

数据的图形显示

本章学习目标

- 熟练掌握波形图、波形图表的组件和功能,以及有关属性的设置和使用方法
- 掌握 XY 图和 Express XY 图的功能和使用方法
- 熟悉数字波形图的功能和使用方法
- 熟悉三维图形控件的使用方法

数据的图形化显示功能是 LabVIEW 的优点之一。利用图形与图表等形式来显示测试数据和分析结果,可以像常见的数字示波器、频谱分析仪等测量仪器那样直观地看出被测试对象的变化趋势和工作状态,从而使虚拟仪器的前面板变得更加形象和直观。LabVIEW 提供了丰富的图形显示控件。根据数据显示和更新方式的不同,LabVIEW 中的图形显示控件分为图形(也叫事后记录图)和图表(也叫实时趋势图)两类。编程人员通过使用简单的属性设置和编程技巧就可以根据需求定制不同功能的“显示屏幕”。

图形 VI 通常先将数据采集到数组中,再将数据绘制到图形上。该过程类似于电子表格,即先存储数据再生成数据曲线。数据绘制到图形上时,图形不显示之前绘制的数据而只显示当前的新数据。图形一般用于连续采集数据的快速过程。

图表是将新的数据点追加到已显示的数据点后以形成历史记录。在图表中,可结合先前采集到的数据查看当前读数或测量值。当图表中新增数据点时,图表将会滚动显示,即图表右侧出现新增的数据点,同时旧数据点在左侧消失。图表一般用于每秒只增加少量数据点的慢速过程。

本章先介绍波形图、波形图表的功能及使用方法,然后介绍 XY 图、强度图及强度图表的使用方法,最后简单介绍数字波形图和三维图形控件的使用。

5.1 波形显示

波形显示包括波形图和波形图表两种方式,在前面板“控件”→“新式”→“图形”、“经典”→“经典图形”、“银色”→“图形”及 Express→“图形显示控件”等子选板中均包含了各

种各样的图形图表控件,如图 5-1 所示。波形图与波形图表都是用来显示波形的,两者的区别在于:波形图是一段一段地描绘数据,而波形图表则是一个点一个点地描绘数据。



图 5-1 图形图表控件

5.1.1 波形图

波形图用于对已采集数据进行事后显示处理,它根据实际要求将数据组织成所需的图形一次显示出来。其基本的显示模式是按等时间间隔显示数据点,而且每一时刻对应一个数据点。

将一个波形图控件放置在前面板窗口中,在波形图上右击,在弹出的快捷菜单中选择“显示项”命令,如图 5-2 所示。可以根据需要选择波形图的显示项,如图 5-3 所示为带有所有项的波形图。



图 5-2 波形图右键快捷菜单

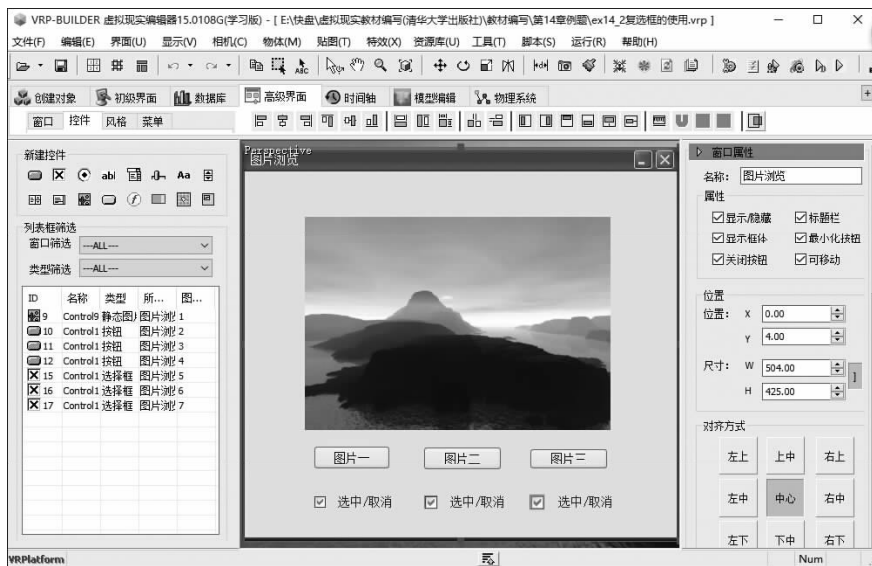


图 5-3 波形图的完整显示项

下面介绍波形图上各个显示项的功能和使用方法。

1. 图例

在波形图的图例上可以定义图中曲线的各种参数。右击图例曲线将弹出图例快捷菜单,如图 5-4 所示。可以在该快捷菜单中设置曲线的类型、线条颜色、线条宽度、数据点样式等内容。在“常用曲线”中,可以选择平滑曲线、数据点方格等。

