



# TX8C1261 数据手册

增强型 8 位通用单片机

Rev. V2.0

重要声明：本公司保留对以下所有产品在可靠性、功能和设计方面作进一步说明的权利，同时保留在未通知的情况下，对本产品所有文档做更改的权利。客户在使用本产品时，请向我司销售人员索要最新文档，特此声明！

## 修订记录

| 日期         | 版本    | 描 述                                                          |
|------------|-------|--------------------------------------------------------------|
| 2024-09-04 | V2.0  | 1、增加最大额定值电流描述；<br>2、增加运放 2 的引脚说明；<br>3、更新 TX8C1261QFN20 封装图； |
| 2023-11-24 | V1.25 | 1、增加回流焊温度曲线的描述；                                              |
| 2023-10-16 | V1.24 | 1、增加功能框图的描述；                                                 |
| 2023-07-12 | V1.23 | 1、修改 ADC 参考电压的描述；                                            |
| 2023-07-05 | V1.22 | 1、修改 ADC 参考电压的描述；                                            |
| 2023-07-04 | V1.21 | 1、修改引脚分配图的引脚功能；                                              |
| 2023-06-21 | V1.20 | 1、修改 TX8C1261S016 图；                                         |
| 2023-05-30 | V1.19 | 1、修改 ADC 参考电压的描述；                                            |
| 2023-04-27 | V1.18 | 1、修改 ADC 内部参考描述；                                             |
| 2023-02-03 | V1.17 | 1、解决部分设备打开阅读时，出现乱码问题；                                        |
| 2022-08-19 | V1.16 | 1、修正运放电气特性参数。                                                |
| 2022-08-12 | V1.15 | 1、增加 TX8C1261QF20B 封装型号。                                     |
| 2022-07-27 | V1.14 | 1、增加 TX8C1261S016 封装型号。                                      |
| 2022-06-20 | V1.13 | 1、修改 TX8C1261SS28 封装引脚图。                                     |
| 2022-06-13 | V1.12 | 1、增加 TX8C1261SS28 型号，修改芯片工作温度为 -40℃ ~ 105℃。                  |
| 2022-06-08 | V1.11 | 1、增加 LED 部分功能描述。                                             |

## 目 录

|      |                |    |
|------|----------------|----|
| 1.   | 产品概述.....      | 1  |
| 1.1. | 说明.....        | 1  |
| 1.2. | 特性.....        | 2  |
| 1.3. | 功能框图.....      | 5  |
| 1.4. | 引脚分配.....      | 6  |
| 1.5. | 封装信息.....      | 9  |
| 1.6. | 封装尺寸图.....     | 10 |
| 1.7. | 引脚说明.....      | 13 |
| 2.   | MCU 电气参数.....  | 19 |
| 2.1. | 绝对最大额定值.....   | 19 |
| 2.2. | 直流电气特性.....    | 19 |
| 2.3. | 交流电气特性.....    | 20 |
| 2.4. | IO 驱动能力特性..... | 23 |
| 2.5. | 模拟电气特性.....    | 24 |
| 2.6. | 存储器特性.....     | 27 |
| 2.7. | EMC 特性.....    | 27 |
| 2.8. | 回流焊温度曲线.....   | 28 |

## 1. 产品概述

### 1.1. 说明

TX8C1261 是一款高性能低功耗的 8051 内核 MCU，工作主频最高为 48MHz，内置 16K 字节 LogicFlash 存储器（支持类 EEPROM 功能），2K 字节 SRAM。

#### 模拟资源：

1 个 12 位 500KSPS 的 SARADC、2 个多功能比较器，3 个运算放大器。

#### 定时器资源：

6 个 16 位高级定时器（3 对互补 PWM、带死区控制或 6 路独立 PWM）、

5 个 16 位通用定时器（都支持 Capture、Count、PWM 功能）、

1 个 16 位唤醒定时器（都支持 Capture、Count、PWM 功能）、

1 个 8 位蜂鸣器（支持 PWM、Count 功能）、

1 个看门狗定时器。

#### 标准的通信接口：

1 个 SPI 接口、1 个 IIC 接口和 2 个 UART 接口（其中 UART1 支持 DMA 工作方式）。

#### LED 显示功能：

支持多达 8COM x 12SEG。

#### GPIO：

内置 30K 上下拉电阻，多个驱动档位可配置，每个 IO 都可以作为 ADC 的输入，每个 IO 都可以作为 IO 中断唤醒口。

支持宽范围电压供电，工作电压为 2.4V ~ 5.5V（可以支持电池应用场景），工作温度范围 -40℃ ~ +105℃。多种省电工作模式保证低功耗应用的要求，最低功耗模式 < 5uA。

TX8C1261 提供 SOP16、SSOP20、TSSOP20、QFN20、QFN24、SSOP24、SSOP28 等多种封装形式，根据不同的封装形式，器件中的外设资源配置不尽相同。

应用场合:

- 小家电产品
- 玩具
- 电子烟
- 蓝牙充电仓、无线充
- 覆盖 003 系列 MCU 产品的应用

## 1.2. 特性

### ➤ 内核

- 超高速 8051 内核（1T）
- 指令全兼容传统 8051
- 工作最大主频：48MHz
- 32 个中断源，支持硬件两级优先级
- 支持在线调试接口
- 支持代码加密
- 支持带电烧录

### ➤ 工作电压

- 2.4V ~ 5.5V宽电压范围供电

### ➤ 存储器

- 16K字节LogicFlash存储器，用于存储用户代码，并且支持类EEPROM（擦写次数典型值 10 万次）
- 2K字节RAM

### ➤ 时钟

- 内部 1~48MHz高精度HIRC，支持校准（误差±1%）
- 内部 64KHz低速LIRC，支持校准（误差±1%）

- 外部 32.768 KHz/8~40MHz晶振，需要外部加电容

#### ➤ 复位

- 上电复位
- 欠压复位
- 复位脚复位
- 看门狗溢出复位
- LVD低压检测复位，提供 8 级低压检测电压 (2.0/2.2/2.4/2.7/3.0/3.7/4.0/4.3V)

#### ➤ 数字外设

- 1 个SPI高速串行接口，支持主从模式
- 1 个I2C接口，支持多主和从机模式
- 2 个UART接口，最大支持 4Mbps

#### ➤ 定时器资源

- 6 个 16 位高级定时器，支持 3 对互补输出，支持死区插入和事件刹车功能，支持单脉冲模式。或支持 6 个独立PWM输出
- 5 个 16 位通用定时器，都支持Capture、Count、PWM功能
- 1 个 16 位唤醒定时器
- 1 个 8 位蜂鸣器定时器
- 1 个看门狗定时器

#### ➤ LED显示功能

- 支持多达 8COM x 12SEG

#### ➤ 高安全性

- 支持 32 bit CRC效验，保证数据准确性

#### ➤ 低功耗

- 支持IDLE、STOP、SLEEP低功耗模式
- 静态功耗 5uA (@25℃，5V供电)，3uA (@25℃，3.3V供电)

- 低功耗唤醒时间小于 100us

### ➤ 1 个高精度 12 位模数转换器 (ADC)

- 转换时钟最快支持 10MHz，最大采样率 500KSPS
- 失调校正step 2mV，DNL +-2 INL +-4
- 外部输入通道任意IO可选，2 个模拟通路
- ADC有效位约 10bit (5V稳压器供电，ADC通过内部开关接到芯片的VCC，以此电压作为ADC的参考电压，ADC满量程等于VCC)

### ➤ 2 个模拟比较器 (ACMP)

- 2 个低失调比较器，校正step 1mV
- 比较器支持负端输入精准BG或者VDDADC的 120 个分压档位
- 两个比较器都支持轨到轨输入模式，正端支持 6 个GPIO，负端支持 2 个GPIO

### ➤ 3 个可编程增益放大器

- 3 个可编程高增益放大器，多级可配置增益 (1/2/4/8/16/32/64/128/256/512)
- 支持OP工作模式，外接电阻调节放大增益

### ➤ GPIO

- 所有端口均可输入输出 5V 信号
- 均支持上升沿/下降沿/双边沿中断
- 均支持上/下拉电阻功能
- 均支持唤醒功能
- 可编程驱动能力，驱动电流范围 4mA ~ 64mA，每个档位调节 4mA。
- 支持OD输出低/高模式。
- 支持独立控制的上下拉电阻，阻值 30KΩ

### ➤ 高可靠性

- ESD HBM 6KV
- Latch-up±200mA @25℃

➤ 96 位的芯片唯一 ID (UID)

