

玩具无线对讲/遥控 IC

特性

- 支持 24MHz~32MHz 频段
- 支持 35MHz~57MHz 频段
- 支持 128MHz~170MHz 频段
- 支持 384MHz~512MHz 频段
- 半双工收发芯片
- 12.5/25 kHz 信道间隔
- 单片集成 FM 调制/解调
- 在片 10dBm RF 功率放大器
- 2.5V~3.3V 供电
- 2.3mA 接收待机电流
- 小于 100nA 关机电流
- 自动静噪
- 自动消尾音
- 自动省电
- CALL 音呼叫
- 集成射频开关
- 支持 ASK 调制/解调
- 内置麦克风放大器
- 内置 250mW 音频功放
- 可以在没有 MCU 的情况下独立工作
- I2C 接口
- 内置 ROM 支持 16 信道
- 支持外挂 EEPROM
- QFN32、SOP16、TSSOP24 封装

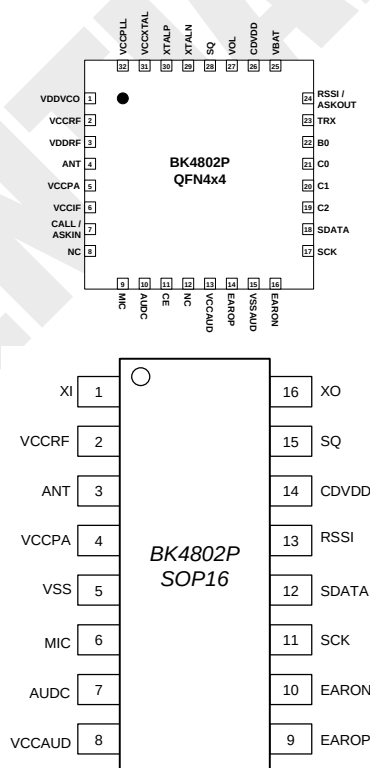
应用

- 玩具无线对讲机
- 玩具遥控
- 公众无线对讲机

简述

BK4802P 是一个专为玩具对讲/玩具遥控设计的半双工模式的射频收发芯片，采用高度集成化的 CMOS 工艺，支持 FM 调制/解调模式和 ASK 调制/解调模式。该芯片集成射频开关、低噪声放大器、混频器、中频放大器/滤波器、

模数转换器、FM/ASK 解调、频率综合器、射频功率放大器、麦克风放大器、音频功放等功能模块。整体方案只需要外加一个 21.25MHz 晶体及数个电容元件就可以完成一个性能优良的无线收发模块的制作。该芯片可以通过 B0/C2/C1/C0 引脚选择 16 个内置的通信信道。更多的通信信道可以通过外挂 EEPROM 实现。多种封装形式可供选择。



QFN32、SOP16 封装引脚定义（顶视图）
功能模块框图



目录

1	功能描述	6
1.1	概述	6
1.2	射频收发器	7
1.2.1	射频接收机	7
1.2.2	射频发射机	8
1.2.3	频率综合器	8
1.2.4	收发开关	9
1.3	晶体振荡器	10
1.4	在片稳压器	11
1.5	电源去耦	12
1.6	模拟音频	12
1.6.1	接收音频	12
1.6.2	发射音频	13
1.7	音量控制与静噪等级选择	13
1.8	接收基带	15
1.8.1	接收音频通路	15
1.8.2	幅移键控解调	15
1.9	发射基带	16
1.10	I2C 接口	17
1.11	寄存器参数更新	18
2	电气特性	19
2.1	绝对最大定额值	19
2.2	建议工作条件	19
2.3	功耗规格	19
2.4	接收机特性	20
2.5	发射机特性	21
2.6	内置频点	21
2.7	I2C 接口特性	22
3	寄存器定义	23

4	引脚定义	25
5	典型应用原理图	30
6	封装信息	33
6.1	QFN4x4 32PIN 封装	33
6.2	SOP16 封装	35
6.3	TSSOP24 封装	37
7	卷带信息	38
7.1	包装带信息	38
7.2	包装带覆膜信息	39
7.3	包装卷信息	40
8	回流焊信息	41
9	订购信息	42
10	其它参考资料	43
11	更新记录	44
12	联系方式	45

图片列表

图 1 功能框图	6
图 2 BK4802P 的多种应用方式.....	6
图 3 模拟电路框图.....	7
图 4 本地震荡（LO）信号的频率覆盖范围	8
图 5 收发切换及天线连接示意图.....	10
图 6 晶体振荡器电路图	11
图 7 需要外接电容的片上低压差稳压器	12
图 8 接收音频部分框图	12
图 9 不同供电电压下的输出功率与效率	13
图 10 发射音频电路框图	13
图 11 音量与静噪等级采样示意图.....	14
图 12 基带接收音频框图	15
图 13 ASK 调制框图.....	16
图 14 发射基带音频框图	16
图 15 发射音频 300Hz 高通滤波器频响曲线.....	16
图 16 发射音频 3kHz 低通滤波器频响曲线	17
图 17 I2C 接口时序图.....	17
图 18 Slave 模式下数据传输格式图	17
图 19 MCU 对 BK4802P 的配置流程	18
图 20 I2C 接口读写操作时序图	22
图 21 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义图（顶视图）	25
图 22 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义图（顶视图）	27
图 23 BK4802P TSSOP24 封装的引脚定义图（顶视图）	28
图 24 BK4802P QFN32 典型应用原理图.....	30
图 25 BK4802P SOP16 典型应用原理图.....	31
图 26 BK4802P TSSOP24 典型应用原理图	32
图 27 QFN4x4 32PIN 封装图.....	33
图 28 SOP16 封装图.....	35
图 29 TSSOP24 封装图	37
图 30 包装带尺寸	38

图 31 覆膜尺寸	39
图 32 包装卷信息	40
图 33 分类回流焊曲线	41

表格列表

表 1 频段划分	9
表 2 静噪功能参考指示位	13
表 3 关喇叭的阈值设置	14
表 4 开喇叭的阈值设置	15
表 5 绝对最大额定值	19
表 6 建议工作条件	19
表 7 功耗规格	19
表 8 接收机特性	20
表 9 发射机特性	21
表 10 频道、引脚电压、频点对应关系	21
表 11 I2C 接口特性	22
表 12 寄存器定义	23
表 13 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义	25
表 14 BK4802P SOP16 封装的引脚定义	27
表 15 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义	28
表 16 QFN4x4 32PIN 封装尺寸	34
表 17 焊层物质厚度	34
表 18 SOP16 封装尺寸	36

1 功能描述

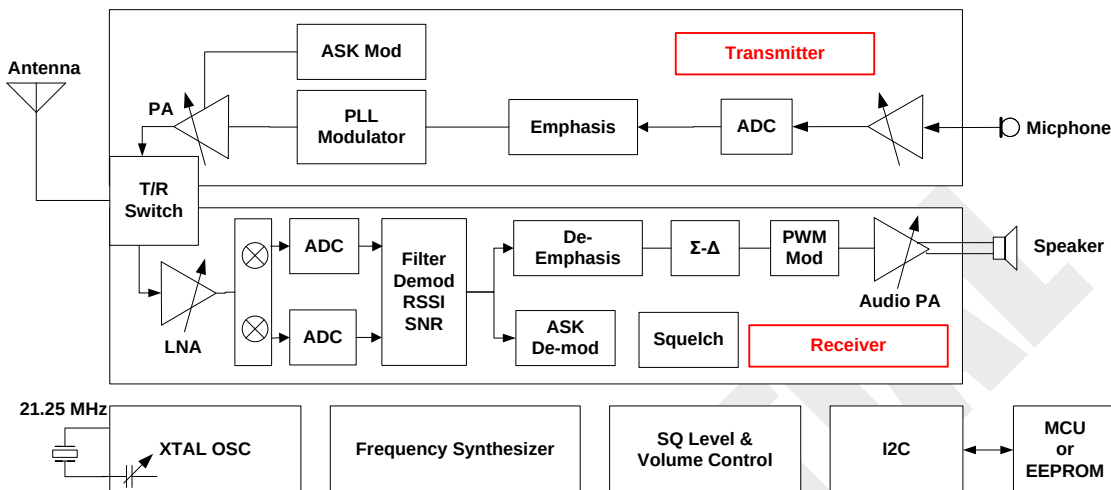


图 1 功能框图

1.1 概述

BK4802P 单片集成了高性能锁相环、模数转换器、数模转换器、射频接收/发射通路、晶体振荡器、音频功放，并具备先进的数字信号处理能力。数字低中频的镜频抑制架构保证了高集成度，片外仅需一个 21.25MHz 的晶体、麦克风、喇叭、天线及数个电阻/电感等分立元件就可以完成双向无线通信方案。片上 ROM 中存储 16 个频点。BK4802P 可以独立完成简单的语音通信，可以完全不需要 MCU。

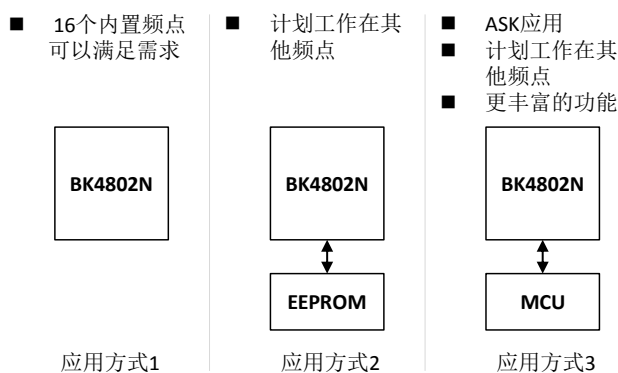


图 2 BK4802P 的多种应用方式

如果要在更多的频点进行通信，可以通过外加 EEPROM 实现，BK4802P 通过 I2C 接口读取 EEPROM 中的数据。BK4802P 也可以配合 MCU 进行 ASK 通信，MCU 对 BK4802P 寄存器的读写也通过 I2C 接口。

1.2 射频收发器

BK4802P 包含一个全集成的射频收发器，可以覆盖全球大部分国家的对讲机频段。收发通路经片上的收发切换开关连接到天线。

1.2.1 射频接收机

接收机通路采用低中频架构，包含射频前端和中频两个部分。射频前端由一个低噪声放大器（LNA）和一个混频器（Mixer）构成。中频部分由低通滤波器（LPF）、可变增益放大器（VGA）和高精度的模数转换器（ADC）构成。接收机的框图如图 3 所示。

在射频前端部分，低噪声放大器采用单端输入、差分输出结构。低噪声放大器之后是混频器，射频信号和本振信号混频后得到中频（IF）信号。由于采用了低中频结构，从而避免方案中使用昂贵的声表面波（SAW）滤波器。在晶体频率为 21.25MHz 的情况下，BK4802P 的中频（IF）固定为 137kHz，不可以通过 I2C 接口编程更改。通过将 REG4<14>设为 0，可以使能接收前端。

在中频部分，下变频后的中频 IF 信号首先通过一个低通滤波器。可以通过 I2C 接口更改 REG9<7:3>，将该低通滤波器的 3dB 带宽设置为 300kHz~2.5MHz。默认将该低通滤波器的 3dB 带宽设置在 600kHz。可变增益放大器提供 21dB 的增益变化范围，中频增益可以通过 I2C 接口进行调整（REG7<15:13>）。Σ-Δ模数转换器对来自可变增益放大器的模拟中频信号进行采样和量化，转换为数字中频信号。数字信号处理器对该数字进行二次变频，并做音频处理。通过将 REG4<13>设为 0，可以使能接收中频。

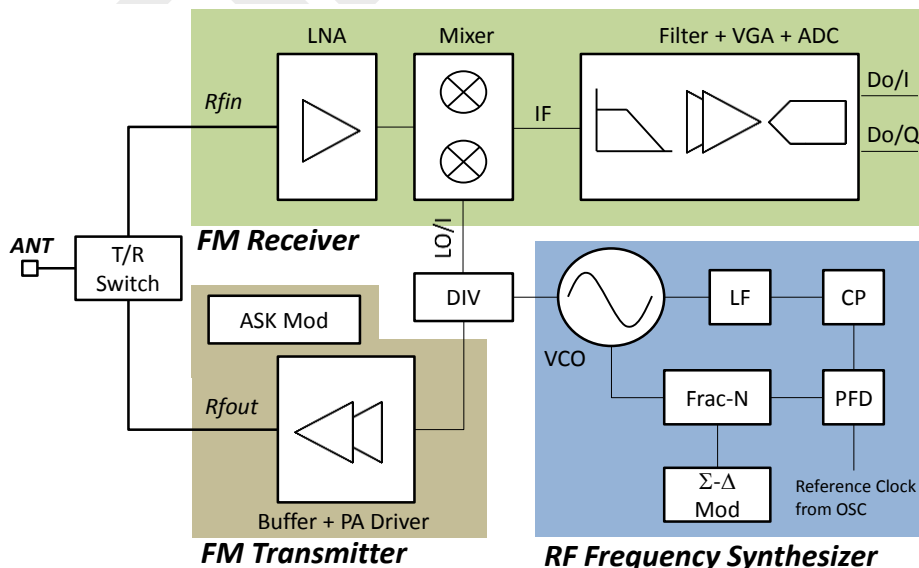


图 3 模拟电路框图

1.2.2 射频发射机

发射机通路包含一个单端的放大器通路和一个 ASK 调制模块。该放大器通路由一个缓冲器（Buffer）、一个功率放大器（PA Driver）构成。发射机的框图如图 3 所示。由于 FM 调制为恒包络方式，因此功率放大器工作在饱和模式以节省电流。

