

EX-6000 X 荧光能谱仪电路结构及典型故障

陈晓文

(福建信息职业技术学院, 福建 福州 350003)

摘要: 简述 EX-6000 X 荧光能谱仪的电路基本结构, 并分析了各电路功能、工作原理, 典型故障及其排除方法, 为仪器的应用与维修提供参考。

关键词: 荧光能谱仪; 电路结构; 典型故障; 仪器维修

中图分类号: O657.7

文献标识码: B

文章编号: 1006-3757(2005)02-0137-06

EX-6000 X 荧光能谱仪是美国贝尔德公司制造的, 由于仪器没有给线路图, 因此了解和掌握仪器基本结构, 对仪器的应用与维修, 能够提供切实有效的帮助。本文系统地介绍 EX-6000 X 荧光能谱仪的基本构成、工作原理和常见故障的解决。

EX-6000 X 荧光能谱仪从电路功能上讲, 它是由锂漂移硅探测器、偏压板、直流 12 V 电源板、5.2 V 和 15 V 直流电源板、灯丝和马达驱动板、主板、安全板、12 位 DA 转换板、CPU 板、灯丝电源单元等组成, 仪器结构示意图如图 1。

组成, 仪器结构示意图如图 1。

锂漂移硅探测器是放在液态氮的瓶中, -600 V 的偏压加在探测器上, 当 X 光管工作时, 通过滤光片打在样品上, 产生的 X 射线, 由探测器转换为电讯号。探测器输出的信号经前置放大器放大, 由脉冲处理器放大后, 通过 AD 转换板将模拟信号转换成数字信号, 再由 RS-232 接口与微机相联。微机发出的指令, 通过 RS-232 接口, 送入微处理器控制 X 光管的高压、灯丝电流、样品台位置和滤光片位置等。

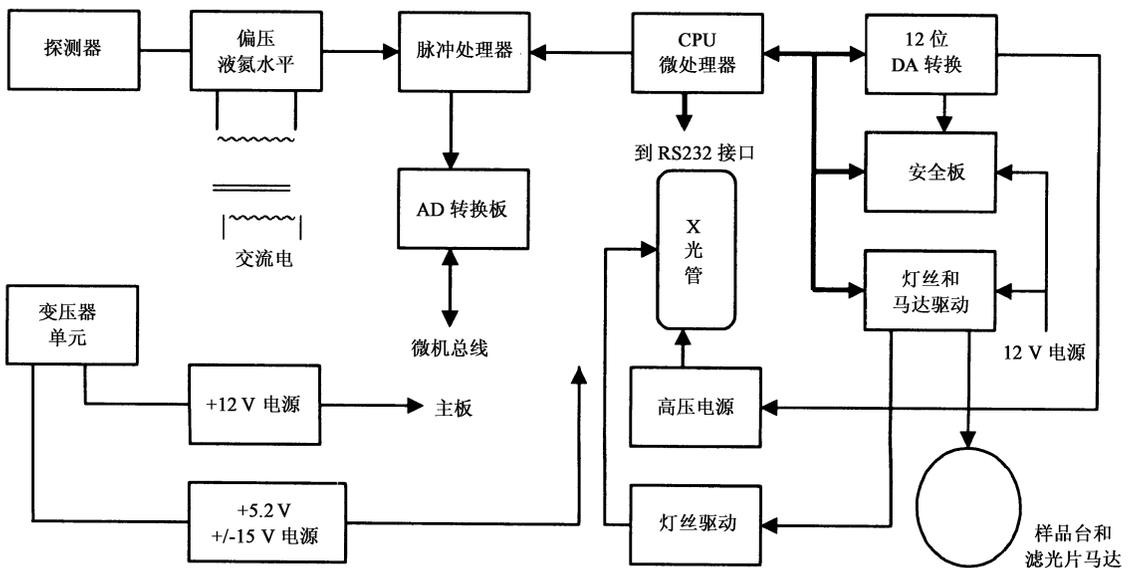


图 1 仪器结构示意图

Fig. 1 Block diagram of the instrument structure

收稿日期: 2005-04-07; 修订日期: 2005-05-19.

