



高等职业教育“十二五”规划教材

21世纪高职高专规划教材 (机械类)

机械设计课程 设计指导书

石向东 主编



配电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材
21世纪高职高专规划教材(机械类)

机械设计课程 设计指导书

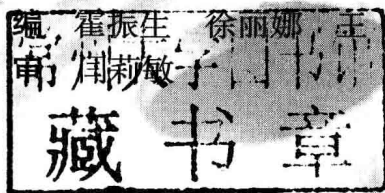
主 编 石向东

副主编 高 志

参 编 霍振生 徐丽娜 王 臣
主 审 荆 敏 李 国 书

主

审



机械工业出版社

本书的特色是结合高职院校学生的认知能力和素质基础,从课程设计的实用角度出发,引入了计算机辅助设计。介绍利用本书光盘中设计软件进行齿轮减速器设计的设计内容、操作步骤及设计结果。

全书共分8章,主要包括机械设计课程设计概论、机械传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构、减速器装配图的设计、零件工作图的设计和绘制、计算机辅助设计、编写设计计算说明书和准备答辩与附录。全书采用了最新国家标准。

本书可供高职高专院校机械类、机电类、近机类专业学生课程设计使用,也可供其他院校的有关专业及工程技术人员参考。

本书配有电子教案,凡一次性购书30本以上者免费赠送一份电子教案。请与本书策划编辑余茂祚联系(联系电话010-88379759,邮箱 yumao-zuo@163.com)。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计指导书/石向东主编. —北京:机械工业出版社,2011.5
高等职业教育“十二五”规划教材 21世纪高职高专规划教材. 机械类
ISBN 978-7-111-34366-0

I. ①机… II. ①石… III. ①机械设计-课程设计-高等职业教育-教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第077041号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:余茂祚 责任编辑:余茂祚 版式设计:霍永明
责任校对:樊钟英 封面设计:马精明 责任印制:李妍
中国农业出版社印刷厂印刷
2011年7月第1版第1次印刷
184mm×260mm·9印张·217千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-34366-0
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

21 世纪高职高专规划教材 编委会名单

编委会主任 王文斌

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

王建明 王明耀 王胜利 王寅仓 王锡铭 刘 义
刘晶磷 刘锡奇 杜建根 李向东 李兴旺 李居参
李麟书 杨国祥 余党军 张建华 茆有柏 赵居礼
秦建华 唐汝元 谈向群 符宁平 蒋国良 薛世山

编委会委员 (按姓氏笔画为序, 黑体字为常务编委)

王若明 田建敏 成运花 曲昭仲 朱 强 刘 莹
刘学应 孙 刚 严安云 李学锋 李法春 李超群
杨 飒 杨群祥 杨翠明 宋岳英 何志祥 何宝文
余元冠 沈国良 张 波 张 锋 张福臣 陈月波
陈向平 陈江伟 武友德 郑晓峰 林 钢 周国良
赵建武 赵红英 祝士明 俞庆生 倪依纯 徐铮颖
韩学军 崔 平 崔景茂 焦 斌 戴建坤

总策划 余茂祚

前 言

近年来,随着我国经济的高速增长,高职层次人才需求量骤增,我国高等职业教育发展迅速,教育改革不断深入。根据高职院校教学情况及社会对高职毕业生的要求我们编写了这本教材。

《机械设计课程设计指导书》是霍振生主编机械工业出版社出版的《机械技术应用基础》的配套教材。本书独立性很强,结合学生的认知能力和素质基础,从课程设计的实用角度出发,循序渐进,由浅入深,以单级圆柱齿轮减速器为例,详细讲解了课程设计中的各个设计环节,内容详细,结构合理,符合设计思维过程;选用资料详实简明,所用标准全部为最新标准,更加突出课程设计指导书的实用性,便于学生操作。教材中还精选了有关机械设计手册、图册中的部分内容以及附录,供设计时查阅,使设计工作能节省很多时间。全书包括机械设计课程设计概论、机械传动装置的总体设计、传动零件的设计计算、减速器的结构、减速器装配图的设计、零件工作图的设计和绘制、计算机辅助设计、编写设计计算说明书和准备答辩与附录。每一部分编写内容力求详细而实用,既减少篇幅,又使内容体系编排满足学生课程设计实践的要求,提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书的特色是引入了计算机辅助设计,系统地介绍了利用本书光盘中设计软件进行齿轮减速器设计的设计内容、操作步骤及设计结果,为使用者熟悉软件和利用此软件设计一些机械装备,提供指导和帮助,完成设计任务。同时开拓了学生的视野,拓展了学生的思维,培养了学生计算机辅助设计的能力。

