

机械工业出版社

机械制图

第2版

机械工业出版社



机械工业出版社

机械设计

主编 李靖华 王进戈 唐良宝

重庆大学出版社

前言

本书是根据原国家教育委员会颁发的“机械设计课程教学基本要求”,并参考各高校近年来在“面向 21 世纪高等工程教育改革”中关于机械设计课程的讨论意见编写的。

在教材体系方面,本书以“传动”为主线来组织内容,即在绪论中,从机器的组成提出传动的概念之后,首先介绍各类传动件,然后介绍轴系件、联接件和其他零件,最后开辟一章“机器的传动系统”。这样编写能较清晰地揭示零件与零件、零件与机器之间的联系,从而增强教材的系统性,并适当拓宽教学的总体针对性。

在内容取舍方面,由于课程学时减少,本书在保证课程基本知识、基本理论和基本内容的前提下,适当精简了零件失效的描述,以及一些次要的数学推导等内容。与此同时,出于教学改革中各门课程整合的需要,本书增加“极限与配合”一节。为了反映零件设计的工程背景,充实了“标准和标准化”一节的内容。

借鉴西方国家的同类教材,本书将齿轮啮合原理的基本内容纳入第 7 章,将螺旋副的受力分析纳入第 6 章,将制动器纳入第 12 章,从而加强了有关各章内容的完整性。与本书配套出版的《机械原理》,其内容也作了相应的调整。当然,这种尝试并不妨碍有关院校在教学中酌情取舍。

本书中比较大型的例题,均同时列出两种设计方案,以供分析和比较。各章均附思考题和习题。

全书共 15 章,其中第 1、2 章由李靖华编写;第 7、8 章由王进戈、秦小屿编写;第 9、11 章由唐良宝编写;第 6、13 章由袁爱霞编写;第 4、5 章由范恒彦编写;第 12、14 章由刘松编写;第 3、10 章由李俊编写;第 15 章由李靖华、秦小屿编写。由李靖华、王进戈、唐良宝任主编。

