



普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计课程设计

杨现卿 主 编

贾智宏 王小林 副主编



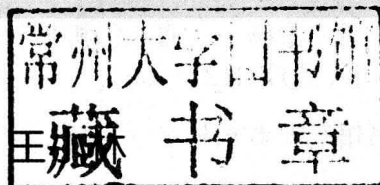
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计课程设计

主 编 杨现卿
副主编 贾智宏
编 写 薛铜龙
 张晓辉
 谢 刚
主 审 万书亭



张会端 张跃敏
黄俊杰 吴雪峰



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。本书将传统机械设计课程设计指导书、课程设计图册、设计手册、设计参考资料等多种资料,经过精选、补充,有机编排,引入最新国家标准,并加强了机械系统方案设计的内容。

本书可作为高等工科院校机械设计制造及其自动化、车辆工程、测控技术与仪器、能源与动力工程等相关专业机械设计课程设计指导书,也可供其他专业师生和工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/杨现卿主编. —北京:中国电力出版社, 2012.4

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-2865-5

I. ①机… II. ①杨… 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(2012)第056471号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年8月第一版 2012年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 21.75印张 527千字

定价 36.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

机械设计课程设计是机械设计课程的一个主要教学环节,课程设计的内容一般是设计简单机械或机械传动装置,机械设计课程设计主要要求学生掌握方案选择、总体设计、零件的工作能力计算、材料选择、结构设计等设计计算内容。为了满足学生机械设计课程设计的需要,编者结合多年的教学经验编写了本书。本书的主要特点如下:

(1) 将传统的课程设计指导书、课程设计图册、设计手册及设计参考资料等多种资料,经精选、补充,有机地编排组成的一本适用于课程设计的教材。

(2) 以较少的篇幅介绍课程设计需用的标准、数据、资料和参考图例,并注意引入新标准、新资料和新设计题目。

(3) 为适应当前机械设计课程教学改革的需要,在第2章中加强了机械系统方案设计的内容,注意设计思路和方法的引导。

本书由河南理工大学杨现卿任主编,贾智宏、王小林任副主编。具体编写分工如下:杨现卿(第1章)、张会端(第2、3、7章)、薛铜龙(第4、6、15、16、18章)、吴雪峰(第8、14章)、贾智宏(第9章)、张晓辉(第10、11、12、13章)、张跃敏(第5章5.1节~5.3节)、谢刚(第5章5.4节、5.5节)、黄俊杰(第17章)。

本书由华北电力大学万书亭教授主审,并提出了宝贵的意见和建议,在此表示感谢。

编者

2012年3月



目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 课程设计的目的	1
1.2 课程设计的内容	1
1.3 课程设计的一般方法和步骤	2
1.4 课程设计应注意的问题	3
1.5 课程设计题目	3
第2章 机械系统总体设计	11
2.1 机械系统运动方案选择	11
2.2 执行机构的运动方案	12
2.3 传动方案设计	13
2.4 原动机的选择	17
第3章 传动装置总体设计	20
3.1 传动装置的总传动比及分配各级传动比	20
3.2 传动装置的运动和动力参数	21
第4章 传动零件的设计计算	25
4.1 减速器外传动零件的设计要点	25
4.2 减速器内传动零件的设计要点	26
4.3 联轴器的选择要点	29
第5章 减速器装配图及部件图设计	30
5.1 装配图设计前的技术准备	30
5.2 装配图底图设计(第一阶段)	41
5.3 轴系部件的结构设计(第二阶段)	59
5.4 减速器箱体和附件设计(第三阶段)	65
5.5 完成装配工作图(第四阶段)	84
第6章 零件工作图设计	91
6.1 零件工作图的设计要求	91
6.2 轴类零件工作图的设计及绘制	92
6.3 齿轮类零件工作图的设计及绘制	94
6.4 箱体零件工作图的设计及绘制	97
第7章 常用减速器资料	101
7.1 传动件结构及尺寸	101
7.2 减速器附件	105
7.3 减速器装配图示例	111

