

# 芯 片 手 册

版本 1.8

## 目 录

芯 片 手 册.....	1
目 录 .....	1
<b>PL3201 芯片特点及功能概述.....</b>	<b>4</b>
1) 特点.....	4
2) 功能概述.....	4
电能计量部分（必须使用 9.6MHz 晶体）: .....	4
微处理器部分: .....	5
外围部分: .....	5
<b>PL3201 芯片技术指标、封装和管脚定义.....</b>	<b>5</b>
1) 电器参数.....	5
2) 极限参数.....	6
3) 封装参数.....	6
<b>PL3201 芯片工作原理及应用指南.....</b>	<b>14</b>
1. 芯片内部功能模块框图 .....	14
2. 各模块工作原理及应用指南 .....	14
1) 电能计量模块.....	14
电能计量工作原理 .....	14
计量输出设置 .....	15
计量部分与 8051 数据交换.....	15
电能计量工作过程 .....	16
寄存器 .....	16
2) 增强型 8051 的微处理器 MCU.....	20
8051 MCU 资源配置 .....	20
程序控制部分功能 .....	21
上电复位与电源监测 .....	24
看门狗定时器 .....	24
电压比较器 .....	25
3) 载波通信.....	26
功能简述 .....	26
编程指南 .....	26
载波通信的工作步骤 .....	27
寄存器 .....	28
4) LCD/LED 显示驱动.....	32
功能简述 .....	32

LED编程指南.....	32
LCD编程指南 .....	33
LCD循显 .....	34
寄存器 .....	34
5) UART 功能.....	36
功能简述 .....	36
编程指南 .....	36
寄存器 .....	36
6) FGEN可编程频率发生器功能.....	37
功能简述 .....	37
编程指南 .....	37
寄存器 .....	37
7) TS温度频率转换器.....	38
功能简述 .....	38
编程指南 .....	38
寄存器 .....	38
8) 多协议红外通信解码功能.....	39
功能简述 .....	39
编程指南 .....	39
寄存器 .....	40
9) ISO7816 功能.....	41
功能简述 .....	41
编程指南 .....	41
寄存器 .....	42
10) 嵌入式E2PROM数据存储器.....	46
功能简述 .....	46
编程指南 .....	46
寄存器 .....	47
11) 在系统编程与下载工具.....	48
功能简述 .....	48
编程指南 .....	50
程序与数据的下载 .....	51
12) 实时钟及其数字调校.....	52
功能简述 .....	52
编程指南 .....	52
寄存器 .....	53
<b>PL3201 芯片的使用及典型应用举例.....</b>	<b>55</b>
校表 .....	55
单相复费率载波通信多功能电表应用 .....	57
电能计量应用一（电压/电流互感器采样方式） .....	58
电能计量应用二（锰铜电阻分压采样方式） .....	59
载波通讯.....	60
红外通讯.....	61

---

LCD显示驱动.....	62
<b>附录A: PL3201 寄存器快速查询表 .....</b>	<b>63</b>
PL3201 特殊功能寄存器（SFR）列表 .....	63
电能计量单元（PMU）地址分配表 .....	64
（必须使用 9.6MHz晶体） .....	64
扩频通信单元（SSC）地址分配表（必须使用 9.6MHz晶体） .....	65
外部设备地址分配表.....	65

## PL3201 芯片特点及功能概述

### 1)特点

- ☆ 采用 0.35um 超大规模数/模混合 CMOS 制造工艺;
- ☆ 拥有多项自主知识产权的 SoC (System on Chip) 设计;
- ☆ 内置高精度数字多功能电能计量电路, 计量标准完全符合国标 GB/T 17883 和 GB/T 17215 (等效于 IEC687/1036)。计量精度达到在 1000:1 的动态范围内误差小于 0.1%;
- ☆ 电流通道内置可程序设定增益放大器 (PGA) ;
- ☆ 内置双通道电流采样、正/负功指示数字逻辑电路;
- ☆ 内置有功功率和无功功率计量电路;
- ☆ 内置电压/电流有效值、相电压频率测量电路;
- ☆ 内嵌增强型 8051 兼容微处理器;
- ☆ 内置扩频通信调制/解调电路, 兼容 PL3105 通讯方式;
- ☆ 内置 256 bytes + 1024 bytes SRAM (静态随机存储器);
- ☆ 内置 16K bytes E<sup>2</sup>PROM (电可擦除/可编程) 程序存储器;
- ☆ 内置 60 bytes E<sup>2</sup>PROM (电可擦除/可编程) 数据存储器;
- ☆ 内置两个可灵活配置的全双工多功能 UART;
- ☆ 内置三个 8/16 位定时/计数器, 一个看门狗定时器以及三个外部中断源;
- ☆ 内置双通道 ISO7816 接口电路, 完全符合国标 GB/T 16649;
- ☆ 内置可编程频率发生器电路;
- ☆ 内置可兼容多种协议的红外线通信解码电路;
- ☆ 内置 4x32/4x24 段 LCD 显示控制/驱动电路或 8\*8 段 LED 显示控制/驱动电路;
- ☆ 内置可数字频率校正的实时钟, 并具有秒脉冲输出;
- ☆ 内置可对电能计量精度和实时钟精度进行温度分段线性补偿的温度频率转换器;
- ☆ 内置 2.5V±8%电压源基准;
- ☆ 内置串行程序存储器编程接口, 支持在系统编程 (ISP) ;
- ☆ 采用 5V 单电源供电;
- ☆ 内置完善的电源电压监测电路;
- ☆ 温度适用范围 (工业级标准) -40℃-- +85℃;

### 2)功能概述

#### 电能计量部分 (必须使用 9.6MHz 晶体) :

- ☆ 提供高精度电能计量;
- ☆ 指示正/负功;
- ☆ 双通道电流采样, 具备防窃电功能;
- ☆ 电流通道内置可调增益放大器 (PGA), 方便电能计量的多种采样方式;
- ☆ 具有电压/电流有效值测量以及相电压频率测量功能;
- ☆ 具有电压过零点和方向指示功能;

## 微处理器部分:

☆ 内嵌的增强型 8051 兼容微处理器，配置 8/16 位 ALU、256 bytes + 1024 bytes SRAM 以及 16K bytes E<sup>2</sup>PROM、三个 8/16 位定时/计数器，一个看门狗定时器以及三个外部中断，为用户提供丰富的嵌入式资源和理想的应用开发平台；

☆ 超级指令流水线架构，同等主频情况下 8 倍速于标准 8051 微处理器；

☆ 两个全双工 UART（通用同步/异步接收/发送器），其中 UART0 可配置为 38KHz 红外通信模式。

## 外围部分:

☆ 扩频通信调制/解调电路，支持 CDMA（码分多址）多地址数据同时传送（Gold 序列/Kasami 序列），彻底解决了实现多台区通信串扰的远程数据通信，同时向下兼容 PL3105 通讯方式；载波调制输出可软件配置为正弦波输出或方波输出。

☆ 双通道 ISO7816 接口电路，可分别与 IC 卡或 ESAM/PSAM 进行数据通信，支持 T=0 协议，且 IC 卡接口支持外置保护电路逻辑。

☆ IR 红外解码电路，提供高低电平宽度累加值，软件可以灵活处理。

☆ 可编程频率发生器电路，输出频率可软件配置（1.35kHz—5kHz）。

☆ 数据存储区交互电路：支持 RAM 到数据存储区的编程或数据存储区到 RAM 的读操作功能。

☆ 提供 4\*32 段 LCD 显示控制/驱动电路或 8x8 段 LED 显示控制/驱动电路，使显示模式更加灵活。同时，支持 LCD 独立电池供电显示模式，实现低功耗停电抄表功能。

☆ 根据系统电源及后备电源的情况（使用电源电压监测电路），完成工作模式的自动转换以及 MCU、外围电路的复位的功能。

☆ 串程序存储器编程接口，可实现用户的在系统编程/验证及代码保护功能。

☆ 数字频率校正的实时钟（RTC）以 BCD 码形式提供年、月、日、星期、时、分、秒和自动闰年闰月（2000-2099）功能。

## PL3201 芯片技术指标、封装和管脚定义

### 1) 电器参数

电特性（Ta=25℃, AVDD=5V, DVDD=5V, 晶体为 9.6MHz, Fosc=4.8MHz）

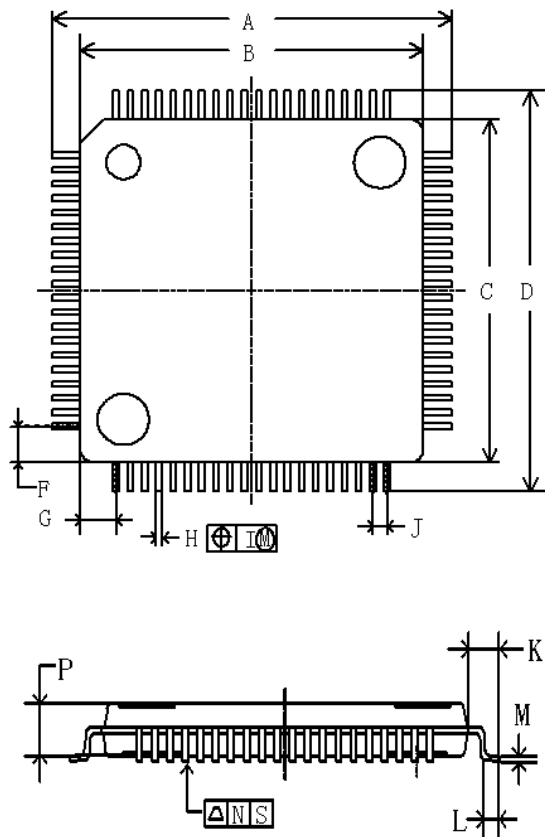
测量项目	符号	测试条件	测量点	最小	典型	最大	单位
工作电流	I <sub>wmax</sub>	所有功能使能			12		mA
	I <sub>wmin</sub>	所有功能禁用			9		mA
工作电压	V <sub>w</sub>	标准			5±10%		V
参考电压	VREF				2.1±8%		V
参考电压温度系数					30		ppm/℃

模拟输入 (V <sub>pp</sub> )		相对 AGND	UP, UN I1P, I1N I0P, I0N			±600	mV
			SIGin			800	
时钟输入	OSC			1	9.6	20	MHz
有功功率误差					±1%		
无功功率误差					±5%		
输入	V <sub>IH</sub>			2.4			V
	V <sub>IL</sub>					0.8	V
输出	V <sub>OH</sub>	I <sub>OH</sub> =3mA		4.0			V
	V <sub>OL</sub>	I <sub>OL</sub> =10mA				0.4	V
直流电源抑制 (输出频率误差)		±250mV			0.2%		
交流电源抑制 (输出频率误差)		200mV, 100Hz, 纹波			±0.3%		
ADC 失调		模拟输入 直流失调				±13	mV
增益误差		无失调			±4		%
相位误差					0	0	

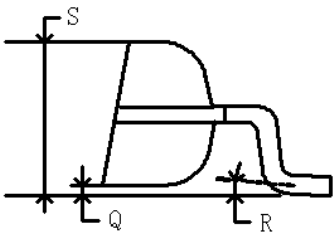
## 2) 极限参数

项目	符号	极值	单位
储藏温度	TSTR	-60 ~ +150	℃
结温	T <sub>SR</sub>	+150	℃
焊接温度 (焊接 10 秒)	T <sub>ILT</sub>	+260	℃
汽相焊接 (60 秒)	T <sub>s</sub>	+215	℃
红外焊接 (15 秒)	T <sub>IF</sub>	+220	℃
工作温度	T <sub>OPR</sub>	-40 ~ +85	℃
电源电压	AVDD, DVDD	7	V

## 3) 封装参数

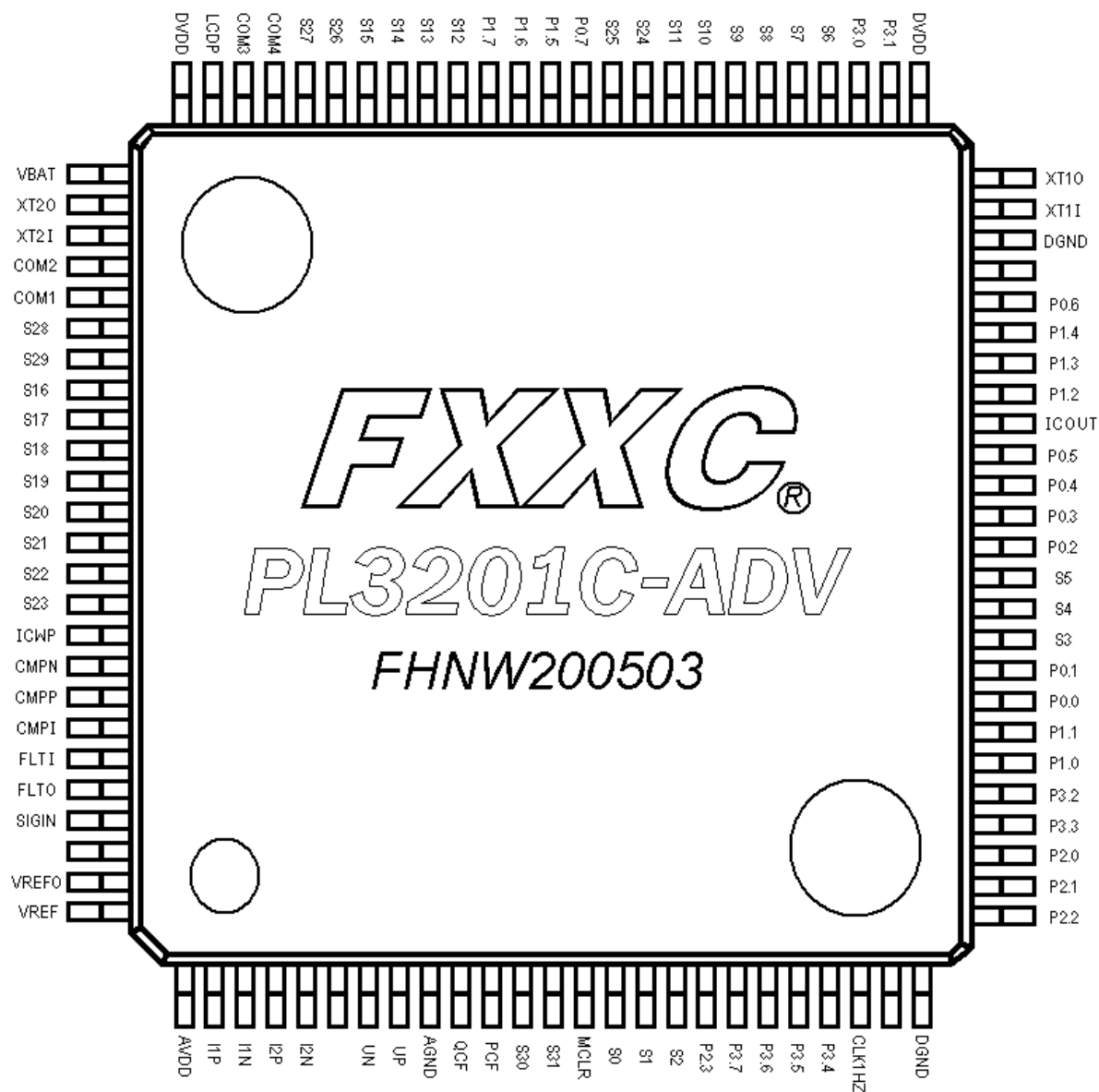


Detail of lead end

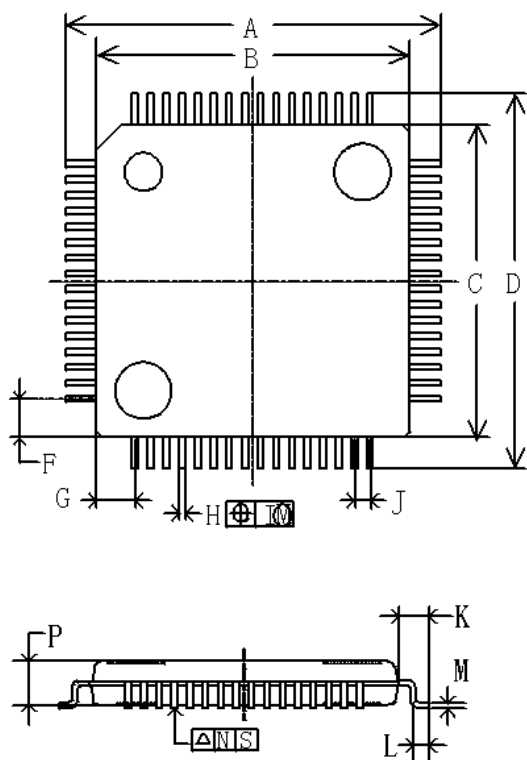


ITEM	MILLIMETERS	INCHES
A	14.0±0.4	0.551±0.016
B	12.0±0.2	0.472±0.008
C	12.0±0.2	0.472±0.008
D	14.0±0.4	0.551±0.016
F	1.25±0.1	0.049±0.004
G	1.25±0.1	0.049±0.004
H	0.2±0.1	0.008±0.004
I	0.13	0.005
J	0.5 (T.P.)	0.020 (T.P.)
K	1.0±0.2	0.039±0.008
L	0.5±0.2	0.020±0.008
M	0.127 <sup>+0.10</sup> <sub>-0.05</sub>	0.005 <sup>+0.004</sup> <sub>-0.002</sub>
N	0.10	0.004
P	1.4 (T.P.)	0.055 (T.P.)
Q	0.1±0.1	0.004±0.004
R	3° <sup>+7°</sup> <sub>-3°</sub>	3° <sup>+7°</sup> <sub>-3°</sub>
S	1.7 MAX	0.067 MAX