在图例的右键快捷菜单中,“平滑”可以使曲线变得更光滑;“直方图”可以设置显示直方图的方式;“填充基线”用来设置曲线的填充参考基线,包括 0、负无穷大和无穷大几种;“插值”提供绘制曲线的 6 种插值方式;“点样式”用来设置曲线数据点的样式,有圆点、方格和星号等样式。

在图例上拖动其边缘,可以改变图例的大小。双击图例名称,可以改变图例的曲线名称。



图 5-4 图例快捷菜单及常用曲线

2. 标尺图例

标尺图例用于设置 X 坐标和 Y 坐标的相关选项,其中各个选项名称如图 5-5 所示。在“坐标名称”中可以更改两个坐标轴的名称;打开自动缩放功能,波形图会根据输入数据的大小自动调整刻度范围,使曲线完整地显示在波形图上;“一次性自动缩放”可以对当前曲线的刻度进行一次性的缩放,单击“锁定自动缩放”按钮后,“一次性锁定自动缩放”也处于按下状态;在“格式刻度”菜单中,可以设置坐标刻度的格式、精度、映射模式和网格颜色等,如图 5-6 所示。

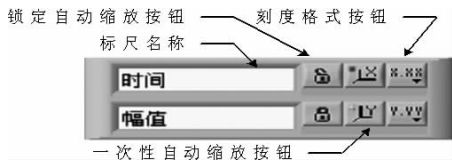


图 5-5 标尺图例图



图 5-6 刻度格式菜单

3. 游标图例

游标图例如图 5-7 所示。游标用于读取波形曲线上任意点的精确值，游标所在点的坐标值显示在游标图例中。通过游标图例，可以在波形图上添加游标：在游标图例中右击，在弹出的快捷菜单中选择“创建游标”，并从子菜单中选择游标模式便可以添加游标。当选定某个游标后，还可以通过单击游标移动器上的 4 个小菱形来移动游标。游标包含以下三种模式。

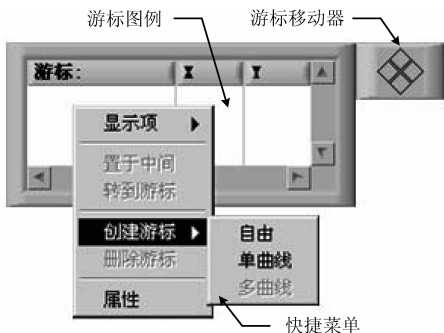


图 5-7 游标图例

(1) 自由：与曲线无关，游标可在整个绘图区域内自由移动。

(2) 单曲线：仅将游标置于与其关联的曲线上，游标可在关联的曲线上移动。

(3) 多曲线：将游标置于绘图区域内的特定数据点上。多曲线游标可显示与游标相关的所有曲线在指定 X 值处的值，可置于绘图区域内的任意曲线上，该模式只对混合信号图形有效。

4. 图形工具选板

选板中的控制工具用来选择鼠标的操作模式从而实现对波形缩放、平移等操作。图形工具选板上有 3 个按钮，按下第一个按钮，此时可以移动波形图上的游标。第二个有放大镜标志的按钮用于对波形进行缩放，单击它将弹出表示 6 种缩放格式的 6 个选项，如图 5-8 所示。按下手形标志的第三个按钮时，可以在图形显示区随意地拖动图形。