为了帮助学生设计答辩,本教材结合课程设计内容,精选了部分答辩参考题目,供学生答辩前思考和练习,对提高学生的思维能力、深入了解设计中的一些关键问题,起到很好的引导作用。教材选用了国家最新标准、规范,以便读者更好地学习与贯彻。

参加本书编写的人员有:包头职业技术学院王臣(第1、5、6章),霍振生(第2、4章),石向东(第3章3.2节、第7章),徐丽娜(第3章3.1节、第8章、附录)。全书由包头职业技术学院石向东副教授担任主编;由清华大学高志教授担任副主编(并负责制作本书教学资源包);由包头职业技术学院闫莉敏副教授主审。

由于编者水平有限,书中难免出现疏漏、不妥之处,恳请专家、广大读者指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 机械设计课程设计概论····· 1

- 1.1 课程设计的目的 ····· 1
- 1.2 课程设计的题目 ····· 1
- 1.3 课程设计的内容 ····· 3
- 1.4 课程设计的步骤 ····· 3
- 1.5 课程设计中应注意的问题 ····· 4

第 2 章 机械传动装置的总体设计····· 5

- 2.1 确定传动方案 ····· 5
- 2.2 原动机的选择 ····· 5
- 2.3 传动装置总传动比的计算及分配 ····· 7
- 2.4 传动装置的运动参数和动力参数 ····· 9

第 3 章 传动零件的设计计算 ····· 12

- 3.1 减速器外部零件的设计 ····· 12
- 3.2 减速器内部零件的设计 ····· 14

第 4 章 减速器的结构 ····· 16

- 4.1 减速器简介····· 16
- 4.2 减速器箱体设计 ····· 17
- 4.3 减速器附件的设计 ····· 25
- 4.4 减速器的润滑和密封 ····· 35

第 5 章 减速器装配图的设计 ····· 38

- 5.1 装配草图设计的准备阶段 ····· 38
- 5.2 装配图的设计与绘制步骤 ····· 39
- 5.3 完成减速器装配图 ····· 54

第 6 章 零件工作图的设计和绘制 ····· 58

- 6.1 轴类零件工作图的设计和绘制 ····· 58

- 6.2 齿轮类零件工作图的设计和绘制 ····· 60

- 6.3 箱体类零件工作图的设计和绘制 ····· 63

第 7 章 计算机辅助设计 ····· 70

- 7.1 辅助设计软件说明及安装 ····· 70
- 7.2 制图环境设定 ····· 73
- 7.3 传动类零件设计及绘图 ····· 75
- 7.4 轴系零件设计及绘图 ····· 82
- 7.5 减速器基本附件 ····· 93
- 7.6 图样标注 ····· 97
- 7.7 数据查询和机械设计相关知识 ····· 101

第 8 章 编写设计计算说明书和准备答辩····· 103

- 8.1 设计计算说明书的内容 ····· 103
- 8.2 编写设计计算说明书的要求和注意事项 ····· 103
- 8.3 答辩准备及答辩 ····· 105
- 8.4 答辩参考题 ····· 106

附录····· 110

- 附录 A 机械传动和摩擦副的效率概略值····· 110
- 附录 B 各种传动的传动比推荐范围 ····· 111
- 附录 C 六角头螺栓 C 级、六角头螺栓全螺纹 C 级 ····· 111
- 附录 D 六角螺母 ····· 112
- 附录 E 圆螺母 ····· 114
- 附录 F 平垫圈 ····· 115
- 附录 G 标准弹簧垫圈 ····· 115
- 附录 H 轴端挡圈 ····· 116
- 附录 I 凸缘联轴器 ····· 117



