

2019~2020 学年第一学期

《数字系统设计实验》课程要求

一、课程安排及要求：

周次	内 容
10	发布课程要求和实验题目，要求学生第 11 周上课前选好实验题目， 每个题目每班不超过 6 人 （如班级人数超过 36 人，每个题目可选 7 人）
11	讲授内容：系统设计方法、实验板使用、数码管、点阵扫描显示、按键防抖、综合题目要求等 实验内容：学生确定题目，讨论总体设计方案，设计模块电路。
12~13	根据选定题目的模块电路要求完成相应模块电路的设计、仿真与调试，在实验板上实现电路功能
14~17	开放实验：至少参加 2 次课内 开放实验 根据选定题目的要求完成总体电路的设计、仿真与调试，在实验板上实现电路功能
18	验收答辩

二、成绩评定

数字系统设计实验成绩由三部分组成：

- 报告成绩：20%
- 平时成绩：30%
- 验收答辩：50%

实验报告评分标准如下（按百分制批改，占总成绩的 20%）：

	内 容	分数
1	设计课题的任务要求	5
2	系统设计（包括设计思路、总体框图、分块设计）	15
3	仿真波形及波形分析	25
4	代码（要有注释）	15
5	功能说明及资源利用情况	10
6	故障及问题分析	15
7	总结和结论	10
8	报告格式规范、清晰	5

三、模块电路要求

根据选择题目不同，每位同学需在**第 3 次课结束前**完成一个模块电路的**设计、仿真和实现**，具体要求见题目。

四、开放实验预约说明

1、预约规则及注意事项

- 每位同学至少参加 **2 次课内** 开放实验；
- 预约人数：**一个实验室某个时段的预约人数如果少于 5 人**，则该次实验取消，预约时请注意选择实验室；
- 预约时间：在实验开始的**前 7 天的早上 8:00 到前 1 天的晚上 21:00**，可以预约该次实验；同一时间段不同实验室的实验只可预约其中一个。
- 预约次数：每人**同时最多预约 2 次实验**，预约的实验结束后，可以再预约新的实验。
- 现场预约：当预约的学生小于实验室容量时，允许学生临时来做实验，即直接到实验室预约。请在实验开始后 1 个小时内到实验室进行现场预约，否则实验情况不计入系统。
- 违约处理：如果学生未按预约时间到实验室做实验，又没有提前取消预约，计违约 1 次，累计违约每达到 2 次，信用等级下降一级，在实验预约人数超过实验室容量时，信用等级最低的学生将首先被取消实验资格，信用等级相同的情况下，根据预约时间取消最后预约的学生的实验资格。信用等级根据本学期实验违约情况计算，对之前的违约记录不进行累计。
- 课外开放：**课外开放实验不记成绩**，本课程要求**至少参加 2 次课内开放实验**，预约时请注意。

2、实验签到

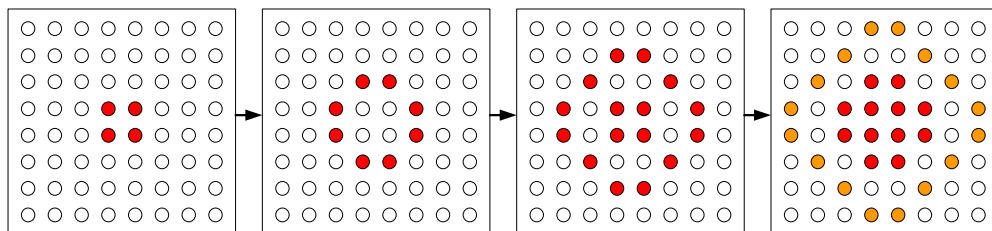
- 时间要求：预约的学生**在实验开始前 15 分钟至实验开始后 30 分钟**在实验室签到，实验室在实验开始之后的 30 分钟之内为提前预约的学生保留实验台，超过 30 分钟，按未预约的学生处理，并计 1 次违约。
- 签到方法：已预约的学生请在规定时间内到预约的实验室，实验室的系统中将显示所有预约学生的信息，签到时系统会自动为学生分配实验台，请务必**按分配的组号就座**。

