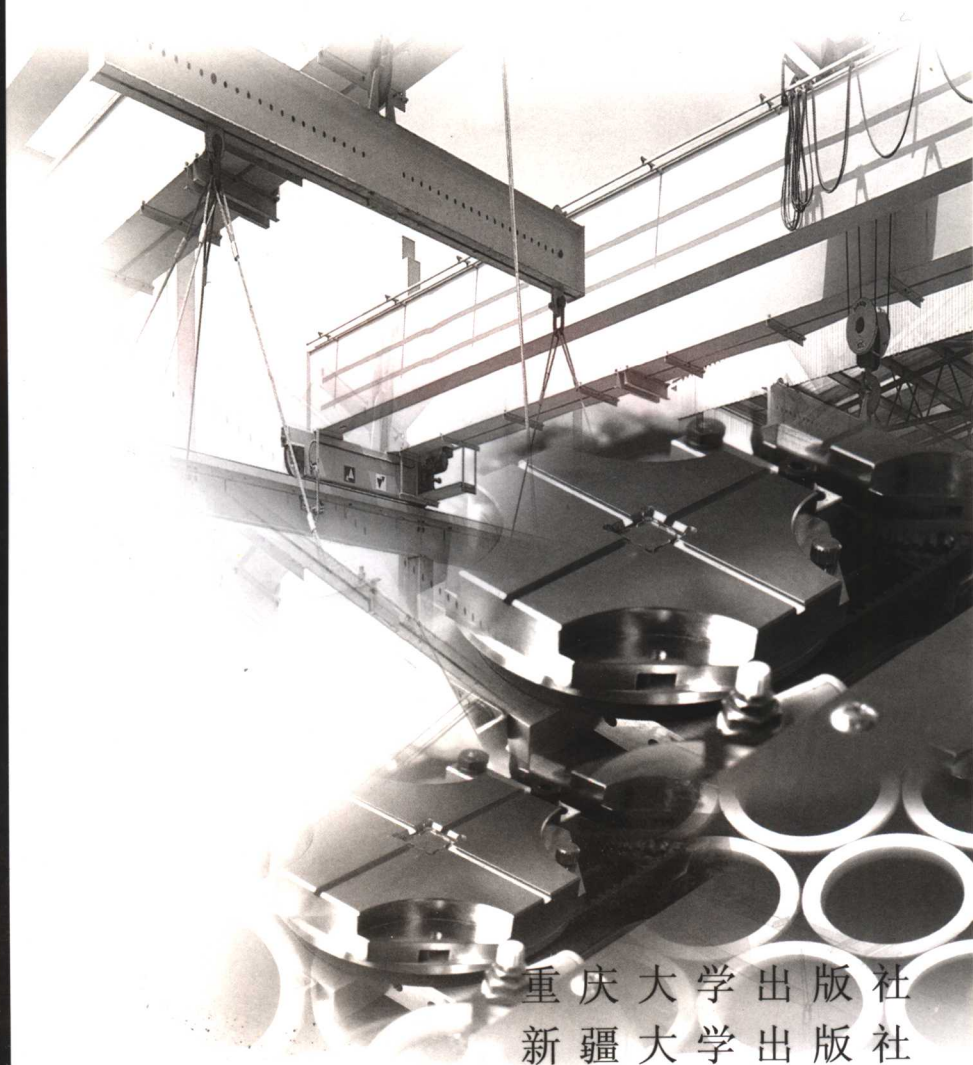


21世纪
高等学校
本科系列教材

机械零件及建筑机械

Jixie Lingjian ji Jianzhu Jixie

主 编 张东生



重庆大学出版社
新疆大学出版社

机械零件及建筑机械

张东生 主 编
薛德侠 申东杰 副主编

重 庆 大 学 出 版 社
新 疆 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书是土木工程专业类的技术基础课程教材,主要介绍了涉及建筑机械相关的机械零件的基本知识及基本设计方法。全书内容包括机械零件及液压传动、建筑机械两大部分共 15 章,每章后均附有一定数量的习题。为了培养学生的设计计算能力以及技术革新能力,全书还结合具体实例对建筑施工中常用的建筑机械的结构、工作原理以及主要技术性能作了深入的阐述。本书概念清晰、内容简练、通俗易懂,便于读者学习和理解。

本书可作为高等学校土木工程类专业本科专业教材,也可供其他有关专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件及建筑机械/张东生主编.

