

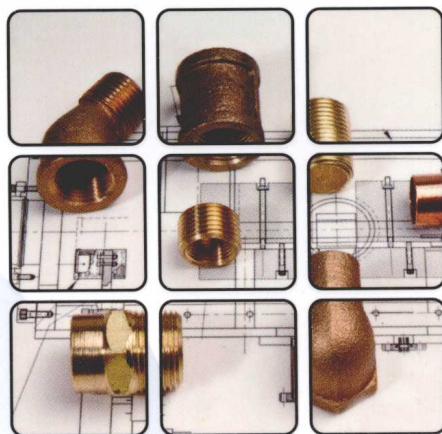
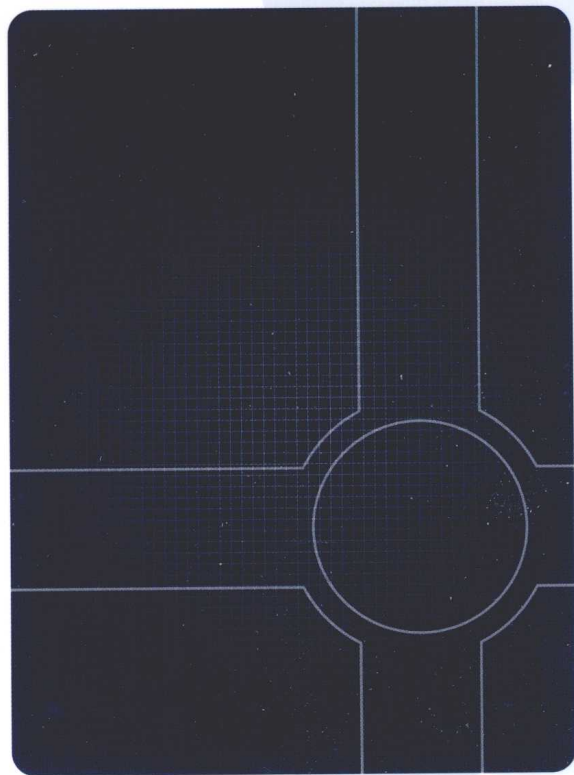


全国高职高专应用型规划教材·机械机电类

机械设计基础与实践

吴明清 王 真 主编

JIXIE SHEJI JICHU YU SHIJIAN



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国高职高专应用型规划教材·机械机电类

机械设计基础与实践

主 编 吴明清 王 真
副主编 李付君 范振河 苏炳玲
主 审 宋金虎



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是根据国家教育部有关高等职业专科学校机械设计基础课程的教学基本要求,并结合编者多年教学实践经验编写的。

本书充分体现岗位技能要求,以机械设计的典型项目来承载教学内容,采用项目导向、任务驱动的行动导向模式,对常用机构和通用零部件的结构、特性、工作原理进行了深入浅出的介绍,给出了机械设计及零部件强度计算的一般方法。全书共设 13 个项目,内容包括:机械设计的基础知识、平面机构的组成及分析、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、挠性件传动、齿轮传动、蜗杆传动、齿轮系、螺纹连接与螺旋传动、轴和轴毂连接、轴承、其他常用零部件。每个项目设置不同的工作任务,以任务驱动教学过程,使学生在实践中掌握知识。为拓宽学生的知识面,根据需要在相关的任务后增设了拓展知识,为学生的后续发展能力的提高奠定了基础。每个项目都设置了思考与训练,供学生复习与提高。

本书可作为各类机械类及近机类高等职业专科学校学生用书,也可供工厂的技术和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础与实践/吴明清,王真主编. —北京:北京大学出版社,2010.9

(全国高职高专应用型规划教材·机械机电类)

ISBN 978-7-301-17207-0

I. 机… II. ①吴… ②王… III. ①机械设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 092277 号

书 名: 机械设计基础与实践

著作责任者: 吴明清 王 真 主编

策 划 编 辑: 傅 莉

责 任 编 辑: 桂 春 张宏英

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-17207-0/TH · 0191

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电 子 信 箱: zyjy@pup.cn

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 450 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 37.00 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 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

高等职业教育教材建设是培养合格高技能型人才的根本保证。为更好地落实教育部16号文件——《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的精神，积极构建与生产和实践相结合的学习模式，同时将编者多年的高等职业教育教学实践经验、企业生产实践经验相结合，我们编写了本书，并按60~90学时设计了任务内容。

本书充分体现岗位技能要求，以机械设计的典型项目来承载教学内容，采用项目导向、任务驱动的行动导向模式，对常用机构和通用零部件的结构、特性、工作原理进行了深入浅出的介绍，同时给出了机械设计及零部件强度计算的一般方法。本书强调动手能力的提高，在每个任务的完成过程中都重视具体知识的实践应用，使学生做到“学”、“做”、“用”合一。

