
用户使用指南

出版号 2824022AS



TFG5010T 时间合成器

TFG5010T 时间合成器简介

TFG5010T 时间合成器，采用大规模集成电路，可编程逻辑电路，数字合成技术，元器件表面贴装工艺，是一种体积小、精度高、使用方便、可靠性高的新型数字化仪器。它是以石英晶体振荡器为时间基准，利用数字合成技术，产生出可设置的脉冲周期、延迟时间、脉冲宽度和时间间隔。输出形式为连续的或单次的同步脉冲、单脉冲或双脉冲。脉冲极性可正可负，逻辑形态可正向可反向，触发方式可内部、外部或手动。广泛应用于高等院校实验室、导航、通讯和科研领域，以及各种雷达装置的生产和使用部门。

功能特性

- 采用高稳晶振，频率精度高、分辨率好，时间范围宽，可以设置极精确的各种脉冲时间参数
- 可以输出多种脉冲信号，可连续输出或触发输出。
- 具有多个输出通道和外触发输入通道、外标频输入通道
- 可以对脉冲信号进行计数猝发或单次猝发输出。
- 全部按键操作，真空荧光显示，两级菜单，直接数字设置或手轮连续调节。
- 采用大规模集成电路，FPGA，表面贴装工艺，可靠性高、寿命长。
- 可以选配 GPIB 接口，USB 接口，秒表测试夹具。

TFG5010T 时间合成器及附件

- TFG5010T 时间合成器 1 台
- 三芯电源线 1 条
- 信号输出线 2 条
- 《用户使用指南》 1 本

TFG5010T 时间合成器选件

- GPIB 接口
- USB 接口
- 秒表测试夹具。

秒表夹具成套：

秒表夹具	1 台
三芯电源线	1 条
控制信号线	1 条
夹具定位销	2 套

本书概要

用户指南：

第一章：对时间合成器的功能和操作进行了详细的介绍。

原理概述：

第二章：主要阐述了时间合成器的基本概念和工作原理。

服务与支持：

第三章：介绍了产品的保修与技术支持的方法。

技术指标：

第四章：详细介绍了时间合成器的性能指标和技术规格

附常用功能快速入门：

重点介绍了几种常用功能的入门操作

告知：本文档所含内容如有修改，恕不另告。本文档中可能包含有技术方面不够准确的地方或印刷错误。本文档只作为仪器使用的指导，石家庄数英仪器有限公司对本文档不做任何形式的保证，包括但不限于为特定目的的适销性和适用性所作的暗示保证。

目 录

第一章 用户使用指南	7
1.1 准备使用时间合成器	7
1.1.1 检查整机与附件	7
1.1.2 接通仪器电源	7
1.2 熟悉前后面板和用户界面.....	8
1.2.1 前面板总揽	8
1.2.2 后面板总揽（图 2）	9
1.2.3 面板说明	10
1.2.4 显示说明:	10
1.2.5 显示字符的含义	11
1.3 开机与复位	12
1.4 数据输入	12
1.4.1 数字键输入	12
1.4.2 数字调节手轮输入	13
1.4.3 数据输入方式选择	13
1.4.4 功能选择	13
1.5 脉冲波形	14
1.5.1 脉冲周期(频率).....	14
1.5.2 同步脉冲	14
1.5.3 单脉冲	15
1.5.4 双脉冲 P12.....	15
1.6 输出通道设置	15
1.6.1 脉冲选择	15
1.6.2 相关输出	15
1.6.3 输出开关	16
1.6.4 通道 C 设置.....	16
1.6.5 初始化设置	16
1.7 参数设置	16
1.7.1 脉冲频率周期设置	16
1.7.2 单脉冲参数设置	17

1.7.3 时间间隔参数设置	18
1.7.4 单通道双脉冲参数设置.....	19
1.8 参数量程设置	20
1.9 脉冲参数的相互关系	20
1.9.1 脉冲周期与脉宽和延迟.....	20
1.9.2 同步脉冲与延迟时间	20
1.9.3 单通道的单脉冲与双脉冲.....	21
1.10 通道屏幕	21
1.10.1 脉冲幅度设置	21
1.10.2 脉冲偏移设置	21
1.10.3 脉冲极性设置	21
1.10.4 脉冲形态设置	22
1.10.5 触发方式设置	22
1.11 猝发功能	22
1.11.1 猝发计数设置	23
1.11.2 猝发周期设置	23
1.11.3 猝发启动和停止	23
1.11.4 单次猝发	23
1.12 输出通道说明	23
1.12.1 “输出 A, B” 通道.....	23
1.12.2 “输出 C” 通道.....	23
1.12.3 输出阻抗	24
1.13 工作状态存储	24
1.14 输出测量	24
1.14.1 外标频输入	24
1.14.2 频率周期测量	25
1.14.3 时间间隔测量	25
1.15 秒表检定（选件）	25
第二章 原理概述	27
第三章 服务与支持	28
保修概要	28

联系我们	28
第四章 技术指标	29
4.1 时间特性	29
4.2 波形特性	29
4.3 幅度偏移特性（输出 A B）	29
4.4 TTL 幅度特性（输出 C）	29
4.5 触发特性	29
4.6 猝发特性	30
4.7 外标频输入特性	30
4.8 晶振（准确度机箱内可调）	30
4.9 检定机械秒表和电子秒表	30
4.10 操作特性	30
4.11 显示方式	30
4.12 制造工艺	30
4.13 机箱尺寸	30
4.14 程控接口	30
4.15 电源条件	30
4.16 环境条件	30
第五章 常用操作快速入门	31
5.1 连续脉冲周期	31
5.2 连续脉冲宽度	31
5.3 单脉冲宽度	31
5.4 延迟时间	32
5.5 两个单脉冲间的时间间隔	32
5.6 单通道双脉冲间的时间间隔	32
5.7 单通道连续双脉冲	33

第一章 用户使用指南

1.1 准备使用时间合成器

1.1.1 检查整机与附件

根据装箱单检查仪器及附件是否齐备完好，如果发现包装箱严重破损，请先保留，直至仪器通过性能测试。

1.1.2 接通仪器电源

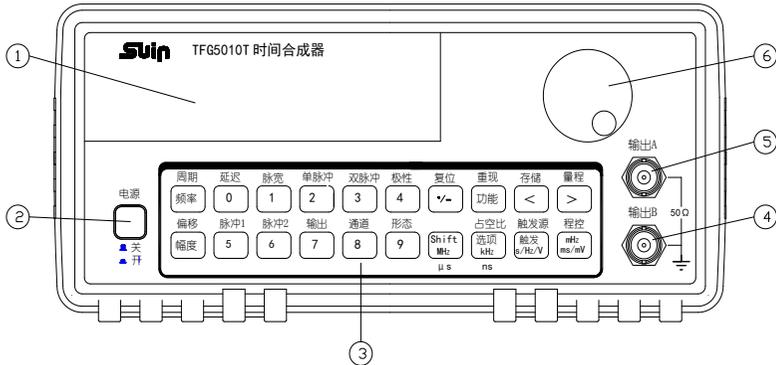
仪器在符合第四章第 15 条和第 16 条规定的使用条件下，才能开机使用。将电源插头插入交流 220V 带有接地线的电源插座中，按下电源开关，仪器进行自检初始化，首先显示“欢迎使用”，此时仪器进行初始化操作，调出出厂时的工作状态和参数设置，工作开始。

