

普通高等院校“十一五”规划教材  
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根



# 机械设计课程设计

JIXIE SHEJI KECHENG SHEJI

金清肃 主 编

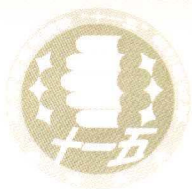
范顺成 范晓珂 主 审

华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>



TH122/723

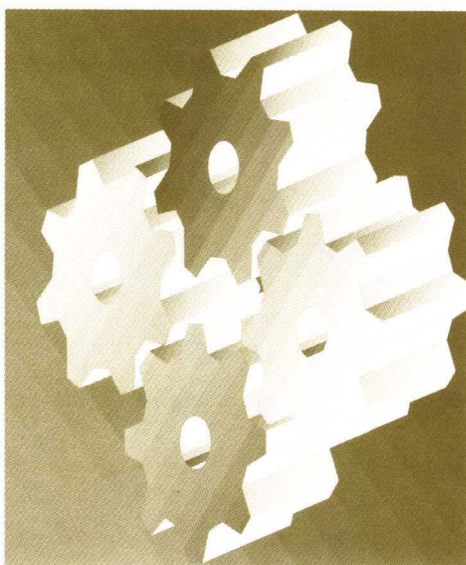
2007



普通高等院校“十一五”规划教材  
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

# 机械设计课程设计



主 编 金清肃

副主编 杨晓兰 刘 扬 赵镇宏

主 审 范顺成 范晓珂

华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

**图书在版编目(CIP)数据**

机械设计课程设计/金清肃 主编. — 武汉:华中科技大学出版社, 2007年10月  
ISBN 978-7-5609-4071-7

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第140918号

**机械设计课程设计**

**金清肃 主编**

策划编辑:刘 锦

责任编辑:刘 勤

责任校对:刘 竣

封面设计:潘 群

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15.5 插页:2

字数:350 000

版次:2007年10月第1版

印次:2007年10月第1次印刷

定价:24.80元

ISBN 978-7-5609-4071-7/TH·163

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本书共分3篇,21章。第1篇,机械设计课程设计指导(第1章至第9章);第2篇,机械设计常用标准和规范(第10章至第19章);第3篇,参考图例(第20章、第21章)。在第1篇中,阐述了减速器设计的全过程,其中有传动系统的总体设计,传动零件的设计计算,减速器的结构、润滑和密封,减速器装配图底图的设计,减速器装配工作图的设计,零件工作图的设计,编写设计计算说明书及课程设计答辩的准备。在第2篇中,介绍了经过归纳整理的机械设计常用标准与规范,主要有:常用数据和一般标准,常用工程材料,常用连接件,滚动轴承,联轴器,公差与配合、形位公差及表面粗糙度,润滑与密封,电动机等。在第3篇中,给出了减速器零部件的结构,减速器装配图的参考图例,零件工作图的参考图例。

本书可供高等院校机械类、近机类专业进行机械设计课程设计时使用,也可供从事机械设计的工程技术人员参考。

# 序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做到彼此呼应、相互配套，就行，此即教材要精、课程要精，能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家，联合了全国几十个应用型机械专业，在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下，保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向，交流了各校的教改经验与教材建设计划，确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的，教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众

化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设、特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士  
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

## 前 言

本教材是根据国家教育部高教司印发的高等学校《机械设计课程教学基本要求(1995 修订版)》和《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》有关文件的精神,为培养普通应用型大学机械类、近机类宽口径专业学生的综合设计能力与创新能力,以适应当前教学改革的需要而编写的。

本教材采用了最新国家标准及规范,适当简化了课程设计的内容,以适应加强基础、降低重心、减少学时的机械设计教学的发展趋势。本教材适用学时为 2~3 周。本书对机械设计常用标准和规范进行了精心选择,力争做到篇幅适当,基本够用,以解决多数学校无法给学生提供足够的设计手册的问题。在参考图例中,选取适当种类的减速器装配图,尽量多地给出减速器零件工作图,以便于尚无设计经验的学生参考使用。另外,在第 1 篇设计指导的主要章节后给出了思考题与习题,以便学生掌握设计内容中的重点问题,该思考题与习题也可作为课程答辩的内容。总之,通过上述各项工作,努力使本书达到简明扼要、实用性强、方便教师和学生使用的目的。

