

教育部教育管理信息中心书刊中心 组编
21世纪高等教育系列教材(理工类)

机械设计综合实践教程

杨卓娟 编著
陈如娜
杨晓东 主审

西南交通大学出版社
· 成都 ·

内 容 简 介

全书共八章,第1章是机械设计综合课程设计总论;第2章、第3章、第4章介绍传动系统方案设计;第5章介绍传动装置结构设计;第6章介绍设计资料;第7章介绍机械设计综合课程设计题目;第8章是机械设计综合实验。

本书作为机械设计综合实践课程的教材,重点对设计、实验的方法、步骤等内容进行了详细阐述。书中还给出了结合生产实际的课程设计题目和实验题目,以供学生选择。

本教材适用于不同专业的机械设计综合实践课程,也可用于分开进行的机械原理或机械设计课程设计及课程实验,还可以作为高年级学生学习专业课、进行专业课课程设计及毕业设计的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计综合实践教程 / 杨卓娟, 陈如娜编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2006 3

ISBN 7-81104-232-0

.机... . 杨... 陈... .机械设计 - 高等学
校 - 教材 .TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 012408 号

Jixie Sheji Zonghe Shijian Jiaocheng

机械设计综合实践教程

杨卓娟 陈如娜 编著

*

责任编辑 张华敏

封面设计 水木时代(北京)图书中心

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

[http:// press .swjtu .edu .cn](http://press.swjtu.edu.cn)

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

安徽蚌埠广达印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 21 25

字数: 531 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-232-0/TH·060

定价: 32.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

机械设计综合实践教程是根据《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》的精神,以及 2005 年 1 月 7 日教育部下发的《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》,从加强学生素质教育和能力培养的需要出发,并结合教学改革成果编写的。本教材力图加强实践教学,以达到切实提高大学生实践能力的目的。

本书编写的指导思想是:在总结近年来相关课程教学改革经验的基础上,对原机械原理课程和机械设计课程实践教学进行了整合;以机械设计综合课程设计和实验为教学内容,以加强培养学生的综合设计能力、创新能力和动手能力为目标,力求激发学生的创新潜能和工程意识。本书通过课程设计和实验,使学生能从整机的角度和系统的观点了解机械产品设计的基本方法和步骤,扩展机械结构设计知识,并增强机械设计的能力。

本书的主要特点是:

将机械原理课程设计和机械设计课程内容整合为一个新的综合课程设计体系,以增强学生在机械设计过程中的系统化认识。

除介绍一般的机械设计方法外,还介绍了机构的创新设计、机械结构的创新设计、机械运动方案的创新设计,并特别强调了创造性思维方法及多方案设计的思想,以利于增强学生的创新能力和竞争意识。

应用目前较先进的计算机辅助设计软件 Matlab,进行机构运动学和动力学仿真,可节省分析计算和方案比较的时间,而且直观、形象、准确。

实验的选题侧重于能够培养工程意识和创新能力,其中大多为综合性、设计性实验;大部分的设计选题将传动方案设计与结构设计进行了有机结合。

本教材所引用的有关标准、规范、数据、资料等,只是工程中最常用的内容,更多、更详细的内容可查阅有关设计手册。在进行实际设计时,应以当时执行的标准、规范为依据。

本教材适用于不同专业的机械设计综合实践课程,也可用于分开进行的机械原理或机械设计课程设计及课程实验,还可以作为高年级学生学习专业课、进行专业课课程设计及毕业设计的参考资料。

参加本书编写的有吉林工程技术师范学院杨卓娟(第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 8 章)、陈如娜(第 5 章、第 6 章、第 7 章)。

本书由吉林工程技术师范学院杨晓东教授担任主审。杨晓东教授在本书的编写过程中提出了极为宝贵的修改意见和建议,对提高本书质量给予了很大帮助,在此表示衷心的感谢。借本书出版之机,对为本书提供了各种指导和帮助的各位同行,也表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中如有不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2006 年 3 月

目 录

第 1 章	机械设计综合课程设计总论.....	(1)
1.1	本课程设计的性质和目的	(1)
1.2	本课程设计的主要任务及具体内容	(1)
1.3	课程设计说明书的编写	(3)
第 2 章	机械系统运动方案的拟定.....	(6)
2.1	机械系统的创新设计	(6)
2.2	机械系统运动方案的构思.....	(40)
2.3	机器的功能原理及工艺动作设计.....	(41)
2.4	常用机构的选型与运动方案的拟定.....	(44)
2.5	机器运动循环图的设计.....	(47)
第 3 章	机械原动机的选择及传动系统设计	(53)
3.1	原动机的种类和选择.....	(53)
3.2	传动的类型及选择.....	(54)
3.3	传动装置的总传动比及其分配.....	(59)
第 4 章	常用机构的设计及连杆机构的运动学和动力学仿真	(62)
4.1	连杆机构.....	(62)
4.2	凸轮机构.....	(65)
4.3	渐开线齿轮机构变位系数的选择.....	(68)
4.4	间歇运动机构.....	(70)
4.5	平面连杆机构的运动学及动力学仿真.....	(80)
第 5 章	机械传动装置的结构设计	(91)
5.1	传动装置运动和动力参数的计算.....	(92)
5.2	传动零件设计计算和轴系零部件的初步选择.....	(95)
5.3	传动装置装配草图和零部件结构设计.....	(98)
5.4	零件工作图设计	(112)
5.5	装配图样设计	(122)
5.6	参考图例	(132)
第 6 章	设计资料.....	(147)
6.1	一般标准与规范	(147)
6.2	常用工程材料	(161)
6.3	连接	(174)
6.4	滚动轴承	(202)
6.5	联轴器	(219)

