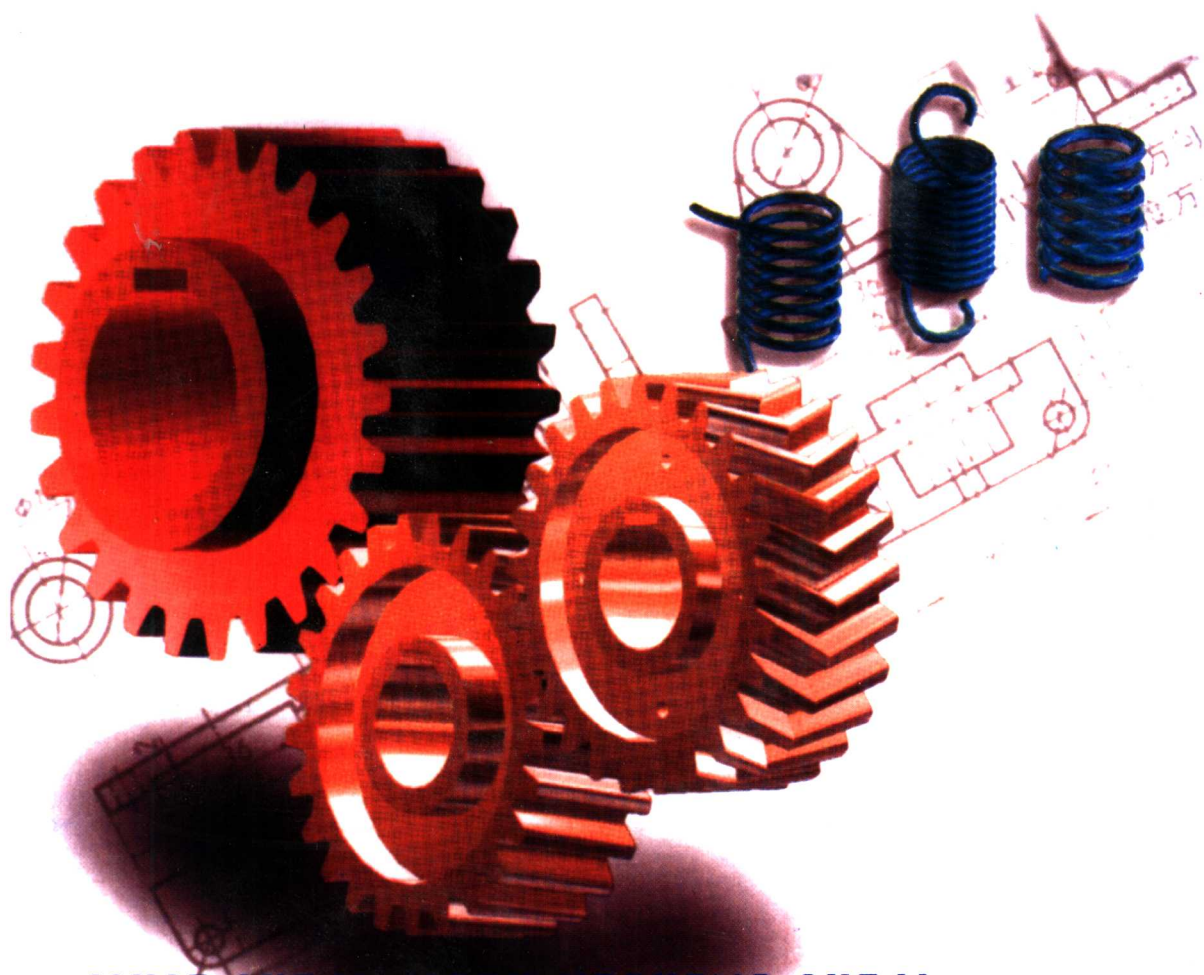


机械设计基础课程设计

张建中 主编



JIXIE SHEJI JICHU KECHENG SHEJI

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以齿轮减速器及以齿轮减速器为主体的一般机械传动装置的设计过程为例,按照课程设计的一般步骤,对课程设计从准备到编写设计计算说明书与准备答辩的全过程,逐一做了具体的阐述。内容包括:概述、设计任务、机械传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构、润滑和密封、装配图的设计与绘制、零件工作图的设计与绘制、编写设计计算说明书与准备答辩、计算机辅助课程设计、附表与参考图例等,集指导书、手册、图册为一体,并全部采用最新国家标准。

