

单片机应用技术

第 1 章 单片机应用系统概述

目录



一、什么是单片机

二、单片机的历史与发展趋势

三、单片机系统应用

四、**AVR** 系列单片机



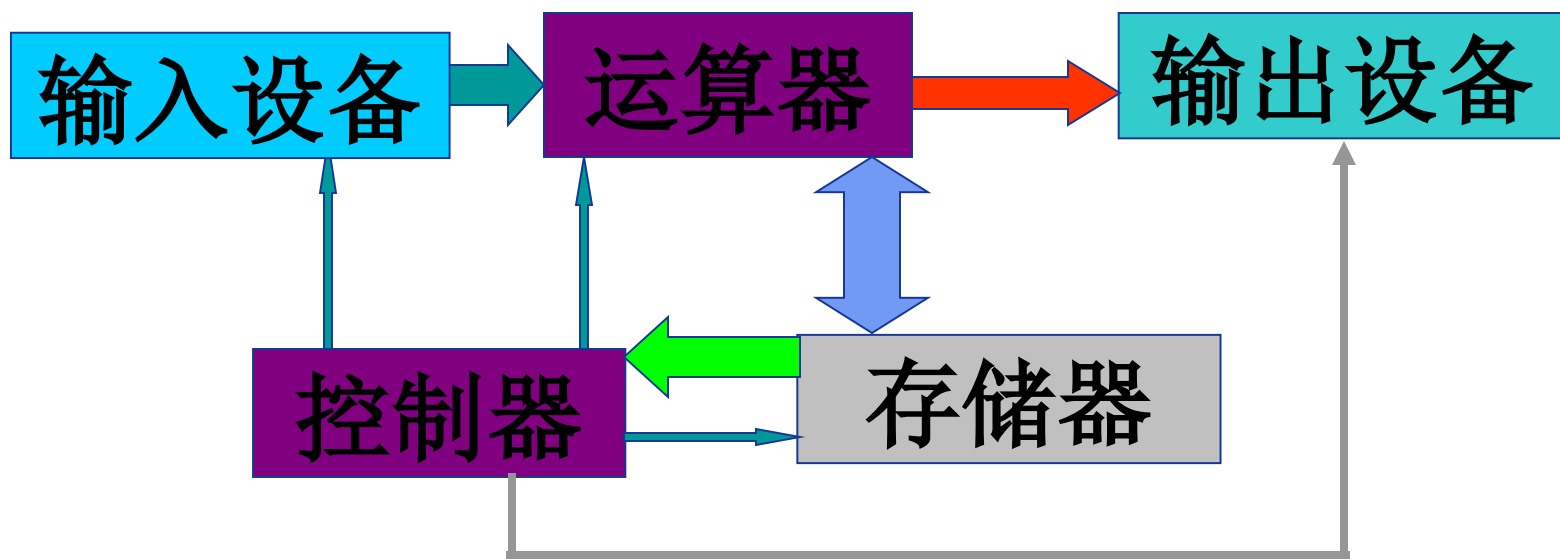
一 什么是单片机？

单片机就是单片微型计算机

（ **SCM** ， **Single Chip MicroComputer** ）

微控制器 （ **Micro-Controller Unit——MCU** ）

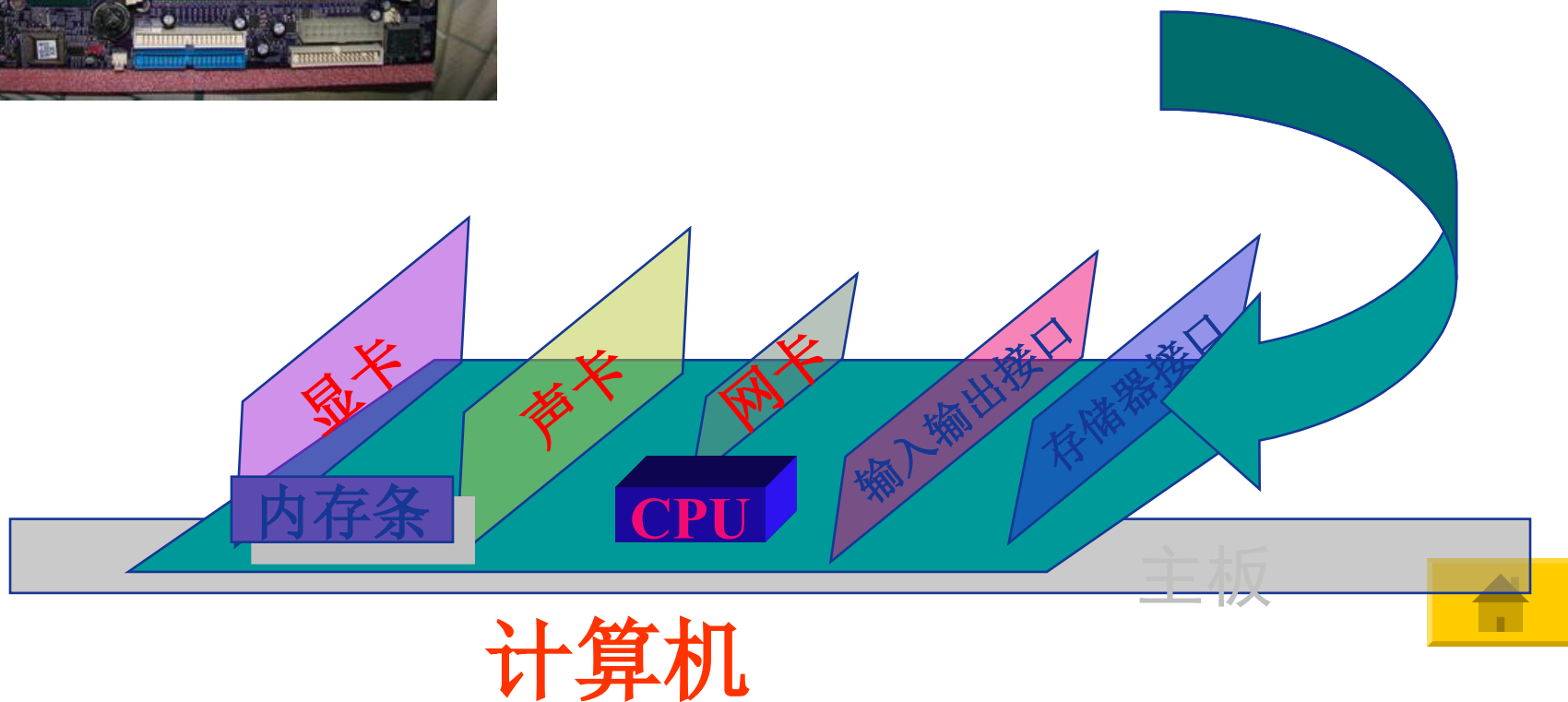
微型计算机系统的硬件部分通常由五部分组成：



一 什么是单片机？



个人计算机系统通常
由多块印刷电路板制
成：



一 什么是单片机？

单片机组成：



❖ 内部基本结构：

运算器电路、控制器电路、存储器、中断系统、定时 / 计数器、输入输出接口电路等。

单片机系统



二、单片机的历史与发展趋势

发展历史:

- 1、单片机探索阶段（1976-1978）
- 2、单片机完善阶段（1978-1982）
代表：MCS-51单片机
数据存储、指令存储分开；外围电路减少；位操作； RISC
- 3、单片机向微控制器发展阶段
- 4、微控制器全面发展阶段

发展趋势:

- 1、CMOS（金属栅氧化物）化
- 2、低功耗化、低电压
- 3、低噪声、高可靠性
- 4、大容量化
- 5、高性能化：精简指令集与流水线技术
- 6、低价格化
- 7、外围电路内装化
- 8、串行扩展技术



