



教育部高等职业教育示范专业规划教材

机械设计基础 课程设计指导书

JIXIE SHEJI JICHU KECHENG SHEJI ZHIDAOSHU

王凤平 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教育部高等职业教育示范专业规划教材

机械设计基础课程设计指导书

主 编 王凤平
副主编 高 迟 时贞祥
参 编 张爱迎 李坤淑



机械工业出版社

本书是依据教育部“高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求”，结合高职高专院校机械类、机电类和动力类专业对机械设计基础课程设计的具体要求编写的。本书以培养学生解决工程实际问题的能力为主要目标，除了介绍机械设计知识外，注重叙述设计方法和对设计过程的把握。

本书分为两篇。第1篇为课程设计指导，以减速器设计为例，介绍了一般机械传动设计内容、方法和步骤。第2篇为课程设计常用规范，其内容基本可以满足课程设计的需要。

本书可作为高职高专院校机械类、机电类和数控类专业学生进行机械设计基础课程设计的用书，可供相应专业的电大、职大、函授使用，也可供上述专业的教师指导学生的课程设计参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计指导书/王凤平主编. —北京:机械工业出版社, 2010.8

教育部高等职业教育示范专业规划教材
ISBN 978-7-111-31184-3

I. ①机… II. ①王… III. ①机械设计—课程设计—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第126195号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:于宁 责任编辑:于宁 版式设计:霍永明
责任校对:李秋荣 封面设计:马精明 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)
2010年8月第1版第1次印刷
184mm×260mm·11.5印张·279千字
0 001—4 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-31184-3
定价:21.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是依据教育部制定的“高职高专教育机械设计基础课程教学要求”，结合高职高专院校机械类、机电类和非机械类专业对机械设计基础课程的具体要求编写的，是机械设计基础课程的配套教材。本书以减速器设计为知识载体，以培养学生解决工程实际问题的能力为目标，具有如下特点：

(1) 在介绍机械设计知识的同时，注重叙述设计方法和对设计过程的把握。

(2) 以设计过程为线索展开讨论，引导学生综合考虑结构设计和计算的要求，确定合理的设计方案。

(3) 针对学生容易产生疑惑的地方，在设计进程的关键点给予提示，同时又给指导教师必要的空间。

(4) 采用最新的设计标准，提供符合多学时、中等学时、少学时三种教学大纲的课程设计任务书及进度安排，并提供经过验证的设计原始数据。

(5) 提供圆柱齿轮传动、锥齿轮传动、蜗杆传动三类减速器的设计指导，提供装配图和零件图参考图例，方便学生选用。

本书凝结了多位教师多年的教学经验，在编写过程中也吸取了兄弟院校的经验，参考了相关书籍。本书由山东莱芜职业技术学院王凤平担任主编，高迟、时贞祥担任副主编，张爱迎、李坤淑参加编写。

由于编者水平所限，书中错漏之处在所难免，恳请同行和广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 篇 课程设计指导

