



高职交通运输与土建类专业规划教材

铁路机械化养路

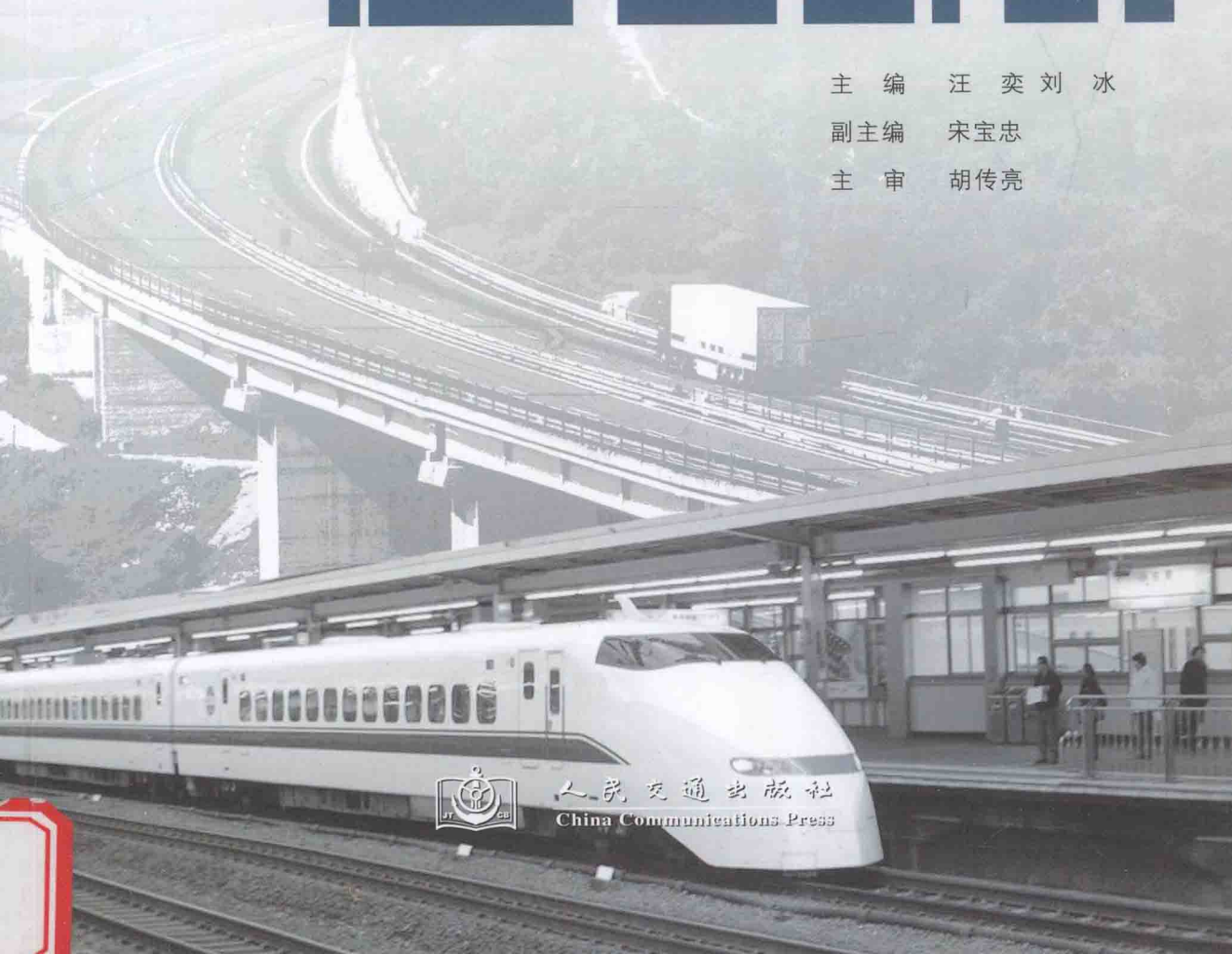
TIE LU JI XIE HUA YANG LU



主 编 汪 奕 刘 冰

副主编 宋宝忠

主 审 胡传亮



人民交通出版社

China Communications Press

高职交通运输与土建类专业规划教材

铁路机械化养路

TIE LU JI XIE HUA YANG LU



主 编 汪 奕 刘 冰

副主编 宋宝忠

主 审 胡传亮



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书主要介绍国内外大型养路机械的发展状况以及大型养路机械的工作原理、构造、运用和管理,内容包括:机械基础、液压与气压传动基础、柴油机、常用大型养路机械、机械化养路的组织实施、机械化养路安全管理等内容。本书以培养高端技能型人才为目标,注重系统性、实用性,密切联系生产实际。

本书适于作为高职高专铁道工程(工务)专业的教学用书,也可作为培训教材以及从事大型养路机械的专业人士参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路机械化养路/汪奕,刘冰主编. —北京:人民交通出版社,2013.8

