

第八章 数字系统设计



数字系统的基本模型

在设计数字系统时，一般采用数字系统的动态模型和算法模型。

数字系统的动态模型是指在数字逻辑设计中，采用系统的状态转换图，状态转换表，状态方程，输出方程，时序图，真值表，卡洛图等描述工具的数字系统称为动态模型。



第八章 数字系统设计

第1节 数字系统的概述

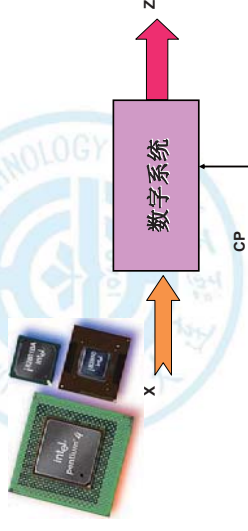
第2节 ASM图表

第3节 数字系统的设计



数字系统

所谓数字系统，是指交互式的以离散形式表示的具有存储、传输、处理信息能力的逻辑子系统的集合物。一台数字计算机，就是一个最完整的数字系统。



数字系统的基本模型

在设计数字系统时，一般采用数字系统的动态模型和算法模型。

数字系统的动态模型是指在数字逻辑设计中，采用系统的状态转换图，状态转换表，状态方程，输出方程，时序图，真值表，卡洛图等描述工具的数字系统称为动态模型。



数字系统的算法模型

基本思想是将系统实现的功能看做应完成的一种运算。

算法模型通常有以下两大特征：

- (1) 含有若干个子运算，子运算实现对要处理数据或信息的传输存储和处理。
- (2) 具有相应的控制序列，控制子运算按一定的规律有序进行。



8.1 数字系统的概述

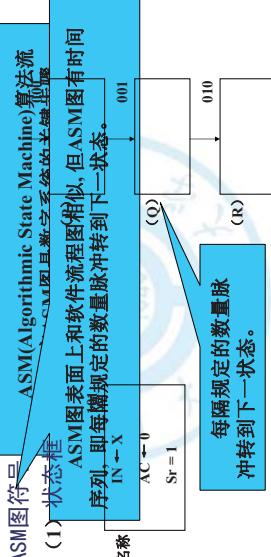


注：规模庞大并不意味着是一个系统，如存储器，只是一个功能部件。也许由几片MSI构成的电路，包括控制器和受控器就是数字系统。



8.2 ASM图表

一、ASM图



ASM图

逻辑流程图是数字系统中使用得最广泛的一种非形式化的描述工具，但它的规范性不够。经过不断改进，将流程图改造成描述数字系统硬件的形式化工具。

—— 算法状态机图ASM (Algorithmic State Machine chart)。

ASM图是按照一组简单和明确的规则绘制的。在时序电路的ASM图中，每一个状态由一个ASM块来表示。一个ASM块是一种小型的符号化结构图形，由它指出了当前状态、它的输出和状态的条件。一个时序数字系统所有状态的ASM块，按照一定的顺序联结成一个网状结构，由此产生的ASM图可用来精确地描述系统所具有的功能。



ASM图和软件流程图的区别

中断的区别：

软件流程图：描述的是时间、任务的模块；

ASM图：描述的是每个时钟的事件。每一个ASM模块都设计到一个单一的时钟中断。



用算法流程图描述数字系统
基本符号

一个ASM块至多包含三种不同类型的符号：
矩形状态框、菱形判别框和条件输出框。



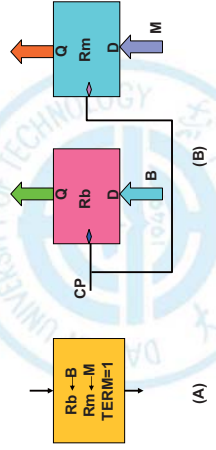
(a) 状态框

主 席 席 (9)

(c) 条件输出框



状态块:

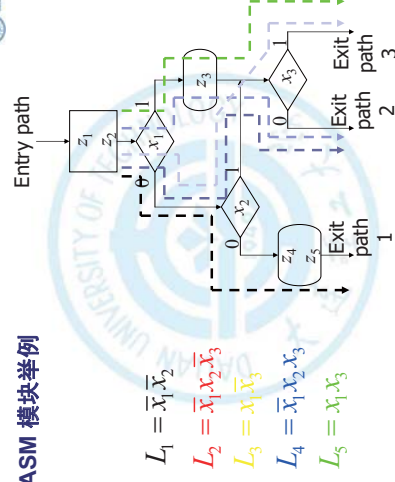


(A)

(B)



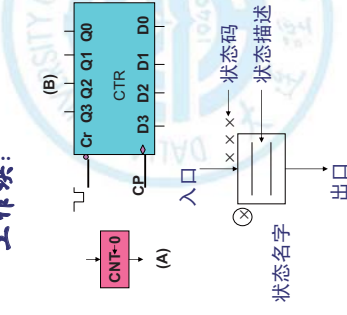
ASM 模块举例



16

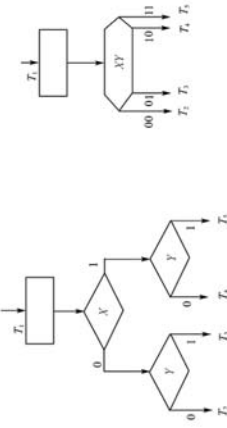
算法流程图的符号与规则

工作块:



状态名字

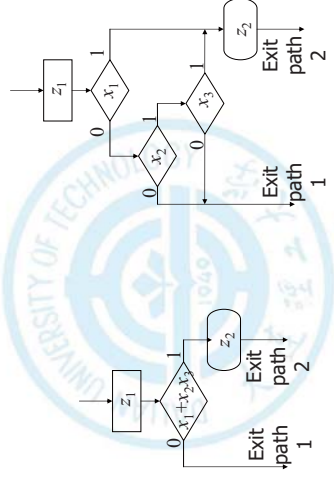
判断块:



(d) 两种形式的 4 分支判断框。

14

等效的两个 ASM Blocks



17

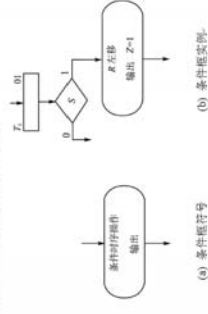
开始与结束



12

条件块:

用椭圆框表示, 图 8-5 (a) 给出了条件框符号。图 8-5 (b) 给出了条件框的一个实例, 条件框的入口只有当是判断框的一个分支, 图 8-5 (c) 表示在 T_i 状态下, 若 $S=1$, 则输出 $Z=1$, 下一个 CLK 有效沿到来, 数据处理器的寄存器 R 左移一步。



(a) 零件圖號

(b) 条件框实例:

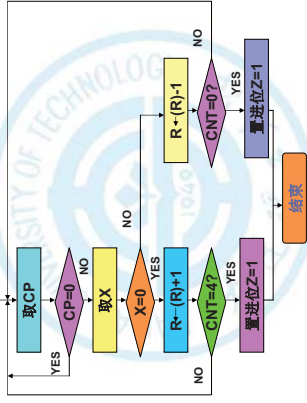
15

例题8.1

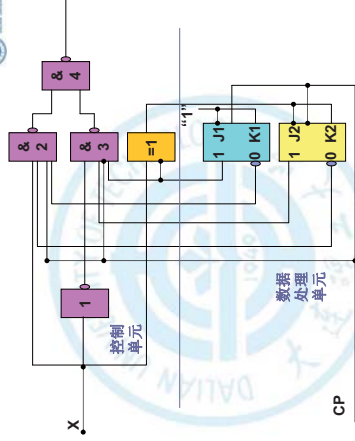
用数字系统显示停车场的存车数目。入口来车信号Y由1变成0；出口有车走出信号Z由1变成0。信号Y和Z与时钟同步，持续期大于等于一个时钟周期。记录车辆数目的数据处理器是一个可逆处理器，画出该数字系数的ASM图。

