


ESP8266EX

Datasheet



Version 6.1
Espressif Systems
Copyright © 2019



About This Guide

This document introduces the specifications of ESP8266EX.

Release Notes

Date	Version	Release Notes
2015.12	V4.6	Updated Chapter 3.
2016.02	V4.7	Updated Section 3.6 and Section 4.1.
2016.04	V4.8	Updated Chapter 1.
2016.08	V4.9	Updated Chapter 1.
2016.11	V5.0	Added Appendix II "Learning Resources".
2016.11	V5.1	Changed the power consumption during Deep-sleep from 10 μ A to 20 μ A in Table 5-2.
2016.11	V5.2	Changed the crystal frequency range from "26 MHz to 52 MHz" to "24 MHz to 52 MHz" in Section 3.3.
2016.12	V5.3	Changed the minimum working voltage from 3.0V to 2.5V.
2017.04	V5.4	Changed chip input and output impedance from 50 Ω to 39+j6 Ω .
2017.10	V5.5	Updated Chapter 3 regarding the range of clock amplitude to 0.8 ~ 1.5V.
2017.11	V5.6	Updated VDDPST from 1.8V ~ 3.3V to 1.8V ~ 3.6V.
2017.11	V5.7	<ul style="list-style-type: none">• Corrected a typo in the description of SDIO_DATA_0 in Table 2-1;• Added the testing conditions for the data in Table 5-2.

Date	Version	Release Notes
2018.02	V5.8	<ul style="list-style-type: none"> Updated Wi-Fi protocols in Section 1.1; Updated description of the integrated Tensilica processor in 3.1.
2018.09	V5.9	<ul style="list-style-type: none"> Update document cover; Added a note for Table 1-1; Updated Wi-Fi key features in Section 1.1; Updated description of the Wi-Fi function in 3.5; Updated pin layout diagram; Fixed a typo in Table 2-1; Removed Section AHB and AHB module; Restructured Section Power Management; Fixed a typo in Section UART; Removed description of transmission angle in Section IR Remote Control; Other optimization (wording).
2018.11	V6.0	<ul style="list-style-type: none"> Added an SPI pin in Table 4-2; Updated the diagram of packing information.
2019.08	V6.1	Removed description of the GPIO function in Section 4.1.

Documentation Change Notification

Espressif provides email notifications to keep customers updated on changes to technical documentation. Please subscribe at <https://www.espressif.com/en/subscribe>.

Certification

Download certificates for Espressif products from <https://www.espressif.com/en/certificates>.

Table of Contents

1. Overview	1
1.1. Wi-Fi Key Features	1
1.2. Specifications	2
1.3. Applications	3
2. Pin Definitions	4
3. Functional Description	6
3.1. CPU, Memory, and Flash	6
3.1.1. CPU	6
3.1.2. Memory	6
3.1.3. External Flash	7
3.2. Clock	7
3.2.1. High Frequency Clock	7
3.2.2. External Clock Requirements	8
3.3. Radio	8
3.3.1. Channel Frequencies	8
3.3.2. 2.4 GHz Receiver	9
3.3.3. 2.4 GHz Transmitter	9
3.3.4. Clock Generator	9
3.4. Wi-Fi	9
3.4.1. Wi-Fi Radio and Baseband	9
3.4.2. Wi-Fi MAC	10
3.5. Power Management	10
4. Peripheral Interface	12
4.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO)	12
4.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO)	12
4.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI)	13
4.3.1. General SPI (Master/Slave)	13
4.3.2. HSPI (Slave)	13
4.4. I2C Interface	14
4.5. I2S Interface	14
4.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)	14
4.7. Pulse-Width Modulation (PWM)	15
4.8. IR Remote Control	16
4.9. ADC (Analog-to-Digital Converter)	16

5. Electrical Specifications	18
5.1. Electrical Characteristics.....	18
5.2. RF Power Consumption	18
5.3. Wi-Fi Radio Characteristics	19
6. Package Information	20
I. Appendix - Pin List	21
II. Appendix - Learning Resources	22
II.1. Must-Read Documents	22
II.2. Must-Have Resources.....	22



1.

Overview

Espressif's ESP8266EX delivers highly integrated Wi-Fi SoC solution to meet users' continuous demands for efficient power usage, compact design and reliable performance in the Internet of Things industry.

With the complete and self-contained Wi-Fi networking capabilities, ESP8266EX can perform either as a standalone application or as the slave to a host MCU. When ESP8266EX hosts the application, it promptly boots up from the flash. The integrated high-speed cache helps to increase the system performance and optimize the system memory. Also, ESP8266EX can be applied to any microcontroller design as a Wi-Fi adaptor through SPI/SDIO or UART interfaces.

ESP8266EX integrates antenna switches, RF balun, power amplifier, low noise receive amplifier, filters and power management modules. The compact design minimizes the PCB size and requires minimal external circuitries.

Besides the Wi-Fi functionalities, ESP8266EX also integrates an enhanced version of Tensilica's L106 Diamond series 32-bit processor and on-chip SRAM. It can be interfaced with external sensors and other devices through the GPIOs. Software Development Kit (SDK) provides sample codes for various applications.

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) enables sophisticated features including:

- Fast switch between sleep and wakeup mode for energy-efficient purpose;
- Adaptive radio biasing for low-power operation
- Advance signal processing
- Spur cancellation and RF co-existence mechanisms for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation

1.1. Wi-Fi Key Features

- 802.11 b/g/n support
- 802.11n support (2.4 GHz), up to 72.2 Mbps
- Defragmentation
- 2 x virtual Wi-Fi interface
- Automatic beacon monitoring (hardware TSF)
- Support Infrastructure BSS Station mode/SoftAP mode/Promiscuous mode
- Antenna diversity



1.2. Specifications

Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)		
802.11 n: -72 dbm (MCS7)		
Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip	
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5V ~ 3.6V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	-40°C ~ 125°C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
External Interface	-	
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

Note:

The TX power can be configured based on the actual user scenarios.



1.3. Applications

- Home appliances
- Home automation
- Smart plugs and lights
- Industrial wireless control
- Baby monitors
- IP cameras
- Sensor networks
- Wearable electronics
- Wi-Fi location-aware devices
- Security ID tags
- Wi-Fi position system beacons



2. Pin Definitions

Figure 2-1 shows the pin layout for 32-pin QFN package.

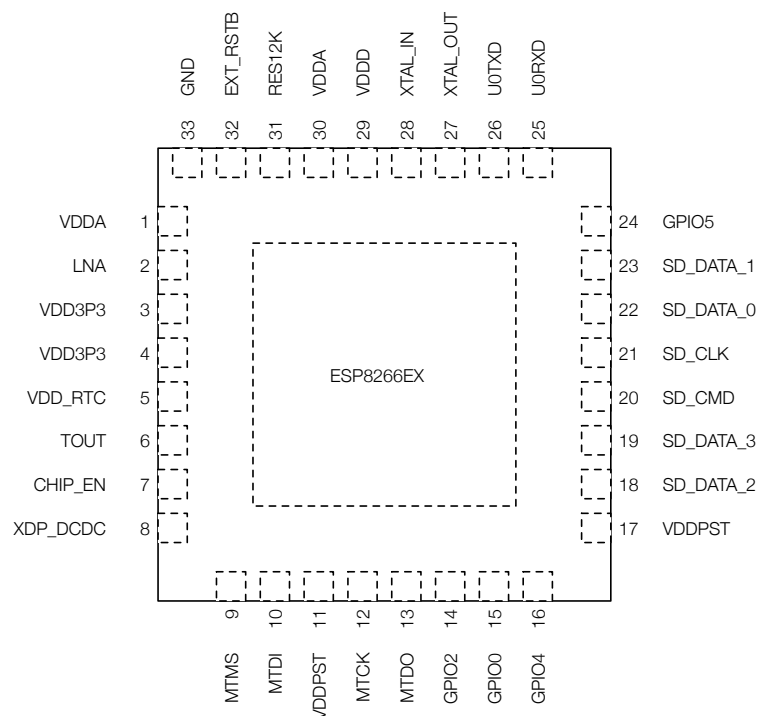


Figure 2-1. Pin Layout (Top View)

Table 2-1 lists the definitions and functions of each pin.

Table 2-1. ESP8266EX Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
2	LNA	I/O	RF antenna interface Chip output impedance= $-39+j6 \Omega$. It is suggested to retain the π -type matching network to match the antenna.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1V)
6	TOUT	I	ADC pin. It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.



Pin	Name	Type	Function
7	CHIP_EN	I	Chip Enable High: On, chip works properly Low: Off, small current consumed
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-sleep wakeup (need to be connected to EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO 14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO 12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V ~ 3.6V)
12	MTCK	I/O	GPIO 13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO 15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART TX during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V ~ 3.6V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 200Ω); SPIHD; HSPIHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200Ω); SPIWP; HSPIWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200Ω); SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART TX during flash programming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output, can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
30	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 kΩ resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: active)

Note:

1. GPIO2, GPIO0, and MTDO are used to select booting mode and the SDIO mode;
2. U0TXD should not be pulled externally to a low logic level during the powering-up.



3. Functional Description

The functional diagram of ESP8266EX is shown as in Figure 3-1.

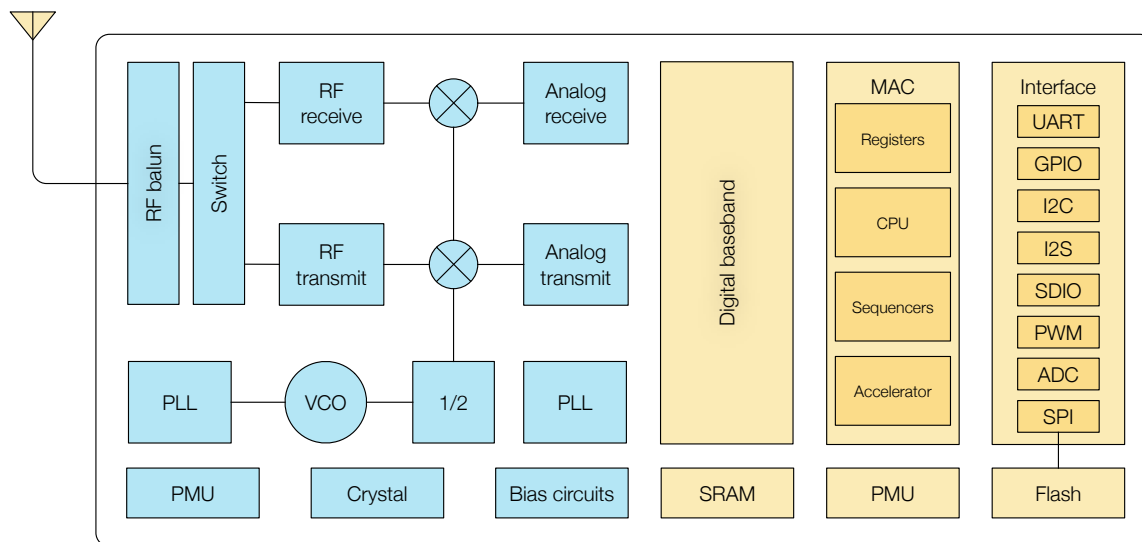


Figure 3-1. Functional Block Diagram

3.1. CPU, Memory, and Flash

3.1.1. CPU

The ESP8266EX integrates a Tensilica L106 32-bit RISC processor, which achieves extra-low power consumption and reaches a maximum clock speed of 160 MHz. The Real-Time Operating System (RTOS) and Wi-Fi stack allow 80% of the processing power to be available for user application programming and development. The CPU includes the interfaces as below:

- Programmable RAM/ROM interfaces (iBus), which can be connected with memory controller, and can also be used to visit flash.
- Data RAM interface (dBus), which can be connected with memory controller.
- AHB interface which can be used to visit the register.

3.1.2. Memory

ESP8266EX Wi-Fi SoC integrates memory controller and memory units including SRAM and ROM. MCU can access the memory units through iBus, dBus, and AHB interfaces. All memory units can be accessed upon request, while a memory arbiter will decide the running sequence according to the time when these requests are received by the processor.

According to our current version of SDK, SRAM space available to users is assigned as below.



- RAM size < 50 kB, that is, when ESP8266EX is working under the Station mode and connects to the router, the maximum programmable space accessible in Heap + Data section is around 50 kB.
- There is no programmable ROM in the SoC. Therefore, user program must be stored in an external SPI flash.

3.1.3. External Flash

ESP8266EX uses external SPI flash to store user programs, and supports up to 16 MB memory capacity theoretically.

The minimum flash memory of ESP8266EX is shown below:

- OTA disabled: 512 kB at least
- OTA enabled: 1 MB at least

! Notice:

SPI mode supported: Standard SPI, Dual SPI and Quad SPI. The correct SPI mode should be selected when flashing bin files to ESP8266. Otherwise, the downloaded firmware/program may not be working properly.

3.2. Clock

3.2.1. High Frequency Clock

The high frequency clock on ESP8266EX is used to drive both transmit and receive mixers. This clock is generated from internal crystal oscillator and external crystal. The crystal frequency ranges from 24 MHz to 52 MHz.

The internal calibration inside the crystal oscillator ensures that a wide range of crystals can be used, nevertheless the quality of the crystal is still a factor to consider to have reasonable phase noise and good Wi-Fi sensitivity. Refer to Table 3-1 to measure the frequency offset.

