

一种激光粒度仪的微弱光电信号测量系统设计

王天骄, 姜洋*

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘要: 目前微弱信号检测方案很多, 大都采用差分对消、多级放大等方案^[1], 甚至采用集成内部保护环的高精度运放芯片来实现 fA 级别微弱信号的测量; 由于运放跨阻电路跨阻的限制, 这些方案必须要采用每个通道集成一个运放跨阻放大的方案, 使得只能测量动态范围较小的电信号, 无法实现大动态范围光电信号的测量^[2-3]; 在油田回注水悬浮颗粒物检测课题中要求检测系统实时检测, 由于油田管道限制要求设备直径在 38mm 内, 因此无法采用多通道信号并行测量方案, 在这个背景下, 该文设计了一个多通道串行测量方案, 不但节省了采集系统的硬件空间, 同时实现了大动态范围的光电信号测量, 不但能测量 0.1uA 级的小信号, 同时能测量中心探测器的 1000uA 级的大信号。

关键词: 微弱信号; 动态范围; 串行

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3044(2017)36-0247-02

DOI:10.14004/j.cnki.ckt.2017.4028

1 概述

激光粒度仪是一种先进的精密测量仪器, 它具有速度快, 精度高等特点, 它的测量原理是基于米氏散射理论。在激光粒度仪中, 光学系统的末端是一个由一系列同心环带组成的光电探测器, 每一个环带都是一个独立的探测器, 能够将前端光学系统的散射光线线性的转换成 32 路电流 (31 路环带和 1 路中心探测器产生的), 然后通过 IV 转换电路转换成电压, 再通过 A/D 采样送入计算机, 通过计算机上的采用米氏散射理论的应用程序进行处理, 把散射普的空间分布反推出颗粒大小的分布, 从而达到测量目的^[4]。整体结构框图如下图所示。

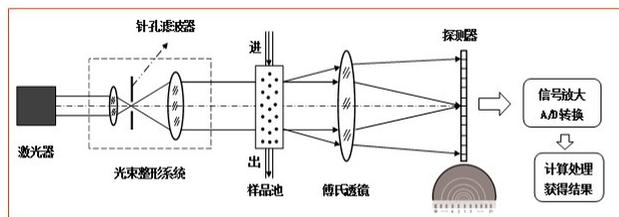


图 1 系统整体框图

2 电路系统设计

本系统的电路结构框图如下图所示, 由多路选通模块、运放 IV 转换电路、滤波、A/D 数据采集等四部分模块构成。如图 2 所示。



图 2 电路结构框图

第一部分为多路选择阶段, 将光电探测器 32 个环路信号进行逐个选通, 逐一送入 IV 转换电路, 多路选择开关采用 ADG732^[5], 可以单电源供电, 具有 4Ω 较低的导通电阻, 同时漏电流最大只有 1nA, 良好的特性完美满足粒度仪的精度要求;

第二部分是可变量程 I/V 转换阶段。此阶段设置了 8 个放大倍数对前级的输入电流进行选级电压转换, 选择的依据是多路模拟开关逐一分别选通闭合, 当输出电压超出运放的轨输出时, 所选的放大级就向小变换 1 级, 直到输出电压在电压轨之内, 此阶段的主要特性是饱和判别特性, 由此确定跨阻放大倍数。如图 3 所示。运放采用了 ADI 的 ada4530, 它具有极低的输入偏置电流 (最大值只有 20fA) 和低失调电压 (最大值 50uV), 同时集成了防护缓冲器, 达到了静电计级别;



图 3 可变量程 I/V 转换电路

第三部分是在运放采集前进行简单的 RC 滤波, 避免高频干扰;

第四部同时模拟地数字地隔离以提高电路信噪比^[6]。

3 实验

激光粒度仪测量系统实物如图 4 所示。

将标准液放入样品池, 打开激光器进行试验, 将其中三环数据直接发送到计算机串口调试助手。试验数据如表 1 所示。

收稿日期: 2017-11-15

作者简介: 王天骄 (1991—), 男, 黑龙江宾县人, 初级, 硕士, 主要研究方向为微弱电流检测; 通信作者: 姜洋, 博士, 中国科学院大学, 研究方向为红外图像增强和非均匀性校正。



图4 系统实物图

表1 试验数据

1	2	3	4	5
3.431	3.436	3.497	3.486	3.401
0.186	0.167	0.154	0.178	0.184
962.867	961.912	961.740	962.114	961.541

4 结论

本文介绍了应用于油田回注水悬浮颗粒物检测的激光粒度仪的大动态范围的光电信号测量方案,并进行了电流测量试验,结果表明了本系统可以通过变换量程进行1uA到1000uA电流范围的测量,并具有重复性。在小信号测量时,拥有0.1uA的精度,但是在在大信号测量时,只有1uA的精度。

参考文献:

- [1] 蒋凡伟. 在线式激光矿浆粒度仪的研究与开发[D]. 华北理工大学,2015.
- [2] 刘翠翠. 基于组合频谱的激光粒度测试优化技术研究[D]. 河北工业大学,2014.
- [3] 范存志. 多通道数据采集系统研制与测试[D]. 济南大学,2013.
- [4] 李亮. 智能激光粒度仪的研制[D]. 济南大学,2013.
- [5] 李丽. 激光粒度仪自动控制系统设计[D]. 济南大学,2012.
- [6] 李春雨. 嵌入式激光粒度仪数据采集系统研究[D]. 河北工业大学,2015.

(上接第229页)

- [5] AQ 6207-2007 便携式载体催化甲烷检测报警仪[S]. 国家安全生产监督管理总局,2007.
- [6] MT 703-2008 煤矿用携带型电化学式一氧化碳测定器[S]. 国家安全生产监督管理总局,2008.

- [7] MT 704-2008 矿用携带型电化学式氧气测定器[S]. 国家安全生产监督管理总局,2008.
- [8] AQ1052-2008 矿用二氧化碳传感器通用技术条件[S]. 国家安全生产监督管理总局,2008