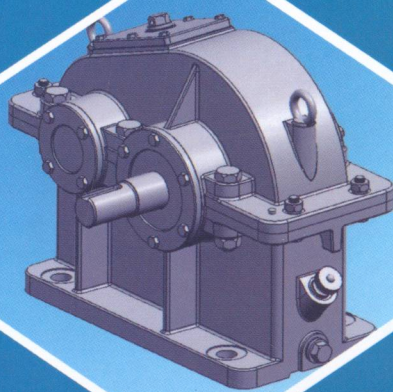




高职高专教育“十二五”规划教材

# 机械设计基础 项目化教程

张锦明 范振河 ○ 主编



 哈尔滨工程大学出版社  
Harbin Engineering University Press



高职高专教育“十二五”规划教材

# 机械设计基础项目化教程

主 编 张锦明 范振河

副主编 吴伯明 陈春颖 罗平尔 李旭东

参 编 王小爱 张燕燕 于保敏 章志芳



哈尔滨工程大学出版社  
Harbin Engineering University Press

## 内容简介

本书通过典型机械项目的讲述,提供了学生必备的常用机构、通用零部件知识,以及设计的一般方法,所述内容简洁、实用。本书除了常规的内容外,还叙述了用机械绘图软件进行机构设计,用V带、齿轮等设计软件进行通用零件设计的新方法,并对设计项目都提供了完整的零件图。最后通过综合设计实例,讲述了从设计方案确定、主要零件的强度等计算至装配图、零件图绘制的机械设计全过程。

作为以实用、新颖为主的教材,本书可供高等职业技术院校的机械类、机电类专业学生使用,也可作为职工培训教材以及社会其他相关从业人员参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础项目化教程/张锦明,范振河主编.  
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011.2  
ISBN 978-7-5661-0002-3

I. 机… II. ①张… ②范… III. 机械设计—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第013692号

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街124号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451-82519328  
传 真 0451-82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 北京朝阳印刷厂有限责任公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 18.5  
字 数 439千字  
版 次 2011年2月第1版  
印 次 2011年2月第1次印刷  
定 价 32.00元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: [heupress@hrbeu.edu.cn](mailto:heupress@hrbeu.edu.cn)

---



# 前 言

《机械设计基础项目化教程》是参照部分高等职业技术学院机械类、机电类《机械设计基础教学大纲》，根据在新形势下教学发展的要求编写而成的。依据高职院校培养应用型技能人才的特点，该教材以工厂中常用的带式输送机为载体，将它分解成许多既有联系又相互独立的机械项目作为编写该教材的内容，这使得教材内容生动形象、通俗易懂，并且这些项目的选择符合教学大纲中的相关要求，覆盖了大纲中规定的基本知识点，并把它们中的大部分内容紧密联系在一起，从而更符合职业教学的特点。

随着计算机技术的迅速发展，根据现在工矿企业机械零部件设计都在计算机上进行的实际情况，对机械设计基础这门课程提出了新的要求。考虑到这一特点和机械类、机电类学生在学习该门课程前已掌握了机械绘图软件的使用，已具有在计算机上操作文字的能力，本教材编入了在计算机上用机械绘图软件进行图解法设计机构的新知识，增加了在计算机上绘制凸轮轮廓的新方法，编入了用机械设计软件进行V带传动、齿轮传动设计等的新内容。这些内容有别于其他的机械设计基础教材，成为该书的新亮点。

考虑到高职院校机械类、机电类毕业生基本在生产一线从事技术工作，为此本教材没有编入其他机械设计基础教材上有的，而以后学生毕业后基本用不到、没有多大实用意义的设计知识，而是将这些知识中具有价值的共同点概括成新内容写入。另外对有关项目中所用到的设计公式不进行推导，而是翔实地介绍它的具体应用，这大大提高了设计和分析解决问题的实用性。

考虑到作为设计应有的完整性，基本上对每个项目在计算完毕后均给出了符合工厂制造要求的零件图。最后通过综合设计实例，讲述了从设计方案确定、主要零件的强度等计算至装配图、零件图绘制的机械设计全过程。

