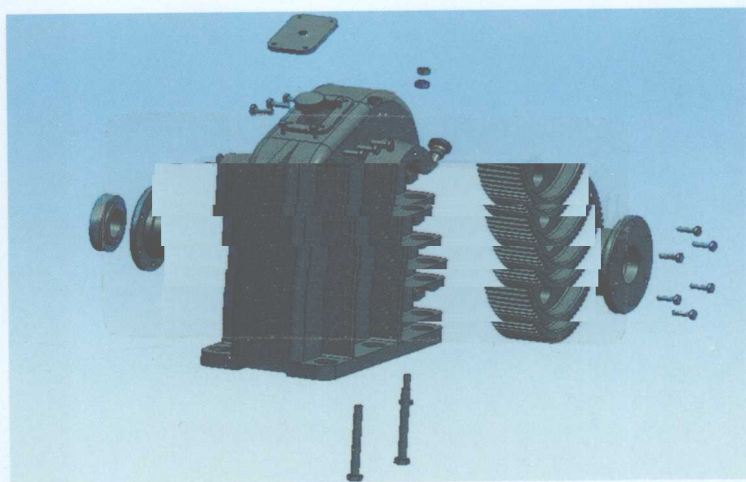


高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

机械设计基础课程设计

主 编 何 凡 席本强 曲 辉

副主编 王 琦 徐萃萍 郝志勇



 冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校规划教材

机械设计基础课程设计

主 编 何 凡 席本强 曲 辉
副主编 王 琦 徐萃萍 郝志勇

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2010

内 容 简 介

本书与王春华等主编的《机械设计基础》教材配套出版,用于机械设计基础课程的2周课程教学设计,内容为通用机械(带式输送机与链式输送机)的驱动与传动装置的选型与设计,并以单级圆柱齿轮减速器为例进行工作图训练。

全书分为3篇,共18章。第1篇是课程设计指导,包括概述、设计题目、传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构与附件、减速器草图设计、减速器装配工作图设计、减速器零件工作图设计、设计计算说明书编写和答辩准备。第2篇是课程设计示例,包括说明书编写示例和减速器工作图示例。第3篇是课程设计常用资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/何凡等主编. —北京:冶金工业出版社, 2010. 8

高等学校规划教材

ISBN 978-7-5024-5352-7

I. ①机… II. ①何… 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 (2010) 第 149541 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 李 雪 张 晶 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5352-7

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 8 月第 1 版, 2010 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 8.5 印张; 220 千字; 124 页

19.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

本书是根据高等工科院校《机械设计基础课程教学基本要求》，结合参编者的教学经验，针对目前学生的基本情况编写而成。

为方便学生使用，本书按照机械设计基础课程设计的具体设计步骤进行编写，详细介绍了每一设计步骤的工作内容和顺序，精练地选取了机械设计所需的参考资料，配置了大量的例题，附加了说明书示例和工作图示例。

教材的编写注重其实用性，扩大了设计题目的参数范围，以保证指导教师布置设计题目时不出现重复。在保证教材设计指导内容完整、材料够用的前提下，为压缩篇幅，只选用了设计中常用的一些参考资料。本书与课堂教学环节使用的王春华等主编的《机械设计基础》教材配套出版，保证了设计方法、计算公式等内容的一致性。本书采用了编者所能查阅到的国家最新的标准、规范、要求和方法。

本书的第1章由王春华编写，第2、3、12、13、14章由曲辉、徐萃萍编写，第4、15、16、17、18章由席本强、郝志勇编写，第5、10、11章由何凡编写，第6、7、8、9章由王琦、齐秀飞编写。本书由何凡、席本强、曲辉任主编，王琦、徐萃萍、郝志勇任副主编，汤为光任主审。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者指正。

