

7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

概述

MAX6693高精度多通道温度传感器可监测自身温度及六路连接成二极管的外部晶体管温度。所有温度通道均具有可编程报警门限。通道1、4、5和6还具有可编程高温检测门限。当检测到某个通道的温度超过其对应门限时，状态寄存器的状态位即被置位。根据状态寄存器的状态位触发两路开漏输出 $\overline{\text{OVERT}}$ 和 $\overline{\text{ALERT}}$ 。

2线串口采用标准的系统管理总线(SMBus™)协议：可执行写字节、读字节、发送字节和接收字节命令，以便读取温度数据和设置报警门限。

MAX6693工作在 -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 温度范围，采用20引脚TSSOP封装。

应用

台式计算机
笔记本电脑
工作站
服务器

特性

- ◆ 六路热敏二极管输入
- ◆ β 补偿(通道1)
- ◆ 本地温度检测
- ◆ 1.5°C 远端温度检测精度($+60^{\circ}\text{C}$ 至 $+100^{\circ}\text{C}$)
- ◆ 温度检测始于POR，具有系统失效保护功能
- ◆ $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{OVERT}}$ 输出用于中断、禁止或关断控制
- ◆ $\overline{\text{STBY}}$ 输入用于硬件待机模式
- ◆ 小尺寸、20引脚TSSOP封装
- ◆ 2线SMBus接口

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6693UP9A+	-40°C to $+125^{\circ}\text{C}$	20 TSSOP

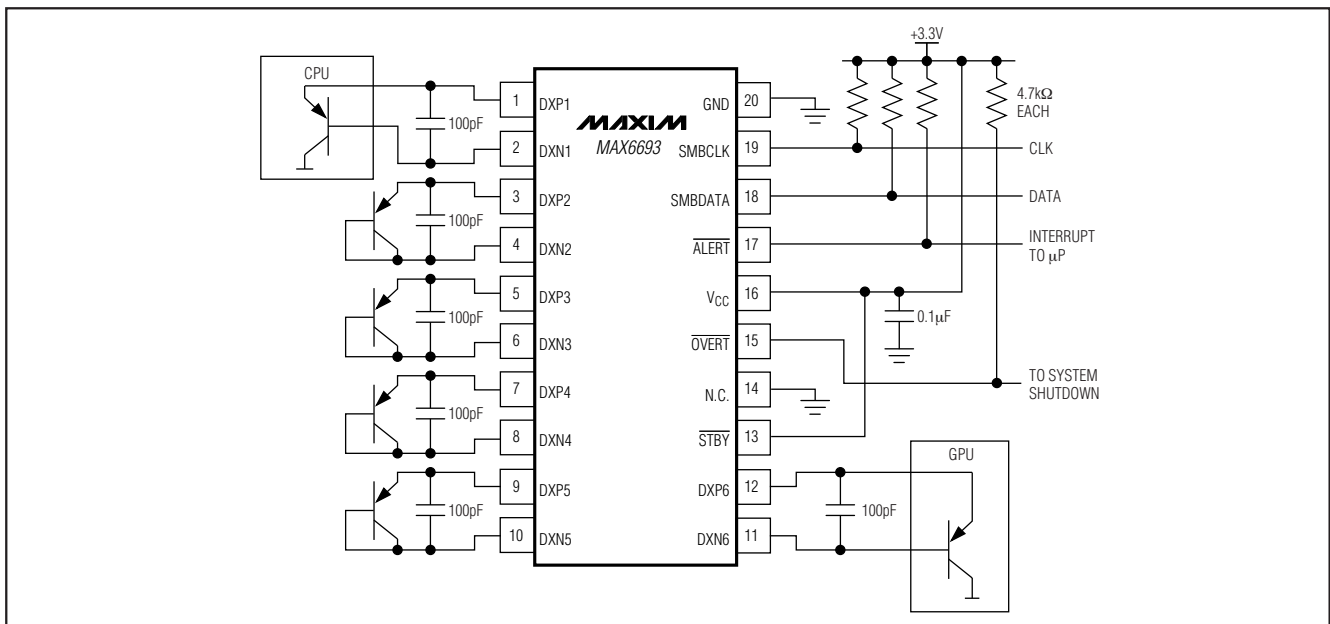
+表示无铅封装。

注：从地址为1001 101。

SMBus是Intel Corp.的商标。

引脚配置在数据资料的最后给出。

典型应用电路



7通道高精度温度检测器， 带β补偿

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC} , SMBCLK, SMBDATA, \overline{ALERT} , \overline{OVERT} , \overline{STBY} to GND	-0.3V to +6.0V	Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) (Note 1) 20-Pin TSSOP	20°C/W
DXP_ to GND	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)	Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) (Note 1) 20-Pin TSSOP	73.8°C/W
DXN_ to GND	-0.3V to +0.8V	ESD Protection (all pins, Human Body Model)	±2kV
SMBDATA, \overline{ALERT} , \overline{OVERT} Current	-1mA to +50mA	Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
DXN_ Current	±1mA	Junction Temperature	+150°C
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$) 20-Pin TSSOP	1084mW	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
(derate 13.6mW/°C above +70°C)		Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maxim-ic.com.cn/thermal-tutorial.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +3.0V$ to +3.6V, $\overline{VSTBY} = V_{CC}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		3.0		3.6	V
Software Standby Supply Current	I_{SS}	SMBus static		3	10	μA
Operating Current	I_{CC}	During conversion (Note 3)		500	2000	μA
Temperature Resolution		Channel 1 only		11		Bits
		Other diode channels		8		
3 σ Temperature Accuracy (Remote Channel 1)	$V_{CC} = 3.3V$, $\beta = 0.5$	$T_A = T_{RJ} = +60^\circ\text{C}$ to +100°C	-1.5		+1.5	°C
		$T_A = T_{RJ} = 0^\circ\text{C}$ to +125°C	-2.375		+2.375	
3 σ Temperature Accuracy (Remote Channels 2–6)	$V_{CC} = 3.3V$	$T_A = T_{RJ} = +60^\circ\text{C}$ to +100°C	-2		+2	°C
		$T_A = T_{RJ} = 0^\circ\text{C}$ to +125°C	-2.5		+2.5	
3 σ Temperature Accuracy (Local)	$V_{CC} = 3.3V$	$T_A = +60^\circ\text{C}$ to +100°C	-2		+2	°C
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to +125°C	-2.5		+2.5	
6 σ Temperature Accuracy (Remote Channel 1)	$V_{CC} = 3.3V$, $\beta = 0.5$	$T_A = T_{RJ} = +60^\circ\text{C}$ to +100°C	-3		+3	°C
		$T_A = T_{RJ} = 0^\circ\text{C}$ to +125°C	-4		+4	
6 σ Temperature Accuracy (Remote Channels 2–6)	$V_{CC} = 3.3V$	$T_A = T_{RJ} = +60^\circ\text{C}$ to +100°C	-3		+3	°C
		$T_A = T_{RJ} = 0^\circ\text{C}$ to +125°C	-3.5		+3.5	
6 σ Temperature Accuracy (Local)	$V_{CC} = 3.3V$	$T_A = +60^\circ\text{C}$ to +100°C	-2.5		+2.5	°C
		$T_A = 0^\circ\text{C}$ to +125°C	-3		+3	
Supply Sensitivity of Temperature Accuracy				±0.2		°C/V
Remote Channel 1 Conversion Time	t_{CONV1}		190	250	312	ms
Remote Channels 2–6 Conversion Time	$t_{CONV_}$		95	125	156	ms

