



中等职业学校机械大类基础课规划教材

机械基础

(少学时)

卫燕萍 主编



JIXIE JICHU SHAOXUESHI

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中等职业学校机械大类基础课规划教材

机械基础

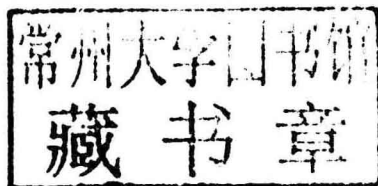
(少学时)

主编 卫燕萍

参编 蒋新丰 顾海舟 尹向东 蒋志琴

黄娟花 王智凤 顾之蕙

主审 赵光霞



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是中等职业学校（三、四年制）机械类（少学时）教材，是根据教育部 2009 年 5 月颁布的“中等职业学校机械基础教学大纲”编写的。

全书共分 12 章，由三个模块构成：基础模块、综合实践模块、选学模块。主要内容包括工程力学、连接、机构、机械传动、支承零部件、综合实践等。

引入生产生活实例是本书最大的特色。在本书中配置了大量的实物图片，以帮助读者了解生产生活实际。本书充分体现了现代职教理念，正确处理了读者综合素质提高和职业能力培养的关系，把握了基础知识学习与职业技能培养的关系，关注读者职业生涯持续发展的实际需要，培养读者具有良好的职业道德，并具备必需的机械基础知识。

本书适合作为中等职业学校（三、四年制）机械类教材，也可作为其他学制、相关专业的机械基础课程教材，还可作为机械行业操作人员的岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目（CIP）数据

机械基础：少学时/卫燕萍主编. —北京：中国铁道出版社，2010.8

中等职业学校机械大类基础课规划教材

ISBN 978-7-113-11030-7

I. ①机… II. ①卫… III. ①机械学—专业学校—教材 IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 018349 号

书 名：机械基础（少学时）

作 者：卫燕萍 主编

策划编辑：秦绪好 何红艳

责任编辑：周 欢

读者热线电话：400-668-0820

编辑助理：胡京平

封面设计：付 巍

封面制作：李 路

责任印制：李 佳

出版发行：中国铁道出版社（北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码：100054）

印 刷：三河市华丰印刷厂

版 次：2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

开 本：787mm×1092mm 1/16 印张：15.5 字数：370 千

印 数：3 000 册

书 号：ISBN 978-7-113-11030-7

定 价：26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社计算机图书批销部联系调换。

← 中等职业学校机械大类基础课规划教材

编审委员会

主任：葛金印

副主任：（按姓氏笔画排序）

王 猛 严晓舟 朱仁盛

张国军 邵泽强 赵光霞

委员：（按姓氏笔画排序）

卫燕萍 石爱军 叶 星 朱安莉

刘锁林 安增桂 纪红兵 邹振华

陈 斌 陈勇武 周 欢 胡立平

秦绪好 顾国洪

在《国务院关于大力发展职业教育的规定》和《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》文件精神指引下，有这样一群优秀园丁在职教百花园中辛勤地耕耘着：他们遵循职业教育原则和技能型人才成长规律，围绕着如何有效提高职业教育教学质量，努力探索适合中国国情的技能人才培养过程和模式；在教育教学实践中，不断升华成功的经验和总结失败的教训；忠实践行“做中教、做中学”的现代职教思想，为职业教育的发展和深化改革做出了贡献。

编写出版满足职业教育事业科学发展与提高教学质量需求的中等职业教育机械类及其相关专业基础课程适用教材是我们的追求与愿望。我们组织了职业教育一线骨干教师和有关工程技术人员在课程专家的指导下，根据教育部新一轮课程改革专业基础平台课程大纲的要求，在深入研讨课程实施模式、教学方法运用、课程评价方法改革的基础上，编写出了这套以就业为导向、以能力为本位的理实一体系列教材。正因为编写作者均具有丰富的职业教育教学和工程实践经验，所以本系列教材具有良好的科学性、针对性、灵活性和可操作性。

