

- ▶ 精品课程配套教材
- ▶ 21世纪应用型人才培养“十三五”规划教材
- ▶ “双创”型人才培养优秀教材

机械原理 课程设计

JIXIE YUANLI
KECHENG SHEJI



主编◇纪 斌 朱同波 赖联锋

- ▶ 精品课程配套教材
- ▶ 21世纪应用型人才培养“
- ▶ “双创”型人才培养优秀教材

机械原理 课程设计

JIXIE YUANLI
KECHENG SHEJI

常州大学图书馆
藏书章

主 编 纪 斌 朱同波 赖联锋
副主编 潘克强 魏常武 林 梅
李 艳 高 琴 李仁军
查长礼

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是为满足机械原理实践教学环节—机械原理课程设计的需要而编写的。全书分为八章，全面介绍了机械原理课程设计的思路、方法、步骤和要求，系统而简要的阐述了机械运动方法设计的基本理论、原则、技巧和典型运动机构的选型等，并提供典型的课程设计示例及计算机辅助设计在课程设计中的运用方法，介绍了机械设计常用标准和规范，给出了较为丰富的机械原理课程设计题目。引导学生综合应用所学过的机械原理知识进行机构的选型、组合、分析与综合，使学生规范而有序的开展课程设计。

本书可作为机电类、机械类、近机械类专业应用型人才培养的师生用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械原理课程设计 / 纪斌, 朱同波, 赖联锋主编. —西安 :
西北工业大学出版社, 2018. 8
ISBN 978-7-5612-6210-8

I. ①机… II. ①纪… ②朱… ③赖… III. ①机械学-课程
设计-高等学校-教材 IV. ①TH111-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 195111 号

策划编辑: 付高明

责任编辑: 付高明

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

电 话: (029) 88493844

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 北京俊林印刷有限公司

开 本: 787mm×1 092mm 1/16

印 张: 20.25

字 数: 430 千字

版 次: 2018 年 8 月第 1 版

定 价: 45.00 元

邮 编: 710072

88491757

2018 年 8 月第 1 次印刷

目 录

前 言

根据国家教育部的教学内容和课程体系改革计划,机械原理课程设计是机械原理课程体系中的一个重要的实践性教学环节;是为提高学生机械系统运动方案设计、创新设计和解决工程实际问题能力服务的;是课程由理论层次提升到应用层次的关键环节。从机械基础系列课程的体系改革总目标出发,以强化机械系统设计意识、培养机械运动方案与结构创新能力以及知识综合运用能力等为目标,对原有的机械原理课程设计的体系和内容进行整合、完善,有针对性地编写了《机械原理课程设计》一书。

随着现代设计方法和计算机技术的迅速发展和广泛应用,为更接近工程实践,本书在编写过程中,通过吸收国内其他院校和本校“OBE教育模式”的研究成果。在设计方法上,本书强调现代设计方法的运用,在机构设计和参数计算、分析过程中使用了MATLAB、ADAMS等软件,将软件技术和工程实际结合起来,有助于培养学生利用计算机解决实际工程问题的能力。在内容设置编排方面,尽量做到与机械原理课程内容相互衔接、互为补充,突出课程重点。另外,本教材以机械结构设计基本理论、方法为基础,以典型实例为落脚点,强化学生的创新意识,培养解决实际问题 and 知识综合运用能力,给予学生在设计方法上的指导。

全书分为8章,内容包括:概述、机械系统方案设计、机构的创新设计、常用运动功能的机构选型、典型机构的计算机辅助设计、课程设计题目、课程设计示例和机械设计常用标准和规范等。另外,还有专门的教师课件配套出版。

本书既可作为机械原理、机械设计课程设计的指导用书,也可作为机械原理课程的配套补充教材,适用于本专院校机电类、机械类、近机械类等专业的师生使用,还可供工程技术人员阅读参考。

编写本书曾参阅了相关文献资料,在此,谨向其作者深表谢意。

本书由纪斌、朱同波、赖联锋担任主编,潘克强、魏常武、林梅、李艳、高琴、李仁军、查长礼担任副主编,具体编写分工如下:第一章由朱同波和赖联锋编写;第二章至第5章由纪斌和潘克强编写;第六章由魏常武、林梅、李艳编写;第七章由高琴、李仁军编写;第八章由查长礼编写;喻全余参考了编写,最后由纪斌统稿。

鉴于笔者水平有限,书中难免有疏漏、不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2018年1月

| | |
|------------------|-----|
| 6.1 汽轮机进汽机构设计 | 96 |
| 6.2 轧钢机构的设计 | 99 |
| 6.3 铁板输送机构设计 | 102 |
| 6.4 平压印刷机机构设计 | 106 |
| 6.5 冲压机构及送料机构设计 | 111 |
| 6.6 织机开口机构设计 | 116 |
| 6.7 平台印刷机主传动机构设计 | 119 |

