



詹承桥 刘树道 编

建筑工程系列书

机械零件及建筑机械

(修订版)

华南理工大学出版社

机械零件及建筑机械

(修订版)

詹承桥 刘树道 编

华南理工大学出版社

026/36
内 容 提 要

本书是修订版，全书内容包括：导论；主要通用零件的工作原理与特性，以及计算；液压传动的基本概念，液压元件的工作原理与特性，以及液压基本回路；起重机专用零部件与卷扬机，起重机工作机构，起重机械、土方机械、混凝土机械和桩工机械的类型、工作原理、技术特性与应用，并重点介绍起重机械与混凝土机械。

本书适用于高等院校工业与民用建筑专业本科作教材，亦可供有关工程技术人员参考。

〔粤〕新登字 12 号

机械零件及建筑机械

(修订版)

詹承桥 刘树道 编

责任编辑 赖淑华

责任校对 叶锐燕

*

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮码 510641)

各地新华书店经销 封开县印刷厂印装

1988年2月第1版 1994年12月第2版

1994年12月第4次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.75 插页1 字数:390千

印数10 001—15 000

ISBN 7-5623-0042-9

TU·8 定价:15元

第二版前言

《机械零件及建筑机械》一书，自1988年出版以来，在教学中已经使用了数年，为促进教材建设、提高教学质量起了一定作用。几年来，我国建筑机械发展较快，国家又陆续颁发了部分标准、规范。因此，再版时对书中内容作了补充与修订，其主要部分有：

1. 初版总论一章改为导论；零件部分，如带传动、链传动等作了改写。
2. 钢丝绳的部分内容作了改写；增写了起重机工作机构的部分内容。
3. 增写了施工电梯以及塔式起重机的部分内容；按规范改写了起重机抗倾覆稳定性计算。
4. 混凝土搅拌机、混凝土泵、桩工机械等增写了部分内容；液压传动、土方机械等作了少量补充。

本书修订仍保持初版编写的基本原则。由于该课程的内容涉及面广，为了便于教学，在内容选择上力求少而精、突出重点，着重阐述基本概念与原理、主要计算以及有关工作特性与应用，并尽可能地反映我国建筑机械发展的新成就和现代水平。

本书机械零件、建筑机械部分由詹承桥编写，液压传动部分由刘树道编写。

华南理工大学谢尊渊教授、武汉城市建设学院倪进耀副教授对本书修订工作提出许多宝贵意见，特此致谢。

限于编者的水平和编写时间，书中难免有不妥之处，衷心欢迎读者批评指正。

编 者

1993. 11.

目 录

第一篇 机械零件与液压传动

第一章 导论

§ 1-1 机械的组成及有关参数	(3)
一、机械的组成	(3)
二、机械的工作参数	(4)
三、机械传动的主要参数	(4)
§ 1-2 机械设计的一般程序	(5)
§ 1-3 公差与配合	(5)
一、公差与配合的基本术语及定义	(5)
二、圆柱体结合的公差与配合	(9)
§ 1-4 表面粗糙度	(17)
一、表面粗糙度评定参数及其数值	(17)
二、表面粗糙度代(符)号及其注法	(18)
§ 1-5 钢的热处理	(19)
一、钢的退火和正火	(20)
二、钢的淬火	(20)
三、钢的回火	(21)
四、化学热处理	(22)
思考题与习题	(22)

第二章 带传动与链传动

§ 2-1 带传动	(23)
一、普通 V 带的结构和型号	(24)
二、普通 V 带轮的结构	(25)
三、带传动的工作情况分析	(25)
四、带传动的张紧装置	(28)
五、普通 V 带传动的设计计算	(28)
§ 2-2 链传动	(35)
一、套筒滚子链的结构与规格	(35)
二、套筒滚子链的链轮	(36)

三、链传动的传动比和许用功率	(37)
四、套筒滚子链传动的设计计算	(39)
思考题与习题	(42)

