



PUTONG GAODENG JIAOYU GUIHUA JIAOCAI

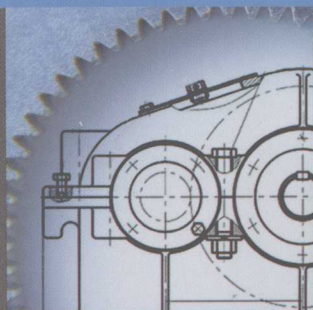
• 普通高等教育规划教材 •

[高校教材]

机械设计 课程设计指导

赵 罘 林建龙 龚堰珏 编著

INSTRUCTION FOR COURSE EXERCISE
OF MECHANICAL DESIGN



中国轻工业出版社

TH122/870

2008

普通高等教育规划教材

机械设计课程设计指导

赵 果 林建龙 龚堰珏 编著

内容简介

本书以AutoCAD 2008为平台,结合机械设计课程设计指导书,详细介绍了AutoCAD 2008在机械设计中的应用。全书共分4章,第1章介绍AutoCAD 2008的基本操作,第2章介绍AutoCAD 2008在机械制图中的应用,第3章介绍AutoCAD 2008在机械零件设计中的应用,第4章介绍AutoCAD 2008在机械装配设计中的应用。本书可作为机械类专业的教材,也可供从事机械设计的工程技术人员参考。

第1章 AutoCAD 2008 的基本操作
第2章 AutoCAD 2008 在机械制图中的应用
第3章 AutoCAD 2008 在机械零件设计中的应用
第4章 AutoCAD 2008 在机械装配设计中的应用

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:北京印刷厂

经 销:各地新华书店

开 本:2008年2月第1版

开 本:787×1092

字 数:31千字

书 号:ISBN 978-7-301-03612-1/H·070 定价:25.00元

读者服务部电话:010-63996300

发行电话:010-82119645 (发行部) 010-82119646 (编辑部)

网 址: <http://www.clip.com.cn> 印刷:12.5

Email: clip@clip.com.cn

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计课程设计指导/赵果等编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2008. 5

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-5019-6364-5

I. 机… II. 赵… III. 机械设计—课程设计—高等学校—
教学参考资料 IV. TH122—41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 021598 号

内 容 简 介

本书以 Solidworks 公司最新发布的 Solidworks2008 为软件平台, 运用 CosmosWorks 插件结合减速器中的常用机械零件包括齿轮、蜗杆、轴、键、销、滚动轴承、滑动轴承、螺栓和联轴器等零件设计和有限元分析, 内容覆盖了 CosmosWorks 的基本功能和机械设计课程设计的基本内容。

本书可作为机械类专业学生进行机械设计课程设计的参考书, 也适合于从事机械设计和结构分析的用户, 以及工业、企业产品开发和技术部门人员的自学参考书。

责任编辑: 王 淳 张晓媛

策划编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚制版

版式设计: 王培燕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 利森达印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 13.5

字 数: 311 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6364-5/TH · 070 定价: 22.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70051J4X101ZBW

前 言

本书采用通俗易懂、循序渐进的方法结合机械设计课程设计的二级齿轮减速器的通用零件的有限元分析过程讲解 CosmosWorks 的基本内容和分析实例。本书主要内容包括两大部分:

(1) 介绍机械设计课程设计中二级齿轮减速器的通用设计方法, 包括零件的选用、设计规则以及计算方法等。

(2) 以机械设计课程设计的减速器为具体实例, 应用 CosmosWorks 插件对常用零件包括齿轮、蜗杆、轴、键、销、轴承、螺栓和联轴器等设计进行设计和验证。

参与本书编写工作的有赵罟、林建龙、龚堰珏、王平、杨晓晋、薛宝华、李向珍、刘晔辉、郭鹰、朱慧同志, 由赵罟、林建龙、龚堰珏担任主编, 赵凯中审稿。

本书可作为机械类专业学生进行机械设计课程设计的参考书, 也适合于从事机械设计和结构分析的用户, 以及工业、企业产品开发和技術部门人员的自学参考书。

由于作者水平所限, 错误之处在所难免, 欢迎广大读者批评指正。E-mail: zhaofu@163.com

赵 罟

2007 年 12 月 30 日

目 录

第1章 机械设计课程设计绪言	1
1.1 课程设计的性质和目的	1
1.2 课程设计的内容	1
1.3 课程设计的一般过程	1
1.4 课程设计中应注意的几个问题	2
第2章 机械系统方案设计与参数计算	4
2.1 拟定传动方案	4
2.2 电动机的选择	10
2.3 确定传动装置的总传动比和分配传动比	15
2.4 计算传动装置的运动和动力参数	19
第3章 齿轮传动设计计算	22
3.1 齿轮传动理论计算	22
3.2 应用 CosmosWorks 计算齿轮接触应力	35
第4章 蜗杆传动设计计算	46
4.1 蜗杆传动的理论设计	46
4.2 圆柱蜗杆传动的有限元分析	53
第5章 轴的设计	68
5.1 轴的结构设计	68
5.2 应用 CosmosWorks 计算齿轮轴的强度	82
5.3 应用 CosmosWorks 优化齿轮轴	95
第6章 键连接和销连接	104
6.1 键的选择及强度计算	104
6.2 应用 CosmosWorks 计算平键的剪切强度	105
6.3 应用 CosmosWorks 计算花键的挤压强度	111
6.4 应用 CosmosWorks 分析计算销的剪切强度	119
第7章 滚动轴承和滑动轴承设计	125
7.1 滚动轴承组合设计	125
7.2 滑动轴承的应力分析	136
第8章 联轴器的分析范例	147
8.1 联轴器的类型和选择原则	147
8.2 万向联轴器的应力分析	157

第9章 减速器箱体及附件的设计	167
9.1 减速器箱体及其结构尺寸	167
9.2 减速器附件设计	179
9.3 应用 CosmosWorks 计算减速器箱体吊耳的应力	184
第10章 螺纹标准件的分析范例	191
10.1 螺纹连接的选择	191
第11章 编写设计计算说明书及答辩准备	195
11.1 编写设计计算说明书	195
11.2 答辩准备	198
附录 课程设计题目	200
参考文献	209

第1章 机械设计课程设计绪言

1.1 课程设计的性质和目的

机械设计课程设计是机械类专业本科生在学完机械设计课程后所设置的一个重要的实践教学环节,课程设计的目的是:

1) 通过课程设计,培养学生综合运用机械设计课程和其它已选课程的基础理论和基本知识,掌握通用机械零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,使学生具有结合生产实际解决工程问题的能力。

2) 通过课程设计,使学生学会从机器功能的要求出发,合理选择传动机构类型,指定设计方案,正确计算零件的工作能力,确定零件的尺寸、形状、结构及材料,并考虑零件的制造工艺、使用维护、经济性和安全性的问题,掌握机械设计的程序和方法。

3) 在课程设计的实践中学会运用标准、规范、手册、图册,具备查阅有关技术资料的能力。

1.2 课程设计的内容

课程设计题目一般为通用机械的传动装置设计,其具体内容为:

- 1) 拟定传动装置的总体设计方案。
- 2) 选择电动机。
- 3) 计算传动装置的运动和动力参数。
- 4) 进行传动零件、轴的设计计算。
- 5) 进行轴承、连接件、润滑密封和联轴器的选择及校核计算。
- 6) 进行机体结构及其附件的设计。
- 7) 绘制装配图及零件工作图,装配图一张(0号或1号图),零件工作图若干张(传动零件、轴等)。
- 8) 编写6000~8000字的计算说明书以及进行课程设计答辩。

1.3 课程设计的一般过程

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,制定设计任务书;
- 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，绘制零件工作图；
- ⑤ 审核图纸；
- ⑥ 整理设计文件，包括：编写计算书、使用说明书。

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相互联系的，后一阶段的设计中出现不当之处，往往需要对前一阶段的设计作出修改。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、初估和画草图等手段，通过边计算、边画图、边修改，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试验等，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；设计轴并计算轴毂连接强度；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；完成装配图的其它要求；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。

1.4 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，理论计算只是为确定零件尺寸提供了一个强度、刚度或寿命方面的依据，有些经验公式也只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做适当的调整，全面考虑强度、刚度、结构和工艺的要求。

(2) 正确使用有关标准和规范

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的重要任务之一。许多标准件不需自己制造而可以购得，如电动机、滚动轴承、传动胶带、链、橡胶油封和紧固件等。

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。此外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 60mm 或 61mm 。

