

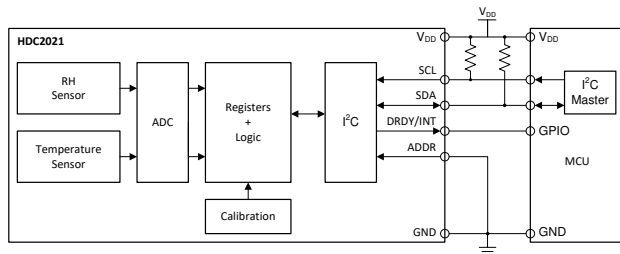
# HDC2021 具有组装保护套的高精度、低功耗湿度和温度传感器

## 1 特性

- 工厂原装聚酰亚胺胶带，用于在组装过程中保护传感器
- RH 测量范围：0% 至 100%
- 温度测量范围：-40°C 至 125°C
- 湿度精度：±2% (典型值)，±3% (最大值)
- 温度精度：±0.2°C (典型值)，±0.4°C (最大值)
- 电源电压范围：1.62V 至 3.6V
- I<sup>2</sup>C 接口兼容性
- 50nA 睡眠模式电流
- 550nA 平均电源电流 (11 位精度选项，每秒测量 1 次)
- 连续转换或单次触发测量模式
- 向后与 HDC2080 兼容

## 2 应用

- 温度调节装置
- 智能扬声器 (带语音助理)
- 洗衣机和烘干机
- HVAC 传感器变送器 (温度、压力和湿度)
- HVAC 系统控制器
- 无线环境传感器



典型应用

## 3 说明

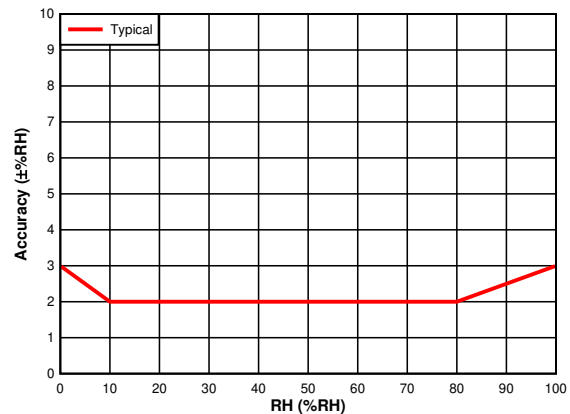
HDC2021 是一款集成式相对湿度和温度传感器，在相对湿度传感器元件的开口处带有工厂原装聚酰亚胺盖带。盖带可保护元件免受在制造过程的某些阶段 (如 SMT 组装、PCB 板清洗和保形涂层) 可能产生的污染物的影响。胶带设计允许对 PCB 实施完整的保形涂层，并包括一个无粘性角舌片，便于使用镊子快速移除。

HDC2021 器件向后与 HDC2080 兼容，可在小型 DFN 封装中以很低的功耗提供高精度测量。这款电容式传感器包括新的集成数字特性和用于消散冷凝和湿气的加热元件。HDC2021 数字特性包括可编程中断阈值，用于提供警报和系统唤醒，而无需微控制器持续对系统进行监控。HDC2021 还具有可编程采样间隔、低功耗和支持 1.8V 电源电压等特点，因此适合超低功耗电池供电系统。

### 器件信息

器件型号	封装 <sup>(1)</sup>	封装尺寸 (标称值)
HDC2021	WSON (6)	3.00mm × 3.00mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。



RH 精度 (T<sub>A</sub> = 30°C)



## 内容

<b>1 特性</b> .....	1	7.4 器件功能模式.....	17
<b>2 应用</b> .....	1	7.5 编程.....	17
<b>3 说明</b> .....	1	7.6 寄存器映射.....	19
<b>4 修订历史记录</b> .....	2	<b>8 应用和实现</b> .....	32
<b>5 引脚配置和功能</b> .....	3	8.1 应用信息.....	32
引脚功能.....	3	8.2 典型应用.....	32
<b>6 规格</b> .....	4	<b>9 电源相关建议</b> .....	34
6.1 绝对最大额定值.....	4	<b>10 布局</b> .....	34
6.2 ESD 等级.....	4	10.1 布局指南.....	34
6.3 建议运行条件.....	4	10.2 布局示例.....	34
6.4 热性能信息.....	4	<b>11 器件和文档支持</b> .....	36
6.5 电气特性.....	5	11.1 文档支持.....	36
6.6 开关特性.....	6	11.2 Receiving Notification of Documentation Updates..	36
6.7 时序图.....	7	11.3 Support Resources.....	36
6.8 典型特性.....	8	11.4 商标.....	36
<b>7 详细说明</b> .....	10	11.5 Electrostatic Discharge Caution.....	36
7.1 概述.....	10	11.6 Glossary.....	36
7.2 功能方框图.....	10	<b>12 机械、封装和可订购信息</b> .....	37
7.3 特性说明.....	10		

## 4 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

### Changes from DECEMBER 19, 2019 to JUNE 26, 2020 (from Revision \* (December 2019) to Revision A (June 2020))

	Page
• 将数据表状态从“预告信息”更改为“生产数据” .....	1
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1

## 5 引脚配置和功能

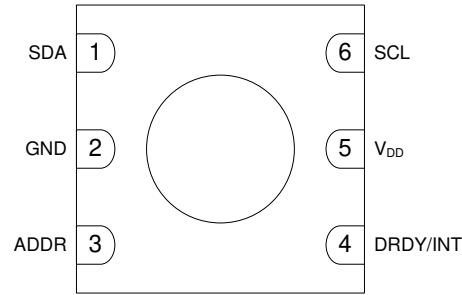


图 5-1. DEB 封装 6 引脚 WSON 透明顶视图

### 引脚功能

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
ADDR	3	I	地址选择引脚 - 连接至 $V_{DD}$ 、GND 或悬空。 连接至 GND 或悬空：地址= 1000000X 连接至 $V_{DD}$ ：地址= 1000001X ，其中“X”代表读写 (R/W) 位。
DRDY/INT	4	O	数据就绪/中断。推挽式输出。
GND	2	G	接地
SCL	6	I	I <sup>2</sup> C 的串行时钟线。
SDA	1	I/O	I <sup>2</sup> C 的串行数据线。需要上拉电阻器的开漏输出。
$V_{DD}$	5	P	正电源电压

(1) 下面的定义规定了每个引脚的“类型”单元的功能。

- I = 输入
- O = 输出
- I/O = 输入/输出
- G = 接地
- P = 电源

## 6 规格

### 6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）<sup>(1)</sup>

		最小值	最大值	单位
V <sub>DD</sub>	对 V <sub>DD</sub> 引脚施加了电压	-0.3	3.9	V
ADDR	对 ADDR 引脚施加了电压	-0.3	3.9	V
SCL	对 SCL 引脚施加了电压	-0.3	3.9	V
SDA	对 SDA 引脚施加了电压	-0.3	3.9	V
DRDY/INT	对 DRDY/INT 引脚施加了电压	-0.3	V <sub>DD</sub> +0.3	V
T <sub>J</sub>	结温	-40	150	°C
T <sub>stg</sub>	存储温度	-65	150	°C

(1) 应力超出绝对最大额定值下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力额定值，这并不表示器件在这些条件下以及在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

### 6.2 ESD 等级

			值	单位
V <sub>(ESD)</sub>	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 <sup>(1)</sup>	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 <sup>(2)</sup>	±500	

(1) JEDEC 文件 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

(2) JEDEC 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

### 6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

参数		最小值	最大值	单位
V <sub>DD</sub>	电源电压	1.62	3.6	V
T <sub>TEMP</sub>	温度传感器 - 自然通风工作温度范围	-40	125	°C
T <sub>RH</sub>	相对湿度传感器 - 自然通风工作温度范围	-20	70	°C
T <sub>HEATER</sub>	集成式加热器 - 自然通风工作温度范围	-40	85	°C
RH <sub>OR</sub>	相对湿度传感器（非冷凝） <sup>(1)</sup>	20	80	%RH

(1) 推荐的湿度工作范围为 20% 至 80% RH（非冷凝），温度范围为 0°C 至 60°C。在超出这些范围的情况下长时间运行可能会使传感器读数发生变化，恢复时间很慢。

### 6.4 热性能信息

热指标 <sup>(1)</sup>		HDC2021	单位
		WSON (DEB)	
		6 引脚	
R <sub>θJA</sub>	结至环境热阻	57.9	°C/W
R <sub>θJC(top)</sub>	结至外壳（顶部）热阻	58.7	°C/W
R <sub>θJB</sub>	结至电路板热阻	27.0	°C/W
Ψ <sub>JT</sub>	结至顶部特征参数	5.6	°C/W
Ψ <sub>JB</sub>	结至电路板特征参数	26.9	°C/W
R <sub>θJC(bot)</sub>	结至外壳（底部）热阻	16.5	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅 IC 封装热指标应用报告 (SPRA953)。

## 6.5 电气特性

 $T_A = 30^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 1.8\text{V}$ ,  $20\% \leq \text{RH} \leq 80\%$  (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位		
<b>相对湿度传感器</b>								
RH <sub>ACC</sub>	精度 <sup>(3) (4) (5)</sup>			±2	±3	%RH		
RH <sub>REP</sub>	可重复性 <sup>(6)</sup>	14 位精度选项		±0.1		%RH		
RH <sub>HYS</sub>	迟滞 <sup>(8)</sup>			±1		%RH		
RH <sub>RT</sub>	响应时间 <sup>(9)</sup>	上升, 30% 至 75% RH, $t_{63\%}$ 阶跃 <sup>(10)</sup>		6		s		
RH <sub>CT</sub>	转换时间 <sup>(6)</sup>	9 位精度选项		254		μs		
		11 位精度选项		383		μs		
		14 位精度选项		640		μs		
RH <sub>LTD</sub>	长期漂移 <sup>(11)</sup>			±0.25		%RH/年		
RH <sub>PSRR</sub>	电源敏感度 - 精度	$V_{DD} = 1.8\text{V}$ 至 $3.6\text{V}$		±0.3		%RH/V		
<b>温度传感器</b>								
TEMP <sub>ACC</sub>	精度 <sup>(7)</sup>	$5^\circ\text{C} \leq T_A \leq 60^\circ\text{C}$		±0.2	±0.7	°C		
		$10^\circ\text{C} \leq T_A \leq 35^\circ\text{C}$		±0.2	±0.4	°C		
TEMP <sub>REP</sub>	可重复性 <sup>(6)</sup>	14 位精度选项		±0.1		°C		
TEMP <sub>CT</sub>	转换时间 <sup>(6)</sup>	9 位精度选项		208		μs		
		11 位精度选项		336		μs		
		14 位精度选项		594		μs		
TEMP <sub>PSRR</sub>	电源敏感度 - 精度	$V_{DD} = 1.8\text{V}$ 至 $3.6\text{V}$		0.05		°C/V		
TEMP <sub>LTD</sub>	长期漂移 <sup>(6)</sup>	在 $125^\circ\text{C}$ 下测试 1000 小时的高温工作寿命 (HTOL) 使用 Arrhenius-Peck 加速模型进行归一化 $T_A = 30^\circ\text{C}$ , $0.7\text{eV}$ 活化能			±0.04	°C/年		
<b>功耗</b>								
I <sub>DD</sub>	电源电流	RH 和 TEMP 传感器: 14 位精度选项 <sup>(1) (2)</sup>	以每秒 1 个样本取平均值		0.55		μA	
			以每两秒 1 个样本取平均值		0.3		μA	
		无测量 (睡眠模式)	单次触发		0.05	0.1		μA
			连续转换		0.05	0.1		μA
		在 RH + TEMP 测量期间 <sup>(1)</sup>				650	890	μA
		仅在 TEMP 测量期间 <sup>(1)</sup>				550	730	μA
		启动	峰值			200		μA
			平均			80		μA
串行总线有效。f <sub>SCL</sub> = 400kHz	单次触发			12		μA		
	连续转换			12		μA		
I <sub>HEATER</sub>	集成式加热器 (已启用)	$V_{DD} = 3.3\text{V}$ ; $T_{\text{HEATER}} - T_A = 80^\circ\text{C}$ 稳态测量		90		mA		
<b>电源轨</b>								
V <sub>DD_POR</sub>	上电复位电压	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $125^\circ\text{C}$		1.4		V		
<b>SCL、SDA 引脚</b>								
V <sub>IH</sub>	高电平输入电压			0.7 x V <sub>DD</sub>		V		
V <sub>IL</sub>	低电平输入电压				0.3 x V <sub>DD</sub>	V		
V <sub>OL</sub>	低电平输出电压	I <sub>OL</sub> = 3mA			0.4	V		
C <sub>i</sub>	输入引脚电容 <sup>(12)</sup>	V <sub>i</sub> = V <sub>DD</sub> 或 GND	SCL		1.7		pF	
			SDA		1.6		pF	

