

多输入多状态时序电路的一种设计方法*

曾光 撞
(青岛远洋船员学院)

提 要

本文介绍了一种根据状态转换图直接设计时序电路的实用方法。此方法具有许多优点，特别适用于多个输入和多个状态的情况。

1. 引言

在实践中遇到的数字电路多属于时序电路的范畴，其内部状态通常要用触发器组成。而一般教材和资料中介绍的综合方法多采用触发器的派生表来填写控制卡诺图，再从卡

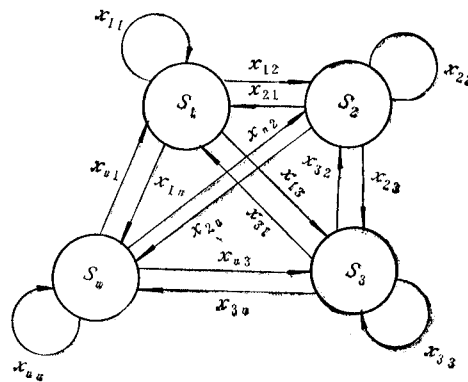


图 1

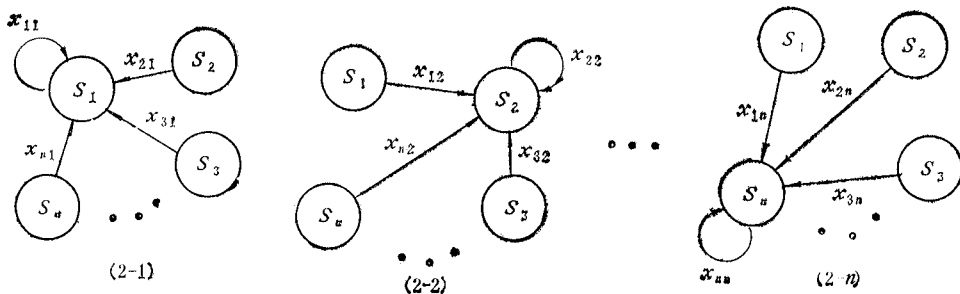


图 2

* 1985年10月29日收到,1986年6月30日修改定稿。

诺图上找出触发器输入端的逻辑表达式来组成数字电路。由于综合方法是建立在卡诺图上,当输入信号和状态数过多时就极不方便,因为卡诺图的单元数为 2^2 以变量数作幂次增