本教材有类似于“【常用设计计算程序】→【渐开线圆柱齿轮传动设计】”的这种写法。“【常用设计计算程序】”指的是所用软件“常用设计计算程序”按钮；“→”指的是往下点击（一般情况下是左击）。所以“【常用设计计算程序】→【渐开线圆柱齿轮传动设计】”指的是在计算机上打开相关的机械设计软件后，点击“常用设计计算程序”按钮，再点击“渐开线圆柱齿轮传动设计”按钮。

本书共分 17 个项目。其中项目 1、2、16 由山东化工职业学院范振河老师编写；项目 3、8、9、13、17 由无锡工艺职业技术学院张锦明老师编写；项目 4 由黄河科技学院张燕燕老师编写；项目 5 由苏州工业职业技术学院罗平尔老师编写；项目 6 由漯河职业技术学院于保敏、章志芳老师编写；项目 7、12 由陕西工业职业技术学院王小爱老师编写；项目 10、11 由邯郸职业技术学院陈春颖老师编写；项目 14 由江西农业工程职业学院李旭东老师编写；项目 15 由无锡工艺职业技术学院吴伯明老师编写。全书由张锦明老师负责统稿。

本教材在编写过程中，得到所有参编人员所在院校的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

编者  
2010 年 11 月

# 目 录

<b>项目 1 带式输送机设计介绍</b> .....	1
1.1 带式输送机中的运动件 .....	2
1.2 机械设计的基本要求及一般过程 .....	4
1.2.1 机械设计的基本要求 .....	4
1.2.2 机械设计的一般程序 .....	5
1.3 带式输送机中零件设计的基本要求及一般步骤 .....	6
1.4 电动机的选择及运动参数的计算 .....	7
1.4.1 电动机输出功率的确定 .....	7
1.4.2 电动机类型选择及其转速的确定 .....	8
1.4.3 电动机型号的确定 .....	8
作业 .....	9
<b>项目 2 颞式破碎机机构运动简图及自由度计算</b> .....	11
2.1 机构运动简图 .....	12
2.2 构件与运动副符号的表示方法 .....	13
2.2.1 单个构件的表示方法 .....	13
2.2.2 两个构件连接的表示方法 .....	14
2.2.3 运动副及其分类 .....	16
2.3 机构运动简图的绘制 .....	16
2.3.1 颞式破碎机的机构运动简图 .....	16
2.3.2 内燃机的机构运动简图 .....	17
2.4 机构自由度的计算及确定运动的条件 .....	18
2.4.1 构件的自由度 .....	18
2.4.2 机构自由度及计算 .....	18
2.4.3 计算机构自由度时应注意的事项 .....	20
作业 .....	25
<b>项目 3 剪切机中的曲柄摇杆机构</b> .....	27
3.1 剪切机与铰链四杆机构 .....	28
3.2 平面四杆机构的基本特性 .....	30
3.2.1 急回特性 .....	30

