

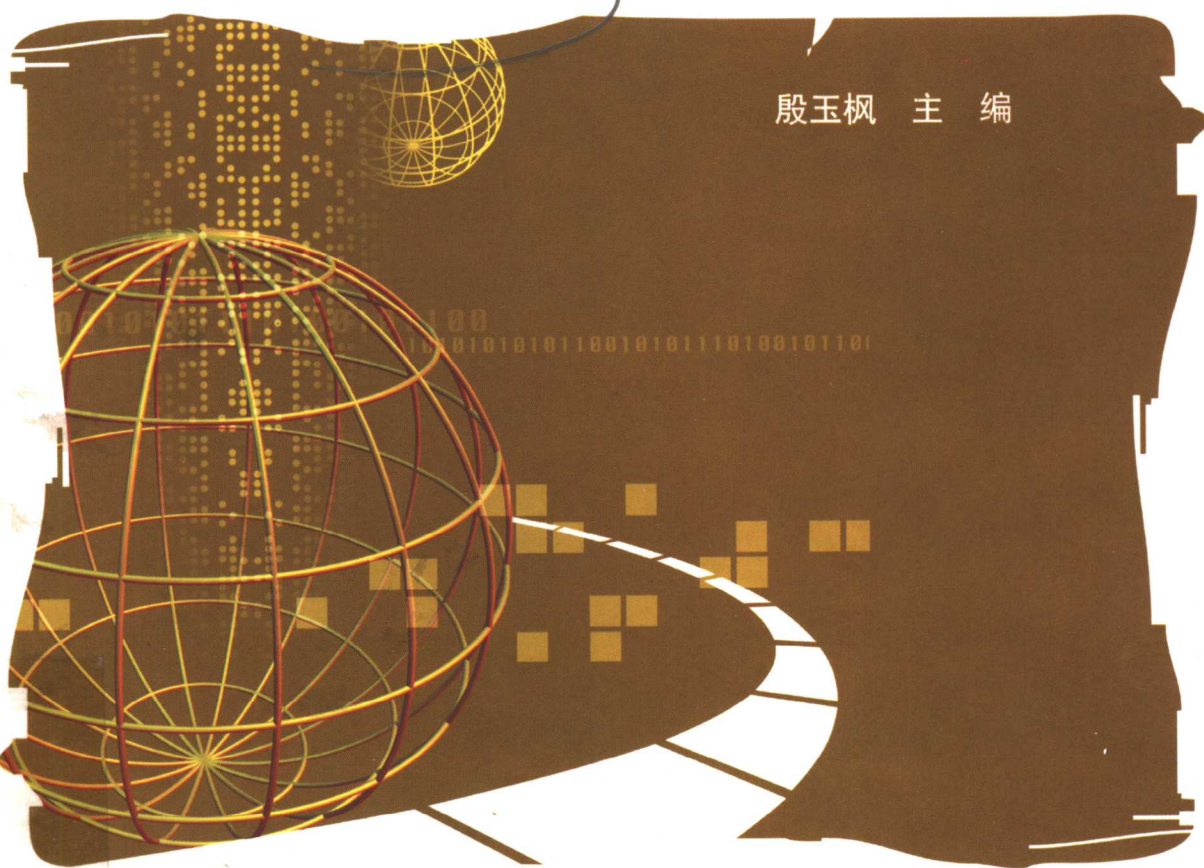


21世纪高校机电类规划教材

机械设计课程设计

Course Design of Mechanical Design

殷玉枫 主 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TH122

565

2006

21 世纪高校机电类规划教材

机械设计课程设计

主 编	殷玉枫	
副主编	杜 韧	苗淑杰
参 编	吉晓梅	魏引焕
	史晓敏	黄 璟
	曲周德	
主 审	王三民	

机 械 工 业 出 版 社

本书是按照应用型高等工科院校机械设计及机械设计基础课程的教学要求编写的,可供学习这两门课程及其课程设计时使用。

全书分为三篇及附录:第一篇,机械设计课程设计指导书,以常见的减速器为例,系统地介绍了机械传动装置的设计内容、步骤和方法;第二篇,机械设计常用标准和规范,介绍了课程设计常用标准、规范和资料;第三篇,参考图例;附录,给出了课程设计题目、设计思考题及设计计算示例,供教师和学生参考。

