

21世纪高职高专
机械设计制造类
专业教材

自动机 与自动线

李绍炎 编著

清华大学出版社

21世纪高职高专机械设计制造类专业教材

自动机 与自动线

李绍炎 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书结合目前国内自动机械行业的现状,从应用的角度系统介绍了自动机械的模块化结构及工作原理、设计选型方法、装配调试及维护要领等。主要内容包括:自动机械的结构组成、输送及自动上下料系统、分隔与换向机构、定位与夹紧机构、典型直线运动部件、典型传动系统、自动化专机及自动化生产线的节拍设计原理与方法。

本书在内容编排上遵循循序渐进、模块化的思路,各章内容既相对独立,又相互衔接,并配以大量的工程图片、工程案例、设计图纸、例题及复习思考题,同时提供了从事自动机械设计及设备管理必不可少的各种部件国内外制造商最新信息,不仅便于组织教学,而且有利于读者缩短课程学习与设计应用的距离,尽快具有从事实际技术工作的能力。

本书适于用作本科院校和高职高专院校机械设计制造与自动化、机电一体化等机电类相关专业的师生的教材,也可供从事自动机械设计及自动化设备管理的技术人员参考。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

自动机与自动线 / 李绍炎编著. —北京: 清华大学出版社, 2007. 2

(21世纪高职高专机械设计制造类专业教材)

ISBN 978-7-302-14406-9

I. 自… II. 李… III. 机电一体化—机械设计—高等学校: 技术学校—教材
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 162450 号

责任编辑: 张秋玲 赵从棉

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机: 010-62770175

投稿咨询: 010-62772015

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

邮购热线: 010-62786544

客户服务: 010-62776969

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

装 订 者: 三河市溧源装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 27.75 字 数: 638 千字

版 次: 2007 年 2 月第 1 版 印 次: 2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 39.80 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: 010-62770177 转 3103 产品编号: 012229-01

序 言

制造业是国民经济的基础,而装备制造业更是基础中的基础,在国民经济的发展中起着举足轻重的作用,可以说,装备制造业是实现中国经济腾飞和提升国防实力的重要基础。统计结果表明,装备制造业的主要经济指标占全国工业的比重约为 $1/5\sim 1/4$;出口额占全国外贸出口总额的比重高达 25.46% ;从业人员平均人数占工业总人数的 21.91% 。装备制造业担负着为国民经济建设提供生产装备的重任,其带动性强,波及面广,其产业技术水平的高低直接决定了国民经济其他产业竞争力的强弱以及今后运行的质量和效益。装备制造业对于国防安全建设也是不可缺少的重要基础,当今世界上的几个军事强国,无一不是装备制造业强国,因为任何先进的武器装备,必须要有高、精、尖的机器设备加工制造。在制造业蓬勃发展、世界制造业中心逐步向中国转移的今天,装备的自动化就成为保证制造业产品能够高品质、高效率、低成本、绿色生产的关键。

由于种种原因,目前自动机械的教学在国内普通高等教育及职业教育的教学体系中基本上处于空白状态,不仅适合上述院校教学使用的相关教材极为匮乏,而且即使是直接从事该行业的企业技术人员要找到一本适合初学者的自学指导教材也非常困难。我们惊喜地发现,作者在深谙制造业真谛的基础上,总结自己长期从事工业自动化装备设计开发、生产使用及教学的经验,通过对自动机械实际工程设计中的设计原则、应用规范、典型结构、应用实例、优缺点比较等进行系统的总结,编写成这样一本易学、易懂、易查的优秀教材。

本书最突出的特色为实用性极强。本书作者长期在自动化装备设计开发及生产使用相关企业第一线工作,因而本书不仅内容系统、全面,涵盖了自动机械结构设计的各个方面,如系统组成、输送系统、自动上下料机构(振盘与机械手等)、分度机构、辅助机构(工件的分隔与换向、定位与夹紧等)、直线运动系统、驱动与传动、节拍分析、总体方案设计等,而且教材的内容全部来源于实际工程第一线,系统介绍了从事自动机械结构设计、装配调试、使用维护等岗位工作所必须掌握的基本知识和基本技能。各章都结合实际的工程对象进行介绍,采用了大量的工程案例、工程图片、设计图纸、例题、分析总结等,为读者提供大量直观而且可以直接采用和模仿的技术方案。同时还提供了从事自动机械设计所必须掌握的大量最新国内外供应商信息,因此读者能够在一个与企业第一线完全同步的平台上进行学习,在熟悉和掌握这些对象、方法、技巧、信息的基础上,读者可以很快胜任自动机械的设计、生产制造、管理维护等工作岗位,缩短了教学与企业岗位技能需求的距离。