本书具有如下特点。

(1) 紧紧围绕高等职业教育的人才培养目标，依据岗位能力要求，完善项目驱动式内容体系；正确处理知识、能力、素质的辩证统一的关系，理论学习深入浅出，突出实践应用，强调素质培养。

(2) 根据职业能力要求及本课程教学目标，做到理论和实践紧密结合，通过大量的案例增强学生的动手能力，体现工学结合的特色。

(3) 内容突出实用性。本书所设计的具体项目都是生产实践中应用最广泛的知识，实用性强。为了进一步拓宽学生的知识面，在每个任务结束后设计了知识拓展内容，以供有兴趣的学生学习。

(4) 为联系实际和便于自学，本书图文并茂，知识易学易懂，并在每个项目后附有思考与训练题目。

(5) 采用国际单位，尽量采用已颁布的最新国家标准和有关技术规范、数据和资料。

参加本书编写的有：吴明清（编写项目1~4），苏炳玲（编写项目5），李付君（编写项目6、12、13），王真（编写项目7~9），范振河（编写项目10、11）。本书由吴明清、王真担任主编，李付君、范振河、苏炳玲担任副主编，全书由吴明清负责统稿，由宋金虎主审。

在本书的编写过程中，我们参阅了国内外一些专家和学者的研究成果及相关文献，同时，得到了北京大学出版社的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

鉴于编者水平所限，书中难免有不足之处，敬请使用本书的读者批评指正，以便不断改进和完善，电子信箱：wmq0818@163.com。

编者

2010年5月

目 录

项目 1 机械设计的基础知识	(1)
任务 1 机械设计的基础知识	(2)
任务 2 摩擦、润滑及密封	(10)
思考与训练	(20)
项目 2 平面机构的组成及分析	(21)
任务 1 绘制平面机构的运动简图	(22)
任务 2 计算平面机构的自由度	(30)
思考与训练	(37)
项目 3 平面连杆机构	(40)
任务 1 认识平面四杆机构的基本类型及其演化	(41)
任务 2 平面四杆机构的基本特性	(48)
任务 3 设计平面四杆机构运动	(53)
思考与训练	(59)
项目 4 凸轮机构	(62)
任务 1 认识凸轮机构	(63)
任务 2 凸轮机构的运动特性	(68)
任务 3 设计盘形凸轮轮廓曲线	(74)
任务 4 凸轮机构设计的其他问题	(80)
思考与训练	(85)
项目 5 间歇运动机构	(87)
任务 1 认识棘轮机构	(87)
任务 2 认识其他间歇运动机构	(91)
思考与训练	(95)
项目 6 挠性件传动	(96)
任务 1 认识带传动、V 带和带轮	(97)
任务 2 带传动的工作能力分析	(102)
任务 3 V 带传动的失效形式和设计计算	(109)
任务 4 认识链传动	(115)
思考与训练	(120)
项目 7 齿轮传动	(121)
任务 1 认识齿轮传动	(122)
任务 2 渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸计算	(126)

任务3 分析渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动·····	(129)
任务4 设计渐开线标准直齿圆柱齿轮传动·····	(131)
任务5 渐开线平行轴斜齿圆柱齿轮传动应用·····	(142)
任务6 设计直齿锥齿轮传动·····	(152)
任务7 齿轮的结构与齿轮传动的润滑·····	(157)
思考与训练·····	(160)
项目8 蜗杆传动 ·····	(162)
任务1 认识蜗杆传动·····	(162)
任务2 蜗杆传动的设计及维护·····	(167)
思考与训练·····	(174)
项目9 齿轮系 ·····	(176)
任务1 齿轮系的类型及其传动比计算·····	(176)
任务2 齿轮系的应用·····	(183)
思考与训练·····	(189)
项目10 螺纹连接与螺旋传动 ·····	(190)
任务1 螺纹的基本知识·····	(191)
任务2 螺纹连接的基本类型及其预紧和防松·····	(196)
任务3 螺纹组连接的结构设计与设计计算·····	(204)
任务4 螺旋传动·····	(214)
思考与训练·····	(216)
项目11 轴和轴毂连接 ·····	(218)
任务1 轴的类型与结构设计·····	(219)
任务2 轴的材料及设计计算·····	(226)
任务3 轴毂连接·····	(235)
思考与训练·····	(240)
项目12 轴 承 ·····	(242)
任务1 认识滑动轴承·····	(243)
任务2 滚动轴承的基本知识·····	(249)
任务3 计算滚动轴承的工作能力·····	(256)
任务4 滚动轴承的组合设计·····	(265)
思考与训练·····	(272)
项目13 其他常用零部件 ·····	(273)
任务1 认识联轴器和离合器·····	(273)
任务2 认识弹簧·····	(282)
思考与训练·····	(286)
参考文献 ·····	(287)