本书可作为应用型高等工科院校机械类、近机类和机电类等专业的教材,并可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/殷玉枫主编. —北京:机械工业出版社,
2006.6

21 世纪高校机电类规划教材

ISBN 7-111-18854-3

I. 机... II. 殷... 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 (2006) 第 030781 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:倪少秋 责任编辑:邓海平 版式设计:冉晓华

责任校对:申春香 封面设计:陈 沛 责任印制:李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

180mm×235mm·17.5 印张·372 千字

0 001—3 000 册

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379711

封面无防伪标均为盗版

序

为了适应我国制造业迅速发展的需要,培养大批素质高、应用能力与实践能力强的应用综合型人才已成为当务之急,这对高等教育的办学理念、体制、模式、机制和人才培养等方面提出了全新的要求。

为了打通新形势下高等教育和社会需求之间的瓶颈,中国机械工业教育协会机电类学科教学委员会和机械工业出版社联合成立了“21 世纪高校机电类规划教材”编审委员会,本着“重基本理论、基本概念,淡化过程推导,突出工程应用”的原则,组织教材编写工作,并力求使本套教材突出以下特点:

(1) 科学定位。本套教材主要面向应用的综合型人才的培养,既不同于培养研究型人才的教材,也不同于一般应用型本科的教材;在保持高学术水准的基础上,突出工程应用,强调创新思维。

(2) 品种齐全。这套教材设有“力学”、“制图”、“设计”、“数控”、“控制”、“实训”、“材料”、“双语”等模块,方便学校选用。

(3) 立体化程度高。教材均要求配备 CAI 课件和相关的教辅材料,并在网站上为本套教材开设研讨专栏。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一,是国家级优秀出版社,是国家高等教育的教材出版基地之一,在机电类教材出版领域具有很高的地位。相信这套教材在中国机械工业教育协会机电类学科委员会和机械工业出版社的精心组织下,通过全国几十所学校老师的仔细认真的编写,一定能够为我国高等教育应用综合型人才的培养提供更好用、更实用的教材。

教育部·机械工程及自动化专业分教学指导委员会·主任
中国机械工业教育协会·高等学校机械工程及自动化学科教学委员会·主任
李培根 院士
于华中科技大学

前 言

近年来,随着我国高等教育普及程度的提高,越来越多的高等院校开设了应用型机械类本科专业。随着办学规模不断扩大,办学层次不断提高,针对应用型院校机械类专业的教材建设也逐渐提上日程。

根据教育部的文件精神,为了更好地组织和开展高校人才培养的教学工作,推动高校教学改革,中国机械工业教育协会机电类学科委员会主办了应用型机械专业2004年年会。根据会议的精神,本教材编写的宗旨是“重基本理论、基本概念,淡化过程推导,突出工程应用,为本层次的教学和人才培养提供适用、好用的教材”。

全书分为三篇及附录:第一篇,机械设计课程设计指导书,以常见的减速器为例,系统地介绍了机械传动装置的设计内容、步骤和方法;第二篇,机械设计常用标准和规范,介绍了课程设计常用标准、规范和资料;第三篇,参考图例,选编了多种典型结构图;附录,给出了课程设计题目、设计思考题及设计计算示例供教师和学生参考。本书提供的机械设计常用标准和规范,均为最新的国家和行业标准。

参加本书编写的有:太原科技大学殷玉枫(第一章、第二章、第十二章、第十八章),太原科技大学曲周德(第三章、第八章)北华航天工业学院杜韧(第四章、第六章、第七章、第十六章、第二十章一),黑龙江工程学院苗淑杰(第五章、第九章、第十章、第十一章、第二十章二),山西大学工程学院吉晓梅(第十七章),陕西科技大学魏引焕(第十三章、第十四章),浙江海洋学院史晓敏(第十五章、第十九章),中北大学黄璟(附录),并由殷玉枫担任主编。

