

HC16L 系列 MCU

Preliminary DataSheet

1. 简介

- 80251 16 位 CPU 平台
 - 比标准型 80C51 处理能力快 40 倍。
 - 高达 16MHz 的 CPU 时钟
- 灵活的功耗管理系统
 - 低功耗模式 1: [0.9uA@3V](#) Power on Reset 和 brown out detector 有效, 寄存器和 CPU 保存状态
 - 低功耗模式 2: [1.4uA@3V](#) 低功耗模式 1 加 32.768KHz 外部晶振驱动的 RTC 和看门狗
 - 低功耗模式 3: [1.6uA@3V](#) 低功耗模式 2 加电荷泵型 LCD
 - 睡眠模式: [40uA/MHz@3V](#) 系统时钟和外设运行, CPU 停止
 - 工作模式: [260uA/MHz@3V](#) 系统时钟、外设、CPU 运行
- 从低功耗模式唤醒到工作模式, 响应时间不超过 3us
- 32KB Flash/4KB RAM
- 58 个通用 I/O 管脚
- 1 通道 DMA
- 定时器/计数器
 - 4 个通用 16 位定时器/计数器
 - 1 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
 - 2 个专用 8 位定时器给 UART0、UART1 产生可变波特率
 - 1 个专用 8 位定时器给 IIC 产生可变波特率
 - 1 个专用 8 位定时器给 SPI 产生可变波特率
 - 1 个专用 8 位定时器给蜂鸣器产生可变波特率
- 通讯接口
 - UART0、UART1 标准通讯接口
 - SPI 标准通讯接口
 - IIC 标准通讯接口
 - SmartCard (ISO 7816) 接口
- 低功耗高精度模拟外设
 - 8 通道 12 位 200Ksps SAR ADC
 - 片上温度传感器
 - 片上电压比较器
 - 片上低电压侦测器
 - 40X4 电阻型+电荷泵型 LCD 驱动电路
- 高可靠性、安全性、易用性
 - 硬件万年历模块
 - 64 位硬件 DES 加解密协处理器
 - 64 位随机数模块
 - 16 位硬件 CRC 校验电路模块
 - 唯一 8 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
- 工作温度: -40 ~ 85°C
- 单电源供电: 1.8 ~ 3.8V
- 封装形式: LQFP80, LQFP64, QFN48, QFN32

HC16L系列MCU集成了12位高精度SARADC、160段LCD驱动(仅限HC16LC系列)、硬件随机数发生器以及硬件DES加解密电路,具有高整合度、高抗干扰度、高可靠性和超低功耗的MCU。内核采用哈佛结构以及增强型流水线架构,在相同时钟频率下的处理能力为标准8xC251的3倍、标准80C51的40倍,配合成熟的Keil μ Vision4调试开发软件,支持C语言及汇编语言,并且指令与标准8xC251/80C51完全兼容,编译C程序时,相比于标准80C51而言,能够大幅减少代码容量。

典型应用

- 各类水表,燃气表,热能表等工业仪表
- 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
- 各种对功耗苛求的可穿戴设备和便携设备

2. 系统及模块概述

2.1 功能模块介绍

HC16L系列MCU是自主知识产权的超低功耗微控制器,凭借其强大的16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HC16L用户手册。

图 2.1 HC16L 功能模块图

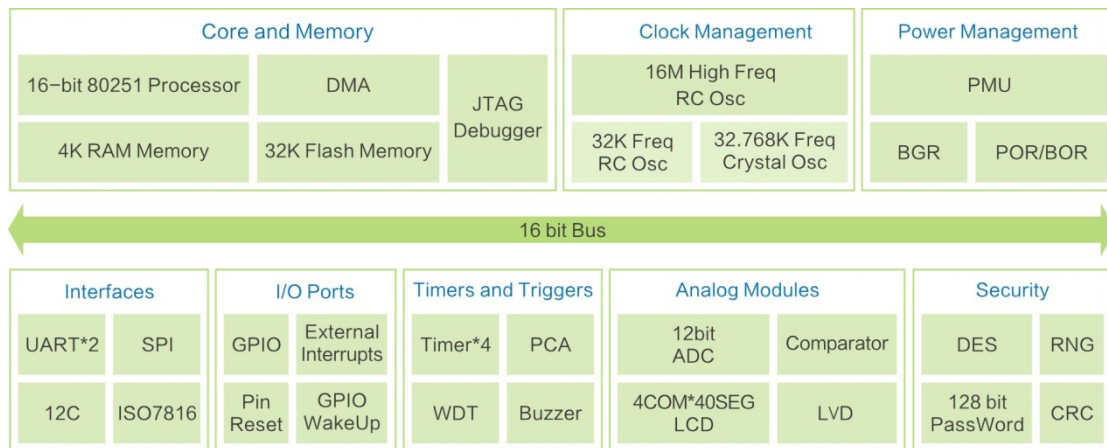


图 2.2 HC16L 系列芯片选型

Part number	PKG	Flash	IAP/ISP	RAM	I/O	双电源	双时钟	RTC	CRC RNG AES/DES	12bit ADC	VC	捕捉 模块	PWM	Timer	低功耗计数 单元	SPI	I2C	7816	UART	IrDA	Beep	LCD
HC16LC10J6UA	QFN48	32K	Y	4K	34	N/A	Y	Y	Y	7ch	N	1	N/A	4	N/A	1	1	1	2	N/A	1	N/A
HC16LC10F6UA	QFN32	32K	Y	4K	18	N/A	Y	Y	Y	3ch	N	1	N/A	4	N/A	1	1	N/A	1	N/A	1	N/A
HC16LC10J4UA	QFN48	16K	Y	2K	34	N/A	Y	Y	N/A	7ch	N	1	N/A	2	N/A	1	1	N/A	2	N/A	1	N/A
HC16LC10F4UA	QFN32	16K	Y	2K	18	N/A	Y	Y	N/A	3ch	N	1	N/A	2	N/A	1	1	N/A	1	N/A	1	N/A
HC16LC16M6TA	LQFP80	32K	Y	4K	58	N/A	Y	Y	Y	7ch	N	1	N/A	4	N/A	1	1	1	2	N/A	1	40*4
HC16LC16K6TA	LQFP64	32K	Y	4K	42	N/A	Y	Y	Y	7ch	N	1	N/A	4	N/A	1	1	1	2	N/A	1	32*4

2.1.1 增强型流水线 80251 内核

嵌入式 80251 是标准 80C51 的加强版，该 16 位内核采用哈佛结构（提供独立的指令总线和数据总线去访问代码存储区和数据存储区）以及增强型流水线架构，工作频率从 2M 到 24M 可任意配置。

2.1.2 32KB Flash

内建全集成 Flash 控制器，无需外部高压输入，内置定时器来支持编程，擦除。支持 IAP、ICP 功能。支持 DMA 传输模式。每 512 个字节为一个最小擦除页。20ms 的擦除时间，20us 的编程时间。常温下至少 2 万次擦写性能。常温下数据至少保存 100 年。

2.1.3 4KB RAM

在各种低功耗模式下，RAM 数据都可以保留。支持在 RAM 中执行程序。支持 DMA 传输模式。

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。1 路 DMA 通道，支持下列操作：Flash to SRAM，SRAM to Flash，Flash to Flash，SRAM to SRAM，SRAM to CRC，Flash to CRC。

2.1.5 时钟系统

一个频率为 2M~16M 可配置的高精度内部时钟 MCLK，从低功耗模式到工作模式的唤醒时间为 3us，全电压全温度范围内的频率偏差 $< \pm 2.5\%$ ，无需外接昂贵的高频晶体。

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

一个频率为 32KHz 的内部时钟 SCLK，当外部 32,768Hz 晶振失效时备用，增加抗干扰能力。

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精准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 1/16 秒。

带有 2 路可配置频率、宽度、相位的脉冲输出。

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 58 个通用 IO 端口

每个 GPIO 均为数字模块及模拟模块复用。

每个端口有独立的控制寄存器位来控制。

支持边沿和电平触发中断，并支持从超低功耗模式下唤醒 MCU。

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。

58 个通用 IO 可支持外部异步中断，分为 2 个快速中断，1 个查询中断。

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。

16 个中断入口向量地址，分别为：

一个非可屏蔽中断 NMI，外部 32K 晶振失效中断。

一个软件中断，为了 JTAG 调试使用。

快速中断源 0，UART0 RXD / P5.0 端口。

快速中断源 1，UART1 RXD / P1.6 端口。

除了 P5.0/P1.6 以外的其他 56 个 GPIO 共享一个中断入口地址。

Timer 0，Timer2 共享一个中断入口地址。

Timer 1，Timer3 共享一个中断入口地址。

UART0，UART1 共享一个中断入口地址。

SPI 中断源。I2C 中断源。ISO7816 智能卡中断源。PCA 中断源。RTC 中断源。ADC 中断源。

VC 中断源。LVD 中断源。

2.1.9 复位控制器

支持以下各种复位功能：上电下电复位，低电压检测 LVD 复位，外部 RESETB 管脚复位，看门狗 WDT 复位，可编程计数器阵列 PCA 看门狗复位，JTAG 软件复位。

每个复位都有独立的复位标志寄存器。

2.1.10 定时器/计数器

4 个通用 16 位定时器/计数器。

2.1.11 可编程计数器阵列 PCA

PCA (Programmable Counter Array) 有 5 路捕获/比较模块，每一个模块都可以独立编程，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 20 位定时器，在 MCU 异常的情况下提供复位。其时钟来源可选择外部 32,768Hz 晶振或内部 32K 的 RC OSC 时钟。可配置的最大溢出时间为 32 秒。

2.1.13 通用异步收发器 UART0/UART1

2 路通用异步收/发器 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)，支持全部 4 种 8xC251 标准的工作模式，带有帧位错误检测功能，能实现多处理器通信和自动地址识别。

2 个独立的 8 位计数器分别给 UART0、UART1 提供可编程波特率。

2.1.14 同步串行接口 SPI

一路同步串行接口 (Serial Peripheral Interface)，支持主从模式，全双工半双工模式，2 级 FIFO。

1 个独立的 8 位计数器为 SPI 提供可编程波特率。

2.1.15 IIC 总线

IIC (Inter-Integrated Circuit) 是一个真正的多主机总线，如果两个或更多主机同时进行数据传输，可以通过冲突检测和仲裁防止数据被破坏。它包括一条串行数据线 SDA，一条串行时钟线 SCL，通过简单有效的连线方式实现设备间的数据交换。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以到 400Kps。

支持 26 种传输状态、主从收发 4 种传输模式，支持 7 位地址自动识别。

1 个独立的 8 位计数器为 IIC 提供可编程波特率。

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 ISO7816 主机接口

标准智能卡通讯接口，符合 ISO/IEC 7816-3 标准。支持 T=0 和 T=1 的传输模式，收发自动转换，支持 Retry 次数设置，支持额外的 ETU 设置，支持 ETU counter 计数，支持硬件 LRC/CRC 计算，起始位采用 16 次采样判决算法，每一个 Bit 数据三次采样并遵从择多判决算法，支持 ISO7816 接口软复位。在接收数据尚未取走即被新数据覆盖的情况下，置 overrun 标志。根据接口状态置 busy/idle 标志。

2.1.18 硬件标准数据加解密 DES 协处理器

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。不过，64 位密钥实际只用到其中的 56 位，其余 8 位在算法中被忽略。

2.1.19 硬件 64 位真随机数模块

包括 2 个随机数产生模块，一个是低功耗的伪随机数，一个是功耗较高的真随机数。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 位冗余循环校验码 CRC

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

2.1.21 唯一 ID 号

每颗芯片出厂前具备唯一的 8 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 SAR ADC

单调不失码的 12 位逐次逼近模数转换器，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) 或外部输入。8 个输入通道，包括 7 路外部管脚输入通道和 1 路内部温度传感器通道。内建采样单位增益放大器以节省检测弱信号时需要外加的单位增益放大器。

2.1.23 电压比较器 VC

芯片管脚电压监测，比较电路。6 个可配置的输入通道 (P0.2~P0.5, BGR 参考电压 1.25V, 内建可编程电压 2.5v ~ 4.15v)。输出可供计数器 0/1 捕获使用。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。可配置的硬件迟滞电路和软件防抖功能。