➤ 封装

- SSOP20/TSSOP20/SSOP24/SSOP28

- QFN20/QFN24

➤ 工作温度范围

- -40℃ ~ +105℃

### 1.3. 功能框图

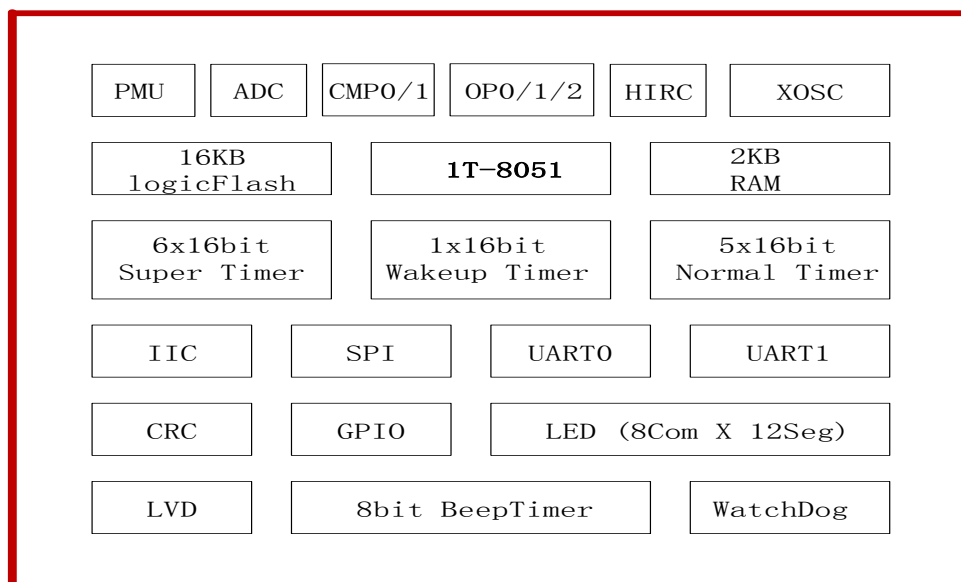


图 0 - TX8C1261 功能结构图

## 1.4. 引脚分配

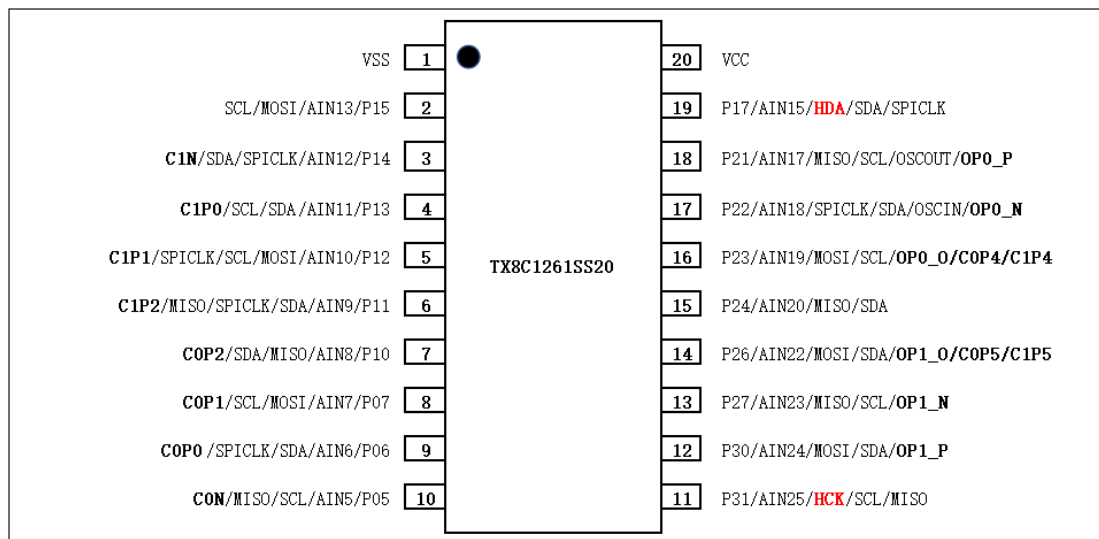


图 1 - TX8C1261SS20 (SSOP20) 封装图

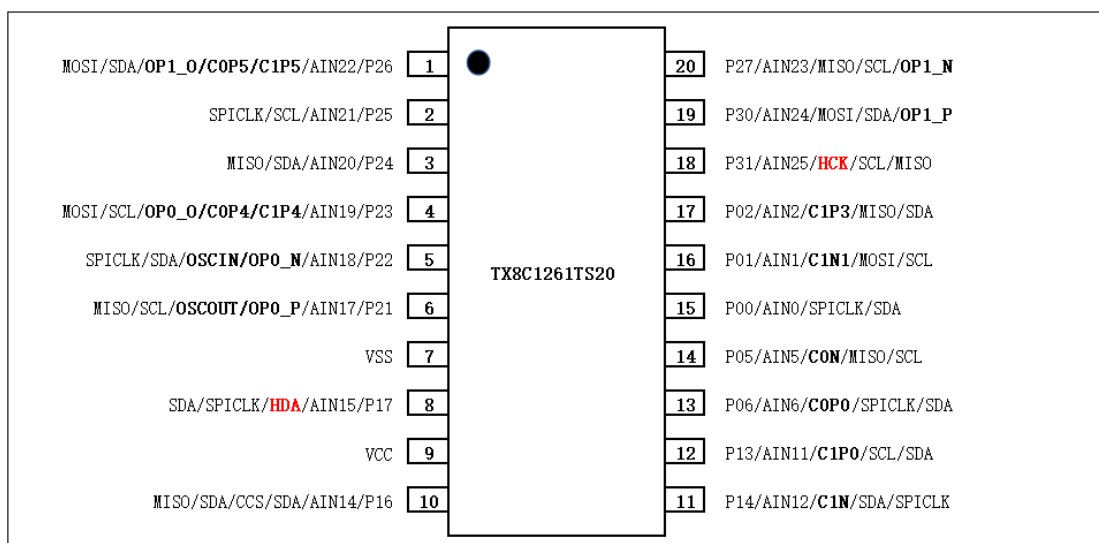


图 2 - TX8C1261TS20 (TSSOP20) 封装图

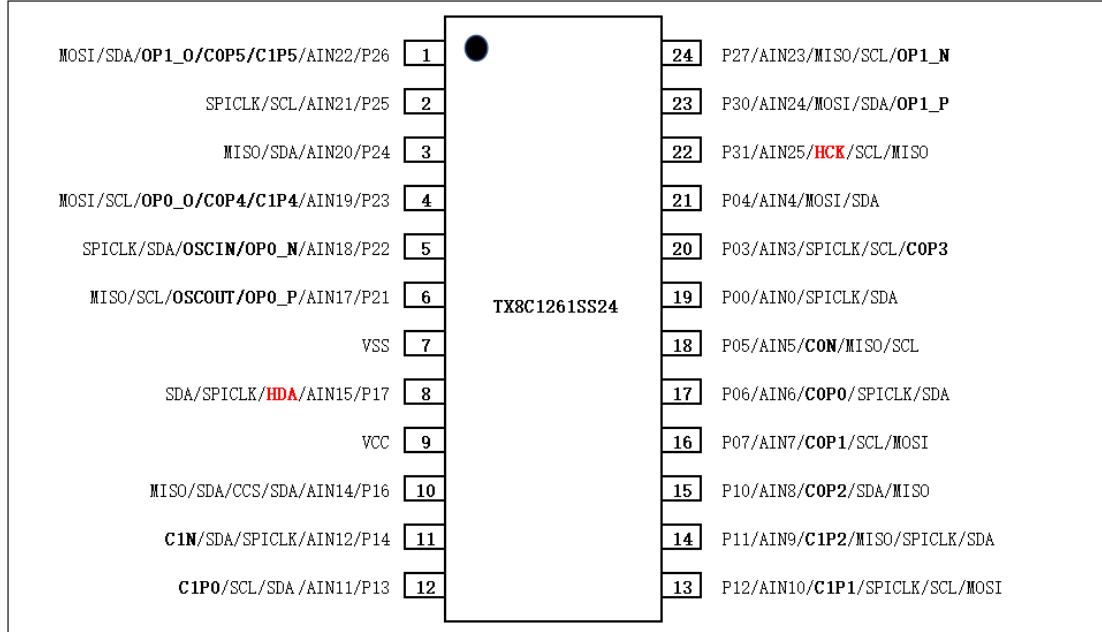


图 3 - TX8C1261SS24 (SSOP24) 封装图

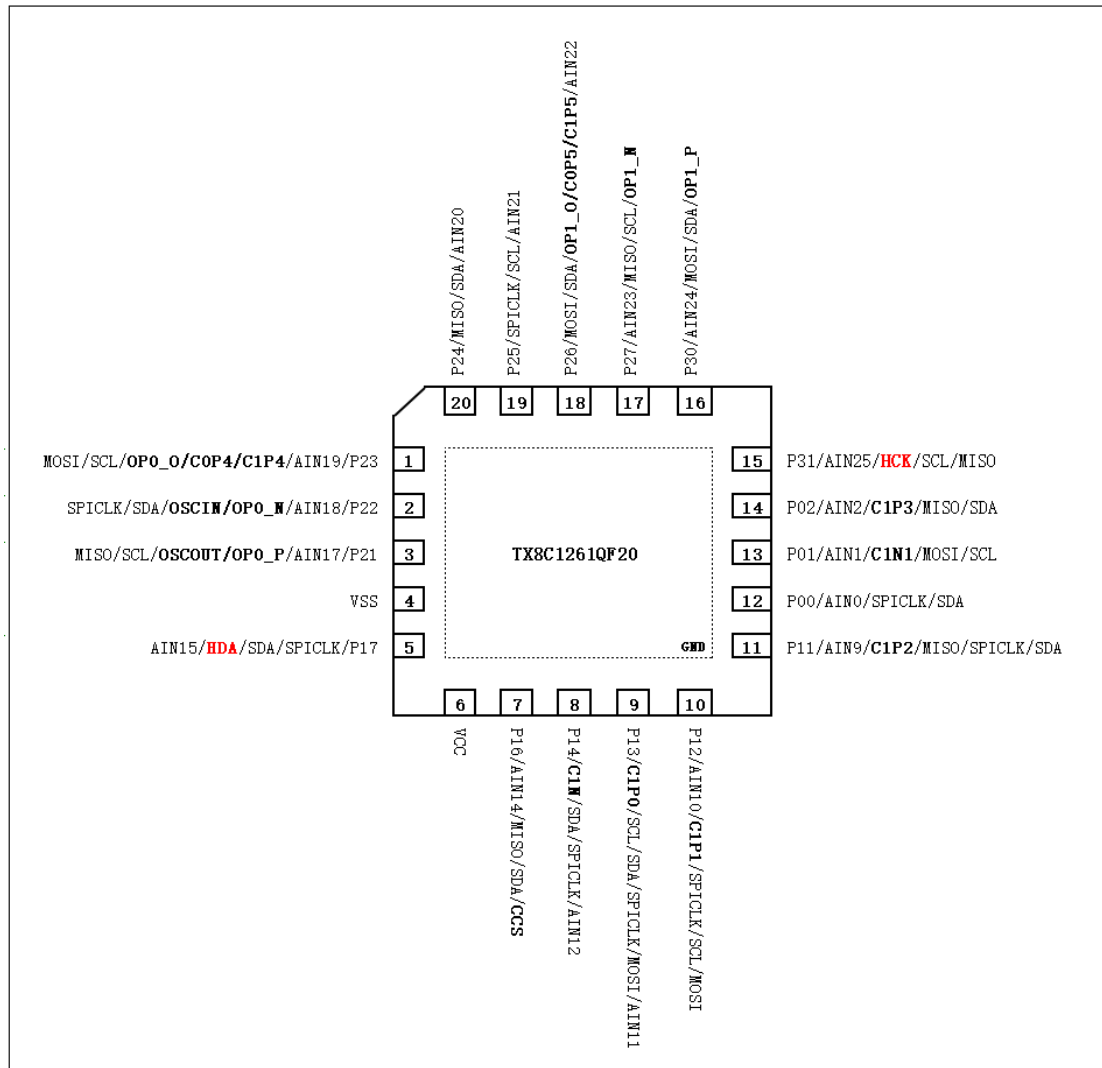


