

中等专业学校教学用书

机械设计基础课程设计

张 浩 张建中 主编

中国矿业大学出版社

中等专业学校教学用书

机械设计基础课程设计

张 浩 张建中 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国矿业大学出版社

(苏)新登字第 010 号

内 容 提 要

本书以单级减速器为例,阐明了机械零件课程设计的内容、方法、步骤及设计注意事项。内容包括概述、设计任务、传动方案的拟定及运动参数计算、传动零件的设计计算、减速器的结构、减速器的润滑和密封、装配图的设计及绘制、零件工作图的设计及绘制、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。

本书为煤炭中等专业学校机械类和机械类少学时专业的教学用书。也可供其它行业中等专业学校和有关工程技术人员参考。

责任编辑 乔 石

技术设计 关湘雯

中等专业学校教学用书
机械设计基础课程设计
张浩 张建中 主编

中国矿业大学出版社出版发行
新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷
开本 787×1092 毫米 1/16 印张 16.75 字数 401 千字
1992 年 11 月第一版 1992 年 11 月第一次印刷
印数:1—10000 册

ISBN 7-81021-636-8

TH·20

定价:6.20 元

前 言

本书是根据中国统配煤矿总公司教育局 1989 年审定的煤炭中等专业学校煤矿机电专业教学大纲并参照 1987 年国家教委审订的中等专业学校机械类专业教学大纲编写的,作为煤炭中等专业学校机械类、机械类少学时专业《机械设计基础课程设计》课程的教学用书,也可供其它行业中等专业学校及有关工程技术人员参考。

本书主要阐述单级减速器及以单级减速器为主体的一般机械传动装置设计。考虑到课程设计的需要,本书将设计指导书、参考图例及有关标准和设计资料等有机地结合起来编成一本书,既便于教学使用,又能减轻学校和学生负担。

本书按课程设计的步骤编写,对课程设计从准备工作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,并注意讲清楚各个阶段的设计思想和设计方法。学生使用本书经教师适当指导就能独立地完成课程设计。

本书引用了最新国家标准(截止到 1991 年底)、规范和设计资料。

为提高学生使用微机的能力,结合教材及课程设计内容编入了计算机辅助课程设计一章。

参加本书编写的有北京煤炭工业学校张浩(第一、二、三、四章),重庆煤炭工业学校黄达忠(第五、六章),杭州煤炭工业学校陈国梁(第八、九章),泰安煤炭工业学校张建中(第七、十章、九章第三节及附表),并由张浩、张建中担任主编。

本书是机械设计基础系列教材的课程设计教材,与其配套的基本教材是费鸿学、刘凤明、潘广钊、张志杰、张天熙、周乐国和蒙朝华编写的《机械设计基础》和杨俊才、张建中编写的《机械设计基础实验》。

本系列教材由抚顺煤炭工业学校刘勤周、北京交通学校刘森、北京煤炭工业学校赵云龙等同志审阅,并提出很多宝贵意见,编者在此表示衷心感谢。

限于编者水平,书中欠妥之处在所难免,衷心希望使用本书的编者批评指正。

编者

1992 年 1 月

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 设计任务	(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	(11)
第三章 传动方案的拟定及运动参数计算	(13)
第一节 传动方案的拟定	(13)
第二节 电动机的选择	(15)
第三节 总传动比的计算及分配	(17)
第四节 运动参数及动力参数的确定	(19)
第四章 传动零件的设计计算	(23)
第一节 减速器外传动零件的设计	(23)
第二节 减速器内传动零件的设计	(24)
第五章 减速器的结构	(25)
第一节 通用减速器的结构	(25)
第二节 减速器的箱体结构	(28)
第三节 滚动轴承组件的结构设计	(39)
第四节 减速器附件的结构设计	(50)
第六章 减速器的润滑和密封	(60)
第一节 减速器的润滑	(60)
第二节 润滑剂的选择	(68)
第三节 减速器的密封	(73)
第七章 装配图的设计及绘制	(83)
第一节 装配图设计的准备	(83)
第二节 装配草图的设计及绘制	(99)
第三节 装配草图的检查和修改	(113)
第四节 完成减速器装配图	(119)
第八章 零件工作图的设计及绘制	(125)
第一节 轴类零件工作图的设计及绘制	(125)
第二节 齿轮类零件工作图的设计及绘制	(130)
第三节 铸造箱体工作图的设计及绘制	(138)
第九章 编写设计计算说明书与准备答辩	(146)
第一节 设计计算说明书的要求	(146)
第二节 设计计算说明书的内容	(146)