—乌鲁木齐:新疆大学出版社;重庆:重庆大学出版社,2005.8

土木工程专业本科系列教材

ISBN 7-5631-1387-8

I. 机... II. 张... III. ①机械零件—高等学校—教材②建筑机械—高等学校—教材
IV. ①TU3②TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 051265 号

机械零件及建筑机械

张东生 主 编

薛德侠 申东杰 副主编

责任编辑:姚正坤 版式设计:梁 涛

责任校对:邹 忌 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社 出版发行
新疆大学出版社

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:462 千

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5631-1387-8/TU·8 定价:25.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

《机械零件及建筑机械》是土木工程类专业中一门技术基础课程。通过该课程的学习,使学生能了解和熟悉机械零件的基础知识,正确掌握建筑机械的选用方法,为后续课程打下良好的基础。

本书本着培养面向 21 世纪土木工程专业类学生的宗旨,以及按照土木工程专业《机械零件及建筑机械》课程的教学基本要求而编写的。考虑到土木工程专业学生学习机械课程的特点,本教材的内容分为两大部分,第一部分为机械零件及液压传动(即第 1~9 章),内容包括总论、常用机构、齿轮传动、带传动与链传动、螺纹连接与其他连接、轴与轴承、联轴器与离合器、起重机零件与卷扬机、液压传动等内容;第二部分为建筑机械(即第 10~15 章),内容包括起重机械、土方机械、混凝土机械、桩工机械、装饰机械、机械传动装置设计计算等内容。

为适应 21 世纪培养高素质创新型人才的需要,在教材内容处理中,着重阐述机械组成的基本理论和基本设计计算方法,不作冗长的公式推导和繁琐的设计计算,而以密切结合具体的、常用的建筑机械中使用的机械零件为研究对象。主要介绍建筑施工中常用建筑机械的结构组成、工作原理、主要技术性能参数和在生产中的具体应用。本教材力图尽量做到理论联系实际而不支离破碎,分散讲解又能树立整体观念。体现在内容上力求少而精,概念清晰和易于理解。通过实例的设计计算,加强机械传动装置的设计计算能力,着重对学生更好地使用建筑机械和进行技术革新能力的培养。充分吸收各校的教改经验和教学特色,保证教材具有一定的地方工科院校的特色。

全书共 15 章,第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 15 章、附录部分由张东生编写;第 7 章、第 12 章、第 13 章、第 14 章由薛德侠编写;第 6 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章由申东杰编写;第 3 章由贾吉林编写。本书由张东生任主编,薛德侠和申东杰任副主编,并由张东生统稿。本书的编排、插图由贾吉林完成。

在编写的过程中参考了有关教材和相关文献,并征求了相关人士的意见,特别是陕西理工学院的和来香审阅了全书,提出了极为宝贵的意见,在此谨致以衷心的感谢。

作者还要感谢重庆大学出版社的领导和责任编辑。感谢

他们对编写本书给予的热情关注和大力支持。

由于作者水平有限,错误和欠妥之处在所难免,敬请各位同仁和广大读者批评指正。

编 者

2003 年 7 月

目 录

第1章 总论	1
1.1 机械化施工在建设中的作用	1
1.2 机械的组成和机构运动简图	2
1.3 建筑机械中常用的动力装置	9
1.4 建筑机械中常用的金属材料及热处理	13
1.5 机械设计的基本程序和要求	17
习题	18
第2章 常用机构	19
2.1 平面机构具有确定运动的条件	19
2.2 平面连杆机构的基本类型	23
2.3 平面四杆机构的特性	27
2.4 凸轮机构的应用和类型	31
2.5 间歇运动机构	33
2.6 螺旋传动	33
2.7 常用机构的设计	34
习题	36
第3章 带传动和链传动	39
3.1 带传动	39
3.2 链传动	48
习题	58
第4章 齿轮传动	59
4.1 齿轮传动的特点和类型	59
4.2 齿轮的齿廓曲线及特性	60
4.3 标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸及啮合传动	62
4.4 齿轮的失效和齿轮材料	65
4.5 直齿圆柱齿轮的强度计算	67
4.6 斜齿圆柱齿轮传动	73
4.7 圆锥齿轮传动	76
4.8 蜗杆蜗轮传动	77
4.9 齿轮的结构设计	81