6.6	减速器附件	(228)
6.7	润滑与密封	(236)
6.8	电动机	(243)
6.9	公差配合、形位公差及表面粗糙度.....	(248)
6.10	齿轮及蜗杆、蜗轮的精度	(261)
第7章	机械设计综合课程设计题目.....	(287)
题目1	健身球检验分类机	(287)
题目2	压片成形机	(288)
题目3	带式运输机传动装置的设计	(291)
题目4	同轴式二级圆柱齿轮减速器的设计	(292)
题目5	展开式二级圆柱齿轮减速器的设计	(293)
题目6	蜗杆减速器的设计	(294)
题目7	圆锥-圆柱齿轮减速器的设计	(295)
题目8	轴辊搓丝机传动装置的设计	(296)
题目9	简易卧式铣床传动装置的设计	(297)
题目10	简易拉床传动装置的设计	(298)
题目11	榫槽成型半自动切削机的设计	(298)
题目12	加热炉装料机的设计	(300)
第8章	机械设计综合实验.....	(301)
实验1	机械的结构分析与创新认识实验	(301)
实验2	曲柄滑块机构运动学仿真实验	(303)
实验3	渐开线齿轮范成原理	(304)
实验4	典型机械系统的机构分析及改进设计	(305)
家用缝纫机分析任务书	(305)	
电风扇机构设计任务书	(306)	
电动伞机构设计任务书	(307)	
实验5	带传动实验	(308)
实验6	滑动轴承实验	(310)
实验7	减速器拆装及轴系的结构分析	(313)
实验8	轴系部件设计	(315)
实验报告1	机械的结构分析与创新认识实验	(319)
实验报告2	曲柄滑块机构运动学仿真实验	(319)
实验报告3	渐开线齿轮范成原理	(320)
实验报告4	典型机械系统的机构分析及改进设计	(322)
实验报告5	带传动实验.....	(322)
实验报告6	滑动轴承实验.....	(323)
实验报告7	减速器拆装及轴系的结构分析.....	(325)
实验报告8	轴系部件设计.....	(328)
参考文献	(329)

第 1 章 机械设计综合课程设计总论

1.1 本课程设计的性质和目的

《机械原理》、《机械设计》是机械类专业研究机械共性问题的两门主干技术基础课,是培养学生具有机械设计能力的重要技术基础。这两门课的课程设计是培养学生分析设计能力、工程实践能力、创新能力的关键性教学实践环节。其主要目的是:

培养学生综合掌握和运用各学科知识和实践技能,使学生初步了解机械设计全貌,初步具备设计简单机械的能力,并着重于设计构思和设计技能的训练;

培养学生分析和解决实际问题的能力,树立理论联系实际的正确设计思想,鼓励学生拓宽设计思路,培养学生的开发创新能力;

掌握机械设计的一般方法和步骤,增强学生对机械技术工作的适应性,为以后从事机械工程设计打下良好基础;

进行工程技术设计方面的基本技能训练,提高学生的计算、绘图、使用资料、熟悉各类规范标准、进行数据分析和处理、编写技术文件等方面的能力。

1.2 本课程设计的主要任务及具体内容

1.2.1 课程设计的主要任务

1.机械运动方案设计

在对机械总功能原理分析的基础上,按照机械产品的工艺、动作要求,确定机械运动方案,以设计出机械运动简图为阶段目标,也称为机械运动系统方案设计。

2.机械的结构设计

根据已定的机械运动方案,对机械总体结构进行构思及评价,并对其中一个部件(如减速器部分或其他部分)进行结构设计,绘制零件工作图。

1.2.2 课程设计的具体内容

1.机械运动方案设计(即机械原理课程设计)

从机械总功能原理出发,按工艺动作要求,确定机械执行机构及形式综合;

机械传动系统设计及原动机选择;

机械运动循环图及运动简图设计;

具体机构设计及必要的运动分析和动力分析。

2. 机械结构设计(即机械设计课程设计)