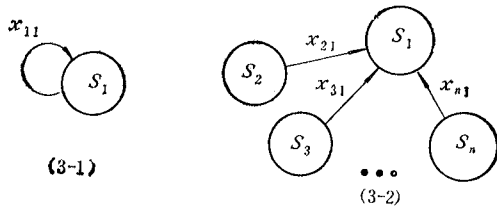


图 3

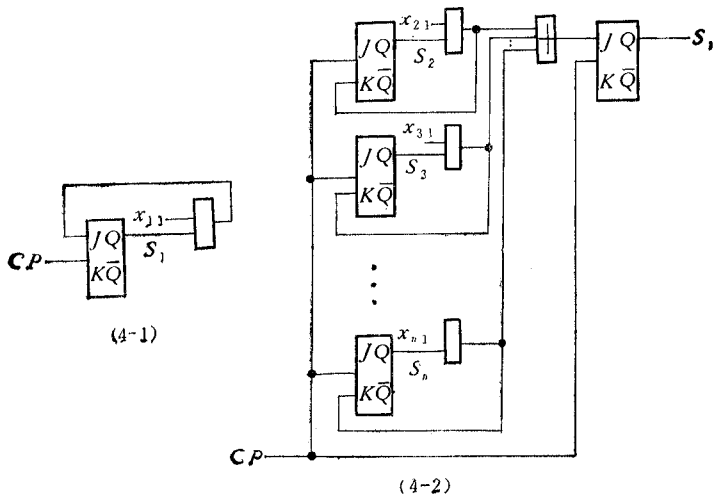


图 4

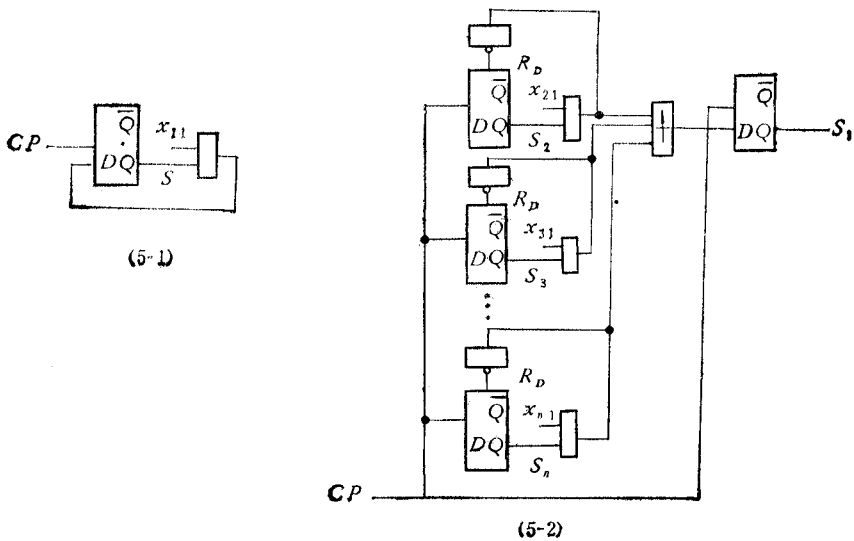


图 5

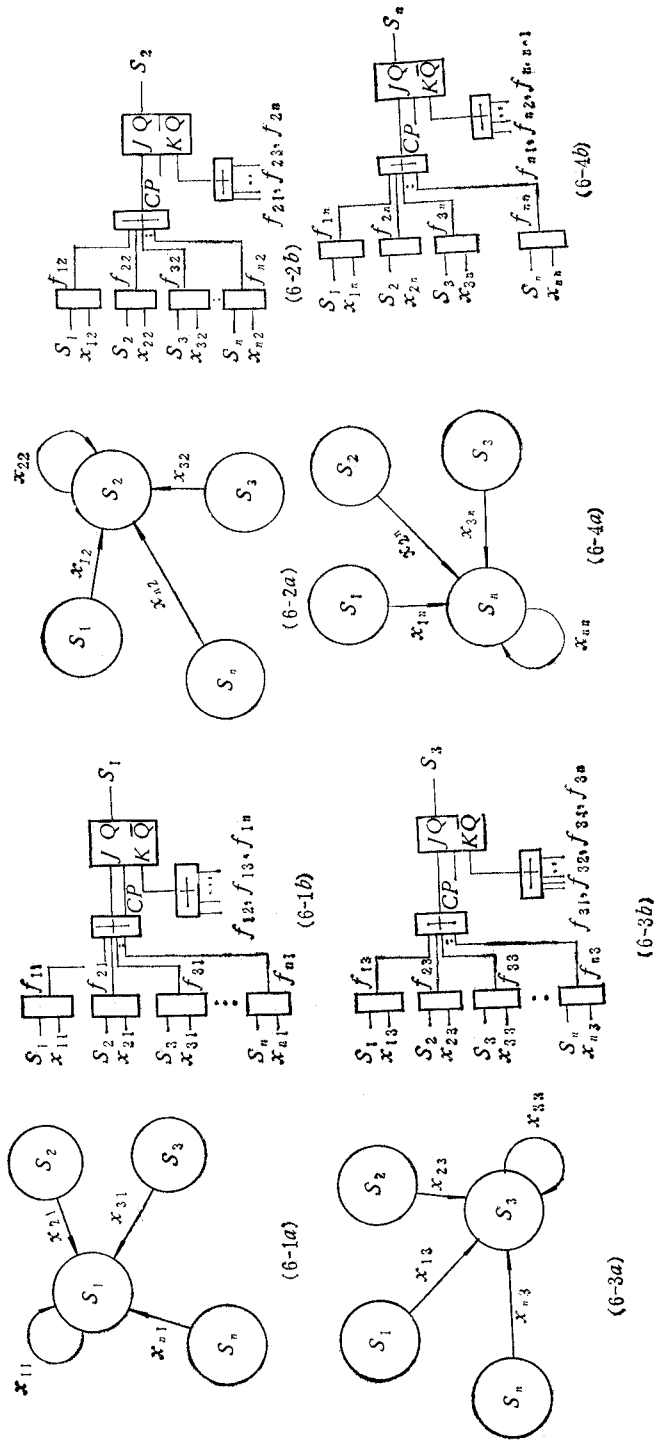


图 6

加,如 2 个变量时卡诺图的单元数为 $2^2 = 4$, 3 个变量为 $2^3 = 8$, 17 个变量时达到 $2^{17} = 131072$ 个单元. 在这样多单元的卡诺图上找出每个触发器输入端的逻辑表达式是极为困难的. 故一般高校教材和有关资料上都避开了多个输入信号和多个状态时序电路的设计实例, 本文介绍的一种方法, 无须画出卡诺图, 就可直接参照状态图用门电路和触发器组成数字电路.

