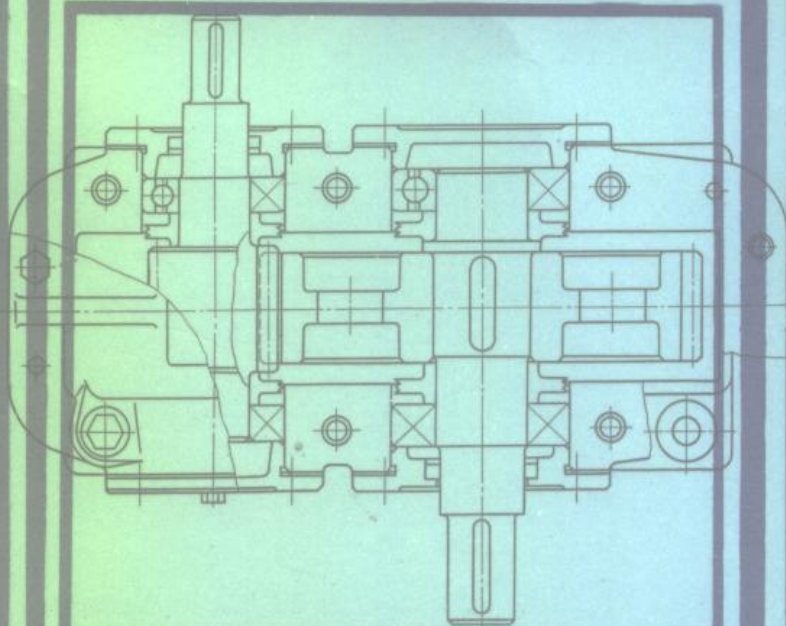


● 高等学校教材

机械设计 课程设计指导书

● (第二版)

龚港义 罗圣国 李平林 张立乃 黄少颜 编
龚港义 主编



高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 简 介

本书是在第一版基础上,根据国家教委批准印发的高等工业学校《机械设计(原机械零件)课程教学基本要求》和《机械设计基础(原机械原理及机械零件)课程教学基本要求》的精神修订的。

本书阐述了减速器设计过程,按设计步骤编排。不仅介绍了圆柱齿轮减速器设计,而且介绍了圆锥齿轮减速器、蜗杆减速器的设计步骤。增编了一些新的减速器结构型式,加强了零部件结构设计和加工工艺知识,插图新颖适用,采用了国家最新标准,各章末编有思考题,书末编有减速器装配图正、误示例以供参考。

本书可供高等工业学校机械类、近机类各专业进行“机械设计课程设计”时使用,也可供其他各类学校有关专业及技术人员使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计指导书/龚淮义主编;罗圣国等编.
2版. —北京:高等教育出版社,1990.4 (1999重印)
高等学校教材
ISBN 7-04-002728-3

I. 机… II. ①龚… ②罗… III. 机械设计-课程设计-
高等学校-教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第00074号

*
高 等 教 育 出 版 社 出 版
新华书店总店北京发行所发行
高等教育出版社印刷厂印装

*
开本 787×1092 1/16 印张 7 字数 160 000
1982年6月第1版 1990年4月第2版 1999年3月第11次印刷
印数 322 776—353 785
定价 6.40 元

前 言

本书第一版于1982年出版后，承蒙兄弟院校广泛使用并提出许多宝贵意见。这次修订是根据国家教委批准印发的高等工业学校《机械设计（原机械零件）课程教学基本要求》和《机械设计基础（原机械原理及机械零件）课程教学基本要求》的精神在吸收兄弟院校意见的基础上进行的。

本修订版在内容上增添了一些新的减速器结构型式，加强了一些零部件结构设计和加工工艺知识。为了帮助学生总结，每章的后面都提出了若干思考题。

本书仍按设计步骤编排。但改变第一版中以圆柱齿轮减速器为主的做法，对圆锥齿轮减速器和蜗杆减速器的设计步骤都做了介绍，并简化了一些设计步骤。

这次修订稿承山东工业大学尹长吉教授审阅并提出了宝贵意见，特表示衷心感谢。

参加本书编写的有哈尔滨工业大学龚淮义（三、五、六）、清华大学李平林（七、八、九）、北京科技大学罗圣国（一、二、四）及北京航空航天大学黄少颜和张立乃（十、十一），由龚淮义主编。限于编者水平，谬误及不妥之处欢迎读者批评指正。

编者

1989年3月

目 录

前言.....	1
一、概述.....	1
二、传动装置的总体设计.....	5
三、减速器结构	23
四、传动零件的设计计算	30
五、装配图设计第一阶段	39
六、装配图设计第二阶段	55
七、装配图设计第三阶段	61
八、完成减速器装配图	80
九、零件工作图设计	88
十、编写计算说明书	99
十一、准备答辩.....	103
附录 1 减速器装配图常见错误示例	104
附录 2 正确的减速器装配图	105
参考书目	106

一、概 述

1. 课程设计的目的、内容和进行方式

(1) 目的

机械设计课程教学基本要求规定,每个学生必须完成一个课程设计。它是机械设计课程的最后一个重要教学环节,也是高等工科院校大多数专业学生第一次较全面的设计能力训练,其基本目的是:

a) 培养理论联系实际的设计思想,训练综合运用机械设计和有关先修课程的理论,结合生产实际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;

b) 通过制订设计方案,合理选择传动机构和零件类型,正确计算零件工作能力、确定尺寸和选择材料,以及较全面地考虑制造工艺、使用和维护等要求,之后进行结构设计,达到了解和掌握机械零件、机械传动装置或简单机械的设计过程和方法;

c) 进行设计基本技能的训练。例如计算、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、进行经验估算和处理数据的能力。