第 1 目 概 录

| | | |
|---------------------------|----------------------|-----------|
| 151 | ..... | 10.0 |
| 152 | ..... | 9.0 |
| 133 | ..... | 10.0 |
| 137 | ..... | 1.7 |
| 131 | ..... | 1.7 |
| 第 1 章 概述 | ..... | 1 |
| 1.1 | 课程设计的目的和意义 | 1 |
| 1.2 | 课程设计的要求、方法和步骤 | 2 |
| 1.3 | 说明书编写与答辩 | 5 |
| 第 2 章 机械系统方案设计 | ..... | 10 |
| 2.1 | 机械系统运动方案设计 | 10 |
| 2.2 | 执行系统设计 | 12 |
| 2.3 | 原动机及其选择 | 19 |
| 2.4 | 机械传动系统方案设计 | 20 |
| 2.5 | 机械运动方案评价及选择 | 28 |
| 第 3 章 机构的创新设计 | ..... | 32 |
| 3.1 | 机构的组合与实例分析 | 32 |
| 3.2 | 机构的变异与实例分析 | 35 |
| 3.3 | 组合机构的尺寸综合 | 37 |
| 第 4 章 常用运动功能的机构选型 | ..... | 43 |
| 4.1 | 连续回转机构选型 | 43 |
| 4.2 | 非匀速转动机构 | 45 |
| 4.3 | 往复运动机构选型 | 45 |
| 4.4 | 往复摆动机构 | 47 |
| 4.5 | 间歇运动机构选型 | 48 |
| 4.6 | 实现预期运动轨迹的机构选型 | 52 |
| 4.7 | 有急回特性的机构选型 | 56 |
| 4.8 | 有行程增大功能的机构选型 | 57 |
| 4.9 | 有增力功能的机构选型 | 59 |
| 第 5 章 典型机构的计算机辅助设计 | ..... | 62 |
| 5.1 | 基于 MATLAB 典型机构设计 | 62 |
| 5.2 | 基于 ADAMS 典型机构建模及仿真分析 | 76 |
| 第 6 章 课程设计题目 | ..... | 96 |
| 6.1 | 洗瓶机推瓶机构设计 | 96 |
| 6.2 | 轧辊机构的设计 | 99 |
| 6.3 | 铁板输送机构设计 | 102 |
| 6.4 | 平压印刷机机构设计 | 106 |
| 6.5 | 冲压机构及送料机构设计 | 111 |
| 6.6 | 织机开口机构设计 | 116 |
| 6.7 | 平台印刷机主传动机构设计 | 119 |

| | | |
|-------------|---------------------------|------------|
| 6.8 | 书本打包机机构设计 | 124 |
| 6.9 | 冲压式蜂窝煤成型机设计 | 129 |
| 6.10 | 半自动平压模切机机构设计 | 133 |
| 第7章 | 课程设计示例 | 137 |
| 7.1 | 示例1—冲床冲压机构、送料机构及传动系统的设计 | 137 |
| 7.2 | 示例2—棒料校直机执行机构与传动系统设计 | 145 |
| 7.3 | 示例3—电瓷帽坯件制作机执行机构与传动系统设计 | 149 |
| 第8章 | 机械设计常用标准和规范 | 165 |
| 8.1 | 常用数据和一般标准 | 165 |
| 8.2 | 常用材料 | 176 |
| 8.3 | 联接件和轴系紧固件 | 187 |
| 8.4 | 常用滚动轴承 | 221 |
| 8.5 | 滚动轴承的配合(GB/T 275—1993 摘录) | 243 |
| 8.6 | 联轴器 | 245 |
| 8.7 | 润滑与密封 | 260 |
| 8.8 | 公差与配合、形位公差和表面粗糙度 | 267 |
| 8.9 | 渐开线圆柱齿轮、锥齿轮精度和圆柱蜗杆、蜗轮精度 | 286 |
| 8.10 | Y系列电动机的技术数据 | 312 |
| 参考文献 | | 317 |

第1章 概 述

1.1 课程设计的目的和意义

1. 课程设计的目的

机械原理课程设计是使学生比较全面、系统地掌握和深化机械原理教学内容的基本原理和方法的重要技术环节,是培养学生机械运动方案设计、创新设计以及运用计算机技术对工程实际中各种机构进行分析和设计能力的一门课程。课程设计主要有以下目的。

(1) 让学生初步了解机构设计的全过程。从根据功能需要拟定机械运动方案的训练,具备初步的机构选型、组合和确定运动方案的能力。

(2) 以机械系统运动方案设计为结合点,把机械原理教学内容各章的理论和方法融会贯通,进一步巩固和加深学生对所学理论知识的理解和认识。

(3) 使学生掌握机械结构运动方案设计的内容、方法、步骤,并对动力分析、选型与设计有一个较完整的概念。

(4) 进一步提高学生数值计算、绘图以及运用计算机和查阅技术资料的能力。

(5) 通过编写课程设计说明书,培养学生技术文字表达、归纳、总结的能力。

(6) 培养学生综合运用所学知识,理论联系实际,独立思考与分析问题、解决问题和创新能力。

2. 课程设计的意义

进入新世纪以来,市场愈加需要各种各样性能优良、质量可靠、价格适中、对环境影响小的机械产品,而对产品性能、质量、市场竞争能力和经济效益的关键因素是产品设计。机械产品设计的首要任务是进行机械运动方案的设计和构思、各种传动机构和执行机构的选用和创新设计,这就要求设计者具备扎实的理论功底,能够综合应用各类典型机构的结构组成、运动原理、工作特点、设计方法及其在系统中的作用等,根据使用要求和功能分析选择合理的工艺动作过程,选用或创新机构型式并巧妙地组合成新的机械运动方案,从而设计出结构科学合理、制造工艺简单、工作性能可靠、实用性强的机械产品。

