

校准用 X 射线装置的微机参量控制

钱仲敏 靳 根

(中国辐射防护研究院, 太原, 030006)

论述了核工业华北放射性计量站利用计算机技术实现自制 X 射线校准装置参量控制的方法。

关键词 X 射线校准装置 参量控制 校准程序

中图法分类号 TL 816.1

在 X、Y 辐射剂量仪器校准(检定)及辐射探测器能量响应特性试验中, 由于 X 射线装置具有能量和强度可以控制、无放射性污染等优点, 因而被作为一个重要的检测设备。国际标准化组织(ISO)在 1979 年以来相继发布了包含有 X 射线参考辐射的系列标准, 使辐射特性的若干参量规范化, 同时对各系列 X 辐射的产生方法提出实质性的建议^[1]。

为满足核工业及其它部门对 X、Y 剂量仪器校准和其它物理性能检测的需要, 本实验室于 1975- 1979 年间研制了校准用 X 射线机及配套设备^[2]。

由于测量是一个过程, 对测量过程的控制涉及到对 X 射线机各参数的设置、确认及运行等。经验证明: 在测量过程中, 过多的手动操作意味着对工作人员的知识、经验、操作熟练程度的过多依赖, 难于保证测量的效率和质量。

本实验室利用多种接口电路和变换技术, 配合计算机, 实现校准过程中对 X 射线装置的参量控制和对辐射场参数的采集、环境影响量、位移量、开关状态等的实时控制。编制若干管理模块, 实现对 X 射线装置校准仪器的过程管理。

1 测量过程

X 射线校准装置测量过程要素框图示于图 1。

X 射线校准装置校准过程如下: (1) 校准装置检查及初始化, 核查标准运行, 装置初始状态确认, 量值核查确认; (2) 装置参数或状态确认, 如过滤器(靶)的设置, X 射线机参数(如 X 射线管的管电压及管电流)设置及校准距离设置; (3) 校准操作, 包括辐射场的产生、参数测量、数据采集与处理。

