



# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

## 概述

MAX16046评估板(EV kit)提供了一个经过验证的印刷电路板(PCB)布局,可方便评估基于EEPROM、具有非易失故障存储的排序器/监控器/裕量调节器MAX16046。该评估板是完全安装并经过测试的表贴电路板。

评估板上安装了USB至JTAG接口和I<sup>2</sup>C接口,便于主机PC与MAX16046之间的通信。板上安装的两个LDO稳压器和两路跟踪FET可方便评估MAX16046的排序、监控及裕量调节功能。此外还提供外部连接,便于连接至外部应用电路。

评估板数据资料是在用户基本了解MAX16046使用的基础上提供的,如需了解详细信息,请参考MAX16046/MAX16048的数据资料。

## 特性

- ◆ 通过USB口与主机PC连接
- ◆ 简便易用的GUI软件
- ◆ 板载LDO稳压器和跟踪FET
- ◆ 具有便于评估的测试点和测试插头

## 订购信息

PART	TYPE
MAX16046EVKIT+	EV Kit

+表示无铅(Pb)并符合RoHS标准。

## 组件列表

QTY	DESCRIPTION
1	Circuit board assembly: MAX16046EVKIT+
1	USB high-speed A-to-B cable, 5ft (1.5m)

## 元件列表

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1, C2	2	10 $\mu$ F $\pm$ 10%, 16V tantalum capacitors AVX TAJA106K016R KEMET T494A106K010AS
C3	1	4.7 $\mu$ F $\pm$ 20%, 16V X5R ceramic capacitor (1206) TDK C3216X5R1C475M Taiyo Yuden EMK316BJ475ML
C4, C6, C8, C10, C100, C108	6	1.0 $\mu$ F $\pm$ 10%, 10V X5R ceramic capacitors (0805) TDK C2012X5R1A105K KEMET C0805C105K4PAC
C5, C9, C110	3	4.7 $\mu$ F $\pm$ 20%, 6.3V X5R ceramic capacitors (0805) TDK C2012X5R0J475M Taiyo Yuden JMK212BJ475MG
C7	1	10 $\mu$ F $\pm$ 20%, 16V X5R ceramic capacitor (1206) TDK C3216X5R1C106M Taiyo Yuden EMK316BJ106KL
C101, C102, C103	3	0.1 $\mu$ F $\pm$ 10%, 25V X7R ceramic capacitors (0603) TDK C1608X7R1E104K Taiyo Yuden TMK107BJ104KA
C104–C107	4	18pF $\pm$ 5%, 50V C0G ceramic capacitors (0603) TDK C1608C0G1H180J Taiyo Yuden UMK107CG180JZ

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C111	1	0.01 $\mu$ F $\pm$ 10%, 50V X7R ceramic capacitor (0603) TDK C1608X7R1H103K Taiyo Yuden UMK107B103KZ
C112, C113	2	2.2 $\mu$ F $\pm$ 20%, 10V X5R ceramic capacitors (0805) TDK C2012X5R1A225M Taiyo Yuden LMK212BJ225MG
C114	1	33pF $\pm$ 50V, C0G ceramic capacitor (0603) TDK C1608C0G1H330J Taiyo Yuden UMK107CG330JZ
EXT PWR	1	Test point, red
F100	1	500mA fast-acting fuse (2405)
GND	3	Test points, black
J1	1	8-pin header
J2, J3, J4, J7, J8	5	3-pin headers
J5, J6	2	2-pin headers
J100	1	2 x 3-pin header
LED1–LED7, LED100–LED103	11	Green LEDs (1206)
P1	1	5-pin header
P2	1	2 x 5-pin header
P3, P4, P9, P10	4	3-pin headers
P5, P7	2	9-pin headers



## MAX16046评估板

## 元件列表(续)

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
P6	1	10-pin header
P8	1	11-pin header
P100	1	USB_B right-angle connector
P101, P102	0	Not installed
Q1, Q2	2	n-channel MOSFETs Fairchild FDC5612
R1, R3	2	84.5k $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R2	1	133k $\Omega$ $\pm$ 1% resistor (0805)
R4, R5, R19, R28	4	475 $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R6, R8, R9	3	78.7k $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R7	1	66.5k $\Omega$ $\pm$ 1% resistor (0805)
R10, R12, R13, R14	0	Not installed, resistors (0805)
R11	1	16.9k $\Omega$ $\pm$ 1% resistor (0805)
R15, R17, R21, R24, R27, R29, R30, R100–R103	11	221 $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R16, R18, R20, R22, R23, R25, R26, R104	8	10k $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R105, R106	2	33.2 $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R108, R109, R110	3	4.75k $\Omega$ $\pm$ 1% resistors (0805)
R112	0	Not installed, resistor (0805)

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
S1–S4	4	8-row DIP switches
S5	1	SPDT slide switch
S6, S7	2	SPST pushbutton switches
U1, U2	2	Low-dropout linear regulators (8 SO) Maxim MAX1658ESA+
U3	1	EEPROM-programmable system manager (56 TQFN-EP*) Maxim MAX16046ETN+
U100	1	Dual, low-noise, low-dropout linear regulator (6 SOT23) Maxim MAX8882EUTAQ+
U101	1	USB peripheral controller (32 LQFP) Maxim MAX3420EECJ+
U102	1	Microcontroller (68 QFN-EP*) Maxim MAXQ2000-RAX+
Y100	1	12MHz crystal (HCM49) Citizen HCM49-12.000MABJ-UT
Y101	0	Not installed, 32kHz crystal
Y102	1	20MHz crystal (HCM49) Citizen HCM49-20.000MABJ-UT
—	9	Shunts
—	1	PCB: MAX16046 Evaluation Kit+

\*EP = 裸焊盘。

## 元件供应商

SUPPLIER	PHONE	WEBSITE
Diodes, Inc.	805-446-4800	www.diodes.com
Fairchild Semiconductor	888-522-5372	www.fairchildsemi.com
KEMET Corp.	864-963-6300	www.kemet.com
Taiyo Yuden	800-348-2496	www.t-yuden.com
TDK Corp	847-390-4373	www.component.tdk.com

注: 与这些元件供应商联系时, 请说明您使用的是MAX16046。

## 快速入门

## 所需设备

开始使用MAX16046评估板之前, 请准备以下设备:

- Maxim MAX16046评估板
- 带空闲USB口的PC

注: 在以下章节中, 与软件相关的条目用粗体字表示。  
**粗体字**表示直接来自评估软件的指令。用**粗体加下划线**  
表示来自Windows®操作系统的指令。

Windows是Microsoft Corp.的注册商标。

# MAX16046评估板

## 步骤

- 1) 确认跳线J1置为LOW，确认跳线J2、J3和J4置于1-2位置，J5和J6关闭，J7和J8处于2-3位置，J100处于3.3V位置。开关排S1、S2和S3的所有开关处于ON位置。
- 2) 利用随评估板提供的USB电缆将MAX16046评估板连接到PC机。LED100应该点亮，表示评估板已上电。
- 3) 安装MAX16046评估软件。
- 4) 启动MAX16046.exe。
- 5) 在Connect对话框中选择I2C，并确认Address为0xA0，点击OK按钮。
- 6) 从File菜单中，选择Open Configuration。

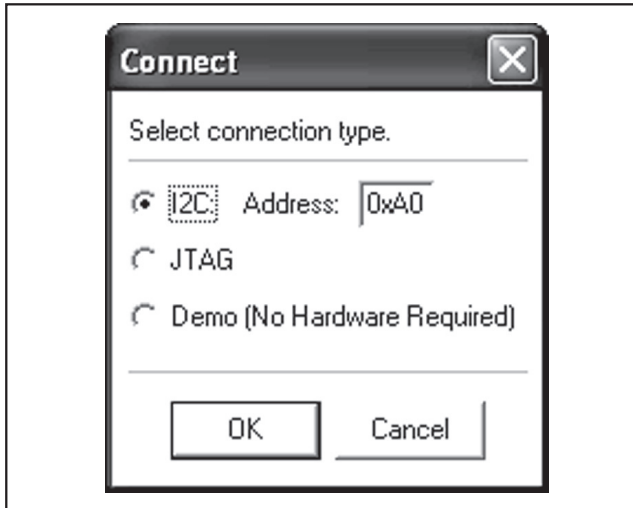


图1. Connect对话框

- 7) 选择MAX16046 EV Kit Demo.xml文件，然后点击OK按钮。这一操作将加载Setup标签页，提供与MAX16046评估板电源相一致的配置以及MAX16046寄存器内容。
- 8) 点击Data Logging标签页，将使能开关S5置于ON位置，并记录监测到的电压。

## 软件详细说明

MAX16046评估软件有两个作用，其中之一是便于对评估板硬件上的MAX16046进行评估；另一个作用是方便配置应用电路中的MAX16046-MAX16049。

## 连接MAX16046评估板

确认评估板通过USB电缆连接到了PC。启动软件，在Connect对话框中选择I2C或JTAG，然后点击OK按钮。如果在没有连接评估板的前提下使用评估软件，请选择Demo。

可指定I<sup>2</sup>C的从地址。默认地址为0xA0，亦可使用其它值（取决于跳线J1的设置，请参阅表5）。

## Setup标签页

如图2所示，Setup标签页包含了关于MAX16046的连接电源和监测信息。列表中的每一项代表MAX16046控制和监测的一路电源。列表项可能包含子条目，代表需要监测的附加电源输出。例如，一个双路输出的DC-DC转换器可有一个子条目，用来监测另一路DC-DC输出。Setup标签页的内容应该与应用电路的原理图一致。对于评估板来说，Setup标签页的内容应该与随评估板提供的电源相一致，图2所示为针对4路评估板电源的配置。

表1介绍了Setup标签页中每一栏的含义。

Setup   Sequence/Tracking   Data Logging   Fault   Advanced   Registers														
Early Warning:														
Early Warning:		<input checked="" type="checkbox"/> Undervoltage	<input type="checkbox"/> Overvoltage											
<span>Add Item</span> <span>Add SubItem</span> <span>Delete Item</span> <span>Clear Tree</span> <span>Write To Registers</span>														
Name	EN_OUT	Output Type	MON	MOH Range	POV (V)	PUV (V)	EW (V)	POV Fault	PUV Fault	EW Fault	DACOUT	Marg Up (V)	Marg Dn (V)	Nom. Volt
- Closed Loop FET #1	EN_OUT1	Closed loop tracking	MON1	5.6 V	3.960	2.970	3.168				N/A	0.000	0.000	3.300
- LDO #1	EN_OUT2	Push-pull - Active High	MON2	5.6 V	3.906	3.092	3.157	✓			DACOUT2	3.582	2.930	3.255
- LDO #2	EN_OUT3	Push-pull - Active High	MON3	5.6 V	3.011	2.384	2.434				DACOUT3	2.759	2.257	2.509
- Closed Loop FET #2	EN_OUT4	Closed loop tracking	MON4	5.6 V	3.960	2.970	3.168				N/A	0.000	0.000	3.300

