

机电控制创新设计与制作任务书

一、设计任务

设计并制作一个旋转 LED 时钟，使用单片机控制一排旋转的 LED 灯的亮灭和电机的转速，动态显示出时钟、温度、速度、图像的信息。

二、提供元器件

直流电机 ($>20\text{r/s}$)；贴片单片机；贴片 led；电阻、电容等。

电路板自行设计，统一雕刻

三、设计要求

1、基本要求：

(1) 显示方式为指针式，旋转显示时钟的 12 个刻度和 3 个指针。时间设置可手动调节；

(2) 利用单片机控制电机的转速以及正转反转；

(3) 制作一个键盘来实现上述控制。

2、发挥部分：

(1) 数字式显示，旋转显示出时间的数字值，显示方式可切换；

(2) 显示出汉字和任意图形；

(3) 使用时钟芯片来控制时间；

(4) 自制为系统供电的电源。

3、提高创新部分：

(1) 设计立体回转旋转 LED，显示时钟、汉字和任意图形；

(2) 利用无线供电技术，设计并制作无线供电模块为旋转电路板供电；

(3) 将旋转 LED 应用于生活中的产品。

摘 要

旋转 LED 显示是利用机械转动动态扫描代替传统逐行扫描方式，显示屏其实质就是与机械转动配合起来的动态扫描显示技术。本设计利用高速旋转中控制 LED 灯的亮灭，进行字符的显示控制器采用 STC89C52 单片机借助人的视觉暂留效果通过 led 灯的机械扫描方式来显示各种字符和图像，单片机控制各个 led 灯在旋转平面上相应的位置上点亮但由于人的视觉暂留会误认为每个点都是同时点亮的。Led 旋转时钟正是基于机械转动动态扫描技术以及人的视觉暂留效果做成的它主要包括单片机 STC89C52 、时钟芯片 DS1302 等。 **旋转时钟的主要特点就是结构新颖 效果奇特。** 加入了现代科技的元素，利用人眼的视觉暂留特性。用单片机作为主控芯片，采用电机带动发光二极管高速旋转，霍尔传感器进行定位利用刷屏显示原理呈现时钟画面及 DS18B20 温度显示。造型及显示效果个性、新颖，解决了传统时钟结构单一，显示效果固定的缺陷，更好地满足了人们对美的追求。 现今人们家庭用的时钟主要还是传统意义上的时钟，固定的表盘与表针，显示效果单一，不能满足时钟不但用来看时间还是一件很好的装饰品的要求。随着科技的发展网络上出现了以 DIY 为主要形式的旋转时钟作品。 但是随着单片机技术、高亮发光二极管制造技术和高速稳定电机制造技术的发展，这种千奇百怪、创意无限的电子旋转时钟必将走进千家万户。

关键词： 旋转 LED, 电子钟, 单片机

目 录

一、旋转 LED 显示的发展趋势.....	4
1、旋转 LED 显示特点.....	4
2、旋转 LED 显示需求分析.....	5
二、系统总体方案设计.....	6
1、方案论证.....	6
2、系统总体方案设计.....	6
3、电路结构图的设计.....	7
4、电路原理图的设计.....	7
三、系统硬件设计.....	8
1、单片机及芯片元器件的原理及设计.....	8
2、电机及各芯片元器件的选择.....	14
3、电路板的设计及制作.....	15
四、电路板及各元器件的焊接与安装.....	16
1、电路板的焊接.....	16
2、电机底座支架设计.....	17
3、电机和电路板安装组合.....	18
五、程序设计与调试.....	19
1、系统主程序设计.....	19
2、定时中断程序设计.....	19
六、系统调试.....	20
1、在 Keil 中的调试.....	20
2、系统程序源代码.....	22
3、硬件故障检查.....	22
4、旋转时钟总体运行显示.....	23
七、结论.....	24
八、参考文献.....	25
九、附录.....	26

一、旋转 LED 显示的发展趋势

1、旋转 LED 显示特点：

旋转 LED 时钟主要利用了人眼的视觉暂留现象来显示时钟的钟面。

视觉暂留现象 (Visual staying phenomenon, duration of vision): 人眼在观察景物时, 光信号传人大脑神经, 需经过一段短暂的时间, 光的作用结束后, 视觉形象并不立即消失, 这种残留的视觉称“后像”, 视觉的这一现象则被称为“视觉暂留”, 其原因是由视神经的反应速度造成的, 其时值是二十四分之一秒, 通常情况下, 视觉残留会保持 0.1~0.4 秒, 也就是说以 0.1~0.4 秒间隔闪烁的图像, 被人眼观察, 会被认为是连续的图像。视觉残留是动画、电影等视觉媒体形成和传播的根据。

