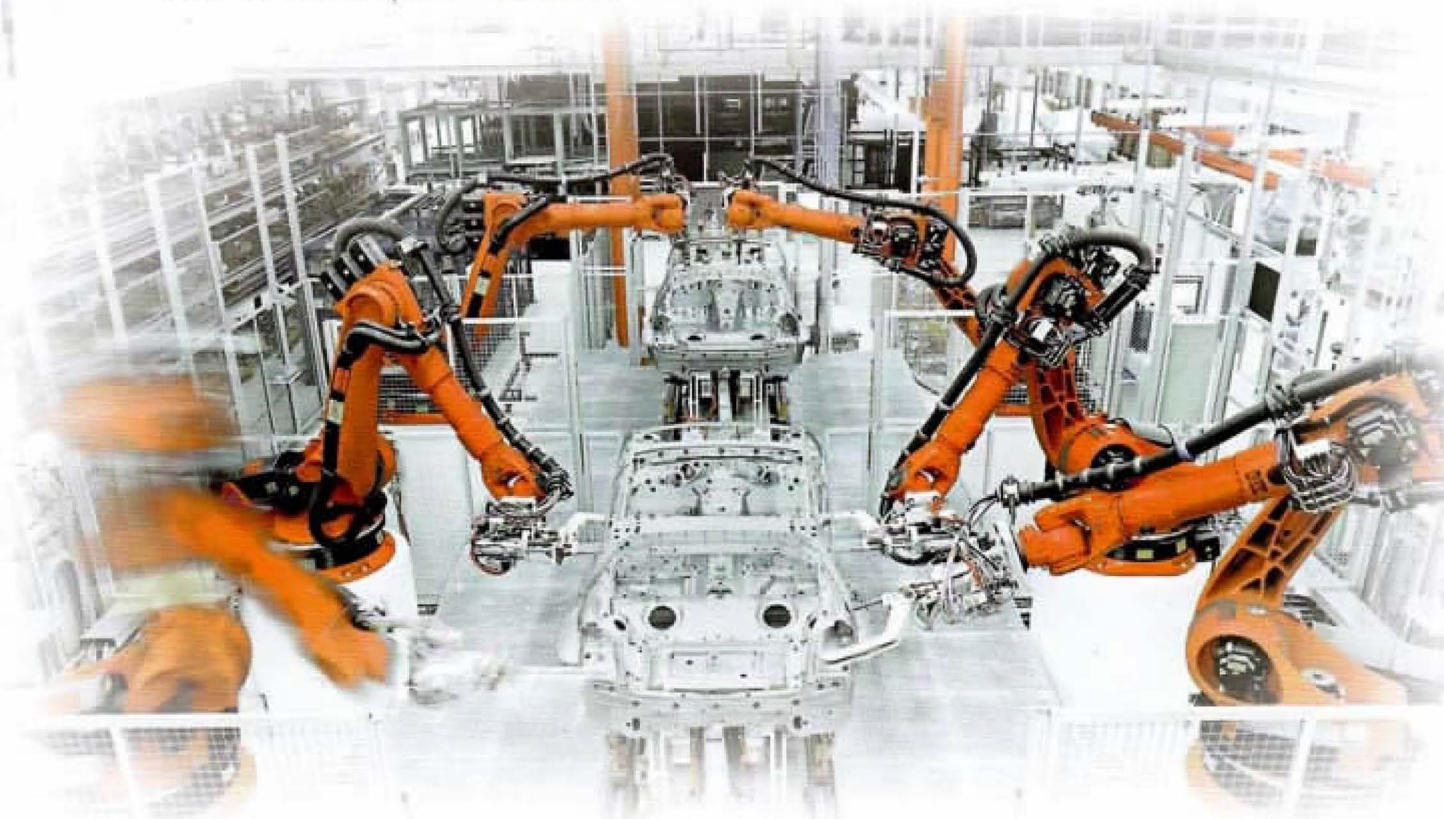


应用型本科规划教材 | 机器人技术及应用



机电一体化

系统设计

荆学东 编著



上海科学技术出版社

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

应用型本科规划教材 | 机器人技术及应用

机电一体化系统设计

荆学东 编著

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书结合应用型教材的编写要求和编写团队多年来从事电气控制技术的研发经验编写而成。全书围绕“机电一体化系统设计”这个核心,首先介绍机电一体化系统的概念、分类、组成、关键技术、主要应用领域等,然后介绍其结构类型、控制电机及常用执行器的选型和控制方法、常用参量的检测,最后基于前述各方面基础知识,给出小型、中型及大型机电一体化系统的设计方法,即本书第7章可视为第2~6章相关内容的具体应用。