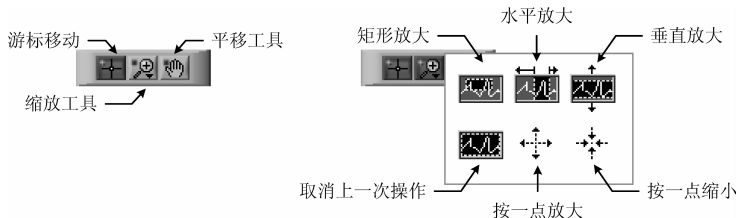


图 5-8 “图形工具”选板及缩放工具选项

5. X 滚动条

X 滚动条用于滚动显示图形，拖动滚动条可以查看当前未显示的数据曲线。

波形图除了具备以上各个功能外，还可以实现同时显示多条数据曲线，对曲线进行注

释等功能。在波形图的属性对话框中,可以完成对波形的一些常用设置。

在使用波形图时,要注意输入的数据类型。波形图的数据输入类型有一维数组、二维数组、簇、簇数组、波形数据等。下面通过 LabVIEW 中的一个范例程序介绍在不同的输入数据类型下波形图的使用。

打开位于 LabVIEW 安装目录 labview\example\general\graphs\gengraph.llb 中的 Waveform Graph.vi 程序,程序框图如图 5-9 所示。该程序展示了波形图能够接收的所有数据类型。

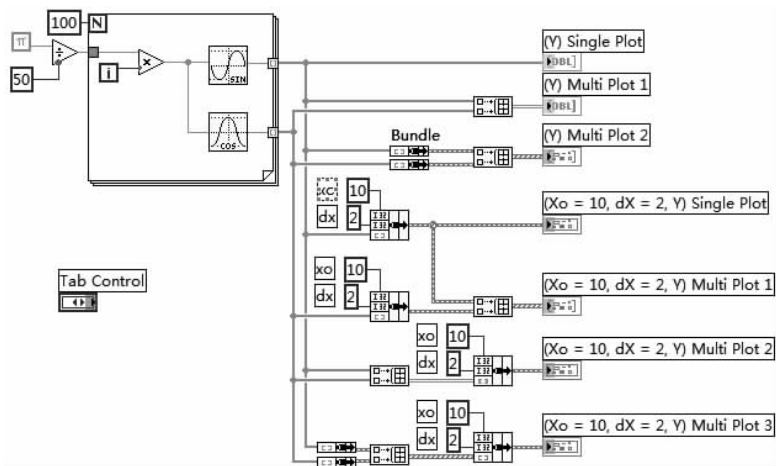


图 5-9 Waveform Graph.vi 程序框图

程序首先利用 For 循环分别产生 $0 \sim 2\pi$ 之间均匀分布的 100 个正弦信号数据点和 100 个余弦信号数据点,然后将这些点输出到 For 循环数据隧道上,并通过不同的方式将它们作为波形图的输入,使波形图接收不同的数据类型。波形图可以显示一条或多条曲线。当绘制一条曲线时,波形图的输入数据类型可以是以下两种:

(1) 一维数组,其对应的输出波形图是(Y) Single Plot,如图 5-10(a)所示。曲线从时刻 0 开始,在时刻 100 结束,数据点时间间隔为 1。

(2) 簇数组,其对应的输出波形是($X_0 = 10, dX = 2, Y$) Single Plot,如图 5-10(d)所示。程序利用捆绑函数将 100 个正弦数据点和 X_0, dX 捆绑成一个簇,作为波形图的输入。该波形图从时刻 10 开始,时间间隔为 2,以 100 个数据点绘制正弦曲线。

当绘制多曲线时,波形图的输入数据可以是以下几种类型:

(1) 二维数组,其对应的输出波形是(Y) Multi Plot 1,如图 5-10(b)所示。程序将 100 个正弦数据点与 100 个余弦数据点组成一个二维数组,作为波形图的输入。波形图上绘制的两条曲线均从时刻 0 开始,数据点时间间隔为 1。

(2) 簇数组,其对应的输出波形是(Y) Multi Plot 2,如图 5-10(c)所示。程序将 100 个正弦数据点与 100 个余弦数据点分别捆绑成簇,再将两个簇组成一个簇数组作为波形图的输入。两条曲线均从时刻 0 开始,数据点时间间隔为 1。

(3) 含有多个元素的簇组成的簇数组,其对应的输出波形是($X_0 = 10, dX = 2, Y$)

Multi Plot 1,如图 5-10(e)所示。程序利用捆绑函数将 100 个正弦数据点和 X_0 、 dX 分别捆绑成两个簇,再将两个簇组成一个簇数组作为波形图的输入。两条曲线均从时刻 10 开始,时间间隔为 2。

