



---

可配置逻辑单元 (CLC)  
配置工具  
用户指南

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、PIC<sup>32</sup> 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、MLIB、MLINK、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: 978-1-62077-075-7

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。

## 目录

### 第 1 章 CLC 配置工具概述

1.1 简介 .....	9
1.2 重点 .....	9
1.3 CLC 配置工具的用途 .....	9
1.4 安装程序 .....	10
1.5 设计方法的步骤 .....	11
1.5.1 器件 .....	13
1.5.2 CLC 模块 .....	13
1.5.3 数据输入 .....	13
1.5.4 门控输入 .....	14
1.5.5 门控输出 .....	14
1.5.6 数字逻辑模块 .....	15
1.5.7 输出控制 .....	16
1.6 保存 / 加载 .....	16

### 第 2 章 曼彻斯特线性码示例

2.1 简介 .....	19
2.2 重点 .....	19
2.3 示例问题 .....	19
2.4 建议方案 .....	19
2.5 扩展方案 .....	21

### 附录 A 曼彻斯特编码程序（汇编）

### 附录 B 可配置逻辑单元（CLC）设计工具

B.1 简介 .....	25
B.2 框图 .....	25
B.3 AND-OR .....	26
B.4 OR-XOR .....	27
B.5 AND .....	28
B.6 S-R .....	29
B.7 D Flop .....	30
B.8 OR-D .....	31
B.9 J-K .....	32
B.10 D Latch .....	33
B.11 “clc-and-or.inc” .....	34
B.12 “clc-or-xor.inc” .....	35
B.13 “clc-and.inc” .....	36
B.14 “clc-s-r.inc” .....	37
B.15 “clc-d-flop.inc” .....	38
B.16 “clc-or-d.inc” .....	39

# CLC 配置工具用户指南

---

B.17 “clc-j-k.inc” .....	40
B.18 “clc-d-ltch.inc” .....	41

## 前言

### 客户须知

所有文档均会过时，本文档也不例外。Microchip 的工具和文档将不断演变以满足客户的需求，因此实际使用中有些对话框和 / 或工具说明可能与本文档所述之内容有所不同。请访问我们的网站（[www.microchip.com](http://www.microchip.com)）获取最新文档。

文档均标记有“DS”编号。该编号出现在每页底部的页码之前。DS 编号的命名约定为“DSXXXXX\_A\_CN”，其中“XXXXX”为文档编号，“A”为文档版本。

欲了解开发工具的最新信息，请参考 MPLAB® IDE 在线帮助。从 Help（帮助）菜单选择 Topics（主题），打开现有在线帮助文件列表。

## 简介

本章包含使用可配置逻辑单元（Configurable Logic Cell, CLC）配置工具前需要了解的一般信息。内容包括：

- 本指南使用的约定
- Microchip 网站
- 客户支持
- 文档版本历史

## 文档编排

本文档介绍了如何使用可配置逻辑单元（CLC）配置工具作为开发工具在目标板上仿真和调试固件，以及如何对器件编程。文档内容编排如下：

- 第 1 章 CLC 配置工具概述
- 第 2 章 曼彻斯特线性码示例
- 附录 A 曼彻斯特编码程序（汇编）
- 附录 B 可配置逻辑单元（CLC）设计工具

# CLC 配置工具用户指南

## 本指南使用的约定

本指南采用以下文档约定：

### 文档约定

说明	表示	示例
<b>Arial 字体：</b>		
斜体字	参考书目	<i>MPLAB® IDE User's Guide</i>
	需强调的文字	..... 为仅有的编译器 .....
首字母大写	窗口	Output 窗口
	对话框	Settings 对话框
	菜单选择	选择 Enable Programmer
引用	窗口或对话框中的字段名	“Save project before build”
带右尖括号且有下划线的斜体文字	菜单路径	<u>File&gt;Save</u>
粗体字	对话框按钮	单击 <b>OK</b>
	选项卡	单击 <b>Power</b> 选项卡
N'Rnnnn	verilog 格式的数字，其中 N 为总位数， R 为基数， n 为其中一位。	4'b0010, 2'hF1
尖括号 < > 括起的文字	键盘上的按键	按下 <Enter>, <F1>
<b>Courier New 字体：</b>		
常规 Courier New	源代码示例	#define START
	文件名	autoexec.bat
	文件路径	c:\mcc18\h
	关键字	_asm, _endasm, static
	命令行选项	-Opa+, -Opa-
	二进制位值	0, 1
	常量	0xFF, 'A'
斜体 Courier New	可变参数	file.o, 其中 file 可以是任一有效文件名
方括号 []	可选参数	mcc18 [选项] file [选项]
花括号和竖线: {}	选择互斥参数; “或” 选择	errorlevel {0 1}
省略号 ...	代替重复文字	var_name [, var_name...]
	表示由用户提供的代码	void main (void) { ... }

## MICROCHIP 网站

Microchip 网站 ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

## 客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (FAE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 (FAE) 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://www.microchip.com/support> 获得网上技术支持。

## 文档版本历史

### 版本 A (2011 年 8 月)

- 本文档的初始版本。

### 版本 B (2012 年 12 月)

- 更新了设计方法 (第 1.5 节 “设计方法的步骤”)
- 增加了附录 B 可配置逻辑单元 (CLC) 设计工具。

# **CLC 配置工具用户指南**

---

---

注：

## 第 1 章 CLC 配置工具概述

### 1.1 简介

本用户指南旨在帮助读者熟悉可配置逻辑单元（CLC）配置工具。文中将介绍如何安装该工具，并通过创建曼彻斯特编码器的应用示例介绍如何配置该工具。本文档将帮助读者熟悉 CLC 模块的用途及功能，以便能熟练使用 CLC 配置工具。

文中除曼彻斯特编码器外，还增加了附录，以提供各种类型可编程逻辑的应用示例。在附录 B “**可配置逻辑单元（CLC）设计工具**” 中提供了屏幕截图及相应的源代码示例。

CLC 非常适合简单的开关操作和逻辑运算，但不可否认，CLC 模块在功能及互连方面都比不上 PAL（Programmable Array Logic，可编程阵列逻辑）。提供 CLC 模块并不是为了替代 PAL，而是为了减少外部胶合逻辑、加快事件响应以及实现接口定制。对于熟悉 PAL 设计（以及与此类技术相关的综合 / 时序工具）的设计人员，若要使用 CLC 模块，必须掌握入门逻辑教程讲授的类似设计方法。“**CLC Designer**” 工具每次只能编辑一个模块。

由于各个器件的 CLC 模块数有所不同，因此设计人员采用此技术时，将受具体芯片上可用资源数量的限制。另外，直接设计逻辑与互连将使设计人员能够直观地意识到 CLC 外设的信号和逻辑限制。

### 1.2 重点

本章将介绍：

- CLC 配置工具的用途
- 安装程序
- 设计方法的步骤
- 保存 / 加载

### 1.3 CLC 配置工具的用途

CLC 包含有多个组合电路和时序电路，这些电路的功能既可以预先编程，也可以动态编程。另外，CLC 模块不受软件执行限制并支持大量的输出设计，这为嵌入式设计提供了更大的灵活性与更多的可能性。

配置工具的用途是，通过在图形用户界面（graphical user interface, GUI）中仿真寄存器功能来简化 CLC 模块的设置过程。使用该工具最终将生成一个以 C 语言或汇编语言编写的资源文件，该文件可放入现有项目以包含到程序中。最终文件是根据用户的输入以及偏好设置（如编程语言）定制生成的。

# CLC 配置工具用户指南

## 1.4 安装程序

该软件的最新版本可从 Microchip 网站 <http://www.microchip.com> 安装。只需将 CLCDesignerTool.exe 与 CLCDesigner.ini 文件放置到同一个文件夹中。要运行程序，请双击该可执行文件，随后应出现图 1-1 所示画面。

图 1-1： 初始启动时的 CLC GUI

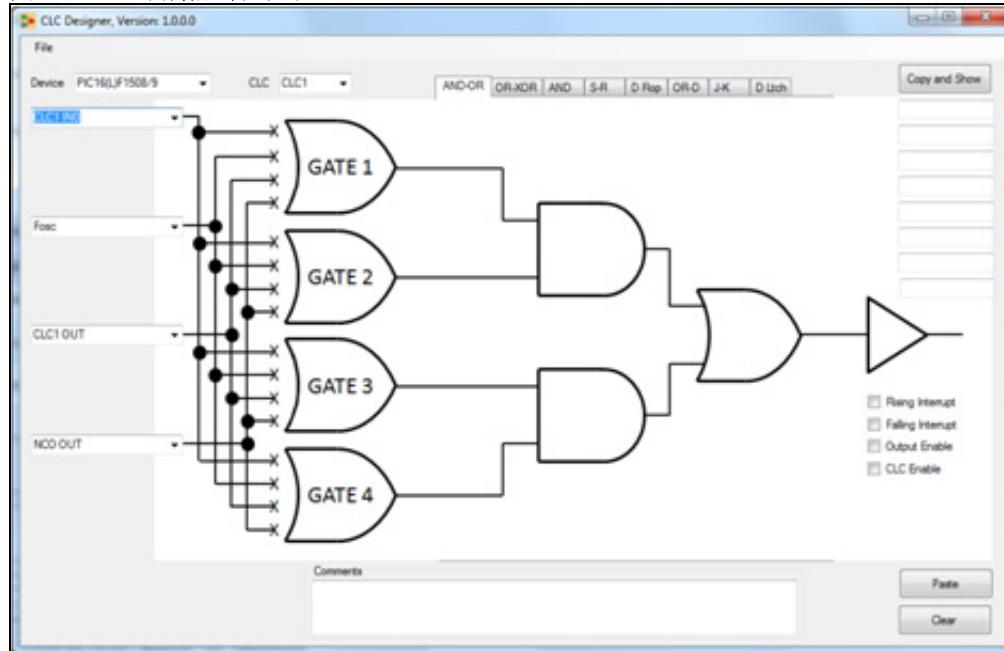
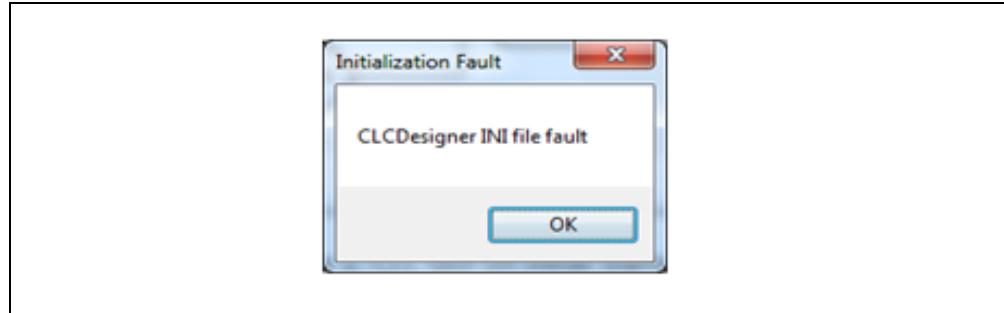


