

ADI处理器实用丛书

AD μ C706x 系列

ARM微控制器原理及应用

罗 晶 陈 平 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

ADI 处理器实用丛书

AD μ C706x 系列 ARM 微控制器原理及应用

罗 晶 陈 平 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

AD μ C706x 系列 ARM 微控制器是 ADI 公司出品的高性能微控制器,包括 AD μ C7060 和 AD μ C7061 两种型号。本书重点介绍 AD μ C706x 系列 ARM 微控制器的内部结构、外围接口、开发环境以及典型应用案例。书中的应用实例代码均经过作者实际调试,内容详略得当,非常适合初学者学习和实践。

本书对于学习和应用 AD μ C706x 系列 ARM 微控制器的人员具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

AD μ C706x 系列 ARM 微控制器原理及应用 / 罗晶, 陈平编著. — 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012. 11

ISBN 978-7-5124-0983-5

I. ①A… II. ①罗… ②陈… III. ①微控制器 IV.

①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 239569 号

版权所有,侵权必究。

AD μ C706x 系列 ARM 微控制器原理及应用

罗 晶 陈 平 编著

责任编辑 王慕冰 龚荣桂 王平豪

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:14 字数:307 千字

2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-0983-5 定价:36.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

AD μ C706x 系列 ARM 微控制器是美国 ADI 公司出品的高性能微控制器,采用 ARM7TDMI 内核,具有 16 位/32 位的精简指令集计算机(RISC)体系结构。AD μ C706x 片内有 32 KB 的非易失性闪存/电擦除存储器和 4 KB 的 SRAM,可通过 JTAG 端口编译、下载和调试,具有程序加密功能。

AD μ C706x 提供了两个独立的 24 位多路 $\Sigma - \Delta$ ADC,一个 12 位的片上电压输出 DAC 和一个三相脉宽调节器(PWM)以及通用定时器和串行接口等资源。当工作在 10.24 MHz 时,AD μ C706x 的功耗可以低至 25 mW。

本书共分 10 章。第 1 章介绍 AD μ C706x 系列 ARM 微控制器的引脚排列和功能;第 2 章介绍寄存器、存储器的结构以及程序的加密方法;第 3 章介绍数字 I/O 口的基本功能,重点介绍端口复用功能的配置方法;第 4 章介绍 A/D 转换、D/A 转换和 PWM 输出功能及其应用实例;第 5 章介绍 UART、SPI 和 I²C 串行接口及其应用实例;第 6 章介绍中断系统与定时器/计数器及其应用实例;第 7 章介绍芯片在使用过程中遇到的一些问题,如时钟、复位、重新映射、温度、电源监控以及最小系统设计方案等;第 8 章和第 9 章对用于单片机调试的 Keil μ Vision3 及 IAR 集成开发环境进行介绍。为方便读者了解 AD μ C706x 的应用领域,更快地熟悉并掌握 AD μ C706x 的使用方法,本书在第 10 章介绍三个基于 AD μ C706x 的项目开发与设计实例。

本书的编写主要由实验室的两位老师及部分研究生完成,其中第 1 章由罗吉编写,第 2 章由莫丽、翁童编写,第 3 章由路艳巧、韩涛编写,第 4 章由周金宝、邓亮编写,第 5 章由李苏宁、翟琨编写,第 6 章由徐昊、黄伟编写,第 7 章由周嘉骏、葛文哲编写,第 8 章由魏丽文、杨楠编写,第 9 章由方振华编写,第 10 章由王岩编写,书中的大部分程序代码都是由王岩在 Keil μ Vision3 开发环境中编写,并在 AD μ C7060 开发板上调试成功的实例。全书由罗晶、陈平统稿,王岩和翟琨在全书的整理校对过程中做了大量的工作。