设计中应尽量减少选用材料牌号和规格，减少非标准件的品种、规格，尽可能选用市

场上能够充分供应的通用品种,以降低成本,方便维修和使用。

(3) 计算与画图的关系

进行装配图设计时,并不仅仅是单纯的画图,常常是画图与设计计算交叉进行的。有些零件可以先由计算确定零件的基本尺寸,然后再经过草图设计,决定其具体结构尺寸;而有些零件则需要先画图,取得计算所需要的条件之后,再进行必要的计算。如在计算中发现有问题,必须修改相应的结构。因此,结构设计的过程是边计算、边画图、边修改、边完善的过程。

(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经验 and 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。

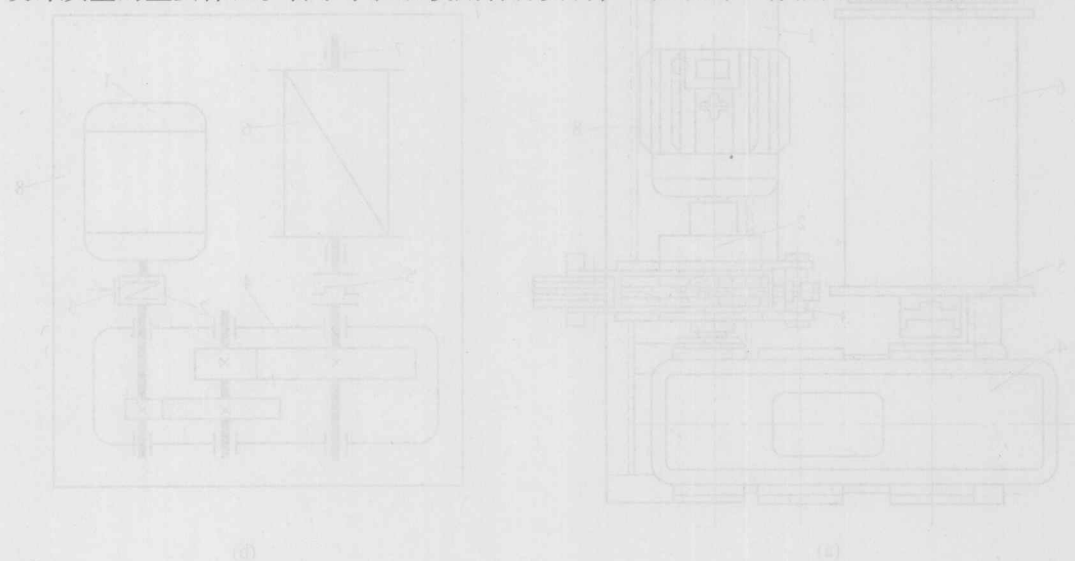


图 1-2 装配图 1-2 图

图 1-2 装配图 1-2 图

图 1-2 装配图 1-2 图

图 1-2 装配图 1-2 图

第2章 机械系统方案设计与参数计算

2.1 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2-1(a)所示电动绞车,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连接并安装在机架8上。

