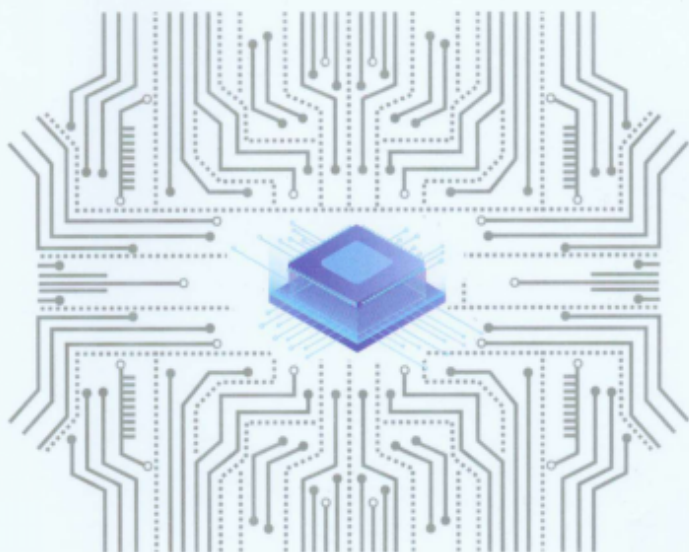


中等职业教育电子类专业系列教材



DANPIANJI C YUYAN
CHENGXU SHEJI JI FANGZHEN

单片机C语言 程序设计及仿真

◆ 主 编 / 陈 伟 白红霞 刘德友
副主编 / 黎红兵 黄 勇 杨林林 周茂义



重庆大学出版社

单片机 C 语言程序设计及仿真

主 编：陈 伟 白红霞 刘德友

重庆大学出版社

单片机 C 语言程序设计及仿真

主 编：陈 伟 白红霞 刘德友

重庆大学 出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机C语言程序设计及仿真 / 陈伟, 白红霞, 刘德友
主编. --重庆: 重庆大学出版社, 2021.7
中等职业教育电子类专业系列教材
ISBN 978-7-5689-2518-1

I. ①中… II. ①陈… ②白… ③刘… III. ①单片机—中等专业学校—教材 IV. ①TD368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第126548号

中等职业教育电子类专业系列教材
单片机C语言程序设计及仿真

主 编 陈 伟 白红霞 刘德友
副主编 黎红兵 黄 勇 杨林林 周茂义
责任编辑: 章 可 版式设计: 叶抒扬
责任校对: 谢 芳 责任印制: 赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人: 饶帮华

社址: 重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编: 401331

电话: (023) 88617190 88617185 (中小学)

传真: (023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆巍承印务有限公司印刷

*

开本: 787mm*1092mm 1/16 印张: 13 字数: 319千

2021年7月第1版 2021年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-2518-1 定价: 59.00元

本书如有印刷、装订等质量问题, 本社负责调换

版权所有, 请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书, 违者必究

重庆大学出版社官网（www.cqup.com.cn）上下载。

7. 校企联合开发。重庆明顾创修客科技有限公司的两位企业专家魏斌、李建勇参与了教材整体结构的设计，并提供了典型工作任务的案例和相关资料。

本书由陈伟、白红霞、刘德友担任主编，黎红兵、黄勇、杨林林、周茂义担任副主编。陈伟负责制订编写提纲、样章并统稿。项目一由倪元兵、刘羽编写；项目二由吴春燕、燕治会编写；项目三由陈伟编写；项目四由马丽编写；项目五由吴围、蒲业编写；项目六由陈伟编写；项目七由袁野编写；项目八由张正健、吴洪波编写；项目九由冯华英、周诗明编写。

本书可作为中职学校电子信息技术、电子技术应用、机电一体化等专业的教材，还可作为广大电子技术爱好者的学习用书。由于编者水平有限，书中难免存在疏漏，在此恳请读者和有识之士给予批评指正。