作者简介: 陈晓文(1968-), 女, 高级讲师, 主要从事电子技术教学与科研工作。

下面介绍一些各个部分电路功能及常见故障。

1 探测器

用途: 将发射能量转换成相应比例电压斜坡. 锂漂移硅探测器的输出信号送到前置放大器放大, 前置放大器输出信号见图 2.

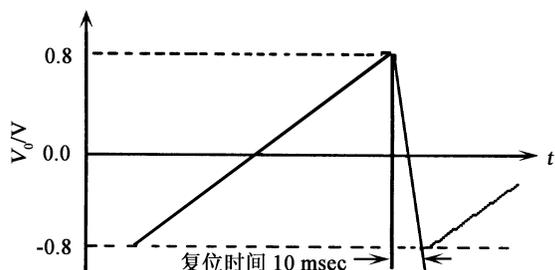


图 2 前置放大器输出信号

Fig. 2 Output signal of the preamplifier

在仪器运行中可能出现与探测器相关的 5 种问题.

(a) 高的计数率: 当 X-ray 关闭时, 每秒计数高于 150 cps.

(b) 峰值差: 当 X-ray 关闭时, 零宽大于 110 eV.

与噪声有关的主要是 (a) 和 (b), 噪声源可能来自于外部环境, 机械振动, 以及电子设备 (显示器、开关电源、电焊) 引起的电干扰, 探测器真空度差, 也会引起探测器产生噪声.

(c) 高的复位率: 当 X-ray 关闭时, 每秒复位 2 次以上, 与液氮液面太低或探测器真空度太低有关.

(d) 液氮消耗量过高, 每 24 h 2 kg 以上: 可能起因于探测器或杜瓦瓶 (杜瓦瓶内外壁之间真空度太差, 缺陷的部位表面有液化水出现).

(e) Be 窗脏, 引起轻元素端灵敏度下降.

2 偏压板

用途: 提供 24 V 电源给检测器和液氮水平检测, 给检测器提供 -600 V 的偏压. 该电路的本质是 -600 V 偏压的受控振荡升压稳压电路, U1 三端稳压电源, U2 比较放大器, Q1、Q2 分别为 HV ON/OFF、BIAS ON/OFF 的控制管, Q4 功放管, PS 为直流—直流升压模块, 实质为振荡升压整流滤波模块, R10-R14、R1、RT1 构成负反馈的分压偏置电路, 偏压 -600 V 的调整是通过调整电位器 RT1, 使得 TP1 电压为 5.0 ± 0.01 V, GAMMA 的输出 (TP2) 为 -600 V. 偏压控制电路如图 3.

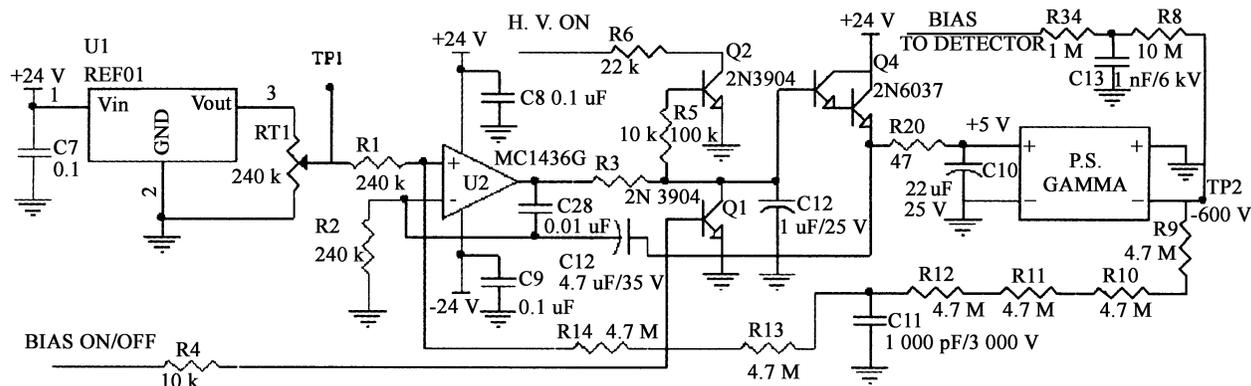


图 3 偏压控制电路

Fig. 3 Bias control circuit

3 灯丝马达驱动板

用途: 产生 400Hz 和控制 X 光管的灯丝加热, 驱动样品台和滤光片的步进电机, 框图见图 4.