由于编者学识水平有限,本书误漏之处在所难免,恳切期望专家和读者批评指正。

编者

2001 年 10 月

目录

摇

员摇绪摇论

员摇机械设计在经济建设和科技发展中的作用

员摇机器的组成

员摇机械的零部件

员摇本课程的性质、内容和学习方法

圆摇机械设计概论

圆摇机械设计的基本要求和一般程序

圆摇机械零件的工作能力和计算准则

圆摇机械零件的疲劳强度

圆摇机械零件的接触强度

圆摇机械零件设计的一般步骤

圆摇机械零件材料选择的依据

圆摇标准和标准化

圆摇极限与配合

圆摇表面粗糙度

圆摇现代设计方法简介

员
员
员
猿
猿
缘
缘
苑
怨
苑
苑
苑
苑
苑
苑
苑
苑

猿猿摩擦、磨损及润滑概述

猿猿猿概述

猿猿猿摩擦

猿猿猿磨损

猿猿猿润滑

猿猿猿摩擦学研究的现状与发展趋势

源源带传动

源源源概述

源源源带和带轮

源源源带传动的几何计算

源源源带传动的工作原理和运动特性

源源源灾带传动的设计计算

源源源带传动的张紧装置

源源源其他带传动简介

缘缘链传动

缘缘源概述

缘缘源链传动的运动特征

缘缘源链传动的受力分析

缘缘源滚子链传动的设计计算

缘缘源链传动的布置、张紧和润滑

远远螺旋传动

远远源螺旋副的受力分析、效率和自锁

远远源螺旋传动的类型和应用

远远源滑动螺旋传动的设计计算

远远源滚动螺旋传动简介

远远源静压螺旋传动简介

苑苑齿轮传动

苑苑源概述

苑苑源渐开线齿廓齿轮传动

苑苑源齿轮的失效形式

苑苑源齿轮的材料及热处理

苑苑源齿轮传动的计算准则和设计方法

苑苑源直齿圆柱齿轮传动的载荷计算

猿猿

猿猿

猿猿

猿猿

猿猿

源源

源源

源源

缘缘

缘缘

缘缘

缘缘

远远

远远

苑苑

苑苑

苑苑

愿愿

愿愿

愿愿

愿愿

愿愿

愿愿

愿愿

愿愿

愿愿

苑苑

苑苑

苑苑

苑苑

苑苑

苑苑

苑苑

摇

苑援摇直齿圆柱齿轮传动的强度计算

苑苑

苑愿摇齿轮传动主要参数的选择

苑愿

苑愿摇齿轮传动的精度及其选择

苑愿

苑愿摇斜齿圆柱齿轮的形成原理

苑猿

苑愿摇斜齿圆柱齿轮传动的强度计算

苑源

苑愿摇直齿圆锥齿轮的形成原理

苑园

苑愿摇直齿圆锥齿轮传动的强度计算

苑员

苑愿摇齿轮传动的润滑

苑缘

苑愿摇蜗轮的结构

苑苑

苑愿摇圆弧齿圆柱齿轮传动简介

苑愿

愿摇蜗杆传动

苑圆

愿愿摇概述

苑圆

愿愿摇圆柱蜗杆传动的的基本参数和几何尺寸

苑愿

愿愿摇蜗杆传动的失效形式和材料选择

苑缘

愿愿摇蜗杆传动的受力分析

苑苑

愿愿摇蜗杆传动的强度计算

苑愿

愿愿摇蜗杆轴的挠度计算

苑员

愿愿摇蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算

苑园

愿愿摇蜗杆和蜗轮的结构

苑苑

愿愿摇环面蜗杆传动

苑怨

愿愿摇蜗杆传动的现状及发展方向

苑园

怨摇轴及轴毂联接

苑源

怨愿摇概述

苑源

怨愿摇轴的材料

苑远

怨愿摇轴的结构设计

苑愿

怨愿摇轴的强度计算

苑猿

怨愿摇轴的刚度计算简介

苑园

怨愿摇轴的振动稳定性计算简介

苑猿

怨愿摇轴毂联接

苑源

附录

苑员

员愿摇滑动轴承

苑源

员愿摇概述

苑源

员愿摇滑动轴承的结构形式

苑缘

摇

员圆缘	摇轴瓦的材料和结构	圆愿
员圆缘	摇滑动轴承的润滑	圆圆
员圆缘	摇非液体润滑滑动轴承的设计计算	圆缘
员圆缘	摇液体动压润滑径向轴承的设计计算	圆苑
员圆缘	摇其他滑动轴承简介	圆愿
员圆	摇滚动轴承	圆
员圆	摇概述	圆
员圆	摇滚动轴承的主要类型及其选择	圆
员圆	摇滚动轴承的代号	圆缘
员圆	摇滚动轴承的受力分析、失效形式和计算准则	圆远
员圆	摇滚动轴承的动载荷和寿命计算	圆愿
员圆	摇滚动轴承的静载荷计算	圆远
员圆	摇滚动轴承的组合结构设计	圆怨
员圆	摇滚动轴承的润滑与密封	圆源
员圆	摇联轴器、离合器及制动器	圆怨
员圆	摇概述	圆怨
员圆	摇联轴器	圆怨
员圆	摇离合器	圆缘
员圆	摇制动器	圆愿
员圆	摇螺纹联接及销联接	圆
员圆	摇螺纹联接的主要类型	圆
员圆	摇螺纹联接的拧紧和防松	圆源
员圆	摇单个螺栓联接的受力分析和强度计算	圆远
员圆	摇螺栓组联接的受力分析	圆
员圆	摇提高螺纹联接强度的措施	圆远
员圆	摇销联接	猿
员圆	摇弹簧	猿缘
员圆	摇概述	猿缘
员圆	摇圆柱螺旋弹簧的结构、材料和许用应力	猿远
员圆	摇圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	猿
员圆	摇圆柱螺旋扭转弹簧	猿愿
员圆	摇其他类型弹簧简介	猿怨

摇

摇 机的传动系统

录

摇 概述

录

摇 选择传动类型的基本依据

原

摇 常用机械传动的特点、性能和选择原则

录

摇 减速器

范

摇 变速器

录

摇 车床的传动系统

录

主要参考文献

录

1

绪论

1.1 机械设计在经济建设和科技发展中的作用

机械工业担负着为国民经济各部门提供各种性能先进、价格低廉、使用安全、造型美观的技术装备的任务。在科研成果转化为商品的过程中,离不开实验、测量、生产设备的应用。在国家现代化的进程中,机械工业起着主导和决定性的作用。

