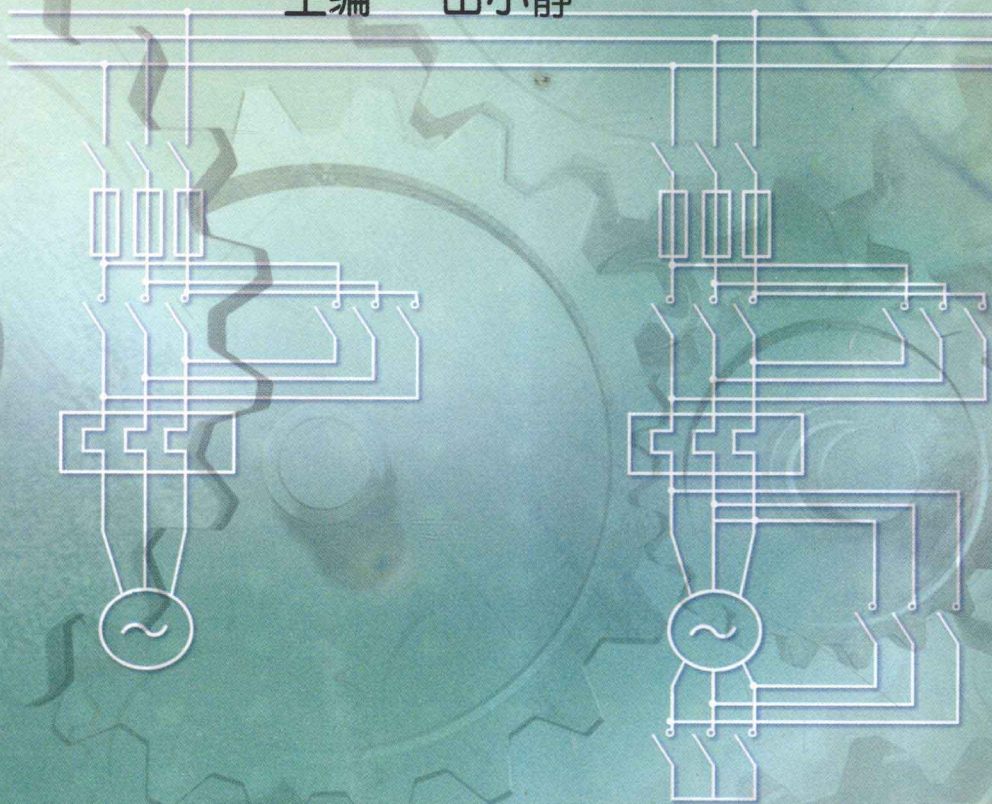




普通高等教育“十二五”规划教材

# 机电液综合课程设计指导

主编 田小静



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

# 机电液综合课程设计指导

主 编 田小静

参 编 王道顺 蒋丹红 贾 颖

王东屏 李勇进 任喜岩

张凤志

主 审 谭晓东

常州大学图书馆  
藏书章

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本指导书按机电液课程设计的总体思路和顺序编写,主要介绍了机电液课程设计的步骤、机械部件设计、液压系统设计、电气控制系统设计及综合设计实例等内容,实用性强,便于学生操作。各章节在讲述基本理论的基础上,配以相应的设计实例,方便学生运用相关知识进行学习。本书在第六章选取了多个机电液综合课程设计实例,方便学生综合应用机电液知识完成课程设计工作。

本书可供高等院校机械类、机电类专业学生机电液课程设计使用,也可供其他院校的有关专业及工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机电液综合课程设计指导 / 田小静主编. -- 北京 :  
北京航空航天大学出版社, 2012.5  
ISBN 978-7-5124-0771-8

I. ①机… II. ①田… III. ①机电一体化—液压控制—  
课程设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①  
TH-39②TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 058282 号

版权所有,侵权必究。

## 机电液综合课程设计指导

主 编 田小静

参 编 王道顺 蒋丹红 贾 颖 王东屏 李勇进 任喜岩 张凤志

主 审 谭晓东

责任编辑 谷晓倩

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京市彩虹印刷有限责任公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:294千字