本书可用作应用型本科院校机器人技术专业教材,也可供机电一体化系统从业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化系统设计 / 荆学东编著. — 上海 : 上海科学技术出版社, 2023. 1
应用型本科规划教材. 机器人技术及应用
ISBN 978-7-5478-5860-8

I. ①机… II. ①荆… III. ①机电一体化—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第166092号

机电一体化系统设计

荆学东 编著

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F)

邮政编码 201101 www.sstp.cn

印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18.75

字数: 470千字

2023年1月第1版 2023年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-5860-8/TH·97

定价: 75.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

丛书前言

当前,机器人技术、人工智能技术和先进制造系统相结合,促进了智能制造系统的产生和发展,并成为现代制造业发展的必然趋势。在汽车制造业、装备制造业、电子制造业等智能制造系统中,以工业机器人为中心的机器人工作站成为连接制造系统中各个制造单元的关键环节。机器人工作站的开发和使用需要高水平应用型人才,机器人工程专业正是为了满足此类人才培养需求而开设,它属于典型的新工科专业之一,是为了适应以新技术、新产业、新业态和新模式为特征的新型制造业的发展需求而设立的。本套丛书就是为培养高水平应用型人才而组织撰写。

工业机器人的应用,就是根据焊接、喷涂、装配、码垛等作业需求,通过选择作业机器人、配置机器人作业外围设备、开发机器人工作站控制系统,完成机器人工作站的开发。机器人工程专业毕竟是新兴专业,其专业内涵已经不是传统的机械工程专业或自动化专业所能够覆盖,也不是在这两个专业原有课程体系的基础上增加机器人技术课程就能够体现。应用型机器人工程专业的课程体系需要以开发机器人工作站为目标进行重新构建。在这个新的课程体系中,除了高等数学、线性代数、大学物理等学科基础课外,核心专业基础课和专业课程还包括:电气控制技术及 PLC 应用,机电一体化系统设计,机器人焊接、喷涂与激光加工工艺及设备,机器人末端执行器、作业工装及输送设备设计,工业机器人技术及应用。这 5 门课程的内容,体现了机械工程、控制科学与工程、信息技术的交叉融合。

开发机器人工作站需要把机器人与外围设备相集成,目前应用最多的技术是 PLC 技术,因此,开设“电气控制技术及 PLC 应用”课程成为必然。此外,工业机器人工作站是典型的机电一体化系统,它也包括电气控制系统、检测系统和机械系统,因此,开设“机电一体化系统设计”这门课,也是为开发机器人工作站提供基本的方法和技术手段。另外,要完成机器人工作站开发,设计人员需要掌握与机器人作业相关的工艺,典型的工艺包括焊接工艺、喷涂工艺、装配工艺等,设计人员也需要熟悉与这些作业有关的设备,因此,“机器人焊接、喷涂与激光加工工艺及设备”课程就是为这一目的而开设的。此外,工业机器人要完成焊接、装配、喷涂等作业,需要在机器人末端法兰安装手爪即末端执行器,还需要工件传输设备,开设“机器人末端执行器、作业工装及输送设备设计”课程正是为满足此要求而开设。要完成机器人工作站的开发,需要掌握工业机器人组成、轨迹规划、编程语言及控制策略,也包括机器人工作站的组成,“工业机器人技术及应用”课程的开设正可以实现该目的。

本丛书 5 分册教材,分别与上述 5 门课程对应撰写。其内容涵盖了机器人工作站开发所

涉及的作业工艺、工装夹具、末端执行器,也包括了机器人工作站开发所涉及的电气控制技术、检测技术和机械设计技术的应用方法,构成了机器人工程专业的核心教材体系;每分册教材都体现了应用型教材的特点,即以应用为导向,以典型实例引导读者理解和掌握机器人工作站的设计目标、设计方法和设计流程。丛书中每一分册教材涵盖的内容都较为全面,便于授课教师根据学时进行取舍,也便于读者自学。

本丛书针对机器人工程专业撰写,既考虑了以机械为主的机器人工程专业的需求,也考虑到以自动化为主的机器人工程专业的需求。同时,本套丛书也可供机械工程专业以及自动化专业人员系统学习机器人工作站开发技术学习、参考。