3.2.2	传力特性 .....	31
3.2.3	死点 .....	32
3.3	剪切机中主要数据的确定 .....	33
	作业 .....	35
<b>项目 4</b>	<b>蜂窝煤机中的曲柄滑块机构 .....</b>	<b>37</b>
4.1	蜂窝煤机与曲柄滑块机构 .....	38
4.2	曲柄滑块机构及其基本特性 .....	39
	作业 .....	42
<b>项目 5</b>	<b>半自动钻床中的凸轮机构 .....</b>	<b>44</b>
5.1	凸轮机构在半自动钻床中的应用 .....	45
5.2	凸轮机构从动件的运动规律 .....	47
5.2.1	等速运动规律 .....	48
5.2.2	等加速等减速运动规律 .....	48
5.2.3	余弦加速运动规律 .....	49
5.3	凸轮轮廓曲线的绘制 .....	50
5.3.1	用图解法绘制凸轮轮廓曲线 .....	50
5.3.2	凸轮轮廓径向尺寸的确定 .....	52
5.4	凸轮设计时应注意的几个问题与其故障处理 .....	53
5.4.1	压力角的选择与校核 .....	53
5.4.2	滚子半径的选择 .....	55
5.4.3	凸轮基圆半径 $r_b$ 的确定 .....	55
5.4.4	凸轮的材料 .....	55
5.4.5	凸轮机构的故障与修理 .....	56
5.5	半自动钻床盘状凸轮的设计 .....	56
	作业 .....	57
<b>项目 6</b>	<b>步进机中的棘轮机构 .....</b>	<b>60</b>
6.1	棘轮机构的工作原理及其转角的调整 .....	61
6.1.1	步进传送机中的棘轮机构 .....	61
6.1.2	棘轮机构的转角及调整 .....	61
6.2	锯齿形棘轮机构主要尺寸的计算 .....	64
6.3	棘轮机构材料及零件图 .....	67
	作业 .....	70
<b>项目 7</b>	<b>槽轮机构 .....</b>	<b>71</b>
7.1	槽轮机构工作原理与类型 .....	72

7.1.1	槽轮机构的工作原理	72
7.1.2	槽轮机构的类型	72
7.2	槽轮机构几何尺寸计算	74
7.3	槽轮机构材料与零件图	75
	作业	78
<b>项目 8</b>	<b>带式输送机减速器中的直齿圆柱齿轮</b>	<b>79</b>
8.1	直齿轮转速的计算及转向确定	80
8.2	直齿轮的基本参数和几何尺寸的计算	81
8.3	直齿轮的强度计算	85
8.3.1	轮齿的失效、齿轮的材料与精度	85
8.3.2	直齿轮传动的强度计算	87
8.3.3	圆柱齿轮主要参数的选择	93
8.3.4	圆柱齿轮的结构设计	93
8.4	减速器中直齿圆柱齿轮的设计	95
8.5	减速器中齿轮的计算机设计	98
8.6	减速器中的变位齿轮	103
	作业	105
<b>项目 9</b>	<b>减速器中的斜齿轮与圆锥齿轮</b>	<b>107</b>
9.1	减速器中斜齿轮的设计	108
9.1.1	斜齿轮传动啮合条件与几何尺寸计算	108
9.1.2	斜齿轮的当量齿数	110
9.1.3	斜齿轮传动的强度计算	111
9.2	圆锥齿轮几何尺寸的计算	120
9.2.1	圆锥齿轮传动啮合条件与几何尺寸计算	120
9.2.2	圆锥齿轮传动的受力分析	123
	作业	126
<b>项目 10</b>	<b>螺旋输送机中的蜗杆减速器</b>	<b>127</b>
10.1	阿基米德圆柱形蜗杆传动与特点	128
10.2	蜗杆减速器中圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	129
10.3	蜗杆传动的失效形式和设计准则	133
10.3.1	蜗杆传动齿面间的相对滑动	133
10.3.2	蜗杆传动的失效形式和设计准则	133
10.4	蜗杆传动的材料和结构	134
10.4.1	蜗杆、蜗轮常用材料	134



