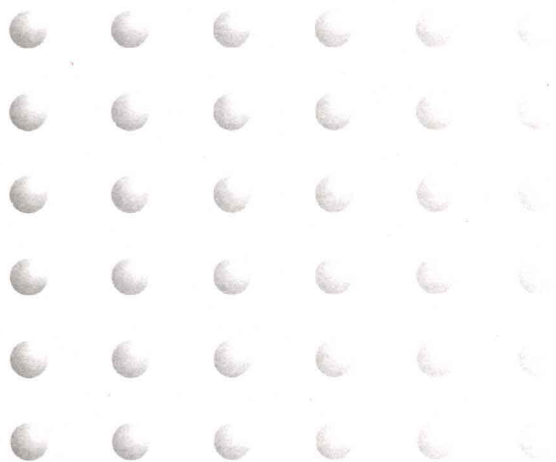
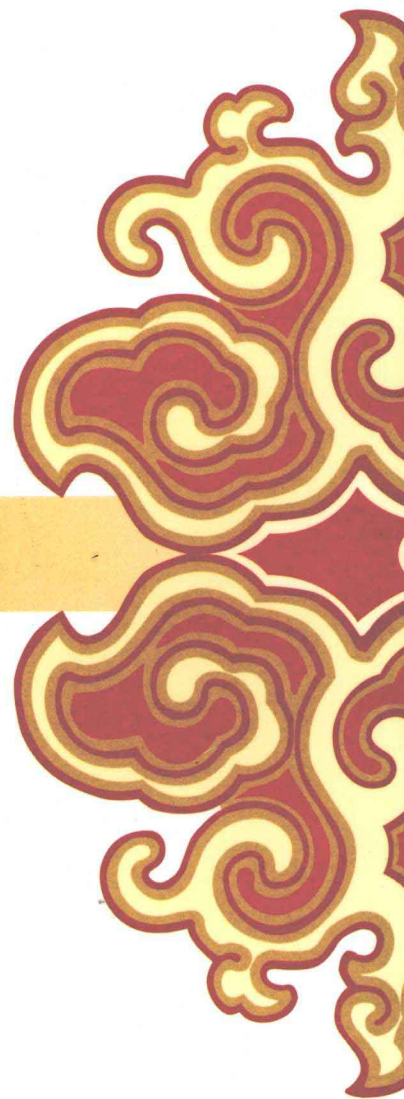




高等学校机电工程类“十二五”规划教材

机械设计课程设计

周 海 主编



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校机械工程类“十二五”规划教材

机械设计课程设计

主 编 周 海

副主编 袁 健 郁 倩

参 编 许 宁 宋树权 邢 莉 田晓峰

刘道标 陈西府 白立刚

主 审 朱龙英

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是按照教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”精神,从机械设计系列课程体系改革的总体目标出发,根据应用型高等工科院校机械设计及机械设计基础课程的教学要求进行编写的。

全书分为三篇 22 章,第一篇为机械设计课程设计指导,内容包括:概述、机械系统总体设计、机械传动件设计、机械结构设计、机械装配图、机械零件工作图的设计和绘制、计算机辅助课程设计、设计计算说明书的编写和答辩准备;第二篇为机械设计常用标准及规范;第三篇为设计任务书、设计示例和参考图例。本书还提供配套光盘,内容包括:多媒体教学课件、课程设计任务书、机械设计常用标准及规范、机械设计参考图例、减速器三维造型设计等。

本书可作为应用型高等工科院校机械类、近机类和机电类等专业的教材,也可作为有关工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/周海主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2011.8

高等学校机械工程类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2569-0

I. ① 机… II. ① 周… III. ① 机械设计—课程设计—高等学校—教材 IV. ① TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 057372 号

策 划 毛红兵

责任编辑 秦志峰 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 19.5

字 数 461 千字

印 数 1~3000 册

定 价 39.00 元(含光盘)

ISBN 978-7-5606-2569-0/TH·0112

XDUP 2861001-1

如有印装问题可调换

前 言

机械设计课程设计是机械类和近机类专业非常重要的实践性课程，也是学生在大学里首次进行的全面的工程设计与实践训练，对培养学生机械设计实践能力和创新意识具有重要的意义。

