

高等学校教材



机电一体化系统设计

张君安 主编

兵器工业出版社

机电
一本
化系
统及
设计

兵
器
工
业
出
版
社



机电一体化系统设计

张君安 主 编

兵器工业出版社

内 容 简 介

本教材从系统工程的角度出发,重点阐述了机电一体化系统的总体设计与机械系统设计。全书共分八章,主要内容有机电一体化系统设计概述、机电一体化系统总体设计、控制系统设计、定位与检测装置设计、机械传动子系统设计、机械结构设计、伺服驱动装置及典型机电一体化系统“CNC 齿轮测量中心”设计举例等。

本书注重理论联系实际,将最新科研成果纳入教材内容之中,不仅可以作为大专院校相关专业本科生的教材,也可供成人学历教育相关专业的学生使用,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化系统设计/张君安主编.-北京:兵器工业出版社,1997.8

ISBN 7-80132-313-0

I. 机… II. 张… III. 机电一体化-系统设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17431 号

兵器工业出版社出版

(邮编:100081 北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

西安工业学院印刷厂印装

※

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:380.6 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

印数:0001~1500 册 定价:18.00 元

出版说明

遵照国务院国发[1978]23号文件精神,中国兵器工业总公司承担全国高等学校兵工类专业教材的规划、编审、出版的组织工作。自1983年兵总教材编审室成立以来,在广大教师的积极支持和努力下,在国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的积极配合下,已完成两轮兵工类专业教材的规划、编审、出版任务,共出版教材211种。这些教材出版对解决兵工专业教材有无问题、稳定教学秩序、促进教学改革及提高教学质量都起到了积极作用。

为了使兵工类教材更好地适应社会主义现代化建设需要,特别是国防现代化培养人才的需要,反映国防科技的先进水平,达到打好基础、精选内容、逐步更新及利于提高教学质量的要求,我们以提高教材质量为主线,完善编审制度、制定质量标准及明确岗位职责,制定了由主审人审查、责任编委复审和教编室审定等5个文件。根据兵工类专业的特点,成立了十个专业教学指导委员会,以更好地编制兵工类专业教材建设规划,加强对教材的评审和研究工作。

为贯彻国家教委提出的“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系列配套,完善管理制度,加强组织领导”的“八五”教材建设方针。兵总教材编审室在总结前两轮教材编审出版工作的基础上,于1991年制订了1991~1995年兵工类专业教材编写出版规划,共列入教材220种。这些教材都是从学校使用两遍以上、实践证明是比较好的讲义中遴选的,专业教学指导委员会从兵工专业教材建设的整体考虑对编写大纲进行了审查,认为符合兵工专业培养人才要求,符合国家出版方针。这批教材的出版必将对兵工专业教材的系列配套,对提高教学质量和培养国防现代化人才,对促进兵工类专业科学技术的发展,起到积极的作用。

本教材由马德通教授主审,经中国兵器工业总公司教材编审室审定。

限于水平和经验有限,这批教材的编审出版难免有缺点和不足之处,希望使用本教材的单位和广大读者批评指正。

中国兵器工业总公司教材编审室

1997年6月

前 言

机电一体化的设备与产品所包括的范围极为广泛,几乎渗透到我们日常生活与工作的每一个角落。许多高等院校都相继设立了机械电子专业及其它的机电一体化方面的专业,以适应生产力的迅速发展对机电一体化人才的需求。由于机电一体化系统涉及专业面广,很难由一门课程来完成机电一体化系统设计的讲授任务。为此,我们把有关内容分设在几门专业课里,主要为数控技术、微机控制技术、检测与转换技术、电子精密机械工艺学等课程,最后设置机电一体化系统设计课程。该课程以上述课程为基础,从总体设计的角度出发,将各门专业课串起来,使这些专业课的内容融合到机电一体化系统的总体设计中,同时以机电一体化系统的机械系统设计为本课程的另一个基本内容,从而使本专业的学生获得完整的机电一体化系统设计的知识与技能。

尽管机电一体化的设备与产品成功应用之例随处可见,但有关机电一体化系统设计的理论和方法还都在研究与探索中,这方面的教材较少。鉴于教学的需要,我们于1991年3月编写了这本教材的初稿,在多年教学实践的基础上又结合科研进行了三次正式修订后,整理、编写了本教材。本教材以数控机床和数控检测仪器为机电一体化系统典型的工程背景,来论述机电一体化系统的总体设计与机械系统设计,希望能起到举一反三的作用。

本书参编人员为:张君安(第三章,第五章~第七章),张君安、王建华(第一章~第二章),王琨琦(第四章),张君安、王建华、刘波、劳奇成(第八章)。主编由张君安担任。全书由马德通教授进行了全面细致地审阅。