职业教育的春天已经来临，职业教育人才培养的硕果需要我们用心培育，我们希望更多的职教同仁积极投身到职教改革创新的主旋律中来，为办人民满意的职业教育而努力奋斗。

教材编审委员会

2010年3月

本教材作者在充分贯彻现代职教理念的基础上,按照国家教育部颁发的新大纲,紧扣江苏省教育委员会 2009 年制订的“中等职业学校机械基础教学大纲”,编写了《机械基础(少学时)》教材。

作者在编写前充分调研了当前中职学生现状、中职机械类教材情况,掌握了大量关于当前中职机械基础教学中存在的问题与不足的材料,从而为教材编写打下了坚实的基础。

一、课程的性质、内容、任务和基本要求

1. 课程的性质

本课程是中等职业学校机械类及工程技术类等相关专业的一门基础课程。

2. 课程的内容

课程内容由基础模块、综合实践模块和选学模块三部分组成。

(1) 基础模块是各相关专业学生必修的基础性内容和应该达到的基本要求。

(2) 综合实践模块是以典型机械拆装、调试和分析为主的综合性实践教学内容。

(3) 选学模块是由学校根据相关专业培养的实际需要自主确定的选择性内容。

为兼顾不同学制、不同专业的教学要求,各模块中标“*”的内容,各学校可根据实际情况进行选择 and 安排教学。

全书包括工程力学、工程材料、常用机构、轴系零部件、机械零件的精度、机械传动、气压与液压传动等方面的基础知识。

3. 课程的任务和基本要求

学习本课程的任务和基本要求是:掌握必备的机械基本知识和基本技能,懂得机械工作原理,了解机械工程材料性能,准确表达机械技术要求,正确操作和维护机械设备,学会使用手册、标准、规范等设计资料;培养分析问题和解决问题的能力,形成良好的学习习惯,具备继续学习专业技术的能力;树立良好的职业意识、职业道德,形成严谨、敬业的工作作风,为今后解决生产实际问题和职业生涯的发展奠定基础。

二、教材的特点

机械基础是一门融力学、材料、连接、传动等有关内容为一体的综合性课程。作者在编写教材时,坚持以人为本,旨在培养读者学习兴趣,并突出了以下几点:

(1) 在内容的安排上紧扣国家教育部和江苏省关于“中等职业学校机械基础教学大纲”,遵守“必需,够用为度”原则,“降低难度,浅化理论;删繁就简,削枝强干;师生互动,手脑并用”。坚持从读者的实际认知水平出发,从学生日常生活与专业的实际需要出发,“加强基础,拓宽专业,重视理论联系实践”。概念的引入、例题的设计、阶段性应用练习的编写等紧密结合日常生活实际、专业背景,体现机械基础的应用性、实用性和综合性,使教师好教,学者好学。

(2) 体现最新的国家标准。

(3) 版式形式活泼，并配有丰富、生动的实物图片，旨在拉近书本知识与生产生活实际的距离，如教材每章开始前设立了“生活对对碰”栏目，把知识与生活实际紧密相连。

(4) 提供发展平台。保证知识的科学性、应用性、时代性、开放性和连贯性。

三、学时建议

本教材教学学时分配为基础模块部分 74 学时，综合实践模块为 1 周，选学模块为 20 学时。共计 94 理论学时及 1 周实践。各章学时分配见下表，供参考。

模 块	教 学 单 元	(少学时) 建议学时
基础模块	第 1 章 绪论	4
	第 2 章 杆件的静力分析	4
	第 3 章 直杆的基本变形	8
	第 4 章 工程材料	6
	第 5 章 连接	6
	第 6 章 机构	10
	第 7 章 机械传动	18
	第 8 章 支承零部件	6
	第 9 章 机械的节能环保与安全防护	2
	基础模块小计	64
综合实践模块	第 10 章 机械基础综合实践	1 周
选学模块	第 11 章 机械零件的精度	10
	第 12 章 气压传动与液压传动	10
	选学模块小计	20
合计		84 理论学时，1 周实践