ISBN 978-7-114-10564-7

I. ①铁… II. ①汪…②刘… III. ①机械化养路—
高等职业教育—教材 IV. ①U418.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 079337 号

高职交通运输与土建类专业规划教材

书 名:铁路机械化养路

著 作 者:汪 奕 刘 冰

责任编辑:杜 琛

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:13.75

字 数:350 千

版 次:2013 年 8 月 第 1 版

印 次:2013 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10564-7

印 数:0001-3000

定 价:38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

现代化的大型养路机械在铁道线路养护中的广泛运用,使铁路工务系统的作业方式和维修体制发生了根本性的改变。这种变化对促进线路养护修理水平的提高、保证质量、减轻繁重劳动起到了极大的推动作用。随着国产养路机械不断的更新换代和国外先进养路机械的引进,新的机械种类不断增多,科技水平不断提高,了解和熟悉各种大型的养路机械,正确掌握大型养路机械的选用方法,已是高等职业院校铁道工程(工务)专业学生必须掌握的专业知识。本书编写的目的,就是让读者了解铁路常用的大型养路机械的类型、工作原理、施工组织和选用的方法。

本书根据高等职业教育对人才培养目标和岗位技能要求,按照铁路职业教育铁道工程(工务)专业教学计划“机械化养路”课程教学大纲编写而成。本书适于高职铁道工程(工务)专业作为教学用书,亦可供中等职业院校铁道工程相关专业选作教材使用,或作为相关技术人员的参考书。

根据职业教育铁道工程(工务)专业学生及同层次工程技术人员的特点,本书设计内容包括:机械基础、液压与气压传动基础、柴油机、常用大型养路机械及作业特点、机械化养路的组织实施和安全管理等内容,以介绍各种大型的养路机械为主,并在最后附上机械化线路维修的施工组织案例,以供读者实践参考。

由于大型养路机械是技术密集型的现代化设备,其涉及面广、类型繁多,为了便于教学,本书在编写时力求突出重点、简明扼要,着重叙述基本概念、基本原理、性能特点和作业中的选用,并尽量反映国内应用的主流设备和新机种、新技术。

本书由天津铁道职业技术学院汪奕、包头铁道职业技术学院刘冰主编,北京大型养路机械运用检修段宋宝忠副主编。参加编写的有:包头职业技术学院闫莉敏(第一章第三节之二,第六节;第二章),包头铁道职业技术学院刘冰(绪论,第一章一、二节,第三节之一、三,第四、五节),北京大型养路机械运用检修段谭晓天(第三章)、北京大型养路机械运用检修段王国恩(第四章第五节之一、三、五)、北京大型养路机械运用检修段宋宝忠(第四章第二节、第六章第二节),郑州工务机械段史林恒(第五章),其他章节及知识链接、拓展延伸、阅读材料由天津铁道职业技术学院汪奕编写,全书由汪奕统稿。北京铁路局北京大型养路机械运用检修段胡传亮总工程师对全书进行了审阅工作,提出了中肯的修改意见和建议,在此表示衷心感谢。

限于编者水平,书中难免存在不足之处,恳请各位同仁及读者批评指正。

编 者
2013年4月

目 录

绪论	1
思考题与习题	4

第一章 机械基础	5
第一节 机械常识	6
第二节 平面连杆机构	9
第三节 其他常用机构	15
第四节 带传动与链传动	22
第五节 齿轮传动	29
第六节 联轴器和离合器	39
思考题与习题	45

第二章 液压与气压传动基础 ...	47
第一节 液压传动概述	48
第二节 液压元件	51
第三节 液压基本回路	59
第四节 液力传动	64
第五节 气压传动	66
思考题与习题	71

第三章 柴油机	72
第一节 柴油机分类及工作原理	73
第二节 柴油机的基本构造	76
第三节 柴油机的性能指标、型号 与转向	88
第四节 道依茨柴油机简介	90
思考题与习题	95

第四章 常用大型养路机械	97
第一节 清筛机	98
第二节 配砟整形车	103

第三节 抄平起拨道捣固车	107
第四节 动力稳定车	134
第五节 钢轨打磨列车	137
第六节 几种新型养路机械	161
思考题与习题	167

第五章 机械化养路的组织 实施	168
第一节 国内外线路养护维修概况 ...	169
第二节 大型机械化养路施工管理 ...	172
第三节 线路设备维修作业	179
第四节 线路设备大中修作业	182
思考题与习题	184

第六章 机械化养路安全管理 ...	185
第一节 安全生产概述	186
第二节 机械化施工安全管理	188
思考题与习题	193

附录一 机械化线路维修 (精确法)施工组织	194
--------------------------------	-----

附录二 机械化维修施工 程序表	209
--------------------------	-----

附录三 大型养路机械线路维修 机组施工程序网络图 ...	211
---------------------------------	-----

参考文献	213
------------	-----

绪 论



铁路及养护机械概述

1. 铁路的作用

我国铁路始建于1876年,迄今已有100多年的历史。铁路运输线是我国国民经济的大动脉,在我国交通运输体系中居于主导地位,它在国家的建设中占有重要地位。加快构建符合科学发展观要求的综合交通运输体系,是促进我国经济社会又快又好发展的迫切需要。铁路作为大能力、节能环保的“绿色”交通工具,必须认清使命,肩负重任,在建设资源节约型、环境友好型社会中,发挥更加重要的作用。

