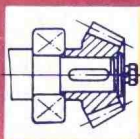
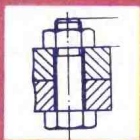
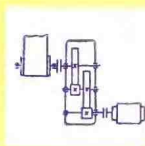


高等学校试用教材



機械設計

刘贵富 赵中辛 主编



蓝天出版社

内 容 简 介

本书是根据国家教委制定的《机械设计课程教学基本要求》，并结合编者多年的教学经验编写而成，在安排本书体系和各章节教学内容时，充分吸收了国内外各种同类教材的优点和编者们的最新研究成果，摆脱了传统教材编写观念的束缚。全书分为三篇，第一篇——机械零(部)件功能与结构，第二篇——机械零(部)件设计，第三篇——机械传动系统方案设计。在内容安排上，从结构认识入手，以基本理论为指导，以设计计算为主线，以培养设计构思和设计技能为宗旨，叙述力求深入浅出，细致严谨，通俗易懂，突出重点，分散难点。本书可作为高等工业院校机械类专业机械设计课程的试用教材，也适宜作近机类专业机械设计课程的教材及供各有关专业师生和工程技术人员参考。

高等学校试用教材

机 械 设 计

刘贵富 赵中奎主编

蓝天出版社出版发行

(北京复兴路14号)

(邮政编码: 100843)

登记证号: (京) 126号

长春地质学院印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 16.375印张 450千字

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印数1—4090

ISBN 7-80081-135-2/TH·3

定价: 7.53元



前 言

本书是根据国家教委制定的《机械设计课程教学基本要求》编写的一本全新体系的机械设计教材,讲授70~85学时。

本书的体系是从机械总体结构分析入手,进一步阐述组成机械的各个零(部)件的功能与结构,然后学习常用机械零(部)件的设计理论与方法,最后回到机械总体方案设计,紧接着进行课程设计,设计一台完整的简单机械(或部件)。这样就完成了由实践到认识再到实践;由整体到局部,又由局部回到整体的一个认识循环过程,符合学生认识规律。

考虑到目前各高等院校机械设计教学课时都在70~85学时之间,故本书的编写对内容进行了精选,突出了本课程必需的基本知识、基本理论和基本方法,对设计公式的推导作了适当的简化。

本书由天津、山东、江苏、吉林、内蒙古、黑龙江等省市部分高校教师联合编著,具体有:吉林工学院刘锐锋、赵秀文、张诚,长春光机学院张贵琪、李占国;长春职工大学隋胜军;解放军兽医大学刘杨;鸡西市职工业余大学何书仁;内蒙古林学院阎惠君;天津大学分校刘自强、吕捷;内蒙古农牧学院赵中奎;吉林化工学院公方贵、董文义;吉化公司职工大学姬淑珍、叶枝敏;黑龙江矿业学院卢士敏;济南机械职工大学张明哲;长春大学吴庆国、刘贵富;一汽职工大学杨兆华;吉林铁路运输职工大学万宗保;空军第一飞行基础学校毛春田、宋秋洪;长春地质学院张延实。全书由刘贵富、赵中奎任主编,刘锐锋、公方贵、杨兆华、阎惠君、刘自强(排名不分先后)任副主编,并由刘贵富同志最后统编定稿。

本书由吉林工学院高永顺副教授、长春大学于永芳副教授、长春地质学院刘宝仁副研究员担任主审,提出很多宝贵意见,在编写过程中,曾得到吉林工业大学孟慧琴教授、宋景文副教授,天津大学唐蓁域副教授,清华大学黄地频教授的支持和关心,长春大学机制专业高鸿、李俊梅两同学协助誊清了部分书稿,编者在此一并表示谢意。

编 著 者

1990年5月

学 习 导 引

一、本课程的性质与任务

机械设计是一门综合应用各先修课程（如高等数学、理论力学、材料力学、金属工艺学、机械制图、机械原理、互换性与测量技术基础等）的基础理论和工程实践生产知识的设计性课程。它是机械类专业的一门主干课。本课程着重机械设计基本知识、基本理论和基本方法的阐明，并着重设计构思和设计技能的训练及培养。在教学计划中，它是联系基础课程与专业课程的桥梁和纽带，毕业后，是工作中的主要看家本领。

本课程的主要任务是：

- (1) 树立正确的设计思想，运用辩证唯物主义的观点剖析机械设计中，特别是机械零（部）件设计中的普遍性矛盾，掌握常规设计的一般规律；
- (2) 掌握通用零（部）件的常规设计计算方法，具有设计通用机械传动装置和一般简单机械的能力；
- (3) 具有熟悉和运用机械设计手册、图册、标准、规范等有关技术资料的能力；
- (4) 初步了解机械零件的基本实验方法，获得实验技能的基本训练；
- (5) 对现代设计方法有所了解；
- (6) 对国家颁布的有关技术经济政策和法规有所了解。

