阅读材料 4 仿真工具用法

除了前几篇介绍的三大主要功能外, Proteus 8 还有一个强力分析手段——仿真工具, 具体包括 Virtual Instrument(虚拟仪器)、Generator(激励源)、Graph(图表)和 Prober(探针)等四种虚拟分析 工具,可对电路进行仿真测试和分析,提高研发效率、节约研发成本。本篇仅对几种常用仿真工具及其 用法做一简介。

4.1 虚拟仪器

单击原理图工具栏中的"虚拟仪器模式"按钮^圙,可将虚拟仪器列表加入对象选择窗中。图 B.136 为 虚拟仪器的中英文名称对照和原理符号。



图 B.136 虚拟仪器的中英文名称对照和原理符号

学习并掌握虚拟仪器的用法,对单片机应用系统的设计和调试可提供极大的便利。以下仅对本书实 例涉及的 5 种虚拟仪器用法进行简介,更多内容请参阅相关资料。

1. 示波器

单击图 B.136 中列表区的"OSCILLOSCOPE"→预览窗中会出现示波器的预览图→鼠标移到绘图编辑区 任意点后再次单击→光标变成示波器轮廓图→移动光标到合适位置并单击→示波器可被放置到该点。

虚拟示波器能同时观看 4 路信号的波形。示波器的 4 个接线端 A、B、C、D 可分别接到 4 个待测信 号端。图 B.137 为将一个正弦激励信号与示波器 A 通道连线的情形。



图 B.137 正弦信号与示波器的连线

单击仿真运行按钮可打开示波器运行界面,如图 B.138 所示。可以看到,左侧的图形显示区有 4 条



不同颜色的水平扫描线,由于 A 通道接了正弦信号,已经显示出正弦波形。

图 B.138 示波器运行界面

示波器右侧的控制区由 6 个矩形区块组成,即 Channel A ~ Channel D,代表 A 通道 ~ D 通道; Trigger 是触发区; Horizontal 是水平区,其中:

① 4 个通道区:每个区的操作功能都一样。主要有两个旋钮, "Position"用来调整波形的垂直位移; 下面的旋钮用来调整波形的 Y 轴增益, 白色区域的刻度表示图形区每格对应的电压值。内旋钮是微调, 外旋钮是粗调。在图形区读波形的电压时, 应把内旋钮顺时针调到最右端。

② 触发区:其中"Level"用来调节水平坐标,水平坐标只在调节时才显示。"Auto"按钮一般为红色选中状态。"Cursors"光标按钮选中后,可以在图标区标注横坐标和纵坐标,从而可读出波形的电压和周期。 单击右键可以出现快捷菜单,选择清除所有的标注坐标、打印及颜色设置。

③ 水平区: "Position"用来调整波形的左右位移,下面的旋钮调整扫描频率。当读周期时,应把内环的微调旋钮顺时针旋转到底。

2. 虚拟终端

Proteus 提供的虚拟终端相当于上位机键盘和屏幕的双重功能。为了测试单片机串行通信程序,常将虚拟终端作为一个模拟设备来用,如图 B.139(a)所示。

在运行仿真时虚拟终端会弹出一个模拟上位机键盘和屏幕的仿真界面,如图 B.139(b)所示。

当由上位机向单片机发送数据时,可以和实际的键盘关联,用户可以从键盘经虚拟终端输入数据; 当接收到单片机发送来的数据后,虚拟终端相当于一个显示屏,会显示相应信息。



虚拟终端共有 4 个接线端, 其中 RXD 为数据接收端, TXD 为数据发送端, RTS 为请求发送信号, CTS 为清除传送, 是对 RTS 的响应信号。

在使用虚拟终端时,首先要对其属性参数进行设置。双击元件,出现如图 B.140 所示的虚拟终端属 性设置对话框。

	➡ 编辑元件					?	Х			
	元件位号®: 元件值 ⁽): 组件區:		→ 新建(N)	隐藏: 隐藏:		确定(帮助(0) H)			
	Baud Rate:	9600	~	Hide All	~	-	,			
	Data Bits:	8	~	Hide All	\sim					
	Parity:	NONE	~	Hide All	\sim					
	Stop Bits:	1	~	Hide All	\sim					
	Send XON/XOFF:	No	~	Hide All	\sim					
	Advanced Properties:									
	RX/TX Polarity \sim	Normal	\sim	Hide All	\sim					
	Other Properties:									
					^					
			<u>N N -</u>	6- C	-					
				- 7	~			1	- H-	
ステ	□ 不进行仿真(S) ✓ 不进行PCB布版(L) Exclude from Current	/ariant	■ 附加层次模块() ○ 隙藏通用管脚() ○ 使用文本方式編	4) 諸辑所有属性	(A)		J	71		t,