本书可作为工科院校《机械设计基础课程设计》或《机械零件课程设计》的教学用书,也可作为《机械设计基础》或《机械原理与机械零件》课程教学的辅助用书,亦可供有关专业师生和现场工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/张建中主编. —徐州:中国矿业大学出版社,1999.6(2003.1重印)

ISBN 7-81070-040-5

I. 机… II. 张… III. 机械学—高等学校:专业学校—课程设计 IV. TH11-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31766 号

书 名 机械设计基础课程设计
主 编 张建中
责任编辑 朱守昌
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)
印 刷 铜山民政印刷厂
经 销 新华书店
开 本 787×1092 1/16 印张 15 字数 360 千字
版次印次 1999 年 6 月第 1 版 2003 年 1 月第 5 次印刷
定 价 17.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书是根据工科院校机械类专业《机械设计基础》教学大纲编写的,可作为工科院校机械类、机电结合类专业《机械设计基础课程设计》课程或《机械零件课程设计》的教学用书,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

本书以齿轮减速器及以齿轮减速器为主体的一般机械传动装置的设计过程为例,按照课程设计的一般步骤,对课程设计从准备到编写设计计算说明书与准备答辩的全过程,逐一作了具体、扼要的阐述,并注意讲清楚设计中各个阶段的设计思想及设计方法,注意设计思路和方法的引导,启迪学生在融汇贯通的基础上进行设计。针对目前课程教学中的薄弱环节及设计中易出现的错误,除加强了结构设计方面的内容外,还用大量的图例,采用正误对照的形式,表达设计中常见的错误结构,使学生在设计中少走弯路。学生使用本书经教师适当指导就能独立完成课程设计。

本书将设计指导书、参考图例、有关标准规范和设计资料及设计题目等有机地结合起来编成一本书,使本书内容更加完整、系统、适用,既便于教学使用,又能减轻学校和学生的负担。

本书采用了最新国家标准、规范和设计资料。为了缩减篇幅和便于使用,书中摘录的标准和规范都根据常用的参数范围进行了精心压缩和编排。

参加本书编写的有山东煤炭教育学院程百林、张建中,广东轻工职业技术学院王军,广州市二轻中专学校利慧莹,广州有色金属学校黄昌燕,甘肃省石油化工学校李耀珍,福州工业学校吴凯,青岛港湾学校王照瑛,深圳工业学校鹿国庆,青岛化工学院张京湘,甘肃省建材工业学校曹显源,培黎石油学校同长虹,新疆机械电子工业学校武觉非,湖南工业学校周乐国,广州理工中专学校罗焕珍。本书由张建中担任主编,利慧莹、罗焕珍、吴凯、黄昌燕担任副主编。最后由张建中修改定稿。

本书由山东煤炭教育学院陈继清和广西机械工业学校卓洪瑞担任主审。

限于编者水平,书中欠妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1999年6月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 机械设计基础课程设计的目的.....	(1)
第二节 机械设计基础课程设计的内容.....	(1)
第三节 机械设计基础课程设计的一般步骤.....	(1)
第四节 机械设计基础课程设计的要求和注意事项.....	(2)
第二章 设计题目	(4)
第一节 机械设计基础课程设计任务书.....	(4)
第二节 设计工作量和进度安排.....	(8)
第三章 机械传动装置的总体设计	(10)
第一节 分析和拟定传动方案.....	(10)
第二节 选择电动机.....	(11)
第三节 总传动比的计算与分配.....	(12)
第四节 传动装置的运动和动力参数计算.....	(14)
第五节 传动装置的总体设计示例.....	(15)
第四章 传动零件的设计计算	(18)
第一节 减速器外传动零件的设计.....	(18)
第二节 减速器内传动零件的设计.....	(18)
第五章 减速器的结构与润滑	(20)
第一节 减速器的结构.....	(20)
第二节 减速器的箱体结构.....	(21)
第三节 滚动轴承组件的结构设计.....	(31)
第四节 减速器的润滑与密封.....	(36)
第五节 减速器附件的结构设计.....	(47)
第六章 装配图的设计与绘制	(54)
第一节 装配图设计的准备.....	(54)
第二节 装配草图的设计与绘制.....	(68)
第三节 装配草图的检查和修改.....	(82)
第四节 完成减速器装配图.....	(88)
第七章 零件工作图的设计及绘制	(93)
第一节 轴类零件工作图的设计及绘制.....	(93)
第二节 齿轮类零件工作图的设计及绘制.....	(98)
第三节 铸造箱体工作图的设计及绘制.....	(106)