7通道高精度温度检测器， 带β补偿

MAX6693

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $\overline{V_{STBY}} = V_{CC}$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Remote-Diode Source Current	I _{RJ}	High level, channel 1		500		μA
		Low level, channel 1		20		
		High level, channels 2–6	80	100	120	
		Low level, channels 2–6	8	10	12	
Undervoltage-Lockout Threshold	UVLO	Falling edge of V_{CC} disables ADC	2.30	2.80	2.95	V
Undervoltage-Lockout Hysteresis				90		mV
Power-On Reset (POR) Threshold		V_{CC} falling edge	1.20	2	2.25	V
POR Threshold Hysteresis				90		mV
ALERT, OVERT						
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 1mA			0.3	V
		I _{SINK} = 6mA			0.5	
Output Leakage Current					1	μA
SMBus INTERFACE (SMBCLK, SMBDATA), \overline{STBY}						
Logic-Input Low Voltage	V _{IL}				0.8	V
Logic-Input High Voltage	V _{IH}	$V_{CC} = 3.0V$	2.2			V
Input Leakage Current			-1		+1	μA
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 6mA			0.3	V
Input Capacitance	C _{IN}			5		pF
SMBus-COMPATIBLE TIMING (Figures 3 and 4) (Note 4)						
Serial-Clock Frequency	f _{SMBCLK}	(Note 5)			400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Condition	t _{BUF}	f _{SMBCLK} = 100kHz	4.7			μs
		f _{SMBCLK} = 400kHz	1.6			
START Condition Setup Time		f _{SMBCLK} = 100kHz	4.7			μs
		f _{SMBCLK} = 400kHz	0.6			
Repeat START Condition Setup Time	t _{SU:STA}	90% of SMBCLK to 90% of SMBDATA, f _{SMBCLK} = 100kHz	0.6			μs
		90% of SMBCLK to 90% of SMBDATA, f _{SMBCLK} = 400kHz	0.6			
START Condition Hold Time	t _{HD:STA}	10% of SMBDATA to 90% of SMBCLK	0.6			μs
STOP Condition Setup Time	t _{SU:STO}	90% of SMBCLK to 90% of SMBDATA, f _{SMBCLK} = 100kHz	4			μs
		90% of SMBCLK to 90% of SMBDATA, f _{SMBCLK} = 400kHz	0.6			

7通道高精度温度检测器, 带 β 补偿

MAX6693

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+3.6V$, $\overline{V_{STBY}} = V_{CC}$, $T_A = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = +3.3V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Clock-Low Period	t_{LOW}	10% to 10%, $f_{SMBCLK} = 100kHz$	1.3			μs
		10% to 10%, $f_{SMBCLK} = 400kHz$	1.3			
Clock-High Period	t_{HIGH}	90% to 90%	0.6			μs
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	$f_{SMBCLK} = 100kHz$	300			ns
		$f_{SMBCLK} = 400kHz$ (Note 6)			900	
Data Setup Time	$t_{SU:DAT}$	$f_{SMBCLK} = 100kHz$	250			ns
		$f_{SMBCLK} = 400kHz$	100			
Receive SMBCLK/SMBDATA Rise Time	t_R	$f_{SMBCLK} = 100kHz$			1	μs
		$f_{SMBCLK} = 400kHz$			0.3	
Receive SMBCLK/SMBDATA Fall Time	t_F				300	ns
Pulse Width of Spike Suppressed	t_{SP}		0		50	ns
SMBus Timeout	$t_{TIMEOUT}$	SMBDATA low period for interface reset	25	37	45	ms

Note 2: All parameters are tested at $T_A = +85^\circ C$. Specifications over temperature are guaranteed by design.

Note 3: Beta = 0.5 for channel 1 remote transistor.

Note 4: Timing specifications are guaranteed by design.

Note 5: The serial interface resets when SMBCLK is low for more than $t_{TIMEOUT}$.

Note 6: A transition must internally provide at least a hold time to bridge the undefined region (300ns max) of SMBCLK's falling edge.

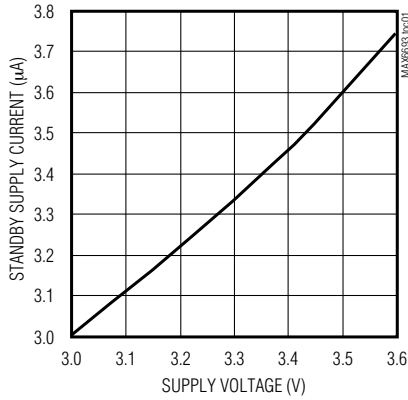
7通道高精度温度检测器，带β补偿

典型工作特性

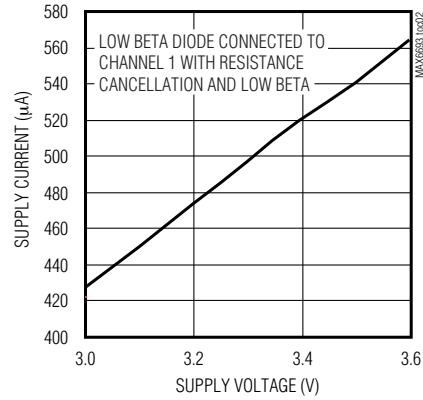
($V_{CC} = 3.3V$, $V_{STBY} = V_{CC}$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX6693

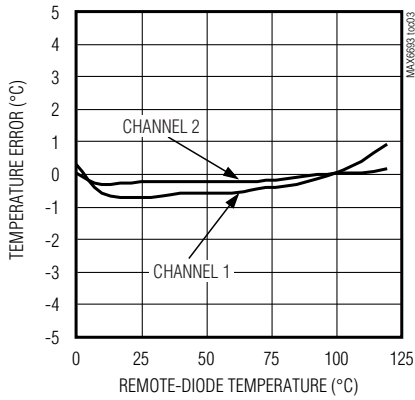
SOFTWARE STANDBY SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



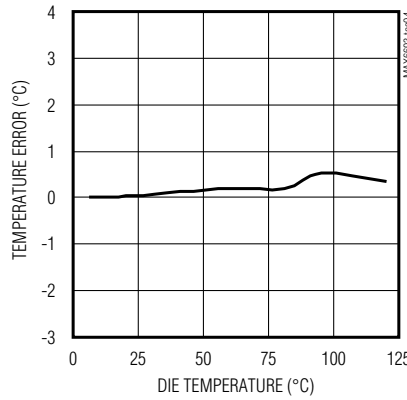
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



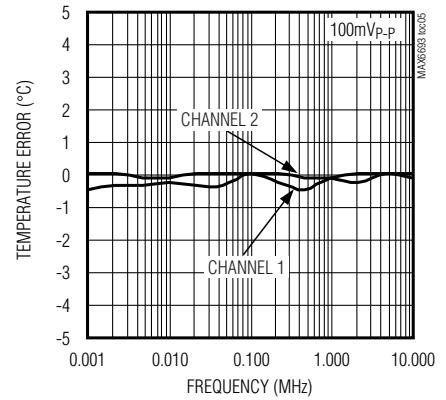
REMOTE-DIODE TEMPERATURE ERROR vs. REMOTE-DIODE TEMPERATURE



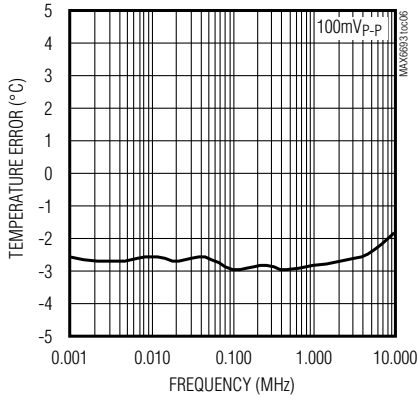
LOCAL TEMPERATURE ERROR vs. DIE TEMPERATURE