图 B.140 虚拟终端属性设置对话框

虚拟终端的主要参数有以下几个。 Baud Rate: 波特率,范围为 300~57600b/s。 Data Bits: 传输的数据位数,7位或8位。 Parity: 奇偶校验位,包括奇校验、偶校验和无校验。 Stop Bits: 停止位,具有0、1或2位停止位。 Send XON/XOFF: 第9位发送允许/禁止。 选择合适参数后,单击"OK"按钮关闭对话框。 本书第5章的实例4中用到了虚拟终端可以参考一下。 3. I²C 调试器 虚拟仪器中的"I2C DEBUGGER"是 I2C 调试器,该调试器有两个用途:一是可使用户查看沿 I2C 总线 发送的数据,二是以主器件或从器件向总线发送数据。在编写 I2C 程序时,既可作为调试工具,又可作 为开发和测试的辅助手段。

I2C 调试器共有 3 个接线端, 分别如下:

SDA: 双向数据线。

SCL:双向输入端,连接时钟。

TRIG: 触发输入, 能引起存储序列被连续地放置到输出队列中。 I2C 调试器通常可直接与 I2C 器件的 SCK 和 SDA 端相连, 如图 B.141 所示。



№ 编辑元件				?	×
元件位号(B): 元件值(V): 2014-00-		隐藏: 隐藏: [2#00]			(O) (H)
组(+)(5)-		(建(14)		取消	(C)
Clock frequency in Hz:	100000	Hide All	\sim		
Address byte 1	(Default)	Hide All	\sim		
Address byte 2	(Default)	Hide All	\sim		
Stop on buffer empty?		Hide All	\sim		
Advanced Properties:					
Time display precision	 ✓ (Default) 	Hide All	\sim		
Other <u>P</u> roperties:					
			^		
」不进行仿真(S) 才不进行PCB布版(I)	附加层次模块(M) 除藏通用管脚(C)				
Exclude from Current Variant	□ 使用文本方式编辑所有	属性(A)			

图 B.141 I2C 调试器与 I2C 器件的连接

图 B.142 I2C 调试器属性设置对话框

双击该元件可打开属性设置对话框,如图 B.142 所示。

I2C 调试器的主要参数如下:

Address byte 1:地址字节 1,如果使用此终端仿真一个从元件,则这一属性指定从器件的第一个地址字节。

Address byte 2: 地址字节 2, 如果使用此终端仿真一个从元件, 并期望使用 10 位地址, 则这一属性指定从器件的第二个地址字节。

I2C 调试器的仿真运行界面如图 B.143 所示。

仅供	本书
I2C Debug - \$II2C DEBUGGER#0004	×
	Predefined Sequences
Queued Sequences	
	·
	Queue Add Delete



图 B.143 I²C 调试器的仿真界面 仿真界面中有 3 个控制按钮,其中:

Add 按钮:向预定序列表传送在 Sequence Entry Box 定义的序列,为以后的操作使用。

Delete 按钮:删除在预定义列表中的序列。

Queue 按钮:从 Sequence Entry Box 或 Pre-defined Sequence List 中排列选项。

仿真界面可以分为 4 个区域,其中左上角为输入数据区域,可以显示总线上所有活动的记录,可以 由此查看数据每一位的传输。左下角为缓冲序列表,用于显示在下一个有效时机 I2C 将要传送到一系列 数据。右上角为预定义序列表,该表显示了在 SCL 应交控制下的 SDA 引脚传送到预编制的数据。右下角 为序列输入窗口(下拉列表展开后见图 B.144),允许用户输入序列,既可以放在预编程的序列窗口或立 即放在输出列队以便在下一个有效时机传送到 SDA 引脚。

本书第8章的实例13中用到了I2C调试器可以参考一下。

4. 电压表和电流表

Proteus 8 中共有 4 种虚拟电表,分别是 AC Voltmeter (交流电压表)、AC Ammeter (交流电流表)、 DC Voltmeter (直流电压表)和 DC Ammeter (直流电流表)。