由于编者水平有限,对于书中的不足之处还请读者批评指正。

编 者
2012 年 6 月



第 1 章 ADμC706x 系列微控制器概述	1
1.1 AD μ C706x 主要性能特点	1
1.2 AD μ C706x 引脚排列及其说明	2
1.2.1 AD μ C7060 引脚排列及其功能说明	2
1.2.2 AD μ C7061 引脚排列及其功能说明	6
1.3 本章小结	9
第 2 章 寄存器和存储器	10
2.1 ARM 寄存器	10
2.2 存储器组织结构	11
2.3 闪速/电擦除存储器 Flash/EE	13
2.3.1 Flash/EE 控制寄存器	13
2.3.2 Flash/EE 存储器的安全性	17
2.3.3 Flash/EE 存储器的可靠性	18
2.4 完整的寄存器列表	19
2.5 应用实例	27
2.6 本章小结	28
第 3 章 数字 I/O 口	29
3.1 概 述	29
3.2 GPIO 引脚的复用功能	29
3.3 GPIO 寄存器功能描述	30
3.4 应用实例	34
3.5 本章小结	38
第 4 章 A/D 及 D/A 接口	39
4.1 ADC 功能概述	39

目 录

4.2	ADC 寄存器	43
4.3	ADC 典型应用	58
4.4	DAC 功能概述	59
4.4.1	DAC 的外设和寄存器	59
4.4.2	DAC 的应用	61
4.5	脉宽调制器 PWM	63
4.6	应用实例	67
4.6.1	ADC 应用实例	67
4.6.2	DAC 应用实例	74
4.6.3	PWM 应用实例	75
4.7	本章小结	77
第 5 章	串行接口	78
5.1	UART 异步串行接口	78
5.1.1	波特率发生器	78
5.1.2	UART 寄存器	80
5.2	I ² C 接口	85
5.2.1	I ² C 外部引脚的配置	86
5.2.2	I ² C 串行时钟设定	86
5.2.3	I ² C 总线地址	87
5.2.4	I ² C 寄存器	87
5.3	串行外围接口 SPI	98
5.3.1	SPI 引脚说明与设置	98
5.3.2	SPI 寄存器	99
5.4	应用实例	103
5.4.1	UART 接口应用实例	103
5.4.2	I ² C 接口应用实例	106
5.4.3	SPI 接口应用举例	110
5.5	本章小结	115
第 6 章	中断系统与定时器/计数器	116
6.1	中断系统	116
6.1.1	常规中断请求 IRQ	117
6.1.2	快速中断请求 FIQ	118
6.1.3	可编程中断	119
6.1.4	矢量中断控制器 VIC	119

6.1.5 外部中断	124
6.2 定时器/计数器	125
6.2.1 定时器 0	126
6.2.2 定时器 1/闹钟定时器	129
6.2.3 定时器 2/看门狗定时器	131
6.2.4 定时器 3	134
6.3 应用实例	136
6.3.1 外部中断应用实例	136
6.3.2 定时器 0 中断应用实例	137
6.3.3 定时器 1 中断应用实例	138
6.4 本章小结	140
第 7 章 系统的其他功能	141
7.1 时 钟	141
7.1.1 时钟系统	141
7.1.2 电源与时钟控制寄存器	141
7.1.3 外部晶振的选择	145
7.1.4 外部时钟的选择	146
7.2 电 源	146
7.2.1 电源硬件设计	147
7.2.2 电源控制系统	148
7.3 复位操作	149
7.4 温度、电压及 ESD 防护	150
7.5 硬件最小系统设计参考电路	151
7.5.1 电源模块设计	151
7.5.2 微控制器及基本外围电路设计	151
7.6 本章小结	153
第 8 章 μVision3 集成开发环境	154
8.1 安装 μ Vision3	154
8.2 μ Vision3 工程示例	156
8.2.1 选择工具集	157
8.2.2 创建工程并选择处理器	158
8.2.3 硬件选项配置	161
8.2.4 创建源文件	161
8.2.5 编译链接工程	163