编 者
2010年3月

目 录

第 1 篇 课程设计指导

1 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 课程设计的步骤	1
1.4 课程设计的注意事项	2
2 设计题目	4
2.1 设计任务书	4
2.2 带式输送机 ZDL 型传动装置设计	4
2.3 带式输送机 ZDD 型传动装置设计	5
2.4 链式输送机 ZDL 型传动装置设计	5
2.5 链式输送机 ZDD 型传动装置设计	6
3 传动装置的总体设计	7
3.1 选择电动机	7
3.2 计算与分配传动比	8
3.3 计算传动装置的运动与动力参数	9
4 传动零件的设计计算	11
4.1 V 带传动计算	11
4.2 链传动计算	12
4.3 齿轮传动计算	12
5 减速器的结构与附件	13
5.1 减速器的构造	13
5.2 轴系部件	13
5.3 箱体	14
5.4 减速器附件	14

6 减速器草图设计	22
6.1 绘制草图的准备工作	22
6.2 绘制草图以及轴的结构尺寸设计	25
6.3 轴、轴承和键连接的校核计算	28
6.4 完善草图	29
7 减速器装配工作图设计	33
7.1 绘制装配图三视图	33
7.2 标注尺寸、零件序号, 填写标题栏和明细表	33
7.3 编写技术特性和技术条件	35
7.4 检查装配工作图	36
8 减速器零件工作图设计	38
8.1 零件工作图的设计要求	38
8.2 轴零件工作图设计	39
8.3 齿轮零件工作图设计	40
8.4 箱体零件工作图设计	41
9 设计计算说明书编写和答辩准备	43
9.1 设计计算说明书的内容	43
9.2 设计计算说明书的编写要求	43
9.3 答辩准备	44

第 2 篇 课程设计示例

10 说明书编写示例	45
10.1 ZDL 型题目说明书	45
10.2 ZDD 型题目说明书	62
11 减速器工作图示例	66
11.1 单级圆柱齿轮减速器 (油润滑)	66
11.2 单级圆柱齿轮减速器 (脂润滑)	68
11.3 低速轴	70
11.4 大齿轮	71

第3篇 课程设计常用资料

12 一般标准和常用数据	73
12.1 图纸幅面和图样比例	73
12.2 明细表和标题栏格式	74
12.3 机械传动效率和传动比	74
12.4 圆角、倒角和过渡圆角半径、越程槽	75
12.5 中心孔及其表示方法	76
12.6 铸件设计一般规范	77
12.7 标准尺寸	78
13 公差配合与表面粗糙度	80
13.1 极限与配合	80
13.2 形状公差与位置公差	83
13.3 表面粗糙度	84
13.4 渐开线圆柱齿轮精度	85
14 连接	92
14.1 普通螺纹基本尺寸	92
14.2 螺纹孔、螺栓通孔及沉孔尺寸	94
14.3 螺栓、螺柱和螺钉	95
14.4 六角螺母	98
14.5 平垫圈、弹簧垫圈	99
14.6 轴端挡圈	101
14.7 键和花键	101
14.8 销	104
15 滚动轴承	105
15.1 圆锥滚子轴承	105
15.2 深沟球轴承	107
15.3 角接触球轴承	109
15.4 滚动轴承的配合和游隙	111
16 润滑与密封	113
16.1 常用润滑剂	113
16.2 油杯	114
16.3 密封装置	116

17 联轴器	119
17.1 弹性套柱销联轴器	119
17.2 弹性柱销联轴器	120
18 Y 系列电动机	122
18.1 Y 系列 (IP44) 三相异步电动机的技术数据	122
18.2 Y 系列机座带底脚电动机的安装及外形尺寸	123
参考文献	124

课程设计指导

1 概 述

1.1 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最后一个教学环节,是对学生进行一次较全面的机械设计训练。其目的是:

- (1) 培养学生综合运用所学的理论知识去解决实际机械工程问题的能力;
- (2) 学习机械设计的一般方法,掌握简单机械传动装置的设计步骤;
- (3) 训练学生机械设计的基本技能,如计算、绘图、使用设计资料、手册、标准和规范;
- (4) 为专业课程设计和毕业设计打下基础。

1.2 课程设计的内容

简单说,机械设计基础课程设计内容是机械的传动装置设计。传动装置是一般机械不可缺少的组成部分,其设计内容包括课程中学过的主要零件,也涉及机械设计中常遇到的一般问题。具体内容是:电机的选择、传动装置运动和动力参数的确定和计算、主要零件的设计计算、减速器装配图和零件工作图的绘制及设计计算、说明书的编写等。

