AN1451

采用可配置逻辑单元（CLC）实现无毛刺设计

作者： *Stephen Allen*
Microchip Technology Inc.

简介

数字电路设计人员经常面临的挑战之一是要消除所设计电路的毛刺信号。为此，通常需要确保数据锁存期间具有足够的建立时间以及保持时间。

“毛刺”是不能在整个时钟周期内都保持有效的信号。带毛刺的信号如果馈送至多个锁存器的时钟线，部分锁存器可能无法更新。这无疑是设计人员要避免的情况。

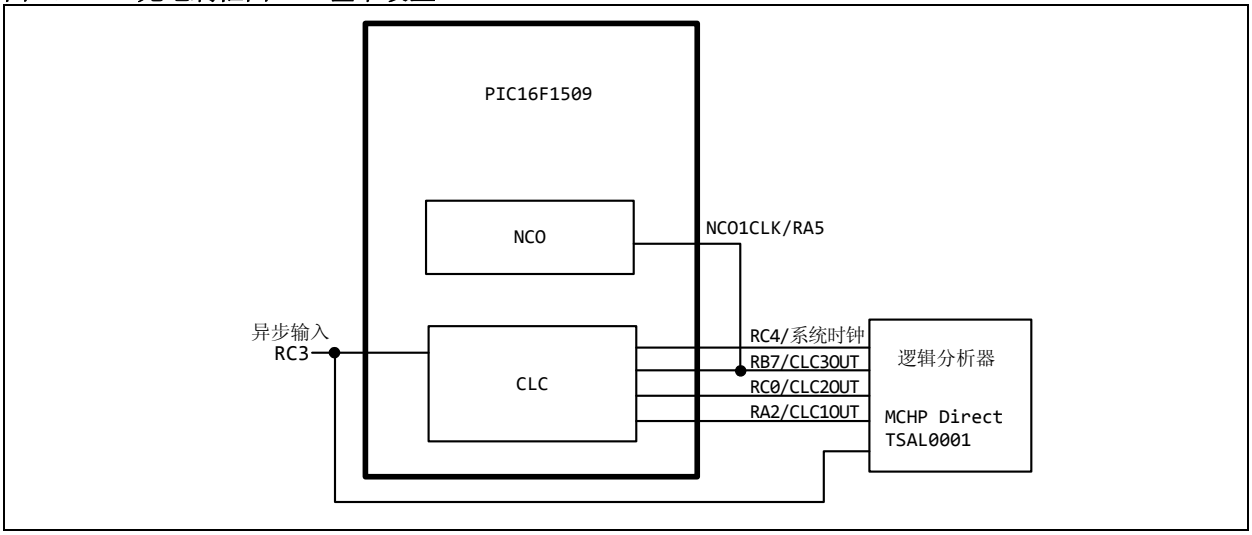
还应当注意传播延时会随温度而变化，因此，开发期间未产生毛刺的设计电路在其他情况下仍有可能产生毛刺。

Microchip 的外设集增加了可配置逻辑单元（Configurable Logic Cell，CLC），使最终用户能够从根本上“设计”可与 PIC® 单片机接口的简单外设。CLC 外设能将信号驱动至 PIC 器件，但可能引起中断和计数器递增，因此有必要提供一些指导意见，以通过该外设实现稳定的设计。

本示例采用了 PIC16F1509，并且使用了 4 个可用 CLC 模块中的 3 个。第 4 个 CLC 模块用于将内部 Fosc 连接至 RC4 引脚，以便通过逻辑分析器来查看该信号。其他 CLC 内部信号（XOR 输出和锁存器输出）则连接至外部引脚，以便能更直观地了解应用的工作原理。

