

机械设计课程设计

● 主编 颜伟 熊娟

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

机械设计课程设计

主 编 颜 伟 熊 娟
主 审 郭桂萍



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书是《机械设计基础》教材的配套教材。书中以典型的机械减速器的设计为主线, 指导学生逐一完成机械传动方案设计、带传动设计、齿轮传动设计、轴的设计、轴承设计计算等, 完成减速器装配图的设计与绘制、零件工作图的设计与绘制, 编写设计说明书。书中还附有机械设计课程设计所需的常用资料、课程设计参考图例等, 期望能有效地指导和帮助学生按时完成课程设计任务, 使其具备机械设计的基本能力。本书可作为机械类和近机类专业(车辆工程、汽车服务工程、机电一体化技术等)机械设计课程设计实践教学环节用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/颜伟, 熊娟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.1
ISBN 978-7-5682-3689-8

I. ①机… II. ①颜… ②熊… 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(2017)第 025753 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)
(010)82562903(教材售后服务热线)
(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 16

字 数 / 370 千字

版 次 / 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 39.80 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本《机械设计课程设计》是《机械设计基础》教材的配套教材，用于指导和帮助学生完成“机械设计课程设计”实践教学环节，使其形成机械设计的基本能力。本书给出的减速器设计任务书内容，是根据实际的机械设备变速器设计要求而编制的，包括了《机械设计基础》课程所讲述过的主要传动机构设计过程，能达到工学结合及实践能力培养的目的。

本书在参考了大量的有关文献和资料的基础上，结合各位老师的丰富的教学经验编写而成，其特点是：

1. 提供若干设计任务：可根据本科或专科学生的基础，选用不同的设计题目，因材施教，差异化培养学生的独立思考和创新能力。

2. 设计过程系统化：本书是按减速器设计的逻辑顺序而编写的，思路清晰，循序渐进，既有理论计算，更有结构设计。将设计原理和具体方法融入设计的各个环节中，有利于培养学生理论联系实际、综合处理问题的能力。

3. 针对学生初次机械设计，特别缺乏机械结构设计实践经验的问题，编入了大量的装配图结构设计阶段常见错误与更正案例，供学生参考。同时也编入了一些设计中将要遇到的问题，引导学生边设计边思考，带着问题学习，培养学生灵活应用已学知识的能力，也为设计者后期的答辩提供思路。

4. 指导、参考资料一体化：书中提供了设计过程的指导，同时也提供了需要查阅的资料。

5. 本书采用了最新的国家标准和规范。

本教材主要适用对象是机械类专业和近机类专业学生，如机械制造与自动化、车辆工程、汽车服务工程、机电一体化技术等专业的本科或专科学生，也可供其他相关专业师生以及工程技术人员参考。

本教材由四川工业科技学院（四川德阳）教学主管院长郭桂萍教授组织编写和主审，四川工业科技学院颜伟教授、四川电力学院熊娟教授主编，部分长期从事该课程教学和课程实践指导的学院骨干教师参加本教材的编写。编写过程中，李江、陈世林等企业专家提供了许多宝贵意见，同时我们也参考了该课程已经出版的部分优秀教材内容，在此向专家和原作者诚致谢意。鉴于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 课程设计指导


第 1 章 机械设计课程设计概述	3
1.1 机械设计课程设计的目的、要求	3
1.2 机械设计课程设计的设计题目和任务书	4
1.2.1 题目组一 设计带式运输机用的一级圆柱齿轮减速器	4
1.2.2 题目组二 设计卷扬机用的一级圆柱齿轮减速器	5
1.2.3 题目组三 设计斗式提升机传动用的二级圆柱齿轮减速器 (斜齿或直齿)	5
1.2.4 题目组四 设计带式运输机传动装置中的二级圆柱齿轮减 速器 (斜齿或直齿)	6
1.2.5 题目组五 设计加热炉推料机用的蜗杆减速器	7
1.2.6 题目组六 设计搅拌机用的锥齿轮减速器	8
1.2.7 题目组七 设计带式输送机用的齿轮减速器 (传动方案自选)	8
1.2.8 设计任务书	9
1.3 机械设计课程设计的内容、步骤	10
1.3.1 设计内容	10
1.3.2 设计步骤	10
1.4 机械设计课程设计应注意的问题	11
第 2 章 传动装置的总体设计	13
2.1 减速器简介	13
2.1.1 减速器的类型、特点及应用	13
2.1.2 减速器的典型结构	15
2.2 传动装置的布置	18
2.3 电动机的选择	18
2.3.1 选择电动机类型和结构型式	18
2.3.2 电动机功率的确定	18
2.3.3 电动机转速的确定	20
2.4 总传动比的计算和各级传动比的分配	20
2.5 计算传动装置的运动和动力参数	22
第 3 章 传动零件的设计计算	26
3.1 轴径的初算	26

