

X9110

单数控电位器 (XDCP™)

双电源/低功耗/1024抽头/SPI总线

一、概述

1.1 描述

X9110 将一个单数控电位器(XDCP)集成在一个单片 CMOS 集成电路中。

数控电位器由包含 1023 个电阻单元的电阻阵列构成。在每个电阻单元之间有通过开关连接到滑动端的抽头点。阵列中滑动端的位置由用户通过 SPI 总线接口控制。电位器还相应地配有一个易失性滑动端计数寄存器 (WCR) 和四个非易失性的数据寄存器, 这些数据寄存器可由用户直接读出或写入。滑动端计数寄存器 (WCR) 的内容通过开关控制电阻阵列中滑动端的位置。上电时可将默认数据寄存器 (DR0) 的内容重新调用至滑动端计数寄存器 (WCR) 中。

XDCP 可用作三终端的电位器或两终端的可变电阻, 应用范围广泛, 包括控制、参数调整和信号处理。

1.2 特点

- 1024 个电阻抽头, 10 位分辨率
- 用于电位器写、读和传输操作的 SPI 串行接口
- 滑动端电阻: 5V 时典型值为 40 Ω
- 四个非易失性的数据寄存器
- 对滑动端的多个位置进行非易失性存储
- 上电时的重新调用功能, 上电时装载已保存的滑动端位置
- 待机电流 < 3 μ A (最大值)
- 系统 V_{CC} : 2.7V 至 5.5V
- 模拟 $V+/V-$: 5V 至 +5V
- 100K Ω 点对点电阻
- 数据保存期为 100 年
- 每个寄存器的每位可承受 100000 次数据擦写
- 14 引脚 TSSOP 封装、15 引脚 CSP 封装 (芯片比例封装, 与厂商联系可获得)
- 双电源类型为 X9111
- 低功耗 CMOS

1.3 应用范围

(1) 电路层次应用范围

- 改变电压放大器的增益
- 为比较器和检测器提供可编程的直流电压基准
- 控制音频电路的音量
- 修整电压放大器电路中的偏移电压误差
- 设置稳压器的输出电压
- 调整惠斯通电桥电路中的电阻
- 控制滤波器电路中的增益、特性频率和品质因数
- 设置传感器信号调节电路中的比例因子和零点
- 更改定时器电路的频率和占空比
- 改变 RF 电路中引脚二极管衰减器的直流偏压



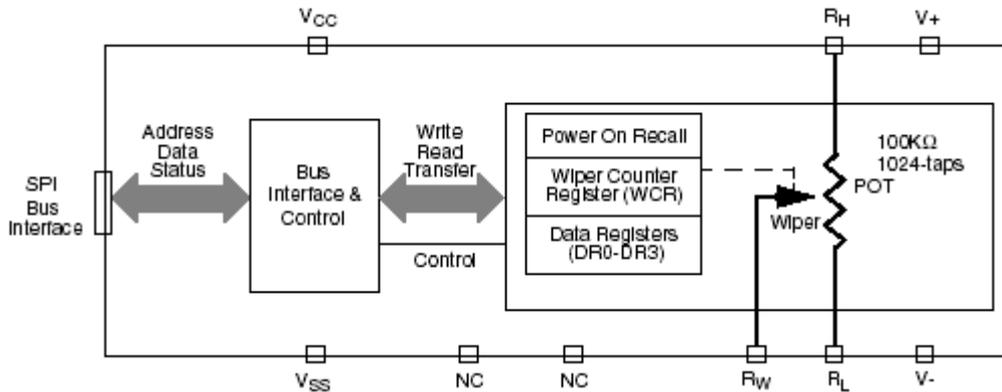
- 为反馈电路提供一个控制变量(I、V 或 R)

(2) 系统层次应用范围

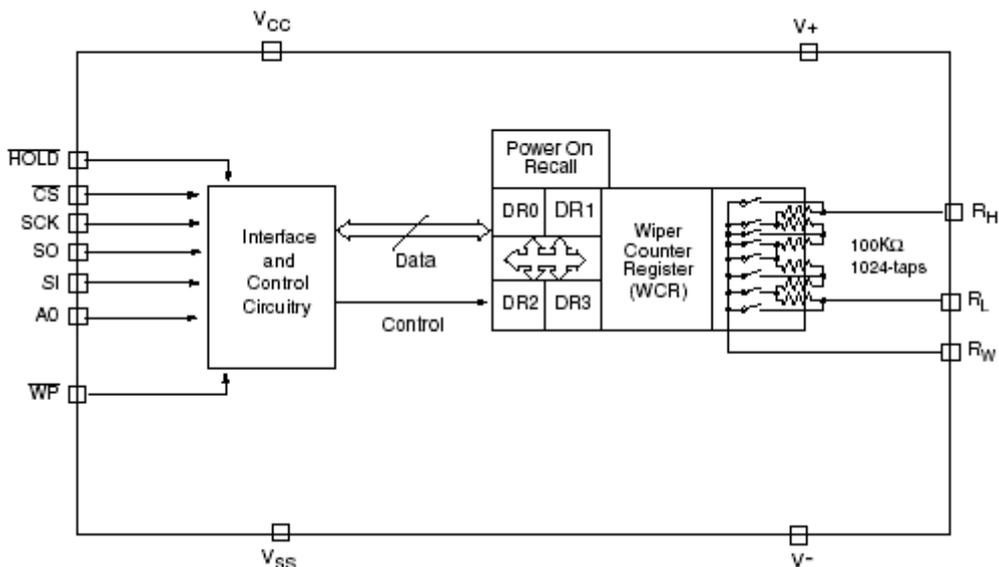
- 调整液晶显示屏的对比度
- 控制通讯系统中发光二极管发送器的功率电平
- 设置和调节无线系统中RF功率放大器的直流偏压点
- 控制音频和家庭娱乐系统的增益
- 为RF无线系统中的调谐器提供可变的直流偏压
- 设置温度控制系统中的工作点
- 控制工业系统中传感器的工作点
- 调整人工智能系统中的偏移和增益误差

1. 4 功能方框图

(1) 简图

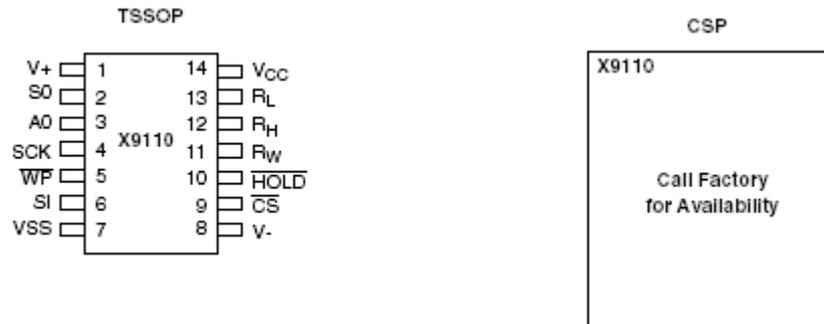


(2) 详细功能方框图



1.5 引脚排列及说明

(1) 引脚排列如下图



(2) 引脚功能配置表

引脚 (TSSOP)	引脚 (CSP)	符号	功能
1		V+	模拟电源电压
2		SO	串行数据输出
3		A0	器件地址
4		SCK	串行时钟
5		\overline{WP}	硬件写保护
6		SI	串行数据输入
7		V _{SS}	系统地
8		V-	模拟电源电压
9		\overline{CS}	片选
10		\overline{HOLD}	器件选择。中止串行总线
11		R _W	电位器滑动端
12		R _H	电位器高端
13		R _L	电位器低端
14		V _{CC}	系统电源电压

