第 14 卷 第 4 期 复 合 材 料 学 报 Vol. 14 No. 4
1997 年 10 月 ACTA MATERIAE COMPOSITAE SINICA October 1997

大型玻璃钢制品壁厚在线检测技术的研究

贾健生 彭光俊 陈 曦 范宏利
(武汉汽车工业大学材料科学与工程系, 武汉 430070)

摘 要 本文论述了利用超声波对大型玻璃钢制品壁厚进行在线检测的基本原理、系统的组成、探头的结构及软件的设计。结果表明, 该方法检测精度高、速度快、使用简便、技术先进, 适用于一切大型玻璃钢制品壁厚的在线自动化检测。

关键词 超声波, 玻璃钢制品, 壁厚, 在线检测
中图分类号 TB33, V250.2

大型玻璃钢缠绕制品具有许多突出的优良性能, 在国民经济和国防建设中得到日益广泛的应用。其生产工艺是将浸有树脂的玻璃纤维按一定线型规律缠绕在芯模上, 经固化后成形。由于树脂固化需要较长时间, 因此在缠绕过程中和缠绕结束时, 都不能用接触方式检测壁厚, 尺寸难以控制。为此, 我们经过研究, 发现采用超声波进行在线检测, 是一种非常有效的方法, 解决了我国玻璃钢生产中的一大难题。

1 基本原理

超声波是一种指向性和传播性都很好的弹性波, 它在不同介质的分界面上会产生反射。利用这一重要特性, 可以用于制品厚度的测量, 其原理如图 1 所示。

当探头发出的超声波通过介质空气垂直入射到芯模上时, 部分声波会在空气和芯模的分界面上产生反射, 然后返回探头[1]。

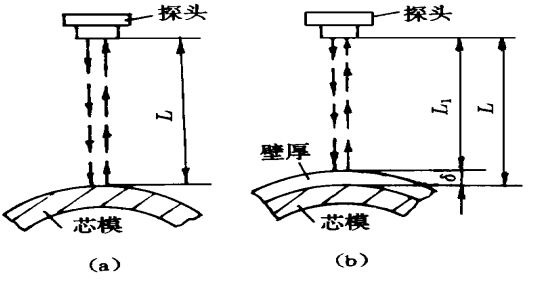


图 1 超声波测厚原理图

设超声波在空气中的声速为 c, 声波从探头发射至芯模表面被反射接收所经过的时间为 t, 探头到芯模表面的距离为 L, 如图 1(a) 所示, 则可以得到如下关系式:

$$L = 0.5ct \tag{1}$$

当玻璃钢制品在缠绕过程中具有一定厚度时, 探头与界面之间的距离发生变化, 如图 1(b) 所示。这时, 探头与玻璃钢制品表面的距离为:

收修改稿、初稿日期: 1996-10-01, 1996-06-03

$$L_1 = 0.5ct_1 \tag{2}$$

式中: L_1 —— 探头至玻璃钢制品表面的距离;　　c —— 超声波在空气中的声速;

t_1 —— 声波从探头发射至玻璃钢制品表面到反射接收所需的时间。

显然, 玻璃钢制品壁厚　为:

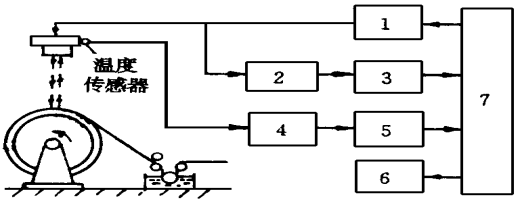
$$= L - L_1 = 0.5ct - 0.5ct_1 = 0.5c(t - t_1) \tag{3}$$

从(3)式可知, 只要知道超声波在空气中的声速 c 和经过不同距离所需要的时间 t 及 t_1, 就可以计算出壁厚　。

在实际生产中, 由于探头与芯模表面的距离是不变的, L 是一定值, 因此在线检测时, 只要测出探头与玻璃钢制品表面之间的距离, 亦即只要测出时间 t_1, 就可以随时准确地测出玻璃钢制品的壁厚。