编 者

2021 年 1 月

目 录

项目一 认识单片机及电路

- 任务一 认识单片机 1
- 任务二 认识单片机电路 6

项目二 使用单片机开发软件

- 任务一 使用 Keil 软件 11
- 任务二 使用 Proteus 软件 19

项目三 单片机控制发光二极管

- 任务一 点亮 LED 灯 28
- 任务二 制作 LED 闪烁灯 34
- 任务三 制作 LED 流水灯 42

项目四 单片机控制数码管

- 任务一 控制数码管静态显示 55
- 任务二 控制数码管动态显示 64
- 任务三 制作数码管电子秒表 73

项目五 单片机控制按键

- 任务一 制作电子开关 86
- 任务二 制作按键计数器 94
- 任务三 制作数码管简易计算器 102

项目六 单片机控制 LED 点阵显示

任务一 控制 LED8*8 点阵显示数字	116
任务二 控制 LED16*16 点阵显示汉字	123
任务三 制作电子广告牌	132

项目七 单片机控制液晶显示

任务一 控制 LCD1602 液晶显示	139
任务二 制作 LCD12864 电子日历	148

项目八 单片机控制温度传感器

任务一 控制模拟温度传感器 LM35	164
任务二 制作电子体温计	175

项目九 单片机控制步进电机

任务一 控制步进电机的基本运行	185
任务二 制作升降机	193

项目一

认识单片机及电路

项目描述

随着电子技术的发展，生产生活中的电器设备的智能化程度越来越高，如智能洗衣机、智能冰箱、智能电视等，其中的控制系统主要由单片机构成。本项目主要学习单片机的基础知识。本项目共分为两个任务：任务一认识单片机；任务二认识单片机电路。通过以上任务的学习，让学生明确单片机的基本结构及应用，为后续内容的学习打下基础。

任务一 认识单片机

任务目标

- ◎ 了解单片机的概念；
- ◎ 了解单片机的基本结构和发展历史；
- ◎ 了解单片机在现实生活中的应用；
- ◎ 会分辨各种类型的单片机。

任务描述

本任务主要学习单片机的发展历史、应用领域和结构，认识各种类型的单片机。

任务实施

一、什么是单片机

在我们的生活、生产以及工作中，很多设备及工作都要用到单片机，那么什么是单片机呢？

把计算机中的中央处理器（CPU）、存储器、接口电路集成在一块半导体硅片上，使其具有微型计算机的属性，即为单片微型计算机，简称单片机。另外，由于单片机的体积、结构和功能特点，在实际应用中可以完全融入应用系统中，故也称为嵌入式微控制器（Embedded Micro-Controller）。单片机实物如图 1-1-1 所示。

二、单片机的发展历史

将 8 位单片机的推出作为起点，单片机的发展历史大致可分为以下几个阶段：

第一阶段（1976—1977 年）：单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS 为代表。MCS-



图 1-1-1 单片机

48 的推出是以工控领域的探索为目的,参与这一探索的公司还有 Freescale、Zilog 等,它们都取得了满意的效果。

第二阶段(1978—1982年):单片机的完善阶段。Intel 公司在 MCS-48 的基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51,它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系。

①完善的外部总线 MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口。

②CPU 外围功能电路的集中管理模式。

③体现工控特性的位地址空间及位操作方式。

④指令系统趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

第三阶段(1983—1990年):8 位单片机的巩固发展及 16 位单片机的推出阶段,也是单片机向微控制器发展的阶段。Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机将一些用于测控系统的模/数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入单片机中,体现了单片机的微控制器特征。随着 MCS-51 系列的广泛应用,许多电气厂商竞相使用 80C51 为内核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道 A/D 转换部件、可靠性技术等应用到单片机中,增强了外围电路的功能,强化了智能控制的特征。

第四阶段(1990 年至今):微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面深入的发展和运用,出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机以及小型廉价的专用型单片机。

三、单片机的分类

单片机按用途可分为两类:专用型单片机和通用型单片机。

专用型单片机用途专一,内部程序在出厂时已经固化,不能被再次修改,如电子表里的单片机,其生产成本很低。

通用型单片机的用途很广泛,程序可以不断修改,能根据需要给此类单片机植入不同的程序,配合不同接口的输入端和输出端来完成所需功能。通用型单片机按位数分为 4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机和 32 位单片机等。

四、单片机的应用范围

在信息化、智能化高速发展的时代,单片机以体积小、功耗低、控制功能强等优势走进了人们生活的各个领域。

1. 在智能仪器仪表上的应用

利用各种传感器,单片机可实现电压、湿度、温度、压力等物理量的测量。采用单片机控制使仪器仪表更加数字化、智能化、微型化,且功能更加强大,如测量设备、功率计、温湿度计、各种分析仪。

