

文章编号:1001-5078(2007)01-0032-02

基于 ADUC812BS 的角度测量电路设计

潘康立¹, 常祖鹏²

(1. 华北光电技术研究所, 北京 100015; 2. 重庆军代局驻重庆北碚区军代室, 重庆 400700)

摘要:文章简要介绍了编码器的工作原理, 给出了角度测量电路的一种设计方式及信号的运算处理方法。

关键词:编码器; 角度测量; 测量电路

中图分类号: TJ06; TN762 **文献标识码:** B

A Design of Angle-measurement Circuit on ADUC812BS

PAN Kang-li¹, CHANG Zu-peng²

(1. North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China;

2. Chongqing Military Representative Department, Chongqing 400700, China)

Abstract: The angle-encoder principle and design are introduced, mathematics-logical method of angle measurement circuit are introduced.

Key words: angle-encoder; angle-measurement; measurement circuit

1 引言

对目标进行观测、定位时, 往往要测其相对距离值、相对方位角和高低角值, 以得到目标的各种参数值。本文介绍了其中实现角度测量的一种新的电路设计方法及其实现方式, 与传统测角系统相比, 其性能更稳定、精度更高、功耗更低、尺寸更小。

2 工作原理

测角电路原理见图 1。

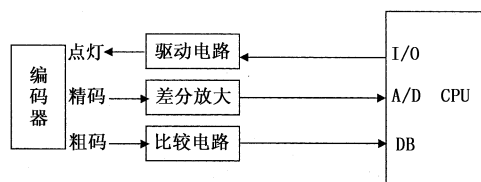


图1 原理框图

测角电路的信号输入部分是通过两个光电编码器来获取的, 编码器是一种光电位置指示器, 其基本原理是由不同等分的明暗相间的摩尔条纹通过光电元件取得角度位置的数字信号, 最后进行解码取得角度位置的绝对值或相对值。本设计采用的是矩阵绝对式编码器, 具有固定起始零点、精度更高、环境适应性更强、不易受到干扰、能脉冲工作而功耗较低、尺寸更小等特点, 但是传统的绝对式光电编码器

码盘道数等于对应输出的二进制码位数, 要求精度为十几位的编码器, 在插值没有细分的情况下, 码道的圈数相应至少要有十几圈, 这样的编码器外径尺寸就很大, 一般在 100mm 以上, 而矩阵绝对式编码器尺寸就很小。所谓矩阵编码就是将圆周分成若干扇形区间, 每个区间刻有不同位数的码道, 利用若干个读数头取出按矩阵编排的电信号, 经矩阵译码, 处理成与传统码盘相同的二进制码(即格雷码)。本设计选用的精度 14 位的光电编码器就是在矩阵码上加上一道 360°刻划的校正码道和二道细分插值码道而成。这样一个 14 位精度的编码器总码道数只有 6 道, 还不到同精度传统光电编码器尺寸的一半, 一般小于 50mm, 从而大大地减小了编码器的外形尺寸, 使系统设计更加小型化。本设计采用的 14 位矩阵绝对式光电编码器输出 13 路信号: 包括 9 路数字信号粗码和 4 路模拟信号精码, 粗码中有 8 位矩阵码, 1 位格雷码(J 码)。CPU 采用 ADI 公司新推出的 ADUC812BS 微处理器, 其具有全集成的 12

作者简介:潘康立(1979 -), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事激光测距机电路设计工作。

收稿日期:2006-08-25; **修订日期:**2006-09-01

位数据采集系统,包含了高性能的自校准多通道 ADC、两个 12 位的 DAC、8KB 的闪速/电擦除程序存储器、640B 的闪速/电擦除数据存储器与 256B 片内数据 RAM,此芯片有 52 引脚,扁平封装形式还不到指甲盖大小,其功能强大但尺寸微小,使本设计的电路部分尺寸更加缩减。针对矩阵绝对式光电编码器信号处理较为复杂的特点,本设计采用软硬件相结合的办法加以解决,利用微机较强的运算处理能力,其矩阵译码、格雷码译码、细分码的 A/D 转换和细分运算以及精粗码的校正连接均由软件完成,而硬件电路只需将编码器的输出信号进行放大和比较即可,从而使硬件电路进一步简化,电路整体尺寸面积布置得很小,可达到 30mm × 70mm,使整体设计进一步小型化。编码器 8 路粗码信号分别通过 4 个 LM193 与其负输入端的 2V 基准电压作比较后,输出 8 位数字信号,记为 a1、a2、b1、b2、C1、C2、C3、C4,通过 ADUC812BS 的八位 P0 数据端口将其读入并存放在能够按位存取的 RAM 中,这八位信号是八位矩阵码,经过一系列变换将其变成八位二进制码,其逻辑关系如下(a、b、c 逻辑运算为矩阵码,A 为格雷码,B 为二进制码,负号表示取反):