3.2	联轴器的选择	26
3.3	减速器箱体外部传动零件的设计	27
3.3.1	带传动	27
3.3.2	链传动	28
3.3.3	开式齿轮传动	28
3.4	减速器箱体内部传动零件的设计	29
3.4.1	圆柱齿轮传动	29
3.4.2	圆锥齿轮传动	30
3.4.3	蜗杆传动	30
第4章	减速器结构设计制图	32
4.1	概述	32
4.2	减速器装配图的初步设计	35
4.2.1	绘制传动零件的中心线、轮廓线、箱体内壁线和轴承座端面的位置	36
4.2.2	联轴器的选择	36
4.2.3	初步计算轴径	37
4.2.4	轴的结构设计	38
4.2.5	确定轴上力的作用点和支点距离	41
4.2.6	轴的强度计算	41
4.2.7	轴承的寿命计算	41
4.2.8	键的强度校核	42
4.3	轴系零件结构设计	42
4.3.1	传动零件结构设计	42
4.3.2	滚动轴承组件的结构设计	42
4.4	减速器箱设计	46
4.4.1	减速器箱体结构形式	47
4.4.2	箱体结构设计应满足的问题	47
4.5	附件设计	53
4.5.1	窥视孔盖和窥视孔	53
4.5.2	放油螺塞	54
4.5.3	通气器	54
4.5.4	油标	55
4.5.5	环首螺钉、吊耳和吊钩	56
4.5.6	启盖螺钉	58
4.5.7	定位销	58
4.6	减速器的润滑和密封	58
4.6.1	减速器的润滑	58
4.6.2	减速器的密封	61
4.7	装配草图的检查与修正	63
4.8	一级圆柱齿轮减速器的常见错误	64

4.9 装配图的完成	67
4.9.1 绘图要求	67
4.9.2 标注尺寸及配合	68
4.9.3 技术特性和技术要求	68
4.9.4 对所有零件进行编号	70
4.9.5 列出零件明细表及标题栏	70
第5章 典型案例：一级圆柱齿轮减速器的设计	72
设计计算说明书	73
第6章 编写设计计算说明书	88
6.1 设计说明书的主要内容	88
6.2 设计说明书的书写格式和注意事项	89
6.3 答辩准备	91
6.3.1 答辩内容	91
6.3.2 答辩准备	92
第二部分 设计常用资料	
第7章 常用材料	99
7.1 黑色金属材料	99
7.1.1 碳素结构钢力学性能 (GB/T 700—1988 碳素结构钢)	99
7.1.2 优质碳素结构钢 (GB/T 699—1999 优质碳素结构钢)	99
7.1.3 合金结构钢 (GB/T 3077—1999 合金结构钢)	100
7.1.4 灰铸铁件抗拉强度 (GB/T 9439—1988 灰铸铁件)	102
7.1.5 球墨铸铁件机械性能 (GB/T 1348—1988 球墨铸铁件)	103
7.2 有色金属材料	103
7.2.1 铸造铜合金力学性能 (GB/T 1176—1987 铸造铜合金技术条件)	103
7.2.2 铸造轴承合金力学性能 (GB/T 1174—1992 铸造轴承合金)	106
第8章 连接件和紧固件	107
8.1 螺纹	107
8.2 螺栓	111
8.3 螺柱	114
8.4 螺钉	115
8.5 螺母	121
8.6 螺纹零件的结构要素	124
8.7 垫圈	128
8.8 挡圈	131
8.9 键连接和销连接	137
8.10 联轴器	144
8.11 离合器	156