全书由金清肃任主编,杨晓兰、刘扬、赵镇宏任副主编。参加编写的有:河北科技大学金清肃(第 1 章、第 2 章);天津工业大学赵镇宏(第 3 章、第 20 章);华北水利水电学院杨绿云(第 4 章、第 13 章、第 17 章);河北科技大学郭聚东(第 5 章、第 19 章);河北科技大学谢江(第 6 章、第 18 章);河北科技大学王秀玲(第 7 章、第 21 章);湖南工业大学刘扬(第 8 章、第 9 章);重庆科技学院杨晓兰(第 10 章、第 11 章);河北科技大学李兰(第 12 章、第 14 章);河北科技大学马海荣(第 15 章、第 16 章)。河北工业大学范顺成、石家庄铁道学院范晓珂负责全书的主审工作。

在本书的编写过程中,参阅了大量的同类教材、相关的技术标准和文献资料,并得到有关专家的指导和帮助,在此对上述编著者和专家表示衷心的感谢。

由于编者的水平和时间所限,误漏之处在所难免。希望广大读者对本书提出批评和改进意见。

编 者

2007 年 5 月

# 目 录

## 第 1 篇 机械设计课程设计

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第 1 章 概论                 | (1)  |
| 1.1 课程设计的目的              | (1)  |
| 1.2 课程设计的内容              | (1)  |
| 1.3 课程设计的一般步骤            | (2)  |
| 1.4 课程设计中应正确对待的几个问题      | (2)  |
| 第 2 章 传动系统的总体设计          | (4)  |
| 2.1 传动方案的拟订              | (4)  |
| 2.2 电动机的选择               | (7)  |
| 2.3 传动装置总传动比的计算和各级传动比的分配 | (10) |
| 2.4 传动装置运动和动力参数的计算       | (11) |
| 思考题与习题                   | (12) |
| 第 3 章 传动零件的设计计算          | (14) |
| 3.1 减速器外部传动零件的设计计算       | (14) |
| 3.2 减速器内部传动零件的设计计算       | (15) |
| 思考题与习题                   | (17) |
| 第 4 章 减速器的结构、润滑和密封       | (18) |
| 4.1 减速器的结构               | (18) |
| 4.2 减速器的润滑               | (22) |
| 4.3 减速器的密封               | (25) |
| 4.4 减速器附件的选择与设计          | (27) |
| 思考题与习题                   | (38) |
| 第 5 章 减速器装配图的设计          | (39) |
| 5.1 轴系部件设计——装配图设计的第一阶段   | (39) |
| 5.2 箱体及附件设计——装配图设计的第二阶段  | (48) |
| 5.3 减速器装配图的检查            | (55) |
| 5.4 锥齿轮减速器装配图的设计特点       | (60) |
| 5.5 蜗杆减速器装配图的设计特点        | (67) |
| 思考题与习题                   | (73) |
| 第 6 章 减速器装配图的整理          | (75) |
| 6.1 完善和加深装配底图            | (75) |
| 6.2 装配图标注尺寸              | (75) |
| 6.3 制定技术要求               | (76) |
| 6.4 零部件编号并填写标题栏和明细表      | (78) |
| 思考题与习题                   | (79) |