设计是产品开发的第一步,又贯穿于整个开发过程的始终。英、美等工业发达国家认为,设计是工业的生命,是一本万利的事。机械工业经历了 200 多年的漫长历史,当前,世界各国的机械厂家林立,国内外机械产品的市场竞争十分激烈,社会对现代机器的要求日益苛刻,这就需要进行创新设计,不断开发有竞争力的新产品。我国的机械工业拥有雄厚的设备资源,但许多设备逐渐“老化”,这就需要开展改进性设计,对设备的某些环节进行技术改造,以达到提高性能、节约能源、改善环境、提高生产率的目的。设计失误给产品带来的缺陷是先天性的,事后难以弥补。统计表明,机械产品的质量事故约有 70% 缘像是设计不当引起的,产品成本的 70% 是在设计阶段决定的。因此,无论是创新设计还是改进性设计,都是机械产品能否达到预期的技术指标和经济指标的关键。只有提高设计的总体水平,才能促使我国的机械工业焕发生机,与国民经济其他部门得到协调的发展,加速我国的社会主义现代化建设。

1.2 机器的组成

人类为了满足生产和生活的需要,设计和制造了各式各样的机器。机器尽管类型繁多、功能各异,但其组成均有共同之处。下面举一个简单机械的例子,阐述机器的基本组成。

摇摇图 员源葬(遭)为一矿石球磨机的外形图和机动示意图,电动机通过一级圆柱齿轮减速器和一对开式齿轮传动,驱动由一对滑动轴承支承的球磨机滚筒旋转,矿石在筒体内被一定数量的钢(铁)球粉碎。

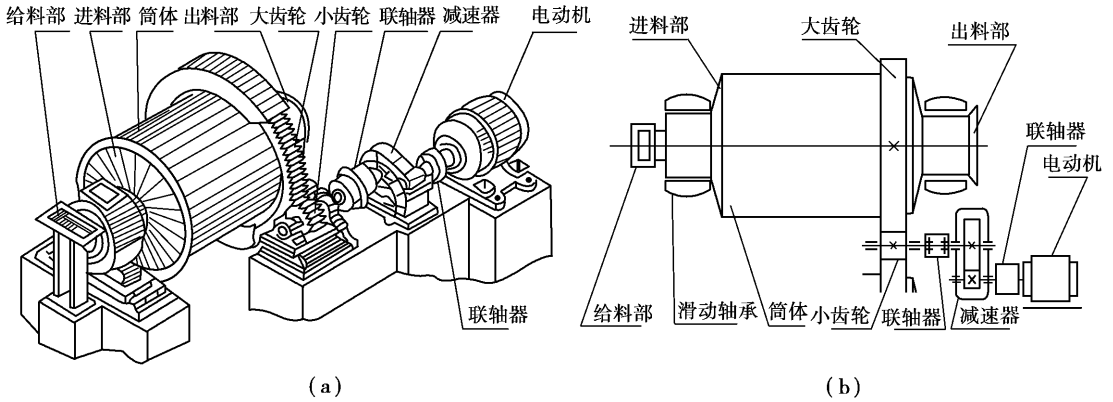


图 员源摇矿石球磨机的外形图和机动示意图

由此可见,机器通常有三个基本组成部分:

原动机部分——是驱动机器的动力源,本例为电机;

执行部分——是完成预定功能的组成部分,本例为滚筒;

传动部分——是将原动机的运动形式、运动及动力参数转变为执行部分所需的运动形式、运动和动力参数的组成部分。本例为齿轮减速器和开式齿轮传动,其作用是减速。

现代机器中使用的原动机以各式各样的电动机和热力机为主。传动部分多数使用机械传动系统,有时也可使用液压或电力传动系统。但是,机械传动系统仍是绝大多数机器不可缺少的重要组成部分。执行部分则随机器需要实现的功能而千变万化,即使同一用途的机器,也可能具有迥然不同的执行部分。执行部分的选择和设计,在很大程度上决定了机器的总体结构。摇摇

