

单片机在罐头真空度无损检测中的应用

周仲浩 黄光周 韦克省
(华南理工大学, 广州 510641)
(收稿日期 1997-12-15)

APPLICATIONS OF SINGLE CHIP MICRO COMPUTERS FOR NONDESTRUCTIVE TEST OF VACUUM IN THE CANS

Zhou Zhonghao Huang Guangzhou Wei Kesheng
(South China University of Technique, Guang zhou 510641)

Abstract: In this paper, The principle of nondestructive test of vacuum in the cans for striking method is described. The vibration frequencies of the can lid are measured to provide scientific basis for nondestructive test of vacuum in the cans. A single chip micro computer is used as the control unit of the system which improve classification accuracy and reliability for nondestructive test of Vacuum in the cans.

Keywords: Vibration, Vacuum, Nondestructive test.

摘要: 阐述击振法密封罐头真空度无损检测的原理。以测量罐头端盖的自由振动频率作为罐头真空度无损检测的依据。应用单片机作为系统的控制单元,提高了密封罐头真空度无损检测系统的分选精确度和可靠性。

关键词: 振动、真空度、无损检测。

分类号: TB774、TP39。

食品工业的罐头,真空包装食品以及医药工业的针剂和真空密封的贵重药物,为保证在存贮和运输过程中的质量,需要对这些容器进行非破坏性的真空度检测。

罐头等真空密封容器真空度无损检测方法很多。粗略地可分为10类:1)真空表直接测量法;2)人工敲打听音法;3)罐盖变形目测法;4)改变罐盖外部压力法;5)变形度检测法;6)光学法;7)超声波法;8)流体力学法;9)声电转换检测法;10)漏泄直接检测法。

在这10类检测法当中,大部分是依据容器内外的压力差而产生的力学效果(如罐盖变形)或声学效果进行检测的。每种方法都有其特点和特定的应用范围。从动态看,声电转换法具有更多的优点,但智能控制尚属欠缺。为此,把一种比较简单的MCS-51单片机应用在罐头真空度无损检测中。它是一种较为自动化和智能化的检测方法。整个系统结构简单、逻辑严密、准确度高、调整方便。

1 击振法声电转换的原理

声电转换的基本原理是基于罐头端盖振动的自然频率与罐内真空度有一定的关系。如果给罐头端盖加一冲击力,然后让其自由振荡,此时的自由振荡频率就与罐内真空度有关。一般来说,真空度越高,端盖表面张力越大,振动频率就越高。就好象拉紧的琴弦,所发出的声音频率越高一样。把这一振动信号的频率通过微型计算机进行计算、处理并与标准值比较。然后由MCS

一51 单片微机系统进行控制和显示,即可判断出罐头内真空度的高低。与此同时,计算机还进一步控制分选执行机构对罐头进行自动分选。系统方框图如图 1 所示。

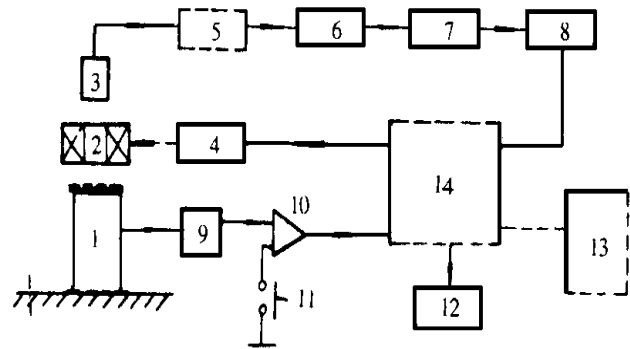


图 1 系统方框图

1—罐头;2—击振线圈;3—拾音器;4—击振电路;5—前置放大;6—对数放大;7—带通有源滤波器;8—整形电路;9—对中电路;10—或门;11—手动开关;12—显示器;13—执行机构;14—MCS—51 微机系统