附录 J 弹性套柱销联轴器·····	119	安装尺寸及外形尺寸·····	126
附录 K 深沟球轴承·····	120	附录 P 毡圈油封形式和尺寸·····	127
附录 L 圆锥滚子轴承·····	123	附录 Q 旋转轴唇形密封圈基本尺寸·····	129
附录 M Y 系列 (IP44) 三相异步电动机·····	125	附录 R J 型无骨架橡胶油封·····	132
附录 N Y 系列电动机安装形式代号·····	126	参考文献 ·····	135
附录 O Y 系列 (IP44) 三相异步电动机 B3			

第 1 章

机械设计课程设计概论

在《机械设计基础》或《机械技术应用基础》课程学习完成之后，综合应用力学、金属工艺学、公差配合、机械制图等课程所学知识，解决机械设计中的问题，称为机械设计课程设计，简称课程设计或机器设计。

1.1 课程设计的目的

1) 培养学生综合运用机械设计课程和其他先修课程的理论和实际知识，培养分析和解决实际问题的能力，掌握机械设计的一般规律，树立正确的设计思想。

2) 学会从机器功能的要求出发，合理选择执行机构和传动机构的类型，制订传动方案；合理选择标准零部件的类型和型号，正确计算零件的工作能力；确定其尺寸、形状、结构及材料，并考虑制造工艺、使用、维护、经济性和安全等问题。

3) 通过课程设计，培养学生学会查阅科技文献资料，获取有关信息，运用设计资料、手册、图册及熟悉国家标准、规范的能力，从而奠定设计机器的基本技能和提高综合素质。

1.2 课程设计的题目

1.2.1 带式输送机齿轮减速器

课程设计的题目通常以齿轮减速器为主体的机械传动装置的设计。

带式输送机齿轮减速器，通常分为一级齿轮减速器、二级齿轮减速器。齿轮又分为直齿、斜齿、锥齿等。齿轮减速器的设计，不仅能充分反映机械设计课程的主要内容，还能使学生受到较全面的基本训练，得到设计机器的锻炼机会。