警告为保障操作者的人身安全，必须使用带有安全接地线的三孔电源插座。

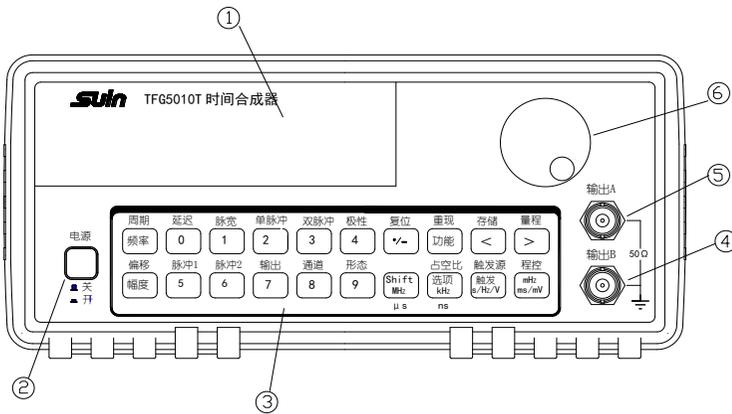
1.2 熟悉前后面板和用户界面

1.2.1 前面板总揽

版本 1:



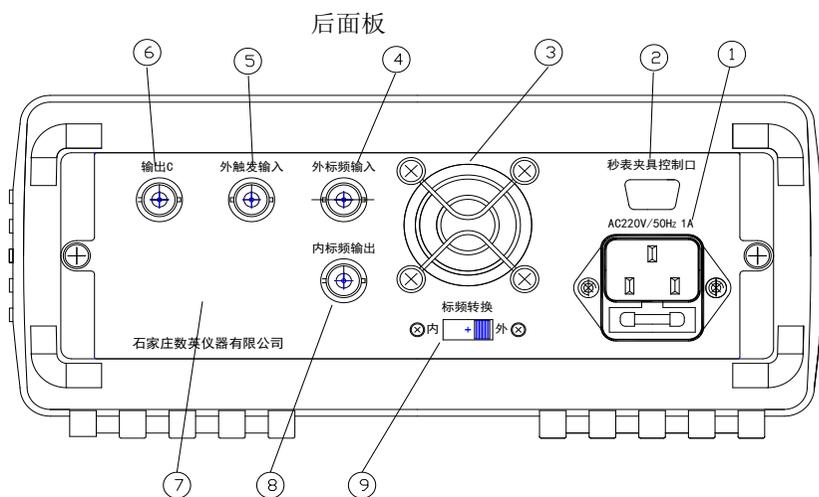
版本 2:



:

1. 菜单、数据、功能显示区
2. 电源开关
3. 键盘
4. 输出通道 B
5. 输出通道 A
6. 手轮

1.2.2 后面板总揽（图 2）



- | | |
|------------|-----------|
| 1. 电源接口 | 6. 输出 C |
| 2. 秒表夹具控制口 | 7. 接口 |
| 3. 风扇口 | 8. 内标频输出 |
| 4. 外标频输入 | 9. 内外标频转换 |
| 5. 外触发输入 | |

1.2.3 面板说明

仪器前面板上共有 20 个按键，按键功能如下：

【频率】【幅度】键：频率和幅度选择键。

【0】【1】【2】【3】【4】【5】【6】【7】【8】【9】键：数字输入键。

【MHz】【kHz】【Hz】【mHz】键：双功能键，在数字输入之后执行单位键功能，同时作为数字输入的结束键。直接按【MHz】键执行“Shift”功能，直接按【kHz】键执行“选项”功能，直接按【Hz】键执行“触发”功能。

【./-】键：小数点键，在数字输入之后输入小数点，“偏移”功能时输入负号。

【<】【>】键：光标左右移动键。

【功能】键：主菜单控制键，循环选择六种功能。

【选项】键：子菜单控制键，在每种功能下循环选择不同的选项。

【触发】键：在外触发时作为手动触发键，在“猝发”功能时作为猝发启动键。

【Shift】键：上档键（显示“SH”标志），按【Shift】键后再按其他键，分别执行该键的上档功能（蓝色字）。

1.2.4 显示说明:仪器使用两级菜单显示，【功能】键为主菜单，可循环选择六种功能。【选项】键为子菜单，在每种功能下可循环选择不同的项目。

菜单显示功能项目表

功能	脉冲 PULSE	极性 POLAR	形态 STATE	触发源 TRIG	猝发 BURST	通道 CHANL	衰减 ATTEN	秒表 检定 STOPW
选项	频率 FREQ	正极性 + POSI	正向 NORML	内触发 INTNL	计数 COUNT	CHA: PA, P12	自动 AUTO (仅 CHA)	时间 TIME
	周期 PERID				周期 PERID	CHB: PB, P12 /PA, -PA		
	延迟 DELAY	负极性 - NEGA	反向 INVRT	外触发 EXTNL	单次 ONCE	CHC: SQU, PC CLK	无衰减 0dB (仅 CHA)	
	脉宽 WIDTH							
	占空比 DUTY							

1.2.5 显示字符的含义

1.2.5.1 功能键主菜单

PULSE (Pulse) 脉冲	POLAR (Polarity) 极性
STATE (State) 形态	TRIG (Trigger) 触发源
BURST (Burst) 猝发	CHANL (Channel) 通道
ATTEN (Attenuation) 衰减	STOPW(stopwatch) 秒表检定

1.2.5.2 项目键子菜单

FREQ (Frequency) 频率	PERID (Period) 周期
AMPL (Amplitude) 幅度	OFFSET (Offset) 偏移
DELAY (Delay) 延迟	WIDTH (Width) 脉宽
DUTY (Duty) 占空比	+POSI (Positive) 正极性
- NEGA (Negative) 负极性	NORML (Normal) 逻辑正向
INVRT (Invert) 逻辑反向	INTNL (Internal) 内触发
EXTNL (External) 外触发	AUTO (Auto) 自动衰减
0 dB (0dB) 无衰减	COUNT (Count) 猝发计数
TIME(Time) 秒表检定时间	ONCE (Once) 单次猝发

1.2.5.3 标志符

CH A (Channel A) 通道 A	CH B (Channel B) 通道 B
SETUP 通道设置	PA 单脉冲 PA
PB 单脉冲 PB	P12 双脉冲 P12
/PA 反逻辑 PA	-PA 负极性 PA
PC 同步脉冲 PC	SQU 同步方波
CLK 门控时钟	OFF 输出关闭
SH (Shift) 上档键	Vp (V Peak) 幅度偏移单峰值
Burst on 猝发输出	ADDR (Address) 程控地址
R (Remote) 进入程控	ERROR (Error) 程控出错

1.3 开机与复位

按下面板上的电源按钮，电源接通。首先显示“欢迎使用”，此时仪器进行初始化操作，调出出厂设置的工作状态和参数设置，然后响一声，工作开始。任何时候按【Shift】【重现】键，都可以调出用户存储的工作状态和参数设置，这样可以更方便用户的使用。按【Shift】【复位】键，返回到开机时的初始化工作状态和参数设置如下：

功能选择为“脉冲”

“输出 A ”通道：输出单脉冲 PA

“输出 B ”通道：输出单脉冲 PB

“输出 C ”通道：输出同步脉冲（方波）

通道 A、B、C 脉冲周期=1000.000 μ s，频率=1000.0Hz

通道 A 延迟= 0.000 μ s，脉宽=100.000 μ s

通道 B 延迟=200.000 μ s，脉宽=250.000 μ s

通道 C 脉宽=500.000 μ s(方波)