2　系统的组成

本系统的组成框图如图 2 所示。检测全过程均由计算机控制。缠绕时计算机首先向发射电路发出指令, 并通过探头向芯模表面垂直发射超声波, 反射波信号经接收放大电路放大和比较整形电路整形后, 送计算机进行处理, 以确定探头与芯模表面的距离, 并以此值作为基准。在纤维缠绕过程中, 计算机将测得的玻璃钢制品表面与探头之间的距离值不断地与基准值比较, 然后将计算结果送至数字显示器, 这样便可以连续显示缠绕过程中玻璃钢制品的壁厚。



1 发射电路　2 接收放大电路　3 比较整形电路
4 放大电路　5 A/D 转换电路　6 数字显示器　7 计算机

图 2　系统组成框图

由于温度对声速有较大的影响, 所以必须通过温度传感器及其电路对声速进行补偿。补偿可按如下关系式进行:

$$c = 331.45 + 0.61T \tag{4}$$

式中: c —— 声速(m/s);　T —— 温度(℃)

检测系统每测量一次时间 t, 就同时测量一次温度 T , 然后根据上式计算出声速 c, 最后准确地计算出玻璃钢制品的壁厚。

3　探头的设计

探头是检测系统的重要组成部分, 其结构如图 3 所示。换能器由双压电晶片组成, 支架采用有机玻璃粘接, 外壳采用铝合金制造, 声波发射口用不锈钢网保护。双压电晶片采用节圆支撑的方式, 这样能减少支架对振动造成的阻尼影响, 可以在外加电压的激励下作最大弯曲振动, 因而能在空气介质中得到足够的有效辐射[2]。相位平衡器用于补偿振动面的相位, 以提高传感器的灵敏度。这种设计可以使传感器具有较低的辐射阻抗, 非常容易向空气中辐射超声波, 并获取较大幅度的回波信号。

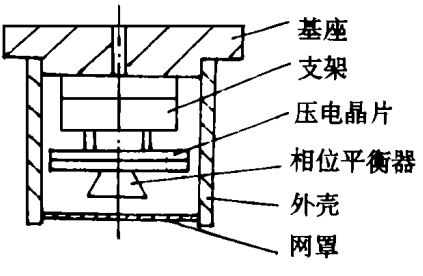


图 3　传感器结构简图

4 软件设计

检测系统的主要程序框图如图 4 所示。软件设计采用了高级语言和汇编语言混合编程的方法。因为高级语言编程简单,调试容易,使用方便,但在实时控制、快速处理数据时,执行速度较慢,并且在执行 I/ O 操作时,又不灵活。因此,为了提高速度,简化程序,直接对硬件进行操作,可以采用高级语言和汇编语言混合编程。在进行采样及控制时,采用汇编语言,从而迅速准确地获得数据。在进行数据处理时采用高级语言与汇编语言进行数据通讯的办法,由高级语言进行数据处理,显示测试过程的信息。同时,在本系统中采用编程方法,以全数字方式控制采样,能迅速准确地测出玻璃钢制品的壁厚。与传统的采样方法相比,其控制更容易,操作更简便。

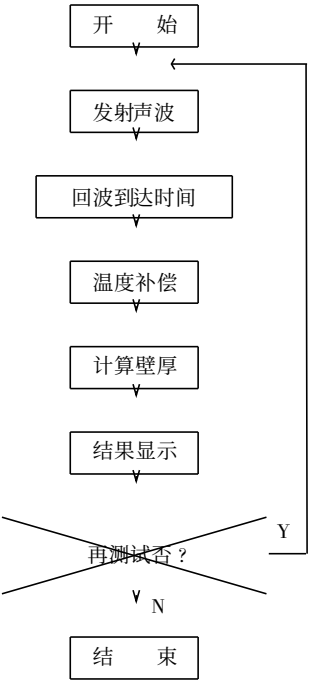


图 4 主要程序框图

5 结果与分析

应用上述方法研制的仪器,在实验室进行试验,其方法为将不同直径及壁厚的玻璃钢试样夹持在车床上,每次车去一定的厚度,然后用游标卡尺测量,并与仪器测试值比较,其部分测试结果见表 1。