近年来,我国铁路坚持用科学发展观统领各项工作,通过全面深入推进和谐铁路建设,铁路在国民经济中的地位更加突出,这主要体现在:

(1) 铁路运输取得显著成绩,为国民经济持续快速稳定发展提供了有力支持。

(2) 路网建设进入新阶段。

(3) 大力推进技术装备现代化,具体表现为:

大力发展60kg/m及以上钢轨的跨区间或全区间无缝线路以及提速道岔;全面采用高强度优质钢轨、Ⅱ型和Ⅲ型混凝土枕及相应弹性扣件;实施路基、桥隧设备改造;提高线桥的整体强度、安全度和平稳度,减少维修工作量。实现线桥结构现代化。

我国铁路实施六次大面积提速调图;开行了牵引质量最高达5800t的货物列车或25t轴重的双层集装箱列车;出台了一系列相关的新技术政策,建立安全标准体系、养护维修体系,建设动态安全检测网络,保证了列车运行安全,提升了我国铁路运输安全管理水平。

2. 铁路线路病害

铁路线路,由路基、桥隧建筑物和轨道三部分组成。其中,路基以上的部分称为轨道,是行车的基础。轨道的基本结构,主要由道床、轨枕、钢轨及道岔等组成。轨道是一个整体性的工程结构,由力学性质各不相同的材料所组成。由于长期受到列车运行动力的作用,以及气候变化所造成的影响,轨道会产生线路残余变形,包括:

(1) 线路在横向、竖向和纵向方向内几何形位的改变。

(2) 钢轨及其他组成部件的疲劳伤损和磨耗伤损。

线路残余变形将影响线路的平顺度,残余变形往往又带有明显的不均匀性和不一致性,从而造成线路的不平顺。这种线路的不平顺性,即使是微小的,亦将显著增加机车车辆对线路的附加动力作用。不平顺性越大,则附加动力作用越大,钢轨及其轨下基础负担越重,残余变形的幅度及其积累越快,线路承载能力越低。

钢轨直接支撑着列车,并引导列车运行方向,列车轮对因而不可避免地会对钢轨产生磨损。当磨损超过一定限度时,轨头断面与车轮踏面失去匹配,将会严重影响铁路行车的平稳性,对行车安全造成极大的危害。

在钢轨下面起支撑作用的其他轨道结构,由于列车载荷的反复作用和自然因素的影响,也会经常发生永久性变形,形成轨道几何偏差。这种偏差可以通过测量轨道的高低、轨向、水平、三角坑(扭曲)以及轨距等轨道几何参数来量化,又称轨道不平顺。轨道不平顺可以引起列车各种振动,使轮轨作用力发生变化。这是轨道方面影响列车运行安全性和平稳性的控制因素,也是轨道结构部件损伤和失效的重要原因。

另外,由于地质变化、自然灾害,如大雨山洪等造成的滑坡、运行车辆的动力冲击、落物以

及设施的非正常突出和缺失等,轨道、道床、隧道、桥梁等基础设施经常发生变形、侵限现象,严重威胁到轨道交通的畅通和安全。

3. 线路的养护维修

为保证列车的正常运行,线路必须经常保持规定的技术完好状态。因此,有计划性、系统性、经常性地对线路进行检查和维修是线路养护维修工作的基本任务和奋斗目标。

因而,需建立线路维修管理体系,完善检测、计量设备,制订轨道修理计划。通过养护维修作业,提高线路的稳定性,提高线路的平顺性及轨道结构的强度,保持线路设备处于完好状态,延长使用寿命,争取更好的效益。

随着铁路提速、重载运输的发展和行车密度的不断加大,一方面,对线路质量和安全生产的要求越来越高;另一方面,无论是从作业安全、作业时间,还是从作业效率等角度考虑,采用利用行车间隔进行线路维修作业的方式在现代铁路运输形势下已不可能,因此线路维修要实行天窗修制度。

无缝线路,特别是超长无缝线路,都是高速、重载的干线,行车速度高、车流密度大、作业时间少,手工作业、半机械化作业很难保证质量与效率。大型机械作业,因其线路综合维修作业质量好、效率高等特点更适于此类线路作业。

目前,我国铁路在高速、重载和舒适化的快速发展趋势下,线路验收标准逐步提高。再加上近年来各种新建铁路、客运专线和改、扩建线路的大量竣工,大大增加了我国铁路的运营里程,以往传统的维修手段,已经根本无法满足维修要求,大力发展大型养路机械事业已成为解决这个矛盾的必然。

4. 大型养路机械的作用

现代化的大型养路机械在铁道线路养护中的广泛运用,使铁路工务系统的作业方式和维修体制发生了根本性的改变,对促进线路养护修理水平的提高、保证质量、减轻繁重劳动起着极大的作用。随着国产养路机械不断更新换代和国外先进养路机械的引进,新的机械种类不断增多、科技水平不断提高。