发射机的输出功率范围是 -40dBm~+10dBm。输出功率可以通过 I2C 接口进行调整（REG8<7:5>）调整发射功率。通过将 REG4<9>设为 0，可以使能接发射机。

ASK 调制通过直接调制功率放大器实现。ASK 调制数据来自 ASKIN（PIN7）。无论本地震荡（LO）信号上是否有 FM 调制，都不影响 ASK 调制的效果。通过将 REG8<4>设为 1，可以使能 ASK 模式。

1.2.3 频率综合器

频率综合器用来产生本地震荡（LO）信号。它由一个压控振荡器（VCO）、一个小数分频器（Frac-N Divider）、一个鉴频鉴相器（PFD）、一个电荷泵（CP）和一个环路滤波器（LF）构成。接收部分和发射部分共用一个频率综合器。频率综合器的框图如图 3 所示。

在接收模式，频率综合器使 VCO 的输出频率保持恒定。该未调制的 VCO 输出经过除法器，除以 N_{div} 产生本地震荡（LO）信号，并送给接收机中的下变频混频器。在发射模式，FM 调制直接在频率综合器中实现。已调制的 VCO 输出通过除法器，除以 N_{div} 送给发射机。 N_{div} 的值可以通过 I2C 接口编程为 4 / 12 / 36 / 44 / 64，依次对应 Band1~Band5（REG2<15:13>）。图 4 给出了各个子频段的频率范围，注意横轴为对数坐标。

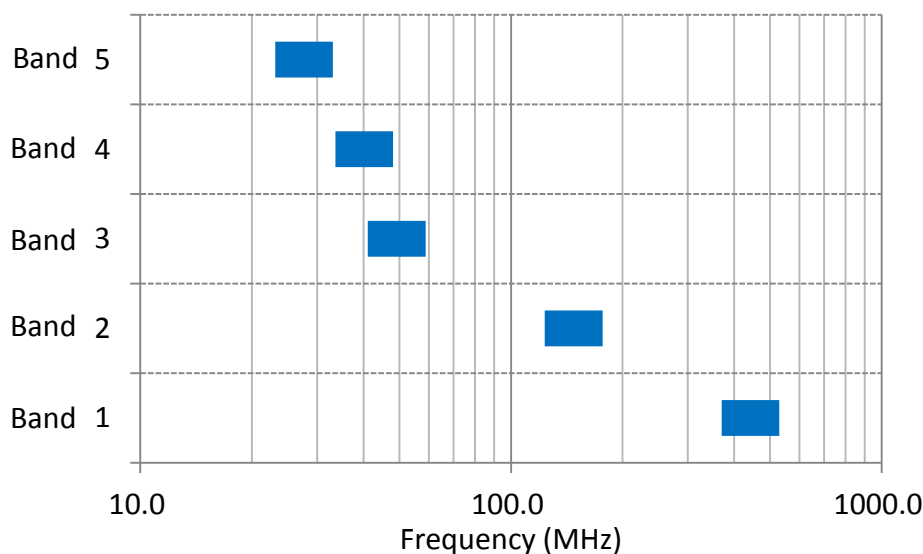


图 4 本地震荡（LO）信号的频率覆盖范围

在接收模式，频率综合器的锁定频率为 $N_{div} \times (f_{wanted} - f_{IF})$ 。而在发射模式，频率综合器的锁定频率为 $N_{div} \times f_{wanted}$ 。其中 f_{wanted} 为有用信号的频率。频道切换通过改变 $Frac-N$ 来实现，而 $Frac-N$ 的值由 $REG0$ 和 $REG1$ 共同决定。 $REG0$ 为 16 进制（HEX） $Frac-N$ 的高 16 位， $REG1$ 为 16 进制（HEX） $Frac-N$ 的低 16 位。 $Frac-N$ 的计算公式如下，其中 f_{XTAL} 、 f_{wanted} 、 IF 的单位为 MHz。

$$Frac-N = \frac{\left(f_{wanted} - IF * \frac{f_{XTAL}}{21.25}\right) * N_{div} * 2^{24}}{f_{XTAL}} \quad (\text{接收模式})$$

$$Frac-N = \frac{f_{wanted} * N_{div} * 2^{24}}{f_{XTAL}} \quad (\text{发射模式})$$

通过将 $REG4<15>$ 设为 0，可以使能频率综合器。在上电或改变频道后，频率综合器将在 2ms 内完成锁定。

表 1 频段划分

频段	频率范围	Ndiv	REG2<15:13>
Band1	384 ~512	4	0
Band2	128 ~170	12	1
Band3	43 ~ 57	36	4
Band4	35 ~ 46	44	5
Band5	24 ~ 32	64	6

1.2.4 收发开关

通常收发器都有发射引脚和接收引脚两个射频端口。为了降低方案成本，并提高生产成熟度，BK4802P 将发射端口和接收端口通过片上集成的收发开关合成为一个射频端口（ANT 引脚）。

由于在接收模式时，低噪声放大器有内部的直流工作点，且在片上与 ANT 引脚直流耦合。因此，片外需要隔直电容，避免影响到片内的直流工作点。同时为了滤除发射模式下的谐波，芯片和天线之间还需要加低通滤波。收发开关相连电路的示意图如图 5 所示。

通过 I2C 接口将 $REG9<11>$ 设为 0，ANT 与接收通路相连。通过 I2C 接口将 $REG9<11>$ 设为 1，ANT 与发射通路相连。默认状态下，收发开关由 DSP 直接控制，因此不需要改动该寄存器。

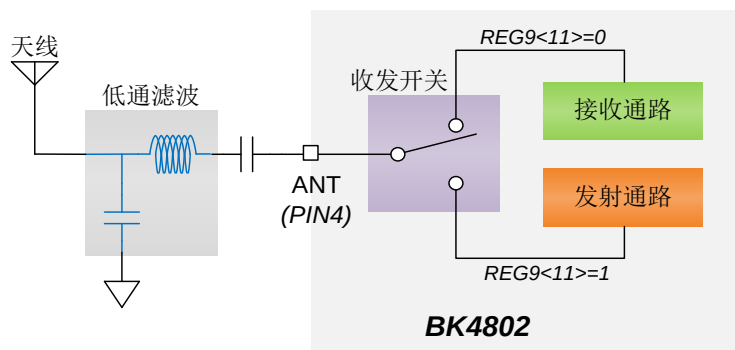


图 5 收发切换及天线连接示意图

1.3 晶体振荡器

BK4802P 集成了一个低功耗的晶体振荡器。该晶体振荡器不仅为频率综合器提供参考时钟，而且为数字信号处理器提供时钟。频率综合器可以兼容的晶体频率范围为 20.2MHz~22.2MHz。建议采用 21.25MHz 的晶体。晶体振荡器的原理图如图 6 所示。

该晶体振荡器要与片外并联谐振的石英晶体搭配起来才能正常工作。为了得到正确的振荡频率，负载电容必须要在晶体数据手册标定的规格范围内。图 5 中给出了晶体振荡器与石英晶体的具体连接方式。其中 C1、C2 是表面贴装（SMD）电容，分别连接在晶体的两个引脚与地之间。Cvar 是用于手动频率校准的可调电容。实际上对于 24MHz~57MHz 的应用，只要晶体的频率稳定度在 $\pm 25\text{ppm}$ 范围内，由于频率综合器的作用，LO 的频率偏差在 $\pm 1.5\text{kHz}$ 以内，完全可以省去可调电容。负载电容计算如下：

$$C_{\text{load}} = \frac{C'_1 \times C'_2}{C'_1 + C'_2}$$

$$C'_1 = C_1 + C_{\text{var}} + C_{\text{par}}$$

$$C'_2 = C_2 + C_{\text{par}}$$

其中 Cpar 是寄生电容，包括 PCB 走线的寄生电容和芯片引脚的输入电容。一般而言，Cpar 的值约为 1pF。

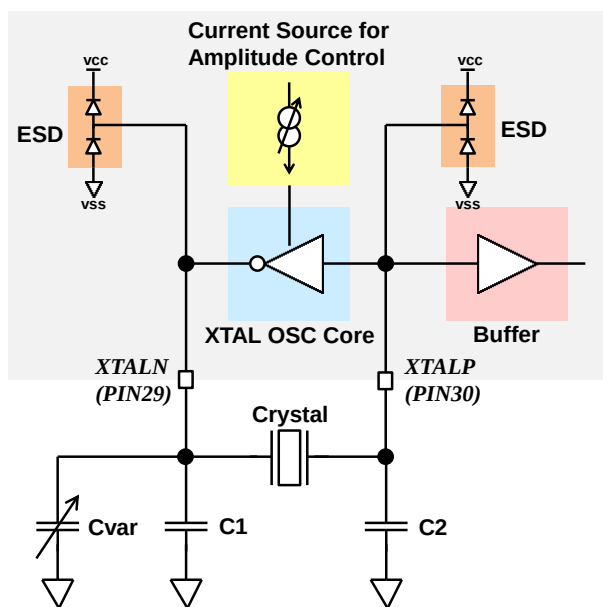


图 6 晶体振荡器电路图

晶体振荡器不能通过寄存器控制，只要芯片使能，即 CE 引脚为高电平，晶体振荡器就开始正常工作。

1.4 在片稳压器

BK4802P 片上有 3 个需要外接去耦电容的低压差稳压器：

- 1) 为接收前端供电的低压差稳压器。PIN3 需要外接表面贴装（SMD）电容，来抑制电源上的噪声，从而降低接收前端的噪声系数。该电容的典型值为 100nF；
- 2) 为频率综合器中压控振荡器供电的低压差稳压器。PIN1 需要外接表面贴装（SMD）电容，来抑制电源上的噪声，从而获得更低的相位噪声。该电容的典型值应不小于 1uF；
- 3) 为数字部分供电的低压差稳压器。PIN26 需要外接表面贴装（SMD）电容，来抑制数字部分的杂散，从而降低对模拟部分的干扰。该电容的典型值应不小于 1uF。

这三个低压差稳压器相关引脚的连接方式如图 7 所示。

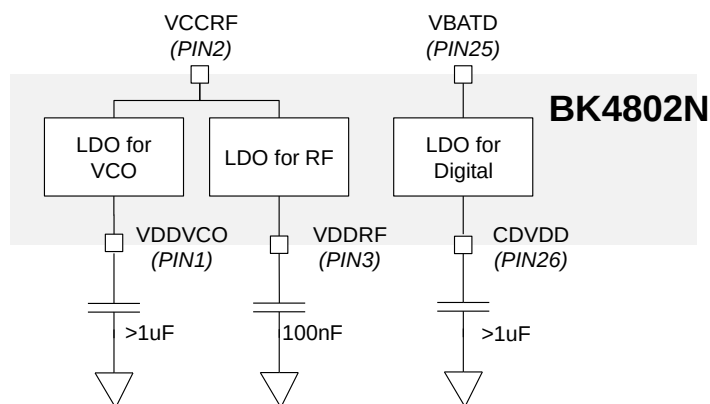


图 7 需要外接电容的片上低压差稳压器

1.5 电源去耦

为了获得最佳的性能，合适的电源去耦必不可少。应谨慎选择去耦电容的大小，并进行合理的布局，才能取得良好的电源滤波效果。电源走线上通常至少应放置 2 个相差两个数量级以上的去耦电容。

1.6 模拟音频

1.6.1 接收音频

模拟接收音频部分的电路框图如图 8 所示。DSP 输出的数字信号经过 DAC 转换为差分的模拟信号，经过音频功放的放大来驱动喇叭。为了在固定电源电压的情况下，得到更高的输出功率，采用了差分输出的形式。

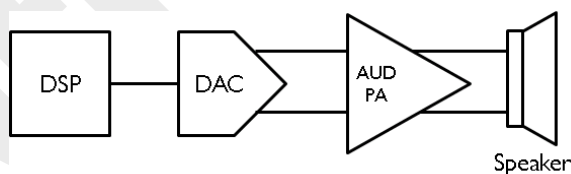


图 8 接收音频部分框图

图 9 给出了 BK4802P 中音频功放在不同供电电压情况下效率随输出功率的变化。供电电源较低时，能够达到的最大输出功率也较低。但相同音频输出功率情况下，较低的电源能够获得较高的音频功放效率。