三、单片机系统应用

应用：单片机能做什么？

- ❖ 单片机无所不能！
- ❖ 所谓“微电脑控制”场合的核心就是单片机

工业生产、军事设备、科研仪表仪器等所有智能化应用

定时完成洗衣、脱水等功能
可以判断衣服的干净程度，实现“洗净即停”的功能
蒸汽熨烫的功能
刷卡、投币洗衣



LED 发光二极管构成显示屏的像素点
单片机负责逐点或逐行扫描，并与电脑通信获取图片信息



巡线
避障
电视机遥控器遥控
LCD 显示



用于环境监测、工矿企业、科学研究、水产养殖场等场合的 pH 值的测定
读取 pH 传感器的模拟信号，内部处理后显示在 LCD 上



三、单片机系统应用

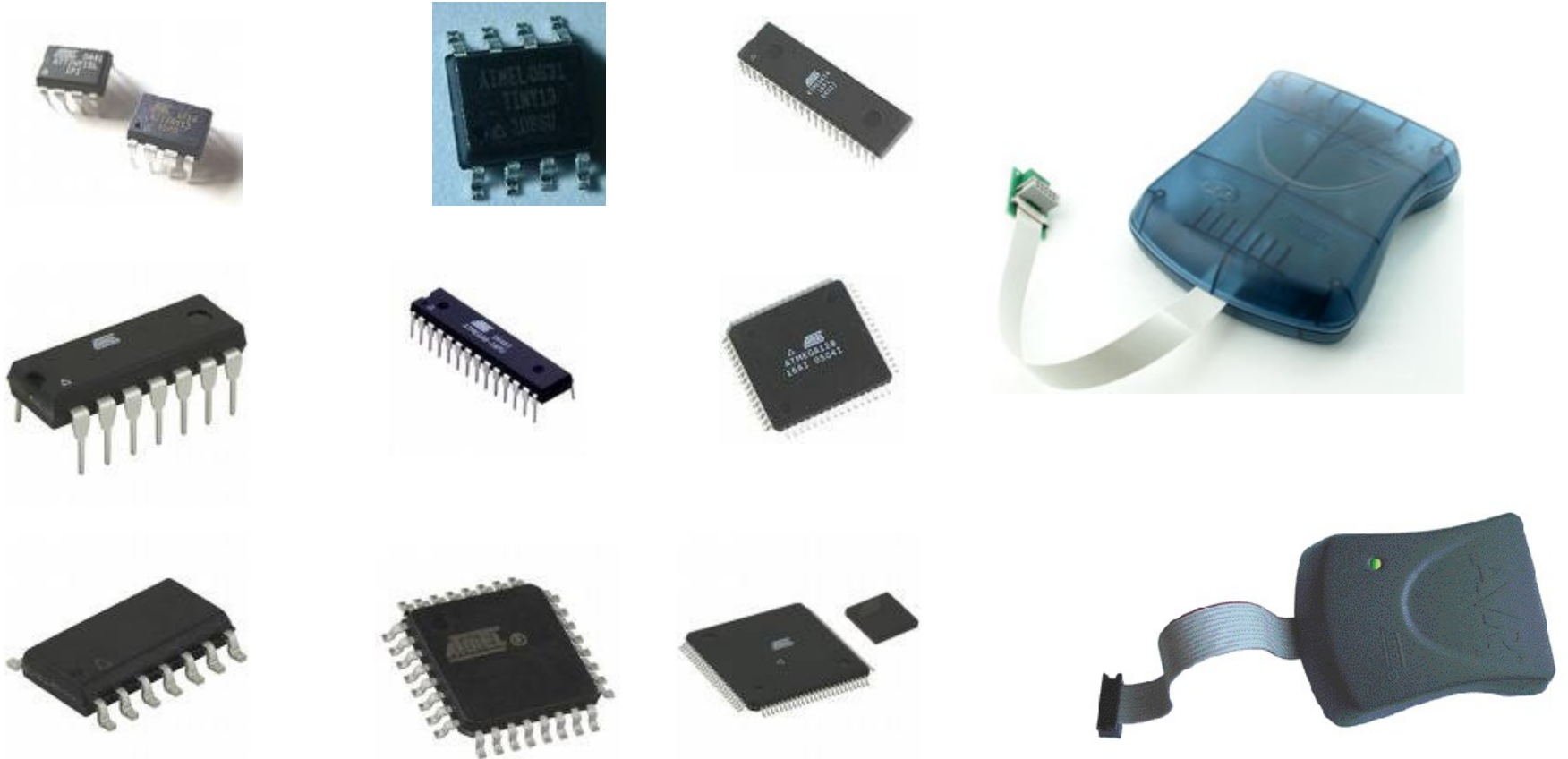
现代数码产品：



精彩的 AVR 世界

- ❖ 8 脚系列：ATtiny13、25、45、85；
- ❖ 14 脚系列：ATtiny24
- ❖ 20 脚系列：AtTiny26，2313；
- ❖ 28 脚系列：ATmega8，48，88，168；
- ❖ 32 脚系列：AT90PWM3；
- ❖ 40 脚系列：
ATmega16，32，162，163，169，8515，8535；
- ❖ 以上几个系列均有 DIP 双列直插封装
- ❖ 64 脚系列：ATmega64，128；
- ❖ 100 脚系列：ATmega1280，2560；

