

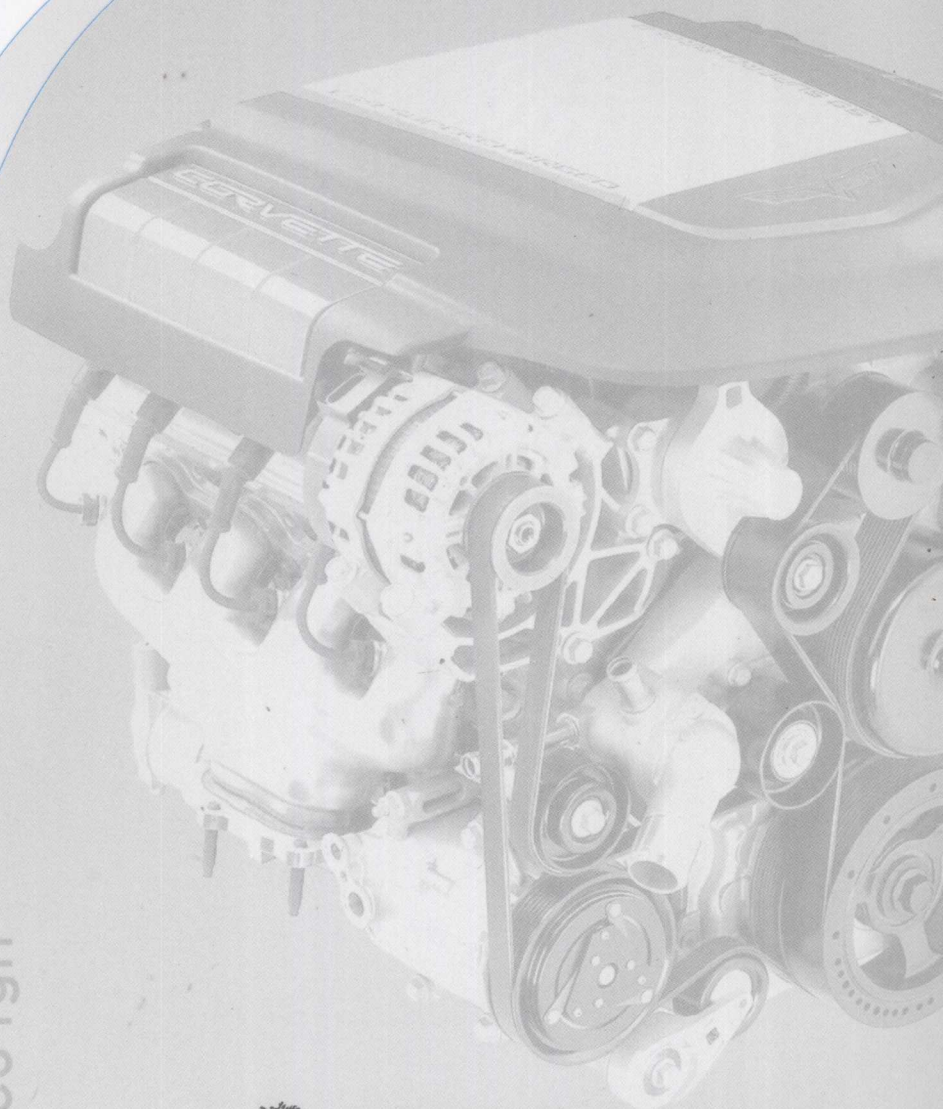
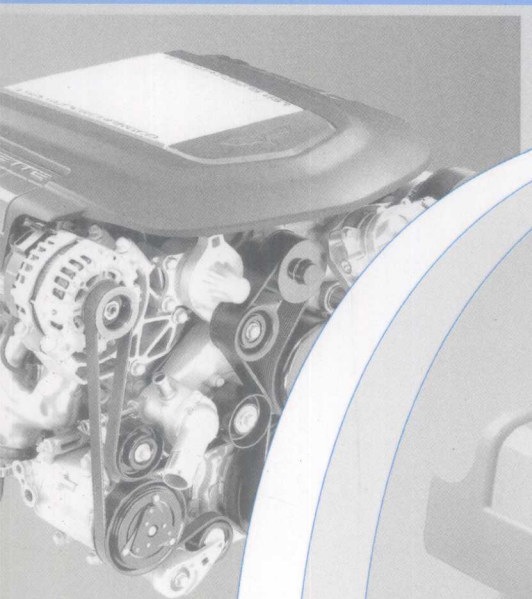


