



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

机械设计基础课程设计

主编 / 李 敏 主审 / 史 蒙

哈尔滨工程大学出版社



机械设计基础课程设计

主编/李 敏 副主编/刘喜平 孙晓娟 李 梅 主审/史 蒙

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是依据教育部制定的“高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求”,结合高职高专院校机械类、机电类和动力类专业对机械设计基础课程设计的具体要求编写的。本书是机械设计基础课程的配套教材。

本书主要针对单级圆柱齿轮减速器,详尽地介绍了机械设计基础课程设计的全过程,对单级蜗杆减速器的设计也作了有针对性的指导。本书提供了课程设计中所需的各种资料及最新国家标准,内容简明扼要,叙述层次清楚,设计过程循序渐进,资料翔实可靠。

本书可供高职高专院校、成人高校和普通高校举办的职业技术学院的机械类、机电类和动力类专业学生使用,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/李敏主编. —哈尔滨:哈尔滨
工程大学出版社,2008.2

ISBN 978 - 7 - 81133 - 137 - 0

I .机… II .李… III .机械设计 - 课程设计 - 高等学校 -
教材 IV .TH122 - 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 011595 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 11.25
字 数 237 千字
版 次 2008 年 2 月第 1 版
印 次 2008 年 2 月第 1 次印刷
定 价 19.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	季永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

本书根据教育部《关于加强高职高专教材建设的若干意见》编写,旨在培养机械类、机电类和动力类专业学生机械设计的技能。

本书是按照“机械设计基础”课程的教学需求而编写的。本书的教学目的是培养和提高学生进行简单机械装置的设计能力,同时培养学生使用技术资料 and 手册分析和查阅有关技术数据的能力。书中选用了齿轮减速器为实际设计项目,具有普遍应用性。全书分为总论、传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器结构尺寸、减速器装配图的设计和绘制、零件工作图的设计、设计计算说明书的编写等内容。书中附有大量的附录,如最新国家标准和规范、设计题目、参考图例和答辩题等,供学生设计时应用。

本书由哈尔滨职业技术学院李敏担任主编,黑龙江工程学院刘喜平、孙晓娟和黑龙江农业工程职业学院李梅担任副主编。具体编写分工如下:哈尔滨职业技术学院李敏编写第二章、第四章、第五章、第六章、附录1、附录6;黑龙江工程学院刘喜平编写第七章,附录8;黑龙江工程学院孙晓娟编写第一章、附录2、3、4;黑龙江农业工程职业学院李梅编写第三章;哈尔滨职业技术学院高世杰编写附录5;哈尔滨职业技术学院吴广林编写附录7。本书由李敏统稿,辽宁工程技术大学职业技术学院史蒙主审。

本书在编写的过程中,参考了一些科技书籍、教材和技术手册,并得到了有关同志的帮助和支持,在此编者对在本书的编写过程中给予支持和帮助的有关同志表示感谢。

编 者

2007年12月

目 录

第一章 课程设计总论	1
第一节 课程设计的目的和要求	1
第二节 课程设计的内容和设计任务	1
第三节 课程设计的注意事项	3
第四节 课程设计题目	3
第五节 减速器简介	8
第二章 传动系统的总体设计	11
第一节 传动方案分析	11
第二节 电动机的选择	11
第三节 总传动比的计算及分配	14
第四节 运动参数和动力参数的计算	15
第三章 传动零件的设计	19
第一节 减速器箱体外传动零件的设计	19
第二节 减速器箱体内传动零件的设计	20
第四章 减速器结构	22
第一节 减速器常见类型和构造	22
第二节 轴系零件的设计	27
第三节 传动零件和支承零件的结构设计	33
第四节 减速器箱体结构及附件设计	39
第五章 减速器装配工作图的设计与绘制	50
第一节 装配图的布置	50
第二节 减速器装配图底图的绘制	52
第三节 减速器装配底图的检查与完成	55
第四节 减速器装配图中常见错误与更正	59
第六章 零件工作图的设计	63
第一节 零件工作图的设计要点	63
第二节 箱体零件工作图的设计	64
第三节 轴类零件工作图的设计	66
第四节 圆柱齿轮零件工作图的设计	70
第五节 圆柱蜗杆、蜗轮零件工作图的设计	74
第七章 编写设计计算说明书及答辩准备	77
第一节 设计计算说明书的内容	77
第二节 答辩准备	78
附 录	83
附录 1 常用标准规范和公差配合	83
附录 2 电动机	92

