

分析选项 Perception

文档版本 2.0 - 2010 年 10 月

Perception 6.0 或更高版本

有关 HBM 的条款和条件，请访问 www.hbm.com/terms

HBM GmbH
Im Tiefen See 45
64293 Darmstadt
Germany
电话: +49 6151 80 30
传真: +49 6151 8039100
电子邮件: info@hbm.com
www.hbm.com/highspeed

版权所有© 2010

保留所有权利。不得以任何形式或通过任何方式复制或传播此文档中的任何内容。

许可协议与担保

有关“许可协议与担保”的信息，请参阅 www.hbm.com/terms。

目录		页
1	分析选项	9
1.1	简介	9
1.1.1	如何安装“分析”选项	9
1.2	公式数据库表单	11
1.3	定义	14
1.3.1	常量	14
1.3.2	变量	14
1.3.3	函数	14
1.4	修改布局	16
1.4.1	添加、删除和清除行	16
1.4.2	全方位移动	16
1.5	创建公式	17
1.5.1	输入备注	17
1.5.2	输入公式	17
1.6	公式菜单	19
1.6.1	载入公式	19
1.6.2	保存公式	20
1.6.3	打印公式	20
1.6.4	移动表单	20
2	公式数据库功能	21
2.1	一般信息	21
2.2	概述	22
2.2.1	函数概述	22
3	算术运算	26
3.1	+ (加法)	26
3.2	- (减法)	28
3.3	* (乘法)	30
3.4	/ (除法)	32
3.5	- (一元减)	34
4	参考指南	35
4.1	@Abs	35
4.2	@And	36
4.3	@Area	37
4.4	@ATan	39
4.5	@BlockFFT	40

4.6	@Clip	42
4.7	@Cos	43
4.8	@CurveFitting	44
4.9	@Cut	46
4.10	@Cycles	48
4.11	@Diff	50
4.12	@Energy	52
4.13	@EqualTo	54
4.14	@Exp	55
4.15	@ExpWave	56
4.16	@FallTime	58
4.17	@FilterButterworthLP	60
4.18	@FilterButterworthHP	62
4.19	@FilterButterworthBP	64
4.20	@FilterButterworthBS	66
4.21	@FilterBesselLP	68
4.22	@FilterBesselHP	70
4.23	@FilterBesselBP	72
4.24	@FilterBesselBS	74
4.25	@FilterChebyshevLP	76
4.26	@FilterChebyshevHP	79
4.27	@FilterChebyshevBP	81
4.28	@FilterChebyshevBS	83
4.29	@Frequency	85
4.30	@GreaterEqualThan	87
4.31	@GreaterThan	88
4.32	@Histogram	89
4.33	@IIF	91
4.34	@Integrate	93
4.35	@IntLookUp	94
4.36	@IntLookUp12	97
4.37	@Join	99
4.38	@Length	101
4.39	@LessEqualThan	102
4.40	@LessThan	103
4.41	@Ln	104
4.42	@Log	106

4.43	@Max	107
4.44	@MaxNum	109
4.45	@MaxPos	110
4.46	@Mean	112
4.47	@Min	114
4.48	@MinNum	116
4.49	@MinPos	117
4.50	@NextHillPos	118
4.51	@NextLvlCross	119
4.52	@NextValleyPos	121
4.53	@Noise	122
4.54	@Not	123
4.55	@Or	124
4.56	@Period	125
4.57	@Pow	127
4.58	@PrevHillPos	128
4.59	@PrevLvlCross	129
4.60	@PrevValleyPos	131
4.61	@Pulse	132
4.62	@PulseWidth	134
4.63	@Ramp	136
4.64	@ReadAsciiFile	138
4.65	@Reduce	140
4.66	@RefCheck	141
4.67	@RemoveGlitch	143
4.68	@Res2	144
4.69	@RiseTime	145
4.70	@RMS	147
4.71	@SAEJ211Filter	149
4.72	@Sin	150
4.73	@SineWave	151
4.74	@Smooth	152
4.75	@Sqrt	154
4.76	@SquareWave	155
4.77	@StdDev	156
4.78	@Sweep	158
4.79	@Tan	159

4.80	@TriggerTime	160
4.81	@TriggerTimeToText	161
4.82	@TrueRMS	163
4.83	@Value	164
4.84	@XDelta	165
4.85	@XDeltaHigh	166
4.86	@XDeltaLow	167
4.87	@XFirst	168
4.88	@XLast	169
4.89	@XShift	170
4.90	@XYArray	171
4.91	@YArray	173
5	脉冲测量和分析	174
5.1	一般信息	174
6	IIR 滤波器	177
6.1	简介	177
6.1.1	贝塞尔	178
	优点:	178
	劣势:	178
6.1.2	巴特沃思	179
	优点:	179
	劣势:	179
6.1.3	切比雪夫 (类型 I)	179
	优点:	179
	劣势:	179
6.1.4	幅度谱	179
6.1.5	脉冲响应	182
6.1.6	阶跃响应	183
6.1.7	无相位滤波	184
6.1.8	采样率和截止频率的重要性	185

1 分析选项

1.1 简介

Perception Perception 分析选项可以对测量的数据执行计算。多种多样的内置函数使您能够正确地执行从基本统计到高级数学运算等分析。

分析选项包括两个主要部分：

- 各种功能
- 可显示的公式数据库

通过公式数据库可以创建您自己的一系列附加函数，无需进行编程或排序。只需输入所需计算就会自动显示结果。新数据的结果不仅会自动更新到公式数据库中，也会直接在显示和报告中更新。一旦定义了公式之后，即可将其保存起来备用。

公式数据库对存放的公式数量没有限制，每个公式都有其名称和单位。可以通过将波形和标量算术运算与其中一个内置函数、光标信息或其他公式结果相结合的方式创建公式。自动补全和同步通过各种选项为您提供指导。

为了便于使用，我们将包括函数和公式数据库在内的分析选项均称作“公式数据库”。

1.1.1 如何安装“分析”选项

Perception 软件的启动需要 HASP 密钥。HASP（软件的硬件保护）是一种基于硬件（硬件密钥）的软件版权保护系统，可以避免软件应用程序的非法使用。每个 HASP 密钥中都含有一个唯一的 ID 号，用于根据所购买的功能和选项对程序进行个性化设置。另外，密钥还可用于存储许可参数、应用程序和客户特定数据。

如果您单独购买了“分析”选项，您将收到个性化的“密钥文件”。您可使用该文件解除对附加功能的锁定。

您可在[帮助](#) ▶ [关于 Perception](#) 中找到密钥的序列号。

更新密钥信息：

- 1 选择[帮助](#) ▶ [更新密钥...](#)
- 2 在“打开”对话框中找到密钥文件 (*.pKey)，然后单击**打开**。
- 3 如果一切正常，您将会看到以下消息：



图 1.1: 软件复制保护对话框

4 单击**确定**。

完成安装后可转至**帮助** ▸ **关于 Perception** ▸ **更多...**查看安装的所有选项。

需要重新启动程序才能使更改生效。“分析”选项现已可用。

1.2 公式数据库表单

公式数据库表单主要用于创建和编辑公式。

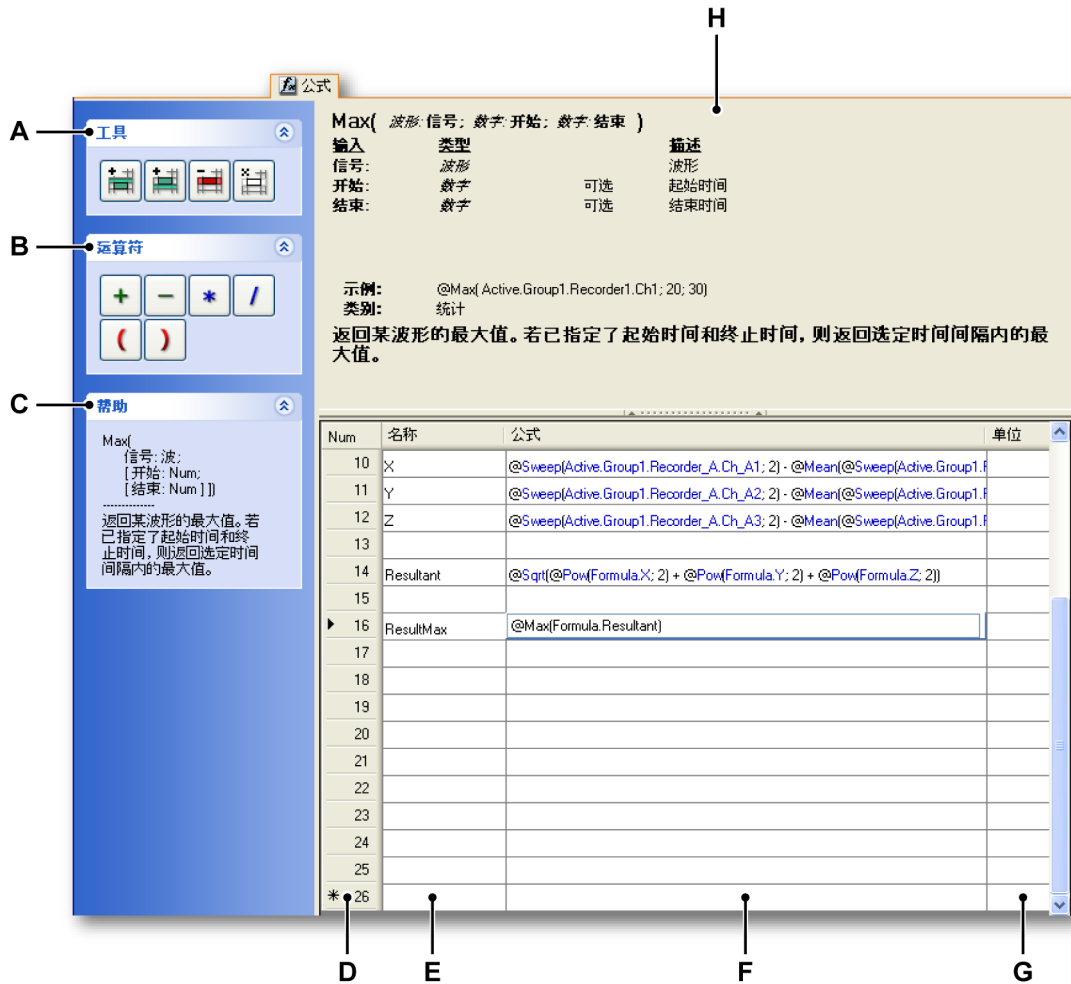


图 1.2: 公式数据库表单

- A 工具
- B 运算符
- C 默认帮助
- D 带有行指针的公式数据库行编号
- E 公式名称列
- F 公式列
- G 公式单位
- H 可选帮助

- A 工具** 系统提供的工具，用于添加、删除和清除具有公式的行。这些工具对当前所选行执行操作。当前所选行用行指针表示。

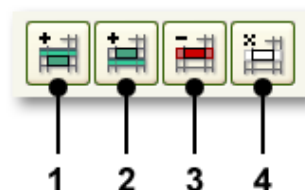


图 1.3: 公式表单工具

- 1 在当前行之上插入行
- 2 在当前行之下插入行
- 3 删除行
- 4 清除行

- B 运算符** 使用运算符按钮插入基本运算符。

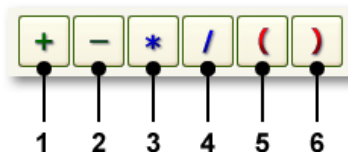


图 1.4: 公式表单运算符

- 1 加
- 2 减
- 3 乘
- 4 除
- 5 左括号
- 6 右括号

- C 默认帮助** 此区域显示有关所选函数的基本帮助信息。

- D 行编号** 为了便于参考，每行都有一个行编号。当前活动行的行编号前还有一个三角形指针。

- E-G 公式** 每个公式都有其各自的名称、主体和单位。此区域也称为“公式编辑器”。

- H 附加帮助** 若要了解更详细的帮助信息，可选用附加帮助区域。

您可以根据需要显示或隐藏附加帮助。

显示或隐藏附加帮助:

- 单击公式区域上方的把手。



1.3 定义

公式数据库的定义需用到运算符和函数。运算符需要变量，函数则需参数。

1.3.1 常量

常量是直接输入到公式中的数字值或字符串值。数字的输入格式既可以是浮点记数，也可以是整数记数。所有内部数字值均为浮点数字。字符串在输入时需加引号，如“text”。

1.3.2 变量

变量可以是数据来源列表中的任何变量（波形、数字或字符串）。变量可从数据来源中选择。以前定义的公式也可用作变量。

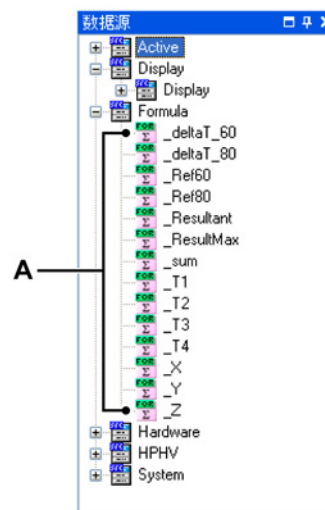


图 1.5: 包含公式结果的数据来源导航

A 公式结果

在公式主体中，变量是按其在数据来源中的完整路径引用的。例如在上图中，公式结果 T2 的引用方式是 **Formula.T2**

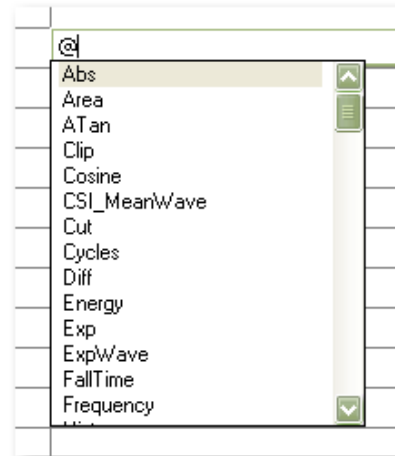
1.3.3 函数

函数中包含多个参数（可以是变量和/或常量）并使用这些参数生成某个结果。参数类型和结果类型均取决于所用的函数。

输入函数：

- 1 单击空白行中的公式正文将其选中，或双击空白行中的公式正文进入编辑模式。

- 2 键入符号 @。
 - 此时会显示出可用函数列表。



- 3 按以下方式从列表中选择函数：
 - 使用滚动条滚动浏览可用函数列表。
 - 用鼠标单击函数。
 - 使用箭头键选择某函数，然后按 Enter。

在“帮助”区域会显示所选函数的完整描述。

请注意，如果函数没有名称，即可将其看作是备注行。

1.4 修改布局

您可以通过添加、删除和清除行的方式修改行布局。修改行布局时既可直接使用相应工具，也可右击鼠标调出含有相同命令的上下文菜单。



1.4.1 添加、删除和清除行

您可以添加、删除和清除行。这些操作既可针对一行，也可以是多行。

选择多行：



- 选择连续的多行：
 - 单击第一行，然后拖动至最后一行。
 - 单击第一行，然后按住 SHIFT 再单击最后一行。
- 要选择非连续的行，请按住 CTRL，然后单击各行。

添加一行或多行：

- 1 选择一行或多行。
 - 行指针将会移动至最后选择的行
- 2 单击相应工具：
 - 在所选行之上插入行  可在当前所选行之上插入一行或多行。
 - 在所选行之下插入行  可在当前所选行之下插入一行或多行。
 - 插入的行是空白行。

移除一行或多行：

选择一行或多行，然后执行以下操作：

- 要移除某行及其内容，请单击删除选择的行  工具。
- 要删除某行的内容但保留该行，请单击清除选择的行  工具。
- 在弹出的确认对话框中单击确定。

清除字段：

可按如下方式清除单个字段：

- 选择您要清除的字段并按 **Del**
- 选择您要清除的字段并按 **Enter**：此时该字段会进入可编辑状态且其中的内容文本会被选中。按 **Del**。

1.4.2 全方位移动

您可以使用 **Tab** 和箭头键在所有字段之间移动。

1.5 创建公式

公式和备注的创建非常简单。只需通过自动完成法按公式定义操作即可，无需太多输入操作。此系统还降低了出错几率。

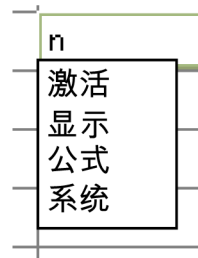
公式编辑器的布局类似于数据库，其中的行中显示有记录。每行包括三个可编辑字段，在此您可输入备注和公式。

1.5.1 输入备注

您可在公式编辑器中输入备注，通过此方法为您输入的公式提供阐述。备注以绿色显示。备注行中没有名称。

输入备注：

- 1 单击空白行中的公式正文将其选中，或双击空白行中的公式正文进入编辑模式。
- 2 开始键入文本。请注意，键入第一个字符后会弹出一个列表：



- 3 请忽略此列表。输入了第一个单词后该列表会自动消失。继续完成键入。
- 4 完成后按 **Enter** 或单击公式编辑器中的任何其他位置。

请勿在备注行的名称列中键入文本。

1.5.2 输入公式

公式是通过现有数据来源、变量和常量创建新波形、数字值或字符串时的指导法则。公式是一种数学表达式，其中包含数据来源、常量和函数。您可以在其中使用括号改变运算优先级。

公式包括名称、主体和可选单位。公式显示为蓝色（已知关键字）和黑色。

输入公式：

执行以下操作：

- 1 输入公式名称:
 - a 单击空白行中的名称字段将其选中, 或双击空白行中的名称字段进入编辑模式。
 - b 输入描述性名称。
- 2 按如下方式导航至公式的主体字段:
 - 按 TAB。
 - 按向右的箭头键。
- 3 通过以下一种或多种方式输入公式主体:
 - 键入符号 @ 显示可用函数列表, 然后选择您要使用的函数。
 - 键入任何字符: 此时会弹出一个下拉列表, 其中列出了可能的数据来源词根。选择一个词根并键入一个圆点: 此时会显示一个含有所需词根分支的新下拉列表。选择一个分支并键入圆点等符号, 直到选择出您想要的变量或数据来源。
 - 直接键入变量/数据来源的完整路径。
 - 使用运算符和括号创建更为复杂的公式。
 - 如果可用, 将会在“帮助”区域显示帮助文本。
- 4 完成后, 导航至“单位”字段并输入合适的单位。



技巧

您也可以直接将数据来源拖到公式数据库中的公式里。这样您便可以迅速地将常数和变量插入函数中而无需知道变量的完整路径。比如, 直接将光标的 X 位置拖到公式中而无需键入以下完整路径: `Display.Display1.Cursor1.XPosition`。

1.6 公式菜单

“公式”菜单中列出了与公式文件处理相关的命令。使用公式编辑器左侧上的任务窗格中提供的工具进行布局和内容管理。

“公式”菜单是一个动态菜单，只有当公式表单位于顶部，即可见时，才可使用该菜单。

您也可以通过菜单将公式保存到单独的某个文件中。一般来说，这些公式数据库设置：

- 包括公式表单中指定的所有公式/函数，
- 可单独保存为以 **.pFormulas** 为扩展名的文件，
- 保存工作台时该设置会作为记录的一部分自动保存，
- 并会作为整个工作台的构成部分自动加载，
- 可作为单独设置从工作台或记录中提取/加载，
- 可作为单独设置保存到工作台或记录中。

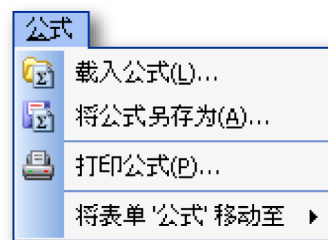



图 1.6: 公式菜单

1.6.1 载入公式

您可从各种来源中载入公式。

载入公式:

请按以下步骤从外部来源载入公式:

- 1 请执行以下操作之一:
 - 在**公式菜单**中，单击**载入公式...**。
 - (可用时) 在**工具栏**中单击**载入公式...**按钮 .
- 2 如果需要，可在弹出的“载入公式”对话框中选择文件类型:
 - 公式文件 (*.pFormulas)
 - 虚拟工作台之外的公式 (*.pVWB)
 - 试验之外的公式 (*.pNRF)
- 3 选择要使用的文件。


4 单击打开。

1.6.2 保存公式

您也可以保存公式，其操作基本和载入公式一样。您可以保存到既有的工作台或试验中。这样将替换该文件中的公式。其他数据不变。

保存公式：


按以下步骤将公式保存到外部文件中：

- 1 请执行以下操作之一：
 - 在**公式菜单**中，单击**将公式另存为...**。
 - （可用时）在**工具栏**中单击**将公式另存为...**按钮 
- 2 如果需要，可在弹出的**将公式另存为**对话框中选择文件类型：
 - 公式文件 (*.pFormulas)
 - 虚拟工作台之外的公式 (*.pVWB)
 - 试验之外的公式 (*.pNRF)
- 3 选择您要保存到哪个文件/替换哪个文件或键入新文件的名称。
- 4 单击**保存**。

1.6.3 打印公式

您可以打印公式的备份。

打印公式的备份：

- 1 请执行以下操作之一：
 - 在**公式菜单**中，单击**打印公式...**。
 - （可用时）在**工具栏**中单击**打印公式...**按钮 
- 2 在弹出的打印对话框中设置打印首选项。
- 3 单击**打印**。

1.6.4 移动表单

如果安装了多个工作簿选项，则可将公式表单移动到其他工作簿。

将公式表单移动到其他工作簿：

- 1 在**公式菜单**中指向**移动表单 ‘公式’到** ▶
- 2 在弹出的子菜单中选择工作簿。

2 公式数据库功能

2.1 一般信息

本文对 Perception 公式数据库中的所有功能进行了详细描述。

有关公式数据库本身的描述，请参阅用户手册中的相应内容。

有关脉冲特性、测量和分析的详情，可参阅章节：

“脉冲测量和分析” 174 页。

公式数据库中的公式定义为：

输出 = 公式

输出作为变量存储于数据来源导航中。您可以在“公式”分支中找到该变量。

该输出可以用作其他函数中的参数，与其在数据库中的物理顺序无关。

公式输入格式与在纸张上的记录格式相同。标准数学规则同样适用。

异常情况

没有可用作“@”-函数参数的表达式。

例如：

	<code>Angle</code>	<code>= 33</code>
正确	<code>AngleRad</code>	<code>= System.Constants.Pi * Formula.Angle / 180</code>
	<code>CosAngle</code>	<code>= @Cos (Formula.AngleRad)</code>
错误	<code>CosAngle</code>	<code>= @Cos (System.Constants.Pi * Formula.Angle / 180)</code>

说明

所有函数均可处理静态的单时基、单次扫描数据。这些函数还能处理多时基和/或多次扫描数据。但是，计算结果可能会因所用函数的性质而不可预知。部分函数还可处理动态（实时）数据。如果适用，此功能会在函数的描述中注明。

2.2 概述

本部分按字母顺序对所有函数进行了概述，其中包括各函数名称、简短描述以及所在页码。

2.2.1 函数概述

名称	描述
+ (加)	将两个表达式相加: "+ (加法)" 26 页
- (减)	将两个表达式相减: "- (减法)" 28 页
* (乘)	将两个表达式相乘: "*" (乘法)" 30 页
/ (除)	将两个表达式相除: "/" (除法)" 32 页
- (反相)	求表达式的相反数: "- (一元减)" 34 页
@Abs	数字值或波形的绝对值: "@Abs" 35 页
@And	逻辑 AND: "@And" 36 页
@Area	波形曲线下方的面积: "@Area" 37 页
@ATan	计算反正切值: "@ATan" 39 页
@BlockFFT	计算某数据块内的主频率: "@BlockFFT" 40 页
@Clip	限制波形的振幅: "@Clip" 42 页
@Cos	计算余弦值: "@Cos" 43 页
@CurveFitting	将线性或抛物线波形与指定波形拟合: "@CurveFitting" 44 页
@Cut	剪切波形的特定区段: "@Cut" 46 页
@Cycles	计算波形中的周期数: "@Cycles" 48 页
@Diff	微分波形: "@Diff" 50 页
@Energy	计算波形曲线下的能量: "@Energy" 52 页
@EqualTo	"等于" 评估: "@EqualTo" 54 页
@Exp	指数: 计算输入值的幂 (以 e 为底): "@Exp" 55 页
@ExpWave	生成指数波形: "@ExpWave" 56 页
@FallTime	确定波形中某脉冲的下降时间: "@FallTime" 58 页
@FilterButterworthLP	过滤输入信号: "@FilterButterworthLP" 60 页
@FilterButterworthHP	过滤输入信号: "@FilterButterworthHP" 62 页
@FilterButterworthBP	过滤输入信号: "@FilterButterworthBP" 64 页
@FilterButterworthBS	过滤输入信号: "@FilterButterworthBS" 66 页
@FilterBesselLP	过滤输入信号: "@FilterBesselLP" 68 页
@FilterBesselHP	过滤输入信号: "@FilterBesselHP" 70 页
@FilterBesselBP	过滤输入信号: "@FilterBesselBP" 72 页
@FilterBesselBS	过滤输入信号: "@FilterBesselBS" 74 页
@FilterChebyshevLP	过滤输入信号: "@FilterChebyshevLP" 76 页
@FilterChebyshevHP	过滤输入信号: "@FilterChebyshevHP" 79 页

名称	描述
@FilterChebyshevBP	过滤输入信号: "@FilterChebyshevBP" 81 页
@FilterChebyshevBS	过滤输入信号: "@FilterChebyshevBS" 83 页
@Frequency	确定波形的频率: "@Frequency" 85 页
@GreaterEqualThan	“大于或等于”评估: "@GreaterEqualThan" 87 页
@GreaterThan	“大于”评估: "@GreaterThan" 88 页
@Histogram	计算振幅的柱状图: "@Histogram" 89 页
@IIF	条件结果: "@IIF" 91 页
@Integrate	合并波形: "@Integrate" 93 页
@IntLookUp	使用波形数据作为外部换算表的索引修改波形: "@IntLookUp" 94 页
@IntLookUp12	使用波形数据作为换算表的索引修改波形: 针对 12 位数据而优化: "@IntLookUp12" 97 页
@Join	结合两个或多个波形: "@Join" 99 页
@Length	返回波形长度 (按采样): "@Length" 101 页
@LessEqualThan	“小于或等于”评估: "@LessEqualThan" 102 页
@LessThan	“小于”评估: "@LessThan" 103 页
@Ln	计算自然对数: "@Ln" 104 页
@Log	计算以 10 为底的对数: "@Log" 106 页
@Max	确定波形的最大值 (振幅): "@Max" 107 页
@MaxNum	确定数值范围中的最大值: "@MaxNum" 109 页
@MaxPos	返回波形最大值的位置: "@MaxPos" 110 页
@Mean	计算波形的中间值: "@Mean" 112 页
@Min	确定波形的最小值 (振幅): "@Min" 114 页
@MinNum	返回波形最小值的位置: "@MinNum" 116 页
@MinPos	返回绝对最小值的位置 (按时间): "@MinPos" 117 页
@NextHillPos	确定波形中下一个局部最大值的位置: "@NextHillPos" 118 页
@NextLvlCross	确定特定信号电平的波形中下一个交叉点的位置: "@NextLvlCross" 119 页
@NextValleyPos	确定波形中下一个局部最小值的位置: "@NextValleyPos" 121 页
@Noise	生成包含噪声的波形: "@Noise" 122 页
@Not	逻辑 NOT: "@Not" 123 页
@Or	逻辑 OR: "@Or" 124 页
@Period	确定波形的周期: "@Period" 125 页
@Pow	求幂, 基数的幂指数次方: "@Pow" 127 页