2. 在工业控制中的应用

工业自动化控制是最早采用单片机控制的领域之一,如各种测控系统、过程控制、机电一体化、PLC 等在化工、建筑、冶金等各种工业领域都要用单片机进行控制。

3. 在医疗设备中的应用

单片机在医用设备中的用途也相当广泛,如医用呼吸机、分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统。

4. 在汽车设备中的应用

现代汽车的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驶系统、通信系统和运行监视器（黑匣子）等都离不开单片机。

5. 在计算机网络和通信领域中的应用

现在的单片机普遍具备通信接口，可以很方便地与计算机进行数据通信。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制，如小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信系统、移动电话、无线电对讲机等。

6. 在家用电器中的应用

各种家用电器普遍采用单片机智能化控制代替传统的电子线路控制，如洗衣机、空调、电视、微波炉、电冰箱、电饭煲及各种视听设备等。

此外，单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航天航空等领域都有着十分广泛的用途。

五、单片机的内部结构

单片机的内部结构框图如图 1-1-2 所示。

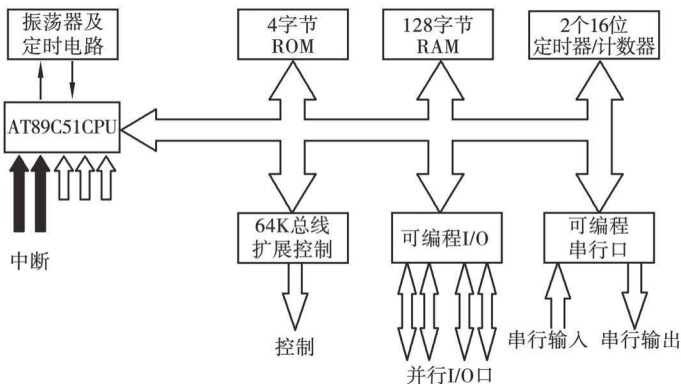


图 1-1-2 单片机的内部结构框图

1. 中央处理器

中央处理器也称微处理器，是单片机的核心部件，即单片机的控制和指挥中心。它包括运算器和控制器。

- 运算器可以对数据进行算术运算、逻辑运算和位操作运算。运算器包括算术逻辑运算单元（ALU）、累加器（A）、通用寄存器、暂存器、程序状态字寄存器（PSW）等。

- 控制器由程序计数器（PC）、指令寄存器（IR）、指令译码器（ID）、振荡器及定时电路组成。

2. 存储器

单片机存储器一般分为两种：程序存储器（ROM）、数据存储器（RAM）。

- 程序存储器用于存储程序、表格及原始数据等，可在线编写程序，掉电后数据保持不变。

- 数据存储器用于存放运算中间结果、最终结果或显示的数据等，其数据可随时改写，掉电后数据消失。

3. 定数 / 计数器

单片机有两个 16 位的定时 / 计数器。

4. 并行端口

单片机有 4 组 8 位并行准双向 I/O 端口，分别为 P0、P1、P2 和 P3，共占 32 个引脚。每个端口均包含一个端口锁存器（特殊功能寄存器 P0 ~ P3）、一个输出驱动器和输入缓冲器。每个端口可以将 8 条线一起用作 I/O 端口线传输字节信息，也可以将每一根 I/O 端口单独使用。对端口锁存器进行读 / 写就可以实现端口的输入输出。

(1) P0 端口的使用

P0 端口可作为通用的 8 位输入 / 输出端口使用。在单片机外接扩展存储器时，它还可以作为分时复用的低 8 位地址 / 数据总线使用，此时高 8 位地址总线由 P2 端口担任。P0 端口的每一位可驱动 8 个 TTL 负载。

★注意★

P0 端口作为通用输出口，需上接上拉电阻才能输出电平；

P0 端口作为通用输入口，分为读锁存器和读端口两种情况，在读端口引脚数据前，应先向端口锁存器写入 1。

(2) P1 端口的使用

P1 端口作为通用的输入 / 输出端口，内部有上拉电阻，不需外接电阻。当从端口引脚读入数据时，应先向端口写入 1，再读引脚数据。P1 端口每一位可驱动 4 个 TTL 负载。P1 端口还有一些第二功能，见表 1-1-1。