西北工业大学王三民教授担任本书主审,他仔细地审阅了全部文稿和图稿,提出了很多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和缺陷,敬请广大读者批评指正。

编 者

21 世纪高校机电类规划教材

编 审 委 员 会

顾 问：李培根 华中科技大学

主 任：左健民 南京工程学院

副主任：童幸生 江汉大学

徐格宁 太原科技大学

党新安 陕西科技大学

刘全良 浙江海洋学院

张世亮 广东海洋大学

高文龙 机械工业出版社

郑 堤 宁波大学

陈 明 北华航天工业学院

胡 琳 深圳大学

马 光 温州大学

方庆瑄 安徽工业大学

邓海平 机械工业出版社

委 员：(按姓氏笔画排序)

王卫平 东莞理工学院

仝基斌 安徽工业大学

刘小慧 机械工业出版社

刘镇昌 山东大学

李子琼 厦门理工学院

李洪智 黑龙江工程学院

赵先仲 北华航天工业学院

顾晓勤 电子科技大学(中山)

王 华 长春工程学院

朱志宏 福建工程学院

刘申全 华北工学院分院

张 茂 西南石油学院

李建华 中原工学院

陈廉清 宁波工程学院

夏凤芳 上海电机技术高等专科学校

倪少秋 机械工业出版社

目 录

序 前言

第一篇 机械设计课程设计指导书

第一章 概述	1
一、机械设计课程设计的目的	1
二、机械设计课程设计的内容	1
三、机械设计课程设计的步骤	1
四、课程设计中应注意的问题	2
第二章 传动装置的总体方案设计	3
一、传动方案设计	3
二、电动机的选择	6
三、计算总传动比和分配各级传动比	8
四、计算传动装置的运动和动力参数	10
第三章 传动零部件的设计计算	12
一、减速器外部传动零件的设计要点	12
二、减速器内部传动零件的设计要点	13
三、初算轴的直径	14
四、选择联轴器的类型和型号	15
第四章 减速器装配工作图的设计	16
一、概述	16
二、装配草图设计的准备	16
三、初绘装配草图及验算轴系零件	17
四、设计和绘制减速器内的轴系结构	26
五、设计和绘制箱体及其附件的结构	29
六、装配草图的检查	36
七、完成装配工作图	37
第五章 减速器零件工作图的设计	40
一、轴类零件工作图的设计	40

二、齿轮类零件工作图的设计	43
三、箱体零件工作图的设计	46
第六章 编写设计计算说明书、进行总结与准备答辩	50
一、设计计算说明书的内容与要求	50
二、总结与准备答辩	52
第二篇 机械设计常用标准和规范	
第七章 常用数据和一般标准	54
一、国内部分标准代号	54
二、常用数据	54
三、机械制图	57
四、一般标准	59
第八章 常用工程材料	63
一、黑色金属	63
二、有色金属	68
第九章 联接螺纹和螺纹零件的结构要素	70
一、螺纹	70
二、螺栓、螺柱、螺钉	73
三、螺母	81
四、垫圈	82
五、螺纹零件的结构要素	83
第十章 键联接和销联接	87
一、键联接	87
二、销联接	90
第十一章 轴系零件的紧固件	92
一、挡圈	92
二、圆螺母及止动垫圈	96
三、轴上固定螺钉用的孔	98
第十二章 滚动轴承	99
一、常用滚动轴承的尺寸及性能	99
二、轴承的轴向游隙	112
第十三章 联轴器	113