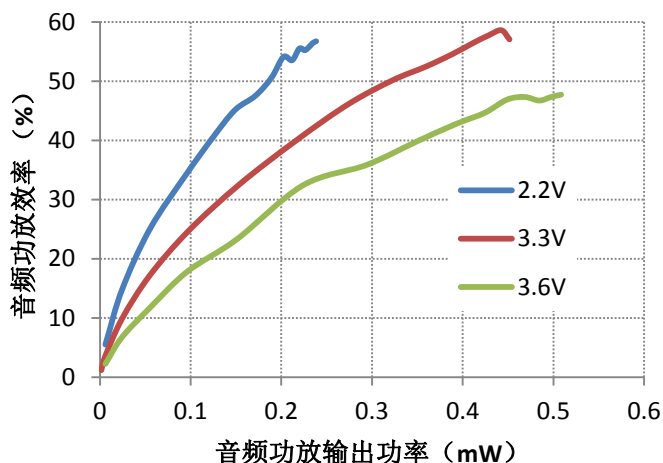


图 9 不同供电电压下的输出功率与效率

1.6.2 发射音频

发射音频部分由一个麦克风放大器和一个高精度模数转换器组成。电路框图如图 10 所示。

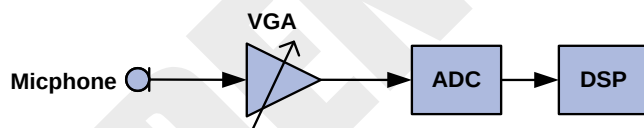


图 10 发射音频电路框图

麦克风放大器的增益由寄存器 `REG16<5:0>` 控制。BK4802P 发射音频通路具有自动增益控制功能，因此该寄存器无需手动设置，系统会自动选择最佳增益。

1.7 音量控制与静噪等级选择

BK4802P 的音量控制通过对 VOL 引脚的电压进行采样，然后通过模数转换器（ADC）进行量化，最后由数字电路部分进行处理。

BK4802P 具备静噪功能，在语音质量降低到一定程度时，自动关闭喇叭。静噪等级通过对 SQ 引脚的电压进行采样来获得。同时，在语音质量提升到一定程度时，自动打开喇叭。静噪功能的参考指示位如表 2 所示。

表 2 静噪功能参考指示位

Register (DEC)	Default Value	Description
24<07:00>	Read Only	接收信号强度 RSSI
26<12:00>	Read Only	平均后的带外噪声 NOISE_LEVEL_AVG

通过参考指示位与关喇叭阈值的比较，来决定喇叭是否关闭。其中关喇叭的阈值通过对 PIN24 RSSI 引脚电压和 PIN28 SQ 引脚电压分别采样得到。从 SQ 引脚采样得到的带外噪声阈值存入 REG30<07:00>，从 RSSI 引脚采样得到的信号强度阈值存入 REG31<07:00>。这两个寄存器都是只读寄存器。

表 3 关喇叭的阈值设置

Register (DEC)	Default Value	Description
22<11:10>	0x0	SQ_N 0x0: 2 0x1: 4 0x2: 8 0x3: 16
30<07:00>	Read Only	从 SQ 引脚采样到的带外噪声阈值 SQ_LEVEL
31<07:00>	Read Only	从 RSSI 引脚采样到的信号强度阈值 SQ_RSSI_LEVEL

关喇叭的条件如下：

- 1) $\text{NOISE_LEVEL_AVG} > \{\text{SQ_LEVEL} * \text{SQ_N}\}$ 或者
- 2) $\text{RSSI} < \text{SQ_RSSI_LEVEL}$

SQ 引脚、RSSI 引脚和 VOL 引脚分别都有到电源的 100kΩ 电阻，只需要修改片外分压电阻的值即可进行调整。片上有开关可以选择对 SQ 引脚电压、RSSI 引脚电压或 VOL 引脚电压进行采样。

图 11 给出了音量与静噪等级采样的示意图。REG32<8>的默认值为 0x0，这种情况下音量控制是通过采样 PIN27 VOL 引脚电压来实现的。调整可变电阻 R4 的大小，就可以实时地、连续地进行音量调整。电阻 R4 的值越大，音量也越大。除了 PIN27 VOL 引脚电压控制音量外，还可以通过寄存器来控制音量。在有外挂 EEPROM 或 MCU 的情况下，将 REG32<8>设为 0x1，则调整 REG32<7:0>就可以控制音量。

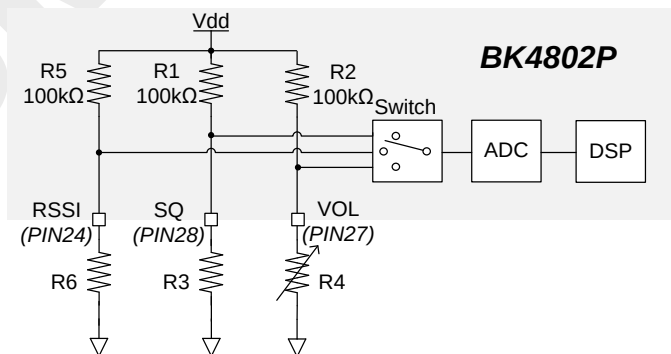


图 11 音量与静噪等级采样示意图

通过参考指示位与开喇叭阈值的比较，来决定喇叭是否关闭。其中开喇叭的阈值是由寄存器直接设置得到的。在没有外挂 EEPROM 或 MCU 的情况下，只能用内置 ROM 的默认值。下表给出了内置 ROM 中设定的信号强度阈值和带外噪声阈值。

表 4 开喇叭的阈值设置

Register (DEC)	Default Value	Description
22<07:00>	0x49	寄存器设定的信号强度阈值 RSSI_THRESHOLD
23<07:00>	0xE0	寄存器设定的带外噪声阈值 SQ_THRESHOLD

开喇叭的条件如下：

- 1) $\text{NOISE_LEVEL_AVG} < \{\text{SQ_THRESHOLD} * \text{SQ_N}\}$ 且
- 2) $\text{RSSI} > \text{RSSI_THRESHOLD}$

1.8 接收基带

接收基带包含 FM 解调和 ASK 解调两部分。两种解调模式同时工作，即同时会有 FM 解调输出和 ASK 解调输出。FM 解调的输出经音频处理送给音频功放，ASK 的解调输出直接送给 ASKOUT (PIN24)。可以依据发射信号调制类型的不同选择相应的输出。如果仅需要 ASK 工作模式，建议将 REG4<11> 设为 1，彻底关闭音频功放以节省电流。

1.8.1 接收音频通路

接收音频通路包含以下模块：

- 1) 去加重滤波器 (De-Emphasis)。频响在 1kHz 是 0dB，且频响曲线是以每 8 倍频-6dB 下降；
- 2) 低通滤波器 (LPF)。滤除音频以外的信号，-3dB 带宽为 3.1kHz；
- 3) 高通滤波器 (HPF)。滤除直流分量；
- 4) 音量调整 (Volume)。受 1.7 节中采样到的 VOL 引脚电平控制。



图 12 基带接收音频框图

1.8.2 幅移键控解调

FM 解调的输出一方面送给音频通路，另一方面送给 ASK 解调部分。ASK 解调部分包含以下模块：

- 1) 低通滤波器（LPF）。滤掉带外的无效信号，可以通过将 $REG32<12>$ 设为 1 旁路该低通滤波器；
- 2) 求取直流（Get DC）。获得 DC 值，用于 0/1 判决；
- 3) 判决（Slice）。比较当前值和 DC 值的大小。如果输入比 DC 大，输出 1，否则输出 0。

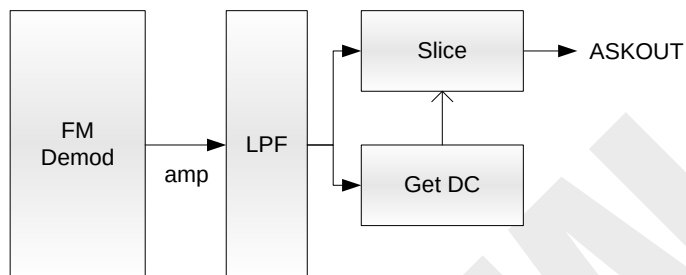


图 13 ASK 调制框图

1.9 发射基带

发射基带的音频通路包括以下模块：

- 1) 数字自动增益调整（AGC）。自动调整模数转换器之前的麦克风放大器增益；
- 2) 300Hz 高通滤波器（HPF）。用于滤除亚音频信号。相对于 1kHz，在 250Hz 处有 30dB 抑制；
- 3) 3kHz 低通滤波器（LPF）。用于滤除高频信号；
- 4) 限幅器（Limiter）。用于避免带外泄露。



图 14 发射基带音频框图

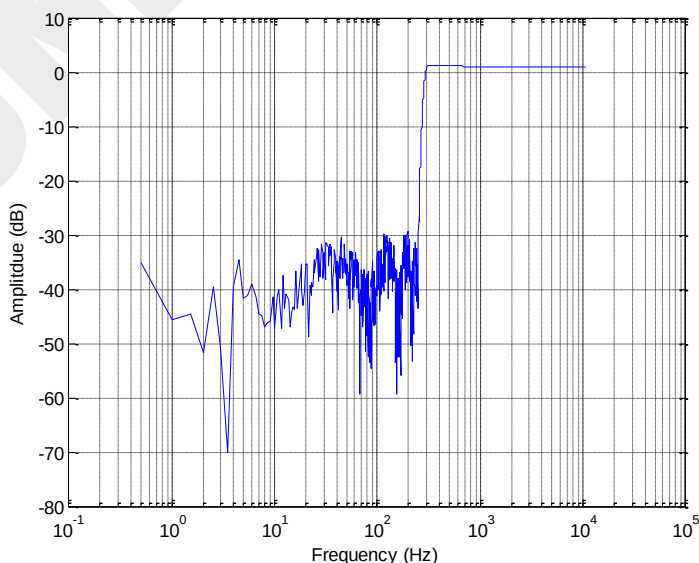


图 15 发射音频 300Hz 高通滤波器频响曲线

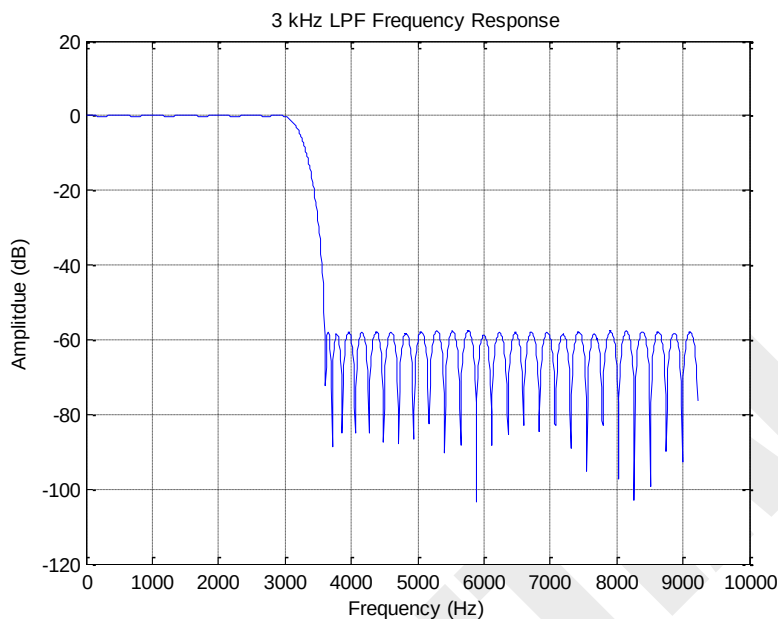


图 16 发射音频 3kHz 低通滤波器频响曲线

1.10 I2C 接口

BK4802P 支持 I2C 控制接口，时钟速度最高支持到 400KHz，I2C 接口时序符合标准 I2C 协议要求。I2C 接口时序如图 17 所示。

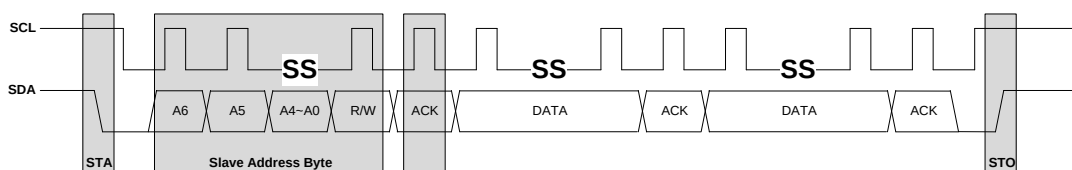


图 17 I2C 接口时序图

I2C 接口能工作于 Master or Slave 模式。Master 模式下主要用于 EEPROM 数据的读取，其数据传输格式请参加对应 EEPROM 的规格书。Slave 模式下外部 MCU 能够直接配置内部寄存器，其数据传输格式如图 18 所示。