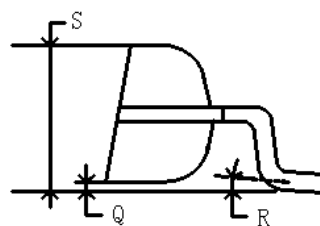
PL3201A - LQFP80





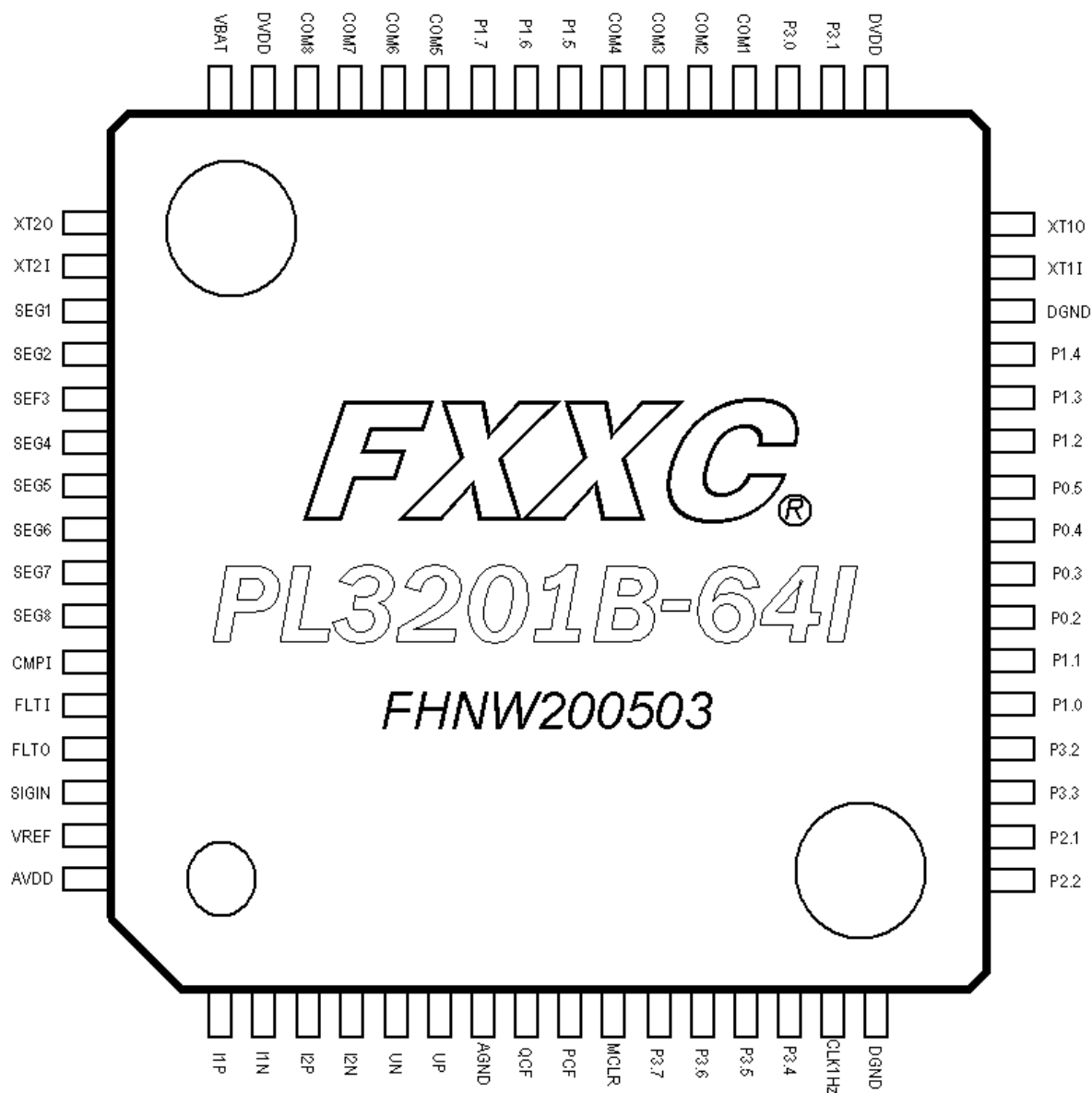


Detail of lead end



ITEM	MILLIMETERS	INCHES
A	12.0±0.4	0.472±0.016
B	10.0±0.2	0.394±0.008
C	10.0±0.2	0.394±0.008
D	12.0±0.4	0.472±0.016
F	1.25±0.1	0.049±0.004
G	1.25±0.1	0.049±0.004
H	0.2±0.1	0.008±0.004
I	0.13	0.005
J	0.5 (T.P.)	0.020 (T.P.)
K	1.0±0.2	0.039±0.008
L	0.5±0.2	0.020±0.008
M	0.127 <sup>+0.10</sup> <sub>-0.05</sub>	0.005 <sup>+0.004</sup> <sub>-0.002</sub>
N	0.10	0.004
P	1.4 (T.P.)	0.055 (T.P.)
Q	0.1±0.1	0.004±0.004
R	3° <sup>+7°</sup> <sub>-3°</sub>	3° <sup>+7°</sup> <sub>-3°</sub>
S	1.7 MAX	0.067 MAX

**PL3201B - LQFP64**



## 管脚定义

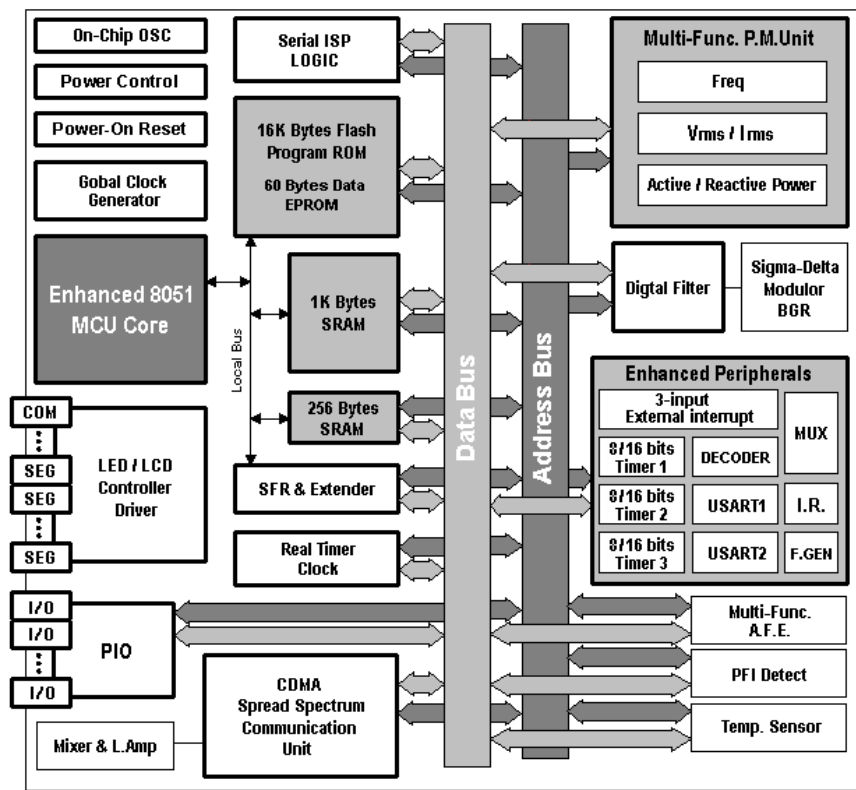
	100 Pin No.	80 Pin No.	64 Pin No.	I/O	Description
I1P	2	1	1	I	电流通道 1 模拟信号全差分输入端 (典型 $V_{p-p}$ , 450mV 满量程, PGA=4)
I1N	3	2	2	I	
I2P	4	3	3	I	电流通道 2 模拟信号全差分输入端 (典型 $V_{p-p}$ , 450mV 满量程, PGA=4)
I2N	5	4	4	I	
UN	7	5	5	I	电压通道模拟信号全差分输入端 (典型 $V_{p-p}$ , 450mV 满量程)
UP	8	6	6	I	
AGND	9	7	7	PWR	芯片模拟部分电源地 (模拟部分地要与数字部分地分开)
QCF	10	8	8	0	无功瞬时功率脉冲输出 (校表用)
PCF	11	9	9	0	有功瞬时功率脉冲输出 (校表用)
S30	12			0	LCD SEG 驱动引脚
S31	13			0	
MCLR	14	10	10	I	全芯片手动复位输入, 上升沿、下降沿均触发 (正常工作时要置 1)
S0	15	11		0	LCD SEG 驱动引脚
S1	16	12		0	
S2	17	13		0	
P2.3	18			I/O	微处理器 8051 I/O 端口 (端口复用说明: P3.4 与定时/计数器中断 0 复用; P3.5 与定时/计数器中断 1 复用; P3.7 与载波调制数据输出复用)
P3.7	19	14	11	I/O	
P3.6	20	15	12	I/O	
P3.5	21	16	13	I/O	
P3.4	22	17	14	I/O	
CLK1HZ	23	18	15	0	实时钟 (RTC) 秒校准输出
NC	24				悬空或接 DVDD
DGND	25	19	16	PWR	芯片数字部分电源地 (注: 有两个数字电源地, 并且要接在一起)
P2.2	26	20	17	I/O	微处理器 8051 I/O 端口 (端口复用说明: P1.0 与在线编程的 串行时钟输入复用; P1.1 与在线编程的串 行数据输入/输出复用; P2.1 与 UART1 的 RXD 复用; P2.2 与 UART1 的 TXD 复用; P3.2 与 INTO 复用; P3.3 与 INT1 复用;)
P2.1	27	21	18	I/O	
P2.0	28			I/O	
P3.3	29	22	19	I/O	
P3.2	30	23	20	I/O	
P1.0	31	24	21	I/O	
P1.1	32	25	22	I/O	
P0.0	33	26		I/O	
P0.1	34	27		I/O	
S3	35	28		0	LCD SEG 驱动引脚
S4	36	29		0	
S5	37	30		0	

P0.2	38	31	23	I/O	微处理器 8051 I/O 端口 (端口复用说明: P0.3 与 IC 卡时钟输出复用; P0.4 与 ESAM 时钟输出复用; P0.5 与 ESAM 数据输入输出复用)
P0.3	39	32	24	I/O	
P0.4	40	33	25	I/O	
P0.5	41	34	26	I/O	
ICOUT	42			I	IC 卡数据输出
P1.2	43	35	27	I/O	微处理器 8051 I/O 端口 (端口复用说明: P1.2 在 100PIN 封装时, 与 IC 卡的数据输入复用, 在 80PIN 和 64PIN 封装时, 与 IC 卡数据的输入输出复用; P1.3 与频率发生器输出复用; P1.4 与 INT2 复用)
P1.3	44	36	28	I/O	
P1.4	45	37	29	I/O	
P0.6	46			I/O	
MODE	47			I	LCD/LED 选择控制端, MODE=1, LCD 模式 MODE=0, LED 模式
DGND	48	38	30	PWR	芯片数字部分电源地
XT1I	49	39	31	I	9.6MHz 振荡器输入
XT10	50	40	32	0	9.6MHz 振荡器输出
DVDD	51	41	33	PWR	芯片数字部分电源 (注: 有两个数字电源引脚, 需同时接+5V)
P3.1	52	42	34	I/O	微处理器 8051 I/O 端口 端口复用说明: 与 UART0 复用(P3.0 作 RXD, P3.1 作 TXD)、并可能为 38KHz 红外线载波调制输出
P3.0	53	43	35	I/O	
S6	54	44		0	LCD SEG 驱动引脚
S7	55	45		0	
S8	56	46	36	0	LCD SEG 驱动引脚 LED COM 驱动引脚
S9	57	47	37	0	
S10	58	48	38	0	
S11	59	49	39	0	
S24	60			0	LCD SEG 驱动引脚
S25	61			0	
P0.7	62	50		0	微处理器 8051 I/O 端口 (端口复用说明: P1.6 与载波收发状态检测输出复用; P1.7 与定时/计数器中断 2 和红外解码输入复用)
P1.5	63	51	40	I/O	
P1.6	64	52	41	I/O	
P1.7	65	53	42	I/O	
S12	66	54	43	0	LCD SEG 驱动引脚 LED COM 驱动引脚
S13	67	55	44	0	
S14	68	56	45	0	
S15	69	57	46	0	
S26	70			0	LCD SEG 驱动引脚
S27	71			0	
COM4	72	58		0	LCD COM 驱动引脚
COM3	73	59		0	
LCDP	74	60	47	PWR	LCD/LED 驱动部分电源

DVDD	75	61	47	PWR	芯片数字部分电源
VBAT	76	62	48	PWR	实时钟电源 (实时钟功能不用时接固定高电平)
XT2O	77	63	49	0	32768Hz 实时钟振荡器输出
XT2I	78	64	50	I	32768Hz 实时钟振荡器输入
COM2	79	65		0	LCD COM 驱动引脚
COM1	80	66		0	
S28	81			0	LCD SEG 驱动引脚
S29	82			0	
S16	83	67	51	0	LCD SEG 驱动引脚 LED SEG 驱动引脚
S17	84	68	52	0	
S18	85	69	53	0	
S19	86	70	54	0	
S20	87	71	55	0	
S21	88	72	56	0	
S22	89	73	57	0	
S23	90	74	58	0	
ICWP	91			0	IC 卡通道保护逻辑扩展接口
CMPN	92			I	内置电压比较器反相输入端
CMPP	93			I	内置电压比较器同相输入端
CMPI	94	75	59	I	主电源掉电监测比较器输入端 (掉电检测功能不用时悬空)
FLTI	95	76	60	0	480KHz 外置陶瓷滤波器输入
FLT0	96	77	61	I	480KHz 外置陶瓷滤波器输出
SIGin	97	78	62	I	扩频通信信号输入端
VREFO	99	79	63	0	内置电压基准源输出端
VREF	100			I	内置电压基准源输入端 (外接一个 0.1 微法的电容退藕)
AVDD	1	80	64	PWR	芯片模拟部分电源 (模拟部分电源要与数字部分电源分开)

## PL3201 芯片工作原理及应用指南

### 1. 芯片内部功能模块框图



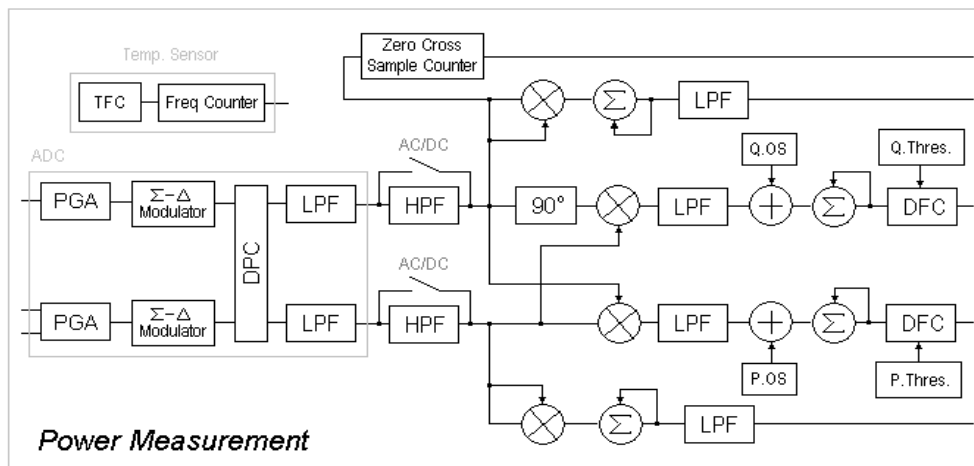
PL3201 逻辑功能框图

### 2. 各模块工作原理及应用指南

#### 1) 电能计量模块

##### 电能计量工作原理

在这里首先介绍电能计量模块内部的原理框图



名词解释    TFC: 温度/频率转换器  
              Freq Counter: 频率计数器  
              PGA: 程控增益放大器  
              DPC: 数字相位校正  
              LPF: 低通滤波器:  
              HPF: 高通滤波器  
              DFC: 数字/频率转换器

具体过程: 首先, 实现对电流、电压的采样; 然后, 经过放大电路放大, 通过 A/D 转换器转换成为数字信号; 接下来经过数字滤波、移相以及相乘、积分等处理; 最终, 得到有效的电能计量数据。从而, 完成对有功/无功功率、瞬时电流和电压的有效值以及当前的交流频率值的计量, 计算。

计量电路可以由软件来控制选取两路电流采样信号中的某一路。在计量模块内部与电压采样结果进行乘法处理, 计算得到有功功率、无功功率。上电复位时默认为第一路 ADC 采样作为电流通道的输入。

## 计量输出设置

计量输出部分采用的是主时钟分频得到 600KHz 频率再经过降 120 倍频采样得到速率为 5KHz 数字脉冲输出:

- 有功电能 PCF;
- 无功电能 QCF;

校表方式: 软件模式, 通过 8051 将校表数据写入到校表专用的寄存器中。

有功校表: 调整 Pgate\_HB、Pgate\_LB、Poff\_HB、Poff\_LB 寄存器的值。

无功校表: 调整 Qgate\_HB、Qgate\_LB、Qoff\_HB、Qoff\_LB 寄存器的值。

## 计量部分与 8051 数据交换

计量模块与 8051 之间是并行通讯, 通过寄存器以及中断进行控制。PL3201 内部的嵌入式微处理器 8051 可以通过特殊功能寄存器 (SFR) 地址直接访问计量模块内部的寄存器。

电能计量单元的寄存器主要分为控制寄存器、标识寄存器、校表寄存器和数据寄存器四类。

- 控制寄存器: 控制计量部分的工作模式。

防窃电工作方式: 上电初始化为 0, 选择 0 通道电流

有功脉冲计数模式选择: 上电初始化为 0, 绝对相加

无功脉冲计数模式选择: 上电初始化为 0, 绝对相加

直流和交流电电能计量模式选择: 上电初始化为 0, 交流模式

电能计量使能控制: 上电初始化为 1, 使能有效

有功功率计量中断/查询模式使能控制: 上电初始化为 0, 查询模式

无功功率计量中断/查询模式使能控制: 上电初始化为 0, 查询模式

ADC 增益选择: 上电初始化为 00, 4 倍增益; 01、10、11 分别为 8、16、32 倍增益

- 校表寄存器：8051 将校表数据写入其中对电能计量进行校准
  - 有功计量门限：16 位无符号数，上电初始化为 7fff
  - 有功线性补偿：16 位有符号数，上电初始化为 0000
  - 无功计量门限：16 位无符号数，上电初始化为 7fff
  - 无功线性补偿：16 位有符号数，上电初始化为 0000
- 标识寄存器：产生相关计量标识。
  - A/D 转换结束标识：1，转换中；0，转换结束
  - 有功功率计量脉冲标识：1 有效
  - 有功功率正负标识：1，负功；0，正功
  - 无功功率计量脉冲标识：1 有效
  - 无功功率正负标识：1，负功；0，正功
  - 电流电压采样转换结束表示：1，转换中；0，转换结束
  - 电压过零点表示：1，过零点；0，非过零点
  - 电压过零点方向表示：1，正向过零点；0，负向过零点；
- 数据寄存器：传输计量数据到 8051
  - 电压采样转换值：16 位有符号数
  - 电流采样转换值：16 位有符号数
  - 有功计量脉冲计数值：8 位无符号数
  - 无功计量脉冲计数值：8 位无符号数
  - 电压计量值：32 位无符号数
  - 电流计量值：32 位无符号数
  - 电压/电流计量采样周波数：16 位无符号数
  - 交流频率计量值：16 位无符号数

## 电能计量工作过程

- A. 系统上电进入电能计量默认工作状态；
- B. 通过向写保护寄存器写入控制数据来取消写保护；
- C. 通过向控制寄存器写入数据来控制电能计量使能和工作模式；
- D. 通过向校表寄存器写入数据来调整电能计量精度；
- E. 通过向写保护寄存器写入控制数据来使能写保护；
- F. 读取标识寄存器、数据寄存器的值，查询计量结果；

注意：只有通过 FBH 地址的只读寄存器进行写操作才能启动平均电压、平均电流的测量（平均电压、平均电流是同时进行测量的），数据的转换时间需要 300ms。即完成对 FBH 的写操作后 300ms 后，可以查询 RMS\_0V（电压电流采样转换结束）标志若为高时，表明转换结束，可以读取平均电压计量值、平均电流计量值和采样周波数来用以计算平均电压和平均电流的有效值。（RMS\_0V 标志在下一次对 FBH 地址进行写操作启动平均电压电流测量时，由硬件自动清零。）电压、电流有效值的计算详见电压、电流计量寄存器说明。

## 寄存器

- 写保护寄存器

Write Protect Register (FFH) 写保护寄存器

Write



	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：向此寄存器写入数据 FFH 时取消写保护（即允许对所有可写寄存器进行写操作）；否则使能写保护（即所有寄存器均为只读、不可写）。

### ● 控制寄存器

Config (FCH) 电能计量控制寄存器							Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ENA	AC_DC	PIE	QIE	PMOD	QMOD	--	Isel
Reset	1	0	0	0	0	0	--	0

注解：

ENA：电能计量使能控制，1 有效；0 无效；

AC\_DC：直流/交流电能计量切换控制，0 交流，1 直流；

PIE：有功计量中断/查询切换控制，0 查询，1 中断；

QIE：无功计量中断/查询切换控制，0 查询，1 中断；

PMOD：有功脉冲计数模式选择，1 考虑正负，0 不考虑正负；

QMOD：无功脉冲计数模式选择，1 考虑正负，0 不考虑正负；

Isel：电流通道 2 和通道 1 选通控制，0 通道 2，1 通道 1；

Iagc_cfg (FDH) ADC 增益选择控制寄存器							Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	G1	G0
Reset	--	--	--	--	--	--	0	0