一、联轴器轴孔、键槽形式及其尺寸	113
二、刚性联轴器	116
三、弹性联轴器	120
第十四章 减速器附件	125
一、轴承盖与套杯	125
二、窥视孔及视孔盖	126
三、油面指示装置	126
四、通气器	128
五、起吊装置	129
六、栓塞及封油垫	131
第十五章 润滑与密封	132
一、润滑剂	132
二、常用润滑装置	133
三、密封装置	134
第十六章 电动机	140
一、Y 系列三相异步电动机	140
二、YZ 和 YZR 系列冶金及起重用三相异步电动机	143
第十七章 公差配合、形位公差及表面粗糙度	148
一、公差与配合	148
二、形状和位置公差	154
三、表面粗糙度	157
第十八章 齿轮及蜗杆、蜗轮的精度	159
一、渐开线圆柱齿轮的精度	160
二、锥齿轮的精度	169
三、圆柱蜗杆、蜗轮的精度	177
第十九章 传动零件的结构尺寸	187
一、普通 V 带传动	187
二、滚子链链轮的结构和标准	191
三、渐开线直齿圆柱齿轮及蜗杆结构	196
第三篇 参 考 图 例	
第二十章 参考图例	202
一、减速器装配图	202

二、零件工作图	220
附录	233
附录 I 课程设计题目	233
附录 II 设计思考题	241
附录 III 设计计算示例	245
参考文献	265

第一篇 机械设计课程设计指导书

第一章 概 述

一、机械设计课程设计的目的

机械设计课程是培养学生机械设计能力的技术基础课。课程设计则是机械设计课程重要的实践环节，其基本目的是：

- 1) 通过课程设计，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，掌握机械设计的一般规律，树立正确的设计思想，培养分析和解决实际问题的能力。
- 2) 学会从机器功能的要求出发，合理选择传动机构类型，制定设计方案，正确计算零件的工作能力，确定它的尺寸、形状、结构及材料，并考虑制造工艺、使用、维护、经济和安全等问题，培养机械设计能力。
- 3) 通过课程设计，学习运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料等，培养机械设计的基本技能。

二、机械设计课程设计的内容

课程设计的题目一般为通用机械（或其他简单机械）的传动装置的设计，如各种类型的减速器的设计。其具体内容如下：

- 1) 传动装置的方案设计，进行传动参数的计算，传动轴、键和轴承等零件的设计计算。
- 2) 部件装配图（如减速器装配图）和零件工作图（如齿轮和轴等）设计。
- 3) 编写设计计算说明书。

要求每个学生完成：装配工作图 1 张，零件工作图 1~2 张，设计计算说明书 1 份。

三、机械设计课程设计的步骤

课程设计大致按以下步骤进行：

1. 设计准备

了解设计任务书,明确设计要求、工作条件、设计内容和步骤;通过查阅有关设计资料,观看电教片和参观实物或模型等,了解设计对象的性能、结构及工艺性;准备好设计需要资料、绘图工具;拟定设计计划等。

2. 传动装置的总体设计和传动件等的设计

拟定和确定传动方案;选择电动机;分配传动比;计算各轴上的转速、功率和转矩;设计传动件;初算轴径;初选联轴器和滚动轴承。

3. 减速器装配草图设计

绘制减速器装配草图;进行轴的结构设计和轴系部件设计;校核轴和键联接的强度以及滚动轴承的寿命;设计箱体和附件的结构。

4. 完成减速器装配工作图

加深减速器装配图;标注主要尺寸、配合、零件序号;编写标题栏、零件明细表、减速器特性表及技术要求等。

5. 绘制零件工作图

绘出零件的必要视图;标注尺寸、公差及表面粗糙度;编写技术要求和标题栏等。

6. 编写设计计算说明书

写明整个设计的主要计算和一些技术说明。

7. 总结和答辩

四、课程设计中应注意的问题

1) 课程设计是在教师指导下进行的,为了更好地达到培养设计能力的要求,提倡独立思考、严肃认真、精益求精的学习精神,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、尺寸和结构。计算和画图需要交叉进行,边画图、边计算、反复修改以完善设计是正常的,必须耐心、认真地对待。

3) 利用已有资料是学习前人经验、提高设计质量的重要保证,但是不应该盲目地、机械地抄袭,要根据具体条件和要求,大胆创新。

4) 设计中应学习正确运用标准和规范,要注意一些尺寸需要圆整为标准数列或优先数列。

5) 要注意掌握设计进度,每一阶段的设计都要认真检查,避免出现重大错误,影响下一阶段设计。

第二章 传动装置的总体方案设计

传动装置的总体设计的内容为：确定传动方案、选择电动机型号、计算总传动比和合理分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数，为设计各级传动件和支承件创造必要的条件。

