

超灵敏小型回旋加速器质谱计垂直旋转型多样品装置自动控制系统

贾文红 刘永好 李德明 陈志豪 施学兰 黄振光 陈国生
(中国科学院上海原子核研究所 上海 201800)

摘要 本文介绍用于我所超灵敏小型回旋加速器质谱计垂直旋转型多样品装置自动控制系统原理及应用,该系统亦可用于其他多样品自动装置。

关键词 超灵敏小型回旋加速器质谱计,单片机,气缸

中图分类号 TL54⁺2,TP273⁺3

多样品自动控制系统是建立在新的超灵敏小型回旋加速器质谱计^[1]垂直旋转型多样品装置之上的。原多样品装置是 1995 年研制的一套手动系统,更换样品需要转靶、锁紧和送靶等几个动作,操作复杂,不仅影响了样品的有效测量时间,而且直接导致无法进行样品全自动化测量。新的垂直旋转型多样品装置中的装载样品的样品头仍采用原设计方法^[2]。由于结合自动控制系统,新的垂直旋转型多样品装置中的换靶、测量时间及靶号都可以预先设定,实现了测量样品的自动化。

为了满足当前测量大量样品的要求,在设计控制系统时,主要考虑靶轮上的样品数量、转靶准确度、重复精度以及转换一个样品的最大允许时间。新样品装置靶轮上可放 24 个样品,是原多样品装置的 3 倍。每次样品盘上的样品测量结束时,都要取下样品盘,重新换上另一批样品,每次进行此操作都要停机,从而影响测量速度及 SMCAMS 的运行状态。新的装置减少了换样品盘的次数。转靶准确度是指在转换样品过程中,转换一定数量样品时允许出现错误的次数,设计时确定为 10 圈即转换 240 次样品不出错,这样基本上满足了每次测量样品的要求。在设计控制程序时,规定转换一个样品的时间(包括定位时间)最长不得超过 5s。在机械设计方面,规定转换样品定位的重复精度小于 0.01mm,长期运行的定位精度不得超过 0.05mm。

垂直旋转型多样品装置自动控制系统由垂直旋转式多样品装置气动控制箱(简称气动控制箱)、离子源多靶装置控制器(简称单片机控制箱)和 PC 机组成,具有手动控制、现场单片机控制和远端 PC 机控制三个功能。手动和远端控制的结合不仅实现了自动化,同时也增强了系统的灵活性,提高了整个控制系统的可靠性。系统的整体连接如图 1 所示。

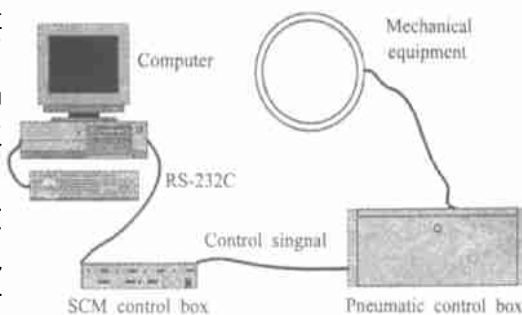
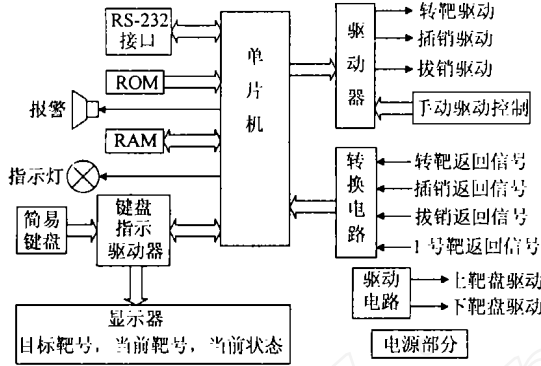


图 1 整体示意图
Fig. 1 Unitary sketch

第一作者:贾文红,女,1976年2月出生,1999年毕业于上海铁道大学(现同济大学),应用电子专业,助理工程师
收稿日期:2000-07-05,修回日期:2001-02-12