注解：

ADC 增益选择 (Bit1, Bit0)：

00：4 倍增益；

01：8 倍增益；

10：16 倍增益；

11：32 倍增益；

DPC (FEH) 相位校正寄存器							Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	--	--	0	0	0	0	0

注解：

DPC[7]：电压、电流选择位：1 电压、0 电流；

DPC[4-0]：相位调整量控制位；

DPC[4-0]=00000：相位向后移 0 度；

DPC[4-0]=11111：相位向后移 0.9 度；并且，相位的调整量与 DPC[4-0] 带表的十进制值是成线性关系的。所以，相移量与控制位的对应关系可计算得出。

### ● 校表寄存器：

Pgate_HB (13H) 有功门限寄存器高字节							Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	1	1	1	1	1	1	1

Pgate_LB (12H) 有功门限寄存器低字节							Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

Reset	1	1	1	1	1	1	1	1
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

注解：双字节的有功电能计量门限，无符号数，在 0~65535 范围内可调，其作用是为了调节电能计量精度。原理如下：当电能累加量超过该门限，即产生校表脉冲 PCF。显然，该门限越小，校表脉冲 PCF 的出现频率越高，反之，校表脉冲 PCF 的出现频率越低。通过不断调整该门限，直到 PCF 脉冲频率符合实际需要为止，即完成了校表的粗调过程。

**Poff\_HB(11H)有功线性补偿寄存器高字节**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**Poff\_LB(10H)有功线性补偿寄存器低字节**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：双字节的有功线性补偿值，有符号数，在-32768~+32767 范围内可调，其作用是通过每一次电压电流乘积在积分前的瞬时值进行微小的正负修正，更精确地产生校表脉冲 PCF，完成了校表的微调过程（其主要用途是抵消掉由板级噪声干扰或采样非线性引起的误差）。

**Qgate\_HB(17H)无功门限寄存器高字节**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	1	1	1	1	1	1	1

**Qgate\_LB(16H)无功门限寄存器低字节**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

注解：双字节的无功电能计量门限，无符号数，在 0~65535 范围内可调，其作用是为了调节电能计量精度。原理如下：当电能累加量超过该门限，即产生校表脉冲 QCF。显然，该门限越小，校表脉冲 QCF 的出现频率越高，反之，校表脉冲 QCF 的出现频率越低。通过不断调整该门限，直到 QCF 脉冲频率符合实际需要为止，即完成了校表的粗调过程。

**Qoff\_HB(15H)无功线性补偿寄存器高字节**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**Qoff\_LB(14H)无功线性补偿寄存器低字节**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：双字节的无功线性补偿值，有符号数，在-32767~+32767 范围内可调，其作用是通过每一次电压与移相 90 度的电流乘积在积分前的瞬时值进行微小的正负修正，更精确地产生校表脉冲 QCF，完成了校表的微调过程（其主要用途是抵消掉由板级噪声干扰或采样非线性引起的误差）。

● 标识寄存器：

**Status(FBH) 标识寄存器**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	RMS_OV	Z_FLAG	Z_DIR	LDE	Q_DIR	QCF	P_DIR	PCF

注解:

*RMS\_OV*: 平均电压电流采样转换结束标志: 0, 数据转换中; 1, 转换结束

*Z\_FLAG*: 电压过零点标志: 1, 过零点; 0: 非过零点

*Z\_DIR*: 电压过零点方向指示: 1, 正向过零点; 0, 负向过零点;

*LDE*: A/D 转换结束标识: 1, 数据转换过程中; 0 数据转换结束并生效

*QDIR*: 无功功率正负标识: 1, 负功; 0, 正功

*QCF*: 无功功率计量脉冲标识: 1 有效

*PDIR*: 有功功率正负标识: 1, 负功; 0, 正功

*PCF*: 有功功率计量脉冲标识: 1 有效

● 数据寄存器: (只读)

**UAD\_HB (0DH) 实时电压寄存器高字节**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	UAD15	UAD14	UAD13	0	0	0	0	0

**UAD\_LB (0CH) 实时电压寄存器低字节**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 是实时电压采样数据滤波后的值, 该寄存器可以作为数字校表用, 通过该寄存器的数字可以估算出系统的电压测量范围。

**IAD\_HB (0BH) 实时电流寄存器高字节**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 是实时电流采样数据滤波后的值, 该寄存器可以作为数字校表用, 通过该寄存器的数字可以估算出系统的电流测量范围。

**IAD\_LB (0AH) 实时电流寄存器低字节**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**P. CNT (0EH) 有功计量脉冲计数寄存器**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 系统在计量有功时, 除了向外部提供用于计量的计量脉冲 *PCF* 外, 在系统内部也在对该计量脉冲进行累加, 该寄存器为只读, 计满 FF 后清零。

**Q. CNT (0FH) 无功计量脉冲计数寄存器**

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 系统在计量无功时, 除了向外部提供用于计量的计量脉冲 *QCF* 外, 在系统内部也在对该计量脉冲进行累加, 该寄存器为只读, 计满 FF 后清零。

**Vrms (09H 08H 07H 06H) 电压计量寄存器 4 字节 (由高到低)**

Read

	BIT31	BIT30	-----				BIT1	BIT0
Reset	0	0					0	0

注解: 在启动电压、电流计量 300ms 后, 通过查询 *RMS\_OV* 标志为高后, 用户便可以在该寄存器中读出一组 32BIT 的数据, 该数据为当前电压采样值, 开方后得到电压

的测量值 $U_b$ ，以及电压/电流计量采样周波数 $D_b$ ，由于系统之间存在差异，所以每个系统在计算电压必须先读该寄存器标定，即在 220V(额定电压)启动电压、电流计量 300ms后，读出电压计量器的数据开方后的到 $U_a$ ，以及电压/电流计量采样周波数 $D_a$ ，作为 220V的标称值。将当前得到的测量值与标称值作比，便可以得到一个 220V的倍数，便可计算出此时的电压有效值，具体公式为： $U_x = (U_b/U_a) \times 220 \times (D_a/D_b)$ 。

**Irms (05H 04H 03H 02H) 电流计量寄存器 4 字节(由高到低)****Read**

	BIT31	BIT30	-----	BIT1	BIT0
Reset	0	0		0	0

注解：在启动电压、电流计量 300ms后，通过查询RMS\_OV标志为高后，用户便可以在该寄存器中读出一组 32BIT的数据，该数据为当前电流采样值，开方后得到电压的测量值 $I_b$ ，以及电压/电流计量采样周波数 $D_b$ ，由于系统之间存在差异，所以每个系统在计算电压必须先读该寄存器标定，即在 5A(额定电流)启动电压、电流计量 300ms后，读出电流计量器的数据开方后的到 $I_a$ ，以及电压/电流计量采样周波数 $D_a$ ，作为 5A的标称值。将当前得到的测量值与标称值作比，便可以得到一个 5A的倍数，便可计算出此时的电流有效值，具体公式为： $I_x = (I_b/I_a) \times 5 \times (D_a/D_b)$ 。

**Tcal\_HB (FAH) 电压/电流计量采样周波计数寄存器高字节****Read**

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tcal\_LB (F9H) 电压/电流计量采样周波计数寄存器低字节****Read**

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：该寄存器主要用于电压、电流的有效值计算。在启动电压、电流计量 300ms后，通过查询 RMS\_OV 标志为高后，该寄存器的数据反映的是电流、电压的采样个数，由于电源的频率的变化，而采样的周波及每次采样的间隔时间不变，所以，频率高的采样点少。

**Treq\_HB (01H) 交流频率计量寄存器高字节****Read**

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**Treq\_LB (00H) 交流频率计量寄存器低字节****Read**

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：该寄存器是用于测量系统所在环境的交流电压的频率。该寄存器是由系统实时更新。用户只需在需要时读出该寄存器的值。用 250000 除以该值得到该时刻的电源电压频率。

## 2)增强型 8051 的微处理器 MCU

### 8051 MCU 资源配置

PL3201 内嵌的 MCU 采用 8/16 位的增强型 8051 兼容微处理器。其 ALU 可由硬件完成 16 位的加减乘除运算，大大提高了 16 位处理能力；嵌入式 MCU 的主时钟由外部晶振 9.6MHz 二分频后得到，即 8051 的时钟频率为  $F_{osc}=4.8\text{MHz}$ ，由于内部的译码和

执行机构采用了 RISC 指令流水技术,使得程序平均运行速度较标准 8051 微处理器快达 8 倍之多(即接近外部晶振为 40MHz 时的标准 8051 性能)。

● 嵌入式 MCU 的地址空间分配:

- ✓ 内部 SRAM: 256 bytes (00H~FFH), 其中 80H~FFH 为 SFR;
- ✓ 外部 SRAM: 1024 bytes (0000H~03FFH);
- ✓ E<sup>2</sup>PROM 程序存储器空间 16K, 地址从 0000H~3FFFH。
- ✓ E<sup>2</sup>PROM 数据存储区空间: 60 bytes, 地址从 00H~3BH

● 嵌入式 MCU 具有:

- ✓ 两个全双工 UART 串行口,
- ✓ 一个看门狗定时器,
- ✓ 三个 8/16 位定时/计数器以及三个外部中断。

## 程序控制部分功能

◆ 中断控制:

● 8051 本身五个中断源分别是:

外部中断 INT0、定时/计数器 T0 溢出中断、外部中断 INT 1、定时/计数器 T1 溢出中断、串行口中断 UART, 优先级按顺序从高到低, 8051 中断优先级寄存器 IP。其操作控制为标准 8051 方式, 中断入口地址仍然如下:

- ✓ INT0 : 0003H
- ✓ T0 : 000BH
- ✓ INT1 : 0013H
- ✓ T1 : 001BH
- ✓ UART: 0023H

● PL3201 中, 在 8051 原有的基础上增加了 3 个中断源, 具体定义如下:

- ✓ T2 : 002BH
- ✓ UART1: 0033H
- ✓ INT2 : 003BH

● 定时/计数器 T2 溢出中断:

定时/计数器 T2 溢出中断与 T0 和 T1 的溢出中断相似。当 TH2/TL2 (CCH/CDH) 计数溢出后, TF2 置 1, 同时产生中断申请。其中断入口地址为: 002BH, 其相关的控制器/位如下:

TCON1 (C8H)		扩展中断控制、标识寄存器				Read/Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	TF2	TR2	--	--	IE2	IT2
Reset	--	--	0	0	--	--	0	0

注解:

TR2 (TCON1. 4): T2 计数启动位。

TF2 (TCON1. 5): T2 计数溢出标志位。

TMOD1 (C9H)		定时器工作方式				Read/Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	T2_SEL	T1_SEL	GATE	C/T	M1	M0

Reset	--	--	0	0	0	0	0	0
-------	----	----	---	---	---	---	---	---

注解:

TMOD1 的高 2 位没有用, 低 4 为用于控制 T2 的工作模式。

T2\_SEL: 用于选择计数器/定时器 2 作为定时器使用时的计数速率, T2\_SEL=1 时, 为 Fosc 的频率, T2\_SEL=0 时, 为 Fosc/12 (默认)。

T1\_SEL: 用于选择计数器/定时器 1 作为定时器使用时的计数速率, T1\_SEL=1 时, 为 Fosc 的频率, T1\_SEL=0 时, 为 Fosc/12 (默认)。

C/T: 计数器/定时器方式选择位。C/T=0 时, 设置为定时方式。C/T=1 时, 设置为计数器方式。

GATE: 门控制位, GATE=0 时, 只要用软件将 TR2 置 1 就可以启动定时器, 而不管 INT2 的电平高低。GATE=1 时, 只有 INT2 引脚为 1 且由软件将 TR2 置 1 才能启动定时器。

M0 和 M1: 操作模式控制位。定义如下:

M1	M0	工作模式	功能描述
0	0	模式 0	13 位计数器
0	1	模式 1	16 位计数器
1	0	模式 2	8 位自装载计数器
1	1	模式 3	定时器 2 不支持这种模式

ET2(IE. 5): T2 的中断允许位。ET2=1 时, 允许中断, ET2=0 不允许中断。

PT2(IP. 5): T2 中断的优先级控制位。PT2=1 时为优先级高。PT2=0 时优先级低。

TL2(CCH): 定时/计数器 (低 8 位)。

TH2(CDH): 定时/计数器 (高 8 位)。

### ● 扩展串行口中断 UART1:

PL3201 为双串口系统。其扩展串口中断与原有的串行口中断的使用方式一样。其中断入口地址为: 0033H。产生波特率用定时器 T2。相应的控制器/位如下:

SCON1(C0H) 扩展串口控制寄存器

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
TMOD1	ESM0	ESM1	ESM2	EREN	ETB8	ERB8	ETI	ERI
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

ESM0/ESM1: 串行口工作方式选择。对应关系如下

ESM0	ESM1	工作方式	说明	波特率
0	0	方式 0	同步移位寄存器	Fosc/12
0	1	方式 1	10 位异步收发	由定时器控制
1	0	方式 2	11 位异步收发	Fosc/32 或 fosc/64
1	1	方式 3	11 位异步收发	由定时器控制

注解:

ESM2: 多机通讯控制位, 主要用于方式 2 和方式 3。若置 ESM2=1, 则允许串口 1 多机通讯, 若 ESM2=0, 则不属于多机通讯情况。

EREN: 允许接收控制位。由软件置 1 或清 0, 只有当 EREN=1, 串口 1 才允许接

收, EREN=0 时, 串口 1 禁止接收数据。

ETB8: 发送数据的第 9 位 (D8) 装入 ETB8 中在方式 2 或方式 3 中, 根据发送数据的需要由软件置位或清 0, 在方式 0 或方式 1 中, 该位没用。

ERB8: 接收数据的第 9 位, 在方式 2 或方式 3 中, 接收到的第 9 位数据放在 ERB8 中, 在方式 1 中, 如 ESM2=0, ERB8 中存放的是接收到的停止位, 方式 0 中未用该位。

ETI: 发送中断标志位。在串口 1 将一帧数据发送完毕后被置 1, 串口 1 发送中断被响应后, ETI 不会自动清 0, 必须软件清 0。

ERI: 接收中断标志位。在串口 1 接收到一帧数据后由硬件置 1, 在串口 1 接收中断被响应后, ERI 不会自动清 0, 必须软件清 0。

SBUF1 (C1H)	扩展串口的数据接收/发送缓冲器						Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

### ● 外部中断 INT2:

用作普通的外部中断, INT2 与其他两个外部中断的用法一样, 其中断入口地址位: 003BH. 相应的控制器/位如下

EIE (A9H)	外部中断 INT2 的中断允许寄存器。						Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	--	EX2
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

注解:

EX2=1: 允许 INT2 中断。

EX2=0: 不允许 INT2 中断。

EIP (B9H)	外部中断 INT2 的中断优先级控制寄存器。						Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	--	PX2
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

注解:

PX2=1: INT2 中断优先级高。

PX2=0: INT2 中断优先级低。

TCON1	中断控制、标识寄存器 (C8H)						Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	TF2	TR2	--	--	IE2	IT2
Reset	--	--	0	0	--	--	0	0

注解:

IE2 (TCON1.1): 外部中断 2 的申请标志, 当检测到有外部中断信号时, 由硬件自动置 1

IT2 (TCON1.0): 外部中断 2 触发方式控制位。当 IT2=1 时外部中断为边缘触发方式, 当 IT2=0 是外部中断 2 为电平触发方式。

## 上电复位与电源监测

### ◆ 电源控制

为了能够准确监控系统掉电、系统复位的原因，电池电压的情况，以及在系统空闲时进入休眠状态，PL3201 内置了掉电检测、复位检测、电池电压检测及系统休眠功能。PL3201 内置了两个精准的比较器，一个用于系统掉电检测，当检测到管脚(CMPI)的电压小于 2.8V 时，位 PFI (STATUS. 0) 自动置为 1。另一个用于电池电压检测，当管脚(VBAT)的电压小于 2.60V 时，位 VBF0 (STATUS. 1) 自动置为 1。

MCU 可以通过检测 PF1 位和 VBF0 位来监控系统电压和电池电压。当电源电压 (AVDD) 低于 4.25V 时，PL3200 内部会产生全芯片复位信号，所有数字/模拟电路停止工作直到电源电压恢复到 4.3V 以上。

PL3201 还可以通过查询位 WDT (STATUS. 5) 和位 PU (STATUS. 4) 状态来判断产生本次复位的原因以及通过设置位 STOP (PCON. 1) 和位 IDLE (PCON. 0) 来控制 MCU 运行情况。

**STATUS (87H) 电源状态寄存器**

Read Only

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	SMOD	SMOD1	WDT	PU	CMPO	LP_MOD	VBF0	PFI
Reset	0	0			--	--		

注解：

CMPI>2.8V±5%: PFI=0。

CMPI<2.8V±5%: PFI=1。

VBAT>2.60V±5%: VBF0=0。

VBAT<2.60V±5%: VBF0=1。

WDT=1 且 PU=1: 上电复位。

WDT=1 而 PU=0: 看门狗复位。

SMOD: 串行口 0 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。

SMOD1: 扩展串行口 1 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。

**PCON (87H) 电源状态控制寄存器**

Write Only

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	SMOD	SMOD1	--	--	-	--	STOP	IDLE
Reset	0	0	--	--	--	--	0	0

注解：

STOP=1 : MCU 处于停止状态，只有当有外部中断来时才能唤醒。

IDLE=1 : MCU 处于休眠状态，当有中断来时就能唤醒。

SMOD : 串行口 0 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。

SMOD1 : 扩展串行口 1 的波特率加倍控制位，1 加倍，0 不加倍。

## 看门狗定时器

看门狗：为了防止程序因为意外原因导致死机，PL3201 专门设计了一套看门狗电路，当程序死机后一定时间内（由寄存器控制，可选为 109ms; 218ms; ……872ms）可以重新复位 8051。该电路是由一个计时器 (WDTimer) 来完成。



CKCON(8EH): 看门狗复位间隔长度控制寄存器

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	RST1	RST0	WDT2	WDT1	WDT0	CK2	CK1	CK0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解:

看门狗复位时间控制位[WDT2、WDT1、WDT0]

WDT[2-0]	看门狗复位时间长度 (外部晶振 9.6MHz, Fosc=4.8MHz)
000	109ms
001	218ms
010	327ms
011	436ms
100	545ms
101	654ms
110	763ms
111	872ms

复位间隔长度控制控制位[RST1、RST0]

RST[1-0]	复位时间长度 (外部晶振 9.6MHz, Fosc=4.8MHz)
00	109ms
01	218ms
10	327ms
11	436ms

另: CK[2-0]用于控制访问 1K 的内部 RAM 的一个数据时所用的时钟数。默认为 4 个时钟周期, 即 CK[2-0]=000, 当 CK[2-0]=001 时, 需要用 5 个时钟, 依此类推, 当 CK[2-0]=111 时, 读取 1K 字节片内 RAM 要用 11 个时钟周期。

WDT\_RST(8FH): 看门狗复位控制器:

Write Only

WDT_RST	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 当向该寄存器写入A1H时, 看门狗计数器(WDTimer)自动复位为7FFFH, 该计数器以 $f_{soc}/(32*(1+WDT[2:0]))$ 的速度递减, 当递减到零溢出时, 就会产生一个内部复位信号, 强制系统重新启动。软件正常运行时, 应该定期写该寄存器, 复位计时器, 防止产生不需要的复位。

## 电压比较器

PL3201 还内置了一个独立的电压比较器, 管脚 CMPN 和 CMPP 为电压比较器的反相和同相输入端, 比较器的输出端与 P2.7 内部相连, MCU 可以通过访问 P2.7, 读取电压比较器输出端的状态。