一、传动方案设计

机械传动装置位于原动机和工作机之间，如图 2-1 所示，用以传递运动和动力或改变运动方式。传动装置方案设计是否合理，对整个机械的工作性能、尺寸、重量和成本等影响很大，因此，传动方案设计是整个机械设计中最关键的环节。

1. 对传动方案的要求

合理的传动方案，首先应满足工作机的功能要求，其次还应满足工作可靠、结构简单、尺寸紧凑、传动效率高、重量轻、成本低廉、工艺性好、使用和维护方便等要求。任何一个方案，要满足上述所有要求是十分困难的，要统筹兼顾，满足最主要的和最基本的要求。

2. 拟定传动方案

满足同一工作机功能要求，往往可采用不同的传动机构，不同的组合和布局，从而可得出不同的传动方案。拟定传动方案时，应充分了解各种传动机构的性能及适用条件，结合工作机所传递的载荷性质和大小、运动方式和速度以及工作条件等，对各种传动方案进行分析比较，合理地选择。由于减速器在传动装置中应用最广，为了便于合理选择减速器的类型，故将几种常用减速器的类型及特点列于表 2-1 中，供选型时参考。

通常原动机的转速与工作机的输出转速相差较大，在它们之间常采用多级传动机构来减速。为了便于在多级传动中正确而合理地选择有关的传动机构及其排列顺序，以充分发挥各自的优点，下面提出几点原则，以供拟定传动方案时参考：

1) 齿轮传动具有承载能力大、效率高、允许速度高、尺寸紧凑、寿命长等特点，因此在传动装置中一般应首先采用齿轮传动。由于斜齿圆柱齿轮传动的承载能力和平稳

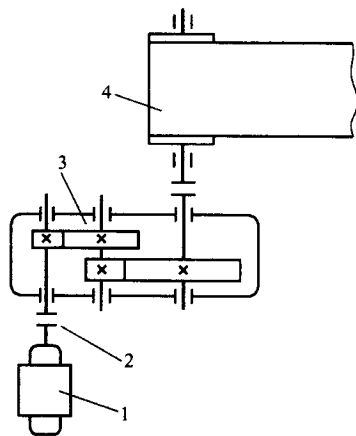
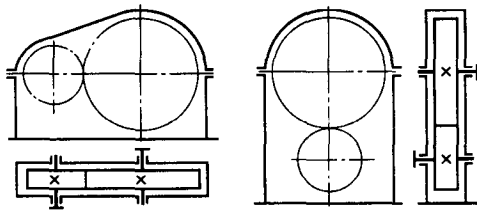
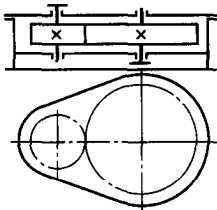
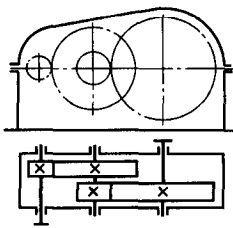
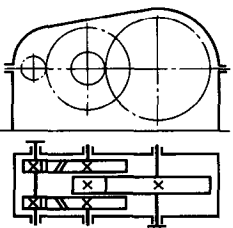
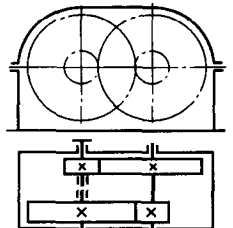
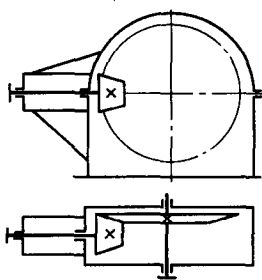
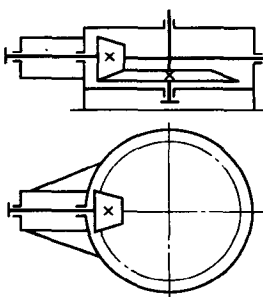