7.4 零件工作图示例	130
第8章 设计计算说明书的编写和答辩准备	141
第9章 常用数据和标准	144
9.1 常用数据	144
9.2 一般标准	145
第10章 常用工程材料	150
10.1 常用材料及热处理概述	150
10.2 黑色金属材料	151
10.3 其他常用材料	155
第11章 螺纹连接	158
11.1 螺纹	158
11.2 螺栓、螺柱、螺钉	161
11.3 螺母	168
11.4 垫圈	168
11.5 螺纹零件的结构要素	169
第12章 键连接和销连接	173
12.1 键连接	173
12.2 销连接	176
第13章 轴系零件紧固件	178
13.1 挡圈	178
13.2 圆螺母	183
13.3 轴上固定螺钉用孔	186
第14章 滚动轴承	187
14.1 深沟球轴承	187
14.2 单列角接触球轴承	191
14.3 单向推力轴承	195
14.4 调心滚子轴承	198
14.5 调心球轴承	205
14.6 圆柱滚子轴承	211
14.7 单列圆锥滚子轴承	219
14.8 滚动轴承的配合	227
第15章 润滑和密封	229
15.1 润滑	229
15.2 密封	234
第16章 联轴器	237
16.1 联轴器轴孔和键槽形式与尺寸	237
16.2 常用联轴器	241
第17章 公差配合与表面粗糙度	251
17.1 极限、公差和配合	251

17.2	几何公差	276
17.3	表面粗糙度	281
17.4	渐开线圆柱齿轮精度	285
17.5	锥齿轮与准双曲面齿轮精度 (GB/T 11365—1989)	304
17.6	圆柱蜗杆和蜗轮精度 (GB/T 10089—1988)	319
第 18 章	电动机	332
18.1	Y 系列 (IP44) 三相异步电动机的技术数据	332
18.2	Y 系列 (IP44) 三相异步电动机的安装及外形尺寸	333
参考文献		337

第1章 概述

1.1 课程设计的目的

机械设计基础是一门培养学生机械设计能力的重要技术基础课程。根据课程教学基本要求,机械设计基础课程有两个极其重要的教学环节,一个是理论教学,另一个就是课程设计。在理论教学之后所进行的课程设计应使学生达到以下几点:

(1) 学会综合运用本课程及其他相关先修课程中所学到的理论和生产实践知识,分析和解决机械设计问题,并使这些知识得到巩固、提高。

(2) 初步树立正确的设计思想,掌握一般机械设计的基本方法和技能,培养学生观察、提问、分析和解决问题的独立设计工作能力,训练设计构思和创新精神。

(3) 培养学生熟练地应用机械设计手册、图册、图表、国家标准(GB)、部颁标准(JB等)和规范,提高学生有关计算、绘图、数据处理、撰写学术总结(报告)等机械设计的基本技能。

1.2 课程设计的内容

如图1-1所示,机械(机器)最基本的组成部分有动力装置、传动装置、工作装置等。基于课程设计的目的,为使學生得到较全面的训练,课程设计题目一般选择机械传动装置或简单机械。其设计内容包括:

- (1) 传动方案的总体设计。
- (2) 传动件及支承件(轴、轴承等)的设计计算。
- (3) 连接件、润滑密封、联轴器的选择及校验。
- (4) 箱体及减速器附件的设计。
- (5) 减速器装配图及零件工作图设计。
- (6) 计算说明书的编写等。

