

摩托车发动机气门组件的机器人装配系统及其控制*

张 铁 谢存禧 邵 明

(华南理工大学机械电子工程系·广州, 510640)

摘要: 研制了摩托车发动机气门组件的机器人装配系统, 给出了六工位回转式工作台、装配用随行夹具的结构和工作原理, 介绍了系统的控制方式, 采用 PLC 控制与其他设备协调控制的方式来实现对整个系统的实时控制。

关键词: 摩托车发动机; 机器人装配; 控制系统

文献标识码: A

The Robotic Assembly System and Its Control for Motorbicycle Engine's Gas Valve Units

ZHANG Tie, XIE Cunxi and SHAO Ming

(Department of Mechatronic Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, 510640, P. R. China)

Abstract: The robotic assembly system of motorbicycle is studied. The structures and the principles of 6 working position revolving table and the follower fixture for the assembly are presented. The control methods are introduced, too. The coordinative control of robot with other devices by PLC is used to accomplish the on-line control of the system.

Key words: motorbicycle engine; robotic assembly; control system

1 引言(Introduction)

随着现代科技的迅速发展, 产品更新换代加快, 生产越来越具有小批量、多品种、高质量的特点, 企业必须具有较大的灵敏性和适应性才能在市场上立足. 因此, 世界发达国家竞相建立了以机器人为核心的柔性装配系统. 例如, 日本 Seiko Epson 公司开发的手表柔性装配系统, 主要由 55 台 SCARA 装配机器人组成, 可装配 8 大类 60 种型号的手表, 日产量为 50 000 只, 成本比原来下降了 63%^[1]; 美国 Westinghouse 公司开发的 APAS 系统是一个具有视觉的自适应柔性装配系统, 能够装配 450 种不同型号的电机, 每天的产量为 13 批 600 台左右^[2].

装配作业在产品的制造过程中具有极其重要的地位, 例如在摩托车的生产中, 装配工作量占整个产品制造工作量的 43%, 装配成本占产品总成本的 35%, 而其中又以发动机的装配最为重要. 为了解决这一“瓶颈”问题, 可以采用机器人技术实现柔性生产, 以提高产品的生产率和质量. 在国家“863”高技术计划的支持下, 作者完成了摩托车发动机气门组件机器人装配系统的研究工作. 本文将主要介绍这

一系统的结构、工作原理及控制系统.

2 气门组件的结构(The construction of the gas valve units)

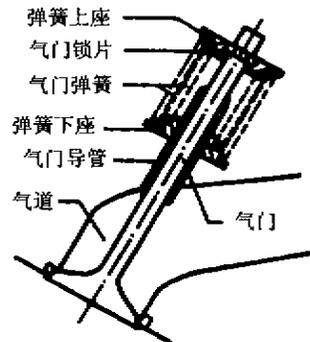


图 1 气门组件结构图

Fig. 1 Construction of the gas valve units

图 1 所示为佛山福斯第摩托车厂所生产的摩托车发动机的气门组件结构. 该气门通过凸轮控制进排气道的开闭, 使发动机保持在最佳运转状态. 气门斜穿过气道, 其头部是开关气道的部分, 当气门开启时, 气门头部伸向燃烧室, 气门杆部伸出到发动机气缸盖上. 气门杆部装有弹簧等附件, 弹簧下座装在发动机

* 基金项目: 国家 863 高技术(863-512-0507)资助项目.

收稿日期: 1999-04-14; 收修改稿日期: 2000-09-02.

气缸盖上,两个半圆锥形的锁片构成弹簧上座,利用弹簧上座的锥面与气门杆部的凹槽可将锁片压紧。

3 气门组件的机器人装配系统(The robotic assembly system for gas valve units)

3.1 装配机器人的选择(Selection of assembly robots)

由于系统要完成工件的上料、夹紧、弹簧装配、锁片装配、检测等工作,因此系统安排6个工位,选用两台机器人,即直角坐标机器人和 SCARA 装配机器人。这样,只需设计合理的夹具,便可保证2个气门组件以垂直向下的方式进行装配。根据工件的具体尺寸,选用垂直行程为 100 mm 的机器人,同

