



# LPC1100 系列微控制器

---

## 第十九章 模数转换器(ADC)

用户手册 Rev1.00

**广州周立功单片机发展有限公司**

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4

网址：<http://www.zlgmcu.com>

## 销售与服务网络（一）

### 广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4

邮编：510630

电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977

传真：(020)38730925

网址：[www.zlgmcu.com](http://www.zlgmcu.com)



### 广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室

电话：(020)87578634 87569917

传真：(020)87578842

### 南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 1501 室

电话：(025) 68123901 68123902

传真：(025) 68123900

### 北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座  
1207-1208 室（中发电子市场斜对面）

电话：(010)62536178 62536179 82628073

传真：(010)82614433

### 重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦  
（赛格电子市场）1611 室

电话：(023)68796438 68796439

传真：(023)68796439

### 杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室

电话：(0571)89719480 89719481 89719482

89719483 89719484 89719485

传真：(0571)89719494

### 成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码科技大厦 403 室

电话：(028)85439836 85437446

传真：(028)85437896

### 深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4 楼 D 室

电话：(0755)83781788（5 线）

传真：(0755)83793285

### 武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室  
（华中电脑数码市场）

电话：(027)87168497 87168297 87168397

传真：(027)87163755

### 上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室

电话：(021)53083452 53083453 53083496

传真：(021)53083491

### 西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室

电话：(029)87881296 83063000 87881295

传真：(029)87880865

## 销售与服务网络（二）

### 广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区3栋2楼

邮编：510660

传真：(020)38601859

网址：[www.embedtools.com](http://www.embedtools.com) （嵌入式系统事业部）

[www.embedcontrol.com](http://www.embedcontrol.com) （工控网络事业部）

[www.ecardsys.com](http://www.ecardsys.com) （楼宇自动化事业部）



#### 技术支持：

##### CAN-bus:

电话：(020)22644381 22644382 22644253

邮箱：[can.support@embedcontrol.com](mailto:can.support@embedcontrol.com)

##### MiniARM:

电话：(020)28872684 28267813

邮箱：[miniarm.support@embedtools.com](mailto:miniarm.support@embedtools.com)

##### 无线通讯：

电话：(020) 22644386

邮箱：[wireless@embedcontrol.com](mailto:wireless@embedcontrol.com)

##### 编程器：

电话：(020)22644371

邮箱：[programmer@embedtools.com](mailto:programmer@embedtools.com)

##### ARM 嵌入式系统：

电话：(020) 22644383 22644384

邮箱：[NXPARM@zlgmcu.com](mailto:NXPARM@zlgmcu.com)

#### 销售：

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524

28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

#### 维修：

电话：(020)22644245

##### iCAN 及数据采集：

电话：(020)28872344 22644373

邮箱：[ican@embedcontrol.com](mailto:ican@embedcontrol.com)

##### 以太网：

电话：(020)22644380 22644385

邮箱：[ethernet.support@embedcontrol.com](mailto:ethernet.support@embedcontrol.com)

##### 串行通讯：

电话：(020)28267800 22644385

邮箱：[serial@embedcontrol.com](mailto:serial@embedcontrol.com)

##### 分析仪器：

电话：(020)22644375

邮箱：[tools@embedtools.com](mailto:tools@embedtools.com)

##### 楼宇自动化：

电话：(020)22644376 22644389 28267806

邮箱：[mjs.support@ecardsys.com](mailto:mjs.support@ecardsys.com)

[mifare.support@zlgmcu.com](mailto:mifare.support@zlgmcu.com)

## 目 录

第 19 章 模数转换器(ADC)	2
19.1 本章导读	2
19.2 特性	2
19.3 管脚描述	2
19.4 时钟供应和功率控制	2
19.5 寄存器描述	2
19.5.1 A/D 控制寄存器	3
19.5.2 A/D 全局数据寄存器	5
19.5.3 A/D 状态寄存器	5
19.5.4 A/D 中断使能寄存器	5
19.5.5 A/D 数据寄存器	6
19.6 操作	6
19.6.1 硬件触发转换	6
19.6.2 中断	6
19.6.3 精度和数字接收器	6

## 第19章 模数转换器(ADC)

### 19.1 本章导读

所有 LPC1100 系列 ARM 的 ADC 块都相同。

### 19.2 特性

- 10 位逐次逼近式模数转换器；
- 在 8 个管脚间实现输入多路复用；
- 掉电模式；
- 测量范围：0~3.6V，不超出 VDD(3V3)的电压；
- 10 位转换时间 $\geq 2.44 \mu s$ ；
- 一个或多个输入的突发转换模式；
- 可选择由输入跳变或定时器匹配信号触发转换；
- 每个 A/D 通道的独立结果寄存器减少了中断开销。