附录3 联轴器	97
附录4 标准连接件	101
附录5 滚动轴承	116
附录6 圆柱齿轮精度	122
附录7 圆柱蜗杆、蜗轮精度(GB10089—1988)	136
附录8 参考图例	142
参考文献	170

第一章 课程设计总论

第一节 课程设计的目的和要求

一、课程设计的目的

课程设计是“机械设计基础”课程的一个重要教学环节,也是第一次对学生进行的较全面的机械设计训练。课程设计的主要目的是:

- (1)培养学生综合运用机械设计基础及有关课程的知识,分析、解决工程实际问题的能力;
- (2)通过课程设计的实践,初步培养学生树立正确的设计思想,使学生掌握通用机械零、部件及机械传动装置设计的一般步骤和方法;
- (3)培养学生运用技术资料、标准和规范进行机械设计的基本技能;培养学生计算机辅助设计、机械制图和设计计算的能力。

二、课程设计的要求

课程设计是在教师的指导下,由学生独立完成的。具体要求如下:

- (1)收集和准备课程设计资料、相关绘图工具及用品,做好设计准备工作;
- (2)认真分析研究设计任务书和设计题目,明确设计要求和任务;
- (3)设计中认真复习要用到的前面课程中学习过的课程内容,如 V 带传动,齿轮传动,轴、轴承、联轴器及有关的连接件,机械制图,机械工程材料,公差和极限配合等方面的知识,将这些知识综合运用到课程设计中;
- (4)课程设计应按设计计划和要求循序渐进,通过学生的独立思考,保质、保量、按时完成设计任务;
- (5)鼓励学生进行创新,不拘泥于前人的设计结果。

第二节 课程设计的内容和设计任务

课程设计的题目一般为机械传动装置或简单机械。目前,工科类高职高专院校的机械设计基础课程设计题目多数选用齿轮减速器。因为齿轮减速器广泛应用于机械制造和各行业的机械传动中,是具有代表性、典型性的通用装置。齿轮减速器较多包含了机械设计基础课程的教学内容,使学生能够在本课程知识范围内较全面地受到设计技能训练。

一、设计内容及进程安排

一般课程设计集中在两周内进行,设计内容及进程安排见表 1-1。

表 1-1 课程设计内容及进程安排

序号	设计步骤	主要内容	学时比例	备 注
1	设计准备工作	1. 阅读和研究设计任务书,明确设计内容和要求 2. 分析设计题目,了解原始数据和工作条件 3. 拟定或分析传动方案	5%	在设计的前期和中期,可结合参观减速器模型、观看减速器挂图和教学录像片、安排减速器拆装实验等环节,增强学生对设计对象的了解,以提高学生的设计能力
2	传动系统总体设计	1. 选择电动机 2. 计算传动系统的总传动比并分配各级传动比 3. 计算传动系统的运动和动力参数,包括各轴的转速、功率和转矩	5%	
3	传动零件的设计计算	1. V带传动设计 2. 齿轮传动或蜗杆传动的设计,确定其主要参数、几何尺寸和结构形式	10%	
4	减速器轴系零件的设计计算	1. 轴的结构设计,同时初选滚动轴承型号和联轴器型号等 2. 轴的强度校核计算 3. 滚动轴承寿命计算和键连接的强度计算	10%	
5	减速器传动零件和支承零件结构设计	1. 齿轮(或蜗杆、蜗轮)结构设计 2. 进行滚动轴承组合设计	10%	
6	减速器箱体结构及其附件设计	1. 设计减速器箱体结构尺寸 2. 设计选择减速器附件	10%	
7	减速器装配工作图的绘制	绘制减速器装配工作图	20%	
8	零件工作图的绘制	1. 绘制齿轮(或蜗轮、带轮)零件工作图 2. 绘制轴(或齿轮轴)零件工作图 3. 绘制箱体零件工作图	15%	
9	说明书的编写和设计总结	1. 编写设计计算说明书 2. 在说明书的最后应写出设计总结	10%	
10	答辩	1. 准备答辩 2. 参加答辩	5%	