精彩的 AVR 世界



精彩的 AVR 世界

❖ 四、AVR 系列单片机

AVR 的性价比远高于 51。

特点：IO 口驱动能力强：推拉电流能力均达 20mA，40mA (吸收)，可以直接驱动蜂鸣器、继电器等。

片内资源丰富：外部中断、定时 / 计数器、UART、SPI、IIC、ADC、模拟比较器。

低功耗，宽电压：2.7V~6.0V，最低全速运行功耗 <300uA。

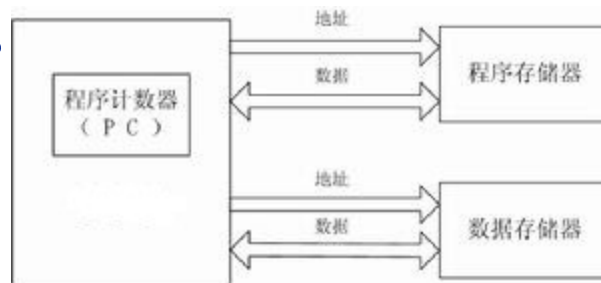
型号齐全，而且 40 脚以下的 AVR 均具有 DIP 的封装形式。

FlashROM（长度单元 16 位（字））。

高速、RISC：主频最高达 20MHz。

Harvard（哈佛）结构。

数据总线和程序总线分离。



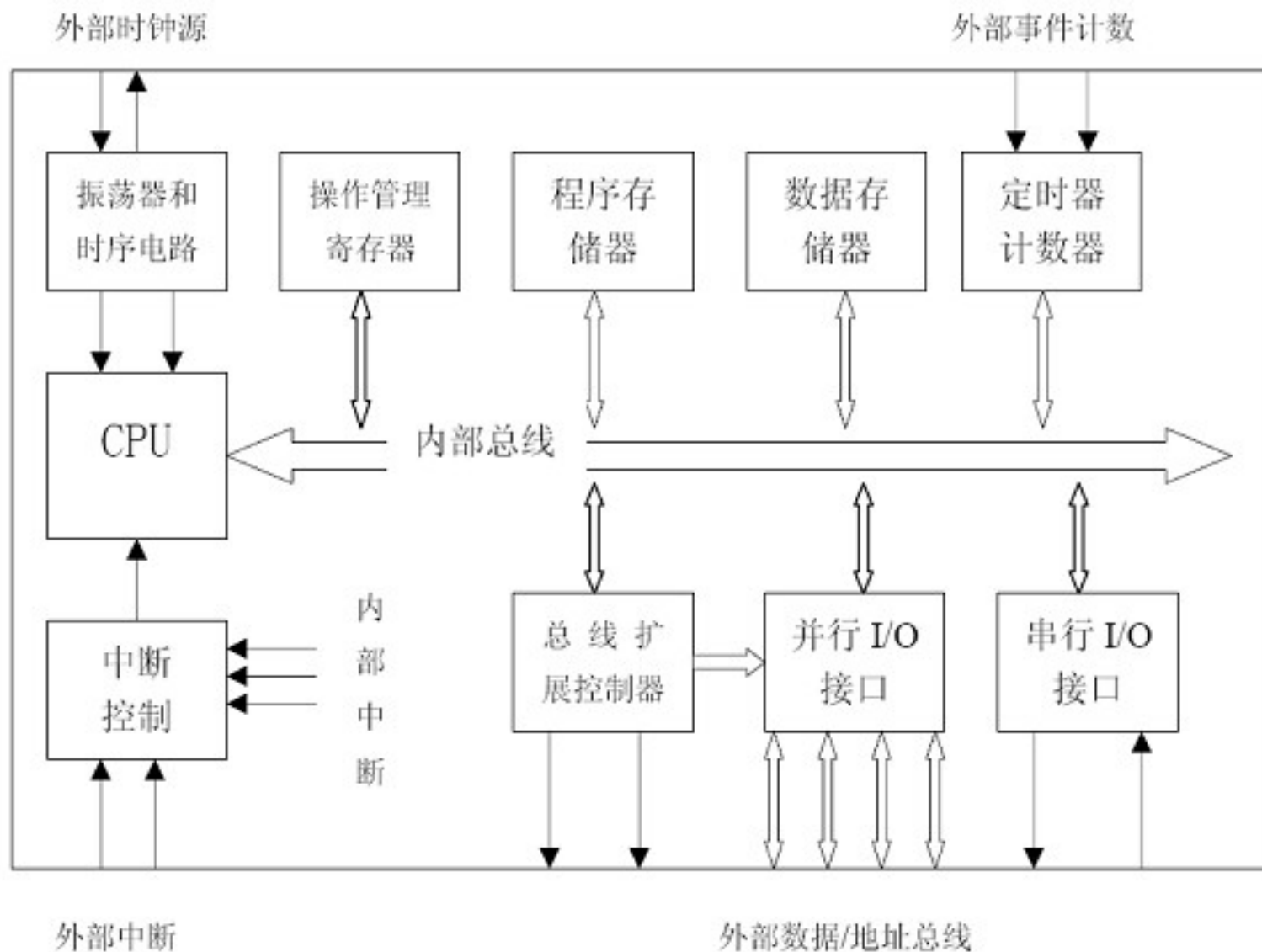
精彩的 AVR 世界

AVR 单片机基本结构

在一片（单片机）芯片中，集成了构成一个计算机系统的最基本的单元：如 MCU、程序（指令）存储器、数据存储器、各种类型的输入 / 输出接口等。MCU 同各基本单元通过芯片内的内部总线（包括**数据总线、地址总线和控制总线**）连接。

- 1) MCU 单元 (Microcontroller Unit) : CPU、时钟系统、复位、总线控制逻辑等电路
- 2) 片内存储器 : Harvard（哈佛）结构
- 3) 程序存储器：在线下载 ISP 技术
- 4) 数据存储器 : 随机存储器 RAM 和电可擦除存储器 EEPROM。
- 5) 输入 / 输出（I/O）端口：并行总线输入 / 输出端口、通用数字 I/O 端口、片内功能单元的输入 / 输出端口、串行 I/O 通信口、其它专用接口。一般情况下，内部总线中的数据总线宽度（或指 CPU 的字长）也是标定该单片机等级的一个重要指标。内部数据总线宽度越宽，单片机的处理速度也相应的提高，功能也越强。如：ATmega16 为 8 位机。

第二章、AVR 单片机基本结构



AVR 单片机基本结构

从单片机的基本组成可以看出，在一片（单片机）芯片中，集成了构成一个计算机系统的最基本的单元：如 CPU、程序（指令）存储器、数据存储器、各种类型的输入 / 输出接口等。CPU 同各基本单元通过芯片内的内部总线（包括**数据总线、地址总线和控制总线**）连接。

一般情况下，内部总线中的数据总线宽度（或指 CPU 的字长）也是标定该单片机等级的一个重要指标。内部数据总线宽度越宽，单片机的处理速度也相应的提高，功能也越强。如：ATmega16 为 8 位机。

单片机基本单元与作用

- ❖ 1) MCU 单元 (Microcontroller Unit)
CPU、时钟系统、复位、总线控制逻辑等电路
- ❖ 2) 片内存储器 : Harvard (哈佛) 结构
- ❖ 3) 程序存储器 : 在线下载 ISP 技术
- ❖ 4) 数据存储器 : 随机存储器 RAM 和电可擦除存储器 EEPROM。
- ❖ 5) 输入 / 输出 (I/O) 端口
① 并行总线输入 / 输出端口。② 通用数字 I/O 端口。③ 片内功能单元的输入 / 输出端口。④ 串行 I/O 通信口。⑤ 其它专用接口。
- ❖ 6) 操作管理寄存器。

