

TH122
2182

964275

卢颂峰 王大康 主编



机械设计 课程设计

北京工业大学出版社

机械设计课程设计

卢 颂 峰 主 编
王 大 康

北京工业大学出版社

内 容 提 要

本书是根据1987年国家教委批准的高等工业学校《机械设计(原机械零件)课程教学基本要求》、《机械设计基础(原机械原理及机械零件)课程教学基本要求》的精神,由北京市机械设计教学研究会组织编写的。

全书包括三部分。第1篇为机械设计课程设计(第1~7章),包括:绪论、传动装置总体设计、传动零件设计、装配草图设计、装配图设计、零件图设计、编写设计计算说明书和准备答辩;第2篇为机械设计常用标准和规范(第8~17章),包括:常用数据和一般标准、常用材料、螺纹、键、花键和销联接、轴系零件的紧固件、滚动轴承、润滑与密封、联轴器和离合器、公差配合、形位公差与表面粗糙度、渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度和圆柱蜗杆蜗轮精度、电动机;第3篇为参考图例。书末附录列有机械设计课程设计题目。

本书可供高等工业学校、电视大学、职工大学、业余大学、函授大学等有关专业进行《机械设计》、《机械设计基础》课程设计教学使用,也可供从事机械设计的工程技术人员参考。

机械设计课程设计

卢颂峰 王大康 主编

*

北京工业大学出版社出版发行

各地新华书店经销

北京燕山印刷厂印刷

*

1993年1月第1版 1993年1月第1次印刷

787×1092毫米16开本 13.5印张 330千字

印数: 1~8000册

ISBN 7-5639-0235-X/T·28 定价: 6.95元

(京)新登字212号

前 言

《机械设计课程设计》是根据1987年3月国家教委批准的高等工业学校《机械设计(原机械零件)课程教学基本要求》、《机械设计基础(原机械原理及机械零件)课程教学基本要求》的精神,由北京市机械设计教学研究会组织编写的。

本书包括三部分,即机械设计课程设计,机械设计资料和机械设计课程设计参考图例。此外,书末附录列有机械设计课程设计题目,可供选用。本书一方面作为《机械设计》和《机械设计基础》的配套教材,满足机械设计课程和机械设计基础课程的教学要求;另一方面可作为简明机械设计指南供有关工程技术人员参考。

本书内容力求简明扼要、严格精选、便于使用。鉴于我国许多标准都进行了修订,书中尽量收集了最新的国家标准。列出的标准或规范,是根据需要从原标准或规范中摘录下来的,而不是全部标准,请在使用时注意。

参加本书编写的有北京工业大学王大康、房树福,北京化工学院唐尔钧,清华大学卢颂峰,北京机械工业学院滕启,北京机械工程学院张文林,北京纺织工程学院沈国英,北京航空航天大学王之标,北京林业大学于文华。由卢颂峰、王大康担任主编。

全书由郭可谦、俞海清担任主审。

最后,编者殷切希望广大读者在使用过程中对本书的错误和欠妥之处提出批评。

编 者

1991年3月

EA 682/13

目 录

第1篇 机械设计课程设计

第1章 绪论

- 1.1 机械设计课程设计的目的……………(1)
- 1.2 机械设计课程设计的内容……………(1)
- 1.3 机械设计课程设计的步骤……………(2)
- 1.4 机械设计课程设计中应正确对待的几个问题……………(3)

第2章 传动装置总体设计

- 2.1 确定传动方案……………(4)
- 2.2 选择电动机……………(7)
- 2.3 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比……………(10)
- 2.4 计算传动装置的运动和动力参数……………(12)

第3章 传动零件设计

- 3.1 减速器外传动零件设计……………(15)
 - 3.1.1 普通V带传动……………(15)
 - 3.1.2 链传动……………(15)
 - 3.1.3 开式齿轮传动……………(15)
- 3.2 减速器内传动零件设计……………(16)
 - 3.2.1 圆柱齿轮传动……………(16)
 - 3.2.2 圆锥齿轮传动……………(16)
 - 3.2.3 蜗杆传动……………(16)

第4章 装配草图设计

- 4.1 初绘减速器装配草图……………(18)
 - 4.1.1 初绘装配草图前的准备……………(18)
 - 4.1.2 初绘装配草图的步骤……………(18)
- 4.2 轴、轴承及键的校核计算……………(30)
 - 4.2.1 校核轴的强度……………(30)
 - 4.2.2 验算滚动轴承寿命……………(30)
 - 4.2.3 校核键联接的强度……………(31)
- 4.3 完成减速器装配草图……………(31)
 - 4.3.1 轴系部件的结构设计……………(31)
 - 4.3.2 减速器箱体的结构设计……………(34)
 - 4.3.3 减速器附件设计……………(39)
 - 4.3.4 装配草图的检查及修改……………(46)

第5章 装配图设计

- 5.1 绘制装配图……………(49)
- 5.2 标注尺寸……………(49)
- 5.3 标注减速器的技术特性……………(49)
- 5.4 编写技术要求……………(50)
 - 5.4.1 对零件的要求……………(50)
 - 5.4.2 对安装和调整的要求……………(50)
 - 5.4.3 对润滑的要求……………(51)
 - 5.4.4 对密封的要求……………(51)
 - 5.4.5 对试验的要求……………(51)
 - 5.4.6 对外观、包装和运输的要求……………(52)
- 5.5 零件编号……………(52)
- 5.6 编制标题栏和明细表……………(52)
- 5.7 检查装配图……………(52)

