

普通高校“十一五”规划教材

机械设计基础

案例教程

主 编 王 云 潘玉安

副主编 封立耀 熊丽娟

(上册)



北京航空航天大学出版社

TH122
569
:1
2006

普通高校“十一五”规划教材

机械设计基础 案例教程(上册)

主 编 王 云 潘玉安
副主编 封立耀 熊丽娟

北京航空航天大学出版社

内容简介

本教程是为适应现代机械设计的发展需要,立足于学生的知识、能力与素质的协调培养,密切结合机械设计工程实践而编写的。

为方便案例教学,本教程在教学内容的选取和编排上进行了改革。共分两册,本书为上册。以相对简单而重要的机械传动设计内容为主,包括机电产品设计开发基本理论知识,计算机辅助机械设计方法,电动机和机械传动系统选择,常用机械传动装置的结构、原理与设计等。

本教程可作为机械类和近机类专业的本科生教材,也可供有关工程设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础案例教程.上册/王云,潘玉安主编.

北京:北京航空航天大学出版社,2006.12

ISBN 7-81077-934-6

I. 机… II. ①王…②潘… III. 机械设计—案例—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 125404 号

机械设计基础案例教程(上册)

主 编 王 云 潘玉安

副主编 封立耀 熊丽娟

责任编辑:韩文礼

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:486千字

2006年12月第1版 2006年12月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 7-81077-934-6 定价:29.00元

前 言

创新源自设计。

建设创新型国家,离不开创新设计;发展现代工业,必须首先提高现代机械设计水平。

现代机械设计与传统机械在设计方法和设计内容上已有相当的变化:在设计方法上广泛采用计算机辅助设计、虚拟仿真设计等现代设计分析方法;在设计内容上已不再是纯机械设计,而是日趋光机电一体。而当前在机械设计类课程的教学普遍存在课程门类多、课程内容条块分割严重、教学学时紧、教学内容与工程实际结合不紧、学生工程应用与创新能力培养手段欠缺、难以建立机械总体设计概念、总体教学效果不佳的现状。

针对上述问题与要求,编者结合在机械、机电设计类课程的长期教学实践,从学生的学习认知规律、特点出发,对教学内容、教学方法、教学安排等方面进行了全面的改革。在教学内容上,从培养学生机电工程设计开发能力和综合专业素质的需要出发,根据机械设计的发展需要,结合现代机电工程设计要求,对机械设计类课程群的教学内容进行优化整合,有效避免出现内容交叉重复和知识盲区;在教学方法上,采用案例教学、理论教学与课程设计训练同步进行的教学组织方式,有利于把学习、模仿练习、借鉴创新有机地结合起来,有利于学生的工程实践和创新能力培养。

案例教学可以适应不同层次的学生,进行因材施教。基础好、学习能力强的学生可以根据案例举一反三,拓展知识,培养锻炼自主学习能力;基础欠缺的学生可以集中精力学懂案例,掌握基本知识和基本技能,可以模仿进行一般的机电产品设计分析,达到基本的教学要求,从而保证每个人都有机会得到发展提高。

本教材分上下两册,涵盖现有的“机械原理”、“机械设计”和“机电传动控制”、“计算机辅助机械设计”课程的部分内容,以培养学生具备一般中等程度的机电产品设计能力为目标,重点进行机电产品及设备的设计与创新能力的培养与训练。

本书为上册,以介绍相对简单而重要的机电产品设计概貌和机械传动设计理论为主要内容,具体包括机电产品设计开发基本理论知识、计算机辅助机械设计方法、电动机和机械传动系统选择、常用机械传动装置的结构、原理与设计等。

应用本案例教程,可以比较方便的围绕工程实例组织课程教学,指导学生采用学练结合的方式,学习机电产品与设备的一般设计方法步骤,掌握应用计算机辅助设计手段进行机电产品设计的理论与方法,进行中等复杂程度机电产品与设备的设计,并拓展相关知识,提高解决机电产品设计工程实际问题的能力。

参加本书教程编写的单位和人员有南昌航空工业学院的王云、封立耀、熊丽娟、吴晖,景德镇陶瓷学院的潘玉安,井冈山学院的周燕辉,九江学院的赖云飞,全书由王云、潘玉安统稿。

由于编者经验水平有限,书中错误、疏漏和不妥之处,恳请读者予以批评指正。

编 者
2006 年 9 月

目 录

(上册)