全国高职高专教育“十一五”规划教材

专 业 基 础 系 列

机械设计基础课程设计

徐钢涛 主 编



Design



高等教育出版社

全国高职高专教育“十一五”规划教材

专业基础系列

机械设计基础课程设计

徐钢涛 主 编



高等教育出版社

内容简介

本书是根据机械设计基础课程教学基本要求编写的全国高职高专教育“十一五”规划教材。

本书从结构上分为两大部分:第一部分为机械设计基础课程设计指导,包括课程设计概述、传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构、圆柱齿轮减速器装配工作图的设计和绘制、圆锥-圆柱齿轮减速器装配工作图设计、圆柱蜗杆减速器装配工作图设计、减速器零件工作图设计、编写课程设计说明书、课程设计总结和答辩;第二部分以附录的形式提供了课程设计常用标准和规范、课程设计装配工作图和零件工作图图例、课程设计参考题目等。

本书可作为高职高专院校机电类各专业机械设计基础课程设计的指导教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计 / 徐钢涛主编. —北京:高等教育出版社,2009.8

ISBN 978-7-04-027289-5

I. 机… II. 徐… III. 机械设计-课程设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 110872 号

策划编辑	罗德春	责任编辑	杜惠萍	封面设计	于涛
责任绘图	尹莉	版式设计	张岚	责任校对	殷然
责任印制	朱学忠				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 12
字 数 330 000
插 页 6

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 8 月第 1 版
印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷
定 价 23.40 元(配盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27289-00

前言

机械设计基础课程设计是学习机械设计基础课程后设置的一个理论联系实际的重要的实践性教学环节,其教学目标是巩固理论教学的内容,初步熟悉生产实际,为实际设计打下基础。

本书编写的指导思想是:将机械传动系统的方案设计、机械传动强度设计以及零部件结构设计有机融合,达到培养学生的机械系统设计意识及总体设计能力、解决实际问题的能力、知识综合运用能力。

本书从结构上分为两大部分:第一部分为机械设计基础课程设计指导,包括课程设计概述、传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构、圆柱齿轮减速器装配工作图的设计和绘制、圆锥-圆柱齿轮减速器装配工作图设计、圆柱蜗杆减速器装配工作图设计、减速器零件工作图设计、编写课程设计说明书、课程设计总结和答辩;第二部分以附录的形式提供了课程设计常用标准和规范、课程设计装配工作图和零件工作图图例、课程设计参考题目等。

本书可作为高职高专院校机电类各专业机械设计基础课程设计的指导教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

本书资料采用了最新的国家标准和行业标准,参考图也按新的国家标准绘制。

参加本书编写工作的有郑州铁路职业技术学院徐钢涛、张勤、韩增盛,河南轻工职业技术学院张顺喜,郑州铁路局郑州工务机械段王旭娜。本书由徐钢涛任主编,张勤任副主编。

本书承郑州铁路职业技术学院李学雷教授精心细致地审阅,另外本书在编写过程中参考了许多相关教材,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,敬请有关专家和广大读者批评指正。

编者
2009年4月

目 录

第1章 课程设计概述	1	5.4 装配图设计的第三阶段	38
1.1 课程设计的目的、内容和要求	1	5.5 装配图设计的第四阶段	47
1.2 课程设计的一般过程	2	第6章 圆锥-圆柱齿轮减速器装配工作图设计	49
1.3 课程设计中应注意的几个问题	3	6.1 轴系部件设计	49
第2章 传动装置的总体设计	5	6.2 箱体及附件设计	53
2.1 拟定传动方案	5	第7章 蜗杆减速器装配工作图设计	55
2.2 减速器的类型和特点	7	7.1 轴系部件设计	55
2.3 选择电动机	8	7.2 箱体及附件设计	59
2.4 传动比的分配	12	第8章 减速器零件工作图设计	61
2.5 运动和动力参数计算	13	8.1 减速器零件工作图设计概述	61
第3章 传动零件的设计计算	16	8.2 轴类零件工作图设计	62
3.1 减速器外传动零件的设计要点	16	8.3 齿轮类零件工作图设计	63
3.2 减速器内传动零件的设计要点	17	8.4 箱体零件工作图设计	65
3.3 传动零件的润滑	19	第9章 编制设计计算说明书	67
3.4 滚动轴承的润滑	19	9.1 内容	67
第4章 减速器的结构	20	9.2 要求和注意事项	67
4.1 减速器轴系部件	22	9.3 设计计算说明书书写示例	68
4.2 减速器的箱体	23	第10章 课程设计总结和答辩	69
4.3 减速器的附件	28	10.1 课程设计总结	69
第5章 圆柱齿轮减速器装配工作图的设计和绘制	29	10.2 课程设计答辩准备	69
5.1 装配图绘制前的准备	29	附录	70
5.2 装配图设计的第一阶段	30	附录1 常用机械材料	70
5.3 装配图设计的第二阶段	32		

附录 2 常用设计数据和一般	
设计标准	76
附录 3 电动机	83
附录 4 连接件和紧固件	89
附录 4.1 螺纹基本参数	89
附录 4.2 螺纹连接件	91
附录 4.3 螺纹连接件的结构	
要素	101
附录 4.4 垫圈与挡圈	106
附录 4.5 键、销连接	116
附录 4.6 联轴器	119
附录 5 滚动轴承	128
附录 6 润滑与密封	139
附录 6.1 润滑剂	139

