HDC3120-Q1 汽车高精度（0.5%RH，0.2°C）模拟湿度和温度传感器，具有低长期漂移（0.19%RH/年）和 4 秒 RH% 响应时间

1 特性

- 相对湿度 (RH) 传感器：
  - 工作范围：0% 至 100%RH
  - 精度：±0.5%RH（典型值）
  - 长期漂移：0.19%RH/年
  - 使用成比例模拟输出表示 RH
- 温度传感器:
  - 工作范围：-40°C 至 125°C
  - 精度：典型值 ±0.2°C
  - 使用成比例模拟输出表示温度
- NIST 可追溯性：相对湿度和温度
- 输出短路保护
- 用于偏移校准的集成式复位引脚
- 集成式加热器
- 低功耗：230µA 典型工作电流
- 电源电压：1.62V 至 5.50V

2 应用

- 汽车：
  - ADAS 系统
  - 汽车摄像头
  - 汽车激光雷达模块
  - 电子助力转向系统

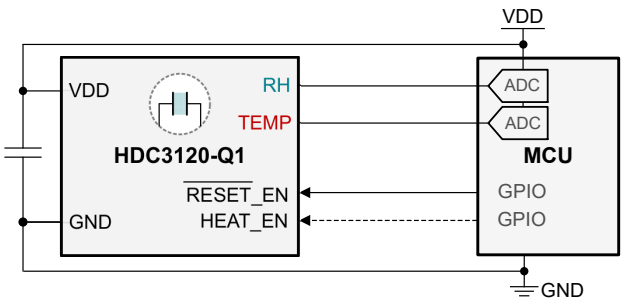


图 2-1. 典型应用

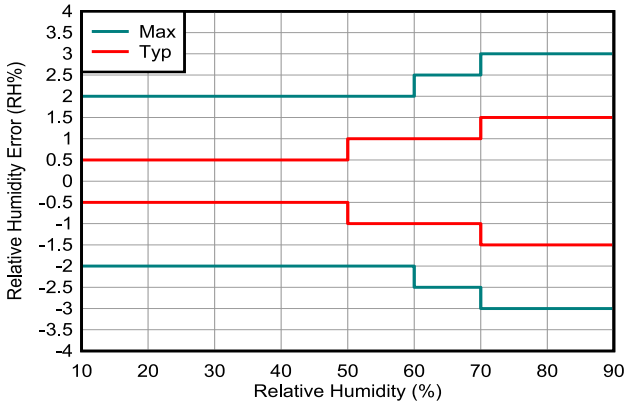
3 说明

HDC3120-Q1 是一款基于电容的集成式相对湿度 (RH) 和温度传感器，其相对湿度和温度传感器结果以比例式模拟输出的形式表示。对于需要通过线缆传输信号的应用或其他涉及信号传输距离的应用场景，信号到模拟域的转换提供了一种稳健的解决方案。该器件能够在宽电源电压范围（1.62V 至 5.5V）内提供高测量精度并实现低功耗，同时保持小于 0.19%/年的长期漂移。HDC3120-Q1 采用紧凑型 2.5mm × 2.5mm × 0.8mm WSON 8 引脚封装。温度传感器和湿度传感器在量产阶段均经过 100% 测试和校准，可通过 NIST 进行追溯，且使用经 ISO/IEC 17025 标准校准的设备进行了验证。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
HDC3120-Q1	WSON (8)	2.50mm × 2.50mm × 0.75mm

(1) 有关更多信息，请参阅节 11。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



相对湿度 (%RH) 精度

ADVANCE INFORMATION

本资源的原文使用英文撰写。 为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。 为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

ADVANCE INFORMATION

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 器件比较.....3
5 引脚配置和功能.....4
6 规格.....5
6.1 绝对最大额定值.....5
6.2 ESD 等级.....5
6.3 建议运行条件.....5
6.4 热性能信息.....5
6.5 电气特性.....6
6.6 典型特性.....9
7 详细说明.....13
7.1 概述.....13
7.2 功能方框图.....13
7.3 特性说明.....13
7.4 器件功能模式.....19
8 应用和实施.....21
8.1 应用信息.....21
8.2 典型应用.....21
8.3 电源相关建议.....23
8.4 布局.....24
8.5 存储和 PCB 组装.....25
9 器件和文档支持.....28
9.1 文档支持.....28
9.2 接收文档更新通知.....28
9.3 支持资源.....28
9.4 商标.....28
9.5 静电放电警告.....28
9.6 术语表.....28
10 修订历史记录.....28
11 机械、封装和可订购信息.....28
11.1 封装选项附录.....32
11.2 卷带包装信息.....33

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 器件比较

表 4-1. TI 湿度器件比较

	HDC302x	HDC312x	HDC2010	HDC2080
接口；地址计数	I2C，4	比例式模拟；不适用	I2C，2	
工作温度(°C)	-40 至 125	-40 至 125	-40 至 125	-40 至 125
电源电压 (V)	1.62 至 5.5		1.62 至 3.6	
RH 精度 （典型值/最大值）(%RH)	±0.5/±2.0 (10%-50% RH) ±1.0/±2.0 (10%-70% RH) ±1.0/±2.5 (10%-80% RH) ±1.5/±3.0 (10%-90% RH)	±0.5/±2.0 (10%-50% RH) ±1.0/±2.0 (50%-60% RH) ±1.0/±2.5 (60%-70% RH) ±1.5/±3.0 (70%-90% RH)	±2.0/±3.0 (20%-80% RH)	
RH 可重复性 （%，典型值）	±0.02	±0.02	±0.1，14 位分辨率	
RH 长期漂移 （%/年，典型值）	±0.19	±0.19	±0.25	
RH 响应时间 （秒，典型值）	4	4	8	
温度精度 （典型值/最大值）(°C)	±0.1 / ±0.2 (0°C - 50°C) ±0.1 / ±0.3 (-40°C - 100°C) ±0.1 / ±0.4 (-40°C - 125°C)	±0.2 / ±0.6 (-20°C - 100°C) ±0.3 / ±0.7 (-40°C - 125°C)	±0.2/±0.4 (15°C – 45°C) ±0.2 / ±0.7 (5°C - 60°C)	±0.2/±0.4 (10°C – 35°C) ±0.2 / ±0.7 (5°C - 60°C)
睡眠电流（μA，典型值）	0.4 （按需触发） 0.55 （自动测量）	65（禁用模式）	0.05	
工作电流 （μA，典型值）	99	230	650	
平均 I_{DD} （1Hz 时的典型值）	0.7 （按需触发） 0.9 （自动测量）	不适用	0.55	
NIST 可追溯性	是	是（联系德州仪器 (TI)）	否	
保护选项	HDC3021 （保护胶带） HDC3022 （IP67 滤波器）	否	否	HDC2021 （保护胶带） HDC2022 （IP67 滤波器）
集成式加热器	是	是	是	
封装尺寸 (mm^3)	2.5 × 2.5 × 0.8	2.5 × 2.5 × 0.8	1.5 × 1.5 × 0.675	3 × 3 × 0.8

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

5 引脚配置和功能

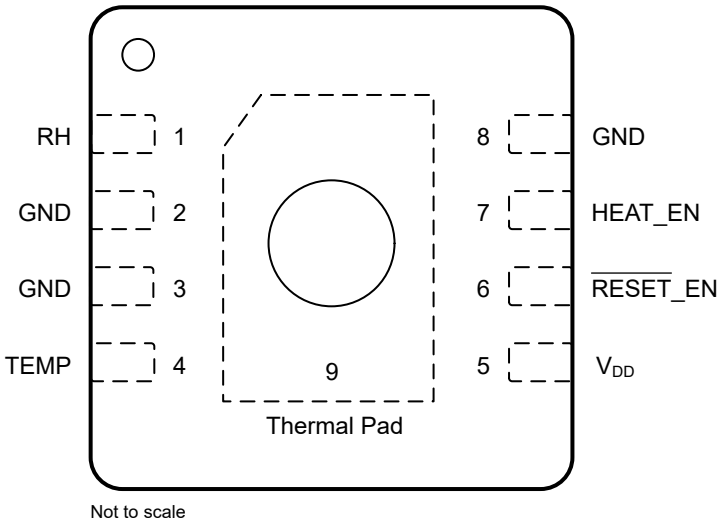


图 5-1. DEF 封装 8 引脚 WSON 透明俯视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型[(1)]	说明
名称	编号		
RH	1	O	提供表示相对湿度 (RH%) 的比例式模拟输出电压。相关详细信息，请参阅 节 7.3.3.1。
GND	2、3、8	G	接地/VSS。将所有 GND 引脚接地，以确保稳定运行。
TEMP	4	O	提供表示温度的比例式模拟输出电压。相关详细信息，请参阅 节 7.3.3.2。
V_{DD}	5	P	电源电压（1.62V 至 5.50V）
RESET_EN	6	I	当被拉至低电平的时间至少为 1μs 时，驱动器件进入复位/禁用模式。该器件包含一个到 V_{DD} 的 51kΩ 内部上拉电阻。如果未使用，请将该引脚保持悬空状态，将引脚直接连接至 V_{DD}，或使用外部上拉电阻连接至 V_{DD}。相关详细信息，请参阅 节 7.3.2。
HEAT_EN	7	O	置为高电平时，激活片上加热器。让该引脚处于悬空状态，可能导致加热器间歇性导通。如果不使用片上加热器，则连接至 GND。相关详细信息，请参阅 节 7.4.1。
散热焊盘	9	G	在内部连接到 GND。根据系统要求，该引脚可保持已焊接状态，也可保持未焊接状态。为保证机械稳定性，不需要进行焊接。让散热焊盘保持未焊接状态，能够增大结至电路板的热阻，有助于对器件与 PCB 之间的非必要热传导进行管理。如果散热焊盘处于已焊接状态，则散热焊盘必须保持悬空状态或连接至 GND。

(1) P=电源，G=接地，I=输入，O=输出

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

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）[(1)]

		最小值	最大值	单位
V_{DD}	对 V_{DD} 引脚施加了电压	-0.3	6.0	V
$\overline{RESET}$_EN、HEAT_EN	对 $\overline{RESET}$_EN 和 HEAT_EN 引脚施加了电压	-0.3	V_{DD} + 0.3	V
V_{RH}	RH 引脚上的电压	-0.3	V_{DD} + 0.3	V
V_{TEMP}	TEMP 引脚上的电压	-0.3	V_{DD} + 0.3	V
T_J	结温	-55	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出“建议运行条件”但在“绝对最大额定值”范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

6.2 ESD 等级

				值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 AEC Q100-002 标准[(1)]		±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 AEC Q100-011 标准		±750	

(1) AEC Q100-002 指示必须按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

6.3 建议运行条件

参数		最小值	最大值	单位
V_{DD}	电源电压	1.62	5.5	V
T_{TEMP}	温度传感器 - 自然通风工作温度范围	-40	125	°C
T_{RH}	相对湿度传感器 - 自然通风工作温度范围 [(1)]	-20	80	°C
T_{HEATER}	用于冷凝水去除的集成式加热器 - 自然通风工作温度范围	-45	60	°C
RH_{OR}	相对湿度传感器工作范围（非冷凝）[(1)]	0	100	%RH

(1) 在非建议的温度运行条件下长时间运行，和/或在 >80% RH 且温度处于较高建议工作范围内的情况下长时间运行，会导致传感器读数发生变化，恢复速度很慢。请注意，由于可能会结霜，在小于 0℃ 的条件下测量相对湿度时要小心。有关更多详细信息，请参阅“暴露于高温和高湿度条件下”。

6.4 热性能信息

热指标[(1)]		HDC3120-Q1 DEF (WSON) 8 引脚				单位
		散热焊盘已焊接		散热焊盘未焊接		
		加热器开启	加热器关闭	加热器开启	加热器关闭	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	待定	待定	待定	84.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻[(2)]	待定	待定	待定	不适用	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	待定	待定	待定	52	°C/W
Ψ_{JT}	结到顶部的表征参数[(2)]	待定	待定	待定	不适用	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	待定	待定	待定	51.7	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	待定	待定	待定	30.4	°C/W
M_T	热质量	待定	待定	待定	待定	mJ/℃

(1) 有关新旧热性能指标的更多信息，请参阅*半导体和 IC 封装热性能指标*应用手册。
(2) JEDEC 标准 JESD51-X 规定了在封装顶部表面的中心位置进行的这个测量。由于空腔开口位于中心位置，此测量不适用。

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

6.5 电气特性

T_A = -40°C 至 125°C，V_{DD} = 1.62V 至 5.5V，OUT_{RL} = 50kΩ（除非另有说明），典型规格为 T_A = 25°C，V_{DD} = 3.3V（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
相对湿度传感器						
RH_{RANGE}	RH 工作范围		0		100	%RH
RH_{ACC}	RH 精度[1] [2]	T_A = 25°C；10% 至 50% RH		±0.5	±2.0	%RH
		T_A = 25°C；50% 至 60% RH		±1.0	±2.0	
		T_A = 25°C；60% 至 70% RH		±1.0	±2.5	
		T_A = 25°C；70% 至 90% RH		±1.5	±3.0	
RH_{REP}	RH 可重复性	T_A = 25°C；10% 至 90% RH 在恒定 T_A 下积分 1 秒		±0.02		%RH
RH_{HYS}	RH 迟滞[3]			±0.8		%RH
RH_{RT}	RH 响应时间[4]	在 T_A = 25°C 的条件下，对于 10% 至 90% RH 的阶跃响应，τ = 63%[5]		4		s
RH_{LTD}	的 RH 长期漂移[2]			±0.19		%RH/年
RH_{GE}	RH DAC 增益误差			待定		%RH
RH_{OE}	RH DAC 偏移误差			待定		%RH
RH_{NL}	RH DAC 非线性	DNL 和 INL 组合		待定		%RH
RH_{PUR}	RH DAC 开通时间		17		20	ms
RH_{SENS}	RH 传感器增益/灵敏度	V_{DD} = 1.8V		14.4		mV/%RH
		V_{DD} = 3.3V		26.4		
		V_{DD} = 5V		40		
温度传感器						
$TEMP_{RANGE}$	工作温度范围		-40		125	°C
$TEMP_{ACC}$	温度精度	20°C ≤ T_A ≤ 65°C，V_{DD} = 3.3V 至 5.5V		±0.1	±0.3	°C
		0°C ≤ T_A ≤ 100°C，V_{DD} = 3.3V 至 5.5V		±0.15	±0.4	
		-40°C ≤ T_A ≤ 125°C，V_{DD} = 3.3V 至 5.5V		±0.2	±0.5	
		–20°C ≤ T_A ≤ 100°C		±0.2	±0.6	
		-40°C ≤ T_A < 125°C		±0.3	±0.7	
$TEMP_{REP}$	温度可重复性			±0.04		°C
$TEMP_{HYS}$	温度迟滞			待定		°C
$TEMP_{RT}$	温度响应时间（搅拌液体）[4]	对于 25°C 至 75°C 的阶跃响应，τ = 63%[6]		2		s
$TEMP_{LTD}$	温度长期漂移				±0.03	°C/年
$TEMP_{GE}$	温度 DAC 增益误差			待定		°C
$TEMP_{OE}$	温度 DAC 偏移误差			待定		°C
$TEMP_{NL}$	温度 DAC 非线性	DNL 和 INL 组合		待定		°C
$TEMP_{PUR}$	RH DAC 开通时间		11		13	ms
$TEMP_{SENS}$	温度传感器增益/灵敏度	V_{DD} = 1.8V		8.2		mV/°C
		V_{DD} = 3.3V		15.1		
		V_{DD} = 5V		22.9		
电源						

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

T_A = -40°C 至 125°C，V_{DD} = 1.62V 至 5.5V，OUT_{RL} = 50kΩ（除非另有说明），典型规格为 T_A = 25°C，V_{DD} = 3.3V（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{DD_ACTIVE}	平均电源电流 - 工作模式	RH，TEMP 负载 = 1MΩ 下拉电阻，T_A = 25°C		230	300	μA
I_{DD_ACTIVE}	平均电源电流 - 工作模式	RH，TEMP 负载 = 1MΩ 下拉电阻			350	μA
I_{HEATER}	加热器激活期间的电流	HEAT_EN = 逻辑高电平，V_{DD} = 1.62V 至 5.5V			45	mA
R_{HEATER}	加热器电阻			186		Ω
V_{POR}	上电复位阈值电压	电源电压上升		1.35	1.39	V
V_{BOR}	欠压检测阈值电压	电源电压下降	1.11	1.25		V
启用与复位						
$I_{DD_DISABLE}$	平均电源电流 - 禁用模式	$\overline{RESET}$_EN = 0V		65	190	μA
$V_{OUT_DISABLE}$	禁用模式下 TEMP 和 RH 引脚输出电压	$\overline{RESET}$_EN = 0V		0.3	10	mV
$t_{\overline{RESET}_EN}$	复位脉冲的最短持续时间		1			μs
$R_{\overline{RESET}_EN}$	$\overline{RESET}$_EN 引脚内部上拉电阻			51		kΩ
T_{ON}	启用或复位开通时间	$\overline{RESET}$_EN > V_{IH} 至有效 RH 输出	17		20	ms
		$\overline{RESET}$_EN > V_{IH} 至有效温度输出	11		13	ms
T_{OFF}	禁用关断时间			51		kΩ
模拟输出						
OUT_{ROR}	输出电压范围		0.1×V_{DD}		0.9×V_{DD}	V
OUT_{PUDO}	上电默认输出	首次测量前			0.1×V_{DD}	V
OUT_{CL}	电容负载驱动强度				3	μF
OUT_{RL}	电阻负载驱动强度		50			kΩ
OUT_{SCC}	短路电流		-12	±7	12	mA
OUT_{ST}	趋稳时间	步长 = V_{DD}/2；趋稳至 ±0.5LSB 范围内；C_{LOAD} = 1nF		0.3		ms
OUT_{ONV}	输出噪声电压	0.1Hz 至 10Hz，满标度输出		25		μVpp
t_{CONV}	ADC RH+Temp 转换时间			13		ms
t_{PERIOD}	ADC 采样周期			250		ms
片上加热器						
$HEAT_{RES}$	加热器电阻			186		Ω
$HEAT_{CUR}$	加热器开启时的电源电流	V_{DD} = 1.8V		10.3		mA
		V_{DD} = 3.3V		18.7		mA
		V_{DD} = 5V		27.7		mA
$HEATt_{ON}$	启用（并维持）集成加热器的最小正脉冲宽度			130		ms
$HEATt_{OFF}$	加热器关断时间			0.45		ms
逻辑输入						
V_{IH}	高电平输入电压 - $\overline{RESET}$_EN、HEAT_EN 引脚		0.8×V_{DD}			V
V_{IL}	低电平输入电压 - $\overline{RESET}$_EN、HEAT_EN 引脚				0.2×V_{DD}	V

(1) 不包括迟滞和长期漂移
(2) 基于使用 Arrhenius-Peck 加速模型进行的 THB（温湿度偏差）测试。排除灰尘、气相溶剂和其他污染物（例如包装材料、粘合剂或胶带等产生的蒸汽）的影响
(3) 迟滞值是 RH 测量值在 RH 上升和下降环境中最大差值的一半。该值在 10% 至 90% RH 范围内以 10% 的步长测量
(4) 实际响应时间变化取决于系统热质量和气流
(5) 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

ADVANCE INFORMATION

(6) 在环境温度发生阶跃变化后，TEMP 输出变化占总 TEMP 变化 63% 的时间

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.6 典型特性

T_A = 30°C，V_{DD} = 1.62V 至 5.50V（除非另有说明）

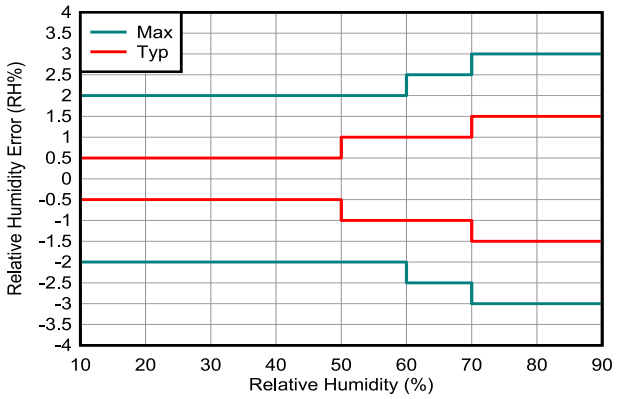


图 **6-1.** 相对湿度精度与相对湿度设定点间的关系 **(V_{DD} = 1.62V-5.50V)**

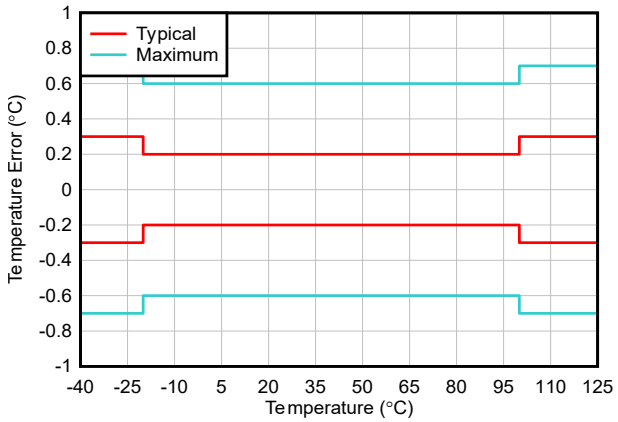


图 **6-2.** T_A 精度与 T_A 设定点间的关系 **(V_{DD} = 1.62V-5.50V)**

图 **6-3.** 相对湿度典型精度与 T_A 设定点间的关系

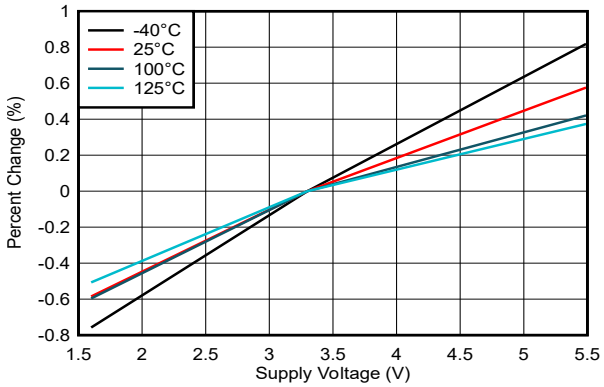


图 **6-4.** 采样时间变化与温度间的关系

图 **6-5.** 相对湿度可重复性与温度间的关系

图 **6-6.** 温度可重复性与温度间的关系

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

图 6-7. 相对湿度响应时间

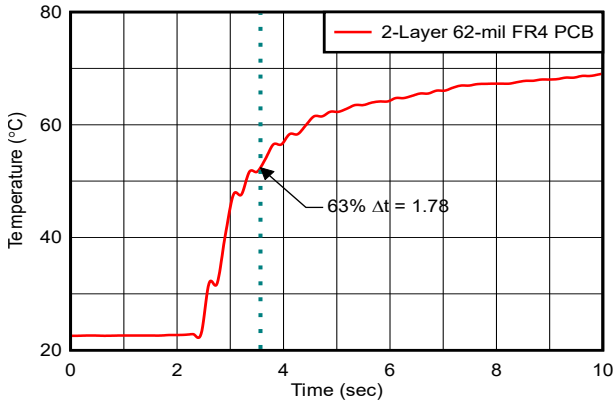


图 6-8. 热响应时间（搅拌液体）

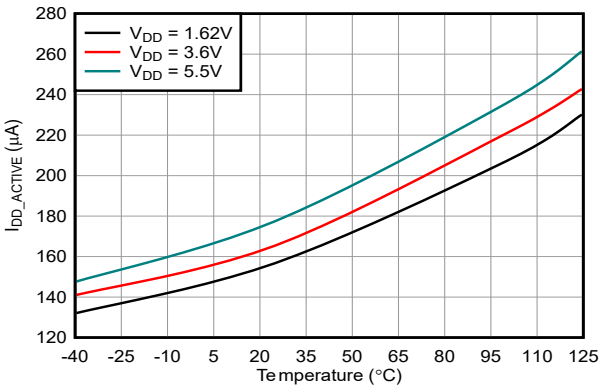


图 6-9. 有效电流与温度间的关系

图 6-10. 拉电流和灌电流能力

图 6-11. 相对湿度 DAC PSR 与频率间的关系

图 6-12. 温度 DAC PSR 与频率间的关系

图 6-13. DAC 输出噪声密度与频率间的关系

图 6-14. DAC 0.1Hz 至 10Hz 噪声

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

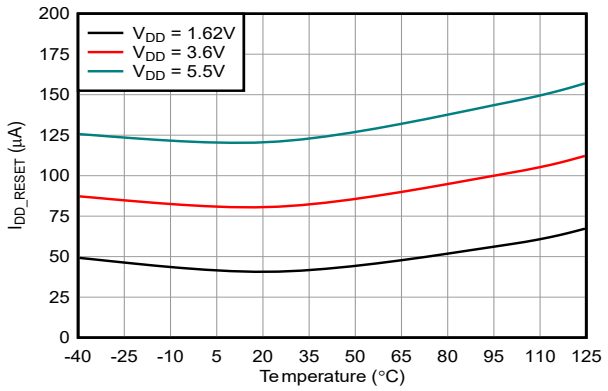


图 6-15. 禁用模式电流与温度间的关系

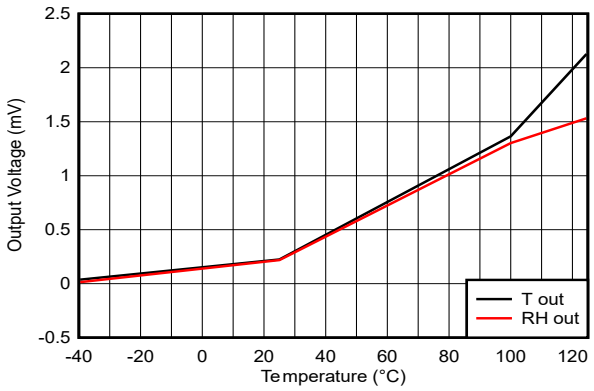
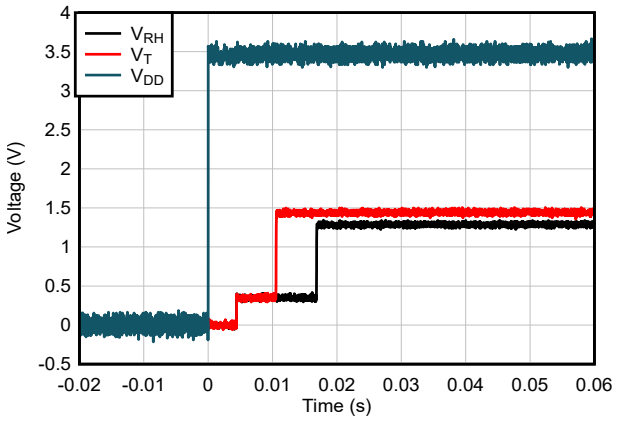
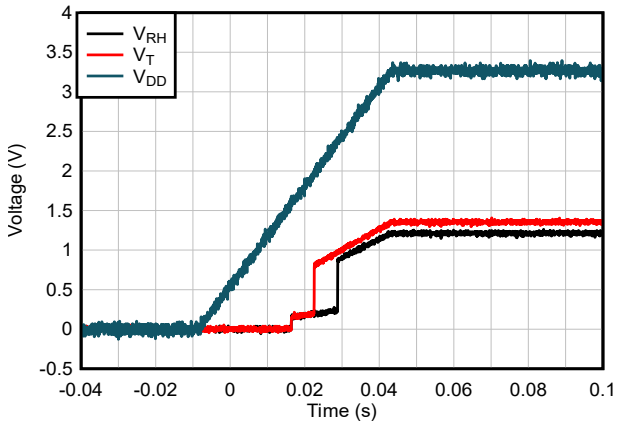


图 6-16. 禁用模式输出电压与温度间的关系



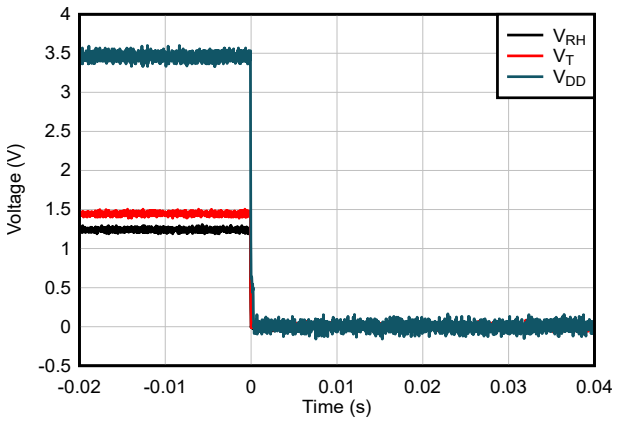
V_{DD} 上升时间 = 1µs

图 6-17. 启动响应



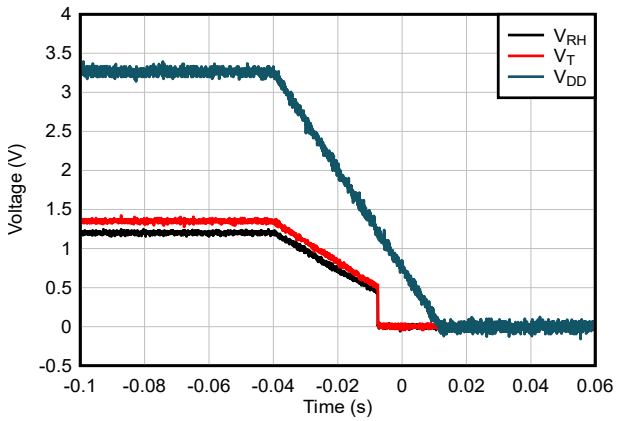
V_{DD} 上升时间 = 50ms

图 6-18. 启动响应



V_{DD} 下降时间 = 1µs

图 6-19. 关断响应

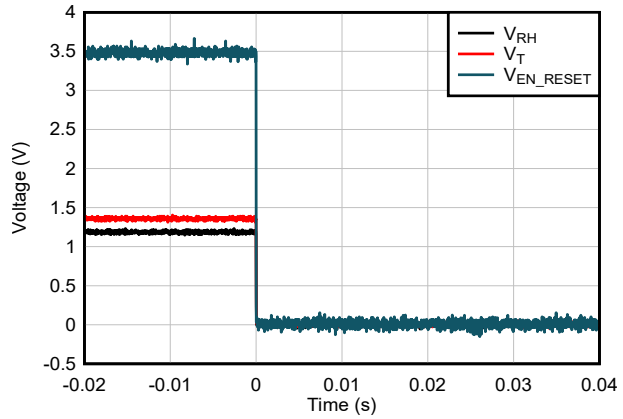


V_{DD} 下降时间 = 50ms

图 6-20. 关断响应

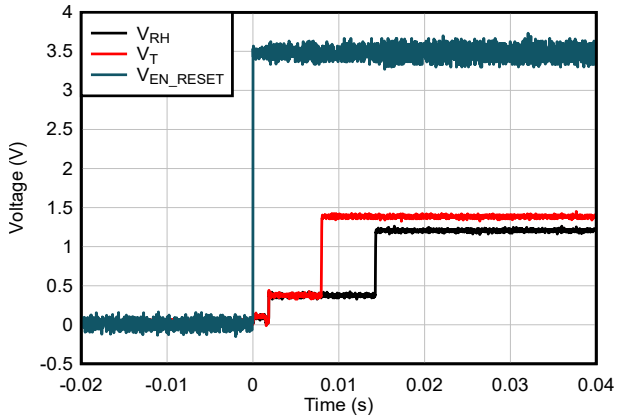
ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION



EN_$\overline{\text{RESET}}$: 3.5V 至 0V

图 6-21. 禁用响应



EN_$\overline{\text{RESET}}$: 0V 至 3.5V

图 6-22. 使能响应

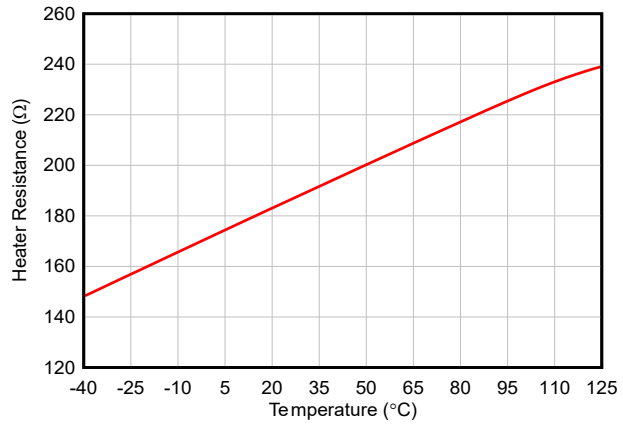


图 6-23. 加热器电阻与温度间的关系

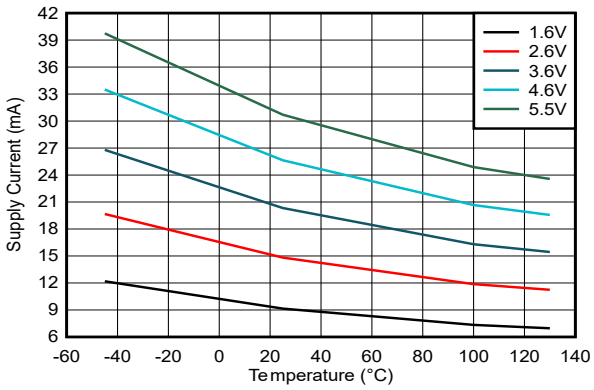


图 6-24. 加热器电流与温度间的关系

图 6-25. 输出阻抗

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 详细说明

7.1 概述

HDC3120-Q1 是一款模拟输出传感器，包含采用 2.50mm × 2.50mm、8 引脚 WSON 封装的湿度检测和温度检测元件。 HDC3120-Q1 的输出电压与测量的相对湿度和温度呈线性比例。温度传感器和湿度传感器在量产阶段均经过 100% 测试和修正，可通过 NIST 进行追溯，且使用经 ISO/IEC 17025 标准校准的设备进行了验证。

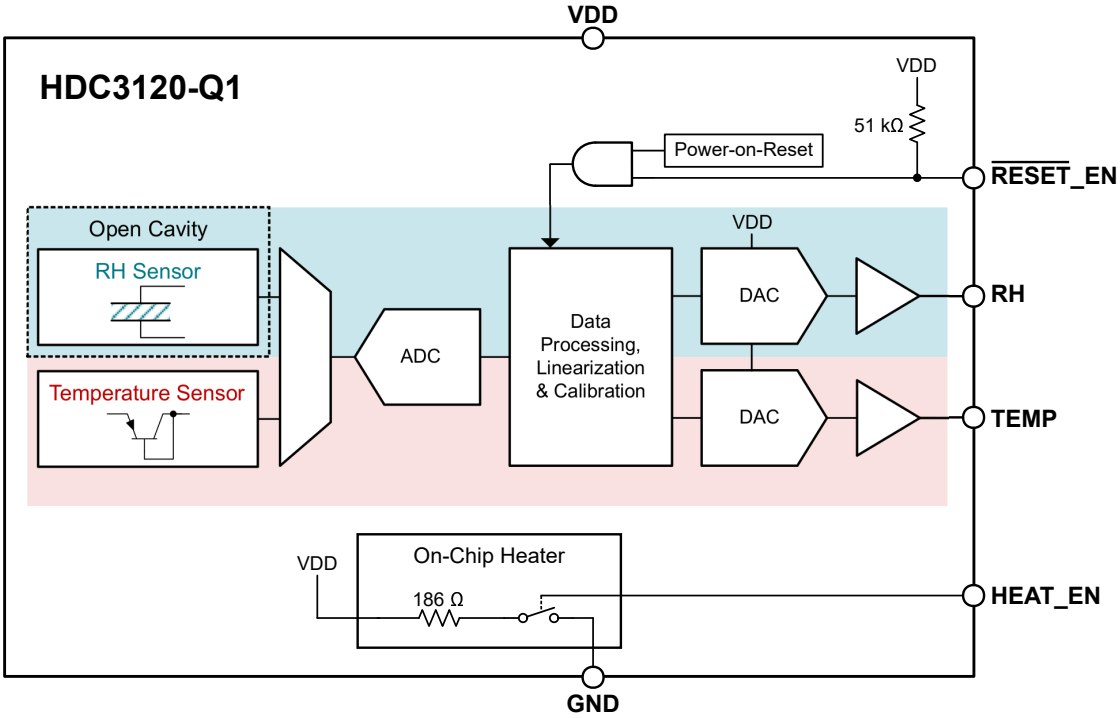
该器件能够在极低功耗下提供卓越的测量精度，典型正常运行时仅耗电 230 µA，并支持 1.62V 至 5.5V 的宽电源范围。该器件还具有一个 $\overline{\text{RESET}}$_EN 引脚，可切换为低电平，以将器件保持在低功耗状态，从而降低系统的总体功耗。释放 $\overline{\text{RESET}}$_EN 引脚后，该器件会执行一次完全复位，然后再重新开始测量。

HDC3120-Q1 通过聚合物电介质电容的变化来测量相对湿度。与包含此类技术的大多数相对湿度传感器一样，必须注意提供出色的器件性能。这包括：

- 遵循正确的存储和处理准则，以确保 HDC3120-Q1 达到指定的性能。在装配、储存或操作过程中，必须特别注意，避免使传感器受到化学污染或损坏。有关这些指导原则，请参阅 节 8.5.1 和 *HDC3x 器件用户指南*。
- 减少长时间暴露于会影响传感器精度的高温和极端湿度下。
- 遵循正确的布局指南以获得最佳性能。有关这些指导原则，请参阅 节 8.4.1 和*湿度传感器的布局和布线优化*应用报告。

7.2 功能方框图

图 7-1. 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 器件上电和上电复位

HDC3120-Q1 包含上电复位 (POR) 功能，可在上电时控制输出电压。在建立 V_{DD} 电源后 (V_{DD}> V_{POR})，便会发出 POR 事件。POR 会使器件从内存中加载默认设置，随后执行湿度和温度测量。

ADVANCE INFORMATION

在首次湿度和温度测量期间，DAC 输出会被驱动至默认电平，即 0.1* V_{DD}。在测量完成之前，每个 DAC 通道都将保持在默认电压电平，湿度测量大约需要 RH_{PUR}，温度测量大约需要 T_{PUR}。测量完成后，DAC 输出将被驱动至与测得的湿度值和温度值相对应的电压电平。图 7-2 显示了 HDC3120-Q1 的上电行为示例。

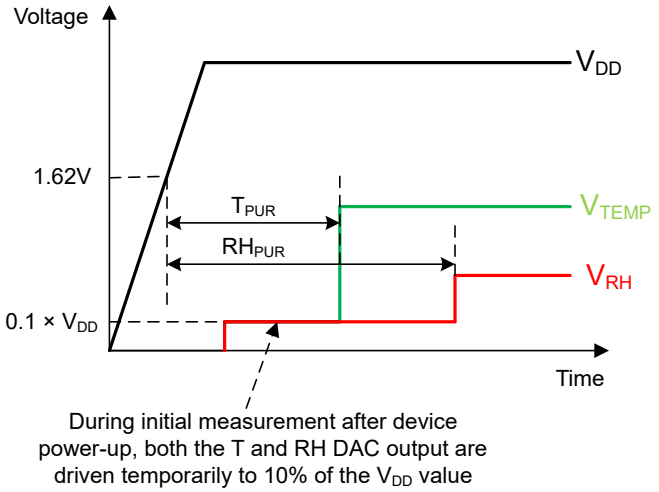


图 7-2. HDC3120-Q1 上电行为

请注意，如 图 7-3 所示，POR 电路需要特定的电源电平来对内部电容器放电，并在上电时复位器件。要启动 POR 事件，V_{DD} 必须保持在对应的低阈值 (V_{BOR}) 以下，且持续时间至少为 t_{RESET_NPW}。如果 V_{DD} 保持在指定的高阈值 (V_{POR}) 以上，则不会发生 POR 事件。当 V_{DD} 下降到高阈值 V_{POR} 以下但仍高于低阈值 (V_{BOR}) 时，器件处于未定义状态，并且在所有指定的温度和电源条件下不一定复位。

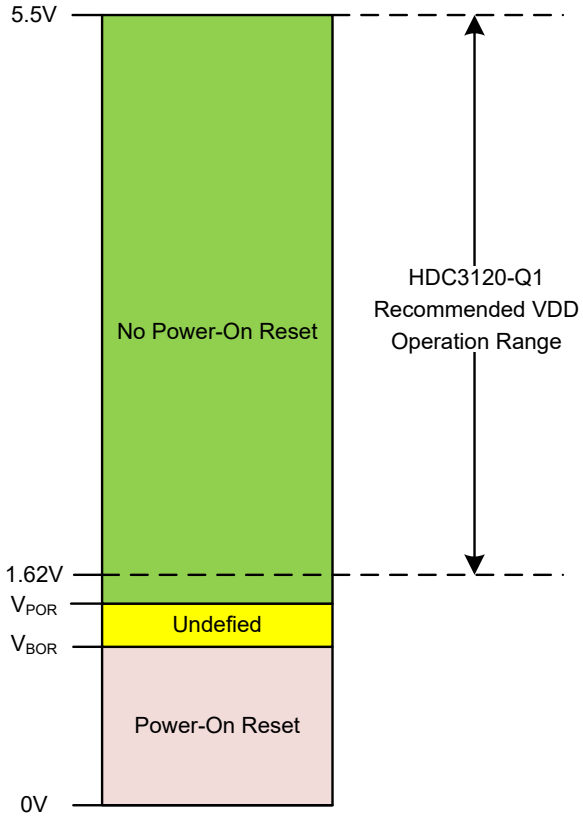


图 7-3. HDC3120-Q1 POR 电路阈值

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

ADVANCE INFORMATION

7.3.2 器件禁用和启用

通过将 $\overline{\text{RESET}}$_EN 引脚设置为低电平（低于 V_{IL}），可以禁用 HDC3120-Q1。在此状态下，RH 和 Temp DAC 输出将调整至接近零的状态 ($V_{OUT_DISABLE}$)，器件电流消耗将显著降至 $I_{DD_DISABLE}$。如果不需要传感器测量，电流消耗的降低有助于节省系统功耗。器件禁用序列和 DAC 输出电压如 图 7-4 所示。

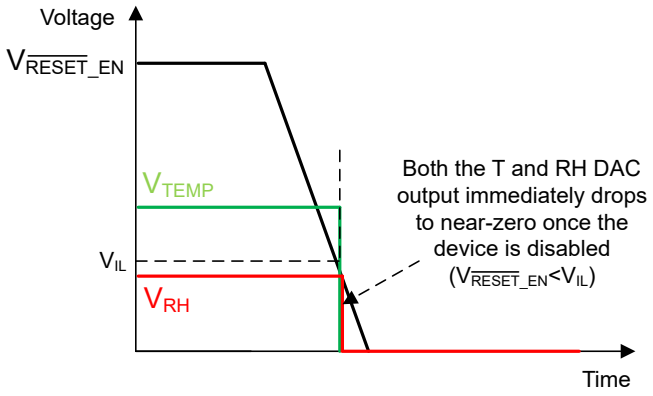


图 7-4. HDC3120-Q1 禁用行为

要启用 HDC3120-Q1，需要将 $\overline{\text{RESET}}$_EN 引脚设置为高电平（高于 V_{IH}）。启用序列和传感器输出电压的行为与器件上电类似，如 节 7.3.1。当 $\overline{\text{RESET}}$_EN 引脚升至 V_{IH} 以上之后，器件将从内存加载默认设置，然后执行湿度和温度测量。在首次湿度和温度测量期间，DAC 输出会被驱动至默认电平，即 0.1× V_{DD}。在测量完成之前，每个 DAC 通道都将保持在默认电压电平，湿度测量大约需要 RHPUR，温度测量大约需要 T_{PUR}。测量完成后，DAC 输出将被驱动至与测得的湿度值和温度值相对应的电压电平。图 7-5 展示了 HDC3120-Q1 的启用序列。

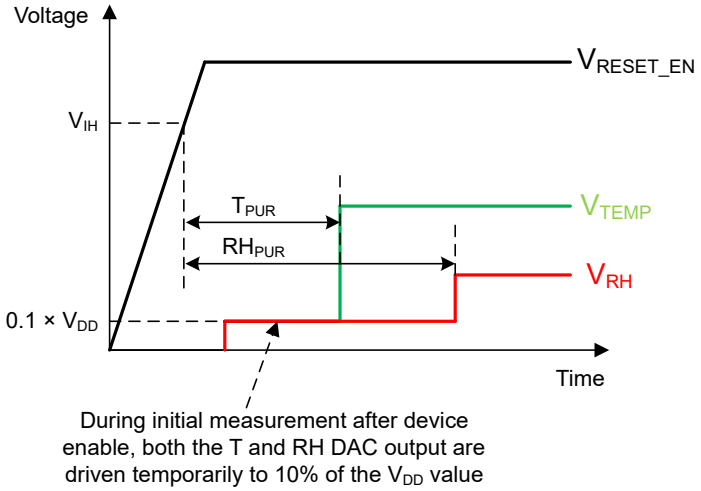


图 7-5. HDC3120-Q1 启用行为

请注意，HDC3120-Q1 的 $\overline{\text{RESET}}$_EN 引脚具有连接到 V_{DD} 的 51kΩ 内部弱上拉电阻，因此如果未使用复位或禁用功能，可以将该引脚保持悬空。

7.3.3 信号输出的转换

HDC3120-Q1 有两个模拟比例式输出电压，一个用于温度 (TEMP)，另一个用于相对湿度 (RH)，它们与电源电压 (V_{DD}) 成比例关系。在比例式设计中，输出电压随 V_{DD} 的变化而成比例调整理。电源电压的任何变化都会直接调节传感器输出。即使在电源波动的情况下，这种架构也能保持传感器读数的准确性。

HDC3120-Q1 比例式架构在使用相同参考电压或供电电压为 HDC3120-Q1 和采样 ADC 供电的应用中具有优势。当 V_{DD} 发生变化时，传感器的偏移和跨度会一起发生变化，从而确保测量的比例关系保持不变。例如，在 V_{DD} 为

ADVANCE INFORMATION

5.0V 时，V_{RH} 在 0% RH 时读数为 0.5V，在 100% RH 时读数为 4.5V。如果电源下降 10% 至 4.5V，这些输出将分别变为 0.45V 和 4.05V，因此保持了相同的比例。

只要测量基准与电源电压保持一致，比例式设计就能帮助减小电源电压误差。输出与温度和湿度成线性比例，可使用以下章节所述的传递函数转换为物理单位。

7.3.3.1 相对湿度 (RH%) 测量

可以利用以下公式，根据 V_{RH} 输出电压和 V_{DD}，计算出 RH%：

$$\%RH = -12.5 + 125 \times \frac{V_{RH}}{V_{DD}} = -\frac{10}{0.8} + \frac{100}{0.8} \times \frac{V_{RH}}{V_{DD}} \quad (1)$$

图 7-6 绘制了计算得出的 RH% 与归一化 V_{RH}/V_{DD} 的函数曲线图：

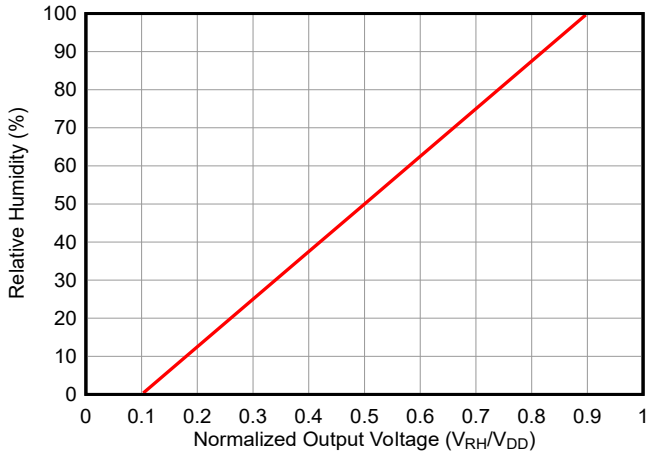


图 7-6. HDC3120-Q1 %RH 输出曲线

另外，要检查传感器在湿度测量中的电压增益，也可通过以下电压灵敏度公式，将 V_{RH} 电压表示为 V_{DD} 和 %RH 的函数：

$$V_{RH} = V_{DD} \times \left[(\%RH) \times 8\frac{mV}{\%RH} + 0.1\right] \quad (2)$$

- **8mV/%RH** 表示传感器增益，该增益随 V_{DD} 的变化而按比例调整，显示了每 %RH 的电压变化。
- 电压范围从 **0.1 × V_{DD}**（0% RH 时的传感器偏移量）到 **0.9 × V_{DD}**（表示 100% RH 时的传感器偏移量）

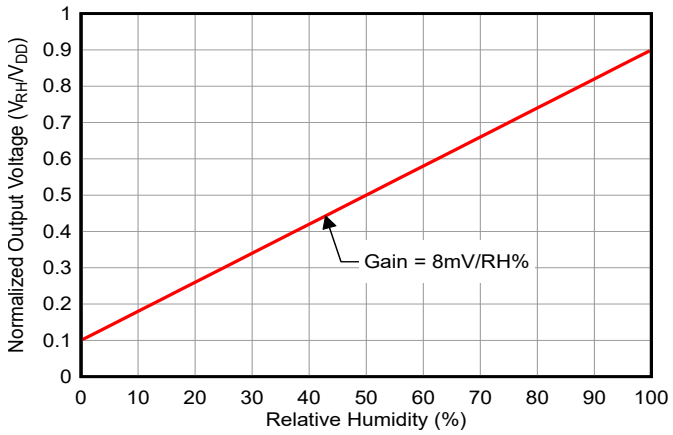


图 7-7. RH% 传感器输出增益

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

ADVANCE INFORMATION

表 7-1 提供了在不同 %RH 和 V_{DD} 电平下，V_{RH} 电压读数的一些示例。请注意，即使在相同 RH% 水平下 V_{RH} 电压会随 V_{DD} 变化，但 V_{RH}/V_{DD} 的比率将保持不变，以提供精确的测量结果。这种比例式设计使 HDC3120-Q1 的传感器读数在电源波动时能够保持稳定。

表 7-1. 不同 %RH 和 V_{DD} 电平下的 V_{RH} 电压

	V_{DD} = 1.8V	V_{DD} = 2.5V	V_{DD} = 3.3V	V_{DD} = 5.0V	V_{RH}/V_{DD} 比率
%RH = 0%	0.18	0.25	0.33	0.50	0.10
%RH = 25%	0.54	0.75	0.99	1.50	0.30
%RH = 50%	0.90	1.25	1.65	2.50	0.50
%RH = 85%	1.40	1.95	2.57	3.90	0.78
%RH = 100%	1.65	2.25	2.65	4.50	0.90
传感器增益	14.4mV/%RH	20mV/%RH	26.4mV/%RH	40.0mV/%RH	
传感器偏移	180mV	250mV	330mV	500mV	

7.3.3.2 温度测量

可以利用以下公式，根据 V_{TEMP} 输出电压和 V_{DD}，计算出摄氏温度 (°C) 或华氏温度 (°F)：

$$T(°C) = -66.875 + 218.75 \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} = -45 - \frac{17.5}{0.8} + \frac{175}{0.8} \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} \quad (3)$$

$$T(°F) = -88.375 + 393.75 \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} = -49 - \frac{31.5}{0.8} + \frac{315}{0.8} \times \frac{V_{TEMP}}{V_{DD}} \quad (4)$$

图 7-8 绘制了计算得出的 RH% 与归一化 V_{TEMP}/V_{DD} 的函数曲线图：

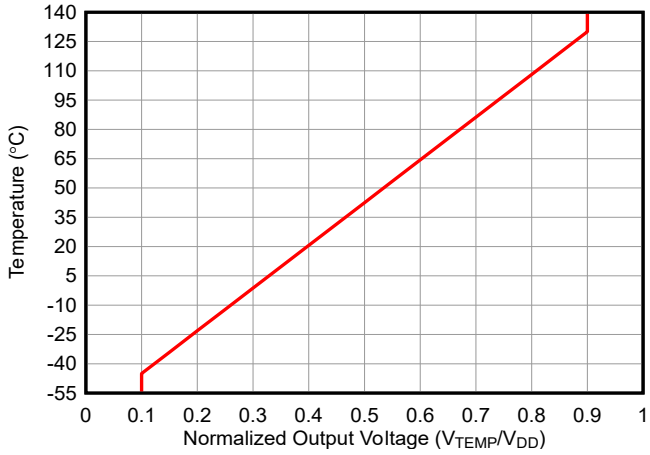


图 7-8. HDC3120-Q1 温度输出曲线

另外，要检查传感器在温度测量中的电压增益，也可通过以下电压灵敏度公式，将 V_{TEMP} 电压表示为 V_{DD} 和温度的函数：

$$V_{TEMP} = V_{DD} \times \left[T(°C) \times 4.571\frac{mV}{°C} + 0.306\right] \quad (5)$$

- **4.571mV/°C** 表示传感器增益，该增益随 V_{DD} 的变化而按比例调整，显示了每 °C 的电压变化。
- 电压范围从 **0.1 × V_{DD}**（-45°C 时的传感器偏移量）到 **0.9 × V_{DD}**（表示 130°C 时的传感器偏移量）

ADVANCE INFORMATION

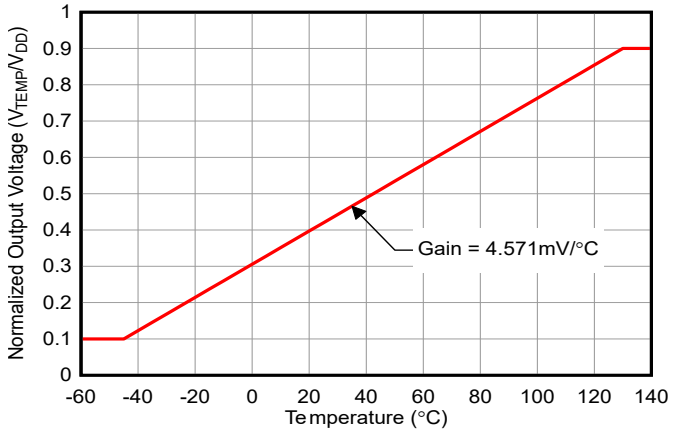


图 7-9. 温度传感器输出增益

表 7-2 提供了在不同温度和 V_{DD} 电平下，V_{TEMP} 电压读数的一些示例。请注意，即使在相同温度下 V_{TEMP} 电压会随 V_{DD} 变化，但 V_{TEMP}/V_{DD} 的比率将保持不变，以提供精确的测量结果。这种比例式设计使 HDC3120-Q1 的传感器读数在电源波动时能够保持稳定。

表 7-2. 不同温度和 V_{DD} 电平下的 V_{TEMP} 电压

	V_{DD} = 1.8V	V_{DD} = 2.5V	V_{DD} = 3.3V	V_{DD} = 5.0V	V_{TEMP}/V_{DD} 比率
Temp = -40°C	0.221	0.307	0.405	0.614	0.123
Temp = 0°C	0.550	0.764	1.009	1.529	0.306
Temp = 25°C	0.756	1.050	1.386	2.100	0.420
Temp = 85°C	1.250	1.735	2.291	3.471	0.694
Temp = 125°C	1.579	2.193	2.895	4.386	0.877
传感器增益	8.229mV/°C	11.429mV/°C	15.085mV/°C	22.857mV/°C	
传感器偏移	550mV	764mV	1.009V	1.529V	

7.3.4 NIST 可追溯性与唯一 ID

“NIST 可追溯性”系指将测量或测试结果与美国国家标准与技术研究院 (NIST) 标准相联系的校准链。这意味着已根据已知且可靠的标准对测量所用设备或流程进行校准，最终能够追溯至 NIST 基本标准。

HDC3120-Q1 器件在生产调试阶段经过 100% 测试，可通过 NIST 进行追溯，且使用经 ISO/IEC 17025 认证标准校准的设备进行了验证。所以 HDC3120-Q1 的设计可用于冷链管理等应用，在这些应用中，建立已知基准的完整校准链至关重要。

对于每个 HDC3120-Q1 部件，都有一个分配给该器件的唯一 ID。该唯一 ID 包含只有德州仪器 (TI) 能够访问的重要信息，能够确保每个芯片均可追溯至生产测试数据，以便查看是否存在可能导致器件故障的测试参数或制造工艺条件。如需获取支持，请联系德州仪器 (TI)。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.4 器件功能模式

7.4.1 片上加热器

本节详细介绍了 HDC3120-Q1 中集成的片上加热器，描述了其工作原理、应用示例、加热器控制、功率估算和使用注意事项，以提供最佳的传感器性能。

7.4.1.1 工作原理

HDC3120-Q1 具有基于片上电阻加热的加热器。启用后，器件会消耗更高的功率，导致传感器结温升高。温度的升高会导致水分蒸发速率增加，从而加快污染物释气和露水蒸发。

7.4.1.2 应用示例

尽管具体实现方式不尽相同，但片上加热器的部分潜在用途包括：

- 冷凝防护：当环境条件接近露点时，启用加热器，防止形成水滴。
- 扩展的高湿度测量：持续高湿环境下，定期加热能够减少传感器漂移，有助于提供更稳定的随时间变化的测量结果。
- 释放挥发性有机化合物 (VOC)：长时间运行加热器（最长 24 小时，具体取决于系统限制）有助于从感测聚合物中释放残留的挥发性有机化合物 (VOC)。对于这种用例，需要对特定的污染物类型进行额外评估。

7.4.1.3 加热器控制模块

HDC3120-Q1 片上加热器由 HEAT_EN 引脚控制。要启用加热器，可将 HEAT_EN 引脚驱动为逻辑高电平。在 HEAT_EN 达到逻辑高电平后，会有大约 130 毫秒的延迟，然后加热才会开始启动。要禁用加热器，可将 HEAT_EN 引脚驱动为逻辑低电平，从而在 0.45 毫秒内关闭加热器。

请注意，如果将 HEAT_EN 引脚悬空，可能会导致加热器间歇性启动。如果不使用片上加热器，可将 HEAT_EN 引脚连接至 GND。

7.4.1.4 加热器功率估算

片上加热器采用电阻式加热元件设计，加热器电阻会随传感器结温的变化而变化，结温可根据温度传感器输出读数 (V_{TEMP}) 进行估算，并使用 节 7.3.3.2 中详述的转换进行计算。25°C 时的标称加热器电阻约为 186Ω。要估算不同结温下的加热器电阻，可使用以下公式：

$$R_{HEATER}(\Omega) = \left(\left[0.55\frac{\Omega}{°C} \times T_{Junction}(°C)\right]\right) + 171 \tag{6}$$

因此，加热器功率可以使用以下公式进行估算：

$$P_D\left(watt\right) = \frac{(V_{DD})^2}{R_{HEATER}} = \frac{(V_{DD})^2}{\left(0.55\frac{\Omega}{°C} \times T_{Junction}(°C)\right) + 171} \tag{7}$$

ADVANCE INFORMATION

使用较高的电源电压（至少 3.3V，最理想为 5V）可有效去除冷凝水。较低的电压往往无法提供足够的功率来完全蒸发水分。图 7-10 显示了加热器在不同电压下工作时的典型温升。相关数据在实验室中通过标准的 2 层 1.63mm 厚 FR4 PCB 测试得出，测试时散热焊盘未焊接。

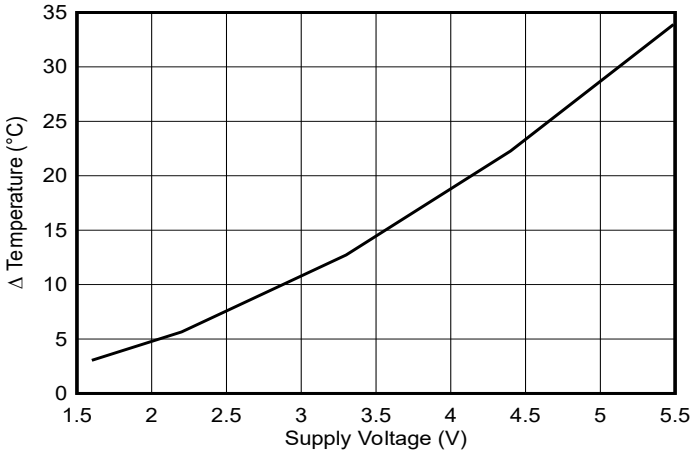


图 7-10. HDC3120-Q1 加热器引起的温升与电源电压的关系

7.4.1.5 使用注意事项

使用加热器时应谨慎操作，以达到最佳性能。下面列出了一些建议：

- **加热器使用期间的传感器测量**：如果启用加热器，RH 和温度传感器的读数将不再能够报告环境温度和湿度，因为 HDC3120-Q1 的结温将发生显著变化。温度读数将报告 HDC3120-Q1 当前温度升高的情况，而 RH 将相应下降。在恢复标准测量之前，请留出足够的时间让传感器冷却并恢复到正常的工作条件。
- **长时间使用**：对于长时间使用加热器或目标温度较高的情况，请确认器件是否未超出规定的工作限制范围。在加热器工作期间，持续监控传感器的温度输出，确保达到所需的温度，并且温度不会超出设备的工作限制。
- **电源和供电稳定性**：相对于 HDC3120-Q1 的电流消耗，加热器的电流消耗显著更大，范围在 10mA 至 30mA 之间。验证电源是否足够稳定，以避免因压降而导致传感器复位或对传感器造成其他干扰。
- **污染物残留**：虽然加热可以蒸发水分，但溶解的污染物残留仍会留下。除非通过其他方式物理去除这些残留物，否则它们可能会降低精度。
- **使用寿命占空比**：长时间或频繁发热会影响传感器的性能和使用寿命。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客 户应负责确定器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

相较数字输出传感器，模拟输出传感器主要用于需要极简解决方案的应用场景。通过结合一个与 HDC3120-Q1 共同使用同一电源的外部比较器以及一个作为基准点的电阻分压器，该器件允许设计人员在不使用微处理器与精密电源的情况下构建最简单的本地湿度与温度控制系统。

8.2 典型应用

下面展示了一个使用 HDC3120-Q1 的 ADAS 传感器监控系统示例应用。湿度传感器用于传感车辆座舱内的湿度。在此应用场景中，无法将湿度传感器放置在与主系统控制器相同的电路板上。必须使用电缆将传感器电路板与微控制器电路板连接起来。

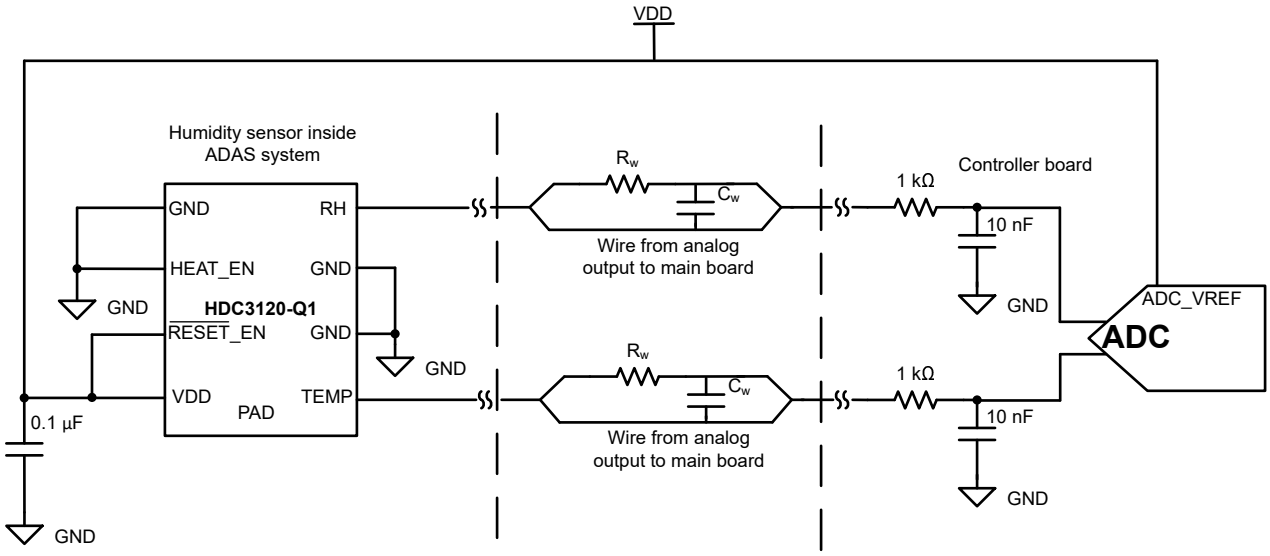


图 8-1. HDC3120-Q1 与 ADC 的连接

在 图 8-2 中，绘制了电缆电容和电阻，以强调 HDC3120-Q1 能够驱动高达 3µF 的电容负载。将 HDC3120-Q1 连接到 ADC 时，建议使用带有外部基准电压的 ADC，该电压必须与 HDC3120-Q1 的供电电压保持相同。HDC3120-Q1 的 RH 和温度输出与器件的 VDD 成比例，因此如果 VDD 线路上出现尖峰或噪声，这些噪声也会出现在输出上。通过使 ADC 参考电压与 HDC3120-Q1 的 VDD 匹配，两个 IC 都会出现噪声事件，从而使 ADC 匹配并消除噪声。在模拟输出端，建议在 ADC 附近部署一个 RC 滤波器。电容器同时有助于滤除 RC 滤波器中的噪声。电容器还可在采样期间充当 ADC 的电荷储存器，以防止采样中断。散热焊盘保持悬空状态，这样可以更大限度地减少热质量，从而更大限度地提高可达到的加热器温度。

上方电路示例中展示的 RC 滤波器值为建议值，可根据所需的截止频率进行修改。RH 和 Temp 的输出 DAC 是强输出，无需外部缓冲放大器，即可驱动长电缆。请注意验证布线和滤波器电容的总负载电容是否都保持在小于 3µF 的范围内。所选的 R-C 值还需要考虑所选 ADC 的支持能力和所需的采样频率。

ADVANCE INFORMATION

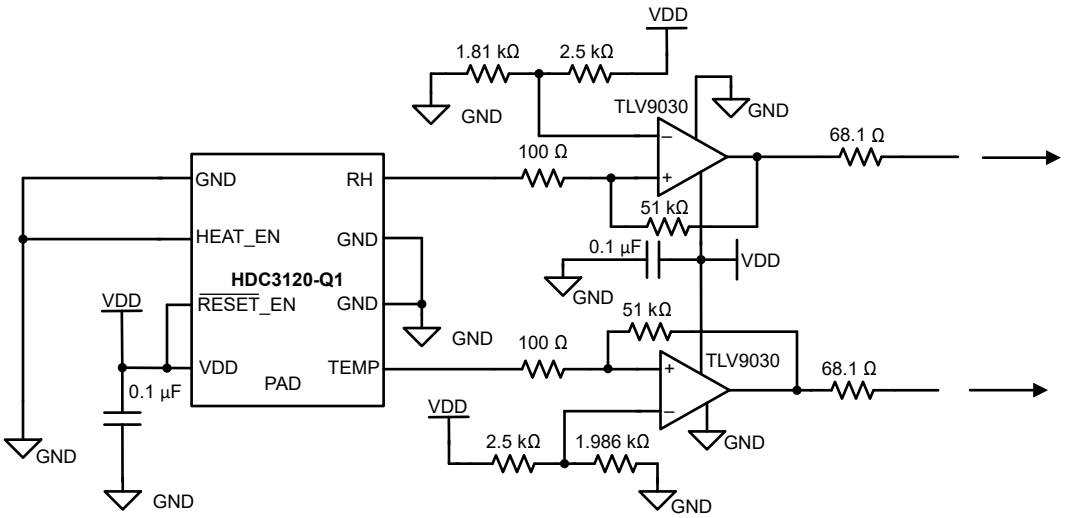


图 8-2. HDC3120-Q1 与比较器的连接

在上图中，HDC3120-Q1 的输出连接到双通道比较器，以构建本地温度和湿度控制系统。HDC3120-Q1 的模拟输出将与电阻分压器基准进行比较。在此示例中，电阻分压器输入设置为 40%RH 湿度阈值和 30°C 温度阈值。对于 3.3V V_{DD}，RH 比较器电压设置为 1.386V，Temp 比较器电压设置为 1.461V。因此，如果 RH 超过 40%，或温度超过 30°C，比较器就会触发高电平。此电路可用于控制系统中的风扇或其他系统逻辑，以防止高温或高湿度条件。需要使用 51kΩ 正反馈电阻器来产生比较器迟滞。为防止比较器在 HDC3120-Q1 输出接近电阻分压器控制电压时发生“抖动”，这是必需的。

8.2.1 设计要求

8.2.2 详细设计过程

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。HDC3120-Q1 传感其周围环境中的相对湿度和温度，因此传感器的局部条件与监测环境相匹配非常重要。即使在静态条件下，也可以使用最终产品物理盖板上的一个或多个开口来获得良好的气流。请参阅 PCB 布局示例，该示例可更大限度地减少 HDC3120-Q1 区域中 PCB 的热质量，从而改善测量响应时间和精度。

使用 HDC3120-Q1 进行设计时，必须考虑以下条件：

1. 为了正确传感环境温度和湿度，必须将 HDC3120-Q1 置于远离 PCB 热源的位置。
2. 避免在冷凝环境中使用。传感器表面的冷凝水可能会导致 RH 测量值不准确。此外，如果在此类环境中运行，将引发水渗入器件封装之下的风险，可能导致引脚之间短路。
3. 避免光线直射传感器。光线会加速电容器聚合物的老化，导致 RH 漂移随时间增加。暴露在光线直射下还会导致传感器发热，造成测量不准确。
4. 在封闭应用场景中，避免将传感器放置在空气“死区”中，这些区域的空气流动性差，需要测量的空气难以循环。与水平安装的传感器相比，相对于地面垂直安装的传感器能够产生更好的效果。
5. 避免将传感器放置在强气流区域（风速超过 1 米/秒），因为这会导致温度和 RH 输出噪声增大。
6. 验证传感器温度是否与环境空气温度紧密匹配。在某些情况下，由于这方面不匹配，传感器温度偏差 1°C 会导致 RH 输出误差变化 3%。
7. 防止灰尘随时间积聚在传感器周围或顶部。对于多尘或脏污环境，请考虑使用数字式 HDC3022，它包括一个 IP67 防护等级的滤网。与水平安装的传感器相比，垂直安装的传感器可以最大限度地减少灰尘积聚，从而产生更理想的结果。
8. 由于器件产生比例式输出，耦合到电源或接地电压的任何噪声都会对器件的输出产生影响。因此，为了实现最佳性能，请验证是否为器件提供了稳定的接地和电源。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

要充分利用 HDC3120-Q1，请记住，RH 和温度是来自一对缓冲 DAC 的模拟输出。因此，RH 和温度具有 LSB。由于 HDC3120-Q1 的输出与供应的 V_{DD} 成比例，因此 LSB 大小会随 V_{DD} 电平的不同而变化。LSB 大小可通过以下公式计算：

$$1\ LSB = \frac{FSR}{2^n - 1} = \frac{0.8 \times V_{DD}}{4095} \tag{8}$$

每个输出 DAC 为 12 位，满标量程 (FSR) 为 V_{DD} 的 80%（V_{DD} 的 10% 为最小输出，V_{DD} 的 90% 为最大输出）。对于 3.3V 的标称 V_{DD} 电压，1 LSB 为 644.7 µV。如果需要更小的 LSB，则需要降低 V_{DD}，因为随着 V_{DD} 的降低，LSB 大小也会按比例减小。

要开始使用 HDC3120-Q1，首先要确定所需的传感条件和电源电压，以及用户希望如何接收模拟输出。例如，连接到 ADC，以便微控制器接收模拟输出就是一种常见的应用场景。在此示例场景中，用户需要在 10°C 至 50°C 的温度范围内，通过 5V 的 V_{DD} 电压，传感 5% 到 95% 的 RH。5V 电压电源会产生 977 µV 的 DAC LSB。

接下来，确定 LSB 后，用户必须选择 ADC。在本例中，ADC 必须具备覆盖 VDD 电压 10% 至 90% 的满标量程 (FSR)。因此在本例中，FSR 至少必须满足 500mV 到 4.5V 的范围要求。启动后，HDC3120-Q1 具有每秒 4 次测量的自动转换率，因此 ADC 必须每秒至少采样 4 次，但不需要非常快的采样速度。选择 ADC FSR 时，请验证 ADC 的 LSB 大小是否小于 HDC3120 的 LSB。在本例中，LSB_{ADC} 必须小于 977 µV。建议使用 HDC3120-Q1 V_{DD} 作为 ADC 参考电压，以便传感器上的噪声与 ADC 上的噪声相匹配。这也会影响所选的 ADC。如果所需的 V_{DD} 为 5V，则 ADC 需要能够接受 +5V 的参考电压。因此，对于此场景中的 ADC，在 5V 的参考电压下，其需要不超过 977 µV 的 LSB，并能够处理高达 4.5V 的输入。

选择 ADC 后，用户必须决定如何将 HDC3120-Q1 连接到 ADC。HDC3120-Q1 DAC 输出具有一个内部缓冲器，因此无需外部缓冲放大器来驱动长电缆或降低输出阻抗。通常不需要在 ADC 的输入端添加电容器作为电荷桶来防止 ADC 采样产生噪声，也不需要添加电阻器来实现稳定性和滤波。HDC3120-Q1 可以驱动高达 3µF 电容负载，而且由于 HDC3120-Q1 的转换率为 4Hz，即使使用大电容值，RC 电路也不会导致信号减慢问题。

以下是上述典型应用图的简化版本，用户只需传感 RH：

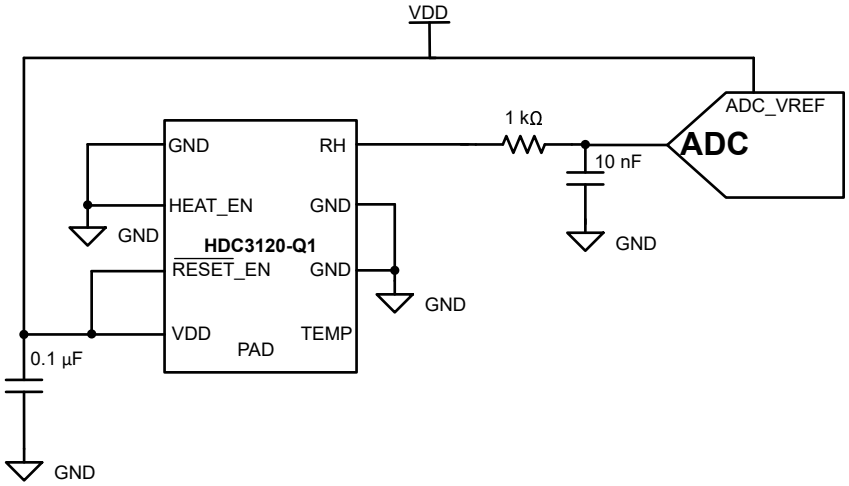


图 8-3. HDC3120-Q1 将 RH 模拟输出连接到 ADC 输入

8.3 电源相关建议

HDC3120-Q1 支持的电源电压范围为 1.62V 至 5.50V。TI 建议在 V_{DD} 和 GND 引脚之间使用 0.1µF 的多层陶瓷旁路 X7R 电容器。如果用户计划使用加热器，则用户必须验证电源和 V_{DD}/GND 布线是否可以处理高达 50mA 的电流。

ADVANCE INFORMATION

HDC3120-Q1 的模拟输出与提供给器件的 VDD 成比例关系，因此也必须考虑 VDD 上的噪声。VDD 信号上的噪声会在模拟输出引脚上产生噪声。这可能表现为输出端出现与 VDD 上观察到的相同镜像噪声信号，并且 INL 和 DNL 误差增加。用户必须注意将 VDD 的噪声保持在尽可能低的水平，以保护模拟输出的信号完整性。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

对于获取准确的温度与相对湿度测量值而言，确保 HDC3120-Q1 采用适当的 PCB 布局有着重要意义。因此，TI 建议：

1. 将所有热源与 HDC3120-Q1 隔开。该设计意味着要将 HDC3120-Q1 放置在远离电池、显示屏或微控制器等功耗密集型电路板元件的位置。理想情况下，唯一靠近 HDC3120-Q1 的板载组件是电源旁路电容器。如需了解更多信息，可参阅 *“布局示例”* 部分。
2. 除去器件下方与周围的铜层（GND，V_{DD}）。
3. 在器件周围使用槽或切口以减少热质量，并更快地响应突然的环境变化。
   - *“布局示例”* 部分的布线直径为 6mm。尽管具体的布线尺寸并不重要，但务必验证 PCB 上是否具有充足的外部热梯度隔离。对于其他散热切口示意图以及其他布局指南与信息，可参阅 *《优化湿度传感器的布局和布线》* 应用手册。
4. 按照 *节 11* 中所示的示例电路板布局布线和模板设计示例进行操作。
   - 德州仪器 (TI) 建议在 VDD 与 GND 引脚之间连接一个 0.1 µF 的多层陶瓷旁路 X7R 电容器。
5. 一般情况下，最好将封装散热焊盘焊接到保持电气悬空的电路板焊盘上。但是，封装散热焊盘可以保持未焊接状态，以便最大限度减少热泄漏，从而最大限度提升加热器效率。如需了解有关让散热焊盘保持未焊接状态可能对用户应用有益的更多信息，可参阅 *《HDC3x 器件用户指南》*。

8.4.2 布局示例

该器件旁边的唯一元件是电源旁路电容器。由于相对湿度取决于温度，因此 HDC3120-Q1 必须远离电路板上存在的热点，例如电池、显示器或微控制器。HDC3120-Q1 周围突出显示的圆形部分是 PCB 上的一个切口。这意味着 PCB 上其他位置的热能必须通过空气传递，而空气的热阻比 PCB 材料高得多。PCB 切口有助于对 HDC3120-Q1 进行热隔离，从而提供更精确的环境测量结果。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

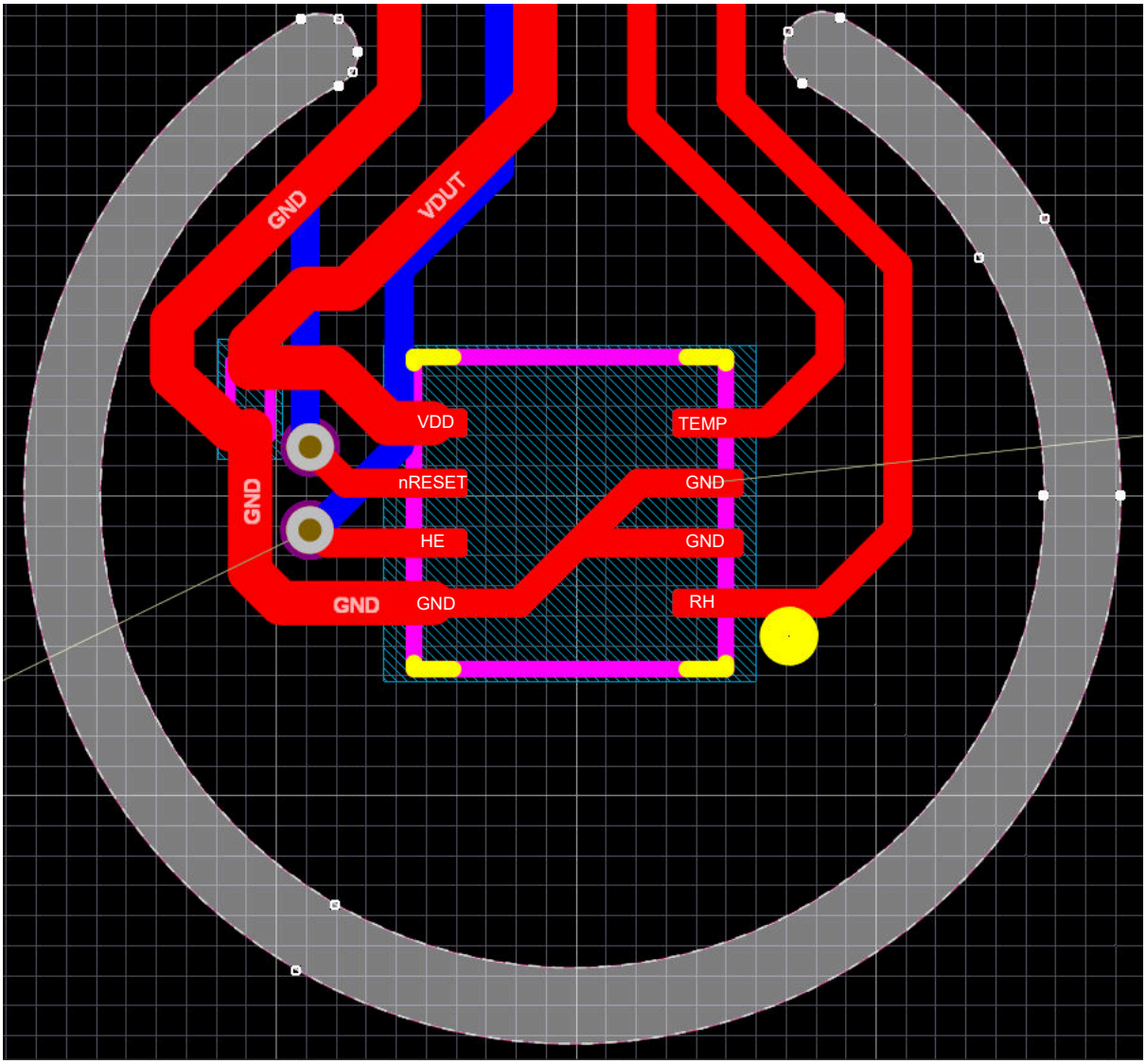


图 8-4. 布局示例

8.5 存储和 PCB 组装

8.5.1 储存和处理

基于聚合物的湿度传感器（如 HDC3120-Q1）必须遵循与标准半导体器件不同的特殊处理和储存指南。本节提供了最佳实践，以确保 HDC3120-Q1 湿度传感器在从生产到最终使用的整个过程中都能保持准确的性能。本节内容涵盖正确的存储条件、再水合的重要性、推荐的回流焊接工艺、安全返工的指南，以及在暴露于恶劣条件后提高传感器性能的方法。另请参阅 HDC3x 器件用户指南。

8.5.2 产品存储

正确储存可最大程度地减少相对湿度 (RH) 精度的变化，并防止污染。HDC3120-Q1 的 MSL 等级为 1 级。有关存储时长和回流曲线的一般详情，请参见：MSL 等级和回流曲线。

建议的典型存储环境为 10°C 至 35°C，20% 至 60% RH。将器件保存在密封、受控的环境中，以防潮湿和化学污染物。尽量避免让传感器暴露在紫外线/可见光和化学蒸气中。

ADVANCE INFORMATION

对于包装材料，必须避免使用聚乙烯袋（通常为蓝色、粉红色或黄色），因为这些袋子会释放出有害蒸气。使用密封的防静电防潮袋（金属），以防止湿气和释气过多。

8.5.3 PCB 组装流程

提供清洁、尽量减少暴露的组装过程，可以保护传感元件并保持其精度。如果可能，将 HDC3120-Q1 传感器作为电路板上最后一批元件进行放置，以限制回流焊接周期的次数和与污染物的接触。请遵循以下指导原则，以实施推荐的回流焊接程序：

- **回流曲线：**遵守 IPC/JEDEC J-STD-020 标准，峰值温度不超过 260°C。有关回流的一般指导原则，请参阅：MSL 等级和回流曲线。
- **免清洗焊料膏：**必须用于空腔器件（HDC3020、HDC3120、HDC3120-Q1 或 HDC3021，去除卷带后），因为使用水或溶剂清洗会污染检测区域。此外，还要确认免清洗助焊剂不含可能释气的挥发性化学物质。
- **对传感器精度的影响：**高温会暂时使 RH 读数出现偏差，随着时间的推移，当传感器暴露在典型的室内环境条件下吸收湿气时，这种偏差会逐渐减小，通常通过再水合即可恢复。
- **电路板清洗**：对于需要清洗的电路板，每当清洗时都需要盖住传感器腔体。请勿用水或溶剂清洗无保护盖的空腔传感器（例如 HDC3120-Q1）。避免使用可能会损坏传感器的超声波清洗器或振动。

8.5.4 返工注意事项

多次回流焊循环可能导致传感器性能下降。理想情况下，应限制传感器进行单次回流焊循环。仅当传感聚合物保持清洁无损，采用免清洗焊膏并且峰值温度低于 260°C，才可以进行第二次回流焊。

一般来说，不建议进行手动或热风返工；如有必要，应限制器件直接受热，并避免使用污染性助焊剂。如果进行了任何返工，应当在返工完成以后，在受控湿度条件下验证传感器精度。

8.5.5 再水合

在传感器暴露于高温（如回流焊接）后，再水合可恢复基准传感器湿度和性能。在焊接过程中，湿度传感聚合物的反应会发生暂时性变化。将组装好的电路板放置在受控的环境条件下（通常为 25°C 和 50% RH，持续 5 天），可使聚合物达到平衡，减少回流焊接周期造成的任何漂移。以下是推荐用于 HDC3120-Q1 的再水合曲线：

- 常规条件：室温 (25°C) 和相对湿度 (40-50%RH)，持续 5 天。
- 加速条件：室温 (25°C) 和较高的相对湿度 (80%RH)，持续 48 小时。

8.5.6 对化学品与蒸汽的灵敏度

湿度检测聚合物能够吸收各种化学物质，导致暂时性或永久性的精度偏移。常见污染物包括：

- 清洁剂（氨水、漂白剂、过氧化氢）
- 粘合剂、酸性或碱性烟雾、包装材料释放的气体

检查相关的材料安全数据表 (MSDS)，了解潜在污染物。通过在受控环境下操作传感器，限制与挥发性有机化合物 (VOC) 的接触，并确保对传感器进行密封或屏蔽，避免腐蚀性/高浓度烟雾侵入，将损害降至最低。

已针对部分化学品进行了特定化学品与暴露曲线测试，如需了解 HDC3x 湿度传感器系列的化学品测试的结果与信息，可参阅 *《HDC3x 器件用户指南》*。

8.5.7 暴露于高温和高湿度条件下

在极端（高或低）相对湿度和/或温度下长时间运行，可能导致相对湿度输出出现暂时性偏移。在极端湿度与温度下，长时间在非推荐工作条件下运行，可能导致相对湿度输出出现暂时性或永久性偏移。

在 -20°C 到 80°C 温度下，推荐的湿度工作范围为 0% 到 100% RH（非冷凝）。超出该等范围运行，或在该等范围内的特定极端条件下（例如：温度为 80°C 时，相对湿度为 85% RH）长时间运行可能会导致：

- 逐渐相对湿度偏移：长时间处于 100% 相对湿度附近，可能会导致读数暂时性偏移。
- 缓慢恢复：恢复正常环境条件以后，偏移会在数小时或数天内消除。
- 永久性影响：反复或严重暴露可能会导致不可逆转的漂移。

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.5.8 恢复传感器性能：烘烤与再水合程序

如果传感器因较高的湿度与温度条件或接触化学品而发生漂移，则有针对性的恢复过程可能会有所帮助：

1. 高温低湿条件下（100°C，相对湿度 < 5%），**烘烤** 5-10 小时，这有助于加快蒸发速度，进而去除特定污染物。
2. 利用 节 8.5.5 中描述的推荐再水合曲线之一进行**再水合**，这有助于使聚合物达到平衡，帮助恢复基线性能。
3. **验证**传感器输出，确认精度已恢复。

特定情况下（例如：涉及腐蚀性化学品或物理损坏的情况），可能无法完全恢复。

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

9 器件和文档支持

9.1 文档支持

9.1.1 相关文档

- 德州仪器 (TI)，*湿度传感器：存储和处理指南* 应用手册
- 德州仪器 (TI)，*优化湿度传感器的布局和布线* 应用手册
- 德州仪器 (TI)，*HDC3x 器件用户指南*，用户指南
- 德州仪器 (TI)，*I^2C 上拉电阻器计算* 应用手册
- 德州仪器 (TI)，*85°C/85% RH 加速寿命测试对湿度传感器的影响* 白皮书
- 德州仪器 (TI)，*保持性能长期一致对相对湿度传感器的重要性* 技术文章

9.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

9.3 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

9.4 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。

9.5 静电放电警告

静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

9.6 术语表

TI 术语表	本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

10 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

日期	修订版本	注释
2025 年 2 月	*	初始发行版。

11 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。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。

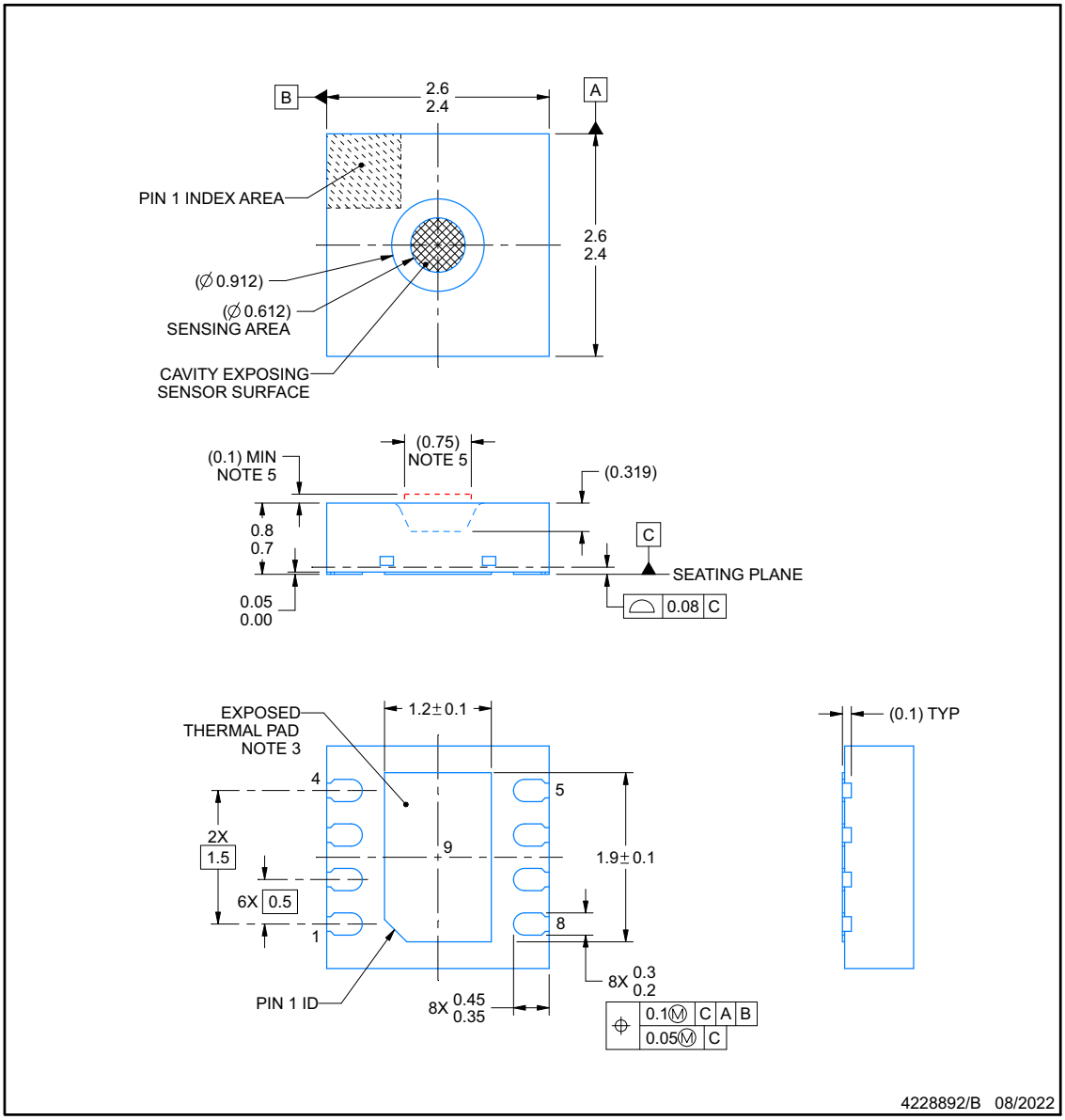
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

PACKAGE OUTLINE

DEF0008A-C01

WSON - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. It is generally best practice to solder the package thermal pad to a board pad that is connected to ground, however to minimize thermal mass for maximum heater efficiency or to measure ambient temperature it may be left floating.
4. The pick and place nozzle internal diameter has to be between ∅0.915 and ∅1.875 mm.
5. Customers must maintain adequate clearance from this region to allow for proper functioning of the humidity sensor.

www.ti.com

图 11-1. HDC3120-Q1 封装外形图

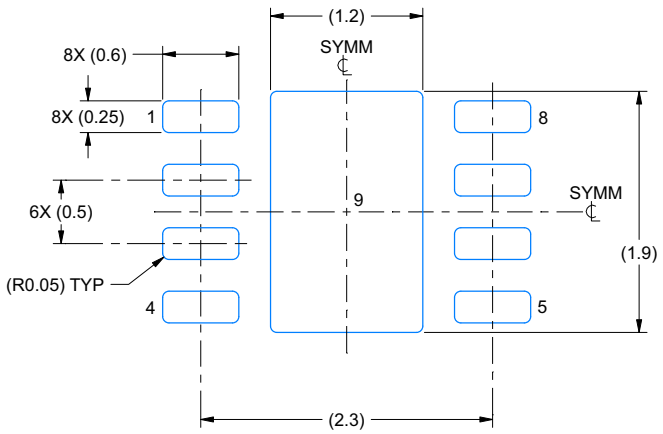
ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

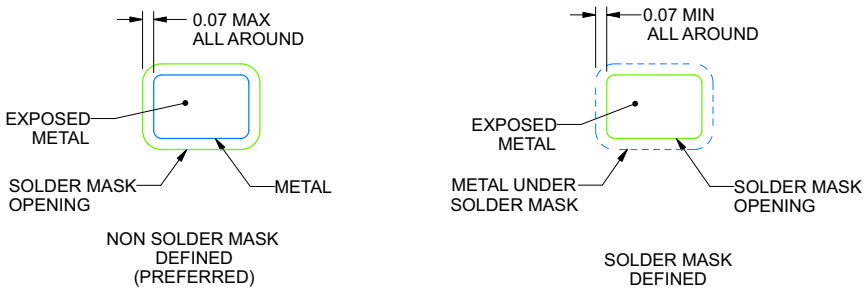
EXAMPLE BOARD LAYOUT

DEF0008A-C01 **WSON - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:20X



SOLDER MASK DETAILS

4228892/B 08/2022

NOTES: (continued)

6. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
7. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

TEXAS INSTRUMENTS
www.ti.com

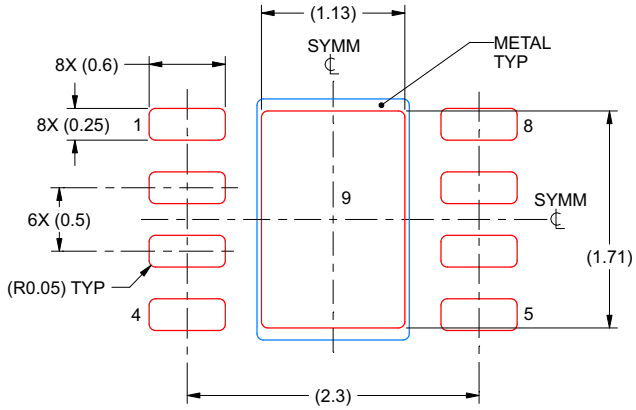
图 11-2. HDC3120-Q1 示例电路板布局布线

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DEF0008A-C01 **WSON - 0.8 mm max height**

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 7:
85% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:20X

4228892/B 08/2022

NOTES: (continued)

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

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

11.1 封装选项附录

封装信息

可订购器件	状态(1)	封装类型	封装图	引脚	包装数量	环保计划(2)	铅/焊球镀层(6)	MSL 峰值温度(3)	工作温度 (°C)	器件标识(4) (5)
HDC3120QDEFRQ1	预发布	WSON	DEF	8	3000	RoHS 和绿色环保	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40°C 至 125°C	L
PHDC3120QDEFRQ1	运行	WSON	DEF	8	3000	RoHS 和绿色环保	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40°C 至 125°C	1, Q

(1) 销售状态值定义如下：
正在供货：建议用于新设计的产品器件。
限期购买：TI 已宣布器件即将停产，但仍在购买期限内。
NRND：不推荐用于新设计。为支持现有客户，器件仍在生产，但 TI 不建议在新设计中使用此器件。
PRE_PROD：器件未发布，尚未量产，未向大众市场供货，也未在网络上供应，未提供样片。
预发布：器件已发布，但未量产。可能提供样片，也可能无法提供样片。
已停产：TI 已停止生产该器件。

(2) 环保计划 - 规划的环保分级包括：无铅 (RoHS)，无铅（RoHS 豁免）或绿色（RoHS，无锑/溴）- 如需了解最新供货信息及更多产品内容详情，请访问 www.ti.com.cn/productcontent。
待定：无铅/绿色环保转换计划尚未确定。
无铅 (RoHS)：TI 所说的“无铅”或“无 Pb”是指半导体产品符合针对所有 6 种物质的现行 RoHS 要求，包括要求铅的重量不超过同质材料总重量的 0.1%。因在设计时就考虑到了高温焊接要求，因此 TI 的无铅产品适用于指定的无铅作业。
无铅（RoHS 豁免）：该元件在以下两种情况下可享受 RoHS 豁免：1) 芯片和封装之间使用铅基倒装芯片焊接凸点；2) 芯片和引线框之间使用铅基芯片粘合剂。否则，元件将根据上述规定视为无铅（符合 RoHS）。
绿色环保（RoHS，无锑/溴）：TI 定义的“绿色环保”表示无铅（符合 RoHS 标准）、无溴 (Br) 和无锑 (Sb) 系阻燃剂（均质材料中 Br 或 Sb 的质量不超过总质量的 0.1%）。

(3) MSL，峰值温度-- 湿敏等级额定值（符合 JEDEC 工业标准分级）和峰值焊接温度。

(4) 器件上可能还有与标识、批次跟踪代码信息或环境分类相关的其他标志。

(5) 如有多个器件标识，将用括号括起来。不过，器件上仅显示括号中以“~”隔开的其中一个器件标识。如果某一行缩进，说明该行续接上一行，这两行合在一起表示该器件的完整器件标识。

(6) 铅/焊球镀层 - 可订购器件可能有多种镀层材料选项。各镀层选项用垂直线隔开。如果铅/焊球镀层值超出最大列宽，则会折为两行。

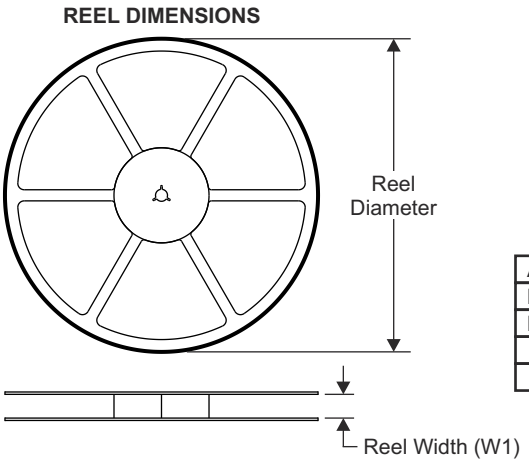
重要信息和免责声明：本页面上提供的信息代表 TI 在提供该信息之日的认知和观点。TI 的认知和观点基于第三方提供的信息，TI 不对此类信息的正确性做任何声明或保证。TI 正在致力于更好地整合第三方信息。TI 已经并将继续采取合理的措施来提供有代表性且准确的信息，但是可能尚未对引入的原料和化学制品进行破坏性测试或化学分析。TI 和 TI 供应商认为某些信息属于专有信息，因此可能不会公布其 CAS 编号及其他受限制的信息。

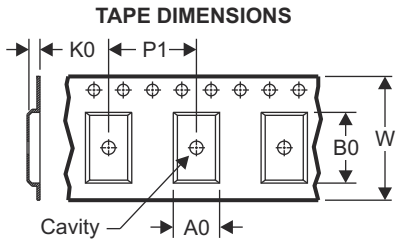
在任何情况下，TI 因此类信息产生的责任决不超过 TI 每年向客户销售的本文档所述 TI 器件的总购买价。

ADVANCE INFORMATION

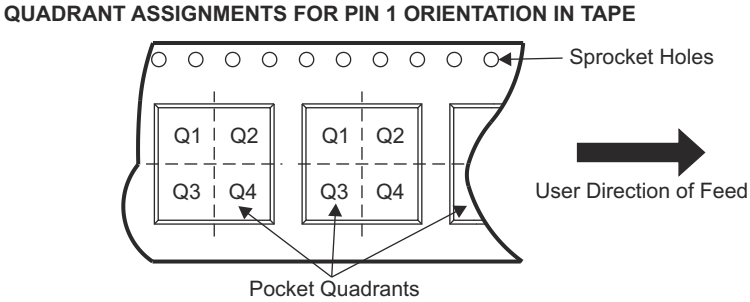
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

11.2 卷带包装信息





A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

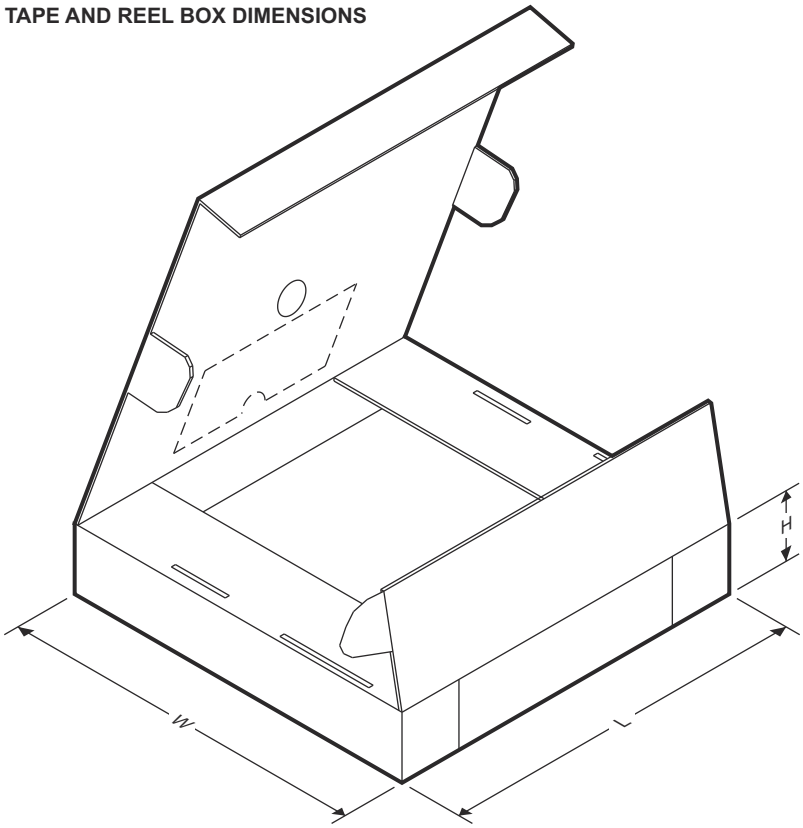


器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1象限
PHDC3120QDEFRQ1	WSON	DEF	8	3000	330	12.4	2.75	2.75	1.3	8	9.2	1
HDC3120QDEFRQ1	WSON	DEF	8	3000	330	12.4	2.75	2.75	1.3	8	9.2	1

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
HDC3120QDEFRQ1	WSON	DEF	8	3000	356	338	48
PHDC3120QDEFRQ1	WSON	DEF	8	3000	356	338	48

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
HDC3120QDEFRQ1	Active	Production	WSON (DEF) | 8	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	Y

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts 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.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF HDC3120-Q1 :

- Catalog : HDC3120

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

重要通知和免责声明

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出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 产品的相关应用。 严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司