虽然编者在修订本教材过程中作了不少努力,但由于时间仓促,更加之水平有限,难免还有疏忽谬误之处,恳切希望读者提出批评指正。

编 者

1997年6月

目 录

第一章 机电一体化系统设计概述	(1)
1.1 机电一体化系统简介	(1)
1.1.1 系统的基本概念	(1)
1.1.2 机电一体化系统的组成	(2)
1.1.3 机电一体化系统各组成单元的基本功能	(3)
1.1.4 机电一体化系统设计的相关技术	(4)
1.2 机电一体化系统设计工作的组织	(5)
1.2.1 机电一体化系统设计的程序	(5)
1.2.2 机电一体化系统设计的技术文件	(6)
1.2.3 加快机电一体化系统设计的途径	(7)
1.3 机电一体化系统所代表产品的范围及分类	(8)
1.4 机电一体化系统设计技术的发展趋势	(9)
1.4.1 设计概念的更新是现代设计区别于传统设计的显著特征	(9)
1.4.2 系统工程在机电一体化系统设计中的应用.....	(10)
1.4.3 优化设计在机电一体化系统设计中的应用.....	(10)
1.4.4 可靠性设计在机电一体化系统设计中的应用.....	(11)
第二章 机电一体化系统总体设计	(12)
2.1 机电一体化系统原理方案设计.....	(12)
2.1.1 设计任务的抽象化.....	(12)
2.1.2 功能结构分析.....	(14)
2.1.3 建立功能结构图.....	(15)
2.1.4 选择系统原理方案.....	(16)
2.2 机电一体化系统结构方案设计.....	(17)
2.2.1 结构方案设计的工作步骤.....	(18)
2.2.2 结构方案设计的基本原则.....	(18)
2.2.3 结构方案设计应遵循的一般原理与原则.....	(19)
2.3 机电一体化系统总体布局与环境设计.....	(22)
2.3.1 人——机系统设计.....	(22)
2.3.2 艺术造型设计.....	(24)
2.3.3 总体布局设计.....	(25)
2.4 机电一体化系统主要技术参数与技术指标.....	(27)
2.5 制定机电一体化系统总体方案的一般步骤.....	(28)
第三章 控制系统设计	(30)
3.1 机电一体化系统中微机控制系统的设计步骤.....	(30)
3.2 机电一体化系统机械运动规律及类型选择.....	(33)

3.2.1	运动规律的基本概念	(33)
3.2.2	运动曲线的无因次表示法	(34)
3.2.3	运动曲线的特性值	(35)
3.2.4	判别机构速度类型的准则	(35)
3.2.5	选择控制系统类型的基本原则	(36)
3.3	运动循环图的设计	(38)
3.3.1	运动循环图	(38)
3.3.2	执行系统运动循环图的设计与计算	(40)
3.3.3	系统循环图的设计与计算	(41)
第四章	伺服驱动装置	(44)
4.1	伺服驱动装置分类及特点	(45)
4.1.1	伺服驱动装置的分类	(45)
4.1.2	驱动装置的特点	(45)
4.2	步进电机伺服驱动	(48)
4.2.1	步进电机的工作原理	(48)
4.2.2	步进电机的特性参数及其选择	(49)
4.2.3	步进电机伺服驱动控制的设计	(54)
4.3	直流电动机伺服驱动	(58)
4.3.1	直流电动机的基本结构	(58)
4.3.2	直流电动机的机械特性	(59)
4.3.3	直流电动机的动态特性	(59)
4.3.4	直流伺服电机的选择设计	(60)
4.3.5	直流伺服电机的调速方法	(62)
4.4	交流电动机伺服驱动装置设计	(62)
4.4.1	鼠笼式三相异步电动机伺服驱动	(62)
4.4.2	永磁式同步电机伺服驱动	(67)
4.4.3	无刷直流电机伺服驱动	(68)
4.4.4	交流电机伺服驱动系统设计	(70)
第五章	机电一体化系统机械传动子系统的设计	(73)
5.1	机电一体化系统机械传动子系统设计的内涵与设计指标	(73)
5.1.1	机械传动系统的概念	(73)
5.1.2	伺服机械传动系统的设计指标与设计内容	(75)
5.1.3	伺服机械传动系统传动特性	(76)
5.2	机电一体化系统中常用机械传动装置的设计和选用	(79)
5.2.1	滚珠螺旋传动	(79)
5.2.2	齿轮传动	(98)
5.2.3	谐波齿轮传动	(107)
5.2.4	齿形带传动	(108)
5.2.5	膜片弹性联轴器与锥环胀紧套的选用	(115)