如下框图（图 1）所示，RC3 引脚上为异步输入信号，CLC 输出馈送至逻辑分析器。CLC3 信号为无毛刺时钟信号，馈入至 NCO1CLK 焊盘。

图 1： 无毛刺框图——基准设置

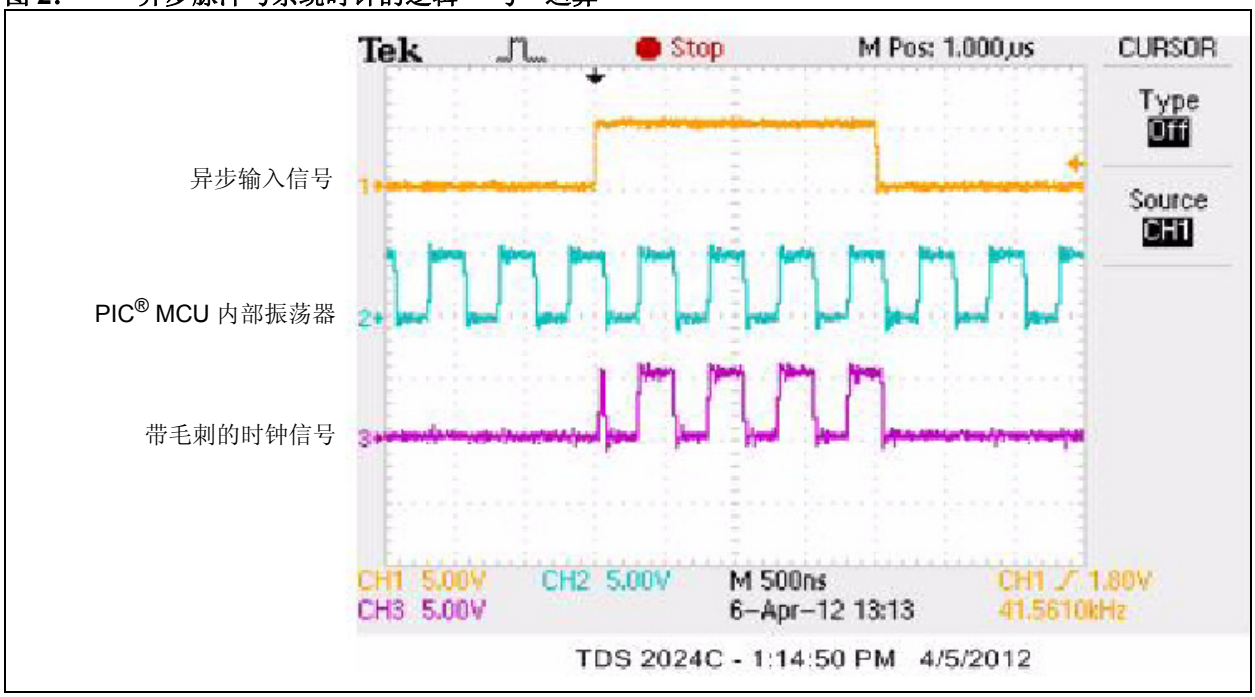


在本示例中，我们将创建一个高速计数器，用于递增 NCO 寄存器。只要外部脉冲信号为高电平，NCO 便递增。由于 NCO 计数器是 20 位宽的寄存器，这样便可得到高分辨率的大范围计数器。数据读取和计数器复位需要大约 16 个指令周期（采用 16 MHz 时钟时为 4 μs），因此脉冲之间的低电平时间应不短于 4 μs。CLC2 上出现下降沿中断标志时说明已完成脉宽测量。尽管NCO寄存器已设计为可抑制时钟输入信号的毛刺，但让干净信号馈入 NCO 时钟线仍然是良好的设计实践。

© 2013 Microchip Technology Inc.

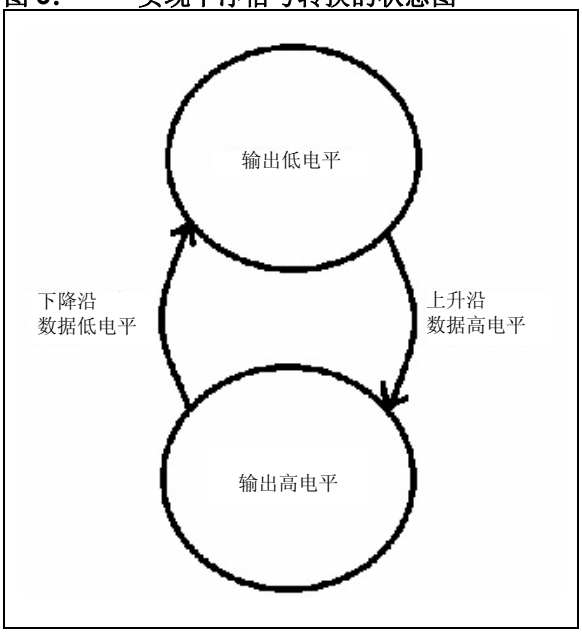
该电路最初设计成允许毛刺通过，脉冲信号与系统时钟进行简单的“与”运算。请注意当脉冲信号在时钟下降之前的片刻上升时，时钟信号上的尖峰是如何产生的（图 2）。

图 2：　异步脉冲与系统时钟的逻辑“与”运算



我们想要在脉冲为高电平时通过“与”功能触发 NCO 时钟，但我们希望去除时钟信号上的毛刺。为此，理想情况应该是要生成这样一个脉冲信号：新信号仅在时钟信号的上升沿上升，仅在时钟信号的下降沿下降。新信号（CLC2OUT）可以和振荡器时钟进行与运算，这样 NCO时钟信号便不会有毛刺。我们用一个简单的状态图（图 3）来说明其工作原理。