附录 6.2 油杯	141
附录 6.3 油标	143
附录 6.4 密封件	144
附录 7 公差与配合	151
附录 7.1 极限与配合	151
附录 7.2 表面几何特征与	
几何公差	159
附录 7.3 齿轮检验偏差与	
公差	167
附录 8 课程设计参考图例	177
附录 9 课程设计参考题目	178

参考文献	184
------------	-----

第1章

课程设计概述

机械设计基础课程设计是依据所学的课程,采用相对较为简单的机械作为设计课题,把设计方案用图样和文字表达出来的过程。

1.1 课程设计的目的、内容和要求

1.1.1 课程设计的目的

课程设计是机械设计基础课程重要的实践教学环节,是对学生进行一次较全面的设计能力的训练,其基本目的是:

- 1) 培养学生形成正确的设计思想,训练综合运用所学机械设计基础课程及其他课程的知识,结合生产实际培养分析和解决工程实际问题的能力,巩固、加深和扩展有关机械设计方面的知识。
- 2) 学习掌握机械设计的一般方法,掌握通用机械零件、机械传动装置的设计过程和方法。
- 3) 进行机械设计基本技能的训练,如计算能力、绘图能力、熟悉和运用设计资料(手册、图册、标准和规范等)的能力。

1.1.2 课程设计的内容

课程设计通常选择一般用途的机械传动装置或简单机械为设计题目,多采用以圆柱齿轮减速器或蜗杆减速器为主的机械传动装置。

课程设计通常包括以下内容:

- 1) 拟定传动装置的总体设计方案;
- 2) 选择电动机,计算传动装置的运动和动力参数;
- 3) 传动零件、轴的设计计算及轴承、连接件、润滑密封和联轴器的选择计算等;
- 4) 绘制减速器的装配图;
- 5) 绘制零件工作图;
- 6) 编写设计计算说明书。

1.1.3 设计的工作量

在两周的时间内完成以下任务:

- 1) 装配图 1 张(A0 或 A1 图纸绘制);

- 2) 零件工作图若干张(传动零件、轴或箱体等);
- 3) 规定格式的设计计算说明书一份,字数为 6 000 ~ 8 000;
- 4) 答辩。

1.1.4 课程设计的要求

1) 了解机械产品的设计过程和设计要求,以机械总体设计为出发点,合理确定机械传动方案。

2) 研究分析设计题目和工作条件,明确设计要求和内容。

3) 设计中,认真复习教材中与设计有关的章节内容,独立思考、深入钻研,主动、创造性地进行设计。

4) 正确使用参考资料和标准规范,认真计算和绘图,条件许可时采用计算机辅助设计和绘图技术。

5) 在课程设计过程中应准备专门的设计记录本,随时将设计构思、计算、查询资料等内容记录下来,整理补充后即可形成设计计算说明书。

6) 要求设计态度严肃认真。只有这样,才能保证课程设计达到教学基本要求,在设计思想、设计方法和设计技能等方面得到良好的训练。

1.2 课程设计的一般过程

与机械设计的一般过程相似,课程设计大体按以下几个阶段进行:

(1) 设计准备

1) 认真研究设计任务书,明确设计要求、工作条件、设计内容。

2) 阅读有关资料、图样、挂图,观察实物或模型以及进行减速器拆装实验等,了解设计对象;复习有关课程内容,熟悉零部件的设计方法和步骤。

3) 准备好设计需要的图书、资料和用具。

4) 拟定设计计划。

(2) 传动装置的总体设计

1) 制定传动装置的方案;

2) 选择电动机的类型和型号;

3) 确定总传动比和分配各级传动比;

4) 计算传动装置的运动和动力参数,计算各轴转速和转矩等。

(3) 传动零件的设计计算

1) 设计计算减速器以外的传动零件(带传动、链传动、开式齿轮传动),确定其尺寸、参数、材料和结构;

2) 设计计算减速器内部的传动零件(齿轮传动、蜗杆传动等),确定其尺寸、参数、材料和结构。

为保证设计减速器时的原始条件、数据比较准确,一般应先设计减速器以外的传动零件。

(4) 减速器装配草图的设计

- 1) 确定减速器的结构方案;
- 2) 绘制装配图草图;
- 3) 设计轴,计算轴毂连接强度,进行轴承支承结构设计;
- 4) 设计减速器箱体的结构;
- 5) 减速器附件的设计。
- (5) 减速器装配工作图的设计
包括底线、剖面线、配合选择、尺寸标注、零件序号、明细栏、线条加深、技术条件等。
- (6) 零件工作图的设计
- (7) 整理编写设计计算说明书,总结设计的收获和检验教训
- (8) 答辩