### 19.3 管脚描述

ADC 各相关管脚的描述见表 19.1。

表 19.1 ADC 管脚描述

管脚	类型	描述
AD[7:0]	输入	<b>模拟输入。</b> A/D 转换器单元可测量所有这些输入信号上的电压。 <b>注意：</b> 尽管这些管脚在数字模式下具备 5V 的耐压能力，但是，当他们被配置为模拟输入的时候最大的输入电压不得超过 $V_{DD(3V3)}$ 的大小
$V_{DD(3V3)}$	输入	$V_{REF}$ ：参考电压

若要通过监控的管脚获得准确的电压读数，必须事先通过 IOCON 寄存器选用 ADC 功能。对于作为 ADC 输入的管脚来说，在选用数字功能的情况下仍能获得 ADC 读取值的情况是不可能存在的。在选用数字功能的情况下，内部电路会切断该管脚与 ADC 硬件的连接。

### 19.4 时钟供应和功率控制

系统时钟负责向 ADC 以及可编程 ADC 时钟分频器提供外部时钟信号（见本章“A/D 控制寄存器”小节）。可通过 AHBCLKCTRL 寄存器的位 13（见第 3 章“系统 AHB 时钟控制寄存器”小节）来禁能该时钟信号，从而达到节省功耗的目的。

通过 PDRUNCFG 寄存器（见第 3 章“掉电配置寄存器”小节），可以在运行的时候可以使 ADC 下电。

A/D 转换器的基本时钟信号供应取决于 APB 时钟（PCLK）。每个转换器都带有一个可编程的分频器，可对时钟频率进行分频以便使频率达到逐次逼近过程所需的 4.5MHz（最大值）。一次准确的转换需要占用 11 个时钟周期。

### 19.5 寄存器描述

ADC 所包含的寄存器如表 19.2 所示

表 19.2 ADC 寄存器一览（基地址 4001 C000）

名称	访问	地址偏移量	描述	复位值 <sup>[1]</sup>
AD0CR	R/W	0x000	A/D 控制寄存器。A/D 转换开始前，必须写 AD0CR 寄存器来选择工作模式	0x0000 0001
AD0GDR	R/W	0x004	A/D 全局数据寄存器。包含最近一次 A/D 转换的结果	NA
-	-	0x008	保留	-
AD0INTEN	R/W	0x00C	A/D 中断使能寄存器。该寄存器包含的使能位控制每个 A/D 通道的 DONE 标志是否用于产生 A/D 中断	0x0000 0100
AD0DR0	R/W	0x010	A/D 通道 0 数据寄存器。该通道包含在通道 0 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR1	R/W	0x014	A/D 通道 1 数据寄存器。该通道包含在通道 1 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR2	R/W	0x018	A/D 通道 2 数据寄存器。该通道包含在通道 2 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR3	R/W	0x01C	A/D 通道 3 数据寄存器。该通道包含在通道 3 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR4	R/W	0x020	A/D 通道 4 数据寄存器。该通道包含在通道 4 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR5	R/W	0x024	A/D 通道 5 数据寄存器。该通道包含在通道 5 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR6	R/W	0x028	A/D 通道 6 数据寄存器。该通道包含在通道 6 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0DR7	R/W	0x02C	A/D 通道 7 数据寄存器。该通道包含在通道 7 上完成的最近一次转换的结果	NA
AD0STAT	RO	0x030	A/D 状态寄存器。该寄存器包含所有 A/D 通道的 DONE 和 OVERRUN 标志，以及 A/D 中断标志	0

[1] 保留值只反映使用位中所保存的数据。不包括保留位内容。

### 19.5.1 A/D 控制寄存器

A/D 控制寄存器中的位可用于选择要转换的 A/D 通道、A/D 转换时间、A/D 模式和 A/D 启动触发。

表 19.3 A/D 控制寄存器（AD0CR - 0x4001 C000）位描述

位	符号	值	描述	复位值
7:0	SEL		从 AD7:0 中选择采样和转换的输入脚。对于 ADC，bit0 选择管脚 AD0，bit1 选择引脚 AD1...bit7 选择引脚 AD7。 软件控制模式下（BURST=0），只能选择一个通道，也就是说，这些位中只有一个位可置为 1。 硬件扫描模式下（BURST=1），可选用任意数目的通道，也就是说，可以把任意的位或者全部的位都置为 1。但若全部位都为零，那么将自动选用通道 0（SEL=0x01）。	0x01