图 2-1 带式输送机传动装置及其简图

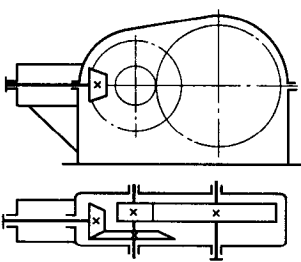
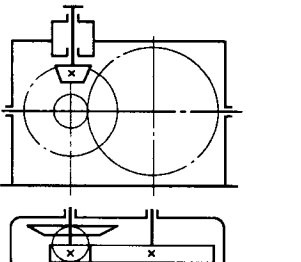
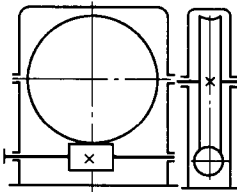
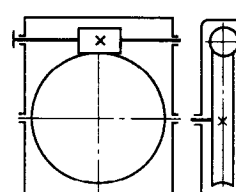
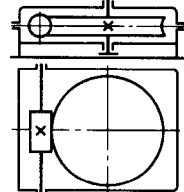
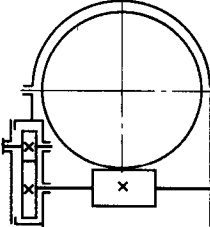
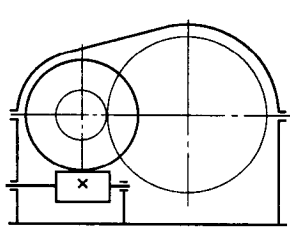
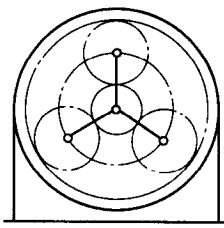
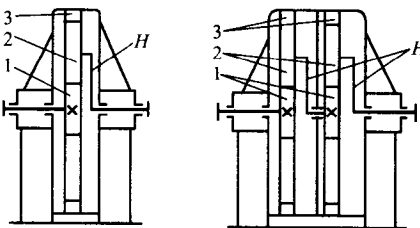
1—电动机 2—联轴器
3—减速器 4—输送带

性比直齿圆柱齿轮传动好,故在高速级或要求传动平稳的场合,常采用斜齿圆柱齿轮传动。

表 2-1 常用减速器的类型及特点

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 5,可用直齿、斜齿或人字齿,传动功率可达数万千瓦,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、上下布置或铅垂布置
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,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、上下或铅垂布置
一级 锥齿轮 减速器	水平轴  立轴  传动比一般小于 3,可用直齿、斜齿或弧齿

(续)

类 型	简 图 及 特 点
圆锥-圆柱齿轮 减速器	水平轴  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  立轴  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, $v > 5 \text{ m/s}$ 时用上置式。采用立轴布置时密封要求高
齿轮-蜗 杆减速器	  传动比一般小于 $60 \sim 90$。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 传动比一级一般为 $3 \sim 9$, 二级为 $10 \sim 60$。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

2) 带传动具有传动平稳、吸振等特点,且能起过载保护作用。但由于它是靠摩擦力来工作的,在传递同样功率的条件下,当带速较低时,传动结构尺寸较大。为了减小带传动的结构尺寸,应将其布置在高速级。

3) 锥齿轮传动,当其尺寸太大时,加工困难,因此应将其布置在高速级,并限制其传动比,以控制其结构尺寸。

4) 蜗杆传动具有传动比大、结构紧凑、工作平稳等优点,但其传动效率低,尤其在低速时,其效率更低,且蜗轮尺寸大,成本高。因此,它通常用于中小功率、间歇工作或要求自锁的场合。为了提高传动效率、减小蜗轮结构尺寸,通常将其布置在高速级。