机器只有以上三个基本部分,使用起来就会遇到很大的困难和不便。所以机器除了这三个部分外,还会不同程度地增加其他部分,例如控制系统和辅助系统等。

至此,我们可以用图 员源来概括说明一部机器完整的组成。

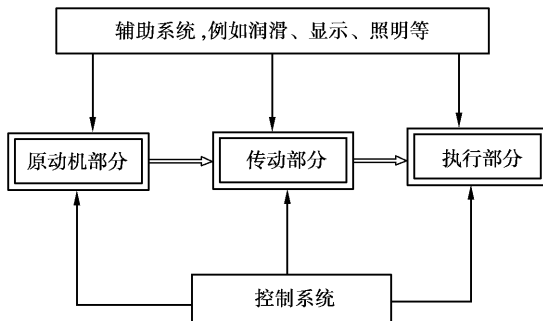


图 员源摇机器的组成

猿 机械的零部件

无论分解哪一部机器,它总是由一些机构组成;每个机构又是由许多零件组成。所以,机器的基本组成要素就是机械零件。

概括地说,机械零件可分为两大类:一类是在各种机器中经常都能用到的零件,叫做通用零件,如螺钉、齿轮、链轮等;另一类则是在特定类型的机器中才能用到的零件,叫做专用零件,如涡轮机的叶片、飞机的螺旋桨、往复式活塞内燃机的曲轴等。另外,还常把由一组协同工作的零件所组成的独立制造或独立装配的组合作叫做部件,如减速器、离合器等。

应该明确,对于一部机器这个总体来说,一切零件都是它的局部,它们必须受到全局的制约。因而它们在机器中,或按确定的位置相互联接,或按给定的规律作相对运动,共同为完成机器的功能而发挥各自的作用。所以任何机器的性能,都是建立在它的主要零件的性能或某些关键部件的综合性能的基础之上的。由此可知,要想设计出一部很好的机器,必须很好地设计或选择它的零件,而每个零件的设计或选择,又是和整部机器的要求分不开的。所以本书除简要论述机械及零件设计的基本理论、要求及一般方法外,将分章讨论各种通用零件的设计原理或选用方法。但是它们决不是各自孤立的,而是互相关联,互相影响,共同为设计完整的机器服务的。所以必须牢记,如果不从机器的全局出发,任何一个零件都是不可能正确地设计或选择出来的。

猿 本课程的性质、内容和学习方法

本课程是以一般通用零件的设计为核心内容,以培养学生设计一般机械的能力为基本目标的技术基础课程。

前已述及,机械传动系统是绝大多数机器的重要组成部分。本书以传动系统为主线来组织各章内容,即在简要介绍关于整部机器设计的基本知识(设计概论、摩擦磨损及润滑)之后,分章介绍各类传动件(带传动、链传动、螺旋传动、齿轮传动和蜗杆传动),然后介绍轴系件(轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器及制动器)和联接件(螺纹联接及销联接;键联接附入“轴”一章中)及弹簧,最后归结到机器的传动系统。

本课程的主要任务是:通过理论学习、作业、课程设计和实验等环节,使学生逐步树立正确的设计思想,掌握通用机械零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律;具有设计机械传动装置和一般机械的能力;具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力;并对机械设计的新发展有所了解。

本课程是一门技术基础课,在工科教学计划中具有承前启后的作用。从本课程开始,学生将从单科性的理论课程的学习逐步转向综合性的工程性课程的学习,只有及时转变学习观念,调整思维方式,改进学习方法,才能学好本课程。以下针对学习方法提出一些建议:

本课程作为一门技术基础课,兼有理论性和工程性的特点,涉及多方面的内容,要把主要精力放在设计的基本原理、基本方法和基本技能的掌握和应用上;

将数学、力学公式用于零件设计时,经常需要作必要的假设和简化,还要加入若干经验的因素(如引入各种修正系数等)。这正是理论联系实际的过程,从中可以学到分析问题和解决问题的方法。对众多的零件设计公式要特别注意它们的前提和应用范围,不强求对公式的推导和记忆;

