

《电子电路综合实践》 实验指导书



上海建桥学院信息技术学院

丁菊编制

二〇二四年 十二月

一 课程目的

本课程目的在于通过电子电路综合实践，使得学生在设计思想和设计技能等方面得到全面的训练，培养其知识的综合能力和实际运用能力，为今后的毕业设计和工作打下基础，并使掌握以下能力：

- 1、学习基本理论在实践中综合运用的初步经验，掌握电子电路设计的基本方法、设计步骤，培养综合设计与调试能力；
- 2、学会集成电路在电子线路中具体应用的设计方法和性能指标测试方法；
- 3、培养实践技能，提高分析和解决实际问题的能力。

二 教学要求

通过电子电路综合实践，使得学生掌握以下能力：

- 1、能使用万用表检测开关器件、二极管、电解电容、集成芯片等元器件；
- 2、会查阅二极管、集成电路等器件用户手册资料，并根据要求选取元器件；
- 3、能按电路图安装、制作和调试电子电路；
- 4、能对电路参数进行测量；
- 5、熟悉常见集成电路特性及应用；
- 6、培养严肃、认真的科学态度和工作作风。

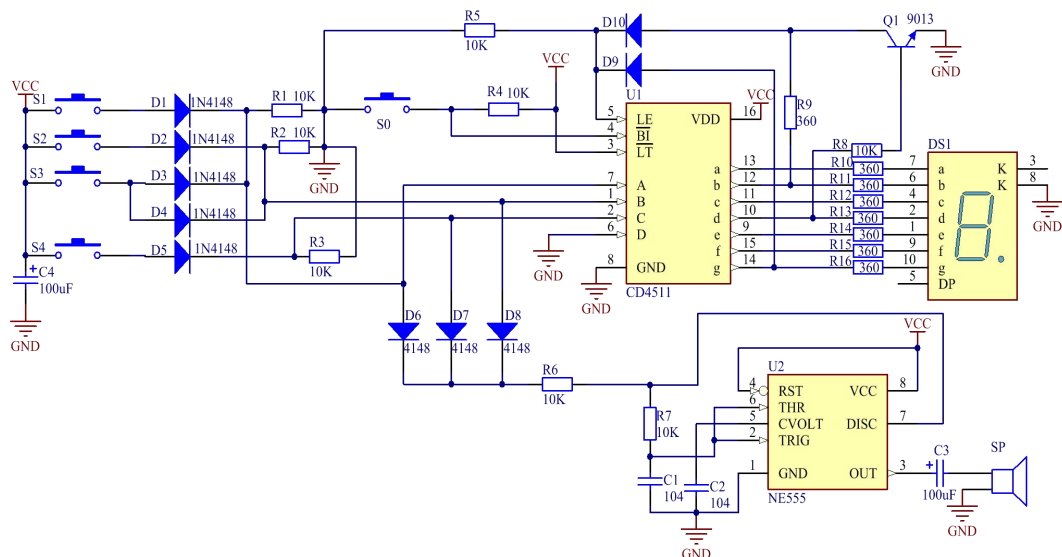
三 课程思政目标

“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。”学院多渠道探索“课程思政”育人模式，以“引”辅教，实现第一课堂与第二课堂、课内理论学习与课外实践教学有机互动，不断拓展育人路径，让学生亲身实践铭刻下更深的感悟，将专业课上的理论学习指导动手实践，结合电子设计培训等创新活动构建第二课堂。形成育人的新模式，助力新一代创新创业人才培养，通过这样的培养方式，内化学生专业学习的动力，鼓励学生发扬挑战创新的热情和不断奋进的精神。

四 教学内容

1、四人数显抢答器

四人数显抢答器可以实现以下功能：按下抢答键 S1-S4 中任何键，数码管显示优先抢答者序号（1-4）并锁定，同时蜂鸣器发声，表示抢答成功，按下解锁键 S0，数码管清零，抢答器再次进入预抢答状态。原理图如图所示。