项目 1 机械设计的基础知识



情景描述

在实际的生产过程中，任何生产过程都离不开机械设备。机械设备各式各样，功能也不尽相同，然而又因为它们之间的共性，因此形成了机械设计基础的基本要素和过程。

本项目通过学习机械设计的基础知识和方法这一任务，使学生学习了解机械的组成及机器、机构、构件和零件的概念；机械设计的一般程序和基本方法；机械零件设计的基本要求、失效形式及设计准则；机械零件的材料选用原则等。同时，机械的正常运行相互间会存在摩擦，本项目也对摩擦及密封进行了简单介绍，以便在设计、使用和维护机械时，能比较合理地处理这方面的问题。



学习目标

➤ 知识目标：

- 了解机械的组成及机器、机构、构件和零件；
- 掌握机械设计的一般步骤和基本方法；
- 掌握机械零件设计的基本要求、失效形式及设计准则；
- 掌握摩擦、磨损、润滑、密封的基础知识。

➤ 能力目标：

- 能辨别机器、机构、构件和零件；
- 能根据机械零件的失效形式选择合适的设计准则；
- 能够根据产品的具体性能、要求等选择合适的材料；
- 会选择润滑方式及润滑剂类型、密封方式。

➤ 素质目标：

- 通过机械设计基础知识的学习，使学生认识机械，奠定其专业基础；
- 机械设计讲求合作，通过学习，培养学生团队协作能力，使学生具有正确的自我意识和团队意识；
- 培养学生创新意识和审美鉴赏素质。



工作任务

任务 1 机械设计的基础知识

任务 2 摩擦、润滑及密封

任务1 机械设计的基础知识

任务分析

人们在日常生活和生产过程中，创造和发明了机械，以此减轻人们的劳动强度，提高工作效率和产品质量，特别是在某些特殊场合，只能借助机械来代替人进行工作。随着科学技术和工业生产的飞速发展，计算机技术、电子技术与机械技术有机结合，实现了机电一体化，促使机械产品向高速、高效、精密、多功能和轻量化方向发展。那么进行机械设计需要遵循什么原则，有什么基本要求？机械设计要掌握的基础知识是什么？在这里我们首先了解机械的常用概念，然后了解机械设计的原则和要求以及材料选择和结构工艺性的一般知识，掌握机械设计的基础和方法。

任务实现

一、机械的基础知识

1. 典型机械分析

(1) 如图 1-1 所示为我们熟悉的自行车。当人蹬踏板使链轮顺时针转动带动链条运动时，飞轮内的棘轮棘爪机构驱使后轮转动，使自行车向前运动。

(2) 如图 1-2 所示为单缸内燃机结构图。它由发动机缸体、活塞、连杆、曲轴、齿轮和凸轮等组合而成，通过燃气在汽缸内实现进气→压缩→爆燃→排气循环，推动活塞移动连杆，使曲轴作连续转动，从而使燃气的热能转变为曲轴转动的机械能。

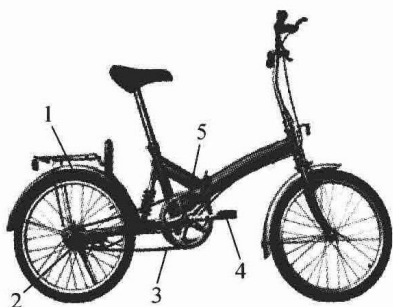


图 1-1 自行车

1—后轮；2—飞轮；3—链条；
4—踏板；5—链轮

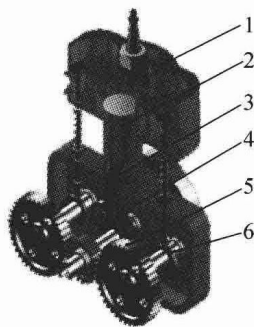


图 1-2 单缸内燃机结构图

1—发动机缸体；2—活塞；3—连杆；
4—曲轴；5—齿轮；6—凸轮

(3) 如图 1-3 所示为自动洗衣机结构图，它主要由控制器、波轮、电动机、传动带、减速器构成。控制器是洗衣机的控制装置，洗衣的过程通过控制器的控制，由电动机通过传动带传动给减速器，由减速器把动力传递给波轮，完成洗衣工作。

