

全状态移位型计数器

吕虹* 赵秀华

(安徽机电学院电子工程系 芜湖 241000)

【摘要】针对移位型计数器存在状态利用不足这一问题，提出了全状态移位计数器。从四位扭环移位计数器状态图中两个有效循环出发，分析了四位全状态移位计数器的设计。通过讨论拆环、链合形成具有移位转换规律的完全状态图，得到四位全状态移位计数器反馈函数卡诺图以及反馈函数表达式，并给出了任意位全状态移位计数器反馈函数一般表达式。

关键词 全状态；计数器；环移位；扭环移位；拆环

中图分类号 TP332.1

在移位寄存器中引入一定反馈，就能构成移位型计数器，如环形计数器、扭环形计数器、最大长度移位计数器，这些计数器虽然各具特色，但其状态的利用都有不足，即使是最大长度移位计数器，其长度也只有 2^n-1 个，为此本文提出全状态移位型计数器。

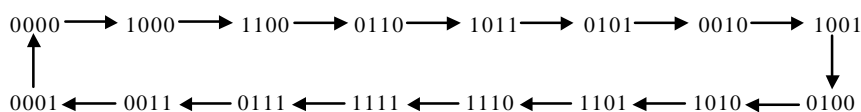


图1 全状态移位计数器状态图

全状态移位型计数器的计数长度为 2^n 个，所有状态全部利用，且状态的变化规律有两个特点，1) 状态的最高位由反馈函数确定；2) 余下的各位由原态移位得到。若四位计数器的状态图如图1所示，显然，它的状态转换规律满足上述两点且循环长度为 2^n ，对应的也是全状态移位型计数器。本文通过分析四位扭环计数器，从拆环角度介绍全状态移位计数器的构成及设计方法。

1 全状态移位计数器状态图的形成

四位扭环计数器的电路如图2所示，状态图如图3所示。图3中左、右循环长度相等，彼此独立，电路一旦进入一个循环就不能自动到达另一循环。若保证移位功能不变，从左、右循环中各选择一个状态，相互交换次态，这样就将左、右两个循环拆开而链合成一个大循环，从而构成全状态移位计数器。在左循环中状态1100的次态为1110，右循环中状态1101的次态为0110，若交换1100、1101的次态，且其他状态转换规律不变，则左循环在状态1100处被拆开又与右循环0110状态链合；同理右循环在状态1101处被拆开与左循环1110状态链合，这样就形成图1所示的全状态移位计数器

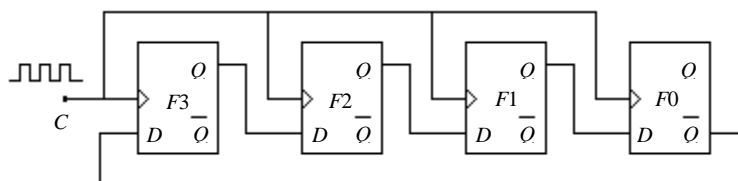


图2 扭环形计数器

2001年7月20日收稿

* 女 42岁 硕士 副教授

状态图。在这里把状态1100、1101称作拆环点，0110、1110称作链合点。

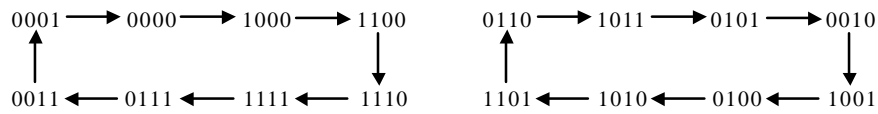


图 3 扭环形计数器状态图

2 拆环点及其匹配

2.1 拆环点的确定

对于移位型计数器，它的每一个状态都只有两种可能的次态，一种是扭环移位得到的次态，另一种是环移位得到的次态。由于来自同一个状态，所以除最高位外，这两个次态的其余各位都相同，要拆开循环，移位计数器的这两个状态应分别处在不同循环中，计数器才有可能在时钟的作用下进入另一循环而实现拆环。在图3左循环中状态1000的两种可能次态在不同的循环中，这种状态可以作为拆环点。同理左循环中1100、0111、0011，右循环中0010、1001、1101、0110都可以作为拆环点。

2.2 匹配的拆环点

一个循环中的拆环点确定了更改拆环点的次态，环就拆开了。拆开的两个环在不丢失任何状态下链合成一个大循环，才能构成全状态移位计数器。能链合成这样一个大循环的两个拆环点，应是匹配的拆环点，两个匹配的拆环点才能构成一对拆点。图3左、右循环中的1100、0010都是拆环点，若交换次态，1100的次态就变成是1001，显然，状态1001的低三位不能由1100右移位得到，它们之间没有移位转换关系，故次态不可交换，这样的两个拆环点不是匹配的拆环点，不能构成一对拆点。然而，左、右循环中的拆环点1100、1101，它们以最低位相异而成为逻辑相邻的两个状态，在图3中的次态分别是1110、0110，对于1100、1101中的任一状态，都可以通过移位得到1110或0110，所以次态可以交换，这样匹配的两个拆环点构成了一对拆点。上述的拆环点只能构成四对拆点，即1000、1001；1100、1101；0111、0110；0011、0010。