二、本课程的学习方法

现提出以下几点，供大家参考。

1. 设计机械并不神秘 机械就是利用力学原理组成的各种装置。它是机器和机构的统称。机械设计可分为仿制测绘、改进设计、创新设计。仿制测绘就是对其他单位设计的定型产品进行测量和绘制或对其产品图纸进行描绘复制，对其结构基本上不作更改。改进设计就是根据生产技术和用户提出的意见，对目前正在生产的老产品进行局部修改或移植某种新技术，以改进其性能或使之适应某些要求。创新设计就是采用新原理、新结构、新材料、新技术进行的设计。创新设计要依靠基础研究和应用研究为其提供科学理论和技术储备。一个好的设计就是在掌握各种常见零（部）件、构件性能的基础上进行准确的选择、熟练的计算和巧妙的组合。因此大家在学习时一定要注意结构知识的学习。提醒大家一点：当您接受设计任务后，不要马上动手，而要先仔细看看你的竞争对手是怎样设计的。然后再深究一下，他们为什么这样设计，如果你看出了其中的长处和不足，那么你的设计就等于完成了一半。

2. 系统地掌握课程内容 本书是将课程内容分三个单元来讨论的。第一单元主要是讨论常见零（部）件的功能与结构。通过第一单元的学习，大家应掌握常见通用零（部）件的类型、结构特点、优缺点和应用范围。在这个阶段学习中，要独立完成结构认识方面的作业，要多徒手画结构图以加强感性认识，为第二单元——机械零（部）件设计的学习奠定基础。

第二单元基本上是以每一种零（部）件作为一章进行讨论的。学习此单元时应掌握每种零（部）件工作情况分析（如受力分析、应力分析、运动特性分析等）和可能的失

效形式,以及由主要失效形式得出保证该零(部)件承载能力的设计准则、计算方法和公式。其中,对于计算的出发点、公式中各系数的物理意义、分析方法以及各系数的选择原则和对设计结果的影响要着重掌握。对于零件设计的原始数据、设计内容和设计步骤也必须掌握。至于公式的具体推导过程只要求了解,复杂的公式也不要死记硬背。机械零(部)件设计是本课程的基本教学内容,但本课程的最终目的在于综合运用各种机械零(部)件和各种机构以及其它先修课程的知识,进行机械传动装置和简单机械的设计。

在掌握了常用零(部)件功能、结构、性能和设计方法的基础上,便可进一步学习本书的第三单元——机械传动系统方案设计。学习此部分内容时可和机械原理中的机构运动选型与组合设计综合起来进行。学习这一单元时,要求大家不要仅仅限于教材内容上,要敢于大胆地提出新设想、新构思。因一台机器在设计上是否有创新往往就取决于方案设计是否有突破,而且方案设计的好坏对机器的性能、成本和外观有着重要的影响。

3. 要注意提高分析问题和解决问题的能力 机械零(部)件设计解决的都是实际问题。由于生产实际中的问题比较复杂,零(部)件设计往往不能单纯由理论计算去解决。有些系数和数据是在一定条件下实验得来的,有时还要用到经验的或半经验的公式,即可能有多种方案完成同一功能。因此,要注意系数、数据和公式的应用范围及其使用条件,在确定零件形状和尺寸时要考虑各零件之间的相互联系和协调,并重视结构设计的作用。机械设计问题往往有多个解,要逐步学会从各种可能的多种解答中通过评价找出最佳解。

4. 重视实践、多作练习 本课程是实践性很强的课程,绝不能认为字面上懂了就掌握了。要独立去完成《机械设计自测题集》中的练习题和设计作业;要高度重视本课程的课程设计;要到现场去观察和分析实际机器及零件的型式、结构特点和应用,并调查其出现过的问题,以逐步积累实际知识和建立实际概念。

目 录

前言.....	(1)	学习导引.....	(5)
---------	-----	-----------	-----

第 I 篇 机械零(部)件功能与结构

第一章 机械的结构分析	(1)	§ 4-1 螺纹联接件.....	(34)
§ 1-1 机械组成.....	(1)	§ 4-2 轴毂联接件.....	(37)
§ 1-2 通用机械零(部)件.....	(3)	§ 4-3 铆接焊接和粘接.....	(41)
第二章 传动件	(5)	§ 4-4 联轴器.....	(42)
§ 2-1 机械传动的基本型式.....	(5)	§ 4-5 离合器.....	(46)
§ 2-2 轮系传动件.....	(9)	第五章 其它件	(48)
§ 2-3 挠性传动件.....	(15)	§ 5-1 弹簧.....	(48)
第三章 轴系零(部)件	(19)	§ 5-2 机体.....	(50)
§ 3-1 轴.....	(19)	第六章 润滑和密封	(53)
§ 3-2 滚动轴承.....	(21)	§ 6-1 润滑油.....	(53)
§ 3-3 滑动轴承.....	(27)	§ 6-2 常用机械零(部)件的润滑.....	(56)
第四章 联接件	(31)	§ 6-3 密封.....	(63)