第 1 章 课程设计概述	1	4.2.1 箱体的结构形式	25
1.1 课程设计的目的	1	4.2.2 箱体的结构尺寸	27
1.2 课程设计的内容和步骤	1	第 5 章 装配草图设计	34
1.2.1 课程设计的内容	1	5.1 初绘减速器装配草图	34
1.2.2 课程设计的步骤	2	5.1.1 初绘装配草图前的准备	34
1.3 课程设计任务书	3	5.1.2 初绘装配草图的步骤	35
1.3.1 课程设计任务书参考格式	3	5.2 轴、轴承及键的校核计算	41
1.3.2 课程设计题目	3	5.2.1 轴的强度校核	41
1.4 课程设计中应注意的问题	7	5.2.2 滚动轴承寿命验算	42
第 2 章 机械传动装置的总体设计	9	5.2.3 键联接的强度校核	42
2.1 传动方案的拟定	9	5.3 完成减速器装配草图	42
2.2 电动机的选择	12	5.3.1 传动零件的设计	42
2.2.1 选择电动机的类型和结构型式	12	5.3.2 轴承的组合设计	43
2.2.2 选择电动机的功率(容量)	13	5.3.3 滚动轴承的润滑与密封	45
2.2.3 确定电动机的转速	13	5.3.4 减速器箱体的结构设计	47
2.3 分配传动比	15	5.3.5 减速器附件设计	53
2.3.1 计算总传动比	15	5.3.6 装配草图的检查及修改	58
2.3.2 分配各级传动比	15	思考题与习题	61
2.4 传动装置的运动和动力参数的计算	17	第 6 章 减速器装配工作图设计	63
思考题与习题	19	6.1 绘制装配图	63
第 3 章 传动零件的设计	20	6.2 标注尺寸	63
3.1 选择联轴器的类型和型号	20	6.3 标注减速器的技术特性	64
3.2 设计减速器外传动零件	20	6.4 编写技术要求	65
3.2.1 普通 V 带传动设计	21	6.5 零件编号、零件明细表和标题栏	66
3.2.2 链传动设计	21	6.5.1 零件编号	66
3.2.3 开式齿轮传动	21	6.5.2 零件明细表	67
3.3 设计减速器内传动零件	22	6.5.3 编制标题栏	67
3.3.1 圆柱齿轮传动	22	6.6 检查装配工作图	67
3.3.2 锥齿轮传动	22	思考题与习题	68
3.3.3 蜗杆传动	22	第 7 章 减速器零件工作图设计	69
思考题与习题	23	7.1 零件工作图的设计要点	69
第 4 章 减速器的结构尺寸	24	7.2 轴类零件工作图的设计要点	70
4.1 减速器的结构	24	7.2.1 设计要点	70
4.2 通用减速器的箱体结构	25	7.2.2 轴类零件工作图实例	72

7.3 齿轮类零件工作图的设计要点	74	第 8 章 编写设计计算说明书和准备	
7.3.1 设计要点	74	答辩	86
7.3.2 齿轮类零件工作图实例	75	8.1 设计计算说明书的内容	86
7.4 箱体类零件图设计要点	81	8.2 设计计算说明书的要求与注意事项	86
7.4.1 设计要点	81	8.3 设计计算说明书的书写格式	87
7.4.2 箱体类零件工作图实例	82	8.4 课程设计总结	88
思考题与习题	85	8.5 准备答辩	89
第 2 篇 课程设计常用规范			
第 9 章 常用数据和一般标准	90	第 15 章 公差与配合及表面粗糙度	132
9.1 机械传动的传动比及摩擦副的效率	90	15.1 极限与配合	132
9.2 机械设计一般标准	91	15.2 形状与位置公差	138
第 10 章 金属材料	97	15.3 表面粗糙度	142
10.1 钢铁材料	97	第 16 章 联轴器	145
10.2 非铁金属材料	104	第 17 章 滚动轴承	149
第 11 章 螺纹	107	17.1 常用滚动轴承	149
11.1 普通螺纹	107	17.2 滚动轴承的配合	159
11.2 梯形螺纹	109	第 18 章 电动机	162
11.3 管螺纹	110	附录	167
第 12 章 常用标准件	111	附录 A 参考图例	167
第 13 章 密封件	125	附录 B 减速器装拆和结构分析试验	173
第 14 章 润滑剂	130	参考文献	176

第1篇 课程设计指导

第1章 课程设计概述

1.1 课程设计的目的

“机械设计基础”是一门理论与应用联系紧密的学科，具有技术性和实践性强的特点。《机械设计课程教学基本要求》中规定每个学生必须独立完成课程设计。课程设计是机械类专业和部分非机械类专业学生第一次接受较全面的设计训练，也是机械设计课程的一个十分重要的实践性教学环节，其基本目的如下：

1) 通过机械设计课程设计，综合运用机械设计课程和其他有关先修课程的理论，结合生产实际知识，培养分析和解决一般实际问题的能力，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、机械传动装置或简单机械的设计原理和过程。

3) 提高学生有关的设计能力，如计算能力、绘图能力以及计算机辅助设计（CAD）能力等，使学生熟悉设计资料（手册、图册、标准和规范等）的使用，掌握经验估算和数据处理等的方法。

4) 培养学生树立正确的设计思想和严谨的工作作风。

1.2 课程设计的内容和步骤

1.2.1 课程设计的内容

课程设计通常选择由本课程所学过的大部分通用零件组成的一般用途的机械传动装置或简单机械为设计题目。本书选择圆柱齿轮减速器的设计为主要内容，力求使学生得到较全面的训练。该减速器包含齿轮、轴、轴承、键、箱体等零件，因此设计的主要内容包括以下几个方面。

