

机械设计制造及其自动化专业本科系列规划教材

JIXIE SHEJI
KECHENG SHEJI ZHIDAOSHU

机械设计课程设计指导书

主 编 张国海
副主编 何 勇 黄民毅



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

机械设计课程设计指导书

主 编 张国海

副主编 何 勇 黄民毅

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书共7章,较全面地介绍了机械设计课程设计的目的、任务和步骤;机械传动系统总体设计的要求和主要任务。以带式输送机传动系统为例,介绍其类型、组成和传动零件设计要点。以齿轮减速器部件为重点,详细介绍其设计要求和设计过程。优选出了3道课程设计题目、选编了机械设计常用标准及规范和10种典型结构减速器参考图例,供设计时参考和查阅。通过设计,培养学生综合运用基本理论与基本方法,结合生产实际解决工程设计问题的能力;使学生树立正确的设计思想、掌握一般机械设计的基本方法和程序;培养学生具备查阅相关技术资料的能力,以完成工程技术人员所具备的基本技能训练。

本书适合作为机械类本科专业教材,亦可供从事机械设计的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计指导书/张国海主编. —重庆:
重庆大学出版社,2013.11
机械设计制造及其自动化专业本科系列规划教材
ISBN 978-7-5624-7510-1

I. ①机… II. ①张… III. ①机械设计—课程设计—
高等学校—教学参考资料 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第129204号

机械设计课程设计指导书

主 编 张国海

副主编 何 勇 黄民毅

策划编辑:曾令维

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:曾令维

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆现代彩色书报印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:474千

2013年11月第1版 2013年11月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-7510-1 定价:37.00元



本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

《高等学校机械设计系列课程教学基本要求》中关于机械设计课程设计对学生的能力培养要求为:能从机器功能及经济性要求出发,进行总体方案设计,合理选择传动方案和零部件;能按机器的工作状况分析和计算作用在零件上的载荷,合理选择零件材料及热处理方法,正确计算零件的工作能力和确定零件尺寸;能考虑制造工艺、使用维护、经济和安全等因素,对机械零部件进行合理的结构设计;绘制机器或部件的装配图和零件图。为实现学生能力培养要求,按照“精选内容、启发思考、利于教学;采用最新标准;引入典型结构和新结构;优化设计题目”的原则组织编写本书,内容组织上注重培养和发挥学生的独立工作能力、创新精神和促进学生的个性发展。

本书共7章,较全面地介绍机械设计课程设计的目的、内容和过程;机械传动系统总体设计的要求、方案的分析与选择、电动机的选择、总传动比计算及分配、运动及动力参数计算。以带式输送机传动系统为例,概略介绍其传动装置的类型、组成和传动零件设计要点。以齿轮减速器部件为重点,详细介绍其设计要求和结构设计过程,并从工程要求出发,对减速器装配图和零件工作图设计提出相应要求。优选出了3道课程设计题目、选编了机械设计常用标准及规范和10种典型结构减速器参考图例,供设计时参考。通过设计,培养学生综合运用基础理论与基本方法,结合生产实际解决工程设计问题的能力;使学生树立正确的设计思想、掌握一般机械设计的基本方法和程序;培养学生具备查阅和使用标准、规范、手册、图册等相关技术资料的能力,以完成一个合格工程技术人员所必须具备的基本技能训练。

本书是编者在总结了多年教学经验的基础上,参阅了有关文献和资料,征求了部分高校的意见和建议编写而成的。对学生而言,既能查到所有的相关课程设计数据和得到更多的指导帮助,也可在学习有关课程时使用;对从事机械设计的

工程技术人员来说,也是一份很好的设计资料手册。

本书可作为机械类专业本科生教学和工程技术人员参考之用。由张国海主编,何勇、黄民毅任副主编。全书由张国海统稿,由王保民教授审稿。本书各章的编写分工如下:

第1章、附录Ⅱ.1—Ⅱ.7由陕西理工学院张国海编写;

第2章、3章由陕西理工学院田静云编写;

第4章、附录Ⅱ.8—Ⅱ.9由陕西理工学院何勇编写;

第5章、第7章和附录Ⅰ由西华大学黄民毅编写;

第6章和附录Ⅲ由四川理工学院孙泽刚编写。

在本书的编写过程中得到了重庆大学出版社理工分社的领导和同事的大力支持,在此对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢!