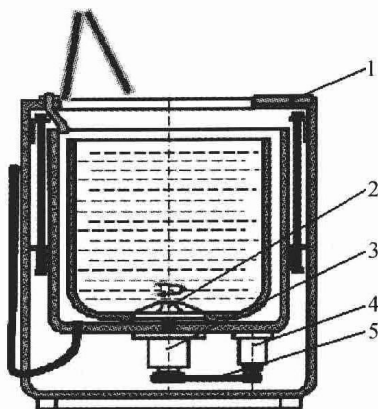


图 1-3 自动洗衣机结构图

1—控制器；2—波轮；3—减速器；4—电动机；5—传动带

2. 机械的组成

机械的种类繁多，形式各不相同，但却有一些共同的特征，从以上典型的机械构成来看，一部完整的机械主要有以下 4 个部分，如图 1-4 所示。

(1) 动力部分 是机械的动力来源，其作用是把其他形式的能转变为机械能以驱动机械运动并作功，如洗衣机的电动机、内燃机。

(2) 执行部分 是直接完成机械预定功能的部分，如洗衣机的波轮、机床的主轴和刀架等。

(3) 传动部分 是将动力部分的运动和动力传递给执行部分的中间环节，它可以改变运动速度、转换运动形式，以满足工作部分的各种要求，如洗衣机的皮带、自行车的链条。

(4) 控制部分 是用来控制机械的其他部分，使操作者能随时实现或停止各项功能。如洗衣机的控制器，由它控制机器的开、停、运动速度和方向的改变等，这一部分通常包括机械和电子控制系统。

机械的组成不是一成不变的，有些简单机械不一定完整具有上述 4 个部分，有的甚至只有动力部分和执行部分，如水泵、砂轮机等，而对于较复杂的机械，除具有上述四个部分，还有润滑、照明等其他辅助装置。

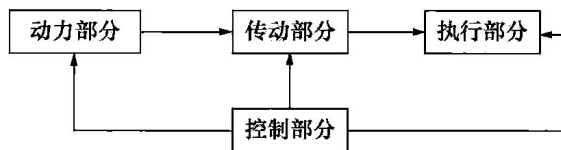


图 1-4 机械的组成

3. 机器和机构

从上面的典型的机械可知，它们都是由很多部分组成。如图 1-2 所示为单缸内燃机，



它由缸体 1，活塞 2，连杆 3，曲轴 4，齿轮 5，凸轮 6 等组成的。当燃气推动活塞 2 作直线往复运动时，经连杆 3 使曲轴 4 作连续转动。这样就把活塞的运动转变为曲轴的转动，将燃气的热能转换为曲轴转动的机械能。这里包含了汽缸、活塞、连杆、曲轴组成的曲柄滑块机构，凸轮、顶杆、机架组成凸轮机构，齿轮和机架组成的齿轮机构等。

从机械的组成与运动的确定性和机械的功能关系来看它们都具有如下 3 个共同的特征：

- (1) 是一种人为的多种构件的组合体。
- (2) 各部分形成运动单元，且各运动单元之间具有确定的相对运动。
- (3) 能完成有用的机械功或实现能量的转换和传递。

同时具备以上 3 个特征的实物组合体称为机器。只具备前两个特征的称为机构。一台机器包含一个或多个机构，如内燃机由 3 大机构组成，分别是曲柄滑块机构、齿轮机构、凸轮机构。

若单纯从结构和运动的观点看，机器和机构并无区别，因此，通常把机器和机构统称为机械。

4. 构件和零件

组成机构的各个相对运动部分称为构件。构件可以是单一的整体，也可以是多个零件组成的刚性结构。如图 1-5 所示为内燃机中的连杆，它是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等组成，此总成称为构件，组成该构件的每一个实物称为零件。构件是运动的基本单元，零件是机械中最小的制造单元，是不可拆的，如螺栓、螺母。

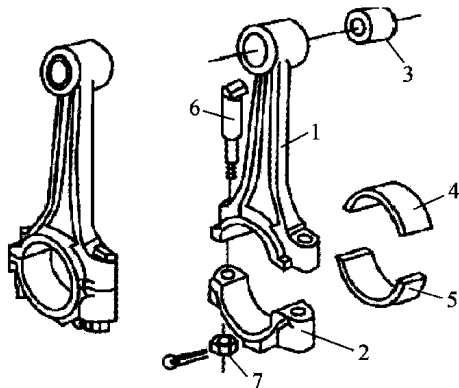


图 1-5 连杆的组成

1—连杆体；2—连杆盖；3—连杆套；4，5—连杆瓦；6—螺栓；7—螺母

二、机械设计的基本要求和一般程序

1. 机械行业的岗位

机械行业的岗位很多，现简单地介绍一下目前机械行业及相关领域里的主要岗位。

(1) 设备操作人员。操作人员的工作是操作车床、铣床或加工中心等数控机床进行



生产制造。在工作中,操作人员要时刻观察机床和刀具的工作状况,检查和更换加工零件,还可在一定范围内调试或编制机床加工程序。

(2) 设备维修人员。设备维修人员经常从事车间各方面的工作,是企业重要的支持、保障人员。其工作范围较广泛,包括厂内常规设备的维修和改造,以及电焊、电工方面的一般机械修理。