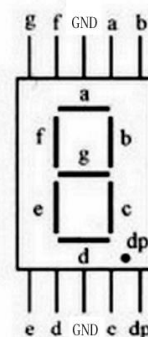
工作原理：

按键 S1-S4 与后面的二极管 1N4148 以及电阻 R1-R3 共同组成三位编码器，编码输入至 CD4511 的 2、1、7 管脚，比如按下 S1，则生成编码 001；按下 S2，生成编码 010；按下 S3，生成编码 011，按下 S4，生成编码 100。这个编码通过译码器，可以在数码管显示相应的序号。CD4511 的第 5 管脚具有数据锁定功能，只要数码管有显示，D9、D10 传送过来的高电平锁定 CD4511 目前显示的数据，这时候即使按下其他抢答键，显示的数字不会再变化。R8 和 9013 是用来解锁用的，工作过程是这样的：按下 S0，CD4511 的第 4 管脚（消隐端）得到低电平，数码管无条件变成显示“0”此时 R8 传送过来的高电平，使 9013 导通，解除锁定状态。D6、D7、D8 这 3 个二极管的作用是只要编码不是 000，这时必定会有高电平通过 R6 启动右下角的 NE555 与周边元件组成的脉冲发生器，第 3 脚输出的脉冲会驱动无源蜂鸣器发声。

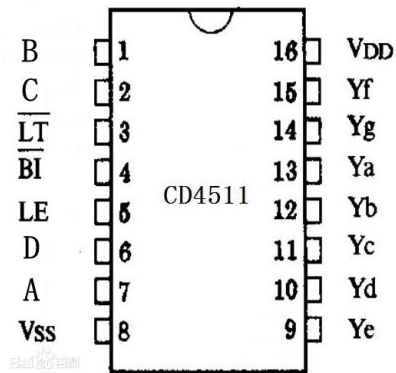
焊接调试说明：

(1) 电源宜采用直流 5-10 伏，电压过低蜂鸣器声音会太小或者出现不锁定情况。

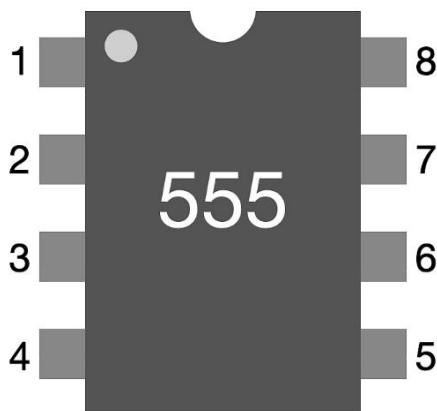
(2) 数码管采用共阴极接法，3、8 管脚是公共端（负极），如有笔画不亮，说明有可能是某一管脚虚焊，按照图示管脚图（右图），用万用表检查相应管脚连接情况即可。



(3) CD4511 (下图) 是译码器，用于驱动共阴极 LED 数码管。ABCD：二进制数据输入端；/BI：输出消隐控制端；LE：数据锁定控制端；/LT：灯测试端；Ya-Yg：数据输出端；VDD：电源正；VSS：接地。