图 1-2 显示了 INI 文件与可执行文件未放置在同一目录中时出现的错误消息。

图 1-2： 错误消息



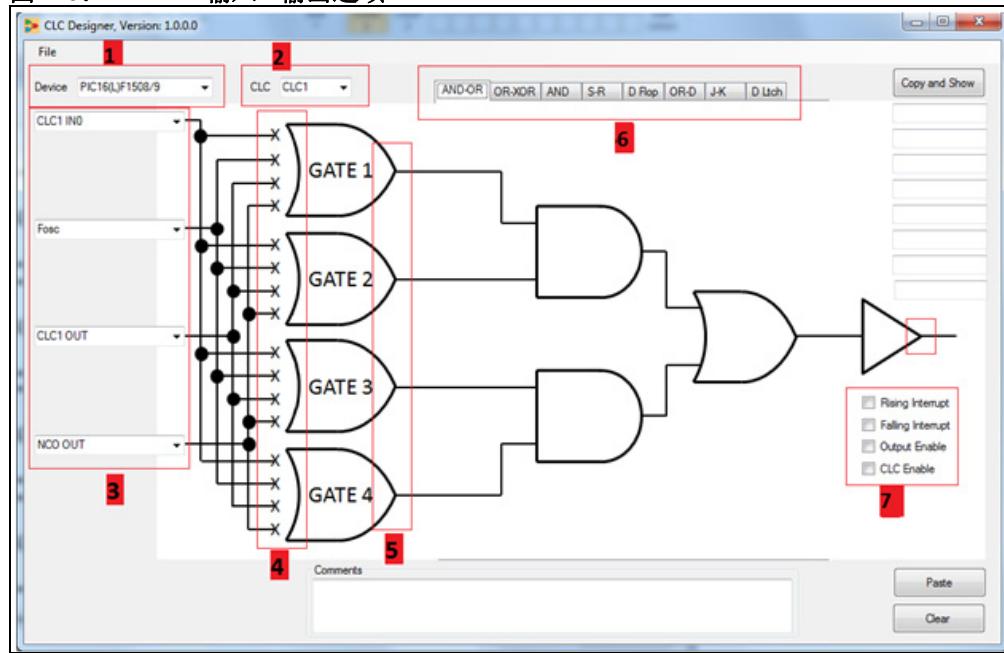
## 1.5 设计方法的步骤

1. 确定所需的输入和输出信号，并确保这些信号与芯片所需的其他外设之间不会发生冲突。要注意有些 CLC 模块具有备用输出引脚。另外，有些外设信号也可通过未使用的 CLC 模块连接至备用引脚。例如，PWM 信号即可通过 CLC 模块连接到备用引脚上输出。类似这样的 I/O 配置将作为系统初始化的一部分来处理，因此不包含在“CLC Designer”中。
2. 要设计 CLC 模块的定制逻辑，建议设计人员先从创建时序图开始，然后再草拟出设计的门控逻辑。
3. 完成上述步骤后，设计人员应将设计电路拆分成一些独立元素（如：单稳态触发器和 XOR 门等），每个元素均可使用一个 CLC 模块来实现。有关如何实现的示例，请参见 Microchip 网站提供的应用笔记 AN1451《采用可配置逻辑单元 (CLC) 实现无毛刺设计》(DS01451A\_CN) 中的图 4。
4. 设计电路拆分成逻辑元素后，使用具体器件的数据手册中的“CLCx 数据输入选择”表，检查可在 CLC 模块和 PIC® MCU 内部信号之间馈送的信号，并在逻辑设计中进行相应标记。尤其要注意表中 DxS 列的 MUX 选择代码：大部分 MUX 选择是相互排斥的，这会限制信号选择的范围。有些输入是重复的，如 1509 上的 PWM2。CLC2 和 CLC3 均可访问这些输入，使得这两个输入 MUX 之间不会互斥。由于“CLC Designer”已设计成不允许存在无效选择，事先做好这方面的检查可避免对有效 CLC 输入组合执行不必要的复查。
5. 了解了各个 CLC 模块将如何配置后，使用“CLC Designer”工具 GUI 实现整个设计并生成代码（C 或汇编均可）。
6. 将 CLC 代码包含到项目中后，应对输入 / 输出进行全面测试，确保一切工作正常，例如不会产生错误的中断等问题。由于“CLC Designer”工具不支持时序或信号仿真，因此所有信号都应在实际硬件中进行验证。另一项调试 / 验证技术是单独设置各 CLC 模块（监视输入和输出），以在多个 CLC 模块组合在一起之前对各模块的功能进行验证。

# CLC 配置工具用户指南

CLC 配置工具的初始启动画面中包含以下选项，如图 1-3 所示。

图 1-3： CLC 输入 / 输出选项



相比在软件中手动配置各模块的 8 个 CLC 寄存器而言，使用 CLC 配置工具是一种简单直观的替代办法。表 1-1 给出了上图中各模块与器件数据手册中相应寄存器之间的对应关系。

表 1-1： GUI 表示与受其影响的数据手册 CLC 寄存器之间的关系

CLC GUI 表示	CLC 寄存器
1. 器件	全部
2. CLC 模块	全部
3. 数据输入	CLCxSEL1-2
4. 门控输入	CLCxGLS1-4
5. 门控输出极性	CLCxPOL
6. 数字逻辑模块	CLCxCON
7. CLC 输出控制	CLCxCON

以下几节将介绍图 1-3 中标记的每个模块的功能及用途。

### 1.5.1 器件

可在此处选择器件，如 PIC16F1508。选择器件之后，程序将自动根据具体器件对自身进行配置，如数据输入及 CLC 的可用输出数。

### 1.5.2 CLC 模块

该下拉菜单将显示每个 CLC 模块。有些器件（如 PIC10F320）在选定后仅有一个可用 CLC 模块。所有 CLC 寄存器名中的“x”将被所用的那个 CLC 模块编号所代替。

### 1.5.3 数据输入

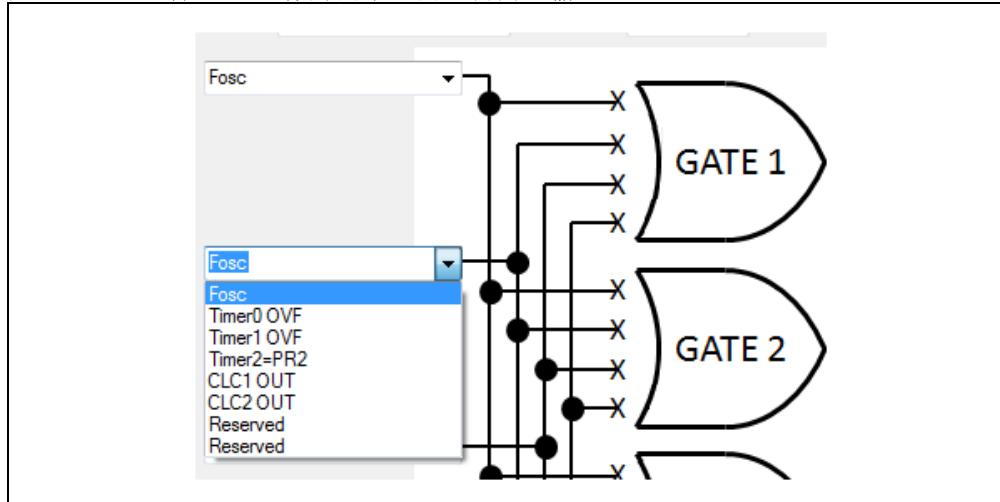
共有四组输入选择。每组包含八个选项。对于只有 8 个输入的器件，每组中均提供全部 8 个输入。对于有 16 个输入的器件，每组只包含这 16 个中的 8 个，但分组方式考虑了尽量避免排除一些输入选项组合。同一个输入在同一个组中不会出现两次，但会作为其他组的输入出现。

如表 1-2 所示，每个下拉条目对应一个逻辑单元数据输入组（lcxdx）。每个数据输入可在两个或多个不同的组中至少选择两次。例如，在配置 PIC16F1507 的 CLC 工具中，在第一个和第二个下拉菜单中均可选择 FOSC 作为输入，如图 1-4 所示。

**表 1-2：PIC16F1507 的 CLCx 数据输入选择**

数据输入	lcxd1 D1S	lcxd2 D2S	lcxd3 D3S	lcxd4 D4S	CLC1	CLC2
CLCxIN[0]	000	—	—	000	CLC1IN0	CLC2IN0
CLCxIN[1]	001	—	—	101	CLC1IN1	CLC2IN1
CLCxIN[2]	010	—	—	110	保留	保留
CLCxIN[3]	011	—	—	111	保留	保留
CLCxIN[4]	100	000	—	—	FOSC	FOSC
CLCxIN[5]	101	001	—	—	TMR0IF	TMR0IF
CLCxIN[6]	110	010	—	—	TMR1IF	TMR1IF
CLCxIN[7]	111	011	—	—	TMR2 = PR2	TMR2 = PR2
CLCxIN[8]	—	100	000	—	CLC1OUT	CLC1OUT
CLCxIN[9]	—	101	001	—	CLC2OUT	CLC2OUT
CLCxIN[10]	—	110	010	—	保留	保留
CLCxIN[11]	—	111	011	—	保留	保留
CLCxIN[12]	—	—	100	000	NCO1OUT	LFINTOSC
CLCxIN[13]	—	—	101	001	HFINTOSC	ADCFRC
CLCxIN[14]	—	—	110	010	PWM3OUT	PWM1OUT
CLCxIN[15]	—	—	111	011	PWM4OUT	PWM2OUT

图 1-4：选择 FOSC 作为两个不同逻辑门的输入



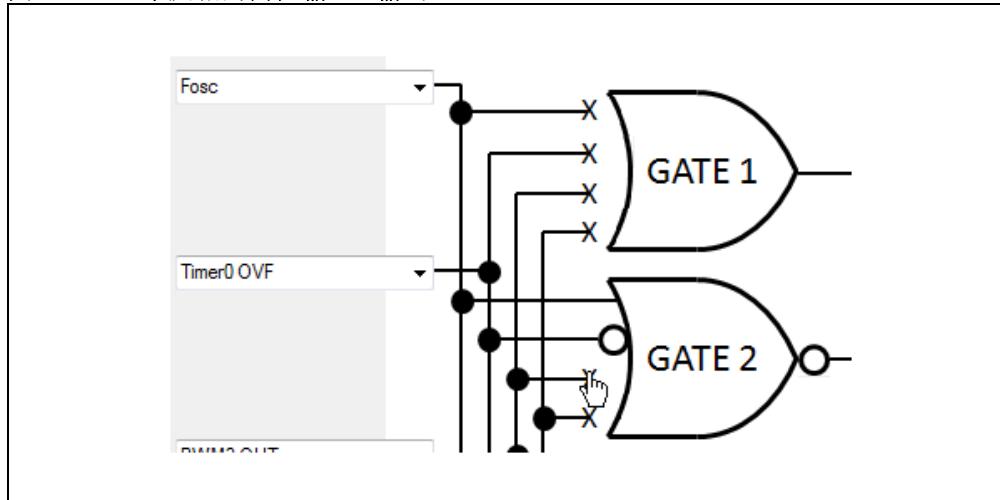
## 1.5.4 门控输入

选定数据输入后，便可将其映射到四个逻辑门中的每一个。每个逻辑门的输出会因为所选逻辑功能的不同而有所不同。要将某个输入选择到逻辑门中，只需将光标悬停在所需的“X”上然后单击一次。光标箭头将变为指针，并显示一条从输入端延伸到逻辑门的连线。若要使信号反相，需再次单击“X”处，此时将出现一个表示取反的小圆圈。若再次单击，小圆圈及连线都将消失并默认恢复到原来的未连接状态。

## 1.5.5 门控输出

每个门控输出都可反相。为此，只需单击一次各逻辑门的输出，在显示一个小圆圈后，即完成输出反相。要取消此操作，再次单击小圆圈使其消失。需要注意，任何未选取输入的逻辑门，其输出将默认为关断状态（逻辑 0）。如果需要恒定的逻辑 1，则可通过单击输出来反相默认逻辑 0，以显示反向小圆圈。图 1-5 显示的设置是，FOSC 及反相的 Timer0 OVF 为 Gate 2 的输入且该逻辑门的输出被反相。

