

第 1 章 绪 论



1.1 为什么要自动化制造?

1. 制造自动化的内容

制造自动化指在产品的制造过程中,从原材料、零件、部件、整机,尽可能用机器自动化生产代替原始的人工生产。

因为制造的范围非常广,各种产品的制造过程按工艺性质的区别又可以分为机械加工、装配、检测、包装等各种工序,因此制造自动化又包括机械加工自动化、装配自动化、包装自动化等各种门类。

根据制造行业工艺性质的区别,不同的产品制造行业其制造自动化有各自的特点,例如:机械加工、机床、汽车、五金等行业主要为机械加工自动化;电子制造、仪表、电器等行业主要为装配自动化;医药、食品、轻工等行业主要为包装自动化;等等。

实际上许多产品的制造过程同时包括了加工、装配、检测、包装等各种工序,只是在不同的行业中上述工序各有侧重而已,而且实际上上述各种工序是互相联系的。其中装配自动化是整个制造自动化的核心内容,它是其他自动化制造过程的重要基础,具有制造自动化共性的规律,只要了解了装配自动化,再了解其他的自动化制造过程也就比较容易,因此,本教材在内容上主要以装配自动化为基础进行介绍。

2. 制造自动化的优点

下面以一个典型的工程实例对比来阐述制造自动化替代人工生产的意义。

在工程上很多产品大量采用了各种热塑性塑料制品,热塑性塑料制品的加工方法为注塑成型,通过注塑机及塑料模具将塑料颗粒原料注塑成所需要的工件。早期的注塑方法是注塑完成、模具分型后,由人工打开注塑机安全门,将成型后的塑料工件从模具中间取出,然后再人工关上机器安全门,机器开始第二次注塑循环,如图 1-1 所示。目前国内大部分企业还在采用这种简单的人工操作生产方式。



图 1-1 塑料注塑机人工取料

另一种更先进的自动化生产方式为：在注塑机上方配套安装专门的自动取料机械手，注塑完成、模具分型后，由机械手自动将塑料件从模具中间取出，然后开始第二次注塑循环，安全门也不需要打开，自动取料机械手的动作与注塑机的注塑循环通过控制系统连接为一个整体，如图 1-2 所示。目前国内已经有很多企业采用了这种自动化生产方式。

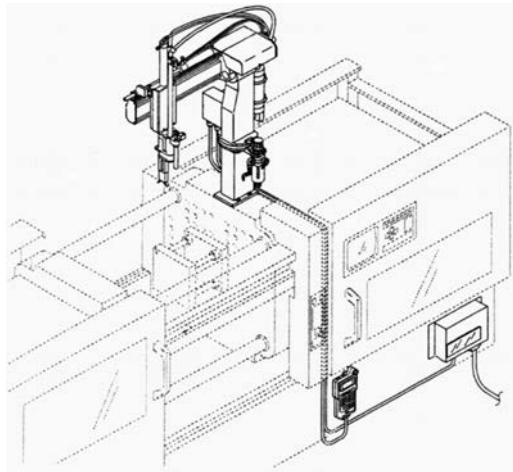


图 1-2 塑料注塑机机械手自动取料

实践表明，人工取料方式存在以下缺陷：

- 环境温度高，工人劳动强度大。
- 操作危险。一旦发生意外(例如人手未离开模具即合模)，将会发生伤残事故。
- 影响产品质量。由于人工取料不能保证注塑生产的节拍完全一致，而注塑节拍对塑料件的尺寸精度影响较大。
- 限制了生产效率。注塑机为贵重设备，由于人工取料速度慢，降低了设备的利用率。

实践表明，采用自动取料机械手取料具有以下优点：

- 将工人从危险、高强度的劳动中解脱出来，减少工人使用数量。
- 能严格保证产品的质量。由于采用机械手自动取料能严格保证注塑节拍一致，因而能保证产品质量的一致性、稳定性，使生产稳定进行。
- 生产效率高。机械手自动化取料速度快，提高了设备的利用率。