X 射线校准装置校准工作流程示于图 2。

钱仲敏: 男, 59 岁, 核物理专业, 高级工程师

收稿日期: 1998-04-07 收到修改稿日期: 1998-04-30

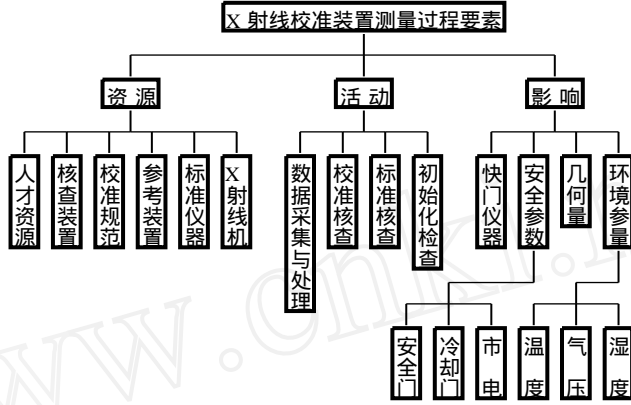


图 1 X 射线校准装置测量过程要素框图

Fig 1 Essence of measurement procedure of the X-ray calibrating device

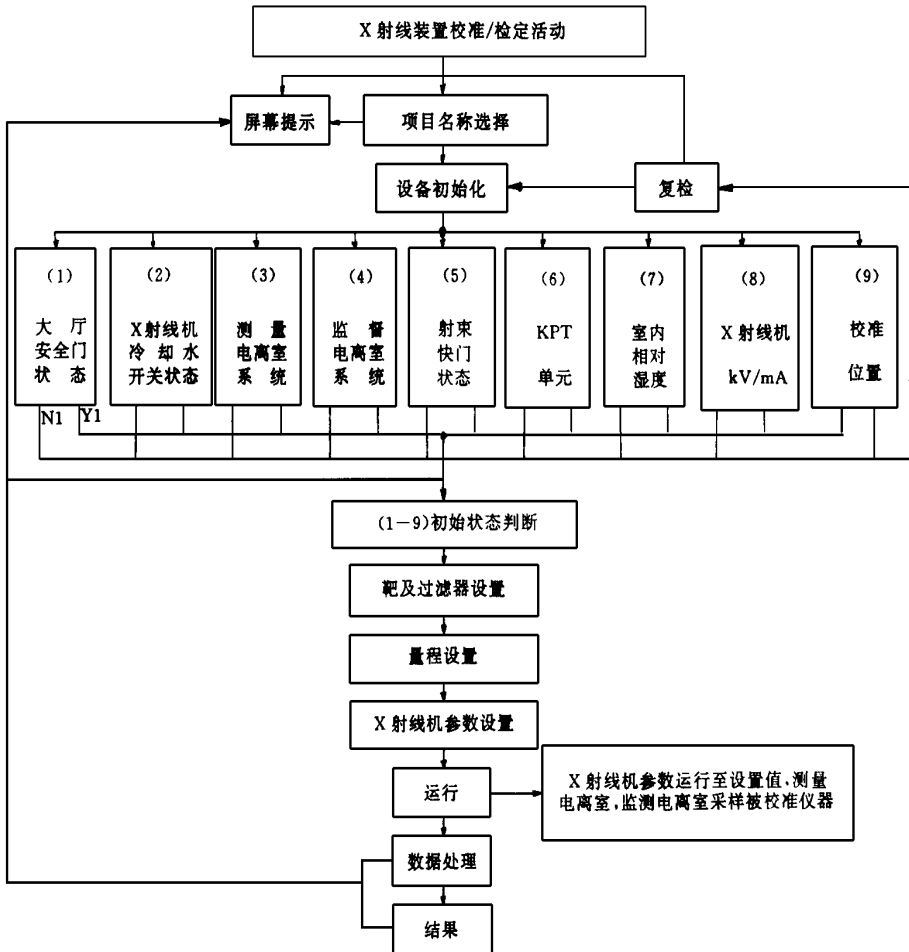


图 2 X 射线校准装置校准工作流程框图

Fig 2 Procedure flow chart of the X-ray calibrating device

2 系统硬件设计

(1) X 射线机

X 射线机初始状态的确认包括电源开关状态、冷却水及安全联锁系统状态、高压初始状态(过零保护)及管流初始状态等。对以上各种状态必须设置合适的接口电路与驱动单元才能实现与计算机的通讯与控制。为准确测量高压,本实验室研制的 X 射线机设置了已校准的 2 个电阻串,分别用于正、负高压采样。高压显示单元采用共模输入方式,实现了正、负高压绝对值相加并显示高压值。该显示单元输出的是模拟量,管电流的采样输出也是模拟量,通过相应接口进入计算机。计算机通过对这些量的检测确认 X 射线管电压及电流的初始值,如管电压是否零位,管电流是否适当。计算机根据设置的控制模块通过接口及驱动电路控制 X 射线各功能开关及步进电机系统,使 X 射线机进入工作状态。

(2) 靶及过滤装置

国际标准化组织(ISO)对靶与过滤器作了若干技术规定。对于不同的参考辐射系列有不同的过滤器可供选择^[3]。因此,校准过程中首先需对过滤器组进行选择。本实验室建立了靶与过滤器选控系统,该系统由可控步进电机驱动,系统控制单元的接口与计算机相连,计算机通过过滤器选择模块按规范选择过滤器组。

(3) 剂量系统

剂量系统包括测量电离室和监督电离室以及用于测量电离电流的静电计系统。由于通常采用积分法实现对电离电流的测量,本实验室研制了采样控制单元。静电计输出变化的模拟量和部分开关量进入计算机,通过控制与剂量运算模块给出剂量值^[4]。