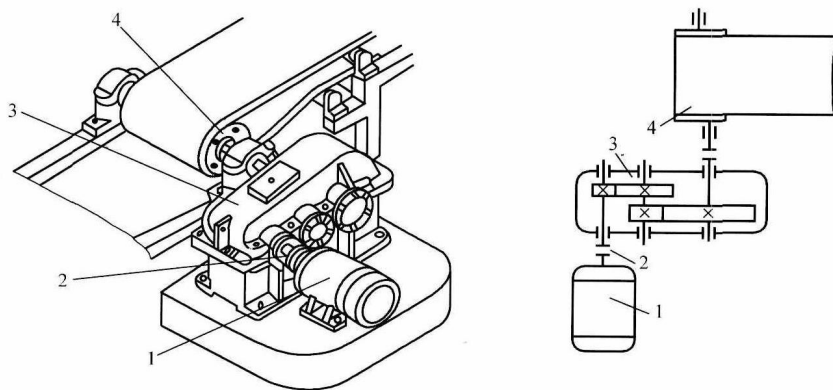


图1-1 带式输送机

1—电动机;2—联轴器;3—减速器;4—驱动滚筒

此外,考虑到“因材施教”的原则,也可选定一些难度较高的设计课题。

总之,为了适应我国高等学校当前教育改革的发展的需要,机械设计的课程设计教学环节必须进行相应的改革。设计题目应力求多样,在符合教学要求的前提下,还可鼓励学生自行选题。

1.3 课程设计的一般方法和步骤

1.3.1 课程设计的一般方法

(1) 独立思考,继承与创新。任何设计都不可能是设计者独出心裁、凭空设想、不依靠任何资料所能实现的。设计时,要认真阅读参考资料,继承或借鉴前人的设计经验和成果,但不能盲目地全盘抄袭,应根据具体的设计条件和要求,独立思考,大胆进行改进和创新。

(2) 三边设计方法。课程设计与机械设计的一般过程相似,从方案设计开始,进行必要的计算和结构设计,最后用图纸表达设计结果,用计算说明书表示设计的依据。由于影响设计的因素很多,有些机械零件的结构尺寸不可能完全由计算决定,往往还需要借助初步估算、画图等手段,通过估算和绘制草图,初步得出零件的基本结构尺寸,再根据计算结果进行必要的修改。一般是计算和画图交叉进行。这种边计算、边画图、边修改的设计方法即通常所说的“三边”设计。因此,企图完全用理论计算的方法来确定零件的所有结构尺寸,迟迟不敢动手画图,或一旦画出草图便不愿再做必要修改的做法,都是不对的。

1.3.2 课程设计的一般步骤

(1) 设计准备。认真研究设计任务书,明确设计要求、工作条件、设计内容和步骤,通过阅读有关资料、图纸,参观实物或模型,进行减速器拆装试验等,熟悉有关零件的设计方法和步骤;准备好设计需要的图书、资料和用具,拟订设计方案等。

(2) 机械系统总体设计。分析设计要求,确定系统总体设计方案;选择电动机;确定总传动比和分配各级传动比,进行运动学和动力学分析计算,确定各轴的转速、功率和扭矩。

(3) 传动零件的设计。设计计算各级传动件的参数和基本尺寸,如齿轮传动、蜗杆传动、皮带传动等。

(4) 装配草图设计。绘制减速器装配草图;进行轴的结构设计和轴系部件设计;校核轴和键连接的强度以及滚动轴承的寿命;确定润滑密封和冷却的方式;设计箱体和附件的结构。结合前面的传动件设计进行检查和修正。

(5) 完成装配工作图。加深减速器装配图;标注尺寸(外形尺寸、安装尺寸、装配尺寸)及零件序号;编写标题栏、零件明细表、减速器特性表及技术要求;整理完善图面。

(6) 绘制零件工作图。绘出零件的必要视图、标注尺寸及公差、编写技术要求等。

(7) 编写设计计算说明书。系统说明设计过程中所考虑的问题及一切计算,包括与计算有关的必要简图、传动方案简图、有关零件的结构简图等,将设计计算过程进行整理,编写成技术文件。

