

中等专业学校教材

养路机械基础

衡阳铁路工程学校 陈选民 主编
包头铁路工程学校 杨贺军 主审

中国铁道出版社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

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；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 道碴清筛机、动力稳定车和配碴整形车等，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。

本书除作为铁路系统中等专业学校铁道工程专业教材外，也可供铁路有关专业技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

养路机械基础/陈选民主编. —北京: 中国铁道出版社, 2000. 12
中等专业学校教材
ISBN 7-113-03919-7

I. 养… II. 陈… III. 养路机械-专业学校-教材
IV. U418.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 53318 号

书 名: 养路机械基础
作 者: 陈选民
出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑: 刘桂华
封面设计:
印 刷: 中国铁道出版社印刷厂
开 本: 787×1092 1/16 印张: 8 字数: 千
版 本: 年 月第 版 年 月第 次印刷
印 数: ~ 册
书 号: ISBN 7-113-03919-7/TH·84
定 价: 10.80 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

前 言

《养路机械基础》教材是根据铁路中等专业学校铁道工程专业（铁路局）课程教学大纲编写的。目的在于使铁路建设工程技术人员不仅懂得铁道工程专业知识，而且具备铁路维修常用的机械常识及常用主要养路机械的基本知识。通过学习，提高学生对各种养路机械的动手能力和使用技术水平，并且能够做到正确、合理、经济地使用各种养路机械。

本书除绪论外共八章，主要侧重讲述常用机械常识及常用主要养路机械的基本性能、结构原理、使用和保养。

本书由衡阳铁路工程学校陈选民主编，包头铁路工程学校杨贺军主审。参加编写的有：天津铁路工程学校刘林编写第一、二、三章，衡阳铁路工程学校陈选民编写第四、五、六、七、八章。

本书在编写过程中得到了衡阳、天津、包头等铁路工程学校的大力支持，衡阳铁路工程学校高级讲师谭斌，对教材的编写提出了宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

编 者

2000 年 1 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 机械常识	(3)
第一节 平面连杆机构	(3)
第二节 凸轮机构	(7)
第三节 带 传 动	(8)
第四节 齿轮传动	(13)
第五节 联轴器与离合器	(22)
第二章 液压传动简介	(27)
第一节 液压传动的工作原理	(27)
第二节 液压元件	(29)
第三章 内 燃 机	(36)
第一节 内燃机分类及工作原理	(36)
第二节 曲柄连杆机构	(41)
第三节 配气机构	(47)
第四节 柴油机燃料供给系统	(50)
第五节 汽油机燃料系统	(55)
第六节 润滑系统	(59)
第七节 冷却系统	(61)
第八节 点火系统	(63)
第四章 捣固机械	(68)
第一节 捣固机械的分类	(68)
第二节 道碴密实方法	(69)
第三节 电动捣固机	(69)
第四节 液压捣固机	(71)
第五节 DG150 型电动软轴高频捣固机	(80)
第五章 道碴清筛机械	(85)
第一节 清筛机械概况和清筛机械的分类	(85)
第二节 小型枕底清筛机	(86)
第六章 起、拨道机械	(92)
第一节 YQB-1 型液压起拨道器	(92)
第二节 YQD-15 型液压起道器	(95)
第七章 其它养路机械	(99)
第一节 轨缝调整器	(99)
第二节 液压方枕器	(100)

第三节	液压直轨器	(101)
第四节	钢轨切割机	(103)
第五节	钢轨钻孔机	(104)
第八章	大型养路机械简介	(106)
第一节	08-32 型综合捣固车	(106)
第二节	RM80 型道碴清筛机	(111)
第三节	动力稳定车和配碴整形车	(115)
参考文献		(119)

绪 论

一、养路机械的作用

为了保证列车运行的安全、正点，必须使铁道线路保持良好的状态，这就是要按规定的计划给铁道线路，包括桥涵和隧道，进行经常的维修与保养，这项工作一般称为养路工作。过去养路工作大都是手工操作的，不但劳动强度大，而且维修工作的质量差、效率低，尤其列车提速以后，是绝对不行的。要提高列车运行速度或提高列车通过能力必须具有先进的线路设备，并且采用先进的维修手段。用机械代替人的原始作业方式是实现这一目的的唯一途径。实现机械化养路，是提高铁道线路维修质量，提高生产率，确保列车安全、正点、减轻工人劳动强度的一项重要措施。