对机械总体结构构思及方案进行论证;
传动零件设计;
轴的设计;
滚动轴承、键、联轴器的选择;
箱体、润滑及其他部件的设计;
减速器部件或其他部件装配图的绘制;
零件图的绘制;
计算说明书的编写(10 000 ~ 13 000 字)。

1.2.3 要求每个学生完成的工作量

机器运动简图 1 张(A₁ 号图纸);
机器运动循环图 1 张(A₂ 或 A₃ 号图纸);
减速器部件或其他部件总装配图 1 张(A₀ 号图纸);
零件工作图 2 ~ 3 张(轴、齿轮、传动件等);
设计计算说明书 1 份(10 000 ~ 15 000 字)。

1.2.4 课程设计的一般步骤

1. 机械运动方案设计

深入研究设计任务书,明确设计要求,做好设计准备工作;
根据机械功能原理及工艺动作,确定机器执行机构;
机器运动循环图设计;
原动机的选择;
传动系统以及整个机械系统方案拟定;
绘制机械运动简图。

2. 机械结构设计

机械总体结构构思及评价。
传动零件的设计计算。
减速器部件或其他部件装配草图设计:

- a. 选择联轴器,初定轴的直径;
- b. 画出轴的结构,选定轴承型号,定出轴承支点距离,校核轴与键连接的强度,计算轴承寿命,必要时根据计算结果进行修改;

c. 设计轴承组合结构,画出箱体和附件的结构位置,全面完成装配草图。

工作图的设计与绘制:

- a. 零件工作图设计与绘制;
- b. 装配工作图设计与绘制。

设计计算说明书。

设计总结与答辩。

1.3 课程设计说明书的编写

1.3.1 编写说明书的注意事项

预备好草稿本。每个学生在接到课程设计题目之后要准备一个草稿本,把在课程设计过程中查阅和摘录的资料、初步的运算、编程的草稿、设计构思的草图、心得思路、书写的草稿等都记录在上面,不要散落、丢失,这些材料是书写正式说明书的基本素材。

说明书应该用钢笔写在16开的报告纸上,要求字迹端正、文理通顺、步骤清楚、叙述简明。通过课程设计说明书的编写,学生应学会整理设计数据、绘制图表和简图、用工程术语表达设计成果的方法。说明书是每个学生治学态度、独立分析问题能力、归纳总结表达能力的综合反映,每个学生必须下苦功夫斟字酌句写出自己的水平与风格,也为书写其他课程设计、毕业设计和论文打下基础。

说明书中所用的公式和数据应说明来源,参考资料应编号和书写页码。

说明书中,每一自成单元的内容都应有大小标题,使其醒目突出。

说明书中必须附有相应的图纸和计算程序。图纸的数量要达到规定的要求;对图纸的质量要求作图准确、布图匀称、图面整洁,线条和尺寸标注符合机械制图标准的规定;画在坐标纸上的曲线图要连接光滑。

说明书应加上封面与目录装订成册。

1.3.2 说明书的书写格式

1.封面格式

说明书的封面格式如图1-1所示。

	机械设计综合课程设计说明书	
	设计题目_____	
装	系(学院)_____	班级_____
订	专业_____	学号_____
线	设计者_____	
	指导教师_____	
	年	月 日

图 1-1 封面格式

续表 1-1

设计过程	备注
<p data-bbox="224 374 415 412">一、设计任务</p> <p data-bbox="868 592 1062 635">已知条件</p> <p data-bbox="898 662 1062 700">图 1 图表</p> <p data-bbox="224 1157 483 1195">二、设计方案分析</p> <p data-bbox="380 1216 415 1254">1 .</p> <p data-bbox="380 1341 415 1379">...</p> <p data-bbox="921 1325 1115 1368">设计方案</p> <p data-bbox="795 1396 1195 1434">图 2 设计的所有方案简图</p> <p data-bbox="380 1455 415 1493">n .</p> <p data-bbox="224 1890 483 1928">三、机构结构分析</p>	

第 2 章 机械系统运动方案的拟定

2.1 机械系统的创新设计

2.1.1 机械系统设计概述

1. 机械系统

由若干机械装置组成的一个特定系统,称为机械系统。如图 2-1 所示,其中图(a)为数控磨床,图(b)为小型甘蔗收割机,它们是由若干装置、部件和零件组成的两种功能和构造各异的机械系统,是一个由确定的质量、刚度和阻尼的物体组成并能完成特定功能的系统。机械零件和构件是组成机械系统的基本要素,它们为完成一定的功能相互联系而分别组成了各个子系统。