2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷 印数:3000册

ISBN 978-7-5124-0771-8 定价:23.00元

---

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 机械设计制造及其自动化专业系列教材

## 编写委员会

---

### 总顾问

傅水根

### 顾问

袁军堂 李春峰

### 主任

童幸生

### 委员 (排名不分先后)

赵延永 王 华 孙德勤 李喜武 肖庆和 谭晓东 赵丽萍(女)  
桂兴春 袁祖强 黄晓鹏 董鹏敏 韩泽光 王景立 谢忠东(女)  
侯祖飞 张克义 符春生 京玉海 罗军明 易 军 付求涯  
吴 军 解念锁

## 本书编写人员

---

### 主编

田小静

### 参编

王道顺 蒋丹红 贾 颖 王东屏 李勇进 任喜岩 张凤志

### 主审

谭晓东

# 总 序

针对我国科学技术和国民经济发展的需要,以及我国高等理工院校人才培养中出现工程能力比较薄弱,学生毕业后难以很快适应企业和社会需求等问题,教育部提出了“卓越工程师培养计划”。该计划是在大学学习的整个过程中,逐步扭转过去那种偏重系统理论而轻视工程实践的倾向;要更多地增加工程实践的教学内容和时间,使学生在知识、素质和能力三个方面得到全面和综合发展,培养出学生的创新设计能力和创新实践能力,在为国家各部门提供所需要的各种重要装备的同时,尽快将我国由“制造大国”发展为“制造强国”。因此,尽管在大学的教学体系中,需要做好的工作涉及方方面面,但编写或选用一套优秀的系列教材是最基本的,也是非常重要的。

在我们为机械设计制造及自动化专业编写的系列教材中,为了实现教育部卓越工程师的培养计划,针对应用型人才培养,采取下列重要措施:

1. 在系列教材编写中,适当的理论知识仍然是不可缺少的,因为理论知识仍然是工程应用中的重要基础。但问题在于,必须把学习的理论知识更多地与工程实践、工程应用结合起来,使学生不仅能够掌握比较丰富的理论知识,而且由于有一系列为理论知识配套的教学实验、工程实践和工业实践,使学生有机会增强工程实践能力和提高工程素养,有利于将知识学好、学活和用好、用活。这样,就可能将学生的学习积极性最大限度地调动起来。

2. 编写一套优秀的教材,必须选好编写教材的作者。我们所选择的主编、参编和主审,除了具有高度的育人责任感、较高的学术造诣和丰富的教学经验外,还必须具有较强的解决工程实际问题的能力,有些作者本身就有发明创造。他们懂得培养一名优秀的工程师应该采用什么样的教材。这样编写的教材,会更好地贯彻终生学习理念,培养学生的自学能力,因此具有更好的实用价值。

3. 机械设计制造及自动化,是国家科技和国民经济发展的一个非常重要的专业领域,属于机电一体化的范畴。本专业培养出的人才,在我国有着极其广泛的应用领域。因此,我们编写的教材,在考虑适当的基础理论知识的同时,特别强调工程实现的方法论,要采用多样化的案例教学,使理论知识和工程实际应用

紧密结合；要提高教材的实用性、可读性和趣味性，并配以规范而丰富的插图。与此同时，充分运用好学校的校园网络，将教师授课的课件，以及其他课程资源充分利用起来。

无论对国家，还是个人，“卓越工程师”都是一个努力奋斗的目标。除了在大学阶段教师和学生的共同努力外，还需要学生毕业后经历若干年工程实际项目的历练和洗礼，不断积累工程经验、增长才干，甚至遭遇挫折，才能得以实现。我们希望，通过覆盖本专业课程中本系列教材的使用，将学生的学习潜力充分调动起来，使理论学习不只是与作业练习，而且与实验教学、工程实践、工业实践和创新实践紧密结合起来，在大学的工程教育与社会需求之间架起一座宽广的桥梁。由此培养出来的学生将能较快地适应企业和社会的需要，并在未来的发展中开创出更加辉煌的未来！

傅水根

2011年3月于北京



# 前 言

机电液控制课程设计是为了适应当前机械系统的发展方向,培养用人单位真正需要的机电液一体化人才而设立的。为使学生具有一本系统、实用的机电液课程设计指导书,在多年教学实践的基础上,我们编写了这本与实践紧密结合、便于学生学习掌握的指导书。

