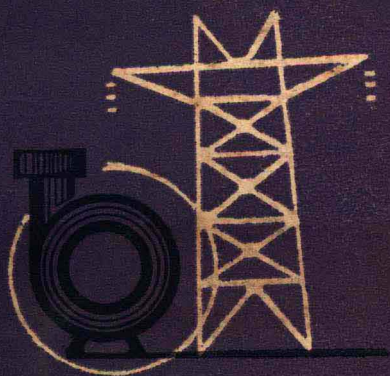


四川省中学劳动技术课试用教材

机电知识



四川教育出版社

四川省中学劳动技术课试用教材

机 电 知 识

四川省教育科学研究所主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

四川教育出版社

一九八七年·成都

机电知识

四川省中学劳动技术课试用教材

四川教育出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

内江新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32

印张4.125

字数87千

1987年5月第一版

1988年4月第二次印刷

印数: 18001—55500册

书号: ISBN7—5408—0177—8/G·176(课) 定价: 0.42 元

目 录

第一章 机器概说	(1)
第一节原动机和工作机.....	(1)
第二节转 动.....	(2)
第二章 机械传动	(6)
第一节皮带传动.....	(6)
第二节齿轮传动.....	(9)
第三节链传动.....	(13)
第四节移动和转动的互相变换.....	(14)
第三章 材料的性能和金属加工	(21)
第一节材料的性能.....	(21)
第二节金属压力加工.....	(27)
第三节金属切削加工.....	(30)
第四章 离心式水泵	(35)
第一节水泵的工作原理.....	(35)
第二节水泵的构造.....	(36)
第三节水泵的性能和使用.....	(38)
第五章 柴油机	(45)
第一节柴油机的工作原理.....	(45)
第二节柴油机的构造.....	(49)
第三节柴油机的使用.....	(55)
第六章 照明电路	(59)

第一节照明电路的安装	(59)
第二节日光灯	(64)
第七章 电能的产生	(70)
第一节交流电	(70)
第二节发电机	(73)
第三节火电站	(77)
第四节水电站	(80)
第五节三相交流电的接法	(85)
第八章 变压器	(88)
第一节变压器的原理	(88)
第二节小型单相变压器	(92)
第三节三相变压器	(96)
第九章 感应电动机	(101)
第一节三相感应电动机的原理和构造	(101)
第二节三相感应电动机的铭牌	(106)
第三节三相感应电动机的起动	(110)
第四节三相感应电动机的使用	(116)
第五节单相感应电动机	(122)

第一章 机器概说

第一节 原动机和工作机

在工农业生产、交通运输和日常生活中，我们常常看见许多机器，如各种金属切削机床、汽车、火车、飞机、起重机、拖拉机、电动机、缝纫机，等等。

机器的品种是很多的，而且不断有新的机器出现，但一切机器都具有以下几个基本特征。

1. 它们都是人类劳动的产物。

2. 机器上各部分的运动总是确定的。例如缝纫工人手里的针能做各种运动，而缝纫机上的针就只能做确定的运动。

3. 机器能克服有用阻力做有用功或实现能量的转换。例如，起重机能改变重物在空间的位置，电动机能将电能转换成机械能等。

使用机器，可以帮助我们提高劳动生产效率，减轻劳动强度，保证工作质量，完成某些人力不易完成的工作。随着社会主义建设的发展，我国各部门中将更广泛地应用各种机器，我们学习《机电知识》，就是为了今后合理地使用、维护和改进机器，对祖国和人民做出更大贡献。

机器按用途分类，可以分为原动机（又叫发动机或动力机）和工作机两大类。

原动机：凡是能将各种能量转换成机械能的机器，都属

于原动机。如蒸汽机、汽油机、柴油机等将热能转换成机械能；电动机将电能转换成机械能；水轮机将水的势能转换成机械能。此外，还有利用风能、太阳能、生物能、原子能等的原动机。

工作机：凡是用来改变物体的形状或位置而做有用功的机器，都属于工作机。如各种金属加工机器、纺织机器、运输机器、抽水机器等。

所有工作机，必须由原动机带动才能工作。而原动机传递给工作机的机械能，又一定是由各种能量转换而来的。因此，任何机器本身都不能创造能量。这是我们认识机器时，应该具有的基本观点。