现在计算机系统已明显地朝巨型化、单片化、网络化三个方向发展。巨型化发展的目的在于不断提高计算机的运算速度和处理能力, 以解决复杂系统计算和高速数据处理, 比如系统仿真和模拟、实时运算和处理。单片化是把计算机系统尽可能集成在一块半导体芯片上, 其目的在于计算机微型化和提高系统的可靠性, 这种单片计算简称单片机。单片机的内部硬件结构和指令系统主要是针对自动控制应用而设计的所以单片机又称微控制器 MCU (Micro Controller Unit)。用它可以很容易地将计算机嵌入到各种仪器和现场控制设备中, 因此单片机又叫做嵌入式微控制器 (Embedded MCU)。单片机自 20 世纪 70 年代问世以来, 以其鲜明的特点得到迅猛发展, 已广泛应用于家用电器、智能玩具、智能仪器仪表、工业控制、航空航天等领域, 经过 30 多年的发展, 性能不断提高, 品种不断丰富, 已经形成自动控制的一支中坚力量。据统计, 我国的单片机年容量已达 1~3 亿片, 且每年以大约 16% 的速度增长, 但相对于国际市场我国的占有率还不到 1%。这说明单片机应用在我国有着广阔的前景。对于从事自动控制的技术人员来讲, 掌握单片机原理及其应用已经成为必不可少的学习任务。

单片机经过 30 多年的发展, 已经形成一个规格齐全、品种繁多的大家族, 用户有非常大的选择余地。下面为读者简单介绍目前市面上常见的主流单片机。

单片机的应用十分广泛, 在工业控制领域、家电产品、智能化仪器仪表、计算机外部设备, 特别是机电一体化产品中, 都有重要的用途。其主要的用途可以分为以下方面。

显示: 通过单片机控制发光二极管或是液晶, 显示特定的图形和字符。

机电控制：用单片机控制机电产品做定时或定向的动作。

检测：通过单片机和传感器的联合使用，用来检测产品或者工况的意外发生。

通信：通过 RS-232 串行通信或者是 USB 通信，传输数据和信号。

科学计算：用来实现简单的算法。

那么单片机是不是解决上述应用的唯一选择呢？当然不是！目前，在自动控制中，一般有三种选择，分别是嵌入式微机、DSP 和单片机。

单片机最明显的优点是价格便宜，从几元人民币到几十元人民币。这是因为这类芯片的生产量很大，技术也很成熟。

其次，单片机的体积也远小于其他两种方案。单片机本身一般用 40 引脚封装，当然功能多一些的单片机也有引脚比较多的，如 68 引脚，功能少的只有 10 多个或 20 多个引脚，有的甚至只有 8 只引脚。

当然，单片机无论在速度还是容量方面都小于其他两种方案，但是在实际工作中并不是任何需要计算机的场合都要求计算机有很高的性能。例如，控制电冰箱的控制器就不需要使用嵌入式系统，用一片 51 就可以轻松实现。所以应用的关键是看是否够用，是否有很好的性能价格比。51 系列的单片机已经面世十多年，依然没有被淘汰，还在不断发展中，这就说明是他有广阔的应用前景。

2、旋转 LED 显示需求分析：

目前市场上提供的无论是机械钟还是石英钟在晚上无照明的情况下都是不可见的。要知道当前的时间，必须先开灯，故较为不便。而我所设计的电子钟在晚上完全可以看见，不用开灯就能看见。这个新颖 LED 旋转时钟是以单片机为核心设计的，本设计采用的是 ATMEL 公司的 STC89C52 芯片，美国 ATMEL 公司生产的低电压，高性能 CMOS 8 位单片机，片内含 2K bytes 的可反复擦写的只读程序存储器（PEROM）和 128 bytes 的随机存取数据存储器（RAM），器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术生产，兼容标准 MCS-51 指令系统，片内置用 8 位中央处理器和 Flash 存储单元，功能强大。