综上所述，一对拆点是两个处在不同循环中的拆点，同时又是最低位相异的两个逻辑相邻的状态。

3 反馈函数的产生

一对拆点交换次态，两个小循环就形成了一个循环。而次态的改变就意味着原有的状态转换规律改变了，由于移位功能不变，所以实质上仅状态的最高位转换规律改变。状态最高位的转换由反馈函数决定，若反馈函数是扭函数，即 $F = \overline{Q_0}$ ，要使其进入另一循环，就必须使反馈函数在此态下非扭转换，非扭就是扭的反，故反馈函数此时应为

$$F = \overline{\overline{Q_0}} = Q_0$$

由上分析知，拆环就是在拆环点处，使反馈函数反之。图4是扭环移位计数器反馈函数的卡诺图，拆扭环移位计数器为全状态移位计数器，应改变扭环计数器拆点处的反馈函数值，使其反之。若取一对拆点为1100、1101，只要改变这两个拆点处的反馈函数值，即图4中 m_{12} 、 m_{13} 处值，其他不变，可以由图4得到如图5所示的全状态移位计数器反馈函数的卡诺图。由图5知

$$F = \overline{Q_3} \overline{Q_0} + Q_1 \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \overline{Q_0} + Q_3 Q_2 \overline{Q_1} Q_0 = (Q_3 Q_2 \overline{Q_1}) \odot Q_0 \quad (1)$$

式中 $(Q_3 Q_2 Q_1)$ 是这对拆点状态或函数，对应逻辑电路如图6所示，状态图就是图1。

F	Q_3Q_2	Q_1Q_0			
		00	01	11	10
00		1	0	0	1
01		1	0	0	1
11		1	0	0	1
10		1	0	0	1

图4 扭环形计数器卡诺图

F	Q_3Q_2	Q_1Q_0			
		00	01	11	10
00		1	0	0	1
01		1	0	0	1
11		0	1	0	1
10		1	0	0	1

图5 全状态移位计数器卡诺图

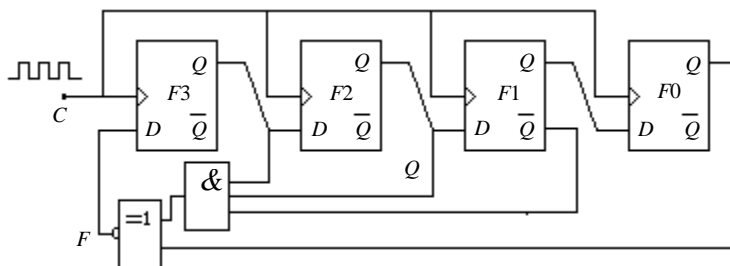


图6 全状态移位计数器

拆环设计法基于扭环计数器, 扭环计数器的反馈函数为

$$F = \overline{Q_0} = 0Q_0 + 1\overline{Q_0} = 0Q_0 + \overline{0Q_0} = 0 \oplus Q_0 \quad (2)$$

式(1)、(2)是吻合的, 式(1)中 $(Q_3 Q_2 \overline{Q_1})$ 是全状态移位计数器非扭转换的所有状态之和, 即拆点状态之和, 式(2)中“0”是扭环移位计数器非扭转换的所有状态之和。设拆点状态之和为 P , 则反馈函数 $F=P \odot Q_0$ 是拆环法设计全状态移位计数器的反馈函数一般式。

当扭环计数器的位数增多时, 其循环数也增加。要构成全状态移位计数器, 就有多对拆点, 故 P 就是多对拆点之和。

4 结束语

本文提出的全状态移位计数器不仅保留了移位计数功能, 而且有效地利用全部状态, 提高了电路的可靠性, 使多位同步计数器的设计变成一位反馈函数的设计, 简化了同步计数器的设计, 也简化了电路结构, 有利于系统的集成。

参 考 文 献

- 1 阎 石. 数字电子技术基础. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1994, 286-296, 609-612
- 2 康华光. 电子技术基础. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1988, 32-37
- 3 徐文芳. 一种化简逻辑函数的新访法. 电子科技大学学报, 1997, 26(4): 431-434

The Counter with All States

Lu Hong Zhao Xiuhua

(Anhui Institute of Mechanical and Electrical Engineering Wuhu 241000)

Abstract The article puts forward full state shifted counter according to the state's using shortage of the shifted counter. It introduces the design of full state shifted counter. Sametime the article analyses the two effective cycles of the 4 bits twisted ring counter's state diagram. Then it discusses taken apart ring, chain of ring and the forming of full state's state diagram with the shifted regular. And it gets feedback function Karnaugh map and feedback function expression of full state shifted counter. Finally it gives the normal expression of the full state shifted counter's feedback function.

Key word all states; counter; ring shift; twisted ring shift; taked apart ring