



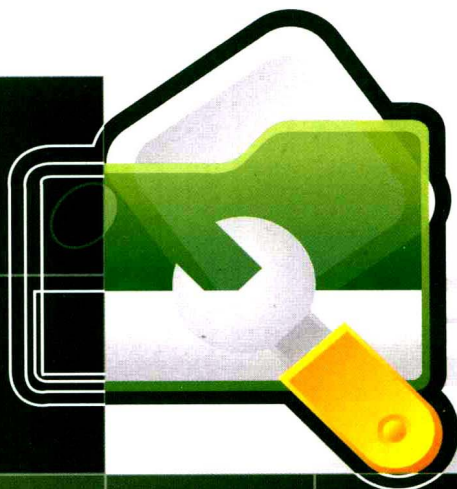
21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国应用型本科

大机械系列

实用规划教材



机械设计课程设计

主 编 许 瑛
副主编 吴 晖 刘文光
主 审 郑 江



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

机械设计课程设计

主 编	许 瑛	
副主编	吴 晖	刘文光
参 编	封立耀	柴京富
	肖 洁	王艳春
主 审	郑 江	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是按照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。全书分三大部分,共 21 章。第一部分为机械设计课程设计指导,以常见的基本类型的减速器——圆柱齿轮减速器和蜗杆减速器为例,系统地介绍了机械传动装置的设计内容、设计步骤、设计方法及注意问题;第二部分为课程设计常用标准和规范,提供了课程设计常用资料;第三部分为课程设计参考图例及设计题目,给出了减速器装配图、零件图的参考图例,介绍了用三维软件 SolidWorks 设计常用零件的方法和步骤。

本书可供高等工科院校机械类、近机类各专业学生学习机械设计、机械设计基础课程和进行课程设计时使用,也可供其他院校的有关专业学生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/许瑛主编. —北京:北京大学出版社,2008.8

(21 世纪全国应用型本科大机械系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-12357-7

I. 机… II. 许… 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 083158 号

书 名:机械设计课程设计

著作责任者:许 瑛 主编

策 划 编 辑:郭穗娟

责 任 编 辑:王显超

标 准 书 号:ISBN 978-7-301-12357-7/TH·0018

出 版 者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路 205 号 邮编:100871

网 址:<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail:pup_6@163.com

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者:涿州市星河印刷有限公司

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 474 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价:35.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:(010)62752024 电子邮箱:fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名 誉 主 任 胡正寰*

主 任 委 员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军 江征风 李郝林 梅 宁 任乃飞

王述洋 杨化仁 张成忠 张新义

顾 问 (按拼音排序)

傅水根 姜继海 孔祥东 陆国栋

陆启建 孙建东 张 金 赵松年

委 员 (按拼音排序)

方 新 郭秀云 韩健海 洪 波

侯书林 胡如风 胡亚民 胡志勇

华 林 姜军生 李自光 刘仲国

柳舟通 毛 磊 孟宪颐 任建平

陶健民 田 勇 王亮申 王守城

魏 建 魏修亭 杨振中 袁根福

曾 忠 张伟强 郑竹林 周晓福

* 胡正寰:北京科技大学教授,中国工程院机械与运载工程学部院士

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一,是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务,在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来,以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生,极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度,改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式,产生了一大批新的机械设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面:

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用,使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件,而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品,其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动,而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化,CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用,促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低,而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术,并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化,制造过程的网络化、全球化得到很大的发展,涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式,制造装备和制造系统的柔性可与重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明,现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此,加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育,培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才,不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适应性

* 殷国富教授:现为教育部机械学科教学指导委员会委员,现任四川大学制造科学与工程学院院长

强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程技术学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的关键决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程技术学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业基础知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也要感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

前 言

本书是在教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”和“工程制图与机械基础系列课程改革研究报告”指导下的研究成果,是 21 世纪全国应用型本科大机械系列实用规划教材之一。