四、编写分工

本教材由卫燕萍担任主编，赵光霞担任主审。其中第 1 章绪论、第 7 章机械传动中的 7.3 节齿轮传动、第 8 章支承零部件由江阴华姿职业学校卫燕萍编写，第 2 章杆件的静力分析、第 9 章机械的节能环保与安全防护由江苏省惠山职业教育中心校顾之惠编写，第 3 章直杆的基本变形由江阴华姿职业学校王智凤编写，第 4 章工程材料、第 5 章连接由江阴华姿职业学校顾海舟编写，第 6 章机构由江阴华姿职业学校黄娟花编写，第 7 章机械传动中的 7.1 节带传动、7.2 节链传动、7.4 节蜗杆传动、7.5 节齿轮系与减速器由江阴华姿职业学校蒋志琴编写，第 10 章机械基础综合实践、第 11 章机械零件的精度由江苏省惠山职业教育中心校尹向东编写，第 12 章气压传动与液压传动由江阴华姿职业学校蒋新丰编写。

由于编者水平有限，书中存在的错误与不妥之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 6 月

第 1 章 绪论	1
1.1 一般机械的组成	2
1.1.1 机器与机构	2
1.1.2 构件与零件	3
1.2 一般机械的基本要求	4
1.2.1 构件的基本要求	6
1.2.2 机械零件的基本要求	6
第 2 章 杆件的静力分析	9
2.1 力的概念与基本性质	10
2.1.1 力的概念	10
2.1.2 力的基本性质	11
2.2 力矩、力偶、力的平移	13
2.2.1 力矩	13
2.2.2 力偶	15
2.2.3 力的平移	16
2.3 约束与约束力	17
2.4 物体的受力分析与受力图	20
第 3 章 直杆的基本变形	23
3.1 直杆轴向拉伸与压缩	24
3.1.1 直杆轴向拉伸与压缩的基本概念	24
3.1.2 直杆轴向拉伸与压缩的应力分析	25
3.1.3 材料的力学性能	26
3.2 连接件的剪切与挤压	29
3.2.1 连接件的剪切与挤压的概念	29
3.2.2 连接件的受剪面与受挤面	30
3.3 圆轴扭转	30
3.3.1 圆轴扭转的概念	30
*3.3.2 圆轴扭转的切应力	32
3.4 直梁弯曲	34
3.4.1 直梁弯曲的概念	34
*3.4.2 直梁弯曲的正应力	36

第4章 工程材料	38
4.1 黑色金属材料	39
4.1.1 黑色金属	39
4.1.2 合金钢	42
4.2 铸铁	43
4.2.1 铸铁的分类	44
4.2.2 灰铸铁	44
4.2.3 球墨铸铁	45
4.2.4 可锻铸铁	45
4.2.5 蠕墨铸铁	46
4.3 零件材料的选择和热处理工艺应用示例	46
4.3.1 齿轮类零件的选材	46
4.3.2 轴类零部件的选材	48
第5章 连接	51
5.1 键连接和销连接	52
5.1.1 键连接	52
5.1.2 销连接	56
5.2 螺纹连接	57
5.2.1 螺纹连接概述	57
5.2.2 螺纹连接类型及螺纹连接件	59
5.2.3 螺纹连接的装配法	61
5.2.4 螺纹连接的防松	61
5.3 联轴器和离合器	63
5.3.1 联轴器	63
*5.3.2 离合器	65
阶段性实习训练——连接的拆装	67
第6章 机构	75
6.1 平面机构	76
6.1.1 平面机构的组成	76
6.1.2 平面机构的运动简图	79
6.2 平面四杆机构	81
6.2.1 铰链四杆机构	81
6.2.2 铰链四杆机构的演化	85
6.3 凸轮机构	88
6.3.1 凸轮机构概述	88
6.3.2 凸轮机构的分类	89