二、设计工作量

- (1) 每人设计并绘制减速器装配工作图 1 张。
- (2) 每人绘制零件工作图 2~3 张,具体零件由指导教师指定。
- (3) 每人按规定格式编写设计计算说明书 1 份。
- (4) 写出课程设计小结。

第三节 课程设计的注意事项

一、正确使用参考资料并培养创新精神

课程设计时,必须认真阅读有关的参考资料,分析、参考成功的设计案例,继承和借鉴前人有益的设计经验和成果,但绝不能盲目、机械地抄袭资料。要根据具体的设计条件和要求,独立思考,具体分析,大胆地进行改进和创新。只有把参考和创新两者恰当地结合起来,才能做出高质量的设计来。

二、处理好理论计算与实际结构、工艺要求的关系

零件的尺寸,往往不能完全由理论计算确定,而要综合考虑结构和其他各方面的要求才能确定。零件设计应是一个综合考虑强度、结构、装配和工艺等因素而确定零件尺寸的过程,理论计算只是为合理确定零件尺寸提供了满足强度、刚度条件的依据。

三、注意数据的记录和整理

应及时记录和整理计算数据,以供下一步的设计和编写设计计算说明书时使用,并应及时修改有变动的数据。

四、建立整体设计的观念

在机械设计中,一部分零件可由计算强度条件或刚度条件确定出零件的基本尺寸,然后通过草图设计决定其(如齿轮)具体结构和尺寸;另一部分零件(如轴)则需要先经初步计算和绘制草图,得出初步符合设计条件的基本结构尺寸,然后进行必要的校核计算,根据计算结果,再对结构和尺寸进行修改,甚至反复多次修改。因此,课程设计中计算和绘图是相互交叉进行的,在整个设计过程中应边计算,边绘图,边修改。

第四节 课程设计题目

一、设计题目(1)

设计某带式输送机传动装置,传动简图如图 1-1 所示。

工作条件:输送机连续工作,单向运转,载荷变化不大,空载启动,每天两班制工作,使用期限 10 年。输送带速度允许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率为 0.97,主要参数与数据方案见表 1-2。

表 1-2 设计题目(1)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8
主要参数								
输送带拉力 F/N	1 500	1 550	1 600	1 650	1 700	1 800	1 900	2 000
输送带速度 $v/(m/s)$	0.90	0.95	1.0	1.05	1.15	1.20	1.25	1.30
滚筒直径 D/mm	250	240	230	220	210	200	190	180

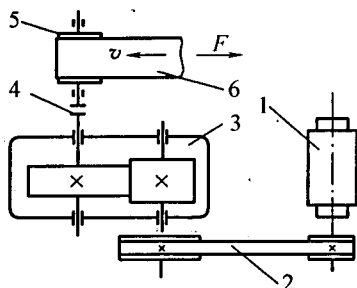


图 1-1 带式输送机传动简图

1—电动机;2—三角带传动;
3—单级圆柱齿轮减速器;4—联轴器;
5—滚筒;6—输送带

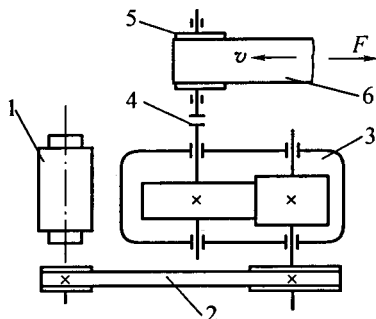


图 1-2 带式输送机传动简图

1—电动机;2—V带传动;
3—单级圆柱齿轮减速器;4—联轴器;
5—滚筒;6—输送带

二、设计题目(2)

设计某带式输送机传动装置,传动简图如图 1-2 所示。

工作条件:输送机连续工作,单向运转,载荷基本平稳,空载启动,每天两班制工作,每年按 300 个工作日计算,大修期限 4 年。输送带速度允许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率为 0.97,主要参数与数据见表 1-3。

表 1-3 设计题目(2)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8
主要参数								
滚筒转矩 $T_w/(\text{N}\cdot\text{m})$	450	455	460	465	470	475	480	485
滚筒转速 $n_w/(\text{r}/\text{min})$	130	125	120	115	110	105	95	90

三、设计题目(3)

设计某螺旋输送机传动装置,传动简图如图 1-3 所示。

工作条件:螺旋输送机单向运转,有轻微振动,每天两班制工作,每年按 300 个工作日计算,使用期限 5 年。输送机螺旋轴转速允许误差 $\pm 5\%$,传动效率为 0.98,主要参数与数据见表 1-4。