(4) 簇类型输入,其对应的输出波形是 $(X_0=10, dX=2, Y)$ Multi Plot 2,如图 5-10(f)所示。程序将二维数组和 X_0 、 dX 组成一个簇,作为波形图的输入,从时刻 0 开始,时间间隔为 1。

(5) 元素中含有簇数组的簇类型,其对应的输出波形是 $(X_0=10, dX=2, Y)$ Multi Plot 3,如图 5-10(g)所示。两条曲线共用最外层簇提供的起始时刻 10 和数据点,时间间隔为 1。

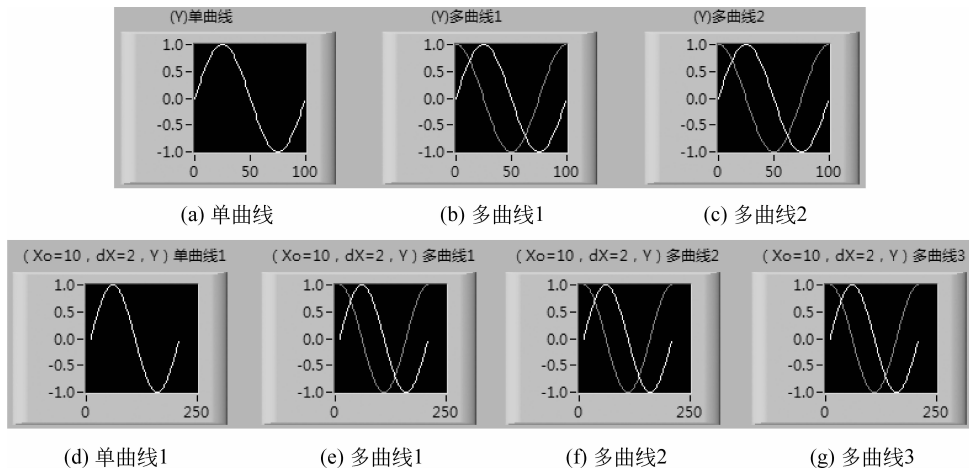


图 5-10 不同数据类型输入时所对应的波形图

除了上述几种输入数据类型外,波形图还可以接收波形数据作为输入。例如,可以利用“信号处理”→“波形生成”子选板上的正弦波形产生一个正弦信号,将其直接接入到波形图上就能显示正弦波形,如图 5-11 所示。

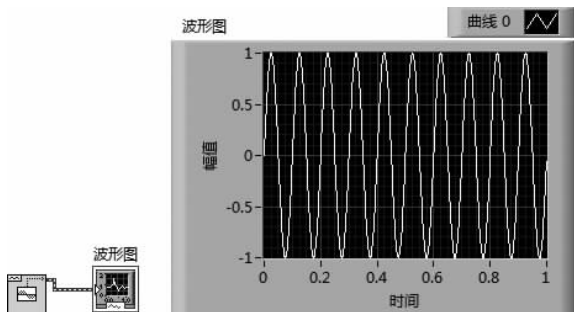


图 5-11 波形数据作为输入的波形图

当一个波形图中显示多条曲线时,应该注意右键快捷菜单中的“转置数组”项的设置。对于二维数组,在波形图中默认情况下它将输入数组转置,即把生成数组的每一列数据当作一条一维数组来生成曲线。图 5-12 所示给出了转置前后的显示结果,程序先产生

10 行 3 列的随机数,直接接到波形图时,显示的 10 条 3 个点的曲线,选择波形图的右键快捷菜单上的“转置数组”项后,波形成 3 条 10 个数据点的曲线显示在波形图中,与先将 For 循环输出的二维数组转置后的数组作为输入的显示结果相同。