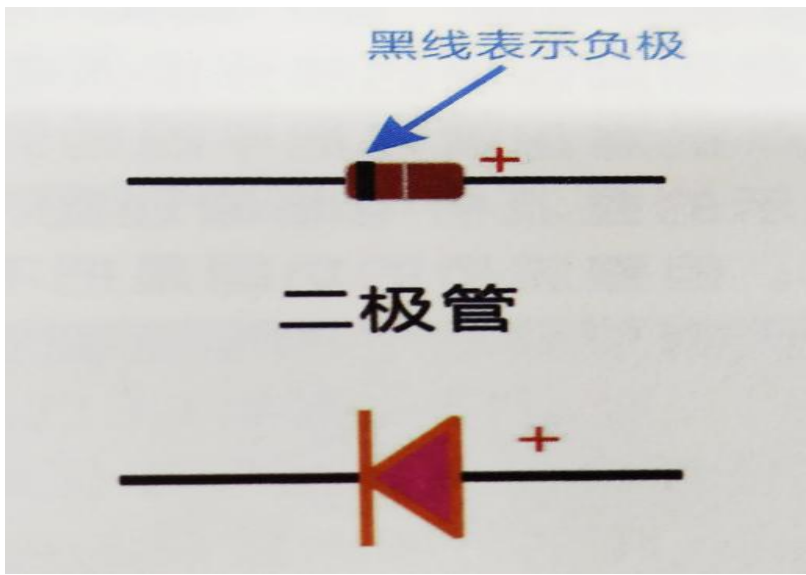


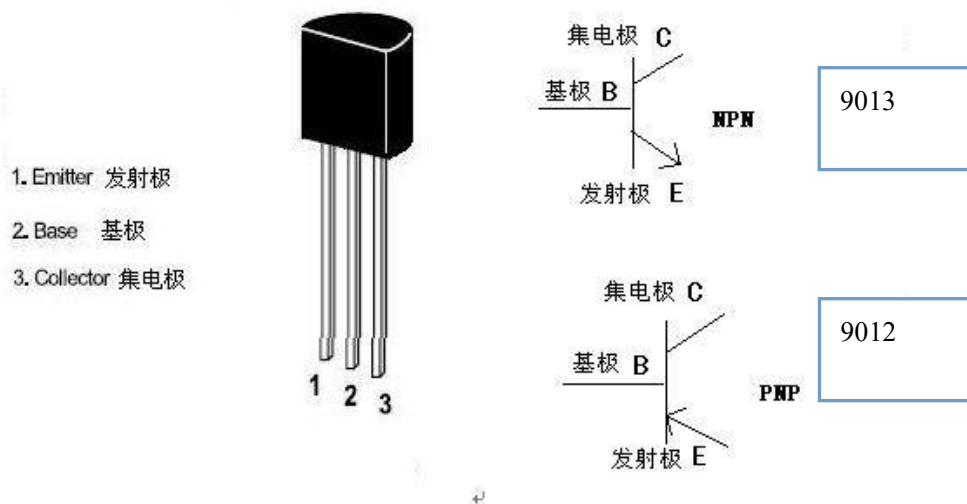
(4) NE555 引脚图



引脚	引脚	引脚
1	地	接地
2	触发	当此引脚电压降至 $\frac{1}{3} V_{CC}$ (或由控制端决定的阈值电压) 时输出端给出高电位
3	输出	输出高电平或低电位
4	复位	当此引脚接高电平时定时器工作，当此引脚接地时芯片复位，输出低电位
5	控制	控制芯片的阈值电压。(当此管脚接空时默认两阈值电压为 $\frac{1}{3} V_{CC}$ 与 $\frac{2}{3} V_{CC}$)
6	阈值	当此引脚电压升至 $\frac{2}{3} V_{CC}$ (或由控制端决定的阈值电压) 时输出端给出低电位
7	放电	内接OC门，用于给电容放电
8	供电	提供高电位并给芯片供电

(5) 二极管、三极管引脚图





90 系列三极管引脚图

(6) 面包板说明

面包板结构说明

洞洞板实验板

在面包板的上下两侧分别有两列插孔（下图标识为电源轨）一般是作为电源引入的通路。标有“+”的一列有5组插孔，每组5个（内部5个孔连通），均为正极。标有“-”的一列有5组插孔，每组5个（内部5个孔连通），均为接地。如需用到整个面包板，通常将“+”与“+”用导线连接起来。“-”与“-”用导线连接起来。

连接孔分为上下两部分，用来插接元件和跳线的。在同一列中的5个插孔（即a-b-c-d-e, f-g-h-i-j）是互相连通的；列和列（即1-30）之间以及凹槽上下部分（即e-f）是不连通的。