5.3	伺服机械传动系统设计	(119)
5.3.1	伺服系统的分类	(119)
5.3.2	开环伺服机械传动系统设计计算步骤	(121)
5.3.3	开环系统的误差分析与校正	(123)
5.3.4	闭环伺服机械传动系统的设计计算步骤	(124)
第六章	机电一体化系统机械结构设计	(126)
6.1	导轨设计	(126)
6.1.1	导轨概述	(126)
6.1.2	滚动导轨	(131)
6.1.3	液体静压导轨设计	(139)
6.1.4	空气静压导轨设计	(147)
6.2	主轴组件设计	(157)
6.2.1	主轴组件设计的基本要求	(157)
6.2.2	主轴组件的结构方案	(161)
6.2.3	滚动摩擦主轴组件所采用的轴承	(165)
6.2.4	滑动摩擦主轴组件	(172)
6.2.5	主轴设计	(178)
6.3	支承件设计	(180)
6.3.1	支承件设计的基本要求	(180)
6.3.2	支承件的材料和时效处理	(180)
6.3.3	支承件的设计原则	(181)
6.3.4	焊接支承件的结构设计要点	(184)
第七章	机电一体化系统的定位与检测装置设计	(187)
7.1	概述	(187)
7.2	机械式位移检测装置	(188)
7.2.1	丝杠螺母副位移检测装置	(188)
7.2.2	多齿分度盘角位移检测装置	(190)
7.2.3	钢球分度盘角位移检测装置	(193)
7.3	光学式位移检测装置	(194)
7.3.1	线纹尺式直线位移检测装置	(194)
7.3.2	光栅式位移检测装置	(197)
7.4	电磁感应式位移检测装置	(204)
7.4.1	感应同步器位移检测装置	(204)
7.4.2	磁栅式位移检测装置	(209)
第八章	典型机电一体化系统设计	(213)
8.1	齿轮测量技术发展简况	(213)
8.2	CNC 齿轮测量中心的总体设计	(214)
8.2.1	CNC 齿轮测量中心原理方案确定	(214)
8.2.2	CNC 齿轮测量中心总体设计简介	(215)

8.2.3	CNC 齿轮测量中心艺术造型设计简介	(218)
8.3	其它子系统设计简介	(221)
8.3.1	机械子系统总体设计简介	(221)
8.3.2	软件总体设计简介	(227)
8.3.3	CNC 齿轮测量中心的测控系统	(230)
8.3.4	可靠性设计与预测简介	(232)
参考文献		(236)

第一章 机电一体化系统设计概述

随着科学技术的发展,世界正面临着以信息技术为中心的技术革命,其目标是极大的提高劳动生产率和产品质量。信息技术有三大支柱,即测量与控制技术、计算机技术和通信技术。而机械技术与微电子技术、信息技术相结合,就构成了我们通常所说的“机电一体化技术”,这是机械技术与电子技术发展的共同趋势之一。特别是将新兴的微电子技术、信息技术引入传统的机械技术之中,已使传统的机械电器产品在功能上、性能上以及制造技术上提高到一个新的水平,创造出许多梦幻中的新产品与新设备,带来了巨大的经济效益和社会效益。

因此,运用机电一体化技术设计机电一体化的设备或产品,改变机械产品与机械工业的面貌,满足社会和生活的物质需要,已成为工程设计人员的历史使命。本章将介绍机电一体化系统的基本概念、系统组成要素和机电一体化系统的设计任务。

1.1 机电一体化系统简介

1.1.1 系统的基本概念

“系统”这个名词,使用非常广泛。在不同的词典、手册和专著中系统的定义大都是:系统是由相互作用和依赖的若干组成部分按一定规律结合成的、具有特定功能的有机整体。

系统具有如下特征:

“集合性”,系统是由许多元素的集合。

“关联性”,系统的各个组成部分之间是互相联系和互相制约的。

“目的性”,系统总是具有特定的功能,特别是人所创造或改造的系统,总是有一定的目的性。

“环境适应性”,系统总是存在并活动于一个特定的环境中,与环境不断进行物质、能量、信息的交换。系统必须适应环境。

对于系统工程还很难给出一个众所公认的定义,这里列举两个较典型的解释:

“系统工程是为了更好地达到系统目标,而对系统的构成要素、组织结构、信息流动和控制机理等进行分析与设计的技术”(1967年日本工业标准 JIS)。

“系统工程是一门把已有的学科分支中的知识有效地组合起来用以解决综合性的工程问题的技术”(1974年大英百科全书)。

由于系统工程是研究系统共性的跨学科的方法性技术,那末它研究和处理任何问题时都应遵循以下基本原则:

整体性原则:也就是说要把系统当作一个整体,不要只见树木不见森林。希腊哲学家亚里士多德曾提出过“整体大于它的各部分的总和”的思想,就准确地反映了整体性原则的本质。“整体大于它的各部分的总和”不是一种量与量之间的换算,而是一种质变,各部分组成系统后,形成了系统的整体性能,这是一种新的质。

综合性原则:任何系统都具有多方面的属性,涉及到多方面的因素。综合性原则就是要把这些属性、因素综合起来加以研究,不能顾此失彼,因小失大。

科学性原则:在处理问题时应按照科学的顺序和步骤进行,环环相扣,并不断通过信息反馈加以检查改进,且尽量使用定量方法。建立模型和进行优化是按科学性原则处理系统问题的主要工作。

从系统的观点出发,我们总可以把我们所设计的各种简单和复杂的设备或产品看成一个系统,因而可运用系统工程的方法去分析和设计。机电一体化系统就是应用系统工程的方法设计出的产品和设备,其突出的特点是,构成机电一体化系统的要素一般包括机、电、液、磁、光,且这些要素之间存在着有机的组织与结合,以实现该系统功能的整体最佳化。

机电一体化系统的实体部分,主要是机械部分与电子部分,又通过信息技术把这些部分有机地结合在一起,从而构成更为先进的产品。按照系统分析的观点,机电一体化系统在设计过程中,是将机械部分与电子部分融合在一起进行通盘考虑的,哪些应采用机械部分,哪些应采用电子部分或其它更恰当的部分,例如液、磁、光等部分,然后通过信息传输与处理技术将这些部分有机地结合起来。因而,可以说,机电一体化系统设计是系统工程学在机械电子领域中的具体运用。机电一体化系统正是这种应用的效果。

1.1.2 机电一体化系统的组成

机电一体化系统的主要组成要素有:

1. 机械本体是系统所有零部件的机械支承结构。
2. 动力单元是按照控制系统要求,为系统提供能量和动力使系统正常运行的动力装置。
3. 控制单元是将来自

各传感器的信息和外部输入命令进行处理,并根据处理结果,发出相应的控制指令,使整个系统有目的运行的控制装置。

4. 传感单元是对系统运行中所需的本身和外界环境的各种参数及状态进行检测,变成控制器可识别的信号

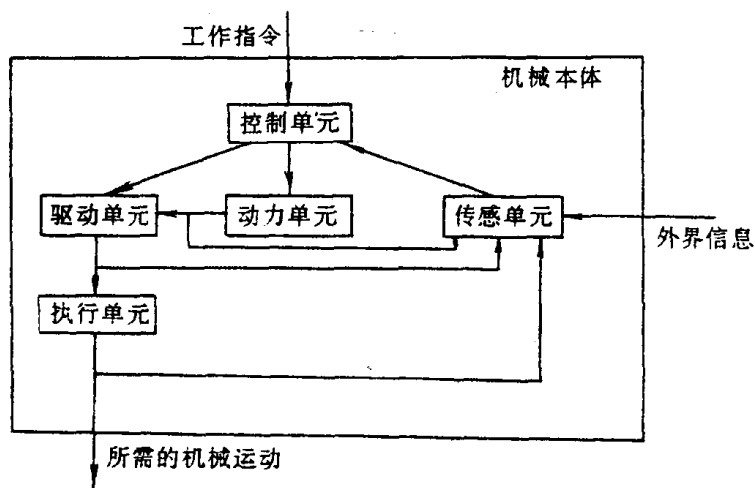
的装置。

5. 驱动单元是根据控制指令,将动力源提供的能量和动力转换成机械动力,驱动执行机构完成各种动作的装置。

6. 执行单元是根据控制指令,在驱动单元的驱动下,完成各种动作的装置。

7. 接口系统是各单元和环节之间进行物质、能量和信息交换的联接界面。

机电一体化系统的组成及工作原理如图 1-1 所示。控制单元根据外界指令和传感器来的信息进行加工处理,对动力单元和驱动单元发出指令;动力单元根据指令向驱动单元提供能量和动力;驱动单元根据指令,将动力单元提供的能量和动力转换成一定形式的机械动力进一步



驱动执行机构输出相应的机械运动;在整个运动过程中,传感单元将检测各单元的工作情况和外界环境信息,并将这些信息随时传递给控制单元。图中各单元之间的连线就是接口,它起着单元之间各类信息变换、缩放、传递的作用,箭头表示了信息的流向。