我们国家的养路机械是从 1954 年开始搞试点工作的。到了 50 年代末，基本进入了发展的阶段，各地相继研制出了一些机械化、半机械化的养路机械。60 年代以后，各铁路局相继制成了起道、拨道、捣固、清筛、扒碴、回填、夯拍、钻孔、锯轨等一整套养路机械，从而提高了线路维修作业的效率和质量，并减轻了养路工人的劳动强度。但由于我国养路机械发展的起点低、速度慢，到目前为止，养路维修机械化的程度还很低，与国外先进水平相比还有较大的距离。这些都有待于我们今后在工作中进一步改进和完善。

二、养路机械的分类

（一）养路机械根据重量来分，可以分为轻型与重型两类

轻型机械如小型液压捣固机、电镐、边坡清筛机等，重量轻、体积小、构造简单，作业时不要求封锁线路，不需借助任何附属设备，可以随时上、下道，适用于线路维修保养。

重型机械如大型的液压捣固车、大型的道碴清筛机等，体重、形状大、效率高，工作时需要占据线路，要在列车运行图中预留作业“天窗”，重型机械效率高，操作人员少，减轻了工人劳动强度，作业质量好，适用于线路的大修与新建。

（二）养路机械根据动力类型不同，可以分为内燃、电动两类

内燃机主要是柴油机和汽油机两种。内燃机直接装在机械上，机械在哪里作业，即可在哪里发动，特别适合于流动作业的需要，但内燃机容易损坏，维修工作量大，作业时噪音大。

以电动机为动力的机械，电源一般有两种：一是内燃发电机组；一是固定电源。目前我国以内燃发电为主，固定电源采用的较少。使用电动机为动力，操作简单，维修方便，但在区间作业需搬移发电机组或接固定电源等，造成工作不便。

（三）养路机械根据作业项目分

按作业项目区分就是用作业项目的名称来给养路机械命名，用于捣固作业的机械叫捣固机。用于道床石碴清筛的机械叫清筛机。此外，还有起拨道机、回填机、夯拍机、锯轨机、钻孔机、轨缝调整器等。

三、养路机械的组成

养路机械一般由以下几部分组成。

(一) 动力装置

动力装置是工作机械动力的来源，由它提供或转换为机械能，作为各种养路机械的原动机。如柴油机、汽油机、电动机、空气压缩机等。

(二) 传动部分

传动部分是把原动部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节。养路机械的传动部分主要是机械传动（如皮带传动、齿轮传动、链传动……等）和液压传动（如液压泵、液压马达、液压缸……等）两种形式。

(三) 工作部分

工作部分是完成机器预定目的的动作，处于整个传动的终端，其结构形式要取决于机器本身的用途。例如液压捣固机的捣镐、清筛机的筛子等。

(四) 走行装置

养路机械在作业过程中的走行由走行装置完成。走行装置包括走行轮、走行轨、转向架等。走行轮可在钢轨上走行与路肩上走行，也可在另设的走行轨上走行等。有的还装有制动设备。

(五) 操作系统

操作系统是养路机械作业的控制中心。养路机械的操作系统主要采用：机械操作、电气操作和液压操作系统，以及包括反映线路状态的各种检测设备、仪表和电视监视设备等。

(六) 自动控制部分

有些先进的养路机械已应用自动控制技术。使设备可以全自动或半自动进行作业。例如奥地利生产的综合捣固车，它可根据线路状态自动控制起道量和拨道量，然后再进行捣固。

四、养路机械基础课程的任务

通过本课程的教学，使学习者了解主要的机械常识，掌握一般常用养路机械的原理、结构，会使用、会保养、会分析和会排除一般性故障。为今后的实际工作打下一定的基础。

第一章 机械常识

第一节 平面连杆机构

一、概 述

连杆机构是养路机械中常用的机构之一。连杆机构的各构件通常多呈杆状，故简称为杆。连杆机构能把运动传递到较远的地方，在养路机械中常用于传递运动和操纵装置。图 1—1 是扒碴机连杆部分传动简图。它的工作原理是这样的，曲柄 5 的一端与变速箱 4 的输出轴相连，曲柄的另一端通过连杆 3 与扒弓 1 相连，当变速箱的输出轴在电机带动下转动时，扒弓就在滑道 2 内作往复直线运动，从而达到扒开石碴的目的。