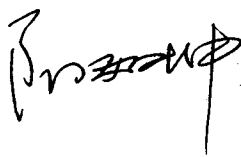
本书的第二个特色体现在其区别于传统教材的编写风格。作者在每一章都首先提出

要解决的问题,这就是通常所说的“*What?*”——是什么?做什么?要解决什么问题?然后告诉读者如何解决问题,这就是通常所说的“*How?*”——如何做?如何设计?如何计算?如何进行标准部件的选型?如何装配调试?最后还进一步解释为什么要这样做,给出进一步的理论依据,对不同的方法、方案进行优缺点比较,引导读者不仅知其然还要知其所以然,在此基础上进行创新思维和创新设计,这就是通常所说的“*Why?*”。这是一种广泛应用在各种工程设计中的非常有效的思维方法和学习方法,这不仅对于培养读者从事工程设计所必需的基本素质非常有帮助,而且文字简洁,层次清晰,使教材具有一看就懂、学完就能应用于实际的特点。

本书的第三个特色体现在教材内容的选材及章节的编排上。许多机械设计方面的教材首先是介绍总体方案设计,这与实际的学习过程是不相符的。本书作者则按照循序渐进的思路进行内容的组织,先基础后提高,先局部模块后系统集成。首先对自动机械的结构组成建立整体的概念,然后再逐章分别对组成自动机械的各种结构模块进行专门、深入的介绍,在此基础上最后再介绍总体方案设计,由各种结构模块进行系统集成组成自动化专机,由自动化专机及输送系统集成组成自动化生产线,这正是实际工程设计中初学者从陌生到熟练的学习过程。因此本教材非常适合初学者循序渐进地学习,同时各章内容既相互独立又相互衔接,方便教师在教学中根据实际情况对教学内容进行取舍和侧重。

在繁重的教学工作之余独立编写这样的实践性教材的确不是一件容易的事,本书的编写出版凝聚了作者大量的心血,体现了作者深厚的工程背景、严谨的工作风格和丰富的实践经验。这部教材不仅非常适合本科院校及高职高专机电一体化、机械设计制造及自动化等机电类专业在校学生使用,而且对于有志于从事自动化行业的初学者、有一定工作基础和经验的企业技术人员也是一本极好的指导教材,对于资深的自动化工程专家也具有一定的参考价值和收藏价值。

我相信,本书的编写出版不仅能填补自动机械在目前国内普通高等院校及高职高专机电类专业教学体系上的空白,而且将对自动机械在我国的应用和发展起到很好的促进作用。

 2006.9

前 言

工业发达国家早在 20 世纪就广泛实现了制造自动化,各种自动化装备的使用不仅使他们的产品以高性能、高质量一致性等优势在市场竞争中占据领先的地位,同时也大幅提高了他们的工业技术水平和国家综合实力,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。

改革开放以来,我国先后从国外引进了大量的自动化装备,但因为种种原因多年来我国没有能够像日本、韩国那样从引进、消化吸收中逐步发展形成自动化装备的自主创新能力。目前发达国家将制造业大量转移到我国转而输出技术和品牌,我国虽然已逐步发展成为世界制造业大国,但离制造业强国还有相当大的距离,除产品的自主开发创新能力较差外,自动化装备的自主设计开发能力也较差,不仅许多行业的关键设备仍然主要依靠进口,而且自动化装备的基础行业也几乎被国外产品所垄断。

国内在自动化装备这一先进制造技术领域的人才培养也严重滞后于制造业发展的需要,制造业急需大量熟悉先进自动化装备的设计与管理人才,但直至今日,国内高等院校及高职高专院校中只有极少数学院设置了相关的专业和课程,有关自动机械原理与设计的教材也极为匮乏,即使是企业的设计人员,要找到一本适合初学者的自学教材也非常困难。