1.1.3 机电一体化系统各组成单元的基本功能

为了使机电一体化系统能根据实际要求提出的功能目标,合理选择和配置不同的机械本体、控制单元、驱动单元、动力单元、传感单元和执行单元及接口等组成单元,组成高功能、高质量、高可靠性、低消耗的最佳设备或产品,则需要对各组成单元提出基本功能要求。

一、机械本体

为了发挥机电一体化系统的特长,机械本体的设计必须改善性能,减轻质量和提高精度。

一般传统机械产品都是以钢铁为原材料制造的。为了减轻质量,除了进行结构改进外,主要应考虑采用非金属复合材料。只有减轻了机械主体的质量,才可能实现驱动系统小型化,改善系统的快速响应特性,降低消耗,提高效率。但在减轻质量的情况下,一定要注意不能降低系统的刚性,并应设法提高刚性。

从模块化单元结构设计入手,进行性能分析,力争实现较高水平的组件化、标准化和系列化。

二、传感单元

根据用途可以分为检测自身的内部信息传感器和检测工作对象的外部信息传感器。由检测、转换、指示、信息处理、记录等部分组成。传感信息方式有:光、电、流体、机械等,综合评价指标为:功能范围、灵敏度和精度等方面。更进一步的发展方向是实现功能元件化和智能化。

三、控制单元

控制单元一般包括计算机主体或可编程序控制器及与其配套的输入输出设备。存在着处理速度、可靠性、抗干扰以及标准化问题。要进一步提高机电一体化产品的质量,必须提高控制设备的可靠性。一方面要研制小型、大容量、高速处理的计算机,还需要开发高速、小功率的运算部件。

四、驱动单元

按不同的动力源,驱动单元一般可分为三类:液压、气动、电动。前两种驱动单元比较复杂。一般含有阀、缸体、管路等。存在着可靠性、标准化、减轻质量等问题。

电动机已被广泛采用,但在快速响应和效率等方面还存在问题。有待于研制控制专用组件—传感器—电动机三位一体的伺服驱动单元。

在超精密机电一体化系统中,还有待开发新型驱动单元。

五、动力单元

机电一体化系统常用的动力源有三类:电源、液压源、气压源。目前电源是动力源中应用最多的动力源,已有许多成功的专用电源,随着电力电子器件的迅速更新换代和抗干扰技术的成熟,电源将得到更广泛的应用。

液压源、气压源同液动、气动系统一样,存在着提高可靠性、标准化和减轻质量的问题。

六、执行单元

在机电一体化系统中机械部分得到了最大限度的简化,但是实现机械运动是机电一体化系统的根本目标。对执行单元的基本要求是根据驱动系统的匹配特性需求,在提高刚度、减轻

质量、实现组件化、标准化和系列化等方面开发各种新型执行单元。

七、接口

将机电一体化系统各组成部分联接起来的元件就是接口。接口应采用同一标准规格,这不仅给信息传送和维修带来方便,而且可以简化设计。采用标准接口可使成本降低。最基本的要求是输入、输出接口要标准,与计算机等控制设备联接的接口必须使所传送的数据格式标准化。

八、系统功能要求

机电一体化产品作为一个系统,存在着许多综合功能要求。例如,机械零部件与电子元器件相比,响应速度慢的问题;零件标准化、互换性、兼容性的问题等。因此,在系统功能要求上重点研究和提出各组成部分之间在功能上协调均衡的问题。

1.1.4 机电一体化系统设计的相关技术

由于机电一体化技术是多学科技术领域综合交叉,用以解决综合性工程问题的技术,则与机电一体化系统设计相关的技术也是多学科的。

一、系统工程及自动控制技术

机电一体化产品的性能和结构是否合理,要作为一个整体来分析和评价。系统的组成、优化、自动化、可靠性、可行性和经济性等的分析和决策,涉及系统工程的应用问题;而如何使这些决策付诸实施,使机器系统正常运行,又涉及自动控制技术的应用问题。因此,系统工程和自动控制技术应成为机电一体化系统设计理论的基础。

1. 由系统工程衍生的系统化设计技术

系统化设计技术就是根据设计对象的总体功能,组织应用各种相关技术,从系统总目标出发,将总功能分解成相互有机联系的若干功能单元,并以功能单元为子系统进行再次分解,生成更低一级的功能单元,经这样逐层分解,直至对应的各个最末端功能单元能够找到一个可以实现的技术方案。

2. 自动控制技术

自动控制技术是机电一体化系统设计中总体设计的主要技术,控制单元对各种信息的处理、加工、并根据加工结果发出控制指令等一系列重要的工作程序都是应用自动控制技术进行设计的结果。由于计算机的广泛应用,自动控制技术已经和计算机控制技术联系在一起,成为机电一体化系统设计的重要支撑技术之一。