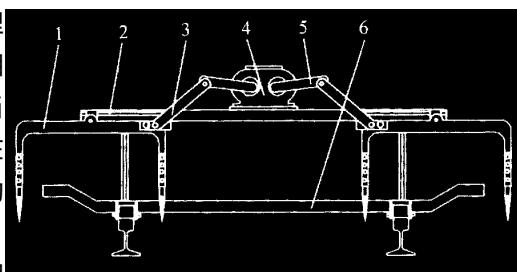


图 1—1 扒碴机的连杆机构

1—扒弓；2—滑道；3—连杆；4—变速箱；
5—曲柄；6—机架。

这些构件之间，因被连接而存在着一定的相对运动，如相对转动或移动等，同时，组成该机构的各构件都是同一平面内作平面运动，具有这种运动性质的机构通常叫做平面机构。

二、平面四杆机构的基本形式

当组成机构的所有构件都在同一平面内运动时，这种机构称为平面机构，组成平面机构的构件大多数是形状简单的杆状构件，最常见的是由四根杆状构件组成的平面四杆机构，简称四杆机构。

图 1—2 为平面铰接四杆机构示意图，图中 d 相对不动，称为机架； a 、 c 两杆与机架相连称连架杆。其中 a 能作整周的转动称为曲柄， c 只能在一定角度范围内摆动称为摇杆。 b 与两连架杆相连称连杆。

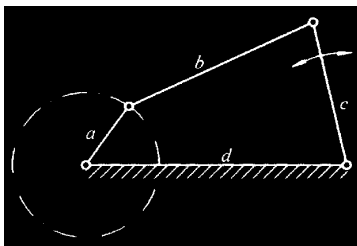


图 1—2 平面四杆机构

a —曲柄； b —连杆；
 c —摇杆； d —机架。

平面四杆机构根据机构中有无曲柄存在分为三种类型，即曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构。

1. 曲柄摇杆机构

若平面四杆机构两连架杆之一为曲柄，另一连架杆为摇杆，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。

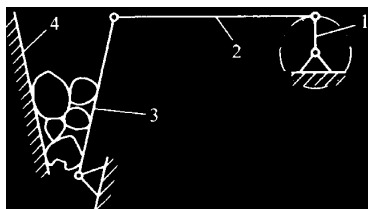


图 1—3 颚式碎石机

1—曲柄；2—连杆；3—摇杆；4—机架。

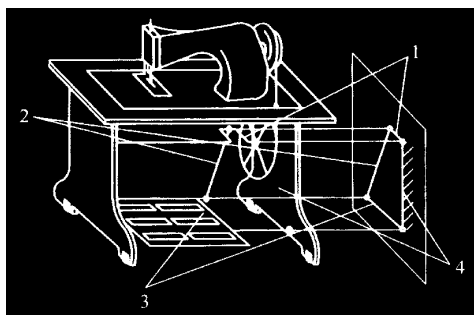


图 1—4 缝纫机踏板机构

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。

如图 1—6 即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。

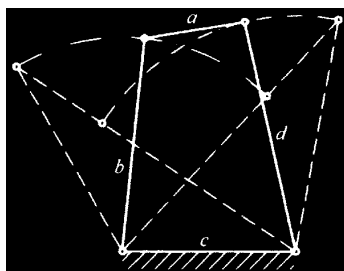


图 1—5 双摇杆机构

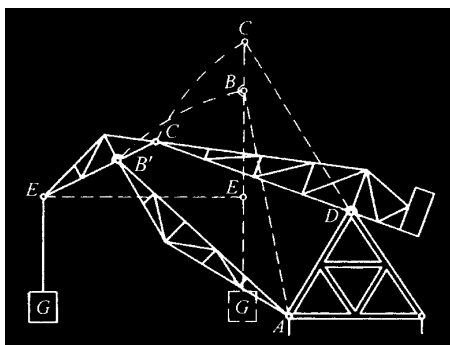


图 1—6 鹤式起重机

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 α 角时， b 杆转了 β 角，由于 $\beta < \alpha$ ，则 b 杆比 d 杆转的慢。而当 d 杆再转过 θ 角时， b 杆转过的角度大于 θ 角，则 b 杆比 d 杆转的快。即当 d 杆作匀速转动时， 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。