(3) 安装调试人员。安装调试人员负责机床的安装调试,协助机床操作人员完成首个零件的加工生产工作。安装调试人员应具有较丰富的工作经验,要求对工、夹、刀具的安装使用或数控机床的编程非常熟悉。

(4) 普通机械师。普通机械师应具有安装调试和操作车间中所有常规设备的能力,普通机械师一般应具备多年从事岗位工作的经历。

(5) 检验人员。检验人员负责加工产品的尺寸检查和质量控制工作。现代制造企业中的检验人员需要掌握由计算机控制的现代测量仪器的相关知识。

(6) 生产工艺人员。生产工艺人员负责编制机械生产的工艺规程,并指导一线加工人员进行生产。

(7) 产品设计工程师。产品设计工程师的工作任务是使用计算机,采用新技术、新工艺、新材料设计出社会所需要的各种机械产品。

虽然以上有些岗位不需要我们进行产品的设计,但机械设计是机械产品研制的第一步,不论你将从事什么岗位,掌握机械设计方面的基础知识,会为你在机械行业及相关领域中的发展打下良好的基础。

机械设计就是从使用要求出发,对机械的工作原理、结构、运动形式、力和能量的传递方式,以至各个零件的材料、尺寸和形状,以及使用维护等问题进行构思、分析和决策的创造性过程。本课程主要讨论常用机械传动机构和通用零部件的设计。

2. 机械设计应具备的基本要求

设计和选用机械零件时,必须首先满足零件工作可靠和成本低廉。另外从机械整体出发对其提出基本要求。

(1) 实现预定功能 设计的机械零件应在规定条件下,规定的寿命期限内,有效地实现预期的全部职能。

(2) 经济性好 在市场经济环境下,经济性要求贯穿于机械设计全过程,应当合理选用原材料,确定适当的精度要求,减少设计和制造的周期。

(3) 工艺性好 指在一定的生产条件下,采用合理的结构,便于制造、装配和维护,尽可能采用标准零部件。

(4) 工作安全可靠 机械都是由很多的构件和零件组成的,所以机器的工作的可靠性取决于各组成零部件的可靠性。所以组成零件越多,可靠性系数就越低,因此在进行产品设计时可以尽可能地减少组成零件的数量。

(5) 其他方面的要求 操作安全可靠,有利于减轻劳动者的劳动强度,保证人身及设备的安全;有利于环保,噪声低、废气少等;外形美观大方等都是要考虑的因素。



3. 机械设计的一般步骤

(1) 机械设计的过程。

机械设计是一项复杂、细致和科学性很强的工作，机械设计的过程通常可分为以下几个阶段。

① 产品规划

提出设计任务和明确设计要求，根据市场需求进行可行性分析。

② 方案设计

方案设计包括产品功能分析、功能原理求解、方案的综合及评价决策，最后得到最佳功能原理方案。对于现代机械产品来说，其机械系统（传动系统和执行系统）的方案设计往往表现为机械运动示意图（机械运动方案图）和机械运动简图的设计。

③ 产品设计

在选定设计方案的基础上，完成产品的总体设计、部件设计、零件设计等。

④ 反馈修改

完成产品设计后进行加工生产，然后对所设计的样品进行试运行，在此过程中发现问题，然后再反馈给设计人员进行修改完善。

(2) 机械零件设计的一般步骤

与机械设计一样，具体机械零件的设计也是从不同的方案中选出最优的方案，一般设计步骤如下。

① 根据零件在机械中的地位和作用，选择零件的类型和结构。

② 分析零件的载荷性质，拟定零件的计算简图，计算作用在零件上的载荷。

③ 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求，选择适当的材料。

④ 分析零件可能出现的失效形式，决定计算准则和许用应力。

⑤ 确定零件的主要几何尺寸，综合考虑零件的材料、受载以及加工装配工艺和经济性等因素，参照有关标准、技术规范以及经验公式，确定全部结构尺寸。

⑥ 绘制零件工作图，制定技术要求，编写说明书及技术文件。

上述设计过程和内容并不是一成不变的，随具体任务和条件的不同而改变。在一般机械中，只有部分主要零件是通过计算确定其尺寸，而许多零件则根据结构工艺上的要求，采用经验数据或参照规范进行设计，或使用标准件。

三、机械零部件的标准化

1. 机械产品的“三化”

