



高等学校 **应用型特色** 规划教材

机械设计课程设计指导

魏 峥 主编



赠送课件

- ◆ 面向应用型人才培养
理论知识与实训内容紧密结合
- ◆ 案例导向型的内容设置
案例导入+典型工作过程实训+课后习题
- ◆ 立体化的教材体系
免费提供电子教案、习题答案和相关设计资料



清华大学出版社

高等院校应用型特色规划教材

机械设计课程设计指导

魏 峥 主 编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以圆柱齿轮减速器设计为例,着重介绍减速器设计的内容、方法和步骤。全书共18章,包括总论、机械传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器装配草图的设计、减速器装配工作图的设计、零件工作图的设计、编写设计说明书及答辩、机械设计课程设计题目、常用数据及一般标准与规范、机械设计中常用材料、连接、滚动轴承、联轴器、润滑和密封、渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度、圆柱蜗杆、蜗轮精度设计、课程设计参考图例。

本书以适用为主,既可作为高等院校机械类或近机类专业机械设计(基础)课程理论教学的配套教材及课程设计的教材,也可作为相关专业成人教育或远程教育用书,还可供有关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计指导/魏峥主编. —北京:清华大学出版社,2015
(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-35908-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 061883 号

责任编辑:孟 攀

封面设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13 字 数:314 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版 印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:27.00 元

产品编号:047014-01

前 言

“机械设计课程设计”是机械、机电类专业重要的实践教学环节，重点培养和训练学生综合应用课程及综合应用设计标准、规范和资料信息的能力。

本书以圆柱齿轮减速器设计为主线，按照机械设计课程设计的总体思路和顺序，循序渐进、由浅入深，详细地介绍圆柱齿轮减速器，圆锥-圆柱齿轮减速器和蜗杆减速器设计的各个环节。书中还包括机械设计的常用标准、规范和参考图例等。

各章主要内容如下。

第1章为总论，内容包括机械设计课程设计的基本目的、机械设计课程设计的基本要求、机械设计设计的内容和机械设计课程设计中应注意的问题。

第2章为机械传动装置的总体设计，内容包括传动系统的组成和传动方案的拟订、电动机的选择、传动装置总体传动比的计算及其分配、传动装置的运动参数和动力参数的计算。

第3章为传动零件的设计计算，内容包括减速器外传动件的设计、减速器内部传动零件的设计和联轴器的选择。

第4章为减速器装配草图的设计，内容包括装配草图设计前的准备工作，草图设计的第一阶段，轴、轴承、键的校核计算，草图设计的第二阶段，草图设计的第三阶段和装配草图的检查。

第5章为减速器装配工作图的设计，内容包括装配工作视图的绘制、装配工作图的尺寸标注、装配工作图上零件序号、明细栏和标题栏的编写、编制减速器的技术特性表、编制减速器的技术要求和装配工作图的检查。