(3) 引脚说明

总线接口引脚

串行输出 (SO)

SO 是串行数据输出引脚。在读操作期间，数据从该引脚移出。数据在串行时钟的下降沿一位一位地移出。

串行输入 (SI)

SI 是串行数据输入引脚。所有写入电位器和电位器寄存器的操作码、字节地址和数据都通过该引脚输入。数据由串行时钟的上升沿锁存。

串行时钟 (SCK)

SCK输入脚用于为X9110的数据输入和输出提供时钟。

\overline{HOLD}

\overline{HOLD} 与 \overline{CS} 引脚连接可选中器件。一旦器件被选中并且连续的时序开始进行， \overline{HOLD} 引脚可用来中止与控制器的连续通信，而不用复位连续时序。为了中止通信，在 SCK 为低电平时，必须将 \overline{HOLD} 也拉低。为了恢复通信，当 SCK 再次为低电平时，必须将 \overline{HOLD} 拉高。如果不使用中止功能，则应该一直保持 \overline{HOLD} 引脚为高电平。

器件地址 (A0)

地址输入引脚用于设置 8 位从地址。从地址串行数据流 A0 必须与地址输入 (A0) 引脚匹配以启动与 X9110 的通信。

片选脚 (\overline{CS})

当 \overline{CS} 为高电平时，X9110 不被选中，串行输入 (SO) 引脚为高阻抗，并且 (除非内部写周期正在进行) 器件将进入待机状态。 \overline{CS} 为低电平则使能 X9110，将其置入有效工作状态。应注意在上电后，在开始任何操作之前要求在 \overline{CS} 脚上有从高到低的跳变。

硬件写保护输入 (\overline{WP})

当 \overline{WP} 引脚为低时，可防止对数据寄存器的非易失性写操作。

电位器引脚

R_H 、 R_L

R_H 和 R_L 引脚等效于机械电位器的连接端。

R_W

滑动引脚等效于机械电位器的滑动端。

偏压电源引脚

系统电源电压 (V_{CC}) 和电源地 (V_{SS})

V_{CC} 引脚是系统电源电压脚。 V_{SS} 引脚是系统地脚。

模拟电源电压 (V_+ 和 V_-)

这些电源是电位器的模拟电源电压。 V_+ 电源与滑动端开关连接而 V_- 电源用于加偏压到开关和集成电路的内部 P+ 衬底。这两个电源均可设置电位器的电压极限。

二、工作原理

2.1 器件描述

串行接口

X9110 支持 SPI 接口的硬件协议。器件可通过 SI 输入端访问，并且数据在 SCK 上升沿一位一位被移入。在整个操作过程中， \overline{CS} 必须为低电平， \overline{HOLD} 引脚和 \overline{WP} 引脚必须为高电平。

SO 和 SI 引脚可以连接在一起，因为它们有三态输出端。这有助于减少系统引脚数。

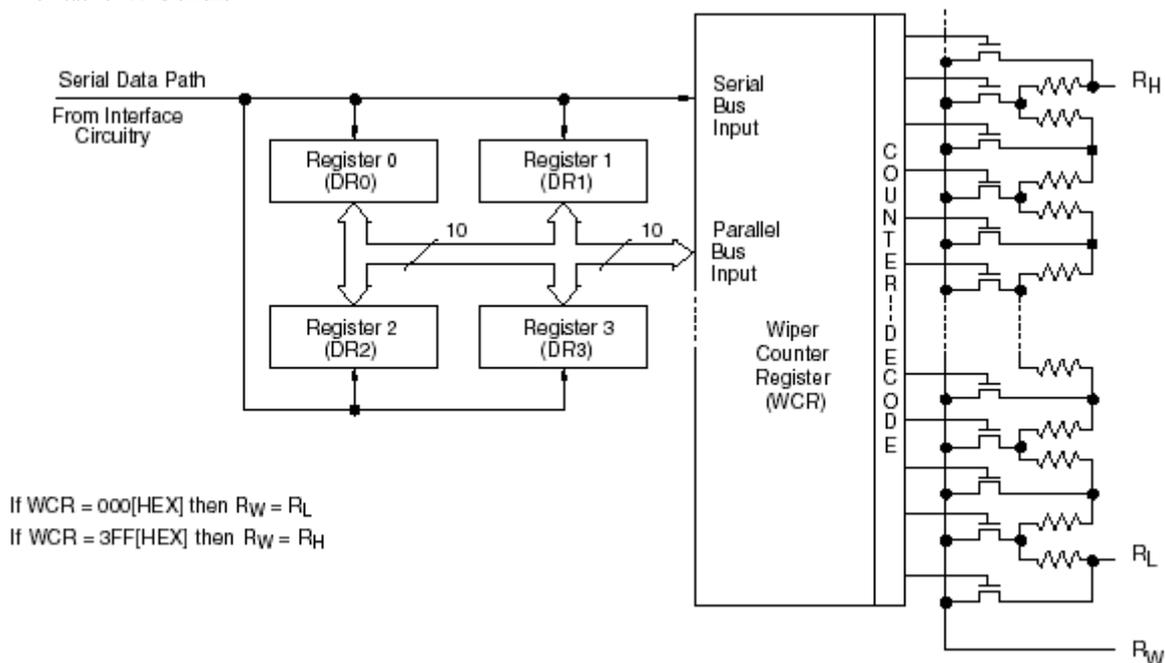
电阻阵列说明

X9110 由电阻阵列构成 (见图 1)。该阵列包含 1023 个分立的电阻单元，这些电阻单元串行连接。阵列的每个物理端等效于机械电位器的固定端 (R_H 和 R_L 输入端)。

在阵列的两端和每个电阻单元之间有一个CMOS开关连接到滑动输出端(R_W)。在独立的阵列中一次只可接通一个开关。

这些开关由滑动端计数寄存器 (WCR) 控制。WCR的10位(WCR[9:0])被解码以选择和使能1024个开关中的一个。

图 1 电位器详细方框图



滑动端计数寄存器 (WCR)