### 3)载波通信

#### 功能简述

PL3201 芯片内集成的载波通信单元采用 QPSK（四相相移键控）调制方式，可变伪随机码速率（带宽）的多地址通信技术。其载波中心频率为 120kHz, 伪随机码速率可达到 15K 和 30K, 由于采用了 QPSK 调制技术，在带宽不变的情况下，数据传输速率是 BPSK 调制方式的一倍，根据伪随机码的速率不同数据速率可达到 1Kbps 和 500bps。同时采用了 63 位 Gold/Kasami 序列，从而实现了码分多址，其地址数目最多可达 41 个，其中 33 个 Gold 序列，8 个 kasami 序列，将使台区之间的干扰减小到最小；同时 PL3201 向下兼容 PL3105 的通讯方式(BPSK 二相相移键控)，及其 15/31 位伪随机码模式。此外 PL3201 的载波调制输出信号可由软件灵活配置成正弦波输出或方波输出模式。

#### 编程指南

在正常通信时，必须将通信双方的通信类型（码分多址/PL3105 兼容），伪随机码序列、速率、地址设置成一致，才能正常通信。

#### ● 使用载波通信时，所用到的资源为：

- 1、INT2，载波通信单元中断使能位有效时，CPU 的外部中断 2 将会被自动配置到载波通信中，用于数据字节发送或接收完毕的中断请求。
- 2、P3.7，将会被自动配置成载波调制信号的输出端。
- 3、P1.6，将作为载波收/发状态指示输出端(用于控制外部发送电路的模式转换)。
- 4、载波通信控制字数据寄存器（SSC\_DAT） F8H。
- 5、载波通信控制字地址选择寄存器（SSC\_ADR） F9H。
- 6、载波通信数据缓冲区寄存器（SSC\_BUF）FAH。
- 7、载波通信寄存器组（SSC Register Bank）。

地址	寄存器
00H	载波通信状态寄存器 CommStatus Register
01H	载波通信发送前导序列寄存器 Send_leader Value
02H	载波通信控制寄存器 1 CommControl Register 1
03H	载波通信控制寄存器 2 CommControl Register 2
04H	伪随机码捕获门限寄存器 PN Capture threshold
05H	伪随机码精同步门限寄存器 Fine-sync threshold
FFH	写保护寄存器 Write Protect Register

#### 注意：

- 1、载波通信寄存器组（SSC Register Bank）中，地址为 02H（载波通信控制寄存器 1），03H（载波通信控制寄存器 2）中的 CMOD，MS\_SEL，PSK\_SEL 相应位，04H（伪随机码捕获门限寄存器），05H（伪随机码精同步门限寄存器）进行写操作时，要取消保护，才可以将数据写入对应的寄存器中，若对寄存器不再进行写操作时，应将写保护使能。
- 2、当使用不同的伪随机码及其码速率时，需要调整该伪随机码捕获门限寄

寄存器值的设置。

- 3、载波通信单元每次处理一个字节的数据，通过 SSC\_BUF 寄存器与 CPU 进行数据的交互。
- 4、载波通信单元在每次置为发送状态后，硬件会首先发送 40 个伪码周期的全“1”序列用于使接收端与发送端伪随机码产生同步（可通过配置载波发送前导序列寄存器的值来改变发送全“1”序列的个数）。
- 5、载波通信单元置为接收态后，硬件会在每次伪随机码同步后，开始从数据流中搜寻帧头序列，当检出帧头序列后，才真正开始接收数据，并以字节的方式送到 SSC\_BUF 寄存器中。
- 6、载波通信单元每次由收态转为发送状态后，CPU 应在 4ms 内将新的待发的数据填入 SSC\_BUF 寄存器中，否则硬件将会在 4ms 后自动由发送状态转为收态，载波通信单元处于发态时应该在每次发送缓冲标志为空时立即将新的待发数据填入 SSC\_BUF 寄存器中。
- 7、当最后一字节待发数据向 SSC\_BUF 寄存器填入完毕后，CPU 进行的数据交换过程结束，载波通信单元在全部数据发送完成后会自动由发态转为收态（强制的由发态置为收态可能导致最后一字节数据丢失）。
- 8、在接收端，每次通信数据包正常接收完毕后，软件可以通过对通信状态寄存器（只读寄存器）的写操作来强制要求接收逻辑立刻重新开始新的数据帧搜索，否则接收逻辑会由于不知道本次数据传输已经完成而一致保持帧同步状态直至扩频伪码丢失同步为止（这会导致一段微小的不确定延时）。

## 载波通信的工作步骤

### 载波通信的工作步骤：

1. 写保护的使用：
  - 程序向 SSC\_ADR 寄存器写入 FFH, 选中写保护寄存器的地址, 再向 SSC\_DAT 寄存器写入 FFH, 取消写保护。
  - 程序可以对相应的寄存器进行写操作。
2. 扩频码地址的选择（当通信类型设置为码分多址模式时）：
  - 程序向 SSC\_ADR 寄存器写入 02H, 选中通信控制寄存器 1 的地址, 再向 SSC\_DAT 寄存器写入对应的地址码（写保护取消的状态下）。
  - 我们推荐用户使用 Gold 序列中的地址 1FH（即向通信控制寄存器 1 中写入 1FH）, 因为该序列在各种信噪比环境下均有非常优良的性能。
3. 数据发送：
  - 程序向 SSC\_ADR 寄存器写入 03H, 选中载波通信控制寄存器 2 的地址, 再向 SSC\_DAT 寄存器写入 C1H（中断方式）或写入 81H（查询方式）, 置载波通信使能位（bit7）, 载波中断控制位（bit6）有效（中断方式）, 通信类型选择位（bit5）为 0, 为码分多址模式, 载波输出方式选择位（bit3）为 0, 载波输出为方波, 载波收发控制位（bit0）为发送状态。
  - 程序向 SSC\_BUF 寄存器写入相应数据。
  - 在中断服务处理子程序中, 判断载波通信状态寄存器的收发状态指示位（bit0）为 1, 可以将新的数据写入 SSC\_BUF 寄存器中或做其他的数据处理。
  - 若用查询方式, 可以查询载波通信状态寄存器的数据中断准备好标志位（bit7）和收发状态指示位（bit0）的状态, 若均为 1, 可以将新的数据写

- 入 SSC\_BUF 寄存器中或做其他的处理。
4. 接收数据：
    - 程序向 SSC\_ADR 寄存器写入 03H，选中载波通信控制寄存器 2 的地址，再向 SSC\_DAT 寄存器写入 C0H（中断方式）或写入 80H（查询方式），置载波通信使能位（bit7），载波中断控制位（bit6）有效（中断方式），通信类型选择位（bit5）为 0，载波收发控制位（bit0）为接收状态。
    - 中断服务处理子程序中，首先查询载波通信状态寄存器相应位的状态，根据寄存器的状态，判定此次数据接收是否有效，或是为本次接收过程中收到的第一个字节数据字节，或是后续数据字节，或时做其他的数据处理。
    - 若用查询方式，程序将查询载波通信状态寄存器的数据中断准备好标志位（bit7）的状态，若为 1，则再查询该寄存器其他位的状态，来判定此次数据接收是否有效，或做其他的数据处理。
    - 数据包正常接收完毕后，对通信状态寄存器做一次写操作（复位接收）。
  5. 使用中断方式时，程序还要先将中断允许寄存器 IE，和外部中断允许寄存器 EIE 相关位设置好。

## 寄存器

SSC\_DAT (F8H) 载波通信控制字数据寄存器

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：载波通信控制字数据寄存器，根据 SSC\_ADR 的地址所对应的载波通信单元寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

SSC\_ADR (F9H) 载波通信数据缓冲寄存器

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：该寄存器用于载波通信单元寄存器组寄存器地址的选取。

SSC\_BUF (FAH) 载波通信数据缓冲区寄存器

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	Bit0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：通信过程中的发送状态时，数据写入此寄存器；接收状态时，从该寄存器读出数据。

SSC Register Bank

REGISERT	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
CommStatus Register	DTR	--	--	--	EOF	FHF	DRF	$\bar{R}/T$	00H	Read
Send_Leader_Value	--	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	01H	Read/Write
CommControl Register1	$K/\bar{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0	02H	Read/Write
CommControl Register2	CCS_ENA	CCS_IE	CMOD	MS_SEL	PSK_SEL	--	--	$\bar{R}/T$	03H	Read/Write

PN Capture Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	04H	Read/Write
Fine_sync Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	05H	Read/Write
Write Protect Register	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	FFH	Write

CommStatus Register (00H) 载波通信状态寄存器

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	Bit0
	DTR				EOF	FHF	DRF	$\bar{R}/T$
Reset	0				1	0	0	0

注解:

- $\bar{R}/T$  收发状态指示位:
  - 1: 表示载波通信单元处于发送状态。
  - 0: 表示载波通信单元处于接收状态。
- EOF 数据帧结束标志:
  - 1: 表示本次接收过程结束（数据字节内容本身无意义），导致本次通信结束的原因可以是正常或非正常的。
  - 0: 表示本次接收过程还未结束，还会有后续数据字节。
- FHF 帧头标志:
  - 1: 表示本次接收的数据字节为整个接收过程的第一个数据字节。
  - 0: 表示本次接收的数据字节为数据包中的其他后续字节。
- DRF 数据接收标志:
  - 1: 表示载波通信单元正在接收一个线路上正在传送的数据字节。
  - 0: 表示载波通信单元空闲。
- DTR 数据中端准备好当载波通信单元处于接收状态时:
  - 1: 表示载波通信单元已经成功接收到一个完整的新数据字节，其内容存储在数据数据缓冲区内。
  - 0: 表示载波通信单元的数据缓冲区内的内容非新，可能已经读取过。
- 当载波通信单元处于发送状态时:
  - 1: 表示载波通信单元已成功将数据缓冲区内的数据字节处理完毕，可以将新的待发数据字节填入。
  - 0: 表示载波通信单元的数据缓冲区内还有未发完的数据字节。

Send\_Leader\_Value (01H) 载波发送前导序列寄存器

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset		0	1	0	1	0	0	0

注解：通信双方建立同步需要一定的时间，因此发送方在发送数据之前要首先发送若干个预同步码用于接收端的同步，预同步码可配置的最大为 127 个，上电默认值为 40 个。

CommControl Register 1 (02H) 载波通信控制寄存器 1

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
Reset	0	--	0	0	0	0	0	0

注解:

- $K/\overline{G}$  Kasami/Gold 序列选择  
1: 表示选择 Kasami 序列。  
0: 表示选择 Gold 序列。
- WS 伪随机码速率选择  
1: 表示选择 30K 码速率, 数据速率为 1Kbps。  
0: 表示选择 15K 码速率, 数据速率为 500bps。
- A4—A0: 伪随机码地址选择位。  
Gold 序列地址选择位, 最多可以选择 32 个地址。

以下是三种序列模式:

➤ 选择 Kasami 序列时 CommControl Register 1:

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
	1		WS	0	0	A2	A1	A0

注意: 对于 Kasami 序列, 寄存器的 BIT4, BIT3 位为 0 时, 才可以修改伪随机码速率和地址, 否则此次操作无效, Kasami 序列, 共 8 个可选择地址。

➤ 选择特殊用途地址通道时 CommControl Register 1

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
	1	--	WS	1	0	0	0	0

➤ 选择 Gold 序列时 CommControl Register 1

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	$K/\overline{G}$	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0
	0	--	WS	A4	A3	A2	A1	A0

Gold 序列, 共 32 个可选择地址

CommControl Register 2 (03H) 载波通信控制寄存器 2

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	CCS_ENA	CCS_IE	CMOD	MS_SEL	PSK_SEL	--	--	$\overline{R}/T$
Reset	0	0	0	0	0	--	--	0

注解:

- $\overline{R}/T$  收发状态控制位。  
1: 表示选择发送状态。  
0: 表示选择接收状态。

- **CCS\_IE** 中断使能控制位
  - 1: 表示中断使能, DTR 内部连接至 CPU 的中断 2 的输入端。
  - 0: 表示禁止中断, CPU 只能通过查询 DTR, 进行数据字节的接收和发送。
- **CCS\_ENA** 载波通信单元使能位
  - 1: 开启载波通信功能。
  - 0: 关闭载波通信功能。
- **CMOD** 通信类型选择位。
  - 1: PL3105 兼容模式。
  - 0: 码分多址通信模式。
- **MS\_SEL** PL3105 兼容模式下的数据速率选择位。
  - 0: 数据速率为 500bps。
  - 1: 数据速率为 250bps。
- **PSK\_SEL** 载波调制输出方式选择位。
  - 1: 载波输出为正弦波输出。
  - 0: 载波输出为方波输出。

**PN Capture threshold (04H) 伪随机码捕获门限寄存器**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	1	1	1	0	0	0	0

注解: 载波通信单元为接收状态时, 用于设定本地与接收到的伪随机码序列相位同步的捕获门限值, 硬件将会按每个伪码周期对本地产生的伪码与接收到的伪码进行相关计算, 计算的结果与门限值比较, 若小于门限值将进行码序列相位调整, 直到相关计算结果高于设定的捕获门限。

若为 PL3201 码分多址模式且伪码速率为 30K 时, 捕获门限值软件修改为 40H 左右。  
 若为 PL3105 兼容模式, 在数据速率为 500bps 时, 捕获门限值软件修改为 30H 左右。  
 若为 PL3105 兼容模式, 在数据速率为 250bps 时, 捕获门限值软件修改为 60H 左右。

**Fine-sync threshold (05H) 伪随机码精同步门限寄存器**

Read/Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	1	1	0	0	0

注解: 载波通信单元为接收状态时, 用于设定本地与发送端伪随机码序列相位同步的精同步门限值, 当高于伪码捕获门限值时, 将进行精同步调整, 硬件可以识别本地伪码和接收到伪码相位是超前还是滞后, 从而进行向前或向后的相位调整, 每个伪码周调整的幅度为 480K, 当小于设定的门限值时, 认为精同步已经同步, 将不再进行调整。

**Write Protect Register (FFH) 写保护寄存器**

Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 向该寄存器写入数据为 FFH 时取消写保护, 否则将使能写保护。

## 4)LCD/LED 显示驱动

### 功能简述

PL3201 芯片为满足不同用户的需求生产了两种产品：PL3201A 和 PL3201B。PL3201B 内嵌 8 位 8 段 LED 扫描电路。PL3201A 内嵌有 LCD 驱动电路。32 个段信号输出管脚(S0-S31)和四个公共端输出管脚(COM0-COM3)。下面就这两种产品的 LED 和 LCD 功能及应用分别讨论。

在 PL3201B 中提供 8 位 8 段 LED 扫描功能，不含驱动，需要外部加三极管驱动电路；扫描频率为 146Hz（9.6M 晶体）。输出由 8 根数据段信号线和 8 根位控制线组成，分别是 A,B,C,D,E,F,G,P（S23~S16）和位控制线 NO0~NO7(S8~S15)，与 LCD 显示复用 S8-S23 输出。内部由不同的电路驱动。LED 显示可以使用共阴极接法。下面是接线图的一例：

PL3201A 内嵌的 LCD 驱动电路。有 32 个段信号输出管脚(S0-S31) 和四个公共端输出管脚，能驱动  $32 \times 4 = 128$  段的 LCD。

支持 1/4 duty，1/3bias 显示模式。支持 VLCD=3V 和 5V 两种液晶。

### LED 编程指南

PL3201B 内嵌的 LED 显示模块，该模块使用简单，配置灵活。PL3201 的显示功能是通过扩展地址寄存器（EXT\_ADR）及扩展数据寄存器（EXT\_DAT）来实现的。

EXT_DAT (D8H) 扩展数据寄存器					Read/Write			
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT_ADR (D9H) 扩展地址寄存器					Read/Write			
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

PL3201 通过扩展地址寄存器（D9H）的低 4 位来选择 LED 的段数据的。下表只列举有关显示模块的位，其余的在相应章节另加说明。（属性为 EXT\_DAT 属性）

EXT_ADR	EXT_DAT
0000 0000 (0h)	Led_lcd_addr01 (LED/LCD 显示数据位 1)
0000 0001 (1h)	Led_lcd_addr02 (LED/LCD 显示数据位 2)
0000 0010 (2h)	Led_lcd_addr03 (LED/LCD 显示数据位 3)
0000 0011 (3h)	Led_lcd_addr04 (LED/LCD 显示数据位 4)
0000 0100 (4h)	Led_lcd_addr05 (LED/LCD 显示数据位 5)
0000 0101 (5h)	Led_lcd_addr06 (LED/LCD 显示数据位 6)
0000 0110 (6h)	Led_lcd_addr07 (LED/LCD 显示数据位 7)
0000 0111 (7h)	Led_lcd_addr08 (LED/LCD 显示数据位 8)



在使用了 LED 显示模块时，S8-S23 用做显示端口。下面以 LED 为列来说明该模块的使用。

下表是图 14.0 的译码表。（数码管为共阴）

显示符	段选码	显示符	段选码
0	FCH	8	FEH
1	0CH	9	F6H
2	CAH	A	EEH
3	F2H	b	3EH
4	63H	C	9CH
5	B6H	D	7AH
6	BEH	E	9EH
7	E0H	F	8EH

具体操作如下：

使能显示模块，向 EXT\_ADR 写入 FEH，在将 EXT\_DAT.2 置 1，以打开 LED 使能。

选择显示位，给 EXT\_ADR 一个 0h~7h 的值，选择相应的位，如 0H 显示第 1 位。送显示数据，给 EXT\_DAT 送一个已经经过译码的数据，这样就可以显示数据了，在送入新的数据前，该值不会改变，初始默认值为 0，即为消隐。

## LCD 编程指南

PL3201A 中，驱动 LCD 显示所需要的寄存器为 EXT\_ADR 和 EXT\_DAT。在 EXT\_ADR 寄存器的高 4 位为 0 的情况下，低 4 位 ADR[3-0]可以有 16 种不同组合，可以选通 16 个不同地址，这 16 个地址的数据的写入是通过 EXT\_DAT 来实现的。数据位为 1 时，S 与 COM 对应的段就会点亮。使用之前，必须向 EXT\_ADR 写入 FEH，在向 EXT\_DAT.2 置 1，以打开 LCD 使能。

EXT\_ADR/EXT\_DAT: LCD 数据寄存器

Write Only

EXT_ADR		EXT_DAT								
		BIT7	BIT5	BIT3	BIT1		BIT6	BIT4	BIT2	BIT0
		COM4	COM3	COM2	COM1		COM4	COM3	COM2	COM1
00H	SEG1					SEG0				
01H	SEG3					SEG2				
02H	SEG5					SEG4				
03H	SEG7					SEG6				
04H	SEG9					SEG8				
05H	SEG11					SEG10				
06H	SEG13					SEG12				
07H	SEG15					SEG14				
08H	SEG17					SEG16				
09H	SEG19					SEG18				

0AH	SEG21					SEG20				
0BH	SEG23					SEG22				
0CH	SEG25					SEG24				
0DH	SEG27					SEG26				
0EH	SEG29					SEG28				
0FH	SEG31					SEG30				

以上是 LCD 的真值表，SEG[0-31]表时段驱动线，它与 S0-S31 组成的一个 32 位端口一一对应。具体意义如下：当向 EXT\_ADR 写入 01H 地址时，向 EXT\_DAT 写入 09 数据时，SEG2(S2)和 COM1 及 SEG3(S3)和 COM2 所对应的段将会被点亮。

## LCD 循显

### ● LCD 的循显功能简介

PL3201 在主电源断电的情况下，可通过备用电池将特定地址的内容循环显示出来，每一屏显示时间为 5 秒，一共 4 屏循环显示，方便用户在掉电的情况下观察记录在电表内的重要些信息。