- 1) 分析、拟定传动装置的传动方案。
- 2) 选择电动机，计算传动装置的运动和动力参数。
- 3) 进行传动件的设计计算，校核轴、轴承、联轴器、键等。
- 4) 绘制减速器装配图。
- 5) 绘制零件工作图。

6) 编写设计计算说明书。

课程设计要求在两周内完成以下工作：

- 1) 绘制减速器装配图 1 张 (用 A0 或 A1 图纸绘制)。
- 2) 零件图 2 ~ 3 张 (齿轮、轴、箱体等)。
- 3) 设计计算说明书 1 份, 约 6 000 ~ 8 000 字。
- 4) 答辩。

1.2.2 课程设计的步骤

课程设计一般可按以下顺序进行：设计准备工作—总体设计—传动件的设计计算—装配图草图的绘制（校核轴、轴承等）—装配图的绘制—零件工作图的绘制—编写设计计算说明书—答辩。每一设计步骤所包括的设计内容如表 1-1 所列。

表 1-1 机械设计课程设计阶段及设计主要内容

阶段	主要内容	约占总工作量的份额
1. 设计准备	<ol style="list-style-type: none"> (1) 阅读设计任务书, 明确设计要求、工作条件、内容和步骤 (2) 熟悉设计指导书、有关资料、图样等 (3) 观察实物、模型, 观看录像片, 分析比较各种减速器的结构型式、特点 (4) 复习课程有关内容, 熟悉有关零件的设计方法和步骤 (5) 准备和设计需要的图书、资料和用具, 并拟定设计计划等 	5%
2. 传动装置总体设计	<ol style="list-style-type: none"> (1) 确定传动方案 (2) 选择电动机 (3) 计算传动装置的总传动比, 分配各级传动比 (4) 计算各轴的转速、功率和转矩 	5%
3. 传动件的设计计算	<ol style="list-style-type: none"> (1) 减速器外的传动零件设计 (带传动、链传动、开式齿轮传动等) (2) 减速器内的传动零件设计 (齿轮传动、蜗杆传动等) 	5%
4. 减速器装配草图的设计	<ol style="list-style-type: none"> (1) 确定减速器的结构方案 (2) 绘制装配草图, 进行轴上零件和轴承组合的机构设计 (3) 校核轴的强度、键连接的强度, 校核滚动轴承的寿命 (4) 绘制减速器箱体结构 (5) 绘制减速器附件 	45%
5. 减速器装配图的设计	<ol style="list-style-type: none"> (1) 画底线图, 画剖面线 (2) 选择配合, 标注尺寸 (3) 编写零件序号, 列出明细栏 (4) 加深线条, 整理图面 (5) 书写技术要求、减速器特性等 	20%

(续)

阶段	主要内容	约占总工作量的份额
6. 零件工作图设计	(1) 轴类零件工作图 (2) 齿轮类零件工作图 (3) 箱体类零件工作图 (具体绘制哪几个零件由指导教师确定)	10%
7. 编写设计计算说明书	编写设计计算说明书, 内容包括所有的计算, 并附有必要的简图	5%
8. 设计总结和答辩	(1) 写出设计总结。一方面总结设计课题的完成情况, 另一方面总结个人所作设计的收获体会以及不足之处 (2) 作答辩准备 (3) 参加答辩	5%

指导教师在学生完成以上设计步骤后, 根据图样、说明书以及答辩情况对设计进行综合评定。

1.3 课程设计任务书

1.3.1 课程设计任务书参考格式

机械设计基础课程设计任务书

班级_____ 姓名_____ 学号_____

1. 设计题目: \times 级减速器 (用于自动送料的带式运输机的传动装置)

2. 原始数据:

运输机滚筒直径、运输带速度 v (或卷筒转速 n)、运输带工作拉力 F (或所需功率 P 或所需转矩 T)。

3. 工作条件:

环境及温度, 使用年限, 传动比误差, 载荷性质。

4. 设计工作量:

- 1) 设计说明书一份;
- 2) 总装图一张 (A0 或 A1 图纸);
- 3) 轴工作图一张 (A3 图纸);
- 4) 齿轮工作图一张 (A3 图纸)。

开始日期 年 月 日

完成日期 年 月 日

1.3.2 课程设计题目

1. 设计带式输送机传动装置

相关资料见图 1-1 及表 1-2。

表 1-2 带式输送机传动装置的原始数据

参 数	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带工作拉力 F/N	2 300	2 100	1 900	2 200	2 000
输送带工作速度 $v/(m/s)$	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8
滚筒直径 D/mm	400	400	400	450	450
每日工作时数 T/h	24	24	24	24	24
传动工作年限/ a	5	5	5	5	5

注：传动不逆转，载荷平稳，起动载荷为名义载荷的 1.25 倍，输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

设计工作量：

- 1) 设计说明书 1 份；
- 2) 减速器装配图 1 张 (A0 或 A1)；
- 3) 零件工作图 1~3 张。

2. 设计输送传动装置

相关资料见图 1-2 及表 1-3。

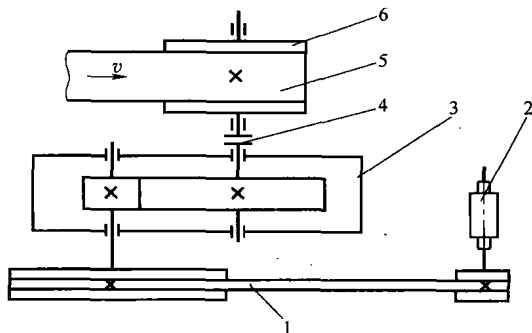


图 1-1 带式输送机传动装置

1—V 带传动 2—电动机 3—圆柱齿轮减速器
4—联轴器 5—输送带 6—滚筒

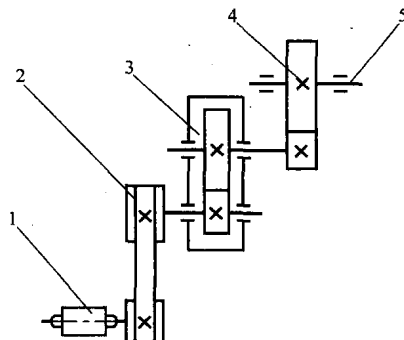


图 1-2 输送传动装置

1—电动机 2—V 带传动 3—圆柱齿轮减速器
4—开式齿轮 5—输送机构的输入轴

表 1-3 输送传动装置的原始数据

参 数	题 号				
	1	2	3	4	5
输出轴功率 P/kW	3	4	4.8	5	6.2
输出轴转速 $n/(r/min)$	35	38	40	45	50
传动工作年限/ a	6	10	8	10	8
每日工作班数	2	1	1	1	1
工作场所	车间	矿山	矿山	车间	车间
批量	小批	大批	小批	成批	成批

注：总传动比误差为 $\pm 5\%$ ，单向回转，轻微冲击。

设计工作量：

- 1) 设计说明书 1 份；

- 2) 减速器装配图 1 张 (A0 或 A1);
- 3) 零件工作图 1~3 张。

3. 设计绞车传动装置

相关资料见图 1-3 及表 1-4。

表 1-4 绞车传动装置的原始数据

参 数	题 号						
	1	2	3	4	5	6	7
卷筒圆周力 F/N	5 000	7 500	8 500	10 000	11 500	12 000	12 500
卷筒转速 $n/(r/min)$	60	55	50	45	40	35	30
卷筒直径 D/mm	350	400	450	500	350	400	35