第 9 章 滚动轴承	158
9.1 常用滚动轴承	158
9.1.1 圆锥滚子轴承外形尺寸 (GB/T 297—1994 滚动轴承 圆锥滚子轴承 外形尺寸)	158
9.1.2 深沟球轴承外形尺寸 (GB/T 276—1994 滚动轴承 深沟球轴承 外形尺寸)	162
9.1.3 角接触球轴承外形尺寸 (GB/T 292—1994 滚动轴承 角接触球轴承 外形尺寸)	168
9.1.4 圆柱滚子轴承外形尺寸 (GB/T 283—1994 滚动轴承 圆柱滚子轴承 外形尺寸)	171
9.2 滚动轴承的配合和游隙	174
9.2.1 安装向心轴承的轴公差代号 (GB/T 275—1993 滚动 轴承与轴和外壳的配合)	174
9.2.2 安装向心轴承的外壳孔公差带代号	176
9.2.3 安装推力轴承的轴公差代号	176
9.2.4 安装推力轴承的外壳孔公差带代号	177
9.2.5 配合面的表面粗糙度	177
第 10 章 润滑与密封	178
10.1 油杯.....	178
10.1.1 直通式压注油杯 (JB/T 7940.1—1995 直通式压注油杯)	178
10.1.2 旋盖式油杯 (JB/T 7940.3—1995 旋盖式油杯)	178
10.1.3 压配式压注油杯 (JB/T 7940.4—1995 压配式压注油杯)	179
10.2 油标.....	180
10.2.1 压配式圆形油标 (JB/T 7941.1—1995 压配式圆形油标)	180
10.2.2 长形油标 (JB/T 7941.3—1995 长形油标)	182
10.2.3 管状油标 (JB/T 7941.4—1995 管状油标)	183
10.3 密封.....	184
10.3.1 油封毡圈 (FZ/T 92010—1991 油封毡圈)	184
10.3.2 旋转轴唇形密封圈基本形式、代码和尺寸 (GB/T 13871—1992 旋转轴唇形密封圈 基本尺寸和公差)	185
10.3.3 一般应用的 O 形密封圈 (GB/T 3452.1—2005 液压气动用橡胶 O 形密封圈 第 1 部分: 尺寸系列及公差)	188
第 11 章 公差配合、表面粗糙度和齿轮、蜗杆传动精度	191
11.1 公差配合.....	191
11.2 形状和位置公差.....	196
11.3 表面粗糙度.....	200
11.4 渐开线圆柱齿轮精度.....	201
第 12 章 电动机	210
12.1 Y 系列三相异步电动机 (JB/T 9616—1999)	210

12.2 YZR, YZ 系列冶金及起重用三相异步电动机	212
12.2.1 额定电压下, 基准工作制时 YZR, YZ 系列电动机的最大 转矩与额定转矩之比	212
12.2.2 YZR 系列电动机技术数据	213
12.2.3 YZR 系列电动机安装及外形尺寸	213
12.2.4 YZ 系列电动机技术数据 (JB/T 10104—1999 YZ 系列起重 及冶金用三相异步电动机 技术条件)	216
12.2.5 YZ 系列电动机安装及外形尺寸	216
附图 课程设计参考图例	218
参考文献	241



第一部分

课程设计指导

第 1 章 机械设计课程设计概述

1.1 机械设计课程设计的目的、要求

机械设计课程设计，是为机械类专业和近机械类专业的学生在学完机械设计及相关课程以后所设置的一个重要的实践教学环节，也是学生第一次较全面、规范地进行设计训练，其主要目的是：

(1) 理论联系实际：根据已经学过的机械制图、工程力学、工程材料、公差与配合、机械设计基础、机械制造基础等课程的理论知识，综合应用于实际设计当中。

(2) 明确设计程序：通过对通用机械零件、常用机械传动或简单机械的设计，明确机械设计的程序和方法，树立正确的工程设计思想，培养独立、科学的设计能力。

(3) 学会查阅标准、图纸等资料：培养查阅和使用标准、规范、手册、图册及相关技术资料的能力以及计算、绘图、数据处理等方面的能力。

(4) 树立工程意识：通过对各传动机构的理论计算、结构设计，培养解决工程实际问题的能力，巩固、深化和扩展学生有关机械设计方面的知识。

(5) 培养现代手段的设计能力：学会利用计算机辅助设计，加强 AUTOCAD 软件的应用。为将来从事技术工程打下基础。

机械设计课程设计是学生进入大学学习后，面临的第一次机械设计工作。每一位学生都应该以“设计师”的身份，严肃认真地对待自己的工作，保质、保量、按时完成工作任务。具体要求如下：

(1) 分析：设计前认真研究课程设计任务书，分析设计题目，了解工作条件，明确设计要求和内容，理清设计思路和程序，明白每一阶段应该做什么、获得什么成果。对整个设计过程作一个时间和任务完成计划并按计划实施。