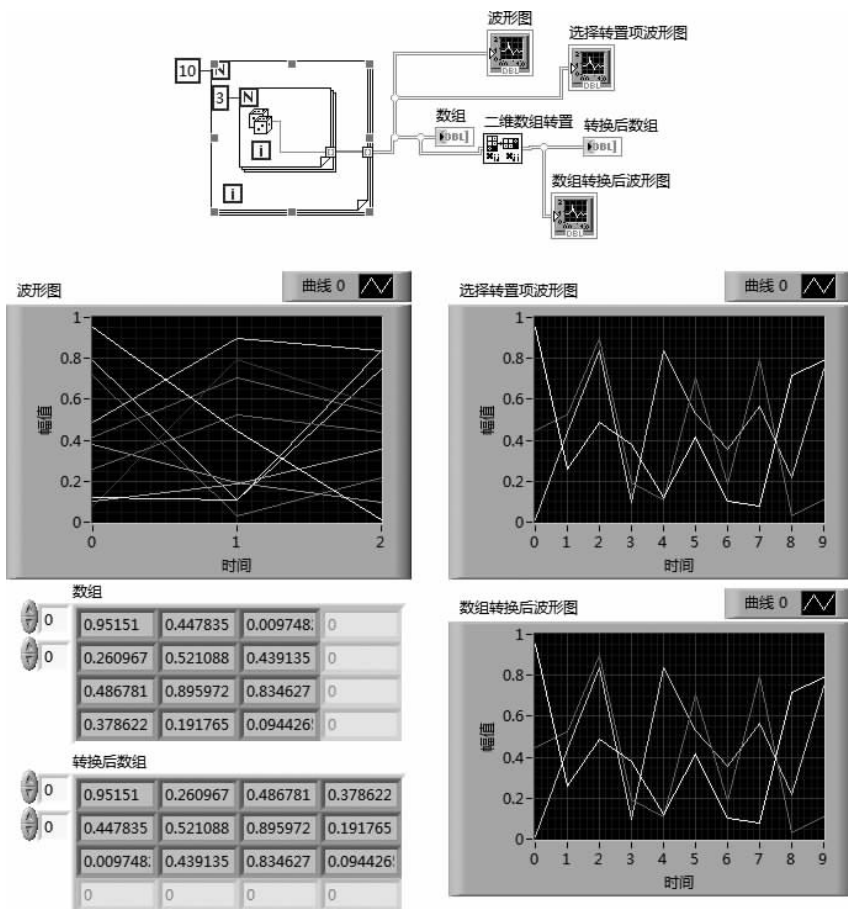


图 5-12 选择“转置数组”项的示例

【实训练习】

- (1) 用波形图显示用随机函数产生的 50 个随机数。
- (2) 设计一个显示正弦波信号的 VI。要求正弦波信号由“正弦信号”函数(Sina Pattern. vi)产生,共 50 个采样点, $t_0=0$, $dt=2\text{ms}$,图形显示能够反映出实际的采样时间及电压值。
- (3) 分别用随机数产生两组数据并同时显示在波形图上,其中一组数据为 60 点, $X_0=0$, $dX=2$,另一组数据为 40 点, $X_0=10$, $dX=3$ 。

5.1.2 波形图表

与波形图不同,波形图表不是一次性接收所有显示的数据,而是逐点地接收数据并逐点地显示,即可以实时地显示数据。波形图表在接收到新数据时,保存了旧数据,且所保

存旧数据的长度还可以自行指定(在波形图表上右键快捷菜单的“图表历史长度”选项中设定),而波形图在接收到新数据时,先把已有数据曲线完全清除,然后根据新数据重新绘制整条曲线。因此,在波形图表中,新数据被续接在旧数据的后面,这样就可以实现在保持一部分旧数据显示的同时显示新数据,实现了实时记录波形。

波形图表如图 5-13 所示,各个显示项的功能和属性与波形图类似,具体可以参阅 5.1.1 节对波形图的介绍。但波形图表的快捷菜单“显示项”中没有“游标图例”,却多了一个功能:“数字显示”,如图 5-13 所示。当波形图表接收数据时,在数字显示框中能实时地显示当前接收到的数据值。

