

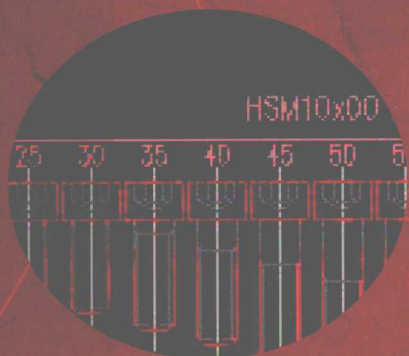


"十二五" 职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

高职高专机电一体化专业规划教材

机械设计基础

林 伟	向晓汉	主 编	
吕伟文	李 颖	郑贞平	副主编
		倪森寿	主 审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
高职高专机电一体化专业规划教材

机械设计基础

林 伟	向晓汉	主 编
吕伟文	李 颖	副主编
	倪森寿	主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书对工程力学、机械原理、机械零件等学科的知识进行重修组合,简化理论分析。全书分为七大模块,内容包括:构件的静力分析、构件的承载能力分析、常用机构的设计、挠性传动的设计、齿轮传动的设计、常用连接的选用及轴系零件的选用。每一个模块的内容设有问题导入、知识分析、知识链接、问题解答、知识拓展等。

本书主要作为高等职业学校、成人高等学校机械类和近机类各专业的教材,也可供其他各专业教师和广大工程技术人员参考。

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。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/林伟,向晓汉主编. —北京:电子工业出版社,2015.2

高职高专机电一体化专业规划教材

ISBN 978-7-121-25417-8

I. ①机… II. ①林… ②向… III. ①机械设计—高等职业教育—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 010625 号

策划编辑:朱怀永

责任编辑:朱怀永 特约编辑:王 纲

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22.5 字数:570 千字

版 次:2015 年 2 月第 1 版

印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数:3000 册

定 价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换,若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

丛书序言

2006 年国家先后颁布了一系列加快振兴装备制造业的文件,明确指出必须加快产业结构调整,推动产业优化升级,加强技术创新,促进装备制造业持续稳定发展,为经济平稳较快发展做出贡献,使我们国家能够从世界制造大国成长为世界制造强国、创造强国。党的十八大又一次强调坚持走中国特色新型工业化、信息化道路,推动信息化和工业化深度融合,推动战略性新兴产业、先进制造业健康发展,加快传统产业转型升级。随着科技水平的迅猛发展,机电一体化技术的广泛应用大幅度地提高了产品的性能和质量,提高了制造技术水平,实现了生产方式的自动化、柔性化、集成化,增强了企业的竞争力,因此,机电一体化技术已经成为全面提升装备制造业、加快传统产业转型升级的重要抓手之一,机电一体化已是当今工业技术和产品发展的主要趋向,也是我国工业发展的必由之路。

随着国家对装备制造业的高度重视和巨大的传统产业技术升级需求,对机电一体化技术人才的需求将更加迫切,培养机电一体化高端技能型人才成为国家装备制造业有效高速发展的必要保障。但是,相关部门的调查显示,机电一体化技术专业面临着两种矛盾的局面:一方面社会需求量巨大而迫切,另外一方面职业院校培养的人才失业人数不断增大。这一现象说明,我们传统的机电一体化人才培养模式已经远远不能满足企业和社会需求,现实呼吁要加大力度对机电一体化技术专业人才培养能力结构和专业教学标准的研究,特别是要进一步探讨培养“高端技能型人才”的机电一体化技术人才职业教育模式,需要不断探索、完善机电一体化技术专业建设、教学建设和教材建设。

正式基于以上的现状和实际需求,电子工业出版社在广泛调研的基础上,2012 年确立了“高职高专机电一体化专业工学结合课程改革研究”的课题,统一规划,系统设计,联合一批优秀的高职高专院校共同研究高职机电一体化专业的课程改革指导方案和教材建设工作。希望通过院校的交流,以及专业标准、教材及教学资源建设,促进国内高职高专机电一体化专业的快速发展,探索出培养机电一体化“高端技能型人才”的职业教育模式,提升人才培养的质量和水平。