第 II 篇 机械零(部)件设计

第七章 机械零件设计计算基础	(66)	§ 10-5 齿根弯曲疲劳强度计算.....	(123)
§ 7-1 机械零件设计概述.....	(66)	§ 10-6 齿轮传动短期过载强度计算.....	(128)
§ 7-2 机械零件中的载荷和应力.....	(71)	§ 10-7 齿轮传动设计计算.....	(129)
§ 7-3 机械零件的整体强度.....	(73)	第十一章 蜗杆传动设计	(137)
§ 7-4 机械零件的表面强度.....	(83)	§ 11-1 蜗杆传动的失效形式和设计准则.....	(137)
第八章 带传动设计	(85)	§ 11-2 蜗杆传动的设计计算.....	(139)
§ 8-1 带传动的失效形式及设计准则.....	(85)	第十二章 螺旋传动设计	(155)
§ 8-2 普通 V 带传动设计计算.....	(91)	§ 12-1 螺旋传动的失效形式和设计准则.....	(155)
第九章 链传动设计	(99)	§ 12-2 螺旋传动设计计算.....	(158)
§ 9-1 链传动的失效形式及设计准则.....	(99)	第十三章 滑动轴承设计	(159)
§ 9-2 链传动设计计算.....	(102)	§ 13-1 非液体润滑滑动轴承设计计算.....	(159)
第十章 齿轮传动设计	(107)	§ 13-2 液体动压润滑滑动轴承设计计算.....	(161)
§ 10-1 齿轮传动的受力分析.....	(107)	第十四章 滚动轴承选择	(171)
§ 10-2 齿轮的失效形式和设计准则.....	(112)	§ 14-1 滚动轴承的类型选择.....	(171)
§ 10-3 齿轮材料及热处理.....	(115)	§ 14-2 滚动轴承的尺寸选择.....	(172)
§ 10-4 齿面接触疲劳强度计算.....	(117)	第十五章 轴系设计	(182)

§ 15-1 轴系结构设计	(182)	§ 16-3 螺栓组联接设计计算	(209)
§ 15-2 轴系设计计算	(192)	§ 16-4 单个螺栓联接设计计算	(217)
第十六章 螺纹联接设计	(203)	第十七章 圆柱螺旋弹簧设计	(229)
§ 16-1 螺纹联接的失效形式和设计准则	(206)	§ 17-1 弹簧的失效形式和设计准则	(229)
§ 16-2 螺纹联接的预紧和防松	(206)	§ 17-2 弹簧设计计算	(232)

第III篇 机械传动系统方案设计

第十八章 机械传动系统设计		§ 18-3 机械传动系统的设计原则	(243)
的基本问题	(239)	第十九章 机械传动系统方案设计	
§ 18-1 机械传动系统方案设计的地位和作用	(239)	实例	(245)
§ 18-2 机械传动系统的设计程序	(240)	§ 19-1 切雪机方案设计	(245)
		§ 19-2 转车开门机构方案设计	(252)

第 I 篇 机械零(部)件功能与结构

第一章 机械的结构分析

§ 1-1 机械组成

机械是人类用以减轻繁重的体力劳动和提高劳动生产率的工具。机械按照用途的不同可分为很多种类,如:运输机械、矿山机械、金属切削机械、农业机械、纺织机械、建筑机械等等。但是,如果抛开这些机械的用途来研究这些机械的组成,就会发现:不管是什么机械,从总体上看它都由三部分组成,即原动机——传动装置——工作机。

1. 原动机 机械完成工作任务的动力源。它把其它形式的能量转变为机械能,以驱动工作机完成预定的运动和功能。常用的是电动机,此外,还有内燃机、蒸汽机等。

2. 传动装置 将原动机的运动和动力传给工作机的中间环节(如图 1-1 中的减速器)。传动装置在机械中的主要作用是:(1)减速(或增速)。由于生产实践中工作机所需要的速度一般与原动机的速度不相符合,它们之间要用传动装置来协调。一般情况是减速(有时也为增速)。(2)变速。许多工作机的转速需要能够根据生产要求进行调整,用调节原动机的速度来实现,往往很不经济,甚至不可能,而用传动装置来实现变速很方便。(3)改变运动形式。原动机输出轴通常作等速回转运动,而工作机的运动形式,则是依工作要求的不同而不同,它是多种多样的。如直线运动、螺旋运动、间歇运动、摆动等,要靠传动装置实现运动形式的改变。(4)传递与分配动力。有时一台