在电路板上, 可通过调整 P1 电位器, 使得 TP1 为 $400\text{Hz} \pm 10\%$ (用示波器观察) 或 (在不发射 X 光时) 用 P1 调屏幕显示电流为 4A, 通过调整增益电位器 P2, 使得波形为正弦波, 灯丝电流最大 8A,

TP2 (灯丝驱动) 标准状态下有 $11 \sim 12$ V_{pp} 峰峰值, 发射电流传感器, 在 X 光管高压加上时, 它的信号经 U5 (OP07) 放大后有 -10 V 脉冲, 发射电流参考 (从 CPU 传送来指令经 12 位数模转换得到) 为 0~10 V, 灯丝电流与发射电流有对应关系, 实为 10:1. 当 X 光管不加高压时, 灯丝电流显示为 8.00 A 或 0.00 A 时且不变, 通常是灯丝取样信号电路中 U10 (OP07) 损坏引起的, 更换后仪器即恢复正常.

电路板上另一部分为电机驱动, 信号经光电耦合器后由 U16(1024A) 控制样品台的步进机, 由 U17(1024A) 控制滤光片步进电机.

4 主板

用途: 提供所有印刷线路板和变压器的内部连接, 也提供以下功能: 显示液氮水平(绿色条形框图)、电源供给(红色条形框图)、串联、复位、BIAS 开关、液氮水平报警开关等, 板上 F₂- 12 V 电源的保险丝、F₃- 5.2 V 电源的保险丝、F₄- ±15V 电源的保险丝.

5 安全板

用途: 提供不同功能传感器的信号和状态, 包括周围环境温度、两个安全链、真空和可选用 He 的阀、样品台、滤光片位置和号码、放射报警灯、高压等等.

一般遇到仪器高压加不上, X-ray 报警灯不亮, 且屏幕上显示 X-tube 错误信息, 按图 5 中的步骤进行检查. 常见故障是由于 X-ray 报警灯丝断引起高压加不上, 更换灯泡后, 仪器恢复正常. 安全板的电路简图示于图 6.