Table 3-1. High Frequency Clock Specifications

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Frequency	FXO	24	52	MHz
Loading capacitance	CL	-	32	pF
Motional capacitance	CM	2	5	pF
Series resistance	RS	0	65	Ω
Frequency tolerance	Δ FXO	-15	15	ppm
Frequency vs temperature (-25°C ~ 75°C)	Δ FXO,Temp	-15	15	ppm



3.2.2. External Clock Requirements

An externally generated clock is available with the frequency ranging from 24 MHz to 52 MHz. The following characteristics are expected to achieve good performance of radio.

Table 3-2. External Clock Reference

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Clock amplitude	VXO	0.8	1.5	V _{pp}
External clock accuracy	Δ FXO,EXT	-15	15	ppm
Phase noise @1-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	-120	dBc/Hz
Phase noise @10-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	-130	dBc/Hz
Phase noise @100-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	-138	dBc/Hz

3.3. Radio

ESP8266EX radio consists of the following blocks.

- 2.4 GHz receiver
- 2.4 GHz transmitter
- High speed clock generators and crystal oscillator
- Bias and regulators
- Power management

3.3.1. Channel Frequencies

The RF transceiver supports the following channels according to IEEE802.11b/g/n standards.

Table 3-3. Frequency Channel

Channel No.	Frequency (MHz)	Channel No.	Frequency (MHz)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442	14	2484



3.3.2. 2.4 GHz Receiver

The 2.4 GHz receiver down-converts the RF signals to quadrature baseband signals and converts them to the digital domain with 2 high resolution high speed ADCs. To adapt to varying signal channel conditions, RF filters, automatic gain control (AGC), DC offset cancelation circuits and baseband filters are integrated within ESP8266EX.

3.3.3. 2.4 GHz Transmitter

The 2.4 GHz transmitter up-converts the quadrature baseband signals to 2.4 GHz, and drives the antenna with a high-power CMOS power amplifier. The function of digital calibration further improves the linearity of the power amplifier, enabling a state of art performance of delivering +19.5 dBm average TX power for 802.11b transmission and +18 dBm for 802.11n (MCS0) transmission.

Additional calibrations are integrated to offset any imperfections of the radio, such as:

- Carrier leakage
- I/Q phase matching
- Baseband nonlinearities

These built-in calibration functions reduce the product test time and make the test equipment unnecessary.

3.3.4. Clock Generator

The clock generator generates quadrature 2.4 GHz clock signals for the receiver and transmitter. All components of the clock generator are integrated on the chip, including all inductors, varactors, loop filters, linear voltage regulators and dividers.

The clock generator has built-in calibration and self test circuits. Quadrature clock phases and phase noise are optimized on-chip with patented calibration algorithms to ensure the best performance of the receiver and transmitter.

3.4. Wi-Fi

ESP8266EX implements TCP/IP and full 802.11 b/g/n WLAN MAC protocol. It supports Basic Service Set (BSS) STA and SoftAP operations under the Distributed Control Function (DCF). Power management is handled with minimum host interaction to minimize active-duty period.

3.4.1. Wi-Fi Radio and Baseband

The ESP8266EX Wi-Fi Radio and Baseband support the following features:

- 802.11b and 802.11g
- 802.11n MCS0-7 in 20 MHz bandwidth
- 802.11n 0.4 μ s guard-interval
- up to 72.2 Mbps of data rate



- Receiving STBC 2x1
- Up to 20.5 dBm of transmitting power
- Adjustable transmitting power
- Antenna diversity

3.4.2. Wi-Fi MAC

The ESP8266EX Wi-Fi MAC applies low-level protocol functions automatically, as follows:

- 2 × virtual Wi-Fi interfaces
- Infrastructure BSS Station mode/SoftAP mode/Promiscuous mode
- Request To Send (RTS), Clear To Send (CTS) and Immediate Block ACK
- Defragmentation
- CCMP (CBC-MAC, counter mode), TKIP (MIC, RC4), WEP (RC4) and CRC
- Automatic beacon monitoring (hardware TSF)
- Dual and single antenna Bluetooth co-existence support with optional simultaneous receive (Wi-Fi/Bluetooth) capability

3.5. Power Management

ESP8266EX is designed with advanced power management technologies and intended for mobile devices, wearable electronics and the Internet of Things applications.

The low-power architecture operates in the following modes:

- Active mode: The chip radio is powered on. The chip can receive, transmit, or listen.
- Modem-sleep mode: The CPU is operational. The Wi-Fi and radio are disabled.
- Light-sleep mode: The CPU and all peripherals are paused. Any wake-up events (MAC, host, RTC timer, or external interrupts) will wake up the chip.
- Deep-sleep mode: Only the RTC is operational and all other part of the chip are powered off.

Table 3-4. Power Consumption by Power Modes

Power Mode	Description	Power Consumption
Active (RF working)	Wi-Fi TX packet	Please refer to 5-2.
	Wi-Fi RX packet	
Modem-sleep ^①	CPU is working	15 mA
Light-sleep ^②	-	0.9 mA
Deep-sleep ^③	Only RTC is working	20 uA
Shut down	-	0.5 uA

**Notes:**

- ① **Modem-sleep** mode is used in the applications that require the CPU to be working, as in PWM or I2S applications. According to 802.11 standards (like U-APSD), it shuts down the Wi-Fi Modem circuit while maintaining a Wi-Fi connection with no data transmission to optimize power consumption. E.g. in DTIM3, maintaining a sleep of 300 ms with a wakeup of 3 ms cycle to receive AP's Beacon packages at interval requires about 15 mA current.
- ② During **Light-sleep** mode, the CPU may be suspended in applications like Wi-Fi switch. Without data transmission, the Wi-Fi Modem circuit can be turned off and CPU suspended to save power consumption according to the 802.11 standards (U-APSD). E.g. in DTIM3, maintaining a sleep of 300 ms with a wakeup of 3ms to receive AP's Beacon packages at interval requires about 0.9 mA current.
- ③ During **Deep-sleep** mode, Wi-Fi is turned off. For applications with long time lags between data transmission, e.g. a temperature sensor that detects the temperature every 100s, sleeps for 300s and wakes up to connect to the AP (taking about 0.3 ~ 1s), the overall average current is less than 1mA. The current of 20 μ A is acquired at the voltage of 2.5V.



4. Peripheral Interface

4.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO)

ESP8266EX has 17 GPIO pins which can be assigned to various functions by programming the appropriate registers.

Each GPIO PAD can be configured with internal pull-up or pull-down (XPD_DCDC can only be configured with internal pull-down, other GPIO PAD can only be configured with internal pull-up), or set to high impedance. When configured as an input, the data are stored in software registers; the input can also be set to edge-trigger or level trigger CPU interrupts. In short, the IO pads are bi-directional, non-inverting and tristate, which includes input and output buffer with tristate control inputs.

These pins, when working as GPIOs, can be multiplexed with other functions such as I2C, I2S, UART, PWM, and IR Remote Control, etc.

4.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO)

ESP8266EX has one Slave SDIO, the definitions of which are described as Table 4-1, which supports 25 MHz SDIO v1.1 and 50 MHz SDIO v2.0, and 1 bit/4 bit SD mode and SPI mode.

Table 4-1. Pin Definitions of SDIOs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SDIO_CLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SDIO_DATA0
SDIO_DATA1	23	IO8	SDIO_DATA1
SDIO_DATA_2	18	IO9	SDIO_DATA_2
SDIO_DATA_3	19	IO10	SDIO_DATA_3
SDIO_CMD	20	IO11	SDIO_CMD



4.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI)

ESP8266EX has two SPIs.

- One general Slave/Master SPI
- One general Slave HSPI

Functions of all these pins can be implemented via hardware.

4.3.1. General SPI (Master/Slave)

Table 4-2. Pin Definitions of SPIs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SPICLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SPIQ/MISO
SDIO_DATA1	23	IO8	SPID/MOSI
SDIO_DATA_2	18	IO9	SPIHD
SDIO_DATA_3	19	IO10	SPIWP
U0TXD	26	IO1	SPICS1
GPIO0	15	IO0	SPICS2
SDIO_CMD	20	IO11	SPICS0

Note:

SPI mode can be implemented via software programming. The clock frequency is 80 MHz at maximum when working as a master, 20 MHz at maximum when working as a slave.

4.3.2. HSPI (Slave)

Table 4-3. Pin Definitions of HSPI (Slave)

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	HSPICLK
MTDI	10	IO12	HSPIQ/MISO
MTCK	12	IO13	HSPID/MOSI
MTDO	13	IO15	HPSICS

Note:

SPI mode can be implemented via software programming. The clock frequency is 20 MHz at maximum.



4.4. I2C Interface

ESP8266EX has one I2C, which is realized via software programming, used to connect with other microcontrollers and other peripheral equipments such as sensors. The pin definition of I2C is as below.

Table 4-4. Pin Definitions of I2C

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	I2C_SCL
GPIO2	14	IO2	I2C_SDA

Both I2C Master and I2C Slave are supported. I2C interface functionality can be realized via software programming, and the clock frequency is 100 kHz at maximum.

4.5. I2S Interface

ESP8266EX has one I2S data input interface and one I2S data output interface, and supports the linked list DMA. I2S interfaces are mainly used in applications such as data collection, processing, and transmission of audio data, as well as the input and output of serial data. For example, LED lights (WS2812 series) are supported. The pin definition of I2S is shown in Table 4-5.

Table 4-5. Pin Definitions of I2S

I2S Data Input			
Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	I2SI_DATA
MTCK	12	IO13	I2SI_BCK
MTMS	9	IO14	I2SI_WS
MTDO	13	IO15	I2SO_BCK
U0RXD	25	IO3	I2SO_DATA
GPIO2	14	IO2	I2SO_WS

4.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

ESP8266EX has two UART interfaces UART0 and UART1, the definitions are shown in Table 4-6.



Table 4-6. Pin Definitions of UART

Pin Type	Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
UART0	U0RXD	25	IO3	U0RXD
	U0TXD	26	IO1	U0TXD
	MTDO	13	IO15	U0RTS
	MTCK	12	IO13	U0CTS
UART1	GPIO2	14	IO2	U1TXD
	SD_D1	23	IO8	U1RXD

Data transfers to/from UART interfaces can be implemented via hardware. The data transmission speed via UART interfaces reaches 115200 x 40 (4.5 Mbps).

UART0 can be used for communication. It supports flow control. Since UART1 features only data transmit signal (TX), it is usually used for printing log.

Note:

By default, UART0 outputs some printed information when the device is powered on and booting up. The baud rate of the printed information is relevant to the frequency of the external crystal oscillator. If the frequency of the crystal oscillator is 40 MHz, then the baud rate for printing is 115200; if the frequency of the crystal oscillator is 26 MHz, then the baud rate for printing is 74880. If the printed information exerts any influence on the functionality of the device, it is suggested to block the printing during the power-on period by changing (U0TXD, U0RXD) to (MTDO, MTCK).

4.7. Pulse-Width Modulation (PWM)

ESP8266EX has four PWM output interfaces. They can be extended by users themselves. The pin definitions of the PWM interfaces are defined as below.

Table 4-7. Pin Definitions of PWM

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	PWM0
MTDO	13	IO15	PWM1
MTMS	9	IO14	PWM2
GPIO4	16	IO4	PWM3

The functionality of PWM interfaces can be implemented via software programming. For example, in the LED smart light demo, the function of PWM is realized by interruption of the timer, the minimum resolution reaches as high as 44 ns. PWM frequency range is adjustable from 1000 μ s to 10000 μ s, i.e., between 100 Hz and 1 kHz. When the PWM frequency is 1 kHz, the duty ratio will be 1/22727, and a resolution of over 14 bits will be achieved at 1 kHz refresh rate.



4.8. IR Remote Control

ESP8266EX currently supports one infrared remote control interface. For detailed pin definitions, please see Table 4-8 below.

Table 4-8. Pin Definitions of IR Remote Control

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	IR TX
GPIO5	24	IO 5	IR Rx

The functionality of Infrared remote control interface can be implemented via software programming. NEC coding, modulation, and demodulation are supported by this interface. The frequency of modulated carrier signal is 38 kHz, while the duty ratio of the square wave is 1/3. The transmission range is around 1m which is determined by two factors: one is the maximum current drive output, the other is internal current-limiting resistance value in the infrared receiver. The larger the resistance value, the lower the current, so is the power, and vice versa.

4.9. ADC (Analog-to-Digital Converter)

ESP8266EX is embedded with a 10-bit precision SAR ADC. TOUT (Pin6) is defined as below:

Table 4-9. Pin Definition of ADC

Pin Name	Pin Num	Function Name
TOUT	6	ADC Interface

The following two measurements can be implemented using ADC (Pin6). However, they cannot be implemented at the same time.

- Measure the power supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4).

Hardware Design	TOUT must be floating.
RF Initialization Parameter	The 107th byte of <i>esp_init_data_default.bin</i> (0 ~ 127 bytes), <i>vdd33_const</i> must be set to <code>0xFF</code> .
RF Calibration Process	Optimize the RF circuit conditions based on the testing results of VDD3P3 (Pin3 and Pin4).
User Programming	Use <code>system_get_vdd33</code> instead of <code>system_adc_read</code> .

- Measure the input voltage of TOUT (Pin6).

Hardware Design	The input voltage range is 0 to 1.0V when TOUT is connected to external circuit.
-----------------	--



RF Initialization Parameter	The value of the 107th byte of esp_init_data_default.bin (0 ~ 127 bytes), vdd33_const must be set to the real power supply voltage of Pin3 and Pin4. The unit and effective value range of vdd33_const is 0.1V and 18 to 36, respectively, thus making the working power voltage range of ESP8266EX between 1.8V and 3.6V,
RF Calibration Process	Optimize the RF circuit conditions based on the value of vdd33_const . The permissible error is $\pm 0.2V$.
User Programming	Use <code>system_adc_read</code> instead of <code>system_get_vdd33</code> .

