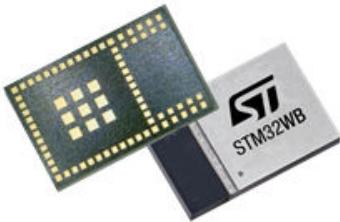


低功耗蓝牙® 5.4 模块



CE
UK
CA

 217-230934

特性

- 芯片内集成天线，并提供使用外部天线的选项
- 低功耗蓝牙® 5.4 认证
- 支持 2 Mbits/s 的空中速率
- 频段: 2400 - 2483.5 MHz
- 支持扩展广播
- 最高+5.5 dBm 的发射功率
- 接收灵敏度: -96 dBm (1 Mbps)
- 范围: 待定
- 专门的 Arm® Cortex®-M0+用于射频和安全任务
- 带 FPU 和 ART (自适应实时加速器) 的专用 Arm® Cortex®-M4 CPU, 最高主频 64 MHz
- 320-Kb flash 存储器, 48-Kb SRAM
- 完全集成的 BOM, 包括 32 MHz 射频和 32 kHz RTC 晶振
- 集成 SMPS
- 超低功耗模式使电池寿命更长
- 27 个 GPIO
- SWD、JTAG
- 集成了 IPD 以提供一流且可靠的天线匹配
- V_{DD} 范围 =1.71 至 3.6 V
- 温度范围: -40 至 85 °C
- 内置安全特性, 如: 用于射频协议栈的安全固件安装 (SFI)、PKA、AES 256位、RNG、PCROP、CRC、96 位 UID, 以及实现 48 位 UEI 的能力
- 认证: CE、FCC、ISED、JRF、RoHS、REACH、UKCA
- 计划申请认证: KC、NCC、SRRC
- 双层 PCB

应用

产品状态链接

[STM32WB1MMC](#)

- 家庭自动化
- 健康、医疗保健、个人追踪器
- 游戏和玩具
- 信标和附件
- 工业

1 引言

本文件介绍了 STM32WB1MMC 模块的订购信息和器件的机械特性。阅读本文件时必须结合 DS13258 和 RM0473，详见 www.st.com。

关于 Arm® Cortex® 内核的更多信息，请参考《Cortex® 技术参考手册》（详见 www.arm.com）。

注意

Arm 是 **Arm Limited** (或其子公司) 在美国和/或其他地区的注册商标。



2 说明

STM32WB1MMC 是一款经过认证的紧凑型超低功耗 **2.4 GHz** 无线模块，支持低功耗蓝牙[®] **5.4** 版本。基于 STM32WB15CCYY 无线微控制器，由于其良好的接收器灵敏度和高输出功率信号，可提供优越的射频性能。其低功耗特性可延长电池使用寿命，支持小体积纽扣电池或能量收集。

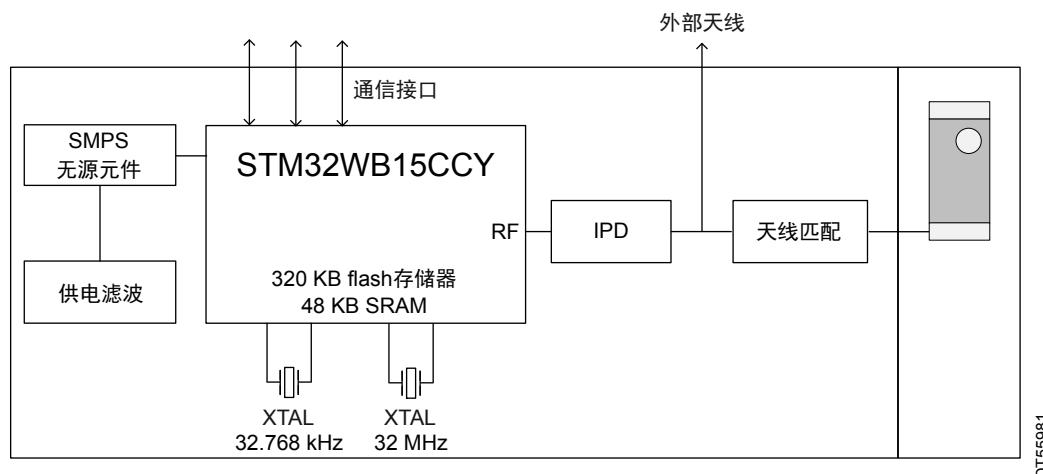
无需借助射频相关知识，即可通过 STM32WB1MMC 加快应用开发速度并降低相关成本。该模块的协议栈完全免费。

3 模块概述

模块采用 SiP-LGA77 封装（平面网格阵列系统级封装），基于成熟的 STM32WB15CCY MCU。封装包括：

- LSE 和 HSE 晶振
- 用于 SMPS 的无源元件
- 天线匹配和天线
- 用于射频匹配和谐波抑制的 IPD

图 1. 框图



3.1 电源

电源要求与 STM32WB1x 器件的电源要求相同，详见数据手册 DS13258。SMPS 的供电引脚滤波电容和元件已集成到模块中。

在模块中安装的 SMPS 无源元件的工作频率配置为 4 MHz 且始终开启。这是唯一可用的配置。有关 SMPS 的更多信息，请查看参考手册或 AN5246，网址 www.st.com。

3.2 时钟

由于封装中已经集成了晶振，因此不能以 Bypass 模式使用任何时钟。模块集成了用于 LSE 时钟的 32.768 kHz 晶振和用于 HSE 时钟的 32 MHz 晶振。

- HSE 已校准。
RCC_HSECR.HSETUNE[5:0]值由硬件自动加载。为保留默认参数，用户不得更改 RCC_HSECR 寄存器配置。
- 有 LSCO 和 MCO 输出可供使用。

3.3 天线

该矩形模块的一侧较短，明显不同于其余表面。该侧无屏蔽，模具盖上有集成天线。

要使用内部天线，则引脚 6 (ANT_IN) 和 7 (ANT_OUT) 须按图 2 进行连接。

若使用外部天线，则 ANT_IN 须对地短路，且 ANT_OUT 必须连接到外部天线匹配网络和天线本身，如图 3 所示。

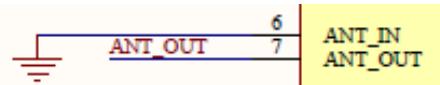
注意

ST 获得的监管认证仅适用于带有内部天线的模块。带有外部天线的设计需要新的认证。

图 2. 使用内部天线时的连接



图 3. 使用外部天线时的连接



3.4 OTP

STM32WB1MMC 具有供终端产品使用的 1 KB 一次性编程 (OTP) 存储器 (见 DS13258 和 RM0473)。注意 器件将该区域的首位字和末尾字用于修整和识别。因此, 不能更改地址 0xFFFF7000h - 0xFFFF7007h 和 0xFFFF73F8h - 0xFFFF73FFh。