第1章 绪 论	1
1.1 机械的概念	1
1.2 机械设计要求、设计过程及设计内容	6
1.3 机械零件的常用材料	9
1.4 本课程教学任务与教学要求	12
1.5 现代机械设计方法简介	13
第2章 机械动力与传动系统	18
2.1 机械动力概述	18
2.2 电动机基本类型、结构及应用	19
2.3 电动机选择	27
2.4 电动机选择的案例分析	32
2.5 机械传动系统设计简介	34
第3章 带传动与链传动	38
3.1 引 言	38
3.2 带传动	39
3.3 带传动案例设计与分析	50
3.4 链传动	57
3.5 链传动案例设计与分析	67
习 题	71
第4章 齿轮传动	74
4.1 概 述	74
4.2 渐开线齿轮基本参数与尺寸计算	75
4.3 渐开线齿轮啮合传动	90
4.4 渐开线齿轮的加工原理	92
4.5 齿轮传动强度计算	95
4.6 齿轮传动设计计算案例分析	113
4.7 齿轮的结构设计与润滑	121
4.8 减速器	126
4.9 轮 系	128
4.10 变位齿轮与其他齿轮传动简介	136
习 题	144

第 5 章 机械连接	154
5.1 概 述	154
5.2 螺纹连接与螺旋传动	154
5.3 螺栓连接选择与设计	159
5.4 键连接与其他连接	172
5.5 机械连接案例设计与分析	178
5.6 重要螺栓连接设计简介	182
习 题	185
第 6 章 轴系零、部件	189
6.1 引 言	189
6.2 轴的设计与校核	190
6.3 轴承类型与选择	196
6.4 滚动轴承的校核计算	205
6.5 滚动轴承装置设计	208
6.6 滑动轴承的结构设计	215
6.7 滑动轴承校核计算	219
6.8 联轴器与离合器	221
6.9 案例设计与分析	229
6.10 轴的疲劳强度计算简介	237
习 题	249
第 7 章 机械结构设计	253
7.1 提高机械性能的结构设计	253
7.2 机械零件的结构设计	256
7.3 考虑装配和维修的机械结构设计	262
7.4 箱体的结构设计	264
7.5 导轨的结构设计	267
第 8 章 计算机辅助机械设计简介	273
8.1 概 述	273
8.2 SolidWorks 软件简介	274
8.3 机械三维 CAD 应用实例	279
参考文献	295

(下册)

第 9 章 机构设计与分析基础	1
9.1 机构的结构分析	1
9.2 机构的运动分析	10
9.3 机构分析案例	16

9.4 机构受力分析简介	21
习 题	29
第 10 章 连杆机构设计与分析	36
10.1 连杆机构的类型和应用	36
10.2 平面连杆机构运动和动力特性	40
10.3 平面连杆机构常见设计问题与设计方法	45
10.4 案例设计与分析	57
10.5 空间连杆机构	61
习 题	63
第 11 章 凸轮机构设计与分析	66
11.1 凸轮机构的应用与分类	66
11.2 凸轮机构运动和动力特性	68
11.3 凸轮机构常见设计问题与设计方法	73
11.4 案例设计与分析	79
习 题	83
第 12 章 其他常用机构设计与分析	87
12.1 其他常用机构简介	87
12.2 常用执行与变换机构应用实例	98
12.3 案例设计与分析	100
12.4 机构变异、创新与组合简介	101
第 13 章 机械动力学分析	107
13.1 概 述	107
13.2 机械的等效动力学模型	108
13.3 机械速度波动及其调节	113
13.4 飞轮设计	117
13.5 转子平衡	120
13.6 案例设计与分析	128
13.7 高速机械转子动力学与机构平衡简介	130
习 题	134
第 14 章 机械总体方案设计与分析	138
14.1 概 述	138
14.2 产品功能设计与分析	139
14.3 执行机构运动协调设计	141
14.4 机构运动方案设计与评价	149
14.5 案例设计与分析	155
14.6 机械创新设计简介	160
第 15 章 机械控制系统设计简介	172
15.1 概 述	172



15.2 常用电气控制元件.....	172
15.3 继电器-接触器控制系统设计	184
15.4 可编程控制器应用基础.....	192
15.5 案例设计与分析.....	215
习 题.....	217
第 16 章 工业机器人简介	219
16.1 概 述.....	219
16.2 工业机器人及机械手应用举例.....	222
第 17 章 计算机辅助机械分析简介	225
17.1 SolidWorks 的分析插件简介	225
17.2 计算机辅助机械分析应用实例.....	229
参考文献.....	244

第 1 章 绪 论

【教学目的和任务】了解机械及机械的组成等基本概念;了解机械设计的基本要求、设计过程及设计内容;了解常用机械材料及其应用特点;了解本课程的教学任务与教学要求;了解现代机械设计方法发展情况。

1.1 机械的概念

人类在长期的生产实践中,为了减轻劳动强度,改善劳动条件、提高劳动生产率,创造和发展了机械,例如汽车,机床等。

随着电子、电气技术的迅速发展,大多数现代机械已不再是传统意义上的单纯的机械,而是综合有机、电、液、气的广义上的机械,特别是机、电的结合越来越紧密,机械产品也逐步发展为性能、功能更强的机电产品,越来越多地进入到我们的生产生活中。