表 1-1-1 P1 端口各引脚的第二功能

引脚号	第二功能
P1.0	MCS-52 系列 T2（定时器 / 计数器的外部计数输入），时钟输出。而 MCS-51 系列单片机无此功能
P1.1	MCS-52 系列 T2EX（定时器 / 计数器 T2 的捕捉 / 重载触发信号和方向控制）。而 MCS-51 系列单片机无此功能
P1.5	MOSI（指令输入）
P1.6	MISO（数据输入）
P1.7	SCK（时钟输入）

(3) P2 端口的使用

P2 端口可作为通用的 8 位输入 / 输出端口使用。在单片机外接扩展存储器时，它还可以作为高 8 位地址总线，与 P0 端口的低 8 位地址总线一起形成 16 位 I/O 端口地址。P2 的每一位端口可驱动 4 个 TTL 负载。

P2 端口可作为通用 I/O 端口使用时，不需要外接上拉电阻，读引脚状态前，应先向端口写入 1。

(4) P3 端口的使用

P3 端口是单片机中使用最灵活、功能最多的一个并行端口，它具有通用的输入 / 输

出功能，还具有多种用途的第二功能，见表 1-1-2。

P3 端口可作为通用 I/O 端口使用时，不需要外接上拉电阻，读引脚状态前，应先向端口写入 1。

表 1-1-2 P3 端口各引脚的第二功能

引脚号	第二功能	引脚号	第二功能
P3.0	RXD (串行输入)	P3.4	T0 (定时器 0 外部输入)
P3.1	TXD (串行输出)	P3.5	T1 (定时器 1 外部输入)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (外部中断 0 输入)	P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (外部数据存储器写选通)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (外部中断 1 输入)	P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (外部数据存储器写选通)

学习评价与总结

一、学习评估

评价内容		自评	小组评价	教师评价
		优☆ 良△ 中√ 差×		
知识与技能	① 能描述单片机的概念及组成			
	② 能描述单片机的发展历程			
	③ 能描述单片机的分类			
	④ 能描述单片机的应用			
职业素养	① 具有安全用电意识			
	② 安全操作设备			
	③ 笔记记录完整准确			
	④ 符合“6S”管理理念			
综合评价				

二、学习总结

- (1) 你的收获有哪些?
- (2) 你还有哪些知识没有掌握好?

任务检测

一、填空题

1. 单片机主要由_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____和_____组成。
2. 单片机按位数可以分为_____、_____、_____、_____等。
3. 单片机按用途可以分为_____和_____。
4. 单片机的核心部件是_____。
5. 运算器可以对数据进行_____、_____和_____。
6. 存储器包含_____和_____。
7. P2 的每一位端口可驱动_____个 TTL 负载。
8. 控制器由_____、_____、_____、_____和_____组成。

9. 单片机有 4 组 8 位并行准双向 I/O 端口, 分别为 _____、_____、_____、和 _____, 共占 _____ 个引脚。

二、判断题

1. 单片机有两个 32 位的定时 / 计数器。 ()
2. P0 端口只作为通用的 8 位输入端口使用。 ()
3. 程序存储器用于存储程序、表格及原始数据等, 不能在线编写程序, 掉电后数据会发生变化。 ()
4. 专用型单片机用途专一, 内部程序在出厂时已经固化, 不能被再次修改。 ()
5. P1 端口常作为通用的输入 / 输出端口, 内部有上拉电阻, 需要外接电阻。 ()