1.4 数据输入

数据的输入有三种方式：

1.4.1 数字键输入

十个数字键用来向显示区写入数据。写入方式为自右至左移位写入，超过 11 位后左端数字溢出丢失。符号键【./-】具有负号和小数点两种功能，在“偏移”功能时，按此键可以写入负号。其他时候，按此键则在数据区的末位数字上加小数点，如果数据区中已经带有小数点，则按此键不再起作用。使用数字键只是把数字写入显示区，这时数据并没有生效，等到数据输入完成之后，按一次单位键（【MHz】，【kHz】，【Hz】，【mHz】），这时数据开始生效，仪器将显示区数据根据功能选择送入相应的存储区和执行部分，使仪器按照新的参数输出信号。

数据的输入可以使用小数点和单位键任意搭配，仪器都会按照固定的单位格式将数据显示出来。

例如输入 1.5ms 或 0.0015s，数据生效之后都会显示为 1500.000 μ s。

【MHz】键在时间参数输入时为【 μ s】键

【kHz】键在时间参数输入时为【ns】键

输入数据的末尾都必须用单位键作为结束。随着项目选择为频率、时间和电压，仪器会显示出相应的单位：Hz、 μ s 和 Vp，项目选择为“计数”时没有单位显示。

1.4.2 数字调节手轮输入

在实际应用中，有时需要对信号进行连续调节，这时可以使用数字调节手轮输入方法。按位移键【<】或【>】，可以使数据显示区中的某一位数字闪动，并可使闪动的数字位左移或右移。面板上的手轮为数字调节手轮，向右转动手轮，可使闪动的数字位连续加一，并能向高位进位；向左转动手轮，可以使闪动的数字位连续减一，并能向高位借位。使用手轮输入数据时，数字改变后即刻生效，不用再按单位键。闪动数字位向左移动，可以对数据进行粗调，向右移动则可以进行细调。

调节手轮输入可以在多种功能选择时使用，当不需要使用手轮时，可以用位移键【<】和【>】取消闪动的数字位，手轮的转动就不再有效。

由于本仪器脉冲使用周期方式产生，所以在频率设置时，在一些数值时会造成在调节手轮时不会连续加减一等现象。

1.4.3 数据输入方式选择

对于已知的数据，使用数字键输入最为方便，而且不管数据变化多大都能一次到位，没有中间过渡性数据产生，这在一些应用中是非常必要的。对于已经输入的数据进行局部修改，或者需要对输出信号进行连续调节时，使用调节手轮最为方便。操作者可以根据不同的应用要求灵活地选用最合适的输入方式。

1.4.4 功能选择

在通道 A (CHA)，按【功能】键可以循环选择“脉冲”“极性”“形态”“触发源”“猝发”“通道”“衰减”“秒表检定”八种功能。在通道 B (CHB)，按【功能】键可以循环选择“脉冲”“极性”“形态”“触发源”“猝发”“通道”六种功能（见功能选项表）。

1.5 脉冲波形

脉冲的时域特性波形如（图 3）所示：

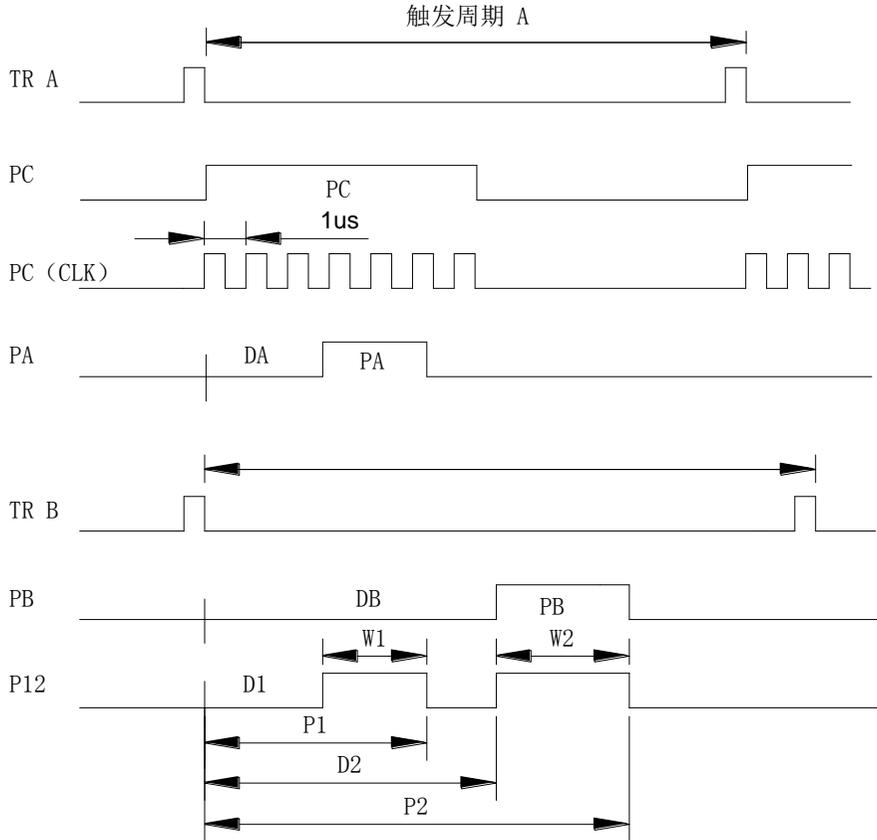


图 3：脉冲波形图

1.5.1 脉冲周期(频率)

输出脉冲的周期和触发信号的周期完全相同，触发信号 **TR A** 和 **TR B** 应该是一个窄脉冲，下降沿开始触发。在内触发时周期（频率）可由数字键或调节手轮设置，在外触发时也就是外部触发信号的周期（频率）。

1.5.2 同步脉冲

触发信号 TR A 的下降沿触发同步脉冲 PC 的上升沿，PC 的脉冲宽度随着脉冲周期的变化自动调整，使 PC 总是占空比 50% 的方波，作为其他脉冲的同步时间基准。

1.5.3 单脉冲

同步脉冲 PC 的上升沿到单脉冲 PA 的上升沿之间的一段时间为单脉冲的延迟时间 DA，单脉冲的上升沿到单脉冲的下降沿之间的一段时间为单脉冲的脉冲宽度 PA。单脉冲 PB 的延迟时间和脉冲宽度的定义与单脉冲 PA 相类同。

1.5.4 双脉冲 P12

双脉冲 P12 是由单脉冲 P1 和 P2 合成的，由（图 3）可以看出，双脉冲中脉冲 1 的延迟时间 $D1=DA$ ，脉冲宽度 $W1=PA$ ，双脉冲中脉冲 2 的延迟时间 $D2=DB$ ，脉冲宽度 $W2=PB$ 。

1.6 输出通道设置

按【功能】键选中通道设置“CHANL SETUP”，按【Shift】【通道】键，选中需要设置的通道，按【选项】键选中需要输出的波形。

1.6.1 脉冲选择

在通道选择为“输出 A”时，按“选项”键可选择单脉冲 PA 或双脉冲时间间隔 A-B（详见图 4），在通道选择为“输出 B”时，按“选项”键可选择单脉冲 PB 或双脉冲 P12（详见图 5），当“输出 A, B”分别选择单脉冲 PA 和 PB 时，两个输出通道完全无关，各种参数可以独立设置互不影响。如果有一个通道选择为双脉冲时间间隔 A-B 或 P12，则两个通道输出脉冲频率和周期相同，脉冲宽度和延迟时间也互有影响。按【Shift】【单脉冲】键，可以快捷选择当前通道为单脉冲 PA 或 PB。按【Shift】【双脉冲】键，可以快捷选择当前通道为双脉冲时间间隔 A-B 或 P12。在通道选择为“输出 C”时，按“选项”键可选择方波 SQU、单脉冲 PC 或可控时钟 CLK。

