

数字逻辑与数字系统课程设计

北京邮电大学

计算机学院（国家示范性软件学院）

刁婷 diaoting@bupt.edu.cn



1. 教学进度安排：

- 第3周：知识点讲解、项目需求分析、设计方案
- 第4周：重点代码讲解、平台使用
- 第5-13周：编程、仿真、调试，答疑（暂定第8-9周：中期检查）
- 第14周：撰写报告
- 第15-16周：验收答辩

2. 实验室开放时间：

- 第4-14周 周一3-5节
- 第4-14周 周四6-8节
- 第4-14周 周三6-9节

1. 掌握在系统编程的工作原理，分析典型的多输入和多输出复杂数字系统及逻辑关系，面对复杂工程问题，能够对其进行分析、拆解、细化并设计实现的能力。
2. 能够运用现代电子技术工具对设计工程进行功能仿真、测试，提高系统分析和解决问题的能力。
3. 采用科学方法，正确的设计思想，兼顾功能、性能、创新以及用户体验等多个方面要求，设计出复杂数字系统。
4. 课程设计的整个过程以小组为单位进行、组内成员分工协作。培养责任感、团队合作意识及沟通能力。
5. 总结阶段按照工程规范要求撰写文档，并进行口头报告和成果演示。

1. 团队：

- 人数：4人
- 组队方式：自由组合，并选出团队负责人
- 组队范围：13班、14班、20班、21班

2. 项目：

- 多功能电子钟
- 药片装瓶系统

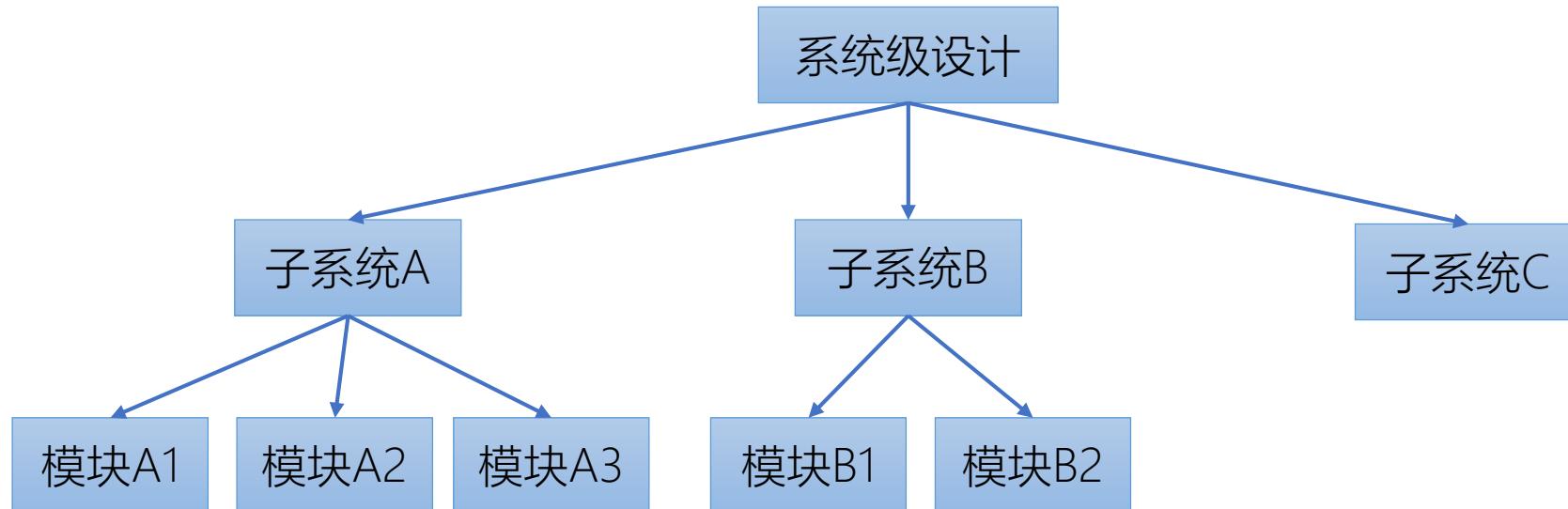
3. 要求

- 团队全体成员分工合作，共同完成两个项目。不允许团队内部拆分小团队分别承担一个项目。
- 分工原则：以功能模块为单位尽量平均分配工作，保证每位成员都有相当的代码量，避免某成员只承担文档写作类型的工作。
- 最终交付：项目报告+工程文件。
- 验收答辩：全体成员到场，阐述项目需求分析、设计思路、模块划分、实现过程，并展示最终实现效果。
- 务必原创！
- 使用码上平台辅助编程、答疑。班级码：OSH3