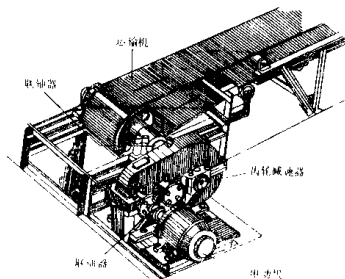


图 1-1 带式输送机

原动机要同时带动若干个运动形式和速度都不相同的工作机，此时，传动装置不仅起变速和改变运动形式的作用，而且还要起分配动力和运动的作用。

3. 工作机 机械直接完成工作任务的执行机构(如图1-1中带式运输机的传送带)。

在一台机械中，除了上述三大部分外，一般还应有操纵及控制装置和一些辅助装置(如：冷却、润滑、照明、电气等)。

4. 操纵及控制装置 操纵及控制机械各组成部分协调动作，并准确可靠地完成工作任务的装置。如：操纵机械的起动和停车，改变传动系统的运动状态和工作参数；调节工作机构的行程或速度及控制各工作机械之间的协调动作等。操纵装置及控制装置通常由各种形式的连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、蜗杆机构或组合机构组成。

构成机械的三大部分及操纵、控制装置都是通过机架或地基，将它们联成一个整体，组成一个具有一定结构型式、一定外形尺寸的有形物体——机械。

机械可以是固定的，称为固定式机械。如：各种机床、带式运输机、卷扬机等。机械也可以是移动式的，称为行走机械。如汽车、拖拉机、挖掘机等。固定机械与行走机械的根本区别，就在于行走机械上有转向装置和行走装置，除此之外，二者的总体结构组成是相似的。

以上我们分析了机械的总体结构组成，如果我们再深入研究一个机械组成的细节，就会发现任何一台机械都是由一定数量的基本元件组成的，这种组成机械的基本元件称为机械零件，简称零件。如齿轮、轴、壳体等。机械零件按其应用的范围可分为两大类，即通用零件和专用零件。

通用零件是指在各种机械中都能遇到的零件。它在普通条件下工作(即不是高温、低温、高速、高压)而且具有同一功能，如齿轮、螺栓、螺母等。

专用零件是指仅适用一定类型机械上的零件，并且表征此种机械的特点，如内燃机上的曲轴、汽轮机上的叶片、农业机械上的犁铧、纺织机械上的纺锭等。

为了制造、装配和运输及使用上的方便，常常还把机械中为完成同一功能的很多零件组合在一起形成一个协同工作的整体，如减速器、联轴器、离合器、轴承等。这种为完成同一功能在结构上组合在一起的一套协同工作的零件的总体，称为部件。

综合以上分析，可将机械组成归纳如下：

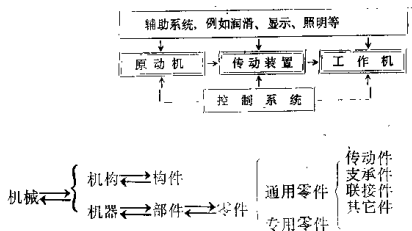


图 1-2 机械的组成

§ 1-2 通用机械零（部）件

一、通用机械零（部）件的种类

如上所述，通用零（部）件在各种机械上都能见到，它包括有：传动件、支承件、联接件、其它件。现以在机械中经常作为传动装置的减速器为例，分析一下各通用零（部）件的功能和种类，从图 1-3 中可以看出，减速器中有以下几种通用零（部）件：