(2) 准备：收集并准备设计资料、设计图纸、图板及绘图用品，或准备计算机及安装绘图软件 AUTOCAD 等。

(3) 行动：按照计划，有条不紊地开展设计工作。在每一阶段设计过程中，边计算、边画图、边修改，还要注意下一阶段的设计或设计说明书的编写，整理和保存好设计资料及设计数据。倡导四独立：独立思考、独立计算、独立绘图、独立完成设计说明书的编写。

(4) 复习：针对设计中出现的问题，及时复习学过的相关知识，如机械制图、公差与配合、工程材料、工程力学及带传动、齿轮传动、轴、轴承、键连结、螺纹连结、联轴器等知识，学以致用。

(5) 查阅：整个设计过程要采用不同的国家标准和规范，要参考各类设计资料。对标准、规范和参考资料，首先认真阅读、理解，然后才合理选用、借鉴，切忌盲目照搬。

(6) 审查：在完成底稿后先进行自检、互检，待老师审查合格后才能进行最后的图纸加深、设计说明书的定稿。

(7) 完稿：完稿是指所有的图纸和说明书的完成。图纸要求完整、清晰，尽量保证正确率。说明书要详细写出设计计算过程及参考资料，所查资料来源一定要在说明书中写明和标明。

(8) 答辩：答辩是设计的最后环节，是对所设计产品应用、性能、特点的总体介绍及问题的回答，也是对设计思路的清理，设计者要做好准备。

(9) 守纪：设计时必须严于律己，遵守工作时间，在规定的地点设计，按设计计划循序渐进。要自我鞭策、追求又好又快地完成设计任务。有自己解决不了的问题时，及时请教同学和老师，发现问题随时解决，不拖延设计进度。

1.2 机械设计课程设计的设计题目和任务书

机械齿轮减速器，广泛应用于各行各业的机械设备中，也是汽车传动装置中不可或缺的重要组成部分，它几乎包含了“机械设计基础”课程所讲述的所有理论知识。以机械齿轮减速器的设计作为课程设计题目，可以充分反映所学知识的综合应用，并与生产实际相联系，具有代表性和典型性。

1.2.1 题目组一 设计带式运输机用的一级圆柱齿轮减速器

(1) 传动方案 如图 1-1 所示。

(2) 工作条件 用于带式运输机；运输机两班制连续工作，单向运转，空载起动，工作载荷基本平稳，大修期 5 年（每年按 300 个工作日计算），运输机卷筒轴转速容许误差 $\pm 5\%$ ，卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。

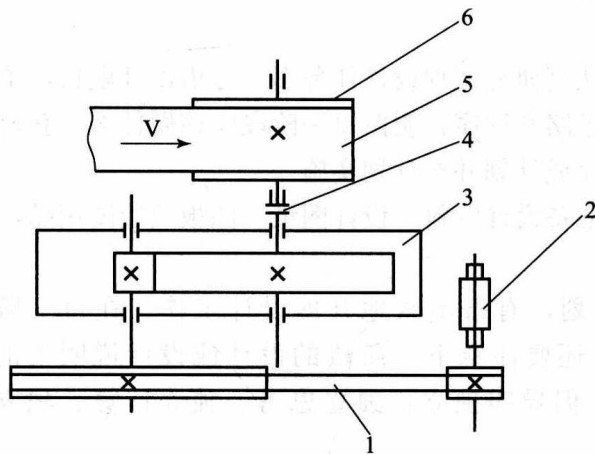


图 1-1 传动方案图

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

设计题目原始数据见表 1-1。

表 1-1 原始数据 (一)

参数	题 号									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
卷筒阻力矩(转矩) $M/(N \cdot m)$	400	400	450	450	500	500	550	550	600	600
卷筒转速 $n_w/(r \cdot \min^{-1})$	125	130	120	115	105	110	100	95	90	85

1.2.2 题目组二 设计卷扬机用的一级圆柱齿轮减速器

(1) 传动方案 如图 1-2 所示。

(2) 工作条件 设备由电动机驱动,要求传动装置结构力求紧凑,两班制连续工作,单向运转,空载启动,工作载荷变化小,使用期限 8 年(每年按 300 个工作日计算),输送速度容许误差 $\pm 5\%$,卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。