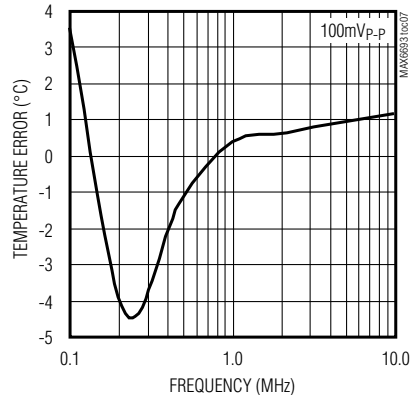
REMOTE-DIODE TEMPERATURE ERROR vs. POWER-SUPPLY NOISE FREQUENCY



LOCAL TEMPERATURE ERROR vs. POWER-SUPPLY NOISE FREQUENCY

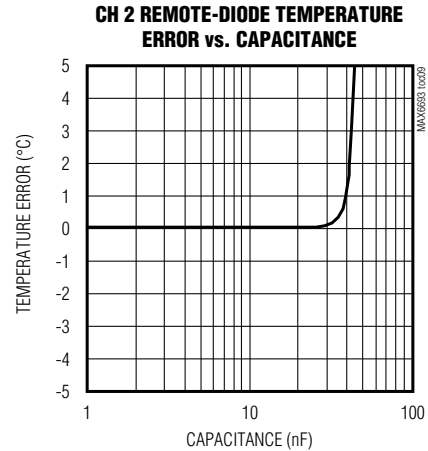
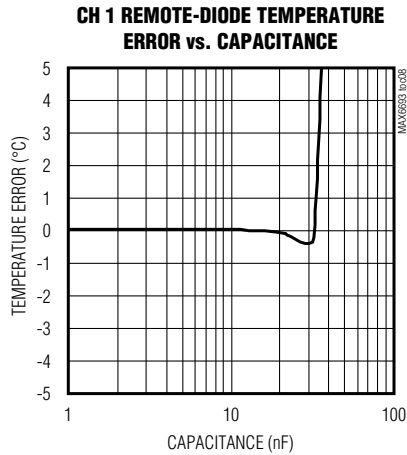


CH 2 REMOTE-DIODE TEMPERATURE ERROR vs. COMMON-MODE NOISE FREQUENCY



7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

典型工作特性(续)

(V_{CC} = 3.3V, V_{STBY} = V_{CC}, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

引脚说明

引脚	名称	功能
1	DXP1	通道1远端晶体管的电流源和A/D正极组合输入。连接到一个低 β 值晶体管的发射极。如果未使用远端晶体管，则不连接或连接至V _{CC} 。为了滤除噪声，在DXP1和DXN1之间连接一个100pF的电容。
2	DXN1	通道1远端晶体管的基极输入。连接到PNP温度测量晶体管的基极。
3	DXP2	通道2远端二极管的电流源和A/D正极组合输入。连接到一个远端二极管接法温度测量晶体管的阳极。如果未使用远端二极管，则保留不连接或连接至V _{CC} 。为了滤除噪声，在DXP2和DXN2之间连接一个100pF的电容。
4	DXN2	通道2远端二极管的阴极输入。将通道2远端晶体管(二极管接法)的阴极连接到DXN2。
5	DXP3	通道3远端二极管的电流源和A/D正极组合输入。连接到一个远端二极管接法温度测量晶体管的阳极。如果未使用远端二极管，则保留不连接或连接至V _{CC} 。为了滤除噪声，在DXP3和DXN3之间连接一个100pF的电容。
6	DXN3	通道3远端二极管的阴极输入。将通道3远端晶体管(二极管接法)的阴极连接到DXN3。
7	DXP4	通道4远端二极管的电流源和A/D正极组合输入。连接到一个远端二极管接法温度测量晶体管的阳极。如果未使用远端二极管，则保留不连接或连接至V _{CC} 。为了滤除噪声，在DXP4和DXN4之间连接一个100pF的电容。
8	DXN4	通道4远端二极管的阴极输入。将通道4远端晶体管(二极管接法)的阴极连接到DXN4。

7通道高精度温度检测器， 带β补偿

MAX6693

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
9	DXP5	通道5远端二极管的电流源和A/D正极组合输入。连接到一个远端二极管接法温度测量晶体管的阳极。如果未使用远端二极管，则保留不连接或连接至V _{CC} 。为了滤除噪声，在DXP5和DXN5之间连接一个100pF的电容。
10	DXN5	通道5远端二极管的阴极输入。将通道5远端晶体管(二极管接法)的阴极连接到DXN5。
11	DXN6	通道6远端二极管的阴极输入。将通道6远端晶体管(二极管接法)的阴极连接到DXN6。
12	DXP6	通道6远端二极管的电流源和A/D正极组合输入。连接到一个远端二极管接法温度测量晶体管的阳极。如果未使用远端二极管，则保留不连接或连接至V _{CC} 。为了滤除噪声，在DXP6和DXN6之间连接一个100pF的电容。
13	$\overline{\text{STBY}}$	低有效待机输入。驱动 $\overline{\text{STBY}}$ 至逻辑低，将MAX6693置于待机模式；或者驱动至逻辑高，进入工作模式。在待机模式下，温度和门限数据不会丢失。
14	N.C.	没有连接，必须连接至地。
15	$\overline{\text{OVERT}}$	低电平有效高温指示，开漏输出。当通道1、4、5和6的温度超过了预设的门限后， $\overline{\text{OVERT}}$ 将变为逻辑低状态。
16	V _{CC}	电源电压输入。采用一个0.1μF的电容旁路至GND。
17	$\overline{\text{ALERT}}$	SMBus报警(中断)，低有效，开漏输出。当任意通道的温度超过预设的 $\overline{\text{ALERT}}$ 门限后， $\overline{\text{ALERT}}$ 将变为逻辑低。
18	SMBDATA	SMBus串行数据输入/输出。连接到一个上拉电阻。
19	SMBCLK	SMBus串行时钟输入。连接到一个上拉电阻。
20	GND	地。

详细说明

MAX6693是一款高精度多通道温度检测器，具有一路本地和六路远端测温通道，每一温度通道都具有可编程的报警门限，通道1、4、5和6还具有可编程的高温门限(参见图1)。MAX6693可通过SMBus串口进行通信，并具有一个专用的报警引脚。如果超过了软件编程的温度门限，报警输出 $\overline{\text{OVERT}}$ 和 $\overline{\text{ALERT}}$ 即变为有效状态。 $\overline{\text{ALERT}}$ 通常被用于中断， $\overline{\text{OVERT}}$ 则可被连接至一个风扇、系统关断或其它热管理电路。

ADC转换顺序

在默认的转换模式下，MAX6693首先测量通道1上的温度，然后依次为通道2、3、本地通道、通道4、5和6。每一有效通道的转换结果被保存在相应的温度数据寄存器中。

低功耗待机模式

若将配置寄存器1中的STOP位置为1，即可进入软件待机模式；若将 $\overline{\text{STBY}}$ 拉低，则可进入硬件待机模式。在软件待机模式下，ADC被禁用，电源电流将降至3μA左右；在硬件待机模式下，将停止ADC时钟，但电源电流大约为350μA。无论是软件待机还是硬件待机，存储器中的数据都不会丢失。在硬件待机期间，SMBus接口是不工作的；在软件待机期间，SMBus接口是工作的，并随时等待接收命令。如果在SMBus总线上出现启动条件，则超时功能将使能。SMBus总线上的活动状态会导致电源电流增大。如果正在转换期间接收到待机命令，转换过程即会被中断，温度寄存器将不会被刷新。上次的数据将维持不变，并保持可用。