通过对更普遍的生产制造情况进行对比，可以将手工操作生产与自动化制造的特点总结如下：

1) 手工操作生产的缺陷

(1) 产品质量重复性、一致性差

在大批量生产条件下，在产品的装配过程中如果质量的重复性、一致性差，则产品的质量特性分散范围大。由于生产工人的情绪、注意力、环境影响、体力、个人技能与体能的差异等因素，不同的生产者、不同批次生产出的产品质量特性可能会出现较大的差异，难以达到较高的质量标准。

(2) 产品精度较低

机器自动化装配的精度可以达到较高的水平，而手工装配产品的精度由于受人工本身条件的限制，难以达到较高的精度水平，部分精度要求较高的工作依靠人工难以完成。

(3) 劳动生产率低

手工生产产品的生产率由于受人工本身条件的限制,难以达到较高的水平。

2) 机器自动化生产的优点

(1) 大幅提高劳动生产率

机器自动化生产能够大幅提高生产效率及劳动生产率,而且可以将劳动者从常规的手工劳动中解脱出来,转而从事更有创造性的工作。

(2) 产品质量具有高度重复性、一致性

由于机器自动化生产中,装配或加工过程的每一个动作都是机械式的固定动作,各种机构的位置、工作状态等都具有相当的稳定性,不受外部条件的影响,因而能保证装配或加工过程的高度重复性、一致性。同时,机器自动化生产能够大幅降低不合格产品率。

(3) 产品精度高

由于在机器设备上采用了各种高精度的导向、定位、进给、调整、检测、视觉系统或部件,因而可以保证产品装配生产的高精度。

(4) 大幅降低制造成本

机器自动化装配生产的节拍很短,可以达到较高的生产率,同时机器可以连续运行,因而在大批量生产的条件下能大幅降低制造成本。但如果批量不大,使用自动机器的生产成本则较高,因此,自动机器一般都是使用在大批量生产的场合。另一方面,目前国内劳动力成本越来越高,用机器替代人工是企业降低制造成本的有效措施。

(5) 缩短制造周期,减少在制品数量

机器自动化生产使产品的制造周期缩短,能够使企业实现快速交货,提高企业在市场上的竞争力,同时还可以降低原材料及在制品的数量,降低流动资金成本。

(6) 在对人体有害、危险的环境下替代人工操作

在各种工业环境中,有一部分环境是有害的,如粉尘、有害有毒气体、放射性物品等,也有部分环境是人类无法适应的,如严格的温度、湿度、高强度、高温、水下、真空等,上述环境下的工作更适合由机器完成。

(7) 部分情况下只能依靠机器自动化生产

目前产品越来越小型化、微型化,零件的尺寸大幅减小,各种微机电系统(MEMS)迅速发展,这些微型机构、微型传感器、微型执行器等产品的制造与装配只能依靠机器来实现。

正因为机器自动化生产所具有的高质量及高质量一致性、高生产率、低成本、快速制造等各种优越性,制造自动化已经成为目前主流的生产模式,要有效地参与国际竞争,必须具有一流的生产工艺和生产装备。制造自动化已经成为企业提高产品质量、参与国际市场竞争的必要条件,这也是目前国内制造自动化爆发式发展的原因。

3) 人与机器的相互协调

人工生产的不足与机器自动化生产的优势是相对的,不是说人工生产一概不好或机器自动化生产一定最好,机器虽然具有高效率、高精度等一系列优势,但只具备有限的柔性和一定的逻辑推理能力,而人具有很高的柔性和卓越的思维预测能力,因此在追求制造高度自动化的同时,仍然离不开人类的独特作用,机器的使用过程需要与人类的智力相结合,人与机器相辅相成。