表 1 实验室壁厚测试结果对比 (mm)

仪器测试值	20.16	15.20	12.03	10.36	8.19	4.30	2.84	1.58
卡尺测试值	20.01	15.00	12.16	10.14	8.02	4.24	2.68	1.49
误 差	0.15	0.20	0.13	0.22	0.17	0.06	0.16	0.09

从表 1 可见,两种测试结果非常接近,结果令人满意。之后,将仪器送至生产车间进行实测,并将仪器测试值与壁厚解剖测量值比较,其部分测试结果见表 2。

表 2 生产现场壁厚测试结果对比 (mm)

仪器测试值	18.50	16.32	13.87	11.06	8.64	5.13	3.99	2.75
解剖测试值	18.29	16.66	14.15	11.25	8.95	4.87	3.74	2.43
误 差	0.21	0.34	0.28	0.19	0.31	0.26	0.25	0.32

显然,生产现场测试误差大于实验室测试误差,这是由于未固化表面的不平整、生产现场环境差等各种影响因素干扰造成的,但与一般厚壁玻璃钢制品如贮罐、管道、容器等制品的壁厚允许误差±0.5mm～±1mm 相比,该仪器的测量误差完全能够满足生产的普遍要求,且结果可靠。

6 结 论

长期以来,玻璃钢制品壁厚在线检测技术在国内一直没有得到很好的解决,大多数生产厂家都是采用宁厚勿薄的原则来保证产品质量的,这无疑会大大增加成本,对于尺寸公差要求严

格的产品,质量就更难于控制。我们的研究表明,利用超声波测厚技术,可以从根本上解决这一难题,并能产生可观的经济效益。

实践证明,我们研制的超声波测厚仪,具有检测精度高、速度快、使用简便、技术先进等特点,测量误差≤±0.5mm,适用于大型玻璃钢贮罐、管道、容器等产品的在线自动化检测,并已在实际生产中成功地得到应用。

参 考 文 献

1　蒋危平等. 超声检测学. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1991

2　上海工业自动化仪表研究所. 超声检测译文集. 上海: 上海科学技术出版社, 1980

STUDY OF ON-LINE DETECTING TECHNIQUE OF WALL-THICKNESS OF LARGE GLASS-FIBER PRODUCTS

Jia Jiansheng　Peng Guangjun　Chen Xi　Fan Hongli

(Wuhan Automotive Polytechnic University, Wuhan 430070)

Abstract　The basic principle for the on-line ultrasonic detection of wall-thickness of large glass-fiber products, the composition of the system and the probe make-up and the software design were expounded. The results show that it is a high detective precision, high speed test method and advanced technology, and that the method is suitable for the on-line automatic detection of wall-thickness of all large glass-fiber products.

Key words　ultrasonic, glass-fiber products, wall-thickness, on line detection

(上接第 5 页)

广东者复合材料学会和富丽化工集团访台

广东省复合材料学会理事长曾汉民教授和秘长李家驹教授年初致函"台协进会",拟于本年度率领学会的企业家代表团访台,协进会作表示竭诚欢迎之外,还将协助申办赴台手续。

协进会认为:"广东省复合材料学会与本会来往交流经年,关系密切,学会成员中不乏有学有专精及事业有成之专家学者和企业家,对于促进两岸学术交流和推动企业界合作| 向不遗余力"。这次的"FRP 企业界代表团"| 行 10 人访台,目的在于增进两岸专家学者和企业界的交流、寻求共识,探讨相互合作的机会。

另| 由江苏富丽化工集团公司总裁许培圣率领的 6 人访问团,也预定本年度先后赴台访问,协进会均表示欢迎。

(下转第 18 页)