任务二 认识单片机电路

任务目标

- ◎ 了解单片机的引脚功能;
- ◎ 了解单片机各电路的结构;
- ◎ 会描述单片机各电路的功能。

任务描述

本任务主要是学习单片机各引脚的功能, 认识单片机的最小系统电路。

任务实施

一、单片机的引脚功能

单片机引脚分布如图 1-2-1 所示。

1. 电源引脚 VCC 和 VSS

- VCC (40 脚): 电源端, 接 +5 V。
- VSS (20 脚): 接地端, 有的单片机标志为 GND。

2. 外接晶体振荡器引脚

● XTAL1 (19 脚): 接外部晶体振荡器和微调电容的一端, 在单片机内接振荡电路反相放大器的输入端。当采用外部时钟时, 此引脚作为外部时钟信号的输入端。

● XTAL2 (18 脚): 接外部晶体振荡器和微调电容的另一端, 在单片机内接振荡电路反相放大器的输出端。当采用外部时钟时, 此引脚悬空。

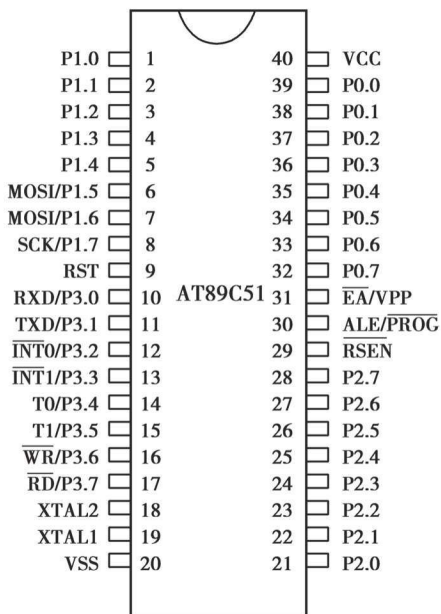


图 1-2-1 单片机引脚

3. 控制信号引脚 $\overline{\text{RST}}$ 、 $\overline{\text{PSEN}}$ 、 $\overline{\text{ALE/PROG}}$ 、 $\overline{\text{EA/VPP}}$

● $\overline{\text{RST}}$ (9 脚)：复位信号输入端，高电平有效。当此输入端保持两个机器周期的高电平时，就可以完成单片机的复位操作。

● $\overline{\text{PSEN}}$ (29 脚)：外部程序存储器选通信号。

● $\overline{\text{ALE/PROG}}$ (30 脚)：地址锁存允许信号输出 / 编程脉冲输入端。

● $\overline{\text{EA/VPP}}$ (31 脚)：内部与外部程序存储器选择端 / 片内 Flash ROM 编程电压输入端。

当 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接高电平时，CPU 只执行内部程序存储器 Flash ROM 中的指令。

当 $\overline{\text{EA}}$ 引脚接低电平时，CPU 只执行外部程序存储器中的指令。

4. 输入 / 输出端口

用来连接单片机和外部设备，实现数据的输入 / 输出。

P0 端口：P0.0—P0.7 (39 脚—32 脚)；

P1 端口：P1.0—P1.7 (1 脚—8 脚)；

P2 端口：P2.0—P2.7 (28 脚—21 脚)；

P3 端口：P3.0—P3.7 (10 脚—17 脚)。

二、单片机的电路

单片机的最小硬件系统是能使单片机正常工作的最小硬件单元。其由电源电路、时钟电路和复位电路组成。

1. 电源电路

单片机电源电路的连接方式如图 1-2-2 所示。

AT89C51 单片机的工作电压范围为：4.0 ~ 4.5 V，通常其外接直流电源为 +5 V。

2. 时钟电路

CPU 在执行指令时所需控制信号的时间顺序称为单片机时序。在执行指令时，CPU 首先从程序存储器中取出需要执行指令的指令码存入指令寄存器，通过指令寄存器对其译码，并由时序部件产生一系列的时钟信号去完成指令的执行。这些指令控制信号在时间上的相互关系就是 CPU 时序。单片机通过时钟电路产生时序。

单片机时钟信号有两种方式：内部振荡方式、外部时钟方式。内部振荡方式的时钟电路原理图如图 1-2-3 所示。

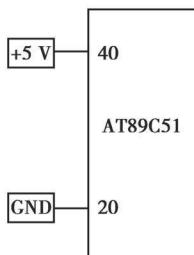


图 1-2-2 电源电路

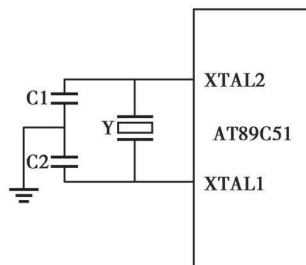


图 1-2-3 时钟电路

单片机的引脚 XTAL1 (19 脚)、XTAL2 (20 脚) 外接石英晶体振荡器，与单片机内部的反向放大器就构成了内部振荡方式。振荡频率一般为 12 MHz 和 11.059 2 MHz。