表 10-29	粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸(参考)	(160)
表 10-30	螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角(摘自 GB 3—79)	(161)
表 10-31	螺钉紧固轴端挡圈(摘自 GB 891—86)、螺栓紧固轴端挡圈 (摘自 GB 892—86)	(162)
表 10-32	吊环螺钉(摘自 GB 825—88)	(163)
第四节	键、销联接	(164)
表 10-33	平键(摘自 GB 1095—79 GB 1096—79)	(164)
表 10-34	圆锥销(摘自 GB 117—86)	(166)
第五节	滚动轴承	(166)
表 10-35	深沟球轴承(摘自 GB/T 276—93)	(166)
表 10-36	圆柱滚子轴承(摘自 GB/T 283—93)	(169)
表 10-37	圆锥滚子轴承(摘自 GB/T 297—93)	(173)
表 10-38	角接触球轴承(摘自 GB/T 292—93)	(175)
表 10-39	安装向心轴承和角接触轴承的轴公差带(摘自 GB 275—74)	(179)
表 10-40	安装向心轴承和角接触轴承的外壳孔公差带(摘自 GB 275—74)	(179)
第六节	联轴器	(180)
表 10-41	凸缘联轴器(摘自 GB 5843—86)	(180)
表 10-42	TL 型弹性套柱销联轴器(摘自 GB 4323—84)	(182)
表 10-43	HL 型弹性柱销联轴器(摘自 GB 5014—85)	(184)
表 10-44	GL 型滚子链联轴器(摘自 GB 6069—85)	(186)
表 10-45	十字滑块联轴器	(188)
第七节	润滑与密封	(189)
表 10-46	压配式圆形油标(摘自 GB 1160.1—89)	(189)
表 10-47	长形油标(摘自 GB 1161—89)	(189)
表 10-48	旋盖式油杯(摘自 GB 1154—89)	(190)
表 10-49	直通式压注油杯(摘自 GB 1152—89)	(190)
表 10-50	毡圈油封形式和尺寸(摘自 JB/ZQ 4606—86)	(191)
表 10-51	O 型橡胶密封圈的尺寸与公差(摘自 GB 3452.1—92 参照 ISO 3601/1—88)	(192)
表 10-52	内包骨架旋转轴唇形密封圈(摘自 GB 9877.1—88)	(193)
表 10-53	旋转轴唇形密封圈的基本尺寸(摘自 GB 13871—92 等效 ISO 6194/1—1982)	(194)
表 10-54	油沟式密封槽(摘自 Q/ZB 136—73)	(195)
表 10-55	常用润滑脂的主要性质和用途	(195)
表 10-56	常用润滑油的性质和用途	(196)
第八节	公差配合与表面粗糙度	(197)
表 10-57	标准公差数值	(197)
表 10-58	基本尺寸至 500 mm 孔的极限偏差(优先与常用公差带)	(198)