(8) 答辩。

1.4 课程设计应注意的问题

课程设计是学生第一次比较全面的设计训练,应该在教师指导下由学生独立完成。为了更好地达到培养设计能力的要求,提倡独立思考、大胆改进、勇于创新、精益求精的学习精神,反对照抄照搬、盲目抄袭的错误态度。设计中应注意以下几个问题:

(1) 设计前的准备。学生在开始动手设计之前,要认真阅读有关设计资料,分析设计任务书,明确设计任务及要求,做到心中有数,计划落实。

(2) 强度计算与结构、工艺等要求的关系。在设计过程中,需要综合考虑多种因素,采取多种办法进行分析、比较和选择,以确定方案、尺寸和结构。理论计算只是为确定零件尺寸提供了一个方面(如强度、刚度、耐磨性等)的依据,有些经验公式(如齿轮轮缘尺寸的计算公式),也只是考虑了主要因素的要求,所求得的是近似值。因此,在设计时要根据具体情况适当调整,全面考虑强度、刚度、结构和加工工艺的要求。

(3) 计算与绘图的关系。设计时,有些零件可以由计算得到主要尺寸,通过绘图决定其结构,而有些零件则需要计算和绘图交叉进行。例如,轴的设计应首先初估轴的直径,再由草图设计确定支点、力的作用位置后才能作出弯矩图,然后进行轴的强度校核计算,根据计算结果有可能需要修改草图,最后确定轴的结构形状和尺寸。

(4) 标准和规范。标准化、系列化、通用化是机械设计应该遵循的原则,也是一项重要的质量评价指标。熟悉和正确应用相关标准和规范是对学生训练的目的之一。设计中应学会正确运用标准和规范。注意,一些尺寸需要圆整为标准系列或优先系列。尽量选择标准件和通用件,提高零件的互换性、工艺性,同时也可以节省设计时间。

(5) 把握设计进度。在教师的指导下,学生要制订好设计进度,每一阶段的设计都要认真检查,避免出现重大错误,影响下一阶段的设计。设计的过程是一个不断改进、完善的过程,设计中的反复修改是不可避免的。往往在后面的设计环节中会发现前面设计的某个零件结构存在问题,这就必须对其进行修改和重新计算。设计开始时,应准备一个稿本,把设计过程中所考虑的主要问题及一切计算都写在稿本上,这样便于随时检查和修改,并且容易保存。不要采用零散稿纸,以免丢失而需要重新计算,造成时间的浪费。另外,指导教师提出的问题和解决问题的方法,从参考书中摘录的资料、数据等也应及时记在稿本上,以供备查,使各方面的问题都做到有理有据,在编写说明书时,可节省大量时间。

1.5 课程设计题目

为使学生得到较全面的训练,课程设计题目一般选择机械传动装置或简单机械。即使对于同类型的机械系统,也可以根据不同情况选择不同的传动方案。下面选列一些设计题目,本书仅对题目一给出了参考方案,其他题目的参考方案与此类似。

题目一:带式输送机传动装置设计(见图1-2)

(1) 工作条件。某带式运输机输送物品为粉粒物(如煤、砂等)、单向传动,工作中载荷平稳,滚筒效率0.96,工作年限10年,大修期限3年,每年工作300天,两班制工作,

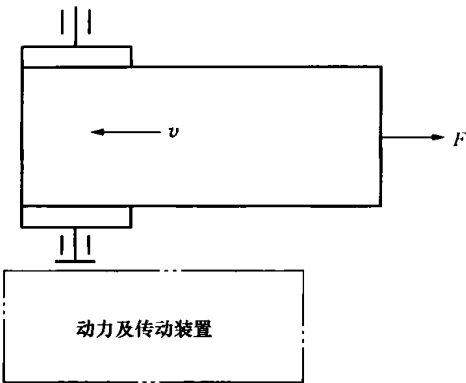


图 1-2 带式输送机传动装置设计

工作机允许速度误差±5%，在专门工厂小批量生产。

(2) 原始数据（见表 1-1）。

表 1-1 带式输送机传动装置设计原始数据

题目编号	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
运输机工作拉力 (N)	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
输送带速度 (m/s)	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0
卷筒直径 (mm)	250	250	260	260	270	270	280	280	290	320