第三章 齿轮传动

§ 3-1 概述	(43)
§ 3-2 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分的尺寸关系	(44)
一、渐开线齿廓	(44)
二、直齿圆柱齿轮各部分尺寸关系	(45)
§ 3-3 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动	(46)
一、啮合线	(46)
二、传动比	(47)
三、正确啮合条件	(47)
四、标准中心距	(48)
§ 3-4 齿轮的失效与齿轮材料	(48)
一、齿轮的失效	(48)
二、齿轮材料	(50)
§ 3-5 直齿圆柱齿轮强度计算与结构	(51)
一、轮齿上的作用力和计算载荷	(51)
二、轮齿的弯曲强度计算	(53)
三、齿面的接触强度计算	(55)
四、齿轮的结构	(57)
§ 3-6 斜齿圆柱齿轮传动	(58)
一、斜齿圆柱齿轮齿廓啮合的主要特点	(58)
二、斜齿圆柱齿轮的几何尺寸关系	(59)
三、斜齿圆柱齿轮轮齿上的作用力	(60)
§ 3-7 直齿圆锥齿轮传动	(60)
一、直齿圆锥齿轮的齿廓	(60)
二、直齿圆锥齿轮几何尺寸关系	(61)
三、直齿圆锥齿轮轮齿上的作用力	(62)
§ 3-8 蜗杆传动	(63)
一、模数、压力角和正确啮合条件	(63)
二、蜗杆直径系数	(63)
三、蜗杆传动的传动比	(65)
四、蜗杆传动的滑动速度和效率	(65)
五、蜗杆传动的受力	(66)
§ 3-9 减速器与行星传动	(67)
一、减速器	(67)
二、行星齿轮传动	(68)

思考题与习题	(71)
--------	------

第四章 轴与键

§ 4-1 轴的分类与材料	(72)
§ 4-2 轴的结构	(73)
一、轴上零件的定位及固定	(73)
二、轴的结构工艺性	(74)
§ 4-3 转轴的强度计算	(74)
一、轴径的初步计算	(74)
二、按弯扭合成计算转轴	(75)
§ 4-4 键联接	(78)
一、普通平键	(78)
二、导向平键	(79)
三、楔键	(79)
四、花键	(79)
思考题与习题	(80)

第五章 轴 承

§ 5-1 滑动轴承	(81)
一、滑动轴承的分类与应用	(81)
二、向心滑动轴承结构	(81)
三、滑动轴承的润滑	(83)
四、非液体润滑滑动轴承的计算	(84)
§ 5-2 滚动轴承的结构、类型及其选择	(86)
一、滚动轴承的结构与类型	(86)
二、滚动轴承类型的选择	(88)
三、滚动轴承代号	(89)
§ 5-3 滚动轴承的选用计算	(90)
一、轴承的额定寿命和额定动负荷	(90)
二、轴承寿命和承载能力的计算	(90)
三、当量动负荷	(92)
四、滚动轴承静负荷计算	(93)
思考题与习题	(96)

第六章 联轴器与离合器

§ 6-1 联轴器	(97)
一、凸缘联轴器	(97)
二、万向联轴器	(98)
三、弹性圈柱销联轴器	(98)

四、带有制动轮的弹性柱销联轴器	(99)
五、液力联轴器	(99)
§ 6-2 离合器	(100)
一、牙嵌式离合器	(100)
二、圆盘摩擦离合器	(100)
三、圆锥摩擦离合器	(101)
思考题与习题	(102)

第七章 液压传动

§ 7-1 液压传动的基本概念	(103)
一、液压传动的工作原理	(103)
二、液压系统的组成	(104)
三、液压传动的优缺点	(104)
四、液压油	(104)
五、液流的连续性方程	(105)
六、液体的流动状态和压力损失	(106)
§ 7-2 液压泵和液压马达	(107)
一、齿轮泵	(107)
二、叶片泵	(109)
三、柱塞泵	(110)
四、液压马达	(111)
§ 7-3 液压缸	(112)
一、活塞缸	(112)
二、柱塞缸	(114)
三、液压缸的缓冲装置	(114)
四、液压缸的排气装置	(115)
§ 7-4 液压控制阀	(115)
一、方向控制阀	(115)
二、压力控制阀	(119)
三、流量控制阀	(124)
§ 7-5 辅助装置	(128)
一、油箱	(128)
二、管件	(128)
三、滤油器	(130)
四、蓄能器	(132)
五、密封件	(134)
§ 7-6 液压基本回路	(135)
一、压力控制回路	(135)
二、速度控制回路	(137)

三、多缸控制回路·····	(138)
§ 7-7 液压系统举例·····	(140)
一、滑升模板的液压系统·····	(140)
二、液压千斤顶的工作原理·····	(141)
三、滑模液压系统的计算·····	(141)
思考题与习题·····	(143)