$T_A = 30^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 1.8\text{V}$ ,  $20\% \leq \text{RH} \leq 80\%$  (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
$I_I$	输入漏电流	$V_I = V_{DD}$ , 或 3.6V 或 GND	SCL	-0.1		0.1	$\mu\text{A}$
			SDA	-0.1		0.1	$\mu\text{A}$
<b>DRDY/INT 引脚</b>							
$V_{OH}$	高电平输出电压 (图 6-11)	$V_{DD} = 1.62\text{V}$ 至 $3.60\text{V}$	$I_{OH} = -100\mu\text{A}$	$V_{DD} - 0.2$			V
		$V_{DD} = 3.3\text{V}$	$I_{OH} = -2\text{mA}$	2.4			V
		$V_{DD} = 1.8\text{V}$		1.1			V
$V_{OL}$	低电平输出电压 (图 6-10)	$V_{DD} = 1.62\text{V}$ 至 $3.60\text{V}$	$I_{OL} = 100\mu\text{A}$			0.2	V
		$V_{DD} = 3.3\text{V}$	$I_{OL} = 2\text{mA}$			0.4	V
		$V_{DD} = 1.8\text{V}$				0.45	V
$I_{OZ\_DRDY}$	高阻态下的输出漏电流	DRDY/INT 引脚 = 高阻态。		-0.1		0.1	$\mu\text{A}$

- (1) 不包括 I2C 读取/写入通信或通过 SCL 和 SDA 的上拉电阻电流
- (2) 转换过程中的平均电流消耗
- (3) 不包括迟滞和长期漂移
- (4) 排除灰尘、气相溶剂和其他污染物的影响,例如包装材料、粘合剂或胶带等产生的蒸汽。
- (5) 限制适用于:温度范围为  $0^\circ\text{C}$  至  $60^\circ\text{C}$  时,湿度范围为 20% 至 80% RH (无冷凝)
- (6) 此参数根据设计和/或特性指定,而未经生产测试
- (7) 过热性能由设计和/或特性指定
- (8) 迟滞值是 RH 测量值在 RH 上升和下降环境中的特定 RH 点的差值
- (9) 实际响应时间会因系统热质量和气流而异
- (10) 在环境湿度发生阶跃变化后,RH 输出变化占总 RH 变化 63% 的时间
- (11) 在典型条件 ( $30^\circ\text{C}$  和 20% 至 50% RH) 下因老化效应而产生的漂移。该值可能会受到灰尘、蒸发的溶剂、释气胶带、粘合剂、包装材料等因素的影响。
- (12) 由设计/特性保证;未经生产测试

## 6.6 开关特性

 $T_A = -40^\circ\text{C}$  至  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 1.62\text{V}$  至  $3.60\text{V}$  (除非另有说明)

参数		最小值	典型值	最大值	单位
<b>SCL、SDA 引脚</b>					
$f_{SCL}$	SCL 时钟频率 <sup>(1)</sup>	10		400	kHz
$t_{LOW}$	SCL 时钟的低电平周期 <sup>(1)</sup>	1.3			$\mu\text{s}$
$t_{HIGH}$	SCL 时钟的高电平周期 <sup>(1)</sup>	0.6			$\mu\text{s}$
$t_{SU,DAT}$	建立时间:数据 <sup>(1)</sup>	100			ns
$t_{HD,DAT}$	保持时间:数据 <sup>(1)</sup>	0			$\mu\text{s}$
$t_{SU,STA}$	建立时间:重复启动条件 <sup>(1)</sup>	0.6			$\mu\text{s}$
$t_{HD,STA}$	保持时间:重复启动条件 <sup>(1) (2)</sup>	0.6			$\mu\text{s}$
$t_{SU,STO}$	建立时间:停止条件 <sup>(1)</sup>	0.6			$\mu\text{s}$
$t_{R,SCL}$	上升时间:SCL <sup>(1)</sup>			300	ns
$t_{R,SDA}$	上升时间:SDA <sup>(1)</sup>			300	ns
$t_{F,SCL}$	下降时间:SCL <sup>(1)</sup>	$20 \cdot (V_{DD}/5.5\text{V})$		300	ns
$t_{F,SDA}$	下降时间:SDA <sup>(1)</sup>	$20 \cdot (V_{DD}/5.5\text{V})$		300	ns
$t_{BUF}$	停止和启动条件之间的总线空闲时间 <sup>(1)</sup>	1.3			$\mu\text{s}$
$t_{VD,DAT}$	数据有效时间 <sup>(1) (3)</sup>			0.9	$\mu\text{s}$
$t_{VD,ACK}$	数据有效确认时间 <sup>(1) (4)</sup>			0.9	$\mu\text{s}$
<b>电源轨</b>					
$t_{POR}$	上电复位或软件复位持续时间 <sup>(1)</sup>			3.5	ms

- (1) 此参数根据设计和/或特性指定,而未经生产测试
- (2) 在这段时间后,第一个时钟脉冲被生成。

- (3) 数据信号从 SCL 低电平到 SDA 输出（高电平到低电平，以更差的情况为准）的时间
- (4) 确认信号从 SCL 低电平到 SDA 输出（高电平或低电平，以更差的情况为准）的时间

### 6.7 时序图

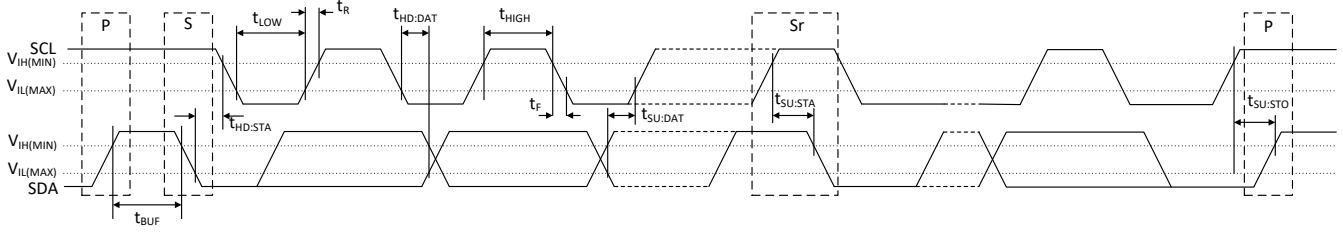


图 6-1. I<sup>2</sup>C 时序图

### 6.8 典型特性

$T_A = 30^{\circ}\text{C}$  ,  $V_{DD} = 1.8\text{V}$  ( 除非另有说明 ) 。

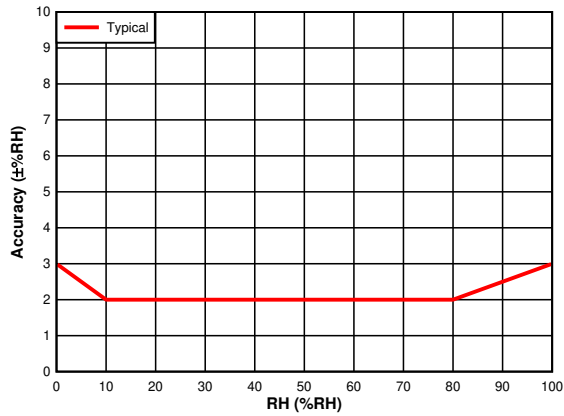


图 6-2. RH 精度与 RH 设定点间的关系

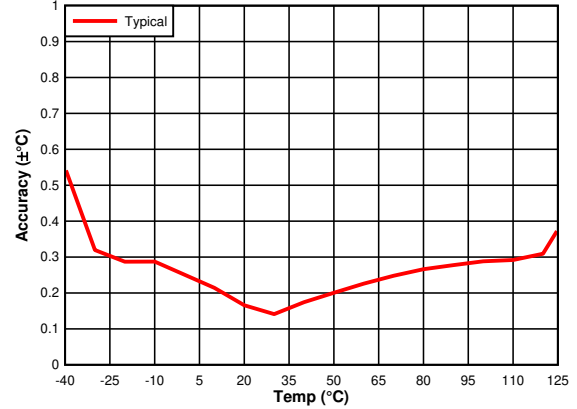


图 6-3. 温度精度与温度设定点间的关系

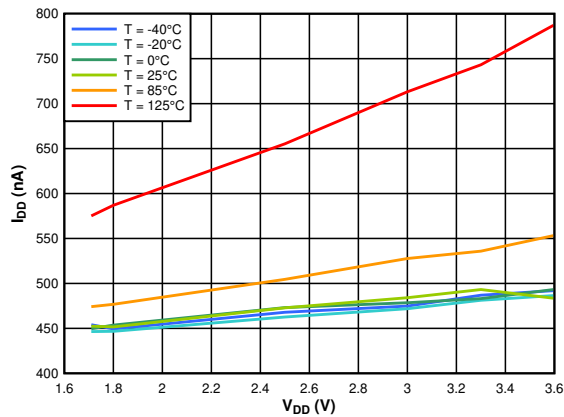


图 6-4. 电源电流与电源电压的关系，1 次测量/秒的平均值，RH ( 11 位 ) 和温度 ( 11 位 )

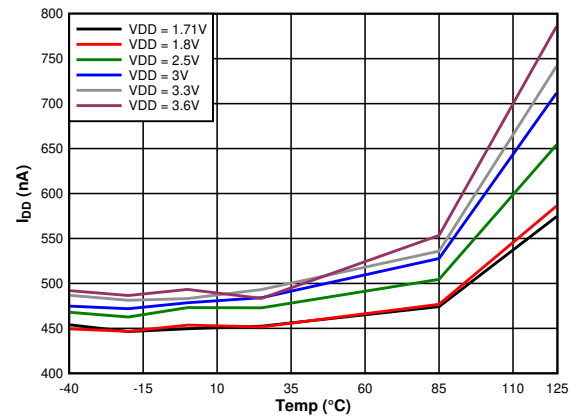


图 6-5. 电源电流与温度的关系，1 次测量/秒的平均值，RH ( 11 位 ) 和温度 ( 11 位 )