X9110包含一个滑动端计数寄存器 (见表1) 用于XDCP电位器。WCR等效于一个串入并出的寄存器/计数器, 其输出端被解码以沿着电阻阵列从1024个开关中选择一个。WCR的内容可以用以下三种方法更改: (1) 可由主机通过“写滑动端计数寄存器指令”(串行装载)来直接对其写入; (2) 可通过传送4个相应数据寄存器之一的内容由XFR数据寄存器间接对其写入; (3) 在上电时对其加载数据寄存器0 (DR0) 的内容。

滑动端计数寄存器是一个易失性的寄存器; 也就是说, 它的内容在X9110掉电时会丢失。尽管在上电时该寄存器会自动加载数据寄存器0 (DR0) 的值, 但这不同于掉电时的值。推荐使用上电指南以确保将DR0的值正确地载入WCR中。

数据寄存器 (DR)

电位器有四个10位非易失性的数据寄存器。这些寄存器可由主机直接读或写。数据也可以在四个数据寄存器中的任何一个和滑动端计数寄存器之间传送。所有改变数据寄存器中数据的操作都是非易失性操作, 最多会耗时10ms。

如果是不要求存储电位器多个设置值的应用, 数据寄存器则可作为系统参数或用户选择数据的常规存储区。DR[9:0]用于存储1024个滑动端位置(0~1023)中的一个。见表2。

状态寄存器 (SR)

这个1位状态寄存器用于存储系统的状态 (见表3)。

WIP: 正在进行的写操作的状态位, 只读。

-当WIP=1时, 表明高电压写周期正在进行。

-当WIP=0时, 表明没有进行高电平写周期。

表1 滑动端计数寄存器，WCR（10位），WCR9-WCR0：用于存储当前滑动端的位置（V表示易失性）

WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
(MSB)									(LSB)

表2 数据寄存器，DR（10位），位9-位0：用于存储滑动端位置或数据（NV表示非易失性）

Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
NV									
MSB									LSB

表3 状态寄存器，SR（1位）

WIP
(LSB)

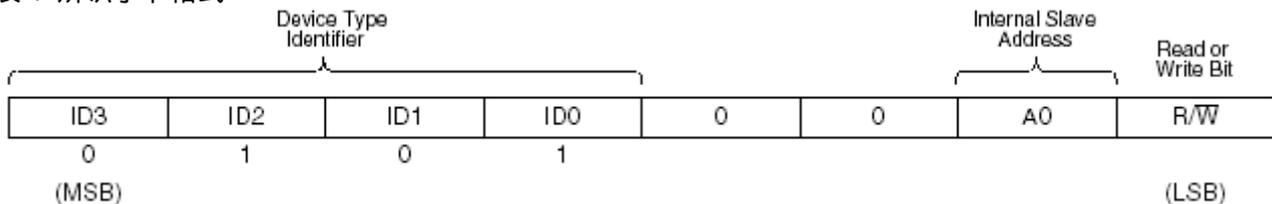
2. 2 器件指令

辨识字节（ID 和 A）

跟随在 \overline{CS} 上从高到低跳变后的主机发至 X9110 的第一个字节即称作辨识字节。从地址中的 4 个最高有效位是器件类型标识符。ID[3:0]位是 X9110 的器件辨识字节（ID）；它固定为 0101[B]（见表 4）。

ID 字节中的 A0 位是内部从地址。器件的物理地址由 A0 输入引脚的状态来定义。从地址由用户在外规定。X9110 将串行数据流与地址输入状态进行比较；为使 X9110 可顺利继续命令序列，地址位的比较一定要成功。只有在器件的从地址与由主机发出的器件输入地址相匹配才能执行该指令。A0 输入端可由 CMOS 输入信号或通过将其连接到 V_{CC} 或 V_{SS} 来激活。 R/\overline{W} 位用于设置器件的读或写方式。

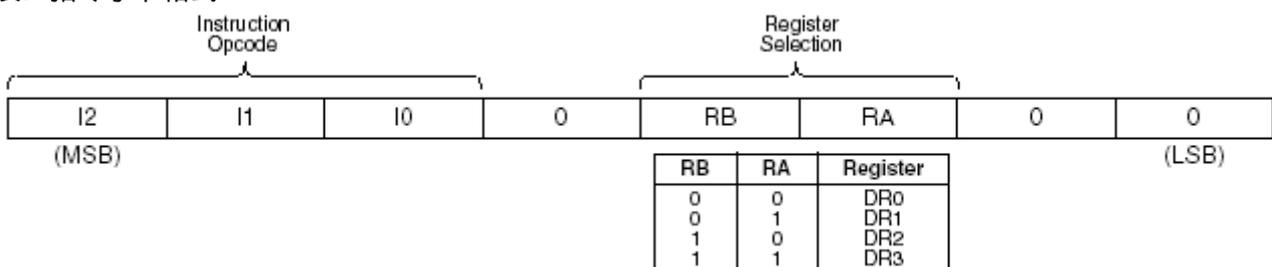
表4 辨识字节格式



指令字节和寄存器选择

在辨识字节之后发送至 X9110 的字节包含指令和寄存器指针信息。这 3 个最高有效位用于提供指令操作码(I[2:0])。RB 和 RA 位指向四个寄存器中的一个。格式如表 5 所示。

表5 指令字节格式



七个指令中有五个指令的长度为 4 个字节。这些指令是：

- 读滑动端计数寄存器——读取选中的电位器的当前滑动端的位置。
- 写滑动端计数寄存器——变更选中的电位器的当前滑动端的位置。
- 读数据寄存器——读取选中的数据寄存器的内容。
- 写数据寄存器——对选中的数据寄存器写入一个新值。
- 读状态——该命令恢复WIP位的内容，WIP位表明内部写周期是否在进行。

4字节指令的基本序列如图3所示。这些4字节指令在WCR和数据寄存器中的一个之间交换数据。数据从数据寄存器传送到WCR实质上是对静态RAM的一次写操作，静态RAM控制着滑动端的位置。滑动端对该操作的响应会在 t_{WRL} 时间内延迟。从WCR（当前滑动端的位置）到数据寄存器的一次数据传送也是对非易失性存储器的一次写入，最少要耗时 t_{WR} 才能完成。这类数据传送可在电位器和其相应的一个寄存器之间发生。读状态寄存器指令是唯一有特殊格式的指令（见图4）。

有两个指令要求以一个两字节的序列来完成（见图2）。这两个指令可在主机与X9110之间、主机和一个数据寄存器之间或直接在主机和滑动端计数寄存器之间传输数据。它们是：

-XFR数据寄存器到滑动端计数寄存器——该指令传输指定数据寄存器的内容到相应的滑动端计数寄存器。

-XFR滑动端计数寄存器到数据寄存器——该指令传输指定滑动端计数寄存器的内容到指定的相应数据寄存器。

详情请见指令格式。

正在进行的写操作（WIP位）

器件在接收到一次完整的写序列后 \overline{CS} 引脚发生从低到高的跳变，此时数据寄存器的内容被存储到非易失性的存储器中。此内部写操作的过程可由“正在进行的写操作”位（WIP）监控。可用“读状态”命令对WIP位读（见图4）。

