

文章编号: 2095-4980(2016)06-0939-04

数据发生器产生精密延时脉冲的可行性

陈曙光, 谭金玉, 何 鹏

(中国工程物理研究院 计量测试中心, 四川 绵阳 621999)

摘 要: 针对数据发生器延时功能的研究, 可增加一种时间间隔标准源选择方案。分析其工作原理, 提出数据发生器数据输出时间与存储位数、时基周期之间关系的计算公式, 找到一种利用数据发生器产生精密延时脉冲的方法, 并通过了实验验证。该方法利用现有的数据发生器实现了精密延时器的精密延时功能, 扩展了数据发生器的使用范围。

关键词: 数据发生器; 脉冲; 时间间隔

中图分类号: TN786⁺.2

文献标志码: A

doi: 10.11805/TKYDA201606.0939

Practicability of precision delay pulse generation from data generator

CHEN Shuguang, TAN Jinyu, HE Peng

(Metrology and Testing Center, China Academy of Engineering Physic, Mianyang Sichuan 621999, China)

Abstract: In order to increase the standard equipment of the time interval, the data generator is adopted as a precision delay device. Based on the analysis of data generator principles, the formula describing the relationship among the data output time, storage digit and crystalloid period is put forward, and a method of generating precision delay pulse by using data generator is proposed. The validation experiment indicates that the proposed method can achieve the function of precision delay using current data field equipment and extend the application range of data generator.

Keywords: data generator; pulse; time interval

对时间间隔测量仪的检定通常采用精密延时器(时间间隔标准源)进行^[1]。数据发生器作为数据域中的信号源设备, 采用数码输出^[2]方式, 该方式同精密延时器信号输出脉冲信号的时间有相似之处, 通过研究数据定时发生器产生数据的原理, 找到数据信号输出数据的时间规律, 并参考两设备信号特征的对应性, 确定数据发生器输出数据时间的控制方法, 使数据发生器也能产生精密延时脉冲, 作为精密延时器使用, 用于时间间隔测量仪类设备的检定工作中。

1 数据发生器和精密延时器功能介绍

数据发生器是能输出数据的设备, 输出信号为高、低电平的数码流, 数码输出示意图见图1。精密延时器则是在时钟频率的控制作用下, 产生起始脉冲和延时准确的停止脉冲, 脉冲波形示意图见图2。

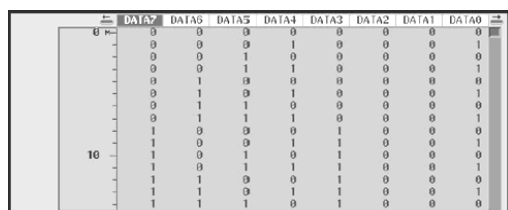


Fig.1 Chart of the data signal
图 1 数据信号示意图

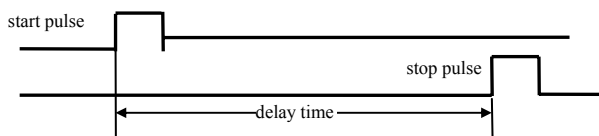


Fig.2 Output pulse waveform of the precision delay instrument
图 2 精密延时器输出脉冲波形图

2 数据发生器产生精密延时脉冲可行性分析

2.1 数据发生器工作原理

数据发生器组成示意图如图3所示,在此单元中,序列控制单元实现对存储单元内容的写入和清除,存储单元存储的内容在时钟的驱动下产生数据信号,数据信号再经电平变换后输出^[3]。