6.3.3	凸轮机构的工作原理	90
*6.4	间歇运动机构	95
6.4.1	棘轮机构	95
6.4.2	槽轮机构	97
	阶段性实习训练——认识平面机构	98
第7章	机械传动	101
7.1	带传动	102
7.1.1	带传动的原理、类型	102
7.1.2	V带的结构和标准	103
7.1.3	V带轮的材料和结构	106
7.1.4	V带传动参数的选用	107
7.2	链传动	110
	阶段性实习训练——V带(链)的安装与调试	112
7.3	齿轮传动	116
7.3.1	齿轮传动的特点、分类和应用	116
7.3.2	齿轮传动的平均传动比	118
7.3.3	渐开线齿轮各部分的名称、主要参数	119
7.3.4	标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸计算	123
*7.3.5	渐开线直齿圆柱齿轮传动的啮合条件	126
*7.3.6	渐开线齿轮的切齿原理、根切、最少齿数、变位齿轮	128
7.3.7	齿轮的失效形式与常用材料	129
7.3.8	齿轮传动的安全操作与维护	131
7.4	蜗杆传动	132
7.4.1	蜗杆传动概述	132
7.4.2	蜗杆传动的主要参数	134
7.4.3	蜗杆传动的失效形式、安装与维护	136
7.5	齿轮系与减速器	138
7.5.1	轮系的分类和应用	138
7.5.2	定轴轮系传动比计算	139
	阶段性实习训练——减速器拆装与分析	146
第8章	支承零部件	149
8.1	轴	150
8.1.1	轴的分类和应用	150
8.1.2	轴的常用材料	153
8.1.3	轴的结构	153
8.2	滚动轴承	158
8.2.1	滚动轴承的结构、类型及应用	158

00	8.2.2 滚动轴承的代号	162
20	8.2.3 滚动轴承的特点	164
20	*8.2.4 滚动轴承类型的选择	165
70	8.3 滑动轴承	167
80	8.3.1 滑动轴承的特点、结构	167
107	8.3.2 滑动轴承的类型及应用	168
501	阶段性实习训练——认识轴系的结构	169
第9章	机械的节能环保与安全防护	173
101	9.1 机械润滑	174
100	9.1.1 润滑剂的种类、性能及选用	174
701	9.1.2 润滑方式和润滑装置	174
101	9.2 机械密封	176
511	9.2.1 密封的分类	176
110	9.2.2 密封的要求	176
110	9.2.3 密封的选择	176
811	9.3 机械环保与安全防护	178
111	9.3.1 机械噪声的形成和防护措施	178
531	9.3.2 机械传动装置中的危险零部件	178
150	9.3.3 机械伤害的程度及防护装置	178
第10章	机械基础综合实践	180
150	10.1 综合实践目的及要求	181
181	10.2 拆装设备与工具	181
171	10.2.1 实践设备	181
171	10.2.2 拆装工具和测量工具	183
174	10.3 拆装与调试的基本规则	183
130	10.3.1 拆卸	183
130	10.3.2 装配与调试	184
131	10.3.3 拆装注意事项	185
130	10.4 实践报告	185
140	10.4.1 实践步骤	185
141	10.4.2 实践报告内容	185
120	10.5 综合实践成绩考核	187
第11章	机械零件的精度	188
121	11.1 极限与配合	189
121	11.1.1 极限与配合的基本术语和国家标准	189
121	11.1.2 配合制、公差等级及配合种类的选用	196

11.2 形状和位置公差	199
11.2.1 形状和位置公差的基本概念	199
11.2.2 形状公差、位置公差及公差带	201
阶段性实习训练——零件测量	203
第 12 章 气压传动与液压传动	206
12.1 气压传动概述	207
12.1.1 气压传动的工作原理及应用	207
12.1.2 气源装置及气动辅助元件	208
12.1.3 气动执行元件	209
12.1.4 气动控制元件	210
12.2 液压传动概述	212
12.2.1 液压传动的组成及工作原理	212
12.2.2 液压传动系统的压力和流量	214
12.2.3 压力损失、流量损失和功率	217
12.2.4 液压动力元件	217
12.2.5 液压执行元件	219
12.2.6 液压辅件	219
12.2.7 控制阀	220
阶段性实习训练——传动回路的搭建	226
参考文献	231