五、实验题目

题目 1 燃气灶控制器的设计与实现

基本要求：

- 1、燃气灶的控制按键有三个：点火/关闭按键 BTN7、火力调节按键 BTN6（火力增大）和 BTN5（火力减小）；
- 2、用 8×8 双色点阵模拟显示燃气灶的灶眼，用如图 1 所示的四个点阵显示状态分别表示火力的四个档位，从左到右依次为微火、小火、中火和大火，点阵没有任何显示表示熄火状态；



双色点阵模拟燃气灶火力大小示意图

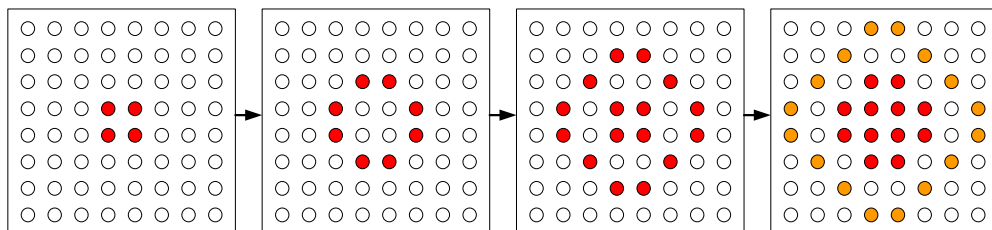
- 3、燃气灶上电时灶眼应处于熄火状态，在熄火状态下按一下按键 BTN7 点燃燃气灶进入燃烧状态，在燃烧状态下按一下按键 BTN7 则熄灭燃气灶进入熄灭状态；
- 4、燃气灶在熄灭状态下，按一下按键 BTN7 进入燃烧状态时的初始火力为小火；
- 5、在燃烧状态下用按键 BTN6（火力增大）和 BTN5（火力减小）改变火力的大小，每按一次按键火力增大或减小一档（对应的点阵显示改变一档）；在大火状态下按键 BTN6 不起效，在微火状态下按键 BTN5 不起效，而且在大火状态下按 BTN6 或微火状态下按 BTN5 要有报警声，提示火力已到极限；
- 6、系统工作流程合理，工作稳定。