该课题的成果包括《工学结合模式下的高职高专机电一体化专业建设指导方案》和专业课程系列教材。系列教材突破传统教材编写模式和体例,将专业性、职业性和学生学习指南以及学生职业生涯发展紧密结合。具有以下特点:

1. 统一规划、系统设计。在电子工业出版社统一协调下,由深圳职业技术学院等二十余所高职高专示范院校共同研讨构建了高职高专机电一体化专业课程体系框架及课程标准,较好地解决了课程之间的序化和课程知识点分配问题,保证了教材编写的系统性和内在关联性。

2. 普适性与个性结合。教材内容的选取在统一要求的课程体系和课程标准框架下考虑,特别是要突出机电一体化行业共性的知识,主要章节要具有普适性,满足当前行业企业的主要能力需求,对于具有区域特性的内容和知识可以作为拓展章节编写。

3. 强调教学过程与工作过程的紧密结合,突破传统学科体系教材的编写模式。专业课程教材采取基于工作过程的项目化教学模式和体例编写,教学项目的教学设计要突出职业性,突出将学习情境转化为生产情境,突出以学生为主体的自主学习。

4. 资源丰富,方便教学。在教材出版的同时为教师提供教学资源库,主要内容为:教学课件、习题答案、趣味阅读、课程标准、教学视频等,以便于教师教学参考。

为保证教材的产业特色、体现行业发展要求、对接职业标准和岗位要求、保证教材编写质量,本系列教材从宏观设计开发方案到微观研讨和确定具体教学项目(工作任务),都倾注了职业教育研究专家、职业院校领导和一线教学教师、企业技术专家和电子工业出版社各位编辑的心血,是高等职业教育教材为适应学科教育到职业教育、学科体系到能力体系两个转变进行的有益尝试。

本系列教材适用于高等职业院校、高等专科学校、成人高校及本科院校的二级职业技术学院机电一体化专业使用,也可作为上述院校电气自动化、机电设备等专业的教学用书。

本系列教材难免有不足之处,请各位专家、老师和广大读者不吝指正,希望本系列教材的出版能为我国高职高专机电类专业教育事业的发展和人才培养做出贡献。

“高职高专机电一体化专业工学结合课程改革研究”课题组

2013年6月

前 言

《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中指出：“高职高专教育人才培养模式的基本特征是：以培养高等技术应用性专门人才为根本任务；以适应社会需要为目标、以培养技术应用能力为主线设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案，毕业生应具有基础理论知识适度、技术应用能力强、知识面较宽、素质高等特点。以应用为主旨和特征构建课程和教学内容体系；课程和教学内容体系改革是高职高专教学改革的重点和难点。要按照突出应用性、实用性的原则重组课程结构，更新教学内容。”建设综合课程是解决这一重点和难点的重要途径之一。综合课程是根据岗位应用能力的需要而建设的，应有明确的岗位能力针对性。我们在多年的教学改革和教学实践中总结了建设综合课程应遵循“确立课程主线”的原则。具体是：“以岗位能力培养为目标，确立课程主线，以主线为纲，有机地融合其他课程的内容，建立适合高职教育的新课程体系。”

本课程为综合课程，遵照上述原则，本课程确立以“常用机构的正确分析和通用零件的正确选择”为课程主线，有机融合《工程材料及钢的热处理》、《极限配合和技术测量》、《工程力学》、《机械设计基础》等传统课程内容。在重组课程内容和编写本教材时，摒弃了原各门课程各为体系，分门别类地加以叙述的方法，而以课程主线为纲，从“常用机构的正确分析应用和通用零件的正确选择”的需要出发，引出“必需、够用”的基础理论知识。如从机构的运动副中引出约束力、从机构的分析应用中引出力系平衡、从正确选择通用零件中引出构件拉（压）、剪切、扭、弯等变形概念及强度计算方法等。避免以往为力学而学力学的倾向，使学生在 学习力学的基础理论知识时有一个明确的“应用”方向，有一个实在的“应用”载体。

