计算技术参考资料（79．2）　　　　总84期

逻辑设计

（专　辑）

《计算技术参考资料》编译组

一九七九年四月

编者前言

本文是伦敦大学的B. Holdsworth和加拿大卡尔加利大学的L. Zissos编写的，分篇连载于1977—1978年的《无线电世界》杂志。

这篇文章的对象是那些对逻辑设计没有专门研究、而在实际工作中又需要进行某些必要的逻辑设计的工程技术人员。文章的讲解深入浅出，并结合已经采用的小、中规模集成电路泛举其例。在数字技术广泛应用的今天，本文对于接触到数字电路、逻辑设计的广大工程技术人员具有一定的参考价值。

本文由孙玉岐、陈恒本二同志翻译和校对，黄耀荣等同志参加了审校。在翻译过程中，为统一起见，对本文作了必要的编辑和删节，并对发现的不少错误进行了一一订正。但由于我们的水平所限，错误之处仍然难免，请读者批评指正。

目　录

逻 辑 设 计

B. Holdsworth　L. Zissos

在1969年布尔时序方程产生之前，时序电路的设计是凭经验选取一种没有联系的非正规技术来完成的。采用这样的技术，在设计过程中的大多数情况下，很少注意工程上的限制。时序方程的出现，使得有可能产生一种简单明了的逐步设计的方法，采用这种方法，设计上考虑到现实电路的限制，并且不需要很多工程上或其它方面的专门知识。

本文所采用的设计思想，是允许把重点放在最优化设计而不是放在最小化设计上。这就使得技术工作者，不具备电子学专门知识的用户，以及经验不多的设计者都能够进行既完善又经济的设计，同时使得专门的设计人员在处理包括只读存贮器（ROM）、随机存贮器（RAM）和微处理器等等器件的先进组装技术的时候，改进自己的设计方法。

基本的设计目的是产生一个完善的和可靠的数字系统，这不但对设计者，而且对于用户都有着深刻的意义。

一、布尔代数和卡诺图

基 本 概 念

正如普通代数一样，在布尔代数的表达式中，也是用一些服从于一定法则的运算符号把变量组合起来的。布尔变量用字母表里的字母比如A、B、C、等来表示，这些变量是二进制变量，它们可以选择两个值“0”或“1”中的一个。另外也可以分别地将其读作“假”和“真”。但它们并不是算术里面的“0”和“1”，用这些变量进行运算，比起通常的算术运算过程来是有点不同并有较多的限制。

虽然布尔运算有许多种，例如“与”运算，“或”运算等等。这里只需研究三种运算，因为所有其它运算都可以由这三种运算来表达。这三种运算是：

1．布尔加法

2．布尔乘法

3．布尔非

加法运算可以记为“＋”，也可以用“或”来表示。所以，A＋B就可以读作“A或B”，

或者读作“A加B”。如果A是真值，或者B是真值，或者A和B两者都是真值，那么其结果也是真值，否则就是假值。因此，

$$0+0=0$$
$$0+1=1$$
$$1+1=1$$
$$1+0=1$$

乘法运算可以记作“×”，当因子是用单个字母表示的变量时，该“×”号可以省略。乘法运算也可以用“与”来表示。A×B（或AB）可以读成“A与B”，或者读成“A乘B”。如果A和B两者都是真值，其结果也是真值，否则均是假值。这样就有，

$$0\times0=0$$
$$0\times1=0$$
$$1\times1=1$$
$$1\times0=0$$

非运算可以在变量的上面加一杠来表示，这一杠解释为“非”，例如，$\bar{A}$可以读作“非A”。

如果A＝1，　则$\bar{A}=0$，

如果A＝0，　则$\bar{A}=1$。

布　尔　定　理

冗余定理　　$A+AB=A$

证明：

$$\begin{aligned}A+AB&=A\cdot1+AB\\&=A(B+\bar{B})+AB\\&=AB+A\bar{B}+AB\\&=AB+A\bar{B}\\&=A\cdot1\\&=A.\end{aligned}$$

这个定理说明，在一个积之和布尔表达式中，如果一个乘积项包含别的乘积项的所有因子，则这个乘积项是多余的，因此该表达式中这个多余的乘积项就可以消去。例如，在布尔函数$f=AB+ABC+ABD$的式子中，可将ABC和ABD消去，因为每一项都包含AB这一项中出现的所有因子。