通常，比较复杂的机器往往是把原动机、工作机和传动机构（将原动机输出的动力传递给工作机的机构）组合在一起的。如工厂里的机床、建筑工地上的起重机等，一经接通电源，就能在电动机带动下开始工作。

第二节 转 动

机器工作时，它的有些部分是处于相对静止状态的，另一些部分则相对于静止的部分作各种确定的运动。例如，内燃机里的活塞相对于汽缸壁作往复移动，电动机的转子相对于定子作旋转运动，钻床上的钻头相对于工作台既转动又移动等。

为了进一步了解机器的运动，我们先来学习物体转动的知识。

一、转 速

物体转动时，它上面的每一点都沿同一轴线作圆周运动。这就是转动的特点。

如果在相等的时间内物体转过的转数都相等，这个物体的转动叫做匀速转动。

作匀速转动的物体，有些转得快，有些转得慢，人们用转速来表示物体转动的快慢。

匀速转动的转速，数值上等于作匀速转动的物体在单位时间内转过的转数。

即

$$\text{转速} = \frac{\text{转数}}{\text{时间}}$$

用 n 表示转速， N 表示转数， t 表示时间，上面公式可写成：

$$n = \frac{N}{t}$$

常用的转速单位是转/分。

各种机器都有一个额定转速，超过这个转速，就会发生事故。如有的柴油机的额定转速是2000转/分；有的电动机的额定转速是1450转/分或2900转/分；

有的车床的额定转速是44~1980转/分，即这台车床的最低转速为44转/分，最高转速为1980转/分。

二、线 速 度

如图1-1所示，当圆盘每转一圈时，距圆心为 r_1 的 A_1 点通过的路程是 $2\pi r_1$ ；距圆心为 r_2 的 A_2 点通

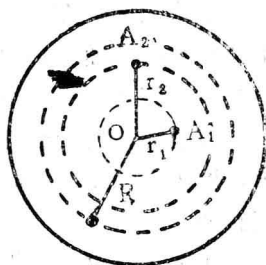


图1-1

过的路程是 $2\pi r_2$ 。显然 $2\pi r_2 > 2\pi r_1$ ，这表明距圆心较远的点通过的路程较长。但是各点转一圈所用的时间是相同的，因此各点在相同的时间内通过了不同的路程。可见，物体转动时，物体上距圆心远近不同的各点，它们的速度是不相同的；距圆心越远的点，它的速度也就越大。

转动物体上某点的速度叫做那一点的线速度。

线速度的常用单位有米/秒、米/分等。

三、线速度与转速的关系

线速度表示转动物体上的点运动的快慢，转速则表示整个物体转动的快慢，它们之间有什么关系呢？

在图 1—1 所示的圆盘上任取一点，设该点跟圆心的距离为 R 。如果圆盘的转速是 1 转/秒，那么该点每秒通过的路程是 $2\pi R \times 1$ ，因此该点的线速度是 $2\pi R \times 1$ /秒；如果圆盘的转速是 2 转/秒，那么该点的线速度就是 $2\pi R \times 2$ /秒；如果圆盘的转速是 n 转/秒，那么该点的线速度就是 $2\pi R \times n$ /秒。由此可知线速度 v 与转速 n 的关系是：

$$v = 2\pi Rn = \pi Dn$$

D 是该点作圆周运动的直径。

上式表明，在匀速转动的情况下，线速度与半径有关，半径愈长，线速度愈大；在半径一定的情况下，线速度与转速有关，转速愈高，线速度愈大。

知道线速度与转速的关系在生产上很有用处。例如，车床、磨床等加工工件时，就要根据加工时需要的线速度来确定转速。

车床工作时，车刀移动，工件旋转（图 1—2）。车刀切削刃单位时间内在加工工件表面上通过的路程，叫做切削

速度。它也就是加工工件表面上的点的线速度。

〔例题〕某一磨床砂轮的
最大线速度是35米/秒，直径是240毫米，使用这个砂轮时，允许的最大转速是多少转/分？

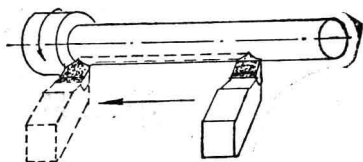


图 1—2

已知： $v = 35$ 米/秒， $D = 240$ 毫米 $= 0.24$ 米。

求： $n = ?$

解：由 $v = \pi D n$

$$\text{所以 } n = \frac{v}{\pi D} = \frac{35 \text{ 米/秒}}{3.14 \times 0.24 \text{ 米}} \\ \approx 46.4 \text{ 转/秒} = 2784 \text{ 转/分}$$