第6章 零件图设计

- 6.1 轴类零件图设计……………(54)
 - 6.1.1 视图……………(54)
 - 6.1.2 标注尺寸、表面粗糙度和形位公差……………(55)
 - 6.1.3 技术要求……………(56)
- 6.2 齿轮类零件图设计……………(56)
 - 6.2.1 视图……………(56)
 - 6.2.2 标注尺寸、表面粗糙度和形位公差……………(56)
 - 6.2.3 啮合特性表……………(56)
 - 6.2.4 技术要求……………(57)
- 6.3 箱体零件图设计……………(57)
 - 6.3.1 视图……………(57)
 - 6.3.2 标注尺寸、表面粗糙度和形位公差……………(57)
 - 6.3.3 技术要求……………(58)

第7章 编写设计计算说明书和准备答辩

- 7.1 设计计算说明书的内容……………(60)
- 7.2 设计计算说明书的要求与注意事项……………(60)

7.3 设计计算说明书的书写格式	(61)
------------------------	--------

7.4 准备答辩	(61)
----------------	--------

第2篇 机械设计常用标准和规范

第8章 常用数据和一般标准

机械传动的传动比(参考值)	(63)
机械传动和摩擦副的效率概略值	(63)
图纸幅面(GB4457.1-84)	(64)
图样比例(GB4457.2-84)	(64)
明细表格式(本课程用)	(64)
装配图或零件图标题栏(本课程用)	(64)
机构运动简图符号(GB4460-84)	(65)
标准尺寸(直径、长度、高度等) (GB2822-81)	(66)
中心孔尺寸(GB145-85)	(66)
零件倒圆与倒角(GB6403.4-86)	(67)
燕尾导轨砂轮越程槽 (GB6403.5-86)	(67)
矩形导轨砂轮越程槽 (GB6403.5-86)	(67)
回转头及端面砂轮越程槽 (GB6403.5-86)	(68)
插齿空刀槽(JB/ZQ4239-86)	(68)
齿轮滚刀外径尺寸(GB6083-85)	(68)
铸造斜度(JB/ZQ4257-86)	(68)
铸造过渡斜度(JB/ZQ4254-86)	(68)

第9章 常用材料

9.1 黑色金属材料	(69)
灰铸铁(GB9439-88)	(69)
球墨铸铁(GB1348-88)	(69)
碳素结构钢(GB700-88)	(70)
优质碳素结构钢(GB699-88)	(70)
合金结构钢(GB3077-82)	(71)
一般工程用铸造碳钢(GB5676-85)	(71)
9.2 有色金属材料	(72)
铸造铜合金(GB1176-87)、 铸造铝合金(GB1173-86)、 铸造轴承合金(GB1174-74)	(72)
9.3 型钢及型材	(73)
热轧等边角钢(GB9787-88)	(73)
热轧圆钢和方钢尺寸(GB702-86)	(73)
热轧槽钢(GB707-88)	(74)
热轧工字钢(GB706-88)	(74)

