

基于 C + + 的特征 X 射线测厚仪软件设计

黄 云, 屈国普*, 胡创业, 赵 越

(南华大学 核科学技术学院, 湖南 衡阳 421001)

摘 要:介绍了用特征 X 射线自动测试纸张厚度的计算机测量系统的基本构成、系统功能. 并用 C + + builder 设计了软件系统. 系统读取硬件传送过来的计数值, 应用最小二乘法拟合, 计算出物质厚度的变化情况以及进行一系列数据处理等.

关键词:C + + builder; 特征 X 射线; 测厚; 最小二乘法

中图分类号:TP273 **文献标识码:**B

Design of character X Ray Thickness Gauge Based on C + +

HUANG Yun, QU Guo-pu*, HU Chuang-ye, ZHAO Yue

(School of Nuclear Science and Technology, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: On the basis of introducing the structure of the X ray thickness gauge and system function, we design a software system for X ray thickness gauge by C + + builder 5. 0. The system mainly read data from data processor and applicants least squares to get the thickness of the material and make some data processing.

Key words: C + + builder; character X ray measure; measuring the thickness of the paper; least squares

纸张生产要求产品厚度均匀, 允许在一定的误差范围内, 采用人工测厚只能离线在一卷纸张的开始或最后进行, 无法在一卷纸张的中间抽检, 因此纸张的过程参数不稳定时, 经常生产大批次品影响工厂的经济效益, 因此在线测厚度就显得非常重要, 人们可以通过计算机自动测量物质厚度, 可以通过监视显示器上的厚度误差曲线以及有关数据, 适时调节有关参数, 可保证产品质量稳定. 因此测量系统中测厚的软件设计就非常实用价值^[1-2].

1 特征 X 射线测厚原理

同位素辐射源在容器内以一定的立体角放射出特征 X 射线, 当射线穿过纸张后, 按照如下衰减规律,

$$I = I_0 e^{-\mu_m d_m} \quad (1)$$

式中: I_0 为没有穿透纸张的射线强度, I 为穿过纸张后的射线强度, μ_m 为质量吸收系数, d_m 为质量厚度^[3].

当特征 X 射线通过物质时, 由于物质产生光

收稿日期: 2008-10-13

作者简介: 黄 云(1980-), 女, 湖南常德人, 南华大学核科学技术学院硕士研究生. 主要研究方向: 核技术应用.

* 通讯作者.

电效应、康普顿效应以及热效应等,且特征 X 射线在物质中还发生散射现象,这些都会使得特征 X 射线光子数目减少. 还由于本底的存在,又会使探测器测得的计数增加. 等等一些因素都会影响粒子计数. 所以在这里采用了最小二乘法拟合来处理数据. 对于测量用的纸张其与标准厚度 $R_i(\ln \frac{I_i}{I_0})$ 与标准厚度 $W_i(d_m)$, 它们之间有线形关系也就是满足

$$W_i = KR_i + b \quad (2)$$

对于一组 m 个标准样品, $i = 1, 2, 3, \dots, m$, 将得到 m 个矛盾方程. 为了求得最佳的 K, b 值, 本试验采用最小二乘法原理, 由 W_i, R_i, m 三个参数求取, 具体公式为:

$$k = \frac{m \sum_{i=1}^m R_i W_i - (\sum_{i=1}^m R_i)(\sum_{i=1}^m W_i)}{m(\sum_{i=1}^m R_i^2) - (\sum_{i=1}^m R_i)^2} \quad (3)$$

$$b = \frac{(\sum_{i=1}^m W_i)(\sum_{i=1}^m R_i^2) - (\sum_{i=1}^m R_i)(\sum_{i=1}^m R_i W_i)}{m(\sum_{i=1}^m R_i^2) - (\sum_{i=1}^m R_i)^2} \quad (4)$$

这里: K 是测厚度工作曲线的斜率, b 是工作曲线在 $R_i = 0$ 时的截距值.

由此可见, 可以通过纸张的吸收率对信号的影响来测量被测物质的厚度, 所以在我们知道某物质吸收系数的情况下, 只要测定 I_0 和相应的 I 的强度, 根据最小二乘法拟合公式就可以精确计算出被测物质的厚度.

2 测厚系统的基本构成及主要功能

测厚系统由 5 大部分构成, 如图 1 所示. 分别为: 特征 X 射线发生装置, 探测器, 放大器, 信号获取处理器(硬件), 上位机处理.

系统的测厚原理为: 特征 X 射线测厚仪采用 ^{238}Pu 源为激发源, 靶物质为铁(或铜). 当 ^{238}Pu 发生 α 衰变时放射出的 γ 射线使靶物质激发, 靶物质退激时产生特征 X 射线. 此射线穿过被测物质后, 进入正比计数管探测器; 得到脉冲信号, 脉冲信号经前置放大器和主放大器放大, 进入信号获取处理器, 经过成形后由处理器内的定标器计数, 并将计数值以 *txt 文件形式发送到上位机, 进行一系列数据处理, 得到被测物质厚度.

3 计算机测量系统软件

此软件的主要功能就是对接收到的计数值进

行一系列数据处理, 并对计数时间, 厚度预警等控制, 最终显示物质测量的厚度变化. 此软件最大的优点在于灵活测量, 不局限于任何放射性元素, 靶核, 被测物质. 本软件系统应用 C++ builder 语言编程, 程序模块化, 由 8 大功能模块组成. 其数据来源于硬件传送过来的 *txt 文件, 通过读取 *txt 文件的信息: 粒子数, 通过最小二乘法拟合, 根据公式计算出物质厚度的变化情况以及进行一系列数据处理等.

