



# PIC18F87J93 系列 数据手册

采用纳瓦技术、带 LCD  
驱动器和 12 位 A/D 的  
64/80 引脚高性能单片机

---

---

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

---

提供本文档的中文版本仅为为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原档文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任, 并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗中以其他方式转让任何许可证。

#### 商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PIC<sup>32</sup> 徽标、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2009, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部, 设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外, Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

## 采用纳瓦技术、带 LCD 驱动器和 12 位 A/D 的 64/80 引脚高性能单片机

### LCD 驱动器和键盘接口特性:

- 能直接驱动 LCD 面板:
  - 处于休眠模式时仍可驱动 LCD 面板
- 最多 48 段和 192 个像素, 可由软件选择
- 可编程 LCD 定时模块:
  - 多个 LCD 定时源
  - 最多 4 个公共端 静态、1/2、1/3 或 1/4 多路复用
  - 静态、1/2 或 1/3 偏置配置
- 用于对比度控制的片上 LCD 升压稳压器
- 用于电容式触摸传感的充电时间测量单元 (Charge Time Measurement Unit, CTMU)
- 用于电阻式触摸传感的 ADC

### 低功耗特性:

- 功耗管理模式:
  - 运行: CPU 工作, 外设工作
  - 空闲: CPU 不工作, 外设工作
  - 休眠: CPU 不工作, 外设不工作
- 双速振荡器起振

### 灵活的振荡器结构:

- 两种晶振模式, 频率为 4-25 MHz
- 两种外部时钟模式, 频率最高为 48 MHz
- 4 倍频锁相环 (Phase Lock Loop, PLL)
- 带 PLL 的内部振荡器模块:
  - 8 个可由用户选择的频率: 从 31.25 kHz 到 8 MHz
- 辅助振荡器使用 Timer1 (工作频率为 32 kHz)
- 故障保护时钟监视器 (Fail-Safe Clock Monitor, FSCM):
  - 当外设时钟发生故障时可使器件安全关闭

### 外设特点:

- 高灌/拉电流: 25 mA/25 mA (PORTB 和 PORTC)
- 最多 4 个外部中断
- 4 个 8 位/16 位定时器/计数器模块
- 两个捕捉/比较/PWM (Capture/Compare/PWM, CCP) 模块
- 主同步串行口 (Master Synchronous Serial Port, MSSP) 模块, 支持两种工作模式:
  - 3 线/4 线 SPI (支持所有 4 种 SPI 模式)
  - I<sup>2</sup>C™ 主/从模式
- 一个可寻址的 USART 模块
- 一个增强型可寻址的 USART 模块:
  - 支持 LIN/J2602
  - 接收到启动位和间隔字符时自动唤醒
  - 自动波特率检测 (Auto-Baud Detect, ABD)
- 最多 12 路通道的 12 位 A/D 转换器:
  - 自动采集
  - 可在休眠模式下进行转换
- 两个模拟比较器
- 用于比较器的可编程参考电压
- 硬件实时时钟和日历 (Real-Time Clock and Calendar, RTCC), 提供时钟、日历和闹钟功能
- 充电时间测量单元 (CTMU):
  - 电容测量
  - 时间测量, 分辨率典型值为 1 ns

**注:** 可以使用《PIC18F87J90 系列数据手册》(DS39933B\_CN) 对本文档进行补充。请参见第 1.0 节“器件概述”。

器件	闪存 程序存储器 (字节)	SRAM 数据存储器 (字节)	I/O	LCD (像素)	8/16 位 定时器	CCP	MSSP		EUSART AUSART	12 位 A/D (通道)	器 比较器	BOR/LVD	RTCC	CTMU
							SPI	主 I <sup>2</sup> C™						
PIC18F66J93	64K	3,923	51	132	1/3	2	有	有	1/1	12	2	有	有	有
PIC18F67J93	128K	3,923	51	132	1/3	2	有	有	1/1	12	2	有	有	有
PIC18F86J93	64K	3,923	67	192	1/3	2	有	有	1/1	12	2	有	有	有
PIC18F87J93	128K	3,923	67	192	1/3	2	有	有	1/1	12	2	有	有	有

# PIC18F87J93 系列

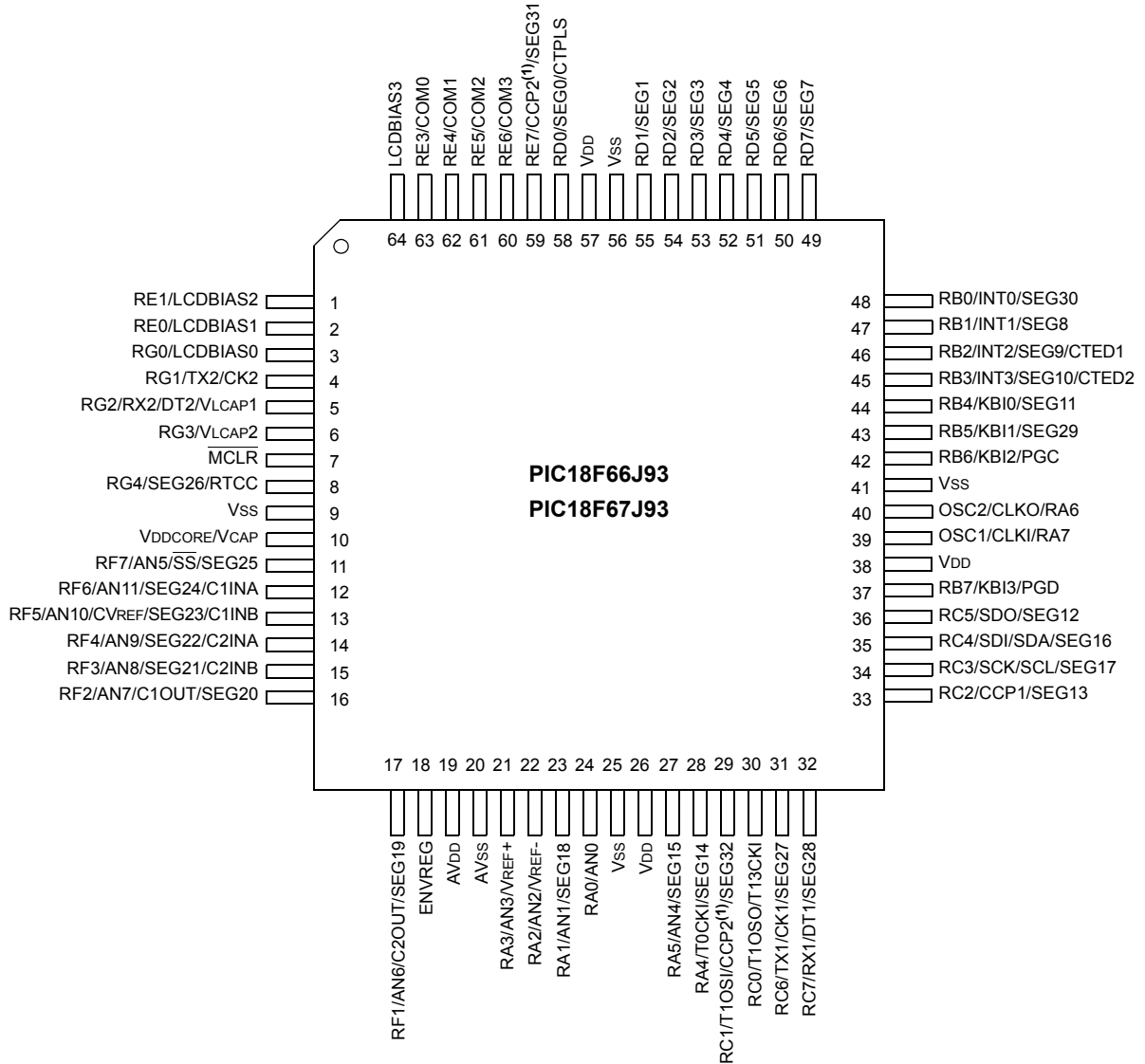
---

## 单片机特性:

- 闪存程序存储器可承受 10,000 次擦写 (典型值)
- 闪存保存时间: 最少 20 年
- 可在软件控制下自编程
- 闪存程序存储器具有用于数据 EEPROM 仿真器的字写能力
- 中断优先级
- 8 x 8 单周期硬件乘法器
- 扩展型看门狗定时器 (Watchdog Timer, WDT):
  - 可编程周期从 4 ms 到 131s
- 通过两个引脚进行在线串行编程 (In-Circuit Serial Programming™, ICSP™)
- 通过两个引脚进行在线调试
- 工作电压范围: 2.0V 至 3.6V
- 可承受 5.5V 输入电压 (仅对于数字引脚)
- 用于串行通信的可选择漏极开路配置以及可驱动最高 5V 输出的 CCP 引脚
- 片上 2.5V 稳压器

## 引脚图——PIC18F6XJ93

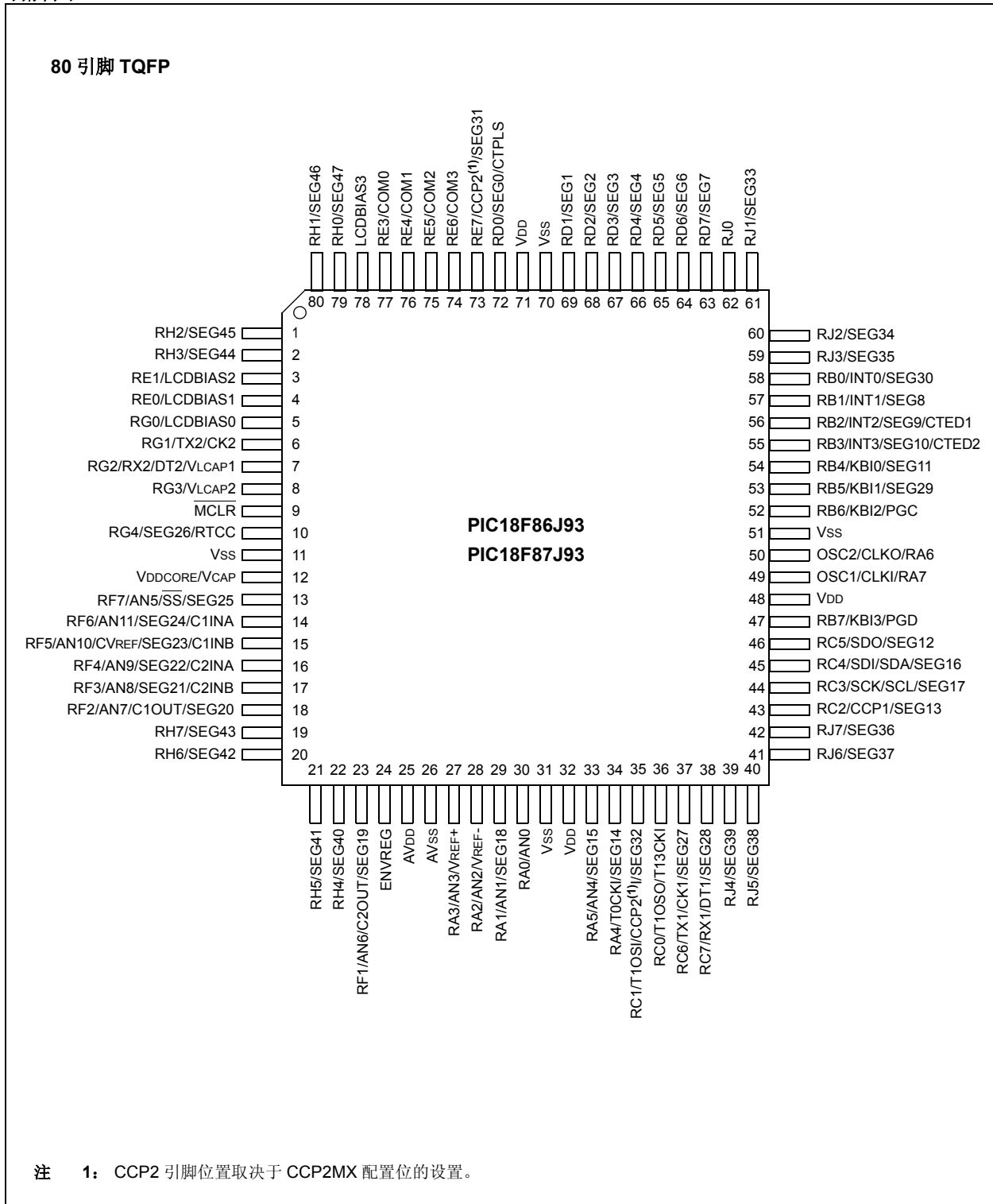
### 64 引脚 TQFP



注 1: CCP2 引脚位置取决于 CCP2MX 配置位的设置。

# PIC18F87J93 系列

## 引脚图——PIC18F8XJ93



## 目录

1.0 器件概述 .....	7
2.0 12 位模数转换器 (A/D) 模块.....	27
3.0 CPU 的特殊功能.....	37
4.0 电气特性 .....	39
5.0 封装信息 .....	43
附录 A: 版本历史 .....	45
附录 B: 器件差异 .....	45
附录 C: 转换注意事项 .....	46
附录 D: 从基本器件移植到增强型器件 .....	46
索引 .....	47
Microchip 网站.....	49
变更通知客户服务 .....	49
客户支持.....	49
读者反馈表 .....	50
产品标识体系 .....	51

# PIC18F87J93 系列

---

## 致客户

我们旨在提供最佳文档供客户正确使用 Microchip 产品。为此，我们将不断改进出版物的内容和质量，使之更好地满足您的要求。出版物的质量将随新文档及更新版本的推出而得到提升。

如果您对本出版物有任何问题和建议，请通过电子邮件联系我公司 TRC 经理，电子邮件地址为 [CTRC@microchip.com](mailto:CTRC@microchip.com)，或将本数据手册后附的《读者反馈表》传真到 86-21-5407 5066。我们期待您的反馈。