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 (2.0v ~ 3.5v)。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，精度超过 1°C。其模拟输出电压由 ADC 转化为数字信号。

2.1.26 液晶显示驱动 LCD Driver

最大支持 40SEG x 4COM 段码显示，参考电压可选电阻分压产生或内部电荷泵产生。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。

注：LCD 驱动仅限 HC16LC 型 MCU，现有芯片型号为 HC16LC80QN 和 HC16LC64QN。

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，配合成熟的 Keil μ Vision4 调试开发软件。支持 2 个硬断点以及多个软断点。支持标准 Rlink。PC 与 SOC 芯片通过标准 USB-JTAG 连接。

2.3 高安全性

128 位 JTAG 密码授权保护：标准 JTAG 是全开放型调试接口，为保护客户程序不会被不法侵入，在 JTAG 前面有一个密码保护模块，当输入授权的 128 位密码之后，JTAG 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 8 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，系统的可靠性。

3. 电气特性

3.1 测试条件

如无特殊说明，所有典型值均基于 $T_{AMB} = 25^{\circ}\text{C}$ 和 $VDD=3.0\text{V}$ 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

Symbol	PARAMETER	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Vpower	电源电压		0		3.80	V
Viopin	IO的电压		-0.3		VCC+0.3	V
Vop	工作电压		1.80	3.0	3.80	V
Tstg	存储温度		-40		125	$^{\circ}\text{C}$
Top	工作温度		-40	25	85	$^{\circ}\text{C}$
Fcpu	CPU工作频率		32K		22M	Hz
VESDHBM	ESD @ Human Body Mode	$T_{AMB} = 25^{\circ}\text{C}$	2			kV
VESDCDM	ESD @ Charge Device Mode	$T_{AMB} = 25^{\circ}\text{C}$	1			kV

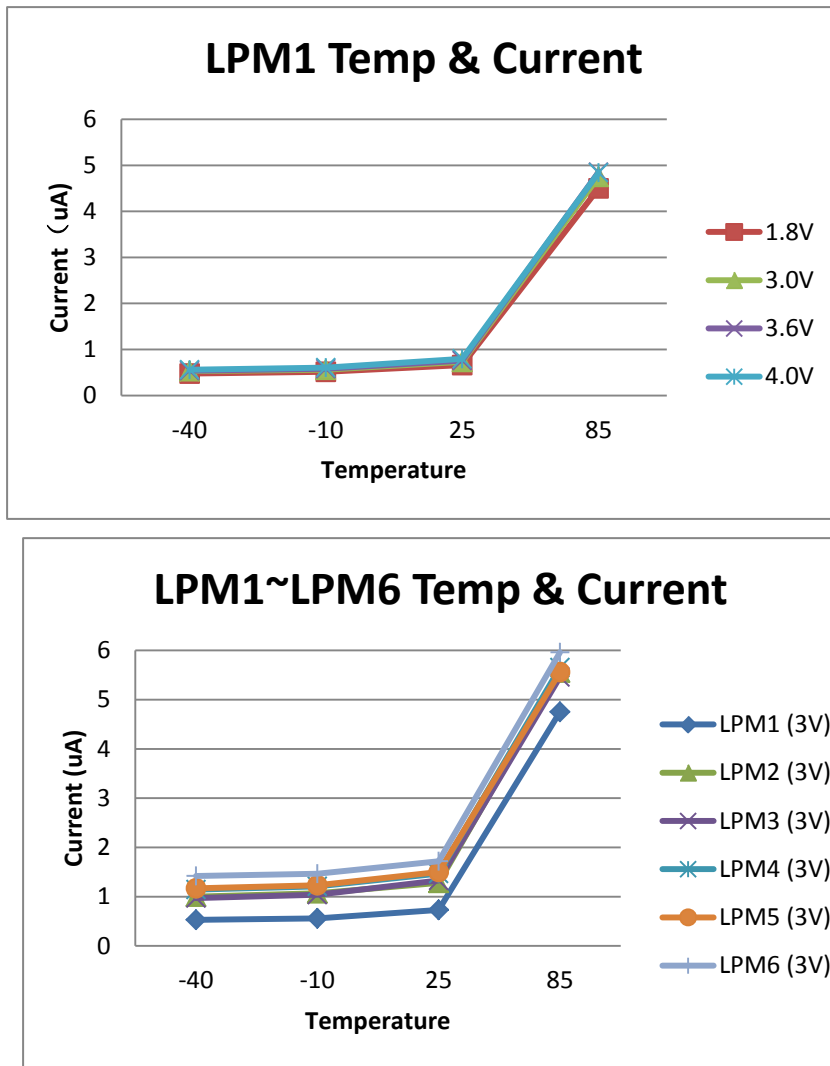
3.2 工作电流特性

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) = 4MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		1000	1200	uA
I(AM2)	Active mode 2 在Flash中执行While(1) loop程序，外设的时钟全部关闭。	F(MCLK) = 4MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		800	900	uA
I(AM3)	Active mode 3 在SRAM中执行While(1) loop程序，外设的时钟全部关闭。	F(MCLK) = 4MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		560	600	uA
I(AM4)	Active mode 4 在Flash中执行While(1) loop程序，外设的时钟全部关闭。	Disable 4MHz OSC F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(ACLK)		8	10	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) = 4MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		130	150	uA

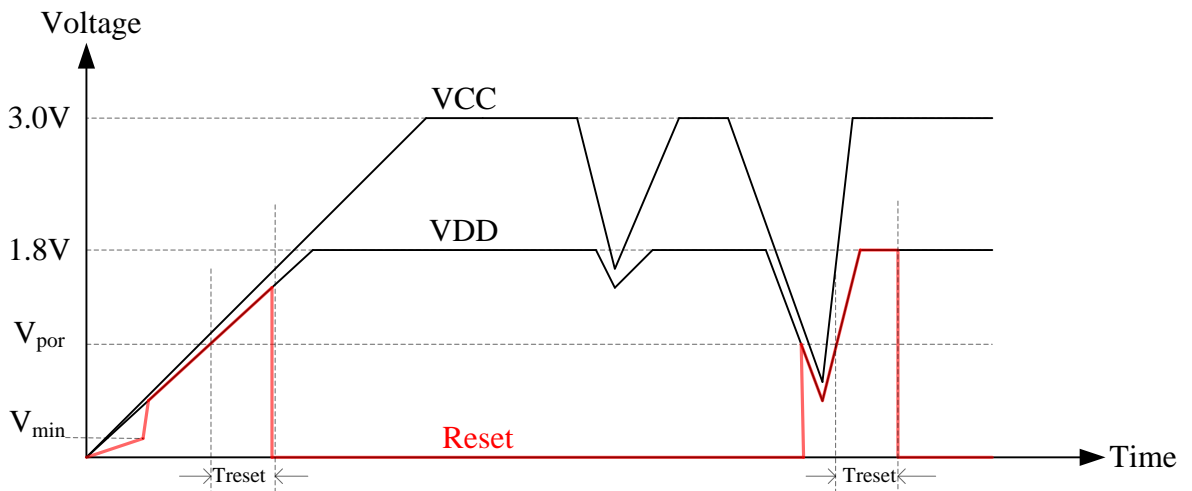
Symbol	Parameter	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
I(IM2)	Idle mode 2 在SRAM中执行计数程序，除计数器以外的外设时钟全部关闭。	F(MCLK) = 4MHz F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(MCLK)		130	150	uA
I(IM3)	Idle mode 3 在FLASH中执行计数程序，除计数器以外的外设时钟全部关闭。	Disable 4MHz OSC F(ACLK)= 32768Hz F(system) = F(ACLK)		3	5	uA
I(LPM1)	Low Power mode 1	Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		0.9	5.0	uA
I(LPM2)	Low Power mode 2	Enable RTC@32,768Hz Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		1.2	5.0	uA
I(LPM3)	Low Power mode 3	Enable LCD Driver Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		1.4	6.0	uA
I(LPM4)	Low Power mode 4	Enable RTC@32,768Hz Enable LCD Driver Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		1.6	6.0	uA
I(LPM5)	Low Power mode 5	Enable WDT@32,768Hz Enable RTC@32,768Hz Enable LCD Driver Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		1.7	6.0	uA
I(LPM6)	Low Power mode 6	Enable WDT@32KHz Enable RTC@32,768Hz Enable LCD Driver Enable POR/Brown out Retain CPU/SRAM/Reg		2.0	6.5	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/Brown Out 检测的是 VDD(1.8V typical)上的电压值。
 2. 不受 VDD 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，VDD 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）	T _{AMB} = -40°C	1.55	1.70	1.85	V
	Brown out检测电压（掉电过程）	T _{AMB} = 25°C	1.30	1.40	1.50	V
		T _{AMB} = 85°C	1.00	1.10	1.20	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

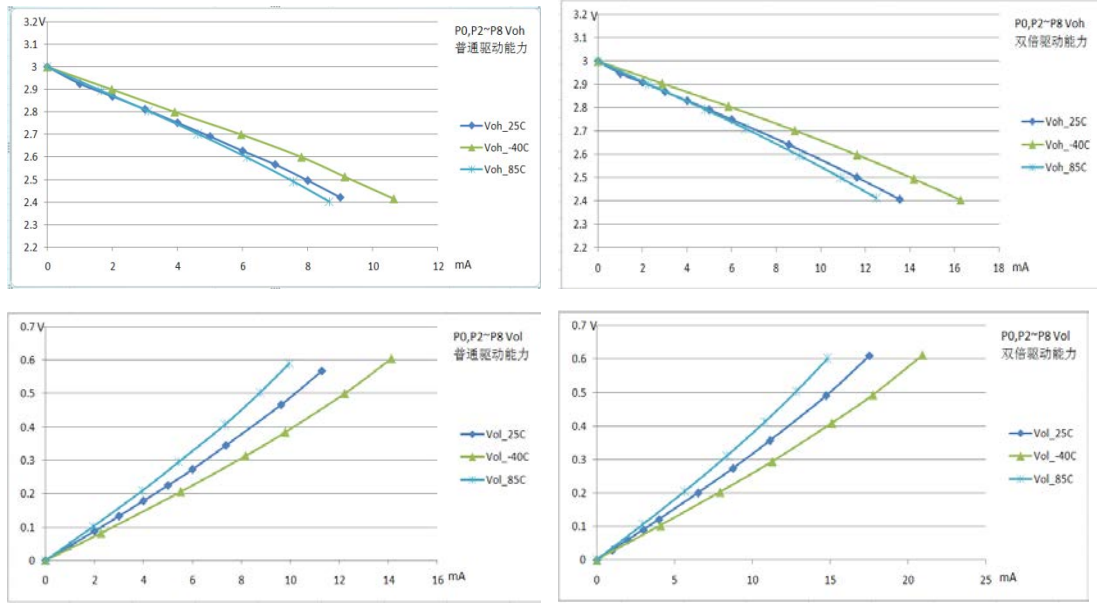
3.4 端口特性

3.4.1 输出特性——端口 P0, P2, P3, P4, P5,P6,P7,P8

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 _{OHd}	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 _{OLD}	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, should 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, should not exceed 100 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.