由于编者的学识水平有限,书中可能存在错误或欠妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2013年5月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 课程设计的目的和应达到的能力	1
1.2 课程设计的内容	2
1.3 课程设计的阶段	2
1.4 课程设计的要求和注意事项	3
第2章 机械传动系统的总体设计	5
2.1 总体设计应满足的要求	5
2.2 传动方案的分析与选择	6
2.3 选择电动机	7
2.4 机械传动装置总体设计	9
2.5 设计示例	11
第3章 机械传动装置的设计计算	14
3.1 减速器的类型和应用范围	14
3.2 减速器的组成	17
3.3 减速器外部传动零件设计要点	18
3.4 减速器内部传动零件设计要点	20
第4章 减速器装配底图设计	22
4.1 装配底图设计内容	22
4.2 装配底图设计准备	22
4.3 初绘减速器装配底图	24
4.4 减速器的箱体结构	42
4.5 润滑与密封	53
4.6 减速器的附件结构	59
4.7 装配底图的检查与修改	66
第5章 完成减速器装配图	67
5.1 完善和加深减速器装配图	67
5.2 尺寸标注	67

5.3	编制减速器技术特性	69
5.4	制订技术要求	69
5.5	编排零件序号	71
5.6	编制标题栏与明细表	71
第6章	减速器零件工作图的设计	73
6.1	概 述	73
6.2	轴类零件工作图的设计	74
6.3	齿轮类零件工作图设计	77
6.4	箱体类零件工作图设计	83
第7章	编写设计计算说明书和答辩准备	85
7.1	编写设计计算说明书	85
7.2	答辩准备	87
附录 I	机械设计课程设计参考题目	90
题目 1	设计带式运输机的机械传动装置	90
题目 2	设计电动卷扬机传动装置	95
题目 3	设计螺旋输送机传动装置	96
附录 II	机械设计常用标准及规范	97
II.1	常用数据和一般标准	97
II.2	常用材料	110
II.3	常用联接件与紧固件	126
II.4	滚动轴承	160
II.5	润滑与密封	184
II.6	联轴器	195
II.7	极限与配合、形状与位置公差和表面粗糙度 ...	202
II.8	渐开线圆柱齿轮精度、锥齿轮精度和圆柱蜗 杆蜗轮精度	224
II.9	电动机	263
附录 III	课程设计参考图例	274
III.1	一级圆柱齿轮减速器	274
III.2	展开式二级圆柱齿轮减速器	276
III.3	大型展开式二级圆柱齿轮减速器	278

Ⅲ.4	同轴(回归)式二级圆柱齿轮减速器	280
Ⅲ.5	焊接结构二级圆柱齿轮减速器	282
Ⅲ.6	轴装式二级圆柱齿轮减速器	284
Ⅲ.7	二级圆锥-圆柱齿轮减速器	285
Ⅲ.8	大型二级圆锥-圆柱齿轮减速器	287
Ⅲ.9	蜗杆减速器	289
Ⅲ.10	整体式蜗杆减速器	291
参考文献		293

第 1 章

绪 论

1.1 课程设计的目的和应达到的能力

机械设计是机械类专业一门培养学生具有机械设计能力的技术基础课,是各专业培养方案的主干课程。该课程由基础理论学习、实验和课程设计等教学环节组成,缺一不可。课程设计既是该课程重要的实践性环节,也是学生一次较为全面的机械设计能力培养和综合技能训练提升过程。

1.1.1 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基础理论和基本知识,结合生产实际解决工程设计问题的能力。经过本课程设计,使所学基础理论和基本知识得到进一步巩固和提高,并使其与生产实践紧密结合。