二、机械技术

一般说来,机器与原动机中的机械结构总是较多的。即使在一些信息机中,往往也有较多的机械结构,例如长度量仪,仪器、仪表中的机械传动部分,以及电子计算机的外围设备(打印机、磁带机、磁盘驱动器等)。这些机械结构的设计和制造问题,都属于机械技术的范畴。这方面不但要充分利用传统的机械技术,而且要着重发展新的服务于机电一体化系统设计与制造的机械技术,要更多的利用新型材料、新的设计计算方法、设计制造出体积小、质量轻、精度高、速度快、使用维修方便、可靠性高、价格低廉的机械结构。

三、计算机技术及信息技术

机电一体化系统意味着其产品或设备进入自动化和智能化的高级阶段,能够更多地代替人的脑力劳动。因此,在机电一体化系统中相当于头脑和周围神经系统的计算机及其周围通讯

网络,组成了各类机器的控制系统,计算机硬件、软件技术和信息技术也就成为机电一体化系统设计的相关技术。

计算机本身是一种信息机,但也可以用来组成工作机和原动机的控制器。这种可用于机电一体化产品的计算机既可以选通用的,也可研制专用的。

四、传感与检测技术

传感器是将被测量转换成系统可识别的、与被测量有确定对应关系的电信号的一种装置,是系统的感受器官,是实现自动控制和自动调节的关键环节,是传感与检测技术的主要研究对象。

与计算机技术相比,传感器的发展显得缓慢,在某些场合已成为限制机电一体化系统设计实现的关键因素。因此必须花大气力应用传感和检测技术研制新型传感器。

五、伺服传动技术

伺服系统是实现电信号到机械动作的控制转换系统,它对机电一体化系统的动态性能,控制质量和功能具有决定性的影响。伺服传动装置是伺服系统的一部分,主要包括伺服驱动器和伺服机械传动装置两个方面的内容。常见的伺服驱动器有电液马达、脉冲油缸、步进电机、直流伺服电机、交流伺服电机等。近几年变频技术迅速进步,交流伺服传动技术取得突破性进展,成为机电一体化系统高质量的驱动单元。伺服机械传动装置落后于驱动器的发展,虽然已有一些较成功的技术和产品但仍满足不了机电一体化系统的需求,深入研究伺服机械传动技术,用伺服机械传动代替传统的机械传动是机电一体化技术对传统机械系统进行改造更新的必然结果。

总之,由于机电一体化技术是多学科的综合性的技术,机电一体化系统设计则是以机电一体化技术为基础,以最大限度地替代现有机械系统设计为目标,以系统工程的方法为指导,综合运用机、电、控等各学科的技术设计新型产品的综合性设计技术。

1.2 机电一体化系统设计工作的组织

1.2.1 机电一体化系统的设计程序

图 1-2 表示了机电一体化系统设计的流程,具体说明如下:

一、确定系统的功能指标

机电一体化系统的功能是用来改变物质、信号或能量的形式、状态、位置或特征,归根结底应实现一定的运动并提供必要的动力。所实现运动的自由度数、轨迹、行程、精度、速度、稳定性等性能指标,通常要根据工作对象的性质,特别是根据系统所能实现的功能指标来确定的。对用户提出的功能要求系统一定要满足,反过来对于产品的多余功能或过剩功能则应设法剔除。即首先进行功能分析,明确产品所应具有的工作能力,然后提出产品的功能指标。

二、总体设计

机电一体化系统总体设计的核心是构思整机原理方案,即从系统的观点出发把控制器、驱动器、传感器、执行器融合在一起通盘考虑,各器件都采用最能发挥其特长的物理效应实现,并通过信息处理技术把信号流、物质流、能量流与各器件有机地结合起来,实现硬件组合的最佳形式——最佳原理方案。

这一阶段还考虑组成系统各要素的基本结构形式及系统的总体布局。

三、总体方案的评价、决策

通过总体设计的方案构思与要素的结构设计,常可以得出不同的原理方案与结构方案,必须对这些方案进行整体评价,择优采用。

四、系统要素设计及选型

对于完成特定功能的系统,其机械主体、执行器等一般都要自行设计,而对驱动器、检测传感器、控制器等要素,既可选用通用设备,也可设计成专用器件。另一方面,接口设计问题也是机械技术和电子技术的具体应用问题。驱动器与执行器之间、传感器与执行器之间的传动接口一般都是机械传动机构,即机械接口;控制器与驱动器之间的驱动接口是电子传输和转换电路,即电子接口。