丛书编写组

前言

机电一体化技术是计算机技术、信息技术、传感器技术与机械技术相结合的产物,对于一个具体的机电一体化系统而言,这些技术已经融为一体。典型的机电一体化系统可以是单台设备,如一个工业机器人或一台数控机床;也可以是由几台甚至十几台设备组成的一个中型系统,如一个数控加工中心;甚至可以由成百上千乃至上万台设备组成的大系统,如一条自动化汽车生产线。针对这样的系统设计,本书作者基于从事 20 多年机电一体化技术研究的相关经验,给出一般性的方法。机电一体化系统由机械系统、电气控制系统和检测系统组成。设计机电一体化系统,涉及机械工程、控制科学与工程、计算机科学与工程、通信工程等学科的知识,因此,如何在有限的篇幅下面向不同学科背景的技术人员,提出机电一体化系统设计的一般方法,无疑是一个挑战。

应用机电一体化技术解决工程问题,需要学习机械系统设计、电气控制系统设计及检测系统设计的基本理论、方法和设计手段。但是,一个具体的机电一体化系统无论涉及的对象多少、多复杂,它都是以单机设备控制为基础的。因此,学习机电一体化技术的“脉络”,是以单台设备涉及的机电一体化系统相关机械设计技术、计算机控制技术和检测技术的学习为基础,逐步向多台设备“群控”的复杂机电一体化系统学习拓展,后者主要涉及现场总线技术和集散控制技术等。

任何一个机电一体化系统都是由基本的控制单元组成。在机电一体化系统中,电机和执行器是最基本的控制对象,掌握了它们的选择方法和控制方法,可以为设计复杂的机电一体化系统奠定基础。由电机、驱动器、控制器可以构成“最小的控制单元”;同样,由控制器与电动执行器、液动执行器和气动执行器也可组成“基本控制单元”。学习这些“基本控制单元”的系统组成和控制方法,可以为整个系统设计奠定基础。

在机电一体化系统中,机械系统是系统功能的物理载体。针对如何根据系统的功能和技术指标设计机械系统,包括确定原动机类型(电机、液压缸、气缸等)机械传动系统和执行机构,本书给出了完整的方法,内容包括机械传动方案设计、零部件结构设计、机器装配图设计,特别是应用了三维设计、有限元分析技术和虚拟样机技术等数字化设计手段。原动机是联系机械系统和控制系统的纽带,这是因为原动机向上延伸涉及电气控制系统和检测系统,向下延伸涉及机械系统。针对设计过程中如何实现这两个系统的衔接,本书也给出了一般性的方法。

在机电一体化系统中,电气控制系统设计往往基于原动机的控制要求。本书给出了如何依据这些要求设计电气控制系统的方法。机电一体化系统要成为闭环,需要监测系统的运行

状态,为此,需要对相关的参量进行检测,这些参量包括模拟量(如位移、速度、加速度和力等参数)、脉冲量和开关量。为实现该目标,本书给出了检测系统的设计方法。

机电一体化系统要按照既定的时序运转,“通信”或“互连”是机电一体化系统最关键的问题。其中,小型机电一体化系统需要解决一台设备内各子系统的“通信”或“互连”问题;中型机电一体化系统需要解决车间或生产单元内相关设备的互连问题;大型机电一体化系统不但要解决各车间内设备的互连问题,还要解决车间与车间之间的“通信”或“互连”问题。而计算机总线、现场总线、工业以太网总线等各种总线是解决“通信”或“互连”问题的手段。通信是通过“通信协议”完成的;目前有标准、成熟的总线通信硬件和软件产品,这些技术和产品为简化机电一体化系统设计提供了保障。

为了实现上述目标,本书内容安排如下:第1章给出了机电一体化系统的概念、组成、功能、分类、基本设计要求和基本设计工具等;第2章给出了机电一体化系统的基本结构类型;第3章给出了机械系统的组成、功能和设计方法;第4章给出了控制电机及常用执行器的选型和控制方法;第5章给出了电气控制系统的设计方法;第6章给出了检测系统的设计方法。以前6章的内容为基础,本书第7章给出了机电一体化系统完整的设计方法,内容涉及产品需求分析、功能分解、技术指标确定;以及如何基于这些内容,完成机械系统设计、电气控制系统设计和检测系统设计;另外,还包括整个系统如何调试,并重点介绍了小型机电一体化系统的设计方法,以此为基础,给出了中型和大型机电一体化系统的设计方法。