②使学生树立正确的设计思想、掌握一般机械设计的基本方法和程序,培养工程设计的独立工作能力,为后续课程学习和以后从事技术工作打基础。

③使学生能够熟练地进行设计计算和绘图,培养学生具备查阅和使用标准、规范、手册、图册等相关技术资料的能力,以完成一个合格工程技术人员所必须具备的基本技能训练。

1.1.2 课程设计应达到的能力

①能从机器功能及经济性要求出发,进行总体方案设计,合理选择传动和零部件类型。

②能根据机械的工作情况分析和计算作用在零件上的载荷,合理选择零件材料及热处理方法,正确计算零件的工作能力和确定零件尺寸。

③能考虑制造工艺、使用维护、经济和安全等因素,对机械零部件进行合理的结构设计。

④能正确表达机器或部件结构,按照工程要求绘制总装配图和零件工作图。

1.2 课程设计的内容

一般选择通用机械传动装置的设计作为课程设计题目。由于该题目不仅能充分反映机械设计课程主要教学内容、能与生产实际密切联系,而且设计主要任务量和教学计划规定的学时数相适应。

本课程设计基本任务要求应不低于二级圆柱齿轮减速器的主体设计工作量,至少包含以下内容:

- ①拟订(或分析比较)传动装置的总体方案。
- ②选择电动机。
- ③计算传动装置的运动和动力参数。
- ④进行传动零件、轴的设计计算。
- ⑤进行轴承、联接件、润滑密封和联轴器的选择及校核计算。
- ⑥进行箱体箱盖结构及其附件的设计。
- ⑦绘制总装配图和主要零件工作图(装配图1张,零件图2~4张)。
- ⑧编写设计说明书1份(6 000~8 000字)。

1.3 课程设计的阶段

1.3.1 机械设计的步骤

机械是机器和机构的总称。任何一部新机械都要经过设计、研制、生产和使用4个阶段。虽然机械的类型、用途、性能和结构特点千差万别,但其设计过程却基本遵循同样的规律,概括而论,机械设计过程一般分为以下5个步骤:

- ①明确设计任务,制订设计任务书。
- ②总体设计。按照拟订的方案进行零部件总体布局,完成总装配图设计,并进行必要的运动学、动力学和工作能力计算。
- ③零件设计。根据总体设计结果,考虑结构工艺性等要求,绘制零件工作图。
- ④审核图纸。
- ⑤整理技术文件。主要包括设计图纸、设计说明书、使用说明书等。

1.3.2 课程设计的阶段

本课程设计从方案分析和选择开始,方案确定后,进行必要的计算和结构设计,最后以图纸为主表达设计结果。一般情况下,课程设计可分为以下6个阶段进行:

(1) 设计准备阶段(占总时数3%)

本阶段应对设计任务书进行详细的分析与研究,明确设计要求和内容,分析设计原始数据和工作条件;复习课程的主要内容,阅读有关资料,参观模型、实物和工作现场,并进行分析

比较;准备好设计所需的资料和用具等;制订课程设计总体设计计划和进度。

(2) 初步设计计算阶段(占总时数 10%)

本阶段包括以下工作内容:

①传动装置的总体设计。拟订传动装置的总体方案,绘制传动装置运动简图;正确选择电动机的类型、功率、转速以及计算传动装置的总传动比,并合理分配各级传动比。最后计算出传动装置各轴的运动和动力参数,即各轴的转速、功率和转矩(注意各轴输入与输出值的细小差异),列表作为以后的计算依据。

②传动装置各级传动件的主要参数、尺寸等的计算。

③初步估算各轴局部径向尺寸。

④初选滚动轴承的类型和型号。

(3) 装配图的设计与绘制(占总时数 60%)

选择适当比例尺,根据计算数据,在图纸上进行总体布置设计。首先,在图面上检查零件各尺寸是否合理、各运动件间是否相碰和干涉或距离过小等问题,并及时解决;其次,进行轴系零部件(轴、轴承、键、联轴器)的校核计算,并及时修改;最后,所有问题解决后加深图面线条。