在机械设计中应尽可能地遵循标准化的原则。机械产品标准化的内容包括标准化、系列化和通用化3方面，简称机械产品的“三化”。

标准化是对机械零件的种类、尺寸、结构要素、材料性能、检验方法、设计方法、公差配合及制图规范等制定出相应的标准，供设计、制造及修配中共同遵照使用。如螺栓、螺母、垫圈等的标准化。有不少通用的零件，由于应用范围广、用量大，已经高度



标准化而成为标准件。所谓标准件即按规定标准生产的零件。设计时我们只需根据设计手册或产品目录选定型号和尺寸，直接购买即可。

系列化是指产品按主要参数分档，形成一定系列的产品，这样可用较少规格的产品满足不同的需要。如圆柱齿轮减速器系列。系列化是标准化的重要组成部分。

通用化是对不同规格的同类产品或不同类产品，在设计中尽量采用相同的零件或部件。如几种类型不同的轿车可以采用相同的轮胎。通用化是广义的标准化。

2. 产品标准化的好处

产品标准化有如下有利之处：

- (1) 由专门化工厂大量生产标准件，能保证质量、节约材料、降低成本；
- (2) 选用标准件可以简化设计工作，缩短产品的生产周期；
- (3) 选用参数标准化的零件，在机械制造过程中可以减少刀具和量具的规格；
- (4) 具有互换性，从而简化机器的安装和维修。

设计中选用标准件时，由于受到标准的限制而使选用不够灵活，若选用系列化产品则从一定程度上解决了这一问题。而通用化可以减少零部件的种类，简化生产管理过程，降低成本和缩短生产周期。

四、机械零件的主要失效形式及设计准则

1. 机械零件的主要失效形式

机械零件不能正常工作或达不到设计要求时，称为该零件失效。零件失效与破坏是两个概念，失效并不一定意味着破坏。如塑性材料制造的零件，工作时虽未断裂，但由于其过度变形而影响其他零件的正常工作也是失效；齿轮由于齿面发生点蚀丧失了工作精度，带传动由于摩擦力不足而发生打滑等都是失效。

机械零件的常见失效形式有：断裂（过载断裂、疲劳断裂）、过量变形（过大的塑性变形、过大的弹性变形）、工作表面失效（如磨损、疲劳点蚀、表面压溃、胶合等）、发生强烈的振动以及破坏正常工作条件引起的失效（如连接松动、摩擦表面打滑等）。

同一种零件可能有多种失效形式。究竟什么是主要的失效形式，这取决于零件的材料、受载情况、结构特点和工作条件。例如轴，它可能发生疲劳断裂，也可能发生过大的弹性变形，也可能发生共振等。对于一般载荷稳定的转轴，疲劳断裂是其主要的失效形式；对于精密主轴，过量的弹性变形是其主要的失效形式；对于高速转动的轴，发生共振、失去稳定性是其主要的失效形式。

2. 机械零件的设计准则

机械零件虽然有多种可能的失效形式，但归纳起来主要是强度、刚度、耐磨性和振动稳定性几方面的问题。设计机械零件时，根据不同的失效原因建立起来的工作能力判定条件，称为设计计算准则。主要包括强度准则、刚度准则、寿命准则、振动稳定性准则和可靠性准则。其中强度准则是设计机械零件首先要满足的一个基本要求，为保证零



件工作时有足够的强度,设计计算时应使其危险截面或工作表面的工作应力不超过零件的许用应力,即:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$\tau \leq [\tau]$$

五、机械零件的材料选用原则

机械零件所用的材料是各种各样的,即使同一种零件也可以选择不同的材料。因此,如何选择零件的材料是零件设计的重要一环。

1. 材料应满足零件的使用要求

机械零件的使用要求主要有以下几点:

- (1) 零件承受工作载荷的能力,主要从载荷的特点、强度及刚度等方面考虑;
- (2) 零件的工作条件(运动速度等)及工作环境(温度、潮湿、腐蚀等);
- (3) 耐磨性、寿命、可靠性等要求;
- (4) 零件尺寸和质量的要求。

设计零件应以零件承受工作载荷的能力为主,综合考虑其他因素,合理地选择材料。如零件受力较大且有较大的冲击载荷,工作速度较高、可靠性较高,而且要求零件的尺寸较小、重量较轻,应采用高强度合金钢制造,并要热处理及精加工。