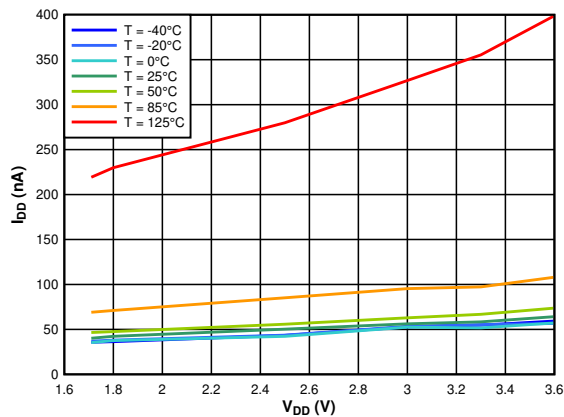


图 6-6. 电源电流与电源电压的关系，睡眠模式

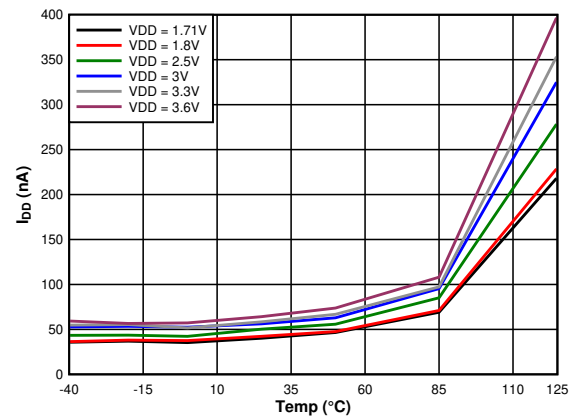


图 6-7. 电源电流与温度的关系，睡眠模式



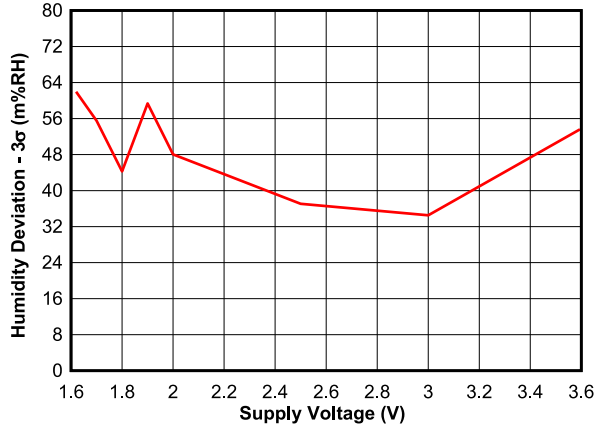


图 6-8. 电源敏感度 - 湿度测量精度

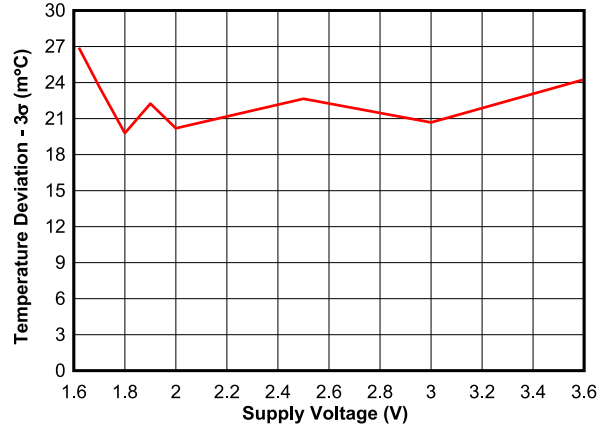


图 6-9. 电源敏感度 - 温度测量精度

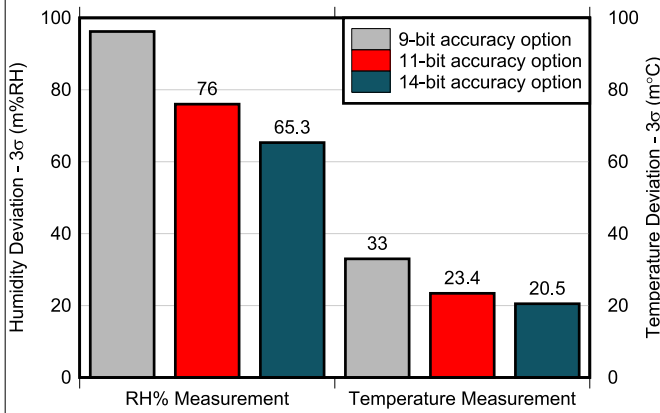


图 6-10. 平均测量灵敏度与精度选项间的关系

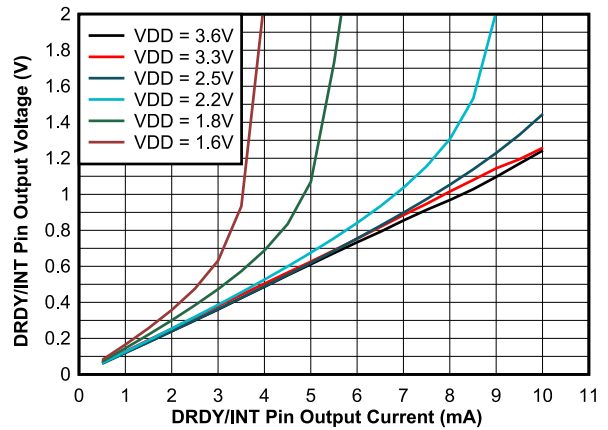


图 6-11. 输出电压 (DRDY/INT 引脚) 与输出电流 (逻辑低电平) 间的关系

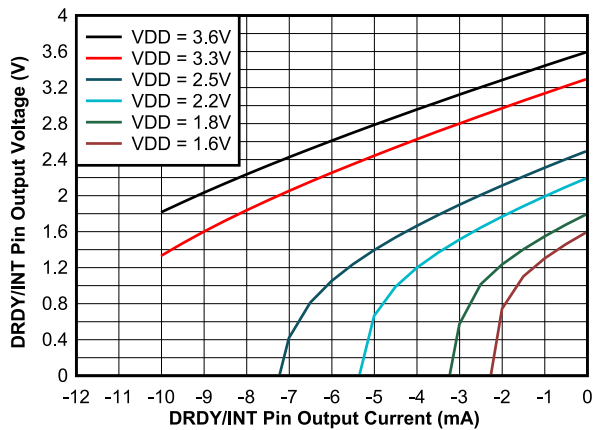


图 6-12. 输出电压 (DRDY/INT 引脚) 与输出电流 (逻辑高电平) 间的关系

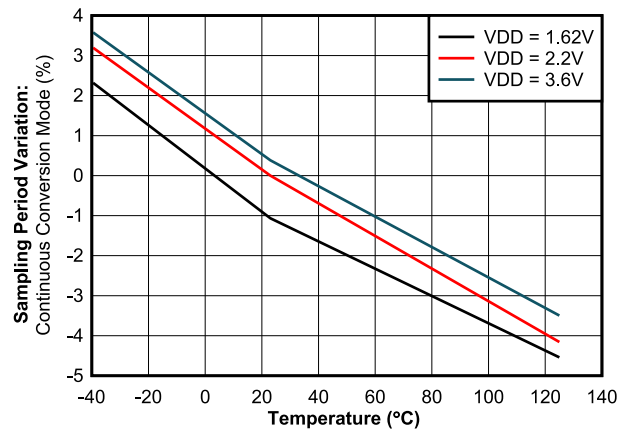


图 6-13. 采样周期变化 (连续转换模式) 与温度间的关系

## 7 详细说明

### 7.1 概述

HDC2021 是一款高度集成的数字湿度和温度传感器，包含湿度传感和温度传感元件、模数转换器、校准存储器 and I<sup>2</sup>C 接口（全部包含在 3.00mm × 3.00mm、6 引脚 WSON 封装中）。HDC2021 以超低功耗提供出色的测量精度，并为湿度和温度传感器提供可配置的精度选项：

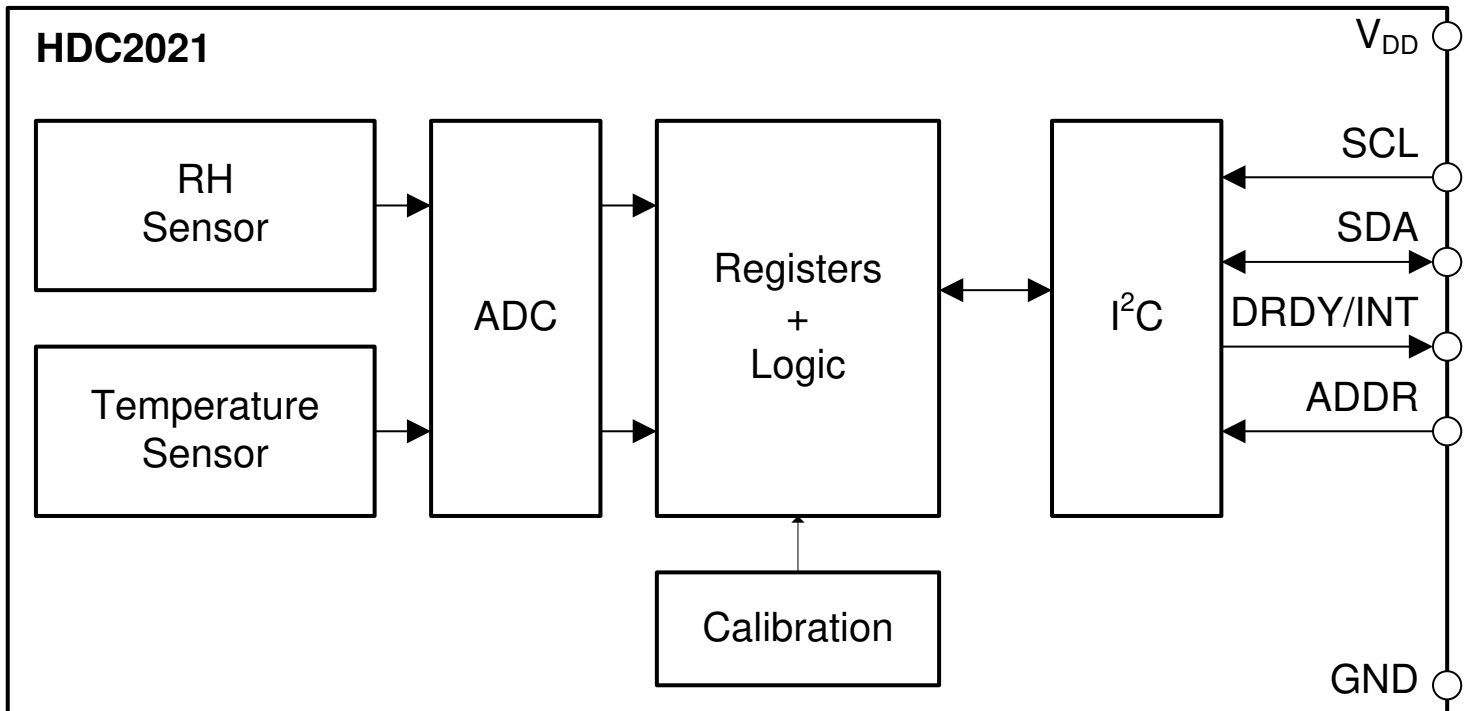
- 温度精度选项：9、11 或 14 位
- 湿度精度选项：9、11 或 14 位

测量期间的转换时间取决于为湿度和温度配置的精度选项。灵活的可编程性允许对器件进行配置，以实现理想的测量精度和功耗。

HDC2021 器件采用先进的聚合物电介质来提供电容感应测量。与包含此类技术的大多数相对湿度传感器一样，用户必须满足这些应用要求才能确保传感元件的理想器件性能。

- 在电路板组装过程中遵循正确的储存和处理程序。要了解这些指南，请参阅[湿度传感器：存储和处理指南 \(SNIA025\)](#)。
- 在运行期间保护传感器免受污染。
- 减少长时间暴露于可能影响传感器精度的高温和极端湿度。
- 遵循正确的布局指南以获得理想性能。要了解这些指南，请参阅[优化湿度传感器的布局和布线 \(SNAA297\)](#)。

### 7.2 功能方框图



### 7.3 特性说明

#### 7.3.1 工厂原装聚酰亚胺胶带

聚酰亚胺胶带盖住湿度传感器元件的开口。胶带可保护湿度传感器元件免受制造过程（例如 SMT 组装、PCB 板清洗和保形涂层）中可能产生的污染物的影响。为了准确测量周围环境中的相对湿度，必须在组装完成后取下胶带。胶带可承受至少三个标准回流焊过程。

要从湿度传感器元件上取下聚酰亚胺胶带，TI 建议使用防 ESD 镊子夹住右下角的无粘性角舌片，然后，缓慢地从右下角朝左上角（引脚 1 标识）向上剥离（而不是穿过表面）。这将有助于降低刮伤湿度传感器元件的风险。

### 7.3.2 睡眠模式功耗

HDC2021 的一个关键特性是专为电池供电或能量采集应用而设计的低功耗。在这些应用中，HDC2021 可进入睡眠模式，典型电流消耗为 50nA，可更大幅度地降低平均功耗和自发热。睡眠模式是上电复位时的默认工作模式。

### 7.3.3 测量模式：单次触发与连续转换

HDC2021 上提供两种测量模式：单次触发模式和连续转换模式。

在单次触发模式下，每次测量均根据需要通过 I<sup>2</sup>C 命令启动。测量完成后，器件自动返回睡眠模式，直到接收到另一条用于启动测量的 I<sup>2</sup>C 命令。

HDC2021 也可配置为在连续转换模式下定期执行测量，从而无需通过 I<sup>2</sup>C 命令启动多个测量请求。用户可通过调整器件配置寄存器，在从每 2 分钟 1 个样本到每秒 5 个样本的 7 个不同采样率中选择一个。在连续转换模式下，HDC2021 根据所选的采样率定期从睡眠模式唤醒。

### 7.3.4 加热器

HDC2021 包括一个集成式加热元件，可以短暂开启以防止或消除可能在高湿度环境中形成的任何冷凝。此外，加热器可用于验证集成式温度传感器的功能。

如果应用的露点被连续计算和跟踪，并且应用固件被编写成可以检测到潜在的冷凝情况（或一段时间），作为预防措施，可以运行软件子程序来激活机载加热器尝试去除冷凝水。加热器启动后，器件应继续测量和跟踪 %RH 水平。一旦 %RH 读数达到（或接近）零 %，随后可以关闭加热器，让器件冷却下来。器件冷却可能需要几分钟时间，并且应继续执行温度测量以确保器件恢复正常运行状态，然后重新启动器件以正常工作。

请注意，一旦加热器启动，器件的工作温度应限制在 100°C 以下。该加热器在 3.3V 运行时的典型电流消耗为 90mA，在 1.8V 运行时的典型电流消耗为 55mA。

务必要认识到集成加热器会蒸发在湿度传感器顶部形成的冷凝水，但不会去除任何溶解的污染物。任何污染物残留（如果存在）都可能影响湿度传感器的准确性。

### 7.3.5 中断

---

#### 备注

启用多个位后，DRDY/INT 引脚一次只能反映一个中断位的状态。DRDY/INT 引脚不能用作已启用中断位的逻辑“或”。

最高优先级赋予 TH\_ENABLE 位，然后是 TL\_ENABLE、HH\_ENABLE 和 HL\_ENABLE 位（按降序排列）。因此，下面提供了编程建议。请注意，DataReady (DRDY) 中断与其他 4 个中断（TH\_ENABLE、TL\_ENABLE、HH\_ENABLE 和 HL\_ENABLE）的胜出者具有相同的优先级。

- DRDY/INT 将跟踪 HL\_ENABLE（如果启用），而所有其他 ENABLE 位都被禁用。
  - DRDY/INT 将跟踪 HH\_ENABLE（如果启用），而 TH\_ENABLE 和 TL\_ENABLE 被禁用。
  - DRDY/INT 将跟踪 TL\_ENABLE（如果启用），而 TH\_ENABLE 被禁用。
  - DRDY/INT 将跟踪 TH\_ENABLE（如果启用），并且独立于其他 ENABLE 位设置。
-

### 7.3.5.1 DataReady (DRDY) 中断

当中断配置寄存器 ( 地址 0x07 ) 中的 DRDY\_ENABLE 已启用且湿度和/或温度转换完成时, 状态寄存器 ( 地址 0x04 ) 的 DRDY\_STATUS 位将设置为 1。要在 HDC2021 的 DRDY/INT 引脚上启用硬件中断生成, 必须将 DRDY/INT\_EN 位设置为 1, 并将器件配置寄存器 ( 地址 0x0E ) 中的 INT\_MODE 位设置为 0。如果未配置这些位, 则无论中断状态如何, DRDY/INT 引脚都会保持高阻抗状态。该寄存器的 INT\_POL 位定义了 DRDY/INT 引脚的中断极性。图 7-1 和图 7-2 显示了两种中断极性情况下 DRDY/INT 引脚的输出行为: INT\_POL= 0 和 INT\_POL= 1。读取状态寄存器 ( 地址 0x04 ) 后, 清除此中断。