7通道高精度温度检测器， 带β补偿

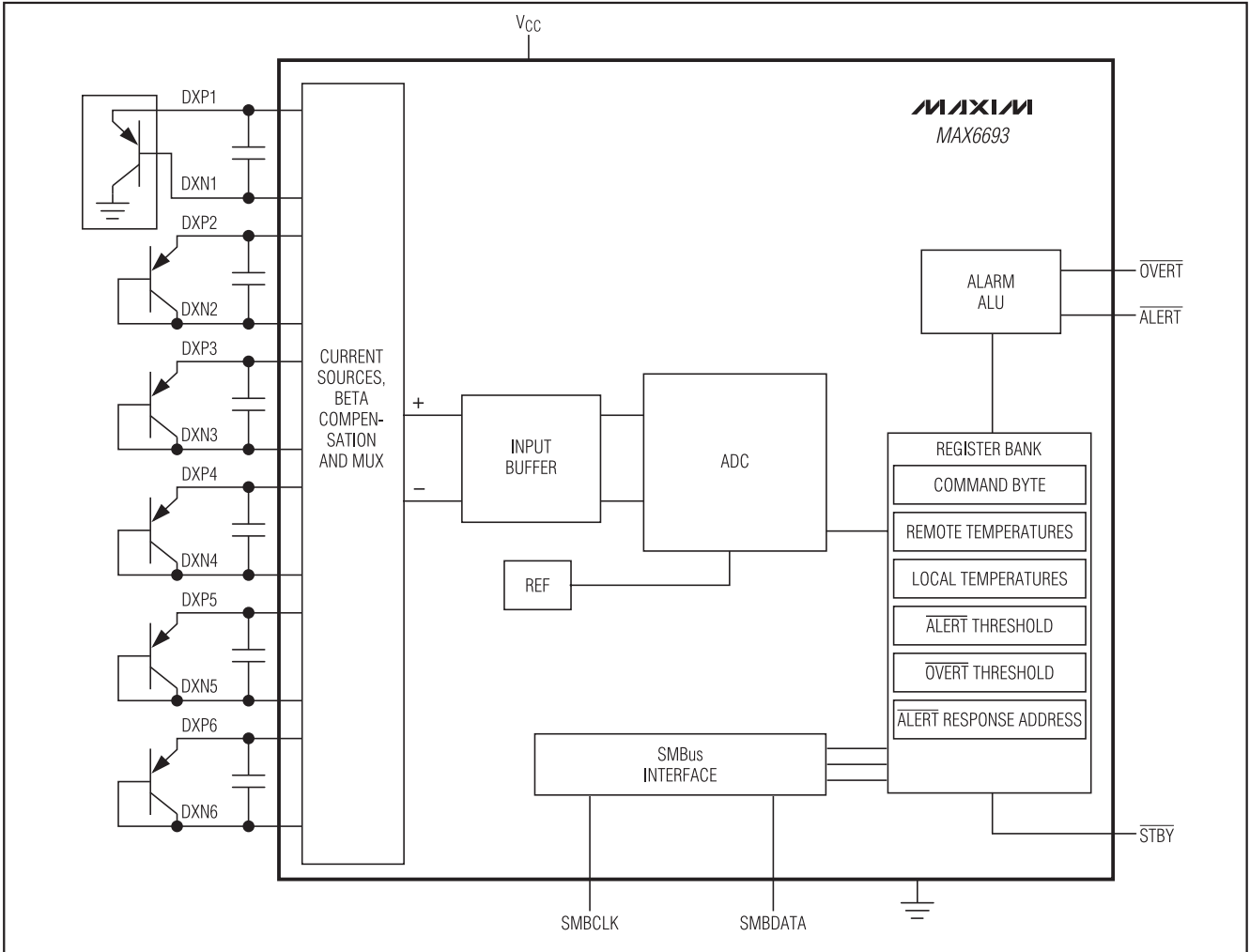


图1. 内部框图

工作电流计算

根据所使用外部通道数量的不同，MAX6693的工作电流也不同。假设 I_{CC1} 为MAX6693正在转换远端通道1时的工作电流， I_{CC2} 为其它通道转换时的工作电流。当MAX6693连接有远端通道1和n个其它远端通道时，工作电流应为：

$$I_{CC} = (2 \times I_{CC1} + I_{CC2} + n \times I_{CC2}) / (n + 3)$$

SMBus数字接口

从软件角度讲，MAX6693就相当于一个8位串行寄存器，其中包括温度测量数据、报警门限和控制位。可采用标准的SMBus兼容2线串口来读取温度数据、写控制位和报警门限数据。用相同的SMBus从地址来操作所有功能。

7通道高精度温度检测器，带β补偿

MAX6693

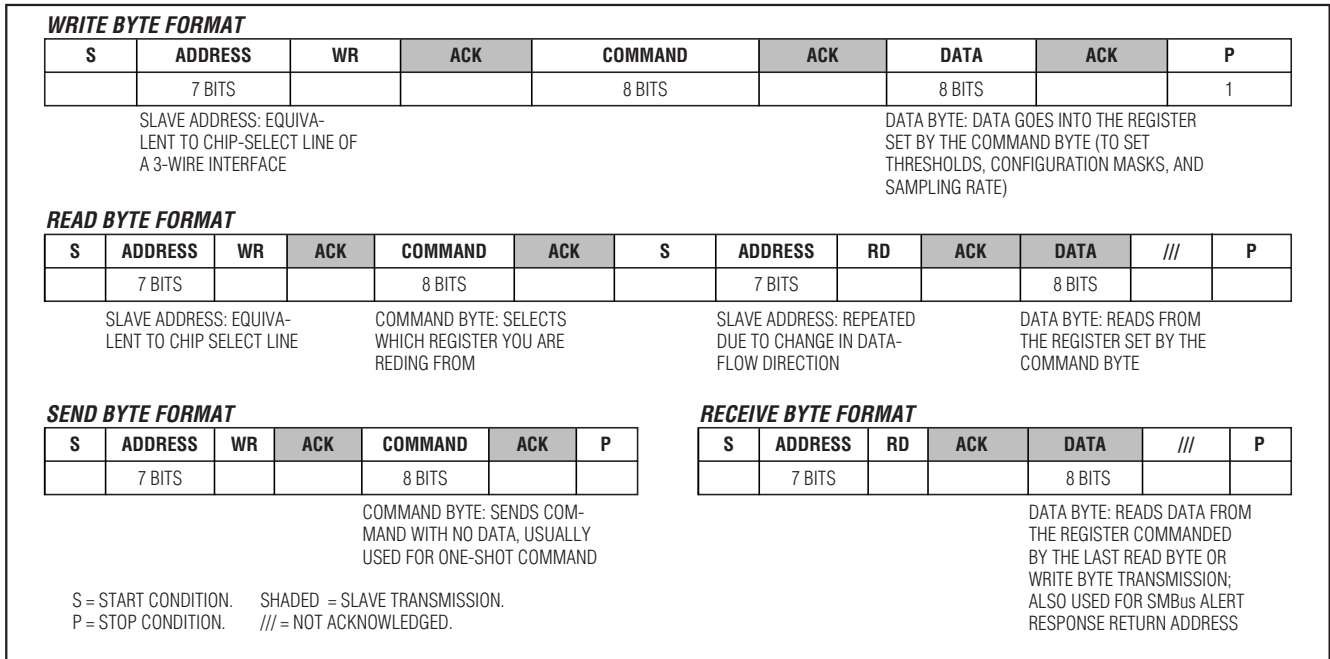


图2. SMBus总线协议

表1. 主温度寄存器(高字节)数据格式

TEMP (°C)	DIGITAL OUTPUT
> +127	0111 1111
+127	0111 1111
+126	0111 1110
+25	0001 1001
0	0000 0000
< 0	0000 0000
Diode fault (open or short)	1111 1111