1 单片机自动控制硬件概述

在单片机自动控制系统硬件设计中,我们力求简单可靠。系统电源和信号传输都采用了光电耦合以排除外界可能带来的电干扰。硬件的连接结构如下所示。



2 控制过程

多样品装置机械部分的驱动结构如图2所示。样品的更换由靶轮的转动实现,而靶轮和

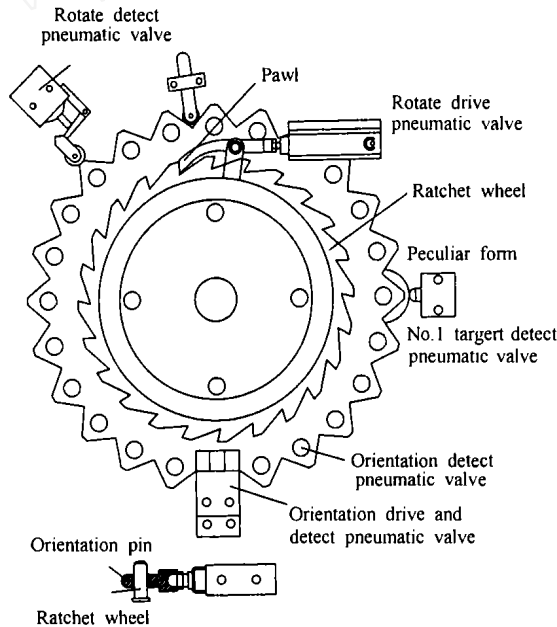


图 2 机械装置图
Fig. 2 Mechanical equipment

棘轮同轴连动。换靶时,棘爪驱动气缸推动棘爪驱动棘轮,棘爪每动作一次,棘轮向前转动一个靶位,棘轮转动时,转靶检测头动作,使转靶检测气缸产生一气信号。样品到位时,定位销驱动气缸驱动定位销进行插销动作,使样品精确定位。此外,棘轮在1号靶位置的下部有一凸点,这样当靶号错乱需要复位时,可由1号靶检测气缸来检测该凸点,从而恢复正确的靶号。

在气动控制箱中,安装有控制不同气缸的电磁阀和气动开关,电磁阀接到单片机传过来的

电平控制信号,驱动气缸动作,从而使棘爪、定位销等机械部件动作。气动开关把来自转靶检测气缸和 1 号靶检测气缸的气信号转换成电信号,来通知单片机转靶是否完成或 1 号靶是否到位。

此外,定位销实际上有两个动作,拔销和插销。拔销到位和插销到位都分别发出一个气信号。每次转靶前,都必须先进行拔销动作。

单片机现场控制是利用不同气缸的驱动信号和返回信号进行的。单片机控制气缸动作,参考返回信号,旋转靶盘,面板上的 LED (Low Emitting Diode, 发光二极管) 显示当前靶号。现场控制时,参考当前靶号,通过单片机控制箱面板上的简易键盘输入目标靶号,确定后,单片机发出驱动信号,旋转靶盘,直到目标靶位,再驱动插销,使样品准确到位。

气动控制箱中的电磁阀可以由单片机直接控制,也可以通过 PC 机间接控制,而间接控制是通过单片机与 PC 机间的通信来完成的。

3 远端控制

实现 PC 机控制转靶过程是为了满足 PC 机对实验过程进行整体控制的要求,从而实现样品测量的全自动化。

PC 机控制是通过 PC 机的标准串行口 RS - 232 与单片机之间的通信来进行的。PC 机向单片机询问当前靶号,然后根据实验要求进行判断,并决定是否向单片机发送目标靶号以及发送什么目标靶号。单片机接受到目标靶号以后,执行转靶过程,结束后向 PC 机发送转靶成功与否信息,PC 机根据回应信号进行相应的处理。这里介绍一下使用的通信协议。

波特率:1200b/s;

信息格式:8 位数据位,1 位停止位,无奇偶校验;

传送方式:PC 机采用查询方式收发数据,单片机采用中断方式接收而查询方式发送;

校验方式:累加和校验;

握手信号:采用软件握手,具体见参考文献[3]。

4 靶号记忆功能和转靶出错处理

单片机从简易键盘或 PC 机获得目标靶号,确认后,就进行转靶。转靶成功后,单片机会把当前靶号存放在不挥发 RAM 中。这样,单片机复位或重新开机时,可以立即得知当前是几号靶(否则每次复位或开机后都必须先进行 1 号靶复位),完全避免了人为记靶的麻烦。