2 罐头盖自由振荡的频率与真空度的关系

对罐盖的振动过程进行精确的理论分析有一定的难度。但根据振动理论可知,对于一个周界固定的圆形膜,其振动的自然频率可表示为

$$f_n = \frac{\mu_n}{2\pi r} \sqrt{\frac{F}{\sigma}} \tag{1}$$

式中, μ_n 为比例常数; r 为圆膜半径; σ 为圆膜单位面积质量; F 为圆膜所受的张力。圆模的自然频率还与圆膜的材料有关,膜的质量密度愈小或膜愈薄,自然频率

就越高。对于同一种罐头来说, r 和 σ 是固定的,显然有 f_n 正比于 $\sqrt{F}$ 。产生张力 F 的主要原因是罐盖外部的大气压 P_0 与罐内的压力 P 之差 ΔP ,即

$$\Delta P = |P_0 - P| \tag{2}$$

真空度越高, ΔP 越大,在罐盖上所形成的张力越大。也就是说,张力 F 正比于 ΔP 。但作为罐头真空度检测的依据,则是自然频率与张力 F 的关系。因此,假定罐盖的自然频率 f_n 是 ΔP 的一个函数,即

$$f_n = \varphi(\Delta P) \tag{3}$$

对于这个函数,最可靠的方法是采用实验的方法。由实验可知

$$f_n = f_0 + K \sqrt{\Delta P} \tag{4}$$

式中, f_0 为 $\Delta P=0$ 时的罐头罐盖的自由振荡频率; K 为待定常数,对于不同类型的罐头, f_0 和 K 的取值不同。反复对一种蘑菇罐头(直径 7.5 cm)进行测试。其自由振荡频率与罐内真空度的关系曲线如图 2 所示。由实验得出

$$f_n \approx 800 + 125 \sqrt{\Delta P} \tag{5}$$

式中, ΔP 为 3 378.2 Pa。若以一个大气压(101 080 Pa)为零真空度,比一个大气压低 13 300 Pa 作为罐头真空度的分选线。若 ΔP 以 3 378.2 Pa 计,则真空度优于 $4 \times 3\,378.2$ Pa 以上为合格品,否则为不合格品。由此可推出该种罐头的分选频率为 1 050 Hz 左右,大于此频率为合格品,小于此频率为不合格品。

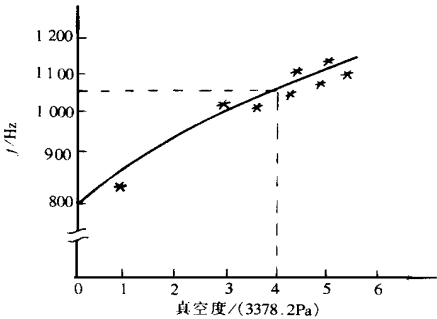


图 2 自由振荡频率与罐内真空度关系

3 单片机控制系统的设计

应用 MCS-51 单片机可对罐头真空度无损检测

系统的击振时间、振荡频率、对中控制及系统操作进行自动或半自动控制。由于控制关系并不复杂,这里使用最普通的 MCS-8051。此单片机内部包含了 8 位 CPU;系统存储器 RAM、ROM 或 EPROM;4 组并行的 I/O 接口等。因为 MCS-51 系列单片机具有很强的处理功能,适用范围广,既可构成功能很强的复杂系统,也可组成较简单的应用系统。本系统算是一个较简单的应用系统。它只用了 MCS-51 系统 4 组并行 I/O 接口其中的 P_1 组, MCS-51 系统的 I/O 接口连接框图如图 3 所示。图中 $P_{1,0}$ 作为击振电路启动信号输出,它直接与击振电路的输入端相连。当 $P_{1,0}$ 为高电平时,击振电路处于饱和工作状态,击振电路线圈有电流流过,罐头端盖被吸变形。 $P_{1,0}$ 为低电平时,击振电路处于截止状态,击振线圈没有电流流过。

