

复合材料液压机智能模具识别系统*

王玮洋

(天津市天锻压力机有限公司,天津 300142)

摘要:随着汽车制造业的飞速发展,汽车模块化和汽车轻量化得到了广泛的推广,越来越多的汽车零部件开始使用复合材料制作。复合材料的汽车零部件造型各异,模具使用中的生产参数繁多,生产工艺复杂。传统生产过程中需要熟悉工艺的人员参与其中,一旦有不熟悉工艺的人员对参数进行设置,难免出现各种错误,可能会造成压机和模具损坏,还有可能导致操作人员伤亡。复合材料液压机模具识别系统的成功开发,解决了这一生产过程中的难题。文中将对复合材料液压机模具识别系统的智能控制进行详细的介绍。

关键词: 液压机;模具识别系统;智能控制;PLC

中图分类号: TH122 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2354(2019)S1-0348-05

DOI: 10.13841/j.cnki.jxsj.2019.s1.083

Intelligent die recognition system for composite hydraulic press

WANG Wei-yang

(Tianjin Tianduan Press Co., Ltd., Tianjin 300142)

Abstract: With the rapid development of automobile manufacturing industry, modularization and lightweight of automobile have been widely promoted. More and more automobile parts are made of composite materials. Composite materials for automotive parts have different shapes. There are many production parameters in the use of moulds, and the production process is complex. In the traditional production process, people who are familiar with the process are required to participate. Once some people who are not familiar with the process set the parameters, there will inevitably be a variety of errors, which may cause damage to press and die, and may also lead to casualties of operators. The successful development of die recognition system for composite hydraulic press solves the difficult problem in the production process. In this paper, the intelligent control of the die recognition system of composite hydraulic press will be introduced in detail.

Key words: hydraulic press; mold recognition system; intelligent control; PLC

目前,越来越多的车型采用了复合材料部件,复合材料具有轻质高强、设计自由度高、不锈蚀、成型工艺性好等优点,成为汽车生产中以塑代钢的理想加工材料。近年来 SMC, RTM, GMT, LFT-D 等先进材料和工艺的应用推广十分迅速。

随着人民生活水平的提高,人民的需求日益增长,越来越多造型各异的复合材料产品被推向市场。复合材料产品的生产工艺也愈加复杂,这不仅对压机的性能有了更高要求,而且对复合材料模具的要求更加苛刻。复合材料产品生产过程中,工艺复杂,生产参数繁多,还需要设定一些特殊功能。然而不同的产品对应的生产参数和特殊功能也不相同,这就需要在生产过程中,操作人员对于产品的工艺具有一定的了解,可以准确地设定生产参数,选择相应的特殊功能。然而目前的生产厂家中,生产一线操作人员对工艺的理解参差不齐,操作人员的更替变动也比较频繁,导致生产厂家对产品工艺的把握不能做到完美掌控,最终生产出的复合材料产品质量不一,良莠不齐。

复合材料液压机智能模具识别系统的研制成功完美解决了这样的难题。该系统的成功应用,不再需要一线的操作人员对生产工艺有过多的了解,只需要在新模具进行试生产的过程中,工艺人员对生产参数进行准确调整,并选择模具所需的特殊功能,并将当前模具的生产参数和所选择的参数保存到液压机的控制系统中。这样就不需要一线操作人员对模具所需的生产参数和功能进行重新设置,而是由液压机的操作系统进行智能识别,智能控制。从而减少了一些可以避免的人为错误,提高了产品的生产效率,提升了产品的质量和良品率。

文中将对复合材料液压机中用到的智能模具识别控制系统进行详细的介绍。

1 智能模具识别系统原理简述

复合材料液压机智能模具识别系统主要应用在大型复合材

* 收稿日期:2019-02-11;修订日期:2019-04-15

基金项目:北辰区科技创新专项资助项目(京津冀协同创新项目)——汽车轻量化复合材料制品模压成形工艺和成套装备开发(KJCX-XTCX-2018-01)

料自动化生产线中。在整线自动化生产中,人工干扰因素降低,整线的智能控制大幅度提高。因此,压机与模具之间实现自动识别,模具生产参数的自动下载,特殊生产工艺的智能匹配就成为整线自动化中不可缺少的环节。

生产线中,模具首先要在试模压机中进行试模生产,确定模具的生产参数,并配备合适辅助功能和特殊工艺。生产参数和特殊工艺确定后,会将测试完成后的参数导出,并发送到整线的总控控制器中,由总控控制器下发到各工序的生产压机 PLC 中进行存储。