图 4 - TX8C1261QF20 (QFN20) 封装图

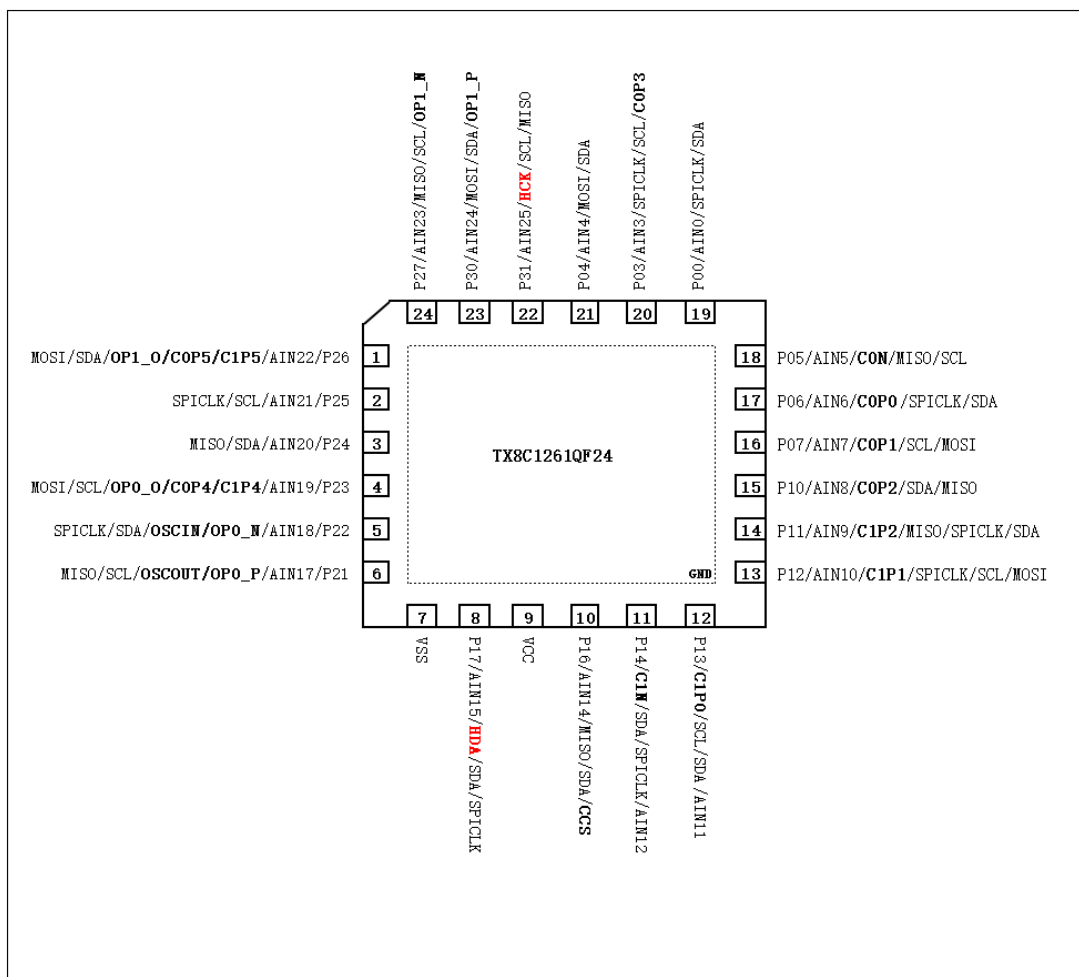


图 5 - TX8C1261QF24 (QFN24) 封装图

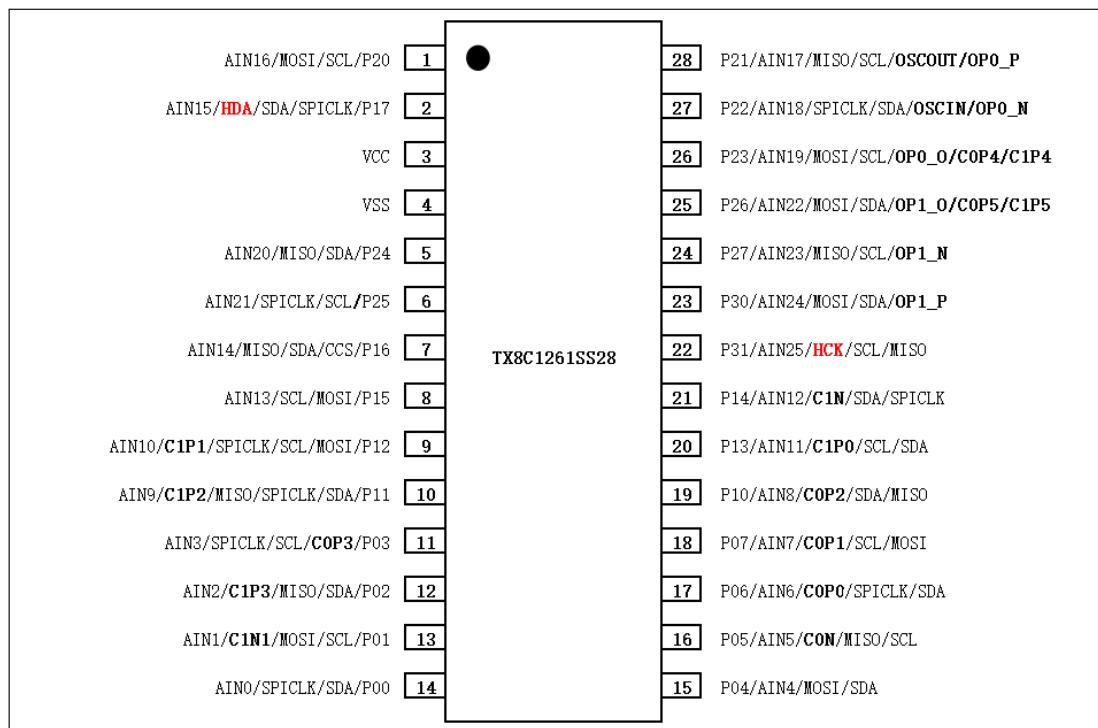


图 6- TX8C1261SS28 (SSOP28) 封装图

## 1.5. 封装信息

TX8C1261 系列的型号如下表格:

| 型号           | 封装      | 包装 |
|--------------|---------|----|
| TX8C1261SS20 | SSOP20  | 管装 |
| TX8C1261TS20 | TSSOP20 | 管装 |
| TX8C1261SS24 | SSOP24  | 管装 |
| TX8C1261QF20 | QFN20   | 盘装 |
| TX8C1261QF24 | QFN24   | 盘装 |
| TX8C1261SS28 | SSOP28  | 管装 |