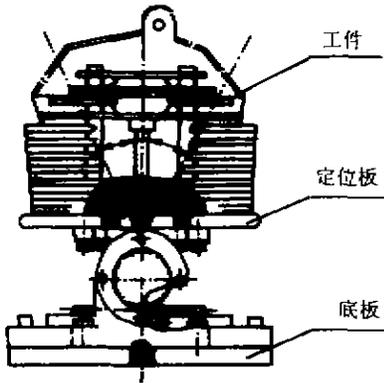
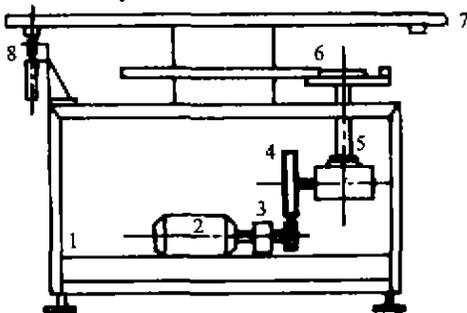


图2 发动机气缸盖专用夹具

Fig. 2 The fixture for the engine cylinder cover

利用发动机气缸盖的加工面和配合孔,采用一面两孔的定位方式,将发动机气缸盖装在定位板上。发动机气缸盖的转动由齿轮齿条机构实现,通过丝杠推动装在底板上的燕尾槽内的齿条使定位板与发动机气缸盖一起转动,转动的角度由齿条另一端的挡块决定。发动机气缸盖的夹紧由偏心轮自锁机构实现。

3.3 六工位回转式装配工作台(Six revolving location assembly table)



1—底架; 2—电机; 3—电磁离合器; 4—皮带;
5—蜗轮蜗杆减速器; 6—槽轮机构; 7—转盘; 8—定位销

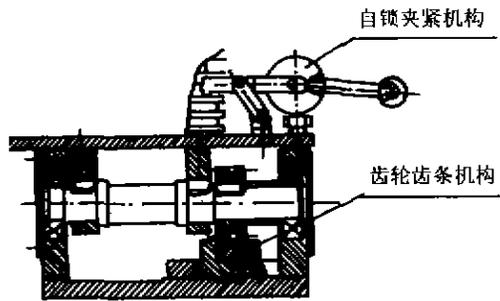
图3 六工位回转式装配工作台

Fig. 3 Six revolving location assembly table

时,考虑到生产节拍的合理性,两种机器人均选择高速型,摩托车发动机气缸盖质量不超过 5 kg。根据性能可靠、价格适宜、维修方便的原则,选用日本 SONY 公司生产的机器人,型号分别为 SRX-3CH 和 SRX-3XB。

3.2 发动机气缸盖专用夹具(Specially using fixture for engine's cylinder cover)

由于发动机气缸盖的进、排气门之间存在 55° 的夹角,倾斜于气缸盖定位面分布,而 SCARA 机器人只适用于垂直方向的装配,因此,我们设计了发动机气缸盖的专用夹具,以保证装配过程中气门处于垂直位置。该夹具还能自动夹紧且保证自锁,其结构如图 2 所示。



六工位回转式装配工作台具有结构简单、容易调整的优点。装配过程中,工作台的正反转使装配的物流方向可随时变化,生产节拍容易改变,且占地面积小。

图 3 所示为回转式工作台的结构简图。其工作原理是:动力由单相异步电机 2 输出通过 DL 型离合器 3,再经皮带 4 和蜗轮蜗杆减速器 5,最后经单销槽轮机构 6,使转盘 7 以 4.6 r/m 的速度转动。

3.4 气门组件机器人装配系统的结构及工作原理(Construction and principle of robotic assembly system for gas valve units)

气门组件的机器人装配系统主要由发动机气缸盖专用夹具、六工位回转式工作台、机器人、装配及检测专机、送料装置等组成。图 4 为机器人装配系统的平面布置图。

系统中安排 6 个工位,各个工位的装配工艺流程如下:

1) 工位 1 由 SRX-3XB 直角坐标机器人 1 将发动机气缸盖(气门已经装好)放在工作台的专用夹具上,将工件夹紧;