本书集教学指导、设计资料、参考图册于一体,一改原来教学指导书、设计手册和课程设计图册分散的状况,既能满足机械设计课程设计的需要,又能兼顾机械类和近机类专业的教学特点和要求,全书从培养学生创新能力出发,提供了多样化的设计选题,突出了工程实践。本书还新增了机械设计 CAD 内容,介绍了三维软件 SolidWorks 在机械设计中的应用。

本书是在吸取兄弟院校的宝贵教改经验基础上,结合编者多年来的教学体会,并根据当前教学实际需要而编写的。书中特别列举了离心加速度实验装置设计的实例,较详细地介绍了机械系统方案设计方法及步骤,弥补了课程设计中方案设计环节薄弱的不足,给出了离心加速度实验装置工作图和零件工作图,并附有减速器装配工作图和零件工作图的参考图例,为设计人员提供参考。本书围绕课程设计的需要,全部采用最新国家标准,及时为师生提供新的国家标准信息。

参加本书编写的人员有南昌航空大学许瑛(第 1、2、6、11、19、20 章)、吴晖(第 4、13 章,第 18.1 节)、刘文光(第 3、5、7、12、14、17 章,第 18.2 节)、柴京富(第 8、10 章)、肖洁(第 15、16 章)、王艳春(第 9 章)、封立耀(第 21 章)。本书由许瑛担任主编,吴晖、刘文光担任副主编。

全书由中北大学郑江教授主审,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 5 月

目 录

第一部分 机械设计课程设计指导	1
第 1 章 概述	1
1.1 机械设计课程设计的目的	1
1.2 机械设计课程设计的内容	1
1.3 机械设计课程设计的步骤	1
1.4 机械设计课程设计的要求	2
第 2 章 传动装置的总体设计	4
2.1 拟定传动方案	4
2.2 选择电动机	7
2.3 确定传动装置的总传动比及其分配	9
2.4 计算传动装置的运动和动力参数	11
2.5 设计计算举例	12
第 3 章 传动零件的设计计算	15
3.1 减速器外传动零件的设计	15
3.2 减速器内传动零件的设计	16
3.3 联轴器的选择	17
3.4 设计计算示例	18
3.5 传动零件的结构设计	23
3.5.1 普通 V 带轮	23
3.5.2 齿轮	26
第 4 章 减速器设计	29
4.1 减速器的构造	29
4.2 减速器的润滑	31
4.2.1 传动件的润滑	31
4.2.2 轴承的润滑	33
4.3 减速器装配草图的绘制(第一阶段)	34
4.3.1 绘制减速器装配草图前的准备工作	34
4.3.2 视图选择与图面布置	36
4.3.3 减速器主要视图草图绘制	36
4.3.4 轴系零、部件的校核计算	40
4.3.5 其他视图(正视图、侧视图)的草图绘制	41
4.4 轴系部件的结构设计(第二阶段)	41
4.4.1 齿轮的结构设计	41
4.4.2 轴承端盖的结构设计	44
4.5 箱体结构设计(第三阶段)	45
4.6 减速器附件设计与选用(第四阶段)	49
4.7 完成减速器装配图	51
4.8 圆锥-圆柱齿轮减速器装配图设计的特点	54
4.9 蜗杆减速器装配图设计的特点	56
4.10 减速器装配图常见错误示例	58
第 5 章 零件工作图	61
5.1 零件工作图的设计要求	61
5.2 轴类零件工作图	61
5.3 齿轮零件工作图	63
5.4 箱体零件工作图	64
第 6 章 编写设计说明书及准备答辩 ..	66
6.1 设计计算说明书的内容与要求	66
6.2 课程设计总结与答辩	69
第二部分 课程设计常用标准和规范 ..	70
第 7 章 常用数据和标准	70
7.1 明细栏和标题栏格式	70
7.2 标准尺寸(直径、长度、高度等)	71
7.3 中心孔与中心孔表示方法	72
7.4 一般用途圆锥的锥度与锥角	74
7.5 回转面及端面砂轮越程槽	75