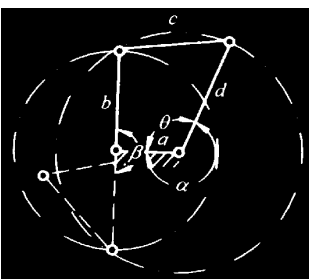


图 1—7 双曲柄机构

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

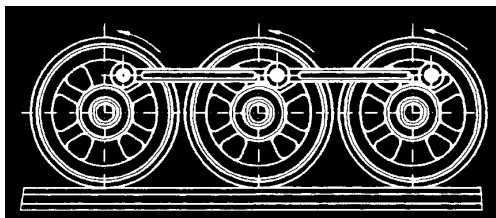


图 1—8 机车动轮联动机构

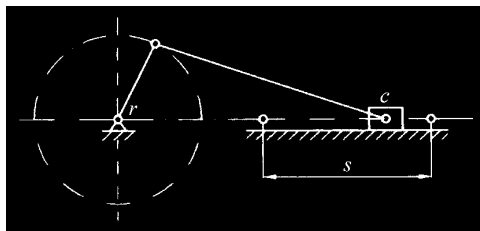


图 1—9 曲柄滑块机构

曲柄滑块机构的应用相当广泛，图 1—10 是在曲柄冲压机构中应用的曲柄滑块机构。该机构将飞轮的连续转动转换成冲压锤的上下直线运动。

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

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

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

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

考虑极限值，上述关系式改写成

$$a + b \leq c + d \tag{1-1}$$

$$a + c \leq b + d \tag{1-2}$$

$$a + d \leq b + c \tag{1-3}$$

将式 (1-1) 至式 (1-3) 中的每二式相加，经整理得

$$a \leq d \tag{1-4}$$

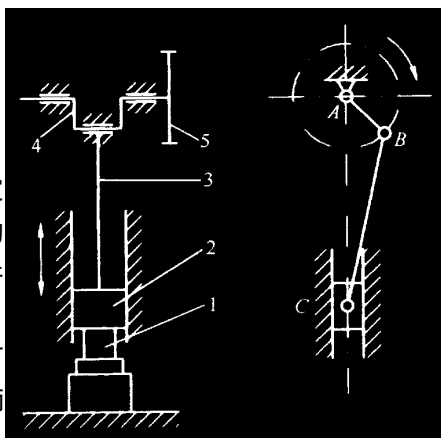
$$a \leq b \tag{1-5}$$

$$a \leq c \tag{1-6}$$

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 φ 、 β 、 γ 及 ψ 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 φ 和 β 的变化范围应为 $0 \sim 2\pi$ ，而其余二角 γ 和 ψ 则应小于 2π 。即构件 AB 相对于 BC 与 AD 可作 360° 的回转，而构件 CD 相对于 BC 与 AD 仅能作小于 360° 的摆动。因此，由上述分析可得出如下的结论：



(a) 结构示意图 (b) 运动简图

图 1—10 冲压机构中的曲柄滑块机构

1—工件；2—冲压锤；3—连杆；

4—曲轴；5—齿轮。

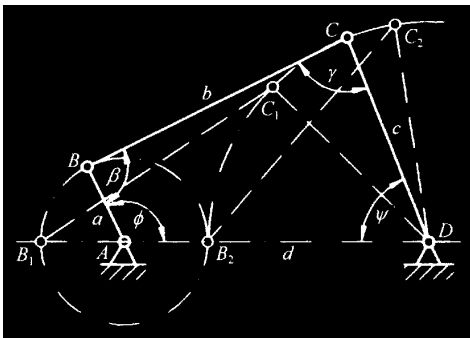


图 1—11 四杆机构曲柄存在条件

(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 为主动件作匀速转动，摇杆 CD 为从动件作往复摆动时，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 θ 称极位夹角。