冷轧钢板和钢带(GB708-88)	(74)
-------------------------	--------

热轧钢板(GB709-88)	(74)
----------------------	--------

9.4 非金属材料	(75)
-----------------	--------

常用工程塑料	(75)
--------------	--------

工业用毛毡(FJ314-81)	(75)
-----------------------	--------

耐油橡胶板(GB5574-85)、	
-------------------	--

软钢纸板(QB365-81)	(75)
----------------------	--------

第10章 螺纹、键、花键、销联接

10.1 螺纹	(76)
---------------	--------

普通螺纹	(76)
------------	--------

梯形螺纹(GB5796-86)	(77)
-----------------------	--------

10.2 螺栓、双头螺柱、螺钉	(78)
-----------------------	--------

六角头螺栓—A和B级(GB5782-86)	(78)
-----------------------------	--------

六角头螺栓—全螺纹—A和B级 (GB5783-86)	(80)
-------------------------------------	--------

六角头铰制孔用螺栓—A和B级 (GB27-88)	(81)
-----------------------------------	--------

双头螺栓 $b_m = 1d$ (GB897-88)、	
-----------------------------	--

$b_m = 1.25d$ (GB898-88)、	
---------------------------	--

$b_m = 1.5d$ (GB899-88)	(82)
-------------------------------	--------

内六角圆柱头螺钉(GB70-85)	(83)
-------------------------	--------

开槽端紧定螺钉(GB71-85)、	
-------------------	--

开槽平端紧定螺钉(GB73-85)、	
--------------------	--

开槽长圆柱端紧定螺钉(GB75-85)	(84)
---------------------------	--------

开槽盘头螺钉(GB67-85)、开槽沉头螺 钉(GB68-85)	(85)
---	--------

吊环螺钉(GB825-88)	(86)
----------------------	--------

10.3 螺母	(87)
---------------	--------

1型六角螺母—A和B级(GB6170-86)、	
-------------------------	--

六角薄螺母—A和B级—倒角 (GB6172-86)	(87)
------------------------------------	--------

10.4 垫圈	(88)
---------------	--------

小垫圈—A级(GB848-85)、	
-------------------	--

平垫圈—A级(GB97.1-85)、	
--------------------	--

平垫圈—倒角型—A级(GB97.2-85)	(88)
-----------------------------	--------

标准型弹簧垫圈(GB93-87)、	
-------------------	--

轻型弹簧垫圈(GB859-87)	(88)
------------------------	--------

10.5 螺纹零件的结构要素	(89)
----------------------	--------

螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角	
----------------	--

(GB3-79)	(89)
----------------	--------

普通粗牙螺纹的余留长度、钻孔余留深度 (JB/ZQ4247-86)、攻丝前钻孔用麻花 钻直径(JB/Z228-85).....(90)	直通式压注油杯(GB1152-89).....(109)
螺栓和螺钉通孔及沉孔尺寸.....(90)	压配式压注油杯(GB1155-89).....(109)
10.6 键、花键.....(91)	旋盖式油杯(GB1154-89).....(109)
普通平键和键槽尺寸.....(91)	13.3 密封件.....(110)
矩形花键尺寸、公差(GB1144-87).....(92)	毡圈油封型式和尺寸 (JB/ZQ4606-86).....(110)
10.7 销.....(93)	毡圈油封及槽(FJ145-79).....(110)
圆柱销(GB119-86)、	O形橡胶密封圈(GB3452.1-82).....(110)
圆锥销(GB117-86).....(93)	J型无骨架橡胶油封 (HG 4-338-66).....(111)
螺尾锥销(GB 881-86).....(93)	内包骨架旋转轴唇形密封圈 (GB9877.1-88).....(111)
第11章 轴系零件的紧固件	迷宫密封槽.....(111)
螺钉紧固轴端挡圈(GB891-86)	油沟式密封槽(JB/ZQ 4245-86).....(111)
螺栓紧固轴端挡圈(GB892-86).....(94)	13.4 油标、油尺.....(112)
孔用弹性挡圈-A型 (GB893.1-86).....(95)	压配式圆形油标(GB1160.1-89).....(112)
轴用弹性挡圈-A型 (GB894.1-86).....(96)	长形油标(GB1161-89).....(112)
圆螺母(GB812-88)	管状油标(GB1162-89).....(112)
圆螺母用止动垫圈(GB858-88).....(97)	油尺.....(113)
第12章 滚动轴承	13.5 油塞、挡油环、甩油环.....(113)
12.1 常用滚动轴承.....(98)	外六角螺塞(JB/ZQ4450-86)、
深沟球轴承(GB276-89).....(98)	纸封油圈(ZB71-62)、
圆柱滚子轴承(GB283-87).....(99)	皮封油圈(ZB70-62).....(113)
角接触球轴承(GB292-83).....(100)	挡油环、甩油环.....(113)
圆锥滚子轴承(GB297-84).....(102)	13.6 通气器.....(114)
推力球轴承(GB301-84).....(104)	提手式通气器.....(114)
12.2 滚动轴承的配合(GB275-84).....(106)	通气塞.....(114)
安装向心轴承和角接触轴承的轴公	通气帽.....(114)
差带.....(106)	通气器.....(114)
安装向心轴承和角接触轴承的外壳孔	13.7 轴承盖与轴承套杯.....(115)
公差带.....(106)	螺钉联接式轴承盖.....(115)
安装推力轴承的轴公差带.....(106)	嵌入式轴承盖.....(115)
安装推力轴承的外壳孔公差带.....(106)	轴承套杯.....(115)
轴和外壳孔的形位公差.....(107)	第14章 联轴器、离合器
配合表面的粗糙度.....(107)	凸缘联轴器(GB5843-86).....(116)
12.3 向心推力轴承和推力球轴承的轴向	弹性套柱销联轴器(GB4323-84).....(117)
游隙.....(107)	弹性柱销联轴器(GB5014-85).....(118)
第13章 润滑与密封	梅花形弹性联轴器(GB5272-85).....(119)
13.1 润滑剂.....(108)	十字滑块联轴器.....(120)
常用润滑油的主要性质和用途.....(108)	简易传动用矩形牙嵌式离合器.....(121)
常用润滑脂的主要性质和用途.....(108)	矩形、梯形牙嵌式离合器.....(121)
13.2 油杯.....(109)	第15章 公差配合、形位公差与表面粗糙度
	15.1 公差与配合(GB1800、1801、

1804-79)	(122)
标准公差数值(GB1800-79)	(122)
轴的各种基本偏差的应用	(123)
优先配合特性及应用举例	(123)
轴的极限偏差	(124)
孔的极限偏差	(126)
15.2 形状和位置公差(GB1184-80)	(128)
直线度、平面度公差	(128)
圆度、圆柱度公差	(128)
平行度、垂直度、倾斜度公差	(129)
同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差	(130)
15.3 表面粗糙度	(131)
评定表面粗糙度的参数及其数值(GB1031-83)	(131)
取样长度 l 和评定长度 l_n 的选用(参考)	(131)
加工方法与表面粗糙度 R_a 值的关系	(132)
与公差带代号相适应的 R_a 值	(132)
第16章 渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度和圆柱蜗杆、蜗轮精度	
16.1 渐开线圆柱齿轮精度(GB10095-88)	(133)
16.1.1 精度等级与检验要求	(133)
齿轮各项公差的分组	(133)
齿轮第II组精度与圆周速度的关系	(133)
推荐的圆柱齿轮和齿轮副检验项目	(134)
推荐的圆柱齿轮和齿轮副检验项目的名称、代号和定义	(134)
16.1.2 齿轮副的侧隙规定	(135)
齿厚极限偏差	(135)
齿厚极限偏差代号	(135)
齿厚极限偏差 E_s 参考值	(136)
16.1.3 图样标注	(136)
16.1.4 齿轮精度数值表	(136)
齿轮有关 F_r 、 F_w 、 f_t 、 f_{pt} 、 f_{pv} 及 F_β 值	(136)
接触斑点	(137)
中心距极限偏差 $\pm f_a$ 值	(137)
轴线平行度公差	(137)