400孔面包板8.5x5.5cm可组合拼接



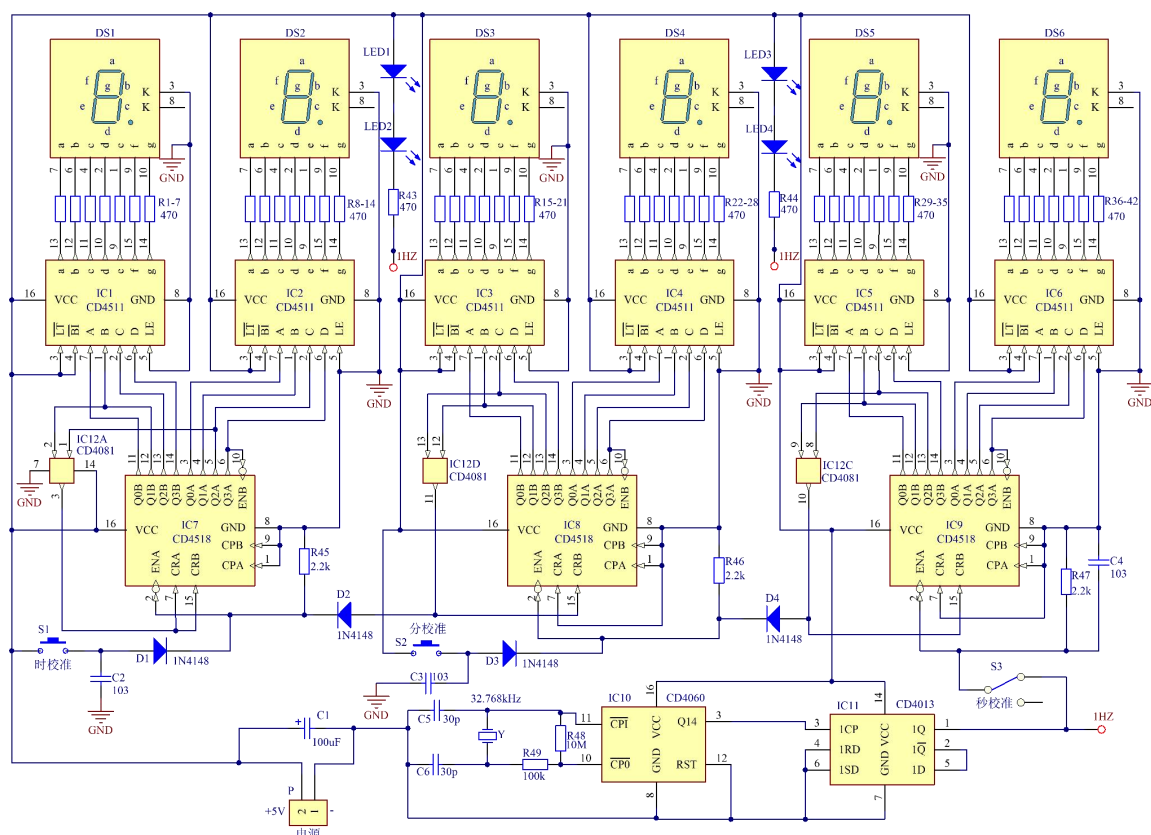


(6) 元件清单参照下表，如有不懂的，请仔细查看备注栏。

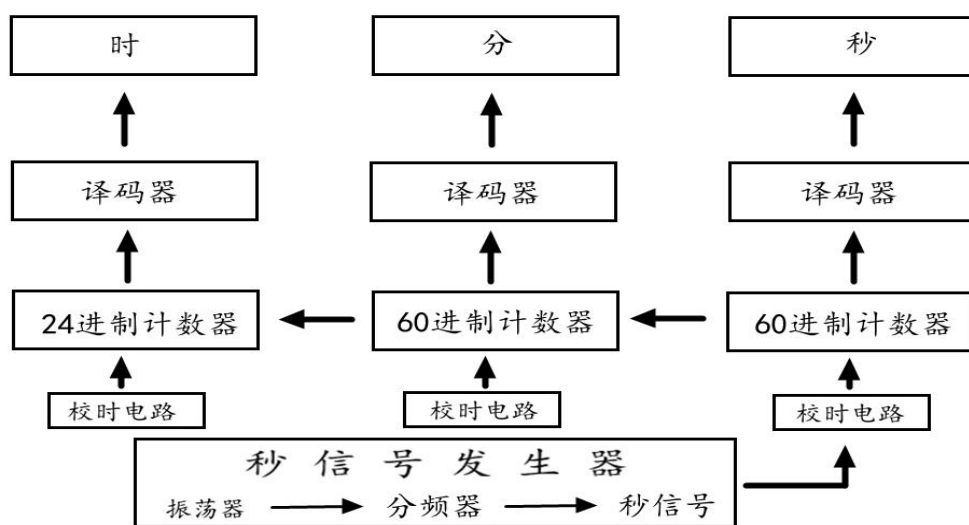
序号	符号	名称	规格	数量	备注
1	R1-R8	色环电阻	10k	8	棕黑黑红棕
2	R9、R10-R16	色环电阻	360	8	橙蓝黑黑棕
3	Q1	三极管	9013	1	EBC
4	SP	无源蜂鸣	12095	1	无极性
5	C1、C2	瓷片电容	104	2	无极性电容
6	C3、C4	电解电容	100uF	2	板上阴影为负极
7	D1-D10	二极管	1N4148	10	黑色圈是负极
8	P	排针	2p	1	如有电池盒则不用排针
9	S0-S4	微动开关	6*6*5	5	按键
10	U1	集成电路	CD4511	1	译码器
11	U2	集成电路	NE555	1	时基电路
12	U1	16P IC	DIP	1	集成电路插到IC座
13	U2	8P IC 座	DIP 8P	1	IC座焊接到线路板上
14	DS1	数码管	5011	1	共阴极
15	PCB板	LK133	58*88	1	