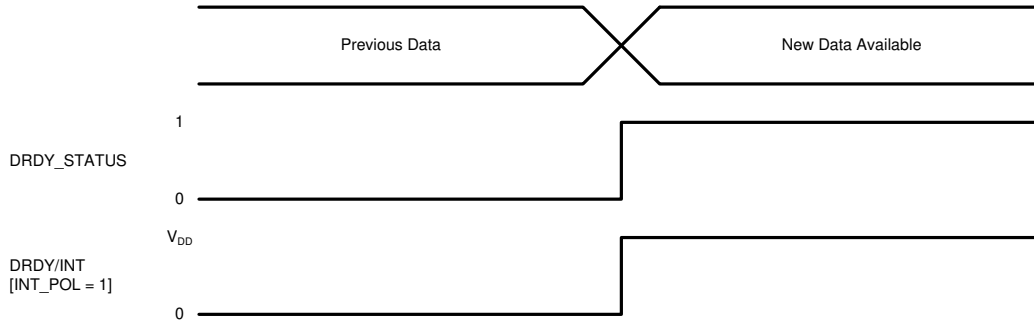


图 7-1. 数据就绪中断 - 有效高电平 ( INT\_POL = 1 )

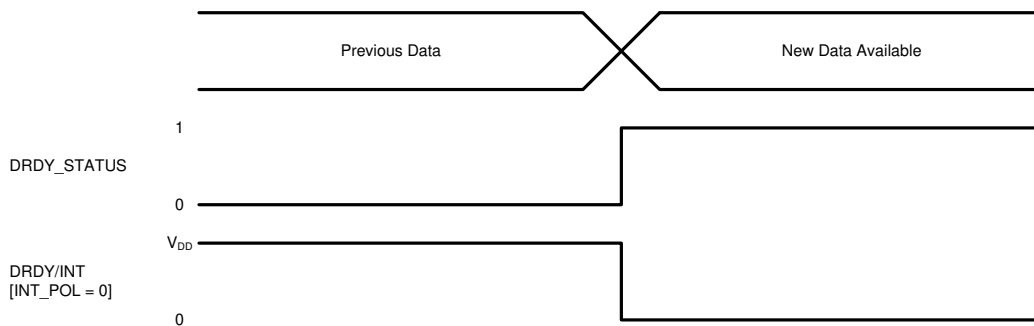


图 7-2. 数据就绪中断 - 有效低电平 ( INT\_POL = 0 )

### 7.3.5.2 阈值中断

#### 7.3.5.2.1 温度高 (TH)

当在中断配置寄存器 (地址 0x07) 中启用 TH\_ENABLE 并且温度高于存储在温度阈值高寄存器 (地址 0x0B) 中的已编程阈值水平时, 状态寄存器 (地址 0x04) 的 TH\_STATUS 位设置为 1。读取状态寄存器后将清除中断。

TH\_STATUS 位和 DRDY/INT 引脚的极性和中断模式可以通过器件配置寄存器 (地址 0x0E) 的 INT\_POL 和 INT\_MODE 位进行配置。INT\_MODE 位将阈值设置为比较器模式或读取时清除模式。当 INT\_MODE 位设置为 0 时, TH\_STATUS 位保持设置为 1, 直到其被读取。当 INT\_MODE 位设置为 1 时, TH\_STATUS 位状态反映当前温度转换结果。DRDY/INT 引脚的极性由 INT\_POL 位设置。

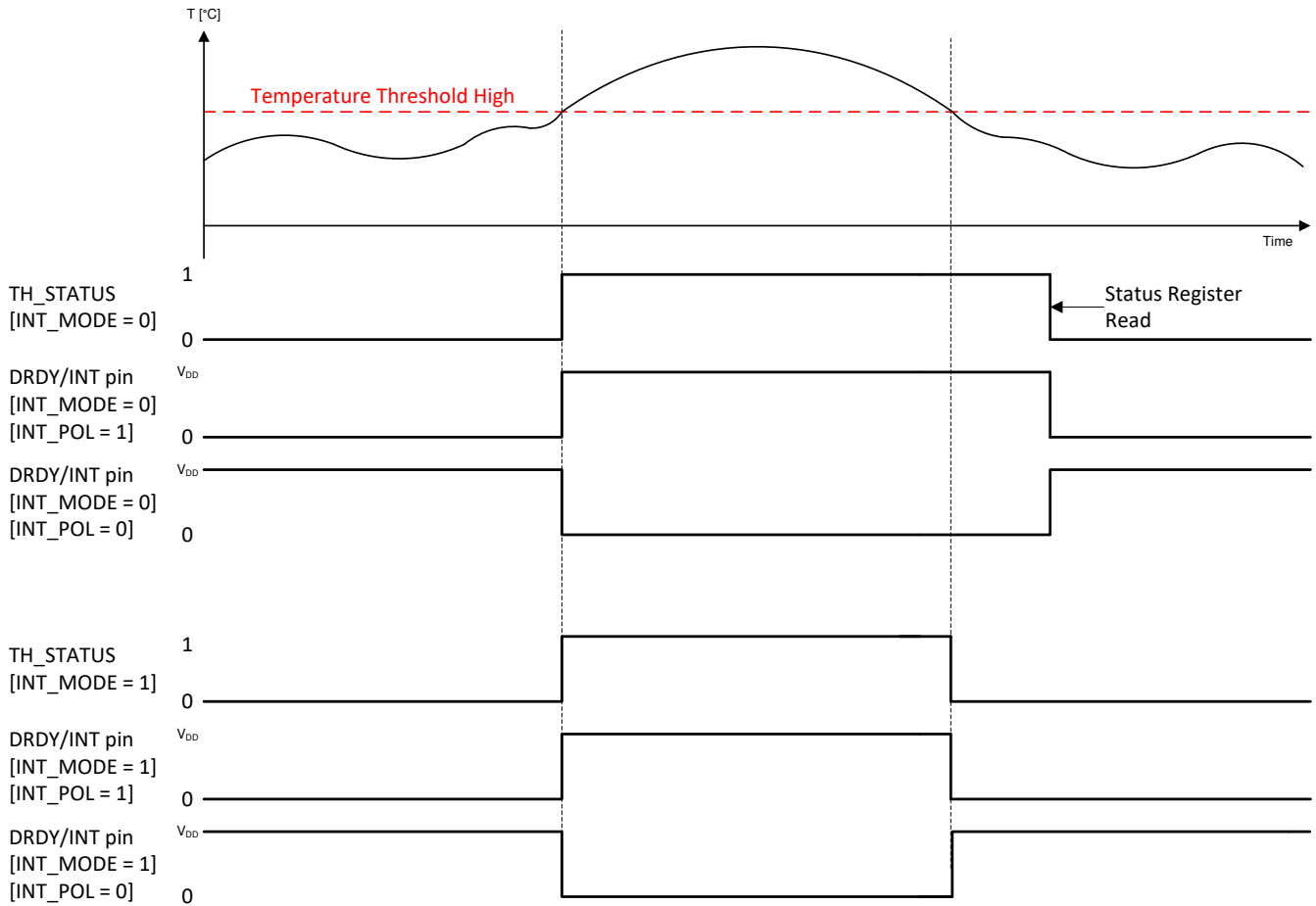


图 7-3. 阈值中断 - 温度高

### 7.3.5.2.2 温度低 (TL)

当在中断配置寄存器 (地址 0x07) 中启用 TL\_ENABLE 并且温度低于存储在温度阈值低寄存器 (地址 0x0C) 中的已编程阈值水平时, 状态寄存器 (地址 0x04) 的 TL\_STATUS 位设置为 1。读取状态寄存器后将清除中断。

TL\_STATUS 位和 DRDY/INT 引脚的极性和中断模式可以通过器件配置寄存器 (地址 0x0E) 的 INT\_POL 和 INT\_MODE 位进行配置。INT\_MODE 位将阈值设置为比较器模式或读取时清除模式。当 INT\_MODE 位设置为 0 时, TL\_STATUS 位保持设置为 1, 直到其被读取。当 INT\_MODE 位设置为 1 时, TL\_STATUS 位状态反映当前温度转换结果。DRDY/INT 引脚的极性由 INT\_POL 位设置。

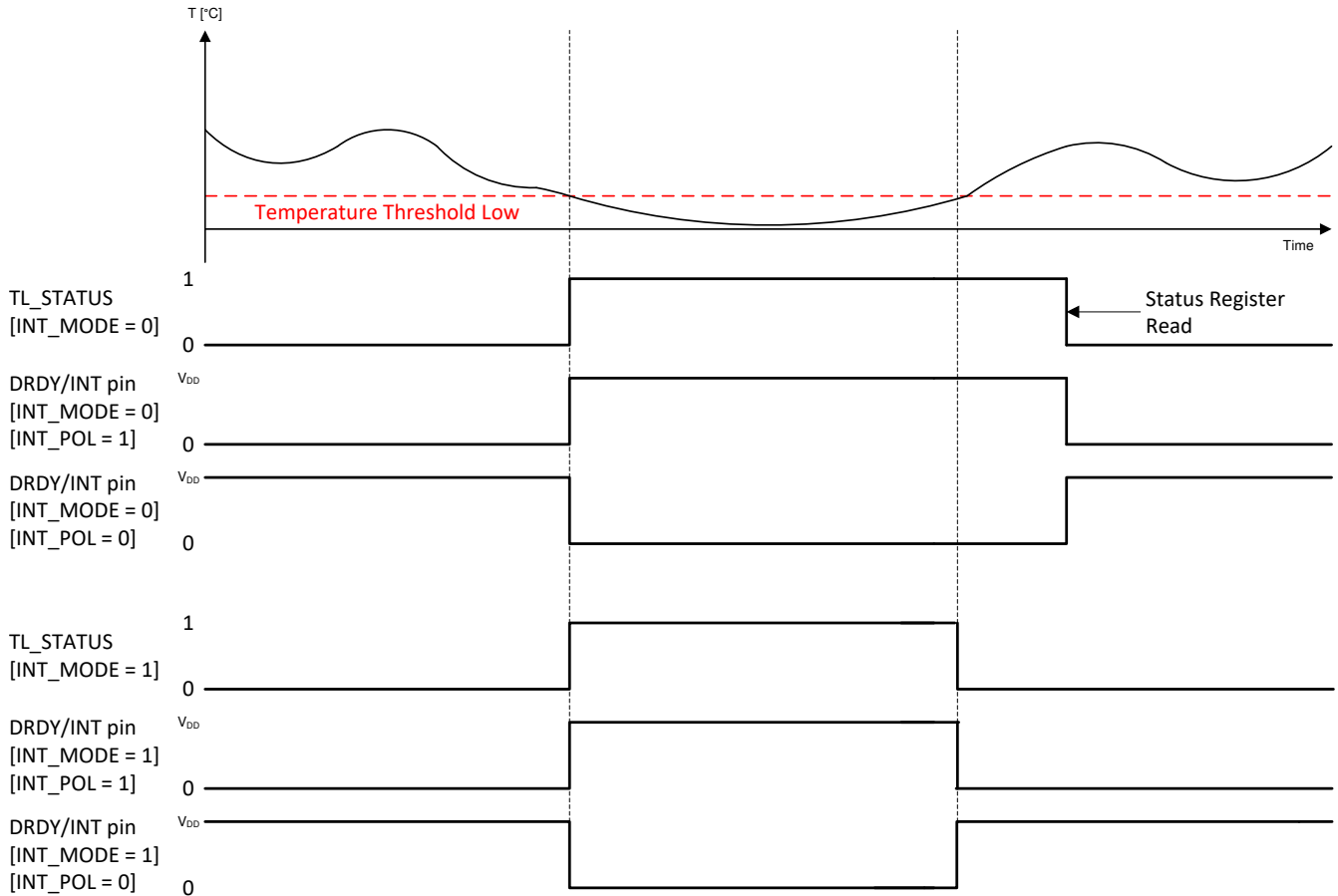


图 7-4. 阈值中断 - 温度低

### 7.3.5.2.3 湿度高 (HH)

当在中断配置寄存器 (地址 0x07) 中启用 HH\_ENABLE 并且湿度低于存储在湿度阈值高寄存器 (地址 0x0D) 中的已编程阈值水平时, 状态寄存器 (地址 0x04) 的 HH\_STATUS 位设置为 1。读取状态寄存器后将清除中断。

HH\_STATUS 位和 DRDY/INT 引脚的极性和中断模式可以通过器件配置寄存器 (地址 0x0E) 的 INT\_POL 和 INT\_MODE 位进行配置。INT\_MODE 位将阈值设置为比较器模式或读取时清除模式。当 INT\_MODE 位设置为 0 时, HH\_STATUS 位保持设置为 1, 直到其被读取。当 INT\_MODE 位设置为 1 时, HH\_STATUS 位状态反映当前湿度转换结果。DRDY/INT 引脚的极性由 INT\_POL 位设置。