第6章为零件工作图的设计，内容包括轴类零件工作图、齿轮类零件工作图和机体零件工作图。

第7章为编写设计说明书及答辩，内容包括设计计算说明书的内容、编写设计计算说明书时应注意的事项、书写格式和课程设计的总结和答辩。

第8章为机械设计课程设计题目，内容包括课程设计题目及任务、课程设计工作量、进度计划与时间安排、设计内容检查和设计成绩评定。

第9章为常用数据及一般标准与规范，内容包括机械制图一般规定和一般标准、零件的结构要素。

第10章为机械设计中常用材料，内容包括黑色金属、有色金属和常用热处理方法。

第11章为联接，内容包括螺纹联接、键联接和销联接。

第12章为滚动轴承，内容包括球轴承和滚子轴承。

第13章为联轴器，内容包括凸缘联轴器、弹性套柱销联轴器和弹性柱销联轴器。

第14章为润滑和密封，内容包括润滑剂、润滑装置和密封标准件。

第15章为渐开线圆柱齿轮精度，内容包括齿轮精度等级、公差与极限偏差项目、齿轮副的侧隙选用、齿坯精度和图样标注。



第16章为锥齿轮精度,内容包括精度等级、精度项目的选择、齿轮副侧隙、齿坯检验与公差和图样标注。

第17章为圆柱蜗杆、蜗轮精度设计,内容包括精度等级和蜗杆、蜗轮的检验与公差、蜗杆传动的侧隙、齿坯公差和图样标注。

第18章为课程设计参考图例,内容包括减速器外观图、减速器装配图和减速器零件图。

本书由魏峥任主编,张彦斐、陈海真、王红梅任副主编,其中:张彦斐编写第1章,郭前建编写第2章,毛崇智编写第3章,魏峥编写第4章,赵彦峻和于珊珊编写第5章和第11章,李爱军和徐红芹编写第6章和第12章,贺磊编写第7章,陈海真和王红梅编写第8章和第12章,于洁和翟晓庆编写第9~10章、第13~18章。

鉴于编者水平有限,书中难免有不妥和需要改进之处,恳请同行和读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 总论.....	1	3.3.1 联轴器类型的选择	23
1.1 机械设计课程设计的基本目的.....	1	3.3.2 联轴器参数的选择	23
1.2 机械设计课程设计的基本要求.....	1	3.4 思考题.....	23
1.3 机械设计课程设计的内容.....	1	第 4 章 减速器装配草图的设计	24
1.4 机械设计课程设计中应注意的问题.....	2	4.1 装配草图设计前的准备工作.....	24
第 2 章 机械传动装置的总体设计.....	4	4.2 草图设计的第一阶段.....	29
2.1 传动系统的组成和传动方案的拟订.....	4	4.2.1 圆柱齿轮减速器草图第一阶段 的设计步骤	29
2.1.1 传动系统的组成.....	4	4.2.2 圆锥齿轮减速器草图第一阶段 的设计步骤	36
2.1.2 传动机构类型的比较.....	5	4.2.3 蜗杆齿轮减速器草图第一阶段 的设计步骤	40
2.1.3 常用减速器的型式、特点 及其应用.....	6	4.3 轴、轴承、键的校核计算.....	44
2.1.4 传动形式的合理布置.....	9	4.3.1 轴强度的校核	44
2.1.5 传动方案的拟订.....	9	4.3.2 轴承额定寿命计算	44
2.2 电动机的选择.....	10	4.3.3 键联接挤压强度的校核 计算	44
2.2.1 选择电动机类型.....	10	4.4 草图设计的第二阶段.....	44
2.2.2 确定电动机的容量.....	10	4.4.1 传动零件的结构设计	44
2.2.3 确定电动机的转速.....	12	4.4.2 轴承盖的结构设计	47
2.2.4 电动机的型号和主要 计算数据.....	12	4.4.3 轴承的润滑和密封结构设计	48
2.3 传动装置总体传动比的计算 及其分配.....	14	4.4.4 滚动轴承常见结构示例	50
2.4 传动装置的运动参数和 动力参数的计算.....	16	4.5 草图设计的第三阶段.....	54
2.5 思考题.....	19	4.5.1 减速器机体的结构设计	54
第 3 章 传动零件的设计计算.....	20	4.5.2 减速器的附件设计	60
3.1 减速器外传动件的设计.....	20	4.6 装配草图的检查.....	69
3.1.1 带传动的设计计算.....	20	第 5 章 减速器装配工作图的设计.....	72
3.1.2 链传动.....	21	5.1 装配工作视图的绘制.....	72
3.1.3 开式齿轮传动.....	21	5.2 装配工作图的尺寸标注.....	72
3.2 减速器内部传动零件的设计.....	22	5.3 装配工作图上零件序号、明细栏和 标题栏的编写.....	73
3.2.1 齿轮传动.....	22	5.4 编制减速器的技术特性表.....	74
3.2.2 蜗杆传动.....	22	5.5 编制减速器的技术要求.....	75
3.3 联轴器的选择.....	23		