1. 传动件 齿轮 1、2 组成齿轮传动，其功能是减速、传递运动和动力。在减

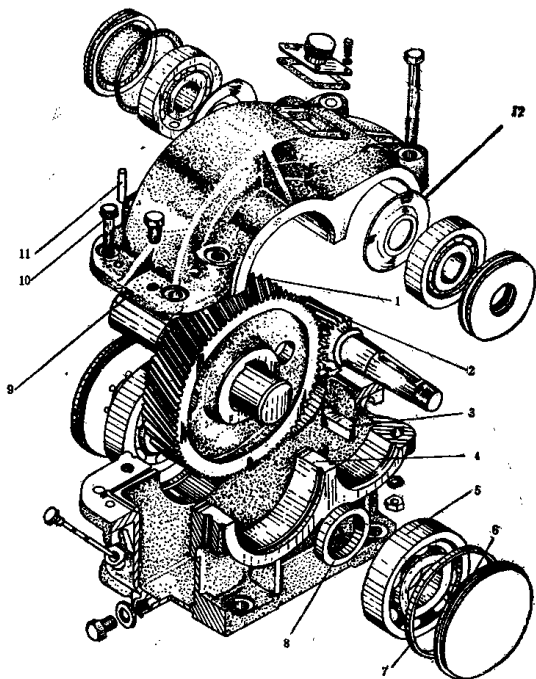


图 1-3 单级圆柱齿轮减速器

速器机体外,还可以有带和带轮组成带传动或链和链轮组成链传动。

2. 支承件 轴2、9及轴承5,其功能是支承齿轮或带轮、链轮以及轴上的其它零件。

3. 联接件 螺栓10、平键3、圆锥销11,其功能是将零件联接成一个整体。

在机械中除了以上介绍的几种传动件外,还有一种螺旋传动件,它包括有:螺栓(又称丝杆)和螺母。如普通车床的尾架、走刀架、溜板箱等处都装有螺旋传动装置。其功能是:调节位移,改变运动方式,传递运动和动力。

4. 其它件 常用的是机体,它包括机盖12、机座9,其功能是支持各零件,承受机器的载荷。除此之外,还有弹簧,其功能是缓冲、吸振,控制运动、储存能量、测力等。

二、轴系

单独的某种通用零(部)件,在机械中并不能工作,只有它们彼此组合起来,形成一个系统才能完成工作任务。如图1-3所示,轴承安装在机体上与轴和轴上的传动件以及轴上的其它零件组成一个有机的整体成为系统才能传递运动和动力。这个有机的整体称为轴系。一个轴系上的传动件与另一个轴系上的传动件间的动力传递,构成了机械传动系统。轴系上的零件包括有主件:传动件齿轮1、2,支承件轴承5、轴9;外传动件等。附件:轴承盖6、轴上挡圈8、密封件7、轴端挡圈等。

三、轴与轴的联接

在机械传动中,由于各种客观条件的限制,不可能用一根长轴把原动机、传动装置和工作机直接联接在一起,而是根据结构、制造和使用要求分成几段,然后再用一个相应的零(部)件,把各段的轴与轴联接起来,从而象一根轴一样来传递运动和动力。在同一轴线上对轴的联接,有着不同的要求,如有的轴需要长期联接,有的轴需要随时离合,有的轴需要随时制动或降低转速等。为了适应这些工况的要求,设计、制造了联轴器、离合器和制动器等部件。

联轴器是通过左、右两半联轴器把两轴紧密地联成一个整体来传递运动和动力。这种联接方式,只有在机械停止运转时,通过拆卸才能把两轴分开。

离合器也是通过左右两半结构把两轴联接起来传递运动和动力。但这种联接方式,在机械运转过程中可根据工作需要随时使两轴结合或分离。

制动器是利用摩擦力矩制动轴,使轴停止回转的一种装置。它一般装在转速较高的轴上,因高速轴相比所受扭矩小,所需的制动力矩小,因而制动器的尺寸可较小。

四、机械中的其它联接

机械中的联接,除了通过联接件外,还有铆接、焊接、粘接及轴毂间的过盈配合联接、成形联接等。铆接、焊接、粘接和部分过盈配合联接,它们在机械中联接以后不能拆开,称为不可拆联接。而齿轮与轴通过键联接,机盖和机座通过螺纹联接件联接,在机械中联接后可以拆开,称为可拆联接。

第二章 传 动 件

§ 2-1 机械传动的基本型式

机械传动按工作原理可分为利用传动件间的摩擦力来传动的摩擦传动和利用传动件间的啮合力来传动的啮合传动两大类。每一类传动又可分为若干种具体的传动型式，如图2-1所示。

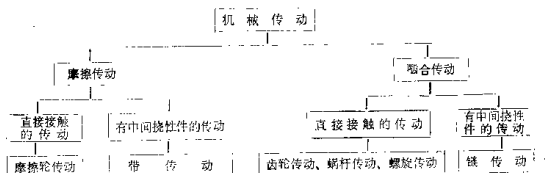


图 2-1 机械传动的基本型式

一、摩擦传动

1. 摩擦轮传动 摩擦轮传动可分为传动比基本固定的和传动比可调的两种。

图2-2是最简单的摩擦轮传动，由两个相互压紧的圆柱摩擦轮组成。当传动正常工作时，主动轮1可借摩擦力的作用带动从动轮2回转，并使传动基本上保持固定的传动比。设 N 为两轮接触面间的法向压力， f 为轮面材料的摩擦系数，则传动在接触面间的最大摩擦力为 fN ，此摩擦力应大于或等于带动从动轮所需的工作圆周力 F ，即