题目编号	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
运输机工作拉力 (N)	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	3000
输送带速度 (m/s)	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5
卷筒直径 (mm)	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420

(3) 参考方案（见图 1-3～图 1-10）。

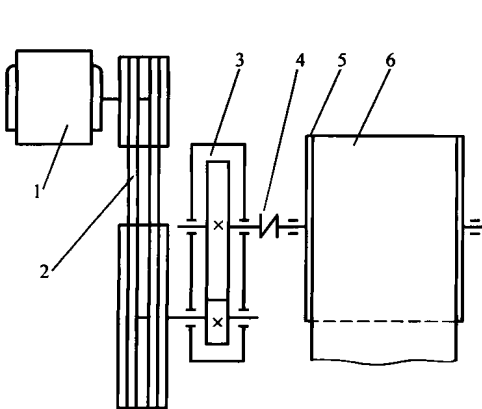


图 1-3 带式输送机传动装置设计方案 I
1—电动机；2—V 带传动；3—减速器；4—联轴器；
5—滚筒；6—输送带

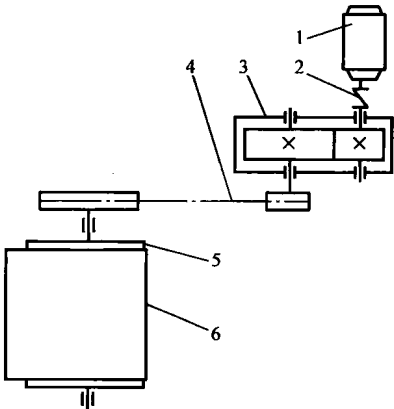


图 1-4 带式输送机传动装置设计方案 II
1—电动机；2—联轴器；3—减速器；4—链传动；
5—滚筒；6—输送带

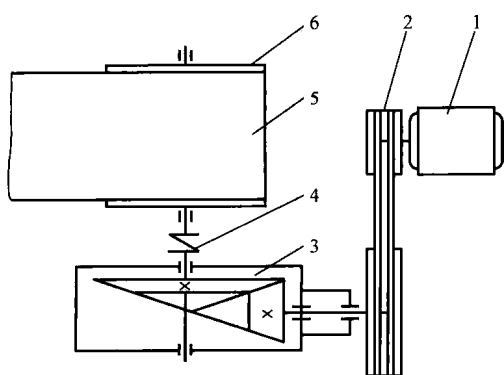


图 1-5 带式输送机传动装置设计方案Ⅲ
1—电动机；2—V带传动；3—减速器；4—联轴器；
5—滚筒；6—输送带

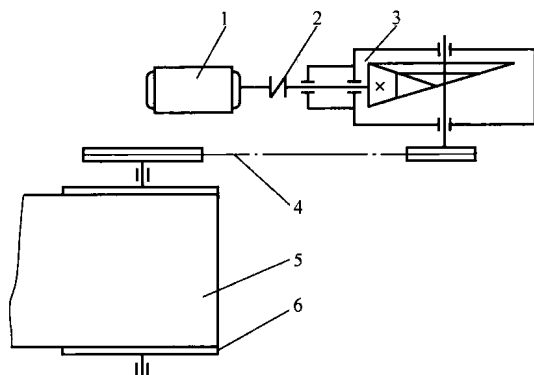


图 1-6 带式输送机传动装置设计方案Ⅳ
1—电动机；2—联轴器；3—减速器；4—链传动；
5—滚筒；6—输送带

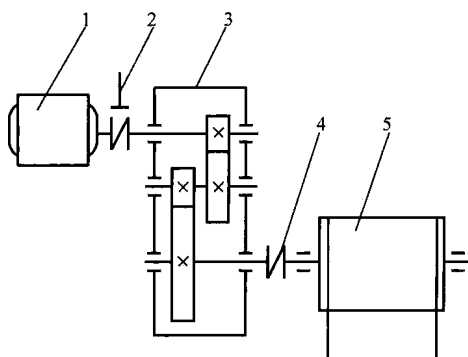


图 1-7 带式输送机传动装置设计方案Ⅴ
1—电动机；2—联轴器；3—减速器；
4—联轴器；5—输送带

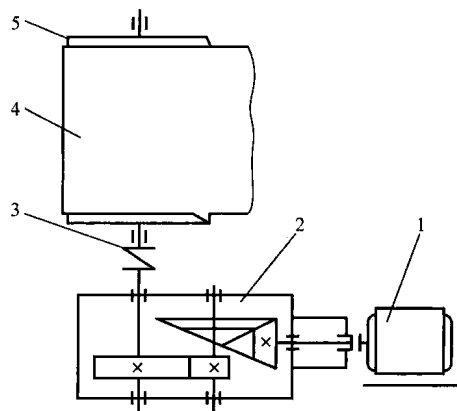


图 1-8 带式输送机传动装置设计方案Ⅵ
1—电动机；2—减速器；3—联轴器；
4—输送带；5—滚筒

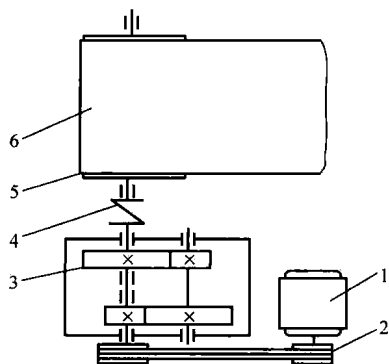