5.6	装配工作图的检查.....	76	第9章	常用数据及一般标准与规范.....	110
5.7	思考题.....	77	9.1	机械制图一般规定.....	110
第6章	零件工作图的设计.....	78	9.1.1	图纸的幅面和格式 (GB/T 14689—2008).....	110
6.1	轴类零件工作图.....	78	9.1.2	比例(GB/T 14690—1993).....	111
6.1.1	视图.....	78	9.1.3	图线(GB/T 4457.4—2002、 GB/T 17450—1998).....	112
6.1.2	尺寸标注.....	78	9.1.4	标题栏及明细表格式.....	113
6.1.3	标注尺寸公差.....	79	9.2	一般标准.....	113
6.1.4	标注几何公差.....	79	9.2.1	标准尺寸.....	113
6.1.5	表面粗糙度.....	80	9.2.2	标准公差值.....	114
6.1.6	确定技术要求.....	81	9.2.3	轴的各种基本偏差的应用.....	114
6.2	齿轮类零件工作图.....	81	9.2.4	优先配合及应用举例.....	115
6.2.1	视图.....	81	9.2.5	优先配合中孔的极限偏差.....	116
6.2.2	标注尺寸.....	82	9.2.6	优先配合中轴的极限偏差.....	117
6.2.3	标注尺寸公差和形位公差.....	82	9.2.7	平行度、垂直度、倾斜度 公差.....	118
6.2.4	表面粗糙度.....	83	9.2.8	直线度、平面度公差.....	119
6.2.5	啮合参数表.....	84	9.2.9	圆度、圆柱度公差.....	120
6.2.6	齿轮技术要求.....	84	9.2.10	同轴度、对称度、圆跳动和 全跳动公差.....	121
6.3	机体零件工作图.....	84	9.3	零件的结构要素.....	122
6.3.1	视图.....	85	9.3.1	配合表面的倒圆和倒角.....	122
6.3.2	尺寸标注.....	85	9.3.2	中心孔.....	122
6.3.3	尺寸公差和形位公差的标注.....	85	9.3.3	回转面和端面砂轮越程槽.....	123
6.3.4	表面粗糙度的标注.....	86	9.3.4	普通外螺纹收尾、肩距、 退刀槽、倒角.....	124
6.3.5	技术要求.....	86	9.3.5	普通内螺纹的收尾、肩距和 退刀槽.....	125
6.4	思考题.....	87	第10章	机械设计中常用材料.....	126
第7章	编写设计说明书及答辩.....	88	10.1	黑色金属.....	126
7.1	设计计算说明书的内容.....	88	10.2	有色金属.....	127
7.2	编写设计计算说明书时应 注意的事项.....	88	10.3	常用热处理方法.....	128
7.3	书写格式.....	89	第11章	联接.....	130
7.4	课程设计的总结和答辩.....	90	11.1	螺纹联接.....	130
第8章	机械设计课程设计题目.....	96	11.1.1	普通螺纹的直径与螺距.....	130
8.1	课程设计题目及任务.....	96	11.1.2	六角头螺栓.....	131
8.2	课程设计工作量.....	103			
8.3	进度计划与时间安排.....	104			
8.4	设计内容检查.....	105			
8.5	设计成绩评定.....	109			

11.1.3 开槽螺钉.....	133	14.2 润滑装置.....	158
11.1.4 内六角圆柱头螺钉.....	134	14.3 密封标准件.....	159
11.1.5 紧定螺钉.....	135	第 15 章 渐开线圆柱齿轮精度	162
11.1.6 六角螺母.....	136	15.1 齿轮精度等级、公差与极限 偏差项目.....	162
11.1.7 圆螺母.....	137	15.2 齿轮副的侧隙选用.....	165
11.1.8 平垫圈.....	139	15.3 齿坯精度.....	167
11.1.9 弹簧垫圈.....	139	15.4 图样标注.....	168
11.1.10 圆螺母用止动垫圈.....	140	第 16 章 锥齿轮精度	169
11.2 键联接.....	141	16.1 精度等级、精度项目的选择.....	169
11.2.1 普通平键.....	141	16.2 齿轮副侧隙.....	171
11.2.2 半圆键.....	143	16.3 齿坯检验与公差.....	173
11.3 销联接.....	144	16.4 图样标注.....	174
11.3.1 圆锥销.....	144	第 17 章 圆柱蜗杆、蜗轮精度设计	175
11.3.2 圆柱销.....	145	17.1 精度等级和蜗杆、蜗轮的 检验与公差.....	175
第 12 章 滚动轴承	147	17.2 蜗杆传动的侧隙.....	177
12.1 球轴承.....	147	17.3 齿坯公差.....	179
12.1.1 深沟球轴承.....	147	17.4 图样标注.....	180
12.1.2 角接触球轴承.....	148	第 18 章 课程设计参考图例	181
12.2 滚子轴承.....	149	18.1 减速器外观图.....	181
第 13 章 联轴器	152	18.2 减速器装配图.....	183
13.1 凸缘联轴器.....	152	18.3 减速器零件图.....	193
13.2 弹性套柱销联轴器.....	153		
13.3 弹性柱销联轴器.....	155		
第 14 章 润滑和密封	157		
14.1 润滑剂.....	157		