本书是按照应用型高等工科院校机械设计及机械设计基础课程的教学要求，依据机械设计制造及其自动化专业的“卓越工程师教育培养计划”要求，结合国内同行教改实践和教研成果，遵循“加强基础理论，强化设计训练，培养创新精神，注重工程应用”的原则编写而成的。本书主要解决两个问题：一是学生如何进行机械设计课程设计；二是如何处理在课程设计过程中遇到的各种技术问题。本书注重培养学生的综合设计能力和创新能力，能够满足应用型高等工科院校机械设计及机械设计基础课程等系列课程的改革需要。

本书的主要特点体现在以下几个方面：

(1) 把机械设计理论、方法及工艺编制等内容有机地结合，进行综合设计实践训练，使课程设计与工程实践紧密联系。

(2) 加强计算机辅助机械设计能力的训练，综合二维和三维的计算机辅助机械设计方法，引导学生掌握计算机辅助设计等现代机械设计方法。

(3) 扩大课程设计的选题范围和设计方法，增加机械创新设计内容和具有创新特点的设计题目，对学生的方案设计要求有所加强，以利于培养学生的综合分析能力、创新能力和竞争意识。

(4) 本书提供多学时、中等学时、少学时等三种类型的课程设计任务书，并附有经过验证的设计原始数据。

(5) 本书对通常分散的《课程设计指导书》、《课程设计任务书》、《课程设计图册》、《设计手册》及参考资料等多种书籍和资料进行精选和补充，将它们有机地编排在在一起，使它们集教学指导、设计资料、参考图册于一体，不但便于教学，而且方便学生课程设计时查阅。

(6) 本书在内容编排上，力求由浅入深、循序渐进、举一反三、重点突出、语言简洁、通俗易懂；本书在编写形式上，采用模块化编写结构，兼顾不同层次的需求，在教学时可根据具体教学计划作适当取舍。

(7) 本书全部采用了最新的设计标准、技术规范 and 名词术语。

(8) 本书配有光盘，内容包括：多媒体教学课件、课程设计任务书、减速器的三维造型、三维动画、二维 CAD 图库，不仅方便教学，而且有利于丰富学生的工程背景。

本书在编写过程中参考、借鉴了许多优秀教材和专著，并得到了编者所在单位以及西安电子科技大学出版社的大力支持，而且还得到盐城工学院“教材出版基金”项目资助和江苏省“青蓝工程”项目资助，在此一并表示衷心的感谢。

参加本书编写的有周海(第 1 章、第 2 章、第 8 章、第 20 章、第 22 章)、袁健(第 3 章、

第4章)、郁倩(第5章、第6章)、宋树权(第7章)、田晓峰(第9章~第19章)、邢莉(第21章)、许宁、陈西府、刘道标和白立刚负责图、表的校对。由周海担任主编,负责全书统稿。

本书由朱龙英教授任主审,她对本书提出了许多宝贵意见和建议,编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,真诚希望读者批评指正。来信请寄:盐城工学院机械工程学院(邮编 224051),或发电子邮件至:zhouhai@ycit.cn。

编 者

2011年2月

目 录

第一篇 机械设计课程设计指导

第 1 章 概述.....	1
1.1 机械设计课程设计的目的	1
1.2 机械设计课程设计的内容和任务	1
1.3 机械设计课程设计的一般方法和步骤	2
1.4 课程设计中需要注意的问题	4
第 2 章 机械系统总体设计	5
2.1 执行机构运动方案的拟定	5
2.2 传动装置传动方案的拟定	7
2.3 原动机的选择	11
2.4 传动装置的总传动比确定及其分配	13
2.5 传动装置的运动和动力参数计算	16
2.6 机械系统创新设计方法	17
第 3 章 机械传动件设计	20
3.1 概述	20
3.2 传动零件设计	20
第 4 章 机械结构设计	25
4.1 概述	25
4.2 减速器的结构	26
4.3 减速器的润滑	28
第 5 章 机械装配图设计	33
5.1 概述	33
5.2 装配图设计第一阶段——传动零件的布置及轴系部件的设计	38
5.3 装配图设计第二阶段——零部件具体结构的设计	54
5.4 装配图设计第三阶段——箱体及附件设计	64
5.5 装配图设计第四阶段——完善装配工作图	75
第 6 章 零件工作图的设计和绘制	86
6.1 概述	86
6.2 轴类零件工作图的设计和绘制	87
6.3 齿轮类零件工作图的设计和绘制	89
6.4 箱体类零件工作图的设计和绘制	92