本书共分六章,按机电液课程设计的总体思路和顺序编写,主要介绍了机电液课程设计的设计步骤、机械部件设计、液压系统设计、电气控制系统设计及综合设计实例等内容,实用性强,便于学生操作。各章节在讲述基本理论的基础上,配以相应的设计实例,结合学生的认知能力和素质基础,从课程设计的实用角度出发,方便学生学习并运用相关知识完成课程设计。本书设计思路清晰,过程讲解具体实用,选用资料翔实简明,设计过程完整。

本书由大连交通大学机械工程学院田小静主编,大连交通大学机械工程学院谭晓东教授主审。大连交通大学机械工程学院王道顺、李勇进、蒋丹红、贾颖、任喜岩、王东屏参加了部分章节的编写。具体编写分工如下:第一章、第四章由田小静编写;第二章由王道顺、田小静编写;第三章由蒋丹红、贾颖编写;第五章由蒋丹红、王道顺编写;第六章由田小静、贾颖、李勇进、王东屏、任喜岩编写。另外,黑龙江交通职业技术学院的张凤志也为本书的编写提供了相应的素材,并参与了本书部分内容的审读工作;大连交通大学研究生李堂清、杨毓逸、吴晶晶也参与了资料搜集和整理工作。

本书可供高等院校机械类、机电类专业学生机电液课程设计使用,也可供其他院校的有关专业及工程技术人员参考。

本书在编写过程中参考和使用了部分图书的内容或插图,编者在此对参考图书的主编及出版社表示感谢。

由于编写水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

第 1 章 绪 论 .....	1
1.1 机电液综合课程设计的目的 .....	1
1.2 机电液概述 .....	2
1.3 机电液综合课程设计的教学 .....	6
第 2 章 机电液综合课程设计步骤 .....	8
2.1 机电液综合课程设计的准备工作及系统总体方案设计 .....	8
2.2 机械、液压及电气系统设计中的主要知识点 .....	9
第 3 章 机械部件设计 .....	11
3.1 机械系统数学模型的建立 .....	11
3.2 机械传动系统的特性 .....	16
3.3 齿轮传动副的选用 .....	17
3.4 同步齿形带传动副的选用 .....	20
3.5 滚珠丝杠螺母副机构 .....	21
3.6 机械手设计实例 .....	24
3.7 标准件、通用件的选用 .....	37
第 4 章 液压系统设计 .....	38
4.1 机械系统对液压系统的要求 .....	38
4.2 液压系统方案设计 .....	39
4.3 液压系统原理图设计 .....	40
4.4 液压元件的计算和选择 .....	43
4.5 液压站设计 .....	49
4.6 液压系统设计举例 .....	50
第 5 章 电气控制系统设计 .....	66
5.1 控制系统设计的一般步骤 .....	66
5.2 系统对控制系统的要求 .....	68
5.3 电气控制系统的构成及总体方案的确定 .....	69



5.4	继电器接触器控制系统的设计 .....	70
5.5	PLC 控制系统的设计 .....	83
5.6	PLC 控制系统典型实例 .....	88
第 6 章	综合设计实例 .....	115
6.1	定位机车液压及控制系统设计 .....	115
6.2	直角坐标气动机器人设计 .....	131
6.3	100 t 压力机设计 .....	156
6.4	可调速升降舞台的设计 .....	166
参考文献	.....	173

# 第1章 绪论

## 1.1 机电液综合课程设计的目的

无论是传统机械还是现代化机械,大多由机械系统、液压驱动系统和电气控制系统组成。随着计算机技术的发展,尽管电气控制系统在系统中所占的比重越来越大,但液气气压传动与控制部分仍然是不可或缺的,甚至在某些场合是占主导地位的。可以说,机电液系统是机械技术、流体驱动与控制技术、自动控制技术、微电子技术及信息技术相互交叉、融合(有机结合)的产物。

“机电液控制课程设计”正是为了适应当前机械系统的发展方向,培养用人单位真正需要的机电液一体化人才而设立的。机械工程及自动化等相关专业学生在修完专业基础课程后进行本实践环节,是巩固、加深学生所学专业基础课程的重要手段,是培养机械类学生综合运用所学知识、提高学生综合素质的重要途径。本课程是对学生进行分析与实用能力培养的课程。通过本实践环节将机械专业理论课程的相关内容有机结合起来,使学生受到完整的设计过程训练,对机械、液压和电气控制的设计过程有全面的了解,使学生掌握机电工程设计的基本方法,提高其分析问题和解决实际工程问题的能力,培养学生的工程观念,将整个课程内容有机而系统地结合起来。