2 数字电路时钟

数字时钟电路能够实现 24 小时制计时，四个红色发光管闪烁频率，即为秒脉冲频率，具有时、分、秒校时功能。电路图如下：



工作原理：数字时钟电路是由秒信号发生器、计数器、译码显示电路、校时电路组成。工作流程图如图所示。下面详细介绍各模块电路工作原理。



数字时钟工作流程图

1) **秒信号发生器**：由 CD4060 和 CD4013 组成，它的作用是产生频率为 1 Hz 的时间基准信号。CD4060 与外接电阻、电容、石英晶体共同组成 32768 Hz 振荡器，并进行 14 级分频，输出 2Hz (即 $32768/2^{14}=2$) 信号，然后经过 CD4013 二分频输出标准的 1Hz 秒脉冲信号，原理图中的三处标注 1Hz 是网络标号，表示这三点实际是连在一起的。

2) **计数器**：主要由两个 60 进制计数器（分、秒）和一个 24 进制计数器（时）组成，具体功能的实现是由计数器 CD4518 和与门 CD4081 共同完成。

CD4518 如右图，是一个双 BCD 同步加计数器，由两个相同的同步计数器组成。CD4518 引脚功能如下：

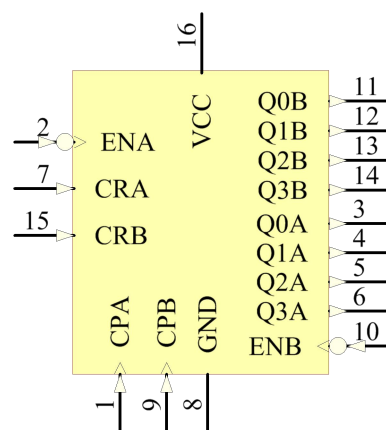
CPA、CPB：时钟输入端。

CRA、CRB：复位端（清除端）。

ENA、ENB：计数允许控制端 (常用于进位控制)。

Q0A~Q3A：计数器输出端。

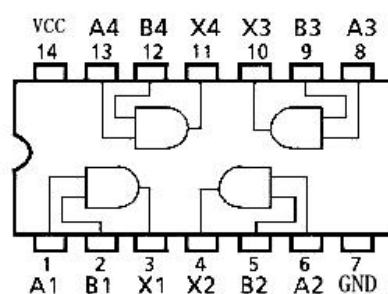
Q0B~Q3B：计数器输出端。



CD4518

CD4081 是内部含有四组 2 输入端与门的集成电路，为了便于读懂原理，在原理图中一般采用分立法，即原理图中的 IC12A、IC12C、IC12D 都是 CD4081 的一部分，在这里没用到第二组，因此第二组的管脚都空着。CD4081 封装如右图所示。