表 10-59	基本尺寸至 500 mm 轴的极限偏差(优先与常用公差带)	(200)
表 10-60	平行度、垂直度、倾斜度(摘自 GB 1184—1996)	(203)
表 10-61	同轴度、对称度、圆跳动和全跳动(摘自 GB 1184—1996)	(204)
表 10-62	直线度、平面度(摘自 GB 1184—1996)	(205)
表 10-63	圆度、圆柱度(摘自 GB 1184—1996)	(206)
表 10-64	表面粗糙度 R_a 的数值(摘自 GB/T 1031—1995)	(206)
表 10-65	表面粗糙度 R_a 与尺寸公差 IT 和形位公差 T 的对应关系	(206)
第九节 渐开线圆柱齿轮精度(摘自 GB 10095—88)		(207)
表 10-66	普通减速器齿轮的最低精度(摘自 ZBJ 19009—88)	(207)
表 10-67	齿轮各项公差的分组	(207)
表 10-68	齿坯公差	(207)
表 10-69	齿轮基准面径向和端面圆跳动公差	(208)
表 10-70	圆柱齿轮的检查项目	(208)
表 10-71	有关径向的公差、齿形公差、齿距及基节的极限偏差值	(208)
表 10-72	齿向公差 F_β	(209)
表 10-73	公法线长度变动公差 F_w 值	(209)
表 10-74	齿距累积公差 F_p 值	(209)
表 10-75	接触斑点	(209)
表 10-76	轴线平行度公差	(209)
表 10-77	最小法向侧隙 $j_{\min}$	(210)
表 10-78	中心距极限偏差 $\pm f_a$	(210)
表 10-79	齿厚极限偏差	(210)
表 10-80	齿厚极限偏差参考值	(211)
表 10-81	公法线长度 $W'(m=1, \alpha_0=20^\circ)$	(212)
表 10-82	当量齿数系数 $K_\beta(\alpha_{on}=20^\circ)$	(213)
表 10-83	公法线长度偏差 $\Delta W'$	(213)
第十节 锥齿轮和准双曲面齿轮精度(摘自 GB 11365—89)		(214)
表 10-84	锥齿轮的检查项目	(214)
表 10-85	齿距累积公差 F_p 值	(214)
表 10-86	齿圈跳动公差和齿距极限偏差值	(214)
表 10-87	接触斑点	(215)
表 10-88	齿厚上偏差 E_{ss} 值	(215)
表 10-89	最小法向侧隙 $j_{\min}$	(216)
表 10-90	最大法向侧隙($j_{\max}$)的制造补偿部分 E_{Δ} 值	(216)
表 10-91	齿厚公差 T_s 值	(217)
表 10-92	轴间距极限偏差 $\pm f_a$	(217)
表 10-93	齿坯公差	(217)
表 10-94	齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差	(217)
表 10-95	齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动公差	(218)

表 10-96 齿坯其余尺寸公差	(218)
第十一节 圆柱蜗杆、蜗轮精度(摘自 GB 10089—88)	(218)
表 10-97 蜗杆的公差和极限偏差 f_{px} 、 f_{pxl} 、 f_{f1} 值	(218)
表 10-98 蜗杆齿槽径向跳动公差 f_r 值	(219)
表 10-99 蜗轮齿距累积公差 f_p 值	(219)
表 10-100 蜗轮齿距极限偏差和齿形公差 f_{pt} 、 f_{f2} 值	(219)
表 10-101 传动接触斑点的要求	(220)
表 10-102 传动中心距极限偏差($\pm f_a$)和传动中间平面极限偏移($\pm f_x$)值	(220)
表 10-103 传动轴交角极限偏差($\pm f_z$)的 f_z 值	(220)
表 10-104 传动的最小法向侧隙 j_{nmin} 值	(221)
表 10-105 蜗杆齿厚公差 T_{s1} 值	(221)
表 10-106 蜗杆齿厚上偏差(E_{ss1})中的误差补偿部分 E_{SA} 值	(221)
表 10-107 蜗杆齿厚公差 T_{s2} 值	(222)
表 10-108 蜗杆、蜗轮齿坯尺寸和形状公差	(222)
表 10-109 蜗杆、蜗轮齿坯基准面径向和端面跳动公差	(222)
第十二节 电动机	(223)
表 10-110 Y 系列(IP44)三相异步电动机技术数据(摘自 JB 3074—82)	(223)
表 10-111 Y 系列(IP44)三相异步电动机安装结构形式及外形尺寸	(224)
表 10-112 YB 系列隔爆异步电动机技术数据	(225)
表 10-113 YB 系列电动机安装及外形尺寸	(226)
主要参考书目	(227)

第一章 概 述

第一节 机械设计基础课程设计的目的

机械设计基础课程设计是学生学习机械设计基础课程后进行的一项综合训练。其主要目的是:

- ① 通过课程设计,可以巩固、加深机械设计基础及有关课程的知识,提高学生综合运用这些知识去分析和解决问题的能力;
- ② 学习和掌握通用机械零部件、机械传动及一般机械设计的基本方法与步骤,为今后学习专业技术知识打下必要的基础;
- ③ 提高学生运用设计资料、国家标准、规范去解决设计问题的能力;
- ④ 提高学生在机械设计中运用计算机的能力。

第二节 机械设计基础课程设计的内容

机械设计基础课程设计一般选择由本课程所学过的大部分通用机械零件所组成的机械传动装置或简单机械作为设计题目。而减速器包含齿轮、轴、轴承、键、联轴器、及箱体等零件,包括了本课程的主要内容,选择减速器进行设计可以使学生得到较全面的基本训练。故目前主要采用以减速器为主体的机械传动装置作为设计内容。

设计的主要内容包括:

- ① 拟定和分析传动方案;
- ② 选择原动机、计算总传动比及分配各级传动比、计算传动装置运动、动力参数;
- ③ 传动件的设计;
- ④ 轴的设计及键联接的选择与校核;
- ⑤ 轴承及其组合部件的设计、联轴器的选择;
- ⑥ 箱体及附件的设计;
- ⑦ 润滑和密封的设计;
- ⑧ 装配图和零件图的设计与绘制;
- ⑨ 设计说明书的编写。

第三节 机械设计基础课程设计的一般步骤

机械设计基础课程设计与其它机械设计一样,从传动方案的分析开始,通过设计计算和结构的设计,最后以图纸和设计说明书表达设计结果。在设计过程中,由于在拟订传动方案

和设计计算及结构设计时,有一些初选参数或初估尺寸、经验数据等,因此,随着设计的深入,一些开始时没有出现的问题逐渐暴露出来,这就需要设计时“边计算、边绘图、边修改”,设计计算与结构设计绘图交替进行。

机械设计基础课程设计大体按以下几个阶段进行。

1. 设计准备

① 研究设计任务书,明确设计任务和要求,了解原始数据和工作条件;② 通过参观模型、实物、观看录象片、参阅设计资料等来了解设计对象;③ 拟订设计进度。

2. 传动装置的总体设计

① 分析或拟定传动方案及传动装置的运动简图;② 选择电动机;③ 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比;④ 计算各轴的转速、功率、转矩。

3. 各级传动的主体设计

设计计算带传动、齿轮传动、蜗杆传动、链传动等的主要参数和尺寸。

4. 装配草图的设计和绘制

① 初绘装配草图;② 选择联轴器进行轴的结构设计;③ 校核轴、键强度及轴承寿命;④ 完成装配草图,并进行检查和修正。

5. 装配工作图的绘制和总装

① 绘制装配图;② 标注尺寸、配合及零件序号;③ 编写零件明细表、标题栏、技术特性及技术要求。

6. 零件工作图绘制

7. 设计说明书的编写

8. 设计总结和答辩

第四节 机械设计基础课程设计的要求和注意事项

机械设计基础课程设计是学生第一次进行比较全面的综合训练。在设计过程中必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精,还要积极思考,主动提问,及时向指导教师汇报情况。并注意处理好以下几个问题,才能在设计思想、设计方法和技能上都获得比较大的锻炼和提高:

① 参考和创新的关系。设计是一项复杂、细致的工作,任何设计都不可能是设计者脱离前人长期经验积累的资料而凭空想象出来。熟悉和利用已有的资料,既可避免许多重复工作,加快设计进程,同时也是提高设计质量的重要保证。善于掌握和使用各种资料正是设计工作能力的重要体现。然而,任何新的设计任务总是有其特定的设计要求和具体的工作条件,因而在设计时不可盲目、机械地抄袭资料,而应具体地分析,吸收新的技术成果创造性地进行设计。

② 课程设计应是在教师指导下由学生独立完成。教师的主导作用在于指明设计思路、启发学生独立思考,解答疑难问题,并按设计进度进行阶段审查。学生必须发挥自己的主观能动性,积极主动地思考问题、分析问题、解决问题,而不应过分地依赖教师的作用,避免“知其然,不知其所以然”。