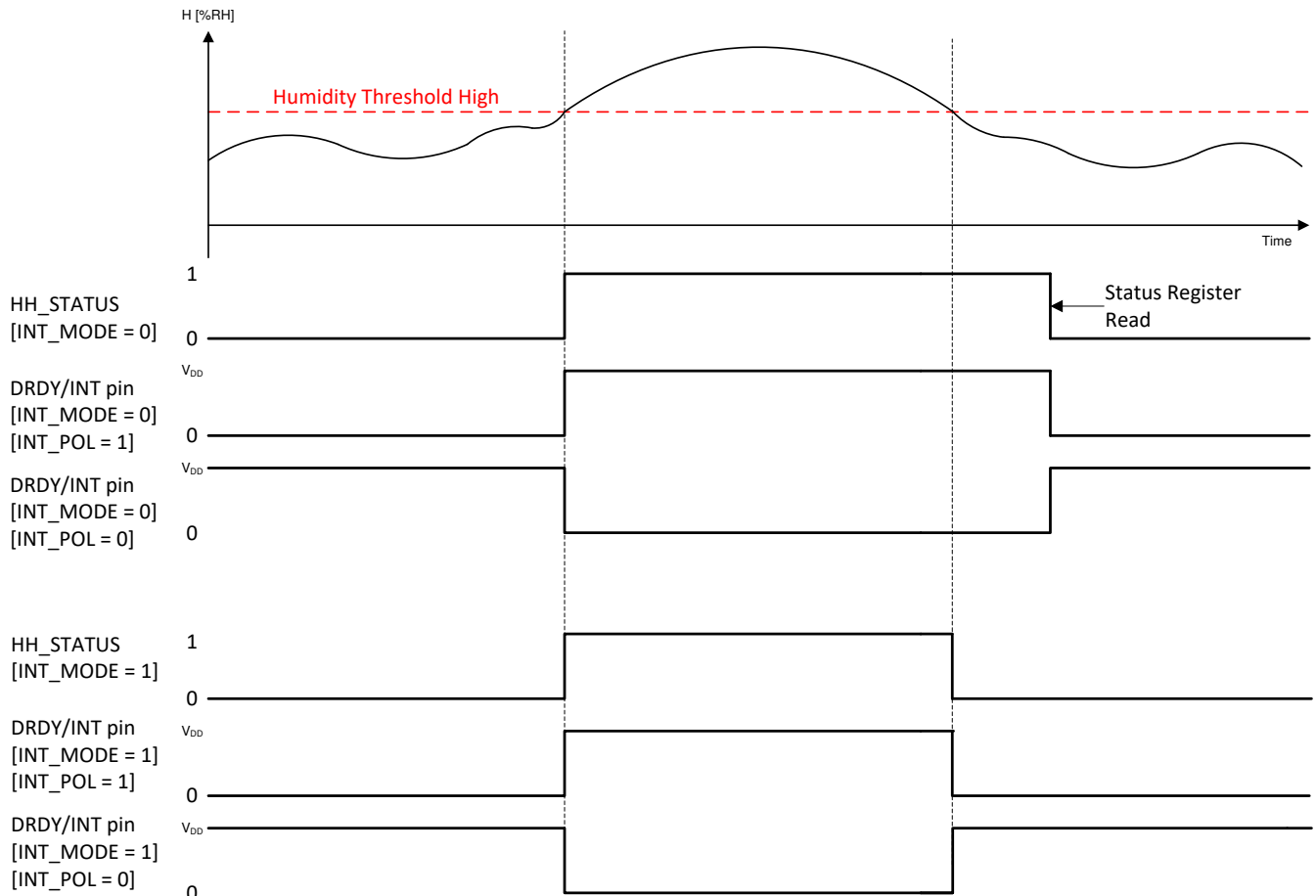


图 7-5. 阈值中断 - 湿度高

#### 7.3.5.2.4 湿度低 (HL)

当中断配置寄存器 (地址 0x07) 中启用 HL\_ENABLE 并且湿度低于存储在湿度阈值高寄存器 (地址 0x0E) 中的已编程阈值水平时, 状态寄存器 (地址 0x04) 的 HL\_STATUS 位设置为 1。读取状态寄存器后将清除中断。

HL\_STATUS 位和 DRDY/INT 引脚的极性和中断模式可以通过器件配置寄存器 (地址 0x0E) 的 INT\_POL 和 INT\_MODE 位进行配置。INT\_MODE 位将阈值设置为比较器模式或读取时清除模式。当 INT\_MODE 位设置为 0 时, HL\_STATUS 位保持设置为 1, 直到其被读取。当 INT\_MODE 位设置为 1 时, HL\_STATUS 位状态反映当前湿度转换结果。DRDY/INT 引脚的极性由 INT\_POL 位设置。

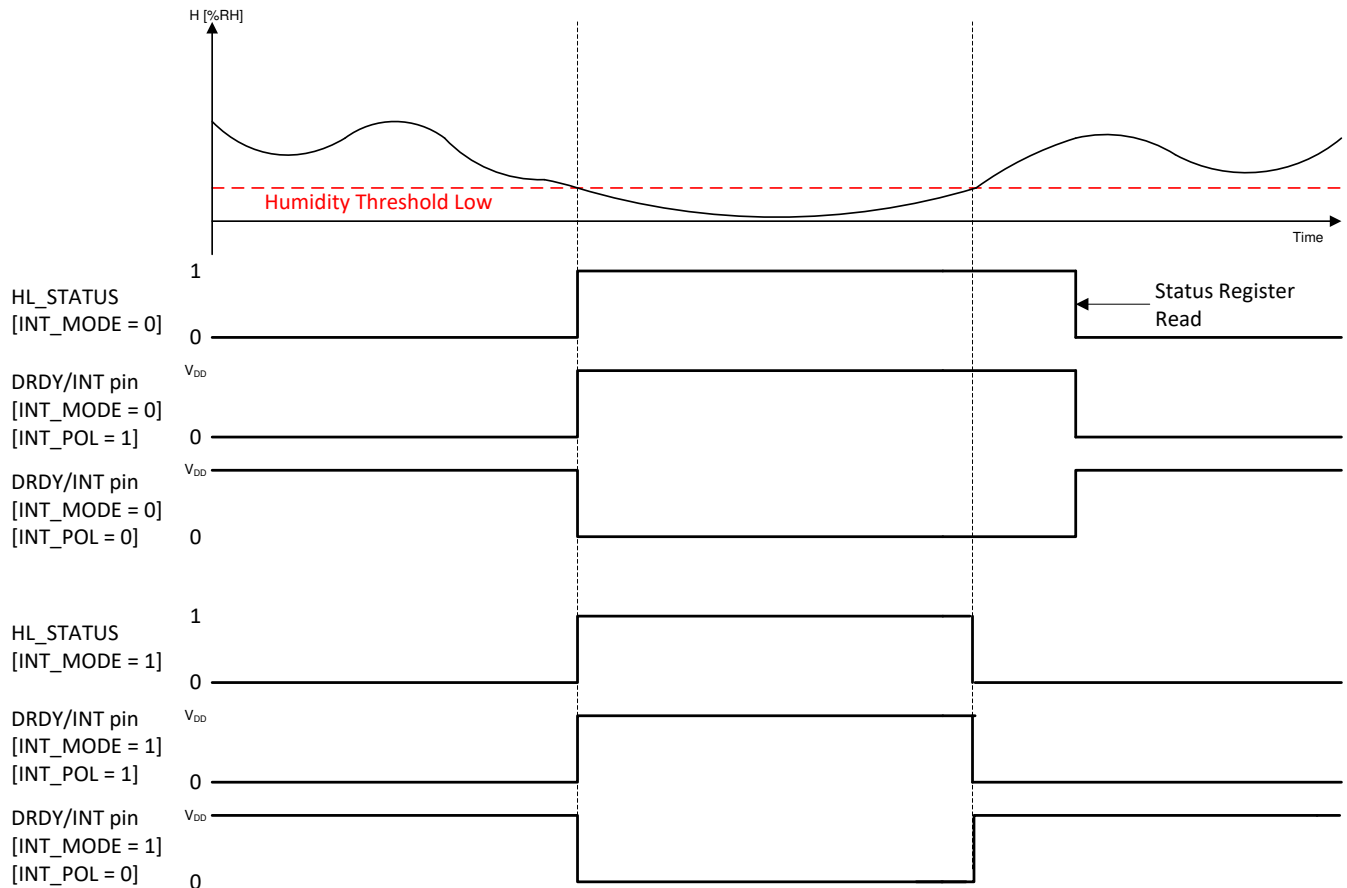


图 7-6. 阈值中断 - 湿度低



## 7.4 器件功能模式

HDC2021 具有两种工作模式：睡眠模式和测量模式。

### 7.4.1 睡眠模式与测量模式

上电后，HDC2021 默认为睡眠模式，并会等待 I<sup>2</sup>C 指令来设置可编程转换时间、触发测量/转换或读取/写入有效数据。触发测量后，HDC2021 会切换到测量模式，以通过内部 ADC 转换来自集成式传感器的温度或湿度值，并将信息存储在各自的数据寄存器中。可以监视 DRDY/INT 引脚以验证完成测量转换后数据是否准备就绪。DRDY/INT 引脚极性和中断模式根据中断配置（地址 0x07）寄存器和器件配置（地址：0x0E）寄存器的配置进行设置。完成转换后，HDC2021 返回睡眠模式。

## 7.5 编程

### 7.5.1 I<sup>2</sup>C 串行总线地址配置

要与 HDC2021 通信，主器件必须首先通过一个从器件地址字节来对从器件寻址。从器件地址字节包括 7 个地址位和 1 个方向位，这个方向位表明是执行读取还是写入操作。HDC2021 具有一个地址引脚 (ADDR)，最多允许在单个总线上对 2 个器件进行寻址。表 7-1 介绍了用于连接最多两个器件的引脚逻辑电平，其中“X”表示读取/写入 (R/W) 位。ADDR 引脚应在接口上发生任何活动之前进行配置，并在器件上电时保持不变。

表 7-1. HDC2021 I<sup>2</sup>C 从器件地址

ADDR	地址
GND 或悬空	1000000X
V <sub>DD</sub>	1000001X

请注意，如果要在嘈杂的环境中使用该器件，建议不要将 ADDR 悬空。

### 7.5.2 I<sup>2</sup>C 接口

HDC2021 仅作为 I<sup>2</sup>C 总线接口上的从器件运行。具有同一地址的 I<sup>2</sup>C 总线上不允许有多个器件。通过 SDA 和 SCL 引脚实现到总线的连接。SDA 和 SCL 引脚特有集成的峰值抑制滤波器和施密特触发器来大大减少输入峰值和总线噪声的影响。上电后，传感器至少需要 3.5ms 才能准备好开始 RH 和温度测量。上电后，器件默认处于睡眠模式，直到进行通信或执行测量。在所有被发送的数据字节中 MSB 被首先发送。

### 7.5.3 读写操作

可以使用指针寄存器通过指针机制访问和修改 HDC2021 的寄存器内容。用户可将寄存器地址写入指针寄存器以访问器件上的特定寄存器。指针寄存器的值是 R/W 位为低电平时在从器件地址字节之后传输的第一个字节（请参阅表 7-2）。对器件的每次写入操作都需要一个指针寄存器值。

从器件进行读取时，通过写入操作存入指针寄存器的最后一个值用于确定在读取操作期间将读取哪个寄存器。若要为读取操作更改寄存器指针，必须在指针寄存器中写入一个新值。用户可发出一个地址字节（R/W 位为低电平）后跟指针寄存器字节，为指针寄存器写入一个新值（请参阅表 7-4）。无需额外的数据。然后，主器件生成一个启动条件并发出从器件地址字节（其中 R/W 位为高电平）来启动读取命令。

该器件还支持多字节写入和多字节读取操作，其中寄存器指针自动递增，直到主器件发出 STOP（对于多字节写入）或 NACK（对于多字节读取）。

请注意，传输的所有数据都首先发送 MSB。针对只读寄存器（如 DEVICE ID 或 MANUFACTURER ID）的写入操作在每个数据字节后返回 NACK。对未使用寄存器的读取或写入操作在指针寄存器字节之后返回 NACK，而器件从地址不正确的读取或写入操作会在器件从地址字节之后返回 NACK。

表 7-2. 写入单字节

主器件	启动	器件从地址 (W) 100000X0		寄存器指针		数据		停止
从器件			ACK		ACK		ACK	

表 7-3. 写入多字节

主器件	启动	器件从地址 (W) 10000X0		寄存器指针		数据		数据		.....	停止
从器件			ACK		ACK		ACK		ACK		

表 7-4. 读取单字节

主器件	启动	器件从地址 (W) 10000X0		寄存器指针		启动	器件从地址 (R) 10000X1				NACK	停止
从器件			ACK		ACK			ACK	数据			

表 7-5. 读取多字节

主器件	启动	器件从地址 (W) 10000X0		寄存器指针		启动	器件从地址 (R) 10000X1			ACK		ACK	.....	NACK	停止
从器件			ACK		ACK			ACK	数据		数据				