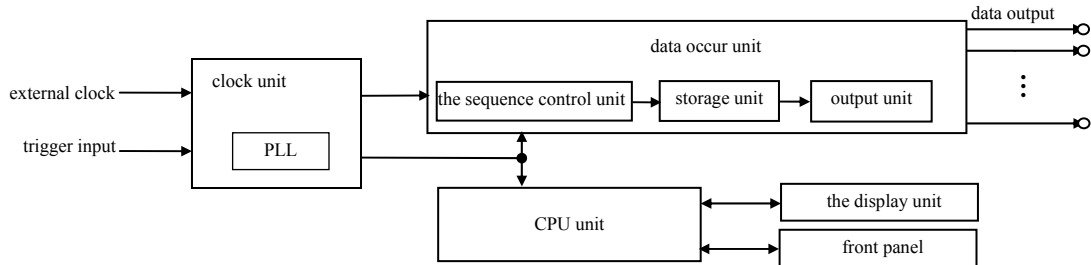


Fig.3 Block diagram of schematic for data generator
图 3 数据发生器原理框图

2.2 关键部件的工作特点

从数据发生器工作原理可以得出:数据发生单元是产生数据信号的核心部件,控制方式为二进制方式,以4位存储器为例,分析其工作原理,结构见图4。存储器由4个D触发器组成4位存储器,清零后,将数码如1101($d_3d_2d_1d_0$)从高位到低位依次串行输入到 d_0 端,在加第1个时钟脉冲(CP)时, $Q_0=d_3=1$,其他触发器输出状态仍为0,即 $Q_3Q_2Q_1Q_0=0001$ 。第2个CP过后, $Q_0=d_2=1$, $Q_1=d_3=1$,而 $Q_3=Q_2=0$ 。经4个CP后, $Q_3Q_2Q_1Q_0=d_3d_2d_1d_0=1101$,4位数码写入存储器,各输出端状态如表1所示。

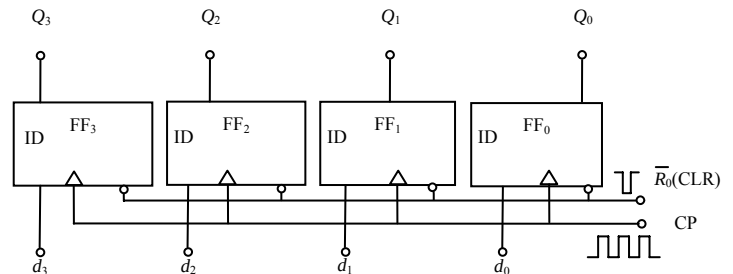


Fig.4 Configuration of memory
图 4 存储器结构图

表 1 四位存储器状态表
Table1 Status table of 4 bit memories

CP	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
1	0	0	0	d_3
2	0	0	d_3	d_2
3	0	d_3	d_2	d_1
4	d_3	d_2	d_1	d_0

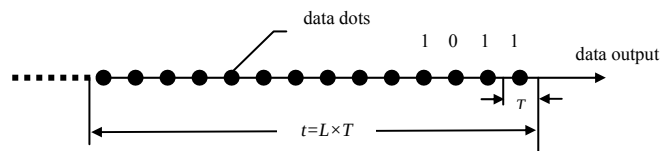


Fig.5 Relation diagram of data timing showing
图 5 数据时间关系图

继续送CP脉冲,寄存的4位数码1101逐位从 $Q_3Q_2Q_1$ 端串行输出,从此读取过程得出结论:数据输出时间由时钟决定,且1位存储位读出的时间就是1个时钟周期的时间,数据输出时间(t)由时钟周期(T)和存储器存储位数(L)决定,故,三者之间的关系用公式表示为: $t=T \times L$,时间关系见图5。

通过数据发生器和精密延时器工作原理分析:在时间关系上,两设备输出信号时间均由时钟决定,数据发生器可以产生精密延时脉冲。

3 数据发生器和精密延时器技术指标比较分析

3.1 精密延时器(DG645 型)

精密延时器的关键技术指标为脉冲延时技术指标,延时范围及误差限: $0 \text{ ns} \sim 64 \text{ ms}$, $\pm(1 \text{ ns} + \text{延时} \times 10^{-6})$

3.2 数据发生器(泰克 DTG5274 型)

数据发生器有3种数据格式^[3]:非归零(NRZ)、归零(RZ)和归1(R1),3种格式各有特点,对应关系见图6。

NRZ 方式:数据“1”输出高电平,数据“0”输出低电平;RZ 方式:数据“1”以“10”方式输出;R1 方式:数据“0”以“01”方式输出。故,NRZ 方式输出数据同电平对应关系简单,控制容易,与 64 ms 延时相关的技术指标为:时基频率 500 MHz,频率准确度 1×10^{-6} ,存储容量 32 M 位,通道延时差为 0.2 ns,转化为延时功能的技术指标为:延时范围 0 ns~64 ms,误差限为 $\pm(0.2\text{ ns}+\text{延时}\times 10^{-6})$ 。