4.10 轮系、齿轮减速器简介	83
习题	92
第5章 螺纹连接与其他连接	94
5.1 螺纹的基本概念	94
5.2 螺纹连接的类型和强度计算	100
5.3 键连接	108
5.4 花键连接	112
5.5 销、铆连接	113
习题	115
第6章 轴和轴承	117
6.1 概述	117
6.2 轴的设计与计算	120
6.3 滑动轴承	124
6.4 滚动轴承	128
习题	134
第7章 联轴器与离合器	135
7.1 概述	135
7.2 联轴器	135
7.3 离合器	138
习题	139
第8章 起重机零件与卷扬机	140
8.1 钢丝绳	140
8.2 滑轮与滑轮组	145
8.3 卷筒	147
8.4 取物装置	149
8.5 制动器	150
8.6 卷扬机	152
习题	154
第9章 液压传动	156
9.1 液压传动的基本概念	156
9.2 液压元件	161
9.3 液压系统设计	171
9.4 液压系统实例	176
9.5 液压系统的操作	178

9.6 维修和一般故障判断	182
习题	184
第10章 起重机械	185
10.1 概述	185
10.2 简单起重机械	188
10.3 塔式起重机	192
10.4 自行式起重机	204
习题	208
第11章 土方机械	209
11.1 单斗挖掘机	209
11.2 推土机	213
11.3 装载机	216
11.4 铲运机	220
11.5 土方压实机械	223
习题	228
第12章 钢筋混凝土机械	229
12.1 概述	229
12.2 钢筋机械	230
12.3 混凝土机械	237
习题	252
第13章 桩工机械	253
13.1 预制桩沉桩机械	253
13.2 灌注桩成孔机械	256
习题	259
第14章 装饰机械	260
14.1 灰浆制备机械	260
14.2 灰浆喷涂机械	262
14.3 磨光机械	264
习题	265
第15章 机械传动装置的设计计算	266
15.1 概述	266
15.2 机械传动方案的确定	266

15.3 机械传动装置系统设计实例	269
习题	273
附录	276
附表1 普通螺纹基本尺寸	276
附表2 部分常用液压系统图形符号	278
附表3 平键连接的剖面和键槽尺寸、普通平键的 形式和尺寸	280
附表4 常用量的名称、单位、符号及换算关系表	282
参考文献	284

第 1 章 总 论

1.1 机械化施工在建设中的作用

土木工程行业,在世界各国几乎都是最大的一种行业。无论是人力耗费还是资金占用,土木工程行业都在国民经济中占有很大的比重。随着国家加强基础设施的建设以及实施西部大开发战略和大型建筑物的出现,人们对机械施工的需要会越来越迫切,要求也会越来越高。

机械化施工,是指土木工程中各个工种,例如土方、基础、起重安装、运输、混凝土及装饰等的施工实现机械化,也包括建筑材料和制品生产的机械化。

一般讲,土木工程施工是生产条件最差、劳动强度最大、完成产品耗时最多的行业,只有通过机械化施工,才可以实现以下几点:

- 把大量的人力从繁重的体力劳动中解放出来 例如一台斗容为 1 m^3 的挖掘机,每班可以挖土 $500 \sim 700 \text{ m}^3$,相当于 400 人的重体力劳动。用机械代替人力,不仅改善了劳动条件,提高了劳动生产率,而且也免去了 400 多人的生活安排。

- 能够保证工程质量 例如混凝土的搅拌、浇筑、成型,如果不用机械就很难保证工程所要求的均质和密实。

- 能加快工程进度、降低工程成本 现在大型工业厂房构件或设备的质量,常达到十几吨甚至上百吨,有些水电站混凝土的总浇注量达到几百万立方米,某些公共建筑物高达几十层甚至几百层,如果不用大型的起重设备施工是难以完成这些工程的。另一方面,机械化施工可以使工期缩短,有利于降低工程造价,也可以使工程早日投产而产生巨大效益。