③ 标准和规范的采用。设计中采用标准和规范,有利于零件的互换性和加工工艺,可以

收到良好的经济效益;也可减轻设计工作量,节省设计时间;也是评价设计质量的指标之一。因此,设计时要严格遵守和执行国家标准。如带轮的直径和长度、齿轮的模数、轴承的尺寸等应取标准值。为了制造、测量和安装的方便,一些非标准件的尺寸应尽量圆整成标准数列或选用优先数列,如轴的各段直径的选取。

④ 计算和结构要求的关系。设计时的设计计算只是提供一个零件的最小尺寸或提供一个方面的依据,还应根据结构和工艺的要求确定尺寸,然后再校核强度,或者直接根据经验公式计算尺寸。

⑤ 学生应在教师的指导下制订好设计的进度,并按计划保质保量地完成任务。避免“前松后紧”以至后来时间太紧而无法完成任务。

第二章 设计题目

第一节 机械设计基础课程设计任务书

一、设计任务书格式

课程设计的题目应以设计任务书的形式下达给学生。课程设计的任务书应主要包括：设计题目、原始数据、工作条件和设计工作量等，其格式一般如下：

机械设计基础课程设计任务书				
姓名_____专业_____班级_____学号_____				
设计题目				
运动简图				
原始数据				
已知条件				
数 据				
工作条件				
设计工作量				
设计说明书 1 份				
减速器装配图 1 张				
减速器零件图 张				
指导教师_____		教研室主任(组长)_____		
开始日期_____年____月____日		完成日期_____年____月____日		

二、设计题目选列

题目(一) 设计带式输送机中的传动装置。

运动简图

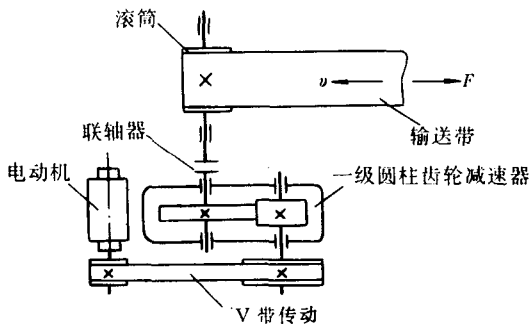


图 2-1

原始数据

已知条件	题 号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
输送带拉力 F/N	5×10^3	5.5×10^3	5.5×10^3	6×10^3	7×10^3	7×10^3	8×10^3	8×10^3	9×10^3	9.5×10^3
输送带速度 $V/(m/s)$	1.3	1.35	1.45	1.4	1.05	1.5	1.4	1.5	1.5	1.55
滚筒直径 D/mm	280	250	260	270	270	300	260	290	300	290

工作条件: 输送机连续工作, 单向提升, 载荷平稳, 两班制工作, 使用年限 10 年, 输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

题目(二) 设计带式输送机中的传动装置。

运动简图

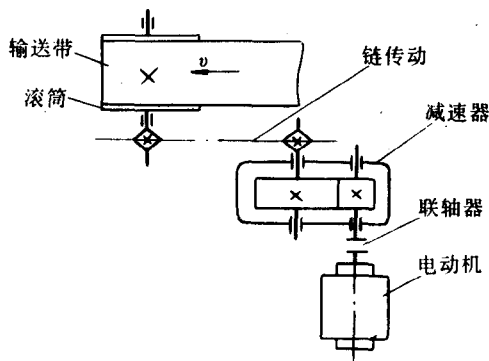


图 2-2

原始数据

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 F/N	3.2×10^3	3×10^3	2.8×10^3	2×10^3	2.2×10^3
输送带速度 $V/(\text{m/s})$	1.7	1.7	1.7	1.2	1.1
滚筒直径 D/mm	450	450	450	350	300

工作条件: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 $\pm 5\%$ 。两班制工作,工作年限 10 年。

题目(三)设计带式输送机传动装置中的一级圆柱齿轮减速器。

运动简图

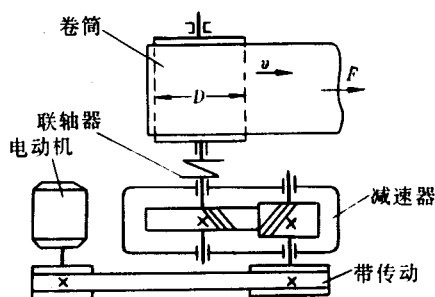


图 2-3

原始数据

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
卷筒切向力 F/N	3000	3400	4000	4200	4200
卷筒直径 D/mm	350	300	400	380	420
卷筒转速 $n/(\text{r/min})$	60	60	400	40	36