机械化养路的发展,在繁忙干线上,以捣固车、动力稳定车、配砟整形车、钢轨打磨列车、道岔打磨车、清筛机等大型养路机械为手段,进行线路修理作业,已经成为必然。这不仅解决了繁忙干线由于上道作业困难造成的线路欠修、失修问题,杜绝了人员挡道或撞机事故,增大了安全可靠,而且明显提高了生产效率和线路质量,保证了轨道的平顺性和稳定性,为提高工务作业质量、效率、安全管理水平和科技含量作出了重大的贡献。



大型养路机械的应用与组成

1. 大型养路机械的应用

对铁道线路,包括桥涵、隧道,进行养护维修的机械设备,统称为养路机械,它包括:起道、拨道、捣固、清筛、扒砟、回填、夯拍、钻孔、锯轨等一系列养路作业机械。

目前,我国使用的大型养路机械,主要有:线路捣固车、道岔捣固车、动力稳定车、清筛机、配砟整形车、钢轨打磨列车等。

残余变形对线路或道岔造成横向、竖向和纵向几何形位发生改变的病害时,可通过线路或道岔捣固车进行起道、拨道、捣固和砟肩夯拍,作业后可使线路或道岔水平、高低、轨向和三角坑扭曲量等参数都在验收范围内,砟肩夯拍后还可提高道床的横向阻力,增强道床的稳定性;

残余变形造成钢轨及其他组成部件的疲劳伤损和磨耗伤损时,也可通过线路或道岔捣固车加强病害部位(例如接头处)的捣固,消除病害部位的空吊板和翻浆冒泥现象。钢轨波浪形磨耗、钢轨肥边、马鞍形磨耗、焊缝凹陷及鱼鳞裂纹等病害,可通过钢轨打磨列车进行打磨。道床结硬和溜坍时可通过清筛机对道床石砟进行彻底清筛或者更换新砟,并且捣固坚实。此外,动力稳定车还可跟进捣固车作业,以巩固捣固效果,增强道砟的密实度,提高道床的稳定性。配砟整形车作业后可使道床布砟均匀,并按线路的技术要求使道床断面成型。组合后的大修列车车组可完成线路换轨、换枕、清筛等大修工程。

因此,发展大型养路机械已成为铁路快速发展的重要内容,并且被确定为表征我国铁路技术进步的重要标志。目前,我国铁路大型养路机械已进入了持续、规范发展的新阶段。

2. 大型养路机械的组成

大型养路机械是集机械、液压、电气、气动为一体的机械,采用了大量先进的技术,如电液伺服控制技术、自动检测技术、微机控制技术、激光准直技术等。

大型养路机械,一般由动力系统、传动系统、制动系统、走行系统、操控系统(电气系统、液压系统、检测装置)、工作装置等部分构成。

(1) 动力系统。动力系统是养路机械动力的来源,提供或进行能量的转换。常采用内燃机、电动机、空气压缩机等作为原动机。

(2) 传动系统。传动系统是将动力系统产生的运动和动力传递给工作装置部分的中间环节。有机械传动(常用带传动、链传动、齿轮传动等)、液压传动、液力传动、气压传动以及电力传动等形式。

(3) 工作装置部分。工作装置部分是完成机械设备预定目的的动作,是整个传动的终端部分,其结构形式因养路机械的自身用途而定。

(4) 操控系统。操控系统是养路机械作业的控制中心。主要采用机械操控、电液伺服控制技术以及包括反应线路状态的各种检测装置(自动检测技术、微机控制技术、激光准直技术)等。



本课程的性质和任务

本课程是铁道工程技术专业的一门专业技术基础课,为培养铁道工程技术专业提供必备的理论知识和基本技能。通过本课程的学习,可以使学习者了解常用的机械、液压、气动的类型,工作原理,结构,特点,并且具有分析的能力,熟悉各种大型养路机械设备及用途、机械化学路的组织实施和安全管理等方面的知识,为今后的实际工作打下一定的基础。

思考题与习题

1. 大型养路机械的作用是什么?
2. 大型养路机械的组成部分有哪些?

机械基础

第一章

机械基础



第一节 机械常识



机械的概念

机械的类型很多,用途也各不相同,但都具有以下共同特征:

- (1) 都是人为的实物组合体。
- (2) 各实物间具有完全确定的相对运动。
- (3) 能够帮助或代替人类的劳动,即可以完成机械功或转换成机械能。

如图 1-1 所示的内燃机,主要由汽缸(机体)1、活塞2、连杆3、曲轴4、齿轮5、6、凸轮7、气阀推杆8等组成,燃气推动活塞2在汽缸1中做直线运动,通过连杆3使曲轴4做连续转动,从而将燃气产生的热能转换为机械能。

