根轴上一端的向心球轴承，其外环都用弹性挡圈固定，在变速箱上（图 1-2）的左端，其内环用弹性挡圈固定在轴上，即轴的一端对变速箱不能作轴向移动。轴另一端的滚动轴承的外环，在变速箱的孔内不作轴向固定，只在轴端用弹性挡圈固定轴承的内环，这样可使传动轴在温度变



化时有伸缩的余地，另外也便于制造和装配。

(3) 电动机轴与轴 I 之间用弹性联轴器连接。弹性联轴器的构造如图 1-3 所示，是由两半部组成的。它的一半安装在电动机轴上，另一半安装在轴 I 上，两半边之间用柱销 4、弹性皮圈 3、垫圈 2 和螺母 1 来连接。由于中间有弹性皮圈，所以在装配时，两轴之间允许有极少量的偏移和倾斜，在工作时能吸收振动和冲击。联轴器上的弹性皮圈因经常受到启动和停止的冲击而容易磨损，当磨损严重时就更应更新。

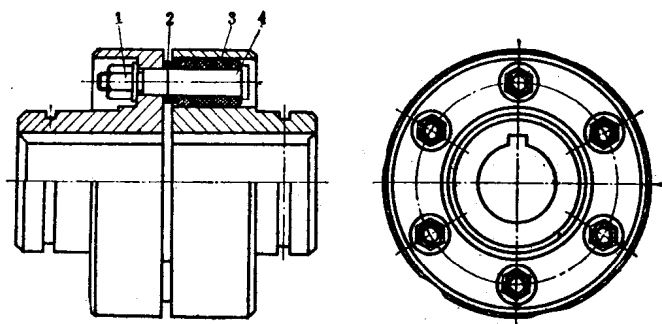


图1-3 弹性联轴器

(4) X6132型万能铣床的主轴是采用转速控制继电器来制动的，它装在轴 III 的左端。其作用是：当按下主轴“停止”按钮时，能使主轴迅速停止旋转。

2. 主轴变速箱的润滑 润滑油泵装在轴 I 附近，由轴 III 上的偏心凸轮带动（见图 1-2）。由图 1-4 可见润滑油泵 7 工作后，将润滑油通过 8 号油管输送到分油器 1，再由分油器把油分到各油管。

2 号油管把油送给油标指示器，6 号油管把油送给主轴