如降低时基频率或增加存储容量,可得到更长的延时。

3.3 技术指标比较

数据发生器(泰克 DTG5274 型)和数字延时器(DG645 型)技术指标比较见表 2,可以看出:数据发生器的延时技术指标优于精密延时器的技术指标。

4 数据发生器产生延时脉冲方法

数据发生器产生延时脉冲,从技术指标分析,可以满足使用要求,要达到图 2 所示的波形输出方式,需合理地设置数据参数:根据数据发生器存储器容量和时钟周期乘积确定延时的长度^[4];设置数据的电平,脉冲高电平位置的存储位设置为 1,相反则为 0,串接成延时方式的数据,如图 7 所示。

5 试验验证及测量结果分析

5.1 数据发生器产生精密延时脉冲方法的验证

利用数据发生器(DTG5274 型)进行验证,延时设置为 10 μs,时钟周期设置为 1 μs,存储长度为 1 000 位,数码设置形式见图 8。

用数字示波器观察输出脉冲延时,波形见图 9。

试验结果:图 9 波形同图 2,数据发生器可以实现延时脉冲的功能。

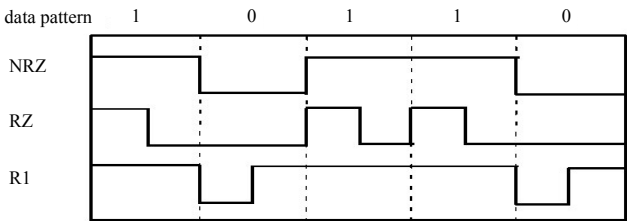


Fig.6 Relation between data and level
图 6 数据和输出电平的对应关系图

表 2 延时性能比较表

Table 2 Delay performance comparison		
	delay range	error limit
DTG645	0 ns~64 ms	$\pm(1\text{ ns}+\text{delay}\times 10^{-6})$
DG5274	0 ns~64 ms or enlarged range	$\pm(0.2\text{ ns}+\text{delay}\times 10^{-6})$

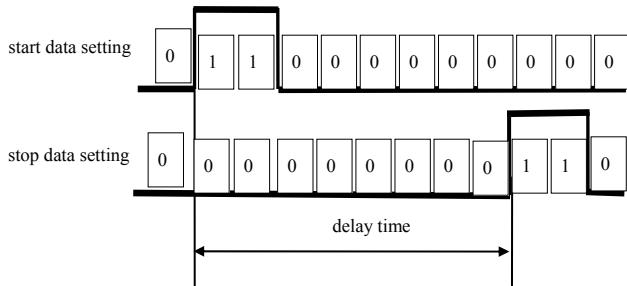


Fig.7 Data setting of delay function
图 7 延时功能的数据设置示意图

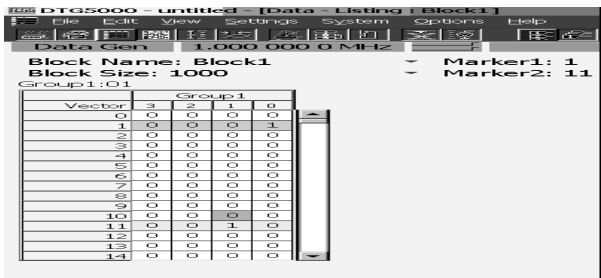


Fig.8 10 μs delay data settings for DTG5274 type data signal generator
图 8 DTG5274 型数据信号发生 10 μs 延时数据设置图

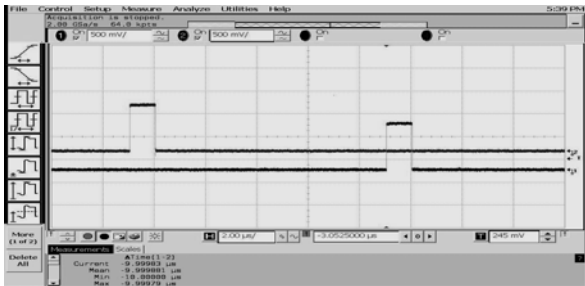


Fig.9 Actual 10 μs delay pulse waveform of DT G5274 type data signal generator
图 9 DTG5274 型数据信号发生 10 μs 延时输出波形实测图