|                                                        |       |
|--------------------------------------------------------|-------|
| <b>第7章 零件工作图的设计</b> .....                              | (80)  |
| 7.1 设计零件工作图的要求 .....                                   | (80)  |
| 7.2 轴类零件工作图的设计 .....                                   | (81)  |
| 7.3 齿轮类零件工作图的设计 .....                                  | (83)  |
| 7.4 箱体零件工作图的设计 .....                                   | (85)  |
| 思考题与习题 .....                                           | (87)  |
| <b>第8章 设计计算说明书及答辩准备</b> .....                          | (88)  |
| 8.1 设计计算说明书的要求 .....                                   | (88)  |
| 8.2 设计计算说明书的内容 .....                                   | (88)  |
| 8.3 设计计算说明书书写格式 .....                                  | (89)  |
| 8.4 答辩准备 .....                                         | (89)  |
| <b>第9章 机械设计课程设计题目</b> .....                            | (90)  |
| 9.1 设计螺旋运输机的传动装置 .....                                 | (90)  |
| 9.2 设计链式运输机的传动装置 .....                                 | (90)  |
| 9.3 设计带式运输机的传动装置 .....                                 | (92)  |
| <b>第2篇 机械设计常用标准和规范</b>                                 |       |
| <b>第10章 一般标准和常用数据</b> .....                            | (94)  |
| <b>第11章 常用工程材料</b> .....                               | (98)  |
| 11.1 钢铁金属材料 .....                                      | (98)  |
| 11.2 非铁金属材料 .....                                      | (103) |
| 11.3 型钢及型材 .....                                       | (105) |
| 11.4 非金属材料 .....                                       | (109) |
| <b>第12章 常用连接件与紧固件</b> .....                            | (111) |
| 12.1 螺纹及螺纹连接件 .....                                    | (111) |
| 12.2 键与销连接 .....                                       | (119) |
| 12.3 轴系零件的紧固件 .....                                    | (121) |
| <b>第13章 滚动轴承</b> .....                                 | (128) |
| 13.1 常用滚动轴承 .....                                      | (128) |
| 13.2 滚动轴承的配合和游隙 .....                                  | (136) |
| <b>第14章 联轴器</b> .....                                  | (139) |
| 14.1 联轴器常用轴孔及连接形式与尺寸 .....                             | (139) |
| 14.2 固定式联轴器 .....                                      | (141) |
| 14.3 弹性联轴器 .....                                       | (142) |
| 14.4 刚性可移式联轴器 .....                                    | (144) |
| <b>第15章 极限与配合、形状和位置公差及表面粗糙度</b> .....                  | (148) |
| 15.1 极限与配合 .....                                       | (148) |
| 15.2 形状和位置公差 .....                                     | (160) |
| 15.3 表面粗糙度 .....                                       | (164) |
| <b>第16章 齿轮的精度</b> .....                                | (168) |
| 16.1 渐开线圆柱齿轮的精度(GB/T10095—2001 及 GB/Z18620—2002) ..... | (168) |

|                      |                            |       |
|----------------------|----------------------------|-------|
| 16.2                 | 圆锥齿轮的精度(GB/T11365—1989)    | (176) |
| 16.3                 | 圆柱蜗杆、蜗轮精度(摘自 GB10089—1988) | (183) |
| <b>第 17 章</b>        | <b>润滑与密封</b>               | (189) |
| 17.1                 | 润滑剂                        | (189) |
| 17.2                 | 油杯                         | (190) |
| 17.3                 | 密封                         | (191) |
| <b>第 18 章</b>        | <b>带传动和链传动</b>             | (194) |
| 18.1                 | 带传动                        | (194) |
| 18.2                 | 链传动                        | (204) |
| <b>第 19 章</b>        | <b>电动机</b>                 | (209) |
| 19.1                 | Y 系列三相异步电动机的技术参数           | (209) |
| 19.2                 | Y 系列电动机安装代号                | (210) |
| 19.3                 | Y 系列电动机的安装及外形尺寸            | (211) |
| <b>第 3 篇 参 考 图 例</b> |                            |       |
| <b>第 20 章</b>        | <b>减速器装配图</b>              | (212) |
| <b>第 21 章</b>        | <b>减速器零件图</b>              | (223) |
| <b>参考文献</b>          |                            | (236) |

