

铁路职业教育铁道部规划教材

# 机械美路

## JIXIEYANGLU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

何学科 主编

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

# 内 容 简 介



## 铁路职业教育铁道部规划教材 机械养路

何学科 主编  
陈选民 主审

图书在版编目(CIP)数据

机械养路 / 何学科主编. —北京: 中国铁道出版社, 2008.5

ISBN 978-7-113-08410-3  
铁路职业教育铁道部规划教材

I. 机… II. 何… III. 铁路养路—机械养路—教材 IV. U516.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第206248号

责任编辑: 李丽军  
封面设计: 陈山  
版式设计: 金海峰

电话: 21873132

出版发行: 中国铁道出版社(北京宣武区广安门内大街8号 100054)

印刷: 中国铁道出版社印刷厂

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 11.25 字数: 226千字

ISBN 978-7-113-08410-3 · U516.6

定价: 22.00元

中国铁道出版社

2008年·北京

北京市版权局电话: (010) 63298504 电邮: (021) 73187  
北京市电话: (010) 21873170 电邮: (021) 731700 (发行部)

## 内 容 简 介

本书主要介绍养路机械的机构、带传动、齿轮传动、联轴器和离合器等机械传动和构件的一般常识;并介绍了液压传动的一般概念,液压传动系统、液压元件及基本回路的基本原理和电机及控制的基本知识;还介绍了内燃机的分类、工作原理及基本构造;根据铁路维修的需要,着重介绍了常用的一些养路机械,如捣固机、清筛机、起拨道机、轨缝调整器、液压方枕器、液压直轨器、钢轨切割机、钢轨钻孔机、08-32 综合捣固车、RM80 道砟清筛机、动力稳定车、配砟整形车、道岔打磨车和大修列车等,对这些机械的原理、简单结构及其使用也作了较全面的介绍。

本书为高职和中职学校铁道工程专业教学用书,也可供铁路有关专业技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械养路/何学科主编. —北京:中国铁道出版社,  
2008. 2

铁路职业教育铁道部规划教材  
ISBN 978-7-113-08410-3

I. 机… II. 何… III. 铁路养护-机械养路-职业  
教育-教材 IV. U216. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 206548 号

书 名:机械养路  
作 者:何学科 主编

责任编辑:李丽娟 电话:51873135  
封面设计:陈东山  
责任印制:金洪泽

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 100054)  
印 刷:中国铁道出版社印刷厂  
版 次:2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷  
开 本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:11. 25 字数:276 千  
书 号:ISBN 978-7-113-08410-3/TU · 911  
定 价:22. 00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

# 前 言

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路职业教育铁道工程(工务)专业教学计划“机械养路”课程教学大纲编写的。

随着铁路建设的现代化,对从事铁路线路养护维修的工程技术人员提出了更高的要求,为适应铁路建设和管理的需要,培养适合铁路现代化发展需要的专业技术人才,结合全国铁路职业教育建筑工程专业教学指导委员会三届二次会议精神,我们组织编写了《机械养路》教材,作为铁道工程及相关专业的教学用书。根据目前养路机械的发展状况和学生的培养目标,本教材在确保基本概念、基本理论和基本知识的前提下,注重现场的实用性、适应性和先进性,对养路机械的操作使用、作业标准和机械设备的养护维修作了较详细的介绍,对大型养路机械的施工管理及配合作了重点阐述。

本书由湖南交通工程职业技术学院何学科主编,广州铁路职业技术学院陈选民主审。参加编写的有:天津铁路职业技术学院刘林编写第一、二、三章,吉林铁道职业技术学院徐光华编写第五章的第六节、第六章的第三节,天津铁路职业技术学院荣佑范编写第八章的第五、六、七节,其他章节由湖南交通工程职业技术学院何学科编写。在编写过程中得到了许多专家的指点帮助,在此谨表谢意。