上电掉电要求

V_+ 电压必须一直大于或等于 R_H 或 R_L 端的电压而且 R_H 或 R_L 端的电压必须一直大于或等于 V_- 端的电压。在上电和掉电期间， V_{CC} 、 V_+ 和 V_- 必须在1ms之内达到各自的最终值。

图2 两字节指令序列

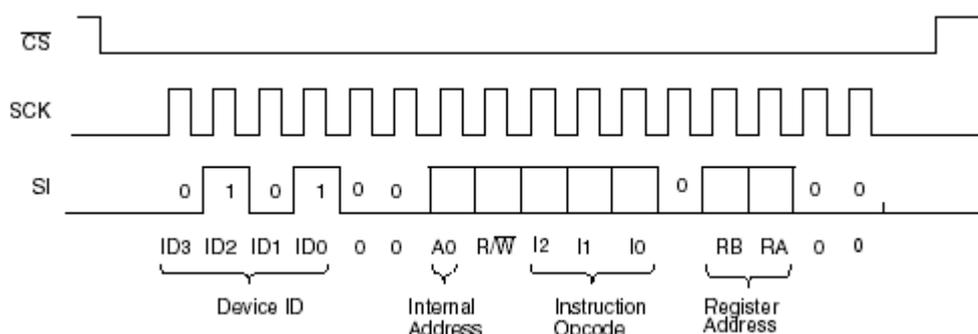


图 3 四字节指令序列（对 WCR 或数据寄存器的读或写）

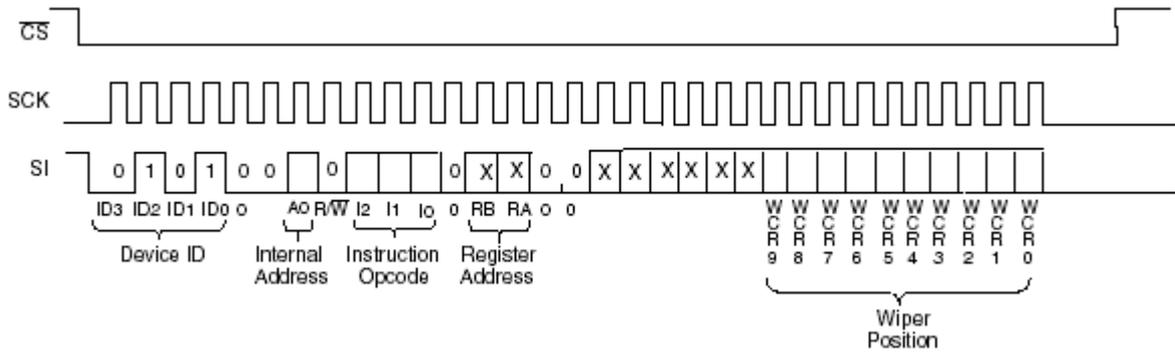


图 4 四字节指令序列（读状态寄存器）

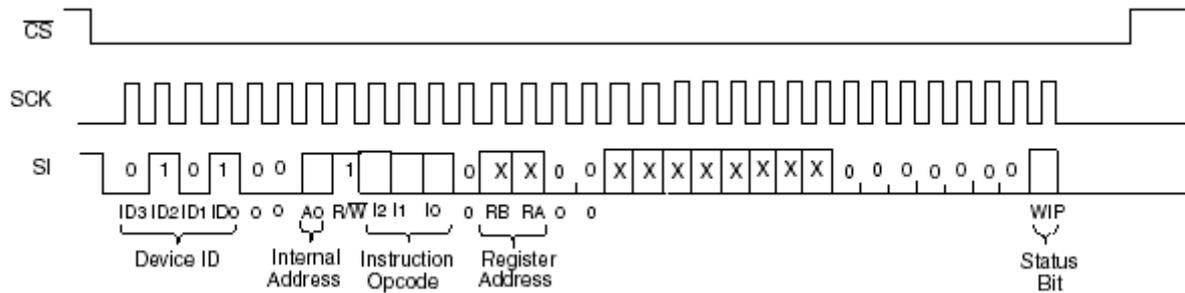


表 6 指令集

Instruction	Instruction Set									Operation
	R/W	I ₂	I ₁	I ₀	0	RB	RA	0	0	
Read Wiper Counter Register	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Read the contents of the Wiper Counter Register
Write Wiper Counter Register	0	1	0	1	0	0	0	0	0	Write new value to the Wiper Counter Register
Read Data Register	1	1	0	1	0	1/0	1/0	0	0	Read the contents of the Data Register pointed to RB-RA
Write Data Register	0	1	1	0	0	1/0	1/0	0	0	Write new value to the Data Register pointed to RB-RA
XFR Data Register to Wiper Counter Register	1	1	1	0	0	1/0	1/0	0	0	Transfer the contents of the Data Register pointed to by RB-RA to the Wiper Counter Register
XFR Wiper Counter Register to Data Register	0	1	1	1	0	1/0	1/0	0	0	Transfer the contents of the Wiper Counter Register to the Data Register pointed to by RB-RA
Read Status (WIP bit)	1	0	1	0	0	0	0	0	1	Read the status of the internal write cycle, by checking the WIP bit (read status register).

Note: (1) 1/0 = data is one or zero

指令格式

读滑动端计数寄存器（WCR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Addresses		Wiper Position (Sent by X9110 on SO)						Wiper Position (sent by X9110 on SO)						CS Rising Edge												
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	1	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X		X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	1	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0	

写滑动端计数寄存器（WCR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Addresses		Wiper Position (Sent by Master on SI)						Wiper Position (Sent by Master on SI)						CS Rising Edge												
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=0	1	0	1	0	0	0	0	0	X	X	X	X		X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=0	1	0	1	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0	

读数据寄存器（DR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Addresses		Wiper Position (Sent by X9110 on SO)						Wiper Position (sent by X9110 on SO)						CS Rising Edge												
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	1	0	1	0	RB	RA	0	0	X	X	X	X		X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	1	0	1	0	RB	RA	0	0	X	X	X	X	X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0	

写数据寄存器（DR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Address		Wiper Position or Data (Sent by Master on SI)						Wiper Position or Data (Sent by Master on SI)						CS Rising Edge	HIGH-VOLTAGE WRITE CYCLE											
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=0	1	1	0	0	RB	RA	0	0	X	X	X	X			X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=0	1	1	0	0	RB	RA	0	0	X	X	X	X	X	X	WCR9	WCR8	WCR7	WCR6	WCR5	WCR4	WCR3	WCR2	WCR1	WCR0	

传输数据寄存器（DR）的内容到滑动端计数寄存器（WCR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Address		CS Rising Edge								
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1									
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	1	1	0	0	RB	RA	0	0	