# 第 1 篇 机械设计课程设计

## 第 1 章 概 论

### 1.1 课程设计的目的

机械设计课程设计是一个重要的实践性教学环节,也是为提高工科院校机械类和近机类专业学生工程设计能力而进行的一次较为全面的训练过程。其目的如下。

(1) 以机械系统设计为主线,提高学生知识综合应用能力和基本技能,加强学生的工程素质。

(2) 通过对常用机械传动装置的设计,熟悉和掌握机械设计的基本方法和一般程序,逐步培养学生的综合设计能力和结构设计能力。

(3) 进行机械设计基本工作能力的训练,这种基本工作能力包括分析、计算、绘图和运用设计资料(如设计手册、图册、有关标准和规范等)的能力。

### 1.2 课程设计的内容

课程设计的题目一般选择机械传动装置。这是沿用了前苏联工学院 20 世纪 30 年代的做法,该方法主要是培养从事细部设计的工程人员,虽然它对设计的全局性问题考虑不够,但是与普通高等院校的培养目标和学生的特点是适合的。因此,本书推荐选择以齿轮减速器为主体的机械传动装置,如图 1-1 所示的带式运输机的传动装置。

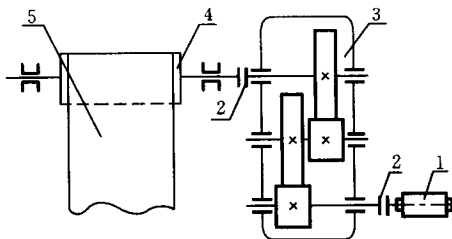


图 1-1 带式运输机的传动装置

1—电动机;2—联轴器;3—齿轮减速器;4—卷筒;5—运输带

课程设计的内容包括:传动系统的总体设计;传动零件的设计计算;减速器的结构、润滑和密封;减速器装配图及零件工作图的设计;设计计算说明书的编写。

每个学生应在教师指导下,独立完成以下任务:

(1) 减速器装配图 1 张;

- (2) 零件工作图 2~3 张;
- (3) 设计说明书 1 份(6 000~8 000 字)。

### 1.3 课程设计的一般步骤

课程设计遵循机械设计过程中的一般规律,大体上按以下步骤进行。

(1) 设计准备。认真阅读设计任务书,明确设计要求和条件;充分利用现有的各种设计资源去熟悉设计对象,如参观或拆装减速器,参阅本书有关减速器的构造、应用及装配参考图等内容。

(2) 传动装置的总体设计。根据设计要求拟定传动总体布置方案,选择电动机,计算传动装置的运动和动力参数。

(3) 传动零件的设计计算。包括减速器外部的传动零件设计计算,减速器内部的传动零件设计计算。

(4) 装配图设计。计算和选择支承零件,绘制装配草图(轴系部件、箱体和附件的设计),完成装配工作图。

(5) 零件工作图设计。

(6) 整理和编写设计说明书。

(7) 设计总结和答辩。

### 1.4 课程设计中应正确对待的几个问题

课程设计是学生第一次较全面的设计实践活动,正确认识和处理以下几个问题,对完成设计任务和培养正确的设计思想都是十分有益的。

#### 1. 端正工作态度、培养严谨的作风

机械设计是一项复杂、细致的工作,来不得半点马虎。在整个设计过程中,每一个学生都必须具有刻苦钻研、一丝不苟、精益求精的态度,从而逐步培养严谨的工作作风。只有这样,才可能顺利地通过课程设计的考核,并在设计思想、设计方法和设计技能等方面得到较好的锻炼和提高。

#### 2. 正确使用标准和规范

在设计工作中,要遵守国家正式颁布的有关标准、设计规范等。设计工作中贯彻“三化”(标准化、系列化和通用化),可减少设计工作量、缩短设计周期、增大互换性、降低设计和制造成本。“三化”程度的高低,也是评价设计质量优劣的指标之一。

对课程设计来说,绘图应严格遵守机械制图标准,图纸表达正确、清晰,图面整洁;设计说明书计算正确无误,书写工整清晰。

#### 3. 继承与创新的关系

任何设计都不可能由设计者脱离前人长期经验的积累而凭空想象出来,同时,任何一项新的设计都有其特定的要求,没有现成的设计方案可供完全照搬照抄。因此,既要克服闭门造车、凭空臆造的做法,又要防止盲目地、不加分析地全盘抄袭现有设计资料的做法。设计者应从实际设计要求出发,充分利用已有的技术资料 and 成熟的技术,并勇于创新,敢于提出新方案,不断地完善和改进自己的设计。所以,设计是继承和创新相结合的过程。