第7章 计算机辅助课程设计	95
7.1 计算机辅助机械设计简介	95
7.2 三维造型	96
7.3 二维工程图的绘制	101
第8章 设计计算说明书编写和答辩准备	108
8.1 设计计算说明书编写	108
8.2 答辩准备	109

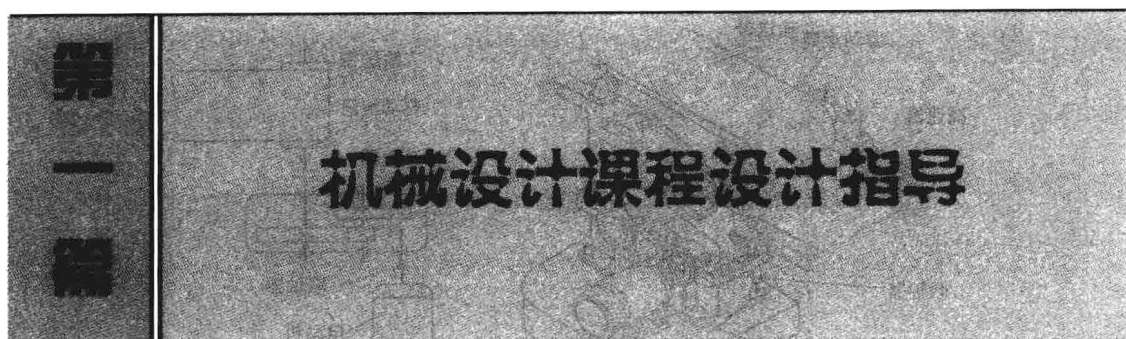
第二篇 机械设计常用标准及规范

第9章 常用资料和一般标准	111
9.1 常用资料	111
9.2 一般标准	114
9.3 铸件设计一般规范	118
第10章 常用材料	121
10.1 黑色金属材料	121
10.2 有色金属材料	129
第11章 机械连接	131
11.1 螺纹	131
11.2 螺纹零件的结构要素	134
11.3 螺栓、螺柱和螺钉	138
11.4 六角螺母和圆螺母	146
11.5 平垫圈、弹簧垫圈和止动垫圈	148
11.6 轴端挡圈和弹性挡圈	150
11.7 键连接和花键连接	153
11.8 销连接	155
第12章 机械传动	156
12.1 普通V带传动	156
12.2 滚子链传动	160
第13章 滚动轴承	168
13.1 常用滚动轴承	168
13.2 滚动轴承的配合	177
13.3 滚动轴承的游隙	179
第14章 润滑与密封	180
14.1 润滑剂	180
14.2 润滑装置	182
14.3 密封装置	183
第15章 联轴器	186
15.1 联轴器性能、轴孔形式与配合	186

15.2 常用联轴器的标准	190
第 16 章 电动机	197
16.1 常用电动机的特点、用途和安装形式	197
16.2 常用电动机的技术参数	198
第 17 章 减速器附件	202
第 18 章 极限与配合、形位公差和表面粗糙度	204
18.1 极限与配合	204
18.2 形状公差与位置公差	212
18.3 表面粗糙度	216
第 19 章 齿轮传动、蜗杆传动的精度和公差	217
19.1 渐开线圆柱齿轮精度	217
19.2 锥齿轮精度	221
19.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度	226

第三篇 设计任务书、设计示例和参考图例

第 20 章 设计任务书	231
20.1 第一类课程设计题目	231
20.2 第二类课程设计题目	242
20.3 第三类课程设计题目	246
第 21 章 课程设计示例	251
第 22 章 参考图例	277
22.1 常用减速器装配图例	277
22.2 常用减速器零件图例	293
参考文献	303