第三节 准备答辩.....	(148)
第十章 计算机辅助课程设计.....	(150)
附表一 一般标准.....	(172)
附表 1-1 机械传动效率的概略数值	(172)
附表 1-2 圆柱形轴伸(摘自 GB1569-90)及机器轴高(摘自 GB12217-90).....	(173)
附表 1-3 零件的倒圆和倒角(GB6403.4-86)	(175)
附表 1-4 回转面及端面砂轮越程槽(GB6403.5-86)	(175)
附表 1-5 60°中心孔(摘自 GB145-85)	(176)
附表二 材 料.....	(177)
附表 2-1 普通碳素钢(摘自 GB700-88)	(177)
附表 2-2 优质碳素钢(摘自 GB699-88)	(178)
附表 2-3 合金结构钢(摘自 GB3077-88)	(179)
附表 2-4 一般工程用铸钢(牌号、化学成分、机械性能及特性) (摘自 GB5676-85)	(181)
附表 2-5 灰铸铁(摘自 GB9439-88)	(182)
附表 2-6 球墨铸铁铸(摘自 GB1348-88)	(182)
附表 2-7 铸造铜合金(化学成分、机械性能及应用)(摘自 GB1176-87)	(183)
附表三 联接与紧固.....	(185)
附表 3-1 普通螺纹的基本尺寸(摘自 GB196-81)	(185)
附表 3-2 六角头螺栓—A 和 B 级(GB5782-86)	(186)
附表 3-3 六角头铰制孔用螺栓—A 和 B 级(GB27-88)	(189)
附表 3-4 六角头螺栓—全螺纹—A 和 B 级(GB5783-86)	(190)
附表 3-5 双头螺柱(摘自 GB897-88、摘自 GB898-88、摘自 GB899-88)	(191)
附表 3-6 开槽锥端紧定螺钉(摘自 GB71-85)	(192)
附表 3-7 1 型六角螺母—A 和 B 级(摘自 GB6170-86)	(192)
附表 3-8 1 型六角开槽螺母—A 和 B 级(GB6178-86)	(193)
附表 3-9 圆螺母(摘自 GB812-88)	(194)
附表 3-10 小垫圈、平垫圈	(195)
附表 3-11 弹簧垫圈	(196)
附表 3-12 圆螺母用止动垫圈(摘自 GB858-88)	(197)
附表 3-13 紧固件通孔及沉头座孔尺寸(摘自 GB5277-85、GB152.4-88)	(198)
附表 3-14 粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸(参考)	(198)
附表 3-15 螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角(GB3-79)	(199)
附表四 键联接、销联接	(200)
附表 4-1 平 键	(200)
附表 4-2 圆锥销(摘自 GB117-86)	(201)
附表 4-3 开口销(摘自 GB91-86)	(202)
附表五 滚动轴承.....	(203)
附表 5-1 深沟球轴承(摘自 GB276-89)	(203)