表 1.1 给出了各个阶段所占总工作量的大致百分比,供设计时参考。

表 1.1 设计进度表

序 号	设计内容	占总设计工作量百分表/%
1	设计准备	5
2	传动装置的总体设计	5
3	传动零件的设计计算	10
4	减速器装配草图的设计	30
5	减速器装配工作图的设计	25
6	零件工作图的设计	10
7	整理编写设计计算说明书	10
8	答辩	5

需要注意的是:课程设计过程的各个阶段是互相联系的,后一阶段的设计中出现不当之处往往需要对前一阶段设计作出修改。影响零部件结构尺寸的因素很多,不可能完全由计算确定,而需要借助于类比、初估或画草图等手段,通过边计算、边画图、边修改,亦即计算与画图交叉进行来逐步完成。

1.3 课程设计中应注意的几个问题

1. 参考已有资料与创新的关系

任何一项设计任务都可能有许多解决的方案,设计应有所创新,不能盲目、简单机械地照搬资料。但是,设计又是一项极为复杂、细致和繁重的工作。长期的设计和生产实践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,加快设计进度,也是提高设计质量的重要保证。善于在设计中查阅机械手册、掌握和使用各种资料,也是设计工作能力的重要体现。

2. 强度计算与结构、工艺要求的关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算确定,而是要综合考虑结构、加工和装配工艺、经济

条件和使用条件等要求。如图 1.1 所示,图 a 只考虑了强度要求,将轴设计成直径为 30 mm 的光轴显然是不合理的。图 b 则综合考虑了轴的强度、轴上零件的装拆和固定(如直径的变化、轴肩、倒角等)以及加工工艺要求等各种因素,将轴设计成阶梯轴,这就既满足了强度要求,结构工艺也合理。

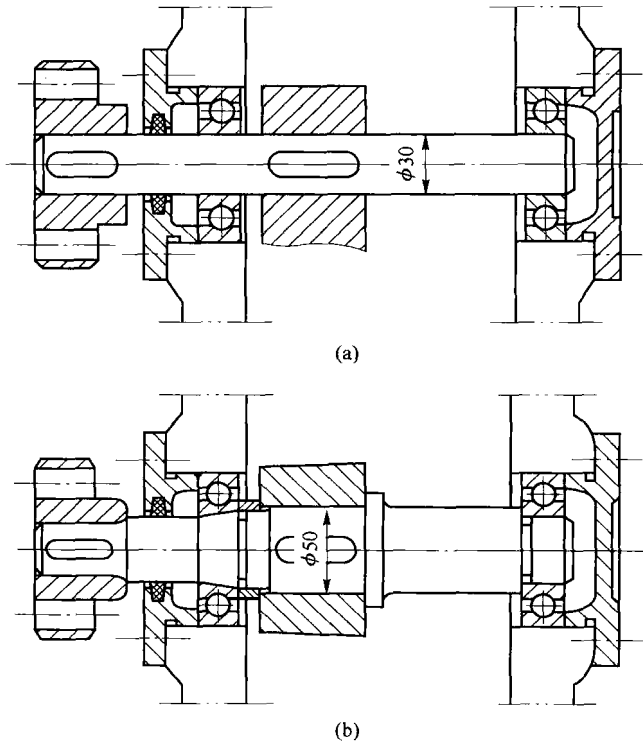


图 1.1 轴的结构

理论计算只是为确定零件尺寸提供了一个方面(如强度)的依据,有些经验公式(例如机体壁厚、齿轮轮缘、轮毂尺寸等)也只是考虑了主要因素的要求,所求得的是近似值。因此,设计时都要根据具体情况作适当调整,全面考虑强度、刚度、结构和工艺的要求。

3. 标准在设计中的重要性,正确使用标准和规范

采用和执行各项标准是降低成本的首要原则,也是评价设计质量的一项指标,熟悉标准和熟练使用标准是课程设计重要任务之一。设计中,对于标准件,如滚动轴承、普通 V 带、链条及紧固件等,其参数必须符合标准和规范。非标准件的一些尺寸常要求圆整为标准数列,以方便制造、安装和测量。

第2章

传动装置的总体设计

传动装置总体设计的目的是确定传动方案、选择电动机、合理分配传动比,设计传动装置的运动和动力参数,为设计各级传动零件及装配图提供依据。

2.1 拟定传动方案

传动方案一般用机构运动简图表示,它能简单明了地表示运动和动力的传递方式和路线以及各部件的组成和相互连接关系。

合理的传动方案应能满足工作机的性能要求(包括工作环境等),并且工作可靠,结构简单,尺寸紧凑,加工方便,成本低廉,效率高,使用维护方便等。要同时满足这些要求,常常是困难的,因此应统筹兼顾,保证重点要求。

当采用多级传动时,应合理地选择传动零件和它们之间的传动次序,扬长避短,力求方案合理。常需要考虑以下几点:

1) 带传动平稳,能缓冲吸振,但传动比不准确,外廓尺寸较大,因此多用于传动比要求不十分准确,尺寸不受严格限制,传递功率不大的传动,并应尽可能布置在高速级,因为传递相同功率,转速较高,转矩较小,可使带传动的尺寸较紧凑。

2) 链传动能适应恶劣的工作条件,工作较为可靠,但运动不均匀,有冲击,不适于高速传动,故应布置在多级传动的低速级。

3) 蜗杆传动平稳,传动比大,但传动效率低,适用于中、小功率,间歇运转的场合。当蜗杆传动和齿轮传动同时应用时,一般应布置在高速级,使其工作齿面间有较高的相对滑动速度,有利于形成流体动力润滑油膜,提高效率,延长寿命。

4) 锥齿轮传动用于传递相交轴间的运动。由于锥齿轮的加工比较困难,特别是当尺寸较大时,应放在高速级,并限制其传动比,以避免直径过大,加工困难。

5) 开式齿轮传动的工作环境一般较差,润滑不良,磨损严重,应布置在低速级。

6) 斜齿圆柱齿轮比直齿圆柱齿轮的传动平稳性好,当采用双级齿轮传动时,高速级常用斜齿轮,低速级常用直齿轮。

7) 一般将改变运动形式的机构(如连杆机构、凸轮机构等)布置在传动系统的末端,且常为工作机的执行机构。

满足工作机性能要求的传动方案可以由不同的传动机构类型以不同的组合形式和布置顺序构成。要通过分析、比较多种方案,选择能满足重点要求的较好的传动方案。图 2.1 所示为带式运输机的四种传动方案示意图。

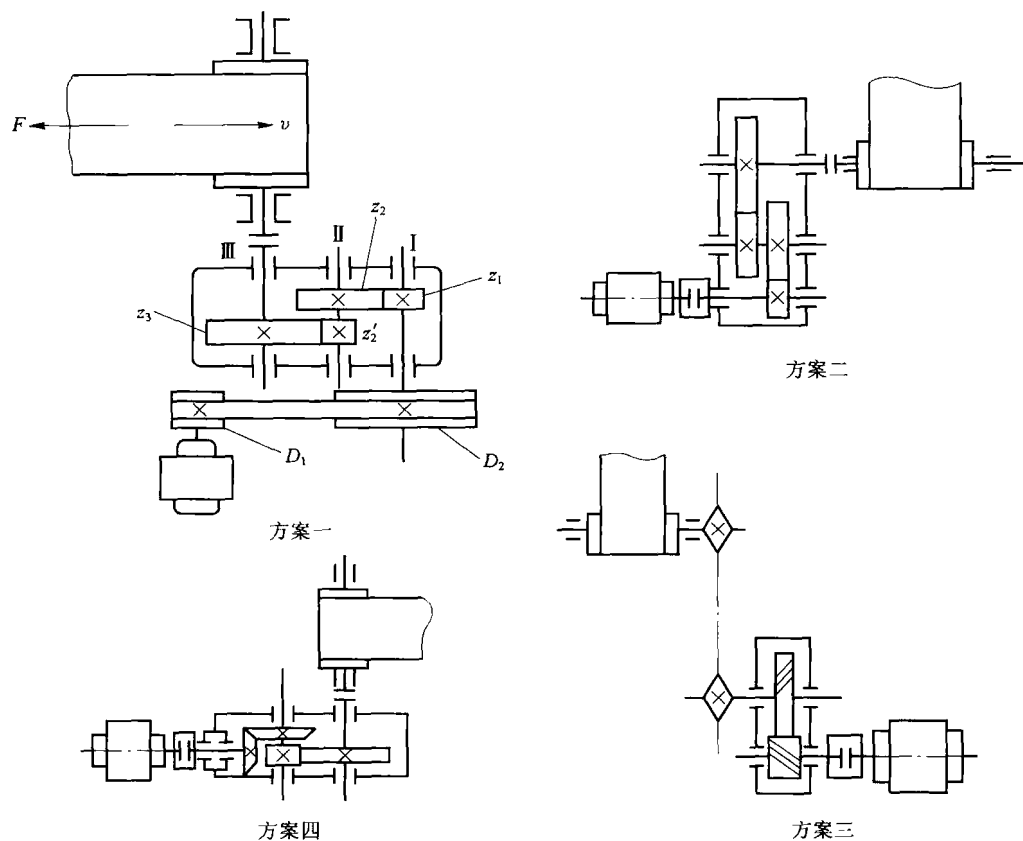


图 2.1 传动方案示意图

方案一:采用 V 带传动与齿轮传动的组合。带传动具有良好的缓冲、吸振性能,可适应大起动转矩的工况要求,结构简单,成本低,使用维护方便。缺点是传动尺寸较大,V 带使用寿命较短。