答：允许的最大转速是2784转/分。

练 习

1. 量出钟表上指针（时针、分针或秒针）的长度，能否求出针尖的速度？为什么？

2. 一机车的车轮直径是1.5米，最高行驶速度为110公里/小时，求车轮的最高转速。

3. 在车床上加工一根短轴，轴的直径是80毫米，规定切削速度为120米/分，求工件的转速该是多大？

第二章 机械传动

原动机和工作机，一般要用专门的传动机构来连结。传动机构在传递动力的过程中，可以根据工作机的不同要求，改变运动的快慢、方向，或改变运动的形式（如将移动和转动互相变换），即将原动机的机械运动转变成工作机所需要的机械运动。

常见的传动机构，有皮带传动、齿轮传动、链传动等。

第一节 皮带传动

皮带传动* 是由两个皮带轮和紧套在两轮上的皮带组成的（图 2—1）。输出动力的皮带轮叫做主动轮，输入动力的皮带轮叫做从动轮。

当主动轮转动时，皮带因与轮摩擦而随着运动，并带动从动轮转动。设主动轮直径为 D_1 ，转速为 n_1 ，则主动轮边缘的线速度 $v_1 = \pi D_1 n_1$ ；设从动轮直径为 D_2 ，转速为 n_2 ，则从动轮边缘的线速度 $v_2 = \pi D_2 n_2$ 。如果皮带不打滑，两

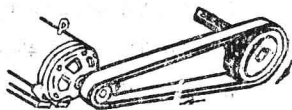


图 2—1 皮带传动

* 皮带传动是一个习惯名称，这并不是说皮带传动中所用的带都是由皮革制成的。实际上，除了皮带外，更常用的是橡胶带、棉织带等。

个轮的线速度就应相等，即：

$$\pi D_1 n_1 = \pi D_2 n_2$$

由此可得 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$

从动轮的转速 n_2 和主动轮的转速 n_1 的比值 $\frac{n_2}{n_1}$ ，叫做传动比，常用 i 表示。

上式表明，两个皮带轮的转速和它们的直径成反比。因此，在需要减小转速时，应使从动轮的直径比主动轮的直径大；在需要增加转速时，应使从动轮的直径比主动轮的直径小。

〔例题〕用电动机带动空气压缩机工作，电动机的皮带轮 $D_1 = 280$ 毫米，转速 $n_1 = 1450$ 转/分。如果传动比 i 等于 0.5 ，问从动轮的转速和直径应为多少？

已知： $D_1 = 280$ 毫米， $n_1 = 1450$ 转/分， $i = 0.5$ 。

求： n_2 、 D_2 ？

解：由 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} = i$

得 $\frac{n_2}{1450 \text{ 转/分}} = 0.5,$

$$\begin{aligned} n_2 &= 0.5 \times 1450 \text{ 转/分} \\ &= 725 \text{ 转/分。} \end{aligned}$$

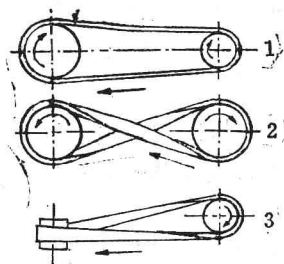
$$\frac{280 \text{ 毫米}}{D_2} = 0.5,$$

$$D_2 = \frac{280 \text{ 毫米}}{0.5} = 560 \text{ 毫米。}$$

答：从动轮的转速应为725转/分，直径应为560毫米。
由于皮带和皮带轮之间，往往存在滑动，所以从动轮的

实际转速，比用公式算出的要小一些。

皮带传动有平皮带传动和三角皮带传动两种。平皮带传动有三种传动方式（图 2—2）：开口式（两轴平行，转动方向相同）；交叉式（两轴平行，转动方向相反）；半交叉式（两轴垂直）。三角皮带传动（图 2—3）的皮带断面是梯形的，安在有槽沟的皮带轮中，用以增加皮带和轮的摩擦力。在两轴较近，传递的动力较大时使用。