表2. 扩展分辨率温度寄存器(低字节)数据格式

TEMP (°C)	DIGITAL OUTPUT
0	000X XXXX
+0.125	001X XXXX
+0.250	010X XXXX
+0.375	011X XXXX
+0.500	100X XXXX
+0.625	101X XXXX
+0.750	110X XXXX
+0.875	111X XXXX

MAX6693采用了四种标准的SMBus协议：写字节、读字节、发送字节和接收字节(图2)。如果之前已经利用一条读字节命令选中了正确的数据寄存器，则可以使用精简的接收字节协议加快传输。在多主机系统中，由于第二个主控制器可在不通告第一主控制器的情况下覆盖命令字节，所以使用精简协议时要格外注意。图3为SMBus总线的写操作时序图，图4为SMBus总线的读操作时序图。

远端二极管1测量通道提供了11位的数据(1 LSB = 0.125°C)。其它所有测温通道提供8位的温度数据(1 LSB = 1°C)。8个最高有效位(MSB)可从本地温度寄存器和远端温度寄存器中读取。远端二极管1的其它3位可从扩展温度寄存器读取。如果需要扩展分辨率，则应该首先读取扩展分辨率寄存器。这样可防止读取最高有效位之前，新的转换结果将其覆盖。在SMBus总线的超时周期内(通常为37ms)，如果最高有效位未被读取，将会进行正常的刷新。表1所示为主温度寄存器(高字节)的数据格式，表2所示为扩展分辨率寄存器(低字节)的数据格式。

7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

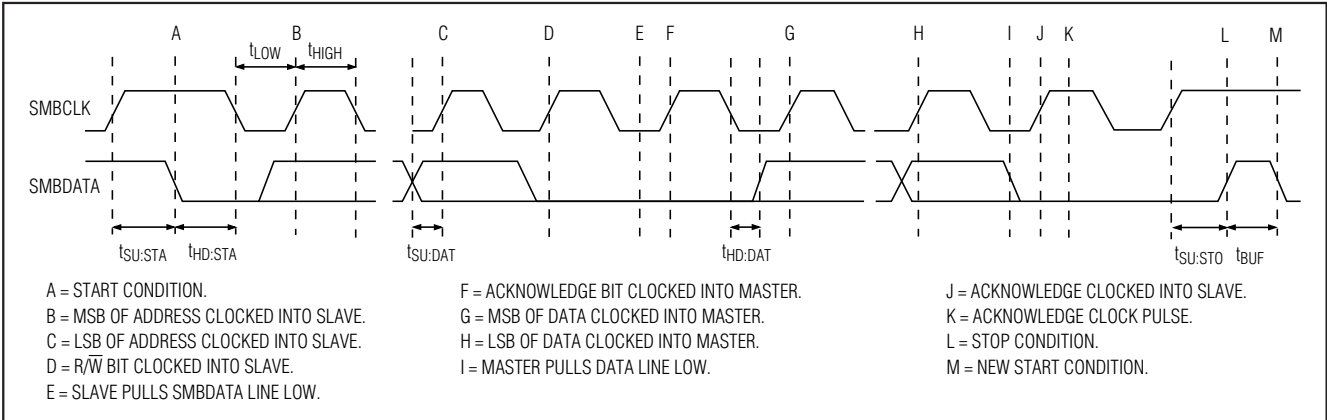


图3. SMBus 写操作时序图

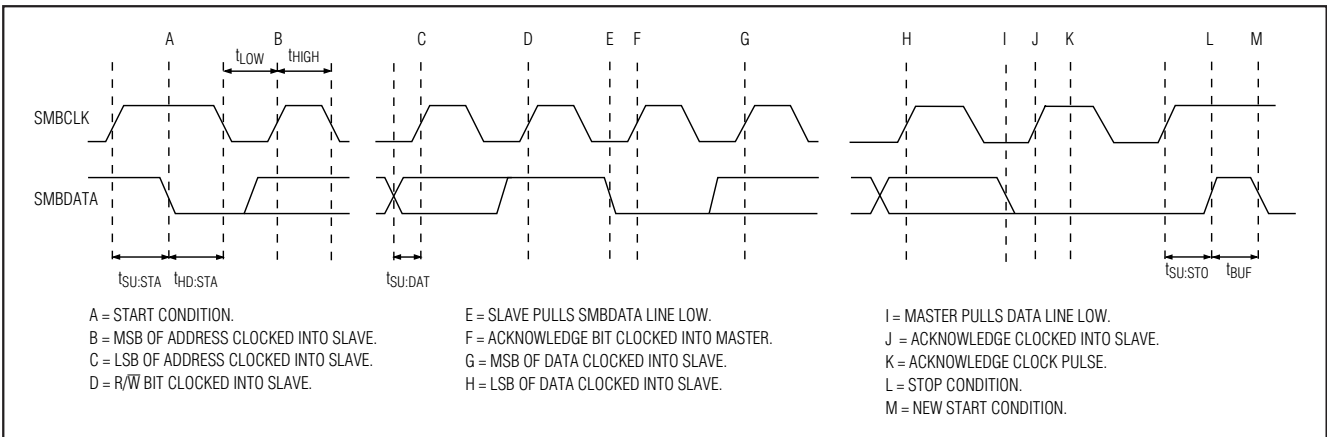


图4. SMBus 读操作时序图

二极管故障检测

如果某个通道的输入DXP_和DXN_开路，MAX6693则会检测到二极管故障。二极管开路故障不会触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 或 $\overline{\text{OVERT}}$ 。状态寄存器中与该通道对应的状态位将被置为1，该通道的温度数据将被保存为全1 (FFh)。MAX6693检测二极管故障需要大约4ms的时间。一旦检测到二极管故障，MAX6693就会跳至转换顺序中的下一个通道。

报警门限寄存器

有11个报警门限寄存器，用来储存高温 $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{OVERT}}$ 门限值。其中七个寄存器专门用于储存本地报警温度门限和六个远端报警温度门限(请参阅 $\overline{\text{ALERT}}$ 中断模式部分)。剩下的四个寄存器专用于存储远程通道1、4、5和6的高

温门限值(请参阅 $\overline{\text{OVERT}}$ 高温报警部分)。可通过SMBus接口访问这些寄存器。

$\overline{\text{ALERT}}$ 中断模式

当内部或外部温度读数超过了高温限值(用户可编程)时，将产生 $\overline{\text{ALERT}}$ 中断。通过读取与故障相关的状态寄存器，或者成功响应主控制器发送的报警响应地址，即可将 $\overline{\text{ALERT}}$ 中断输出信号清除。在这两种情况下，如果故障条件依然存在，报警会被清除，但在下一次转换结束时重新有效。中断不会中止自动转换过程。 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出为开漏输出，所以可多个器件共享中断信号线。利用配置寄存器2可屏蔽掉所有的 $\overline{\text{ALERT}}$ 中断。表3所示为这些寄存器的POR状态。

7通道高精度温度检测器，带 β 补偿

MAX6693

ALERT响应地址

SMBus总线的报警响应中断指针为那些缺少作为总线主控制器所必需复杂逻辑电路的从设备提供了快速识别故障的渠道。当接收到中断信号时，主控制器可向报警响应从地址广播一个接收字节(参见从地址部分)。那么发生了中断的任何从设备均可将其地址放在总线上，从而来识别本身。

报警响应可同时激活几个不同的从设备，类似于I²C中的广呼(General Call)。如果多个从设备试图响应，总线将启动仲裁规则，具有较低地址码的设备优先。未获得响应的设备不产生应答，继续将ALERT信号线保持为逻辑低状态，直到被清除(清除报警的条件对从设备的类型依赖性很大)。成功完成报警响应后，将清除输出锁定。如果导致报警的条件依然存在，MAX6693将会在下次转换结束后重新使ALERT有效。