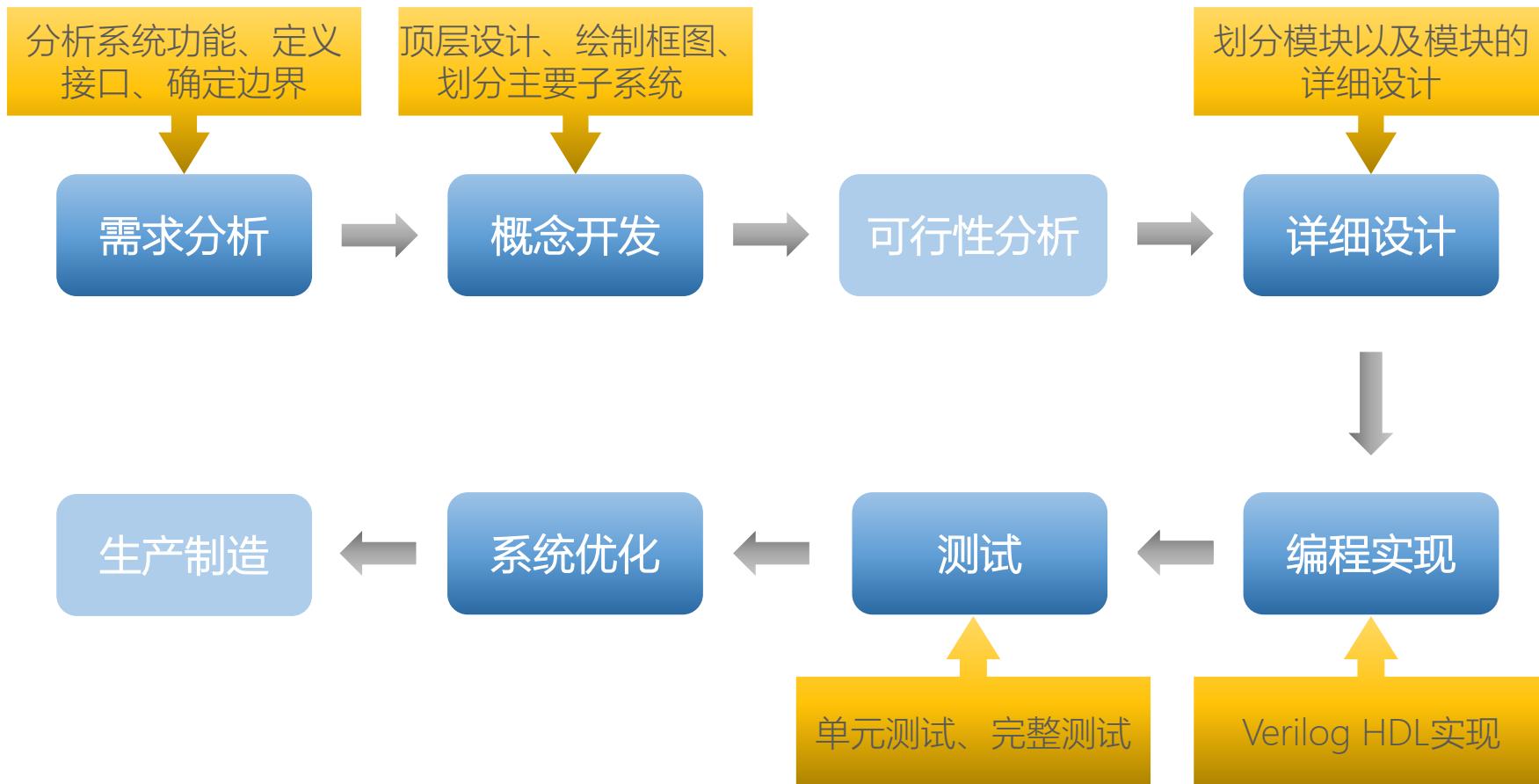
- 数字系统：由若干基本逻辑功能部件构成的，能够完成某种任务的数字电子系统；
- 构成：输入/输出接口、执行部件、**控制部件**；
- 有没有控制部件，是数字系统和功能部件的核心区别；
- 设计方法：自底向上、**自顶向下**。