本书可供高等院校机械工程专业、机器人工程专业和自动化专业的本科生和研究生使用、参考。

编者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机电一体化系统概述	1
1.2 机电一体化系统设计的基本要求	5
1.3 机电一体化系统设计工具	5
1.4 机电一体化系统中操作系统的选择.....	12
1.5 机电一体化系统设计相关标准和规范.....	13
1.6 研究和设计机电一体化系统应具备的基础知识.....	13
参考文献	14
思考与练习	14
第 2 章 机电一体化系统的基本结构类型	15
2.1 基于 PC 机总线的机电一体化系统	15
2.2 基于专用控制总线的机电一体化系统.....	18
2.3 基于单片机的机电一体化系统.....	20
2.4 基于 PLC 的机电一体化系统	22
2.5 基于现场总线的机电一体化系统.....	25
2.6 基于混合结构的机电一体化系统.....	32
2.7 大型机电一体化系统.....	34
参考文献	36
思考与练习	36
第 3 章 机械系统设计方法	37
3.1 机械系统设计概述.....	37
3.2 机械系统设计流程.....	40

3.3	机械系统主要技术参数及设计指标的确定·····	41
3.4	机械系统传动方案设计·····	41
3.5	机械系统机构运动简图设计·····	48
3.6	原动件类型的选择及设计·····	50
3.7	机构运动学分析·····	52
3.8	机构静力学分析·····	55
3.9	机械零部件结构设计·····	59
3.10	机械系统装配图设计·····	90
3.11	机构动力学分析·····	93
3.12	基于3D实体模型的虚拟样机分析及改进·····	97
	参考文献·····	97
	思考与练习·····	98
第4章 控制电机、液压缸、气缸及常用执行器的选型及控制		100
4.1	步进电机的控制方式、选型及其控制系统设计·····	100
4.2	直流伺服电机的控制方式、选型及其控制系统设计·····	108
4.3	交流伺服电机的控制方式、选型及其控制系统设计·····	115
4.4	液压缸的控制方式、设计选型及其控制系统设计·····	118
4.5	气缸的控制方式、设计选型及其控制系统设计·····	146
4.6	常用执行器的选型及控制·····	159
	参考文献·····	160
	思考与练习·····	161
第5章 电气控制系统设计		163
5.1	电气控制系统设计概述·····	163
5.2	电气控制系统设计·····	167
	参考文献·····	185
	思考与练习·····	185
第6章 检测系统设计方法		186
6.1	检测系统设计概述·····	186
6.2	常用参量检测方法·····	187
6.3	检测系统设计·····	193
	参考文献·····	222
	思考与练习·····	222

第7章 机电一体化系统设计方法	223
7.1 机电一体化系统的产品需求分析	223
7.2 机电一体化系统的设计流程	224
7.3 产品功能定义、功能分解及求解	226
7.4 系统技术指标确定	229
7.5 小型机电一体化系统设计方法	229
7.6 中型机电一体化系统设计方法	255
7.7 大型机电一体化系统设计方法	279
参考文献	288
思考与练习	288

第 1 章

绪 论

◎ 学习成果达成要求

1. 了解机电一体化系统的概念。
2. 了解机电一体化系统的结构、分类及关键技术。
3. 熟悉机电一体化系统的关键技术指标。
4. 了解机电一体化系统编程语言的作用。
5. 了解机电一体化系统的主要应用领域。
6. 掌握应用机电一体化系统解决工程问题面临的基本任务。

《《《

本章介绍机电一体化系统的概念、组成及功能,机电一体化系统设计基本要求,研究和设计机电一体化系统应具备的基础知识,机电一体化系统设计工具,机电一体化系统中操作系统的选择,以及机电一体化系统设计相关标准和规范。这些内容是学习机电一体化技术的基础。

1.1 机电一体化系统概述

1.1.1 机电一体化系统的概念

由于电子技术,特别是计算机技术在机械中的应用越来越广泛,使得机械的控制模式越来越向“电子化”或“计算机化”发展,因而机械技术和电子技术日益紧密结合,促使“机电一体化”的诞生。机电一体化(mechatronics)也称机械电子学或机械电子工程,该术语由日本产业界在 1970 年的《机械设计》期刊中首先提出,其本意是“机械产品的电子化”。“机电一体化”是机械技术与微电子技术和信息技术的有机融合,它以计算机为核心控制机械机构,从而提升了机械产品的性能、品质、适应性和控制的便捷性。