### ● LCD 的循显功能编程指南

在 MCU 检测到主电源掉电的情况下，将待循显的内容（译码后的数据）写到特定的寄存器中。具体时通过操作 EXT\_ADR 和 EXT\_DAT 这两个寄存器来实现的。在进行循显操作之前，如果 LCD 显示驱动没有使能，必须首先使能，否则循显数据将写无法写入特殊寄存器中。

LCD 循显，其译码操作与普通的 LCD 显示译码一样。正常显示是将 EXT\_ADR 的 0H 到 0FH 所指的地址的内容显示出来，而循显时，由于此时 MCU 已经不工作，所以 0H 到 0FH 所指的地址的内容不能改变，为达到显示变化的要求，所以在循显时将参与显示的地址从 0FH 增加到 3FH。

循显数据	EXT_ADR
第一屏循显数据	00H-----0FH
第二屏循显数据	10H-----1FH
第三屏循显数据	20H-----2FH
第四屏循显数据	30H-----3FH

## 寄存器

EXT_DAT (D8H) 扩展数据寄存器					Read/Write			
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：扩展控制字数据寄存器，根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H) 扩展地址寄存器					Read/Write			
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：扩展地址选择寄存器，用于寄存器组寄存器地址的选取。

EXT_ADR	EXT_DAT
0000 0000 (0h)	Led_lcd_addr00 (LED/LCD 显示数据位 0)
0000 0001 (1h)	Led_lcd_addr01 (LED/LCD 显示数据位 1)
0000 0010 (2h)	Led_lcd_addr02 (LED/LCD 显示数据位 2)
0000 0011 (3h)	Led_lcd_addr03 (LED/LCD 显示数据位 3)
0000 0100 (4h)	Led_lcd_addr04 (LED/LCD 显示数据位 4)
0000 0101 (5h)	Led_lcd_addr05 (LED/LCD 显示数据位 5)
0000 0110 (6h)	Led_lcd_addr06 (LED/LCD 显示数据位 6)
0000 0111 (7h)	Led_lcd_addr07 (LED/LCD 显示数据位 7)
0000 1000 (8h)	lcd_addr08 (LCD 显示数据位 8)
0000 1001 (9h)	lcd_addr09 (LCD 显示数据位 9)
0000 1010 (Ah)	lcd_addr10 (LCD 显示数据位 10)
0000 1011 (Bh)	lcd_addr11 (LCD 显示数据位 11)
0000 1100 (Ch)	lcd_addr12 (LCD 显示数据位 12)
0000 1101 (Dh)	lcd_addr13 (LCD 显示数据位 13)
0000 1110 (Eh)	lcd_addr14 (LCD 显示数据位 14)
0000 1111 (Fh)	lcd_addr15 (LCD 显示数据位 15)
0001 0000----0011 1111	Led_lcd_addr16-63 (LED/LCD 显示数据位 16-63)
1111 1110 (FEH)	EXT_CFG

注解：当 EXT\_ADR=FEH 时，EXT\_DAT 与 EXT\_CFG 为看作同一寄存器。

EXT_CFG (FEH) 扩展配置寄存器					Read/Write			
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	IR	TS	FGEN	LCD_LED	IR38K	
Reset	--	--	0	0	0	0	0	

注解：

LCD\_LED=1: 打开 LCD/LED 使能.

LCD\_LED=0: 关闭 LCD/LED 使能.

其它位不用于显示控制。（IR：多协议红外解码器使能，IR=1 开，IR=0 关；TS 温度频率转换器使能，TS=1 开，TS=0 关；FGEN：频率发生器使能，FGEN=1 开，FGEN=0 关；IR38K：红外通讯使能，IR38K=1 开，IR38K=0 关；）

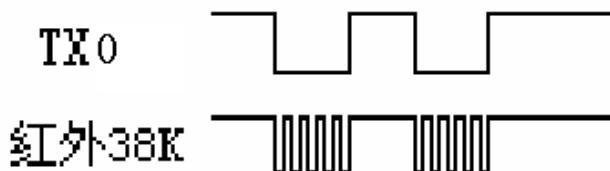
## 5)UART 功能

### 功能简述

PL3201 内部集成有两个功能强大的全双工串行通讯口 (UART)。UART 的协议包括一个起始位,8bits 的数据位,1 个奇偶校验位和 1-2 个停止位。在外部晶振 9.6MHz,若配置 T1\_SEL 或 T2\_SEL 位为 1 时, UART 的最高通信波特率可达 9600 BPS。

### 编程指南

PL3201 内部有一个由 9.6MHz 时钟分频得到的 38KHz 红外调制振荡波(频率可调),可以配合 UART 的 TX0 管脚输出,由 EXT\_CFG 寄存器的 bit1(IR38K)控制。若 IR38K = 0,则 TX0 管脚输出的是原始的 UART 信号,若 IR38K = 1,则 TX0 管脚输出的是经过 38KHz 振荡波调制过的 UART 信号。调制信号与调制前信号的对应示意图如图:



PL3201 的红外通讯载频还可以灵活调节,用户可以通过对特殊寄存器 IR\_CNT 设置来调节振荡波的频率。 $f=(f_{osc}/(X+32))/4$ ,当采用 38KHz 载频时,应向 R\_CNT 寄存器写入 X=1FH 即可。使用红外通讯的一般步骤如下:

- 1、使能红外通信模式: EXT\_ADR 写入 FEH, EXT\_DAT.1 置 1。
- 2、配置红外载频: IR\_CNT 寄存器写入 X=1FH (38KHz)。
- 3、配置 UART: 如波特率、方式、中断等。

### 寄存器

IR_CNT1 (DBH)		红外振荡频率控制寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: 向该寄存器写 1FH, 红外的振荡频率为 38KHz。

EXT_DAT (D8H)		扩展数据寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_DAT: 扩展控制字数据寄存器, 根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器, 写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H)		扩展地址寄存器					Read/Write	
---------------	--	---------	--	--	--	--	------------	--

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR: 扩展地址选择寄存器, 用于寄存器组寄存器地址的选取

EXT_CFG (FEH) 扩展配置寄存器				Read/Write				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	IR	TS	FGEN	LCD_LED	IR38K	
Reset	--	--	0	0	0	0	0	

注解: IR38K: 红外通讯使能位。1, 使能红外通讯功能; 0, 不使能红外通讯功能。其它位不用于 UART 控制。(IR: 红外解码使能, IR=1 开, IR=0 关; TS 温度传感器使能, TS=1 开, TS=0 关; FGEN: 频率发生器使能, FGEN=1 开, FGEN=0 关; LCD\_LED: LCD\_LED 使能, LCD\_LED=1 开, LCD\_LED=0 关; )

## 6) FGEN 可编程频率发生器功能

### 功能简述

PL3201 的可编程频率发生器复用 I0 管脚 P13 作为频率发生器的输出端, 可由软件配置输出频率, 其频率变化范围在 1.35KHz~5KHz 之间。

### 编程指南

PL3201 的可编程频率发生器的频率输出计算公式为:

$$f_{gen} = F_{osc} / ( \{ \{ 1' b0, fgen\_val[7:5] \} + 4' h3 \}, fgen\_val[4:0], 1' b0 \} * 5 ) ,$$

使用可编程频率发生器的工作步骤如下:

- 1 设置可编程频率发生器使能: EXT\_ADR 写入 FEH, EXT\_DAT.3 置 1。
- 2 设置可编程频率发生器频率输出范围: 往 FGEN\_VAL 寄存器写入设定值。

### 寄存器

EXT_DAT (D8H) 扩展数据寄存器				Read/Write				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_DAT: 扩展控制字数据寄存器, 根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器, 写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H) 扩展地址寄存器				Read/Write				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR: 扩展地址选择寄存器, 用于寄存器组寄存器地址的选取

FGEN_VAL (E8H)		可编程频率发生器频率控制寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：向该寄存器写入值可以调整频率发生器输出频率。

EXT_CFG (FEH)		扩展配置寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	IR	TS	FGEN	LCD_LED	IR38K	
Reset	--	--	0	0	0	0	0	

注解：FGEN：频率发生器使能位。1，使能频率发生器功能，0，不使能频率发生器功能。其它位不用于频率发生器控制。（IR：红外解码使能，IR=1 开，IR=0 关；TS 温度频率转换器使能，TS=1 开，TS=0 关；LCD\_LED：LCD\_LED 使能，LCD\_LED=1 开，LCD\_LED=0 关；IR38K：红外通讯使能，IR38K=1 开，IR38K=0 关；）

## 7) TS 温度频率转换器

### 功能简述

PL3201 内嵌温度频率转换器，随芯片温度的变化，温度频率转换器的频率输出也将随之变化，当温度频率转换器的使能位被打开后，内部频率定时计数器将以 16ms 为周期累加温度率转换器输出频率的次数，并将最终累加的次数送入温度频率寄存器。

### 编程指南

向 EXT\_ADR 写入 FEH，EXT\_DAT.4 置 1，打开温度频率转换器的使能，TS\_VAL 的值每 16ms 更新一次，MCU 可以定时从 TS\_VAL 寄存器中读取当前温度的变化情况，由软件进行相应的处理。

### 寄存器

EXT_DAT (D8H)		扩展数据寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_DAT：扩展控制字数据寄存器，根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H)		扩展地址寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR: 扩展地址选择寄存器, 用于寄存器组寄存器地址的选取

TS_VAL[15:8] (FBH) 温度频率寄存器				Read				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

TS_VAL[7:0] (FCH) 温度频率寄存器				Read				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解: TS\_VAL: 温度频率寄存器, 每 16ms 更新一次。

EXT_CFG (FEH) 扩展配置寄存器				Read/Write				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	IR	TS	FGEN	LCD_LED	IR38K	
Reset	--	--	0	0	0	0	0	

注解: TS=1: 使能温度频率转换器功能

TS=0: 不使能温度频率转换器功能。

其它位不用于频率发生器控制。(IR: 红外解码使能, IR=1 开, IR=0 关; FGGEN 频率发生器使能, FGGEN=1 开, FGGEN=0 关; LCD\_LED: LCD\_LED 使能, LCD\_LED=1 开, LCD\_LED=0 关; IR38K: 红外通讯使能, IR38K=1 开, IR38K=0 关; )

## 8) 多协议红外通信解码功能

### 功能简述

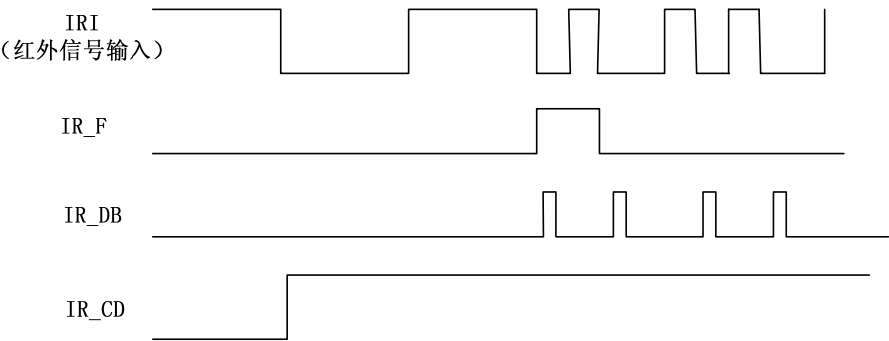
PL3201 内置的多协议红外通信解码器的输入信号复用 I/O 管脚 P1.7, 硬件逻辑对输入信号的电平以 38KHz 的频率进行采样, 内部计数器对采样值进行累加, 输入信号高/低电平变化一次(一位数据)后, 给出相应的标志位和高/低电平宽度的计数值。

编程指南

红外通信解码器几乎可以对当前所有编码方案(红外遥控器)进行解码, 它可以提供比特对应的标志位和高/低电平宽度计数值, 软件能够极其方便地查询和解码, 使用 IR 红外解码功能的工作步骤如下:

- 1 设置 IR 红外解码使能: EXT\_ADR 写入 FEH, EXT\_DAT.5 置 1。
- 2 查询 IR\_STATUS 寄存器中相关标志位的状态, 若 IR\_CD 为 1, 表明线上数据有效, IR\_F (红外解码帧头标志) 和 IR\_DB\_ (红外解码一位数据接收完成标志位) 同时为 1, 表明接收到的为帧头, 读取 IR\_LCNT (低脉冲宽度累加值) 和 IR\_HCNT (高脉冲宽度累加值) 的值, 由软件判断最匹配的可能编码方式。
- 3 再次循序查询 IR\_STATUS 的状态, 当 IR\_F 为 0, IR\_DB 为 1, 表明接收到的是数据位, 读取 IR\_LCNT 和 IR\_HCNT 的值, 由软件根据编码协议的约定进行译码。

4 当查询到 IR\_CD 为 0 时，表明 IR 通讯结束，线上无数据。



寄存器

EXT_DAT (D8H)		扩展数据寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_DAT: 扩展控制字数据寄存器，根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H)		扩展地址寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR: 扩展地址选择寄存器，用于寄存器组寄存器地址的选取

IR_HCNT (E4H)		红外解码高电平宽度寄存器					Read	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	--	--	--	--	--	--	--	--

注解：红外解码高电平宽度寄存器值。

IR_LCNT0 (E5H)		红外解码低电平宽度寄存器 0					Read	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	--	--	--	--	--	--	--	--

IR_LCNT1 (E6H)		红外解码低电平宽度寄存器 1					Read	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	--	D8
Reset	--	--	--	--	--	--	--	--

注解：红外解码低电平宽度寄存器值。



IR_STATUS (E7H)		红外解码状态寄存器				Read		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	IR_CD	IR_F	IR_DB	--	--	--	--	D8
Reset	--	--	--	--	--	--	--	--

注解:

IR\_CD: 红外解码线上数据有效标志位, IR\_CD=1, 线上数据有效, IR\_CD=0, 线上无数据。

IR\_F: 红外解码帧头标志位, IR\_F=1, 接收到的数据为帧头, IR\_F=0, 接收到的数据非帧头。

IR\_DB: 红外解码一位数据接收完成标志位, IR\_DB=1, 接收完一位数据。IR\_DB=0, 数据正在接收中。

EXT_CFG (FEH)		扩展配置寄存器				Read/Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	IR	TS	FGEN	LCD_LED	IR38K	
Reset	--	--	0	0	0	0	0	

注解: IR: 红外解码使能位。1, 使能红外解码功能, 0, 不使能红外解码功能。

其它位不用于 IR 红外解码控制。(FGEN: 频率发生器使能, FGEN=1 开, FGEN=0 关; TS 温度频率转换器使能, TS=1 开, TS=0 关; LCD\_LED: LCD\_LED 使能, LCD\_LED=1 开, LCD\_LED=0 关; IR38K: 红外通讯使能, IR38K=1 开, IR38K=0 关; )

## 9) ISO7816 功能

### 功能简述

PL3201 的 ISO7816 通信模块支持 T=0 协议, 为异步半双工字符传输协议, 它包括一个起始位, 8 个数据位和一个奇偶校验位。由一个 ISO7816 逻辑电路通过软件配置进行双通道切换, 可以分别同 ESAM/PSAM 模块或 IC 卡进行数据通讯。

### 编程指南

ISO7816 通信模块可分别同 ESAM/PSAM 模块或 IC 卡进行通信, 工作步骤如下:

#### 1. IC 卡和 ESAM/PSAM 模块的通道选择

通过 ISO7816\_CON 寄存器中 IOSEL 的值可以自由选择任意通道。

#### 2. 发送数据

若置 ISO7816\_CON 寄存器中的 IO\_WEN(发送使能)为 1, 则 ISO7816\_STATE 寄存器中的 WBYTE\_RDY 置被为 0, 硬件将 DI\_7816 寄存器中的值串行输出:

- 发送时先发低位, 并在前面加 1bit 低电平起始位, 在字节后加 1bit 奇偶校验位, 每个 ETU 发送 1bit, 在第 11 个 ETU 将 IO 线拉高, 变为接收态, 检测线上数据
- 若检测到线上出现低电平, 则在第 11 个 ETU 结束时, 令 ISO7816\_STATE 寄存器中的 W\_PLR\_ERR(重发标志)有效, 并且 WBYTE\_RDY 始终为 0, W\_PLR\_ERR 必须用软

件清除，并且在至少间隔 2 个 ETU 后重新发送该字节。

- 如果在第 11 个 ETU 没有检测到低电平，则在第 12 个 ETU 结束时将 WBYTE\_RDY 置为 1，表示一个字符发送完成。
- 如果要继续接收下一个字符则必须重新给出发送使能 IO\_WEN。

### 3. 接收数据

若 ISO7816\_CON 寄存器中的 IO\_REN(接收使能)为 1, 则 ISO7816\_STATE 寄存器中的 RBYET\_RDY 置为 0，等待接收数据：

- 从检测到起始位开始，总在半 ETU 时锁存数据，即在第 1.5 个 ETU 锁存第一位数据，在第 9.5 个 ETU 锁存奇偶校验位，
- 如果奇偶校验正确，则在第 11.5 个 ETU 将 RBYET\_RDY 置为 1。
- 如果奇偶校验错误，则在第 10.5 个 ETU 发送一个 1 个 ETU 长度的低电平，并且 RBYET\_RDY 始终为 0，等待接收重发数据。
- 如果连续三次接收的数据都错误，则在接收第三次接收的字符的 10.5 个 ETU 将 ISO7816\_CON 寄存器中 ERR\_INTP 信号置为 1，并在 11.5 个 ETU 将 RBYET\_RDY 置为 1。
- 如果要继续接收下一个字符，必须在检测到 RBYET\_RDY 后重新给出接收使能。

## 寄存器

EXT_DAT (D8H)		扩展数据寄存器				Read/Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_DAT：扩展控制字数据寄存器，根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H)		扩展地址寄存器				Read/Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR：扩展地址选择寄存器，用于寄存器组寄存器地址的选取。

DI_7816 (E9H)		7816 数据发送缓冲寄存器				Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：发送数据缓冲寄存器，由 CPU 将待发的数据送入到该寄存器中。

DO_7816 (EAH)		7816 数据接收缓冲寄存器				Read		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：接收完的数据送入该缓冲寄存器，由 CPU 将数据取走。

ISO7816_CON (EBH)			7816 控制寄存器				Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	IOSEL	--	ERR_RST	C_INTP	--	--	IO_REN	IO_WEN
Reset	1	--	1	0	--	--	0	0

注解：

IOSEL：IC 卡/ESAM 选择位，IOSEL=1 时选择 IC 卡，IOSEL=0 时选择 ESAM。

ERR\_RST：清除错误标志位，用来清除状态寄存器中的欠时错误标志 TIME\_INADQ，超时错误标志位 TIME\_OV，连续三次接收错误标志位 ERR\_INTP，以及重发标志位 W\_PLR\_ERR。ERR\_RST 低有效，在清除完错误标志后，由硬件自动置高。

C\_INTP：软复位，令 ISO7816 逻辑产生复位，C\_INTP 高有效，在复位完成后由硬件自动置低。

IO\_REN：接收数据使能位，IO\_REN 高有效，由硬件自动置低。

IO\_WEN：发送数据使能位，IO\_WEN 高有效，由硬件自动置低。

注意：C\_INTP 软复位时间为 3.4us，在软复位期间对 ERR\_RST, IO\_REN, IO\_WEN,

操作无效。

I_MAX_ETU2 (ECH)			IC 卡字符收发最大 ETU 间隔寄存器				Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

I_MAX_ETU1 (EDH)			IC 卡字符收发最大 ETU 间隔寄存器				Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Reset	0	0	1	0	0	1	0	1

I_MAX_ETU0 (EEH)			IC 卡字符收发最大 ETU 间隔寄存器				Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