(4) 零件工作图的绘制(占总时数 15%)

严格按照制图标准、规范进行绘制,注意尺寸标注、技术要求应完整。

(5) 编写设计说明书(占总时数 10%)

整理设计计算过程数据,按要求编写设计说明书。

(6) 总结和答辩(占总时数 2%)

对设计工作进行全面总结,精心做好答辩准备。

1.4 课程设计的要求和注意事项

1.4.1 课程设计的要求

本课程设计是学生一次比较完整的机械设计实践活动,也是理论联系实际、培养初步设计能力的重要环节。因此,学生在课程设计过程中必须做到以下方面:

①在教师的指导下,应主动思考问题,认真分析问题和积极解决问题。独立完成全部设计任务,从而养成良好的工作习惯。

②必须树立严肃认真、一丝不苟、精益求精的工作态度。坚持有错必改,反对敷衍塞责、容忍错误存在的思想。

③要深入钻研,创造性地进行课程设计。

1.4.2 课程设计应注意的事项

(1) 注意理论计算与结构、工艺等要求的关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算获得,需考虑具体结构、加工装配工艺、经济性和使用条件等要求,理论计算仅为确定零件尺寸提供了一个强度、刚度或寿命方面的依据。有

些经验公式(如箱体箱盖壁厚、齿轮轮缘和轮毂的尺寸等)也只考虑了主要因素的要求,所求得的是近似值。因此,设计时应根据具体情况作适当的调整,以考虑强度、刚度、结构和工艺等要求。

(2) 注意采用有关标准和规范

为了提高设计质量和降低成本,应重视有关标准和规范的采用,标准和规范的采用程度也是评价设计质量的一项重要指标。许多标准件不需自己制造而可以购得(如电动机、滚动轴承、皮带、链条、密封件和螺纹紧固件等)。非标准件的一些尺寸,常要求圆整为优先数系,以方便制造和测量(如轴径、减速器箱体箱盖轮廓尺寸等)。此外,确定零件结构尺寸的合理有效位数也非常重要,它直接影响测量精度要求,因而影响成本。设计中应尽量减少选用材料牌号和规格,减少非标准件的品种、规格,尽可能选用市场上能够充分供应的通用品种,以降低成本,方便维修和使用。

(3) 注意计算与绘图的关系

进行装配底图设计时,并不仅仅是单纯的绘图,常需绘图与计算交替进行。如有些零件可先由计算确定基本尺寸,然后根据零件间装配关系和工作位置要求决定其结构细节尺寸。而有些零件则需要先完成结构设计,取得计算所需要的条件之后,再进行必要的计算。

(4) 注意进度与反复的关系

要设计出满足使用功能要求、经济性好的产品,通常需要经过多次反复才能得到比较满意的结果。设计过程的各阶段往往是相互影响的,后一阶段设计中出现不当之处,往往需要对前一阶段设计结果作出修改。如在计算中发现有问题,必须修改相应的结构,故结构设计的过程是边计算、边绘图、边修改、边完善的过程。如轴的设计过程通常如下:首先,根据轴的强度条件初估轴的最小直径;依据轴系零部件装拆方案确定轴的形状;选择相应的轴承,并在结构底图上画出轴上零件的位置,进行轴的结构初步设计。然后,进行轴和轴承工作能力校核计算,当轴或轴承不能满足设计要求时,需重复上述步骤,直至满足设计要求。

(5) 注意创新与继承的关系

设计是创新与继承结合的过程,应正确处理两者的关系,反对走极端,即反对不求甚解的全面继承,也反对一味追求创新。在课程设计中,一方面要熟悉、利用已有的各种资料,这样既可加快设计进程、拓宽思路,又保证和提高设计水平及质量;另一方面还要认真考虑特定的设计要求和具体的各种条件,而不盲目地抄袭资料,在继承的基础上,不断进取,不断创新,不断进行创造性设计。