## 7.6 寄存器映射

HDC2021 包含用于保留配置信息、温度和湿度测量结果以及状态信息的寄存器。

**表 7-6. 寄存器映射**

地址 (十六进制)	名称	复位值 (十六进制)	说明
0x00	TEMPERATURE LOW	0	温度数据 [7:0]
0x01	TEMPERATURE HIGH	0	温度数据 [15:8]
0x02	HUMIDITY LOW	0	湿度数据 [7:0]
0x03	HUMIDITY HIGH	0	湿度数据 [15:8]
0x04	STATUS	0	DataReady 和阈值状态
0x05	TEMPERATURE MAX	0	最大测量温度 (仅限单次触发模式)
0x06	HUMIDITY MAX	0	最大测量湿度 (仅限单次触发模式)
0x07	INTERRUPT ENABLE	0	中断启用
0x08	TEMP_OFFSET_ADJUST	0	温度偏移调整
0x09	HUM_OFFSET_ADJUST	0	湿度偏移调整
0x0A	TEMP_THR_L	1	温度阈值低
0x0B	TEMP_THR_H	FF	温度阈值高
0x0C	RH_THR_L	0	湿度阈值低
0x0D	RH_THR_H	FF	湿度阈值高
0x0E	DEVICE CONFIGURATION	0	软复位和中断报告配置
0x0F	MEASUREMENT CONFIGURATION	0	器件测量配置
0xFC	MANUFACTURER ID LOW	49	制造商 ID 低位字节
0xFD	MANUFACTURER ID HIGH	54	制造商 ID 高位字节
0xFE	DEVICE ID LOW	D0	器件 ID 低位字节
0xFF	DEVICE ID HIGH	7	器件 ID 高位字节

### 7.6.1 温度低 (地址: 0x00)

表 7-7. 温度低寄存器 (地址 0x00)

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP[7:0]							

表 7-8. 温度低寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	TEMPERATURE [7:0]	R	0	温度数据 - 低位字节

温度数据是一个用于温度低 (地址 0x00) 寄存器和温度高 (地址 0x01) 寄存器的 16 位值。温度低寄存器包含 16 位温度数据的低位字节。

温度可以通过 [方程式 1](#) 根据输出数据计算得出：

$$\text{Temperature (}^{\circ}\text{C)} = \left( \frac{\text{TEMPERATURE [15:0]}}{2^{16}} \right) \times 165 - 40 \quad (1)$$

### 7.6.2 温度高 (地址: 0x01)

表 7-9. 温度高寄存器 (地址 0x01)

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP[15:8]							

表 7-10. 温度高寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[15:8]	TEMPERATURE [15:8]	R	0	温度数据 - 高位字节

温度数据是一个用于温度低 (地址 0x00) 寄存器和温度高 (地址 0x01) 寄存器的 16 位值。温度高寄存器包含 16 位温度数据的高位字节。

温度可以通过 [公式 2](#) 根据输出数据计算得出：

$$\text{Temperature (}^{\circ}\text{C)} = \left( \frac{\text{TEMPERATURE [15:0]}}{2^{16}} \right) \times 165 - 40 \quad (2)$$

### 7.6.3 湿度低 (地址 0x02)

**表 7-11. 湿度低寄存器 (地址 0x02)**

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMIDITY[7:0]							

**表 7-12. 湿度低寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	HUMIDITY [7:0]	R	0	湿度数据 - 低位字节

湿度数据是一个用于湿度低 (地址 0x02) 寄存器和湿度高 (地址 0x03) 寄存器的 16 位值。湿度低寄存器包含 16 位湿度数据的低位字节。

湿度可以通过公式 3 根据输出数据计算得出：

$$\text{Humidity (\%RH)} = \left( \frac{\text{HUMIDITY [15:0]}}{2^{16}} \right) \times 100 \quad (3)$$

### 7.6.4 湿度高 (地址 0x03)

**表 7-13. 湿度高寄存器 (地址 0x03)**

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMIDITY[15:8]							

**表 7-14. 湿度高寄存器字段说明**

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[15:8]	HUMIDITY[15:8]	R	0	湿度数据 - 高位字节

湿度数据是一个用于湿度低 (地址 0x02) 寄存器和湿度高 (地址 0x03) 寄存器的 16 位值。湿度高寄存器包含 16 位湿度数据的高位字节。

湿度可以通过公式 4 根据输出数据计算得出：

$$\text{Humidity (\%RH)} = \left( \frac{\text{HUMIDITY [15:0]}}{2^{16}} \right) \times 100 \quad (4)$$

## 7.6.5 状态 (地址 0x04)

表 7-15. 状态寄存器 (地址 0x04)

7	6	5	4	3	2	1	0
DRDY_STATUS	TH_STATUS	TL_STATUS	HH_STATUS	HL_STATUS	RES	RES	RES

表 7-16. 状态寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
7	DRDY_STATUS	R	0	DataReady 位状态 0 = 数据未就绪 1 = 数据就绪
6	TH_STATUS	R	0	温度阈值高中断状态 0 = 无中断 1 = 中断
5	TL_STATUS	R	0	温度阈值低中断状态 0 = 无中断 1 = 中断
4	HH_STATUS	R	0	湿度阈值高中断状态 0 = 无中断 1 = 中断
3	HL_STATUS	R	0	湿度阈值低中断状态 0 = 无中断 1 = 中断
2	RES		0	保留
1	RES		0	保留
0	RES		0	保留

DRDY\_STATUS 位指示温度和/或湿度转换已完成，其行为由器件配置寄存器 (0x0E) 定义。当读取以下任何寄存器时，该位被清除：温度低 (0x00)、温度高 (0x01)、湿度低 (0x02)、湿度高 (0x03) 和状态 (0x04)。该位在复位时也被清除。

TL\_STATUS 位表示超出温度阈值低值，其行为由器件配置寄存器 (0x0E) 定义。当读取状态寄存器 (0x04) 时，该位被清除。该位在复位时也被清除。

TH\_STATUS 位表示超出温度阈值高值，其行为由 0x0E 配置寄存器值定义。当读取状态寄存器 (0x04) 时，该位被清除。该位在复位时也被清除。

HH\_STATUS 位表示超出湿度阈值高值，其行为由器件配置寄存器 (0x0E) 定义。当读取状态寄存器 (0x04) 时，该位被清除。该位在复位时也被清除。

HL\_STATUS 位表示超出湿度阈值低值，其行为由器件配置寄存器 (0x0E) 定义。当读取状态寄存器 (0x04) 时，该位被清除。该位在复位时也被清除。

### 7.6.6 温度最大值 (地址 : 0x05)

表 7-17. 温度最大值寄存器 (地址 : 0x05)

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMPERATUREMAX[7:0]							

表 7-18. 温度最大值字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	TEMPERATUREMAX[7:0]	R	0	最大温度测量数据 (仅限单次触发模式)

该寄存器实现了温度峰值检测功能。该寄存器存储在上一次复位 (上电复位或软件复位) 后转换的最高温度值。温度可以通过公式 5 根据输出数据计算得出 :

$$\text{Temperature (}^{\circ}\text{C)} = \left( \frac{\text{TEMPERATURE [7:0]}}{2^8} \right) \times 165 - 40 \quad (5)$$

### 7.6.7 湿度最大值 (地址 : 0x06)

表 7-19. 湿度最大值寄存器 (地址 : 0x06)

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMIDITYMAX[7:0]							

表 7-20. 湿度最大值字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	HUMIDITYMAX[7:0]	R	0	最大湿度测量数据 (仅限单次触发模式)

该寄存器实现了湿度峰值检测功能。该寄存器存储在上一次复位 (上电复位或软件复位) 后转换的最高湿度值。湿度可以通过公式 6 根据输出数据计算得出 :

$$\text{Humidity (\%RH)} = \text{HUMIDITYMAX[7:0]} \times \left( \frac{100}{2^8} \right) \quad (6)$$

### 7.6.8 中断启用 ( 地址 : 0x07 )

表 7-21. 中断启用寄存器 ( 地址 : 0x07 )

7	6	5	4	3	2	1	0
DRDY_ENABLE	TH_ENABLE	TL_ENABLE	HH_ENABLE	HL_ENABLE	RES	RES	RES

表 7-22. 中断启用寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 ( 十六进制 )	说明
7	DRDY_ENABLE	R/W	0	DataReady 中断启用 0 = DataReady 中断已禁用 1 = DataReady 中断已启用
6	TH_ENABLE	R/W	0	温度阈值高中断启用 0 = 温度高中断已禁用 1 = 温度高中断已启用
5	TL_ENABLE	R/W	0	温度阈值低中断启用 0 = 温度低中断已禁用 1 = 温度低中断已启用
4	HH_ENABLE	R/W	0	湿度阈值高中断启用 0 = 湿度高中断已禁用 1 = 湿度高中断已启用
3	HL_ENABLE	R/W	0	湿度阈值低中断启用 0 = 湿度低中断已禁用 1 = 湿度低中断已启用
2	RES		0	保留
1	RES		0	保留
0	RES		0	保留

中断启用寄存器根据 DataReady、温度阈值高、温度阈值低、湿度阈值高或湿度阈值低，对 DRDY/INT 引脚启用或禁用中断断言。状态寄存器 ( 地址 0x04 ) 的内容不受该寄存器的影响。

请注意，仅当器件配置寄存器 ( 地址 0x0E ) 的 DRDY/INT\_EN 位设置为 1 时，上述寄存器的设置才会生效。



### 7.6.9 温度偏移调整 (地址 : 0x08)

表 7-23. 温度偏移调整寄存器 (地址 : 0x08)

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_OFFSET_ADJUST [7:0]							

表 7-24. 温度偏移调整寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	TEMP_OFFSET_ADJUST [7:0]	R/W	0	温度偏移调整值。该值加到转换后的温度数据中。

可以通过对温度偏移调整寄存器进行编程来调整报告的温度转换数据。下表总结了寄存器每个位加上或减去的等效偏移值：

7	6	5	4	3	2	1	0
-20.63°C	+10.31°C	+5.16°C	+2.58°C	+1.29°C	+0.64°C	+0.32°C	+0.16°C

该值与转换后的温度值相加以进行偏移调整，如图 7-7 所示。

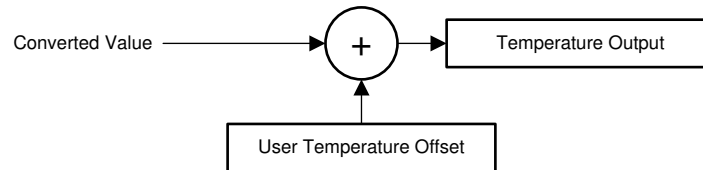


图 7-7. 温度输出计算

由此产生的温度偏移是已启用 (即编程为 1) 的寄存器位的总和。一些示例：

1. 将 TEMP\_OFFSET\_ADJUST 编程为 00000001 会将报告的温度调整 +0.16°C。
2. 将 TEMP\_OFFSET\_ADJUST 编程为 00000111 会将报告的温度调整 +1.12°C。
3. 将 TEMP\_OFFSET\_ADJUST 编程为 00001101 会将报告的温度调整 +2.08°C。
4. 将 TEMP\_OFFSET\_ADJUST 编程为 11111111 会将报告的温度调整 -0.16°C。
5. 将 TEMP\_OFFSET\_ADJUST 编程为 11111001 会将报告的温度调整 -1.12°C。
6. 将 TEMP\_OFFSET\_ADJUST 编程为 11110011 会将报告的温度调整 -2.08°C。

### 7.6.10 湿度偏移调整 (地址 0x09)

表 7-25. 湿度偏移调整寄存器 (地址: 0x09)

7	6	5	4	3	2	1	0
HUM_OFFSET_ADJUST [7:0]							

表 7-26. 湿度偏移调整寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	HUM_OFFSET_ADJUST [7:0]	R/W	0	湿度偏移调整值。该值将加到转换后的湿度数据中。

可以通过对湿度偏移调整寄存器进行编程来调整报告的湿度转换数据。下表总结了寄存器每个位加上或减去的等效偏移值：

7	6	5	4	3	2	1	0
-25%RH	+12.5%RH	+6.3%RH	+3.1%RH	+1.6%RH	+0.8%RH	+0.4%RH	+0.2%RH

该值与转换后的湿度值相加以进行偏移调整，如图 7-8 所示。

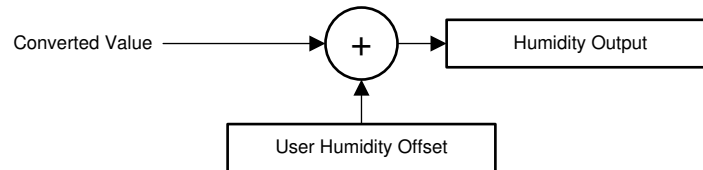


图 7-8. 湿度输出计算

由此产生的湿度偏移是已启用 (即编程为 1) 的寄存器位的总和。一些示例：

1. 将 HUM\_OFFSET\_ADJUST 编程为 00000001 会将报告的湿度调整 +0.20%RH。
2. 将 HUM\_OFFSET\_ADJUST 编程为 00000101 会将报告的湿度调整 +1.00%RH。
3. 将 HUM\_OFFSET\_ADJUST 编程为 00001010 会将报告的湿度调整 +2.00%RH。
4. 将 HUM\_OFFSET\_ADJUST 编程为 11111111 会将报告的湿度调整 -0.10%RH。
5. 将 HUM\_OFFSET\_ADJUST 编程为 11111011 会将报告的湿度调整 -0.90%RH。
6. 将 HUM\_OFFSET\_ADJUST 编程为 11110101 会将报告的湿度调整 -2.10%RH。