我国自建国以来,建筑机械行业从无到有,现已具备了相当的规模。据不完全统计,到 1985 年底,全国约有建筑机械专业工厂 450 多家,33 万多职工,年产量(各种机械)45 万吨,150 多个品种,680 多个规格。已能制造 $0.15 \sim 2.5 \text{ m}^3$ 斗容的液压挖土机, 16 m^3 斗容的塔式起重機, $10 \sim 2000 \text{ t} \cdot \text{m}$ 的塔式起重機; $6 \sim 22 \text{ t}$ 的压路机; $120 \sim 5000 \text{ kg}$ 的柴油打桩机; $150 \sim 1000 \text{ L}$ 混凝土搅拌单机及 $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ 的搅拌楼; $3 \sim 6 \text{ m}^2$ 的混凝土运输车, $8 \sim 80 \text{ m}^2/\text{h}$ 的混

凝土泵,载重 750 ~ 2 000 kg 的电梯等。

但是,随着我国建设事业的快速发展,现有的土木工程机械在数量、质量、品种和规格等方面都远远不能满足需要,我们还需要加快步伐,吸收国外的先进技术,促使我国的土木工程机械更快地发展。

为了解决我国当前土木工程生产的需要,我们应采取以下措施:

①机械化,简单机械和工具改良相结合。首先对特别繁重、危险、非机械不能保证质量的工序、作业实行机械化。同时,积极开发简易机械、改造手工机具,提高某些占用人力多且繁杂工程的效益。

②搞好现有设备的管理、维修、提高利用率。

③改进旧机械,开发新品种。对某些旧机械进行挖潜改造,使之完成某些特种作业等。

机械化施工是土木工程中最具活力的部门,往往会因工程的需要而采取的一新工艺促使工程机械得到创新和发展,同时也由于新的工程机械出现又推动了施工工艺的发展。

1.2 机械的组成和机构运动简图

1.2.1 机械的组成

机械是把能量(如热能、电能)转换为机械能又转变为机械功从而完成某些工作的装置。

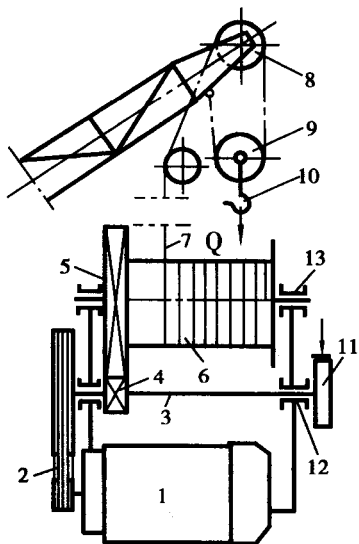


图 1.1

1—电动机;2—V带;3—传动轴;4,5—齿轮;

6—卷筒;7—钢丝绳;8—定滑轮;9—动滑轮;

10—起重钩;11—制动器;12,13—轴承

如图 1.1 中的卷扬机,是建筑工地中最常用的一种提升机械,其电动机 1 把电能转换为机械能,电动机的转子转动,经 V 带 2、齿轮 4,5 传动而带动卷筒 6 卷绕钢丝绳 7,进而通过滑轮组使起重钩 10 吊着载荷 Q 升起或降落,把机械能又转变为机械功,完成了提升工作。

钢丝绳 7 的一端经过装在起重臂顶端的定滑轮 8、起重钩架上的动滑轮 9 最后固定在起重臂上。

由钢丝绳、定滑轮及动滑轮组成的滑轮组,既可以改变起升速度,又减小了钢丝绳每个分支的受力。

当电动机作反向转动时,起重钩进行下降;制动器 11 装在轴 3 的一端,它可以控制起重钩的降落速度以至停止,使重物得到平稳地安放,但这时常需切断动力。

重物在起重钩的提升下,为了工作平稳,一般以每分钟 10 ~ 100 m 的速度提升,此时卷筒的转速约为每分钟十几至几十转;但是电动机轴的转速较高,例如一般常用的四极交流感应电动机轴转速为每分钟 1 430 转左右,所以在电动机与卷筒