正确地利用现有的技术资料和技术,既可避免许多重复工作、加快设计进度、提高设计的成功率,同时也是创新的基础。因此,对设计方面的新手来说,继承和发扬前人的设计经验和长处,善于合理地使用各种技术资料和技术尤为重要。

#### 4. 理论计算与结构设计的关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算确定,而应综合考虑零件的结构、工艺性、经济性和使用条件等因素。根据强度要求计算出来的零件尺寸,往往是零件必须满足的最小尺寸,而不一定是最终的结构尺寸。例如对轴的设计,应首先初算轴的直径,再进行结构设计,然后进行强度校核计算,才能最后确定轴的结构。因此,理论计算和结构设计应互为依据,交替进行。这种边计算、边画图、边修改的设计过程是设计的正常过程。

有些次要零件不必照本宣科地进行强度计算或强度校核。有的可根据使用、加工等要求,参照类似结构确定其结构及尺寸,如轴上的定位轴套、挡油环等。有的可根据经验公式确定,如箱体的结构尺寸。这样,可减少设计工作量,提高设计效率。

总之,既不能把设计片面理解为就是理论计算,或将计算结果看成是不可更改的,也不能仅从结构和工艺要求出发,简单地确定零件的尺寸。应根据设计对象的具体情况,以理论计算为依据,全面考虑设计对象的结构、工艺、经济性等要求,确定合理的结构尺寸。

## 第 2 章 传动系统的总体设计

传动系统的总体设计,主要包括拟订传动方案、选择原动机、确定总传动比和分配各级传动比以及计算传动装置的运动和动力参数。

### 2.1 传动方案的拟订

传动装置的作用是根据工作机的要求,将原动机的动力和运动传递给工作机。因此,传动装置的设计是整个机器设计工作中的重要一环,它对整部机器的性能、成本以及整体尺寸都有很大影响。合理地拟订传动方案是保证传动装置设计质量的基础。

在课程设计初期,学生应根据设计任务书,拟订传动方案。若只给定工作机的工作要求,如运输机的有效拉力  $F$  和输送带的速度  $v$  等,则应根据各种传动的特点确定最佳的传动方案。如果设计任务书中已给出传动方案,学生则应分析和了解所给方案的优、缺点,并将方案特点在设计说明书中给予表述。