4 可用的外设

在该模块上，基于 WLCSP49 封装的 STM32WB 系列微控制器的所有可用外设均处于可用和可访问的状态。

通过模块上的引脚，可访问下列系统外设：

- 1 个 DMA 控制器（每个控制器 7 个通道），支持 ADC、SPI、I2C、USART、AES、定时器
- 1 个 USART（ISO 7816、IrDA、SPI 主设备、Modbus 和智能卡模式）
- 1 个 LPUART（低功耗）
- SPI，速度为 32 Mbit/s
- I²C（SMBus/PMBus[®]）
- 1 个触摸感应控制器，最多控制 8 个传感器
- 1 个 16 位 4 通道高级定时器
- 2 个 16 位 2 通道定时器
- 1 个 32 位 4 通道定时器
- 2 个 16 位超低功耗定时器
- 1 个独立的 SysTick
- 1 个独立看门狗
- 1 个窗口看门狗。

完整的引脚说明详见 DS13258。

5 引脚说明

图 4 显示了模块引脚排列封装的底视图。

图 4. STM32WB1MMC 模块引脚排列：底视图

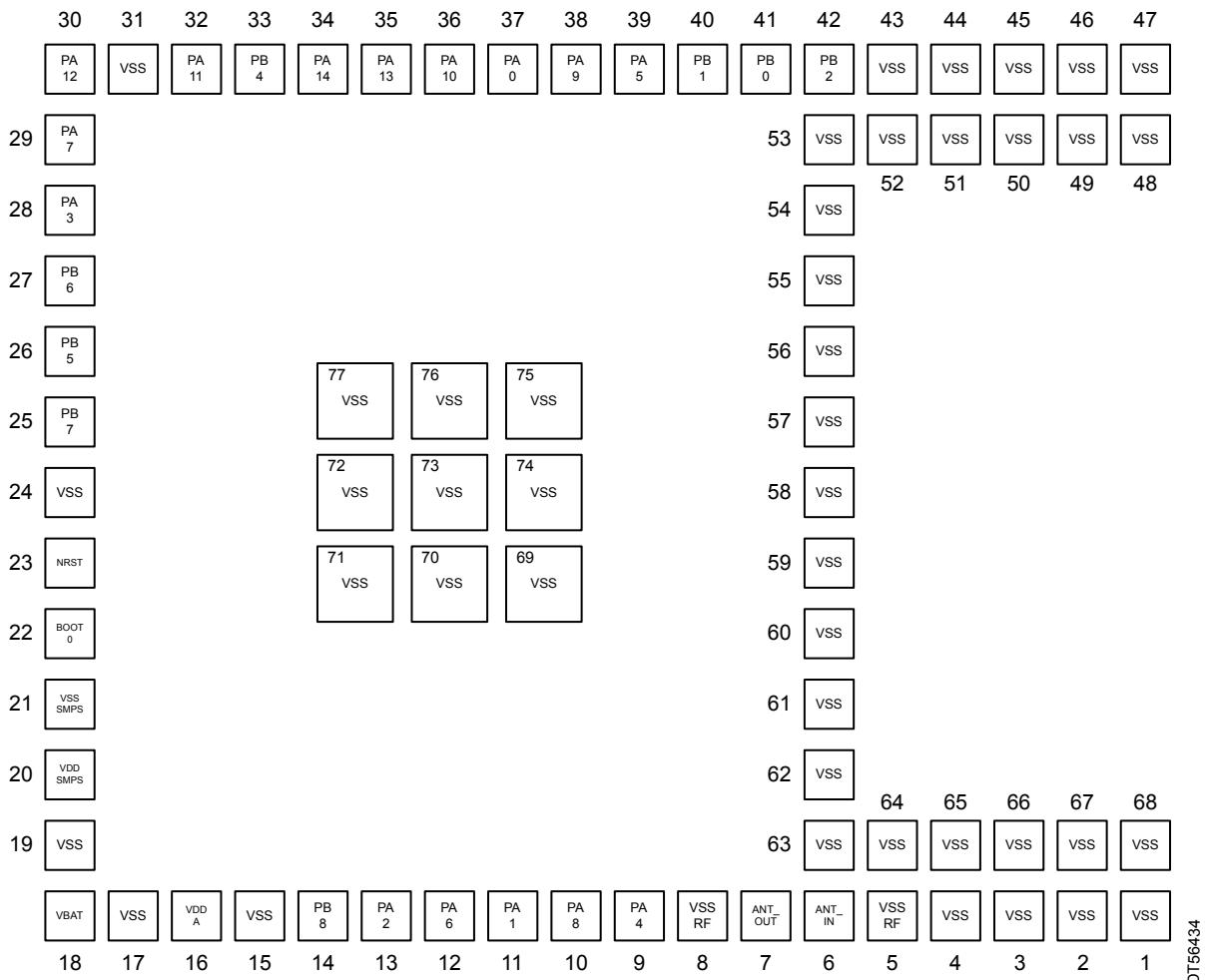


表 1. STM32WB1MMC 引脚/焊球定义

引脚名称		引脚名 (复位后的功能)	引脚类型
STM32WB1MMC	STM32WB15CCY		
1	-	VSS	S
2	-	VSS	S
3	-	VSS	S
4	-	VSS	S
5	G1	VSSRF	S
6	-	ANT_IN	I
7	-	ANT_OUT	O
8	G3	VSSRF	S
9	G7	PA4	I/O

引脚名称		引脚名 (复位后的功能)	引脚类型
STM32WB1MMC	STM32WB15CCY		
10	G6	PA8	I/O
11	F7	PA1	I/O
12	F6	PA6	I/O
13	E6	PA2	I/O
14	C6	PB8	I/O
15	-	VSS	S
16	E7	VDDA	S
17	-	VSS	S
18	C5	VBAT	S
19	-	VSS	S
20	A1	VDDSMPS	S
21	C1	VSSSMPS	S
22	B6	BOOT0	I/O
23	C7	NRST	I/O
24	-	VSS	S
25	A6	PB7	I/O
26	A5	PB5	I/O
27	B5	PB6	I/O
28	D5	PA3	I/O
29	E5	PA7	I/O
30	A3	PA12	I/O
31	-	VSS	S
32	A2	PA11	I/O
33	B4	PB4	I/O
34	B3	PA14	I/O
35	B2	PA13	I/O
36	C2	PA10	I/O
37	C4	PA0	I/O
38	D3	PA9	I/O
39	D4	PA5	I/O
40	E1	PB1	I/O
41	E2	PB0	I/O
42	E4	PB2	I/O
43	-	VSS	S
44	-	VSS	S
45	-	VSS	S
46	-	VSS	S
47	-	VSS	S
48	-	VSS	S
49	-	VSS	S