要求完成的设计工作量为:减速器装配图1张(0号或1号图纸)、零件工作图1~2张、设计计算说明书(设计草图也要求一同上交)。

1.3 课程设计的步骤

课程设计的步骤大致可以归纳为:

(1) 设计准备。认真阅读设计任务书,明确设计要求、工作条件、内容和步骤,通过阅读有关资料、图纸,参观实物或模型,了解设计对象;复习课程有关内容,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;拟定设计计划等。

(2) 传动装置的总体设计。确定传动装置的传动方案;计算电动机的功率、转速,选择电动机的型号;计算传动装置的运动和动力参数(确定总传动比、分配各级传动比,计算各轴的转速、功率和转矩等)。

(3) 传动零件的设计计算。进行减速器以外的传动零件的设计计算(带传动、链传动);

减速器内部的传动零件的设计计算（如齿轮传动等）。

（4）减速器装配草图设计。绘制减速器装配草图，选择联轴器，初定轴径，选择轴承类型并设计轴承组合的结构；定出轴上受力点的位置和轴承支点的跨距；校核轴及与轮毂连接的强度；校核轴承寿命；箱体和附件的结构设计。

（5）工作图设计。进行零件的工作图设计；装配工作图设计。

（6）编写设计计算说明书。编写设计计算说明书，总结设计的收获和经验教训。

1.4 课程设计的注意事项

课程设计中需要注意的问题有：

（1）正确处理继承与创新的关系，正确使用标准和规范。正确继承以往的设计经验和利用已有的资料，这样既可减轻设计的重复工作量，加快设计的进程，又有利于提高设计质量。但继承不是盲目机械地抄袭，必须弄懂每一步。设计中正确地运用标准和规范，有利于增强零件的互换性和加工工艺性，从而收到良好的经济效益，同时也可以减少设计工作量。对于国家标准或本部门的规范，一般都要严格遵守。设计中是否尽量采用标准和规范也是评价设计质量的一项指标。

标准和规范是为了便于设计、制作和使用而制定的，不是用来限制其创新和发展的。因此，当遇到与设计要求有矛盾的情况时，也可以突破标准和规范的规定，自行设计。

（2）理论联系实际，综合考虑问题，力求设计合理、实用、经济、工艺性好。例如在选择电动机转速时，它与整个传动装置的传动比有关，还与电机造价、伸出轴直径相关，需根据设计要求，综合考虑确定电机转速值。

（3）正确确定不同情况下的零件尺寸。

1) 用由几何关系导出的公式计算出的尺寸是严格的等式关系，若改变其中某一参数，则其他参数必须相应改变，一般不能随意圆整或变动，例如齿轮传动的中心距 $a = m(z_1 + z_2)/2$ ，如欲将 a 圆整，则必须相应地改动 z_1 、 z_2 或 m ，以保证其恒等式的关系。

2) 由强度、刚度、磨损等条件导出的计算公式常是不等式关系，有的是机械零件必须满足的最小尺寸，却不一定就是最终采用的结构尺寸。例如由强度计算出轴的某段直径至少需要 32mm，但考虑到轴上与之相配的零件（如联轴器、齿轮、滚动轴承等）的结构、安装、拆卸和加工制造等要求，最终采用的尺寸可能为 50mm，这个尺寸不仅满足了强度的要求，也满足了其他的要求，是合理的，而没有浪费。

3) 由实践经验总结出来的经验公式，常用于确定那些外形复杂、强度情况不明的尺寸，例如箱体的结构尺寸。这些经验公式是经过生产实践考验的，应当尊重它们。但这些尺寸关系都是近似的，一般应圆整取用。

4) 有一些次要尺寸、强度不是主要问题，又无经验公式可循，根本不必进行计算，可由设计者考虑加工、使用等条件，参照类似结构，用类比的方法来确定，例如轴上的定位轴套、挡油盘等。

（4）认真、仔细。设计工作是一项需要认真、仔细的工作，一点也马虎不得，无论在数字计算上，还是结构设计中，一点细小的差错都可能会导致产品的报废，因此，在课程设计中要培养认真、细致、严谨的工作作风。