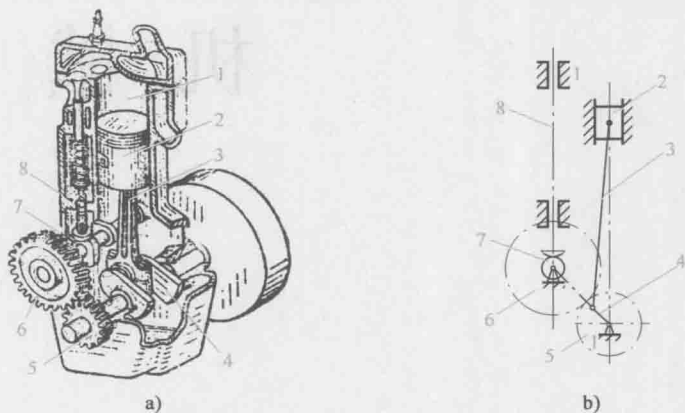


图 1-1 内燃机

1-汽缸(机体);2-活塞;3-连杆;4-曲轴;5、6-齿轮;7-凸轮;8-气阀推杆

具有以上三个特征的装置称为机器,它是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量等;仅有前两个特征的装置则称为机构,其作用是传递运动和力,它是机器的主要组成部分。

机器和机构统称为机械。

组成机构的各个实体,是运动的单元,称为构件。它可以是单一的整体,也可以是由几个零件组成的。而零件是制造的最小单元体,它是单一的,不可分的。

所有构件都在同一平面内或相互平行的平面内运动的机构称为平面机构,反之称为空间机构。常用机构大多数都是平面机构。



运动副及分类

(一) 运动副的概念

机构是由构件组合而成的,其中每个构件都以一定的方式至少与另一构件相连接,这种两个构件既直接接触又能产生相对运动的连接称为运动副。如齿轮与齿轮之间的接触、凸轮和

滚子间的接触等,都构成了运动副。

(二) 运动副的分类

根据连接的两构件之间的运动是平面的还是空间的,运动副可分为平面运动副和空间运动副。这里只介绍平面运动副。

构成运动副的两构件间的接触有点、线、面三种形式。根据接触形式的不同,平面运动副可分为低副和高副。

1. 低副

两构件通过面接触组成的运动副称为低副。平面低副按构件间相对运动形式不同,可分为转动副和移动副。两构件间具有相对转动的运动副称为转动副,也称铰链,如图 1-2a) 所示。两构件间具有相对移动的运动副称为移动副,如图 1-2b) 所示。

2. 高副

两构件通过点或线接触构成的运动副称为高副。图 1-3a) 中凸轮 1 和从动杆 2、图 1-3b) 中齿轮 3 和齿轮 4 的接触,在接触点 A 处构成高副。

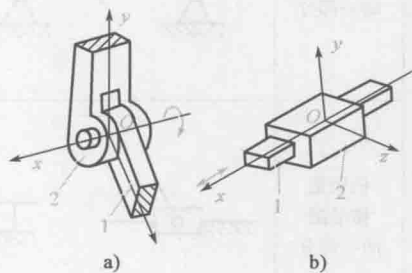


图 1-2 转动副和移动副

a) 转动副; b) 移动副

1-构件 1; 2-构件 2

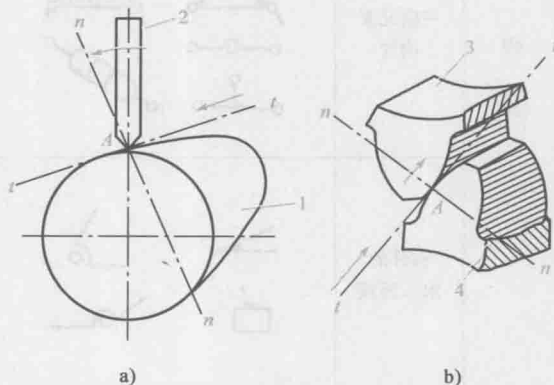


图 1-3 平面高副

1-凸轮; 2-从动杆; 3、4-齿轮

平面机构及其运动简图

(一) 平面机构的组成

机构是一个构件组合体,各构件之间通过一定的连接方式组成一个机构,是由机架、主动件和从动件通过运动副连接而成的系统,为了传递运动和动力,机构中各构件之间的连接必须是可动的,且这种相互运动必须是确定的。

在组成机构的各构件中,相对固定不动的构件称为机架(即固定构件),机架在机构中支撑活动构件,任何一个机构中必定有一个构件为机架。机构中作用有驱动力(力矩)或已知运动规律的构件称为主动件(或原动件)。机构中除了主动件以外的所有活动构件称为从动件,

从动件由主动件带动并随之运动。

(二) 平面机构运动简图

用国标规定的简单符号和线条代表运动副和构件,并按一定比例表示机构的相互位置尺寸,绘制出的图形,称为机构运动简图,它可以完全表达原机械具体的运动特性。若只为表明机构的结构特性和运动情况,而不严格按比例绘制的简图,称为机构示意图。

机构运动简图中,构件及运动副的表达方法见表 1-1。

机构运动简图符号(摘自 GB 4460—84)