(2) 内容和进行方式

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题,如设计图 1 所示电动绞车中的二级圆柱齿轮减速器或整机。

课程设计通常包括以下内容:决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、联接件、润滑密封和联轴器的选择及校验计算;机体结构及其附件的设计;绘制装配图及零件工作图;编写计算说明书以及进行设计答辩。

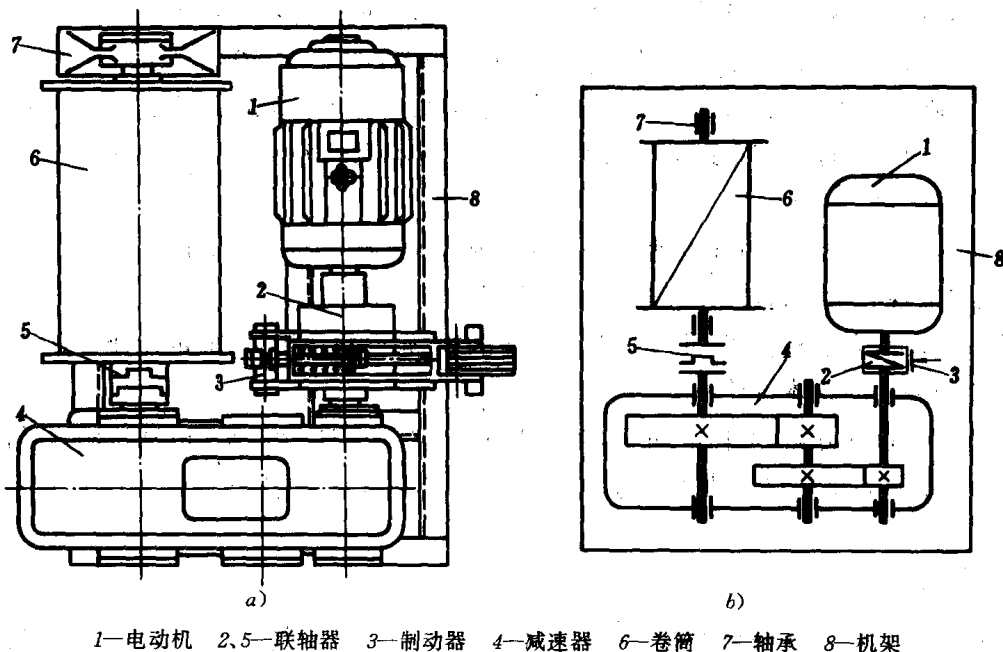


图 1

要求每个学生完成:

- a) 装配图一张(1号或0号图纸);
- b) 零件工作图若干张(传动零件、轴或机体等);
- c) 计算说明书一份,约6000~8000字。

课程设计的进行方式:课程设计是在教师指导下由学生独立完成的。每个学生都应该明确设计任务和要求,并拟定设计计划,注意掌握进度,按时完成。设计分阶段进行,每一阶段的设计都要认真检查,没有原则错误时才能继续进行下一阶段的设计,以保证设计质量,循序完成设计任务。

设计过程中,提倡独立思考、深入钻研,主动地、创造性地进行设计,反对不求甚解、照抄照搬或依赖教师。要求设计态度严肃认真、有错必改,反对敷衍塞责,容忍错误的存在。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。

2. 机械设计的一般过程

任何一部新机械都要经过设计、研制、生产和使用等四个阶段。其中设计阶段通常没有固定的程序,典型的顺序为:

- (1) 明确设计任务,制订设计任务书;
- (2) 提供方案并进行评价;
- (3) 按照选定的方案进行各零部件的总体布置,运动学、动力学和零件工作能力计算,结构设计和绘制总体设计图;
- (4) 施工设计:根据总体设计的结果,考虑结构工艺性等要求,绘出零件工作图;
- (5) 审核图纸;
- (6) 整理设计文件,包括:编写计算书、使用说明书等。

机械设计的目标是要满足使用要求和经济要求,因此常常需要经过多次反复才能得到比较满意的结果。设计过程的各阶段是互相联系的,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。

课程设计的一般过程与上述类似,大体按以下几个阶段进行:

(1) 设计准备

认真研究设计任务书,明确设计要求、条件、内容和步骤;通过阅读有关资料、图纸、参观实物或模型、观看电视教学片、挂图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;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

决定传动装置的方案;选择电动机类型,计算电动机所需功率,确定电动机额定转速,选定电动机型号,计算传动装置的运动和动力参数(确定总传动比和分配各级传动比,计算各轴转速和转矩等)。

(3) 装配图设计

计算和选择传动件参数;确定机体结构和有关尺寸;绘制装配图草图;设计轴并计算轴毂联接强度;选择计算轴承和进行支承结构设计;进行机体结构及其附件的设计;完成装配图的其他

要求;审核图纸。

(4) 零件工作图设计

(5) 整理和编写计算说明书

(6) 设计总结和答辩

3. 课程设计中应注意的几个问题

(1) 强度计算与结构、工艺等要求的关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算确定,而要考虑结构、加工和装配工艺、经济性和使用条件等要求。如图 2 所示的轴,图 2a 的结构只考虑了强度要求,设计成直径为 30mm 的光轴,显然是不合理的。图 2b 则综合考虑了轴的强度,轴上零件的装拆和固定,以及加工工艺要求等,设计成阶梯轴,这就既满足了强度要求,结构工艺也合理。

