

## GXTS04 I<sup>2</sup>C 通信的高精度、低功耗数字温度传感器

### 1 基本性能

- -40°C ~ +125°C内的温度精度：≤0.5°C
- 封装：DFN6 (2mm × 2 mm)
- 电源电压：1.6 V ~ 5.5 V
- 低功耗  
正常工作：≤1μA (1Hz)  
关断模式：≤100nA
- 分辨率：16 Bits
- 温度转换时间1.5ms
- 数字输出：I<sup>2</sup>C接口

### 2 应用场景

- 人体皮肤测温
- 电源温度监控
- 电脑外部设备热保护
- 笔记本电脑
- 电池管理
- 办公机器
- 恒温控制
- 机电设备温度
- 一般温度测量：
  - 工业控制
  - 测验设备
  - 医疗仪器
- 便携式、电池供电应用

### 3 芯片概述

GXTS04是一款高精度、低功耗、可替代NTC / PTC热敏电阻的数字温度传感器。集成在芯片内部的16位ADC分辨率低至0.00267°C。GXTS04在全温范围内可提供≤0.5°C的温度精度，并具有良好的温度线性度。在30-42度人体测温范围精度可到±0.1°C。

GXTS04采用2mm×2mm的DFN封装，采用标准I<sup>2</sup>C接口。GXTS04的额定工作电压范围为1.6V~5.5V，平均功耗低至1uA（测温频率1Hz时）。

#### 芯片封装信息

产品编号	封装信息	芯片封装面积(NOM)
GXTS04	DFN(6)	2 mm × 2mm

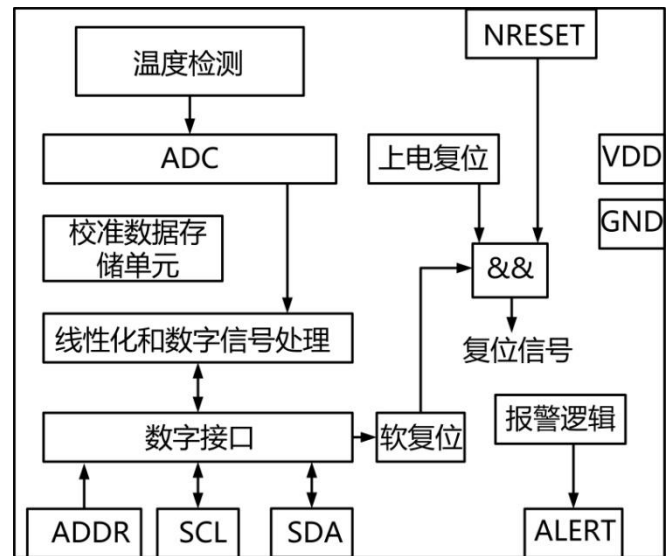


图 1 GXTS04 系统原理框图

目录

1 基本性能 .....	1	6 详细说明.....	6
2 应用场景 .....	1	6.1 上电和开始通信 .....	6
3 芯片概述.....	1	6.2 温度测量 .....	7
4 引脚配置和功能 .....	2	6.3 复位.....	8
5 技术指标.....	3	6.4 CRC校验 .....	9
5.1 极限工作指标.....	3	6.5 输出数据转换 .....	9
5.2 静电保护.....	3	7 封装.....	10
5.3 建议使用范围 .....	3	8 订购信息.....	11
5.4 电学特性.....	4		
5.5 时序要求.....	5		

4 引脚配置和功能

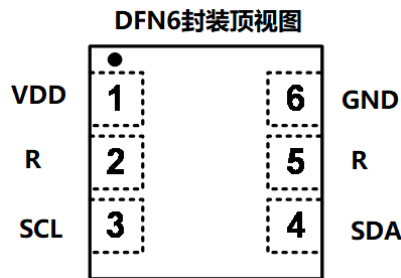


图 2 GXTS04 封装管脚示意图

PIN		DESCRIPTION
NO.	NAME	
1	VDD	供电电源，输入
2	R	无用端口，建议接地
3	SCL	I <sup>2</sup> C时钟端口，双向
4	SDA	I <sup>2</sup> C数据端口，双向
5	R	无用端口，建议接地
6	GND	地

表 1 GXTS04 的端口说明

## 5 技术指标

### 5.1 极限工作指标

	MIN	MAX	UNIT
电源电压 $V_{DD}$	-0.3	6	V
SCL、SDA引脚电压	-0.3	6	V
工作范围	-40	125	°C
结温, $T_J$		150	°C
存放温度, $T_{stg}$	-40	125	°C

