



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1834632 B

(45) 授权公告日 2011.03.16

(21) 申请号 200610039603.8

(22) 申请日 2006.04.17

(73) 专利权人 南京大陆中电科技股份有限公司
地址 211100 江苏省南京市江宁经济开发区
西门子路 61-68 号

(72) 发明人 宋兆龙 贾文宝 田益华 徐爱国
颜廷勇

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 夏平 瞿网兰

(51) Int. Cl.

G01N 23/222(2006.01)

(56) 对比文件

WO 0107888 A2, 2001.02.01, 全文.

CN 200947088 Y, 2007.09.12, 权利要求书.

CN 1144039 C, 2004.03.31, 全文.

程道文等. 利用中子感生瞬发 γ 射线分析水泥生料中的元素含量. 同位素 18 1-2. 2005, 18(1-2), 84-86.

刘显坤等. 高能射线及其屏蔽材料. 金属功能材料 13 1. 2006, 13(1), 36-40.

徐军伟等. 煤质成分在线检测装置. 江苏电机工程 24 1. 2005, 24(1), 1-3.

刘雨人等. 多元素中子俘获瞬发 γ 射线分析方法的研究. 核技术 21 7. 1998, 21(7), 385-391.

徐军伟等. 煤质成分在线检测装置. 江苏电机工程 24 1. 2005, 24(1), 1-3.

审查员 王树玲

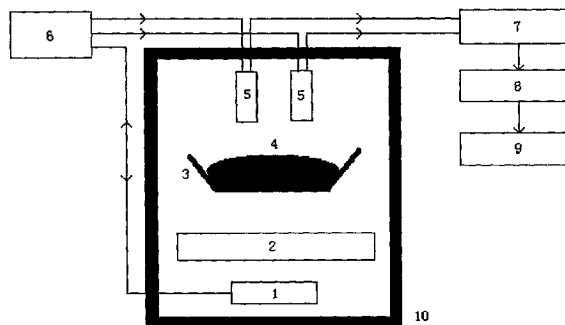
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统

(57) 摘要

本发明针对目前市场上急需一种能在线实时检测水泥原料化学成份的现状,公开了一种脉冲快热中子瞬发伽玛水泥物料成份在线检测系统,它包括中子发生器(1)、慢化体(2)、 γ 射线探测器(5)、复合屏蔽防护系统(10),其特征是输送带(3)穿过复合屏蔽防护系统(10),待检测水泥原料(4)位于带动其前进的输送带(3)上,慢化体(2)、中子发生器(1)安装在复合屏蔽防护系统(10)中并位于输送带(3)的下方,两个或两个以上 γ 射线探测器(5)安装在复合屏蔽防护系统(10)中并位于水泥原料(4)的上方,它通过传输线与电子放大系统(7)相连,电子放大系统(7)、数据获取系统(8)、数据分析系统和数据显示系统(9)依次相连,能在线实时检测出水泥原料的化学成份,为配料系统及时提供信息,提高水泥质量。



1. 一种基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统,包括中子发生器(1)、慢化体(2)、 γ 射线探测器(5)、电子放大系统(7)、数据获取系统(8)、计算机数据处理和显示系统(9)、复合屏蔽防护系统(10),输送带(3)穿过复合屏蔽防护系统(10),待检测水泥原料(4)位于带动其前进的输送带(3)上,慢化体(2)安装在复合屏蔽防护系统(10)中并位于输送带(3)的下方,中子发生器(1)也安装在复合屏蔽防护系统(10)中并位于慢化体(2)的下方,在水泥原料(4)的上方、复合屏蔽防护系统(10)中至少安装有两个 γ 射线探测器(5),它们通过传输线与电子放大系统(7)相连,电子放大系统(7)与数据获取系统(8)相连,数据获取系统(8)与计算机数据处理和显示系统(9)相连,其特征是所述的慢化体(2)由铅层和聚乙烯层组合构成,它们的厚度比为,铅层:聚乙烯层=1:0.4-0.8,它们的总厚度为8-10cm。

2. 根据权利要求1所述的基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统,其特征是所述的中子发生器(1)发射的中子平均能量为14MeV。

3. 根据权利要求1所述的基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统,其特征是所述的复合屏蔽防护系统(10)由铅、聚乙烯和含硼聚乙烯组成。