深圳职业技术学院自 2001 年起即在国内率先设置了相关专业,专门从事自动化装备设计与管理人才的培养,这本教材就是作者在总结多年从事自动机械设计 & 工程应用经验的基础上编写而成的,其间以讲义的形式先后经过几届学生的教学使用,根据使用效果进行了多次修改完善。本教材的目的就是使一位从事自动机械学习和工作的初学者尽快掌握自动机械的典型结构组成、工作原理、结构设计方法、标准部件选型步骤及方法、装配调试与维护要领,同时对自动机械总体方案设计、设计制造流程及典型工程应用等有一般了解。

教材的编写按照循序渐进、模块化的思路,第 2 章介绍自动机械的典型结构组成与工作流程,第 3 章、第 4 章介绍自动机械的输送系统(皮带输送系统、链条输送系统、悬挂输送系统),第 5 章、第 6 章、第 7 章分别介绍自动上下料系统(振盘、机械手、间歇输送机构),第 8 章介绍自动机械中的一种特殊分度装置——凸轮分度器,第 9 章、第 10 章分别介绍自动机械中的分隔与换向、定位与夹紧等辅助机构。由于自动机械是典型的模块化结构,大量采用各种标准的基础部件,因此第 11 章、第 12 章、第 13 章分别介绍自动机械中的典型直线运动系统(直线导轨、直线轴承、滚珠丝杠)。由于各种自动机械中大量采用

同步带传动及链传动,因此第 14 章介绍上述两种典型传动系统的设计与装配。在熟悉上述机械结构组成部分的基础上,第 16 章介绍各种典型自动化专机及自动化生产线的节拍设计原理与方法,使读者初步掌握进行自动机械总体方案设计的过程与方法。为了使读者更容易理解,在此之前在第 15 章对手工装配流水线的设计过程进行专门介绍。全书的编写以实际应用为原则,对有关的理论仅作简单的介绍,重点介绍实际典型结构、具体的设计计算方法、部件选型步骤及方法、装配调试要点等,每一部分都尽量结合实际工程对象(包括编者从事过的设计与研究项目)进行介绍,配以大量的工程图片、工程案例和例题,为读者提供直观的模仿素材。

全书编写过程中,深圳职业技术学院的有关领导对本书的编写给予了大力支持,中国科学院阳如昆研究员对本书的编写提出了十分宝贵的意见,对全书进行了详细的审核并作序,深圳职业技术学院机电学院朱梅老师提出了部分有益的建议,湖南师范大学邹竹英副教授对全书作了详细的文字校对与修改。日本 THK 公司北京办事处、日本 NSK 公司深圳办事处、日本 IKO 公司深圳代表处、日本三共制作所深圳代表处、天津太敬机电技术有限公司等单位对于本书的编写也给予了大力支持,在此谨向他们表示衷心的感谢!

限于编者水平,加上本课程属于新课程,书中难免存在不妥甚至错误之处,希望有关专家及读者提出宝贵意见。

编 者

2006 年 10 月于深圳

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 实现制造自动化的意义	1
1.2 国内外制造自动化的水平与现状	5
1.3 本课程的主要内容	8
1.4 本课程的学习方法	10
思考题与习题	13
第 2 章 自动机械的结构组成与工作流程	14
2.1 自动机械分类	14
2.2 自动机械的典型结构组成	17
2.3 自动机械的典型工作流程	23
2.4 自动机械的设计制造流程	24
思考题与习题	27
第 3 章 皮带输送线结构原理与设计应用	28
3.1 皮带输送线的特点及工程应用	28
3.2 皮带输送线的结构原理与实例	31
3.3 皮带输送线设计要点	34
3.4 皮带输送线负载能力分析	39
3.5 皮带输送线电机选型计算实例	42
3.6 皮带输送线的调整与使用维护	45
3.6.1 皮带打滑与跑偏现象及其调整	45
3.6.2 皮带输送线的日常检查与维护	47
思考题与习题	48
第 4 章 链条输送线设计原理与应用	49
4.1 链条输送线主要类型及工程应用	49
4.2 倍速链输送线	50
4.2.1 倍速链的结构及工作原理	50
4.2.2 倍速链输送线的结构及工程应用	55

