AT9880B 北斗单模卫星定位 SOC 芯片

1 芯片概述

1.1 芯片简介

AT9880B 是一款高性能北斗单模卫星导航接收机 SOC 单芯片，芯片集成射频前端和数字基带、北斗多频卫星信号处理引擎、电源管理功能。芯片支持接收中国北斗二号和北斗三号，支持接收 B1I、B1C、B2I、B3I、B2a 和 B2b 等频点信号。

1.2 主要特征

- 支持北斗二号/三号
- 支持单北斗单频/双频/多频接收
- 支持 A-BDS
- 具备有源天线检测与保护。
- 内部集成 DCDC 和 LDO；
  支持 3.3V 单电源供电。

1.3 性能指标[1]

技术参数	指标
信号接收[2]	BDS：B1I、B1C、B2I、B3I、B2a、B2b
冷启动 TTFF	20s
热启动 TTFF	1.5s
重捕获 TTFF	1s
冷启动灵敏度	-148dBm
热启动灵敏度	-156dBm
重捕获灵敏度	-160dBm
跟踪灵敏度	-162dBm
定位精度	1m（CEP50）
测速精度	<0.05m/s（1σ）
定位更新率	1Hz(最大 10Hz)
最大高度	18000m
最大速度	500m/s

1.4 芯片应用

- 车载定位与导航
- 授时
- 可穿戴设备
- 物联网定位设备
- 便携式设备，如手机、平板电脑

1.5 芯片封装

QFN5×5-40L (P0.4T0.75)

注：[1]性能指标与场景和测试方法紧密相关，所列指标为实验室测试结果，不代表所有应用场景的性能。[2]芯片实际能接收的信号与固件相关，具体请咨询销售或技术支持人员。

1.6 订购信息

型号	卫星系统						等级		工作温度
	B1I	B1C	B2a	B2b	B2I	B3I	工规	车规	
AT9880B-F8N-22	●	●	●	○	○		●		-40～85℃
AT9880B-F8N-23	●	●				●	●		-40～85℃
AT9880U-B-F8N-22	●	●	●	○	○			●	-40～105℃
AT9880U-B-F8N-23	●	●				●		●	-40～105℃