图 1-9 带式输送机传动装置设计方案Ⅶ
1—电动机；2—V带传动；3—减速器；4—联轴器；
5—滚筒；6—输送带

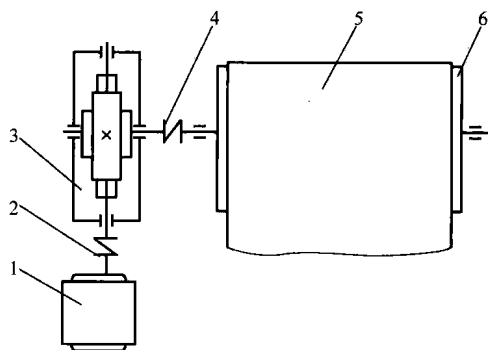


图 1-10 带式输送机传动装置设计方案Ⅷ
1—电动机；2—联轴器；3—减速器；4—联轴器；
5—输送带；6—滚筒

题目二：链式输送机传动装置设计（见图 1-11）

(1) 工作条件。某链式输送机单向运转，工作中载荷有轻微振动，输送机效率 0.90，工作年限 8 年，大修期限 3 年，每年工作 250 天，两班制工作，工作机允许速度误差±5%，在专门工厂小批量生产。

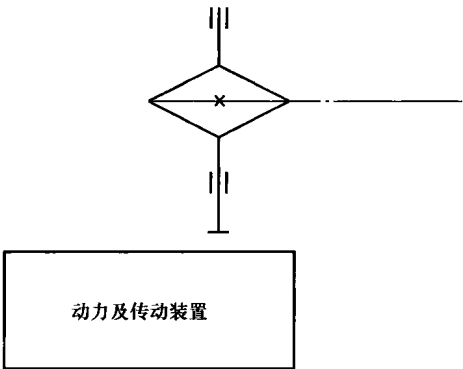


图 1-11 链式输送机传动装置设计

(2) 原始数据（见表 1-2）。

表 1-2 链式输送机传动装置设计原始数据

题目编号	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
运输链工作拉力 (N)	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
运输链速度 (m/s)	0.6	0.6	0.65	0.65	0.7	0.7	0.75	0.75	0.8	0.8
链轮节圆直径 (mm)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
题目编号	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20
运输链工作拉力 (N)	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	4000
运输链速度 (m/s)	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
链轮节圆直径 (mm)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190