图 3.3 端口 P0, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 V_{OH}/V_{OL} 实测曲线

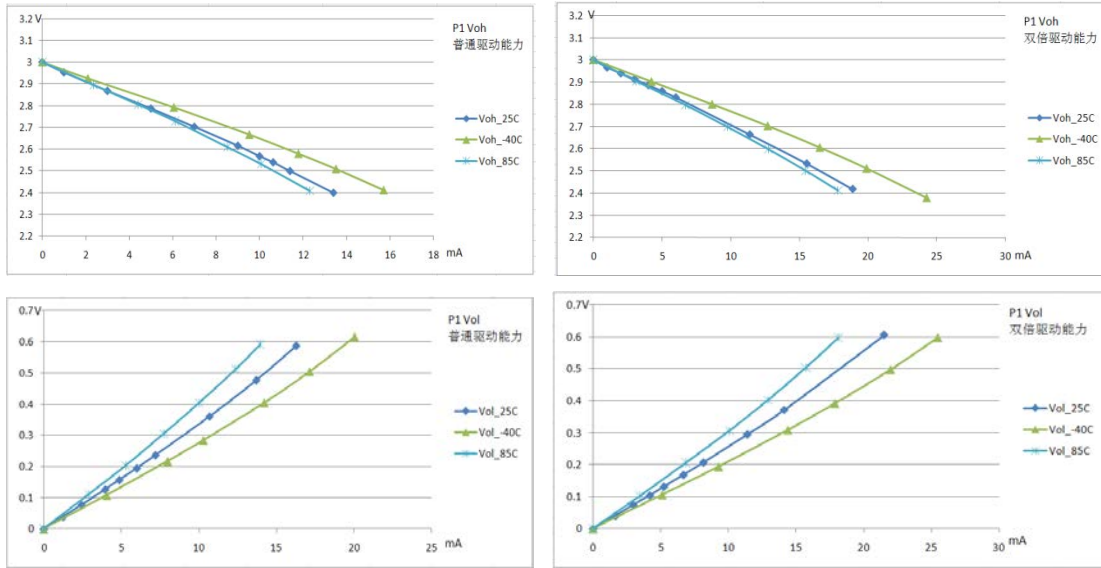


3.4.2 输出特性——端口 P1

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

图 3.4 端口 P1 V_{OH}/V_{OL} 实测曲线



3.4.3 输入特性——端口 P0,P1,P2,P3,P4,P5,RESET,JTAG

Symbol	Parameter	Test Conditions	MIN	TPY	MAX	UNIT
V_{IT+}	Positive-going input threshold voltage	VCC=1.8v			1.4	V
		VCC=3.0v			2.4	V
		VCC=3.6v			2.8	V
V_{IT-}	Negative-going input threshold 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 端口漏电流特性——P0,P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8

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

NOTES: 1. The leakage current is measured with V_{SS} or V_{CC} 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	$F_{MCLK} = 8MHz$		80		μA
DC_{MCLK}	Duty cycle		48	50	52	%
Dev_{2M}	Frequency variation @ 2MHz	$F_{MCLK} = 2MHz$ $V_{CC} = 2.0V \sim 3.8V$ $T_{AMB} = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-2.5%		+2.5%	%
Dev_{4M}	Frequency variation @ 4MHz	$F_{MCLK} = 4MHz$ $V_{CC} = 2.0V \sim 3.8V$ $T_{AMB} = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-2.5%		+2.5%	%
Dev_{8M}	Frequency variation @ 8MHz	$F_{MCLK} = 8MHz$ $V_{CC} = 2.0V \sim 3.8V$ $T_{AMB} = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-2.5%		+2.5%	%
Dev_{16M}	Frequency variation @ 16MHz	$F_{MCLK} = 16MHz$ $V_{CC} = 2.0V \sim 3.8V$ $T_{AMB} = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-2.5%		+2.5%	%

3.5.2 内部 32KHz 振荡器

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F_{SCLK}	Internal RC Oscillation Frequency			32		KHz
DC_{SCLK}	Duty cycle		48	50	52	%
I_{SCLK}	Current consumption			0.2		μA
Dev_{32K}	Deviation of 32KHz	$V_{CC} = 1.8V \sim 3.8V$ $T_{AMB} = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	25.6	32.0	38.4	KHz

3.5.3 外部 32,768Hz 晶振

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F _{ACLK}	Crystal frequency			32,768		Hz
ESR _{ACLK}	Supported crystal equivalent series resistance			30	120	kOhm
C _{ACLK}	Supported crystal external load range	There are 2 C _{ACLK} on 2 crystal pins individually	0		25	pF
DC _{ACLK}	Duty cycle		48	50	53.5	%
I _{ACLK}	Current consumption for core and buffer after startup	ESR= 65 kOhm, C _{ACLK} =12 pF,		300		nA
T _{Astart}	Start- up time.	ESR=65 kOhm, CL=12 pF, 40% - 60% duty cycle has been reached		400		ms

3.6 Built-in Temperature Sensor

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
I _{TS}	Active current	Temperature = 25°C		30		μA
TC	Voltage/Temp ratio			3.2		mV/°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 output voltage:

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

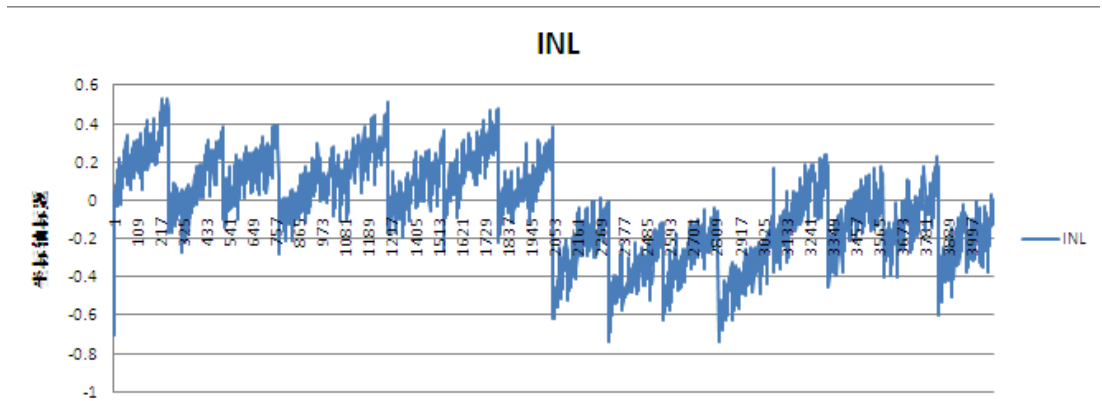
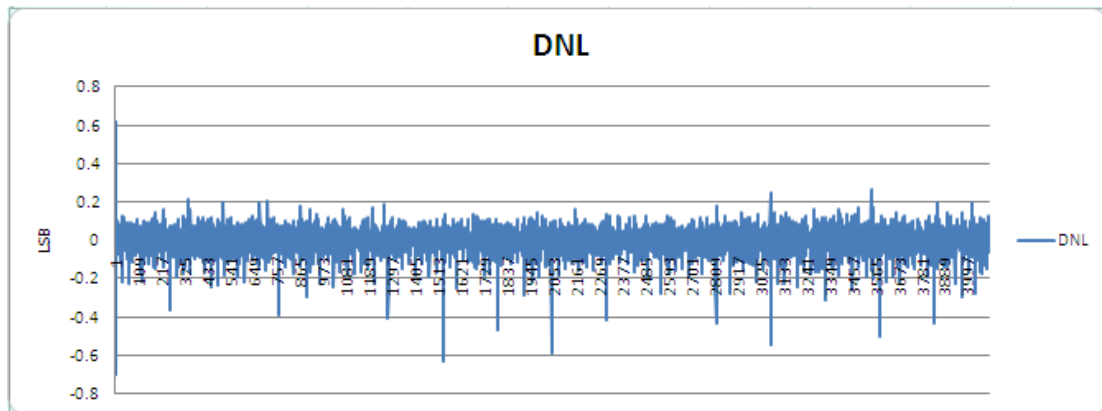
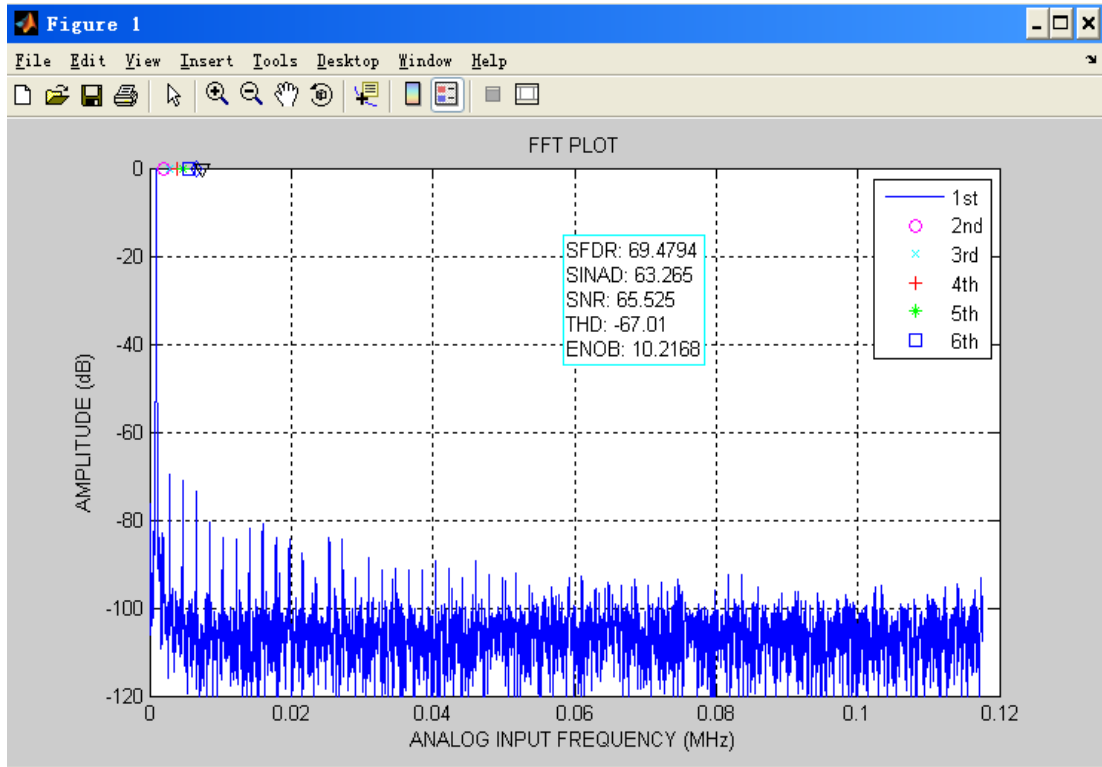
出厂前会把温度传感器在常温下(25 摄氏度 +/- 3 摄氏度)测试值写入 CAL2, ADC 使用校准后的 2.5v 内部参考电压采样温度传感器的输出电压。

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		2.475	2.5	2.525	V
V _{REF15}	Internal 1.5v Reference Voltage		1.45	1.5	1.55	V

I _{ADC}	Active current including reference generator and buffer	200KSamples/s		2.5		mA
	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		μS
T _{ADCCONV}	Conversion time		15	17	23	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		2	LSB
INL	Integral non-linearity	Internal 2.5v reference Buffer enabled	-4		2	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	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{vcin}	Input voltage range		0		VCC	V
V _{vccm}	Input Common Mode Voltage range		0		VCC	V
I _{vc1}	Active current	Compare with internal reference voltage		30		μA
I _{vc2}	Active current	Compare without internal reference voltage		3		μA
T _{vcstart}	Startup time	Including reference gen		30		μS
V _{vcoffset}	Offset voltage	Signal ended		10		mV
		Differential		10		mV
V _{vchyst}	Hysteresis voltage	Hysteresis function can be enabled or disabled		20		mV
T _{filter}	Digital filter time	VC_debounce = 000		16		μS
		VC_debounce = 001		32		μS
		VC_debounce = 010		64		μS
		VC_debounce = 011		256		μS
		VC_debounce = 100		1		mS
		VC_debounce = 101		4		mS
		VC_debounce = 110		16		mS
		VC_debounce = 111		64		mS
V _{comp}	Reference Voltage to compare with	1101	2.40	2.50	2.60	V
		1110	2.51	2.61	2.71	V
		1111	2.62	2.72	2.82	V
		0000	2.73	2.83	2.93	V
		0001	2.84	2.94	3.04	V
		0010	2.95	3.05	3.15	V
		0011	3.06	3.16	3.26	V
		0100	3.17	3.27	3.37	V
		0101	3.28	3.38	3.48	V
		0110	3.39	3.49	3.59	V
		0111	3.50	3.60	3.70	V
		1000	3.61	3.71	3.81	V
		1001	3.72	3.82	3.92	V
		1010	3.83	3.93	4.03	V
		0100	3.94	4.04	4.14	V
		1100	4.05	4.15	4.25	V