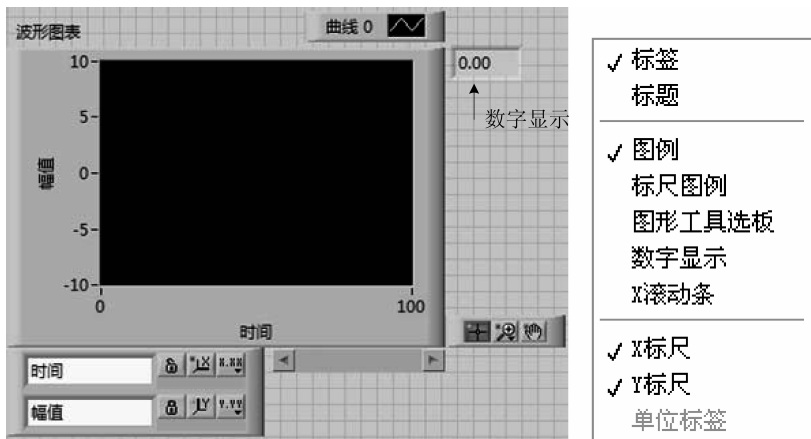


图 5-13 波形图表及显示项子菜单

当波形图表接收的数据超过图形界面时,波形图表有 3 种刷新模式可供使用:带状图表、示波器图表和扫描图。在波形图表的右键快捷菜单的“高级”→“刷新模式”选项中可以设置波形图表的刷新模式——带状图表、示波器图表和扫描图。

带状图表是波形图表刷新的默认模式,波形从左到右绘制,到达右边界时,旧数据开始从波形图表左边界移出,新数据接续在旧数据之后显示;示波器图表是波形从左到右绘制,到达右边界后整个波形图表被清空,然后重新从左到右绘制波形;扫描图是从左到右绘制波形,到右边界后,波形重新开始从左到右绘制,原有波形并不马上清空,而是在最新数据点上的清除线随新数据向右移动,逐渐擦除旧波形,如图 5-14 所示。

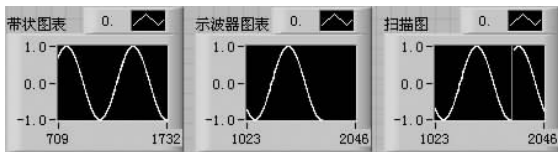


图 5-14 波形图表的三种刷新模式

下面通过一个简单的例子来说明波形图表与波形图的不同使用方法。如图 5-15 所示,用波形图表和波形图分别显示 20 个随机数产生的曲线。观察程序框图,两个波形图表与波形图分别处于不同的位置,一个波形图表在 For 循环内,另一个波形图表与波形图位于 For

循环外面,但在运行时可以发现,循环内的波形图表每接收到一个点就显示一个,而在循环外的波形图表与波形图是在 50 个数据都产生后,一次性显示出整个数据曲线。

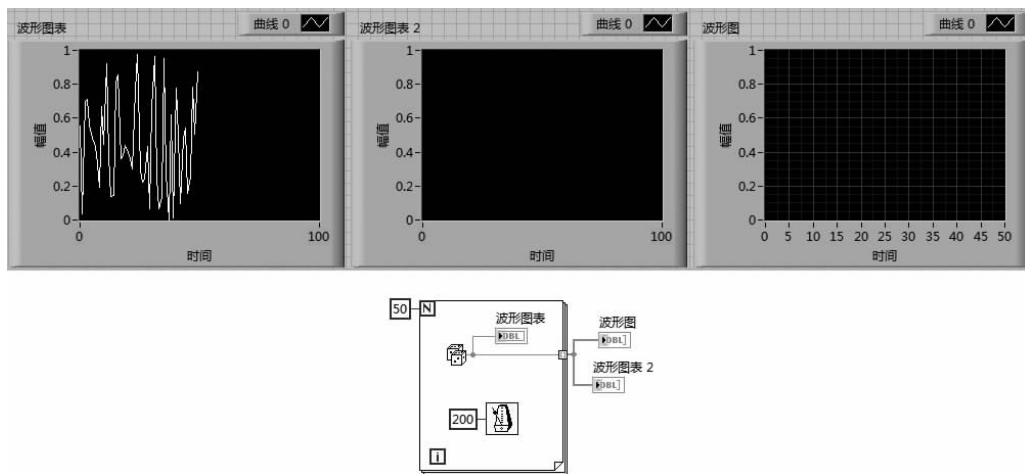


图 5-15 波形图表与波形图的比较

由上面的例子也可以看出,波形图表在绘制单曲线时,可以接受的数据格式有两种,分别是标量数据和数组。标量数据和数组被接在旧数据的后面显示出来。输入标量数据时,曲线每次向前推进一个点;输入数组时,曲线推进的点数等于数组的长度。