五、可靠性、安全性复查

机电一体化产品,既可能产生机械故障,又可能产生电子故障,而且容易受到电噪声的干扰,可靠性和安全性问题显得特别突出,也是用户最关心的问题之一。因此,不仅在产品设计的过程中要充分考虑必要的可靠性设计与措施,而在产品初步设计完成后,还应进行可靠性与安全性的检查和分析,对发现的问题采取及时的改进措施。

1.2.2 机电一体化系统设计的技术文件

在设计机电一体化系统时,应形成一整套技术文件,这些设计文件是设计工作中每一步工作的结果,同时还有该系统用于制造、验收、使用和维护的说明。

根据系统设计的各个阶段,设计技术文件可分为:技术任务书、总体设计说明书、总体方案评定书、系统要素设计及造型任务书、系统各要素设计说明书、系统可靠性、经济性、安全复查评定书、系统施工设计文件、系统使用说明书、系统维护说明书。

技术任务书的主要内容:

- (1) 产品的名称与代号以及使用方面的简明特性。
- (2) 设计产品依据的文件名称;批准文件的部门名称及批准日期;设计项目的名称与代

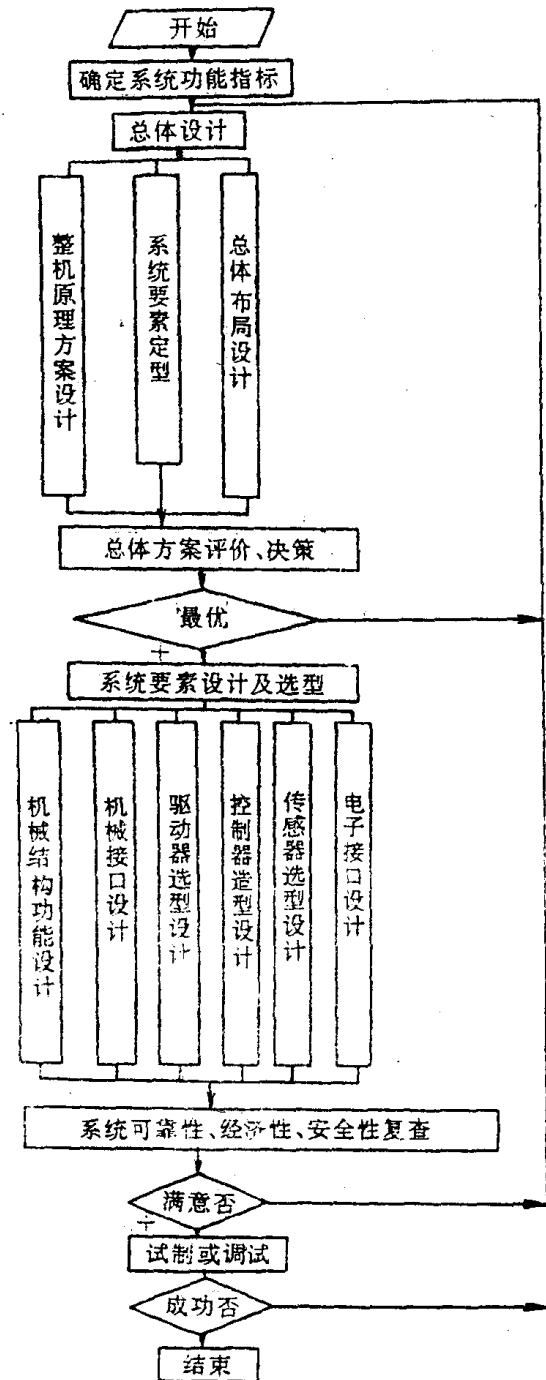


图 1-2 机电一体化产品设计流程图

号。

(3) 所设计产品的用途和功能及发展前景。

(4) 设计中所必须进行的科研和其它工作的论证要求。

(5) 产品的质量性能指标和使用性能要求,这主要有:

① 机电一体化产品各组成部分的名称、数量和功能;

② 产品主要技术参数及对相关设备的影响参数;

③ 对产品寿命、可靠性、精度保持性和修复方便性及稳定性方面的要求;

④ 对生产和使用的工艺性要求。根据这些工艺性要求,产品的制造、使用和维修有可能以短时间、低消耗、高效率来达到所要求的质量指标;

⑤ 对于采用标准、通用器件和设计标准化通用化水平的要求;

⑥ 对于安装、使用、维护和修理中保证安全的要求,卫生标准、振动和噪声的允许水平;

⑦ 产品艺术造型及人机工程方面的要求;

⑧ 对于所设计的产品使用材料、器件材料的要求;