传动方案一般由运动简图表示,它直观地反映了工作机、传动装置和原动机三者间的运动和动力的传递关系。带式输送机传动方案的比较如图 2-1 所示。

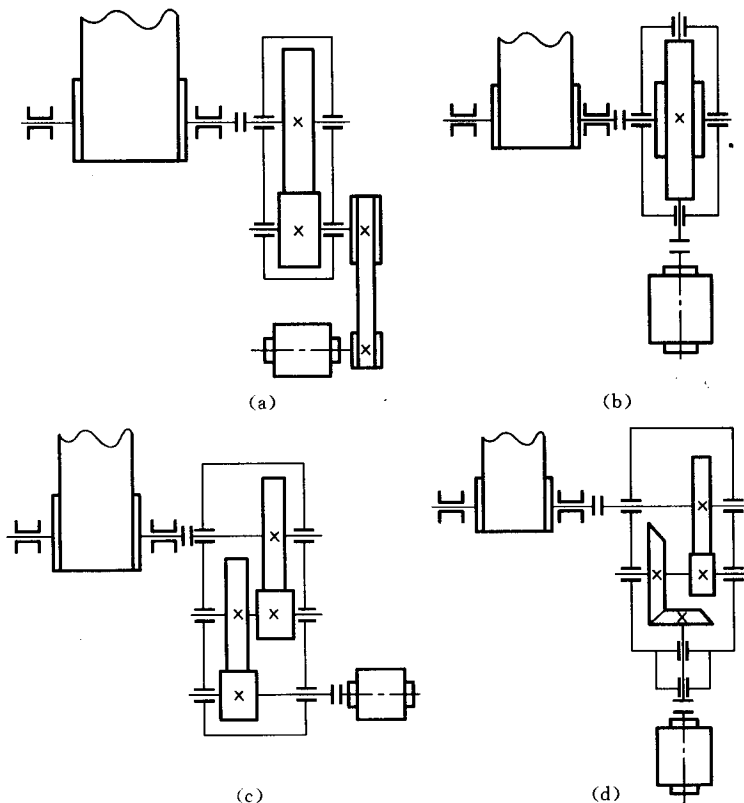


图 2-1 带式输送机传动方案的比较

(a) 带与闭式齿轮组合传动; (b) 蜗杆传动; (c) 闭式齿轮传动; (d) 锥齿传动

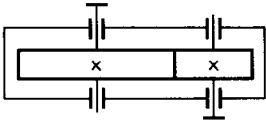
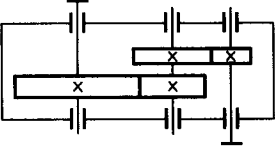
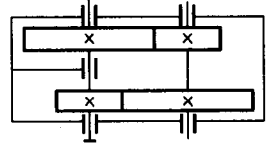
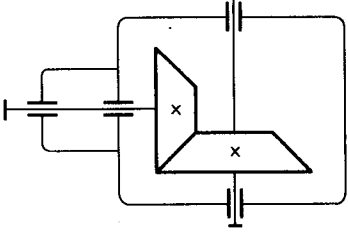
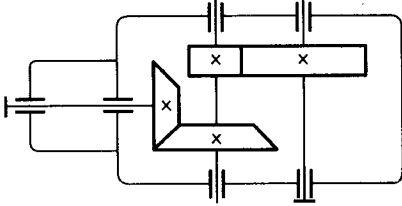
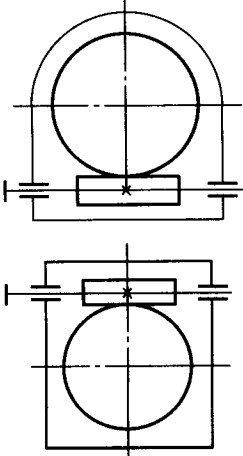
传动方案应首先满足工作机的工作要求,如所传递的功率和转速。此外,还应满足结构简单、尺寸紧凑、成本低、传动效率高、工作可靠、环境适应和操作维护方便等要求。但是,想同时满足上述所有要求往往比较困难。因此,应根据具体的设计任务统筹兼顾,有侧重地保证主要设计要求。例如,图 2-1 所示的是矿井带式运输机备选的四种传动方案。由于工作机在狭小的矿井中连续工作,对传动装置的主要要求是尺寸紧凑、传动效率高、适应在繁重及恶劣的条件下长期工作,现分析四种传动方案:方案 a(见图 2-1(a))选用带传动和闭式齿轮传动的组合方式。虽然带传动有传动平稳、缓冲吸振、过载保护的优点,但该方案的结构尺寸较大,带传动也不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境;方案 b(见图 2-1(b))虽然结构紧凑,但蜗杆传动效率低,长期连续工作不经济;方案 c(见图 2-1(c))选用闭式齿轮传动的方式,适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境,但该方案的宽度尺寸较大;方案 d(见图 2-1(d))结构紧凑且宽度尺寸较小,传动效率高,也适应在恶劣环境下长期工作,虽然所用的锥齿轮比圆柱齿轮成本较高,但此方案与上述其他方案综合相比是最为合理的。

由图 2-1 示例可知,拟定传动方案,主要是合理地确定传动机构的类型和多级传动中各传动机构的合理布置。为便于比较和选型,现将常用传动机构的主要特性及适用范围列于表 2-1 中,将常用减速器的类型、特点及应用列于表 2-2 中,以供确定传动方案时参考。