附表 5-2	圆柱滚子轴承(摘自 GB283-87)	(205)
附表 5-3	圆锥滚子轴承(摘自 GB297-84)	(208)
附表 5-4	调心滚子轴承(摘自 GB288-87)	(210)
附表 5-5	角接触球轴承(GB292-83)	(211)
附表六	联轴器	(213)
附表 6-1	凸缘联轴器(GB5843-86)	(213)
附表 6-2	TL 型弹性套柱销联轴器(摘自 GB4323-84)	(215)
附表 6-3	HL 型弹性柱销联轴器(摘自 GB5014-85)	(217)
附表 6-4	GL 型滚子链联轴器(摘自 GB6069-85)	(219)
附表 6-5	十字滑块联轴器	(222)
附表七	公差配合	(223)
附表 7-1	标准公差数值	(223)
附表 7-2	基本尺寸至 500mm 孔的极限偏差(优先与常用公差带)	(224)
附表 7-3	基本尺寸至 500mm 轴的极限偏差(优先与常用公差带)	(226)
附表 7-4	平行度、垂直度、倾斜度(摘自 GB1184-80)	(229)
附表 7-5	同轴度、对称度、圆跳动和全跳动(摘自 GB1184-80)	(230)
附表 7-6	直线度、平面度(摘自 GB1184-80)	(231)
附表 7-7	圆度、圆柱度(摘自 GB1184-80)	(232)
附表八	渐开线圆柱齿轮精度(摘自 GB10095-88)	(233)
附表 8-1	普通减速器齿轮的最低精度(摘自 ZBJ19009-88)	(233)
附表 8-2	齿轮各项公差的分组	(233)
附表 8-3	齿坯公差	(234)
附表 8-4	齿轮基准面径向和端面圆跳动公差	(234)
附表 8-5	圆柱齿轮的检查项目	(235)
附表 8-6	有关径向的公差、齿形公差、齿距及基节的极限偏差值	(235)
附表 8-7	齿向公差 F_{β}	(235)
附表 8-8	公法线长度变动公差 F_w 值	(235)
附表 8-9	齿距累积公差 F_p 值	(236)
附表 8-10	接触斑点	(236)
附表 8-11	轴线平行度公差	(236)
附表 8-12	最小法向侧隙 $j_{\min}$	(236)
附表 8-13	中心距极限偏差 $\pm f_a$	(237)
附表 8-14	齿厚极限偏差	(237)
附表 8-15	齿厚极限偏差参考值	(238)
附表 8-16	公法线长度 W' ($m=1, \alpha_0=20^\circ$)	(239)
附表 8-17	假想齿数系数 $K_{\beta}(\alpha_{on}=20^\circ)$	(240)
附表 8-18	公法线长度偏差 $\Delta W'$	(240)
附表九	锥齿轮和准双曲面齿轮精度(摘自 GB11365-89)	(241)
附表 9-1	锥齿轮的检查项目	(241)

附表 9-2	齿距累积公差 F_r 值	(241)
附表 9-3	齿圈跳动公差和齿距极限偏差值	(242)
附表 9-4	接触斑点	(242)
附表 9-5	齿厚上偏差 E_{ss} 值	(242)
附表 9-6	最小法向侧隙 j_{nmin}	(243)
附表 9-7	最大法向侧隙 (j_{nmax}) 的制造补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值	(244)
附表 9-8	齿厚公差 E_s 值	(244)
附表 9-9	轴间距极限偏差 $\pm f_a$	(244)
附表 9-10	齿坯公差	(245)
附表 9-11	齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差	(245)
附表 9-12	齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动公差	(245)
附表十	圆柱蜗杆、蜗轮精度(摘自 GB10089-88)	(246)
附表 10-1	蜗杆传动的检验项目	(246)
附表 10-2	蜗杆的公差和极限偏差 f_{pz} 、 f_{pxl} 、 f_{f1} 值	(246)
附表 10-3	蜗杆齿槽径向跳动公差 f_r 值	(247)
附表 10-4	蜗轮齿距累积公差 f_r 值	(247)
附表 10-5	蜗轮齿距极限偏差和齿形公差 f_{pz} 、 f_{fa} 值	(247)
附表 10-6	传动接触斑点的要求	(248)
附表 10-7	传动中心距极限偏差 ($\pm f_a$) 和传动中间平面极限偏移 ($\pm f_z$) 值	(248)
附表 10-8	传动轴交角极限偏差 ($\pm f_{\Sigma}$) 值	(248)
附表 10-9	传动的最小法向侧隙 j_{nmin} 值	(248)
附表 10-10	蜗杆齿厚公差 T_{s1} 值	(248)
附表 10-11	蜗杆齿厚上偏差 (E_{s1}) 中的误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值	(249)
附表 10-12	蜗轮齿厚公差 T_{s2} 值	(249)
附表 10-13	蜗杆、蜗轮齿坯尺寸和形状公差	(250)
附表 10-14	蜗杆、蜗轮齿坯基准面径向和端面跳动公差	(250)
附表十一	电动机	(251)
附表 11-1	Y 系列三相异步电动机技术数据	(251)
附表 11-2	机座带底脚、端盖上无凸缘的电动机 (JB3074-82)	(252)
附表 11-3	YB 系列隔爆异步电动机技术数据	(254)
附表 11-4	机座带底脚、端盖无凸缘 (B3、B6、B7、B8、V5、V6)	(256)
主要参考文献		(257)