7.6 零件倒圆与倒角	75	第 15 章 公差配合、形位公差和表面	
7.7 铸件最小壁厚	76	粗糙度	174
7.8 铸造斜度与铸造过渡尺寸	76	15.1 公差与配合	174
第 8 章 常用材料	77	15.2 形状和位置公差	193
8.1 黑色金属	77	15.3 表面粗糙度	197
8.2 型钢和型材	87	15.3.1 公差等级与表面	
8.3 有色金属	92	粗糙度值	197
8.4 工程塑料	94	15.3.2 表面粗糙度的选择	199
第 9 章 联接螺纹和螺纹零件的结构		15.3.3 表面粗糙度的参数值及	
要素	96	加工方法	199
9.1 螺纹	96	第 16 章 齿轮、蜗杆传动精度及公差	200
9.2 螺纹紧固件	101	16.1 渐开线圆柱齿轮精度	200
9.3 螺纹零件的结构要素	122	16.1.1 精度等级	200
第 10 章 键连接和销连接	127	16.1.2 齿轮、齿轮副误差及侧隙	
10.1 键连接	127	的定义和代号	200
10.2 销连接	130	16.2 圆锥齿轮精度	225
第 11 章 滚动轴承	133	16.3 圆柱蜗杆蜗轮精度	236
11.1 常用滚动轴承的尺寸及		第 17 章 电动机	244
性能参数	133	17.1 常用电动机的特点及用途	244
11.2 滚动轴承的配合和游隙	144	17.2 Y 系列三相异步电动机的	
第 12 章 润滑与密封	147	技术数据	244
12.1 润滑剂	147	17.3 Y 系列三相异步电动机的	
12.2 油杯	149	外形和安装尺寸	246
12.3 油标及油标尺	150	17.4 Y 系列三相异步电动机的	
12.4 密封	153	参考比价	247
第 13 章 联轴器	158	第三部分 课程设计参考图例及设计	
13.1 联轴器轴孔和键槽形式	158	题目	248
13.2 凸缘联轴器	160	第 18 章 减速器零件工作图	248
13.3 弹性柱销联轴器	162	18.1 减速器装配图示例	248
13.4 TL 型弹性套柱销联轴器	163	18.2 减速器零件工作图示例	271
第 14 章 减速器的附件	165	第 19 章 机械设计课程设计题目	280
14.1 油塞及封油垫	165	第 20 章 离心加速度实验装置设计	284
14.2 观察孔盖	166	20.1 概述	284
14.3 通气器	167	20.2 离心加速度实验装置的	
14.4 轴承盖	169	方案设计	284
14.5 套杯	170		
14.6 起吊装置	171		

20.3 离心加速度实验装置		21.2.2 SolidWorks 的用户	
设计结果	290	界面	295
第 21 章 计算机辅助机械设计简介 ...	294	21.3 机械三维 CAD 应用实例	300
21.1 概述	294	21.3.1 创建简单零件模型 ...	300
21.2 SolidWorks 软件简介	294	21.3.2 创建装配体	311
21.2.1 SolidWorks 的特点 ...	294	参考文献	316

第一部分 机械设计课程设计指导

第 1 章 概 述

1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计课程设计是“机械设计”课程学习后一个重要的实践性与综合性教学环节,是工科院校机械类及近机类学生首次较全面的机械设计训练。课程设计的目的如下。