机械工业的生产水平和机电产品的设计制造水平在很大程度上反映了一个国家的工业化发展水平,我国要实现从制造大国向制造强国的转变和从依靠资源发展向依靠自主创新发展国家的转变,提高机械和机电产品的设计水平至关重要。有统计分析表明,一个机械工程或一件机电产品的总体性能、质量和成本,在很大程度上取决于设计质量。现代机电产品除了产品本身的机电结合越来越紧密外,随着微电子技术、计算机技术和自动控制技术的迅速发展,机电产品的设计从形式到内涵都发生了深刻的变化,无论是设计的产品,还是设计产品所采用的方法手段都必须把机和电有机结合,才能适应社会发展的需要,设计出更优秀的先进机器和机电产品,促进国民经济健康快速地发展。

1.1.1 机械的组成

机械的种类繁多,形式各不相同,但却有一些共同的特征,就其组成而言,一部完整的机械主要有以下四个部分:

① 动力部分 是机械的动力来源,其作用是把其他形式的能转变为机械能以驱动机械运动并做功,如电动机、内燃机。

② 执行部分 是直接完成机械预定功能的部分,如机床主轴和刀架、起重机吊钩等。

③ 传动部分 是将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节,它可以改变运动速度、转换运动形式,以满足工作部分的各种要求,如减速器将高速转动变为低速转动、螺旋机构将旋转运动转换成直线运动。

④ 控制部分 是用来控制机械的其他部分,使操作者能随时实现或停止各项功能,如机器的开停、运动速度和方向的改变等,这一部分通常包括机械和电子控制系统。

机械的组成如图 1.1 所示。机械的组成不是一成不变的,有些简单机械不一定完整具有上述四个部分,有的甚至只有动力部分和执行部分,如水泵、砂轮机等,而对于较复杂的机械,除具有上述四个部分外,还有润滑、照明装置等。

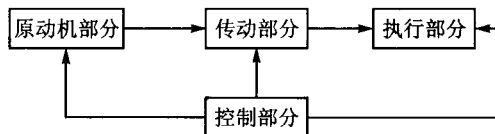


图 1.1 机械的组成

1.1.2 机器和机构

机械是机器和机构的总和,机器是各部分之间具有确定相对运动的人为的实物组合,它能代替或减轻人类劳动,完成有用的机械功或转换机械能;机构是用来传递运动和力、由具有确定相对运动的各部分构件所组成的构件系统。机器又是由各种机构和原动机组成的,一般情况下,机械和机器的称谓可以互通。同时由于电子、电气技术的快速发展,机、电、液、气在现代机械中得到广泛应用,现代机械中的机电已密不可分,机电一体化设计已成为机械设计的一部分,大多数传统的单纯的机械产品已逐渐演变成现在的机电产品,但由于传统习惯,本课程仍称之为机械。

在现代机械中,传动部分有机械的、电力的、液压和气压的,其中以机械传动应用最广泛,从制造和装配方面分析,任何机械设备都是由许多机械零、部件组成的。

图 1.2 所示的单缸四冲程内燃机,由齿轮 1 和 2、凸轮 3、排气阀 4、进气阀 5、汽缸体 6、活塞 7、连杆 8、曲轴 9 组成。当燃气推动活塞 7 作直线往复运动时,经连杆使曲轴 9 作连续转动。凸轮 3 和顶杆是用来开启和关闭进气阀和排气阀的。在曲轴和凸轮轴之间两个齿轮的齿数比为 $1:2$,使其曲轴转两周时,进排气阀各启闭一次。这样就把活塞的运动转变为曲轴的转动,将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。内燃机包含了汽缸、活塞、连杆、曲轴组成的曲柄滑块机构,凸轮、顶杆、机架组成凸轮机构,齿轮和机架组成齿轮机构。

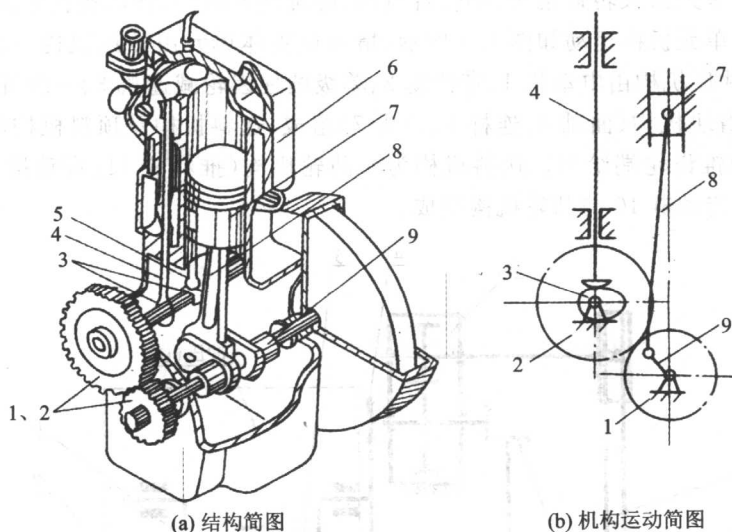
各种机器尽管有着不同的形式、构造和用途,然而都具有下列三个共同特征:

- ① 机器是人为的多种实体的组合;
- ② 各部分之间具有确定的相对运动;
- ③ 能完成有效的机械功或变换机械能。

机器是由一个或几个机构组成的,机构仅具备机器的前两个特征,它被用来传递运动或变换运动形式。若单纯从结构和运动的观点看,机器和机构并无区别,因此,通常把机器和机构统称为机械。

1.1.3 构件和零件

组成机构的各个相对运动部分称为构件。构件是机械系统中的运动单元,可以是单个零件,也可以是若干零件通过刚性连接所组成的整体;零件是机械系统中的制造单元,可以分为一般机械都要经常使用的通用零件和只在某些特定机械中才用到的专用零件。构件可以是单一的整体(如活塞),也可以是多个零件组成的刚性结构。图 1.2 中曲轴 9 和齿轮 1 作为一个整体作转动,它们构成一个构件,但在加工时是两个不同的零件。由此可知,构件是运动的基本单元,而零件是制造的基本单元。



1、2—齿轮；3—凸轮；4—排气阀；5—进气阀；6—汽缸体；7—活塞；8—连杆；9—曲轴

图 1.2 单缸四冲程内燃机

1.1.4 典型机器案例

为了帮助大家在学习之初对机械及其设计有一个总体了解,下面给出两个典型机器案例。本课程的教学也将围绕这两个案例展开,在此基础上,举一反三,学习和掌握其他各种机械的设计。

案例一：精压机

1. 机器简介

本案例介绍的精压机专用于薄壁铝合金制件的精压深冲工艺,它的功能是将薄壁铝板冲压成为深筒形。薄壁铝板轧到一定程度,由其他车间运至精压机一侧。

精压机由三个机械单元组成:上料机器人单元;精压机主体单元;链式输送机单元。三个单元的布置如图 1.3 所示。

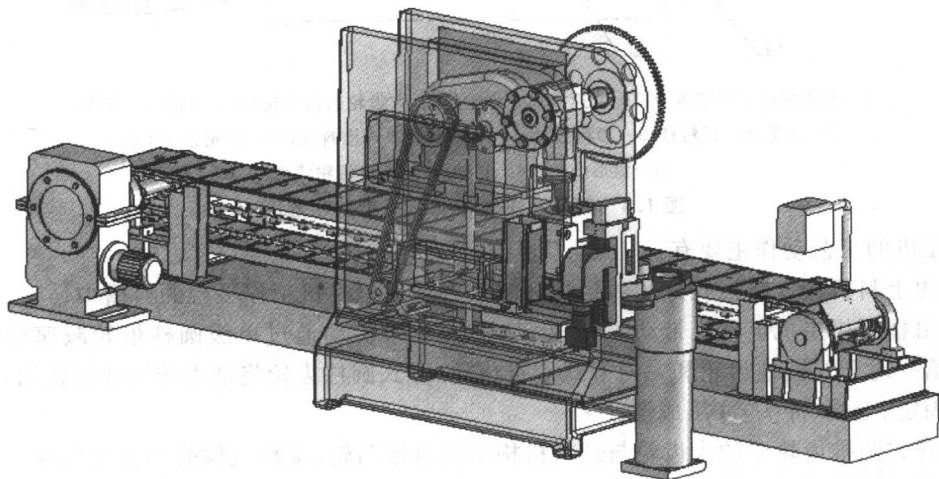
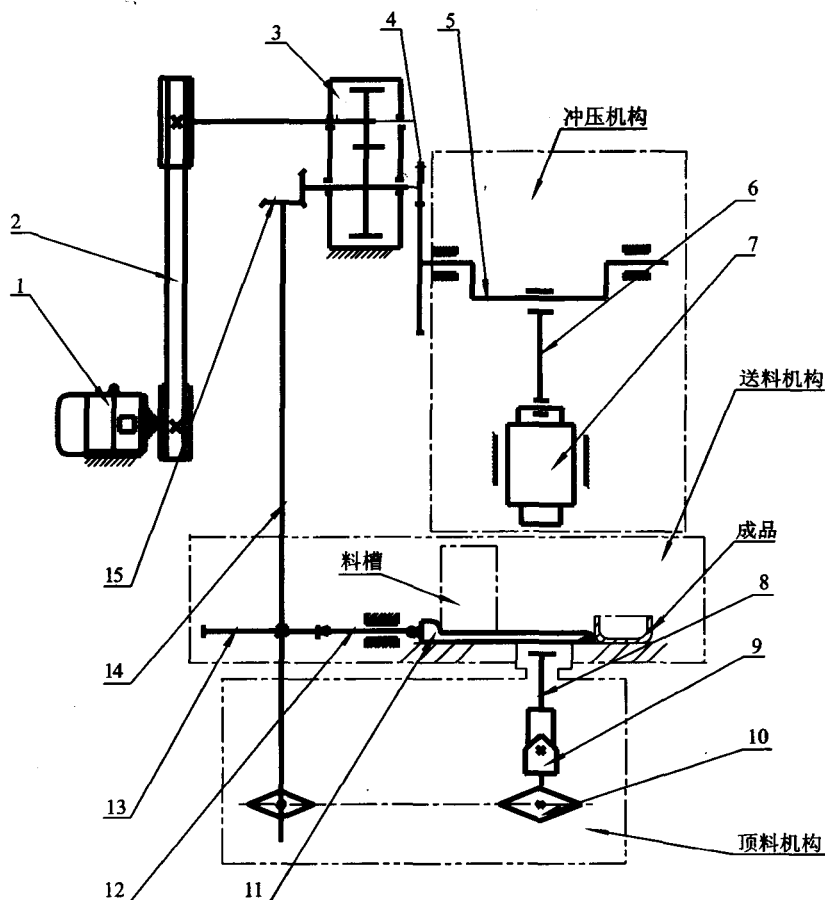


