



LAYDIN-32L 32 位 cortex-M0+超低功耗 MCU

Preliminary DataSheet

简介

LAYDIN-32L是一款32位超低功耗MCU系列产品。集成了12位高精度SARADC（逐次逼近型模数转换器）、最大52x8/54x6/56x4段LCD驱动器、丰富的通讯模块（SPI/I2C/UART/ISO7816）、硬件随机数发生器以及硬件DES加解密电路，具有高整合度、高抗干扰、高可靠性和超低功耗的特点。LAYDIN-32L系列采用Cortex-M0+内核，配合成熟的Keil μ Vision调试开发软件，支持C语言和汇编语言。

典型应用

- 各类水表，燃气表，热能表等工业仪表
- 智能穿戴，智能交通，智能家居，物联网应用
- 电子体温计，血糖监测仪，血压监护仪和心电记录监护仪等健康器材
- 火警探头，智能门锁，无线传感器，无线监控等智能传感器应用
- 各种对于电池供电和对于功耗苛求的便携式设备、可穿戴设备等



目录

1. 产品特性	3
2. 系统及模块概述	4
3. 电气特性	11
4. 产品系列、管脚定义及封装信息.....	25
5. 典型应用电路	37
6. 采购信息	35
7. 版本信息	35

1. 产品特性

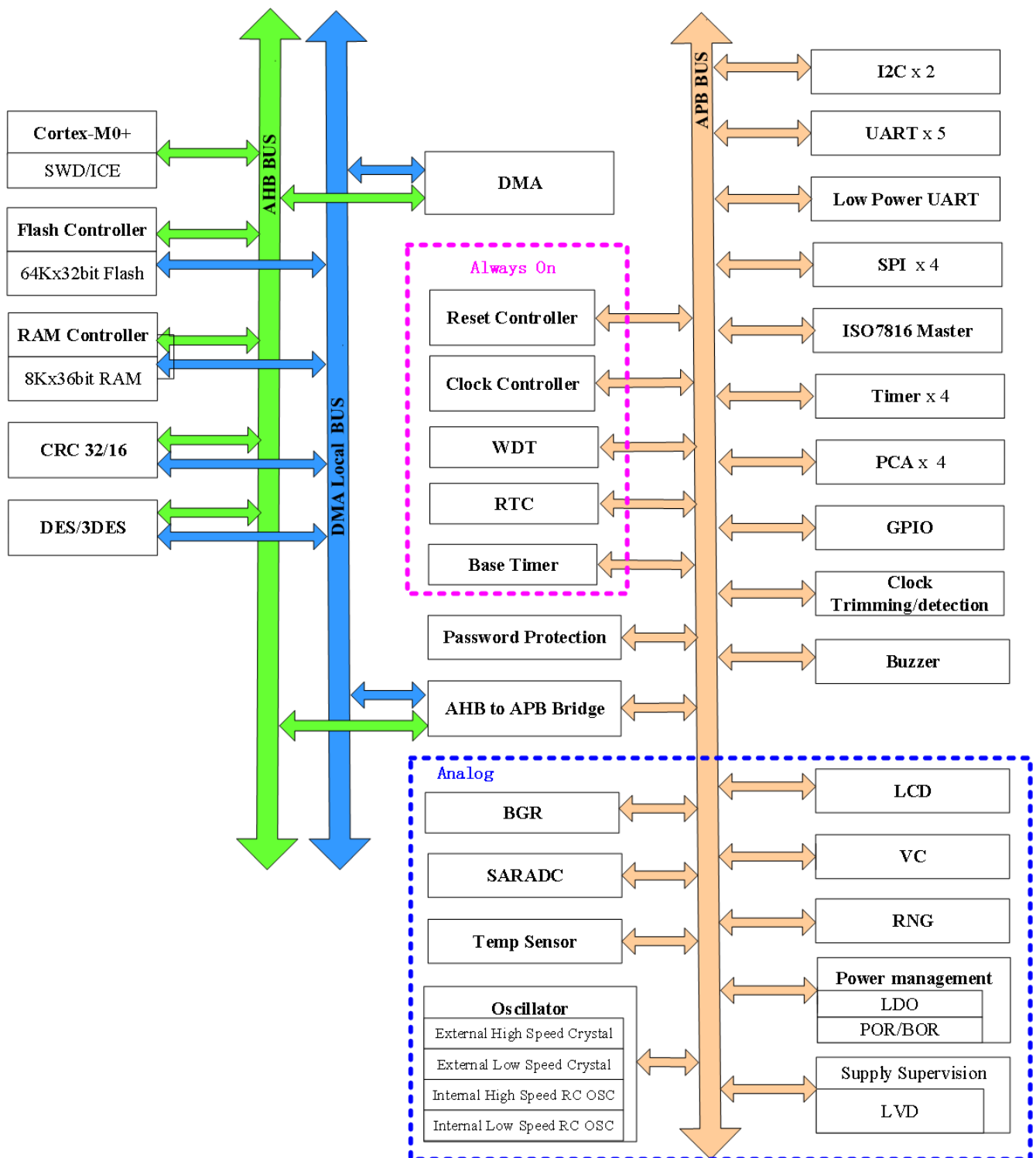
- **Cortex M0+ 32 位 CPU 平台**
 - 动态/静态功耗完美平衡的最优 32 位平台 Cortex-M0+
 - 高达 32MHz 的 CPU 时钟
- **灵活的功耗管理系统**
 - 工作模式 AM: [250uA/MHz@3V](#) 系统时钟、外设、CPU 运行, 程序在 flash 内执行。
 - 休息模式 IM: [120uA/MHz@3V](#) 系统时钟和外设运行, CPU 停止
 - 低功耗模式 LPM3: [1.6uA@3V](#) RTC 时钟, 电源监控, 全部 RAM 保持, 寄存器和 CPU 保持, 电荷泵型 LCD。唤醒时间<2us。
 - 低功耗模式 LPM3.5: [1.0uA@3V](#) RTC 时钟, 电源监控, 部分 RAM 保持。唤醒时间<50us。
 - 低功耗模式 LPM4: [0.9uA@3V](#) 电源监控, 全部 RAM 保持, 寄存器和 CPU 保持。唤醒时间<2us。
 - 低功耗模式 LPM4.5: [0.35uA@3V](#) 电源监控, 部分 RAM 保持。唤醒时间<50us。
 - 带有 16 阶可编程电压监测器 LVD, 功耗为 0.2uA
- **多种时钟可选**
 - 外部高速晶振 External High Speed Crystal OSC 4MHz~32MHz
 - 外部低速晶振 External Low Speed Crystal OSC 32.768KHz
 - 内部高速时钟 Internal High Speed RC OSC 2M/4M/ 8M/ 16MHz
 - 内部低速时钟 Internal Low Speed RC OSC 38.5KHz 出厂可调
 - 可使用外部晶振时钟对内部 RC 时钟进行校准。
- **32K~256K byte Flash 存储器, 附带 Flash data 加密电路。**
- **4K~32K 字节 RAM 存储器, 附带奇偶校验以及 RAM data 加密电路。**
- **最多 83 个通用 I/O 管脚(以 LQFP100 为例)**
- **2 通道 DMA**
- **定时器/计数器**
 - 4 个通用 32 位定时器/计数器, 可变为 8 个通用 16 位定时器/计数器
 - 4 个支持 5 路捕捉/比较通道的 16 位定时器/计数器
 - 1 个 20 位的可编程看门狗, 内建专用超低功耗 RC OSC 提供 WDT 计数。
- **通讯接口**
 - UART1~UART5 标准通讯接口
 - UART6 超低功耗通讯接口
 - SPI1~SPI4 标准通讯接口
 - I2C1~I2C2 标准通讯接口
 - SCI7816 智能卡接口
- **蜂鸣器频率发生器**
- **低功耗高精度模拟外设**
 - 8 通道 12 位 200Ksps SAR ADC, 内置输入信号 buffer, 可检测微弱信号。
 - 片上电压比较器 VC, 附带参考电压为电源电压的 6 位 DAC, 可配置 64 阶比较电平。
 - 片上低电压侦测器 LVD, 可配置 16 阶比较电平, 可监控端口电压或电源电压。
 - 52x8 或 54x6 或 56x4 的 LCD 驱动电路, 支持电阻分压和电容分压。
 - 片上温度传感器 TS, 精度可达 1℃。
- **高可靠性、安全性、易用性**
 - 硬件万年历模块
 - 64 位硬件 DES/3DES 加解密协处理器
 - 64 位随机数模块
 - 16/32 位硬件 CRC 校验电路模块
 - 唯一 7 字节 ID 号
 - 128 位加密型嵌入式调试解决方案, 提供全功能的实时调试器
- **单电源供电: 1.8~3.8V**
- **工作温度: -40~85℃**
- **封装形式: LQFP100, LQFP80, LQFP64, LQFP48, LQFP32, QFN64, QFN48, QFN40, QFN32**

2. 系统及模块概述

2.1 功能模块介绍

LAYDIN-32L 是一款自主知识产权的超低功耗微控制器，凭借其强大的 32 位内核、创新的超低功耗技术、快速的唤醒时间和众多可选的外围设备，非常适合电池供电的应用，以及任何要求高性能、低功耗的系统。本节给出各个功能模块的简短介绍，并说明了对各个设备的配置。对于完整的功能说明和每一个模块的详细信息，请参阅 LAYDIN-32L 用户手册。

图 2.1 LAYDIN-32L 功能模块图



2.1.1 32位CORTEX M0+内核

ARM® Cortex®-M0+ 处理器来源于 Cortex-M0，包含了一颗 32 位 RISC 处理器，运算能力达到 0.9 Dhrystone MIPS/MHz。Memory Protection Unit (PMU 内存保护单元) 支持多达 8 个内存扇区。同时加入了多项全新设计，改进调试和追踪能力、减少每条指令循环 (IPC) 数量和改进 Flash 访问的两级流水线等，更纳入了节能降耗技术。Cortex-M0+处理器全面支持已整合 Keil & uVision IDE、调试器和 ARM 汇编工具的 ARM Keil™微控制器开发套件。作为工程师最受欢迎微控制器开发环境之一，MDK 以及 ULINK 调试适配器系列均支持 Cortex-M0+ 处理器的全新追踪功能。

Cortex-M0+ 包含了一个硬件调试电路，支持 2-pin 的 SWD 调试界面。

2.1.2 32K~256K Byte Flash

内建全集成 Flash 控制器，无需外部高压输入，由全内置电路产生高压来编程。支持 IAP、ICP 功能。

支持 DMA 传输模式。每 1024 字节为一个最小擦除页。

支持 客户程序 加密， 密钥+地址+数据 加密，以保证客户程序和数据的高度安全。

2.1.3 4K~32K Byte RAM 以及备份RAM

根据客户选择不同的超低功耗模式，RAM 数据可保留或者掉电以进一步降低功耗。

支持在 RAM 中执行程序。支持 DMA 传输模式。

自带硬件奇偶校验位，万一数据被意外破坏，硬件电路会立刻产生中断，保证系统的可靠性。

2.1.4 DMA控制器

在 DMA 控制器的控制下，在存储器和外部设备之间直接进行数据传送，在传送过程中不需要 CPU 的参与，可以极大的降低系统搬运数据时的功耗。内部集成 2 路 DMA 通道 FIFO 深度为 32 字节；最大数据包长度为 4096；支持硬件 DMA 通道优先级设置；支持小端操作模式。

2.1.5 时钟系统

一个频率为 2M~16MHz 可配置的高精度内部时钟 MCLK。在默认配置 16MHz 下，从低功耗模式到工作模式的唤醒时间为 2uS，全电压全温度范围内的频率偏差 < ±2.5%，无需外接昂贵的高频晶体。

一个频率为 4M~32MHz 的外部晶振 HFX。

一个频率为 32,768Hz 的外部晶振 LFX，主要提供 RTC 实时时钟。

一个频率为 32K~38.5KHz 的内部时钟 ACLK。

2.1.6 硬件实时时钟RTC

RTC (Real Time Counter) 是一个支持 BCD 数据的寄存器，采用 32,768Hz 晶振作为其时钟，能实现万年历功能，中断周期可配置为年/月/日/小时/分钟/秒。24/12 小时时间模式，硬件自动修正闰年。

可使用内部温度传感器或外部温度传感器进行精确度补偿，可用软件+1/-1 调整年/月/日/小时/分钟/秒，最小可调精度为 1 毫秒。

用于指示时间和日期的 RTC 日历记录器在 MCU 受外部因素影响而复位时不会清除保留值，是需要永久高精度实时时钟的测量设备仪表的最佳选择。

2.1.7 通用IO端口

最多可提供 P0~P6 7 组 GPIO 端口，其中部分 GPIO 与模拟端口复用。

128 pin 封装有 91 个 GPIO，100pin 封装有 83 个 GPIO，80pin 封装有 67 个 GPIO。

每个端口有独立的控制寄存器位来控制。

支持边沿触发中断和电平触发中断，可从各种超低功耗模式下把 MCU 唤醒到工作模式。

支持 Push-Pull CMOS 推挽输出、Open-Drain 开漏输出。

带有 Pull-up 上拉电阻，带有施密特触发器输入滤波功能。

输出驱动能力可配置，最大支持 20mA 的电流驱动能力。

91 个通用 IO 可支持外部异步中断，分为 7 个中断。

2.1.8 中断控制器

有四个中断优先级，可处理复杂逻辑，能够进行实时控制和中断处理。

32 个中断入口向量地址，分别为：

DMA 中断

端口中断 x 4

Timer 中断 x4

RTC 中断

UART 中断 x6

SPI 中断 x4

I2C 中断 x2

ADC 中断

VC 中断

LVD 中断

Flash/RAM/clock trimming 中断

PCA 中断 x2

WDT 中断

LCD 中断

ISO7816 中断

2.1.9 复位控制器

LAYDIN-32L 具有 13 个复位信号来源，每个复位信号可以让 CPU 重新运行，绝大多数寄存器会被重新复位到复位值，程序计数器 PC 会复位指向 00: 00000000h；