名称	描述
@PrevHillPos	确定波形中上一个局部最大值的位置： "@PrevHillPos" 128 页
@PrevLvlCross	确定特定信号电平的波形中上一个交叉点的位置： "@PrevLvlCross" 129 页
@PrevValleyPos	确定波形中上一个局部最小值的位置： "@PrevValleyPos" 131 页
@PulseWidth	确定波形中某脉冲的宽度： "@PulseWidth" 134 页
@Ramp	生成线性斜坡波形： "@Ramp" 136 页
@ReadAsciiFile	读取 ASCII（文本）文件中的波形数据： "@ReadAsciiFile" 138 页
@Reduce	通过重新采样而降低某波形中的采样数： "@Reduce" 140 页
@RefCheck	根据一个或多个波形包络对某波形进行验证： "@RefCheck" 141 页
@RemoveGlitch	消除波形中不想要的采样： "@RemoveGlitch" 143 页
@Res2	对波形进行采样，以使其长度变为二幂： "@Res2" 144 页
@RiseTime	确定波形中某脉冲的上升时间： "@RiseTime" 145 页
@RMS	计算波形的均方根值： "@RMS" 147 页
@SAEJ211Filter	根据 SAE J211 建议过滤波形： "@SAEJ211Filter" 149 页
@Sin	计算正弦值： "@Sin" 150 页
@SineWave	生成正弦波： "@SineWave" 151 页
@Smooth	平滑选定采样数内的波形： "@Smooth" 152 页
@Sqrt	计算平方根： "@Sqrt" 154 页
@SquareWave	生成方波： "@SquareWave" 155 页
@StdDev	计算波形的标准偏差： "@StdDev" 156 页
@Sweep	选择多次扫描纪录中的扫描： "@Sweep" 158 页
@Tan	计算正切值： "@Tan" 159 页
@TriggerTime	返回触发位置： "@TriggerTime" 160 页
@TriggerTimetoText	以时间-日期格式的字符串返回触发位置： "@TriggerTimeToText" 161 页
@TrueRMS	计算 RMS 值： "@TrueRMS" 163 页
@Value	返回指定 x 位置中某波形的振幅值： "@Value" 164 页
@XDelta	返回波形的采样间隔： "@XDelta" 165 页
@XDeltaHigh	返回多时基纪录中的最大采样间隔： "@XDeltaHigh" 166 页

名称	描述
@XDeltaLow	返回多时基纪录中的最小采样间隔： "@XDeltaLow" 167 页
@XFirst	返回波形中第一个采样的 x 坐标（相对于触发点）： "@XFirst" 168 页
@XLast	返回波形中最后一个采样的 x 坐标（相对于触发点）： "@XLast" 169 页
@XShift	移位波形（按时间）： "@XShift" 170 页
@XYArray	通过 X/Y 值对的列表创建波形： "@XYArray" 171 页
@YArray	通过 Y 值的列表创建波形： "@YArray" 173 页

3 算术运算

3.1 + (加法)

功能

将左右表达式相加。

句法

$Expression1 + Expression2$

参数

$Expression1$ 左表达式。

$Expression2$ 右表达式。

输出

结果是左右表达式之和。

描述

表达式可以是：

- 波形变量
- 函数调用
- 数字变量
- 常量值

常规运算优先级（先乘除后加减）适用于此运算。在复杂表达式中可以使用括号改变运算优先级。

示例

使用加法运算的有效表达式部分示例：

- $2 + 3$
- $var1 + 4$
- $5 + var2$
- $1000 + @Noise(1E6; 1000)$
- $(Var1 + Var2) * (Var3 - Var4)$

当加数是数字值时，输出结果也是数字值。

当加数为波形和数字值时，输出结果是波形。输出波形的点数（长度）与输入波形的长度相等。

当加数是两个波形时，输出结果是输入波形逐点相加形成的波形。输出波形的 x 比例与左侧波形相等。输出波形的长度与两个输入波形中较短波形的长度相等。要使结果有意义，两个波形的 x 比例应该相等。

另请参阅

"* (乘法)" 30 页, "- (减法)" 28 页, "/" (除法)" 32 页

3.2 - (减法)

功能

将左右表达式相减。

句法

$Expression1 - Expression2$

参数

$Expression1$ 左表达式。

$Expression2$ 右表达式。

输出

结果是左右表达式之差。

描述

表达式可以是：

- 波形变量
- 函数引用
- 数字变量
- 常量值

常规运算优先级（先乘除后加减）适用于此运算。在复杂表达式中可以使用括号改变运算优先级。

示例

使用减法运算的有效表达式部分示例：

- $3 - 2$
- $var1 - 4$
- $5 - var2$
- $@SineWave(1E6; 1000; 1k) - 1$
- $(Var1 + Var2) * (Var3 - Var4)$

当被减数与减数是数字值时，输出结果也是数字值。

当被减数与减数为波形和数字值时，输出结果是波形。输出波形的点数（长度）与输入波形的长度相等。

当被减数与减数是两个波形时，输出结果是输入波形逐点相减形成的波形。输出波形的 x 比例与左侧波形相等。输出波形的长度与两个输入波形中较短波形的长度相等。要使结果有意义，两个波形的 x 比例应该相等。

另请参阅

"* (乘法)" 30 页, "+ (加法)" 26 页, "/" (除法)" 32 页

3.3 * (乘法)

功能

将左右表达式相乘。

句法

Expression1 * *Expression2*

参数

Expression1 左表达式。

Expression2 右表达式。

输出

结果是左右表达式之积。

描述

表达式可以是：

- 波形变量
- 函数引用
- 数字变量
- 常量值

常规运算优先级（先乘除后加减）适用于此运算。在复杂表达式中可以使用括号改变运算优先级。

示例

使用乘法运算的有效表达式部分示例：

- 2 * 3
- var1 * 4
- 5 * var2
- 10 * @SineWave(1E6; 1000; 1k)
- (Var1 - AvgVar1) * (Var2 - AvgVar2)

当乘数是数字值时，输出结果也是数字值。

当乘数为波形和数字值时，输出结果按比例调整后的波形。输出波形的点数（长度）与输入波形的长度相等。

当乘数是两个波形时，输出结果是输入波形逐点相乘形成的波形。输出波形的 x 比例与左侧波形相等。输出波形的长度与两个输入波形中较短波形的长度相等。要使结果有意义，两个波形的 x 比例应该相等。

另请参阅

"+ (加法)" 26 页, "- (减法)" 28 页, "/" (除法)" 32 页

3.4 / (除法)

功能

将左右表达式相除。

句法

$Expression1 / Expression2$

参数

$Expression1$ 左表达式（被除数）。

$Expression2$ 右表达式（除数）。

输出

结果是左右表达式之商。

描述

表达式可以是：

- 波形变量
- 函数引用
- 数字变量
- 常量值

常规运算优先级（先乘除后加减）适用于此运算。在复杂表达式中可以使用括号改变运算优先级。

示例

使用除法运算的有效表达式部分示例：

- $3 / 2$
- $var1 / 4$
- $5 / var2$
- $@SineWave(1E6; 1000; 1k) / 10$
- $(Var1 + Var2) / (Var3 - Var4)$

当被除数与除数是数字值时，输出结果也是数字值。

当被除数与除数为波形和数字值时，输出结果是波形。输出波形的点数（长度）与输入波形的长度相等。

当被除数与除数是两个波形时，输出结果是输入波形逐点相除形成的波形。输出波形的 x 比例与左侧波形相等。输出波形的长度与两个输入波形中较短波形的长度相等。要使结果有意义，两个波形的 x 比例应该相等。

当除数是等于零的数字值或当分母是包含零值采样的波形时，将返回一个未定义（未知）值。

另请参阅

"*（乘法）" 30 页, "+（加法）" 26 页, "-（减法）" 28 页

3.5 - (一元减)

功能
反相表达式的符号。

句法
- *Expression*

参数
Expression 要反相的表达式。

输出
结果是表达式乘以 -1 (负一) 后的值。

描述
该表达式可以是包含以下参数的任何表达式:

- 波形变量
- 函数调用
- 数字变量
- 常量值

常规运算优先级 (先乘除后加减) 适用于此运算。在复杂表达式中可以使用括号改变运算优先级。

示例
使用一元减运算的有效表达式部分示例:

- - 2
- - var1
- - @SineWave(1E6; 1000; 1k) - 1
- - ((Var1 + Var2) * (Var3 - Var4))

当反相数字值时, 输出结果是数字值。
当反相波形时, 输出结果是相反波形。输出波形的点数 (长度) 与输入波形的长度相等。

另请参阅
"* (乘法)" 30 页, "+ (加法)" 26 页, "- (减法)" 28 页, "/" (除法)" 32 页

4 参考指南

4.1 @Abs

功能

计算参数的绝对值。

句法

@Abs(Par)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

波形或数字值的绝对值。

描述

计算输入波形或数字值的绝对值。正值保持不变，负值变换符号。此函数可用于矫正信号或强迫生成正值结果。

示例

以下示例可创建一个正弦波并矫正此信号：

```
Signal = @SineWave(1E6; 1000; 1k)
Rectif = @Abs(Formula.Signal)
```

4.2 @And

功能

对输入参数执行逻辑 **AND** 评估。

句法

@And(*Param1*; '*;*'; *ParamN*)

参数

Param1 数字：用于 AND 评估的第一个参数。

ParamN 用于 AND 评估的最后一个参数。其中 $N \geq 2$ 。

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

@And 函数可对输入参数执行逻辑 AND 评估。根据评估的不同，结果可以是 1 或 0。非 0 数值对应于逻辑“True”，数值 0 对应于逻辑“False”。

AND 函数的真值表是：

Param1	Param2	结果
True	True	True
True	False	False
False	True	False
False	False	False

示例

以下是示例及其返回值的列表。

```

AndExamp11 = @And(1; 1; 1)   => 1 (=true)
AndExamp12 = @And(1; 4; 10) => 1 (=true)
AndExamp13 = @And(1; 4; 0)  => 0 (=false)
AndExamp13 = @And(0; 0; 0)  => 0 (=false)

```

另请参阅

"@Not" 123 页 和 "@Or" 124 页

4.3 @Area

功能

计算波形曲线下方的面积。

句法

@Area(Waveform)

@Area(Waveform; Begin)

@Area(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 要计算曲线下方区域面积的输入波形。

Begin 数字：区段起始点。

End 数字：区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

描述

使用以下公式计算曲线下方的面积：

$$\text{Area} = \left[\left[\sum_{n=n_1}^{n_2} y(n) \right] - \frac{y(n_1) + y(n_2)}{2} \right] \cdot \Delta x$$

$n_1 = x \geq \text{Begin}$ 的第一个采样

$n_2 = x \leq \text{End}$ 的最后一个采样

$x = x$ - 两个采样之间的差值

区段界限（Begin 和 End）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

如果采样之间的曲线是线性内插，则会对该曲线执行数值积分。

示例

以下示例可创建一个 50 Hz 的正弦波并计算信号前半周期内曲线下方的面积：

```
Signal = @SineWave(50k; 1000; 50)  
Area   = @Area(Formula.Signal; 0; 10m)
```

另请参阅

"@Energy" 52 页 和 "@Mean" 112 页

4.4 @ATan

功能

计算输入参数的反正切值。

句法

@ATan(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的反正切值的波形或数字值。

描述

反正切函数返回角度值，该角度的正切值与参数相等。返回的角度用弧度表示。
反正切是正切的反三角函数。

示例

以下是用 4 乘以 ATan(1) 计算 Pi 的示例：

```
Pi = 4 * @ATan(1)
```

另请参阅

"@Cos" 43 页, "@Sin" 150 页 和 "@Tan" 159 页

4.5 @BlockFFT

功能

返回一个波形，表示在每个输入波形块中检测到的最大频率。

句法

@BlockFFT(*Waveform*; *Size*; *Space*)

@BlockFFT(*Waveform*; *Size*; *Space*; *Begin*)

@BlockFFT(*Waveform*; *Size*; *Space*; *Begin*; *End*)

参数

<i>Waveform</i>	输入波形
<i>Size</i>	数字：块大小（单位：毫秒）
<i>Space</i>	数字：两个连续块（单位：毫秒）起点之间的间隔
<i>Begin</i>	数字：BlockFFT 函数的起始位置
<i>End</i>	数字：BlockFFT 函数的终止位置。

输出

包含频率与时间的波形。

描述

此函数通过 FFT 算法计算每个块的最大频率。参数 *Size* 确定块的大小（长度），单位为毫秒。参数 *Space* 确定两个连续块起点之间的间隔，单位为毫秒。

参阅下图有关 *Space* 与 *Block* 之间关系的示例。

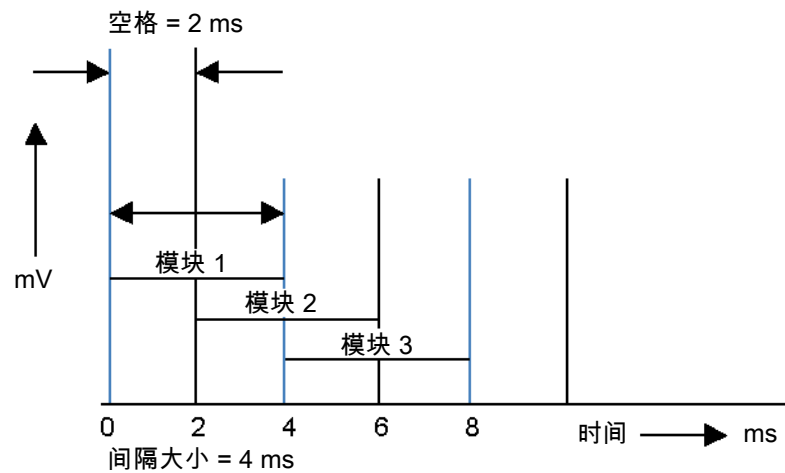


图 4.1: 示例 - 间隔与块大小之间的关系

此函数的输出是一个波形，包含作为时间函数的每块最大频率。此输出波形的采样间隔与 Space 参数相等。

区段界限（Begin 和 End）用于选择一个波形范围，在该范围中计算 BlockFFT 值。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

示例

以下示例可计算形成的波形的 BlockFFT：

```
Sine1 = 2 * @SineWave(1000k; 30k; 10k)
Sine2 = @SineWave(1000k; 30k; 15k)
Sine3 = 1.5 * @SineWave(1000k; 30k; 5k)
Signal = @Join(Formula.Sine1; Formula.Sine2;
               Formula.Sine3)
Result = @BlockFFT(Formula.Signal; 4; 2)
```

4.6 @Clip

功能

限制指定上下界限之间的波形。

句法

@Clip(Waveform; LowerBound; UpperBound)

参数

Waveform 要限制振幅范围的波形。

LowerBound 数字：用于限幅的下界值。

UpperBound 数字：用于限幅的上界值。

输出

上下界限之间所有采样值都得到限制的波形。

描述

系统会将波形中的每个采样与限幅范围的上下界限进行比较。如果采样值介于这两个值之间，则不会对其进行修改。如果采样值大于上界，则会将其设置为上界。如果采样值小于下界，则会将其设置为下界。

示例

该示例可将 1.2 V 正弦波限制在 -1 到 1 范围内以模拟输入超限。

```
Signal      = 1.2 * @SineWave(20k; 1000; 50)
InpSignal   = @Clip(Formula.Signal; -1; 1)
```

以下示例可确定加速信号大于 150 g 时的累计时间。所用的技术是首先限制 150 g 与 150 g 加 0.001 g 之间的幅度。在限幅的信号中，将减去 150 且限幅的信号会扩大 1000 倍。当加速度低于 150 g 时此技术结果是 0，当高于 150 g 时该结果是 1。此曲线下方的面积即为高于 150 g 时的累计时间。

```
Accel       = 150 + @SineWave(20k; 100; 50)
Temp        = 1000 * (@Clip(Formula.Accel; 150; 150.001) -
                    150)
CumTime     = @Area(Formula.Temp)
```

另请参阅

"@Cut" 46 页

4.7 @Cos

功能

计算输入参数的余弦值。

句法

@Cos(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的余弦值的波形或数字值。

描述

若输入参数是弧度角，则会计算其余弦三角函数。当使用波形参数时，则会计算各采样的余弦值。

示例

以下示例可计算指定度数的 "Angle" 变量的余弦值：

```
Angle        = 33
AngleRad    = System.Constants.Pi * Formula.Angle / 180
CosAngle    = @Cos (Formula.AngleRad)
```

另请参阅

"@ATan" 39 页, "@Sin" 150 页 和 "@Tan" 159 页

4.8 @CurveFitting

功能

通过线性内插或抛物线回归返回与输入信号中的一系列数据点拟合效果最佳的波形。

句法

@CurveFitting(*Waveform*)

@CurveFitting(*Waveform*; *Order*)

@CurveFitting(*Waveform*; *Order*; *BeginIntv*)

@CurveFitting(*Waveform*; *Order*; *BeginIntv*; *EndIntv*)

@CurveFitting(*Waveform*; *Order*; *BeginIntv*; *EndIntv*; *Begin*)

@CurveFitting(*Waveform*; *Order*; *BeginIntv*; *EndIntv*; *Begin*; *End*)

参数

<i>Waveform</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字： 回归阶数。 1 = 线性， 2 = 抛物线。 默认是线性回归。
<i>BeginIntv</i>	数字： 用于插值的时间间隔的起始点 默认采用输入波形的起始点。
<i>EndIntv</i>	数字： 用于插值的时间间隔的终止点。 默认采用输入波形的终止点。
<i>Begin</i>	数字： 输出曲线的起始时间。 默认采用输入波形的起始时间。
<i>End</i>	数字： 输出曲线的终止时间。 默认采用输入波形的终止时间。

输出

表示输入波形或其中某部分的线性或抛物线回归的波形。

描述

此函数寻求与输入信号中的一系列数据点拟合效果最佳的曲线。 根据参数的不同， 将会使用输入信号的所有数据点或有限的数据点间隔。

如果 *Order* 参数设置为 1， 将会执行线性回归： 输出信号是一条直线。

如果 Order 参数设置为 2，将会执行抛物线回归：输出信号是一条抛物线。

系统将采用最小二乘算法执行计算。

示例

以下示例可创建线性和抛物线拟合：

```
Signal      = @SineWave(8000; 8001; 5)
LineFit     = @CurveFitting(Formula.Signal; 1; 90m;
                          110m)
ParabolicFit = @CurveFitting(Formula.Signal; 2; 125m;
                          175m)
```

4.9 @Cut

功能

剪切波形的特定部分。

句法

@Cut(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 从中选择区段的输入波形。
Begin 数字： 区段起始点。
End 数字： 区段结束点。

输出

波形区段。

描述

可以选择波形的特定部分进行进一步处理。此函数可根据 Begin 和 End 值计算输出的采样数。第一个采样是 x 坐标最接近 Begin 值的采样。最后一个采样是 x 坐标最接近 End 值的采样。

说明

Begin 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。如果区段界限位于波形的 x 范围以外，则这些值将限制在该范围之内。

示例

以下示例可剪切 100 ms 与 200 ms 之间的信号区段。

```
Signal = @SineWave(10000; 10000; 100)
Segment = @Cut(Formula.Signal; 100m; 200m)
```

如果需要采样的特定范围，则可通过信息函数计算选择合适的范围，然后再做出选择。

以下示例可选择上一个信号的前 1024 个点并将 -1E20 作为一个非常小的值：

```
XEnd = @XBegin(Formula.Signal)
      + 1023 * @XDelta(Formula.Signal)
First1024 = @Cut(Formula.Signal; -1E20; Formula.XEnd)
```

另请参阅

"@Join" 99 页、"@Length" 101 页、"@XFirst" 168 页、"@XDelta" 165 页 和
"@XLast" 169 页

4.10 @Cycles

功能

计算某波形或波形区段中的**周期数**。

句法

@Cycles(Waveform)

@Cycles(Waveform; Begin)

@Cycles(Waveform; Begin; End)

参数

<i>Waveform</i>	要计算周期的输入波形。
<i>Begin</i>	数字： 区段起始点
<i>End</i>	数字： 区段结束点

输出

周期数。

描述

@Cycles 函数可计算波形中周期性重复出现的采样序列 (=周期) 的次数。最大与最小振幅值之间的 50% 电平将会被用于计算电平交叉数，以得出周期数。

区段界限 (Begin 和 End) 用于选择一个采样范围，在该范围中计算周期数。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同 (例如： 时间)，并非与采样相同。

示例

以下示例可计算完整信号以及名称为 "display" 的显示内两个光标之间的周期数。

```
Signal = @SineWave(10k; 10001; 50)
Cycles = @Cycles(Formula.Signal)

Start   = Display.Display.Cursor1.XPosition
End     = Display.Display.Cursor2.XPosition
```



```
Cycles_BC = @Cycles (Formula.Signal;  
                    Formula.Start; Formula.End)
```

另请参阅

"@Frequency" 85 页 和 "@Period" 125 页

4.11 @Diff

功能
微分波形。

句法
@Diff(Waveform)

参数
Waveform 要微分的波形。

输出
微分后的波形。

描述
导数用于测量某函数的输入值变化时该函数的变化情况。笼统而言，导数可以看作是指定的某点上的变化量。查找导出的过程称为微分。除非另作说明，否则会通过微分确定信号的斜率，而非使用数值。计算毗邻采样之差，然后再用该差值除以采样间隔即可计算出斜率：

$$\text{Diff}(n) = \frac{y(n)-y(n-1)}{\Delta x} \quad \text{for } n = 2, \dots, N$$

$$\text{Diff}(1) = 0$$

$x = x$ - 两个采样之间的差值

N = 采样数

微分可改善高频噪音等高频分量和因四舍五入而引起的数字化误差。为了能够对斜率进行较准确的估计，建议对波形执行平滑处理（在微分前或微分后）。

示例

以下示例可创建一个有噪音的正弦波并微分此信号。对生成的波形进行平滑处理能够获得更加准确的正弦波斜率估计。

```
Signal = @SineWave(10k; 1000; 50)
Differ = @Diff(Formula.Signal)
Slope = @Smooth(Formula.Differ; 7)
```

另请参阅

"@Integrate" 93 页 和 "@Smooth" 152 页

4.12 @Energy

功能

计算波形曲线下方的能量。

句法

@Energy(*Waveform*)

@Energy(*Waveform*; *Begin*)

@Energy(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 要计算曲线下区域能量的输入波形。

Begin 数字：区段起始点。

End 数字：区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

描述

使用以下公式计算曲线下方的能量：

$$\text{Energy} = \left[\left[\sum_{n=n_1}^{n_2} y^2(n) \right] - \frac{y^2(n_1) + y^2(n_2)}{2} \right] \cdot \Delta x$$

$n_1 = x \geq \textit{Begin}$ 的第一个采样

$n_2 = x \leq \textit{End}$ 的最后一个采样

$x = x$ - 两个采样之间的差值

区段界限（*Begin* 和 *End*）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。如果采样之间的正方形曲线是线性内插，则会对该曲线执行数值积分。

示例

以下示例可创建一个 50 Hz 的正弦波并计算信号一个周期内的能量：

```
Signal = @SineWave(20k; 1000; 50)
```

```
E1      = @Energy (Formula.Signal; 0; 20m)
```

另请参阅

"@Area" 37 页 和 "@RMS" 147 页

4.13 @EqualTo

功能

此函数可对两个数字输入参数执行等于 (=) 评估。

句法

@EqualTo(*Param1*; *Param2*)

参数

Param1 数字： 用于评估的第一个参数

Param2 数字： 用于评估的第二个参数

输出

输出结果是 1 或 0

描述

EqualTo 函数可对输入参数执行 ‘等于’评估。 如果 Param 1 = Param 2, 那么返回值将为 1 (true), 否则返回值将为 0 (false)。

EqualTo 函数通常与 IIF 函数结合使用。

示例

以下示例可对输入参数进行比较, 并根据比较结果输出一个结果:

```
EqualToExamp11 = @EqualTo(5; 5) => 1 (true)
EqualToExamp12 = @EqualTo(12; 10) => 0 (false)
IIFExample     = @IIF(Formula.EqualToExamp12; "TRUE"; "FALSE")
```

另请参阅

"@IIF" 91 页、"@GreaterEqualThan" 87 页、"@GreaterThan" 88 页、"@LessEqualThan" 102 页 和 "@LessThan" 103 页

4.14 @Exp

功能

指数函数，一种数学运算，记作 e^n ，涉及两个参数：底数 “e” (2.7...) 和指数 “n”。

句法

@Exp(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的求幂值（以 e 为底）的波形或数字值。

描述

指数函数计算输入值的幂（以 e 为底）。当使用波形参数时，会计算各采样的指数函数。此函数是 @ln 的反函数。

示例

指数函数也可使用函数 @Pow 求得。如果公式数据库变量名为 Input，则以下公式等价：

```
Result = @Exp(Formula.Input)
Result = @Pow(System.Constants.e; Formula.Input)
```

以下示例显示系统变量 System.Constants.e 的另一种表达方式：

```
Euler = @Exp(1)
```

另请参阅

"@ExpWave" 56 页, "@Ln" 104 页 和 "@Pow" 127 页

4.15 @ExpWave

功能

生成包含指数函数的波形。

句法

@ExpWave(Rate; Count; Alpha; Beta)

@ExpWave(Rate; Count; Alpha; Beta; X0)

参数

<i>Rate</i>	数字: 采样频率
<i>Count</i>	采样数
<i>Alpha</i>	数字: 振幅乘数
<i>Beta</i>	数字: 指数乘数
<i>X0</i>	数字: 指数乘数修饰符

输出

输出结果是包含指数增长信号的波形。

描述

此函数通过以下公式生成一个波形:

$$f(x) = \alpha \cdot e^{(\beta \cdot (x-x_0))}$$

采样频率、采样数、增长速率以及乘数系数都是可以指定的。生成的波形的长度限制在 1 GigaSamples (1 000 000 000) 以内。

自然对数 $\ln(x)$ 是指数函数的反函数。

由于可以生成指数波函数，所以可以借此合成多种波形。模拟的数据可以用作其他分析函数的输入值。

示例

以下示例可创建指数波形:

```
Signal = @ExpWave(1; 100; 2; 100m)
```


另请参阅

"@Ln" 104 页、"@Pulse" 132 页、"@SineWave" 151 页 和 "@SquareWave"
155 页

4.16 @FallTime

功能

确定波形中某脉冲的下降时间。

句法

@FallTime(Waveform)