$$fN \geq F \quad (2-1)$$

如果 $fN < F$ ，则主动轮就带不动从动轮回转，而将在从动轮的轮面上打滑。

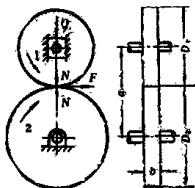


图 2-2 圆柱平摩擦轮传动

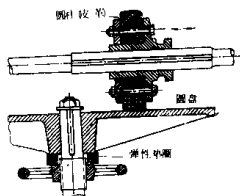


图 2-3 圆柱圆筒式摩擦无级变速传动

图 2-3 的摩擦轮是由圆盘和圆柱所组成。设圆盘为主动轮，并以一定的转速回转，则从动轮的转速可随圆柱在圆盘上的位置不同而改变。这种从动轮转速可以调节（传动比相应改变）的摩擦轮传动称为摩擦无级变速传动。由于无级变速可在机器不停车的情况下进行调速，所以有利于提高机器的生产率。

摩擦轮传动的缺点是轴和轴承的作用力很大，不宜传递大功率，有相对滑动，传动比不能保持恒定，工作表面磨损较快，寿命短，效率较低。

2. 带传动 带传动也是一种摩擦传动，它由主动带轮、从动带轮和紧套在带轮上的环形带所组成，如图 2-4 所示。它是依靠带与带轮之间的摩擦力传递运动与动力。

带呈环形，并以一定的拉力（称为张紧力） F_0 套在一对带轮上，使带和带轮相互压紧。传动不工作时，带两边的拉力相等，均为 F_0 ；工作时带与轮之间的摩擦力使其一边的拉力加大，另一边的拉力减小。两者之差 $F_1 - F_2$ 即为带的有效拉力，它等于沿带轮的接触弧上摩擦力的总和。在一定条件下，摩擦力有一极限值，如果工作阻力超过极限值，带就在轮面上打滑，从而使传动不能正常工作。

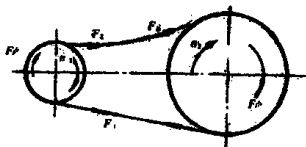


图 2-4 带传动

因为带传动具有中间挠性件并靠摩擦力工作，所以它具有以下几个特点：（1）能缓和载荷冲击；（2）运行平稳、无噪声；（3）制造和安装精度不象啮合传动那样严格；（4）过载时将引起带在带轮上打滑，因而可防止其他零件的损坏；（5）可增加带长以适应中心距较大的工作条件。

带传动有下列缺点：（1）有弹性滑动，使效率降低和不能保持准确的传动比；（2）带的寿命较短；（3）传递同样大的圆周力时，轮廓尺寸和轴上的压力都比啮合传动大。

二、啮合传动

1. 链传动 链传动是由装两个平行轴上的主动链轮和从动链轮以及绕在链轮上的传动链条所组成，如图 2-5 所示。链传动依靠链轮轮齿与链节的啮合传递运动和动力。但它是非共轭啮合。

和带传动比较，链传动的主要优点是：（1）没有弹性滑动；（2）工况相同时，传动尺寸比带紧凑；（3）不需要很大的张紧力，作用在轴上的载荷较小；（4）效率较高， $\eta \approx 98\%$ ；（5）能在灰尘较多、湿度较大的恶劣条件下工作等。因链传动具有中间元件（链条），和齿轮、蜗杆传动比较，传递的中心距可以很大。

链传动的缺点是：（1）只能用于平行轴间的传动；（2）瞬时速度不均匀，高速运转时不如带传动平稳；（3）不宜在载荷变化很大和急促反向的传动中应用；（4）工作时会有噪声；（5）制造费用比带传动高等。

2. 齿轮传动 齿轮传动是由两个相互啮合的带齿的轮子所组成，如图 2-6 所示。它是机械传动中应用最广泛的一种传动。根据生产发展的需要齿轮传动的类型越来越

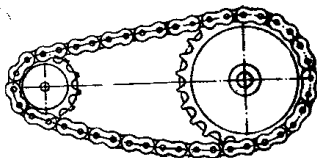


图 2-5 链传动

越多,从支持齿轮轴的位置来看,有平行轴的圆柱直齿轮和斜齿轮及人字齿轮传动;有两轴相垂直的圆锥齿轮传动;有两轴相交叉的螺旋齿轮传动等。从齿轮齿形来看:有直齿、斜齿、曲齿、圆弧齿等。从齿轮轮齿的齿廓曲线形状看:有渐开线、摆线、圆弧线、双曲线等。其中以渐开线圆柱齿轮应用最广。(除图 2-6 所示的齿轮传动外,其余的可参看机械原理)。

齿轮传动具有外廓尺寸小、效率高、传动比恒定、功率和速度范围广等优点。由于齿轮是靠着齿的啮合传递动力,所以即使有很小的制造误差及齿廓变形,在高速时也将引起冲击和噪声,这是啮合传动的主要缺点。提高制造精度或改用螺旋齿可以减轻这一缺点,但不能完全消除。