□ 采用硬件描述语言 (Verilog HDL) 的设计流程

- ✓ 自顶向下 (Top-Down) 设计：从顶层进行功能划分和结构设计。
- ✓ 层次化、结构化的设计和管理



数字系统设计流程



□ 电子钟系统的设计要求

- 基本功能：
 - ✓ 实现24小时制时钟功能；
 - ✓ 实现整点报时功能；
 - ✓ 实现时间设置功能，并且可以随意切换设置和正常工作模式。
- 附加功能：
 - ✓ 实现设置状态时闪烁显示；
 - ✓ 实现音乐整点报时；
 - ✓ 实现闹钟功能；
 - ✓ 其他自拟功能。



□ 电子钟系统的需求分析

1. 时间格式为24h制 (00:00:00-23:59:59)
2. 当时间为整点时 (XX:00:00) , 需要提醒 (整点报时)
3. 一个开关做复位按钮 (如果开关不够, 也可以复用其他按钮) 。
4. 在数码管上显示时间、闹钟两种模式, 一次只能显示一种模式, 一个开关做模式切换按键, 按下进行两种模式切换, 显示格式: 时 分 秒 【XX XX XX】 。

□ 电子钟系统的需求分析

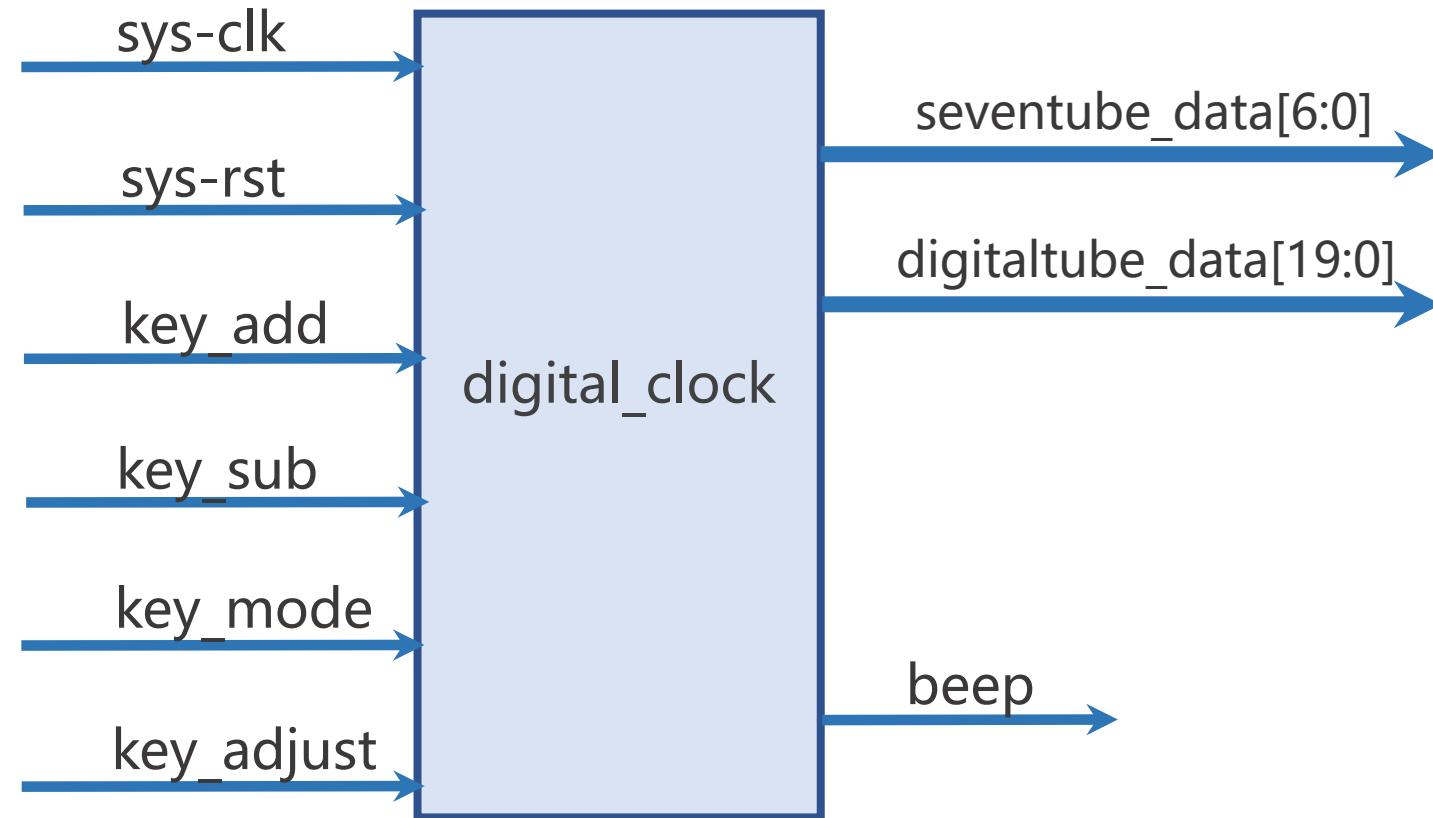
5. 可以通过按键对时间、闹钟进行调节

- 方法一：一个开关做校准按钮、一个按键做加调节、一个按键做减调节。假设此时处于时间模式，想要调节时间，需要先按下校准按钮，通过加减进行小时调节，再次按下校准按钮进行分钟调节，再次按下校准按钮回到正常显示（秒不做调节）。在校准时，数字钟不走。闹钟模式同理，但在设置闹钟时，数字钟正常运行。
- 方法二：一个开关做校准按钮、八个开关做数据输入。假设此时处于时间模式，想要调节时间，需要先按下校准按钮，通过数据输入改变当前小时，再次按下校准按钮进行分钟调节，再次按下校准按钮回到正常显示（秒不做调节）。在校准时，数字钟不走。闹钟模式同理，但在设置闹钟时，数字钟正常运行。