第一章 概 述

一、机械设计基础课程设计的目的

机械设计基础课程设计是机械设计基础课程的一个重要教学环节,又是一个十分重要的实践环节,是对学生进行的第一次较全面的设计训练,其目的是:

1) 通过课程设计,可以巩固、加深和扩大在机械设计基础课程及有关课程中所学到的知识,训练学生综合运用这些知识去分析和解决工程实际问题的能力。

2) 学习机械设计的一般方法,了解和掌握常用机械零件、机械传动装置或简单机械的设计方法、设计步骤,为今后从事专业课课程设计、毕业设计及实际工程设计打好必要的基础。

3) 使学生在计算、制图、运用设计资料、熟悉有关国家标准、规范、使用经验数据,进行经验估算等方面经受全面的基本训练。

二、机械设计基础课程设计的内容和一般步骤

机械设计基础课程设计的内容应符合课程教学大纲的规定。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,目前多采用以单级齿轮减速器为主体的机械传动装置(如图 2-1~2-10 所示)。这是因为齿轮减速器一般包含齿轮、蜗轮、轴、轴承、键、联轴器及箱体等零件,包括了本课程的主要内容,进行齿轮减速器设计能使學生得到较全面的基本训练。

设计工作量应包括:

(1) 减速器装配图一张。用 A_0 或 A_1 图纸绘制。装配图一般用三个视图表示,简单的也可以用两个视图表示;

(2) 零件工作图若干张。其内容由指导教师指定;

(3) 按规定格式编制减速器设计计算说明书一份。包括传动装置的说明和所设计减速器的工作原理,以及设计时所作的技术决策和技术经济论证。此外,计算部分都应附有相应的插图、计算简图、草图等。主要计算部分的计算结果应该编成表格。编出目录并装订成册。

课程设计的一般过程是:与机械设计的实际过程相似,从方案分析开始,通过必要的设计计算和结构设计,最后以图纸和计算说明书表达设计结果。在设计过程中,由于影响因素很多,零件的结构形状和尺寸不可能完全由计算确定,尚需借助结构设计,初选参数或初估尺寸、经验数据等,边计算、边绘图、边修改来逐步完成。因此,设计步骤不是一成不变的。

课程设计大体按以下几个阶段进行。

1. 设计准备

(1) 研究分析设计任务书,阅读有关设计资料,明确设计要求等;

(2) 通过参观模型、实物、观看录象片来分析比较各种减速器的结构形式、特点、从而确定设计题目的初步方案;

(3) 拟定设计进度。

2. 机械传动装置总体设计

- (1) 分析或拟定传动方案和传动系统的运动简图;
- (2) 选择电动机;
- (3) 计算传动装置的总传动比并分配各级传动比;
- (4) 计算各轴的转速、功率和转矩;
- (5) 对传动零件进行设计计算,如带传动、齿轮传动、蜗杆传动等。