4. 根据权利要求1所述的基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统,其特征是所述的电子放大系统(7)由前置放大电路、比较放大电路、高通滤波电路、低通滤波电路、比例放大电路和跟随器组成;前置放大电路由运放A1、A2及其外围电阻R1、R2、R3、R4、R5,电容C1构成,其输入从运放A1的反相输入端引出接 γ 射线探测器(5)输出的信号,其输出从运放A2的输出端引出接比较放大电路,比较放大电路由运放A3、晶体管Q1和电阻R6、R7、R8、R9、R10、R11、R12及二极管CR3构成,其输入从运放A3的同相输入端引出接前置放大电路的输出即运放A2的输出端,运放A3的反相输入端接晶体管Q1的集电极以得到比较信号电压,比较放大电路的输出从运放A3的输出端引出接高通滤波电路,高通滤波电路由运放A4、A5,电容C2、C3、C4,电阻R13、R14、R15、R16构成,其输入从运放A4的同相输入端引出接比较放大电路的输出即运放A3的输出端,其输出从运放A5的输出端引出接低通滤波电路,低通滤波电路由运放A6、A7,电阻R17、R18,电容C5、C6、C7构成,其输入从运放A6的同相输入端引出接高通滤波电路的输出即运放A5的输出端,其输出从运放A7的输出端引出接由运放A8及电阻R19、R20构成的比例放大电路的输入即运放A8的同相输入端,比例放大电路的输出从运放A8的输出端引出接由运放A9构成的跟随器的输入即运放A9的同相输入端,跟随器的输出从运放A9的输出端引接数据获取系统(8)的输入端。

基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份 在线检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在线检测装置,尤其是一种可在线检测皮带输送机上输送的水泥原料的成份的检测装置,具体地说是一种基于脉冲快热中子瞬发伽玛(γ)射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统。

背景技术

[0002] 众所周知,水泥的质量与原料成份密切相关,为了保证水泥的合格率,必须对原料进行严格的控制,并适时进行原料的调整,因此必须定时对输送带上的水泥原料进行成份分析,以便为配料站及时提供必要的信息,目前,普遍采用的方法大多是取样离线分析。这种方法取样少,实时性差,代表性差,不能及时反馈水泥原料的信息,造成信息的滞后,属于事后补救,不利用提高产品质量。

[0003] 近年来,中子感生瞬发 γ 射线分析技术(简称 PGNA)已经成为现代分析技术中的一种新的检测手段。它通过用快热中子流轰击物料中元素的原子核,与中子发生反应的原子核在很短时间内发射 γ 射线,这部分 γ 射线携带了元素种类和含量等信息,只要分析这部分射线就可以实现物料全元素的在线分析,但据申请人所知,目前尚无一种利用 PGNA 技术能对皮带输送的水泥原料进行动态的在线分析的装置可供选用。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对目前市场上急需一种能在线实时检测水泥原料化学成份的现状,设计一种脉冲快中子瞬发伽玛水泥物料成份在线检测系统。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种基于脉冲快热中子瞬发伽玛(γ)射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统,包括中子发生器 1、慢化体 2、 γ 射线探测器 5、电子放大系统 7、数据获取系统 8、计算机数据处理和显示系统 9、复合屏蔽防护系统 10,其特征是输送带 3 穿过复合屏蔽防护系统 10,待检测水泥原料 4 位于带动其前进的输送带 3 上,慢化体 2 安装在复合屏蔽防护系统 10 中并位于输送带 3 的下方,中子发生器 1 也安装在复合屏蔽防护系统 10 中并位于慢化体 2 的下方,在水泥原料 4 的上方、复合屏蔽防护系统 10 中至少安装有两个 γ 射线探测器 5,它们通过传输线与电子放大系统 7 相连,电子放大系统 7 与数据获取系统 8 相连,数据获取系统 8 与计算机数据处理和显示系统 9 相连。

[0007] 所述的中子发生器 1 发射的中子平均能量为 14MeV。

[0008] 所述的复合屏蔽防护系统 10 由铅、聚乙烯和含硼聚乙烯组成。

[0009] 所述的慢化体 2 由铅层和聚乙烯层组合构成,它们的厚度比为,铅层:聚乙烯层 = 1 : 0.4-0.8,它们的总厚度为 8-10cm。

[0010] 所述的电子放大系统 7 由前置放大电路、比较放大电路、高通滤波电路、低通滤波电路、比例放大电路和跟随器组成;前置放大电路由运放 A1、A2 及其外围电阻 R1、R2、R3、