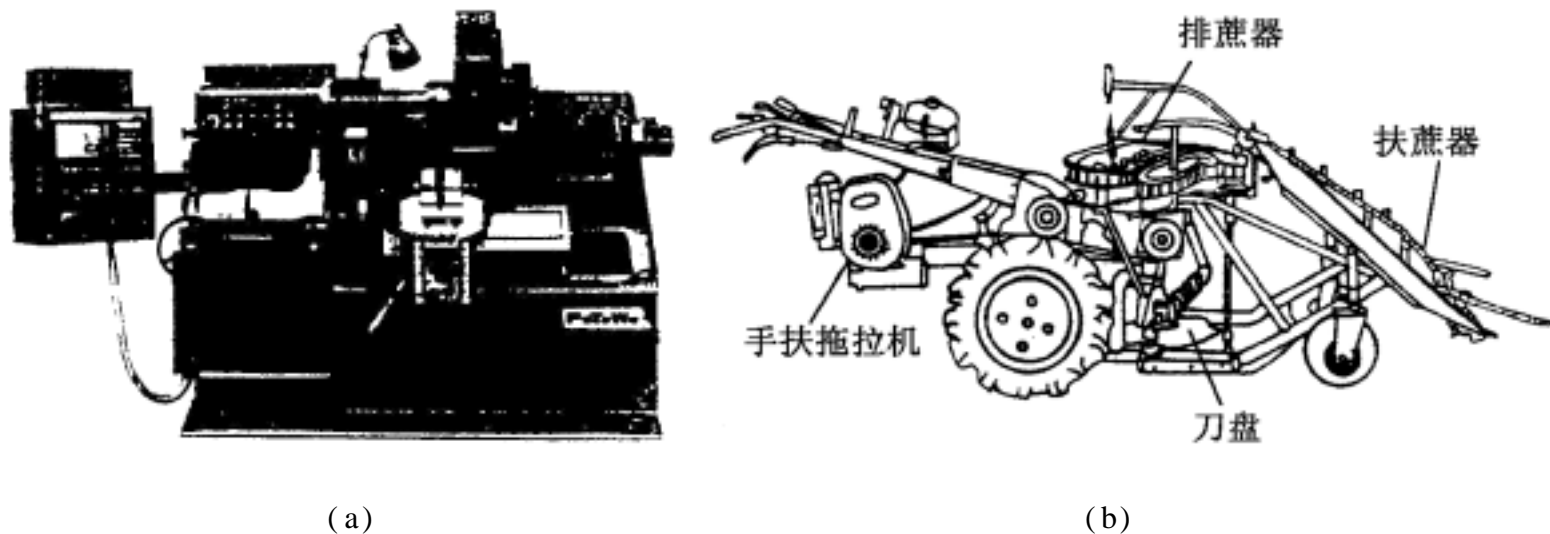


图 2-1 两种机械系统

(1) 机械系统的特性

整体性。机械系统是由若干个子系统构成的统一体,虽然各子系统具有各自不同的性能,但它们在结合时必须服从整体功能的要求,相互间必须协调和适应。一个系统整体功能的实现,并不是某个子系统单独作用的结果,一个系统的好坏,最终体现在其整体功能上。因此,必须从全局出发,确定各子系统的性能和它们之间的联系,设计中并不要求所有子系统都具有完美的性能,即使某些子系统的性能并不完善,但如能与其他相关子系统很好地协调,往往也可使整个系统具有满意的功能。

相关性。系统内部各子系统之间是有机联系的,它们之间相互作用、相互影响,形成了特定的关系。如系统的输入与输出之间的关系、各子系统之间的层次联系、各子系统的性能与系统整体特定功能之间的联系等,都取决于各子系统在系统内部的相互作用和相互影响。某一子系统性能的改变,将对整个系统的性能产生影响。

目的性。系统的价值体现在其功能上,完成特定的功能是系统存在的目的。因此,系统应实

现所要求的功能,排除或减少有害的干扰。

环境适应性。任何一个系统都存在于一定的物质环境中,外部环境的变化,会使系统的输入发生变化,甚至产生干扰,引起系统功能的变化。

(2) 机械系统的组成

现代机械种类繁多,结构也愈来愈复杂。但从实现系统功能的角度看,主要由动力系统、传动系统、执行系统、操纵及控制系统等子系统组成。每个子系统又可根据需要往下分解为更小的子系统。

动力系统。动力系统包括动力机及其配套装置,是机械系统工作的动力源。动力机输出的运动通常为转动,而且转速较高。选择动力机时,应全面考虑执行系统的运动和工作载荷、机械系统的使用环境和工况以及工作载荷的机械特性等要求,使系统既有良好的动态性能,又有较好的经济性。

传动系统。传动系统是把动力机的动力和运动传递给执行系统的中间装置。传动系统有下列主要功能:

- a. 减速或增速。把动力机的速度降低或增高,以适应执行系统工作的需要。
- b. 变速。当用动力机进行变速不经济、不可能或不能满足要求时,通过传动系统实行变速(有级或无级),以满足执行系统多种速度的要求。
- c. 改变运动规律或形式。把动力机输出的均匀、连续、旋转的运动转变为按某种规律变化的旋转或非旋转、连续或间歇的运动,或改变运动方向,以满足执行系统的运动要求。
- d. 传递动力。把动力机输出的动力传递给执行系统,供给执行系统完成预定任务所需的转矩或力。