●默认支持　　○可选，通过发送指令或升级固件可开启

2 芯片管脚

2.1 管脚排列

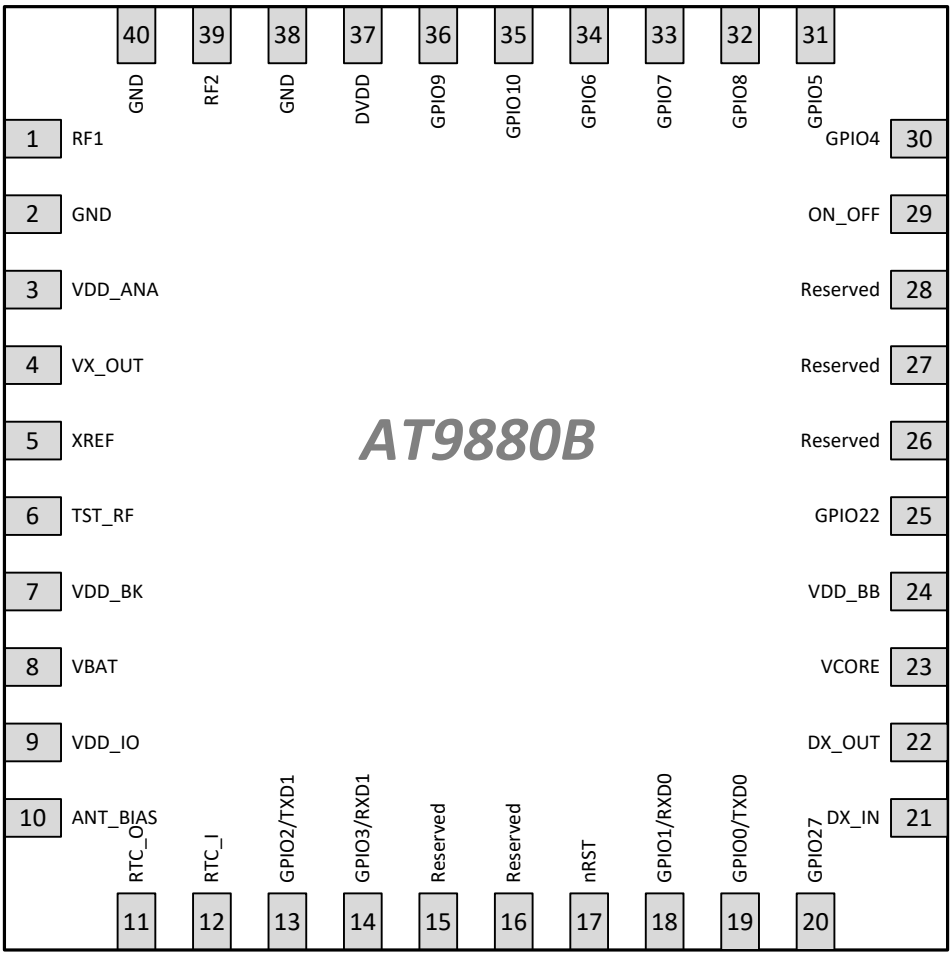


图 2-1 芯片封装管脚排列

2.2 管脚功能

序号	名称	I/O 类型	功能描述
1	RF1	射频 IO	L1 信号输入
2	GND	/	接 GND
3	VDD_ANA	模拟电源	模拟 LDO 输出，接 1uF 去耦电容
4	VX_OUT	模拟 IO	输出给 TCXO 的电源，接 1uF 去耦电容
5	XREF	模拟 IO	时钟输入端，外接 TCXO
6	TST_RF	模拟 IO	测试端口，不用时悬空
7	VDD_BK	模拟 IO	备份 LDO 的输出，接 1uF 去耦电容
8	VBAT	模拟电源	备份电源的输入
9	VDD_IO	数字电源	数字 IO 电源的输入
10	ANT_BIAS	模拟 IO	有源天线供电和检测
11	RTC_O	模拟 IO	RTC OSC 的输出
12	RTC_I	模拟 IO	RTC OSC 的输入
13	GPIO2/TXD1	数字双向	UART1 的 TXD
14	GPIO3/RXD1	数字双向	UART1 的 RXD
15	Reserved	数字双向	保留端口，不用时悬空
16	Reserved	数字双向	保留端口，不用时悬空
17	nRST	模拟 IO	外部复位输入，内部上拉，不用时悬空
18	GPIO1/RXD0	数字双向	UART0 的 RXD
19	GPIO0/TXD0	数字双向	UART0 的 TXD
20	GPIO27	数字双向	通用 GPIO
21	DX_IN	模拟电源	DCDC 输入
22	DX_OUT	模拟 IO	DCDC 输出
23	VCORE	模拟电源	芯片内核 LDO 输入
24	VDD_BB	数字电源	数字内核 LDO 输出，接 2.2uF 去耦电容
25	GPIO22	数字双向	通用 GPIO，默认 1PPS 输出
26	Reserved	数字双向	保留端口，不用时悬空
27	Reserved	数字双向	保留端口，不用时悬空
28	Reserved	数字双向	测试端口，不用时悬空
29	ON_OFF	数字输入	关断控制，内部上拉，不用时悬空
30	GPIO4	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
31	GPIO5	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
32	GPIO8	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
33	GPIO7	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
34	GPIO6	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
35	GPIO10	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
36	GPIO9	数字双向	通用 GPIO，不用时悬空
37	DVDD	模拟 IO	锁相环 LDO 输出，接 1uF 去耦电容
38	GND	/	接 GND
39	RF2	模拟 IO	L5 信号输入
40	GND	/	接 GND
EP	GND	底部金属	公共接地点，必须良好接地

3 芯片架构

3.1 芯片框图

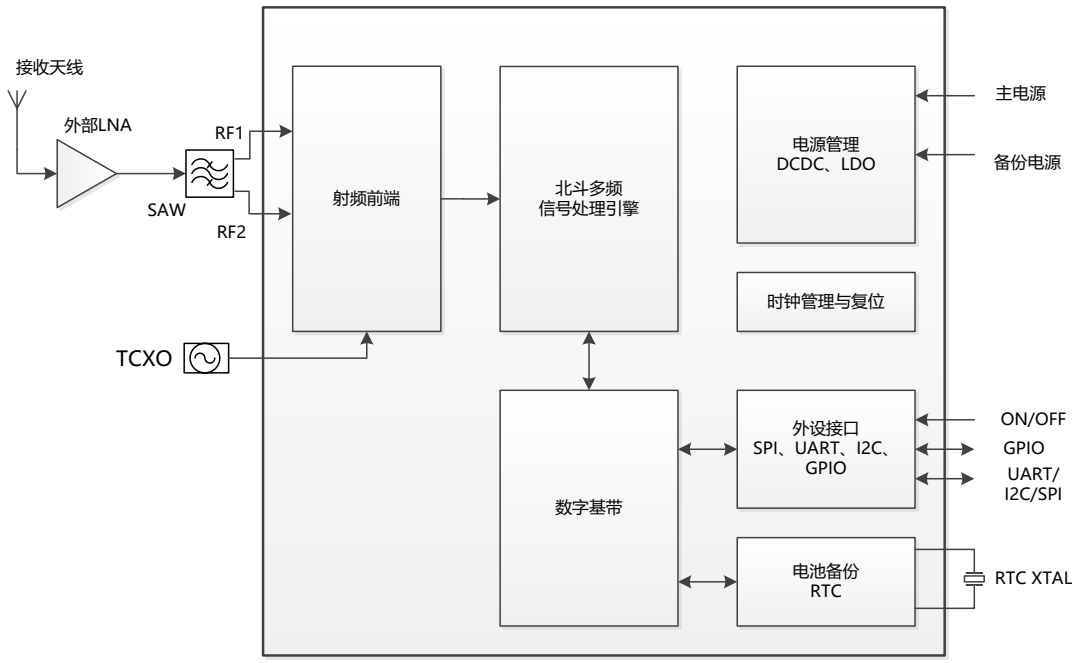


图 3-1 芯片框图

3.2 射频前端

射频前端 RF1 和 RF2 分别接收 B1 和 B2/B3 两个频段的信号，片外需对这个两个频段的信号进行分别滤波。片上集成射频 LNA 和锁相环 PLL，集成滤波器和 ADC。

3.3 基带处理器

芯片集成多系统卫星处理引擎，支持北斗系统双频信号处理，并实现北斗双频信号定位，可以显著改善定位精度和定位可用度，尤其是在城市峡谷等复杂环境下，性能改进更显著。

3.4 外设接口

芯片集成多种外设接口，包括 UART、I2C、SPI 等。

默认的通信接口是 UART0(TXD0/RXD0)，波特率 115200。

3.5 电源管理

芯片内部集成了 DCDC 和 LDO。

如图，芯片供电分为 4 部分：RTC/电池备份、VDD_IO 电源、DCDC 和 LDO。

其中，RTC/电池备份是电池供电区域，使用独立的低功耗 LDO 进行供电。当主电源掉电时，在备份电源供电下，RTC 将继续保持正常工作，备份 RAM 中的数据不丢失。利用备份 RAM 中的数据和 RTC 提供的时间信息，辅助芯片启动实现快速定位。