表 1-1

名 称		简 图 符 号	名 称		简 图 符 号
构 件	轴、杆		机 架	机架	
	三副元素构件			机架是转动副的一部分	
	构件的永久连接			机架是移动副的一部分	
平 面 低 副	转动副		平 面 高 副	齿 轮 副	
	移动副			凸 轮 副	

牛头刨床示意,如图 1-4 所示。

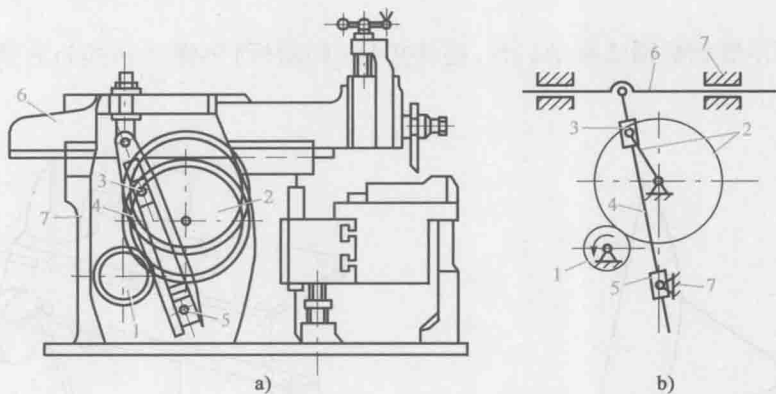


图 1-4 牛头刨床

a) 牛头刨床主体运动机构; b) 运动示意图

1、2-齿轮;3-滑块;4-导杆;5-摇块;6-滑枕;7-床身

第二节 平面连杆机构

在平面机构中,若各构件均用低副连接,该机构称为平面连杆机构。平面连杆机构是养路机械中常用的机构之一,常用于传递运动和操作系统中。平面连杆机构最基本、最常用的是四杆机构,它是组成多杆机构的基础。



铰链四杆机构

(一) 铰链四杆机构的基本类型和应用

各构件之间都用转动副连接的平面四杆机构,称为铰链四杆机构。

铰链四杆机构,如图 1-5 所示。机构中固定杆件 4 称为机架;与机架相连的杆件 1 和杆件 3 称为连架杆;连接两连架杆的杆件 2 称为连杆。在连架杆中,如果杆件 1 和杆件 3 能绕固定铰链做整周转动,称为曲柄;只能在小于 360° 的某一角度内摆动,则称为摇杆。

铰链四杆机构中,根据机构中有无曲柄存在,两连架杆运动形式的不同分为三种基本形式,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

若两连架杆一个是曲柄,另一个是摇杆,则此机构称为曲柄摇杆机构。

在曲柄摇杆机构中,将曲柄作为主动件,当曲柄等速回转时,摇杆做变速的往复摆动。

如图 1-6 所示雷达天线俯仰角调整机构,其中曲柄 1 做等速转动,天线固定在摇杆 3 上,做变速的往复摆动,实现天线的俯仰运动。

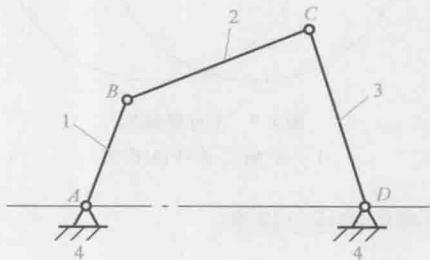


图 1-5 铰链四杆机构

1、3-连架杆;2-连杆;4-机架

在曲柄摇杆机构中,也可将摇杆作为主动件,可将摇杆的往复摆动转变为曲柄的回转运动。

如图 1-7 所示缝纫机脚踏驱动机构,是将摇杆(脚踏板)的摆动转换为曲柄(大带轮)的转动。

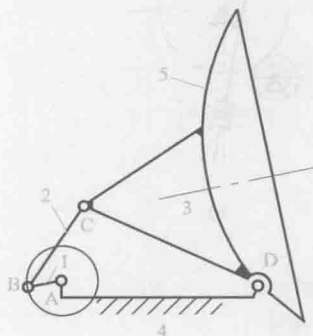


图 1-6 雷达天线俯仰角调整机构
1-曲柄;2-连杆;3-摇杆;4-机架;5-天线

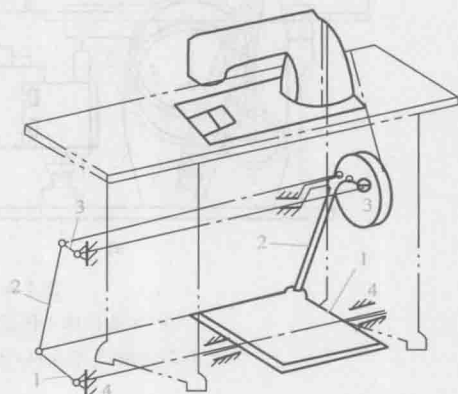


图 1-7 缝纫机脚踏驱动机构
1-曲柄;2-连杆;3-摇杆;4-机架

2. 双曲柄机构

两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构,称为双曲柄机构。双曲柄机构通常将主动曲柄的连续等速转动,转换为从动曲柄的变速转动,如图 1-8 所示。