@FallTime(Waveform; Begin)

@FallTime(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 包含某脉冲的后沿的输入波形。
Begin 数字： 区段起始点。
End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。 设置了 *Begin* 和 *End* 参数后，此函数可在“记录过程”中生效。 当 *Begin* 和 *End* 之间的数据符合要求时就会计算结果。

描述

下降时间是通过波形（或波形区段）中某脉冲的第一个后沿上的远点（90% 幅度转变）和近点（10% 幅度转变）时间差计算得出的。

区段界限（*Begin* 和 *End*）用于选择采样范围。 如果未指定区段界限，则将使用整个波形。 若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

示例

以下示例可创建一个脉冲并计算后沿的 90%-10% 下降时间。 结果是 40 ms:

```
Sig1      = @Ramp(1k; 100; 0; 0)
Sig2      = @Ramp(1k; 51; 0; 10)
Sig3      = @Ramp(1k; 100; 10; 10)
Sig4      = @Ramp(1k; 51; 10; 0)
Signal    = @Join(Formula.Sig1; Formula.Sig2;
                  Formula.Sig3; Formula.Sig4; Formula.Sig1)
Falltime  = @FallTime(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@PulseWidth" 134 页 和 "@RiseTime" 145 页

4.17 @FilterButterworthLP

功能

用直接型 IIR 低通巴特沃思滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterButterworthLP(Signal; Order; Fc)`

`@FilterButterworthLP(Signal; Order; Fc; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>Fc</i>	数字：截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 低通巴特沃思滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterButterworthLP(Formula.Signal; 2; 200)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

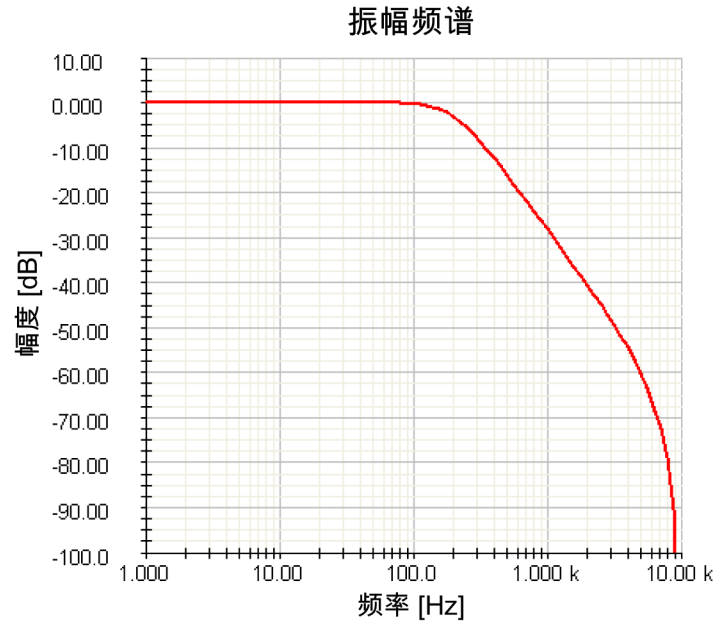


图 4.2: 幅度谱 - FilterButterworthLP

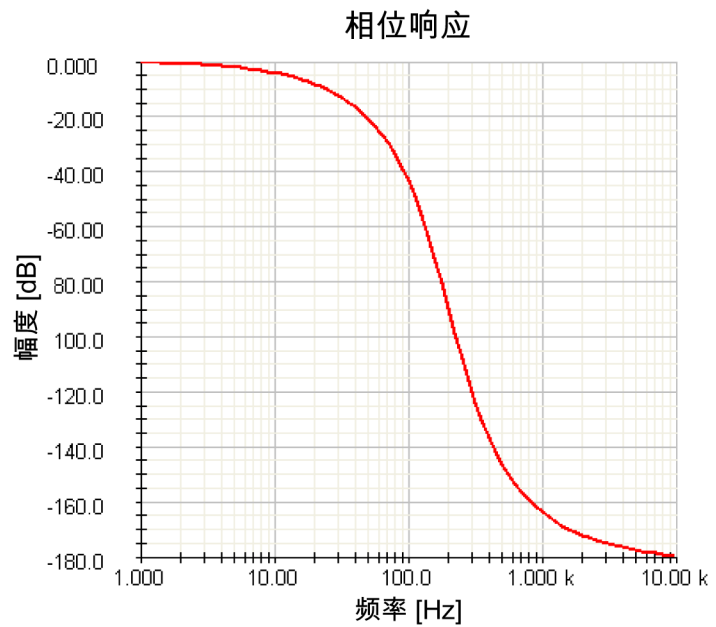


图 4.3: 相位响应 - FilterButterworthLP

另请参阅

"@FilterButterworthBS" 66 页、"@FilterButterworthBP" 64 页 和
"@FilterButterworthHP" 62 页

4.18 @FilterButterworthHP

功能

用直接型 IIR 高通巴特沃思滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterButterworthHP(Signal; Order; Fc)`

`@FilterButterworthHP(Signal; Order; Fc; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>Fc</i>	数字：截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 高通巴特沃思滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterButterworthHP(Formula.Signal; 2; 200)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

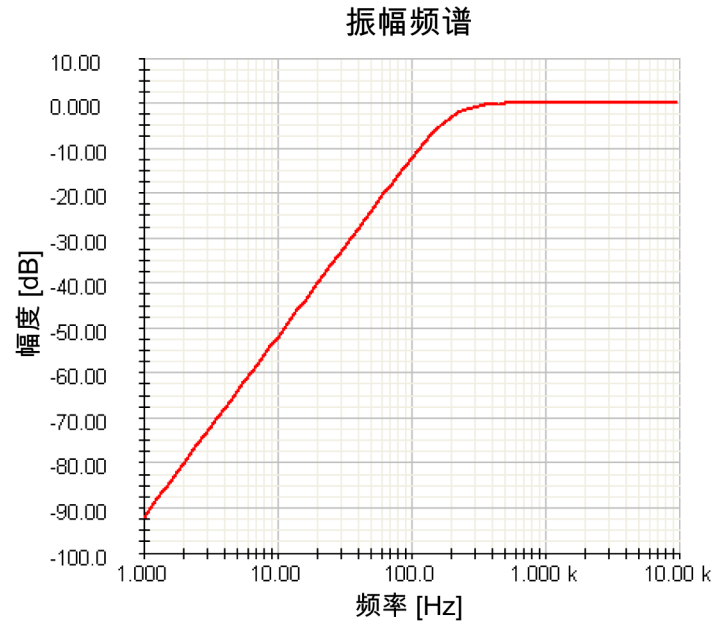


图 4.4: 幅度谱 - FilterButterworthHP

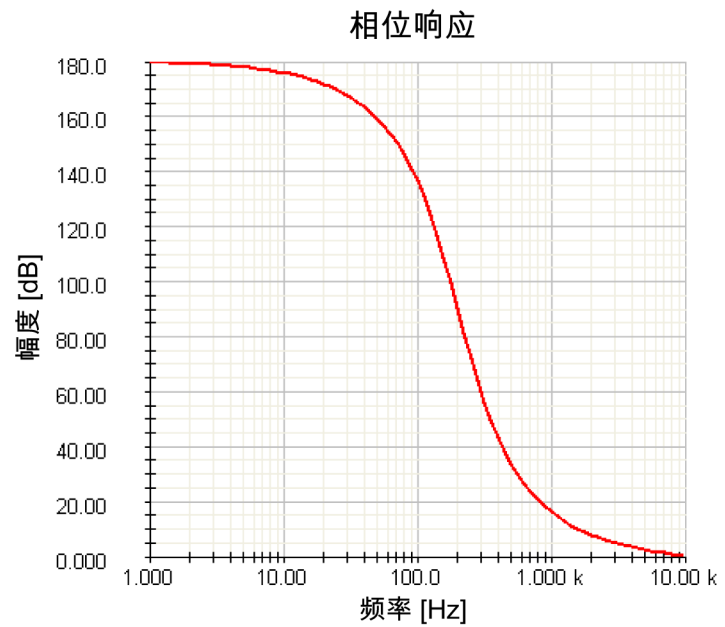


图 4.5: 相位响应 - FilterButterworthHP

另请参阅

"@FilterButterworthBS" 66 页、"@FilterButterworthBP" 64 页 和
"@FilterButterworthLP" 60 页

4.19 @FilterButterworthBP

功能

用直接型 IIR 带通巴特沃思滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterButterworthBP(Signal; Order; LowFc; UpFc)`

`@FilterButterworthBP(Signal; Order; LowFc; UpFc; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>LowFc</i>	数字：下限截止频率（单位：赫兹）
<i>UpFc</i>	数字：上限截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 带通巴特沃思滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterButterworthBP(Formula.Signal; 2; 200;
    1000)
```


如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

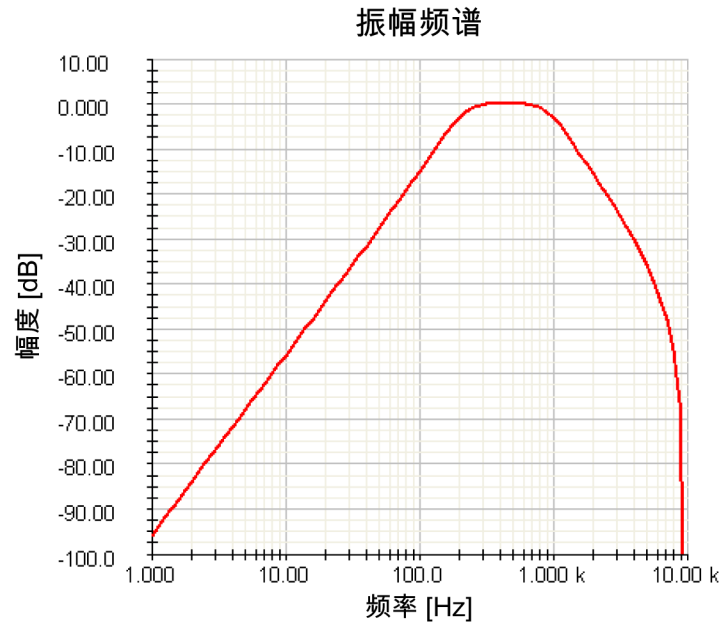


图 4.6: 幅度谱 - FilterButterworthBP

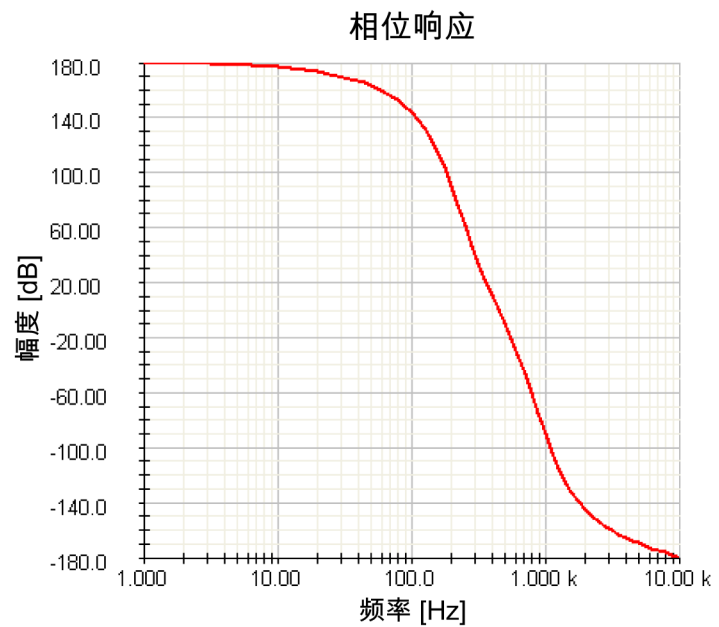


图 4.7: 相位响应 - FilterButterworthBP

另请参阅

"@FilterButterworthBS" 66 页、"@FilterButterworthHP" 62 页 和
"@FilterButterworthLP" 60 页

4.20 @FilterButterworthBS

功能

用直接型 IIR 带阻巴特沃思滤波器过滤输入信号。

句法

```
@FilterButterworthBS(Signal; Order; LowFc; UpFc)
```

```
@FilterButterworthBS(Signal; Order; LowFc; UpFc; Phaseless)
```

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>LowFc</i>	数字：下限截止频率（单位：赫兹）
<i>UpF</i>	数字：上限截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 带阻巴特沃思滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterButterworthBS(Formula.Signal; 2; 200; 1000)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

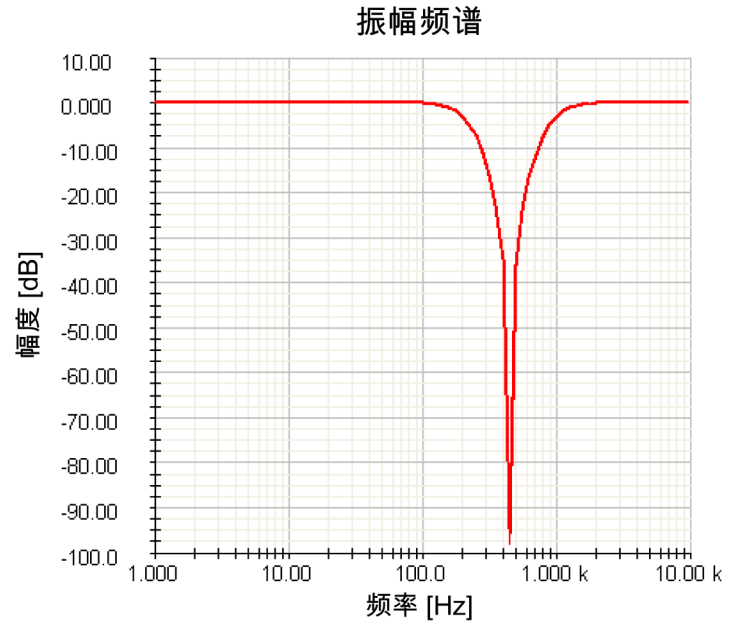


图 4.8: 幅度谱 - FilterButterworthBS

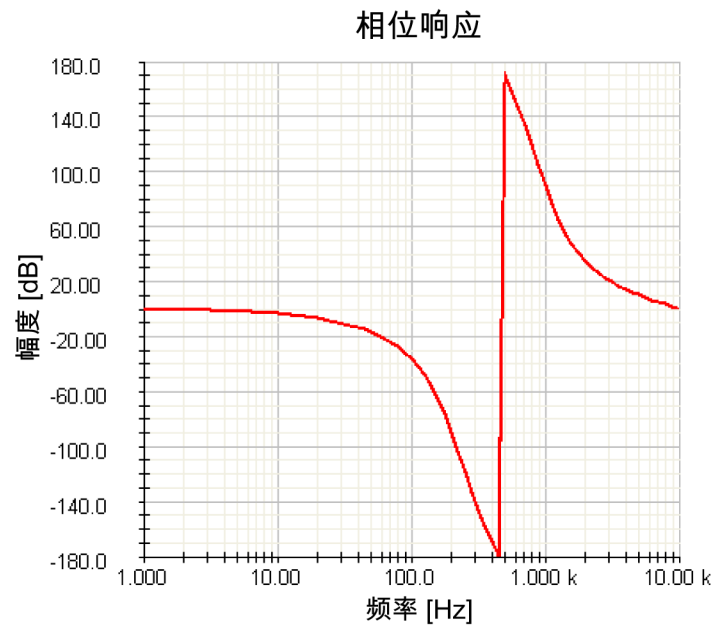


图 4.9: 相位响应 - FilterButterworthBS

另请参阅

"@FilterButterworthBP" 64 页、"@FilterButterworthHP" 62 页 和
"@FilterButterworthLP" 60 页

4.21 @FilterBesselLP

功能

用直接型 IIR 低通贝塞尔滤波器过滤输入信号。

句法

```
@FilterBesselLP(Signal; Order; Fc)
```

```
@FilterBesselLP(Signal; Order; Fc; Phaseless)
```

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>Fc</i>	数字：截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 低通贝塞尔滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 [IIR 滤波器](#) 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterBesselLP(Formula.Signal; 2; 200)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

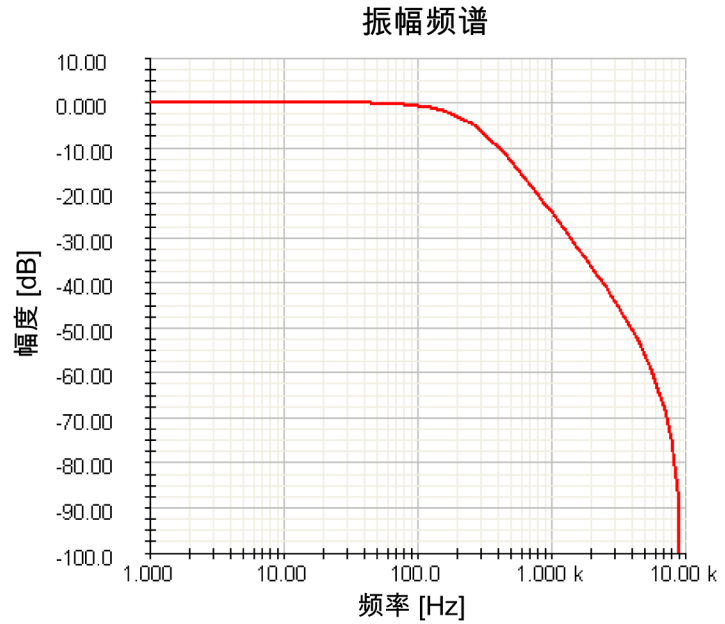


图 4.10: 幅度谱 - FilterBesselLP

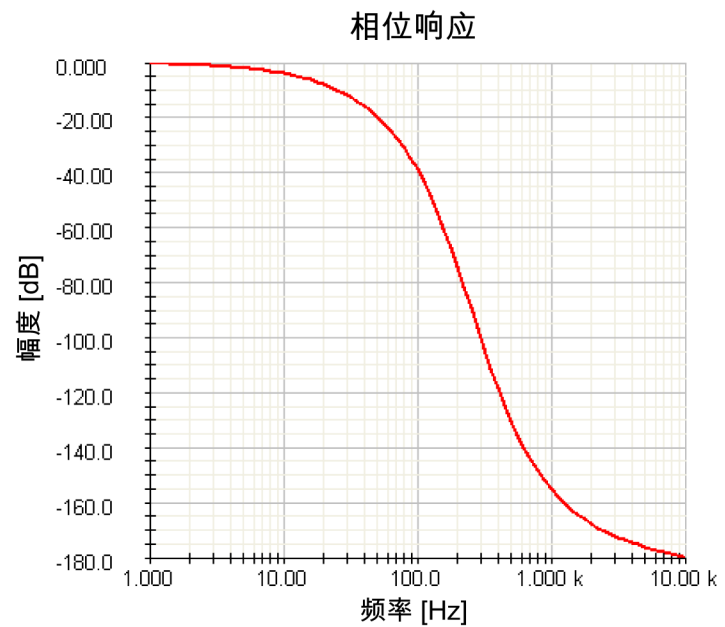


图 4.11: 相位响应 - FilterBesselLP

另请参阅

"@FilterBesselBP" 72 页、"@FilterBesselBS" 74 页和 "@FilterBesselHP" 70 页

4.22 @FilterBesselHP

功能

用直接型 IIR 高通贝塞尔滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterBesselHP(Signal; Order; Fc)`

`@FilterBesselHP(Signal; Order; Fc; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>Fc</i>	数字：截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 高通贝塞尔滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterBesselHP(Formula.Signal; 2; 200)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

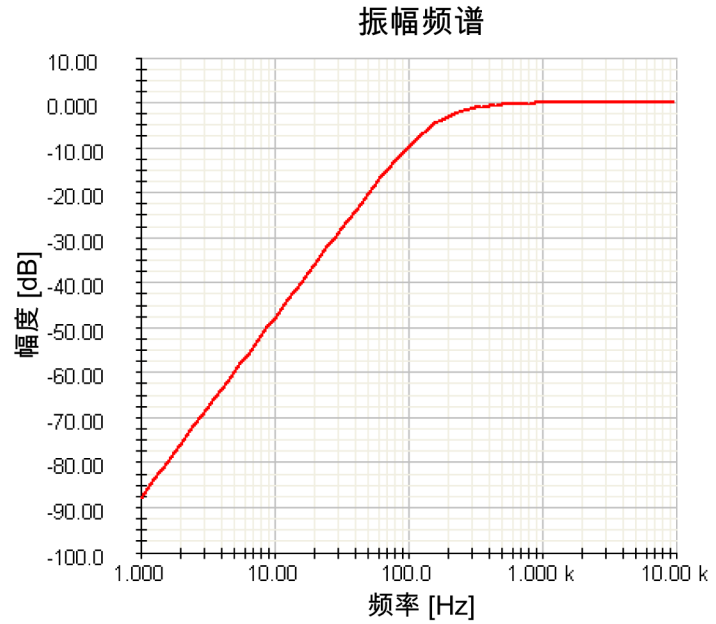


图 4.12: 幅度谱 - FilterBesselHP

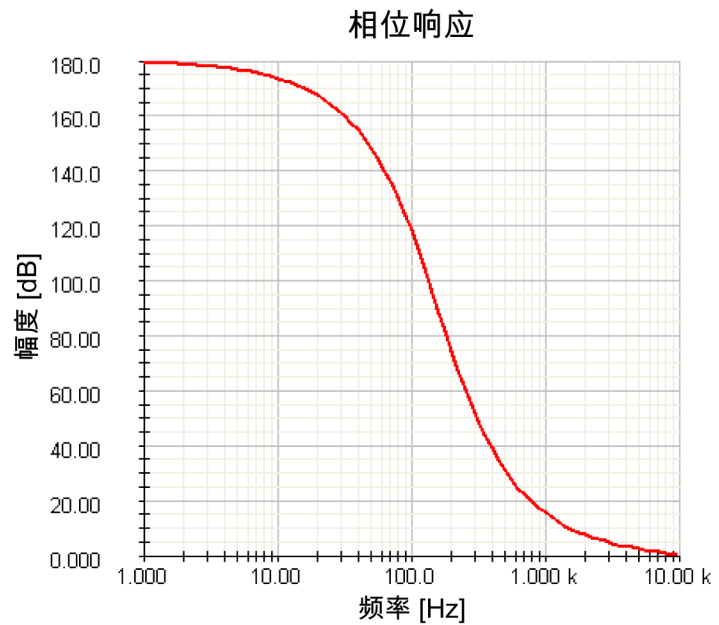


图 4.13: 相位响应 - FilterBesselHP

另请参阅

"@FilterBesselBP" 72 页、"@FilterBesselBS" 74 页和 "@FilterBesselLP" 68 页

4.23 @FilterBesselBP

功能

用直接 IIR 型带通贝塞尔滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterBesselBP(Signal; Order; LowFc; UpFc)`