3.9 Low Voltage Detector

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LVD}	Active current			4		μA
$T_{LVDstart}$	Startup time	Including reference gen		30		μS
V_{LVDoff}	Offset voltage of LVD			10		mV
$V_{LVDhyst}$	Hysteresis voltage			20		mV
T_{filter}	Digital filter time	LVD_debounce = 000		16		μS
		LVD_debounce = 001		32		μS
		LVD_debounce = 010		64		μS
		LVD_debounce = 011		256		μS
		LVD_debounce = 100		1		mS
		LVD_debounce = 101		4		mS
		LVD_debounce = 110		16		mS
		LVD_debounce = 111		64		mS
V_{LVD}	Voltage to detect	0000	1.9	2.000	2.1	V
		0001	2.005	2.105	2.205	V
		0010	2.11	2.210	2.31	V
		0011	2.215	2.315	2.415	V
		0100	2.32	2.420	2.52	V
		0101	2.425	2.525	2.625	V
		0110	2.53	2.630	2.73	V
		0111	2.635	2.735	2.835	V
		1000	2.74	2.840	2.94	V
		1001	2.845	2.945	3.045	V
		1010	2.95	3.050	3.15	V
		0100	3.055	3.155	3.255	V
		1100	3.16	3.260	3.36	V
		1101	3.265	3.365	3.465	V
		1110	3.37	3.470	3.57	V
		1111	3.475	3.575	3.675	V

3.10 LCD Driver

Symbol	PARAMETER	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
F_{LCDmr}	Frame Rate		64		512	Hz
Num_{seg}	Number of segments				40X4	seg
I_{LCD}	Steady state current consumption		180		250	nA

3.11 Flash

Symbol	PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
EC_{flash}	Flash erase cycles before failure	Regulator voltage=1.5v, $T_{\text{AMB}} = 25^{\circ}\text{C}$	20K	100K		cycle s
RET_{flash}	Flash data retention	$T_{\text{AMB}} < 85^{\circ}\text{C}$	10			Years
$T_{\text{w_prog}}$	Double word programming time		20		40	μs
$T_{\text{p_erase}}$	Page Erase time		20		40	ms
$T_{\text{m_erase}}$	Mass erase time		20		40	ms

