

任意项，无关项和约束项

问题 1：什么是任意项、约束项和无关项以及有什么作用

//

数电阎石第六版：

任意项：在输入变量的某些取值下函数值是 1 还是 0 皆可，并不影响电路的功能。

约束项：当限制某些变量的取值不能出现时，可以用它们对应的最小项为 0 来表示。

无关项：将约束项和任意项统称为无关项。

//

这里约束项比较容易理解，就是在电路中不允许存在的输入组合，会导致电路或者逻辑的错误。

关于任意项这里的定义有些问题，如《数字电路中任意项、约束项、无关项的探讨》一文中提到的：在与之对应的变量取值下函数值，既可为 1 也可为 0，这与逻辑函数的定义相矛盾，定义规定在确定的输入组合下有确定的输出，所以不能将任意项写进逻辑函数中，但该文关于任意项的理解我觉得也有问题(文中认为任意项这些组合根本不存在，因此把与之对应的函数值看作 1 或 0 都无所谓，不会影响函数的功能，这又与约束项的定义重合，并且在文中约束项与任意项的关系中没有将两者分开)。

结合《逻辑函数中约束项、任意项和无关项的探讨》一文中关于任意项的例子以及解释：以电梯上升、下降和停止控制为例，有三个逻辑变量 A、B、C，他们分别表示一座电梯的上升、下降和停止的命令，A=1 表示上升，B=1 表示下降，C=1 表示停止，那么表示上升、下降和停止的工作状态的逻辑函数可以写成 $Y_1=AB'C'$ 、 $Y_2=A'BC'$ 和 $Y_3=A'B'C$ 。如果电路设计成当 A、B、C 三个控制变量出现两个以上同时为 1 或者全部为 0 时电路能自动切断供电电源，即当 ABC 为 000、011、101、110、111 时，电路就会自动切断电源停止供电导致电梯停止，所以当出现上述最小项时，对逻辑函数的功能也不会造成影响。例如，当出现 ABC=000 时，如果把它写入逻辑函数中，信号会通过故障电路致使电梯停止，如果不写入逻辑函数中，也会由于该信号的出现导致电梯停止，出现的结果是一致的，其他的最小项道理也是一样的，所以是否将它写入逻辑函数都无关紧要，这样的最小项称为逻辑函数的任意项。

这个例子与阎石教材中举关于任意项的例子一致：A、B、C 表示一台电动机的正转、反转和停止工作状态，A=1 表示正转，B=1 表示反转，C=1 表示停止，因为任何时候电动机只能执行其中的一种命令，所以 A、B、C 三个控制变量出现两个以上同时为 1 或者全部为 0 时电路能自动切断供电电源，即存在另一个控制逻辑，此时再考虑电机正转还是反转已无关紧要。

从这两个例子可以看出，假设 Y1 是输出逻辑函数，任意项是存在于优先级高于 Y1 的控制逻辑中的最小项，在 Y1 中不存在对应的输出组合。

约束项和任意项的区别在于，约束项在具体电路中是不允许存在的输入组合，无论是由于人为控制信号电平的范围还是大自然不允许存在的输入组合。而任意项是针对要输出的逻辑函数而言，任意项在 Y1、Y2、Y3 函数中也是不允许存在的，但是对应要实现的完整功能（实际的电梯升降控制）而言是可以存在的（上例中的故障逻辑函数），并且优先级要高于 Y1、Y2、Y3。所以这是为什么任意项对于 Y1、Y2、Y3 来说为 1 或者为 0 都可以。

如何利用无关项来简化设计呢。比如 $Y_1 = abc$ ，假设 c 是一个固定信号 1，约束就是 $abc' = 0$ ，这样原来 abc 需要两个与门，现在简化后只需要一个与门。对任意项来说， abc' 要实现一个优先级高于 Y1 的控制逻辑，比如 abc' 出现就要出现故障，那么 Y1 的输出是 1 或者 0 就没有关系了，所以同样可以用一个 ab 与门来实现 Y1 的输出。

在《Digital Systems: principle and application》一书中，提到“不关心的项”，并且也

举了一个电梯上升下降的问题，但这里描述也比较模糊，在实际情况中，出现这些不关心的项是要有对应的控制逻辑的，这里只是简单说可以用来简化电路，这其实对之后的状态机的理解是没有好处的。

问题 2：为什么卡诺图里约束项可以为 1

约束项为 0 是指实际电路中不存在对应的输入组合，在卡诺图中是为 1 还是为 0 的判断标准是是否会导致电路的输出逻辑发生改变，这里约束项既然不存在，那么将其在这里填写为 1 还是 0 都不会导致输出逻辑发生改变，任意项也是一样。

参考文献：

- [1]阎石. 数字电子技术基本教程[M]. 清华大学出版社, 2007.
- [2]王选民.数字电路中任意项、约束项、无关项的探讨[J].电工教学,1995(02):17-19.
- [3]岳超,刘潇.逻辑函数中约束项、任意项和无关项的探讨[J].电子技术,2018,47(02):25-27.
- [4] Tocci R . Digital Systems: Principles and Applications[J]. Log, 2007, 35(21):124-124.