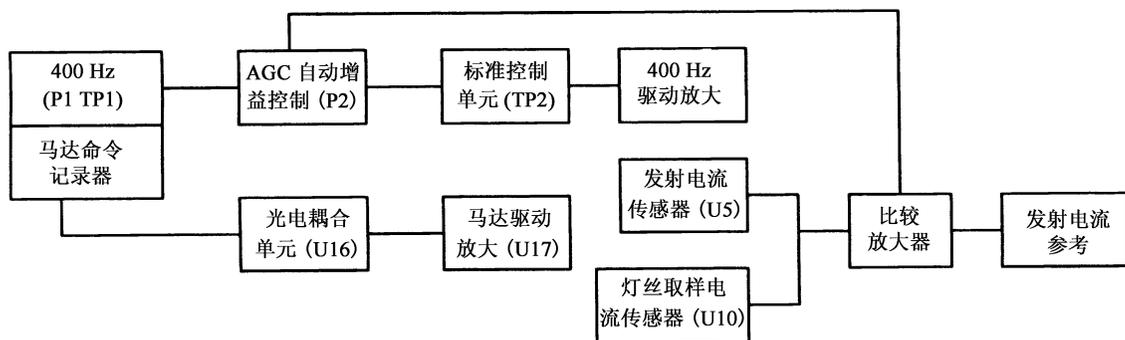


图 4 灯丝马达驱动板框图

Fig. 4 Block diagram of filament and motor driver card

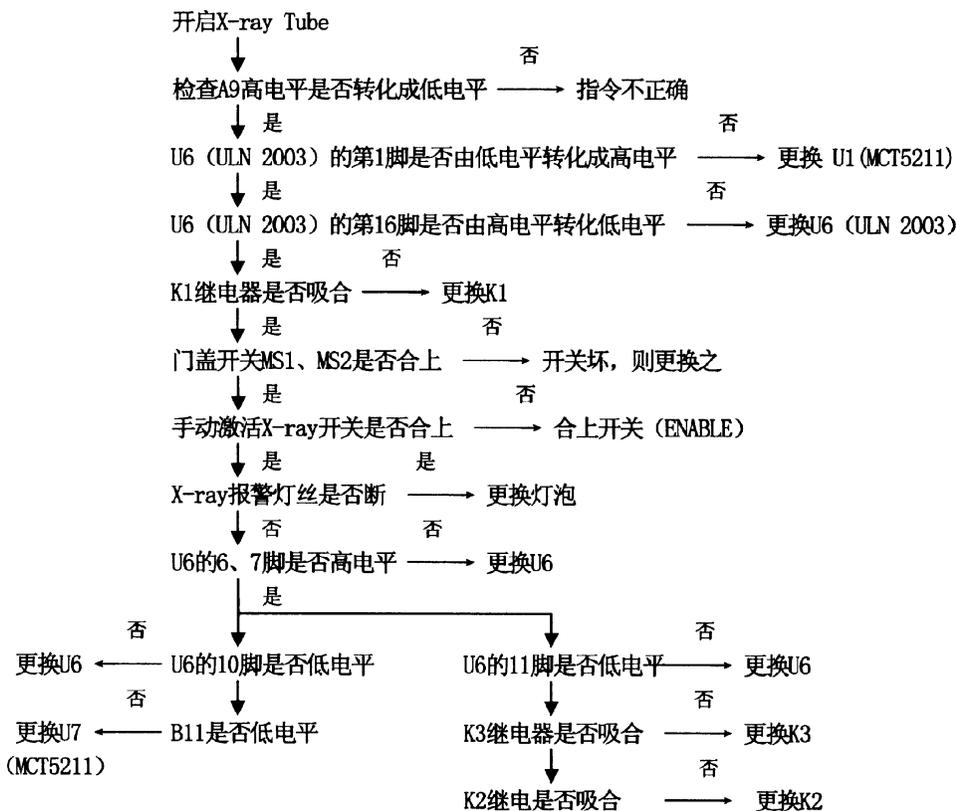


图 5 安全板故障检查流程图

Fig. 5 Check programme of the safty card faults

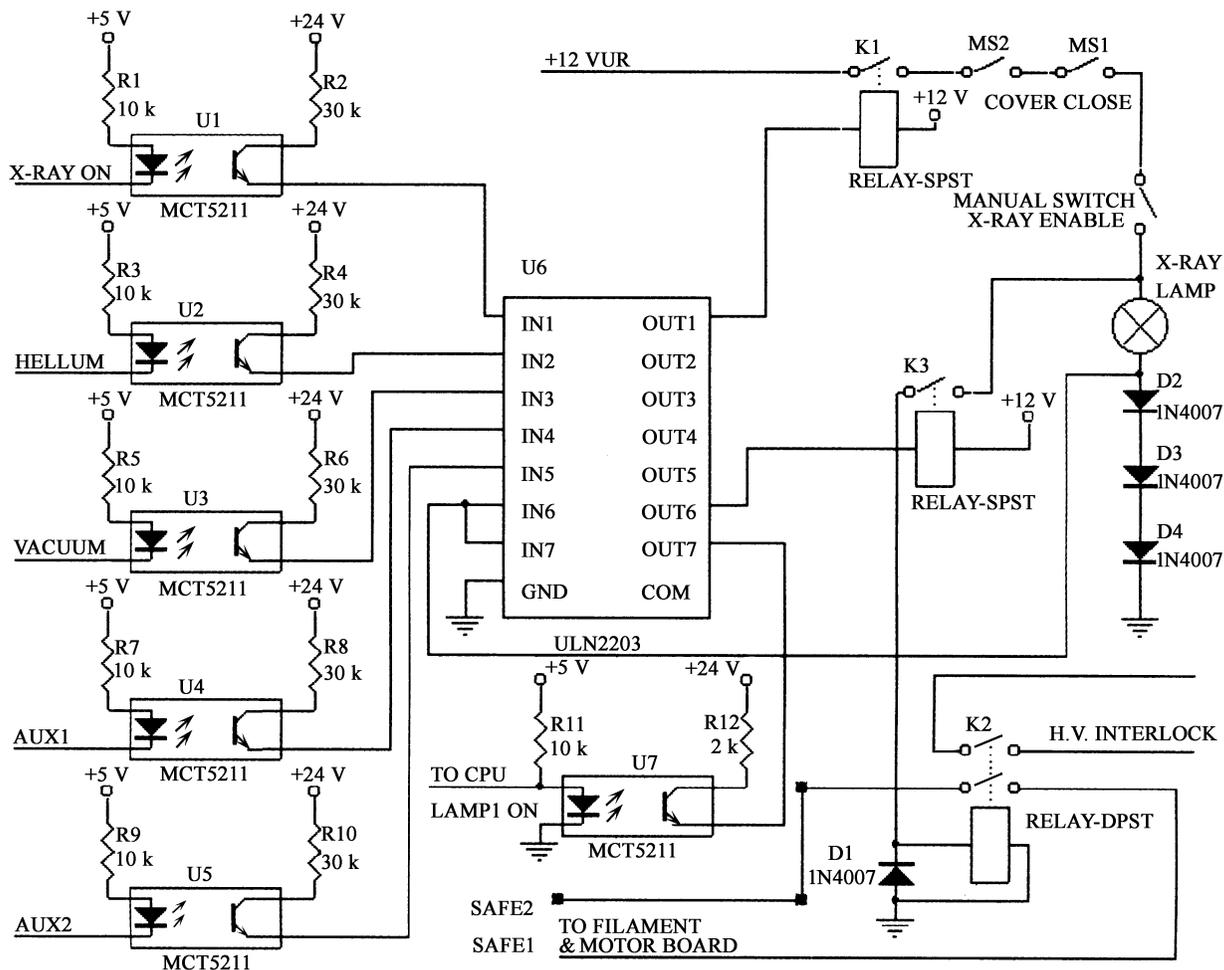


图 6 安全板电路简图

Fig. 6 Schematic diagram of the safety card circuit

6 灯丝电源单元

用途: 提供监控和限制 X 光管的灯丝电流(400 Hz/8 A). 信号流向如图 7.

7 脉冲处理器板

用途: 将近似三角形的脉冲信号转换为三种不

同整形时间, 峰峰值为 10V_{p-p} 脉冲. 框图见图 8.

整形时间: 低通道 > 80 μs; 中通道 > 40 μs; 高通道 > 20 μs; 快速通道 = 1 μs.

电位器调整: POT1 → 低通道; POT2 → 中通道; POT3 → 高通道; POT4 → 快速通道; POT5 → 40 keV 通道; POT6 → 20 keV 通道.