10.4.2	蜗杆、蜗轮的结构	134
10.5	蜗杆传动的受力分析	135
10.6	蜗杆传动的设计计算	137
10.6.1	蜗轮齿面接触疲劳强度计算	137
10.6.2	蜗轮齿根弯曲疲劳强度计算	138
10.6.3	蜗杆传动的效率和热平衡计算	138
10.7	蜗杆传动的润滑和安装方式	139
10.7.1	蜗杆传动的润滑	139
10.7.2	蜗杆传动的安装方式	140
10.8	蜗杆传动的软件设计	141
10.9	螺旋输送机中的蜗杆传动设计	145
	作业	154
<b>项目 11</b>	<b>车床床头箱中的轮系</b>	156
11.1	定轴轮系传动比的计算	157
11.1.1	一对齿轮的传动比	158
11.1.2	定轴轮系的传动比	159
11.2	CA6140 车床主运动传动齿轮系的计算	162
	作业	165
<b>项目 12</b>	<b>带式输送机中的 V 带传动</b>	167
12.1	V 带传动的工作情况分析	168
12.1.1	V 带传动的摩擦力	168
12.1.2	V 带传动的传动比与弹性滑动	171
12.2	V 带传动的设计	174
12.2.1	V 带传动的应力分析与 V 带型号	174
12.2.2	V 带传动的设计计算方法	176
12.3	V 带传动的计算机设计	182
12.4	V 带轮的结构与零件图	186
12.4.1	V 带轮的材料	186
12.4.2	V 带轮的结构	186
12.4.3	V 带轮的零件图	189
12.5	带式输送机中的 V 带传动的设计	189
	作业	194
<b>项目 13</b>	<b>螺旋千斤顶</b>	195
13.1	螺旋千斤顶工作原理与螺纹	196

13.1.1	螺纹的基本知识	196
13.1.2	螺纹的主要参数	199
13.1.3	螺旋传动的受力分析与自锁	201
13.1.4	螺旋机构移动的计算	202
13.2	螺旋千斤顶的设计	203
	作业	211
<b>项目 14</b>	<b>带式输送机中的联接件</b>	212
14.1	带式输送机中的螺纹联接	213
14.1.1	螺纹联接的基本类型	213
14.1.2	螺纹联接的主要尺寸关系	216
14.1.3	螺纹联接的预紧和防松	218
14.2	带式输送机中的销联接	221
14.3	带式输送机中的键联接	222
14.3.1	普通平键的型号及应用	222
14.3.2	普通平键尺寸选择与强度计算	224
14.4	带式输送机中的联轴器	226
14.4.1	其他常用联轴器	228
14.4.2	联轴器的选择	230
	作业	231
<b>项目 15</b>	<b>减速器中的轴承</b>	233
15.1	常见滚动轴承的特性与选用	234
15.1.1	滚动轴承的结构与类型	234
15.1.2	常见的滚动轴承及其特性	237
15.1.3	滚动轴承的代号	238
15.1.4	滚动轴承类型的选择	240
15.2	滚动轴承的组合设计	241
15.2.1	轴承的固定	242
15.2.2	滚动轴承的支承结构	242
15.2.3	轴系轴向位置的调整	244
15.2.4	轴承的配合、装拆、润滑与密封	244
	作业	248
<b>项目 16</b>	<b>带式输送机减速器中的轴</b>	250
16.1	减速器中轴材料的选择	251
16.2	减速器中轴的结构设计	252

16.2.1	轴的分类	253
16.2.2	轴的基本组成	254
16.2.3	轴的设计步骤及基本要求	254
16.2.4	轴上零件的定位和固定	254
16.2.5	提高轴疲劳强度的措施	256
16.2.6	轴结构的工艺性	258
16.2.7	拟定带式输送机减速器低速轴上零件的装配方案	258
16.2.8	带式输送机减速器低速轴最小轴径计算	259
16.2.9	带式输送机减速器低速轴各轴段直径和长度的确定	260
16.3	减速器中轴的强度计算	261
16.4	减速器中轴零件图的绘制	264
	作业	266
<b>项目 17</b>	<b>综合设计实例</b>	<b>268</b>
17.1	设计题目	269
17.2	设计过程	269
	作业	285
	<b>参考文献</b>	<b>286</b>

项目  
1

## 带式输送机

## 设计介绍

## 【项目提出】

任何实际的生产过程，都离不开机械设备。机械的发展历史由来已久，从杠杆、斜面、滑轮到现代的起重机、汽车、拖拉机、内燃机、机械手及机器人等，标志着生产力的进步与发展。机械的种类繁多，其性能、用途各异，但是都具有共同的特征。本项目通过对生产中常用的带式输送机设计的分析，研究机器共同特征的常用机构、通用零件的结构及组成原理，以达到掌握机械设计的基础知识以及运用机械的目的。