**表 2 GXTS04 的极限工作指标**

除非另有说明，上述表格中均指在大气温度范围内的指标。超出上述表格所给范围可能会导致芯片永久损坏。

### 5.2 静电保护

		Value	UNIT
静电放电电压 $V_{ESD}$	Human Body Mode (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001	±4000	V
	Machine Mode (MM), per JEDEC-STD Classification	300	V

**表 3 GXTS04 的 ESD 保护能力**

### 5.3 建议使用范围

		MIN	NOM	MAX	UNIT
电源电压	$V_+$	1.58	3.3	5.5	V
工作温度范围	$T_A$	-40		125	°C

**表 4 建议工作条件**

除非另有说明，上述表格中均指在大气温度范围内的指标。

## 5.4 电学特性

若非特殊说明，以下数据均为芯片在+25°C、电源电压处于 1.6V~5.5V 区间内的特性。

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>TEMPERATURE INPUT</b>					
温度范围		-40		125	°C
精度（温度误差）	30-42°C, V+ = 3.3V		±0.1	±0.3	°C
	0°C to +65°C, V+ = 3.3V		±0.2	±0.5	°C
	-40 °C to +125 °C		±0.5	±1	°C
电源电压敏感度	-40°C to +125 °C		10		m°C/V
长时间温漂	3000 hours at 125°C		±0.0625		°C
分辨率（LSB）			0.00267		°C
<b>DIGITAL INPUT/OUTPUT</b>					
输入电容			3		pF
输入逻辑电平	V <sub>IH</sub>	0.7(V <sub>DD</sub> )		5.5	V
	V <sub>IL</sub>	-0.5		0.3(V <sub>DD</sub> )	
输入电流	0 < V <sub>IN</sub> < 5.5V			1	μA
输出逻辑电平	V <sub>OL</sub> on SDA	V+ > 2V, I <sub>OL</sub> = 3 mA	0	0.4	V
		V+ < 2V, I <sub>OL</sub> = 3 mA	0	0.2(V <sub>DD</sub> )	
	V <sub>OL</sub> on ALERT	V+ > 2V, I <sub>OL</sub> = 3 mA	0	0.4	
		V+ < 2V, I <sub>OL</sub> = 3 mA	0	0.2(V <sub>DD</sub> )	
分辨率			16		Bits
转换时间			1.5	15	ms
<b>POWER SUPPLY</b>					
电源工作电压		+1.6		+5.5	V
上电电压 V <sub>POR</sub>		+1.6	2.3	+5.5	V
供电电流	空闲状态（T=25°C），单次转换模		0.1	1.5	μA
	空闲状态（T=125°C），单次转换			5	μA
	空闲状态（T=25°C），周期转换模		40		μA
	温度转换期间		600		μA
	平均功耗（单次转换模式，每秒转换一次			1	

表 5 GXTS04S 电学特性指标

## 5.5 时序要求

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT	说明
上电时间 $t_{pu}$	硬复位之后, $V_{DD} > V_{POR}$		0.5	1	ms	上电达到 $V_{POR}$ 与传感器进入空闲状态的间隔时间
软复位时间	软复位之后		0.5	1	ms	收到软复位命令与传感器进入空闲状态的间隔时间
复位持续时间			1		us	
温度转换持续时间	低重复率		1.5	2.5	ms	三种重复率模式对应不同的温度转换时间, 噪声水平 and 功耗
	中重复率		3	5	ms	
	高重复率		10	12	ms	

表 6 GXTS04 的传感器工作时序要求

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	附
SCL时钟频率	$f_{SCL}$		0	-	1000	kHz	
START条件保持时间 (重复)	$t_{HD;STA}$	开始信号过后产生第一个时钟脉冲	0.24	-	-	$\mu s$	
SCL时钟的低电平周期	$t_{LOW}$		0.65	-	-	$\mu s$	
SCL时钟的高电平周期	$t_{HIGH}$		0.26	-	-	$\mu s$	
SDA保持时间	$t_{HD;DAT}$		60	-	250	ns	传输数据
			0	-	-	ns	接收数据
SDA建立时间	$t_{SU;DAT}$		100	-	-	ns	
SCL/SDA上升时间	$t_R$		-	-	300	ns	
SCL/SDA下降时间	$t_F$		-	-	300	ns	
SDA有效时间	$t_{VD;DAT}$		-	-	0.9	$\mu s$	
重复START条件的建立时	$t_{SU;STA}$		0.6	-	-	$\mu s$	
STOP条件的建立时间	$t_{SU;STO}$		0.6	-	-	$\mu s$	
总线上的容性负载	CB		-	-	400	pF	
低电平输入电压	$V_{IL}$		-0.5	-	$0.3 \times V_{DD}$	V	
高电平输入电压	$V_{IH}$		$0.7 \times V_D$	-	$1 \times V_{DD}$	V	
低电平输出电压	$V_{OL}$	3 mA灌电流	-	-	0.66	V	