VDD_IO 给数字 IO 接口提供电源，同时给上电复位电路和天线检测电路提供电源。

DCDC 是内部集成的电源转换电路，可以将 3.3V 输入电压高效的转为低电压后提供给内部 LDO。内部 LDO 的输入 VCORE 也可由外部电源直接供电。

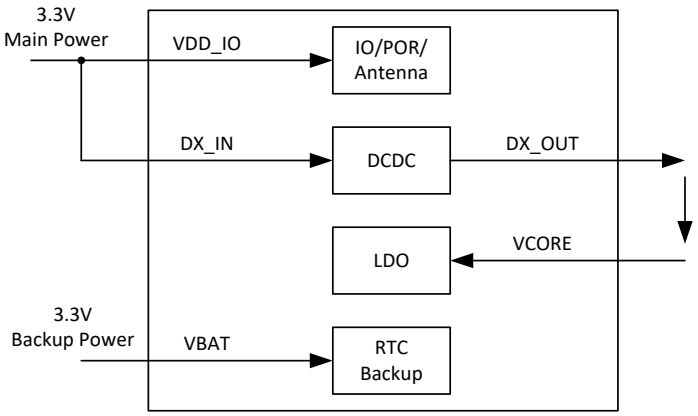


图 3-2 芯片电源管理

3.6 芯片复位

芯片内部集成上电复位电路，并支持从芯片外部复位。复位时序如下：

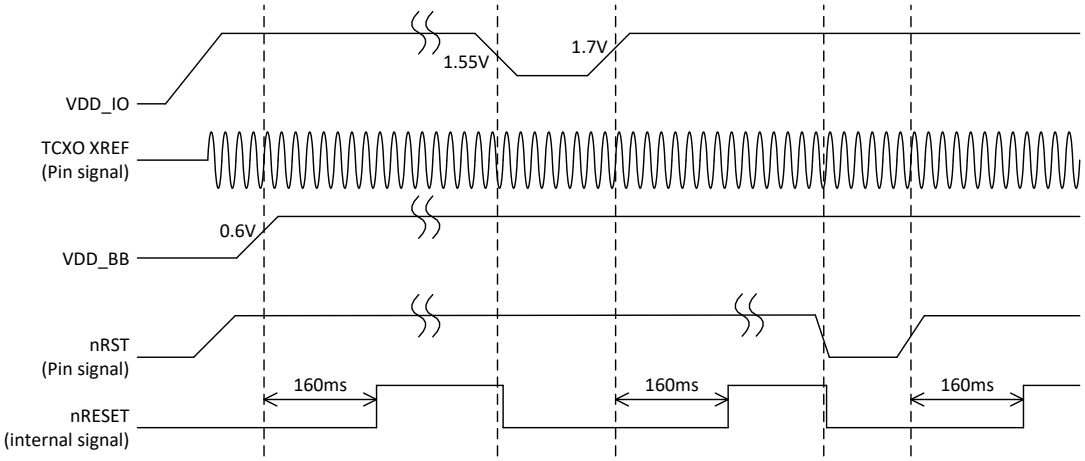


图 3-3 芯片复位时序图

4 电气特性

4.1 极限特性

Parameter	MIN	TYP	MAX	Unit
电源对地电压(VDD_ANA/VDD_BB/DVDD/VDD_BK)	-0.3		1.1	V
电源对地电压(VDD_IO/VCORE/VBAT/DX_IN)	-0.3		4.1	V
模拟引脚电压(RTC_O/RTC_I)	-0.3		4.1	V
射频输入管脚(RF1/RF2)	-0.3		1.1	V
其他引脚电压	-0.3		4.1	V
射频输入功率			5	dBm
结温			125	℃
存储温度	-50		150	℃

4.2 推荐工作条件

Parameter	Condition	MIN	TYP	MAX	Unit
VDD_IO		2.7	3.3	3.6	V
					V
VBAT		1.4	3.3	3.6	V
VCore		1.2		3.6	V
DX_IN		2.7	3.3	3.6	V
工作温度	AT9880B	-40		85	℃
	AT9880U-B	-40		105	℃

4.3 芯片特性

若非特别说明，测试条件均为：TA=25℃，VDD_IO=3.3V。

Parameter	Condition	MIN	TYP	MAX	Unit
射频输入频率	RF1	1561.098	1575.42	1602	MHz
	RF2		1176.45		MHz
复位电压	@VDD_IO		1.65		V
复位时间			160		ms
TCXO 晶振频率			26.000000		MHz
TCXO 幅度	Peak to peak Clipped sine wave	0.5	1.5		Vpp
TCXO 晶振电源电压	VX_OUT 输出电压		1.8		V
有源天线检测电流	VDD_IO=3.3V	3			mA
有源天线短路保护电流		45	50	65	mA
天线检测电路压降	50mA@VDD_IO=3.3V		0.3		V

连续运行模式工作电流	B1I+B1C+B2a		35		mA
电池备份电流			16		uA
休眠模式电流	ON_OFF=0		50		uA
RTC Crystal 频率			32.768		kHz
RTC Crystal 等效 串联电阻 *Rs*				80	kΩ
RTC Crystal 串联电容			12.5		pF