### 最新数据手册

欲获得本数据手册的最新版本，请查询我公司的网站：

<http://www.microchip.com>

查看数据手册中任意一页下边角处的文献编号即可确定其版本。文献编号中数字串后的字母是版本号，例如 DS30000A 是 DS30000 的 A 版本。

### 勘误表

现有器件可能带有一份勘误表，描述了实际运行与数据手册中记载内容之间存在的细微差异以及建议的变通方法。一旦我们了解到器件 / 文档存在某些差异时，就会发布勘误表。勘误表上将注明其所适用的硅片版本和文件版本。

欲了解某一器件是否存在勘误表，请通过以下方式之一查询：

- Microchip 网站 <http://www.microchip.com>
- 当地 Microchip 销售办事处（见最后一页）

在联络销售办事处时，请说明您所使用的器件型号、硅片版本和数据手册版本（包括文献编号）。

### 客户通知系统

欲及时获知 Microchip 产品的最新信息，请到我公司网站 [www.microchip.com](http://www.microchip.com) 上注册。



## 1.0 器件概述

本文档包含以下器件的具体信息：

- PIC18F66J93
- PIC18F67J93
- PIC18F86J93
- PIC18F87J93

**注：** 本数据手册只介绍PIC18F87J90系列器件不具有的额外的特性和规范。关于PIC18F87J93系列和PIC18F87J90系列器件共有的特性和规范的信息，请参见《PIC18F87J90 系列数据手册》(DS39933B\_CN)。

PIC18F87J93 系列器件提供了所有 PIC18 单片机的优点，即出色的计算性能、丰富的功能集和实惠的价格，此外还带有一个多功能片上 LCD 驱动器。这些特性使得 PIC18F87J93 系列成为许多高性能，尤其是那些价格作为首要考虑因素的应用的理想选择。

## 1.1 特殊功能

- **12位A/D转换器：** PIC18F87J93系列实现了一个12位A/D转换器。这两个系列中的A/D转换器都具备可编程采集时间，从而不必在选择通道和启动转换之间等待一个采样周期，因而减少了代码开销。
- **数据RAM：** PIC18F87J93系列器件具有3,923字节RAM。

## 1.2 系列中各产品的详细说明

PIC18F87J93 系列器件有 64 引脚和 80 引脚两种封装形式。图 1-1 和图 1-2 分别为这两类器件的框图。

这两类器件在以下方面存在差异：

- 闪存程序存储器（PIC18FX6J93 器件为 64 KB，PIC18FX7J93 器件为 128 KB）。
- LCD 像素：
  - 64 引脚器件——132 像素（33 个 SEG x 4 个 COM）
  - 80 引脚器件——192 像素（48 个 SEG x 4 个 COM）
- I/O 端口数（PIC18F6XJ93 器件有 7 个双向端口，PIC18F8XJ93 器件有 9 个双向端口）。

本系列器件的所有其他功能都是相同的；表 1-1 和表 1-2 汇总了这些功能。

图 1-1 和图 1-2 给出了器件的框图。

表 1-3 和表 1-4 列出了所有器件的引脚排列。

# PIC18F87J93 系列

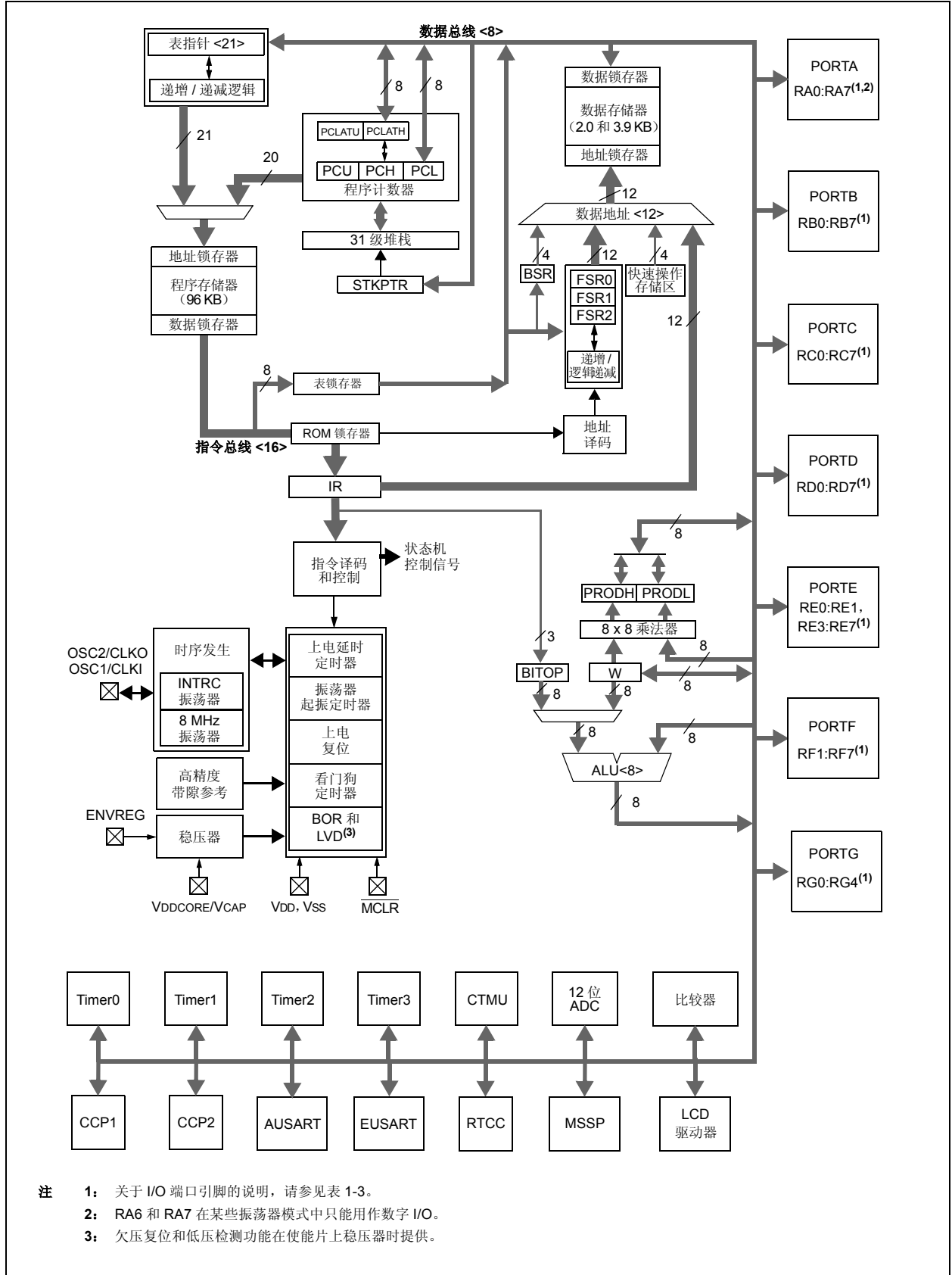
**表 1-1: PIC18F6XJ93 器件特性 (64 引脚器件)**

特性	PIC18F66J93	PIC18F67J93
工作频率	DC – 48 MHz	
程序存储器 (字节)	64K	128K
程序存储器 (指令)	32,768	65,536
数据存储器 (字节)	3,923	3,923
中断源	29	
I/O 端口	端口 A, B, C, D, E, F, G	
LCD 驱动器 (可以驱动的像素数量)	132 (33 个 SEG x 4 个 COM)	
定时器	4	
比较器	2	
CTMU	有	
RTCC	有	
捕捉 / 比较 / PWM 模块	2	
串行通信	MSSP、可寻址的 USART 和增强型 USART	
12 位模数转换模块	12 路输入通道	
复位 (和延时)	POR、BOR、RESET 指令、堆栈满、堆栈下溢、MCLR 和 WDT (PWRT 和 OST)	
指令集	75 条指令, 使能扩展指令集后总共为 83 条指令	
封装	64 引脚 TQFP	

**表 1-2: PIC18F8XJ93 器件特性 (80 引脚器件)**

特性	PIC18F86J93	PIC18F87J93
工作频率	DC – 48 MHz	
程序存储器 (字节)	64K	128K
程序存储器 (指令)	32,768	65,536
数据存储器 (字节)	3,923	3,923
中断源	29	
I/O 端口	端口 A, B, C, D, E, F, G, H, J	
LCD 驱动器 (可以驱动的像素数量)	192 (48 个 SEG x 4 个 COM)	
定时器	4	
比较器	2	
CTMU	有	
RTCC	有	
捕捉 / 比较 / PWM 模块	2	
串行通信	MSSP、可寻址的 USART 和增强型 USART	
12 位模数转换模块	12 路输入通道	
复位 (和延时)	POR、BOR、RESET 指令、堆栈满、堆栈下溢、MCLR 和 WDT (PWRT 和 OST)	
指令集	75 条指令, 使能扩展指令集后总共为 83 条指令	
封装	80 引脚 TQFP	

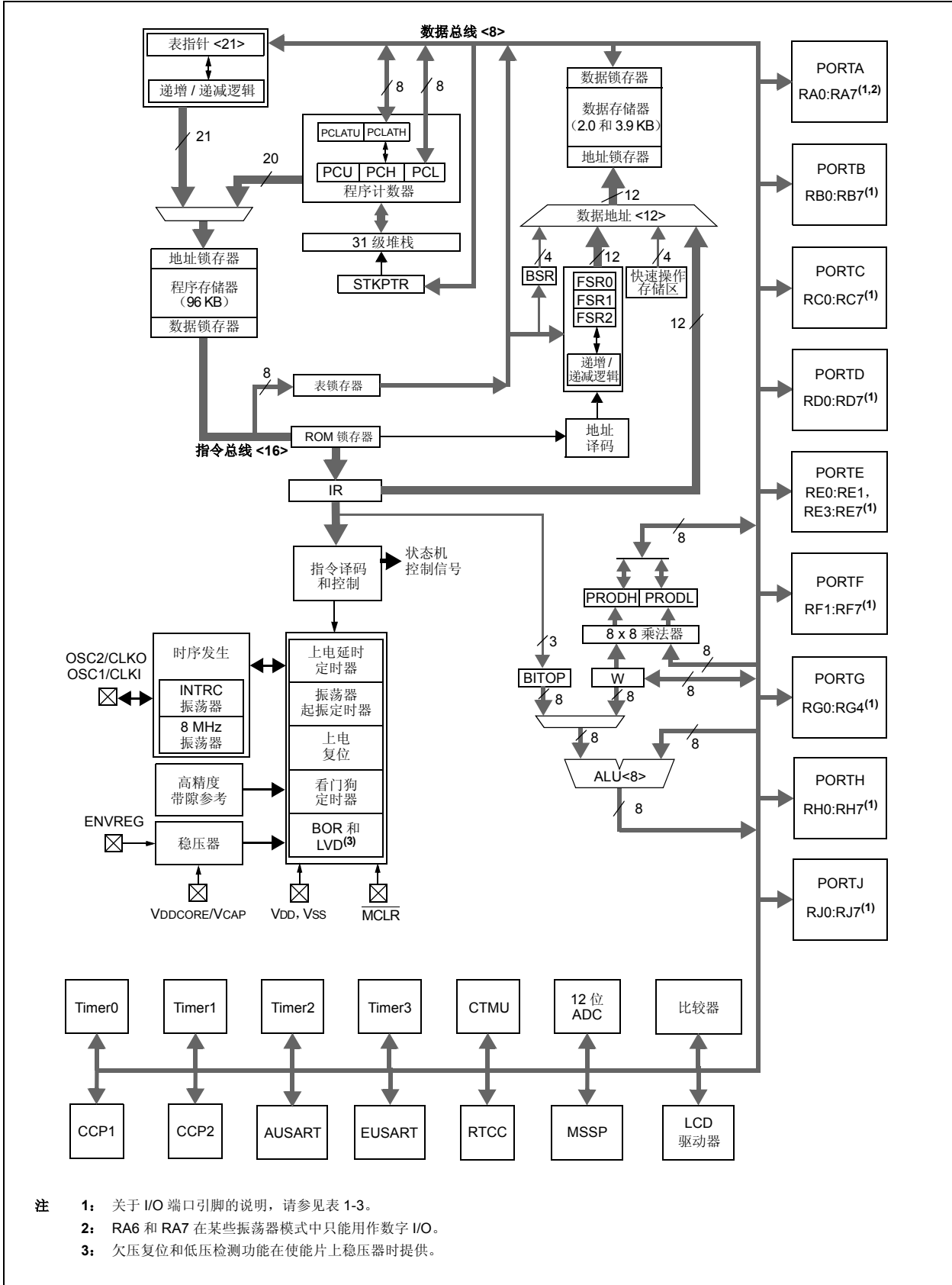
图 1-1: PIC18F6XJ93 (64 引脚) 框图



注 1: 关于 I/O 端口引脚的说明, 请参见表 1-3。  
 2: RA6 和 RA7 在某些振荡器模式中只能用作数字 I/O。  
 3: 欠压复位和低压检测功能在使能片上稳压器时提供。

# PIC18F87J93 系列

图 1-2: PIC18F8XJ93 (80 引脚) 框图



注 1: 关于 I/O 端口引脚的说明, 请参见表 1-3。  
 2: RA6 和 RA7 在某些振荡器模式中只能用作数字 I/O。  
 3: 欠压复位和低压检测功能在使能片上稳压器时提供。