提高要求：

- 1、给点火动作加上音效和动画来模拟点火过程；
- 2、给控制器加上定时功能，让燃气灶燃烧一定时间后自动熄火；
- 3、自拟其他功能。

模块电路要求：

在 8×8 双色点阵上依次显示以下四个图案，通过按键控制切换，每按一次键切换一个图案。

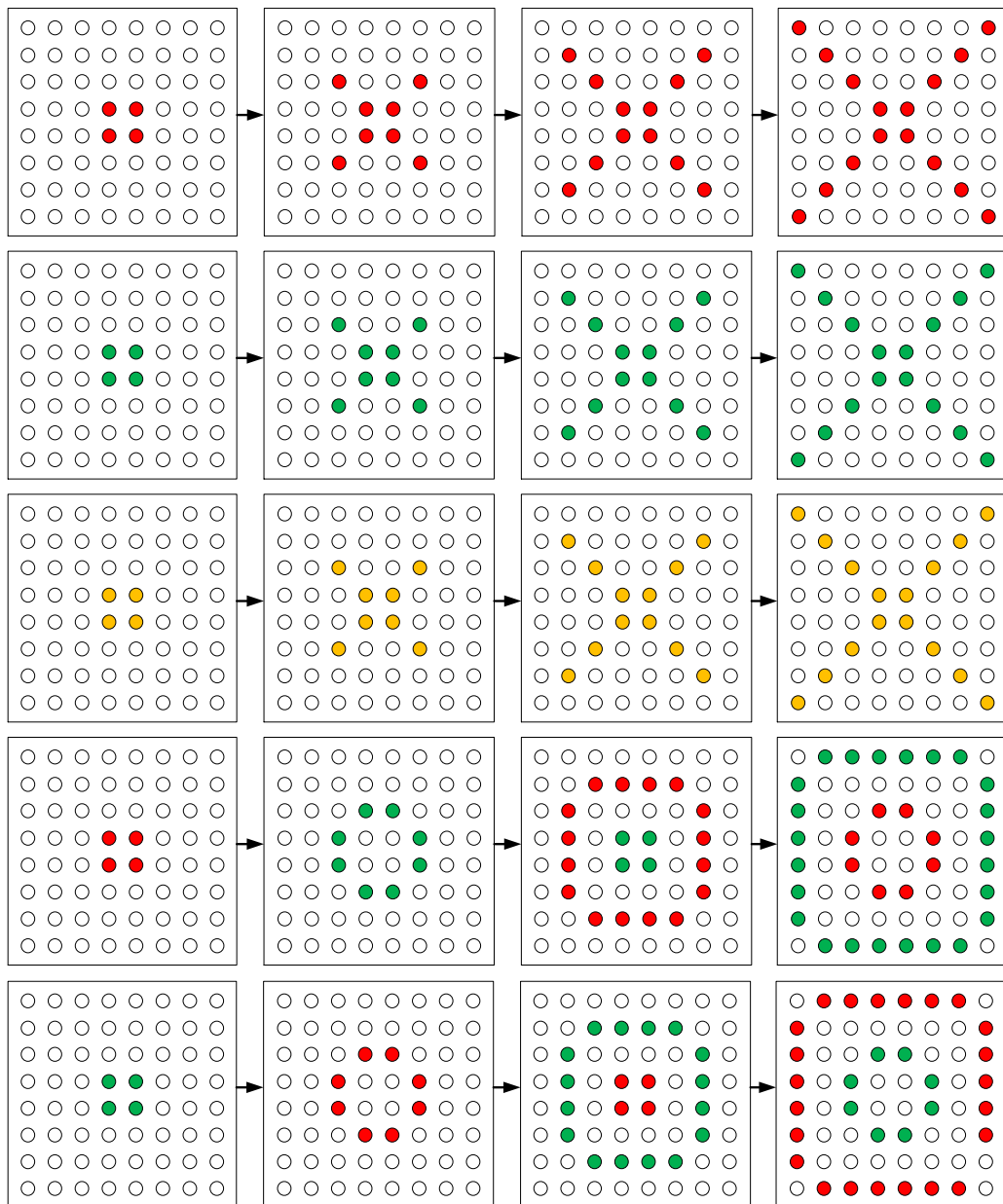


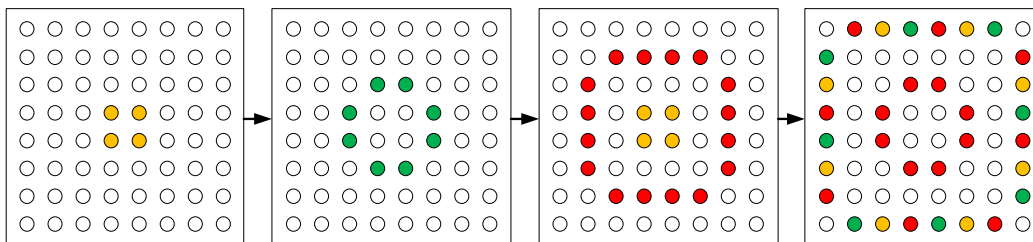
题目 2 新年礼花控制电路的设计与实现

设计制作一个简易新年礼花控制电路，实现新年倒计时、零点礼花燃放及新年音乐播放等功能。

基本要求：

- 1、系统上电时进行自检：点阵依次显示全绿→全红→全黄→全灭，8 个数码管全显示 8 并闪烁 3 下至全灭；
- 2、用按键 BTN7 启动 10 秒倒计时，用数码管 DISP7 实现倒计时显示；
- 3、用双色点阵动态显示礼花：10 秒倒计时计到 0 时，礼花开始燃放，每秒 1 个礼花（每个礼花 4 幅图），如下图所示的六个礼花依次显示，也可自行设计礼花图案；