传统的课程设计为课程性课程设计,在课程结束后进行,一般只隶属于该门课程。各门课程中安排的各种课程设计之间衔接性比较差,内部逻辑关系不够紧密,学生难以做到融会贯通,难以从中学到完整的知识。学时的利用率也受到一定的影响,而且普遍采用“参照指导书,查阅手册,进行模仿设计”的模式,不利于激发学生的积极性、主动性和创造性。为克服传统课程设计的不足,机电液综合课程设计可安排在大学学习的第七、八学期,即在机械专业基础理论课程学习之后、毕业设计开始之前,利用两三周的时间集中进行综合的机电液系统设计。

“机电液综合课程设计”不隶属单门课程,采用了各种“以系统化专业知识为主线,以开放的教学实验室为基地,以开放式管理为前提,以实际动手为基础,以激发学生兴趣、主动求知为动力,以培养创新能力为目标”的全新型综合性、开放式课程设计模式。

“机电液综合课程设计”的主要教学目的是:

- (1) 培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力;
- (2) 培养学生运用基础知识、专业知识的基本能力;综合运用所学课程知识,融会贯通并扩展有关机电液控制设计方面的知识和能力;
- (3) 培养学生的创新意识和创新目标;
- (4) 培养学生严谨的科学态度和工程意识;

- (5) 培养学生解决工程实际问题的能力,掌握机电系统的一般设计方法和步骤;
- (6) 学会应用标准手册、查阅有关文献资料及科技论文的撰写能力;
- (7) 培养学生的团队合作精神和排除困难的信心与毅力。

各种生产实践中的机电系统在设计过程中采用的原理、方法和设计步骤都是相似的,因而课程设计中的方式和方法具有普遍应用价值。实际上任何机电系统都是在最大限度地满足工程实际要求的基础上,力求系统结构简单、经济、可靠性高、操作安全,以此为前提进行系统设计才能真正获得好的设计结果。

通过本课程的学习,要求学生达到以下水平:

- (1) 掌握应用液压与气压传动的基本知识进行液压系统设计的能力,包括液压系统总体方案的确定、工作原理图的拟定,液压元件的选择及参数的计算等;
- (2) 掌握可编程控制器的基本理论、基本知识和基本技能;
- (3) 初步具备应用可编程控制器技术进行控制系统设计的能力,能应用 PLC 进行液压控制系统的设计及仿真。

## 1.2 机电液概述

### 1.2.1 机电液系统概述

#### 1. 机电液系统的内涵

机电一体化是机电液综合系统的核心,打破了传统的机械工程、电子工程、信息工程、控制工程等旧学科的分类,形成了融机械技术、自动控制理论、微电子技术、信息技术等多种技术为一体,从系统的角度分析与解决问题的一门新兴的交叉学科。同时机电一体化也是一个广义的概念,它不只限于机械部分和电器控制部分的有机结合,比如光机电、机电液、磁机电等,也代表着多学科融合的概念。在机械制造、工程机械、冶金机械等领域,液压气压传动与控制的应用也非常广泛,因此在进行一个系统的设计时,也要充分结合其他部分进行系统设计。

要设计、制造一个或一套机电液系统或产品,必须充分掌握一些基础性的共性关键技术,包括系统总体技术、机械制造与工艺技术、液压与气压传动技术、电气控制技术等,并在此基础上充分了解检测传感技术、信息处理技术、自动控制技术、伺服驱动技术、精密机械技术等。

#### (1) 系统总体技术

系统总体技术是一种从整体目标和用户需求的角度出发,用系统的观点和方法,将系统总体分解成若干功能单元,找出能完成各个功能的技术方案,再把功能与技术方案组合成方案组进行分析、评价和优选的综合应用技术。系统总体技术包括的内容很多,如接插件、转换接口、软件开发、微机应用技术、控制系统的成套性和成套设备自动化技术等。即使各个部分的性能、可靠性都很好,如果整个系统不能很好地协调,系统与产品也很难保证正常运

行。系统总体技术需要研究的问题有：①软件开发与应用技术，包括过程参数应用软件、实时精度补偿软件、CAD/CAM及FMS软件、各种专用语言（如机器人语言）、实时控制语言、人机对话编程技术、专用数据库的建立等；②研究接插件技术，提高可靠性；③通用接口和数据总线标准化；④控制系统成套性和成套设备自动化；⑤软件的标准化。