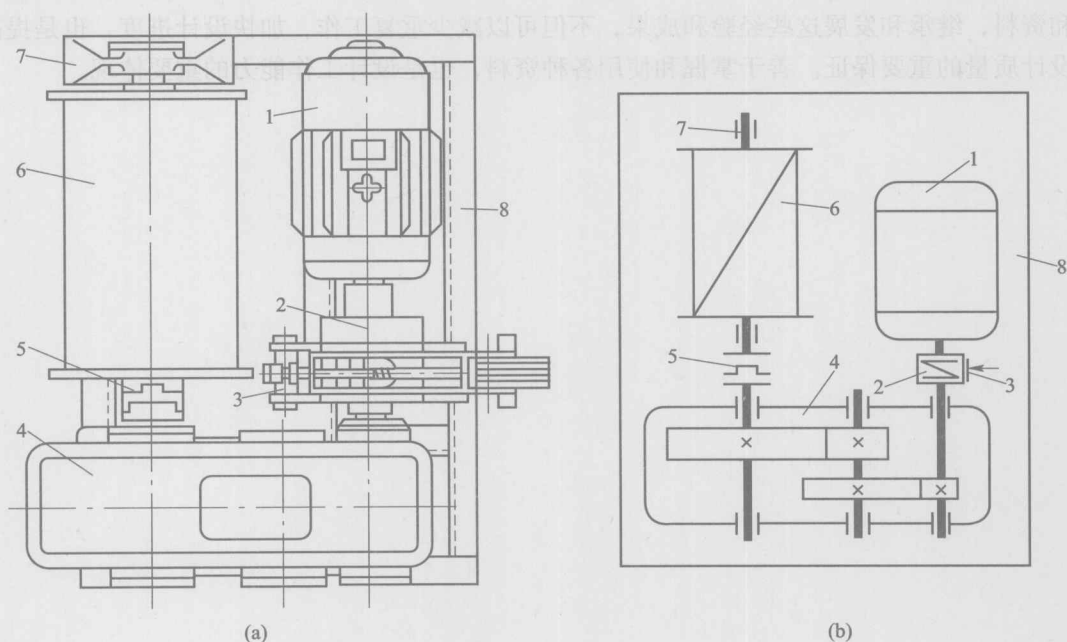


图2-1 电动绞车图

1—电动机 2、5—联轴器 3—制动器 4—减速器 6—卷筒 7—轴承 8—机架

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、合理分配传动比以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

传动装置在原动机与工作机之间传递运动和动力,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

及各部件的组成和连接关系。

满足工作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，并且机构简单、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2-2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2-2(a)方案宽度较大，带传动不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境；图2-2(b)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2-2(c)方案宽度尺寸较小，也适于在恶劣环境下长期连续工作。