1.6.2 相关输出

在通道选择为“输出 B”时，按“选项”键选择/PA，则“输出 B”可输出 PA 的反逻辑信号。按“选项”键选择-PA，则“输出 B”可输出 PA 的反极性信号。此后如果改变“输出 A”通道脉冲的各项参数时，“输出 B”通道脉冲的相应参数也会随着改变，两通道呈现完全相关状态。

1.6.3 输出开关

在通道选择为“输出 A”或“输出 B”时，按【Shift】【输出】键，可以将当前通道输出开通或关闭，如果当前通道输出开通，按【Shift】【输出】键可以将当前通道输出关闭；如果当前通道输出关闭，按【Shift】【输出】键可以将当前通道输出开通。

1.6.4 通道 C 设置

在通道选择为“SQU”时，则“输出 C”的脉冲宽度可根据频率的变化自动调整，始终输出占空比 50% 的方波，作为同步信号使用。按“选项”键选择 PC，则“输出 C”的脉冲宽度可以使用数字键直接设置，也可以用数字手轮连续调节，“输出 C”便可作为一路单脉冲通道使用，只是脉冲延迟时间为 0，不能设置。不过“输出 C”频率改变，相应的 PA 的频率也改变。按“选项”键选择 CLK，则“输出 C”通道即输出“可控时钟”信号，时钟信号为周期 $1\mu\text{s}$ 的方波，只有在“输出 C”的脉冲宽度持续期间时钟信号才能开通，其他时间时钟信号关闭。“输出 C”通道即能输出一系列脉冲串，每组脉冲串的脉冲个数等于 PC 的脉冲宽度设定值除以 $1\mu\text{s}$ ，例如：设置“输出 C”脉冲宽度为 1ms，则每组脉冲个数等于 1000 个。

1.6.5 初始化设置

按【Shift】【复位】键，“输出 A”通道输出单脉冲 PA，“输出 B”通道输出单脉冲 PB，“输出 C”通道输出占空比 50% 的方波 SQU，这种设置适用于一般常规情况，对于一些特殊应用，可以用上述方法改变通道设置，进一步扩大适用范围。

1.7 参数设置

1.7.1 脉冲频率周期设置

触发信号可以用“频率”方式也可以用“周期”方式进行输入和显示，按【频率】键，显示出当前通道脉冲的频率值，按【Shift】【周期】键显示出当前通道脉冲的周期值。脉冲的频率和周期都可以用数字键直接设置，也可以用数字手轮连续调节。需要注意，如果改变了频率周期参数，需要等到当前触发周期完成之后，才能使用新的频率周期参数。当周期较短时这点没有什么关系，但当周期很长时就需要长时间等待，这显然很不方便，但只要按一下【触发】键，就可以立即使用新的参数，开始一个新的触发周期。用这个方法也可以使输出脉冲与一个外部事件（例如钟表的秒针）作手动同步。

仪器内部是使用周期方式工作的，因此使用“周期”方式设置比较准确，而且容易估计出所设周期值的大小对于脉冲宽度是否合适。使用“频率”方式设置，尤其在频率较高时，因为本仪器使用的是时间合成原理，所以设置的频率与显示的和输出的频率会不一致，仪器只能选一个接近的周期数进行输出。虽然在有些应用场合或操作者可能对使用“频率”方式比较习惯，这就需要使用者注意了。

1.7.2 单脉冲参数设置

按【Shift】【单脉冲】键，可以将当前通道选择为单脉冲，单脉冲有两个可设置参数“延迟”和“脉宽”。

1.7.2.1 “延迟”设置

按【Shift】【延迟】键，选中“DELAY”，可用数字键直接设置延迟参数，也可以用数字手轮对延迟参数作连续调节。“延迟”参数表示同步脉冲的上升沿与当前通道脉冲的上升沿之间的时间间隔。“输出 C”始终作为“输出 A”的同步信号，由于“输出 B”的同步信号没有引出，所以当“输出 A, B”两路脉冲周期不同时，“输出 B”的“延迟”参数没有意义。当“输出 A, B”两路脉冲周期相同时，只要按一次【触发】键，“输出 C”同步脉冲便可和“输出 B”脉冲相位同步，“输出 C”同时作为“输出 A, B”的同步信号，两路信号的“延迟”参数表示同步脉冲的上升沿分别到两路脉冲的上升沿之间的时间间隔。

1.7.2.2 “脉宽”设置

按【Shift】【脉宽】键，选中“WIDTH”，可用数字键直接设置脉宽参数，也可以用数字手轮对脉宽参数作连续调节。“脉宽”参数表示脉冲的上升沿与脉冲的下降沿之间的时间间隔。

1.7.2.3 “占空比”设置

按【Shift】【占空比】键，选中“DUTY”，可用数字键直接设置脉冲波形的占空比，也可以用数字手轮对占空比作连续调节。“占空比”表示脉冲宽度值与脉冲周期值的百分比，占空比并不是一个独立参数，它只是脉冲周期和脉冲宽度设置后的一个数学计算值，直接设置占空比，只是为了使有些应用比较方便。根据通常使用习惯，本机作如下定义：设置占空比时，周期不变，脉宽跟随变化。设置脉宽时，周期不变，占空比跟随变化。设置周期时，脉宽不变，占空比跟随变化。需要注意的是，一个脉冲周期之中，包含脉宽和延迟两个参数，脉宽的可能最大值为周期值减去延迟值的差，如果延迟值不等于 0，脉宽的上限将会受到限制，所以当需要使占空比能在 0.01%~99.99%之间变化时，应该将“延迟”值设置为 0。

1.7.3 时间间隔参数设置

时间间隔波形关系（图 4）：

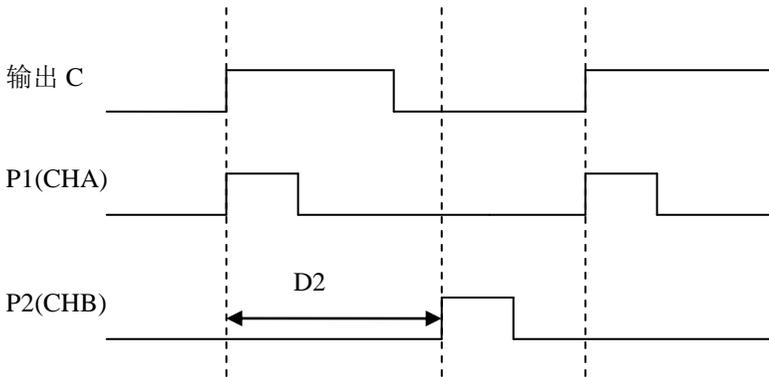


图 4：时间间隔波形图

在“通道 A”输出单脉冲 PA 时，按【Shift】【双脉冲】键，可以将当前通道选择为“A-B”时间间隔测量功能，此时仪器被设置为联动状态，“通道 B”的周期、幅度、偏移、极性各项参数跟随“通道 A”联动，其主要是方便时间间