第二篇 建筑机械

第八章 起重机零部件与卷扬机

§ 8-1 钢丝绳与滑轮·····	(147)
一、钢丝绳的种类和构造·····	(147)
二、钢丝绳的寿命和选用计算·····	(149)
三、钢丝绳端头的固接方法·····	(152)
四、滑轮·····	(153)
§ 8-2 滑轮组与卷筒·····	(153)
一、滑轮组种类·····	(153)
二、滑轮组倍率与效率·····	(154)
三、卷筒的种类和结构·····	(155)
四、卷筒的基本尺寸·····	(156)
五、钢丝绳进出滑轮及卷筒的偏角·····	(157)
§ 8-3 制动器·····	(158)
一、块式制动器·····	(159)
二、带式制动器·····	(159)
三、棘轮停止器·····	(161)
§ 8-4 卷扬机·····	(162)
一、双卷筒快速卷扬机·····	(162)
二、单卷筒卷扬机·····	(163)
三、卷扬机的选择和使用·····	(164)
思考题与习题·····	(165)

第九章 起重机械

§ 9-1 概述·····	(166)
一、起重机械的应用和分类·····	(166)
二、起重机的组成与工作机构·····	(166)
三、起重机主要性能参数·····	(172)

§ 9-2 塔式起重机	(173)
一、外部附着自升式塔式起重机	(174)
二、内部爬升式塔式起重机	(180)
三、下回转快速安装塔式起重机	(182)
§ 9-3 自行式起重机	(186)
一、汽车起重机	(187)
二、轮胎起重机	(189)
三、履带起重机	(190)
§ 9-4 稳定性、工作性能曲线与安全运用	(190)
一、起重机抗倾覆稳定性概述	(190)
二、塔式起重机稳定性计算	(191)
三、工作性能曲线	(193)
四、安全运用	(196)
五、固定式塔式起重机混凝土基础	(197)
§ 9-5 桅杆起重机与施工升降机	(197)
一、桅杆起重机	(197)
二、井式升降机	(199)
三、施工电梯	(202)
思考题与习题	(204)

第十章 土方工程机械

§ 10-1 概述	(205)
§ 10-2 推土机与松土机	(206)
一、液压操纵履带式推土机	(207)
二、推土机的生产率计算	(208)
三、松土机	(209)
§ 10-3 铲运机与装载机	(210)
一、自行式铲运机	(210)
二、铲运机生产率计算	(212)
三、单斗装载机	(212)
§ 10-4 单斗挖掘机	(213)
一、单斗液压挖掘机的基本组成和工作原理	(214)
二、单斗液压挖掘机主要工作装置	(215)
三、机械传动单斗挖掘机	(218)
四、单斗挖掘机的生产率计算	(219)
§ 10-5 压实机械	(219)
一、辗压式压实机械	(219)
二、振动式压实机械	(221)
思考题与习题	(223)

第十一章 混凝土机械

§ 11-1 混凝土搅拌机	(224)
一、混凝土搅拌机的工作原理与类型	(224)
二、锥形反转出料混凝土搅拌机	(225)
三、卧轴式混凝土搅拌机	(229)
四、混凝土搅拌机的运用	(233)
§ 11-2 混凝土搅拌站	(235)
§ 11-3 混凝土搅拌运输车	(238)
一、搅拌运输车的组成	(238)
二、搅拌装置	(238)
三、搅拌运输车的工作方式	(241)
§ 11-4 混凝土输送泵	(242)
一、混凝土泵的类型与工作原理	(242)
二、拖式混凝土泵	(243)
三、臂架式混凝土泵 (又称泵车)	(246)
四、清洗系统	(250)
五、混凝土泵的运用	(250)
§ 11-5 混凝土振动器	(253)
一、插入式振动器	(253)
二、附着式与平板式振动器	(256)
思考题与习题	(257)

第十二章 桩工机械

§ 12-1 柴油打桩锤与振动打拔桩锤	(258)
一、柴油打桩锤	(258)
二、振动打拔桩锤	(260)
§ 12-2 打桩架	(264)
一、步履式打桩架	(264)
二、履带式打桩架	(266)
§ 12-3 其他形式桩工机械	(267)
一、落锤	(267)
二、液压打桩锤	(268)
三、长螺旋钻孔机	(269)
思考题与习题	(270)

第一篇

机械零件与液压传动

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

第一章 导 论

§ 1-1 机械的组成及有关参数

一、机械的组成

一台机械不论是复杂还是简单，都包括动力装置、传动装置和工作装置三大组成部分。

动力装置是机械的动力来源，常用的有电动机、内燃机，它们将电能、热能转变为机械能。动力装置通常是从标准产品中选用。

传动装置是把动力装置的运动和动力传递给工作装置。这种传递必须使工作装置得到预定的运动和有关参数。

常用的传动装置有机械传动和液压传动。

工作装置是机械直接进行工作的部分，通过它完成有效机械功。不同用途的机械，工作装置的形式也不同。而且，工作装置的运动形式和有关参数也因工作对象的要求而异。

此外，一台机械一般还包括操纵或控制装置，有的机械还需要有行走装置。

现以一卷扬机为例，说明机械的组成。

在图1-1所示的卷扬机中：动力装置为电动机1；传动装置采用了齿轮减速器4，它的输入和输出轴用联轴器3、5分别与电动机轴和卷筒6支承轴相联，电动机的转速经齿轮减速器降低到卷筒所适宜的工作转速；工作装置为卷筒及其上的钢丝绳7。当卷筒作正、反向旋转（因电动机可逆转）时，将收绕或放出钢丝绳，从而使重物移动，以进行工作。此外，在高速轴上还装有制动器2，供刹车之用。

