

AT2401C: 2.4GHz Zigbee 射频前端芯片

1 芯片概述

1.1 芯片简介

AT2401C 是一款面向 Zigbee, 无线传感网络以及其他 2.4GHz 频段无线系统的全集成射频功能的射频前端单芯片。AT2401C 是采用 CMOS 工艺实现的单芯片器件, 其内部集成了功率放大器(PA), 低噪声放大器(LNA), 芯片收发开关控制电路, 输入输出匹配电路以及谐波滤波电路。

该芯片的常规应用主要包括工业控制自动化, 智能家居和符合 RF4CE 协议的射频系统中。由于该芯片有非常优越的性能, 高灵敏度和效率, 低噪声, 产品尺寸小以及低成本, 使得 AT2401C 对于频率带宽内的应用而言成为完美的解决方案。AT2401C 的功能控制逻辑电路非常简单, 而且使用了少量的外围器件, 可以非常方便系统的整体集成设计。

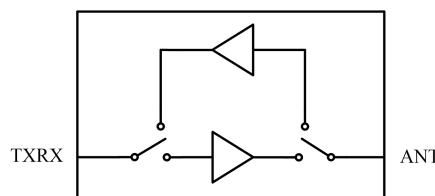


图 1-1 功能模块示意图

1.2 芯片封装

QFN3mm×3mm×0.75mm, 16-pin

1.3 主要特征

- 2.4 GHz ZigBee 高效单芯片射频前端集成芯片
- 集成 TX/RX 收发器端口和天线端口
- 带谐波抑制的 2.4GHz 功率放大器
- 低噪声放大器
- 发射/接收开关切换电路
- 满足发射符合 OQPSK 调制标准的高线性信号的应用要求
- 低电压 CMOS 逻辑控制
- 所有端口的 ESD 保护电路
- RF 端口均有 DC 隔直电路
- 电源信号 VDD 与射频信号有良好地内部隔离电路
- 接收通道有低的噪声系数
- 非常低的直流功耗
- 集成全部的匹配以及隔离电路
- 仅需少量的外部器件
- 采用性能稳定的 CMOS 工艺

1.4 芯片应用

- ZigBee 及其他相关应用
- 无线音频系统和无线传感网络
- 智能家居和工业自动化
- 2.4GHz 射频系统

2 管脚说明

2.1 管脚排列

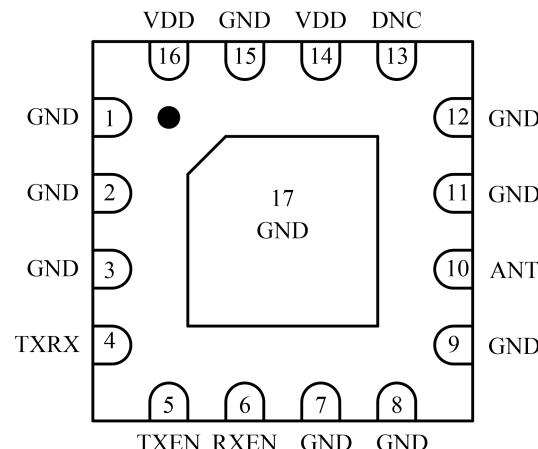


图 2-1 芯片封装管脚排列

2.2 管脚说明

引脚编号	引脚名称	引脚描述
4	TXRX	发射/接收射频收发器信号的端口：直流到地
5	TXEN	发射使能的 CMOS 控制端
6	RXEN	接收使能的 CMOS 控制端
10	ANT	功率放大器信号输出端或低噪声放大器信号输入端：直流到地
1,2,3,7,8,9, 11,12,15,17	GND	地电位：使用中需全部连接到地
13	DNC	悬空端口
14,16	VDD	电源电压输入引脚

3 电气特性

3.1 极限特性

参数	单位	最小值	最大值	条件
电源电压	V	0	4.0	
芯片控制引脚电压	V	0	3.6	通过 1 KOhm 的电阻
电流	mA		350	当发射控制引脚 TXEN 为高电平时, 通过电源电压的芯片引脚电流
芯片控制引脚电流	μA		1	
发射信号强度	dBm		+5	所有工作状态
天线接收信号强度	dBm		+5	接收控制链路开启
芯片存储温度范围	°C	-50	+125	没有射频输入以及直流供电的情况下, 以及需要根据晶体管结温的要求做一些适当的保护措施

备注: 超出上述一个或者几个绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏, 建议在表中所列范围内使用。射频输入端信号强度最大值对应为射频输入阻抗为 50 Ohm。

3.2 芯片工作条件

参数	单位	最小值	典型值	最大值	条件
电源电压	V	2.0	3.3	3.6	所有芯片引脚
控制电压“高电平”	V	1.2		VDD	
控制电压“低电平”	V	0		0.3	
工作温度范围	°C	-40		85	

3.3 典型性能参数

3.3.1 发射链路典型性能参数

参数	单位	典型值	条件
工作频率范围	GHz	2.4-2.525	所有的射频引脚对应的阻抗为 50 Ohm
饱和输出功率	dBm	+22	
小信号增益	dB	22	
二阶谐波	dBm	-18	$P_{out}=+20\text{dBm}$
三阶谐波	dBm	-25	$P_{out}=+20\text{dBm}$
输入回损	dB	-17	
输出回损	dB	-8	
单端输入/输出阻抗	Ohm	50	
发射链路电流	mA	17.5	没有射频信号输入的静态工作电流
发射大功率电流	mA	130	$P_{out}=+20\text{dBm}$

3.3.2 接收链路典型性能参数

参数	单位	典型值	条件
工作频率范围	GHz	2.4-2.525	所有的射频引脚对应的阻抗为 50 Ohm
增益	dB	14	
噪声系数	dB	2.7	
输入回损	dB	-25	
输出回损	dB	-15	
射频端口阻抗	Ohm	50	
接收链路电流	mA	10.5	没有射频信号输入的静态工作电流
输入 1dB 压缩点	dBm	-12	对应芯片 ANT 端口的信号强度

3.3.3 待机模式性能参数

参数	单位	典型值	条件
直流关断电流	μA	<1	

TXRX-ANT 插入损耗	dB	-50	输入信号强度 Pin<-20dBm
ANT-TXRX 插入损耗	dB	-50	输入信号强度 Pin<-20dBm
回损	dB	-1.5	TXRX 端口
发射-接收开关时间	nsec	800	
关断开启时间	nsec	800	

3.4 控制信号逻辑真值表

TXEN	RXEN	工作状态
1	X	发射链路工作
0	1	接收链路工作
0	0	芯片关断休眠状态

备注：

“1”表示控制引脚高电平状态(>1.2V)

“0”表示控制引脚低电平状态(<0.3V)

“X”表示状态随意：“1”或者“0”均可以

4 应用方案

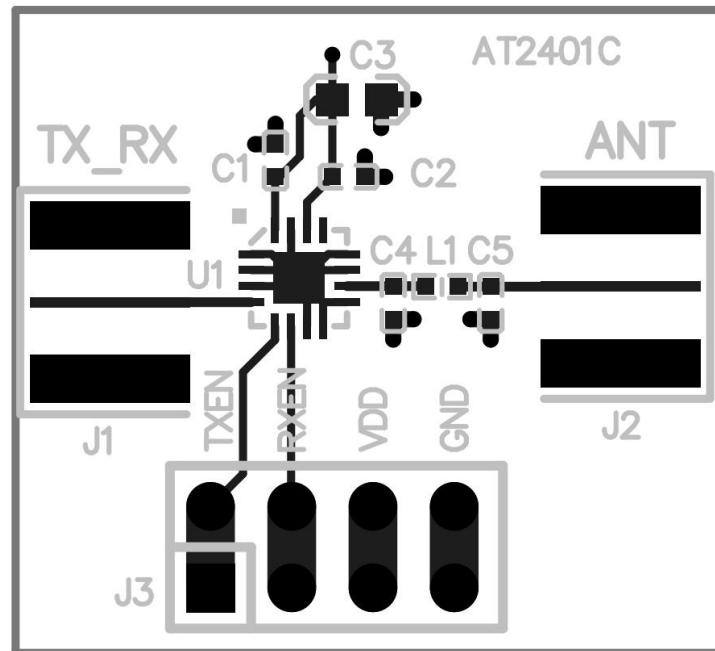


图 4-1 芯片测试板设计

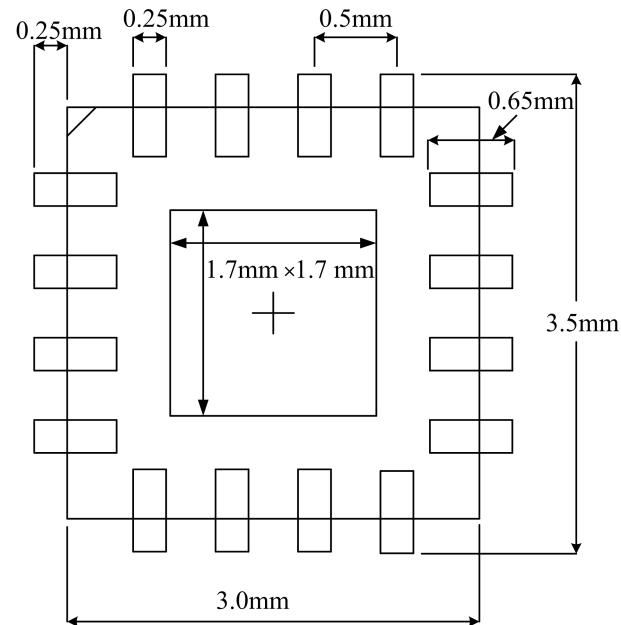


图 4-2 芯片引脚尺寸图

4.1 应用方案 1(最大输出功率)

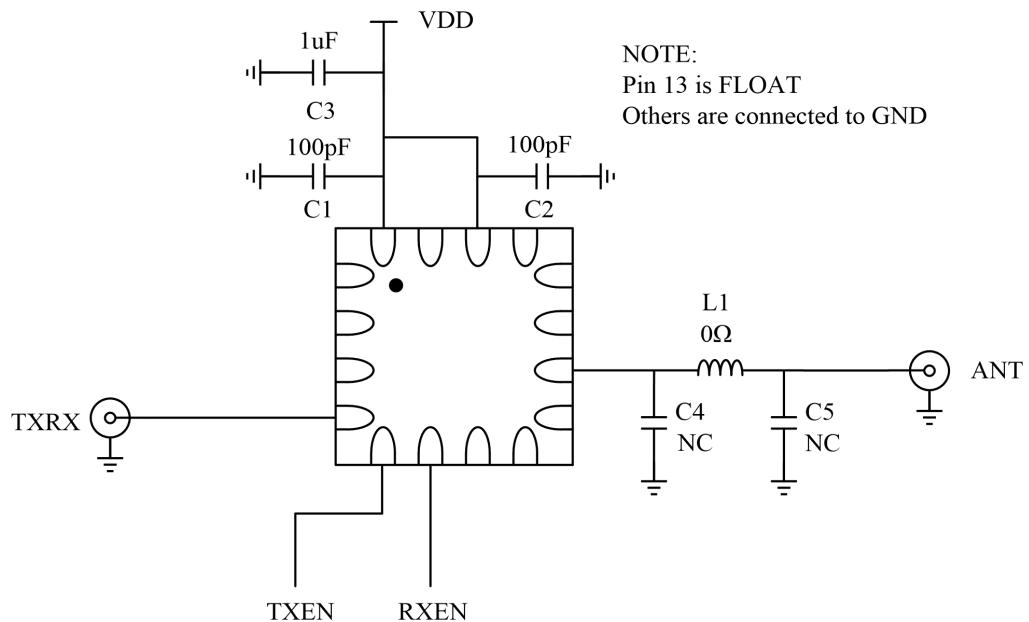


图 4-3 芯片应用电路图 1

4.2 应用方案 2(最佳谐波特性)

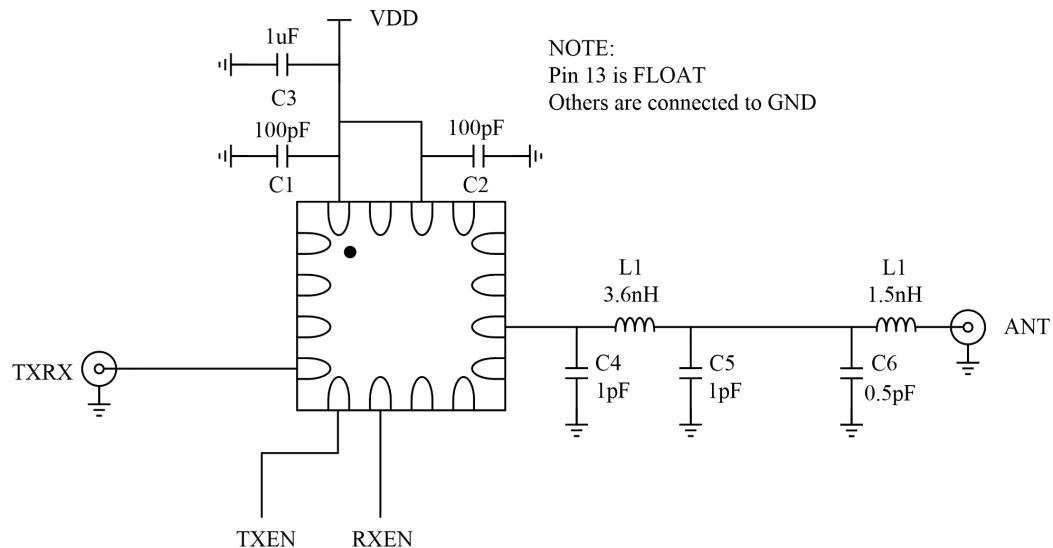
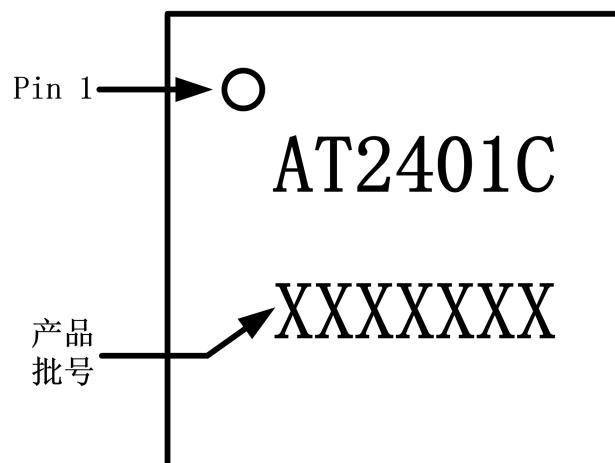


图 4-4 芯片应用电路图 2

5 芯片封装信息

5.1 芯片标识规则

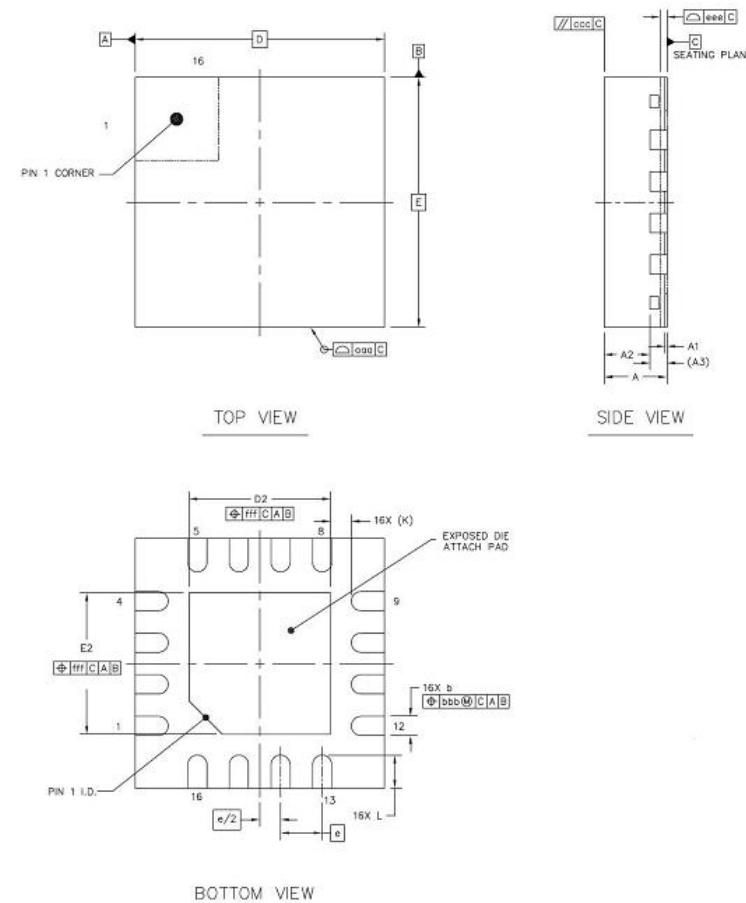


编码	说明
AT2401C	芯片型号
XXXXXXX	产品批号

注：“X”根据生产分类及序列号替换为相应字符

5.2 封装规格

芯片采用 QFN3mm×3mm×0.75mm, 16-pin 封装, 下面是封装尺寸。



	SYMBOL	MIN	NOM	MAX
TOTAL THICKNESS	A	0.7	0.75	0.8
STAND OFF	A1	0	0.02	0.05
MOLD THICKNESS	A2	---	0.55	---
L/F THICKNESS	A3		0.203 REF	
LEAD WIDTH	b	0.18	0.23	0.28
BODY SIZE	X	D	3 BSC	
	Y	E	3 BSC	
LEAD PITCH	e		0.5 BSC	
EP SIZE	X	D2	1.6	1.7
	Y	E2	1.6	1.7
LEAD LENGTH	L	0.3	0.4	0.5
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE	K		0.275 REF	
PACKAGE EDGE TOLERANCE	aaa		0.1	
MOLD FLATNESS	ccc		0.1	
COPLANARITY	eee		0.08	
LEAD OFFSET	bbb		0.1	
EXPOSED PAD OFFSET	fff		0.1	

6 芯片焊接与存储

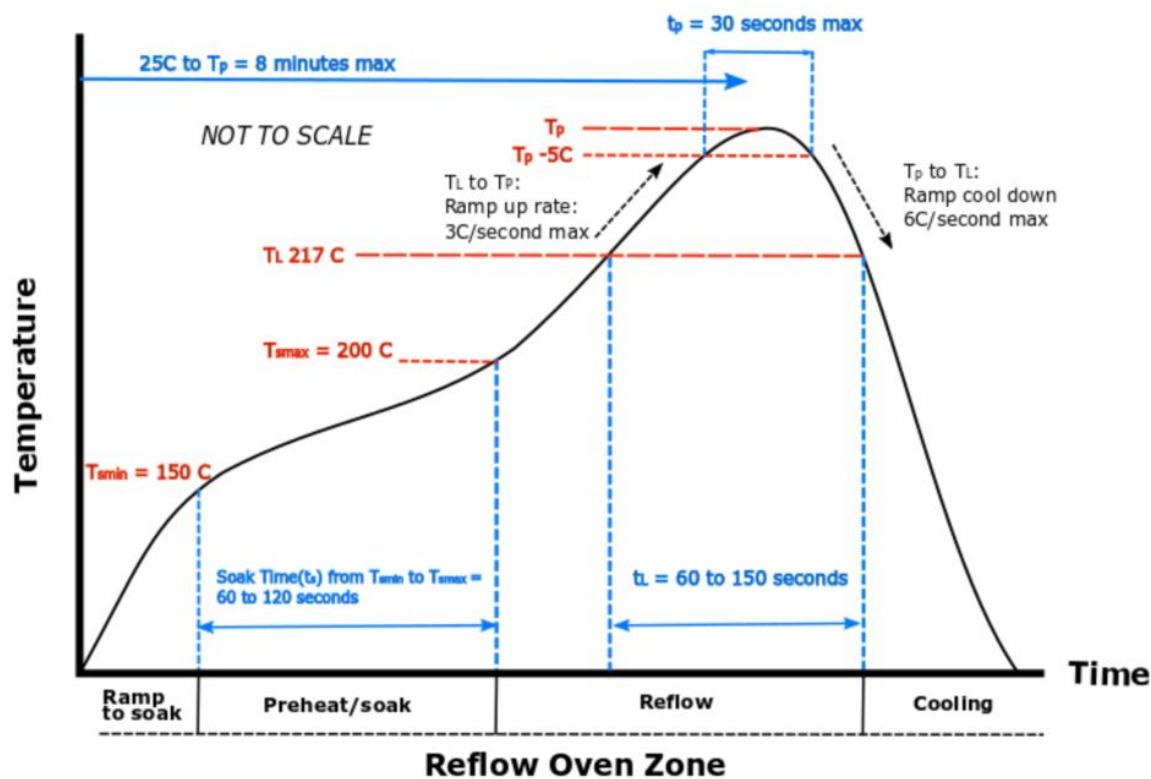
6.1 防潮等级:

Moisture Sensitivity Level (MSL): 3 级

MSL 请参考 IPC/JEDEC J-STD-020 标准。

6.2 回流焊曲线:

参考 IPC/JEDEC J-STD-020 标准



无铅焊接工艺:

1. 预热温区 150°C — 200°C ，保持时间 60s-120s;

2. 回流温度 $>217^{\circ}\text{C}$ ，时间 60s-150s;

升温斜率: 回流温度 (217°C) 到峰值温度区间，升温斜率 $\leq 3^{\circ}\text{C/S}$;

降温斜率: 峰值温度到回流温度 217°C 区间，降温斜率 $\leq 6^{\circ}\text{C/S}$;

3. 峰值设置温度最高不超过 260°C ，实际温度也不能超过 260°C 。最高温度至往下 5°C 总时间不超过 30s

4. 从常温 25°C 到峰值温度时间 ≤ 8 分钟;

5. 芯片回流焊次数≤3 次；

回流焊时间可根据不同的设备型号、设备寿命、温区数量、加热方式、PCB 板厚度、锡膏型号、电子元器件的耐热性、焊接后锡膏光泽度及立碑情况等进行设置，可在 J-STD-020 表 5-2 的条件范围内进行适当的温度、链速的调整。每个产品与其对应的设备所设定的温度工艺参数应该是固有的。

- 炉温测试频率：在切换产品时需进行炉温测试，且至少在连续生产中每 24 小时进行炉温测试；
- 回流炉至少每年要进行一次温度稳定性校验评估；
- 测温板寿命建议 50-100 次；
- 温度测量仪需要定期校验；
- 升降温斜率，需注意链速及统计时间间隔是合理的。

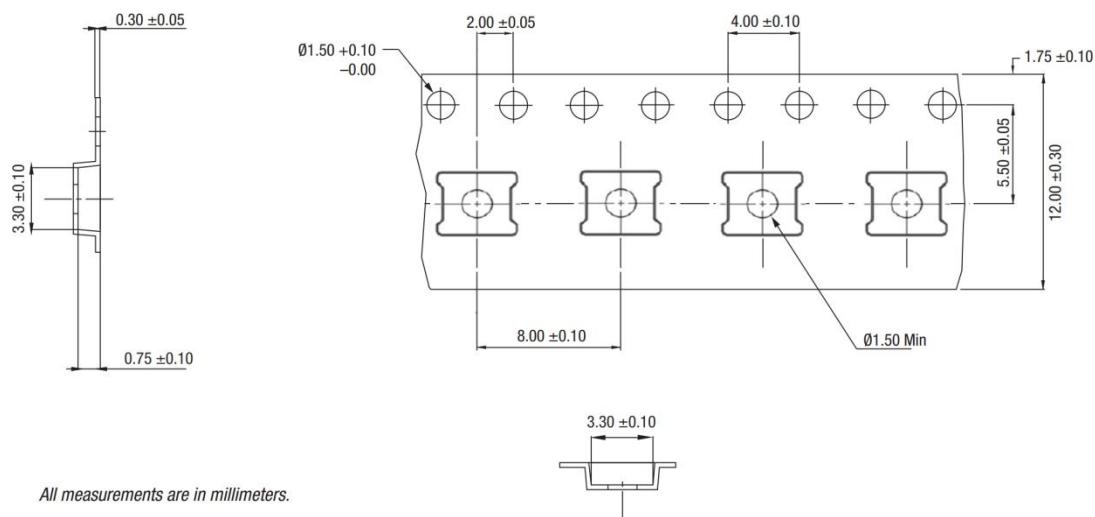
温度测定要点：

1. 在基板上进行 3-7 处；
2. 在零部件搭载密度高的地方/低的地方；
3. 在热容量大的零部件位置或它的旁边；
4. 在耐热性较弱的零部件引线和实体表面 (IC/ 电解电容)；
5. 要正确测量封装体峰值温度，参考 JEP140 推荐使用的热电偶。

7 包装与运输

7.1 包装

芯片采用真空卷带包装，具备防潮、防静电等特性。具体卷带尺寸如下：



7.2 ESD 防护

请注意在芯片运输和生产过程中防静电和防潮。



请注意使用、包装和运输过程中的静电防护！

8 文档更新记录

日期	版本	说明
2017/05/05	V1.0	文档初版
2018/01/05	V2.0	更新信息, 增加应用电路图 2
2025/06/03	V2.1	更新产品封装信息和回流焊信息

联系方式

杭州中科微电子有限公司

Hangzhou Zhongke Microelectronics Co., Ltd

Web: www.hzzkw.com

地址 (Add): 杭州市滨江区江南大道 3850 号创新大厦 10 楼

10F Innovation Tower, #3850 Jiangnan Avenue, Binjiang District, Hangzhou,
China

电话 (Tel): +86-571-28918100

传真 (Fax): +86-571-28918122