(1) 培养学生综合运用机械设计课程和其他先修课程的知识,结合生产实践分析和解决机械设计问题的能力,使所学理论知识得到进一步巩固和提高。

(2) 学习机械设计的一般程序,使学生熟悉和掌握机械设计的方法和步骤,培养学生创造性思维能力和独立的工程设计的能力。

(3) 通过课程设计,使学生学会使用标准、规范、手册、图册和相关技术资料,完成机械设计基本技能的训练。

1.2 机械设计课程设计的内容

课程设计的内容一般选择基础的机械传动装置或简单机械。目前课程设计题目多数选择以齿轮减速器为主体的机械传动装置,这类设计题目不仅能系统地反映机械设计课程的主要教学内容,而且与生产实际密切联系,涵盖知识面广、综合性强,最具典型性,对其他同类的设计具有一定的指导意义。

课程设计的内容包括:

- (1) 传动系统的方案设计和总体设计。
- (2) 各级传动零件的设计计算。
- (3) 减速器装配工作图的结构设计及绘制。
- (4) 零件工作图的设计和绘制。
- (5) 整理、编写设计说明书。

要求每个学生完成以下工作:绘制减速器装配图 1 张,绘制零件工作图 2 张(从动轴、齿轮),编写设计说明书 1 份。

1.3 机械设计课程设计的步骤

- (1) 设计准备:阅读有关资料,明确课程设计的方法和步骤,初步拟定设计计划。

(2) 传动装置的总体设计:计算功率并选择电动机;确定总传动比和分配各级传动比;计算各轴的转速、转矩和功率。

(3) 各级传动零件的设计计算:通过设计计算确定各传动零件的主要参数和尺寸,一般包括带传动、联轴器、齿轮传动(或蜗杆蜗轮传动)等。

(4) 减速器装配工作图的结构设计及绘制:减速器装配图应当清晰准确地表达减速器整体结构、所有零件的形状和尺寸、相关零件间的联接性质及减速器的工作原理。还应表示出减速器各零件的装配和拆卸的可能性、次序及减速器的调整和使用方法。在减速器装配图的设计过程中,每完成一步都应仔细检查。装配图的设计与相关计算交叉进行,如选择减速器中受力较复杂的一轴及其轴上零件,应校核轴及滚动轴承寿命(轴的校核按弯扭合成强度计算);进行轴系、箱体及其附件的结构设计。其中箱体附件一般应包括窥视窗、油标、排油孔及其螺塞、起吊装置等。装配图上还应标注必要的尺寸和公差配合,写出减速器特性、技术要求和零件序号,编写零件明细表及标题栏。

(5) 零件工作图的设计和绘制:零件工作图一般选轴或齿轮,尺寸和公差标注及技术要求应完整,绘制齿轮零件工作图应有齿轮公差表。

(6) 完成减速器装配图。

(7) 整理、编写设计说明书:说明书应包括文字叙述、设计计算和必要的简图,在说明书每一页的右侧应单独写明有关计算结果和简短结论(如“ $m=3$ ”、“满足强度要求”等)。

(8) 设计总结和答辩。

1.4 机械设计课程设计的要求

(1) 培养独立工作能力:机械设计课程设计是在教师指导下由学生独立完成的。为了达到培养学生设计能力的要求,提倡独立思考、深入钻研的学习精神。设计中遇到的问题,学生应首先自己思考,提出看法和意见,然后与指导教师共同讨论。

(2) 参考和创新:正确利用前人长期经验积累的资料是提高设计质量、加快设计进程的重要保证。但任何一项新的设计都有其特定的要求和具体的工作条件,没有现成的设计方案供直接引用,因此设计时必须根据设计要求具体分析,创造性地进行设计。

(3) 正确处理设计计算与结构设计、工艺要求间的关系: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进行强度、刚度等理论计算。另外也可以参考已有资料或经验数据,取得有关尺寸具体的结构参数,然后进行必要的校核计算。特别要注意的是:既不能把设计理解为纯粹的理论计算或者将某些计算结果看成是不可更改的,也不能简单地从结构和工艺要求出发,毫无根据地随意确定零件的尺寸。