第1章 总 论

“机械设计课程设计”是机械类专业和部分非机械类专业学生第一次较全面的机械设计训练,是机械设计和机械设计基础课程的一个重要的综合性与实践性教学环节。

1.1 机械设计课程设计的基本目的

机械设计课程设计的基本目的如下。

(1) 通过机械设计课程设计实践,培养综合运用机械设计课程和其他先修课程的理论,结合生产实际知识,培养分析和解决一般工程实际问题的能力,并使所学知识得到进一步巩固、深化和扩展。

(2) 学习机械设计的一般方法,掌握通用机械零件部件、机械传动装置或简单机械的设计原理和过程。

(3) 进行机械设计基本技能的训练,如计算、绘图,熟悉和运用设计资料(手册、图册、标准和规范等)以及使用经验数据进行经验估算和数据处理等。

1.2 机械设计课程设计的基本要求

机械设计课程设计的基本要求如下。

(1) 能从机器功能要求出发,制订或分析设计方案,合理地选择电动机、传动机构和零件。

(2) 能按机器的工作状况分析和计算作用在零件上的载荷,合理选择零件材料,正确计算零件工作能力和确定零件的主要参数及尺寸。

(3) 能考虑制造工艺、安装与调整、使用与维护、经济和安全等问题,对机器和零件进行结构设计。

(4) 图面符合制图标准,尺寸及公差标注正确,技术要求完整合理。能编写设计说明书及其他相关技术文件。

1.3 机械设计课程设计的内容

机械设计课程设计一般选择由本课程所学过的大部分通用零件组成的机械传动装置或简单机械作为设计题目。目前较多采用以齿轮减速器或蜗杆减速器为主体的机械减速传动装置为设计题目,因为这类选题不仅可以反映机械设计课程设计的主要教学内容,同时可以使学生得到较全面的基本训练,便于达到课程设计的目的。

机械设计课程设计的内容如下。

(1) 传动系统的方案设计和总体设计。



- (2) 各级传动零件的设计计算。
- (3) 减速器装配工作图的结构设计及绘制。
- (4) 零件工作图的设计和绘制。
- (5) 整理、编写设计说明书。

1.4 机械设计课程设计中应注意的问题

机械设计课程设计是在教师指导下由学生独立完成的, 为达到培养学生设计能力的要求, 学生应坚持理论联系实际的正确设计思路, 独立思考, 严肃认真, 按要求完成设计任务。

在机械设计课程设计中应注意以下几个问题。

(1) 明确学习目的、端正学习态度。

在设计过程中必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精, 特别是在时间上要抓紧, 不能前松后紧。这样才能在设计思想、方法和技能等各方面都获得较好的锻炼和提高。

(2) 发挥独立工作能力。

教师的指导作用主要在于使学生明确设计思路, 启发学生独立思考, 解答疑难问题和按设计进程进行阶段审查等。在设计中, 学生应充分发挥创造性和主观能动性, 认真阅读有关设计资料和课程设计指导书, 仔细分析参考图例的结构, 培养认真思考问题、分析问题和解决问题的能力, 并独立完成设计, 而不应该被动地依赖教师出主意、给数据和定答案。同时也反对盲目抄袭, 不求甚解的学习态度。

(3) 正确处理理论计算和结构设计的关系。

机械零件尺寸不可能完全由理论设计确定, 而应综合考虑零件结构、加工、装配、经济性和使用条件等要求。通过强度条件计算出来的零件尺寸, 常常是零件必须满足的最小值, 而不一定就是最终采用的结构尺寸。例如轴的尺寸, 在进行结构设计时, 要综合考虑轴上零件装拆、调整和固定以及加工工艺要求, 并进行强度校核计算, 才最后确定。因此, 在设计过程中, 设计计算和结构设计是相互补充、交替进行的。应贯彻“边计算、边画图、边修改”这种三边设计方法。产品设计需要经过多次反复修改才能提高设计质量。