OVERT高温报警

MAX6693有四个高温寄存器，用以保存OVERT输出的远端报警门限数据。当某一通道的测量温度值大于相应门限寄存器中储存的值时，OVERT即变为有效。OVERT将保持有效，直到温度下降至低于编程的门限再减去4°C的滞回。高温报警输出可用来启动冷却风扇、发送警告、启动时钟减速或者触发系统关断，以防元件损坏。关于高温门限寄存器的POR状态，请参阅表3。

命令字节功能

8位的命令字节寄存器(表3)是指向于MAX6693内各种其它寄存器的主索引。该寄存器的POR状态为0000 0000。

配置字节功能

有三个读写配置寄存器(表4、5和6)，可用来控制MAX6693的工作状态。

配置寄存器1

配置寄存器1(表4)有几项功能。位7(MSB)被用来将MAX6693置于软件待机(STOP)或连续转换模式。位6将所有寄存器复位于POR状态，然后将本身清除。位5禁用SMBus超时。位3允许通道1的电阻抵消。详细信息请参阅串联电阻抵消部分。位2允许对通道1进行 β 补偿。详细信息请参阅 β 补偿部分。配置寄存器1的其它位没有用。该寄存器的POR状态为0000 1100 (0Ch)。

配置寄存器2

配置寄存器2的功能请参见表5。位[6:0]用来屏蔽ALERT中断输出。位6屏蔽本地报警中断，位5至位0屏蔽远端报警中断。该寄存器的上电状态为0000 0000 (00h)。

配置寄存器3

配置寄存器3的说明请参见表6。位5、4、3和0屏蔽通道6、5、4和1的OVERT中断输出。其它位7、6、2和1保留。该寄存器的上电状态为0000 0000 (00h)。

状态寄存器功能

状态寄存器1、2和3(表7、8和9)指示超过了何种(如果有)温度门限，以及是否检测到外部测量结点开路或短路故障。状态寄存器1指示测得的温度是否超过了在ALERT寄存器中为本地或远端测量二极管设置的门限；状态寄存器2指示测得的温度是否超过了在OVERT寄存器中设置的门限值；状态寄存器3指示远端测量通道是否发生了二极管故障(开路或短路)。

报警状态寄存器被成功读取后，其中的状态位将被清除，但是除非故障已经清除，例如测得的温度值降低或门限值提高，否则将会在下次转换完成后重新置位。

ALERT中断输出跟随状态标识位的变化。一旦ALERT输出有效，即可通过读取状态寄存器1或者成功响应报警响应地址将其清除。在这两种情况下，即使故障条件依然存在，报警也会被清除，但是在下一次转换结束时ALERT

7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

表3. 命令字节寄存器位分配

REGISTER	ADDRESS (HEX)	POR STATE (HEX)	READ/ WRITE	DESCRIPTION
Local	07	00	R	Read local temperature register
Remote 1	01	00	R	Read channel 1 remote temperature register
Remote 2	02	00	R	Read channel 2 remote temperature register
Remote 3	03	00	R	Read channel 3 remote temperature register
Remote 4	04	00	R	Read channel 4 remote temperature register
Remote 5	05	00	R	Read channel 5 remote temperature register
Remote 6	06	00	R	Read channel 6 remote temperature register
Configuration 1	41	0C	R/W	Read/write configuration register 1
Configuration 2	42	00	R/W	Read/write configuration register 2
Configuration 3	43	00	R/W	Read/write configuration register 3
Status1	44	00	R	Read status register 1
Status2	45	00	R	Read status register 2
Status3	46	00	R	Read status register 3
Local $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	17	5A	R/W	Read/write local alert high-temperature threshold limit register
Remote 1 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	11	6E	R/W	Read/write channel 1 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 2 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	12	7F	R/W	Read/write channel 2 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 3 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	13	64	R/W	Read/write channel 3 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 4 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	14	64	R/W	Read/write channel 4 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 5 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	15	64	R/W	Read/write channel 5 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 6 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	16	64	R/W	Read/write channel 6 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 1 $\overline{\text{OVERT}}$ High Limit	21	6E	R/W	Read/write channel 1 remote-diode overtemperature threshold limit register
Remote 4 $\overline{\text{OVERT}}$ High Limit	24	7F	R/W	Read/write channel 4 remote-diode overtemperature threshold limit register
Remote 5 $\overline{\text{OVERT}}$ High Limit	25	5A	R/W	Read/write channel 5 remote-diode overtemperature threshold limit register
Remote 6 $\overline{\text{OVERT}}$ High Limit	26	5A	R/W	Read/write channel 6 remote-diode overtemperature threshold limit register
Remote 1 Extended Temperature	09	00	R	Read channel 1 remote-diode extended temperature register
Manufacturer ID	0A	4D	R	Read manufacturer ID

7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

MAX6693

表4. 配置寄存器1

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	STOP	0	Standby-Mode Control Bit. If STOP is set to logic 1, the MAX6693 stops converting and enters standby mode.
6	POR	0	Reset Bit. Set to logic 1 to put the device into its power-on state. This bit is self-clearing.
5	TIMEOUT	0	Timeout Enable Bit. Set to logic 0 to enable SMBus timeout.
4	RESERVED	0	Reserved. Must set to 0.
3	Resistance cancellation	1	Resistance Cancellation Bit. When set to logic 1, the MAX6693 cancels series resistance in the channel 1 thermal diode.
2	Beta compensation	1	Beta Compensation Bit. When set to logic 1, the MAX6693 compensates for low beta in the channel 1 thermal sensing transistor.
1	Reserved	0	—
0	Reserved	0	—

表5. 配置寄存器2

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	Reserved	0	—
6	Mask Local ALERT	0	Local Alert Mask. Set to logic 1 to mask local channel $\overline{\text{ALERT}}$.
5	Mask ALERT 6	0	Channel 6 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 6 $\overline{\text{ALERT}}$.
4	Mask ALERT 5	0	Channel 5 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 5 $\overline{\text{ALERT}}$.
3	Mask ALERT 4	0	Channel 4 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 4 $\overline{\text{ALERT}}$.
2	Mask ALERT 3	0	Channel 3 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 3 $\overline{\text{ALERT}}$.
1	Mask ALERT 2	0	Channel 2 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 2 $\overline{\text{ALERT}}$.
0	Mask ALERT 1	0	Channel 1 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 1 $\overline{\text{ALERT}}$.