Always-On 区域上电掉电复位 POR

Core 区域上电掉电复位 POR

外部 RESETBPAD，低电平为复位信号

WDT 复位

LVD 低电压复位

Cortex-M0+ LOCKUP 硬件复位

PCA 复位

Core 进入 Power-Down 模式复位

GPIO 唤醒 Power-Down 模式复位

RTC 唤醒 Power-Down 模式复位

VC 唤醒 Power-Down 模式复位

LVD 唤醒 Power-Down 模式复位

WDT 唤醒 Power-Down 模式复位

2.1.10 定时器/计数器

4 个通用 32 位定时器/计数器。
支持两种操作模式：用户自定义模式和自由计数模式；
支持外部输入门控功能，用于测量脉宽；
支持简单的 PWM 波形输出，高/低电平保持时间可编程；
定时器计数的溢出，可以触发 PCA 模块的启动；
4 个独立的中断。

2.1.11 可编程计数器阵列PCA

4 个通用 PCA (Programmable Counter Array)，每个 PCA 有 5 路捕获/比较通道，每一个通道都可以独立编程，以提供输入捕获、输出比较或脉冲宽度调制功能。PCA 亦可用作一个额外的 WDT。

2.1.12 看门狗WDT

WDT (Watch Dog Timer) 是一个可配置的 32 位定时器，在 MCU 异常的情况下提供复位；支持三种异步时钟输入作为计数器时钟，时钟来源可以选择：32K 的外部晶振 LFX，内部 32K RC OSC 和内部 40K RC OSC；调试模式下，可选择暂停或继续运行；只有写入特定序列才能重启 WDT。

2.1.13 通用异步收发器UART1~UART6

6 路通用异步收发器 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)
支持 RS232 协议以及 IrDA 1.0 协议；支持 32 深度 FIFO，支持 DMA 数据高速传输；
支持异步时钟；兼容 16750 的自动流控制；支持红外通信协议；内建自诊断机制；
其中 UART6 为超低功耗，利用内部 38.5KHz 时钟，配置 9600 可进行数据传输。

2.1.14 同步串行接口SPI

4 路同步串行接口 (Serial Peripheral Interface)，支持主从模式。
支持 8 深度 FIFO，支持 DMA 数据高速传输。SPI 主传输时钟可编程。
支持可编程的 4~16 位的单个数据长度。

2.1.15 IIC总线

2 路 IIC (Inter-Integrated Circuit)，支持主从模式。
采用串行同步时钟，可实现设备之间以不同的速率传输数据，串行 8 位双向数据传输最大速度可达 400Kps。
支持 8 深度 FIFO，支持 DMA 数据高速传输。

2.1.16 蜂鸣器Buzzer

该蜂鸣器端口可提供 16mA 的 sink 电流，不需要额外的三极管。
1 个独立的 8 位定时器为 Buzzer 提供可编程驱动频率。

2.1.17 SCI7816主机接口

标准智能卡通讯接口，符合 ISO/IEC 7816-3 标准。

2.1.18 硬件标准数据加解密DES协处理器

内建 1 个硬件 64 位 DES(Data Encryption Standard)协处理器提供一个安全的硬件实现架构，能够有效抵御旁路攻击中的简单功耗攻击(SPA)和差分功耗分析攻击(DPA)。它是一种对称分组密码算法，明文、密钥、密文均为 64 位。

2.1.19 硬件64位真随机数模块

内建 1 个真随机数产生模块。

一个周期即可产生 64 位随机数。可以对 Key 密钥和时钟扰乱等抗 DPA 技术提供支持。

2.1.20 硬件16/32位冗余循环校验码CRC

该校验码符合 ISO/IEC13239 中给出的多项式 CRC16: $F(x) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ 。

CRC32: $F(x) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + 1$ 。

2.1.21 唯一ID号

每颗芯片出厂前具备唯一的 7 Byte 设备标识号，包括 wafer lot 信息，以及芯片坐标信息等。

2.1.22 12 Bit SARADC

单调不失码的 12 位逐次逼近型模数转换器，在 4M 时钟下工作时，采样率超过 200Ksps。参考电压可选择片内精准电压（1.5v 或 2.5v）或从外部输入。10 个输入通道，包括 7 路外部管脚输入、1 路内部温度传感器电压、1 路 1/2 电源电压、1 路内建 BGR 1.2V 电压。内建输入信号 buffer（可选择使用或不使用）以检测弱信号。

2.1.23 电压比较器VC

芯片管脚电压监测/比较电路。8 个可配置的正/负外部输入通道（P0.0~P0.7），4 个内部输入通道，其中包括 1 路 64 阶可选电源电压分压、1 路内部温度传感器电压、1 路内建 BGR 2.5V 参考电压、1 路内建 BGR 1.2V 电压。

可根据上升/下降边沿产生异步中断，从低功耗模式下唤醒 MCU。

可配置的软件防抖功能。

2.1.24 低电压检测器LVD

对芯片电源电压或芯片管脚电压进行检测。16 档电压监测值（1.9v ~ 3.4v）。

可根据上升/下降边沿产生异步中断或复位。

可配置的硬件迟滞电路和软件防抖功能。

2.1.25 温度传感器TS

线性正温度系数的温度传感器，精度为 1℃。其模拟输出电压由 ADC 转化为数字信号，亦可用 VC 监测。

2.1.26 液晶显示驱动LCD Driver

最大支持 56SEG x 4COM、54SEG x 6COM、52SEG x 8COM 段码显示。

参考电压可由外部电阻分压或内部电阻分压或内部电荷泵产生。

帧频率可调。支持 4 种 LCD 显示模式：

静态;

2 段码, 1/2 或 1/3 偏压;

3 段码, 1/2 或 1/3 偏压;

4 段码, 1/2 或 1/3 偏压;

6 段码, 1/3 偏压;

8 段码, 1/3 偏压;

2.2 嵌入式调试系统

嵌入式调试解决方案, 提供全功能的实时调试器, 配合标准成熟的 Keil 调试开发软件。

支持 4 个硬断点以及多个软断点。

2.3 高安全性

128 位 SWD 密码授权保护: 标准 ARM SWD 是全开放型调试接口, 为保护客户程序不会被不法侵入, 在 SWD 前面有一个密码保护模块, 当输入授权的 128 位密码之后, SWD 端口才被开放出来, 使用 Password 认证机制可以防止外部工具及人员的非法访问。

通过类似 smart card 的方法, 调用 RNG、DES 等多重安全认证机制来加强系统的高安全性。将 MCU 中的部分代码或算法进行 DES 加密放在 Flash 中, 运行前解密到 RAM 中, 在 RAM 中运行高安全性程序, 以保护密钥以及特殊程序, 增加程序的安全性。

执行主程序之前, 通过硬件 DMA 与 CRC 计算功能检验 flash 内部程序正确后, 才启动主程序, 保证程序的完整性, 增加系统可靠性。

每颗芯片具备唯一 7 byte 设备标识号, 芯片上电之后, 启动主程序之前, 进行 ID 解密, 在程序里识别芯片的 ID, 如果 ID 不对, 则程序不运行。来保证客户代码的安全性。

通过以上措施但不限于这些措施来保证程序的安全性和系统的可靠性。



3. 电气特性

3.1 测试、工作、贮藏条件

如无特殊说明，所有典型值均基于室温和 电源电压=3.0V 测试。

最小值和最大值如表 3.1 中定义的工作温度、工作电压、工作频率范围所示。如无特殊说明，所有数据均在此范围内测试。

表 3.1 工作和贮藏条件

Symbol	Parameter	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Vpower	电源电压		0		3.80	V
Viopin	IO的电压		-0.3		Vpower+0.3	V
Vop	工作电压		1.8	3.0	3.80	V
Tstg	存储温度		-40		125	°C
Top	工作温度		-40	25	85	°C
Fcpu	CPU工作频率		32K		32M	Hz
V _{ESDHBM}	ESD @ Human Body Mode			6		KV
V _{ESDCDM}	ESD @ Charge Device Mode			1		KV
V _{ESDMM}	ESD @ machine Mode			400		V
I _{latchup}	Latch up current			800		mA

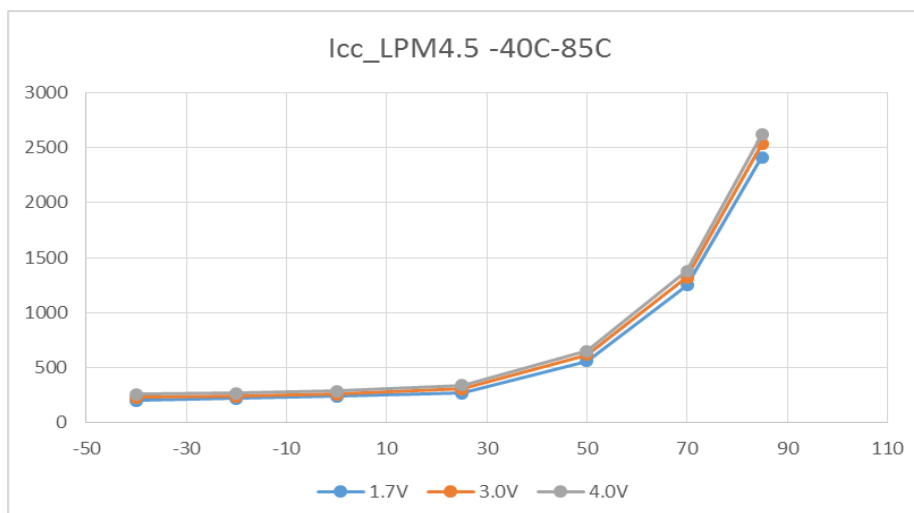
3.2 工作电流特性

表 3.2 工作电流特性

Symbol	Parameter	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
I(AM1)	Active mode 1 在Flash中执行While(1) loop 程序，外设的时钟全部开启。	F(MCLK) = 16MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		4		mA
I(AM2)	Active mode 2 在SRAM中执行While(1) loop 程序，外设的时钟全部关闭。	F(MCLK) = 16MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		3.5		mA
I(AM3)	Active mode 3 在Flash中执行While(1) loop 程序，外设的时钟全部关闭。	Disable 16MHz OSC F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(ACLK)		8		uA
I(IM1)	Idle mode 1 在Flash中执行计数程序，除 计数器以外的外设时钟全部 关闭。	F(MCLK) = 16MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		2		mA

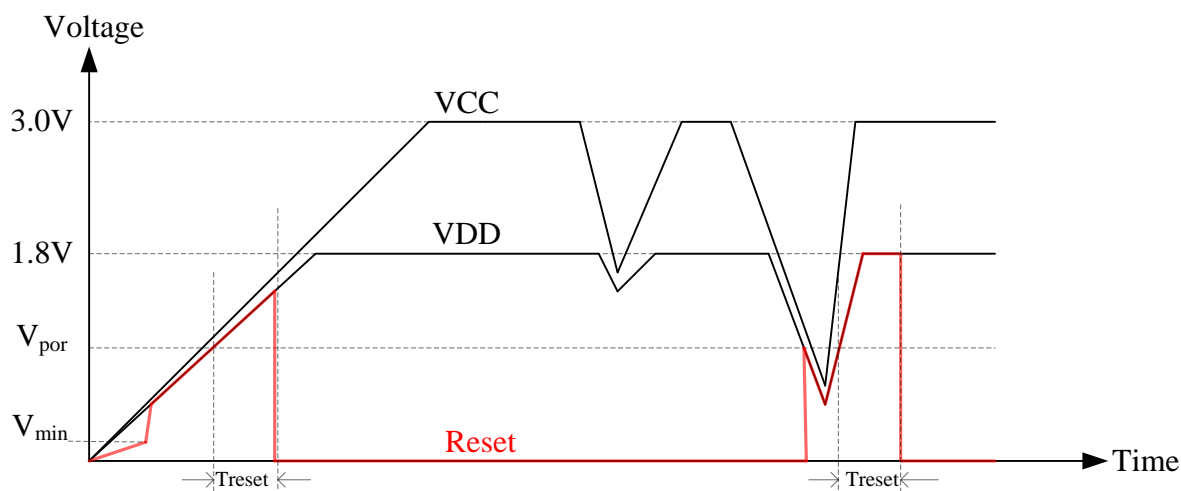
I(IM2)	Idle mode 2 在SRAM中执行计数程序，除计数器以外的外设时钟全部关闭。	F(MCLK) = 4MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		2		mA
I(IM3)	Idle mode 3 在FLASH中执行计数程序，除计数器以外的外设时钟全部关闭。	Disable 4MHz OSC F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(ACLK)		5		uA
I(LPM3)	Low Power mode 3	Enable WDT Enable RTC Enable LCD Driver Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		1.6		uA
I(LPM3.5)	Low Power mode 3.5	Enable RTC Enable POR/Brown out Core power down		1.0		uA
I(LPM4)	Low Power mode 4	Clock all disable Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		0.9		uA
I(LPM4.5)	Low Power mode 4.5	Enable POR/Brown out		0.35		uA

图 3.1 Low Power Mode 下实测电流-温度曲线



3.3 Power On Reset/Brown Out Reset

图 3.2 POR/Brown Out 示意图



- Notes: 1. POR/BOR 检测的是 V18(VDD)上的电压值。
 2. 不受 V18 上下电速率约束，只检测阈值。
 3. 上电与掉电的检测阈值相同，V18 低于该阈值即发 Reset 脉冲。
 4. 一旦产生 Reset 脉冲，脉冲持续宽度不会小于 Treset，保证系统能完全复位

表 3.3 POR/Brown Out

Symbol	PARAMETER	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{por}	POR 释放电压（上电过程） BOR 检测电压（掉电过程）		1.55	1.60	1.65	V
V _{min}	能产生Reset脉冲的最小VDD电压值		0.2			V
T _{reset}	Reset脉冲宽度		20	30		us

3.4 端口特性

3.4.1 输出特性——端口P0<15:0>, P1<10:0>, P2<11:0>, P3<11:0>, P4<11:8>, P5<15:8>, P6<6:0>