表 7 GXTS04 的通信时序要求

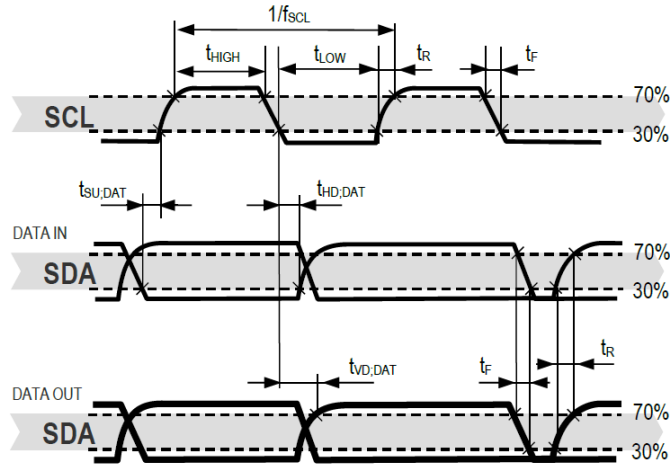


图 3 I<sup>2</sup>C 输入输出 PAD 的时序图

## 6 详细说明

GXTS04 支持标准的 I<sup>2</sup>C 通信协议，更详细的 I<sup>2</sup>C 协议说明可以参考 NXP 的 I<sup>2</sup>C 总线协议。所有的 GXTS04 命令和数据都映射到 16 位的地址空间。此外所有数据和命令都附带 CRC 校验，用于增强数据传输的可靠性。16 位的命令已经在低三位附带了 CRC 结果。传感器发送和接收的数据后面都要单独跟随一个 8bit 的 CRC 校验结果。当上位机向传感器写数据时必须强制附带 CRC 校验字节，因为 GXTS04 只接收 CRC 正确的数据。当读取传感器的数据时需要上位机来处理 CRC 校验。

### 6.1 上电和开始通信

当电源电压超过  $V_{POR}$  后传感器开始进入上电初始化过程，至少需要等待 0.5ms 才能完成上电初始化的过程，进入空闲状态。一旦进入空闲状态后芯片就可以接收上位机的命令和数据。

依据 I<sup>2</sup>C 通信协议规定，传感器芯片每次通信都要以 START 信号开头，以 STOP 信号结束。当传感器完成上电初始化后，如果没有接收到通信或温度转换命令后会一直停留在空闲状态，便于降低芯片的功耗。空闲状态由芯片内部确定，不受用户控制。

#### 6.1.1 I<sup>2</sup>C 地址

GXTS04 的 I<sup>2</sup>C 地址如表 8 所示：

GXTS04	十六进制	二进制地址
I <sup>2</sup> C 地址	0x70	111'0000

表 8 GXTS04 的 I<sup>2</sup>C 地址

## 6.1.2 上电，休眠和唤醒命令

当供电电压超过  $V_{POR}$  后芯片启动，等待  $t_{pu}$  之后芯片完成上电启动，进入空闲状态。进入该状态之后，上位机应该发送休眠命令，如表 9 所示，让芯片进入休眠模式已节省功耗。

命令	十六进制码	二进制码
Sleep	0xB098	1011'0000'1001'1000

表 9 GXTS04 的休眠命令

当传感器在休眠模式时，如果需要进行温度测量或者其它的通信操作，需要先发送唤醒命令，如表 10 所示：

命令	十六进制码	二进制码
Wakeup	0x3517	0011'1010'0001'0111

表 10 GXTS04 的唤醒命令

## 6.2 温度转换

### 6.2.1 温度转换命令

当传感器在唤醒状态时，需要发送温度转换命令去触发传感器的温度测量，温度测量命令如表 11 所示：

命令	十六进制码	二进制码
正常模式	0x7866	0111'1000'0110'0110
低功耗模式	0x609c	0110'0000'1001'1100

表 11 GXTS04 温度测量命令

### 6.2.2 温度的转换和读取流程

每次完整的温度转换和温度数据的读取包括如下四个步骤：

1. 发送 wakeup 命令。
2. 发送温度转换命令。
3. 读取温度数据。
4. 发送 sleep 命令。

详细的流程如图 4 所示，上位机先发送 Wakeup 命令启动 GXTS04，等待 1ms 后发送温度转换命令，芯片收到温度转换命令后启动温度转换，转换时间见表 6，GXTS04 转换完成之后，上位机开始读取温度数据，读取完温度数据之后上位机需要发送 sleep 命令将 GXTS04 进行休眠，完成一个完整的温度数据转换和读取流程。