(4) 正确运用设计标准和规范:标准和规范是为了便于设计、制造和使用而制定的。正确运用设计标准和规范,有利于零件的互换性和加工工艺性,同时也可以节省设计时间。在课程设计中应熟悉和正确采用有关技术标准和规范,尽量采用标准件。当遇到与设计要求有矛盾时,也可突破标准和规范的规定自行设计。

(5) 及时整理课程设计中的计算数据:计算过程中常要调整参数,修改计算数据,因此从设计开始就要注意整理总结,要求计算时达到正确、清晰、系统、完整。为编写设计计算说明

书和最后的答辩做好准备。

(6) 保证机械设计课程设计图纸和设计计算说明书的质量:要求图纸表达正确、清晰,符合机械制图标准;说明书计算准确、书写工整。

第 2 章 传动装置的总体设计

2.1 拟定传动方案

传动装置总体设计的主要任务是拟定传动方案、选择电动机、确定传动装置的总传动比及分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数,为各级传动零件设计及装配图设计做准备。

1. 拟定传动方案

机器通常由原动机(电动机、内燃机等)、传动装置和工作机三部分组成。传动装置位于原动机和工作机中间,将原动机的运动和动力传递给工作机。传动系统方案设计的优劣对机械的工作性能、工作可靠性、外廓尺寸、重量、制造成本、运转费用等均有一定程度的影响。因此,合理拟定传动方案是保证传动装置设计质量的基础。

传动系统方案设计可依据设计任务的具体要求、原始数据及工作条件,结合任务书中给出的传动系统参考方案,通过分析和比较,提出自己的传动系统设计方案(方案中必须包含任务书要求采用的传动形式);也可直接采用设计任务书中给出的传动系统参考方案。传动系统方案设计要同时满足这些要求往往是困难的,在进行传动系统方案设计时应统筹兼顾、保证重点。

传动方案一般由运动简图表示。图 2.1 所示是带式运输机的 4 种传动方案。方案(a)选用了 V 带传动和闭式齿轮传动,V 带传动布置于高速级,能发挥它的传动平稳、缓冲吸振和过载保护的优点,因此方案的结构尺寸较大;方案(b)结构紧凑,但由于蜗杆传动效率低,功率损耗大,不适宜用于长期连续运转的场合;方案(c)采用二级闭式齿轮传动,更能适应在繁重及恶劣的条件下长期工作,且使用维护方便;方案(d)适合布置在狭窄的通道(如矿井巷道)中工作,但加工圆锥齿轮比圆柱齿轮困难,成本也较高。这 4 种方案各有其特点,适用于不同的工作场合,因此设计时要根据工作条件和设计要求,综合比较,择优选定。