### （2）液压与气压传动与控制

液压传动是以受压液体为工作介质进行动力（或能量）的转换、传递、控制与分配的液体传动。在机械设备或装置中，液压传动系统大多为不带反馈的开环系统，以传递动力为主，以信息传递为次，追求传动特性的完善。系统的工作特性由组成液压元件的特性和它们的相互作用来确定，其工作质量受工作条件变化的影响比较大。液压传动系统需要研究的问题主要有：①增加产品的种类，提高产品质量及可靠性，拓宽液压传动系统的应用领域；②提高液压传动系统控制的自动化程度；③提高液压元件的精度，使之与高精度的传动、控制要求相匹配；④推进液压传动系统设计向集成化、小型化方向发展；⑤推进液压系统设计向节能化发展。

气压传动是以压缩空气为动力源来驱动和控制各种机械化和自动化的一种技术。气压传动的特点是：工作压力低，一般为0.3~0.8 MPa；气体粘度小，管道阻力损失小；便于集中供气和中距离输送；使用安全，无爆炸和电击危险；速度稳定性差；噪声大等。

### （3）电气控制技术

电气控制技术主要有继电器接触器控制、PLC控制、计算机控制等。机电系统设计中选择控制方式要客观实际，具体需要考虑以下几点：①控制方式与拖动需要相适应；②控制方式与通用化程度相适应；③控制方式应最大限度满足工艺要求；④控制电路的电源应当可靠。

### （4）检测传感技术

检测传感器属于机电一体化系统（或产品）的检测传感元件。检测传感器的检测对象有温度、流量、压力、位移、速度、加速度、力和力矩等物理量以及物品的几何参数等，其检测精度的高低直接影响机电一体化产品的性能好坏。因此，要求检测传感器具有高精度、高灵敏度和高可靠性。检测传感器集机、光、电、声、信息等各种技术之大成，从其传感机理、元器件结构设计到制造工艺等都有需要研究和解决的问题。没有精度、质量、品种和数量能满足要求且廉价的检测传感元器件，就不能推动机电一体化技术革命前进。检测传感技术的主要难点是提高可靠性、精度和灵敏度，需研究的问题有：①提高各种敏感材料和元件的灵敏度及可靠性；②改进传感器结构，开发温度与湿度、视觉与触觉同时存在的复合传感器等；③研究在线检测技术，提高抗干扰能力；④研究具有自动诊断与自动补偿功能的传感器（智能化传感器）等。

### （5）信息处理技术

信息处理技术包括信息的输入、变换、运算、存储和输出技术。信息处理的硬件包括输入/输出设备、显示器、磁盘、计算机、可编程序控制器和数控装置等。

### （6）自动控制技术

自动控制技术包括高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断控制、校正、补偿、再现、检索等技术。这些都是机电一体化技术中十分重要的关键技术。其技术难点是现代控

制理论的工程化与实用化,以及优化控制模型的建立等。需研究的问题有:①多功能、全功能数控技术与装置,包括多轴联动 CNC 等;②分级控制系统;③复杂控制系统的模拟仿真;④智能控制技术;⑤自诊断监控技术及容错技术等。

### (7) 伺服驱动技术

伺服驱动技术主要是指执行元件中的一些技术问题。伺服驱动包括电动、气动、液动等类型。伺服驱动技术对产品质量产生直接影响。在机电一体化产品(系统)中,对机电转换部件,如电磁螺线管、电动机、液压马达等执行元件的精度要求更高、可靠性更好、响应速度更快;对直流伺服电动机,要求控制性能更好(高分辨率和高灵敏度)、速度和转矩特性更稳定。气动和液压系统中,各种元件都存在提高性能、可靠性、标准化以及减轻重量、小型化等方面的问题。此外,希望执行元件满足小型、重量轻和输出功率大等方面的要求,并提高其对环境的适应性和可靠性。

