

# 创客训练营

技能训练 + 理论知识

# PIC单片机 应用技能实训

肖明耀 谢剑明 周兵 乔建伟 编著



附赠 1CD



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 创客训练营

# PIC单片机 应用技能实训

肖明耀 谢剑明 周兵 乔建伟 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书是《创客训练营》丛书之一。本书遵循“以能力培养为核心，以技能训练为主线，以理论知识为支撑”的编写思想，采用基于工作过程的任务驱动教学模式，以 PIC 单片机的 22 个任务实训课题为载体，使读者掌握 PIC 单片机的工作原理，学会 PIC 单片机的 C 语言程序设计，学会应用 MPLAB、MCC18 编程工具及其操作方法，从而提高 PIC 单片机工程应用技能。

本书由浅入深，通俗易懂，注重应用，便于创客学习和进行技能训练，可作为大中专院校机电类专业的理论与实训教材，也可作为技能培训教材，还可供相关工程技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

PIC 单片机应用技能实训/肖明耀等编著. —北京: 中国电力出版社, 2017. 4  
(创客训练营)

ISBN 978-7-5198-0417-6

I. ①P… II. ①肖… III. ①单片微型计算机—基本知识 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 031830 号

---

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 杨扬 (010-63412524)

责任校对: 王开云

装帧设计: 王英磊 左铭

责任印制: 蔺义舟

---

印 刷: 北京市同江印刷厂印刷

版 次: 2017 年 4 月第一版

印 次: 2017 年 4 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张: 15

字 数: 394 千字

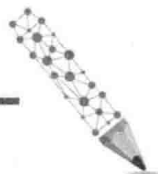
印 数: 0001—2000 册

定 价: 48.00 元

---

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换



## 前言

《创客训练营》是为了支持大众创新、万众创业，为创客实现创新提供技术支持的应用技能训练丛书。以培养学生实际综合动手能力为核心，采取以工作任务为载体的项目教学方式，淡化理论，强化应用方法和技能的培养。本书是《创客训练营》丛书之一。

单片机已经广泛应用于我们的生活和生产领域，飞机各种仪表控制、计算机网络通信、控制数据传输、工控过程的数据采集与处理，各种 IC 智能卡、电视、洗衣机、空调、汽车控制、电子玩具、医疗电子设备、智能仪表等均使用了单片机。

单片机是从事工业自动化、机电一体化的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式，介绍工作任务所需的 PIC 单片机基础知识和完成任务的方法，通过完成工作任务的实际技能训练提高读者单片机综合应用的技能和技巧。

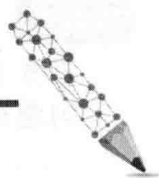
全书分为认识 PIC 单片机、学用 C 语言编程、PIC 单片机的输入/输出控制、突发事件的处理——中断、定时器与计数器及应用、单片机的串行通信、应用 LCD 模块、应用串行总线接口、模拟量处理、矩阵 LED 点阵控制、电机的控制、模块化编程 12 个项目，每个项目设有一个或多个训练任务，通过任务驱动技能训练，使读者快速掌握单片机的基础知识，增强 C 语言编程技能和 PIC 单片机程序设计方法与技巧。项目后面还设有习题，用于技能提高训练，以全面提高读者对 PIC 单片机的综合应用能力。

本书的基本实验及写作在清新、宁静的耶鲁大学里完成。

本书由肖明耀、谢剑明、周兵、乔建伟编著。本书得到深圳市科创委对深圳技师学院嵌入式创客实践室（项目编号：CKSJS2015093011233105）的支助，使本书的所有实训项目和写作得以顺利完成。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，请将意见发至 [xiaomingyao@963.net](mailto:xiaomingyao@963.net)，不胜感谢。

编者



## 目 录

前言

<b>项目一 认识 PIC 单片机</b> .....	1
任务 1 认识 PIC 系列单片机 .....	1
任务 2 学习 PIC 单片机开发工具 .....	11
习题 1 .....	35
<b>项目二 学用 C 语言编程</b> .....	36
任务 3 认识 C 语言程序 .....	36
任务 4 PIC 单片机仿真调试 .....	52
习题 2 .....	57
<b>项目三 单片机的输入/输出控制</b> .....	58
任务 5 LED 灯输出控制 .....	58
任务 6 LED 数码管显示 .....	67
任务 7 按键控制 .....	74
习题 3 .....	85
<b>项目四 突发事件的处理——中断</b> .....	86
任务 8 外部中断控制 .....	86
任务 9 中断加减计数控制 .....	99
习题 4 .....	102
<b>项目五 定时器、计数器及应用</b> .....	103
任务 10 单片机的定时控制 .....	103
任务 11 单片机的电子跑表设计 .....	116
任务 12 简易可调时钟控制 .....	123
习题 5 .....	131