在这里，我们设计的是一个可以平面显示时间、转速、制作人的新颖旋转电子钟。

二、系统总体方案设计

1、方案论证

人眼在观察景物时，光信号传入大脑神经，需经过一段短暂的时间，光的作用结束后，视觉形象并不立即消失，这种残留的视觉称“后像”，视觉的这一现象则被称为“视觉暂留”，其原因是由视神经的反应速度造成的，其时值是二十四分之一秒，通常情况下，视觉残留会保持 0.1~0.4 秒，也就是说以 0.1~0.4 秒间隔闪烁的图像，被人眼观察，会被认为是连续的图像。视觉残留是动画、电影等视觉媒体形成和传播的根据。本次旋转 LED 可以归纳为动态扫描和机械旋转两部分，其实质就是与机械转动配合起来的动态扫描显示技术。

2、系统总体方案设计

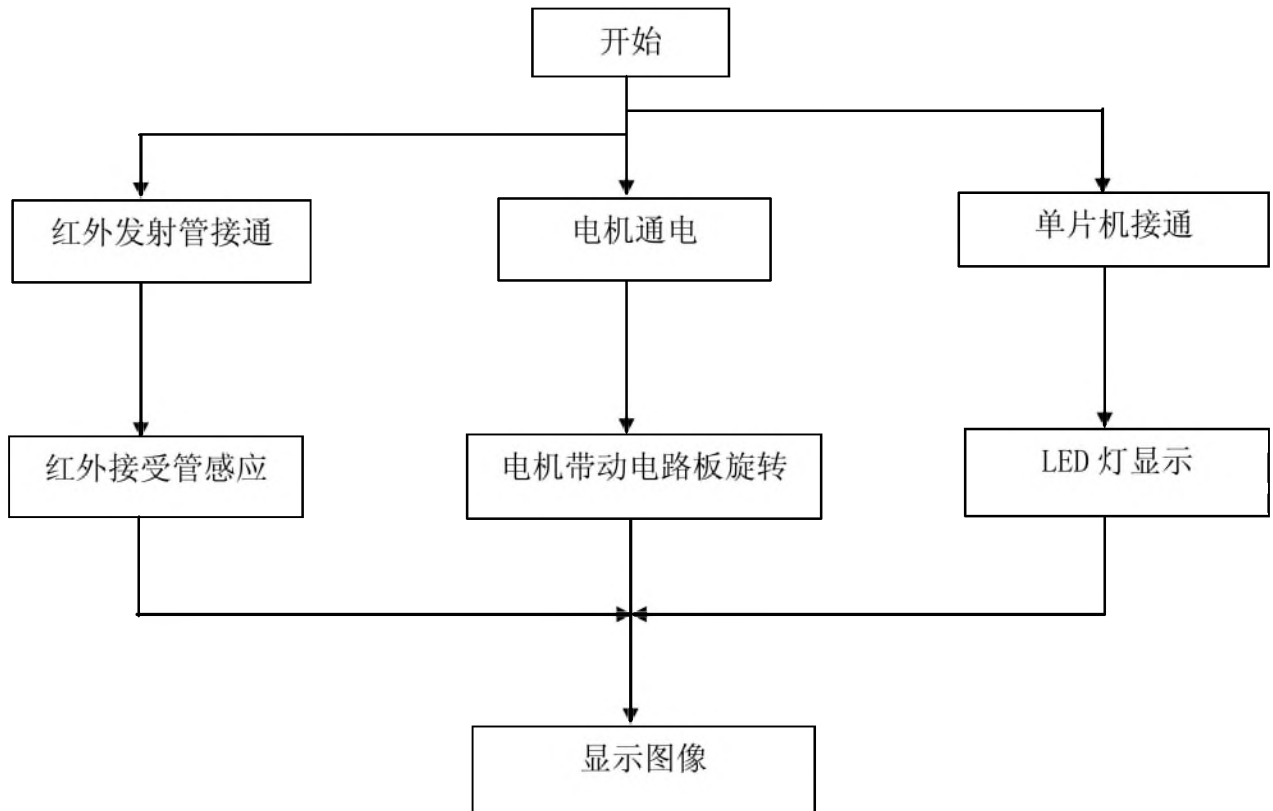
旋转 LED 显示屏是通过一个旋转的电路板，电路板上排列的 24 个 LED 灯受单片机控制在特定的位置（传感器感应位置）亮或灭，从而显示出特定的字符或图形。本作品主要是根据人的视觉暂留原理设计的。采用高速旋转的电机带动电路板高速旋转，从视觉效果上就会产生一种圆盘状的 LED 显示屏的状态。