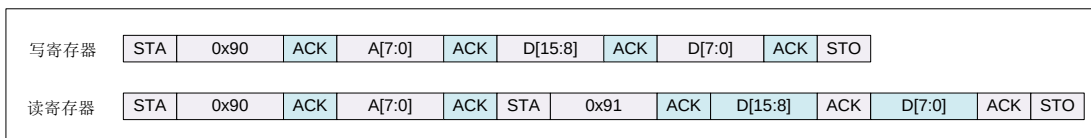


图 18 Slave 模式下数据传输格式图

1.11 寄存器参数更新

BK4802P QFN 封装及 TSSOP24 封装两种封装的芯片能够通过三种方式更新内部寄存器参数，分别是外置 EERPOM 更新，从内部 ROM 更新，以及外部 MCU 配置。

每次模式切换或频点改变时（即 TRX、B0、C2、C1、C0 任一引脚电平发生变化），芯片会自动探测外置 EEPROM 是否存在，若发现 EEPROM 存在就从 EEPROM 中读取参数配置值，否则就从 ROM 中读取参数配置值。当 EEPROM 或 ROM 更新参数完成后，外部 MCU 可以通过 I2C 接口直接配置内部寄存器的参数值。

特别需要注意的是，BK4802P 的收发状态既可以受 TRX 引脚电平控制（REG23<10>=0x0），也可以受寄存器控制（REG23<10>=0x1）。

首先说明 REG23<10>设为 0x0 时的情况，这也是内置 ROM 中固化的默认值。TRX 引脚电平为高时，数字电路和模拟电路都工作在发射状态。TRX 引脚电平为低时，数字电路和模拟电路都工作在接收状态。此时模拟电路的状态可以通过 REG04 修改，但数字电路状态不受 REG23<9>控制。

将 REG23<10>设为 0x1，则可以完全通过寄存器设置来控制收发状态，芯片状态与 TRX 引脚电平无关。模拟电路的状态仍然可以通过 REG04 修改，数字电路的状态受 REG23<9>控制。用 MCU 对 BK4802P 进行配置时应按图 19 中给出的流程进行操作。

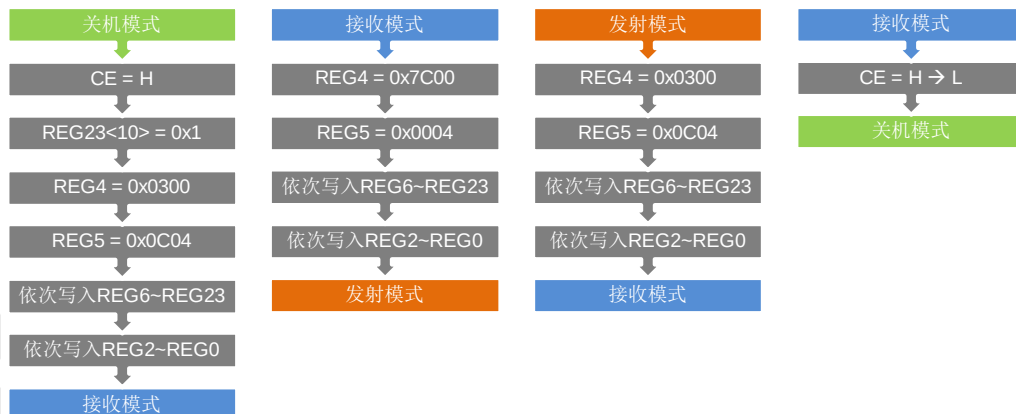


图 19 MCU 对 BK4802P 的配置流程

BK4802P SOP16 封装的芯片仅能够通过 MCU 配置的方式工作。MCU 配置的方式与上图中操作相同。

2 电气特性

2.1 绝对最大额定值

最大额定值是 BK4802P 能够承受的极限，超过这个范围就有可能被永久损坏。长时间处在极限状态，就会影响到 BK4802P 的可靠性。表 5 给出了 BK4802P 的绝对最大额定值。

表 5 绝对最大额定值

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	V _{DD}	-0.3	—	+3.6	V
IO引脚电压	V _{IO}	-0.3	—	V _{DD} +0.3	V
环境温度	T _s	-20	25	85	°C

2.2 建议工作条件

工作条件是 BK4802P 能正常工作在该条件下的物理参数。建议的工作条件如表 6 所示。

表 6 建议工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	V _{DD}	2.5	—	3.3	V
环境温度	T _O	-10	25	60	°C
注： 所有规格的最大最小值都是安全可用的，且包含于建议工作条件之内。若非声明，典型值是在 V _D = 3.3 V和25°C的条件下使用。若非声明，典型值是在量产过程中测得的。 环境温度的范围主要取决于晶体的规格。在正常工作条件下，晶体的频率稳定度应在±25ppm以内。假定晶体频率足够稳定，那么即使在-30°C ~ +85°C温度范围内，BK4802P也能够工作正常。					

2.3 功耗规格

表 7 功耗规格

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
接收电流	I _{RX}	V _{DD} =3.3V, CE = H TRX = L Audio PA OFF	—	21	—	mA
接收待机电流	I _{RX_Wait}	V _{DD} =3.3V, CE = H TRX = L Audio PA OFF Power Saving	—	2.3	—	mA
发射电流	I _{TX}	V _{DD} =3.3V, CE = H TRX = H	—	20	—	mA
关机电流	I _{PD}	V _{DD} =3.3V, CE = L	—	50	—	nA

2.4 接收机特性

表 8 接收机特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作频段	F _{OP}	1	384	—	512	MHz
		2	128	—	170	
		3	35	—	57	
		4	24	—	32	
FM灵敏度	RXSENS	5, 9		-114		dBm
临道选择	ACS	6		44	45	dB
阻塞	BLK	7		62	65	dB
互调	IMD	8		36	44	dB
音频特性						
音频输出功率	EARO	9			300	mW
信纳值	RSINAD	9, 10		42	44	dB
音频输出底噪	ANF	11	1	7		uW
ASK特性						
ASK灵敏度 (1E-3 BER)	ASKSEN	12		-100		dBm
速率	BAUD				2000	bps
测试条件: 1. Band 1 2. Band 2 3. Band 3, Band 4 4. Band 5 5. 12 dB SINAD, 典型值在27.125MHz测得 6. 第一临道 (±25kHz), 典型值在462.5625MHz测得, 最大值在27.125MHz测得 7. Frequency offset = 1MHz, 典型值在462.5625MHz测得, 最大值在27.125MHz测得 8. 测试方法依据TIA标准 (TIA-603-C), 典型值在462.5625MHz测得, 最大值在27.125MHz测得 9. 1kHz调制频率, 3kHz调制频偏 10. -50dBm输入功率 11. -50dBm输入功率, 无调制, 8欧姆负载上的功率。典型值在462.5625MHz测得, 最小值在27.125MHz测得 12. 数据速率1kbps						

2.5 发射机特性

表 9 发射机特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作频段	F _{OP}	1	384	—	512	MHz
		2	128	—	170	
		3	35	—	57	
		4	24	—	32	
输出功率	POUT	5	-40	—	12	dBm
临道功率抑制	ACPR	6		61	73	dB
麦克风灵敏度	MICSENS	7		0.5		mV
信纳值	TSINAD	7		33		dB
测试条件： 1. Band 1 2. Band 2 3. Band 3, Band 4, Band 5 4. Band 6, Band 7, Band 8 5. 取决于寄存器设置和片外匹配，以及工作频段 6. 第一临道 (±25kHz)，测试方法依据TIA标准 (TIA-603-C)。典型值在462.5625MHz测得，最大值在27.125MHz测得 7. 1kHz调制频率，3kHz调制频偏						

2.6 内置频点

BK4802P 内置 16 个频点，这 16 个频点对应频率信息存储在片上的 ROM 中。上电后，状态机会在 50ms 内依据 B0/C2/C1/C0 这四个引脚的电平选择相应的频率信息，并刷新寄存器设置。频道、引脚电压和频点的对应关系如表 10 所示。

表 10 频道、引脚电压、频点对应关系

频道编号	引脚电平 B0/C2/C1/C0	频点 (MHz)	频道编号	引脚电压 B0/C2/C1/C0	频点 (MHz)
1	L / L / L / L	27.125	9	H / L / L / L	422.05
2	L / L / L / H	27.145	10	H / L / L / H	434.125
3	L / L / H / L	40.665	11	H / L / H / L	433.075
4	L / L / H / H	40.685	12	H / L / H / H	446.00625
5	L / H / L / L	49.86	13	H / H / L / L	448.7625
6	L / H / L / H	49.89	14	H / H / L / H	462.5625
7	L / H / H / L	409.75	15	H / H / H / L	462.6625
8	L / H / H / H	433.92	16	H / H / H / H	477.325

2.7 I2C 接口特性

BK4802P 芯片内部的 I2C 接口符合标准 I2C 时序要求，可以工作于 Master 和 Slave 两种模式。当外接 EEPROM 时，芯片内部的 I2C 接口工作于 Master 模式，用于读取 EEPROM 的数据；否则工作于 Slave 模式，用于外部 MCU 配置内部的寄存器。

I2C 接口时序要求如下：

表 11 I2C 接口特性

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
SCLK Frequency	f_{SCL}		—	—	400	kHz
SCLK Low Time	t_{LOW}		1.3	—	—	μs
SCLK High Time	t_{HIGH}		0.6	—	—	μs
SCLK Input to SDIO $\downarrow$ Setup(START)	$t_{SU:STA}$		0.6	—	—	μs
SCLK Input to SDIO $\downarrow$ Hold(START)	$t_{HD:STA}$		0.6	—	—	μs
SDIO Input to SCLK $\uparrow$ Setup	$t_{SU:DAT}$		100	—	—	ns
SDIO Input to SCLK $\downarrow$ Hold	$t_{HD:DAT}$		—	—	900	ns
SCLK Input to SDIO $\uparrow$ Setup(STOP)	$t_{SU:STO}$		0.6	—	—	μs
STOP to START Time	t_{BUF}		1.3	—	—	μs
SDIO Output Fall Time	$t_{f:OUT}$		—	—	250	ns
SDIO Input, SCLK Rise/Fall Time	$t_{r:IN}$ $t_{f:IN}$		—	—	200	ns
SCLK, SDIO Capacitive Loading	C_b		—	—	60	pF
Input Filter Pulse Suppression	t_{SP}		—	—	40	ns

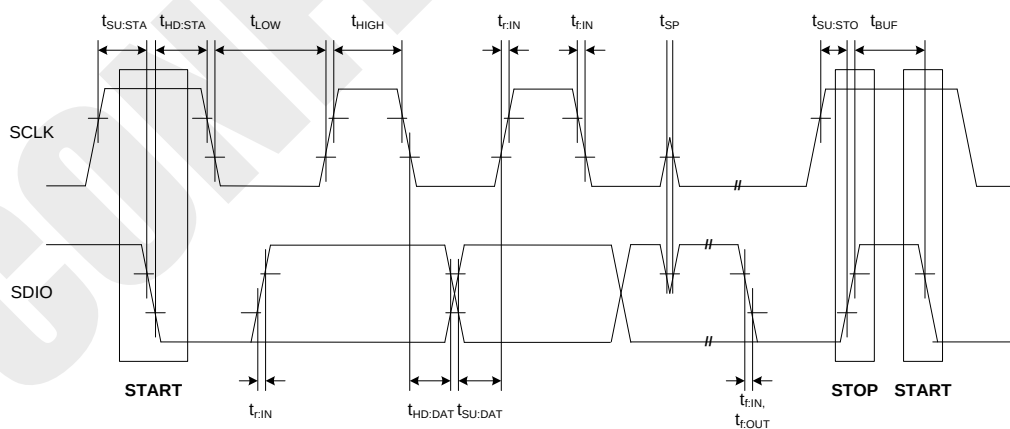


图 20 I2C 接口读写操作时序图

3 寄存器定义

表 12 寄存器定义

寄存器地址 (十进制)	特征	默认值	描述
0	读/写		Frac-N高16bit
1	读/写		Frac-N低16bit
2	读/写		B15~B13: VCO频率到LO频率的分频比Ndiv B04~B00: 发射音频频偏扩展, 反比于Ndiv
3	读/写		保留位
4	只写	0x0300 (RX) 0x7C00 (TX) 0xFFBF (IDLE)	B15: 1-关闭频率综合器; 0-打开频率综合器 B14: 1-关闭接收前端; 0-打开接收前端 B13: 1-关闭接收中频; 0-打开接收中频 B12: 1-关闭RX ADC; 0-打开RX ADC B11: 1-关闭接收音频; 0-打开接收音频 B10: 1-关闭采样ADC; 0-打开采样ADC B09: 1-关闭发射前端; 0-打开发射前端 B08: 1-关闭发射音频; 0-打开发射音频 B07: 1-关闭偏置电路; 0-打开偏置电路 B06: 1-关闭晶振缓冲器; 0-打开晶振缓冲器
5	只写	0x0C04 (RX) 0x0004 (TX)	晶体振荡器、采样ADC等设置, 建议用默认值
6	只写	0xF140	发射音频和接收音频设置, 建议用默认值
7	只写	0xED00	B15~B13: 设置接收中频增益, 3dB/级。0-0dB; 7-21dB
8	只写	0x17E0	B07~B05: 调整功率放大器输出功率 B04: 1-打开ASK发射功能; 0-关闭ASK发射功能 B03: 1-低电流模式 (接收电流16mA); 0-正常接收模式
9	只写	0xE0E4	B13: 1-由DSP控制收发模式; 0-由寄存器控制收发模式 B12: 1-PLL工作在发射模式; 0-PLL工作在接收模式 B11: 1-射频开关发射通路ON; 0-射频开关接收通路ON
10	只写	0x8543	PLL设置, 建议用默认值
11	只写	0x0700	PLL设置, 建议用默认值
12	只写	0xA066	B00: PLL频率校准 0 -> 1 -> 0
13	只写	0xFFFF	PLL设置, 建议用默认值
14	读/写	0xFFE0	B15~B14: 发射音频数字滤波器增益。 0-0dB; 1-1dB; 2-3.5dB; 3-6dB B13~B09: 发射音量控制。 B08~B05: 带内信号能量设置
15	读/写	0x061F	B12~B00: 发射限幅设置
16	读/写	0x9E3C	B15: 发射音频AGC使能。0-无效; 1-使能
17	读/写	0x1F00	TX Audio AGC设置, 建议用默认值