第 1 章 概 述

1.1 机械设计课程设计的目的

课程设计是机械设计课程中重要的实践性教学环节，是学生在大学里第一次较为全面的工程设计与实践训练。其主要目的是：

(1) 培养学生理论联系实际的设计思想，训练学生综合运用已学的理论知识，结合生产实际知识进行设计实践，使理论知识和生产实践密切地结合起来，从而使这些知识得到进一步巩固、加深和提高。

(2) 在课程设计实践中学习通用零件、机械传动装置或简单机械的设计方法和步骤，培养学生全面、科学的工程设计能力。

(3) 通过课程设计，使学生了解工程师在机械设计方面所必须具备的一些基本技能，并进行机械设计的基本技能训练，如计算和绘图的技能，查阅和使用标准、规范、手册、图册及相关技术资料的技能，进行经验估算、类比设计、数据处理、计算机辅助设计的技能等。

1.2 机械设计课程设计的内容和任务

1.2.1 课程设计的内容

机械设计课程设计通常选择一般用途的机械传动装置或简单机械作为设计内容。目前采用较广的是将以齿轮减速器或蜗杆减速器为主体的机械传动装置作为设计课题。这是因为，减速器包括了机械设计课程所学的大部分零件，具有典型的代表性。同时，为培养学生的创新能力，本书还提供了一些具有创新特点的设计题目。

下面以图 1-1 所示的带式输送机的传动装置为例，来说明课程设计的内容。

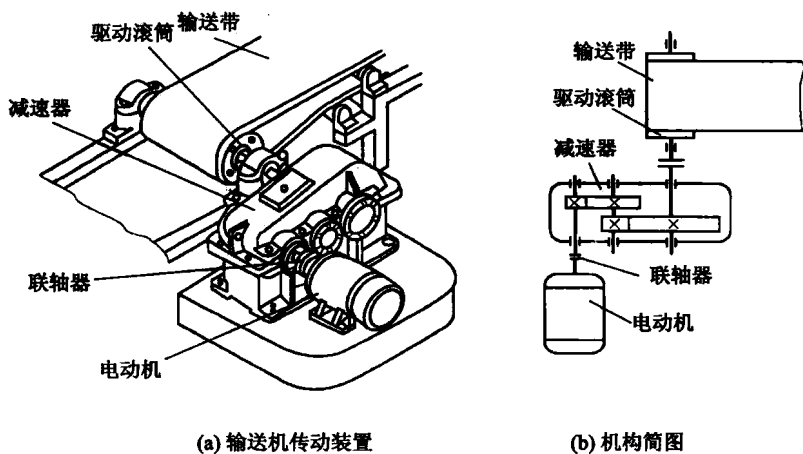


图 1-1 带式输送机的传动装置及机构简图

机械设计课程设计主要包括以下内容：

- (1) 机械系统总体设计分析。
- (2) 传动方案的分析和拟定。
- (3) 原动机的选择。
- (4) 传动装置运动和动力参数的计算。
- (5) 传动零件(如齿轮传动或蜗杆传动、带传动或链传动)的设计。
- (6) 轴的设计。
- (7) 轴承及其组合部件的设计。
- (8) 键连接和联轴器的选择及校核。
- (9) 箱体结构及附件的设计。
- (10) 绘制装配图和零件图。
- (11) 编写设计计算说明书。
- (12) 进行总结和答辩。

1.2.2 课程设计的任务

机械设计课程设计要求学生独立完成以下工作：

- (1) 绘制装配图 1 张(A0 图纸或 A1 图纸)。
- (2) 绘制零件工作图 2~3 张(传动零件、轴、箱体等)。
- (3) 编制设计计算说明书 1 份。

1.3 机械设计课程设计的一般方法和步骤

1.3.1 课程设计的一般方法

机械设计课程设计通常是在分析传动方案的基础上，进行必要的计算和结构设计，最后以工程图纸(或者三维造型)来表达设计结果，以设计说明书来阐述设计的依据。由于影响机械零件结构尺寸的因素很多，不可能完全由计算来确定，还需要借助画图、初步选择参