⑨ 对于使用条件的要求,一方面是环境条件及温度、湿度、大气压力、日辐射、侵蚀介质、灰尘条件等;另一方面是机械部分工作时的许用载荷;

⑩ 运输条件及保存与包装的要求。

(6) 预期的经济效益及设计产品的预期水平。

(7) 设计工作完成期限。

(8) 设计文件目录,这些文件是在设计的各个阶段中得到的,并须经有关部门验收批准。

(9) 附录,设计中必须用到的其它参考资料目录,主要包括:图纸、示意图、论证书、设计手册与所设计产品有关的工艺装备目录等。

其他技术文件则以设计任务书和上一阶段设计工作的结果为依据,结合本阶段的具体设计工作给出本阶段的设计结果。由于机电一体化系统设计工作中的各阶段与不同的工程领域有关(主要是机械工程、软件工程、电子工程等),则应参照各工程领域中的标准进行设计并完成相应的设计文件。其基本程序是每一步设计工作都要有相应的设计文件产生,每一个阶段的设计工作都要由有关部门进行审核、评价、批准、方可进行下一步的设计工作。

1.2.3 加快机电一体化系统设计的途径

机电一体化系统设计部门全体设计人员的主要任务是设计在技术上、艺术上具有高技术经济指标与使用性能的新型机电一体化产品。设计质量和完成设计的时间在很大程度上取决于设计组织工作的合理完善,同时也取决于设计手段的合理化及自动化程度。加快机电一体化系统设计的途径主要就从这两个方面考虑。

一、针对具体的机电一体化产品设计任务,安排既有该产品专业知识又有机电一体化系统设计能力的设计人员担任设计总体负责。总体负责人应善于了解设计小组内每一位设计人员的才能,使任务的分配能最有效地发挥每一位设计人员的知识才能、独立工作能力和工作品质。这样不仅能高水平的完成设计任务,而且能缩短设计周期。

每个设计人员除了具备机电一体化系统设计的一般能力之外,应在一定的方向上提高、积累经验成为某个方面设计工作的专业化人员。这种专业化对于提高机电一体化产品的设计水平和加快设计速度都是十分有益的。

设计小组要有远景计划,每一名设计人员还要有月工作计划及整体计划。一个创造性的设计工作需要长期的时间准备,只有适时地、精心地为下一步设计做好准备,才能保证设计质量和设计期限。

建立科技情报检索机制。有组织的情报检索工作可以从根本上减轻设计人员的劳动,改善设计质量,并能显著地加快新产品的的设计周期。

熟练地采用各种标准化和规范化的组件、器件和零件对于提高设计质量和设计工作效率有很大的意义。机电一体化系统的产品虽然是各种高技术综合的结果,但无论是机械工程还是电子工程中都有很多标准化和规范化的组件、器件零件,能否合理地大量采用这些标准运用器件,是衡量一个机电一体化系统设计人员设计能力的一个重要标志,也是把设计人员从一些具体组件的设计方案、计算机及绘图中解放出来,减轻劳动强度,缩短设计周期的重要和不可忽略的途径。

设计人员和工艺人员在设计工作的各个阶段上应保持经常性的工作接触,对于缩短设计时间、提高设计质量都能起到很大的作用。例如:设计工作的各个阶段都要请工艺人员参加设计阶段性评审会。

二、选择哪一种手段实现设计的合理化,主要取决于主设计的规模和特点,同时也受设计部门本身的设计手段限制。

影响设计人员工作效率的,还有一些共性的因素:对个人专业的热爱程度;严明的工作纪律;设计人员的进修学习;工作中的奖励;最佳劳动定额;工作环境的美化程度;合理的休息;设计人员的健康等。

总之,保证设计质量、加快设计工作,不仅与设计工作本身有关还与组织、人员、设备、环境等各种因素有关。

1.3 机电一体化系统所代表产品的范围及分类

机电一体化产品所包括的范围极为宽泛,几乎渗透到我们日常生活与工作的每一个角落,主要有以下产品:

1. 大型成套设备

大型火力、水力发电设备;大型核电站;大型冶金轧钢设备;大型煤化、石化设备;制造大规模及超大规模集成电路设备等。

2. 数控机床

数控机床、柔性制造系统(FMS);柔性制造单元(FMC)。

3. 仪器仪表电子化

工艺过程自动检测与控制系统;大型精密科学仪器和试验设备;智能化仪器仪表等。

4. 自动化管理系统

5. 电子化量具量仪

6. 工业机器人、智能机器人

7. 电子化家用电器

8. 电子医疗器械

病人电子监护仪;生理记录仪;超声成像仪;康复体疗仪器;数字X线诊断仪;CT成像设