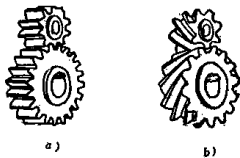
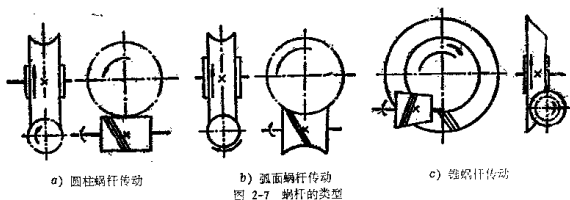


图 2-6 齿轮传动

3. 蜗杆传动 蜗杆传动是由相互啮合的蜗杆和蜗轮组成,它用于传递空间两交错轴的动力和运动,两轴交错角常为 90° ,一般情况,传动中蜗杆是主动件,蜗轮是从动件。根据蜗杆的形状,可将蜗杆传动分为圆柱蜗杆传动、圆弧蜗杆传动和圆锥蜗杆传动等(见图 2-7 中的 a 、 b 、 c)。

在圆柱蜗杆传动中,又分为普通圆柱蜗杆传动和圆弧齿圆柱蜗杆传动两种。在普通蜗杆传动中,又分为阿基米德蜗杆传动、渐开线蜗杆传动和延伸渐开线蜗杆传动,其中以阿基米德蜗杆传动最为常用。

蜗杆传动的特点是:(1)传动比大,结构紧凑,动力传动中 $i = 7 \sim 80$,分度机构



中可达 300，若只传递运动，可达 1000；（2）工作平稳无噪音，因蜗杆与蜗轮齿的啮合是连续的，同时啮合的齿对较多；（3）当蜗杆的螺旋升角小于啮合面的当量摩擦角时，蜗杆传动能自锁；（4）效率低。一般为 $0.7 \sim 0.8$ 。具有自锁时只有 0.4 左右。因啮合处有较大的滑动速度，会产生较严重的摩擦磨损，引起发热，使润滑情况恶化，所以蜗轮一般需用贵重的减摩材料制造。

4. 螺旋传动 螺旋传动是利用螺杆和螺母组成的螺旋副来实现传动要求的。它用于将回转运动转变为直线运动或将直线运动转变为回转运动。根据螺杆和螺母的相对运动关系，螺旋传动的常用运动形式主要有以下两种：图 2-8a 是螺杆转动，螺母移动。多用于机床的进给机构中；图 2-8b 是螺母固定，螺杆转动并移动，多用于螺旋起重器或螺旋压力机中。

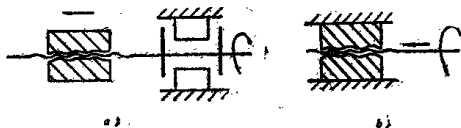


图 2-8 螺旋传动的运动形式

螺旋传动按其用途不同，可分为以下三种类型：

1) 传力螺旋 它以传递动力为主，要求以较小的转矩产生较大的轴向推力，用以克服工作阻力，如各种起重或加压装置的螺旋。

2) 传导螺旋 它以传递运动为主，有时也承受较大的轴向载荷，如机床进给机构的螺旋等。传导螺旋主要在较长的时间内连续工作，工作速度较高，因此，要求具有较高的传动精度。

3) 调整螺旋 它用以调整、固定零件的相对位置。如机床、仪器及测试装置中的微调机构的螺旋。调整螺旋不经常转动，一般在空载下调整。

螺旋传动按其螺旋副的摩擦性质不同，又可分为滑动螺旋（半干摩擦）、滚动螺旋（滚动摩擦）和静压螺旋（液体摩擦）。滑动螺旋结构简单，便于制造，易于自锁，但

其主要缺点是摩擦阻力大, 传动效率低 (一般为 30~10%), 磨损快, 传动精度低等。相反, 滚动螺旋和静压螺旋的摩擦阻力小, 传动效率高 (一般为 90% 以上), 但结构复杂, 特别是静压螺旋还需要供油系统。因此, 只有在高精度、高效率的重要传动中才宜采用。

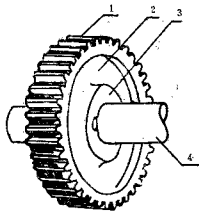


图 2-9 轮类零件各部分名称

§ 2-2 轮类传动件

机械传动中常用的传动件有带、带轮、链、链轮、蜗杆、齿轮等, 如果将这些零件从结构形式上进行分类, 可分为轮类传动件和链类传动件两大类。

一、轮类传动件的结构特点

机械传动中轮类零件结构型式很多, 但不论哪种, 它们都由轮缘、轮辐、轮毂三部分组成, 如图 2-9 所示。轮缘 1 是轮子外圈环形部分; 轮毂 3 是轮子与轴 4 的配合部分; 轮辐 2 是轮子上联接轮缘和轮毂的部分。轮类零件按轮辐的形状不同, 可分为实心式、腹板式、轮辐式、轮轴式等; 按照毛坯制造方法不同, 可分为锻造的、铸造的、焊接的和组合的等几类, 见图 2-10~图 2-17。