模具安装到自动生产线复合材料压机后,会将压机上预留航空插头连接到模具的航空插座上。压机和模具会按照预先约定的编码方式进行航空插座的针脚定义,这样压机 PLC 就可以读取到模具的编码,如图 1 所示。

输入编码								识别编码
7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1	0	0	4
0	0	0	0	0	1	0	1	5
0	0	0	0	0	1	1	0	6
0	0	0	0	0	1	1	1	7
0	0	0	0	1	0	0	0	8
0	0	0	0	1	0	0	1	9
0	0	0	0	1	0	1	0	10
.
.
.
1	1	1	1	1	1	1	1	255

图 1 模具编码定义图

压机 PLC 通过航空插座读取到模具编号后,会自动调取已经存储到数据块中相应的模具生产参数和特殊工艺,并将模具参数发送到人机界面工控机中。由现场操作人员进行参数确认

后,下载到 PLC 的控制程序中,实现正常的产品生产。模具的智能识别系统减少了人工干预,模具生产参数不再需要现场一线人员进行逐条设置,降低了生产过程中的差错率,提升了生产效率,产品的精度和质量得到了可靠地保证。

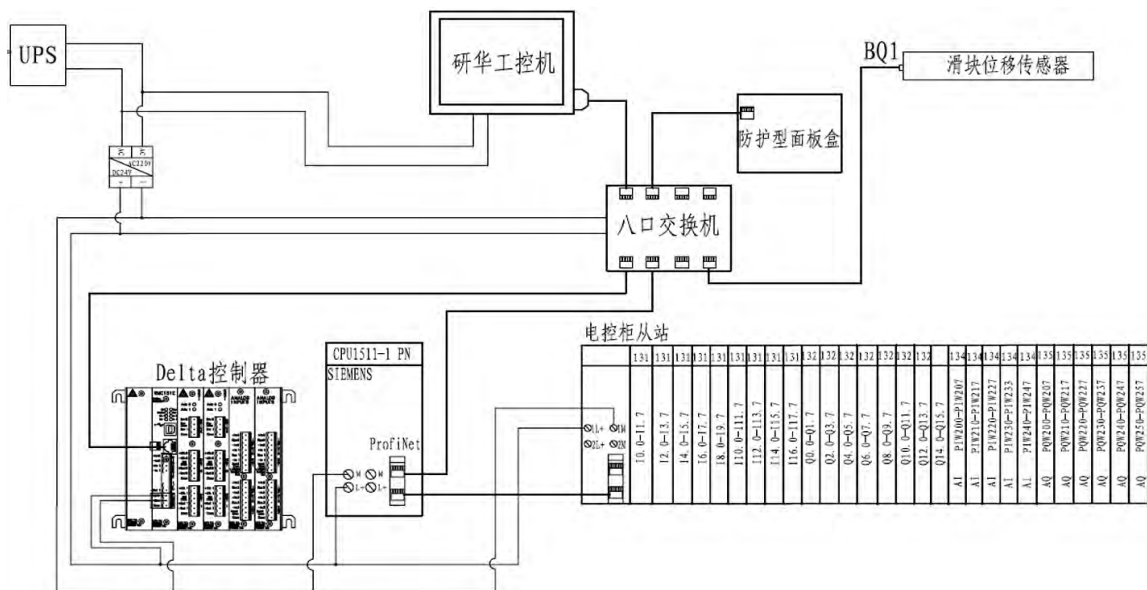
2 智能模具识别系统的硬件结构

智能模具识别系统的硬件组成主要包括工控机、PLC、运动控制器、航空插座等,如图 2 所示。

(1)工控机采用台湾研华公司研制的 IPC6152 系列一体式工控机,采用英特尔公司的 I5 系列中央处理器、8G 高速内存条、256G 固态硬盘,该配置工控机响应快、工作稳定、存储空间大。复合材料液压机的生产参数和模具参数可以通过工控机的人机交互界面进行设定,例如压机在整个往返运动中的位置、速度、压力参数的设定,模具中各种辅助功能的设定、压机特殊工艺参数的设定。

(2)PLC 采用西门子公司生产的新一代 S7-1500 系列的 CPU 1511,S7-1500 系列 PLC 的处理速度更快,诊断能力和安全性更高,不仅可以节省硬件成本,提高生产效率,而且安全可靠,维护简单方便,组态和编程效率更高。模具的工艺参数和特殊工艺参数全部存储在 PLC 的数据块中,PLC 可以根据对应的生产参数运行控制程序,对压机和模具的整个生产过程进行精确把控。