1.1.2 机电一体化系统的分类及组成

按照系统规模,机电一体化系统可以分为小型系统、中型系统和大型系统三类,其中小型系统一般由单台设备构成,如工业机器人;中型系统一般有几十个控制对象,如数控加工中心或一个生产车间;而大型系统有成百乃至上千个控制对象,如一条生产线的群组设备构成。三种机电一体化系统的特点见表 1-1。

表 1-1 机电一体化系统分类

类型	控制对象数量	控制系统	实例
小型机电一体化系统	1~20	一般采用专用的控制系统,如数控机床和加工中心采用 G 代码的专用数控系统;工业机器人也采用专用的控制系统,一般采用单级计算机控制	工业机器人、几何量测量仪、数控机床
中型机电一体化系统	20~100	基于 PLC(可编程控制器)或现场总线的控制系统,一般采用两级计算机控制	数控加工中心、工业机器人工作站、零部件生产线、中型物流仓储系统
大型机电一体化系统	>100	DCS、SCADA 等,采用多级计算机控制	汽车生产线、大型物流仓储系统

1) 小型机电一体化系统

小型机电一体化系统一般指单台设备。对于单台设备而言,典型的机电一体化系统包括工业机器人和数控机床。完整的机电一体化系统一般包括机械系统、电气控制系统和检测系统,其中机械系统由机械本体、动力与驱动系统和执行机构三个子系统组成。机械系统中的三个子系统及电气控制系统和检测子系统,这五个子系统一般称为机电一体化系统构成的五大要素。机电一体化系统的功能见表 1-2。

表 1-2 机电一体化系统的结构组成及其功能

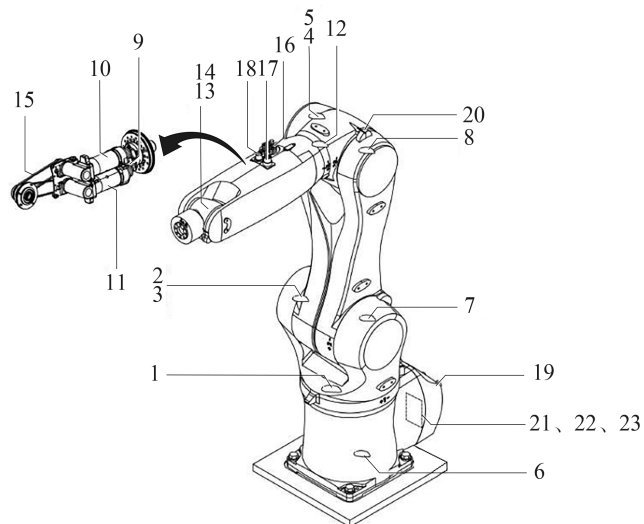
系统组成		子系统构成	子系统功能
机械系统	机械本体	机身、框架、连接件等	为系统所有功能要素提供机械支持结构
	动力与驱动系统	动力源、能量转换装置、机械运动传动链	为机电一体化系统提供能量,其动力源是机电一体化产品能量供应部分,作用是按照系统控制要求向机械系统提供能量和动力使系统正常运行。提供能量的方式包括电能、气能和液压能,以电能为主
	执行机构	原动件、机架和从动件。执行机构是运动部件,一般采用机械、电磁、电液等机构	位于机电一体化系统的末端,与作业对象直接接触,根据控制及信息处理部分发出的指令完成规定的动作和功能,改变作业对象的性质、状态、形状或位置,以及对作业对象进行检测、度量等,以进行生产或达到其他预定要求
电气控制系统		被控对象、传感器、控制器、执行器、控制策略	(1) 根据指令及传感器反馈信号,控制执行机构完成规定的运动和功能 (2) 与系统外部进行信息交换
检测系统		传感器、信号调理、模数转换器、计算机、检测算法	监测机电一体化系统运行状态和检测控制参数

小型机电一体化系统以工业机器人和数控机床最为典型。以工业机器人为例,其系统构成如图 1-1 所示,它由机器人本体、控制柜、示教器和编程器组成。机器人本体是机器人机械系统的总称,包括机体结构和机械传动系统,其中机械传动系统一般包括传动部件、机身及行走机构、臂部、腕部和手部五部分。工业机器人的控制系统是以计算机为核心的闭环控制系