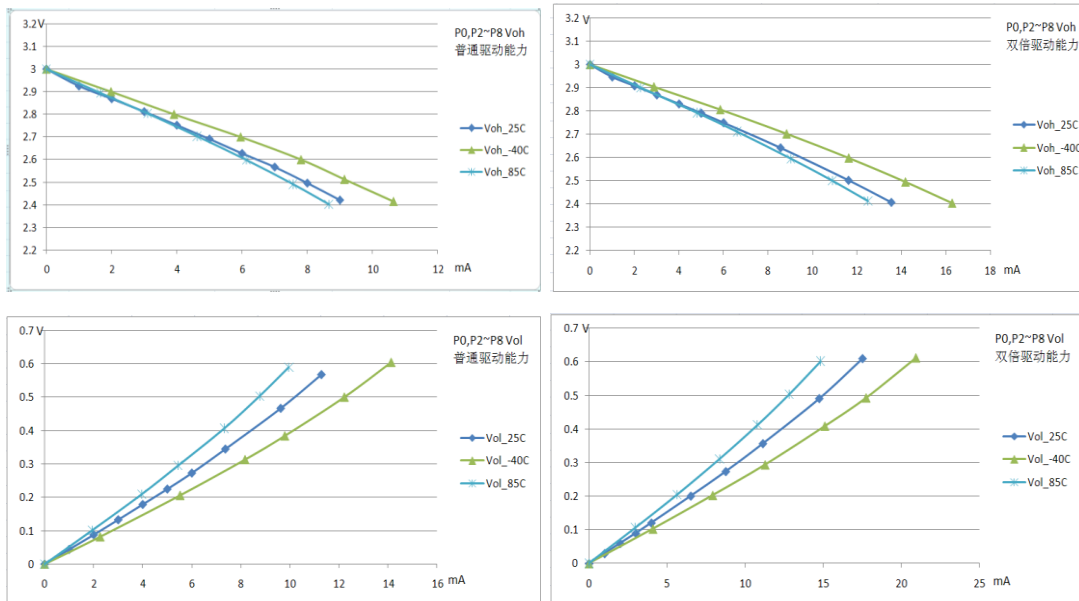
Symbol	PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	MAX	UNIT
V _{OH}	High level output voltage Source Current	Sourcing 4 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)	VCC-0.25		V
		Sourcing 6 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)	VCC-0.6		V
V _{OL}	Low level output voltage Sink Current	Sinking 4 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)		VSS+0.25	V
		Sinking 6 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)		VSS+0.6	V

V_{OH}	High level output voltage Double source Current	Sourcing 8 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)	VCC-0.25		V
		Sourcing 12 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)	VCC-0.6		V
$V_{OLAYDIN}$	Low level output voltage Double Sink Current	Sinking 8 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)		VSS+0.25	V
		Sinking 12 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)		VSS+0.6	V

NOTES: 1. The maximum total current, $I_{OH}(\max)$ and $I_{OL}(\max)$, for all outputs combined, shouLAYDIN not exceed 40 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.

2. The maximum total current, $I_{OH}(\max)$ and $I_{OL}(\max)$, for all outputs combined, shouLAYDIN not exceed 100 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.

图 3.3 端口 P0<15:0>, P1<10:0>, P2<11:0>, P3<11:0>, P4<11:8>, P5<15:8>, P6<6:0> V_{OH}/V_{OL} 实测曲线

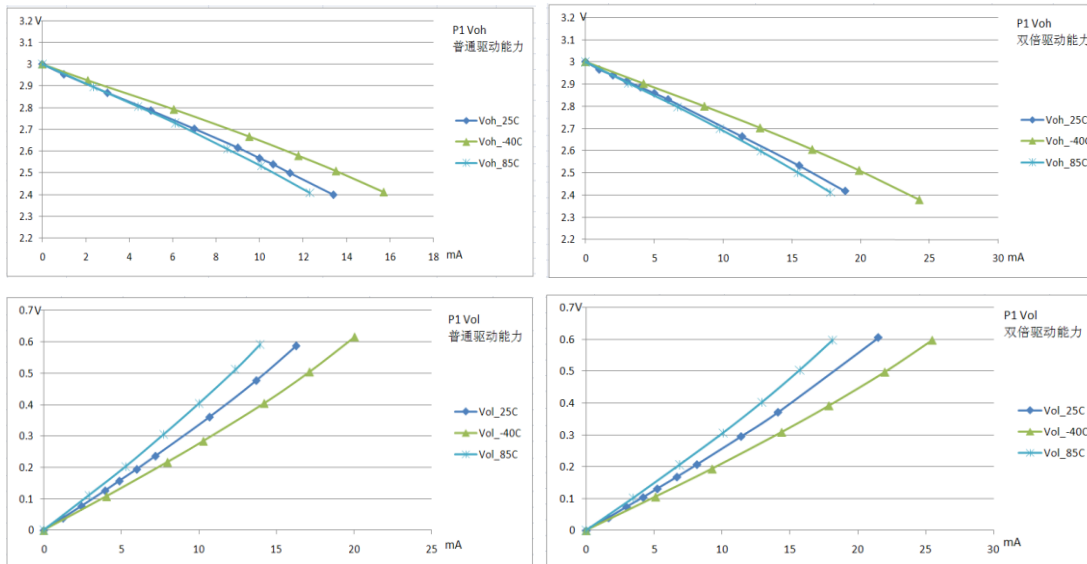


3.4.2 输出特性——端口P4<7:0>, P5<7:0>

Symbol	PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	MAX	UNIT
V_{OH}	High level output voltage Source Current	Sourcing 8 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)	VCC-0.25		V
		Sourcing 12 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)	VCC-0.6		V
V_{OL}	Low level output voltage Sink Current	Sinking 8 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)		VSS+0.25	V
		Sinking 6 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)		VSS+0.6	V
V_{OHD}	High level output voltage	Sourcing 8 mA, VCC = 3.0 V	VCC-0.25		V

	Double source Current	(see Note 1)			
		Sourcing 12 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)	VCC-0.6		V
V _{OLAYDIN}	Low level output voltage Double Sink Current	Sinking 8 mA, VCC = 3.0 V (see Note 1)		VSS+0.25	V
		Sinking 12 mA, VCC = 3.0 V (see Note 2)		VSS+0.6	V

- NOTES: 1. The maximum total current, $I_{OH}(\max)$ and $I_{OL}(\max)$, for all outputs combined, shouLAYDIN not exceed 40 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.
2. The maximum total current, $I_{OH}(\max)$ and $I_{OL}(\max)$, for all outputs combined, shouLAYDIN not exceed 100 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.

图 3.4 端口 P4<7:0>, P5<7:0> V_{OH}/V_{OL} 实测曲线


3.4.3 输入特性——端口P0,P1,P2,P3,P4,P5,RESET

Symbol	Papameter	Test Conditions	MIN	TPY	MAX	UNIT
V _{IT+}	Positive-going input threshoLAYDIN voltage	VCC=1.8v			1.4	V
		VCC=3.0v			2.4	V
		VCC=3.6v			2.8	V
V _{IT-}	Negative-going input threshoLAYDIN voltage	VCC=1.8v	0.4			V
		VCC=3.0v	0.6			V
		VCC=3.6v	0.8			V
V _{hys}	Input voltage hysteresis (V _{IT+} - V _{IT-})	VCC=1.8v		1		V
		VCC=3.0v		1		V
		VCC=3.6v		1		V
R _{pullhigh}	Pullup resistor	Pullup enabled		40		Kohm
C _{input}	Input capacitance			5		pf

3.4.4 端口外部输入采样要求——Timer Gate/Timer Clock

Symbol	PARAMETER	TEST CONDITIONS	VCC	MIN	MAX	UNIT
--------	-----------	-----------------	-----	-----	-----	------



t(int)	External interrupt timing	External trigger signal for the interrupt flag (see Note 1)	1.8v	50		ns
			3.0v	40		ns
			3.6v	30		ns
t(cap)	Timer capture timing	Timer0/1 capture pulse width Fsystem = 4MHz	1.8v	6		us
			3.0v	6		us
			3.6v	6		us
t(clk)	Timer clock frequency applied to pin	Timer0/1 external clock input Fsystem = 4MHz	1.8v		4/24	MHz
			3.0v		4/24	MHz
			3.6v		4/24	MHz
t(pca)	PCA clock frequency applied to pin	PCA external clock input Fsystem = 4MHz	1.8v		4/12	MHz
			3.0v		4/12	MHz
			3.6v		4/12	MHz

Notes: 1. The external signal sets the interrupt flag every time the minimum $t_{(int)}$ parameters are met. It may be set even with trigger signals shorter than $t_{(int)}$.

3.4.5 端口漏电特性——P0,P1,P2,P3,P4,P5,P6

Symbol	PARAMETER	TEST CONDITIONS	VCC	MAX	UNIT
$I_{lkg}(P_{x,y})$	Leakage current	$V_{(P_{x,y})}$ (see Note 1,2)	1.8 V/3.6 V	±50	nA

NOTES: 1. The leakage current is measured with VSS or VCC applied to the corresponding pin(s), unless otherwise noted.

2. The port pin must be selected as input.

3.5 振荡器

3.5.1 内部16M振荡器

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F_{MCLK}	Internal RC Oscillation frequency		1.5	2.0 4.0 8.0 16.0	22.0	MHz
T_{Mstart}	Start-up time Not including software calibration	$F_{MCLK} = 2MHz$		6.0		μs
		$F_{MCLK} = 4MHz$		4.0		μs
		$F_{MCLK} = 8MHz$		3.0		μs
		$F_{MCLK} = 16MHz$		2.5		μs
I_{MCLK}	Current consumption	$F_{MCLK} = 16MHz$		80		μA
DC_{MCLK}	Duty cycle		48	50	52	%
Dev_M	Frequency Deviation	$VCC = 2.0V \sim 3.8V$ $T_{AMB} = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-2.5%		+2.5%	%

3.5.2 内部38.5KHz振荡器

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F_{ACLK}	Internal RC Oscillation Frequency			38.5		KHz



T_{ACLK}	Start up time			50		μS
DC_{ACLK}	Duty cycle		48	50	52	%
I_{ACLK}	Current consumption			0.2		μA
Dev_A	Frequency Deviation	$V_{\text{CC}} = 1.8\text{V} \sim 3.8\text{V}$ $T_{\text{AMB}} = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$	-2.5		2.5	%

3.5.3 外部32.768KHz晶振

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F_{SCLK}	Crystal frequency			32.768		KHz
ESR_{SCLK}	Supported crystal equivalent series resistance			30	120	kOhm
C_{SCLK}	Supported crystal external load range	There are 2 C_{SCLK} on 2 crystal pins individually	0		25	pF
DC_{ACLK}	Duty cycle		48	50	53.5	%
I_{SCLK}	Current consumption when stable	$\text{ESR} = 65\text{ kOhm}$ $C_{\text{SCLK}} = 12\text{ pF}$		300		nA
T_{Sstart}	Start- up time.	$\text{ESR} = 65\text{ kOhm}$, $C_{\text{SCLK}} = 12\text{ pF}$, 40% - 60% duty cycle has been reached		400		ms

3.5.4 外部4M~32MHz晶振

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F_{FCLK}	Crystal frequency		4		32	MHz
ESR_{FCLK}	Supported crystal equivalent series resistance			30 400	60 1500	Ohm
C_{FCLK}	Supported crystal external load range	There are 2 C_{FCLK} on 2 crystal pins individually	12		24	pF
DC_{FCLK}	Duty cycle		40	50	60	%
I_{FCLK}	Current consumption when stable	Crystal is 32MHz $\text{ESR} = 30\text{ Ohm}$, $C_{\text{FCLK}} = 12\text{ pF}$		125		μA
T_{Fstart}	Start- up time.	4M~32MHz	200		400	μs

3.6 Built-in Temperature Sensor

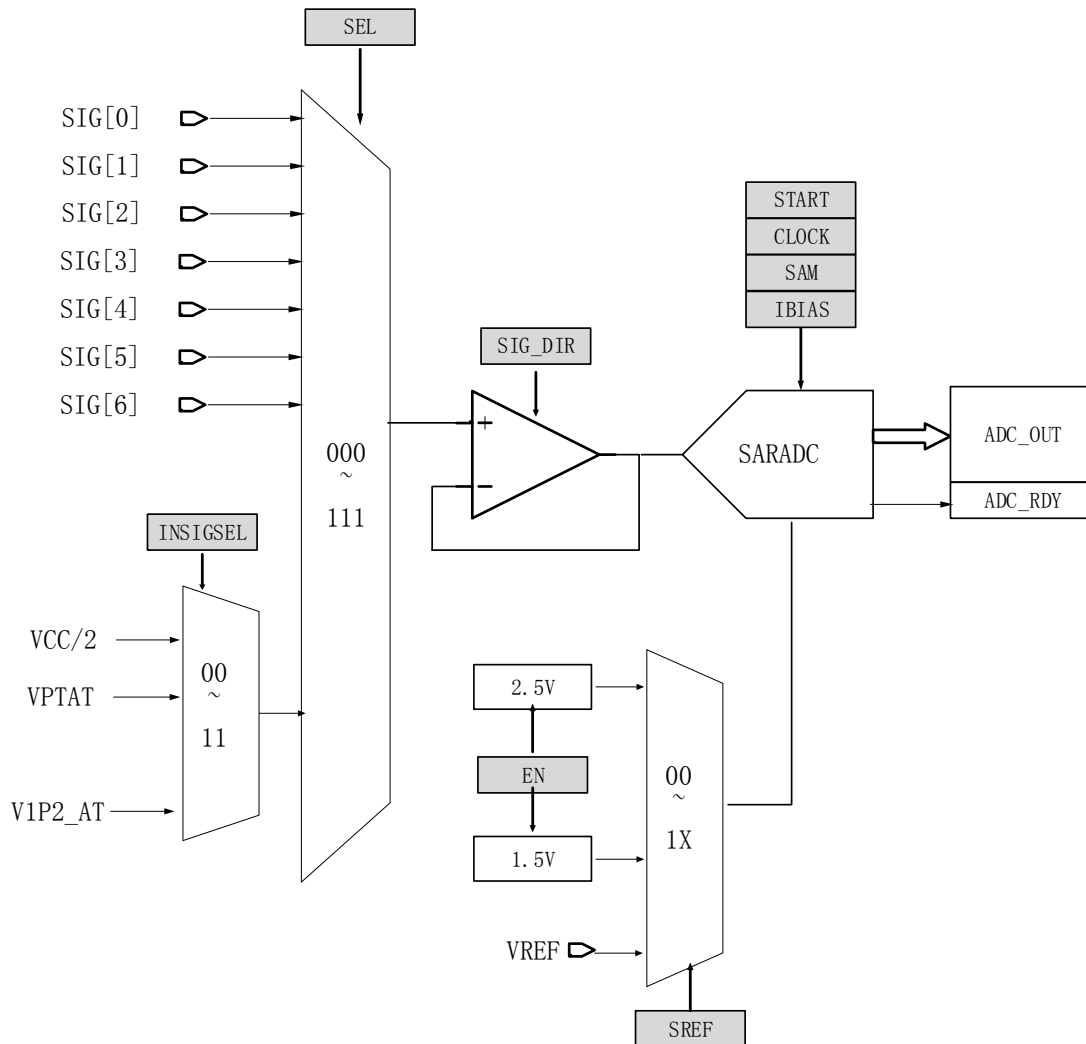
Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
ITS	Active current	Temperature = 25°C		30		μA
TC	Voltage/Temp ratio			3.2		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
V_{offset}	offset voltage		-100		100	mV
V_{PTAT}	PTAT voltage	PTAT voltage at 85°C	1200	1260	1320	mV
		PTAT voltage at 25°C	1008	1068	1128	mV
		PTAT voltage at -40°C	800	860	920	mV
T_{STARTUP}	Sensor sample time			90		μS