$$\begin{aligned}
 A1 &= a1 \\
 A2 &= a2 \\
 A3 &= A1b1 + (-A1)b2 \\
 A4 &= A1b2 + (-A1)b1 \\
 A5 &= (-A1)(-A2)C4 + (-A1)A2C3 + A1(-A2)C1 + A1A2C2 \\
 A6 &= (-A1)(-A2)C3 + (-A1)A2C2 + A1(-A2)C4 + A1A2C1 \\
 A7 &= (-A1)(-A2)C2 + (-A1)A2C1 + A1(-A2)C3 + A1A2C4 \\
 A8 &= (-A1)(-A2)C1 + (-A1)A2C4 + A1(-A2)C2 + A1A2C3 \\
 B1 &= A1 \\
 B2 &= A2 \oplus B1 \\
 B3 &= A3 \oplus B2 \\
 B4 &= A4 \oplus B3 \\
 B5 &= A5 \oplus B4 \\
 B6 &= A6 \oplus B5 \\
 B7 &= A7 \oplus B6 \\
 B8 &= A8 \oplus B7
 \end{aligned}$$

由 B1B2B3B4B5B6B7B8 组成的数据即为编码器角度值的高八位,其步距角为 $360^\circ/255 = 1.412^\circ$,圆周按 6000 等分,相当于 $6000/255 = 23.53$ 个密位,可以看得出精度还不够高,通过精码可以将其进一步细分。

接码信号通过一个 LM193 与 2V 基准电压作比

较后输出的信号记做 J, $J = A8 \oplus J$ 。J 码的作用是确定编码器转动时被分为四个象限的相邻粗码何时从第四象限到第一象限,相当于进位位。

精码即对粗码的进一步细分,本电路 4 路精码双双差分放大形成相差 90° 的三角波信号 θ_1 和 θ_2 ,精码 θ_1 和 θ_2 随轴角 θ 而改变的信号幅度(A)示意图如图 2 所示。

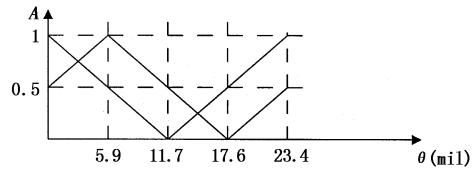


图2 精码信号示意图

信号输进 ADUC812BS 的两路 A/DPI.2 和 P1.3 端,P1.2 和 P1.3 端口分别用软件设置为 12 位的 A/D 输入端口,这两个端口还分别通过 2kΩ 的电阻接 5V 模拟电压,以实现负模拟信号的电压抬升,使 A/D 读入信号在 0 ~ 5V 变化,读入之后在程序处理部分只取其高 8 位就能满足精度要求,本电路的 A/D 端基准电压接 5V。这一部分的关键在于象限的判断,均由软件来处理,由于此部分程序比较复杂,公式比较烦多,限于篇幅关系就不再详细叙述。通过逻辑运算将处理后的二进制粗精码连接并转换为密位制,就可得出了某一个点的角度值,这样经过连续的采样,程序运算处理后可以得出不间断的角度值。程序编程图如图 3 所示。

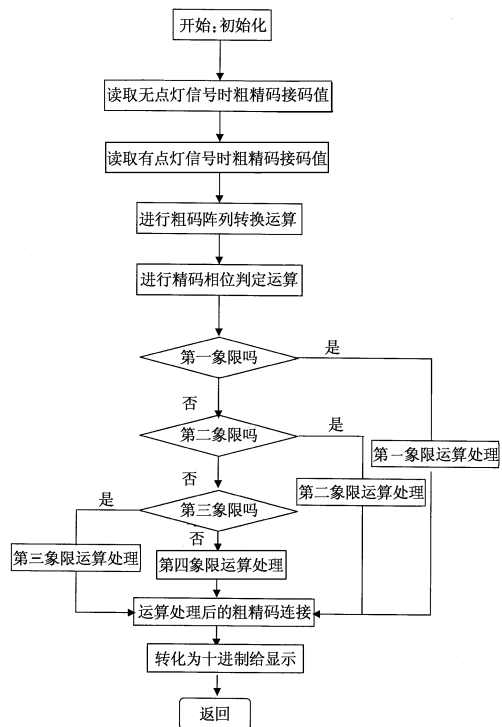


图3 程序流程图

(下转第 43 页)