引脚名称		引脚名 (复位后的功能)	引脚类型
STM32WB1MMC	STM32WB15CCY		
50	-	VSS	S
51	-	VSS	S
52	-	VSS	S
53	-	VSS	S
54	-	VSS	S
55	-	VSS	S
56	-	VSS	S
57	-	VSS	S
58	-	VSS	S
59	-	VSS	S
60	-	VSS	S
61	-	VSS	S
62	-	VSS	S
63	-	VSS	S
64	-	VSS	S
65	-	VSS	S
66	-	VSS	S
67	-	VSS	S
68	-	VSS	S
69	-	VSS	S
70	-	VSS	S
71	-	VSS	S
72	-	VSS	S
73	-	VSS	S
74	-	VSS	S
75	-	VSS	S
76	-	VSS	S
77	-	VSS	S

图 5. 参考板原理图

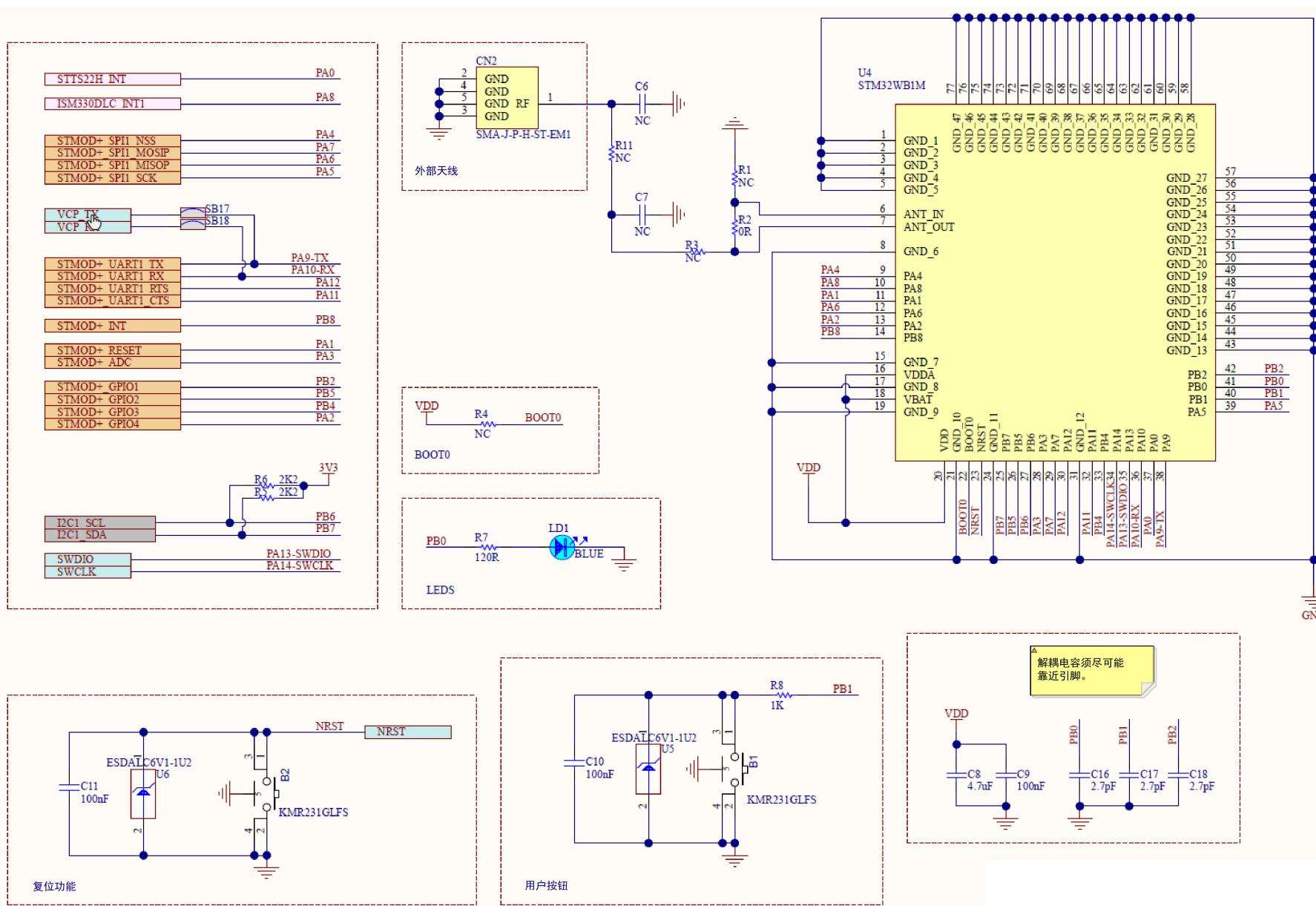


图 6. 顶层

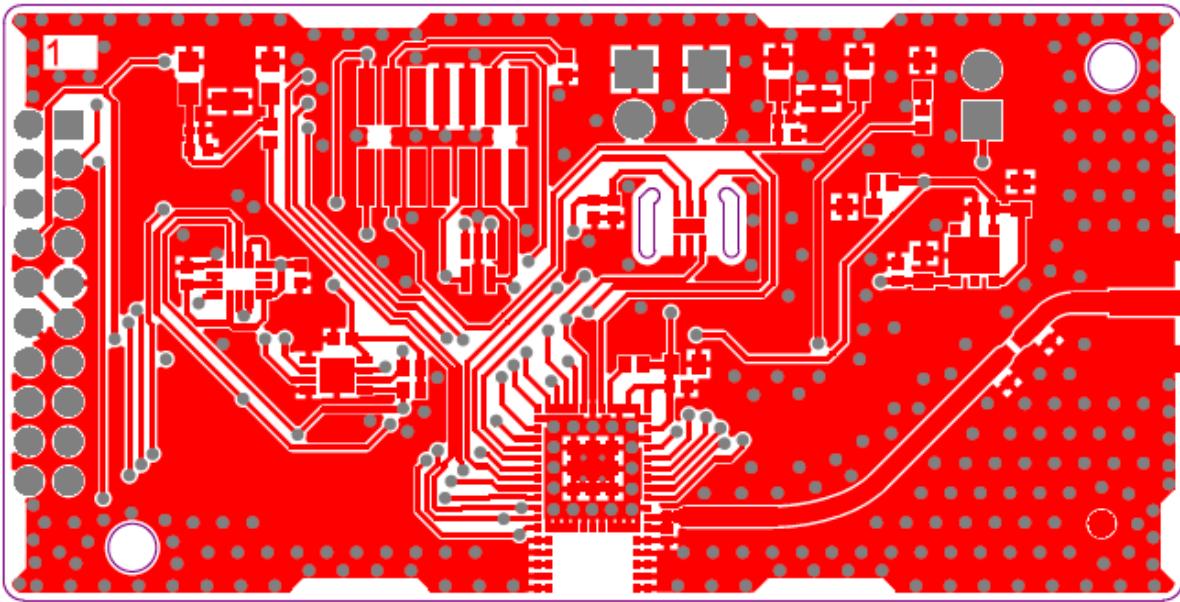
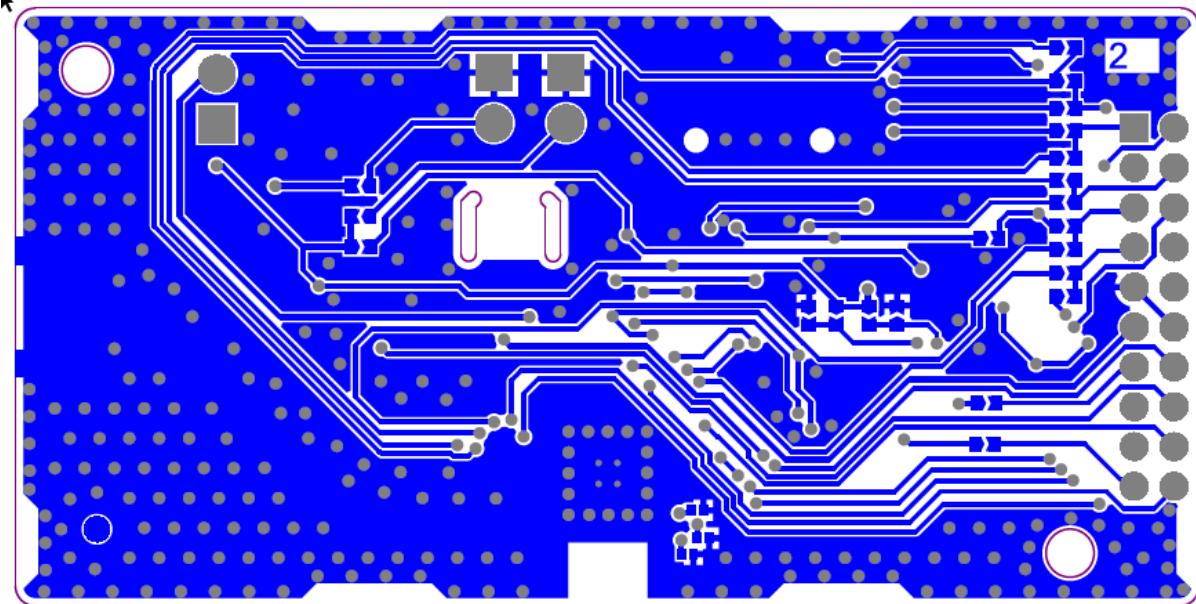


图 7. 底层



敏感 GPIO

在该产品可用的多种 GPIO 中, PB0、PB1 和 PB2 特别敏感。

如果可能, 请勿使用, 也不要连接此类引脚。如必须使用, 请确保导线长度足够短, 以免产生寄生天线。此外, 将一个小比例因子 (如 201) 2.7 pF 电容尽可能地靠近输出引脚, 并将轨道连至接地平面。

布局建议

解耦电容必须尽可能靠近引脚。

外部电源上的 100 nF 电容必须尽可能靠近 MEM 的电源焊盘。

8 电气特性

8.1 工作条件

表 2. STM32WB1MMC 工作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD}	1.71	3.3	3.6	V
工作环境温度范围	-40	-	85	°C
储存温度范围	-40	-	125	