1.2.2 带式输送机工作原理

高职高专学生课程设计，建议采用带式输送机一级直齿（或斜齿）圆柱齿轮减速器作为实践训练。带式输送机的工作机由滚筒和输送带组成，如图 1-1 所示。

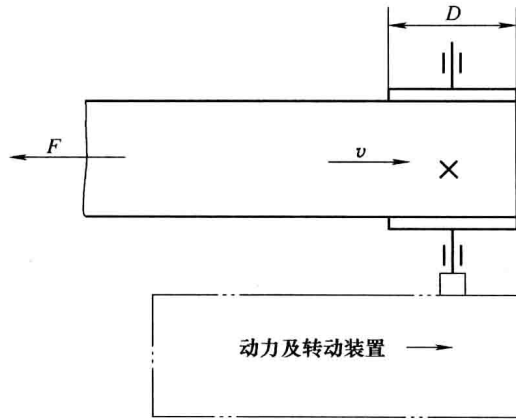


图 1-1 带式输送机传动示意图

F —输送带工作拉力 v —输送带工作速度 D —滚筒直径

图 1-2 所示为带式输送机传动方案简图。其动力由电动机驱动带传动，经齿轮传动，通过联轴器使滚筒转动，从而使输送带运动。

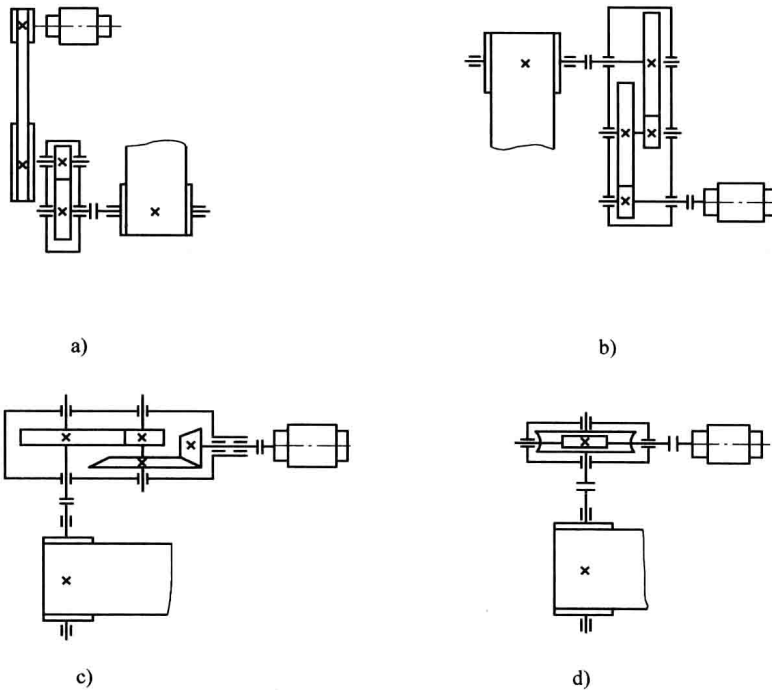


图 1-2 输送机传动方案简图

- a) 带-单级圆柱齿轮输送机传动方案
- b) 二级展开式圆柱齿轮输送机传动方案
- c) 圆锥-圆柱齿轮输送机传动方案
- d) 蜗杆蜗轮输送机传动方案

1.2.3 已知条件

1) 工作条件：两班制，连续单向运转，载荷较平稳，室内工作，最高温度 35℃。



- 2) 使用折旧期: 8年。
- 3) 检修间隔期: 半年一次小修, 两年一次中修, 四年一次大修。
- 4) 动力来源: 电力, 三相异步交流电动机, 电压 380V/220V。
- 5) 输送带速度允许误差: $\pm 5\%$ 。
- 6) 制造条件及生产批量: 一般机械制造厂制造, 小批量生产。

1.2.4 带式输送机传动数据

带式输送机传动数据见表 1-1。

表 1-1 带式输送机传动数据

参 数 \ 题 号	1	2	3	4	5	6
输送带工作拉力 F/N	1500	2200	2300	2500	2600	2800
输送带工作速度 $v/\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	1100	1200	1100	1300	1200	1100
滚筒直径 D/mm	220	260	300	350	350	380

1.3 课程设计的内容

课程设计的任务是在给定传动数据的情况下, 用一周或两周的时间, 完成减速器的设计。设计内容包括:

- 1) 齿轮减速器总装图 1 张 (A0 或 A1)。
- 2) 零件工作图 2 张 (A3)。
- 3) 设计计算说明书一份。

1.4 课程设计的步骤

课程设计是学生在学阶段的一次较全面的机械设计训练, 应在教师指导下, 独立自主地完成整个设计过程。课程设计大致按以下步骤进行:

1. 设计准备阶段 阅读设计任务书, 明确设计要求和条件; 通过看实物、模型、录像、光盘, 阅读有关资料、图样, 拟订设计方案; 对所设计的机械系统的需求做充分的调研和分析, 进一步明确机械系统应具备的功能和项目的经济价值、技术要求, 编制详细的设计任务书。

任务书中应明确规定机械系统的用途、功能、工作环境条件、特殊要求、构造要求、基本使用要求及完成设计任务的预期时限等。

2. 机械系统总体设计 机械系统总体设计, 就是根据系统的功能要求, 选择其工作原理和可能的传动方案, 并用规定的简单符号, 明确地表示出组成系统的各个机构的主要零件, 并画出机构运动简图; 选定电动机类型和型号; 确定总传动比和各级传动比; 对系统进行运动学和动力学分析计算, 确定运动参数 (工作机的速度、转速等) 和动力参数 (工作机的转矩、功率等)。



3. 传动零件的设计计算 根据运动参数和动力参数,设计计算各级传动件的参数和主要尺寸。例如,轴、齿轮(或蜗杆)传动的几何尺寸;带传动、链传动的主要参数和尺寸等。

4. 减速器装配图的设计及绘制 分析确定减速器的结构和方案,进行减速器轴系部件结构的设计,确定箱体尺寸以及相关附件的尺寸,绘制减速器装配底图,校核轴的强度,对底图进行检查和修改。

绘制并加深装配图,标注尺寸和配合,编写技术要求、明细表和标题栏等,完成减速器装配图。

5. 设计和绘制零件工作图

6. 编写设计计算说明书

7. 进行设计总结和答辩

1.5 课程设计中应注意的问题

课程设计是一个重要的实践教学环节,既是对先修课程的综合运用,又为以后的专业课程学习奠定基础,起到承上启下的作用,在机械类和机电类专业的课程体系中占有非常重要的位置。因此在进行课程设计训练过程中,要注意以下几方面:

1) 为了更好地达到培养设计能力的要求,要树立正确的设计思想,理论联系实际,从实际出发解决设计问题。在课程设计过程中,要严肃认真,一丝不苟,反对照抄照搬和容忍错误的态度。

2) 设计过程中,需要综合考虑多种因素,采取多种办法进行分析、比较和选择来确定方案,综合考虑零件的结构、加工、装配、经济性、使用条件以及与其他零件的关系等。尤其轴的结构设计和强度校核、计算和绘图是互相补充、交叉进行,边计算、边画图、边修改以完善设计。这是机械设计经常采用的设计方法。

3) 为提高设计质量,降低设计成本,便于零件的购置和互换,要严格执行国家标准、行业标准和行业规范。对于非标准的数据,应尽量修整为标准数列或选用优先系列。

4) 注意掌握设计及进度,注意培养工作的计划性,每一阶段的设计都要认真检查,避免出现重大错误,影响下一阶段的设计。随时注意保存设计计算结果,保证资料的完整性,为编写设计说明书做好准备。

5) 提倡创新精神,正确处理常规设计方法和创新的关系。课程设计中,按已有资料、图例和传动方案进行设计,这是培养设计能力的重要保证。同时,还要建立创新思维,结合生产实际,具体条件具体分析,大胆提出新设想、新结构和新方案;注意新的技术动向,吸收新的技术成果,把常规设计与创新思维结合起来,提高设计质量和设计水平。

第2章

机械传动装置的总体设计

机器通常由原动机（电动机、内燃机、液压机等）、传动系统（带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动等）和执行机构（各种不同类型的工作机）三部分组成。

传动装置的总体设计，主要包括确定传动方案、选择电动机、确定总传动比、分配各级传动装置的传动比、计算传动装置的运动参数和动力参数，为各级传动系统设计和装配图、零件工作图的绘制提供依据。

2.1 确定传动方案

在机器中，传动装置用来传递运动和动力、变换运动形式，以满足工作机的工作要求。实际传动中，传动形式多种多样，因此，考虑机械传动方案时，在满足基本功能要求的同时，尽可能使机械传动装置简单，减少构件数目，简化结构，从而减轻机器重量，降低成本；对于不同的运动速度、承载能力、适用场合、环境等情况，进行综合考虑，从而确定出合理的传动方案。

课程设计中，传动装置多为两级传动：带传动（或链传动）和齿轮传动；齿轮传动和齿轮传动。当采用不同传动形式组成的多级传动时，要合理地布置传动顺序。

1) 由带传动和齿轮传动组成的传动装置，由于带传动的承载能力小，传递相同转矩时，结构尺寸要比其他传动形式的结构尺寸大，又由于带传动的平稳性好，能缓冲、吸振，因此，带传动宜布置在高速级。

2) 由链传动和齿轮传动组成的传动装置，由于链传动运转不均匀，平稳性差，有冲击、振动，因此，链传动宜布置在低速级。

3) 直齿圆柱齿轮或斜齿圆柱齿轮传动，用于两轴平行的传动。斜齿轮传动的平稳性较直齿轮好，承载能力高，常用于转速较高、载荷较大或要求传动平稳的场合。

4) 锥齿轮加工较困难，一般只用于需要改变轴的布置方向时采用。

5) 蜗杆传动结构紧凑，传动平稳，传动比大，但传动效率低，其承载能力较齿轮传动低，因此，当与齿轮传动同时应用时，宜将其布置在高速级。

2.2 原动机的选择

设计传动系统时，选用何种形式的原动机，应根据原动机的功率、驱动效率、调速性



能、结构尺寸和适用环境等，进行选择。常用原动机特点及应用场合见表 2-1。

由表 2-1 可知，带式输送机选用电动机较合适。

表 2-1 常用原动机特点及应用场合

类型	功率	驱动效率	调速性能	结构尺寸	对环境影响	应用场合
电动机	较大	高	好	较大	小	种类和型号较多，可满足不同类型机械的工作要求。使用电动机必须具备相应的电源，对于野外工作的机械不能选用
液压马达	大	较高	好	小	较大	必须具备高压油的供给系统，否则不能选用
气动马达	小	较低	好	较小	小	气动马达工作稳定性较差，噪声较大，一般只适用于小型和轻型的工作机械
内燃机	很大	低	差	大	大	功率范围宽，操作简便，起动迅速，便于移动。大多用于野外作业的工程机械，农业机械以及船舶、车辆、飞机等运输机械