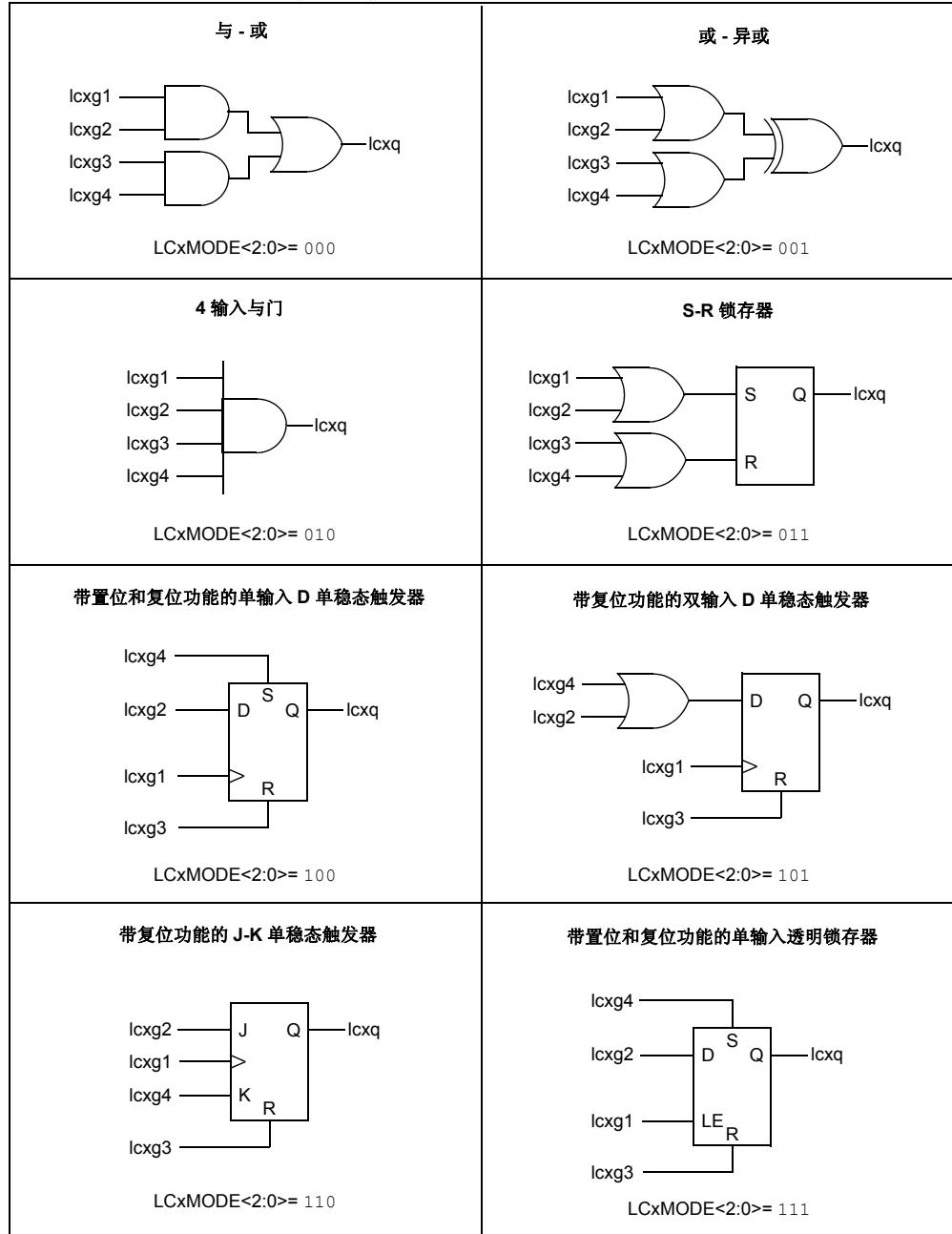
图 1-5：带反相的门控输入 / 输出



### 1.5.6 数字逻辑模块

共有八个可用逻辑功能，可通过 CLC 工具的选项卡进行选择。除所示的功能外，不能对逻辑模块进行其他配置。每个 CLC 模块每次只能使用一个逻辑功能。图 1-6 列出了所有可用的功能。

图 1-6：带反相的门控输入 / 输出

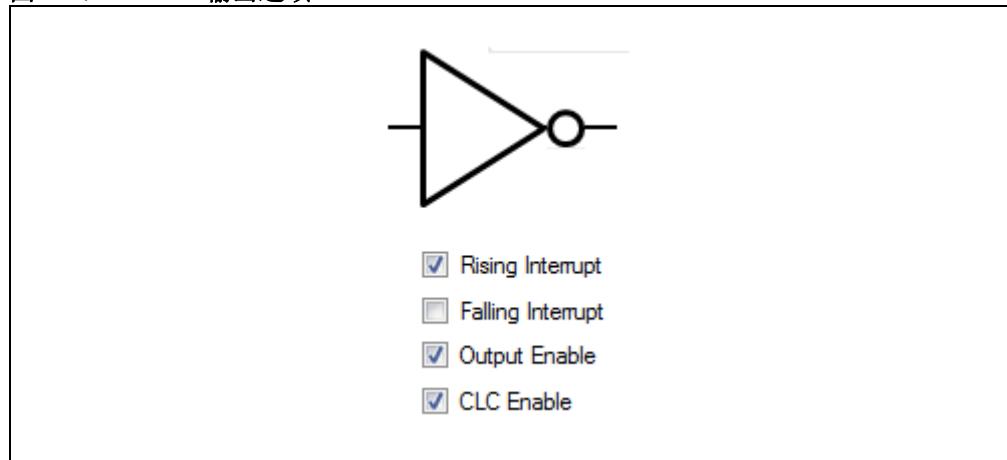


## 1.5.7 输出控制

逻辑模块的输出将馈入 CLC 的最后一级，即反相门。要反相输出，只需单击一次缓冲器的输出引脚以显示一个小圆圈。该输出可从此处连接至其他外设、输出引脚或返回 CLC 输入端。可通过 CLC 输出信号的上升沿和 / 或下降沿允许中断。

图 1-7 显示的配置为使能模块、使能输出到 CLCx 输出引脚，以及检测到上升沿时产生中断。同时，CLC 输出也将反相。

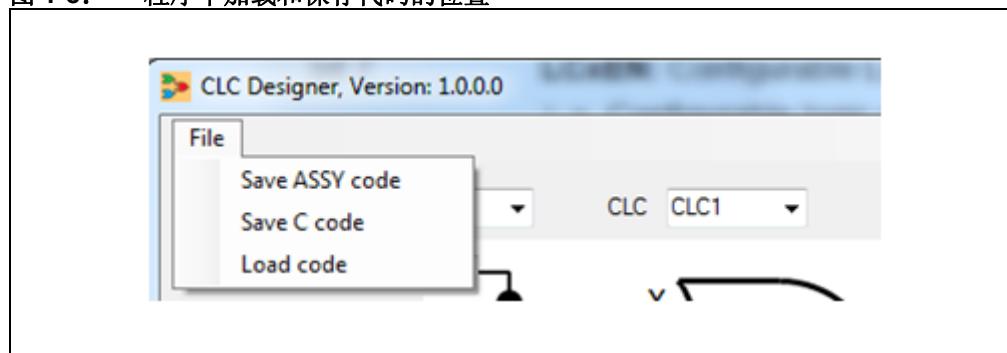
图 1-7： CLC 输出选项



## 1.6 保存 / 加载

本程序提供了一种便捷的方法来保存或加载设计。当设计已决定并准备在软件中实现时，单击如图 1-8 所示对话框左上角的 **File**（文件）下拉菜单。

图 1-8： 程序中加载和保存代码的位置



然后根据所需的输出语言，单击 file>Save ASSY code（文件 > 保存汇编代码）或 Save C code（保存 C 代码）。在输出文件中将包含所选器件的所有已配置 CLC 代码。最终将生成一个扩展名为 .inc 的文件。例 1-1 显示了图 1-3 所示设置的示例输出代码，其中包含一个 AND-OR 逻辑模块，其他均为默认设置。示例所用的器件为具有 CLC1 模块的 PIC16F1507。

## 例 1-1：生成的 C 语言和汇编语言代码示例

```

// File: test.inc
// Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.0
// Date: 7/8/2011 5:51 PM
// Device:PIC16(L)F1507

CLC1GLS0 = 0x00;
CLC1GLS1 = 0x06;
CLC1GLS2 = 0x00;
CLC1GLS3 = 0x00;
CLC1SEL0 = 0x14;
CLC1SEL1 = 0x06;
CLC1POL = 0x02;
CLC1ICON = 0x00;

; File: test.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.0
; Date: 7/8/2011 5:52 PM
; Device:PIC16(L)F1507

BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS0
movlw H'06'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'00'
movwf CLC1GLS3
movlw H'14'
movwf CLC1SEL0
movlw H'06'
movwf CLC1SEL1
movlw H'02'
movwf CLC1POL
movlw H'00'
movwf CLC1ICON

```

这两段代码的效果相同。汇编语言本身的特点决定了汇编代码会相对长一些。现在，这些代码可作为库文件轻松包含或粘贴至现有程序中。务必保证注释部分完好无损，因为 CLC 工具需使用注释（特别是器件行）来正确重填充字段。

要从 CLC 工具中加载之前保存的代码，请单击 [file>load code](#)（文件 > 加载代码）。如果成功导入，该工具将以所加载代码中寄存器的相应值填充 GUI。如果接收到如图 1-9 所示的消息，说明注释中的器件 ID 已被删除，必须将其复原。

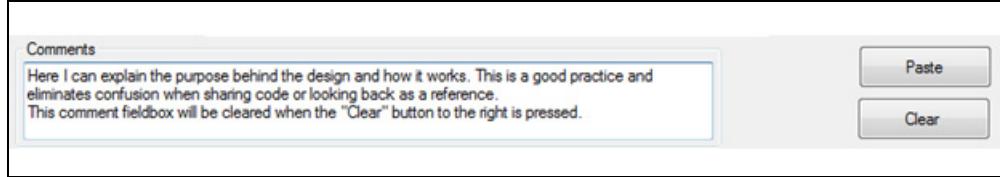
图 1-9：所加载代码注释中缺少器件 ID 时的错误消息



也可将注释保存到输出文件中以便日后加载。为此，只需填写如图 1-10 所示的注释文本输入区，然后，在准备保存项目时，注释也将包含到输出文件中。

# CLC 配置工具用户指南

图 1-10：注释文本区



**Copy and Show**（复制和显示）按钮用于快速查看当前配置的寄存器值。按下该按钮后，按钮下方的框中将显示与设计相对应的设置。如果多个 CLC 具有相似配置，可设计一个 CLC 模块然后粘贴至其他模块，方法是单击当前模块中的 **Copy and Show** 按钮，然后在另一 CLC 模块中单击 **Paste**（粘贴）按钮。这样便可将所有内容从一个 CLC 模块复制到另一个 CLC 模块。剪贴板中的内容不能粘贴到 CLC 工具以外的其他窗口。**Clear**（清除）按钮可将所有字段重置为默认状态。

## 第 2 章 曼彻斯特线性码示例

### 2.1 简介

本示例将运用**第 1 章 “CLC 配置工具概述”**中的信息来解决一个典型问题，此问题现在可以使用可配置逻辑单元配置工具轻松解决。建议读者先了解如何使用该程序，然后再阅读本章的内容。

### 2.2 重点

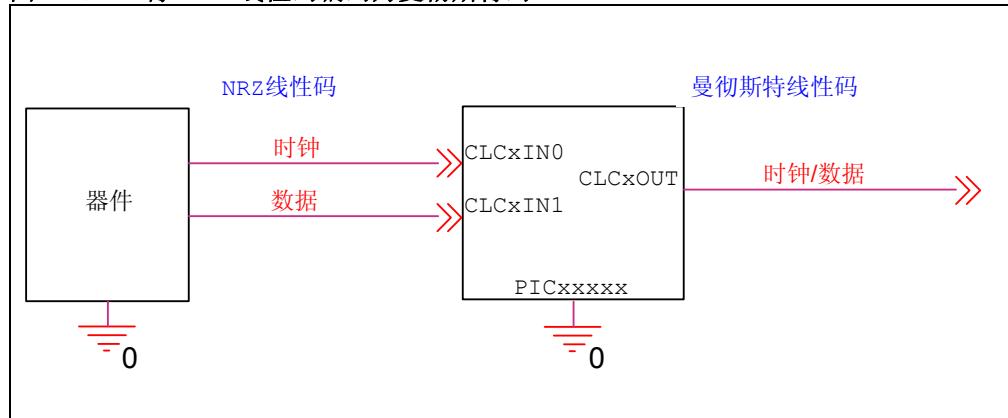
本章将介绍：

- 示例问题
- 建议方案
- 扩展方案

### 2.3 示例问题

您想要将特定器件的典型不归零（non-return-to-zero, NRZ）线性码的比特流编码成更简化更通用的曼彻斯特线性码。曼彻斯特编码将时钟和数据组合在同一数据流中，因此曼彻斯特线性码要比典型 NRZ 码更具优势。它没有直流分量并且自发同步时序。图 2-1 显示了一种可能的设置情况。