在全球化的知识经济时代,人类将更多地依靠知识创新、技术创新来赢得市场竞争力。创新设计需要丰富的创造性思维,没有创造性构思,产品创新就很难实现,而机械产品创新设计的关键是机械系统的运动方案设计。

机械原理课程设计将结合一种机构简单的设备进行机器功能分析、动作过程确定、执行机构选择、机械运动方案评定、机构尺度综合、机械运动方案设计等,使学生通过机器完整的运动方案设计过程,进一步掌握、巩固并初步运用机械原理的知识和理论,分析、运算、绘图、文字表达及技术资料查询等各方面的独立工作能力进行初步能力训练,培养理论与实际相结合、综合应用计算机完成机构分析和设计能力,培养学生科技开发和创新能力。因此,机械原理课程设在机械工程类专业学生的知识体系训练中,具有不可替代的重要作用。

6.8 书本打包机机构设计 124

6.9 冲床式剪板机机构设计 129

6.10 半自动平压模切机机构设计 133

第7章 机械原理课程设计 137

1.2 课程设计的要求、方法和步骤

1. 课程设计的要求

机械原理课程设计的主要任务是完成一个简单机械结构的总体运动方案设计。按照课题给定的总功能要求,进行机构的选型、组合,设计出机械运动方案;对运动方案进行综合对比、评价和选择,画出机构运动简图,绘制机构运动循环图;对选定方案的机构进行运动分析与尺度综合;进行机械动力分析,飞轮设计等。在课程设计过程中,要求每个学生做到:

(1)了解机械产品设计过程和设计要求,以机械总体设计为出发点,采用系统分析的方法,合理确定机械运动方案和结构布局。

(2)以所学理论知识为基础,针对课题规定设计内容,充分发挥自己的主观能动性,独立的完成课程设计要求各项任务,并与同组其他同学进行协作与分工。

(3)在确定机械工作原理、构思机械运动方案等过程中,要充分发挥主观能动性、积极地采用创造性思维方法,设计出原理科学、方案先进、结构合理的机械结构。

(4)对设计题目进行深入分析,收集类似机械的相关资料,通过分析比较,吸取现有机械中的优点,并在此基础上发挥自己的创造性,提出几种可行的运动方案,通过比较分析,优选出一二种方案进行进一步设计。

(5)仔细阅读本教材,并随时查阅机械原理与设计教材和有关资料,在认真思考的基础上提出自己的见解。

(6)正确使用课程设计参考资料和标准规范,认真计算和制图,力求设计图样符合国家标准,计算过程和结果正确。

(7)在条件许可时,尽可能多地采用计算机辅助设计技术,完成课程设计中分析计算和图形绘制。

(8)在课程设计过程中,应注意将方案构思、机构分析以及设计计算等所有工作都仔细记录在笔记本上,最后将笔记本上的内容进行分类整理,补充完善,即可形成设计计算说明书。

2. 课程设计的方法

首先进行机构定型综合,即正确地选定机构类型。然后再从各个常用机构中选择2~3种(或部分创新)适当的机构并进行合理的综合,以满足所需的机构运动。根据传动比或其他设计要求,初步确定机械的总体尺寸,再次计算各级传动比,给出各执行机构与传动机构的初选尺寸。绘制机械系统运动简图,编制机器运动循环图。对所选用的2~3种常用机构(通常为平面连杆机构、凸轮机构和齿轮机构)进行运动设计,即具体机构的尺度综合,求出机构的主要尺寸,绘制凸轮机构设计图。据此对上述机构进行运动分析,绘制平面连杆机构运动线路图,或进一步进行动力分析和对飞轮转动惯量的确定,绘制机械系统动力分析图。编写3000字左右的课程设计计算说明书。要求部分学生绘制凸轮零件图样;或用二维(三维)设计验证机构运动方案设计的合理性;或用运动方案拼接模型验证机构运动设计的合理性。

机械原理课程设计的方法可分为以下三大类。

(1)图解法。运用某些已知的几何关系或条件,通过几何作图方式得出设计结果,所需参数可直接从图上量取(必须严格按等比例作图)。其优点是可以将分析过程或设计结果清晰的表现于图样上,直观形象,便于检查设计参数正确与否。其缺点是作图繁琐,设计精度不高,不

适用于对精度要求较高或设计参数复杂的问题。

(2)解析法。以已知机构设计参数建立各构件间的函数关系,建立机构的运动方程或机构的封闭环路方程,得到求解未知量的解析方程式,通过计算机进行复杂的运算,获得计算结果。这种方法计算精度较高,能解决较复杂机构的计算问题。随着计算机技术的飞速发展,这种方法已得到广泛应用。

(3)实验法。通过搭建模型、计算机动态演示与仿真等方法,使机械零件、机构、产品的设计得以实现,不仅验证了设计效果,还培养了学生的创新意识和实践能力。搭建模型可以使用“慧鱼”创意组合模型(fischertechnik)或者机械运动方案拼接模型(机构创新实验装置)来实现。