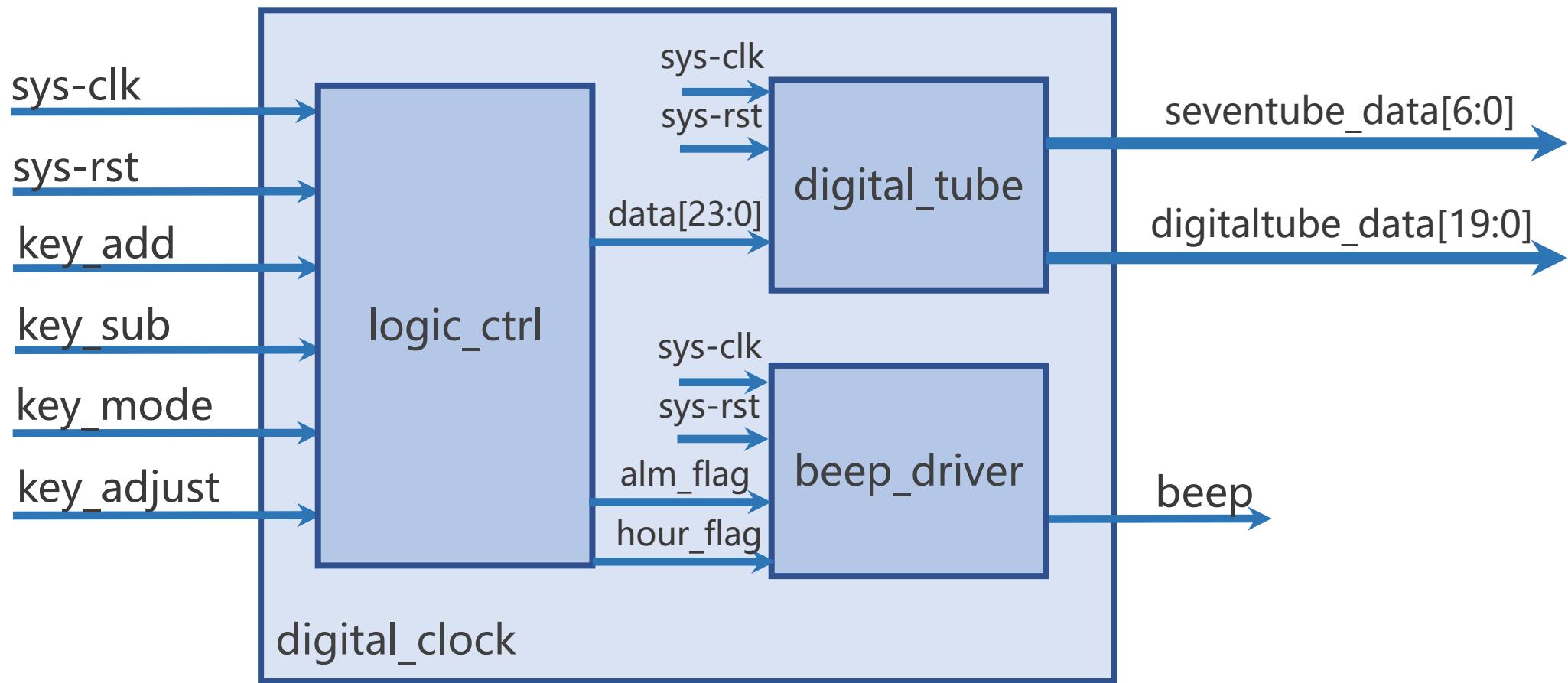
□ 电子钟系统的需求分析

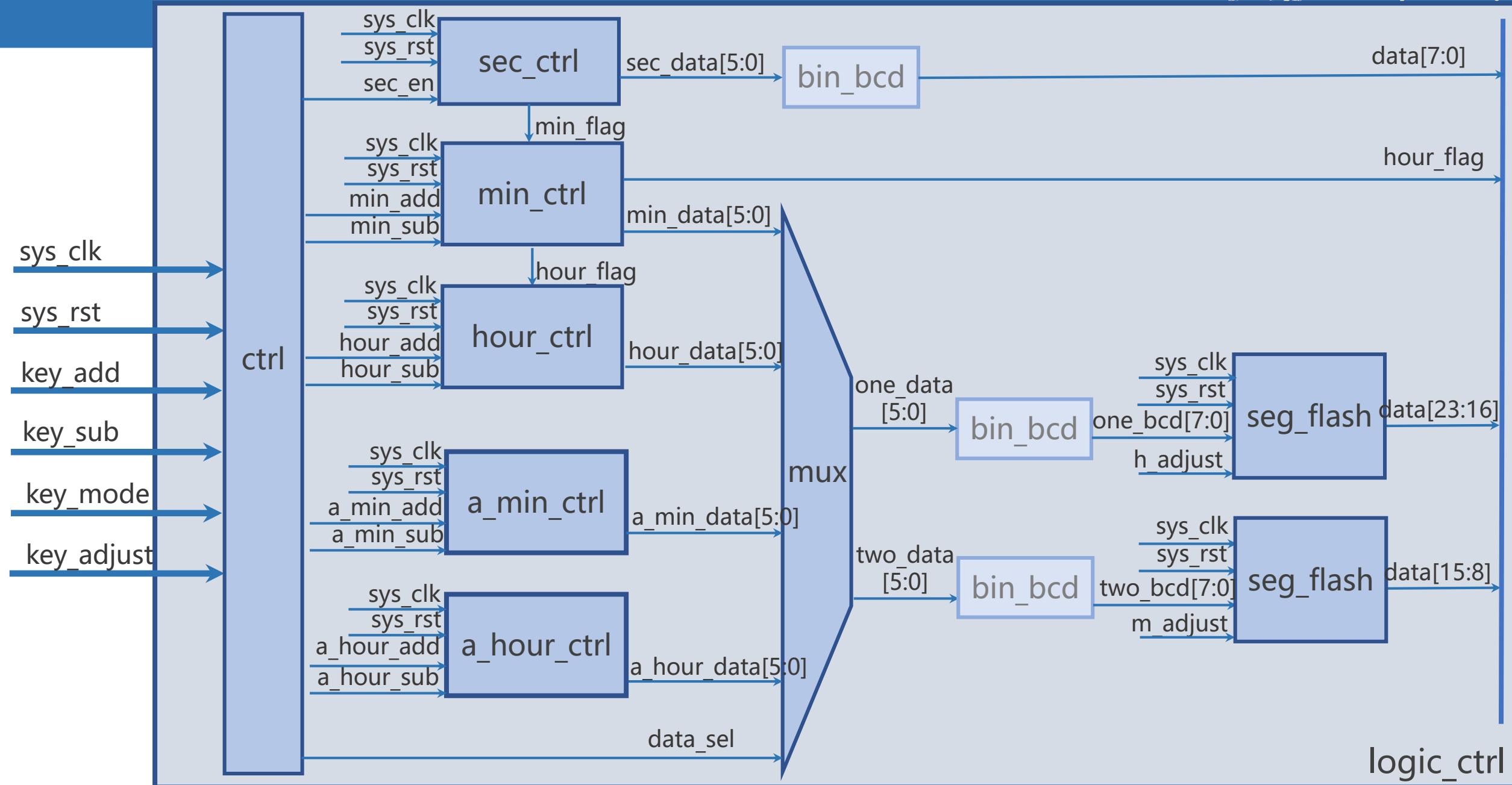
6. 在校准时，切换到小时/分钟，需要让正在校准的数码管进行闪烁。
7. 闹钟定好的时间只有当时间正常走到这一刻时，闹钟才有效，如果是人为校准时到达这一刻，闹钟无效。
8. 闹钟设定好的时间需要储存。
9. 整点报时和闹钟可以采用音乐提醒。
10. 考虑系统容错机制，例如：时间校准时，小时不能超过23，分钟不能超过59等等.....