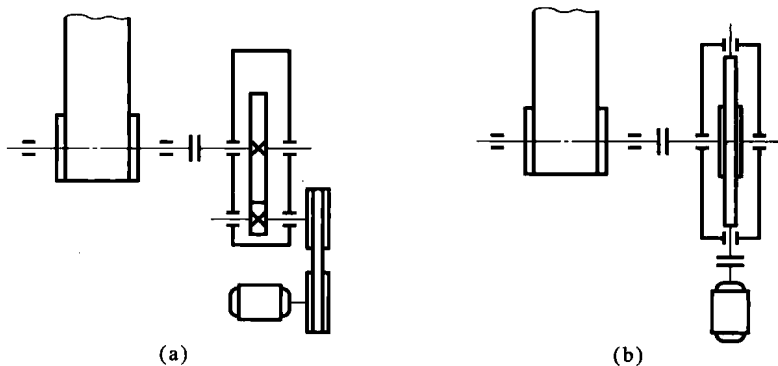


图 2.1 带式运输机的传动方案比较

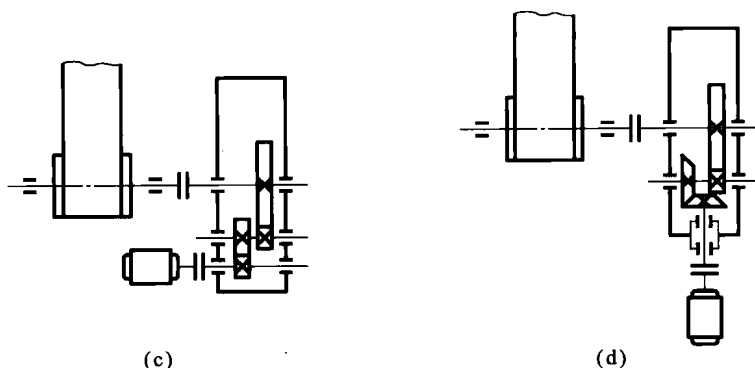


图 2.1 带式运输机的传动方案比较(续)

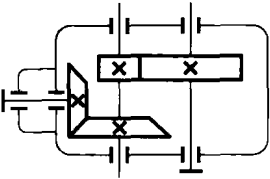
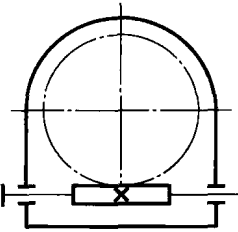
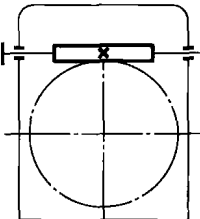
2. 选择传动系统类型

合理地选择传动系统类型是拟定传动方案的重要环节。在机械传动装置中,由于减速器具有结构紧凑、传动效率高、传动准确可靠、使用维护方便等特点,故减速器应用甚广。表 2-1 列出了几种常用减速器的类型、特点及应用。

表 2-1 常用减速器的类型、特点及应用

名称	传动简图	推荐传动比	特点及应用
单级圆柱齿轮减速器		$i \leq 6$	轮齿可做成直齿或斜齿。直齿轮用于速度较低($v \leq 8\text{m/s}$)、载荷较轻的传动;斜齿轮用于速度较高的传动,箱体通常用铸铁做成,单件或小批量生产有时采用焊接结构。轴承一般采用滚动轴承
两级圆柱齿轮减速器	展开式 	$i = i_1 i_2$ $i = 8 \sim 40$	其结构简单,但齿轮的位置不对称。高速级齿轮布置在远离转矩输入端,可使轴在转矩作用下产生的扭转变形和轴在弯矩作用下产生的弯曲变形部分互相抵消,以减缓沿齿宽载荷分布不均匀的现象
	同轴式 		减速器横向尺寸较小,两对齿轮浸入油中深度大致相同,但轴向尺寸和重量较大,且中间轴较长、刚度差,使载荷沿齿宽分布不均匀,高速级齿轮的承载能力难以充分利用
单级圆锥齿轮减速器		$i \leq 3$	轮齿可做成直齿、斜齿或曲线齿,它可用于两轴垂直相交的传动中,也可用于两轴垂直错位的传动中。由于制造安装复杂、成本高,所以仅在传动布置需要时才采用

(续)

名称	传动简图	推荐传动比	特点及应用
两级圆锥—圆柱齿轮减速器		$i = i_1 i_2$ 若高速级采用直齿圆锥齿轮, 则 $i = 8 \sim 22$ 若高速级采用斜齿或曲线齿圆锥齿轮, 则 $i = 8 \sim 40$	其特点同单级圆锥齿轮减速器。圆锥齿轮应布置在高速级, 以使圆锥齿轮尺寸不致太大, 否则加工困难
单级蜗杆减速器	蜗杆下置式 	$i = 10 \sim 80$	蜗杆在蜗轮下方, 啮合处的冷却和润滑都较好, 蜗杆轴承润滑也方便, 但当蜗杆圆周速度高时, 搅油损失大。蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时用蜗杆下置式
	蜗杆上置式 		蜗杆在蜗轮上方, 蜗杆的圆周速度可高些, 但蜗杆轴承润滑不太方便。蜗杆圆周速度 $v > 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时用蜗杆上置式