之间必须设置减速装置(如V带传动、齿轮传动),使卷筒得到较低的适用转速。

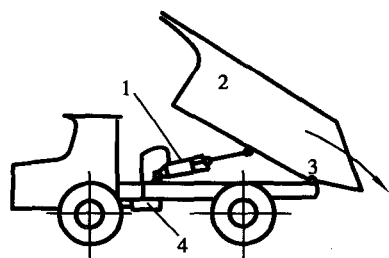


图 1.2

1—液压缸;2—车厢;3—铰销;4—液压泵

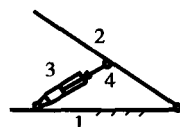


图 1.3

1—车架;2—车厢;
3—液压缸;4—活塞杆

图 1.2 是一台自卸式汽车,它是利用液压缸 1 顶推厢部而使车厢向后倾翻进行卸料的,这样与人工用锹卸料相比显然大大提高了劳动生产率。用机械的传动方式虽可以使车厢进行倾翻卸料,但其传动系统会复杂得多。现在采用液压传动,通过液压泵打出的压力推动液压缸 1 中的活塞、活塞杆来完成车厢 2 的倾翻运动,使传动机构大为简化了。

纵观以上两个例子,可以明显地看出:一台机械由动力装置、传动装置及工作装置三部分组成。此外还有操纵、控制装置等。

(1) 动力装置

它是提供机械动力源的设备,常用的有电动机、内燃机等,它们将电能、热能转换为机械能。图 1.1 中的卷扬机是用电动机来驱动的;图 1.2 中的自卸汽车是用内燃机驱动行驶的,而在卸料时又由内燃机通过取力器带动液压泵 4,泵出的高压油通过控制阀、输油管等进入液压缸使活塞推动车厢产生倾翻的。动力装置通常是从标准产品中选用。

(2) 传动装置

传动装置主要起着传递动力和转换运动的作用,实现工作装置预定的运动和动力参数。图 1.1 中 V 带传动、齿轮传动,它们实现电动机的高速转动转变为卷筒低速传动;而图 1.2 中车厢的倾翻,则是由于压力油使液压缸、活塞杆、车厢及车架组成的四连杆机构产生摆动而达到车厢倾翻的,其机构简图可参看图 1.3。