8.2 功耗

功耗与常规 STM32WB15 相同。完整细节, 请参见 DS13258。

8.3 RF 特性

请参考 DS13258。

8.4 天线辐射方向图和效率

下图显示了辐射方向图 (取自认证测量)。

图 8. 辐射方向图 - 2402 MHz

2D图
计划测得C_{min}：2402 MHz

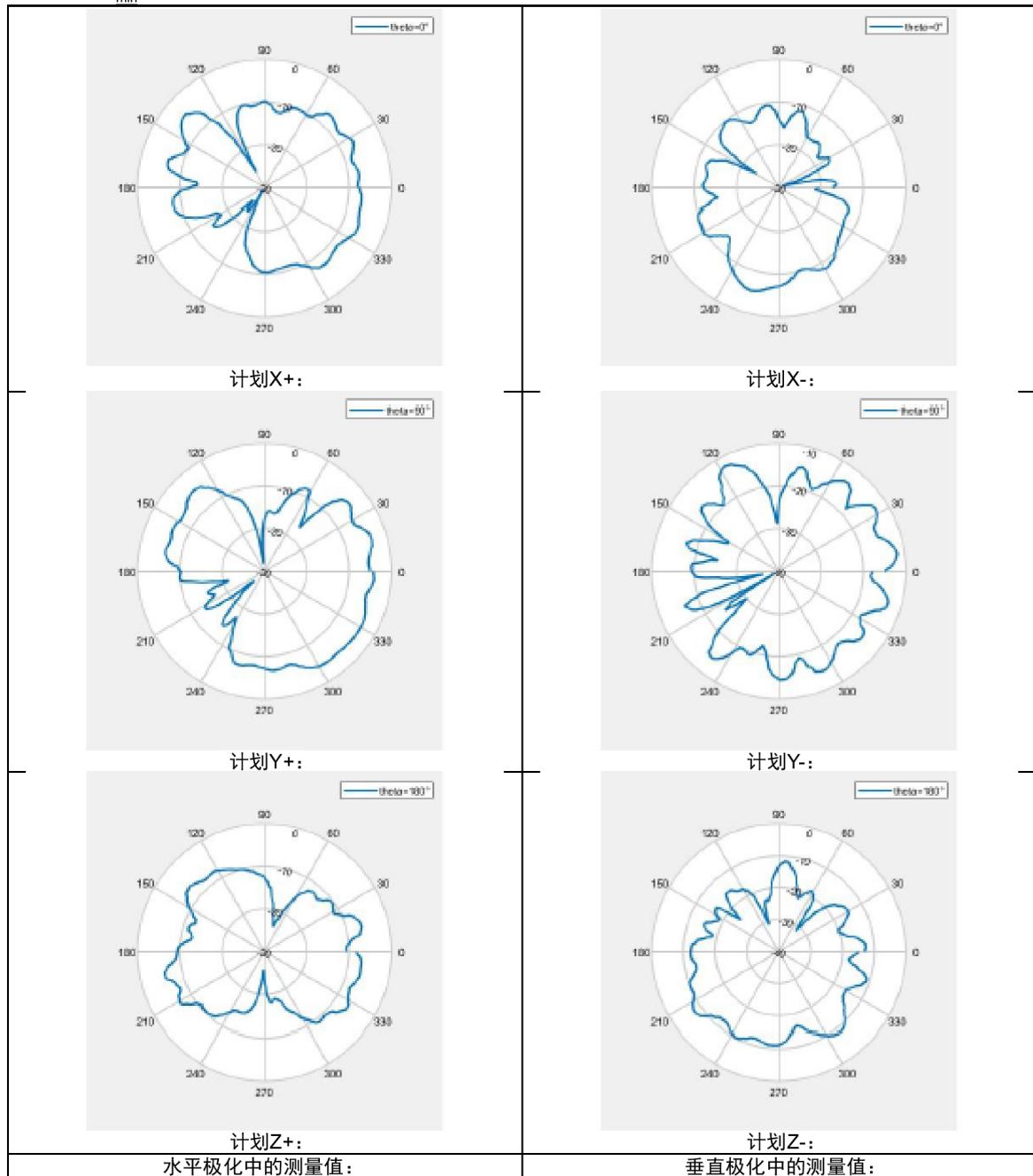


图 9. 辐射方向图 - 2440 MHz

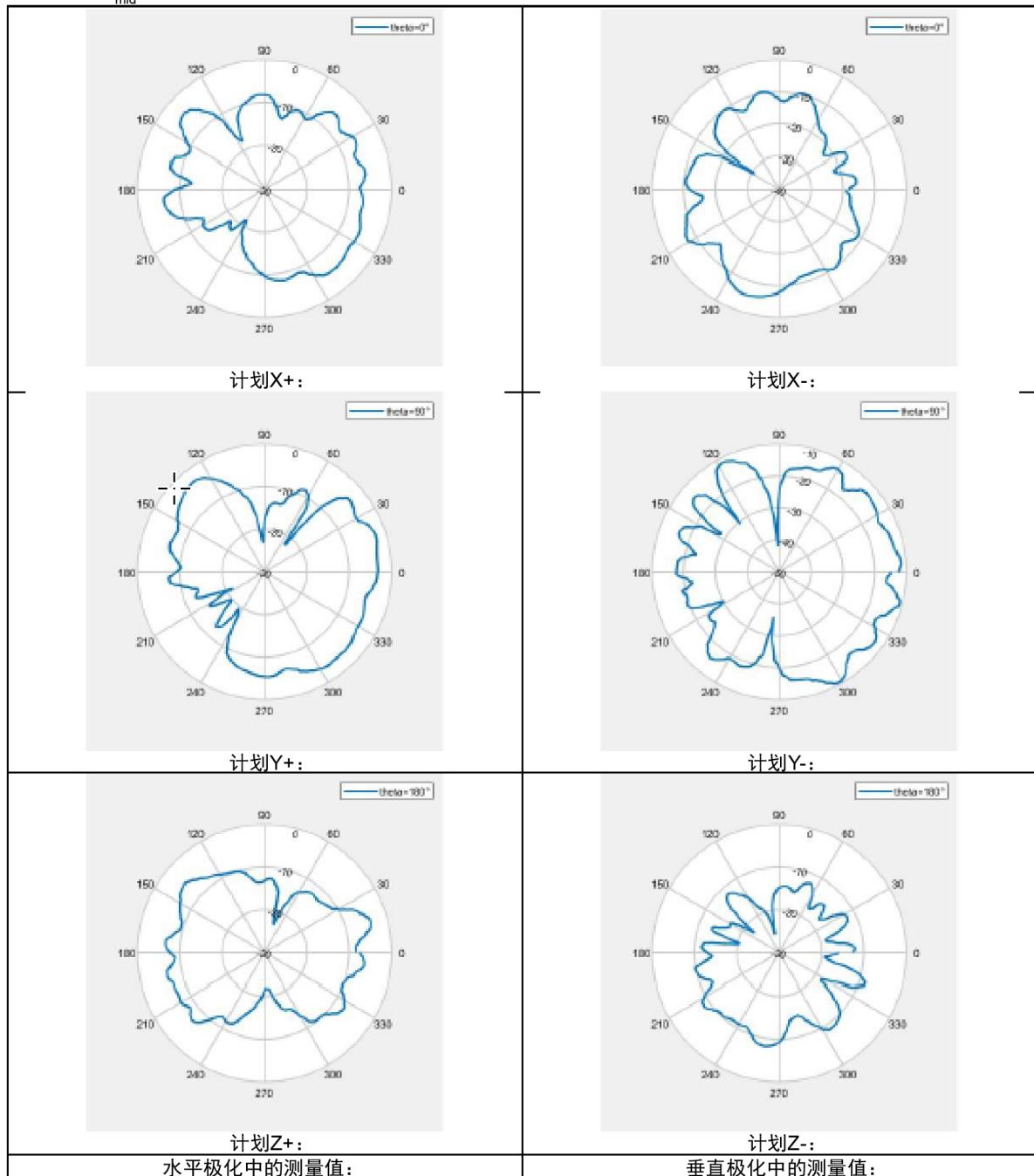
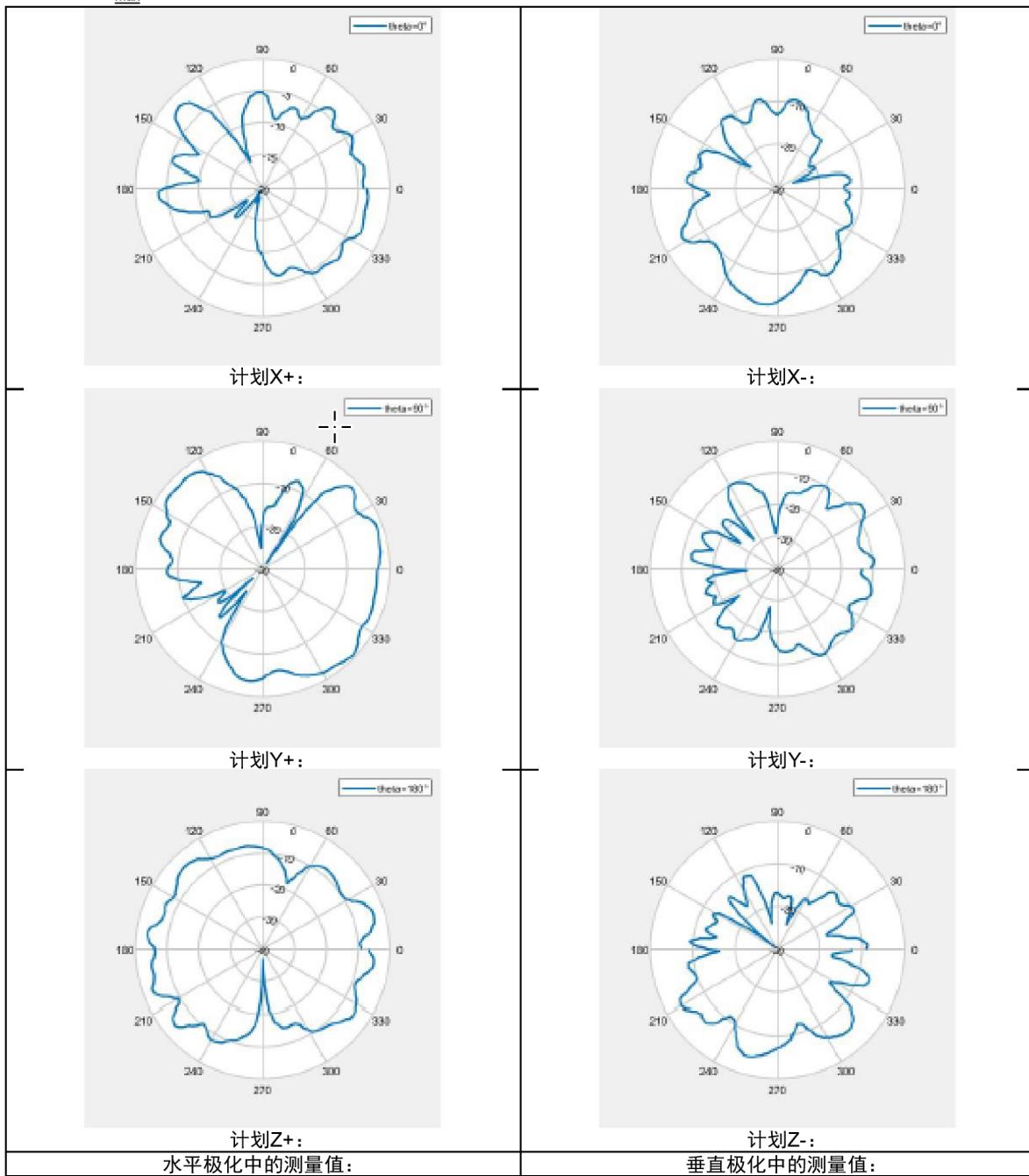
计划测得 C_{mid} : 2440 MHz