由于作者学术水平、教学经验和写作能力有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 12 月

# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一章 机械常识             | 1   |
| 第一节 平面连杆机构           | 1   |
| 第二节 凸轮机构             | 5   |
| 第三节 带 传 动            | 7   |
| 第四节 齿轮传动             | 12  |
| 第五节 联轴器与离合器          | 21  |
| 复习题                  | 24  |
| 第二章 液压传动             | 27  |
| 第一节 液压传动机械的工作原理      | 27  |
| 第二节 液压元件             | 29  |
| 复习题                  | 41  |
| 第三章 内 燃 机            | 42  |
| 第一节 内燃机分类及工作原理       | 42  |
| 第二节 曲柄连杆机构           | 47  |
| 第三节 配气机构             | 53  |
| 第四节 柴油机燃料供给系统        | 56  |
| 第五节 汽油机燃料系           | 61  |
| 第六节 润滑系统             | 66  |
| 第七节 冷却系统             | 68  |
| 第八节 点火系统             | 70  |
| 复习题                  | 74  |
| 第四章 电机及控制            | 76  |
| 第一节 直流电机             | 76  |
| 第二节 三相异步电动机结构及原理     | 80  |
| 第三节 单相异步电动机          | 83  |
| 第四节 三相异步电动机的启动、使用和维护 | 85  |
| 第五节 三相异步电动机运行的控制和保护  | 89  |
| 复习题                  | 96  |
| 第五章 捣固机械             | 97  |
| 第一节 捣固机械的分类          | 97  |
| 第二节 道砟密实方法           | 98  |
| 第三节 电动捣固机            | 98  |
| 第四节 液压捣固机            | 100 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第五节 DG150 型电动软轴高频捣固机 .....  | 109 |
| 第六节 YCD-4 型液压道岔捣固机 .....    | 112 |
| 复习题 .....                   | 115 |
| 第六章 起、拨道机械 .....            | 117 |
| 第一节 YQB-1 型液压起拨道器 .....     | 117 |
| 第二节 YQD-15 型液压起道器 .....     | 120 |
| 第三节 YQB-400 型液压道岔起拨道机 ..... | 123 |
| 复习题 .....                   | 127 |
| 第七章 其他养路机械 .....            | 128 |
| 第一节 轨缝调整器 .....             | 128 |
| 第二节 液压方枕器 .....             | 129 |
| 第三节 液压直轨器 .....             | 130 |
| 第四节 钢轨切割机 .....             | 132 |
| 第五节 钢轨钻孔机 .....             | 133 |
| 复习题 .....                   | 134 |
| 第八章 大型养路机械简介 .....          | 135 |
| 第一节 综合作业捣固车 .....           | 135 |
| 第二节 全断面枕底清筛机 .....          | 143 |
| 第三节 动力稳定车和配砟整形车 .....       | 148 |
| 第四节 PGM-48/3 型钢轨打磨列车 .....  | 153 |
| 第五节 道岔打磨车 .....             | 155 |
| 第六节 大修列车 .....              | 157 |
| 第七节 大型养路机械的施工管理 .....       | 159 |
| 复习题 .....                   | 170 |
| 参考文献 .....                  | 172 |
| 80 .....                    | 172 |
| 07 .....                    | 172 |
| 47 .....                    | 172 |
| 87 .....                    | 172 |
| 07 .....                    | 172 |
| 08 .....                    | 172 |
| 88 .....                    | 172 |
| 28 .....                    | 172 |
| 08 .....                    | 172 |
| 00 .....                    | 172 |
| 70 .....                    | 172 |
| 70 .....                    | 172 |
| 80 .....                    | 172 |
| 80 .....                    | 172 |
| 001 .....                   | 172 |



为摇杆,则称该四杆机构为曲柄摇杆机构。

如图 1-2 中,当曲柄  $a$  作为主动件时,通过此机构可将曲柄的连续转动变成摇杆  $c$  的往复摆动。

当摇杆作为主动件时,则可将摇杆的往复摆动变成曲柄的整周转动。如图 1-3 所示的颚式碎石机和图 1-4 所示的缝纫机踏板机构,就是曲柄和摇杆分别作为主动件时,曲柄摇杆机构在实际生产中的不同应用。

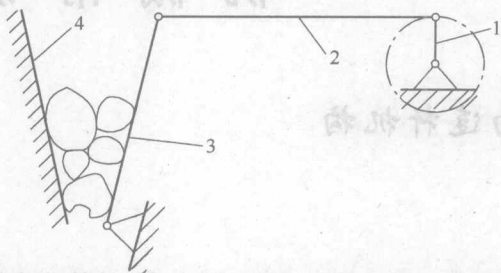


图 1-3 颚式碎石机

1—曲柄;2—连杆;3—摇杆;4—机架。

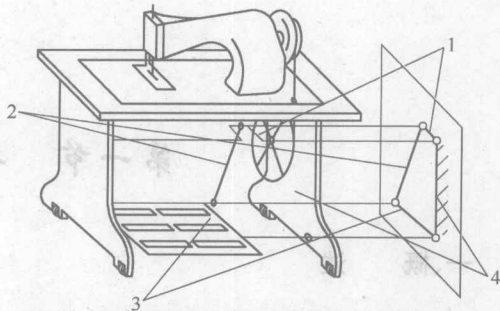


图 1-4 缝纫机踏板机构

1—曲柄;2—连杆;3—摇杆;4—机架。

## 2. 双摇杆机构

当平面四杆机构的两连架杆都是摇杆时,称该四杆机构为双摇杆机构,如图 1-5 所示。

图 1-6 为双摇杆机构在鹤式起重机中的应用,当摇杆  $AB$  摆动时,另一摇杆  $CD$  随之摆动,使悬挂在  $E$  点上的重物沿近似水平直线的方向移动。

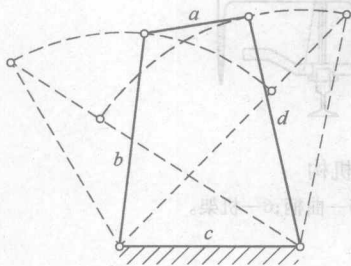


图 1-5 双摇杆机构

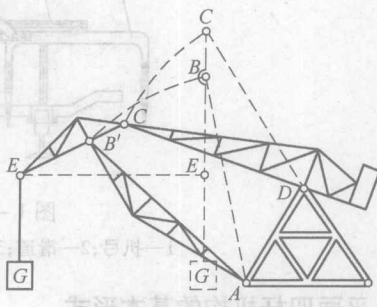


图 1-6 鹤式起重机

## 3. 双曲柄机构

当平面四杆机构的两连架杆都为曲柄时,该四杆机构称为双曲柄机构,如图 1-7 所示。

由图中可以看出,当  $d$  杆转了  $\alpha$  角时, $b$  杆转了  $\beta$  角,由于  $\beta < \alpha$ ,则  $b$  杆比  $d$  杆转得慢。而当  $d$  杆再转过  $\theta$  角时, $b$  杆转过的角度大于  $\theta$  角,则  $b$  杆比  $d$  杆转得快。即当  $d$  杆做匀速转动时, $b$  杆作变速运动,惯性筛就是利用了双曲柄机构的这种运动特点,使筛子速度有较大的变化,被筛材料因惯性作用而进行筛分。