（5）掌握“三边”设计法。合理的结构和尺寸确定，既不是算出来的，也不是画出来的，而是由计算、画图共同得出，并进行必要的修改而得到的，所以要通过边画图、边计算、边修

改的过程逐步完成设计。

(6) 绘制图纸和编写说明书需符合标准格式和要求。设计结果最后要以图纸和说明书的形式表达出来, 图纸要符合机械制图标准, 作图准确, 表达清晰, 图面整洁, 设计说明书的计算要准确, 书写要工整, 严格遵守规定的书写格式, 便于生产部门使用。

2 设计题目

2.1 设计任务书

设计任务书的内容包括：设计题目、工作机及其转动装置简图、工作机工作条件和技术数据，根据每个人分配到的题目，编写在设计计算说明书的第一部分（参见第10章）。

2.2 带式输送机 ZDL 型传动装置设计

题目名称：设计胶带运输机的 ZDL 型传动装置

ZDL 型传动装置的工作条件和相关技术数据分别见表 2-1 和表 2-2，齿轮—链传动胶带输送机结构示意图见图 2-1。

表 2-1 带传动中 ZDL 型传动装置的工作条件

项 目	A	B	C
工作年限	8	10	15
工作班制	2	2	1
工作环境	清 洁	多灰尘	灰尘较少
载荷性质	平 稳	稍有波动	轻微冲击
生产批量	小 批	小 批	单 件
检修周期	三年大修	两年大修	三年大修

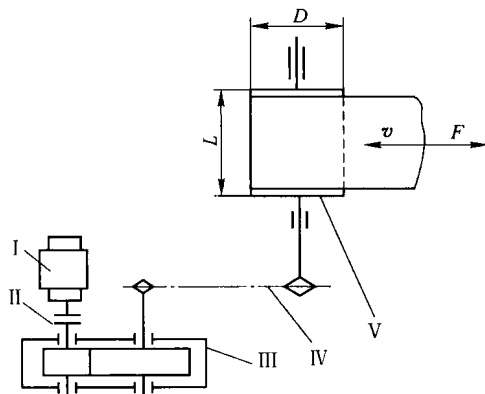


图 2-1 齿轮—链传动胶带输送机

I—电机；II—联轴器；III—减速器；
IV—链传动；V—胶带输送机

表 2-2 带传动中 ZDL 型传动装置的技术数据

题 号	滚筒圆周力 F/N	带速 v $/m \cdot s^{-1}$	滚筒直径 D/mm	滚筒长度 L/mm	题 号	滚筒圆周力 F/N	带速 v $/m \cdot s^{-1}$	滚筒直径 D/mm	滚筒长度 L/mm
ZDL-1	900	1.70	400	500	ZDL-11	1500	1.50	280	400
ZDL-2	900	2.00	400	500	ZDL-12	1500	1.60	300	500
ZDL-3	900	2.50	400	500	ZDL-13	1600	1.60	320	400
ZDL-4	1100	2.10	400	500	ZDL-14	1800	1.50	300	500
ZDL-5	1100	2.60	500	600	ZDL-15	1800	1.80	300	400
ZDL-6	1400	1.80	320	400	ZDL-16	2000	1.80	320	500
ZDL-7	1400	2.30	350	400	ZDL-17	2000	2.00	300	400
ZDL-8	1500	1.40	380	400	ZDL-18	2200	1.50	280	500
ZDL-9	1500	1.40	320	400	ZDL-19	2200	1.80	300	400
ZDL-10	1500	1.90	300	500	ZDL-20	2400	1.80	320	500

2.3 带式输送机 ZDD 型传动装置设计

题目名称：设计胶带运输机的 ZDD 型传动装置

带—齿轮传动胶带输送机的结构示意图见图 2-2，ZDD 型传动装置的工作条件和技术数据分别见表 2-3 和表 2-4。

表 2-3 带传动中 ZDD 型传动装置的工作条件

项 目	A	B	C
工作年限	8	10	15
工作班制	2	2	1
工作环境	清 洁	多灰尘	灰尘较少
载荷性质	平 稳	稍有波动	轻微冲击
生产批量	小 批	小 批	单 件
检修周期	三年大修	两年大修	三年大修