(4) 环境气压、温度及湿度测量单元

大气压力、温度及湿度是影响测量结果的重要因素。本实验室利用已商品化的压力、温度及湿度传感器制作成测量单元。输出模拟量被送入计算机,通过运算模块,对测量结果进行修正。

(5) 快门装置

用铅合金制成的快门及适配电路构成快门装置,用于控制 X 射线机出射束的“关”或“通”,尤其在作累积剂量仪(计)的校准(或照射)时,该装置与剂量系统中的计时单元配合动作能够按设定的时间开或关。快门装置送入计算机的是开关量。

(6) 校准台架

校准台架用于安放被校准的探测器。校准距离(探测器与 X 射线出射光栏端面参考点的距离)是用安装在校准轨道上的小型测距仪测量的。测距仪的输出口与计算机相连。

(7) 校验装置

该装置由稳定的⁹⁰Sr+⁹⁰Y 校验源装置及监督电离室构成,用来校验测量系统灵敏度的变化并输出模拟量。

3 软件设计

X 射线校准装置的计算机软件框图示于图 3。

复位自检模块:检测与控制 X 射线机高电压在运行开始时是否“过零”,管电流读数是否在低端,测量电离电流的静电计输入端是否处于短路状态,经检测后在状态表中实时显示。

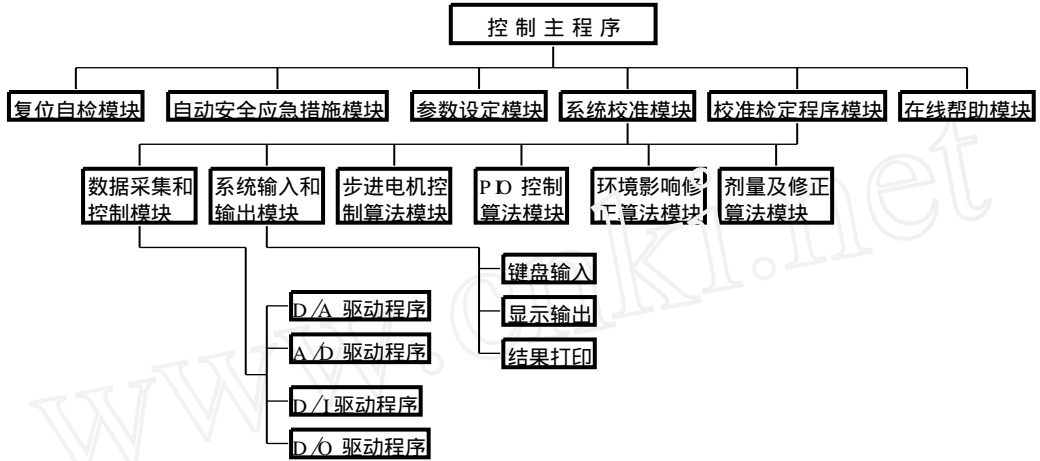


图 3 软件框图

Fig 3 Flow chart of the software

自动安全应急措施模块: 管理快门和安全门状态、冷却水开关及正负高压是否处于对称状态、管电流是否正常, 如不正常, 则状态表中对应图标闪动或扬声器报警, 并请求按程序关机, 否则, 提示可运行校准程序。

系统校准模块: 通过运行校验程序, 判断可否进行检定程序。该模块包括: 数据采集参量控制模块、系统输入和输出模块、步进电机控制算法模块、控制模块及修正项算法模块等。

4 计算机接口

X、Y 辐射剂量校准(检定)装置的测控过程中 X 射线机的主要参数、监测电离室、测量电离室以及作为数据修正用的气压、温度、湿度等模拟量需要模数转换; 大厅安全门开闭状态、冷却水阀门开关状态、射束快门状态等开关量需要数组 I/O 口作状态判断, 本实验室选用型号为 AC1077 的 A/D 变换卡和型号为 AC4073 的数字 I/O 卡来对以上数据进行采集与控制。