按照组成机械的基本单元，机械是由许多不同功能的机械零件（简称零件）所组成的。如卷扬机一例中，它由齿轮、轴、键（联接齿轮与轴）、轴承、卷筒、钢丝绳及其它零件组成。

机械零件是多种多样的。为了便于研究起见，通常将零件分为通用零件和专用零件

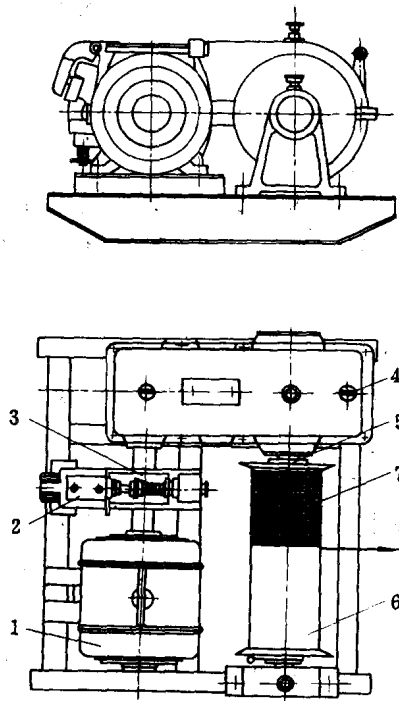


图 1-1 卷扬机

两大类。

通用零件是指在各类机械中经常使用的零件，它的功能具有通用性。按照用途，通用零件可以分为：

- (1) 联接零件 如螺栓、销、键等；
- (2) 传动零件 如带、带轮、链、链轮和齿轮等；
- (3) 支承零件 如轴、轴承等。

专用零件是指适用于某一类机械上的零件，如起重机专用零件中的滑轮、卷筒和钢丝绳等。

二、机械的工作参数

机械的工作参数，或称性能参数，是设计机械时需要解决的首要问题，同时也是选用时所要考虑的基本内容。它直接影响机械性能、适用范围、机械结构和产品经济性等。为了推进建筑机械制造业的三化（标准化、通用化和系列化），国家对多数建筑机械的基本参数颁布了标准系列。由于各类建筑机械基本参数的名称、内容有所不同，这方面的内容分别在各机械的章节中作进一步介绍。

三、机械传动的主要参数

机械传动的形式很多，实现同一运动和动力的传递，可以有多种机械传动形式。机械传动的主要参数有传动比、速度、功率、效率、外形尺寸和重量等，它是分析、比较机械传动形式的重要依据。现对几个主要参数简述如下：

1. 传动比 i

它是主动轴转速 n_1 与从动轴转速 n_2 之比，即

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (1-1)$$

传动比常为减速比。

2. 效率 η

带传动、链传动、齿轮传动以及轴承等，它们在运动时存在有摩擦阻力，因此需要消耗一部分功率。设主动轴发出的功率为 P_1 ，从动轴上的有效功率为 P_2 ，则传动效率为

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} < 1 \quad (1-2)$$

传动效率表示能量利用的程度，关系到节约能源和降低成本的问题，应尽可能选用传动效率较高的机械与设备。

3. 轴上的转矩

设主、从动轴上的转矩分别为 T_1 、 T_2 ，由效率计算式可得

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2 n_2 / 9550}{T_1 n_1 / 9550} = \frac{T_2}{T_1 i}$$

则

$$T_2 = T_1 i \eta \quad (1-3)$$

由于主、从动轴的转速不同，因此两轴所受的转矩也不相同，转速愈低的轴，其转矩愈大。

§ 1-2 机械设计的一般程序

从设计或者革新一种机械到成为产品，实际上没有固定不变的步骤，现将一般程序问题介绍如下：

(1) 编制设计任务书 设计任务书是经过调查研究、综合分析后制定出来的，它是设计的主要技术依据，其内容一般包括必要性与可行性、机械用途、设计参数、主要结构和技术经济分析等。