表 2-1 常用传动机构的主要特性及适用范围

| 机构选用指标         |       | 传动方式               |                     |                     |                                                                                                            |      |                    |
|----------------|-------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------|
|                |       | 平带传动               | V 带传动               | 链传动                 | 齿轮传动                                                                                                       |      | 蜗杆传动               |
|                |       |                    |                     |                     | 圆柱                                                                                                         | 圆锥   |                    |
| 功率/kW<br>(常用值) |       | 小<br>( $\leq 20$ ) | 中<br>( $\leq 100$ ) | 中<br>( $\leq 100$ ) | 大<br>(最大达 5 000)                                                                                           |      | 小<br>( $\leq 50$ ) |
| 单级传动比          | (常用值) | 2~4                | 2~4                 | 2~5                 | 3~5                                                                                                        | 2~3  | 7~40               |
|                | (最大值) | 6                  | 15                  | 10                  | 10                                                                                                         | 6~10 | 80                 |
| 传动效率           |       | 中                  | 中                   | 中                   | 高                                                                                                          |      | 低                  |
| 许用线速度<br>(m/s) |       | $\leq 25$          | $\leq 25 \sim 30$   | $\leq 40$           | 6 级精度<br>$\leq 15 \sim 25 \leq 9$<br>7 级精度<br>$\leq 10 \sim 17 \leq 6$<br>8 级精度<br>$\leq 5 \sim 10 \leq 3$ |      | $\leq 15 \sim 25$  |
| 外廓尺寸           |       | 大                  | 大                   | 大                   | 小                                                                                                          |      | 小                  |
| 传动精度           |       | 低                  | 低                   | 中                   | 高                                                                                                          |      | 高                  |
| 工作平稳性          |       | 好                  | 好                   | 较差                  | 一般                                                                                                         |      | 好                  |
| 自锁能力           |       | 无                  | 无                   | 无                   | 无                                                                                                          |      | 可有                 |
| 过载保护作用         |       | 有                  | 有                   | 无                   | 无                                                                                                          |      | 无                  |
| 使用寿命           |       | 短                  | 短                   | 中                   | 长                                                                                                          |      | 中                  |
| 缓冲吸振能力         |       | 好                  | 好                   | 中                   | 差                                                                                                          |      | 差                  |
| 要求制造及<br>安装精度  |       | 低                  | 低                   | 中                   | 高                                                                                                          |      | 高                  |
| 要求润滑条件         |       | 不需要                | 不需要                 | 中                   | 高                                                                                                          |      | 高                  |
| 环境适应性          |       | 不能接触酸、碱油类、爆炸性气体    |                     | 好                   | 一般                                                                                                         |      | 一般                 |

表 2-2 常用减速器的类型、特点及应用

| 名称             | 简图                                                                                  | 传动比范围                      |                            | 特点及应用                                                                                                      |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                     | 一般                         | 最大值                        |                                                                                                            |
| 圆柱齿轮减速器        |    | 直齿 $\leq 4$<br>斜齿 $\leq 6$ | 10                         | 齿轮可为直齿、斜齿或人字齿。箱体常用铸铁铸造。支承多采用滚动轴承,只有重型减速器才采用滑动轴承                                                            |
| 圆柱齿轮展开式圆柱齿轮减速器 |    | 8~40                       | 60                         | 这是两级减速器中应用最广泛的一种。齿轮相对于轴承不对称,要求轴具有较大的刚度。高速级齿轮常布置在远离扭矩输入端的一边,以减少因弯曲变形所引起的载荷沿齿宽分布不均匀现象。高速级常用斜齿,建议用于载荷较平稳的场合   |
| 圆柱齿轮同轴式圆柱齿轮减速器 |    | 8~40                       | 60                         | 箱体长度较小,两大齿轮浸油深度可大致相同。但减速器轴向尺寸及重量较大;高速级齿轮的承载能力不能充分利用;中间轴承润滑困难;中间轴较长,刚度差;仅能有一个输入端和输出端,限制了传动布置的灵活性            |
| 圆锥及圆锥齿轮减速器     |   | 直齿 $\leq 3$<br>斜齿 $\leq 5$ | 10                         | 用于输入轴与输出轴相交的传动                                                                                             |
| 圆锥-圆柱齿轮减速器     |  | 8~15                       | 圆锥<br>直齿 20<br>圆锥<br>直齿 40 | 用于输入轴与输出轴相交而传动比较大的传动。圆锥齿轮应在高速级,以减小锥齿轮尺寸并有利于加工,齿轮皆可分别做成直齿和斜齿                                                |
| 单级蜗杆减速器        |  | 10~40                      | 80                         | 传动比大,结构紧凑,但传动效率低,用于中小功率、输入轴与输出轴垂直交错的传动。下置式蜗杆减速器润滑条件较好,应优先选用。当蜗杆圆周速度太高时,搅油损失大,才用上置式蜗杆减速器。此时,蜗轮轮齿浸油、蜗杆轴承润滑较差 |