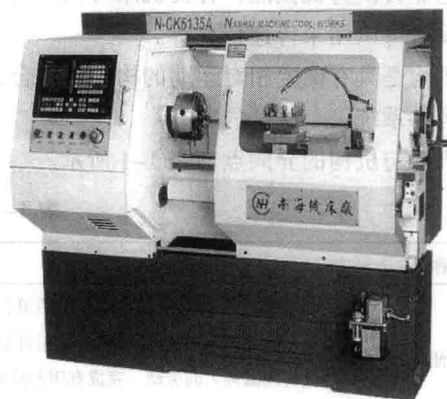
第1章

绪论

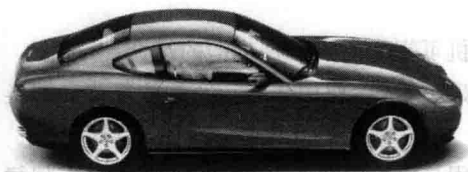
生活对对碰



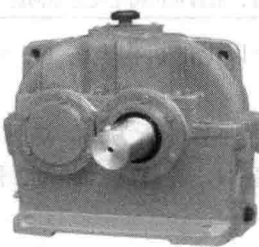
JH60-7 履带式挖掘机



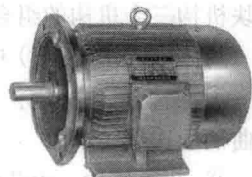
数控车床



汽车



减速器



电动机

学习目标:

- 了解一般机械的组成;
- 了解一般机械的基本要求 (材料、结构、承载能力、摩擦、磨损、润滑)。

随着生产、生活水平的不断发展与提高,各种各样的机械越来越多地进入到社会的各个领域,从而减轻了人们的劳动,提高了生产效率。例如,我们选择飞机、汽车、火车、地铁、轻轨、摩托车、自行车等作为代步工具,用洗衣机、插秧机等能代替手工劳动。

1.1 一般机械的组成

机械是机器和机构的总称。

1.1.1 机器与机构

机器是人们根据使用要求设计制造的一种执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息,从而代替或减轻人类的劳动。在生产和生活中,人们广泛使用着各种机器,如电动机可以将电能转换为机械能,各类机床可以用来加工物料,各类车辆可以用来传递、运输物料,计算机、手机可以用来传递信息等。

机构是具有确定相对运动的构件的组合,它具有机器的前两个特征。机构是用来传递运动和力的构件系统。

机器与机构的异同点如表 1-1 所示。

表 1-1 机器与机构

名 称	机 器	机 构
特 征	① 任何机器都是人为的实体 (构件) 的组合; ② 机器中各运动实体之间具有确定的相对运动; ③ 机器代替或减轻人的劳动,完成有用的机械功或转换机械能	① 人为的实体 (构件) 的组合; ② 各运动实体之间具有确定的相对运动
功 用	利用机械能做功或实现能量转换	传递或转变运动的形式
备 注	从结构和运动的角度来看,机器和机构是完全相同的	

通常机器包含一个或一个以上的机构。图 1-1 (a) 中的内燃机是齿轮机构、凸轮机构、曲柄滑块机构三个机构的组合。

具体以图 1-1 (b) 中零件序号分析为例,这种内燃机可视为下列三种机构的组合:

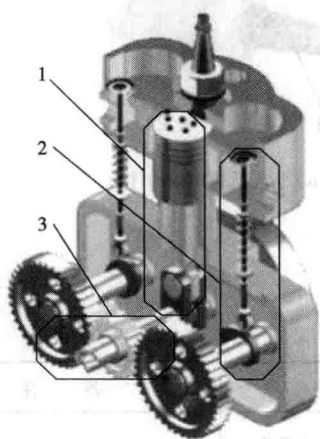
① 曲柄滑块机构:由活塞 4、连杆 3、曲柄 2 和机架 1 构成,作用是将活塞的往复移动转换为曲柄的连续转动;

② 凸轮机构:由凸轮 8、推杆 7 和机架 1 构成,作用是将凸轮的连续转动转变为推杆有规律的间歇往复移动;