表 1-4 设计题目(3)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8
主要参数								
输送机螺旋轴功率 P_w/kW	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	3.9	4.0	4.2
输送机螺旋轴转速 $n_w/(\text{r}/\text{min})$	50	60	65	70	75	80	85	90

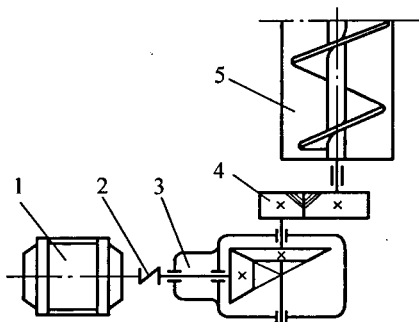


图 1-3 螺旋输送机传动简图

1—电动机;2—联轴器;3—圆锥齿轮减速器;
4—开式齿轮传动;5—螺旋轴

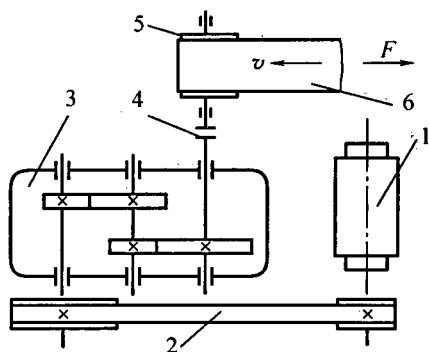


图 1-4 带式输送机传动系统简图

1—电动机;2—V带传动;
3—两级圆柱齿轮减速器(展开式);4—联轴器;
5—滚筒;6—输送带

四、设计题目(4)

设计某带式输送机传动装置,传动简图如图 1-4 所示。

工作条件:输送机连续工作,单向运转,载荷有轻微冲击,空载启动,经常满载,每天两班制工作,每年按 300 个工作日计算,大修期限 3 年。输送带速度允许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率为 0.97,主要参数与数据见表 1-5。

表 1-5 设计题目(4)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
主要参数										
工作机输入转矩 $T/(\text{N}\cdot\text{m})$	800	850	900	950	800	850	900	800	850	900
输送带工作速度 $v/(\text{m/s})$	1.2	1.25	1.3	1.35	1.40	1.45	1.2	1.3	1.35	1.40
滚筒直径 D/mm	360	370	380	390	400	410	360	370	380	390

五、设计题目(5)

设计某带式输送机传动装置,传动简图如图 1-5 所示。

工作条件:输送机连续工作,单向运转,载荷有轻微冲击,空载启动,每天两班制工作,每年按 300 个工作日计算,使用期限 5 年。滚筒转速允许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率为 0.97,主要参数与数据见表 1-6。

表 1-6 设计题目(5)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
主要参数										
输送带拉力 F/N	3 000	3 000	3 200	3 300	3 400	3 500	3 600	3 800	3 800	4 000
滚筒直径 D/mm	300	320	350	350	380	380	400	400	420	420
滚筒转速 $n/(r/min)$	70	65	70	65	55	60	55	50	45	40

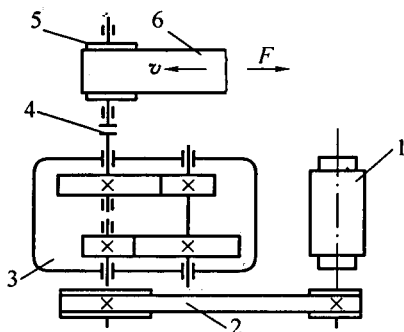


图 1-5 带式输送机传动系统简图

1—电动机;2—V带传动;
3—两级圆柱齿轮减速器;4—联轴器;
5—滚筒;6—输送带

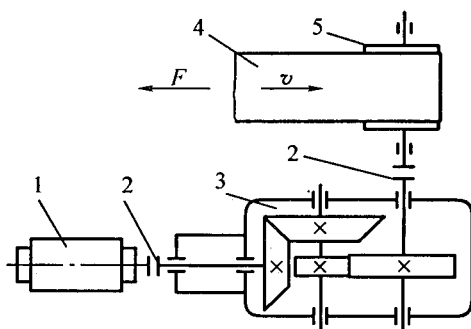


图 1-6 带式输送机传动系统简图

1—电动机;2—联轴器;
3—圆锥—圆柱齿轮减速器;4—输送带;
5—滚筒

六、设计题目(6)