图 10. 辐射方向图 - 2480 MHz

计划测得C_{max}: 2480 MHz

9 封装信息

为满足环境要求, 意法半导体为这些器件提供了不同等级的 ECOPACK 封装, 具体取决于它们的环保合规等级。ECOPACK 规范、等级定义和产品状态可在 www.st.com 网站获得。ECOPACK 是意法半导体的商标。

9.1 SiP-LGA77 的器件标记

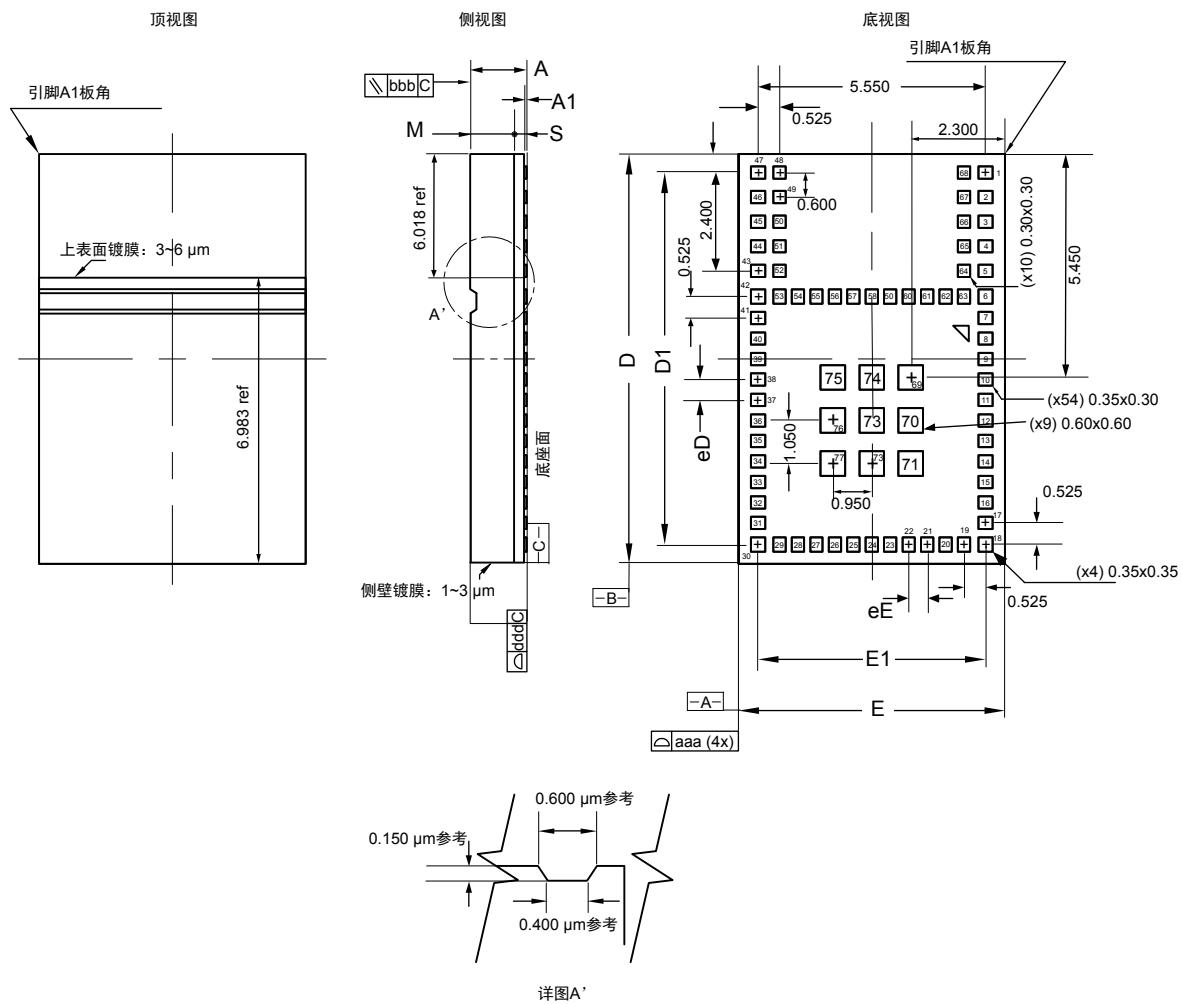
请参阅 www.st.com 上的技术笔记《STM32 微控制器和微处理器的参考器件标记示意图》(TN1433), 了解引脚 1/焊球 A1 的位置, 以及标记区域相对于引脚 1/焊球 A1 的位置和方向。