<b>项目六</b>	<b>单片机的串行通信</b>	132
任务 13	单片机与 PC 间的串行通信	132
习题 6		146
<b>项目七</b>	<b>应用 LCD 模块</b>	147
任务 14	字符型 LCD 的应用	147
任务 15	液晶 12864 显示控制	161
习题 7		169
<b>项目八</b>	<b>应用串行总线接口</b>	170
任务 16	串行总线及应用	170
习题 8		178
<b>项目九</b>	<b>模拟量处理</b>	179
任务 17	模数转换	179
习题 9		192
<b>项目十</b>	<b>矩阵 LED 点阵控制</b>	193
任务 18	矩阵 LED 点阵驱动控制	193
任务 19	用 LED 点阵显示汉字	198
习题 10		205
<b>项目十一</b>	<b>电动机的控制</b>	206
任务 20	交流电机的控制	206
任务 21	步进电动机的控制	215
习题 11		219
<b>项目十二</b>	<b>模块化编程训练</b>	220
任务 22	模块化彩灯控制	220
习题 12		233

# 项目一 认识PIC单片机

## 学习目标

- (1) 了解 PIC 单片机的基本结构。
- (2) 了解 PIC 单片机的特点。
- (3) 学会使用单片机开发工具。

## 任务1 认识 PIC 系列单片机

## 基础知识

### 一、单片机

#### 1. 8051 单片机

将运算器、控制器、存储器、内部和外部总线系统、I/O 输入输出 (I/O) 接口电路等集成在一片芯片上组成的电子器件, 构成了单芯片微型计算机, 即单片机。它的体积小、质量轻、价格便宜, 为学习、应用和开发微型控制系统提供了便利。

8051 单片机的外形如图 1-1 所示。

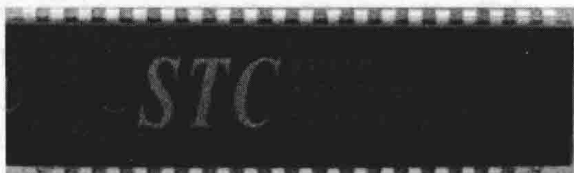


图 1-1 单片机

单片机是由单板机发展过来的, 将 CPU 芯片、存储器芯片、I/O 接口芯片和简单的 I/O 设备 (小键盘、LED 显示器) 等组装在一块印刷电路板上, 再配上监控程序, 就构成了一台单板微型计算机系统 (简称单板机)。随着技术的发展, 人们设想将计算机 CPU 和大量的外围设备集成在一个芯片上, 使微型计算机系统更小, 更适应工作复杂同时对体积要求严格的控制设备中, 由此产生了单片机。

Intel 公司按照这样的理念开发, 设计出具有运算器、控制器、存储器、内部和外部总线系统、I/O 输入输出接口电路的单片机, 其中最典型的是 Intel 的 8051 系列。

单片机经历了低性能初级探索阶段、高性能单片机阶段、16 位单片机升级阶段、微控制器的全面发展阶段 4 个阶段的发展。

(1) 低性能初级探索阶段 (1976—1978 年)。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表, 采用了单片结构, 即在一块芯片内含有 8 位 CPU、定时/计数器、并行 I/O 口、RAM 和 ROM 等, 主要用



于工业领域。

(2) 高性能单片机阶段 (1978—1982 年)。单片机带有串行 I/O 口, 8 位数据线, 16 位地址线, 可以寻址的范围达到 64K, 还有控制总线、较丰富的指令系统等, 推动单片机的广泛应用, 并不断地改进和发展。

(3) 16 位单片机升级阶段 (1982—1990 年)。16 位单片机除 CPU 为 16 位外, 片内 RAM 和 ROM 容量进一步增大, 增加字处理指令, 实时处理能力更强, 体现了微控制器的特征。

(4) 微控制器的全面发展阶段 (1990 年至今)。微控制器的全面发展阶段, 各公司的产品在尽量相互兼容的同时, 向高速、强运算能力、大寻址范围、强通信功能以及小巧廉价方面发展。

## 2. PIC 单片机

PIC (Peripheral Interface Controller) 单片机是由美国 Microchip (微芯) 公司推出的 PIC 单片机系列产品, 首先采用了精简指令 RISC 结构的嵌入式微控制器, 其高速度、低电压、低功耗、大电流 LCD 驱动能力和低价位 OTP 技术等体现出单片机产业的新趋势。PIC 单片机已有三种系列多种型号的产品问世, 所以在全球都可以看到 PIC 单片机从电脑的外设、家电控制、电信通信、智能仪器、汽车电子到金融电子各个领域的广泛应用。现今的 PIC 单片机已经是世界上最有影响力的嵌入式微控制器之一。

### 3. PIC 单片机的特点

- (1) I/O 口具有 20mA 的驱动能力。
- (2) 内置 EEPROM。
- (3) 3 路定时器。
- (4) 3 个可编程外部中断。
- (5) 4 个输入电平变化中断。
- (6) 2 个捕捉/比较/PWM (CCP) 模块, 其中一个具有自动关闭功能。
- (7) 增强型捕捉/比较/PWM (ECCP) 模块 (仅 40/44 引脚器件)。
- (8) 最多 13 路通道的 10 位模数转换模块 (A/D)。
- (9) I2C、SPI、USART、USB、CAN 总线接口。
- (10) WDT (看门狗)。
- (11) 支持休眠的低功耗模式。
- (12) 8 位并行从属端口。