2. 拼砌方法的分析和实现

(1) 分析状态图 一般时序电路可用图 1 来表示, 而图 1 又可解剖成图 2-1、图 2-2、…、图 2- n 等 n 个图. 其中每个图又可分解成两个子图, 如图 2-1 可分解成图 3-1 和图 3-2, 余仿此.

(2) 找出与图 3 对应的数字电路 用一个触发器表示一个状态. 若用 J-K 触发器表示状态, 则与图 3-1 对应的电路如图 4-1 所示, 与图 3-2 对应的电路如图 4-2 所示. 用 D 触发器表示状态, 则对应的电路分别如图 5-1 和图 5-2 所示.

熟练了上面子图对应的电路, 就可用门电路和触发器拼砌组成所需的数字电路.

3. 数字电路的综合

综上所述, 若使用 J-K 触发器表示状态, 即可得到实现图 1 的数字电路如图 6.

若使用 D、R-S 或 T 触发器实现图 1 的数字电路可仿上述步骤进行.

4. 应用举例

例 1 设计一个具有下述功能的数字电路. 图 7 是一个四状态的状态图, S_1, S_2, S_3, S_4 分别代表红、黄、蓝、白 4 支显示灯, $x_{ij} (i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, 3, 4)$ 代表 16 种输入信号. 其功能如图 7 状态转换所示.

由状态图 7 可见, 此时序电路有 16 种输入信号, 4 个内部状态, 若用两个触发器以二进制编码表示状态, 则 4 个状态可合并成两个变量. 若用通常的综合方法设计, 则要涉及含 18 个变量的卡诺图, $2^{18} = 262144$ 个单元, 在这样庞大的卡诺图上寻找触发器输入端逻辑表达式是非常困难的, 若用本文介绍的方法设计, 就可很容易地实现如图 8.

例 2 设计开启密门的电路. 密门的开启由转盘控制. 转盘上有 10 个数字: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. 转盘可右转, 也可左转, 密码的组合是 $R_3L_1R_2$. 即需要先将转盘向右转到 3 (以 R_3 表示), 然后再向左转到 1 (以 L_1 表示), 最后向右转到 2 (以 R_2 表示), 密门即可打开. 试设计这样的控制电路.

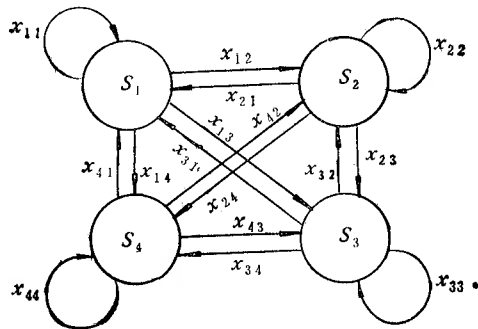
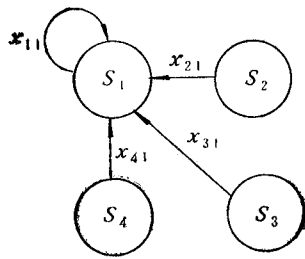
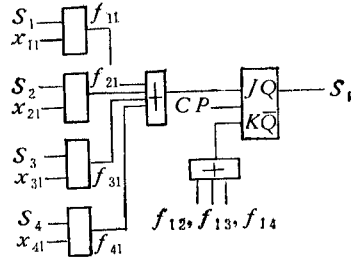


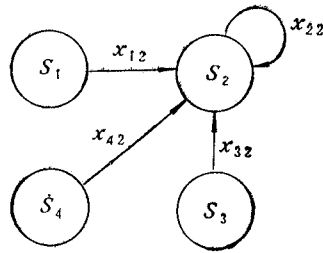
图 7



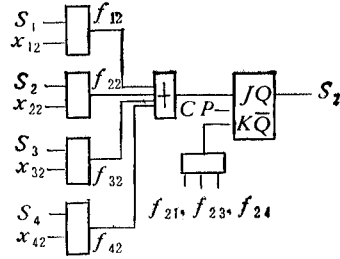
(8-1a)



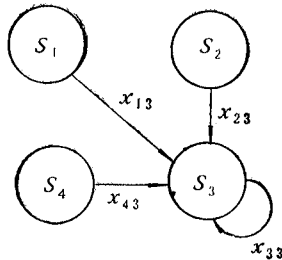
(8-1b)