此外, 一些次要尺寸不需强度校核。有的可根据经验公式确定, 如箱体的结构尺寸等; 有的则由设计者考虑加工、使用等条件, 参照类似结构, 用类比的方法确定, 例如轴上的定位轴套、挡油环等。

(4) 正确处理继承与创新的关系。

长期的设计和生产实践已经积累了许多可供参考和借鉴的宝贵经验和资料, 继承和发展这些经验和成果, 不但可以减少重复工作, 加快设计进程, 同时也是提高设计质量的重要保证。设计人员应注意利用和继承已有的成果和经验, 不应闭门造车、凭空臆造, 要善于吸取前人的经验和成果, 掌握和使用已有的设计资料。但是, 不能盲目地、机械地抄袭已有的类似产品, 应在继承的基础上, 根据具体条件和要求, 敢于创新, 敢于提出新方案, 不断完善和改进设计。所以, 设计是继承和创新相结合的过程。

(5) 正确使用标准和规范。

设计中是否采用标准和规范, 也是评价设计质量的一项指标。设计中采用标准和规范, 有利于零件的互换性和加工工艺性, 节省设计时间, 降低生产成本。设计时, 对于国家标

准、部颁标准，一般要严格遵守和执行。例如设计中采用的滚动轴承、带、链条、联轴器、密封件和紧固件等，其参数和尺寸必须严格遵守标准的规定。当然某些非标准零件，如轴承盖、观察孔盖板等，资料中所列尺寸若与实际情况不符，则可适当修改。

(6) 完美地表达出设计结果。

绘图时图纸的图面及格式、比例、图线、字体、视图表达尺寸标注等应严格遵守机械制图标准，要求图纸表达正确、完整、统一、清晰。图面整洁，设计说明书要求正确无误，格式符合要求，书写工整清晰，文字简明通顺。

用计算机进行绘图时，也有同样的要求，主要注意按要求进行初始设置。

(7) 及时检查和整理计算结果。

课程设计的计算部分，前后数据联系密切，计算过程中又经常要调整参数，修改计算数据，因此要求计算时达到正确、清晰、系统、完整，为编写设计计算说明书打下基础，同时从设计开始就要注意总结，为最佳答辩做好准备工作。

第2章 机械传动装置的总体设计

机器通常由原动机、传动装置和工作机三部分组成。传动装置用以传递动力和运动,变换运动形式以实现工作机预定的工作要求,因而是机器的重要组成部分。实践证明,机器的工作性能、重量、成本在很大程度上取决于传动装置的性能、质量及设计布局的合理性。

机械传动装置的总体设计,包括传动方案的拟定和分析、电动机型号的选择、总传动比的计算及其分配、传动装置的运动参数和动力参数计算,它为各级传动设计和装配草图绘制提供依据。

2.1 传动系统的组成和传动方案的拟订

合理的传动方案除应满足工作机的性能要求和适应工作条件外,还应满足工作可靠、传动效率高、结构简单、尺寸紧凑、成本低和使用维修方便等要求。要同时满足上述要求往往是困难的,设计时应优先保证重点要求。

2.1.1 传动系统的组成

常用的带式输送机传动装置如图 2-1(a)所示。它是由电动机、联轴器、齿轮减速器、联轴器和运输带组成,其传动原理如图 2-1(b)所示。

工作时由电动机的轴输出、经联轴器等速传递到齿轮减速器,经减速器减速后,再由联轴器等速传递到运输机的滚筒,滚筒通过摩擦力驱动运输带产生移动,将物料从一处运送到另一处。