### 4. PIC 单片机振荡器结构

- (1) 4 种晶振模式, 频率高达 40MHz。
- (2) 4 倍频锁相环 (可用于晶振和内部振荡器)。
- (3) 两种外部 RC 模式, 频率最高为 4MHz。
- (4) 两种外部时钟模式, 频率最高为 40MHz。
- (5) 内部振荡器电路。
  - 1) 8 个可由用户选择的频率, 31kHz~8MHz。
  - 2) 在和 PLL 结合使用时提供较宽的时钟频率范围, 31kHz~32MHz。
  - 3) 用户可对该电路进行调节以补偿频率漂移。
- (6) 辅助振荡器使用 Timer1 (工作频率为 32kHz)。
- (7) 故障保护时钟监视器, 当外设时钟停止时可使器件安全断电。

### 5. 单片机的发展趋势

随着大规模集成电路及超大规模集成电路的发展, 单片机将向更深层次发展。



(1) 高集成度。一片单片机内部集成的 ROM/RAM 容量增大,增加了电闪存储器,具有掉电保护功能,并且集成了 A/D 与 D/A 转换器、定时器/计数器、系统故障监测和 DMA 电路等。

(2) 引脚多功能化。随着芯片内部功能的增强和资源的丰富,一脚多用的设计方案日益显示出其重要地位。

(3) 高性能。这是单片机发展所追求的一个目标,更高的性能将会使单片机应用系统设计变得更加简单、可靠。

(4) 低功耗。这将是未来单片机发展所追求的一个目标,随着单片机集成度的不断提高,由单片机构成的系统体积越来越小,低功耗将是设计单片机产品时首先考虑的指标。

## 二、PIC 单片机

### 1. PIC 单片机的结构

PIC 单片机结构中包含运算器、控制器、片内存储器、5 个 I/O 口、定时器/计数器、中断系统、振荡器等功能部件,如图 1-2 所示。

### 2. PIC 系列单片机命名

单片机微处理器又称 MPU,是计算机的运算控制中心,由运算器、控制器及中断控制电路等几部分组成。CPU 字长有 4 位、8 位、16 位和 32 位,字长越长运算速度越快,数据处理能力也越强。PIC 系列单片机为满足市场需求,生产品有 8 位、16 位、32 位等 3 个系列的单片机。

PIC 单片机型号命名规则如下:

PIC	XX	XXX	XXX	(X)	-XX	X	/XX
1	2	3	4	5	6	7	8

(1) 前缀。PIC Microchip 公司产品代号,特别的系列,dsPIC 为集成 DSP 功能的新型 PIC 单片机

(2) 系列号。系列号 10、12、16、18、24、30、33、32,其中:

1) PIC10、PIC12、PIC16、PIC18 为 8 位单片机。

2) PIC24、dsPIC30、dsPIC33 为 16 位单片机。

3) PIC32 为 32 位单片机。

(3) 器件型号(类型)。

1) C CMOS 电路;

2) CR CMOS ROM;

3) LC 小功率 CMOS 电路;

4) LCS 小功率保护;

5) AA 1.8V;

6) LCR 小功率 CMOS ROM;

7) LV 低电压;

8) F 快闪可编程存储器;

9) HC 高速 CMOS;