在双曲柄机构中,如果两曲柄长度相等,且连杆与机架

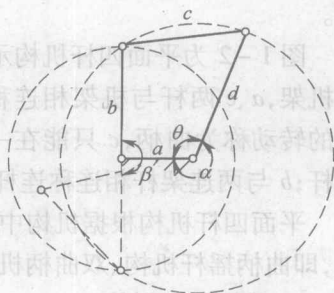


图 1-7 双曲柄机构

长度也相等,则称为平行双曲柄机构。这种机构的特点是两曲柄的角速度始终保持相等。图 1-8 所示的机车动轮联动机构,就是平行双曲柄机构在实际生产中的应用。它能使被联动的各车轮具有与主动轮完全相同的运动速度。

#### (3-4) 四杆机构的演变

在养路机械中,常常会遇到具有相同的运动性质,而不同构造的机构,这就是机构的演变。

如图 1-9 所示,假设摇杆的长度为无限长时,则摇杆与连杆连接点  $c$  的运动轨迹即为一

直线,这种机构就称为曲柄滑块机构。所以,曲柄滑块机构是由曲柄摇杆机构演变而来的。

曲柄滑块机构的应用相当广泛,图 1-10 所示为在曲柄冲压机构中的曲柄滑块机构。



图 1-8 机车车轮联动机构

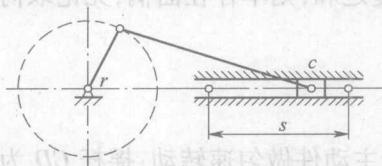


图 1-9 曲柄滑块机构

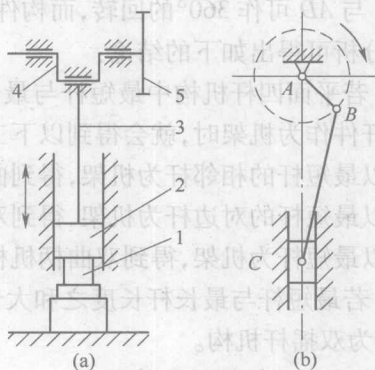


图 1-10 曲柄冲压机构中的曲柄滑块机构

(a) 结构示意图; (b) 运动简图。

1—工件; 2—冲压锤; 3—连杆;

4—曲轴; 5—齿轮。

### 三、平面四杆机构的类型判别与特性

#### (一) 曲柄存在条件及机构类型判别

由上所述可知,平面四杆机构的三种基本类型决定于机构内有无曲柄存在。而有无曲柄存在,不仅与机构中各构件的相对尺寸大小有关,而且还与作机架的杆件有关。下面我们就来讨论机构存在曲柄的条件。

假设图 1-11 为曲柄摇杆机构,从其几何条件可知,曲柄存在的条件应该是当曲柄与机架共线时,曲柄仍能作整周回转。根据这个条件,可以求得各构件的长度关系,即在  $\triangle B_2C_2D$  中,有

$$(d-a)+b>b \quad \text{或} \quad c+d>a+b$$

$$(d-a)+b>c \quad \text{或} \quad b+d>a+c$$

在  $\triangle B_1C_1D$  中,有  $b+c>a+d$

考虑极限值,上述关系式改写成

$$a+b \leq c+d \quad (1-1)$$

$$a+c \leq b+d \quad (1-2)$$

$$a+d \leq b+c \quad (1-3)$$

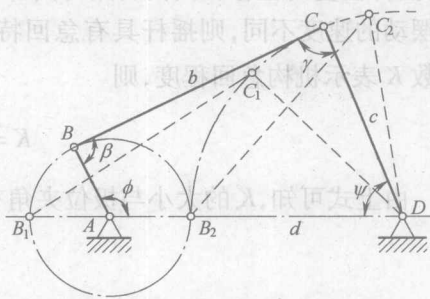


图 1-11 四杆机构曲柄存在条件

将式(1-1)至式(1-3)中的每两式相加,经整理得

$$a \leq d \quad (1-4)$$

$$a \leq b \quad (1-5)$$

$$a \leq c \quad (1-6)$$

从式(1-1)至式(1-6)可知,曲柄摇杆机构存在的条件是:

(1) 曲柄为最短构件;

(2) 最短构件与最长构件长度之和小于或等于其他两构件长度之和。

如图 1-11 所示,设  $\phi$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  及  $\psi$  分别为相邻两边间的夹角,那么在曲柄摇杆机构中,以曲柄为一边的角  $\phi$  和  $\beta$  的变化范围应为  $0 \sim 2\pi$ ,而其余两角  $\gamma$  和  $\psi$  则应小于  $2\pi$ 。即构件  $AB$  相对于  $BC$  与  $AD$  可作  $360^\circ$  的回转,而构件  $CD$  相对于  $BC$  与  $AD$  仅能作小于  $360^\circ$  的摆动。因此,由上述分析可得出如下的结论:

(1) 若平面四杆机构中最短杆与最长杆长度之和小于或等于其余两杆长度之和,当选择不同的杆件作为机架时,就会得到以下三种类型:

① 以最短杆的相邻杆为机架,得到曲柄摇杆机构。

② 以最短杆的对边杆为机架,得到双摇杆机构。

③ 以最短杆为机架,得到双曲柄机构。

(2) 若最短杆与最长杆长度之和大于其余两杆长度之和,则不存在曲柄,无论取何杆件作机架,均为双摇杆机构。

## (二) 平面四杆机构的特性

### 1. 急回特性

在图 1-12 所示的曲柄摇杆机构中,当曲柄  $AB$  为主动件做匀速转动,摇杆  $CD$  为从动件做往复摆动时,曲柄旋转一周中有两次与连杆共线,共线时摇杆的位置称为极位。曲柄和连杆两次共线所夹的锐角  $\theta$  称极位夹角。

当曲柄  $AB$  以等速顺时针转过角度  $\alpha_1 = 180^\circ + \theta$  时,摇杆  $CD$  自  $C_1D$  摆至  $C_2D$  (工作行程) 经历时间  $t_1$ ; 当曲柄继续转过角度  $\alpha_2 = 180^\circ - \theta$  时,摇杆由  $C_2D$  摆回至  $C_1D$  (空载行程) 经历时间  $t_2$ , 在曲柄作等速转动的情况下,摇杆往复的位移相同而所用时间却不同,说明摇杆两次摆动的速度不同,则摇杆具有急回特性。用急回特性系数  $K$  表示机构急回程度,则

$$K = \frac{t_1}{t_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} \quad (1-7)$$

由上式可知,  $K$  的大小与极位夹角有关,即

$$\theta = 180^\circ \times \frac{K-1}{K+1} \quad (1-8)$$

由上面的分析可知,机构有无急回作用取决于有无极位夹角。极位夹角越大,急回作用越明显。不论是曲柄摇杆机构,还是其他的四杆机构,只要机构在运动过程中存在极位夹角,则该机构就具有急回作用。在实际生产中,利用急回特性,当原动机的功率不变时,可使其负载大的工作行程速度减慢,而使负载小的行程速度加快,这样既充分利用了功率又提高了效率。

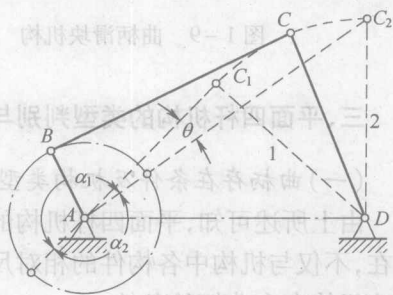


图 1-12 平面四杆机构的急回作用

## 2. 死点

由图 1-12 还可知,当摇杆  $CD$  为主动件位于两个极位时,连杆和曲柄在一条直线上,连杆作用于曲柄的力通过曲柄回转中心  $A$ ,因而不能对曲柄产生力矩,曲柄不能转动。机构的这两个位置称为死点。同时,从动件曲柄离开死点位置时,其转动方向也是不确定的。

为了使机构能顺利地通过死点,继续正常转动,可以采用机构错位排列和利用惯性的办法克服死点的问题。

图 1-13 就是将蒸汽机车左右两侧的机构错开  $90^\circ$  布置,使机车顺利通过死点。

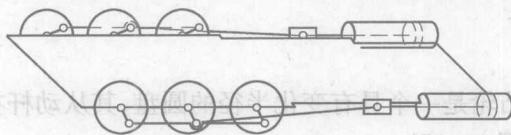


图 1-13 蒸汽机车车轮机构的错位排列

## 第二节 凸轮机构

### 一、凸轮机构的应用和特点

凸轮机构在机械传动中应用很广,下面介绍两个应用实例。

图 1-14 所示为内燃机气门机构。当具有曲线外廓形状的凸轮 1 匀速转动时,其轮廓迫使气门 2 间歇地往复移动,从而控制气门有规律的开启和关闭,完成配气动作。

图 1-15 所示为铸造车间造型机的凸轮机构。当凸轮 1 按图示方向转动时,在一段时间内,凸轮轮廓推动滚子 2 使工作台 3 上升;在另一段时间内,凸轮让滚子落下,工作台便自由落下;当凸轮连续转动时,工作台便上下往复运动,因碰撞而产生震动,将工作台上砂箱中的砂子震实。