5) 链传动,由于工作时链速和瞬时传动比呈周期性变化,运动不均匀、冲击振动大,因此为了减小振动和冲击,应将其布置在低速级。

6) 开式齿轮传动,由于润滑条件较差和工作环境恶劣,磨损快,寿命短,故应将其布置在低速级。

根据各种传动机构的特点和上述选择原则及对传动方案的要求,结合本设计的工作条件,对初步拟定的方案进行分析比较,从中选择出合理的方案。此时选出的方案,并不是最后方案,最后方案还有待于各级传动比能得到合理分配后才能决定。当传动比不能合理分配时,还须修改原方案。

二、电动机的选择

选择电动机的内容包括:选择电动机类型、结构形式、功率、转速和型号。

1. 选择电动机的类型和结构形式

电动机的类型和结构形式应根据电源种类(直流或交流)、工作条件(环境、温度等)、工作时间的长短(连续或间歇)及载荷的性质、大小、起动性能和过载情况等条件来选择。

工业上一般采用三相交流电动机。Y系列三相交流异步电动机由于具有结构简单、价格低廉、维护方便等优点,故其应用最广。当转动惯量和起动力矩较小时,可选用Y系列三相交流异步电动机。在经常起动、制动和反转、间歇或短时工作的场合(如起重机械和冶金设备等),要求电动机的转动惯量小和过载能力大,因此,应选用起重及冶金用的YZ和YZR系列三相异步电动机。电动机的结构有开启式、防护式、封闭式和防爆式等,可根据工作条件来选择。Y、YZ和YZR系列电动机的技术数据和外形尺寸参见第十六章。

2. 确定电动机的转速

同一功率的异步电动机有同步转速3000、1500、1000、750r/min等几种。一般来说,电动机的同步转速愈高,磁极对数愈少,外廓尺寸愈小,价格愈低;反之,转速愈低,外廓尺寸愈大,价格愈贵。当工作机转速高时,选用高速电动机较经济。但若工作

机转速较低也选用高速电动机,则总传动比增大,会导致传动装置结构复杂,造价较高。所以,在确定电动机转速时,应全面分析;在一般机械中,用得最多的是同步转速为 1500 或 1000r/min 的电动机。

3. 确定电动机的功率和型号

电动机的功率选择是否合适,对电动机的正常工作和经济性都有影响。功率选得过小,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;功率选得过大,则电动机价格高,且经常不在满载下运行,电动机效率和功率因数都较低,造成很大的浪费。

电动机功率的确定,主要与其载荷大小、工作时间长短、发热多少有关。对于长期连续工作、载荷较稳定的机械(如连续运输机、鼓风机等),可根据电动机所需的功率 P_d 来选择,而不必校验电动机的发热和起动转矩。选择时,应使电动机的额定功率 P_e 稍大于电动机的所需功率 P_d ,即 $P_e \geq P_d$ 。对于间歇工作的机械, P_e 可稍小于 P_d 。

电动机所需的功率按如下方法计算:若已知工作机的阻力(例如运输带的最大拉力)为 $F(N)$,工作速度(例如运输带的速度)为 $v(m/s)$,则工作机所需的输入功率 $P_w(kW)$ 为

$$P_w = \frac{Fv}{1000} \quad (2-1)$$

若已知工作机的转矩 $T(N \cdot m)$ 和转速 $n(r/min)$ 时,则工作机所需的输入功率为

$$P_w = \frac{Tn}{9550} \quad (2-2)$$

电动机所需的功率 $P_d(kW)$ 为

$$P_d = P_w / \eta \quad (2-3)$$

式中, η 为传动装置的总效率。

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \cdots \eta_n \quad (2-4)$$

式中, η_1 、 η_2 、 η_n 分别为传动装置中每对运动副或传动副(如联轴器、齿轮传动、带传动、链传动和轴承等)的效率。

表 2-2 给出了常用机械传动和轴承等效率的概略值。

表 2-2 常用机械传动和轴承效率的概略值

类	型	效率 η
圆柱齿轮传动	7 级精度(油润滑)	0.98
	8 级精度(油润滑)	0.97
	9 级精度(油润滑)	0.96
	开式传动(脂润滑)	0.94~0.96
锥齿轮传动	7 级精度(油润滑)	0.97
	8 级精度(油润滑)	0.94~0.97
	开式传动(脂润滑)	0.92~0.95