图2. Setup标签页

# MAX16046 评估板

表 1. Setup 标签页各栏说明

栏名称	说明
Name	电源名称。提供该字段主要为了方便评估，数据并不保存在MAX16046寄存器，但会保存到配置文件中。
EN_OUT	被选中电源的EN_OUT使能输出引脚，选择在原理图上连接电源EN输入的EN_OUT。
Output Type	所选EN_OUT的输出配置。对于逻辑电平输出，可选择推挽式/漏极开路和高电平有效/低电平有效，还可选择电荷泵和闭环跟踪。闭环跟踪用于外部n沟道MOSFET，需要另外一个GPIO配置成INS_检测，更多信息请参考板载跟踪MOSFET部分。
MON	监测电源的输入。选择原理图上连接到电源输出的MON输入。如果电源要求一路以上的监测输入(如多路输出电源)，则可通过点击Add Subitem按钮增加一个子项。
MON Range	所选监测输入的电压范围。所选电压范围应该涵盖被监测电压的范围。
POV	主电源过压、主电源欠压监测门限。应选择适合该电源的监测门限。如果在Nom. Volt字段规定一个电压，点击POV或PUV栏标题，将显示门限高于或低于电源标称输出电压的百分比。
PUV	
EW	
POV Fault	故障使能选项框。若其中某个字段标有对号，则允许对应的故障状态触发EEPROM故障日志，并关闭所有EN_OUT。
PUV Fault	
EW Fault	
DACOUT	电源裕量调节DAC输出。如果需要调节电源裕量，应该选择在原理图上通过一个电阻连接到电源调节端或反馈端的DACOUT输出。如果电源需要一路以上的DAC输出(例如多路输出电源)，则可以通过点击Add Subitem按钮增加一个子项。
	点击相应行的图标即可显示Margining Calculator对话框，通过该对话框可输入更多的裕量调节DAC参数，包括反馈电阻值、基准电压以及其它参数。
Marg Up	进行裕量增、减调节时的电源输出电压。在每个字段输入一个数值，规定每个裕量限值的期望值。点击栏标题即可以电源标称电压(在Nom. Volt栏中规定)的百分比显示裕量增、裕量减值。最初用裕量计算器产生这些数值，然后可直接对其进行编辑。
Marg Dn	
Nom. Volt	电源标称输出电压。如果该电源的DACOUT指定为N/A，则必须手动输入该值；如果已经规定了DACOUT，即可利用Margining Calculator对话框修改数值。该数值通过裕量计算以及百分比计算获得电压监测门限；该值并不储存在MAX16046的寄存器中，而是保存在配置文件中。

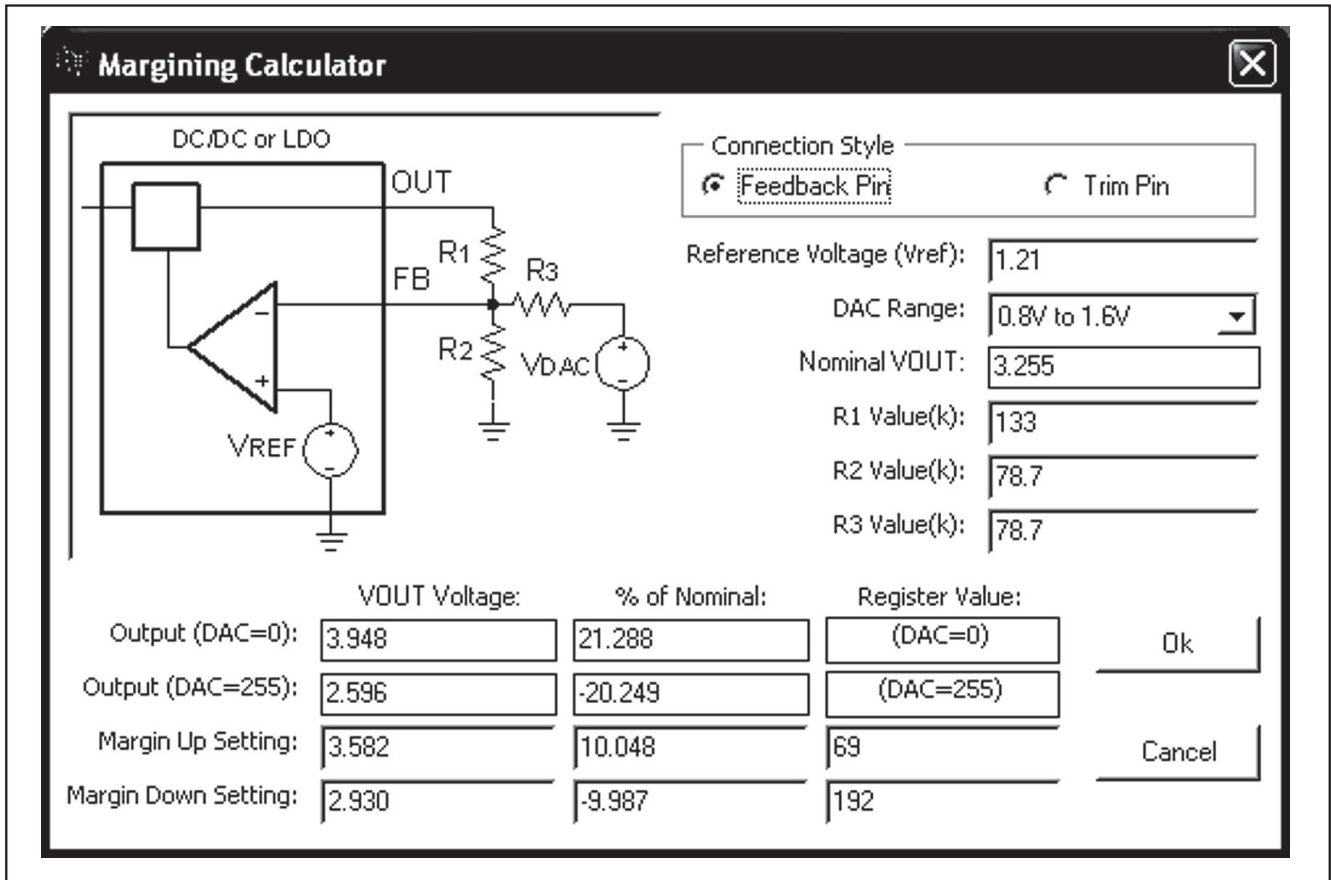


图3. 裕量计算器

需要向列表添加电源，请点击**Add Item**。若需给某个电源另外添加一路监测输入或裕量调节DAC输出，例如多路输出电源的情况下，请选择与电源对应的行，然后点击**Add Subitem**。若要删除某个电源或其监测输入/裕量调节DAC输出，请选择要删除的行，然后点击**Delete Item**。若需删除所有电源，请点击**Clear Tree**。

预警门限(EW)可配置为过压门限或欠压门限，相应点击**Undervoltage**或**Overvoltage**。

只有点击了**Write To Registers**按钮后，**Setup**标签页的内容才会发送到MAX16046寄存器。修改后，请点击**Write To Registers**按钮更新器件寄存器。

### 裕量计算器

为方便计算用于裕量调节DAC的电阻值，评估软件提供了一个裕量调节计算器。在**Setup**标签页中，点击相应DACOUT通道的图标，即可调用裕量调节计算器。

图3所示为**Margining Calculator**对话框，为MAX16046数据资料应用信息部分所列的裕量计算提供了一个便利界面。

在使用裕量调节计算器时，请通过**Connection Style**选项按钮选择相应公式。左侧图标将更新，以反映具体的接线方法。在**Reference Voltage (Vref)**中输入电源使用的基准电压，然后选择**DAC Range**，基准电压大约处于整个范围的中间位置。采用反馈方式时，**Nominal VOUT**根据R1和R2自动计算得到；采用调整端方式时，请输入标

## MAX16046评估板

称输出电压。Nominal VOUT与Setup标签页的数值完全一致，并且在选择了调整端方式时，从这两个地方均可修改。请输入三个电阻值：R1 Value(k)、R2 Value(k)和R3 Value(k)。

输入这些数值后，VOUT Voltage、% of Nominal和Register Value栏中的值将自动更新。Output (DAC=0)和Output (DAC=255)行表示输出电压的最大和最小限制，两者均可表示为电压和标称输出电压的百分比。

最后两行字段可手动修改，并将自动计算相同行的其它字段。例如，如果在Margin Up Setting行的% of Nominal字段输入一个百分比，将重新计算该行的VOUT Voltage

和Register Value字段。Register Value栏中的十进制值是加载到MAX16046寄存器的实际8位DAC码。% of Nominal和VOUT Voltage字段数值与Setup标签页相应字段的显示数值完全相同，并且在这两个地方均可修改。

点击Ok保存对Setup标签页的修改；点击Cancel将丢弃所有修改。只有点击了Write To Registers (Setup标签页)按钮后，所做修改才会储存到MAX16046寄存器。

表2所示为MAX16046评估板LDO1和LDO2的裕量调节设置。

表2. 裕量调节设置

SETTING	CONNECTION STYLE	REFERENCE VOLTAGE	DAC RANGE (V)	R1 VALUE(k)	R2 VALUE(k)	R3 VALUE(k)
LDO1 (DACOUT2)	Feedback Pin	1.21	0.8 to 1.6	133	78.7	78.7
LDO2 (DACOUT3)	Feedback Pin	1.21	0.8 to 1.6	84.5	78.7	66.5