目 录

8.3	程序调试流程	165
8.3.1	调试选项设置	166
8.3.2	工具选项设置	167
8.3.3	程序调试	168
8.4	程序下载流程	170
8.4.1	建立 HEX 文件	170
8.4.2	程序下载	170
8.5	本章小结	174
第 9 章	IAR 集成开发环境	175
9.1	IAR 安装	175
9.2	IAR 下的工程创建	180
9.2.1	创建工作区	180
9.2.2	创建工程项目	181
9.2.3	硬件选项配置	181
9.2.4	向工程中添加文件	183
9.3	编译链接工程	184
9.4	调 试	186
9.4.1	UART 串口下载调试	186
9.4.2	JTAG 仿真调试	187
9.5	本章小结	193
第 10 章	基于 ADμC706x 的项目开发与设计	194
10.1	GPS 测距仪	194
10.1.1	GPS 测距原理	194
10.1.2	系统硬件电路设计	194
10.1.3	系统软件流程设计	196
10.1.4	程序清单	198
10.2	气压式高度计	200
10.2.1	气压式高度计原理	201
10.2.2	高度计硬件设计	201
10.2.3	高度计软件流程	202
10.2.4	程序清单	203
10.3	倾转四旋翼机的电机驱动器	204
10.3.1	倾转四旋翼机概述	204
10.3.2	电机驱动策略	205

目 录

10.3.3 驱动系统硬件设计.....	206
10.3.4 驱动系统软件设计.....	208
10.3.5 程序清单.....	209
10.4 本章小结.....	213
参考文献.....	214

第 1 章

AD μ C706x 系列微控制器概述

1.1 AD μ C706x 主要性能特点

AD μ C706x 系列微控制器(包括 AD μ C7060/AD μ C7061)是全集成的 24 位数据采集系统,它在单个芯片内包含了高性能的多通道 $\Sigma - \Delta$ 模/数转换器(ADC)、一个 16 位/32 位 ARM7TDMI 微控制器内核和一个闪速/电擦除(Flash/EE)存储器。

在 AD μ C706x 中集成了两个独立的多通道 $\Sigma - \Delta$ ADC。主 ADC 支持 24 位 4 通道 A/D 转换,在主 ADC 的输入级中有一个可编程增益放大器,可以对小信号进行放大,而无需外接放大电路;主通道可以配置成 2 个全差分输入通道或 4 个单端输入通道。辅助 ADC 支持 24 位 7 通道的单端 A/D 转换,它结合了一个输入缓冲器,其中 2 个通道的 ADC 具有数字滤波功能,可以测量动态范围宽、频率低的信号。辅助 ADC 可以配置为 4 个完全差分输入通道或 7 个单端输入通道。由于有内部缓冲,内部通道可以直接对来自传感器的信号进行转换而不需要外部处理。

AD μ C706x 集成了一个 12 位的片上电压输出 DAC。通过编程,该 DAC 的输出电压范围可以有 4 种选择。

AD μ C706x 集成了一个三相 6 通道脉宽调节器(PWM)接口。PWM 输出可以用来驱动一个 H 桥,也可以作为标准的 PWM 输出。

AD μ C706x 有 4 个通用定时器/计数器:定时器 0、定时器 1 或闹钟定时器、定时器 2 或看门狗定时器和定时器 3。

AD μ C706x 具有高级中断控制器,矢量中断控制器(VIC)可以给每个中断赋予一个优先级,同时可以支持嵌入式中断,最多可以在每个常规中断请求(IRQ)和快速中断请求(FIQ)中有 8 层。当 IRQ 和 FIQ 同时存在时,一共可以有 16 层的中断。

AD μ C706x 共配置了 3 种串行接口:UART 串行接口、I²C 兼容串行接口和 SPI 串行接口。

AD μ C706x 芯片内部有一个振荡器和一个锁相环,可以产生的时钟频率高达 10.24 MHz。微控制器的内核是 16 位/32 位精准指令集计算机(RISC),指令处理系统的计算速度可达每秒钟一千万条指令(10 MIPS)。