### (8) 精密机械技术

机电一体化产品对精密机械提出的新要求有:减轻重量、缩小体积、提高精度、提高强度和刚度、改善动态性能等。减轻重量、缩小体积不能降低机械的刚度,除考虑静态、动态的刚度及热变形的问题外,还要提高导轨面的刚度。因此,在设计时,要考虑采用新型复合材料和新型结构。为便于维修,要使零件模块化、标准化、规格化。精密机械技术需研究的问题有:①研究机械零部件的静态、动态刚性和热变形问题,既要求重量轻、体积小,又要求刚性好,如对结构进行优化设计、采用新型复合材料等;②提高关键零部件的精度,包括高精度导轨、精密滚珠丝杆、高精度主轴轴承和高精度齿轮等,并使之能批量生产,提高可靠性、降低成本;③超精加工与精密测量技术;④提高刀具、磨具质量,改进材质,适应高性能、超硬、复合刀具材料的开发和生产等;⑤摩擦、磨损与润滑问题;⑥零部件的模块化、标准化和规格化,以提高互换性,保证维修方便。

## 2. 机电液系统的构成

一般来说,一个机械加工或机电设备往往由机械系统(机构)、控制系统(计算机)、动力系统(电源、液压、气源)、执行元件系统(电动机、油缸、气缸等)及传感检测系统(传感器、行程开关、压力继电器等)五个子系统组成,从专业技术角度可以分为机械系统、电气系统和液压系统三部分。图 1-1 所示为一般数控机床的组成,其进给系统、减速传动系统等为机械系统的主要组成部分;数控系统、伺服系统、PLC 和检测元件等为电器控制系统的主要组成部分;而刀架驱动、尾架驱动、夹具驱动以及润滑等为液压系统的主要任务。一般来说具有伺服控制功能的部分由电气控制系统完成,而二位控制部分由液压系统完成,比如数控机床的进给驱动与控制就是由伺服电机及其伺服驱动系统完成的。进给部分又可以分为全闭环控制和半闭环控制,通过传感器直接检测目标运动并进行反馈控制的系统为全闭环系统,而通过传感器检测某一部位(如伺服电动机等)运动并进行反馈、间接控制目标运动的系统为半闭环系统。刀架、尾架、夹具等通过液压油缸完成二位控制。现代的机电液系统的基本特征是给系统机械增添了计算机信息处理与控制功能,因此要求其具有传感器接口、控制驱动用接口。

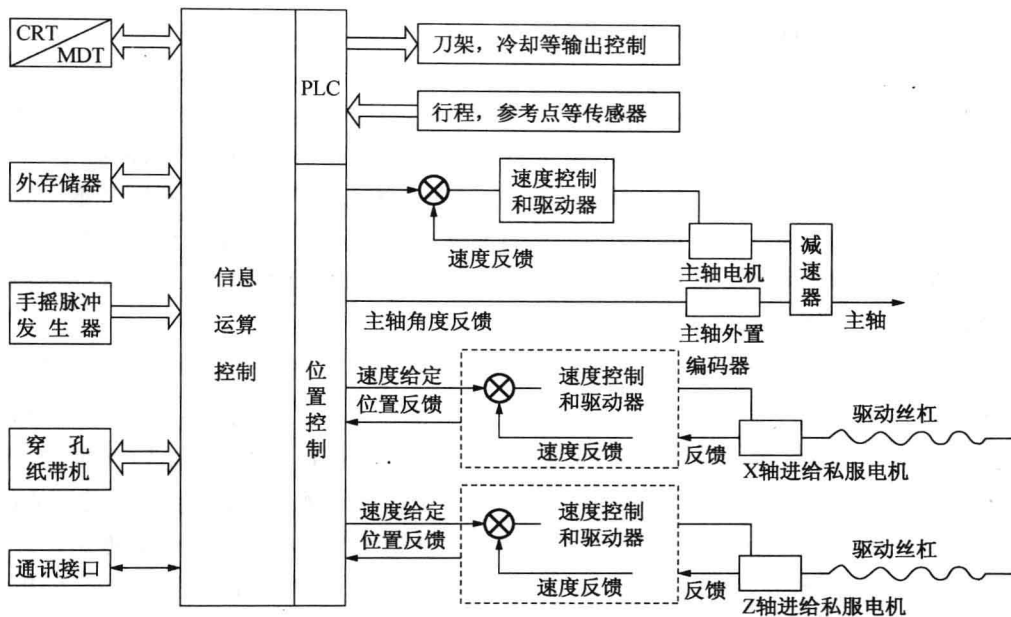


图 1-1 CNC 机床的内部功能构成

### 1.2.2 机电液系统设计步骤与设计方法

“机电液综合课程设计”主要目的是培养学生对一台包含机械、液压和电气控制的系统的设计有初步的了解,并能进行一些典型的、简单的系统设计。机电液系统设计大致分为机械系统设计、液压系统设计和电气系统设计 3 大部分,设计顺序为机械设计、液压系统设计和电气系统设计。