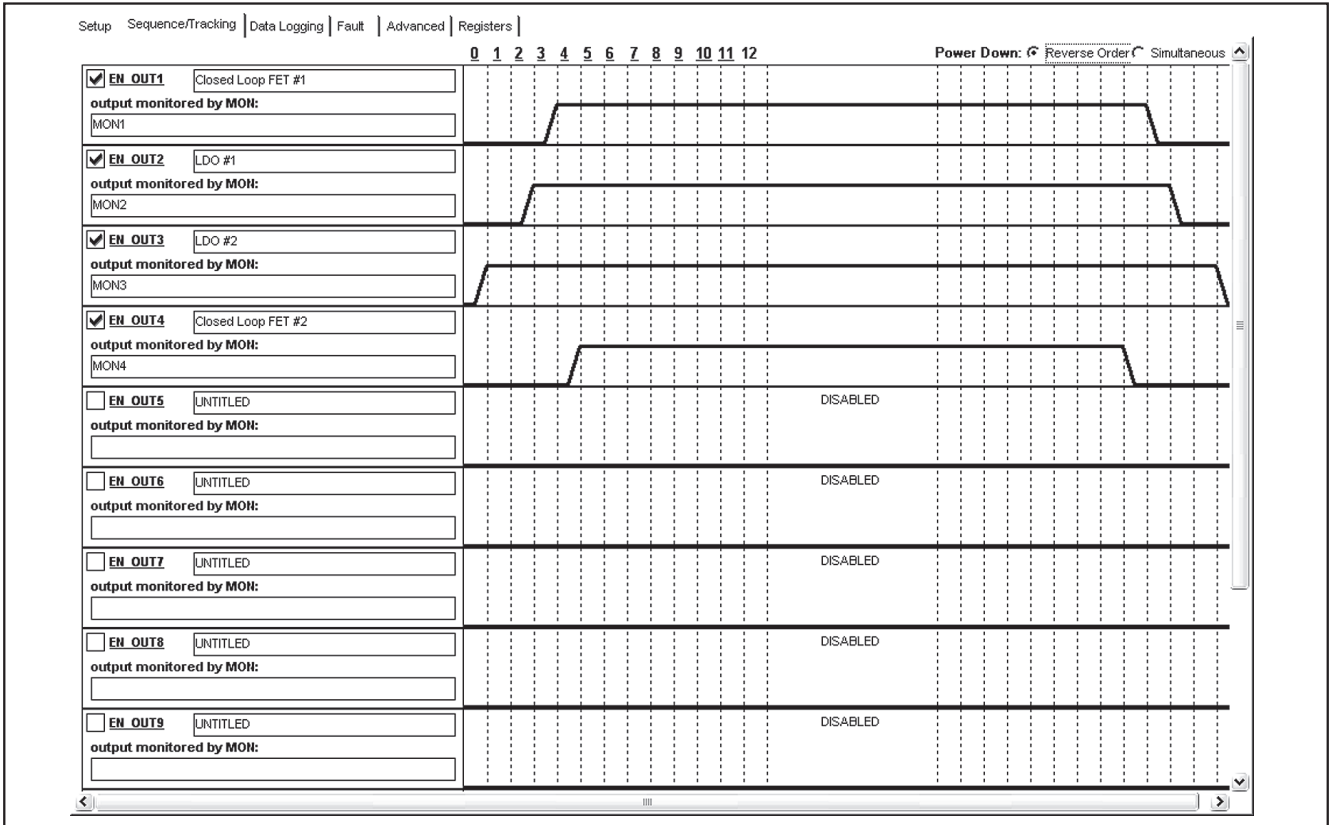


图4. Sequence/Tracking 标签页

### Sequence/Tracking 标签页

若需设置电源排序，请按照图4所示的Sequence/Tracking 标签页进行设置。该标签页的项目变化将立即写入器件的寄存器。

在对各路进行正确排序之前，必须通过相应EN\_OUT\_左侧的选项框使能。与电源相对应的名称(在Setup 标签页中)位于文本框右侧。为方便起见，该电源所有被监测输入的名称均位于选项框下方，在output monitored by MON 中列出。点击EN\_OUT\_标签即可查看输出类型，但只能从Setup 标签页进行修改。

在右侧，红色时序波形即为电源控制顺序。每一栏代表一个时隙，每栏标题表示时隙编号，并可点击修改每个时隙的延迟。点击并拖曳波形的上升沿即可改变顺序。MAX16046 评估软件自动计算MON\_ 和EN\_OUT\_ 时隙分配，并在发生任何变化后立即将其加载到MAX16046 的寄存器。

若要修改所有通道的断电顺序，请点击右上方的Power Down 选项按钮。红色时序波形将更新，以反映新的配置。

# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

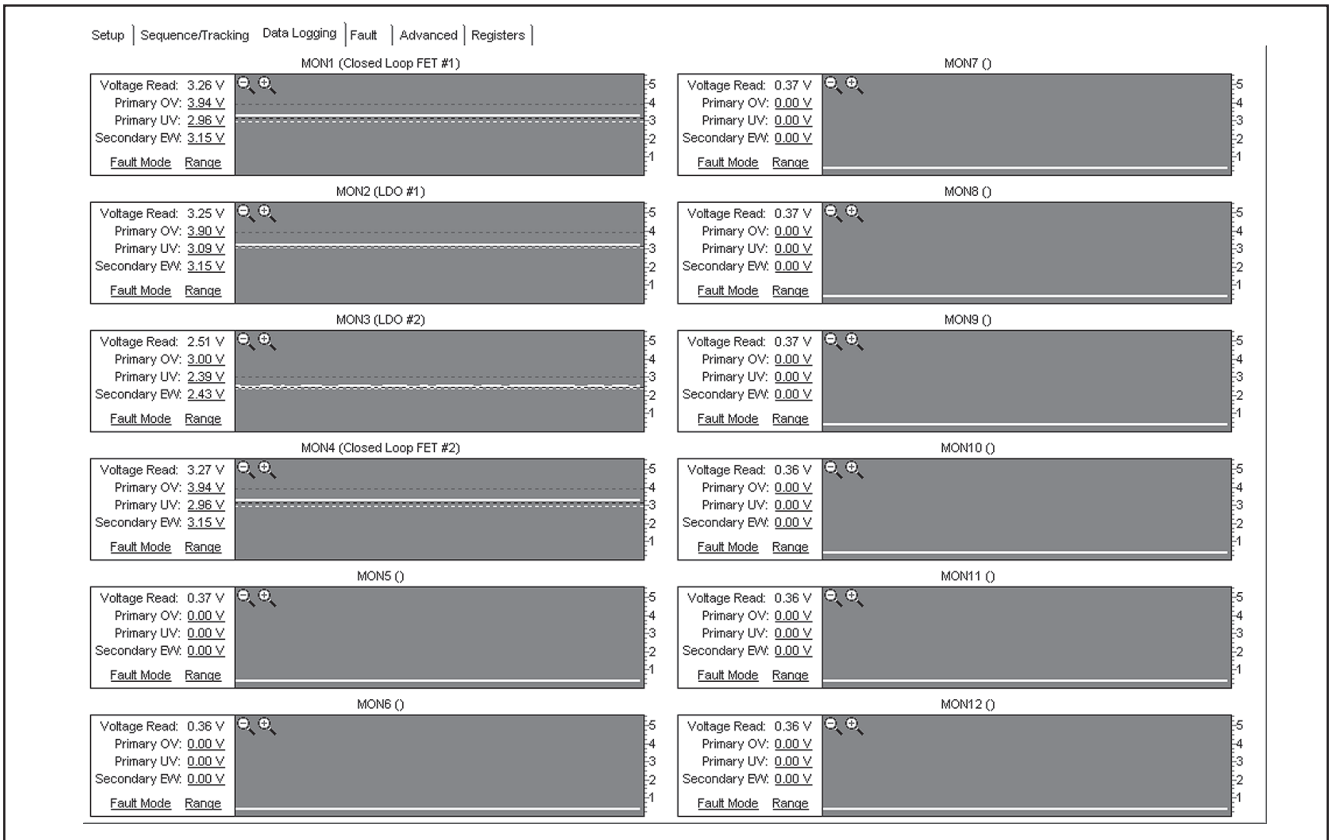


图5. Data Logging 标签页

## Data Logging 标签页

Data Logging 标签页(图5)以图表记录仪的形式监测每一 MON\_ 输入的电压。每幅图标显示被监测 MON\_ 输入、对应电源的名称、主电源过压(OV)和欠压(UV)门限,以及可配置的预警(EW)门限。虚线表示电压门限,绿色实线为被监测电压。该标签页上项目的修改将立即写入器件的寄存器。

若要修改某个通道的主OV、UV或EW门限,请点击相应参数旁边带下划线的数字。还可以通过拖曳图表记录仪视图的虚线修改门限。红色虚线表示主电源OV门限,黄色虚线表示主电源UV门限,蓝色虚线表示EW门限。通过Range链接,可访问该通道输入电压范围的设置。

如果发生过压或欠压故障,通道则利用故障标识表示。故障标识将变为红色,即使原始故障条件已经消除,标识也将保持红色。若要消除故障指示,请点击标识,然后在弹出的菜单中选择Clear Fault或Clear All Faults。通过Fault Mode链接可访问每个通道的故障标识设置。

对电压门限、范围设置或故障模式的任何修改都不会传递到Setup标签页。并且当点击Setup标签页的Write To Registers按钮后,这些数据将被丢弃。

每幅图表记录仪视图利用绿色实线显示相应IN输入的当前电压。点击图表记录仪视图左上方的放大图标,即可对其进行放大或缩小。放大或缩小的另一种方式是在视图中点击并“绘制”一个矩形框,从左上方向右下方绘制为放大;从右下方向左上方绘制为缩小。



# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

## Fault标签页

通过Fault标签页(图6)可观察非易失故障寄存器的内容。存储的每个通道电压都被作为十六进制编码和电压列出(根据输入范围选项自动计算)。

失效电源在Failed栏中以蓝点表示。如果在排序期间发生故障，Sequencer State行将列出发生故障时的上电或断电时隙。如果一个或多个跟踪通道发生了跟踪故障，则在Tracker Fault on Channel行中以蓝点表示。

点击Clear Fault Registers可复位非易失故障寄存器的内容。如果设置了锁存位，则会弹出一个对话框，用户可选择清除或取消清除操作。

## Advanced标签页

Advanced标签页(图7)包含可编程输出设置以及MAX16046的其它几项功能：GPIO配置、RESET和FAULT引脚配置、DAC输出、看门狗定时器及其它几个定时器。该标签页的项目更改将立即写入到器件的寄存器。