第 2 章

机械传动系统的总体设计

机器一般由原动机、传动系统和工作机 3 部分组成。原动机是驱动整部机器完成预定功能的动力源,工作机是用来完成机器预定功能的组成部分。机器功能要求的差异性使得其运动要求各式各样,同时机器所要克服的阻力也会随着工作情况而异。但原动机的运动形式、运动和动力参数却是有限的,而且是确定的。这就需要传动系统把原动机的运动形式、运动和动力参数转变为工作机所需的运动形式、运动和动力参数,它的机械性能、技术水平和产品质量对整个机器的性能和工作状况影响很大。

根据工作原理不同,传动可分为机械传动和电力传动两大类。机械传动又可分为摩擦传动、啮合传动、液力传动及气力传动等。由于机械传动较为可靠,故在机器中使用较多,有时也可使用液压或电力传动。本书以介绍摩擦传动和啮合传动为主。

2.1 总体设计应满足的要求

机械传动系统总体设计的内容包括分析和拟订传动方案、选择电动机、确定总传动比并合理分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数。总体设计结果作为设计各级传动件和装配图设计的重要依据。总体设计是否合理,对整部机器的工作性能、成本以及整体尺寸有很大影响。因此,合理进行总体设计意义重大。机械传动系统的设计工作复杂且无固定模式可循,需要设计者发挥自己的创新能力。

机械传动系统总体设计方案结果一般用运动简图表示。它反映原动机、传动系统和工作机三者之间的运动、动力传递路线,各部件的组成及其联接关系。如图 2.1 所示为带式输送机机构运动简图。

合理的总体设计方案首先应满足机器的功能要求,如传递功率的大小、转速和运动形式等。此外,还

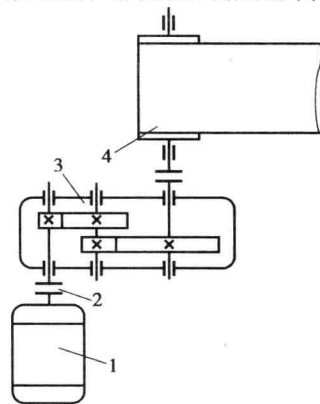


图 2.1 带式输送机机构运动简图

- 1—电动机;2—联轴器;
- 3—减速器;4—驱动滚筒

要适应工作环境、场地、工作制度等工作条件,满足工作可靠、结构简单、尺寸紧凑、传动效率高、使用维护便利、工艺性和经济性合理等要求。

2.2 传动方案的分析与选择

进行机械传动系统设计是整部机器设计的重要任务之一,拟订合理的传动方案又是保证机械传动系统设计质量的基础。要同时满足机器设计的全部要求一般来说是不可能的,因此要通过对多个可行方案进行综合分析、比较,选择既能满足主要技术指标,又能兼顾其他指标也较佳的传动方案。

初选的传动方案,在设计过程中还可能要不断地修改和完善。

2.2.1 传动机构类型的选择原则

满足工作要求的传动方案,可以由不同类型传动机构以不同的组合方式和布置顺序构成。合理选择传动机构类型是拟订传动方案的前提,传动机构的类型、性能和适用范围可参阅有关技术资料。常用传动机构的性能及使用范围见表 2.1。在机械传动中,各种减速器应用很多,常用减速器的类型、特点和应用见表 3.1。

表 2.1 常用机械传动机构的性能及使用范围

传动机构 选用指标		平带传动	V 带传动	圆柱摩擦 轮传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率/kW(常用值)		小(≤20)	中(≤100)	小(≤20)	中(≤100)	大(≤最大 5 万)		中(≤50)
单级 传动比	常用值	2~4	2~4	2~4	2~5	圆柱 3~5	锥 2~3	10~40
	最大值	5	7	5	6	8	5	80
传动效率		见附录 II 表 II.5						
许用线速度/(m·s ⁻¹) (一般精度等级)		≤25	≤25~30	≤15~25	≤40	≤15~30	≤5~15	≤15~35
外廓尺寸		大	大	大	大	小		小
传动精度		低	低	低	中	高		高
工作平稳性		好	好	好	较差	一般		好
自锁能力		无	无	无	无	无		可有
过载保护作用		有	有	有	无	无		无
使用寿命		短	短	短	中等	长		中等
缓冲吸振能力		好	好	好	中等	差		差
要求制造及安装精度		低	低	中等	中等	高		高
要求润滑条件		不需	不需	一般不需	中等	高		高
环境适应性		不能接触酸、碱、油 类爆炸性气体		一般	好	一般		一般