隔的测量，仪器自动把“延迟 1”的参数设置为最小，通过设置脉冲 2 的延迟时间“D2”来调整两通道的脉冲间的时间间隔。

按【Shift】【脉冲 1】键，选中双脉冲中的脉冲 1（通道 A），然后用单脉冲参数的设置方法设置脉冲 1 的“延迟 1”和“脉宽 1”。按【Shift】【脉冲 2】键，选中双脉冲中的脉冲 2（通道 B），然后用单脉冲参数的设置方法设置双通道中的脉冲参数“延迟 2”和“脉宽 2”。图中“D2”即为双通道时间间隔。

1.7.4 单通道双脉冲参数设置

双脉冲波形关系（图 5）：

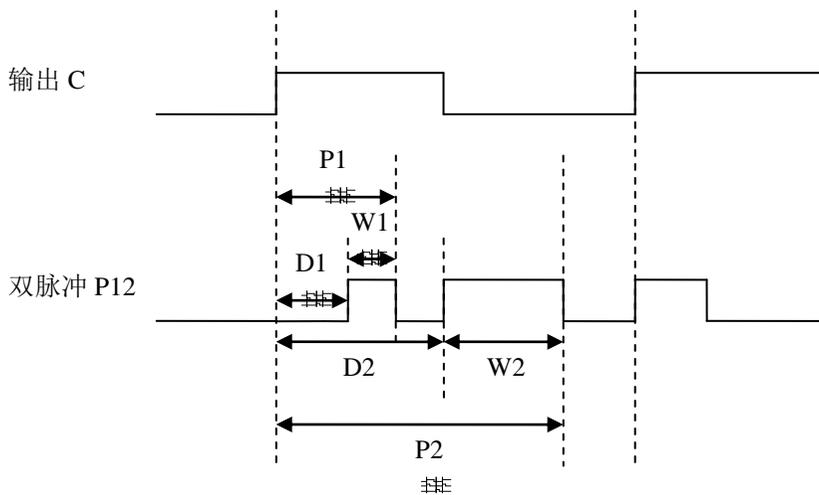


图 5：双脉冲波形图

在“通道 B”输出单脉冲 PB 时，按【Shift】【双脉冲】键，可以将当前通道选择为双脉冲 P12。参数设置时要注意，需要分别把 A 和 B 通道的延迟和脉宽按照一定的关系设置好，B 通道的延迟 D2 要大于 A 通道的延迟 D1 加上 A 通道的脉宽 W1，这样双脉冲才可以出现。双脉冲出现后，双脉冲有四个可设置参数“延迟 1”“脉宽 1”“延迟 2”“脉宽 2”。

按【Shift】【脉冲 1】键，选中双脉冲中的脉冲 1，然后用单脉冲参数的设置方法设置脉冲 1 的“延迟 1”和“脉宽 1”。按【Shift】【脉冲 2】键，选中双脉冲中的脉冲 2，然后用单脉冲参数的设置方法设置脉冲 2 的“延迟 2”和“脉宽 2”。“输出 A，B”都可以选择输出双脉冲，输出双脉冲时，“输出 A，B，C”三路脉冲周期相同。

1.8 参数量程设置

按【Shift】【复位】键，仪器工作在低档量程，最小时间间隔为 5ns，时间参数设置范围为 $0.005\ \mu\text{s} \sim 4\text{s}$ ，时间单位显示为“ μs ”。

按【Shift】【量程】键，可以切换为高档量程，最小时间间隔为 $10\ \mu\text{s}$ ，时间参数设置范围为 $0.01\text{ms} \sim 10000\text{s}$ ，时间单位显示为“ms”。按【Shift】【量程】键，可以循环切换这两种量程，两种量程的标志，以时间单位显示为“ms”和“ μs ”来区别。参数量程设置对所有输出通道和全部波形同时有效。

1.9 脉冲参数的相互关系

脉冲各个参数之间虽然是彼此独立的，但是从总体上看来还需要遵从一定的相互制约关系。

1.9.1 脉冲周期与脉宽和延迟

从（图 3）可以看出，触发信号的“周期”值设置以后，在这个触发周期内所能容纳的“最大时间值”为触发周期值减去触发脉冲的宽度，为了有效地利用“最大时间值”，内部触发信号是一个脉冲宽度极小的窄脉冲。在使用外部触发时，也应该用脉冲宽度尽量小的窄脉冲作为触发信号。也就是说，脉冲的延迟时间和脉冲宽度之和必须小于“最大时间值”，否则脉冲波形的超出部分就会被切除。为了得到完整的脉冲波形，脉冲周期值必须大于脉冲宽度与延迟时间值之和，如果所设置的脉冲周期值小于脉冲宽度与延迟时间值之和，则会长响一声作为出错提示。由此可见，如果脉冲周期值是固定的，那么在设置脉冲宽度和延迟时就会受到限制，参数值太大，可能得不到完整的脉冲波形。反之，如果脉冲宽度和延迟已经固定，那就必须适当设置脉冲的周期值，周期值太小，可能得不到完整的脉冲波形，周期值太大，对脉冲的观察测试可能不方便。

1.9.2 同步脉冲与延迟时间

从（图 3）可以看出，同步脉冲 PC 是作为其他脉冲的一个时间参考基准，只有使用同步脉冲作为比较基准，脉冲的延迟时间才有意义。如果没有同步脉冲作为比较基准，在单脉冲波形连续输出时，前一个脉冲下降沿之后的时间和后一个

脉冲的“延迟时间”是连在一起的，可以看作两个脉冲的间隔时间，它实际上等于脉冲周期减去脉冲宽度的时间，脉冲的“延迟时间”便包含在其中不能分辨。

1.9.3 单通道的单脉冲与双脉冲

从（图 3）可以看出，单通道双脉冲中的“脉冲 1”实际上就是“输出 A”的单脉冲 PA，双脉冲中的“脉冲 2”实际上就是“输出 B”的单脉冲 PB，所以当单脉冲和双脉冲同时使用时，如果单脉冲参数作了修改，双脉冲参数也会随着变化，反之亦然。

1.10 通道屏幕

1.10.1 脉冲幅度设置

按【幅度】键，显示出当前通道脉冲的幅度值。不论正极性脉冲还是负极性脉冲，都使用单峰值 V_p 表示，可以用数字键输入脉冲幅度值，则当前通道即产生设定幅度值的脉冲信号，也可以用数字手轮对脉冲的幅度作连续调节。为使仪器在小信号时噪声及失真更小，输出端加上了衰减器进行自动衰减，在输出幅度为 1V 和 0.1V 时进行衰减切换，这时不管信号幅度大小都可以得到较高的幅度分辨率和信噪比，波形失真也较小。但在衰减切换时，有时会产生瞬间过冲现象，用户使用时需要注意，不要烧坏负载。按【功能】键，切换到“衰减 ATTEN”时，按【选项】，可以使用加衰减和去掉衰减功能，“AUTO”为自动衰减，“0 dB”为无衰减。

1.10.2 脉冲偏移设置

按【Shift】【偏移】键，显示出当前通道脉冲的直流偏移值，可用数字键输入“偏移”值，则当前通道的输出脉冲即产生设定的直流偏移。也可以用数字手轮对脉冲偏移作连续调节。使用脉冲的偏移功能可以使输出脉冲产生各种不同的直流偏移，满足 TTL、CMOS、PMOS、ECL 等不同逻辑电平的需要。需要注意的是：在“输出 A”端，由于加有衰减器，在使用小于或等于 1V 信号时，会同时衰减偏移量，可以把“衰减 ATTEN”设置为“0 dB”去掉衰减。

1.10.3 脉冲极性设置

按【功能】键选中“极性”（POLAR），进入脉冲极性设置功能，按【选项】键可以循环切换当前通道脉冲的极性：“正极性”或“负极性”。按【Shift】【极性】键，可以快捷切换当前通道脉冲的极性。