(3)运动控制器采用美国 DELTA 公司生产的 RMC 运动控制器,该控制器为高性能的闭环运动控制器,可实现位置、速度、压力、压强的多重闭环控制,控制功能强大,扫描速率可达到 1 ms,配合简单易用的 RMCTools 编程软件,可实现多种复杂生产工艺的精准控制。在复合材料产品的生产过程中,对产品成型过程中的均匀度和模具的平行度均有较高的要求。RMC 运动控制器可以实现对模具平行度和产品成型力的精确控制,为复合材料模具的特殊工艺提供了强大的支持,保证了产品的质量。



(4)航空插座采用德国 HARTING 公司生产的重载连接器,用于连接压机和模具预留的数据接口,实现压机 PLC 读取模具的编码,可识别出安装在压机内部模具的具体信息。

通过主控 PLC、工控机、运动控制器、航空插座无缝连接、相互配合,实现了复合材料压机智能读取模具参数,自动下载模具所需的生产参数和特殊工艺参数。

3 智能模具识别系统的软件设计

3.1 模具编码方式

智能模具识别系统中模具的编码方式采用 BCD 码。BCD 码(Binary-Coded Decimal)亦称二进制十进制或二-十进制代码。用 4 位二进制数来表示 1 位十进制数中的 0~9 这 10 个数码。BCD 码这种编码形式利用了 4 个位元来储存一个十进制的数码,使二进制和十进制之间的转换得以快捷地进行。

模具识别系统采用 PLC 的 0~7 位共 8 个输入点进行编码,最多可以识别 256 套模具,读取编码的程序如图 3 所示。

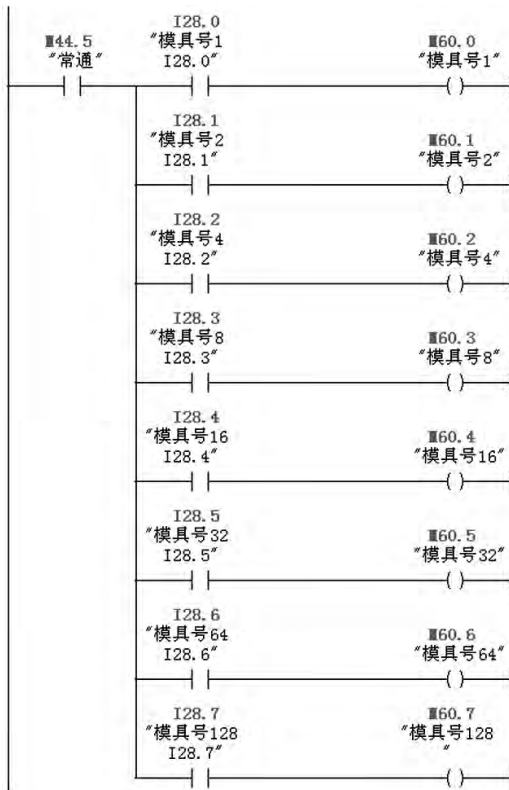


图 3 模具编码读取图

3.2 模具参数存储控制

智能模具识别系统中模具生产参数存储在 PLC 的数据块中。

第一,在 PLC 中建立模具生产参数的 UDT 复杂数据类型。复合材料压机模具的生产参数非常复杂,运用了多种数据类型,例如浮点型数据、整型数据、双整型数据、字符串型数据等。常用数据块功能已经不能满足模具识别所需的功能,所以在 PLC 中要建立 UDT 复杂数据类型,如图 4 所示。

第二,在 PLC 中建立大容量数据块,可以满足 256 套模具生产参数的存储。数据块访问 UDT 复杂数据类型,与模具生产参数的数据类型进行匹配,如图 5 所示。

UDT1			
名称	数据类型	默认值	
Element_1	Struct		
ID	DInt	0	
Name	String[42]	"	
data1	Real	0.0	
data2	Real	0.0	
data3	Real	0.0	
data4	Real	0.0	
data5	Real	0.0	
data6	Real	0.0	
data7	Real	0.0	
data8	Real	0.0	
data9	DInt	0	
data10	DInt	0	
data11	Int	0	
data12	Int	0	
data13	String	"	
data14	Real	0.0	
data15	Real	0.0	
data16	Real	0.0	
data17	Real	0.0	
data18	Real	0.0	
data19	Real	0.0	
data20	Real	0.0	
data21	Real	0.0	
data22	Real	0.0	