### 7.6.11 温度阈值低 (地址 0x0A)

表 7-27. 温度阈值低寄存器 (地址 : 0x0A)

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_THRES_LOW[7:0]							

表 7-28. 温度阈值低字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	TEMP_THRES_LOW[7:0]	R/W	1	温度阈值低值

如果启用了 TL\_ENABLE 中断，则温度阈值低寄存器将配置用于产生中断的温度阈值设置。此阈值可以使用公式 7 计算：

$$\text{Temperature threshold low (}^{\circ}\text{C)} = \left( \frac{\text{TEMP\_THRES\_LOW [7:0]}}{2^8} \right) \times 165 - 40 \quad (7)$$

### 7.6.12 温度阈值高 (地址 0x0B)

表 7-29. 温度阈值高寄存器 (地址 0x0B)

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_THRES_HIGH[7:0]							

表 7-30. 温度阈值高寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	TEMP_THRES_HIGH[7:0]	R/W	FF	温度阈值高值

如果启用了 TH\_ENABLE 中断，则温度阈值高寄存器会配置用于产生中断的温度阈值设置。此阈值可以使用公式 8 计算：

$$\text{Temperature threshold high (}^{\circ}\text{C)} = \left( \frac{\text{TEMP\_THRES\_HIGH [7:0]}}{2^8} \right) \times 165 - 40 \quad (8)$$

### 7.6.13 湿度阈值低 (地址 0x0C)

表 7-31. 湿度阈值低寄存器 (地址 0x0C)

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMI_THRES_LOW[7:0]							

表 7-32. 湿度阈值低寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	HUMI_THRES_LOW[7:0]	R/W	0	湿度阈值低值

如果启用了 HL\_ENABLE 中断，则湿度阈值低寄存器会配置用于产生中断的湿度阈值设置。此阈值可以使用公式 9 计算：

$$\text{Humidity threshold low (\%RH)} = \left( \frac{\text{HUMI\_THRES\_LOW}[7:0]}{2^8} \right) \times 100 \quad (9)$$

### 7.6.14 湿度阈值高 (地址 0x0D)

表 7-33. 湿度阈值高寄存器 (地址 : 0x0D)

7	6	5	4	3	2	1	0
HUMI_THRES_HIGH[7:0]							

表 7-34. 湿度阈值高寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	HUMI_THRES_HIGH[7:0]	R/W	FF	湿度阈值高值

如果启用了 HH\_ENABLE 中断，则湿度阈值高寄存器会配置用于产生中断的湿度阈值设置。此阈值可以使用公式 10 计算：

$$\text{Humidity threshold high (\%RH)} = \left( \frac{\text{HUMI\_THRES\_HIGH}[7:0]}{2^8} \right) \times 100 \quad (10)$$

7.6.15 器件配置 (地址 : 0x0E )

表 7-35. 器件配置寄存器 (地址 : 0x0E )

7	6	5	4	3	2	1	0
SOFT_RES	CC[2:0]			HEAT_EN	DRDY/INT_EN	INT_POL	INT_MODE

表 7-36. 器件配置寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
7	SOFT_RES	R/W	0	0 = 正常运行 1 = 触发软复位。该位在复位后自行清除。
[6:4]	CC[2:0]	R/W	0	将测量模式配置为单次触发或连续转换。这些位还允许在连续转换模式下对采样频率进行编程。 000 = 已禁用连续转换 (单次触发模式) 001 = 1/120Hz (每 2 分钟 1 个样本) 010 = 1/60Hz (每分钟 1 个样本) 011 = 0.1Hz (每 10 秒 1 个样本) 100 = 0.2Hz (每 5 秒 1 个样本) 101 = 1Hz (每秒 1 个样本) 110 = 2Hz (每秒 2 个样本) 111 = 5Hz (每秒 5 个样本)
3	HEAT_EN	R/W	0	0 = 加热器关闭 1 = 加热器开启
2	DRDY/INT_EN	R/W	0	DRDY/INT_EN 引脚配置 0 = 高阻抗 1 = 启用
1	INT_POL	R/W	0	中断极性 0 = 低电平有效 1 = 高电平有效
0	INT_MODE	R/W	0	中断模式 0 = 读取时清除模式 1 = 比较器模式

### 7.6.16 测量配置 (地址 : 0x0F)

表 7-37. 测量配置寄存器 (地址 : 0x0F)

7	6	5	4	3	2	1	0
TACC[1:0]		HACC[1:0]		RES	MEAS_CONF[1:0]		MEAS_TRIG

表 7-38. 测量配置寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
7:6	TACC[1:0]	R/W	0	温度精度选项： 00 : 14 位 01 : 11 位 10 : 9 位 11 : 不适用
5:4	HACC[1:0]	R/W	0	湿度精度选项： 00 : 14 位 01 : 11 位 10 : 9 位 11 : 不适用
3	RES	R/W	0	保留
2:1	MEAS_CONF[1:0]	R/W	0	测量配置： 00 : 湿度 + 温度 01 : 仅温度 10 : 不适用 11 : 不适用
0	MEAS_TRIG	R/W	0	测量触发： 0 : 无操作 1 : 开始测量 将该位设置为 1，以在单次触发模式下启动单次测量，或在连续转换模式下启动连续测量。测量开始后，该位会自行清零。

### 7.6.17 制造商 ID 低 (地址 : FC)

表 7-39. 制造商 ID 低寄存器 (地址 : FC)

7	6	5	4	3	2	1	0
MANUFACTURER ID[7:0]							

表 7-40. 制造商 ID 低字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	MANUFACTURER ID[7:0]	R	49	制造商 ID - 低位字节值

制造商 ID 低寄存器和制造商 ID 高寄存器包含一个工厂可编程的标识值，用于将该器件标识为由德州仪器 (TI) 制造。制造商 ID 有助于将器件与同一 I2C 总线上的其他器件区分开来。制造商 ID 读取为 0x5449 并用于两个寄存器。

### 7.6.18 制造商 ID 高 (地址 : FD )

表 7-41. 制造商 ID 高寄存器 (地址 : FD )

7	6	5	4	3	2	1	0
MANUFACTURER ID[15:8]							

表 7-42. 制造商 ID 高寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	MANUFACTURER ID[15:8]	R	54	制造商 ID - 高位字节值

制造商 ID 低寄存器和制造商 ID 高寄存器包含一个工厂可编程的标识值，用于将该器件标识为由德州仪器 (TI) 制造。制造商 ID 有助于将器件与同一 I2C 总线上的其他器件区分开来。制造商 ID 读取为 0x5449 并用于两个寄存器。

### 7.6.19 器件 ID 低 (地址 : FE )

表 7-43. 器件 ID 低寄存器 (地址 : FE )

7	6	5	4	3	2	1	0
DEVICE ID[7:0]							

表 7-44. 器件 ID 低寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	DEVICE ID [7:0]	R	D0	器件 ID - 低位字节值

器件 ID 低寄存器和器件 ID 高寄存器包含一个工厂可编程的标识值，用于将该器件标识为 HDC2021。器件 ID 将此器件与同一 I2C 总线上的其他器件区分开来。HDC2021 的器件 ID 为 0x07D0。

### 7.6.20 器件 ID 高 (地址 : FF )

表 7-45. 器件 ID 高寄存器 (地址 : FF )

7	6	5	4	3	2	1	0
DEVICE ID[15:8]							

表 7-46. 器件 ID 高寄存器字段说明

位	字段	类型	复位 (十六进制)	说明
[7:0]	DEVICE ID [15:8]	R	7	器件 ID - 高位字节值

器件 ID 低寄存器和器件 ID 高寄存器包含一个工厂可编程的标识值，用于将该器件标识为 HDC2021。器件 ID 将此器件与同一 I2C 总线上的其他器件区分开来。HDC2021 的器件 ID 为 0x07D0。

## 8 应用和实现

### 备注

以下应用部分的信息不属于 TI 组件规范，TI 不担保其准确性和完整性。客户应负责确定 TI 组件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

### 8.1 应用信息

HVAC 系统恒温器控制由环境传感器和微控制器构成。微控制器从湿度和温度传感器获取数据并控制加热和冷却系统。然后将收集到的数据显示在可由微控制器轻松控制的显示器上。基于来自湿度和温度传感器的数据，加热和冷却系统将环境保持在客户定义的优选条件下。

### 8.2 典型应用

在电池供电型 HVAC 系统恒温器中，选择元件的关键参数之一是功耗。HDC2021 的电流消耗为 550nA（相对湿度和温度测量超过 1 秒的平均消耗），与 MSP430 结合使用，代表了工程师可获得低功耗以延长电池寿命的一种方式。电池供电型恒温器的系统方框图如图 8-1 所示。

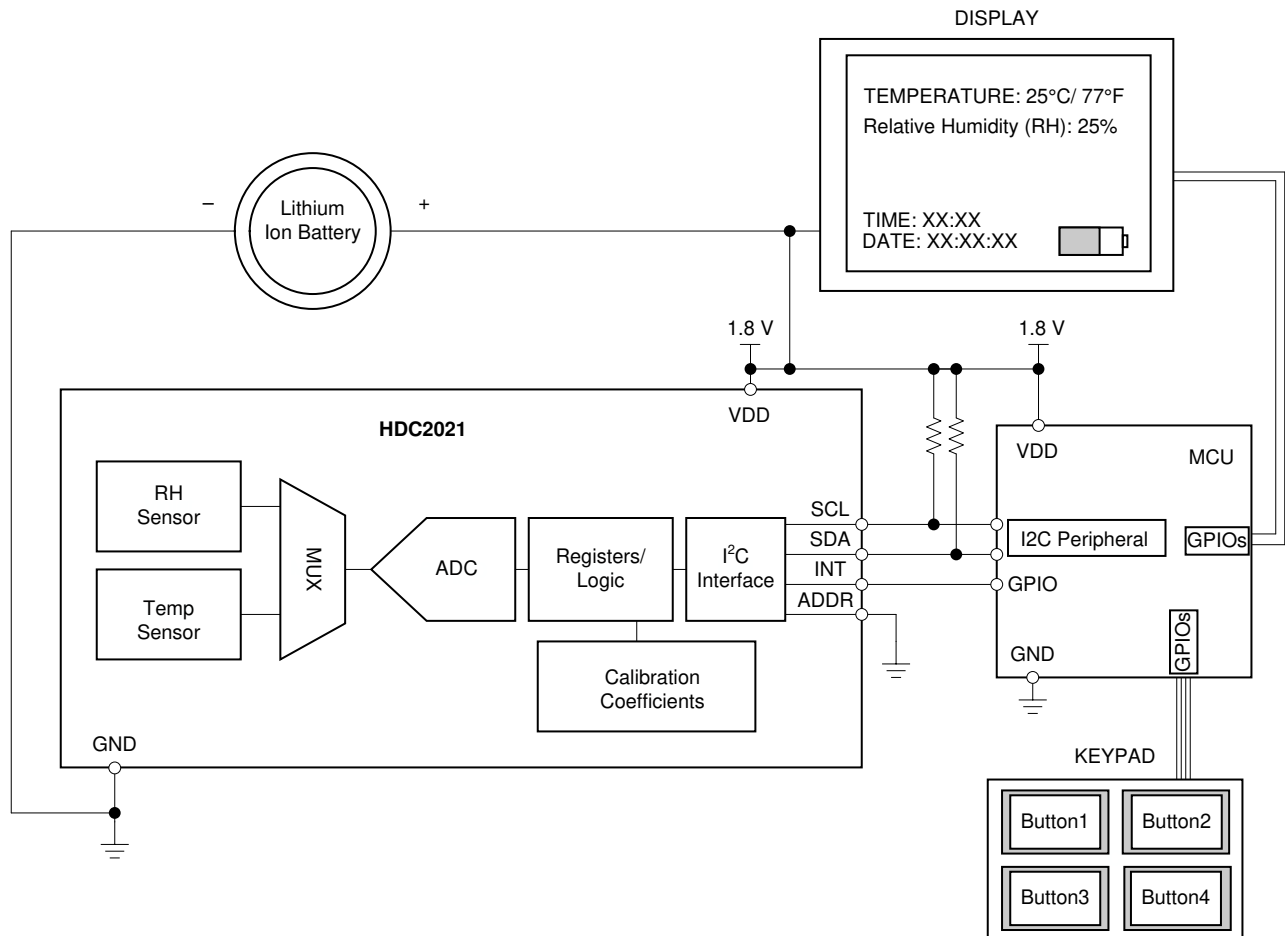


图 8-1. HVAC 典型应用原理图

#### 8.2.1 设计要求

为提高测量精度，TI 建议将 HDC2021 与有源电路、电池、显示器和电阻元件形式的所有热源隔离开来。如果设计空间有限，器件周围的切口或包含小沟槽有助于尽可能减少从 PCB 热源到 HDC2021 的热传递。为避免 HDC2021 自发热，TI 建议将器件配置为 1Hz (1sps) 的最大采样率。