③ 齿轮机构:由齿轮 9、10 和机架 1 构成,作用是改变转速的大小和转动的方向。

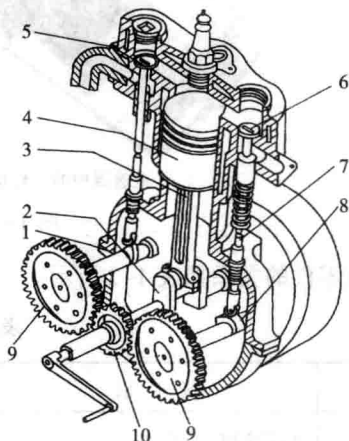
机器通常由动力、传动、工作三部分组成,在自动化机器中还有自动控制部分。动力部分是机器动力的来源,如电动机、内燃机等。传动部分是把动力部分的运动和动力传递给工作部分的

中间环节,如金属切削机床中常用的带传动、齿轮传动、螺旋传动等。工作部分是能直接完成机器工作任务的部分,一般位于传动的终端,其结构形式取决于机器的用途,根据应用要求,其运动形式可能是直线运动,也可能是回转运动或间歇运动等。以图 1-2 中带式输送机为例,动力部分为电动机 1,传动部分由带传动 2 和联轴器 4 组成,工作部分由滚筒 5 和传送带 6 组成。



1—曲柄滑块机构; 2—凸轮机构; 3—齿轮机构

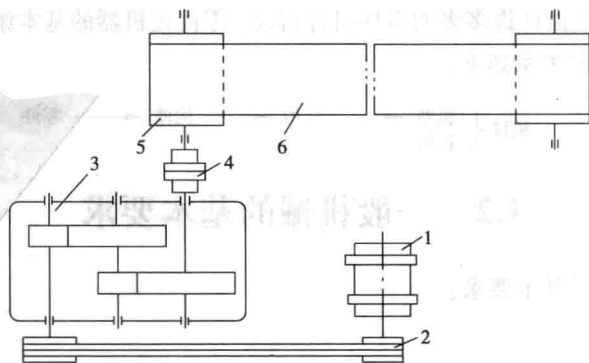
(a)



1—机架; 2—曲柄; 3—连杆; 4—活塞; 5—进气阀;
6—排气阀; 7—推杆; 8—凸轮; 9、10—齿轮

(b)

图 1-1 单缸内燃机



1—电动机; 2—带传动; 3—减速器; 4—联轴器; 5—滚筒; 6—传送带

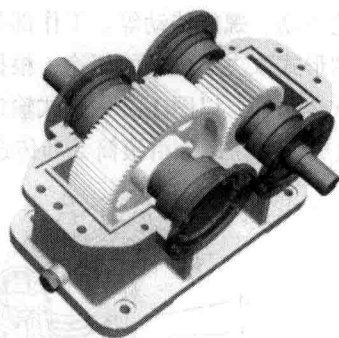
图 1-2 带式输送机的组成

1.1.2 构件与零件

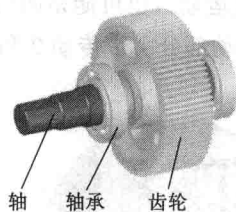
机构是由具有确定相对运动的构件组成,构件是机构中的运动单元,如自行车、汽车的车轮,车床的主轴等。构件由零件组成,如自行车的车轮这个构件就是由轮胎、钢丝、钢圈等零件构成的一个运动整体。

如图 1-3 所示,减速器齿轮机构中的轴、轴承、齿轮组成的构件即是一个运动单元,一起绕轴线做回转运动。构成构件的轴、齿轮、螺钉、螺母等是加工制造的最小单元,称为零件。

特别注意:轴承虽是由外圈、内圈、滚动体、保持架四种零件组成,但在使用和维修调换过程中可看成是一个整体,故也可将其列入零件的范畴。



(a) 减速器中的齿轮机构



(b) 齿轮机构中的构件

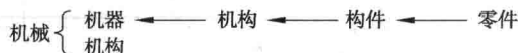
图 1-3 机构、构件、零件

构件与零件的关系如表 1-2 所示。

表 1-2 构件与零件

名 称	区 别	联 系	备 注
构 件	机构中的运动单元	构件可以是一个独立的零件, 也可以是由若干个固联在一起运 动的零件组成	若将一部机器进行拆卸,拆到 不可再拆的最小单元就是零件
零 件	加工制造的最小单元		