AD μ C706x 具有 4 KB 静态随机存储器(SRAM)和 32 KB 的闪速/电擦除

第 1 章 AD μ C706x 系列微控制器概述

(Flash/EE)存储器。ARM7TDMI 内核将所有存储器与寄存器作为一个线性阵列。

AD μ C706x 芯片支持 UART 下载和 JTAG 调试,工作电压为 2.375~2.625 V,一般工作电压配置为 2.5 V。

AD μ C706x 工作温度范围为-40~+125 $^{\circ}\text{C}$,在此温度范围内能完全保证其规定的性能指标。

AD μ C706x 片内集成了性能出众的 A/D、D/A 数据转换器与接口,主要应用于工业自动化和过程控制、智能、精密传感系统以及 4~20 mA 环路智能传感器方面,在其他方面也有广泛的应用。

AD μ C706x 的原理图如图 1-1 所示。

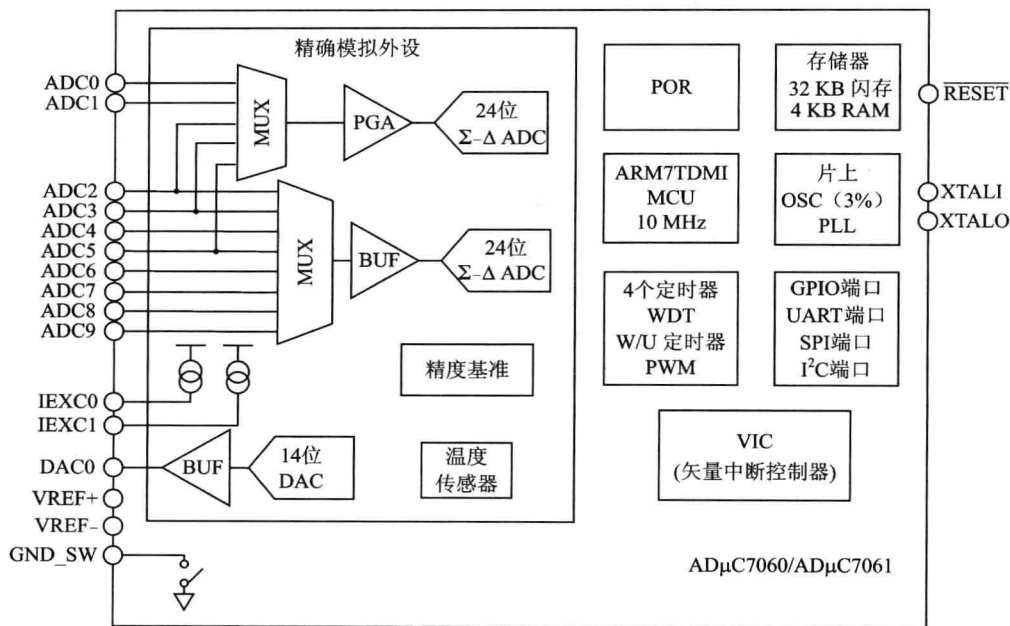


图 1-1 AD μ C706x 的原理图

1.2 AD μ C706x 引脚排列及其说明

1.2.1 AD μ C7060 引脚排列及其功能说明

AD μ C7060 引脚排列如图 1-2 所示。

AD μ C7060 引脚功能说明如表 1-1 所列。

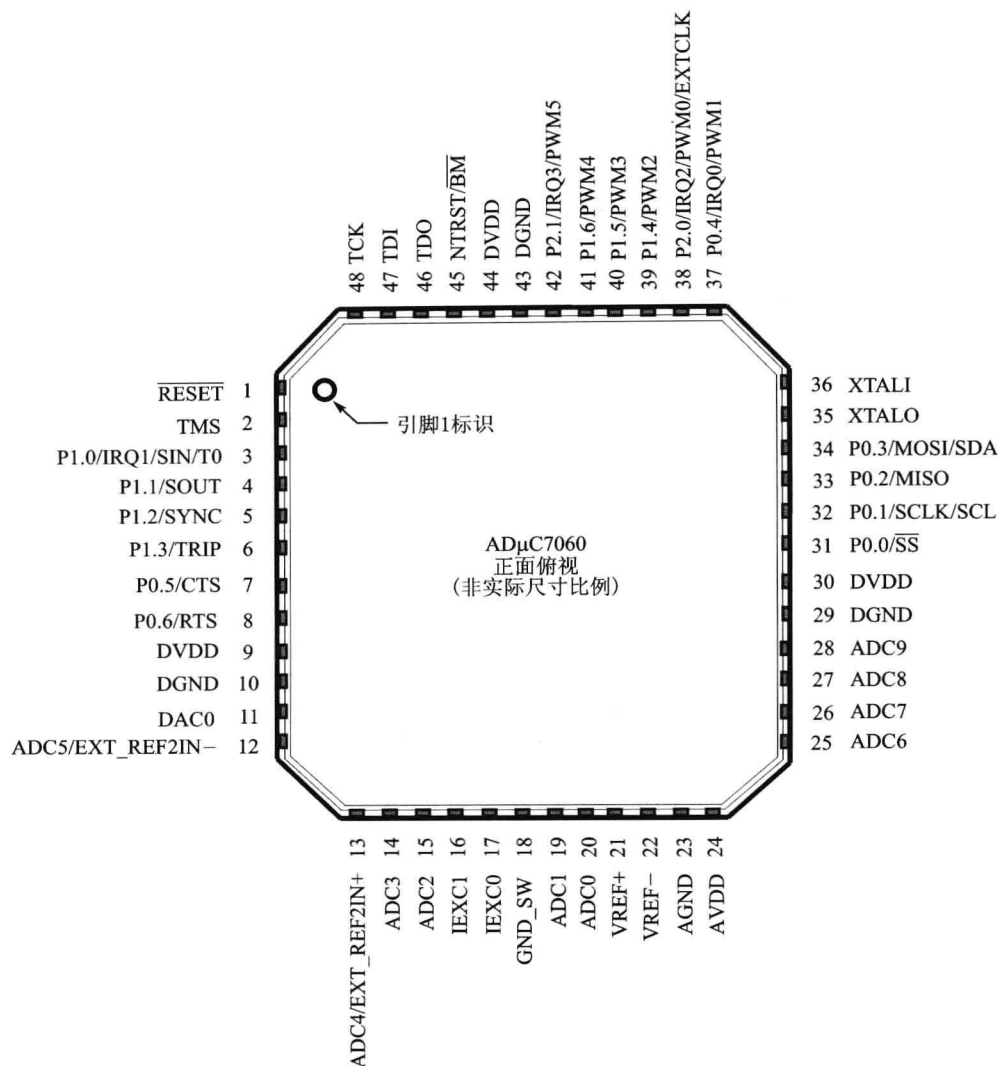


图 1-2 ADμC7060 引脚排列图

表 1-1 ADμC7060 引脚功能说明

引脚 编码	符 号	类 型	功能描述
1	RESET	I	复位。输入引脚,低电平有效。使用时需要添加一个 1 kΩ 的上拉电阻
2	TMS	I	JTAG 调试模式选择。用于调试或者下载的输入引脚,使用时需要添加一个约 100 kΩ 的上拉电阻