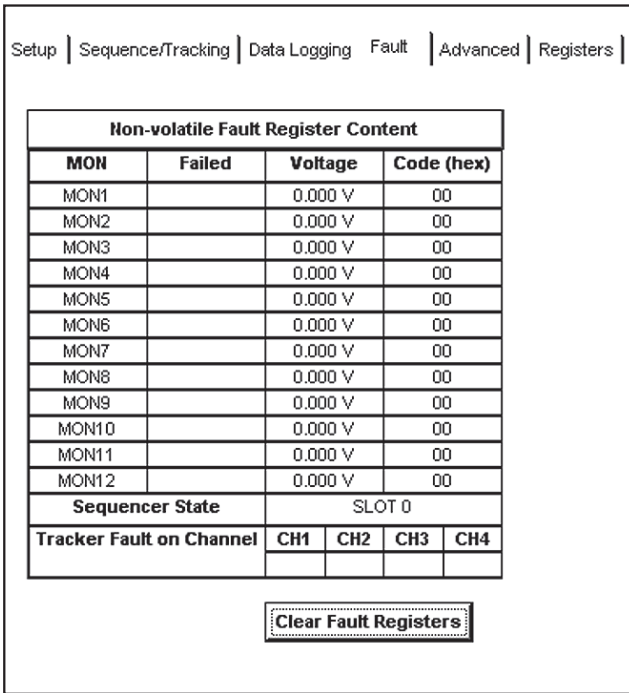


图6. Fault标签页

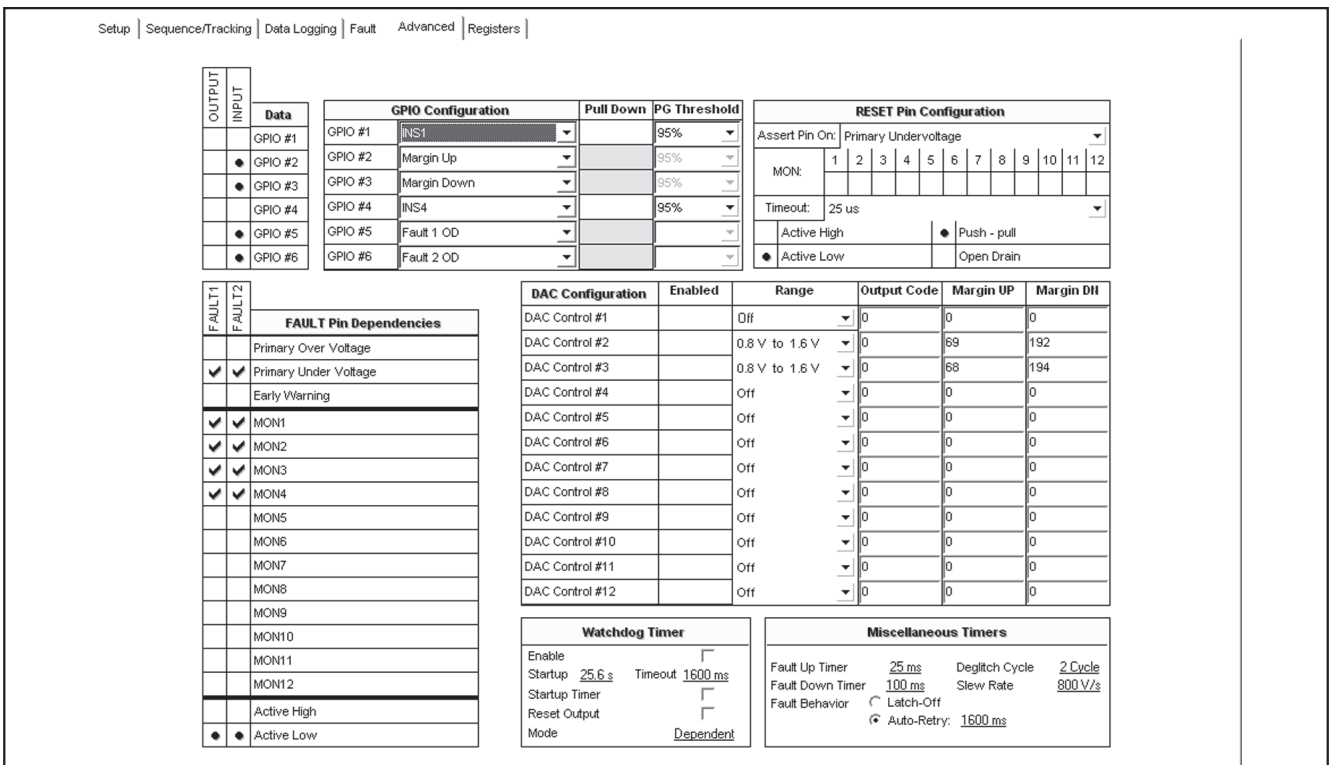


图7. Advanced标签页

# MAX16046评估板

表3. GPIO配置

名称	GPIO可用性	说明
INS1-INS4	GPIO1-4	电压跟踪检测连接。这些用来检测配置成闭环跟踪通道的输出侧(MOSFET源极)。
Out. Port reg. PP	GPIO1-6	通用输出(开漏或推挽), 输出状态由OUTPUT栏控制。
Out. Port reg. OD		
Logic Input	GPIO1-6	通用逻辑输入, 逻辑状态显示在INPUT栏。
Any Fault PP	GPIO1-4	故障输出(开漏或推挽), 发生任何故障条件时均变为低电平。
Any Fault OD		
Fault 1 PP	GPIO5	可配置故障输出(开漏或推挽), 通过FAULT Pin Dependencies进行配置。
Fault 1 OD		
Fault 2 PP	GPIO6	
Fault 2 OD		
Fault on Power-Up	GPIO6	上电故障, 如果上电期间发生跟踪故障则触发故障报警。
MarginB	GPIO6	裕量控制输入。从外部拉至低电平时, 将禁用门限监测, 以进行裕量调节。
Margin Up	GPIO2	裕量增、减控制输入。由外部驱动至低电平时, 将使能DAC输出, 并将Margin UP或Margin DN栏中的数值加载到DAC寄存器。
Margin Down	GPIO3	
Manual Reset	GPIO4	手动复位输入。由外部驱动至低电平时, 将在RESET产生复位脉冲。
WDI	GPIO5	看门狗输入, 输入到内部看门狗定时器。
WDO	GPIO6	看门狗输出, 看门狗定时器输出专用。

## GPIO配置

MAX16046有6个通用输入/输出引脚, 可配置为各种不同用途。

中心栏包含下拉控制框, 用于配置每个GPIO。表3介绍了各种不同选项。

左侧INPUT栏显示每个GPIO当前的逻辑高电平或逻辑低电平状态。蓝点表示逻辑高电平, 若没有蓝点则表示逻辑低电平。OUTPUT栏控制被配置成通用输出的GPIO状态。点击相应选项框即可设置或清除配置成通用输出的GPIO状态。

只有在GPIO配置为INS\_(检测)输入时, Pull Down和PG Threshold设置才有效。当选中Pull Down选项框时, 断电期间, 相应引脚的内部100Ω下拉电阻有效。PG Threshold设置控制闭环跟踪时的电源就绪检测门限。这决定了当输出电压达到输入电压多大的百分比时才认为是上电状态。

## Fault 1、Fault 2和RESET输出

GPIO5和GPIO6可被配置为Fault 1和Fault 2输出。每个输出均可配置成与一个或多个输入通道的过压、欠压或预警条件相关。当所选通道的电压超过对应的门限电压时, 即触发输出报警。输出可配置为高电平有效或低电平有效。点击相应行和列下方的选项框, 即可使能或禁用每个设置。

根据Setup标签页的Early Warning设置, 预警门限可配置成欠压或过压。

RESET为专用输出, 当所选择的MON输入超出其门限时将触发复位。它可以配置为开漏或推挽式输出, 以及高电平有效或低电平有效。还可以从Timeout列表框中选择复位超时。可监测门限有:

- 主电源欠压
- 预警
- 主电源过压
- 同时监测主电源过压和主电源欠压

## DAC配置

配置裕量调节DAC的首选方法是利用Setup标签页，但也可以通过Advanced标签页配置DAC输出。点击Enabled选项框将DAC打开或关闭。对于使能DAC输出的情况，必须选中Enabled选项框，且Range选项必须为下列情况之一：0.4V至0.8V、0.6V至1.2V或0.8V至1.6V。

若需设置DAC输出电压，请在Output Code输入框中输入一个0至255的十进制数。新输入的数值将被写入相应的寄存器，将立即更新DAC输出。Margin UP和Margin DN文本框列出了在裕量增、减控制输入有效时所有DAC输出的十进制码(请参考GPIO配置部分)。

对DAC设置的任何修改都不会影响Setup标签页，并在按下Setup标签页的Write To Registers按钮后丢弃。

## 看门狗定时器配置

在该区域可配置内部看门狗定时器。点击Enable选项框即可打开看门狗定时器。点击Timeout旁边的蓝线即可修改看门狗定时器的周期。

如果在启动期间需要延长看门狗的超时周期，以便外部微处理器可完成引导程序，请点击选中Startup Timer选项框，然后通过Startup旁边的蓝线指定启动超时。

通常情况下，看门狗定时器输出WDO (如果配置了相应的GPIO6)，必要时也可以配置看门狗定时器输出RESET。选中Reset Output选择框即可使其输出该信号。

如果Mode设置为Dependent，那么看门狗定时器将在完成上电时序且RESET禁止时开启；如果Mode设置为Independent，看门狗定时器将立即开启并保持有效工作状态，与上电时序无关。

## 其它定时器

Fault Up Timer控制一个电源从开启到达到电源就绪门限所允许的时间；而Fault Down Timer设置则控制电源关闭所允许的时间。

故障条件下，MAX16046可关断或再次尝试上电时序，取决于Fault Behavior设置。若选择Latch-Off，MAX16046将关断，并不尝试重新开启电源时序；若选择Auto-Retry且设置了延迟周期，则MAX16046在经过延迟后再次尝试上电时序。

当某个被监测电压超出其可编程门限之一时，MAX16046的内部ADC将对该通道重复几次转换。如果在特定次数的转换中电压均超出门限，则触发故障报警。该转换次数由Deglitch Cycle设置，提供选项有：2、4、8和16个周期。