10) FR FLEX ROM。

(4) 改进类型或选择。

54A、58A、61、62、620、621、622、63、64、65、71、73、74、42、43、44 等。

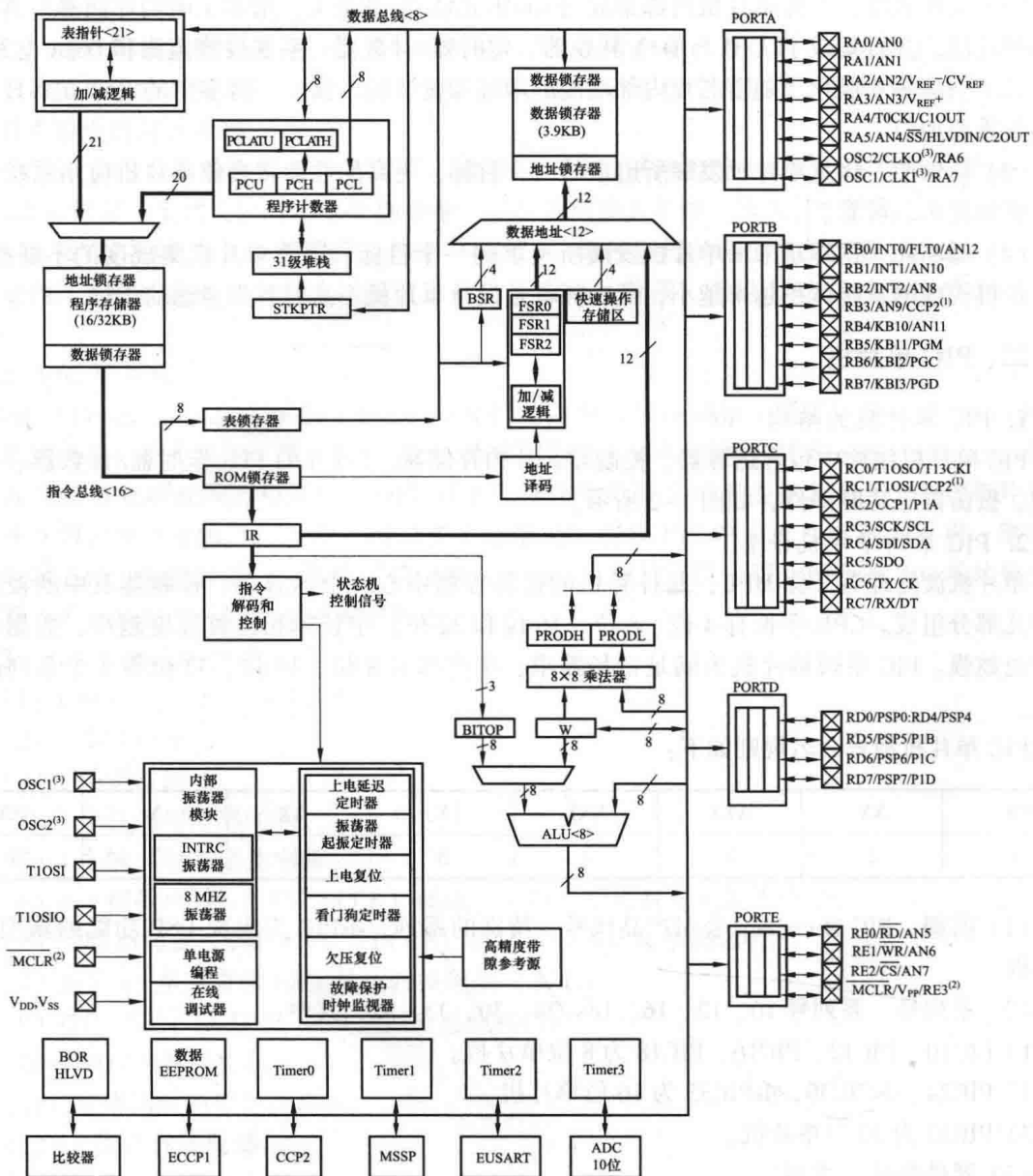


图 1-2 PIC 单片机内部结构图

(5) 晶体标示。

1) LP 小功率晶体。

2) RC 电阻电容。

3) XT 标准晶体/振荡器。

4) HS 高速晶体。

(6) 频率标示。

-02 2MHz。

-04 4MHz。

-10 10MHz。

-16 16MHz。

-20 20MHz。

-25 25MHz。

-33 33MHz。

(7) 温度范围。

1) 空白 0~70℃。

2) I -45~85℃。

3) E -40~125℃。

(8) 封装形式。

1) L PLCC 封装；

2) JW 陶瓷熔封双列直插，有窗口；

3) P 塑料双列直插；

4) PQ 塑料四面引线扁平封装；

5) W 大圆片；

6) SL 14 腿微型封装-150mil；

7) JN 陶瓷熔封双列直插，无窗口；

8) SM 8 腿微型封装-207mil；

9) SN 8 腿微型封装-150mil；

10) VS 超微型封装 8mm×13.4mm；

11) SO 微型封装-300mil；

12) ST 薄型缩小的微型封装-4.4mm；

13) SP 横向缩小型塑料双列直插；

14) CL 68 腿陶瓷四面引线，带窗口；

15) SS 缩小型微型封装；

16) PT 薄型四面引线扁平封装；

17) TS 薄型微型封装 8mm×20mm；

18) TQ 薄型四面引线扁平封装。

### 3. PIC18 系列

PIC18F2420/2520/4420/4520 系列还引进了增强型设计，使得该系列单片机成为许多高性能和节能应用的明智选择。该系列具备所有 PIC18 单片机固有的优点——优惠的价格和出色的计算性能，还具有高耐久性和增强型闪存程序存储器。

PIC18 单片机系列如下。

1) PIC18F2420 PIC18LF2420；

2) PIC18F2520 PIC18LF2520；

3) PIC18F4420 PIC18LF4420；

4) PIC18F4520 PIC18LF4520。

F 为快闪可编程存储器类型，LF 为低电压快闪可编程存储器类型。

(1) 采用纳瓦技术。PIC18F2420/2520/4420/4520 系列的所有器件采用纳瓦技术，具有一系列能在工作时显著降低功耗的功能。主要包括以下几项。

- 备用运行模式：通过将 Timer1 或内部振荡器模块作为单片机时钟源，可使代码执行时的功耗大约降低 90%。

- 多种空闲模式：单片机还可工作在其 CPU 内核禁止而外设仍然运行的情况下。处于这



些状态时,功耗能降得更低,只有正常工作时的4%。

- 动态模式切换:在器件工作期间可由用户代码调用该功耗管理模式,允许用户将节能的理念融入到其应用软件设计中。

- 较低的关键模块功耗:Timer1和看门狗定时器模块的功耗需求可降到最低。

(2) 多个振荡器选项。PIC18F2420/2520/4420/4520系列的所有器件提供10种不同的振荡器选项,使用户在开发应用硬件时有很大的选择范围。这些选项如下。