方案二:传动效率高,使用寿命长,但要求大起动力矩时,起动冲击大,使用维护较方便。

方案三:能满足传动比要求,但要求大起动力矩时,链传动的抗冲击性能差,噪声大,链磨损快,寿命短,不易采用。

方案四:传动效率高,结构紧凑,使用寿命长。当要求大起动力矩时,制造成本较高。

以上四种传动方案都可满足带式运输机的功能要求,但其结构性能和经济成本则各不相同,一般应由设计者按具体的工作条件,选定较好的方案。

在课程设计中,有时传动方案在设计任务书中直接给出,不需学生选择确定。但学生应对设计任务书给出的传动装置简图进行分析,了解传动方案的组成和特点,提高对传动方案的选择能力。

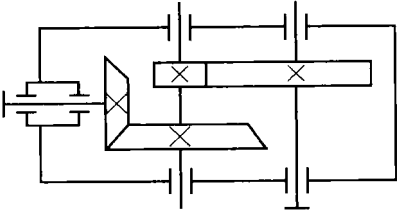
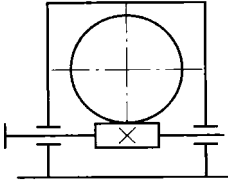
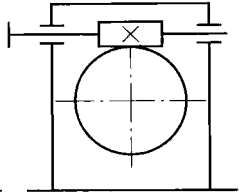
2.2 减速器的类型和特点

减速器的类型、特点和应用见表 2.1。减速器的设计通常是课程设计中的主要内容,主要是为了巩固和提高理论课程的实践能力。需要注意的是,实际中常用的减速器已经标准化,可根据实际工作条件查阅《机械设计手册》选取,大部分不需要自己设计。

表 2.1 常用减速器的类型、特点和应用

类型	简图	传动比	特点和应用
单级圆柱齿轮 减速器		≤ 10 常用: 直齿 ≤ 4 斜齿 ≤ 6	直齿轮用于较低速度($\leq 8\text{ m/s}$),斜齿轮用于较高速度场合,人字齿轮用于载荷较重的传动中
二级圆柱 齿轮 减速器	展开式 	8 ~ 40	一般采用斜齿轮,低速级也可采用直齿轮。总传动比较大,结构简单,应用最广。由于齿轮相对于轴承为不对称布置,因而沿齿宽载荷分布不均匀,要求轴有较大的刚度
	同轴式 	8 ~ 40	减速器的横向尺寸较小,两大齿轮浸油深度可以大致相同。结构较复杂,轴向尺寸大,中间轴较长、刚度差,中间轴承润滑较困难
	分流式 	8 ~ 40	一般为高速级分流,且常采用斜齿轮;低速级可用直齿或人字齿轮。齿轮相对于轴承为对称布置,沿齿宽载荷分布较均匀。减速器结构较复杂。常用于大功率、变载荷场合
单级锥齿轮 减速器		直齿 ≤ 6 常用 ≤ 3	传动比不宜太大,以减小大齿轮的尺寸,便于加工

续表

类型	简图	传动比	特点和应用
圆锥-圆柱齿轮减速器		8 ~ 40	锥齿轮应置于高速级,以免使锥齿轮尺寸过大,加工困难
蜗杆减速器	 (a) 蜗杆下置式  (b) 蜗杆上置式	10 ~ 80	结构紧凑,传动比较大,但传动效率低,适用于中、小功率和间歇工作场合。蜗杆下置时,润滑、冷却条件较好。通常蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5$ 时用下置式; $v > 4 \sim 5$ 时用上置式

2.3 选择电动机

电动机是标准化、系列化的部件,设计者只需根据工作载荷、工作机的特性和工作环境选择电动机的种类、类型和结构形式、功率和转速以及型号。

2.3.1 选择电动机的种类、类型和结构形式

根据电源种类(直流或交流),工作条件(环境、温度、空间位置等)及载荷性质、大小、起动特性和过载情况等来选择电动机的种类、类型和结构形式。由于一般生产单位均用三相电源,故无特殊要求都采用三相交流电动机。其中,以三相异步电动机的应用最多,常用的有 Y 系列电动机。经常起动、制动和正反转的场合(如起重、提升设备)要求电动机具有较小的转动惯量和较大的过载能力,因此应选用冶金及起重用三相异步电动机,常用的有 YZ 型(鼠笼式)或 YZR 型(绕线式)。电动机结构有开启式、防护式、封闭式和防爆式等,可根据防护要求选择。常用的电动机的技术数据及外形尺寸可查附录 3。

2.3.2 选择电动机的功率(容量)

电动机的功率选择是否合适对电动机的工作和经济性都有影响。功率选小了不能保证工作机的正常工作,或使电动机因超载而过早损坏;功率选得过大则电动机的价格高,能力又不能充分发挥,效率和功率因数都较低,造成浪费。

对于变载下长期运行的电动机、短时运行的电动机(工作时间短,停歇时间较长)和重复短时运行的电动机(工作时间和停歇时间都不长),电动机的额定功率选择要按等效功率法计算并