注解：IC 卡 接收和发送两个字符之间的时间间隔不能大于该寄存器设定的 ETU 个数，否则 TIME\_OV 标志将有效。

I_ETU1 (EFH)			IC 卡基本时间单元 (ETU) 寄存器				Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Reset	0	0	0	0	0	0	0	1

I_ETU0 (FOH)			IC 卡基本时间单元 (ETU) 寄存器				Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Reset	0	1	1	1	0	1	0	0
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

注解：该寄存器用来设定通信中 1 位持续传输时间的周期值，即一个 ETU 时间。

I_MIN_ETU1 (F1H)		IC 卡字符收发最小 ETU 间隔寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	--	D8
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

I_MIN_ETU0 (F2H)		IC 卡字符收发最小 ETU 间隔寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	1	1	0	0

注解：接收和发送两个字符之间的时间间隔不能小于该寄存器设定的 ETU 数，否则 TIME\_INADQ 标志将有效。

E_MAX_ETU2 (F3H)		ESAM 字符收发最大 ETU 间隔寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

E_MAX_ETU1 (F4H)		ESAM 字符收发最大 ETU 间隔寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Reset	0	0	1	0	0	1	0	1

E_MAX_ETU0 (F5H)		ESAM 字符收发最大 ETU 间隔寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

注解：ESAM 接收和发送两个字符之间的时间间隔不能大于该寄存器设定的 ETU 个数，否则 TIME\_OV 标志将有效。

E_ETU1 (F6H)		ESAM 基本时间单元 (ETU) 寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Reset	0	0	0	0	0	0	0	1

E_ETU0 (F7H)		ESAM 基本时间单元 (ETU) 寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	1	1	1	0	1	0	0

注解：该寄存器用来设定 ESAM 中 1 位持续传输时间的周期值，即一个 ETU 时间。

E_MIN_ETU1 (F8H)		ESAM 字符收发最小 ETU 间隔寄存器						Write
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Reset	0	0	0	0	0	0	0	1

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	--	--	--	--	--	D8
Reset	--	--	--	--	--	--	--	0

E\_MIN\_ETU0 (F9H)

ESAM 字符收发最小 ETU 间隔寄存器

Write

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	1	1	0	0

注解: ESAM接收和发送两个字符之间的时间间隔不能小于该寄存器设定的ETU数, 否则 TIME\_INADC 标志将有效。

ISO7816\_STATUS (FAH)

ISO7816 状态寄存器

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	TIME_INADQ	TIME_OV	ERR_INTP	RBYTE_RDY	--	--	W_PLR_ERR	WBYTE_RDY
Reset	0	0	0	1	--	--	0	1

注解:

TIME\_INADQ: 发送/接收字符时间间隔小于最小要求错误标志, 高有效, 当下一次接/发字符时间间隔满足要求时该位可由硬件自动清除, 也可以通过软件由 ERR\_RST 来清除。

TIME\_OV: 发送/接收字符时间间隔大于最大要求错误标志, 高有效, 只能通过软件由 ERR\_RST 来清除。

ERR\_INTP: 连续三次接收数据校验错误标志, 高有效, 只能通过软件由 ERR\_RST 来清除。

RBYTE\_RDY: 接收一个字符完成标志, 高有效。

W\_PLR\_ERR: 重发标志, 高有效。在发送数据时, 当检测到接收方发送的接收错误信号时, 该标志位有效, 只能通过软件由 ERR\_RST 来清除。

WBYTE\_RDY: 发送一个字符完成标志, 高有效。

EXT\_CTRL (FDH)

外部控制寄存器

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	TCKSEL	--	IC_DIV1	IC_DIV0	ESAM_DIV1	ESAM_DIV0	---	---
Reset	0	--	0	0	0	0	--	--

注解:

IC\_DIV1, IC\_DIV0: IC 卡时钟频率控制。IC\_DIV1=0, IC\_DIV0=0, IC 卡时钟被禁止;  
IC\_DIV1=0, IC\_DIV0=1, IC 卡时钟输出为外部晶振频率的 2 分频;  
IC\_DIV1=1, IC\_DIV0=0, IC 卡时钟输出为外部晶振频率的 3 分频;  
IC\_DIV1=1, IC\_DIV0=1, IC 卡时钟输出为外部晶振频率的 4 分频;

ESAM\_DIV1, ESAM\_DIV0: ESAM 时钟频率控制。ESAM\_DIV1=0, ESAM\_DIV0=0, ESAM 时钟被禁止;  
ESAM\_DIV1=0, ESAM\_DIV0=1, ESAM 时钟输出为外部晶振频率的 2 分频;  
ESAM\_DIV1=1, ESAM\_DIV0=0, ESAM 时钟输出为外部晶振频率的 3 分频;  
ESAM\_DIV1=1, ESAM\_DIV0=1, ESAM 时钟输出为外部晶振频率的 4 分频;

其它位不用于 ESAM 和 IC 卡时钟频率控制。

(TCKSEL: 秒脉冲输出选择位, TCKSEL=0 时为 1Hz 输出, TCKSEL=1 时为 1KHz 输出)

## 10) 嵌入式 E2PROM 数据存储器

### 功能简述

PL3201 提供了 60 个字节的片内 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区，CPU 可以通过特定的指令序列启动芯片内部的硬件逻辑，将指定的 RAM 中的数据编程到 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区指定的位置，或是将 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区中的数据读出到 RAM 中指定的位置。在编程或读取数据期间，CPU 将被自动挂起；完成操作后，硬件自动激活 CPU，程序将继续运行。

### 编程指南

PL3201 对 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区的操作，需要在一定的时间内（32 个指令周期）连续的进行一系列特定的指令序列才可以启动硬件逻辑，若是在指定的时间内没有完成指定序列的操作，硬件逻辑将认为超时，以执行的序列指令视为无效，需要重新开始执行该序列指令。启动指令序列如下：

1 设置 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区的起始字节地址，EXT\_ADR 写入 E0H，EXT\_DAT 写入要设定的数据存储区的起始地址。

2 设置 RAM 的起始地址，EXT\_ADR 写入 E1H，EXT\_DAT 写入要设定的 RAM 起始地址。

3 设置 RAM 操作字节的个数，EXT\_ADR 写入 E2H，EXT\_DAT 写入要设定的 RAM 操作个数。

4 启动读或是编程使能，EXT\_ADR 写入 E3H，EXT\_DAT 写入 01H 将启动对 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区的编程使能，若写入 10H 则将启动读使能。

下面举例说明：

```

MOV    A, #10H; 起始数据
MOV    R0, #20H; 起始地址
LP:
MOV    @R0, A
INC    A
INC    R0
CJNE   R0, #30H, LP      ; RAM 地址从 20H—2FH
RAM 中地址 20H—2FH 中的数据为 10H—1FH

```

```

MOV    EXT_ADR, #0FFH    ; 取消写保护
MOV    EXT_DAT, #0FFH

```

对 E<sup>2</sup>PROM 数据存储区操作时（包括读和编程），需要首先取消写保护。

```

MOV    EXT_ADR, #0E0H    ; E2PROM 数据存储区字节起始地址
MOV    EXT_DAT, #00H     ; 00H
MOV    EXT_ADR, #0E1H    ; RAM 字节起始地址
MOV    EXT_DAT, #20H     ; 20H
MOV    EXT_ADR, #0E2H    ; RAM 的个数
MOV    EXT_DAT, #10H     ; 16 个数据

```

MOV EXT\_ADR, #0E3H ;编程/读地址

MOV EXT\_DAT, #01H ;编程使能

执行上述指令后, 硬件逻辑将RAM地址 20H—2FH中的数据写入到E<sup>2</sup>PROM数据存储区 00H-0FH地址中, 共 16 个字节。

MOV EXT\_ADR, #0E0H ;E<sup>2</sup>PROM数据存储区字节起始地址

MOV EXT\_DAT, #00H ;00H

MOV EXT\_ADR, #0E1H ;RAM 字节起始地址

MOV EXT\_DAT, #50H ;50H

MOV EXT\_ADR, #0E2H ;RAM 的个数

MOV EXT\_DAT, #10H ;16 个数据

MOV EXT\_ADR, #0E3H ;编程/读地址

MOV EXT\_DAT, #10H ;读使能

执行上述指令后, 硬件逻辑将E<sup>2</sup>PROM数据存储区 00H-0FH中的数据读出并写到RAM 地址 50H—5FH中。

## 寄存器

EXT_DAT (D8H)		扩展数据寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_DAT: 扩展控制字数据寄存器, 根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器, 写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H)		扩展地址寄存器					Read/Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR: 扩展地址选择寄存器, 用于寄存器组寄存器地址的选取。

EBYTE_ADR_L (E0H)		数据存储区起始地址寄存器					Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	--	--	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	--	--	0	0	0	0	0	0

注解: EBYTE\_ADR\_L: E<sup>2</sup>PROM数据存储区的起始地址寄存器, 用于设置编程或读取操作数据存储区的起始地址, 该寄存器的设定值小于 3CH才有效,

RAM_ADR_L (E1H)		RAM 起始地址寄存器					Write	
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：RAM\_ADR\_L：RAM 起始地址寄存器，编程模式时，作为 RAM 的数据写入到数据存储区的起始地址；读模式时，作为数据存储区的数据被读到 RAM 的起始地址。

RAM_N (EH)		RAM 操作个数寄存器				Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：RAM\_N：RAM 操作个数寄存器，编程模式时，为 RAM 的数据写入到数据存储区的进行编程的个数；读模式时，为数据存储区的数据被读到 RAM 的个数。

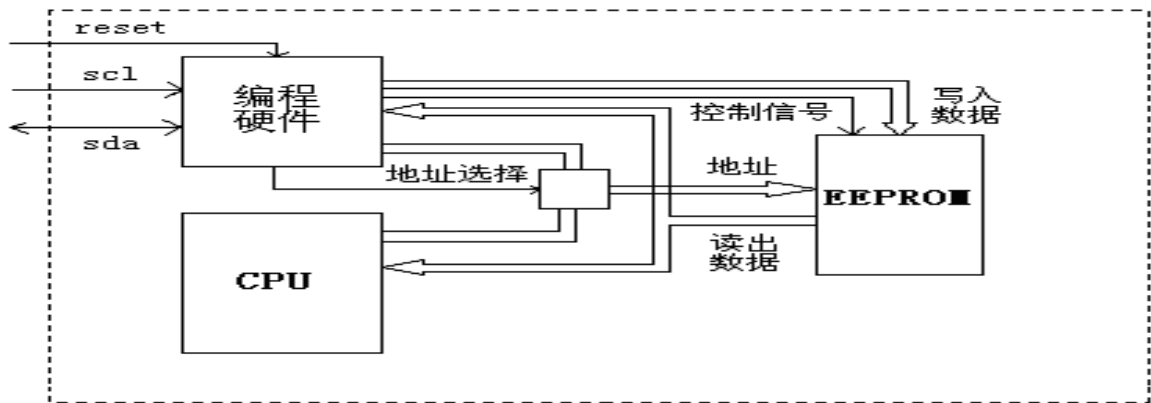
PGM/READ (EH)		编程/读使能寄存器				Write		
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

注解：PGM/READ：编程/读使能寄存器，当设定的数据为 01 时，将启动编程模式，设定的数据为 10H 时，将启动读模式。

11) 在系统编程与下载工具

功能简述

I<sup>2</sup>C接口编程的结构见下图：

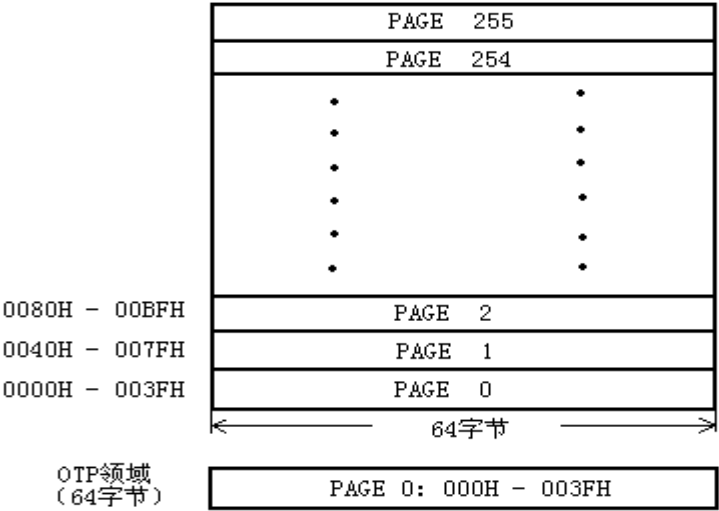


在非编程模式下，CPU输出地址给E<sup>2</sup>PROM，E<sup>2</sup>PROM的数据读出到CPU，作为CPU的指令，CPU正常工作。当置Reset引脚为 0，往I<sup>2</sup>C编程接口送“置编程模式”的命令后，即进入编程模式。进入编程模式后，编程硬件控制地址选择信号切换地址总线，将E<sup>2</sup>PROM的地址切换至编程硬件，由编程硬件送地址给E<sup>2</sup>PROM。此时CPU的地址不能传送到E<sup>2</sup>PROM，单片机在编程模式时将不能正常执行指令，用户需要注意在进行编程模式转换时，可能会产生的问题。

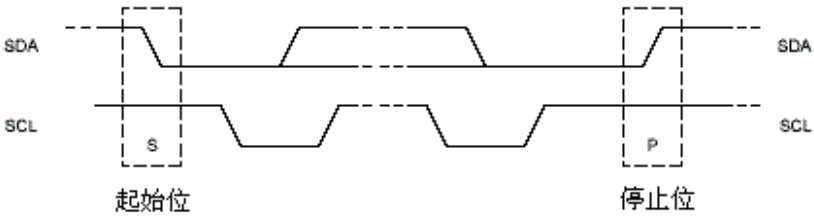
ISP编程接口的串行总线包括两个信号：SCL和SDA。SCL送时钟信号，SDA送数据信号。通过SCL和SDA的配合，可以给编程逻辑传送不同的命令。编程逻辑负责将这些命令转换成E<sup>2</sup>PROM编程所需的数据和地址，并控制E<sup>2</sup>PROM做不同的操作，实现对E<sup>2</sup>PROM的编程。



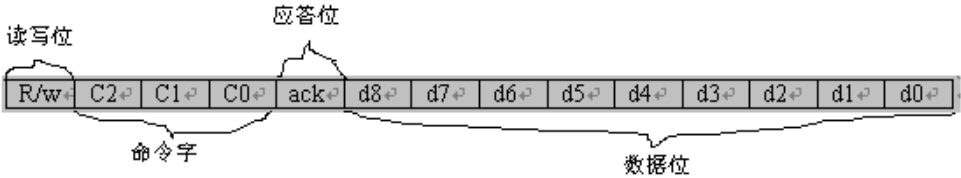
PL3201 片内具有 16K字节的E<sup>2</sup>PROM程序存储区域，共分 256 个页面，每页 64 字节，以及 64 字节的E<sup>2</sup>PROM数据存储区域；擦写次数不少于 10 万次/字节，数据保持时间为 10 年。其组织结构图如下：



其中可用数据存储器共计 60 个字节，其余 4 个字节保留其它用途。  
本芯片的ISP编程接口遵循I<sup>2</sup>C接口的基本传输协议，但并不是标准的I<sup>2</sup>C接口。  
当 ISP 编程接口检测到起始位时（在 SCL 为高电平时，SDA 出现一个从高电平至低电平的下降沿），编程逻辑开始接收来自串行总线的数据，直到出现结束位（在 SCL 为高电平时，SDA 出现一个从低电平至高电平的上升沿）之后。其时序见下图：



在起始位和停止位之间是数据位。规定在 SCL 为高电平时，SDA 上的数据为有效传输数据。  
一帧数据起始于起始位，结束于停止位。一帧数据应包括读写位、命令字、应答位及数据位（详见下图）。他们按固定的顺序排列，图中左边的数据先发，右边的数据后发，请勿混淆顺序。



ISP 串行总线接口一帧数据的结构图如下：  
读写位确定是否进行读操作，当进行读操作（包括读数据和读版本号）时，此位应置 1，其他时候此位置 0；3 位命令字说明要进行的具体操作；应答位从I<sup>2</sup>C接口送出，此位为 0 表示I<sup>2</sup>C已经响应；8 位数据位主要作为编程数据位，但这 8 位在进行某

些操作时也作为命令字的扩展位，具体请看后面的介绍。

## 编程指南

下表是命令字详细列表：

读/ 写位	命令字			数据位/命令字扩展位								功能描述
				7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	A								送地址低 8 位
0	0	0	1	A								送地址高 6 位
0	0	1	0	D								送编程数据
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	擦除操作
0				1	0	1	0	0	0	1	0	写操作
0				1	0	1	0	0	1	0	0	选中数据存储区①
0	1	0	1	X								NC
0	1	1	0	X								NC
0	0	1	1	X								NC
0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	置编程模式②
0				0	1	0	1	0	0	1	0	解除写保护③
1	0	0	0	D								读数据
1	1	1	1	V								读版本号④

注：A——地址      D——读写数据      X——无关数据      V——版本号

- ① 选中数据存储区后，可以对其进行所有操作，包括对 3CH 地址写入非 0 值进行代码保护，以及读取芯片唯一序列号等。
- ② 此命令使芯片处于编程模式，是进行一切编程操作必须的前提；
- ③ 芯片在上电之后处于写保护状态，禁止往E<sup>2</sup>PROM里写入任何数据，执行此命令之后，可以取消写保护，往E<sup>2</sup>PROM里写入数据；
- ④ 执行此命令后可以读出版本号，其中最低两位表示E<sup>2</sup>PROM的容量，高四位表示改芯片的版本号。

**需要说明的是：**进行如下操作之前，一定要先发送“置编程模式”命令，当进行读以外的操作时要执行“解除写保护”命令，否则不能实现编程操作。

### ● 擦除操作 / 解密操作

擦除操作分为全芯片擦除，页面擦除和数据存储区的擦除。

如果芯片被加密，执行擦除操作将导致全芯片擦除，一旦启动了全芯片擦除操作，将会把E<sup>2</sup>PROM内的所有程序及数据都擦除（但并不包括芯片序列号），所以用户进行此操作要慎重。

要实现全芯片擦除操作，如果芯片是加了密的，由I<sup>2</sup>C接口发送一个“擦除操作”命令后全芯片擦除会自动完成。

当没有加密或是解密之后，进行的擦除操作只是页面擦除。进行页面擦除时，先送需要写数据的页面首地址，执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令，然后执行一个“擦除操作”命令即可。页面擦除将擦除整页的 64 字节内容。

若是选中了数据区域，且送入的地址小于 3CH 时，将擦除整个数据存储区 60 个字节的数据内容。

## ● 写操作

进行写操作，首先送需要写数据的地址，执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令；然后送写入的数据，执行“送编程数据”命令；重复这几个命令，将可以把一批数据映射到一段地址上；最后执行“写操作”，把数据写入到相应的地址单元中。

需要注意的是，地址不允许跨页（E<sup>2</sup>PROM每页地址 64 字节），否则会有数据写入到错误的地址单元中。另外在进行写操作时，要确保在此之前进行过擦除操作，否则会导致写入的数据不正确。

若是选中数据区域，将对数据进行编程。

## ● 读操作

进行读操作，首先送需要读数据的地址，执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令；然后读地址单元上的数据，执行“读数据”命令。因为执行一次“读数据”命令后，E<sup>2</sup>PROM的地址会自动加 1，所以重复此命令可以读出一段连续地址上的一批数据。（最多能读 64 字节，但不能跨页）