- 四种晶振模式,使用晶振或陶瓷谐振器。

- 两种外部时钟模式,提供使用两个引脚(振荡器输入引脚和四分频时钟输出引脚)或一个引脚(振荡器输入引脚,四分频时钟输出引脚重新分配为通用I/O引脚)的选项。

- 两种外部RC振荡器模式,具有与外部时钟模式相同的引脚选项。

- 一个内部振荡器模块,它提供一个8MHz的时钟源和一个内部RC时钟源(振荡频率大约为31kHz),以及6种用户可选择的时钟频率范围(125kHz~4MHz)。因此共有8种时钟频率可供选择。此选项可以空出两个振荡器引脚作为额外的通用I/O引脚。

- 一个锁相环(Phase Lock Loop, PLL)倍频器,可用于高速晶振和内部振荡器模式,使时钟速度可高达40MHz。PLL和内部振荡器配合使用,可以向用户提供频率范围为31kHz~32MHz的时钟,而且不需要使用外部晶振或时钟电路。

除了可被用作时钟源,内部振荡器模块还提供了一个稳定的参考源,增加了以下功能,以使器件更安全地工作。

1) 故障保护时钟监视:该选项不停地监视主时钟源,将其与内部振荡器提供的参考信号作比较。如果主时钟发生了故障,单片机会将时钟源切换到内部时钟模块,使器件可继续低速工作或安全地关机。

2) 双速启动:该功能允许在上电复位或从休眠模式唤醒时将内部振荡器用作时钟源,直到主时钟源可正常工作为止。

(3) 其他特性。存储器耐久性:程序存储器和数据EEPROM的增强型闪存单元经评测,能经受数千次擦/写,程序存储器高达100000次,EEPROM高达1000000次。如果不刷新,数据保存期保守地估计在40年以上。

- 自编程性:这些器件能在内嵌软件的控制下对各自的程序存储空间进行写操作。通过使用位于受保护的引导区(程序存储器顶端)中的自举程序,应用程序在现场可实现自我更新。

- 扩展指令集:PIC18F2420/2520/4420/4520系列在PIC18指令集的基础上进行了扩展,添加了8条新指令和变址寻址模式。此扩展可以使用一个器件配置选项使能,它是为优化重入代码而特别设计的,这些代码是使用高级语言(如C语言)开发的。

- 增强型CCP模块:在PWM模式下,该模式提供1、2或4个调制输出来控制半桥和全桥驱动器。其他功能包括自动断电(自动断电能在中断或其他条件下禁止PWM输出)和自动重启(自动重启能在禁止条件被清除时再次激活输出)。

- 增强型可寻址USART:此串行通信模块可进行标准的RS-232通信,并支持LIN总线协议。其他增强的功能包括自动波特率检测和精度更高的16位波特率发生器。当单片机使用内部振荡器模块时,USART为与外界通信的应用程序提供稳定的通信方式,而不需要使用外部晶振,也无须额外的功耗。

- 10位A/D转换器:该模块具备可编程采集时间,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。

● 扩展的看门狗定时器 (WDT): 该增强的看门狗定时器添加了 16 位预分频器, 扩展了超时周期范围, 在整个工作电压和温度范围内保持稳定。

(4) PIC18 系列中各产品的具体信息。PIC18F2420/2520/4420/4520 系列中的器件具有 28 引脚和 40/44 引脚两种封装形式。这两类器件在以下 5 个方面存在差异。

- 1) 闪存程序存储器 (PIC18F2420/4420 器件为 16KB, PIC18F2520/4520 器件为 32KB)。
- 2) A/D 通道 (28 引脚器件有 10 路通道, 40/44 引脚器件有 13 路通道)。
- 3) I/O 端口 (28 引脚器件上有 3 个双向端口, 40/44 引脚器件上有 5 个双向端口)。
- 4) CCP 和增强型 CCP (28 引脚器件有 2 个标准 CCP 模块, 40/44 引脚器件有 1 个标准 CCP 模块和 1 个 ECCP 模块)。