传动装置主要有机械传动及液压传动两种方式。

(3) 工作装置

工作装置是直接完成工作的部件,如卷扬机的卷筒、起重机的起重钩、自卸汽车的车厢、混凝土搅拌机的滚筒(图 1.4)、挖掘机的铲斗(图 1.5)等等。

工作装置是根据具体工作的要求,经过长期的实践总结而设计出来的,它根本地影响着生产效能。工作装置不同,机械的名称也随之各异。

(4) 操纵、控制装置

是控制机械运动的部件,它虽然附属于某

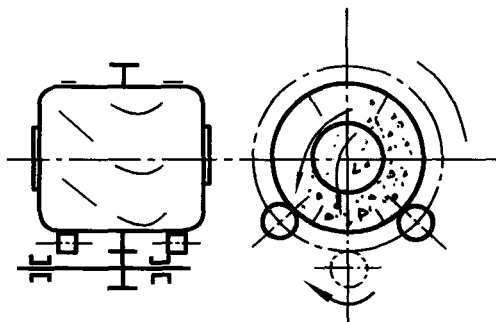


图 1.4

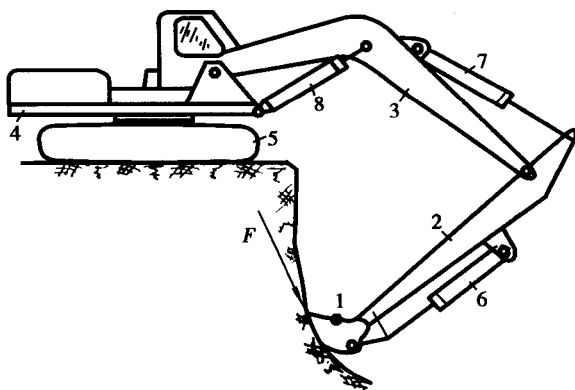


图 1.5

1—铲斗;2—斗臂;3—主臂;4—回转台;5—履带;6,7,8—液压缸

一种机械,但其性能如何,却很大地影响着机械本身的特性,有机械式的、液压式的、气动式的、电动式的以及几种形式联合式的多种,例如汽车的转向器、离合器、变速器及制动器等。操纵、控制装置往往是相当复杂的,由于机械本身的发展日益完善,当今,人们对各种机械操纵、控制装置的改进、研究都给予了很大的注意,以便使机械的操纵省力、方便、安全。

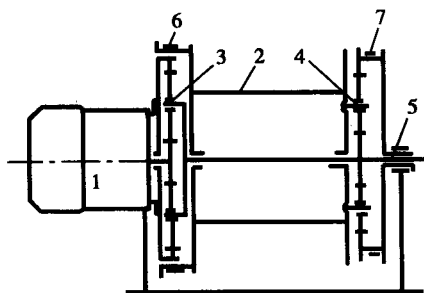


图 1.6

1—电动机;2—卷筒;3—第一级行星齿轮传动;
4—第二级行星齿轮传动;5—轴承;6,7—制动带

机,将整个齿轮传动都装在卷筒里面,使机械紧凑、轻便得多了。

本课程研究的主要对象是建筑机械,一般“机械”一词是指机器和机构的总称。

1.2.2 机器、机构和机械零件

在日常生活和生产中,人们都接触过许多机器,如前面两例,只要留心观察它们,经过分析就可发现各种机器都有以下三个重要特征:

①任何机器都是由若干个人为运动单元体组合而成的。这些运动的单元体通常称为构件。

②组成机器的各构件间都具有确定的相对运动。这种相对运动的规律往往是周期性的重复变换,每个变换周期就称为机器的一个运动循环。

③机器是用来替代或减轻人的体力、脑力劳动,使某种过程(如机械能的转换过程,生产

过程,脑力劳动过程等)机械化的技术设备。

人们通常把具有机器的前两个特征的技术装置称作“机构”。机构是实现运动和力转换的人为构件组合体。例如,一把折叠椅(见图1.7)是四个构件的人为组合体,构件间具有确定的相对运动,但这种装置不能自动完成折叠、打开的过程,所以它是一个机构。

由此可见,机器和机构都有一个共同的重要特征——传送和转换机械运动和力。从结构和运动的观点来看,机器是由机构组成的。一部机器可以包含几个机构,也可以只有一个机构,如电动机。机构是组成机器,实现运动和动力传递及转换的基础。

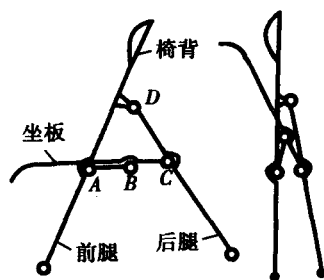


图 1.7

机器中常使用有限的几种机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间隙运动机构等。机构中相对固定不动的构件称为机架;驱动力所作用的构件称为原动件;其他的构件称为从动件。当机构的原动件给定运动规律时,其余从动件的运动随之完全确定。组成机构的构件可以是单一的整体,也可以是几个元件的刚性组合。

组成构件的元件是零件,因此它是组成机械的基本单元,机械是由许多不同功能的机械零件所组成。如图1.1卷扬机一例中,它由V带、齿轮、轴、轴承、卷筒、滑轮、钢丝绳及其他零件组成。机械零件是多种多样的。为研究方便起见,通常将机械零件分为通用零件和专用零件两种。

通用零件系指各类机械中经常可以用到、具有同一功能及性能的零件。按其用途分为以下几类:

- ①连接零件 如螺纹、键、销、铆钉等;
- ②传动零件 如齿轮、带轮、链轮、链条等;
- ③轴类零件 如轴、轴承、联轴器等;
- ④其他零件 如弹簧等。

专用零件系指只适用特定型式的机械零件,如起重机专用零件中的滑轮、卷筒和钢丝绳等。

本书中将介绍机器中最常用的机构和传动形式,以及常用的机械零件的工作原理、结构特点、基本设计原理和计算方法,介绍有关材料的选择、国家标准和规范。掌握这些有关建筑机械设备的知识,对于培养学生进行建筑机械设计的能力具有重要的指导意义。