Note: The following formula can be used to calculate temperature from the temperature sensor 's outputvoltage:

$$V_{PTAT} = TC \cdot (Temp - 25) + V_{PTAT@25^{\circ}C}$$

出厂前会把温度传感器在常温下(25 摄氏度+/-3 摄氏度)测试值写入 CAL2, ADC 使用校准后的 2.5v 内部参考电压采样温度传感器的输出电压。

3.7 12 Bit SAR ADC

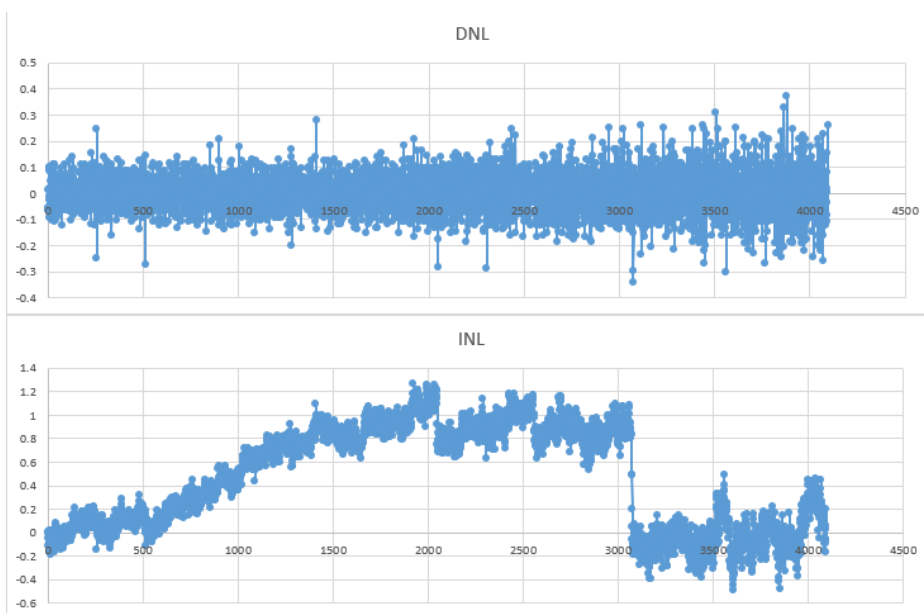
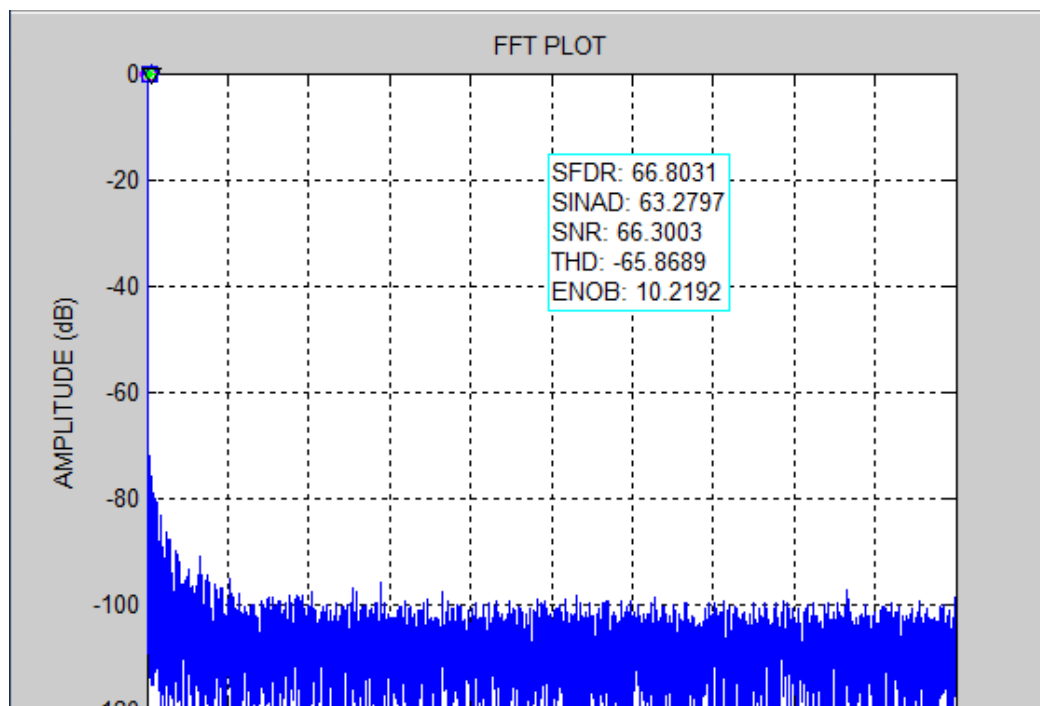


Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{ADCIN}	Input voltage range	Single ended	0		$V_{ADCREFIN}$	V
$V_{ADCREFIN}$	Input range of external reference voltage	Single ended	0		VCC	V
V_{REF25}	Internal 2.5v Reference Voltage		2.485	2.5	2.515	V
V_{REF15}	Internal 1.5v Reference Voltage		1.45	1.5	1.55	V

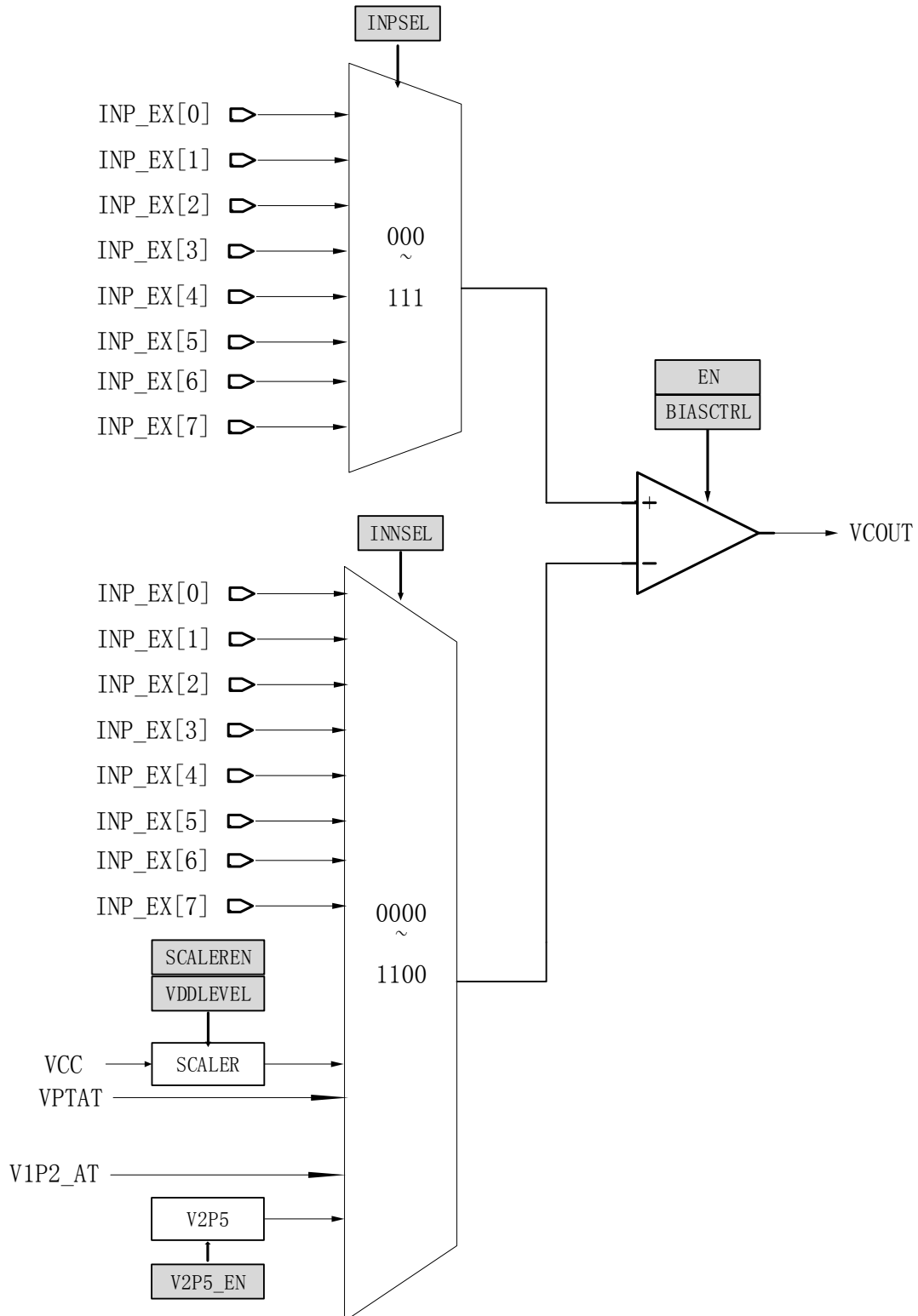


I_{ADC1}	Active current including reference generator and buffer	200KSamples/s		2.5		mA
I_{ADC2}	Active current without reference generator and buffer	200KSamples/s		1.7		mA
C_{ADCIN}	ADC input capacitance			10		pF
F_{ADCCLK}	ADC clock Frequency		512K	4M	8M	Hz
$T_{ADCSTART}$	Startup time of reference generator and ADC core			30		μ S
$T_{ADCCONV}$	Conversion time		16	18	24	cycles
T_{ADCACQ}	Acquisition time		1	3	9	cycles
ENOB	Effective Bits	200Ksamples/s		10		Bit
SNDR	Signal to Noise-plus- Distortion Ratio	200Ksamples/s external 2.5v reference Buffer disabled		65		dB
		200Ksamples/s external 2.5v reference Buffer enabled		63		dB
		200Ksamples/s internal 2.5v reference Buffer disabled		63		dB
		200Ksamples/s internal 2.5v reference Buffer enabled		61		dB
		200Ksamples/s external 1.5v reference Buffer disabled		61		dB
		200Ksamples/s external 1.5v reference Buffer enabled		59		dB
DNL	Differential non-linearity	Internal 2.5v reference Buffer enabled	-1		1	LSB
INL	Integral non-linearity	Internal 2.5v reference Buffer enabled	-1		4	LSB
E_o	Offset error				± 4	LSB
E_g	Gain error				± 4	LSB
MC	Missing code		11.999	12		Bits

图 3.5 ADC 性能实测典型值



3.8 voltage comparator

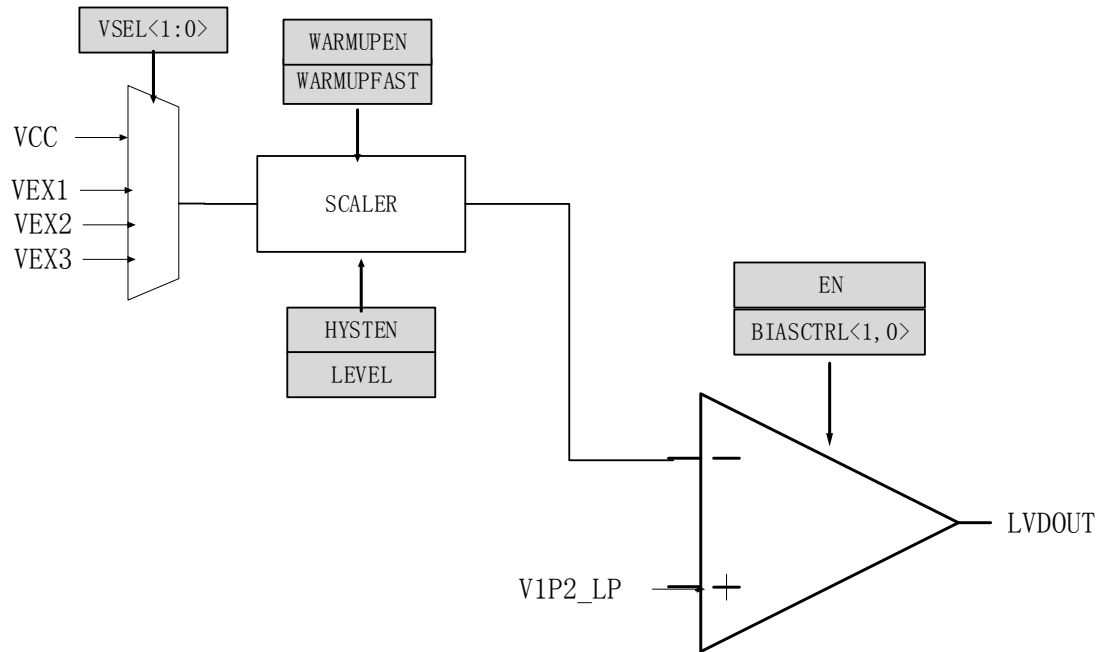


Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vin	Input voltage range		0		VCC	V