2.2.1 电动机的选择

电动机的选择内容包括电动机的类型、结构形式、功率、额定转速和额定电压等。

1. 选择电动机的类型 选择电动机的类型主要根据工作机械的工作载荷特性，有无冲击、过载情况，调速范围，起动、制动的频繁程度等条件。

电动机分为直流电动机和交流电动机。由于直流电动机需要直流电源，结构复杂，价格较高，因此当交流电动机能满足工作机械要求时，一般均应采用交流电动机。交流电动机以三相异步电动机应用最多，常用 Y 系列三相异步电动机。当电动机需经常起动、制动和正、反转时（如起重机），要求电动机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三相异步电动机，常用的为 YZ 或 YZR 系列。此外，根据电动机的工作环境条件，如环境温度、湿度、通风及有无防尘、防爆等特殊要求，选择不同防护性能的外壳结构形式。

2. 选择电动机的功率 标准电动机的功率用额定功率表示。所选电动机的额定功率应等于或稍大于工作要求的功率。功率小于工作要求，则不能保证工作机正常工作，或使电动机长期过载，发热大而过早损坏；功率过大，则增加成本，并且由于功率和功率因数低而造成浪费。电动机的功率主要由运行时的发热条件限定，在不变或变化很小的载荷下长期连续运行的机械，只要其电动机的负载不超过额定值，电动机便不会过热，通常不必校验发热和起动力矩。

带式输送机所需电动机功率为

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

式中 P_d ——工作机实际需要的电动机输出功率（kW）；

P_w ——工作机需要的输入功率（kW）；

η ——电动机至工作机之间传动装置的总效率。

电动机至工作机之间传动装置的总效率为



$$\eta = \eta_1 \eta_2 \cdots \eta_n \quad (2-2)$$

式中 η_1 、 η_2 、 \cdots 、 η_n ——传动装置中，每一级传动副（齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动等）、每一对轴承或每个联轴器的效率。其值可参照附录 A。

计算传动装置总效率时应注意以下几点：

1) 轴承的效率是指一对轴承的效率。

2) 资料中的效率值，通常有一个范围，一般条件下取中间值。若工作条件较差、加工精度低和维护不良时，取小值，反之取大值。

工作机所需要的输入功率 P_w 应由机器工作阻力和运动参数计算求得，即

$$P_w = \frac{Fv}{1000\eta_w} \quad (2-3)$$

或
$$P_w = \frac{Tn_w}{9550\eta_w} \quad (2-4)$$

式中 P_w ——工作机所需要的输入功率 (kW)；

F ——工作机的阻力 (N)；

v ——工作机的线速度 (m/s)；

T ——工作机的阻力矩 (N·m)；

n_w ——工作机的转速 (r/min)；

η_w ——工作机的效率。

2.2.2 确定电动机的转速

同一功率的电动机，通常有几种转速可供选择。电动机转速越高，磁极对数越少，尺寸、重量越小，价格越低，传动装置总传动比增大，传动级数增多，尺寸及重量增大，从而增加成本；低转速的电动机则相反。因此，确定电动机转速时，应进行分析比较，综合考虑，权衡利弊，确定最优方案。

同类型的电动机，其同步转速有 750r/min、1000r/min、1500r/min 和 3000r/min 四种。课程设计中，推荐选用同步转速为 1000r/min 和 1500r/min 两种转速的电动机。

2.2.3 选择电动机的型号

根据已经确定的电动机的类型、结构、功率和转速，可由附录 M 和附录 O 查取 Y 系列电动机型号和外形尺寸。

2.3 传动装置总传动比的计算及分配

2.3.1 总传动比的确定

根据电动机的满载转速 n_m 和工作机滚筒的转速 n_w ，可计算传动装置的传动比 i 为

$$i = \frac{n_m}{n_w} \quad (2-5)$$



在多级传动装置中，总传动比等于各级传动比的连乘积，即

$$i = i_1 i_2 \cdots i_n \quad (2-6)$$

设计多级传动装置时，需将总传动比分配到各级传动机构。

2.3.2 传动比的分配

合理地分配传动比，可使传动装置得到较小的外廓尺寸，结构紧凑，减轻机械装置重量，降低成本。也可以使转动零件获得较低的圆周速度，减小齿轮载荷及降低传动等级，还可以得到较好的润滑条件。分配传动比时，应注意以下几点：