若是选中数据区域，可以读取数据存储区和芯片序列号的内容。

## ● 加密操作

为了使用户的设计不被抄袭，本产品具有能够对用户代码进行保护的加密功能。当加密之后，禁止从E<sup>2</sup>PROM读数据，从I<sup>2</sup>C接口读出的数据将始终为FFH；另外还禁止对E<sup>2</sup>PROM的写操作，只有在进行解密操作之后，即全芯片擦除之后，才能恢复对E<sup>2</sup>PROM的写操作功能。

执行加密的操作是在E<sup>2</sup>PROM的数据域地址 3CH上写一个非 0 的数。具体步骤如下：

- 首先送“选中数据域”命令
- 然后执行“送地址低 8 位”和“送地址高 6 位”命令，送地址 3CH
- 执行“送编程数据”命令，送一个非 0 的数
- 执行“写操作”，写入一个非 0 的数

需要注意在系统重新上电或复位之后，才能进入加密状态。如果在执行加密操作前代码保护已被使能（即数据域地址 3CH 上为非零数值），那么，本次加密操作将被忽略。

## 程序与数据的下载

PL3201 的嵌入式MCU是 8051 指令兼容的微处理器内核，所以用户在开发时只需使用 8051 的软件仿真/编译器即可（比如伟福、万利、TKS Studio等）。将编译后的目标代码HEX文件通过晓程公司的下载软件PL3000PRO.exe、配合串行编程器下载到PL3201 内的E<sup>2</sup>PROM程序存储器中。

本公司提供 PL3201 的在系统编程下载器以及相关的 PC 机软件 PL3000PRO.exe。

### 特别注意：

开发 PL3201 带“热地”计量系统时，建议使用隔离变压器供电。

如果应用 PL3201 设计的系统本身与交流市电未作隔离（例如电能计量使用电阻分压/分流采样时），在线下载程序时必须断开目标设备的所有电源，使用下载器自身提供的电源供电，确保下载板的地不能连接到市电的“热地”；否则会导致严重损害发生。

12) 实时钟及其数字调校

功能简述

时钟控制部分，包括 PL3201 提供的低功耗实时时钟和时钟调校电路（一个 8 位寄存器）以及校准脉冲输出。低功耗实时时钟单元（Real Time Clock）外接 32768Hz 晶振，能自动判断闰年及每个月的天数，所有数据均为十进制（BCD）表示，当主电源掉电后由备用电池供电。PL3201 还提供实时时钟调校功能，使得实时时钟的精度能够保持在 30.5ppm。为了方便用户校准时钟，PL3201 还提供了一个输出频率为 1Hz 或 1KHz 的秒脉冲输出。

编程指南

针对实时时钟，仅仅需要在第一次上电时，对相关的寄存器写入正确的时间数据就可以了。如果有必要，以后可以通过读E<sup>2</sup>PROM，UART等方式进行重新校正。对月和日寄存器操作时，注意他们是以 1 为起始点，与年、时、分、秒等以 0 为起始点不同。对于第一次上电的芯片，包括掉电（主电源和备用电池同时掉电）后的芯片，如果在没有写入新的合法数据的情况下读出的数据是随机的。对实时钟读写操作时通过 EXT\_ADR和EXT\_DAT两个寄存器来实现的。具体如下表：

EXT_ADR (D9H)	EXT_DAT (D8H)
80H	Time Adjust Register
81H	Second Register
82H	Minute Register
83H	Hour Register
84H	Week Register
85H	Day Register
86H	Month Register
87H	Year Register
FFH	Write Protect Register

上表中列出的是实时钟的地址及寄存器。就实时钟的读写下面举例说明：  
将实时钟数据读到内部 RAM 中：

```
MOV    R0, #30H
MOV    EXT_ADR, #81H
LOOP:  NOP
MOV    A, EXT_DAT
MOV    @R0, A
INC    EXT_ADR
INC    R0
CJNE   R0, #37H, LOOP
.....
```

对于写实时钟操作，首先的将写保护取消才能操作，在写操作结束后，应将写保

护使能。以下举例说明写入时间：04 年 2 月 4 日 12 时 34 分 55 秒，星期 3：

```

MOV    EXT_ADR, #0FFH
MOV    EXT_DAT, #0FFH
MOV    EXT_ADR, #81H
MOV    EXT_DAT, #55
INC    EXT_ADR
MOV    EXT_DAT, #34
INC    EXT_ADR
MOV    EXT_DAT, #12
INC    EXT_ADR
MOV    EXT_DAT, #3
INC    EXT_ADR
MOV    EXT_DAT, #4
INC    EXT_ADR
MOV    EXT_DAT, #2
INC    EXT_ADR
MOV    EXT_DAT, #4
MOV    EXT_ADR, #0FFH
MOV    EXT_DAT, #0
.....

```

需要特别说明的是，对于实时钟的写操作，扩展地址寄存器的赋值和扩展数据寄存器赋值必须连续进行，中间不允许插入其它指令。

PL3201 内每 10 秒加减 N 个低频晶振 clock(32.768KHz)，N 是 D6-D0 的补码，D7 为符号位，D7=0 为减 clock，D7=1 为增加 clock。最小解析度为  $1/32768 \times 10 = 1/0.32768\text{ppm}$ 。例如：此寄存器值为 02h，则表示每 10 秒减 2 个低频晶振 clock，即每 10 秒时钟减慢  $2/32768=61\mu\text{s}$ 。

调校方法：根据低频晶振的实际频率 f 与 32.768KHz 的差值来确定时钟的调校幅度，得到写入此寄存器的误差值 N，写入寄存器（Time Adjust Register）中，然后硬件作出相应增减 clock 动作。误差值  $N=(f-32768) \times 10$ 。用户可以通过测试管脚(CK1HZ)的脉冲频率来检测调校结果。如果低频晶振为 32.768KHz，那么时钟不需调校（Time Adjust Register 默认为 0）。如果低频晶振大于 32.768KHz，N 为正值，此时 CK1HZ 输出的脉冲频率每 10s 中内的平均频率为 1Hz。如果低频晶振小于 32.768KHz，N 为负值，此时 CK1HZ 输出的脉冲频率每 10s 中内的平均频率也为 1Hz。

## 寄存器

EXT_DAT (D8H) 扩展数据寄存器				Read/Write				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

**EXT\_DAT：** 扩展控制字数据寄存器，根据 EXT\_ADR 的地址所对应的寄存器组的寄存器，写入数据或是读出数据。

EXT_ADR (D9H) 扩展地址寄存器				Read/Write				
	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

EXT\_ADR: 扩展地址选择寄存器, 用于寄存器组寄存器地址的选取。

#### EXT\_CTRL (FDH) 外部控制寄存器

Read

	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
	TCKSEL	--	IC_DIV1	IC_DIV0	ESAM_DIV1	ESAM_DIV0	---	---
Reset	0	--	0	1	--	--	--	--

注解:

TCKSEL: TCKSEL: 1Hz/1KHz 选择位, TCKSEL=0 时为 1Hz 输出, TCKSEL=1 时为 1KHz 输出。

其它位不用于 1Hz/1KHz 选择位控制。(IC\_DIV1, IC\_DIV0: IC 卡时钟频率控制。SAM\_DIV1, ESAM\_DIV0: ESAM 时钟频率控制)

## PL3201 芯片的使用及典型应用举例

### 校表

注：校表时各个寄存器所相对应位的确切定义详见“电能计量”部分。

#### 校表模式介绍

PL3201 可以通过两种方式进行校表：简单模式以及软件模式

简单模式：通过调整外围的阻容元件值进行校表；

软件模式：通过 8051 将校表数据写入到相关的校表寄存器中。

#### 软件校表操作过程

有功、无功电能计量校表方法相似，此处以有功电能计量校表过程为例：

- **系统上电进入电能计量默认工作状态：**开始产生脉冲驱动字轮。
- **取消寄存器写保护：**向以 FFH 为地址的寄存器中，写入 FF 数据。
- **设置控制寄存器：**向以 FCH 和 FDH 为地址的寄存器中，写入适当数据。
- **设置有功门限寄存器：**在 100%标称电流模式下，调整有功门限寄存器值，该值为两字节无符号数（高字节地址是 13H；低字节地址是 12H），直到得到理想的计量误差，并记下该寄存器值。
- **误差检查：**分别切换到 5%以及 400%（600%）Ib 模式下，检查计量误差。

注：如果外围电路能保障电流/电压通道不产生额外相移且板级噪声干扰足够小，上述简化校表流程即可满足精度要求，否则还需要进行相位校正以及能量补偿校表过程。需要特别说明的是 PL3201 内部的数字相位校正逻辑只能对 $\pm 1^\circ$ 内的相位误差进行校正，超过的部分必须通过板级设计来解决。

#### 相位校正：

- 在 100%标称电流模式下，将校表台相位调整至 90 度，并设置有功门限寄存器为一相对较小值（比如，将该值缩小 1024 倍），直到看到较高频率的有功电能计量脉冲（比如，每秒 10 次）。
- 调整相位校正寄存器 DPC（FEH）的值校正相位，直到获得最低频率的有功电能计量脉冲（比如，每分 10 次），并记下该寄存器值。
- 恢复有功门限寄存器的值。
- 分别切换到 5%以及 400%（600%）Ib 模式下，检查计量误差。

#### 线性补偿：

- 在 5% Ib 模式下，调整有功线性补偿寄存器的值（高字节地址：11H；低字节地址：10H），直到得到理想的计量误差；

- 切换到 100% Ib 模式下，重新调整有功门限寄存器，直到得到理想的计量误差；
- 切换到 5% 标称电流模式下，重新调整有功线性补偿寄存器，直到得到最满意的计量精度；
- 切换到 100% Ib 模式下，重新调整有功门限寄存器，直到得到理想的计量误差；
- 分别切换到 5% 以及 400%（600%）Ib 模式下，检查计量误差。

需要特别说明的是 PL3201 所提供的线性补偿功能只是针对采样电路产生的非线性（例如电流互感器在小电流下的非线性），其本身在 1000:1 的动态范围下均有极好的线性度无需任何补偿。

#### 交流频率计量过程：

可随时读取交流频率计量寄存器的值（高字节，01H；低字节，00H），用 250000 除以这个值得到的带两位小数的值即为当前交流频率。

$$f = 250000 * OSC / (Treq * 9600000) \quad \text{其中，OSC 晶体实际频率}$$

#### 电压和电流有效值计量：

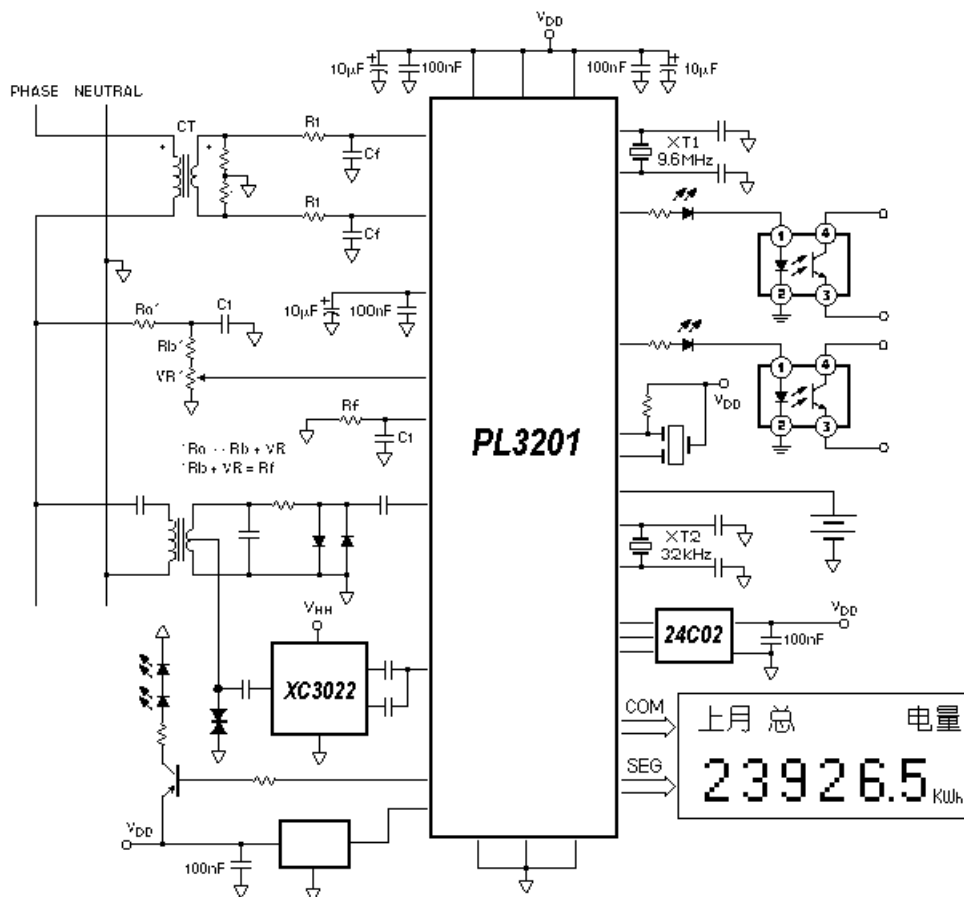
对 FBH 地址的只读寄存器进行的写操作来启动电压、电流计量时刻起 300ms 后再查询 RMS\_OV 为高时，可以读取电压计量值(Vrms)、电流计量值(Irms)和采样周波数(Tcal)来用以计算电流、电压有效值。

具体算法参见相关“寄存器使用”部分。



# 单相复费率载波通信多功能电表应用

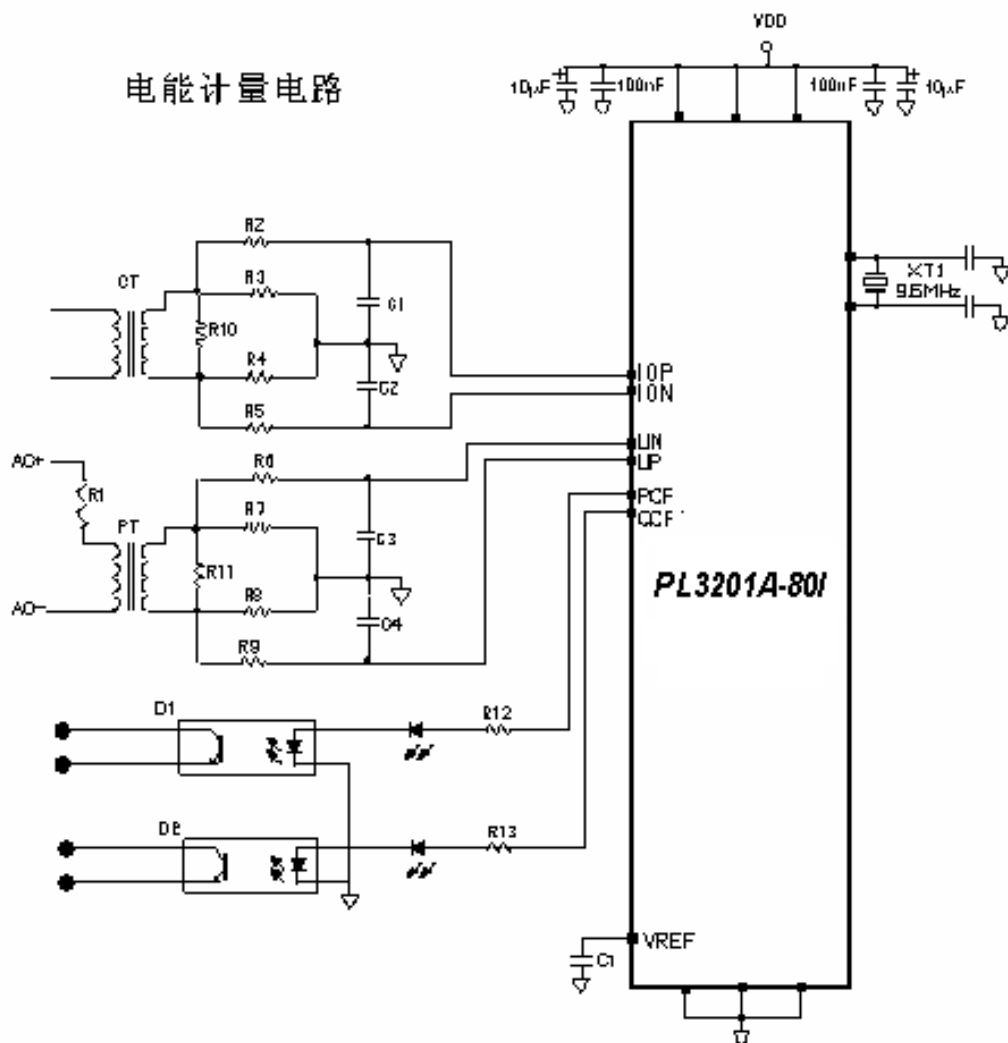
下图是一例应用 PL3201 芯片设计的单相复费率载波通信多功能电表典型应用示意图:



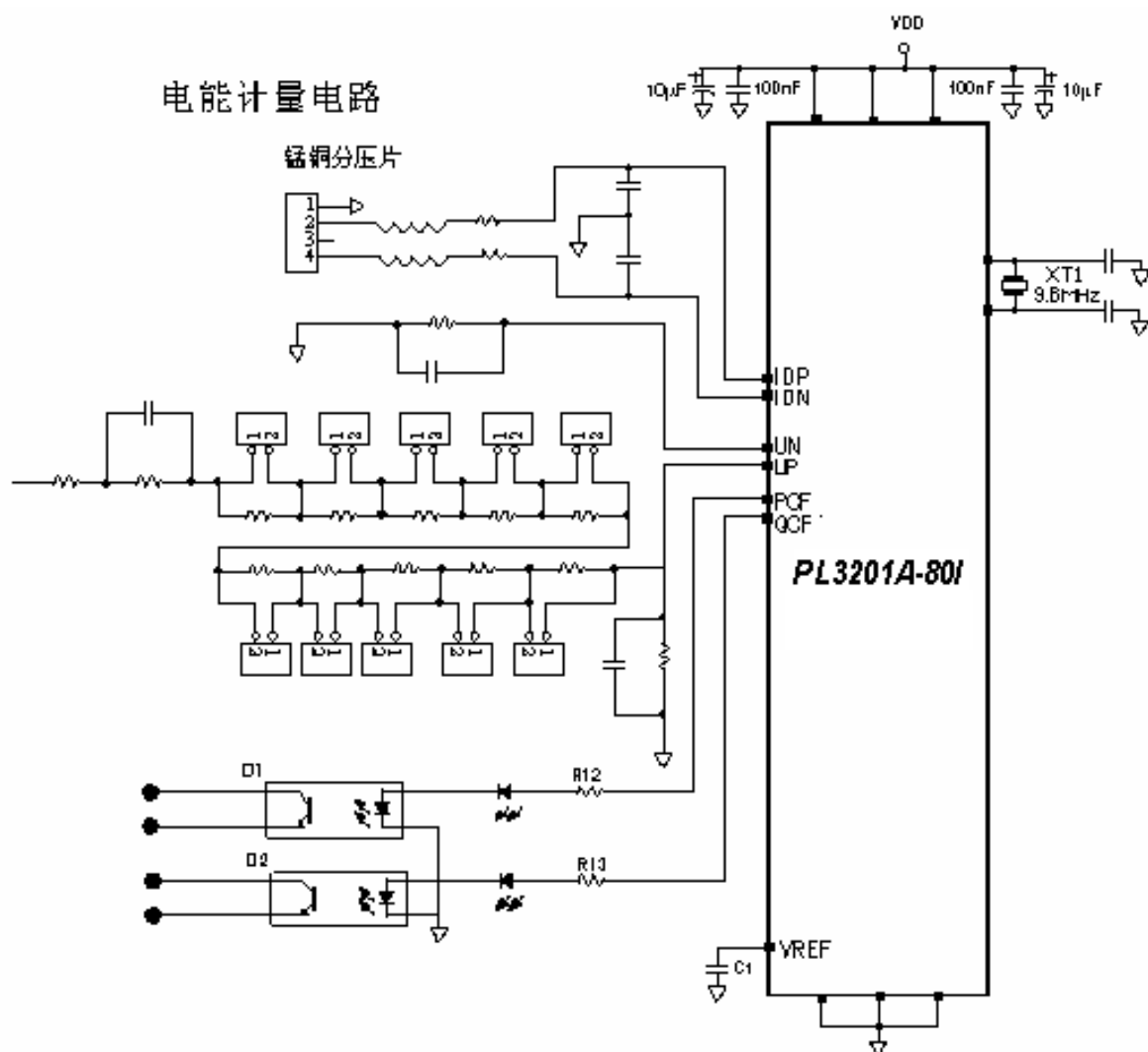
由上面单相复费率多功能电表的电路原理图可以看出，它具有：有功/无功多费率电能计量，LCD 液晶显示及停电抄表功能，同时它还实现了电力载波远程抄表和控制，具有红外线通信以及 RS485 通信接口。可以显而易见地看出由于采用了 PL3201 单相电能计量 SoC，系统构成极为简化，外围器件大幅度减少，系统制造成本和可靠性都得到了有效提升。