$\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 晶体的初始透过率为 70%,并且两边均镀 1064nm 的增透膜。随着注入功率的增加,重复频率和平均输出功率均增加,脉宽变化较小;当注入功率一定时,脉宽随着腔长的改变有较大的变化。在 8W 的注入功率下,我们获得了脉宽为 100ns、重复频率为 21kHz 的单纵模被动调 Q 激光输出,平均功率为 3.9W。图 4、图 5 为激光输出的时间波形图。如果我们选用未镀膜的 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 晶体以布氏角放入腔内,在做被动调 Q 开关的同时,也起到了布氏片的作用,则可进一步简化结构,减小损耗。

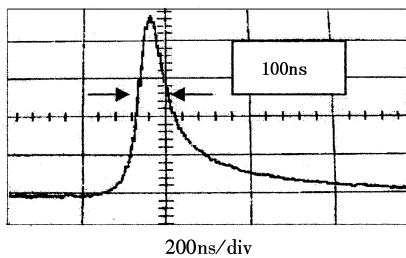


图 4 被动调 Q 的时间波形图

Fig. 4 scilloscope trace of the Q-switched pulse

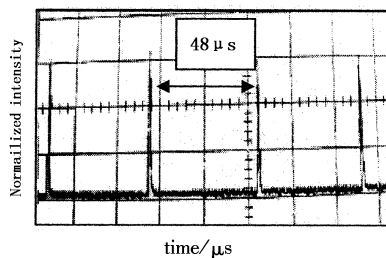


图 5 脉冲的重复频率 21kHz

Fig. 5 the corresponding laser pulse repetition rate was recorded to be 21kHz

(上接第 33 页)

3 测角精度分析

测角精度主要由轴系误差、编码器的精度和密位显示最小分辨率决定。

3.1 轴系误差

轴系误差由机械精度及装配精度决定,这里不再详细讨论。

3.2 编码器的精度误差

14 位光电编码器经电路细分处理提高其分辨率后,可达到正负 79"以内。由于高低角是通过反射镜的水平轴转动实现的,高低编码器轴直接与水平轴连接,因此高低角的改变量是编码器所测角度的两倍,密位变换数据处理时得乘以二倍,所以高低编码器的测角误差最大为正负 159"。

3.3 密位显示误差

密位显示分辨率为 0.5 密位,则显示误差为 $0.5/2 = 0.25$ 密位,即在正负 54"以内。

5 结论

本文利用行波腔结构,获得了高功率的单纵模红外激光输出,在插入被动调 Q 晶体 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 时,获得了脉宽为 100ns、重复频率为 21kHz 的单纵模被动调 Q 激光输出。

参考文献:

- [1] 崔美云,王海波,马艳,等. 激光二极管抽运的高输出单频 Nd:YVO₄ 激光器[J]. 光学学报,2001,21(3):271-273.
- [2] 郑义,钱卫红,姚建铨. LD 泵浦的内腔倍频激光器单频运转的理论研究[J]. 中国激光,1997,24(8):673-678.
- [3] Gregory J Kintz, Thomas Baer. Single-frequency operation in solid-state laser materials with short absorption depths [J]. IEEE J. Quant. Electron., 1990, 26(9):1457-1459.
- [4] Hideo Nagai, Masahirokume, et al. Low-noise operation of a diode-pumped intracavity-doubled Nd:YAG laser using a Brewster plate [J]. IEEE J. Quant. Electron., 1992, 28(4):1164-1168.
- [5] M E Innocenzi, H T Yura, C L Fincher, et al. Thermal modeling of continuous-wave end-pumped solid-state lasers [J]. Appl. Phys. Lett., 1990, 56(19):1831-1833.
- [6] 刘均海,吕军华,卢建仁,等. 高功率端面抽运 Nd:YVO₄ 固体激光器模式匹配的研究[J]. 光学学报,2000,20(2):186-189.
- [7] W Sooy. The natural selection of modes in a passive Q-switched laser [J]. Appl. Phys. Lett., 1965, 7(2):36.
- [8] B Soffer. Giant pulse laser operation by a passive, reversibly bleachable absorber [J]. J. Appl. Phys., 1964, 35:2551.

综上所述测角精度的最大误差为三者最大误差的方根,在轴系误差有保证的情况下,测角精度能满足要求。

4 结论

通过方位和高低传感器分时脉冲工作,本设计只需一套硬件处理电路就能完成方位和高低角度的测量,大大减化了硬件电路、降低了功耗、缩小了系统尺寸,使本设计更加小型化。光电编码器角度测量电路近些年来已广泛应用于侦察车等系列的车载目标测量系统中,经过实践证明其稳定性、精度和可靠性完全可以满足实际需要,由于其价格低廉、方便实用,在未来的车载装置中想必会得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1] 阎石. 模拟电路与数字电路[M]. 北京:高等教育出版社,1999.
- [2] 李刚. ADUC8XX 单片机原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 廖延彪. 物理光学[M]. 北京:电子工业出版社,1985.