1.10.4 脉冲形态设置

按【功能】键选中“形态”（STATE），进入脉冲形态设置功能，按【选项】键可以循环切换当前通道脉冲的形态：“逻辑正向”或“逻辑反向”。对于正极性脉冲，在正向状态时，延迟时间为低电平，脉冲宽度为高电平，如（图 3）所示。在反向状态时，延迟时间为高电平，脉冲宽度为低电平。对于负极性脉冲，情形正好相反。按【Shift】【形态】键，可以快捷切换当前通道脉冲的形态。

1.10.5 触发方式设置

按【功能】键，选中“触发源”（TRIG），进入触发方式设置功能，按【选项】键可以循环切换触发方式：“内触发”或“外触发”，触发方式设置对所有输出通道和全部波形同时有效。选中内触发时可以设置脉冲的重复频率或周期，选中外触发时可以从后面板的“外触发输入”端口加入外部触发信号，也可以使用面板上的【触发】键作手动触发，每按一次【触发】键，所有通道都输出一个周期的脉冲。按【Shift】【触发源】键，可以快捷切换触发方式。

1.11 猝发功能

按【功能】键选中“猝发”，仪器即进入猝发输出状态，可以输出设定周期数的脉冲串。猝发波形关系（图 6）：

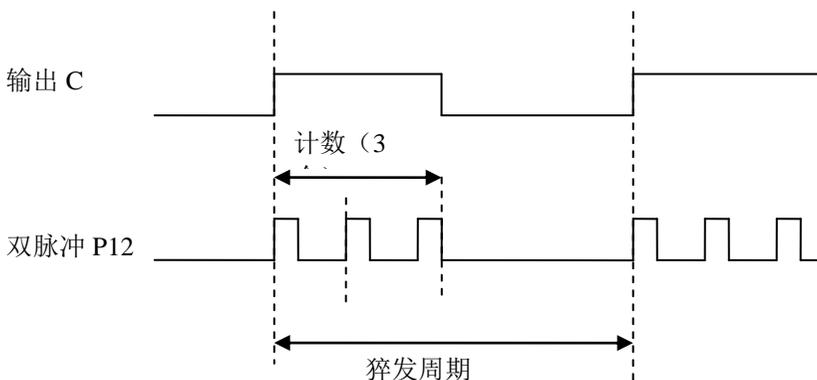


图 6：猝发关系波形图

1.11.1 猝发计数设置

按【选项】键选中“计数 COUNT”，显示出当前计数值，可用数字键输入每组输出的脉冲数，按单位键【Hz】确认。

1.11.2 猝发周期设置

按【选项】键选中“周期 PERID”，显示出猝发信号的触发周期值，可用数字键或数字手轮设置猝发脉冲出现的周期时间，其值应大于脉冲个数乘以脉冲周期值。

1.11.3 猝发启动和停止

猝发计数和猝发周期设置之后，按【触发】键显示出“Burst on”，猝发信号开始输出，达到设置的计数个数后输出暂停，等到下次猝发周期时再进行触发，触发后又开始输出，如此循环下去，输出一系列脉冲串波形。在猝发输出过程中，可按任意键使输出停止。

例如：要每组输出 5 个波形，各组波形之间间隔为 8ms。按键顺序如下：

按【功能】键选中“猝发”

按【选项】键选中“计数”，按【5】【Hz】

按【选项】键选中“周期”，按【8】【ms】

最后按【触发】键即可启动猝发输出过程。

1.11.4 单次猝发

按【选项】键选中“单次”，可以输出单次猝发信号，每按一次【触发】键，输出一次设置数目的脉冲串波形。

1.12 输出通道说明

三个输出通道具有不同的特性。

1.12.1 “输出 A，B”通道

TFG5010T 的“输出 A”通道和“输出 B”通道具有完全相同的特性：脉冲幅度控制、偏移控制、形态控制、极性控制和输出开关控制。

1.12.2 “输出 C”通道

“输出 C”通道只能输出正极性，逻辑正向的脉冲，脉冲幅度为固定的 TTL/CMOS 电平，不能进行输出开关控制，但是能产生“可控时钟”信号。和“输出 A”通道相比，由于没有经过输出放大器，所以脉冲上升下降沿时间较短，脉冲波形质量较好。

1.12.3 输出阻抗

三个输出通道的输出阻抗均为 $50\ \Omega$ ，“输出 A”和“输出 B”通道的幅度设定值和偏移设定值是在输出空载时校准的，“输出 C”通道在空载时输出高电平 5V，在接入实际负载时，负载上的电压值为设定值乘以负载阻抗与输出阻抗的分压比，当负载阻抗足够大时，分压比接近于 1，输出阻抗上的电压损失可以忽略不计，负载上的实际电压值与设定值是一致的。但当负载阻抗较小时，输出阻抗上的电压损失已不可忽略，负载上的实际电压值与设定值是不相符的，这点应予以注意。由于采用了源端阻抗匹配 $50\ \Omega$ ，所以通常使用 $50\ \Omega$ 传输电缆时，电缆末端可加匹配电阻，如果负载阻抗不匹配，脉冲上升下降沿可能变差，也可能出现过冲或振铃现象。

1.13 工作状态存储

按【Shift】【存储】键，显示“请等待●●”此时仪器将当前的工作状态和参数设置装入非易失性存储器，关断电源也不会丢失，对于经常使用的工作状态和参数设置，用户可以将其存储起来，以便及时调出使用。按【Shift】【重现】键，可以调出存储的工作状态和参数设置。

1.14 输出测量

本机使用 10^{-7} 量级恒温晶体振荡器，可以输出较准确的脉冲周期和时间间隔，满足各种测量的需要。

1.14.1 外标频输入

为了提高测量精度，可以使用外部更高准确度的晶体振荡器，或者为了消除测量结果中由于晶振误差产生的影响，在测量系统中使用统一的同步时钟。这时可以从后面板的“外标频输入”端口接入外标频，并将“标频转换”开关拨到“外”。但是需要注意，当去掉外标频时，切记将“标频转换”开关拨到“内”，否则本机

将没有信号输出。使用内标频时，可以从“内标频输出”端口引出 10MHz 的内部时钟信号，作为测量系统中统一的同步时钟信号。

1.14.2 频率周期测量

使用“输出 A, B, C”通道都可以直接进行频率和周期测量，但是仪器内部的触发信号是以周期参数工作的，频率的输入和显示是经过数学换算得来的，所以频率测量中可能存在着数学换算误差，在精确测量时建议使用周期测量。

1.14.3 时间间隔测量

从（图 3）脉冲波形图可以看出，各种脉冲波形的上升沿和下降沿相互之间都有着严格的时间关系，使用它们的上升沿和下降沿都可以形成确定的时间间隔。根据不同的应用需要，可以使用单路信号的上升沿和下降沿测量单个脉冲宽度 PA 和 PB，使用“输出 C”的上升沿和“输出 A”的上升沿可以测量延迟时间 DA，当“输出 A”和“输出 B”周期相同时，可以用同样方法测量延迟时间 DB，但必须按一次【触发】键，使同步脉冲 PC 与“输出 B”相位同步。