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。

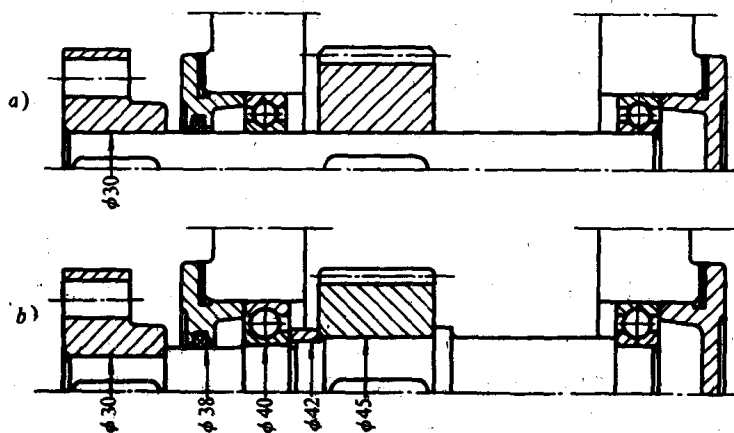


图 2

(2) 标准在设计中的重要性,正确使用标准

采用和遵守标准,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。许多标准件不需自己制造而可以购得,例如电动机、滚动轴承、传动胶带、链、橡胶油封和紧固件等,有些则可能需要自行制造,如联轴器、键等,但其主要尺寸参数,一般仍宜按标准规定。

非标准件的一些尺寸,常要求圆整为标准数或优先数,以方便制造和测量。例如图 3 所示的机体,其底面宽度 B 、长度 L 、中心高 H 、轴承座凸缘外径 D_2 、凸台高度 h 、机体接合面处的宽度 b' 、 b'' 和长度 l 等,都应适当圆整为优先数(一般圆整为 0 或 5mm 的尾数)。确定零件结构尺寸的合理有效位数非常重要,它影响测量精度要求,因而影响成本。一些根据几何关系有严格要求的尺寸,不能圆整,例如齿轮分度圆直径 $d=60.926\text{mm}$,不能圆整为 60 或 61mm。

设计中尽量减少选用的材料牌号和规格,减少标准件的品种、规格,尽可能选用市场上能充分供应的通用品种,这样能降低成本,并能方便使用和维修。例如减少部件中螺栓的尺寸类型,不

仅便于采购和保管,装拆时也可减少扳手数目。

(3) 结构与工艺的关系,零件工艺性的考虑

机械的成本主要是制造费用,因此设计的零件结构应该具有良好的工艺性,即既满足使用要求,又能适应生产条件和规模,使制造工艺简单,制造费用较低。设计零件结构时,常考虑以下几

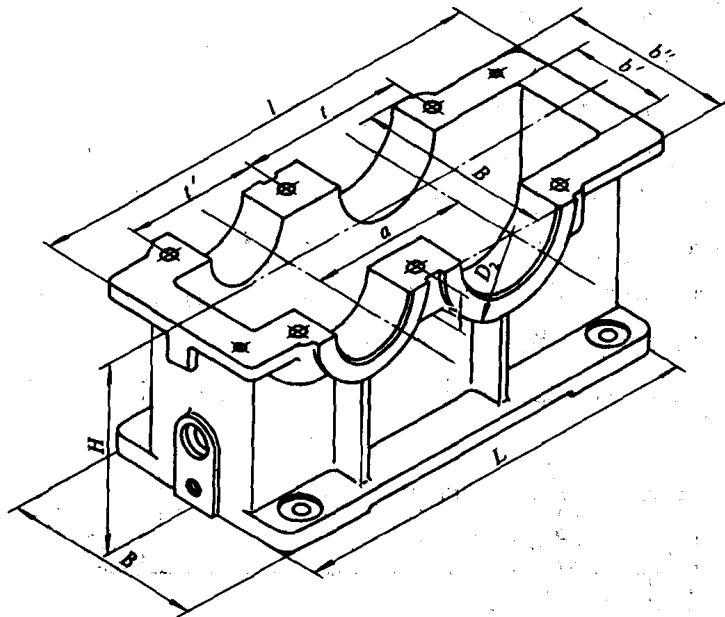


图 3

个方面的工艺性要求:选择合理的毛坯种类和形状,如大量生产时优先考虑铸造、轧制、模锻的毛坯,单件生产或件数很少时则采用比较简单的结构,避免用模具或铸模,而能用现成设备加工;又如直径大于 400~500mm 的圆柱齿轮,应选用铸造结构的齿轮毛坯,或者用焊接结构等;零件形状应尽量简单和便于加工,如用最简单的形状(圆柱面、平面和共轭曲面等)构成零件,尽量减少加工表面的数量和面积等;零件结构应便于装配和拆卸,例如为螺栓联接留有扳手空间,零件之间有调节装配尺寸的余地和环节(如有垫片、套筒或锥面等),装配时易于找正对中等。

(4) 创新与继承的关系

设计是继承和创造结合的过程。任何一个设计任务都可能有很多解决的方案,因此学习机械设计应该有创新精神,不能盲目地、机械地抄袭已有的类似产品。但是设计工作又是极为复杂、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。善于掌握和使用各种资料,也是设计工作能力的重要体现。

思考题

1. 传动装置的总体设计包括哪些内容?
2. 为什么说设计是画图与计算交叉进行的过程?
3. 为什么要采用标准? 标准有哪些内容? 标准件是否都有产品?
4. 零、部件的结构设计除考虑强度外还要考虑哪些问题?