统。典型的工业机器人本体的具体结构如图 1-2 所示。



图 1-1 工业机器人基本组成



1—腰部伺服电机(轴 1);2—肩部伺服电机(轴 2);3—支撑轴承;
4—肘部伺服电机(轴 3);5—支撑轴承(轴 3);6—腰部减速器(一般为 RV 减速器);7—肩部减速器(一般为 RV 减速器);8—肘部减速器(一般为 RV 减速器);9—手腕轴 4 伺服电机总成;10—手腕轴 5 伺服电机总成;11—手腕轴 6 伺服电机总成;12—手腕轴 4 减速器(一般为谐波减速器);13—手腕轴 5 旋转接头总成;14—手腕轴 6 旋转接头总成;15—手腕传动带组;16—阀组总成;17—手腕 I/O 接口;18—手腕总线接口;19—电缆组;20—仪表盒;21—RDC(旋转变压器数字转换器);22—I/O 模块;23—接线端子

图 1-2 工业机器人本体结构

2) 中型机电一体化系统

中型机电一体化系统具备制造和生产过程管理功能。数控加工中心是典型中型机电一体化系统之一,如图 1-3 所示。数控加工中心是由机械设备与数控系统组成的适用于加工复杂零件的高效率自动化机床,是世界上产量最高、应用最广泛的数控机床之一。它的综合加工能力较强,工件一次装夹后能完成较多的加工内容,加工精度较高,生产效率是普通设备的 5 倍以上,对形状较复杂、精度要求高的中小批量多品种生产更为适用。

工业机器人工作站也是典型的中型机电一体化系统之一。图 1-4 所示为机器人焊接工作站,它由工业机器人、焊接电源、送丝机构、保护气体输送装置、焊枪、工作台等部分组成。



图 1-3 数控加工中心



图 1-4 机器人焊接工作站

3) 大型机电一体化系统

大型机电一体化系统可能是一条生产线,如图 1-5 所示;也可能是一个车间,甚至一个工厂等。大型机电一体化系统是一个集生产、计划、管理为一体的系统,它可能包括成百上千乃至上万个控制对象,因为控制对象较多,可以把每一个控制对象作为一个节点,由这些节点组成一个网络。对于这样的系统设计,子系统之间的通信是关键问题。大型机电一体化系统组成一般采用集散控制(DCS)模式。



图 1-5 奇瑞汽车生产线

1.1.3 机电一体化系统的功能

机电一体化系统按照功能可以实现完整的物质流、能量流和信息流。

(1) 物质流。系统通过机构实现机械运动形式的改变(如机器人),可以把电机的旋转运动变换为末端执行器(手爪)的运动;或者实现材料形状的改变(如数控车床、数控铣床、加工中心等),进而实现零件形状的变化。

(2) 能量流。系统可以完成机械能与其他形式能量之间的转换,如工业机器人和电动汽

车都可以实现电能向机械能的转换。

(3) 信息流。为实现物质流和能量流,信息流需要完成相关信息的检测、处理和变换,如具有视觉和触觉的智能机器人可以感知外部环境信息,实现对机器人的自主移动和完成指定的运动。

1.2 机电一体化系统设计的基本要求

(1) 准确性。机电一体化系统从开始启动,经过过渡阶段后达到稳定运转状态,理论上要求系统的输出与设定值一致。但对于一个实际的机电一体化系统,由于系统结构、外作用形式及摩擦、间隙等非线性因素的影响,系统的实际稳定输出与设定值之间可能存在误差,称为稳态误差。稳态误差是衡量控制系统控制精度的重要指标,在机电一体化系统的设计中应给出指标值的具体要求。

(2) 可靠性。机电一体化系统的可靠性是系统在一定时间内、在一定条件下无故障地执行指定功能的能力或可能性,可通过可靠度、失效率、平均无故障间隔等来评价产品的可靠性。机电设备可靠性由机械系统可靠性、电气系统可靠性及检测系统可靠性决定。

(3) 稳定性。机电一体化系统稳定性是指系统受到干扰后,恢复到稳定状态的能力。机电一体化系统中的控制系统和供电系统可能受到内外的电、磁干扰,或者机电一体化系统的负载产生较大的变化,这些因素都可能破坏系统设定的稳定运行状态。控制系统要有相应的检测手段及时发现这些干扰,并采取相应的措施使机电一体化系统重新恢复稳定运行的状态。