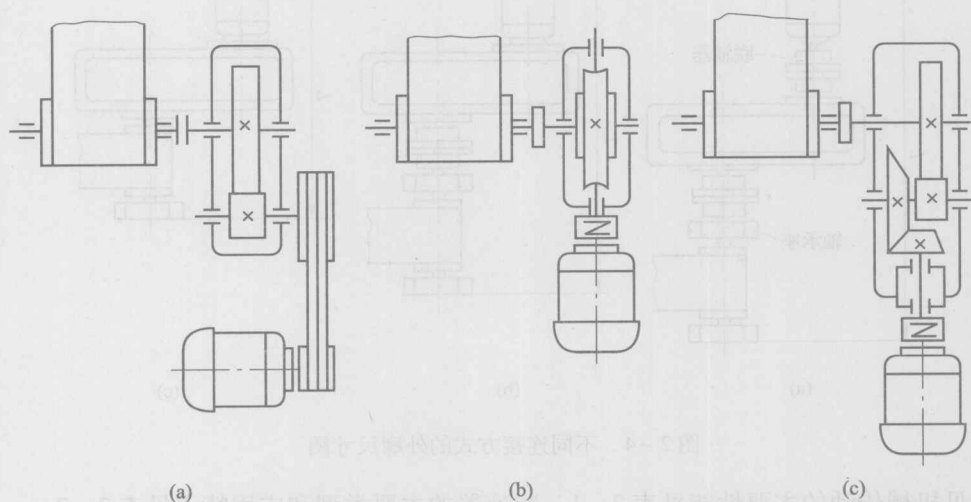


图2-2 传动方案图

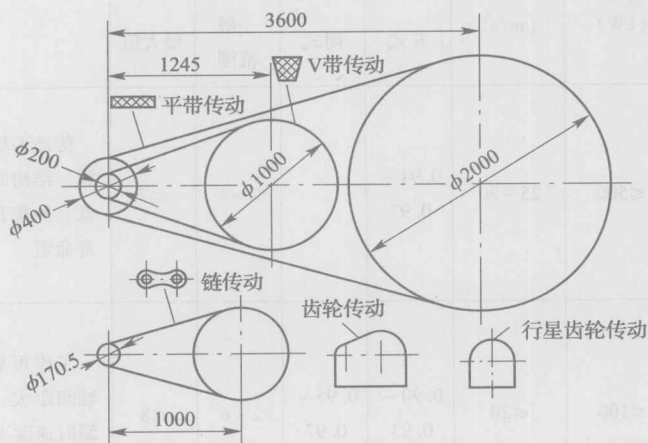
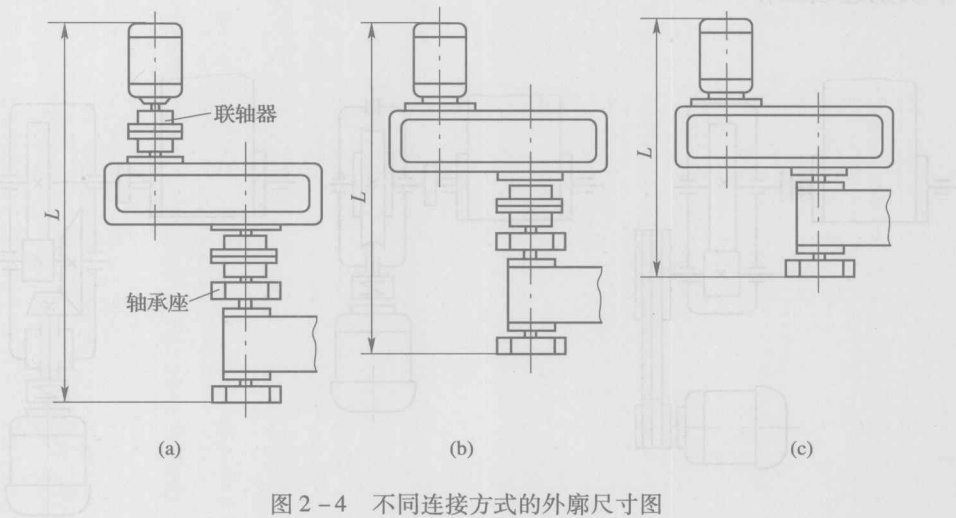


图2-3 外廓尺寸对比图

图 2-3 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, 用不同的连接方式时外廓尺寸也会有很大差别。如图 2-4 所示, 同样是采用圆柱齿轮减速器传动的带式运输机, 图 2-4 (a) 方案用联轴器将减速器与电动机、工作机连接, 轴向尺寸 L 较大; 图 2-4 (b) 方案采用电动机减速器, 并用联轴器与工作机连接, 其尺寸 L 较图 2-4 (a) 小; 图 2-4 (c) 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。



常见机械传动的主要性能见表 2-1, 减速器的主要类型和应用特点见表 2-2。

表 2-1

常见机械传动的主要性能

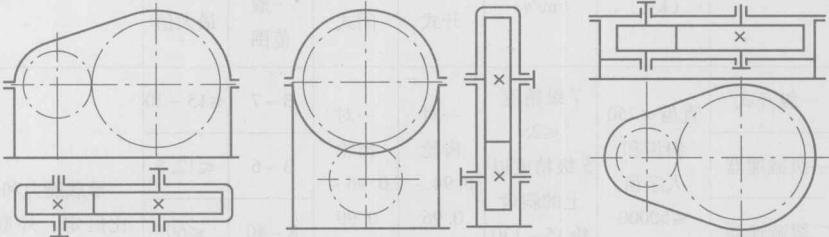
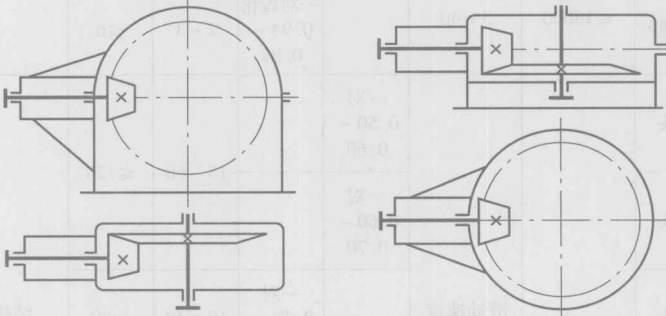
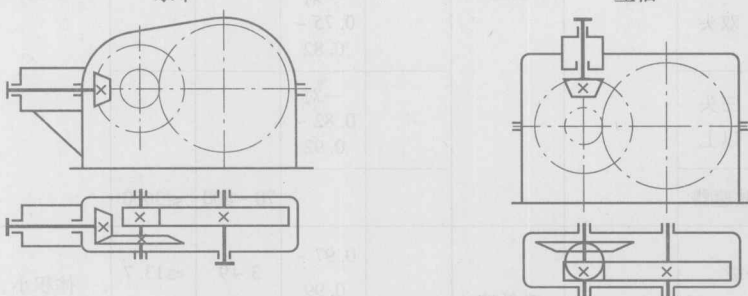
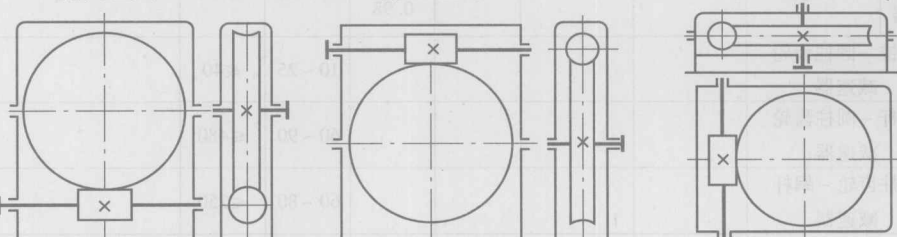
类 型	传递功率/ (kW)	速度/ (m/s)	效率 η		传动比		特 点
			开式	闭式	一般 范围	最大值	
普通 V 带传动	≤ 500	25 ~ 30	0.94 ~ 0.97		2 ~ 4	≤ 7	传动平稳、噪声小、能缓冲吸震、结构简单、轴间距大、成本低。外廓尺寸大、传动不恒定、寿命短
链传动 (滚子链)	≤ 100	≤ 20	0.90 ~ 0.93	0.95 ~ 0.97	2 ~ 6	≤ 8	工作可靠、平均传动比恒定、轴间距大、对恶劣环境能适应。瞬时速度不均匀、高速时运动不平稳。多用于低速运动