进行发热验算。

对于载荷比较稳定(或变化很小)、长期连续运转的机械(如运输机),可按照要求选电动机的额定功率 P_{ed} 稍大于所需电动机输出的功率 P_d , 即 $P_{ed} \geq P_d$, 一般不需校验电动机的发热和启动力矩。

(1) 所需电动机输出的功率 P_d (单位为 kW)

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} \tag{2.1}$$

式中: P_w 为工作机所需的输入功率, kW; η 为由电动机到工作机的总效率。

(2) 工作机器的输出功率 P_w (单位为 kW)

若已知工作机器的阻力 F (单位为 N)、圆周速度 v (单位为 m/s)、工作机的效率 η_w , 则

$$P_w = \frac{Fv}{1\,000\eta_w} \tag{2.2}$$

若已知作用在工作机器上的转矩 T (单位为 N·m) 及转速 n_w (单位为 r/min), 则

$$P_w = \frac{Tn_w}{9\,549\eta_w} \tag{2.3}$$

(3) 由电动机到工作机(不包括工作机)的总效率 η

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \tag{2.4}$$

式中, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_n$ 为各级传动副(齿轮、带或链)、一对轴承、每个联轴器的效率。各种传动效率的概略数值见表 2.2。

表 2.2 机械传动和摩擦副的效率概略值

种类			效率 η	种类			效率 η
圆柱 齿轮 传动	很好跑合的 6 级和 7 级精度的 齿轮传动(油润滑)		0.98 ~ 0.99	摩擦 传动	平摩擦传动		0.85 ~ 0.92
	8 级精度的齿轮传动(油润滑)		0.97		槽摩擦传动		0.88 ~ 0.90
	9 级精度的齿轮传动(油润滑)		0.96		卷绳轮		0.95
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)		0.94 ~ 0.96	联 轴 器	浮动联轴器(十字联轴器等)		0.97 ~ 0.99
	铸造齿的开式齿轮传动		0.90 ~ 0.93		齿式联轴器		0.99
锥齿 轮传 动	很好跑合的 6 级和 7 级精度的 齿轮传动(油润滑)		0.97 ~ 0.98		弹性联轴器		0.99 ~ 0.995
	8 级精度的齿轮传动(油润滑)		0.94 ~ 0.97		万向联轴器($\alpha \leq 3^\circ$)		0.97 ~ 0.98
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)		0.92 ~ 0.95		万向联轴器($\alpha > 3^\circ$)		0.95 ~ 0.97
	铸造齿的开式齿轮传动		0.88 ~ 0.92	滑 动 轴 承	润滑不良		0.94(一对)
蜗杆 传动	自锁蜗杆	油 润 滑	0.40 ~ 0.45		润滑正常		0.97(一对)
	单头蜗杆		0.70 ~ 0.75		润滑特好(压力润滑)		0.98(一对)
	双头蜗杆		0.75 ~ 0.82		液体摩擦		0.99(一对)
	三头和四头蜗杆		0.80 ~ 0.92	滚 动 轴 承	球轴承(稀油润滑)		0.99(一对)
	圆弧面蜗杆传动		0.85 ~ 0.95		滚子轴承(稀油润滑)		0.98(一对)

续表

种类			效率 η	种类		效率 η
带传动	平带无压紧轮的开式传动		0.98	卷筒		0.96
	平带有压紧轮的开式传动		0.97	减(变)速器	单级圆柱齿轮减速器	0.97 ~ 0.98
	平带交叉传动		0.90		双级圆柱齿轮减速器	0.95 ~ 0.96
	V 带传动		0.96		行星圆柱齿轮减速器	0.95 ~ 0.98
链传动	焊接链		0.93		单级锥齿轮减速器	0.95 ~ 0.96
	片式关节链		0.95		圆锥-圆柱齿轮减速器	0.94 ~ 0.95
	滚子链		0.96		无级变速器	0.92 ~ 0.95
	齿形链		0.97		摆线针轮减速器	0.90 ~ 0.97
复滑轮组	滑动轴承($i=2 \sim 6$)		0.92 ~ 0.98	丝杠传动	滑动丝杠	0.30 ~ 0.60
	滚动轴承($i=2 \sim 6$)		0.95 ~ 0.99		滚动丝杠	0.85 ~ 0.95

在进行效率计算时,还应注意以下几点:

- 1) 轴承效率指一对而言,如一根轴上有三个轴承时,按两对计算。
- 2) 同类型的多对传动副要分别计入各自的效率。
- 3) 资料表内所推荐的效率有一个范围,工作条件差时,效率取低值,反之则取高值。

2.3.3 选择电动机的转速

额定功率相同的同一类电动机有多种转速可供选择。三相异步电动机的同步转速通常有 3 000 r/min、1 500 r/min、1 000 r/min 及 750 r/min 四种,高速电动机的磁极对数少,结构相对简单,外廓尺寸小,价格低,如果工作机的转速一定,则会使总传动比大,导致传动装置尺寸加大,制造成本有可能提高。低速电动机的则相反。因此,确定电动机转速时,一般应综合分析电动机及传动装置的性能、尺寸、重量和价格等因素。一般采用同步转速为 1 500 r/min 和 1 000 r/min 为宜。