寄存器地址 (十进制)	特征	默认值	描述
18	读/写	0xD1D1	B05~B03: 开喇叭条件持续满足T秒后打开喇叭 0-100ms 1-200ms 2-300ms 3-400ms 4-500ms 5-600ms 6-700ms 7-800ms B02~B00: 关喇叭条件持续满足T秒后关闭喇叭 0-100ms 1-200ms 2-300ms 3-400ms 4-500ms 5-600ms 6-700ms 7-800ms
19	读/写	0x240F	B15~B14: CIC滤波器增益。0-0dB; 1-1dB; 2-3.5dB; 3-6dB B13~B12: FM解调输出幅度设置 B10: 1-关闭自动消尾音功能 0-开启自动消尾音功能 B03~B00: 接收音量调整
20	读/写	0x01FF	B15: 关闭自动频率校正 (AFC)。0-打开; 1-关闭
21	读/写	0xE000	AFC阈值设置, 建议用默认值
22	读/写	0x0340	B11~B10: 用于静噪的关喇叭阈值系数 B07~B00: 设置静噪的接收信号强度 (RSSI) 阈值
23	读/写	0x98E0	B15: 1-启动自动省电模式; 0-关闭自动省电模式 B14~B13: 省电周期中RX ON的时间设置 0-60ms 1-108ms 2-144ms 3-192ms B12~B11: 省电周期中SLEEP的时间设置 0-384ms 1-576ms 2-768ms 3-960ms B10: 1-B09控制数字部分收发 (TX/RX) 状态 0-TRX引脚控制数字部分收发 (TX/RX) 状态 B09: 1-数字部分工作在TX状态 0-数字部分工作在RX状态 B08: 1-PIN7为ASKIN引脚, PIN24为ASKOUT引脚 0-PIN7为CALL引脚, PIN24为RSSI引脚 B07~B00: 开喇叭的带外噪声阈值设置
24	只读		B13~B08: 信噪比 (SNR) 指示 B06~B00: 接收信号强度 (RSSI) 指示
25	只读		B07~B00: AFC剩余频偏
26	只读		B12~B00: 带外噪声 (Ex-band Noise) 指示
27	只读	0x4802	芯片识别码
28	只读		设备识别码高16位
29	只读		设备识别码低16位
30	只读		B15~B08: 从采样ADC得到的音量指示 B07~B00: 从采样ADC得到的带外噪声阈值
31	只读		B07~B00: 从采样ADC得到的RSSI阈值
32	读/写		B14: ASK判决阈值选择方式。0-取平均; 1-寄存器设定 B13: 平均速度选择。0-256个点; 1-1024个点 B12: 旁路低通滤波器。0-滤波器有效; 1-滤波器无效 B08: 接收音量调整方式。0-引脚VOL电平; 1-寄存器值 B07~B00: 通过寄存器设定的接收音量
33	读/写		B15~B00: 通过寄存器设定的ASK判决阈值

4 引脚定义

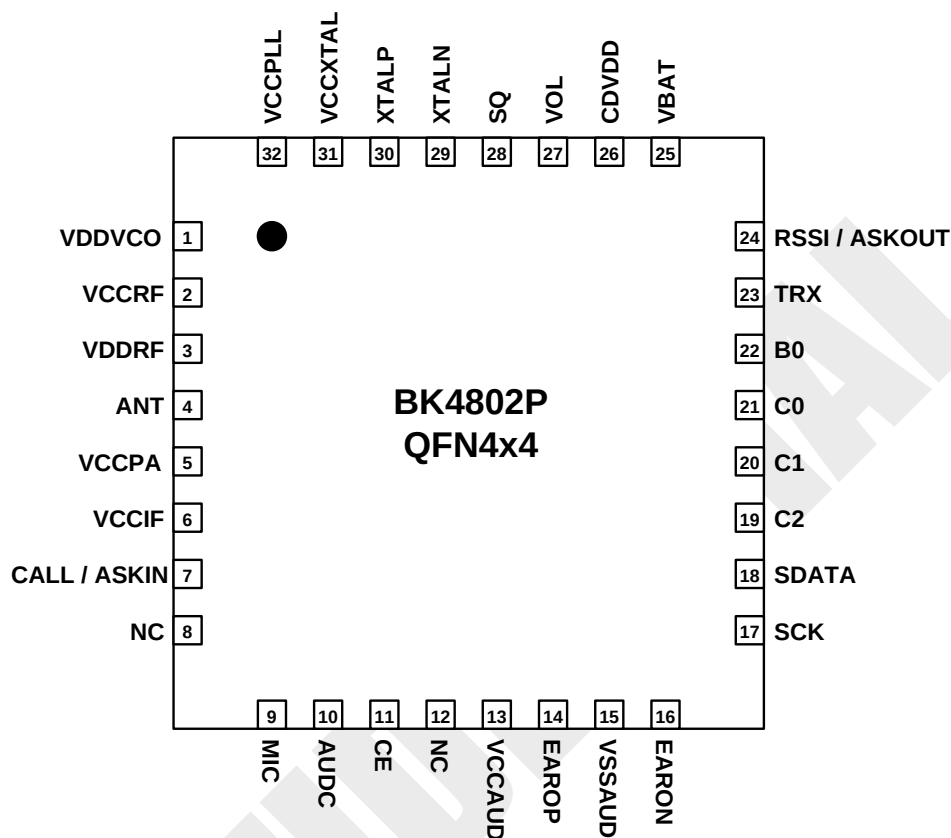


图 21 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义图（顶视图）

表 13 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义

序号	名称	描述
1	VDDVCO	片上 VCO 稳压器输出，需要外接去耦电容到地
2	VCCRIF	接收前端供电电源，2.5 V~ 3.3 V
3	VDDRF	片上 LNA 稳压器输出，需要外接去耦电容到地
4	ANT	LNA 输入和 PA 输出通过收发开关合并为 ANT
5	VCCPA	发射部分供电电源，2.5 V~ 3.3 V
6	VCCIF	接收中频供电电源，2.5 V~ 3.3 V
7	CALL / ASKIN	引脚复用。 默认为 CALL 键，可以通过寄存器配置为 ASK 调制输入
8	NC	无连接，请悬空
9	MIC	麦克风信号输入
10	AUDC	外接 1uF 电容到地
11	CE	芯片使能引脚，高电平有效
12	NC	无连接，请悬空
13	VCCAUD	音频部分供电电源，2.5 V~ 3.6 V
14	EAROP	音频功放输出正端

序号	名称	描述
15	VSSAUD	音频功放接地引脚
16	EARON	音频功放输出负端
17	SCK	I2C 时钟信号
18	SDATA	I2C 数据输入/输出
19	C2	频道选择
20	C1	频道选择
21	C0	频道选择
22	B0	频道选择
23	TRX	收发状态切换，高电平为发射，低电平为接收
24	RSSI/ASKOUT	引脚复用。 默认为 RSSI 引脚，可以通过寄存器配置为 ASK 解调输出
25	VBAT	数字部分电源，2.5 V~ 3.3 V
26	CDVDD	片上数字部分稳压器输出，需要外接去耦电容到地
27	VOL	音量调整，有效电压范围 0~1.2V
28	SQ	静噪等级调整，有效电压范围 0~1.2V
29	XTALN	晶体振荡器输出
30	XTALP	晶体振荡器输入
31	VCCXTAL	晶体振荡器供电电源，2.5 V~ 3.3 V
32	VCCPLL	频率综合器供电电源，2.5 V~ 3.3 V

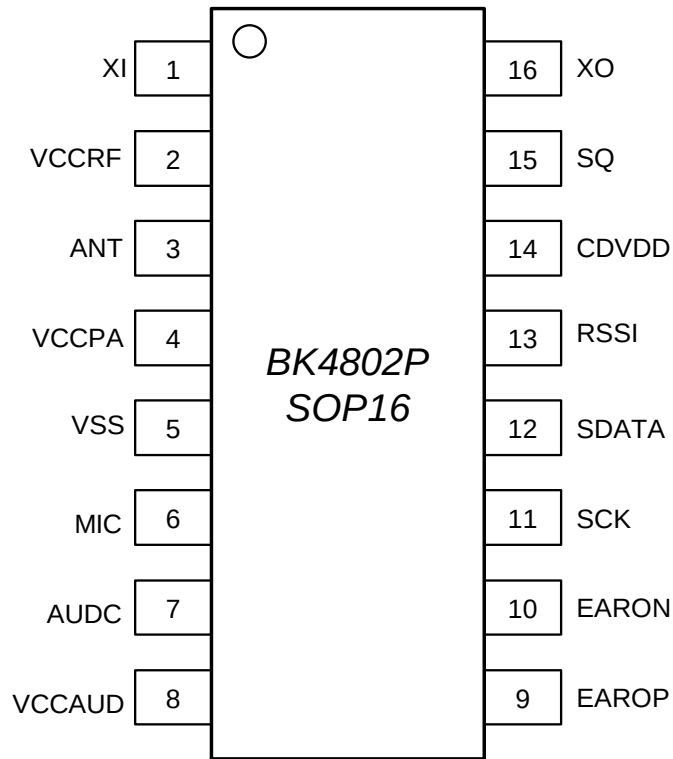


图 22 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义图（顶视图）

表 14 BK4802P SOP16 封装的引脚定义

序号	名称	描述
1	XI	晶体振荡器输入
2	VCCRFB	接收前端供电电源，2.5 V~ 3.3 V
3	ANT	LNA 输入和 PA 输出通过收发开关合并为 ANT
4	VCCPA	发射部分供电电源，2.5 V~ 3.3 V
5	VSS	整个芯片的地
6	MIC	麦克风信号输入
7	AUDC	外接 1uF 电容到地
8	VCCAUD	音频部分供电电源，2.5 V~ 3.6 V
9	EAROP	音频功放输出正端
10	EARNON	音频功放输出负端
11	SCK	I2C 时钟信号
12	SDATA	I2C 数据输入/输出
13	RSSI	关喇叭的 RSSI 阈值采样引脚
14	CDVDD	片上数字部分稳压器输出，需要外接去耦电容到地
15	SQ	关喇叭的带外噪声阈值采样引脚
16	XO	晶体振荡器输出