注：间歇工作，载荷平稳，传动可逆转，起动载荷为名义载荷的 1.25 倍。传动比误差为 $\pm 5\%$ ，工作年限为 10 年，两班制。

设计工作量：

- 1) 设计说明书 1 份；
- 2) 减速器装配图 1 张 (A0 或 A1);
- 3) 零件工作图 1~3 张。

4. 设计链式输送机传动装置

相关资料见图 1-4 及表 1-5。

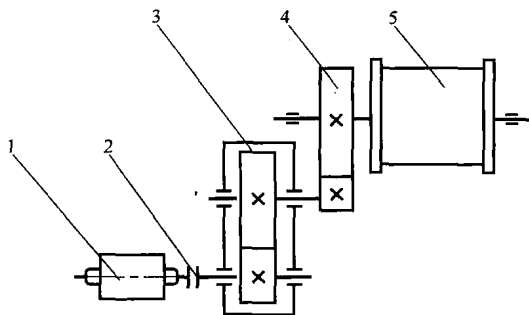


图 1-3 绞车传动装置

1—电动机 2—联轴器 3—圆柱斜齿轮减速器
4—开式齿轮 5—卷筒

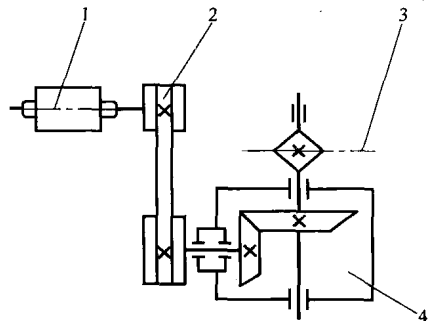


图 1-4 链式输送机传动装置

1—电动机 2—V 带传动
3—链式输送机 4—锥齿轮减速器

表 1-5 链式输送机传动装置原始数据

参 数	题 号						
	1	2	3	4	5	6	7
输出轴功率 P/kW	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4	4.2
输出轴转速 $n/(r/min)$	100	110	115	120	125	135	140

注：传动不可逆，载荷平稳，连续工作，起动载荷为名义载荷的 1.25 倍，传动比误差为 $\pm 7.5\%$ 。

设计工作量：

- 1) 设计说明书 1 份；
- 2) 减速器装配图 1 张 (A0 或 A1);
- 3) 零件工作图 1~3 张。

5. 设计带式输送机传动装置

相关资料见图 1-5 及表 1-6。

表 1-6 带式输送机传动装置原始数据

参 数	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带工作拉力 F/N	7 000	8 000	9 000	10 000	11 000
输送带速度 $v/(m/min)$	6.5	5.5	5	5	5
滚筒直径 D/mm	350	350	450	500	600
每日工作时数/h	8	8	8	8	8
传动工作年限/a	5	5	5	5	5

注：传动不逆转，载荷平稳，起动载荷为名义载荷的 1.25 倍，输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

设计工作量：

- 1) 设计说明书 1 份；
- 2) 减速器装配图 1 张 (A0 或 A1)；
- 3) 零件工作图 1~3 张。

6. 设计盘磨机传动装置

相关资料见图 1-6 及表 1-7。

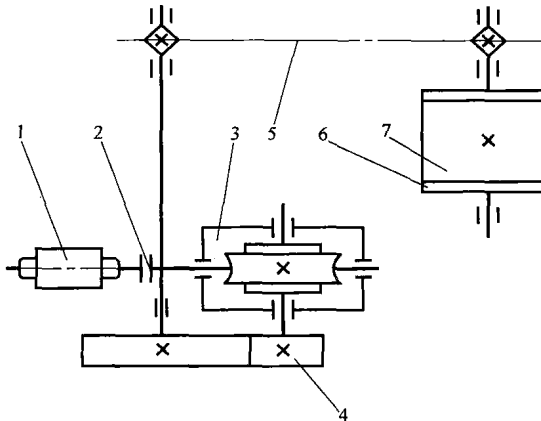


图 1-5 带式输送机传动装置

- 1—电动机 2—联轴器 3—蜗轮减速器
4—开式齿轮传动 5—链传动 6—滚筒 7—输送带

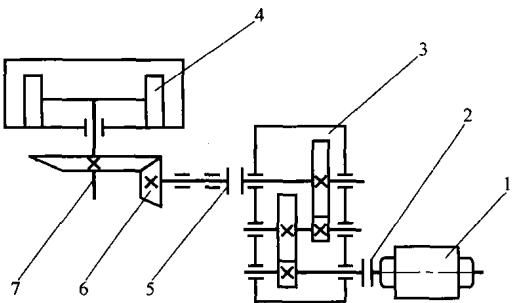


图 1-6 盘磨机传动装置

- 1—电动机 2、5—联轴器 3—圆柱齿轮减速器
4—碾轮 6—锥齿轮传动 7—主轴

表 1-7 盘磨机传动装置原始数据

参 数	题 号				
	1	2	3	4	5
主轴转速 $n_{主}/(r/min)$	30	40	32	45	50
锥齿轮传动比 i	3	4	3.5	3.5	4
电动机功率 P/kW	7.5	7.5	7.5	5.5	5.5
电动机转速 $n_{电}/(r/min)$	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
每日工作时数/h	8	8	8	8	8
传动工作年限/a	8	8	8	8	8