续上表

位	符号	值	描述	复位值
15:8	CLKDIV		将 APB 时钟 (PCLK) 进行 (CLKDIV 值+1) 分频得到 A/D 转换时钟, 该时钟必须小于或等于 4.5 MHz。通常软件将 CLKDIV 编程为最小值来得到 4.5 MHz 或稍低于 4.5 MHz 的时钟, 但某些情况下 (例如高阻抗模拟信号源) 可能需要更低的时钟	0
16	BURST	0	软件控制模式: 转换由软件控制, 需要 11 个时钟才能完成	0
		1	硬件扫描模式: A/D 转换器以 CLKS 字段选择的速率重复执行转换, 并扫描所有 SEL 字段中被置为 1 的位所对应的管脚 (如有必要)。启动后首先转换的是 SEL 字段中被置为 1 的最低位所对应的通道, 然后, 若较高位中还存在被置为 1 的位, 那么由低到高进行扫描。清零该位可终止这个轮流重复转换的过程, 但是该位清零时并不能终止正在进行的转换 <b>注:</b> 当 BURST=1 时 START 位必须为 000, 否则转换无法启动	
19:17	CLKS		该字段选择 Burst 模式下每次转换占用时钟数以及 ADDR 的 LS 位中转换结果的有效位数, 设定的范围在 11 个时钟 (10 位) 和 4 个时钟 (3 位) 之间	000
		000	11 个时钟/10 位	
		001	10 个时钟/9 位	
		101	9 个时钟/8 位	
		011	8 个时钟/7 位	
		100	7 个时钟/6 位	
		101	6 个时钟/5 位	
		110	5 个时钟/4 位	
		111	4 个时钟/3 位	
23:20	-		保留, 用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA
26:24	START		当 BURST 位为 0 时, 这些位控制 A/D 转换器是否启动及何时启动:	0
		000	不启动 (PDN 清零时使用该值)	
		001	立即启动转换	
		010	当位 27 选择的边沿出现在 PIO0_2/SSEL/CT16B0_CAP0 时启动转换	
		011	当位 27 选择的边沿出现在 PIO1_5/DIR/CT32B0_CAP0 时启动转换	
		100	当位 27 选择的边沿出现在 CT32B0_MAT0 <sup>[1]</sup> 时启动转换	
		101	当位 27 选择的边沿出现在 CT32B0_MAT1 <sup>[1]</sup> 时启动转换	
		110	当位 27 选择的边沿出现在 CT16B0_MAT0 <sup>[1]</sup> 时启动转换	
		111	当位 27 选择的边沿出现在 CT16B0_MAT1 <sup>[1]</sup> 时启动转换	
27	EDGE		该位只有在 START 字段为 010~111 时有效。在这种情况下:	
		1	在所选 CAP/MAT 信号的下降沿启动转换	0
		0	在所选 CAP/MAT 信号的上升沿启动转换	
31:28	-		保留, 用户软件不应向保留位写 1。从保留位读出的值未定义	NA

[1] 注意, 这并不需要定时器匹配功能在器件管脚上出现。

### 19.5.2 A/D 全局数据寄存器

A/D 全局数据寄存器包含最近一次 A/D 转换的结果。其中包含数据、DONE 和 Overrun 标志以及与数据相关的 A/D 通道的数目。

表 19.4 A/D 全局数据寄存器 (AD0GDR – 0x4001 C004) 位描述

位	符号	描述	复位值
5:0	未使用	这些位读出时为 0。用于兼容未来的扩展和分辨率更高的 A/D 转换器	0
15:6	V/V <sub>REF</sub>	当 DONE 为 1 时, 该字段包含的是一个二进制小数, 表示的是 SEL 字段所选定的 ADn 管脚的电压除以 V <sub>DDA</sub> 管脚上的电压。该字段为 0 表示 ADn 脚的电压小于、等于或接近于 V <sub>SSA</sub> , 而该字段为 0x3FF 表明 ADn 脚的电压接近于、等于或大于 V <sub>REF</sub>	X
23:16	未使用	这些位读出时为 0。这些位的存在允许累计至少 256 个连续的 A/D 值而无需使用 AND 屏蔽操作来防止其结果溢出到 CHN 字段	0
26:24	CHN	这些位包含 LS 位转换通道	X
29:27	未使用	这些位读出为 0。可用于未来 CHN 字段的扩展, 使之兼容可以转换更多通道的 A/D 转换器	0
30	OVERRUN	Burst 模式下, 如果在产生 LS 位结果转换之前一个或多个转换结果丢失或被覆盖, 则该位置 1。在非 FIFO 操作中, 该位通过读该寄存器清零	0
31	DONE	A/D 转换结束时该位置 1。该位在读取该寄存器和写 ADCR 时清零。如果在转换过程中写 ADCR, 则该位置位并启动新的转换	0