双击任一电表的原理图符号可出现"编辑元件"对话框,其中直流电流表的对话框如图 B.145 所示。

🛔 编辑元件					?	×
元件位号(B): 元件值(V): 组件(E):		→ 新建(N)	隐藏: 隐藏:		确定 帮助	E(O) h(H) ⊁(⊂)
Display Range: Time Constant:	Milliamps (Default) kA	~	Hide All Hide All	~	- 4以注	∃ (∪)
Other <u>P</u> roperties:	Amps Milliamps Microamps			^		
				~		
□ 不进行仿真(S) ☑ 不进行PCB布版(L) □ Exclude from Current	Variant	□附加层次模块(□ 隐藏通用管脚(□ 使用文本方式)	M) C) 扁辑所有属性	±(A)		

图 B.145 直流电流表的属性设置对话框

图中"元件位号"可给电流表命名; "Display Range"(显示范围)中有 4 个量程选项,即 kA (千安)、 Amps (安培)、Milliamps (毫安)或 Microamps (微安)。

其他虚拟电表的属性设置与此类似。

使用时电压表要并联在被测电压两端,电流表则串联在电路中,并要注意方向。运行仿真时,直流 电表出现负值,说明电表的极性接反了。交流表显示的是有效值。

图 B.146 为一个交流整流电源的仿真示例运行情况。电路中 220 伏 50 赫兹交流电源经变压器降压 和桥式整流+电容滤波后得到脉动直流电压,再经过三端稳压器稳压后输出直流电压,作为发光二极管 的负载电源。



图 B.146 虚拟电表的使用举例

仿真表明,图中交直流电压、电流表可以动态测量并显示电路参数,电路达到了 5V 稳压电源要求。 5. 定时/计数器

定时/计数器"COUNTER TIMER"的原理符号如图 B.147 所示。



图 B.147 COUNTER TIMER 的原理符号

COUNTER TIMER 有如下 3 个输入端:

CLK: 计数和测频状态时, 数字波的输入端。

CE: 计数使能端(Counter Enable), 可通过定时/计数器的属性设置对话框设为高电平或低电平有效, 当此信号无效时, 计数暂停, 保持目前的计数值不变, 一旦 CE 有效, 计数继续进行。

RST:复位端(RESET),可设为上升沿(Low-High)或下降沿(High-Low)有效。当有效沿到来时,计时或计数复位到 0,然后立即从 0 开始计时或计数。

该仪器有 5 种工作方式,可通过属性设置对话框中的"Operating Mode"来选择,如图 B.148 所示。

版权	# 編辑元件 元件位号(B): 元件值(U): 组件(E): Operating Mode: Count Enable Polarity: Reset Edge Polarity: Other Properties: Other Properties: □ 不进行仿真(S) ✓ 不进行CB布版(L) Exclude from Current	Time (secs) (Default) Time (secs) Time (ms) Frequency Count	○ 新建(N) ○ 新建(N) ○ 開加层次模块(M) ○ 開加层次模块(M) ○ 開加度次枝块(M) ○ 開加度次枝块(M) ○ 開加度次枝块(M) ○ 開加度次枝块(M) ○ 開加度次枝块(M) ○ 日本日本村長	隐藏: [隐藏: [Hide All Hide All Hide All Hide All		? 補定 帮助 取消	× (D) (H) (C)	砖	载	
	○ 小进行FCB市成(L) Exclude from Current '	Variant	□ 限廠通用官脚(C □ 使用文本方式编	, 辑所有属性(A	0					

图 B.148 定时/计数器属性设置对话框

由图可见, 5种工作方式分别为:

Default:默认方式,系统设置为计数方式。

Time(secs): 定时方式,相当于一个秒表,最多计 100 秒,精确到 1 微秒。CLK 端无须外加输入信号,内部自动计时。由 CE 和 RST 端来控制暂停或重新从零开始计时。

Time(hms): 定时方式,相当于一个具有小时、分、秒的时钟,最多计 10 小时,精确到 1 毫秒。CLK 端无须外加输入信号,内部自动计时。由 CE 和 RST 端来控制暂停或重新从零开始计时。