# PIC18F87J93 系列

表 1-3: PIC18F6XJ93 (64 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RB0/INT0/SEG30 RB0 INT0 SEG30	48	I/O I O	TTL ST Analog	PORTB 是双向 I/O 端口。PORTB 的所有输入端都可软件编程为内部弱上拉。 数字 I/O。 外部中断 0。 LCD 的 SEG30 输出。
RB1/INT1/SEG8 RB1 INT1 SEG8	47	I/O I O	TTL ST Analog	数字 I/O。 外部中断 1。 LCD 的 SEG8 输出。
RB2/INT2/SEG9/CTED1 RB2 INT2 SEG9 CTED1	46	I/O I O I	TTL ST Analog ST	数字 I/O。 外部中断 2。 LCD 的 SEG9 输出。 CTMU 边沿 1 输入。
RB3/INT3/SEG10/CTED2 RB3 INT3 SEG10 CTED2	45	I/O I O I	TTL ST Analog ST	数字 I/O。 外部中断 3。 LCD 的 SEG10 输出。 CTMU 边沿 2 输入。
RB4/KBI0/SEG11 RB4 KBI0 SEG11	44	I/O I O	TTL TTL Analog	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 LCD 的 SEG11 输出。
RB5/KBI1/SEG29 RB5 KBI1 SEG29	43	I/O I O	TTL TTL Analog	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 LCD 的 SEG29 输出。
RB6/KBI2/PGC RB6 KBI2 PGC	42	I/O I I/O	TTL TTL ST	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 在线调试器和 ICSP™ 编程时钟引脚。
RB7/KBI3/PGD RB7 KBI3 PGD	37	I/O I I/O	TTL TTL ST	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 在线调试器和 ICSP 编程数据引脚。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

**表 1-3: PIC18F6XJ93 (64 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)**

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RC0/T1OSO/T13CKI RC0 T1OSO T13CKI	30	I/O O I	ST — ST	PORTC 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 Timer1 振荡器输出。 Timer1/Timer3 外部时钟输入。
RC1/T1OSI/CCP2/SEG32 RC1 T1OSI CCP2 <sup>(1)</sup> SEG32	29	I/O I I/O O	ST CMOS ST Analog	数字 I/O。 Timer1 振荡器输入。 捕捉 2 输入 / 比较 2 输出 / PWM2 输出。 LCD 的 SEG32 输出。
RC2/CCP1/SEG13 RC2 CCP1 SEG13	33	I/O I/O O	ST ST Analog	数字 I/O。 捕捉 1 输入 / 比较 1 输出 / PWM1 输出。 LCD 的 SEG13 输出。
RC3/SCK/SCL/SEG17 RC3 SCK SCL SEG17	34	I/O I/O I/O O	ST ST ST Analog	数字 I/O。 SPI 模式的同步串行时钟输入 / 输出。 I <sup>2</sup> C™ 模式的同步串行时钟输入 / 输出。 LCD 的 SEG17 输出。
RC4/SDI/SDA/SEG16 RC4 SDI SDA SEG16	35	I/O I I/O O	ST ST ST Analog	数字 I/O。 SPI 数据输入。 I <sup>2</sup> C 数据 I/O。 LCD 的 SEG16 输出。
RC5/SDO/SEG12 RC5 SDO SEG12	36	I/O O O	ST — Analog	数字 I/O。 SPI 数据输出。 LCD 的 SEG12 输出。
RC6/TX1/CK1/SEG27 RC6 TX1 CK1 SEG27	31	I/O O I/O O	ST — ST Analog	数字 I/O。 EUSART 异步发送。 EUSART 同步时钟 (见相关的 RX1/DT1 引脚信息)。 LCD 的 SEG27 输出。
RC7/RX1/DT1/SEG28 RC7 RX1 DT1 SEG28	32	I/O I I/O O	ST ST ST Analog	数字 I/O。 EUSART 异步接收。 EUSART 同步数据 (见相关的 TX1/CK1 引脚信息)。 LCD 的 SEG28 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

# PIC18F87J93 系列

表 1-3: PIC18F6XJ93 (64 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RD0/SEG0/CTPLS	58	I/O	ST	PORTD 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 LCD 的 SEG0 输出。 CTMU 脉冲发生器输出。
RD0		O	Analog	
SEG0		O	—	
CTPLS		O	—	
RD1/SEG1	55	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG1 输出。
RD1		O	Analog	
RD2/SEG2	54	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG2 输出。
RD2		O	Analog	
RD3/SEG3	53	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG3 输出。
RD3		O	Analog	
RD4/SEG4	52	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG4 输出。
RD4		O	Analog	
RD5/SEG5	51	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG5 输出。
RD5		O	Analog	
RD6/SEG6	50	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG6 输出。
RD6		O	Analog	
RD7/SEG7	49	I/O	ST	数字 I/O。 LCD 的 SEG7 输出。
RD7		O	Analog	

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 注 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。



表 1-3: PIC18F6XJ93 (64 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RE0/LCDBIAS1 RE0 LCDBIAS1	2	I/O I	ST Analog	PORTC 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 LCD 的 BIAS1 输入。
RE1/LCDBIAS2 RE1 LCDBIAS2	1	I/O I	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 BIAS2 输入。
LCDBIAS3	64	I	Analog	LCD 的 BIAS3 输入。
RE3/COM0 RE3 COM0	63	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM0 输出。
RE4/COM1 RE4 COM1	62	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM1 输出。
RE5/COM2 RE5 COM2	61	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM2 输出。
RE6/COM3 RE6 COM3	60	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM3 输出。
RE7/CCP2/SEG31 RE7 CCP2 <sup>(2)</sup> SEG31	59	I/O I/O O	ST ST Analog	数字 I/O。 捕捉 2 输入 / 比较 2 输出 / PWM2 输出。 LCD 的 SEG31 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

# PIC18F87J93 系列

表 1-3: PIC18F6XJ93 (64 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RF1/AN6/C2OUT/SEG19 RF1 AN6 C2OUT SEG19	17	I/O   O O	ST Analog — Analog	PORTF 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 模拟输入 6。 比较器 2 输出。 LCD 的 SEG19 输出。
RF2/AN7/C1OUT/SEG20 RF2 AN7 C1OUT SEG20	16	I/O   O O	ST Analog — Analog	数字 I/O。 模拟输入 7。 比较器 1 输出。 LCD 的 SEG20 输出。
RF3/AN8/SEG21/C2INB RF3 AN8 SEG21 C2INB	15	I/O   O 	ST Analog Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 8。 LCD 的 SEG21 输出。 比较器 2 的输入 B。
RF4/AN9/SEG22/C2INA RF4 AN9 SEG22 C2INA	14	I/O   O 	ST Analog Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 9。 LCD 的 SEG22 输出。 比较器 2 的输入 A。
RF5/AN10/CVREF/ SEG23/C1INB RF5 AN10 CVREF SEG23 C1INB	13	I/O   O O 	ST Analog Analog Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 10。 比较器参考电压输出。 LCD 的 SEG23 输出。 比较器 1 的输入 B。
RF6/AN11/SEG24/C1INA RF6 AN11 SEG24 C1INA	12	I/O   O 	ST Analog Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 11。 LCD 的 SEG24 输出。 比较器 1 的输入 A。
RF7/AN5/ $\overline{SS}$ /SEG25 RF7 AN5 SS SEG25	11	I/O O   O	ST Analog TTL Analog	数字 I/O。 模拟输入 5。 SPI 从选择输入。 LCD 的 SEG25 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。



# PIC18F87J93 系列

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
MCLR	9	I	ST	主复位 (输入) 或编程电压 (输入)。此引脚为低电平有效的器件复位输入端。
OSC1/CLKI/RA7 OSC1 CLKI RA7	49	I I I/O	CMOS CMOS TTL	晶振或外部时钟输入。 晶振输入。 外部时钟源输入。总是与 OSC1 引脚功能相关联。(见相关的 OSC1/CLKI 和 OSC2/CLKO 引脚信息。) 通用 I/O 引脚。
OSC2/CLKO/RA6 OSC2 CLKO RA6	50	O O I/O	— — TTL	晶振或时钟输出。 晶振输出。在晶振模式下, 该引脚与晶振和谐振器相连。 在 EC 模式下, OSC2 引脚输出 CLKO 信号, 其频率是 OSC1 引脚上信号频率的 1/4, 该频率等于指令周期的倒数。 通用 I/O 引脚。
RA0/AN0 RA0 AN0	30	I/O I	TTL Analog	PORTA 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 模拟输入 0。
RA1/AN1/SEG18 RA1 AN1 SEG18	29	I/O I O	TTL Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 1。 LCD 的 SEG18 输出。
RA2/AN2/VREF- RA2 AN2 VREF-	28	I/O I I	TTL Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 2。 A/D 参考电压 (低电压) 输入。
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	27	I/O I I	TTL Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 3。 A/D 参考电压 (高电压) 输入。
RA4/T0CKI/SEG14 RA4 T0CKI SEG14	34	I/O I O	ST ST Analog	数字 I/O。 Timer0 外部时钟输入。 LCD 的 SEG14 输出。
RA5/AN4/SEG15 RA5 AN4 SEG15	33	I/O I O	TTL Analog Analog	数字 I/O。 模拟输入 4。 LCD 的 SEG15 输出。
RA6				见 OSC2/CLKO/RA6 引脚信息。
RA7				见 OSC1/CLKI/RA7 引脚信息。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
I = 输入  
P = 电源  
CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
Analog = 模拟输入  
O = 输出  
OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

- 注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
注 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RB0/INT0/SEG30 RB0 INT0 SEG30	58	I/O I O	TTL ST Analog	PORTB 是双向 I/O 端口。PORTB 的所有输入端都可软件编程为内部弱上拉。 数字 I/O。 外部中断 0。 LCD 的 SEG30 输出。
RB1/INT1/SEG8 RB1 INT1 SEG8	57	I/O I O	TTL ST Analog	数字 I/O。 外部中断 1。 LCD 的 SEG8 输出。
RB2/INT2/SEG9/CTED1 RB2 INT2 SEG9 CTED1	56	I/O I O I	TTL ST Analog ST	数字 I/O。 外部中断 2。 LCD 的 SEG9 输出。 CTMU 边沿 1 输入。
RB3/INT3/SEG10/ CTED2 RB3 INT3 SEG10 CTED2	55	I/O I O I	TTL ST Analog ST	数字 I/O。 外部中断 3。 LCD 的 SEG10 输出。 CTMU 边沿 2 输入。
RB4/KBI0/SEG11 RB4 KBI0 SEG11	54	I/O I O	TTL TTL Analog	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 LCD 的 SEG11 输出。
RB5/KBI1/SEG29 RB5 KBI1 SEG29	53	I/O I O	TTL TTL Analog	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 LCD 的 SEG29 输出。
RB6/KBI2/PGC RB6 KBI2 PGC	52	I/O I I/O	TTL TTL ST	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 在线调试器和 ICSP™ 编程时钟引脚。
RB7/KBI3/PGD RB7 KBI3 PGD	47	I/O I I/O	TTL TTL ST	数字 I/O。 电平变化中断引脚。 在线调试器和 ICSP 编程数据引脚。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

# PIC18F87J93 系列

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RC0/T1OSO/T13CKI RC0 T1OSO T13CKI	36	I/O O I	ST — ST	PORTC 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 Timer1 振荡器输出。 Timer1/Timer3 外部时钟输入。
RC1/T1OSI/CCP2/SEG32 RC1 T1OSI CCP2 <sup>(1)</sup> SEG32	35	I/O I I/O O	ST CMOS ST Analog	数字 I/O。 Timer1 振荡器输入。 捕捉 2 输入 / 比较 2 输出 / PWM2 输出。 LCD 的 SEG32 输出。
RC2/CCP1/SEG13 RC2 CCP1 SEG13	43	I/O I/O O	ST ST Analog	数字 I/O。 捕捉 1 输入 / 比较 1 输出 / PWM1 输出。 LCD 的 SEG13 输出。
RC3/SCK/SCL/SEG17 RC3 SCK SCL SEG17	44	I/O I/O I/O O	ST ST ST Analog	数字 I/O。 SPI 模式的同步串行时钟输入 / 输出。 I <sup>2</sup> C™ 模式的同步串行时钟输入 / 输出。 LCD 的 SEG17 输出。
RC4/SDI/SDA/SEG16 RC4 SDI SDA SEG16	45	I/O I I/O O	ST ST ST Analog	数字 I/O。 SPI 数据输入。 I <sup>2</sup> C 数据 I/O。 LCD 的 SEG16 输出。
RC5/SDO/SEG12 RC5 SDO SEG12	46	I/O O O	ST — Analog	数字 I/O。 SPI 数据输出。 LCD 的 SEG12 输出。
RC6/TX1/CK1/SEG27 RC6 TX1 CK1 SEG27	37	I/O O I/O O	ST — ST Analog	数字 I/O。 EUSART 异步发送。 EUSART 同步时钟 (见相关的 RX1/DT1 引脚信息)。 LCD 的 SEG27 输出。
RC7/RX1/DT1/SEG28 RC7 RX1 DT1 SEG28	38	I/O I I/O O	ST ST ST Analog	数字 I/O。 EUSART 异步接收。 EUSART 同步数据 (见相关的 TX1/CK1 引脚信息)。 LCD 的 SEG28 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
I = 输入  
P = 电源  
CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
Analog = 模拟输入  
O = 输出  
OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
注 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

**表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)**

引脚名称	引脚编号	引脚 类型	缓冲器 类型	说明
	TQFP			
RD0/SEG0/CTPLS	72			PORTD 是双向 I/O 端口。
RD0		I/O	ST	数字 I/O。
SEG0 CTPLS		O O	Analog ST	LCD 的 SEG0 输出。 CTMU 脉冲发生器输出。
RD1/SEG1	69	I/O	ST	数字 I/O。
RD1 SEG1		O	Analog	LCD 的 SEG1 输出。
RD2/SEG2	68	I/O	ST	数字 I/O。
RD2 SEG2		O	Analog	LCD 的 SEG2 输出。
RD3/SEG3	67	I/O	ST	数字 I/O。
RD3 SEG3		O	Analog	LCD 的 SEG3 输出。
RD4/SEG4	66	I/O	ST	数字 I/O。
RD4 SEG4		O	Analog	LCD 的 SEG4 输出。
RD5/SEG5	65	I/O	ST	数字 I/O。
RD5 SEG5		O	Analog	LCD 的 SEG5 输出。
RD6/SEG6	64	I/O	ST	数字 I/O。
RD6 SEG6		O	Analog	LCD 的 SEG6 输出。
RD7/SEG7	63	I/O	ST	数字 I/O。
RD7 SEG7		O	Analog	LCD 的 SEG7 输出。