**图 2-1： 将 NRZ 线性码编码为曼彻斯特码**



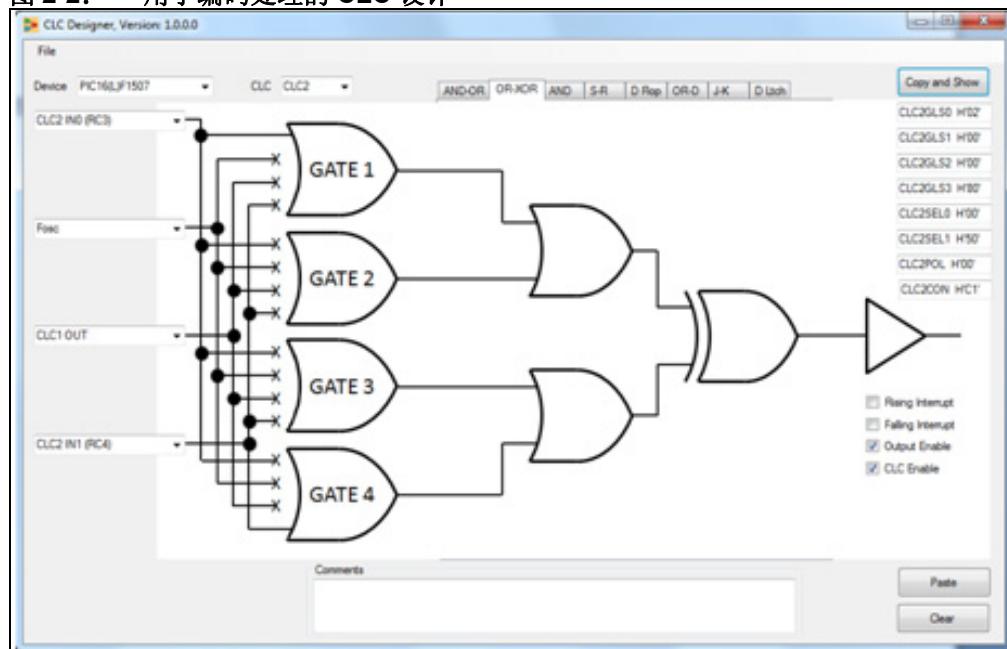
### 2.4 建议方案

仅使用 PIC<sup>®</sup> 器件上的一个 CLC 模块即可完成此任务。由于 CLC 并非通过软件控制，所以无需限制时钟速度。这样 CPU 便可专注于处理主程序，无需处理编码过程。另外，由于无需添加其他外部硬件即可完成相同的任务，这也为设计人员节省了额外的成本。编码过程只需一个带数据和时钟输入的异或门。本设计使用 PIC16F1507 及其 CLC2 模块。

# CLC 配置工具用户指南

数据和时钟信号分别映射至 CLC2 的输入 RC3 和 RC4 上。务必将它们各自的 TRIS 位配置为输入，这一点至关重要。使能 CLC 的输出和模块本身，针对该 CLC 输出引脚将 TRIS 位清零。图 2-2 所示为 CLC 设计。

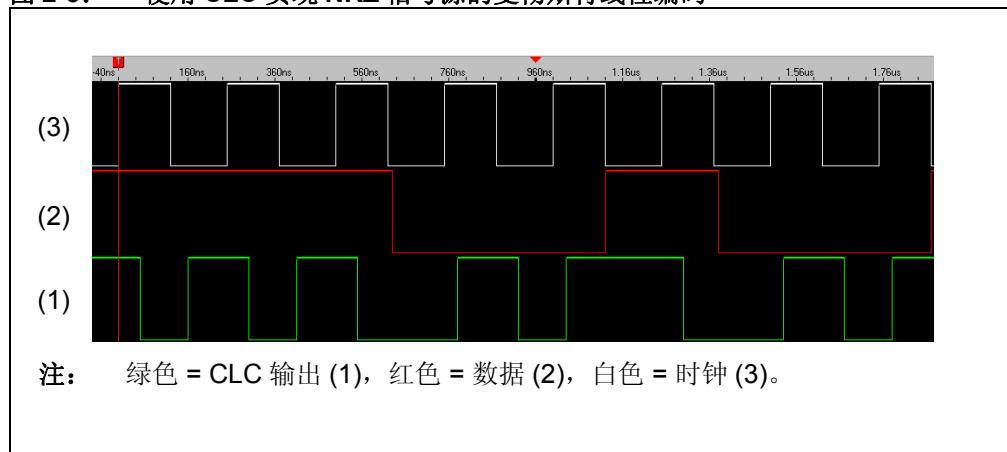
图 2-2：用于编码处理的 CLC 设计



设计完成后，在注释框中输入简短的说明，然后以 C 语言或汇编语言格式保存设计。有关汇编语言源代码，请参见附录 A “曼彻斯特编码程序（汇编）”。

图 2-3 所示为 CLC 输出信号的截图，假设器件的输入为 0xE4。

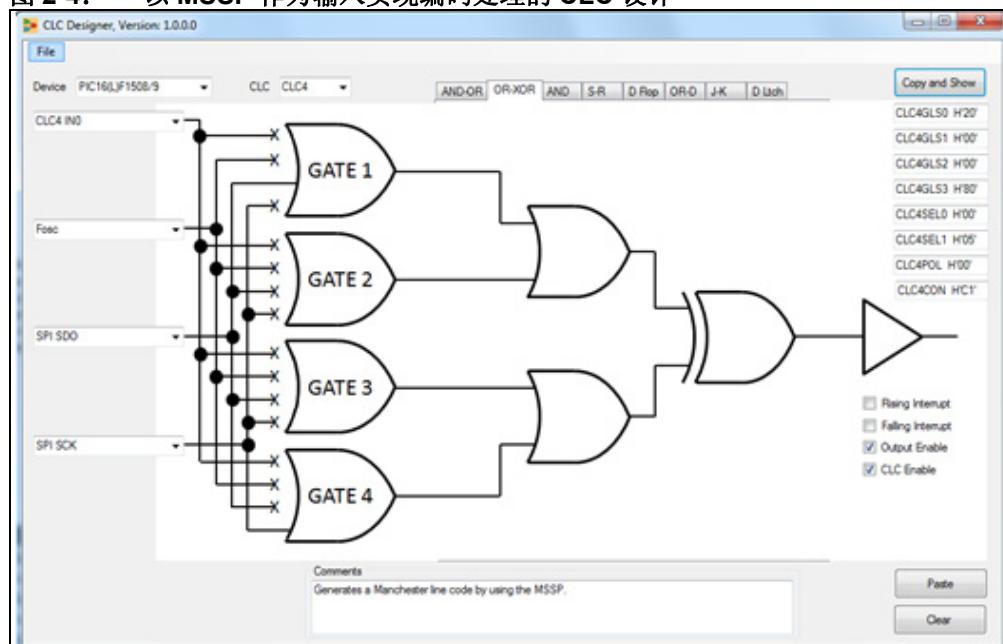
图 2-3：使用 CLC 实现 NRZ 信号源的曼彻斯特线性编码



## 2.5 扩展方案

若要从 PIC 器件直接生成曼彻斯特编码报文，用户可通过 MSSP 轻松实现。只需选择 PIC16F1508，并使用 SPI SCK 和 SPI SDO 替代外部器件数据 / 时钟输入。

图 2-4：以 MSSP 作为输入实现编码处理的 CLC 设计



注：有关该方案的汇编语言代码，请参见附录 A “曼彻斯特编码程序（汇编）”。

# **CLC 配置工具用户指南**

---

---

注：

## 附录 A 曼彻斯特编码程序（汇编）

### 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。

```
#include "p16f1507.inc"

    __CONFIG _CONFIG1, _FOSC_INTOSC & _WDTE_OFF & _PWRTE_OFF &
    _CLKOUTEN_OFF
        __CONFIG _CONFIG2, _LVP_OFF & _STVREN_ON ;Stack over/under flow
will cause a reset

    errorlevel -302 ;suppress bank selection not zero warning

    ORG 0x00

main
    call    main_init ;init CLC and configure PIC inputs/outputs
    goto    main_loop ;main waiting loop
main_loop
    goto    main_loop ;sit here forever

main_init
; File:clc.inc
; Generated by CLC Designer, Version:1.0.0.0
; Date:7/13/2011 12:44 PM
; Device:PIC16(L)F1507
```

# CLC 配置工具用户指南

```
BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'00'
movwf CLC1GLS3
movlw H'00'
movwf CLC1SEL0
movlw H'00'
movwf CLC1SEL1
movlw H'00'
movwf CLC1POL
movlw H'00'
movwf CLC1CON

BANKSEL CLC2GLS0
movlw H'02'
movwf CLC2GLS0
movlw H'00'
movwf CLC2GLS1
movlw H'00'
movwf CLC2GLS2
movlw H'80'
movwf CLC2GLS3
movlw H'00'
movwf CLC2SEL0
movlw H'50'
movwf CLC2SEL1
movlw H'00'
movwf CLC2POL
movlw H'C1'
movwf CLC2CON

;Uses CLC2out
banksel OSCCON
movlw b'01110010';8MHz clock - Does not matter for this demo
movwf OSCCON
banksel TRISC
movlw b'10011000'; RC3 & RC4 as input to CLC2IN :: RC0 as
output from CLC2
movwf TRISC
banksel ANSELC ;All digital outputs
movlw 0x00
movwf ANSELC

return ;return to main program
```

## 附录 B 可配置逻辑单元（CLC）设计工具

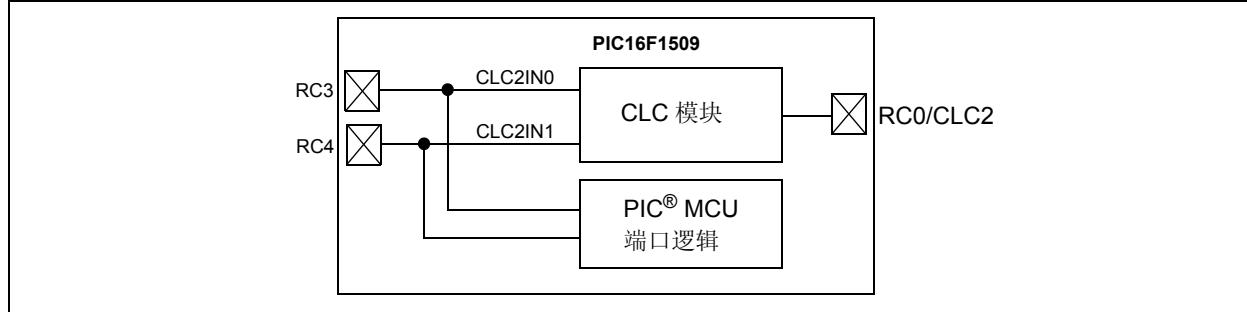
### B.1 简介

附录 B 包含 CLC 设计工具各个选项卡（AND-OR、OR-XOR、AND....）的参考示例。这些屏幕截图、输入 / 输出波形以及源代码是用户可用来自行开发定制逻辑实现的良好基础。附录 B 中的示例是采用 PIC16F1509 单片机的 CLC2 模块开发的。

### B.2 框图

为提供用于操作 CLC 模块的输入信号，我们利用 PIC MCU 的 RC3 和 RC4 分别驱动 IN0 和 IN1 信号。

图 B-1：端口信号馈入 CLC 模块的框图



- RC3 驱动 CLC2 IN0
- RC4 驱动 CLC2 IN1
- RC0/CLC2 为 CLC 模块的输出

## B.3 AND-OR

对两个输入信号进行“或”操作。通过单击逻辑门的左侧进行信号连接（注意图 B-2 中的红圈）。连接状态可在连接、反相和无连接之间切换。同时，注意 Gate 2 和 Gate 3 具有反相输出。这使得此两个门的输出为“1”，从而将允许输入信号通过后面的与门。