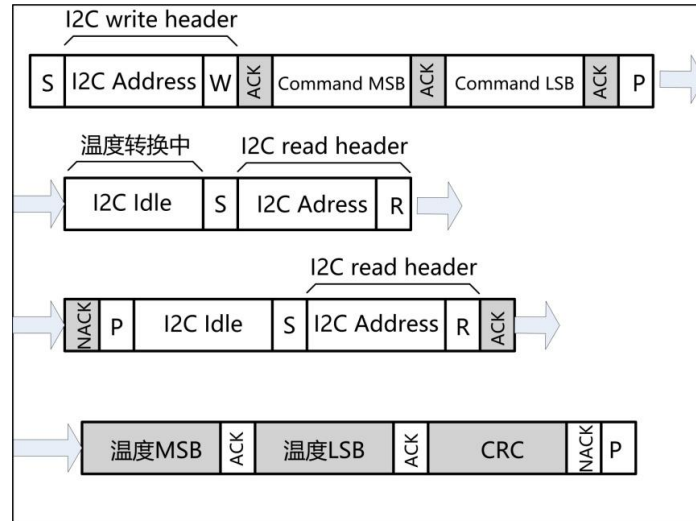


图 4 温度转换和读取流程图

### 6.3 复位

GXTS04S 的系统复位可以通过发送复位命令（软复位）或者给 nRST 端口发送低电平信号实现。此外上电也会复位芯片，需要注意在复位期间芯片不会处理任何来自上位机的命令。为了在不断电的情况下完全复位芯片，建议采用 nRST 复位方式。

#### 软复位

GXTS04S 提供一种软复位机制，可以在不断电的情况下将系统复位到预定义的状态。当芯片处于空闲状态时可以发送软复位命令

命令	十六进制码字
软复位	0x80 5D

表 12 软复位的命令



图 5 发送软复位命令时序图

#### General Call 复位

芯片可以通过符合 I<sup>2</sup>C 标准的 General call 对芯片进行复位。这种复位功能和通过 nRST 复位的功能是一样的。需要注意这个命令不是单独对 GXTS04S 进行复位，所有在 I<sup>2</sup>C 总线上并支持 General call 功能的 I<sup>2</sup>C 设备在收到该命令之后都会复位。General call 命令见表 13。

命令	十六进制码字
General call	0x00 06

表 13 General call 复位的命令

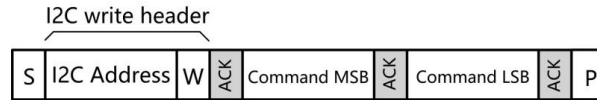


图 6 General call 复位命令的时序图

### nRST 管脚复位

将 nRST 管脚拉低也可以产生和上电复位同样的复位效果。nRST 在芯片内部通过上拉电阻连接到 VDD，所以它是低电平有效。nRST 管脚拉低时间需要至少持续 1us。

### 硬复位

硬复位是通过将芯片断电后重新上电实现的，为了避免 I<sup>2</sup>C 总线上的电压通过 ESD 二极管给芯片供电，SDA 和 SCL 的电压也应该在复位期间被移除。

## 6.4 CRC 校验

数据传输的 CRC 校验算法如表 14 所示。CRC 的校验对象是在它之前传输的两个字节数据。

属性	值
名字	CRC-8
宽度	8bit
校验对象	读取或者写入的数据
生成多项式	0x31 ( $x^8+x^5+x^4+1$ )
初始化值	0xFF
反射输入	False
反射输出	False
最终 XOR	0x00
举例	CRC (0xBEEF)