Vcom	Input Common Mode					V
VCC_scaled	scaled VCC voltage per level			VCC/64		V
VPTAT	VPTAT from temp sensor	-40°C ~ 125°C		0.85~1.43		V
		27°C	1.078		1.080	V
V1P2_AT	Internal 1.2V reference from main bandgap			1.2		V
V2P5	Internal 2.5V reference			2.5		V
Icomp	Comparator's current	VC_BIASCTRL<1:0>=00		0.16		uA
		VC_BIASCTRL<1:0>=01		1.28		
		VC_BIASCTRL<1:0>=10		10		
		VC_BIASCTRL<1:0>=11		80		
Tresponse	Comparator's response time when one input cross another	VC_BIASCTRL<1:0>=00		20		uS
		VC_BIASCTRL<1:0>=01		2.5		
		VC_BIASCTRL<1:0>=10		0.33		
		VC_BIASCTRL<1:0>=11		0.05		
Tsetup	Comparator's setup time when ENABLE. Input signals unchanged.	VC_BIASCTRL<1:0>=00		17		uS
		VC_BIASCTRL<1:0>=01		2.1		
		VC_BIASCTRL<1:0>=10		0.26		
		VC_BIASCTRL<1:0>=11		0.044		
Ivccscale	VCC scale resistor current when internal scaled VCC is selected	VCC=3.3V		1		uA
Twarmup1	Scaled VCC voltage from enable to stable			20		uS
Twarmup2	Temp sensor from enable to stable			100		uS
Twarmup4	From main bandgap enable to V1P2_AT stable			15		uS
Twarmup5	From 2.5V enable && BGR enable to V2P5 stable.			30		uS
Iv2p5	V2P5 current			4		uA
Tfilter	Digital filter time	VC_debounce = 000		25		μS
		VC_debounce = 001		50		
		VC_debounce = 010		100		
		VC_debounce = 011		400		
		VC_debounce = 100		1600		
		VC_debounce = 101		6000		
		VC_debounce = 110		25000		
		VC_debounce = 111		100000		

3.9 Low Voltage Detector



Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vex	External input voltage range		0		VCC	V
Vlevel	VCC or VEX's detectable thresholdLAYDIN	LVD_LEVEL<3:0>=0000 LVD_LEVEL<3:0>=0001 LVD_LEVEL<3:0>=0010 LVD_LEVEL<3:0>=0011 LVD_LEVEL<3:0>=0100 LVD_LEVEL<3:0>=0101 LVD_LEVEL<3:0>=0110 LVD_LEVEL<3:0>=0111 LVD_LEVEL<3:0>=1000 LVD_LEVEL<3:0>=1001 LVD_LEVEL<3:0>=1010 LVD_LEVEL<3:0>=1011 LVD_LEVEL<3:0>=1100 LVD_LEVEL<3:0>=1101 LVD_LEVEL<3:0>=1110 LVD_LEVEL<3:0>=1111		1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 3.4		V
Icomp	Detector's current	LVD_BIASCTRL<1:0>=00 LVD_BIASCTRL<1:0>=01 LVD_BIASCTRL<1:0>=10 LVD_BIASCTRL<1:0>=11		0.08 0.72 5 45		uA
Tresponse	Detector's response time	LVD_BIASCTRL<1:0>=00		15		uS



	when VCC or VEX fall below or rise above the threshold LAYDIN	LVD_BIASCTRL<1:0>=01		1.3		
Tsetup	Detector's setup time when ENABLE. VCC or VEX unchanged.	LVD_BIASCTRL<1:0>=00 LVD_BIASCTRL<1:0>=01		5 6.6		uS
Ivccscale1	VCC scale resistor current	LVD_WARMUPFAST=0		30		nA
Twarmup1	Scaled VCC voltage from enable to stable	LVD_WARMUPFAST=0		1		mS
Ivddscale2	VCC scale resistor current	LVD_WARMUPFAST=1		760		nA
Twarmup2	Scaled VCC voltage from enable to stable	LVD_WARMUPFAST=1		5		uS
Vhyste	Hysteresis voltage			20		mV
Tfilter	Digital filter time	LVD_debounce = 000 LVD_debounce = 001 LVD_debounce = 010 LVD_debounce = 011 LVD_debounce = 100 LVD_debounce = 101 LVD_debounce = 110 LVD_debounce = 111		25 50 100 400 1600 6000 25000 100000		μS

3.10 LCD Driver

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F _{lcdmr}	Frame Rate		64		512	Hz
Num _{seg}	Number of segments				56X4 54x6 52X8	seg
I _{lcd}	Steady state current consumption		180		250	nA

3.11 Flash

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
EC _{flash}	Flash erase cycles before failure	Regulator voltage=1.5v, T _{AMB} = 25℃	20K	100K		cycles
RET _{flash}	Flash data retention	T _{AMB} < 85℃	10			Years
T _{w_prog}	Double word programming time		20		40	μs
T _{p_erase}	Page Erase time		20		40	ms
T _{m_erase}	Mass erase time		20		40	ms



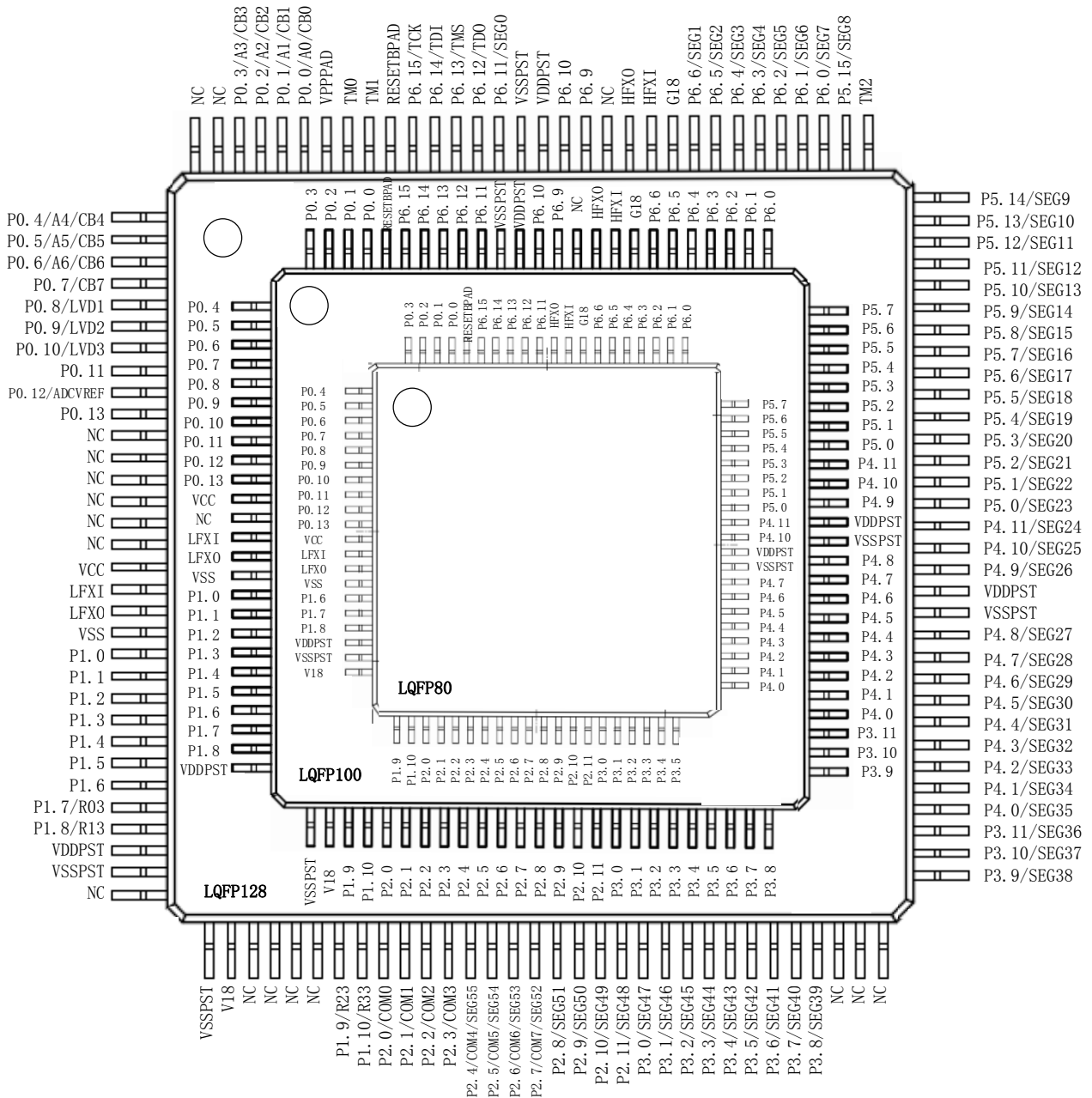
4. 产品系列、管脚定义和封装信息

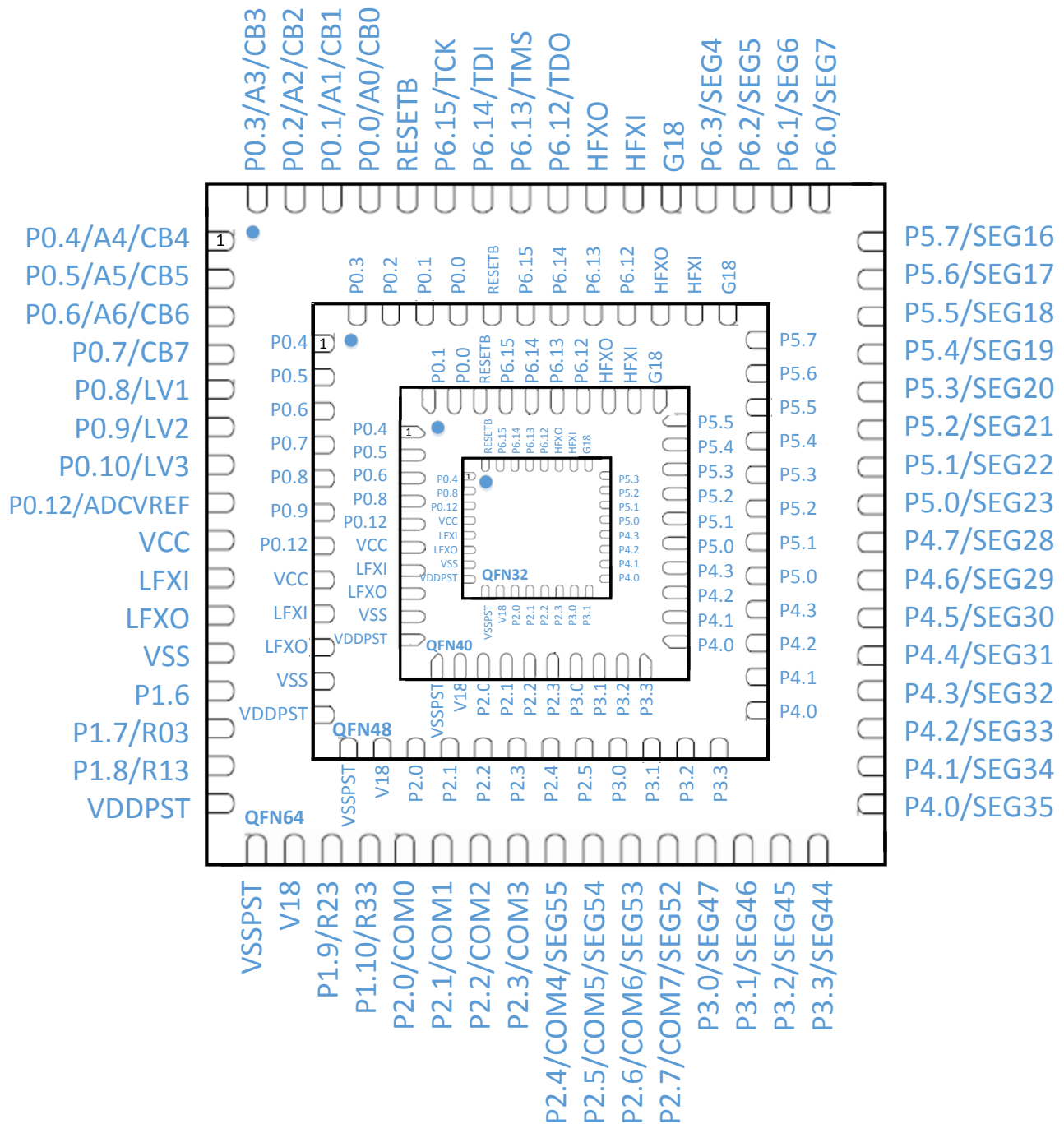
4.1 产品系列

Part No.	Package	Flash	RAM	GPIO	Timer	LCD	Algorithm
LAYDIN-32LC256LQ100	LQFP100 14x14	256K	32K	83	4x32B	48x8/52x4	DES
LAYDIN-32LC256LQ80	LQFP80 10x10	256K	32K	67	4x32B	40x8/44x4	DES
LAYDIN-32LC256LQ64	LQFP64 10x10	256K	32K	53	4x32B	32x8/36x4	DES
LAYDIN-32LA256LQ48	LQFP48 7x7	256K	32K	37	4x32B	18x4	DES
LAYDIN-32LA256LQ32	LQFP32 7x7	256K	32K	21	4x32B		DES
LAYDIN-32LC256QN648	QFN64 8x8	256K	32K	53	4x32B	32x8/36x4	DES
LAYDIN-32LC256QN649	QFN64 9x9						
LAYDIN-32LA256QN48	QFN48 6x6	256K	32K	37	4x32B	18x4	DES
LAYDIN-32LA256QN40	QFN40 5x5	256K	32K	29	4x32B		DES
LAYDIN-32LA256QN32	QFN32 5x5	256K	32K	21	4x32B		DES