旋转显示屏是利用机械转动动态扫描代替传统逐行扫描方式，是一种新型的显示屏，具有成本低，可视范围大的特点，是 LED 显示屏的一个新的发展方向。其实质就是与机械转动配合起来的动态扫描显示技术。本次“旋转 LED 显示屏”的制作用于提高我们的实践能力和创新能力，激发学生学习兴趣，引导自主学习及培养创新能力、协作精神、工程实践素质。本设计利用高速旋转中控制 LED 的亮灭，进行字符的显示，控制器采用单片机，完成显示内容的传输、字库的转换、显示等功能。

动态扫描原理是利用人眼具有视觉暂留的特性，当画面以一定的速度刷新时，我们看到的就是连续的图像。例如：传统的逐点扫描方式，采用逐行换位的扫描方式，每一行都必须要有 LED 显示器件，这使显示屏成本偏大，功耗增加。

旋转扫描采用了不同的形式，其显示器件只有一列，由机械旋转运行到某一位置时就显示该位置的状态，到下一位置后又显示下一位置的状态，即一列图像要完成全部图像的显示，扫描过程由机械转动更换位置来实现的。旋转 LED 显示的旋转显示，可采用机械旋转的扫描方式。

3、电路结构图的设计



4、电路电路原理图的设计

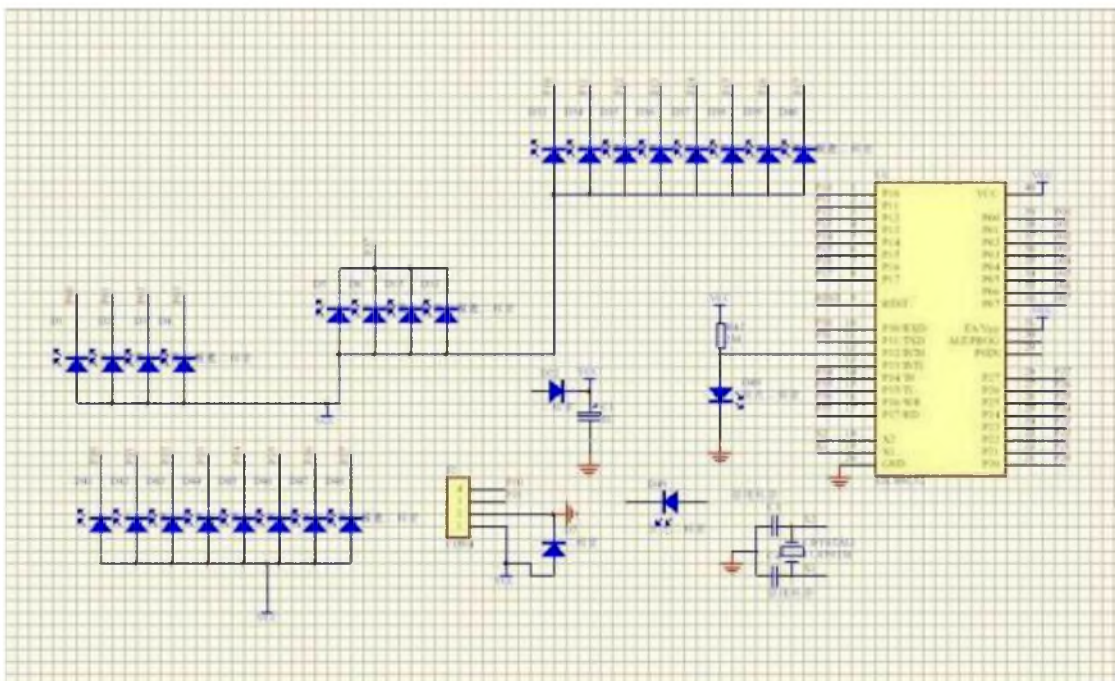


图 1 总电路图

三、系统硬件设计

1、单片机及芯片元器件的原理及设计：

STC89C52 单片机介绍：

单片机是指一个集成在一块芯片上的完整计算机系统。尽管他的大部分功能集成在一块小芯片上，但是它具有一个完整计算机所需要的大部分部件：CPU、内存、内部和外部总线系统，目前大部分还会具有外存。同时集成诸如通讯接口、定时器，实时时钟等外围设备。而现在最强大的单片机系统甚至可以将声音、图像、网络、复杂的输入输出系统集成在一块芯片上。