(2) 设计 根据任务书和技术资料，拟定机械各个组成部分，作出某些机构图，进行运动学和受力分析以及计算设计参数。对于某些重要零件，甚至作出工作能力计算。从而作出设计方案草图（如总图、部件图）。

经修改、完善后，便绘制装配总图、部件装配图和非标准的零件图，并进行零件的设计计算和整理设计计算书。

(3) 审定设计。

(4) 试制、试验与测试 完成试制的机械必须进行性能参数的试验与测试，有的还应进行应力、变形等测试，以检验它们与设计数据是否相符。

(5) 使用考核、鉴定 将试制的机械提交生产单位，进行生产性使用考核，进一步检验机械的可靠性、质量以及其它方面情况。经使用考核后，有的机械部分还将进行解体检验和测试。将以上各有关资料整理成鉴定文件，提请鉴定部门审查、鉴定，决定是否修改设计或投产。

§ 1-3 公差与配合

在机械制造中，对两相结合的零件，若从制成的成批零件中各任取一个，不经任何挑选和辅助加工、修整，便能顺利结合，并满足功能要求，则称该零件具有互换性。例如，一辆汽车有成万个零件，由于零件具有互换性，故能分别由不同车间、工厂进行专业化生产，而后集中到装配线上按流水作业工作方式完成装配。而汽车零件损坏后，又能用同规格的新零件更换。这就表明，互换性原则对于机械工业具有十分重要的作用。

同一规格的零件中，若每个零件的实际参数（如尺寸）值都制成一样，并等于给定值，无疑会有互换性。但是，此种要求是既不可能，也无必要的，因为误差不可避免。而且，只要零件的实际参数值保持在允许的变动范围，实际上就能满足互换性要求。因此，对零件参数值规定允许的变动量，这一变动量称为公差。所以按公差制成的零件就具有互换性。公差是实现零件互换性的重要条件。

一、公差与配合的基本术语及定义

基本尺寸：由设计给定的尺寸。

实际尺寸：通过测量获得的尺寸。

极限尺寸：允许尺寸变化的两个界限值。

两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。

尺寸偏差（简称偏差）：某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差；最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。上偏差与下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。偏差可以为正值、负值或零值。

尺寸公差（简称公差）：允许尺寸的变动量。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值；也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。

图 1-2 表示轴与孔的基本尺寸、极限尺寸、偏差与公差的示意图。

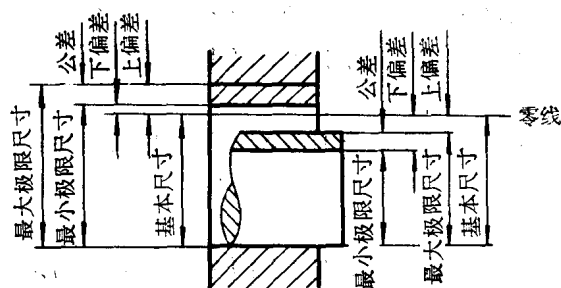


图 1-2 公差示意图

例 1-1 已知孔基本尺寸 $\phi 45\text{mm}$ ，最大极限尺寸为 $\phi 45.014\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 44.989\text{mm}$ ，试计算偏差和公差。

解：上偏差 $= 45.014 - 45.000 = 0.014\text{mm}$

下偏差 $= 44.989 - 45.000 = -0.011\text{mm}$

公差 $= 0.014 - (-0.011) = 0.025\text{mm}$

公差 $= 45.014 - 44.989 = 0.025\text{mm}$

上例基本尺寸与极限偏差可写成 $\phi 45 \pm \begin{smallmatrix} 0.014 \\ 0.011 \end{smallmatrix} \text{mm}$ 来表示。

由于公差、偏差的数值与基本尺寸数值相差甚大，不便用同一比例表示，故采用公差与配合图解，简称公差带图。

公差带图表示的形式如图 1-3 所示。它由零线与公差带组成。

零线：在公差带图中，确定偏差的一条基准直线，即零偏差线。通常零线表示基本尺寸。

正偏差位于零线上方，负偏差位于零线下方。

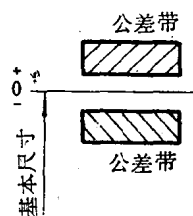


图 1-3 公差带图

公差带：在公差带图中，由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。

公差带在垂直于零线方向的宽度代表公差大小。在国家标准中，公差带包括了“公差带大小”与“公差带位置”两个参数。前者由标准公差确定，后者由基本偏差确定。

标准公差：国家标准规定的，用以确定公差带大小的任一公差。

基本偏差：用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差（图 1-4）。

配合：基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。