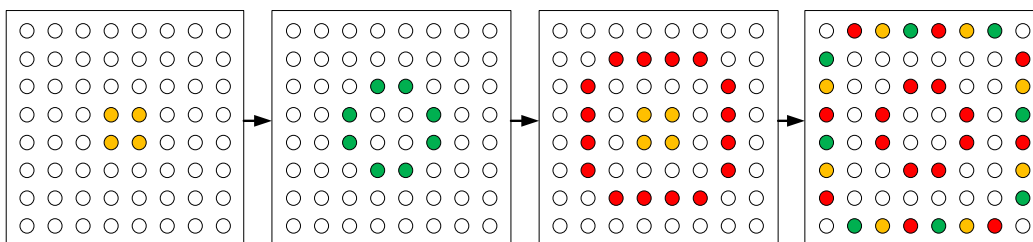
- 4、6 个礼花燃放结束后，点阵和数码管进入全灭状态，再按 BTN7 后可重新开始倒计时和礼花燃放；
- 5、系统工作流程合理，工作稳定。

提高要求：

- 1、用蜂鸣器播放新年音乐：10 秒倒计时计到 0 时，蜂鸣器开始播放新年音乐，乐曲自选，乐曲播放时间长度不得短于礼花的燃放时间；
- 2、增加新年问候语显示。10 秒倒计时计到 0 时，将问候语显示在液晶显示器上，并保持到焰火结束；
- 3、自拟其他功能。

模块电路要求：

在 8×8 双色点阵上依次显示以下四个图案，每 0.25 秒切换一个图案。



题目 3 简易停车场系统的设计与实现

设计实现一个简易停车场模型，模拟车辆的驶入驶出和计费等。

基本要求：

- 1、BTN7 作为系统总开关，系统关闭时，所有显示器件均不亮，系统打开时：
 - a) DISP7 和 DISP6 显示 0~23 循环秒计时，模拟一天二十四小时；
 - b) 车场共有 8 个车位，LD1、LD3、LD5、LD7、LD9、LD11、LD13、LD15 八个发光管亮起（其余不用的 LD 应一直保持熄灭状态），表示 8 个车位空闲；同时用点阵显示空闲车位数目（8~0）；
 - c) 在各个 LD 右下方对应的 SW0~SW7 八个开关用作车辆驶入控制；
- 2、将某个 SW 开关置“1”，对应左上方 LD 熄灭，表示车位被占用，点阵显示的车位数相应减一。依次操作，可以将所有车位占满，在此期间也允许车辆驶出车位；
- 3、有车辆准备驶离车位时应将对应的 SW 开关置“0”，对应左上方 LD 以 2Hz 频率闪烁；点阵显示的车位数也以 2Hz 闪烁；DISP4 和 DISP3 两位数码管显示停车时间；DISP1 和 DISPO 两位数码管显示停车费金额；

- a) 停车按时间计费，前 2 秒不计费，以后每秒 2 元；
- b) 停车时长每 24 秒固定收费 40 元，大于 24 秒后按每秒 2 元收费。例如停车 52 秒，即停车时间为 $(24 \times 2 + 4)$ 秒，则停车费为 $40 \times 2 + 2 \times 4 = 88$ 元；
- 4、点击 BTN0 表示缴费，停车时间和金额显示以 2Hz 频率闪烁两次后消失，同时蜂鸣器响起提示音表示缴费成功、对应车位的 LD 亮起、点阵稳定显示实际的空余车位数（原数值+1）。

提高要求：

- 1、系统打开时空余停车位的数目和位置随机；
- 2、停车费计算区分白天和夜间不同标准，6~22 时按白天每秒 2 元，其余按夜间每秒 1 元计费；
- 3、自拟其他功能。

模块电路要求：

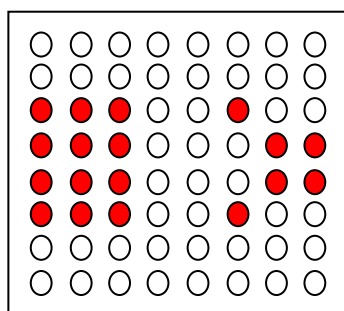
在数码管 DISP7 和 DISP6 显示 0~23 循环秒计时，其他数码管均显示 0。