## 1.6. 封装尺寸图

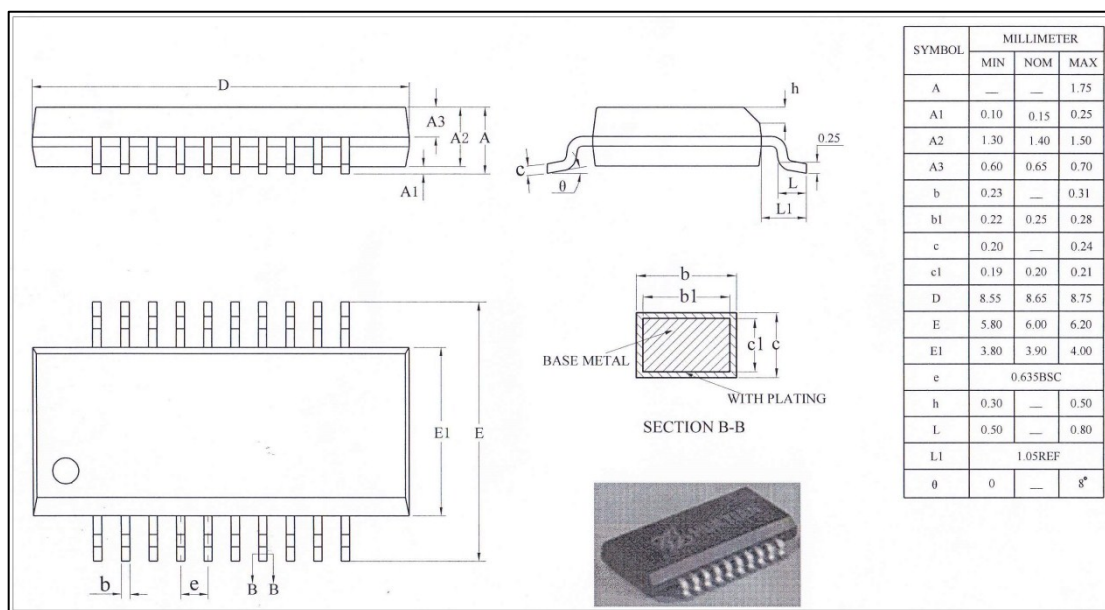


图 7- SSOP20 封装 POD 图

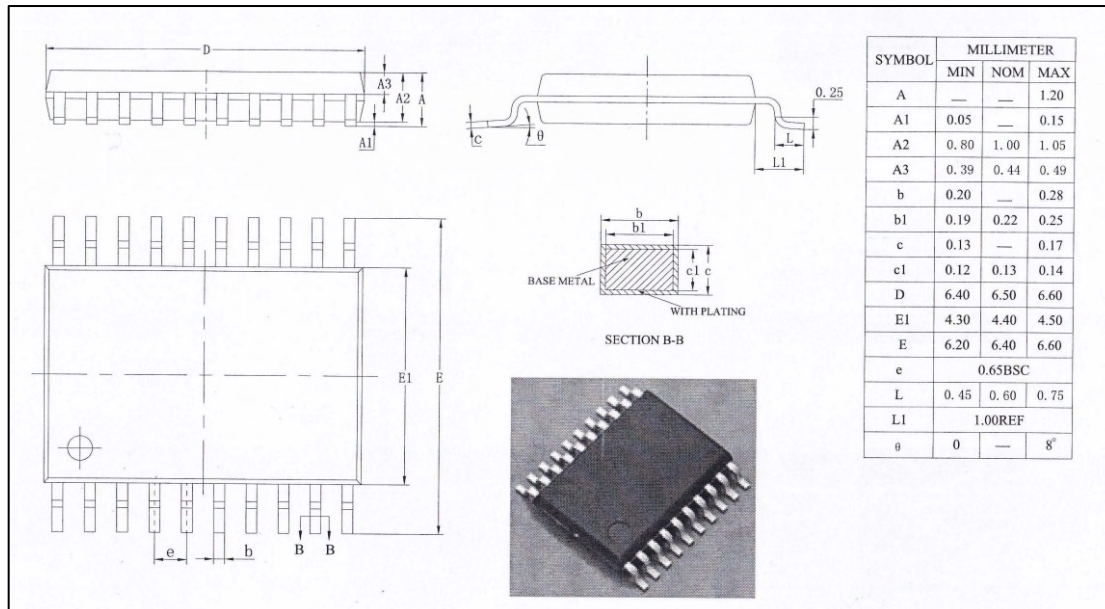


图 8- TSSOP20 封装 POD 图

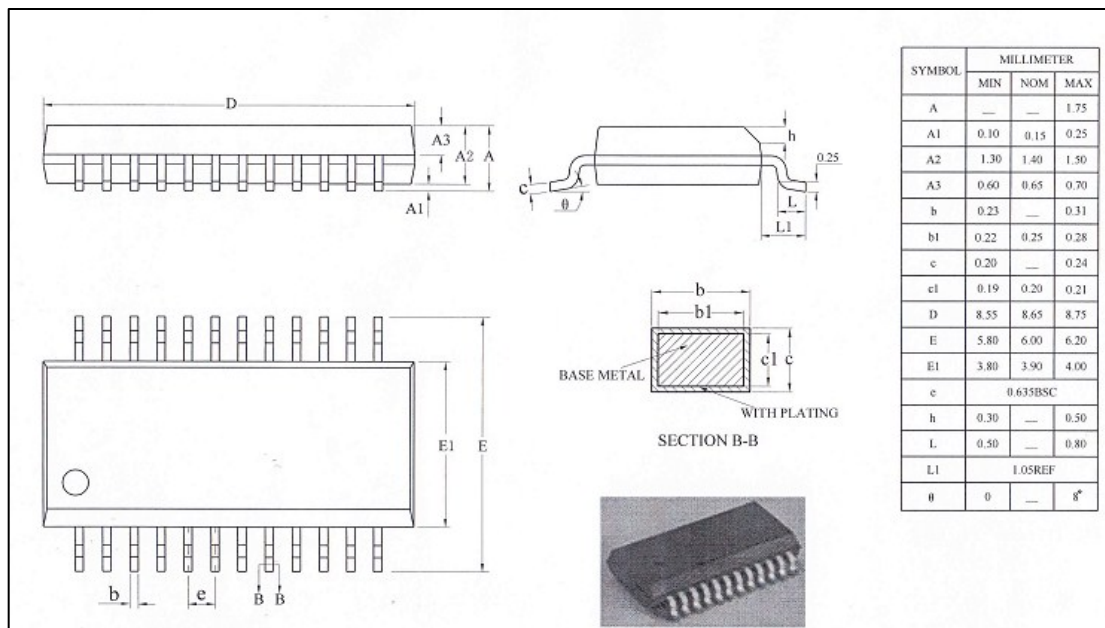


图 9- SSOP24 封装 POD 图

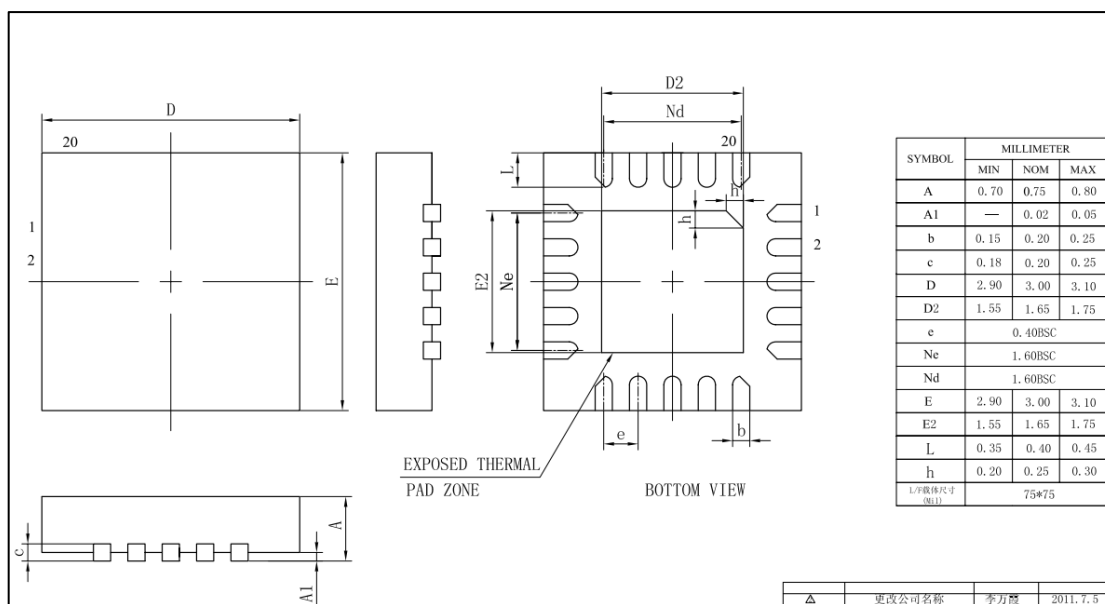


图 10- QFN20 封装 POD 图

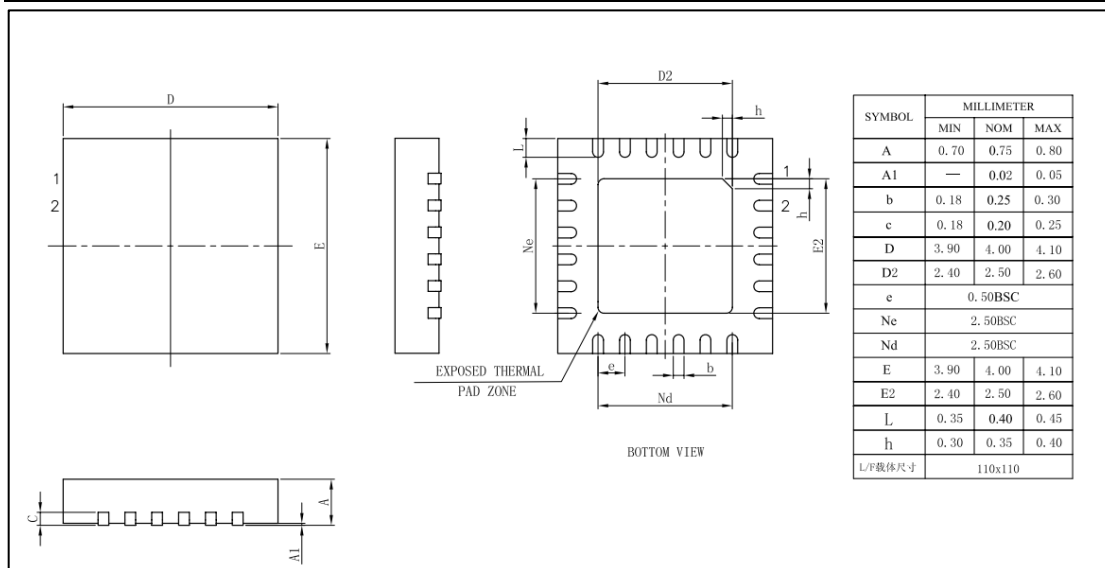


图 11- QFN24 封装 POD 图

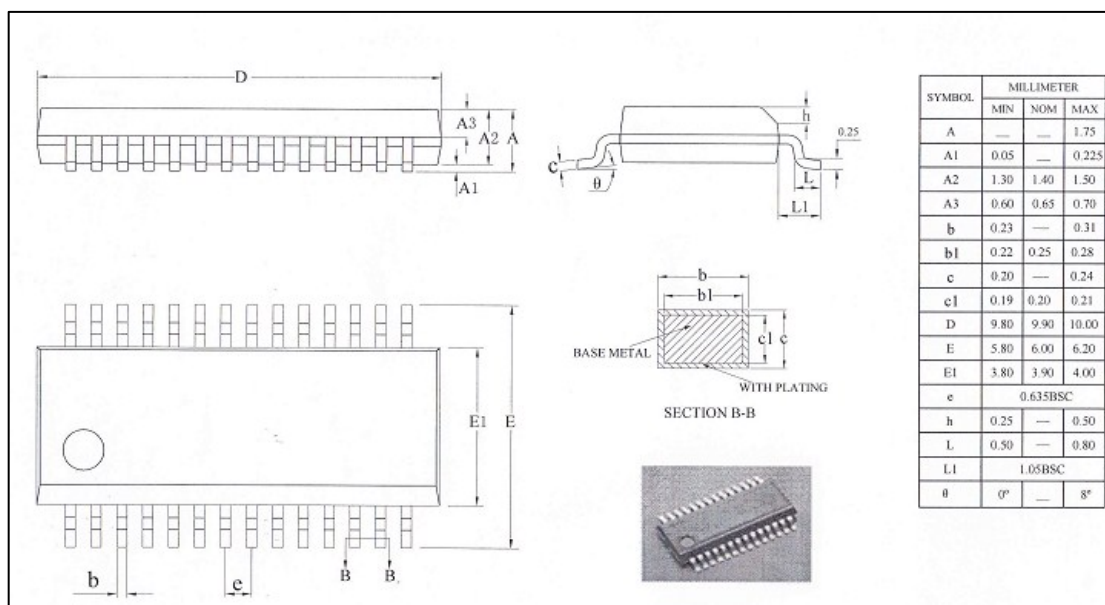


图 12- SSOP28 封装 POD 图

## 1.7. 引脚说明

| 引脚名字 | I/O | 功能描述                                                                  | 复位状态      | 复用功能                                                                              |
|------|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| VCC  | A   | 电源                                                                    | -         | 无                                                                                 |
| GND  | A   | 地                                                                     | -         | 无                                                                                 |
| P00  | I/O | P0 口<br><br>每个口都可以设置为输入或者输出模式<br><br>输入模块可以使能内部上拉<br><br>输出模块可以设置开漏输出 | 引脚默认为高阻输入 | P00<br><br>AIN0 【ADC 输入通道 0】<br><br>SPICLK 【SPI CLK】                              |
| P01  |     |                                                                       |           | P01<br><br>AIN1 【ADC 输入通道 1】<br><br>C1N1 【比较器 1 的负端输入通道 1】<br><br>MOSI 【SPI MOSI】 |
| P02  |     |                                                                       |           | P02<br><br>AIN2 【ADC 输入通道 2】<br><br>C1P3 【比较器 1 的正端输入通道 3】<br><br>MISO 【SPI MISO】 |
| P03  |     |                                                                       |           | P03<br><br>AIN3 【ADC 输入通道 3】<br><br>C0P3 【比较器 0 的正端输入通道 3】                        |
| P04  |     |                                                                       |           | P04<br><br>AIN4 【ADC 输入通道 4】                                                      |
| P05  |     |                                                                       |           | P05<br><br>AIN5 【ADC 输入通道 5】<br><br>C0N 【比较器 0 的负端输入通道 0】<br><br>MISO 【SPI MISO】  |
| P06  |     |                                                                       |           | P06<br><br>AIN6 【ADC 输入通道 6】<br><br>C0P0 【比较器 0 的正端输入通道 0】<br><br>MOSI 【SPI MOSI】 |
| P07  |     |                                                                       |           | P07<br><br>AIN7 【ADC 输入通道 7】<br><br>C0P1 【比较器 0 的正端输入通道 1】                        |

|     |     |                                                           |         |                                                                                                                               |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |     |                                                           |         | SCL 【I2C SCL】                                                                                                                 |
| P10 | I/O | P1 口<br>每个口都可以设置为输入或者输出模式<br>输入模块可以使能内部上拉<br>输出模块可以设置开漏输出 | 默认为高阻输入 | P10<br>AIN8 【ADC 输入通道 8】<br>C0P2 【比较器 0 的正端输入通道 2】<br>SDA 【I2C SDA】                                                           |
| P11 |     |                                                           |         | P11<br>AIN9 【ADC 输入通道 9】<br>C1P2 【比较器 1 的正端输入通道 2】<br>MISO 【SPI MISO】                                                         |
| P12 |     |                                                           |         | P12<br>AIN10 【ADC 输入通道 10】<br>C1P1 【比较器 1 的正端输入通道 1】<br>SPICLK 【SPI CLK】<br>SCL 【I2C SCL】                                     |