图 B-2: CLC2 的 AND-OR 配置

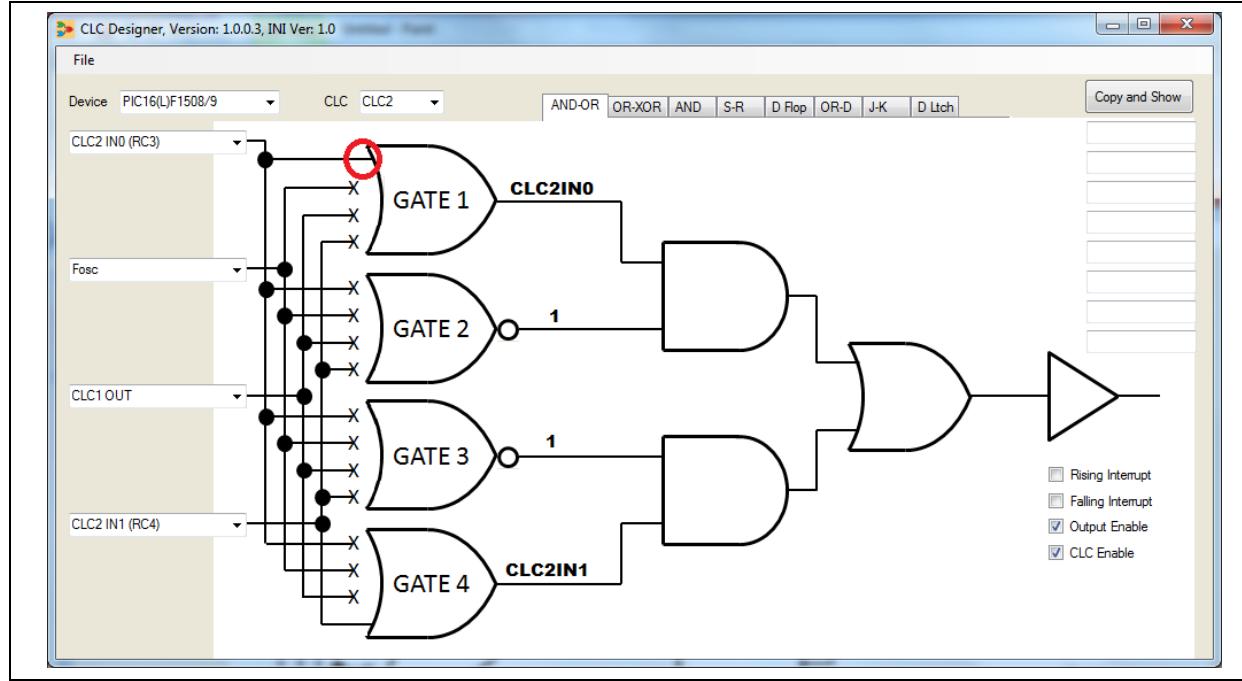
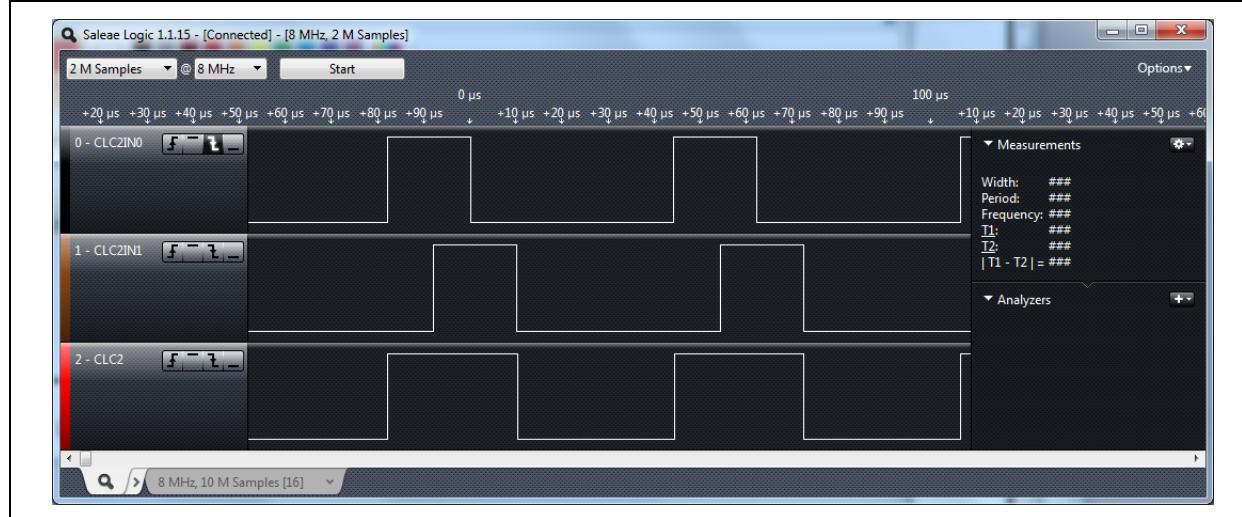