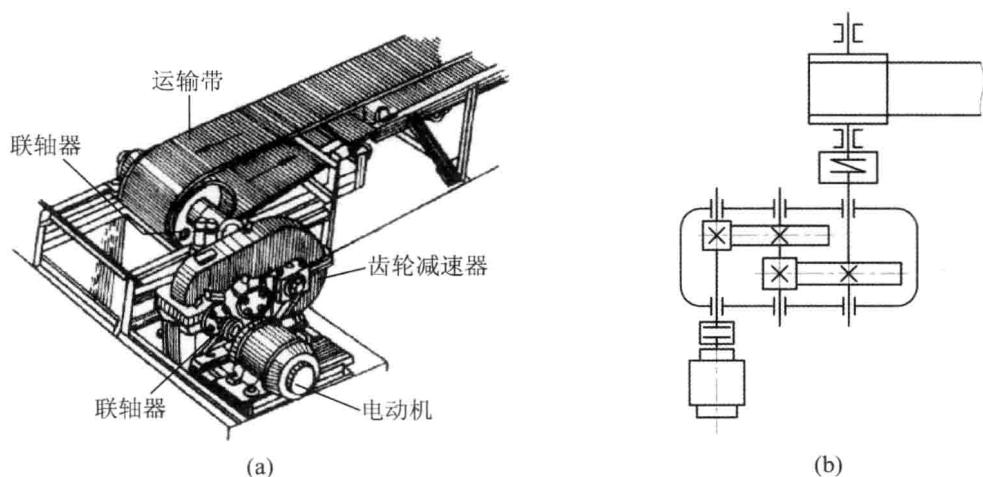


图 2-1 带式输送机及其传动简图

2.1.2 传动机构类型的比较

选择传动机构的类型是拟订传动方案的重要一环,通常应考虑机器的动力、运动和其他要求,再结合各种传动机构的特点和适用范围,通过分析比较,合理选择。常用传动机构的性能和适用范围如表 2-1 所示。

表 2-1 常用传动机构的性能及适用范围

类 型	传递功率 (kW)	速度(m/s)	效 率		传动比		特 点
			开 式	闭 式	一般 范围	最大值	
普通 V 带传动	<500	25~30	0.94~0.97		2~4	<7	传动平稳,噪声小,能缓冲吸振,结构简单,轴间距离大,成本低,外廓尺寸大,传动比不恒定,寿命短
链传动 (滚子链)	<100	<20	0.90~0.93	0.95~0.97	2~6	<8	工作可靠,平均传动比恒定,轴间距离大,对恶劣环境能适应,瞬时速度不均匀,高速时运动不平稳,多用于低速传动
圆柱 齿 轮 传 动	一级 开式	直齿<750; 斜齿和人 字齿轮 <50000	7 级精度<25; 5 级精度以上 的斜齿 15~130	一对齿轮 一对齿轮 0.94~0.96 0.96~0.99	3~7	<15~20	承载能力和速度范围大,传动比恒定,外廓尺寸小,工作可靠,效率高,寿命长制造安装精度要求高,噪声大,成本较高
	一级减 速器				3~6	<12.5	
	二级减 速器				8~40	<60	
圆锥 齿 轮 传	一级 开式	直齿 <1000 曲线齿 <15000	直齿<5 曲线齿 5~40	一对齿轮 0.92~0.95	2~4	<8	
	一级减 速器			一对齿轮 0.94~0.98	2~3	<6	



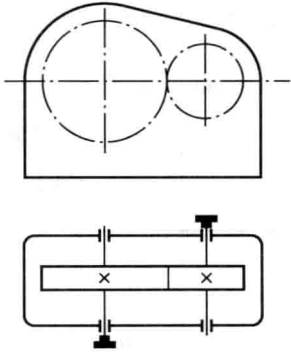
续表

类 型			传递功率 (kW)	速度(m/s)	效 率		传动比		特 点
					开 式	闭 式	一般 范围	最大值	
蜗 杆 传 动	一 级 开 式	单头	通常<50 最大达 750	滑动速度 $v_s<15$ 个别达到 35	一对蜗轮 副 0.50~ 0.60		15~60	<120	结构紧凑，传动比大， 传动平稳，噪音小。效 率较低，制造精度要求 较高，成本较高
		双头			一对蜗轮 副 0.60~ 0.70				
	一 级 减 速 器	单头				一对蜗轮副 0.70~0.75			
		双头				一对蜗轮副 0.75~0.82			
		三头				一对蜗轮副 0.82~0.92			
		以上							

2.1.3 常用减速器的型式、特点及其应用

减速器的种类很多, 按照传动类型可分为齿轮减速器、蜗杆减速器和行星减速器以及它们互相组合起来的减速器; 按照传动的级数可分为单级和多级减速器; 按照齿轮形状可分为圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器和圆锥—圆柱齿轮减速器; 按照传动的布置形式又可分为展开式、分流式和同轴式减速器。常用的减速器型式及其特点和应用如表 2-2 所示。