以下是 PL3201 芯片各个主要功能模块实现的典型应用示意图，希望通过这些可以进一步加深用户对 PL3201 芯片各个功能模块的了解。

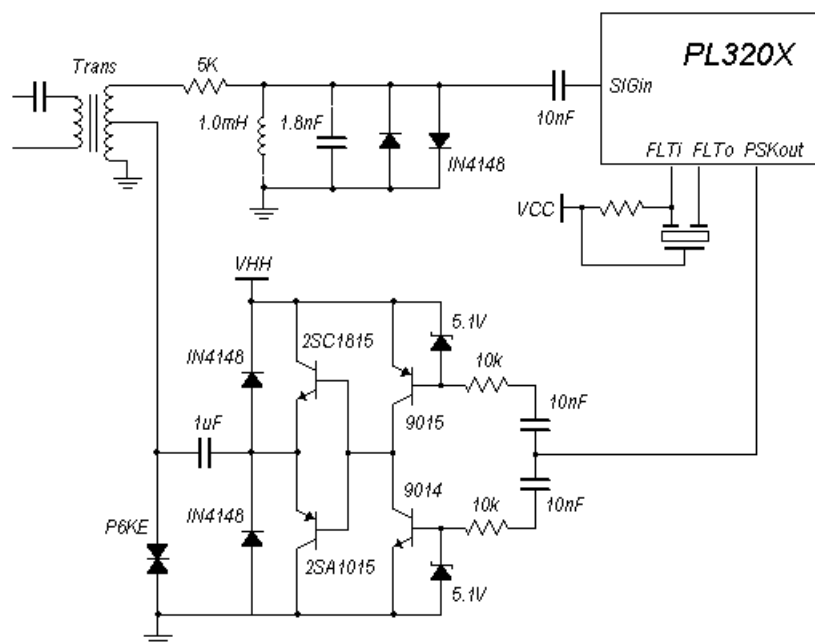
## 电能计量应用一（电压/电流互感器采样方式）



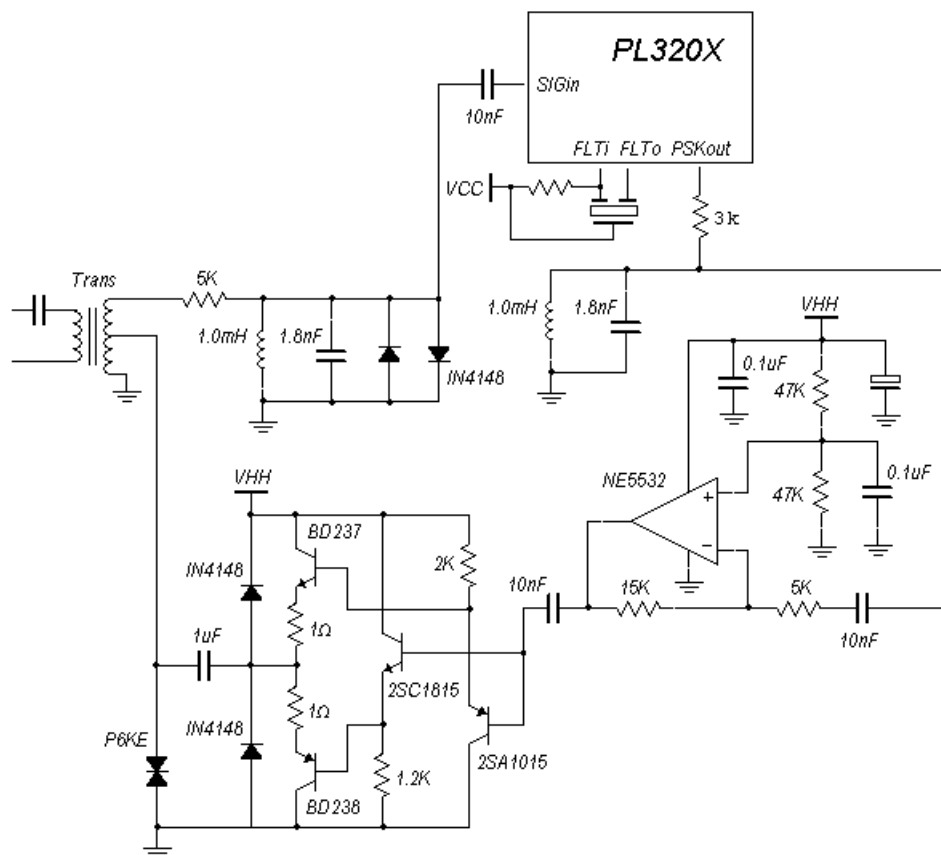
## 电能计量应用二（锰铜电阻分压采样方式）



## 载波通讯

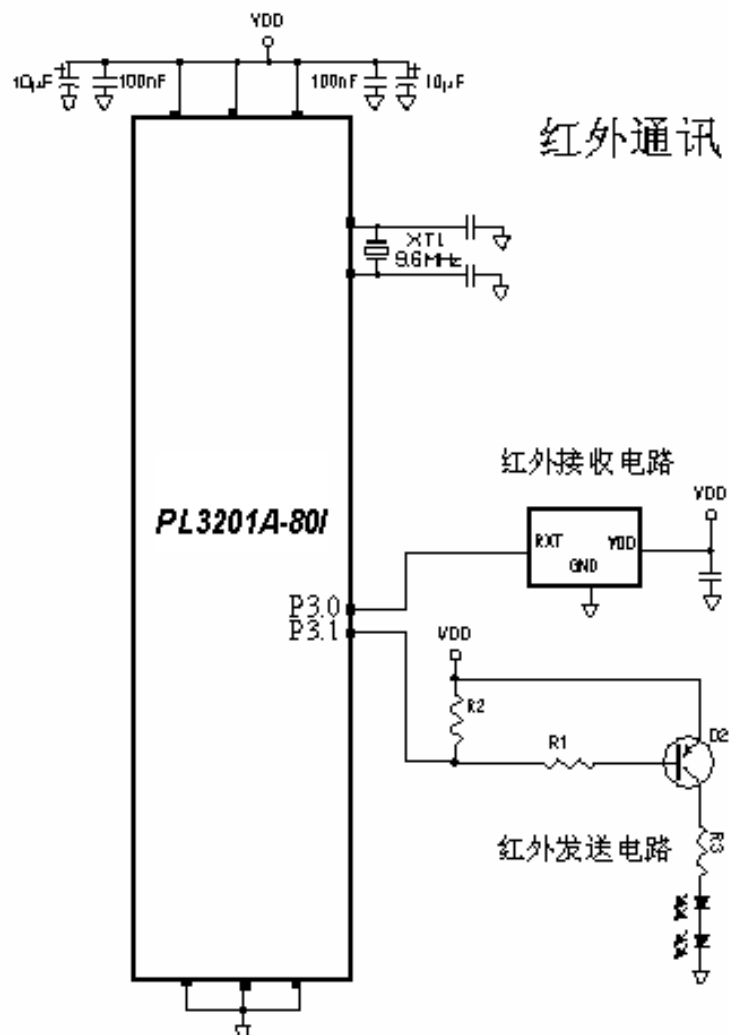


低成本简化发送电路

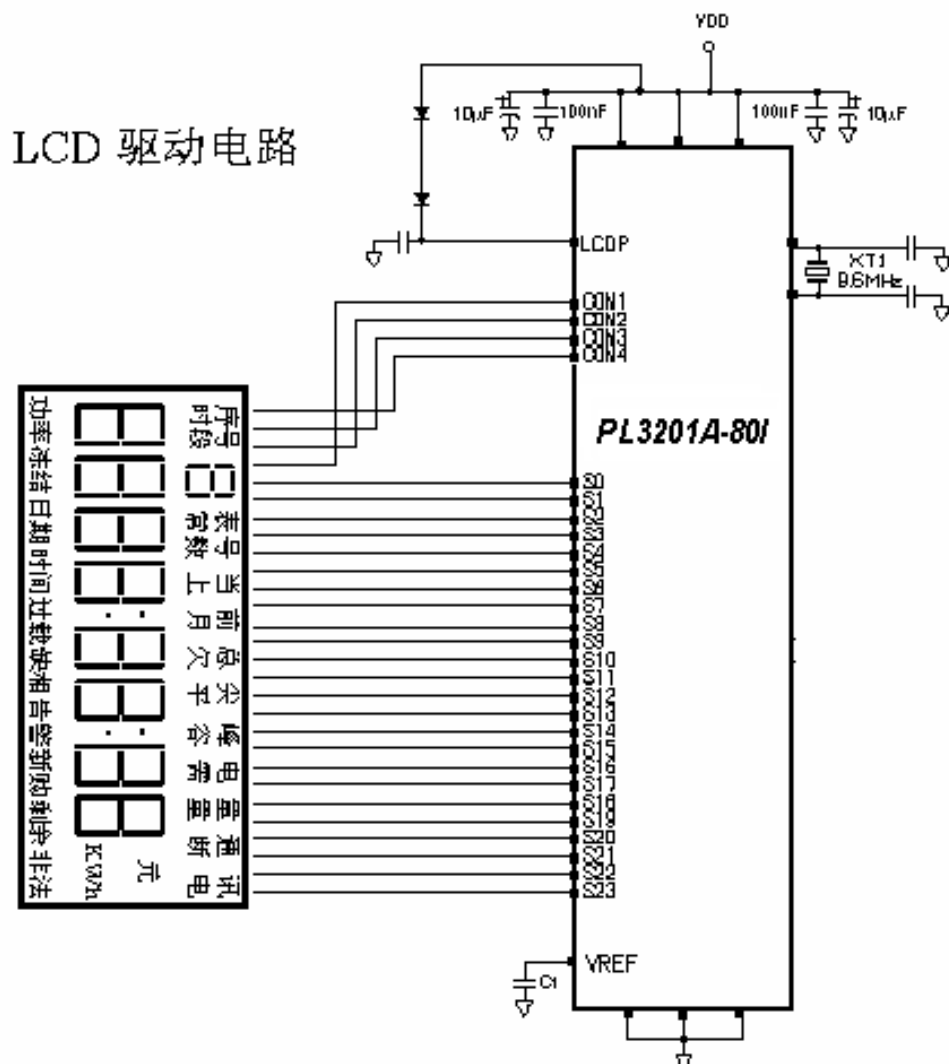


高性能正弦波发送电路

## 红外通讯



## LCD 显示驱动



## 附录A: PL3201 寄存器快速查询表

PL3201 特殊功能寄存器 (SFR) 列表

REGISTER	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
P0	P0. 7	P0. 6	P0. 5	P0. 4	P0. 3	P0. 2	P0. 1	P0. 0	80H	R/W
SP									81H	R/W
DPL									82H	R/W
DPH									83H	R/W
STATUS	SMOD	SMOD1	WDT	PU			VBFO	PFI	87H	R
PCON	SMOD	SMOD1					STOP	IDLE	87H	W
TCON	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	88H	R/W
TMOD	GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0	89H	R/W
TL0									8AH	R/W
TL1									8BH	R/W
TH0									8CH	R/W
TH1									8DH	R/W
CKCON	RST1	RST0	WDT2	WDT1	WDT0	CK2	CK1	CK0	8EH	R/W
WDT_RST	看门狗复位发送定时器 A1H								8FH	R/W
P1	P1. 7	P1. 6	P1. 5	P1. 4	P1. 3	P1. 2	P1. 1	P1. 0	90H	R/W
SCON0	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	98H	R/W
SBUF0									99H	R/W
P2	P2. 7								A0H	R/W
IE	EA	ES1	ET2	ES0	ET1	EX1	ET0	EX0	A8H	R/W
EIE								EX2	A9H	R/W
P3	P3. 7	P3. 6	P3. 5	P3. 4	P3. 3	P3. 2	P3. 1	P3. 0	B0H	R/W
IP		PS1	PT2	PS0	PT1	PX1	PT0	PX0	B8H	R/W
EIP								PX2	B9H	R/W
SCON1	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	C0H	R/W
SBUF1									C1H	R/W
TCON1			TF2	TR2			IE2	IT2	C8H	R/W
TMOD1			T2_SE L	T1_SE L	GATE	C/T	M1	M0	C9H	R/W
TL2									CCH	R/W
TH2									CDH	R/W
PSW	CY	AC	F0	RS0	RS1	OV	ALU_MO D	P	D0H	R/W
EXT_DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	D8H	R/W
EXT_ADR	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	D9H	R/W
IR_CNT1	38K 红外发送分频器								DBH	R/W
ACC									E0H	R/W
ACC_H									E1H	R/W

PMU_DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E8H	R/W
PMU_ADR	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	E9H	R/W
B									F0H	R/W
B_H									F1H	R/W
SSC_DAT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F8H	R/W
SSC_ADR	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	F9H	R/W
SSC_BUF	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	FAH	R/W

电能计量单元（PMU）地址分配表（必须使用 9.6MHz 晶体）

REGISTER	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
Freq LB									00H	R
Freq HB									01H	R
Irms1									02H	R
Irms2									03H	R
Irms3									04H	R
Irms4									05H	R
Vrms1									06H	R
Vrms2									07H	R
Vrms3									08H	R
Vrms4									09H	R
IAD LB									0AH	R
IAD HB									0BH	R
UAD LB									0CH	R
UAD HB									0DH	R
P. CNT									0EH	R
Q. CNT									0FH	R
Poff LB									10H	R/W
Poff HB									11H	R/W
Pgate LB									12H	R/W
Pgate HB									13H	R/W
Qoff LB									14H	R/W
Qoff HB									15H	R/W
Qgate LB									16H	R/W
Qgate HB									17H	R/W
Tcal_LB									F9H	R
Tcal_HB									FAH	R
Status	RSM_OV	Z_FLAG	Z_DIR	LDE	Q. DIR	Q. CF	PDIR	P. CF	FBH	R
Config	ENA	AC_DC	PIE	QIE	PMOD	QMOD		Isel	FCH	R/W
Iagc_cfg							G1	G0	FDH	R/W
DPC									FEH	R/W
WP Register	数据为 FFH 时取消写保护，否则将使能写保护								FFH	W



注：对地址进行写操作时，均要取消写保护！

对 FBH 地址进行写操作，将开始进行 Irms,Vrsm 的计算

### 扩频通信单元（SSC）地址分配表（必须使用 9.6MHz 晶体）

Resister	BIT7	BIT6	BIT 5	BIT4	BIT3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	ADDRES S	ACCES S
CommStatus Rrgister	DTR				EOF	FHF	DRF	~R/T	00H	R
Send_Leader_Value		D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	01H	R/W
CommControl Register 1	K/~G		WS	A4	A3	A2	A1	A0	02H	R/W
CommControl Register 2	CCS_EN A	CCS_I E	CM0 D	MS_SE L	PSK_SE L			~R/T	03H	R/W
PN Capture Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	04H	R/W
Fine-sync Threshold	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	05H	R/W
WP Register	数据为 FFH 时取消写保护，否则将使能写保护								FFH	W

注：对地址 02H, 04H, 05H, 及对地址 03 中的 TYPE, MS\_SEL, PSK\_SEL 寄存器进行写操作时，要取消写保护！

### 外部设备地址分配表

REGISTER	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	ADDRESS	ACCESS
LED/LCD BUFF0									00H	W
LED/LCD BUFF1									01H	W
LED/LCD BUFF2									02H	W
LED/LCD BUFF3									03H	W
LED/LCD BUFF4									04H	W
LED/LCD BUFF5									05H	W
LED/LCD BUFF6									06H	W
LED/LCD BUFF7									07H	W
LED/LCD									08H	W

BUFF8										
LED/LCD BUFF9									09H	W
LED/LCD BUFF10									0AH	W
LED/LCD BUFF11									0BH	W
LED/LCD BUFF12									0CH	W
LED/LCD BUFF13									0DH	W
LED/LCD BUFF14									0EH	W
LED/LCD BUFF15									0FH	W
LED/LCD BUFF16-63									10H— 3FH	W
Time Adjust Register									80H	R/W
Second Register		D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	81H	R/W
Minute Register		D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	82H	R/W
Hour Register			D5	D4	D3	D2	D1	D0	83H	R/W
Week Register						D2	D1	D0	84H	R/W
Day Register			D5	D4	D3	D2	D1	D0	85H	R/W
Month Register				D4	D3	D2	D1	D0	86H	R/W
Year Register	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	87H	R/W
EBYTE_ADR_L			D5	D4	D3	D2	D1	D0	E0H	W
RAM_ADR_L	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E1H	W
RAM_N			D5	D4	D3	D2	D1	D0	E2H	W
PGM/READ	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E3H	W
IR_HCNT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E4H	R
IR_LCNT0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E5H	R
IR_LCNT1								D8	E6H	R
IR_STATUS	IR_CD	IR_F	IR_DB						E7H	R
FGEN_VAL	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E8H	R/W

DI_7816									E9H	R/W
DO_7816									EAH	R
ISO7816_CON	IOSEL		ERR_ RST	C_INTP			IO_ REN	IO_WEN	EBH	R/W
I_MAX_ETU2	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	ECH	R/W
I_MAX_ETU1	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	EDH	R/W
I_MAX_ETU0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	EEH	R/W
I_ETU1	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	EFH	R/W
I_ETU0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F0H	R/W
I_MIN_ETU1								D8	F1H	R/W
I_MIN_ETU0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F2H	R/W
E_MAX_ETU2	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	F3H	R/W
E_MAX_ETU1	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	F4H	R/W
E_MAX_ETU0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F5H	R/W
E_ETU1	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	F6H	R/W
E_ETU0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F7H	R/W
E_MIN_ETU1								D8	F8H	R/W
E_MIN_ETU0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F9H	R/W
7816_STATUS	TIME_ INADQ	TIME_ OV	ERR_ INTP	RBYTE_ RDY			W_PLR _ERR	WBYTE_ RDY	FAH	R
TS_VAL[15:8]	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	FBH	R
TS_VAL[7:0]	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	FCH	R
EXT_CTRL	TCKSEL		IC_ DIV1	IC_ DIV0	ESAM_ DIV1	ESAM_ DIV0			FDH	R/W
EXT_CFG			IR	TS	FGEN	LED/LCD	IR38K		FEH	R/W
WP Register	数据为 FFH 时取消写保护，否则将使能写保护								FFH	W

注：对地址 80H--87H, E0H--E3H 进行写操作时，均要取消写保护！