□ 电子钟系统的顶层设计（整体架构设计）

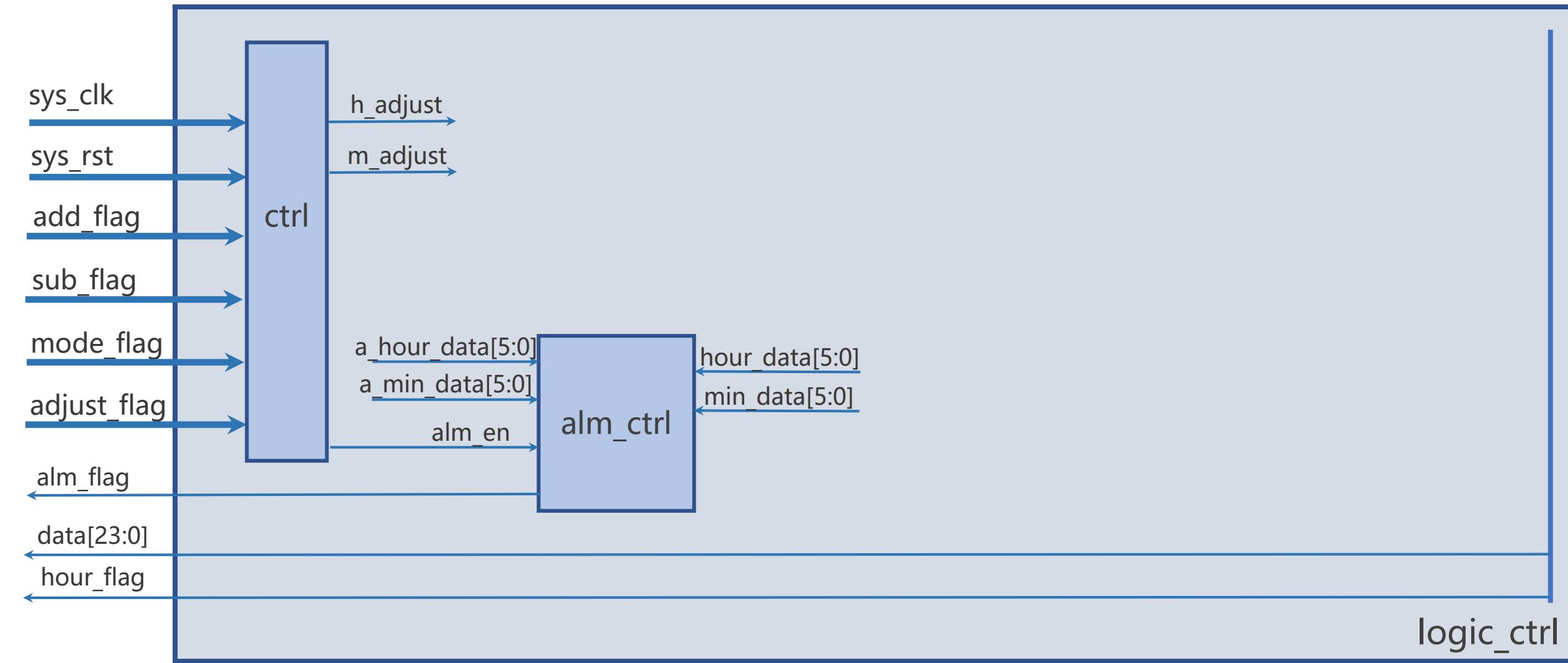


□ 电子钟系统的详细设计





电子钟系统

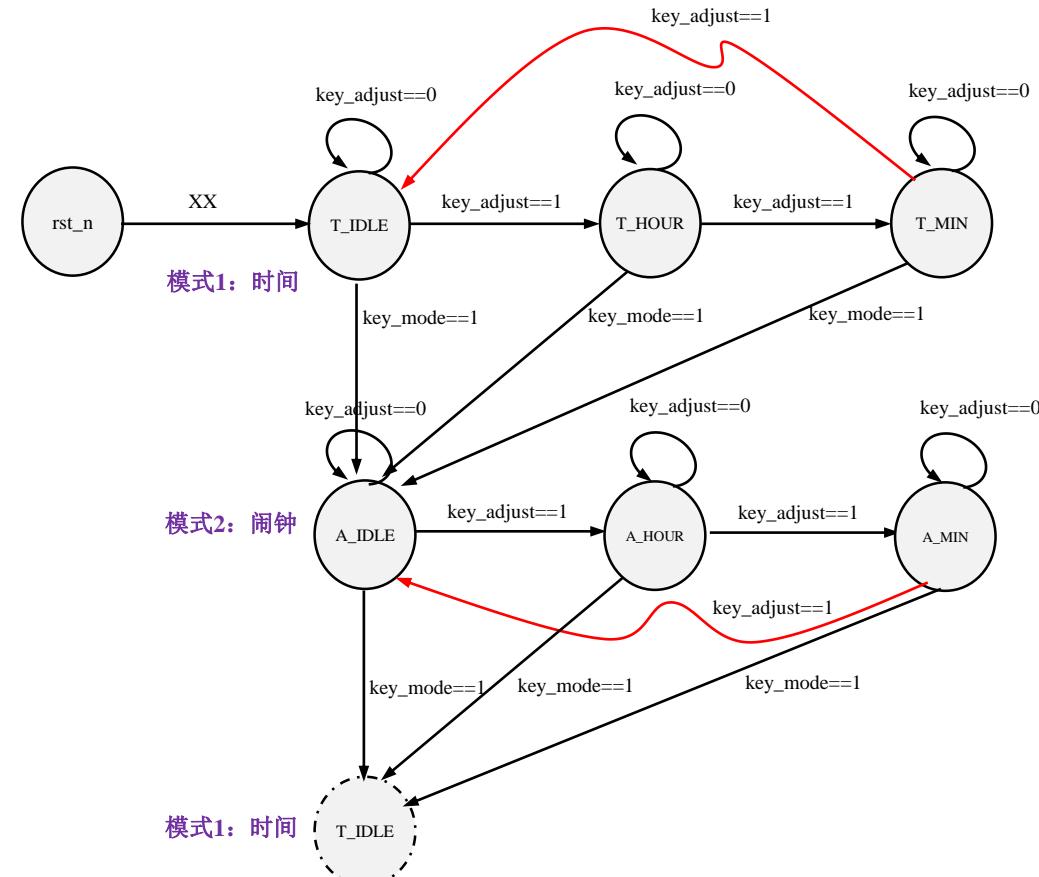


□ 电子钟系统的实现——控制模块 (ctrl)

- 有限状态机：一系列数量有限的状态组成的循环机制，具有逻辑顺序和时序规律的事件都适合用状态机描述。
- 实用的状态机一般都设计为同步时序电路，随着时钟跳变，电路从当前状态转变到下一状态，并产生相应的输出。
- 设计步骤：
 - ✓ 分析抽象，绘制状态转移图；
 - ✓ 状态编码；
 - ✓ 状态机描述

□ 电子钟系统的实现——控制模块 (ctrl)

- ✓ 采用有限状态机FSM实现
- ✓ 状态转移图
- ✓ 代码采用二段式描述：
 - 第一段采用时序逻辑描述状态转移，用一个always块描述状态的转移；
 - 第二段采用时序逻辑描述输出，遵循一个always块只描述一个变量的原则。