AC1077 是一个高精度 50 kHz 的 16 位 AD 板, 通道输入采用可编程单端或差分模式, 可以单端与差分模式混合应用, 它的模拟部分采用高质量芯片及多种噪音处理方式, 具有较强的抗干扰能力。该板的通道建立时间为 20 μs, 转换时间为 12 μs, 多路采样的最大通过率为 30 kHz, 用于本装置的控制是足够的。

待测模拟量通过各种专用电路转换成 0- 10 V 之间的电压信号, 然后用 AC1077 的 8 路差分输入来测量; 使用了 AC4073 多功能 I/O 计时器板, 该板用于本装置中的数字量、控制及输入/输出。该板具有 48 路可编程 I/O 口, 用它们分别测量各开关量的状态, 同时还用它们通过驱动电路来控制步进电机、冷却水电磁阀、射束快门以及 X 射线机的若干开关状态。

5 软件及操作

通过专用的接口电路, 整个 X 射线机校准(检定)装置的任何要测控的量或状态都由计算机来测量和管理。在 UCDO S 环境下用 C 语言编写了一个全汉化的类 WINDOW S 的软件, 实际上是一个程序管理器。该软件的每一个功能模块都有自己的图标, 只要用鼠标双击各模块的图标来激活它, 即可在被激活的模块里对规范化的功能进行操作、确认和运行。

软件运行时,一个状态表会始终出现在屏幕的右上方,时刻反映着当前的整个X剂量校准装置中各个关键部位的状态,随时会用闪烁、必要时用PC机的扬声器来告警。

软件主要的功能模块及功能为:(1)设备和仪器初始化模块主要用来把装置的辅助单元和仪器设置到一定的状态,如:冷却水电磁阀、过滤片组状态、高压开关状态、管电流初始状态等;(2)参数设定模块完成计算机在自动操作时所需参数的设置,如:对测量时间、测量次数、高压升(降)速度、最高高压值、管电流值、避开电离室测量电路中继电器打击电荷所需等待时间的设置等;(3)环境参数测试模块主要完成对大厅里的温度、湿度、大气压等参数的测量,并把数据记录下来以备对校准测量值进行修正;(4)校准(检定)测量模块开始正式测量,包括以下几个子模块:即平时的仪器自检模块,辐射产生操作模块,辐射场测量与剂量数据模块,刻度数据算法模块,这几个子模块都有手动和自动两种操作方式;(5)数据打印模块把整个测量过程的状态及测量值以检定书的格式打印出来;(6)在线帮助模块,在操作过程中只要打开帮助文件,用户便可看到需要的帮助文件,主要包括:1)X射线机安全检查要点,2)X射线应急保护方法,3)用X射线参考辐射校准仪器的规范,4)本站管理规程,5)ISO标准有关参考辐射的技术规格,6)本标准辐射场校准数据,运算公式,7)本标准操作人员档案,8)对外校准记录,9)X射线装置核查标准的使用方法。

可以根据需要利用 SDK(c/c++)增加或减少模块。

参 考 文 献

- 1 ISO 4037. X and Gamma Reference Radiation of Calibration Dosimeters and Dose Rate Meters and for Determining Their Response as a Function of Characteristics and Production Methods 1996
- 2 核工业部第七研究所刻度室 刻度用X射线机的研制 核工业华北放射性计量站资料 1979
- 3 钱仲敏 校准用X射线机kV, mA显示方式的改进 核工业华北放射性计量站资料 1990
- 4 黄亚雯,王 志 X射线校准装置用靶与过滤器自动控制系统 核工业华北放射性计量站资料 1993

PARAMETERS CONTROL OF THE CALIBRATING X-RAY DEVICE BY MICROCOMPUTER

Qian Zhongmin Jin Gen

(China Institute for Radiation Protection, P. O. Box 120, Taiyuan, 030006)

ABSTRACT

The method of parameters control by microcomputer of the calibration X-ray device is described in the paper.

Key words X-ray calibrating device Parameter control Calibrating program