齿坯尺寸和形状公差	(137)
齿坯基准面径向和端面圆跳动公差	(137)
齿轮表面粗糙度 R_a 推荐值	(137)
公法线长度 L' ($m=1$, $\alpha=20^\circ$)	(137)
假想齿数系数 $K(\alpha_n=20^\circ)$	(138)
公法线长度 $\Delta L'$	(139)
非变位直齿圆柱齿轮分度圆上弦齿厚及弦齿高($\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$)	(139)
16.2 锥齿轮精度(GB11365-89)	(140)
16.2.1 精度等级及检验要求	(140)
锥齿轮各项公差的分组	(140)
锥齿轮第II组精度等级的选择	(140)
推荐的锥齿轮和锥齿轮副检验项目	(140)
推荐的锥齿轮和锥齿轮副检验项目的名称、代号和定义	(141)
16.2.2 锥齿轮副的侧隙规定	(142)
最小法向侧隙值 $j_{n\min}$	(142)
法向侧隙公差种类与最小侧隙种类对应关系	(142)
齿厚公差 T_s 值	(142)
锥齿轮有关 E_{sa} 与 $E_{s\Delta}$ 值	(143)
16.2.3 图样标注	(143)
16.2.4 锥齿轮精度数值表	(144)
锥齿轮有关 F_r 、 $\pm F_{pt}$ 值	(144)
锥齿轮齿距累积公差 F_p 值	(144)
接触斑点	(144)
锥齿轮副检验安装误差项目 $\pm f_a$ 、 $\pm f_{AM}$ 与 $\pm E_D$ 值	(145)
16.2.5 锥齿轮齿坯公差	(145)
齿坯轮冠距与顶锥角极限偏差	(145)
齿坯尺寸公差	(145)
齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动公差	(145)
锥齿轮表面粗糙度 R_a 推荐值	(145)
16.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度	

(GB10089-88)	(146)
16.3.1 精度等级与检验要求	(146)
蜗杆、蜗轮和蜗杆传动各项公差的分组	(146)
第Ⅱ公差组精度等级与蜗轮圆周速度关系	(146)
推荐的圆柱蜗杆、蜗轮和蜗杆传动的检验项目	(147)
推荐的圆柱蜗杆、蜗轮和蜗杆传动检验项目的名称、代号和定义	(147)
16.3.2 蜗杆传动的侧隙规定	(149)
侧隙种类和最小法向侧隙	(149)
最小法向侧隙 $j_{n\alpha n}$ 值	(149)
蜗杆齿厚上偏差 (E_{ss1}) 中的制造误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值	(149)
蜗杆齿厚公差 T_{s1} 值	(150)
蜗轮齿厚公差 T_{s2} 值	(150)
16.3.3 图样标注	(150)
16.3.4 蜗杆、蜗轮和蜗杆传动精度数值表	(151)
蜗杆的公差和极限偏差 $\pm f_{px}$ 、 f_{pxL} 和 f_{r1} 值	(151)
蜗轮齿距累积公差 F_p 值	(151)
蜗轮的公差和极限偏差	

F_r 、 $\pm f_{pt}$ 和 f_{f2} 值	(151)
传动有关极限偏差 $\pm f_a$ 、 $\pm f_z$ 及 $\pm f_z$ 值	(152)
接触斑点	(152)
16.3.5 蜗杆、蜗轮的齿坯公差	(152)
蜗杆、蜗轮齿坯尺寸和形状公差	(152)
蜗杆、蜗轮齿坯基准面径向和端面跳动公差	(152)
蜗杆、蜗轮表面粗糙度 R_a 推荐值	(152)

第17章 电动机

17.1 Y系列三相异步电动机 (JB3074-82)	(153)
Y系列三相异步电动机技术数据	(153)
Y系列电动机安装代号	(154)
17.2 Y系列电动机的安装及外型尺寸	
机座带底脚, 端盖无凸缘 (B3、B6、B7、B8、V5、V6 型)	(154)
机座不带底脚, 端盖有凸缘 (B5、V3型)、立式安装, 机座不带底脚, 端盖有凸缘, 轴伸向下 (V1 型)	(155)

第3篇 参考图例

1 减速器装配图

单级圆柱齿轮减速器	(158)
单级圆柱齿轮减速器	(160)
单级圆柱齿轮减速器(上下轴布置)	(162)
两级圆柱齿轮减速器	(164)
两级圆柱齿轮减速器	(166)
两级圆柱齿轮减速器(新型结构箱体)	(168)
两级圆柱齿轮减速器(同轴式, 焊接结构箱体)	(170)
单级圆锥齿轮减速器	(172)
圆锥—圆柱齿轮减速器	(174)
蜗杆减速器(蜗杆下置式)	(176)
蜗杆减速器(蜗杆上置式)	(178)
蜗杆减速器(立式)	(180)
蜗杆减速器(大端盖结构)	(182)

蜗杆—齿轮减速器	(184)
----------------	-------

2. 减速器零件图

箱盖	(186)
箱座	(188)
齿轮轴	(189)
大齿轮	(190)
轴	(191)
小圆锥齿轮轴	(192)
大圆锥齿轮	(193)
蜗杆	(194)
蜗轮	(195)
蜗轮轮芯	(196)
蜗轮轮缘	(196)

附录 机械设计课程设计题目	(197)
---------------------	-------

参考文献	(203)
------------	-------

第 1 篇 机械设计课程设计

第 1 章 绪 论

1.1 机械设计课程设计的目的

《机械设计课程教学基本要求》中规定每个学生必须独立完成课程设计。它是机械类专业和部分非机械类专业学生第一次较全面的机械设计方面的训练，也是机械设计课程的一个重要教学环节。其基本目的是：

(1) 通过机械设计课程设计，综合运用机械设计课程和其它有关先修课程的理论，结合生产实际知识，培养分析和解决一般工程实际问题的能力，并使所学知识得到进一步巩固、深化和扩展。