## 【能力目标】

能确定原动机的功率与转速，并合理地选用原动机。

## 【知识目标】

1. 了解机器的组成及特征；
2. 理解机器、机械、机构、构件及零件等基本概念；
3. 了解机械设计基础课程的研究对象、内容、性质和任务；
4. 了解机械设计和机械零件设计的基本要求与一般过程。

## 1.1 带式输送机中的运动件

在工业生产中,经常遇到需要把装满物体的纸板箱、固体碎粒物料等物体从一处输送到另一处的情况,如港口煤炭输送、化肥厂的尿素输送及碱厂的纯碱输送等。带式输送机(图1-1)是常用来输送这些物体的机械。

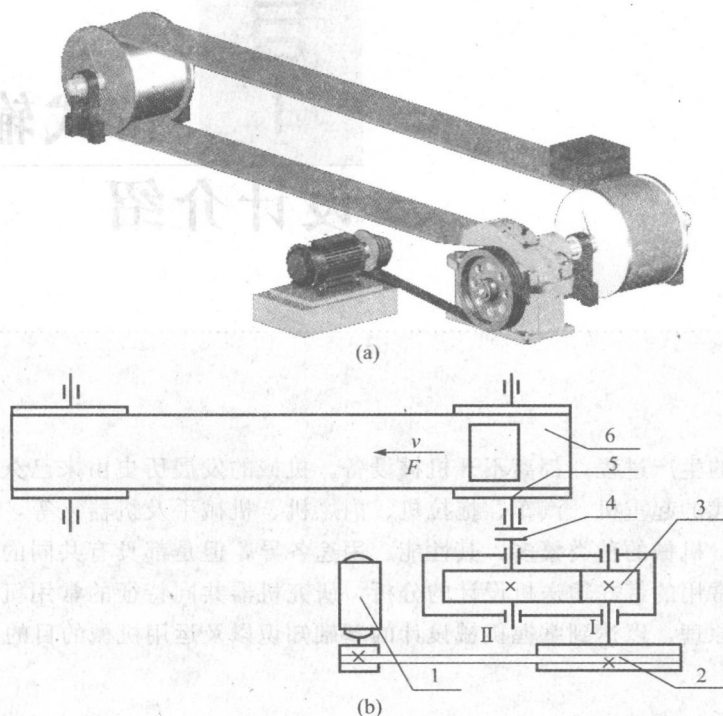


图 1-1 带式输送机

1—电动机; 2—V带传动; 3—减速器; 4—联轴器; 5—驱动滚筒; 6—输送带

从图1-1中可看出,整个机械系统由电动机、V带传动、齿轮减速器、联轴器、驱动滚筒、输送带等组成。其基本工作原理是:电动机运转输出机械能,通过V带传及由两个齿轮组成的齿轮传动机构等把运动和动力传递给输送带,输送带把物体从一处输送到另一处,完成输送任务。

分析图1-1所示的带式输送机,可看出它具有以下特征:①整个系统都是人为的实物组合体;②各组成实物之间具有确定的相对运动;③系统能实现能量转换或完成有用的机械功。同时具备这三个特征的实物组合体称为机器。人们常见到的起重机、汽车、电动机、切削机床、工业机器人等都是机器。

随着科学技术的飞速发展,出现了像复印机、打印机等这样一些处理信息的机器。因此机器是人为的实物的组合体,具有确定的机械运动,它可以用来转换能量,完成有用的机械功或处理信息,以减轻或代替人的劳动。或者说机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料、信息。



为了便于讨论,人们按照用途的不同把机器分为动力机器、工作机器和信息机器。动力机器用以实现机械能与其他形式能量间的转换,如内燃机、电动机、发电机。工作机器用来做机械功或搬运物品,即变换物料,如车床、汽车、输送机、机械手。信息机器用来传递、获取或变换信息,如照相机、打印机、绘图机、复印机。