选择传动机构类型的一般原则如下:

- ①小功率传动,宜选用结构简单、价格便宜、标准化程度高的传动机构,以降低制造成本。
- ②大功率传动,应优先选用传动效率高的传动机构,如齿轮传动,以降低功耗。
- ③工作中可能出现过载的工作机,应选用具有过载保护作用的传动机构,如带传动。
- ④载荷变动较大,频繁正反转的工作机,应选用具有缓冲吸振能力的传动机构,如带传动。
- ⑤工作温度较高、潮湿、多粉尘、易燃易爆场合,宜选用链传动、闭式齿轮或蜗杆传动。
- ⑥要求两轴保持准确的传动比时,应选用齿轮或蜗杆传动。

2.2.2 各类传动机构在多级传动中的布置原则

当采用多级传动时,应合理布置传动顺序,以使各类传动机构得以充分发挥其优点。常用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,能缓冲减振,且具有过载保护作用,宜布置在传动系统的高速级。
- ②链传动会产生多边形效应,运转不平稳,有冲击振动,宜布置在低速级。
- ③斜齿轮传动较直齿轮传动平稳,常布置在高速级。
- ④当传动中同时有圆柱齿轮和圆锥齿轮时,由于减小圆锥齿轮尺寸可降低加工难度,故圆锥齿轮传动宜布置在高速级。
- ⑤对于开式齿轮传动,由于其工作环境较差、润滑不良,磨损较为严重,为延长使用寿命,常将其布置在低速级。
- ⑥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。
- ⑦传动装置的布局应尽量做到结构紧凑、匀称。

2.3 选择电动机

原动机是给机器提供动力的,其种类繁多。现代机器中使用的原动机大致是以各式各样的电动机和热力机为主。电动机是最常用的原动机,它是由专业企业批量生产的标准部件,且已系列化,设计时选出具体型号即便购得。实际选用时应根据工作载荷、工作机特性和工作环境等条件,选择电动机的类型、结构形式、容量(功率)、转速,并据此在产品目录中查出具体的型号和尺寸。

2.3.1 电动机类型选择

电动机类型需根据电源种类(交流或直流),工作条件(温度、环境和空间位置尺寸等),载荷特点(变化性质、大小和过载情况),启动性能、转速高低和调速性能等要求来确定。

Y系列电动机是一般用途的全封闭自扇冷式鼠笼型三相异步电动机,适用于不易燃烧、不易爆、无腐蚀和无特殊要求的机械设备上,如机床、输送机、搅拌机等。YZR型绕线式与YZ型鼠笼式三相异步电动机,为冶金、起重电机,具有较小的转动惯量和较大的过载能力,用于频繁启动、制动和正反转场合,如起重、提升设备上。其结构有开启式、防护式和防爆式。

2.3.2 容量(功率)的确定

电动机的功率由额定功率表示。所选电动机的额定功率应等于或稍大于工作要求的功率。电动机的容量(功率)选得合适与否,对电动机的工作性能和经济性都有影响。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长期过载而过早破坏;容量过大则电动机价格高,且工作时由于经常不满载运行,效率和功率因数都较低,增加电能消耗,造成浪费。

电动机容量主要根据电动机运行时的发热条件来决定。本课程设计中,传动装置的工作条件一般为不变(或变化很小)载荷下长期连续运行,只要电动机负载不超过额定值,电动机就不会过热,通常无须校验发热和启动力矩。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。