| P13 |     |                                                           |         | P13<br>AIN11 【ADC 输入通道 11】<br>C1P0 【比较器 1 的正端输入通道 0】<br>SCL 【I2C SCL】<br>SDA 【I2C SDA】<br>SPICLK 【SPI CLK】<br>MOSI 【SPI MOSI】 |
| P14 |     |                                                           |         | P14<br>AIN12 【ADC 输入通道 12】<br>C1N 【比较器 1 的负端输入通道 0】<br>SDA 【I2C SDA】                                                          |
| P15 |     |                                                           |         | P15<br>AIN13 【ADC 输入通道 13】<br>RSTB 【复位引脚】<br>SCL 【I2C SCL】                                                                    |
| P16 |     |                                                           |         | P16<br>AIN14 【ADC 输入通道 14】<br>CCS 【恒流源输出引脚】<br>SDA 【I2C SDA】                                                                  |

|     |     |                                                           |           |                                                                                                                    |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P17 |     |                                                           |           | P17<br>AIN15 【ADC 输入通道 15】<br><b>HDA</b> 【烧写调试数据引脚】<br>SDA 【I2C SDA】                                               |
| P20 | I/O | P2 口<br>每个口都可以设置为输入或者输出模式<br>输入模块可以使能内部上拉<br>输出模块可以设置开漏输出 | 引脚默认为高阻输入 | P20<br>AIN16 【ADC 输入通道 16】                                                                                         |
| P21 |     |                                                           |           | P21<br>AIN17 【ADC 输入通道 17】<br>OSCOU 【晶振输出引脚】<br>OP0_P 【运放 0 的正端】<br>OP2_N 【运放 2 的负端】                               |
| P22 |     |                                                           |           | P22<br>AIN18 【ADC 输入通道 18】<br>OSCIN 【晶振输入引脚】<br>OP0_N 【运放 0 的负端】<br>OP2_P 【运放 2 的正端】                               |
| P23 |     |                                                           |           | P23<br>AIN19 【ADC 输入通道 19】<br>OP0_0 【运放 0 的输出端】<br>COP4 【比较器 0 的正端输入通道 4】<br>C1P4 【比较器 1 的正端输入通道 4】<br>RSTB 【复位引脚】 |
| P24 |     |                                                           |           | P24<br>AIN20 【ADC 输入通道 20】<br>OP2_0 【运放 2 的输出端】                                                                    |
| P25 |     |                                                           |           | P25<br>AIN21 【ADC 输入通道 21】<br>OP2_P 【运放 2 的正端】<br>RSTB 【复位引脚】                                                      |
| P26 |     |                                                           |           | P26<br>AIN22 【ADC 输入通道 22】<br>OP1_0 【运放 1 的输出端】<br>COP5 【比较器 0 的正端输入通道 5】                                          |

|     |     |                                                           |                         |                                                                      |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|     |     |                                                           |                         | C1P5 【比较器 1 的正端输入通道 5】                                               |
| P27 |     |                                                           |                         | P27<br>AIN23 【ADC 输入通道 23】<br>OP1_N 【运放 1 的负端】                       |
| P30 | I/O | P3 口<br>每个口都可以设置为输入或者输出模式<br>输入模块可以使能内部上拉<br>输出模块可以设置开漏输出 | P31 默认为上拉打开，其他引脚默认为高阻输入 | P30<br>AIN24 【ADC 输入通道 24】<br>OP1_P 【运放 1 的正端】                       |
| P31 |     |                                                           |                         | P31<br>AIN25 【ADC 输入通道 25】<br><b>HCK</b> 【烧写调试时钟引脚】<br>SCL 【I2C SCL】 |