图1-2是图1-1带式输送机中的减速器。它在整个带式输送机中起到传递动力和运动的作用,人们把传递动力和运动或变换运动形式的多件实物的组合体称为机构。图1-2减速器中的齿轮、轴、箱座等多件实物组成了这样一个机构,并有别于其他机构,工程上称该机构为齿轮机构。机构只具有机器的前两个特征,它不能单独地实现能量转换或完成有用的机械功。机构与机器从结构和运动的角度来看并没有区别,只是研究的侧重点不同。机构的主要功能是传递运动及变换运动形式,而机器的主要功能是完成有用的机械功、转换能量和处理信息。一般而言,机构是机器的重要组成部分,一台机器包括一个或若干个机构。通常将机器与机构总称为机械。

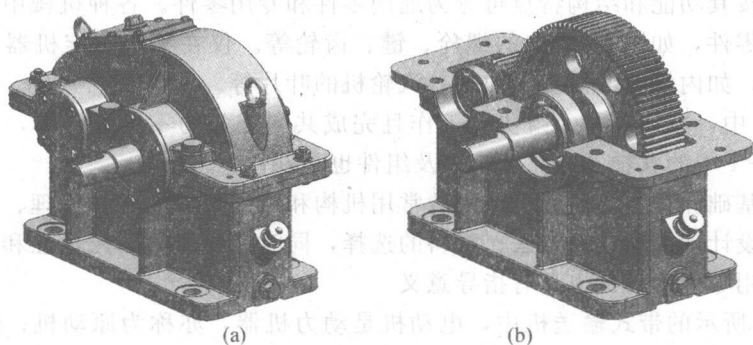


图1-2 减速器

各种机械中广泛使用的机构称为常用机构,如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等。

在图1-2所示的减速器中,轴和齿轮及用于连接的键等组成一个整体(图1-3),在工作时它们一同转动,传递运动与动力。机构中这种具有确定相对运动的实物称为构件,它是机构中的运动单元。其中轴、齿轮、键都是单独制造出来,然后再组合成一个运动整体的。机器中这种不可拆卸的基本单元称为机械零件,零件是机器的制造单元。构件可以是一个零件,如图1-4所示的齿轮轴,也可以是多个零件的刚性组合。

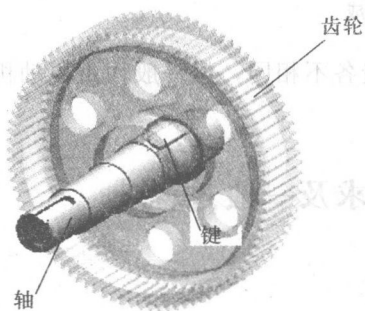


图1-3 齿轮、轴与键组成的构件

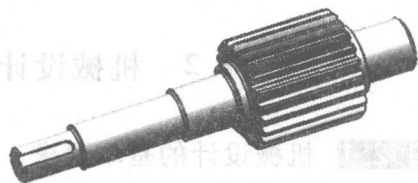


图1-4 齿轮轴

在图 1-3 中, 齿轮轴的构件与大齿轮的构件是可以运动的, 可以运动的构件称为活动构件。但这两个活动构件如果没有静止的构件箱座作支撑则是不能运动的。很显然, 组成这样一个齿轮机构, 除了两个活动构件外, 还有一个运动速度为零的特殊构件, 这个构件工程上称为机架。也就是说, 在机构中凡是相对静止的构件称为机架 (或静件)。

在图 1-3 中, 是齿轮轴这个构件带动大齿轮的构件运动。工程中把带动其他构件运动的构件称为主动件, 在主动件带动下作运动的构件称为从动件 (或被动物件)。所以齿轮轴这个构件是主动件, 而大齿轮的构件是从动件。如果把图 1-1 的 V 带传动与减速器一起考虑的话, 从整个传递运动的关系中可以看出, 小带轮是主动件, 而 V 带是从动件, 同时 V 带又是带动大带轮转动的, 这时 V 带是主动件, 而大带轮是从动件。因为大带轮与齿轮轴是同一个构件, 所以这时齿轮轴这个构件是从动件。所以主动件与从动件是相对的。