1.2.3 机构运动简图

机构是由若个构件连接组成的。构件之间直接接触且具有确定的相对运动的连接称为运动副。如图1.1,1.2中构件间的连接都是。运动副中构件与构件的接触型式不外乎是点、线、面。把两构件间以点或线接触的运动副称为高副,而把两构件之间以面接触的运动副称为低副。如滚动轴承中球与内外圈之间的接触为点接触、齿轮与齿轮之间的接触为线接触,因此所组成的运动副便是高副。又如图1.2中液压缸中活塞杆与缸体、车厢之间的接触均为面接触,因此组成的运动副便是低副。在低副中,如活塞杆与刚体只能作相对直移运动,故又称移动副;而活塞杆与车厢仅能作相对回转运动,故又称回转副。常见运动副的符号见表1.1。

为深入地研究机构,首先应学会一种表示各种机构的组成情况、传动原理的简单图形的绘制方法。这种简图既是一种表示机械组成和运动的抽象模型,又是对机构进行结构组成、运动、受力分析和设计的基础。我们把这种简图称为机构运动简图。

由于在机械中,机构的外形比较复杂,而构件之间的相对运动又与其外形等因素无关,因此,绘制机构运动简图的原则是:只表现机构中与组成和运动有关的部分。具体地说,要在简图中简明地表示出影响机构各部分运动的以下三个主要因素:①机构原动件的运动规律;②机构中所有构件的数目和运动副的类型及数目;③确定同一构件上所有运动副元素间相对位置的尺寸。并且用简单的线条和符号表示构件和运动副的组成。表 1.2 是常用的一些传动机构运动简图符号。

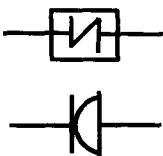
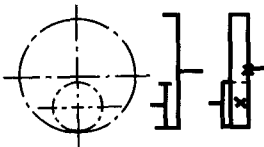
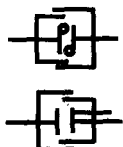
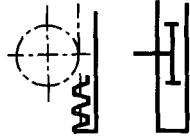
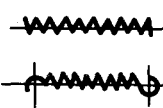
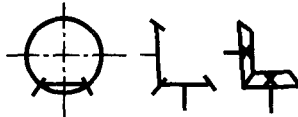
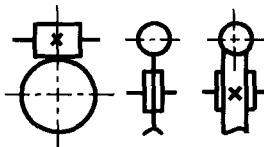
表 1.1 常用运动副符号

运动副名称		运动副符号	
		两运动构件构成的运动副	两构件之一为固定时的运动副
平面运动副	转动副		
	转动副		
	平面高副		

表 1.2 常用机构运动简图符号 (GB 4460—84)

名 称	代表符号	名 称	代表符号
凸轮机构		链传动	
零件与轴的 固定连接		外啮合圆柱 齿轮机构	

续表

名 称	代表符号	名 称	代表符号
弹性联轴器 万向联轴器		内啮合圆柱 齿轮机构	
啮合式离合器 摩擦式离合器		齿轮齿条传动	
压缩弹簧 拉伸弹簧		圆锥齿轮机构	
在支架上的电机		蜗杆蜗 轮传动	

在绘制机构运动简图时,首先要确定机架和原动件,然后再分析原动件的运动是怎样经过传动部分传递给工作部分的,整个机构有多少个构件和构件间用何种运动副连接;并且还要选定投影面,选定比例尺 μ_c 。总之,绘制机构运动简图要以正确、简练、清晰为目的。

为绘制机构运动简图所必须有的几何尺寸参数称为机构运动简图参数,机构运动设计的主要任务之一就是确定机构的各运动简图参数。

平面机构运动简图中,活动构件的表示方法如图 1.6。但在表示机架时,一般不需要将机架与其他构件构成的运动副都用线条连接起来。参看图 1.8、图 1.9(其中带斜线的符号即表示机架)即可找出规律。对于具有平面高副元素的构件,则须将高副元素的轮廓按比例画出。在简图中,机构的原动件要用箭头符号标出,对旋转的原动件应标上绕转动中心的圆弧状箭头符号;对直移的原动件则应沿直移方向标上直线箭头符号。