**图注:**

TTL = TTL 兼容输入	CMOS = CMOS 兼容输入或输出
ST = CMOS 电平的施密特触发器输入	Analog = 模拟输入
I = 输入	O = 输出
P = 电源	OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

**注 1:** 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
**注 2:** 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

# PIC18F87J93 系列

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RE0/LCDBIAS1 RE0 LCDBIAS1	4	I/O I	ST Analog	PORTC 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 LCD 的 BIAS1 输入。
RE1/LCDBIAS2 RE1 LCDBIAS2	3	I/O I	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 BIAS2 输入。
LCDBIAS3	78	I	Analog	LCD 的 BIAS3 输入。
RE3/COM0 RE3 COM0	77	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM0 输出。
RE4/COM1 RE4 COM1	76	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM1 输出。
RE5/COM2 RE5 COM2	75	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM2 输出。
RE6/COM3 RE6 COM3	74	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 COM3 输出。
RE7/CCP2/SEG31 RE7 CCP2 <sup>(2)</sup> SEG31	73	I/O I/O O	ST ST Analog	数字 I/O。 捕捉 2 输入 / 比较 2 输出 / PWM2 输出。 LCD 的 SEG31 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 注 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。





# PIC18F87J93 系列

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RG0/LCDBIAS0 RG0 LCDBIAS0	5	I/O I	ST Analog	PORTG 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 LCD 的 BIAS0 输入。
RG1/TX2/CK2 RG1 TX2 CK2	6	I/O O I/O	ST — ST	数字 I/O。 AUSART 异步发送。 AUSART 同步时钟 (见相关的 RX2/DT2 引脚信息)。
RG2/RX2/DT2/VLCAP1 RG2 RX2 DT2 VLCAP1	7	I/O I I/O I	ST ST ST Analog	数字 I/O。 AUSART 异步接收。 AUSART 同步数据 (见相关的 TX2/CK2 引脚信息)。 LCD 电荷泵电容输入。
RG3/VLCAP2 RG3 VLCAP2	8	I/O I	ST Analog	数字 I/O。 LCD 电荷泵电容输入。
RG4/SEG26/RTCC RG4 SEG26 RTCC	10	I/O O O	ST Analog —	数字 I/O。 LCD 的 SEG26 输出。 RTCC 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 注 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RH0/SEG47 RH0 SEG47	79	I/O O	ST Analog	PORTH 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。 LCD 的 SEG47 输出。
RH1/SEG46 RH1 SEG46	80	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG46 输出。
RH2/SEG45 RH2 SEG45	1	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG45 输出。
RH3/SEG44 RH3 SEG44	2	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG44 输出。
RH4/SEG40 RH4 SEG40	22	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG40 输出。
RH5/SEG41 RH5 SEG41	21	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG41 输出。
RH6/SEG42 RH6 SEG42	20	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG42 输出。
RH7/SEG43 RH7 SEG43	19	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG43 输出。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

# PIC18F87J93 系列

表 1-4: PIC18F8XJ93 (80 引脚器件) I/O 引脚说明 (续)

引脚名称	引脚编号	引脚类型	缓冲器类型	说明
	TQFP			
RJ0	62	I/O	ST	PORTJ 是双向 I/O 端口。 数字 I/O。
RJ1/SEG33 RJ1 SEG33	61	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG33 输出。
RJ2/SEG34 RJ2 SEG34	60	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG34 输出。
RJ3/SEG35 RJ3 SEG35	59	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG35 输出。
RJ4/SEG39 RJ4 SEG39	39	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG39 输出。
RJ5/SEG38 RJ5 SEG38	40	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG38 输出。
RJ6/SEG37 RJ6 SEG37	41	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG37 输出。
RJ7/SEG36 RJ7 SEG36	42	I/O O	ST Analog	数字 I/O。 LCD 的 SEG36 输出。
VSS	11, 31, 51, 70	P	—	逻辑和 I/O 引脚的参考地。
VDD	32, 48, 71	P	—	逻辑和 I/O 引脚的正电源。
AVSS	26	P	—	模拟模块的参考地。
AVDD	25	P	—	模拟模块的正电源。
ENVREG	24	I	ST	片上稳压器使能端。
VDDCORE/VCAP VDDCORE VCAP	12	P P	— —	内核逻辑电源或外部滤波电容连接端。 单片机内核逻辑的正电源 (禁止稳压器)。 外部滤波电容连接 (使能稳压器)。

图注: TTL = TTL 兼容输入  
 ST = CMOS 电平的施密特触发器输入  
 I = 输入  
 P = 电源  
 CMOS = CMOS 兼容输入或输出  
 Analog = 模拟输入  
 O = 输出  
 OD = 漏极开路 (没有 P 型二极管连接到 VDD)

注 1: 当 CCP2MX 配置位置 1 时 CCP2 的默认分配。  
 注 2: 当 CCP2MX 配置位清零时 CCP2 的备用分配。

## 2.0 12 位模数转换器 (A/D) 模块

所有 PIC18F87J93 系列器件的模数 (Analog-to-Digital, A/D) 转换器模块有 12 路输入。该模块能将一个模拟输入信号转换成相应的 12 位数字。

该模块有以下寄存器：

- A/D 结果高位寄存器 (ADRESH)
- A/D 结果低位寄存器 (ADRESL)
- A/D 控制寄存器 0 (ADCON0)
- A/D 控制寄存器 1 (ADCON1)
- A/D 控制寄存器 2 (ADCON2)

ADCON0 寄存器 (如寄存器 2-1 所示) 控制 A/D 模块的工作。ADCON1 寄存器 (如寄存器 2-2 所示) 配置端口引脚功能。ADCON2 寄存器 (如寄存器 2-3 所示) 配置 A/D 时钟源、可编程采集时间和输出结果的对齐方式。

### 寄存器 2-1: ADCON0: A/D 控制寄存器 0

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADCAL	—	CHS3	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADON
bit 7							bit 0

#### 图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零
		x = 未知

- bit 7      **ADCAL:** A/D 校准位  
 1 = 在下次 A/D 转换时执行校准  
 0 = 正常 A/D 转换器操作 (不执行校准)
- bit 6      **未实现:** 读为 0
- bit 5-2    **CHS<3:0>:** 模拟通道选择位  
 0000 = 通道 00 (AN0)  
 0001 = 通道 01 (AN1)  
 0010 = 通道 02 (AN2)  
 0011 = 通道 03 (AN3)  
 0100 = 通道 04 (AN4)  
 0101 = 通道 05 (AN5)  
 0110 = 通道 06 (AN6)  
 0111 = 通道 07 (AN7)  
 1000 = 通道 08 (AN8)  
 1001 = 通道 09 (AN9)  
 1010 = 通道 10 (AN10)  
 1011 = 通道 11 (AN11)  
 11xx = 未使用
- bit 1      **GO/DONE:** A/D 转换状态位  
当 ADON = 1 时:  
 1 = A/D 转换正在进行  
 0 = A/D 空闲
- bit 0      **ADON:** A/D 使能位  
 1 = 使能 A/D 转换器模块  
 0 = 禁止 A/D 转换器模块

# PIC18F87J93 系列

## 寄存器 2-2: ADCON1: A/D 控制寄存器 1

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
TRIGSEL	—	VCFG1	VCFG0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7							bit 0

### 图注:

R = 可读位                      W = 可写位                      U = 未实现位, 读为 0  
 -n = POR 时的值                1 = 置 1                              0 = 清零                              x = 未知

- bit 7            **TRIGSEL:** 特殊事件触发信号选择位  
 1 = 选择来自 CTMU 的特殊事件触发信号  
 0 = 选择来自 CCP2 的特殊事件触发信号
- bit 6            **未实现:** 读为 0
- bit 5            **VCFG1:** 参考电压配置位 (VREF- 电压源)  
 1 = VREF- (AN2)  
 0 = AVSS
- bit 4            **VCFG0:** 参考电压配置位 (VREF+ 电压源)  
 1 = VREF+ (AN3)  
 0 = AVDD
- bit 3-0        **PCFG<3:0>:** A/D 端口配置控制位:

PCFG<3:0>	AN11	AN10	AN9	AN8	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0010	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0011	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0100	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0101	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0110	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0111	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
1000	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A
1001	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A
1010	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A
1011	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A
1100	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A
1101	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A
1110	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A
1111	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

A = 模拟输入    D = 数字 I/O

## 寄存器 2-3:        **ADCON2: A/D 控制寄存器 2**

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	—	ACQT2	ACQT1	ACQT0	ADCS2	ADCS1	ADCS0
bit 7							bit 0

### 图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未实现位, 读为 0
-n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零
		x = 未知

bit 7        **ADFM:** A/D 结果格式选择位

1 = 右对齐

0 = 左对齐

bit 6        **未实现:** 读为 0

bit 5-3      **ACQT<2:0>:** A/D 采集时间选择位

111 = 20 TAD

110 = 16 TAD

101 = 12 TAD

100 = 8 TAD

011 = 6 TAD

010 = 4 TAD

001 = 2 TAD

000 = 0 TAD<sup>(1)</sup>

bit 2-0      **ADCS<2:0>:** A/D 转换时钟选择位

111 = FRC (时钟来自 A/D RC 振荡器) <sup>(1)</sup>

110 = FOSC/64

101 = FOSC/16

100 = FOSC/4

011 = FRC (时钟来自 A/D RC 振荡器) <sup>(1)</sup>

010 = FOSC/32

001 = FOSC/8

000 = FOSC/2

**注 1:** 如果为 A/D 选择了 FRC 时钟源, 在 A/D 时钟启动之前会加上一个 T<sub>cy</sub> (指令周期) 的延时。这允许在启动转换之前执行 SLEEP 指令。

# PIC18F87J93 系列

可通过软件选择将器件的正负电源电压（AVDD 和 AVSS）或 RA3/AN3/VREF+ 和 RA2/AN2/VREF- 引脚上的电压作为 A/D 转换的模拟参考电压。

A/D 转换器具有可在休眠状态下工作的特性。要在休眠模式下工作，A/D 转换时钟必须来自 A/D 的内部 RC 振荡器。

采样保持电路的输出是转换器的输入，A/D 转换器采用逐次逼近法得到转换结果。

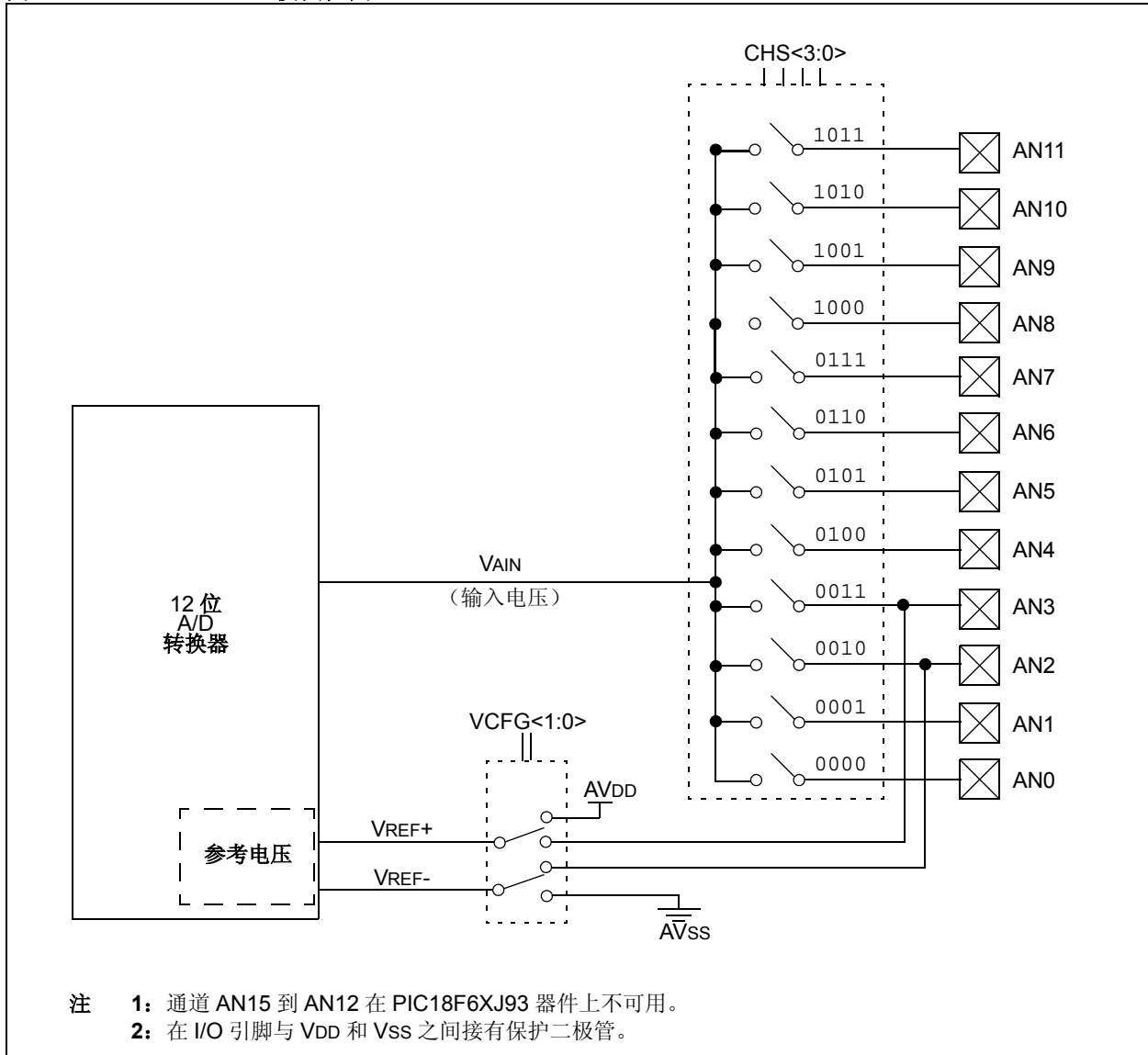
与 A/D 转换器相关的每个端口引脚都可以被配置为模拟输入或数字 I/O。ADRESH 和 ADRESL 寄存器保存 A/D 转换