综上所述,机械是机器与机构的总称,最简单的机器是由一个机构组成,机构由构件组成,构件由零件组成。机器是由许许多多的零件组合而成,零件是机器的基本组成单元。机械、机器、机构、构件、零件之间的关系如下:



1.2 一般机械的基本要求

一般机械需满足以下基本要求:

1. 满足社会需求

机械产品的设计总是以社会需求为前提,一项产品的性能应尽量满足用户的需求。没有需求就没有市场,也就失去了产品存在的价值和依据。社会的需求是变化的,不同时期、不同地点、不同的社会环境就会有不同的市场行情和需求。产品应不断地更新改进,适应市场的变化,否则就会滞销、积压,造成浪费,影响企业的经济效益,严重时甚至导致企业的倒闭。

2. 可靠性的要求

可靠性是指产品在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。可靠性是衡量产品质量的一个重要指标,提高产品可靠性的最有效的方法是进行可靠性设计。设计者应从整机系统出发,对可能发生的故障和失效进行预测和分析,采取相应的预防措施;对整机系统可靠性有关键影响的零部件应进行可靠性分析和设计。衡量产品可靠性的指标有很多,机械产品常用的可靠性指标主要有可靠度 R 、失效概率 F 及失效率 λ 等。

3. 经济性要求

提高产品的经济性,既是增加产品市场竞争力、满足用户的需要,也是节约社会劳动、赢得社会效益的需要。

(1) 提高设计和制造的经济性

从设计的角度考虑主要有以下几方面:

① 在完成产品功能分析的基础上,通过创新构思,优化筛选得到最佳的功能原理方案。该方案在满足功能要求和可靠性要求的前提下,具有效率高、能耗少、生产成本低及易维修等良好经济性的特点。

② 采用先进的现代设计制造方法,使设计参数最优化,达到尽可能精确的设计结果,保证机器的可靠性。尽可能地应用 CAD/CAM 技术,特别是先进制造技术,可以提高设计制造效率、降低设计制造成本。

③ 尽可能地采用新技术、新工艺、新结构和新材料。

④ 努力提高零部件结构的工艺性,使其用料少、易加工、易装配,提高生产率,缩短生产周期,降低生产成本。

⑤ 最大限度地采用标准化、系列化及通用化的零部件。

(2) 提高使用和维修经济性

主要途径为:

① 提高产品的效率、降低能耗。

机器的效率主要取决于传动系统和执行系统的效率。传动系统的效率通常与传动类型、结构形式、工作表面的性态、摩擦润滑状况、润滑剂的种类、润滑方式及工作条件等有关;执行系统的效率与执行机构的类型、机构结构及参数有关。在方案设计和结构设计时,应充分考虑提高效率的措施。

② 合理地确定机器的经济寿命。

机器的寿命分为以下三种:

功能寿命:机器从开始使用至其主要功能丧失而报废所经历的时间。

技术寿命:机器从开始使用至因技术落后而被淘汰所经历的时间。

经济寿命:机器从开始使用至继续使用其经济效益显著变差所经历的时间。

在科学技术高速发展的时代,机器的经济寿命、技术寿命大大短于功能寿命。按成本最低的观点,机器更新的最佳时间应由其经济寿命确定。在设计中单纯追求长寿命是不恰当的,应合理地确定机器的经济寿命。

③ 提高维修的经济性。

维修能延长机器的使用寿命,是保证良好的技术状况及正常运行的技术措施,但必须以付出一定的维修费用及停机费用为代价。因此,以尽可能少的维修换取尽可能多的使用经济效益,是机器进行维修的原则。

4. 安全性要求

机器的安全性包括两方面:

(1) 机器执行预期功能的安全性

机器执行预期功能的安全性,即机器运行时系统本身的安全性,如满足必要的强度、刚度、