(2) 学习机械设计的一般方法，掌握通用机械零件、机械传动装置或简单机械的设计原理和过程。

(3) 进行机械设计基本技能的训练，如计算、绘图、熟悉和运用设计资料（手册、图册、标准和规范等）以及使用经验数据、进行经验估算和数据处理等。

1.2 机械设计课程设计的内容

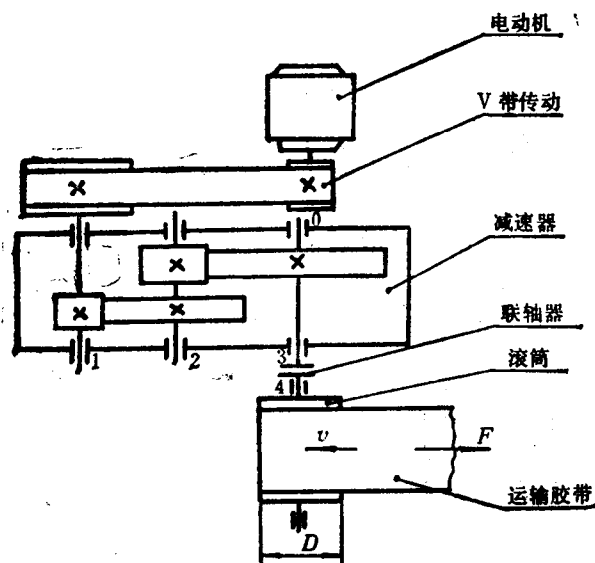


图1-1 带式运输机的传动装置

机械设计课程设计的题目,通常选择一般机械的传动装置或简单机械。例如图1-1所示带式运输机的传动装置。

课程设计的内容通常包括:确定传动装置的总体设计方案;选择电动机;计算传动装置的运动和动力参数;传动零件、轴的设计计算;轴承、联轴器、润滑、密封和联接件的选择及校核计算;箱体结构及其附件的设计;绘制装配工作图及零件工作图;编写设计计算说明书。

要求每个学生在设计中完成以下工作:

- ① 减速器装配图1张(A0或A1图纸);
- ② 零件图2~3张(传动零件、轴、箱体等);
- ③ 设计计算说明书1份,约6000~8000字。

1.3 机械设计课程设计的步骤

通常是根据设计任务书,拟定若干方案进行分析比较,然后确定一个正确、合理的设计方案,并进行必要的计算和结构设计,最后用图纸来表达设计结果,用设计计算说明书表示设计的依据。

机械设计课程设计一般可按以下几个阶段进行(见表1-1)。

表1-1 机械设计课程设计阶段及设计主要内容

阶 段	主 要 内 容	约占总工作量的份额
设计准备	① 阅读设计任务书,明确设计要求、工作条件、内容和步骤 ② 通过阅读有关资料、图纸、参观实物或模型以及进行减速器拆装实验等,了解设计对象 ③ 复习课程有关内容,熟悉有关零件的设计方法和步骤 ④ 准备好设计需要的图书、资料和用具,并拟定设计计划等	5%
传动装置总体设计	① 确定传动装置的方案 ② 计算电动机的功率、转速,选择电动机的型号 ③ 确定总传动比和分配各级传动比 ④ 计算各轴的功率、转速和转矩	5%
各级传动零件设计	① 减速器外的传动零件设计(带传动、链传动、开式齿轮传动等) ② 减速器内的传动零件设计(如齿轮传动、蜗杆传动等)	5%
减速器装配草图设计	① 选择比例尺,合理布置视图,确定减速器各零件的相互位置 ② 选择联轴器,初步计算轴径,初选轴承型号,进行轴的结构设计 ③ 确定轴上力的作用点及支点距离,进行轴、轴承及键的校核计算 ④ 分别进行轴系部件、传动零件、减速器箱体及其附件的结构设计	45%
减速器装配图绘制	① 标注尺寸、配合及零件序号 ② 编写明细表、标题栏、减速器技术特性及技术要求 ③ 加深装配图	20%
零件工作图设计	① 轴类零件工作图 ② 齿轮类零件工作图 ③ 箱体类零件工作图 (具体绘制哪几个零件由指导教师确定)	10%
编写设计计算说明书	整理和编写设计计算说明书	5%
设计总结和答辩	① 总结设计的收获和经验教训,做好答辩前的准备工作 ② 参加答辩	5%

1.4 机械设计课程设计中应正确对待的几个问题

(1) 学生要明确学习目的,端正学习态度

在设计的全过程中必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精。只有这样,才能在设计思想、方法和技能等各方面都获得较好的锻炼和提高。

(2) 在教师指导下由学生独立完成

教师的指导作用主要在于明确设计思路,启发学生独立思考,解答疑难问题和按设计进程进行阶段审查等。在设计中,学生必须充分发挥主观能动性,认真阅读有关设计资料和课程设计指导书,仔细分析参考图例的结构。提倡独立思考问题、分析问题和解决问题,独立完成设计,而不应被动地依赖教师,指望教师出主意、给数据、定答案,同时也反对盲目抄袭,不求甚解。

(3) 正确处理理论计算和结构设计的关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算确定,而应综合考虑零件结构、加工、装配、经济性和使用条件等要求。通过强度条件计算出来的零件尺寸,常常是零件必须满足的最小尺寸,而不一定就是最终采用的结构尺寸。例如轴的尺寸,在进行结构设计时,要综合地考虑轴上零件的装拆、调整和固定以及加工工艺要求,并进行强度校核计算,才最后确定。因此,在设计过程中,设计计算和结构设计是相互补充、交替进行的。应贯彻“边计算、边画图、边修改”这种“三边”设计方法。产品的设计需要经过多次反复修改才能得到较高的设计质量。