在多级传动中,各类传动机构的布置顺序不仅会影响传动的平稳性和传动效率,而且对整个传动装置的结构尺寸也有很大影响。因此,应根据各类传动机构的特点合理布置,使各类传动机构得以充分发挥其优点。常用传动机构的一般布置原则如下。

- (1) 带传动承载能力较低,但传动平稳,缓冲吸振能力强,宜布置在高速级。
- (2) 链传动运转不均匀,有冲击,宜布置在低速级。
- (3) 蜗杆传动效率低,但传动平稳,当其与齿轮传动同时应用时,宜布置在高速级。
- (4) 当传动中有圆柱齿轮和圆锥齿轮传动时,圆锥齿轮宜布置在高速级,以减小圆锥齿轮的尺寸。
- (5) 对于开式齿轮的传动,由于其工作环境较差,润滑不良,为减少磨损,宜布置在低速级。
- (6) 斜齿轮传动比较平稳,常布置在高速级。

## 2.2 电动机的选择

电动机为系列化产品,机械设计中需要根据工作机的工作情况和运动、动力参数,合理选择电动机的类型、结构形式、容量和转速,选定具体的电动机型号。

### 2.2.1 选择电动机类型和结构形式

如无特殊需要,一般选用 Y 系列三相交流异步电动机。Y 系列电动机具有高效、节能、噪声小、振动小、运行安全可靠的特点,安装尺寸和功率等级符合国际标准(IEC),适用于无特殊要求的各种机械设备,如机床、鼓风机、运输机以及农业机械和食品机械。对于频繁启动、制动和换向的机械(如起重机械),宜选允许有较大振动和冲击、转动惯量小、过载能力大的 YZ 和 YZR 系列起重用三相异步电动机。

电动机的外壳结构形式有开启式、封闭式、防护式和防爆式,可根据防护要求选择。同一类型的电动机有不同的安装形式,可根据具体的安装要求选择。常用 Y 系列三相交流异步电动机的技术数据和外形尺寸见第 19 章。

### 2.2.2 电动机容量的选择

电动机容量(功率)的选择对电动机的工作和经济性都有影响。容量小于工作要求,则不能保证工作机的正常工作,或电动机因长期超载运行而过早损坏;容量选得过大,则电动机的价格高、传动能力不能充分体现,而且效率和功率因数较低,造成能源上的浪费。

在课程设计中,由于设计任务书所给工作机一般为稳定(或变化较小)载荷连续运转的机械,而且传递功率较小,故只需使电动机的额定功率  $P_{ed}$  等于或稍大于电动机的实际输出功率  $P_d$ ,即  $P_{ed} \geq P_d$  就可以了,一般不需要对电动机进行热平衡计算和启动转矩校核。

电动机的输出功率  $P_d$  为

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

式中:  $P_w$ ——工作机所需输入功率(kW);

$\eta_a$ ——传动装置总效率。

工作机所需功率  $P_w$  由工作机的工作阻力( $F$  或  $T$ )和运动参数( $v$  或  $n$ )确定,即

$$P_w = \frac{Fv}{1\,000\eta_w} \quad (2-2)$$