注：传动不逆转，有轻微的振动，起动载荷为名义载荷的 1.5 倍，主轴转速允许误差为 $\pm 5\%$ 。

设计工作量:

- 1) 设计说明书 1 份;
- 2) 减速器装配图 1 张 (A0 或 A1);
- 3) 零件工作图 1~3 张。

1.4 课程设计中应注意的问题

本课程设计是学生第一次接受较全面的设计训练, 学生一开始往往不知所措。指导教师应给予学生适当的指导, 引导学生设计思路, 启发学生独立思考, 解答学生的疑难问题, 并掌握设计进度, 对设计进行阶段性检查。另一方面, 作为设计的主体, 学生应在教师的指导下发挥主观能动性, 积极思考问题, 认真阅读设计指导书, 查阅有关设计资料, 按教师的布置循序渐进地进行设计, 按时完成设计任务。

在课程设计中应注意以下事项:

1. 学生要明确学习目的, 端正学习态度

在设计的全过程中, 必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精。只有这样, 才能在设计思想、设计方法和设计技能等方面都得到较好的锻炼和提高。

2. 独立工作

教师的指导作用在于明确设计思路, 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, 学生必须充分发挥主观能动性, 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。提倡独立思考、分析问题和解决问题, 独立完成设计, 而不应被动地依赖教师, 指望教师出主意、给数据、定答案, 同时也反对盲目抄袭、不求甚解。

3. 正确运用设计资料

任何设计过程都不是设计者的凭空想象, 设计过程中要查阅大量设计资料。设计资料是前人在理论和实践中的总结。正确运用设计资料可使设计安全、可靠、省时、准确, 收到良好的技术和经济效果。阅读设计资料时, 要注意分析和比较, 以明确其优、劣、正、误及时代性, 取长补短, 恰当选用, 注意改进, 切忌盲目照搬, 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, 不断地完善和改进设计。所以, 设计是继承和创新相结合的过程, 这样才能使设计工作不断地向前发展。

4. 正确处理计算与画图的关系

在设计过程中, 应防止将计算与画图截然分开。计算与画图是互相补充、交叉进行的, 计算是画图的依据, 画图是通过结构设计对计算尺寸的修正。有时修正后要进行重新计算, 这一过程就是常说的“边算、边画、边修改”的过程。

5. 正确处理理论计算与结构设计的关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算而定, 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尺寸, 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, 要综合地考虑轴上的零件的装拆、维修、润滑、调整和固定以及加工工艺性要求, 并进行强度校核计算, 才最后确定。只有这样, 才能设计出具有实际生产价值的产品。

6. 注意计算数据的记录和整理

数据是设计的依据，应及时记录与整理计算数据，如有变动应及时修正，供下一步设计及编写设计说明书时使用。

7. 注意数字处理

设计中保证数字处理的科学性，在本次课程设计中数字处理要进行上百次，应通过本次设计，学会数字处理方法。

数字处理方法繁多，在课程设计中常用的有如下几种：

- 1) 带有公差要求的尺寸，应精确到 0.001mm，角度按公差要求精确到分或秒。
- 2) 凡取标准值的数据的大小及准确度都与标准值相同。如算出齿轮模数为 3.96mm，则必须取标准值 4mm。
- 3) 有的数据的准确度为其实际意义的最小计量单位。如算出齿轮齿数为 38.8，则取 38 或 39。

8. 正确使用标准和规范

设计中要尽量采用标准和规范，这是评价设计质量的一项指标。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。

绘图时，图样的幅面及格式、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，图样表达正确、清晰、图面整洁，设计说明书计算正确无误，书写工整清晰。

第2章 机械传动装置的总体设计

机器一般由原动机、传动装置、工作机三部分组成。传动装置在原动机和工作机之间，用于传递运动和动力，把原动机的运动形式转变为工作机需要的运动形式，改变运动和动力参数，以适应工作机的要求。