图 1.3 精压机组总体布置图

上料机器人单元由大转臂机构、小转臂机构、螺旋提升机构、抓取机构组成。

精压机主体单元机构运动如图 1.4 所示,精压机主体单元由冲压机构、送料机构、顶料机构组成。其中,冲压机构由电动机 1、带传动 2、单级圆柱齿轮减速机 3、一级开式齿轮传动(兼作飞轮)4,曲柄滑块机构(曲轴 5、连杆 6、冲头 7)组成;送料机构及顶料机构的动力由单级圆柱齿轮减速机的锥齿轮端给出。送料机构为一凸轮机构(推料板 11、直动推杆 12、盘形凸轮 13);顶料机构由传动链 10 与凸轮机构组成。



1—电动机;2—V 带传动;3—减速机;4—齿轮传动(大齿轮兼做飞轮);5—曲轴;6—连杆;
7—冲头;8—顶料杆;9—顶料凸轮;10—传动链;11—推料板;12—凸轮直动推杆;
13—盘形凸轮;14—立轴;15—圆锥齿轮传动

图 1.4 精压机主体单元机构运动示意图

精压机的工艺动作主要有:

① 由上料机器人将捆扎好的薄铝板坯料放到精压机主机工作平台的料槽中;

② 由精压机主机电动机带动 V 带传动机构,V 带传动通过单级圆柱齿轮减速机将动力分别传给一对开式圆柱齿轮和一对开式圆锥齿轮,开式圆柱齿轮将动力传给冲压机构,冲压机构下模固定、上模(冲头)冲压成形;