工程经验也表明,在很多情况下,人工操作与机器自动化生产并存的混合模式恰恰是一种最经济的生产模式。在部分情况下,例如在自动化装配中,某些零件的形状不适合采用自

动送料,或者说,如果要实现自动送料,机器会非常复杂、成本特别高,在此情况下采用人工送料反而更佳。

1.2 国内外制造自动化的水平与现状

1. 国外制造业自动化水平与现状

制造自动化首先是在发达国家发展起来的,西方发达国家尤其是欧美早在 20 世纪 70 年代就基本实现了制造自动化,并达到非常高的水平,发展了许多典型的自动化制造系统,例如大型轿车壳体冲压自动化系统、大型机器人车体焊装自动化系统、电子电器机器人柔性自动化装配及检测系统、机器人整车及发动机装配自动化系统、AGV 物流与仓储自动化系统等,大量采用了柔性制造系统(FMS)、无人化工厂。以机器人为代表的各种自动化专机及自动化生产线广泛应用在汽车、电子、家电、轻工、机械制造、物流与仓储等各行各业,产生了许多世界级的著名企业,例如美国的 GE、NDC、瑞典的 ABB、德国的 SEIMENS、BOSCH、KUKA、REIS、FESTO、法国的阿尔斯通、日本的 MITSUBISHI(三菱)、YASKAWA(安川电机)、KAWASAKI(川崎重工)、FANUC、SMC、意大利的 COMAU、瑞士的 SWISSLOG 等。日本作为后起之秀,自动化装备也迅速发展为世界一流水平。

发达国家发展制造自动化的原因并不单纯是人工成本较高,更深层次的意义是制造自动化对于提高产品质量(工作精度、性能一致性、稳定性、可靠性等)、降低制造成本、提高企业的核心技术竞争力方面起到了极其重要的作用,自动化装备的水平和制造能力代表了一个国家工业技术能力的最高水平,是一个国家制造业发达程度和国家综合实力的集中体现。

2. 我国制造业自动化水平与现状

20 世纪 80 年代开始,随着美国等西方国家逐渐剥离实体经济转向虚拟经济,大量制造业转移到亚洲,之后又大量转移到中国,我国逐渐发展为世界制造业大国,不仅门类齐全,实现了全产业链,而且自动化水平也逐步提高,实现了绝大多数行业的自动化装备国产化。

早期我国制造业的自动化装备主要依靠从国外引进,涉及的行业很多,其中以家电、轻工、电子信息制造行业最为典型,引进的装备涉及模具、专用设备、生产线,花费了国家大量外汇。仅以家电行业为例,国内先后从国外引进了大量的冰箱、彩电生产线,尤其是类似甚至同一家公司的冰箱生产线国内重复引进达十多条,浪费了大量的资源。

直到 2000 年前后,国内自动化装备行业才开始快速发展壮大,从基础的原材料铝型材,到自动化部件振盘、同步带、输送线,然后到自动化装配整机,逐渐实现了国产替代。

目前我国虽然是制造业大国,但离制造业强国还有很大差距,少数行业的自动化装备仍然受到国外封锁打压,例如半导体生产设备等。

2003 年教材编写之初国内还有不少学者认为我国劳动力资源非常丰富,没有必要推行制造自动化,短短 20 年间,世界格局已经发生了翻天覆地的变化,目前国内制造业很多行业的人工成本已经超过了机器的成本,而且受西方国家脱钩断链打压的影响,国内制造业产业链还面临外移到越南、泰国等东南亚国家的巨大压力,因此,进一步提高自动化装备水平,降低制造成本,尽快实现产业升级,提高企业的全球市场竞争力显得更为迫切。

虽然近十年国内自动化装备行业如雨后春笋般发展,大多数行业都实现了自动化装备完全国产化并部分出口国外,但目前仍然存在很多短板,很多自动化基础部件依赖国外进口,如气动元件被日本 SMC、德国 FESTO 所垄断,各种精密直线导轨、高精度直线轴、高精

度滚珠丝杆也被国外垄断,高精度控制阀门、精密马达、PLC 控制器、传感器、数字视觉系统、触摸屏、机器人等也主要依赖国外进口。

国内自动化装备领域的人才培养也严重落后于产业需要,目前只有少数本科院校和高职院校开设了相关的专业和课程,普遍缺乏具有实践经验的教师队伍,相关的教材仍然严重匮乏。

1.3 本课程的主要内容及组织设计

1. 本课程的主要内容

编写本教材的目的就是如何使一位对自动机器比较陌生,但具有一定机械制图、机械设计、机械制造工艺、气动技术基础的初学者,能够在较短的时间里了解并熟悉自动机器的结构组成、工作原理、设计步骤与方法、典型机构、元件选型、装配调试等知识,初步具有进行一般自动机器结构设计的能力。因此,编者正是根据自己在自动机器设计学习、设计实践方面的体会与经验,利用自动机器典型的模块化特征,在内容的编排方面,按先介绍自动机器模块化结构组成,然后逐章介绍各个模块,最后又进行各种模块系统集成的思路进行编写。