设计是一个综合问题,涉及材料、制造、成本、安全等多种因素。一个机械零件的设计,离不开机器这个总体,以及与它协同工作的其他零件。要学会统筹兼顾,培养和提高综合设计能力;

工程设计的答案不是惟一的,往往有多种方案可供选择,要注意培养和提高分析、比较和判断的能力,能从多种方案中选出最佳方案;

机械零件设计一般包括确定主要参数和结构设计两个基本内容。对初学者来说,后者是一个难点。零件的结构千差万别,目前还难于归纳出共同的规律。但必须给予充分的重视,通过学习本课程和后继课程,逐步提高结构设计能力。



机械设计概论

第1章 机械设计的基本要求和一般程序

1.1 机器设计的基本要求

首先要能胜任对机器提出的功能要求(或工作职能)。在此前提下,同时满足使用方便、安全可靠、经济合理、外形美观等各项要求,并希望能做到体积小、重量轻、能耗少、效率高。

在使用方面,机器应能在给定的工作期限内具有高的工作可靠性,并能始终正常工作(定期维修和更换易损件除外)。联系人和机器间的各个环节应做到:操纵轻便省力;操纵机构的部位适合人体的生理条件;操作安全,万一失误应有联锁装置或保险装置;维修方便等。

在经济方面,应做到机器使用费用、产品制造成本等多种因素的综合衡量,选出能获得最大经济效益的最佳设计方案。功能多、适用范围广、自动化程度高的机器,价格虽然贵一些,但产品成本(包括设备、材料、生产费用)可能反而降低。

机器外观造型要比例协调、大方,给人以时代感、美感和安全感。色彩要和产品功能相适应。例如,消防、起重机械要用鲜艳醒目颜色,给人以紧迫、预警感;医疗、食品机械要用浅色,给人以卫生、安静感;军用器械要用保护色,给人以安全感;冰箱、风扇等要用冷色,给人以清凉感,等等。

噪声也是一种环境污染。限制噪声分贝数已成为评定机器质量的主要指标之一。机器噪声最好在 85dB 以下。每天工作 8 小时的机器,噪声不得高于 90dB。大于 90dB 的机器,操作时必须戴耳塞。大于 100dB 的机器,必须采取降低噪声的措施。齿轮传动、链传动、滚动轴承、牙嵌离合器、液压系统、电动机等都是机器中常见的噪声源。为了降低噪声,首先要分析产生噪声的原因,然后从设计、工艺、材料等方面着手,采取各种降低噪声的措施。环境对

机器噪声的限制日益苛刻,故低噪声设计日见重要。

对不同用途的机器,还可能提出一些其他要求,如巨型机器有起重、运输的要求,生产食品的机器有清洁卫生的要求等。

圆 圆 机械设计的一般程序及设计人员的素质要求

机械设计是机械产品开发全过程的第一步。设计人员经过调查、构思、分析和计算,并充分考虑制造、使用、维修和营销等多方面的因素,将产品的总体结构和全部细节,通过图纸、技术文件和(或)计算机软件,具体和确切地描述出来,使之成为制造工作的全面和唯一的依据。

各种机器用途不同,要求各异,故其设计步骤不尽一致。总的说来,机械设计经历以下的程序。

(员)确定设计任务

本阶段又称初步设计,要分析和确定所设计机器的用途、性能和其他主要经济技术指标,包括参数范围、工作条件、生产批量、成本指标等,这些都是开展设计最原始的依据。

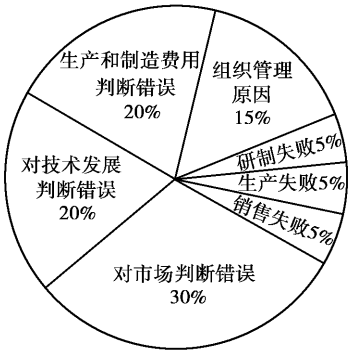


图 圆 圆 一个统计结果

在现代社会中,机械产品市场的竞争十分激烈,设计人员应该树立营销观念。即做到“产销对路”、“以销定产”。为此,要特别注重市场需求的调查和预测,防止“闭门造车”。在此基础上确定新产品的开发计划。图 圆 圆 是国外的一个统计结果,它分析了若干种新产品开发失败的原因,从反面说明了计划阶段的重要性。