5) 并行从动端口 (仅 40/44 引脚器件上存在)。

(5) PIC18F4520DIP40 封装引脚图如图 1-3 所示。

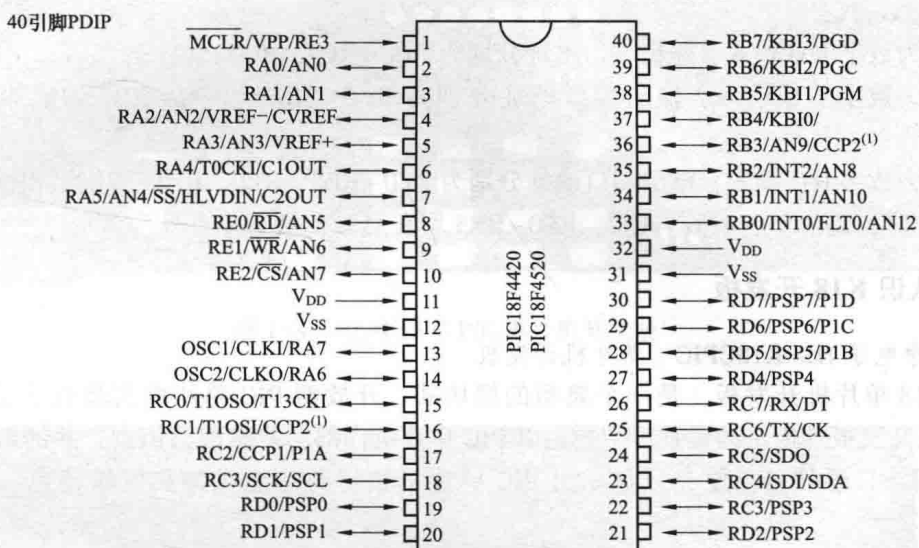


图 1-3 PIC18F4520DIP40 封装引脚图

1) 电源和地线引脚。

引脚 11、32,  $V_{DD}$  电源正极引脚。

引脚 12、31,  $V_{SS}$  电源负极引脚。

2) 时钟振荡器输入/输出引脚。

引脚 13: 振荡器晶振或外部时钟输入。

在配置为 RC 模式时为 ST 缓冲器输入, 否则为模拟输入。

外部时钟源输入总是与 OSC1 引脚功能复用。

通用 I/O 引脚。

引脚 14: 振荡器晶振或时钟输出。

振荡器晶振输出: 在晶振模式下, 连接晶振或谐振器。

在 RC 模式下, OSC2 引脚输出 CLKO 信号, 该信号频率是 OSC1 上振荡信号的 4 分频, 等于指令周期的倒数。

通用 I/O 引脚。

3) 复位信号和编程输入引脚。

引脚 1: 主清零 (输入) 或编程电压 (输入)。

主清零（复位）输入。此引脚为低电平时，器件复位。

编程电压输入。

数字输入，该引脚作为数字量输入引脚时，为 RE3。

4) 输入/输出端口和第二、第三功能引脚。

PIC18F4520 具有 5 个输入、输出端口，分别是 RA、RB、RC、RD、RE。

RA 作为数字 I/O 输入、输出端口地址分别为 RA0~RA7，RA0、RA1、RA2、RA3 作为模拟量输入端口时，是 AN0、AN1、AN2、AN3。RA4、RA5、RA6、RA7 均有第二、第三功能。RA4 为 RA4/T0CKI/C1OUT，作为 RA4 时，是通用的输入、输出；作为 T0CKI 时，是 Timer0 外部时钟输入；作为 C1OUT 时，是 Comparator1 比较器 1 的输出。

RB 作为数字 I/O 输入、输出端口地址分别为 RB0~RB7，RB0、RB1、RB2、RB3 作为模拟量输入端口时，是 AN12、AN10、AN8、AN9。RB4、RB5、RB6、RB7 均有第二、第三功能。

RC 作为数字 I/O 输入、输出端口地址分别为 RC0~RC7，RC0~RC7 均有第二、第三功能。

RD 作为数字 I/O 输入、输出端口地址分别为 RD0~RD7，RD0~RD7 均有第二、第三功能。

RE 作为数字 I/O 输入、输出端口地址分别为 RE0~RE3，RE0、RE1、RE2、RE3 作为模拟量输入端口时，是 AN5、AN6、AN7，RE0~RE3 均有第二、第三功能。

### 三、认识 K18 开发板

#### 1. 慧净电子 HL-K18CPIC 单片机开发板

HL-K18 单片机开发板，是一个典型的模块式、开放型 PIC 单片机实验教学系统。HL-K18 单片机开发板各模块的设置，主要是以 PIC 单片机内部功能特性为依据，并加入了一些很常用的外围接口器件，以便充分显示出 PIC 单片机独特的功能优势和模块特色。如图 1-4 所示。

HL-K18 单片机开发板功能区划分如图 1-5 所示。

根据人们的学习特点，从培养实践应用技能和开发产品能力的基础出发，同时，也是在吸收了国外 Microchip 公司同类产品的基础上，HL-K18 单片机开发板引入独特的设计思想，采用面向对象式解决方案，倡导开放型、设计型和综合型的实验理念，强调以学习者为主体，在基本结构框架下，留给大家充分发挥的余地和创新的技术空间。HL-K18 单片机开发板可以从 PIC 单片机基本验证性实验到开发拓展性、系统性实验，为用户开发应用和创新设计提供了一个多功能的实验平台。

基于 HL-K18 单片机开发板，各类工程技术人员可以轻松地构建各类实际应用系统，根据自己设计的线路，采用简单的接插连接方式，能够形成独特而又个性化的设计方案，无须再进行制版加工、线路焊接和排除故障。学习者可以把更多的时间和精力用于系统的设计和软件开发，极大地提高工作效率。

#### 2. K18 单片机综合开发系统主要特点

(1) 板载 USB 接口的 PICKIT2 在线编程仿真器，不但可以对几百种 PIC 单片机进行在线编程，而且还可以对其进行在线仿真，仿真器是初学者和专业开发者的必选，可以帮助其迅速查找程序中的错误，轻松跨过单片机开发中最困难的“程序排错”阶段。