为使本课程更趋系统化和科学化，同时也为使学生对最基本的理论知识有一个全面正确的理解，便于今后的进一步学习，本教材在组合课程内容时，分为基础篇和应用篇。最基本的理论知识，作为基础篇内容。由于确定了课程主线，因此在选用这些最基本的理论知识时，不再受原课程体系所束缚，而以课程主线为依据，使所选内容为新课程体系所选、为新课程体系所用，成为新课程体系的有机组成部分。

创新教育是教育界永恒的主题，在高职教育界更具现实意义。因此在本课程建设中，始终重视对学生进行创新意识的培养。除了本教材内容的重组和编写是一个创新外，在教材中还添加了机构创新的内容，在某一特定层面上培养学生的创新意识。

教材的每一章，均附有一定数量的习题，以便学生学完该章后对所学内容的复习和巩固。

本教材可作为机电类各专业、机械类各专业的选用教材，也可供工程技术人员参考。

本教材第一章、第四章、第五章、第九章、第十二章由无锡职业技术学院林伟编写；第二章由无锡职业技术学院向晓汉编写；第三章由无锡职业技术学院郑贞平编写；第六章、第十一章由无锡职业技术学院吕伟文编写；第七章、第十章由青岛职业技术学院李颖、王海琴编写；第八章由无锡职业技术学院朱耀武编写。全书由林伟、向晓汉任主编，吕伟文、李颖、

郑贞平任副主编。全书由无锡职业技术学院倪森寿主审。

在课程建设和教材编写中,得到了各级领导和广大教师的帮助和支持,在此谨表衷心感谢。

本综合课程建设是高职教学改革中的一次探索和尝试,更限于编者的水平,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2014 年 2 月

目 录

基 础 篇

第一章 机械设计概论	3
第二章 工程材料与钢的热处理	8
第一节 材料的力学性能和工艺性能	8
第二节 常用工程材料	13
第三节 钢的常用热处理及其作用	23
习题	30
第三章 互换性技术	32
第一节 互换性概述	32
第二节 光滑圆柱结合的公差与配合	33
第三节 形状和位置公差	55
第四节 表面结构	70
习题	76
第四章 工程力学基础	80
第一节 静力学基础	80
第二节 刚体的运动力学	84
第三节 载荷和应力的分类	97
第四节 机械零件的主要失效形式及工作能力准则	98
习题	100

应 用 篇

第五章 平面连杆机构	107
第一节 机器和机构	107
第二节 平面机构运动简图	110
第三节 平面四杆机构及其应用	116
第四节 平面机构支反力和构件受力分析	122
第五节 平面机构中拉(压)构件的强度和变形计算	135

习题	143
第六章 齿轮传动	149
第一节 齿轮传动的特点和分类	150
第二节 渐开线齿廓	152
第三节 直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸	154
第四节 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	158
第五节 渐开线直齿圆柱齿轮的切齿干涉和变位齿轮简介	159
第六节 齿轮失效形式与齿轮材料	162
第七节 标准直齿圆柱齿轮传动设计计算	166
第八节 斜齿圆柱齿轮传动	175
第九节 直齿圆锥齿轮	179
第十节 蜗杆传动	181
第十一节 轮系	188
习题	194
第七章 带传动和链传动	198
第一节 带传动概述	198
第二节 带传动的工作能力分析	203
第三节 普通 V 带传动的设计计算	207
第四节 链传动概述	215
第五节 链传动的运动分析、受力分析及布置润滑	219
习题	221
第八章 轴承	223
第一节 轴承的功用和类型	223
第二节 滚动轴承组成、类型及特点	224
第三节 滚动轴承的代号	227
第四节 滚动轴承的选择和计算	230
第五节 滚动轴承的组合设计	237
第六节 滚动轴承的润滑与密封	241
第七节 滑动轴承简介	242
习题	247
第九章 轴	248
第一节 轴概述	248
第二节 传动轴的强度和刚度——构件的扭转问题	251
第三节 心轴的强度和刚度——构件的弯曲问题	259