4.3	平顶链输送线	61
4.3.1	平顶链的结构与工作原理	61
4.3.2	平顶链输送线的结构及工程应用	64
4.4	悬挂链输送线	65
	思考题与习题	69
第5章	振盘送料装置	70
5.1	振盘的功能与特点	70
5.1.1	振盘的功能	70
5.1.2	振盘的应用场合	70
5.1.3	振盘的特点	71
5.2	振盘的结构与工作原理	72
5.2.1	振盘的力学原理	72
5.2.2	振盘的结构与工作原理	73
5.2.3	振盘的定向原理	75
5.2.4	振盘的派生产品——直线送料器	82
5.2.5	振盘的缓冲功能	83
5.3	振盘的出料速度要求	85
5.4	振盘的故障排除方法与维护	87
5.5	振盘工程应用实例	89
5.6	适合采用振盘送料的工件实例	91
5.7	面向振盘送料及自动装配的零件设计	93
	思考题与习题	96
第6章	机械手结构原理与设计应用	97
6.1	机械手的功能与工程应用	97
6.1.1	机械手的定义	97
6.1.2	机械手的功能	98
6.1.3	机械手的典型应用	99
6.2	机械手的典型运动及结构模式	100
6.2.1	单自由度摆动机械手	100
6.2.2	二自由度平移机械手	101
6.2.3	二自由度摆动机械手	102
6.2.4	三自由度机械手	104
6.3	机械手典型结构组成	107
6.3.1	三自由度机械手的典型结构	107
6.3.2	机械手的结构共性	111
6.4	机械手主要性能要求	118

6.5 机械手的缓冲结构	120
思考题与习题	126
第7章 间歇送料装置	127
7.1 间歇送料装置的功能与应用	127
7.2 槽轮机构的结构与应用	130
7.3 棘轮机构的结构与应用	135
7.4 棘爪机构的结构与应用	137
7.5 自动机械中的其他间歇送料机构	138
思考题与习题	141
第8章 凸轮分度器原理与应用	142
8.1 凸轮分度器的功能	142
8.2 凸轮分度器的工作原理	144
8.3 凸轮分度器典型工程应用	147
8.4 凸轮分度器的节拍分析	154
8.5 凸轮分度器的选型	156
8.5.1 凸轮分度器的选型步骤	157
8.5.2 凸轮分度器选型实例	166
8.6 凸轮分度器的配套设计及装配调试	172
思考题与习题	178
第9章 工件的分隔与换向	180
9.1 工件的暂存与分隔	180
9.1.1 工件的暂存	181
9.1.2 工件的分隔	184
9.1.3 典型工件的分料机构	185
9.2 工件的定向与换向	197
9.2.1 工件的定向与换向	197
9.2.2 定向与换向的方法	198
思考题与习题	206
第10章 工件的定位与夹紧	207
10.1 工件的定位	208
10.1.1 定位的基本原理	208
10.1.2 定位的基本方法	211
10.1.3 自动机械中的定位机构设计	214

10.2	工件的夹紧	222
10.2.1	夹紧机构的原理与设计原则	222
10.2.2	自动机械中的典型夹紧方法与机构	224
	思考题与习题	232
第 11 章	直线导轨机构原理与设计应用	233
11.1	直线运动系统综述	233
11.1.1	直线运动系统在自动机械中的作用	233
11.1.2	直线运动系统的结构组成	234
11.2	直线导轨机构结构与工作原理	237
11.2.1	直线导轨机构的用途	237
11.2.2	直线导轨机构的结构与工作原理	238
11.2.3	直线导轨机构的特点	239
11.3	直线导轨机构的使用方式	241
11.4	直线导轨机构的选型	256
11.4.1	直线导轨机构选型步骤	256
11.4.2	直线导轨机构选型实例	263
11.5	直线导轨机构的装配调整与维护	266
	思考题与习题	272
第 12 章	直线轴承原理与设计应用	274
12.1	直线轴承结构与工作原理	274
12.1.1	直线轴承的用途	274
12.1.2	直线轴承的结构与工作原理	275
12.1.3	直线轴承的特点	276
12.2	直线轴承的使用方式	277
12.2.1	直线轴承的典型安装方式	277
12.2.2	直线轴与直线轴承的相对运动方式	281
12.2.3	同时使用的直线轴与直线轴承数量	282
12.2.4	直线轴承的承载能力与载荷方向	284
12.3	直线轴承的选型	286
12.3.1	直线轴承的选型步骤	286
12.3.2	直线轴承选型实例	290
12.4	直线轴承配套件的设计	291
12.5	直线轴承的装配调整与维护	294
	思考题与习题	295