传输滑动端计数寄存器（WCR）的内容到数据寄存器（DR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Address		CS Rising Edge	HIGH-VOLTAGE WRITE CYCLE							
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=0									
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=0	1	1	1	0	RB	RA	0	0	

读状态寄存器（SR）

CS Falling Edge	Device Type Identifier		Device Addresses		Instruction Opcode		Register Addresses		Status Data (Sent by Slave on SO)						Status Data (Sent by Slave on SO)						CS Rising Edge														
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	0	1	0	X	0	0	0	1	X	X	X	X		X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	WIP	
	0	1	0	1	0	0	A0	R/W=1	0	1	0	X	0	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	WIP	

- 注：1、“A0”：表示主机发出的器件地址。
 2、WCRx 代表滑动端计数寄存器中滑动端的位置数据。

3、“X”：不必考虑。

三、 特性

3.1 极限参数

工作温度	-65°C 至+135°C
贮存温度	-65°C 至+150°C
SCK 任何地址输入端上的电压（相对于 V_{SS} ）	-1V 至+7V
V_+ 端上的电压（相对于 V_{SS} ）(4)	10V
V_- 端上的电压（相对于 V_{SS} ）(4)	-10V
$(V_+) - (V_-)$	12V
R_H / R_L 端上的电压	V_+
R_L / R_H 端上的电压	V_-
引线温度（焊接，10秒）	300°C
I_W （10秒）	$\pm 6mA$

注：强度超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效工作。延长在极限参数条件下的工作时间会影响器件的可靠性。

3.2 推荐工作条件

Temp	Min.	Max.
Commercial	0°C	+70°C
Industrial	-40°C	+85°C

Device	Supply Voltage (V_{CC}) Limits ⁽⁴⁾
X9110	5V $\pm 10\%$
X9110-2.7	2.7V to 5.5V

3.3 模拟特性（在推荐的工业级工作条件下（2.7V）工作除非另有规定）

Symbol	Parameter	Limits				Test Conditions
		Min.	Typ.	Max.	Units	
R_{TOTAL}	End to End Resistance		100		k Ω	
	End to End Resistance Tolerance			± 20	%	
	Power Rating			50	mW	25°C, each pot
I_W	Wiper Current			± 3	mA	
R_W	Wiper Resistance		150	500	Ω	Wiper Current = $\pm 3mA$, $V_{CC} = 3V$
R_W	Wiper Resistance			100	Ω	$I_W = \pm 3mA$, $V_{CC} = 5V$
V_{V+}	Voltage on V_+ pin	+4.5		+5.5	V	X9110 ⁽⁴⁾
		+2.7		+5.5		X9110-2.7 ⁽⁴⁾
V_{V-}	Voltage on V_- pin	-5.5		-4.5	V	X9110 ⁽⁴⁾
		-5.5		-2.7		X9110-2.7 ⁽⁴⁾
V_{TERM}	Voltage on any R_H or R_L Pin	V_-		V_+	V	$V_{SS} = 0V$
	Noise		-120		dBV	Ref: 1V
	Resolution		0.1		%	
	Absolute Linearity ⁽¹⁾			± 1	MI ⁽³⁾	$R_{W(n)}(actual) - R_{W(n)}(expected)$, where $n=8$ to 1006
				± 1.5	MI ⁽³⁾	$R_{W(n)}(actual) - R_{W(n)}(expected)$ ⁽⁵⁾
	Relative Linearity ⁽²⁾			± 0.5	MI ⁽³⁾	$R_{W(m+1)} - [R_{W(m)} + MI]$, where $m=8$ to 1006
				± 1	MI ⁽³⁾	$R_{W(m+1)} - [R_{W(m)} + MI]$ ⁽⁵⁾
	Temperature Coefficient of R_{TOTAL}		± 300		ppm/ $^{\circ}C$	
	Ratiometric Temp. Coefficient			20	ppm/ $^{\circ}C$	
$C_H/C_L/C_W$	Potentiometer Capacitances		10/10/25		pF	See Macro model

- 注：1、绝对线性用于确定实际滑动端的电压与期望滑动端电压之间的差，而这在电位器中由滑动端的位置确定。
 2、相对线性用于确定电位器中两个相邻抽头位置之间电压的实际变化，是对步距误差的测量。
 3、 $MI = RTOT / 1023$ 或 $(R_H - R_L) / 1023$ （单电位器）。
 4、 V_{CC} , V_+ , V_- 在 1 ms 内必须达到其最终值。
 5、 $n = 0, 1, 2, \dots, 1023$; $m = 0, 1, 2, \dots, 1022$ 。

3. 4 直流工作特性（在推荐工作条件下，除非另有规定）

Symbol	Parameter	Limits				Test Conditions
		Min.	Typ.	Max.	Units	
I_{CC1}	V_{CC} supply current (active)			400	μA	$f_{SCK} = 2.5 \text{ MHz}$, $SO = \text{Open}$, $V_{CC} = 5.5V$ Other Inputs = V_{SS}
I_{CC2}	V_{CC} supply current (nonvolatile write)		1	5	mA	$f_{SCK} = 2.5\text{MHz}$, $SO = \text{Open}$, $V_{CC} = 5.5V$ Other Inputs = V_{SS}
I_{SB}	V_{CC} current (standby)			3	μA	$SCK = SI = V_{SS}$, $\text{Addr.} = V_{SS}$, $\overline{CS} = V_{CC} = 5.5V$
I_{LI}	Input leakage current			10	μA	$V_{IN} = V_{SS}$ to V_{CC}
I_{LO}	Output leakage current			10	μA	$V_{OUT} = V_{SS}$ to V_{CC}
V_{IH}	Input HIGH voltage	$V_{CC} \times 0.7$		$V_{CC} + 1$	V	
V_{IL}	Input LOW voltage	-1		$V_{CC} \times 0.3$	V	
V_{OL}	Output LOW voltage			0.4	V	$I_{OL} = 3\text{mA}$
V_{OH}	Output HIGH voltage	$V_{CC} - 0.8$			V	$I_{OH} = -1\text{mA}$, $V_{CC} \geq +3V$
V_{OH}	Output HIGH voltage	$V_{CC} - 0.4$			V	$I_{OH} = -0.4\text{mA}$, $V_{CC} \leq +3V$

3. 5 耐久性和数据保存期

Parameter	Min.	Units
Minimum Endurance	100,000	Data changes per bit per register
Data Retention	100	years

3. 6 电容

Symbol	Test	Max.	Units	Test Conditions
$C_{IN/OUT}^{(4)(6)}$	Input/Output capacitance (SI)	8	pF	$V_{OUT} = 0V$
$C_{OUT}^{(6)}$	Output capacitance (SO)	8	pF	$V_{OUT} = 0V$
$C_{IN}^{(6)}$	Input capacitance (A0, \overline{CS} , \overline{WP} , \overline{HOLD} , and SCK)	6	pF	$V_{IN} = 0V$