题目 4 猜拳游戏的设计与实现

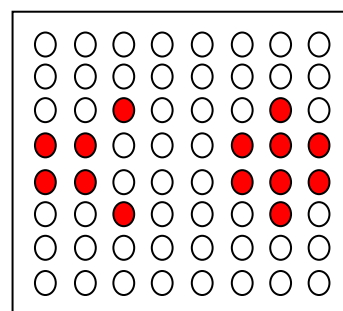
本电路可供甲乙二人进行猜拳游戏。通过不同的按键控制，选择多种出拳方式，显示猜拳的结果，实现猜拳游戏，防止了作弊的可能。

基本要求：

- 1、甲乙双方各用三个按键模拟“石头”、“剪刀”、“布”，BTN7、BTN6、BTN5 为甲，BTN2、BTN1、BTN0 为乙；
- 2、裁判用 BTN3 表示“准备”，BTN4 表示“开”；
- 3、每局比赛开始前裁判先宣布“准备”，点阵显示全灭，然后甲乙双方分别选择出拳方式（以最后一次选择为准）；
- 4、裁判按“开”以后，用点阵的左右三列同时显示甲乙双方的猜拳选择（如下图所示），并用两个数码管显示甲乙的猜拳比分；



甲“布”，乙“剪刀”



甲“剪刀”，乙“石头”

- 5、猜拳游戏为五局三胜制。若甲乙双方出拳一致，则比分保持不变，双方重新出拳；
- 6、比赛结束后，用 8×8 点阵显示获胜方；
- 7、用拨码开关作为复位键，复位后游戏重新开始。

提高要求：

- 1、点阵显示增加游戏开机动画、结束动画；
- 2、为游戏增加音效；
- 3、在 LCD1602 液晶屏上显示甲乙双方的猜拳比分；
- 4、自拟其他功能。

模块电路要求：

甲、乙出拳共有 9 种情况，用 4 位拨码开关做输入，当拨码对应的二进制数为 0001~1001 时，在点阵上分别显示 9 种不同的出拳情况，显示图案如基本要求 4；当拨码对应的二进制数为其他值时，点阵不显示。

题目 5 简易电子门铃的设计与实现

基本要求：

- 1、门铃有 4 种工作模式：响铃模式、闪灯模式、响铃闪灯都打开模式和免打扰模式（响铃闪灯都关闭），分别对应模式 1、2、3、4，通过 BTN0 切换工作模式，并在 DISPO 上显示当前模式；
- 2、系统内预存 5 首乐曲，每首乐曲长度在 5~10 秒左右，可通过 BTN2 选择乐曲，并在 DISP2 上显示当前乐曲编号；
- 3、当有人按门铃时（BTN7），根据工作模式播放乐曲或在 16 个发光二极管（LED）上显示彩灯闪烁。模式 1 时蜂鸣器播放用户选择的乐曲，16 个 LED 全灭；模式 2 时 16 个 LED 闪烁显示 5 秒，闪烁模式自定，蜂鸣器不发声；模式 3 蜂鸣器播放乐曲，同时 16 个 LED 闪烁显示 5 秒；模式 4 时蜂鸣器不发声，16 个 LED 全灭；

提高要求：

- 1、每个 LED 对应不同的音符，根据每首乐曲的音符和节奏等设置不同的彩灯闪烁；
- 2、在液晶屏上显示当前乐曲的编号和名称，名称英文、拼音和中文均可；
- 3、自拟其他功能。

模块电路要求：

当按下 BTN7 时，通过蜂鸣器播放一首乐曲，乐曲长度在 5~10 秒左右，同时 16 个 LED 闪烁显示 5 秒，闪烁模式自定。

题目 6 电子沙漏的设计与实现

相关知识：

沙漏是一种古老的计时工具，也是一种玩具。电子沙漏用发光二极管表示沙粒，模拟沙漏的运动过程。电子沙漏会像真正的沙漏一样，上部的沙粒（点亮的发光二极管）一粒一粒往下掉，下部的沙粒一粒一粒堆起来。