在这些构件中, 只有小带轮是接受外部构件电动机轴给的运动的, 工程上把接受外部运动的构件称为原动件。

机械零件按其功能和结构特点可分为通用零件和专用零件。各种机械中普遍使用的零件, 称为通用零件, 如图 1-2 中的螺栓、键、齿轮等。仅在某些特定机器中使用的零件称为专用零件, 如内燃机的活塞、曲轴、汽轮机的叶片等。

在图 1-1 中, 减速器是一组协同工作且完成共同任务的零件组合体, 这种组合体称为部件。图 1-1 中的联轴器、驱动滚筒及组件也是部件。

机械设计基础课程主要研究机械中的常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、运动特点、基本设计理论和计算方法、材料的选择, 同时简要介绍国家标准和规范。这些对专用机械和专用零件的设计也具有指导意义。

在图 1-1 所示的带式输送机中, 电动机是动力机器, 亦称为原动机; 输送皮带系统利用摩擦力输送物体是用来完成机器预定功能的组成部分, 称为执行部分; 二者之间的带传动系统和齿轮减速器是把原动机输出的运动及动力传递给执行部分, 同时把原动机输出的运动形式及动力参数转变为执行部分所需的运动形式及动力参数的部分, 称为传动部分; 另外, 还有具有控制输送机启动、停止、变速等功能的部分, 称为控制系统。所以, 一台完整的机器组成如图 1-5 所示。



图 1-5 机器的组成

不同的机器虽然其用途、功能、工作原理与构造各不相同, 但一般均由原动机、传动部分、执行部件及控制系统这四部分组成。

## 1.2 机械设计的基本要求及一般过程

### 1.2.1 机械设计的基本要求

机械设计的任务是在现有技术条件下, 根据社会需求提出的。机器的种类虽然很多,

但其设计的基本要求大致相同，主要有以下几个方面。

(1) 预定的功能要求。机器的功能是指机器的功用和性能指标，如图1-1所示的带式输送机的功能是完成物体的输送。机器的功能要靠正确地选择机器的工作原理，正确地设计或选用能够全面实现功能要求的执行部件、传动系统和原动机，以及合理地配置必要的辅助系统来实现。

(2) 安全可靠性要求。安全可靠是维护机器正常工作的必要条件，在保证实现机器预定功能的前提下，必须保证机器安全、可靠地运作，防止因个别零件的破坏或失效而影响整个机器的正常运行。为此，要使设计的机械零件结构合理并满足强度、刚度、耐磨性、振动稳定性及其寿命等方面的要求。

(3) 经济性要求。机器的经济性体现在设计、制造和使用的全过程。设计机器时要全面综合地考虑。设计制造的经济性表现为机器的成本低；使用的经济性表现为高生产率，高效率，高能源、原材料和辅助材料利用率，以及低的管理和维护、维修费用等。

(4) 劳动和环境保护要求。要使设计的机器符合劳动保护法规的要求，需要为操作者提供方便和安全的条件，改善机器周围及其操作者的环境条件，降低噪声，防止有毒、有害介质的渗漏，对废水、废气和废液进行治理，美化机器的外形及色彩。

(5) 其他特殊要求。不同的机器各有一些特殊的要求。例如，机床有长期保持精度的要求；飞机有质量小、飞行阻力小而运载能力大的要求；大型机器有便于运输的要求；流动使用的机器有便于安装和拆卸的要求；食品、医药、纺织等机械有不得污染产品的要求等。设计机器时，必须满足其特殊要求，以提高机器的使用性能。

综上所述，设计机器要从实际出发，分清各项设计要求的主、次或轻、重、缓、急程度，具体问题具体分析。

## 1.2.2 机械设计的一般程序

一台机器的诞生一般要经过设计和制造两个过程，其中机器设计过程包括计划任务、方案设计、技术设计三个阶段；制造过程包括样机试制与鉴定、产品正式投产两个阶段。其中机械设计的一般程序为以下三个阶段。