数、初步估计尺寸等手段，所以采用边画图、边计算、边修改的“三边设计法”交叉进行来逐步完成机械设计。

机械设计课程设计的方式是以学生独立工作为主，教师只对课程设计的原则问题进行指导。

1.3.2 课程设计的一般步骤

机械设计课程设计通常包含的内容有：设计准备、传动装置的总体设计、传动零件的设计、装配草图设计和绘制、装配图和零件工作图的绘制、机械零件的三维造型和装配、设计计算说明书的编写、课程设计总结和答辩等几个设计阶段。表 1-1 中以齿轮减速器为例说明了每一个设计阶段需要完成的具体工作任务和所占总工作量的比例。

表 1-1 机械设计课程设计的一般步骤

阶段	工 作 内 容	具体工作任务	约占总工作量的比例	备注
1	设计准备	① 阅读设计任务书，明确设计内容和要求；分析设计题目，了解原始数据和工作条件。 ② 通过参观(模型、实物、生产现场)、观看电视录像及参阅设计资料等途径了解设计对象。 ③ 阅读教材有关内容，明确并拟定设计过程和进度计划	5%	
2	机械系统设计	分析机械系统运动方案，绘制运动简图	10%	
	传动装置的总体设计	① 选择原动机。 ② 计算传动系统总传动比和分配各级传动比。 ③ 计算传动系统运动和动力参数		
3	传动零件的设计	设计计算齿轮传动、蜗杆传动、带传动和链传动的主要参数和结构尺寸	5%	
4	装配草图设计和绘制	装配草图设计和绘制准备	30%	
		传动轴及轴承装置的设计		
		箱体及附件的设计		
		装配草图检查		
5	装配图的绘制	① 绘制减速器装配图。 ② 标注尺寸和配合。 ③ 编写减速器特性、技术要求、标题栏和明细表等	20%	
6	零件工作图的绘制	① 绘制齿轮(或蜗轮)零件工作图。 ② 绘制轴零件工作图。 ③ 绘制箱体零件工作图	10%	由指导教师指定
7	机械零件的三维造型和装配	① 齿轮、蜗轮、轴、箱体等零件的三维造型。 ② 零件的装配	10%	
8	设计计算说明书的编写	编写设计计算说明书	8%	
9	课程设计总结和答辩	进行课程设计总结和答辩	2%	

1.4 课程设计中需要注意的问题

机械设计课程设计是学生第一次较全面的设计训练,为了能尽快投入并适应课程设计工作,达到预期的教学目的,在课程设计中应该注意以下几个问题。

(1) 端正设计态度。在课程设计中要树立严肃认真、刻苦钻研、精益求精的工作态度。在设计工作中应主动思考问题,认真分析问题,积极解决问题。

(2) 正确处理参考已有资料与创新设计的关系。设计是一项根据特定设计要求进行的复杂细致的劳动,凭空想象而不依靠任何资料是很难完成设计工作的。因此,在课程设计中首先要查阅相关参考资料,仔细分析参考图例的结构,充分利用已有资料的信息。由于每一项设计任务都有其特定的设计要求,因此不能盲目地摘抄资料,而应该在参考已有资料的基础上,根据设计任务的具体要求,吸收新的技术成果,大胆地创新设计,实现继承与创新相结合。

(3) 正确处理设计计算和结构工艺性等要求的关系。机械零件的尺寸不完全由理论计算确定,而需要综合考虑强度、结构和加工工艺等方面的要求。因此,不能把设计片面理解为只是理论计算,更不能把所有尺寸计算都看成是绝对不能改变的。例如,轴伸出端的最小直径 d ,按强度计算并经圆整后为18 mm,但考虑到与之相配的联轴器的孔径,最后可能取 $d=20$ mm。显然,这时轴的强度计算只是为确定轴伸出端直径提供了一个方面的依据。

(4) 树立标准化意识,正确使用相关标准和规范。在设计工作中,正确运用有关标准和技术规范,有利于机械零件的互换性和加工工艺性,减少设计工作量,提高产品质量,从而提高经济效益。正确使用标准和规范,既是降低成本的重要原则,又是评价设计质量的一项重要指标,因此熟练使用标准和规范是课程设计的一项重要任务。