Part No.	SPI	I2C	UART	7816	DMA	CRC	ADC	VC	LVD
LAYDIN-32LC256LQ100	x4	x2	x6	V	V	V	7Ch	8Ch	3Ch
LAYDIN-32LC256LQ80	x4	x2	x6	V	V	V	7Ch	8Ch	3Ch
LAYDIN-32LC256LQ64	x4	x2	x5	V	V	V	7Ch	8Ch	3Ch
LAYDIN-32LA256LQ48	x4	x2	x4	V	V	V	7Ch	8Ch	2Ch
LAYDIN-32LA256LQ32	x3	x1	x3	V	V	V	1Ch	1Ch	1Ch
LAYDIN-32LC256QN64	x4	x2	x5	V	V	V	7Ch	8Ch	3Ch
LAYDIN-32LA256QN48	x4	x2	x4	V	V	V	7Ch	8Ch	2Ch
LAYDIN-32LA256QN40	x4	x2	x3	V	V	V	5Ch	5Ch	1Ch
LAYDIN-32LA256QN32	x3	x1	x3	V	V	V	1Ch	1Ch	1Ch

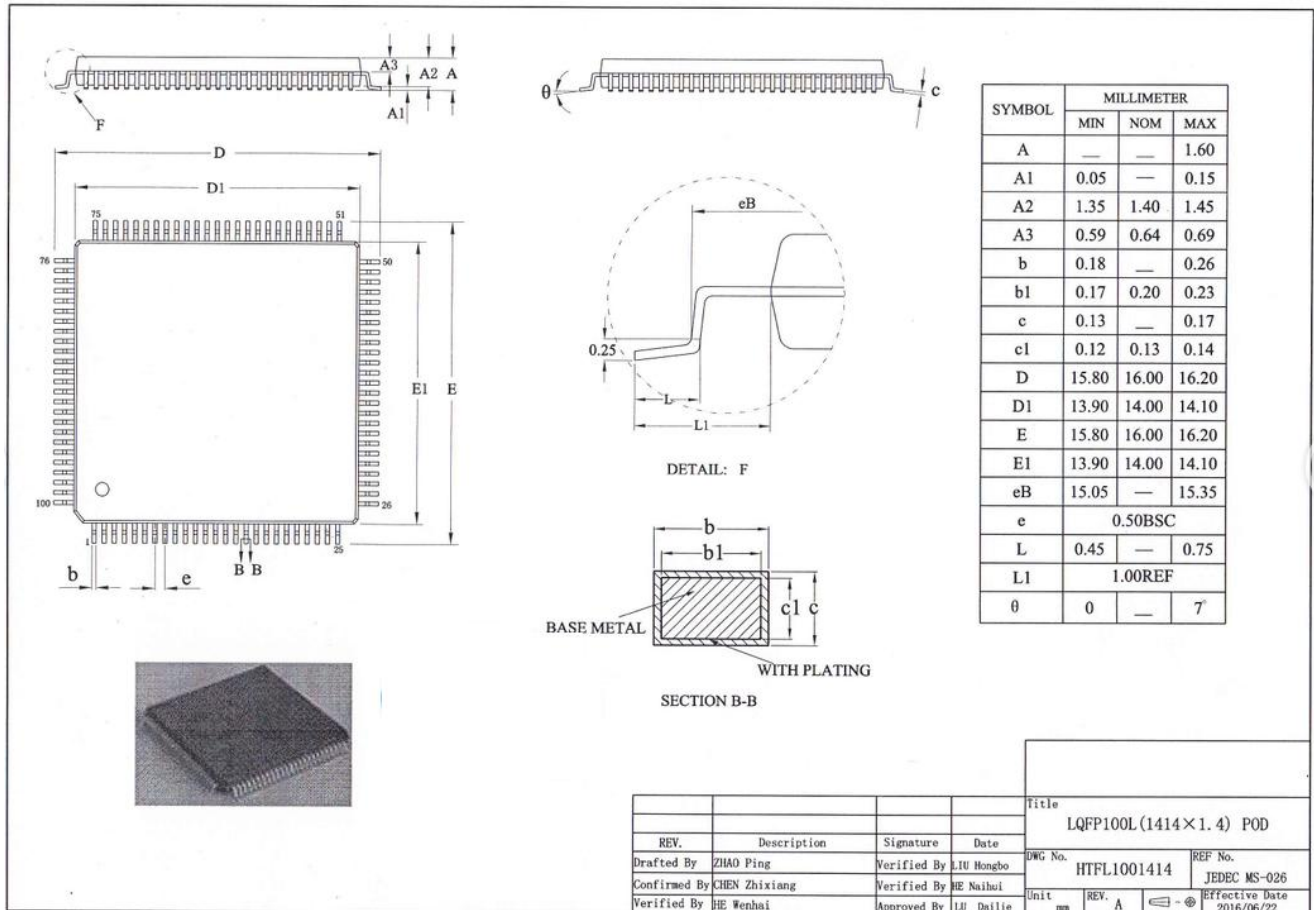
4.2 管脚定义



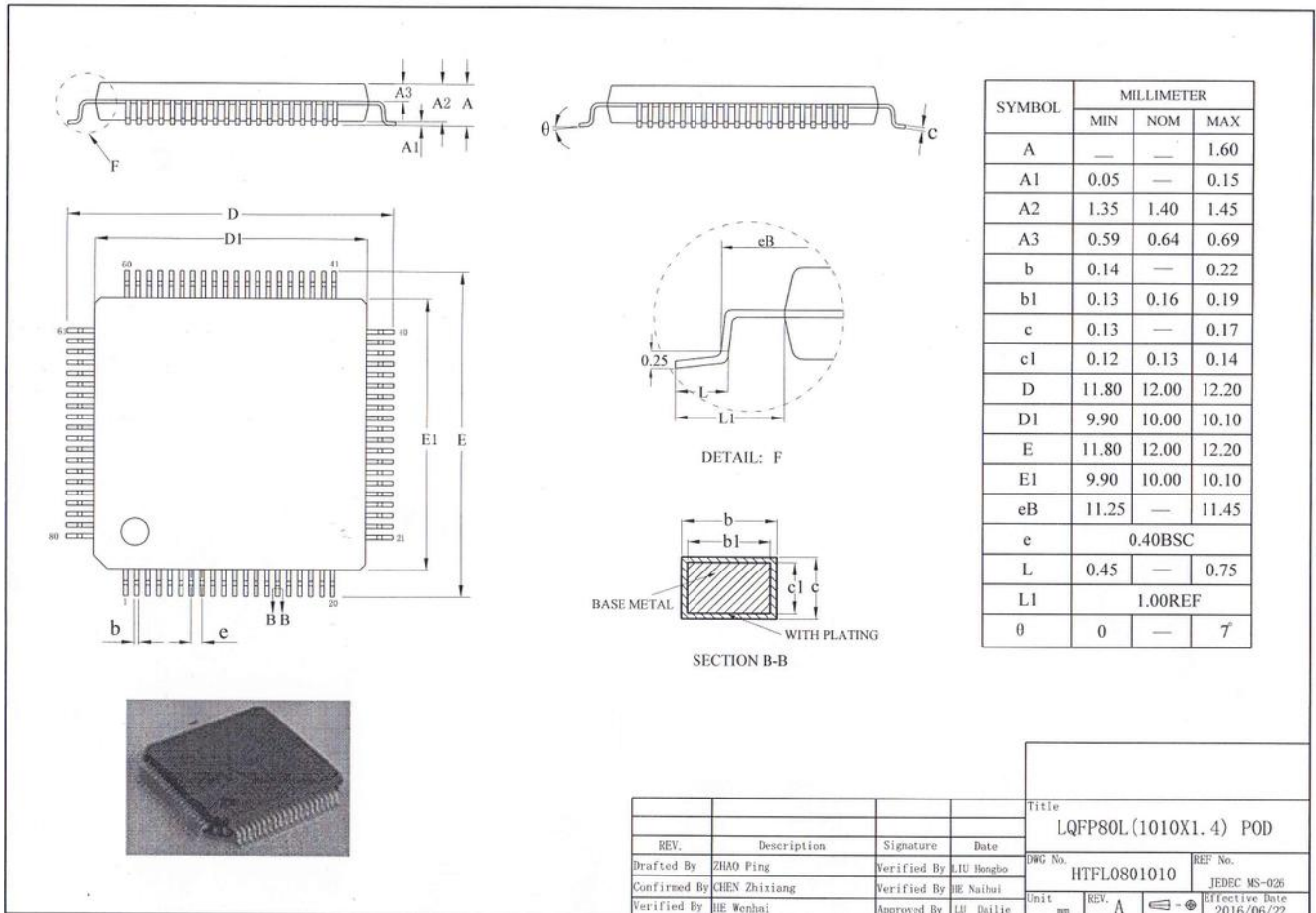


4.3 封装信息

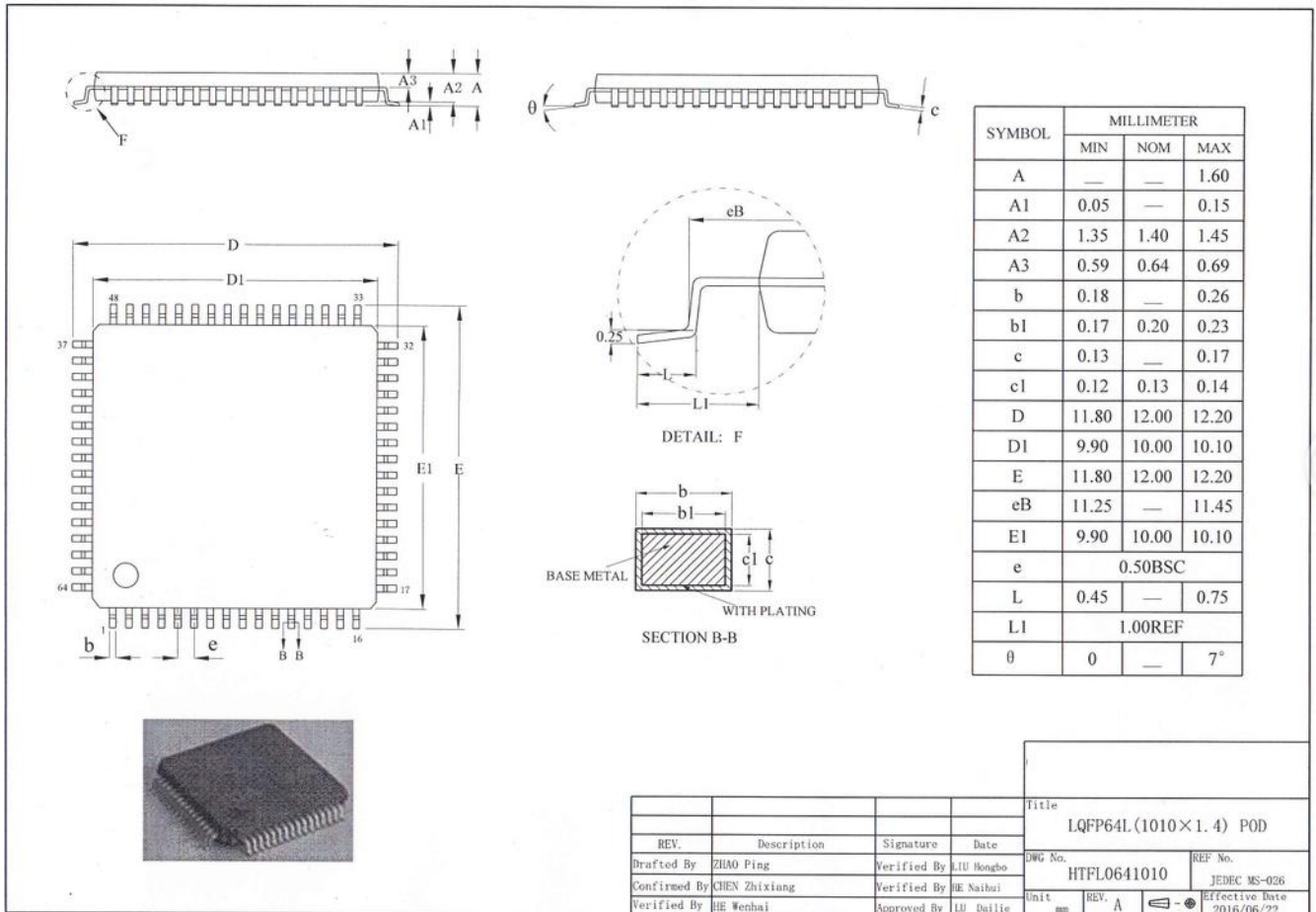
4.3.2 LQFP100 14x14



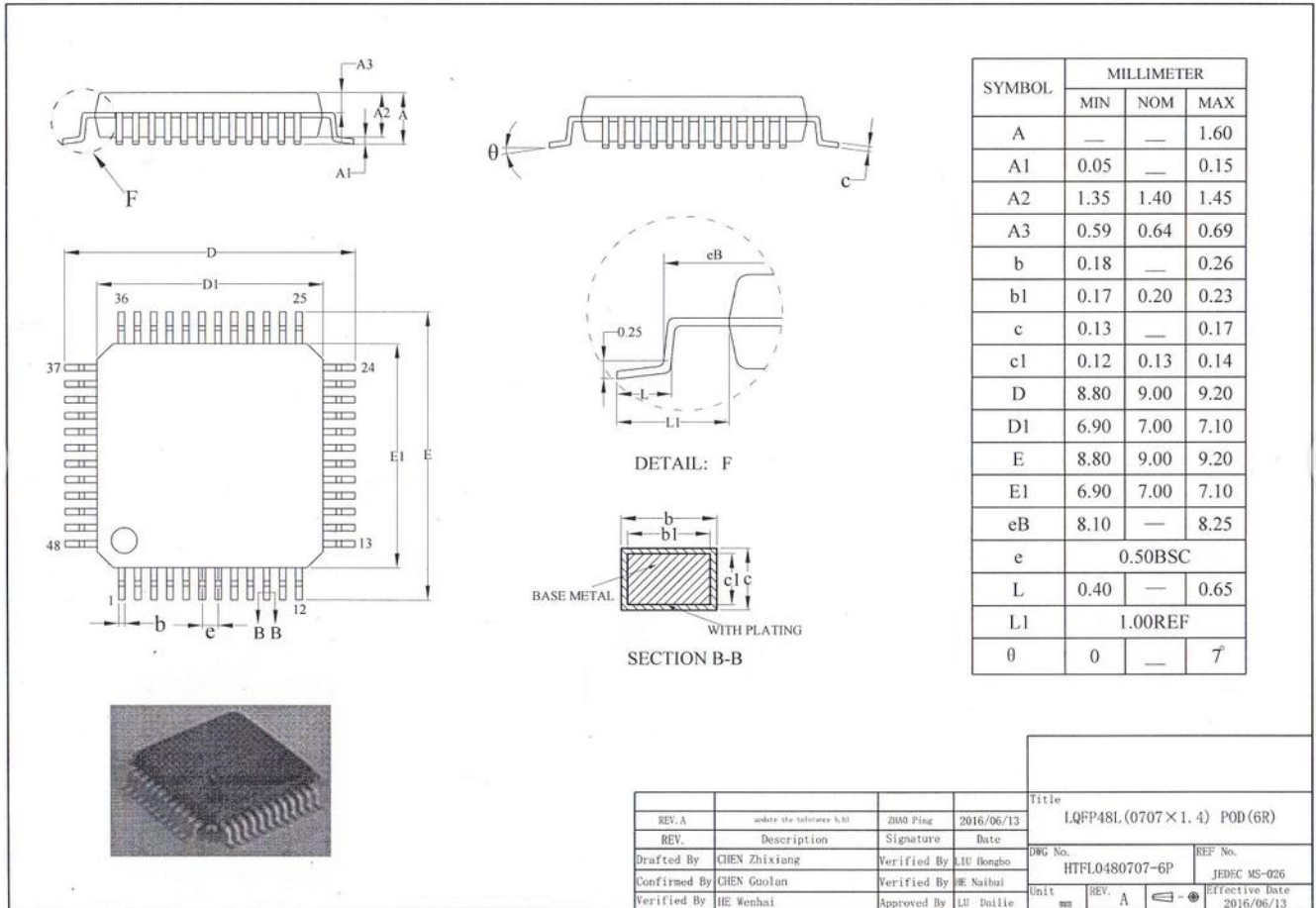