工作条件:单向转动,轻微振动,连续工作,两班制,使用期限 5 年,卷筒转速允许误差为 $\pm 5\%$ 。

题目(四)设计链式输送机传动装置中的一级圆锥齿轮减速器。

运动简图

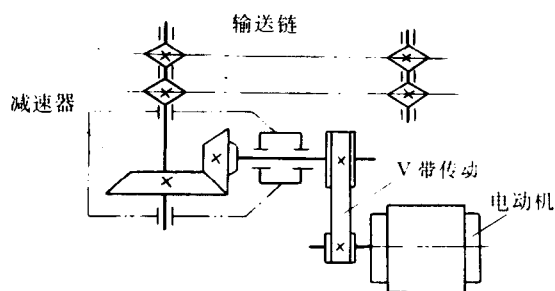


图 2-4

原始数据

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送链拉力 F/N	2100	2400	2700	3200	2200
输送链速度 $V/(m/s)$	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
输送链链轮直径 D/mm	100	125	150	140	170

工作条件:单向运转,载荷平稳,工作时定期停车,每天工作 16 小时,减速器工作寿命不低于 10 年,输送链速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

题目(五)设计带式输送机传动装置中的一级蜗杆减速器。

运动简图

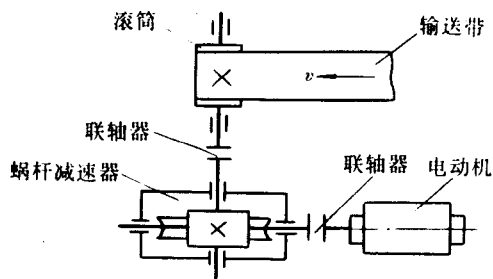


图 2-5

原始数据

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 F/N	2000	2200	2500	3000	4100
输送带速度 $V/(m/s)$	0.8	0.9	1.0	1.1	0.85
滚筒直径 D/mm	350	320	300	275	380

工作条件:单向运转,连续工作,空载起动,载荷平稳,三班制工作,减速器工作寿命不低于10年,输送带速度允许误差 $\pm 5\%$ 。

题目(六)设计带式输送机传动装置中的二级圆柱齿轮减速器。

运动简图

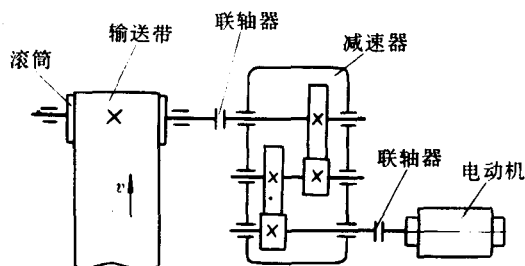


图 2-6

原始数据

已知条件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 F/N	1600	1800	2000	2400	2600
输送带速度 $V/(m/s)$	1.5	1.1	0.9	1.2	1.2
滚筒直径 D/mm	400	350	300	300	300

工作条件:单向运转,有轻微振动,经常满载空载起动,单班制工作,使用年限5年,输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

第二节 设计工作量和进度安排

一般情况下,课程设计要求每个学生应完成以下工作量:

1. 装配图一张。用 A0 或 A1 图纸绘制,一般用三个视图来表示,简单地也可以用两个视图表示;
2. 零件图若干张。其内容由指导教师指定;
3. 设计说明书一份。

课程设计完成后应进行总结和答辩。

对于不同专业,由于课程大纲的要求不同,设计的时间也不同,设计的内容和工作量应有所不同。

设计进度的安排应在教师的指导下进行。下表只作参考(以两周为例)。

序号	内 容	时间(天)
1	拟定和分析传动方案	0.5
2	传动方案的总体设计	0.5
3	传动件的设计	1
4	轴的设计及键的选择校核	1
5	轴承及组合部件的设计、联轴器的选择	1
6	箱体及附件的设计	0.25
7	润滑和密封的设计	0.25
8	装配图和零件图的设计与绘制	4
9	设计说明书的编写	0.5
10	答辩	1