的结果。当 A/D 转换完成时，结果被装入 ADRESH:ADRESL 寄存器对，GO/DONE 位（ADCON0<1>）被清零且 A/D 中断标志位 ADIF 被置 1。

器件复位将强制所有寄存器为复位状态。这将强制关闭 A/D 模块并中止任何正在进行的转换。上电复位时，ADRESH:ADRESL 寄存器对的值保持不变。上电复位后，这些寄存器的值不确定。

图 2-1 给出了 A/D 模块的框图。

图 2-1: A/D 模块框图 (1,2)





在根据需要配置好 A/D 模块之后，必须在转换开始之前对选定的通道进行采集。必须将模拟输入通道相应的 TRIS 位选择为输入。采集时间的确定，请参见第 2.1 节“**A/D 采集要求**”。采集时间一结束，即可启动 A/D 转换。可将采集时间编程设定在 GO/DONE 位置 1 和实际转换启动之间。

在执行 A/D 转换时应该遵循以下步骤：

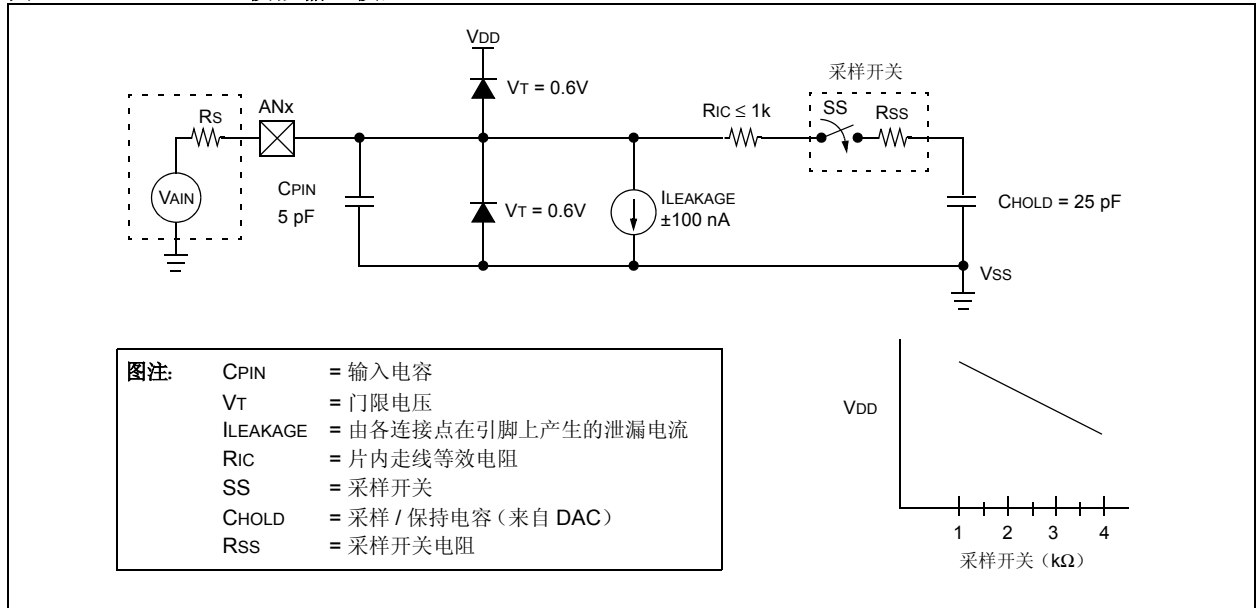
1. 配置 A/D 模块：

- 配置模拟引脚、参考电压和数字 I/O (ADCON1)
- 选择 A/D 输入通道 (ADCON0)
- 选择 A/D 采集时间 (ADCON2)
- 选择 A/D 转换时钟 (ADCON2)
- 开启 A/D 模块 (ADCON0)

2. 需要时，配置 A/D 中断：

- 清零 ADIF 位
  - 将 ADIE 位置 1
  - 将 GIE 位置 1
3. 如果需要，等待所需的采集时间。
4. 启动转换：  
• 将 GO/DONE 位 (ADCON0<1>) 置 1
5. 等待 A/D 转换完成，可通过以下两种方法之一判断转换是否完成：  
• 查询 GO/DONE 位是否被清零  
或  
• 等待 A/D 中断
6. 读取 A/D 结果寄存器 (ADRESH:ADRESL)，需要时将 ADIF 位清零。
7. 如需下一次进行 A/D 转换，返回步骤 1 或步骤 2。每位的 A/D 转换时间定义为 TAD。在下一次采集开始前需要等待至少 2 TAD 的时间。

图 2-2: 模拟输入模型



# PIC18F87J93 系列

## 2.1 A/D 采集要求

为了使 A/D 转换器达到规定的精度，必须使充电保持电容（CHOLD）充满至输入通道的电压值。模拟输入模型见图 2-2。信号源阻抗（Rs）和内部采样开关阻抗（Rss）直接影响为电容 CHOLD 充电所需的时间。采样开关阻抗值（Rss）随器件电压（VDD）不同而改变。信号源阻抗会影响模拟输入的失调电压（由于引脚泄漏电流的原因）。**模拟信号源的最大阻抗推荐值为 2.5 kΩ。**选择（改变）模拟输入通道后，必须对通道进行采样才能启动转换，采样时间必须大于最小采集时间。

**注：** 当启动转换时，要将保持电容与输入引脚断开。

可以使用公式 2-1 来计算最小采集时间。该公式假设误差为 1/2 LSb（A/D 转换需要 1,024 步）。1/2 LSb 的误差是 A/D 达到规定分辨率所能允许的最大误差。

公式 2-3 说明了所需的最小采集时间 TACQ 的计算过程。计算结果基于以下对应用系统的假设：

CHOLD	=	25 pF
Rs	=	2.5 kΩ
转换误差	≤	1/2 LSb
VDD	=	3V → Rss = 2 kΩ
温度	=	85°C（系统最大值）

### 公式 2-1: 采集时间

$$\begin{aligned} TACQ &= \text{放大器稳定时间} + \text{保持电容充电时间} + \text{温度系数} \\ &= TAMP + TC + TCOFF \end{aligned}$$

### 公式 2-2: A/D 最小充电时间

$$\begin{aligned} V_{HOLD} &= (V_{REF} - (V_{REF}/2048)) \cdot (1 - e^{-(Tc/CHOLD)(RIC + Rss + Rs)}) \\ \text{或} \\ TC &= -(CHOLD)(RIC + Rss + Rs) \ln(1/2048) \end{aligned}$$

### 公式 2-3: 计算所需要的最小采集时间

$$\begin{aligned} TACQ &= TAMP + TC + TCOFF \\ TAMP &= 0.2 \mu s \\ TCOFF &= (\text{温度} - 25^\circ\text{C})(0.02 \mu s/^\circ\text{C}) \\ &= (85^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})(0.02 \mu s/^\circ\text{C}) \\ &= 1.2 \mu s \end{aligned}$$

只有在温度 > 25°C 时才需要温度系数。当温度低于 25°C 时，TCOFF = 0 ms。

$$\begin{aligned} TC &= -(CHOLD)(RIC + Rss + Rs) \ln(1/2048) \mu s \\ &= -(25 \text{ pF})(1 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega + 2.5 \text{ k}\Omega) \ln(0.0004883) \mu s \\ &= 1.05 \mu s \\ TACQ &= 0.2 \mu s + 1 \mu s + 1.2 \mu s \\ &= 2.4 \mu s \end{aligned}$$

## 2.2 选择和配置自动采集时间

用户可以利用 **ADCON2** 寄存器选择采集时间，该采集时间发生在每次 **GO/DONE** 位置 1 之后。

当 **GO/DONE** 位被置 1 时，采样停止并启动转换。用户必须确保在选择所需的输入通道和将 **GO/DONE** 位置 1 之间已经过了所需的采集时间。这发生在 **ACQT<2:0>** 位 (**ADCON2<5:3>**) 保持在其复位状态 (000) 的情况下，与不提供可编程采集时间的器件相兼容。

如果需要，可设置 **ACQT** 位以便为 A/D 模块选择可编程采集时间。当 **GO/DONE** 位被置 1 时，A/D 模块会继续在选定采集时间内采样输入通道，然后自动启动一次转换。由于采集时间已被编程，因此没有必要在选择通道和将 **GO/DONE** 位置 1 之间等待一个采集时间。

在这两种情况下，当转换完成时，**GO/DONE** 位均被清零，**ADIF** 标志位均被置 1 并且 A/D 开始再次对当前选定的通道进行采样。如果采集时间已被编程，那么将不会有任何采集时间结束、转换开始的指示。

## 2.3 选择 A/D 转换时钟

每位的 A/D 转换时间定义为 **TAD**。每完成一次 12 位 A/D 转换需要 11 个 **TAD**。可用软件选择 A/D 转换的时钟源。

**TAD** 有以下 7 种可能的选择：

- 2 TOSC
- 4 TOSC
- 8 TOSC
- 16 TOSC
- 32 TOSC
- 64 TOSC
- 内部 RC 振荡器

为了实现正确的 A/D 转换，A/D 转换时钟 (**TAD**) 必须尽可能小，但它必须大于最小 **TAD**。

表 2-1 给出了器件在不同工作频率下和选择不同的 A/D 时钟源时得到的 **TAD**。

表 2-1: 不同器件工作频率下的 **TAD**

A/D 时钟源 ( <b>TAD</b> )		最高器件频率
工作状态	<b>ADCS&lt;2:0&gt;</b>	
2 TOSC	000	2.86 MHz
4 TOSC	100	5.71 MHz
8 TOSC	001	11.43 MHz
16 TOSC	101	22.86 MHz
32 TOSC	010	40.0 MHz
64 TOSC	110	40.0 MHz
RC <sup>(2)</sup>	x11	1.00 MHz <sup>(1)</sup>

- 注 1: RC 时钟源的典型 **TAD** 时间为 4  $\mu$ s。  
 注 2: 当器件工作频率高于 1 MHz 时，整个转换过程必须在休眠模式下进行，否则 A/D 转换精度可能超出规范。

## 2.4 配置模拟端口引脚

**ADCON1**、**TRISA**、**TRISF** 和 **TRISH** 寄存器控制 A/D 端口引脚的操作。必须将相应的 **TRIS** 位置 1 (输入) 才能将引脚配置为模拟输入引脚。如果将 **TRIS** 位清零 (输出)，则数字输出电平 (**VOH** 或 **VOL**) 将被转换。

A/D 转换操作与 **CHS<3:0>** 位和 **TRIS** 位的状态无关。

- 注 1: 当读取端口寄存器时，所有配置为模拟输入通道的引脚均读为零 (低电平)。配置为数字输入的引脚将按模拟输入进行转换。配置为数字输入的引脚上的模拟电平将被精确转换。
- 注 2: 定义为数字输入引脚上的模拟电平可能会导致数字输入缓冲器消耗的电流超出器件规范。

# PIC18F87J93 系列

## 2.5 A/D 转换

图 2-3 显示了在  $\overline{\text{GO/DONE}}$  位置 1 且  $\text{ACQT}\langle 2:0 \rangle$  位被清零后 A/D 转换器的工作状态。转换在下一条指令执行之后开始，以允许器件在转换开始之前进入休眠模式。

图 2-4 显示了在  $\overline{\text{GO/DONE}}$  位置 1， $\text{ACQT}\langle 2:0 \rangle$  位被设置为 010，且在转换开始之前选择 4 TAD 采集时间后 A/D 转换器的工作状态。

在转换期间清零  $\overline{\text{GO/DONE}}$  位将中止当前的 A/D 转换。不会用部分完成的 A/D 转换结果更新 A/D 结果寄存器对。这意味着  $\text{ADRESH:ADRESL}$  寄存器将仍然保存上一次的转换结果（或上一次写入  $\text{ADRESH:ADRESL}$  寄存器的值）。

在 A/D 转换完成或中止后，需要等待 2 个 TAD 才能开始下一次采集。等待时间一到，将自动开始对选定通道进行采集。

**注：** 不应在开启 A/D 模块的指令中将  $\overline{\text{GO/DONE}}$  位置 1。

## 2.6 CCP2 触发信号的使用

CCP2 模块的“特殊事件触发信号”可以启动 A/D 转换。这需要将  $\text{CCP2M}\langle 3:0 \rangle$  位 ( $\text{CCP2CON}\langle 3:0 \rangle$ ) 设置为 1011，并且使能 A/D 模块 ( $\overline{\text{ADON}}$  位置 1)。发生触发事件时， $\overline{\text{GO/DONE}}$  位被置 1，启动 A/D 采集和转换并将 Timer1（或 Timer3）计数器复位为 0。复位 Timer1（或 Timer3）可自动重复 A/D 采集周期，最大限度地降低了软件开销（将  $\text{ADRESH:ADRESL}$  内容传送到所需存储单元）。特殊事件触发信号将  $\overline{\text{GO/DONE}}$  位置 1（启动转换）之前，用户必须选择正确的模拟输入通道和最小采集周期，最小采集周期由用户设定或通过选择适当的  $\text{TACQ}$  时间来设定。