(1) 计划任务阶段。根据用户的需要与要求，明确任务目的，确定所要设计机器的功能和有关指标，研究分析其实现的可行性，制订产品设计任务书。设计任务书中应注明产品的用途、主要技术经济指标（如生产率、能耗、质量、目标成本等）、使用条件、设计周期、设计者的任务分担情况等。

(2) 方案设计阶段。根据设计任务进行调查研究，了解国内外同类产品的相关技术发展状况，参阅有关技术资料，充分了解用户要求和意见、制造厂家的设备和工艺能力等。在此基础上综合分析机器的功能，寻找解决问题的方法，确定机器的工作原理，拟定初步总体设计方案。并请相关技术人员评价设计方案、提出修改意见，最后决策出最佳方案。对方案进行运动和动力分析，从工作原理上论证设计任务的可行性，对某些技术指标进行必要的修改，然后绘制机构简图，对配套的相关控制系统如电器、液压系统的设计方案也要一同完成。

(3) 技术设计阶段。在完成总体设计方案的基础上,确定机器的结构设计、编制相关的技术文件。结构设计是指机器的合理构造和尺寸,即绘制机器总装配图、部件装配图和零件工作图。对标准零件以外的所有零部件进行结构设计,并对主要零部件的工作能力进行计算,即进行机械零件设计。

### 1.3 带式输送机中零件设计的基本要求及一般步骤

图 1-1 所示的带式输送机,主要由三类零部件组成:标准件,如键、V 带、螺栓等;常用件,如联轴器、轴、齿轮等;专用件,如减速器箱体和箱盖等。要完成带式输送机中传动装置的设计,关键是完成这些零部件的设计和选择。

在机械设计中,应该尽可能采用有关标准。常用的标准包括:①各种机械零部件标准,如螺栓、螺母、垫圈、键、花键、滚动轴承标准;②机械零件参数标准,如标准直径、齿轮模数、螺纹形状、各种机械零件的公差等。采用标准件可以节省设计、制造、修配的时间,降低成本,减少材料消耗,提高产品在市场上的竞争能力。所以,标准化是国家组织现代化生产的重要手段,推行标准化是国家的一项重要经济政策。

除了标准件之外,带式输送机中的其他零部件都是需要设计的。根据总体设计提出工作要求、性能、参数等后,设计零部件时应满足其功能、工艺性、使用性、可靠性和经济性等要求,选择零部件的结构形式、材料、精度,进行必要的强度等计算,画出部件装配图和零件图。

为了完成零件的设计,以图 1-2 减速器中的轴为例,叙述其设计的一般步骤:

(1) 根据零件的使用要求,选择零件的类型和结构。为此,必须对各种零件的不同类型、优缺点、特性与使用范围,进行综合对比并正确选用。图 1-2 带式输送机中的轴,为便于齿轮定位、安装及拆卸,同时考虑到该轴中间部位受到的载荷比较大,选用阶梯轴结构。

(2) 根据机器的工作要求,计算作用在零件上的载荷。轴上受到的主要载荷有齿轮力和转矩,应用工程力学中学到的知识计算轴所受的当量弯矩。

(3) 根据零件的类型、结构和所受载荷,分析零件可能的失效形式,从而确定零件的设计准则。带式输送机中减速器中的轴,主要失效形式是疲劳断裂,所以其设计准则是强度设计准则。

(4) 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求(例如高温或在腐蚀性介质中工作等),选择适当的材料。在零件设计中,大量采用钢铁。因为钢铁除了具有较好的力学性能(如强度、塑性、韧性等)外,价格相对便宜和容易获得,还能满足多种性能和用途的要求。图 1-2 减速器中的轴所受载荷稳定,并在较好的润滑和密封条件下工作,所以选择价格相对低廉而且综合机械性能好的 45 号优质碳素结构钢。

(5) 根据设计准则进行有关的计算,并确定出零件的基本尺寸。对于图 1-2 中的轴,根据所传递的扭矩计算其最小直径,然后进行总体结构设计确定轴其余各段的直径与每段的长度。