自动化装配设备大多数属于气动设备,所以气动技术是进行自动化装备学习的主要基础,目前国内本科及高职院校相关气动技术课程局限于理论介绍,对于自动化装备设计、管理所需要的气缸的选型与安装结构设计没有涉及,必须补齐该空白才能开始本课程的学习,否则读者对教材中大量的案例难以理解。因此第4版修订特别把该章放在教材前面,并补充一个典型的自动门设计案例,帮助初学者快速入门。

第3章介绍自动机器的典型结构组成、工作流程、结构模式,使读者了解自动机器实际上也是模仿人工操作的各个动作设计组合而成的。

以一个通俗易懂的自动化钻孔专机为例,自动化专机的工作过程仍然是上料、装配操作(或加工)、卸料三大环节组成,因而自动化装配设备在结构上主要就由自动上料机构、装配执行机构、自动卸料机构、传感器与控制系统组成,其中自动上料机构与自动卸料机构统称为自动上下料机构。由于在装配过程中需要对工件进行定位、夹紧、姿态调整等辅助动作,所以通常还需要设计定位夹具、夹紧机构、换向与分隔机构。上述各部分内容就构成自动化专机机械结构的核心内容。

无论是输送线、自动化专机各种执行机构,还是自动化专机的基础部分——机架、防护罩,都是由各种铝型材装配而成的,可以说没有铝型材行业的国产化就没有自动化装备行业的国产化,因此,熟悉铝型材的规格标准及铝型材机架的设计装配是进行自动化装备设计、装配调试、管理维护的入门基础,因此在编写中增加“第4章 认识铝型材”。

在自动化生产线上,工件需要在不同的专机之间进行自动传输,这些工作就是由各种输送线来完成的,因此在第5章对工程上最典型的皮带输送线及链条输送线的原理与设计方法进行介绍(原第3章、第4章合并而成)。

无论是自动化上下料机构,还是机器的核心部分各种执行机构,主要都是由各种气动机械手实现的,因此第6章介绍气动机械手,这既是教材的核心部分,也是学习自动化的重点内容。

除机械手外,还有一种特殊的自动送料装置,这就是振盘,因此第7章专门介绍振盘的设计制造原理与管理维护。

为了减少篇幅、突出重点,本次修订将原“第9章 分隔与换向”“第10章 定位与夹紧”两章合并为“第8章 自动机器辅助机构”,全面介绍各种自动上下料机构、分料机构、换向机构、定位机构、夹紧机构、阻挡机构。并删减原“第7章 间歇送料机构”。

自动机器中还有一种与上下料相关的非常有代表性的分度转位机构,这就是凸轮分度器,通过凸轮分度器可以组成另一类典型的回转分度类自动机器,因此在第9章专门对凸轮分度器的原理与选型应用进行介绍。

在完成机器装配、加工等工序操作的各种执行机构中,大多数都采用直线运动的方式来实现,工件也经常需要在不同的位置之间进行移动,这种移动也大多数采用直线运动的方式来实现。为了实现上述各种高精度的直线运动,制造商设计开发了特殊的直线导轨部件、直线轴承部件,可以快速地设计制造出各种直线运动机构,因此在第10章、第11章分别专门介绍直线导轨部件、直线轴承部件的结构原理、选型及装配调试方法。

在自动化装配及加工操作中,经常需要在工件多个不同的部位进行高精度的装配或加工操作,为了简化结构,通常都是采用执行机构操作位置不变、改变工件(工作台)位置的方法来实现,为了高精度地在平面内移动工件及定位,需要采用步进电机或伺服电机与滚珠丝杆机构来实现,滚珠丝杆机构成为实现高精度直线运动、高精度定位必不可少的精密部件,因此在第12章专门介绍滚珠丝杆机构的结构原理、选型及装配调试方法。

