

一种检测空腔零件耐压性及密封性的检测方案

刘 阳

中国航发南方工业有限公司 湖南 株洲 412002

摘 要：空腔是整个零件中易发生泄漏和胀裂的关键部位。耐压性和密封性是空腔类零件的关键性能指标参数，它关系着整个零件的运行效果和安全性能。本文介绍了一种基于PLC和HMI的液压试验控制方案，可为类似液压试验系统设计提供参考。该设计思路和方案目前已经成功应用于生产当中，运行平稳可靠，操作简便，且成本较低，具有一定的参考和借鉴价值。

关键字：空腔；耐压性；密封性；PLC；HMI

1 引言

空腔类零件由于先天性的结构特征，所以对密封性能和承压性能有较高的要求。对这类零件，在加工成型后需对其进行检测耐压和泄露的试验，以检测该零件是否合格。当前，对空腔零件的密封性和耐压性的检测手段仍依赖于研制专门的检测设备来进行。如此一来，设计研制出一种用于检测空腔零件密封性和耐压性的检测方案就显得很迫切也具有较强烈的实际意义。本检测方案以某型航空发动机机匣为被检测空腔零件样品，分别检测其在低压（0.2~0.8MPa）、中压（0.8~8MPa）及高压（6~32MPa）防锈水的压力之下，在锁死全部管路阀门的密闭空间下，保压5min（可根据具体要求设定）后卸压，然后计量压降值，完成检测过程。在设计过程中需编制顺序功能图，利用西门子PLC SIEMENS-S7-200中的LAD编程来实现手/自动耐压和压降检测，并采用触摸屏SIEMENS-TP900技术进行指令输入和数据输出^[1]。

2 系统构成

空腔零件检测系统主要由热水箱、加温及温控系统、低压充液系统、中充液系统、高压充液系统、操作台、压力显示及控制系统、电气控制部分组成。

温控系统：加热器分为两个24Kw加热器，可一个加热器单独加热或两个加热器同时加热，采用优质温控器，可实现液体温度的设定和显示，并配备水温检测装置，根据设定温度，自动控制水温。设备带有欠水自动保护功能，热水箱带有防爆型液位计，当水位低于设定高度时，加热器停止加热。

低压充液系统：耐温低压泵采用大流量不锈钢气动泵，压力最高达到0.8MPa，流量达30L/min，油泵到达规定压力后自动停泵，泵带有自动稳压装置，能确保油压不会下降，油泵为不锈钢制造，防锈美观。泵出口压力

调节阀调节，调压方式为人工调节，调节范围：0.2—0.8 MPa可调；低压充液系统带有一只充液阀、一只卸荷阀。

中压充液系统：耐温中压油泵，压力最高达到8MPa，中压泵到达规定压力后自动停泵，泵带有自动稳压装置，能确保油压不会下降，泵高压端为不锈钢制造，防锈美观。耐温低压泵耐受温达120℃。泵出口压力调节阀调节，调压方式为人工调节，压力范围：0.8—8 MPa可调。

高压充液系统：耐温高压油泵，压力最高达到32MPa，高压泵到达规定压力后自动停泵，泵带有自动稳压装置，能确保水压不会下降，泵高压端为不锈钢制造，防锈美观。耐温低压泵耐受温达120℃。泵出口压力调节阀调节，调压方式为人工调节，压力范围：6.0—32MPa可调；低压充液系统带有一只充液阀、一只卸荷阀。

气动系统：气动系统由调压过滤器、防爆型电磁阀、压力表及管路组成，主要元器件采用SMC进口产品；

压力显示及控制系统：由压力传感器、液晶屏显示压力，通过压力传感器测量保压阶段的压力降，通过压降判断被测工件的泄漏与否。设备各路充液系统带有压力表数字显示，方便直观显示压力。采用西门子液晶屏可实现实时压力值、试验初始值、试验终止值、压力降、压降设定标准值，不合格报警。

3 系统原理

如图1所示，以选择中压档位为例，通过旋转压力调节阀，将管路压力设定为8.0MPa，即给机匣腔体内部打入的防锈水体压力为8.0Mpa。现以8.0Mpa压力下保压5min为例介绍具体检测流程如下：

（1）启动水箱加热器,此处采用优质温控器，可实现液体温度的设定和显示，并配备水温检测装置，根据设定温度，自动控制加热器的启停，以使水温恒定维持在试验所要求的90℃。