Notes:

esp_init_data_default.bin is provided in SDK package which contains RF initialization parameters (0 ~ 127 bytes). The name of the 107th byte in **esp_init_data_default.bin** is **vdd33_const**, which is defined as below:

- When `vdd33_const = 0xff`, the power voltage of Pin3 and Pin4 will be tested by the internal self-calibration process of ESP8266EX itself. RF circuit conditions should be optimized according to the testing results.
- When $18 \leq vdd33_const \leq 36$, ESP8266EX RF Calibration and optimization process is implemented via $(vdd33_const/10)$.
- When `vdd33_const < 18` or $36 < vdd33_const < 255$, `vdd33_const` is invalid. ESP8266EX RF Calibration and optimization process is implemented via the default value 3.3V.



5. Electrical Specifications

5.1. Electrical Characteristics

Table 5-1. Electrical Characteristics

Parameters	Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Operating Temperature Range	-	-40	Normal	125	°C
Maximum Soldering Temperature	IPC/JEDEC J-STD-020	-	-	260	°C
Working Voltage Value	-	2.5	3.3	3.6	V
I/O	V_{IL}	-	-0.3	-	$0.25V_{IO}$
	V_{IH}	-	$0.75V_{IO}$	-	3.6
	V_{OL}	-	-	-	$0.1V_{IO}$
	V_{OH}	-	$0.8V_{IO}$	-	-
	I_{MAX}	-	-	-	12
Electrostatic Discharge (HBM)	TAMB=25°C	-	-	2	KV
Electrostatic Discharge (CDM)	TAMB=25°C	-	-	0.5	KV

5.2. RF Power Consumption

Unless otherwise specified, the power consumption measurements are taken with a 3.0V supply at 25°C of ambient temperature. All transmitters' measurements are based on a 50% duty cycle.

Table 5-2. Power Consumption

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
TX 802.11b, CCK 11Mbps, $P_{OUT}=+17$ dBm	-	170	-	mA
TX 802.11g, OFDM 54Mbps, $P_{OUT}=+15$ dBm	-	140	-	mA
TX 802.11n, MCS7, $P_{OUT}=+13$ dBm	-	120	-	mA
Rx 802.11b, 1024 bytes packet length, -80 dBm	-	50	-	mA
Rx 802.11g, 1024 bytes packet length, -70 dBm	-	56	-	mA
Rx 802.11n, 1024 bytes packet length, -65 dBm	-	56	-	mA



5.3. Wi-Fi Radio Characteristics

The following data are from tests conducted at room temperature, with a 3.3V power supply.

Table 5-3. Wi-Fi Radio Characteristics

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
Input frequency	2412	-	2484	MHz
Output impedance	-	39+j6	-	Ω
Output power of PA for 72.2 Mbps	15.5	16.5	17.5	dBm
Output power of PA for 11b mode	19.5	20.5	21.5	dBm
Sensitivity				
DSSS, 1 Mbps	-	-98	-	dBm
CCK, 11 Mbps	-	-91	-	dBm
6 Mbps (1/2 BPSK)	-	-93	-	dBm
54 Mbps (3/4 64-QAM)	-	-75	-	dBm
HT20, MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps)	-	-72	-	dBm
Adjacent Channel Rejection				
OFDM, 6 Mbps	-	37	-	dB
OFDM, 54 Mbps	-	21	-	dB
HT20, MCS0	-	37	-	dB
HT20, MCS7	-	20	-	dB



6. Package Information

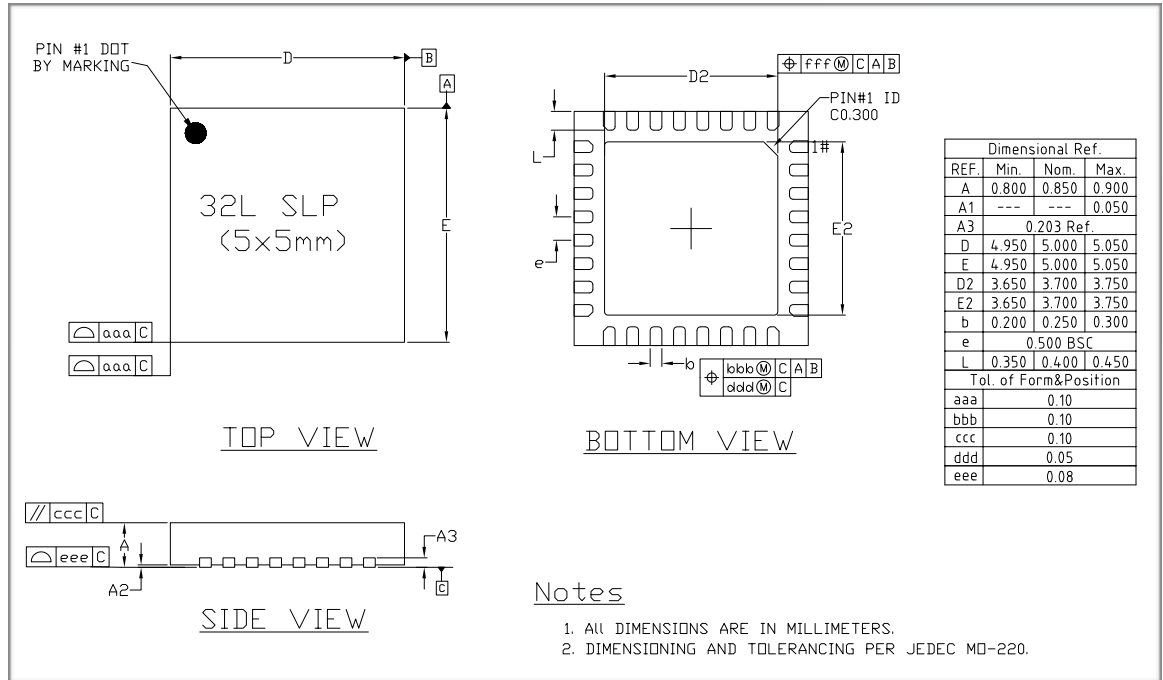


Figure 6-1. ESP8266EX Package



I. Appendix - Pin List

For detailed pin information, please see [ESP8266 Pin List](#).

- Digital Die Pin List
- Buffer Sheet
- Register List
- Strapping List

Notes:

- *INST_NAME* refers to the *IO_MUX REGISTER* defined in **eagle_soc.h**, for example *MTDI_U* refers to *PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U*.
- *Net Name* refers to the pin name in schematic.
- *Function* refers to the multifunction of each pin pad.
- *Function number 1 ~ 5* correspond to *FUNCTION 0 ~ 4* in SDK. For example, set *MTDI* to *GPIO12* as follows.
 - `#define FUNC_GPIO12 3 //defined in eagle_soc.h`
 - `PIN_FUNC_SELECT(PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U, FUNC_GPIO12)`



II. Appendix - Learning Resources

II.1. Must-Read Documents

- [ESP8266 Quick Start Guide](#)

Description: This document is a quick user guide to getting started with ESP8266. It includes an introduction to the ESP-LAUNCHER, instructions on how to download firmware to the board and run it, how to compile the AT application, as well as the structure and debugging method of RTOS SDK. Basic documentation and other related resources for the ESP8266 are also provided.
- [ESP8266 SDK Getting Started Guide](#)

Description: This document takes ESP-LAUNCHER and ESP-WROOM-02 as examples of how to use the ESP8266 SDK. The contents include preparations before compilation, SDK compilation and firmware download.
- [ESP8266 Pin List](#)

Description: This link directs you to a list containing the type and function of every ESP8266 pin.
- [ESP8266 Hardware Design Guideline](#)

Description: This document provides a technical description of the ESP8266 series of products, including ESP8266EX, ESP-LAUNCHER and ESP-WROOM.
- [ESP8266 Hardware Matching Guide](#)

Description: This document introduces the frequency offset tuning and antenna impedance matching for ESP8266 in order to achieve optimal RF performance.
- [ESP8266 Technical Reference](#)

Description: This document provides an introduction to the interfaces integrated on ESP8266. Functional overview, parameter configuration, function description, application demos and other pieces of information are included.
- [ESP8266 Hardware Resources](#)

Description: This zip package includes manufacturing BOMs, schematics and PCB layouts of ESP8266 boards and modules.
- [FAQ](#)

II.2. Must-Have Resources

- [ESP8266 SDKs](#)



Description: This webpage provides links both to the latest version of the ESP8266 SDK and the older ones.

- [ESP8266 Tools](#)

Description: This webpage provides links to both the ESP8266 flash download tools and the ESP8266 performance evaluation tools.

- [ESP8266 Apps](#)
- [ESP8266 Certification and Test Guide](#)
- [ESP8266 BBS](#)
- [ESP8266 Resources](#)



Espressif IOT Team
www.espressif.com

Disclaimer and Copyright Notice

Information in this document, including URL references, is subject to change without notice.

THIS DOCUMENT IS PROVIDED AS IS WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE, OR ANY WARRANTY OTHERWISE ARISING OUT OF ANY PROPOSAL, SPECIFICATION OR SAMPLE.

All liability, including liability for infringement of any proprietary rights, relating to use of information in this document is disclaimed. No licenses express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights are granted herein.

The Wi-Fi Alliance Member logo is a trademark of the Wi-Fi Alliance. The Bluetooth logo is a registered trademark of Bluetooth SIG.

All trade names, trademarks and registered trademarks mentioned in this document are property of their respective owners, and are hereby acknowledged.

Copyright © 2019 Espressif Inc. All rights reserved.

ESP8266EX

技术规格书



版本 6.1
乐鑫信息科技
版权所有 © 2019

关于本手册

本手册介绍了 ESP8266EX 的产品参数。

发布说明

日期	版本	发布说明
2015.12	V4.6	更新第 3 章。
2016.02	V4.7	更新 3.6 和 4.1 节。
2016.04	V4.8	更新第 1 章。
2016.08	V4.9	更新第 1 章。
2016.11	V5.0	增加附录 II “学习资源”。
2016.11	V5.1	将表 5-2 中 Deep-sleep 模式对应的功耗由 10 μ A 改为 20 μ A。
2016.11	V5.2	将 3.3 节的晶振频率的范围由 26 MHz 到 52 MHz 改为 24 MHz 到 52 MHz。
2016.12	V5.3	将工作电压的最小值由 3.0V 改为 2.5V。
2017.04	V5.4	将芯片的输入和输出阻抗从 50 Ω 改为 39+j6 Ω 。
2017.10	V5.5	更新第 3 章时钟振幅范围为 0.8 ~ 1.5V。
2017.11	V5.6	更新 VDDPST 从 1.8V ~ 3.3V 到 1.8V ~ 3.6V。
2017.11	V5.7	<ul style="list-style-type: none">修正一处笔误：表 2-1 中 SDIO_DATA_0 的描述；增加表 5-2 功耗数据的测试条件。
2018.02	V5.8	<ul style="list-style-type: none">更新 1.1 节 Wi-Fi 协议内容；更新 3.1 节对内置 Tensilica 处理器的描述。

日期	版本	发布说明
2018.09	V5.9	<ul style="list-style-type: none"> 更新文档封面； 表 1-1 增加说明； 更新 1.1 节 Wi-Fi 主要特性； 更新 3.5 节 Wi-Fi 功能描述； 更新管脚布局图； 修改表 2-1 中的一处笔误； 删除 AHB 和 AHB 模块章节； 重构低功耗管理章节； 修改 UART 中的一处笔误； 删除 IR 遥控接口中有关传输角度的描述； 其他描述性优化。
2018.11	V6.0	<ul style="list-style-type: none"> 表 4-2 中增加一个 SPI 管脚定义； 更新封装信息图。
2019.08	V6.1	删除 4.1 节有关 GPIO 功能的表述。

文档变更通知

用户可通过乐鑫官网订阅页面 <https://www.espressif.com/zh-hans/subscribe> 订阅技术文档变更的电子邮件通知。

证书下载

用户可通过乐鑫官网证书下载页面 <https://www.espressif.com/zh-hans/certificates> 下载产品证书。

目录

1. 概述.....	1
1.1. Wi-Fi 主要特性.....	1
1.2. 技术参数.....	2
1.3. 应用	3
2. 管脚定义	4
3. 功能描述	6
3.1. CPU、存储和 Flash.....	6
3.1.1. CPU	6
3.1.2. 内置存储	6
3.1.3. 外置 Flash	7
3.2. 时钟	7
3.2.1. 高频时钟	7
3.2.2. 外部时钟参考要求	7
3.3. 射频	8
3.3.1. 信道频率	8
3.3.2. 2.4 GHz 接收器	9
3.3.3. 2.4 GHz 发射器	9
3.3.4. 时钟生成器.....	9
3.4. Wi-Fi.....	9
3.4.1. Wi-Fi 射频和基带	9
3.4.2. Wi-Fi MAC	10
3.5. 低功耗管理	10
4. 外设接口	12
4.1. 通用输入/输出接口 (GPIO).....	12
4.2. SDIO	12
4.3. 串行外设接口 (SPI/HSPI).....	12
4.3.1. 通用 SPI (主机/从机)	12
4.3.2. HSPI (从机)	13

4.4. I2C 接口.....	13
4.5. I2S 接口.....	14
4.6. 通用异步收发器 (UART).....	14
4.7. 脉冲宽度调制 (PWM).....	15
4.8. IR 遥控接口.....	16
4.9. ADC (模/数转换器)	16
5. 电气参数	18
5.1. 电气特性.....	18
5.2. 射频功耗.....	18
5.3. Wi-Fi 射频特征.....	19
6. 封装信息	20
I. 附录 - 管脚列表.....	21
II. 附录 - 学习资源.....	22
II.1. 必读资料.....	22
II.2. 必备资源.....	22
II.3. 视频资源.....	23



1.