如果动力机的工作性能完全符合执行系统工作的要求,传动系统也可省略,而将动力机与执行系统直接连接。

执行系统。执行系统包括机械的执行机构和执行构件,它是利用机械能来改变作业对象的性质、状态、形状或位置,或对作业对象进行检测、度量等,以进行生产或达到其他预定要求的装置。不同的功能要求,对运动和工作载荷的机械特性要求也不相同,因而各种机械的执行系统不同。执行系统通常处在机械系统的末端,直接与作业对象接触,是机械系统的主要输出系统。因此,执行系统工作性能的好坏,将直接影响整个系统的性能。执行系统除应满足强度、刚度、寿命等要求外,还应充分注意其运动精度和动力学特性等要求。

操纵系统和控制系统。操纵系统和控制系统都是为了使动力系统、传动系统、执行系统彼此协调运行,并准确可靠地完成整机功能的装置。二者的主要区别是:操纵系统一般是指通过人工操作来实现启动、离合、制动、变速、换向等要求的装置;控制系统是指通过人工操作或测量元件获得的控制信号,经由控制器,使控制对象改变其工作参数或运行状态而实现上述要求的装置,如同伺服机构、自动控制装置等。良好的控制系统可以使机械处于最佳运行状态,提高其运行稳定性和可靠性,并有较好的经济性。

此外,根据机械系统的功能要求,还可有润滑、计数、行走、转向等系统。

(3) 现代机械的功能要求

现代机械产品的功能要求非常广泛,不同机械因其工作要求、追求目标和使用环境的不同,其具体功能的要求也有很大差异。例如,起重机械是一种有间歇运动的机械,主要用于物品的装卸,其基本功能要求是起升重量、起升高度、起升速度、运行速度、生产率、作业范围及经济性,以及工作

过程的安全性、可靠性、稳定性、操纵性、对周围环境的适应性等；而机床是工作母机，其主要的功能要求是加工精度等。

各种机械的功能要求大体上可归纳为：

运动要求，如速度、加速度、转速，调速范围、行程、运动轨迹以及运动的精确性等。

动力要求，包括传递的功率、转矩、力和功效等。

体积和重量要求，如尺寸、重量、功率、重量比等。

可靠性和寿命要求，包括机械和零部件执行功能的可靠性、零部件的耐磨性和使用寿命等。

安全性要求，包括强度、刚度、热力学性能、摩擦学特性、振动稳定性、系统工作的安全性及操作人员的安全性等。

经济性要求，包括机械设计和制造的经济性、使用和维修的经济性等。

环境保护要求，如防噪、防振、防尘、防毒，“三废”（废气、废水、废渣）的治理，对人员和设备的安全性等。

产品造型要求，如外观、色彩、与环境的协调性等。

其他要求，不同机械还可有一些特殊要求，如精密机械要求能长期保持其精度并有良好的防振性；经常搬动的机械要求安装、拆卸、运输方便；户外型机械要求良好的防护、防腐和密封；食品和药品加工机械要求不污染被加工产品等。

2. 机械系统设计

设计是人类改造自然的基本活动之一，设计是复杂的思维过程，设计过程蕴含着创新和发明。设计的目的是将预定的目标经过一系列规划与分析决策，产生一定的信息（文字、数据、图形）而形成设计，并通过制造，使设计成为产品，造福人类。机械系统设计的最终目的是为市场提供优质高效、价廉物美的机械产品，在市场竞争中取得优势、赢得用户，并取得较好的经济效益。

机械系统设计有以下三类不同的设计：

开发性设计。在工作原理、结构等完全未知的情况下，应用成熟的科学技术或经过实验证明是可行的新技术，设计以往没有过的新型机械。这是一种完全创新的设计。

适应性设计。在原理方案基本保持不变的前提下，对产品做局部的变更或设计一个新部件，使机械产品在质和量方面更能满足使用要求。

变型设计。在工作原理和功能结构都不变的情况下，变更现有产品的结构配置和尺寸，使之适应更多的容量要求。这里的容量含义很广，如功率、转矩、加工对象的尺寸、传动比范围等。

在机械产品设计中，开发性设计十分重要，即使是进行适应性设计和变型设计，也应在“创新”上下功夫。“创新”可以使开发性设计、适应性设计和变型设计别具一格，从而提高产品的工作性能。

(1) 设计内容

系统功能设计。

一项产品的推出总是以社会需求为前提，或为满足社会生产活动的需要，或为满足人们生活的需要，没有需求就没有市场，也就失去了产品存在的价值和依据。所谓需求，就是对功能的需求。