引脚的功能描述，表 1.5.1 是表示 IO 模拟功能与非任意数字引脚的功能说明表。

表 1.5.1 - IO 模拟功能与非任意数字引脚功能描述表

| 功能编号 | 功能名字         | 功能说明                |
|------|--------------|---------------------|
| 1    | AIN0~26      | 模拟 ADC 输入通道 0~26    |
| 2    | OSCIN/OSCOUT | 外部晶振输入/输出           |
| 3    | COP0~5       | 模拟比较器 0 的正端输入通道 0~5 |
| 4    | C1P0~5       | 模拟比较器 1 的正端输入通道 0~5 |
| 5    | CON0~1       | 模拟比较器 0 的负端输入通道 0~1 |
| 6    | C1N0~1       | 模拟比较器 1 的负端输入通道 0~1 |
| 7    | OP0_P        | 运放 0 正向输入外部端口       |
| 8    | OP0_N        | 运放 0 负向输入外部端口       |
| 9    | OP0_O        | 运放 0 输出外部端口         |
| 10   | OP1_P        | 运放 1 正向输入外部端口       |
| 11   | OP1_N        | 运放 1 负向输入外部端口       |

|    |        |               |
|----|--------|---------------|
| 12 | OP1_0  | 运放 1 输出外部端口   |
| 13 | HCK    | 烧录/调试功能时钟输入   |
| 14 | HDA    | 烧录/调试功能数据输入输出 |
| 15 | SCL    | I2C 的时钟       |
| 16 | SDA    | I2C 的数据       |
| 17 | SPICLK | SPI 时钟        |
| 18 | MOSI   | SPI 的 MOSI    |
| 19 | MISO   | SPI 的 MISO    |

表 1.5.2 - IO 数字功能任意 mapping 功能描述表

| 功能编号 | 功能名字         | 功能说明                     |
|------|--------------|--------------------------|
| 1    | CMP1_D0      | 比较器 1 数字 IO 输出           |
| 2    | CMP0_D0      | 比较器 0 数字 IO 输出           |
| 3    | UART1_TX     | UART1 TX 输出              |
| 4    | UART0_TX     | UART0 TX 输出              |
| 5    | STMR5_PWM    | 高级 Timer5 PWM 输出         |
| 6    | STMR4_PWM    | 高级 Timer4 PWM 输出         |
| 7    | STMR3_PWM    | 高级 Timer3 PWM 输出         |
| 8    | STMR2_PWM    | 高级 Timer2 PWM 输出         |
| 9    | STMR1_PWM    | 高级 Timer1 PWM 输出         |
| 10   | STMR0_PWM    | 高级 Timer0 PWM 输出         |
| 11   | BUZ          | 蜂鸣器定时器 PWM 输出            |
| 12   | WUT_PWM/CLK0 | 唤醒 Timer PWM 输出/时钟 IO 输出 |
| 13   | TMR4_PWM     | 普通 Timer4 PWM 输出         |

|    |           |                        |
|----|-----------|------------------------|
| 14 | TMR3_PWM  | 基本 Timer3 PWM 输出       |
| 15 | TMR2_PWM  | 基本 Timer2 PWM 输出       |
| 16 | TMR1_PWM  | 基本 Timer1 PWM 输出       |
| 17 | TMR0_PWM  | 基本 Timer0 PWM 输出       |
| 18 | TMR0_Cap  | 基本 Timer0 Capture 输入   |
| 19 | TMR1_Cap  | 基本 Timer1 Capture 输入   |
| 20 | TMR2_Cap  | 基本 Timer2 Capture 输入   |
| 21 | TMR3_Cap  | 基本 Timer3 Capture 输入   |
| 22 | TMR4_Cap0 | 普通 Timer4 Capture 0 输入 |
| 23 | TMR4_Cap1 | 普通 Timer4 Capture 1 输入 |
| 24 | TMR4_Cap2 | 普通 Timer4 Capture 2 输入 |
| 25 | UART0_RX  | UART0 RX 输入            |
| 26 | UART1_RX  | UART1 RX 输入            |
| 27 | WUT_CAP   | 唤醒 Timer Capture 输入    |
| 28 | WKUP_IN0  | I0 唤醒通道 0 输入           |
| 29 | WKUP_IN1  | I0 唤醒通道 1 输入           |
| 30 | WKUP_IN2  | I0 唤醒通道 2 输入           |
| 31 | WKUP_IN3  | I0 唤醒通道 3 输入           |
| 32 | FB_IN     | I0 故障刹车信号输入            |
| 33 | ADC_ETR   | ADC 外部 I0 触发信号输入       |

## 2. MCU 电气参数

### 2.1. 绝对最大额定值

| 符号               | 参数                        | 条件 | 最小值     | 典型值 | 最大值     | 单位 |
|------------------|---------------------------|----|---------|-----|---------|----|
| $V_{VCC}$        | 工作电压                      | —  | 2.4     | 5   | 5.5     | V  |
| $V_{VCCA}^{(1)}$ | 模拟部分工作电压<br>(未使用 ADC/DAC) | —  | 2.4     | 5   | 5.5     | V  |
|                  | 模拟部分工作电压<br>(使用 ADC/DAC)  | —  | 2.4     | 5   | 5.5     |    |
| $V_{pin}$        | 引脚输入电压                    | —  | GND-0.3 | —   | VCC+0.3 | V  |
| $T_A$            | 工作温度                      | —  | -40     | —   | 105     | °C |
| $T_{ST}$         | 存储温度                      | —  | -55     | —   | 150     | °C |
| $I_{VCC}$        | 经过 VCC 和 VCCA 电源线总供电电流    | —  | —       | —   | 75      | mA |
| $I_{VSS}$        | 经过 VSS 地线的总电流             | —  | —       | —   | 75      | mA |

### 2.2. 直流电气特性

| 符号               | 参数                        | 条件                                  | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----|------|-----|----|
| $V_{CC}$         | 工作电压                      | Fsys=0 to 48Mhz                     | 2.4 | 5    | 5.5 | V  |
| $V_{VCCA}^{(1)}$ | 模拟部分工作电压<br>(未使用 ADC/DAC) | Fsys=0 to 48Mhz                     | 2.4 | 5    | 5.5 | V  |
|                  | 模拟部分工作电压<br>(使用 ADC/DAC)  | Fsys=0 to 48Mhz                     | 2.4 | 5    | 5.5 | V  |
| $I_{VCC}$        | 正常工作模式                    | VCC=5V, Fsys=48Mhz,<br>所有外设关闭, 晶振关闭 | —   | 5.38 | —   | mA |
|                  |                           | VCC=5V, Fsys=24Mhz,<br>所有外设关闭, 晶振关闭 | —   | 3.82 | —   | mA |

|             |           |                                    |        |      |        |            |
|-------------|-----------|------------------------------------|--------|------|--------|------------|
|             |           | VCC=5V, Fsys=16Mhz, 所有外设关闭, 晶振关闭   | -      | 3.30 | -      | mA         |
|             |           | VCC=5V, Fsys=8Mhz, 所有外设关闭, 晶振关闭    | -      | 2.75 | -      | mA         |
|             |           | VCC=5V, Fsys=64Khz, 所有外设关闭, 晶振关闭   | -      | 895  | -      | uA         |
|             |           | VCC=3.3V, Fsys=48Mhz, 所有外设关闭, 晶振关闭 | -      | 5.04 | -      | mA         |
|             |           | VCC=3.3V, Fsys=24Mhz, 所有外设关闭, 晶振关闭 | -      | 3.62 | -      | mA         |
|             |           | VCC=3.3V, Fsys=16Mhz, 所有外设关闭, 晶振关闭 | -      | 3.13 | -      | mA         |
|             |           | VCC=3.3V, Fsys=8Mhz, 所有外设关闭, 晶振关闭  | -      | 2.63 | -      | mA         |
|             |           | VCC=3.3V, Fsys=64Khz, 所有外设关闭, 晶振关闭 | -      | 842  | -      | uA         |
| $I_{sleep}$ | 休眠电流      | VDD=5V, 所有外设关闭, IO 唤醒              | -      | 5.4  | -      | uA         |
|             |           | VDD=3.3V, 所有外设关闭, IO 唤醒            | -      | 3.4  | -      | uA         |
| $V_{IL}$    | 输入低电平电压   | -                                  | VSS    | -    | 0.3VCC | V          |
| $V_{IH}$    | 输入高电平电压   | -                                  | 0.5VCC | -    | VCC    | V          |
| $R_{PU}$    | 上拉等效电阻    | -                                  | -      | 25   | -      | k $\Omega$ |
| $R_{PD}$    | 下拉等效电阻    | -                                  | -      | 25   | -      | k $\Omega$ |
| $C_{IO}$    | I/O 引脚的电容 | -                                  | 2.5    | 3    | 3.5    | pF         |
| $V_{OL}$    | 输出低电平电压   | 不带负载                               | -      | -    | 0.1VCC | V          |
| $V_{OH}$    | 输出高电平电压   | 不带负载                               | 0.9VCC | -    | -      | V          |

## 2.3. 交流电气特性

### 2.3.1. 上电和掉电时的工作条件

上电和掉电时的工作条件:

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|----|----|----|-----|-----|----|
|----|----|----|-----|-----|----|

|            |            |                            |   |   |               |
|------------|------------|----------------------------|---|---|---------------|
| $t_{VCC}$  | $V_{VCC}$  | $T_A = 27^{\circ}\text{C}$ | 5 | — | $\mu\text{s}$ |
| $t_{VCCA}$ | $V_{VCCA}$ |                            | 5 | — |               |