4.4 数字 IO 管脚

Parameter	Condition	MIN	TYP	MAX	Unit
Ileak	漏电流输入管脚			1	uA
Vil	低电平输入电压	-0.3	0	VDD_IO*0.2	V
Vih	高电平输入电压	VDD_IO*0.8		VDD_IO+0.3	V
Vol	低电平输出电压		0	0.4	V
Voh	高电平输出电压	VDD_IO-0.4			V
Rpu	上拉电阻(VDD_IO=3.3V)	58	77	110	kΩ
Rpd	下拉电阻(VDD_IO=3.3V)	49	78	130	kΩ

5 应用方案

5.1 参考方案

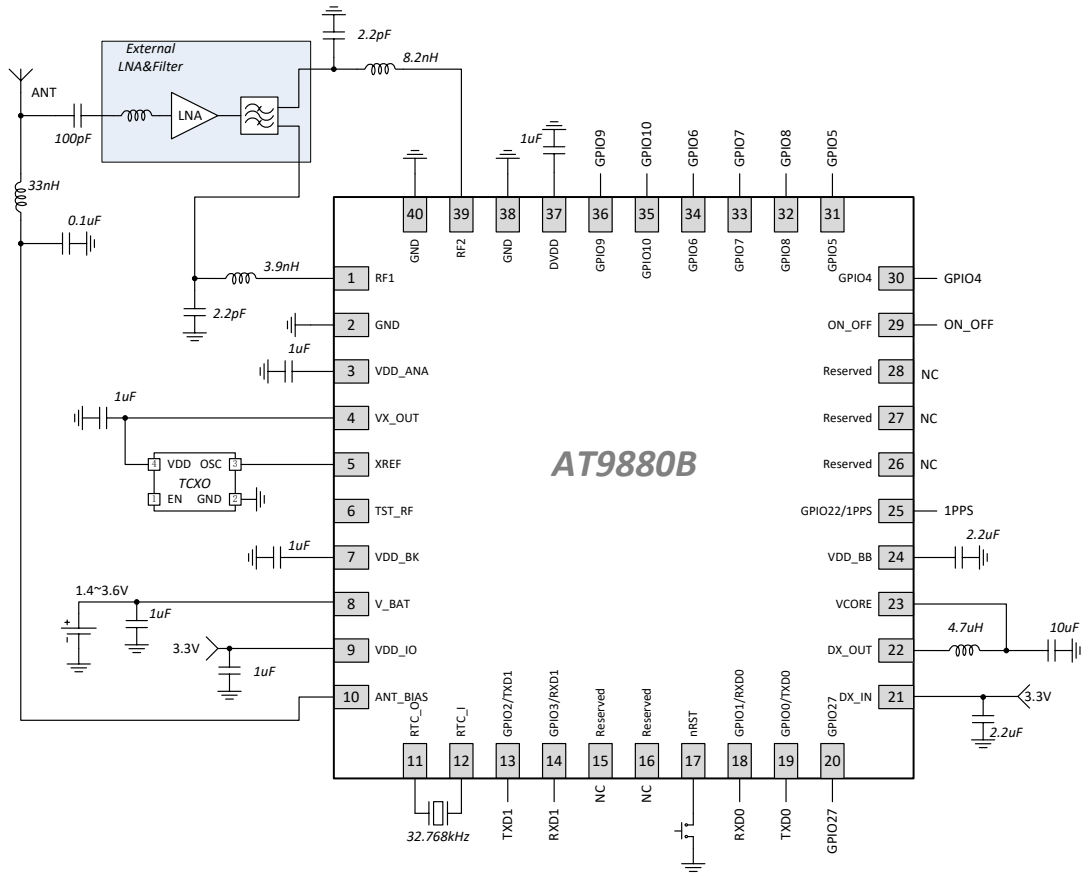


图 5-1 芯片参考设计方案

本方案片上 LDO 电源 VCORE 采用片内的 DCDC 供电，适用于 3.3V 单电源供电的应用。

可采用无源天线或者有源天线，芯片外部总增益建议 18d～35dB。芯片通过 ANT_BIAS 管脚给有源天线供电，并提供天线检测和短路保护。用于天线馈电的阻交流电感和电容应靠近射频输入口。

芯片的射频输入管脚 RF1 和 RF2，其中 RF1 输入 L1 频段信号，RF2 输入 L5 频段信号。注意，RF1 和 RF2 管脚的直流电压不超过 0.8V。如果外置 LNA 的输出是带直流的，必须加电容进行隔直。

定位信息通过串口输出，默认输出端口为 UART0，对应为 TXD0 和 RXD0。

材料清单：器件选型请参考“主要外围器件 BOM 选型表”。

5.2 射频输入

为保证信号正常接收，隔绝信号串扰，PCB 的射频输入线需要利用地线作隔离。如图所示， Pin-2/38/40 管脚接 GND，通过延伸到 PCB 的射频输入端，并且加入尽可能多的过孔，使射频输入 RF1 和 RF2 与附近的其他管脚或者信号线形成隔离。