在图 1-2-3 中，电容 C1、C2 起稳定振荡频率、快速起振的作用，一般取值 20 ~ 40 pF。内部振荡方式所得的时钟信号比较稳定，因此被广泛采用。

常用晶体振荡器的外形如图 1-2-4 所示。

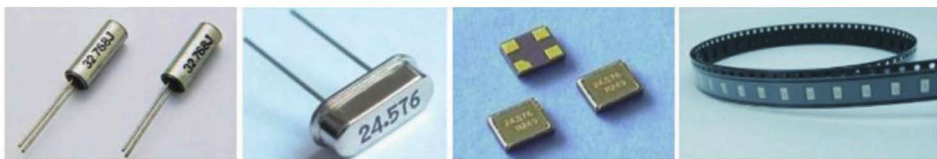


图 1-2-4 常用晶体振荡器

★注意★

时钟电路振荡频率 $f_{osc} =$ 晶振频率；

时钟电路振荡周期 $= 1/f_{osc}$ ；

单片机机器周期 = 振荡周期 $\times 12$ 。

例：

晶振频率 = 12 MHz

振荡频率 = 12 MHz

振荡周期 = $1/12 \mu\text{s}$

机器周期 = $1 \mu\text{s}$

3. 复位电路

单片机的复位电路产生复位信号，其复位目的是使单片机从固定的初始状态开始工作，完成单片机的“启机”过程。AT89C51 单片机复位信息是高电平有效，通过 RST（9 脚）输入。AT89C51 单片机复位分为上电复位、手动复位和混合复位。

(1) 上电复位

上电复位要求接通电源后，自动实现复位操作，如图 1-2-5 所示。

(2) 手动复位

手动复位要求在电源接通的情况下，用按钮开关操作使单片机复位，如图 1-2-6 所示。

(3) 混合复位电路

将上电复位电路和手动复位电路结合到一起就构成混合复位电路，如图 1-2-7 所示。现在的单片机通常使用的都是混合复位电路。

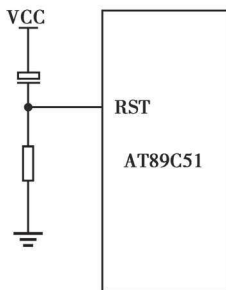


图 1-2-5 上电复位电路

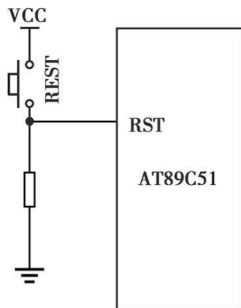


图 1-2-6 手动复位电路

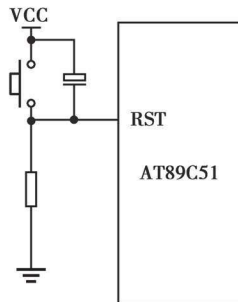


图 1-2-7 混合复位电路

学习评价与总结 

一、学习评估

评价内容		自 评	小组评价	教师评价
		优☆ 良△ 中√ 差×		
知识与技能	① 能描述单片机的引脚功能			
	② 能描述单片机的组成电路			
	③ 能认识单片机最小硬件系统电路			
职业素养	① 具有安全用电意识			
	② 安全操作设备			
	③ 笔记记录完整准确			
	④ 符合“6S”管理理念			
综合评价				

二、学习总结

- (1) 你的收获有哪些?
- (2) 你还有哪些知识没有掌握好?

任务检测 

一、填空题

1. 单片机最小硬件系统包含_____、_____和_____。
2. 单片机时钟电路中的电容起_____作用。
3. 复位电路分为_____、_____和_____。
4. 单片机时钟信号分为_____和_____。
5. 单片机的复位电路产生_____。
6. 复位引脚是复位信号输入端，_____有效。
7. 手动复位要求在_____的情况下，用_____操作使单片机复位。
8. 单片机通过_____产生时序。
9. 单片机电源电压一般为_____。
10. 振荡电路中的电容起_____作用。

二、判断题

1. 数据存储器不可以进行读写操作。 ()
2. 程序存储器具有只读特性，无法改写。 ()
3. 单片机 I/O 端口都具有输入输出功能。 ()
4. 单片机的复位电路产生复位信号，其目的是使单片机从固定的初始状态开始工作。 ()

5. 上电复位在任何情况下都能自动实现复位操作。 ()

三、综合题

1. 单片机时钟电路的作用是什么?

2. 单片机最小硬件系统的基本组成包含几部分? 其作用是什么?

四、绘图题

按照 AT89C51 单片机的引脚顺序, 画出单片机最小系统的硬件组成电路图。