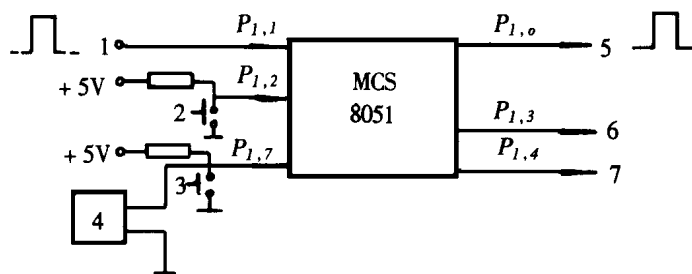


图 3 MCS-15 系统的 I/O 接口连接图

1—整形信号输入;2—标准值输入控制;3—对中控制;4—对中开关;5—击振电路启动信号输出;6—可疑罐头分选执行控制;7—坏罐头分选执行控制

$P_{1,1}$ 作为整形电路输入。整形信号是一方波。当整形信号加到 $P_{1,1}$ 时,通过软件对 $P_{1,1}$ 口进行查询,计算振动所经历的周期数。

$P_{1,2}$ 作为标准值输入控制。所谓标值输入是指给计算机一个判别罐头的临界值。以后计算机对周期的实测值就是与这个值进行比较来决定罐头的质量。

为了适应实际工作起见,设计了标准值的自动输入方案。选定一罐作为临界值的样品罐头,即它的

自由阻尼振动的频率作为分界频率。在操作中把该罐头放在检测头下进行检测。这时若 $P_{1,2}$ 为低电平,该罐头的自由振动频率值就自动地记入计算机的内存中。 $P_{1,2}$ 为高电平时作正常检测,因此,把 $P_{1,2}$ 口称为标值输入控制口。所以 $P_{1,2}$ 口仅在开机第一罐时按下低电平按钮,把标准值罐头放于检测头下就可以了。在以后的检测过程中,让 $P_{1,2}$ 保持高电平,检测工作就可以不断进行。

$P_{1,3}$ 、 $P_{1,4}$ 作为输出接口,用它们分别控制执行机构来实现对“可疑罐”和“坏罐”的分选工能。 $P_{1,7}$ 作为对中控制,设计为低电平有效。接线如图 3 所示,它由一个作为测试用的手动开关或一个实际测量时用的自动对中开关来控制。

罐头真空度无损检测系统的正确的软件设计也是非常重要的。本软件设计要做到:1)能控制检测系统的协调动作;2)能在数码显示器显示检测结果;3)能控制分选执行机构动作;4)能自动输入分界频率值;5)系统启动后能连续工作。

在软件程序中,为了使检测结果更为精确,对每一个罐头给它 3 次连续击振。若 3 次击振检测的结果同时为好罐或同时为坏罐,才予以确认。若 3 次检测中出现不全好或不全坏的结果,作为可疑罐处理。在软件上实现这种处理后,可以避免突发性干扰的影响,而造成误检率的上升。

由于击振—自由振荡法的测量速度可以提高得很快,这为设计 3 次击振检测法创造了条件。

同时为避免前一次击振的余振对后一次击振的影响,在每次击振后作一定的延时,才进行后一次击振。即使这样,系统的检测速度理论上还可以达到 30 罐/s。这速度已大大超过了实际生产需要。

4 系统检测结果分析

应用 MCS-51 控制的罐头无损检测系统进行检测时,只要运行所设计的软件程序,就可以得到检测结果。由于只想这对罐头的好坏进行分选,并且由于每种罐头的固有频率不同,所检测到的频率也只有相对意义,所以检查结果没有必要化成频率的绝对值。只要比较运行以后的寄存器的值就可以了。

对一种罐头实测的过程和结果是:首先使用低频信号发生器产生固定频率信号作为输入。测出击振频率与寄存器的终值的关系。然后对罐头进行检测。其频率误差小于 10%。经真空计破坏性检验,分选合格率达 95%。而所谓可疑罐,主要是真空度为临界分界线的罐头。

5 讨 论

罐头端盖受击后的自由振动频率与罐内、外的压差成正比,罐内真空度越高,压差越大。引入单片微机作为核心控制单元,使罐头真空度无损检测系统实现了智能化、自动化,提高了系统的分选精确度和可靠性。本系统对于满罐的检测不够理想,因为满罐的自由振荡衰减非常快,有些满罐固有频率与真空度关系不明显。对于满罐的检测需要用双传感器的方法,即当击振方法失灵时,测量变形度的传感器在起作用。

作者简介:周仲浩,男,1947 年生,讲师。主要研究方向:电子电路、真空电子技术。华南理工大学电子与通信工程系。