设计中采用的标准件(如螺栓、滚动轴承等)的尺寸参数必须符合标准规定;采用的非标准件的尺寸参数,若有标准,则应执行标准(如齿轮的模数),若无标准则应尽量圆整为标准尺寸或优先数列,以方便制造和测量。但对于一些有严格几何关系的尺寸(例如齿轮传动的啮合尺寸参数),不能随意圆整。

此外,设计的图纸、编写的说明书要符合机械制图方面的规范要求。

(5) 树立正确的产品设计意识,掌握正确的产品设计方法。在课程设计中要树立绿色设计观念,培养环境保护意识,全面考虑机械产品的材料选择、可回收性和可拆卸性。

(6) 按时独立完成设计任务。课程设计是在教师指导下由学生独立完成的实践环节,因此在设计过程中要教与学相互结合,教师要因材施教、严格要求学生;学生要充分发挥主观能动性,要有勤于思考、深入钻研的学习精神,同时要注意掌握设计进度,保质保量地按期完成设计任务。

第2章 机械系统总体设计

机械系统包括原动机、传动装置和执行机构,因此机械系统总体设计应包括选择原动机、设计传动装置、拟定执行机构运动方案三个方面的内容。

2.1 执行机构运动方案的拟定

2.1.1 执行构件的运动形式与基本机构

为使执行机构满足机器的功能要求,首先应将机器的总功能分解成若干个分功能,每个分功能由一个机构去完成,执行构件根据机构的功能要求完成规定的动作。按运动有无往复性和间歇性,基本运动形式分为单向转动、往复摆动、单向移动、往复移动和间歇运动。曲线运动则是由两个或两个以上基本运动合成的复合运动。

原动机的种类繁多,随着现代控制技术的发展,新型电动机(如变频电动机、伺服电动机、直线电动机等)的出现,在许多场合已可大大简化传统的机械传动链。因此在机械系统设计中可创造性地选用新型电动机。原动机最普遍的运动形式是转动,当原动机运动的单一性与生产中要求执行构件具有的运动多样性之间存在矛盾时,可应用各种不同的机构进行运动变换。运动变换包括运动形式、运动速度和运动方向的变换及运动合成(或分解)等。实现运动变换的基本机构的类型、特点及适用性见表 2-1。

表 2-1 实现运动变换的基本机构的类型、特点及适用性

机构名称		运动变换形式	特 点	适用范围或应用举例
平面连杆机构		可将单向转动变换为往复摆动或移动,一般具有运动可逆性	① 改变构件相对长度可实现不同的运动要求。 ② 连杆曲线可满足不同的轨迹设计要求。 ③ 低副机构,磨损小,承载能力高	主要用于运动形式和运动速度的变换,不适于高速运动
凸轮机构	盘形凸轮	可将凸轮的转动(往复移动)变成推杆的往复移动或摆动	① 推杆可实现预期任意运动规律的往复运动。 ② 高副接触,易磨损,负载不宜太大。	适用于各种机械的控制及辅助传动,应用于自动机床、印刷机械等自动、半自动机械中
	圆柱凸轮	可将凸轮的转动变成与之垂直方向的往复移动或摆动	③ 受压力角和机构紧凑性限制,推程不宜太大	

续表

机构名称		运动变换形式	特 点	适用范围 或应用举例
间歇运 动机构	棘轮机构	可将往复摆动转变为间 歇转动	可实现有单向停歇的转动，但高 速运动时冲击、噪声较大	用于各种转位 机构或进给机 构，适用于低速 机械
	槽轮机构、 不完全齿轮 机构	可将单向连续转动变为 单向间歇转动		
斜面机构		将移动变为另一方向的 移动，当斜面升角 $\lambda \leq$ 摩擦 角 φ 时具有自锁性	① 面接触，可承受较大的载荷。 ② 位移小，增力较大。 ③ 效率低	斜面压力机
螺旋机构		将转动变为与之垂直方 向的移动，当螺纹升角 $\lambda \leq$ 摩擦角 φ 时具有自锁性		台虎钳、螺旋 压力机、千斤 顶等
摩擦轮 机构	圆柱摩擦轮	可传递两平行轴的运动	① 靠两轮间摩擦传递运动和动 力，结构简单。 ② 具有过载保护性。 ③ 效率低	用于传动比要 求不严格、载荷 不大的高速传动 机械
	圆锥摩擦轮	可传递两相交轴的运动		
齿轮 机构	圆柱齿轮	可传递两平行轴的旋转 运动	① 瞬时转动比恒定。 ② 传递功率大，速度高。 ③ 精度高，效率高，寿命长	广泛用于各种 机械的传动系统 和变速机构中， 用以变换速度大 小和运动轴线的 方向
	锥齿轮	可传递两相交轴的旋转 运动		
	交错轴 斜齿轮	可传递两交错轴的旋转 运动	点 接 触， 易 磨 损， 承 载 能 力小	
	蜗轮蜗杆		传动比大，传动平稳，发热量大， 效率低	
带传动	V 带传动	可变换运动速度的大小	① 摩擦传动，具有过载保护性能。 ② 有弹性滑动，传动精度低	可实现较远距 离的传动，适于 较高转速的传动
	平带传动	可变换运动速度的大小 和方向		
链传动		可变换运动速度的大小	啮合传动，有多边形效应，运动 均匀性较差	可实现较远距 离的传动，适于 低速传动