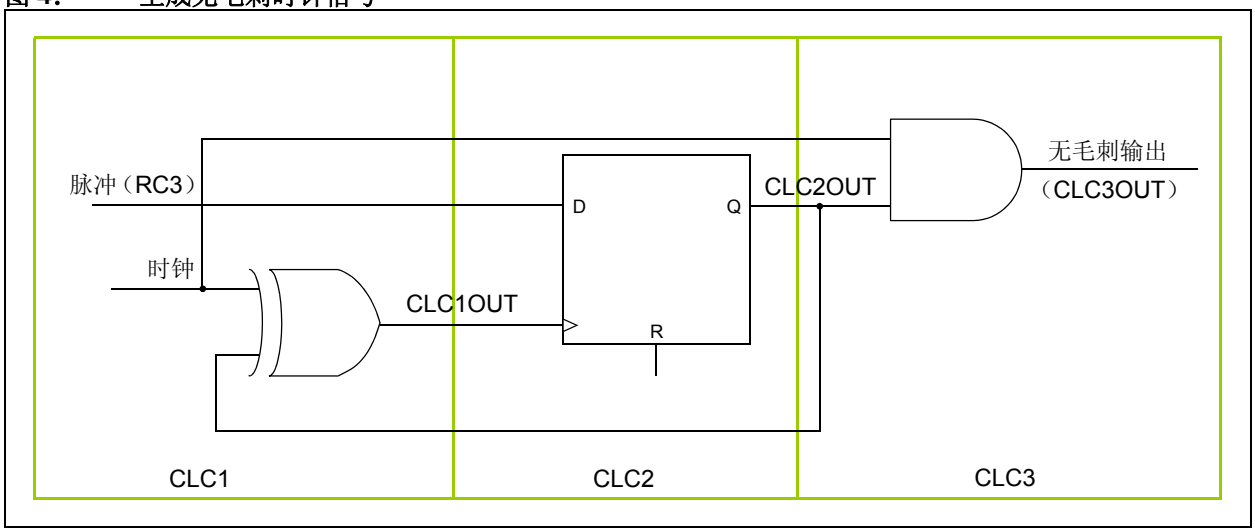
图 3：　实现干净信号转换的状态图



© 2013 Microchip Technology Inc.

该状态图可通过一个 D 单稳态触发器和一个 XOR 门来实现。XOR 门的功能是获取 D 单稳态触发器的反馈并执行时钟反相操作，这样单稳态触发器置位后便可在下降沿触发。原理图如下所示（图 4）。新信号（CLC2OUT）可以和振荡器时钟进行与运算，这样 NCO 时钟信号便不会有毛刺。

图 4：　生成无毛刺时钟信号



我们对该原理图进行了分解，使每个逻辑功能使用一个 CLC 模块，下列截图（图 5、图 6、图 7 和图 8）显示了如何利用 CLC 工具：CLC Designer 工具，来实现该原理图：