概述

ESP8266EX 由乐鑫公司开发，提供了一套高度集成的 Wi-Fi SoC 解决方案，其低功耗、紧凑设计和高稳定性可以满足用户的需求。

ESP8266EX 拥有完整的且自成体系的 Wi-Fi 网络功能，既能够独立应用，也可以作为从机搭载于其他主机 MCU 运行。当 ESP8266EX 独立应用时，能够直接从外接 flash 中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能，并且优化存储系统。此外 ESP8266EX 只需通过 SPI/SDIO 接口或 UART 接口即可作为 Wi-Fi 适配器，应用到基于任何微控制器的设计中。

ESP8266EX 集成了天线开关、射频 balun、功率放大器、低噪声放大器、滤波器和电源管理模块。这样紧凑的设计仅需极少的外部电路并且能将 PCB 的尺寸降到最小。

ESP8266EX 还集成了增强版的 Tensilica's L106 钻石系列 32-bit 内核处理器，带片上 SRAM。ESP8266EX 可以通过 IO 外接传感器和其他设备。软件开发包 (SDK) 提供了一些应用的示例代码。

乐鑫智能互联平台 (ESCP-Espressif Systems' Smart Connectivity Platform) 的领先特征包括：

- 睡眠/唤醒模式之间的快速切换以实现节能
- 配合低功耗操作的自适应射频调整
- 前端信号的处理功能
- 故障排除和射频共存机制可消除蜂窝/蓝牙/DDR/LVDS/LCD 干扰

1.1. Wi-Fi 主要特性

- 支持 802.11 b/g/n
- 802.11 n (2.4 GHz)，速度高达 72.2 Mbps
- 重组 (defragmentation)
- 2 x 虚拟 Wi-Fi 接口
- Beacon 自动监测 (硬件 TSF)
- 支持基础结构型网络 (Infrastructure BSS) Station 模式/SoftAP 模式/混杂模式
- 天线分集



1.2. 技术参数

表 1-1. 技术参数

分类	项目	参数
Wi-Fi	标准认证	Wi-Fi 联盟
	无线标准	802.11 b/g/n (HT20)
	频率范围	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
	发射功率	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	接收灵敏度	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
802.11 g: -75 dbm (54 Mbps) 802.11 n: -72 dbm (MCS7)		
天线选项	PCB 板载天线, 外置天线, IPEX 接口天线, 陶瓷贴片天线	
硬件	CPU	Tensilica L106 32 bit 处理器
	外设接口	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR 遥控
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	工作电压	2.5V ~ 3.6V
	工作电流	平均电流: 80 mA
	工作温度	-40°C ~ 125°C
	封装大小	5 mm x 5 mm
外部接口	-	
软件	Wi-Fi 模式	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	安全机制	WPA/WPA2
	加密类型	WEP/TKIP/AES
	升级固件	UART Download/OTA (通过网络)
	软件开发	支持 Cloud Server Development/固件和 SDK, 用于快速片上编程
	网络协议	IPv4、TCP/UDP/HTTP/MQTT
	用户配置	AT+ 指令集, 云端服务器, Android/iOS APP

说明:

发射功率可根据客户实际使用场景进行调整。



1.3. 应用

- 家用电器
- 家庭自动化
- 智能插座、智能灯
- 工业无线控制
- 婴儿监控器
- IP 摄像机
- 传感器网络
- 可穿戴电子产品
- 无线位置感知设备
- 安全 ID 标签
- 无线定位系统信标



2.

管脚定义

管脚布局如图 2-1 所示。

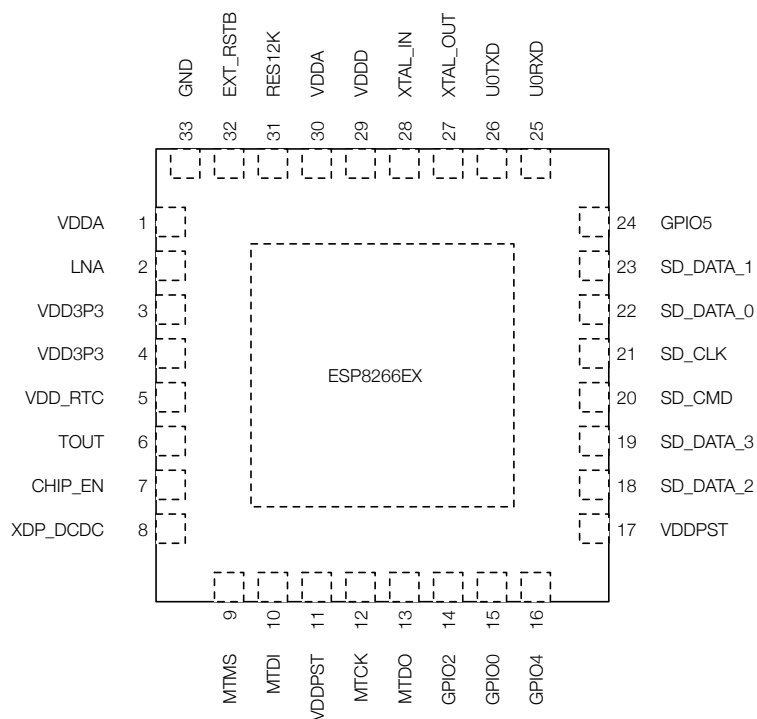


图 2-1. 管脚布局（俯视图）

管脚定义如表 2-1 所示。

表 2-1. 管脚定义

管脚	名称	类型	功能
1	VDDA	P	模拟电源 2.5V ~ 3.6V
2	LNA	I/O	射频天线接口，芯片输出阻抗为 $39+j6 \Omega$ 。建议保留 π 型匹配网络对天线进行匹配。
3	VDD3P3	P	功放电源 2.5V ~ 3.6V
4	VDD3P3	P	功放电源 2.5V ~ 3.6V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1V)
6	TOUT	I	ADC 端口（注：芯片内部 ADC 端口），可用于检测 VDD3P3 (Pin3, Pin4) 电源电压和 TOUT (Pin6) 的输入电压（二者不可同时使用）。



管脚	名称	类型	功能
7	CHIP_EN	I	芯片使能端。 高电平：有效，芯片正常工作；低电平：芯片关闭，电流很小
8	XPD_DCDC	I/O	深度睡眠唤醒；GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO14；HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO12；HSPI_MISO
11	VDDPST	P	数字/IO 电源 (1.8V ~ 3.6V)
12	MTCK	I/O	GPIO13；HSPI_MOSI；UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO15；HSPI_CS；UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	可用作烧写 Flash 时 UART1_TX；GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0；SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	数字/IO 电源 (1.8V ~ 3.6V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	连接到 SD_D2 (串联 200Ω)；PIHD；HSPIHD；GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	连接到 SD_D3 (串联 200Ω)；SPIWP；HSPIWP；GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	连接到 SD_CMD (串联 200Ω)；SPI_CS0；GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	连接到 SD_CLK (串联 200Ω)；SPI_CLK；GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	连接到 SD_D0 (串联 200Ω)；SPI_MISO；GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	连接到 SD_D1 (串联 200Ω)；SPI_MOSI；GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	可用作烧写 flash 时 UART RX；GPIO3
26	U0TXD	I/O	可用作烧写 flash 时 UART TX；GPIO1；SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	连接晶振输出端，也可用于提供 BT 的时钟输入
28	XTAL_IN	I/O	连接晶振输入端
29	VDDD	P	模拟电源 2.5V ~ 3.6V
30	VDDA	P	模拟电源 2.5V ~ 3.6V
31	RES12K	I	串联 12 kΩ 电阻到地
32	EXT_RSTB	I	外部重置信号 (低电平有效)

说明：

1. GPIO2、GPIO0 和 MTDO 用于选择启动模式和 SDIO 模式；
2. U0TXD 在上电期间应避免被外部下拉到低电平。



3.

功能描述

ESP8266EX 的功能原理如图 3-1 所示。

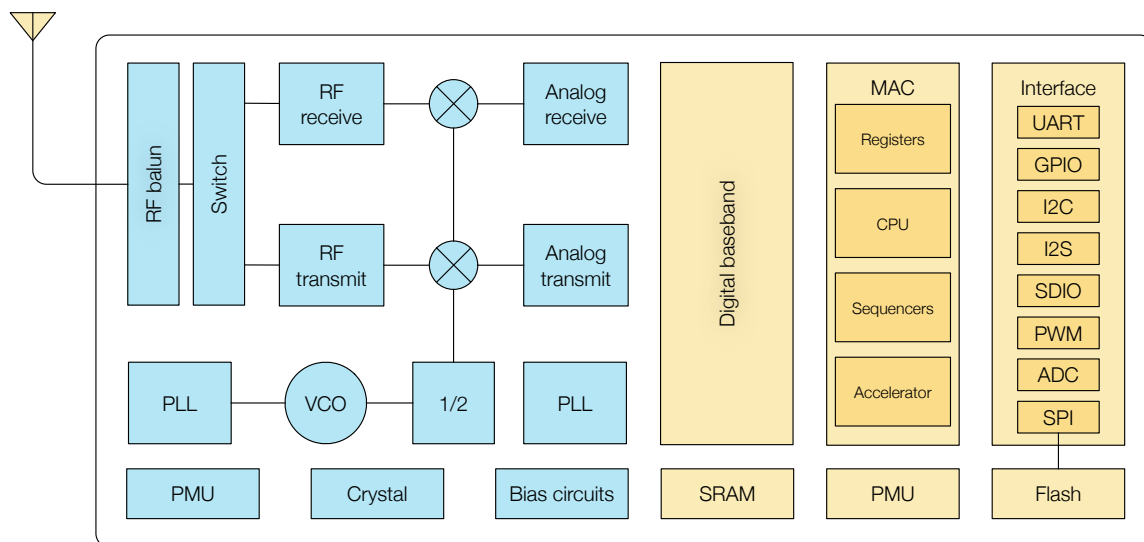


图 3-1. 功能原理图

3.1. CPU、存储和 Flash

3.1.1. CPU

ESP8266EX 内置超低功耗 Tensilica L106 32-bit RISC 处理器，CPU 时钟速度最高可达 160 MHz，支持实时操作系统 (RTOS) 和 Wi-Fi 协议栈，可将高达 80% 的处理能力留给应用编程和开发。CPU 包括以下接口：

- 可连接片内存储控制器和外部 Flash 的可配置 RAM/ROM 接口 (iBus)
- 连接存储控制器的数据 RAM 接口 (dBus)
- 访问寄存器的 AHB 接口

3.1.2. 内置存储

ESP8266EX 芯片内置了存储控制器，包含 ROM 和 SRAM。MCU 可以通过 iBus、dBus 和 AHB 接口访问存储控制器。在发起请求后，所有存储单元都可以被访问。存储仲裁器会根据处理器接受这些请求的时间，决定访问顺序。

根据目前我司提供的 SDK，当 ESP8266EX 运行在 Station 模式下，连上 AP 后，在 Heap + Data 区用户可用 SRAM 空间最高为 50 kB。



芯片内无可编程存储器，用户程序必须由外部 flash 存储。

3.1.3. 外置 Flash

ESP8266EX 使用外置 SPI flash 存储用户程序。理论上最大可支持 16 MB 的存储。

建议按照如下所示来分配 SPI flash 容量。

- 不支持 OTA：最少支持 512 kB
- 可支持 OTA：最少支持 1 MB

⚠ 注意：

支持的 SPI 模式：Standard SPI、Dual SPI 和 Quad SPI。因此在烧录程序到 Flash 时要选择正确的 SPI 模式，否则下载的固件 / 程序可能无法正常工作。

3.2. 时钟

3.2.1. 高频时钟

基于外部晶振，ESP8266EX 的内部晶体振荡器可以生成射频时钟。该时钟可用于驱动 TX 和 RX 混频器。晶振频率在 24 MHz 到 52 MHz 之间。

尽管晶体振荡器的内部校准功能使得一系列的晶体满足时钟生成条件，但是晶体的质量仍然是影响获得合适的相位噪声和 Wi-Fi 灵敏度的重要因素。请参照表 3-1 来测量频率偏移。

表 3-1. 高频时钟参数

参数	名称	最小值	最大值	单位
频率	FXO	24	52	MHz
装载电容	CL	-	32	pF
动态电容	CM	2	5	pF
串行电阻	RS	0	65	Ω
频率容限	ΔFXO	-15	15	ppm
频率和温度 (-25°C ~ 75°C)	ΔFXO,Temp	-15	15	ppm

3.2.2. 外部时钟参考要求

外部时钟的频率在 24 MHz 到 52 MHz 之间。为了使射频性能良好，时钟需满足要求如表 3-2 所示。



表 3-2. 外部时钟参考要求

参数	名称	最小值	最大值	单位
时钟振幅	VXO	0.8	1.5	Vpp
外部时钟精度	Δ FXO,EXT	-15	15	ppm
相位噪声 @1kHz 偏移, 40 MHz 时钟	-	-	-120	dBc/Hz
相位噪声 @10 kHz 偏移, 40 MHz 时钟	-	-	-130	dBc/Hz
相位噪声 @100 kHz 偏移, 40 MHz 时钟	-	-	-138	dBc/Hz

3.3. 射频

ESP8266EX 射频主要包含以下模块。

- 2.4 GHz 接收器
- 2.4 GHz 发射器
- 高速时钟生成器和晶体振荡器
- Bias 与稳压器
- 电源管理模块

3.3.1. 信道频率

根据 IEEE802.11b/g/n 标准，射频收发器支持以下信道。

表 3-3. 频率信道

信道编号	频率 (MHz)	信道编号	频率 (MHz)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442	14	2484