R4、R5, 电容 C1 构成, 其输入从运放 A1 的反相输入端引出接 γ 射线探测器 5 输出的信号, 其输出从运放 A2 的输出端引出接比较放大电路, 在运放 A1 的输入端接有由二极管 CR1、CR2 构成的保护电路, 它用于防止输入信号电压过高损坏前置放大电路, 比较放大电路由运放 A3、晶体管 Q1 和电阻 R6、R7、R8、R9、R10、R11、R12 及二极管 CR3 构成, 其输入从运放 A3 的同相输入端引出接前置放大电路的输出即运放 A2 的输出端, 运放 A3 的反相输入端接晶体管 Q1 的集电极以得到比较信号电压, 比较放大电路的输出从运放 A3 的输出端引出接高通滤波电路, 高通滤波电路由运放 A4、A5, 电容 C2、C3、C4, 电阻 R13、R14、R15、R16 构成, 其输入从运放 A4 的同相输入端引出接比较放大电路的输出即运放 A3 的输出端, 其输出从运放 A5 的输出端引出接低通滤波电路, 低通滤波电路由运放 A6、A7, 电阻 R17、R18, 电容 C5、C6、C7 构成, 其输入从运放 A6 的同相输入端引出接高通滤波电路的输出即运放 A5 的输出端, 其输出从运放 A7 的输出端引出接由运放 A8 及电阻 R19、R20 构成的比例放大电路的输入即运放 A8 的同相输入端, 比例放大电路的输出从运放 A8 的输出端引出接由运放 A9 构成的跟随器的输入即运放 A9 的同相输入端, 跟随器的输出从运放 A9 的输出端引接数据获取系统 8 的输入端。

[0011] 本发明具有以下优点:

[0012] 本发明具有无需取样, 全物流, 全元素分析, 速度快 (1 ~ 2 分钟), 精度高, 安全可靠的特点。通过该设备实时在线检测分析水泥物料中的元素成份含量, 能够自动控制分类堆放、自动控制配料, 进而提高矿场的使用寿命, 提高水泥质量。

[0013] 本发明还可用于类似的需要在线化学成份实时检测的场合。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明的结构框图示意图。

[0015] 图 2 是本发明的电子放大系统的电原理图

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和实施对本发明作进一步的说明。

[0017] 如图 1 所示。

[0018] 一种基于脉冲快热中子瞬发伽玛射线分析技术的水泥物料成份在线检测系统, 包括中子发生器 1、慢化体 2、两个 (或二个以上的) γ 射线探测器 5、电控柜 6、电子放大系统 7、数据获取系统 8、计算机数据处理和显示系统 9、复合屏蔽防护系统 10, 其中电控柜 6、电子放大系统 7、数据获取系统 8、计算机数据处理和显示系统 9 安装在一控制室中, 中子发生器 1、慢化体 2、 γ 射线探测器 5、输送带 3 安装在复合屏蔽防护系统 10 中, 输送带 3 穿过复合屏蔽防护系统 10, 待检测水泥原料 4 位于带动其前进的输送带 3 上, 慢化体 2 安装在复合屏蔽防护系统 10 中并位于输送带 3 的下方, 中子发生器 1 也安装在复合屏蔽防护系统 10 中并位于慢化体 2 的下方, 中子发生器 1 的工作电压、命令等由电控柜 6 控制, γ 射线探测器 5 安装在复合屏蔽防护系统 10 中并位于水泥原料 4 的上方, 它一方面受控于电控柜 6, 另一方面通过传输线与电子放大系统 7 相连, 电子放大系统 7 与数据获取系统 8 相连, 数据获取系统 8 与计算机数据处理和显示系统 9 相连。

[0019] 本实施例子中的:

[0020] 中子发生器 1 可采用西安石油勘探仪器总厂中子发生器公司生产的电可控 D-T 中子发生器、美国 MF Physics 中子发生器、法国 Sodren 中子发生器、俄罗斯 ALL-RUSSIA INSTITUTE OF AUTOMATICS RF MINATOM 中子发生器或德国 EADS 公司中子发生器。