在自动机器的运动机构中,都需要相应的动力部件来驱动,也就是说都需要驱动与传动系统。对于一般的两点间直线运动,可以简单地采用气缸或液压缸作为驱动部件,但在很多场合都必须采用电机作为驱动部件,例如:

- 各种输送系统的驱动。
- 大行程、大负载、长期连续运行的场合采用气缸驱动会出现气缸密封圈失效问题,如果采用电机驱动就非常可靠。
- 气缸通常只能在两点间直线运动,运动速度及工作位置是固定的,如果要在多点间实现速度可变的直线运动循环依靠气缸就无法实现,而采用电机驱动则可以非常方便地实现。
- 自动化装配或加工的很多场合需要非常精密的运动定位控制,这种场合采用步进电机或伺服电机驱动就是非常成熟的设计方法。

由此可见,除最基本的气动系统外,在自动机器的很多场合都需要大量采用电机驱动。在采用电机驱动的场合也就需要设计相应的传动机构,还要进行电机的选型,因此在第13章专门介绍自动机器典型传动系统设计。由于通常在机械设计课程中都对齿轮传动进行了详细介绍,所以该章仅对工程上目前大量采用的同步带传动、链传动系统设计与装配调试方法进行介绍。

在介绍完自动机器的上述各种结构模块后,真正开始自动机器设计的第一步就是总体方案设计,第14章对各种典型的自动化专机、自动化生产线的结构原理、工序设计及节拍设计方法进行介绍,从而使读者具有在熟悉各种结构模块的基础上进行整机总体方案设计及系统集成能力。为节省篇幅,删减原“手工装配流水线节拍分析与工序设计”一章。

鉴于经过本课程的学习,很多读者今后主要从事的岗位是更基层的自动化设备管理维护岗位,因此教材除满足从事设计岗位的学习需要外,专门增加“第15章 了解自动化设备管理维护”,介绍气动设备常见故障及排除方法,以及自动化设备管理员岗位需要完成的工作职责。进一步对接工作岗位能力需求,缩短院校学习与岗位工作的距离。

为了帮助读者克服传统教学模式中重理论、轻实践的弊端,教材各章的内容全部取材于具体的实际工程案例,对理论部分仅作必要的介绍,重点介绍实际的典型工程结构、典型机构模块、设计计算方法、标准部件选型步骤与方法、装配及调试要点等,同时配以大量的图片及设计图纸,为读者提供可以直接进行模仿的具体案例及设计方法,缩短读者与实际工程的距离,尽快具有动手设计的能力。与本教材配套的“学银在线”自动机与自动线网络课程,还提供大量的教学视频、PPT 课件、工程案例图纸图片、工程录像、三维动画、公司样本、公司培训资料、设计大作业等,帮助读者自学。

2. 教学方式

本课程的教学方式为两方面:

1) 课堂教学

课堂教学的目的为讲述基本的结构原理和设计原则,同时结合实际的材料、元件、部件、模块、图例进行介绍。

2) 实践教学

一方面通过观察、拆卸、装配、调试实际的自动化专机和自动化生产线,增强学生的感性认识,了解实际的结构。由于不可能将太多的实际设备搬进课堂,所以有必要多组织学生前往企业参观各种实际的自动化设备或生产线。

另一方面可以用实际的设计案例进行教学,引导学生了解和熟悉自动机器设计的具体过程,从中总结出实际的设计方法,逐步培养动手设计的能力。

两方面的教学互为补充,缺一不可,其中实践教学环节非常重要,有必要配套建设相关的实验室及实践教学设备。

3. 本课程应达到的目标

通过本课程的理论及实践教学,主要应达到以下目标:

- (1) 熟悉自动机器的基本结构构成;
- (2) 熟悉自动机器各模块的结构、工作原理、设计方法;
- (3) 熟悉各种自动机器专用部件的结构原理及设计选型方法;
- (4) 熟悉常用自动机器的装配、调试与使用维护要点并能熟练进行实际操作;
- (5) 初步具有自动机器简单结构设计的能力;
- (6) 熟悉自动化设备管理员需要完成的岗位工作,为实际工作做好准备;
- (7) 了解自动机器在轻工、电子、电器、机械加工等制造行业中的典型应用。

1.4 本课程的学习方法

对于初次接触或从事自动机器设计的读者而言,一定首先想了解以下几个问题:

- 为什么现代化生产都采用各种自动化设备?
- 自动机器在工业上主要有哪些典型应用?
- 从事自动机器设计需要哪些知识和技能?
- 自动机器主要由哪些结构组成?
- 如何设计形式多样的各种自动机器?
- 如何进行自动机器的装配调试与管理维护?