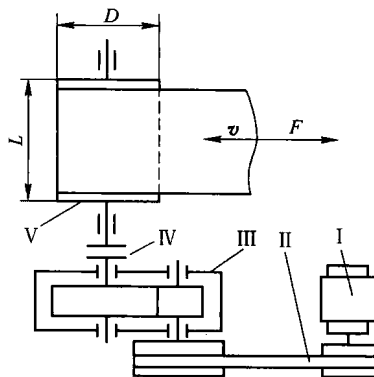


图 2-2 带—齿轮传动胶带输送机

I—电机；II—带传动；III—减速器；
IV—联轴器；V—胶带输送机

表 2-4 带传动中 ZDD 型传动装置的技术数据

题 号	滚筒圆周力 F/N	带速 v $/m \cdot s^{-1}$	滚筒直径 D/mm	滚筒长度 L/mm	题 号	滚筒圆周力 F/N	带速 v $/m \cdot s^{-1}$	滚筒直径 D/mm	滚筒长度 L/mm
ZDD-1	1500	2.10	320	400	ZDD-11	900	2.30	400	500
ZDD-2	1600	2.20	300	400	ZDD-12	900	2.50	400	600
ZDD-3	1800	1.50	300	500	ZDD-13	1000	2.00	500	500
ZDD-4	1800	2.00	320	400	ZDD-14	1000	2.20	500	600
ZDD-5	1800	2.20	350	400	ZDD-15	1100	2.20	320	500
ZDD-6	2000	1.50	300	400	ZDD-16	1100	2.00	320	600
ZDD-7	2000	1.50	320	500	ZDD-17	1200	2.00	400	500
ZDD-8	2000	2.00	320	500	ZDD-18	1200	2.10	400	600
ZDD-9	2200	1.50	300	400	ZDD-19	1400	1.80	320	500
ZDD-10	2200	2.00	320	500	ZDD-20	1500	1.60	320	600

2.4 链式输送机 ZDL 型传动装置设计

题目名称：设计链式运输机的 ZDL 型传动装置

齿轮—链传动链式输送机的结构示意图见图 2-3，ZDL 型传动装置的工作条件和技术数据分别见表 2-5 和表 2-6。

表 2-5 链传动中 ZDL 型传动装置的工作条件

项 目	A	B	C
工作年限	8	10	15
工作班制	2	2	1
工作环境	清 洁	多灰尘	灰尘较少
载荷性质	平 稳	稍有波动	轻微冲击
生产批量	小 批	小 批	单 件
检修周期	三年大修	两年大修	三年大修

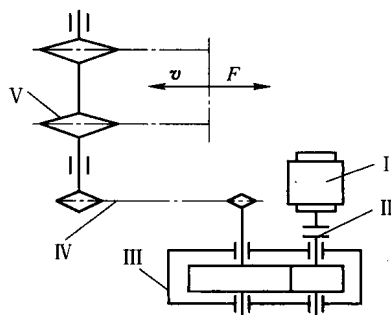


图 2-3 齿轮—链传动链式输送机

I—电机；II—联轴器；III—减速器；
IV—链传动；V—链式输送机

表 2-6 链传动中 ZDL 型传动装置的技术数据

题 号	输送链拉力 F/N	链速 v $/m \cdot s^{-1}$	链节距 p/mm	齿数 z	题 号	输送链拉力 F/N	链速 v $/m \cdot s^{-1}$	链节距 p/mm	齿数 z
ZDL-1	1200	1.80	63	13	ZDL-11	3000	0.80	80	7
ZDL-2	1200	1.30	80	11	ZDL-12	2000	0.90	63	9
ZDL-3	1600	2.00	80	11	ZDL-13	1800	1.00	63	11
ZDL-4	1800	1.30	50	11	ZDL-14	3000	1.10	100	7
ZDL-5	2000	0.80	63	9	ZDL-15	2000	1.20	80	9
ZDL-6	2000	1.50	63	11	ZDL-16	1500	0.80	50	11
ZDL-7	2000	1.50	100	7	ZDL-17	3000	0.90	80	7
ZDL-8	2000	1.40	100	9	ZDL-18	2400	1.00	63	9
ZDL-9	2000	2.0	100	9	ZDL-19	2200	1.10	63	11
ZDL-10	2000	2.0	125	7	ZDL-20	2000	1.20	63	13