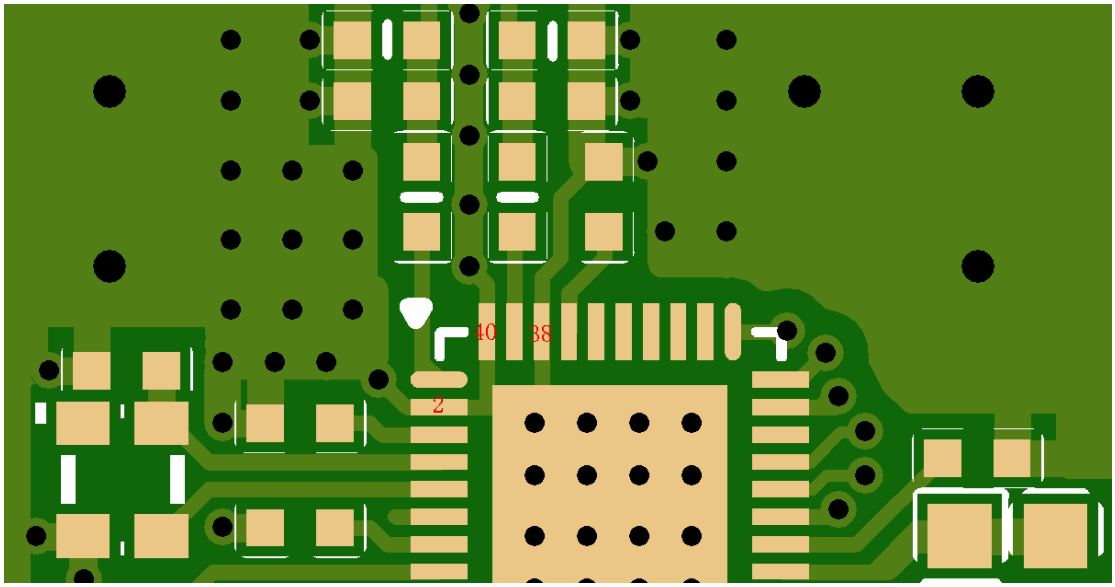


图 5-2 射频输入信号隔离

5.3 内核 LDO 由电源直接供电

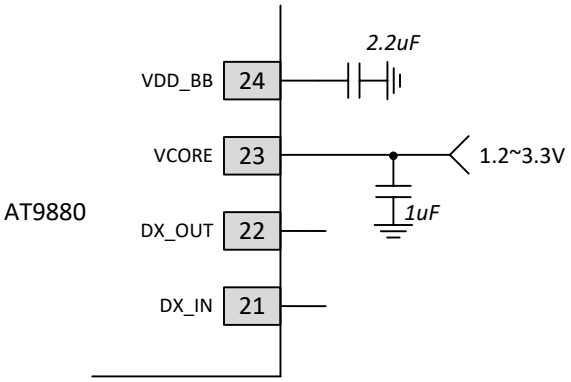


图 5-3 内核 LDO 由外部电源直接供电方案

如上图所示，内核的 LDO 电源管脚 VCORE 可由系统电源直接供电，电压范围 1.2～3.3V。DX_IN 和 DX_OUT 建议悬空。

由于不使用片上 DCDC，方案上可省去 1 个电感和 1 个电容。此方案还可减少片上 DCDC 引起的 EMI 干扰信号发射。

5.4 有源天线馈电和检测

芯片集成了有源天线保护和检测电路，用以给外部有源天线馈电。有源天线检测电路通过限制给有源天线馈电的电流，保护芯片和有源天线不被损坏。检测电路定义了三种状态，天线开路、天线正常，天线短路。

如下图，芯片的有源天线检测电路可以检测有源天线的状态，输入为 VDD_IO，最大电压 3.6V。ANT_BIAS 向有源天线馈电，接一个 33nH 的射频电感和 0.1uF 电容的滤波器用于阻隔交流信号。该电感电容在 PCB 上应靠近射频输入端。

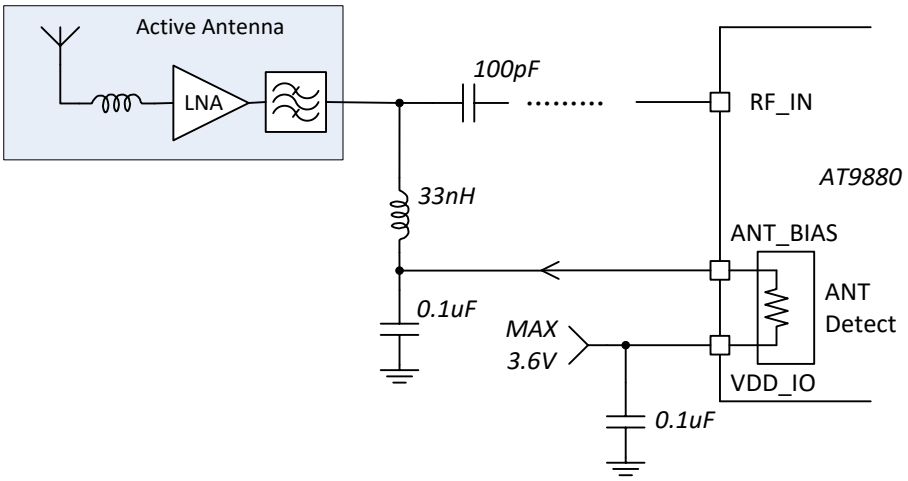


图 5-4 有源天线检测和保护

5.5 防雷和 ESD

设备的射频接口通常暴露在外，虽然本芯片已通过 HBM2000V ESD 测试，但在测试和使用过程中，较强的冲击仍可能导致芯片损毁；所以芯片测试和使用过程中请做好 ESD 防护，并在电路中添加合适的 ESD 防护设计。