③ 开式圆锥齿轮中的大齿轮与送料机构中的盘形凸轮、顶料机构的小链轮装在一根立轴上,立轴转动则盘形凸轮推动直动推杆,直动推杆的另一端与推料板相连,从而带动推料板将

薄坯料推送到精压机的下模待冲压位置；

④ 冲压成形后,由顶料机构的小链轮带动大链轮,大链轮和圆柱凸轮做成一体,圆柱凸轮转动则带动一直动推杆(顶料杆)将成品顶出模腔；

⑤ 在推送薄铝板坯料的同时将已冲压好的成品推到板链式输送机上；由板链式输送机将成品运至指定地点。

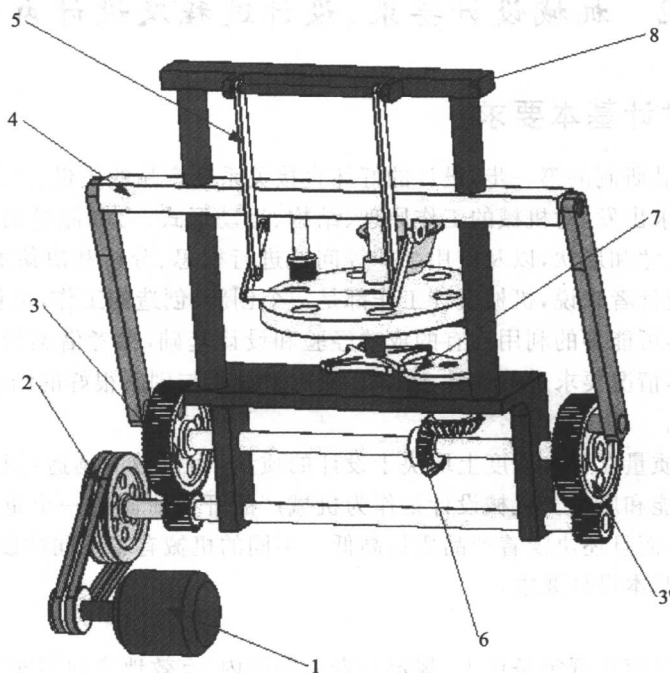
2. 设计要求与原始数据

- ① 冲压执行构件具有快速接近工件、等速下行拉延和快速返回的运动特性；
- ② 精压成形制品生产率约 50 件/min；
- ③ 上模移动总行程为 280 mm,其拉延行程置于总行程的中部,约 100 mm；
- ④ 行程速比系数(冲头回收行程平均速度与冲头下冲平均速度之比) $K \geq 1.3$ ；
- ⑤ 坯料输送最大距离 200 mm；
- ⑥ 冲头压力为 60 kN；
- ⑦ 传动装置的等效转动惯量(以曲柄为等效构件)设为 $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$,机器运转不均匀系数 δ 为 0.05；
- ⑧ 板链式输送机运行速度 0.32 m/s,输送物品最大重量 20 kg/m^2 ；
- ⑨ 精压机生产线具有自动送料、计数功能。

案例二：蜂窝煤成型机

1. 机器简介

冲压式蜂窝煤成型机是我国蜂窝煤(通常又称煤饼,在圆柱形饼状煤中冲出若干通孔)生产厂的主要生产设备,它将煤粉加入转盘上的模筒内,经冲头冲压成蜂窝煤。其三维模型如图 1.5 所示。



1—电动机；2—带传动；3(3')—圆柱齿轮；4—曲柄滑块机构；
5—摇杆滑块机构；6—圆锥齿轮；7—槽轮机构；8—机架

图 1.5 蜂窝煤成型机三维模型

冲压式蜂窝煤成型机由以下机构组成:带传动机构、齿轮机构(直齿圆柱、圆锥齿轮)、槽轮间歇机构、偏置曲柄滑块机构、摇杆滑块机构和运输带等。可实现冲压脱模、扫屑、模筒转盘间歇和运输等功能,其运动传递路线如图 1.6 所示。

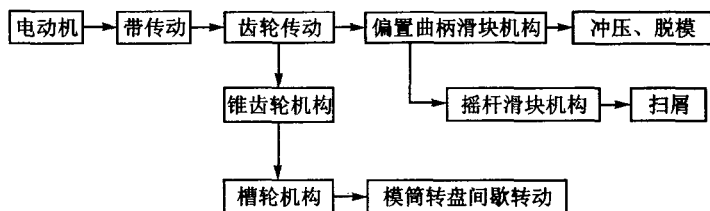


图 1.6 冲压式蜂窝煤成型机运动传递路线图

2. 设计要求与原始数据

- ① 蜂窝煤成型机的生产能力:30 次/min。
- ② 驱动电动机:Y180L-8、功率 $P_N=11\text{ kW}$ 、转速 $n=730\text{ r/min}$ 。
- ③ 为改善蜂窝煤成型机的质量,希望在冲压后有一短暂的保压时间。
- ④ 冲压机构的行程速比系数 $K\geq 1.3$ 。
- ⑤ 由于同时冲两只煤饼时的冲头压力较大,最大可达 50 000 N,其压力变化近似认为在行程的一半进入冲压,压力呈线性变化,由零值至最大值。因此,希望冲压机构具有增力功能,以减小机器的速度波动和减小原动机的功率。
- ⑥ 机械运动方案应力求简单。

1.2 机械设计要求、设计过程及设计内容

1.2.1 机械设计基本要求

设计是机械产品研制的第一步,设计的好坏直接关系到产品的质量、性能和经济效益。机械设计是从使用要求出发,对机械的工作原理、结构、运动形式、力和能量的传递方式,以至各个零部件的材料、尺寸和形状,以及使用维护等问题进行构思、分析和决策的创造性过程。毫无疑问,对每一个设计者来说,机械设计工作都是一个创新、创造的工作,但任何设计都不应该凭空设想,而必须尽可能多的利用已有的成功经验和设计基础,参考借鉴相关设计案例,在此基础上,再根据具体情况要求进行设计、创新。只有把继承与创新很好的结合起来,设计质量、设计效率才有保障。

机械的性能和质量在很大程度上取决于设计的质量,而机械的制造过程实质上就是要实现设计所规定的性能和质量。机械设计是作为机械产品开发研制的一个重要环节,不仅决定着产品的性能好坏,而且还决定着产品质量高低。不同的机械有着不同的设计要求,但大多数机械有以下共同的基本设计要求:

1. 功能性要求

设计的机械零件应在规定条件下,规定的寿命期限内,有效地实现预期的全部功能。

任何一个机械都有预定的使用功能,这些功能要能满足特定的要求。同时,为了提高竞争力,各种使用功能在合理范围内要尽可能多、尽可能先进,性能指标要尽可能好。这主要靠正

确选择机械的工作原理,正确、合理选择和设计各部分机构。有必要强调的是,合理进行机、电结合,是现代机器和机电产品升级换代、扩充功能、提升性能的最有效方式和途径。

2. 经济性要求

在市场经济环境下,经济性要求贯穿于机械设计全过程,应当合理选用原材料,确定适当的精度要求,减少设计和制造的周期。

市场经济的激烈竞争对机械必然提出经济性要求。机械的经济性体现在设计、制造和使用的全过程,如设计周期短、设计费用低;制造、运输、安装成本低;使用效率高、耗能少、易管理维护等,但这些都必须在设计阶段就要进行全面综合考虑。提高经济性的主要途径有:

- ① 在满足使用功能的前提下,设计方案及其机构要力求简单;
- ② 采用现代的先进设计制造方法,如优化设计、计算机辅助设计和工业工程(IE)等;
- ③ 最大限度采用标准化、系列化、通用化、模块化的零部件,零部件尽量采用简单、工艺性好及标准化的结构;
- ④ 充分发挥机、电的各自优势,合理进行机、电、液、气的综合使用,提高机械化和自动化水平,提高机器设备产品的使用效率;
- ⑤ 合理采用高效传动系统,适当采用防护、润滑、减摩措施,降低能耗,延长机械使用寿命;
- ⑥ 尽可能采用新技术、新工艺、新结构、新材料等。

3. 可靠性要求

机器在设计寿命内正常使用时,要求工作可靠,故障率低。随着机电产品功能的日趋丰富、性能的日益提高和系统结构的日趋复杂,可靠性问题变得越来越重要。机器的可靠性是用可靠度来衡量的,它是指在规定的使用时间内和预定的环境条件下机器能够正常工作的概率,其可靠性大小与设计、制造有关,设计的好坏对可靠性起到决定性的影响。

要提高机器的可靠性,设计时除采用必要的冗余技术外,选择合适的结构方案、正确确定零件的工作能力是保证机器可靠性的主要措施。

4. 安全、环保、美观等方面的要求

当机械用于生产和生活时,确保使用者的安全舒适和避免对环境的污染是设计者必须要考虑的基本问题。此外,产品的外形、色彩美观也会影响使用者的心情,从而影响工作效率和差错率。因此,要保证机器的安全、环保和美观,设计时要按照人机工程学的观点合理设计,尽量采用可回收循环利用的绿色设计技术,合理采用各种防护、报警、显示等附件装置。

1.2.2 机械设计的过程与设计内容

机器的设计过程一般包括产品构思设计、方案设计分析、结构技术设计、工艺文件编制、技术文件归档几个阶段,各阶段的主要工作内容大体如下:

1. 产品规划构思

在此阶段中应当对所设计的机器的需求情况做充分的调查研究和分析,提出设计目标和任务,明确机器应具备的功能和基本的设计要求,在此基础上形成设计任务书,作为本阶段工作的总结和下阶段设计工作的依据。设计任务书大体应包括:拟设计开发的机器的特定用途、预定功能和市场应用前景分析;实现预定功能的原理框图;技术经济可行性分析;主要设计任务和内容;完成设计任务的计划安排等,其中方案设计分析和结构技术设计是设计过程的两个

主要阶段。

2. 方案设计分析

本阶段对设计的成败和机器的质量好坏起着关键作用。

首先要进行功能分析,对各种功能进行优化组合;确定功能参数;拟定实现所需功能的各种工作原理和技术方案;对各种可行方案进行评价、分析和择优;对选定的方案画出技术原理图和组成各机构的运动简图;必要时通过计算机进行机构运动动画仿真验证分析。

3. 结构技术设计

本阶段是整个设计工作的主体阶段,要确定出各部件及其零件的外形及基本尺寸,绘制出制造单位所必需的零件图、部件装配图及总装图。

结构技术设计就是在方案设计的基础上,将抽象的运动简图转换成具体的技术结构图,并能按照各种设计理论,保证机器在一定的工况条件下和规定的运转时间内,具有正常的工作能力。具体设计工作包括:

① 运动学设计 根据确定的结构方案,确定原动机和主要构件的运动参数;

② 动力学设计 根据机器结构和运动参数,计算各主要零件的载荷;

③ 零件的工作能力设计 根据主要零件的具体工作情况,选择零件的材料,按照适当的工作能力准则对零件进行设计、校核,决定零部件的基本尺寸,零件常用的工作能力准则主要有强度、刚度、振动稳定性、寿命等;