5.2 延时检定结果及数据分析

采用同样方法,用时间间隔测量仪(CNT-91 型)作为测量标准,依据 JJG723-2008 时间间隔产生器检定规程,对全范围延时量的延时值进行测量,并同精密延时器的延时值(DG645 型)进行比较,比较结果见表 3。

表 3 精密延时器和数据发生器延时结果比较表
Table3 Delay results comparison of precise time interval generator and data generator

set / μ s	DG645			DTG5274		
	real / μ s	error/ns	error limit/ns	real/ μ s	error/ns	error limit/ns
0	0.000 08	-0.08	± 1	0.000 01	-0.01	± 0.2
1	0.999 53	0.47	± 1	1.000 04	-0.04	± 0.2
10	9.999 36	0.64	± 1	10.000 01	-0.01	± 0.2
100	99.999 87	0.13	± 2	99.999 98	0.02	± 0.2
1 000	999.999 77	0.23	± 3	999.999 90	0.10	± 2
10 000	10 000.001 05	-1.05	± 21	9 999.999 00	1.00	± 11
64 000	64 000 009.19	-9.19	± 129	63 999.993 00	7.00	± 66

通过比较可知,对于100 μ s以内的延时误差,DTG5274型数据发生器的误差较数据发生器通道间固有延时差小;对于1 ms~64 ms的大延时,DTG 5274型误差较小,DTG5274型数据发生器内部时基误差也相对较小^[5]。

上述实验不仅验证了数据发生器延时技术指标确定的正确性和合理性,而且数据发生器实际值在准确度上更具优势。

6 应用现状和结论

截至目前,使用一台数据发生器(DTG5274型),其产生精密延时脉冲,输出脉冲波形稳定可靠,延时准确度能满足检定要求,应用情况良好。其实际技术性能可达到作为精密延时器的技术指标要求,具有较高的推广价值。

参考文献:

- [1] 周波. JJG953-2000 精密时间间隔测量仪检定规程[S]. 北京:国家质量技术监督局, 2000. (ZHOU Bo. JJG953-2000 Verification regulation of precision time interval meter[S]. Beijing:The State Bureau of Quality and Technical Supervision, 2000.)
- [2] 刘春和. 数据发生器的设计与实现[C]// 全国第二届总线技术与测控系统学术报告论文集. 广州:[s.n.], 2001:79. (LIU Chunhe. Design and realization of data generator[C]// Proceedings of the Second National Symposium on Bus Technology and Measurement and Control System. Guangzhou,China:[s.n.], 2001:79.)
- [3] 泰克公司. DG2020A数据发生器产品手册[Z]. 2001. (Tektronix. User manual of DG2020A data generator[Z]. 2001.)
- [4] 党钊,陈德怀,王超,等. 基于可编程数据发生器的高精度同步系统的研制[J]. 电子测量技术, 2008,31(10):265-266. (DANG Zhao,CHEN Dehuai,WANG Chao,et al. Research and manufacture of the high precision synchronization system based on programmable data generator[J]. Metrology and Measurement of Electronics Technique, 2008,31(10):265-266.)
- [5] 范泽辉. 高准确度脉冲时间间隔的产生[J]. 测量技术, 2002,29(1):31-32. (FAN Zehui. To produce time interval of high accuracy[J]. Metrology and Measurement Technique, 2002,29(1):31-32.)

作者简介:



陈曙光(1967-), 男, 浙江省诸暨市人, 高级工程师, 主要研究方向为无线电脉冲测量技术研究.email:Chshg@hotmail.com.

谭金玉(1982-), 女, 河南省周口市人, 助理工程师, 主要研究方向为脉冲测量技术。

何 鹏(1986-), 男, 四川省巴中市人, 硕士, 主要研究方向为无线电脉冲测量技术。