图 B-3: 逻辑“或”输入和输出波形示例



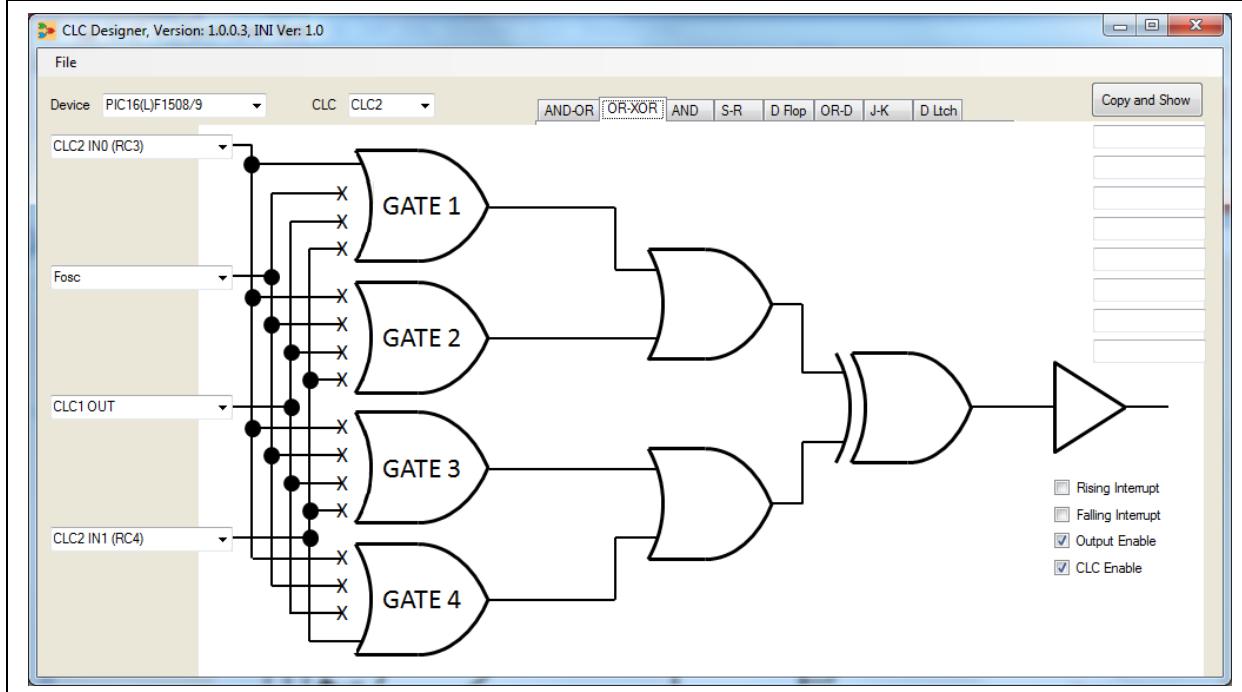
## B.4 OR-XOR

对输入信号进行异或操作。

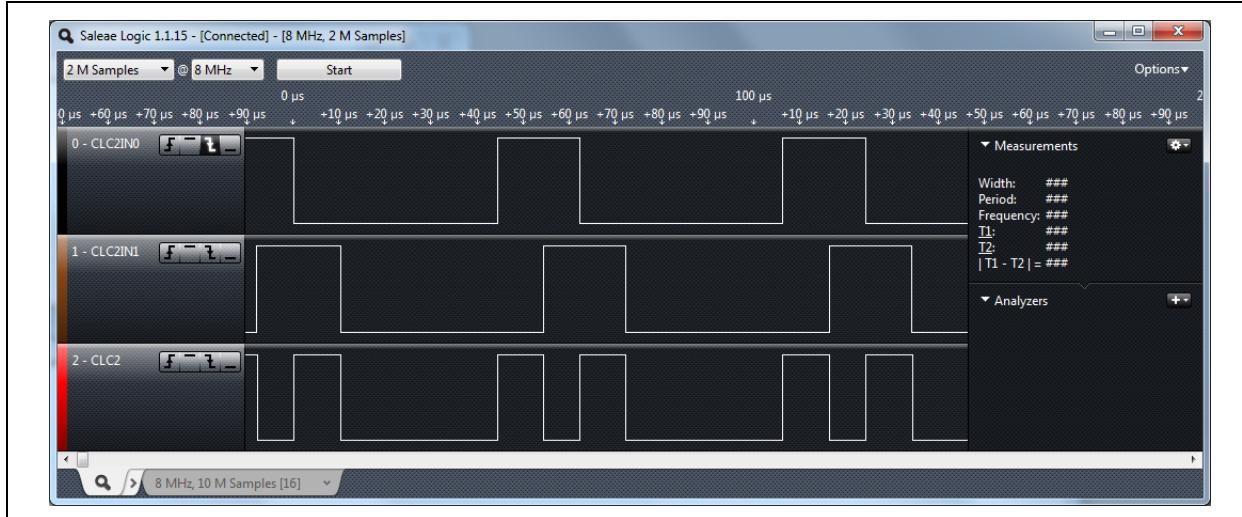
异或输出：

- 当一个输入为高电平而另一输入为低电平时，输出为高电平。
- 当两个输入均为高电平或均为低电平时，输出为低电平。

**图 B-4： CLC2 的 OR-XOR 配置**



**图 B-5： 逻辑“异或”输入和输出波形示例**



# CLC 配置工具用户指南

## B.5 AND

对输入信号进行与操作。

与输出：

- 当输入均为高电平时，输出为高电平。
- 当任意输入为低电平时，输出为低电平。

图 B-6： CLC2 的 AND 配置

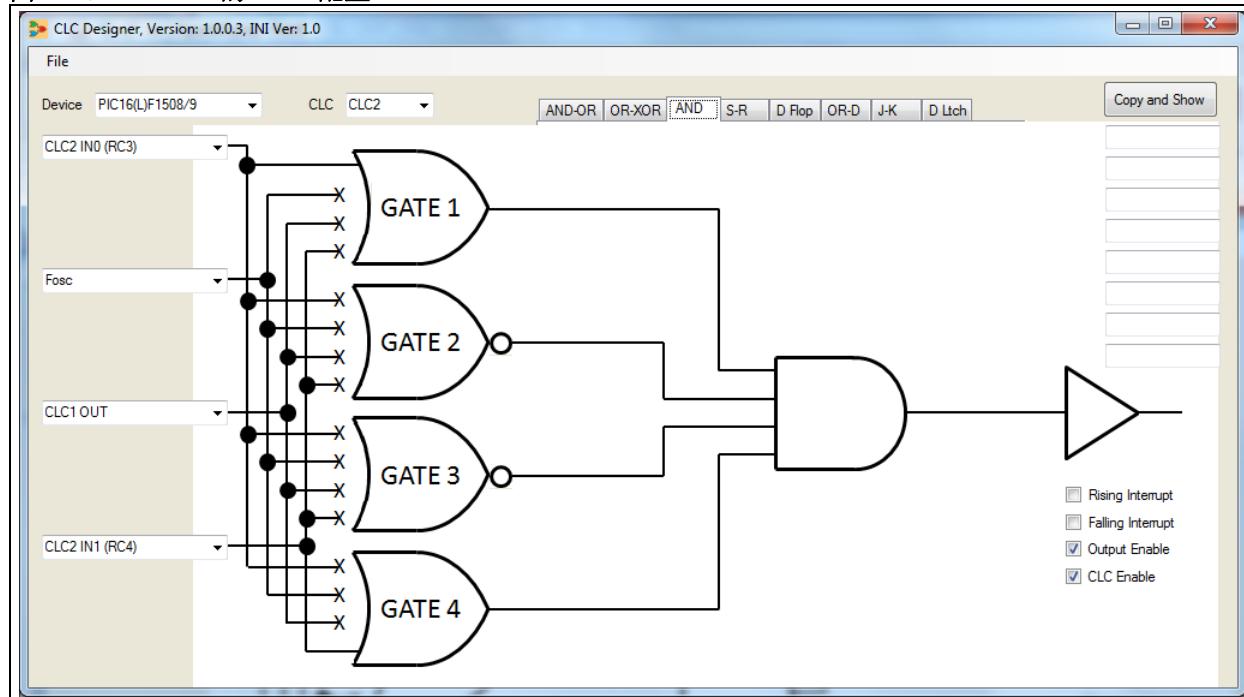
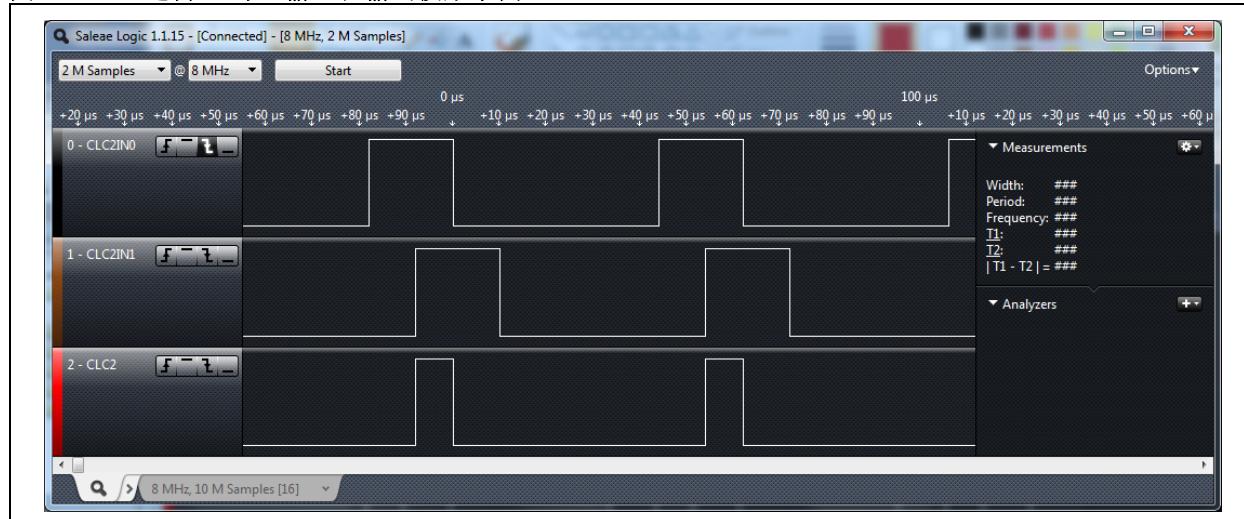


图 B-7： 逻辑“与”输入和输出波形示例



## B.6 S-R

S-R 锁存器输出：

- 当 S 输入为高电平时，输出为高电平，且在 S 输入变为低电平时仍保持高电平。
- 当 R 输入为高电平时，输出为低电平，且在 R 输入变为低电平时仍保持低电平。
- 当 S 和 R 输入均为高电平时，输出为低电平。

图 B-8: CLC2 的 S-R 配置

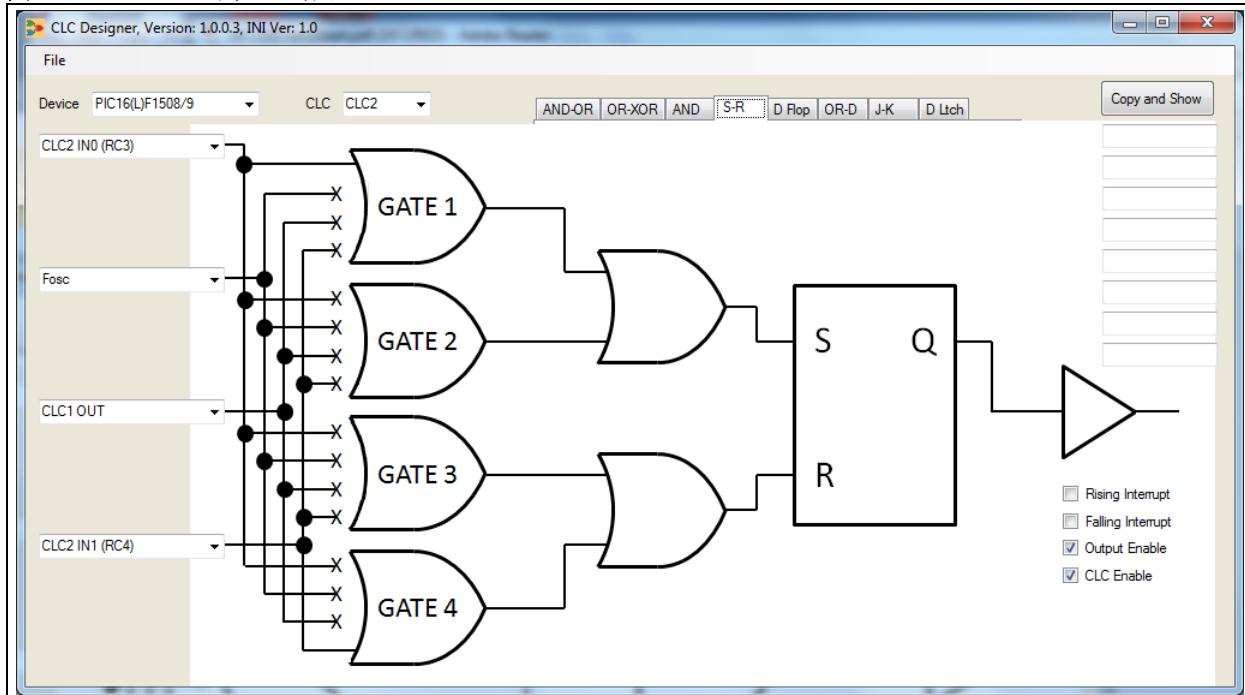
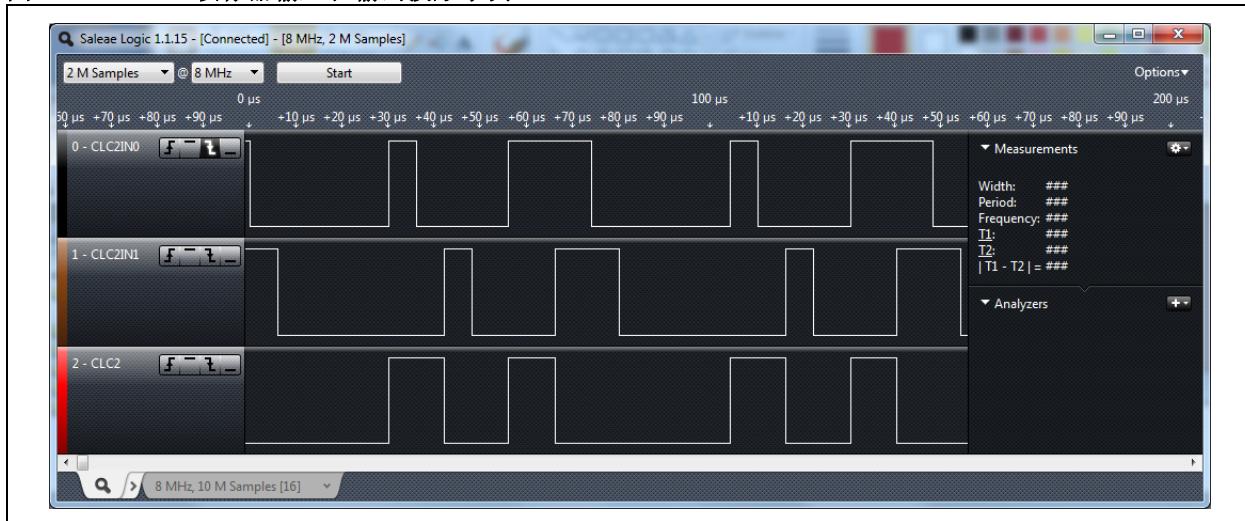