二、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、选定电动机型号、合理分配传动比及计算传动装置的运动和动力参数,为计算各级传动件准备条件。一般按下列步骤进行:

1. 了解传动装置的组成和不同传动方案的特点,合理拟定传动方案

机器一般由原动机、传动装置和工作机三部分组成,如图 1a 所示电动绞车(机构简图为图 1b),其原动机为电动机 1,传动装置为减速器 4,工作机为卷筒 6,各部件用联轴器 2、5 联接并安装在机架 8 上。

传动装置在原动机与工作机之间传递运动和动力,并藉以改变运动的形式、速度大小和转矩大小。传动装置一般包括传动件(齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动等)和支承件(轴、轴承、机体等)两部分。它的重量和成本在机器中占很大比重,其性能和质量对机器的工作影响也很大。因此合理设计传动方案具有重要意义。

传动方案用机构运动简图表达,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联接关系。

满足工作机性能要求的传动方案,可以由不同传动机构类型以不同的组合形式和布置顺序构成。合理的方案应保证工作可靠,并且结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高和使用维护便利。一种方案要同时满足这些要求往往是困难的,因此要保证重点要求。例如图 4 所示为在矿井巷道中工作的带式运输机的三种传动方案,图 4a 方案宽度较大,带传动也不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境;图 4b 方案虽然结构紧凑,但在长期连续运转的条件下,由于蜗杆传动效率低,功率损失大,很不经济;图 4c 方案宽度尺寸较小,也适于在恶劣环境下长期连续工作。

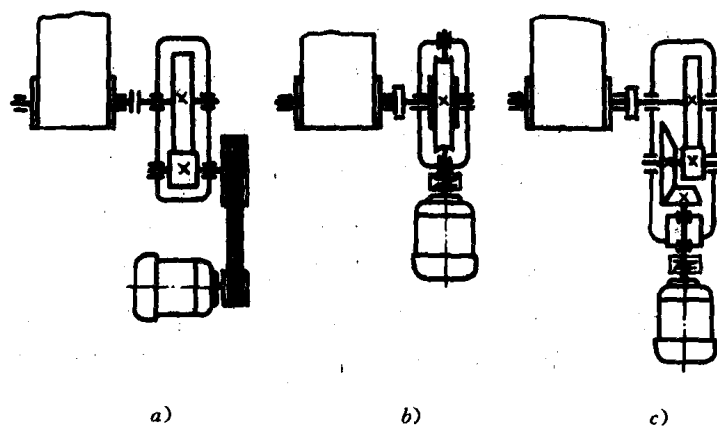


图 4

图 5 所示为传递功率 (50kW)、低速轴转速 (200r/min)、传动比 ($i=5$) 都相同时, 几种

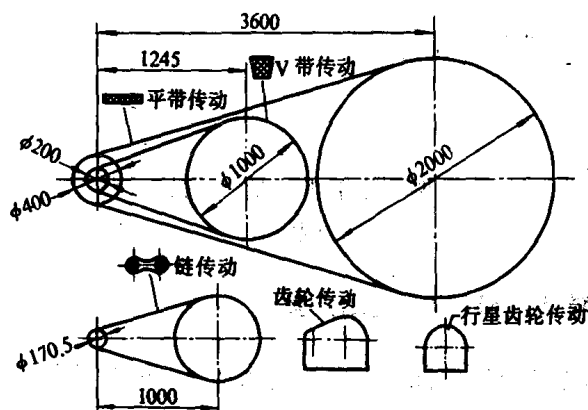


图 5

不同类型传动机构的外廓尺寸对比。由图可见在同样的传动要求条件下, 外廓尺寸相差很大, 选择传动类型时必须充分考虑这一点。

在采用同类型传动机构条件下, 用不同的联接方式时外廓尺寸也会有很大差别。如图 6 所示, 同样是采用圆柱齿轮减速器传动的带式运输机, 图 6a 方案用联轴器将减速器与电动机、工作机联接, 轴向尺寸 L 较大; 图 6b 方案采用电动机减速器, 并用联轴器与工作机联接, 其尺寸 L 较图 6a 的小; 图 6c 方案也采用电动机减速器, 但其低速轴直接套装在工作机上, L 最小。

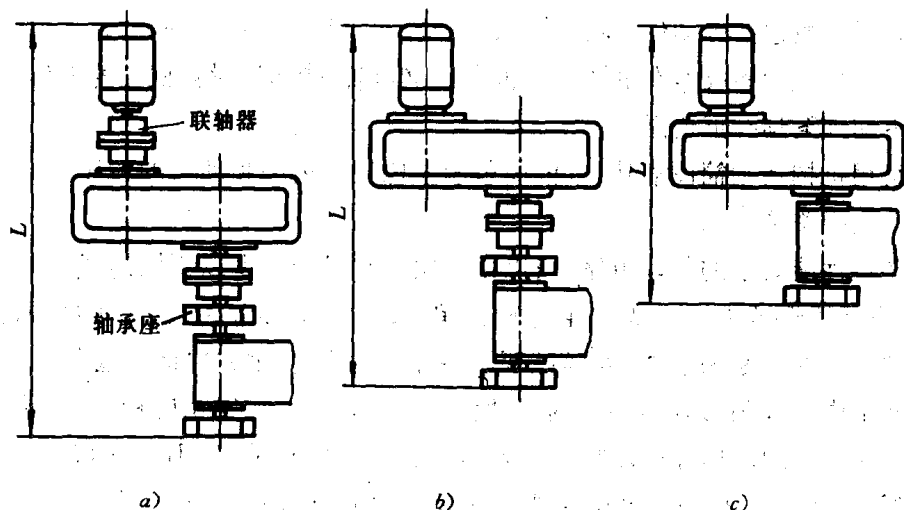


图 6

常见机械传动的主要性能见表 1。

布置传动顺序时, 一般考虑以下几点:

(1) 带传动的承载能力较小, 传递相同转矩时结构尺寸较其他传动形式大, 但传动平稳, 能缓冲减振, 因此宜布置在高速级 (转速较高, 传递相同功率时转矩较小)。

(2) 链传动运转不均匀, 有冲击, 不适于高速传动, 应布置在低速级。

(3) 蜗杆传动可以实现较大的传动比, 尺寸紧凑, 传动平稳, 但效率较低, 适用于中、小功率、间歇运转的场合。当与齿轮传动同时使用时, 对采用铝铁青铜或铸铁作为蜗轮材料的蜗杆传动, 可布置在低速级, 使齿面滑动速度较低, 以防止产生胶合或严重磨损, 并可使减速器结构紧凑; 对采用锡青铜为蜗轮材料的蜗杆传动, 由于允许齿面有较高的相对滑动速度, 可将蜗杆传动布置在高速级, 以利于形成润滑油膜, 可以提高承载能力和传动效率。

(4) 圆锥齿轮加工较困难, 特别是大直径、大模数的圆锥齿轮, 所以只有在需改变轴的布置

表 1 常见机械传动的主要性能

类 型		传递功率 (kW)	速 度 (m/s)	效 率 η		传 动 比		特 点	
				开 式	闭 式	一般范围	最大值		
普通 V 带传动		≤ 500	25~30	0.94~0.97		2~4	≤ 7	传动平稳、噪声小、能缓冲吸振；结构简单、轴间距大、成本低。外廓尺寸大、传动比不恒定、寿命短	
链传动(滚子链)		≤ 100	≤ 20	0.90~0.93	0.95~0.97	2~6	≤ 8	工作可靠、平均传动比恒定、轴间距大、对恶劣环境能适应。瞬时速度不均匀、高速时运动不平稳、多用于低速传动	
圆柱传 齿动 轮	一级开式	直齿 ≤ 750 斜齿和人字 齿 ≤ 50000	7 级精度 ≤ 25 5 级精度 以上的斜齿 15~130	一对齿轮 0.94~0.96	一对齿轮 0.96~0.99	3~7	$\leq 15\sim 20$	承载能力和速度范围大、传动比恒定、外廓尺寸小、工作可靠、效率高、寿命长。制造安装精度要求高、噪声较大、成本较高	
	一级减速器					3~6	≤ 12.5		
	二级减速器					8~40	≤ 60		
圆锥传 齿动 轮	一级开式	直 齿 ≤ 1000 曲线齿 ≤ 15000	直齿 < 5 曲线齿 5 ~40	一对齿轮 0.92~0.95		2~4	≤ 8		
	一级减速器				一对齿轮 0.94~0.98	2~3	≤ 6		
蜗 杆 传 动	一级开式	通常 ≤ 50 最大达 750	滑动速度 $v_s \leq 15$ 个别达 35	一对蜗轮副 0.50~0.60		15~60	≤ 120	结构紧凑、传动比大、传动平稳、噪声小。效率较低、制造精度要求较高、成本较高	
				一对蜗轮副 0.60~0.70					
	一级减速器				一对蜗轮副 0.70~0.75	10~40	≤ 80		
					一对蜗轮副 0.75~0.82				
					一对蜗轮副 0.82~0.92				
	二级减速器					70~800	≤ 3600		
NGW 行星减速器	一级	达 6500	高低速均可		0.97~0.99	3~9	≤ 13.7	体积小、效率高、重量轻、传递功率范围大。要求有载荷均衡机构、制造精度要求较高	
	二级				0.94~0.98	10~60	≤ 150		
圆锥-圆柱齿轮 减速器						10~25	≤ 40		
蜗杆-圆柱齿轮 减速器						60~90	≤ 480		
圆柱齿轮-蜗杆 减速器						60~80	≤ 250		
圆柱摩擦轮传动		通常 ≤ 20 最大达 200	通常 ≤ 20	0.70~0.88	0.90~0.96	2~4	≤ 8	运转平稳、噪声小、有过载保护作用、结构简单。轴和轴承受力大、磨损快	

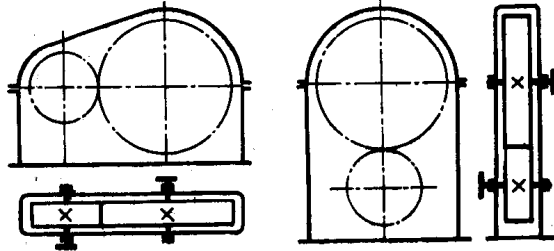
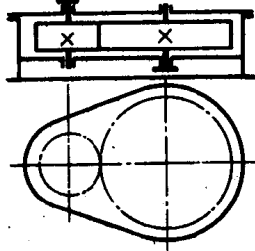
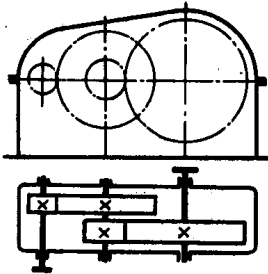
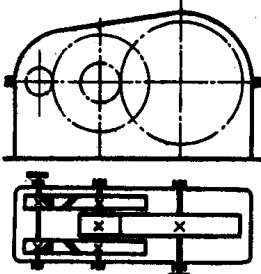
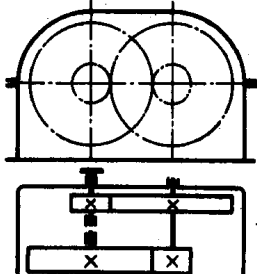
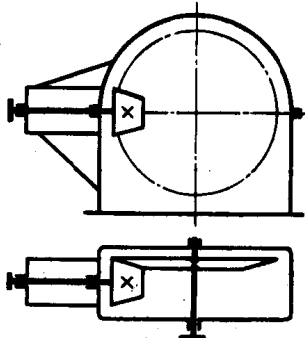
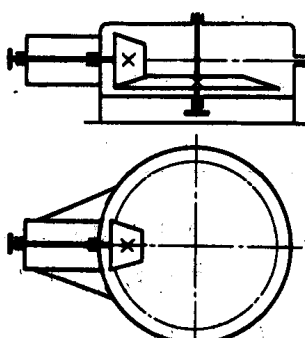
方向时采用,并尽量放在高速级和限制传动比,以减小圆锥齿轮的直径和模数。