4.3.3 LQFP80 10x10



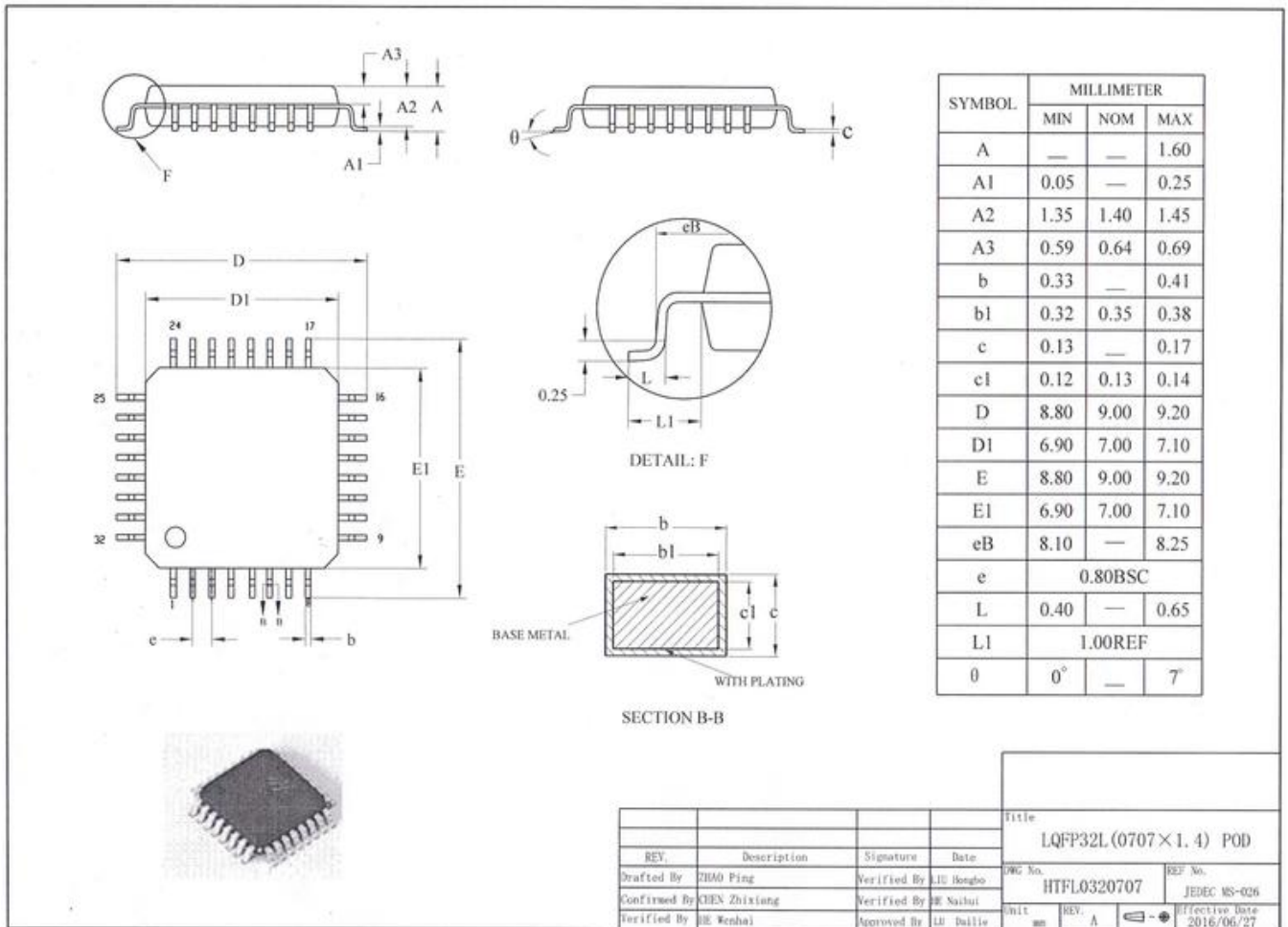
4.3.4 LQFP64 10x10



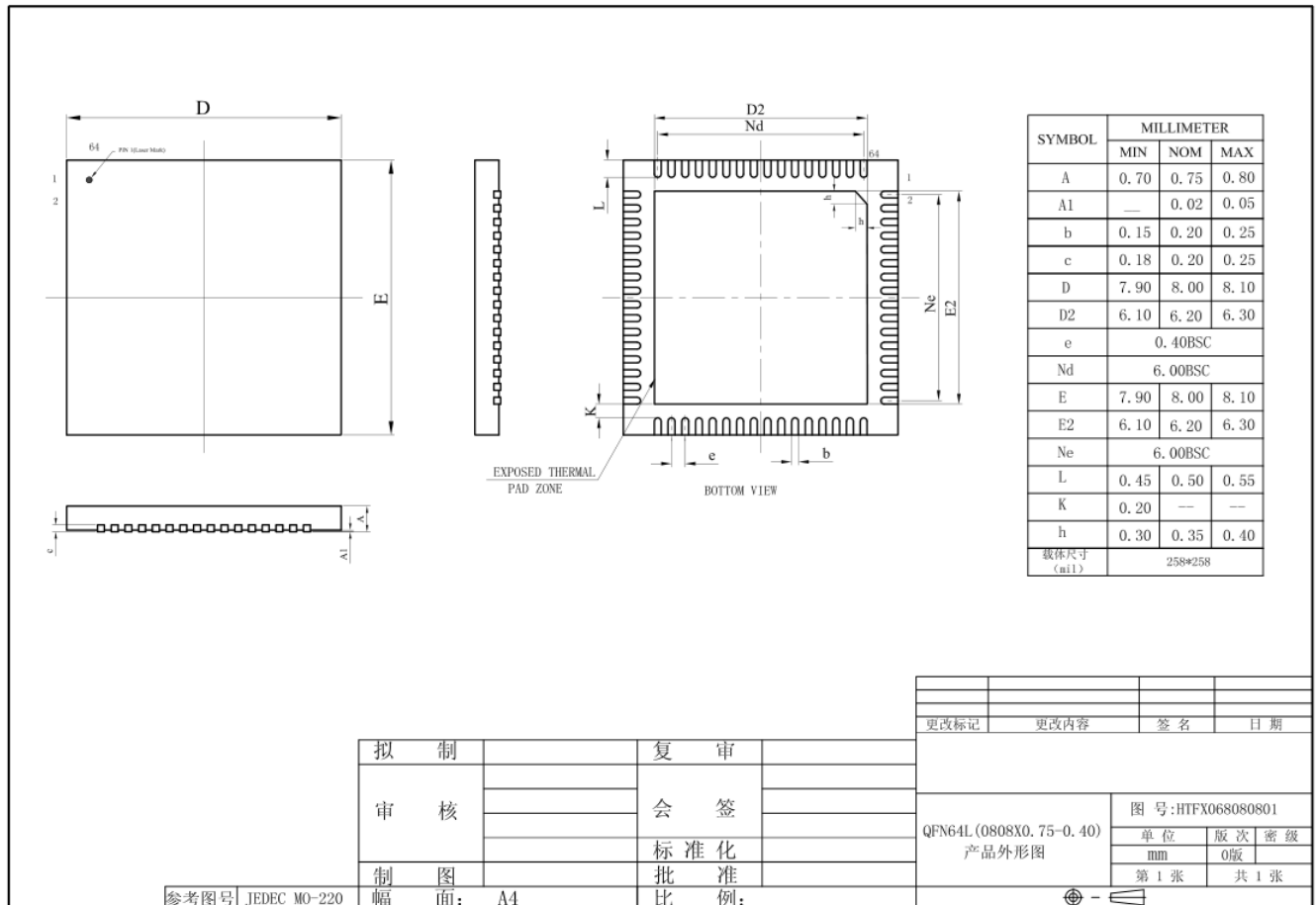
4.3.4 LQFP48 7x7



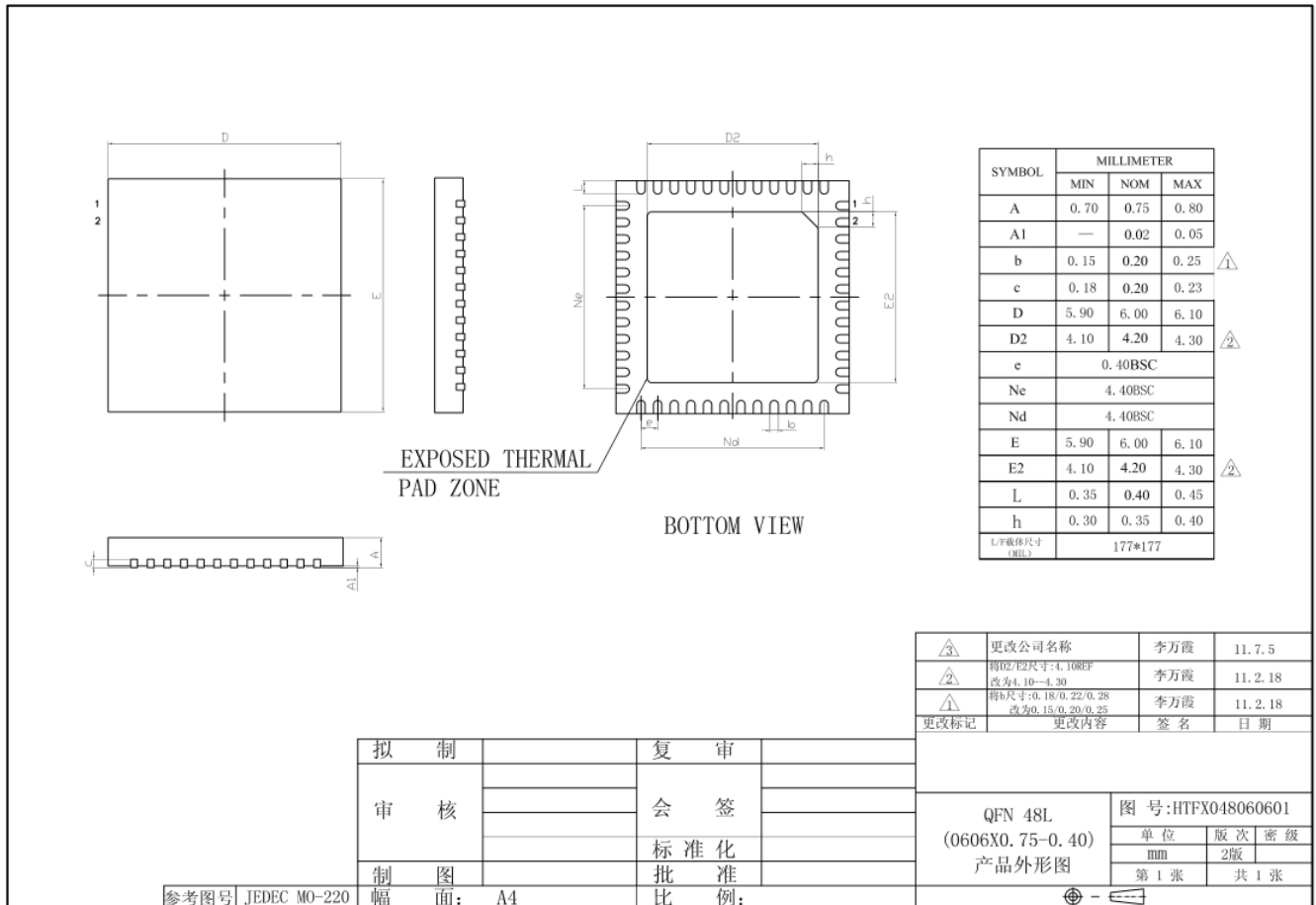
4.3.4 LQFP32 7x7



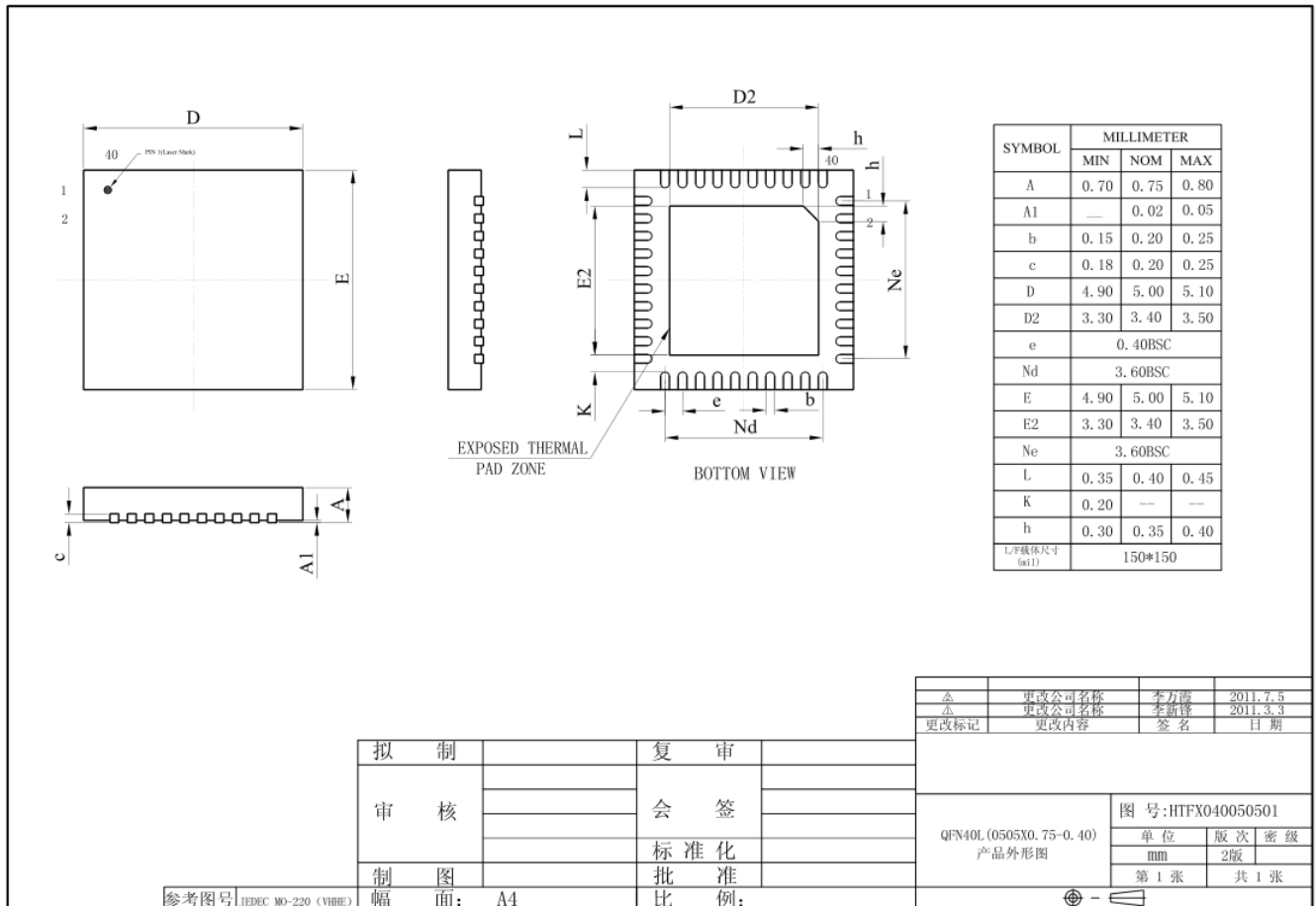
4.3.5 QFN64 8x8



4.3.6 QFN48 6x6

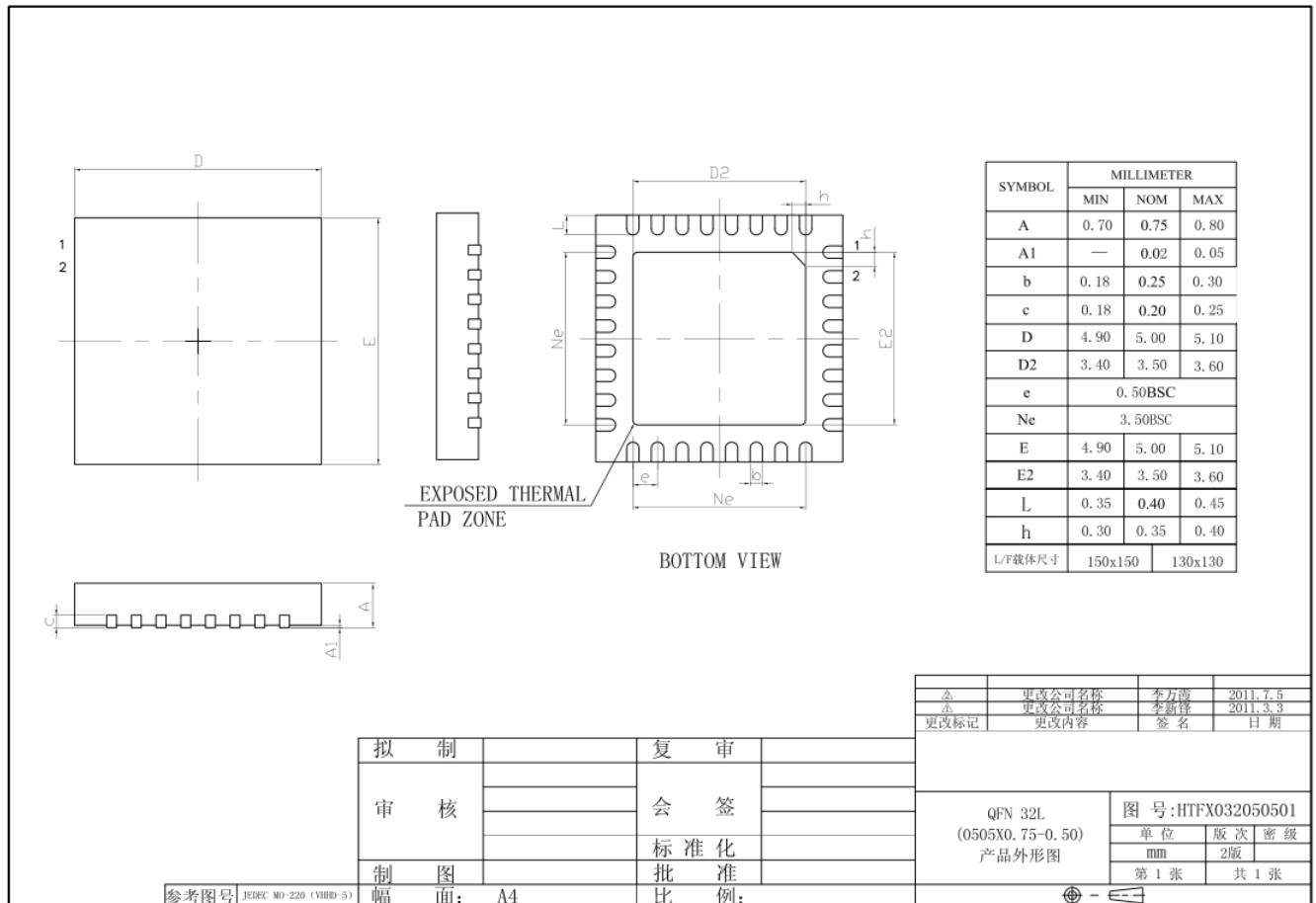


4.3.7 QFN40 5x5

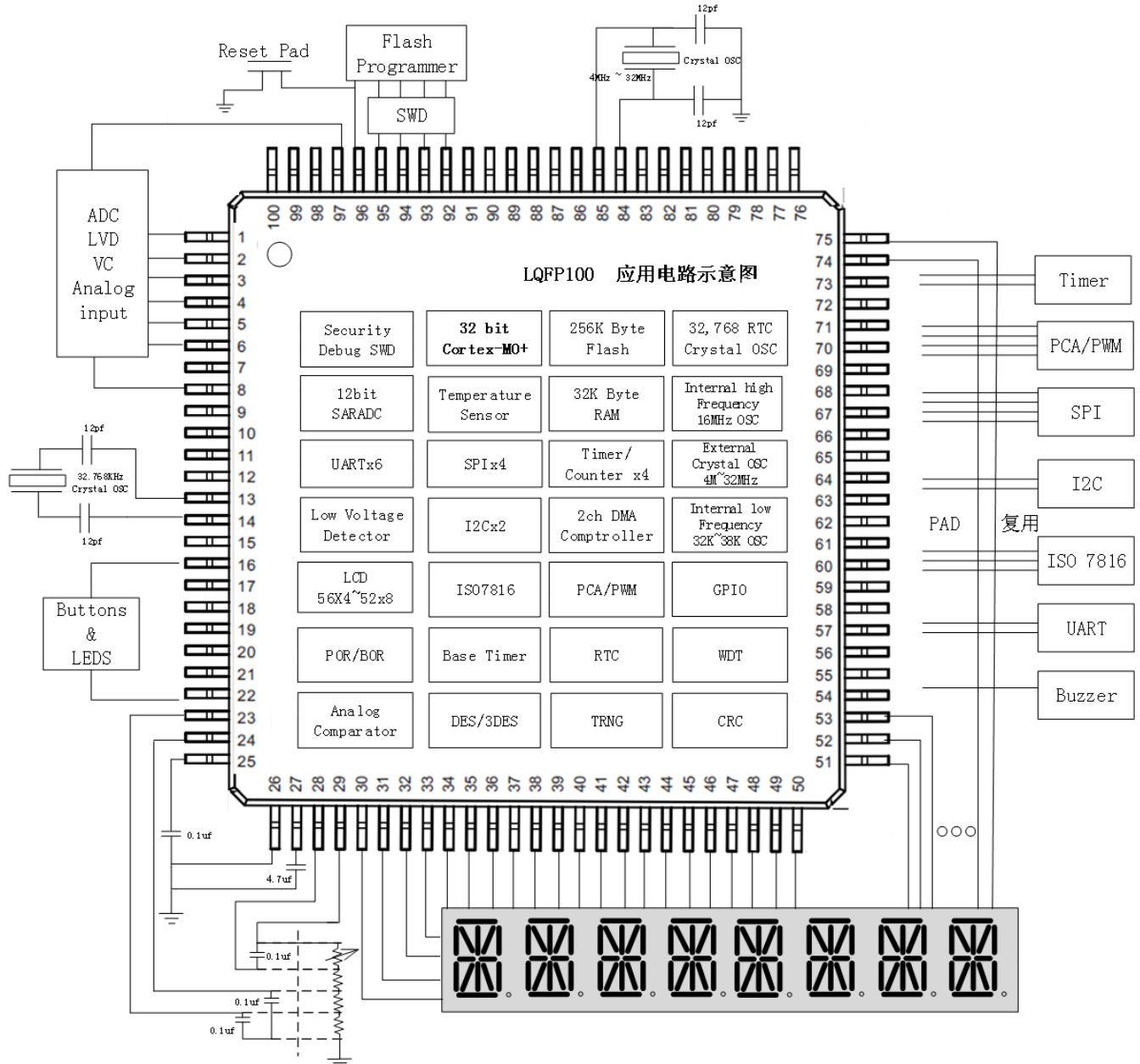




4.3.8 QFN32 5x5



5. 典型应用电路





6. 采购信息

杭州雷甸科技有限公司

联系电话: 15355431041

邮箱: light@laydin.com

地址: 杭州市拱墅区石祥路 688 号

7. 版本信息

Version 1.0 release

Date: Aug 7th, 2015 Author: WUJIE

Version 2.0 release

Date: Dec 29, 2015 Author: WUJIE

基于最新测试值修改了功耗数据。

修正了一些功能描述。

补充 6 种封装的管脚定义图。

修正了典型应用电路图。