上电和掉电状态:

| 芯片状态                      | 上电   |           |                      | 掉电            |       |
|---------------------------|------|-----------|----------------------|---------------|-------|
|                           | 上电保护 | 上电复位      | 正常工作                 | 低电复位          | 掉电复位  |
| 电源电压 (单位: V)              | <1.8 | 1.8 - 2.4 | >2.4                 | <1.85         | <1.65 |
| 系统耗电 (单位: $\mu\text{A}$ ) | <0.2 | >300      | 正常上电, 功耗由系统时钟频率及外设决定 | $\approx 300$ | <0.2  |

### 2.3.2. 内嵌复位和电源控制模块特性

| 符号                     | 参数             | 条件                                                        | 最小值 | 典型值       | 最大值 | 单位 |
|------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------|-----|-----------|-----|----|
| $V_{CC_{PVD}}$         | 可编程的电压检测器的电平选择 | LVDCON0[4:2]=0x0, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 1.85/2.05 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x1, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 2.05/2.25 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x2, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 2.25/2.45 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x3, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 2.50/2.75 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x4, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 2.80/3.10 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x5, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 3.40/3.70 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x6, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 3.85/4.20 | —   | V  |
|                        |                | LVDCON0[4:2]=0x6, 掉电检测阈值/上电检测阈值, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ | —   | 4.15/4.50 | —   | V  |
| $V_{PVD_{hyst}}^{(2)}$ | VCC 迟滞         | —                                                         | —   | —         | —   | mV |

Note: 以上数据来自于芯片性能验收测试, 不在生产中测试.

### 2.3.3. 外部时钟源特性

低速晶振特性:

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----|----|----|-----|-----|-----|----|
|----|----|----|-----|-----|-----|----|

|                 |                  |   |    |        |    |     |
|-----------------|------------------|---|----|--------|----|-----|
| $f_{xosc}$      | 用户外部低速时钟频率       | — | —  | 32.768 | —  | KHz |
| $V_{BLAS}$      | X0SCI/X0SCO 偏置电平 | — | —  | 770    | —  | mV  |
| $V_{xoh}$       | X0SCI 输入引脚高电平电压  | — | —  | 975    | —  | mV  |
| $V_{xol}$       | X0SCO 输入引脚低电平电压  | — | —  | 525    | —  | mV  |
| $Duty_{(xosc)}$ | 占空比              | — | 42 | —      | 58 | %   |
| $I_L$           | 低速时钟功耗           | — | —  | 1.5    | —  | uA  |
| $ACC_{xosc}$    | HSE 精度           | — | —  | —      | —  | ppm |
| $t_{SU(xosc)}$  | 启动时间             | — | —  | 2      | —  | s   |

高速晶振特性:

| 符号              | 参数               | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|-----------------|------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| $f_{xosc}$      | 用户外部高速时钟频率       | —  | 4   | 16  | 40  | MHz |
| $V_{BLAS}$      | X0SCI/X0SCO 偏置电平 | —  | —   | 770 | —   | mV  |
| $V_{xoh}$       | X0SCI 输入引脚高电平电压  | —  | —   | 975 | —   | mV  |
| $V_{xol}$       | X0SCO 输入引脚低电平电压  | —  | —   | 525 | —   | mV  |
| $Duty_{(xosc)}$ | 占空比              | —  | 42  | —   | 58  | %   |
| $I_L$           | 高速时钟功耗           | —  | —   | 350 | —   | uA  |
| $ACC_{xosc}$    | HSE 精度           | —  | —   | —   | —   | ppm |
| $t_{SU(xosc)}$  | 启动时间             | —  | —   | 5   | —   | ms  |

## 2.3.4. 内部时钟源特性

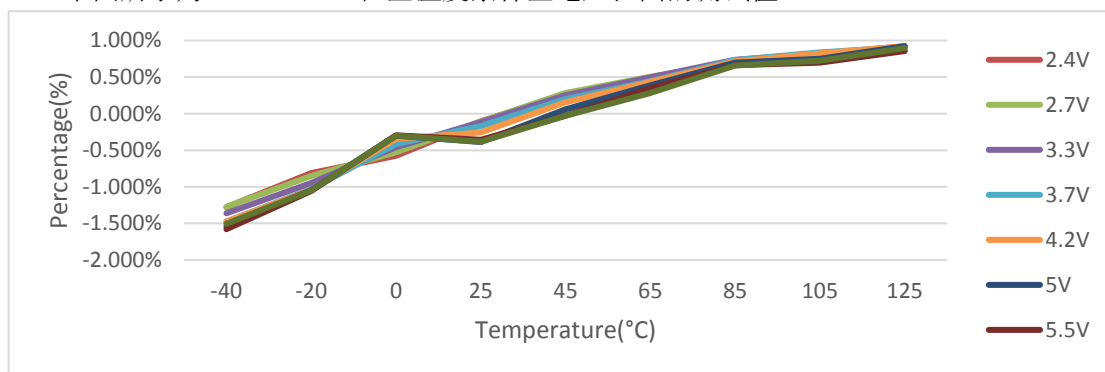
HIRC 振荡器特性:

| 符号         | 参数   | 条件                     | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|------------|------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $V_{VCCA}$ | 供电电压 | —                      | 2.4 | 5.0 | 5.5 | V   |
| $f_{HRC}$  | 频率   | 25°C trim 后测试(精度 0.5%) | —   | 48  | —   | MHz |



|                 |             |             |   |     |   |    |
|-----------------|-------------|-------------|---|-----|---|----|
| $ACC_{HSI(3)}$  | HSI 振荡器的精度  | -40°C至 85°C | - | -   | - | %  |
| $t_{SU(HSI)}$   | HSI 振荡器启动时间 | -           | - | 60  | - | us |
| $I_{VCCA(HSI)}$ | HSI 振荡器功耗   | 平均功耗        | - | 1.1 | - | mA |

下图所示为 48MHz HIRC 在全温度条件全电压范围的测试值:

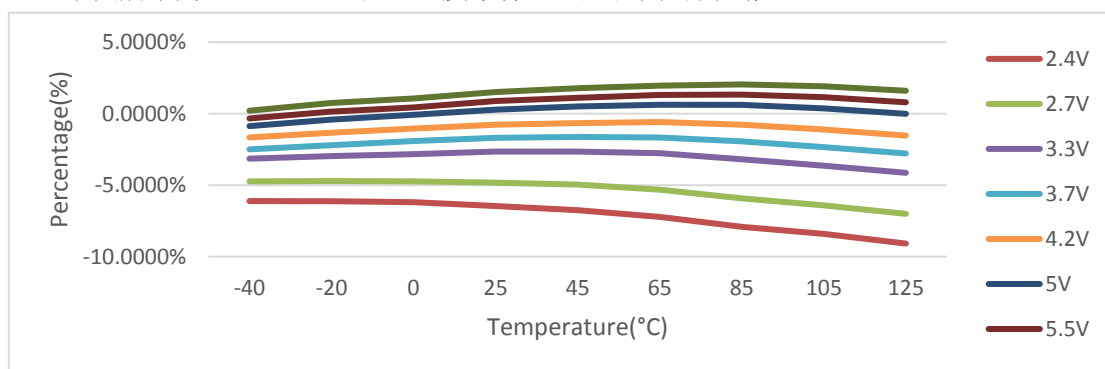


HIRC 全温度范围偏差百分比

LIRC 振荡器特性:

| 符号            | 参数        | 条件      | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|---------------|-----------|---------|-----|-----|-----|-----|
| $f_{LRC}$     | 频率        | TA=25°C | -   | 64  | -   | kHz |
| $I_{DD(LSI)}$ | LSI 振荡器功耗 | -       | -   | 0.5 | -   | uA  |

下图所示为 64KHz LIRC 在全温度条件全电压范围的测试值:



LIRC 全温度范围偏差百分比

## 2.4. IO 驱动能力特性

| 符号 | 参数       | 条件                                 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----|----------|------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| IO | IO 端口推电流 | VCC 5V 供电, IO 驱动能力配置档位 0x00, V0=4V | -   | 2.5 | -   | mA |

|    |          |                                            |   |     |   |    |
|----|----------|--------------------------------------------|---|-----|---|----|
|    |          | VCC 5V 供电, IO 驱动能力配置档位,<br>0x1F, VO=4V     | — | 50  | — | mA |
|    |          | VCC 3.3V 供电, IO 驱动能力配置档位<br>0x00, VO=2.64V | — | 1   | — | mA |
|    |          | VCC 3.3V 供电, IO 驱动能力配置档位<br>0x1F, VO=2.64V | — | 25  | — | mA |
| IO | IO 端口灌电流 | VCC 5V 供电, IO 驱动能力配置档位<br>0x00, VO=1V      | — | 9   | — | mA |
|    |          | VCC 5V 供电, IO 驱动能力配置档位<br>0x1F, VO=1V      | — | 125 | — | mA |
|    |          | VCC 3.3V 供电, IO 驱动能力配置档位<br>0x00, VO=0.66V | — | 4.5 | — | mA |
|    |          | VCC 3.3V 供电, IO 驱动能力配置档位<br>0x1F, VO=0.66V | — | 70  | — | mA |
|    |          |                                            |   |     |   |    |