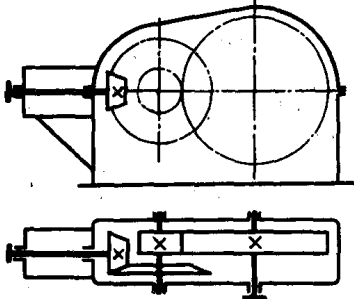
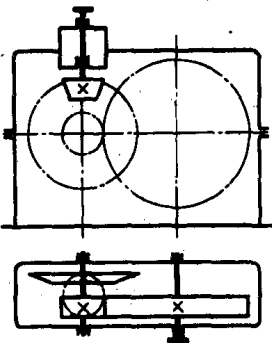
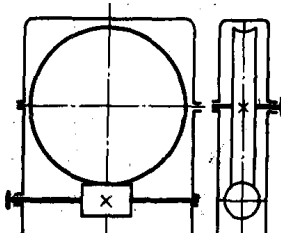
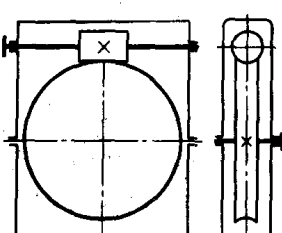
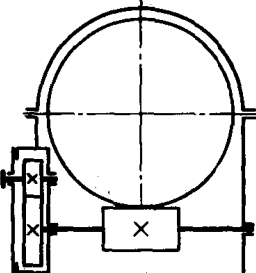
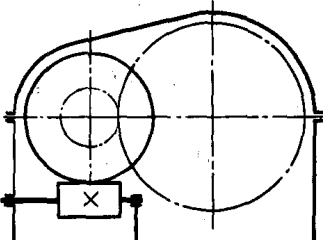
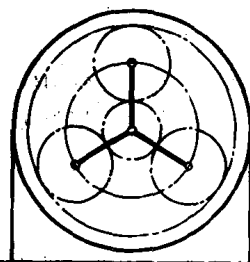
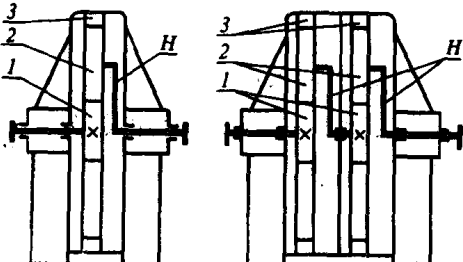
(5)斜齿轮传动的平稳性较直齿轮传动好,常用在高速级或要求传动平稳的场合。

(6)开式齿轮传动的工作环境较差,润滑条件不好,磨损较严重,寿命较短,应布置在低速级。

(7)一般将改变运动形式的机构(如螺旋传动、连杆机构、凸轮机构)布置在传动系统的最后一级,并且常为工作机的执行机构。

表 2 减速器的主要类型和特点

类 型	简 图 及 特 点
一级圆柱齿轮减速器	水平轴  立 轴  传动比一般小于 6, 可用直齿、斜齿或人字齿, 传递功率可达数万千瓦, 效率较高, 工艺简单, 精度易于保证, 一般工厂均能制造, 应用广泛。轴线可作水平布置、上下布置或垂直布置
二级圆柱齿轮减速器	展开式  分流式  同轴式  传动比一般为 8~40, 用斜齿、直齿或人字齿。结构简单, 应用广泛。展开式由于齿轮相对于轴承为不对称布置, 因而沿齿向载荷分布不均, 要求轴有较大刚度。分流式则齿轮相对于轴承对称布置, 常用于较大功率、变载荷场合。同轴式减速器长度方向尺寸较小, 但轴向尺寸较大, 中间轴较长, 刚度较差。两级大齿轮直径接近, 有利于浸油润滑。轴线可以水平、上下或垂直布置
一级圆锥齿轮减速器	水平轴  立 轴  传动比一般小于 3, 用直齿、斜齿或螺旋齿

类 型	简 图 及 特 点
二级圆锥-圆柱齿轮减速器	水 平  立 轴  锥齿轮应布置在高速级,使其直径不致过大,便于加工
一级蜗杆减速器	蜗杆下置式  蜗杆上置式  结构简单、尺寸紧凑,但效率较低,适用于载荷较小,间歇工作的场合。蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时用下置蜗杆, $v > 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时用上置式。采用立轴布置时密封要求高
齿轮蜗杆减速器	  传动比一般为 60~90。齿轮传动在高速级时结构比较紧凑,蜗杆传动在高速级时则传动效率较高
NGW 型行星齿轮减速器	一级  二级  1—太阳轮, 2—行星轮, 3—内齿轮, H—转臂 一级传动比一般为 3~9,二级为 10~60。通常固定内齿轮,也可以固定太阳轮或转臂。体积小,重量轻,但制造精度要求高,结构复杂