2. 材料应满足零件的工艺性要求

在熟悉材料的工艺性的前提下,根据零件的结构复杂程度、尺寸大小、生产批量的大小、毛坯制造及机械加工的特点,分析比较,合理选择机械零件的材料。对于结构复杂、尺寸大的零件,因难以锻造,宜采用铸造或焊接,所选的材料必须具有良好的铸造工艺性(液态流动性、收缩率、偏析及缩孔等)或焊接工艺性(可焊性、焊缝裂纹的倾向性等),同时零件的结构要适应铸造或焊接的要求。需要锻造的零件必须考虑材料的延展性、热脆性等。铸造、模锻、冲压等适用于零件的大批量生产。焊接、自由锻适用于单件或小批量生产。对于需切削加工的零件要考虑材料的宜切削性能及已切削表面的粗糙度等。

热处理对改善材料的机械性能有很大的作用,必须根据零件的使用要求、尺寸大小、结构复杂程度及工艺要求,合理选择材料及热处理工艺。

3. 材料应满足经济性要求

材料的经济性主要从以下几个方面考虑:

- (1) 材料的相对价格。同样能满足使用要求的前提下,应采用价格相对低的材料;
- (2) 考虑不同材料的加工(毛坯制造、机械加工及热处理等)成本;
- (3) 采用局部品质的原则,如蜗轮的齿圈用铜合金,轮芯采用铸铁或碳钢;
- (4) 材料的利用率。如采用无切削或少切削的材料及工艺;
- (5) 考虑材料的供应状况及储运成本。



六、本课程的性质、内容、任务和学习方法

1. 本课程的性质

本课程是一门介绍机械基本知识、基本理论和基本方法,并培养一定机械分析能力的专业技术基础课。它综合应用多项知识,如力学、公差配合与测量技术、机械制图、金属材料与热处理等的基础理论和生产知识,解决一般工作条件下的常用机构和通用机械零部件的分析和设计问题。培养学生掌握机械中的基本知识和基本技能,为今后专业知识的学习奠定基础,为将来科学使用和维护机械设备及可持续发展提供必要的技能储备。

2. 课程内容

本课程的主要内容是研究机械中的常用机构、通用零部件的工作原理、结构特点、运动特性、基本设计理论、计算方法;零部件的选用原则、国家有关标准;机械设备的使用和维护等。

3. 本课程的任务

通过本课程的学习,应培养学生的基本技能、综合分析能力和实际解决工程问题的能力;培养创新意识和团队协作精神;掌握常用机构的基本理论和设计方法;掌握通用零部件有关的基本知识和分析方法;具有运用标准、手册、图册等有关技术资料的能力;能进行有关计算并会查阅有关技术资料 and 选用标准件。

4. 本课程的学习方法

本课程的学习着重基本概念的理解和基本分析方法的掌握,不强调系统的理论分析;着重理解公式建立的前提、意义和应用,不强调对理论公式的具体推导;注重理论联系生产实际,努力培养学生解决工程实际问题的能力。

知识拓展

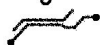
现代机械设计的思想和方法简介

1. 传统机械设计的局限性

机械设计是人类为了实现某种预期的目标而进行的一种创造性活动。其中,传统设计在长期运用中得到不断的完善和提高,目前在大多数情况下仍然是有效的设计方法。传统机械设计的特点是:以长期经验积累为基础,通过力学、数学建模及试验等所形成的经验公式、图表、标准及规范作为依据,运用条件性计算或类比等方法进行设计。

但它的局限性也很明显,主要体现在:

(1) 方案设计时依靠设计者有限的直接经验或间接经验,通过计算、类比分析等,



以收敛思维方式,过早地确定方案。这种方案设计既不充分又不系统,不强调创新,因此很难得到最优方案。

(2) 零部件设计中,仅对重要的零部件根据简化的力学模型或经验公式进行静态的或近似的设计计算,其他零部件只作类比设计,与实际工况有时相差较远,难免造成失误。

(3) 传统设计偏重于考虑产品自身的功能的实现,忽略人、机、环境之间关系的重要性。

(4) 传统设计采用手工计算、绘图,设计的准确性差、工作周期长、效率低。

2. 现代机械设计思想

近三十年来,由于科学和技术迅速发展,特别是计算机技术和信息技术的发展和应用,给机械产品设计和制造带来革命性的变化。另一方面,随着社会进步和人类文明的发展,对现代机械产品设计已不能仅考虑产品本身,而且还要充分考虑对系统和环境的影响;不仅考虑当前,还需考虑长远发展。

总之,在机械设计已进入现代设计阶段,它要求在继承和发展传统设计的基础上,将自然科学、技术科学、社会科学及艺术科学等有关知识有机的融合在一起,形成一门崭新的设计知识体系。

(1) 创新思维和方法。设计的本质是创造和革新。现代机械设计强调创新设计,要求在设计中更充分地发挥设计者的创造力,利用最新科技成果,在现代设计理论和方法的指导下,设计出更具有竞争力的新颖产品。