图 5：　CLC1——D 单稳态触发器输出与 Fosc 进行异或运算

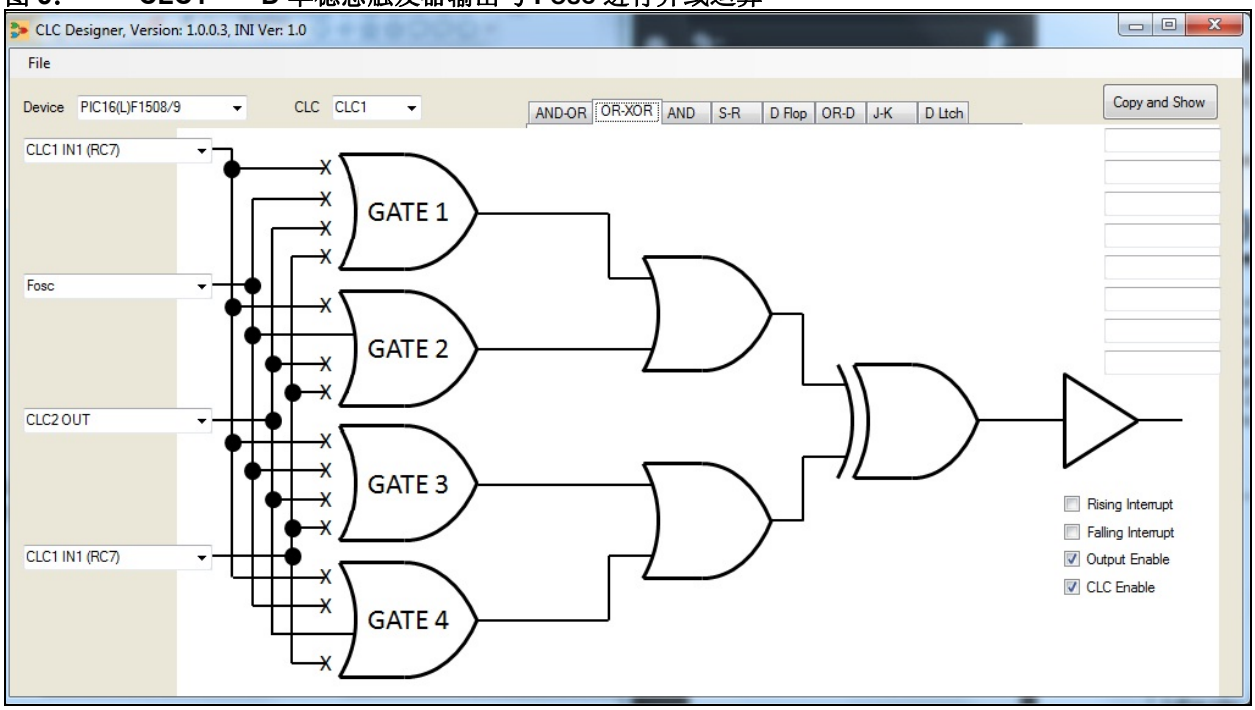


图 6： CLC2——通过 XOR 输出与脉冲输入 RC3 实现 D 单稳态触发器的时钟控制