## 2.5. 模拟电气特性

### 2.5.1. 12 位 ADC 特性

| 符号                  | 参数                 | 条件        | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位   |
|---------------------|--------------------|-----------|-----|-----|------|------|
| $V_{VCCA}$          | 供电电压               | —         | 2.8 | 5.0 | 5.5  | V    |
| $I_{VCCA}^{(1)}$    | 电流消耗               | VCCA 充当参考 | —   | 360 | —    | uA   |
| $f_{ADC}$           | ADC 时钟频率           | —         | —   | —   | 9.6  | MHz  |
| Fconv               | 转换率                | —         | —   | —   | 480  | KHz  |
| $R_{AIN}^{(2)}$     | 外部输入阻抗             | —         | —   | —   | —    | Kohm |
| $C_{ADC}^{(2)}$     | 内部采样和保持电容          | —         | —   | —   | —    | pF   |
| $t_{STAB}^{(2)}$    | 上电时间               | —         | —   | —   | 1000 | us   |
| $t_{conv}^{(2)}$    | 采样时间               | —         | 5   | —   | 256  | Tclk |
| ENOB <sup>(3)</sup> | 有效位数<br>(参考电压为 5V) |           |     | 10  |      | Bit  |

注意：（3）ADC 输入信号附近的 IO 的输入/输出频率不高于 10KHz；ADC 的参考电压为 VCC，满量程为 VCC；ENOB 10bit 是在 5V 稳压器供电下得到的测试结果，实际应用中会受到电源偏差而导致精度损失，其他电压下无法保证有效位 10bit 的性能；

### 2.5.2. 8 位 DAC 特性

| 符号               | 参数                     | 条件                | 最小值 | 典型值       | 最大值 | 单位   |
|------------------|------------------------|-------------------|-----|-----------|-----|------|
| $V_{VCCA}$       | 模拟供电电压                 | —                 | —   | VCCA      | —   | V    |
| $I_{VCCA}^{(1)}$ | 电流消耗                   | —                 | —   | 20        | —   | uA   |
| $C_L$            | 电容负载                   | —                 | —   | 2         | —   | pF   |
| $R_0$            | 输出阻抗                   | —                 | —   | —         | 60  | Kohm |
| $V_{DAC\_OUT}$   | 电压输出<br>(内部选择 1.2V 参考) | 寄存器输出配置 0x00      | —   | 0.003     | —   | V    |
|                  |                        | 寄存器输出配置 0x78      | —   | 0.6       | —   | V    |
|                  |                        | 寄存器输出配置 0xF0~0xFF | —   | 1.2       | —   | V    |
|                  | 电压输出<br>(内部选择 VCCA 参考) | 寄存器输出配置 0x00      | —   | 0.007     | —   | V    |
|                  |                        | 寄存器输出配置 0x78      | —   | VCCA/2    | —   | V    |
|                  |                        | 寄存器输出配置 0xF0~0xFF | —   | VCCA      | —   | V    |
| $DNL^{(1)}$      | 非线性误差                  | —                 | —   | $\pm 0.5$ | —   | LSB  |
| $INL^{(1)}$      | 线性误差                   | —                 | —   | 3         | —   | LSB  |
| $Offset^{(1)}$   | 编码偏移误差 0x800           | —                 | —   | —         | —   | mV   |

### 2.5.3. 比较器特性

| 符号         | 参数     | 寄存器配置 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------|--------|-------|-----|-----|-----|----|
| $V_{VCCA}$ | 模拟供电电压 | —     | 2.4 | 5.0 | 5.5 | V  |
| OFFSET     | 失调电压   | —     | —   | 2   | —   | mV |

|                               |        |   |   |     |   |    |
|-------------------------------|--------|---|---|-----|---|----|
| DELAY <sup>(1)</sup>          | 传播延时   | - | - | 180 | - | ns |
| I <sub>q</sub> <sup>(2)</sup> | 工作电流均值 | - | - | 120 | - | uA |

## 2.5.4. 运放特性

| 符号         | 参数     | 条件                    | 最小值  | 典型值  | 最大值      | 单位    |
|------------|--------|-----------------------|------|------|----------|-------|
| VCCA       | 模拟供电电压 | —                     | 2.4  | 5.0  | 5.5      | V     |
| TEMP       | 工作温度   | —                     | −40  | 40   | 125      | ℃     |
| VDD        |        | —                     | 1.35 | 1.5  | 1.65     | V     |
| OPA 模式     |        |                       |      |      |          |       |
| 共模输入电压     | 共模输入电压 | —                     | 0    | —    | VCCA−1.5 | V     |
| 输出范围       | 输出范围   | 全驱动能力                 | 0.3  | —    | VCCA−0.3 | V     |
|            | 输出范围   | 非全驱动能力                | 0    | —    | VCCA     | V     |
| Offset     | Offset | 校正前                   | −5   | —    | 5        | mV    |
|            | Offset | 校正后 TT                | —    | —    | 1        | mV    |
|            | Offset | 校正范围 TT               | −10  | —    | 10       | mV    |
| 静态功耗       | 静态功耗   | 单个使能                  | —    | 0.55 | —        | mA    |
|            |        | 三个使能                  | —    | 1.6  | —        | mA    |
| 正相放大 OP 模式 |        |                       |      |      |          |       |
| 增益档位       | 增益档位   | —                     | 0    | —    | 53       | dB    |
| 单位增益带宽积    | GBW    | —                     | —    | 8.6  | —        | MHz   |
| 积分噪声       | 积分噪声   | 1−62K (54dB 增益等效输入噪声) | —    | 15   | —        | uVrms |
| 压摆率        | SR     | —                     | —    | —    | 8        | V/us  |
| 负相放大 OP 模式 |        |                       |      |      |          |       |
| 增益档位       | 增益档位   | —                     | −6   | —    | 53       | dB    |
| 积分噪声       | 积分噪声   | 1−62K (54dB 增益等效输入噪声) | —    | 7    | —        | uVrms |
| 压摆率        | SR     | —                     | —    | —    | 8        | V/us  |

## 2.6. 存储器特性

| 符号          | 参数        | 条件                          | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|-----------|-----------------------------|-----|-----|-----|----|
| $V_{prog}$  | 编程电压      | —                           | 2.8 | 5.0 | 5.5 | V  |
| $t_{prog}$  | Byte 编程时间 | —                           | —   | 160 | —   | us |
| $t_{RC}$    | 读操作时间     | —                           | 38  | —   | 70  | ns |
| $t_{ERASE}$ | 页擦除时间     | —                           | —   | 100 | —   | ms |
| $t_{ME}$    | 整片擦除时间    | —                           | —   | 100 | —   | ms |
| $I_{DD}$    | 供电电流      | 读模式<br>(@25MHz)             | 3.7 | —   | 4.5 | mA |
|             |           | 写模式                         | —   | 8   | —   | mA |
|             |           | 擦除模式                        | —   | 9   | —   | mA |
| NEND        | 寿命 (擦写次数) | 在 105℃ 高温环境中擦写 10 万次        | —   | 10  | —   | 万次 |
| $t_{RET}$   | 数据保存期限    | 常温擦写 10 万次之后, 再放到 105℃ 高温烘烤 | —   | 10  | —   | 年  |

## 2.7. EMC 特性

### 2.7.1. ESD 电气特性

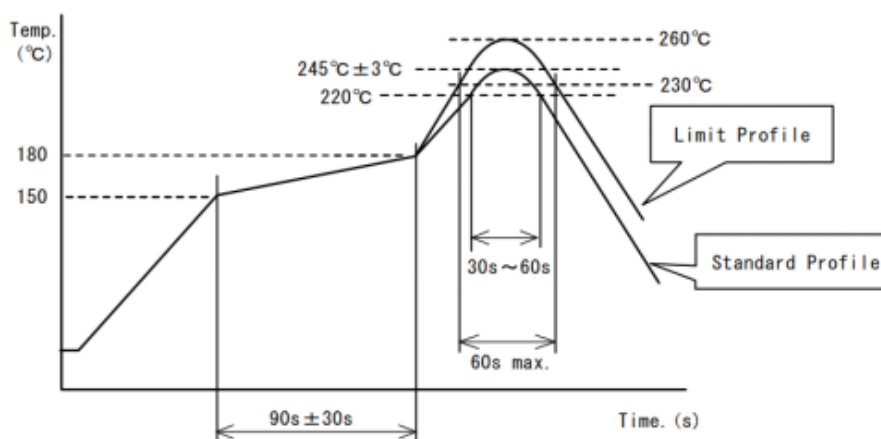
| 符号  | 参数                   | 测试条件                                   | 最大值  | 单位 | 等级 |
|-----|----------------------|----------------------------------------|------|----|----|
| ESD | 静电放电<br>(人体放电模型 HBM) | TA = + 25℃,<br>JEDEC EIA/JESD22-A114   | 6000 | V  | —  |
|     | 静电放电<br>(元件充电模型 CDM) | TA = + 25℃,<br>JEDEC EIA/JESD22-C101-B | 1000 | V  | —  |

### 2.7.2. Latch-Up 电气特性

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 测试类型 | 最小值 | 单位 |
|----|----|------|------|-----|----|
|----|----|------|------|-----|----|

|    |                          |                                         |                          |      |    |
|----|--------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|------|----|
| LU | Static latch-up<br>class | JEDEC STANDARD NO. 78D<br>NOVEMBER 2011 | Class I<br>(TA = +25 °C) | ±200 | mA |
|----|--------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|------|----|

## 2.8. 回流焊温度曲线



|                  | Standard Profile     | Limit Profile         |
|------------------|----------------------|-----------------------|
| Pre-heating      | 150°C~180°C, 90s±30s |                       |
| Heating          | above 220°C, 30s~60s | above 230°C, 60s max. |
| Peak temperature | 245°C±3°C            | 260°C, 10s            |
| Cycle of reflow  | 2 times              | 2 times               |