导航天线放置在户外的应用，还需要增加防雷保护设计。

5.6 参考时钟晶振

参考时钟的频率稳定度将很大程度的影响接收机的性能，包括灵敏度、定位精度、授时精度、定位时间等。所以通常情况下为获得最优的性能，建议使用者选用高稳定度的晶振作为导航芯片的时钟参考源。推荐选用频率初始误差小于 2ppm，，全工作温度范围内(工作温度，工规-40℃～85℃，车规-40℃～105℃）频率偏差小于 0.5ppm、并对环境温度和振动等干扰因素敏感低的温补晶振 TCXO。

芯片管脚 VX_OUT 是芯片内部 LDO 输出，典型电压 1.8V，给温补晶振 TCXO 提供电源。

5.7 RTC 时钟

实时时钟（RTC）位于备份电池供电区域，保证主电源掉电后备份 RAM 中的数据不丢失，当主电源重新上电后能够快速重定位。RTC OSC 采用无源晶体，接在芯片的 RTC_I 和 RTC_O 引脚，无需片外电容和反馈电阻，如图 5-4。

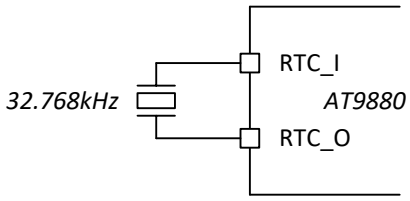


图 5-5 32kHz RTC 无源晶体

5.8 电源工作模式

芯片具有连续工作模式、休眠模式和电池备份模式三种工作模式。

连续工作模式：所有电源正常供电，且 ON_OFF 管脚为高电平时，芯片处于全工作模式，芯片进行连续的信号接收和解算。

休眠模式：所有电源正常供电，ON_OFF 管脚拉低。此时内部 DCDC 和 LDO 将关断，所有射频电路和基带电路停止工作，进入低功耗休眠状态。当 ON_OFF 管脚拉高后，芯片将自动恢复全工作模式（相当于热启动）。也可以通过 UART 发送指令进入休眠模式，并通过 UART 发送指令退出休眠，进入连续工作模式。

电池备份模式：关闭除 VBAT 之外的所有电源，这时只需要极小的电流维持 RTC 时钟和备份 RAM 即可。电源恢复后，导航程序可以从备份 RAM 恢复，以实现快速的热启动。

5.9 DCDC

采用片上集成 DCDC 可有效降低芯片功耗。

为减小 DCDC 开关噪声对芯片性能的影响，应尽量减小 DCDC 输入输出管脚的连线长度，优化 PCB 布局并将外转围的电感和电容等器件远离射频信号输入口及射频相关元器件。

DCDC 输入端的电源滤波非常重要，应采用 2.2uF 以上电容，并将滤波电容尽量靠近 DX_IN 管脚。输出端电感 4.7uH 以上，电容 4.7uF 以上，推荐 4.7uH+10uF 的组合。

DCDC 输入滤波电容和输出电容必须良好接地。芯片底部金属与 PCB 的地线必须充分而良好的连接。为此请适当增大 PCB 走线宽度和过孔数目。

5.10 LDO

芯片内部集成 LDO。LDO 输出对旁路滤波要求较高， PCB 设计时请尽量缩小旁路电容与相应管脚的走线长度，并注意旁路电容的良好接地。

5.11 备份电源

当主电源关闭时，电池备份电路切换到备份电源，维持 RTC 和备份 RAM 的正常工作。当下一次主电源上电后，可以利用备份 RAM 中的数据和 RTC 提供的时间信息，辅助芯片启动实现快速定位。

如果系统不需要热启动功能，可以不加备份电源，VBAT 管脚可以悬空；当系统掉电后，RTC 和备份 RAM 由于没有电源供给，将停止工作，定位信息不能保存，热启动功能将失效。