1.15 秒表检定（选件）

务必先阅读完，再使用检定功能。

连接方法（图 7）：

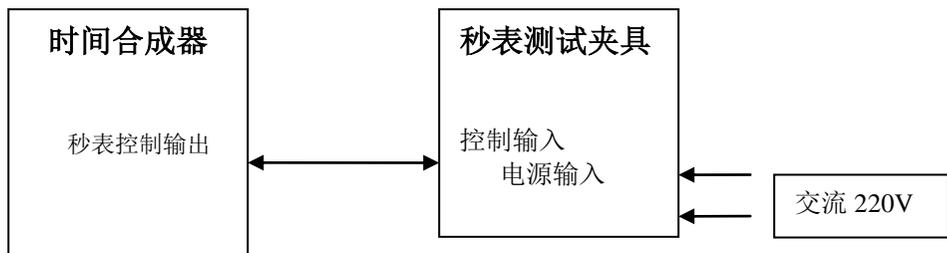


图 7：秒表检定连接图

连接方法如图 7。用附带的 9 芯电缆线连接 TFG5010T 的“秒表控制输出口”和秒表测试夹具的“控制输入”口，接通电源，按【功能】键，选中“STOPW”，进入秒表测试功能。

I. 夹具使用说明：

TFG5010T 测试夹具为 TFG5010T 时间合成器专用测试夹具，其中 TFG5010T 时间合成器提供标准时间开启和关闭信号。测试夹具的左侧为测试机械秒表专用端（其中可以调节为水平和垂直测试），附件提供 2 套不同粗细的定位销，适用不同体积的机械秒表定位。右侧夹具适用于测试形式多样的电子秒表，拧开四个固定螺钉帽，放置好后，用四个方向的横梁根据不同的角度压住秒表，拧四个方向的螺钉帽进行秒表固定。固定各类秒表时，注意电磁铁触发端与秒表启动端的距离，触发端的总行程约为 8mm，触发端与秒表启动端距离一般调整为 6mm（具体可根据秒表的按压行程而定）。

横梁和秒表之间、右侧夹具平台等部位放有薄垫，用来防止压伤秒表外壳和增加摩擦力。

II. 检定过程说明：

检定时，在秒表夹具上固定好需要检定的机械秒表或电子秒表，从 TFG5010T 键盘直接输入需要检定的时间值，按【触发】键，测试夹具电磁铁触动秒表，检定开始，时间合成器显示屏刷新当前的时间进程，当显示为 0.00ms 时，测试夹具电磁铁触动秒表，检定结束停止。此时移动滚轮可以观察到设定的时间。再按【触发】键，开始下次检定，检定时间仍为上次设定的时间。如果在测试过程中按任意键，仪器立即输出停止信号，检定夹具触动秒表，停止检定，再按【触发】键，仪器仍会按照上次设定的时间量进行重新检定，也可以重新设定检定时间，重新开始检定。

秒表检定功能状态不能程控和状态存储。

第二章 原理概述

时间合成器的基本电路是数字定时器，由可编程逻辑电路构成数字定时器，频率周期定时器产生连续的内部触发脉冲，内部或外部的触发脉冲同时启动一个同步脉冲定时器和两个单脉冲定时器，两个单脉冲定时器再组合成一个双脉冲定时器。这些定时器产生的同步脉冲，单脉冲和双脉冲再通过波形分配器送到三个输出通道。

微控制器通过接口电路控制键盘及显示部分，当有键按下的时候，微处理器识别出被按键的编码，然后转去执行该键的命令程序。显示电路使用菜单字符将仪器的工作状态和各种参数显示出来。

面板上的手轮可以用来改变光标指示位的数字，每转一步可以产生一个触发脉冲，微控制器能够判断出手轮是左转还是右转，如果是左转则使光标指示位的数字减一，如果是右转则加一，并且连续进位或借位。

第三章 服务与支持

保修概要

石家庄数英仪器有限公司对生产及销售产品的工艺和材料缺陷，自发货之日起给予一年的保修期。保修期内，对经证实是有缺陷的产品，本公司将根据保修的详细规定给予修理或更换。

除本概要和保修单所提供的保证以外，本公司对本产品没有其他任何形式的明示和暗示的保证。在任何情况下，本公司对直接、间接的或其他继发的任何损失不承担任何责任。

联系我们

在使用产品的过程中，若您感到有不便之处，可和石家庄数英仪器有限公司直接联系：

周一至周五北京时间 8: 00-17: 00

营销中心：0311-83897148 83897149

客服中心：0311-83897348

传 真：0311-83897040

技术支持：0311-83897241/83897242 转 8802/8801

0311-86014314

或通过电子信箱与我们联系

E-mail: market@suintest.com

网址: <http://www.suintest.com>

第四章 技术指标

4.1 时间特性

脉冲周期范围：20ns~10000s（频率范围：0.1MHz~50MHz）

时间间隔范围：10ns~10000s

分辨率：5ns（ $T \leq 4s$ ） 10 μs （ $T \geq 4s$ ）

时间间隔误差： $\pm(T \times 1 \times 10^{-7} + 5ns)$ （ $T \leq 4s$ 时）

$\pm(T \times 1 \times 10^{-7} + 10\mu s)$ （ $T \geq 4s$ 时）

注：T为设定的时间间隔，例如脉冲周期，延迟时间，脉冲宽度

晶振频率准确度： $\pm 1 \times 10^{-7}$ （机箱内晶振频率可调）

4.2 波形特性

脉冲波形：单脉冲和双脉冲，逻辑正向和反向脉冲，正极性和负极性脉冲

脉冲升降时间： $\leq 10ns$ 过冲： $\leq 10\%$ （幅度5Vp）

4.3 幅度偏移特性（输出AB）

幅度范围：A路： $\pm(50mVp \sim 10Vp)$ （高阻负载）

B路： $\pm(0.5Vp \sim 10Vp)$ （高阻负载）

幅度误差： $\pm(2\% + 50mV)$ 分辨率：10mVp

幅度稳定度： $\pm 2\% / 3$ 小时

偏移范围： $\pm(50mV \sim 10V)$ （高阻负载） 分辨率：20mVp

输出阻抗：50 Ω

输出保护：短路保护，过热保护

4.4 TTL 幅度特性（输出C）

TTL/CMOS电平：低电平 $\leq 0.3V$ ，高电平 $\geq 4.5V$ （高阻负载）

输出阻抗：50 Ω

4.5 触发特性

触发方式：内触发、外触发、手动触发

外触发输入： 频率：1Hz~10MHz（脉冲）

幅度：1V_{p-p}~20V_{p-p}

方波上升沿：<50ns

输入阻抗：≥100kΩ

最小脉冲宽度：>5ns

4.6 猝发特性

猝发计数：1~65000 个周期

猝发周期：0.1ms~4s

猝发方式：连续猝发，单次猝发

4.7 外标频输入特性

频率：10MHz

幅度：≥0.5V_{rms}

4.8 晶振（准确度机箱内可调）

标称频率：10MHz

输出幅度：>0.5V_{rms}

老化率：5×10⁻⁹/日（预热时间：72 小时）

秒级稳定度：<1×10⁻¹⁰/s

4.9 检定机械秒表和电子秒表

检定范围：1s ~ 4000 000s

分辨率：1ms

准确度：优于±(T×1×10⁻⁷+ 3ms)