`@FilterBesselBP(Signal; Order; LowFc; UpFc; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>LowFc</i>	数字：下限截止频率（单位：赫兹）
<i>UpFc</i>	数字：上限截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 带通贝塞尔滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterBesselBP(Formula.Signal; 2; 200;
    1000)
```


如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

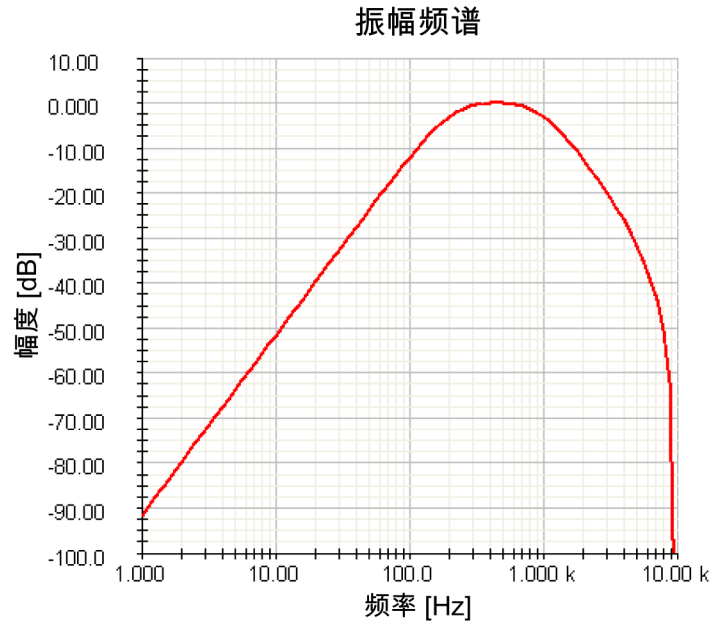


图 4.14: 幅度谱 - FilterBesselBP

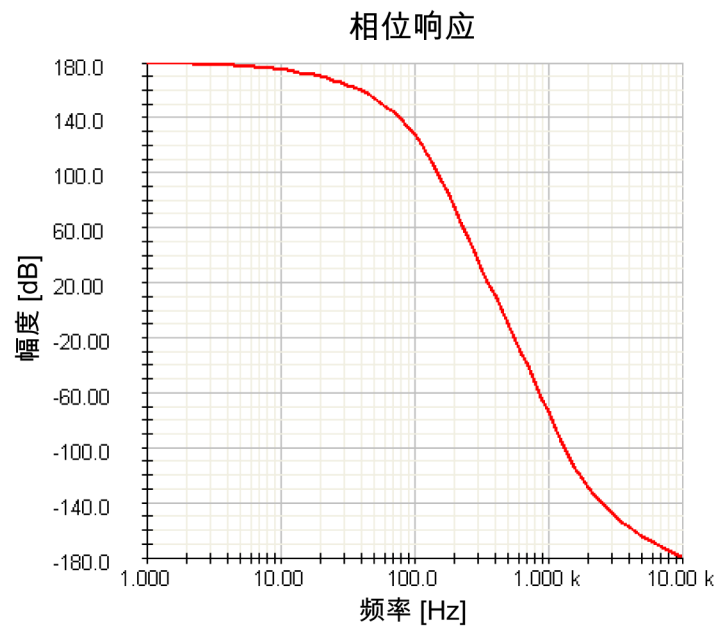


图 4.15: 相位响应 - FilterBesselBP

另请参阅

"@FilterBesselBS" 74 页、"@FilterBesselHP" 70 页和 "@FilterBesselLP" 68 页

4.24 @FilterBesselBS

功能

用直接型 IIR 带阻贝塞尔滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterBesselBS(Signal; Order; LowFc; UpFc)`

`@FilterBesselBS(Signal; Order; LowFc; UpFc; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>LowFc</i>	数字：下限截止频率（单位：赫兹）
<i>UpFc</i>	数字：上限截止频率（单位：赫兹）
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 带阻贝塞尔滤波。

截止频率是指响应幅值为 -3 dB 时的频率。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterBesselBS(Formula.Signal; 2; 200;
    1000)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

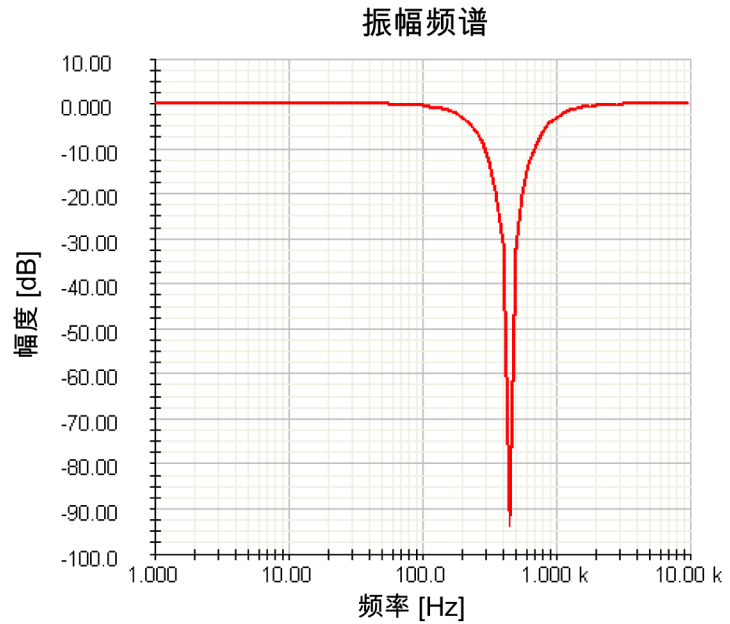


图 4.16: 幅度谱 - FilterBesselBS

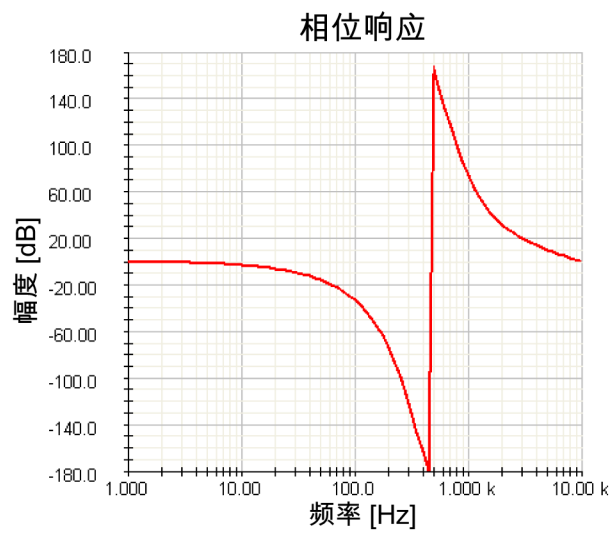


图 4.17: 相位响应 - FilterBesselBS

另请参阅

"@FilterBesselBP" 72 页、"@FilterBesselHP" 70 页和 "@FilterBesselLP" 68 页

4.25 @FilterChebyshevLP

功能

用直接型 IIR 低通切比雪夫滤波器过滤输入信号。

句法

@FilterChebyshevLP(*Signal*; *Order*; *Fc*)

@FilterChebyshevLP(*Signal*; *Order*; *Fc*; *Ripple*)

@FilterChebyshevLP(*Signal*; *Order*; *Fc*; *Ripple*; *Phaseless*)

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>Fc</i>	数字：截止频率（单位：赫兹）
<i>Ripple</i>	数字：阻带纹波的幅值（单位：分贝），默认值为 1 dB。
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 低通切比雪夫滤波。

截止频率与巴特沃思和贝塞尔滤波器中定义的 -3 dB 不同，而是最大幅值以下响应幅值等于指定纹波时的最高频率。例如，若纹波定义为 2 dB 且 *Fc* 为 200 Hz，则 200 Hz 下的幅值为 -2 dB，参见图 4.18。

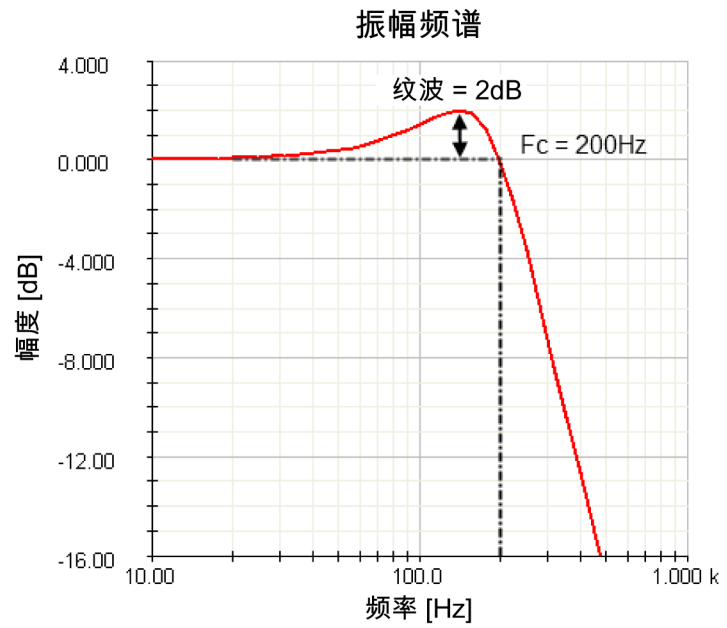


图 4.18: 幅度谱 - FilterChebyshevLP (纹波)

更多详细信息, 请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterChebyshevLP
        (Formula.Signal; 2; 200; 2)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

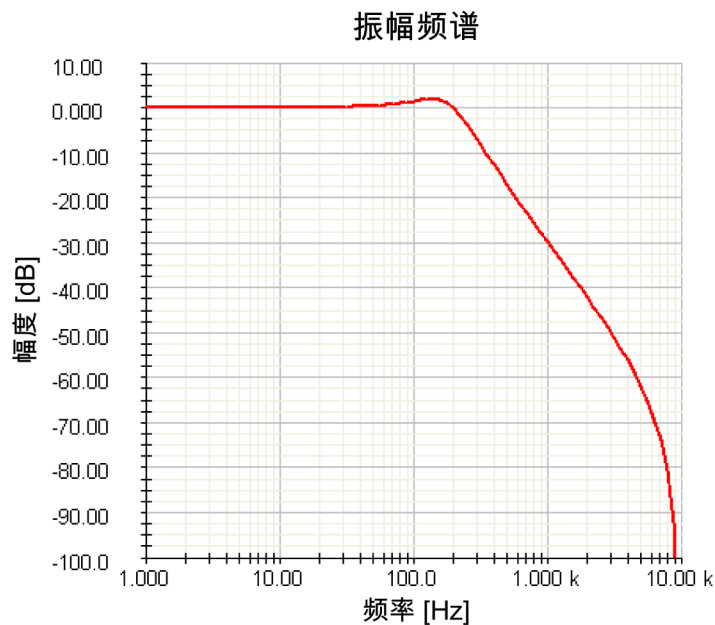


图 4.19: 幅度谱 - FilterChebyshevLP

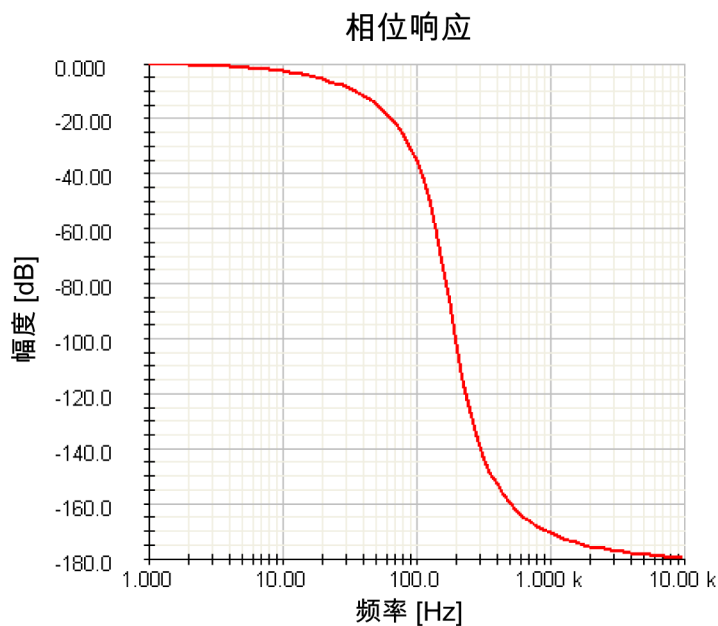


图 4.20: 相位响应 - FilterChebyshevLP

另请参阅

"@FilterChebyshevBP" 81 页、"@FilterChebyshevBS" 83 页 和
"@FilterChebyshevHP" 79 页

4.26 @FilterChebyshevHP

功能

用直接 IIR 型高通切比雪夫滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterChebyshevHP(Signal; Order; Fc)`

`@FilterChebyshevHP(Signal; Order; Fc; Ripple)`

`@FilterChebyshevHP(Signal; Order; Fc; Ripple; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字： 滤波器顺序
<i>Fc</i>	数字： 截止频率（单位：赫兹）
<i>Ripple</i>	数字： 阻带纹波的幅值（单位：分贝），默认值为 1 dB。
<i>Phaseless</i>	数字： 滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 高通切比雪夫滤波。

截止频率与巴特沃思和贝塞尔滤波器中定义的 -3 dB 不同，而是最大幅值以下响应幅值等于指定纹波时的最低频率。例如，若纹波定义为 2 dB 且 Fc 为 200 Hz，则 200 Hz 下的幅值为 -2dB。更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterChebyshevHP(Formula.Signal; 2; 200)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

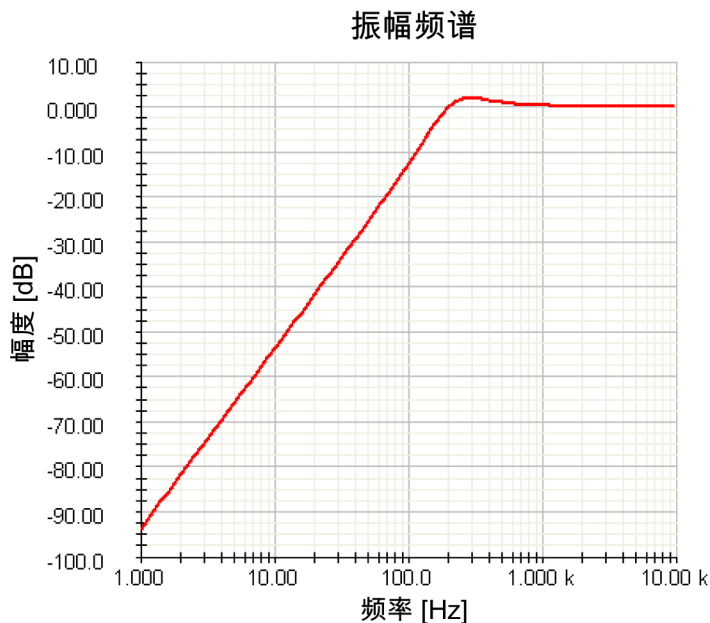


图 4.21: 幅度谱 - FilterChebyshev

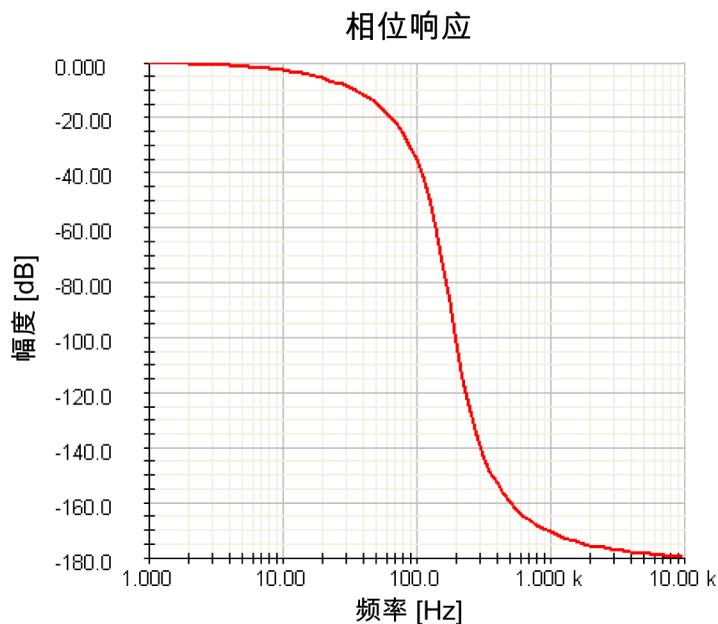


图 4.22: 幅度谱 - FilterChebyshev

另请参阅

"@FilterChebyshevBP" 81 页、"@FilterChebyshevBS" 83 页 和
"@FilterChebyshevLP" 76 页

4.27 @FilterChebyshevBP

功能

用直接型 IIR 带通切比雪夫滤波器过滤输入信号。

句法

```
@FilterChebyshevBP(Signal; Order; LowFc; UpFc)
```

```
@FilterChebyshevBP(Signal; Order; LowFc; UpFc; Ripple)
```

```
@FilterChebyshevBP(Signal; Order; LowFc; UpFc; Ripple; Phaseless)
```

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>LowFc</i>	数字：下限截止频率（单位：赫兹）
<i>UpFc</i>	数字：上限截止频率（单位：赫兹）
<i>Ripple</i>	数字：阻带纹波的幅值（单位：分贝），默认值为 1 dB。
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 带通切比雪夫滤波。

截止频率与巴特沃思和贝塞尔滤波器中定义的 -3 dB 不同，而是最大幅值以下响应幅值等于指定纹波时的最低或最高频率。例如，若纹波定义为 2 dB 且 LowFc 为 200 Hz，则 200 Hz 下的幅值为 -2 dB。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterChebyshevBP(Formula.Signal; 2; 200; 1000; 2)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

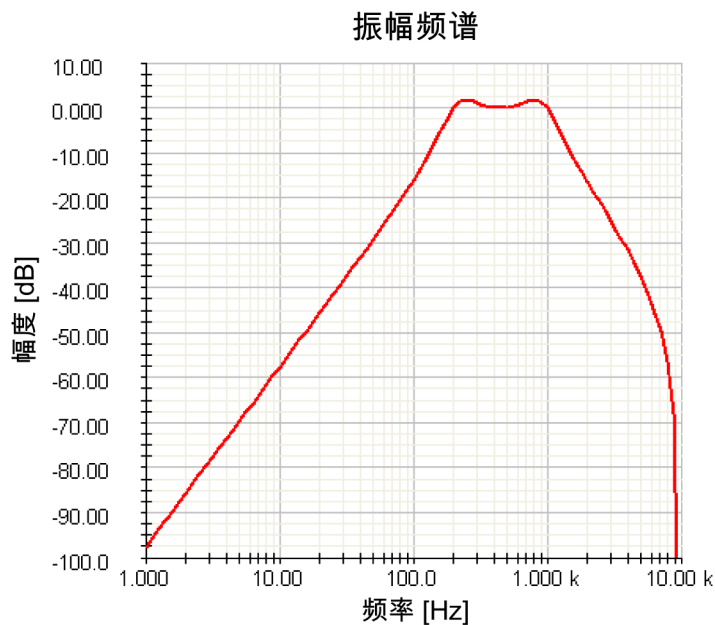


图 4.23: 幅度谱 - FilterChebyshevBP

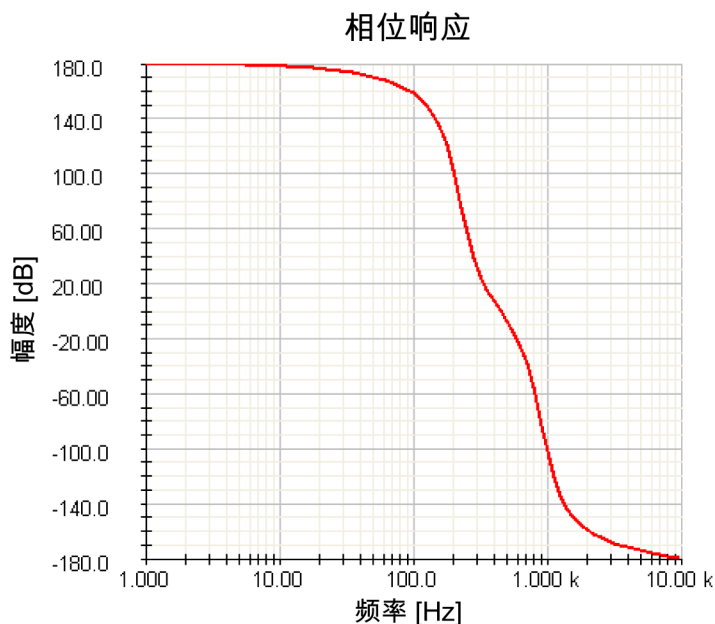


图 4.24: 相位响应 - FilterChebyshevBP

另请参阅

"@FilterChebyshevBS" 83 页、"@FilterChebyshevHP" 79 页 和
"@FilterChebyshevLP" 76 页

4.28 @FilterChebyshevBS

功能

用直接型 IIR 带阻切比雪夫滤波器过滤输入信号。

句法

`@FilterChebyshevBS(Signal; Order; LowFc; UpFc)`

`@FilterChebyshevBS(Signal; Order; LowFc; UpFc; Ripple)`

`@FilterChebyshevBS(Signal; Order; LowFc; UpFc; Ripple; Phaseless)`

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>Order</i>	数字：滤波器顺序
<i>LowFc</i>	数字：下限截止频率（单位：赫兹）
<i>UpFc</i>	数字：上限截止频率（单位：赫兹）
<i>Ripple</i>	数字：阻带纹波的幅值（单位：分贝），默认值为 1 dB。
<i>Phaseless</i>	数字：滤波方法
	0 滤波器不处理无相位（默认）
	1 滤波器处理无相位

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

此函数会执行直接型 IIR 带阻切比雪夫滤波。

截止频率与巴特沃思和贝塞尔滤波器中定义的 -3 dB 不同，而是最大幅值以下响应幅值等于指定纹波时的最低或最高频率。例如，若纹波定义为 2 dB 且 LowFc 为 200 Hz，则 200 Hz 下的幅值为 -2 dB。

例如，若纹波定义为 2 dB 且 Fc 为 200 Hz，则 200 Hz 下的幅值为 -2 dB。

更多详细信息，请参阅 **IIR 滤波器** 章节 177 页。

示例

```
Signal = @FilterChebyshevBS(Formula.Signal; 2; 200; 1000)
```

如果 *Formula.Signal* 是在频率为 20 kHz 时采样的，则频率和相位响应如下：

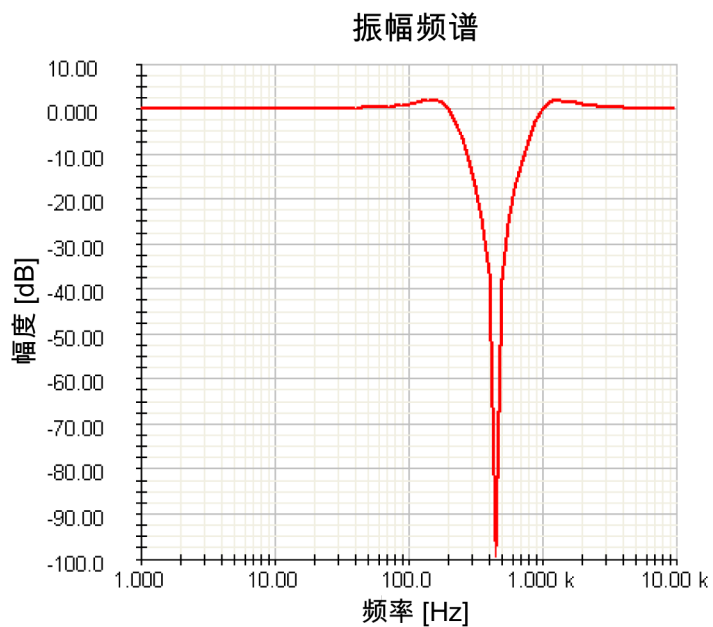


图 4.25: 幅度谱 - FilterChebyshevBS

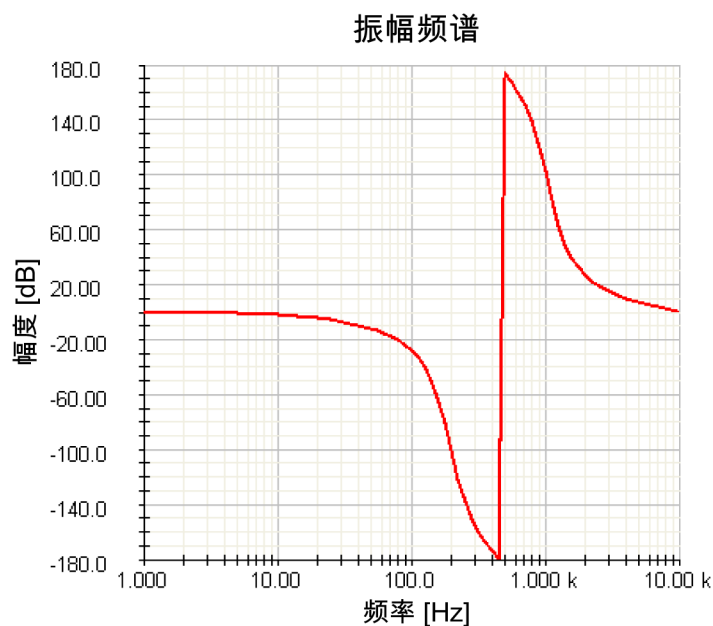


图 4.26: 相位响应 - FilterChebyshevBS

另请参阅

"@FilterChebyshevBP" 81 页、"@FilterChebyshevHP" 79 页 和
"@FilterChebyshevLP" 76 页

4.29 @Frequency

功能

确定波形的频率。

句法

@Frequency(*Waveform*)

@Frequency(*Waveform*; *Begin*)

@Frequency(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 要确定其频率的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。 设置了 *Begin* 和 *End* 参数后，此函数也是在“记录过程”中生效。 结果的计算将从已符合条件的数据开始持续进行。

描述

确定波形或波形区段的频率。 区段界限 (*Begin* 和 *End*) 用于选择采样范围。 如果未指定区段界限，则将使用整个波形。 若仅指定了 *Begin*，则将使用从 **Begin** 到波形结束点之间的波形。

说明

Begin 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同 (例如: 时间), 并非与采样相同。

频率确定方法如下:

- 首先确定波形的最小值和最大值。 将这些值的中间值看作是零电平位置，然后计算 *Begin* 到 *End* 范围内的零交叉数。 这些交叉的方向应该与第一个交叉的方向相同。 为了抑制噪音产生的影响，将利用零电平周围 +/-5% 的滞后范围确定交叉。
- 通过方向相同的第一个和最后一个零交叉之间的时间差以及两者之间的零交叉数量可以确定波形的周期。 频率是周期的倒数。

示例

以下示例可确定 50 Hz 的信号频率:

```
Signal = @SineWave(20k; 1000; 50)
```

```
Freq = @Frequency(Formula.Signal)
```

另请参阅
"@Period" 125 页

4.30 @GreaterEqualThan

功能

此函数可对两个数字输入参数执行大于等于 (\geq) 评估。

句法

@GreaterEqualThan(*Param1*; *Param2*)

参数

Param 1 数字： 用于评估的第一个参数。

Param 2 数字： 用于评估的第二个参数。

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

GreaterEqualThan 函数可对输入参数执行“大于等于”评估。

如果 $Param\ 1 \geq Param\ 2$ ，那么返回值将为 1 (= true)，否则返回值将为 0 (= false)。

GreaterEqualThan 函数通常与 IIF 函数结合使用。

示例

以下示例可对输入参数进行比较，并根据比较结果输出一个结果：

```
GETExam1    = @GreaterEqualThan(5; 5) => 0 (false)
GETExam2    = @GreaterEqualThan(12; 10) => 1 (true)
IIFExample  = @IIF(Formula.GETExam2; "TRUE"; "FALSE")
```

另请参阅

"@EqualTo" 54 页、"@GreaterThan" 88 页、"@IIF" 91 页、"@LessEqualThan" 102 页 和 "@LessThan" 103 页

4.31 @GreaterThan

功能

此函数可对两个数字输入参数执行大于 (>) 评估。

句法

@GreaterThan(*Param1*; *Param2*)

参数

Param1 数字： 用于评估的第一个参数。

Param2 数字： 用于评估的第二个参数。

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

GreaterThan 函数可对输入参数执行“大于”评估。

如果 Param 1 > Param 2，那么返回值将为 1 (true)，否则返回值将为 0 (false)。

GreaterThan 函数通常与 IIF 函数结合使用。

示例

以下示例可对输入参数进行比较，并根据比较结果输出一个结果：

```
GTEexam1        = @GreaterThan(5;        => 0 (false)
                 100)
GTEexam2        = @GreaterThan(12;   => 1 (true)
                 10)
IIFExample      = @IIF(Formula.GTEexam2; "TRUE"; "FALSE")
```

另请参阅

"@EqualTo" 54 页、"@GreaterEqualThan" 87 页、"@IIF" 91 页、
"@LessEqualThan" 102 页 和 "@LessThan" 103 页

4.32 @Histogram

功能

计算振幅的柱状图。

句法

@Histogram(Waveform; YLow; YHigh; Number)

参数

<i>Waveform</i>	要计算其柱状图的输入波形。
<i>YLow</i>	数字：包括于柱状图中的最低振幅。
<i>YHigh</i>	数字：包括于柱状图中的最高振幅。
<i>Number</i>	分度数。

输出

包含振幅柱状图的波形。

描述

柱状图函数可确定振幅值（波形的值）在各振幅分度内的出现次数。通过将 YLow 与 YHigh 之间的范围分为 Number 个分度可以指定振幅分度。各分度的宽为：(YHigh- YLow)/Number。各个波形值均分类于其中一个分度中。柱状图显示出分类于各分度中的值的数量。允许的最大分度数目是 4096 个。通常采用介于 100 到 1000 之间的值。

参数 YLow 和 YHigh 可确定包含于柱状图中的振幅的范围。此范围之外的所有值都会被放弃。为确保超出范围的值能够包括于柱状图的某个分度中，可在计算柱状图之前使用 @Clip 函数限制振幅值。

示例

以下示例可在 -5.5 V 到 +5.5 V 之间计算一个振幅柱状图，所用分度数是 11。这意味着各分度的宽是 1 V。

```
Signal = 5 * @SineWave(5000; 1000; 10)
Histo = @Histogram(Formula.Signal; -5.5; 5.5; 11)
```

如果公式数据库变量是 Signal，则以下示例可计算波形最小值和最大值之间分度数为 100 的柱状图：