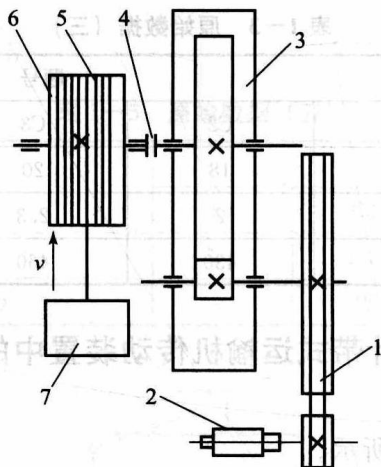


图 1-2 传动方案图

1—V带传动; 2—电动机; 3—圆柱齿轮减速器; 4—联轴器; 5—钢丝绳; 6—滚筒; 7—重物

设计题目原始数据见表 1-2。

表 1-2 原始数据 (二)

参数	题号				
	B1	B2	B3	B4	B5
输送带工作拉力 F/N	2100	2300	2200	1900	2000
钢丝绳工作速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	1.6	1.5	1.8	1.6	1.8
滚筒直径 D/mm	400	400	450	400	450

1.2.3 题目组三 设计斗式提升机传动用的二级圆柱齿轮减速器 (斜齿或直齿)

(1) 传动方案 如图 1-3 所示。

(2) 工作条件 设备由电动机驱动,要求传动装置结构力求紧凑,两班制连续工作,单向运转,空载启动,工作载荷变化小,使用期限 8 年(每年按 300 个工作日计算),提升机鼓轮转速容许误差 $\pm 5\%$,鼓轮效率 $\eta_w = 0.96$ 。

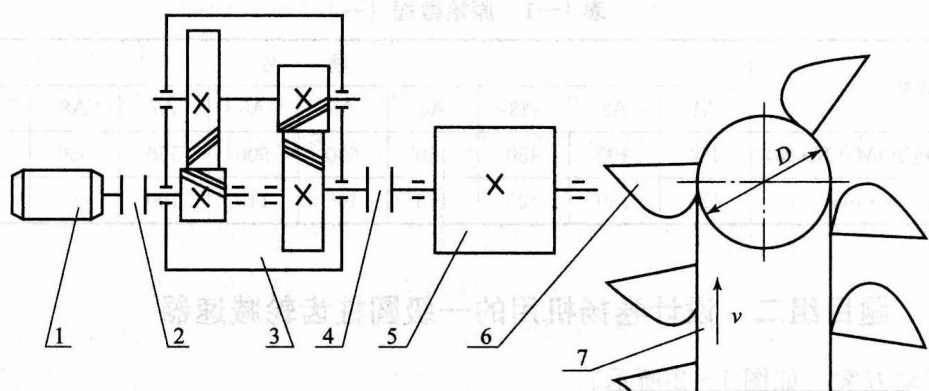


图 1.3 传动方案图

1—电动机；2、4—联轴器；3—齿轮减速器；5—鼓轮；6—运料斗；7—提升带

设计题目原始数据见表 1—3。

表 1—3 原始数据 (三)

参数	题号				
	C1	C2	C3	C4	C5
生产率 $Q/(t \cdot h^{-1})$	15	18	20	25	30
提升带速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	1.8	2	2.3	2.6	3
鼓轮直径 D/mm	400	430	460	480	520

1.2.4 题目组四 设计带式输送机传动装置中的二级圆柱齿轮减速器 (斜齿或直齿)

(1) 传动方案 如图 1—4 所示。

(2) 工作条件 设备由电动机驱动, 要求传动装置结构力求紧凑, 两班制连续工作, 单向运转, 空载起动, 工作载荷变化小, 使用期限 8 年 (每年按 300 个工作日计算), 输送带速度容许误差 $\pm 5\%$, 卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。

设计题目原始数据见表 1—4。

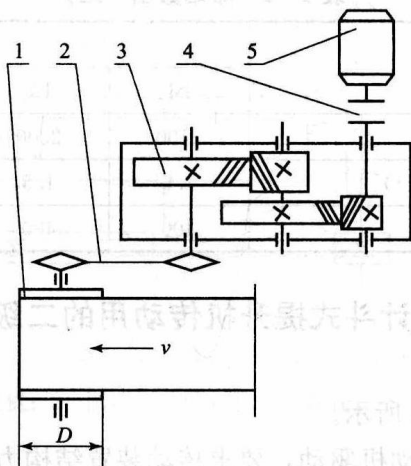


图 1—4 传动方案图

1—输送带；2—链传动；3—齿轮减速器；4—联轴器；5—电动机

表 1-4 原始数据 (四)