1. 开口式 2. 交叉式 3. 半交叉式

图 2—2 平皮带三种传动方式

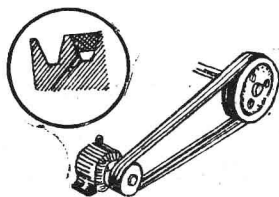


图 2—3 三角皮带传动

皮带传动的优点是：结构简单，成本低，两轴距离可以在较大范围内变化；负荷过大时，皮带能打滑，可以防止损坏机器。它的缺点是：传递的功率不能太大；传动比不准确。

一般情况下，皮带打滑的主要原因是摩擦力不够，常用增大两轴距离、减短皮带等办法来增大摩擦，克服打滑现象。

通常在两轴距离较远，传动比要求不严格时，使用皮带传动。如用电动机或柴油机带动打米机、脱粒机、粉碎机等时，都采用皮带传动。

使用皮带传动时，应注意安全，防止绳索、衣、裤等卷

进传动皮带中，造成事故。

练 习

1. 举几个你看见过的使用平皮带传动和三角皮带传动的实际例子。

2. 电动机的皮带轮直径为150毫米，转速为1450转/分。如果从动轮直径为290毫米，问从动轮的转速是多少？

3. 用柴油机带动粉碎机加工饲料，柴油机的皮带轮直径为128毫米，转速为1500转/分。问粉碎机的皮带轮直径是多少毫米时，才能使它的转速为2700转/分？

第二节 齿轮传动

在主动轴和从动轴上各装一个齿轮，并使两轮的齿互相咬合，当主动齿轮转动时，它上面的齿就对从动轮上的齿施加压力，迫使从动齿轮跟着转动，这就成了齿轮传动。

齿轮传动的应用极为广泛，如各种机床、汽车、拖拉机、起重机等都带有这种传动机构。

由于用途不同，齿轮的形状也不相同。当主动轴和从动轴平行时，常用圆柱齿轮传动（图2—4）。现在，我们以圆柱齿轮为例来分析齿轮

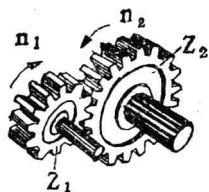


图2—4 圆柱齿轮传动

传动的规律。

从图 2—4 可以看出, 主动齿轮转动时, 它上面的齿就一个接一个地和从动齿轮上的齿咬合, 带动从动齿轮转动。这样, 主动齿轮转过一个齿, 从动齿轮也被带动转过一个齿, 所以在同一时间内, 主动齿轮和从动齿轮转过的齿数相等。设主动齿轮的齿数为 Z_1 , 转速为 n_1 ; 从动齿轮的齿数为 Z_2 , 转速为 n_2 。则:

$$z_1 n_1 = z_2 n_2$$

$$\text{由此可得 } \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

从动齿轮的转速 n_2 和主动齿轮的转速 n_1 的比值 $\frac{n_2}{n_1}$, 叫做齿轮传动的传动比。

上式表明, 两个齿轮的转速和它们的齿数成反比。因此, 在需要减小转速时, 应使从动齿轮的齿数比主动齿轮的齿数多; 在需要增大转速时, 应使从动齿轮的齿数比主动齿轮的齿数少。

〔例题〕在图 2—4 中, 如主动齿轮的齿数是 24, 转速为 500 转/分, 从动齿轮的齿数是 48。求从动齿轮的转速?