图 4 UDT 数据类型图

DB12			
名称	数据类型	偏移量	
Static			
DB_VAR	Array[0..256] of "UDT1"	0.0	
DB_VAR[0]	"UDT1"	0.0	
DB_VAR[1]	"UDT1"	248.0	
DB_VAR[2]	"UDT1"	496.0	
DB_VAR[3]	"UDT1"	744.0	
DB_VAR[4]	"UDT1"	992.0	
DB_VAR[5]	"UDT1"	1240.0	
DB_VAR[6]	"UDT1"	1488.0	
DB_VAR[7]	"UDT1"	1736.0	
DB_VAR[8]	"UDT1"	1984.0	
DB_VAR[9]	"UDT1"	2232.0	
DB_VAR[10]	"UDT1"	2480.0	
DB_VAR[11]	"UDT1"	2728.0	
DB_VAR[12]	"UDT1"	2976.0	
DB_VAR[13]	"UDT1"	3224.0	
DB_VAR[14]	"UDT1"	3472.0	
DB_VAR[15]	"UDT1"	3720.0	
DB_VAR[16]	"UDT1"	3968.0	
DB_VAR[17]	"UDT1"	4216.0	
DB_VAR[18]	"UDT1"	4464.0	
DB_VAR[19]	"UDT1"	4712.0	
DB_VAR[20]	"UDT1"	4960.0	

图 5 数据存储块图

第三,在 PLC 中建立程序控制块,实现模具参数的保存、上载、下载、删除、修改等功能。普通模具参数保存在触摸屏的配方控件中,只能实现当前模具参数的修改、保存、下载,但是不能自动识别当前模具,也不能自动下载当前模具的生产参数。智能模具识别系统中所编写的程序控制块最为强大的功能就是实现了当前模具号的自动识别,并将相应的模具生产参数自动调用到 PLC 的控制程序中。模具识别程序控制块编写在 PLC 内,用代码实现当前模具号的自动识别,并可以存储当前模具的生产参数,也可以上载或下载当前模具的生产参数,不再使用的模具参数也可以进行删除,如图 6 和图 7 所示。

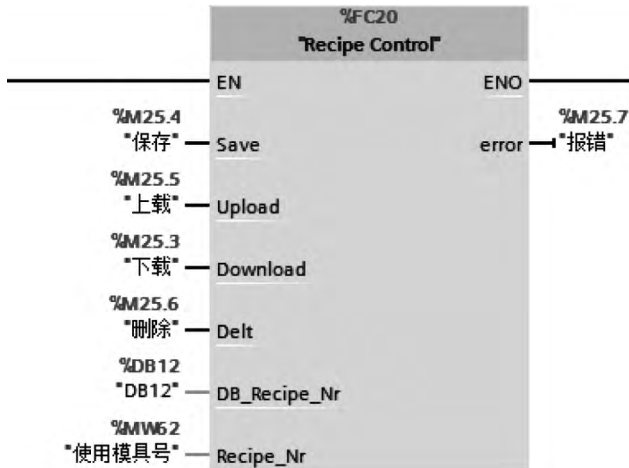


图6 识别程序控制块图

```

程序段 3: Save Recipe Data
注释
1 Sav1: L #Recipe_Nr
2 ITD
3 L DINT#248
4 *D
5 SLD 3
6 T #Target_Address
7 L #Recipe_Nr
8 T DBD [ #Target_Address]
9
10 L #Target_Address
11 L DINT#32
12 +D
13 T #Target_Address
14 L %DBD4
15 T DBD [ #Target_Address]
16
17 L #Target_Address
18 L DINT#32
19 +D
20 T #Target_Address
21 L %DBD8
    
```

图7 参数存储程序图

3.3 特殊功能的程序设计

复合材料产品的生产过程中，模具需要用到很多的辅助功能。例如模具排气功能、模具抽真空功能、模具辅助油路顶起和退回功能等。这些辅助功能的选择和设定也是模具生产参数的一部分，需要在智能模具识别系统中进行设计体现。当模具放到压机中，压机 PLC 读取到模具编号后，模具的生产参数和特殊功能参数会同时被 PLC 读取，并且自动下载到控制程序中。不同的模具所需要的特殊功能并不相同，有的模具需要排气功能和辅助油路顶起和退回功能，而有的模具却需要抽真空功能和辅助气路的吹气功能。特殊功能程序块的设计正是为了解决这一难题，特殊功能程序块的开发成功，实现了不同模具特殊功能块的自由组合和自由调用。