从 ATmega16 开始学习单片机

1、ATmega16 结构性能

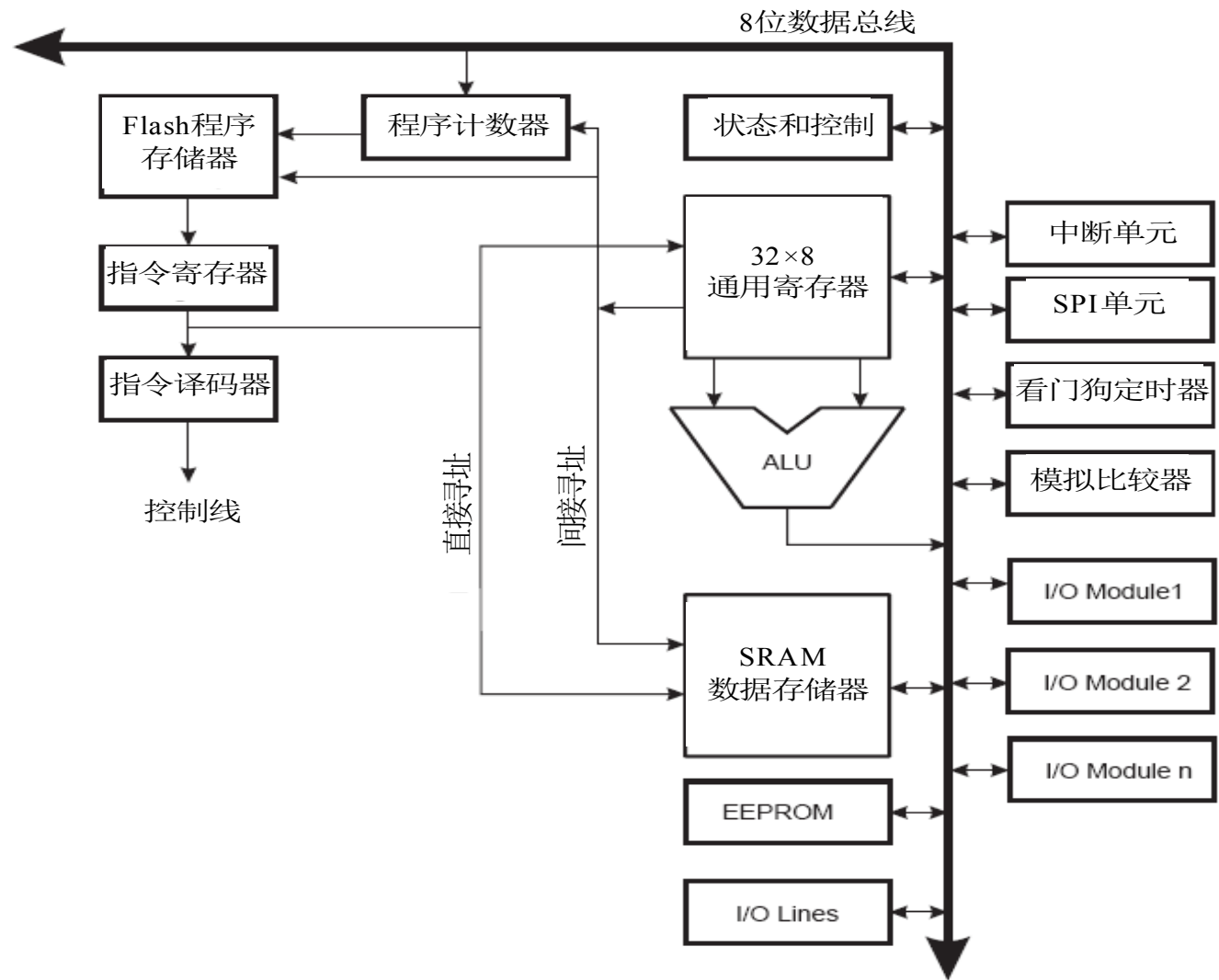
- ❖ ATmega16 是基于增强 AVR RISC 结构的高性能、低功耗 8 位 CMOS 微控制器。
 - Ø 131 条机器指令，且大多数指令的执行时间为单个系统时钟周期；
 - Ø 配备只需要 2 个时钟周期的硬件乘法器。
 - Ø 32 个 8 位通用工作寄存器；
- ❖ 采用 Harvard 结构，程序和数据总线分离，具有预取指功能，即 CPU 在执行一条指令的同时去取下一条指令，这种模式使得指令在一个时钟完成。片内集成硬件乘法器（执行速度为 2 个时钟周期）。
- ❖ ATmega16 数据吞吐率高达 1MIPS/MHz，16MHz 时有 16MIPS 的性能；
- ❖ 非易失性程序和数据存储器
- ❖ JTAG 接口

主要构成：

- ❖ AVR CPU 部分
- ❖ **16K 程序存储器 Flash**
- ❖ 数据存储器 **1K-SRAM** 和 **512-EEPROM**
- ❖ 各种功能的外围接口，IO 口，以及与他们相关的数据、控制、状态寄存器等

AVR 单片机基本结构

内部结构框图



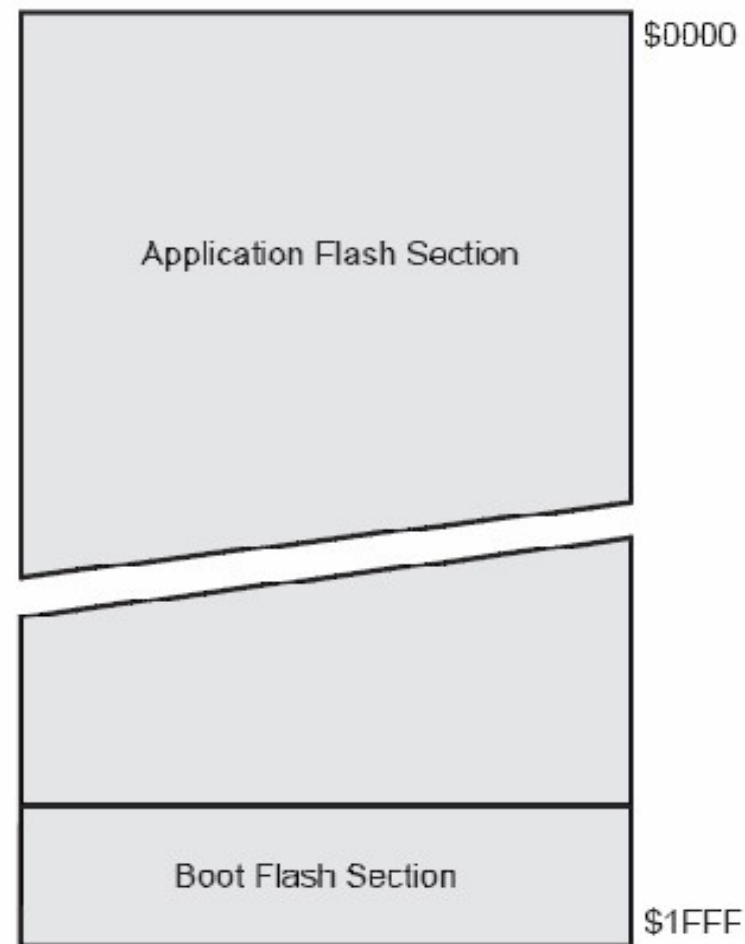
AVR 单片机基本结构

Flash 程序存储器

ATmega16 具有 16K 字节的在线编程 Flash，用于存放程序指令代码。因为所有的 AVR 指令为 16 位或 32 位，故而 Flash 组织成 8K x 16 位的形式。