3. 7 上电时序

Symbol	Parameter	Min.	Max.	Units
$t_r V_{CC}^{(6)}$	V_{CC} Power-up Rate	0.2	50	V/ms
$t_{PUR}^{(7)}$	Power-up to Initiation of read operation		1	ms
$t_{PUW}^{(7)}$	Power-up to Initiation of write operation		50	ms

注：6、该参数未经 100% 测试。

7、 t_{PUR} 和 t_{PUW} 是从（最后的）电源 (V_{CC}) 稳定到可发出特定指令所需要的延迟时间。这两个参数未经 100%

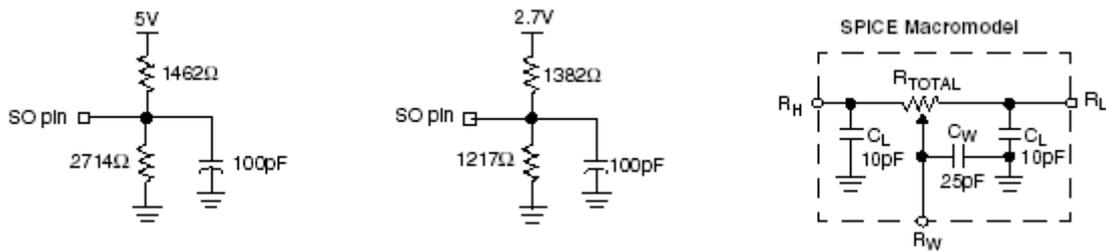
测试。

8、 R_H , R_L , R_W 引脚上的额定静电放电 (ESD) 为 1.5KV (人体模型 HBM, 最大漏电流 1.0 μ A)。其它此脚上的静电放电为 2.0KV。

3. 8 交流测试条件

输入脉冲电平	$V_{CC} \times 0.1$ $V_{CC} \times 0.9$
输入上升和下降时间	10ns
输入和输出定时电平	$V_{CC} \times 0.5$

3. 9 等效交流负载电路



3. 10 交流时序

Symbol	Parameter	Min.	Max.	Units
f _{SCK}	SSI/SPI clock frequency		2.0	MHz
t _{CYC}	SSI/SPI clock cycle time	400		ns
t _{WH}	SSI/SPI clock high time	150		ns
t _{WL}	SSI/SPI clock low time	150		ns
t _{LEAD}	Lead time	150		ns
t _{LAG}	Lag time	150		ns
t _{SU}	SI, SCK, $\overline{\text{HOLD}}$ and $\overline{\text{CS}}$ input setup time	50		ns
t _H	SI, SCK, $\overline{\text{HOLD}}$ and $\overline{\text{CS}}$ input hold time	50		ns
t _{RI}	SI, SCK, $\overline{\text{HOLD}}$ and $\overline{\text{CS}}$ input rise time		50	ns
t _{FI}	SI, SCK, $\overline{\text{HOLD}}$ and $\overline{\text{CS}}$ input fall time		50	ns
t _{DIS}	SO output disable time	0	500	ns
t _V	SO output valid time		100	ns
t _{HO}	SO output hold time	0		ns
t _{RO}	SO output rise time		50	ns
t _{FO}	SO output fall time		50	ns
t _{HOLD}	$\overline{\text{HOLD}}$ time	400		ns
t _{HSU}	$\overline{\text{HOLD}}$ setup time	50		ns
t _{HH}	$\overline{\text{HOLD}}$ hold time	50		ns
t _{HZ}	$\overline{\text{HOLD}}$ low to output in high Z		100	ns
t _{LZ}	$\overline{\text{HOLD}}$ high to output in low Z		100	ns
T _I	Noise suppression time constant at SI, SCK, $\overline{\text{HOLD}}$ and $\overline{\text{CS}}$ inputs		20	ns
t _{CS}	$\overline{\text{CS}}$ deselect time	100		ns
t _{WPASU}	WP, A0 setup time	0		ns
t _{WPAH}	WP, A0 hold time	0		ns

3. 11 高电平写周期时序

符号	参数	典型值	最大值	单位
t_{WR}	高电平写周期时间（存储指令）	5	10	ms

3. 12 XDCP（数控电位器）时序

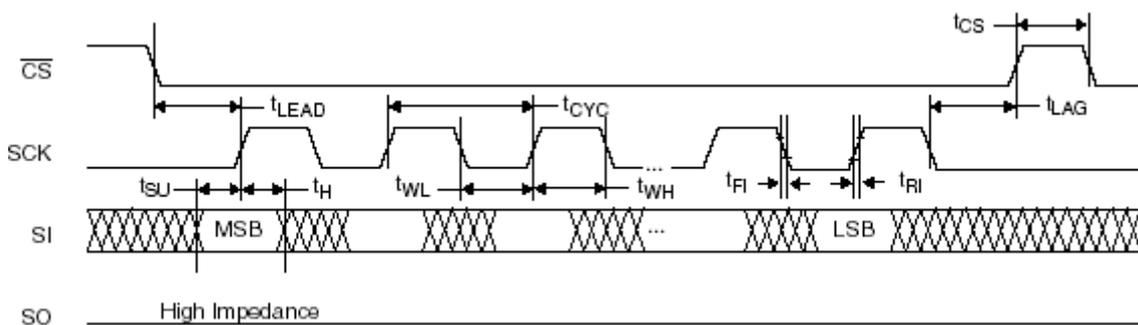
符号	参数	最小值	最大值	单位
t_{WRPO}	在第三路（最后的）电源稳定后滑动端的响应时间	5	10	μs
t_{WRL}	指令发出后（所有装载指令），滑动端的响应时间	5	10	μs

3. 13 符号表

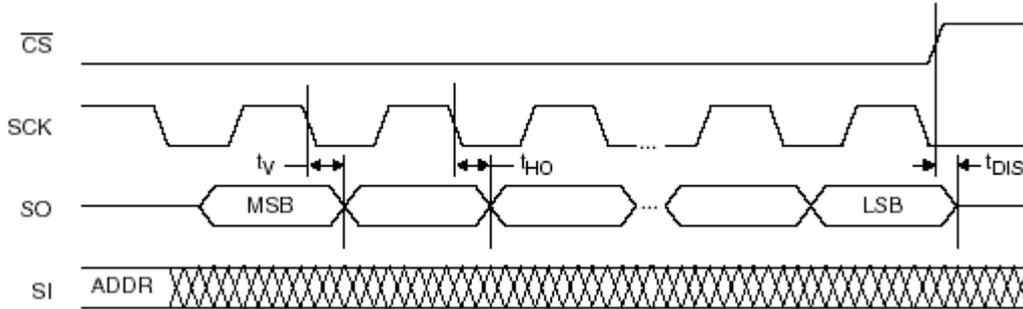
WAVEFORM	INPUTS	OUTPUTS
	Must be steady	Will be steady
	May change from Low to High	Will change from Low to High
	May change from High to Low	Will change from High to Low
	Don't Care: Changes Allowed	Changing: State Not Known
	N/A	Center Line is High Impedance