第 13 章 滚珠丝杠机构原理与设计应用	297
13.1 滚珠丝杠机构结构与工作原理	297
13.1.1 滚珠丝杠机构的用途	297
13.1.2 滚珠丝杠机构的结构与工作原理	298
13.2 滚珠丝杠机构的端部支承设计	302
13.2.1 滚珠丝杠机构的端部支承方式	302
13.2.2 滚珠丝杠机构的装配附件及其选型	308
13.3 滚珠丝杠机构的选型与计算	311
13.3.1 滚珠丝杠机构选型计算步骤	311
13.3.2 滚珠丝杠机构选型实例	333
13.4 滚珠丝杠机构的装配调整与维护	340
13.4.1 滚珠丝杠机构的装配调整	340
13.4.2 滚珠丝杠机构的使用维护	344
思考题与习题	345
第 14 章 自动机械传动系统设计	347
14.1 同步带传动原理与设计应用	348
14.1.1 同步带传动在自动机械中的应用	348
14.1.2 同步带传动结构原理	349
14.1.3 同步带传动选型设计步骤与选型实例	352
14.1.4 同步带传动机构的安装调整与使用维护	358
14.2 链传动原理与设计应用	361
14.2.1 链传动在自动机械中的应用	362
14.2.2 链传动结构原理	362
14.2.3 链传动设计选型步骤与选型实例	365
14.2.4 链传动系统的安装调整与使用维护	370
思考题与习题	373
第 15 章 手工装配流水线节拍分析与工序设计	375
15.1 手工装配流水线的基本结构	375
15.2 手工装配流水线节拍分析	380
15.3 手工装配流水线工序设计与工人数量计算	382
思考题与习题	389
第 16 章 自动机械节拍分析与工序设计	390
16.1 由单个装配工作站组成的自动化专机节拍分析	391
16.2 间歇回转分度式自动化专机节拍分析与设计	399

16.2.1	间歇回转分度式自动化专机的节拍时间与生产效率·····	399
16.2.2	提高间歇回转分度式自动化专机生产效率的途径·····	403
16.2.3	电机的配套设计·····	404
16.2.4	节拍时间的变化与调整·····	405
16.3	连续回转式自动化专机节拍分析·····	406
16.4	自动化机械加工生产线结构组成及节拍分析·····	409
16.4.1	自动化机械加工生产线结构组成·····	409
16.4.2	自动化机械加工生产线节拍分析·····	412
16.5	自动化装配生产线结构组成及节拍分析·····	415
16.5.1	自动化装配生产线结构组成·····	415
16.5.2	自动化装配生产线节拍分析·····	417
16.6	自动化生产线工序设计·····	420
16.7	自动机械优化设计·····	426
	思考题与习题·····	428
	参考文献 ·····	429

第 1 章 绪 论

1.1 实现制造自动化的意义

1. 制造自动化的定义

顾名思义,“制造自动化”首先与“制造”、“自动化”有关。人们一般传统地将“制造”理解为产品的机械加工过程或机械工艺过程。例如著名的 Longman 词典对“制造”(manufacture)的解释为“通过机器进行(产品)制作或生产,特别是适用于大批量生产”。

随着人类科学技术及生产力的发展,“制造”的概念和意义已经在“范围”和“过程”两个方面大大拓展。范围方面,制造所涉及的工业领域远非局限于机械制造,而是包括了机械、电子、电器、五金、化工、轻工、食品、医药、军工等国民经济的大量行业。

“自动化(automation)”是美国人 D. S. Harder 于 1936 年提出的。当时他在通用汽车公司工作,他认为在一个生产过程中,机器之间的零件转移不用人去搬运就是“自动化”。这实质上是早期制造自动化的概念。

过去,人们将制造自动化理解为以机械的动作代替人力操作,自动地完成特定的作业,这实质上是指用自动化代替人的体力劳动。随着电子和信息技术的发展,特别是随着计算机的出现和广泛应用,制造自动化的概念已扩展为用机器(包括计算机)不仅代替人的体力劳动而且还代替或辅助脑力劳动,以自动地完成特定的作业。

今天,制造自动化已远远突破了上述传统的概念,具有更加宽广和深刻的含义。制造自动化的含义至少包括以下几方面:

(1) 在形式方面,制造自动化包括 3 个方面的含义:

- 代替人的体力劳动;
- 代替或辅助人的脑力劳动;
- 制造系统中人、机器及整个系统的协调、管理、控制和优化。

(2) 在功能方面,制造自动化代替人的体力劳动或脑力劳动仅仅是制造自动化系统功能的一部分。制造自动化的功能是多方面的,已形成有机体系,可以用一个简称为 TQCSE 的模型来表示,其中 T 表示时间(time),Q 表示质量(quality),C 表示成本(cost),S 表示服务(service),E 表示环境友善性(environment)。

TQCSE 模型中的 T 有两方面的含义,一是指采用自动化技术,能缩短产品制造周期,产品上市快;二是提高生产率。Q 的含义是采用自动化系统,能提高和保证产品质量。C 的含义是采用自动化技术能有效地降低成本,提高经济效益。S 也有两方面的含义,一是利用自动化技术,更好地做好市场服务工作;二是利用自动化技术,替代或减轻制造人员的体力和脑力劳动,直接为制造人员服务。E 的含义是制造自动化应该有利于充分利用资源,减少废弃物和环境污染,有利于实现绿色制造。上述 TQCSE 模型还表明,T、Q、C、S、E 是相互关联的,它们构成了一个制造自动化功能目标的有机体系。

(3) 在范围方面,制造自动化不仅涉及具体生产制造过程,而且涉及产品生命周期的所有过程(包括服务)。

正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、包装等多种工序,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,只要熟悉了装配自动化,熟悉其他的自动化制造过程也就比较容易了。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

为了说明制造自动化的优点,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。

在工程上很多产品都大量采用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仍然采用这种简单的人工操作生产方式。

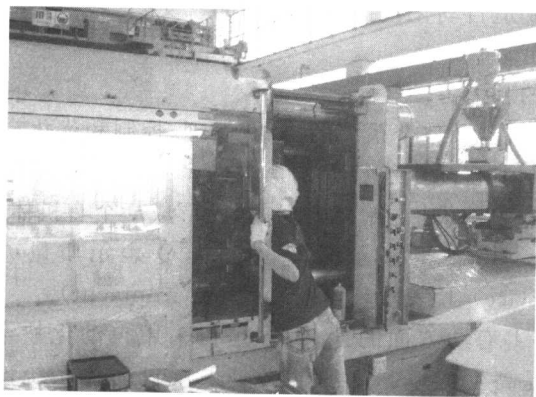


图 1-1 塑料注塑机人工取料

另一种更先进的生产方式为自动化生产: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。国外企业早已采用这种自动化生产方式;在国内,目前沿海地区已经有相当部分的企业(主要为外资企业)采用了这种自动化生产方式。

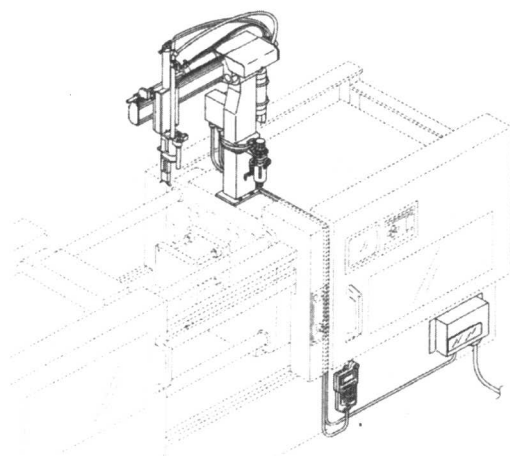


图 1-2 塑料注塑机机械手自动取料

上述两种生产方式有哪些区别呢?

实践表明,人工取料方式存在以下缺陷:

- 因为环境温度高,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,单位时间内设备生产出的产品数量明显高于人工取料,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

制造业的实践表明,人工生产一般情况下存在以下明显的缺陷:

① 产品质量的重复性、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 产品的精度较低

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

自动化制造的工程实践证明,机器自动化生产具有以下手工生产所不具备的优点:

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,也就是单位时间内能够制造更多的产品,每个劳动力的投入能够创造更高的产值;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。但自动化生产的初期投入较大,如果批量不大,使用自动机械的生产成本则较高,因此,自动机械一般都是使用在大批量生产的场合。

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、放射性等,也有部分环境是人类无法适应的,如高洁净的环境、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来完成。

⑦ 部分情况下只能依靠机器自动化生产

目前,市场上的产品越来越小型化、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度一致性、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今后主流的生产模式,尤其是在目前全球经济一体化的环境下,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,制造自动化是制造业发展的必