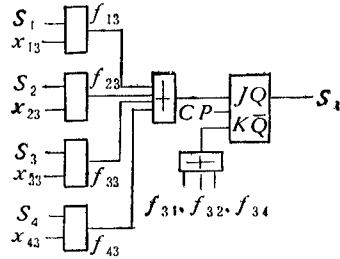
(8-2a)



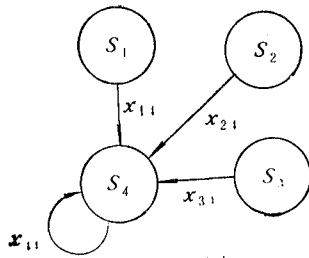
(8-2b)



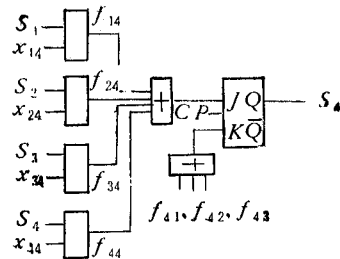
(8-3a)



(8-3b)



(8-4a)

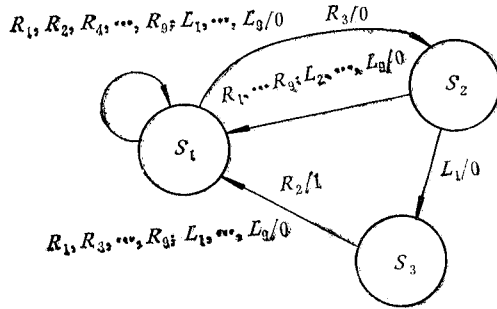


(8-4b)

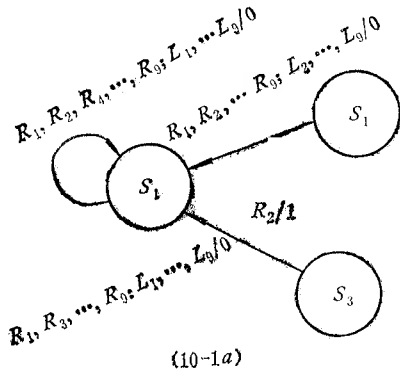
图 8

解 画出控制开启密门的状态图，如图 9 所示。按本文介绍的方法可直接实现此数字电路如图 10-1a—图 10-3b 所示。

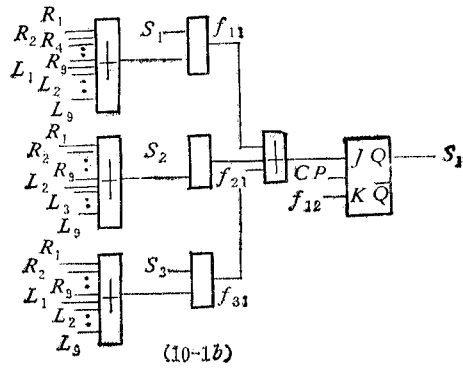
可见对于设计多输入多状态的时序电路，使用上述方法简便易行，尤其对于输入信号较多而状态不多的情况，使用此法更为方便。



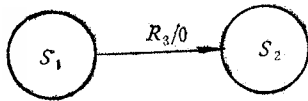
图



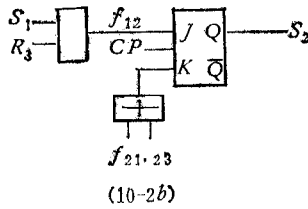
(10-1a)



(10-1b)



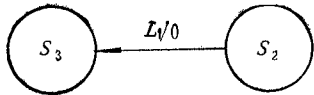
(10-2a)



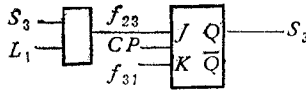
(10-2b)



(10-4)



(10-3a)



(10-3b)

图 10

参 考 文 献

[1] M. M. Mano, Digital Logic and Computer Design, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1979.
 [2] P. Faure and M. Depuyot, Elements of System Theory, North-Holland Publishing Co., 1977.
 [3] G. Birkhoff and T. C. Bartee, Modern Applied Algebra, McGraw-Hill Book Co., New York, 1970.
 [4] 曾光耀, 科学通报, 25(1980), 679—82.
 [5] 曾光耀, 计算机学报, 5(1982), 391—4.

A PRACTICAL METHOD FOR DESIGNING SEQUENTIAL CIRCUITS WITH MULTI-INPUT AND MULTI-STATE

Zeng Guangtong

(Qingdao Ocean Shipping Mariners College)

A practical method for directly designing sequential circuits by use of state transition diagrams is described. This method has many advantages. It is easy to use and especially suitable for multi-input and multi-state conditions.