(3) 参考方案。（略）

题目三：螺旋输送机传动装置设计（见图 1-12）

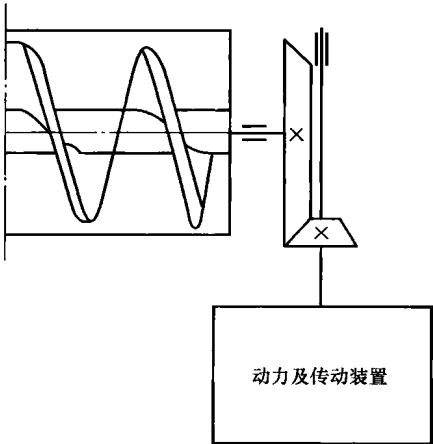


图 1-12 螺旋输送机传动装置设计

- (1) 工作条件。工作机连续单向运转，工作时有轻微冲击，工作机效率 0.95，工作年限 8 年，大修期限 2 年，每年工作 250 天，单班制工作，输送机主轴允许转速误差±5%，在专门工厂小批量生产。要求功率富裕量 10%。
- (2) 原始数据（见表 1-3）。

表 1-3 螺旋输送机传动装置设计原始数据

题目编号	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
工作轴转矩 (N·m)	700	720	750	780	800	850	900	920	950	980
工作轴转速 (r/min)	200	195	190	185	180	175	170	165	160	150
锥齿轮传动比	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5

题目编号	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
工作轴转矩 (N·m)	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	2000
工作轴转速 (r/min)	150	140	140	130	130	120	120	110	110	110
锥齿轮传动比	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3

(3) 参考方案。(略)

题目四：卷扬机传动装置设计（见图 1-13）

- (1) 工作条件。工作机连续单向运转，工作时有轻微冲击，工作机效率 0.96，工作年限 10 年，大修期限 3 年，每年工作 250 天，两班制工作，允许速度误差±5%，在专门工厂小批量生产。要求功率富裕量 10%。

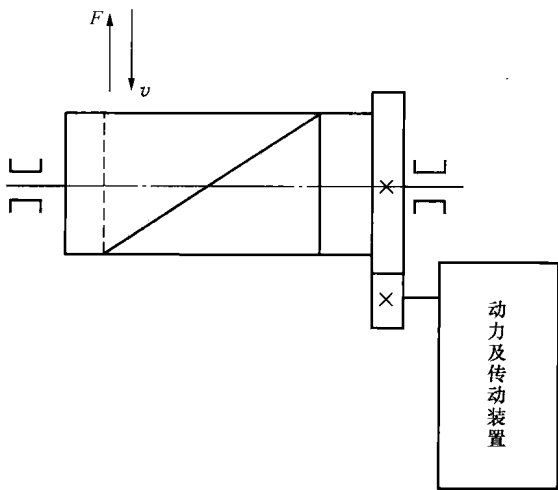


图 1-13 卷扬机传动装置设计

(2) 原始数据（见表 1-4）。

表 1-4 卷扬机传动装置设计原始数据

题目编号	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
钢丝绳拉力 (N)	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	3000
钢丝绳速度 (m/s)	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4
卷筒直径 (mm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340

续表

题目编号	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
钢丝绳拉力 (N)	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	5000
钢丝绳速度 (m/s)	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4
卷筒直径 (mm)	450	460	470	480	490	500	510	520	530	550

(3) 参考方案。(略)

题目五：搅拌机传动装置设计（见图 1-14）

(1) 工作条件。双螺旋搅拌机单向转动，工作中载荷有轻微振动，工作机效率 0.90，工作年限 8 年，大修期限 2 年，每年工作 300 天，两班制工作，工作机允许速度误差±5%，在专门工厂小批量生产。要求功率富裕量 10%。