4. 管脚定义和封装信息

4.1 管脚定义

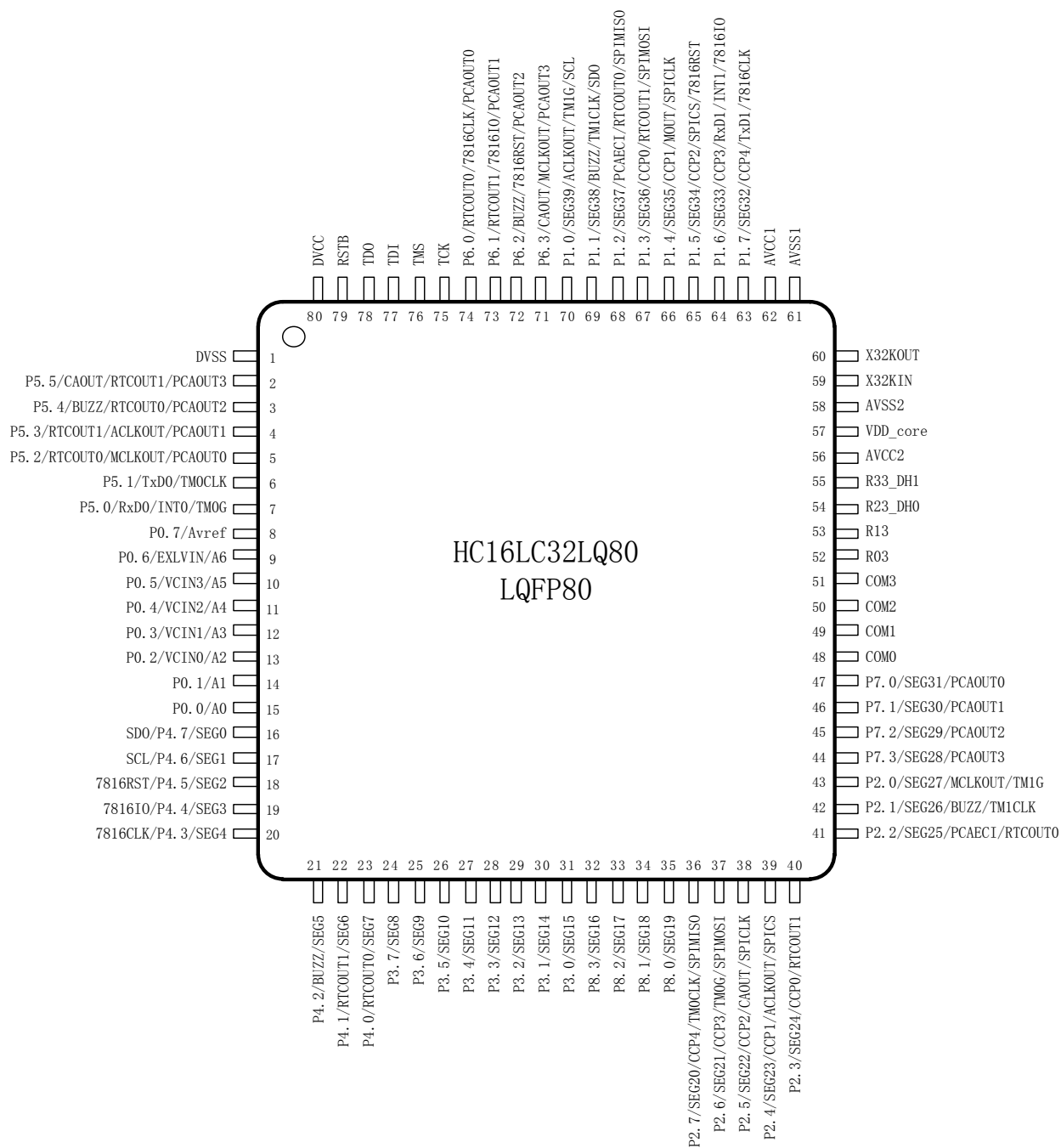


Figure 4-1 80-pin 管脚定义

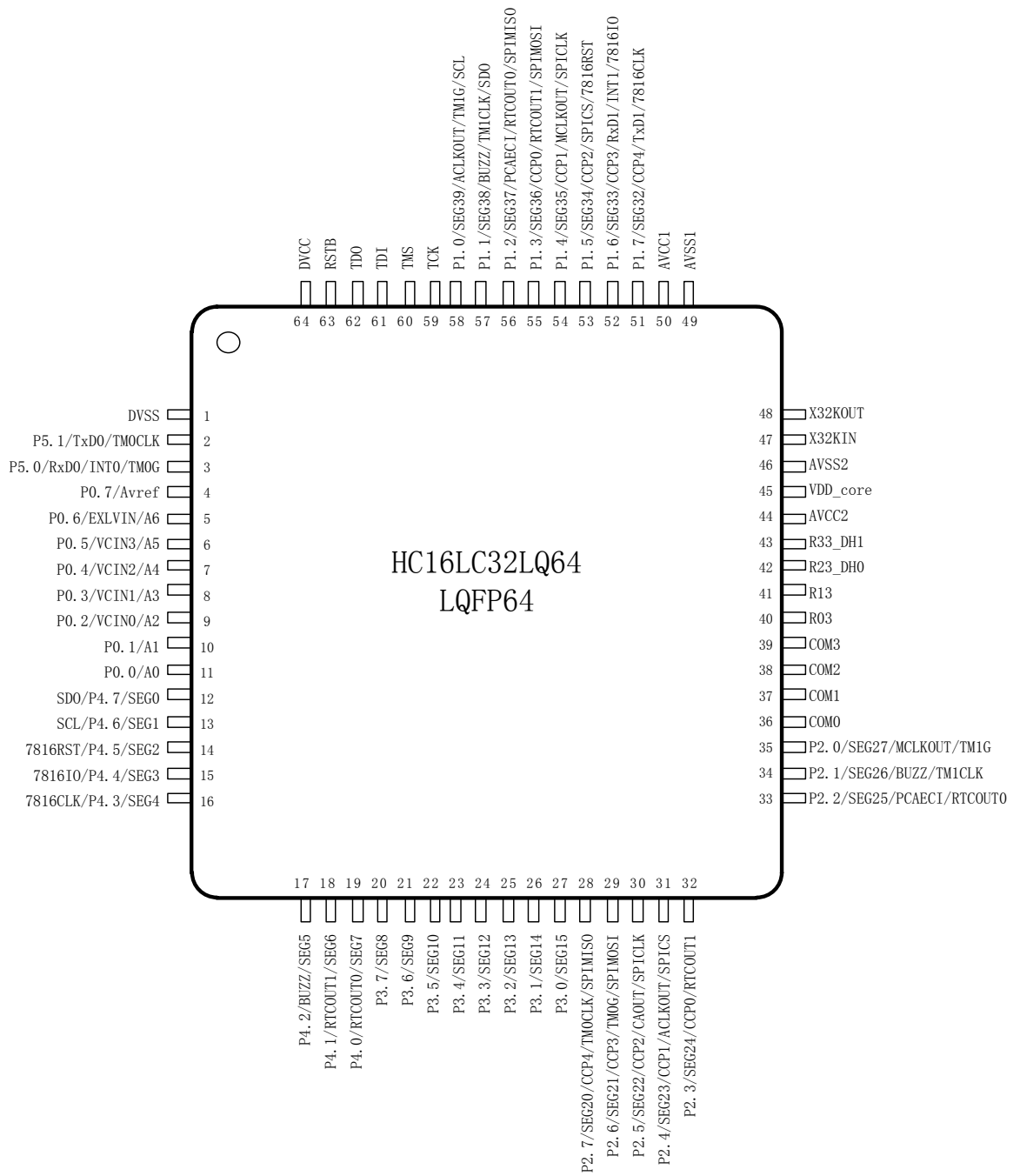


Figure 4-2 64-pin 管脚定义

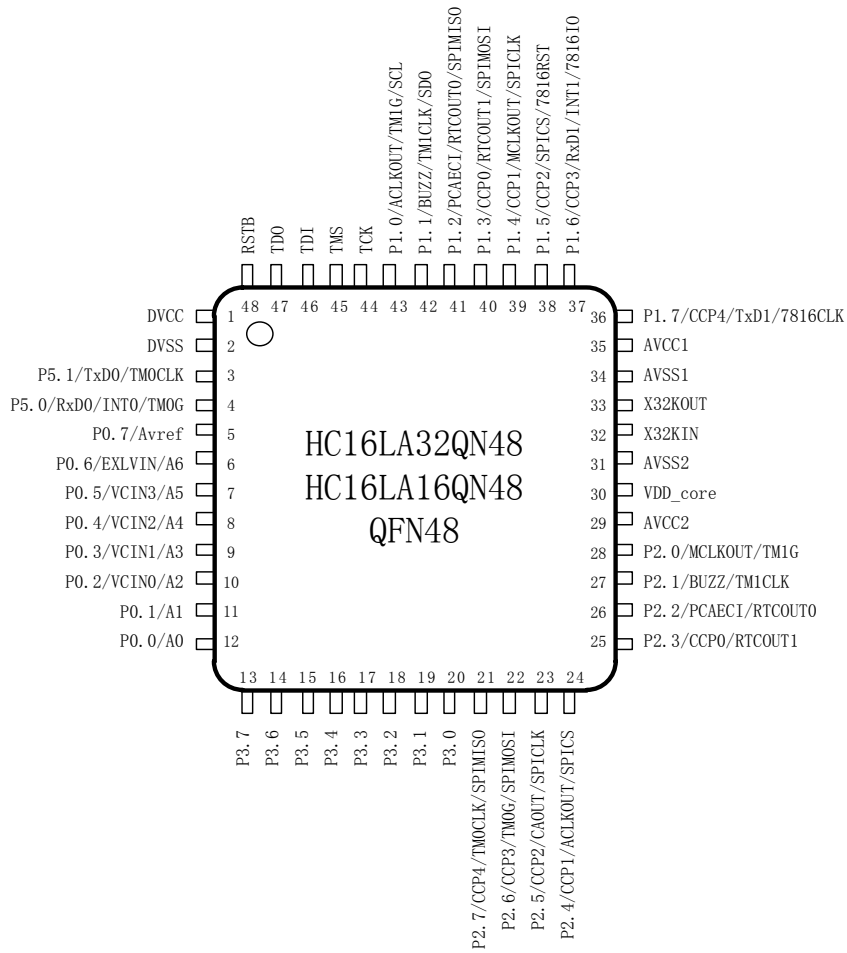


Figure 0-2 48-pin 管脚定义

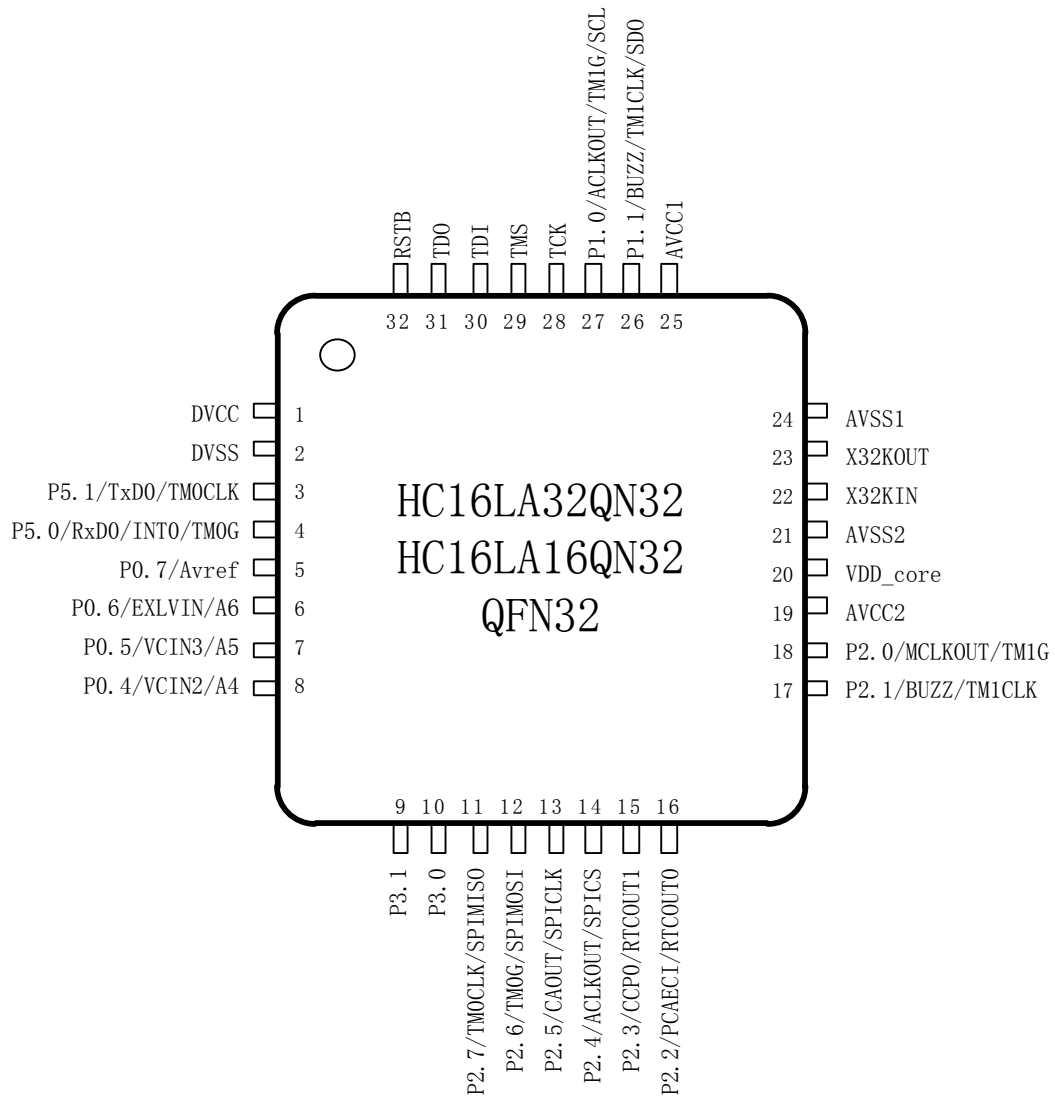


Figure 0-3 32-pin 管脚定义

Table 4.1 HC16LCX 管脚描述

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
LQFP80	LQFP64			
1	1	DVSS	GND	数字地
2	/	P5.5	I/O	通用数字输入/输出
		VCOUT	0	电压比较器输出
		RTCOUT1	0	RTC 脉冲输出 1
		PCAOUT3	0	PCA 比较输出 3
3	/	P5.4	I/O	通用数字输入/输出
		BUZZ	0	Buzz 频率输出
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出 0
		PCAOUT2	0	PCA 比较输出 2
4	/	P5.3	I/O	通用数字输入/输出
		RTCOUT1	0	RTC 脉冲输出 1
		ACLK	0	外部晶振时钟输出
		PCAOUT1	0	PCA 比较输出 1
5	/	P5.2	I/O	通用数字输入/输出
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出 0
		MCLK	0	内部 16M 主时钟分频输出
		PCAOUT0	0	PCA 比较输出 0
6	2	P5.1	I/O	通用数字输入/输出
		TXD0	0	UART0 TxD 输出
		TMOCLK	I	Timer0 时钟输入
7	3	P5.0	I/O	通用数字输入/输出（外部中断 0，快速响应）
		RXD0	I	UART0 RxD 输入
		TMOG	I	Timer0 时钟门控输入
8	4	P0.7	I/O	通用数字输入/输出
		ADCREF	A	模拟 ADC 的参考电压
9	5	P0.6	I/O	通用数字输入/输出
		LVDIN	A	LVD 外部被监测电压输入
		ADCIN6	A	ADC 输入通道 6
10	6	P0.5	I/O	通用数字输入/输出
		VCIN3	A	电压比较器的输入通道 3
		ADCIN5	A	ADC 输入通道 5
11	7	P0.4	I/O	通用数字输入/输出
		VCIN2	A	电压比较器的输入通道 2
		ADCIN4	A	ADC 输入通道 4
12	8	P0.3	I/O	通用数字输入/输出
		VCIN1	A	电压比较器的输入通道 1
		ADCIN3	A	ADC 输入通道 3
13	9	P0.2	I/O	通用数字输入/输出
		VCIN0	A	电压比较器的输入通道 0

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
LQFP80	LQFP64			
		ADCIN2	A	ADC 输入通道 2
14	10	P0.1	I/O	通用数字输入/输出
		ADCIN1	A	ADC 输入通道 1
15	11	P0.0	I/O	通用数字输入/输出
		ADCIN0	A	ADC 输入通道 0
16	12	S0	A	LCD segment0 输出
		P4.7	I/O	通用数字输入/输出
		SD0	I/O	I2C 串行数据信号线
17	13	S1	A	LCD segment1 输出
		P4.6	I/O	通用数字输入/输出
		SCL	I/O	I2C 串行时钟信号线
18	14	S2	A	LCD segment2 输出
		P4.5	I/O	通用数字输入/输出
		7816RST	0	IS07816 主机复位输出
19	15	S3	A	LCD segment3 输出
		P4.4	I/O	通用数字输入/输出
		7816IO	I/O	IS07816 主机数据信号线
20	16	S4	A	LCD segment4 输出
		P4.3	I/O	通用数字输入/输出
		7816CLK	0	IS07816 主机时钟输出信号线
21	17	S5	A	LCD segment5 输出
		P4.2	I/O	通用数字输入/输出
		BUZZ	0	Buzzer 输出频率
22	18	S6	A	LCD segment6 输出
		P4.1	I/O	通用数字输入/输出
		RTCOUT1	0	RTC 脉冲输出 1
23	19	S7	A	LCD segment7 输出
		P4.0	I/O	通用数字输入/输出
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出 0
24	20	P3.7	I/O	通用数字输入/输出
		S8	A	LCD segment8 输出
25	21	P3.6	I/O	通用数字输入/输出
		S9	A	LCD segment9 输出
26	22	P3.5	I/O	通用数字输入/输出
		S10	A	LCD segment10 输出
27	23	P3.4	I/O	通用数字输入/输出
		S11	A	LCD segment11 输出
28	24	P3.3	I/O	通用数字输入/输出
		S12	A	LCD segment12 输出
29	25	P3.2	I/O	通用数字输入/输出
		S13	A	LCD segment13 输出

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
LQFP80	LQFP64			
30	26	P3.1	I/O	通用数字输入/输出
		S14	A	LCD segment14 输出
31	27	P3.0	I/O	通用数字输入/输出
		S15	A	LCD segment15 输出
32	/	P8.3	I/O	通用数字输入/输出
		S16	A	LCD segment16 输出
33	/	P8.2	I/O	通用数字输入/输出
		S17	0	LCD segment17 输出
34	/	P8.1	I/O	通用数字输入/输出
		S18	A	LCD segment18 输出
35	/	P8.0	I/O	通用数字输入/输出
		S19	A	LCD segment19 输出
36	28	P2.7	I/O	通用数字输入/输出
		S20	A	LCD segment20 输出
		CCP4	I/O	PCA4 端口, pcacapt4 捕获输入, pcacomp4 比较输出
		TM0CLK	I	Timer0 时钟输入
		SPIMISO	I/O	SPI 主数据输入, 从数据输出
37	29	P2.6	I/O	通用数字输入/输出
		S21	A	LCD segment21 输出
		CCP3	I/O	PCA3 端口, pcacapt3 捕获输入, pcacomp3 比较输出
		TM0Gate	I	Timer0 门控输入
		SPIMOSI	I/O	SPI 主数据输出, 从数据输入
38	30	P2.5	I/O	通用数字输入/输出
		S22	A	LCD segment22 输出
		CCP2	I/O	PCA2 端口, pcacapt2 捕获输入, pcacomp2 比较输出
		VCOUT	0	电压比较器输出
		SPICLK	I/O	SPI 时钟从输入, 主输出
39	31	P2.4	I/O	通用数字输入/输出
		S23	A	LCD segment23 输出
		CCP1	I/O	PCA1 端口, pcacapt1 捕获输入, pcacomp1 比较输出
		ACLK	0	外部 32K 晶振时钟输出
		SPICS	I/O	SPI 的 CS 信号
40	32	P2.3	I/O	通用数字输入/输出
		S24	A	LCD segment24 输出
		CCP0	I/O	PCA0 端口, pcacapt0 捕获输入, pcacomp0 比较输出
		RTCOUT1	0	RTC 脉冲输出 1
41	33	P2.2	I/O	通用数字输入/输出
		S25	A	LCD segment25 输出
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出 0
		PCAECI	I	PCA 时钟输入
42	34	P2.1	I/O	通用数字输入/输出

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
LQFP80	LQFP64			
		S26	A	LCD segment 26 输出
		BUZZ	0	Buzz 频率输出
		TM1CLK	I	Timer1 的时钟输入
43	35	P2.0	I/O	通用数字输入/输出
		S27	A	LCD segment 27 输出
		MCLK	0	主时钟分频输出
		TM1G	I	Timer1 的门控输入
44	/	P7.3	I/O	通用数字输入/输出
		S28	A	LCD segment28 输出
		PCAOUT3	0	PCA 比较输出 3
45	/	P7.2	I/O	通用数字输入/输出
		S29	A	LCD segment29 输出
		PCAOUT2	0	PCA 比较输出 2
46	/	P7.1	I/O	通用数字输入/输出
		S30	A	LCD segment30 输出
		PCAOUT1	0	PCA 比较输出 1
47	/	P7.0	I/O	通用数字输入/输出
		S31	A	LCD segment31 输出
		PCAOUT0	0	PCA 比较输出 0
48	36	COM0	A	LCD Common0 输出, COM0~3 用于 LCD 底板驱动
49	37	COM1	A	LCD Common1 输出, COM0~3 用于 LCD 底板驱动
50	38	COM2	A	LCD Common2 输出, COM0~3 用于 LCD 底板驱动
51	39	COM3	A	LCD Common3 输出, COM0~3 用于 LCD 底板驱动
52	40	R03	A	LCD 偏置电压 1
53	41	R13	A	LCD 偏置电压 2
54	42	R23/DH0	A	LCD 偏置电压 3
55	43	R33/DH1	A	LCD 驱动电压
56	44	AVCC2	POWER	模拟电源
57	45	VDD_CORE	A	LDO 电容接口, 需外接 1uF~4.7uF 的电容
58	46	AVSS2	GND	模拟地
59	47	X32KIN	A	32,768Hz 晶体振荡器输入脚
60	48	X32KOUT	A	32,768Hz 晶体振荡器输出脚
61	49	AVSS1	GND	模拟地
62	50	AVCC1	POWER	模拟电源
63	51	P1.7	I/O	通用数字输入/输出
		S32	A	LCD segment 32 输出
		CCP4	I/O	PCA4 端口, pcacapt4 捕获输入, pcacomp4 比较输出
		TXD1	0	UART1 TXD 输出
64	52	P1.6	I/O	通用数字输入/输出 (外部中断 1, 快速响应)
		S33	A	LCD segment 33 输出
		CCP3	I/O	PCA3 端口, pcacapt3 捕获输入, pcacomp3 比较输出