绘制多条曲线时,可以接受的数据格式也有两种。第一种是每条曲线的一个新数据点(数值类型)打包成簇,然后输入到波形图表中,这时波形图表的所有曲线同时推进一个点;第二种是每条曲线的一个数据点打包成簇,若干个这样的簇作为元素构成数组,再把数组送入到波形图表中,数组中的元素决定了绘制波形图表时每次更新数据的长度。如图 5-16 所示。该示例共绘制两条曲线,“波形图表(单点)”每秒钟内为每条曲线更新 1 个点,“波形图表(4 点)”每秒钟内为每条曲线更新 4 个点。

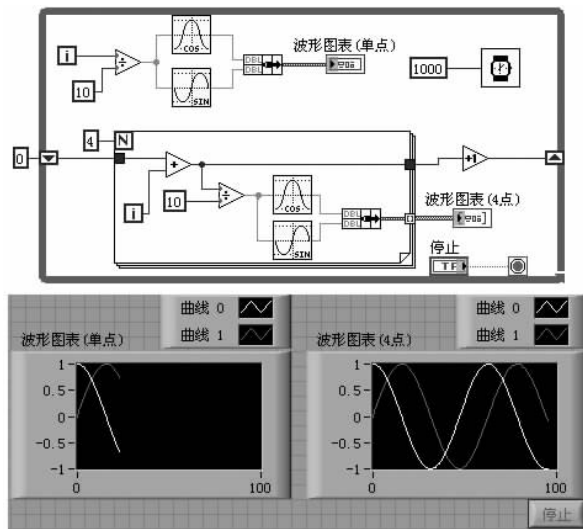


图 5-16 使用波形图表绘制多曲线示例

在绘制多条曲线时,波形图表的默认状态是把这些曲线绘制在同一个坐标系中。在波形图表上弹出的快捷菜单中的“分格显示曲线”项可以把多条曲线绘制在各自不同的坐标系中,这些坐标系从上到下排列。选中后,该选项变成“叠加显示曲线”,用于在同一坐标系中显示多条曲线,图 5-17 所示为两种显示方式的对比情况。

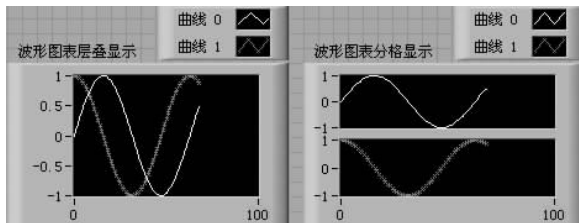


图 5-17 波形图表的层叠/分格显示方式

【实训练习】

(1) 在一个波形图表中用红、绿、蓝 3 种颜色表示范围 0~1、0~5、0~10 的 3 个随机数构成的 3 条曲线。要求分别用层叠和分格两种方式显示。

(2) 创建一个 VI,使用扫描刷新模式将两条随机曲线显示在波形图表中。两条曲线中一条为随机数曲线,另一条曲线是每个数据点为第一条曲线对应点前 5 个数据值的平均值。

5.2 XY 图和 Express XY 图

5.2.1 XY 图

波形图和波形图表只能适用于显示一维数组中的数据或是一系列单点数据,不适合描述 Y 值随 X 值变化的曲线,也不适合绘制两个相互依赖的变量(如 Y/X)。前面描述的波形图用于显示均匀波形数据,其横坐标默认为采样序号,纵坐标默认为测量数值,适合显示等间隔数据序列的变化。但是在大多数情况下,需要绘制非均匀采样数据图或封闭曲线图,这就无法使用波形图。因此,LabVIEW 专门设计了 XY 图,用于显示多值函数,曲线形式由用户输入的 X、Y 坐标决定,可显示任何均匀采样或非均匀采样的点的集合。XY 图也是波形图的一种,它需要同时输入 X 轴和 Y 轴的数据,X、Y 之间相互联系,不要求 X 坐标等间距,且能通过编程方便地绘制任意曲线。

XY 图位于“控件”→“新式”→“图形”子选板上。XY 图窗口及属性对话框与波形图类似,如图 5-18 所示。

与波形图一样,XY 图也是一次性完成波形的显示刷新。但 XY 图的输入数据类型相对比较简单,是由两组数据打包构成的簇,簇的每一对数据对应显示一个数据点的 X、Y 坐标值。

1. 单曲线

当用 XY 图绘制单条曲线时,有两种方法,如图 5-19 所示。