设计某带式输送机传动装置中用的两级圆锥—圆柱齿轮减速器,带式输送机传动简图如图 1-6 所示。

工作条件:输送机连续工作,单向运转,载荷较平稳,空载启动,输送带速度允许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率为 0.97,每天两班制工作,每年按 300 个工作日计算,使用期限 10 年,主要参数与数据见表 1-7。

表 1-7 设计题目(6)主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
主要参数										
输送带拉力 F/N	2 500	2 400	2 300	2 200	2 400	2 600	2 500	2 700	2 800	2 600
输送带速度 $v/(m/s)$	1.4	1.5	1.6	1.9	1.8	1.7	1.3	1.4	1.3	1.6
滚筒直径 D/mm	250	260	270	290	280	300	260	280	250	260

七、设计题目(7)

设计某带式输送机用的单级蜗杆减速器,传动简图如图 1-7 所示。

工作条件:输送机连续工作,单向运转,载荷较平稳,空载启动,输送带速度允许误差 $\pm 5\%$,滚筒效率为 0.97,减速器小批量生产,每天三班制工作,每年按 300 个工作日计算,使用期限 10 年,主要参数与数据见表 1-8。

表 1-8 设计题目(7)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
主要参数										
输送带拉力 F/N	2 500	2 400	2 300	2 200	2 400	2 600	2 500	2 300	2 100	2 600
输送带速度 $v/(\text{m/s})$	1.4	1.5	1.6	1.9	1.8	1.7	1.3	1.4	1.3	1.6
滚筒直径 D/mm	350	360	370	390	380	400	303	380	350	360

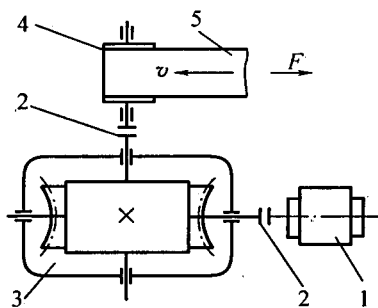


图 1-7 带式输送机传动简图

1—电动机;2—联轴器;
3—单级蜗杆减速器;4—滚筒;5—输送带

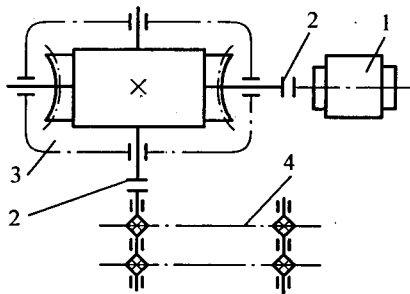


图 1-8 链式输送机传动简图

1—电动机;2—联轴器;
3—单级蜗杆减速器;4—输送链

八、设计题目(8)

设计某车间喷丸处理自动线中链式输送传动装置采用的单级蜗杆减速器,链式输送机传动简图如 1-8 所示。

工作条件:单班制工作,通风情况不良,使用期限 5 年,主要参数与数据见表 1-9。

表 1-9 设计题目(8)的主要参数与数据

方案	1	2	3	4	5
主要参数					
输送链拉力 F/N	2 500	2 600	2 800	3 000	3 200
输送链速度 $v/(\text{m/s})$	0.9	0.8	0.7	0.8	0.65
链轮齿数 Z	9	9	11	13	11
链节 P/mm	150	160	170	150	160



第五节 减速器简介

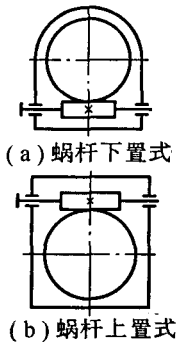
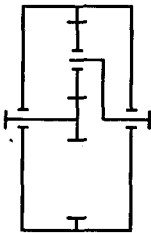
一、减速器的常见类型及特性