表 14 CRC8 属性

## 6.5 输出数据转换

输出的温度数据是 16 位无符号位，这些数据已经经过线性化处理和温度补偿。将这些原始数据转换成真实的温度需要采用如下公式：

$$T[{}^{\circ}\text{C}] = -45 + 175 \cdot \frac{S_T}{2^{16}-1}$$

$$T[{}^{\circ}\text{F}] = -49 + 315 \cdot \frac{S_T}{2^{16}-1}$$

其中  $S_T$  代表读取的 16 位温度原始码字。需要注意公式计算时  $S_T$  需要转换为十进制数字。

## 7 封装

GXTS04 采用 DFN6 封装形式，封装尺寸为 2\*2mm，具体尺寸见图 7。

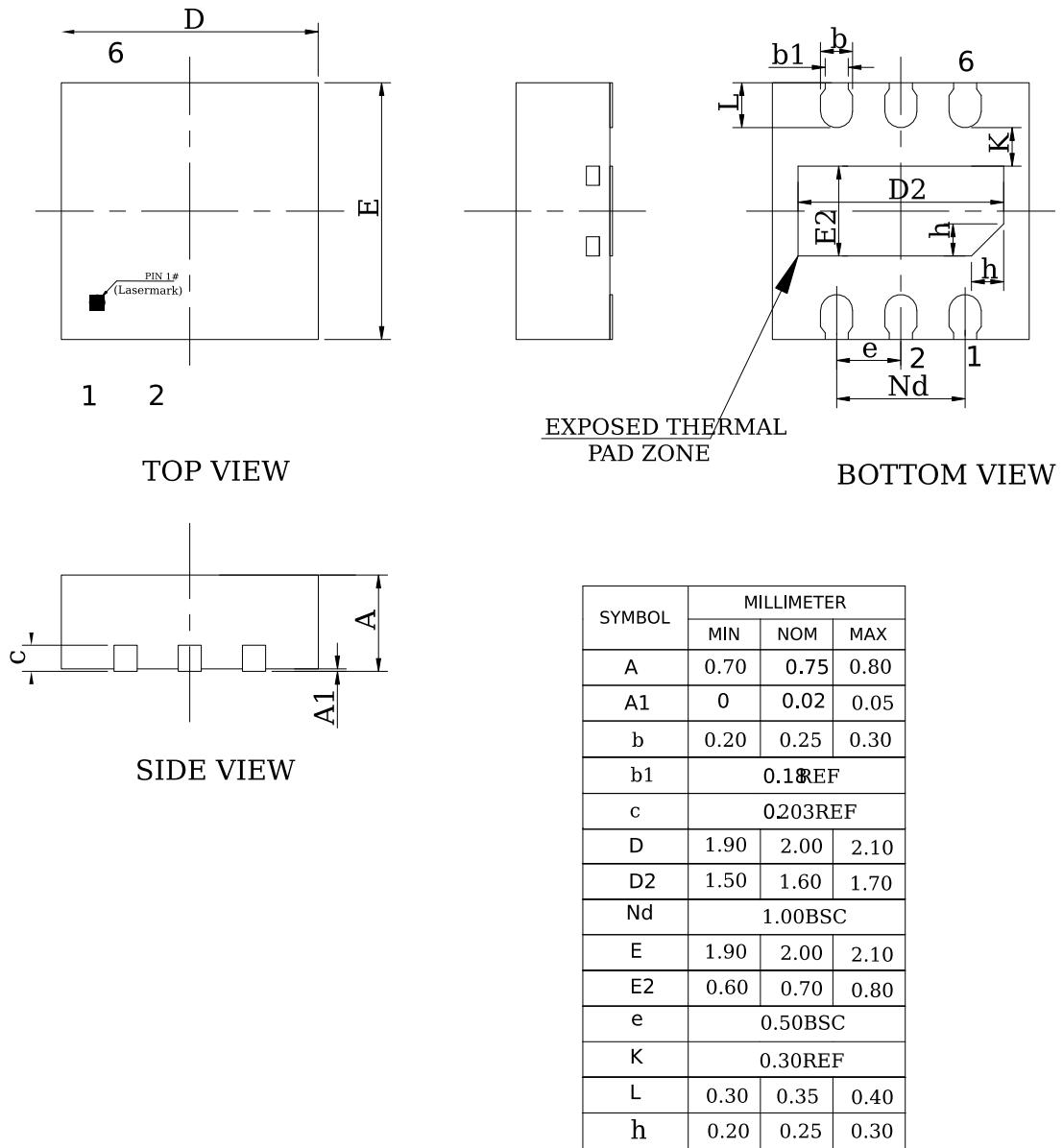


图 7 GXTS04 封装尺寸

## 8 订购信息

GXTS04 可以订购编带型式的包装，芯片订购信息如下表所示：

型号	最小包装数量	编号
GXTS04D	2000	2002001-01