再次变为有效。即使故障条件依然存在，指示 $\overline{\text{OVERT}}$ 中断输出故障的标识位只有在读取状态寄存器2后才会被清除。读取状态寄存器2并不会清除 $\overline{\text{OVERT}}$ 中断输出。若要消除故障条件，要么是测得的温度值低于温度门限减去滞回值(4°C)，或者必须将门限设置为至少比当前温度高4°C。

应用信息

远端二极管的选择

MAX6693直接测量CPU或其它具有片上温度检测二极管的IC的管芯温度(请参阅典型应用电路部分)，还可以测量分立型二极管接法晶体管的温度。

理想因子效应

远端温度测量的准确度取决于远端“二极管”(实际上是晶体管)的理想因子(n)。MAX6693针对 $n = 1.006$ (通道1)和 $n = 1.008$ (通道2-6)进行了优化。IC衬底上的热敏二极管通常为基极和发射极向接地的集电极传输的pnp结(二极管接法)。DXP_必须被连接到pnp结的阳极(发射极)，DXN_必须被连接到pnp结的阴极(基极)。如果所采用的温敏晶体管的理想因子不是1.006或1.008，则输出数据将有别于最理想因子下获得的数据。幸运的是，这种误差是可预测的。假设利用针对标称理想因子 n_{NOMINAL} 而设计的远端二极管传感器来测量理想因子为 n_1 的二极管的温度，则可以利用下式对测得的温度 T_M 进行修正：

7通道高精度温度检测器，带β补偿

表6. 配置寄存器3

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	Reserved	0	—
6	Reserved	0	—
5	Mask OVERT 6	0	Channel 6 Remote-Diode $\overline{\text{OVERT}}$ Mask Bit. Set to logic 1 to mask channel 6 $\overline{\text{OVERT}}$.
4	Mask OVERT 5	0	Channel 5 Remote-Diode $\overline{\text{OVERT}}$ Mask Bit. Set to logic 1 to mask channel 5 $\overline{\text{OVERT}}$.
3	Mask OVERT 4	0	Channel 4 Remote-Diode $\overline{\text{OVERT}}$ Mask Bit. Set to logic 1 to mask channel 4 $\overline{\text{OVERT}}$.
2	Reserved	0	—
1	Reserved	0	—
0	Mask OVERT 1	0	Channel 1 Remote-Diode $\overline{\text{OVERT}}$ Mask Bit. Set to logic 1 to mask channel 1 $\overline{\text{OVERT}}$.

$$T_M = T_{\text{ACTUAL}} \left(\frac{n_1}{n_{\text{NOMINAL}}} \right)$$

其中，温度的测量单位为开尔文，MAX6693通道1的 n_{NOMINAL} 为1.009。举例说明，假设您希望将MAX6693与理想因子为1.002的CPU一起工作。如果二极管没有串联电阻，测得的数据与实际温度之间的关系如下：

$$T_{\text{ACTUAL}} = T_M \times \left(\frac{n_{\text{NOMINAL}}}{n_1} \right) = T_M \times \left(\frac{1.009}{1.002} \right) = T_M (1.00699)$$

若实际温度为+85°C (358.15K)，测得的温度则为+84.41°C (357.56K)，误差为-0.590°C。

串联电阻抵消

有些大功率IC上的热敏二极管具有额外的串联电阻，这会导致传统远端温度传感器的温度测量误差。MAX6693通道1具有串联电阻抵消功能(通过配置寄存器1的第3位激活)，该功能可抵消二极管串联电阻的影响。如果串联电阻大到足以影响通道1的精度，则请将标识位3置位为1。串联电阻抵消功能会将通道1的转换时间增大125ms。该功能抵消了传感器的大部分电阻以及其它串联电阻(导线、接触电阻，等等)。抵消范围为0Ω至100Ω。

β补偿

MAX6693专门针对目标IC上的衬底PNP远端温敏晶体管进行了优化设计。DXP1连接到检测晶体管的发射极，DXN1连接到基极。集电极接地。当采用65nm或更小尺寸的工艺时，这样的晶体管会具有非常低的β值(小于1)。由于β值很低的原因，当采用这些晶体管时，标准“远端二极管”温度传感器可能呈现出大误差。MAX6693的通道1采用了β补偿功能，当该功能被激活时，可消除低β值的影响。该功能在上电时通过配置寄存器1的第2位激活。如果要激活低β值补偿功能，就必须激活串联电阻抵消功能。

分立型远端二极管

当远端温敏二极管为分立型晶体管时，其集电极和基极必须被连接到一起。表10中列出了适合用于MAX6693的分立型晶体管的例子。晶体管必须为具有相对较高正向电压的小信号晶体管，否则就可能会超出A/D输入电压范围。最高预期温度下的正向电压在10μA时必须大于0.25V，并且最低预期温度下的正向电压在100μA时必须小于0.95V。不能采用大功率晶体管。此外，还要确保基极电阻小于100Ω。严格的正向电流增益(例如 $50 < \beta < 150$)指标说明制造商具有良好的工艺控制水平，并且器件的 V_{BE} 特性具有较高的一致性。分立型晶体管制造商通常不说明或保证理想因子。由于高品质分立型晶体管的理想因子都位于相对较窄的范围之内，所以这通常不成问题。我们在

7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

MAX6693

表7. 状态寄存器 1

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	Reserved	0	—
6	Local ALERT	0	Local Channel High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the local temperature exceeds the temperature threshold limit in the local ALERT high-limit register.
5	Remote 6 ALERT	0	Channel 6 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 6 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 6 ALERT high-limit register.
4	Remote 5 ALERT	0	Channel 5 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 5 remote-diode temperature exceeds the programmed temperature threshold limit in the remote 5 ALERT high-limit register.
3	Remote 4 ALERT	0	Channel 4 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 4 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 4 ALERT high-limit register.
2	Remote 3 ALERT	0	Channel 3 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 3 remote-diode temperature exceeds the programmed temperature threshold limit in the remote 3 ALERT high-limit register.
1	Remote 2 ALERT	0	Channel 2 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 2 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 2 ALERT high-limit register.
0	Remote 1 ALERT	0	Channel 1 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 1 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 1 ALERT high-limit register.

使用各种分立型晶体管时，观察到远端温度读数的波动小于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。尽管如此，检查确认来自于任何制造商的分立型晶体管具有一致的温度读数，仍然是一种良好的设计实践。

未使用的二极管通道

如果不需要使用某个或某些远端二极管通道，则将相应通道的DXP和DXN输入断开，或者将DXP输入连接到 V_{CC} 。状态寄存器将指示该通道为二极管“故障”，并且在测温顺序中将忽略该通道。最好应该在上电时立即通过设置

配置寄存器2和配置寄存器3中的相应标识位将所有未使用的通道屏蔽。这样会防止未使用的通道引起ALERT或OVERT信号有效。

散热和自发热

在测量本地温度时，MAX6693测量其被焊接在的PCB的温度。引脚为PCB走线和管芯之间提供了良好的热通路。和所有IC温度传感器一样，管芯和环境空气之间的导热性相对较差，从而导致测量空气温度不太准确。由于PCB的散热能力远远大于MAX6693，所以器件温度将随PCB的

7通道高精度温度检测器, 带 β 补偿

表8. 状态寄存器2

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	Reserved	0	—
6	Reserved	0	—
5	Remote 6 OVERT	0	Channel 6 Remote-Diode Overtemperature Status Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 6 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 6 OVERT high-limit register.
4	Remote 5 OVERT	0	Channel 5 Remote Diode Overtemperature Status Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 5 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 5 OVERT high-limit register.
3	Remote 4 OVERT	0	Channel 4 Remote Diode Overtemperature Status Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 4 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 4 OVERT high-limit register.
2	Reserved	0	—
1	Reserved	0	—
0	Remote 1 OVERT	0	Channel 1 Remote-Diode Overtemperature Status Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 1 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 1 OVERT high-limit register.