```
MinSignal = @Min(Formula.Signal)
MaxSignal = @Max(Formula.Signal)
```

```
Histo      = @Histogram(Formula.Signal;  
                        Formula.MinSignal;  
                        Formula.MaxSignal; 100)
```

另请参阅

"@Clip" 42 页, "@Max" 107 页 和 "@Min" 114 页

4.33 @IIF

功能

此函数执行 Immediate If (**IIF**) 运算，如果对某条件的评估结果是 TRUE，则返回一个值；如果评估结果是 FALSE，则返回另一个值。

句法

@IIF(*Param*; *IfTrue*; *IfFalse*)

参数

<i>Param</i>	要评估的波形/数字/字符串。
<i>IfTrue</i>	如果对 <i>Param</i> 的评估结果返回 true，则输出波形/数字/字符串。
<i>IfFalse</i>	如果对 <i>Param</i> 的评估结果返回 false，则输出波形/数字/字符串。

输出

输出可以是波形、数字或字符串。

描述

IIF 函数对第一个输入参数执行评估；评估的分类取决于此参数的类型，具体描述如下表。之后将执行评估，返回的结果可能是 true 或 false。如果结果是 true，则将返回第二个参数作为 **IIF** 函数的输出，否则会返回第三个参数。

下表描述了对第一个参数的评估：

参数类型	True	False
数字	非 0	等于 0
字符串	非空	空白
波形	非 Null	Null

示例

以下示例会用到生成的正弦波。如果此信号在显示屏中显示的名称是 Display，则当活动光标位置处的波形值大于 0.5 时，IIF 函数将返回字符串 “Above 0.5”，否则将返回字符串 “Below 0.5”。

可通过 GreaterThan 函数对活动光标位置处的波形值与 0.5 相比较。如果该波形值大于 0.5，则结果是 1 (true)，否则结果是 0 (false)。此结果是 **IIF** 函数的第一个参数。

```
Signal = @SineWave(8000; 8001; 5)
```

```
GreaterHalf = @GreaterThan  
             (Display.Display.ActiveCursor.YValue;  
              0.5)  
IIFExample  = @IIF(Formula.GreaterHalf; "Above 0.5";  
                 "Below 0.5")
```

另请参阅

"@EqualTo" 54 页、"@GreaterEqualThan" 87 页、"@GreaterThan" 88 页、
"@LessEqualThan" 102 页 和 "@LessThan" 103 页

4.34 @Integrate

功能
积分波形。

句法
`@Integrate(Waveform)`

参数
Waveform 要积分的波形。

输出
积分后的波形。

描述
积分可计算所有采样值的现行和：

$$i(1) = y(1)$$

$$i(n) = i(n-1) + y(n) \cdot \Delta x \text{ for } n = 2, \dots, N$$

积分可计算从起始点到终止点之间的波形曲线下的面积。

示例
以下示例可对瞬时功率进行积分，以此得出以时间函数表示的能量：

```
Signal = @SineWave(10k; 1000; 50)
Power  = (Formula.Signal * Formula.Signal) / 600
Energy = @Integrate(Formula.Power)
```

另请参阅
"@Diff" 50 页 和 "@Energy" 52 页

4.35 @IntLookUp

功能

使用波形中的数据作为换算查找表 (CLUT) 的索引 (指示字)。CLUT 存储于一个单独的文件中。

句法

`@IntLookUp(Waveform; CLUT)`

`@IntLookUp(Waveform; CLUT; IndexOffset)`

参数

Waveform 输入波形

CLUT 字符串: 提供 CLUT 文件的名称和特有位置的完整路径。

IndexOffset 数字: 与索引指针的偏移量。

输出

换算的波形。

描述

此函数使用波形中的数据作为换算查找表的索引。该数据可为 16 位整数。

该换算查找表 (CLUT) 存储于 ASCII (文本) 文件中。

此文件中每行都包含一个浮点数字。该行号可用作 CLUT 的索引。

第一行默认与索引 0 关联。但是, 如果该函数使用供选用的 'IndexOffset' 参数, 那么第一行将与 $-IndexOffset$ 相关联。这样即可使用负值。

当使用 16 位整数数据时, CLUT 需要包含 $2^{16} = 65536$ 个点。当确定了数据的符号 (正和负) 后, 使用 32768 的偏移量。现在 CLUT 中的第一个点与 -32768 相关联。

示例

如果使用以下查找表:

行号	值
1	11.3
2	21.4

行号	值
3	31.5
4	41.4
5	51.2
6	61.3
7	71.5
8	81.6
9	91.2
10	101.4
11	111.2

如果原始波形是:

6, 2, 7, 8

第一个值 6 与行 7 相关联 (索引以 0 为基准)。CLUT 表中的相应值是 71.5

转换后的输出波形是:

71.5, 31.5, 81.6, 91.2

如果使用供选用的 "IndexOffset" 参数并将该参数设置为 2:

第一个值 6 与行 5 相关联 (索引 6 - 2, 以 0 为基准)。CLUT 表中的相应值是 51.2

转换后的输出波形是:

51.2, 11.3, 61.3, 71.5

如果输入波形包含的索引大于 CLUT 中存储的最大索引, 则将使用 CLUT 中的最后一个值。如果输入波形包含的索引小于 CLUT 中存储的最小索引, 则将使用 CLUT 中的第一个值。

要使用位于目录 "C:\CalibData" 中的外部查找表 "Lookup.asc":

```
Signal = @Ramp(1000; 2001; 0; 4096; 11)
Calib = @IntLookUp
        (Formula.Signal; "C:\CalibData\Lookup.asc")
```

另请参阅
"@IntLookUp12" 97 页

4.36 @IntLookUp12

功能

使用波形中的数据作为换算查找表 (CLUT) 的索引 (指示字)。

句法

@IntLookUp12(*Waveform*; *Clut*)

参数

Waveform 要换算的波形。

Clut 换算查找表

输出

换算的波形。

描述

此函数使用波形中的数据作为换算查找表的索引 (指示字)。

说明 *此函数经优化能够得到 12 位整数数据。*

换算查找表中有 4096 个值。

原始波形的各个值可用作 CLUT 中的指针。CLUT 中的相应值可用于生成结果。

可以通过以下方式创建 CLUT:

- 使用高级编程语言和 Perception CSI 选项
- 使用一个或 (多个) 公式数据库函数

下图显示了此函数的使用示例。

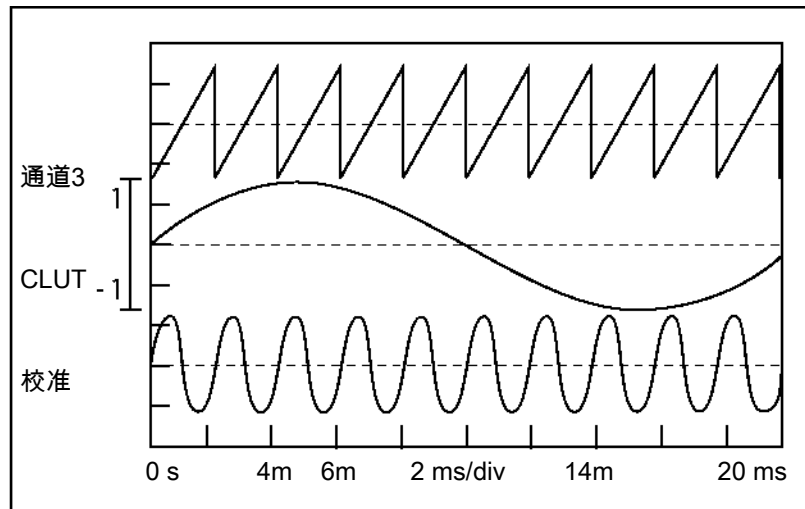


图 4.27: 图 - @IntLookUp12 函数

- 上部波形显示的是原始记录。
- 中间波形显示的是 CLUT 中的内容。
- 下部波形显示的是换算后的数据。

创建此图需用到以下公式：

```

CLUT = @SineWave(200k; 4096; 48.8)
Org = @Ramp(2M; 40960; 4095; 10)
Calib = @IntLookUp12(Formula.Org; Formula.CLUT)

```

首先生成一个频率为 48.8Hz 的 4096 点正弦波。采样率为 200 kHz 的周期与此波形适配。

使用生成的波形 Formula.Org 并将此波形用作 CLUT 的索引生成名为 “Calib” 的结果。

说明

原始数据应为整数数据 (2 个字节)，范围在 -32767 到 +32768 之间，12 位分辨率。使用该数据之前，用该整数除以 16 即可得到正确的索引。因此，也可使用 14 或 16 位数据，但这会导致最低位丢失，并可能会产生不可预测或出乎意料之外的结果。

另请参阅

"@IntLookUp" 94 页

4.37 @Join

功能

通过串联结合两个或多个波形。

句法

@Join(Waveform1; ...; WaveformN)

参数

Waveform1 第一个波形。

WaveformN 最后一个波形，其中 $N \geq 2$

输出

串联的波形。

描述

此函数可串联两个或多个波形而形成一个新的波形。通过将第一个波形的终止点与下一个波形的起始点串联而将波形结合在一起形成新波形。横轴是由第一个波形的横轴决定的。输出波形中第一个采样的 x 坐标与第一个波形中第一个采样的 x 坐标相同。其他波形中的采样只需与第一个波形中的采样串联即可。输出波形的长度是指定为参数的所有波形的长度之和。

当输入波形时基不同时，输出波形同样也会包含多个时基。

示例

若要生成如下所示的模拟信号，则此函数尤为有用：

```

Seg1    = @Ramp(1k; 100; 0; 0)
Seg2    = @Ramp(1k; 50; 0; 1)
Seg3    = @Ramp(1k; 100; 1; 1)
Signal  = @Join(Formula.Seg1; Formula.Seg2;
                Formula.Seg3)

```

Join 函数先选定某波形的第一个有效数据点，然后将该点与上一个波形串联。这意味着串联的两个波形的原始终止和起始时间可能会不同。但是在输出波形中它们会成为一 (1) 个独立的采样间隔。

以下示例对此予以阐明：

```

Seg1 = @Ramp(1k; 100; 0; 0)
Seg2 = @Ramp(1k; 100; 0; 0)

```

通过 @XShift 将第二个区段水平移位 100 个单位:

```
Seg3 = @XShift(Formula.Seg2; 100)
Signal = @Join(Formula.Seg1; Formula.Seg3)
```

另请参阅

"@Cut" 46 页

4.38 @Length

功能

返回某波形中的**采样数**。

句法

@Length(*Waveform*)

参数

Waveform 输入波形

输出

输出结果是数字值。

描述

此函数返回指定输入波形中符合要求的采样数。此值可以用作其他函数的输入参数。

示例

以下示例可创建一个包含 1000 个采样的正弦波。变量 NSamples 获得此信号的长度 (1000)。

```
Signal = 25 * @SineWave(20k; 1000; 50)
NSamples = @Length(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@XDelta" 165 页, "@XFirst" 168 页 和 "@XLast" 169 页

4.39 @LessEqualThan

功能

此函数可对两个数字输入参数执行小于等于 (\leq) 评估。

句法

@LessEqualThan (*Param1*; *Param2*)

参数

Param1 数字： 用于评估的第一个参数。

Param2 数字： 用于评估的第二个参数。

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

LessEqualThan 函数可对输入参数执行“小于等于”评估。

如果 $Param\ 1 \leq Param\ 2$ ，那么返回值将为 1 (true)，否则返回值将为 0 (false)。

LessEqualThan 函数通常与 IIF 函数结合使用。

示例

以下示例可对输入参数进行比较，并根据比较结果输出一个结果：

```

LETEXam1    = @LessEqualThan(5; 5)    => 1 (true)
LETEXam2    = @LessEqualThan(12; 10) => 0 (false)
IIFExample  = @IIF(Formula.LETEXam2; "true"; "false")

```

另请参阅

"@EqualTo" 54 页、"@GreaterEqualThan" 87 页、"@GreaterThan" 88 页、"@IIF" 91 页和 "@LessThan" 103 页

4.40 @LessThan

功能

此函数可对两个数字输入参数执行小于 (<) 评估。

句法

@LessThan(*Param1*; *Param2*)

参数

Param1 数字： 用于评估的第一个参数。

Param2 数字： 用于评估的第二个参数。

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

LessThan 函数可对输入参数执行“小于”评估。如果 $Param\ 1 < Param\ 2$ ，那么返回值将为 1 (true)，否则返回值将为 0 (false)。

LessThan 函数通常与 IIF 函数结合使用。

示例

以下示例可对输入参数进行比较，并根据比较结果输出一个结果：

```

LessThanExamp11 = @LessThan(5; => 1 (true)
                    100)
LessThanExamp12 = @LessThan(12; => 0 (false)
                    10)
IIFExample      = @IIF(Formula.LessThanExamp12;
                    "TRUE"; "FALSE")

```

另请参阅

"@EqualTo" 54 页、"@GreaterEqualThan" 87 页、"@IIF" 91 页 和 "@LessEqualThan" 102 页

4.41 @Ln

功能

指定数值的自然对数，（或以“e”为底的对数），记作 $\ln(x)$ 或 $\log_e(x)$ ；以 (e) 为底的幂的次数即为此值。

句法

@Ln(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的自然对数值的波形或数字值。

描述

对数底 e 是已计算出的数值 (e = 2.718...)。此对数称为自然对数。当使用波形参数时，则会计算各采样的 log 函数。

如果某数值小于 1E-30，则该值会设置为 $\ln(1E-30) = -69.08$ 。

正规情况下， $\ln(a)$ 可以定义为 1 到 a 范围内 $1/x$ 的曲线图下的面积（积分），即：

$$\ln(a) = \int_1^a \frac{1}{x} dx.$$

此函数是 @Exp 的反函数。

示例

以下示例显示系统变量 System.Constants.e 的自然对数等于 1：

```
One = @Ln(System.Constants.e)
```

以下示例显示自然对数在波形中的应用：

```
Wave        = @Ramp(10k; 1k; 1E-5; 10)
WaveLn      = @Ln(Formula.Wave)
```


另请参阅

"@Exp" 55 页 和 "@Log" 106 页

4.42 @Log

功能

以 10 为底的指定数值的**对数**，记作 $\log_{10}(x)$ ：以 (10) 为底的幂的次数即为此值。

句法

@Log(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的对数值的波形或数字值。

描述

对数底 10 是已计算出的数值。当使用波形参数时，则会计算各采样的 log 函数。

如果某数值小于 1E-30，则该值会设置为 $\log(1E-30) = -30$ 。

示例

如果 $10^x = 100$ ，那么 $x = \log_{10}(100)$

```
x = @Log(100)
```

结果是 $x = 2$

另请参阅

"@Ln" 104 页 和 "@Pow" 127 页

4.43 @Max

功能

确定波形的**最大值**。

句法

@Max(Waveform)

@Max(Waveform; Begin)

@Max(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 要确定其最大值的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。 设置了 *Begin* 和 *End* 参数后，此函数也是在“记录过程”中生效。 结果的计算将从已符合条件的数据开始持续进行。

描述

确定波形或波形区段的最大值。 区段界限 (*Begin* 和 *End*) 用于选择采样范围。 如果未指定区段界限，则将使用整个波形。 若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明

Begin 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同 (例如: 时间), 并非与采样相同。

示例

以下示例可创建一个 50 Hz 的正弦波。 系统将会计算信号前 20 ms (一个 50 Hz 的周期) 内的最大值以确定 (峰值) 振幅:

```
Signal = 25 * @SineWave(20k; 1000; 50)
```

```
Ampl = @Max(Formula.Signal; 0; 20m)
```

如果要确定最大值的位置，则使用 @MaxPos 函数。 之后可以通过 @Value 函数得出该位置上的最大值:

```
TMax = @MaxPos(Formula.Signal; 0; 20m)
```

```
Ampl = @Value(Formula.Signal; Formula.TMax)
```

另请参阅

"@MaxPos" 110 页, "@Min" 114 页 和 "@MinPos" 117 页
"@Value" 164 页

4.44 @MaxNum

功能

确定两个或多个数字值中的最大值。

句法

@MaxNum(*Par1*; ...; *ParN*)

参数

Par1 第一个数字值。

ParN 最后一个数字值，N >= 2。

输出

所有数字值中的最大值。

描述

此函数可返回所有指定参数中的最大数字值。各参数必须是包含有效值的数字值。如果其中一个参数不正确或没有包含值，则该函数将不会返回任何值。

示例

以下示例可计算某波形中的最小值，但如果该值小于 0 就会对其进行限制。假设该波形是一个实际信号：

```
Signal      = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
MinValue    = @Min(Formula.Signal)
ClippedMin  = @MaxNum(Formula.MinValue; 0)
```

以下示例返回的值是 10：

```
Ten = @MaxNum(-10; 3; 2.4; 10.0; -9.9)
```

另请参阅

"@MinNum" 116 页

4.45 @MaxPos

功能

确定波形的**最大值所在的位置**。

句法

@MaxPos(*Waveform*)

@MaxPos(*Waveform*; *Begin*)

@MaxPos(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 要确定其最大值所在位置的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是最大值的 x 位置。 设置了 *Begin* 和 *End* 参数后，此函数也是在“记录过程”中生效。 结果的计算将从已符合条件的数据开始持续进行。

描述

确定波形或波形区段的最大值的 x 位置。 区段界限 (*Begin* 和 *End*) 用于选择采样范围。 如果未指定区段界限，则将使用整个波形。 若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同 (例如: 时间), 并非与采样相同。

说明 返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置, 并非用采样数表示。 此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。

示例

以下示例可确定压力达到最大值时的时间。 该时间上的实际最大压力是通过 @Value 函数确定的。

假设该压力是一个实际信号:

```
Pressure = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
TimeOfMax = @MaxPos (Formula.Pressure)
```

```
MaxPress = @Value (Formula.Pressure;  
                  Formula.TimeOfMax)
```

另请参阅

"@Max" 107 页, "@Min" 114 页 和 "@MinPos" 117 页

4.46 @Mean

功能

确定波形的算术中间值。

句法

@Mean(Waveform)

@Mean(Waveform; Begin)

@Mean(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 要计算其中间值的输入波形。

Begin 数字：区段起始点。

End 数字：区段结束点。

输出

输出结果是数字值。设置了 Begin 和 End 参数后，此函数也是在“记录过程”中生效。结果的计算将从已符合条件的数据开始持续进行。

描述

使用以下公式计算中间值：

$$\text{Mean} = \frac{1}{N} \sum_{n=n_1}^{n_2} y(n) \text{ with } N = (n_2 - n_1 + 1)$$

区段界限 Begin (n1) 和 End (n2) 用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

说明

Begin 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

示例

以下示例可创建带有噪音的信号（常量值 100）。系统将会计算信号前 20ms（一个 50 Hz 的周期）内的中间值：

```
Signal = 100 + 0.5 * @SineWave(20k; 1000; 50) +
        @Noise(20k; 1000)
Avg     = @Mean(Formula.Signal; 0; 20m)
```


信号的 Avg 值是比较波形中的各个采样更为准确的读数，因为对其执行了平均运算。

另请参阅

"@RMS" 147 页 和 "@StdDev" 156 页

4.47 @Min

功能

确定波形的最小值。

句法

@Min(Waveform)

@Min(Waveform; Begin)

@Min(Waveform; Begin; End)

参数

<i>Waveform</i>	要确定其最小值的输入波形。
<i>Begin</i>	数字： 区段起始点。
<i>End</i>	数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。设置了 Begin 和 End 参数后，此函数也是在“记录过程”中生效。结果的计算将从已符合条件的数据开始持续进行。

描述

确定波形或波形区段的最小值。区段界限（Begin 和 End）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

说明

Begin 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

示例

以下示例可在 DC 值以外创建一个 50Hz 的正弦波。系统将会计算信号前 20 ms（一个 50 Hz 的周期）内的最大值和最小值以确定 50 Hz 分量的（峰到峰）振幅：

```
Signal = 100 + 25 * @SineWave(20k; 1000; 50)
MinAmpl = @Min(Formula.Signal; 0; 20m)
MaxAmpl = @Max(Formula.Signal; 0; 20m)
Vpp = Formula.MaxAmpl - Formula.MinAmpl
```

如果要确定最小值的位置，则使用 @MinPos 函数。之后可以通过 @Value 函数得出该位置上的最小值：

```
TMin = @MinPos(Signal; 0; 20m)
```

`Minim = @Value(Formula.Signal; Formula.TMin)`

另请参阅

"@Max" 107 页, "@MaxPos" 110 页 和
"@MinPos" 117 页

4.48 @MinNum

功能

计算两个或多个数字值中的最小值。

句法

@MinNum(*Par1*; ...; *ParN*)

参数

Par1 第一个数字值。
ParN 最后一个数字值。 N >= 2。

输出

所有数字值中的最小值。

描述

此函数可返回所有指定参数中的最小数字值。各参数必须是包含有效值的数字值。如果其中一个参数不正确或没有包含值，则该函数将不会返回任何值。

示例

以下示例可计算某波形中的最大值，但如果该值大于 100 就会对其进行限制。假设该波形是一个实际信号：

```
Signal      = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
MaxValue    = @Max(Formula.Signal)
ClippedMax  = @MinNum(Formula.MaxValue; 100)
```

以下示例返回的值是 -10:

```
MinusTen = @MinNum(45.0; 10; -3.3; 20; -10.0; 5)
```

另请参阅

"@MaxNum" 109 页

4.49 @MinPos

功能

确定波形的**最小值所在的位置**。

句法

@MinPos(*Waveform*)

@MinPos(*Waveform*; *Begin*)

@MinPos(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 要确定其最小值所在位置的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是最小值的 x 位置。

描述

确定波形或波形区段的最小值的 x 位置。区段界限 (*Begin* 和 *End*) 用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同 (例如: 时间), 并非与采样相同。

说明 返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置, 并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。

示例

以下示例可确定压力达到最小值时的时间。该时间上的实际最小压力是通过 @Value 函数确定的。假设变量 *Pressure* 是一个实际信号:

```
Pressure = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
TimeOfMin = @MinPos (Formula.Pressure)
MinPress = @Value (Formula.Pressure; Formula.TimeOfMin)
```

另请参阅

"@Max" 107 页, "@MaxPos" 110 页 和 "@Min" 114 页

4.50 @NextHillPos

功能

此函数可搜索波形中下一个局部最大值所在位置。

句法

@NextHillPos(Waveform; StartPos; Hysteresis)

参数

Waveform 要确定其下一个局部最大值所在位置的输入波形。
StartPos 数字：搜索开始时的起始位置，与 x 单位相同（正向）。
Hysteresis 数字：噪音抑制滞后值。

输出

输出结果是下一个局部最大值的 x 位置。

描述

可以确定波形中下一个局部最大值的 x 位置。

从 StartPos 指定的 x 位置开始向右搜索。如果 StartPos 位于波形起始点之前，则会将波形的起始点作为搜索起始位置。

滞后值用于抑制噪音对信号造成的影响。例如，如果信号中出现 100 mV 的峰到峰噪音，则将 200 mV 指定为滞后值可防止该算法将较小噪音峰值确定为局部最大值。

说明 *返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置，并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。*

示例

以下示例可确定 1 V 正弦波上的局部最大值的位置，其上的噪音为 10 mV，从 500 ms 开始正向搜索，所使用的滞后值是 40 mV：

```
Signal = @SineWave(10k; 10000; 50 ) + 0.01 * @Noise(10k;
10000)
NHPos = @NextHillPos(Formula.Signal; 500m; 40m)
```

另请参阅

"@NextValleyPos" 121 页, "@PrevHillPos" 128 页 和 "@PrevValleyPos" 131 页

4.51 @NextLvlCross

功能

确定特定信号电平的波形中下一个交叉点的位置。

句法

```
@NextLvlCross(Waveform; StartPos; Level)
```

```
@NextLvlCross(Waveform; StartPos; Level; Slope)
```

参数

<i>Waveform</i>	要确定其下一个电平交叉点所在位置的输入波形。
<i>StartPos</i>	数字：搜索开始时的起始位置，与 x 单位相同。
<i>Level</i>	数字：要搜索的幅值电平。
<i>Slope</i>	数字：斜率的方向 (-1, 0, 1)

输出

输出结果是下一个电平交叉的 x 位置。

描述

可以确定波形中下一个指定电平、指定方向的电平交叉所在 x 位置。从 StartPos 指定的 x 位置开始沿时间的正方向向右搜索。如果 StartPos 位于波形起始点之前，则会将波形的起始点作为搜索起始位置。

Slope 参数控制着搜索的电平交叉的类型：

- Slope = 1: 正电平交叉（从低于电平到高于电平）
- Slope = -1: 负电平交叉（从高于电平到低于电平）
- Slope = 0: 任何交叉（可正可负）

说明

返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置，并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。

示例

以下示例可确定 TTLSignal 信号中存在的第一个 TTL 脉冲的起始和结束时间，假设该信号可在 “Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1” 中用作实际信号。

```
TTSignal = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
TimeStart = @NextLvlCross(Formula.TTSignal; -1E20;
                          2.5; 1)
```

```
TimeEnd = @NextLvlCross (Formula.TTSignal;  
                        Formula.TimeStart; 2.5; -1)
```

另请参阅

"@PrevLvlCross" 129 页

4.52 @NextValleyPos

功能

此函数可搜索波形中下一个局部最小值所在位置。

句法

@NextValleyPos(Waveform; StartPos; Hysteresis)

参数

Waveform 要确定其下一个局部最小值所在位置的输入波形。
StartPos 数字：搜索开始时的起始位置，与 x 单位相同（正向）。
Hysteresis 数字：噪音抑制滞后值。

输出

输出结果是下一个局部最小值的 x 位置。

描述

可以确定波形中下一个局部最小值的 x 位置。

从 StartPos 指定的 x 位置开始向右搜索。如果 StartPos 位于波形起始点之前，则会将波形的起始点作为搜索起始位置。

滞后值用于抑制噪音对信号造成的影响。例如，如果信号中出现 100 mV 的峰到峰噪音，则将 200 mV 指定为滞后值可防止该算法将较小负噪音峰值确定为局部最小值。

说明

返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置，并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。

示例

以下示例可确定 1 V 正弦波上的局部最小值的位置，其上的噪音为 10 mV，从 500 ms 开始正向搜索，所使用的滞后值是 40 mV：

```
Signal = @SineWave(10k; 10000; 50) + 0.01 * @Noise(10k;
10000)
NVPos = @NextValleyPos(Formula.Signal; 500m; 40m)
```

另请参阅

"@NextHillPos" 118 页，"@PrevHillPos" 128 页 和 "@PrevValleyPos" 131 页

4.53 @Noise

功能

生成包含噪音的波形。

句法

@Noise(*FSampling*; *NSamples*)

参数

FSampling 数字： 采样频率。

NSamples 采样数。

输出

包含噪音的波形。

描述

此函数可创建一个包含随机噪音的波形，振幅在 -1 到 1 之间。必须指定要生成的采样频率和采样数。

由于可以生成噪音，所以在研究噪音对所测量或生成波形分析的影响时非常有用。

示例

以下示例可生成一个隐含于 10 V 峰到峰噪音中的 5 V 振幅正弦波。

```
Signal = 5 * @SineWave(10k; 1000; 50) + 10 *
          @Noise(10k; 1000)
```