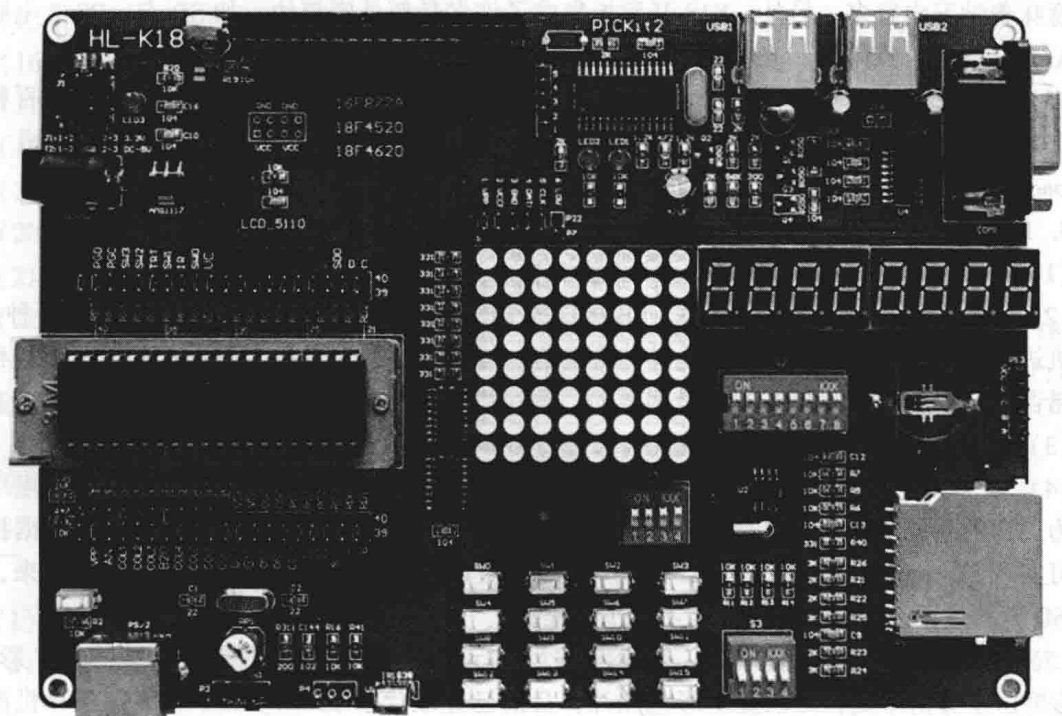


图 1-4 HL-K18 C PIC 单片机开发板

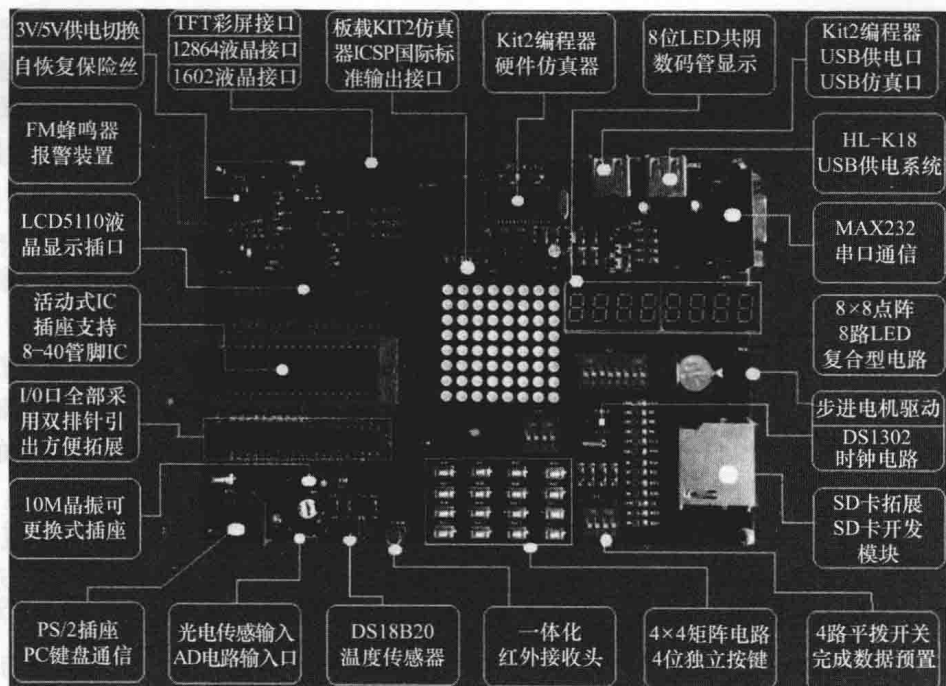


图 1-5 IL-K18 PIC 单片机开发板功能区划分



(2) 20合1。K18开发板是目前集成模块数最多的开发板之一，集成有20个模块，模块多，意味着学习内容多。另外，K18开发板集成了许多最新外围模块，如SD卡、PS/2电脑键盘、A/D转换器、点阵管、光电转速仪、TFT真彩屏、USB等。

(3) 同时支持多种单片机开发。支持PIC单片机（40脚及以下PICKIT2支持的几百种型号）、51单片机（需要购买51增强包，STC公司40脚及以下全部型号）、AVR单片机（带BootLoader的AVR单片机增强包）的最新超强专业开发板。

### 3. K18板载资源

(1) PS/2PC键盘口。与PC机标准键盘相连。

(2) USB编程、USB仿真。板载USB接口的PICKIT2在线编程仿真器，可以对几百种PIC单片机进行在线编程和仿真，特别是其仿真功能，可以帮助初学者和专业开发者迅速查找程序中的错误，轻松跨过单片机开发中最困难的“程序排错”阶段。