18

模4可逆计数器的算法流程图

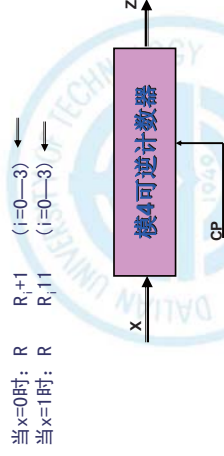


46



49

模4可逆计数器示意图



47

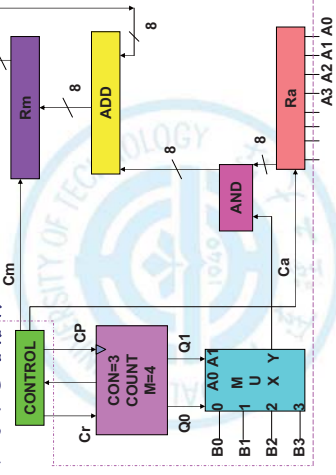
课下思考题 设计一个四进制乘法器, 输入信号 $A = a_0, a_1, a_2, a_3$ 、 $B = b_0, b_1, b_2, b_3$, 输出乘积为 M 。

- 解: 1 系统逻辑功能的确定。
2 系统的描述。
3 算法设计。
4 选择合适的电路结构。
5 具体逻辑电路的实现。



50

这样合适的电路结构



53

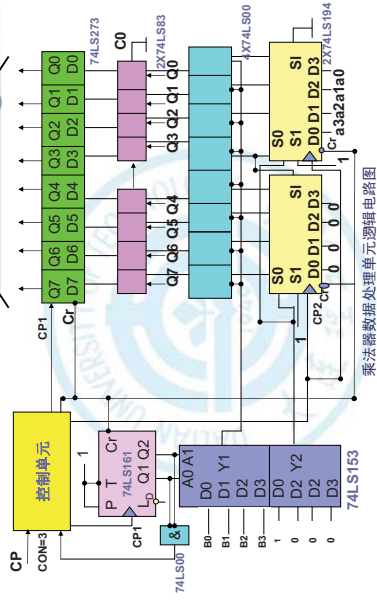
模4可逆计数器状态图



48

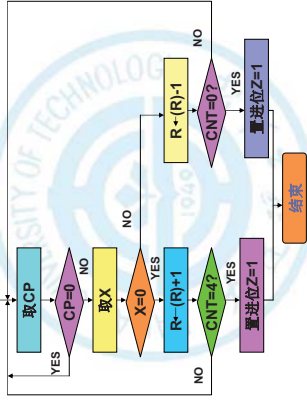


51

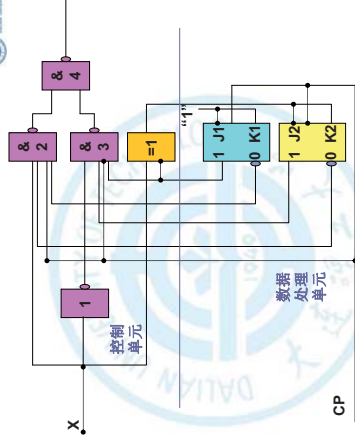


54

模4可逆计数器的算法流程图

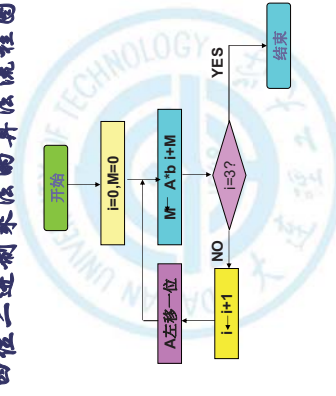


46



49

四位二进制乘法的算法流程图



52

本章总结

了解数字系统的ASM表示方法。
掌握利用ASM图和其他数字电路和逻辑部件构成的设计方法，用以实现数据存储、传输和处理等复杂功能的数字设备的设计。

第八章 数字系统设计
结束