无论是否加备份电源，备份 LDO 输出 VDD_BK 管脚上都必须接去耦电容。

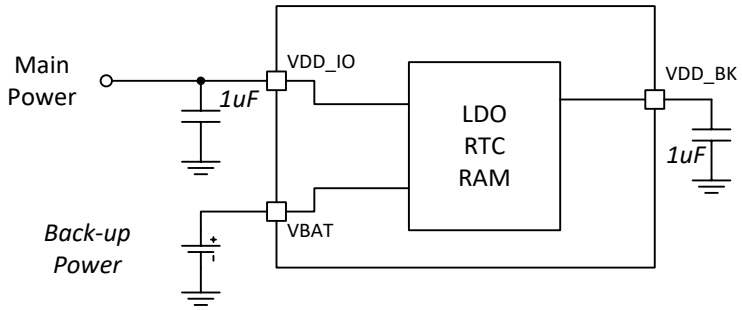


图 5-6 备份电源连接方案图

5.12 模式配置

用户可通过 UART 发送指令对芯片进行工作模式配置，包括配置卫星信号系统和定位模式，配置串口波特率，关闭或者开启 UART 输出语句等。

6 芯片封装

6.1 芯片标识规则

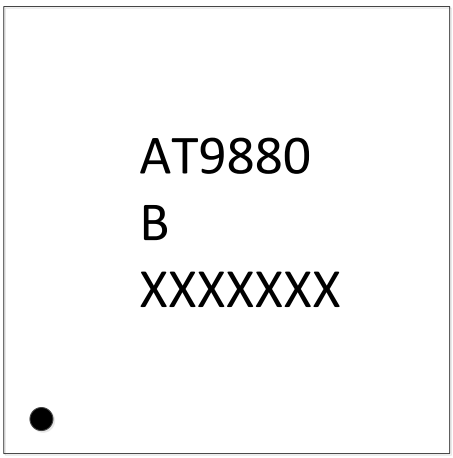


图 6-1 AT9880B 芯片标识

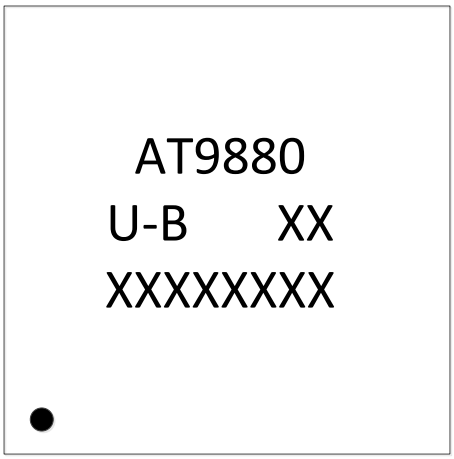
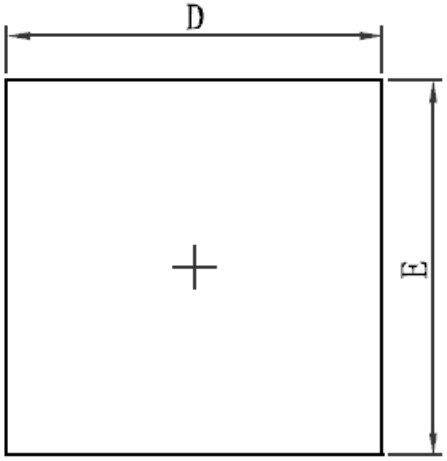


图 6-2 AT9880U-B 芯片标识

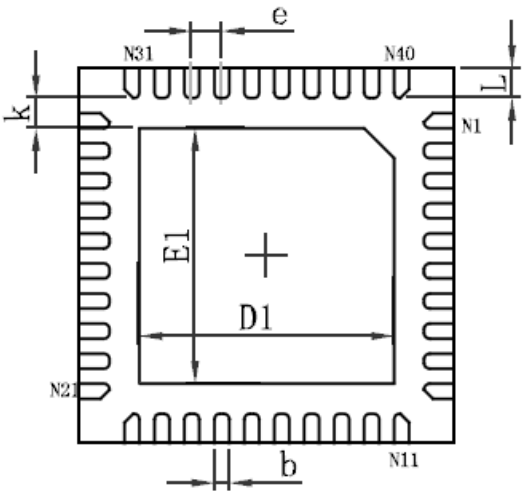
	编码	说明
第一行	AT9880	芯片型号
第二行	B	单北斗产品
	U-B XX	U-B 车规单北斗芯片，XX 分类号
第三行	XXXXXXX	批次管理号

6.2 封装规格

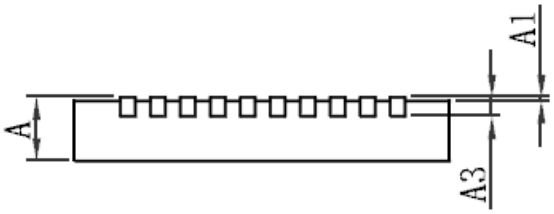
芯片采用 QFN5×5-40L（P0.40T0.75）封装，下面是封装尺寸。



Top View



Bottom View



Side View

封装尺寸(单位：mm)

Symbol	Dimensions In Millimeters		
	Min.	Norm.	Max.
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.000	0.02	0.050
A3	0.203REF.		
D	4.9	5.0	5.1
E	4.9	5.0	5.1
D1	3.3	3.4	3.5
E1	3.3	3.4	3.5
k	0.4TYP.		
b	0.15	0.20	0.25
e	0.400TYP.		
L	0.3	0.4	0.5