1) 各级传动机构的传动比，应尽量在推荐范围内选取，见表 2-2。

表 2-2 传动机构传动比和功率范围

传动机构 选用指标	平带传动	V 带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动	圆柱摩擦 轮传动
功率/kW	小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	中 (≤ 100)	大 (最大可达到 50000)		小 (≤ 50)	小 (≤ 20)
常用单级传动比	2~4	2~4	2~5	圆柱齿轮 3~5	锥齿轮 2~3	10~40	2~4

2) 带传动和齿轮传动组成的传动装置中，带传动比应小于齿轮传动比；否则大带轮半径大于减速器输入轴的高度，造成安装不便，如图 2-1 所示。

3) 多级齿轮传动组成的装置中，高速级传动比必须小于低速级的传动比；否则，高速级大齿轮直径过大，而与低速轴相碰，如图 2-2 所示。

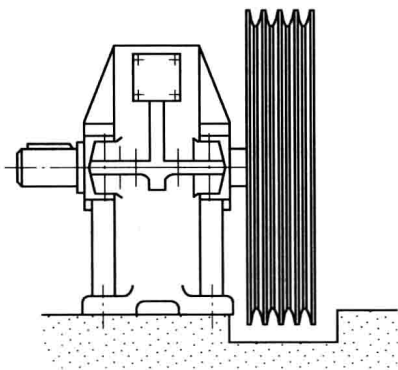


图 2-1 带轮过大安装不便

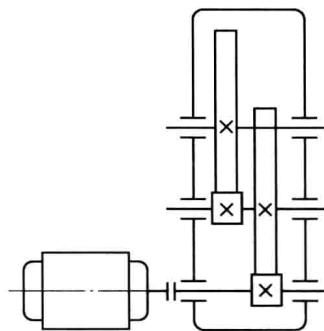


图 2-2 齿轮与轴干涉

4) 二级齿轮减速器中，即使总传动比和总中心距相同，由于传动比分配方案不同，减速器的外廓尺寸也不同。如图 2-3a 和图 2-3b 相比结构紧凑，重量较轻，结构合理。同时，两级大齿轮直径比较相近，利于浸油润滑。

一般推荐：

展开式二级圆柱齿轮减速器 $i_1 = (1.3 \sim 1.5) i_2$

同轴式二级圆柱齿轮减速器 $i_1 \approx i_2$

圆锥-圆柱齿轮减速器 $i_1 = 0.25 i_2$

蜗杆-齿轮减速器 $i_1 = (0.03 \sim 0.06) i_2$

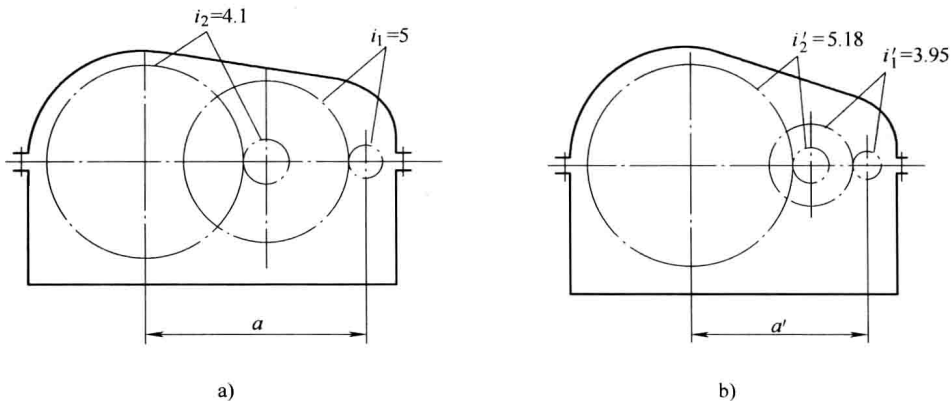


图 2-3 传动比对外廓尺寸的影响

a) 总中心距 a b) 总中心距 a'

a —总中心距 i_1 —第一级传动比 i_2 —第二级传动比 a' —总中心距 i'_1 —第一级传动比 i'_2 —第二级传动比

二级蜗杆减速器 $i_1 \approx i_2$

实际传动比与所选定的传动比存在误差，导致工作机实际转速与要求转速存在误差。其允许误差值在 $\pm 5\%$ 范围内。

2.4 传动装置的运动参数和动力参数

设计计算传动件时，需要知道各轴转速、转矩和功率，为传动件和轴的设计计算提供依据。以图 2-4 所示带式输送机传动装置为例，各轴的运动参数和动力参数计算如下：

2.4.1 各轴转速

$$n_I = \frac{n_M}{i_{oI}}$$

$$n_{II} = \frac{n_I}{i_{I II}}$$

...