(4) 快速性。为了完成设定目标,机电一体化系统除了稳定性外,还必须对系统初始状态到稳定状态之间的过渡过程提出具体要求,一般要求尽可能缩短过渡时间和超调量,也就是说,过渡时间要短,系统振荡要小。

(5) 安全性。机电一体化系统首先应该保证设备操作人员及设备周围人员的生命健康安全。机电设备的安全性保障需要应用主动和被动安全防范措施。主动措施包括设置隔离区,将设备与周围环境隔离,并给出安全提示和预警;在机电一体化系统的设计阶段,要充分考虑机械系统的安全防范措施和电气控制系统的安全防范措施,特别是对机电设备的操作人员的正常作业及设备检修时的安全防护。为此,可以采用机械式预防和电气式预防措施,防止机器人对人造成伤害;一旦系统检测到设备发生安全事故,应启用相应的措施使系统及时制动。

机电产品在安全方面有国际标准和国家标准。电气系统设计应符合《国家电气设备安全技术规范》(GB 19517—2009)的要求,机械系统设计应该满足《机械安全 机械安全标准的理解和应用指南》(GB/T 20850—2014)的要求。

1.3 机电一体化系统设计工具

一个机电一体化系统设计要完成机械系统设计和控制系统设计,其中首先要完成虚拟样机设计,因此除了需要掌握机械学科和控制工程学科的基础知识外,还需要掌握机械系统和控制系统的设计工具。

1.3.1 机械系统设计工具

计算机辅助设计(computer aided design, CAD)技术的出现引发了机械产品设计方法和手段的革命,使机械设计由二维向三维迈进,而且设计周期缩短,其设计流程如图 1-6 所示。机械产品设计中常用的三维设计软件有 CAXA、AutoCAD、Inventor、SolidWorks、Catia、