四、 时序表

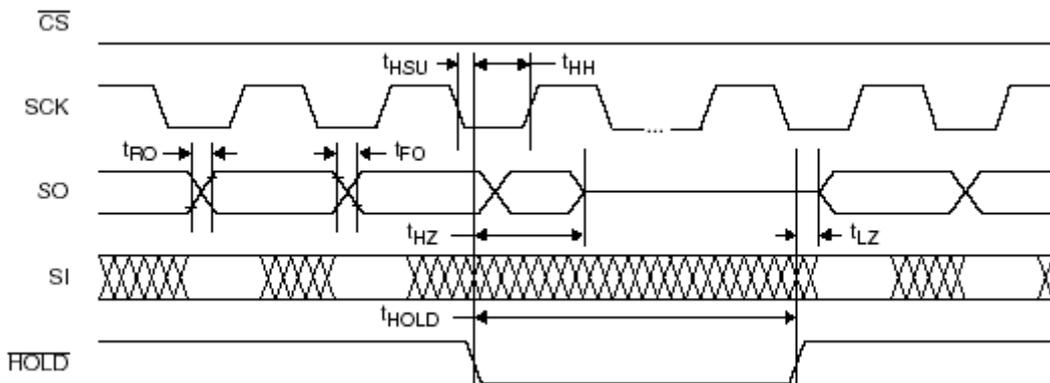
输入时序



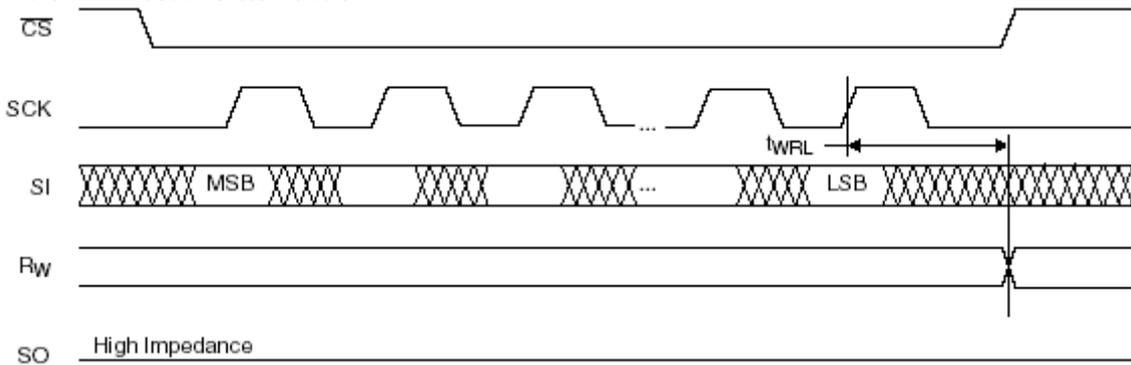
输出时序



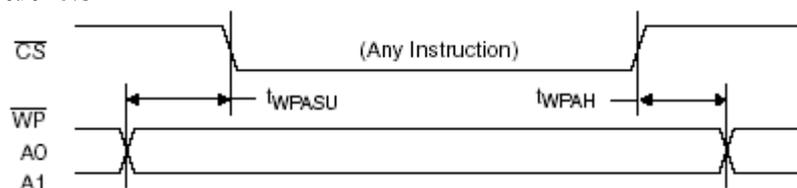
HOLD 时序



XDCP 时序 (对所有负载指令而言)