单片机也被称为微控制器 (Microcontroller)，是因为它最早被用在工业控制领域。单片机由芯片内仅有 CPU 的专用处理器发展而来。最早的设计理念是通过将大量外围设备和 CPU 集成在一个芯片中，使计算机系统更小，更容易集成进复杂的而对提及要求严格的控制设备当中。INTEL 的 Z80 是最早按照这种思想设计出的处理器，从此以后，单片机和专用处理器的发展便分道扬镳。

早期的单片机都是 8 位或 4 位的。其中最成功的是 INTEL 的 8031，因为简单可靠而性能不错获得了很大的好评。此后在 8031 上发展出了 MCS51 系列单片机系统。基于这一系统的单片机系统直到现在还在广泛使用。随着工业控制领域要求的提高，开始出现了 16 位单片机，但因为性价比不理想并未得到很广泛的应用。90 年代后随着消费电子产品大发展，单片机技术得到了巨大的提高。随着 INTEL i960 系列特别是后来的 ARM 系列的广泛应用，32 位单片机迅速取代 16 位单片机的高端地位，并且进入主流市场。而传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高，处理能力比起 80 年代提高了数百倍。目前，高端的 32 位单片机主频已经超过 300MHz，性能直追 90 年代中期的专用处理器，而普通的型号出厂价格跌落至 1 美元，最高端的型号也只有 10 美元。当代单片机系统已经不再只在裸机环境下开发和使用，大量专用的嵌入式操作系统被广泛应用在全系列的单片机上。而在作为掌上电脑和手机核心处理的高端单片机甚至可以直接使用专用的 Windows 和 Linux 操作系统。

单片机比专用处理器更适合应用于嵌入式系统，因此它得到了最多的应用。事实上单片机是世界上数量最多的计算机。现代人类生活中所用的几乎每件电子和机械产品中都会集成有单片机。手机、电话、计算器、家用电器、电子玩具、掌上电脑以及鼠标等电脑配件中都配有 1-2 部单片机。而个人电脑中也会有为数不少的单片机在工作。汽车上一般配备 40 多部单片机，复杂的工业控制系统上甚至可能有数百台单片机在同时工作！单片机的数量不仅远超过 PC 机和其他计算的总和，甚至比人类的数量还要多。

单片机又称单片微控制器,它不是完成某一个逻辑功能的芯片,而是把一个计算机系统集成到一个芯片上。概括的讲:一块芯片就成了一台计算机。它的体积小、质量轻、价格便宜、为学习、应用和开发提供了便利条件。同时,学习使用单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。

单片机内部也用和电脑功能类似的模块,比如 CPU,内存,并行总线,还有和硬盘作用相同的存储器件,不同的是它的这些部件性能都相对我们的家用电脑弱很多,不过价钱也是低的,一般不超过 10 元即可.....用它来做一些控制电器一类不是很复杂的工作足矣了。我们现在用的全自动滚筒洗衣机、排烟罩、VCD 等等的家电里面都可以看到它的身影!它主要是作为控制部分的核心部件。

它是一种在线式实时控制计算机,在线式就是现场控制,需要的是有较强的抗干扰能力,较低的成本,这也是和离线式计算机的(比如家用 PC)的主要区别。

单片机是靠程序的,并且可以修改。通过不同的程序实现不同的功能,尤其是特殊的独特的一些功能,这是别的器件需要费很大力气才能做到的,有些则是花大力气也很难做到的。一个不是很复杂的功能要是用美国 50 年代开发的 74 系列,或者 60 年代的 CD4000 系列这些纯硬件来搞定的话,电路一定是一块大 PCB 板!但是如果要是用美国 70 年代成功投放市场的系列单片机,结果就会有天壤之别!只因为单片机的通过你编写的程序可以实现高智能,高效率,以及高可靠性!

由于单片机对成本是敏感的,所以目前占统治地位的软件还是最低级汇编语言,它是除了二进制机器码以上最低级的语言了,既然这么低级为什么还要用呢?很多高级的语言已经达到了可视化编程的水平为什么不用呢?原因很简单,就是单片机没有家用计算机那样的 CPU,也没有像硬盘那样的海量存储设备。一个可视化高级语言编写的小程序里面即使只有一个按钮,也会达到几十 K 的尺寸!对于家用 PC 的硬盘来讲没什么,可是对于单片机来讲是不能接受的。单片机在硬件资源方面的利用率必须很高才行,所以汇编虽然原始却还是在大量使用。一样的道理,如果把巨型计算机上的操作系统和应用软件拿到家用 PC 上来运行,家用 PC 的也是承受不了的。