[0021] 慢化体 2 可采用铅加聚乙烯按常规技术加以制造, 主要由铅层和聚乙烯层组合构成, 它们的厚度比为, 铅层: 聚乙烯层 = 1 : 0.4-0.8, 它们的总厚度为 8-10cm。

[0022] γ 射线探测器 5 可采用 BGO 晶体探测器 (如: Proteus, Inc. 生产的 $\Phi 4'' \times 3''$ BGO 晶体探测器或法国圣戈班生产的 $\Phi 5'' \times 3''$ BGO 晶体探测器)。

[0023] 电控柜 6 为常规电控柜, 一般电气技术人员均可根据使用要求和相关仪器的参数进行设计, 无特别要求, 其中最主要的一是电压电源 (型号可为 BH1222), 二是高压电源 (型号可为 Spellman SL130kV)。

[0024] 电子放大系统 7 主要由前置放大器 (型号可为 FH1048A) 和线性放大器 (可采用北京核仪器厂的 BH1218) 组成, 其主要作用是对 γ 射线探测器 5 送出的信号进行处理和放大, 此外电子放大系统 7 还可采用图 2 所示的电路图加以实现, 它由前置放大电路、比较放大电路、高通滤波电路、低通滤波电路、比例放大电路和跟随器组成; 前置放大电路由运放 A1 (型号可为 AD829)、A2 (型号可为 AD829) 及其外围电阻 R1、R2、R3、R4、R5, 电容 C1 构成, 其输入从运放 A1 的反相输入端引出接 γ 射线探测器 5 输出的信号, 其输出从运放 A2 的输出端引出接比较放大电路, 在运放 A1 的输入端接有由二极管 CR1、CR2 构成的保护电路, 它用于防止输入信号电压过高损坏前置放大电路。比较放大电路由运放 A3 (型号可为 AD811)、晶体管 Q1 (型号可为 2222N) 和电阻 R6、R7、R8、R9、R10、R11、R12 及二极管 CR3 构成, 其输入从运放 A3 的同相输入端引出接前置放大电路的输出即运放 A2 的输出端, 运放 A3 的反相输入端接晶体管 Q1 的集电极以得到比较信号电压, 比较放大电路的输出从运放 A3 的输出端引出接高通滤波电路, 高通滤波电路由运放 A4 (型号可为 AD829)、A5 (型号可为 AD829), 电容 C2、C3、C4, 电阻 R13、R14、R15、R16 构成, 其输入从运放 A4 的同相输入端引出接比较放大电路的输出即运放 A3 的输出端, 其输出从运放 A5 的输出端引出接低通滤波电路, 低通滤波电路由运放 A6 (型号可为 AD829)、A7 (型号可为 AD829), 电阻 R17、R18, 电容 C5、C6、C7 构成, 其输入从运放 A6 的同相输入端引出接高通滤波电路的输出即运放 A5 的输出端, 其输出从运放 A7 的输出端引出接由运放 A8 (型号可为 AD829) 及电阻 R19、R20 构成的比例放大电路的输入即运放 A8 的同相输入端, 比例放大电路的输出从运放 A8 的输出端引出接由运放 A9 (型号可为 AD829) 构成的跟随器的输入即运放 A9 的同相输入端, 跟随器的输出从运放 A9 的输出端引接数据获取系统 8 的输入端。

[0025] 上述电子放大系统 7 的工作原理为:

[0026] (1) Singal In 表示信号输入, 接 γ 射线探测器 5 输出的信号, 此信号为电流信号, 经 R1、R2、A1 转化放大为电压信号, 电压信号经 R3、R4、R5、A2 反相放大。二极管 CR1、CR2 防止过大信号进入运放 A1, 二极管 CR3 (即稳压管) 防止过大信号进入运放 A2, 都是起保护作用。R6、R7、A3 组成同相放大, R8、R9、R10、R12、Q1 为该同相放大提供直流偏置电压, 使输出端在偏置电压附近波动。C1 为补偿电容, R11 是匹配电阻。