图解法、解析法与实验法是互为补充的关系,可在满足机械设计精度要求的前提下单独选用或综合应用,使设计工作做到又快又好。工程实际中要求机械设计人员应熟练地掌握这些方法,在机械原理课程设计过程中提倡图解法与解析法并存,有条件的学校可再辅以实验法进行进一步的求真。

3. 课程设计的步骤

设计是人类改造自然的基本活动之一。设计是复杂的人机工程,设计过程蕴含着发明和创造。设计是将预定目标经过一系列规划、分析和决策,得到相应的信息(文字、数据、图形),并通过制造,使之成为满足人类需要的产品。

机械设计(又称机械工程设计)是指根据应用要求对机械的工作原理、结构、运动方式、力和能量的传递方式、各组成零件的材料和形状尺寸、润滑方法等进行构思、分析和计算并将其转化为具体的参数以作为制造依据的工作过程。机械设计包括机器设计和机构设计。机器设计的对象是由动力驱动装置、执行机构和传动系统组成的整体。一台机器必须有某种能量输入并有效地输出功,用以传递运动和动力。机构设计主要考虑如何产生或选择一种特定类型的机构,决定构件和运动副的数目与种类,确定运动副之间的构件的几何尺度,以实现期望的约束运动。

图 1-1 所示为机构与机器的组成关系。

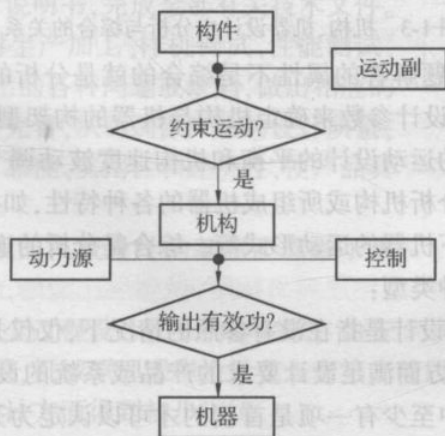


图 1-1 机构与机器的组成关系

如图 1-2 所示解释了设计、机械(工程)设计、机器设计及机构设计之间的关系。

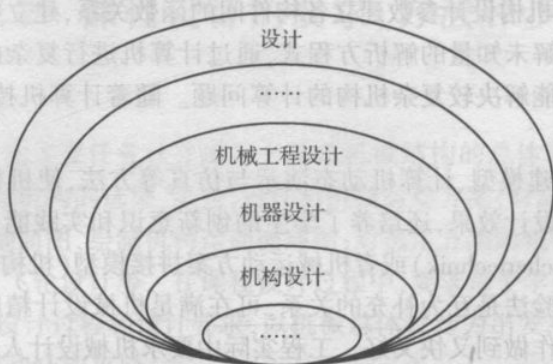


图 1-2 设计之间的关系

如图 1-3 所示给出了机构、机器设计中分析与综合的关系。



图 1-3 机构、机器设计中分析与综合的关系

在机械设计领域,所有问题解答的属性不是综合的就是分析的。就机械原理课程设计而言,综合是指根据预期的各种设计参数来确定机构与机器的构架型式、以及主要的运动学和动力学参数。如各种主要机构的运动设计的平衡和机构速度波动调节等。分析是指根据现有机构的设计结构和主要参数来分析机构或所组成机器的各种特性,如机构的结构分析、运动分析、受力分析和在已知受力情况下机器的运动形式等。综合是分析的逆过程。

机械设计可分为以下三种类型:

(1)开发性设计。开发性设计是指在没有参照的情况下,仅仅是根据抽象的设计原理和技术要求,设计出在质量和性能方面满足设计要求的产品或系统的设计过程。产品的工作原理、主体结构、功能实现,这三者中至少有一项是首创的才可以认定为开发性设计。开发性设计要求设计者必须具有丰富的想象力,扎实的理论基础和丰富的实践经验。不但具备敏锐的市场洞察力,还要有很强的创造和创新意识。

(2)适应性设计。适应性设计是指在总的方案原理基本保持不变的情况下,对现有产品进行局部更改,或用数字化、计算机技术代替原有的机械结构,或为了进行数字化改造对机械结构进行局部功能性设计,以使产品的性能和质量增加某些附加值。适应性设计要求设计人员必须

对原设计原理有深刻理解,掌握不断发展的创新性技术,了解市场的变化趋势,因此适应性设计并不是简单的技术修补改造,而是对原设计的进一步发展和提升。适应性设计同样要求设计者具有创造性和系统性的观点。

(3) 变型设计。变型设计是指提取现有的设计思想、根据设计要求作特定的修改以产生一个和原设计相似的新产品。这种修改一般不破坏原设计的基本原理和基本结构特征,通常是部分参数的修改或结构的局部调整或两者兼而有之,其目的是快速、高质量、低成本地开发、生产新产品以满足不断变化的市场的需求。

无论何种机械产品,其设计进程大致都经过以下四个阶段:

(1) 决策阶段。根据市场调查、需求预测、成本分析、可行性论证,确定所设计产品的用途、主要性能参数,编制设计任务书,明确具体的设计要求。

(2) 总体方案设计阶段。根据设计任务进行功能分析,通过创新性构思、优化筛选,确定较为理想的工作原理;对选定的工作原理进行工艺动作构思和分解;对完成各工艺动作的执行机构进行动作协调分析,进行机构的选型、创新与组合,尽可能构思出各种运动方案,并通过方案评价选择最优方案;绘制机械结构运动简图及各执行机构的运动循环图;就所选择的运动方案,进行机构的运动规律设计;拟定总体设计方案,进行原动机、传动系统和执行系统的选择和基本参数设计;最后还应给出总体方案结构示意图。

(3) 结构设计阶段。将机械系统运动简图具体转化为各零部件合理的结构及零件工作图、部件装配图和机器总装配图。具体来说,就是根据总体方案从加工工艺、装配工艺、包装运输及人机工程、造型美学等出发,确定各零部件的相对位置、结构形状及连接方式;根据运动和动力设计、强度和刚度设计计算,选择零件材料、热处理方法和要求,确定零件尺寸、公差、精度、表面质量和制造安装的技术条件等;绘制装配图、部件装配图、零件加工图并起草设计说明书,完成全部有关技术文件。

(4) 改进设计阶段。针对生产加工、样机调试、性能测试、专家鉴定及用户使用中暴露出的各种问题或缺陷,做出相应的技术升级和修改,使之进一步完善,从而确保产品的设计质量,并进一步提高产品的效能、可靠性、实用性和经济性,使产品具有更强的竞争力和生命力。

如图 1-4 所示对前三阶段的机械设计的基本步骤做了更详细的描述。

经过上述四个阶段,机械全过程设计任务初步完成。由于机械原理课程研究的范畴所限,机械原理课程设计重点在第二阶段,即机械运动方案、运动简图的设计,使学生在机械总体设计方面得到初步训练。

1.3 说明书编写与答辩

1. 设计计算说明书编写

设计计算说明书作为产品设计的重要技术文件之一,是工程图样设计的基础和理论依据,

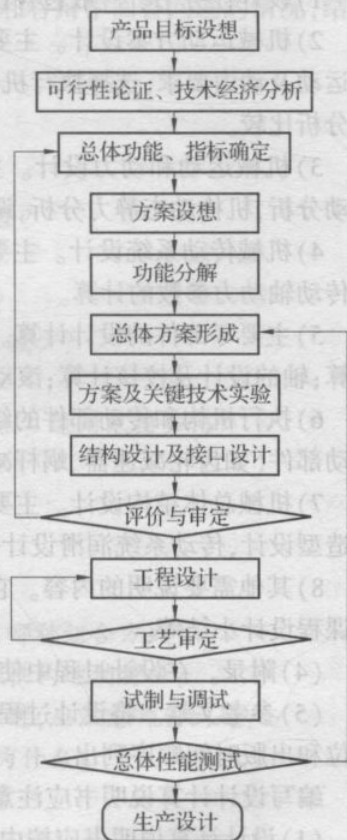


图 1-4 机械设计的基本步骤

也是进行设计审核的依据。因此,编写设计计算说明书是设计工作的重要环节之一。对于课程设计来说,设计计算说明书是反映作者设计思想、设计方法以及设计结果等的主要手段,是评判课程设计质量的关键资料之一。

设计计算说明书是审核设计是否合理的技术文件之一,主要在于说明设计的正确性,故不必写出全部分析、运算和修改过程。但要求分析方法正确,计算过程完整,图形绘制规范,语句叙述通顺,文字缮写清晰。

设计计算说明书的主要有以下内容:

(1)前言。前言主要是对设计背景、设计目的和意义进行总体描述,让读者对说明书有一个总的了解。

(2)目录。目录应列出说明书中的各项标题、关键内容和页次,包括设计任务书和附录。

(3)正文。说明书正文主要为设计依据和过程,主要由以下几部分组成:

1)设计任务书。一般包含设计要求、使用条件和主要设计参数等。

2)机械运动方案设计。主要有:拟定机械的工作原理和工艺动作,确定执行构件的数目和其运动及动力要求,选择执行机构类型,通过机构组合形成机械系统运动方案,以及对运动方案的分析比较。

3)机械运动和动力设计。主要有:原动机类型及参数选择,执行机构运动尺寸综合,机构运动分析,机构动态静力分析,调速飞轮设计等。

4)机械传动系统设计。主要有:传动系统类型选择及布置方式确定,总传动比及其分配,各传动轴动力参数的计算。

5)主要零部件的设计计算。主要有:传动零件(如带传动、齿轮传动、蜗杆传动)等的设计计算;轴的设计及校核计算;滚动轴承的选择及寿命计算;联轴器及其他标准件的选择计算等。

6)执行机构和传动部件的结构设计。主要有:执行机构各运动副和构件的结构设计,重要传动部件(如齿轮减速器、蜗杆减速器、齿轮变速箱等)的结构设计。

7)机械总体结构设计。主要有:原动部分、传动部分、执行部分的总体布局,支承箱体结构与造型设计,传动系统润滑设计等。

8)其他需要说明的内容。它包括运输、安装和使用维修要求,本设计的优缺点和改进建议和课程设计小结等。

(4)附录。在设计过程中使用到的非通用设计资料、图表、计算程序等。

(5)参考文献。将设计过程中所用到的参考书、手册、样本等资料,按序、作者、书名、出版单位和出版时间顺序列出。

编写设计计算说明书应注意的事项:

(1)设计计算说明书应按内容顺序列出标题,做到层次清楚,重点突出。计算过程列出计算公式,代入有关数据,写出计算结果,标明单位,并写出根据计算结果所得出的结论或说明。

(2)引用的计算公式或数据要注明来源,主要参数、尺寸、规格和计算结果,可在每页右侧计算结果栏中列出。

(3)为清楚地说明计算内容,说明书中应附有必要的简图(如总体设计方案图、机构运动简图、机构设计图、轴和轴系的受力图、轴的结构简图、弯矩图和转矩图等)。

(4)设计计算说明书要用钢笔或用计算机按规定格式书写于16开或打印A4纸上,按目录编写内容、标出页码,然后左侧装订成册。

2. 课程设计的答辩

设计任务完成后,应将装订好的设计计算说明书和折叠好的图纸,按照课程设计归档顺序一并装入资料袋中,准备答辩。

答辩是课程设计教学过程的最后环节,准备答辩的过程也是系统回顾、总结和再学习的过程。总结时应注意对以下内容深入剖析:总体方案的确定、受力分析、材料选择、工作能力计算、主要参数及尺寸确定、结构设计、设计资料和标准的运用、工艺性和使用维护性等。全面分析所设计机械装置的优缺点,提出今后在设计中应注意的问题,并设想出改进方案。通过课程设计掌握机械设计的方法和步骤,培养发现和分析、解决工程实际问题的能力。

在做出系统总结的基础上,通过答辩,找出设计计算和图样中存在的问题和不足,把还不甚明了或尚未考虑全面的问题分析理解清楚,深化设计成果,使答辩过程成为机械原理课程设计中的一个继续学习和提升的过程。

通过课程设计答辩,教师可根据设计图样、设计计算说明书和答辩中回答问题的情况,结合学生在课程设计过程中的表现,综合评定成绩。

答辩思考题

1. 机械装置一般由哪几部分组成?各部分的功能是什么?
2. 说明机械装置设计一般步骤。
3. 机械系统的总体设计包括哪些内容,具体设计原则有哪些?
4. 对于给定的产品功能要求,还可采取什么工作原理?
5. 实现设计任务的可选机械装置有哪些,各有什么优缺点?
6. 执行构件的数目是如何确定的?能否将执行构件的数目减少?
7. 你所选择的设计方案有哪些特点?
8. 传动装置总体设计方案有哪些,各种传动型式有哪些特点?适用范围如何?
9. 可选总体方案有哪些,各有什么优缺点?
10. 实现设计任务可选用的机构有哪些,各有何优缺点?
11. 你设计的执行机构有何特点?
12. 评价设计方案的优劣的标准是什么?
13. 机构组合的方式有哪些?你在进行方案设计时,采用了哪种组合方式?
14. 在你所设计的方案中,是否考虑过采用机构变异来改善机构运动特性?
15. 在进行连杆、凸轮、行星轮系、槽轮等构件及其联接设计时,应注意哪些问题?
16. 带传动、齿轮传动、链传动和蜗杆传动等应如何布置?为什么?
17. 在进行传动系统设计时,如何进行传动型式选择?
18. 你所设计的传动装置有哪些优缺点?
19. 在进行机构组合时,如何保证各执行构件之间的运动协调?
20. 在你所设计的机械中,是否需要采用飞轮?为什么?
21. 哪些构件需要进行静平衡?哪些构件需要进行动平衡?
22. 在工业生产中哪种类型的原动机用得最多?它有何特点?你在设计中如何选择原动机的?
23. 如何根据工作机所需功率确定所选电动机的额定功率?工作机所需电动机的功率与电动机的额定功率关系如何?设计传动装置时采用哪一功率计算?
24. 电动机转速的高低对设计方案有何影响?