可以说,二十世纪跨越了三个“电”的时代,即电气时代、电子时代和现已进入的电脑时代。不过,这种电脑,通常是指个人计算机,简称 PC 机。它由主机、键盘、显示器等组成。还有一类计算机,大多数人却不怎么熟悉。这种计算机就是把智能赋予各种机械的单片机(亦称微控制器)。顾名思义,这种计算机的最小系统只用了一片集成电路,即可进行简单运算和控制。因为它体积小,通常都藏在被控机械的“肚子”里。它在整个装置中,起着有如人类头脑的作用,它出了毛病,整个装置就瘫痪了。现在,这种单片机的使用领域已十分广泛,如智能仪表、实时工控、通讯设备、导航系统、家用电器等。各种产品一旦用上了单片机,就能起到使产品升级换代的功效,常在产品名称前冠以形容词——“智能型”,如智能型洗衣机等。现在有些工厂

的技术人员或其它业余电子开发者搞出来的某些产品，不是电路太复杂，就是功能太简单且极易被仿制。究其原因，可能就卡在产品未使用单片机或其它可编程逻辑器件上。

STC89C52 是一种带 8K 字节闪烁可编程可擦除只读存储器（Flash Programmable and Erasable Read Only Memory）的低电压，高性能 CMOS 的微处理器，俗称单片机。该器件采用 ATME1 搞密度非易失存储器制造技术制造，与工业标准的 MCS-51 指令集和输出管脚相兼容。

单片机总控制电路如图 2 所示：

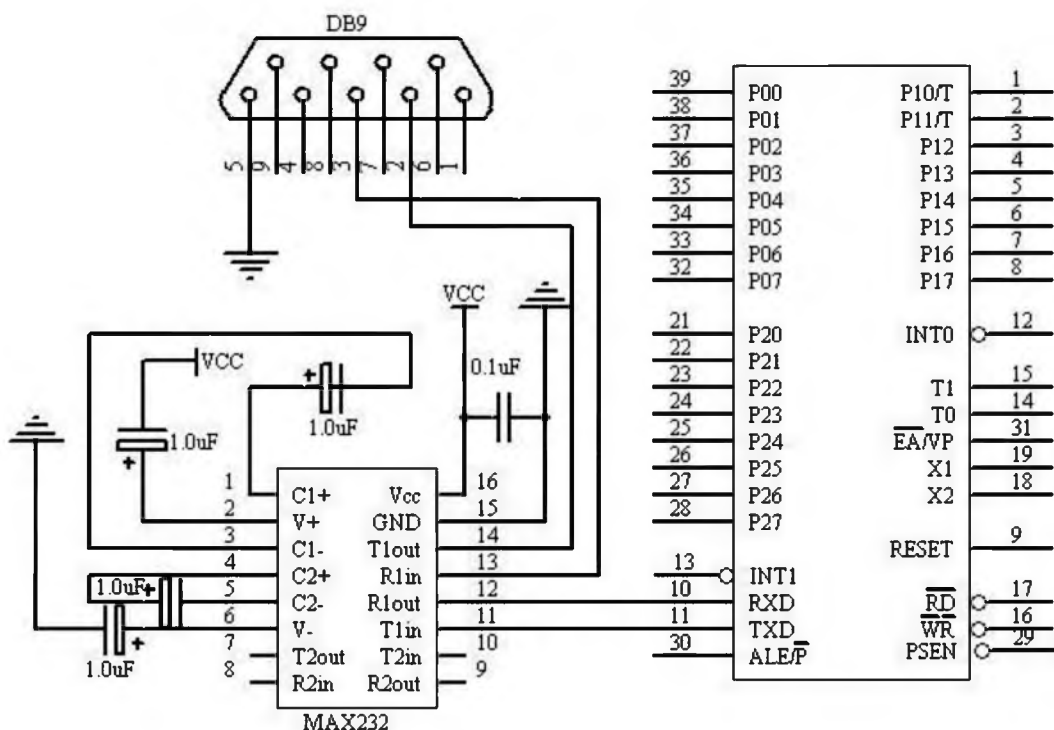


图 2 单片机总控制电路

1.1 时钟电路

STC89C52 内部有一个用于构成振荡器的高增益反相放大器，引脚 RXD 和 TXD 分别是此放大器的输入端和输出端。时钟可以由内部方式产生或外部方式产生。内部方式的时钟电路如图 3（a）所示，在 RXD 和 TXD 引脚上外接定时元件，内部振荡器就产生自激振荡。定时元件通常采用石英晶体和电容组成的并联谐振回路。晶体振荡频率可以在 1.2~12MHz 之间选择，电容值在 5~30pF 之间选择，电容值的大小可