工作机所需功率 P_w ,应由机器工作阻力、运动参数(线速度或转速、角速度)及工作机的效率计算求得。本课程设计中,应按任务书给定的工作机参数(F, v, η_j 或 T, n_w),工作机所需功率 P_w 可计算为

$$P_w = \frac{Fv}{1\,000\eta_j} \quad (2.1a)$$

$$P_w = \frac{T\eta_w}{9\,550\eta_j} \quad (2.1b)$$

式中 F ——工作机的阻力,N;

v ——工作机的线速度,m/s;

η_j ——工作机的效率;

T ——工作机的阻力矩,N·m;

n_w ——工作机的转速,r/min。

传动装置的总效率为

$$\eta = \eta_1\eta_2\eta_3\cdots\eta_n \quad (2.2)$$

式中, $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_n$ 分别为传动装置中每一传动副(齿轮、蜗杆、带或链)、每对轴承、每个联轴器的效率,其值由附录Ⅱ表Ⅱ.5选取。选取表中数值时,一般可取中间值;如工作条件差、加工精度低、润滑维护不良时应取低值,反之可取高值。

2.3.3 转速的选择

同一功率电动机通常有几种转速可供选用,电动机同步转速越高,磁极对数越少,尺寸质量越小,价格也越低,且效率较高;但传动装置的总传动比要增大,传动级数增多,尺寸及质量增大,从而使成本增加。低转速电动机则情况相反。因此,应全面分析比较其利弊来选定电动机转速。

按照工作机转速要求和传动机构的合理传动比范围,可推算出电动机转速的可选范围,

推算公式为

$$n'_d = (i'_1 i'_2 \cdots i'_n) n_w \quad (2.3)$$

式中 n'_d ——电动机转速可选范围, r/min;

$i'_1, i'_2, \dots, i'_n$ ——各级传动的合理传动比范围。

设计时可优先选用同步转速为 1 500 r/min 或 1 000 r/min 的电动机, 如无特殊需要, 不选用低于 750 r/min 的电动机。

根据选定的电动机类型、结构、容量和转速, 由附录 II 附表 II. 186—表 II. 196 可查出电动机技术参数。应记下电动机型号、额定功率、满载转速、外形尺寸、电动机中心高、轴伸尺寸及键联接尺寸等。

对于允许过载的场合, 应按电动机额定功率、满载转速计算传动装置的传动件; 对于不允许过载的场合, 应按工作机实际需要的电动机输出功率 P'_d 、满载转速计算传动装置的传动件。

2.4 机械传动装置总体设计

2.4.1 绘制传动装置的运动简图

机构运动简图是把组成机构的构件和运动副用国家标准规定的符号和画法按尺寸比例画出的图形。它与原机构有完全相同的运动, 便于进行机构的运动和受力分析。机械传动装置总体设计方案用运动简图表达, 它不仅能简单明了地表示运动和动力的传递方式和路线, 还可以清晰表达传动装置的组成及其联接关系。有关运动简图的画法参见机械设计手册中相关内容。

2.4.2 计算总传动比及分配各级传动比

传动装置的总传动比 i 为

$$i = \frac{n_m}{n_w} \quad (2.4)$$

式中 n_m ——电动机满载转速, r/min。

多级传动中, 总传动比应为

$$i = i_1 i_2 i_3 \cdots i_n$$

式中 $i_1, i_2, \dots, i_n$ ——各级传动的实际传动比。

求出总传动比后, 如何合理选择和分配各级传动比, 需考虑以下 4 点:

①各级传动机构的传动比由表 2.1 选取, 应尽量在推荐范围内。

②应使传动装置能获得最小外形尺寸和质量。如图 2.2 所示, 二级圆柱齿轮减速器总中心距和总传动比相同时, 粗、细实线所示两种传动比分配方案中, 粗实线所示方案因低速级大齿轮直径减小而使减速器外廓尺寸较小。

③使各级传动的承载能力大致相等(如软齿面闭式齿轮传动应使齿面接触疲劳强度大致相等)。

④应使各级传动中大齿轮的浸油深度大致相等, 润滑最为简便, 同时应避免回转零件之