Version 2.1 release

Date: Jan 20, 2016 Author: WUJIE

补充实测各个温度电压下的 LPM4.5 模式的功耗图

Version 3.0 release

Date: Feb 26, 2016 Author: WUJIE

基于最新测试值修改了 ESD 和 LATCHUP 数据。

基于最新测试值修改了 IRC38.5K 的频率数据。

基于最新测试值修改了 ADC 的性能数据。

修改了 ADC、VC、LVD 的电流控制位及输入信号选择位。

Version 3.1 release

Date: Mar 10, 2016 Author: WUJIE

修改了端口个数。

Preliminary Revision 3.2 release

Date: Mar 14, 2016 Author: WUJIE

修改了 2.1.1 的描述。

修正了应用电路图。

Preliminary Revision 3.3 release

Date: Nov 10, 2016

移除 BaseTimer 的中断功能

移除 VC 比较输出结果可以暂停定时器 TIMER1,2 的功能



移除引脚 (P0.14,P0.15,P6.7,P6.8)上的 GPIO复用功能，只作为外部晶振的引脚
不支持M0+内部软件复位（SYSRESETREQ）功能
修改文档中部分寄存器说明及文字描述笔误

Preliminary Revision 3.5 release

Date: June 1, 2017

增加QFN32封装信息