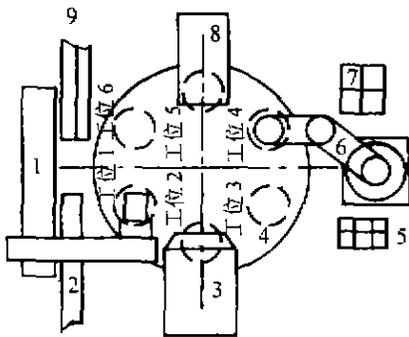
2) 工位 2 用弹簧装配专机 3 将弹簧放入弹簧下

座,然后通过电机驱动丝杠推动夹具转过一个角度,使另一气门处于垂直状态,再用装配专机3将另一个弹簧放入其下座;

3)工位3、4共用一台SCARA机器人6分别完成弹簧、弹簧上座的装配;

4)工位5通过检测专机检测锁片的位置状态,以判别气门组件的装配质量;

5)工位6进行产品的分检.当夹具到达固定位置并自动松开后,用工位1的直角坐标机器人取出成品,按质量分别送到合格品和不合格品的出料线.



1—直角坐标机器人; 2—发动机气缸盖供料装置;
3—弹簧下座装配专机; 4—六工位回转式工作台;
5—弹簧供料装置; 6—SCARA机器人;
7—弹簧上座供料装置; 8—检测专机; 9—产品出料线

图4 气门组件的机器人装配系统

Fig 4 Robotic assembly system for gas valve unit

4 气门组件机器人装配系统的控制 (The control of the robotic assembly system for gas valve units)

4.1 控制系统(The control system)

控制系统主要由一个三菱FX2-128MR可编程序控制器(PLC)组成,它控制回转式工作台的转动并且协调机器人及专机的运动,控制机器人的夹持器开合及供料装置的运动.计算机用于对系统故障的监控、系统装配状态的监控和装配数量的统计.系统组成如图5所示.

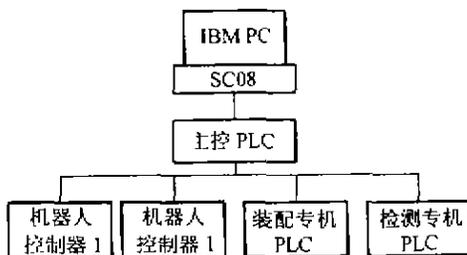


图5 控制系统简图

Fig 5 Diagram of the control system

4.2 PLC实现的功能(Functions of the PLC)

利用主控PLC可实现装配系统的自动、手动、

单机三种工作方式.能完成下列工作:

1)自动连续工作.

在此状态下,首先各个单机归零,然后从工位1起6个工位依次启动,进入正常工作阶段后,6个工位同时动作.

2)清场.

作业结束时,从工位1开始依序停止,直到工位6把最后一个成品出站为止.

3)单步运行.

在手动方式下,按下单步按钮,工作台转动一次,各工位相应地完成一次装配,此后转盘及各工位处于待命状态.

4)调试.

在调试状态下,各工位可以单机操作.

5)复位.

出现故障或撤消急停时,按复位按钮可以返回上一工位,并处于待命状态.

4.3 PLC与机器人的协调工作(Corresponding run between PLC and robots)

由于PLC所控制的系统的I/O点比较多,而其关键是PLC与机器人的协调,因此以下主要介绍PLC与机器人的接口(见表1,表2).表1中EXS1是外围设备急停信号,PREADY是外围设备在零位信号,ONLINE是联机控制信号,PSTART为自动开始信号,PRET为外围设备在归零信号,PSTEP为单步完毕后的停止信号,其中PSTART,PRET,PSTEP只有在ONLINE信号打开后才有效,II为当系统处于正常工作过程中,外围设备准备好允许机器人继续动作信号.表2中SHOME为机器人零位信号(当机器人在零位时,SHOME打开),SAUTO为自动信号(当处于自动模式,SAUTO时打开),SMAN为手动模式,PERET为允许外围设备归零信号,ERROR为错误信号,EGSTS为请求系统急停信号,SATDO为机器人在动作信号,L2为当机器人正常工作过程中,机器人准备好,允许工件移到下一工位.