#### 1. 设计步骤

一个系统的设计都是从机械系统设计开始的。设计中一般采用 3 阶段法,即总体方案设计、技术设计与工艺设计、部件设计和零件设计。

##### (1) 总体设计阶段

总体设计阶段主要包括:需求调研,分析综合要求,明确设计思想;调研类似产品,确定性能参数,划分功能模块,设计总体方案;编写总体设计方案论证书。

总体设计中应注意的问题有:

①以机电液互补原则进行功能划分,明确哪些功能由机械技术实现,哪些功能由液压技术实现,哪些部分由电气控制电子技术的硬件和软件实现,以利于简化机械结构,发挥机电液系统的性能/降低设备制造成本;

②用图表说明功能要求与动作顺序要求;

③分析产品专用性与批量性;

④重点明确产品的简要特性;

⑤分析产品的自动化程度及其适用性;

⑥机、电、液(气)传动决定性能参数的最佳匹配;



⑦提出液压系统设计和电气控制系统设计要求。

## (2) 技术设计阶段

技术设计阶段主要包括机械系统设计、液压系统设计及 PLC 控制系统设计。机械系统设计包括总体方案的确定、基本参数的确定、主传动系统、进给传动系统、减速器等的设计、计算与校核。液压系统设计主要包括工况分析、液压系统总体方案设计、液压基本回路的选择、拟订液压系统工作原理图、系统中参数的计算及元件的选择等工作。PLC 控制系统设计则包括对液压系统动作过程的分析、确定输入、输出点的个数及类型、选择 PLC 的型号、端子接线图的设计及 PLC 梯形图的设计及绘制工作。

## 2. 设计方法

机电液系统(产品)的种类不同,其设计方法也不同。传统设计方法主要以经验公式、图表和设计手册为设计依据;现代设计方法是以计算机为辅助手段进行机电液系统(产品)设计。无论传统设计方法还是现代设计方法都遵循一定的设计顺序,其设计步骤通常是:技术预测→市场需求→信息分析→科学类比→系统设计→创新性设计→因时制宜地选择各种具体的现代设计方法(相似设计法、模拟设计法、有限元设计法、可靠性设计法、动态分析设计法、优化设计法等)→机电液系统设计质量的综合评价等。

尽管越来越多地采用现代设计方法,但在各个设计步骤中,应考虑传统设计的一般原则,如技术经济分析及价值分析、造型设计、市场需求、类比原则、冗余原则、自动原则(能自动完成目的功能并具有自诊断、自动补偿、自动保护功能等)、经验原则(考虑以往经验),以及模块原则(积木式、标准化设计)等。

# 1.3 机电液综合课程设计的教学

## 1. 课程的性质和教学目的

### (1) 课程性质

机电液控制课程是机械工程及自动化专业学生专业基础课程修完后的重要实践环节,是巩固、加深所学专业基础课程的重要手段,是培养机械类学生综合运用所学知识、提高学生综合素质的重要途径,是对学生进行分析与实用能力培养的课程。

### (2) 教学目的

通过本课程的学习,要求学生了解机电液系统的基本知识,初步学会一个机电液综合系统的设计方法,达到以下要求:

- ①基本掌握机械系统设计的一般思路、设计步骤、设计中计算校核、设计中的标注等;
- ②掌握应用液压与气压传动的基本知识及进行液压系统设计的能力;
- ③基本掌握可编程控制器的基本理论、基本知识和基本技能,初步具备应用可编程控制器技术进行控制系统设计的能力;
- ④了解变频器、伺服系统、检测元件的原理,初步具备机电液传动系统的设计与计算能力。

## 2. 课程设计内容

### (1) 机械方面

根据设计参数,计算机械传动系统、驱动油缸的压强、油缸的直径等参数。

### (2) 液压方面

根据机械设计提出的要求及参数设计液压系统原理图、编制电机电磁铁动作表;选择液压元件,液压泵、电机、液压阀等。

### (3) 电气方面

根据机械系统和液压系统提出的要求进行基于 PLC 的电气控制系统的设计,包括 PLC 选型、低压电气元件选型等,控制系统主回路设计,PLC 输入/输出等控制回路的设计;编制 PLC 程序,包括手动、自动循环。