此外,一些次要尺寸不需强度校核。有的可根据经验公式确定,如箱体的结构尺寸等;有的则由设计者考虑加工、使用等条件,参照类似结构,用类比的方法确定,例如轴上的定位轴套、挡油盘等。

(4) 正确处理继承与创新的关系

长期的设计和生产实践已积累了许多可供参考和借鉴的宝贵经验和资料,继承和发展这些经验和成果,不但可以减少重复工作,加快设计进程,也是提高设计质量的重要保证。设计人员应注意利用和继承已有的成果和经验,不应闭门造车、凭空臆造,要善于吸取前人的经验和成果,掌握和使用已有的设计资料。但是,不能盲目地、机械地抄袭已有的类似产品,应在继承的基础上,根据具体条件和要求,敢于创新,敢于提出新方案,不断地完善和改进设计。所以,设计是继承和创新相结合的过程,这样才能使设计工作不断地向前发展。

(5) 正确使用标准和规范

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。例如设计中采用的滚动轴承、带、链条、联轴器、密封件和紧固件等,其参数和尺寸必须严格遵守标准的规定。

此外,绘图时,图纸的幅面及格式、比例、图线、字体、视图表达、尺寸标注等应严格遵守机械制图标准,要求图纸表达正确、清晰、图面整洁,设计说明书要求计算正确无误,书写工整清晰。

第2章 传动装置总体设计

传动装置总体设计的内容包括确定传动方案、选定电动机型号、合理分配传动比、计算传动装置的运动和动力参数。

2.1 确定传动方案

在课程设计中,如设计任务书已给定传动装置方案时,学生则应了解和分析这种方案的特点。若只给定工作机的工作要求(如运输机的有效拉力 F 和输送带的速度 v 等),学生则应根据各种传动的特点确定最佳的传动方案。

传动方案应首先满足工作机的工作要求,如所传递的功率及转速。此外,还应具有结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便等特点,以保证工作机的工作质量和可靠性。要同时达到这些要求,常常是困难的,设计时要统筹兼顾,保证重点要求。如图2-1所示是带式运输机的四种传动方案。方案(a)选用了V带传动和闭式齿轮传动。V带传动布置于高速级,能发挥它的传动平稳、缓冲吸振和过载保护的优点,但此方案的结构尺寸较大;V带传动也不适宜用于繁重工作要求的场合及恶劣的工作环境。方案(b)结构紧凑,但由于蜗杆传动效率低,功率损失大,不适宜用于长期连续运转的场合。方案(c)

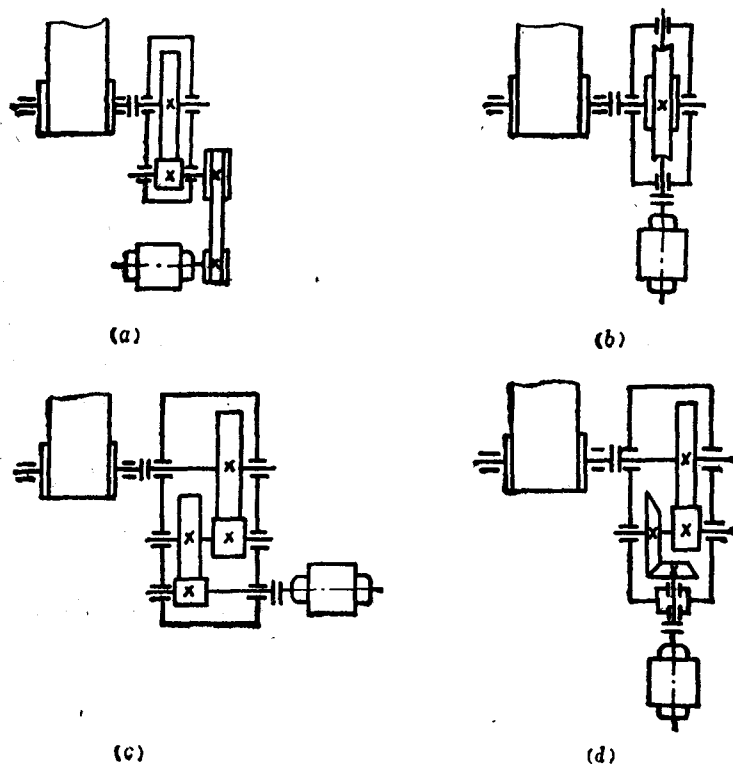


图2-1 带式运输机的传动装置方案

结构尺寸虽然较大,但只采用闭式齿轮传动,更能适应在繁重及恶劣的条件下长期工作,且使用维护方便。方案(d)适合布置在狭窄的通道(如矿井巷道)中工作,但加工圆锥齿轮比圆柱齿轮困难,成本也相对较高。这4种方案各有其特点,适用于不同的工作场合。设计时要根据工作条件和主要要求,综合比较,选取其中最优者。