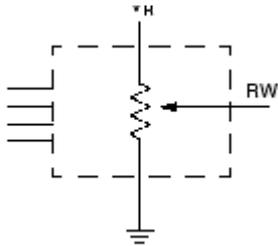
写保护和器件地址引脚时序



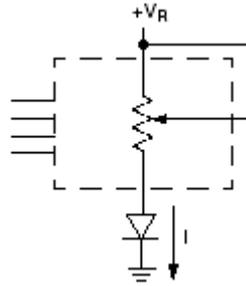
五、应用资料

电位器基本配置

三终端电位器；可变电压器

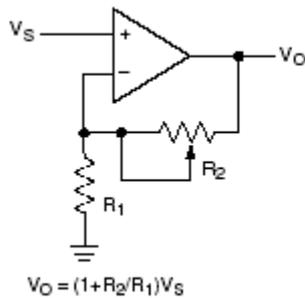


两终端可变电阻；可变电流



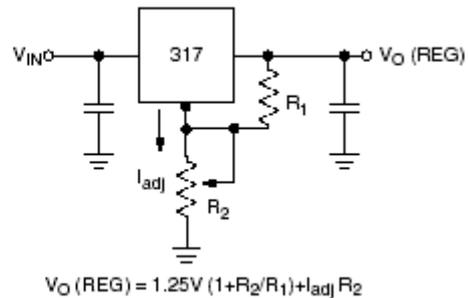
应用电路

非反向放大器



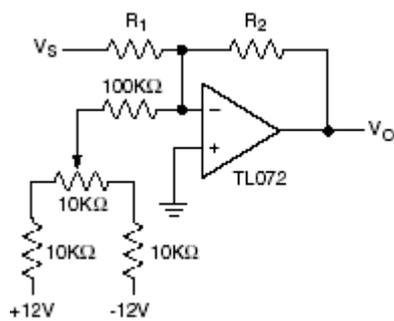
$$V_O = (1 + R_2/R_1)V_S$$

稳压器

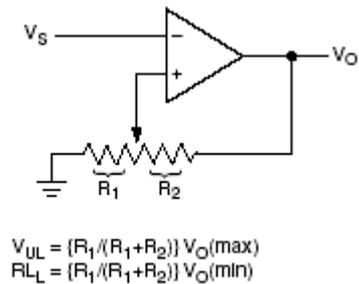


$$V_O (\text{REG}) = 1.25V (1 + R_2/R_1) + I_{\text{adj}} R_2$$

偏移电压调节

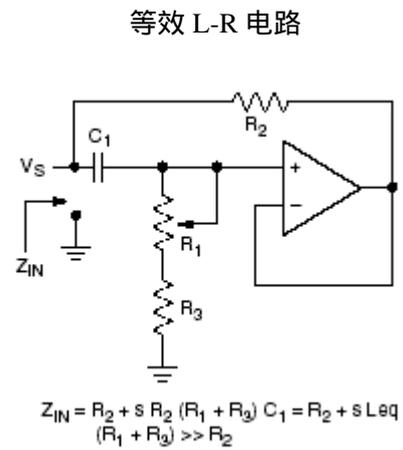
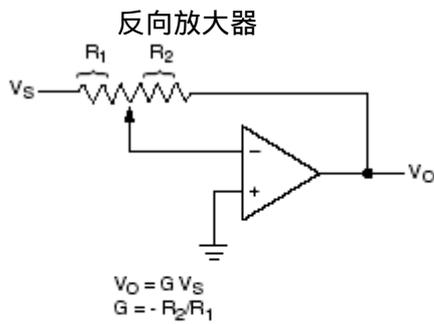
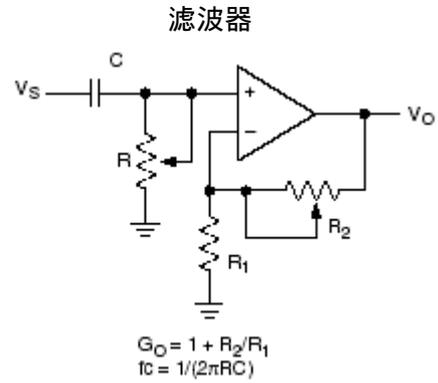
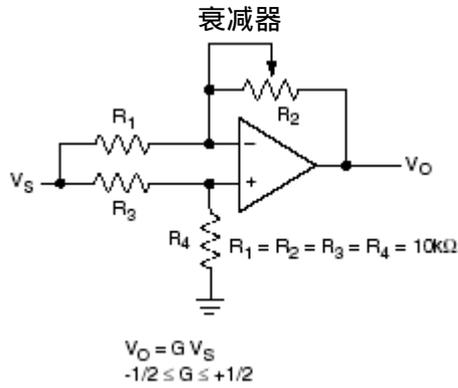


带滞后功能的比较器

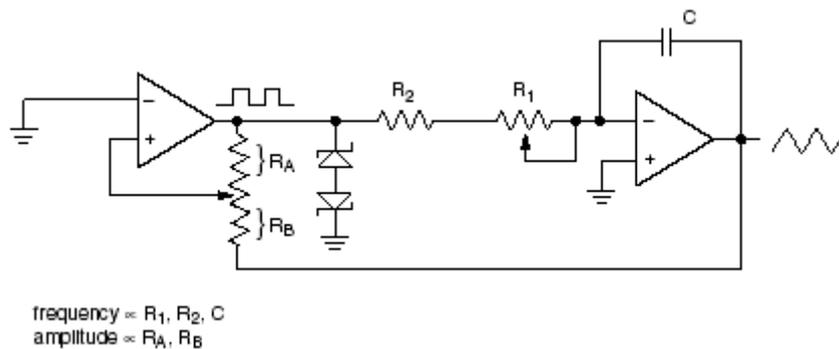


$$V_{UL} = \{R_1 / (R_1 + R_2)\} V_O (\text{max})$$

$$V_{LH} = \{R_1 / (R_1 + R_2)\} V_O (\text{min})$$

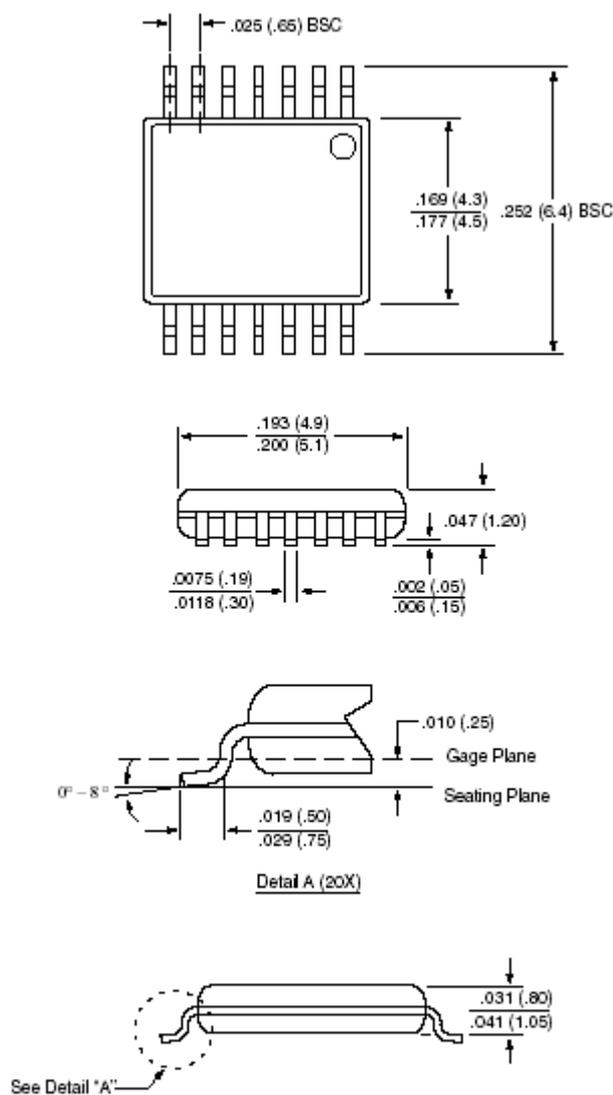


函数发生器



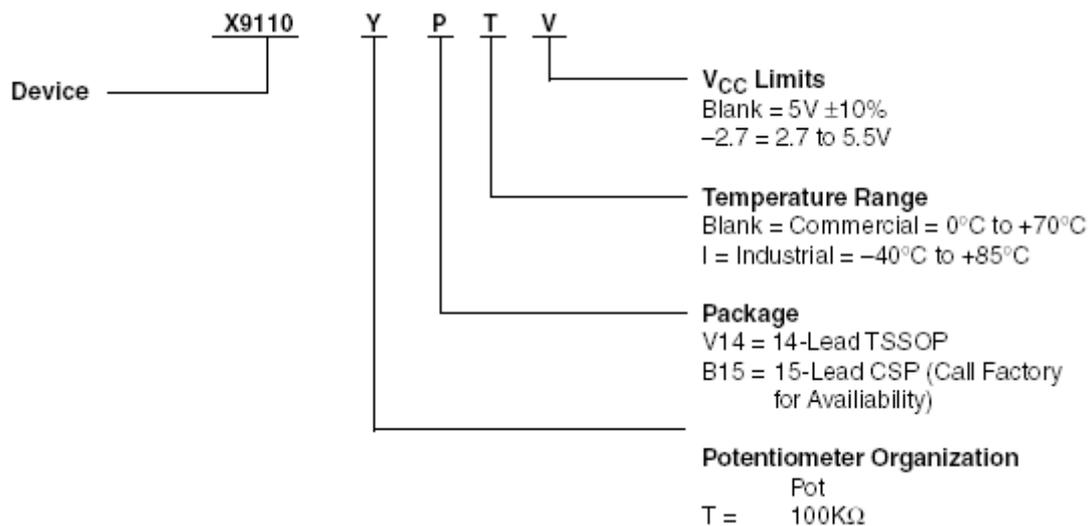
六、 封装信息

14 引脚塑料, TSSOP, 封装类型 V



NOTE: ALL DIMENSIONS IN INCHES (IN PARENTHESES IN MILLIMETERS)

七、 订购信息



声明：本资料仅参考。如有不同之处，请以相应英文资料为准。