3. 设计和绘制减速器装配图

- (1) 初绘装配草图,进行轴的结构设计,选择及校核轴承、键与联轴器;
- (2) 进行传动零件的结构设计,轴承部件设计,箱体和箱上附属零件等的结构设计;
- (3) 绘制装配图,标注尺寸、偏差和技术要求。

4. 设计及绘制零件工作图。

5. 编写设计计算说明书。

6. 课程设计总结和答辩。

三、机械设计基础课程设计的要求和注意事项

课程设计中要培养学生认真负责、踏实细致的工作作风,和按时完成任务的习惯;培养学生具有比较熟练地运用手册、图集、标准、规范和其他参考资料;全面地考虑使用、经济、安全等方面的设计要求;设计中小型机械或机械传动装置的能力。

课程设计应注意的问题

1) 创新和参考的关系:课程设计和产品设计一样,都是创造过程。任何一个设计任务一般都有很多方案。设计者应该根据已有的理论知识和实践经验从许多可能的方案中选择一种最佳的方案。所以熟悉和利用已有资料,既可减少重复工作,又可加快设计进度,也是继承和发展这些经验和成果,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。另外,任何新的设计任务,又是依据特定设计要求和具体工作条件提出的,必须具体分析,创造性地进行设计,而不能盲目地,机械地抄袭资料。所以,参考已有资料与创新二者不可偏废,只有恰当结合,才能促使设计质量和设计能力不断提高。

2) 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性,可收到良好的经济效果;也可减轻设计工作量,节省设计时间;这是评价设计质量的指标之一。因此,要尽量采用标准。对于国家标准或部颁标准和规范都要严格遵守和执行。为了制造、测量和安装方便,一些非标准件的尺寸应尽量整圆为标准数列或选用优选数列。

3) 计算和结构要求的关系:任何零件的尺寸,都不可能完全由理论计算确定,还应全面综合考虑零件本身及整个部件的装配和加工工艺、经济性和使用条件对结构方面的要求。例如轴,按强度计算,安装齿轮处的直径 d 为30mm,为此制成如图1-1a所示直径为30mm的光轴即可;但考虑到轴上零件装配、拆装固定和加工等要求而设计成阶梯轴,如图1-1b所示轴的结构较为合理。

因此,不能把设计片面理解为就是理论计算。设计计算只是为确定零件的最小尺寸或主要尺寸提供一个方面(强度)的依据,在设计中还应根据结构和工艺的要求确定尺寸,然后校核强度。而有些零件则需要先画草图,按工艺和结构要求确定尺寸,然后再校核计算零件尺寸是否满足使用要求。例如设计轴时,先画草图确定支点,力点位置,才能作出弯矩图,然后进行轴的强度、刚度计算,根据计算结果又可能需要修改草图。可见边计算、边画图、边修改