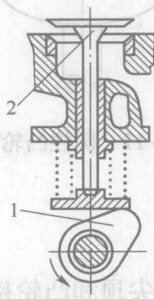


图 1-14 内燃机气门机构

1—凸轮;2—气门。

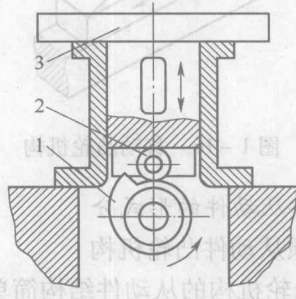


图 1-15 凸轮机构

1—凸轮;2—滚子;3—工作台。

此外,在缝纫机的挑线机构中,主动件是带凹槽的圆柱凸轮,通过凹槽和滚子迫使挑线杆往复摆动,以完成挑线动作。

从上述实例可知,凸轮机构的主要作用是将凸轮(主动件)的连续转动变成从动件的往复移动或摆动。凸轮机构主要由凸轮、从动件和机架所组成。凸轮是一个具有曲线轮廓或凹槽的构件,而图 1-14 的气门、图 1-15 的工作台都是凸轮机构中的从动件。

在凸轮机构中,当凸轮转动时,借助于本身的曲线轮廓或凹槽迫使从动件作一定规律的连续或间歇运动,即从动件的运动规律取决于凸轮轮廓曲线或凹槽曲线的形状。

凸轮机构的最大优点是,只要做出适当的凸轮轮廓,就可以使从动件得到任意预定的运动规律,并且结构比较简单、紧凑。因此,凸轮机构被广泛地应用在各种自动或半自动的机械设备中。凸轮机构的主要缺点是,凸轮轮廓加工比较困难,凸轮轮廓与从动杆之间是点或线接触,容易磨损。所以通常多用于传递动力不大的辅助机构中。

## 二、凸轮机构的类型

凸轮机构的种类很多,一般分类如下。

### (一) 按凸轮的形状分

#### 1. 盘形凸轮机构

在这种凸轮机构中,凸轮是一个具有变化半径的圆盘,其从动杆在垂直于凸轮回转轴线的平面内运动(图 1-14 和图 1-15)。

#### 2. 移动凸轮机构

当盘形凸轮的回转中心趋于无穷远时,就成为移动凸轮。在移动凸轮机构中,凸轮作往复直线运动(图 1-16)。

#### 3. 圆柱凸轮机构

此机构中的凸轮为一个具有凹槽或曲形端面的圆柱体(图 1-17)。

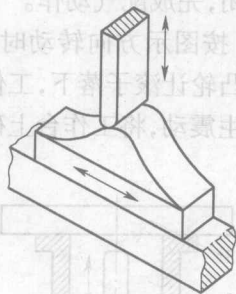


图 1-16 移动凸轮机构



图 1-17 圆柱凸轮机构

### (二) 按从动件的形式分

#### 1. 尖顶从动件凸轮机构

这种凸轮机构的从动件结构简单,如图 1-18(a)所示,由于尖顶和凸轮接触,因此对于较复杂的凸轮轮廓也能准确地获得所需要的运动规律,但尖顶容易磨损。它只适用于受力不大、低速及要求传动灵敏的场合,如仪表记录仪等。

#### 2. 滚子从动件凸轮机构

这种凸轮机构的从动件如图 1-18(b)所示,滚子与凸轮表面之间的摩擦阻力小,但结构复杂,一般适用于速度不高、载荷较大的场合,如用于各种自动化的生产机械等。

#### 3. 平底从动件凸轮机构

在这种凸轮机构中,从动件如图 1-18(c)所示,它的平底面与凸轮轮廓表面之间容易形成楔形油膜,能减少磨损,故适用于高速传动。但平底从动件不能用于具有内凹轮廓曲线的凸轮。

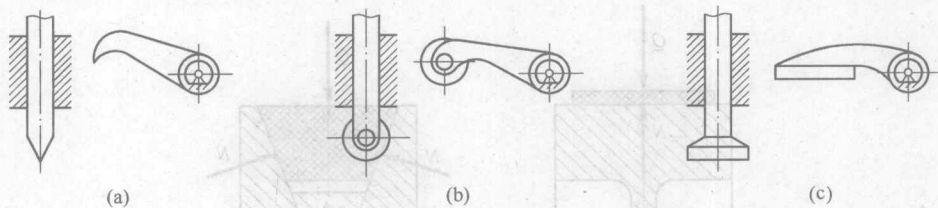


图 1-18 从动杆的形式

(a)尖顶从动杆;(b)滚子从动杆;(c)平底从动杆。

此外,按从动件的运动方式,凸轮机构还可分为移动从动件凸轮机构和摆动从动件凸轮机构等。

### 第三节 带 传 动

#### 一、带传动分类、特点及工作原理

带传动是以挠性传动带做中间体,依靠带与带轮间的摩擦力工作的一种传动装置。如图 1-19 所示,把一根或几根闭合的传动带 3 张紧在两个带轮 1 和 2 上,带与两轮的接触面就产生了正压力。当主动轮回转时,借助于摩擦力的作用将带拖动,而带又拖动从动轮回转。这样,就把主动轴的运动和动力传给了从动轴,所以带传动是一种摩擦传动。

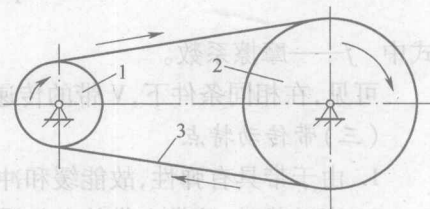


图 1-19 带传动

1、2—带轮;3—传动带。

#### (一)带传动的类型

如图 1-20 所示,根据带的截面形状和结构的不同,带传动分为平形带[图 1-20(a)]传动、V 带即三角带[图 1-20(b)]传动、圆形带[图 1-20(c)]传动和同步齿形带[图 1-20(d)]传动等,其中以 V 带传动应用最广。