对频率起微调的作用。

外部方式的时钟电路如图 3 (b) 所示, RXD 接地, TXD 接外部振荡器。对外部振荡信号无特殊要求, 只要求保证脉冲宽度, 一般采用频率低于 12MHz 的方波信号。片内时钟发生器把振荡频率两分频, 产生一个两相时钟 P1 和 P2, 供单片机使用。

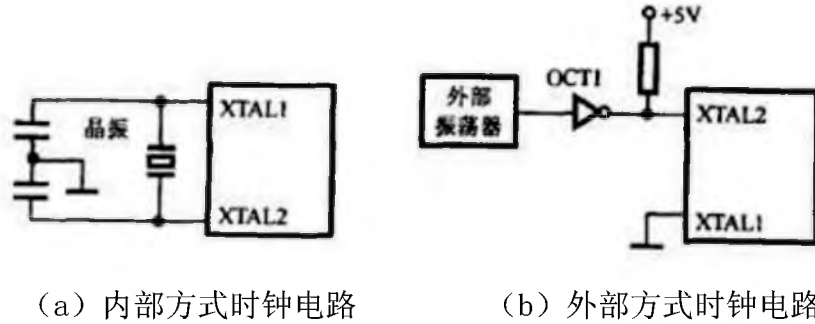


图 3 时钟电路

1.2 复位及复位电路

(1) 复位操作

复位是单片机的初始化操作。其主要功能是把 PC 初始化为 0000H, 使单片机从 0000H 单元开始执行程序。除了进入系统的正常初始化之外, 当由于程序运行出错或操作错误使系统处于死锁状态时, 为摆脱困境, 也需按复位键重新启动。

除 PC 之外, 复位操作还对其他一些寄存器有影响, 它们的复位状态如表一所示。

表 1 一些寄存器的复位状态

寄存器	复位状态	寄存器	复位状态
PC	0000H	TCON	00H
ACC	00H	TL0	00H
PSW	00H	TH0	00H
SP	07H	TL1	00H
DPTR	0000H	TH1	00H
P0-P3	FFH	SCON	00H
IP	XX000000B	SBUF	不定
IE	0X000000B	PCON	0XXX0000B
TMOD	00H		

(2) 复位信号及其产生

RST 引脚是复位信号的输入端。复位信号是高电平有效，其有效时间应持续 24 个振荡周期(即二个机器周期)以上。若使用频率为 6MHz 的晶振，则复位信号持续时间应超过 4us 才能完成复位操作。

产生复位信号的电路逻辑如图 4—3 所示：

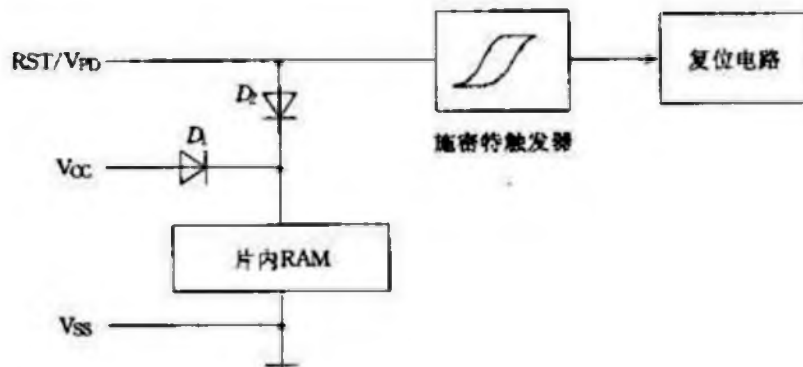


图 4 复位信号的电路逻辑图

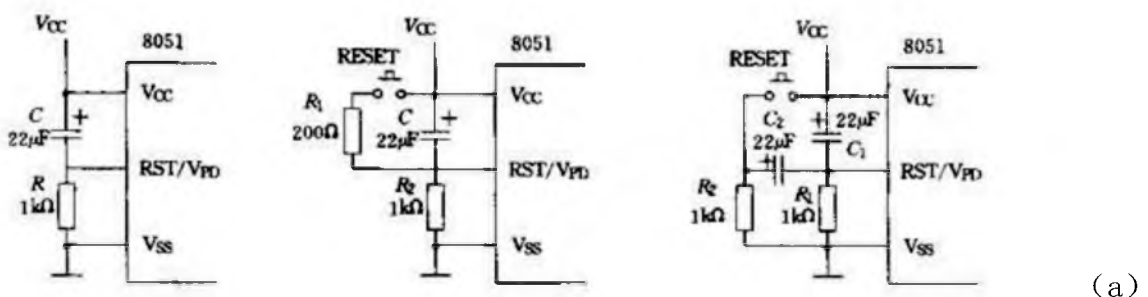
整个复位电路包括芯片内、外两部分。外部电路产生的复位信号(RST)送至施密特触发器，再由片内复位电路在每个机器周期的 S5P2 时刻对施密特触发器的输出进行采样，然后才得到内部复位操作所需要的信号。