如果课程设计任务书中已给出传动方案,学生则应分析这种方案的特点,也可以提出改进意见。

2. 了解减速器的主要类型和应用特点

传动装置中广泛采用减速器,它具有固定传动比、结构紧凑、机体封闭并有较大刚度、传动可靠等特点。表2为减速器的主要类型和应用特点。一些类型的减速器已有系列标准,并由专业厂生产,如圆柱齿轮减速器(JB1130—70)、普通圆柱蜗杆减速器(Q/ZB125—73)、NGW型行星齿轮减速器(JB1799—76)等。一般情况下应尽量选用标准减速器,在传动布置、结构尺寸、功率、传动比等有特殊要求,由标准不能选出时,才需要自行设计制造。

课程设计为了达到培养设计能力的目的,一般不允许选用标准减速器,而要自行设计。

设计减速器之前,可以通过阅读图册中同类型减速器的装配图来了解减速器的组成和结构,读图步骤大体如下:

(1) 配合标题栏和零件明细表,对照视图查对零件的名称和位置,了解其用途、特点、规格、数量和材料;

(2) 以一个视图为重点(例如圆柱齿轮减速器为俯视图,蜗杆减速器为主视图),分析传动零件、轴系零件相互位置、装配调整关系和润滑密封方法,分析滚动轴承类型、特点和支承结构;

(3) 按照三个基本视图的投影关系,读懂机体结构,并结合各个局部剖视图分析附件结构,了解其作用和特点;

(4) 了解减速器的技术特性和技术要求的主要内容。

读图时,为了更深入了解零件结构,可以查对零件工作图,对零件尺寸与总体尺寸之间的联系也要注意,要建立结构尺寸概念。

3. 初步确定减速器结构和零部件类型

在了解减速器结构的基础上,根据工作条件要求,初步确定以下内容:

(1) 选定减速器传动级数

传动级数根据工作机转速要求,由传动件类型、传动比以及空间位置和尺寸要求而定。例如对圆柱齿轮传动,为了使结构尺寸和重量较小,当减速器传动比 $i > 8$ 时,宜采用二级以上的传动型式。

(2) 确定传动件布置型式

没有特殊要求时,轴线尽量采用水平布置(卧式减速器)。对于二级圆柱齿轮减速器,由传递功率的大小和轴线布置要求来决定采用展开式、分流式还是同轴式。蜗杆减速器的蜗杆位置是上置还是下置,由蜗杆圆周速度大小来决定。

(3) 初选轴承类型

一般减速器都用滚动轴承,大型减速器也有用滑动轴承的。滚动轴承的类型由载荷和转速等要求而定。蜗杆轴受较大轴向力,其轴承类型及布置型式要考虑轴向力大小。选轴承时还要考虑轴承的调整、固定、润滑和密封,并确定端盖结构型式。

(4) 决定减速器机体结构

通常在没有特殊要求时,齿轮减速器机体都采用沿齿轮轴线水平剖分的结构,以便于装配。蜗杆减速器机体可以沿蜗轮轴线剖分,也可用整体式机体(用大端盖)结构。

(5) 选择联轴器类型

高速轴常用弹性联轴器,低速轴常用可移式刚性联轴器。

4. 选择电动机

电动机是专门工厂批量生产的标准部件,设计时要选出具体的型号以便购置。选择电动机包括确定类型、结构、容量(功率)和转速,并在产品目录中查出其型号和尺寸。

(1) 选择电动机类型和结构型式

电动机分交流电动机和直流电动机两种。由于直流电动机需要直流电源,结构较复杂,价格较高,维护比较不便,因此无特殊要求时不宜采用。

生产单位一般用三相交流电源,因此,如无特殊要求都应选用交流电动机。交流电动机有异步电动机和同步电动机两类。异步电动机有笼型和绕线型两种,其中以普通笼型异步电动机应用最多。我国新设计的 Y 系列三相笼型异步电动机属于一般用途的全封闭自扇冷电动机,其结构简单、工作可靠、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、搅拌机等,由于起动性能较好,也适用于某些要求起动转矩较高的机械,如压缩机等。在经常起动、制动和反转的场合(如起重机等),要求电动机转动惯量小和过载能力大,应选用起重及冶金用三相异步电动机 YZ 型(笼型)或 YZR 型(绕线型)。电动机除按功率、转速排成系列之外,为适应不同的输出轴要求和安装需要,电动机机体又有几种安装结构型式。根据不同防护要求,电动机结构还有开启式、防护式、封闭式和防爆式等区别。电动机的额定电压一般为 380V。

电动机类型要根据电源种类(交流或直流),工作条件(温度、环境、空间位置尺寸等),载荷特点(变化性质、大小和过载情况),起动性能和起动、制动、反转的频繁程度,转速高低和调速性能要求等条件来确定。

(2) 选择电动机的容量

电动机的容量(功率)选得合适与否,对电动机的工作和经济性都有影响。容量小于工作要求,就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;容量过大则电动机价格高,能力又不能充分利用,由于经常不满载运行,效率和功率因数都较低,增加电能消耗,造成很大浪费。

电动机的容量主要根据电动机运行时的发热条件来决定。电动机的发热与其运行状态有关。运行状态有三类,即长期连续运行、短时运行和重复短时运行。变载下长期运行的电动机、短时运行的电动机(工作时间短、停歇时间长)和重复短时运行的电动机(工作时间和停歇时间都不长)的容量要按等效功率法计算并校验过载能力和起动转矩,其计算方法可参看有关电力拖动的书籍。课程设计题目一般为设计不变(或变化很小)载荷下长期连续运行的机械,只要所选电动机的额定功率 P_{ed} 等于或稍大于所需的电动机工作功率 P_d ,即 $P_{ed} \geq P_d$,电动机在工作时就不会过热,

