

文章编号: 1001—4322(2000)01—035—04

星光 II 装置激光能量测量 实时采集和数据传输系统*

刘 华, 叶金祥, 夏彦文, 苏春燕, 陈 波, 谢旭东

(中物院核物理与化学研究所, 四川绵阳 919 信箱 219 分箱, 621900)

摘 要: 介绍一套激光能量测量实时采集和多路传输通信系统。该系统兼容现有的不同型号和规格的激光能量计, 具有峰值保持和功率积分功能, 抗干扰能力强, 可实现数据自动采集、处理及长距离多点传送。为实现激光能量测量精密化和自动化打下了技术基础。

关键词: 星光 II; 激光能量; 实时采集; 数据传输

中图分类号: TN 247 **文献标识码:** A

在星光 II 激光装置上, 现拥有 3 种不同型号的能量计, 它们的性能和优缺点见表 1^[1]。

表 1 不同型号能量计的性能比较

Table 1 performance comparison among different types of calorimeters

type	Apollo series (U. S A)		PC-1A/1C series (Shanghai)		374 series (U. S A)	
aperture/mm	Φ5	Φ0	Φ0	Φ20	Φ00	Φ00
sensitivity/ $\mu\text{V} \cdot \text{J}^{-1}$	800	700	3800	2500		
display apparent	digital display		digital display		index display	
display bits	2 1/2		3 1/2			
accuracy/%	± 3		$< \pm 5$			
advantage	good stabilization		large aperture		large aperture, good stabilization	
disadvantage	small display bits		bad stabilization, easy saturation		hard to readout with the naked eye	
response time/s	2	3	4	5	5	5

可见, 这些能量计性能差别很大, 尤其是 374 系列能量计属指针显示, 读数不准, 必须对能量计显示器进行改造; 另外, 由于要求对星光 II 装置前端、中端及末端等多处的能量同时进行监测, 监测点较多。因此, 研制了一套激光能量实时采集和多路传输通信系统。

1 激光能量实时采集及数据传输

激光能量实时采集及数据传输系统的设计原理见图 1。

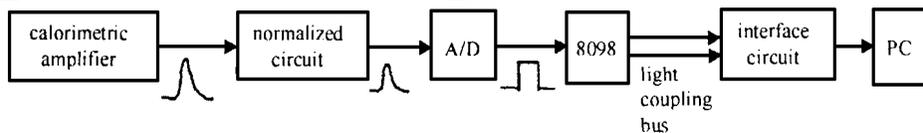


Fig 1 The systematic flow chart

图 1 系统原理示意图

不同型号能量计放大器输出的模拟信号经归一化处理后, 进行 A/D 转换, 后送入 8098 芯片组成的单片机进行数据采集和峰值保持, 再通过光耦合通信网和接口电路, 将信号送入 PC 机进行数据处理。

* 国防科技基础研究基金资助课题

1999 年 5 月 2 日收到原稿, 1999 年 10 月 12 日收到修改稿。

刘 华, 男, 1966 年 12 月出生, 助理工程师

1.1 不同型号能量计的取样匹配

1.1.1 Apollo 系列能量计的取样

由于 Apollo 能量计性能稳定、测试精度高，因而要求对该类能量计的改动要小，在不影响原能量计性能的情况下能脱离采集系统独立使用。对此，我们从末级放大器输出至 A/D 转换处的模拟信号进行分流取样。

1.1.2 PT-1A (/1C) 系列能量计的匹配

该型号的能量计性能指标接近 Apollo 卡计，但放大电路的可调范围有限，因此我们决定取消原有放大器，在能量卡计的输出电信号后直接加前置放大电路，见图 2。

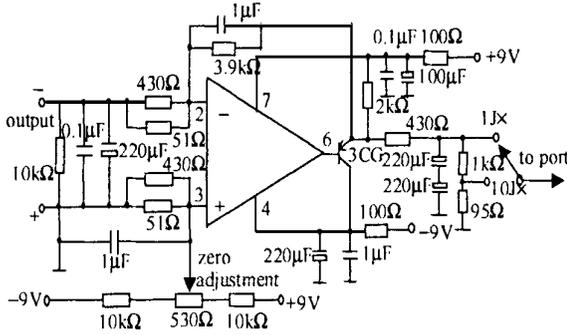


Fig. 2 Circuit structure of preamplifier
图 2 前置放大器电路图

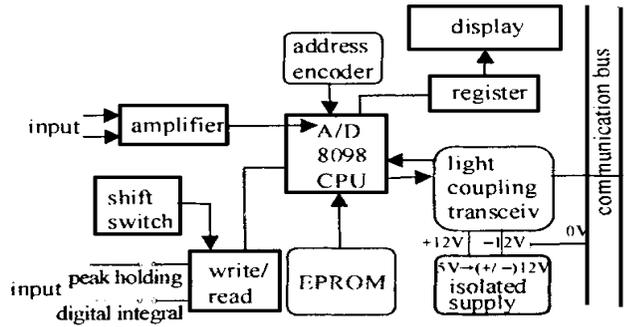


Fig. 3 Schematic diagram of laser energy acquisition and processor
图 3 激光能量采集、处理器框图

1.1.3 美国 374 型大口径能量计的取样

该系列能量计为模拟输出，已带有放大器模拟输出监测孔。故我们直接将电源箱内的档位开关改为同步的两组，一组供能量计面板控制使用，另一组送入处理器，使之处于现行状态，与能量计的表头显示吻合。

三种能量计经改造后各档位在全量程时的幅值达到归一化要求的 100mV，供下一步处理。

1.2 激光能量采集、处理器技术

该处理器以 8098 型 16 位单片机为核心(见图 3)，与能量计配合使用，具有实时数显、峰值保持、数字积分、计时和通讯等功能。这些功能既可用面板设置，又可用 PC 机远程操纵。

由能量计来的模拟输出电压，经处理后各档位的满程模拟输出电压均为 100mV，经两级直流放大器，得到两个数值相同极性相反的电压加于 8098 的两个模拟输入端，经 8098 识别后对负 100mV 到正 100mV 范围内的电压均能进行模数变换，从而在保证精度的条件下扩大了模数变换的范围，由于该处理器系统并接在同一条通讯总线上，为了在通讯时加以区别，对每个处理器设置了一个地址^[2]。

1.3 数据通讯和控制

在该系统中，通讯包括两方面内容，其一是主 PC 机与各台处理器之间的数据通讯和命令控制；其二是主 PC 机与远程终端的 PC 机之间的数据传输通讯。

PC 机之间的通讯传输接口电路框图见图 4。它采用电流环光耦合总线方式，主要由串行接口芯片 8250 加外围电路组成。通讯时，PC 机发出控制操纵指令，经数据总线通过地址译码器和数据总线缓冲器进入 8250 芯片，经光耦合隔离、电流放大后去驱动通讯总线。接收时，来自通讯总线的信号经光耦合后输入至 8250 的串行数据输入端，再经数据总线缓冲器进入 PC 机总线。这种通讯方式不受外界环境干扰，且通讯快。由于采用光耦合，所以挂接在总线上的设备没有直接的电气连接，因而抗干扰性强、可靠性高、能经受带电拔插。又由于采用总线式，因而连线少，接线方便。这种接法避免了因两台设备同时占用总线引起竞争而损坏器件的现象。即使同时占用，经两高电平相或逻辑运算，由此产生的通讯错误经软件的适当安排是可以完全避免的。

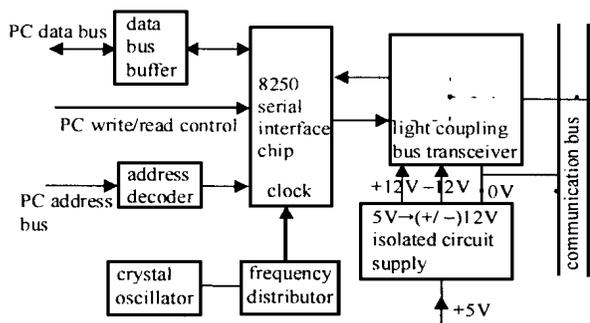


Fig 4 Communication interface circuit
图 4 通讯传输接口电路框图

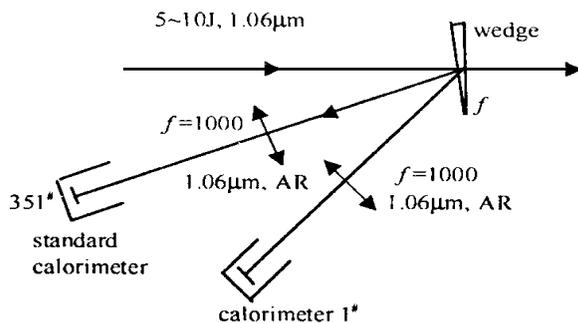


Fig 5 The schematic diagram of experimental arrangement
图 5 标定光路排布图

2 系统的实验标定和数据分析

为了检验该系统能量计改装后的性能特性,我们在星光 II 装置末级棒状放大器输出口处,对该系统改进后的各能量计进行了标定,见图 5。为了保证测量精度,测试时我们采取能量计对调的方法,这样就消除了劈板分光带来的影响。图 6 为测试结果曲线。

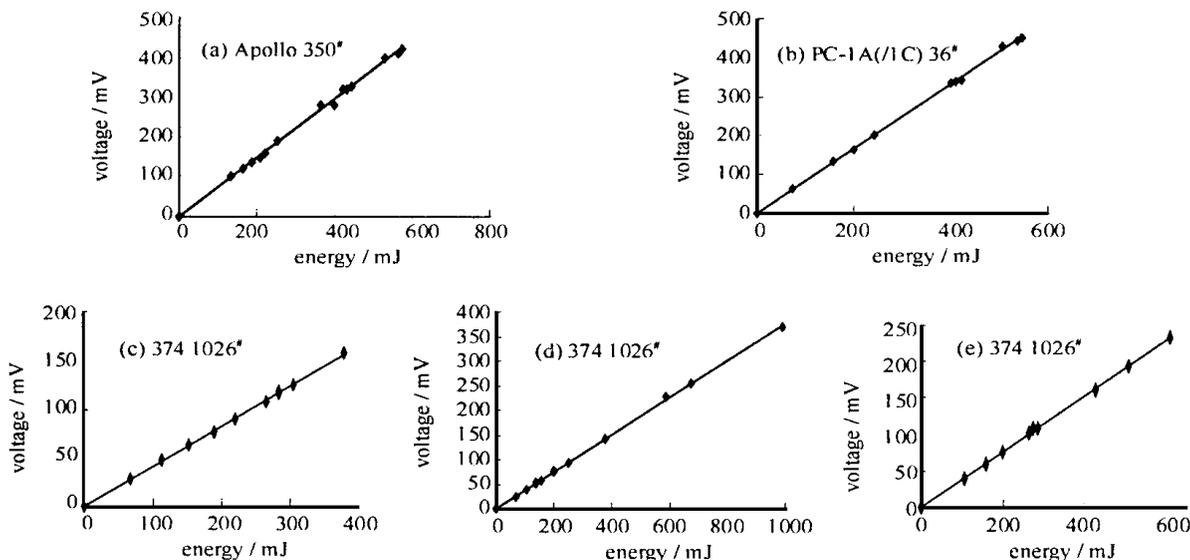


Fig 6 The sensibility curve of calorimeters
图 6 能量计灵敏度曲线

对于 Apollo 能量计,最大线性偏差为 4.6% (见图 6(a));对 PC-1A (/1C) 系列能量计,最大线性偏差为 3.5% (见图 6(b));对 374 型能量计,由于面均匀性较差,各口径的灵敏度也不同,曲线(c)为 $\phi 4$ 光束的灵敏度曲线,最大线性偏差约为 7%;曲线(d)为 $\phi 60$ 光束的灵敏度曲线,最大线性偏差约为 4.3%;曲线(e)为 $\phi 80$ 光束的灵敏度曲线,最大线性偏差约为 3%。

从以上的数据可以看出,对 Apollo 系列能量计和 PC-1A (/1C) 系列能量计,测试结果表明它们的线性度较好,能够满足测量精度的要求。而对于美国 374 系列能量计,由于它的面均匀性较差,测试结果表明不适合小口径光束的测量。

通过调试和试运行,发现该系统存在的主要问题是干扰:轻者造成读数误差,重者产生误峰保,我们采取下列方法来消除干扰问题:(1)用一台 3kVA 的超级隔离变压器串 3kVA 的专用 UPS 不间断电源给本系统供电。激光发射前 1 分钟切断电网电源,靠 UPS 的蓄电池供电,发射完毕后再恢复,以此方法来解决电网的强电干扰。(2)数据的输入、输出接口均采用光耦合器件进行耦合,将数字地电位和模拟地电位严格分开(数字地电位悬浮,模拟地电位接系统专用地线)的方法来解决空间电磁辐射干扰。(3)

采用窄带滤光片分别紧贴在 1ω 2ω 3ω 能量计探头入口处的方法解决空间杂散光(包括氙灯光)的干扰,这样做同时也减小了风力对探测器的影响。经过上述改善,本系统能量计性能稳定,测量数据达到精度的要求。

3 结 论

本系统经过两年多的使用,证明完全胜任星光 II 装置的日常运行和 ICF、XRL 实验能量监测的要求,能量测量数据准确、快速,保证了发次的成功率;同时实验数据由微机管理、存档及向远程终端传输。该系统的研制为今后建立能量精密化和自动化诊断平台打下了基础。

参考文献

- 1 潘名莲,童义生等 微型计算机原理 北京:电子工业出版社,1989 342~392
- 2 Bliss E, et al Laser Diagnoses System. UCRL-LLNL-105821-97-3

REAL-TIME ENERGY ACQUISITION AND MULTI-PATH DATA TRANSPORTATION SYSTEM ON XINGGUANG II

LU Hua, YE Jin-xiang, XIA Yan-wen, SU Chun-yan, CHEN Bo, XIE Xu-dong
Institute of Nuclear Physics and Chemistry, CAEP P. O. Box 919-219 Mianyang, 621900

ABSTRACT: A real-time energy acquisition and multipath data transportation system has been developed XingGuang II. With various types and apertures of calorimeters, this system, which has the capacity of peak value maintenance and power integration, can perform automatically data acquisition, processing and multipath transportation through long distance along with its good anti-disturbance faculty. The automatization and preciseness of the laser energy measurement have technically been based on the successful development of the system.

KEY WORDS: XingGuang II; laser energy; real-time acquisition; data transportation