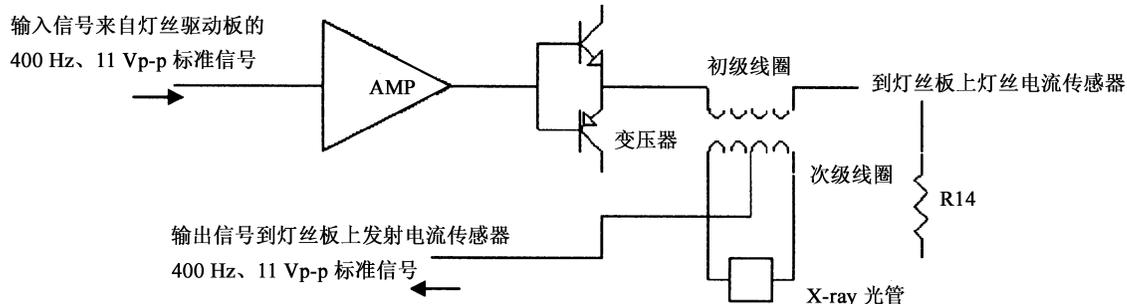


图 7 灯丝电源信号示意图

Fig. 7 Schematic diagram of the filament supply signals

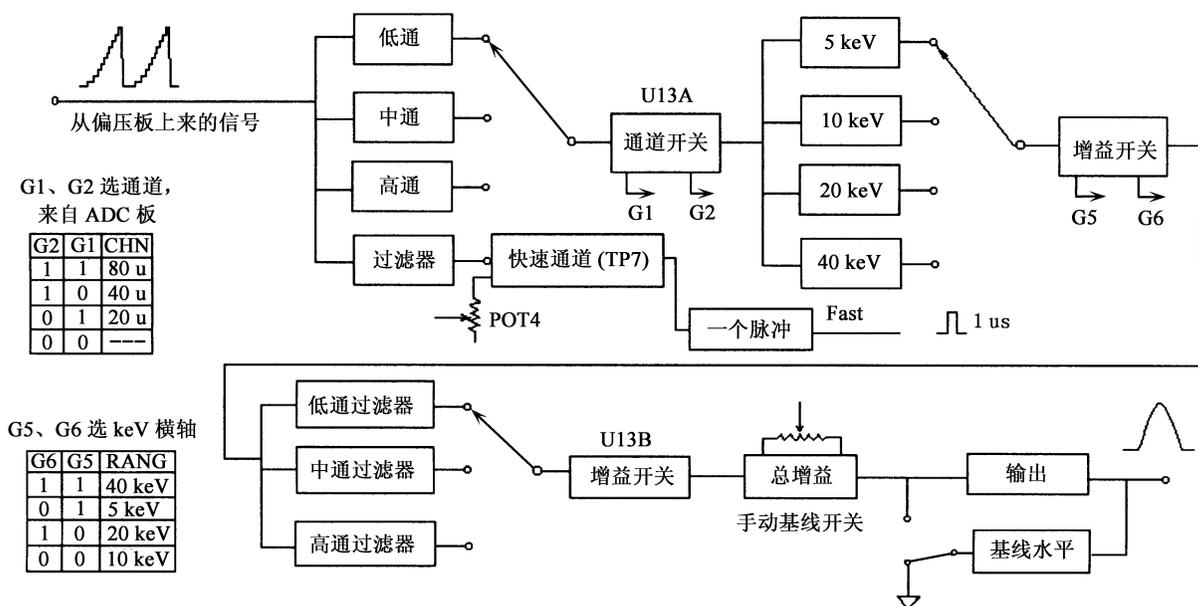


图 8 脉冲处理器框图

Fig. 8 Block diagram of the pluse processor

7.1 快速通道校正

当 X-ray 光管关闭时, 调整 POT4, 直至 TP7 信号为 50 cps. 这一点很重要, 太高了读不到峰, 太低了有很多噪声.

7.2 零点校正

- (1) 进入 UTILITY 模式, 进入 SETUP 状态.
- (2) 在 ZERO CALIBRATION 状态下, 设置所有通道为 AUTO 模式.

7.3 10 keV 通道校正

- (1) 改变所有通道的增益值为 128(增益的中间值).
- (2) 在低通道状态下, 用 Cu 的谱线(8.04 keV)来校正.
- (3) 旋转 POT1, 使峰的中间到 Cu 的指针(8.04 keV)位置.
- (4) 同(3)方法一样, 交换到中通道, 旋转 POT2 调整.
- (5) 同(3)方法一样, 交换到高通道, 旋转 POT3 调整.

7.4 20 keV 通道校正

- (1) 在低通道状态下, 用 Mo 谱线(17.44 keV)来校正.
- (2) 如果峰不在 Mo 指针(17.44 keV)位置, 通过旋转 POT5 使峰的中间位于 Mo 的指针位置.

7.5 40 keV 通道校正

- (1) 需要用 Sn 谱线(25.19 keV)来校正.
- (2) 在精确 20 keV 通道校正后, 只要通过旋转 POT6 调整即可.

8 12 位数模转换板

用途: 将发射电流和高压的数字信号转换成模拟控制信号(电压值), 将收集各数据值转换成数字信号, 其涉及到下列传感器: 发射电流、高压、真空、温度、液氮水平和油温、高压供给等等. 信号关系示意图见图 9.