减速器的常见类型及特性见表 1-10。

表 1-10 减速器的常见类型及特性

名 称	简 图	特 性
单级圆柱齿轮 减速器		轮齿可用直齿、斜齿或人字齿。直齿用于较低速 ($v \leq 8 \text{ m/s}$) 或载荷较轻的传动;斜齿和人字齿用于较高速 ($25 \text{ m/s} \leq v \leq 50 \text{ m/s}$) 或载荷较重的传动。箱体常用铸铁铸造,轴承常用滚动轴承。传动比范围:直齿 $i \leq 4$;斜齿 $i \leq 6$
两级展开式圆 柱齿轮减速器		高速级常用斜齿,低速级可用直齿或斜齿。由于相对于轴承不对称布置,要求轴具有较大的刚度。高速级齿轮在远离转矩输入端,以减少因弯曲变形所引起的载荷沿齿宽分布不均的现象。两级展开式圆柱齿轮常用于载荷较平稳的场合,应用广泛。传动比范围: $8 \leq i \leq 40$
两级同轴式圆 柱齿轮减速器		箱体长度较短,轴向尺寸及质量较大,中间轴较长,刚度差,轴承润滑困难。当两个大齿轮浸油深度大致相同时,高速级齿轮的承载能力难以充分利用。仅有一个输入轴和输出轴,传动布置受到限制。传动比范围: $8 \leq i \leq 40$
单级锥齿轮减 速器		用于输入轴与输出轴的轴线垂直相交的传动。有卧式和立式两种。轮齿加工较复杂,可用直齿、斜齿或曲齿。传动比范围:直齿 $i \leq 3$;斜齿 $i \leq 5$
两级圆锥—圆 柱齿轮减速器		用于输入轴和输出轴的轴线垂直相交且传动比较大的传动。锥齿轮布置在高速级,以减少锥齿轮的尺寸,便于加工。传动比范围: $8 \leq i \leq 25$

表 1-10(续)

名 称	简 图	特 性
单级蜗杆减速器	 (a) 蜗杆下置式 (b) 蜗杆上置式	传动比大,结构紧凑,但传动效率低,用于中、小功率,输入轴和输出轴的轴线垂直交错的传动。蜗杆下置式的润滑条件较好,应优先选用。当蜗杆圆周速度 $v > 4 \text{ m/s}$ 时,应采用蜗杆上置式,此时蜗杆轴承润滑条件较差。传动比范围: $10 \leq i \leq 40$
NGW 型单级行星齿轮减速器		比普通圆柱齿轮减速器尺寸小,质量轻,但制造精度要求高,结构复杂,用于要求结构紧凑的动力传动。传动比范围: $3 \leq i \leq 12$

二、齿轮减速器的标准化

由于齿轮减速器在机械设备上的广泛应用,我国已制定了减速器的标准系列,齿轮减速器的生产多数已实现了专业化、标准化、系列化。

规定了标准系列减速器的主要尺寸、参数值(α 、 i 、 Z 、 m 、 β 等)和适用条件。工程上应优先考虑选用标准减速器,可不必自行设计。各种标准减速器的选择方法及其类型、规格、尺寸和参数可查阅有关手册和资料。本书只将标准减速器的中心距列于表 1-11;公称传动比的荐用值列于表 1-12,供课程设计时参考。

表 1-11 圆柱齿轮减速器标准中心距(GB/T10090-1988)

单位:mm

类 型	中 心 距(a)											
单级、	90	100	112	125	140	(150)	160	(170)	180	(190)	200	(212)
两级同轴	224	(236)	250	(265)	280	(300)	315	(335)	355	(375)	400	(425)
式减速器	450	(475)	500	(530)	560	(600)	630	(670)	710	(750)	800	
低速级	100	112	(118)	125	(132)	140	(150)	160	(170)	180	(190)	200
高速级	71	80	(85)	90	(95)	100	(106)	112	(118)	125	(132)	140
总中心距	171	192	(203)	215	(227)	240	(256)	272	(288)	305	(322)	340

注:无括号的数值为第 I 系列,括号中数值为第 II 系列,应优先选用第 I 系列。



表 1-12 圆柱齿轮减速器公称传动比 (GB10000-1988)

单级 (DZ)	1.6	1.8	2	2.24	2.5	2.8	3.15	3.55	4	5	5.6	6.3	7.1
两级 (LZ)	6.3	7.1	8	9	10	11.2	12.5	14	16	18	20	22.4	25

注:减速器的实际传动比与公称传动比的相对偏差 Δi ,单级减速器, $|\Delta i| \leq 3\%$;两级减速器, $|\Delta i| \leq 4\%$ 。