Flash 存储器至少可以擦写 10,000 次。ATmega16 的程序计数器 (PC) 为 13 位，因此可以寻址 8K 字的程序存储器空间。

用 SPI 或 JTAG 接口实现对 Flash 的串行下载。



程序存储器映像

AVR 单片机基本结构

SRAM 数据存储器

前 1120 个数据存储器包括了寄存器文件、I/O 存储器及内部数据 SRAM。起始的 96 个地址为寄存器文件与 64 个 I/O 存储器，接着是 1024 字节的内部数据 SRAM

。

数据存储器的寻址方式分为 5 种：直接寻址、带偏移量的间接寻址、间接寻址、带预减量的间接寻址和带后增量的间接寻址。

ATmega16 的全部 32 个通用寄存器、64 个 I/O 寄存器及 1024 个字节的内部数据 SRAM 可以通过所有上述的寻址模式进行访问。

AVR 单片机基本结构

时钟源

ATmega16 芯片有如下几种通过 Flash 熔丝位进行选择时钟源。时钟输入到 AVR 时钟发生器，再分配到相应的模块。

•缺省时钟

器件出厂时缺省设置的时钟源是 1 MHz 的内部 RC 振荡器，启动时间为最长。这种设置保证用户可以通过 ISP 或并行编程器得到所需的时钟源。

•晶体振荡

XTAL1 与 XTAL2 分别为用作片内振荡器的反向放大器的输入和输出，这个振荡器可以使用石英晶体，也可以使用陶瓷谐振器。

ATmega16 单片机内部资源

- Ø 2 个带有分别独立、可设置预分频器的 8 位定时器 / 计数器 ;
- Ø 1 个带有可设置预分频器、具有比较、捕捉功能的 16 位定时器 / 计数器 ;
- Ø 片内含独立振荡器的实时时钟 RTC ;
- Ø 4 路 PWM 通道 ;
- Ø 8 路 10 位 ADC
- Ø 面向字节的两线接口 TWI (兼容 I2C 硬件接口) ;
- Ø 1 个可编程的增强型全双工的 , 支持同步 / 异步通信的串行接口 USART ;
- Ø 1 个可工作于主机 / 从机模式的 SPI 串行接口 (支持 ISP 程序下载) ;
- Ø 片内模拟比较器 ;
- Ø 内含可编程的 , 具有独立片内振荡器的看门狗定时器 WDT ;

AVR 单片机基本结构

ATmega16 单片机的外部引脚功能

能

DIP 封装 40 脚

Vcc, GND **2**

XTAL1, XTAL2 **2**

RESET **1**

AVCC, GND **2**

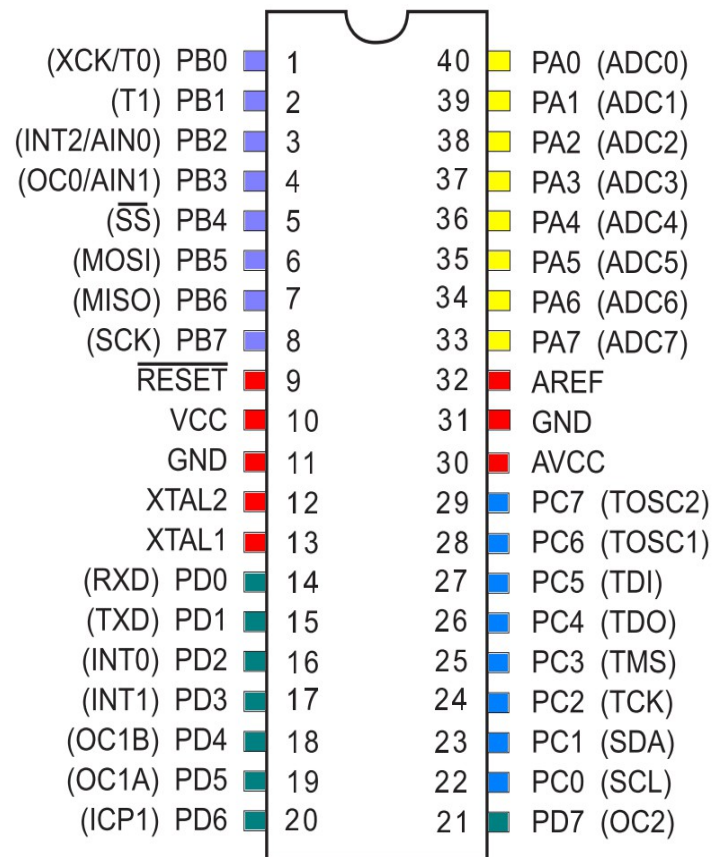
AREF **1**

PA0—PA7 **8**

PB0—PB7 **8**

PC0—PC7 **8**

PD0—PD7 **8**



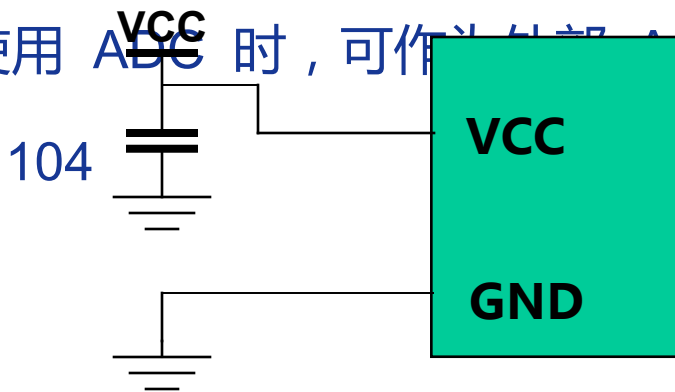
单片机的引脚（晶振端）

单片机的引脚（电源端）

Vcc, GND: 正电源端与接地端（2.7 ~ 5.5V, 4.5 ~ 5.5V）不同的单片机可以允许不同的工作电压，不同的单片机表现出的功耗也不同。

AVcc, GND: 为端口 A 和片内 ADC 模拟电路电源输入引脚。不使用 ADC 时，直接连接到电源正极；使用 ADC 时，应通过一个低通电源滤波器与 Vcc 连接。