传动装置的总体设计的内容包括确定传动方案、选定电动机型号、合理分配传动比、计算传动装置的运动参数和动力参数等，为下一步计算各级传动件和绘制装配草图提供依据。

2.1 传动方案的拟定

在课程设计中，如由设计任务书给定传动装置方案时，学生则应了解和分析这种方案，对方案是否合理提出自己的见解。若只给定工作机的工作要求（如运输机的有效拉力 F 和输送带的速度 v 等），学生则应根据各种传动特点，确定最佳传动方案。

1. 传动装置的组成

传动装置一般包括传动件（齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动）和支撑件（轴、轴承、箱体等）两部分。传动方案用机构运动简图表达，它能简单明了地表示运动和动力的传递方式、路线以及各部件的组成和连接关系。设计机械传动装置时，首先应根据它的生产任务、工作条件等拟订其传动方案，作总体布置，并绘制运动简图。传动方案是否合理，对整个设计质量的影响很大，因此它是设计中的一个重要环节。

2. 合理拟定传动方案

合理的传动方案，首先应满足工作机的功能要求，如所传递的功率及转速。此外，还应具有结构简单、尺寸紧凑、便于加工、效率高、成本低、使用维护方便等特点，以保证工作机的工作质量和可靠性。要同时达到这些要求，常常是困难的，设计时要统筹兼顾，保证重点要求。

现以图 2-1 所示的带式运输机的四种传动方案为例进行分析。图 2-1a 选用了 V 带传动和闭式齿轮传动。V 带传动布置于高速级，能发挥它的传动平稳、缓冲吸振和过载保护的优点，但此方案的结构尺寸较大；V 带传动也不适宜用于繁重工作的场合及恶劣的工作环境。图 2-1b 结构紧凑，但由于蜗杆传动效率低，功率损失大，不适宜用于长期连续运转的场合。图 2-1c 结构尺寸虽然较大，但只采用闭式齿轮传动，更能适应在繁重及恶劣的条件下长期工作，且使用维护方便。图 2-1d 适合布置在狭窄的通道（如矿井巷道）中工作，但加工锥齿轮比加工圆柱齿轮困难，成本也相对较高。这四种方案各有其特点，适用于不同的工作场合。设计时要根据工作条件和主要要求，综合比较，选取其中最优者。

3. 合理布置传动顺序

当采用由几种传动形式组成的多级传动时，要合理布置其传动顺序，通常应考虑以下几点：

- 1) 带传动的承载能力较小，传递相同转矩时，其结构尺寸要比其他传动形式的结构尺

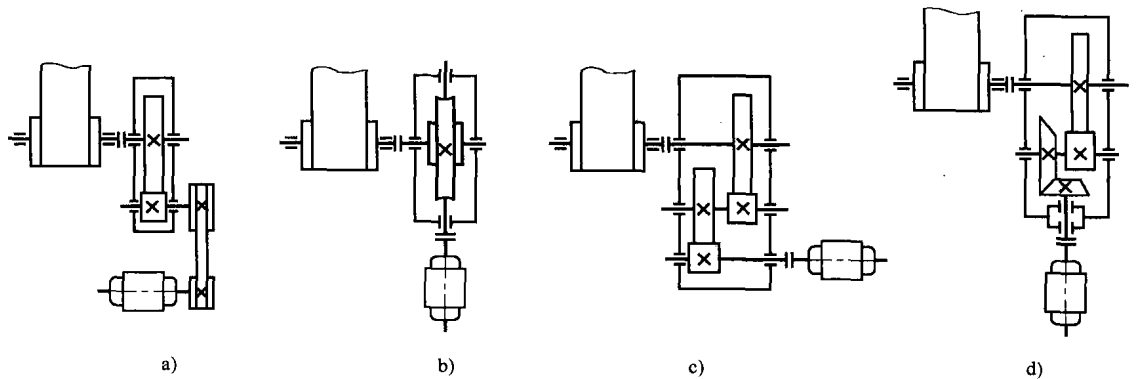


图 2-1 带式运输机的传动装置方案

寸大，但传动平稳，能缓冲吸振，因此宜布置在高速级。

2) 链传动运转不均匀，有冲击，不适宜高速传动，应布置在低速级。

3) 蜗杆传动可实现较大的传动比，结构紧凑，传动平稳，但传动效率较低，适用于中、小功率及间歇运转的场合。其承载能力较齿轮传动为低，当与齿轮传动同时应用时，宜将其布置在高速级，以减小蜗轮尺寸，节省非铁金属；另外由于在高速下，蜗轮和蜗杆有较大的齿面相对滑动速度，易于形成液体动力润滑油膜，有利于提高承载能力和效率，延长使用寿命。