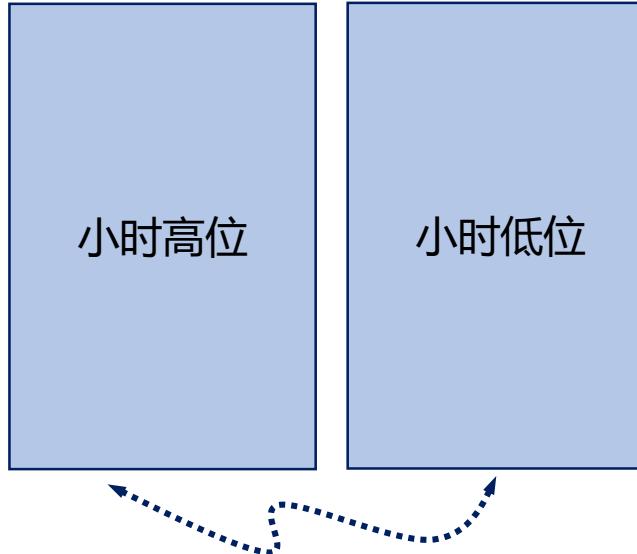




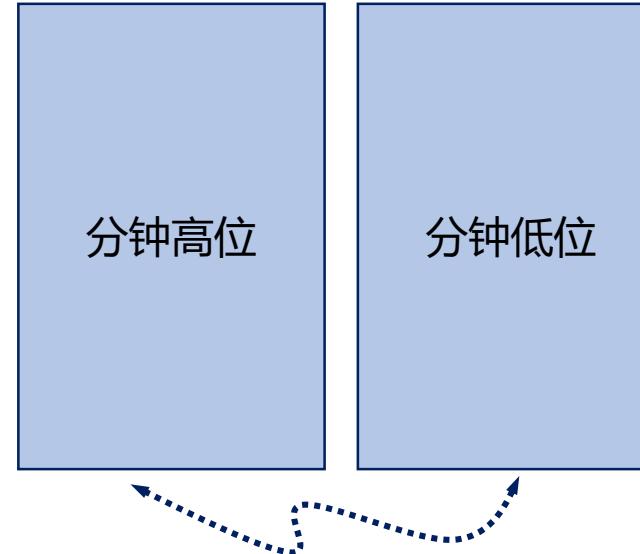
□ 关键信号说明

- ✓ se_en: 在T_HOUR、T_MIN状态时, se_en为0, 否则为1;
- ✓ data_sel: 在T_IDLE、T_HOUR、T_MIN状态时, data_sel为0; 在A_IDLE、A_HOUR、A_MIN状态时, data_sel为1; 默认为0;
- ✓ h_adjust: 在T_HOUR、A_HOUR状态时, h_adjust为1, 表示数码管闪烁。
- ✓ m_adjust: 在T_MIN、A_MIN状态时, m_adjust为1, 表示数码管闪烁。
- ✓ alarm_en: 在T_HOUR、T_MIN、A_HOUR、A_MIN状态时, alarm_en为1, 表示即使对比一致, 闹钟无效。

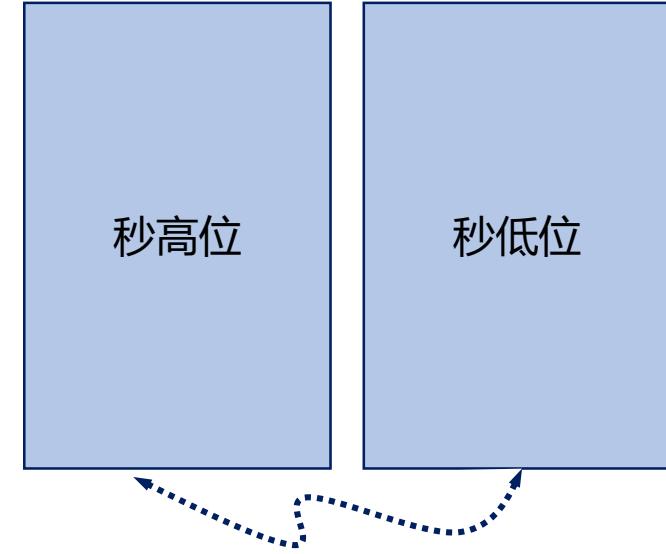
□ 数码管显示



前两个数码管：显示小时
输出的高8位 [23:16]



中间两个数码管：显示分钟
输出的中8位 [15:8]



后两个数码管：显示秒
秒高位输出的低8位中的高四位 [7:4]
秒低位输出的低8位中的低四位进行七段
显示译码

□ 药片装瓶系统的设计与实现

- 基本功能：
 - ✓ 实现药片装瓶功能；
 - ✓ 能够同时显示药瓶以及药片数量；
 - ✓ 有工作状态以及告警指示；
 - ✓ 有清零状态、设置状态和工作状态，实现状态间正确切换设置。
- 附加功能
 - ✓ 工作状态时可以切换显示初始设置；
 - ✓ 可以设定每瓶药片数以及总药片数量限定。