参数	题号				
	D1	D2	D3	D4	D5
输送带工作拉力 F/N	2100	2300	2500	3000	3200
输送带工作速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	1.3	1.5	1.8	1.6	1.8
滚筒直径 D/mm	400	400	450	400	450

1.2.5 题目组五 设计加热炉推料机用的蜗杆减速器

(1) 传动方案 如图 1-5 所示。

(2) 工作条件 设备由电动机驱动, 要求传动装置结构力求紧凑, 两班制连续工作, 单向运转, 空载起动, 工作载荷变化小, 使用期限 8 年 (每年按 300 个工作日计算)。容许速度误差 $\pm 5\%$ 。

设计题目原始数据见表 1-5。

表 1-5 原始数据 (五)

参数	题号				
	E1	E2	E3	E4	E5
大齿轮轴功率/kW	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2
大齿轮轴转速/ $(r \cdot \min^{-1})$	40	45	50	60	65

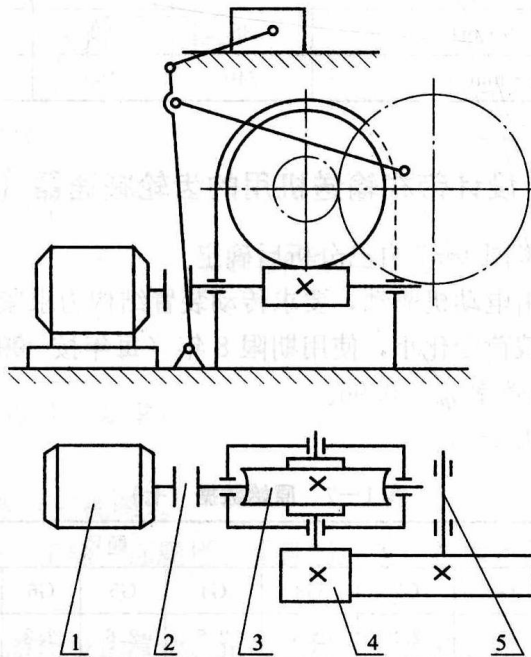


图 1-5 蜗杆减速器传动方案图

1—电动机; 2—联轴器; 3—蜗杆减速器; 4—小齿轮; 5—大齿轮轴

1.2.6 题目组六 设计搅拌机用的锥齿轮减速器

(1) 传动方案 如图 1-6 所示。

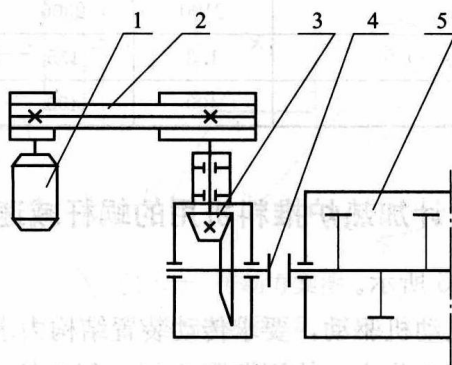


图 1-6 锥齿轮减速器传动方案图

1—电动机；2—带传动；3—锥齿轮减速器；4—联轴器；5—搅拌机

(2) 工作条件 设备由电动机驱动，要求传动装置结构力求紧凑，两班制连续工作，单向运转，空载起动，工作载荷变化小，使用期限 8 年（每年按 300 个工作日计算）。容许速度误差 $\pm 5\%$ 。

设计题目原始数据见表 1-6。

表 1-6 原始数据 (六)

参数	题号				
	F1	F2	F3	F4	F5
减速器输出轴转矩 / (N·m)	38	52	70	80	100
减速器输出轴转速 / (r·min ⁻¹)	240	180	220	160	265

1.2.7 题目组七 设计带式输送机用的齿轮减速器 (传动方案自选)

(1) 传动方案 可参考图 1-7 自己分析后确定。

(2) 工作条件 设备由电动机驱动，要求传动装置结构力求紧凑，两班制连续工作，单向运转，空载起动，工作载荷变化小，使用期限 8 年（每年按 300 个工作日计算）。输送带速度容许误差 $\pm 5\%$ ，卷筒效率 $\eta_w = 0.96$ 。

设计题目原始数据见表 1-7。

表 1-7 原始数据 (七)

参数	题号									
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
运输带工作拉力 F/kN	1.5	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	3.3	4.0	4.8	5.0
运输带工作速度 $v/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	0.8	0.8
卷筒直径 D/mm	220	240	300	400	200	350	350	400	500	260