(圆)总体设计

机器的总体设计就是按照简单、合理、经济的原则,拟定出一种能实现机器性能要求的总体方案。其主要内容包括:根据机器的要求进行功能设计,研究和确定机器执行部分的方案,并分析计算其运动和阻力,选择原动机,拟定原动机和执行部分之间的传动部分(系统);绘制整机的运动简图,并作初步的运动和动力计算。对于运动链较长的传动系统,还要确定各级传动的传动比和各轴的转速和扭矩。总体设计要考虑到机器的操作、安装、维修和外廓尺寸等要求,合理安排各部件的相对位置。有时还要对机器的某些关键环节进行模拟试验。

应当指出,当前机械市场的商品十分丰富,人们有广泛的选择余地,即使是用途相同的产品,也往往呈现出不同的功能结构。例如,洗衣机有立式的和卧式的;自行车有单速的和多速的;千斤顶有机械的和液压的;剪板机有上切式和下切式;内燃机有往复式和旋转式,等等。设计人员应该具有创新意识,探索新方案,开发新产品,力争自己设计的产品在众多相同或相近的商品中具有新意,体现特色,达到“同中求异”。

(猿)技术设计

按照机器的总体设计方案,通过必要的工作能力计算,或与同类相近机器的类比,确定组成整机的各零部件的主要参数和结构尺寸。经初审后,绘制总装配图、部件装配图、零件图以及各种系统图(传动系统图、润滑系统图、电路系统图和液压系统图等),并编制设计说明书和各种技术文件。

本阶段是确定机器的全部结构和“细节”的阶段,设计人员要严肃认真、一丝不苟地做好工作。

(源)试制定型

按照以上步骤提出的设计图纸和技术文件,还只是设计认识过程的第一阶段。设计是否能达到预期的要求,还需通过实践的检验。一般要试制样机。通过试车,测试各项性能指标;发现设计的错误和不妥之处,及时改正。最后组织设计鉴定。

圆圆 机械零件的工作能力和计算准则

圆圆圆 机械零件的主要失效形式和工作能力

(员)机械零件的主要失效形式

机械零件的失效形式主要有:

员)整体断裂

零件在受拉、压、弯、剪、扭等外载荷作用时,由于某一危险截面上的应力超过零件的强度极限而发生的断裂;或者零件在受变应力作用时,危险截面上发生的疲劳断裂均属此类。

圆)过大的残余变形

如果作用于零件上的应力超过了材料的屈服极限,则零件将产生残余变形。机床上夹持定位零件的过大的残余变形,会降低加工精度;高速转子轴的残余挠曲变形,将增大不平衡度,并进一步引起零件的变形。

猿)零件的表面破坏

零件的表面破坏主要有腐蚀、磨损和接触疲劳。腐蚀是发生在金属表面的一种电化学或化学侵蚀现象。

磨损是两个接触表面在作相对运动的过程中表面物质丧失或转移的现象。

零件表面的接触疲劳,是指受到接触变应力长期作用的表面产生裂纹或微粒剥落的现象。

腐蚀、磨损和接触疲劳都是随工作时间的延续而逐渐发生的失效形式。

零件到底会发生哪种形式的失效,与很多因素有关,并且在不同行业和不同的机器上也不尽相同。从有关统计分类结果来看,由于腐蚀、磨损和各种疲劳破坏所引起的失效就占了绝大部分,而由于断裂所引起的失效只占少数。所以可以说,腐蚀、磨损和疲劳是引起零件失效的主要原因。

(圆)机械零件的工作能力

零件不发生失效的安全工作限度称为工作能力。对载荷而言的工作能力称为承载能力。有时,零件工作能力是针对变形、速度、温度或压力而言的安全工作限度。

同一种零件可能具有数种失效形式。因而对应不同的失效形式,就有不同的工作能力。以轴为例,轴的失效可能是疲劳断裂,也可能是过大的弹性变形。对于前者而言,轴的工作能力取决于轴的疲劳强度;对后者而言,则取决于轴的刚度。显然,起决定作用的将是承载能力中的较小值。