图 B-9: S-R 锁存器输入和输出波形示例



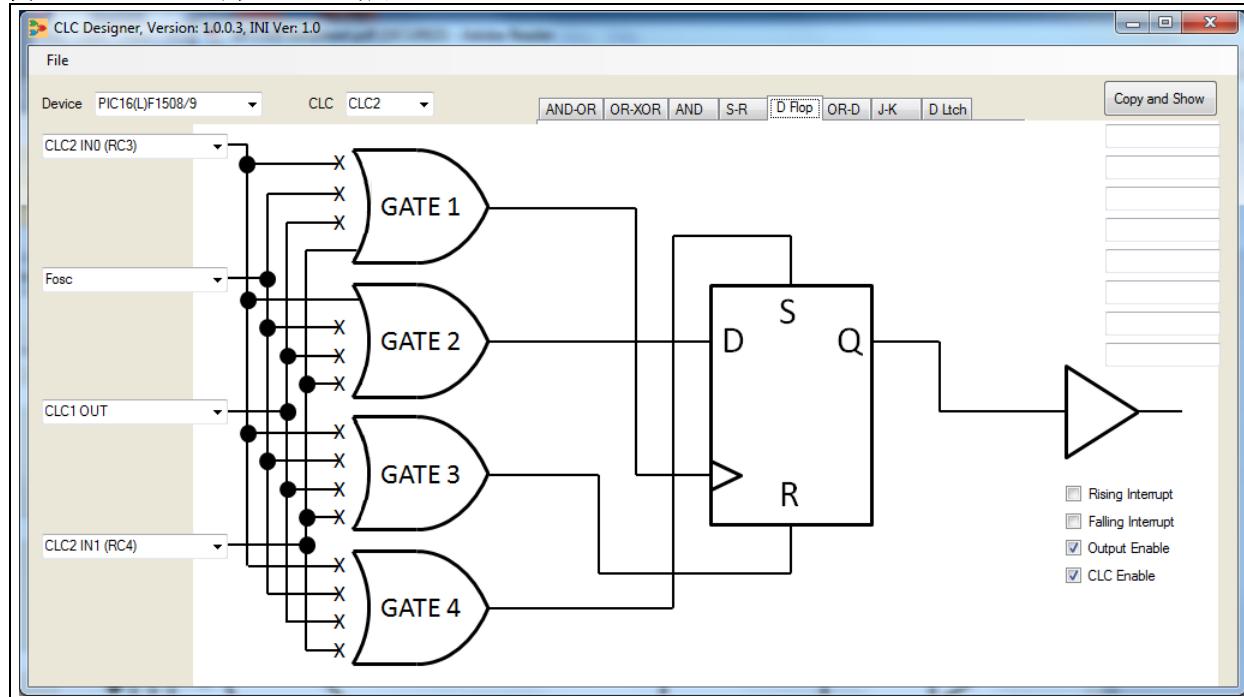
## B.7 D FLOP

本示例中， CLC2 IN0 用作 D 单稳态触发器的时钟信号， CLC2 IN1 用作数据信号。

D 单稳态触发器输出：

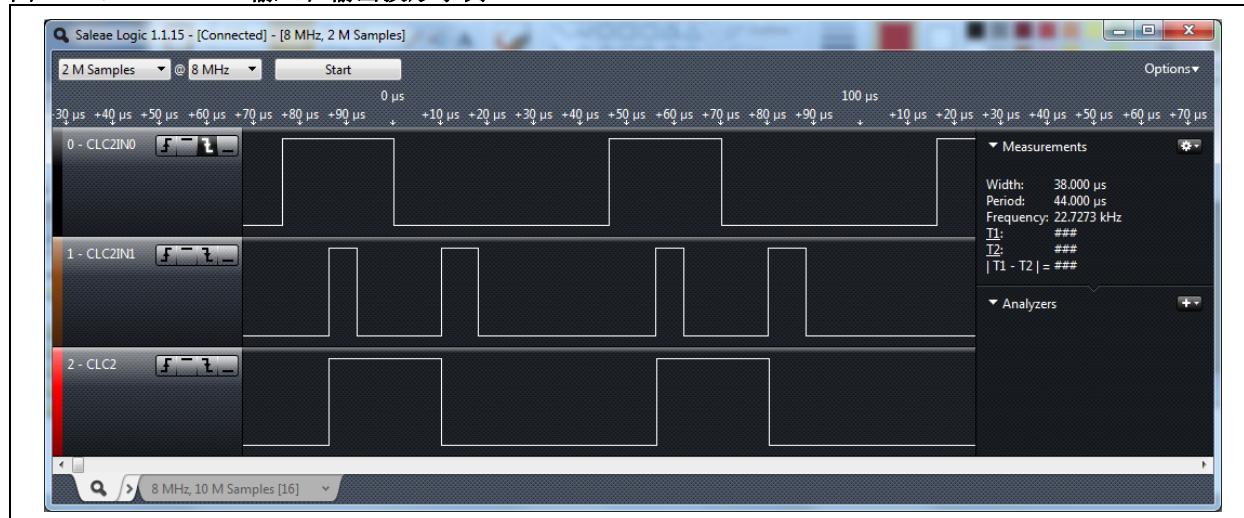
- 在时钟输入的上升沿转变为 D 端的电平。

图 B-10： CLC 的 D FLOP 配置



“Q” 输出在时钟信号的上升沿发生变化（图 B-11）。

图 B-11： D FLOP 输入和输出波形示例



## B.8 OR-D

OR-D 单稳态触发器输出：

- 当或门的任一输入为高电平时，在时钟输入的上升沿转变为高电平。
- 当或门的输入均为低电平时，在时钟输入的上升沿转变为低电平。

图 B-12： CLC2 的 OR-D 配置

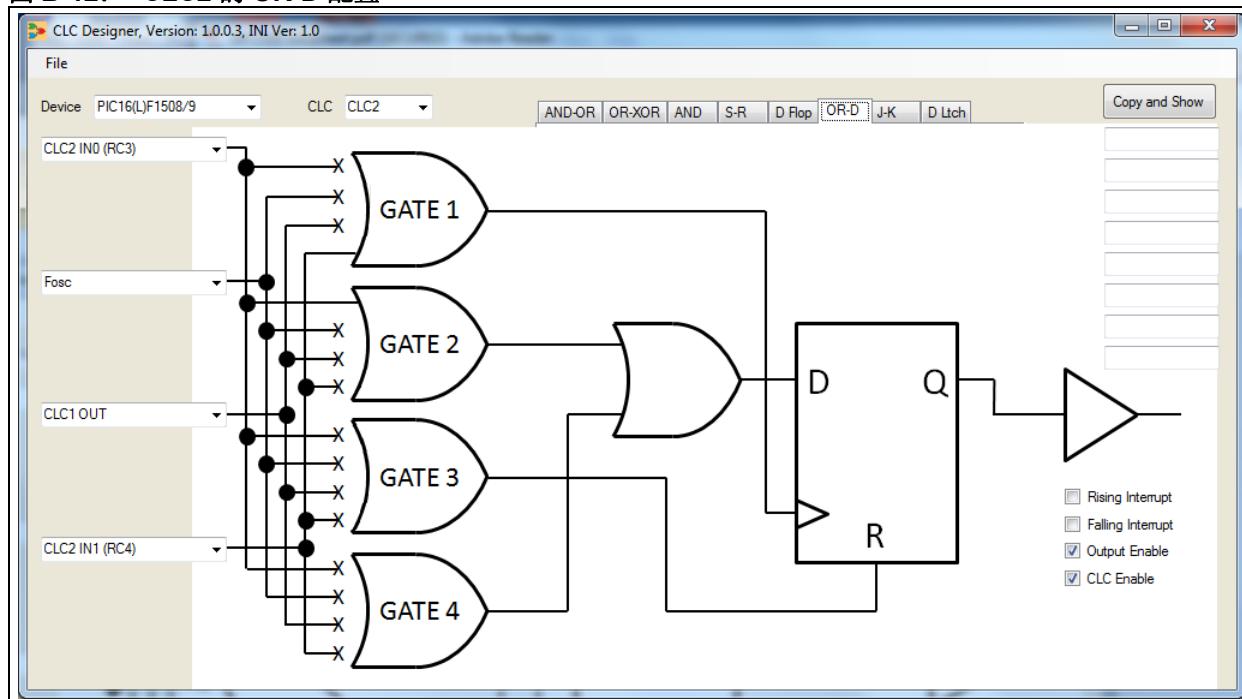
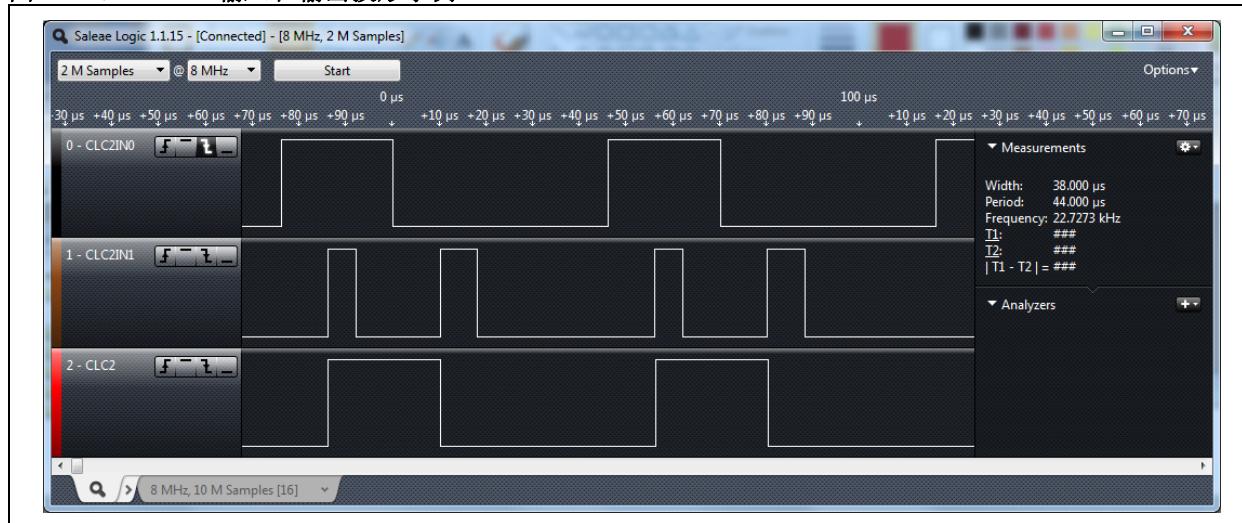


图 B-13： OR-D 输入和输出波形示例



## B.9 J-K

J-K 输出:

- 当 J 和 K 均为低电平时保持不变。
- 当 J 和 K 均为高电平时，在时钟信号的上升沿翻转。
- 当 J 为高电平，K 为低电平时，在时钟信号的上升沿转变为高电平。
- 当 J 为低电平，K 为高电平时，在时钟信号的上升沿转变为低电平。

图 B-14: CLC2 的 J-K 配置

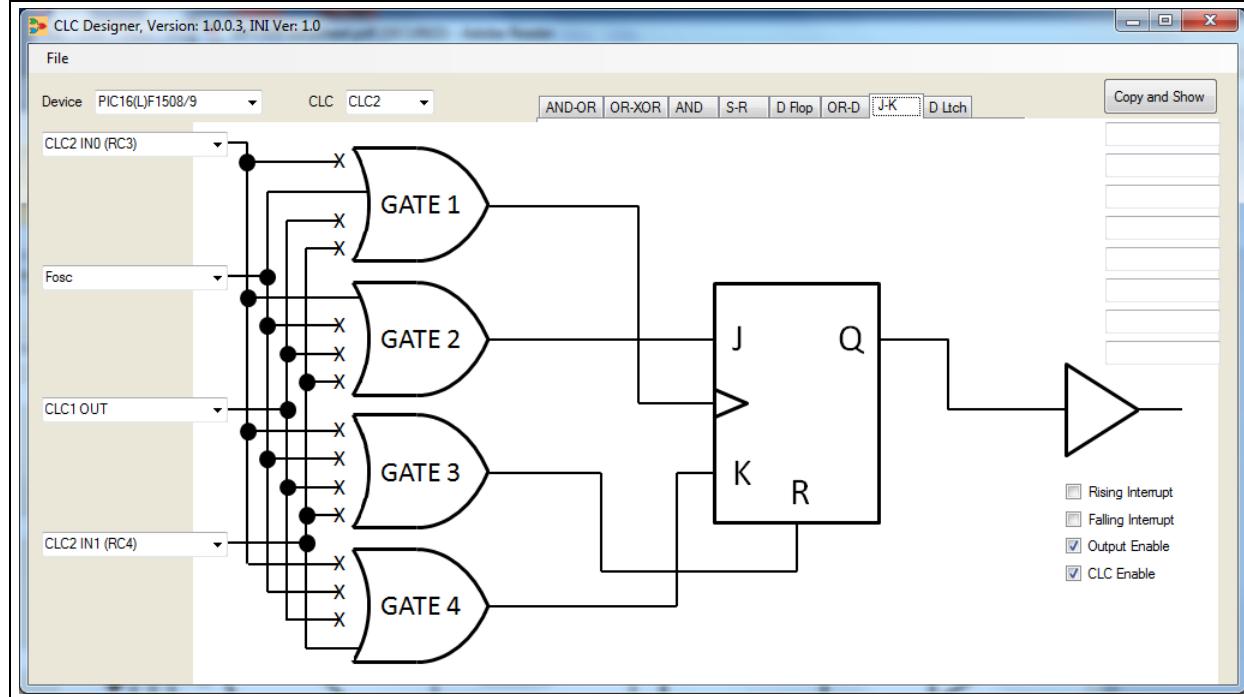
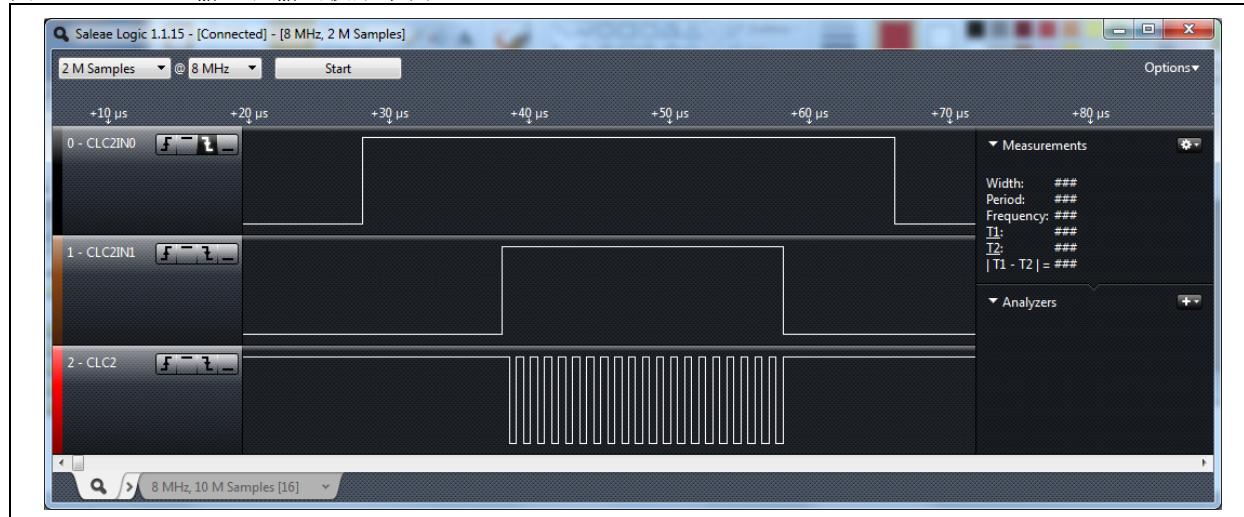


图 B-15: J-K 输入和输出波形示例



## B.10 D LTCH

D 锁存器输出:

- 当 LE 输入为高电平时, 该输出随 D 输入而变化。
- 当 LE 变为低电平时, 输出锁存 D 端电平。

图 B-16: CLC2 的 D LTCH 配置

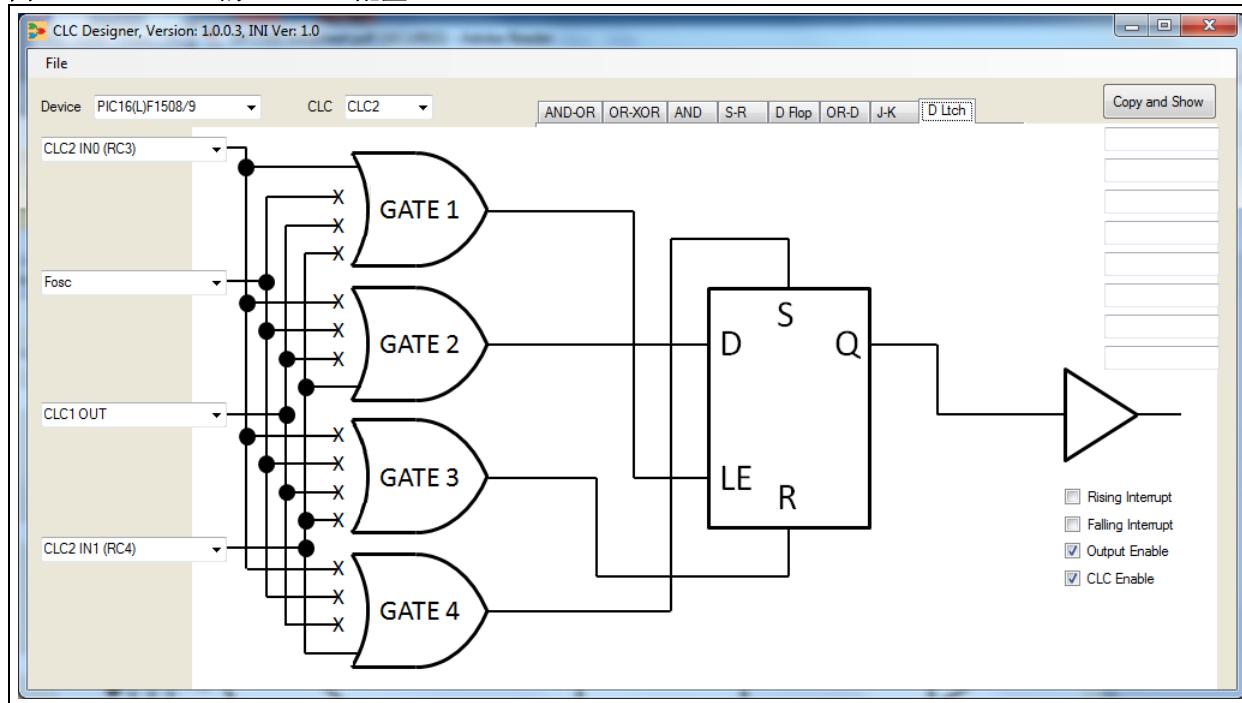
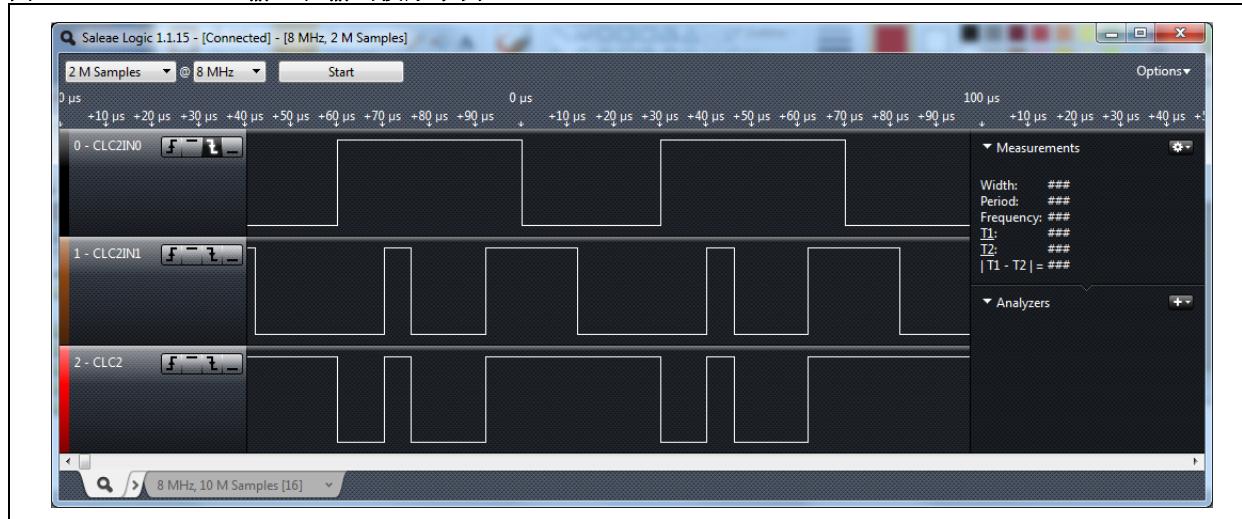


图 B-17: D LTCH 输入和输出波形示例



## B.11 “CLC-AND-OR.INC”

### 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。

```
; File: clc-and-or.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/7/2012 8:09 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'02'
movwf CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'80'
movwf CLC1GLS3
movlw H'00'
movwf CLC1SEL0
movlw H'50'
movwf CLC1SEL1
movlw H'00'
movwf CLC1POL
movlw H'C1'
movwf CLC1CON

BANKSEL CLC2GLS0
movlw H'02'
movwf CLC2GLS0
movlw H'00'
movwf CLC2GLS1
movlw H'00'
movwf CLC2GLS2
movlw H'80'
movwf CLC2GLS3
movlw H'00'
movwf CLC2SEL0
movlw H'50'
movwf CLC2SEL1
movlw H'06'
movwf CLC2POL
movlw H'C0'
movwf CLC2CON
```

## B.12 “CLC-OR-XOR.INC”

### 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。

```
; File: clc-or-xor.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/6/2012 8:46 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'02'
movwf CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'80'
movwf CLC1GLS3
movlw H'00'
movwf CLC1SEL0
movlw H'50'
movwf CLC1SEL1
movlw H'00'
movwf CLC1POL
movlw H'C1'
movwf CLC1CON

BANKSEL CLC2GLS0
movlw H'02'
movwf CLC2GLS0
movlw H'00'
movwf CLC2GLS1
movlw H'00'
movwf CLC2GLS2
movlw H'80'
movwf CLC2GLS3
movlw H'00'
movwf CLC2SEL0
movlw H'50'
movwf CLC2SEL1
movlw H'00'
movwf CLC2POL
movlw H'C1'
movwf CLC2CON
```

## B.13 “CLC-AND.INC”

### 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。

```
; File: clc-and.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/6/2012 08:49 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'02'
movwf CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'80'
movwf CLC1GLS3
movlw H'00'
movwf CLC1SEL0
movlw H'50'
movwf CLC1SEL1
movlw H'00'
movwf CLC1POL
movlw H'C1'
movwf CLC1CON

BANKSEL CLC2GLS0
movlw H'02'
movwf CLC2GLS0
movlw H'00'
movwf CLC2GLS1
movlw H'00'
movwf CLC2GLS2
movlw H'80'
movwf CLC2GLS3
movlw H'00'
movwf CLC2SEL0
movlw H'50'
movwf CLC2SEL1
movlw H'06'
movwf CLC2POL
movlw H'C2'
movwf CLC2CON
```

## B.14 “CLC-S.R.INC”

### 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。

```
; File: clc-s-r.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/6/2012 8:51 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

BANKSEL  CLC1GLS0
movlw   H'02'
movwf   CLC1GLS0
movlw   H'00'
movwf   CLC1GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC1GLS2
movlw   H'80'
movwf   CLC1GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC1SEL0
movlw   H'50'
movwf   CLC1SEL1
movlw   H'00'
movwf   CLC1POL
movlw   H'C1'
movwf   CLC1CON

BANKSEL  CLC2GLS0
movlw   H'02'
movwf   CLC2GLS0
movlw   H'00'
movwf   CLC2GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC2GLS2
movlw   H'80'
movwf   CLC2GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC2SEL0
movlw   H'50'
movwf   CLC2SEL1
movlw   H'00'
movwf   CLC2POL
movlw   H'C3'
movwf   CLC2CON
```

## B.15 “CLC-D-FLOP.INC”

### 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。

```
; File: clc-d-flop.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/6/2012 10:01 AM
; Device: PIC16(L)F1508/9

BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'02'
movwf CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'80'
movwf CLC1GLS3
movlw H'00'
movwf CLC1SEL0
movlw H'50'
movwf CLC1SEL1
movlw H'00'
movwf CLC1POL
movlw H'C1'
movwf CLC1CON

BANKSEL CLC2GLS0
movlw H'80'
movwf CLC2GLS0
movlw H'02'
movwf CLC2GLS1
movlw H'00'
movwf CLC2GLS2
movlw H'00'
movwf CLC2GLS3
movlw H'00'
movwf CLC2SEL0
movlw H'50'
movwf CLC2SEL1
movlw H'00'
movwf CLC2POL
movlw H'C4'
movwf CLC2CON
```

## B.16 “CLC-OR-D.INC”

### 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。

```
; File: clc-or-d.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/6/2012 10:15 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

BANKSEL  CLC1GLS0
movlw   H'02'
movwf   CLC1GLS0
movlw   H'00'
movwf   CLC1GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC1GLS2
movlw   H'80'
movwf   CLC1GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC1SEL0
movlw   H'50'
movwf   CLC1SEL1
movlw   H'00'
movwf   CLC1POL
movlw   H'C1'
movwf   CLC1CON

BANKSEL  CLC2GLS0
movlw   H'80'
movwf   CLC2GLS0
movlw   H'02'
movwf   CLC2GLS1
movlw   H'00'
movwf   CLC2GLS2
movlw   H'00'
movwf   CLC2GLS3
movlw   H'00'
movwf   CLC2SEL0
movlw   H'50'
movwf   CLC2SEL1
movlw   H'00'
movwf   CLC2POL
movlw   H'C5'
movwf   CLC2CON
```

## B.17 “CLC-J-K.INC”

### 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。

```
; File: clc-j-k.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 6/6/2012 11:16 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

        BANKSEL  CLC1GLS0
        movlw    H'02'
        movwf    CLC1GLS0
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1GLS1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1GLS2
        movlw    H'80'
        movwf    CLC1GLS3
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1SEL0
        movlw    H'50'
        movwf    CLC1SEL1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC1POL
        movlw    H'C1'
        movwf    CLC1CON

        BANKSEL  CLC2GLS0
        movlw    H'08'
        movwf    CLC2GLS0
        movlw    H'02'
        movwf    CLC2GLS1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC2GLS2
        movlw    H'80'
        movwf    CLC2GLS3
        movlw    H'00'
        movwf    CLC2SEL0
        movlw    H'50'
        movwf    CLC2SEL1
        movlw    H'00'
        movwf    CLC2POL
        movlw    H'C6'
        movwf    CLC2CON
```

## B.18 “CLC-D-LTCH.INC”

### 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。

```
; File: clc-d-ltch.inc
; Generated by CLC Designer, Version: 1.0.0.3
; Date: 8/1/2012 8:54 AM
; Device:PIC16(L)F1508/9

BANKSEL CLC1GLS0
movlw H'02'
movwf CLC1GLS0
movlw H'00'
movwf CLC1GLS1
movlw H'00'
movwf CLC1GLS2
movlw H'80'
movwf CLC1GLS3
movlw H'00'
movwf CLC1SEL0
movlw H'50'
movwf CLC1SEL1
movlw H'00'
movwf CLC1POL
movlw H'C1'
movwf CLC1CON

BANKSEL CLC2GLS0
movlw H'02'
movwf CLC2GLS0
movlw H'80'
movwf CLC2GLS1
movlw H'00'
movwf CLC2GLS2
movlw H'00'
movwf CLC2GLS3
movlw H'00'
movwf CLC2SEL0
movlw H'50'
movwf CLC2SEL1
movlw H'00'
movwf CLC2POL
movlw H'C7'
movwf CLC2CON
```

# **CLC 配置工具用户指南**

---

---

注:



**MICROCHIP**

## 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](http://www.microchip.com/support)

网址: [www.microchip.com](http://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