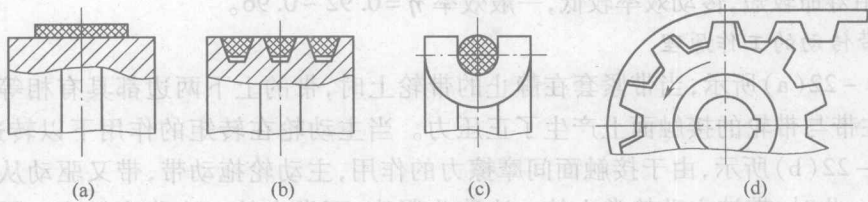


图 1-20 带传动类型

(a)平形带传动;(b)V 带传动;(c)圆形带传动;(d)同步齿形带传动。

常用的平形带有橡胶布带、皮革带、缝合棉布带等,其中以橡胶布带应用较多。但平形带易打滑,传递功率小,结构又不紧凑,现已很少采用。圆形带传递功率较小;同步齿形带传动比准确,但安装制造精度较高,多在高速、精密机械中使用。

在养路机械中使用最普遍的是 V 带传动。

#### (二)V 带传动与平形带传动比较

设平形带和 V 带张紧程度相同,如图 1-21 所示,即在同样压力  $Q$  的作用下,根据力的平衡条件,平形带依靠摩擦所能传递的圆周力  $F$  为

$$F = Nf = Qf$$

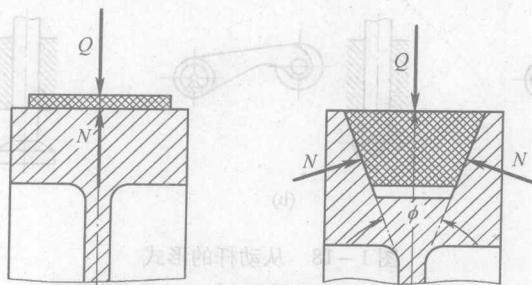


图 1-21 V 带传动与平形带受力分析

而 V 带侧面与带轮槽面间的法向压力为

$$2N = \frac{Q}{\sin \phi/2} \quad (1-9)$$

式中  $\phi$ ——带轮的槽角。

当  $\phi = 40^\circ$  时,  $\sin \phi/2 = 0.342$ , 则 V 带依靠其工作面的摩擦所能传递的圆周力  $F$  为

$$F = 2Nf = Q \frac{f}{\sin \phi/2} \approx 3Qf \quad (1-10)$$

式中  $f$ ——摩擦系数。

可见,在相同条件下,V 带的传递能力是平形带的 3 倍,所以 V 带获得广泛应用。

### (三) 带传动特点

1. 由于带具有弹性,故能缓和冲击与吸收振动,所以工作平稳,噪声小;
2. 当过载时,胶带在带轮上打滑,可防止其他零件的损坏,起到安全保护的作用;
3. 可用于两轴中心距较大的传动场合;
4. 结构简单,制造容易,维护方便,成本低;
5. 由于带传动是靠摩擦传动的,因此传动比不准确,不能用于精密传动的场合;
6. 带传动的外廓尺寸较大;
7. 使用寿命较短,传动效率较低,一般效率  $\eta = 0.92 \sim 0.96$ 。

### (四) 带传动的工作原理

如图 1-22(a) 所示,当带紧套在静止的带轮上时,带的上下两边都具有相等的初拉力  $S_0$ ,同时,在带与带轮的接触面上产生了正压力。当主动轮在转矩的作用下以转速  $n_1$  旋转时,如图 1-22(b) 所示,由于接触面间摩擦力的作用,主动轮拖动带,带又驱动从动轮以转速  $n_2$  旋转。此时,带被主动轮卷入的一边称为紧边;而卷出的一边称为松边。紧边拉力从  $S_0$  增加至  $S_1$ ;松边拉力从  $S_0$  下降到  $S_2$ ,两边的拉力差  $F = S_1 - S_2$ , $F$  即为带所传递的圆周力,又称为有效拉力。当工作负载增大,即带所传递的圆周力  $F$  增大时,带和轮间的摩擦力

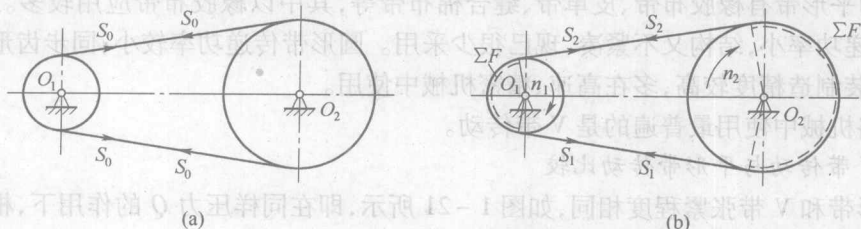


图 1-22 带传动受力分析

也相应的增大,在一定件下,带与带轮间所能产生的最大摩擦力是一定的,这就限制了带所传递的圆周力。若带所传递的圆周力超过带与小带轮接触面间的极限摩擦力(摩擦力的总和 $\Sigma F$ )时,带就会沿着轮面发生全面的滑动,这种现象称为打滑。打滑时,带就丧失了传动的能力。