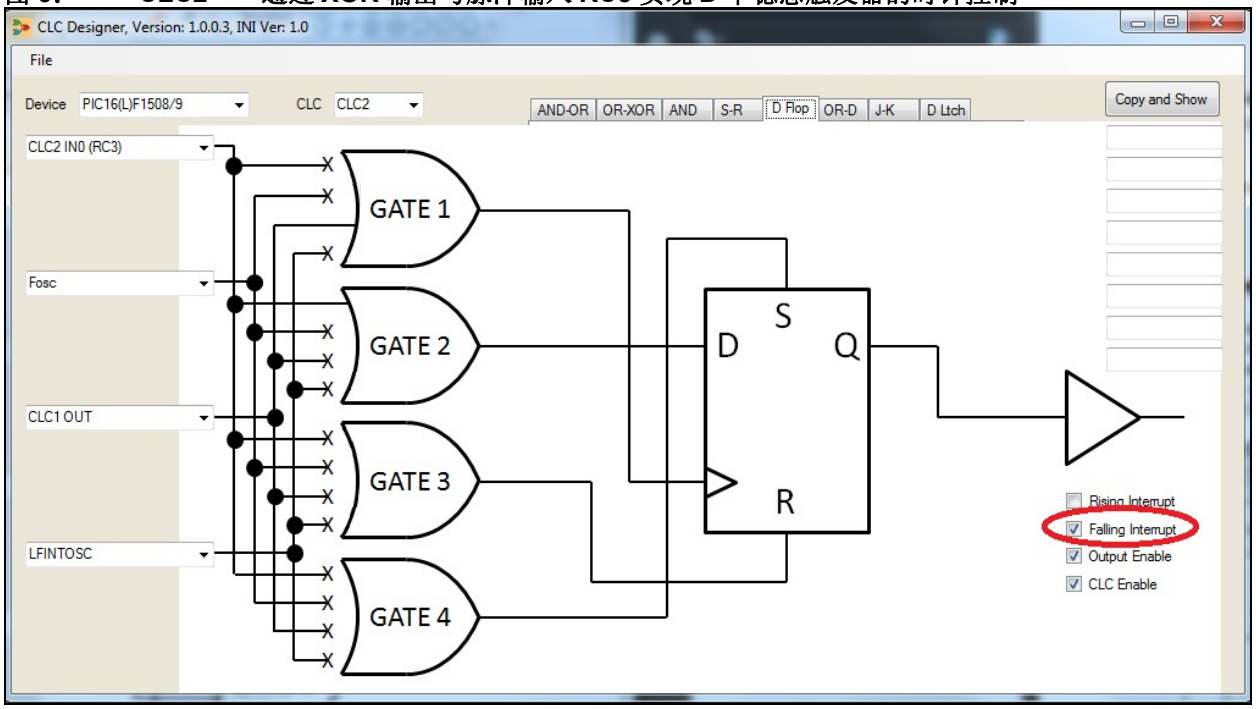
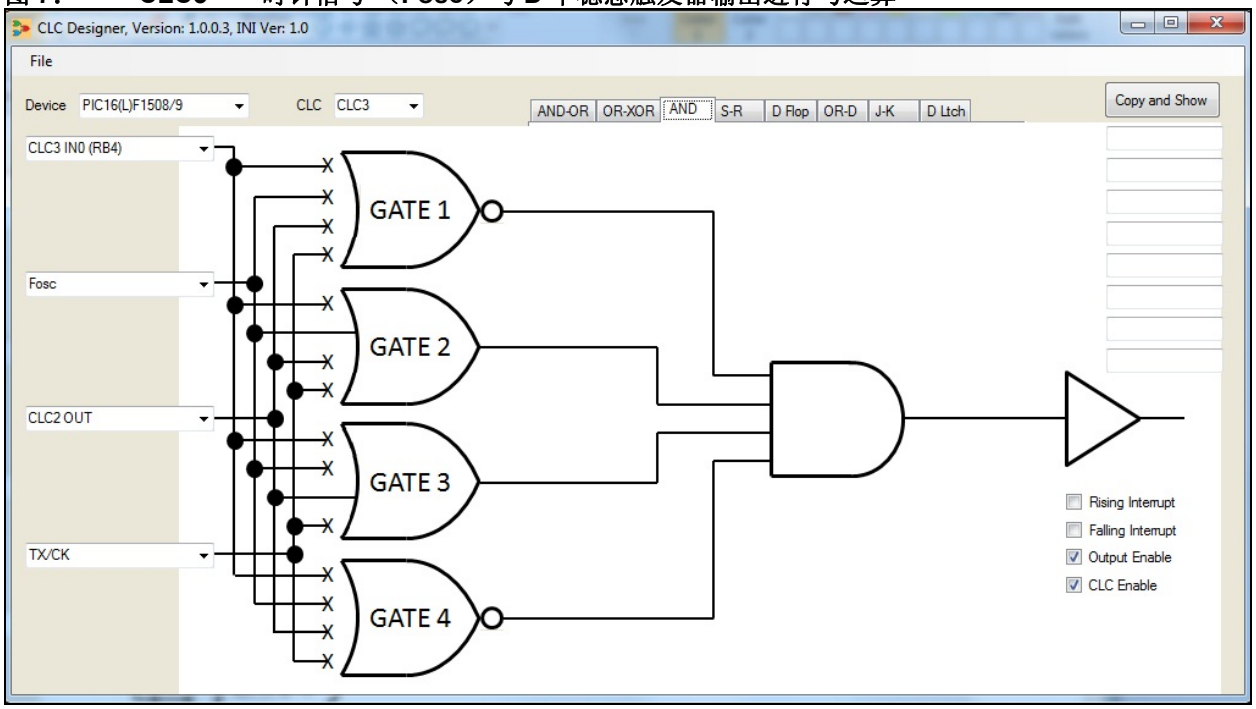
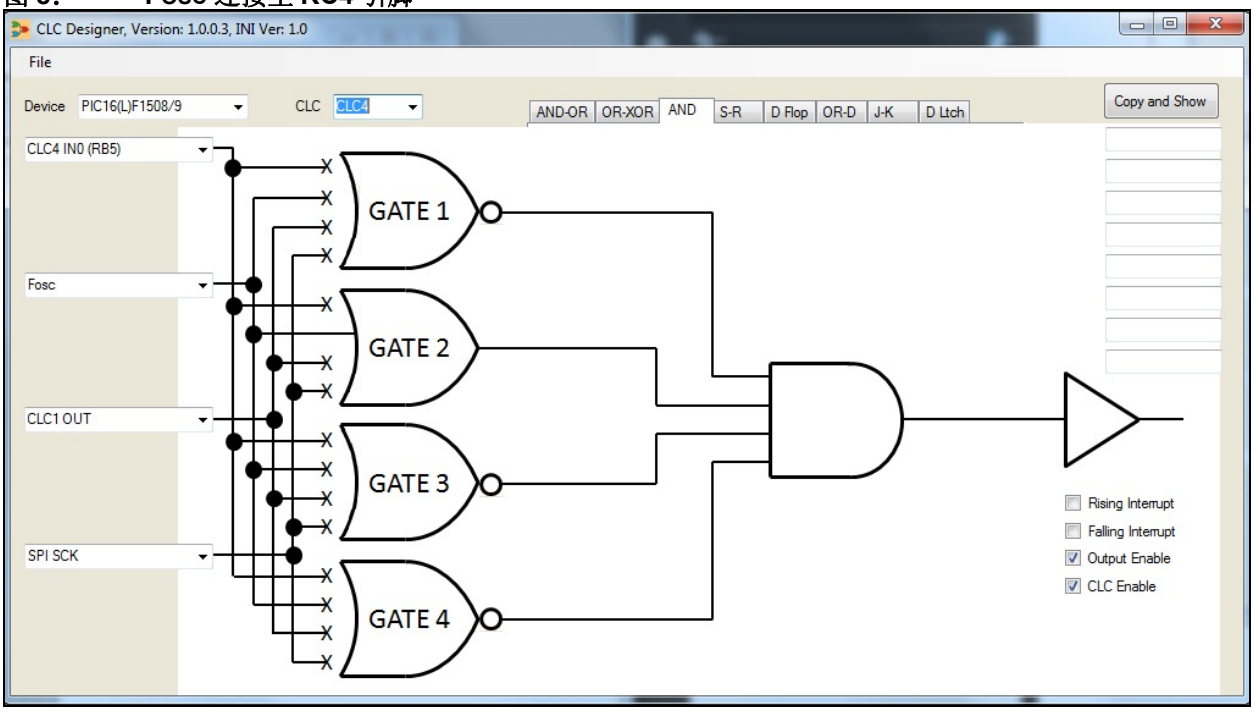