3.3.2. 2.4 GHz 接收器

2.4 GHz 接收器把射频信号降频，变成正交基带信号，用 2 个高分辨率的高速 ADC 将后者转为数字信号。为了适应不同的信号频道，ESP8266EX 集成了射频滤波器、自动增益控制 (AGC)、DC 偏移补偿电路和基带滤波器。

3.3.3. 2.4 GHz 发射器

2.4 GHz 发射器将正交基带信号升频到 2.4 GHz，使用大功耗互补金属氧化物半导体 (CMOS) 功率放大器驱动天线。数字校准的使用进一步地改善了功率放大器的线性，从而在 802.11b 传输中达到 +19.5 dBm 的平均发射功率，在 802.11n (MCS0) 传输中达到 +18 dBm 的平均发射功率，功能超强。

为了抵消无线电接收器的瑕疵，ESP8266EX 还另增了以下校准措施。

- 载波泄露消除
- I/Q 相位匹配
- 基带非线性抑制

这些内置的校准措施减少了生产测试所需的时间和设备。

3.3.4. 时钟生成器

时钟生成器为接收器和发射器生成 2.4 GHz 正交基带时钟信号，其所有部件均集成于芯片上，包括：电感器、变容二极管、环路滤波器、线性稳压器和分频器。

时钟生成器含有内置校准电路和自测电路。正交时钟相位和相位噪声通过拥有专利的校准算法在芯片上进行最优处理，以确保接收器和发射器达到最佳性能。

3.4. Wi-Fi

ESP8266EX 支持 TCP/IP 协议，完全遵循 802.11 b/g/n WLAN MAC 协议，支持分布式控制功能 (DCF) 下的基本服务集 (BSS) STA 和 SoftAP 操作。支持通过最小化主机交互来优化有效工作时长，以实现功耗管理。

3.4.1. Wi-Fi 射频和基带

ESP8266EX Wi-Fi 射频和基带支持以下特性：

- 802.11b 和 802.11g
- 802.11n MCS0-7 (支持 20 MHz 带宽)
- 802.11n 0.4 μ s 保护间隔



- 数据率高达 72.2 Mbps
- 接收 STBC 2x1
- 发射功率高达 20.5 dBm
- 可调节的发射功率
- 天线分集

3.4.2. Wi-Fi MAC

ESP8266EX Wi-Fi MAC 自行支持的底层协议功能如下：

- 2 × 虚拟 Wi-Fi 接口
- 支持基础结构型网络 (Infrastructure BSS) Station 模式/SoftAP 模式/混杂模式
- RTS 保护、CTS 保护、立即块回复 (Immediate Block Ack)
- 重组 (defragmentation)
- CCMP (CBC-MAC, 计数器模式)、TKIP (MIC, RC4)、WEP (RC4) 和 CRC
- 自动 Beacon 监测 (硬件 TSF)
- 双天线或单天线的蓝牙共存方式，支持分时接收 (Wi-Fi/蓝牙) 的功能

3.5. 低功耗管理

ESP8266EX 专为移动设备、可穿戴电子产品和物联网应用设计，拥有先进的低功耗管理技术，具体模式见下。

- Active 模式：芯片射频处于工作状态，可以接受、发射和侦听信号。
- Modem-sleep 模式：CPU 可运行。Wi-Fi 和射频处于关闭状态。
- Light-sleep 模式：CPU 及所有外设暂停运行。任何唤醒事件 (MAC、主机、RTC 定时器或外部中断) 都会唤醒芯片。
- Deep-sleep 睡眠：仅 RTC 处于工作状态，芯片的其他部分掉电。



表 3-4.不同功耗模式下的功耗

功耗模式	描述	功耗
Active (射频工作)	Wi-Fi TX packet	详见表 5-2。
	Wi-Fi RX packet	
Modem-sleep ^①	CPU 处于工作状态	15 mA
Light-sleep ^②	-	0.9 mA
Deep-sleep ^③	仅 RTC 处于工作状态	20 μ A
关闭	-	0.5 μ A

说明：

- ① **Modem-sleep** 模式应用于需要 CPU 一直工作的场景，如应用于 PWM 或 I2S 等。在保持 Wi-Fi 连接时，如果没有数据传输，可根据 802.11 标准 (如 U-APSD)，关闭 Wi-Fi Modem 电路来省电。例如，在 DTIM3 时，保持 300 ms 的睡眠间隔，每次唤醒 3 ms 来接收 AP 的 Beacon 包，则电流约为 15 mA。
- ② **Light-sleep** 模式用于 CPU 可暂停的应用，如 Wi-Fi 开关。在保持 Wi-Fi 连接时，如果没有数据传输，可根据 802.11 标准 (U-APSD)，关闭 Wi-Fi Modem 并暂停 CPU 来省电。例如，在 DTIM3 时，保持 300 ms 的睡眠间隔，每次唤醒 3 ms 来接收 AP 的 Beacon 包，则电流约为 0.9 mA。
- ③ **Deep-sleep** 模式应用于需要 Wi-Fi 连接的场景。对于很长时间才发送一次数据包的应用 (如每 100 秒测一次温度的传感器)，每 300s 醒来后需 0.3s ~ 1s 连上 AP，则整体平均电流小于 1 mA。表中电流 20 μ A 是在 2.5V 下得到的。



4.

外设接口

4.1. 通用输入/输出接口 (GPIO)

ESP8266EX 共有 17 个 GPIO 管脚，通过配置适当的寄存器可以给它们分配不同的功能。

每个 GPIO PAD 都可使能内部上拉/下拉（其中 XPD_DCDC 只能使能内部下拉，其它 GPIO PAD 只能使能内部上拉），也可配置为输出高阻。当被配置为输入时，可通过读取寄存器获取输入值；输入也可以被设置为边缘触发或电平触发来产生 CPU 中断。简言之，IO 管脚是双向、非反相和三态的（带有三态控制的输入和输出缓冲器）。

这些管脚的 GPIO 功能可以与其他功能复用，例如 I2C、I2S、UART、PWM、IR 遥控等。

4.2. SDIO

ESP8266EX 有 1 个从机 SDIO 接口，接口管脚定义如下表 4-1 所示。支持 25 MHz SDIO v1.1 和 50 MHz SDIO v2.0，支持 1 bit/4 bit SD 模式和 SPI 模式。

表 4-1. SDIO 管脚定义

管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
SDIO_CLK	21	IO6	SDIO_CLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SDIO_DATA0
SDIO_DATA1	23	IO8	SDIO_DATA1
SDIO_DATA_2	18	IO9	SDIO_DATA_2
SDIO_DATA_3	19	IO10	SDIO_DATA_3
SDIO_CMD	20	IO11	SDIO_CMD

4.3. 串行外设接口 (SPI/HSPI)

ESP8266EX 有 1 个通用从机/主机 SPI 和 1 个通用从机 HSPI。所有接口的功能均由硬件实现。

4.3.1. 通用 SPI (主机/从机)

表 4-2. SPI 接口定义

管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
------	------	----	------



SDIO_CLK	21	IO6	SPICLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SPIQ/MISO
SDIO_DATA1	23	IO8	SPID/MOSI
SDIO_DATA_2	18	IO9	SPIHD
SDIO_DATA_3	19	IO10	SPIWP
U0TXD	26	IO1	SPICS1
GPIO0	15	IO0	SPICS2
SDIO_CMD	20	IO11	SPICS0

说明:

SPI 模式可由软件编程控制，主机模式下的时钟频率最大为 80 MHz，从机模式下时钟频率最大为 20 MHz。

4.3.2. HSPI (从机)

表 4-3. HSPI (从机) 管脚定义

管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
MTMS	9	IO14	HSPICLK
MTDI	10	IO12	HSPIQ/MISO
MTCK	12	IO13	HSPID/MOSI
MTDO	13	IO15	HPSICS

说明:

SPI 模式可由软件编程控制，时钟频率最大为 20 MHz。

4.4. I2C 接口

ESP8266EX 可用软件编程模拟 1 个 I2C 接口，用于连接其他微控制器以及外围设备，如传感器等。I2C 接口定义如表 4-4 所示。



表 4-4. I2C 管脚定义

管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
MTMS	9	IO14	I2C_SCL
GPIO2	14	IO2	I2C_SDA

ESP8266EX 既支持 I2C 主机也支持 I2C 从机功能。I2C 接口功能可由软件编程实现，时钟频率最高可达到 100 kHz。

4.5. I2S 接口

ESP8266EX 有 1 个 I2S 输入接口和 1 个 I2S 输出接口，支持链表 DMA。I2S 主要用于音频数据采集、处理和传输，也可用于串行数据的输入输出，如支持 LED 彩灯（WS2812 系列）。I2S 管脚定义如表 4-5 所示：

表 4-5. I2S 管脚定义

I2S 数据输入			
管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
MTDI	10	IO12	I2SI_DATA
MTCK	12	IO13	I2SI_BCK
MTMS	9	IO14	I2SI_WS
MTDO	13	IO15	I2SO_BCK
U0RXD	25	IO3	I2SO_DATA
GPIO2	14	IO2	I2SO_WS

4.6. 通用异步收发器 (UART)

ESP8266EX 有两个 UART 接口，分别为 UART0 和 UART1，接口定义如表 4-6 所示。

表 4-6. UART 管脚定义

管脚类型	管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
UART0	U0RXD	25	IO3	U0RXD
	U0TXD	26	IO1	U0TXD
	MTDO	13	IO15	U0RTS
	MTCK	12	IO13	U0CTS



管脚类型	管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
UART1	GPIO2	14	IO2	U1TXD
	SD_D1	23	IO8	U1RXD

2 个 UART 接口的数据传输均由硬件实现。数据传输速度可达 115200*40 (4.5 Mbps)。

UART0 可以用做通信接口，支持流控。由于 UART1 目前只有数据传输功能，所以一般用作打印 log。

说明：

UART0 默认会在上电启动期间输出一些打印，此期间打印内容的波特率与所用的外部晶振频率有关。使用 40 MHz 晶振时，该段打印波特率为 115200；使用 26 MHz 晶振时，该段打印波特率为 74880。如果打印信息影响设备功能，建议在上电期间将 U0TXD、U0RXD 分别与 U0RTS (MTDO)，U0CTS (MTCK) 交换，以屏蔽打印。

4.7. 脉冲宽度调制 (PWM)

ESP8266EX 有 4 个 PWM 输出接口，如表 4-7 所示。用户可自行扩展。

表 4-7. PWM 管脚定义

管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
MTDI	10	IO12	PWM0
MTDO	13	IO15	PWM1
MTMS	9	IO14	PWM2
GPIO4	16	IO4	PWM3

PWM 接口功能由软件实现。例如，在 LED 智能照明的示例中，PWM 通过定时器的中断实现，最小分辨率可达 44 ns。PWM 频率的可调节范围为 1,000 μ s 到 10,000 μ s，即 100 Hz 到 1 kHz 之间。当“PWM 频率为 1 kHz，占空比为 1/22727，1 kHz 的刷新率”下可达超过 14-bit 的分辨率。



4.8. IR 遥控接口

ESP8266EX 芯片目前定义了 1 个 IR 红外遥控接口，该接口定义如表 4-8 所示。

表 4-8. IR 红外遥控管脚定义

管脚名称	管脚编号	IO	功能名称
MTMS	9	IO14	IR TX
GPIO5	24	IO5	IR RX

IR 红外遥控接口由软件实现，接口支持 NEC 编码及调制解调，采用 38 kHz 的调制载波，占空比为 1/3 的方波。传输范围在 1m 左右，传输范围由 2 个因素决定，一个是 GPIO 口的最大输出驱动电流，另一个是红外接收管内部的限流电阻的大小。电阻越大，电流越小，功耗也越小，反之亦然。

4.9. ADC（模/数转换器）

ESP8266EX 内置了一个 10-bit 精度的 SAR ADC。ADC 输出管脚定义如表 4-9 所示。

表 4-9. ADC 管脚定义

管脚名称	管脚编号	功能名称
TOUT	6	ADC 接口

ADC 可在芯片内部提供以下两种测量应用，但不可同时使用。

- 测量 VDD3P3（管脚 3 和 4）上的电源电压。

硬件设计	TOUT 管脚必须悬空。
射频初始化参数	<i>esp_init_data_default.bin</i> (0 ~ 127 Bytes) 中的第 107 byte “vdd33_const”，必须被设为 0xFF。
射频校准过程	自测 VDD3P3（管脚 3 和 4）上的电源电压，根据测量结果优化射频电路工作状态。
用户编程	使用 <code>system_get_vdd33</code> ，不可使用 <code>system_adc_read</code> 。

- 测量 TOUT（管脚 6）的输入电压。

硬件设计	当 TOUT 管脚接外部电路，输入电压范围限定为 0 ~ 1.0V。
------	------------------------------------



射频初始化参数	esp_init_data_default.bin (0 ~ 127 Bytes) 中的第 107 byte (vdd33_const)，必须设为管脚 3 和 4 上真实的电源电压。 “vdd33_const” 的单位为 0.1V，有效取值范围是 18 ~ 36，对应的电压范围为 1.8V ~ 3.6V。
射频校准过程	根据 “vdd33_const” 的值来优化射频电路工作状态，容许误差为 $\pm 0.2V$ 。
用户编程	不可使用 <code>system_get_vdd33</code> ，可使用 <code>system_adc_read</code> 。

说明：

SDK 包提供 **esp_init_data_default.bin**，并且包含射频初始化参数 (0 ~ 127 Bytes)。

esp_init_data_default.bin 中的第 107 byte，命名为 “vdd33_const”，此参数的定义如下：

- 当 vdd33_const = 0xff 时，ESP8266EX 芯片会进行内部自测 VDD3P3 管脚 3 和 管脚 4 上的电源电压，根据测量结果优化射频电路工作状态。
- 当 $18 \leq \text{vdd33_const} \leq 36$ 时，ESP8266EX 使用 $(\text{vdd33_const}/10)$ 来校准和优化射频电路工作状态。
- 当 $\text{vdd33_const} < 18$ 或 $36 < \text{vdd33_const} < 255$ 时，vdd33_const 为无效值，ESP8266EX 使用默认值 3.3V 来校准和优化射频电路工作状态。



5.