标有“ES”、“E”或伴随有工程样片通知书的部件尚未通过认证, 因此未获准用于生产。意法半导体对此类使用产生的任何后果概不负责。在任何情况下, 客户在生产过程中如何使用这些工程样片均与意法半导体无关。在决定使用这些工程样例运行品质检测之前, 必须联系意法半导体质量部门。

9.2 LGA77 封装信息 (B0HQ)

此 LGA 为 77 引脚、 $10 \times 6.5 \text{ mm}$, $0.45/0.50 \text{ mm}$ 间距的平面网格阵列封装。

图 11. LGA77 - 轮廓



1. 除注明外, 所有尺寸均以毫米为单位。

2. 图纸未按比例绘制。

表 3. LGA77 - 机械数据

符号	毫米			英寸			
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
A	1.372 ± 0.046			0.0540 ± 0.0018			
A1	0.030 ± 0.020			0.0012 ± 0.0008			
D	9.900	10.000	10.100	0.3898	0.3937	0.3976	
E	6.400	6.500	6.600	0.2520	0.2559	0.2598	
D1	9.075			0.3573			
E1	5.550			0.2185			
eD	0.500			0.0197			
eE	0.450			0.0177			
M	1.100 REF			0.0433 REF			
S	0.24 REF			0.0094 REF			
引脚宽度	0.300 x 0.300			0.118 x 0.0118			
	0.350 x 0.300			0.0138 x 0.0118			
	0.350 x 0.350			0.0138 x 0.0138			
	0.600 x 0.600			0.0236 x 0.0236			
aaa	0.100			0.0039			
bbb	0.100			0.0039			
ddd	0.100			0.0039			

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

9.3 热特性

器件的热特性定义如下，常数值如表 4 所示：

- Θ_{JA} 是指结至环境热阻（EIA/JESD51-2 和 EIA/JESD51-6）
 Θ_{JA} ，表示从芯片到环境空气的热流阻力。它是封装散热能力的指标，较低的 Θ_{JA} 意味着更好的整体热性能。其计算公式如下：

$$\Theta_{JA} = (T_J - T_A) / P_H$$
其中：
 - T_J = 结温
 - T_A = 环境温度
 - P_H = 功率耗散。
- Ψ_{JT} 是指结至顶部中央热特性参数（EIA/JESD51-2 和 EIA/JESD51-6）。
 Ψ_{JT} 用于通过测量实际环境中的 T_T 来估算结温。其计算公式如下：

$$\Psi_{JT} = (T_J - T_T) / P_H$$
其中， T_T = 封装的顶部中央的温度。
- Θ_{JC} 是指结至外壳热阻。
 Θ_{JC} ，表示从芯片到封装顶部的热流阻力。当封装顶部附有外部散热器时，务必留意 Θ_{JC} 。其计算公式如下：

$$\Theta_{JC} = (T_J - T_C) / P_H$$
其中， T_C = 附有冷却板的外壳的温度。
- Θ_{JB} 是指结至板热阻（EIA/JESD51-8）。
 Θ_{JB} 表示从芯片到 PCB 的热流阻力。 Θ_{JB} 用于在紧凑的热模型中进行系统级热仿真。其计算公式如下：

$$\Theta_{JB} = (T_J - T_B) / P_H$$
其中， T_B = 使用了环形冷却板固定装置的板件的温度。

表 4. 热特性

符号	最大 T_J (° C)	T_T (° C)	Ψ_{JT} (° C/W)	Θ_{JA} (° C/W)	Θ_{JB} (° C/W)	Θ_{JC} (° C/W)
值	99.65	99.53	0.26	37.36	16.96	14.41

9.4

板件设计

有关 LGA 封装的板件设计、焊盘、模板和回流焊曲线的信息和建议，请参阅 www.st.com 上的 AN 5886 《平面网格阵列封装的设计和电路板组装指南》。

10

订购信息

表 5. 订购信息

示例:	STM32	WB	1	M	M	C	H	6	TR
器件系列									
STM32 = 基于 Arm 的 32 位微控制器									
产品类型									
WB = 无线蓝牙									
器件子系列									
1 = STM32WB15 晶片 1, 全套特性									
引脚数									
M = 77 个引脚									
元件类型									
M = 模块									
Flash 存储器大小									
C = 320 Kb									
封装									
H = LGA77 6.5 x 10 mm									
温度范围									
6 = 工业级温度范围, -40 到 85°C									
封装									
TR = 卷带和盘装									

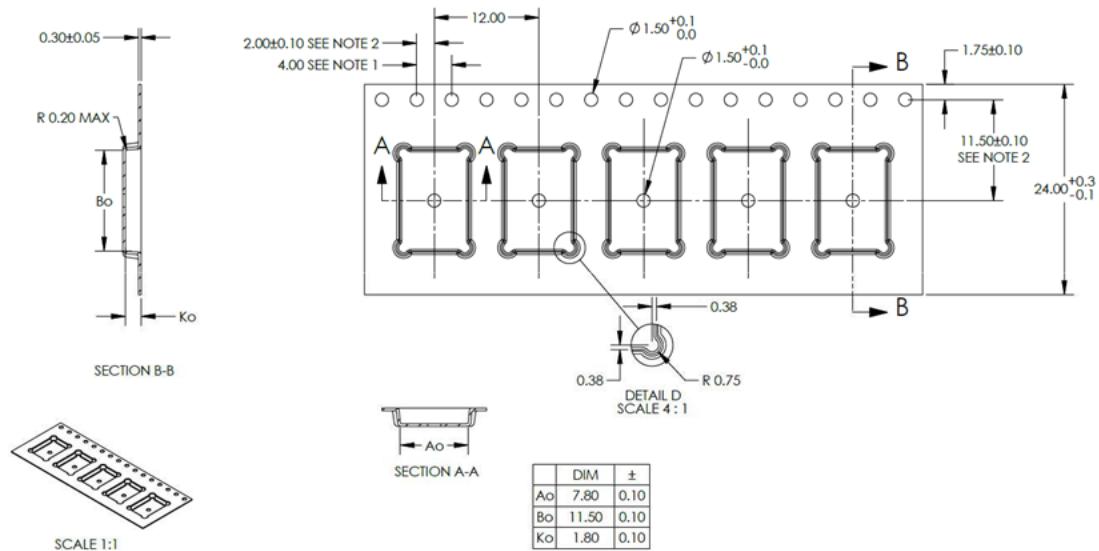
有关可用选件（速度、封装等）列表或本器件任何方面的更多信息，请联系最近的 ST 销售办事处。