表2-1列出了常用传动机构的性能及适用范围,表2-2列出了减速器的主要类型和特点,以供确定传动方案时参考。

表2-1 常用传动机构的性能及适用范围

性能指标	传 动 机 构					
	平带传动	V带传动	圆柱摩擦轮传动	链 传 动	齿 轮 传 动	蜗杆传动
功率 $P(\text{kW})$ (常用值)	小(≤ 20)	中(≤ 100)	小(≤ 20)	中(≤ 100)	大(最大达50 000)	小(≤ 50)
单级传动比: 常用值 最大值					圆柱 圆锥	
	2~4	2~4	2~4	2~5	3~5 2~3	10~40
	5	7	5	7	10 6	80
传动效率	中	中	中	中	高	低
许用线速度 $v(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	≤ 25	$\leq 25\sim 30$	$\leq 15\sim 25$	$\leq 20\sim 40$	6级精度直齿 ≤ 18 非直齿 ≤ 36 5级精度达100	滑动速度 $v_s \leq 15\sim 35$
外廓尺寸	大	大	大	大	小	小
传动精度	低	低	低	中	高	高
工作平稳性	好	好	好	差	中	好
自锁能力	无	无	无	无	无	可有
过载保护	有	有	有	无	无	无
使用寿命	短	短	短	中等	长	中
缓冲吸振能力	好	好	好	中等	差	差
制造及安装精度	低	低	中等	中等	高	高
要求润滑条件	不需	不需	一般不需	中等	高	高
环境适应性	不能接触酸、碱、油类和爆炸性气体		一般	好	一般	一般

当采用由几种传动形式组成的多级传动时,要合理布置其传动顺序。下列各点,可供参考:

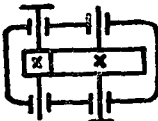
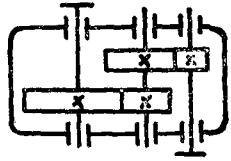
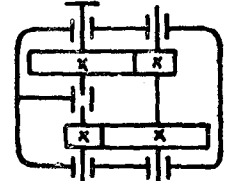
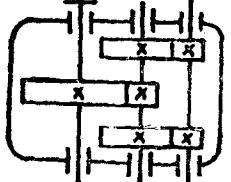
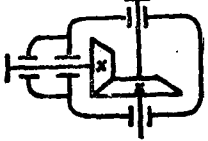
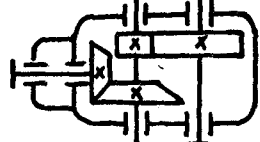
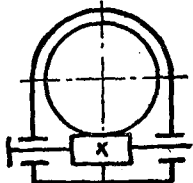
①带传动的承载能力较小,传递相同转矩时,其结构尺寸要比其它传动形式的结构尺寸为大,但传动平稳,能缓冲吸振,因此宜布置在高速级。

②链传动运转不均匀,有冲击,不适宜高速传动,应布置在低速级。

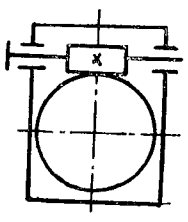
③蜗杆传动可实现较大的传动比,结构紧凑,传动平稳,但传动效率较低,适用于中、小功率及间歇运转的场合。其承载能力较齿轮传动为低,当与齿轮传动同时应用时,宜将其布置在高速级,以减小蜗轮尺寸,节省有色金属;另外由于在高速下,蜗轮和蜗杆有较大的齿面相对滑动速度,易于形成液体动力润滑油膜,有利于提高承载能力和效率,延长使用寿命。

④圆锥齿轮(特别是大直径、大模数的圆锥齿轮)加工较困难,所以,一般只在需要改变轴的布置方向时采用,并尽量放在高速级和限制传动比,以减小大锥齿轮的直径和模数。

表2-2 常用减速器的类型及特点

名 称		运 动 简 图	传 动 比 范 围		特 点 及 应 用
			一 般	最大值	
单 级			直齿小于4 斜齿小于6	10	轮齿可做成直齿、斜齿或人字齿。直齿用于速度较低 ($v \leq 8\text{m/s}$) 或负荷较轻的传动;斜齿或人字齿用于速度较高或负荷较重的传动。箱体通常用铸铁做成,有时也采用焊接结构。轴承通常采用滚动轴承,只在重载或高速时才采用滑动轴承
两 级 圆 柱 齿 轮 减 速 器	展 开 式		8~40	60	两级展开式圆柱齿轮减速器结构简单,但齿轮相对轴承的位置不对称,因此轴应具有较大刚度。高速级齿轮布置在远离转矩输入端,这样,轴在转矩作用下产生的扭转变形将能减缓轴在弯矩作用下产生弯曲变形所引起的载荷沿齿宽分布不均匀的现象。建议用于载荷比较平稳的场合,高速级可做成斜齿,低速级可做成直齿
	同 轴 式		8~40	60	减速器的长度较短,但轴向尺寸及重量较大。两对齿轮浸入油中深度大致相等。高速级齿轮的承载能力难于充分利用;中间轴承润滑困难;中间轴较长,刚性差,载荷沿齿宽分布不均匀
	分 流 式		8~40	60	高速级可做成斜齿,低速级可做成人字齿或直齿。结构较复杂;但齿轮对于轴承对称布置,载荷沿齿宽分布均匀,轴承受载均匀;中间轴的转矩相当于轴所传递的转矩之半。建议用于变载荷场合
单 级			直齿小于3 斜齿小于5	10	用于输入轴和输出轴两轴线相交的传动,可做成卧式或立式。由于圆锥齿轮制造复杂,仅在传动布置需要时才采用
两级圆锥-圆柱齿轮减速器			8~15	圆锥直齿22 圆锥斜齿40	特点同单级圆锥齿轮减速器。圆锥齿轮应布置在高速级,以使其尺寸不致过大造成加工困难。圆锥齿轮可做成直齿、斜齿或曲齿,圆柱齿轮可做成直齿或斜齿
蜗 杆 减 速 器	蜗 杆 下 置 式		10~40	80	蜗杆布置在蜗轮的下边,啮合处的冷却和润滑都较好,同时蜗杆轴承的润滑也较方便。但当蜗杆圆周速度太大时,搅油损失大,一般用于蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5\text{m/s}$ 的情况