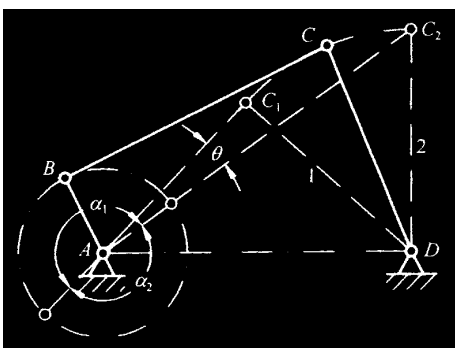


图 1—12 铰接四杆机构的急回作用

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 K 表示机构急回程度，称为急回特性系数，

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

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

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，还是其它的四杆机构，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，使其负载大的工作行程速度慢，负载小的行程速度快，这样既充分利用了功率又提高了效率。

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了曲柄回转中心 A ，因而不能对曲柄产生力矩，则曲柄不能转动。机构的这两个极限位置称为死点。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° 布置, 使机车顺利通过死点。

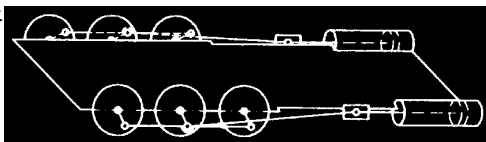


图 1—13 蒸汽机车车轮机构的错位排列

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地开启和关闭, 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。

此外, 缝纫机的挑线机构, 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, 凸轮机构的作用主要是将凸轮 (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、从动杆和机架所组成。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杆。

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杆作一定规律的连续或间歇运动, 即从动杆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, 就可以使从动杆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。

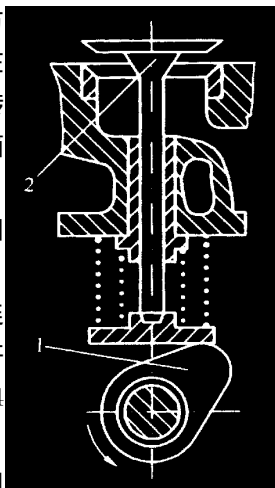


图 1—14 内燃机气门机构
1—凸轮; 2—气门。

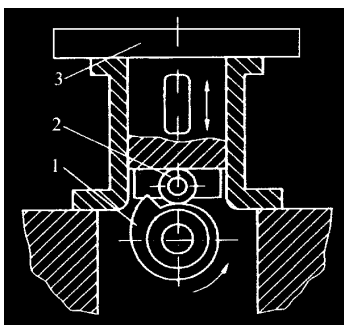


图 1—15 造型机凸轮机构

1—凸轮; 2—滚子; 3—工作台。 (图 1—14、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具有凹槽或曲面端面的圆柱体 (图 1—17)。

(二) 按从动杆的型式分

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

1. 尖顶从动杆凸轮机构 这种凸轮机构的从动杆结构简单,如图 1—18(a)所示, 由于它以尖顶和凸轮接触, 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。

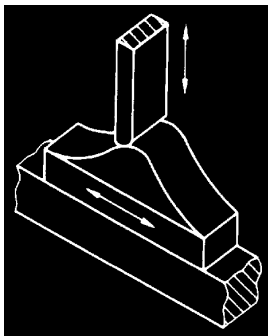


图 1—16 移动凸轮机构

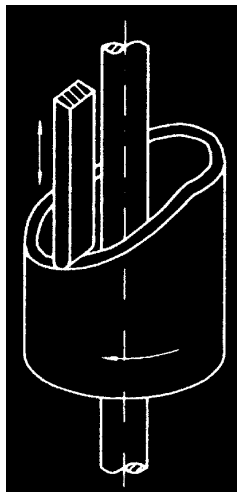
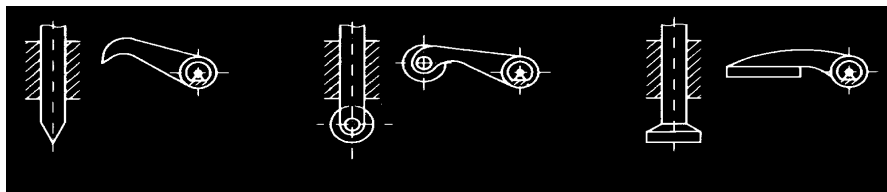


图 1—17 圆柱凸轮机构



(a) 尖顶从动杆

(b) 滚子从动杆

(c) 平底从动杆

图 1—18 从动杆的形式

2. 滚子从动杆凸轮机构 这种凸轮机构的从动杆 (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. 平底从动杆凸轮机构 在这种凸轮机构中,从动杆如图 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。但平底从动杆不能用于具有内凹轮廓曲线的凸轮。