2.5 链式输送机 ZDD 型传动装置设计

题目名称：设计链式运输机的 ZDD 型传动装置

带一齿轮传动链式输送机的结构示意图见图 2-4，ZDD 型传动装置的工作条件和技术数据分别见表 2-7 和表 2-8。

表 2-7 链传动中 ZDD 型传动装置的工作条件

项 目	A	B	C
工作年限	8	10	15
工作班制	2	2	1
工作环境	清 洁	多灰尘	灰尘较少
载荷性质	平 稳	稍有波动	轻微冲击
生产批量	小 批	小 批	单 件
检修周期	三年大修	两年大修	三年大修

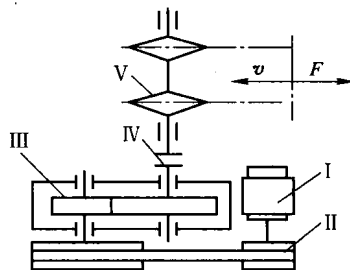


图 2-4 带一齿轮传动链式输送机

I—电机；II—带传动；III—减速器；
IV—联轴器；V—链式输送机

表 2-8 链传动中 ZDD 型传动装置的技术数据

题 号	输送链拉力 F/N	链速 v $/m \cdot s^{-1}$	链节距 p/mm	齿数 z	题 号	输送链拉力 F/N	链速 v $/m \cdot s^{-1}$	链节距 p/mm	齿数 z
ZDD-1	2200	1.30	125	7	ZDD-11	3000	0.90	80	7
ZDD-2	2500	1.30	63	9	ZDD-12	2800	1.00	60	9
ZDD-3	2500	0.80	80	7	ZDD-13	2000	1.10	63	11
ZDD-4	2500	1.30	63	13	ZDD-14	3500	1.20	125	7
ZDD-5	2500	1.60	80	9	ZDD-15	3000	1.30	100	9
ZDD-6	3000	1.20	80	7	ZDD-16	1800	0.90	63	11
ZDD-7	3000	0.80	50	11	ZDD-17	3200	1.00	100	7
ZDD-8	3000	1.00	80	9	ZDD-18	3000	1.10	80	9
ZDD-9	3200	1.00	100	7	ZDD-19	2500	1.20	80	11
ZDD-10	3200	1.00	63	11	ZDD-20	2000	1.30	100	9

3 传动装置的总体设计

3.1 选择电动机

选择电动机包括选择电动机类型、结构形式、功率和转速，确定电动机的具体型号。

3.1.1 选择电动机的类型和结构形式

电动机的类型和结构形式应根据电源种类（直流或交流）、工作条件（环境、温度等）、工作时间的长短（连续或间歇）及载荷的性质和大小、启动性能和过载情况等条件选择。

电动机是一种标准系列产品，使用时只需合理选择其类型和参数即可。电动机的类型有交流电动机、直流电动机、步进电动机和伺服电动机等。直流电动机和伺服电动机造价高，多用于一些有特殊需求的场合；步进电动机常用于数控设备中。由于交流异步电动机结构简单、成本低、工作稳定可靠、容易维护，且交流电源易于获得，故是机械设备最常用的原动机。

一般工程上常用三相异步交流电动机，其中 Y 系列为全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机，电源电压 380V，用于非易燃、非易爆和非腐蚀性的工作环境，无特殊要求的机械设备，如机床、农用机械、运输机等，也适用于某些启动转矩有较高要求的机械，如压缩机等，因其结构简单、价格低廉、维护方便，故应用最广。YZ 系列和 YZR 系列分别为笼型转子和绕线转子三相异步电动机，具有较小的转动惯量和较大的过载能力，可适用于频繁启、制动和正、反转工作的状况，如冶金、起重设备等。对有特殊要求的工作场合，应按特殊要求选择，如井下设备防爆要求严格，可选用防爆电动机等，最常用的结构形式为封闭型卧式电动机。