电气参数

5.1. 电气特性

表 5-1. 电气特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作温度范围	-	-40	-	125	°C
最大焊接温度	IPC/JEDEC J-STD-020	-	-	260	°C
工作电压	-	2.5	3.3	3.6	V
I/O	V _{IL}	-	-0.3	-	V
	V _{IH}	-	0.75V _{IO}	3.6	
	V _{OL}	-	-	0.1V _{IO}	
	V _{OH}	-	0.8V _{IO}	-	
	I _{MAX}	-	-	-	12
静电释放量（人体模型/HBM）	TAMB=25°C	-	-	2	KV
静电释放量（充电器件模型/CDM）	TAMB=25°C	-	-	0.5	KV

5.2. 射频功耗

除非特别说明，以下功耗数据的测试条件为电源电压 3.3V、环境温度 25°C；TX 功耗数据均基于 50% 的发送占空比测得。

表 5-2. 射频功耗

参数	最小值	典型值	最大值	单位
TX802.11b, CCK 11Mbps, P _{OUT} =+17 dBm	-	170	-	mA
TX 802.11g, OFDM 54 Mbps, P _{OUT} =+15 dBm	-	140	-	mA
TX 802.11n, MCS7, P _{OUT} =+13 dBm	-	120	-	mA
RX 802.11b, 1024 Bytes 包长, -80 dBm	-	50	-	mA
RX 802.11g, 1024 Bytes 包长, -70 dBm	-	56	-	mA
RX 802.11n, 1024 Bytes 包长, -65 dBm	-	56	-	mA



5.3. Wi-Fi 射频特征

表 5-3 中数据是在室内温度下，电源电压为 3.3V 测得。

表 5-3. Wi-Fi 射频特征

参数	最小值	典型值	最大值	单位
输入频率	2412	-	2484	MHz
输出阻抗	-	39+j6	-	Ω
72.2 Mbps 下，PA 的输出功耗	15.5	16.5	17.5	dBm
11b 模式下，PA 的输出功耗	19.5	20.5	21.5	dBm
灵敏度				
DSSS, 1 Mbps	-	-98	-	dBm
CCK, 11Mbps	-	-91	-	dBm
6 Mbps (1/2 BPSK)	-	-93	-	dBm
54 Mbps (3/4 64-QAM)	-	-75	-	dBm
HT20, MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps)	-	-72	-	dBm
邻道抑制				
OFDM, 6 Mbps	-	37	-	dB
OFDM, 54 Mbps	-	21	-	dB
HT20, MCS0	-	37	-	dB
HT20, MCS7	-	20	-	dB



6.

封装信息

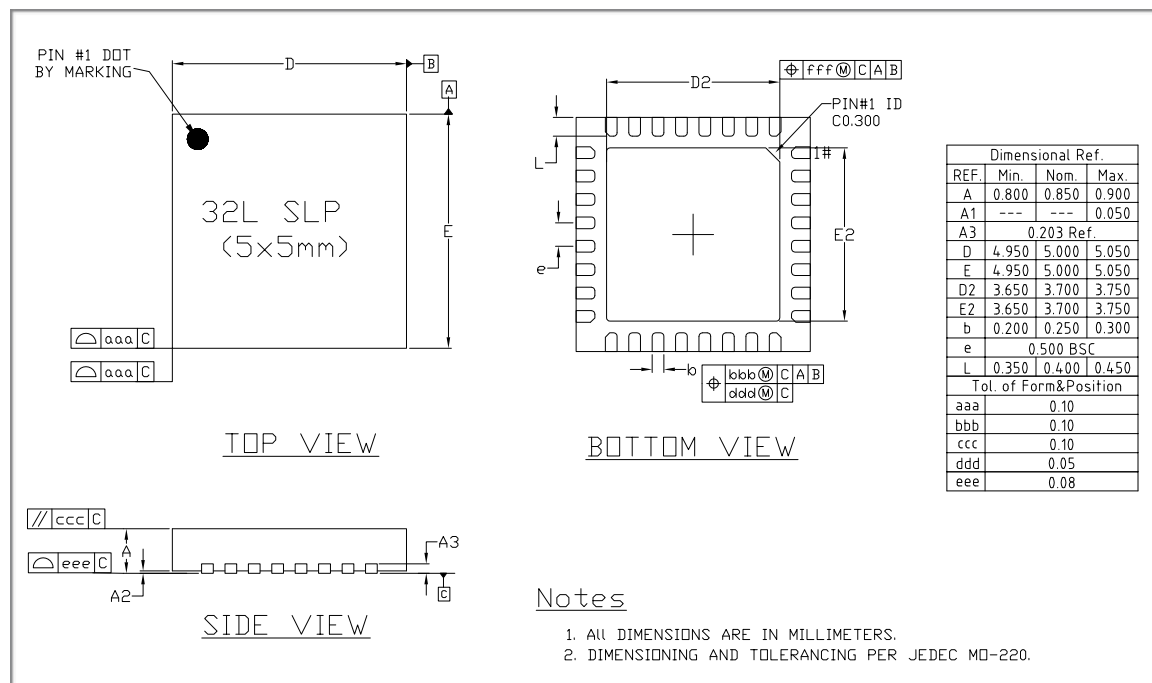


图 6-1. ESP8266EX 封装



I.

附录 - 管脚列表

附录 - [ESP8266 管脚清单](#)提供管脚的详细信息，如下所示。

- Digital Die Pin List
- Buffer Sheet
- Register List
- Strapping List

说明:

- *INST_NAME* 指的是在 *eagle_soc.h* 定义下的 *IO_MUX REGISTER*，例如 *MTDI_U* 指的是 *PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U*。
- *Net Name* 指的是原理图中的管脚名称。
- 功能指的是每个管脚的多功能。
- 功能 1 ~ 5 对应 SDK 中的功能 0 ~ 4。例如，将 *MTDI* 设置为 *GPIO12*，如下所示：
 - `#define FUNC_GPIO12 3 //defined in eagle_soc.h`
 - `PIN_FUNC_SELECT (PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U, FUNC_GPIO12)`



II.

附录 - 学习资源

II.1. 必读资料

- [ESP8266 快速入门指南](#)

说明：该手册指导用户快速上手使用 ESP8266，包括软硬件准备、编译准备、程序烧录，还提供了 ESP8266 的学习资源、介绍了 RTOS SDK 的框架与调试方法。

- [ESP8266 SDK 入门指南](#)

说明：该手册以 ESP-LAUNCHER 和 ESP-WROOM-02 为例，介绍 ESP8266 SDK 相关的使用方法，包括编译前的准备、Flash 布局、硬件和软件的准备、SDK 的编译和固件的下载。

- [ESP8266 管脚清单](#)

说明：这是个下载链接，清单中详细介绍了 ESP8266 每一个引脚的类型和功能。

- [ESP8266 硬件设计指导](#)

说明：该手册提供了 ESP8266 系列的产品信息，包括 ESP8266，配置 ESP8266 芯片的 ESP-LAUNCHER 开发板，以及配置 ESP8266 芯片的 ESP-WROOM 模组。

- [ESP8266 硬件匹配指南](#)

说明：该手册介绍了要获得 ESP8266 芯片最佳的射频性能如何进行频偏调试和天线阻抗匹配。

- [ESP8266 技术参考](#)

说明：该手册介绍了 ESP8266 的各个接口，包括功能、参数配置、函数说明、应用示例等说明。

- [ESP8266 硬件资源](#)

说明：该压缩包的内容主要是硬件原理图，包括开发板和模组的制造规范，物料清单和原理图。

- [常见问题](#)

II.2. 必备资源

- [ESP8266 SDK](#)

说明：该页面提供了 ESP8266 所有版本 SDK。



- [ESP8266 工具](#)

说明：该页面提供了 ESP8266 Flash 下载工具以及 ESP8266 性能评估工具。

- [ESP8266 App](#)
- [ESP8266 认证测试指南](#)
- [ESP8266 官方论坛](#)
- [ESP8266 资源合集](#)

II.3. 视频资源

- [ESP8266 开发板使用教程](#)
- [ESP8266 Non-OS SDK 编译教程](#)



乐鑫 IOT 团队
www.espressif.com

免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归© 2019 乐鑫所有。保留所有权利。



ESP-12S 规格书

版本 V1.0

版权 ©2019

免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

文中所得测试数据均为安信可实验室测试所得，实际结果可能略有差异。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

最终解释权归深圳市安信可科技有限公司所有。

注意

由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。深圳市安信可科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。本手册仅作为使用指导，深圳市安信可科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是深圳市安信可科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

目录

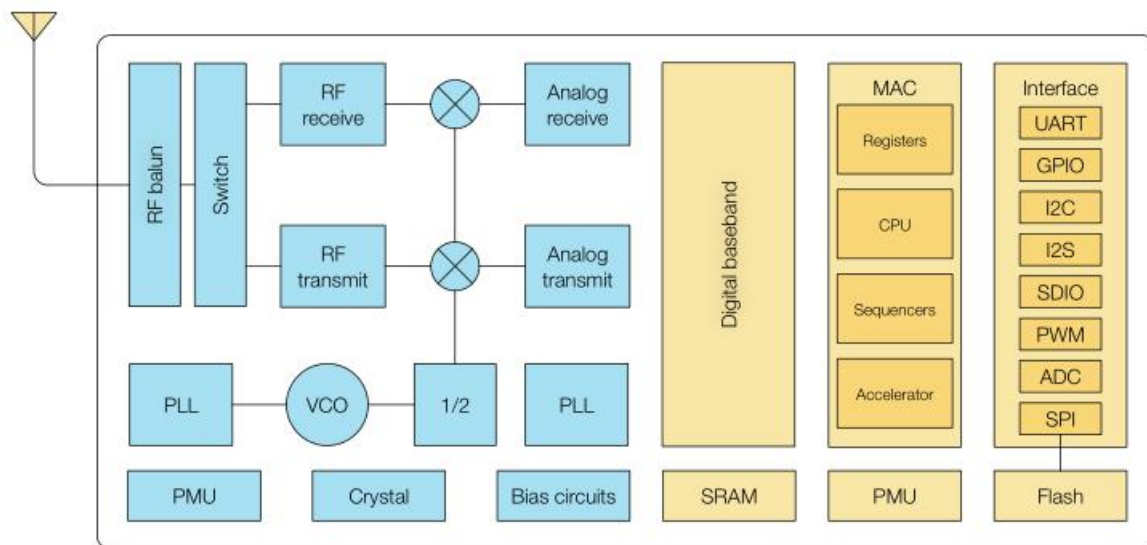
一、 产品概述.....	
二、 电气参数.....	
三、 外观尺寸.....	
四、 管脚定义.....	
五、 原理图.....	
六、 设计指导.....	
七、 回流焊曲线图.....	
八、 包装信息.....	
九、 联系我们.....	

一、产品概述

ESP-12S 是由安信可科技开发的 Wi-Fi 模块，该模块核心处理器 ESP8266 在较小尺寸封装中集成了业界领先的 Tensilica L106 超低功耗 32 位微型 MCU，带有 16 位精简模式，主频支持 80 MHz 和 160 MHz，支持 RTOS，集成 Wi-Fi MAC/ BB/RF/PA/LNA。

ESP-12S Wi-Fi 模块支持标准的 IEEE802.11 b/g/n 协议，完整的 TCP/IP 协议栈。用户可以使用该模块为现有的设备添加联网功能，也可以构建独立的网络控制器。

ESP8266 是高性能无线 SoC，以最低成本提供最大实用性，为 Wi-Fi 功能嵌入其他系统提供无限可能。



ESP8266 拥有完整的且自成体系的 Wi-Fi 网络功能，既能够独立应用，也可以作为从机搭载于其他主机 MCU 运行。当 ESP8266 独立应用时，能够直接从外接 flash 中启动。内置的高速缓冲存储器有利于提高系统性能，并且优化存储系统。

另外一种情况是，ESP8266 只需通过 SPI/SDIO 接口或 UART 接口即可作为 Wi-Fi 适配器，应用到基于任何微控制器设计中。

ESP8266 强大的片上处理和存储能力，使其可通过 GPIO 口集成传感器及其他应用的特定设备，大大地降低了前期开发的成本。

特性

- 完整的 802.11b/g/n Wi-Fi SoC 模块
- 内置 Tensilica L106 超低功耗 32 位微型 MCU，主频支持 80 MHz 和 160 MHz，支持 RTOS
- 内置 1 路 10 bit 高精度 ADC
- 支持 UART/GPIO/ADC/PWM/SPI/I2C 接口
- 采用 SMD-16 封装
- 集成 Wi-Fi MAC/ BB/RF/PA/LNA
- 支持多种休眠模式，深度睡眠电流低至 20uA
- 串口速率最高可达 4Mbps
- 内嵌 Lwip 协议栈
- 支持 STA/AP/STA+AP 工作模式
- 支持安卓、IOS 的 Smart Config (APP) /AirKiss (微信) 一键配网
- 支持串口本地升级和远程固件升级 (FOTA)
- 通用 AT 指令可快速上手
- 支持二次开发，集成了 Windows、Linux 开发环境