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
LQFP80	LQFP64			
		RXD1	I	UART1 RXD 输入
		SPIRX	I	SPI RX 数据输入
65	53	P1.5	I/O	通用数字输入/输出
		S34	A	LCD segment34 输出
		CCP2	I/O	PCA2 端口, pcacapt2 捕获输入, pcacomp2 比较输出
		VCOUT	0	电压比较器输出
		SPICS	I/O	SPI CS 信号
66	54	P1.4	I/O	通用数字输入/输出
		S35	A	LCD segment35 输出
		CCP1	I/O	PCA1 端口, pcacapt1 捕获输入, pcacomp1 比较输出
		MCLK	0	主时钟分频输出
		SPICLK	I/O	SPI 时钟从输入, 主输出
67	55	P1.3	I/O	通用数字输入/输出
		S36	A	LCD segment 36 输出
		CCP0	I/O	PCA0 端口, pcacapt0 捕获输入, pcacomp0 比较输出
		RTCOUT1	0	RTC 脉冲输出 1
		SPIMOSI	I/O	SPI 主机数据输出, 从机数据输入
68	56	P1.2	I/O	通用数字输入/输出
		S37	0	LCD segment 37 输出
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出 0
		PCAECI	I	PCA 时钟输入
		SPIMISO	I/O	SPI 主机数据输入, 从机数据输出
69	57	P1.1	I/O	通用数字输入/输出
		S38	A	LCD segment 38 输出
		BUZZ	0	Buzz 频率输出
		TM1CLK	I	Timer1 的时钟输入
		SDO	I/O	I2C 串行数据信号线
70	58	P1.0	I/O	通用数字输入/输出引脚
		S39	0	LCD segment 39 输出
		ACLK	0	外部晶振时钟输出
		TM1G	I	Timer1 的门控输入
		SCL	I/O	I2C 串行时钟信号线
71	/	P6.3	I/O	通用数字输入/输出
		VCOUT	0	电压比较器输出
		PCAOUT3	0	PCA 比较输出 3
		MOUT	0	主时钟分频输出
72	/	P6.2	I/O	通用数字输入/输出
		7816RST	0	IS07816 主机复位输出
		PCAOUT2	0	PCA 比较输出 2
		BUZZ	0	Buzz 频率输出
73	/	P6.1	I/O	通用数字输入/输出

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
LQFP80	LQFP64			
		7816IO	I/O	IS07816 主机数据信号线
		PCAOUT1	0	PCA 比较输出 1
		RTCOUT1	0	RTC 脉冲输出 1
74	/	P6.0	I/O	通用数字输入/输出
		7816CLK	0	IS07816 主机时钟输出
		PCAOUT0	0	PCA 比较输出 0
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出 0
75	59	TCK	I	JTAG 测试输入时钟
76	60	TMS	I	JTAG 测试模式选择输入
77	61	TDI	I	JTAG 测试数据输入
78	62	TDO	0	JTAG 测试数据输出
79	63	RSTB	I	外部复位引脚，低电平时有效，芯片复位
80	64	DVCC	POWER	数字电源

Table 4.2 HC16LAX 管脚描述

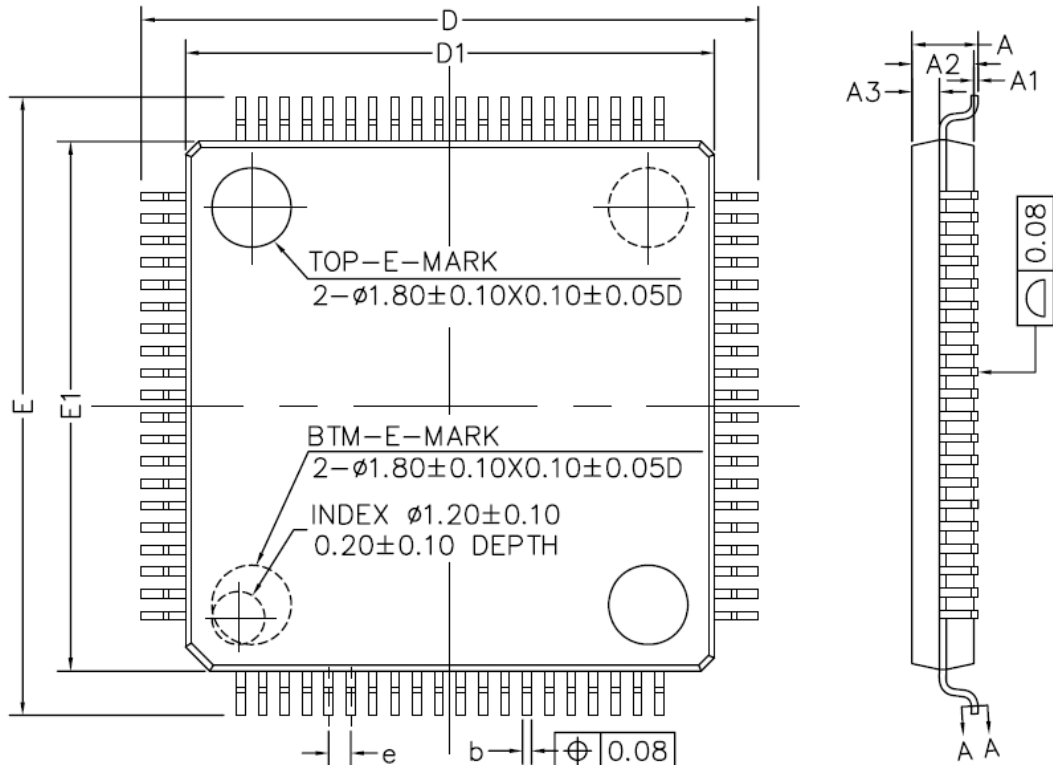
Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
QFN48	QFN32			
1	1	DVCC	Power	数字供电电压，正端。提供给所有的数字部分
2	2	DVSS	GND	数字电源电压，负端
3	3	P5.1	I/O	通用数字输入/输出引脚
		TxD0	O	UART TxD输出
		TM0CLK	I	Timer0时钟输入
4	4	P5.0	I/O	通用数字输入/输出引脚（外部中断0，快速响应中断）
		RxD0	I	UART RxD输入
		TM0Gate	I	Timer0时钟门控输入
5	5	P0.7	I/O	通用数字输入/输出引脚
		AVref	O	模拟ADC的参考电压
6	6	P0.6	I/O	通用数字输入/输出引脚
		EXLVIN	I	LVD外部输入电压监测引脚
		A6	I	ADC输入通道6
7	7	P0.5	I/O	通用数字输入/输出引脚
		VC_IN3	I	电压比较器的电压输入信号3
		A5	I	ADC输入通道5
8	8	P0.4	I/O	通用数字输入/输出引脚
		VC_IN2	I	电压比较器的电压输入信号2
		A4	I	ADC输入通道4
9	/	P0.3	I/O	通用数字输入/输出引脚
		VC_IN1	I	电压比较器的电压输入信号1
		A3	I	ADC输入通道3
10	/	P0.2	I/O	通用数字输入/输出引脚
		VC_IN0	I	电压比较器的电压输入信号0
		A2	I	ADC输入通道2
11	/	P0.1	I/O	通用数字输入/输出引脚
		A1	I	ADC输入通道1
12	/	P0.0	I/O	通用数字输入/输出引脚
		A0	I	ADC输入通道0
13	/	P3.7	I/O	通用数字输入/输出引脚
14	/	P3.6	I/O	通用数字输入/输出引脚
15	/	P3.5	I/O	通用数字输入/输出引脚
16	/	P3.4	I/O	通用数字输入/输出引脚
17	/	P3.3	I/O	通用数字输入/输出引脚
18	/	P3.2	I/O	通用数字输入/输出引脚
19	9	P3.1	I/O	通用数字输入/输出引脚

Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
QFN48	QFN32			
20	10	P3.0	I/O	通用数字输入/输出引脚
21	11	P2.7	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP4	I/O	PCA4 端口, pcacapt4 捕获输入, pcacomp4 比较输出
		TM0CLK	I	Timer0 时钟输入
		SPIMISO	I/O	SPI 主数据输入, 从数据输出
22	12	P2.6	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP3	I/O	PCA3 端口, pcacapt3 捕获输入, pcacomp3 比较输出
		TM0Gate	I	Timer0时钟门控输入
		SPIMOSI	I/O	SPI 主数据输出, 从数据输入
23	13	P2.5	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP2	I/O	PCA2 端口, pcacapt2 捕获输入, pcacomp2 比较输出
		CAOUT	0	电压比较器输出
		SPICLK	I/O	SPI时钟从输入, 主输出
24	14	P2.4	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP1	I/O	PCA1 端口, pcacapt1 捕获输入, pcacomp1 比较输出
		ACLKOUT	0	外部32K时钟输出
		SPICS	I/O	SPI的CS信号输出
25	15	P2.3	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP0	I/O	PCA0 端口, pcacapt0 捕获输入, pcacomp0 比较输出
		RTCOUT1	0	RTC脉冲输出1
26	16	P2.2	I/O	通用数字输入/输出引脚
		RTCOUT0	0	RTC脉冲输出0
		PCAECI	I	PCA时钟输入
27	17	P2.1	I/O	通用数字输入/输出引脚
		BUZZ	0	Buzz频率输出
		TM1CLK	I	Timer1的时钟输入
28	18	P2.0	I/O	通用数字输入/输出引脚
		MCLKOUT	0	主时钟分频输出
		TM1Gate	I	Timer1门控输入
29	19	AVCC2	Power	模拟电源电压, 正端输入
30	20	VDDCORE	Power	LDO内核供电输出
31	21	AVSS2	AGND	模拟接地端, 负端输入
32	22	X32KIN	I	32K晶体振荡器的输入。可以连接标准或时钟晶体石英。
33	23	X32KOUT	0	32K晶体振荡器的输出。可以连接标准或时钟晶体石英。
34	24	AVSS1	AGND	模拟接地端, 负端输入
35	25	AVCC1	Power	模拟电源电压, 正端输入
36	/	P1.7	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP4	I/O	PCA4 端口, pcacapt4 捕获输入, pcacomp4 比较输出
		TxD1	0	UART TxD1 输出