另请参阅

"@Pulse" 132 页, "@Ramp" 136 页, "@SineWave" 151 页 和 "@SquareWave" 155 页

4.54 @Not

功能

此函数可对输入参数执行逻辑 **NOT** 评估。

句法

@Not(*Param1*)

参数

Param1 用于执行 Not 评估值的数字。

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

@Not 函数可对输入参数执行逻辑 NOT 评估。根据评估的不同，结果可以是 1 或 0。非 0 数值对应于逻辑“True”，数值 0 对应于逻辑“False”。

NOT 函数的真值表是：

Param1	结果
True	False
False	True

示例

以下是示例及其返回值的列表。

```

NotExamp11 = @Not(1)          => 0 (= false)
NotExamp12 = @Not(4)          => 0 (= false)
NotExamp13 = @Not(0)          => 1 (= true)

```

另请参阅

"@And" 36 页 和 "@Or" 124 页

4.55 @Or

功能

此函数可对输入参数执行逻辑 **OR** 评估。

句法

@Or(*Param1*;'; *ParamN*)

参数

Param1 数字： 用于 OR 评估的第一个参数。
ParamN 数字： 用于 OR 评估的最后一个参数。
 N >= 2

输出

输出结果是 1 或 0。

描述

@Or 函数可对输入参数执行逻辑 OR 评估。根据评估的不同，结果可以是 1 或 0。非 0 数值对应于逻辑 “True”，数值 0 对应于逻辑 “False”。

OR 函数的真值表是：

Param1	Param2	结果
True	True	True
True	False	True
False	True	True
False	False	False

示例

以下是示例及其返回值的列表。

```
OrExamp11 = @Or(1; 1)        => 1 (= true)
OrExamp12 = @Or(1;4;10)     => 1 (= true)
OrExamp13 = @Or(1;4;0;6)   => 1 (= true)
OrExamp14 = @Or(0;0)        => 0 (= false)
```

另请参阅

"@And" 36 页 和 "@Not" 123 页

4.56 @Period

功能

确定波形的**周期**。周期是频率的倒数。

句法

@Period(*Waveform*)

@Period(*Waveform*; *Begin*)

@Period(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 要确定其周期的输入波形。

Begin 数字：区段起始点。

End 数字：区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

描述

确定波形或波形区段的周期。区段界限（*Begin* 和 *End*）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

周期是通过底和顶值算法确定的。将这些幅度的中间值看作零电平。*Begin* 到 *End* 范围内零交叉的数目可以计算得出。这些交叉的方向应该与第一个交叉的方向相同。为了抑制噪音产生的影响，将利用零电平周围的滞后范围确定交叉。底与顶之间的滞后是两者之差的 +/- 5%。

通过方向相同的第一个和最后一个零交叉之间的时间差以及两者之间的零交叉数量可以确定波形的周期。

示例

以下示例可确定 50 Hz 的信号周期：

```
Signal = @SineWave(10k; 10k; 50) + 0.01 * @Noise(10k;
10k)
```

```
Period = @Period(Formula.Signal)  
Freq   = 1 / Formula.Period
```

另请参阅

"@Frequency" 85 页

4.57 @Pow

功能

求幂，一种数学运算，记作 a^n ，涉及两个参数：底数 “a” 和指数 “n”。

句法

@Pow(Base; Exponent)

参数

Base 底波形或数字值。
Exponent 指数波形或数字值。

输出

包含底和指数的求幂值的波形或数字值。

描述

指数函数计算底的幂指数次方。

如果底和指数都是数字值，结果也是数字值。

如果底或指数是波形，则会与数字值相结合计算各采样的求幂函数。结果是波形。

说明 *底和指数不能同为波形。*

示例

以下结果等价：

```
Input      = 2 * @SineWave(10k; 10k; 10)
Result1    = @Exp(Formula.Input)
Result2    = @Pow(System.Constants.e; Formula.Input)
```

另请参阅

"@Exp" 55 页

4.58 @PrevHillPos

功能

此函数可搜索波形中上一个局部最大值所在位置。

句法

@PrevHillPos(Waveform; StartPos; Hysteresis)

参数

Waveform 要确定其上一个局部最大值所在位置的输入波形。
StartPos 数字： 搜索开始时的起始位置，与 x 单位相同（反向）。
Hysteresis 数字： 噪音抑制滞后值。

输出

输出结果是上一个局部最大值的 x 位置。

描述

可以确定波形中上一个局部最大值的 x 位置。

从 StartPos 指定的 x 位置开始向左搜索。如果 StartPos 位于波形终止点之后，则会将波形的终止点作为搜索起始位置。

滞后值用于抑制噪音对信号造成的影响。例如，如果信号中出现 100 mV 的峰到峰噪音，则将 200 mV 指定为滞后值可防止该算法将较小噪音峰值确定为局部最大值。

说明 *返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置，并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。*

示例

以下示例可确定 1 V 正弦波上的局部最大值的位置，其上的噪音为 10 mV，从 500 ms 开始反向搜索，所使用的滞后值是 40 mV：

```
Signal = @SineWave(10k; 10000; 50) + 0.01 * @Noise(10k;
10000)
PHPos = @PrevHillPos(Formula.Signal; 500m; 40m)
```

另请参阅

"@NextHillPos" 118 页, "@NextValleyPos" 121 页 和
"@PrevValleyPos" 131 页

4.59 @PrevLvlCross

功能

确定特定信号电平的波形中上一个交叉点的位置。

句法

```
@PrevLvlCross(Waveform; StartPos; Level)
```

```
@PrevLvlCross(Waveform; StartPos; Level; Slope)
```

参数

<i>Waveform</i>	要确定其上一个电平交叉点所在位置的输入波形。
<i>StartPos</i>	数字：搜索开始时的起始位置，与 x 单位相同（反向）。
<i>Level</i>	数字：要搜索的幅值电平。
<i>Slope</i>	数字：斜率的方向 (-1, 0, 1)

输出

输出结果是上一个电平交叉的 x 位置。

描述

可以确定波形中上一个指定电平、指定方向的电平交叉所在 x 位置。从 StartPos 指定的 x 位置开始沿时间的负方向向左搜索。

Slope 参数控制着搜索的电平交叉的类型：

- Slope = 1: 正电平交叉（从低于电平到高于电平）
- Slope = -1: 负电平交叉（从高于电平到低于电平）
- Slope = 0: 任何交叉（可正可负）

说明

返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置，并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。

示例

以下示例可确定 TTLSignal 信号中存在的最后一个 TTL 脉冲的起始和结束时间。假设该信号是一个实际信号。

```
TTLSignal = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
TimeEnd   = @PrevLvlCrossing(Formula.TTLSignal; 1E20;
                             2.5; 1)
```

```
TimeStart = @PrevLvlCrossing(Formula.TTLSignal;  
                             Formula.TimeEnd; 2.5; -1)
```

另请参阅

"@NextLvlCross" 119 页

4.60 @PrevValleyPos

功能

此函数可搜索波形中上一个局部最小值所在位置。

句法

@PrevValleyPos(Waveform; StartPos; Hysteresis)

参数

Waveform 要确定其上一个局部最小值所在位置的输入波形。
StartPos 数字： 搜索开始时的起始位置，与 x 单位相同（反向）。
Hysteresis 数字： 噪音抑制滞后值。

输出

输出结果是上一个局部最小值的 x 位置。

描述

可以确定波形中上一个局部最小值的 x 位置。

从 StartPos 指定的 x 位置开始向左搜索。如果 StartPos 位于波形终止点之后，则会将波形的终止点作为搜索起始位置。

滞后值用于抑制噪音对信号造成的影响。例如，如果信号中出现 100 mV 的峰到峰噪音，则将 200 mV 指定为滞后值可防止该算法将较小负噪音峰值确定为局部最小值。

说明 *返回值是用 x 位置表示的波形在 x 轴上的位置，并非用采样数表示。此数字值的单位与波形 x 轴单位相同。*

示例

以下示例可确定 1 V 正弦波上的局部最小值的位置，其上的噪音为 10 mV，从 500 ms 开始反向搜索，所使用的滞后值是 40 mV：

```
Signal = @SineWave(10k; 10000; 50) + 0.01 * @Noise(10k;
10000)
PVPos = @PrevValleyPos(Formula.Signal; 500m; 40m)
```

另请参阅

"@NextHillPos" 118 页, "@NextValleyPos" 121 页 和 "@PrevHillPos" 128 页

4.61 @Pulse

功能

生成一个包含单脉冲的波形。

句法

```
@Pulse(FSampling; NSamples; PulseStart)
```

```
@Pulse(FSampling; NSamples; PulseStart; PulseWidth)
```

参数

<i>FSampling</i>	数字： 采样频率
<i>NSamples</i>	采样数
<i>PulseStart</i>	数字： 脉冲开始采样位置
<i>PulseWidth</i>	数字： 样本的脉冲宽度，默认值设置为 1。

输出

包含一个单脉冲的波形。

描述

此函数可创建一个单脉冲波形。要生成的单脉冲的采样频率、采样数都是可以指定的。对波形长度没有限制。脉冲波的振幅是 1 V。

脉冲函数可用于确定滤波函数的脉冲和阶跃响应。

您可以使用此函数合成多种波形。此数据可以用作其他分析函数的输入值。

示例

```
SignalPulse      = @Pulse(80k; 80k; 20k)
ImpulseResponse = @FilterButterworthLP
                  (Formula.SignalPulse; 2; 200)
```

```
SignalStep       = @Pulse(80k; 80k; 20k; 10k)
StepResponse     = @FilterButterworthLP
                  (Formula.SignalStep; 2; 200)
```

若您只对信号的一部分感兴趣，则可用脉冲函数将指定时间间隔之外的所有值置零。您可用脉冲函数的 *PulseStart* 和 *PulseWidth* 参数指定该时间间隔。

```
SignalInterval = Formula.SignalStep *
                  Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
```

另请参阅

"@Noise" 122 页、"@SineWave" 151 页, "@SquareWave" 155 页和 "@Ramp"
136 页

4.62 @PulseWidth

功能

确定波形中某脉冲的**脉冲宽度**。

句法

@PulseWidth(*Waveform*)

@PulseWidth(*Waveform*; *Begin*)

@PulseWidth(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 包含脉冲的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

设置了 *Begin* 和 *End* 参数后，此函数可在“记录过程”中生效。当 *Begin* 和 *End* 之间的数据符合要求时就会计算结果。

描述

通过计算波形（或波形区段）中的脉冲的第一个和第二个 50% 幅度转变两者之间的时间差可确定脉冲宽度。

幅值百分比交叉通过底和顶的幅值计算而得。通过搜索波形（或波形区段）幅值柱状图中的两个优势族群，然后再取这两个族群的中间值即可确定底和顶的幅值。

区段界限（*Begin* 和 *End*）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。

若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

示例

以下示例可创建一个脉冲并计算 50%-50% 脉冲宽度。结果是 150 ms:

```
Sig1      = @Ramp(1k; 100; 0; 0)
Sig2      = @Ramp(1k; 51; 0; 10)
Sig3      = @Ramp(1k; 99; 10; 10)
Sig4      = Sig4 x
Signal    = @Join(Formula.Sig1; Formula.Sig2;
                  Formula.Sig3; Formula.Sig4; Formula.Sig1)
Width     = @PulseWidth(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@FallTime" 58 页 和 "@RiseTime" 145 页

4.63 @Ramp

功能

生成包含一个或多个线性斜坡的波形。

句法

@Ramp(*FSampling*; *NSamples*; *YStart*; *YEnd*)

@Ramp(*FSampling*; *NSamples*; *YStart*; *YEnd*; *Count*)

参数

<i>FSampling</i>	数字： 采样频率。
<i>NSamples</i>	采样数。
<i>YStart</i>	数字： 第一个采样的值。
<i>YEnd</i>	数字： 最后一个采样的值。
<i>Count</i>	斜坡数目。

输出

包含一个或多个斜坡的波形。

描述

此函数可创建一个以 *YStart* 为起点，以 *YEnd* 为终点，且包含一个或多个线性斜坡的波形。也可指定要生成的采样频率和采样数。生成的波形的长度限制在 1 GigaSamples 以内。

当选择性地指定了参数 *Count* 后，就会生成指定数量的斜坡。使用 *Count* 值会使生成的波形呈锯齿状。若没有指定参数 *Count*，默认会使用数值 0。这样就只能创建单个斜坡，不会呈现锯齿状。

由于斜坡函数可与 @Join 函数以及其他波形产生函数相结合，所以可借此对多种波形进行合成。模拟的数据可以用作其他分析函数的输入值。

示例

以下示例可生成一个模拟脉冲，其中振幅为 10 V 峰到峰的噪音为 4 V：

```

Sig1 = @Ramp(1k; 100; 0; 0)
Sig2 = @Ramp(1k; 51; 0; 10)
Sig3 = @Ramp(1k; 100; 10; 10)
Sig4 = @Ramp(1k; 51; 10; 0)

```



```
Signal = @Join(Formula.Sig1; Formula.Sig2;  
              Formula.Sig3; Formula.Sig4) + 2 * @Noise(1k;  
              302)
```

另请参阅

"@Noise" 122 页, "@Pulse" 132 页, "@SineWave" 151 页 和 "@SquareWave" 155 页

4.64 @ReadAsciiFile

功能

导入 **ASCII**（文本）文件中的波形数据：

句法

@ReadAsciiFile(*Filename*)

参数

Filename 字符串： 提供 ASCII 文件的名称和特有位置的完整路径。

输出

输出结果是一个波形。

描述

此函数可导入 ASCII 文件中的波形数据。 导入数据的采样可以看作是相等的。

ASCII 文件必须包含标头和数据部分。 支持两种不同类型的标头： **短版**和**长版**。

短标头：

行	描述	示例
1	标头行数	5
2	数据分隔符（点、逗号、制表符或单竖线）	
3	数据对数目	n
4	x 和 y (x; y) 的比例因子	5.0E-8;2.44E+0
5	x 和 y (x; y) 的单位	s;A

长标头：

行	描述	示例
1	标头行数	12
2	数据分隔符（点、逗号、制表符或单竖线）	
3	数据对数目	n
4	生成数据的日期	17.03.00
5	生成数据的时间	23:59

行	描述	示例
6	有关数据创建者的附加信息，此行可以留空。仅仅是为了兼容。	TDG 0.5
7	备注（最大 80 个字符）	示例一：测试 1；
8	x 和 y (x; y) 的比例因子	5.0E-8;2.44E+0
9	x 和 y (x; y) 的单位	s;A
10	调整的单位的名称 (x; y)	时间;电流
11	y 数据的分辨率（单位是：位）	12
12	使用的动态范围 (%)	80

数据:

标头之后且始于行 6 或行 13 的数据，具体起始位置取决于标头的大小。

每个数据行都包含一个 x, y 对。x 和 y 值之间的分隔符定义于标头的行 2 中。

导入数据的采样可以看作是相等的。

第一个数据行包含第一个（最低的）x 值。

示例

以下示例显示了文件“ReferenceCurve.asc”的读取方式。

```
Signal = @ReadAsciiFile("d:\data\ReferenceCurve.asc")
```

4.65 @Reduce

功能

通过重新采样而降低某波形中的采样数。

句法

@Reduce(*Waveform*; *Factor*)

参数

Waveform 要重新采样的波形。

Factor 数字：重新采样因数。

输出

重采样后的波形。

描述

对某波形进行重新采样以降低数据量。重新采样因数经四舍五入至最接近的整数 N，且范围应在 2、3、...、(波形长度)/2 内。输出波形接收采样 1、采样 1+N、采样 1+2N 等，直到没有可用采样。输出波形的长度比输入波形短 N 倍。输出波形的采样间隔是输入波形采样间隔的 N 倍。第一个采样的 x 坐标不变。

当波形中存在高频率分量时，重新采样能够产生混叠效果。在此情况下，在重新采样前先使用平滑函数 @Smooth 对数据进行低通滤波。

示例

以下示例可对正弦波进行重新采样，所用因数是 10，能够有效地将采样率降低 10 倍。采样数从 1000 个降低至 100 个。

```
Sine1000 = @SineWave(10k; 1000; 50)
Sine100  = @Reduce(Formula.Sine1000; 10)
```

另请参阅

"@Res2" 144 页 和 "@Smooth" 152 页

4.66 @RefCheck

功能

将波形或波形区段与一个或两个基准波形相比较。

句法

@RefCheck(*Waveform*; *UpperEnvelope*)

@RefCheck(*Waveform*; *UpperEnvelope*; *LowerEnvelope*)

@RefCheck(*Waveform*; *UpperEnvelope*; *LowerEnvelope*; *Begin*)

@RefCheck(*Waveform*; *UpperEnvelope*; *LowerEnvelope*; *Begin*; *End*)

参数

<i>Waveform</i>	要比较的输入波形。
<i>UpperEnvelope</i>	包含上包络的波形。
<i>LowerEnvelope</i>	包含下包络的波形。
<i>Begin</i>	数字：要比较的区段的起始位置。
<i>End</i>	数字：要比较的区段的终止位置。

输出

表示成功（介于基准波形之间）或失败的数字。

描述

此函数用于将某波形与一个或两个基准波形进行比较。输出结果是具有上下包络波形的输入波形中第一个电平交叉的 x 位置。

如果输入波形介于上下包络波形之间，则会返回“非数字” (Nan) 值。

区段界限（Begin 和 End）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。

若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

示例

以下示例可创建一个正弦波和两个‘包络’正弦波。噪音用于决定成功或失败。较高的噪音值会导致失败的结果。

```
Signal = @SineWave(8000; 8001; 5)
Upper  = Formula.Signal + 0.1
Lower  = Formula.Signal - 0.1
Noise  = 0.1 * @Noise(8000; 8001)
Signal2 = Formula.Signal + Formula.Noise
Check  = @RefCheck(Formula.Signal2; Formula.Upper;
                  Formula.Lower)
Result = @IIF(Formula.Check; "NOT OK"; "OK")
```

4.67 @RemoveGlitch

功能

返回一个含有介于指定起始时间和终止时间内新数据的波形，方法是使用这两个点之间的一条直线来划分。

句法

@RemoveGlitch(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 要消除其低频干扰的输入波形。

Begin 数字： 低频干扰起始时间

End 数字： 低频干扰结束时间

输出

输出结果是长度与原始波形相同的波形。

描述

生成的波形可在 *Begin* 和 *End* 时间之间创建一条直线。原始波形的其他部分保持不变。

说明

如果在记录过程中使用该公式消除低频干扰，则 *Begin* 和 *End* 参数必须位于可用数据界限内。如果在波形中没有与 *Begin* 或 *End* 时间相对应的值，则将无法计算 *RemoveGlitch* 函数。

示例

以下示例可创建一个 50 Hz 的正弦波，其持续时间是 2 秒。之后该函数会创建一个时长为 2 秒的新波形，1 秒与 1.5 秒时间间隔内的采样会被一条直线取代

```
Signal = @SineWave(1k; 2000; 50)
```

```
Cropped = @RemoveGlitch(Formula.Signal; 1000m; 1500m)
```

4.68 @Res2

功能

对波形进行**重新采样**，以使其长度变为二幂

句法

@Res2(*Waveform*)

参数

Waveform 要重新采样的波形。

输出

重采样后的波形。

描述

此函数可对波形进行重新采样，以使新采样数等于下一个大于或等于原始长度的 2 的幂。此函数能够有效地计算任何所需波形区段的频谱。这类区段中的采样数通常不等于 2 的幂，这是 FFT 算法所必需的。首先在此区段上使用 @Res2 函数创建一个包含相同信号但采样率较高的新波形，这样采样数就会是 2 的幂。重新采样后的波形可以用于 FFT 计算，无需对其进行截断或零填充操作。

由于重新采样因数通常不是整数，所以需要生成两个采样之间的波形值。该过程是通过线性插值法完成的。

波形的采样间隔会根据重新采样因数进行矫正。

示例

以下示例可生成一个含有 2500 个采样的正弦波，并对其进行重新采样从而产生 4096 个采样。Length 值将为 4096。

```
Signal      = @SineWave(10k; 2500; 100)
Resampled   = @Res2(Formula.Signal)
Length      = @Length(Formula.Resampled)
```

另请参阅

"@Reduce" 140 页

4.69 @RiseTime

功能

确定波形中某脉冲的上升时间。

句法

@RiseTime(*Waveform*)

@RiseTime(*Waveform*; *Begin*)

@RiseTime(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 包含某脉冲的后沿的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

设置了 *Begin* 和 *End* 参数后，此函数可在“记录过程”中生效。当 *Begin* 和 *End* 之间的数据符合要求时就会计算结果。

描述

上升时间是通过波形（或波形区段）中某脉冲的第一个后沿上的近点（10% 幅度转变）和远点（90% 幅值转变）时间差确定的。

幅值百分比交叉通过底和顶的幅值计算而得。通过搜索波形（或波形区段）幅值柱状图中的两个优势族群，然后再取这两个族群的中间值即可确定底和顶的幅值。

区段界限（*Begin* 和 *End*）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

示例

以下示例可创建一个脉冲并计算前沿的 10%-90% 上时间。结果是 40 ms:

```
Sig1 = @Ramp(1k; 100; 0; 0)
```

```
Sig2 = @Ramp(1k; 51; 0; 10)
Sig3 = @Ramp(1k; 100; 10; 10)
Sig4 = @Ramp(1k; 51; 10; 0)
Signal = @Join(Formula.Sig1; Formula.Sig2;
               Formula.Sig3; Formula.Sig4; Formula.Sig1)
Rise = @RiseTime(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@FallTime" 58 页 和 "@PulseWidth" 134 页

4.70 @RMS

功能

计算波形的均方根。

句法

@RMS(Waveform)

@RMS(Waveform; Begin)

@RMS(Waveform; Begin; End)

参数

Waveform 要计算其 RMS 的输入波形。

Begin 数字：区段起始点。

End 数字：区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

描述

使用以下公式计算 RMS:

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=n_1}^{n_2} y^2(n)} \text{ with } N = (n_2 - n_1 + 1)$$

区段界限（Begin 和 End）用于选择采样范围。如果未指定区段界限，则将使用整个波形。若仅指定了 Begin，则将使用从 Begin 到波形结束点之间的波形。

说明

Begin 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同（例如：时间），并非与采样相同。

示例

以下示例可创建一个振幅为 10 V 的 50 Hz 正弦波，并利用该完整波形计算 RMS 值：

```
Signal = 10.0 * @SineWave(20k; 1000; 50)
RMSAmpl = @RMS(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@Energy" 52 页, "@Mean" 112 页 和 "@StdDev" 156 页

4.71 @SAEJ211Filter

功能

根据 **SAE J211** 标准对输入波形进行过滤。

句法

@SAEJ211Filter(*Signal*; *CFC*)

参数

<i>Signal</i>	输入波形
<i>CFC</i>	数字：通道频率等级

输出

输出结果是一个经过滤后的波形。

描述

该函数执行数字低通滤波操作，以此消除原始数据中的高频噪音。该滤波器是一个 4 极无相位低通巴特沃思滤波器。滤波器类型符合自动化工业中广泛采用的 SAE J211 标准。

截止频率 (*F_c*) 与通道频率等级 (*CFC*) 之间的关系定义如下：

$$F_c = CFC * 1.67。$$

截止频率不应低于采样频率的四分之一。

示例

以下示例可生成一个含有部分高频噪音的正弦波。通过 SAE J211 滤波函数对信号进行过滤：

```
Signal    = 5 * @SineWave(80000; 1000; 400)
           + @Noise(80000; 1000)
Filtered  = @SAEJ211Filter(Formula.Signal; 300)
```

截止频率是： $F_c = 1.67 * 300 = 500$ Hz

4.72 @Sin

功能

计算输入参数的正弦值。

句法

@Sin(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的正弦值的波形或数字值。

描述

若输入参数是弧度角，则会计算其正弦三角函数。若使用波形参数，则会计算各采样的正弦值。

示例

以下示例可计算指定度数的 "Angle" 变量的正弦值：

```
Angle        = 36
AngleRad    = System.Constants.Pi * Formula.Angle / 180
SinAngle    = @Sin(Formula.AngleRad)
```

另请参阅

"@ATan" 39 页, "@Cos" 43 页 和 "@Tan" 159 页

4.73 @SineWave

功能

生成一个如**正弦**函数所述的波形。

句法

@SineWave(*FSampling*; *NSamples*; *FSignal*)

参数

FSampling 数字： 采样频率。

NSamples 采样数。

FSignal 数字： 信号频率。

输出

包含正弦波的波形。

描述

此函数可创建一个正弦波。可以指定生成正弦波频率的采样频率和采样数。对波形长度没有限制。正弦波的振幅是 1 V。

您可以使用此函数合成多种波形。此数据可以用作其他分析函数的输入值。

示例

以下示例可生成一个包含 50 Hz 模拟正弦波的 100 ms 波形区段，该正弦波的振幅是 10 V，采样频率是 10 kHz，峰到峰噪音为 4 V：

```
Signal = 10 * @SineWave(10k; 1000; 50) + 2 *
          @Noise(10k; 1000)
```

或者也可以增加多个正弦波以生成更为复杂的波形：

```
Signal2 = 5 * @SineWave(10k; 1000; 50)
          + 7 * @SineWave(10k; 1000; 60)
          + 12 * @SineWave(10k; 1000; 90)
```

另请参阅

"@Noise" 122 页, "@Pulse" 132 页, "@Ramp" 136 页 和 "@SquareWave" 155 页

4.74 @Smooth

功能

使用移动的平均数滤波器对波形进行平滑处理。

句法

@Smooth(Waveform; N)

参数

Waveform 要平滑的波形。
N 平滑因数的采样数。

输出

平滑处理后的波形。

描述

根据以下公式计算指定采样数的移动未加权平均数，即可对波形进行平滑处理。

$$\text{Output}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=n-N'}^{k=n+N'} \text{Input}(k)$$

其中：

N = 平滑因数

N' = (N-1)/2

n = 范围 1 到 ‘波形终止点’ 之间的采样数

平滑因数 N 控制着参与计算平均数的采样数。如果 N 是非奇整数，则会首先四舍五入至最近的奇整数。如果该值小于 3，则会设置为 3。如果该值大于 1001，则会设置为 1001。N 的值较高时会产生更为明显的平滑效果。

平滑处理能够有效地滤除高频分量。如果采样数等于某整数与干扰时间段的乘积，则滤除效果最好。由于平滑处理的对称性，波形的典型特征所在位置不变。

输出波形的长度与输入波形相同。为了对边缘附近位置进行平滑处理，该函数假设波形的扩展量与边缘的数据值相同。

如果需要三角加权平滑处理，则可通过对波形执行两次平滑处理实现。若要仅抑制高频干扰，则使用较小采样数多次执行 @Smooth 函数比一次性使用较大采样数执行该函数更为有效。

示例

以下示例可从 50 Hz 正弦波中提取高频噪音，所用方法是从原始信号中减掉平滑处理后的信号：