第 1 章 ADμC706x 系列微控制器概述

续表 1-1

引脚 编码	符 号	类 型	功能描述
3	P1.0/IRQ1/ SIN/T0	I/O	这是一个具有多功能的输入/输出引脚,提供 4 种功能。 P1.0: 通用输入/输出 P1.0 引脚。 IRQ1: 外部中断请求 1。 SIN: 串行输入。 T0: 定时器 0 输入
4	P1.1/SOUT	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.1: 通用输入/输出 P1.1 引脚。 SOUT: 串行输出
5	P1.2/SYNC	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.2: 通用输入/输出 P1.2 引脚。 SYNC: PWM 外部同步输入
6	P1.3/TRIP	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.3: 通用输入/输出 P1.3 引脚。 TRIP: PWM 外部触发输入
7	P0.5/CTS	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P0.5: 通用输入/输出 P0.5 引脚。 CTS: UART 模式下清除发送信号
8	P0.6/RTS	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P0.6: 通用输入/输出 P0.6 引脚。 RTS: UART 模式下请求发送信号
9	DVDD	S	数字电源引脚
10	DGND	S	数字地
11	DAC0	O	DAC 输出。模拟输出引脚
12	ADC5/EXT_ REF2IN-	I	这是一个具有双功能的模拟输入引脚。 ADC5: 单端或差分模拟输入 5,也就是辅助 ADC 的模拟输入。 EXT_REF2IN-: 外部参考电压负端输入,作为辅助 ADC 的外部参考电压的负端输入
13	ADC4/EXT_ REF2IN+	I	这是一个具有双功能的模拟输入引脚。 ADC4: 单端或差分模拟输入 4,也就是辅助 ADC 的模拟输入。 EXT_REF2IN+: 外部参考电压正端输入,作为辅助 ADC 的外部参考电压的正端输入
14	ADC3	I	单端或差分模拟输入 3。主 ADC 或辅助 ADC 的模拟输入
15	ADC2	I	单端或差分模拟输入 2。主 ADC 或辅助 ADC 的模拟输入
16	IEXC1	O	可编程电流源。模拟输出引脚
17	IEXC0	O	可编程电流源。模拟输出引脚

续表 1-1

引脚 编码	符 号	类 型	功能描述
18	GND_SW	I	切换至内部模拟地基准。不用时,将其直接与模拟地连接
19	ADC1	I	单端或差分模拟输入 1。主 ADC 的模拟输入。主 ADC 差分模式的负端输入
20	ADC0	I	单端或差分模拟输入 0。主 ADC 的模拟输入。主 ADC 差分模式的正端输入
21	VREF+	I	主通道外部参考电压的正端输入。模拟输入引脚
22	VREF-	I	主通道外部参考电压的负端输入。模拟输入引脚
23	AGND	S	模拟地
24	AVDD	S	模拟电源引脚
25	ADC6	I	辅助 ADC 的模拟输入 6。单端或差分模拟输入 6
26	ADC7	I	辅助 ADC 的模拟输入 7。单端或差分模拟输入 7
27	ADC8	I	辅助 ADC 的模拟输入 8。单端或差分模拟输入 8
28	ADC9	I	辅助 ADC 的模拟输入 9。单端或差分模拟输入 9
29	DGND	S	数字地
30	DVDD	S	数字电源引脚
31	P0.0/ $\overline{SS}$	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P0.0: 通用输入/输出 P0.0 引脚。 $\overline{SS}$: SPI 从模式选择(低电平触发)
32	P0.1/SCLK/ SCL	I/O	这是一个具有三功能的输入/输出引脚。 P0.1: 通用输入/输出 P0.1 引脚。 SCLK: SPI 时钟引脚。 SCL: I ² C 时钟引脚
33	P0.2/MISO	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P0.2: 通用输入/输出 P0.2 引脚。 MISO: SPI 主模式输入从模式输出
34	P0.3/MOSI/ SDA	I/O	这是一个具有三功能的输入/输出引脚。 P0.3: 通用输入/输出 P0.3 引脚。 MOSI: SPI 主模式输出从模式输入。 SDA: I ² C 数据引脚
35	XTALO	O	外部晶振输出引脚
36	XTALI	I	外部晶振输入引脚
37	P0.4/IRQ0/ PWM1	I/O	这是一个具有三功能的输入/输出引脚。 P0.4: 通用输入/输出 P0.4 引脚。 IRQ0: 外部中断请求 0。 PWM1: PWM1 输出