带在工作过程中,由于两边拉力不等,故变形也不相同。如图 1-23 所示,带的紧边自点 A 绕上主动带轮时,其拉力为  $S_1$ ,此时带的速度与带轮的圆周速度是相等的。即图中 A 点与 B 点处于同一位置,当带由 A 点逐渐向前移动时,带的拉力由  $S_1$  逐渐减至  $S_2$ ,由于拉力降低,带的弹性变形也相应地逐渐减少,即带轮等速地由 A 点转至 A' 点时,带相应地由 B 点移至 B' 点,即图中 B' 点落后于 A',说明带与带轮间产生了相对滑动,使带的速度落后于带轮的圆周速度。在大轮上情况恰好相反,带的速度要领先于从动轮的圆周速度。这种由于拉力差和带的弹性变形而引起的带与轮间的相对滑动称弹性滑动。弹性滑动使从动轮转速低于计算值,当系统的载荷增大,即拉力差变大时,弹性滑动也随之变大。所以,弹性滑动不是定值,它是随着载荷的变化而变化的,弹性滑动使带传动不能保证准确的传动比。

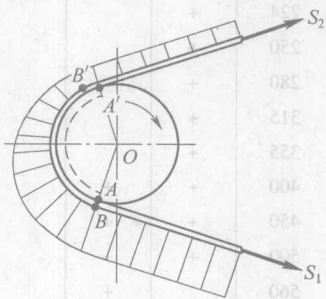


图 1-23 弹性滑动和打滑分析

弹性滑动和打滑是两个不同的概念。打滑是指由于过载而引起的带与轮间的全面滑动,只要不过载,打滑是可以避免的。弹性滑动是由拉力差和带的弹性变形引起的,只要传递圆周力,便有拉力差和弹性变形,必然产生弹性滑动,故弹性滑动是不可避免的。

二、V 带传动

(一)V 带的型号和结构

V 带是一种无接头的环形带。V 带传动的类型很多,如普通 V 带、窄 V 带、宽 V 带传动等,其中以普通 V 带(可简称 V 带)传动应用最广泛。

根据国家标准(GB/T 11544—1997)规定,普通 V 带按截面尺寸不同,共分为 Y、Z、A、B、C、D、E 七种型号。Y 型 V 带的截面积最小,E 型的截面积最大。V 带的截面积愈大,其传递的功率也愈大。普通 V 带截面尺寸见表 1-1。

表 1-1 普通 V 带截面尺寸(GB/T 11544—1997) 单位:mm

|  | 带 型 | 节 宽 $b_p$ | 顶 宽 $b$ | 高 度 $h$ | 楔 角 $\alpha$ |
|--|-----|-----------|---------|---------|--------------|
|  | Y   | 5.3       | 6       | 4       | 40°          |
|  | Z   | 8.5       | 10      | 6       |              |
|  | A   | 11        | 13      | 8       |              |
|  | B   | 14        | 17      | 11      |              |
|  | C   | 19        | 22      | 14      |              |
|  | D   | 27        | 32      | 19      |              |
|  | E   | 32        | 38      | 25      |              |

V 带绕上带轮使用时,其外层受拉要伸长,内层受压会缩短,国标规定,V 带的节线长度(即横截面形心连线的长度)为基准长度,用  $L_d$  表示,它是 V 带的基本尺寸。基准长度系列见

表 1-2。

表 1-2 基准长度系列

单位: mm

| 型号<br>基准<br>长度 $L_d$ | Y | Z | A | B | C | 型号<br>基准<br>长度 $L_d$ | A | B | C | D | E |
|----------------------|---|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|---|
| 200                  | + |   |   |   |   | 2 000                | + | + | + |   |   |
| 224                  | + |   |   |   |   | 2 240                | + | + | + |   |   |
| 250                  | + |   |   |   |   | 2 500                | + | + | + |   |   |
| 280                  | + |   |   |   |   | 2 800                | + | + | + | + |   |
| 315                  | + |   |   |   |   | 3 150                | + | + | + | + |   |
| 355                  | + |   |   |   |   | 3 550                | + | + | + | + |   |
| 400                  | + | + |   |   |   | 4 000                | + | + | + | + | + |
| 450                  | + | + |   |   |   | 4 500                | + | + | + | + | + |
| 500                  | + | + |   |   |   | 5 000                | + | + | + | + | + |
| 560                  |   | + |   |   |   | 5 600                |   | + | + | + | + |
| 630                  |   | + | + |   |   | 6 300                |   | + | + | + | + |
| 710                  |   | + | + |   |   | 7 100                |   | + | + | + | + |
| 800                  |   | + | + | + |   | 8 000                |   | + | + | + | + |
| 900                  |   | + | + | + | + | 9 000                |   | + | + | + | + |
| 1 000                |   | + | + | + | + | 10 000               |   |   | + | + | + |
| 1 120                |   | + | + | + | + | 11 200               |   |   |   | + | + |
| 1 250                |   | + | + | + | + | 12 500               |   |   |   | + | + |
| 1 400                |   | + | + | + | + | 14 000               |   |   |   | + | + |
| 1 600                |   | + | + | + | + | 16 000               |   |   |   | + | + |
| 1 800                |   | + | + | + | + |                      |   |   |   |   |   |