### 19.5.3 A/D 状态寄存器

A/D 状态寄存器允许同时检查所有 A/D 通道的状态。每个 A/D 通道的 ADDRn 寄存器中的 DONE 和 OVERRUN 标志都反映在 ADSTAT 中。在 ADSTAT 中还可以找到中断标志 (所有 DONE 标志逻辑或的结果)。

表 19.5 A/D 状态寄存器 (AD0STAT – 0x4001 C030) 位描述

位	符号	描述	复位值
7:0	Done7:0	这些位反映了每个 A/D 通道的结果寄存器中的 DONE 状态标志	0
15:8	Overrun7:0	这些位反映各 A/D 通道的结果寄存器中的 OVERRUN 状态标志。读 ADSTAT 允许同时检查所有 A/D 通道的状态	0
16	ADINT	该位为 A/D 中断标志。当任何一条 A/D 通道的 Done 标志置 1 且使能 A/D 产生中断 (通过 ADINTEN 寄存器设置) 时, 该位置 1	0
31:17	未使用	未使用, 始终为 0	0

### 19.5.4 A/D 中断使能寄存器

该寄存器用来控制转换完成时哪个 A/D 通道产生中断。例如, 可能需要对一些 A/D 通道进行连续转换来监控传感器。应用程序可根据需要读出最近一次转换的结果。这种情况下, 这些 A/D 通道的各转换结束时都不需要产生中断。



表 19.6 A/D 中断使能寄存器 (AD0INTEN – 0x4001 C00C) 位描述

位	符号	描述	复位值
7:0	ADINTEN 7:0	这些位用来控制哪个 A/D 通道在转换结束时产生中断。当位 0 为 1 时, A/D 通道 0 转换结束将产生中断, 当位 1 为 1 时, A/D 通道 1 转换结束将产生中断, 依次类推	0x00
8	ADGINTEN	为 1 时, 使能 ADDR 中的全局 DONE 标志产生中断。为 0 时, 只有个别由 ADINTEN 7:0 使能的 A/D 通道产生中断	1
31:9	未使用	未使用, 始终为 0	0

### 19.5.5 A/D 数据寄存器

A/D 转换完成时, A/D 数据寄存器保存转换结果, 还包含指示转换结束及转换溢出发生的标志。

表 19.7 A/D 数据寄存器 (AD0DR0 ~ AD0DR7 – 0x4001 C010 ~ 0x4001 C02C) 位描述

位	符号	描述	复位值
5:0	未使用	未使用, 始终为 0 这些位读出为 0。用于兼容未来扩展和分辨率更高的 ADC	0
15:6	V/V <sub>REF</sub>	当 DONE 为 1 时, 该字段为 ADC 转换结果 (二进制表示), 表示 ADn 管脚电压通过对 V <sub>REF</sub> 脚上的电压分压得到。该字段为 0 表明 ADn 脚上的电压小于、等于或接近于 V <sub>REF</sub> , 而该字段为 0x3FF 表明 AD 输入上的电压接近于、等于或大于 V <sub>REF</sub> 上的电压	NA
29:16	未使用	这些位读出时总为 0。这些位可不使用 AND 屏蔽而累积连续的 A/D 值, 至少可将 256 个值装入 CHN 字段, 而不产生溢出	0
30	OVERRUN	Burst 模式下, 如果在产生 LS 位结果的转换前一个或多个转换结果丢失或被覆盖, 则该位置 1。通过读该寄存器清零该位	0
31	DONE	A/D 转换完成时该位置 1。该位在读寄存器时清零	0

## 19.6 操作

### 19.6.1 硬件触发转换

如果 ADCR 中的 BURST 位为 0 且 START 字段的值包含在 010-111 之间, 则当所选管脚或定时器匹配的信号发生跳变时, A/D 转换器将启动一次转换。

### 19.6.2 中断

当 ADSTAT 寄存器中的 ADINT 位为 1 时, 会向中断控制器发出一个中断请求。一旦已使能中断 (通过 ADINTEN 寄存器) 的 A/D 通道的任一个 DONE 标志位变为 1, ADINT 位就置 1。软件可通过中断控制器中对应 ADC 的中断使能位来控制是否因此而产生中断。要清零相应的 DONE 标志, 必须读取产生中断的 A/D 通道的结果寄存器。

### 19.6.3 精度和数字接收器

无论 IOCON 块中管脚的设置如何, A/D 转换器都能够测量任何 ADC 输入管脚的电压, 尽管如此, 但若在 IOCON 寄存器中将管脚选为 ADC 功能, 会使管脚的数字接收器禁能, 从而提高转换的精度 (请见第 7 章 “A/D 模式” 小节)。