基本机构所能实现的运动规律或运动轨迹都具有一定的局限性。为使机构满足复杂的运动规律要求，扩大其使用范围，可对基本机构进行演化或采用组合等方式创造出新的机构。机构组合是对基本机构运用串联、并联等方式，将两个或多个基本机构按一定关系连接组成具有复杂功能的新机构。

2.1.2 机构类型选择的一般要求

1. 实现机器的功能要求

机器的功能要求是选择机构类型的先决条件,且满足这一条件的机构也只是待选方案,还应通过进一步分析比较作出选择。

2. 满足机器的性能要求

机构运动方案的多解性使设计者可以拟订出许多不同的方案,但它们彼此性能差异可能十分悬殊。从运动性能来看,应选择实现所需运动规律、运动轨迹、运动参数准确度高的机构,对有急回、自锁、增程、增力或利用死点位置要求的,也应选择具有相应性能且可靠性高的机构。从动力性能来看,应选择传力性能好、抗冲击、振动小、磨损低、变形小和运动平稳性高的机构。

3. 满足经济性要求

为减少能耗,应优先选用机械效率高的机构,而且机构运动链要尽量短,即构件和运动副数目要尽可能少。

此外,所选机构类型还应符合生产率高、体积小、工艺性好,易于维修保养等技术经济要求。

2.2 传动装置传动方案的拟定

传动装置用于将原动机的运动和动力传给工作机构,并协调二者的转速和转矩,以满足工作机对运动和动力的要求。

传动装置传动方案的拟定主要包括:传动装置的选择、总传动比的确定、各级传动比的分配、传动装置的运动和动力参数的计算。

传动装置方案拟定是机器总体设计的主要组成部分,机器工作性能和运转费用在很大程度上也取决于传动装置的性能。因此,传动装置方案设计的优劣,对机器的工作性能、工作可靠性、外廓尺寸等均有一定程度的影响。因此,合理地设计传动装置是机械设计工作的重要组成部分。

实现工作机预定的运动是拟定传动方案最基本的要求。满足要求的传动方案,可以有不同的机构类型、不同的顺序和不同的布局,因此任何机械传动装置的设计方案都不是唯一的,在相同设计条件下,可有不同的传动装置设计方案,这就需要将各种传动方案加以分析比较,针对具体情况择优选定。

2.2.1 传动机构类型的比较

在拟定传动方案时,首先应综合考虑各种机构的传动性能和应用范围,然后再根据工作机的具体工作要求合理选择机构类型。为了便于选择机构类型,将常用传动机构的主要性能和适用范围列于表 2-2。

表 2-2 常用传动机构的性能和适用范围

传动机构 选用指标		平带传动	V 带传动	链传动	圆柱齿轮传动
功率/kW (常用值)		小 (≤20)	中 (≤100)	中 (≤100)	大 (最大达 50 000)
单级 传动比	常用值	2~4	2~4	2~5	3~5
	最大值	5	7	6	8
传动效率		参见表 2-4			
许用的线速度/(m·s ⁻¹)		≤25	≤30	≤40	6 级精度≤18
外廓尺寸		大	大	大	小
传动精度		低	低	中等	高
工作平稳性		好	好	较差	一般
自锁性能		无	无	无	无
过载保护作用		有	有	无	无
使用寿命		短	短	中等	长
缓冲吸振能力		好	好	中等	差
要求制造及 安装精度		低	低	中等	高
要求润滑条件		不需	不需	中等	高
环境适应性		不能接触酸、碱、油、爆炸性气体		好	一般