4.10 操作特性

全部按键输入，两级菜单显示，数字手轮连续调节。

4.11 显示方式

40 个字符真空荧光显示，字符清晰，亮度高，视觉舒适。

4.12 制造工艺

使用表面贴装工艺和大规模集成电路，体积小，可靠性高，使用寿命长。

4.13 机箱尺寸

254 mm×103 mm×374 mm

重量：3 kg

4.14 程控接口

GPIB（IEEE-488），USB（选件）

4.15 电源条件

电压：AC220V（1±10%） 频率：50Hz（1±5%） 功耗：<50VA

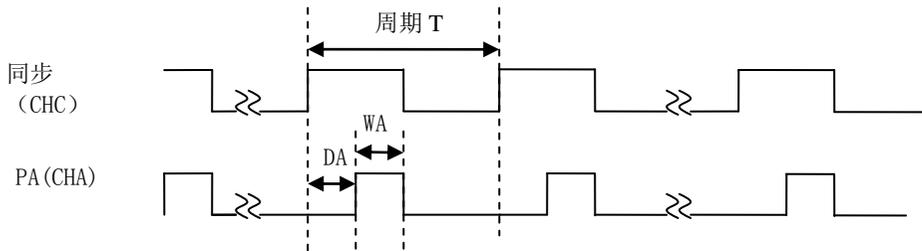
4.16 环境条件

温度：0~40℃

湿度：<80%

第五章 常用操作快速入门

5.1 连续脉冲周期



附图 1: 连续单脉冲

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE” → 【Shift】【单脉冲】 → 【Shift】【周期】 → 进入周期设置。图 1 的 T。

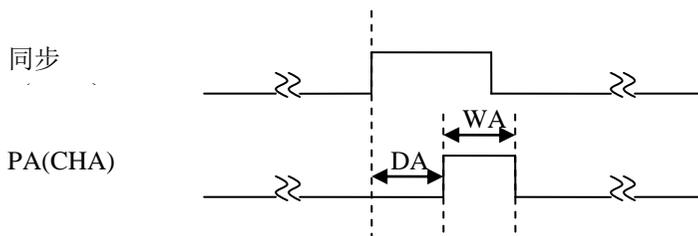
注：其中【功能】、【极性】、【选项】、【通道】、【触发源】等为循环功能键。

5.2 连续脉冲宽度

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE” → 【Shift】【单脉冲】 → 【Shift】【周期】 → 进入脉冲宽度设置。图 1 的“WA”。

注意：由图 1 可以看出，时间参数关系为 $DA+WA < T$ 。

5.3 单脉冲宽度



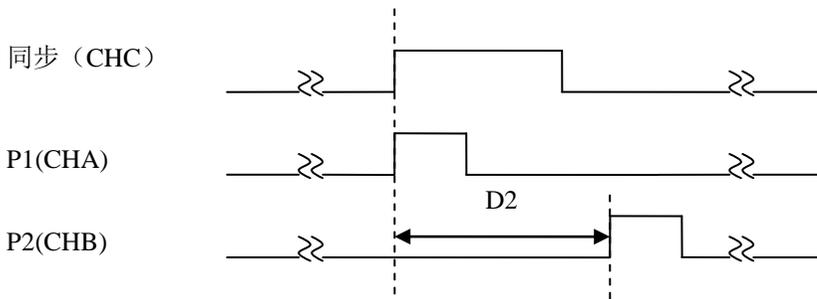
附图 2 单脉冲

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE” → 【Shift】【单脉冲】 → 【Shift】【触发源】设置为外触发（EXTNL） → 【Shift】【脉宽】。每按一次【触发】键，触发一次。图2中的“WA”。

5.4 延迟时间

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE” → 【Shift】【单脉冲】 → 【Shift】【触发源】设置为外触发（EXTNL） → 【Shift】【延迟】。每按一次【触发】键，触发一次。图2中的“DA”。

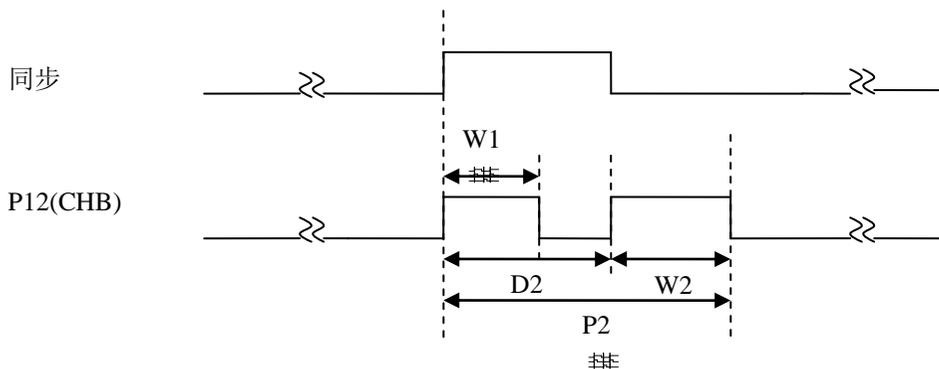
5.5 两个单脉冲间的时间间隔



附图3 时间间隔

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE”（通道 A） → 【Shift】【双脉冲】键进入双脉冲联动“A—B”设置 → 【Shift】【触发源】设置为外触发（EXTNL） → 【Shift】【脉冲 2】 → 【Shift】【延迟】。通过设置“DELY2”调整间隔时间。图3中“D2”即为双通道时间间隔，每按一次【触发】键，触发一次。

5.6 单通道双脉冲间的时间间隔

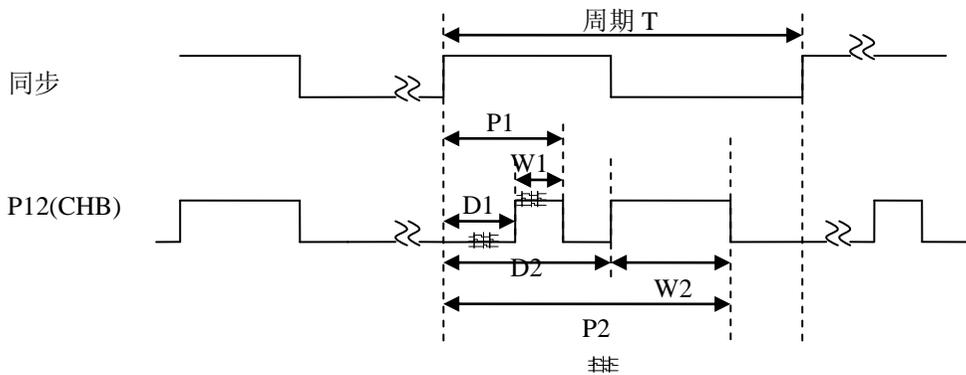


附图4 单通道双脉冲间的时间间隔

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE” → 【Shift】【通道】设置在“CHB” → 【Shift】【双脉冲】键进入 P12 → 【Shift】【触发源】设置为外触发（EXTNL） → 【Shift】【脉冲 2】 → 【Shift】【延迟】键。通过设置“DELY2”调整间隔时间（D1 默认为 0）。图 4 中“D2”即为双通道时间间隔，每按一次【触发】键，触发一次。

注意：由图中可以看出，各个参数之间的时间关系： $P2 < T$ ， $D1 + W1 < P1$ ， $D2 + W2 < P2$ 。

5.7 单通道连续双脉冲



附图 5 单通道连续双脉冲

按【Shift】【复位】或【功能】设为“PULSE” → 【Shift】【通道】设置在“通道 B” → 【Shift】【双脉冲】键进入 P12 → 【Shift】【脉冲 2】 → 【Shift】【延迟】键。通过设置“DELY2”调整间隔时间（D1 设为 0）。图 5 中“D2”即为双通道时间间隔，每按一次【触发】键，触发一次。

必须使用厂家提供的配套夹具，在与夹具连接前，务必先设置到“STOPW”功能，详细使用请参阅使用说明书（第 25 页）。