7 芯片焊接与存储

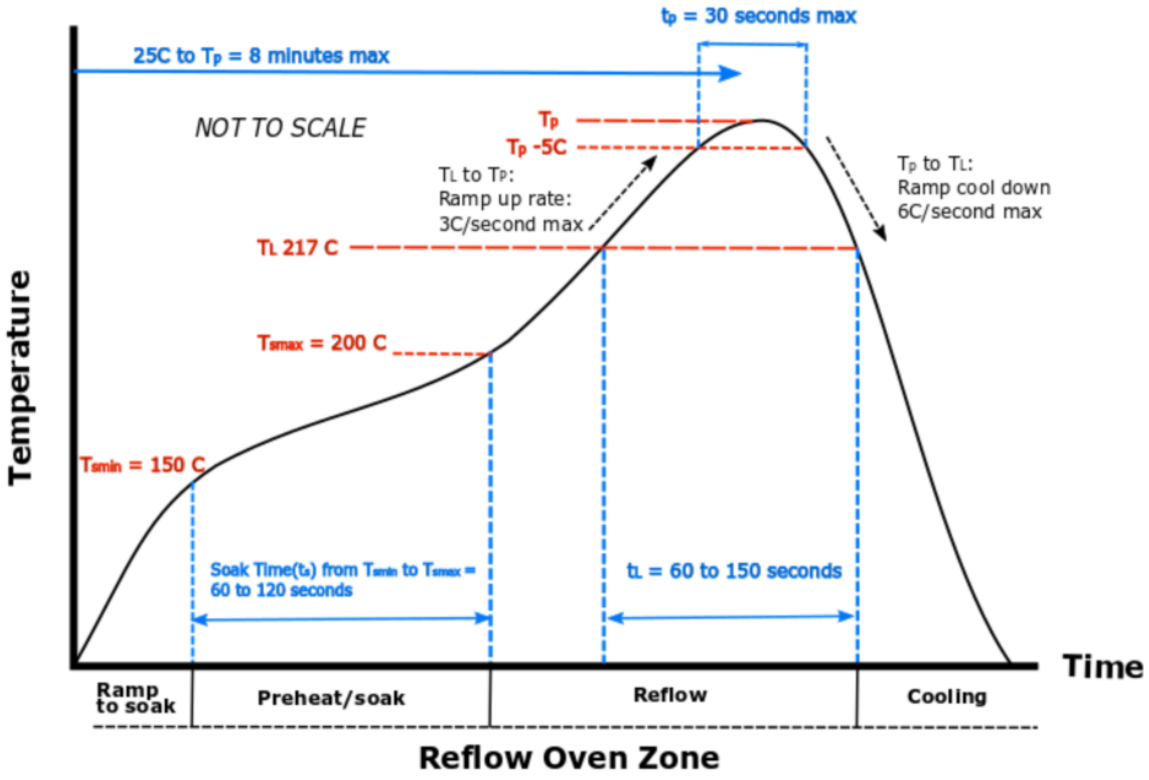
7.1 防潮等级：

Moisture Sensitivity Level (MSL)：3 级

MSL 请参考 IPC/JEDEC J-STD-020 标准。

7.2 回流焊曲线：

建议参考 IPC/JEDEC J-STD-020 标准。



无铅焊接工艺：

1. 预热温区 150℃—200℃，保持时间 60s-120s；
2. 回流温度＞217℃，时间 60s-150s；回流温度到峰值温度，升温斜率≤3℃/S；
   峰值温度到回流温度 217℃ 降温斜率≤6℃/S；
3. 峰值设置温度最高不超过 260℃，实际温度也不能超过 260℃。大于 255℃ 时间不超过 30s；
4. 从常温 25℃ 到峰值温度时间≤8 分钟；
5. 芯片回流焊次数≤3 次。

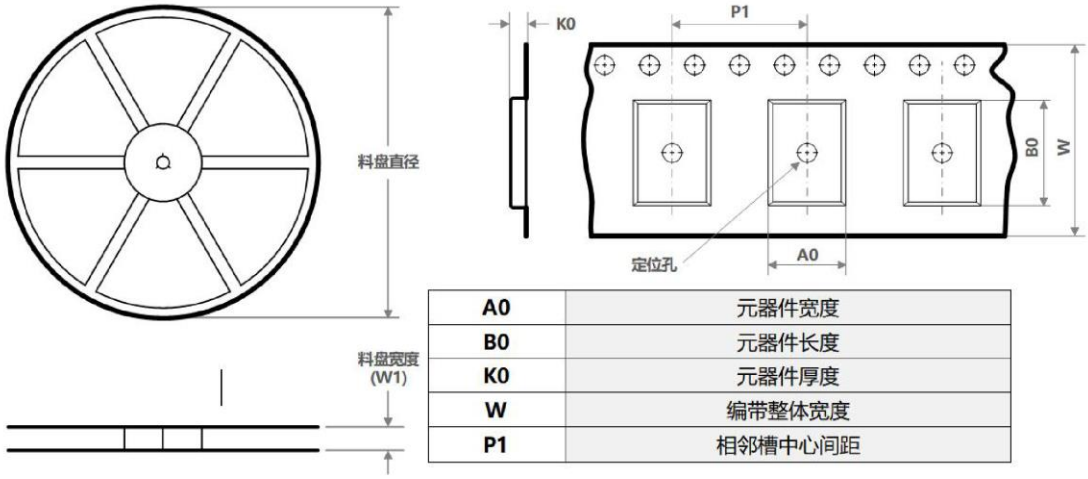
8 包装与运输

8.1 包装

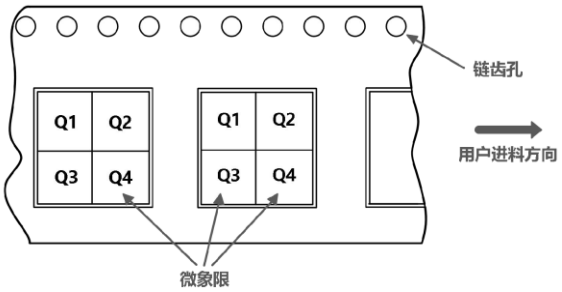
芯片采用真空卷带包装，具备防潮、防静电等特性。具体如下：

器件	SPQ	料盘直径 (mm)	料盘宽度 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
AT9880U-B	1000	7 寸	14	5.3	5.3	1.0	8.0	12.0	Q1
AT9880B	5000	13 寸	14	5.3	5.3	1.0	8.0	12.0	Q1

编带料盘信息



A0	元器件宽度
B0	元器件长度
K0	元器件厚度
W	编带整体宽度
P1	相邻槽中心间距



8.2 ESD 防护

请注意在芯片运输和生产过程中防静电和防潮。

CAUTION! ESD SENSITIVE DEVICE!

请注意使用、包装和运输过程中的静电防护！

9 文档更新记录

日期	版本	说明
2024.06.13	1.0	
2024.09.03	1.1	1 增加接收信号说明； 2 更新 VX_OUT 管脚说明； 3 更新应用参考方案图。
	1.2	1 修改芯片框图； 2 修改复位时序图； 3 修改应用方案 VBAT/VDD_IO 管脚去耦电容值； 4 增加芯片选型和订购信息。

联系方式

深圳市动能世纪科技有限公司
公司地址：深圳市南山区打石一路国际创新谷6期B座1111室
电话：0755-83134419
传真：0755-82539160
公司网址：www.dnsj88.com
EMAIL:dnsj@dn-ic.com
邮编：518031