在结构上,两组各 16 个发光二极管分别排列成为两个三角形,如图 1 所示。其中:VD0~VD15 位于上部,排列成倒三角形;VD0'~VD15'位于下部,排列成正三角形。两个三角形的顶尖相对,组成沙漏形状。当上部有一个发光二极管熄灭时,相应地下部就有一个发光二极管点亮,模拟了沙粒的运动。

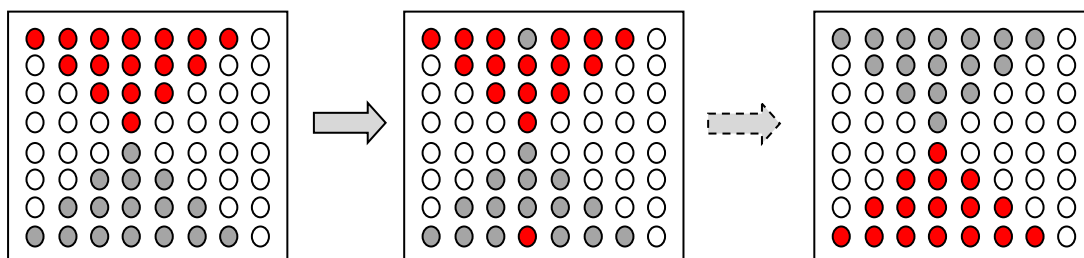


图 1 电子沙漏示意图

基本要求:

- 1、采用 8*8 双色点阵显示电子沙漏的开机界面,如图 2 所示。其中红色 LED 代表沙漏的上半部分沙粒 VD0~VD15,绿色 LED 代表沙漏的下半部分 VD0'~VD15'。

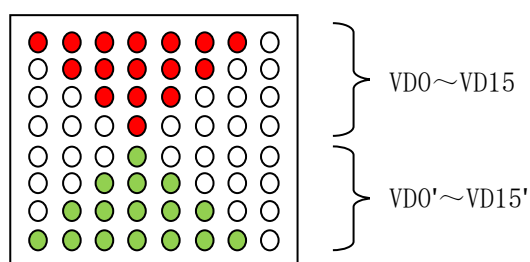


图 2 开机界面

- 2、用拨码开关 SW1 模拟重力感应器。当 SW1 为低电平时,沙粒从 VD0~VD15 向 VD0'~VD15'移动;当 SW1 为高电平时,沙粒从 VD0'~VD15'向 VD0~VD15 移动。
- 3、按键 BTN0 作为计时启动停止按键;
- 4、设计实现一个 60 秒计时器,用于在沙粒移动过程中进行计时校准,当按键 BTN0 启动时开始工作,并用数码管 DISP0~DISP1 显示计时结果;
- 5、BTN0 启动后沙粒即可按照 SW1 设定的方向移动,当 SW1 为低电平时,点阵显示移动的顺序与对应关系如图 3 的①~⑯所示;当 SW1 为高电平,点阵显示移动顺序为⑯~①;
- 6、每颗沙粒的移动时间为 1 秒,当移动到图 2 状态且 SW1 位高电平或者移动到图 3 的⑯且 SW1 位低电平时,则保持沙粒不动(点阵状态不变),但 60 秒计时器继续工作,计时至 60 秒停止计时并清零;
- 7、60 秒计时过程中如果 SW1 的电平发生变化,则点阵显示从当前状态开始反方向变化;
- 8、60 秒计时过程中如果按下 BTN0,则计时暂停,点阵显示停在当时状态,直到再次按下 BTN0,系统继续工作;
- 9、BTN5 为系统复位键,按下后计时停止并清零,点阵显示图 2 状态。