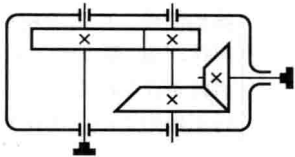
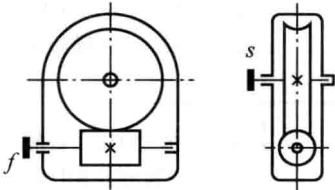
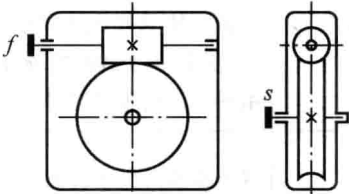
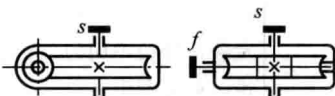
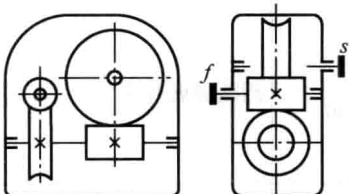
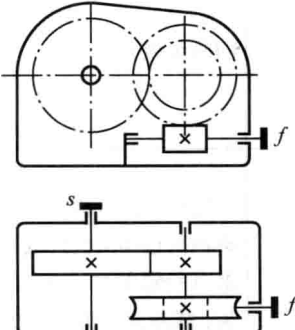
表 2-2 常用减速器的型式和应用

名 称	运动简图	推荐传动比	特点及应用
单级圆柱齿轮减速器		$i \leq 8 \sim 10$	转齿可做成直齿、斜齿和人字齿。直齿用于速度较低($v \leq 8\text{m/s}$)载荷较轻的转动; 斜齿轮用于速度较高的传动, 人字齿轮用于载荷较重的传动中, 箱体通常用铸铁做成, 单件或小批生产有时采用焊接结构。轴承一般采用滚动轴承, 重载或特别高速时采用滑动轴承

续表

名 称	运动简图	推荐传动比	特点及应用
两级圆柱齿轮减速器 展开式		$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 60$	结构简单、但齿轮相对于轴承的位置不对称, 因此要求轴有较大的刚度。高速级齿轮布置在远离转矩输入端, 这样, 轴在转矩作用下产生的扭转变形和轴在弯矩作用下产生的弯曲变形可部分地互相抵消, 以减缓沿齿宽载荷分布不均匀的现象。用于载荷比较平稳的场合。高速级一般做成斜齿, 低速级可做成直齿
两级圆柱齿轮减速器 分流式		$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 60$	结构复杂, 但由于齿轮相对于轴承对称布置, 与展开式相比载荷沿齿宽分布均匀, 轴承受载较均匀。中间轴危险截面上的转矩只相当于轴所传递转矩的一半。适用于变载荷的场合。高速级一般用斜齿, 低速级可用直齿或人字齿
两级圆柱齿轮减速器 同轴式		$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 60$	减速器横向尺寸较小, 两对齿轮浸入油中深度大致相同, 但轴向尺寸大和重量较大, 且中间轴较长、刚度差, 使沿齿宽载荷分布不均匀。高速轴的承载能力难以充分利用
三级圆柱齿轮减速器 展开式		$i = i_1 i_2 i_3$ $i = 40 \sim 400$	同两级展开式
三级圆柱齿轮减速器 分流式		$i = i_1 i_2 i_3$ $i = 40 \sim 400$	同两级展开式
单级圆锥齿轮减速器		$i = 8 \sim 10$	齿轮可做成直齿、斜齿或曲线齿。用于两轴垂直相交的传动中, 也可用于两轴垂直相错的传动中。由于制造安装复杂、成本高, 所以仅在传动布置需要时才采用