第四节 转轴的强度——构件的弯扭组合问题·····	269
第五节 轴结构尺寸的确定·····	271
习题·····	279
第十章 连接 ·····	285
第一节 键连接和销连接·····	285
第二节 螺纹连接·····	290
第三节 联轴器、离合器和制动器·····	304
习题·····	309
第十一章 常用机构简介 ·····	312
第一节 凸轮机构·····	312
第二节 螺旋机构·····	316
第三节 简歇运动机构·····	318
第四节 其他新型传动机构·····	323
习题·····	328
第十二章 机械创新 ·····	330
第一节 机械创新设计概述·····	330
第二节 平面四杆机构尺寸的确定·····	333
第三节 机构的演化·····	335
第四节 机构的组合与创新·····	337
习题·····	346
附录 A 深沟球轴承(GB/T 276) ·····	347
附录 B 角接触球轴承(GB/T 292) ·····	348

基 础 篇

第一章 机械设计概论



学习目标

了解机器设计的一般程序、基本要求和基本方法。

一、机器的基本组成要素

在一部现代化的机器中,常会包含着机械、电气、液压、气动、润滑、冷却、控制、监测等系统的部分或全部,但是机器的主体,仍然是它的机械系统。机械系统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。

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,叫作通用零件,如螺钉、齿轮、链轮等;另一类是在特定类型的机器中才能用到的零件,叫作专用零件,如叶片、螺旋桨、曲轴等。

二、设计机器的一般程序

一部新机器的设计过程大致有以下几个阶段。

(1) 计划阶段

计划阶段是设计机器的预备阶段,其目标是拟定出设计任务书。在此阶段,要根据社会和市场的需求,明确所设计机器的功能范围和性能指标;根据现有的技术资料进行可行性研究,明确设计中要解决的关键问题,最后形成设计任务书。设计任务书应包括机器的功能、经济性估计、制造要求、基本使用要求、预计设计期限等。

(2) 方案设计阶段

本阶段对设计机器的成败起关键的作用,其目标是确定一个原理性的设计方案。在此阶段,要按设计任务书的要求,提出可能采用的多种方案,并对这些方案在技术、经济、可靠性等方面进行综合评价,最后进行决策,确定一个可进行技术设计的原理图或机构运动简图。

(3) 技术设计阶段

技术设计阶段是产生总装配草图及部件装配草图。在此阶段,要按已确定的设计方案,进行运动学、动力学计算,零件的工作能力计算和结构设计,最后绘制出总装配图、部件装配图和零件图。在这一过程中,计算、绘图、修改常常是反复交叉进行的。本阶段所涉及的问题是机械设计课程最主要的研究任务。

(4) 技术文件编制阶段

技术文件编制阶段是设计机器的最后一个阶段,其目标是编写出机器的设计计算说明书、使用说明书等文件。设计计算说明书中应包括方案选择和技术设计的全部结论性内容;使用说明书应向用户介绍机器的性能参数范围、使用操作方法、日常保养及简单的维修方法、备用件目录等。

三、设计机器应满足的基本要求

设计机器应满足的基本要求如下:

① 使用功能要求。所设计的机器必须实现预定的使用功能。为此,正确地选择机器的工作原理是最重要的。此外,还应正确地选择执行机构和机械传动方案等。

② 经济性要求。机器的经济性是一个综合性指标,它要求设计和制造的成本低,生产周期短,使用机器的生产率高、效率高,能源和原材料消耗少,维护和管理费用低等。

③ 劳动保护要求。对所设计的机器,要求操作方便、安全,并对周围环境影响小。设计机器时,操作机构要适应人的生理条件,使操作轻便省力;要保证机器使用人员的人身安全,应设有安全防护装置。同时,应降低机器噪声,防止有害介质的渗漏,减轻对环境的污染。机器的外形和色彩应协调,符合工程美学的要求以美化工作环境。