续表

名 称	运 动 简 图	传 动 比 范 围		特 点 及 应 用
		一 般	最 大 值	
蜗杆 减 速 器	蜗杆 上 置 式 	10~40	80	蜗杆布置在蜗轮的上边, 装拆方便, 蜗杆的圆周速度允许高一些, 但蜗杆轴承的润滑不太方便, 需采取特殊的结构措施。当蜗杆圆周速度 $v > 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时, 宜用此型式

⑤斜齿轮传动的平稳性较直齿轮传动好, 常用于高速级或要求传动平稳的场合。

⑥开式齿轮传动的工作环境一般较差, 润滑条件不好, 磨损严重, 寿命较短, 应布置在低速级。

课程设计要求学生将已定的方案与其它方案进行分析比较, 了解其优缺点, 并画出传动装置运动简图。

2.2 选择电动机

电动机是已经系列化的产品, 在机械设计课程设计中, 要根据工作载荷大小及性质、转速高低、起动特性、过载情况、工作环境、安装要求及空间尺寸限制和经济性等要求从产品目录中选择电动机的类型、结构型式、容量(功率)和转速, 最后确定具体型号。

2.2.1 选择电动机的类型和结构型式

在交流电动机中三相异步电动机在工业中广泛应用。常用的Y系列三相异步电动机属于一般用途的全封闭自扇冷式笼型三相异步电动机。其结构简单、工作可靠、起动特性好、价格低廉、维护方便, 适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体和无特殊要求的机械上, 如金属切削机床、运输机、风机、搅拌机、农业机械、食品机械等; 也适用于某些对起动转矩有较高要求的机械, 如压缩机等。经常起动、制动和反转的机械设备(例如起重、提升机械设备)要求电动机具有较小的转动惯量和较大的过载能力, 应选用起重及冶金用的三相异步电动机, 常用YZ型(笼型)或YZR型(绕线型)。

电动机的结构有防滴式、封闭自扇冷式和防爆式等, 可根据防护要求选择。同一类型的电动机又具有几种安装型式, 可根据不同的安装要求选择。常用Y系列三相异步电动机的技术数据和外形尺寸见第17章。

2.2.2 选择电动机的容量

电动机的容量(功率)选择是否合适, 对电动机的工作和经济性都有影响。容量小于工作要求, 则不能保证工作机的正常工作, 或使电动机因长期超载运行而过早损坏; 容量选得过大则电动机的价格高, 传动能力又不能充分利用, 而且由于电动机经常在轻载下运转, 其效率和功率因数都较低而造成能源的浪费。

对于载荷比较稳定、长期运转的机械(例如运输机), 通常按照电动机的额定功率选择, 而不必校核电动机的发热和起动转矩。选择电动机容量时应保证电动机的额定功率 P_{ed} 等于或稍大于工作机所需的电动机功率 P_d , 即 $P_{ed} \geq P_d$ 。

工作机所需电动机功率为:

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} \text{ kW} \quad (2-1)$$

式中 P_w ——工作机所需功率, 指输入工作机轴的功率, kW;

η ——由电动机至工作机的总效率。

工作机所需功率 P_w , 应由工作机的工作阻力和运动参数(线速度或转速)计算求得。在课程设计中, 可由设计任务书给定的工作机参数按下式计算:

$$P_w = \frac{Fv}{1000} \text{ kW} \quad (2-2)$$

或

$$P_w = \frac{Tn_w}{9550} \text{ kW} \quad (2-3)$$

式中 F ——工作机的工作阻力, N;

v ——工作机的线速度, 如输送机输送带的线速度, m/s;

T ——工作机的阻力矩, N·m;

n_w ——工作机的转速, 如输送机滚筒的转速, r/min;

传动装置的总效率 η 应为组成传动装置的各个运动副效率的乘积, 即

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n$$

式中 $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots \eta_n$ 分别为每一传动副(齿轮、蜗杆、带或链)、每对轴承、每个联轴器及传动滚筒的效率。各种传动机构、轴承、联轴器和传动滚筒的效率概略值见表8-2。

计算总效率时应注意以下几点:

①资料中查出的效率数值为一范围时, 一般可取中间值, 如工作条件差、加工精度低、用润滑脂润滑或维护不良时则应取低值, 反之可取高值;

②轴承效率是指一对轴承而言;

③当动力经过每一个运动副时, 都会产生功率损耗, 故计算效率时不要漏掉。

2.2.3 确定电动机的转速

除了选择合适的电动机系列和容量外, 还要选择适当的电动机转速, 以便确定满足工作机要求的电动机型号。容量相同的同类型电动机, 有几种不同的转速可供设计者选用, 如三相异步电动机的同步转速, 一般有3000r/min(2极)、1500r/min(4极)、1000r/min(6极)及750r/min(8极)四种。电动机同步转速愈高, 磁极对数愈少, 其重量愈轻、外廓尺寸愈小、价格愈低。但是电动机转速与工作机转速相差过多势必使总传动比加大, 致使传动装置的外廓尺寸和重量增加, 价格提高。而选用较低转速的电动机时, 则情况正好相反, 即传动装置的外廓尺寸和重量减小, 而电动机的尺寸和重量增大, 价格提高。因此, 在确定电动机转速时, 应进行分析比较, 权衡利弊, 选择最优方案。

设计中常选用同步转速为1500r/min或1000r/min两种电动机, 如无特殊要求, 一般不选用750r/min和3000r/min的电动机。

设计计算传动装置时, 通常用工作机所需电动机功率 P_d 进行计算, 而不用电动机的额定功率 P_{ed} 。只有当有些通用设备为留有储备能力以备发展, 或为适应不同工作的需要, 要求传动装置具有较大的通用性和适应性时, 才按额定功率 P_{ed} 来设计传动装置。传动装置