11

卷带和盘装

模块卷带、盘装方向和尺寸如图 12 所示。

图 12. STM32WB1MMC 卷带和盘装



12 认证

STM32WB1MMC 模块及其内部天线已通过以下认证：

- BLE (RF_PHY)
- CE (RED)
- FCC
- ISED
- REACH
- ROHS

英国、日本、韩国、中国台湾和中国（SRRC）的认证正在进行中。各项认证报告详见 STM32WB1MMC 网页。

12.1 BLE(RF_PHY)认证

模块已获得 BLE RF_PHY 认证。

该模块已在 BLE SIG 网站公布。

12.2 CE 认证

STM32WB1MMC 模块已获得 CE 认证。

模块提供有 CE 标志。

图 13. CE 认证标志



12.3 FCC 认证

STM32WB1MMC 模块符合 FCC 规范第 15 部分的规定。

FCC ID 为 YCP-32WB1MMCH01。

模块标签包含相应的 FCC ID。

工作时应满足以下两个条件：

- 该器件不会导致有害干扰
- 该器件必须能够承受任何干扰，包括可能导致意外操作的干扰。

注意

根据 FCC 规范的第 15 部分，本设备已经过测试，符合 Class B 数字器件的限制。这些限制旨在提供合理的保护，防止住宅安装中的有害干扰。

标签要求

在将模块安装到另一个器件内部时，如果识别号不可见，则安装了模块的器件外部也必须显示关于被遮挡模块的标签。此标签必须包含与模块一致的 FCC ID。

射频辐射暴露警示声明

模块天线的安装必须满足“20 cm”的射频暴露合格间隔距离以及任何额外测试和授权过程（如果需要）的要求。

文档要求

有意或无意辐射装置的用户手册或说明手册应提醒用户，未经合规负责方明确批准进行的更改或修改可能会导致用户操作设备的权限失效。

集成要求

需要使用多发射器流程评估该模块与同时工作的其他发射器的共存位置。

主机集成商必须遵循本文档中提供的集成说明，并根据规章和 KDB 出版物 996369 进行技术评估或评价，从而确保复合系统终端产品符合要求。

将此模块安装到其产品中的主机集成商必须根据规章进行技术评估或评价，确保最终的复合产品符合要求，包括发射器操作，并应参考 KDB 996369 中的指南。

12.4 ISED 认证

STM32WB1MMC 模块已通过测试，符合 ISED RSS-247 和 RSS-Gen 标准。

IC ID 为 8976A-32WB1MMCH01。

此模块包含符合加拿大创新、科学与经济发展部的免许可 RSS 的免许可发射器。工作时应满足以下两个条件：

- 该模块不会导致干扰
- 该模块必须能够承受任何干扰，包括可能导致模块意外操作的干扰。

L'émetteur exempt de licence contenu dans le présent appareil est conforme aux CNR d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes :

- L'appareil ne doit pas produire de brouillage.
- L'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

射频辐射暴露警示声明

安装好的发射器与全体人员之间的距离至少为 20 cm。

12.5 JRF 认证

STM32WB1MMC 模块已在日本获得认证，认证号为：217-230934。

图 14. JRF 标识



版本历史

表 6. 文档版本历史

日期	版本	变更
2023 年 3 月 3 日	1	初始版本。
2023 年 7 月 28 日	2	更新了 特性和敏感 GPIO 。 在封面上添加了认证标志。 更新了 图 4. STM32WB1MMC 模块引脚排列: 底视图 。 增加了 第 12.5 节: JRF 认证 。 对整个文档进行少量文字修订。
2023 年 9 月 5 日	3	封面更新了文件标题和图片。 更新了 特性和第 2 节: 说明 。

目录

1	引言	2
2	说明	3
3	模块概述	4
3.1	电源	4
3.2	时钟	4
3.3	天线	4
3.4	OTP	5
4	可用的外设	6
5	引脚说明	7
6	示意图	10
7	PCB	11
8	电气特性	12
8.1	工作条件	12
8.2	功耗	12
8.3	RF 特性	12
8.4	天线辐射方向图和效率	12
9	封装信息	16
9.1	SiP-LGA77 的器件标记	16
9.2	LGA77 封装信息 (B0HQ)	16
9.3	热特性	17
9.4	板件设计	18
10	订购信息	19
11	卷带和盘装	20
12	认证	21
12.1	BLE(RF_PHY)认证	21
12.2	CE 认证	21
12.3	FCC 认证	21
12.4	ISED 认证	22
12.5	JRF 认证	22
Revision history		23
表一览		25
图一览		26

表一览

表 1.	STM32WB1MMC 引脚/焊球定义	7
表 2.	STM32WB1MMC 工作条件	12
表 3.	LGA77 - 机械数据	17
表 4.	热特性	18
表 5.	订货代码	19
表 6.	文档版本历史	23

图一覽

图 1.	框图	4
图 2.	使用内部天线时的连接	4
图 3.	使用外部天线时的连接	5
图 4.	STM32WB1MMC 模块引脚排列: 底视图	7
图 5.	参考板原理图	10
图 6.	顶层	11
图 7.	底层	11
图 8.	辐射方向图 - 2402 MHz	13
图 9.	辐射方向图 - 2440 MHz	14
图 10.	辐射方向图 - 2480 MHz	15
图 11.	LGA77 - 轮廓	16
图 12.	STM32WB1MMC 卷带和盘装	20
图 13.	CE 认证标志	21
图 14.	JRF 标识	22

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“意法半导体”）保留随时对 **ST** 产品和/或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于意法半导体产品的最新信息。意法半导体产品的销售依照订单确认时的相关意法半导体销售条款。

买方自行负责对意法半导体产品的选择和使用，意法半导体概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

意法半导体不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的意法半导体产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致意法半导体针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 **ST** 标志是意法半导体的商标。关于意法半导体商标的其他信息，请访问 www.st.com/trademarks。其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2021 STMicroelectronics - 保留所有权利