在遇到外部干扰、气缸压力不足、机械或线路连接故障等而丢失控制或检测信号时,转靶不再进行下去,单片机控制系统发出警报。此时,用户可用单片机控制箱或气动控制箱上的手动控制功能来进行操作,并可以利用返回信号指示来检查故障原因。故障排除后,RAM 所存的当前靶号可能是错误的,这时,可先用 1 号靶复位使得当前靶号为 1 号靶,然后再转到所需要的靶号。

5 控制流程

主程序采用中断方式与 PC 机进行联络,键盘输入靶号、转靶信号返回都采用中断方式。判断插销、拔销是否到位采用查询方式。当有键盘输入或 PC 机传送靶号时,单片机判断靶号是否属于靶号范围。若是,就置标志,否则,单片机发出警报。主程序可以通过判断标志决定是否进行转靶。

在转靶控制流程示意中, READ 是准备好子程序, 当转靶正确, 将调用准备好子程序 (READ)。这时, 当前靶号显示在当前靶号的位置, 目标靶号显示零, 当前状态也显示零。

6 结束语

超灵敏小型回旋加速器质谱计垂直旋转型多样品装置的整体联合调试表明, 该自动控制系统已完全满足了当初的设计要求: 转靶、插销和 1 号靶复位等动作准确、可靠; 通过 5 次具体实验控制系统没有出现问题。转换一个样品最大时间没有超过 4 秒。其远端控制也调试成功, 通信协议简单实用, 完全满足了样品自动测量的需要。系统工作电源为 220V 标准电压。系统工作温度范围为 5—35。该多样品自动控制系统还具有低成本、功能强的特点, 完全适用于其他同类的多样品自动控制。

参 考 文 献

- 1 LIU Yonghao, CHEN Maobai, LI Deming, *et al.* Nucl Sci Tech, 1999, 10(2): 116—120
- 2 陈国生. 超灵敏小型回旋加速器质谱计¹⁴C 分析方法的实验. 中国科学院特殊支持项目总结报告. 1997. 68
CHEN Guosheng. The Experiment of ¹⁴C Analysis on SMCAMS. The Conclusive Report of the Thesis Sponsored by the Chinese Academy of Science, 1997. 68
- 3 李朝青. 单片机原理及接口技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1999. 219—223
LI Chaoqing. The Principle of the Single - Chip Microcomputer and the Technique of the Interface. Beijing: University Aeronautics and Astronautics, 1999. 219—223

The autocontrol system of the vertical rotatable multi - sample device in SMCAMS

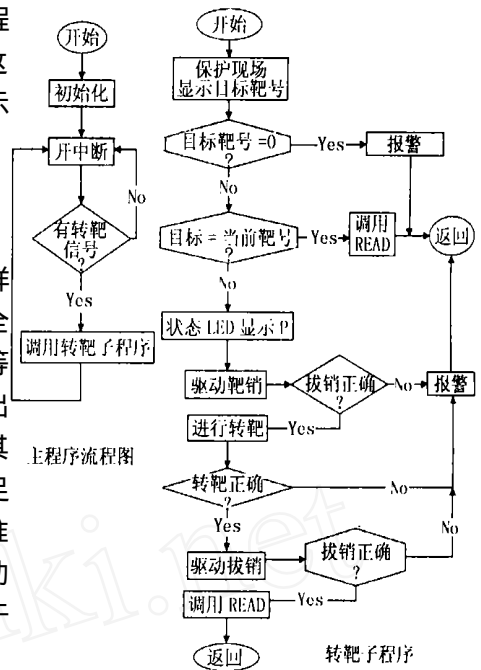
JIA Wenhong LIU Yonghao LI Deming CHEN Zhihao SHI Xuelan
HUANG Zhengguang CHEN Guosheng

(Shanghai Institute of Nuclear Research, the Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800)

Abstract

The autocontrol system of the vertical rotatable multi - sample device in SMCAMS (Shanghai Minicyclotron AMS) was introduced and it's principle as well as application were presented. The multi - sample device together with this autocontrol system has been put into routine measurements on SMCAMS.

Key words SMCAMS, SCM, Pneumatic control valve
CLC TL54⁺², TP273⁺³



主程序流程图

转靶子程序