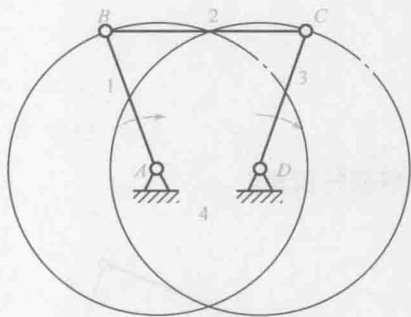


图 1-8 双曲柄机构
1、3-曲柄;2-连杆;4-机架

在双曲柄机构中,若杆件 1 与杆件 2 长度不同时,则两杆旋转的转速则不同。即当杆件 1 做匀速转动时,杆件 2 做变速运动。

惯性筛就是利用了双曲柄机构的这种运动特点,使筛子的速度有较大的变化,从而使得被筛材料在惯性的作用下进行筛分。

在双曲柄机构中,若两对边构件长度相等且平行,则称为平行四边形机构。该机构的特点是从动曲柄与主动曲柄以相同的角速度转动,而连杆则做平行移动。

如图 1-9 所示机车车轮联动机构,就利用了连杆做平动的特性。它能使被联动的车轮具有与主动轮完

全相同的运动速度。

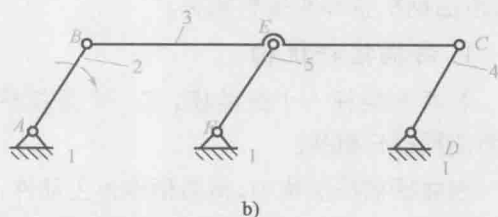
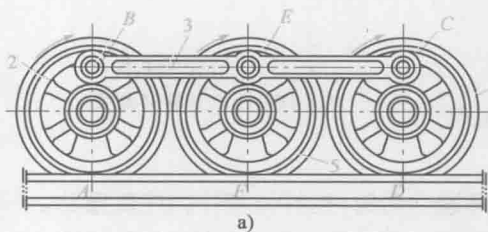


图 1-9 平行四边形机构(机车车轮联动机构)
1-机架;2、4、5-曲柄;3-连杆

若连杆与机架长度相等,两曲柄长度相等但转向相反,称为逆平行四边形机构,如图 1-10a) 所示;图 1-10b) 为汽车车门开启机构。

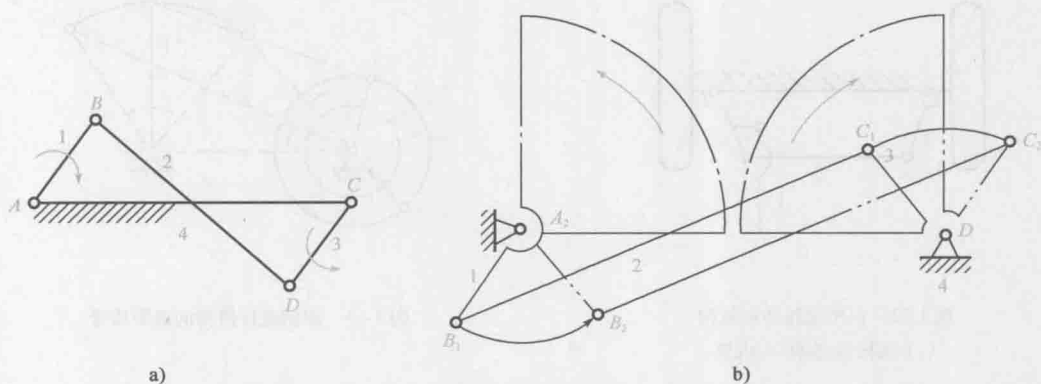


图 1-10 逆平行四边形机构及应用
a) 逆平行四边形机构; b) 汽车车门开启机构
1、3-曲柄; 2-连杆; 4-机架

3. 双摇杆机构

两连架杆都为摇杆的铰链四杆机构,称为双摇杆机构。双摇杆机构可将主动件的往复摆动,经连杆转变为从动杆的往复摆动。如图 1-11 所示港口起重机的变幅机构,可实现货物的水平移动,以减少功率损耗。