```
Mains = 220 * @SineWave(200k; 4096; 50)
      + 10 * @Noise(200k; 4096)
Smol   = @Smooth(Formula.Mains; 55)
Noise  = Formula.Mains - Formula.Smol
```

另请参阅

"@Integrate" 93 页

4.75 @Sqrt

功能

计算指定参数的平方根。

句法

@Sqrt(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的平方根的波形或数字值。

描述

此函数可计算输入参数的平方根。

如果使用波形参数，则会计算各采样的平方根函数。波形中的负值会生成其绝对值的负平方根。若为数字值，则不存在负值的平方根。

示例

可能的平方根运算示例：

```
Signal = 4 * @SineWave(10k; 1000; 50)
Result = @Sqrt(Formula.Signal)
Five   = @Sqrt(25)
NoValue = @Sqrt(-1)
```

另请参阅

"@Pow" 127 页

4.76 @SquareWave

功能

生成包含方波的波形。

句法

@Syntax(*FSampling*; *NSamples*; *NFrequency*)

参数

FSampling 数字：波形的采样频率。

NSamples 波形中的采样数。

NFrequency 数字：生成的方波的频率。

输出

包含方波的波形。

描述

此函数可创建一个方波。要生成的采样频率、采样数和方波频率都是可以指定的。对波形长度没有限制。方波的振幅是 1 V。

由于可以生成方波函数，所以可以借此合成多种波形。模拟的数据可以用作其他分析函数的输入值。

示例

以下示例可生成一个包含 50 Hz 模拟方波的 100 ms 波形区段，该正弦波的振幅是 10 V，采样频率是 10 kHz，峰到峰噪声为 2 V：

```
Signal = 10 * @SquareWave(10k;1000;50)
        + 2 * @Noise(10k;1000)
```

另请参阅

"@Noise" 122 页、"@Pulse" 132 页、"@Ramp" 136 页和 "@SineWave" 151 页

4.77 @StdDev

功能

计算波形的**标准偏差**。

句法

@StdDev(*Waveform*)

@StdDev(*Waveform*; *Begin*)

@StdDev(*Waveform*; *Begin*; *End*)

参数

Waveform 要计算其标准偏差的输入波形。

Begin 数字： 区段起始点。

End 数字： 区段结束点。

输出

输出结果是数字值。

描述

标准偏差是波形的统计学特性。 该值约为来自波形中间值的波形中各采样的均方根偏差： 其值范围的测量。

使用以下公式计算标准偏差：

$$\text{StdDev} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{n=n_1}^{n_2} (y(n) - \bar{y})^2}$$

$$\text{in which: } \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{n=n_1}^{n_2} y(n)$$

$$\text{with } N = (n_2 - n_1 + 1)$$

区段界限（*Begin* 和 *End*）用于选择采样范围。 如果未指定区段界限，则将使用整个波形。

若仅指定了 *Begin*，则将使用从 *Begin* 到波形结束点之间的波形。

说明 *Begin* 和 *End* 参数的单位应该与横轴相同 (例如: 时间), 并非与采样相同。

示例

以下示例可在 100 DC 分量之上创建一个 50 Hz 的正弦波和一个数值为 1 的 RMS 振幅。通过此信号可确定标准偏差:

```
Signal = 100 + @Sqrt(2) * @SineWave(20k; 2000; 50)
StdDev = @StdDev(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@Energy" 52 页, "@Mean" 112 页 和 "@RMS" 147 页

4.78 @Sweep

功能

从多次扫描纪录中选择某特定扫描。

句法

@Sweep(*Signal*; *NSweep*)

参数

Signal 波形：多次扫描纪录。

NSweep 要选择的扫描数，该值是一个整数。

输出

仅包含所选扫描的波形。

描述

有些记录仪硬件和软件设置能够执行多次扫描纪录。各有效触发事件都会创建一次新扫描。多次扫描纪录中的通道的波形包含多次扫描。

利用 @Sweep 函数能够从波形中选择一个特定扫描。Nsweep 是范围 1 到扫描次数内的某个数字值。

说明 *选择的波形仅包含一个扫描。*

示例

以下示例可计算纪录的第二次扫描中的最大压力值。

```
PressureSweep = @Sweep  
                (Active.Group1.Recorder_A.Ch_A2; 2)  
MaxPressure   = @Max (Formula.PressureSweep)
```

4.79 @Tan

功能

计算输入参数的正切值。

句法

@Tan(*Par*)

参数

Par 输入波形或数字值。

输出

包含输入参数的正切值的波形或数字值。

描述

若输入参数是弧度角，则会计算其正切三角函数。当使用波形参数时，则会计算各采样的正切值。

函数 @ATan 是函数 @Tan 的反三角函数。

示例

以下示例可计算指定度数的 "Angle" 变量的正切值：

```
Angle      = 72
AngleRad = System.Constants.Pi * Formula.Angle / 180
TanAngle = @Tan(Formula.AngleRad)
```

另请参阅

"@ATan" 39 页, "@Cos" 43 页 和 "@Sin" 150 页

4.80 @TriggerTime

功能

返回所选扫描的**触发位置**。

句法

@TriggerTime(*Waveform*)

@TriggerTime(*Waveform*; *NSweep*)

参数

Waveform 至少包含一个扫描的波形。

NSweep 数字： 所选扫描，默认值 = 1。

输出

包含触发位置的数字，单位与 X 单位相同。

描述

有些记录仪硬件和软件设置能够执行多次扫描纪录。各有效触发事件都会创建一次新扫描。多次扫描纪录中的通道的波形包含各个扫描的触发时间信息。

利用 @TriggerTime 函数能够获取指定扫描数的触发时间，单位与 X 单位相同。

例如，此函数可与“SweepReview”显示结合使用。这类显示仅显示单次扫描。该显示能够移动至各次扫描。显示的扫描的触发位置通常以零为基准。扫描的触发位置此外还会以光标值为基准。当需要涉及光标位置的计算时，需要使用相应的触发时间计算原始波形中的实际光标位置。

示例

此示例可显示多次扫描纪录中第二次扫描的触发位置附近 20 ms 范围内的最大电压值的计算。

```
Signal      = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A2
TPos       = @TriggerTime(Formula.Signal; 2)
MaxVoltage = @Max(Formula.Signal; Formula.TPos - 10m;
                  Formula.TPos + 10m)
```

另请参阅

"@TriggerTimeToText" 161 页

4.81 @TriggerTimeToText

功能

以时间-日期格式的字符串返回所选扫描的触发位置。

句法

@TriggerTimeToText(*Waveform*)

@TriggerTimeToText (*Waveform*; *NSweep*)

@TriggerTimeToText (*Waveform*; *NSweep*; *Decimals*)

@TriggerTimeToText(*Waveform*; *NSweep*; *Decimals*; *TimeFormat*)

@TriggerTimeToText(*Waveform*; *NSweep*; *Decimals*; *TimeFormat*; *DateFormat*)

参数

<i>Waveform</i>	至少包含一个扫描的波形。	
<i>NSweep</i>	数字： 所选扫描，默认值 = 1	
<i>Decimals</i>	秒的分数部分的小数位数，该数值应介于 0 到 9 之间。默认值 = 3	
<i>TimeFormat</i>	“相对”（默认）	自纪录开始点算起的时间。
	“本地”	本地时间
	“UTC”	协调世界时间 (UTC)
<i>DateFormat</i>	“无”（默认）	无日期信息
	“短”	显示短日期字符串
	“长”	显示长日期字符串

输出

输出结果是表示触发位置的字符串。

描述

多种记录仪硬件和软件设置使您能够创建多次扫描纪录。各有效触发事件都会创建一次新扫描。多次扫描纪录中的通道的波形包含各个扫描的触发时间信息。

利用 @TriggerTimeToText 函数能够获取以文本字符串的格式显示的指定扫描的触发时间。

例如，此函数可与 Perception SweepReview 显示结合使用。此显示仅显示单次扫描。该显示能够移动至各次扫描。该扫描的触发位置通常以零为基准；但是，利用 TriggerTimeToText 函数能够以其他关系和格式显示触发时间。

时间和日期格式与 Windows 的地区设置相关联，因此该格式随机器而变。更多信息，请参阅您的 Windows 帮助。

说明 *此函数仅适用于采用内部时基纪录的纪录，这意味着 x 轴的维度是时间。时间-日期格式字符串不区分大小写。返回值是也可供其他程序（如 Excel）使用或看作字符串的字符串。*

示例

该示例可显示第二次扫描的触发时间，所用时间是 UTC 时间。

```
Signal      = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A2
TriggerUTC  = @TriggerTimeToText
              (Formula.Signal; 2; 6; "UTC"; "Short")
```

输出字符串可以为：“3-3-2008 10:40:45.301455”

当仅需要时间时：

```
TriggerTime = @TriggerTimeToText
              (Formula.Signal; 2; 0; "Local"; "none")
```

生成的结果是：“11:40:45”

另请参阅

"@TriggerTime" 160 页

4.82 @TrueRMS

功能

返回表示每特定数目周期内的真正 **RMS**（均方根）的波形。

句法

`@TrueRMS(Waveform)`

`@TrueRMS(Waveform; Cycles; Begin; End)`

参数

<i>Waveform</i>	执行 RMS 计算的波形。
<i>Cycles</i>	用于 RMS 计算的周期数。
<i>Begin</i>	数字： 区段起始点
<i>End</i>	数字： 区段结束点

输出

包含指定数目周期内的 RMS 值的波形。

描述

此函数将会创建一个新波形，其中的采样率与原始信号相同。创建的波形的实际值是提供的波形的真正 RMS 之值。

默认值是 1 周期。其他值将转换为 0.5 周期的倍数。此函数使用零交叉确定周期。使用 *Cycles* 参数设置用于计算的周期数 - 0.5 的倍数。

示例

以下示例可创建一个显示各周期内电压的真正 RMS 值的波形。完整信号内的平均 RMS 是可以计算的。

```
RMS_Signal = @TrueRMS
              (Active.Group1.Recorder_Voltage.Voltage;1)
AverageRMS = @Mean(Formula.RMS_Signal)
```

另请参阅

"@RMS" 147 页

4.83 @Value

功能

返回指定 x 位置中某波形的振幅值。

句法

@Value(Waveform; XPos)

参数

Waveform 要确定指定 x 位置处的值的波形。
XPos 数字： 要确定的波形值所在的 x 位置。

输出

指定的 x 位置处的波形振幅值。

描述

指定的 x 位置上的波形值是可以确定的。x 位置会被指定为 x 坐标，而非采样数。如果该 x 坐标位于两个采样点之间，则会采用线性插值法确定此 x 位置上的值。

如果 x 位置位于波形数据集的第一个采样之前或最后一个采样之后，该函数将不返回任何值。

示例

以下示例可对名为 Marker 的信号进行搜索，从中查找电平为 2.5 的上升电平交叉，并存储从变量 TimeMarker 中找到的时间。之后再在此位置确定其他信号的值。假设为实际信号。

```

Marker            = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
OtherSignal      = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A2
TimeMarker       = @NextLvlCross (Formula.Marker; 0; 2.5; 1)
ValueAtMark     = @Value (Formula.OtherSignal;
                             Formula.TimeMarker)

```

4.84 @XDelta

功能

返回波形的采样间隔（采样之间的时间）。

句法

@XDelta(*Waveform*)

参数

Waveform 输入波形。

输出

输出结果是数字值。

描述

此函数可返回某波形的采样间隔（周期）。采样间隔是采样频率的倒数（逆反函数），表示毗邻的采样之差，单位与 x 单位相同。

示例

以下示例可创建一个采样频率为 1 kHz 的正弦波。变量 dx 获得此信号的采样间隔 (1 ms)。变量 sf 获得采样频率：

```
Signal = 25 * @SineWave(1k; 1000; 50)
dx      = @XDelta(Formula.Signal)
sf      = 1.0 / @XDelta(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@Length" 101 页、"@XFirst" 168 页 和 "@XLast" 169 页

4.85 @XDeltaHigh

功能

确定波形的最大采样间隔。

句法

@XDeltaHigh(*Waveform*)

参数

Waveform 要确定其最大采样间隔的波形。

输出

输出结果是数字值：两个采样之差，单位与 x 单位相同。

描述

当使用多时基波形时，即可确定波形的最大采样间隔。采样间隔是采样频率的倒数，表示毗邻的采样之差，单位与 x 单位相同。

示例

此示例可创建一个包含 2 个采样率的波形。XDelta 函数用于确定采样频率。

```
SignalLow = @SineWave(10k;10k;50)
SignalHigh = @SineWave(100k;10k;50)
Signal_LHL = @Join(Formula.SignalLow;
                    Formula.SignalHigh; Formula.SignalLow)
XDelta     = @XDelta(Formula.Signal_LHL)
XHigh     = @XDeltaHigh(Formula.Signal_LHL)
XLow      = @XDeltaLow(Formula.Signal_LHL)
```

另请参阅

"@XDelta" 165 页 和 "@XDeltaLow" 167 页

4.86 @XDeltaLow

功能

确定波形的**最小**采样间隔。

句法

@XDeltaLow(*Waveform*)

参数

Waveform 要确定其最小采样间隔的波形。

输出

输出结果是数字值：两个采样之差，单位与 x 单位相同。

描述

当使用多时基波形时，即可确定波形的最小采样间隔。采样间隔是采样频率的倒数，表示毗邻的采样之差，单位与 x 单位相同。

示例

此示例可创建一个包含 2 个采样率的波形。XDelta 函数用于确定采样频率。

```
SignalLow = @SineWave(10k;10k;50)
SignalHigh = @SineWave(100k;10k;50)
Signal_LHL = @Join(Formula.SignalLow;
                   Formula.SignalHigh; Formula.SignalLow)
XDelta     = @XDelta(Formula.Signal_LHL)
XHigh     = @XDeltaHigh(Formula.Signal_LHL)
XLow      = @XDeltaLow(Formula.Signal_LHL)
```

另请参阅

"@XDelta" 165 页 和 "@XDeltaHigh" 166 页

4.87 @XFirst

功能

返回波形中第一个采样的 x 坐标。

句法

@XFirst(*Waveform*)

参数

Waveform 输入波形。

输出

输出结果是数字值。

描述

返回第一个采样的 x 坐标。x 坐标是以波形横坐标单位表示的值（通常是时间）。

示例

以下示例会创建一个正弦波。生成的信号通常从时间 0 开始。波形水平平移 100 ms。当确定了此移位波形的第一个采样的 x 坐标后，其值即为 100 ms。

```
Signal = @SineWave(10k; 1000; 50)
Shifted = @XShift(Formula.Signal; 100m)
Start = @XFirst(Formula.Shifted)
```

另请参阅

"@Length" 101 页、"@XDelta" 165 页、"@XLast" 169 页 和
"@XShift" 170 页

4.88 @XLast

功能

返回波形中最后一个采样的 x 坐标。

句法

@XLast(*Waveform*)

参数

Waveform 输入波形。

输出

输出结果是数字值。

描述

返回最后一个采样的 x 坐标。x 坐标是以波形横坐标单位表示的值（通常是时间）。

示例

以下示例会创建一个正弦波。生成的信号通常从时间 0 开始。该示例显示用于确定波形中最后一个采样的 x 坐标的两种方式：

```
Signal = @SineWave(10k; 1000; 50)
XEnd1  = @XFirst(Formula.Signal) +
         (@Length(Formula.Signal) - 1) *
         @XDelta(Formula.Signal)
XEnd2  = @XLast(Formula.Signal)
```

另请参阅

"@Length" 101 页、"@XDelta" 165 页、"@XFirst" 168 页 和
"@XShift" 170 页

4.89 @XShift

功能

将波形水平移位指定时间量。

句法

@XShift(*Waveform*, *Shift*)

参数

Waveform 要水平平移的波形。

Shift 数字： 平移量。

输出

按时间移位后的原始波形。

描述

此函数不会改变波形中的内容，但会改变水平比例信息，所用方法是将波形水平移位指定时间（或其他单位）量。若为正值则会向右移位波形，负值则会向左移位波形。

示例

以下示例可确保波形的横轴始终以零为起点。假设该信号为实际信号。

```
Signal      = Active.Group1.Recorder_A.Ch_A1
Shift       = -1 * @XFirst(Formula.Signal)
CorrSignal  = @XShift(Formula.Signal; Formula.Shift)
```

另请参阅

"@XDelta" 165 页, "@XFirst" 168 页 和 "@XLast" 169 页

4.90 @XYArray

功能

利用二维数组创建波形。

句法

@XYArray(X1; Y1; ...; ...; XN; YN)

参数

X1	第一个采样的 X 值。
Y1	第一个采样的 Y 值。
XN	最后一个采样的 X 值; $N \geq 2$ 。
YN	最后一个采样的 Y 值; $N \geq 2$ 。

输出

包含所有数组点的波形。

描述

此函数可创建一个波形，其中包含由参数 X1、Y1、X2、Y2 等传递的所有点。输入的点按时间排序。

输出波形包含等距数据点。此函数将评估输入 X 值，然后定义最可能的新采样率。采样率将会采用 1、2、5 系列值。

假设 $X1 = 0$ ms、 $X2 = 30$ ms、 $X3 = 50$ ms，则会生成一个 20 ms 的采样间隔。

假设 $X1 = 25$ ms、 $X2 = 30$ ms、 $X3 = 50$ ms，则会生成一个 5 ms 的采样间隔。

假设 $X1 = 2$ s、 $X2 = 12$ s、 $X3 = 15$ s，则会生成一个 2 s 的采样间隔。

说明

输出采样等距；采样数可以大于输入采样数。

示例

以下示例可创建一个包含 8 个数据点的波形，但仅输入了 5 个点。三个新数据点由 XYArray 函数生成。

```
NewWave = @XYArray(0; 0; 1; 2; 2; 1; 5; -3; 7; 0)
```

另请参阅
"@YArray" 173 页

4.91 @YArray

功能

此函数将一维数组作为数据输入，从而创建波形。

句法

@YArray(*Fsampling*; Y1; ...; YN)

参数

Fsampling 数字： 采样频率
 Y1 数字： 第一个数据点的振幅（Y 值）
 YN 数字： 最后一个数据点的振幅（Y 值）。 N >= 2

输出

输出结果是一个包含数组中所有数据点的波形。

描述

此函数可创建一个波形，其中包含由参数 Y1 到 YN 传递的所有点。第一个参数用于定义采样频率（= 1 / 采样周期）

示例

以下示例可创建一个采样频率为 100 kHz 且包含 9 个数据点的波形。

```
Signal = @YArray(100; 0; 1; 2; 2; 1; -1; -3; 2; 0)
```

另请参阅

"@XYArray" 171 页

5 脉冲测量和分析

5.1 一般信息

IEEE 标准脉冲术语和定义

本部分内容以 IEEE Std 194-1977 和 IEEE Std 181-1977 为依据。

更多信息，请访问 IEEE 标准协会网站：

standards.ieee.org/

波、脉冲和过渡

- 波：某介质物理状态的改变，会因一次或多次干扰而以时间函数的形式在介质中传播。
- 脉冲：从第一个标定状态开始发出的波，接着达到第二个标定状态，最终返回至第一个标定状态。在本文的其他部分中，术语脉冲包含于术语波中。
- 过渡：第一个标定状态之间的波或脉冲的一部分。在本文的其他部分中，术语过渡包含于术语脉冲和波中。

参阅下图概括了解单脉冲波形。

单脉冲

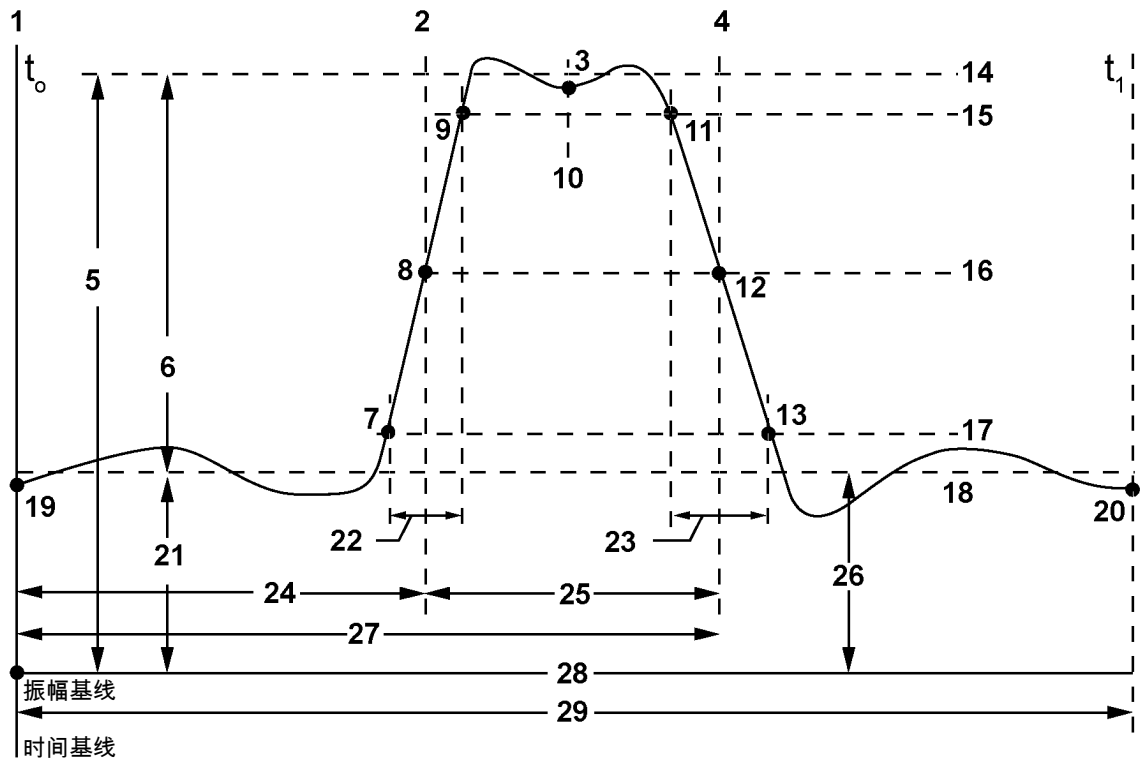


图 5.1: 单脉冲波形图

1	时间基线	常量线，具有指定的时间，除非另行规定，否则该时间即为零，该常量线穿过波形期间的第一个起始时间 t_0 。
2	脉冲起始线	脉冲起始线。脉冲起始时间处的时间基准线。
3	顶部中点	脉冲波形顶部的指定时间基准点或幅值基准点。如果未指定任何点，则顶部中点就是脉冲波形和顶部中线相交处的时间基准点。
4	脉冲终止线	脉冲终止线。脉冲终止时间处的时间基准线。
5	顶部幅值	通过指定程序或算法得出的顶部的幅值。
6	脉冲幅值	顶部幅值与基本幅值之间的代数差。
7	近点（第一个过渡点）	波形与近端线相交处的幅值基准点。
8	中间点（第一个过渡点）	波形与中间线相交处的幅值基准点。
9	远点（第一个过渡点）	波形与远端线相交处的幅值基准点。
10	顶部中线	脉冲起始和脉冲终止时间的平均值位置处的时间基准线。
11	远点（最后一个过渡点）	波形与远端线相交处的幅值基准点。
12	中点（最后一个过渡点）	波形与中间线相交处的幅值基准点。

- | | | |
|-----------|-------------|---|
| 13 | 近点（最后一个过渡点） | 波形与近端线相交处的幅值基准点。 |
| 14 | 顶线 | 顶部幅值处的幅值基准线。 |
| 15 | 远端线 | 脉冲波形远端区内指定幅值上的幅值基准线。除非另行指定，否则远端线将位于基准幅值 90% 处。 |
| 16 | 中间线 | 脉冲波形中间区内指定幅值上的幅值基准线。除非另行指定，否则中间线将位于基准幅值 50% 处。 |
| 17 | 近端线 | 脉冲波形近端区内指定幅值上的幅值基准线。除非另行指定，否则近端线将位于基准幅值 10% 处。 |
| 18 | 基线 | 基本幅值处的幅值基准线。 |
| 19 | 第一个基点 | 除非另行指定，否则第一个起始点将位于脉冲期间内。 |
| 20 | 最后一个基点 | 除非另行指定，否则最后一个起始点将位于脉冲期间内。 |
| 21 | 基本幅值 | 通过指定程序或算法得出的基本幅值。除非另行指定，否则基底的两个部分均包括于程序或算法内。 |
| 22 | 第一个过渡期 | 脉冲波形中第一个过渡波形的过渡期。 |
| 23 | 最后一个过渡期 | 脉冲波形中最后一个过渡波形的过渡期。 |
| 24 | 脉冲起始时间 | 幅值基准点在脉冲波形的第一个过渡上指定的某瞬间。除非另行指定，否则脉冲起始时间将位于第一个过渡的中间点处。 |
| 25 | 脉冲持续时间 | 脉冲起始时间和脉冲终止时间之间的持续时间。 |
| 26 | 偏移量 | 两条指定幅值基准线之间的代数差。除非另行指定，否则两条幅值基准线为波形基线和幅值基线。 |
| 27 | 脉冲终止时间 | 幅值基准点在脉冲波形的最后一个过渡上指定的某瞬间。除非另行指定，否则脉冲终止时间将位于最后一个过渡的中间点处。 |
| 28 | 振幅基线 | 指定幅值的线条，除非另行规定，否则其中含有一个等于零的幅值并扩展到波形期间。 |
| 29 | 脉冲波形期间 | 已知或可知波形数据的时间跨度。用方程式表示的波形期间在时间上可能会从负无穷扩展至正无穷，或者与其他所有波形数据一样，从第一个起始时间 t_0 扩展至第二个起始时间 t_1 。 |

6 IIR 滤波器

6.1 简介

Perception 公式数据库中包含一系列 IIR 滤波器。这些滤波器通过分类中的反馈和前馈系数指定的**直接型 IIR 滤波器**过滤输入序列。IIR 是 **Infinite Impulse Response**（无限脉冲响应）的缩写。输出和输入信号之间的关系请参考以下公式图 6.1。

$$y(n) = \sum_{k=0}^N b_k x(n-k) - \sum_{k=1}^N a_k y(n-k)$$

图 6.1: Infinite Impulse Response（无限脉冲响应）- 输出，输入

其中：

N = 滤波器顺序

b_i = 前馈滤波器系数，通常也称为零点。

a_i = 反馈滤波器系数，通常也称为极点

$x(n)$ = 输入信号

$y(n)$ = 输出信号

模块图解如图 6.2:

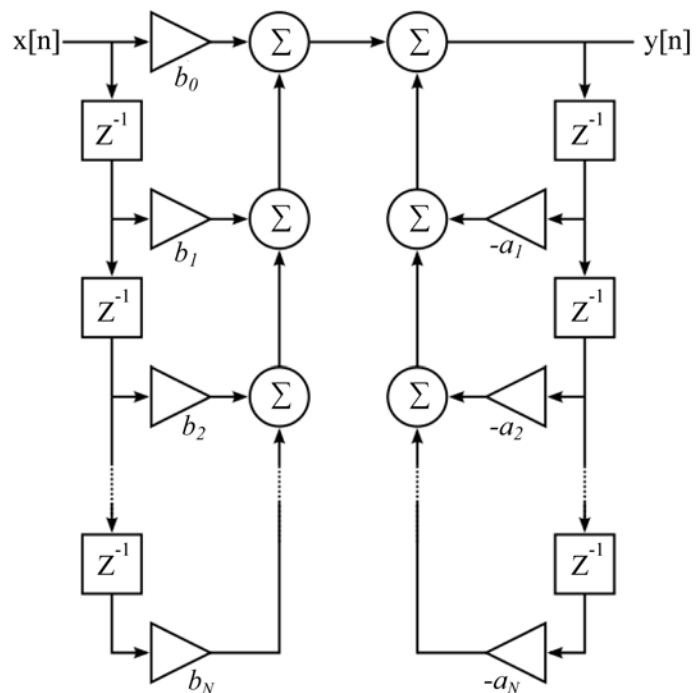


图 6.2: 无限脉冲响应 - 模块图解

所有滤波器公式开头都是 “@Filter”。滤波器函数的完整列表如下所示。