如果未使能 A/D 模块 ( $\overline{\text{ADON}}$  清零)，则特殊事件触发信号将被 A/D 模块忽略，但它仍会将 Timer1（或 Timer3）计数器复位。

图 2-3: A/D 转换 TAD 周期 ( $\text{ACQT}\langle 2:0 \rangle = 000$ ,  $\text{TACQ} = 0$ )

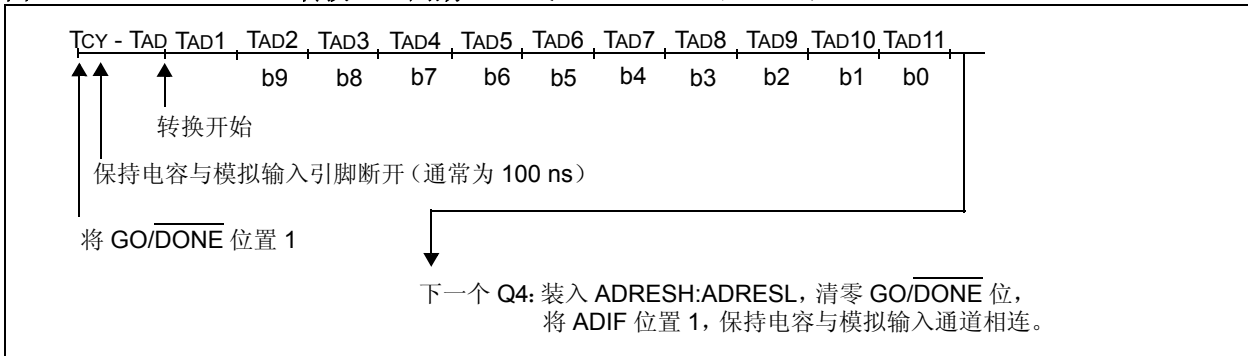
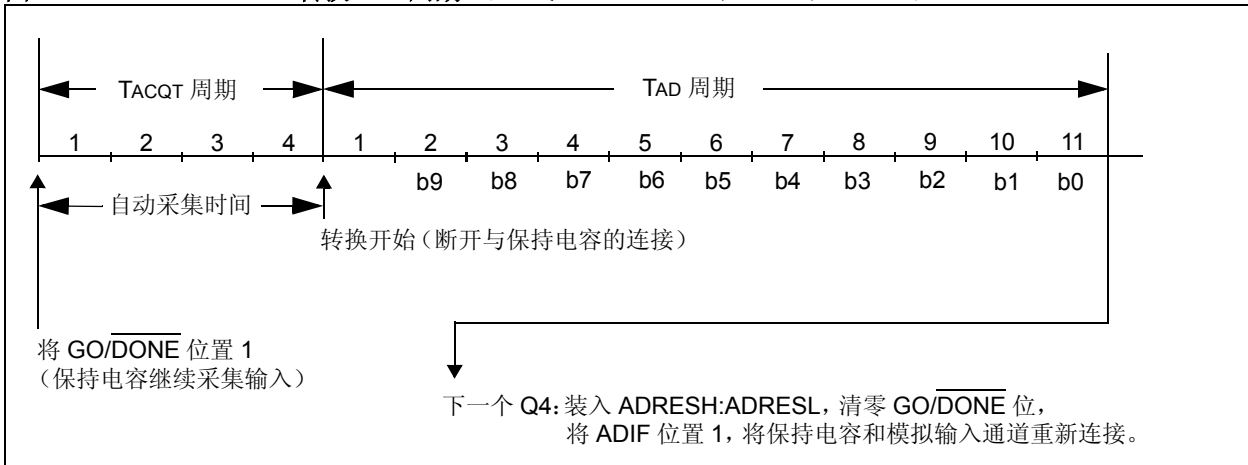


图 2-4: A/D 转换 TAD 周期 ( $\text{ACQT}\langle 2:0 \rangle = 010$ ,  $\text{TACQ} = 4 \text{ TAD}$ )



## 2.7 A/D 转换器校准

PIC18F87J93 系列器件中的 A/D 转换器包括自校准功能，能补偿模块中产生的任何偏移。校准过程是通过将 ADCAL 位 (ADCON0<7>) 置 1 启动并自动进行的。GO/DONE 位下次置 1 时，模块将执行“假”转换（这意味着不读输入通道），将结果值在内部存储起来以补偿偏移。这样可实现后续偏移的补偿。

校准过程假定器件处于相对稳态工作条件下。如果使用了 A/D 校准功能，应在每次器件复位后或工作条件有重大变化时执行校准操作。

## 2.8 在功耗管理模式下的操作

在功耗管理模式下，自动采集时间和 A/D 转换时钟的选择一定程度上可由时钟源和频率决定。

如果希望器件处于功耗管理模式时 A/D 继续工作，就应该根据要在功耗管理模式下使用的时钟对 ADCON2 中的 ACQT<2:0> 和 ADCS<2:0> 位进行更新。在进入功耗管理模式后（两种功耗管理运行模式之一），就可以开始 A/D 采集或转换。采集或转换开始以后，器件应继续使用与功耗管理模式相同的时钟源直到转换完成。如果需要，在转换期间也可以将器件置于相应的功耗管理空闲模式。

如果功耗管理模式的时钟频率小于 1 MHz，就应该选择 A/D RC 时钟源。

在休眠模式下工作需要选择 A/D RC 时钟。如果将 ACQT<2:0> 位设置为 000 并启动转换，转换将延时一个指令周期以允许执行 SLEEP 指令并进入休眠模式。OSCCON 寄存器中的 IDLEN 和 SCSx 位必须在启动转换之前已被清零。

表 2-2: A/D 寄存器汇总

名称	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	注
INTCON	GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF	2
PIR1	—	ADIF	RC1IF	TX1IF	SSPIF	—	TMR2IF	TMR1IF	2
PIE1	—	ADIE	RC1IE	TX1IE	SSPIE	—	TMR2IE	TMR1IE	2
IPR1	—	ADIP	RC1IP	TX1IP	SSPIP	—	TMR2IP	TMR1IP	2
PIR3	—	LCDIF	RC2IF	TX2IF	CTMUIF	CCP2IF	CCP1IF	RTCCIF	2
PIE3	—	LCDIE	RC2IE	TX2IE	CTMUIE	CCP2IE	CCP1IE	RTCCIE	2
IPR3	—	LCDIP	RC2IP	TX2IP	CTMUIP	CCP2IP	CCP1IP	RTCCIP	2
ADRESH	A/D 结果寄存器的高字节								2
ADRESL	A/D 结果寄存器的低字节								2
ADCON0	ADCAL	—	CHS3	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADON	2
ADCON1	TRIGSEL	—	VCFG1	VCFG0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	2
ADCON2	ADFM	—	ACQT2	ACQT1	ACQT0	ADCS2	ADCS1	ADCS0	2
CCP2CON	—	—	DC2B1	DC2B0	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	2
PORTA	RA7 <sup>(1)</sup>	RA6 <sup>(1)</sup>	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	2
TRISA	TRISA7 <sup>(1)</sup>	TRISA6 <sup>(1)</sup>	TRISA5	TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0	2
PORTF	RF7	RF6	RF5	RF4	RF3	RF2	RF1	—	2
TRISF	TRISF5	TRISF4	TRISF5	TRISF4	TRISF3	TRISF2	TRISF1	—	2

图注： — = 未实现，读为 0。A/D 转换不使用阴影单元。

注 1: 仅当内部振荡器被选为默认时钟源 (FOSC2 配置位 = 0) 时，RA<7:6> 及其相关的锁存和方向位才能被配置为端口引脚；否则，这些位将被禁止且读为 0。

2: 关于这些复位值，请参见《PIC18F87J90 系列数据手册》(DS39933B\_CN) 的第 4.0 节“复位”。

# PIC18F87J93 系列

---

注:

## 3.0 CPU 的特殊功能

- 注 1:** 本节只介绍不同于PIC18F87J90系列器件的 CPU 功能或额外的 CPU 功能。
- 2:** 关于配置位的更多详细信息，请参见《PIC18F87J90 系列数据手册》(DS39933B\_CN) 中的第 24.1 节“配置位”。

## 3.1 器件 ID 寄存器

器件 ID 寄存器是“只读”寄存器。它们可供器件编程器识别器件类型和版本之用，并且可以通过表读操作由固件读取。

**表 3-1: 器件 ID 寄存器**

寄存器名称		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	默认 / 未编程值 <sup>(1)</sup>
3FFF FEh	DEVID1	DEV2	DEV1	DEV0	REV4	REV3	REV2	REV1	REV0	xxxx xx <sup>(2)</sup>
3FFF Fh	DEVID2	DEV10	DEV9	DEV8	DEV7	DEV6	DEV5	DEV4	DEV3	0000 10x1 <sup>(2)</sup>

**图注:** x = 未知, - = 未实现。阴影单元未实现, 读为 0。

**注 1:** 这些值反映出厂时和上电复位后的未编程状态。在所有其他复位状态中, 配置字节保持原先的编程状态。

**2:** DEVID 值请参见寄存器 3-1 和寄存器 3-2。这些寄存器是只读寄存器, 用户不能对其进行编程。

# PIC18F87J93 系列

## 寄存器 3-1: DEVID1: PIC18F87J93 系列器件的器件 ID 寄存器 1

R	R	R	R	R	R	R	R
DEV2	DEV1	DEV0	REV4	REV3	REV2	REV1	REV0
bit 7							bit 0

**图注:**

R = 只读位

bit 7-5 **DEV<2:0>**: 器件 ID 位

111 = PIC18F87J93

110 = PIC18F86J93

011 = PIC18F67J93

010 = PIC18F66J93

bit 4-0 **REV<4:0>**: 版本 ID 位

这些位用于表明器件版本。

## 寄存器 3-2: DEVID2: PIC18F87J93 系列器件的器件 ID 寄存器 2

R	R	R	R	R	R	R	R
DEV10 <sup>(1)</sup>	DEV9 <sup>(1)</sup>	DEV8 <sup>(1)</sup>	DEV7 <sup>(1)</sup>	DEV6 <sup>(1)</sup>	DEV5 <sup>(1)</sup>	DEV4 <sup>(1)</sup>	DEV3 <sup>(1)</sup>
bit 7							bit 0

**图注:**

R = 只读位

bit 7-0 **DEV<10:3>**: 器件 ID 位<sup>(1)</sup>

这些位与器件 ID 寄存器 1 中的 DEV<2:0> 位一起用于标识器件编号。

0101 0000 = PIC18F87J93 系列器件

**注 1:** DEV<10:3> 的值可能会与其他器件系列相同。特定器件总是通过使用整个 DEV<10:0> 位序列来标识的。



## 4.0 电气特性

**注：** 除了一些基本数据外，本节只介绍 PIC18F87J93 系列器件不同于 PIC18F87J90 系列器件的规范。关于 PIC18F87J93 系列和 PIC18F87J90 系列器件共有的电气规范的详细信息，请参见《PIC18F87J90 系列数据手册》(DS39933B\_CN)。

### 绝对最大值 (†)

环境温度.....	-40°C 至 +100°C
储存温度.....	-65°C 至 +150°C
任一仅用作数字功能的 I/O 引脚或 $\overline{\text{MCLR}}$ 相对于 $V_{SS}$ 的电压 ( $V_{DD}$ 除外) .....	-0.3V 至 6.0V
任一数模组合引脚相对于 $V_{SS}$ 的电压 ( $V_{DD}$ 和 $\overline{\text{MCLR}}$ 除外) .....	-0.3V 至 ( $V_{DD} + 0.3V$ )
$V_{DDCORE}$ 引脚相对于 $V_{SS}$ 的电压 .....	-0.3V 至 2.75V
$V_{DD}$ 引脚相对于 $V_{SS}$ 的电压.....	-0.3V 至 3.6V
总功耗 (注 1) .....	1.0W
流出 $V_{SS}$ 引脚的最大电流.....	300 mA
流入 $V_{DD}$ 引脚的最大电流 .....	250 mA
PORTA<7:6>、PORTB 和 PORTC I/O 引脚的最大输出灌电流 .....	25 mA
PORTD、PORTE 和 PORTJ I/O 引脚的最大输出灌电流 .....	8 mA
PORTA<5:0>、PORTF、PORTG 和 PORTH I/O 引脚的最大输出灌电流 .....	2 mA
PORTA<7:6>、PORTB 和 PORTC I/O 引脚的最大输出拉电流 .....	25 mA
PORTD、PORTE 和 PORTJ I/O 引脚的最大输出拉电流 .....	8 mA
PORTA<5:0>、PORTF、PORTG 和 PORTH I/O 引脚的最大输出拉电流 .....	2 mA
所有端口的最大总灌电流 .....	200 mA