④ 可靠性要求。机器的可靠性是指机器在使用中性能的稳定性,是机器的一个重要质量指标。可靠性高,说明机器使用过程中发生故障的概率小,能正常工作的时间长。机器的可靠性高低是用可靠度来衡量的。机器的可靠度是指在规定的条件下和预定的使用期内机器能够正常工作的概率。

⑤ 其他专用要求。这是对某种类型机器提出的一些特有的要求。例如,食品机器应能保持产品清洁,建筑机器要便于拆装和搬运,飞机应具有质量小、飞行阻力小而运载能力大的性能等。

四、设计机械零件应满足的基本要求

设计机械零件应满足的基本要求如下:

① 工作能力要求。组成机器的所有零件必须具有相应的工作能力,否则就会失效。为避免在预定寿命期内失效,机械零件应具有强度大、刚度足、抗疲劳、耐磨损和防腐蚀等性能。

② 结构工艺性要求。机械零件具有良好的结构工艺性,就是要求零件结构合理,外形简单,在既定生产条件下易于加工和装配。零件的结构工艺性不仅与毛坯制造、机械加工、装配要求有关,而且还与零件的材料、生产批量、生产设备条件等有关。零件的结构设计对零件的结构工艺性具有决定性的影响,是学习机械设计时应掌握的一个重点内容,要予以足够的重视。

③ 经济性要求。经济性要求就是要降低零件的生产成本。从经济性考虑,可以采取以下一些措施:尽量采用标准化的零部件以取代需要加工的零部件;采用廉价材料代替贵重材料;采用轻型结构以减少零件的用料;采用少余量或无余量的毛坯或简化零件结构,以减少加工工时;采用装配工艺性良好的结构以减少装配工序和工时等。

④ 质量小的要求。要尽量减少机械零件的质量,因为这样可减少材料的消耗,降低成本,还可以减小运动零件的惯性以改善机器的动力性能。

⑤ 可靠性要求。机器是由许多零件组成的,因而机器的可靠性取决于机械零件的可靠性。为了提高零件的可靠性,应当使工作条件和零件性能的随机变化尽可能小,并在使用中加强维护和对工作条件进行监测。

五、机械零件的主要失效形式

机械零件由于某种原因不能正常工作,称为失效。机械零件的失效形式主要有以下几种:

① 整体断裂。整体断裂分为一次断裂和疲劳断裂两类。当零件受外载荷作用下,由于危险截面上应力超过零件的强度极限时而发生的断裂称为一次断裂。当零件在循环变应力作用下工作较长时间以后,危险截面上的应力超过零件的疲劳极限时所发生的断裂称为疲劳断裂。在机械零件的整体断裂失效中多数属于疲劳断裂。

② 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。如机床上夹持定位零件的过大的残余变形,会降低加工精度。

③ 表面破坏。机器中的零件都要与别的零件发生静接触或动接触,或形成配合关系,因此表面破坏是机械零件经常发生的一种失效形式。机械零件的表面破坏主要是腐蚀、磨损和接触疲劳。腐蚀是金属表面与周围介质发生的一种电化学或化学侵蚀现象,使零件表面产生锈蚀而破坏。磨损是两个接触表面在作相对运动过程中表面材料的脱落或转移的现象。接触疲劳是零件表面长期受到接触变应力的作用而产生裂纹或微粒剥落的现象。这些破坏形式都是随工作时间的延续而逐渐发生的失效形式。

④ 破坏正常工作条件引起的失效。有些机械零件只有在一定的工作条件下才能正常工作。如果这些工作条件被破坏,就将导致零件的失效。例如,对于带传动,当其所传递的有效圆周力超过临界摩擦力时,将发生打滑失效;对于高速转动的零件,当其转速与转动件系统的固有频率接近时,就要发生共振使振幅增大而不能工作。