是设计的正常过程。

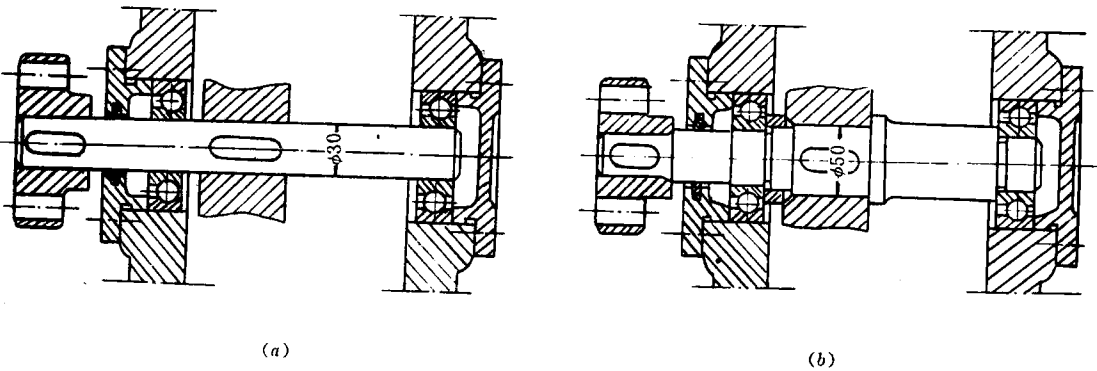


图 1-1 轴的计算尺寸和结构尺寸
a—计算尺寸;b—结构尺寸

有些场合,利用一些经验公式确定零件尺寸(如减速器箱体壁厚……等)。但经验公式不是严格的定式,由此计算得到的数值,应根据具体情况作适当调整。

第二章 设计任务

第一节 机械设计基础课程设计任务书

一、设计任务书格式

设计任务书应明确设计题目、原始数据、工作条件和设计工作量等。其格式如下：

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、课程设计题目

题目(一) 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

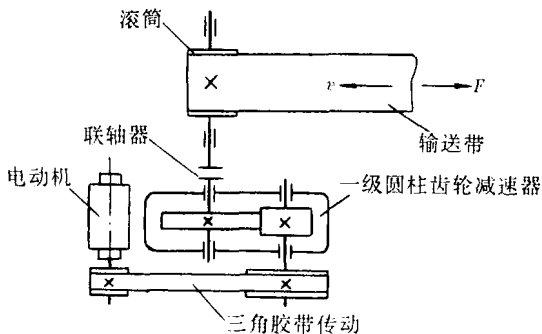


图 2-1

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:提升机连续工作,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) 设计带式输送机传动装置中的一级圆柱齿轮减速器
运动简图

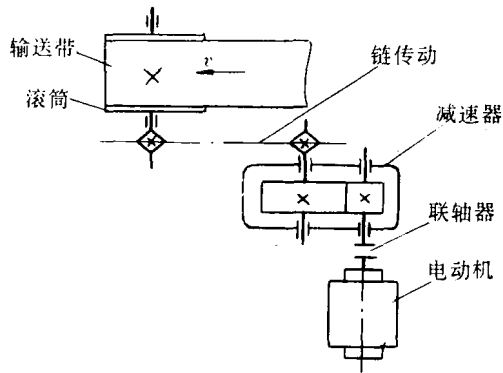


图 2-2

原始数据

已 知 条 件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 $F(\text{N})$	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 $D(\text{mm})$	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 $\pm 5\%$ 。两班工作制,工作年限 10 年。

题目(三)设计螺旋输送机传动装置中的一级圆柱齿轮减速器。

运动简图

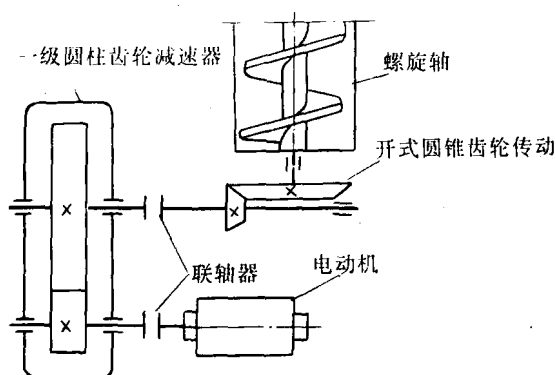


图 2-3

原始数据

已 知 条 件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送机螺旋功率 $p(\text{kW})$	3.5	4	4.5	5	5.5
输送机螺旋转速 $n(\text{r/min})$	50	50	60	65	70