**注 1：** 功耗按如下公式计算：

$$P_{dis} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$$

**†注：** 如果运行条件超过了上述“绝对最大值”，即可能对器件造成永久性损坏。这仅是极限参数，我们不建议器件工作在极限值甚至超过上述极限值。器件长时间工作在极限条件下可能会影响其可靠性。

# PIC18F87J93 系列

图 4-1: 电压—频率关系图，使能稳压器（工业级）<sup>(1)</sup>

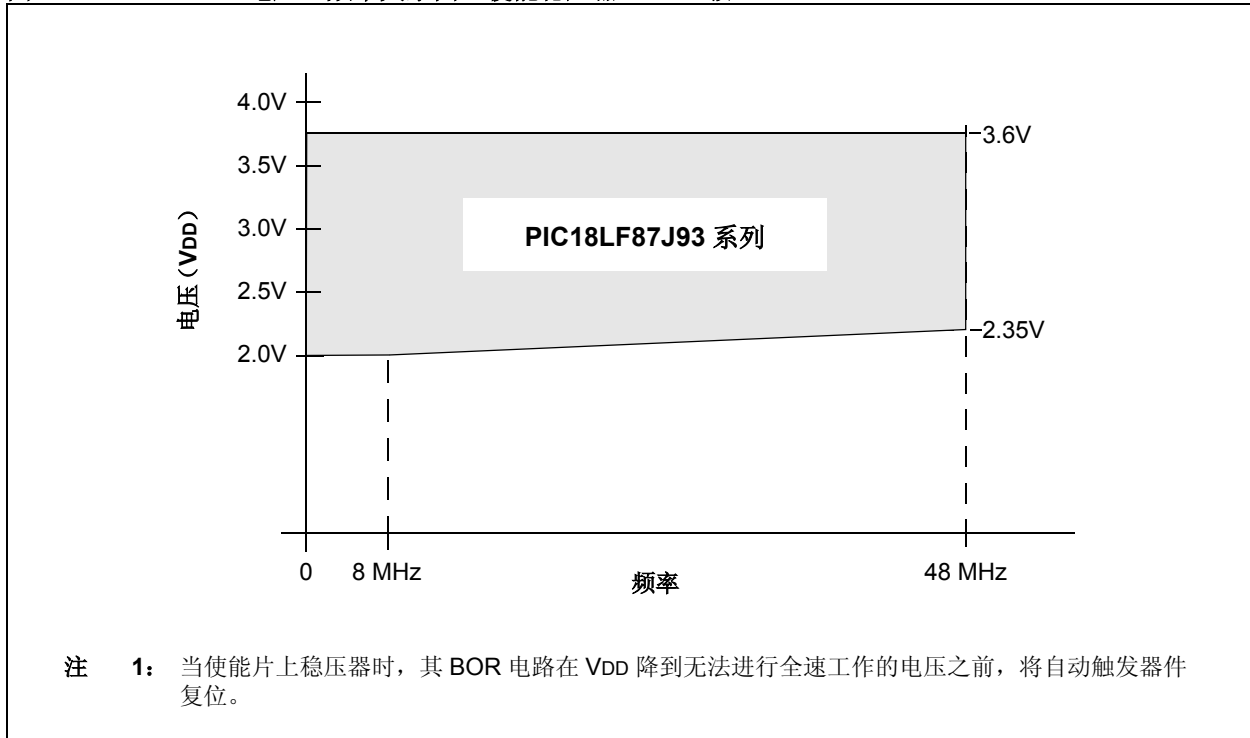
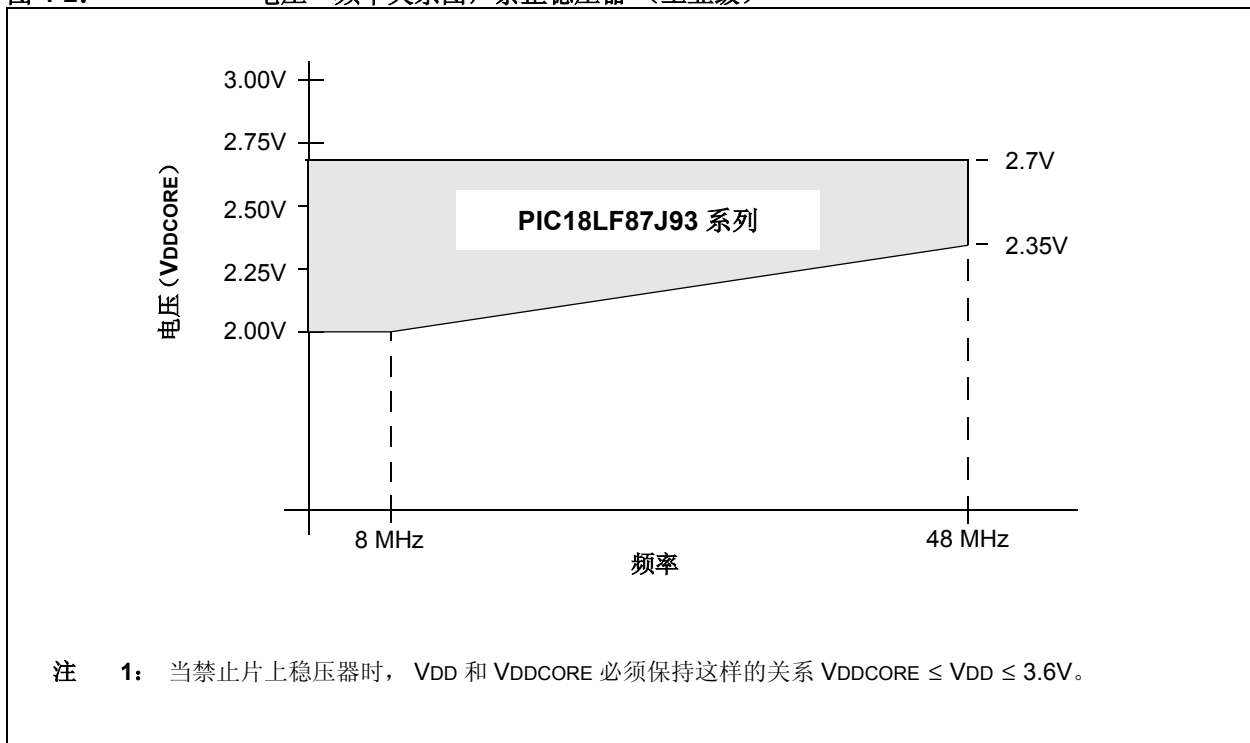


图 4-2: 电压—频率关系图，禁止稳压器（工业级）<sup>(1)</sup>



**表 4-1: A/D 转换器特性: PIC18F87J93 系列 (工业级)**

参数编号	符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	条件
A01	NR	分辨率	—	—	12	位	$\Delta V_{REF} \geq 3.0V$
A03	EIL	积分线性误差	—	$< \pm 1$	$\pm 2.0$	LSB	$\Delta V_{REF} \geq 3.0V$
A04	EDL	微分线性误差	—	$< \pm 1$	$\pm 1.5$	LSB	$\Delta V_{REF} \geq 3.0V$
A06	E <sub>OFF</sub>	失调误差	—	$< \pm 1$	$\pm 5$	LSB	$\Delta V_{REF} \geq 3.0V$
A07	E <sub>GN</sub>	增益误差	—	$< \pm 1$	$\pm 3$	LSB	$\Delta V_{REF} \geq 3.0V$
A10	—	单调性	保证 <sup>(1)</sup>			—	$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A20	$\Delta V_{REF}$	参考电压范围 ( $V_{REFH} - V_{REFL}$ )	3	—	$V_{DD} - V_{SS}$	V	适用于 12 位分辨率
A21	$V_{REFH}$	参考电压高电压	$V_{SS} + 3.0V$	—	$V_{DD} + 0.3V$	V	适用于 12 位分辨率
A22	$V_{REFL}$	参考电压低电压	$V_{SS} - 0.3V$	—	$V_{DD} - 3.0V$	V	适用于 12 位分辨率
A25	$V_{AIN}$	模拟输入电压	$V_{REFL}$	—	$V_{REFH}$	V	<b>注 2</b>
A30	$Z_{AIN}$	模拟信号源的推荐阻抗	—	—	2.5	k $\Omega$	
A50	$I_{REF}$	$V_{REF}$ 输入电流 <sup>(2)</sup>	—	—	5 150	$\mu A$ $\mu A$	在采集 $V_{AIN}$ 期间。 在 A/D 转换期间。

- 注 1:** A/D 转换结果不会因输入电压的增加而减小，并且不会丢失编码。
- 注 2:**  $V_{REFH}$  电流来自选择作为  $V_{REFH}$  源的 RA3/AN3/ $V_{REF+}$  引脚或  $V_{DD}$ 。 $V_{REFL}$  电流来自选择作为  $V_{REFL}$  源的 RA2/AN2/ $V_{REF-}$ / $V_{CVREF}$  引脚或  $V_{SS}$ 。

# PIC18F87J93 系列

图 4-3: A/D 转换时序

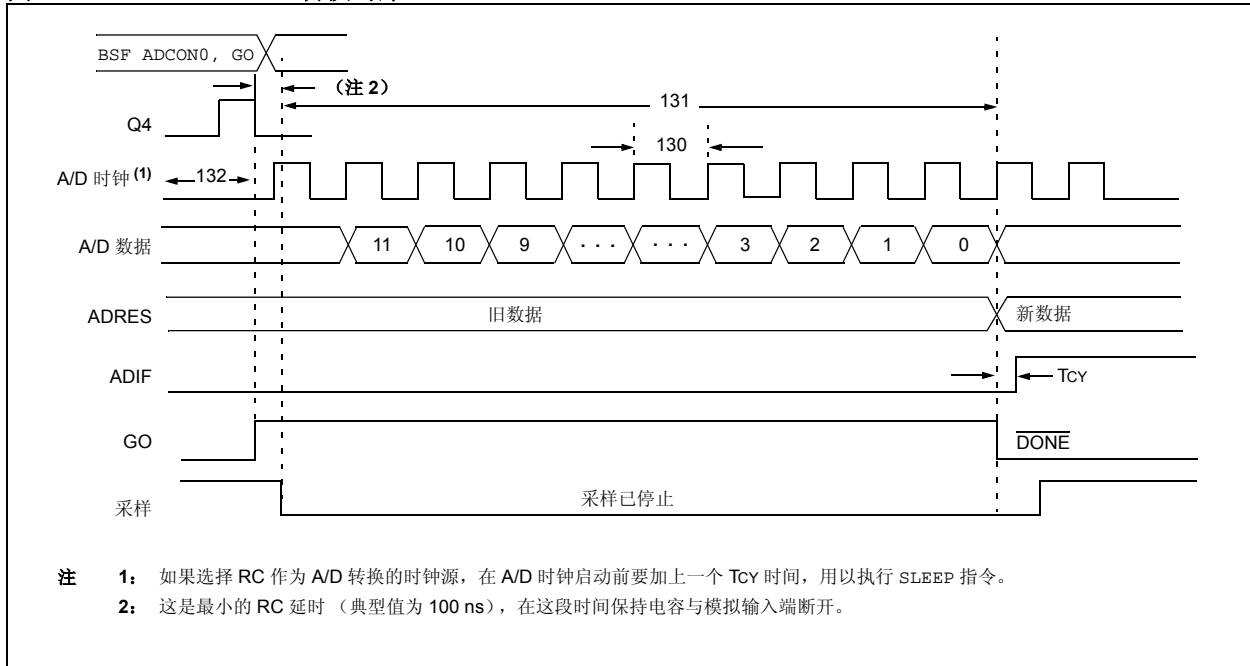


表 4-2: A/D 转换要求

参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	条件
130	TAD	A/D 时钟周期	0.8	12.5 <sup>(1)</sup>	$\mu\text{s}$	基于 TOSC, $V_{REF} \geq 3.0V$
131	TCNV	转换时间 (不包括采集时间) <sup>(2)</sup>	13	14	TAD	
132	TACQ	采集时间 <sup>(3)</sup>	1.4	—	$\mu\text{s}$	
135	TSWC	转换 → 采样的切换时间	—	(注 4)		
137	TDIS	电容放电时间	0.2	—	$\mu\text{s}$	

- 注 1: A/D 时钟周期取决于器件频率和 TAD 时钟分频比。  
 注 2: `ADRES` 寄存器可在下一个  $T_{CY}$  周期被读取。  
 注 3: 转换完成后当电压满量程变化时 ( $V_{DD}$  至  $V_{SS}$  或  $V_{SS}$  至  $V_{DD}$ ), 保持电容采集一个“新”输入电压所需的时间。在输入通道上的信号源阻抗 ( $R_S$ ) 为  $50\Omega$ 。  
 注 4: 在器件时钟的下一个周期。

## 5.0 封装信息

关于封装信息，请参见《PIC18F87J90 系列数据手册》  
(DS39933B\_CN)。

# PIC18F87J93 系列

---

注:

## 附录 A: 版本历史

### 版本 A (2009 年 6 月)

PIC18F87J93 系列器件的原始数据手册。

## 附录 B: 器件差异

表 B-1 给出了本数据手册中所列器件之间的差异。

**表 B-1: PIC18F87J93 系列器件差异**

特性	PIC18F66J93	PIC18F67J93	PIC18F86J93	PIC18F87J93
程序存储器 (字节)	64K	128K	64K	128K
程序存储器 (指令)	32768	65536	32768	65536
中断源	28	28	29	29
I/O 端口	端口 A, B, C, D, E, F, G	端口 A, B, C, D, E, F, G	端口 A, B, C, D, E, F, G, H, J	端口 A, B, C, D, E, F, G, H, J
捕捉 / 比较 / PWM 模块	2	2	2	2
增强型捕捉 / 比较 / PWM 模块	3	3	3	3
封装	64 引脚 TQFP	64 引脚 TQFP	80 引脚 TQFP	80 引脚 TQFP

# PIC18F87J93 系列

---

## 附录 C: 转换注意事项

本附录讨论器件从先前版本转换到本数据手册中所列版本时的注意事项。这些变化通常是由于所采用的工艺技术之间的差异引起的。此类转换的一个示例是从 PIC16C74A 升级到 PIC16C74B。

不适用

## 附录 D: 从基本器件移植到增强型器件

本节讨论如何从基本器件（如 PIC16C5X）移植到增强型 MCU 器件（如 PIC18FXXX）。

以下为在 PIC16C5X 单片机系列基础上所作的改进：

当前未提供



## 索引

### A

A/D	
A/D 转换器中断, 配置	31
ADCAL 位	35
ADCON0 寄存器	27
ADCON1 寄存器	27
ADCON2 寄存器	27
ADRESH 寄存器	27, 30
ADRESL 寄存器	27
CCP2 触发信号的使用	34
采集要求	32
概述	27
模拟端口引脚, 配置	33
配置模块	31
特殊事件触发信号 (CCP)	34
相关的寄存器	35
选择和配置自动采集时间	33
在功耗管理模式下的操作	35
转换	34
转换器特性	41
转换器校准	35
转换时钟 (TAD)	33
转换状态 (GO/DONE 位)	30
ADCAL 位	35
ADCON0 寄存器	27
GO/DONE 位	30
ADCON1 寄存器	27
ADCON2 寄存器	27
ADRESH 寄存器	27
ADRESL 寄存器	27, 30