④ 零件的结构设计 根据零件间的连接装配和制造、安装等要求,确定所有零件的结构形状和尺寸;

⑤ 必要时应进行实物样机研制试验或应用虚拟样机技术进行仿真分析和虚拟实验,以检验设计的合理性和验证设计结果与预定功能和性能的吻合程度,并进行反馈、完善。

传统的机械产品设计过程方法需要有实物样机和物理实验,研制周期长,费用高,且实验范围有限,具体设计流程如图 1.7 所示。

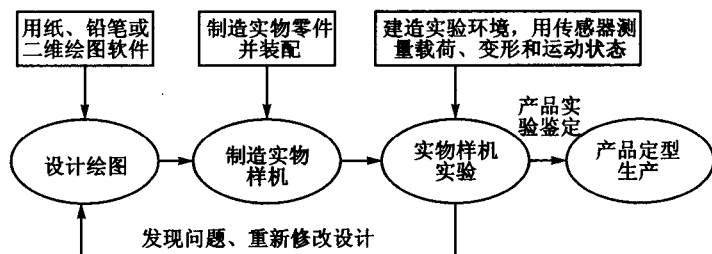


图 1.7 传统机械产品设计流程图

现代机械产品设计应用计算机技术进行三维结构设计,通过虚拟样机进行计算机辅助设计、分析,设计结果形象直观,可以灵活设置实验环境进行全面分析,方便进行各方面的优化设计,其设计流程如图 1.8 所示。

4. 技术文件编制归档

机械设计的技术文件较多,主要的文件是设计计算说明书。说明书的编写应完整清楚,简单明了。

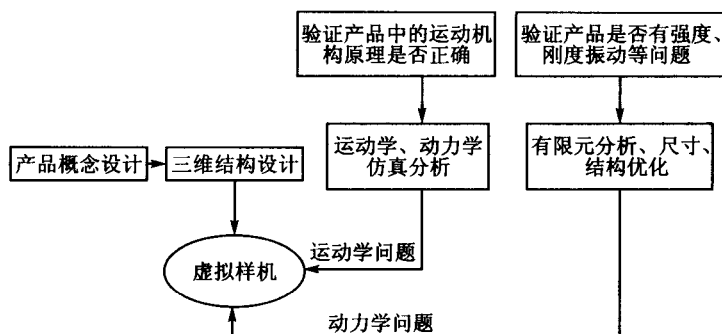


图 1.8 现代机械产品设计流程图

1.3 机械零件的常用材料

合理正确选材也是机械设计的重要内容。机械零件的常用材料包括金属材料和非金属材料。其牌号、特性和用途如表 1.1 所列。

表 1.1 常用金属与非金属材料

常用钢材			
名 称	牌 号	特性及应用举例	说 明
碳素结构钢 GB/T700— 1988	Q215-A	用于拉杆、套圈、铆钉、螺栓、短轴、心轴，负荷不大的凸轮、吊钩、垫圈及焊接件	“Q×××”表示材料屈服点(强度)值，分 A、B、C、D 四个质量等级，A 即为 A 级的等级标号
	Q235-A	有较好的强度、硬度和韧性，用途广，是机械制造的重要材料，用于制造一般的轴、轮轴、齿轮、连杆、钩等	
	Q275	用于强度要求较高并强烈磨损的零件，如主轴、转轴、离合器、键等	
优质碳素结构钢 GB/T699— 1999	15	塑性、韧性、焊接性能和冷冲性能均极良好，但强度较低，用于受力不大、韧性要求较高的零件及不需热处理的低负荷零件，如螺栓、拉条、化工贮器等	牌号的两位数字表示含碳量的平均万分数，如“45”表示含碳量为平均万分之四十五，即 0.45%，较高含锰量的优质碳素钢，在牌号尾部加“Mn”
	20	用于不受很大应力而韧性较高的零件，如杠杆、轴套、螺钉、拉杆、起重钩，也用于表面硬度值而心部强度不高的渗碳与氰化零件	
	35	有好的强度和韧性，用于制造曲轴、转轴、轴销、杠杆、连杆、横梁、圆盘、套筒、钩环、垫圈、螺母、螺钉等。一般不做焊接用	
	45	用于强度要求较高的零件，通常在调质或正火状态下使用。用于制造汽轮机的叶轮、压缩机、泵的零件等	
	15Mn	它的性能与 15 号钢相似，但其淬透性、强度和塑性比 15 号钢都高些。用于制造机械中心部分的机械性能要求较高且需渗碳的零件。这种钢焊接性好	
	45Mn	用于受磨损的零件，如转轴、心轴、齿轮、叉、啮合杆、螺栓、螺母、螺钉。焊接性较差。负荷较大，还可做离合器盘、花键轴、万向节、凸轮轴、曲轴、汽车后轴、双头螺栓、地脚螺栓等	