根据价值工程原理，产品的价值常用产品的总功能与成本之比来衡量。为了提高产品的价值，一般可以采取：增加功能、成本不变；功能不变，降低成本；增加一些成本以换取更多的功能；降低一些功能，以使成本较大幅度地降低；增加功能、降低成本等措施。显然，增加功能、降低成本的措施是较理想的，但也是最困难的，通常，随着功能的增加，产品的成本也会随之上升。

可靠性设计。

可靠性是衡量系统质量的一个重要指标。所谓可靠性,是指系统在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。规定功能的丧失称为失效,对于可修复的系统,其失效也称为故障。可靠性技术是研究系统发生故障或失效的原因及预防措施的一门技术。

机械系统工作时,由于各种原因难免发生故障或失效,在研究和设计阶段对可能发生的故障或失效进行预测和分析,掌握其原因,并采取相应的预防措施,则系统的失效率将会减小,可靠性也随之提高。实践表明,机械系统的可靠性是由设计决定的,而制造、管理等其他阶段的工作只是起保证作用。如果设计时考虑不当,不能使零部件具有必要的可靠性,则无论制造得多么好,维护得多么细心,都无法弥补设计中的缺陷。

(2)机械系统的设计思路

机械系统设计时,必须考虑整个系统的运行,而不只是关心各组成部分的工作状态和性能。如只以改善零部件的特性为重点,对于各零部件之间的相互作用和影响考虑较少,则虽然对零部件的设计考虑得很仔细,但设计的系统仍然不够理想。用最好的零部件,不一定能组成好的系统。

机械系统分解。机械系统分解是把复杂的系统分解为若干个相联系的、相对比较简单子系统,分解能使设计和分析比较简便。还可根据需要将各子系统再分解为更小的子系统,依次逐级分解,直至能进行适宜的设计和 analysis 为止。

机械系统分析。机械系统分析不同于一般的技术经济分析,它是从系统的整体优化出发,采用各种工具和方法,对系统进行定性和定量分析的过程。系统分析时,不仅要分析技术经济方面的有关问题,而且还要分析各子系统之间的联系因素,并且作出评价,为决策者选择最优系统方案提供主要依据。

机械系统建模。机械系统常采用图像模型和数学模型,由于计算机技术的发展,数学模型的应用越来越广,尤其是在需要对系统进行精确的定量分析场合,必须建立数学模型。

在建立模型时,必须全面考虑其影响因素,分清主次,尽可能如实描述系统的主要特征。在能满足系统主要设计要求的前提下,应尽量简化,以需要、简明、易解为原则。

机械系统优化。由于系统的结构通常都很复杂,有许多目的和要求,其中有些可能是矛盾的,很难完全兼顾,系统优化就是应用最优化理论和方法,对各候选方案进行最优化计算,以获得最优的系统方案。

机械系统评价。优化后的系统方案可能是一个,也可能是几个,为了进行决策,必须对各优化方案进行评价。对系统评价时应考虑的因素很多,如各项功能、可靠性、成本、寿命、工期、使用性及人类工程学等。

(3)机械系统设计的主要过程

不论哪一类设计,为了提高机械设计的质量,必须有一个科学的设计程序。其主要过程如下所述。

产品规划。对产品开发中的重大问题要进行技术、经济、社会各方面条件的详细分析,对开发可能性进行综合研究,提出可行性报告,其内容主要有:

- a. 产品开发的必要性,市场需求预测;
- b. 有关产品的国内外水平和发展趋势;
- c. 预期达到的最低目标和最高目标,包括设计水平、技术、经济、社会效益;
- d. 提出设计、工艺等方面需要解决的关键问题;

- e. 现有条件下开发的可能性及准备采取的措施;
- f. 预算投资费用及项目的进度、期限。

方案设计。需求是以产品的功能来体现的,功能与产品设计关系是因果关系,但又不是——对应的。体现同一功能的产品可以有多种多样的工作原理。因此,方案设计就是在功能分析的基础上,通过创新构思、搜索探求、优化筛选取得较理想的工作原理方案。

对于机械产品来说,机械系统方案设计的主要内容:

- a. 根据产品的要求,在功能分析和工作原理确定的基础上进行工艺动作构思和工艺动作分解,确定执行构件所要完成的运动。
- b. 采用机构选型、组合的方法,初步拟定各执行构件动作相互协调配合的运动循环图,进行机械运动方案的设计(即机构系统的型综合和数综合)。

总体设计与结构设计。将机械的构型构思和机械系统运动方案简图具体转化为机器及其零部件的合理结构,也就是要完成机械产品的总体设计、部件和零件设计,完成全部生产图纸并编制设计说明书等有关技术文件。

总体设计必须要有全局观念,不仅要考虑机械本身的内部因素,还应满足总功能、人机工程、造型美学、包装和运输等各种外部因素,按照简单、合理、经济的原则妥善地确定机械中各零部件之间的相对位置和运动关系。总体布置时一般总是先布置执行系统,然后再布置传动系统、操纵系统及支承形式等。通常都是从粗到细,从简到繁,需要反复多次才能确定。

