

# 氙灯放电波形和放电时序的计算机监测系统研制

任 智 林贤平 刘 强 阎京海

(中国科学院上海光学精密机械研究所 上海 201800)

**摘要** 本文研制了一种多路脉冲氙灯放电瞬间参数的测量系统,用以取代传统多路示波器的测量方式。该系统功能强大,操作简便、直观,抗干扰性强,具有庞大的数据库,方便数据查寻,并且实现了局域网内所有的计算机资源共享。

**关键词** 氙灯 氙灯放电波形 氙灯放电时序

## Development a computer system for monitoring the discharge waveforms, discharge time and discharge order of Xe flashlamps

Ren Zhi Lin Xianping Liu Qiang Yan Jinghai

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China)

**Abstract** A new testing system was developed for the instantaneous parameter of multiple pulses of Xe flashlamps discharge system, which can replace the traditional testing mode of manifold paths oscillograph. It had a powerful function and was easy to operate, directly perceived through the sense, resisted disturb. It had a enormous data bank for looking for to all computers of a network.

**Key words** Xe flashlamp Xe flashlamps discharge waveforms Xe flashlampes discharge time and order

### 1 引 言

随着我国激光驱动惯性约束聚变(ICF)的发展,对 ICF 激光装置的要求也越来越高,要求整个装置稳定、高效运行,因此及时了解产生能量的每支氙灯的工作情况是非常必要的(大型 ICF 激光装置一般有数百只,乃至几千只氙灯)。

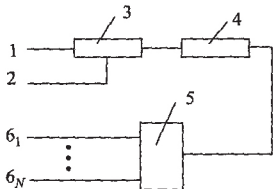
以前“神光 II”ICF 激光装置在每个氙灯的放电回路串接 1 个电流互感器,用电流互感器产生的能量点燃发光二极管来了解每只氙灯的放电情况,取得了一定的效果,但对氙灯是否在正常的时序放电无法做出判断,有时也出现过在大能量时,由于检测信号通过相邻测量回路传输线的相互耦合,使得未充电的氙灯显示已放电的错误信息。以上情况给工作人员在故障分析时造成了一定困难,影响了“神光 II”ICF 激光装置的工作效率,在一定程度上也影响了实验的成功率。为了准确了解激光装置中每只氙灯的放电情况,我们研制了氙灯放电波形和放电时序的计算机监测系统,可用来监测激光装置中各氙灯的放电波形及放电时序的工作情况。该监测系统技术

方案是:软件开放以 Windows2000 为系统平台,网络采用 Windows TCP/IP 为基础进行软件编译。氙灯放电所提供的电压高达 20 kV 以上、峰值 7 kA 左右、脉宽几百微秒、近似三角形波形的单次大电流信号经过罗氏线圈耦合后( $I=ni$ ,  $n$  为测量线圈的匝数,  $i$  为测量线圈的电流)<sup>[2]</sup>,传输到波形检测模块进行信号检测与处理,并保存下来。计算机通过数据交换机和网络通取出经过波形检测模块检测与处理的信号,再通过软件处理得到示波器一样的波形信号。通过计算机软件把所得到的氙灯放电波形信号存入计算机内存,以便根据需要随时调用。该系统用来监测激光装置中脉冲氙灯放电波形及放电时序,用放电颜色显示氙灯的总体放电情况。该监测系统的监测路数目前为 240 路,并可以根据需要扩展至上千路,路数越多,优点越明显。该监测系统自研制成功以来,在“神光 II”ICF 激光装置中经过近 3 年几万次的性能测试,测试结果表明该系统性能稳定、抗干扰性强、成本低廉(仅为多路示波器成本的 1/10)、使用方便、直观。所检测波形数据与多路示波器检测的一样,所有历史数据均保留在案,方便查找,同时该系统通过计算机联网可以把各种数据信息及时传送到各计算机终端,实现资源

共享<sup>[4-6]</sup>。

### 2 监测装置的基本原理与组成

(1)原理:监测装置原理如图1所示。本监测系统需要2类触发信号,1类是基准触发信号,另1类是氙灯放电触发信号。基准触发信号的时间要比氙灯放电触发信号的时间要先。图2所示的波形信号取样原理中,在0时段给波形检测模块1个触发信号,波形检测模块开始工作,按时间段波形检测模块把接收到的电信号幅值进行A/D(模/数)转换,并依照时间段顺序(0~tn)把经过A/D(模/数)转换的信号存储起来,等待计算机处理。氙灯放电触发信号应在时间段(0~tn)之内。同时放电波形信号也应该在时间段(0~tn)之内。为使波形信号不失真,波形检测模块所检测的点越多越好,一般应小于每微秒检测1个点。



1 氙灯放电信号 2 基准触发信号 3 波形检测模块  
4 网络通 5 数据交换机 6 计算机

图1 监测装置原理框图

(2)显示:计算机通过网络取出波形检测模块的存储数据,并把依据时间段(0~tn)还原成脉冲信号,并显示已放电氙灯的放电先后次序。计算机通过颜色显示可表明氙灯系统是未放电、部分放电,还是全部放电。

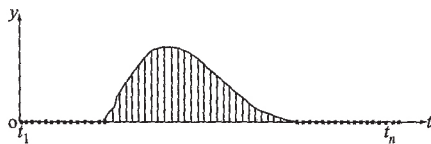


图2 波形信号取样原理图

(3)整机:通过数据交换机,与之相连的计算机可实现资源共享。

### 3 “神光 II” ICF 激光装置中氙灯充、放电原理图

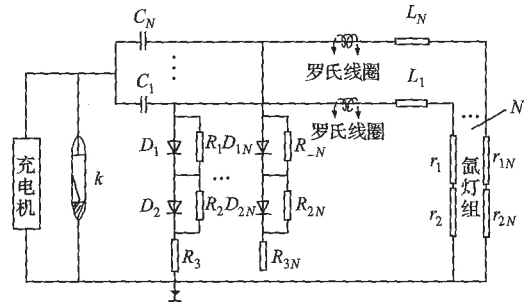


图3 氙灯充、放电原理图

图3为单个器件的氙灯充、放电原理图。首先充电机给电容器充电(充电机→C1→R1、R2、R3→充电机),当电容器充到预置电压后,触发器触发引燃管开关K,氙灯放电(放电回路是:引燃管开关→C1→罗氏线圈→L1→氙灯组→引燃管开关K)<sup>[3,7]</sup>。

### 4 “神光 II” ICF 激光装置氙灯放电波形及时序的同步监测

图4为“神光 II” ICF 激光装置器件排布图,总共有240个放电回路。根据器件排布图的颜色变化情况,清晰分辨出氙灯的工作情况(如:部分放电、全部放电,未放电),用计算机鼠标点击任一放电器件的方框示意图,就可以得到氙灯的放电波形和放电时序。图5为一次大能量实验中的氙灯放电实测放电波形图。可明显观察到器件A1、A3和B22的放电波形在放电时序上的差别,同时可以通过移动游标读出氙灯放电的起始时间值和波形的脉宽,并根据读数与设置值相比较,若不吻合,则需要查明原因。

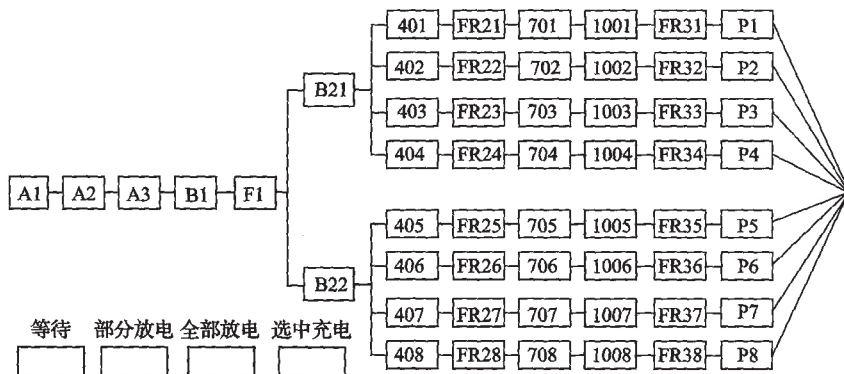


图4 器件排布图

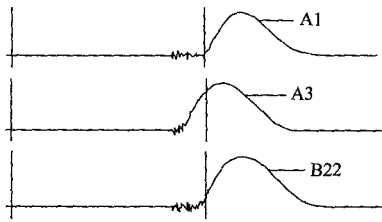


图5 A1、A3和B22的氙灯放电波形和时序图

## 5 结 论

“神光II”ICF激光装置自从采用“氙灯放电波形和放电时序的计算机监测装置”以后,大大缩短了故障分析、判断的时间,使激光装置的运行稳定性得到明显提高,进一步提高了ICF物理实验的打靶成功率,同时也节省了激光装置的运行成本。目前该监测系统是国内同类系统中最庞大、最完善的,系统具有新颖性[8],为我国激光驱动惯性约束聚变(ICF)的发展发挥了重要的作用,同时,也为今后多路脉冲氙灯放电系统的瞬间参数的测量与设计具有重要的参考价值。

## 参考文献

- [1] 胡必宸. 氙灯放电波形对调Q的Nd:YAG激光器泵浦效率的影响[J]. 淮南工学院学报, 2001(3).
- [2] 清华大学电力系. 冲击大电流技术[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 136-145.
- [3] 阿·施伯. 高电压测量技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1982.
- [4] TCP/IP宝典[M]. 赵刚, 林瑶, 译. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [5] 官章全, 刘加明. Visual C++ 6.0类库大全[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [6] Visual C++. NET开发人员指南[M]. 康博, 译. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [7] 激光12#实验装置研制工作报告[Z]. 1987: 352-363.
- [8] 氙灯放电波形和放电时序的计算机监测装置的研制科技查新报告[Z]. 报告编号: 20061CO700145, 2006. 2. 27.