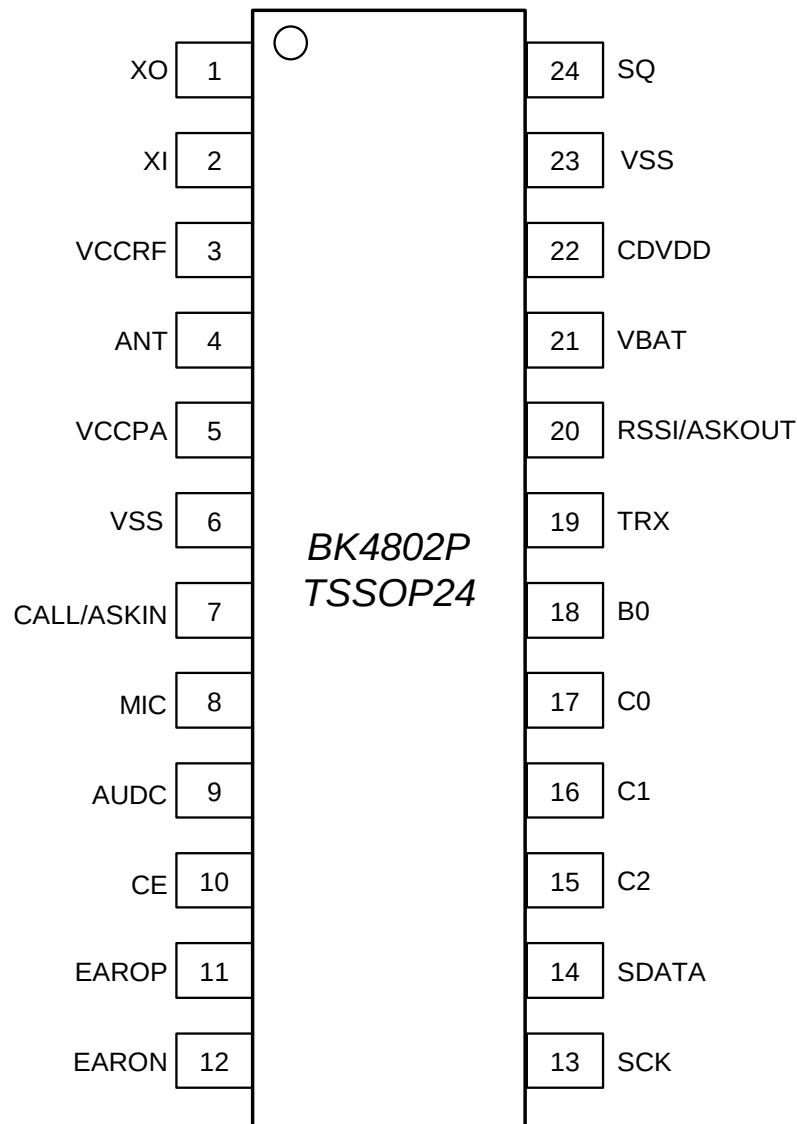


图 23 BK4802P TSSOP24 封装的引脚定义图（顶视图）

表 15 BK4802P QFN4x4 32PIN 封装的引脚定义

序号	名称	描述
1	XO	晶体振荡器输出
2	XI	晶体振荡器输入
3	VCCRF	接收前端供电电源，2.5 V~ 3.3 V
4	ANT	LNA 输入和 PA 输出通过收发开关合并为 ANT
5	VCCPA	发射部分供电电源，2.5 V~ 3.3 V
6	VSS	整个芯片的模拟地
7	CALL/ASKIN	引脚复用。 默认为 CALL 键，可以通过寄存器配置为 ASK 调制输入

序号	名称	描述
8	MIC	麦克风信号输入
9	AUDC	外接 1uF 电容到地
10	CE	芯片使能引脚，高电平有效
11	EAROP	音频功放输出正端
12	EARON	音频功放输出负端
13	SCK	I2C 时钟信号
14	SDATA	I2C 数据输入/输出
15	C2	频道选择
16	C1	频道选择
17	C0	频道选择
18	B0	频道选择
19	TRX	收发状态切换，高电平为发射，低电平为接收
20	RSSI/ASKOUT	引脚复用。 默认为 RSSI 引脚，可以通过寄存器配置为 ASK 解调输出
21	VBAT	数字部分电源，2.5 V~ 3.3 V
22	CDVDD	片上数字部分稳压器输出，需要外接去耦电容到地
23	VSS	整个芯片的数字地
24	SQ	关喇叭的带外噪声阈值采样引脚

5 典型应用原理图

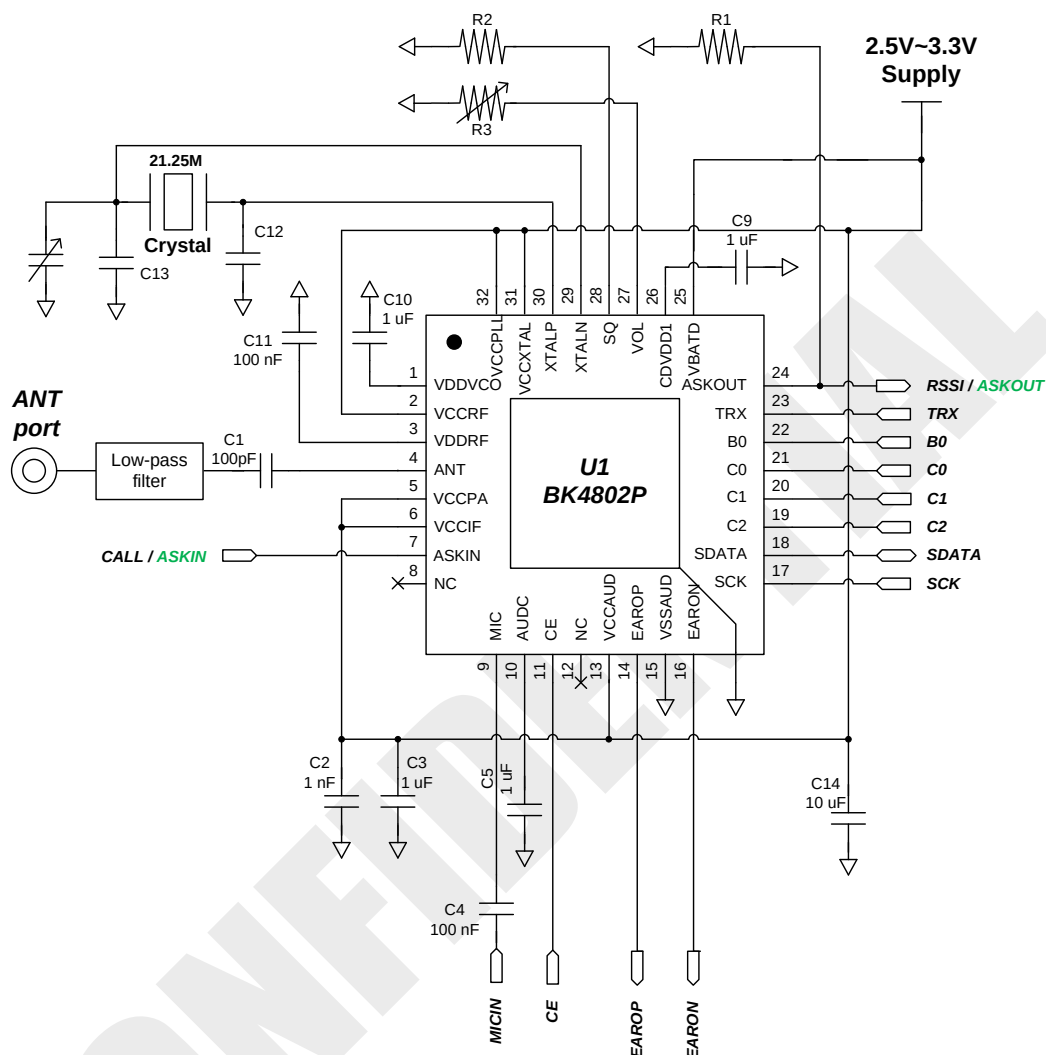


图 24 BK4802P QFN32 典型应用原理图

注:

- 1) 对于 66MHz 以下的应用，无需可变电容来校正晶体频率；
- 2) 相对于 BK4802N，BK4802P 内部已经加入了去电压毛刺的功能，因此 PCB 上无需设置额外的滤波电容以去除 TRX 引脚/CE 引脚的电压毛刺；
- 3) 电阻 R1 的值约为 20k 欧姆，电阻 R2 的值约为 150k 欧姆；
- 4) 对于双面板，尽量不要再射频线背面走电源线，以免影响灵敏度。

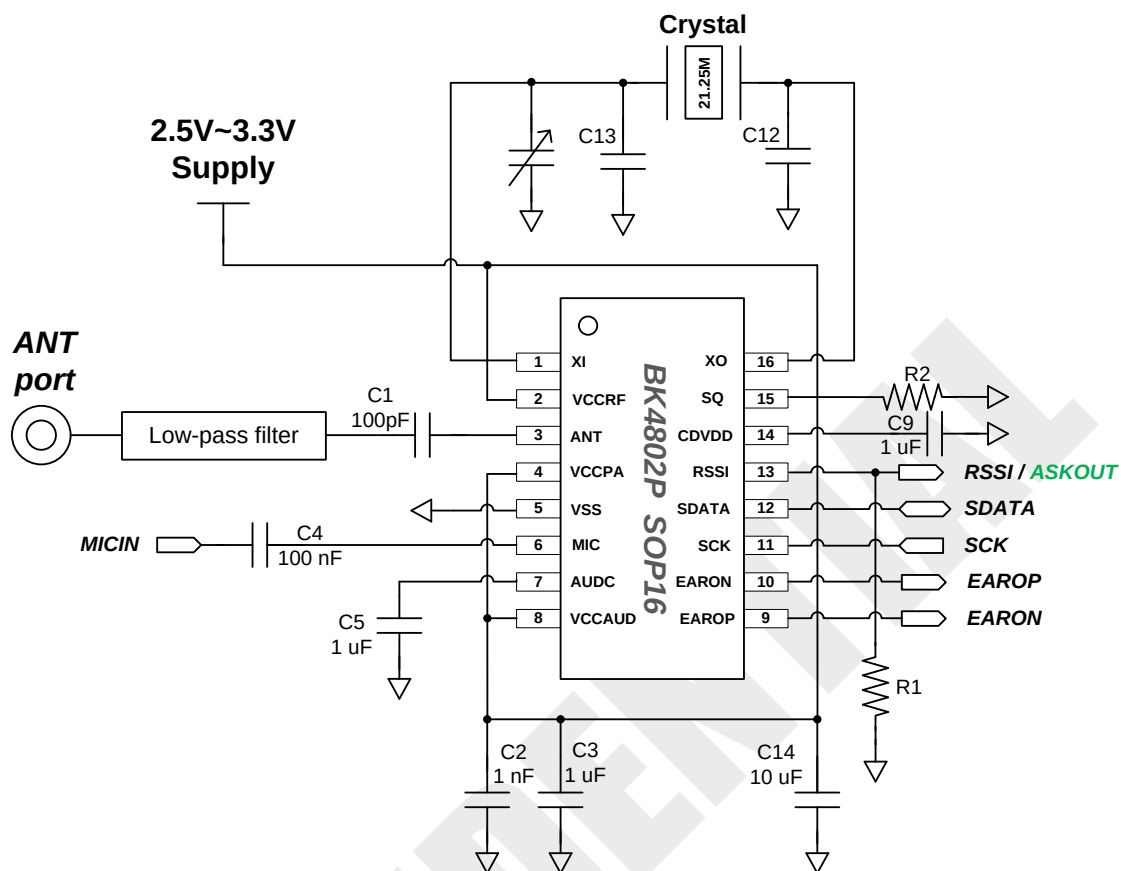


图 25 BK4802P SOP16 典型应用原理图

注:

- 1) 对于 66MHz 以下的应用，无需可变电容来校正晶体频率；
- 2) 相对于 BK4802N，BK4802P 内部已经加入了去电压毛刺的功能，因此 PCB 上无需设置额外的滤波电容以去除 TRX 引脚/CE 引脚的电压毛刺；
- 3) 电阻 R1 的值约为 20k 欧姆，电阻 R2 的值约为 150k 欧姆；
- 4) 对于双面板，尽量不要再射频线背面走电源线，以免影响灵敏度。

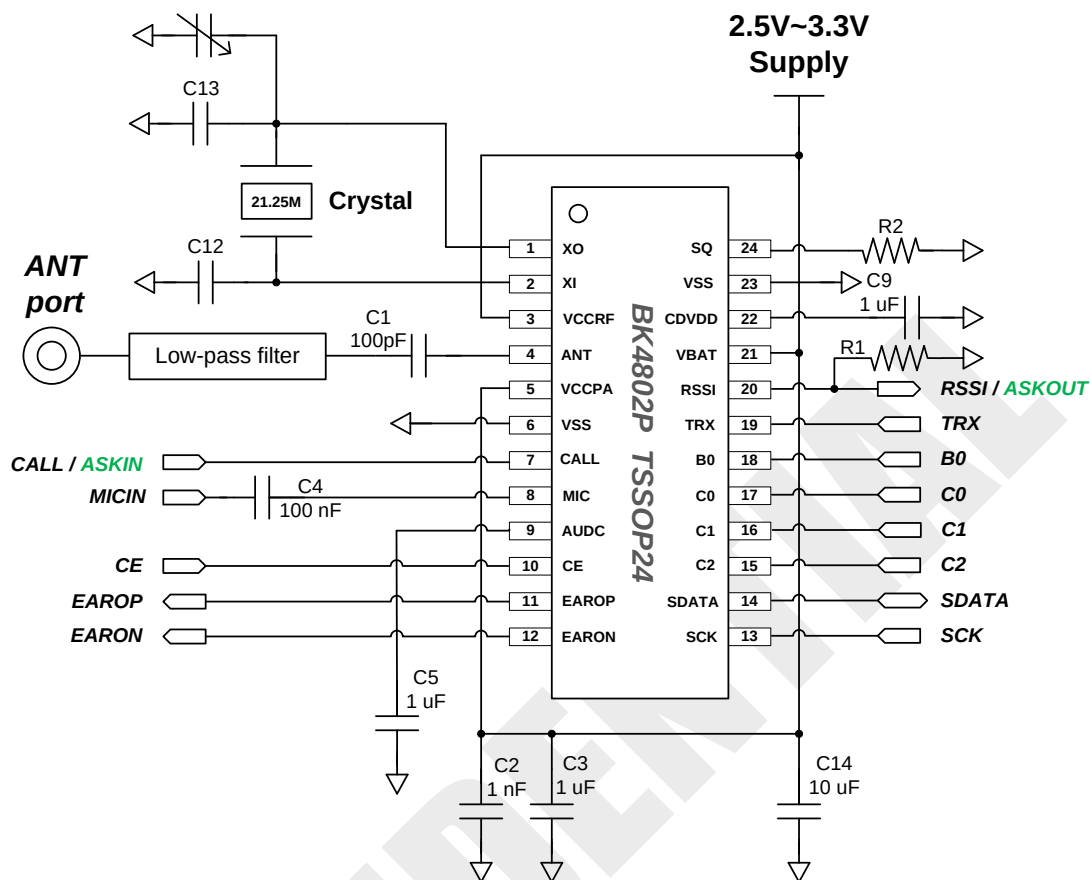


图 26 BK4802P TSSOP24 典型应用原理图

注:

- 1) 对于 66MHz 以下的的应用，无需可变电容来校正晶体频率；
- 2) 相对于 BK4802N，BK4802P 内部已经加入了去电压毛刺的功能，因此 PCB 上无需设置额外的滤波电容以去除 TRX 引脚/CE 引脚的电压毛刺；
- 3) 电阻 R1 的值约为 20k 欧姆，电阻 R2 的值约为 150k 欧姆；
- 4) 对于双面板，尽量不要再射频线背面走电源线，以免影响灵敏度。

6 封装信息

BK4802P 提供 QFN4x4 32PIN、SOP16 及 TSSOP24 三种封装形式。

6.1 QFN4x4 32PIN 封装

QFN32PIN 详细的封装信息如图 27 所示。

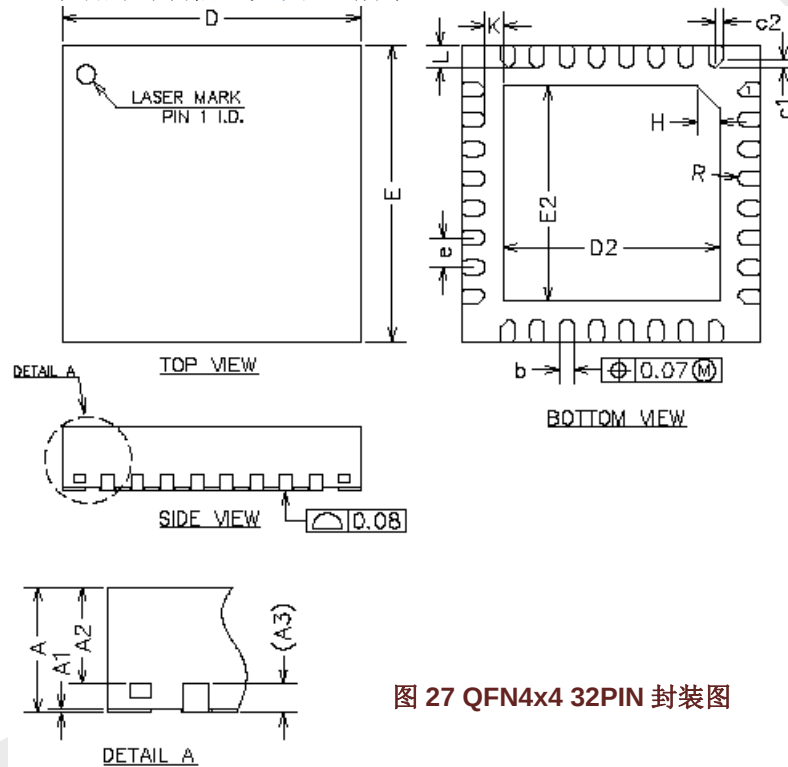


图 27 QFN4x4 32PIN 封装图

表 16 QFN4x4 32PIN 封装尺寸

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
A	0.80	0.85	0.90	mm
A1	0.00	0.02	0.05	mm
A2	0.60	0.65	0.70	mm
A3	0.20 REF			mm
b	0.15	0.20	0.25	mm
D	3.90	4.00	4.10	mm
E	3.90	4.00	4.10	mm
D2	2.80	2.90	3.00	mm
E2	2.80	2.90	3.00	mm
e	0.30	0.40	0.50	mm
H	0.30 REF			mm
K	0.25 REF			mm
L	0.25	0.30	0.35	mm
R	0.09	—	—	mm
c1	—	0.10	—	mm
c2	—	0.10	—	mm

表 17 焊层物质厚度

物质	厚度	单位
Ni	0.5-2.0	um
Pd	0.02-0.15	um
Au	0.003-0.015	um

储存注意事项

1. 储存条件温度在40℃以下，相对湿度90%以下，在真空密封袋中的寿命为12个月。
2. 封装片峰值温度260℃。
3. 当真空包装袋打开后，器件进行回流焊或者其他更高温度的工序时必须满足以下条件：
 - 1) 工厂条件为温度小于40℃，相对湿度小于60%，168小时内操作；
 - 2) 存储在相对湿度10%的条件。

6.2 SOP16 封装

SOP16 封装的详细信息如图 28 所示。

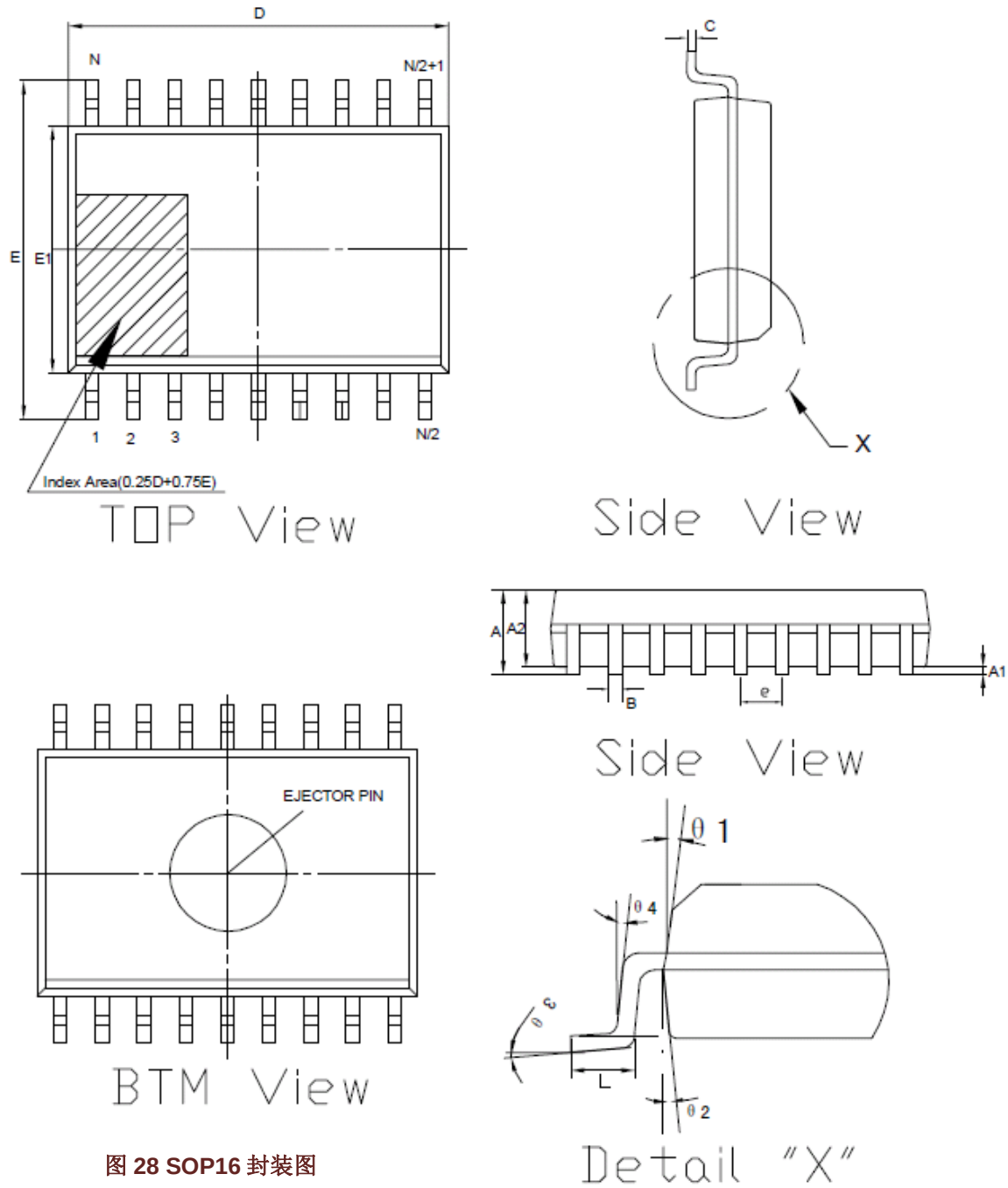


图 28 SOP16 封装图

表 18 SOP16 封装尺寸

Parameter	符号	Min	Typ	Max	Unit
A	总高	1.40		1.73	mm
A1	站高	0.05		0.18	mm
A2	塑封体高	1.35		1.55	mm
E	跨度	5.84		6.24	mm
E1	塑封体宽	3.84		4.04	mm
D	塑封体长	9.90		10.1	mm
L	脚长	0.40		0.70	mm
e	脚间距	1.27 TYP			mm
B	脚宽度	0.36		0.46	mm
C	脚厚度	0.20 TYP			mm
θ1	脱模斜度	8° TYP			mm
θ2	脱模斜度	8° TYP			mm
θ3	脚角度	0°		8°	mm
θ4	成型肩部角度	15° TYP			mm