Slew Rate设置用于控制配置成闭环跟踪模式的通道的跟踪斜率。

# MAX16046评估板

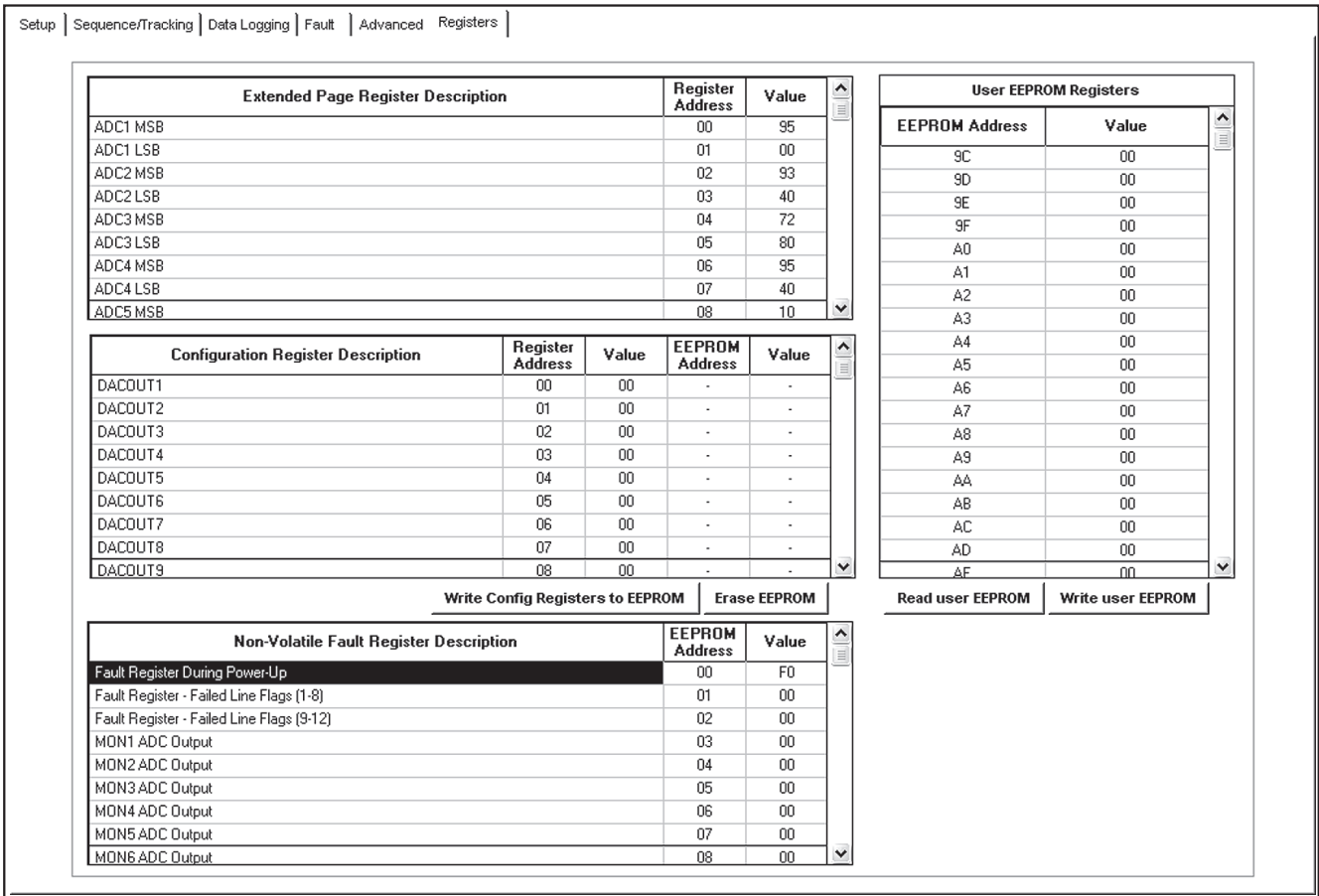


图8. Registers标签页

## Registers标签页

除了简单易用的图形用户界面外，还可直接修改寄存器和EEPROM配置MAX16046。如图8所示，通过Registers标签页即可操作寄存器和EEPROM。在修改某个寄存器时，点击Value栏下方的相应区域，输入新值，然后键入回车键或点击其它区域即可。在编辑之后，器件的寄存器将立即更新。

大多数配置寄存器有一个匹配的EEPROM单元，当MAX16046上电时，该单元的数值将复制到寄存器。Registers标签页将其成对放在同一行，在利用特定寄存器配置完成测试后，可点击Write Config Registers to EEPROM将配置写入EEPROM。

扩展页的寄存器，包括ADC转换结果和故障标识，可通过Extended Page Register Description进行操作。这些值是易失的，并不保存到EEPROM。

保存在非易失故障EEPROM的数值可通过Non-Volatile Fault Register Description进行操作。

从该标签页还可以操作用户EEPROM。提供独立的读、写控制。点击Read user EEPROM即从器件读取用户EEPROM；在User EEPROM Registers中修改某个值后，点击Write user EEPROM即可将修改后的数值下载到器件。

# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

## 菜单参考

### File

**Open Configuration**和**Save Configuration As**将设置标签页的内容(不储存到MAX16046寄存器)以及完整的寄存器内容加载并保存到一个标准的XML文件。**提示**：在许多Web浏览器中能够以缩进、颜色编码格式查看XML文件。

**Save as SVF**将EEPROM配置写入一个SVF文件，该文件为JTAG器件编程人员生成程序的标准格式。

### System

**Connect...**使软件通过连接的评估板打开一个连接，并显示**Connect** (图1)对话框来选择连接类型。一旦建立连接，该菜单项将变为**Disconnect**。

**Fault Control**修改MAX16046在非易失故障事件存储器内保存的信息。该配置写入寄存器r47h。

**Send REBOOT**向MAX16046发送重启命令，重启将重新加载EEPROM配置到配置寄存器。

**Trigger FAULT Save**手动触发非易失故障保存事件。

**Save Configuration to EEPROM**将配置寄存器的内容写入EEPROM。

**Configuration Register Lock**控制并显示寄存器的状态和配置EEPROM锁存位的状态，该信息位于寄存器r5Dh。利用该设置可避免对寄存器和配置EEPROM的设置进行错误的修改。状态栏的lock icon也可用于指示、控制该锁存位的状态。

**Non-Volatile EEPROM Lock**控制并显示非易失EEPROM锁存位的状态，该信息位于寄存器r5Dh。发生故障时，故障EEPROM自动锁存，如需将随后的任何故障储存在EEPROM，必须首先解除其锁存状态。若EEPROM被锁存，在该项旁边将出现一个选中标识，通过菜单可将其清除。

**Software Enable**控制MAX16046的时序。点击该菜单项可使能或禁用MAX16046。使能时，菜单项旁边出现一个选中标识。顺序上电时，必须选中该菜单项，并且MAX16046评估板的使能开关必须处于打开位置。

### Device

该菜单用来选择目标器件。评估板默认使用MAX16046，但评估软件亦可生成MAX16047/MAX16048/MAX16049的配置文件并对其进行编程。

### Polling

**On**和**Off**用于使能或禁止寄存器的轮询。当使能轮询时，所有标签页的控件将定期由物理寄存器刷新；如果禁止轮询，则通过**Read All Registers**从器件读取寄存器的内容。

### Help

**About**弹出**About**对话框，显示软件版本，如果已经连接了评估板，还会显示USB接口的固件版本。

# MAX16046评估板

## 硬件详细说明

MAX16046可对多达12个电源进行监测、排序和裕量调节。7个可配置输入/输出用于指示IC的故障状态信息，并控制其部分功能。图11所示为评估板PCB的主要功能，图12为MAX16046评估板的原理图，图13所示为MAX16046评估板原理图的USB接口部分。

## USB主机接口

MAX16046评估板包括一个USB至JTAG/I<sup>2</sup>C的主机接口。主机接口利用Maxim的MAX3420 USB外设控制器以及MAXQ2000微控制器实现与主机PC的通信，并产生I<sup>2</sup>C/JTAG总线信号。LED101、LED102和LED103三个指示灯提供主机接口的状态信息。在EEPROM写操作期间，LED101被点亮；在I<sup>2</sup>C或JTAG总线有效期间，LED102被点亮；当软件连接到评估板时，LED103被点亮。

为方便原型开发和编程，通过断开开关排S2上的1-7开关，主机接口可以用来建立与另一块评估板上MAX16046的连接。断开开关后，将把板载MAX16046从JTAG和I<sup>2</sup>C总线断开。利用P1、P2连接另一块评估板，每个连接器的引脚排列如表6和表7所示，注意，I<sup>2</sup>C上拉电阻(R108、R109和R110)位于评估板的主机接口。

保持开关排S2 (开关1-7)导通，断开开关排S3 (开关1-7)上的开关，可将板载MAX16046连接到一个外部JTAG或I<sup>2</sup>C接口。对于I<sup>2</sup>C，将外部接口连接到P1 (图9)；对于JTAG，将外部接口连接到P2 (图10)。当由外部向EXT PWR (J100必须处于EXT位置)供电，并将跳线J7和J8置于1-2位置时，利用这种方法可将MAX16046从板载USB主机接口完全断开。

每个接口均可独立断开或连接。I<sup>2</sup>C使用开关排S2和S3上的开关1、2和3，JTAG使用开关排S2和S3上的开关4-7。

## 电源

MAX16046可由三种电源之一供电，由跳线J100控制。若直接由USB 5.0V电源供电，则将该跳线置于5V位置；若从板载3.3V稳压器供电，则将该跳线置于3.3V位置；当该跳线置于EXT位置时，MAX16046可由连接到EXT PWR测试点的外部电源供电。电源的电压请勿超过14V。

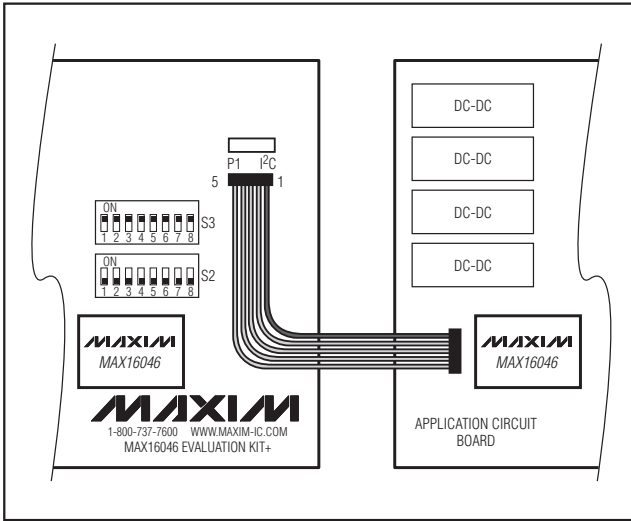


图9. 通过I<sup>2</sup>C将评估板连接到外部应用电路板

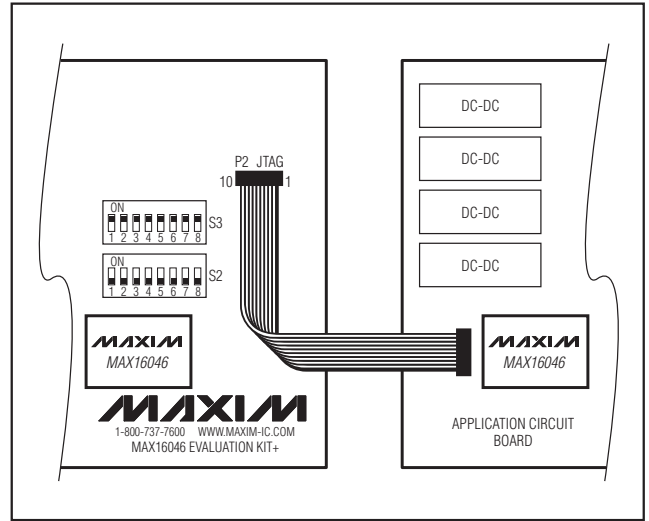


图10. 通过JTAG将评估板连接到外部应用电路板

### 串行接口

MAX16046提供了一个JTAG接口和一个I<sup>2</sup>C串行接口。板载MAX16046的从地址可按照表5利用J1设置。

### 板载LDO电源

MAX16046评估板包括两个板载LDO电源。LDO1连接到通道2 (EN\_OUT2/MON2/DACOUT2)，LDO2连接到通道3 (EN\_OUT3/MON3/DACOUT3)。