通常可以不必校验发热和起动力矩。

如图 6 所示的带式运输机,其电动机所需的工作功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta_s} \text{ kW} \quad (1)$$

式中: P_w ——工作机所需工作功率,指工作机主动端运输带所需功率, kW;

η_s ——由电动机至工作机主动端运输带的总效率。

工作机所需工作功率 P_w , 应由机器工作阻力和运动参数(线速度或转速、角速度)计算求得, 不同专业机械有不同计算方法。在课程设计中, 可由设计任务书给定的工作机参数($F, v; T, n; T, \omega$ 等), 按下式计算

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

或

$$P_w = \frac{Tn}{9550} \text{ kW} \quad (3)$$

或

$$P_w = \frac{T\omega}{1000} \text{ kW} \quad (4)$$

其中: F ——工作机的工作阻力, N;

v ——工作机卷筒的线速度, m/s;

T ——工作机的阻力矩, N·m;

n ——工作机卷筒的转速, r/min;

ω ——工作机卷筒的角速度, rad/s;

传动装置的总效率 η_s 应为组成传动装置的各部分运动副效率之乘积, 即

$$\eta_s = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n \quad (5)$$

其中: $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \cdots \eta_n$ 分别为每一传动副(齿轮、蜗杆、带或链)、每对轴承、每个联轴器及卷筒的效率。传动副的效率数值可按表 1 选取, 轴承及联轴器效率的概略值为:

滚动轴承(每对) 0.98~0.995

滑动轴承(每对) 0.97~0.99

弹性联轴器 0.99~0.995

齿轮联轴器 0.99

万向联轴器 0.97~0.98

具有中间可动元件的联轴器 0.97~0.99

计算总效率时要注意以下几点:

a) 在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;

b) 同类型的几对传动副、轴承或联轴器, 要分别考虑效率, 例如有两级齿轮传动副时, 效率为 $\eta_{\text{齿}} \cdot \eta_{\text{齿}} = \eta_{\text{齿}}^2$;

c) 轴承效率均指一对轴承而言;

d) 蜗杆传动效率与蜗杆头数及材料有关, 应初选头数, 按表 1 估计效率。也可以由传动比 i 按 $\eta = 0.95 \left(1 - \frac{i'}{200} \right)$ 初估。初步设计出蜗杆、蜗轮参数后, 应校核效率并校验电动机所需功率。

(3) 确定电动机转速

容量相同的同类型电动机, 有几种不同的转速系列供使用者选择, 如三相异步电动机常用的有四种同步转速, 即 3000、1500、1000、750r/min (相应的电动机定子绕组的极对数为 2、4、6、8)。同步转速为由电流频率与极对数而定的磁场转速, 电动机空载时才可能达到同步转速, 负载时的转速都低于同步转速。

低转速电动机的极对数多, 转矩也大, 因此外廓尺寸及重量都较大, 价格较高, 但可以使传动装置总传动比减小, 使传动装置的体积、重量较小; 高转速电动机则相反。因此确定电动机转速时要综合考虑, 分析比较电动机及传动装置的性能, 尺寸、重量和价格等因素。通常多选用同步转速为 1500 和 1000r/min 的电动机 (轴不需要逆转时常用前者)。如无特殊要求, 一般不选用 750r/min 的电动机。

为合理设计传动装置, 根据工作机主动轴转速要求和各传动副的合理传动比范围, 可推算出电动机转速的可选范围, 即

$$n_d = i_a n = (i'_1 \cdot i'_2 \cdot i'_3 \cdots i'_n) n \quad \text{r/min} \quad (6)$$

其中: n_d ——电动机可选转速范围, r/min;

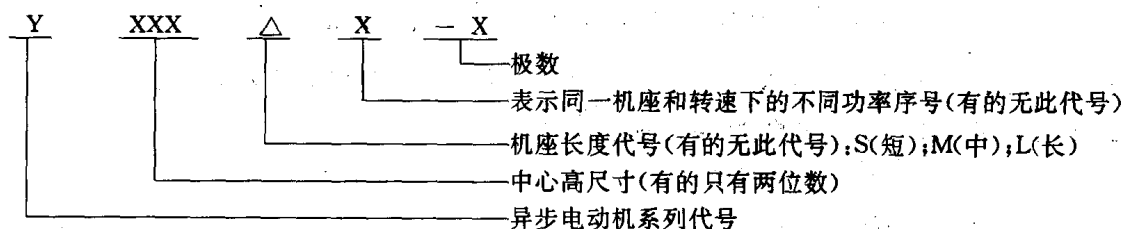
i_a ——传动装置总传动比的合理范围;

$i'_1, i'_2, i'_3 \cdots i'_n$ ——各级传动副传动比的合理范围 (见表 1);

n ——工作机主动轴转速, r/min。

选定电动机类型、结构, 对电动机可选的转速进行比较, 选定电动机转速并计算出所需容量后, 即可在电动机产品目录中查出其型号、性能参数和主要尺寸。这时应将电动机型号、额定功率、满载转速、外形尺寸、电动机中心高、轴伸尺寸和键联接尺寸等记下备用。

Y 系列电动机 (JB3074—82) 的型号表示方法, 例如: Y100L2-4 的电动机型号表示异步电动机, 机座中心高为 100mm, 长机座, 功率序号为 2 (功率为 3kW), 4 极。



设计计算传动装置时, 通常用实际需要的电动机工作功率 P_d 。如按电动机额定功率 P_d 设