V 带横截面的结构如图 1-24 所示,它由包布层 1、伸张层 2、强力层 3 和压缩层 4 所组成。V 带的工作拉力主要由强力层承受,强力层一般由帘布和线绳两种结构构成,帘布结构的 V 带制造方便,抗拉强度高,价格低廉,故应用广泛;线绳结构的 V 带比较柔软,抗弯强度高,适用于较小直径的带轮。为了提高抗拉能力,近年来也有采用涤纶绳和钢丝绳作为强力层的。V 带外表面与轮槽接触,为了耐磨和保护表面层,采用由橡胶帆布制成的包布层。

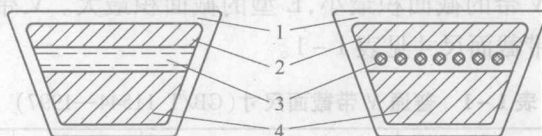


图 1-24 V 带横截面结构

1—包布层;2—伸张层;3—强力层;4—压缩层。

普通 V 带外表面压印有带型、基准长度和国标号三部分内容。

例如,“A-1000GB/T 11544—1997”即表示 A 型普通 V 带,基准长度 1 000 mm,采用的国标是 GB/T 11544—1997。

## (二) 普通 V 带轮

普通 V 带轮由轮缘、轮辐和轮壳三部分组成,如图 1-25 所示。

1. 轮缘:V 带轮外圆环状部分,轮缘上有槽,它是与 V 带直接接触的部分,其槽数及结构尺寸与所选 V 带的根数和型号相对应。

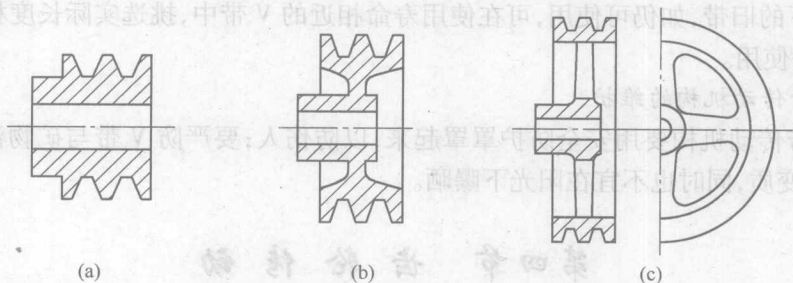


图 1-25 V 带轮结构

(a) 实心式; (b) 辐板式; (c) 辐条式。

2. 轮壳: V 带轮与轴相配合的部分。

3. 轮辐: 轮缘与轮壳间的连接部分, 如图 1-25 所示, 其形式有辐板式和辐条式, 直径很小的 V 带轮, 其轮缘和轮壳直接制成一体, 没有轮辐部分, 称为实心式。

V 带轮常用灰铸铁制造, 对于特别重要且速度较高的 V 带轮, 可采用铸钢。

### 三、普通 V 带传动机构的安装、使用与维护

V 带传动机构的正确安装、使用和维护, 是保证 V 带传动正常工作和延长 V 带使用寿命的重要措施。

#### (一) V 带传动机构的安装

V 带传动机构的安装包括 V 带轮的正确安装和 V 带的正确选择与安装。具体要求如下:

1. 安装 V 带轮必须使主、从动轮的轮槽处于同一平面内, 中心线相互平行;
2. 安装 V 带时应缩小主、从动轮的中心距, 先套上带, 再预张紧, 切勿硬撬, 以免损坏 V 带;
3. 同一组内 V 带的长度应相同, 以避免各根 V 带受力不均, 加剧 V 带的损坏;
4. 为使 V 带保持一定的张紧力, V 带传动机构应有张紧装置, 常见的张紧装置如图 1-26 所示。

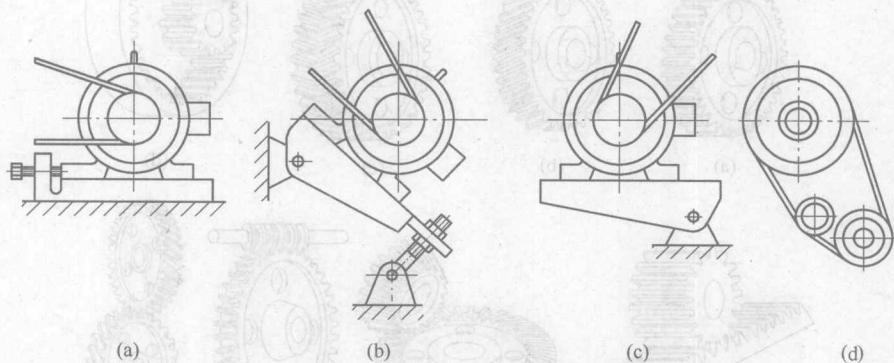


图 1-26 常见的 V 带传动张紧装置

(a) 水平布置的定期张紧装置; (b) 垂直布置的定期张紧装置; (c) 自动张紧装置; (d) 张紧轮装置。

#### (二) V 带定期检查

如果发现 V 带不能继续使用时, 应及时更换。为使一组 V 带的实际长度相等, 应成组更