4) 锥齿轮（特别是大直径、大模数的锥齿轮）加工较困难，所以，一般只在需要改变轴的布置方向时采用，并尽量放在高速级和限制传动比，以减小大锥齿轮的直径和模数。

5) 斜齿轮传动的平稳性较直齿轮传动好，常用于高速级或要求传动平稳的场合。

6) 开式齿轮传动的工作环境一般较差，润滑条件不好，磨损严重，寿命较短，应布置在低速级。表 2-1 列出了常用传动机构的性能及使用范围，表 2-2 列出了减速器的主要类型和特点，以供确定传动方案时参考。

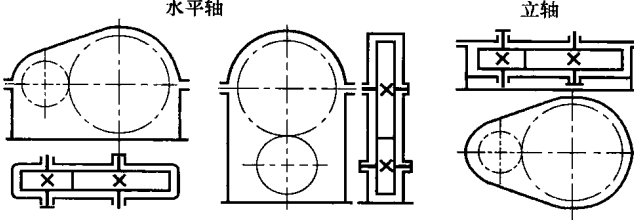
表 2-1 常用传动机构的性能及适用范围

性能指标	传动机构						
	平带传动	V 带传动	圆柱摩擦 轮传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率 P/kW (常用值)	小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	大 (最大达 50 000)		小 (≤ 50)
单级传动比: 常用值 最大值	2~4	2~4	2~4	2~5	圆柱齿轮 3~5	锥齿轮 2~3	10~40 80
	5	7	5	7	10	6	
传动效率	中	中	中	中	高		低
许用线速度 $v/(\text{m/s})$	≤ 25	$\leq 25 \sim 30$	$\leq 15 \sim 25$	$\leq 20 \sim 40$	6 级精度直齿 ≤ 18 非直齿 ≤ 36 5 级精度 100		滑动速度 $v \leq 15 \sim 35$
外廓尺寸	大	大	大	大	小		小

(续)

性能指标	传动机构					
	平带传动	V带传动	圆柱摩擦 轮传动	链传动	齿轮传动	蜗杆传动
传动精度	低	低	低	中	高	高
工作平稳性	好	好	好	差	中	好
自锁能力	无	无	无	无	无	可有
过载保护	有	有	有	无	无	无
使用寿命	短	短	短	中等	长	中
缓冲吸振能力	好	好	好	中等	差	差
制造及安装精度	低	低	中等	中等	高	高
要求润滑条件	不需	不需	一般不需	中等	高	高
环境适应性	不能接触酸、 碱、油和爆炸 性气体	一般	好	一般	一般	一般

表 2-2 常用减速器的类型及特点

类型	简图及特点
一级 圆柱齿轮减速器	<p>传动比一般小于5, 使用直齿、斜齿或人字齿轮, 传递功率可达数万千瓦, 效率较高, 工艺简单; 精度易于保证, 一般工厂均能制造, 应用广泛; 轴线可水平、上下或铅垂布置</p> <p style="text-align: center;">水平轴 立轴</p> 
二级 圆柱齿轮减速器	<p>传动比一般为8~40, 使用斜齿、直齿或人字齿, 结构简单, 应用广泛; 展开式由于两轮相对于轴承为不对称布置, 因而沿齿向载荷分布不均, 要求轴有较大刚度; 分流式则齿轮相对于轴承对称布置, 常用于较大功率、变载荷场合; 同轴式减速器长度方向尺寸较小, 但轴向尺寸较大, 中间轴较长, 刚度较差, 两级大齿轮直径接近, 有利于浸油润滑; 轴线可以水平、上下或铅垂布置</p> <p style="text-align: center;">展开式 分流式 同轴式</p> 