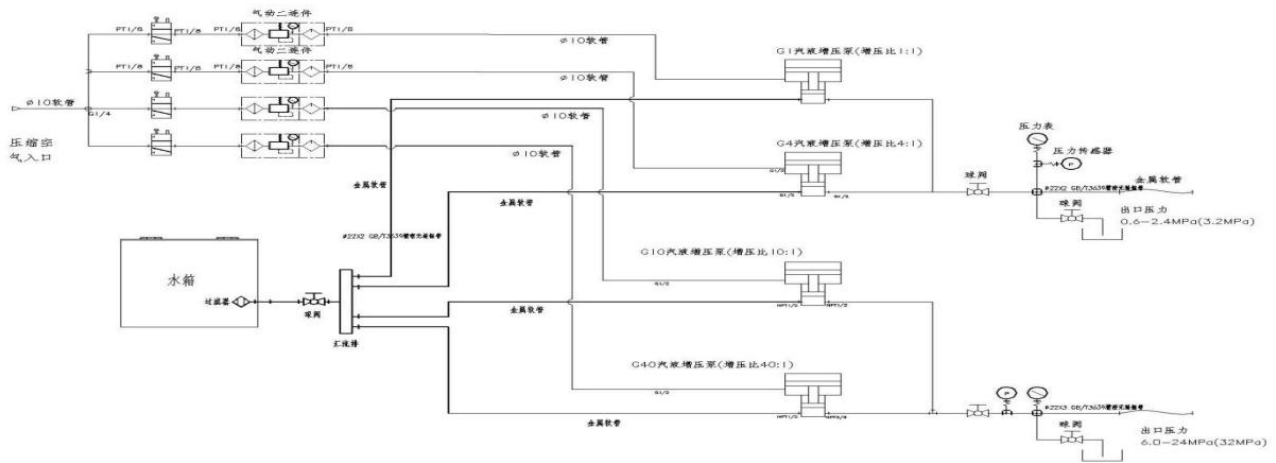


图1 机械原理图

(2) 设置试验压力为8.0MPa，打开电磁阀，增压泵通过充压管路向零件腔体内部打压注入防锈水，增压泵持续向零件腔体内充压。

(3) 待零件腔体入口处液体压力值达到8.0MPa时，电磁阀关闭，锁死管路，使得被测零件腔体内部形成一个密闭空间，开始进入保压阶段。

(4) 在电磁阀关闭的同时，计时器同步开始计时，计时5min。

(5) 计时结束后，采集此刻零件空腔出口处压力

值，与计时开始前压力值（8.0MPa）进行对比计算，得出压降值P降。

(6) 若压降值 $P降 \leq$ 允许值，则通过触摸屏显示试验结论“零件合格”。若压降值 $P降 >$ 允许值，则通过触摸屏显示试验结论“零件不合格”，并发出声光报警。