二、轮类传动件结构型式及尺寸的确定

1. V 带轮 带轮基准直径 $D \leq (2.5 \sim 3)d$ (d 为轴的直径, mm) 时可采用实心式; $D \leq 300$ mm 时, 可采用腹板式 (当 $D_1 - d_1 \geq 100$ mm 时, 可采用带孔的辐板式); $D > 300$ mm 时, 可采用轮辐式。

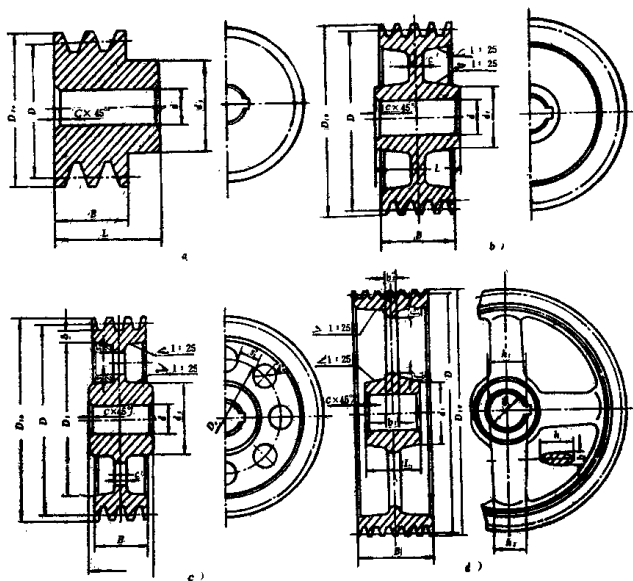
带轮的基准直径 D 由带传动设计时计算确定; 轮辐尺寸根据带的型号表 2-1 确定; 带轮的其它结构尺寸参照图 2-10 所列经验公式计算。确定了带轮的各部分尺寸后, 即可绘制出零件图, 并按工艺要求注出相应的技术条件等。

带轮的常用材料为 HT150 或 HT200; 转速较高时宜采用铸钢 (或用钢板冲压后焊接而成); 小功率时可用铸铝或塑料。

2. 齿轮 对于直径很小的钢制齿轮, 当为圆柱齿轮时, 若齿根圆到键槽底部的距离 $e < 2m$ (m 为端面模数); 当为圆锥齿轮时, 按齿轮小端尺寸计算而得的 $e < 1.6m$ 时, 均应做成齿轮轴又称齿轮轴 (图 2-12)。这种结构, 齿轮的材料和轴相同。当 e 值超过上述尺寸时, 齿轮与轴以分开制造为合理。

当齿顶圆直径 $d_a \leq 169$ mm 时, 可以做成实心结构的齿轮。当齿顶圆直径 $d_a < 500$ mm 时, 可以做成辐板式的结构。齿顶圆直径 $d_a > 300$ mm 的铸造齿轮, 可做成带加强肋的辐板式结构。当齿顶圆直径 $400 < d_a < 1000$ mm 时, 可做成轮辐剖面为 “+” 字形的轮辐式结构。为了节约贵重金属, 对于尺寸较大的圆柱齿轮, 可做成组合齿圈式结构。

齿轮的主要结构尺寸, 如齿数、模数、螺旋角、分度圆直径等由齿轮传动的强度计



$$d_1 = (1.8 \sim 2)d, d \text{ 为轴的直径}$$

$$D_0 = 0.5(D_1 + d_1)$$

$$d_0 = (0.2 \sim 0.3)(D_1 - d_1)$$

$$S \approx d_0$$

$$L = (1.5 \sim 2)d, \text{ 当 } B < 1.5d \text{ 时, } L \approx B$$

$$h_1 = \sqrt[3]{\frac{F_s D}{0.8 z_a}}$$

式中 F_s —有效拉力, N;

D —基准直径, mm;

z_a —轮辐数。

$$h_2 = 0.8h_1$$

$$b_1 = 0.4h_1$$

$$b_2 = 0.8b_1$$

$$C' \approx \left(\frac{1}{7} \sim \frac{1}{4} \right) B$$

$$f_1 = 0.2h_1$$

$$f_2 = 0.2h_2$$

型 号	O	A	B	C	D	E
s_{min}	8	10	14	18	22	28

图 2-10 普通V带轮的结构