Frequency:测频方式,在 CE 有效和 RST 没有复位情况下,能稳定显示 CLK 端外加的数字波的频率。



图 B.149 计时模式的电路仿真

Count: 计数方式, 能够计外加时钟信号 CLK 的周期数, 最多计满 8 位, 即 999999999。 下面来看一个定时/计数器的应用示例。

图 B.149 为一个定时器的仿真运行情况。电路图中两个开关分别接在定时/计数器的 CE 和 RES 端; 按照图 B.148 将工作模式选为"Time(secs)",即时钟方式;计时使能端设为"High"高电平有效,即开关合 上为低电平时计时暂停;复位端设为"Low-High",即上升沿有效。

仿真表明, 合上图中与 CE 相接的开关, 则计时停止, 打开开关则继续计时; 合上与 RST 相接的开 关再打开, 计时清零后从零重新计时。

4.2 激励源

激励源就是信号发生器。单击原理图工具栏中的"激励源模式"按钮☑,可将激励源列表加入对象 选择窗中。图 B.150 为其中英文名称对照和原理符号。



图 B.150 信号发生器的中英文名称对照和原理符号

选中信号发生器列表框中的任意信号发生器后,可将其放置在工作编辑区。如果该信号发生器没有 连接到任何已有元器件时,系统会以"?"号为其命名。如果该信号发生器和已有网络连接,则系统会 自动以该网络名称对其命名(见图 B.151)。

读者



图 B.151 放置信号发生器

双击放置好的信号发生器可打开编辑对话框(见图 B.152),不同的信号发生器编辑对话框的内容 会有所不同,以下仅对 5 种常用信号发生器的设置及波形进行简介。



图 B.152 信号发生器编辑对话框

学习并掌握信号发生器的用法,对单片机应用系统的设计和调试可提供极大的便利。以下仅对本书实例涉及的信号发生器的用法进行简介,更多内容请参阅相关资料。

1. Sine 信号发生器

Sine 信号发生器即正弦信号发生器,该发生器可产生幅值、频率和相位可调的正弦信号。图 B.153 为 偏移量 1.0V,幅值为 2.5V,频率为 10kHz,初始相位角 0 的输出正弦波信号设置及波形情况。



图 B.153 Sine 信号发生器的编辑对话框及其波形

2. Pulse 信号发生器

Pulse 信号发生器即脉冲信号发生器,该发生器可产生幅值、周期和脉冲上升/下降时间都可调的脉冲信号。图 B.154 为幅值 5V,频率为 1Hz,高电平占空比为 70%,上升/下降沿均为 1µs 的脉冲信号设置及波形情况。



图 B.154 Pulse 信号发生器的编辑对话框及其波形

3. Pwlin 信号发生器

Pwlin 信号发生器即分段线性信号发生器,用来产生复杂波形的模拟信号。该信号发生器的编辑对 话框中包含一个图形编辑器,单击放置数据点,按住左键不放可以拖动数值点到其他位置,右击清除数 值,按住 Ctrl 键的同时右击,则清除编辑器中的所有数值点。图 B.154 所示为幅值为 3V 的锯齿波信号 设置及波形情况。



图 B.154 Pwlin 信号发生器的编辑对话框及其波形

4. DClock 信号发生器

DClock 信号发生器即时钟信号发生器,可以产生 Low-High-Low 类型的时钟序列信号,也可以产 生 High-Low-High 类型的时钟序列信号。图 B.155 为频率 10Hz,幅度为 3V, Low-High-Low 类型时钟 信号的设置情况。



图 B.155 DClock 信号发生器的编辑对话框及其波形

5. DPattern 信号发生器

DPattern 信号发生器即数字模式信号发生器,可以产生任意形式的逻辑电平序列和所有数字信号。 图 B.156 为高电平宽 500ms,低电平宽为 200ms 的输出脉冲信号的设置情况。



图 B.156 DPattern 信号发生器的编辑对话框及其波形

4.3 图表仿真

前面讲的 Proteus 8 的动态仿真工具,虽然有许多优点但仍有一些缺点,例如不能捕捉整个仿真运行图形,而且其仿真结果随着仿真结束也就消失了,不能满足长时间的分析或者及时捕捉打印,为了解决该问题, Proteus 8 还提供了高级图表仿真 ASF (Advanced Simulation Features) 。