常用的 Y 系列电动机的技术数据、外形和安装尺寸见本书第 18 章。

同一种电动机会有几种不同的安装形式，可根据电动机的具体安装要求确定。

3.1.2 确定电动机的功率

电动机的功率选择是否合适，对电动机的正常工作和经济性都有影响。功率选得过小，不能保证工作机的正常工作或使电动机长期过载而过早损坏；功率选得过大，则电动机价格高，且经常不在满载下运行，电动机效率和功率因数都较低，造成很大的浪费。电动机功率的确定，主要与其载荷大小、工作时间长短等有关。

对于长期连续工作、载荷较稳定的机械（如连续运输机、鼓风机等），可根据电动机所需的功率来选择，而不必校验电动机的发热和启动转矩。选择时，应使电动机的额定功率等于或稍大于工作机所需的电动机功率，即：

$$P_0 \geq P_r \quad (3-1)$$

式中 P_0 ——电动机额定功率，kW；

P_r ——工作机所需的电动机功率，kW。

工作机所需的电动机功率按如下方法计算：

$$P_r = \frac{P_w}{\eta} \quad (3-2)$$

式中 P_w ——工作机所需的功率, kW;

η ——从电动机到工作机的总传动效率。

工作机所需功率 P_w 应由机器工作阻力和运动参数计算确定。课程设计时可按设计任务书给定的工作机参数计算求得。不同设备的 P_w 有不同的计算方法, 例如:

$$\text{胶带输送机} \quad P_w = \frac{Fv}{1000}, \quad v = \frac{\pi Dn}{60 \times 1000} \quad (3-3)$$

$$\text{链式输送机} \quad P_w = \frac{Fv}{1000}, \quad v = \frac{zpn}{60 \times 1000} \quad (3-4)$$

式中 F ——工作机的圆周力, 即输送带(链)的有效拉力(即工艺阻力), N;

v ——工作机的线速度, 即输送带(链)的线速度, m/s;

D ——胶带输送机传动滚筒的直径, mm;

n ——工作机主动轴(传动滚筒轴或链轮轴)的转速, r/min;

z ——链式输送机主动链轮的齿数;

p ——输送链的链节距, mm。

传动装置的总效率 η 由传动装置的组成决定。对于多级串联的传动装置, 其效率为:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (3-5)$$

式中, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_n$ 分别为传动装置中每对运动副或传动副(如联轴器、齿轮机构、带传动、链传动和轴承等)的效率。

表 12-2 给出了常用机械传动和轴承等的效率概略值。

计算总效率时, 要注意以下几点:

(1) 由于效率与工作条件、加工精度及润滑状况等因素有关, 表 12-2 中所列数值是概略的范围。当工作条件差、加工精度低、维护不良时, 应取低值; 反之, 可取高值。当情况不明时, 一般取中间值。

(2) 动力每一次经过运动副或传动副时, 就会有功率损耗, 故计算效率时, 不能漏掉任何效率单元。

(3) 表 12-2 中的传动效率是指传动副效率, 未计轴承效率; 轴承的效率均指一对轴承。

3.1.3 确定电动机的转速

同一类型、同一功率的三相异步交流电动机有几种不同的同步转速(即磁场转速), 一般常用电动机同步转速有 3000r/min、1500r/min、1000r/min、750r/min 等几种。一般来说, 电动机的同步转速愈高, 磁极对数愈少, 外廓尺寸愈小, 价格愈低; 反之, 转速愈低, 外廓尺寸愈大, 价格愈高。因此, 确定电动机转速时, 应从电动机和传动系统的总费用、传动系统的复杂程度及其机械效率等各个方面综合考虑。当执行构件的转速较高时, 选用高转速电动机能缩短运动链, 简化传动环节, 提高传动效率。如果执行构件的速度很低, 则选用高转速电动机时, 会使减速装置增大, 机械传动部分的成本会大幅度增加, 且机器的机械效率也会降低很多。因此, 电动机的转速选择, 必须从整机的设计要求出发, 综合考虑, 为能较好地保证方案的合理性, 应试选 2~3 种型号的电动机, 经初步计算后择优选用。本课程设计中, 电动机同步转速一般建议取 1000r/min, 少数情况下可选取 1500r/min。