续表

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		
圆柱 齿轮 传动	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 轮 15 ~ 130	一对 齿轮	一对 齿轮	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			0.94 ~ 0.96	0.96 ~ 0.99	3 ~ 6	≤ 12.5		
	二级减速器					8 ~ 40	≤ 60		
圆锥 齿轮 传动	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 $v_i \leq 15$ 个别达 35	一对 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 0.60 ~ 0.70					
	一级减速器			单头		一对 0.70 ~ 0.75	10 ~ 40		≤ 80
				双头		一对 0.75 ~ 0.82			
				三头 以上		一对 0.82 ~ 0.92			
				二级减速器			70 ~ 800		≤ 3600
NGW 型行 星齿 轮减 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	运动平稳、噪声小、有过载保 护作用、结构简单。轴和轴承受 力大、磨损快	

表 2-2

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。轴线可做水平布置、上下布置和垂直布置	
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、斜齿或螺旋齿传动	
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, 以便加工	
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 $v \leq 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时用下置式。采用立轴布置时密封要求高	

续表	
类 型	简图及特点
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高
NGW 型 行星齿轮 减速器	1—太阳轮 2—行星轮 3—内齿轮 H—转臂 传动比一级传动一般为 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，但精度要求高，结构复杂

(2) 布置传动顺序时，一般应考虑的问题

- 1) 带传动的承载能力较小，传递相同转矩时结构尺寸较其它传动形式大，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，不适合高速传动，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、间歇运动的场合。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，并可使减速器机构紧凑；对采用锡青铜为蜗轮材料的蜗轮传动，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, 通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。

(3) 根据工作条件要求, 初步确定减速器结构和零部件类型

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形式。

2) 确定传动件布置形式: 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。蜗杆轴受较大的轴向力, 其轴承类型及布置形式要考虑轴的大小。选轴承时还要考虑轴承的调整、固定、润滑和油封, 并确定端盖结构形式。

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分割的结构, 以便于装配。蜗杆减速器机体可以沿蜗轮轴线剖分, 也可用整机式(用大端盖)结构。

5) 选择联轴器类型: 高速轴常用弹性联轴器, 低速轴常用可移动式刚性联轴器。

2.2 电动机的选择

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形式

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; 由于启动性能较好, 也适用于某些要求启动转矩较高的机械, 如压缩机等。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形式。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), 启动性能和启动、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。变载下连续运行的电动机、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不长)的容量要按等效功率法计算并校验过载能力和启动转矩, 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启动转矩。

如图 2-4 所示的带式运输机, 其电动机所需的工作功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta_a} \quad (2-1)$$

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_a ——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 、 ω 等), 按下式计算:

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

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

$$\text{或} \quad P_w = \frac{T\omega}{1000} \text{ (kW)} \quad (2-4)$$

式中 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_a 应为组成传动装置的各部分运动副效率的乘积, 即

$$\eta_a = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-5)$$

式中: $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n$ 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 2-1 选取, 轴承及联轴器效率的概略值为: