

## 高精度激光脉位控制器

黄 涛 毛少卿 温中一 杨 涛

(华中理工大学, 激光技术国家重点实验室, 武汉, 430074)

摘要: 开发研制了一种基于 8098 单片机的高精度激光脉位控制器, 充分利用 8098 单片机强大的输出/输入和中断功能, 提供精确的、可调的脉冲激光电源触发信号, 精确控制激光器的脉冲输出, 可以实现激光脉冲的 PPM 调制。即可以控制两台激光器同步工作, 也可以控制两台激光器交替工作。

关键词: 高精度激光脉位控制 单片机

## High accurate controller of laser pulse position in time coordinate

*Huang Tao, Mao Shaoqing, Wen Zhongyi, Yang Tao*

(National Laboratory of Laser Technology, HUST, Wuhan, 430074)

**Abstract** This paper demonstrates a high accurate controller of laser pulse position in time coordinate which bases on a 8098 programmable controller. This controller can output accurate and turnable trigger signals to lamps and Q-switchers to control the output of laser pulse by use of powerful ability of output/input and interruption of the 8098 programmable controller. By use of this controller the PPM modulation of the output of the laser pulse can be realized. This controller can control two laser to run synchronismly to obtain high peak power or to run alternately to obtain high repetition rate.

**Key words:** high accurate controlling of laser pulse position programmable controller

### 一、引 言

固体脉冲激光器以其峰值功率高, 脉宽窄, 维护方便, 可靠性高的优点具有广泛的应用领域。在许多应用中, 如开放式激光水下通讯, 地貌测绘等方面要求激光脉冲的输出有较高的时间定位精度。目前国内的激光电源的定时电路多采用 RC 回路控制频率, 由于是模拟电路, 精度不高, 脉冲输出时间抖动大。特别是在开放式激光通讯中, 为了提高通讯速率, 往往采用多进制 PPM 调制技术, 激光脉冲输出时间的抖动会带来较大的误码率。为此, 我们研制了基于 8098 单片机的激光脉位控制器, 利用 8098 单片机强大的输出/输入和中断管理功能, 提供高精度, 可调的双路灯触发和调 Q 触发信号。触发信号延时调整步长为  $2\mu\text{s}$ , 脉冲输出抖动小于  $0.5\mu\text{s}$ 。即能控制两台电源同步工作, 获得高输出功率, 也能控制两台电源交替工作获得高工作频率。并能响应外部触发信号实现激光脉冲 PPM 调制。

### 二、硬 件 结 构

该控制器以 8098 单片机为核心, 由人机对话, 控制信号产生和输出接口三部分组成。图 1 为其结构框图。图中, 1 为键盘显示驱动电路; 2 为 8098 单片机; 3 为输出信号分路逻辑; 4, 5 为电平阻抗转换; 6 为外触发控制逻辑。

人机对话部分由键盘、数码显示器和键盘驱动电路构成。主要实现操作命令的输入和控

制器工作状态参数的显示, 实现人机对话功能。通过键盘可以控制控制器的启、停; 调节控制信号的频率; 调 Q 信号的延迟时间和选择内外触发工作状态; 工作参数显示选择。LED 数码显示则根据控制器的工作状态和输入的操作命令分别显示控制器的工作频率, 调 Q 信号延迟, 内外触发状态等工作参数。操作命令的输入和显示输出采用外部中断实现, 并采用软件方法改变中断优先级, 使输入/输出操作不影响控制信号的准确输出, 实现实时操作控制。

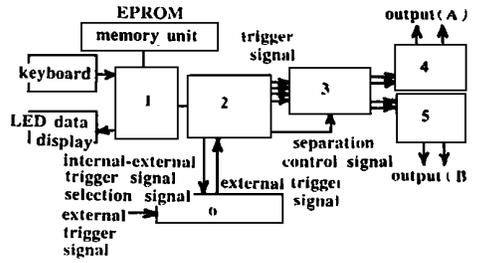


Fig. 1 Block diagram of the hardware of the controller

控制信号生成部分以 8098 单片机为核心, 辅以外围电路及控制逻辑电路, 也是整个控制器的核心部分。控制器加电后, 8098 单片机根据 EPROM 程序存储单元中固化的程序工作。产生所需要的控制信号输出。当受控的激光器要求的控制信号特性改变时只要更改 EPROM 中的程序就可以满足要求而不需要改动硬件, 有较好的兼容性。8098 单片机根据输入的操作命令设置控制器的工作参数并产生内部时钟信号, 对该时钟信号进行分频处理, 产生 softtimer, HSO, HSI 中断, 进而产生输出的控制信号和控制信号分路信号。控制信号分路逻辑根据控制信号分路信号把产生的控制信号分成 A, B 两路, 可以根据需要控制两台电源同时工作或交替工作。8098 单片机还可以根据输入的操作命令产生内外触发控制信号, 通过内外触发控制逻辑使控制器在内外两种触发方式下工作。在外触发状态中由外部信号触发相应的中断产生输出的控制信号。

输出接口部分是控制器和激光器的接口电路。因为 8098 单片机产生的是 TTL 电平信号, 输出阻抗较高, 带负载能力有限, 不能满足激光电源对触发信号的要求。该部分实现阻抗电平转换功能, 满足激光器的要求

此外, 硬件还有电源部分, 负责产生稳定的 + 5V 和 + 15V 电源输出。

### 三、软件部分

控制信号的产生主要通过软件实现, 使控制器的工作状态是可编程的, 有较好的兼容性, 这也是该控制器的一大优点。图 2 是控制器的软件结构框图。

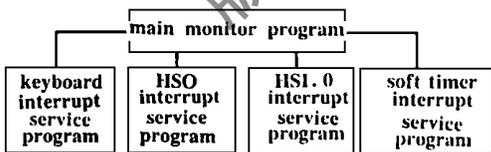


Fig. 2 Block diagram of the software of the controller

其中主监控程序是整个控制软件的框架。控制器的各功能模块都依附于它, 并可以很容易的扩展其它的功能模块。键盘中断模块响应键盘操作实现接收外部操作命令和工作参数输入的功能。它根据外部输入的操作命令修改某些寄存器的值, 但并不直接更

改控制器的工作状态, 而把这一任务留给其它相应的中断处理程序完成, 这样可以避免在控制信号中断处理程序外改变控制器的工作状态后某些中断源将永远得不到触发, 最终导致 8098 中的 HSO 控制逻辑中的内容可编程寄存器 (CAM) 溢出使系统崩溃。

由 HSO 中断服务程序、HSI. 0 中断服务程序、softtimer 中断服务程序构成的控制信号产生模块是软件部分的核心。它由 HSO, HSI. 0, softtimer 三级中断, 七个定时高速输入/输出源组成。其中 HSO. 1 中断源生成 800Hz 的时钟信号, 作为所有控制信号产生的时基信号。因

此它总是和控制信号输出中断同时产生的。为了保证控制信号准确的产生,应优先处理输出中断。所以该中断使用了优先级较低的 HSO 中断。但是作为时钟,应该在它的周期中扣除由于优先处理其它中断而导致的时间延迟,以保证时基信号的精确性。HSO. 0 中断输出的 800Hz 信号输入到 HSI. 1 作为 8098 内部时钟 T2 的时钟源。softtimer 中断源以 T2 为时钟工作在计数状态,作为 800Hz 时钟信号的分频器。根据键盘操作命令输入设置的频率控制寄存器对 800Hz 信号进行分频,获得不同的工作频率。分频后的信号由 HSO. 2 非中断输出。这样可以避免和 HSO. 1 中断发生冲突影响控制信号的精确输出。HSO. 2 的输出作为 HSI. 0 中断的触发信号,产生输出的控制信号(灯触发信号和调 Q 触发信号),同时输出控制信号分路信号供控制信号分路逻辑根据需把输出的控制信号分成两路。此时应禁止 HSI 有效中断,防止 8098 中断管理逻辑发生混乱。由 HSI. 0 中断产生的控制信号由 HSO. 0 和 HSO. 3 非中断输出。

由上面的中断安排描述可以看到 softtimer, HSI. 0, HSO 三级中断的优先级依次降低,可以保证控制信号输出中断的及时处理,但是要注意补偿 HSO 中断由于处理延迟产生的时钟歪斜。以上三个中断中最频繁的是 HSO. 1 中断。在使用 12MHz 振晶时中断周期为 6. 25ms,此期间足够响应外部中断。因此,只在 HSO. 1 中断服务程序最后开放外部中断以响应键盘输入。而在所有其它的中断服务程序中屏蔽掉外部中断,使其优先级变为最低。

在中断逻辑安排中必须考虑到在外部触发工作状态下, HSO. 1 中断产生的内部时钟如果继续工作将产生一系列不必要的中断,干扰外部触发信号产生的中断。如果简单的屏蔽这些中断又会使外部触发工作状态结束后不能简捷地回到原来的工作状态。因此在最优先处理的 softtimer 中断服务程序开头检测是否输入了外部触发转换操作命令,如果有,则把中断寄存器内容压入堆栈,然后使其清零,再转入外部触发工作模块。在外部触发工作模块中检测到恢复内部工作状态命令时,把堆栈中原来的中断寄存器内容恢复,并返回 softtimer 中断服务程序,就可以简捷地恢复原来的工作状态。在两种工作状态转换过程中利用堆栈可恢复地清除了不必要的中断,避免了相互干扰。

#### 四、实验结果

在控制器完成制作后对它进行了工作测试。图 3 为测试框图。图中用存储示波器记录存

储输出的控制信号波形,通过 IEEE-488 总线传输给 386 微机绘制出波形图。激光脉冲信号通过激光探头和示波器传给 386 微机通过微机计数来测定脉冲抖动。图 4 为控制器 A 路输出控制信号的灯触发信号和调 Q 触发信号的输出波形。由于输出的控制信号由数字电路产生,信号波形的上升沿极陡,以激光电源的触发电平为 10V,由示波器上看到的抖动小于 0. 2 $\mu$ s。激光器输出脉冲时间抖动由原来的 2. 1 $\mu$ s 减小到小于 0. 5 $\mu$ s。在实验中

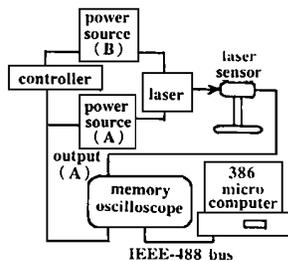


Fig. 3 Block diagram of the experiment system

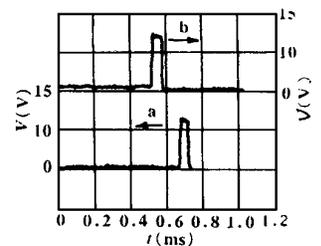


Fig. 4 The curves of the output of the controller  
a—Q-switch trigger signal  
b—lamp trigger signal

的抖动小于 0. 2 $\mu$ s。激光器输出脉冲时间抖动由原来的 2. 1 $\mu$ s 减小到小于 0. 5 $\mu$ s。在实验中

# 多段阵列式钕玻璃放大器的漫反射器的研究\*

冯国英 吕百达

(四川大学激光物理与化学研究所, 成都, 610064)

摘要: 用光线追迹和蒙特卡罗法建立了含有漫反射器的多段阵列式钕玻璃放大器(MSA)的泵浦模型, 程序中采用了闪光灯辐射谱和钕玻璃的吸收谱实验数据。模拟结果表明, 采用漫反射器可得到高的光传输效率和好的光能量分布均匀性。

关键词: 多段阵列式放大器(MSA) 漫反射 光线追迹和蒙特卡罗法

## Study of the multisegment amplifier with diffuse reflector\*

Feng Guoying, L Baida

(Institute of Laser Physics and Chemistry, Sichuan University, Chengdu, 610064)

**Abstract** A numerical simulation model for the multisegment amplifier (MSA) with diffuse reflector has been built up by using ray-tracing and Monte Carlo methods. In our simulation, experimental data of the flashlamp radiation and Nd: glass absorption spectra have been considered. Numerical calculations have been performed, showing that both high transfer efficiency and good pumping energy distribution uniformity can be obtained in the use of the diffuse reflector.

**Key words:** multisegment amplifier (MSA) - diffuse reflectance ray-tracing and Monte Carlo methods

\* 本工作得到国家高技术 863 青年科学基金和国家高技术惯性约束聚变委员会的资助。

发现激光器中的 4000V 调 Q 高压放电对 8098 单片机的工作有较大的影响, 在进行严格屏蔽后控制器能稳定工作。

## 五、结 论

采用 8098 单片机作为激光器脉冲时间定位部件后, 以数字信号代替模拟信号来触发激光器, 大幅度地降低了激光脉冲抖动时间, 这对开放式多进制 PPM 调制激光水下通信和地貌探测有较大的实用意义。

## 参 考 文 献

- 1 朱晓强, 姚志石编著. 8098/8096 单片机原理及应用. 上海: 复旦大学出版社, 1993: 5

作者简介: 黄 涛(附照片), 男, 1970 年出生。现在华中理工大学攻读光电子硕士学位。主要从事固体激光技术及应用、信号检测与控制的研究。

毛少卿, 男, 1936 年出生。教授。从事激光物理、非线性光学和激光器件的研究及教学。编著有《非线性光学》、《激光物理》等教材。

温中一, 男, 1937 年出生。副教授。长期从事固体激光技术及应用的研究, 医用激光手术器的研究。

杨 涛, 男, 1967 年出生。工程师。从事固体激光技术及应用的研究。现在华中理工大学攻读硕士学位。