25. 机械装置的总效率如何计算? 确定总效率时要注意哪些问题?
26. 在你所设计的传动系统中, 哪些传动型式具有反行程自锁性? 其正行程效率为多少?
27. 分配传动比的原则有哪些? 传动比的分配对总体方案有何影响? 工作机计算转速与实际转速间的误差应如何处理?
28. 传动装置中各相邻轴间的功率、转速、转矩关系如何?
29. 传动装置中同一轴的输入功率与输出功率是否相同? 设计传动零件或轴时采用哪个功率?
30. 在传动装置设计中, 为什么一般先设计传动零件?
31. 执行机构构件结构设计时要注意哪些问题?
32. 连杆机构的结构设计应注意哪些问题?
33. 杆件间的铰链结构形式有哪些? 设计时要注意哪些问题?
34. 凸轮材料如何选择? 廓线如何加工? 热处理工艺如何确定?
35. 带传动的设计内容主要有哪些? 如何判断带传动的设计结果是否合理?
36. 链传动设计所需的已知条件有哪些? 主要设计内容是什么? 如何检查设计结果是否合理?
37. 在闭式齿轮传动的设计参数和几何尺寸中, 哪些应取标准值? 哪些应该圆整? 哪些必须精确计算?
38. 开式齿轮传动的设计与闭式齿轮传动有何不同?
39. 齿轮的材料、加工工艺的选择和齿轮尺寸之间有何关系? 什么情况下齿轮应与轴制成一体?
40. 圆柱齿轮传动的中心距应如何圆整? 圆整后, 应如何调整 m 、 z 和 β 等参数?
41. 锥齿轮传动的锥距 R 能否圆整? 为什么?
42. 在蜗杆传动设计所需的已知条件、主要设计内容有哪些? 如何检查设计结果是否合理?
43. 在传动装置设计中, 影响带传动、闭式齿轮传动、开式齿轮传动、链传动、锥齿轮传动、蜗杆传动承载能力的主要因素是什么?
44. 在设计时为何通常先进行装配草图设计? 传动装置或减速器装配草图设计包括哪些内容? 绘制装配草图前应做哪些准备工作?
45. 如何在设计中选用标准产品(如联轴器、气缸和液压缸)等?
46. 轴的强度计算方法有哪些? 如何确定轴的支点位置和传动零件上力的作用点?
47. 轴的外伸长度如何确定? 如何确定各轴段的直径和长度?
48. 如何保证轴上零件的周向固定及轴向固定?
49. 对轴进行强度校核时, 如何选取危险剖面?
50. 如何选择滚动轴承的类型? 轴承在轴承座中的位置应如何确定? 何时在设计中使用轴承套杯, 其作用是什么?
51. 角接触轴承的布置方式有哪些? 组合轴承支承应用于什么工况条件? 润滑条件如何保证?
52. 滚动轴承的寿命不能满足要求时, 应如何解决?
53. 键在轴上的位置如何确定? 键联接设计中应注意哪些问题?
54. 键联接如何工作, 单键不能满足设计要求时应如何解决?

55. 轴承盖有哪几种类型? 各有何特点?
56. 锻造齿轮与铸造齿轮在结构上有何区别?
57. 在设计中, 保证箱体刚度可采取哪些措施? 你是如何设计的?
58. 设计轴承座旁的联接螺栓凸台时应考虑哪些问题?
59. 输油沟和回油沟如何加工? 设计时应注意哪些问题?
60. 在设计中, 传动零件的浸油深度、油池深度应如何确定?
61. 在铸造箱体设计时, 如何考虑铸造工艺性和机械加工工艺性?
62. 为保证减速器正常工作, 需设置哪些附件?
63. 减速器中哪些部位需要密封, 如何保证?
64. 装配图的作用是什么, 应标注哪几类尺寸, 为什么?
65. 如何选择减速器主零零件的配合, 传动零件与轴、滚动轴承与轴和轴承座孔的配合和精度等级应如何选择?
66. 装配图上的技术要求主要包括哪些内容?
67. 滚动轴承在安装时为什么要留有轴向游隙? 该游隙应如何调整?
68. 为何要检查传动件的齿面接触斑点? 它与传动精度的关系如何? 传动件的侧隙如何测量?
69. 减速器中哪些零件需要润滑, 润滑剂和润滑方式如何选择, 结构上如何实现?
70. 在减速器剖分面处为什么不允许使用垫片? 如何防止漏油?
71. 明细表的作用是什么? 应填写哪些内容?
72. 零件图的作用和设计内容有哪些?
73. 标注尺寸时如何选择基准?
74. 轴的表面粗糙度和形位公差对轴的加工精度和装配质量有何影响?
75. 如何选择齿轮类零件的误差检验项目, 与齿轮精度的关系如何?
76. 标注箱体零件的尺寸应注意哪些问题? 箱体孔的中心距及其极限偏差如何标注? 箱体各项形位公差对减速器工作性能的影响有哪些?
77. 为什么要标注齿轮的毛坯公差? 包括哪些项目?
78. 机械总体结构设计的原则是什么?
79. 在箱体设计时, 如何提高其刚度?
80. 在课程设计中, 你的最大收获是什么? 课程设计在哪些方面还需要改进?

第2章 机械系统方案设计

机械运动方案设计的主要内容是根据给定机械的工作要求,确定机械的工作原理,拟定工艺动作和执行构件的运动形式,绘制工作循环图;选择原动机的类型和主要参数,并进行执行机构的选型与组合,随之形成机械系统的几种运动方案,对运动方案进行分析、比较、评价和选择;对选定运动方案中的各执行机构进行运动综合,确定其运动参数,并绘制机构运动简图,在此基础上,进行机械的运动性能和动力性能分析。

2.1 机械系统运动方案设计

1. 机械系统运动方案设计的一般过程

(1)构思机械工作原理。针对设计任务书中规定的机械功能,构思实现该功能所采用的科学原理和技术手段,即机械的工作原理;由工作原理进一步确定机械所要实现的工艺动作,复杂的工艺动作可分解为几种简单运动的合成,选用适当的机构实现这些运动就是机械运动方案设计的主要任务。

(2)绘制机械工作循环图。针对机械要实现的工艺动作,确定执行构件的数目;为了实现机械的功能,各执行构件的工艺动作之间往往有一定的协调配合要求,为了清晰地表述各执行构件运动协调关系,应绘制机械的工作循环图。机械工作循环图也是进行执行机构的选型和拟定机构的组合方案的依据。