图 7： CLC3——时钟信号 （Fosc）与 D 单稳态触发器输出进行与运算



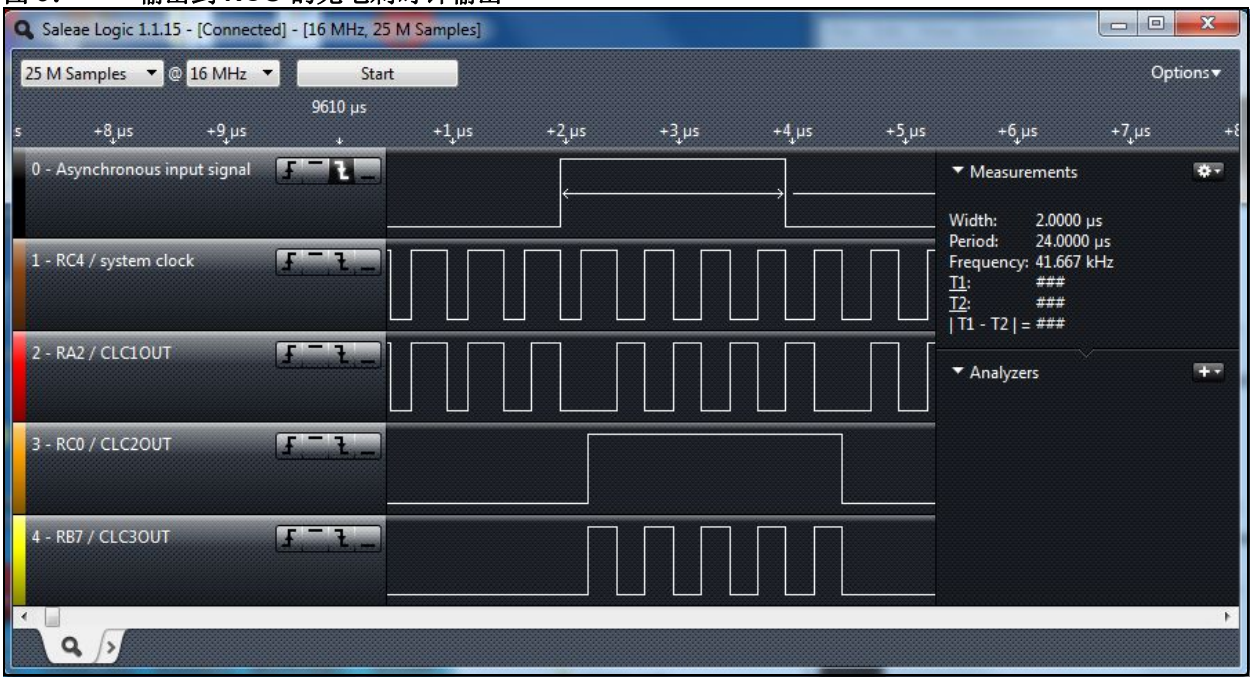
© 2013 Microchip Technology Inc.

图 8： Fosc 连接至 RC4 引脚



实现该逻辑后，现在可以使用无毛刺输出驱动 NCO 时钟信号。下面的示波器截图 （图 9）中显示了异步输入信号、Fosc 系统时钟、XOR 输出（CLC1OUT）、锁存器输出 （CLC2OUT）和无毛刺输出时钟 （CLC3OUT） 。在 CLC2OUT 信号出现下降沿时中断标志置 1（完成脉宽测量后）。

图 9： 输出到 NCO 的无毛刺时钟输出



附录 A： 汇编源代码

软件许可协议

Microchip Technology Incorporated （“公司”）随附提供的软件旨在提供给您 （该公司的客户）使用，仅限于且只能在该公司制造的产品上使用。

该软件为公司和 / 或其供应商所有，并受适用的版权法保护。版权所有。任何违反前述限制的使用将使其用户遭受适用法律的刑事制裁，并承担违背此许可的条款和条件的民事责任。

该软件 “按现状”提供。不提供保证，无论是明示的、暗示的还是法定的保证。这些保证包括 （但不限于）对出于某一特定目的应用此软件的适销性和适用性默示的保证。在任何情况下，公司都将不会对任何原因造成的特别的、偶然的或间接的损害负责。

文件： glitch_free.asm
依赖性：
处理器： PIC16F1509
硬件：
编译器： MPASM 5.45 或更高版本
公司： Microchip Technology, Inc.