板上 U1(AD7548) 管发射电流, 将 CPU 传送来的数字信号转换成模拟的信号, 经 U8(OP27) 放大后, 到灯丝驱动板.

板上 U2(AD7548) 管高压电流, 将 CPU 传送来的数字信号转换成模拟的信号, 经 U9(OP27) 放大后, 到高压电源. 其模拟信号电压值大小(J1)为 0~10 V.

常见故障: 由于高压弧光放电, 常引起 U1、U2 损坏, 损坏后, 高压和发射电流都加不上, 需更换 U1、U2.

9 CPU 板

CPU 板提供系统控制与主机间的通讯, 执行下

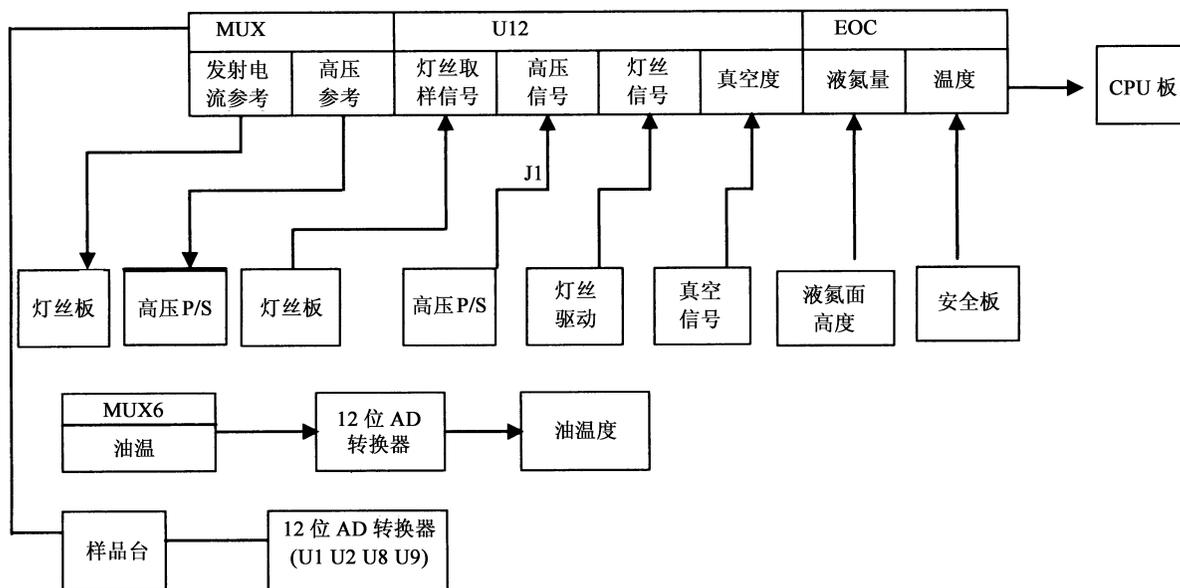


图 9 信号关系示意图

Fig. 9 Flowchart of the signals

列监控程序: X 光管的电压、电流、温度、真空、样品台位置和分析顺序, 主要由 8031 微处理器来控制。
 典型故障: 主要是 U 15(max232 or It 1081) 故障引起与主机通信错误。

10 高压电源供给

用途: 给 X-ray 光管提供高压, 曾遇到高压加不

上的故障, 检查发现是高压单元的热保护开关问题。当温度下降时, 热保护开关无法复位, 更换热保护开关后, 仪器正常。

以上对 EX-6000X 荧光能谱仪电路结构作了简单介绍, 仅供参考。

Typical Faults and Circuit Construct for Model EX-6000 X-Fluorescence Energy Spectrometer

CHEN Xiao-wen

(Fujian Vocational College of Information and Technology , Fuzhou 350003)

Abstract: The main circuit construct for Model EX-6000 X-fluorescence energy spectrometer was introduced. The analysis to the circuit function, working principle, typical faults and their elimination methods, would give consult to the instrumental use and maintenance.

Key words: fluorescence energy spectrometer; circuit construct; typical faults; instrumental maintenance

Classifying number: O657.7