### 8.2.2 详细设计过程

当根据图 8-1 所示的原理图创建电路板布局布线时，可以使用小型电路板。相对湿度和温度测量的精度取决于传感器精度和传感系统的设置。HDC2021 在当时环境中对相对湿度和温度进行采样，因此传感器自身条件与受监测环境相匹配非常重要。即使在静态条件下，也可以使用恒温器的物理盖上的一个或多个开口来获得良好的气流。请参阅 PCB 布局 (图 10-1)，该布局可更大限度地减少 HDC2021 区域中 PCB 的热质量，从而提高测量响应时间和精度。

### 8.2.3 应用曲线

这些结果是在  $T_A = 30^\circ\text{C}$  时使用扫描 RH% 的湿度室获得的。使用的扫描次序为 20% > 30% > 40% > 50% > 60% > 70% > 60% > 50% > 40% > 30% > 20%。每个 RH% 设定点保持 20 分钟。

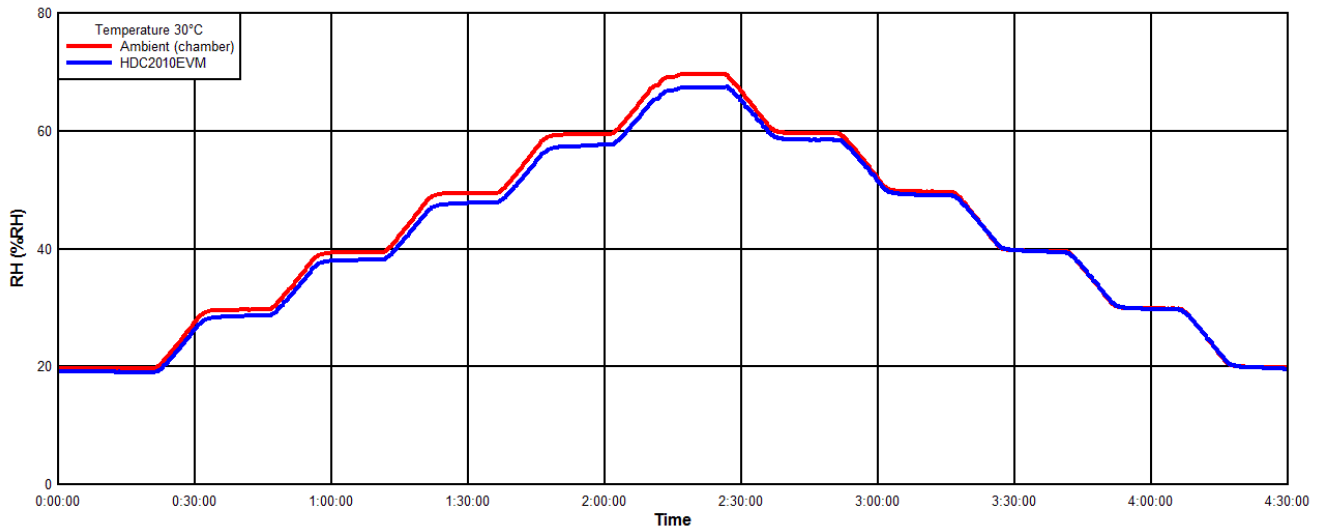


图 8-2. 湿度室和 HDC2021 的 RH% 读数与时间的关系

## 9 电源相关建议

HDC2021 需要 1.62V 和 3.6V 之间的电压电源。TI 建议在  $V_{DD}$  和靠近器件的 GND 引脚之间使用 0.1 $\mu$ F 的多层陶瓷旁路 X7R 电容器。

## 10 布局

### 10.1 布局指南

HDC2021 的相对湿度感应元件位于封装的顶部。

TI 建议用户消除器件下方的铜层 ( GND、 $V_{DD}$  )，并在 PCB 中的器件周围制作插槽，以增强 HDC2021 的热隔离。为确保温度传感器性能，TI 强烈建议用户遵循 [机械、封装和可订购信息](#) 部分中所述的焊盘图案、阻焊层和焊膏示例。

#### 10.1.1 HDC2021 存储和 PCB 组装指南

##### 10.1.1.1 存储和处理

与所有湿度传感器一样，HDC2021 必须遵循与标准半导体器件不同的处理和存储特殊指南。应避免长时间暴露于紫外线和可见光，或长时间暴露于化学蒸汽，因为这可能会影响 RH% 精度。此外，应保护器件免受制造、运输、操作和封装材料 ( 即胶带、贴纸、气泡箔 ) 产生的释气溶剂蒸汽的影响。有关更多详细信息，请参阅 [湿度传感器：存储和处理指南](#) (SNIA025)。

##### 10.1.1.2 回流焊

对于 PCB 组装，可以使用标准回流焊炉。HDC2021 使用标准焊接规范 IPC/JEDEC J-STD-020，峰值温度为 260°C。焊接 HDC2021 时，必须使用 *免清洗* 焊膏，并且在组装过程中不得将焊膏暴露在水或溶剂冲洗中，因为这些污染物可能会影响传感器精度。回流焊后，预计传感器通常会输出相对湿度的变化，一旦剥掉了聚酰亚胺胶带，传感器就暴露在典型的室内环境条件下，相对湿度的变化会随时间推移而降低。这些条件包括在室温下持续数天的 30-40% RH。遵循此再水合程序可使聚合物在回流焊后正确沉降并恢复到校准的 RH 精度。

##### 10.1.1.3 返工

HDC2021 的聚酰亚胺胶带可承受至少三个标准回流焊过程。在去除胶带的情况下，TI 建议将 HDC2021 限制为单次 IR 回流焊而不进行返工，但如果满足以下准则，则可以进行第二次回流焊：

- 暴露的聚合物 ( 湿度传感器 ) 保持清洁和完好无损。
- 使用免清洗焊膏，工艺不接触任何液体，如水或溶剂。
- 峰值焊接温度不超过 260°C。

##### 10.1.1.4 高温度和湿度暴露

超出推荐的工作条件长时间暴露可能会暂时使 RH 输出偏移。建议的湿度工作范围为 20% 至 80% RH ( 非凝结 )，温度范围为 0°C 至 60°C。在超出这些范围的情况下长时间运行可能会使传感器读数发生变化，恢复速度很慢。

##### 10.1.1.5 烘烤/再水合程序

长时间暴露在极端条件或严重污染情况下可能会影响传感器性能。如果从污染物中观察到持续性偏移，建议采用以下程序来恢复或减少在传感器性能中观察到的误差：

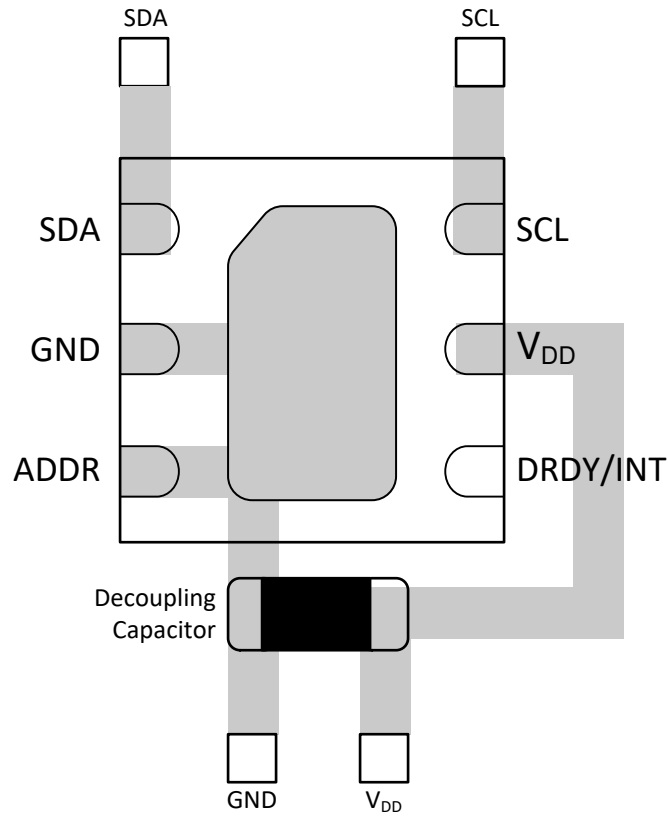
1. 烘烤：100°C，小于 5%RH，5-10 小时
2. 再水合：20°C 至 30°C，60%RH 至 75%RH，6 至 12 小时

### 10.2 布局示例

该器件旁边的唯一元件是电源去耦电容器。相对湿度取决于温度，因此 HDC2021 的位置应远离电路板上的热点，例如电池、显示器或微控制器。器件周围的插槽可用于减少热质量，以便更快地响应环境变化。

器件封装具有可焊接到 PCB 上的散热焊盘。散热焊盘可悬空或连接至地。向散热焊盘施加除地以外的其他电压可能会导致器件永久损坏。如果用户打算在器件中使用集成式加热器，建议不要将散热焊盘焊接到 PCB，从而实现更快的加热响应。

下图显示了器件在单层 PCB 板上的示例布局，其中没有过孔且 ADDR 引脚接地。



如果使用集成式加热器，TI 建议不要将散热焊盘焊接到 PCB，从而实现更快的加热响应。

图 10-1. HDC2021 PCB 布局示例

## 11 器件和文档支持

### 11.1 文档支持

#### 11.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI) , [湿度传感器：存储和处理指南应用报告 \(SNIA025\)](#)
- 德州仪器 (TI) , [优化湿度传感器的布局和布线应用报告 \(SNAA297\)](#)

### 11.2 Receiving Notification of Documentation Updates

To receive notification of documentation updates, navigate to the device product folder on [ti.com](#). Click on *Subscribe to updates* to register and receive a weekly digest of any product information that has changed. For change details, review the revision history included in any revised document.

### 11.3 Support Resources

[TI E2E™ support forums](#) are an engineer's go-to source for fast, verified answers and design help — straight from the experts. Search existing answers or ask your own question to get the quick design help you need.

Linked content is provided "AS IS" by the respective contributors. They do not constitute TI specifications and do not necessarily reflect TI's views; see TI's [Terms of Use](#).

### 11.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

### 11.5 Electrostatic Discharge Caution



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

### 11.6 Glossary

[TI Glossary](#) This glossary lists and explains terms, acronyms, and definitions.

## 12 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

**PACKAGING INFORMATION**

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
HDC2021DEBR	ACTIVE	WSON	DEB	6	3000	RoHS & Green	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125		<a href="#">Samples</a>
HDC2021DEBT	ACTIVE	WSON	DEB	6	250	RoHS & Green	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125		<a href="#">Samples</a>

(1) The marketing status values are defined as follows:

**ACTIVE:** Product device recommended for new designs.

**LIFEBUY:** TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

**NRND:** Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

**PREVIEW:** Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

**OBSOLETE:** TI has discontinued the production of the device.

(2) **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

**RoHS Exempt:** TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

**Green:** TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

(3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

(4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

(6) Lead finish/Ball material - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

**Important Information and Disclaimer:**The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.



**TAPE AND REEL INFORMATION**

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
HDC2021DEBR	WSO	DEB	6	3000	330.0	12.4	3.3	3.3	1.25	8.0	12.0	Q2
HDC2021DEBT	WSO	DEB	6	250	180.0	12.4	3.3	3.3	1.25	8.0	12.0	Q2



**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
HDC2021DEBR	WSON	DEB	6	3000	356.0	338.0	48.0
HDC2021DEBT	WSON	DEB	6	250	193.0	193.0	70.0



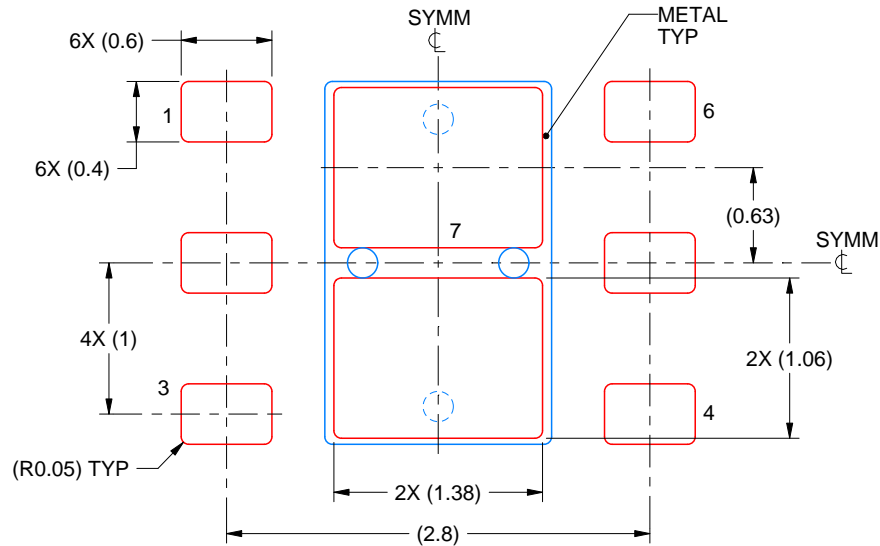


# EXAMPLE STENCIL DESIGN

DEB0006A

WSON - 0.92 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 7:  
81% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:20X

4224371/D 01/2020

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司