在双摇杆机构中,如果两摇杆长度相等,则称为等腰梯形机构。如图 1-12 所示,汽车前轮转向机构中 $ABCD$ 即为等腰梯形机构。

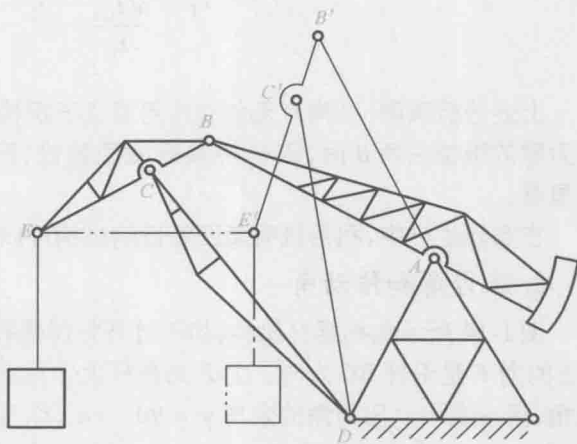


图 1-11 港口起重机的变幅机构

(二) 四杆机构的基本性质

1. 急回特性

图 1-13 所示曲柄摇杆机构,曲柄 AB 为主动件,摇杆 CD 为从动件,曲柄以等角速度 ω 顺时针方向转动。曲柄转动一周,有两次与连杆共线,这时摇杆分别处于左右两个极限位置 C_1D 、 C_2D 。 θ 为摇杆位于两极限位置时,曲柄所夹的锐角 θ ,称为极位夹角。

当曲柄从位置 AB_1 顺时针转过 $\varphi_1 = 180^\circ + \theta$ 角到达 AB_2 时,摇杆由 C_1D 摆到 C_2D (工作行程),摆角为 ψ ,所用时间为 t_1 ,摇杆的平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{\psi l_{CD}}{t_1}$ 。当曲柄从位置 AB_2 顺时针转过 $\varphi_2 = 180^\circ - \theta$ 角到达 AB_1 时,摇杆由 C_2D 摆到 C_1D (空回程),摆角也为 ψ ,所用时间为 t_2 ,摇杆的平均速度 $\bar{v}_2 = \frac{\psi l_{CD}}{t_2}$ 。由于 $\varphi_1 > \varphi_2$,因此曲柄以等角速度 ω 转过这两个角度时,对应的时间 $t_1 > t_2$,显然 $\bar{v}_1 < \bar{v}_2$,即从动摇杆空回程的平均速度大于工作行程的平均速度,机构的这种

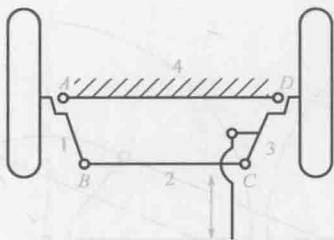


图 1-12 汽车前轮转向机构

1,3-摇杆;2-连杆;4-机架

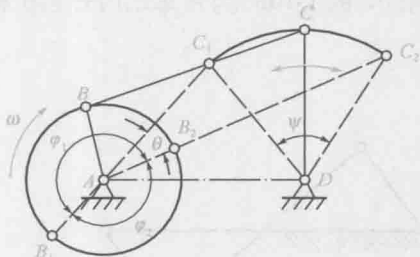


图 1-13 曲柄摇杆机构的极限位置

特性称为急回特性。通常用行程速比变化系数 K 来衡量急回运动的相对程度。即:

$$K = \frac{\bar{v}_2}{\bar{v}_1} = \frac{\frac{\psi l_{CD}}{t_2}}{\frac{\psi l_{CD}}{t_1}} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta} \quad (1-1)$$

上述分析表明:机构有无急回作用取决于机构有无极位夹角。当机构在运动过程中具有不为零的极位夹角 θ 时,则机构具有急回特性,而且 θ 角越大, K 值越大,机构的急回特性越显著。

在实际生产中,利用具有急回特性的机构可以缩短非生产时间,提高生产率。

2. 压力角和传动角

图 1-14 所示曲柄摇杆机构,如不计各杆质量和运动副中的摩擦,则连杆 BC 作用于从动杆 3 上的力 F 是沿杆 BC 方向。力 F 与摇杆上作用点 C 的速度 v_C 方向所夹的锐角称为机构的压力角,用 α 表示。压力角的余角 $\gamma = 90^\circ - \alpha$,称为机构的传动角。压力角 α 越小,传动角 γ 越大,力 F 在 v_C 方向的有效分力 $F' = F \cdot \cos\alpha$ 越大,机构传动性能越好,效率越高。反之,压力角 α 越大,传动角 γ 越小,传动性能越差。

对于一般机械,为了保证机构具有良好的传动性能,通常 $\gamma_{\min} = 40^\circ \sim 50^\circ$ 。 $\gamma_{\min}$ 出现在曲柄 AB 与机架 AD 两次共线位置之一。

3. 死点位置

如图 1-15 所示,在曲柄摇杆机构中,取摇杆 CD 为主动杆,当摇杆处在两极限位置时,连杆与曲柄共线,出现了传动角 $\gamma = 0^\circ$ 的情况。此时,无论摇杆上加多大驱动力也不能使曲柄转动,机构的此种位置称为死点位置。

当机构处在死点位置时,从动件将卡死或出现运动不确定现象。

为了使机构能顺利通过死点,继续正常运转,通常采用在从动件上安装飞轮增大惯性力和采用机构错位排列的方法来使机构通过死点位置。

在工程实践中,不少场合也利用死点来实现一定的工作要求,如图 1-16 所示夹紧装置。