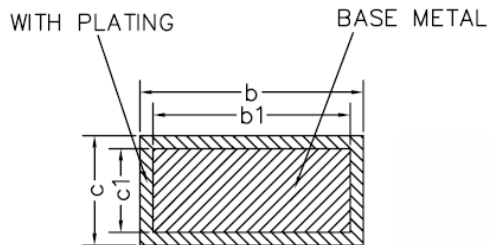
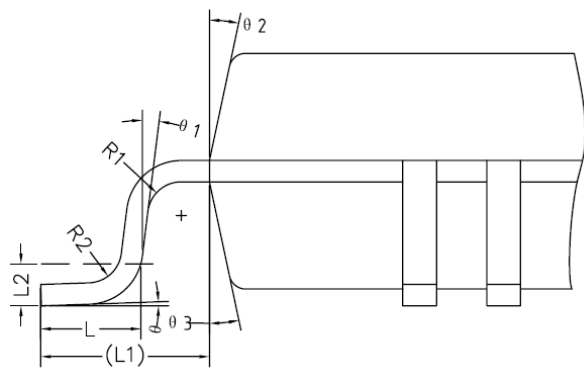
Pin No.	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
QFN48	QFN32			
37	/	P1.6	I/O	通用数字输入/输出引脚（外部中断1，快速响应中断）
		CCP3	I/O	PCA3 端口，pcacapt3 捕获输入，pcacomp3 比较输出
		RxD1	I	UART RxD 输入
		SPIRX	I	SPI RX 数据输入
38	/	P1.5	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP2	I/O	PCA2 端口，pcacapt2 捕获输入，pcacomp2 比较输出
		CAOUT	0	电压比较器输出
		SPICS	I/O	SPI CS 信号输出
39	/	P1.4	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP1	I/O	PCA1 端口，pcacapt1 捕获输入，pcacomp1 比较输出
		MCLKOUT	0	主时钟分频输出
		SPICLK	I/O	SPI时钟从输入，主输出
40	/	P1.3	I/O	通用数字输入/输出引脚
		CCP0	I/O	PCA0 端口，pcacapt0 捕获输入，pcacomp0 比较输出
		RTCOUT1	0	RTC脉冲输出1
		SPIMOSI	I/O	SPI主机数据输出，从机数据输入
41	/	P1.2	I/O	通用数字输入/输出引脚
		RTCOUT0	0	RTC 脉冲输出0
		PCAECI	I	PCA时钟输入
		SPIMISO	I/O	SPI主机数据输入，从机数据输出
42	26	P1.1	I/O	通用数字输入/输出引脚
		BUZZ	0	Buzz频率输出
		TM1CLK	I	Timer1的时钟输入
		SDO	I/O	I2C 串行数据信号线
43	27	P1.0	I/O	通用数字输入/输出引脚
		ACLKOUT	0	外部32K时钟输出
		TM1Gate	I	Timer1门控输入
		SCL	I/O	I2C 串行时钟信号线
44	28	TCK	I	JTAG测试输入时钟
45	29	TMS	I	JTAG测试模式选择输入
46	30	TDI	I	JTAG测试数据输入
47	31	TDO	0	JTAG测试数据输出
48	32	RSTB	I	外部复位引脚，低电平时有效，芯片复位

4.3 封装信息

LQFP80 12x12 封装



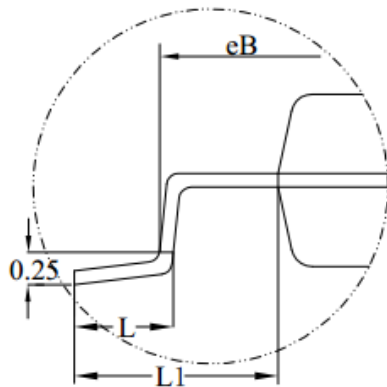
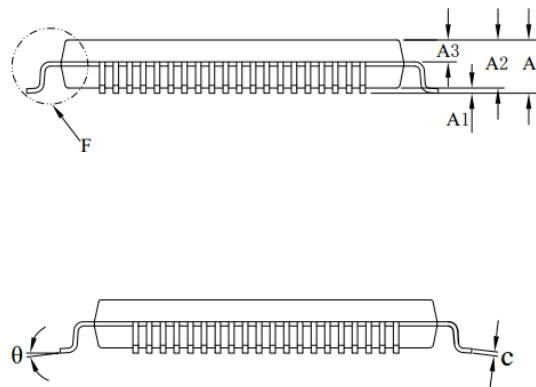
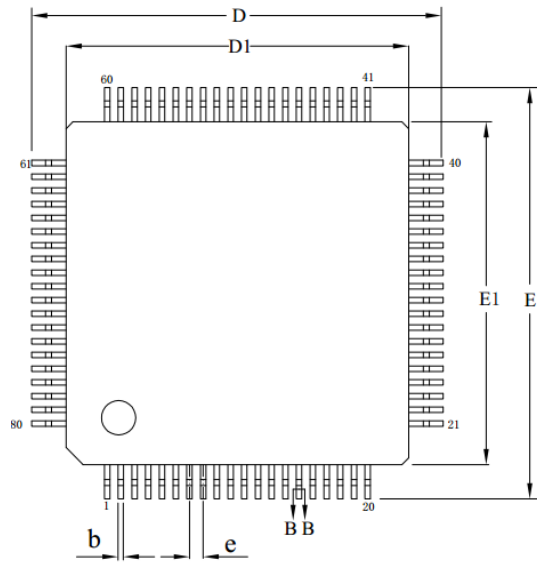
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)



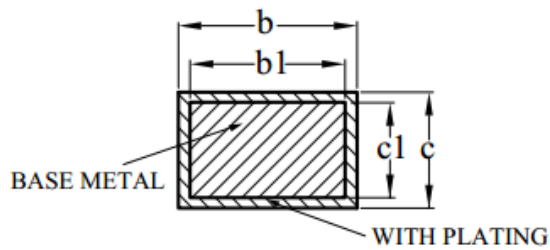
SECTION A-A

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	-	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.18
c1	0.12	0.127	0.134
D	13.80	14.00	14.20
D1	11.90	12.00	12.10
E	13.80	14.00	14.20
E1	11.90	12.00	12.10
e	0.40	0.50	0.60
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
L2	0.25BSC		
R1	0.08	-	-
R2	0.08	-	0.20
θ	0°	3.5°	7°
θ 1	0°	-	-
θ 2	11°	12°	13°
θ 3	11°	12°	13°

LQFP80 10x10 封装



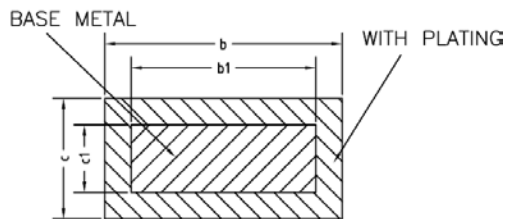
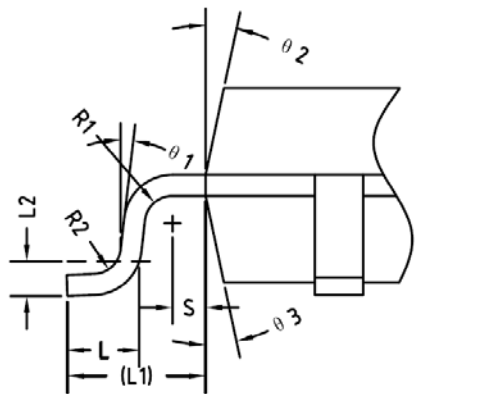
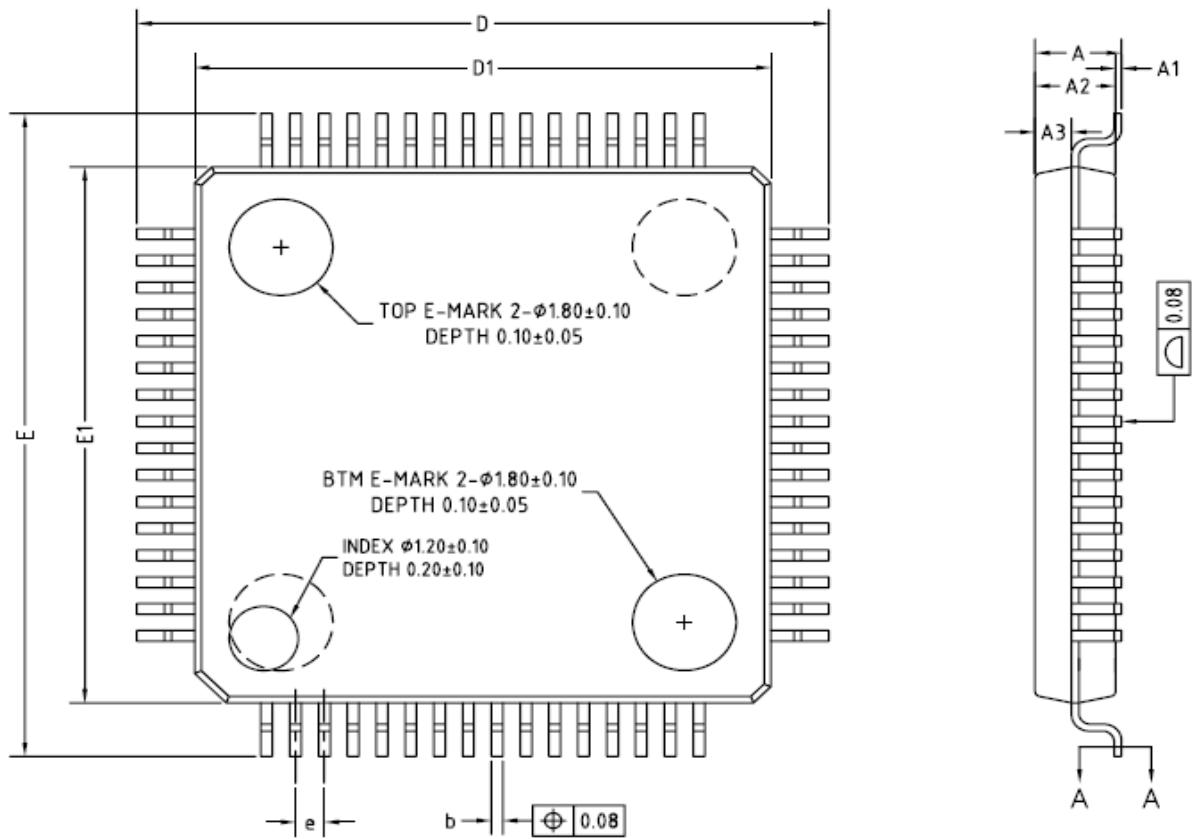
DETAIL: F



SECTION B-B

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.14	—	0.22
b1	0.13	0.16	0.19
c	0.13	—	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
eB	11.25	—	11.45
e	0.40BSC		
L	0.45	—	0.75
L1	1.00REF		
θ	0	—	7°

LQFP64 10x10 封装

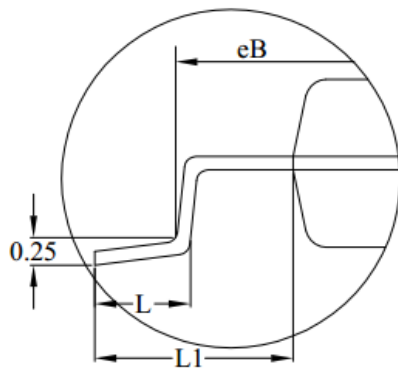
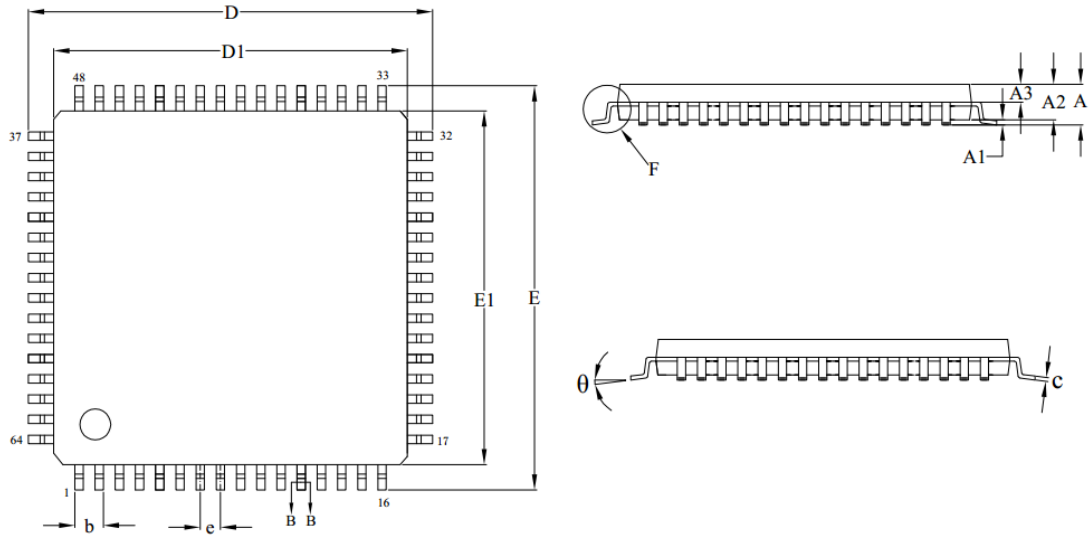