LDO1是MAX1658稳压器，安装了反馈电阻R2和R8，将输出电压设置在3.3V。串联电阻R9将LDO反馈节点连接到DACOUT2，以便进行裕量调节。如需将LDO1完全从EN\_OUT2、MON2和DACOUT2断开，请去掉R9，并断开R12和R13的短路线。如需修改输出电压，请利用MAX16046评估软件的裕量计算功能或利用下式计算新的电阻R2和R8：

$$V_{OUT1} = 1.21 \times \left(1 + \frac{R2}{R8}\right) (LDO1)$$

$$V_{OUT2} = 1.21 \times \left(1 + \frac{R1}{R6}\right) (LDO2)$$

除了利用R1和R6将输出电压设置在2.5V外，LDO2与LDO1完全相同。R7将LDO2连接到DACOUT3进行裕量调节。需要将LDO2从EN\_OUT3、MON3和DACOUT3断开时，请去掉R7，并断开R10和R14之间的短路线。

LDO1和LDO2之间的关断控制 $\overline{SHDN}$ 为低电平有效，相当于高电平有效使能。在MAX16046评估软件中，将使能输出设置为高电平有效的推挽式输出。由于没有上拉电阻，所以输出必须采用推挽式。

每个LDO都有一个475Ω的负载电阻：LDO1为R5，LDO2为R4。

排针P3和P4用来控制每个LDO的EN\_OUT\_、MON\_和DACOUT\_连接。

### 板载跟踪MOSFET

MAX16046评估板包括两个跟踪n沟道MOSFET，可方便评估MAX16046的闭环摆率受控跟踪能力以及开环电荷泵能力。FET Q1连接到EN\_OUT1、MON1和INS1 (GPIO1)，FET Q2连接到EN\_OUT4、MON4和INS4 (GPIO4)。

FET Q1的电源由J8控制，FET Q2电源是由J7控制。位置1-2将MOSFET输入(漏极)侧连接到V<sub>CC</sub>电源，由J100设置；位置2-3连接到USB接口的3.3V稳压输出。去掉跳线即可向排针P10和P9的MON连接提供一个外部供电电压。

闭环跟踪模式下，由于每个MOSFET的源极都由配置成INS (检测)输入的GPIO监测，所以，通常与GPIO相关的LED和上拉电阻必须断开。处于位置1-2的跳线J3和J4可断开LED和上拉电阻的连接，并连接到FET源极侧。处于位置2-3时，则保留正常的GPIO功能。

当使用开环电荷泵输出配置下的MOSFET时，通过将相应的跳线J3或J4置于2-3位置，即可安全断开INS\_ (GPIO)连接，可以将相应的GPIO用作其它功能。置于2-3位置时，MOSFET通道的输出电容和负载电阻被断开。

若要彻底断开跟踪MOSFET，请移开跳线J5和J6。若要将MOSFET从MON1和MON4断开，请将跳线J3和J4置于2-3位置。

通过排针P10和P9，可控制MOSFET的漏极、栅极和源极。MON\_连接到漏极，EN\_OUT\_连接到栅极，OP\_连接到源极。将示波器探头连接到OP\_接头，可显示出该MOSFET通道的跟踪输出电压。还可以在OP\_端连接负载，从而评估各种负载条件下的闭环跟踪特性。

### 监测输入、使能输出和DAC输出

通过排针P7 (EN\_OUT)、P5 (MON)和P8 (DACOUT)可以控制没有用于两个板载LDO和两个板载跟踪FET的MON\_输入、EN\_OUT\_输出和DACOUT\_输出。

利用开关排S1，可将EN\_OUT5-EN\_OUT12连接到MON5-MON12，以便评估MAX16046的排序功能。将EN\_OUT\_配置为高电平有效推挽式输出，将MON\_的电压门限配置为相应的输出逻辑电平。

# MAX16046评估板

## 通用输入和输出

每个GPIO都有一个独立的LED指示灯和上拉电阻，并且每个信号都连接到P6的一个引脚。当LED点亮时，表示相应的输出变为逻辑低电平。断开开关排S4上的开关1，即可禁用LED。上拉电阻由S4独立控制，关于开关排中每个开关的分配信息，请参考表4。若需使用外部上拉电压，请将J2置于2-3位置，并将电压源连接至P6的VPU引脚。

## 裕量增、减控制

通过MAX16046评估软件，GPIO2和GPIO3可分别配置裕量增大和裕量减小。开关S6和S7将GPIO2和GPIO3下拉到地。使用该功能时，无需禁用LED，或从GPIO2或GPIO3断开上拉电阻。

## 硬件使能

MAX16046有一个模拟EN连接，可用来触发上电和断电时序。由R3和R11板载电阻构成的分压器将 $V_{CC}$ 的下降门限置为3.0V；可根据下式更换R3和R11，从而修改门限：

$$V_{VCC\_TH\_RISING} = 0.525 \times \left( 1 + \frac{R3}{R11} \right)$$

$$V_{VCC\_TH\_FALLING} = 0.500 \times \left( 1 + \frac{R3}{R11} \right)$$

利用硬件使能开关S5，即可手动控制EN。将S5设置在OFF位置，将EN置为0V；将S5设置在ON位置，使EN与 $V_{CC}$ 电压一致。

## 裕量调节

MAX16046的两个DACOUT输出(DACOUT2和DACOUT3)分别连接到评估板上的两个LDO稳压器LDO1和LDO2。其它的则连接到排针P8。为了评估MAX16046的裕量调节能力，从评估软件的**Advanced**标签页中，可将GPIO2和GPIO3配置为裕量增大、减小控制输入。当按下裕量增(S7)或裕量减(S6)控制按钮时，DAC输出有效，并从**Advanced**标签页的**Margin UP**和**Margin DN**栏加载DAC编码，从而使LDO稳压器的输出电压发生变化。



表4. 跳线功能表(J100、J2–J8、S1–S4)

JUMPER	POSITION	FUNCTION
J100	5V*	MAX16046 (V <sub>CC</sub> ) powered from 5V USB power.
	3.3V	MAX16046 (V <sub>CC</sub> ) powered from 3.3V regulator.
	EXT	MAX16046 (V <sub>CC</sub> ) powered from EXT PWR test point.
J2	1-2*	Output pullup resistors connected to 3.3V.
	2-3	Output pullup resistors connected to VPU test point.
J3	1-2*	GPIO4 connected to tracking FET Q2 source.
	2-3	GPIO4 connected to LED/pullup resistor.
J4	1-2*	GPIO1 connected to tracking FET Q1 source.
	2-3	GPIO1 connected to LED/pullup resistor.
J5	Open	MON1 not connected to FET Q1 drain.
	Closed*	MON1 connected to FET Q1 drain.
J6	Open	MON4 not connected to FET Q2 drain.
	Closed*	MON4 connected to FET Q2 drain.
J7	1-2	FET Q2 tracking input voltage is V <sub>CC</sub> .
	2-3*	FET Q2 tracking input voltage is 3.3V.
J8	1-2	FET Q1 tracking input voltage is V <sub>CC</sub> .
	2-3*	FET Q1 tracking input voltage is 3.3V.
S1	1	Connects EN_OUT5 to MON5 when closed.
	2	Connects EN_OUT6 to MON6 when closed.
	3	Connects EN_OUT7 to MON7 when closed.
	4	Connects EN_OUT8 to MON8 when closed.
	5	Connects EN_OUT9 to MON9 when closed.
	6	Connects EN_OUT10 to MON10 when closed.
	7	Connects EN_OUT11 to MON11 when closed.
	8	Connects EN_OUT12 to MON12 when closed.
S2	1	Connect P1 (I <sup>2</sup> C) to on-board MAX16046 when closed.
	2	
	3	
	4	Connect P2 (JTAG) to on-board MAX16046 when closed.
	5	
	6	
	7	
	8	Not used.

\*默认配置。

# MAX16046 评估板

表4. 跳线功能表(J100、J2–J8、S1–S4) (续)

JUMPER	POSITION	FUNCTION
S3	1	Connect I2C bus of host interface to P1 when closed.
	2	
	3	
	4	Connect JTAG bus of host interface to P2 when closed.
	5	
	6	
	7	
		8
S4	1	Enables GPIO LEDs when closed.
	2	Enables RESET pullup when closed.
	3	Enables GPIO6 pullup when closed.
	4	Enables GPIO5 pullup when closed.
	5	Enables GPIO4 pullup when closed.
	6	Enables GPIO3 pullup when closed.
	7	Enables GPIO2 pullup when closed.
	8	Enables GPIO1 pullup when closed.

表5. 跳线功能表(J1)

J1 SHUNT POSITION (A0)	I2C SLAVE ADDRESS
LOW*	1010 00XR (A0h)
HIGH	1010 01XR (A4h)
SCL	1010 10XR (A8h)
SDA	1010 11XR (ACh)

X = 无关, R = 读/写选择位。  
\*默认配置。

表6. I2C连接器引脚排列

PIN	FUNCTION
1	3.3V (output only)
2	SDA
3	Ground
4	SCL
5	SMBALERT# (not used by MAX16046)

表7. JTAG连接器引脚排列

PIN	FUNCTION
1	TCK
2	Ground
3	TDO
4	3.3V (output only)
5	TMS
6	—
7	— (Key)
8	—
9	TDI
10	Ground

# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

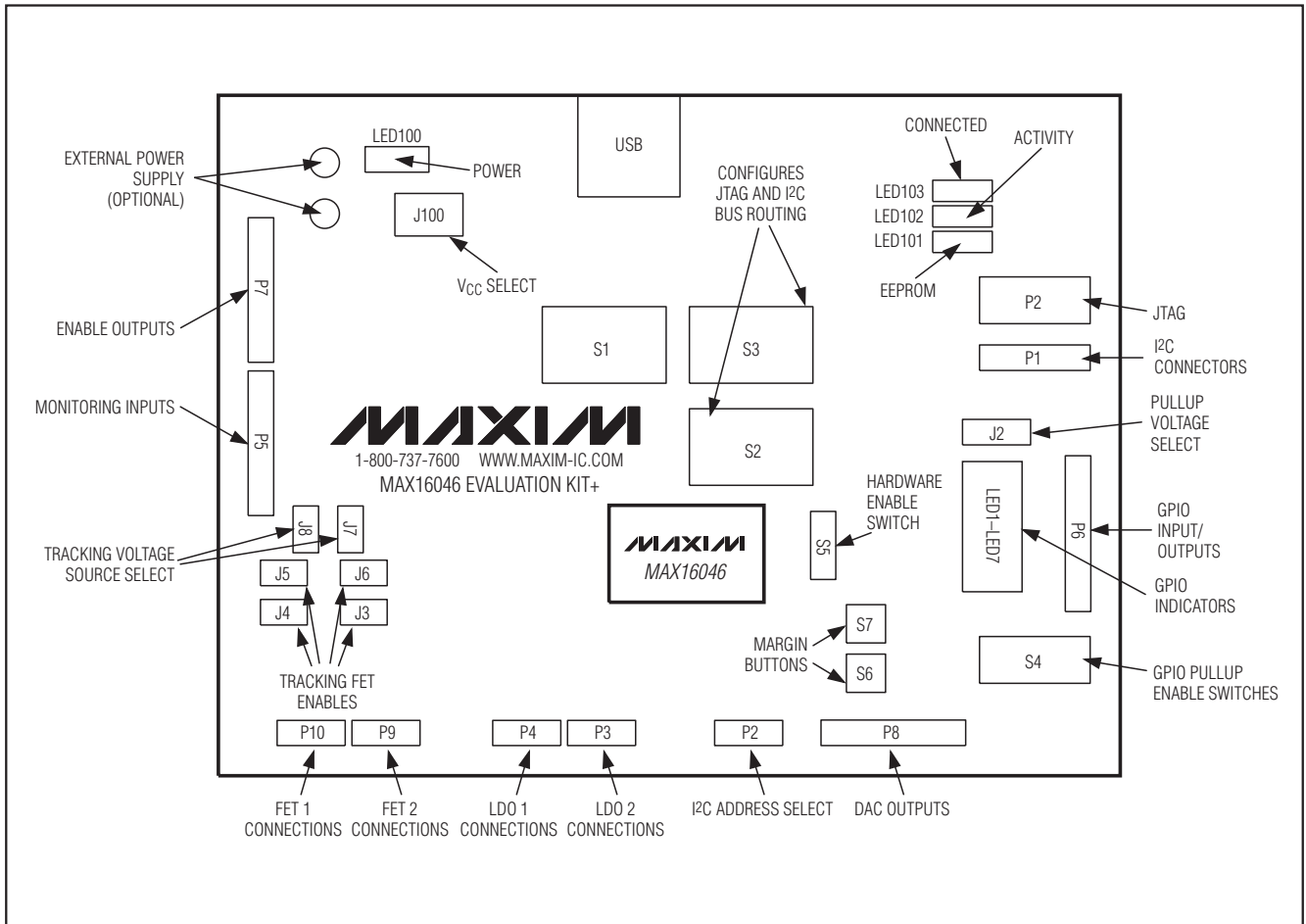


图11. 评估板PCB结构图

# MAX16046评估板

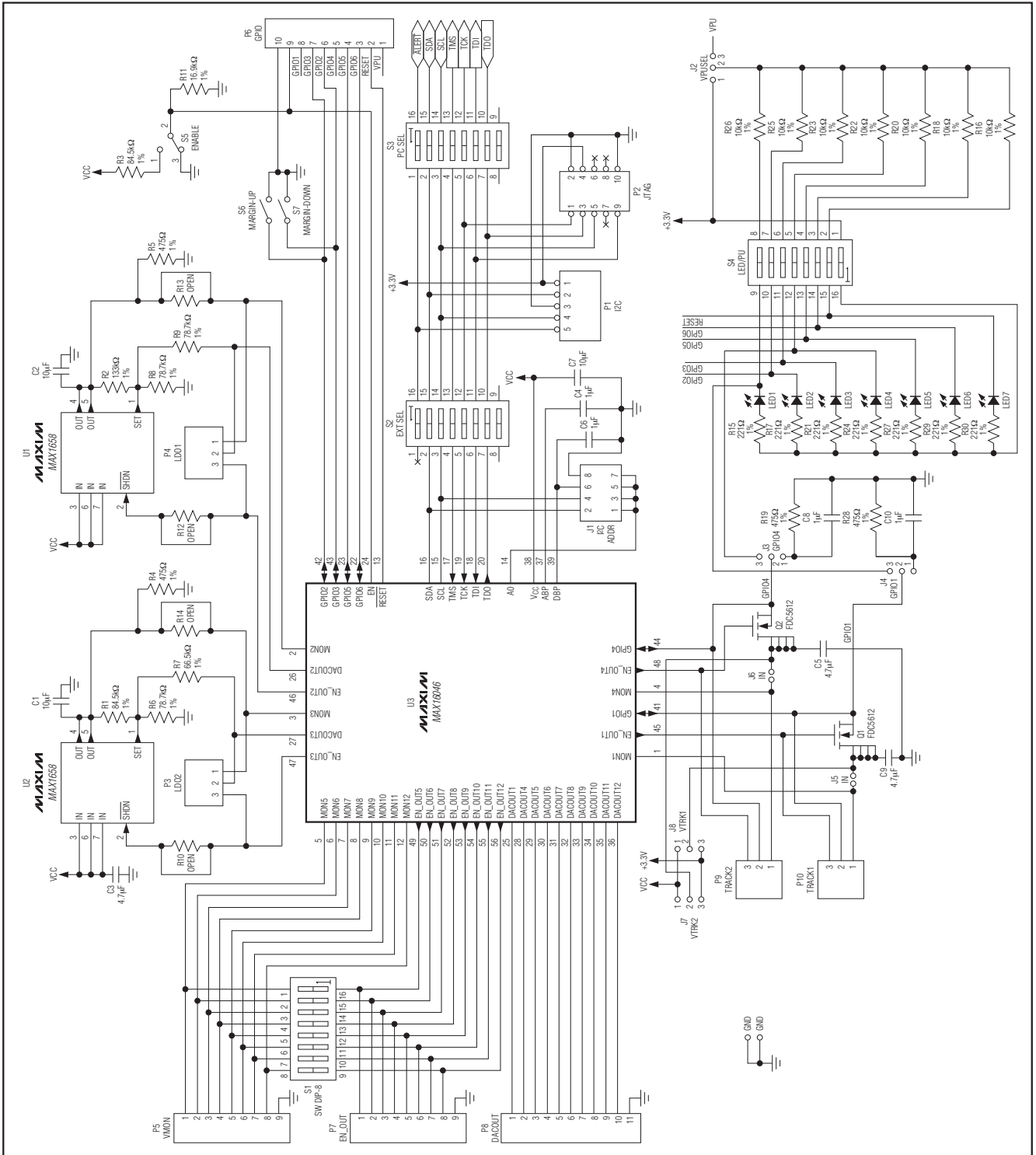


图12. MAX16046评估板原理图

# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

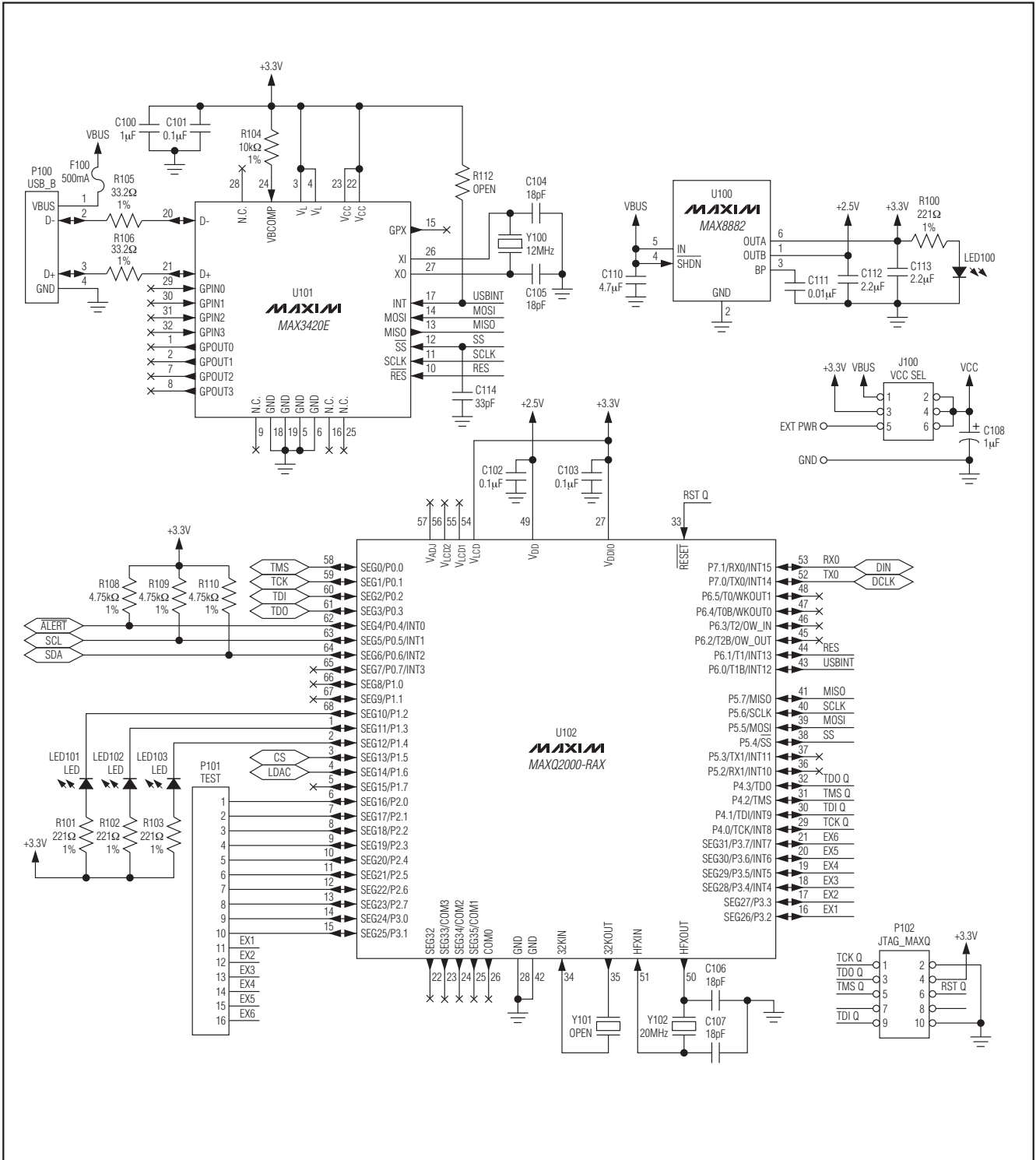


图13. MAX16046评估板原理图—USB接口

# MAX16046评估板

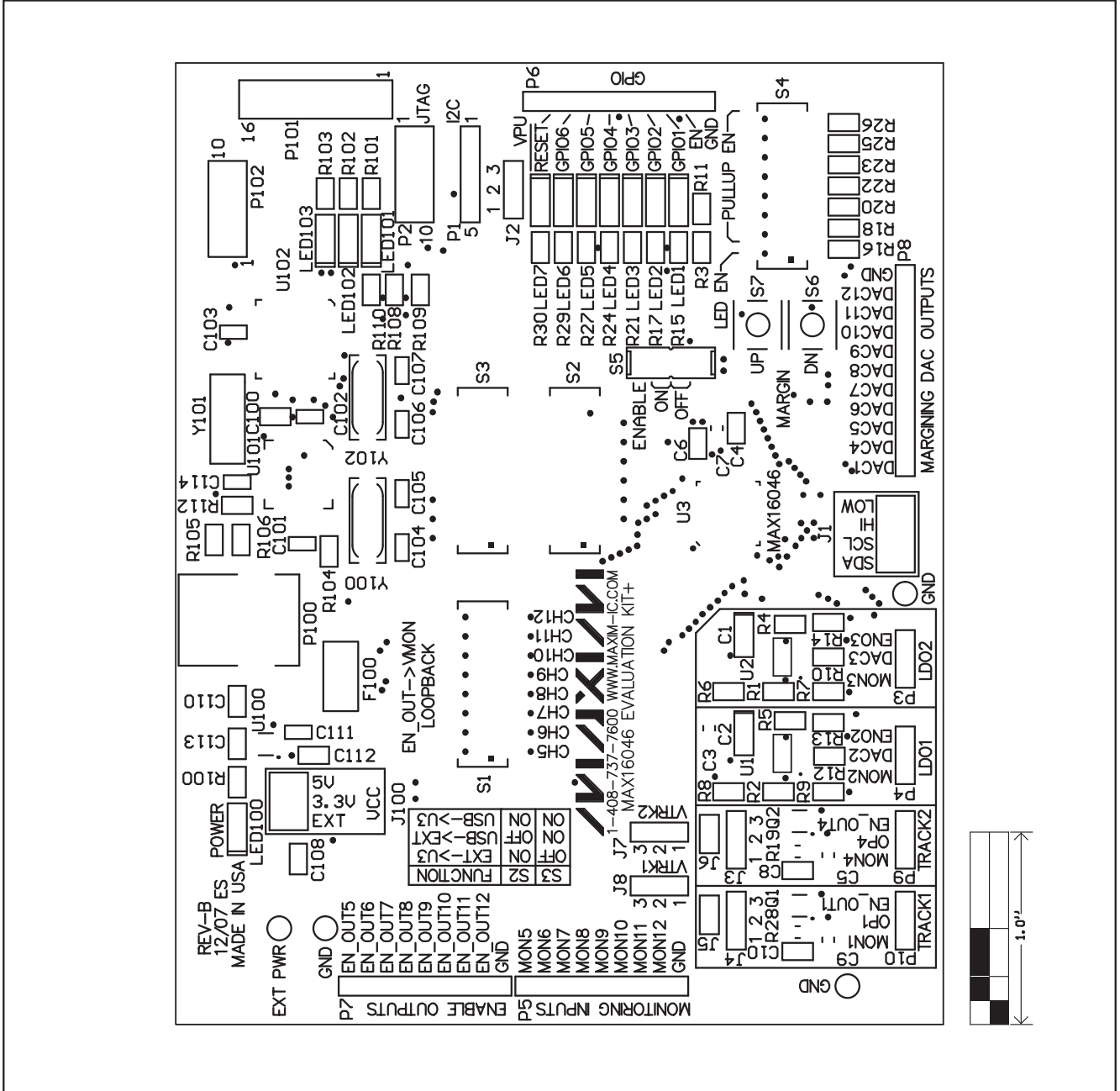