Pro/E、UG 等,利用这些软件,特别是软件自带的标准库,可以完成零件图设计和装配图设计,其中一部分软件可以完成机器中机构运动学和动力学仿真。

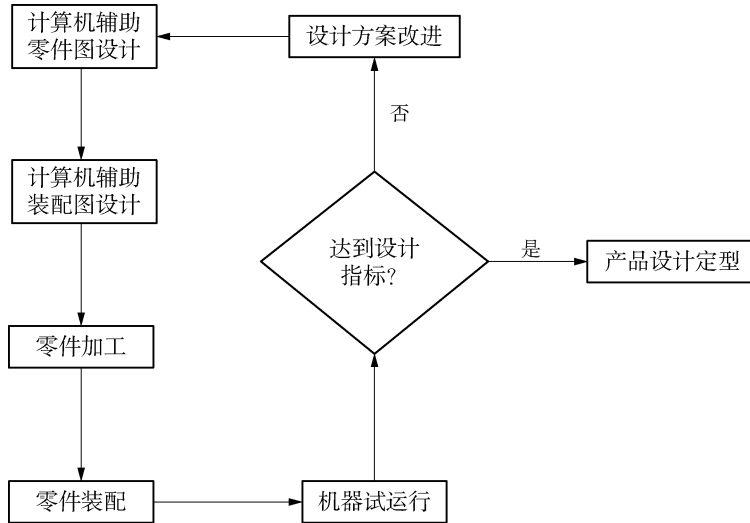


图 1-6 计算机辅助机械产品设计流程

1) 机械系统的三维设计

机械系统三维设计软件的功能和应用见表 1-3。

表 1-3 常用的机械系统开发软件

软件类型	主要功能	应用
CAXA	二维和三维图形绘制、编辑,高级曲线生产,尺寸关联,工程标注和捕捉,参数查询,并行交互技术,文字编辑,图形管理和输出,文件格式转换,工程计算等	机械产品设计、数控加工、工厂布局设计、电气系统设计等领域
AutoCAD	平面图形绘制、三维图形绘制、三维图形渲染、图形编辑、图形尺寸标注、图形输出与打印、二次开发等	机械制图、电气工程制图、印刷电路制图、建筑制图、水电工程制图等
Autodesk Inventor	设计流程管理、数字样机设计专用工具、运动仿真、管线设计、CAD 集成、零件设计、钣金设计、装配设计、焊接件设计、工程图、数据管理、设计流程自动化	机械设计领域
SolidWorks	三维实体建模、大型装配体设计、钣金设计、焊件设计、塑料与铸造零件设计、模具设计、CAD 导入导出、电气电缆束和导管设计、管道和管筒设计	航空航天、工业机械、汽车和运输、消费产品、设计与工程服务、电子、医疗、模具设计等
Catia	装配设计(ASS)、Drafting(DRA)、Catia 特征设计模块、钣金设计、高级曲面设计、白车身设计、Catia 与 ALIAS 互操作模块、逆向工程、自由外形设计、创成式外形建模(GSM)、整体外形修形(GSD)、曲面设计(SUD)、电气设备和支架造型(ELD)、电缆布线路径定义(SPD)、电线束安装(ELW)等	航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子/电器、消费品等行业,其集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域

(续表)

软件类型	主要功能	应用
Pro/E	(1) 提供参数化功能定义、实体零件及组装造型、三维上色实体或线框造型及完整工程图 (2) 提供用户自定义手段,以生成一组组装系列,可自动更换零件,具有在组合件内自动零件替换、排列组合、组装模式下的零件生成、组件特征提取等功能 (3) 提供三维电缆布线功能,可在设计和组装机电装置时同时进行,允许在机械与电缆空间进行优化设计 (4) 提供 Pro/E 与 Catia 的双向数据交换接口 (5) 为 CADAM 二维工程图提供 Professional CAD/CAM 与 Pro/E 双向数据交换直接接口 (6) 加速设计大型及复杂的顺序组件,这些工具可方便地生成装配图层次等级 (7) 具有较为完善的工程图生成的功能,包括自动尺寸标注、参数特征生成、全尺寸修饰、自动生成投影面、辅助面、截面和局部视图 (8) 为专将图表上的图块信息制成图表记录及装备说明图的工具	模具、钣金设计、机械设计等领域的仿真、有限元分析。应用范围遍及电子线体、导管、HVAC、流程图及作业流程管理等
UG	工业设计,产品设计,有限元分析,机构运动分析、动力学分析和仿真模拟,图形输出,CNC 加工,模具设计,二次开发提供	汽车、航空航天及相关模具设计、分析、制造

2) 机械系统虚拟样机设计技术

机械工程中虚拟样机技术也称为机械系统动态仿真技术,本质上是采用数字化技术建立机械系统样机模型,即在计算机里设计出机器样机,并利用虚拟现实技术模拟机器运行环境,动力学仿真技术模拟机器的真实运动,从而代替传统的物理样机实验。虚拟样机设计流程如图 1-7 所示。

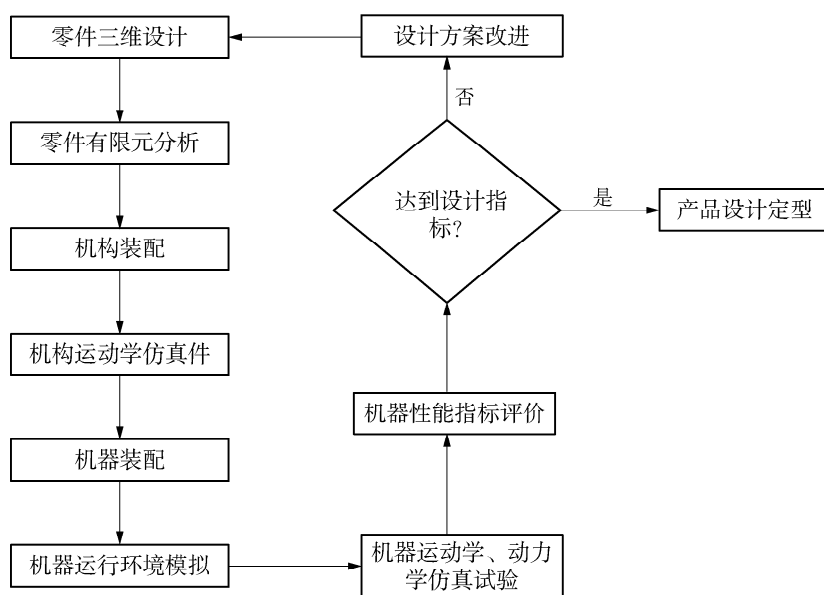


图 1-7 机械产品虚拟样机设计流程