## 3. 课程设计的主要任务

- (1) 设计并绘制机械系统总图或传动系统图 1 张;
- (2) 设计并绘制液压系统原理图 1 张;
- (3) 设计并绘制 PLC 端子接线图 1 张;
- (4) 设计并绘制 PLC 梯形图 1 张;
- (5) 设计并绘制硬件电路图 1 张;
- (6) 编写 5000 字课程设计说明书 1 份。

## 4. 课程教学环节与成绩评定

教学环节包括教师指导、自学、查阅资料、设计与计算、答辩等。

课程设计是在指导教师指导下由学生独立完成的。学生应明确设计任务和要求,根据学时要求按时完成任务,在教师的指导下,学会查阅有关资料,编写设计说明书。

成绩评定由指导教师根据学生出勤情况、工作态度、平时完成任务情况、工作能力及图纸规范程度、说明书质量及答辩成绩综合评定,教师评定和答辩成绩各占 50%,按优、良、中、及格和不及格五级评定。

## 5. 时间计划

机电液综合课程设计是一门重要的实践环节课程,时间一般安排 2~3 周时间,具体时间分配如下:

- (1) 机械方面 3 天;
- (2) 绘制液压原理图、电机电磁铁动作表 4 天;
- (3) 选择液压泵、液压阀、电机 3 天;
- (4) 选择 PLC,绘制端子图 2 天;
- (5) 编制 PLC 梯形图 3 天;
- (6) 绘制硬件电路图 2 天;
- (7) 设计并编写说明书 3 天;
- (8) 答辩 1 天。

合计:3 周(如果为 2 周时间的话,工作量酌减,时间相应缩短)

## 6. 本课程与其他课程的联系

机电液控制课程设计应在现代工程图学、机械设计、机械制造技术基础、液压与气压传动、机电传动控制等课程学习完后进行。参考书目见文后参考文献。

## 第2章 机电液综合课程设计步骤

### 2.1 机电液综合课程设计的准备工作及系统总体方案设计

#### 1. 准备工作

##### (1) 选题

选择难度适中的课程设计任务是保证课程设计工作顺利、按时完成的前提。因此,在机电液课程设计之前,要编写设计任务书。

##### (2) 机电液综合课程设计指导书

完整、详尽、条理清晰、通俗易懂的机电液课程设计指导书是指导学生优质完成设计工作的保证。

#### 2. 机电液系统总体方案设计

在进行机电液系统总体方案设计时,首先对机电液系统进行功能分解,应综合运用机械技术、电子技术和液压与气压传动技术各自的优势,力求系统构成简单化、模块化。常用的设计策略如下:

(1) 减少机械传动部件,使机械结构简化,体积减小,提高系统动态响应性能和运动精度;

(2) 注意选用标准、通用的功能模块,避免功能模块在低水平上的重复设计,提高系统在模块级上的可靠性,加快设计开发的速度;

(3) 充分运用硬件功能软件化原则,使硬件的组成最简单,使系统智能化;

(4) 以液压系统及 PLC 控制系统为核心的设计策略。

一项设计通常有几种不同的设计方案,每一种方案都有其优点和缺点,因此,在设计阶段应对不同的方案进行整体评价,选择综合指标最优的设计方案。

就机械、液压、气动、电气等众多控制技术而言,在选择技术驱动控制时,首先应考虑从信号输入到最后动力输出的整个系统,尽管在考虑某个环节时往往会觉得采用某一门技术较合适,但最终决定选用哪一个控制技术还需要基于诸多因素的总体考虑,如:成本、系统的建立和掌握程度的难易,结构简单,尤其是对力和速度的无级调节控制等因素考虑。除此之外,系统的维护保养也是不可忽略的因素之一。目前很多制造厂商要求自己的生产流水线对市场变化响应时间要快,即要允许在自己的生产流水线上方便改动某些部件或在短时间内重新设置其少量部件后便能很快的投入生产,使产品生产商在短时间或在该商品的市场数量要求不是很大的情况下,也能保证市场需求和新增产品的供应。