已知: $Z_1 = 24$, $n_1 = 500$ 转/分, $Z_2 = 48$ 。

求: n_2 ?

$$\text{解: 由 } \frac{n_2}{n_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

$$\text{得 } n_2 = \frac{z_1}{z_2} \times n_1 = \frac{24}{48} \times 500 \text{ 转/分} = 250 \text{ 转/分。}$$

答: 从动齿轮的转速为 250 转/分。

只用一对齿轮来传递动力, 叫做一级齿轮传动。这种传动不能使从动齿轮的转速有很大变化。例如要把原动机的转

速由1400转/分降为工作机所需要的转速70转/分，当主动齿轮的齿数 $Z_1 = 20$ ，则从动齿轮的齿数 $Z_2 = 400$ ，这样，从动齿轮就要做得相当庞大、笨重，既不利于制造安装，又不符合机器结构紧凑的要求，因而实际上是不采用的。

要想从齿轮传动得到较大的传动比，可以采用多级齿轮传动。图2—5所示的是两级齿轮传动，共有三个轴，中间轴上固定着齿轮2和齿轮3，主动齿轮1与齿轮2咬合，齿轮3与从动齿轮4咬合。因此，由主动轴到从动轴经过两次减速。根据齿轮传动的规律，可以推算出两级齿轮传动的传动比。在图2—5中，

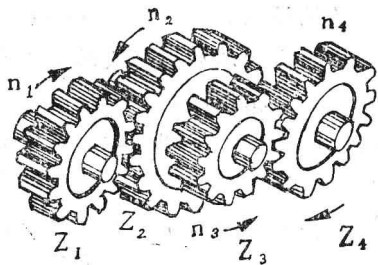


图2—5 两级齿轮传动

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}, \quad \frac{n_4}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_4}$$

因为 $n_2 = n_3$

$$\text{所以 } n_4 = n_3 \frac{Z_3}{Z_4} = n_2 \frac{Z_3}{Z_4} = n_1 \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4}$$

$$\text{或 } \frac{n_4}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

由此类推，可得多级齿轮传动的

$$\begin{aligned} \text{传动比} &= \frac{\text{最后一个齿轮的转速}}{\text{第一个齿轮的转速}} \\ &= \frac{\text{各级主动轮齿数的乘积}}{\text{各级从动轮齿数的乘积}} \end{aligned}$$

现在，再来讨论前面举过的例子。如要把原动机的转速由1400转/分降为工作机所需要的转速70转/分，当第一个主

动齿轮的齿数 $z_1 = 20$ ，只需插入一组齿轮 2、3，使齿轮 2 的齿数 $z_2 = 100$ ，齿数 3 的齿数 $z_3 = 20$ ，则齿轮 4 的齿数 $z_4 = 80$ 就行了。相比之下，采用两级齿轮传动比一级齿轮传动紧凑得多。普通车床的床头箱、汽车、拖拉机的变速箱都是由多级齿轮传动组成的。它们的结构比两级齿轮传动复杂得多。

利用齿轮传动还可以变换从动轮的转动方向。如图 2—6 所示，当需要从动齿轮的转动方向和主动齿轮相同时，可在两个齿轮之间加一个中间齿轮，这个齿轮只改变转动的方向，不起改变转速的作用。

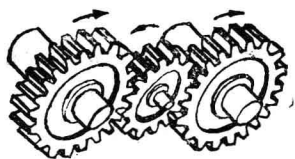


图 2—6 中间齿轮

当主动轴和从动轴互相垂直时，常采用圆锥齿轮传动

(图 2—7)，例如手摇钻就是用圆锥齿轮来传递动力的。

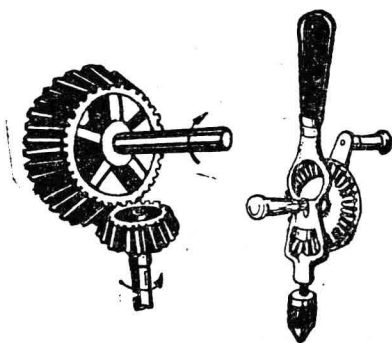


图 2—7 圆锥齿轮

和皮带传动相比，齿轮传动不会打滑，具有传动比准确、结构紧凑、传递动力大等优点。但齿轮制造和安装的精度要求高，并且两轴的距离也不能太大。

练 习

1. 已知主动齿轮的齿数是 45，转速为 600 转/分，如要使