第 1 章 ADμC706x 系列微控制器概述

续表 1-1

引脚 编码	符 号	类 型	功能描述
38	P2.0/IRQ2/ PWM0/ EXTCLK	I/O	这是一个具有多功能的输入/输出引脚,提供 4 种功能。 P2.0: 通用输入/输出 P2.0 引脚。 IRQ2: 外部中断请求 2。 PWM0: PWM0 输出。 EXTCLK: 外部时钟输入
39	P1.4/PWM2	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.4: 通用输入/输出 P1.4 引脚。 PWM2: PWM2 输出
40	P1.5/PWM3	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.5: 通用输入/输出 P1.5 引脚。 PWM3: PWM3 输出
41	P1.6/PWM4	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.6: 通用输入/输出 P1.6 引脚。 PWM4: PWM4 输出
42	P2.1/IRQ3/ PWM5	I/O	这是一个具有三功能的输入/输出引脚。 P2.1: 通用输入/输出 P2.1 引脚。 IRQ3: 外部中断请求 3。 PWM5: PWM5 输出
43	DGND	S	数字地
44	DVDD	S	数字电源引脚
45	NTRST/ $\overline{\text{BM}}$	I	JTAG 复位/启动模式。用于调试、下载和启动模式的输入引脚。当复位时,如果 $\overline{\text{BM}}$ 为低电平,则 ADμC7060 进入串行下载模式;当 $\overline{\text{BM}}$ 通过 13 kΩ 电阻上拉至高电平时,ADμC7060 将执行用户程序
46	TDO	O	JTAG 数据输出。仅用于调试与下载的输出引脚
47	TDI	I	JTAG 数据输入。仅用于调试与下载的输入引脚。使用时需要添加一个约 100 kΩ 的上拉电阻
48	TCK	I	JTAG 时钟引脚。仅用于调试与下载的输入引脚。使用时需要添加一个约 100 kΩ 的上拉电阻