复位操作有上电自动复位相按键手动复位两种方式。

上电自动复位是通过外部复位电路的电容充电来实现的，其电路如图 5 (a) 所示。这样，只要电源 Vcc 的上升时间不超过 1ms，就可以实现自动上电复位，即接通电源就成了系统的复位初始化。

按键手动复位有电平方式和脉冲方式两种。其中，按键电平复位是通过使复位端经电阻与 Vcc 电源接通而实现的，其电路如图 5 (b) 所示；而按键脉冲复位则是利用 RC 微分电路产生的正脉冲来实现的，

其电路如图 5 (c) 所示：



(a)

上电复位 (b) 按键电平复位 (c) 按键脉冲复位

图 5 复位电路

上述电路图中的电阻、电容参数适用于 6MHz 晶振，能保证复位信号高电平持续时间大于 2 个机器周期。

本系统的复位电路采用图 5 (b) 上电复位方式。

STC89C52 具体介绍如下：

① 主电源引脚（2 根）

VCC(Pin40)：电源输入，接+5V 电源

GND(Pin20)：接地线

②外接晶振引脚（2 根）

XTAL1(Pin19)：片内振荡电路的输入端

XTAL2(Pin20)：片内振荡电路的输出端

③控制引脚（4 根）

RST/VPP(Pin9)：复位引脚，引脚上出现 2 个机器周期的高电平将使单片机复位。

ALE/PROG(Pin30)：地址锁存允许信号

PSEN(Pin29)：外部存储器读选通信号

EA/VPP(Pin31)：程序存储器的内外部选通，接低电平从外部程序存储器读指令，如果接高电平则从内部程序存储器读指令。

④可编程输入/输出引脚（32 根）

STC89C52 单片机有 4 组 8 位的可编程 I/O 口，分别位 P0、P1、P2、P3 口，每个口有 8 位（8 根引脚），共 32 根。

P0 口（Pin39~Pin32）：8 位双向 I/O 口线，名称为 P0.0~P0.7

P1 口（Pin1~Pin8）：8 位准双向 I/O 口线，名称为 P1.0~P1.7

P2 口（Pin21~Pin28）：8 位准双向 I/O 口线，名称为 P2.0~P2.7

P3 口（Pin10~Pin17）：8 位准双向 I/O 口线，名称为 P3.0~P3.7

STC89C52 主要功能如表二所示。

表 2 STC89C52 主要功能

主要功能特性	
兼容 MCS51 指令系统	8K 可反复擦写 Flash ROM

32 个双向 I/O 口	256x8bit 内部 RAM
3 个 16 位可编程定时/计数器中断	时钟频率 0-24MHz
2 个串行中断	可编程 UART 串行通道
2 个外部中断源	共 6 个中断源
2 个读写中断口线	3 级加密位
低功耗空闲和掉电模式	软件设置睡眠和唤醒功能

2、电机及各芯片元器件的选择

(1) 电机选择无刷直流电机



图 6 无刷直流电机

无刷直流电机是同步电机的一种，也就是说电机转子的转速受电机定子旋转磁场的速度及转子极数(P)影响： $n=60 * f / P$ 。在转子极数固定情况下，改变定子旋转磁场的频率就可以改变转子的转速。直流无刷电机即是将同步电机加上电子式控制(驱动器)，控制定子旋转磁场的频率 并将电机转子的转速回授至控制中心反复校正，以期达到接近直流电机特性的方式。也就是说直流无刷电机能够在额定负载范围内当负载变化时仍可以控制电机转子 维持一定的转速。

无刷直流电机的控制原理

要让电机转动起来，首先控制部就必须根据 hall-sensor 感应到的电机转子目前所在位置，然后依照定子绕线决定开启(或关闭)换流器 (inverter) 中功率

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/947053101042006056>