3.2 计算与分配传动比

3.2.1 计算总传动比

由选定电动机的满载转速 n_0 和工作机主动轴的转速 n_w 确定传动系统的总传动比为:

$$i = \frac{n_0}{n_w} \quad (3-6)$$

式中 n_0 ——选定电动机的满载转速, r/min;

n_w ——工作机主动轴的转速, r/min。

3.2.2 分配传动比

传动装置的总传动比确定后, 要将总传动比合理地分配给各级传动。由于传动系统是由多级传动串联而成, 因此总传动比是各级传动比的连乘积, 即 $i = i_1 i_2 i_3 \cdots$ 。

设计多级传动系统时, 需将总传动比分配到各级传动机构。传动比分配不合理会造成结构尺寸大、相互尺寸不协调、成本高、制造和安装不方便等。因此, 分配传动比时通常应考虑以下几方面:

(1) 各种传动的每级传动比应在推荐值的范围内 (参见表 12-2)。

(2) 各级传动比应使传动装置尺寸协调、结构匀称、不发生干涉现象。例如由普通 V 带和齿轮减速器组成的双级传动中, 带传动的传动比不宜过大, 一般应使 $i_{\text{带}} < i_{\text{齿轮}}$, 这样可使传动装置的结构较为紧凑。若带传动的传动比分配过大, 大带轮的外圆外径 d_a 大于减速器的中心高 H 时, 会造成尺寸不协调或安装不便 (有时需将地基挖坑), 如图 3-1 所示。同样在由齿轮减速器和链传动组成的胶带输送机传动装置中, 若链传动的传动比分配过大, 也会使链轮的齿顶圆直径 d_a 远远大于输送机传动滚筒的直径 D , 以致出现尺寸不协调、安装困难等问题。

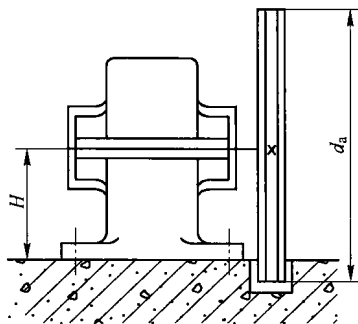


图 3-1 带轮过大与地基干涉

传动装置的实际传动比要根据确定的齿轮齿数和标准带 (链) 轮直径准确计算, 因此, 分配的各级传动比可能有误差, 一般允许总传动比的实际数值与设计任务书的要求值间有 $\pm (3 \sim 5)\%$ 的误差。

3.3 计算传动装置的运动与动力参数

传动装置的运动与动力参数主要指的是各轴的功率、转速和转矩, 这些参数的计算是传动件设计计算的前提。计算时可将各轴从高速级向低速级依次编号, 并按此顺序进行计算。现以图 3-2 所示的带式输送机装置为例, 说明传动装置的参数计算。

3.3.1 计算各轴输入功率

计算各轴的输入功率时有两种计算方法, 一种是按电动机所需的功率来计算, 这种方法的优点是设计出的传动装置结构较紧凑, 当所设计的传动装置用于某一专用机械时, 常用此方法; 另一种是按所选电动机的额定功率来计算, 由于电动机的额定功率大于工作机的所需功率, 故用这种方法计算出的各轴功率比实际需要的要大一些, 根据此功率设计出的传动零件, 其结构尺寸也会较实际需要的大, 设计通用机械时, 可用此法。

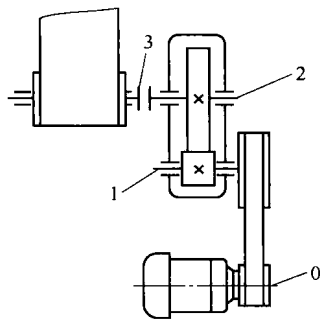


图 3-2 带式输送机装置

0—电动机轴; 1—高速轴;
2—低速轴; 3—滚筒轴