结构设计时要求零件、部件设计满足机械的功能要求,零件的结构形状要便于制造加工。常用零件尽可能标准化、通用化、系列化。结构设计时一般先由总装草图拆分成部件、零件草图,经审核无误后,再由零件工作图、部件图绘制出总装图,然后进行机械的动力设计,确定作用在机械系统各构件上的载荷,并进行机械的功率和能量计算。机械动力设计的内容包括根据功能关系、建立系统运动方程式、求解真实运动、速度波动的调节和机械的平衡等。最后还要编制技术文件,如设计说明书、标准件、外购件明细表、备件、专用工具明细表等。

改进设计。根据样机性能测试数据、用户使用以及在鉴定中所暴露的各种问题,进一步作出相应的技术完善工作,以确保产品的设计质量。这一阶段是设计过程不可分割的一部分,通过这一阶段的工作,可以进一步提高产品的性能、可靠性和经济性,使产品更具有生命力。

以上设计过程的各个阶段是相互联系、相互依赖的,有时还要反复进行,经过不断修改与完善,才能获得较好的设计。

2.1.2 机械创新设计的概念及过程

设计是人类社会最基本的一种生产实践活动,强调创新设计是要求在设计中更充分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。

1. 机械创新设计的概念

机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力和智慧,利用人类已有的相关科学理论、方法和原理,进行新的构思,设计出新颖、有创造性及实用性的机构或机械产品(装置)的一种实践活动。

(1) 机械创新设计与常规机械设计的关系

机械的类型、用途、性能和结构的特点虽然千差万别,但它们的设计过程却大多遵循着同样的规律。概括起来说,常规机械设计过程一般可分为四个阶段:机械总体方案设计,机械的运动设计,

机械的动力设计,机械的结构设计。

常规设计一般是在给定机械结构或只对某些结构作微小改动的情况下进行的,其主要内容是进行尺度设计、动力设计和结构设计。机械创新设计是相对常规设计而言的,它特别强调人在设计过程中,特别是在总体方案设计阶段中的主导性及创造性作用。

(2) 机械创新设计与机械创造发明的关系

机械的创造发明大多属于机械结构方案的创新设计。创造发明过程及方法的专著已问世,但大多是作宏观概括的论述,缺少具体内容和可操作性。学生学过之后,在机械创新设计的原理、方法及实现等方面仍缺少实用的知识。机械创新设计要完成的一个核心内容,就是要探索机械产品创新发明的机理、模式及方法,要具体描述机械产品创新设计过程,并将它程式化、定量化,乃至符号化、算法化。