续表

名 称	运动简图	推荐传动比	特点及应用
两级圆锥—圆柱齿轮减速器		$i = i_1 i_2$ 直齿圆锥齿轮 $i = 8 \sim 22$ 斜齿或曲线齿圆锥齿轮 $i = 8 \sim 40$	特点同单级圆锥齿轮减速器, 圆锥齿轮应在高速级, 以使圆锥齿轮尺寸不致太大, 否则加工困难
单级蜗杆减速器蜗杆下置式		$i = 10 \sim 80$	蜗杆在蜗轮下方啮合处的冷却和润滑都较好, 蜗杆轴承润滑也方便, 但当蜗杆圆周速度高时, 搅油损失大, 一般用于蜗杆圆周速度 $v < 10\text{m/s}$ 的场合
单级蜗杆减速器蜗杆上置式		$i = 10 \sim 80$	蜗杆在蜗轮上, 蜗杆的圆周速度可高些, 但蜗杆轴承润滑不太方便
单级蜗杆减速器侧置蜗杆式		$i = 10 \sim 80$	蜗杆在蜗轮侧面, 蜗轮轴垂直布置, 一般用于水平旋转机构的传动
两级蜗杆减速器		$i = i_1 i_2$ $i = 43 \sim 3600$	传动比大, 结构紧凑, 但效率低
齿轮—蜗杆减速器		$i = i_1 i_2$ $i = 15 \sim 480$	有齿轮传动在高速级和蜗杆传动在高速级两种型式。前者结构紧凑, 而后者传动效率高

2.1.4 传动形式的合理布置

在多级传动中, 各类传动机构的布置顺序不仅影响传动的平稳性和传动效率, 而且对整个传动装置的结构尺寸也有很大影响。因此, 应根据各类传动机构的特点合理布置, 使各类传动机构得以充分发挥其优点。常用传动机构的一般布置原则如下。

(1) 带传动承载能力较低, 但能缓冲吸震, 有过载保护作用, 被广泛采用。为使带传动获得较为紧凑的结构尺寸, 应布置在传动系统的高速级。若带传动水平布置时, 应使其松边在上。

(2) 斜齿圆柱齿轮较之直齿圆柱齿轮, 具有传动平稳, 承载能力高等优点, 应优先采用。

(3) 蜗杆传动大多用于传动比大而传递功率不大, 且要求结构紧凑的场合, 其承载能力比齿轮低。通常布置在高速级, 以获得较小的结构尺寸和较高的效率。

(4) 链传动运转不平稳, 有冲击, 宜布置在低速级。若链传动为水平布置时, 应使其松边在下。

2.1.5 传动方案的拟订

合理的传动方案首先应满足机器的工作要求, 如所传递的功率要求的转速。此外, 还应保证机器的工作性能和可靠性, 具有较高的传动效率, 工艺性好, 结构简单, 成本低廉, 结构紧凑和使用维护方便等。但同时达到这些要求是不容易的, 因此在设计过程中, 往往需要拟订多种方案以进行技术经济分析和比较。

现以图 2-2 所示的带式运输机的四种传动方案为例, 作简单的分析比较。

方案(a)为电动机直接接在蜗杆减速器上, 结构最紧凑, 但在长期连续运转条件下, 由于蜗杆传动效率低, 功率损失大。

方案(b)为电动机直接接在锥齿轮—圆柱齿轮减速器上, 方案(b)的宽度尺寸较(c)小, 但锥齿轮加工比圆柱齿轮困难。

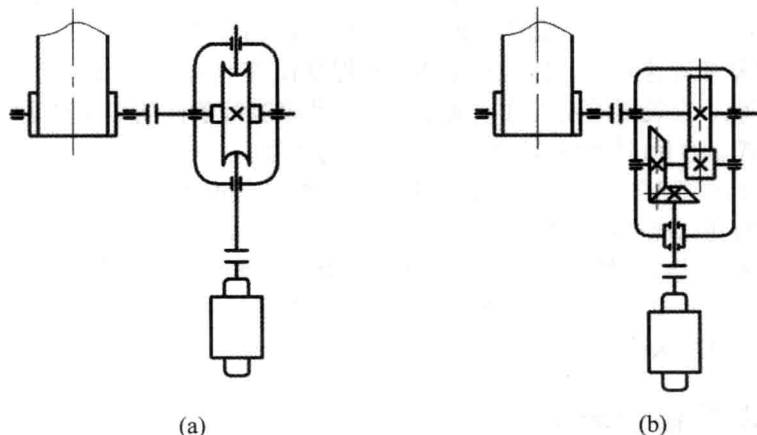


图 2-2 带式运输机的四种传动方案