主要参数

表 1 主要参数说明

模块型号	ESP-12S
封装	SMD-16
尺寸	24*16*3(±0.2)MM
天线形式	板载 PCB 天线
频谱范围	2400 ~ 2483.5MHz
工作温度	-20 °C ~ 70 °C
存储环境	-40 °C ~ 125 °C , < 90%RH
供电范围	供电电压 3.0V ~ 3.6V, 供电电流 >500mA
支持接口	UART/GPIO/ADC/PWM/SPI/I2C
IO 口数量	9
串口速率	支持 110 ~ 4608000 bps , 默认 115200 bps
安全性	WEP/WPA-PSK/WPA2-PSK
SPI Flash	默认 32Mbit
认证	FCC、CE、RoHS、SRRC

二、电气参数

电气特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
供电电压	VDD	3.0	3.3	3.6	V	
I/O	V_{IL}/V_{IH}	-	-0.3/0.75VIO	-	0.25VIO/3.6	V
	V_{OL}/V_{OH}	-	N/0.8VIO	-	0.1VIO/N	V
	I_{MAX}	-	-	-	12	mA

射频性能

描述	典型值	单位
工作频率	2400 - 2483.5	MHz
输出功率		
11n 模式下, PA 输出功率为	13±2	dBm
11g 模式下, PA 输出功率为	14±2	dBm
11b 模式下, PA 输出功率	16±2	dBm
接收灵敏度		
CCK, 1 Mbps	≤-90	dBm
CCK, 11 Mbps	≤-85	dBm
6 Mbps (1/2 BPSK)	≤-88	dBm
54 Mbps (3/4 64-QAM)	≤-70	dBm
HT20 (MCS7)	≤-67	dBm

功耗

下列功耗数据是基于 3.3V 的电源、25° C 的周围温度, 并使用内部稳压器测得。

- 所有测量均在没有 SAW 滤波器的情况下, 于天线接口处完成。

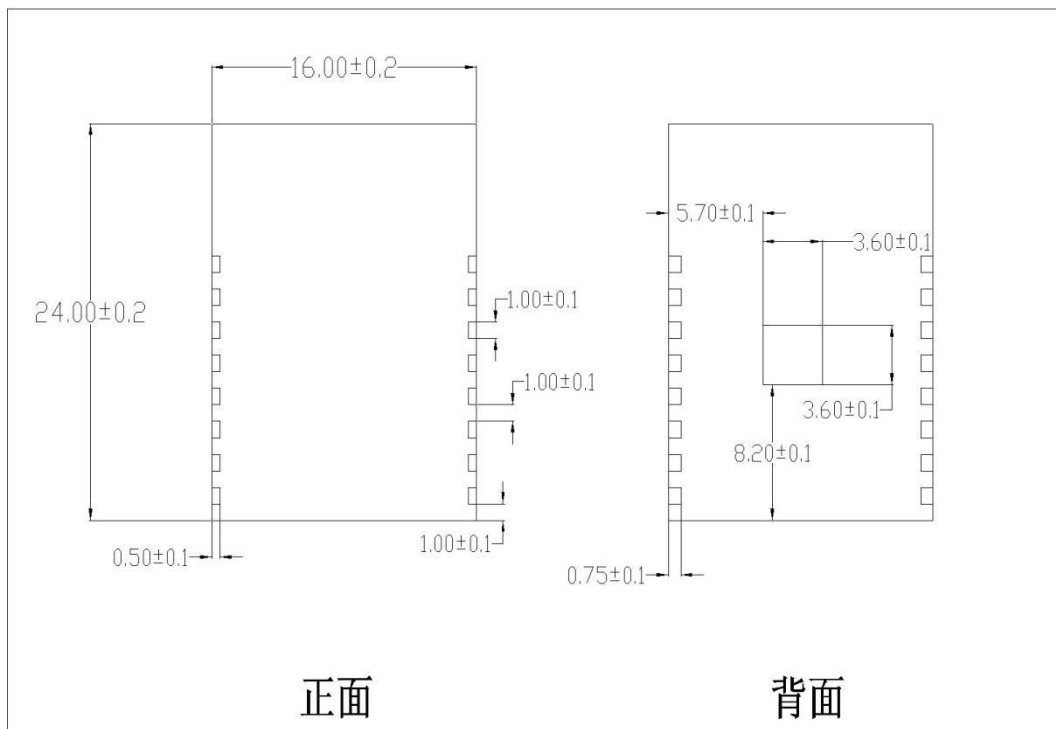
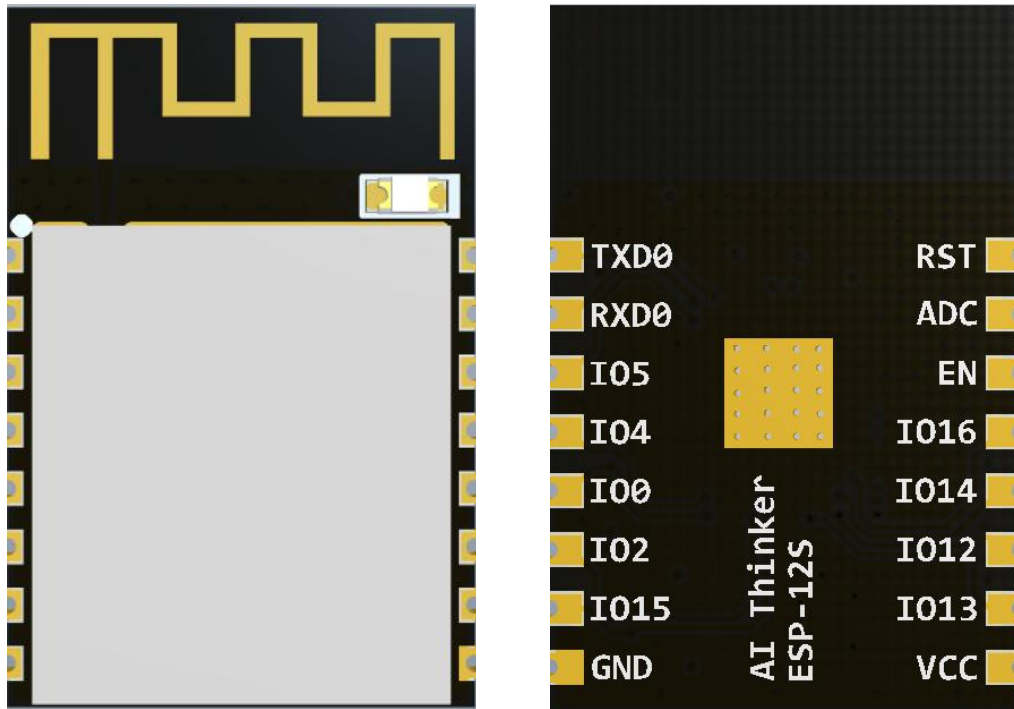
- 所有发射数据是基于 90% 的占空比，在持续发射的模式下测得的。

模式	最小值	典型值	最大值	单位
传送 802.11b, CCK 11Mbps, POUT=+17dBm	-	170	-	mA
传送 802.11g, OFDM 54Mbps, POUT =+15dBm	-	140	-	mA
传送 802.11n, MCS7, POUT =+13dBm	-	120	-	mA
接收 802.11b, 包长 1024 字节, -80dBm	-	50	-	mA
接收 802.11g, 包长 1024 字节, -70dBm	-	56	-	mA
接收 802.11n, 包长 1024 字节, -65dBm	-	56	-	mA
Modem-Sleep ^①	-	20	-	mA
Light-Sleep ^②	-	2	-	mA
Deep-Sleep ^③	-	20	-	uA
Power Off	-	0.5	-	uA

说明:

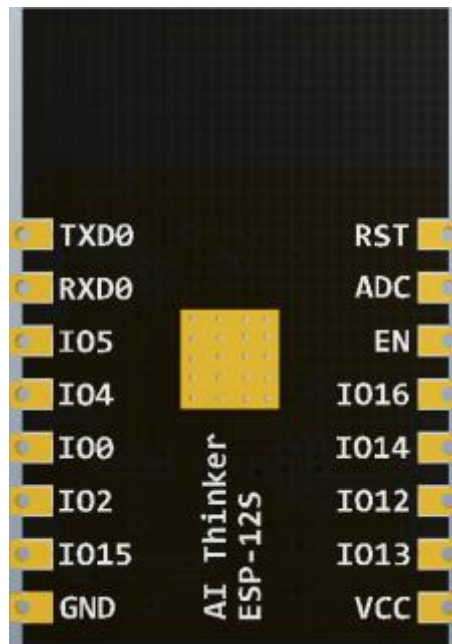
- Modem-sleep 用于需要 CPU 一直处于工作状态的应用，如 PWM 或 I2S 应用等。在保持 Wi-Fi 连接时，如果没有数据传输，可根据 802.11 标准（如 U-APSD），关闭 Wi-Fi Modem 电路来省电。例如，在 DTIM3 时，每睡眠 300 ms，醒来 3 ms 接收 AP 的 Beacon 包等，则整体平均电流约 20 mA。
- Light-sleep 用于 CPU 可暂停的应用，如 Wi-Fi 开关。在保持 Wi-Fi 连接时，如果没有数据传输，可根据 802.11 标准（如 U-APSD），关闭 Wi-Fi Modem 电路并暂停 CPU 来省电。例如，在 DTIM3 时，每睡眠 300 ms，醒来 3 ms 接收 AP 的 Beacon 包等，则整体平均电流约 2 mA。
- Deep-sleep 用于不需一直保持 Wi-Fi 连接，很长时间才发送一次数据包的应用，如每 100s 测量一次温度的传感器。例如，每 300s 醒来后需 0.3s ~ 1s 连上 AP 发送数据，则整体平均电流可远小于 1 mA。电流值 20 μ A 是在 2.5V 下测得的。

三、外观尺寸



四、管脚定义

ESP-12S 模组共接出 16 个接口，如管脚示意图，管脚功能定义表是接口定义。



ESP-12S 管脚示意图

表 管脚功能定义

脚序	名称	功能说明
1	RST	复位引脚，低电平有效
2	ADC	A/D 转换结果。输入电压范围 0~1V，取值范围：0~1024
3	EN	芯片使能端，高电平有效
4	I016	GPI016，与 RST 管脚相连时可做 deep sleep 的唤醒
5	I014	GPI014/HSPI_CLK/IR_T/IC_SCL/I2SI_WS
6	I012	GPI012/HSPI_MISO
7	I013	GPI013/HSPI_MOSI/UART0_CTS
8	VCC	3.3V VDD；外部供电电源输出电流建议在 500mA 以上
9	GND	接地
10	I015	GPI015/I2SO_BCK/HSPICS/UART0_RTS
11	I02	GPI02/UART1_TXD/I2C_SDA'I2SO_WS

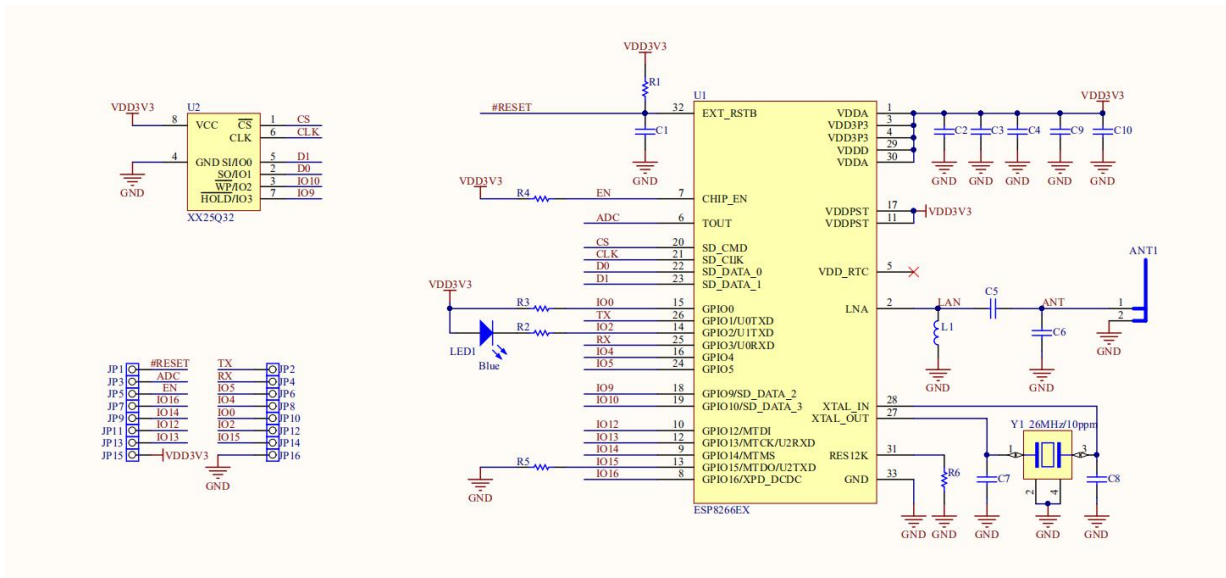
12	I00	GPI00; 下载模式: 外部拉低, 运行模式: 悬空或者外部拉高
13	I04	GPI04
14	I05	GPI05/IR_R
15	RXD	UART0_RXD/GPI03/I2SO_DATA
16	TXD	UART0_TXD/GPI01