Copyright © 2007-2012 Microchip Technology Inc. All rights reserved.

You may use this software, and any derivatives, exclusively with Microchip’s products.Microchip and its licensors retain all ownership and intellectual property rights in the accompanying software and in all derivatives hereto.This software and any accompanying information is for suggestion only.It does not modify Microchip’s standard warranty for its products.You agree that you are solely responsible for testing the software and determining its suitability.Microchip has no obligation to modify, test, certify, or support the software.

THIS SOFTWARE IS SUPPLIED BY MICROCHIP "AS IS". NO WARRANTIES, WHETHER EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, IMPLIED WARRANTIES OF NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE APPLY TO THIS SOFTWARE, ITS INTERACTION WITH MICROCHIP’S PRODUCTS, COMBINATION WITH ANY OTHER PRODUCTS, OR USE IN ANY APPLICATION.

IN NO EVENT, WILL MICROCHIP BE LIABLE, WHETHER IN CONTRACT, WARRANTY, TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR BREACH OF STATUTORY DUTY), STRICT LIABILITY, INDEMNITY, CONTRIBUTION, OR OTHERWISE, FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, PUNITIVE, EXEMPLARY, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL LOSS, DAMAGE, FOR COST OR EXPENSE OF ANY KIND WHATSOEVER RELATED TO THE SOFTWARE, HOWSOEVER CAUSED, EVEN IF MICROCHIP HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OR THE DAMAGES ARE FORESEEABLE. TO THE FULLEST EXTENT ALLOWABLE BY LAW, MICROCHIP'S TOTAL LIABILITY ON ALL CLAIMS IN ANY WAY RELATED TO THIS SOFTWARE WILL NOT EXCEED THE AMOUNT OF FEES, IF ANY, THAT YOU HAVE PAID DIRECTLY TO MICROCHIP FOR THIS SOFTWARE.

MICROCHIP PROVIDES THIS SOFTWARE CONDITIONALLY UPON YOUR ACCEPTANCE OF THESE TERMS.

/

```
#include "p16f1509.inc"

          __CONFIG _CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF & _PWRTE_OFF & _CLKOUTEN_OFF
          __CONFIG _CONFIG2, _LVP_OFF & _STVREN_ON

          errorlevel -302 ; 抑制存储区选择非零警告

result0   equ   0x20
result1   equ   0x21
result2   equ   0x22


          ORG 0x00

main
          BANKSEL   ANSELA
          clrf  ANSELA                    ; 所有数字引脚
          clrf  ANSELC
          clrf  ANSELB
```

 © 2013 Microchip Technology Inc.

```
      BANKSEL   TRISB
      bcf                TRISA,2            ; RA2（引脚 17）输出 ——CLC1OUT
      bcf                TRISC,0            ; RC0（引脚 16）输出 ——CLC2OUT
      bcf                TRISB,7            ; RB7（引脚 10）输出 ——CLC3OUT
      bcf                TRISC,4            ; RC4（引脚 6）输出 ——CLC4OUT（用于显示内部振荡器时钟）

      BANKSEL            OSCCON
      movlw  0x78
      movwf  OSCCON                       ; 转到 16 MHz 时钟


      ;; 包含 CLC Designer 工具生成的文件
      #include "glitch_free_osc_out_clc2_int.inc"

      BANKSEL            NCO1INCL           ; 包含 NCO 寄存器的存储区

      movlw   0x00
      movwf   NCO1INCH
      movlw   0x01
      movwf   NCO1INCL                    ; 设置 NCO1INCH/L 的递增值

      movlw   0x03
      movwf   NCO1CLK                     ; 设置 NCO1CLK 焊盘为时钟源
      movlw   0xC0
      movwf   NCO1CON                     ; 并运行 NCO。

wait_initialize
      BANKSEL            NCO1ACCL           ; 包含 NCO 寄存器的存储区
      movlw   0x00
      movwf   NCO1ACCL
      movwf   NCO1ACCH
      movwf   NCO1ACCU                    ; 累加器清零
      bsf                NCO1CON,N1EN     ; 打开 NCO

      BANKSEL            PIR3
      bcf                PIR3,CLC2IF        ; 中断标志清零。
wait_for_pulse
      btfss   PIR3,CLC2IF                 ; CLC2IF 下降沿中断标志是否置 1?
      goto    wait_for_pulse

                                                ; 是 —— 已完成脉宽测量。
      BANKSEL            NCO1ACCL           ; 包含 NCO 寄存器的存储区
      bcf                NCO1CON,N1EN     ; 关闭 NCO

      movf    NCO1ACCU,W
      movwf   result2
      movf    NCO1ACCH,W
      movwf   result1
      movf    NCO1ACCL,W
      movwf   result0                     ; 将脉宽量测结果存入 resultx。

      goto    wait_initialize; 以便能够再次执行。

      end
```