在实际工作中,有时只需用简图表明机构的传动原理,在这种情况下,绘简图时就不一定像绘运动简图那样,严格的按比例画图。这样的简图我们称为机构示意图。

下面就是表达机构运动简图画法的两个具体实例。

图 1.8(a)所示为一颚式破碎机,当曲轴绕轴心 O 连续回转时,动颚绕轴心 F 往复摆动,从而将矿石轧碎。此破碎机的机构运动简图如图 1.8(b)所示。

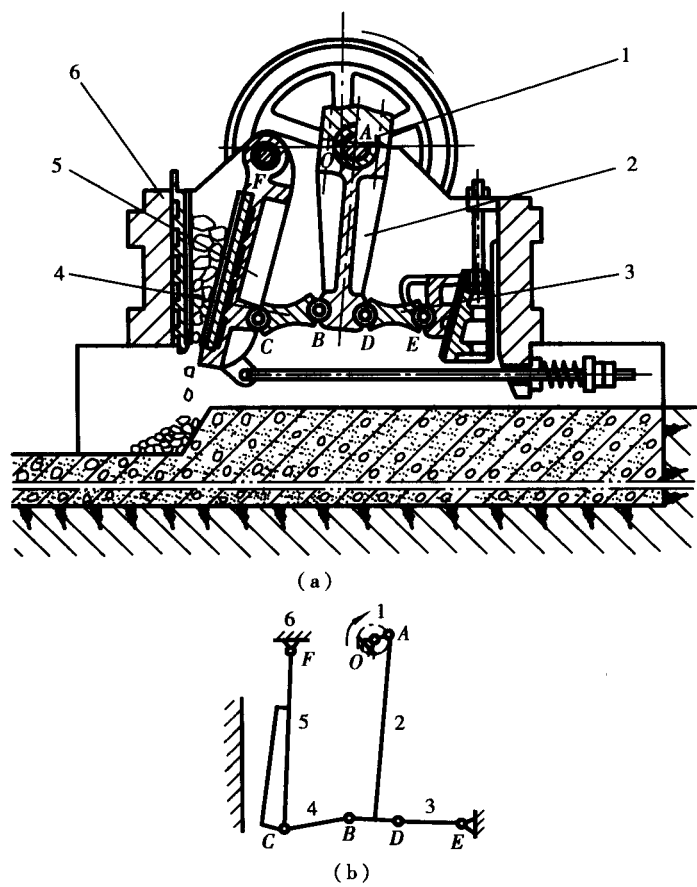


图 1.8

1—曲轴;2—连杆;3—连架杆;4—连杆;5—动颚板;6—机架
图 1.9(a) 所示为一小型压力机, 它的机构运动简图如图 1.9(b) 所示。

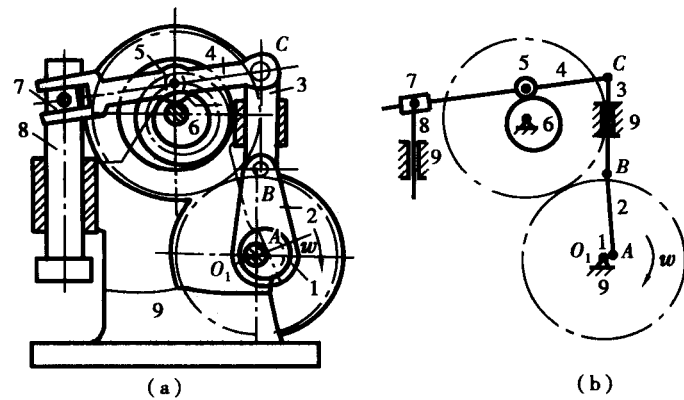


图 1.9

1—齿轮、曲轴;2—连杆;3—滑杆;4—摆杆;
5—齿轮、轮;6—滚子;7—滑块;8—冲头