本检测方案以自动检测为例，自动完成试验流程并判定给出试验结论。本试验设备还兼具手动模式，由人工手动完成从充压→保压→判定实验结论→卸压的整个检测过程。

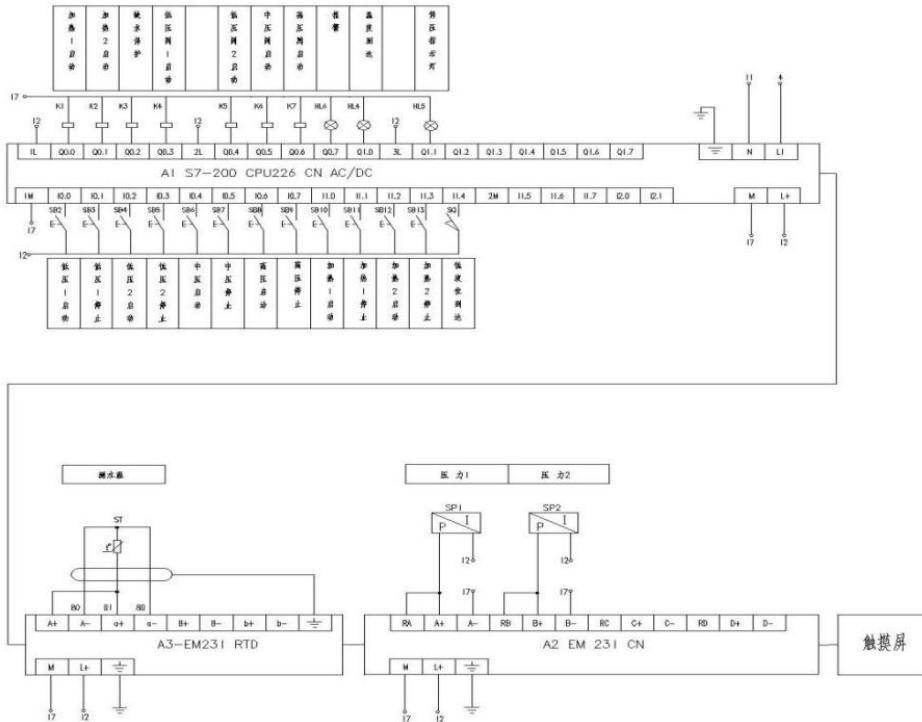


图2 控制回路电气原理图

如图2所示为本检测方案的电气控制原理图。其中,触摸屏作为整个控制系统的指令输入端和信号输出端,在触摸屏中根据试验液体压力的不同分别编制不同的界面,操作简便,形象直观。西门子PLC作为控制执行层,对试压管路的实时压力参数进行采集并处理,控制下层的继电器、蜂鸣器、电磁阀等元器件执行动作,发出报警信号,同时在控制原理设计过程中设置了电气互锁,以防止误操作的发生^[3]。液晶触摸屏可以实现对实时压力值、试验初始值、试验终止值、压力降、压降设定标准值等关键数值的实时监测或设置,并且对于不合格的结果发出声光报警。

前期在软件STEP7-Microsoft中进行程序编制与调试,待程序调试完毕后,通过PCPPI通讯电缆将其传输到PLC中。PLC程序主要包括:主程序、数据读取子程序、0.6-2.4MPa循环子程序、6-24MPa循环子程序和手动模式程序等。

主程序:主要负责对各功能块的调用及对系统参数的初始化,算法子程序是对数字量和模拟量进行转换和处理。

读取子程序:压力变送器将测得的压力转换成4-20mA信号,通过模拟量输入模块的AIW0存入VD0寄存器,可实现在触摸屏上^[1]。

手动/自动模式选择:手动模式是指操作者通过通过点击触摸屏的开关控制各个电磁阀的开启和关闭;自动模式是指实验过程一键自动化,点击试验开始之后,整个打压、保压和卸压过程自动连续实现,直至所有试验步骤完成。

HMI主要的功能是进行人机间的信息和指令交互^[2],通过HMI可以直接看到压力值、保压时间以及压降等试验的实时信息。在Kinco HMI2.4环境中进行界面开发时,本系统

选择触摸屏SIEMENS-TP900,PLC选择SIEMENS-S7-200。通过新建画面,定义各画面的名称,在各画面上使用编辑功能添加按钮、指示灯数字框和文本框^[1]。

4 实施效果

本方案完全实现了针对空腔零件腔体耐压性和密封性的检测功能,用户端的操作界面简洁、友好、美观,自动化程度较高,大幅度降低了操作者的劳动强度和人为因素可能导致的误操作出现的概率。硬件和软件两方面均具备较高的可靠性,日常使用过程中故障率较低。本检测方案采用了PLC中LAD的顺序功能图法编程,整个方案的程序模块化设计具有逻辑清晰、设计合理和简单可靠等优点,最终成品通用性很高,在工业生产活动中具有较强的推广价值^[3]。本检测方案为研制此类检测耐压性和密封性试验设备的企业和从业人员做出了技术探索并提供了研制方向。

5 结语

通过这一针对空腔类零件耐压性及密封性的检测方案的设计,得出了一套切实可行有效的零件检测方案,解决了空腔类零件加工制造完成之后的检测手段问题。这一检测方案可行性强,成本低,检测效果好,极大的丰富了检测方案和检测手段,具有较强的参考价值和推广借鉴价值。

参考文献:

- [1]完颜瑞楠,姚文.汽车总装生产线供液系统的智能监控系统设计[J]电气自动化,2015,39(5):81~84。
- [2]赵俊生,杨怀林,姚年春.电气控制与PLC控制技术[M],化学工业出版社,2008。
- [3]郑攀,胡进,潘柳,薛魁.基于PLC和HMI的薄膜疲劳性试验控制系统[M],河北农机,2019:32~33。