[0027] (2) C2、C3、C4、R13、R14、R15、A4、A5 组成高通滤波器, 截止频率约为 100KHz; C5、C6、C7、R16、R17、R18、A6、A7 组成低通滤波器, 截止频率约为 10MHz, 二者构成带通滤波器, 增益曲线以 40dB 的速度衰减。R19、R20、A8 构成同相放大, 调节系统增益。A9 用于电压跟

随,减小输出阻抗,增强驱动能力,Signal Out 表示信号输出。

[0028] 数据获取系统 8 可采用多道谱仪加以实现(可采用 canberra 公司的 ASA-100 和大陆研制的专用高精度数字化多道谱仪 DL1024)。

[0029] 计算机数据处理和显示系统 9 主要由计算机和软件组成,计算机可采用 IBM 公司生产的计算机,软件可采用基于谱库 dlmc 的分析软件 dlcna001。

[0030] 复合屏蔽防护系统 10 是由铅+聚乙烯+含硼聚乙烯组成的防辐射箱式结构体,也可采用专利号为 2004200802856 的中国专利所公开的结构。

[0031] 本发明的工作过程为:

[0032] 电控柜 6 控制电可控脉冲中子发生器 1 产生脉冲快中子(14MeV),脉冲快中子通过慢化体 2 慢化为一定比例的脉冲快热中子,脉冲快热中子穿过传输皮带 3 照射到传输皮带上的水泥 4 上,脉冲快中子与水泥中的 C、O 核素发生非弹核反应,发出瞬发非弹特征 γ 射线,脉冲热中子与水泥中的其它全部主要核素发生俘获核反应,发出瞬发特征俘获 γ 射线。通过两个或两个以上的伽马射线探测器 5(BGO 探测器),根据脉冲时序,分别记录非弹特征 γ 射线和俘获特征 γ 射线,将这些特征 γ 射线转变为电脉冲信号,通过电子学线路 7 将信号放大,然后通过电缆传输到数据获取系统 8(多道谱仪)进行 γ 能谱的纪录,然后将能谱信号传输到计算机数据处理和显示系统 9,利用已储存的物料的标准能谱库,通过专用的分析软件进行数据处理,最后显示分析结果。

[0033] 本发明的工作原理为:

[0034] 利用电可控 D-T 中子发生器反应产生 14MeV 快中子,通过慢化,形成一定比例的脉冲快热中子,快中子与水泥中的 C、O 等核素发生非弹散射,产生非弹瞬发特征 γ 射线,利用这些射线能检测水泥中的 C、O 元素;利用热中子与水泥中的其它主要元素的俘获反应产生瞬发特征 γ 射线,能检测除 C、O 以外的其它主要元素 Si、Al、Fe、Ca、Mg、Na、K、S。根据脉冲时序,分别记录非弹特征 γ 射线和俘获特征 γ 射线能谱,利用谱库最小二乘法分析技术(参见申请人于 2004 年申请的申请号为 2004100649846 的专利申请),可给出水泥中所有主要核素的含量(包括 C、O 元素)。