图14. MAX16046评估板元件布局—元件层

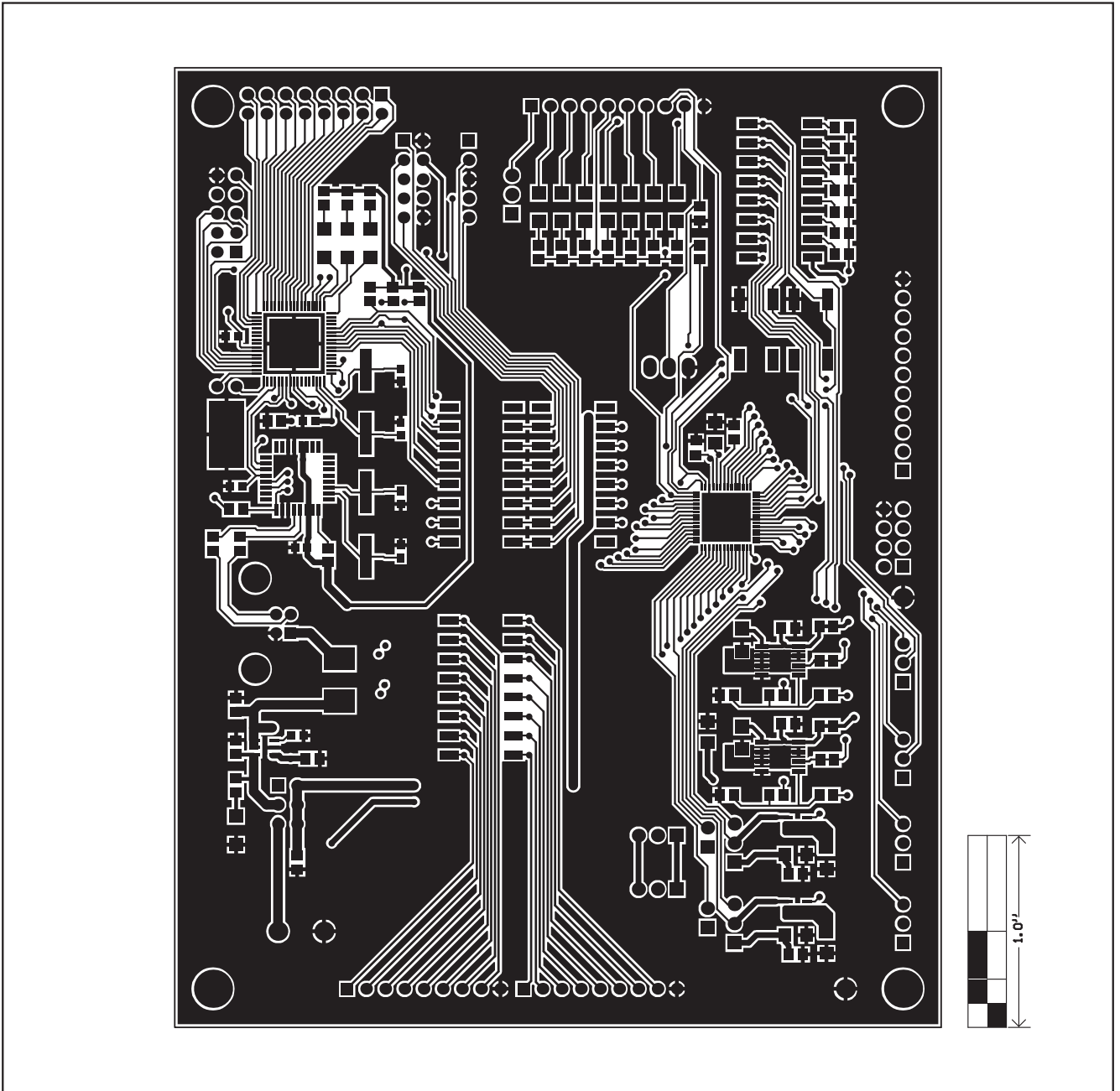


图15. MAX16046评估板PCB布局—元件层

# MAX16046评估板

评估板：MAX16046

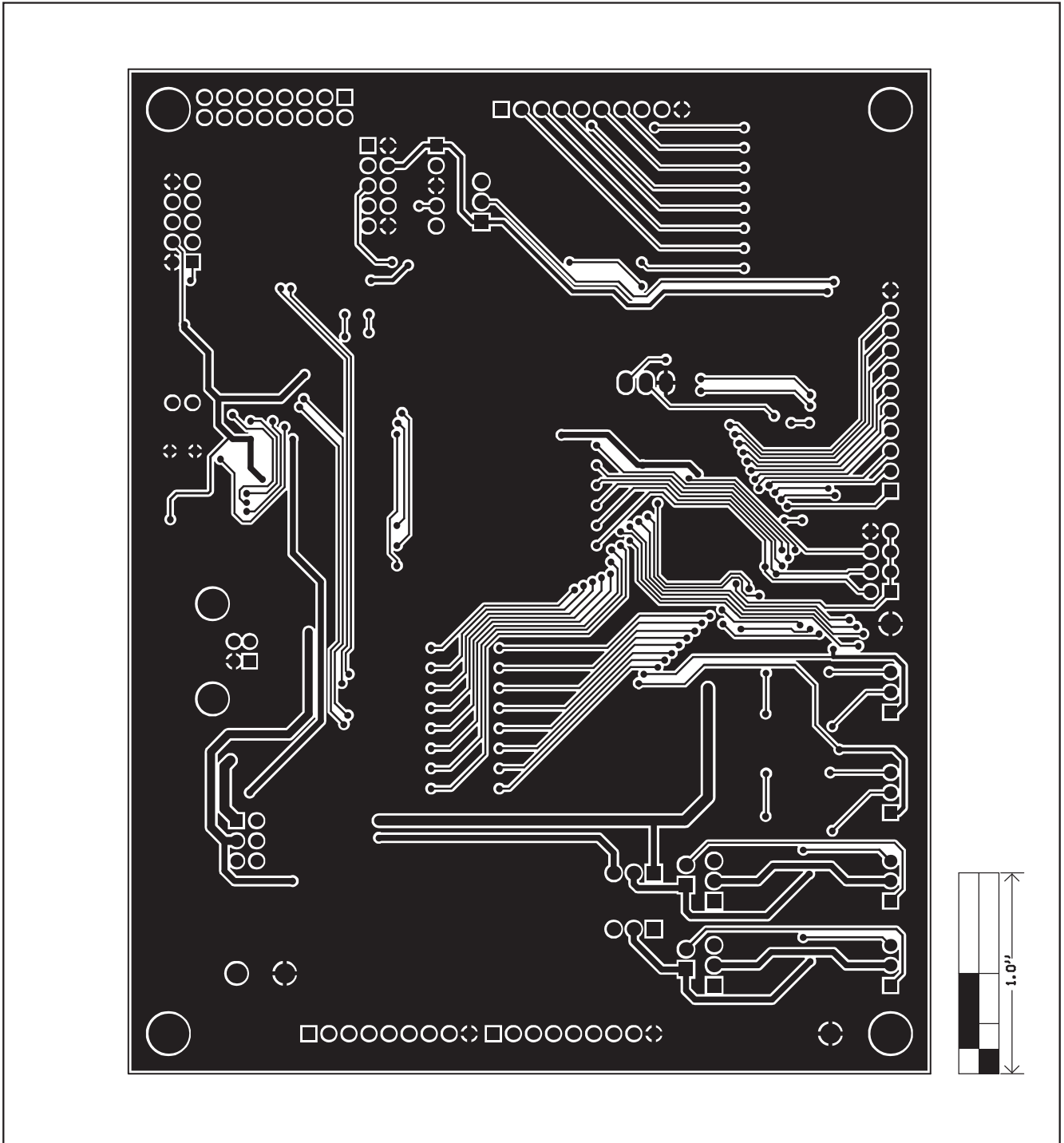


图16. MAX16046评估板PCB布局—焊接层



# MAX16046评估板

修订历史

修订次数	修订日期	说明	修改页
0	2/08	最初版本。	—
1	3/09	明确了表5中的I <sup>2</sup> C地址。	18

评估板：MAX16046

## Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ 25