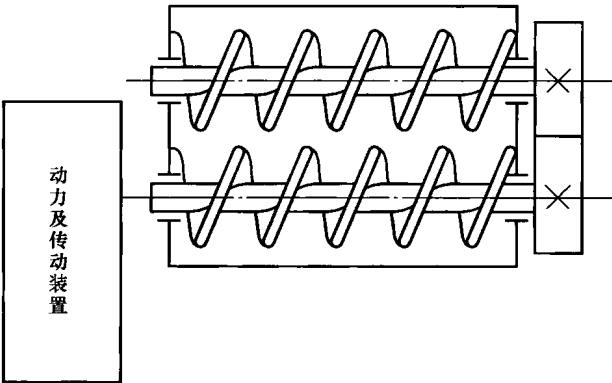


图 1-14 搅拌机传动装置设计

(2) 原始数据（见表 1-5）。

表 1-5 搅拌机传动装置设计原始数据

题目编号	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
工作机输入功率 (kW)	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
工作机主轴转速 (r/min)	100	95	90	100	95	90	100	95	90	85

题目编号	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
工作机输入功率 (kW)	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	15
工作机主轴转速 (r/min)	90	80	70	90	80	70	90	80	70	60

(3) 参考方案。(略)

题目六：爬式加料机传动装置设计（见图 1-15）

(1) 工作条件。爬式加料机工作中载荷平稳，工作机效率 0.96，工作年限 10 年，大修期限 3 年，每年工作 300 天，两班制工作，工作机允许速度误差±5%。在专门工厂小批量生产。

(2) 原始数据（见表 1-6）。

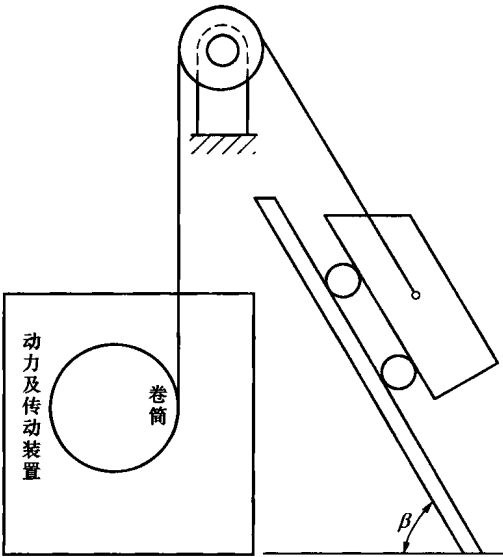


图 1-15 爬式加料机传动装置设计

表 1-6 爬式加料机传动装置设计原始数据

题目编号	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
钢丝绳拉力 (N)	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
卷筒转速 (r/min)	100	95	90	100	95	90	100	95	90	80
卷筒直径 (mm)	230	230	250	250	260	260	270	270	280	390

题目编号	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
钢丝绳拉力 (N)	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	3000
卷筒转速 (r/min)	90	85	80	90	85	80	90	85	80	70
卷筒直径 (mm)	300	300	330	330	350	350	380	380	400	400

(3) 参考方案。(略)

题目七：混砂机传动装置设计 (见图 1-16)

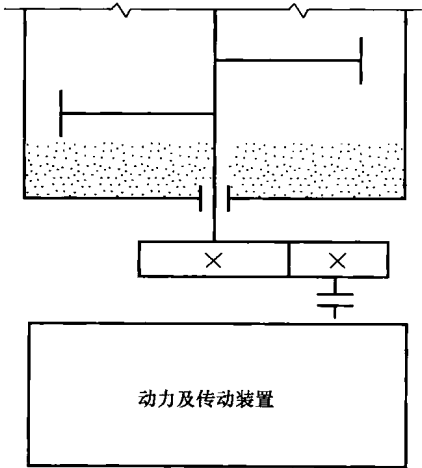


图 1-16 混砂机传动装置设计