SECTION A-A

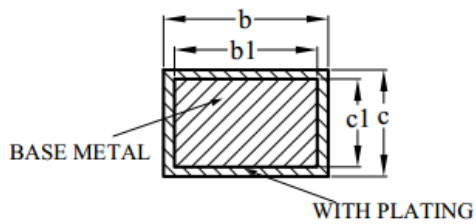
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	-	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.18
c1	0.12	0.127	0.134
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
e	0.50BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
L2	0.25BSC		
R1	0.08	-	-
R2	0.08	-	0.20
S	0.20	-	-
θ	0°	3.5°	7°
$\theta 1$	0°	-	-
$\theta 2$	11°	12°	13°
$\theta 3$	11°	12°	13°

LQFP64 7x7 封装



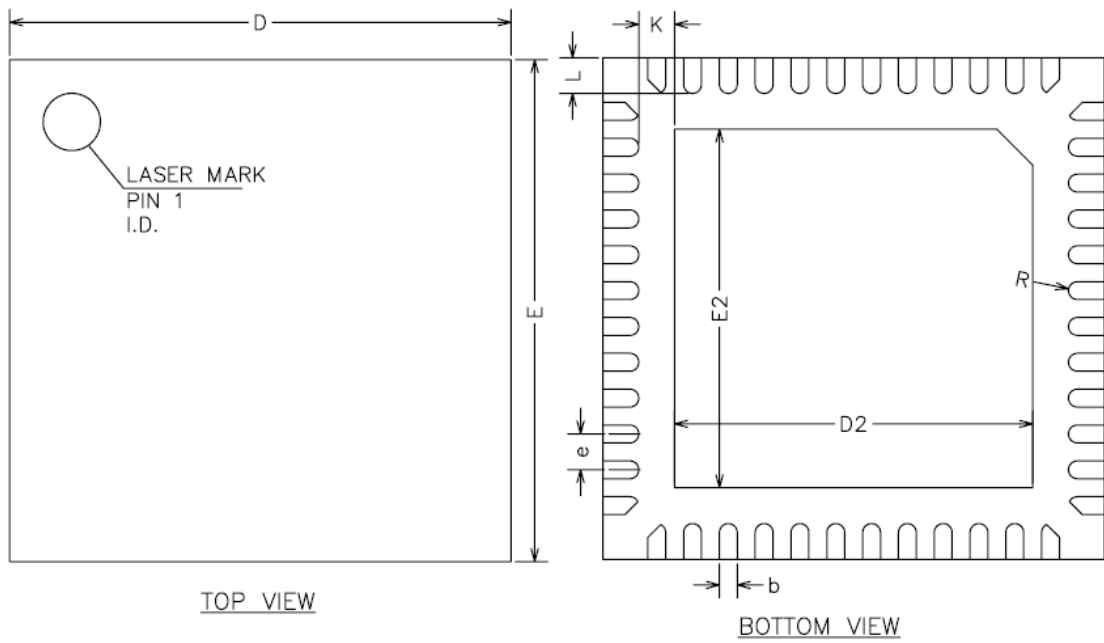
DETAIL: F



SECTION B-B

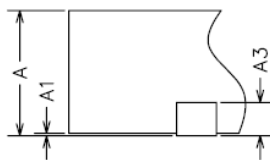
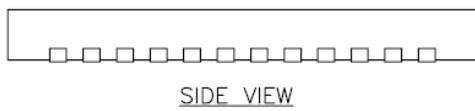
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.16	—	0.24
b1	0.15	0.18	0.21
c	0.13	—	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
eB	8.10	—	8.25
e	0.40BSC		
L	0.40	—	0.65
L1	1.00REF		
θ	0	—	7°

QFN48 7x7 封装

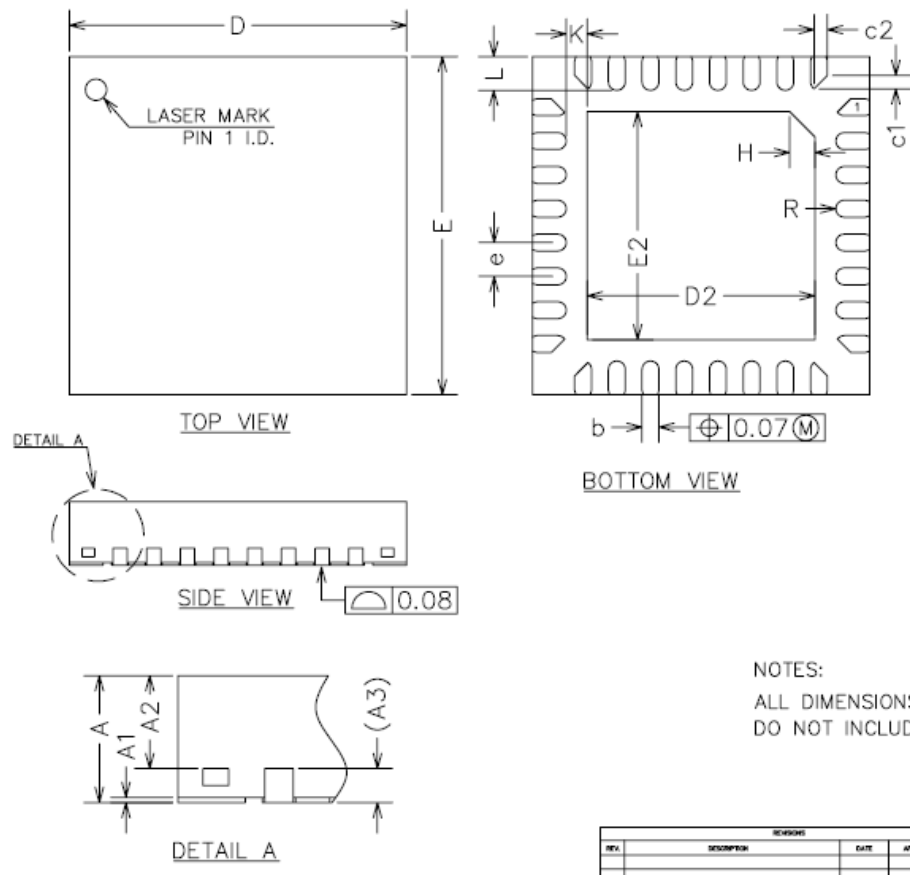


COMMON DIMENSIONS
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
A3	0.20REF		
b	0.18	0.25	0.30
D	6.90	7.00	7.10
E	6.90	7.00	7.10
D2	4.50	4.65	4.80
E2	4.50	4.65	4.80
e	0.40	0.50	0.60
K	0.20	-	-
L	0.45	0.50	0.55
R	0.09	-	-



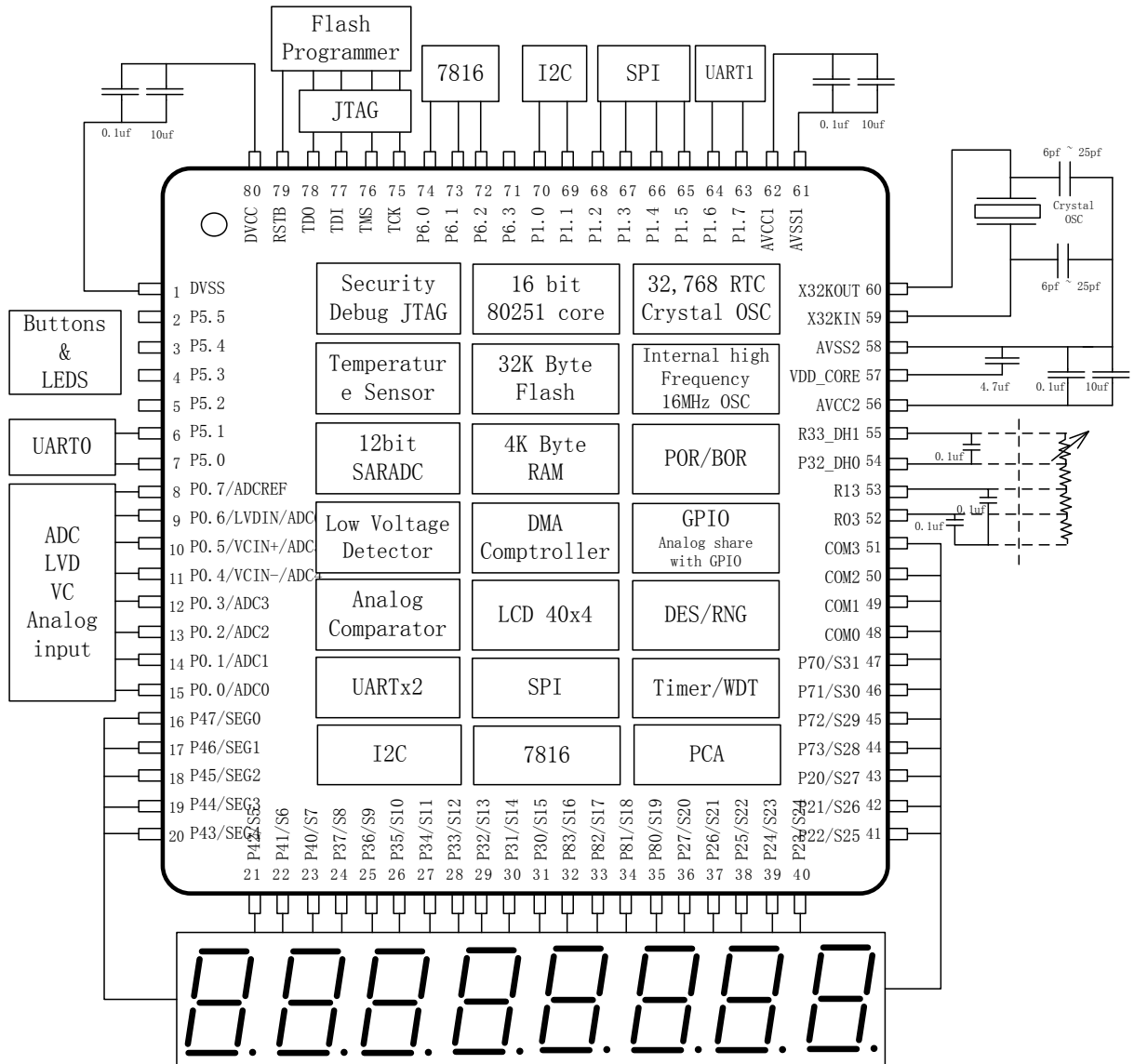
QFN32 4x4 封装



COMMON DIMENSIONS
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
A2	0.50	0.55	0.60
A3	0.20REF		
b	0.15	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10
D2	2.60	2.70	2.80
E2	2.60	2.70	2.80
e	0.30	0.40	0.50
H	0.30REF		
K	0.25REF		
L	0.35	0.40	0.45
R	0.09	-	-
c1	-	0.16	-
c2	-	0.16	-

5. 典型应用电路



6. 版本信息

Version 1.0 release

Date: May 23th, 2014 Author: WUJIE

Version 1.1 release

Error correction: Page 1, 低功耗模式 2 增加 RTC 功能, LCD 增加电阻型
Page 13, frequency variation @
Page 24/25, MCLK ACLK interchange.

Date: Aug 8th, 2014 Author: WUJIE

Version 1.21 release

Up Data: 原名称 SHC6601 更新为 HC16L 系列
章节 2.1, 增加图 2.2 选型图
章节 4.1, 更新了 LQFP80 及 LQFP64 的管脚描述图
章节 4.1, 增加 QFN48 及 QFN32 管脚描述图
章节 4.2, 修改了 PCA 编号, 由 1~5 改为 0~4
章节 4.2, 增加 QFN48 及 QFN32 管脚定义
章节 4.3, 增加 QFN48 及 QFN32 封装图

Date: Feb 2nd, 2015 Author: ZhangTao