注:表中 I 表示输入,O 表示输出,S 表示电源。

1.2.2 ADμC7061 引脚排列及其功能说明

ADμC7061 引脚排列如图 1-3 所示。

ADμC7061 引脚功能说明如表 1-2 所列。

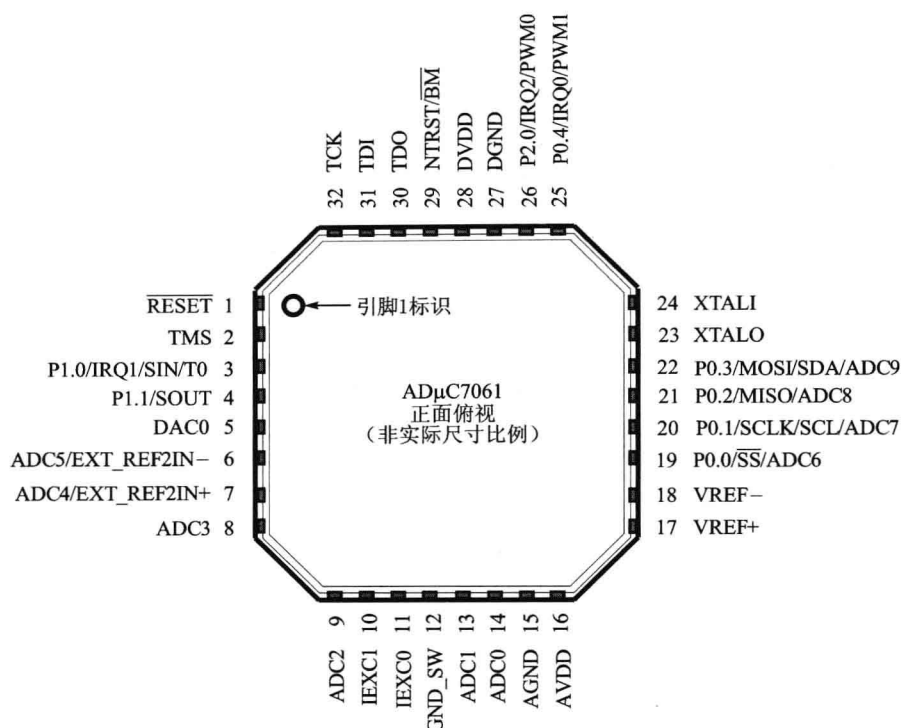


图 1-3 ADμC7061 引脚排列

表 1-2 ADμC7061 引脚功能说明

引脚 编码	符 号	类 型	功能描述
1	RESET	I	复位。输入引脚,低电平有效。使用时需要添加一个 1 kΩ 的上拉电阻
2	TMS	I	JTAG 调试模式选择。用于调试或者下载的输入引脚,使用时需要添加一个约 100 kΩ 的上拉电阻
3	P1.0/IRQ1/ SIN/T0	I/O	这是一个具有多功能的输入/输出引脚,提供 4 种功能。 P1.0: 通用输入/输出 P1.0 引脚。 IRQ1: 外部中断请求 1。 SIN: 串行输入。 T0: 定时器 0 输入
4	P1.1/SOUT	I/O	这是一个具有双功能的输入/输出引脚。 P1.1: 通用输入/输出 P1.1 引脚。 SOUT: 串行输出
5	DAC0	O	DAC 输出。模拟输出引脚

第 1 章 ADμC706x 系列微控制器概述

续表 1-2

引脚 编码	符 号	类 型	功 能 描 述
6	ADC5/EXT_ REF2IN-	I	这是一个具有双功能的模拟输入引脚。 ADC5: 单端或差分模拟输入 5, 也就是辅助 ADC 的模拟输入。 EXT_REF2IN-: 外部参考电压负端输入, 作为辅助 ADC 的外部参考电压的负端输入
7	ADC4/EXT_ REF2IN+	I	这是一个具有双功能的模拟输入引脚。 ADC4: 单端或差分模拟输入 4, 也就是辅助 ADC 的模拟输入。 EXT_REF2IN+: 外部参考电压正端输入, 作为辅助 ADC 的外部参考电压的正端输入
8	ADC3	I	单端或差分模拟输入 3。主 ADC 或辅 ADC 的模拟输入
9	ADC2	I	单端或差分模拟输入 2。主 ADC 或辅 ADC 的模拟输入
10	IEXC1	O	可编程电流源。模拟输出引脚
11	IEXC0	O	可编程电流源。模拟输出引脚
12	GND_SW	I	切换至内部模拟地基准。不用时, 将其直接与模拟地连接
13	ADC1	I	单端或差分模拟输入 1。主 ADC 的模拟输入。主 ADC 差分模式的负端输入
14	ADC0	I	单端或差分模拟输入 0。主 ADC 的模拟输入。主 ADC 差分模式的正端输入
15	AGND	S	模拟地
16	AVDD	S	模拟电源引脚
17	VREF+	I	主通道外部参考电压的正端输入。模拟输入引脚
18	VREF-	I	主通道外部参考电压的负端输入。模拟输入引脚
19	P0.0/ $\overline{SS}$ / ADC6	I/O	这是一个具有三功能的输入/输出引脚。 P0.0: 通用输入/输出 P0.0 引脚。 $\overline{SS}$: SPI 的从模式选择(低电平触发)。 ADC6: 辅助 ADC 模拟输入 6。单端或差分模拟输入 6
20	P0.1/SCLK/ SCL/ADC7	I/O	这是一个具有多功能的输入/输出引脚, 提供 4 种功能。 P0.1: 通用输入/输出 P0.1 引脚。 SCLK: SPI 时钟引脚。 SCL: I ² C 时钟引脚。 ADC7: 辅助 ADC 模拟输入 7。单端或差分模拟输入 7
21	P0.2/MISO/ ADC8	I/O	这是一个具有三功能的输入/输出引脚。 P0.2: 通用输入/输出 P0.2 引脚。 MISO: SPI 主模式输入从模式输出。 ADC8: 辅助 ADC 模拟输入 8。单端或差分模拟输入 8