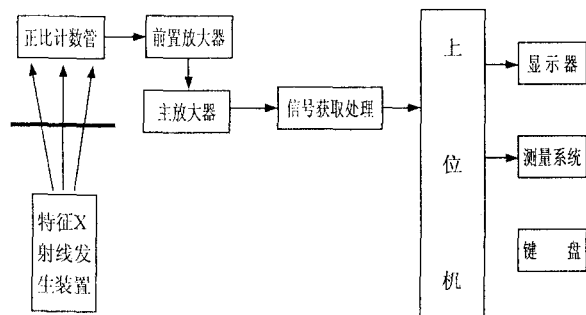


图 1 特征 X 射线测厚工作系统图

Fig. 1 Character X ray measuring thickness gauge system chart

3.1 测量系统流程图

系统流程总共可分为 7 大步骤, 图如图 2 所示.

第一步: 就是需要对被测物质、靶源进行初始化. 直到验证成功, 进入第二步.

第二步: 对整个软件系统进行参数化设置, 参数包括: 文件保存时间、测量时间、标定时间、厚度曲线、采样时间. 参数设置成功后, 进行验证.

第三步: 读取硬件传送过来的 *txt 文件, 文件中写入了参数: 粒子数. 读取文件参数后, 进行数据文件操作.

第四步: 对文件操作完成后, 对读取的数据进行最小二乘法拟合, 计算出相关系数. 标定成功, 保存此标定值.

第五步: 能谱图显示完成后, 读取 I 和 I_0 .

第六步: 根据之前的操作获得数据: I, I_0 和相关系数, 根据公式计算出 d 值, 然后从参数设置中读取厚度曲线的 x, y 轴坐标, 动态的显示 d 值. 在显示 d 值的同时, 通过从参数设置中读取保存时间参数, 保存动态显示的 d 值.

第七步: 对于 d 值范围超过标准物质厚度 $\pm 5\%$, 则系统报警, 同时保存报警的 d 值, 便于追踪.

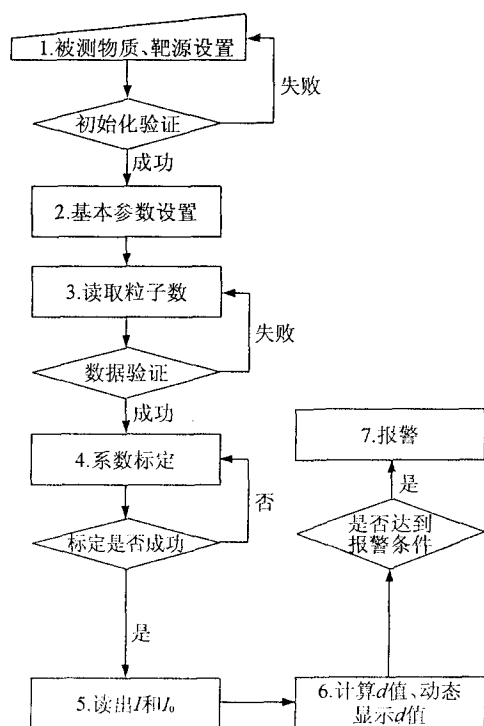


图2 软件测量系统流程图

Fig.2 Flowchart of software measuring system

3.2 测量系统功能模块

软件测量系统由以下模块组成:

1) 参数设置: 文件保存时间设置, 测量时间设置, 厚度曲线设置, 采样时间设置, 标定时间设置.

2) 靶核设置: 增加靶, 修改靶, 删除靶, 选择靶.

3) 被测物质设置: 增加物质, 修改物质, 删除物质, 选择物质, K 和 B 值计算.

4) 系统标定: 测量标准被测物质, 应用最小二乘法拟合, 得到 k 、 b 系数并且保存此系数.

5) 相关系数选择: 显示和操作每种被测物质, 不同放射源的相关系数.

6) 报警日志显示: 用报表的方式呈现报警日志.

7) 测量: 测量物质厚度.

8) 历史记录查询: 用户自定义查询文件范围, 追溯这段时间范围内纸张厚度的动态变化情况.

4 结束语

本软件测量系统在实验室进行了应用. 论证了此系统性能稳定、可靠, 测量精确. 然而由于开发时间有限, 这套测厚系统还有些待进一步完善和改进的地方. 在实际应用中, 我们就要考虑更多的因素, 譬如温度, 抗干扰, 材料性质等.

参考文献:

- [1] 路彦德. 穿透式 x 射线测厚仪测厚原理及选型[J]. 轻合金加工技术, 2000, 28(6): 18-21.
- [2] 江 晶. 薄膜 x 射线测厚仪的设计和软件开发[D]. 北京: 北京化工大学硕士学位论文, 2007.
- [3] 许立梓, 李传芳, 林文豪, 等. 用 β 射线在线测试薄膜厚度的计算机测量系统[J]. 广东工业大学学报 1999, 16(2): 15-16.
- [3] 赵 龙. 保险非对称信息问题研究及实例分析[D]. 厦门: 厦门大学硕士论文, 2006.
- [4] 李 涛. 完全信息状态下保险市场主体间的静态博弈研究[J]. 海南金融, 2006(2): 10-12.
- [5] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海三联书店、上海人民出版社, 2004.
- [6] 谢识予. 经济博弈论[M]. 2 版. 上海: 复旦大学出版社, 2005.

(上接第 76 页)