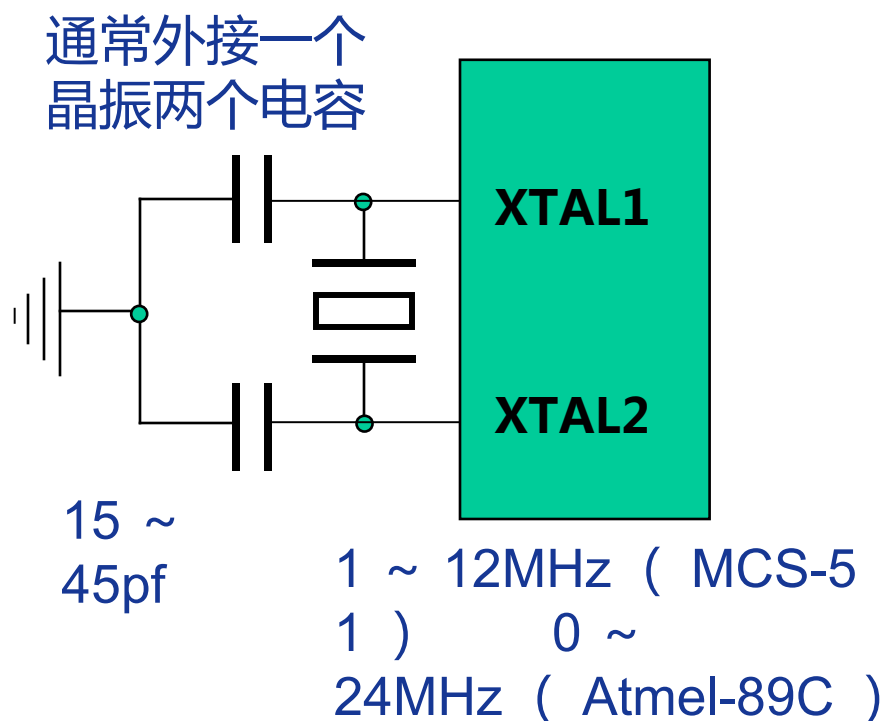
AREF：使用 ADC 时，可作为外部 ADC 参考源的输入引脚。



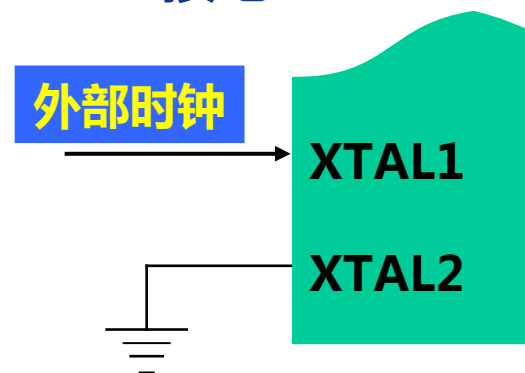
单片机的引脚（晶振端）

XTAL1：片内反相振荡放大器和内部时钟操作电路的输入端。

XTAL2：片内反相振荡放大器的输出端。



也可以由 XTAL1 端接入外部时钟，此时应将 XTAL2 接地：



XTAL1 : 片内反相振荡放大器和内部时钟操作电路的输入端。

XTAL2 : 片内反相振荡放大器的输出端。

CPU 总是按照一定的时钟节拍与时序工作：

振荡周期 / 时钟周期：

= 晶振频率 f_{osc} (或外加频率) 的倒数

指令周期： 执行一条指令所需的机器周期数

ATmega16 单片机： 机器周期 = 震荡周期

多数指令为单机器周期指令

单片机的引脚（复位端）

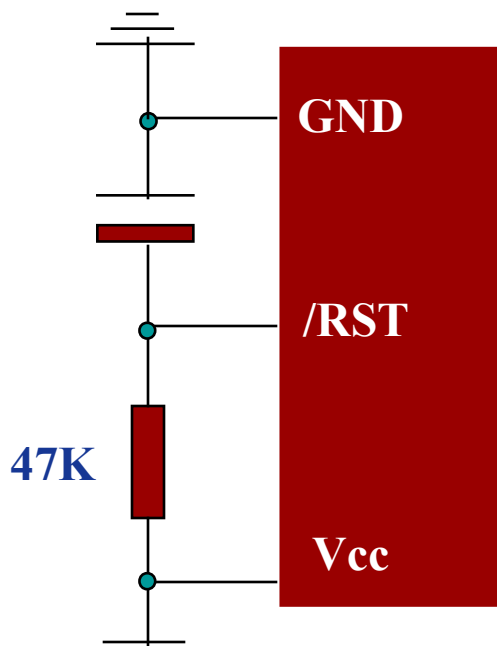
RESET: RESET 为芯片复位输入引脚。在该引脚上施加（拉低）一个最小脉冲宽度为 **1.5us** 的低电平，将引起芯片的硬件复位（外部复位）。