数字时钟电路中，IC9 这个计数器（CD4518）专门控制秒计数，CD4518 内部两个计数器分别控制秒计数的个位数和十位数，前级秒脉冲由第 2 管脚 ENA 接入计数器，说明 A 计数器控制个位数，即输出端 Q0A~Q3A 为个位数据，同理，B 计数器控制十位数，数据输出端 Q0B~Q3B 为十位数据。通过电路图可以看出个位数最高位 Q3A 接 ENB，从而实现个位数向十位数进位控制，这里是“逢十进一”。



当十位数为“6”时，即 B 组数据为 Q3Q2Q1Q0=0110，只有十位数为“6”，Q1B 和 Q2B 才会同时为 1，此时与门 CD4081 的 IC12C 输出为 1，同时发出进位信号和复位信号，即分计数器实现“加 1”，秒计数器十位数“清零”（个位数本来就是 0 不必清零），从而实现十位数“逢六进一”也就是我们常说的 60 进制，分计数器与秒计数器都是 60 进制，原理相同。在时计数器中，十位数显示 2 (0010)，个位数显示 4 (0100) 时，IC12A 发出的是十位数和个位数同时“清

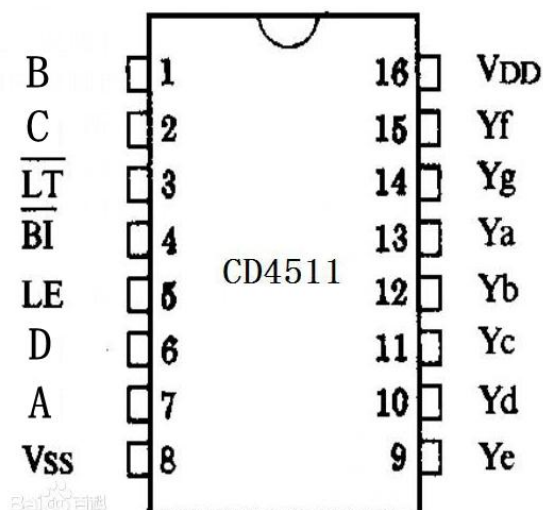
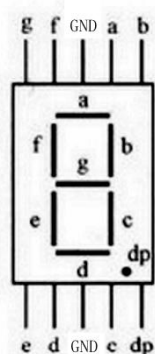
零”，此时没有进位信号，从而实现 24 进制。

3) 译码显示电路：本电路采用 CD4511

作为译码器。CD4511 是一片 CMOS BCD 译码器，封装见右图，用于驱动共阴极 LED 数码管（封装见右下图）。ABCD：二进制数据输入端；/BI：输出消隐控制端；LE：数据锁定控制端；/LT：灯测试端；Ya~Yg：数据输出端；VDD：电源正；

VSS：接地。每一个 CD4518 内部有两个计数器，它输出的两组数据分别对应两个译码器，

译码器后面是相应的数码管，用来显示输出数值，从而实现时钟功能。“秒”、“分”计数器是 60 进制计数器，“时”计数器是 24 进制计数器。“时”、“分”、“秒”的译码和显示电路完全相同，均使用七段显示译码器 CD4511 直接驱动 LED 数码管。



4) 校时电路：“秒”校时采用等待校时法，正常工作时，开关 S3 闭合，进行校对时，开关 S3 断开，暂停秒计时。标准时间一到，立即闭合 S3，恢复正常走时。“分”和“时”校准通过微动开关“S2”和“S1”手动输入计数脉冲的方式调整，按一次，相当于向计数器输入一个脉冲，数字就加 1。S1S2 旁边的电容 C2C3 作用是消除微动开关抖动电压，如果没有这两个电容，按一次，数字可能会出现连续跳变。

5) 焊接调试说明：

(1) 电源电压：5-6 伏直流。

(2) 线路板上的 J1-J6 是跳线，将 1N4148 剪下来的管脚，弯成“U”型，焊上即可。如遇到其他不了解的元件，请仔细查看最后面的元件清单备注栏。

(3) 电路焊接完毕，要仔细对照元件清单的说明，检查有无极性焊错情况，通电前务必要将线路板反面清理干净，防止误连造成短路，烧毁元件。

(4) 通电调试时，如所有数码管和发光管都不亮，请检查是否有芯片方向装反。

(5) 通电调试时，如所有数码管正常点亮但是不计数，请检查拨动开关 S3 是否拨在上面位置，计数速度或显示不正常先检查电源电压是否正常或电池电力是否充足，然后检查焊点有无漏焊、误连、虚焊等。