附录 B： CLC 配置——汇编语言版本

软件许可协议

Microchip Technology Incorporated （“公司”）随附提供的软件旨在提供给您 （该公司的客户）使用，仅限于且只能在该公司制造的产品上使用。

该软件为公司和 / 或其供应商所有，并受适用的版权法保护。版权所有。任何违反前述限制的使用将使其用户遭受适用法律的刑事制裁，并承担违背此许可的条款和条件的民事责任。

该软件 “按现状”提供。不提供保证，无论是明示的、暗示的还是法定的保证。这些保证包括 （但不限于）对出于某一特定目的应用此软件的适销性和适用性默示的保证。在任何情况下，公司都将不会对任何原因造成的特别的、偶然的或间接的损害负责。

CLC 配置包含文件

```
CLC1 配置
BANKSEL  CLC1GLS0
movlw   H'00'
movwf   CLC1GLS0
movlw   H'08'
movwf   CLC1GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC1GLS2
movlw   H'20'
movwf   CLC1GLS3
movlw   H'01'
movwf   CLC1SEL0
movlw   H'51'
movwf   CLC1SEL1
movlw   H'00'
movwf   CLC1POL
movlw   H'C1'
movwf   CLC1CON

CLC2 配置
BANKSEL  CLC2GLS0
movlw   H'20'
movwf   CLC2GLS0
movlw   H'02'
movwf   CLC2GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC2GLS2
movlw   H'00'
movwf   CLC2GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC2SEL0
movlw   H'00'
movwf   CLC2SEL1
movlw   H'00'
movwf   CLC2POL
movlw   H'CC'
movwf   CLC2CON
```


© 2013 Microchip Technology Inc.

```
CLC3 配置
BANKSEL  CLC3GLS0
movlw   H'00'
movwf   CLC3GLS0
movlw   H'08'
movwf   CLC3GLS1
movlw   H'20'
movwf   CLC3GLS2
movlw   H'00'
movwf   CLC3GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC3SEL0
movlw   H'01'
movwf   CLC3SEL1
movlw   H'09'
movwf   CLC3POL
movlw   H'C2'
movwf   CLC3CON

CLC4 配置
BANKSEL  CLC4GLS0
movlw   H'00'
movwf   CLC4GLS0
movlw   H'08'
movwf   CLC4GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC4GLS2
movlw   H'00'
movwf   CLC4GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC4SEL0
movlw   H'00'
movwf   CLC4SEL1
movlw   H'0D'
movwf   CLC4POL
movlw   H'C2'
movwf   CLC4CON
```

© 2013 Microchip Technology Inc.

注：

© 2013 Microchip Technology Inc.

请注意以下有关 **Microchip** 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是 “牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。 Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了 《数字器件千年版权法案 （Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 dsPIC、 FlashFlex、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 MPLAB、 PIC、 PICmicro、 PICSTART、 PIC32 徽标、 rfPIC、 SST、 SST 徽标、 SuperFlash 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、 Hampshire、 HI-TECH C、 Linear Active Thermistor、 MTP、 SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、 Application Maestro、 BodyCom、 chipKIT、 chipKIT 徽标、 CodeGuard、 dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 dsPICworks、 dsSPEAK、 ECAN、 ECONOMONITOR、 FanSense、 HI-TIDE、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Mindi、 MiWi、 MPASM、 MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 mTouch、 Omniscient Code Generation、 PICC、 PICC-18、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICkit、 PICtail、 REAL ICE、 rfLAB、 Select Mode、 SQI、 Serial Quad I/O、 Total Endurance、 TSHARC、 UniWinDriver、 WiperLock、 ZENA 和 Z-Scale 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

GestIC 和 ULPP 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2013, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-62077-015-3

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV

═ ISO/TS 16949 ═

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。 Microchip 的 PIC® MCU 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外， Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax:1-678-957-1455

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣克拉拉 Santa Clara
Santa Clara, CA
Tel: 1-408-961-6444
Fax: 1-408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario, Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 – 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 – 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 – 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 – 杭州
Tel: 86-571-2819-3187
Fax: 86-571-2819-3189

中国 – 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 – 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 – 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 – 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 – 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 – 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 – 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 – 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 – 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 – 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 – 高雄
Tel: 886-7-213-7828
Fax: 886-7-330-9305

台湾地区 – 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 – 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

11/29/12

© 2013 Microchip Technology Inc.