```
@FilterButterworthLP
@FilterButterworthHP
@FilterButterworthBP
@FilterButterworthBS
@FilterBesselLP
@FilterBesselHP
@FilterBesselBP
@FilterBesselBS
@FilterChebyshevLP
@FilterChebyshevHP
@FilterChebyshevBP
@FilterChebyshevBS
```

有三种不同类型的滤波器：

- 贝塞尔
- 巴特沃思
- 切比雪夫

每种类型都有**低通** (LP)、**高通** (HP)、**带通** (BP) 和**带阻** (BS) 启用。

6.1.1 贝塞尔

贝塞尔滤波器是一种具有最平群延迟（最大线性相位响应）的线性滤波器。贝塞尔滤波器的阶跃响应良好且过冲非常小；但频率响应不如巴特沃思滤波器。贝塞尔滤波器的相位响应是近乎线性的。若相位关系很重要，通常会使用贝塞尔滤波器。

该滤波器在时间域中的用处最大。

另外，若您想过滤非正弦信号的信号（如方波或噪音）以及使用过滤的信号进行定时，也建议您使用贝塞尔滤波器。贝塞尔在这方面是最佳选择，因为过滤后原始信号的所有不同频率分量几乎都会有相同的延迟。

优点：

最佳阶跃响应-过冲或振荡很小。

劣势：

通带之外的衰减初始速率比巴特沃思慢。

6.1.2 巴特沃思

巴特沃思滤波器是一种使通带有尽可能平坦的频率响应的信号处理滤波器，因此也被称为最平幅值滤波器。它的频率响应良好，没有纹波；但相位响应可能呈现极度非线性，尤其是高阶滤波。

该滤波器在频率域中的用处最大。

若要过滤的信号为正弦信号，则巴特沃思是最佳选择。因为我们只处理输入信号中的一个主频率，输出信号只会发生最小程度的畸变，所以非线性的相位响应并不会造成什么问题。

优点：

- 通带最平幅值响应。
- 整体性能良好。
- 脉冲响应比切比雪夫好。
- 衰减速率比贝塞尔好。

劣势：

- 阶跃响应中有部分过冲和振荡。

6.1.3 切比雪夫（类型 I）

切比雪夫滤波器（类型 I）比巴特沃思有更陡的衰减率和更多的通带纹波。切比雪夫滤波器的特点是在滤波范围内理想和实际滤波特性之间的错误最少，但通带中有纹波。

与巴特沃思滤波器相对，切比雪夫滤波器可用较低阶的滤波器获取通带和阻带之间的较快转换。

该滤波器在频率域中的用处最大。

优点：

- 通带之外的衰减速率比巴特沃思快。

劣势：

- 通带中有纹波。
- 与巴特沃思相比阶跃响应中的振荡明显增多。

6.1.4 幅度谱

下面的图 6.3 显示了三种不同的 2 阶低通 IIR 滤波器的幅度谱。贝塞尔滤波器的阻带频率响应最差。切比雪夫的衰减率最陡，但通带中有纹波。

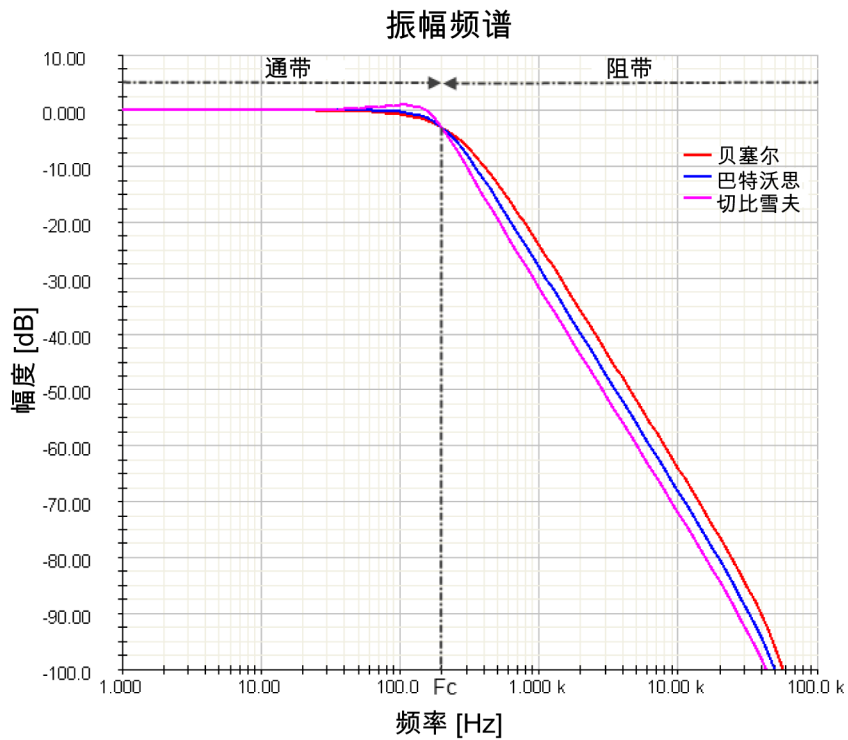


图 6.3: 低通滤波器的幅度谱

图 6.4 显示了三种不同滤波器的通带。

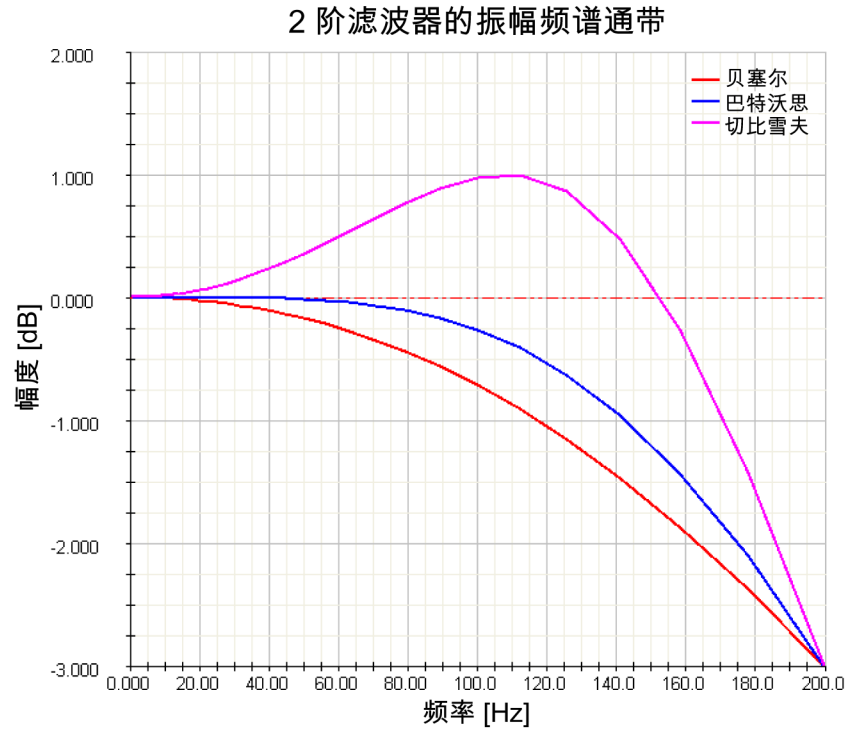


图 6.4: 滤波器的幅度谱通带

图 6.5 显示了三种滤波器的阻带。

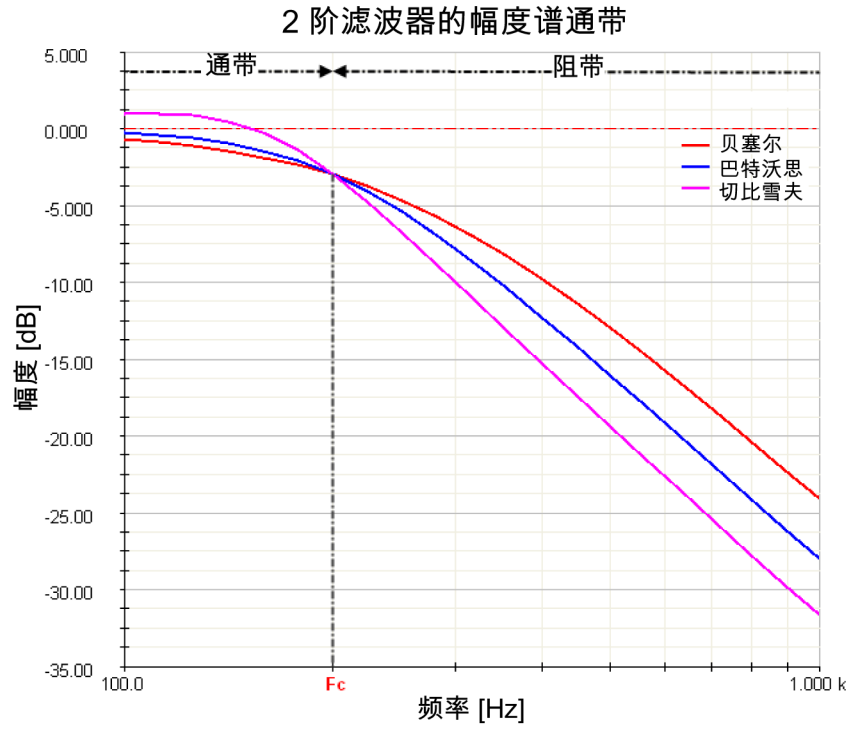


图 6.5: 幅度谱 - 阻带

6.1.5 脉冲响应

下面的图 6.6 显示了三种不同的 2 阶低通 IIR 滤波器的脉冲响应。贝塞尔滤波器的脉冲响应最好。

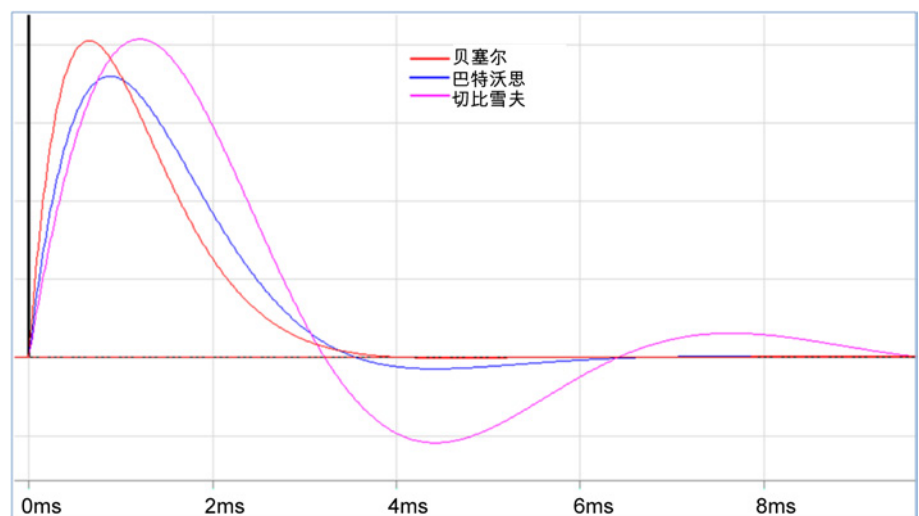


图 6.6: 低通滤波器的脉冲响应

6.1.6 阶跃响应

下面的图 6.7 显示了三种不同的 2 阶低通 IIR 滤波器的阶跃响应。

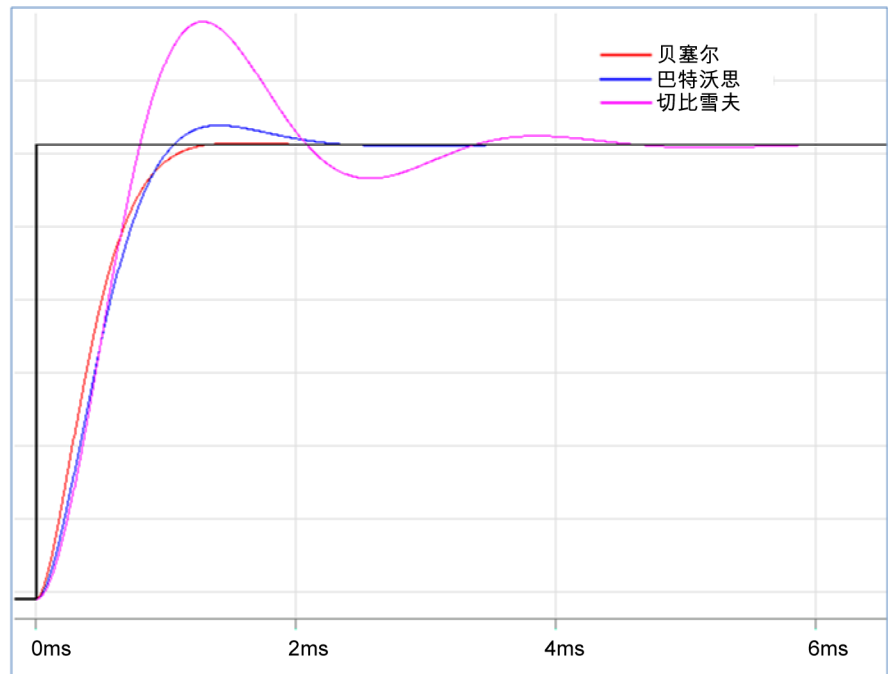


图 6.7: 低通滤波器的阶跃响应

贝塞尔滤波器的阶跃响应也是最好的。可通过下面的公式重新构建上面的脉冲和阶跃响应：

Num	Name	Formula	Units
1	Pulse	@Pulse(80k; 80k; 20k)	
2	ButherworthPR	@FilterButterworthLP(Formula.Pulse; 2; 200)	
3	BesselPR	@FilterBesselLP(Formula.Pulse; 2; 200)	
4	ChebyshevPR	@FilterChebyshevLP(Formula.Pulse; 2; 200; 3)	
5			
6	Step	@Pulse(80k; 80k; 20k; 10k)	
7	ButherworthSR	@FilterButterworthLP(Formula.Step; 2; 200)	
8	BesselSR	@FilterBesselLP(Formula.Step; 2; 200)	
9	ChebyshevSR	@FilterChebyshevLP(Formula.Step; 2; 200; 3)	
10			

图 6.8: 滤波器响应

以上公式也可用于检测任何用 Perception 中的当前滤波器公式创建的滤波器的阶跃和脉冲响应。

6.1.7 无相位滤波

无相位滤波是通过逆序技术实现的。该技术可对信号进行两次过滤。所使用滤波器的阶数是所输入阶数值的一半（阶/2）。第一步正常过滤信号，第二步将使用同一滤波器过滤第一步的输出，但数据点通过滤波器的顺序是相反的。由于我们使用了两次滤波器，所以滤波器总阶数与所输入阶数相等（阶）。若所输入阶数是奇数，则滤波器阶数将是小于此值的最大偶数。例如，若输入的阶数是7，则滤波价数将为6。所过滤信号的相移将为零图 6.9。

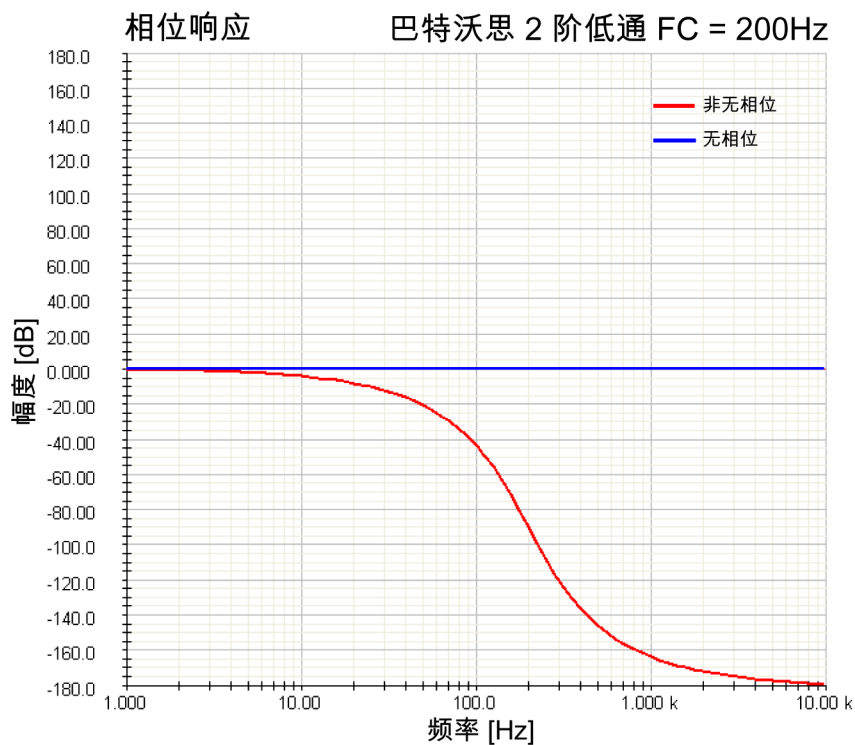


图 6.9: 滤波器的相位响应

无相位和非无相位滤波器的幅度谱之间存在差异。这是因为无相位滤波器是用同一滤波器以一半阶数过滤两次的结果，因此截止频率不是 -3 dB 而是 -6 dB，参见图 6.10。

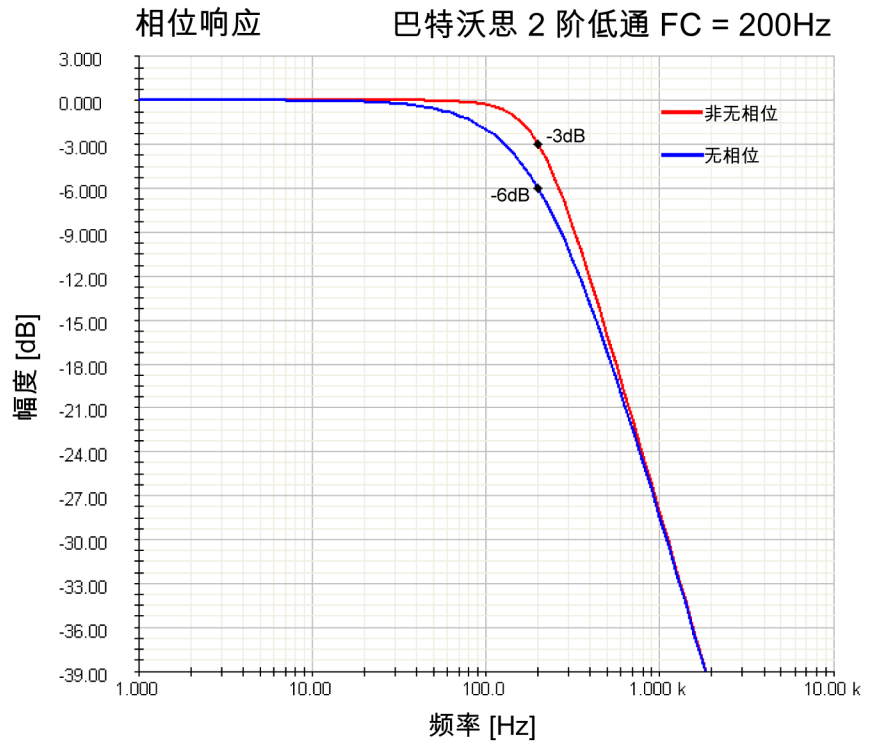


图 6.10: 幅度谱 - 衰减

6.1.8 采样率和截止频率的重要性

明确要过滤的离散信号的采样率和截止频率的影响非常重要。采样率必须至少是截止频率（奈奎斯特频率）的两倍。

滤波器幅度曲线也会受到采样频率的影响。一个二阶滤波器的衰减为 12 dB/Octave 或 40 dB/Decade，但对于接近采样率一半的频率会有所不同，参见下面的图 6.11。若您要对数字滤波和模拟滤波进行比较，应该注意到这种差异。模拟滤波器整个阻带的衰减斜率是一个常数。

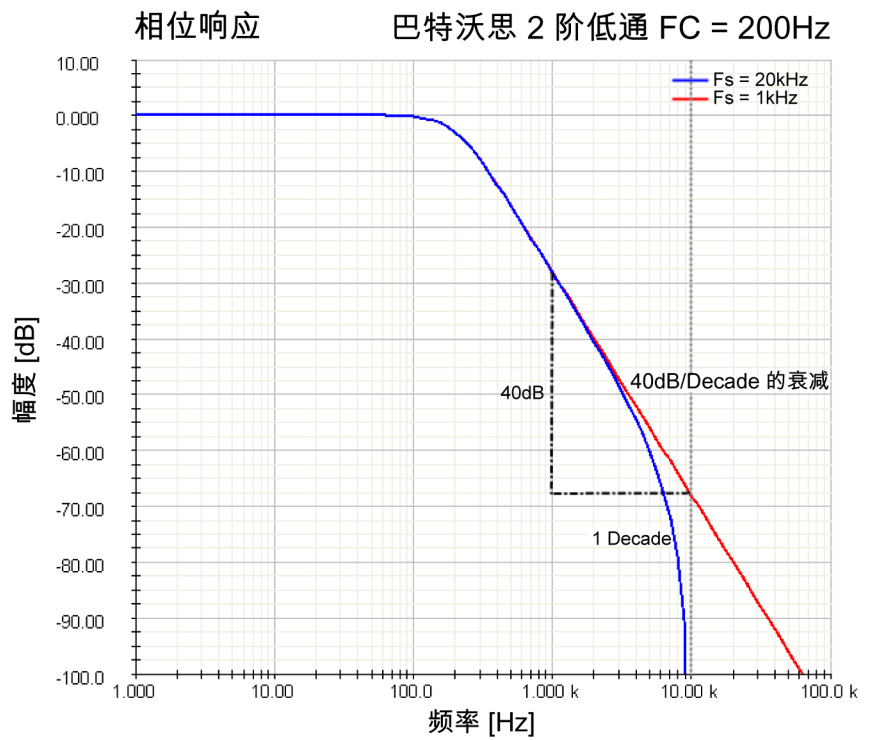


图 6.11: 二分之一采样率下的频率

索引

A	
Abs	35
And	36
Area	37
ATan	39
B	
BlockFFT	40
C	
Clip	42
Cos	43
CurveFitting	44
Cut	46
Cycles	48
D	
Diff	50
E	
Energy	52
EqualTo	54
Exp	55
ExpWave	56
F	
FallTime	58
FilterBesselBP	72
FilterBesselBS	74
FilterBesselHP	70
FilterBesselLP	68
FilterButterworthBP	64
FilterButterworthBS	66
FilterButterworthHP	62
FilterButterworthLP	60
FilterChebyshevBP	81
FilterChebyshevBS	83
FilterChebyshevLP	76
Frequency	85
G	
GreaterEqualThan	87
GreaterThan	88
H	
Histogram	89
I	
IEEE Standard Pulse Terms and Definitions	174
IIF	91
IIR 滤波器	177
切比雪夫 (类型 I)	179
巴特沃思	179
幅度谱	179
截止频率	185
无相位滤波	184
脉冲响应	182
贝塞尔	178
采样率	185
阶跃响应	183
Integrate	93
IntLookUp	94
IntLookUp12	97
J	
Join	99
L	
Length	101
LessEqualThan	102
LessThan	103
Ln	104
Log	106

M		Smooth	152
Max	107	Sqrt	154
MaxNum	109	SquareWave	155
MaxPos	110	StdDev	156
Mean	112	Sweep	158
Min	114	T	
MinNum	116	Tan	159
MinPos	117	TriggerTime	160
N		TriggerTimeToText	161
NextHillPos	118	TrueRMS	163
NextLvlCross	119	V	
NextValleyPos	121	Value	164
Not	123	X	
O		XDelta	165
Or	124	XDeltaHigh	166
P		XDeltaLow	167
Period	125	XFirst	168
Pow	127	XLast	169
PrevHillPos	128	XShift	170
PrevLvlCross	129	XYArray	171
PrevValleyPos	131	Y	
PulseWidth	134	YArray	173
R		*	
Ramp	136	一般信息	21
ReadAsciiFile	138	乘法	30
Reduce	140	信息表单, 扩展 (选项)	
RefCheck	141	工具	11
RemoveGlitch	143	减法	28
Res2	144	函数概述	22
RiseTime	145	分析	9
RMS	147	保存公式	20
S		修改布局	16
SAEJ211	149	公式表单	11
Sin	150	函数	14
SineWave	151	变量	14
		工具	11

常量	14
打印公式	20
载入公式	19
运算符	11
加法	26
单脉冲	175
印刷标记	2
噪声	122
异常情况	21
打印	
公式	20
担保	3
概述	22
波、脉冲和过渡	174
脉冲	132
许可	3

Head Office

HBM

Im Tiefen See 45
64293 Darmstadt
Germany
Tel: +49 6151 8030
Email: info@hbm.com

France

HBM France SAS

46 rue du Champoreux
BP76
91542 Mennecey Cedex
Tél:+33 (0)1 69 90 63 70
Fax: +33 (0) 1 69 90 63 80
Email: info@fr.hbm.com

UK

HBM United Kingdom

1 Churchill Court, 58 Station Road
North Harrow, Middlesex, HA2 7SA
Tel: +44 (0) 208 515 6100
Email: info@uk.hbm.com

USA

HBM, Inc.

19 Bartlett Street
Marlborough, MA 01752, USA
Tel : +1 (800) 578-4260
Email: info@usa.hbm.com

PR China

HBM Sales Office

Room 2912, Jing Guang Centre
Beijing, China 100020
Tel: +86 10 6597 4006
Email: hbmchina@hbm.com.cn

© Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH. All rights reserved.
All details describe our products in general form only.
They are not to be understood as express warranty and do
not constitute any liability whatsoever.

measure and predict with confidence