6) 元件清单:

序号	符号	名称	规格	数量	备注
1	R1-R44	色环电阻	470	44	黄紫黑黑棕
2	R45-R47	色环电阻	2.2k	3	红红红棕
3	R48	色环电阻	10M	1	棕黑蓝金
4	R49	色环电阻	100K	1	棕黑黄金
5	D1-D4	二极管	1N4148	4	黑色圈是负极
6	S1、S2	微动开关	6*6*5	2	按键
7	C5 C6	瓷片电容	30	2	无极性电容
8	Y	晶振	32.768KHZ	1	无极性
9	C2-C4	瓷片电容	103	3	无极性电容
10	S3	拨动开关	SS12D00	1	对称无方向
11	C1	电解电容	100uF	1	板子上斜线阴影为负极
12	LED1-LED14	发光管	5mm红	4	长管脚为正
13	P	接线座	蓝色(5mm) 2P	1	电源接入
14	IC1-IC6	芯片	CD4511	6	译码器
15	IC7-IC9	芯片	CD4518	3	计数器
16	IC10	芯片	CD4060	1	振荡分频器
17	IC11	芯片	CD4013	1	D触发器
18	IC12	芯片	CD4081	1	4-2输入与门
19	IC1-IC10	IC 座	DIP16	10	集成电路插到IC座
20	IC11-IC12	IC 座	DIP14	2	IC座焊接到线路板上
21	DS1-DS6	数码管	5011	6	共阴极
22	J1-J6	跳线	无	6	用剪下来的1N4148引脚代替
23	LK2005	PCB 板	110*160	1	数字时钟

工艺要求

1、电路板排版要求

- (1) 拿到电路原理图后先根据印制板的实际大小设计电路装配图。
- (2) 电路中的元器件要均匀分布在印制板上，印制板上下左右空出的位置要基本相同。
- (3) 电路中相同元件所跨接的距离要尽量相同。
- (4) 在同一水平位置上的元器件引脚两端弯曲所留的长度要保持相同。
- (5) 印制板装配要求前竖后横，即印制板前面所有元件及导线应竖直安装，印制板后面所有导线应水平安装。

2、元器件装配工艺要求

- (1) 电阻、二极管（发光二极管除外）环方向应该一致（从上到下或从左到右）。
- (2) 发光二极管直立式安装，底面离印制板 $6 \pm 2\text{mm}$ 。
- (3) 三极管采用直立式安装，底面离印制板 $5 \pm 1\text{mm}$ 。
- (4) 电解电容器、涤纶电容器尽量插到底，元件底面离印制板最高不能大于 4mm 。
- 圆片电 容器底面离印制板一般为 $2\text{mm} - 4\text{mm}$ 。
- (5) 微调电位器尽量插到底，不能倾斜，三只脚均需焊接。
- (6) 集成电路底面与印制板贴紧。
- (7) 插件装配美观、均匀、端正、整齐、不能歪斜、高矮有序。
- (8) 所有插入焊片孔的元器件引线及导线均采用直角焊，剪脚留头在焊面以上 $1 \pm 0.5\text{mm}$ ，焊点要求圆滑、光亮、防止虚焊、搭焊和散锡。

3、焊接及调试时的注意事项

- (1) 焊接过程中要注意电烙铁的摆放位置以及握电烙铁的方法，防止烫伤。
- (2) 使用电烙铁的过程中要注意检查插头及连接线，以防漏电。

五、课程考核方式及要求

1、考核方式：

采取过程性考核与终结性考核紧密结合的考核方式，过程性考核采用学生焊接电路板的工艺和功能完整性来评价，终结性考核采用设计报告书书写规范性进行评价。

2、考核要求：

出勤率低于10课时不得参加终结性考核，终结性考核为设计报告成绩低于40分核定为不及格。

3、综合成绩组成：

综合测评成绩=过程性考核（焊接实物工艺30%+焊接实物功能30%）+终结性考核（设计报告40%）