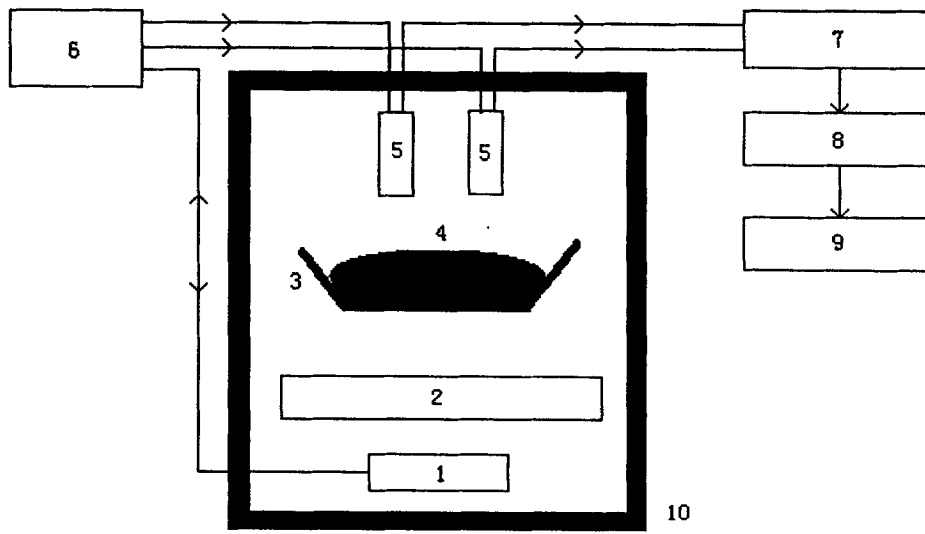


图 1

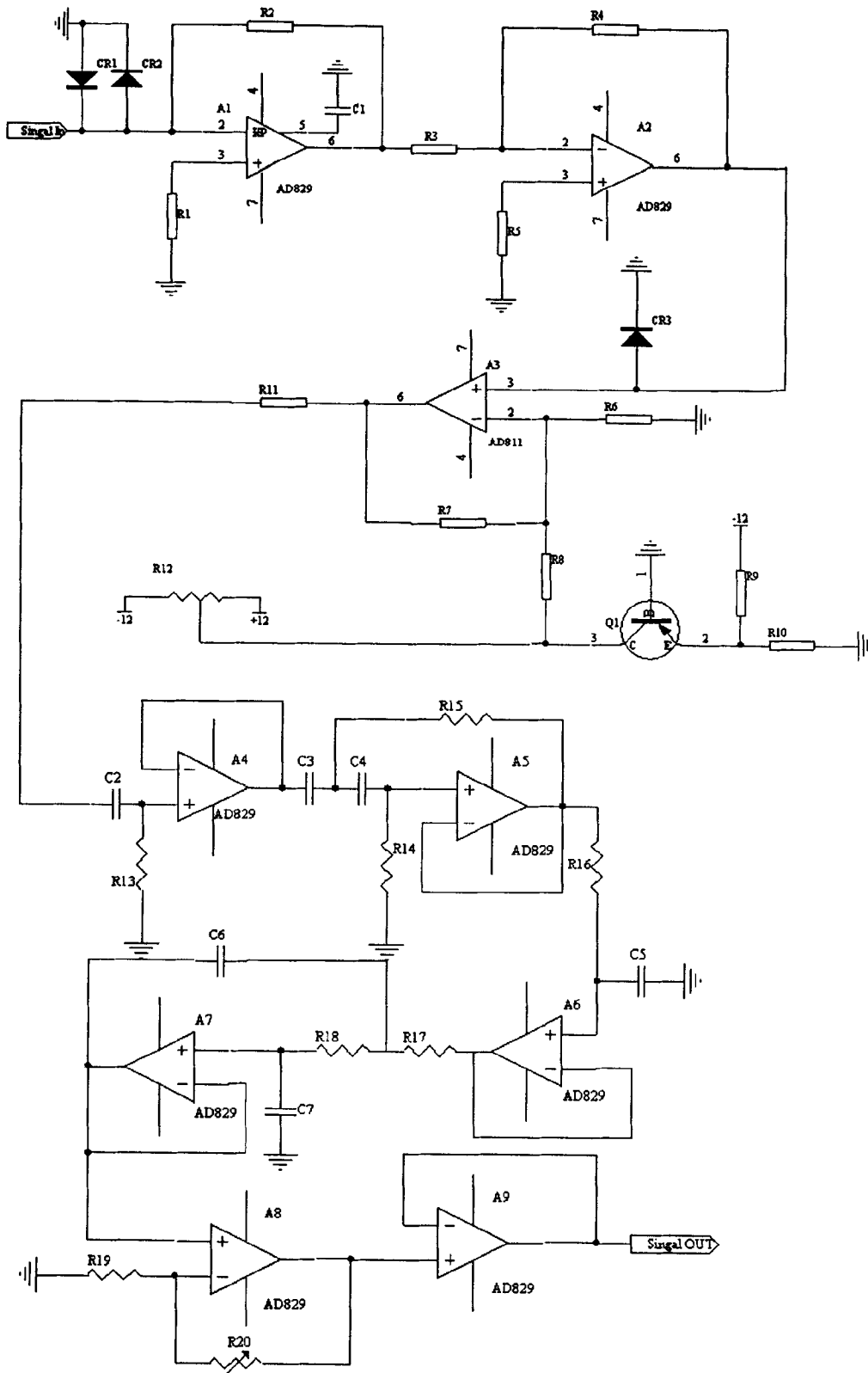


图 2