复位使单片机进入某种确定的初始状态：

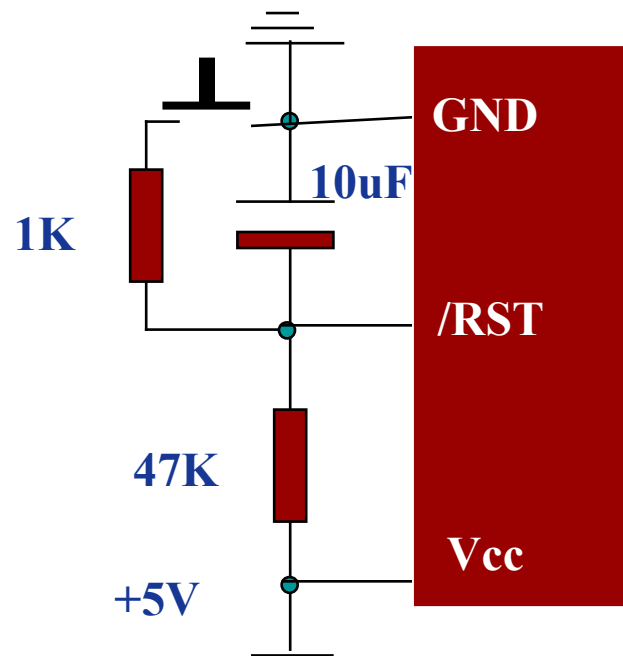
- ▼ **PC** 值归零（0000H）；
- ▼ 各个寄存器被赋予初始值；
- ▼ 退出处于节电工作方式的停顿状态、退出一切程序进程、退出程序的死循环，**从头开始**

单片机的引脚（复位端）

单片机的引脚（复位端） 1.5us 的低电平



上电复位



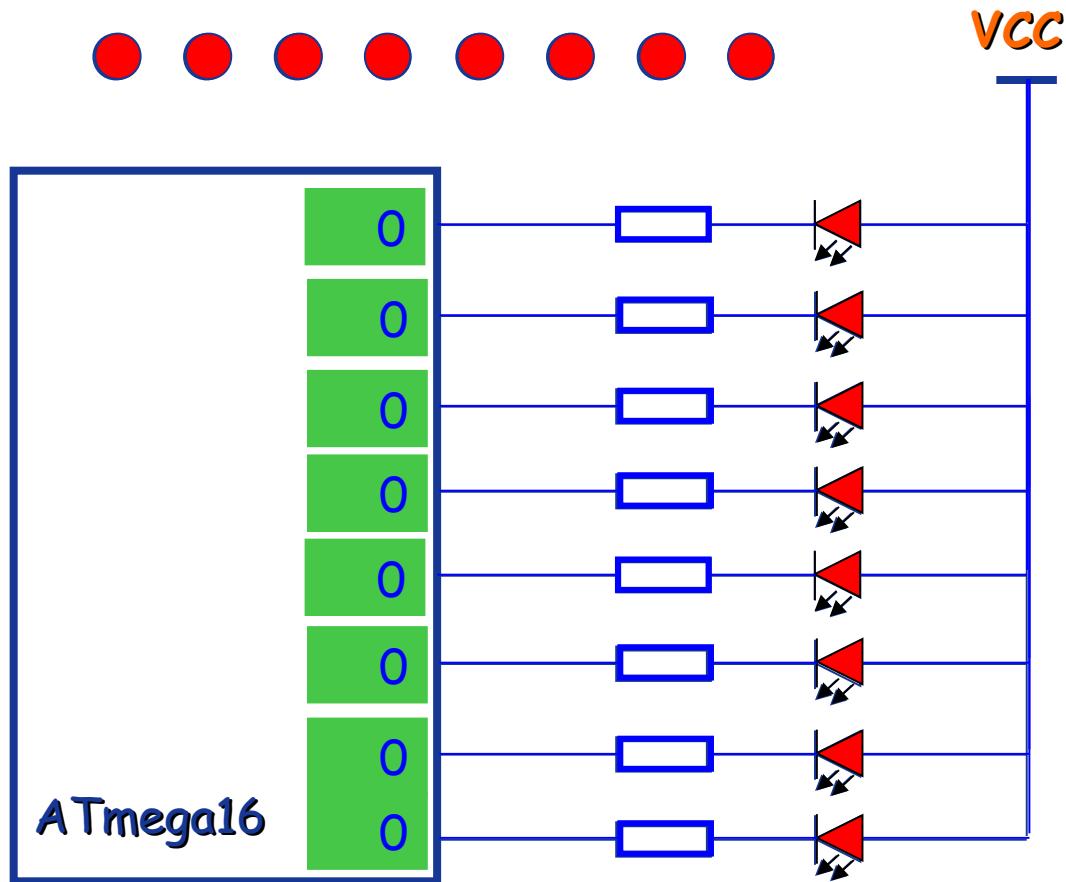
手动 & 上电复位

单片机的引脚 (I/O)

单片机的引脚 (IO 口)

ATmega16 有
A、B、C、
D 四个并行
(8 位字长)
数字输入输出
端口。
每个 I/O 口都
有第二功能

田 IO 口基本功能演示



彩灯控制电路

AVR 单片机的开发工具

- ❖ 软件开发环境
 - 编辑与编译软件：GCCAVR
 - 仿真调试软件：AVR Studio
- ❖ 硬件开发环境
 - 仿真调试工具：JtagICE
 - 下载线工具：STK500
 - 实训箱：ATmega16 实训箱
- ❖ 技术手册
 - AVR 官方中文版技术手册
 - 校本教材
- ❖ www.ouravr.com