单击原理图工具栏的"图表模式"按钮 , 可将 ASF 的列表加入对象选择窗中。图 B.157 为其中英文 名称对照。



图 B.157 图表仿真的中英文名称对照

以下以"ANALOGUE"(模拟图表)为例介绍图表仿真的使用方法。

1. 添加图表

单击对象选择器中的图表名称,在原理图编辑区按住左键可拖出一个矩形框,如图 B.158 所示。



图 B.158 在原理图中拖出图表

一般来说,图表的外形都是几乎相同的,只有标题栏可以看出其中的差异。

2. 图表属性修改

鼠标移至图表(可变成"手型")后双击可打开其属性对话框,如图 B.159 所示。

️️ 编辑暂态图表			?	Х
图表名:	ANALOGUE ANALYSIS	用户定义属性2:		
开始时间S:	0			^
终止时间S:	5			
左侧标签栏L:	V			
左侧标签栏B:				
选项O				
初始化直流方案				~
一直仿真:		<		>
网表日志:				
SPICE选项I				
设置Y坐标Y		确定0	取消	íC

图 B.159 图表属性对话框

可以修改图表名称、开始和终止仿真时间等,其中仿真终止时间代表了图表的最大横坐标时间值。 单击确定关闭图表窗口。

3. 图表窗口改变

11

单击图表使之成为"热点"(标题栏变红)→将鼠标移至标题栏处,变成"白色铅笔"型→再次单击可以使图表窗口变成一个独立的标签页,如图 B.160 所示→再次单击标题栏可收回到原图窗口大小。



图 B.160 图表窗口变成标签页

4. 图表轨迹添加方法

图表只有与激励源或探针相配合后才能发挥作用。添加激励源或探针的方法有以下几种。 方法一:按住激励源或者探针,将其直接拖放到图表窗口中。

方法二:右键单击激励源或探针→单击"移动对象"→将光标移动到图表内→再次单击。 以正弦信号发生器为例,将其拖放到模拟图表窗口后如图 B.161 所示。



图 B.161 将激励源拖入图表窗口

可见拖入激励源或探针后,图表窗口内会出现网格线。

5. 启动图表仿真的方法

启动图表不能使用原理图的启动仿真运行按钮 ▶, 而需要单击菜单【图表】→【仿真图表】→图表 按设定时间长度开始运行。图表仿真结果如图 B.162 所示。



图 B.162 图表仿真结果

由图可见,正弦激励源的波形出现在图表窗口中了。虽然图表仿真只是运行了很短的时间,但波形 曲线却不会因仿真结束而消失,可以利用图表结果进行瞬态分析了。右键单击图表→单击清除图表数据 →可以将曲线内容清理掉,以便重新开始。

其他图表的使用方法大体与此类似,需要时请查阅相关资料。需要注意,图表运行期间不能使用原 理图中的仿真器件。

4.4 探针 Prober

探针主要用于记录所连接网络的状态, Proteus 提供了电压探针 (Vlotage Probes)、电流 (Current Probes)和 TAPE (磁带) 三种探针。电压和电流探针主要用于基于图表的仿真中, 作为产生图表的轨迹 信号, 也可以用于交互式仿真中显示连接处的电压值或者电流值。TAPE 探针主要用于记录电路信息并 在下一个电路输入回放。

单击原理图工具栏的"探针模式"按钮 , 可将探针列表加入对象选择窗中。图 B.163 为其中英文名称对照和原理符号。



图 B.163 探针的中英文名称对照和原理符号

1. 探针的放置与属性设置

探针的放置和属性对话框设置与激励源类似,不再赘述。

2. 利用电压探针测试数字电路中的电平

按照图 B.164 电路图连接电路(激励源为 DPATTERN)并添加电压探针,单击仿真按钮▶,仿真结果如下图所示。



图 B.164 利用电压探针测试数字电路中的电平

启动仿真后,电压探针可显示电路的输出电平高低,从而可实现动态观察电路状态的目的。

3. 验证电路中的 KCL、KVL(基尔霍夫)定律

搭建下图所示电路,分别添加电压和电流探针,在菜单【系统】→【设置动画选项】→勾选"用颜色 显示连线电压"和"用箭头显示电流方向",单击启动仿真按钮[▶],结果如图 B.165 所示。



图 B.165 电压电流探针测试电路

仿真表明,利用电流、电压探针,配合电流色彩与流动方向,可以很好的验证基尔霍夫定律。