浅谈时序逻辑电路设计中的小技巧

卫永琴 刘春晖

(山东科技大学电气与自动化工程学院, 山东 青岛 266590)

【摘要】时序逻辑电路设计中,如果选用 JK 触发器,根据状态转换图或状态转换表以及选定的状态编码,写出的状态方程还需要经过表达式变形,才能得到 JK 触发器的标准形式,从而写出 JK 触发器的驱动方程,学生在变形的过程中,势必会引起一些不必要的出错问题。本文针对这一问题,给出了在设计过程的一点小技巧即先划分区域再画圈化简,运用这个技巧,避免了表达式变形的过程,简单,方便,不易出错。

【关键词】时序逻辑电路;变形;JK 触发器;划分区域

A Small Feat in Designing Sequential Logic Circuits

WEI Yong-qin LIU Chun-hui

(College of Electrical Engineering and Automation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266590, China)

【Abstract】When we design the Sequential logic circuit, if choose JK flip-flop, according to the state transition diagram or coding state transition table and the selected state, we can acquired the equation which need transform to get the characteristic equation standard form of JK flip-flop, thus write the drive equation of JK flip-flop. But students will cause some unnecessary errors in the process of transformation, Aiming at this problem, this paper gives a small feat in the design process that by dividing area firstly, then circle to simplify, using this technique to avoid the transformation of the expression, which is simple and convenient, less error-prone.

【Key words】Sequential Logic Circuit;transformation;JK flip-flop;zoning

1 问题的提出

在时序逻辑电路的设计过程中,当选用小规模集成电路时,电路最简的衡量标准是所用的触发器和门电路数目最少,且输入端数目也最少。设计步骤中有一主要环节是选定触发器的类型,进而求出电路的状态方程、驱动方程和输出方程。因为不同逻辑功能触发器的驱动方程不一样,所以根据状态转换图或状态转换表以及选定的状态编码,最终写出的状态方程也不一样。只有写出的状态方程和触发器的特性方程形式一致,才可以避免因表达式变形引起的一些不必要的出错问题,驱动方程的确定才会简单准确。然而教材上不管用 D 触发器还是用 JK 触发器,方法是一样的,即根据次态卡诺图以及卡诺图的化简原则,写出最简的触发器状态方程。如果电路选用 D 触发器,而 D 触发器的特性方程为 $Q^*=D$,很方便就可以得到驱动方程。如果选用 JK 触发器,由于其特性方程为: $Q^*=JQ'+K'Q$,就需要用公式法将状态方程变形为 JK 触发器特性方程的标准形式,变形对于学生不是一件很简单的事,容易出错。如何解决呢?

2 划分区域法

根据 JK 触发器的特性方程特点,包含两项,一项含有 Q' ,另一项包含 Q ,这样在次态卡诺图圈化简时,我们可以将 $Q^*=0$ 和 $Q^*=1$ 的划分为两个区域,即 $Q^*=0$ 的 1 属于一个区域, $Q^*=1$ 的 1 是另一个区域,各自区域中的 1 再分别按照最简原则画圈,分属不同区域中的 1 即使相邻,也不可以圈到一个圈中,凡属于一个区的 1 如果相邻可以圈到一起,根据这个方法得到的状态方程的结构,与 JK 触发器的特性方程结构一样,可以很方便的写出驱动方程。下面举一个例子:设计一个带进位输出端的十三进制计数器,根据逻辑抽象,状态化简、分配等环节后,假设得到的次态卡诺图如图 1 所示。

Q_3Q_2	Q_1Q_0	00	01	11	10
00		0001/0	0010/0	0100/0	0011/0
01		0101/0	0110/0	1000/0	0111/0
11		0000/1	xxxx/x	xxxx/x	xxxx/x
10		1001/0	1010/0	1100/0	1011/0

图 1 $Q_3Q_2Q_1$ 和 Q_0 的次态卡诺图

接下来分解图 1 的次态卡诺图,再划分区域,图 2 到图 5 分别为

Q_3, Q_2, Q_1 和 Q_0 的次态卡诺图分区域图解。

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

图 2 将 Q_3 次态卡诺图分区域

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

图 3 分解后的 Q_2 次态卡诺图

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

图 4 分解后的 Q_1 的次态卡诺图分区域

下面以求 Q_3 的表达式为例,如果不分区域,按照原来的方法圈 1 化简,如图 6 所示,会得到表达式: $Q_3^*=Q_3Q_2'+Q_2Q_1Q_0$,变形为 JK 触发器特性方程的标准形式还涉及到约束项,容易出错,麻烦。如果按 $Q_3=0$ 还是 $Q_3=1$ 分区域的话,如图 2 所示,再分别画圈就可以直接得到 JK 触发器特性方程的标准形式。(下转第 62 页)

※基金项目:山东科技大学名校工程建设项目资助(MX-KSGG-2)。

作者简介:卫永琴,女,博士,任教于山东科技大学国家级电工电子中心,一直从事电工电子类课程和实验的教学工作。