智能模具识别系统尤其强调软件程序的功能，强大的程序开发解放了生产一线操作人员对模具生产参数难以熟练设置的困扰，减轻了工艺人员的工作负担，并同时节省了模具更换测试的时间，直接提升了生产效率。

4 模具识别系统人机界面的设计

智能模具识别系统采用西门子公司生产的 WINCC7.4 组态软件进行人机界面的设计。WINCC7.4 组态软件运行在工控机中，该软件具有强大的功能，可与西门子 PLC 进行无缝连接。依托 WINCC7.4 组态软件开发出的模具参数设置画面，特殊功能设置画面操作方便，功能完善，简单易用。

4.1 模具生产参数设置界面

模具生产参数设置界面主要对生产过程中模具的工艺参数进行设定。主要包括复合材料压机整个行程的位置设定和速度设定，生产过程中模具所需要的多段压力设定和多段保压时间的设定及模具所需排气工艺参数的设定，如图 8 所示。

在该画面中可以对 256 套模具参数进行更改、保存、删除及手动识别，每个参数的设定框都有相应的上下限保护，防止操作者参数误设。该画面还设定了操作权限，并设定修改密码，防止与生产无关人员对模具参数的随意修改，维护生产安全。



图8 模具参数设定图

4.2 模具辅助油路设置界面

模具辅助油路顶起和退回的设置界面主要用于对模具辅助功能的设置。在复合材料产品的正常生产中经常会用到模具的抽芯工艺和顶出工艺。

复合材料的生产成品需要一些钻孔孔以便螺钉的安装，或者和其他配件进行匹配安装。抽芯工艺可以在产品成型过程中对产品进行钻孔，不在需要产品成型后的后期人工钻孔，这种辅助功能节省了产品后期处理时间，提高了生产效率，节约了人工成本。

复合材料产品生产过程中需要对模具进行加热，生产出的成品温度非常高，可能会导致产品和模具产生粘连。顶出工艺运用模具中预埋的顶针，在产品成型后将其顶起，方便机器人或者生产操作人员进入到压机中将产品取出。

模具辅助油路的顶起和退回功能的使用需要对相关参数进行设置。该设置画面具有极高的自由度，可在压机全行程的任意动作中对辅助油缸进行触发，同时还可以设置顶出时间和顶出速度。对油缸的退回设定更加灵活，共有 3 种退回模式，满足不同的生产需要，如图 9 所示。

上模辅助油路控制				
下一页	YB11a YB11b	YB12a YB12b	YB13a YB13b	YB14a YB14b
使用选择	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON	<input type="radio"/> OFF <input checked="" type="radio"/> ON
顶出步序选择	一段保压	回程停止	一段保压	回程停止
顶出延时(s)	3	5	4	7
慢顶时间(s)	4	6	5	8
快顶时间(s)	5	7	6	9
等待时间(s)	6	8	7	10
发讯元件选择	时间控制	限位控制	时间控制	限位控制
退回控制选择	步序退回	自动退回	步序退回	手动退回
退回步序选择	回程停止		回程停止	
退回延时(s)	7		8	
退回时间(s)	8	9	9	11

图 9 辅助油路控制图

强大的画面功能在实际复合材料产品生产中起到了很大作用,在这些画面上可以详细的设置模具参数和特殊工艺参数,在实际的产品生产中带来事半功倍的效果。

5 结论

新型复合材料的不断推广,各种新造型和新工艺的复合材

料产品逐渐面世,由此带来的复合材料模具和复合材料生产工艺更加复杂。复合材料压机智能模具识别系统的广泛应用,减少了生产过程中的差错率,提高了企业的生产效率,使整个生产过程更加智能化、人性化、柔性化,进而提升了产品质量,让产品在市场上更具有竞争力和性价比。

参考文献

- [1] 何国西. 现场总线在 PLC 和工控机控制系统中应用方案比较[J]. 工业控制计算机, 2003(2):38-39.
- [2] 美国 DELTA 公司. DELTA 运动控制器用户手册 Version 2.00[Z], 2012.
- [3] WINCC 组态手册. 西门子自动化驱动集[Z].
- [4] 胡寿松. 自动控制原理[M]. 北京:科学出版社, 2007.

作者简介:王玮洋(1987—),男,工程师,学士,主要从事液压技术方面的电气控制工作。E-mail:tdjszx@126.com