本教材的编写正是为了帮助读者了解自动机器的基本结构、工作原理、设计方法、装配

调试方法等知识,逐步具有独立进行自动机器设计、装配调试的能力。以下就本课程的学习方法和经验作一些介绍,帮助读者掌握正确的学习方法,用最短的时间取得最好的学习效果。

1. 掌握模块化的学习方法

自动化设备实际上是一种模块化的结构,大量的元器件、部件、专用材料都已经标准化,不仅简化了设计,而且大大降低了设计成本和制造成本,设计制造周期也大大缩短。只要熟悉常用的元器件、部件、专用材料,熟悉它们的用途、选型方法、装配调试要点,则无论设计还是装配调试实际上都相对比较简单。教材的内容也是按组成自动化设备的基本模块逐步介绍的,先分别详细介绍各种部件、模块,最后学习将各种功能模块组合为整台自动化设备。

当然,仅仅使设计方案能够实现所需要的运动只是最起码的要求,要使所设计的设备结构最简单、成本最低、可靠性最好,则有赖于更多的工程实践和经验的积累、总结,实践多了,经验自然就多了,设计的方案就会更加合理。

2. 必须具备的基础知识和基本技能

制造自动化既是制造业的前沿技术领域,同时也是一门高度综合性的学科,涵盖了机械、物流输送、制造工艺、液压与气动、传感器、机器人、计算机等多种学科,目前已经成为高等院校机电类专业的优先发展方向之一。根据编者十几年的企业研发工作经验,从事自动机器的设计开发需要以下学科的基本知识和技能。

1) 机械设计基础

自动机器首先是一种机械设备,因此自动机器的机械结构设计是以一般的机械结构设计为基础的,所不同的是在结构上更多地采用了标准化、模块化,同时更密切地结合了各种行业的制造工艺,只有具备一般机械结构设计的能力,才能熟练地从事自动机器的结构设计。

2) 液压与气动技术基础

自动机器的驱动动力主要为电机、气动元件、液压元件,尤其在一般的制造业中,气动元件构成了相关自动机器的主要结构部分,要熟练从事自动机器结构设计,不仅要求能熟练地进行各种气动元件的合理选型,还必须熟悉常用的气动回路设计、熟练编写各气缸的动作步骤流程图,为编写 PLC 控制程序提供依据。

3) 机构学及力学基础

由于自动机器需要通过一系列的动作去实现特定的功能,所以在结构上必不可少地包含了大量的运动部件和运动机构,通过各种各样的运动机构完成所需要的各种装配、加工、调整、检测、标示、灌装、包装等工序操作,需要对运动机构进行自由度分析、运动轨迹分析,约束机构不需要的自由度,避免机构间的运动干涉等。

需要特别强调的是,力学分析与力学设计不仅是各种产品设计开发过程中的核心内容,在自动机器的结构设计中同样是核心内容,以下通过几个最基本的事例即可说明:

自动化生产线上大量使用了各种机械手,机械手移送工件时,由于工件都具有一定的重量,需要考虑如何使机械手结构质量最轻,同时具有最大的负载能力。

在自动化铆接装配机构或自动夹紧机构中,为了在一定的输入动力(例如气缸的工作输出力)下使机构获得最大的输出工作力,国外的自动机器广泛采用了各种力学放大机构,用较小的输入力产生最大的输出力,同时使机构最简单、占用空间最小,这实际上是一个机构力学系统的优化设计。

自动化设备都含有运动部件,电机就是最典型的运动部件之一,电机的转动实际上是一个振动源,将会导致设备其他结构产生振动响应,机构的力学特性如果不合理将会产生不希望的振动,影响设备的工作精度,因此,电机的转速与机构的力学特性必须进行匹配设计。