工作条件:螺旋输送机单向运转,有轻微振动,两班制工作,使用年限 5 年,输送机螺旋轴转速的允许误差为 $\pm 5\%$,小批量生产。

题目(四)设计皮带输送机传动装置中的一级圆柱齿轮减速器。

运动简图

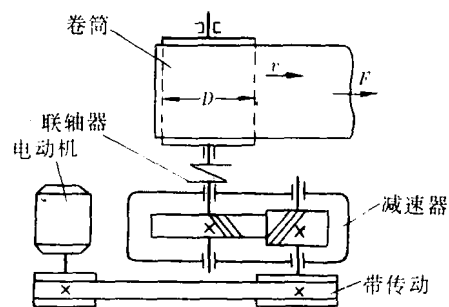


图 2-4

原始数据

已 知 条 件	题 号				
	1	2	3	4	5
卷筒切向力 $F(\text{N})$	3000	3400	4000	4200	4200
卷筒直径 $D(\text{mm})$	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(五) 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

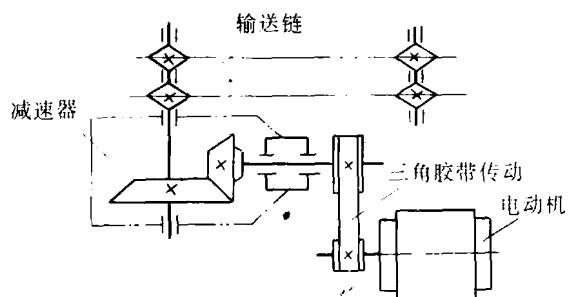


图 2-5

原始数据

已 知 条 件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送链拉力 $F(\text{N})$	2100	2400	2700	3200	2200
输送链速度 $v(\text{m/s})$	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
输送链链轮直径 $D(\text{mm})$	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(六) 设计带式输送机用的一级蜗杆减速器。

运动简图

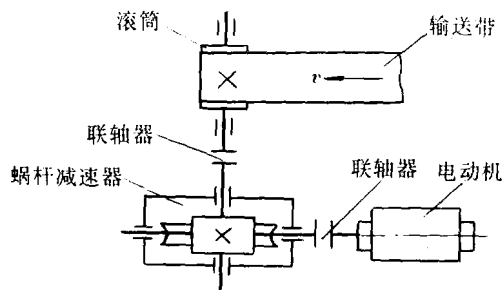


图 2-6

原始数据

已 知 条 件	题 号				
	1	2	3	4	5
输送带拉力 $F(\text{N})$	2000	2200	2500	3000	4100
输送带速度 $v(\text{m/s})$	0.8	0.9	1.0	1.1	0.85
滚筒直径 $D(\text{mm})$	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(七) 设计自动送料输送机传动装置的减速器

运动简图:由设计者选择传动方案后作出。

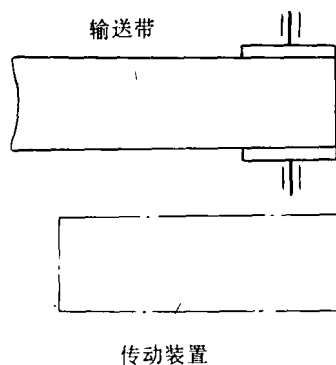


图 2-7

原始数据

已 知 条 件	题 号				
	1	2	3	4	5
减速器输出功率 $p(\text{kW})$	3	3.3	3.5	4	2.5
输送带转速 $n(\text{r/min})$	75	100	125	150	70
使用年限	5	5	6	6	7

工作条件:该机连续工作,有轻微振动,两班制工作,输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$ 。

题目(八) 设计某装料机传动装置的减速器。

运动简图:由设计者选择传动方案后作出。

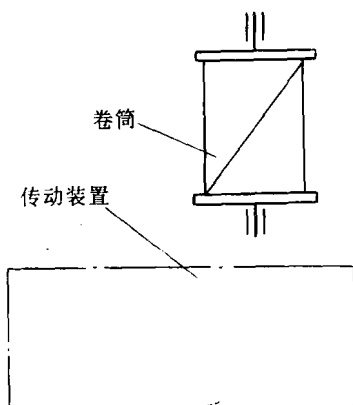


图 2-8