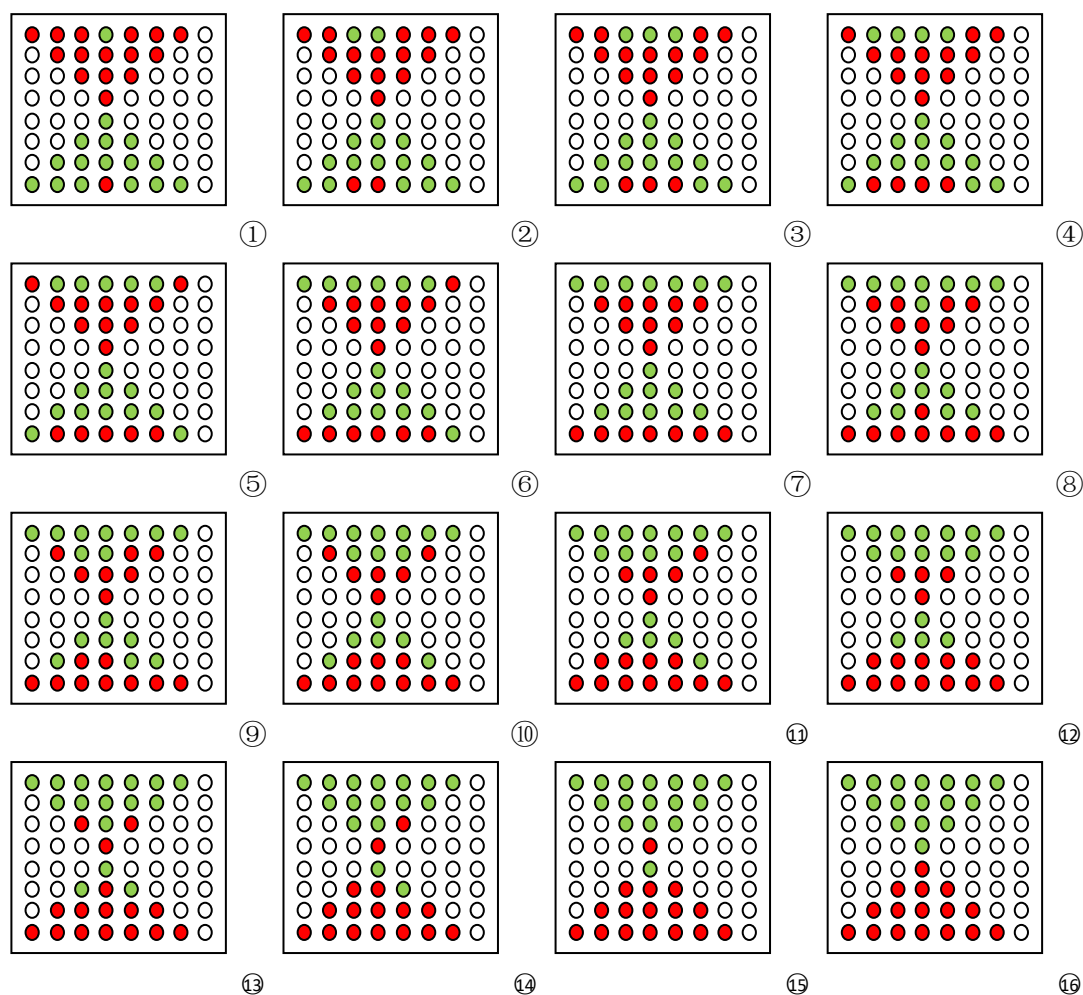


图 3 电子沙漏 LED 移动顺序示意图

提高要求:

- 1、可以调节控制电子沙漏的流动速度。
- 2、用多种方式呈现电子沙漏界面。
- 3、自行设定沙粒的移动路径，显示每颗沙粒的移动过程。
- 4、自拟其它功能。

模块电路要求:

在 8×8 双色点阵上依次显示以下四个图案，每秒切换一个图案，通过 SW1 控制显示顺序，当 SW1 为低电平时，按从①到④的顺序依次显示；当 SW1 为高电平时，按从④到①的顺序依次显示。