六、机械零件的计算准则

为了避免机械零件失效,在设计零件时进行计算所依据的准则是与零件的失效形式密切相关的。一个机械零件可能有多种失效形式,但在设计时,应根据其主要的失效形式而采用相应的计算准则。主要的计算准则如下:

① 强度准则。强度是机械零件抵抗整体断裂、塑性变形和表面接触疲劳的能力。例如:对一次断裂来讲,应力不超过材料的强度极限;对疲劳破坏来讲,应力不超过零件的疲劳极限;对残余变形来讲,应力不超过材料的屈服极限。其一般的表达式为

$$\sigma \leqslant \sigma_{\text{lim}} \quad (1-1)$$

考虑到各种偶然性或难以精确分析的影响,式(1-1)右边要除以设计安全系数 S ,即

$$\sigma \leqslant \frac{\sigma_{\text{lim}}}{S} \quad (1-2)$$

式中, σ_{lim} ——极限应力。对应于一次断裂、疲劳断裂、塑性变形和表面接触疲劳,分别为材料的强度极限、零件的疲劳极限、材料的屈服极限和零件的接触疲劳极限。

② 刚度准则。刚度是机械零件抵抗弹性变形的能力。如果零件的刚度不够,就会因过大的弹性变形而引起失效。刚度准则是指零件在载荷作用下产生的弹性变形量不超过许用变形量。其表达式为

$$y \leqslant [y] \quad (1-3)$$

式中, y ——弹性变形量,可由各种求变形量的理论或实验方法确定;

$[y]$ ——许用变形量,即机器工作性能所允许的极限值,应随不同的工作情况,由理论值或经验值来确定其合理的数值。

③ 寿命准则。寿命是机械零件能正常工作延续的时间。影响零件寿命的主要失效形式为腐蚀、磨损和疲劳。由于它们各自的产生机理和发展规律不同,应有相应的寿命计算方法

法。但对于腐蚀和磨损,目前尚无法列出相应的寿命准则。对于疲劳寿命,通常是用求出使用寿命时的疲劳极限来作为计算的依据。

④ 振动稳定性准则。振动是指机械零件发生周期性的弹性变形现象。一般情况下,零件的振幅较小。但当零件的固有频率 f 与激振源(如作往复运动的零件,轴的偏心转动,齿轮的啮合等)的频率接近或成整倍数关系时,零件就要发生共振,振幅急剧增大,致使零件破坏或机器工作失常。这种现象就称为失去振动稳定性。振动稳定性准则是指设计时使机器中受激振作用的各零件的固有频率与激振源的频率 f_p 错开。其条件式通常为

$$0.85f > f_p \quad \text{或} \quad 1.15f < f_p \quad (1-4)$$

由于激振源的频率取决于往复行程数或工作转速,通常为确定值,故当不能满足上述条件时,可用改变零件和系统的刚性、改变支撑位置、增加或减少辅助支撑等办法来改变零件的固有频率 f ,以避免发生共振。

此外,提高回转件的动平衡精度,采用隔振元件把激振源与零件隔开以防止振动传播;采用阻尼以消耗引起振动的能量等措施,都可改善零件的振动稳定性。

七、机械零件的设计方法

机械零件的常规设计方法有以下几种:

① 理论设计。理论设计是根据设计理论和实验数据所进行的设计。它又可分为设计计算和校核计算两类。设计计算是根据零件的工作情况,选定计算准则,按其所规定的要求计算出零件的主要几何尺寸和参数。校核计算是先按其他办法初步拟定出零件的主要尺寸和参数,然后根据计算准则所规定的要求校核零件是否安全。由于校核计算时,已知零件的有关尺寸,因此能计入影响强度的结构因素和尺寸因素,计算结果比较精确。

② 经验设计。经验设计是根据已有的经验公式或设计者本人的工作经验,或借助类比方法所进行的设计。这主要适用于使用要求变动相对固定而结构形状已典型化的零件,如箱体、机架、传动零件的结构要素等。