此外, 按从动杆的运动方式, 凸轮机构还可分为移动从动杆凸轮机构和摆动从动杆凸轮机构等。

第三节 带 传 动

一、带传动分类、特点及工作原理

带传动是用挠性传动带做中间体, 而靠与带轮之间的摩擦力工作的一种传动方式。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递给了从动轴。所以带传动是一种摩擦传动。

(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, 带传动分为平型带如图 1—20 (a) 所示之传动、V 带, 即三角带如图 1—20 (b) 所示之传动、圆型带如图 1—20 (c) 所示之传动和同步齿形带如图 1—20 (d) 所示之传动等, 其中以 V 带传动应用最广。

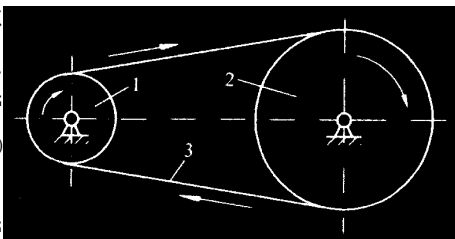
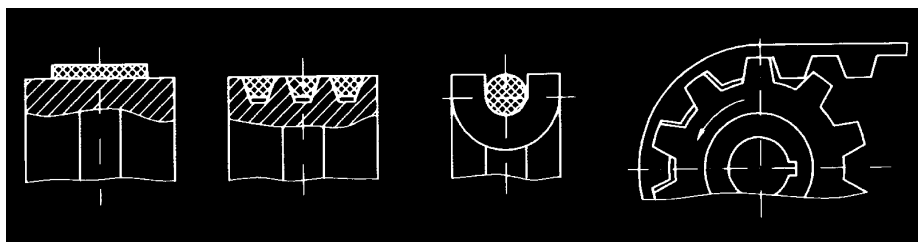


图 1—19 带传动

1、2—带轮；3—传动带。

常用的平型带有橡胶布带、皮革带、缝合棉布带等, 其中以橡胶布带应用较多。平型带易打滑, 传递功率小, 结构又不紧凑, 现已很少采用。圆型带传递功率较小; 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



(a) 平型带传动 (b) V 带传动 (c) 圆型带传动 (d) 同步齿形带传动

图 1—20

(二) V 带传动与平型带传动比较

设平型带和 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, 平型带依靠摩擦所能传递的圆周力 F 为

$$F = Nf = Qf$$

而 V 带侧面与带轮槽面间的法向压力为

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

式中 φ ——带轮的槽角。

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

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

图 1—21 V 带传动与平型带受力分析

式中 f ——摩擦系数。

可见, 在相同条件下, V 带传递的能力是平型带的 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, 不能用于要求定传动比的传动中。
6. 传动的外廓尺寸较大;
7. 使用寿命较短, 传动效率较低, 一般 $\eta = 0.92 \sim 0.96$ 。

(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, 带和轮间的摩擦力也相应的增大, 在一定条件下, 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 ΣF) 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。

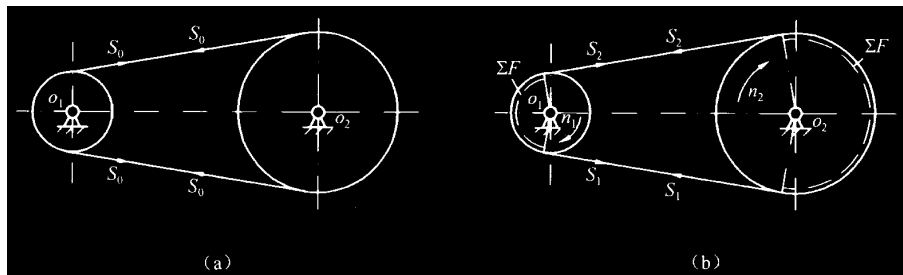


图 1—22 带传动受力分析

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。当带由 A 点逐渐向 B 点移动时, 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, 于是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。与大轮上述情况恰好相反, 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为弹性滑动。弹性滑动使从动轮转速低于计算值, 而且随着所传递圆周力的变化而变化。