(3)选择执行机构类型。根据执行构件的运动形式和运动参数,选定实现执行构件工艺动作的执行机构,并将各执行机构有机地组合在一起,以实现机械的整体工艺动作。在进行执行机构选型时,应首先满足执行构件运动形式的要求,然后通过对所选机构进行综合、组合、变异和调整等,以满足执行构件的运动参数和运动特性等要求。一般来说,满足执行构件工艺动作的执行机构往往不是一种,而是多种,故应该进行综合评价,择优选用。

(4)绘制机械运动示意图。依据机械工作性质和工作环境等,合理选取原动机类型;原动机的运动和动力经传动系统的传递和转化后,驱动执行机构的主动件,使执行机构实现预期的工艺动作。根据机械的工作原理、执行构件运动的协调配合要求和所选定的各执行机构,拟定机构的组合方案,画出机械运动示意图。这种示意图就表示了机械运动配合情况和机构组成状况,代表了机械运动系统的方案。对于运动情况比较复杂的机械,机械运动示意图还可以采用轴测投影的方法绘制出立体的机械运动示意图。

(5)执行机构的尺度综合。根据各执行构件和主动件的运动参数,以及各执行构件运动间的协调配合要求,同时考虑执行机构的动力性能要求,确定各执行机构中构件的运动尺寸和几何形状(如凸轮廓线)等。

(6)绘制机械运动简图。针对各机构尺度综合所得结果,进行机构的运动分析和动态静力分析,并从运动规律、动力条件、工作性能等多方面进行综合评价,确定机构其他相关尺寸。然

后绘制出机械运动简图。机械运动简图所求得运动参数、动力参数,可以作为机械零部件结构设计的依据。

2. 工作原理与工艺动作的拟定

(1) 构思工作原理。工作原理就是机械实现其功能的技术载体,它既可以是物理原理,也可以是化学原理,甚至也可以是生物原理等,但在常规机械设计中,以采用物理中的机械运动原理为多。构思机械工作原理是一个创新思维过程,需要了解相关机械的工作原理,掌握现代科技水平,综合运用已学知识等,才可能较好地构思出先进的工作原理。

机械为了完成同一功能要求可以采用不同的工作原理,而不同工作原理的机械,其机械运动方案也是不同的。即使相同的工作原理,也可拟定出不同的运动方案。

例如,为了加工螺钉的螺纹,可以采用车削加工原理、套螺纹工作原理和滚压工作原理。这三种不同的螺纹加工原理适合不同的场合,满足不同的加工需要,它们的机械运动方案也就各不相同。对于滚压工作原理,执行构件的运动可以是往复移动,也可以是连续转动,其对应的机械运动方案也将截然不同。

在课程设计的题目中,为满足不同层次的教学要求,许多题目中给定了机械的工作原理。

(2) 确定工艺动作。工作原理确定之后,机械的功能便通过执行构件的工艺动作来实现。如何依据构思的工作原理和机械的功能要求,确定出执行构件的数目和各执行构件的工艺动作,是一个严谨、巧妙的构思过程,也是进行机械创新设计的重要环节之一。所以,工艺动作的确定除了要认真分析机械的功能目标,详细了解各种技术原理与操作方法之外,还需在思维方法上进行各种努力,放开思路,大胆设想。例如,可以根据机械产品的具体功能目标的特点,采用定向思维的方法确定工艺动作;还可以采用多向思维的方法,从不同方向、不同角度,依据所具备的知识、经验和方法,提出新设想、新方案;另外,联想思维或形象思维也是构思工艺动作常用的方法,通过已有的机械产品的启发、类比、联想、综合或改进而拟定出工艺动作,或通过日常生活中各种现象的观察以及受自然界中各种动作的启发,而联想构思出巧妙的工艺动作。例如缝纫机借用了手工缝制的“穿针引线”的工作原理,但并没有沿用手工的单线上下穿梭工艺动作,而是采用了双线编织的工艺动作,不仅简化机械结构,而且提高了生产效率,改善了缝制质量。

由机械工作原理构思工艺动作时,应注意采用便于机械化的工艺动作。确定机械工艺动作时,决不能停留在简单地模仿传统手工动作的模式上,而应充分注意机械自身的运动特点(连续、可整周转动、简单、循环、稳定、坚硬等),尽可能采用简单的、便于机械化的工艺动作。如洗衣机,如完全模拟手工洗衣的工艺动作,将导致机构十分复杂,成本很高。

(3) 分解工艺动作。实现机械功能的工艺动作,一般可分解为多个简单运动。为了便于机构选型和机构综合,常将复杂的工艺动作分解成机械最容易实现的运动形式,如转动和直线移动,然后再进行合成。例如,在插齿机工作时,为了实现插制轮齿齿廓的功能,插刀的工艺动作有切削、展成、让刀等,可以看出插刀的工艺动作是比较复杂的。若一味强行思索,很难构思出一个单一机构完成这样一个复杂的工艺动作,但若将复杂的动作进行分解,切削由往复移动来实现;展成由连续转动来实现,让刀由间歇运动来实现,然后再将各动作进行协调配合,即可达到简化机构和简化设计的目的。如转动和移动的同时实现可以利用插刀轴的导向滑键,即插刀