③ 模型实验设计。这种设计是对一些尺寸巨大、结构复杂的重要零件,根据初步设计的结果,按比例制成小尺寸的模型,经过实验手段对其各方面的特性进行检验,再根据实验结果对原设计进行逐步修改,从而达到完善的设计。模型实验设计是在设计理论还不成熟,已有的经验又不足以解决设计问题时,为积累新经验、发展新理论和获得好结果而采用的一种设计方法。但这种设计方法费时、耗资,一般只用于特别重要的设计中。

八、机械零件设计的一般步骤

机械零件设计的一般步骤如下:

① 选择零件的类型和结构。这要根据零件的使用要求,在熟悉各种零件的类型、特点及应用范围的基础上进行。

② 分析和计算载荷。分析和计算载荷,是根据机器的工作情况,来确定作用在零件上的载荷。

③ 选择合适的材料。要根据零件的使用要求、工艺要求和经济性要求来选择合适的材料。

④ 确定零件的主要尺寸和参数。根据对零件的失效分析和所确定的计算准则进行计算,便可确定零件的主要尺寸和参数。

⑤ 零件的结构设计。应根据功能要求、工艺要求、标准化要求,确定零件合理的形状和结构尺寸。

⑥ 校核计算。只是对重要的零件且有必要时才进行这种校核计算,以确定零件工作时的安全程度。

⑦ 绘制零件的工作图。

⑧ 编写设计计算说明书。

九、机械零件材料的选用原则

机械零件材料选择的一般原则是应满足零件的使用性能、工艺性和经济性等三方面的要求。

(1) 使用性要求

使用性要求是指零件的受载情况、工作条件、零件的尺寸和质量的限制等。例如,对于承受变应力的零件,应选择疲劳强度极限高的材料;对于受冲击载荷的零件,应选用韧性较好的材料;对于受接触应力较大的零件,应选用经表面强化处理的材料。在湿热环境下工作的零件,应选择防锈和耐蚀材料;在高温下工作的零件,应选用耐热材料;在滑动摩擦下工作的零件,应选用减摩、耐磨材料。对于要求强度高而质量小的零件,应选用强度极限与密度之比较高的材料;对于要求刚度大而质量小的零件,应选用弹性模量与密度之比较高的材料等。

(2) 工艺性要求

工艺性要求是指零件所用材料应使其在毛坯制造、热处理和冷加工时都易于进行。对于毛坯的制造,结构简单的可用锻造,结构复杂的宜采用铸造或焊接。锻造材料的工艺性是指材料的延展性、热脆性和塑性变形能力等。铸造材料的工艺性是指材料的液态流动性、收缩率、偏析程度和产生缩孔的可能性等。焊接材料的工艺性是指材料的可焊性和焊缝产生裂纹的倾向性等。热处理工艺性是指材料的淬硬性、淬火变形倾向性和淬透性等。冷加工工艺性是指材料的硬度、易切削性、冷作硬化程度和切削后能达到的表面粗糙度等。

(3) 经济性要求

经济性要求是一个综合性的指标。在满足使用要求的基础上,尽可能选择价格低廉的材料,同时还应考虑到使材料的利用率高、加工费用低和供应状况好等因素。

十、机械设计中的标准化

在机械设计中,标准化的作用非常重要。

标准化包括三方面的内容,即零件标准化、产品系列化和部件通用化。零件的标准化是通过零件的尺寸、结构要素、材料性能、检验方法、设计方法和制图要求等制订出各式各样的供设计者共同遵守的标准。产品系列化是产品在同一基本结构或基本尺寸条件下,按一定的规律优化组合成若干个不同规格尺寸的产品。部件通用化是指在系列产品内部或跨系列产品之间采用同一结构和尺寸的零部件。

标准化在简化设计工作、缩短设计周期、提高设计质量、便于专业化生产、扩大互换性、便于维修、保证产品质量和降低成本等方面具有重要意义。

我国现行标准有国家标准(GB)、部标准、专业标准和企业标准等。出口产品一般应符合国际标准(ISO)。