注: 推荐传动比为减速器的总传动比 i ; 式中, i_1 表示高速级传动比, i_2 表示低速级传动比。

选择传动机构类型时, 要充分考虑各类传动的特点, 如圆柱齿轮传动因效率高、结构尺寸小, 应优先采用; 当输入轴和输出轴有一定角度要求时, 可采用圆锥—圆柱齿轮传动; 传动比大时, 可采用蜗杆传动。

传动机构类型选择的一般原则如下。

(1) 传递大功率时, 应优先选用传动效率高的传动机械, 以降低能耗、减少运行成本, 如齿轮传动。

(2) 传递小功率时, 宜选用结构简单、价格便宜、标准化程度高的传动机构。

(3) 载荷多变及工作中可能出现过载时, 应选用具有过载保护功能的传动机构, 如带传动, 采用弹性联轴器或其他过载保护装置。

(4) 工作温度较高、潮湿、多粉尘、易爆、易燃场合, 宜选用链传动、闭式齿轮或蜗杆传动, 不能选用摩擦传动, 以防止静电引起火灾。

(5) 要求两轴保持准确的传动比时, 应选用齿轮或蜗杆传动。

3. 多级传动的合理布置

在多级传动中, 各类传动机构的布置顺序不仅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。常用多级传动布置的一般原则如下。

- (1) 带传动应布置在高速级,链传动、开式齿轮传动则应布置在低速级。
- (2) 斜齿轮传动应布置在高速级,直齿轮传动则应布置在低速级。
- (3) 圆锥齿轮若尺寸过大会使加工困难,锥齿轮传动应布置在高速级,并限制其传动比。
- (4) 蜗杆传动与齿轮传动组成多级传动时,一般情况下蜗杆传动应布置在高速级,齿轮传动则布置在低速级。

2.2 选择电动机

选择电动机,主要是根据工作机的工作情况以及运动和动力参数选择电动机的类型、结构形式、功率和转速,确定所用的电动机型号。

1. 选择电动机的类型和结构形式

工业上一般选用 Y 系列三相交流异步电动机。常用 Y 系列笼型三相异步电动机。这类电动机属于一般用途的全封闭自扇冷式电动机,其结构简单、工作可靠、启动性能好、价格低廉、维护方便。适用于非易燃、非易爆、无腐蚀性和无特殊要求的机械上,如金属切削机床、运输机、风帆、搅拌机、农业机械、食品机械等;也适用于某些对启动转矩有较高要求的机械,如压缩机等。

需要经常启动、制动和反转的机械设备(如起重、提升机械设备等),要求电动机具有较小的转动惯量和较大的过载能力,宜选 YZ(笼型)和 YZR(绕线型)系列异步电动机。

同一系列的电动机有不同的防护及安装形式,可根据具体要求选用。常用 Y 系列三相异步电动机的技术数据、外形和安装尺寸见第 17 章。

2. 选择电动机的容量

选择电动机容量,就是确定电动机的功率。电动机的容量(功率)选择是否合适,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,或使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,传动能力又不能充分利用,而且由于电动机经常在轻载下运转,其效率和功率因数都较低,从而造成能源的浪费。

对于载荷比较稳定、长期运转的机械(如运输机等),通常按照电动机的额定功率选择,而不必校核电动机的发热和启动转矩。

(1) 工作机所需功率 P_w 。

工作机所需功率 P_w 应由工作机的工作阻力和运动参数(线速度或转速)计算求得。在课程设计中,可按设计任务书给定的工作机参数计算,公式如下:

$$P_w = \frac{T n_w}{9550} (\text{kW}) \quad (2-1)$$

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

式中: F ——工作机的工作阻力, N;

v ——工作机的线速度,如运输机输送带的线速度, m/s;

T ——工作机的阻力矩, N·m;