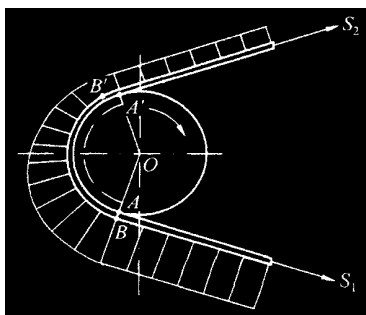


图 1—23 弹性滑动和打滑分析

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。弹性滑动使带传动不能保证准确的传动比。

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 11544—89) 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。

V 带绕上带轮使用时, 其外层受拉要伸长, 内层受压会缩短, 新国标规定, 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—1 普通 V 带截面尺寸 (GB 11544—89)

(mm)

	带型	节宽 b_p	顶宽 b	高度 h	楔角 α
		Y	5.3	6.0	4.0
	Z	8.5	10.0	6.0	
	A	11.0	13.0	8.0	
	B	14.0	17.0	11.0	
	C	19.0	22.0	14.0	
	D	27.0	32.0	19.0	
	E	32.0	38.0	25.0	

表 1—2 基准长度系列

(mm)

基准长度 L_d						基准长度 L_d					
	Y	Z	A	B	C		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					

V 带横截面的结构如图 1—24 所示，它是由包布层 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。

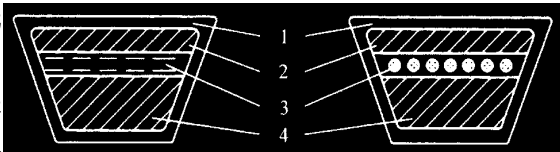


图 1—24 V 带的结构

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，“A1000 GB 11544—89”即表示 V 带为 A 型，基准长度 1 000mm，采用的国标是 GB 11544—89。

(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。

2. 轮壳: V 带轮与轴相配合的部分。

3. 轮辐: 轮缘与轮壳间的联接部分, 如图 1—25 所示, 其型式有幅板式(b)和幅条式(c), 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(a)。

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。

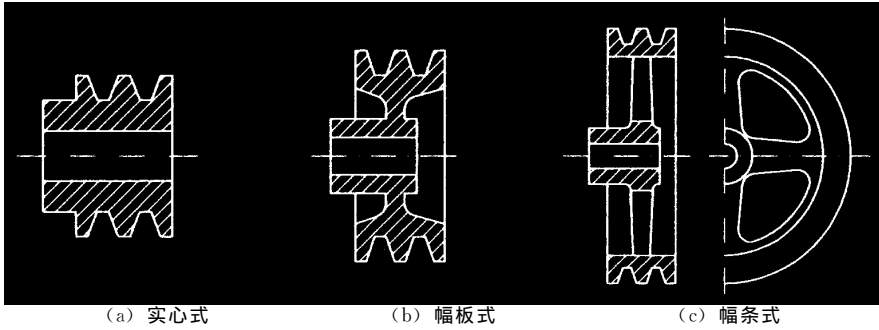


图 1—25 V 带轮结构

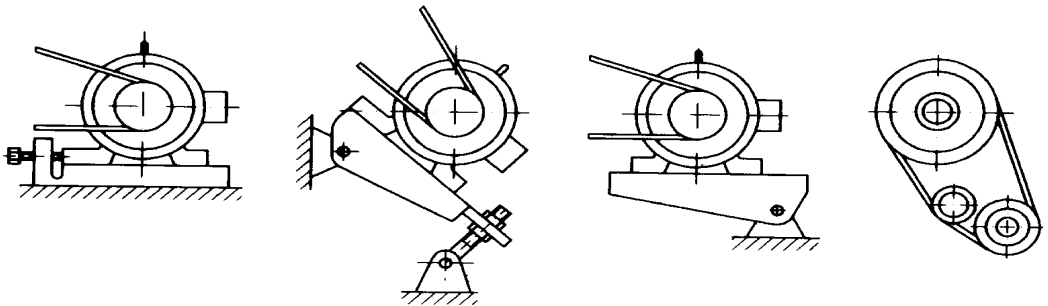
三、普通 V 带传动机构的安装、使用与维护

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。



(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

图 1—26 常见的 V 带传动张紧装置

(二) 对 V 带定期检查