由此可见,机构学与力学是合理设计自动机器结构的重要基础。

4) 制造工艺知识与经验

具有一定工程实践经验的读者都知道,自动机器只是制造各种产品的生产手段而已,产品的制造过程是通过一系列的制造工艺实现的,因此自动化设备始终是为制造工艺服务的,它是根据各种制造工艺的具体要求而专门配套设计的,即先有工艺,后有设备,只有产品的制造工艺经过充分的验证并完全成熟了,然后才能根据成熟的工艺设计制造自动化设备,这是自动化专用设备与通用设备的最大区别。

在自动机器的使用过程中,由于在受力状态下工作及磨损,设备的状态会发生一定的变化,因此一般都要定期(如每天)对设备的状态按工艺的要求进行校准调整,以确保严格符合工艺的要求。

由于自动机器的设计开发是面向各种行业、各种产品的,而不同行业、不同产品的制造工艺千差万别,显然,要熟练进行自动机器的设计开发,必须具有多行业的、丰富的制造工艺知识和经验,不仅要熟悉不同行业的制造工艺,按用户具体的工艺方案设计配套的自动机器,而且还要有能力发现用户工艺方案的不足,为用户提出一流水平的工艺方案,这样才能设计出代表该行业一流水平的设备。因此,在自动机器的设计开发过程中,需要具有多种行业背景、有丰富制造工艺知识和经验的工艺专家。

5) 电气控制基础

结构设计只是自动机器设计开发的一部分,自动机器是一个集机械结构与传感控制为一体的系统。虽然目前在自动机器的制造企业一般都由两方面的人员分别进行机械结构设计和电气控制系统的设计,但为了使机械结构与控制系统进行良好的衔接,机械结构设计人员同样需要熟悉控制系统的基本原理及传感器等控制元件的选型应用。

3. 实践的重要性

实践是最好的学习方法。

本课程不是一门理论课,无论是液压气动系统设计还是机械结构设计都是实践性极强的环节,虽然需要必要的理论学习,但仅仅通过理论学习难以获得动手设计、装配、调试的能力,就如要学会游泳必须在水中实践一样,因此,学习自动机器设计最好的方法是实践。

读者可以亲自动手对实际项目或模拟项目进行全过程的设计实践训练,以下为实际工程设计过程中结构设计工程师的主要工作:

(1) 根据项目要求进行总体方案设计。

(2) 详细结构设计(装配图、零件图设计)。

(3) 各种自动化标准部件的选型,如气缸、直线导轨、直线轴承、回转分度器、振盘、电机、传动部件、专用铝型材及连接件等。

(4) 进行气动系统设计及气动元件选型,绘制气动原理图、气缸动作步骤图。

(5) 提出全部外购件、通用标准件、加工件的清单。

(6) 现场装配调试,解决现场装配调试过程中出现的技术问题。

(7) 编写设备的技术手册、使用说明书等。

在动手进行实际项目的设计实践之前,对现有的自动化设备进行解剖、维修、装配、调试

也是一种很好的实践学习方法,通过对实际设备的解剖,从中分析总结设计、装配调试的相关要领,先模仿现有的产品进行设计,逐步积累经验,然后在此基础上进行创新、提高。

4. 注意总结和积累

除亲自动手进行项目设计实践外,观摩其他公司现有的各种自动化设备也是一种学习的好方法,任何一种自动机器都包含了最初设计、实践验证、改进设计等不断完善的过程,都包含了许多技术人员的经验和智慧,很多久经验证的成熟方案或机构可以直接为我所用。正因为技术方案或各种自动机构的可继承性,在实践工程中很多从事自动机器开发制造的企业都非常重视经验的积累和设计标准化工作。

思 考 题

1. 什么叫制造自动化?
2. 手工装配生产存在哪些不足?
3. 机器自动化装配生产有哪些优点?
4. 我国劳动力资源丰富,为什么还要实现制造自动化?
5. 简述目前国内制造自动化的水平与现状。
6. 从事自动机器设计需要哪些基础知识与技能?