根据工作机的转速要求 n_w 和各种传动的合理传动比 i 范围(见表 2.3),可按下式推算出电动机转速的可选范围 n (单位为 r/min),即

$$n = (i_1 i_2 i_3 \cdots i_n) n_w \quad (2.5)$$

式中: $i_1, i_2, i_3, \cdots, i_n$ ——各级传动的传动比合理范围。

表 2.3 各种传动的传动比 i (参考值)

传动类型		V带传动	圆柱齿轮传动			锥齿轮传动	蜗杆传动	链传动
			直齿	斜齿	开式			
单级传动比	常用	2 ~ 4	3 ~ 4	3 ~ 5	3 ~ 5	2 ~ 3	10 ~ 40	2 ~ 5
	最大	7	8	8	15	6	80	6

注意:设计计算所依据的功率可以是电动机的额定功率 P_{ed} ,也可是工作机实际需要的功率 P_d ,对于通用机械,常用电动机的额定功率 P_{ed} 作为设计功率。对于传动装置的设计功率,一般按实际需要的电动机功率 P_d 计算。转速按电动机的额定功率时的转速(满载转速,不等于同步转

速)计算。

【例题 2-1】 图 2.2 所示为带式运输机的传动方案。已知卷筒直径 $D=600\text{ mm}$, 运输带的有效拉力 $F=3\,500\text{ N}$, 运输带的速度 $v=1.5\text{ m/s}$, 长期连续工作。选择合适的电动机。

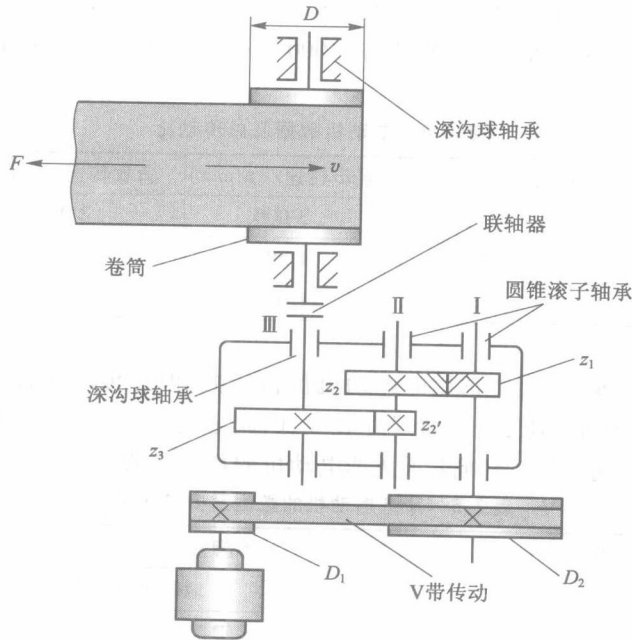


图 2.2 带式运输机的传动方案

解:(1) 选择电动机类型

根据工作条件和要求,选择 Y 型三相异步电动机。

(2) 选择电动机的功率

工作机为卷筒运输带传动,查表 2.2 得 $\eta_w=0.96$, 工作机所需要的输入功率为

$$P_w = \frac{Fv}{1\,000\eta_w} = \frac{3\,500 \times 1.5}{1\,000 \times 0.96} \text{ kW} = 5.47 \text{ kW}$$

由电动机到工作机之间的总效率(不包括工作机) η 为

$$\eta = \eta_1 \eta_2^2 \eta_3^2 \eta_4^2 \eta_5$$

式中, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4, \eta_5$ 分别为 V 带传动、滚子轴承、齿轮传动、球轴承、联轴器的效率。查表 2.2 得: $\eta_1=0.96, \eta_2=0.98, \eta_3=0.97, \eta_4=0.99, \eta_5=0.99$, 则 $\eta = \eta_1 \eta_2^2 \eta_3^2 \eta_4^2 \eta_5 = 0.96 \times 0.98^2 \times 0.97^2 \times 0.99^2 \times 0.99 = 0.842$ 。

工作机所需要的电动机的输出功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} = \frac{5.47}{0.842} \text{ kW} = 6.50 \text{ kW}$$

(3) 选择电动机的转速

$$\text{卷筒转速 } n_w = \frac{v \times 60 \times 1\,000}{\pi \times D} = \frac{1.5 \times 60 \times 1\,000}{\pi \times 600} \text{ r/min} = 47.75 \text{ r/min}$$

按合理传动比的取值范围, V 带传动 $i'_1=2 \sim 4$, 斜齿圆柱齿轮传动 $i'_2=3 \sim 5$, 直齿圆柱齿轮