### B

版本历史	45
比较 (CCP 模块)	
特殊事件触发信号	34
变更通知客户服务	4

### C

CPU 的特殊功能	37
产品标识体系	6
从基本器件移植到增强型器件	46

### D

电气特性	39
电压-频率关系图	
禁止稳压器, 工业级	40
使能稳压器, 工业级	40
读者反馈	5

### F

封装信息	43
------	----

### G

公式	
A/D 采集时间	32
A/D 最小充电时间	32
计算所需要的最小采集时间	32

### I

I/O 引脚说明	
PIC18F6XJ93	11
PIC18F8XJ93	18

### J

寄存器	
ADCON0 (A/D 控制 0)	27
ADCON1 (A/D 控制 1)	28
ADCON2 (A/D 控制 2)	29
DEVID1 (器件 ID 1)	38
DEVID2 (器件 ID 2)	38
绝对最大值	39

### K

勘误表	6
客户通知服务	4
客户支持	4
框图	
A/D	30
PIC18F66J93/67J93	9
PIC18F86J93/87J93	10
模拟输入模型	31

### M

Microchip 因特网网站	4
模数转换器。请参见 A/D。	

### Q

器件差异	45
器件概述	
特殊功能	7
特性 (64 引脚器件)	8
特性 (80 引脚器件)	8
详细特性	7

### S

时序图	
A/D 转换	42
时序图和规范	
A/D 转换要求	42

### T

特性汇总	
LCD 驱动器和键盘接口特性	1
单片机特性	2
低功耗	1
灵活的振荡器结构	1
器件概述	1
外设特点	1

### W

WWW 地址	4
WWW, 在线支持	6

### Y

引脚功能	
AVDD	26
AVDD	17
AVss	26
AVss	17
ENVREG	17, 26
LCDBIAS3	15, 22
MCLR	11, 18
OSC1/CLKI/RA7	11, 18
OSC2/CLKO/RA6	11, 18
RA0/AN0	11, 18
RA1/AN1/SEG18	11, 18
RA2/AN2/VREF-	11, 18

# PIC18F87J93 系列

RA3/AN3/VREF+ .....	11, 18	VDDCORE/VCAP .....	17, 26
RA4/T0CKI/SEG14 .....	11, 18	Vss .....	26
RA5/AN4/SEG15 .....	11, 18	Vss .....	17
RB0/INT0/SEG30 .....	12, 19	引脚图	
RB1/INT1/SEG8 .....	12, 19	PIC18F66J93/67J93 .....	3
RB2/INT2/SEG9/CTED1 .....	12, 19	PIC18F86J93/87J93 .....	4
RB3/INT3/SEG10/CTED2 .....	12, 19	因特网地址 .....	4
RB4/KBI0/SEG11 .....	12, 19	<b>Z</b>	
RB5/KBI1/SEG29 .....	12, 19	中断源	
RB6/KBI2/PGC .....	12, 19	A/D 转换完成 .....	31
RB7/KBI3/PGD .....	12, 19	转换注意事项 .....	46
RC0/T1OSO/T13CKI .....	13, 20		
RC1/T1OSI/CCP2/SEG32 .....	13, 20		
RC2/CCP1/SEG13 .....	13, 20		
RC3/SCK/SCL/SEG17 .....	13, 20		
RC4/SDI/SDA/SEG16 .....	13, 20		
RC5/SDO/SEG12 .....	13, 20		
RC6/TX1/CK1/SEG27 .....	13, 20		
RC7/RX1/DT1/SEG28 .....	13, 20		
RD0/SEG0/CTPLS .....	14, 21		
RD0/SEG1 .....	14		
RD1/SEG1 .....	21		
RD2/SEG2 .....	14, 21		
RD3/SEG3 .....	14, 21		
RD4/SEG4 .....	14, 21		
RD5/SEG5 .....	14, 21		
RD6/SEG6 .....	14, 21		
RD7/SEG7 .....	14, 21		
RE0/LCDBIAS1 .....	15, 22		
RE1/LCDBIAS2 .....	15, 22		
RE3/COM0 .....	15, 22		
RE4/COM1 .....	15, 22		
RE5/COM2 .....	15, 22		
RE6/COM3 .....	15, 22		
RE7/CCP2/SEG31 .....	15, 22		
RF1/AN6/C2OUT/SEG19 .....	16, 23		
RF2/AN7/C1OUT/SEG20 .....	16, 23		
RF3/AN8/SEG21/C2INB .....	16, 23		
RF4/AN9/SEG22/C2INA .....	16, 23		
RF5/AN10/CVREF/SEG23/C1INB .....	16, 23		
RF6/AN11/SEG24/C1INA .....	16, 23		
RF7/AN5/SS/SEG25 .....	16, 23		
RG0/LCDBIAS0 .....	17, 24		
RG1/TX2/CK2 .....	17, 24		
RG2/RX2/DT2/VLCAP1 .....	17, 24		
RG3/VLCAP2 .....	17, 24		
RG4/SEG26/RTCC .....	17, 24		
RH0/SEG47 .....	25		
RH1/SEG46 .....	25		
RH2/SEG45 .....	25		
RH3/SEG44 .....	25		
RH4/SEG40 .....	25		
RH5/SEG41 .....	25		
RH6/SEG42 .....	25		
RH7/SEG43 .....	25		
RJ0 .....	26		
RJ1/SEG33 .....	26		
RJ2/SEG34 .....	26		
RJ3/SEG35 .....	26		
RJ4/SEG39 .....	26		
RJ5/SEG38 .....	26		
RJ6/SEG37 .....	26		
RJ7/SEG36 .....	26		
VDD .....	26		
VDD .....	17		

## MICROCHIP 网站

Microchip 网站 ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的因特网浏览器即可访问。网站提供以下信息:

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及存档软件
- **一般技术支持**——常见问题 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

## 变更通知客户服务

Microchip 的客户通知服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时, 收到电子邮件通知。

欲注册, 请登录 Microchip 网站 [www.microchip.com](http://www.microchip.com), 点击“变更通知客户 (Customer Change Notification)”服务后按照注册说明完成注册。

## 客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助:

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (FAE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 (FAE) 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过<http://support.microchip.com>获得网上技术支持。

# PIC18F87J93 系列

---

---

## 读者反馈表

我们努力为您提供最佳文档，以确保您能够成功使用 Microchip 产品。如果您对文档的组织、条理性、主题及其他有助于提高文档质量的方面有任何意见或建议，请填写本反馈表并传真给我公司 TRC 经理，传真号码为 86-21-5407-5066。

请填写以下信息，并从下面各方面提出您对本文档的意见。

致： TRC 经理 总页数 \_\_\_\_\_  
关于： 读者反馈  
发自： 姓名 \_\_\_\_\_  
公司 \_\_\_\_\_  
地址 \_\_\_\_\_  
国家 / 省份 / 城市 / 邮编 \_\_\_\_\_  
电话 (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ 传真 (\_\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

应用 (选填):

您希望收到回复吗? 是 \_\_\_ 否 \_\_\_

器件: PIC18F87J93 系列 文献编号: DS39948A\_CN

问题:

1. 本文档中哪些部分最有特色?

---

---

2. 本文档是否满足了您的软硬件开发要求? 如何满足的?

---

---

3. 您认为本文档的组织结构便于理解吗? 如果不便于理解, 那么问题何在?

---

---

4. 您认为本文档应该添加哪些内容以改善其结构和主题?

---

---

5. 您认为本文档中可以删减哪些内容, 而又不会影响整体使用效果?

---

---

6. 本文档中是否存在错误或误导信息? 如果存在, 请指出是什么信息及其具体页数。

---

---

7. 您认为本文档还有哪些方面有待改进?

---

---

## 产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

器件编号	X	/XX	XXX
器件	温度范围	封装	模式
器件 (1,2)	PIC18F66J93, PIC18F66J93T PIC18F67J93, PIC18F67J93T PIC18F86J93, PIC18F86J93T PIC18F87J93, PIC18F87J93T		
温度范围	I = -40°C 至 +85°C (工业级)		
封装	PT = TQFP (薄型正方扁平封装)		
模式	QTP、SQTP、代码或特殊要求 (其他情况空白)		

**示例:**

a) PIC18F87J93-I/PT 301 = 工业级温度, TQFP 封装, QTP 模式 #301。

b) PIC18F87J93T-I/PT = 卷带式, 工业级温度, TQFP 封装。

**注** 1: F = 标准电压范围  
2: T = 卷带式



**MICROCHIP**

## 全球销售及服务中心

### 美洲

**公司总部 Corporate Office**  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 1-480-792-7200  
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:  
<http://support.microchip.com>  
网址: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

**亚特兰大 Atlanta**  
Duluth, GA

Tel: 678-957-9614  
Fax: 678-957-1455

**波士顿 Boston**  
Westborough, MA  
Tel: 1-774-760-0087  
Fax: 1-774-760-0088

**芝加哥 Chicago**  
Itasca, IL  
Tel: 1-630-285-0071  
Fax: 1-630-285-0075

**克里夫兰 Cleveland**  
Independence, OH  
Tel: 216-447-0464

Fax: 216-447-0643

**达拉斯 Dallas**  
Addison, TX  
Tel: 1-972-818-7423  
Fax: 1-972-818-2924

**底特律 Detroit**  
Farmington Hills, MI  
Tel: 1-248-538-2250  
Fax: 1-248-538-2260

**科科莫 Kokomo**  
Kokomo, IN  
Tel: 1-765-864-8360  
Fax: 1-765-864-8387

**洛杉矶 Los Angeles**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 1-949-462-9523  
Fax: 1-949-462-9608

**圣克拉拉 Santa Clara**  
Santa Clara, CA  
Tel: 408-961-6444  
Fax: 408-961-6445

**加拿大多伦多 Toronto**  
Mississauga, Ontario,  
Canada  
Tel: 1-905-673-0699  
Fax: 1-905-673-6509

### 亚太地区

**亚太总部 Asia Pacific Office**  
Suites 3707-14, 37th Floor  
Tower 6, The Gateway  
Harbour City, Kowloon  
Hong Kong  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

**中国 - 北京**  
Tel: 86-10-8528-2100  
Fax: 86-10-8528-2104

**中国 - 成都**  
Tel: 86-28-8665-5511  
Fax: 86-28-8665-7889

**中国 - 香港特别行政区**  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

**中国 - 南京**  
Tel: 86-25-8473-2460  
Fax: 86-25-8473-2470

**中国 - 青岛**  
Tel: 86-532-8502-7355  
Fax: 86-532-8502-7205

**中国 - 上海**  
Tel: 86-21-5407-5533  
Fax: 86-21-5407-5066

**中国 - 沈阳**  
Tel: 86-24-2334-2829  
Fax: 86-24-2334-2393

**中国 - 深圳**  
Tel: 86-755-8203-2660  
Fax: 86-755-8203-1760

**中国 - 武汉**  
Tel: 86-27-5980-5300  
Fax: 86-27-5980-5118

**中国 - 厦门**  
Tel: 86-592-238-8138  
Fax: 86-592-238-8130

**中国 - 西安**  
Tel: 86-29-8833-7252  
Fax: 86-29-8833-7256

**中国 - 珠海**  
Tel: 86-756-321-0040  
Fax: 86-756-321-0049

**台湾地区 - 高雄**  
Tel: 886-7-536-4818  
Fax: 886-7-536-4803

**台湾地区 - 台北**  
Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

**台湾地区 - 新竹**  
Tel: 886-3-6578-300  
Fax: 886-3-6578-370

### 亚太地区

**澳大利亚 Australia - Sydney**  
Tel: 61-2-9868-6733  
Fax: 61-2-9868-6755

**印度 India - Bangalore**  
Tel: 91-80-3090-4444  
Fax: 91-80-3090-4080

**印度 India - New Delhi**  
Tel: 91-11-4160-8631  
Fax: 91-11-4160-8632

**印度 India - Pune**  
Tel: 91-20-2566-1512  
Fax: 91-20-2566-1513

**日本 Japan - Yokohama**  
Tel: 81-45-471-6166  
Fax: 81-45-471-6122

**韩国 Korea - Daegu**  
Tel: 82-53-744-4301  
Fax: 82-53-744-4302

**韩国 Korea - Seoul**  
Tel: 82-2-554-7200  
Fax: 82-2-558-5932 或  
82-2-558-5934

**马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur**  
Tel: 60-3-6201-9857  
Fax: 60-3-6201-9859

**马来西亚 Malaysia - Penang**  
Tel: 60-4-227-8870  
Fax: 60-4-227-4068

**菲律宾 Philippines - Manila**  
Tel: 63-2-634-9065  
Fax: 63-2-634-9069

**新加坡 Singapore**  
Tel: 65-6334-8870  
Fax: 65-6334-8850

**泰国 Thailand - Bangkok**  
Tel: 66-2-694-1351  
Fax: 66-2-694-1350

### 欧洲

**奥地利 Austria - Wels**  
Tel: 43-7242-2244-39  
Fax: 43-7242-2244-393

**丹麦 Denmark-Copenhagen**  
Tel: 45-4450-2828  
Fax: 45-4485-2829

**法国 France - Paris**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

**德国 Germany - Munich**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

**意大利 Italy - Milan**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

**荷兰 Netherlands - Drunen**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

**西班牙 Spain - Madrid**  
Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

**英国 UK - Wokingham**  
Tel: 44-118-921-5869  
Fax: 44-118-921-5820

03/26/09