表 模组启动模式说明

模式	CH_PD(EN)	RST	GPI015	GPI00	GPI02	TXD0
下载模式	高	高	低	低	高	高
运行模式	高	高	低	高	高	高

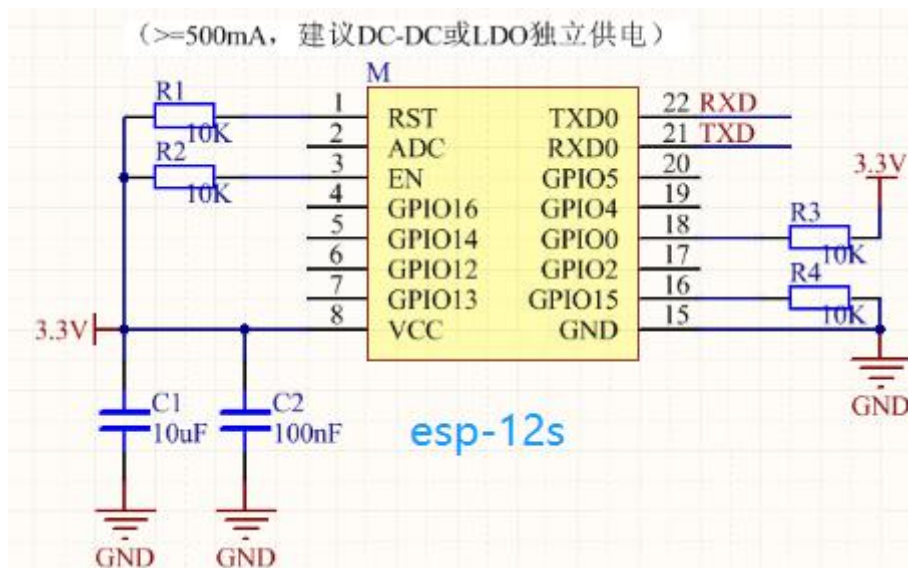
注意: 部分引脚已经内部上拉, 请参考原理图

五、原理图



六、设计指导

1、应用电路

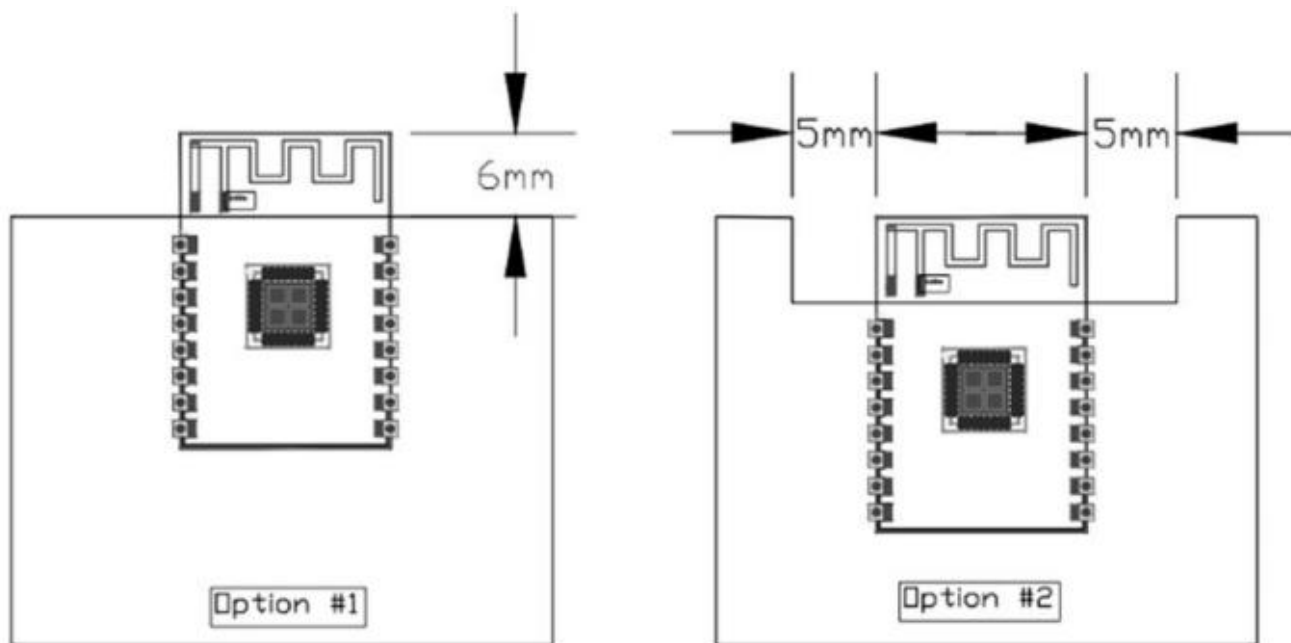


注意:

- (1)、模组外围电路，GPIO0 必须上拉到 VCC，GPIO15 必须下拉到 GND。
- (2)、EN 脚和 RST 脚必须上拉到 VCC。

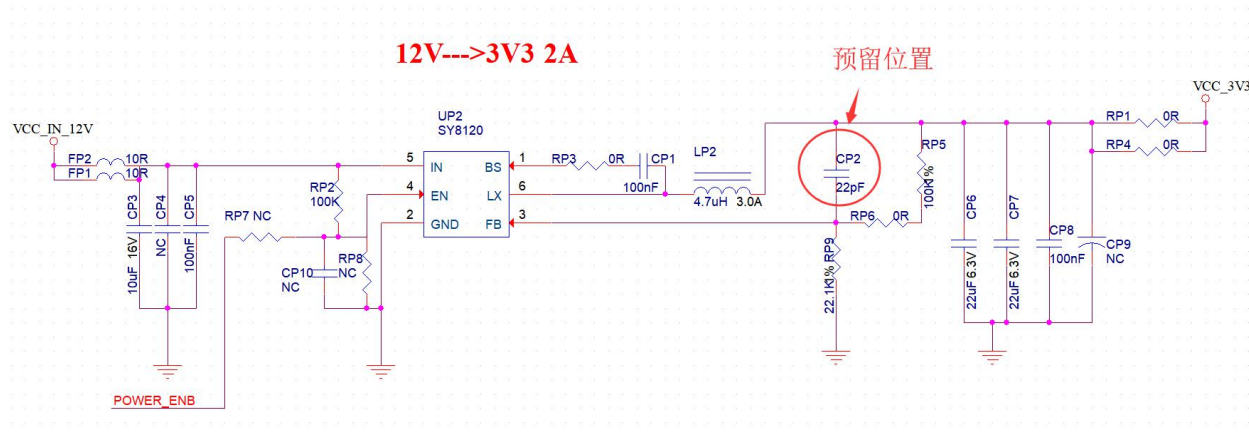
2、天线布局要求

- (1)、在主板上的安装位置，建议以下 2 种方式：
 方案一：把模组放在主板边沿，且天线区域伸出主板边沿。
 方案二：把模组放在主板边沿，主板边沿在天线位置挖空一个区域。
- (2)、为了满足板载天线的性能，天线周边禁止放置金属件，远离高频器件。



3、供电

- (1)、推荐 3.3V 电压，峰值 500mA 以上电流
- (2)、建议使用 LDO 供电；如使用 DC-DC 建议纹波控制在 30mV 以内。
- (3)、DC-DC 供电电路建议预留动态响应电容的位置，可以在负载变化较大时，优化输出纹波。
- (4)、3.3V 电源接口建议增加 ESD 器件。



4、GPIO 口的使用

- (1)、模组外围引出了一些 GPIO 口，如需使用建议在 IO 口上串联 10-100 欧姆的电阻。这样可以抑制过冲，是两边电平更平稳。对 EMI 和 ESD 都有帮助。
- (2)、特殊 IO 口的上下拉，需参考规格书的使用说明，此处会影响到模组的启动配置。
- (3)、模组的 IO 口是 3.3V 如果主控与模组的 IO 电平不匹配，需要增加电平转换电路。
- (4)、如果 IO 口直连到外围接口，或者排针等端子，建议在 IO 走线靠近端子处预留 ESD 器件。

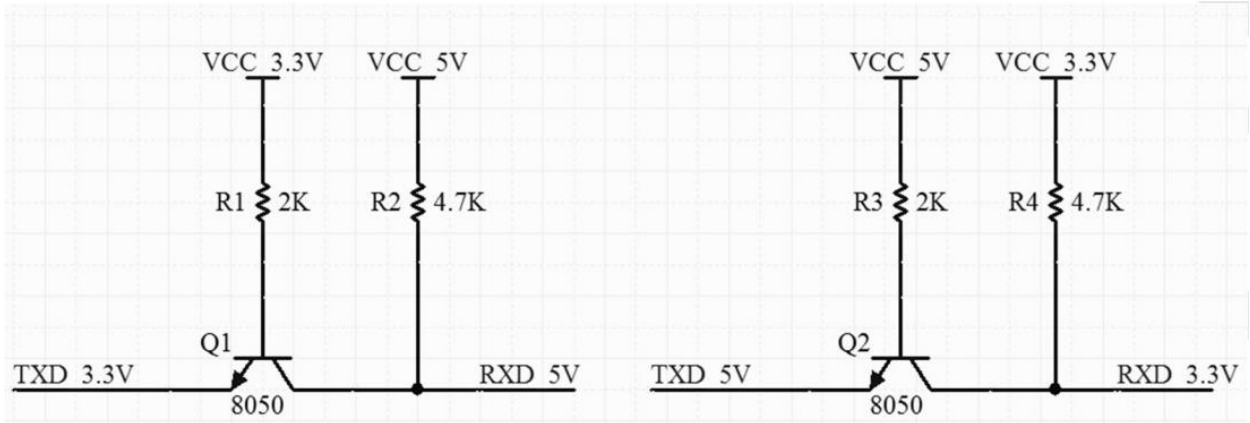
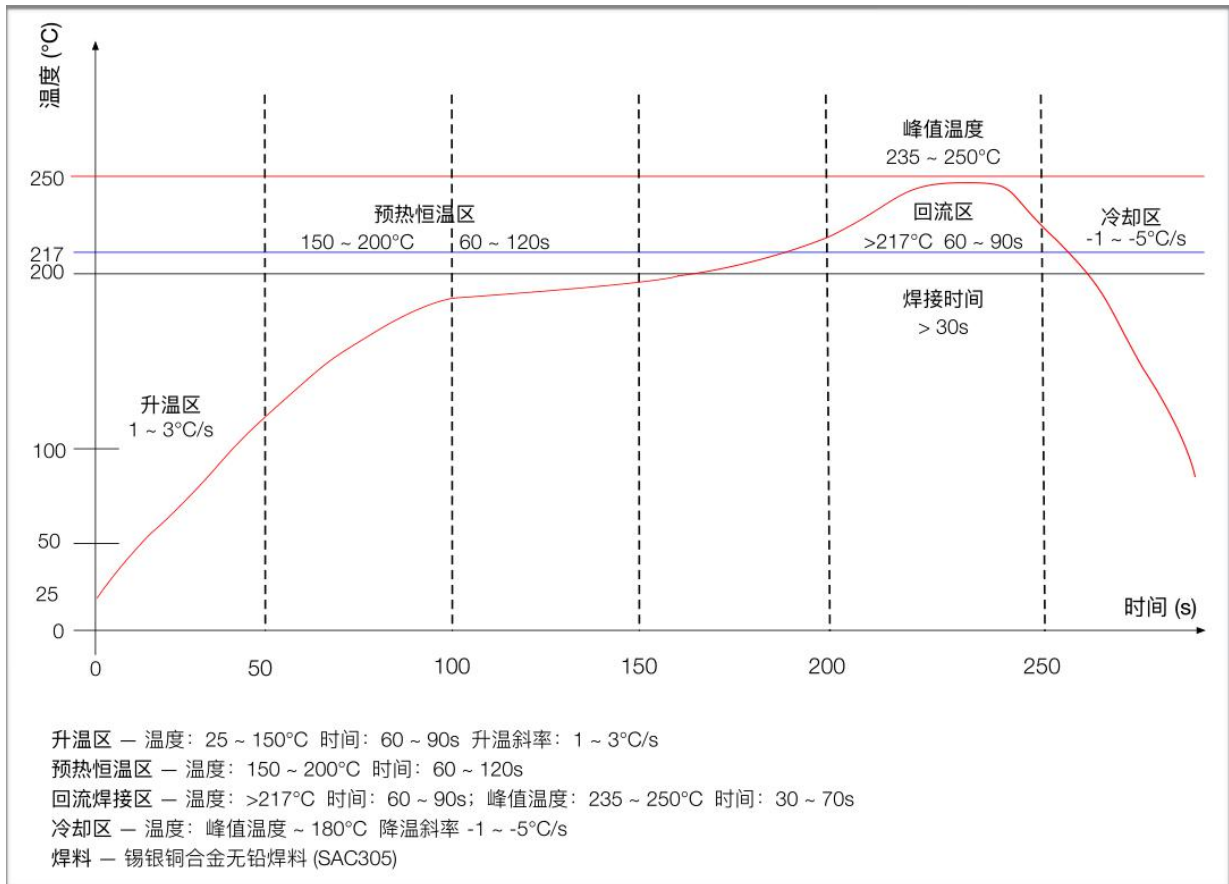


图 电平转换电路

七、回流焊曲线图



八、 包装信息

如下图示，ESP-12S 的包装为编带。



九、 联系我们

官方官网: <https://www.ai-thinker.com>

开发 DOCS: <https://docs.ai-thinker.com>

官方论坛: <http://bbs.ai-thinker.com>

样品购买: <https://anxinke.taobao.com>

商务合作: sales@aithinker.com

技术支持: support@aithinker.com

公司地址: 深圳市宝安区西乡固戍华丰智慧创新港 C 栋 410

联系电话: 0755-29162996