创造力的核心是创新思维。创新思维是一种最高层次的思维活动,它是建立在各类常规思维基础上的。人脑在外界信息激励下,将各种信息重新综合集成,产生新的结果的思维活动过程就是创新思维。

机械设计的过程是创新的过程。设计者应打破常规思维的惯例,追求新的功能原理、新方案、新结构、新造型、新材料、新工艺等,在求异和突破中体现创新。

(2) 人、机、环境系统观。现代机械设计是以“人、机、环境”系统观统一处理设计中的问题。该系统观要求设计者不仅要考虑机器功能实现,而且要考虑人的因素和环境因素,协调融合三者的关系,将机械设计发展成为“人、机、环境”系统的设计。

任务2 摩擦、润滑及密封

任务分析

各类机器在工作时,其各零件相对运动的接触部分都存在着摩擦,摩擦是机器运转过程中不可避免的物理现象。摩擦不仅消耗能量,而且使零件发生磨损,甚至导致零件失效。磨损是摩擦的结果,润滑则是减少摩擦和磨损的有力措施,这三者是相互联系不可分割的。本任务对摩擦、磨损作简要的介绍,重点将介绍润滑方式、润滑装置和密封装置。我们掌握摩擦的类型,了解磨损的机理,熟悉润滑方式和装置,有利于正确地设



计、使用和维护机器。

任务实现

一、摩擦及其分类

在外力作用下,一物体相对于另一物体运动或有运动趋势时,两物体接触面间产生的阻碍物体相对运动的切向阻力称为摩擦力。这种在两物体接触区产生阻碍运动并消耗能量的现象,称为摩擦。摩擦会造成能量损耗和零件磨损。据统计,世界上 $1/3 \sim 1/2$ 的能源消耗在摩擦上,而各种机械零件因磨损失效的也占全部失效零件的一半以上。摩擦在一般情况下是有害的,因此应尽量减少摩擦。但有些情况下却要利用摩擦工作,如带传动,摩擦制动器等。

根据摩擦副表面间的润滑状态,将摩擦状态分为4种:干摩擦、液体摩擦、边界摩擦和混合摩擦,如图1-6所示。

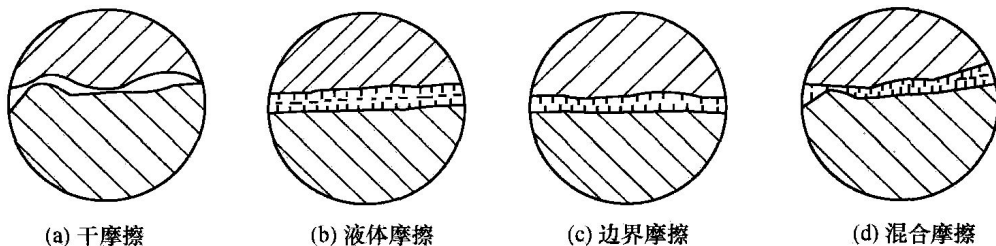


图1-6 机械的摩擦状态

(1) 干摩擦。两摩擦表面间无任何润滑剂或保护膜的金属接触时的摩擦,称为干摩擦,如图1-6(a)所示。在工程实际中没有真正的干摩擦,因为暴露在大气中的任何零件的表面,不仅会因氧气而形成氧化膜,且或多或少也会被润滑油所湿润或受到“污染”,这时,其摩擦系数将显著降低。在机械设计中,通常把不出现显著润滑的摩擦,当作干摩擦处理。

(2) 液体摩擦。两摩擦表面完全被液体层(厚度一般在 $1.5 \sim 2 \mu\text{m}$ 以上)隔开、表面凸峰不直接接触的摩擦,如图1-6(b)所示。此种润滑状态亦称液体润滑,摩擦是在液体内部的分子之间进行,故摩擦系数极小。这时的摩擦规律已有了根本的变化,与干摩擦完全不同。

(3) 边界摩擦。两摩擦表面各附有一层极薄的边界膜(油膜厚度小于 $1 \mu\text{m}$),两表面仍是凸峰接触的摩擦状态称为边界摩擦,其状态处于干摩擦与液体摩擦之间,如图1-6(c)所示。与干摩擦相比,摩擦状态有很大改善,其摩擦和磨损程度取决于边界膜的性质、材料表面机械性能和表面形貌。

(4) 混合摩擦。在实践中有很多摩擦副处于干摩擦、液体摩擦与边界摩擦的混合状态,称为混合摩擦,如图1-6(d)所示。

由于液体摩擦、边界摩擦、混合摩擦都必须在一定的润滑条件下才能实现,是基于不同的润滑状态,因此这三种摩擦又分别称为液体润滑、边界润滑和混合润滑。