表1 机器人输入端与PLC的接口

Table 1 The connection of the robot input and PLC

机器人输入端	名称	PLC输出端
26	EXS1	Y30
17	ONLINE	Y31
18	PRET	Y32
19	PREADY	Y33
20	PSTART	Y34
21	PSTEP	Y35
32	GND	COM
1	II	Y36

表 2 机器人输出端与 PLC 的接口

Table 2 The connection of the robot output and PLC

机器人输出端	名称	PLC 输入端
17	SMAN	X45
18	PERET	X46
19	SHOME	X47
20	SAUTO	X50
21	SATDO	X51
22	BGSTS	X52
23	ERROR	X53
24	+ 24V	+ 24V
25	GND	GND
2	L2	X54

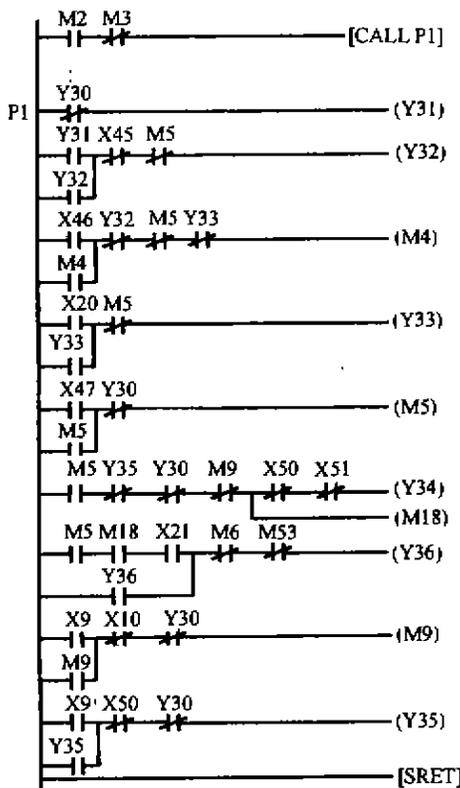


图 6 PLC 与机器人协调工作的梯形图 (部分)

Fig. 6 The ladder of the PLC and the robot for corresponding run (part)

两台机器人的语言相同,动作相近,包括归零、正常工作、故障急停、暂停等,而且其接口和控制也相同.系统 PLC 控制的梯形图(部分)如图 6 所示.图中各中间继电器含义如下:M2—进行自动操作;M3—进行手动操作;M4—允许外设归零;M5—机器

人已经归零;M6—允许工作台转位;M9—暂停的中间继电器;M18—机器人处于自动操作.其他输入点含义如下:X9—系统暂停按钮;X10—继续开始按钮;X20—外设零位开关;X21—工件转动后到位的开关.系统工作原理如下:当进入自动操作状态时,系统调用自动操作程序,ONLINE 打开,如果机器人未归零,发出请求机器人归零信号,机器人允许外设归零,外设归零完毕后机器人自动归零,开始自动操作.自动操作过程中,机器人进行装配时工作台停止转动,装配完毕后工作台转动到下一工位,到位后进行下一步操作.当按下暂停按钮后,机器人和系统暂停工作,按下继续工作按钮后系统继续进行自动工作.当机器人出现故障或按下急停按钮时,系统和机器人同时急停.

5 结束语(Conclusion)

本文主要研制了摩托车发动机气门组件的机器人装配系统,它包括六工位回转工作台、发动机气缸盖的随行夹具、直角坐标机器人、SCARA 机器人、弹簧装配专机、检测专机及其他外围设备.所研制出来的装配系统主要用于广东佛山福斯第摩托车厂的发动机气门装配工作.该系统使用后可装配 5 种型号的摩托车发动机气门组件,日产量为 2000 台.

参考文献(References)

- [1] Yamazaki Yasumi. Automatic assembly line of many type watches [A]. Proceedings of the 1st Asian Conference on Robotics and Its Application [C], Tokyo, 1991, 487 - 495
- [2] Hartely J. Robot at Work: A Practical Guide for Engineers and Managers [M]. Washington: IFS Publication, 1993
- [3] Tang Xiangzhou. Research of flexible assembly system planning and its designing theory based on quality characteristics [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 1998 (in Chinese)

本文作者简介

张 铁 1968 年生,华南理工大学讲师,在职博士生.已发表学术论文 20 余篇.主要研究领域为机器人系统,自动化加工及控制.

谢春耀 1940 年生,华南理工大学教授,博士生导师.已发表学术论文 100 余篇.主要研究领域为机器人系统,自动化加工及控制.

谭 明 1951 年生,华南理工大学教授.1994 年在南京航空航天大学做博士后研究工作.主要研究方向为智能设计与制造,柔性装配系统规划理论与周边装置设计制造.