(3) USB数据接口。和18F4550配合可进行USB数据传送实验。

(4) SD卡模块。SD卡是目前应用最广泛的廉价外置存储器。单片机应用SD卡，可以方便地为用户的系统增加超大容量的外置存储器，可用于长时间记录数据等，与USB数据接口配合可实现SD卡读卡器功能；与TFT彩屏配合，可以将SD卡储存的彩色照片显示出来，在熟悉SD卡的过程，用户将很好地学习SPI编程。

(5) 12864+TFT彩屏复合模块。支持市场上流行的12864液晶屏，支持本站的TFT彩屏。TFT彩屏由于分辨率高，可以显示彩色照片，目前已经取代了12864。TFT彩屏是单片机深入学习阶段的必选项目。

(6) 8×8 LED点阵管配合8路LED复合模块。巧妙的设计使它既可作为8×8 LED点阵显示，也可作为普通8路LED显示。甚至还兼有带4相步进电机相序指示器和4路直流电动机、4路继电器状态指示器功能。

(7) 输入安全电源模块（支持USB双供电）。既可以插直径3.5mm的圆形电源插头，对使用的电源不挑剔，DC5V的电源均可使用，也可以用USB线供电，或ICD2供电，带过流过载保护电路。USB线供电时，可以进行USB双供电，为大功率实验的进行提供了有力的保证。

(8) RS232串口。实现与PC机之间的通信。

(9) 4×4矩阵键盘配合4路独立按键复合模块的巧妙的设计，使它既可作为4×4点阵键盘，也可作为4路独立按键，键盘位置经科学排列，可完成查询、中断、电平中断等键盘编程。

(10) 多功能模拟A/D、光电测速输入口。独特的设计，使它成为一个强大的模拟信号输入接口，与PIC单片机内置模/数转换器配合，不但可进行内部电源电压测试、外部输入交直流信号测试，还可与各种模拟传感器连接，特别是可以和光电开关连接，组成高精度的实用的转速表。

(11) 多功能电动机、继电器驱动口。可驱动一只4相步进电动机，或4台直流电动机，或4个继电器。带4相步进电动机相序指示器和4路直流电动机、4路继电器状态指示器，用户可了解这些设备的实时状态，方便直观。

(12) DS1302时钟。常见的SPI串行时钟芯片，可方便地完成数字时钟之类应用的编程。带3V锂电池，系统断电后，由该电池为DS1302芯片供电，保证系统日期、时间不受断电影响。

(13) 4位一体化数码管。可以完成计数器、秒表、电子钟等实验。

(14) 4路DIP平拨开关输入：可完成数字量预置。



(15) 5V 和 3.3V 双供电。可适用于传统的 5V 方案，也可以适应现在越来越多的 3.3V 方案，PIC 开发更方便、实用。

(16) DS18B20 接口。可与当今最流行的一线串行温度传感器 DS18B20 连接。

(17) 一体化红外接收头。可完成红外遥控、红外解码等实验。

(18) 蜂鸣器：产生提示音、报警声，让单片机播放音乐等。

(19) 时钟。出厂配 10MHz。

(20) 带背光 1602 字符型液晶接口。学习液晶编程，向更高层次发展。

(21) 支持外接 PIC 编程仿真器。可与任何标准 PIC 在线烧写器、调试器配合。

(22) 创新的全开放模块化设计。支持 6~40 脚的包括 PIC（支持 10F、12F、14F、16F 及 18F、16 位、DSPIC）的所有单片机。单片机所有管脚均可外扩，为用户扩展自己的接口电路提供最大的方便。



## 技能训练

### 一、训练目标

- (1) 认识 PIC 单片机。
- (2) 了解 HL-K18 单片机开发板的使用。

### 二、训练步骤与内容

#### 1. 认识 PIC18F4520 单片机

- (1) 查看 DIP40 封装的 PIC18F4520 单片机。
- (2) 查看 PLCC44 封装的 PIC18F4520 单片机。
- (3) 查看 PIC18F2420/2520/4420/4520 单片机数据手册。

#### 2. 使用 HL-K18PIC 单片机开发板

- (1) 查看 HL-K18PIC 单片机开发板，了解 HL-K18PIC 单片机开发板的构成。
- (2) 用 USB 下载线将电脑的 USB 与开发板的 USB 仿真口对接。
- (3) 打开单片机电源开关，此时就可看到开发板上的电源指示灯 LED 点亮。
- (4) 下载一个 LED 应用程序，可以看到 LED 点阵的 LED 被点亮，表明 HL-K18PIC 单片机工作正常。

## 任务 2 学习 PIC 单片机开发工具



## 基础知识

### 一、安装 MPLAB IDE V8.92 PIC 单片机开发软件

#### 1. 概述

MPLAB IDE 是一种在 PC 机上运行的综合设计平台，适用于使用 Microchip PIC micro 和 dsPIC 单片机进行嵌入式设计的应用开发。

MPLAB 集成开发环境 (IDE) 完成的功能如下。

- (1) 源程序的编写。