2. 机械创新设计的过程

机械创新设计的目标是由所要求的机械功能出发,改进、完善现有机械或创造发明新机械实现预期的功能,并使其具有良好的工作品质及经济性。

图 2-2 所示为机械创新设计的一般过程,它分成四个阶段。

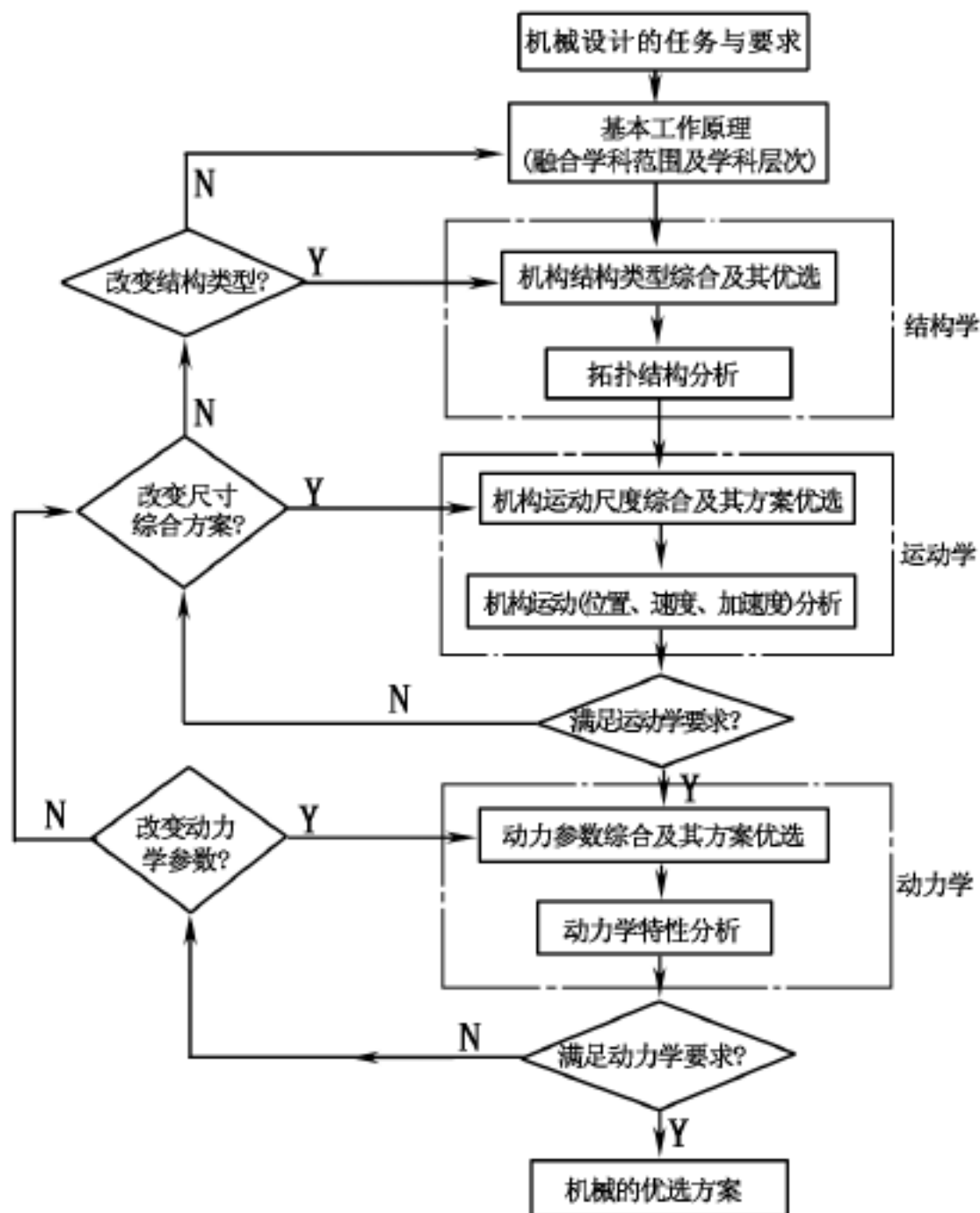


图 2-2 机械创新设计的一般过程

(1) 确定机械的基本工作原理

它可能涉及机械学对象的不同层次、不同类型的机构组合,或不同学科知识、技术的问题。

(2) 机构结构类型的综合及优选

优选的结构类型对机械整体性能和经济性具有重大影响,它多伴随新机构的发明。因此,结构类型综合及其优选,是机械设计中最富有创造性、最有活力的阶段,但又是十分复杂和困难的问题。它涉及设计者的知识(广度与深度)、经验、灵感和想像力等多方面。

(3) 机构运动尺度的综合及其运动参数优选

其难点在于求得非线性方程组的完全解(或多解),为优选方案提供较大的空间。随着优化法、代数消元法等数学方法引入机构学,使该问题有了突破性进展。

(4) 机构动力学参数的综合及其动力参数优选

其难点在于动力参数量大、参数值变化域广的多维非线性动力学方程组的求解,这是一个正需要深入研究的课题。

完成上述机械工作原理、结构学、运动学、动力学的分析与综合,便形成了机械设计的优选方案。而后,即可进入机械结构创新设计阶段。

3 机械创新设计的特点

(1) 独创性

机械创新设计必须具有独创性和新颖性。设计者应追求与前人、众人不同的方案,打破一般思维的常规惯例,提出新功能、新原理、新机构、新材料,在求异和突破中体现创新。

(2) 实用性

机械创新设计必须具有实用性。纸上谈兵无法体现真正的创新。发明创造成果只是一种潜在的财富,只有将它们转化为现实生产力或市场商品,才能真正为经济发展和社会进步服务。设计的实用化主要表现为市场的适应性和可生产性两方面。

(3) 多方案选优

机械创新设计涉及多种学科,如机械、液压、电力、气动、热力、电子、光电、电磁及控制等多种科技的交叉、渗透与融合。应尽可能从多方面、多角度、多层次寻求多种解决问题的途径,在多方案比较中求新、求异、选优。以发散性思维探求多种方案,再通过收敛评价取得最佳方案,这是创新设计方案的特点。

2.1.3 机械创新设计中的创新思维与技法

机械创新设计是人类创造活动的具体领域,需要设计者对创新思维的特点、本质、形成过程有所掌握,认识创新思维与其他类型的思维、创新原理、创新技法的关系等。创新设计不是简单的模仿或技术改造,而应具有突破性、新颖性、创造性、实用性并且能带来社会效益。

1 创造力开发

创造力是多种能力、个性和心理特征的综合表现,包括观察、记忆、想像、思维、表达、自我控制等能力,文化素质、理想信念、意志性格、兴趣爱好等因素。其中想像能力和思维能力是创造力的核心,它是将观察、记忆所得的信息有控制地进行加工变换,创造表达出新成果的整个创造活动的中心。这些能力和素质经过学习和锻炼,都是可以改善和提高的。