减(增)速器是典型的传动机构，常用减速器的类型、特点和应用列于表 2-3。

表 2-3 常用减速器的类型、特点和应用

类 型	简 图	传动比	特点和应用
单级圆柱齿 轮减速器		≤10 常用： 直齿≤4 斜齿≤6	直 齿 轮 用 于 较 低 速 度 (v ≤ 8 m/s) 的 传 动 中，斜 齿 轮 用 于 较 高 速 度 的 传 动 中，人 字 齿 轮 用 于 载 荷 较 重 的 传 动 中
二级圆 柱齿轮 减速器	展 开 式 	8~40	一般采用斜齿轮，低速级也可采用直齿轮。总传动比较大，结构简单，应用最广。由于齿轮相对于轴承为不对称布置，因而沿齿宽载荷分布不均匀，需要轴有较大的刚度
	同 轴 式 	8~40	减速器横向尺寸较小，两大齿轮浸油深度可以大致相同。结构较复杂，轴向尺寸大，中间轴较长、刚度差，处于两齿轮中间的轴承润滑较困难

续表

类 型		简 图	传动比	特点和应用
二级圆柱齿轮减速器	分流式		8~40	一般为高速级分流, 且常采用斜齿轮; 低速级可用直齿轮或人字齿轮。齿轮相对于轴承为对称布置, 沿齿宽载荷分布较均匀。此类型减速器结构较复杂。常用于大功率、变载荷的传动中
单级圆锥齿轮减速器			直齿轮 ≤ 6 常用 ≤ 3	传动比不宜太大, 以减小锥齿轮的尺寸, 便于加工
圆锥-圆柱齿轮减速器			8~40	圆锥齿轮应置于高速级, 以免使圆锥齿轮尺寸过大, 加工困难
蜗杆减速器		(a) 蜗杆下置式 (b) 蜗杆上置式	10~80	结构紧凑, 传动比较大, 但传动效率低, 适用于中、小功率和间歇式工作场合。蜗杆下置时, 润滑、冷却条件较好。当蜗杆圆周速度 $v \leq 5 \text{ m/s}$ 时用下置式; 当 $v > 5 \text{ m/s}$ 时用上置式

2.2.2 传动形式的合理布置

如果采用几种传动形式组成的多级传动, 在拟定运动方案时, 不但要考虑各级传动机构的布置顺序、各级机构所适应的速度范围, 还要考虑以下几点:

(1) 带传动具有传动平稳、缓冲吸振、过载保护等优点, 但它是靠摩擦力来工作的, 在传递相同功率条件下, 当转速较低时, 带传动的结构尺寸较大。为了减少带传动的结构尺寸, 应尽量将带传动布置在传动装置的高速级。

(2) 链传动因多边形效应而存在运动不均匀、有一定的冲击振动, 为了减少振动和冲击, 链传动宜布置在传动装置的低速级。

(3) 圆柱齿轮传动具有承载能力大、效率高、允许转速高、尺寸紧凑、寿命长等特点, 因此在传动装置中应优先选择圆柱齿轮传动。斜齿轮传动的传动平稳性较直齿轮好, 相比而言可用于高速级。开式齿轮传动的工作环境一般较差, 润滑条件不好, 磨损较严重, 寿命较短, 相比而言可用于低速级。

(4) 圆锥齿轮传动, 当尺寸较大时, 锥齿轮加工比较困难, 故锥齿轮传动一般应放在高速级, 而且对其传动比要加以限制, 以减小其直径和模数。

(5) 蜗杆传动的传动比大, 且传动平稳, 但效率较低, 且承载能力没有齿轮传动高。当与齿轮传动同时布置时, 最好将蜗杆传动布置在高速级, 使得传递的转矩较小, 以获得较