表9. 状态寄存器3

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	Reserved	0	—
6	Diode fault 6	0	Channel 6 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP6 and DXN6 are open circuit or when DXP6 is connected to V_{CC} .
5	Diode fault 5	0	Channel 5 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP5 and DXN5 are open circuit or when DXP5 is connected to V_{CC} .
4	Diode fault 4	0	Channel 4 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP4 and DXN4 are open circuit or when DXP4 is connected to V_{CC} .
3	Diode fault 3	0	Channel 3 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP3 and DXN3 are open circuit or when DXP3 is connected to V_{CC} .
2	Diode fault 2	0	Channel 2 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP2 and DXN2 are open circuit or when DXP2 is connected to V_{CC} .
1	Diode fault 1	0	Channel 1 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP1 and DXN1 are open circuit or when DXP1 is connected to V_{CC} .
0	Reserved	0	—

7通道高精度温度检测器，带β补偿

MAX6693

PCB布局

温度变化，具有很小或不可察觉的延迟。在测量CPU或其它具有片上测量结的IC的温度时，散热基本上没有影响。测得的结点温度跟随实际温度变化，保持在一个转换周期内。

当使用分立型远端晶体管测量温度时，采用小封装(也就是SOT23或SC70封装)的晶体管可获得最佳的热响应时间。要严格考虑热源和传感器之间的热梯度，并确保传感器封装两端的杂散气流不会干扰测量准确度。自发热不会明显影响测量准确度。由于二极管电流源引起的远端测量自发热可忽略不计。

ADC噪声滤波

内置的ADC对于低频信号具有良好的噪声抑制特性，例如电源杂音。在具有较大高频EMI的环境下，DXP_和DXN_之间应跨接100pF的外部电容。为提高滤波效果，可使用较大的电容，但是由于电流源切换的上升时间会引起误差，所以不得超过100pF。对于高精度远端测量来说，需要进行高频噪声抑制。如PCB布局部分所述，设计合理的PCB可降低噪声。

从地址

MAX6693的从地址请参阅表11。

表 10. 远端检测晶体管制造商(适用于通道2至6)

MANUFACTURER	MODEL NO.
Central Semiconductor (USA)	CMPT3904
Rohm Semiconductor (USA)	SST3904
Samsung (Korea)	KST3904-TF
Siemens (Germany)	SMBT3904
Zetex (England)	FMMT3904CT-ND

注：分立型晶体管必须为二极管接法(基极短接至集电极)。

表 11. 从地址

DEVICE ADDRESS							
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	1	1	0	1	R/W

遵守以下规则可降低测量远端温度时的测量误差：

- 1) 使MAX6693尽量靠近远端二极管。在嘈杂的环境下，例如计算机主板，距离可为4in至8in(典型值)。如果能够避开严重的噪声源，可延长该距离。噪声源包括CRT、时钟发生器、存储总线及PCI总线。
- 2) 请勿使DXP-DXN连接线靠近CRT的偏转线圈。此外，请勿使走线与快速变化的数字信号交叉，否则即使采取很好的滤波措施，也会很容易引起+30°C的误差。
- 3) 使DXP和DXN走线保持平行并尽量靠近。应该用每对平行的走线连接一个远端二极管。使这些走线远离高压走线，例如+12V直流。由于DXP和地之间20MΩ的泄漏通路即可引起大约+1°C的误差，所以必须严格处理PCB污染引起的漏流。如果不可避免使用高压走线，请将DXP-DXN引线两侧的保护带连接到GND(图5)。
- 4) 尽量避免过孔和穿交，使铜/焊接热电偶效应达到最小。
- 5) 如可能，采用宽走线，典型为5mil至10mil。在使用细长的走线时，要了解走线电阻对温度读数的影响。
- 6) 当电源噪声较大时，在V_{CC}上增加一个串联电阻(最大47Ω)。

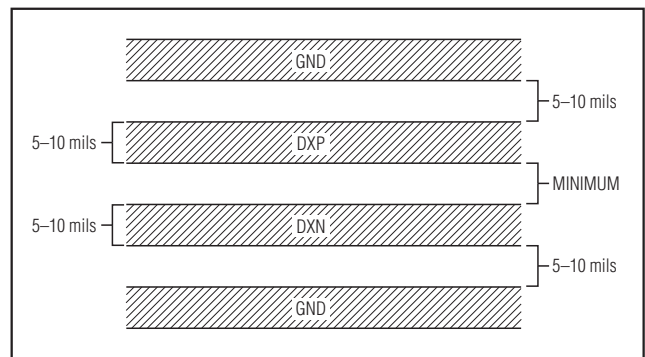


图5. 推荐的DXP-DXN PCB走线，如果在DXN和DXP走线附近有高压走线，建议采用两个外部保护带

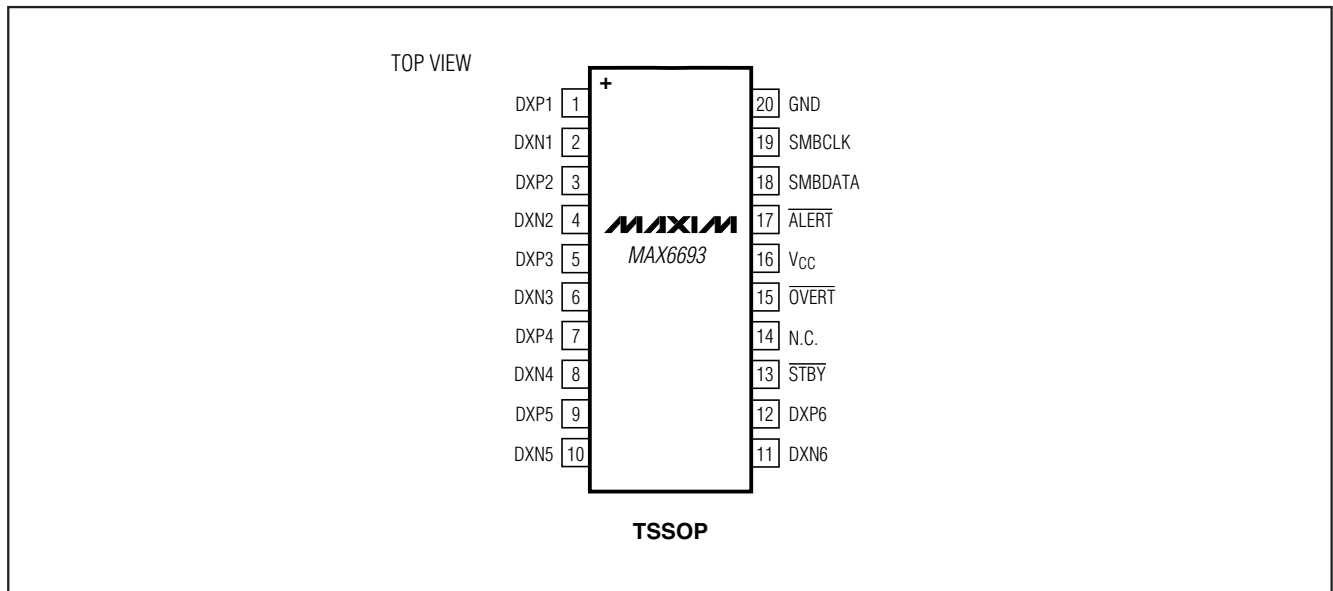
7通道高精度温度检测器，带 β 补偿

双绞线和屏蔽电缆

当远端测量距离长于8英寸，或者在非常嘈杂的环境下时，利用双绞线连接远端传感器。双绞线电缆的长度可为6ft至12ft，再长可能会引起严重的误差。对于更长的距离，最好的解决方案是采用屏蔽双绞线，像音频麦克风的屏蔽双绞线。例如，Belden #8451在嘈杂环境下的工作距离可

达100ft。在器件端，将双绞线连接到DXP和DXN，将屏蔽层连接到GND。在远端传感器处，使屏蔽层保持不连接状态。对于非常长的电缆，电缆的寄生电容往往具备了噪声滤波的功能，所以通常可拆去100pF的电容，或者减小电容。电缆电阻也会影响远端测量的精度。每1 Ω 的串联电阻会引起大约+0.5 $^{\circ}$ C的误差。

引脚配置



芯片信息

PROCESS: BiCMOS

7通道高精度温度检测器， 带 β 补偿

封装信息

如需最近的封装外形信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages。

封装类型	封装编码	文档编号
20 TSSOP	U20-2	21-0066

MAX6693

Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

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

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ 19