式中 n_I 、 n_{II} ——I 轴、II 轴转速；

n_M ——电动机转速；

i ——传动比。

其余以此类推。

滚筒轴转速为 $n_w = n_{II}$

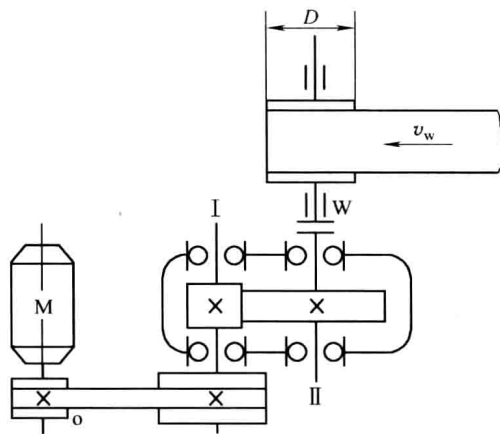


图 2-4 带式输送机传动装置

M—电动机 v_w —输送带工作速度 D —滚筒直径

o—电动机轴 I—减速器高速轴

II—减速器低速轴 W—滚筒轴

2.4.2 各轴功率

$$P_I = P_o \eta_{oI}$$

$$P_{II} = P_I \eta_{I II}$$

...



其余以此类推。

滚筒轴功率为 $P_w = P_{II} \eta_{\text{联轴器}} \eta_{\text{轴承}}$

2.4.3 各轴转矩

$$T_o = 9550 \frac{P_o}{n_M}$$

$$T_I = T_o i_{oI} \eta_{oI}$$

$$T_{II} = T_I i_{I II} \eta_{I II}$$

...

其余以此类推。

滚筒轴转矩为 $T_w = T_{II} \eta_{\text{联轴器}} \eta_{\text{轴承}}$

将计算出的传动装置的运动参数和动力参数的数据列出表格，以便查用，见表 2-3。

表 2-3 传动装置的运动参数和动力参数

参 数	轴 号			
	电动机轴 o	I 轴	II 轴	滚筒轴 W
转速 $n/r \cdot \text{min}^{-1}$				
功率 P/kW				
转矩 $T/\text{N} \cdot \text{mm}$				
传动比 i				
效率 η				

例 图 2-4 所示为一带式运输机传动装置简图。已知运输带的有效拉力 $F = 3\text{kN}$ ，传动滚筒直径 $D = 400\text{mm}$ ，运输带速度 $v = 1500\text{mm/s}$ ，连续工作，载荷平稳，单向运转，在室温下连续运转。试按已知条件完成下列设计：

- 1) 选择合适的电动机。
- 2) 计算传动装置的总传动比并分配各级传动比。
- 3) 计算传动装置中各轴的运动参数和动力参数。

解 (1) 电动机的选择

1) 选择电动机类型。按照工作要求和条件，选择 Y 系列全封闭笼型三相异步 (IP44) 电动机。

2) 选择电动机功率。计算工作机所需的功率为

$$P_w = \frac{Fv}{\eta_w} = \frac{3\text{kN} \times 1500\text{mm/s}}{0.96} \approx 4.69\text{kW}$$

计算总效率为

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

查附录 A，可得：

V 带传动效率 $\eta_1 = 0.96$ ，一对滚动球轴承效率 $\eta_2 = 0.99$ ，一对齿轮传动效率 $\eta_3 = 0.97$ ，弹性联轴器效率 $\eta_4 = 0.99$ 。

$$\eta = \eta_1 \eta_2^2 \eta_3 \eta_4 = 0.96 \times 0.99^2 \times 0.97 \times 0.99 \approx 0.90$$

则电动机功率为