6.3 TSSOP24 封装

TSSOP24 封装的详细信息如图 29 所示。

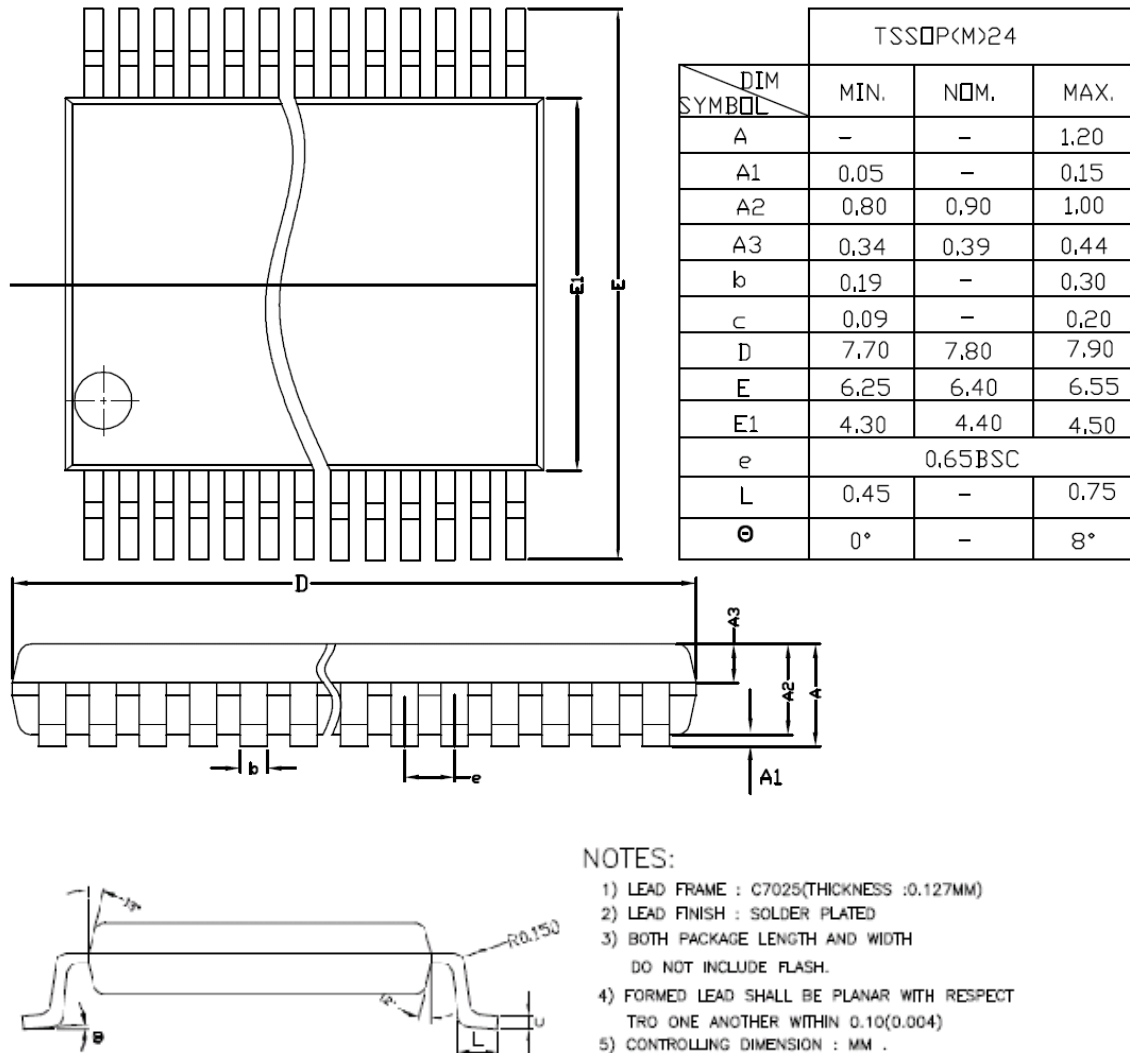


图 29 TSSOP24 封装图

7 卷带信息

如无特别说明，所有尺寸的默认单位为 mm。

7.1 包装带信息

图 30 给出了 BK4802P 的包装带尺寸。

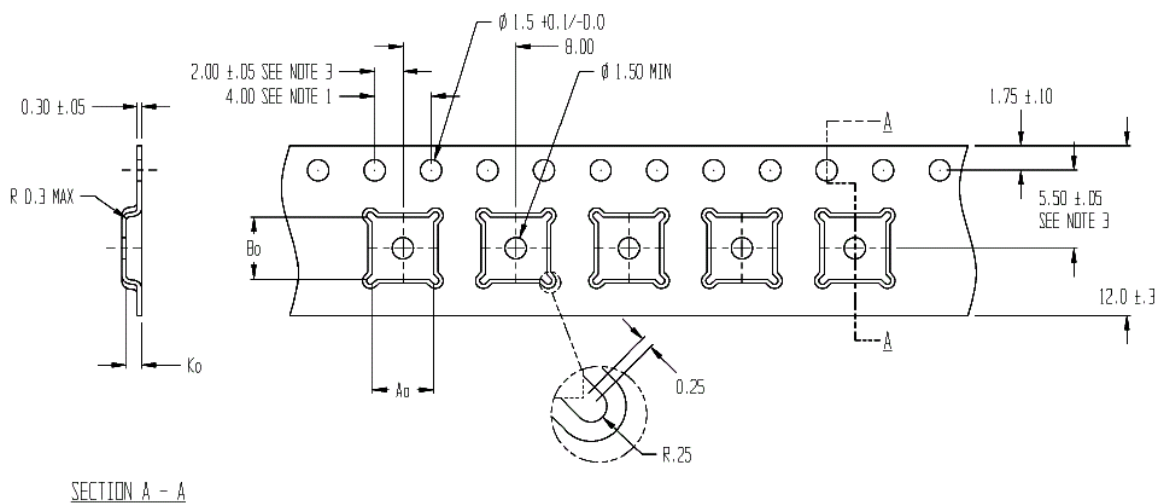


图 30 包装带尺寸

A ₀	B ₀	K ₀	单位	备注/Note
4.35	4.35	1.1	mm	- 连续10个卷轴齿孔的累计公差为$\pm 0.2\text{mm}$。 - 弯曲度符合EIA 481标准。 - 卷轴格子到卷轴齿孔的距离以载体格子的中心做参照，而非以载体格子上孔的中心做参考。

7.2 包装带覆膜信息

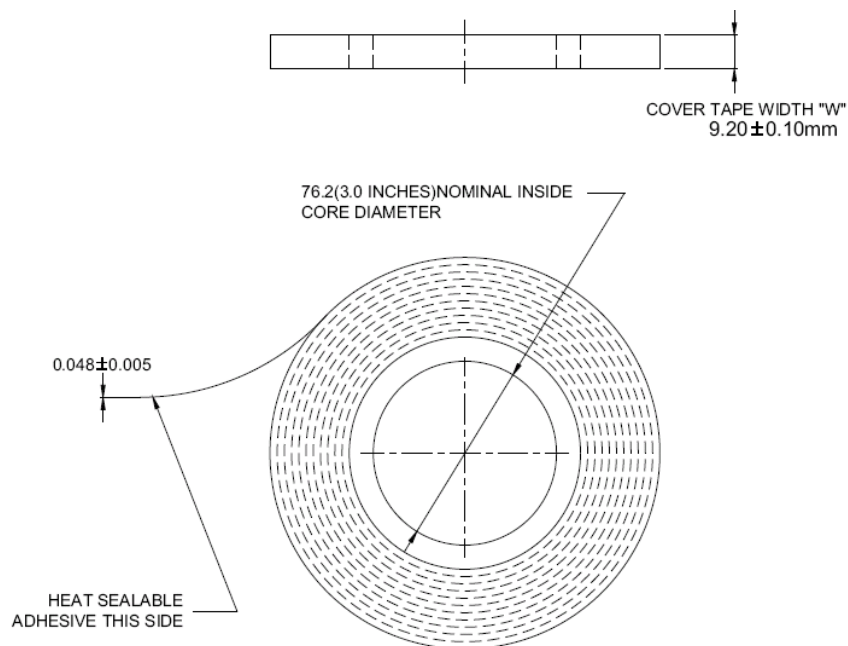


图 31 覆膜尺寸

注:

1. 由无拼接材料制成
2. 材料: 聚酯薄膜防静电涂层和粘合层
3. 颜色: 无色透明

7.3 包装卷信息

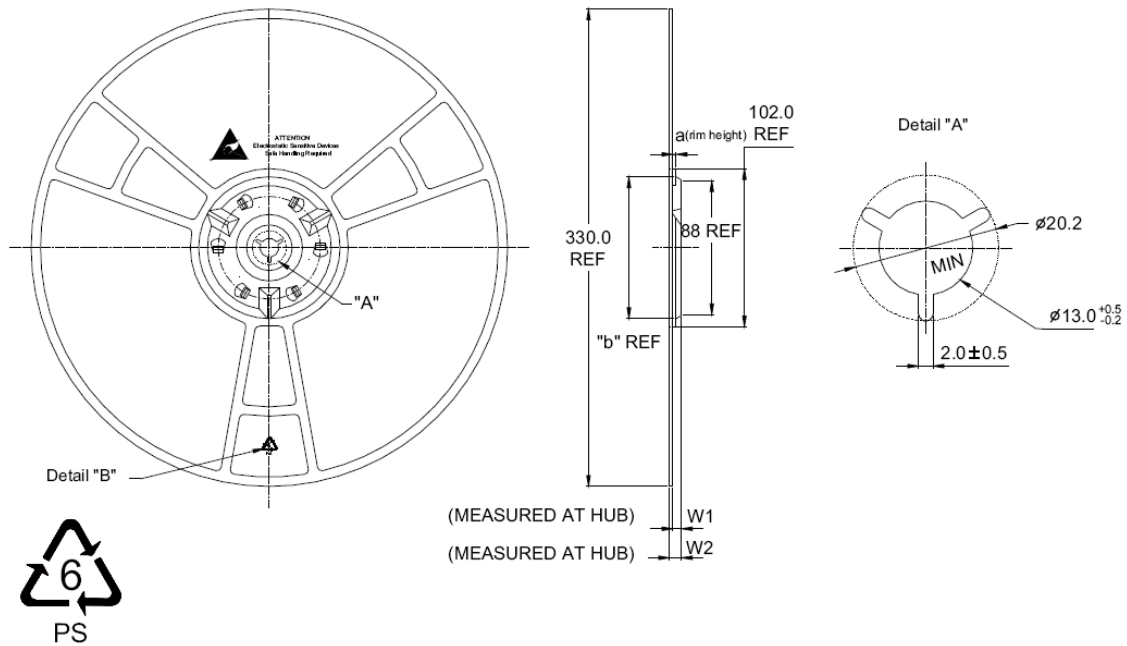


图 32 包装卷信息

卷轴宽度	W1	+0.6mm -0.4mm	W2 MAX	a	b	单位
12		12.8	18.2	1.5	96.5	mm

8 回流焊信息

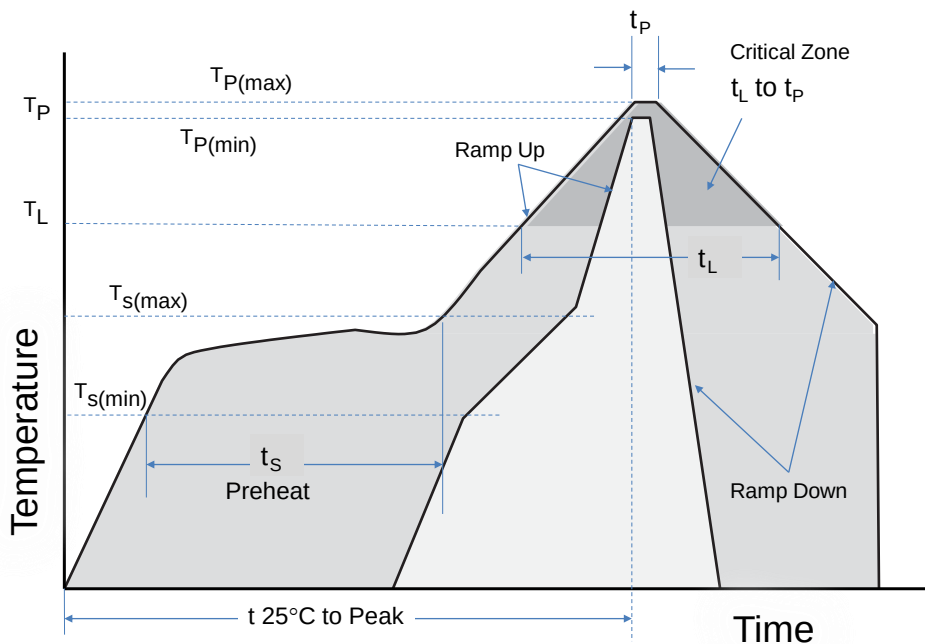


图 33 分类回流焊曲线

曲线特性		规格
平均上升速率（从 Tsmax 到 tp）		最大 3°C/秒
预热	最小温度 (T_{smin})	150°C
	最大温度 (T_{smax})	200°C
	时间 (t_s)	60-180秒
温度保持时间	温度 (T_L)	217°C
	时间 (t_L)	60-150秒
峰值温度 (T_p)		260°C
在实际峰值温度 5°C 范围内的保持时间 (t_p)		20-40秒
下降速率		最大6°C/秒
25°C 到峰值温度的时间		最大8分钟

符合RoHS标准

按照2002/95/EC(RoHS)标准, 该产品不含有铅、汞、镉、六价铬、PBB和PBDE这些物质。

ESD敏感度

集成电路都是ESD敏感的, 他们有可能被静电破坏。所以在接触这些器件时必须采取适当的ESD保护措施。



9 订购信息

产品编号	封装形式	包装形式	MOQ (ea)
BK4802PQC	QFN4x4 32PIN	卷带	3K
BK4802PSO16A	SOP 16PIN	管状	-
BK4802PTS24A	TSSOP 24PIN	管状	-

MOQ: 最小订购量

10 其它参考资料

- ☒ 硬件参考设计
- ☒ 参考代码
- ☒ 频率计算器
- ☒ EEPROM与寄存器映射表

CONFIDENTIAL

11 更新记录

版本	摘要	日期	作者
Rev.1.0	首次发布	2018/05/25	韩鹏
Rev.1.1	增加了SOP16和TSSOP24两种封装形式	2019/07/08	韩鹏

12 联系方式

可以通过以下方式获得关于博通集成电路（上海）有限公司的更多产品信息和技术支持：

官方网站： www.bekencorp.com
邮件地址： info@bekencorp.com

上海总部：

上海浦东新区张江高科技园张东路 1387 号科技领袖之都 41 幢
Building 41, Capital of Tech Leaders, 1387 Zhangdong Road, Zhangjiang High-Tech Park,
Pudong New District, Shanghai, China
电话 Tel: 86-21-51086811, 60871276
传真 Fax: 86-21-60871277
邮编 Postcode: 201203

深圳分公司：

深圳市南山区粤兴一道 9 号香港科大深圳产学研大楼 310 室
Room 310, HKUST SZ IER Building, No. 9 Yuexing 1st Rd., Nanshan Hi-Tech Park,
Shenzhen, China
电话 Tel: 86-755-2655 1063
邮编 Postcode: 518057

台北分公司：

台湾台北市内湖区基湖路 35 巷 49 号 2F-1 (114)
2F-1, No. 49, Ln. 35, Jihu Rd., Neihu,
Taipei 114, Taiwan
电话 Tel: 886-2-26275780