将这个定理用于一个继电器电路，如图1－1所示。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

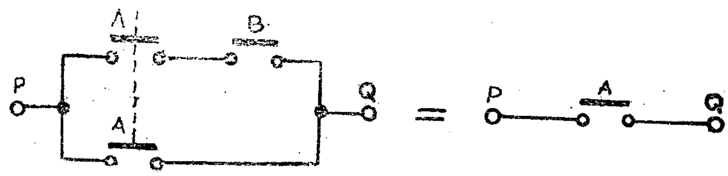


图*1—1* 冗余定理用于继电器电路。由给定的$f=A+AB$三个继电器的电路，可以导出$f=A$给定的单个继电器电路。因为AB包含A，所以AB是多余的。

竞争危险. 对于竞争危险定理，逻辑设计人员的主要兴趣是将其用于逻辑电路，以抑制竞争危险，因为竞争危险产生不希望的尖峰脉冲。例如，研究布尔函数 $f=AB+\bar{A}C$。当$B=1$，及$C=1$时，随着A的变化，就会有竞争危险的出现，因为这时函数减化为$f=A+\bar{A}$。为了由A得到$\bar{A}$，使用了一个反相器，这就意味着A和$\bar{A}$的波形之间有一个时间延迟。这样就导致了一个瞬时信号的产生，如图1－2所示。

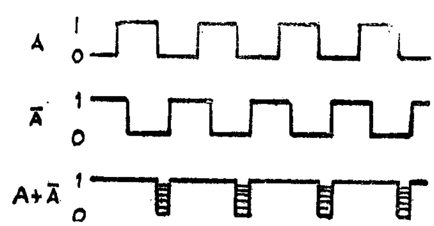


图*1—2* 竞争危险，$\bar{A}$是通过A反相获得的，并假定有一个延迟，使得产生一个时间间隔，在这期间不管是A还是$\bar{A}$都不能升为高电平。因此在这期间输出$f=A+\bar{A}$不是真值，或者说是低电平。

这种不希望的瞬变过程由于引入一个任选乘积项而得到避免。所引入的乘积项是一个布尔乘积，它在表达式中的出现并不影响布尔函数的值。对于函数$f=AB+\bar{A}C$，可以用提取其中A和$\bar{A}$的系数的乘积来构成一个适当的任选乘积项。因此，

$$AB+\bar{A}C=AB+\bar{A}C+BC$$

证明：

$$\begin{aligned}&AB+\bar{A}C+BC\\&=AB+\bar{A}C+(A+\bar{A})BC\\&=AB+\bar{A}C+ABC+\bar{A}BC\\&=AB(1+C)+\bar{A}C(1+B)\end{aligned}$$

$$=AB+\bar{A}C$$

只要原体的乘积项AB和$\bar{A}C$留在表达式中，则乘积项BC就是任选的。然而，假如消去原来乘积项中的任何一项（应用冗余定理），则任选项就不再是任选项了，并且再也不能从表达式中移去。

如果现在B=C=1，表达式$f=AB+\bar{A}C+BC$化简为$f=A+\bar{A}+1$，那么表达式的值恒为1，而不需要考虑A和$\bar{A}$的值。

下面举三个例子来说明任选乘积项的使用。

（1）消去原体乘积项

$$f=A+\bar{A}BC$$

建立任选乘积项BC，则：

$$f=A+\bar{A}BC+BC$$

用冗余定理消去原体乘积项$\bar{A}BC$，得：

$$f=A+BC。$$

（2）消去非原体乘积项。

$$f=AB+\bar{A}C+BCD$$

建立任选乘积项BC，则：

$$f=AB+\bar{A}C+BCD+BC$$

使用冗余定理消去非原体乘积项BCD，得：

$$f=AB+\bar{A}C+BC.$$

而BC是一个任选乘积项，是多冗的，因此，

$$f=AB+\bar{A}C.$$

（3）消去原体乘积项和非原体乘积项.

$$f=AB+\bar{A}BC+BCD$$

建立任选乘积项BC，则：

$$f=AB+\bar{A}BC+BCD+BC$$

使用冗余定理消去非原体乘积项BCD和原体乘积项$\bar{A}BC$，得

$$f=AB+BC.$$

狄摩根定理

在一个布尔表达式的相应的对偶表达式中，每一个变量用它的补来代替，就可以得到布尔表达式的补。例如，用·来代替运算+，就可以得到函数$f=A+BC$的对偶表达式，反之

亦然。其对偶表达式为

$$f_D = A(B+C)$$

所以 $\bar{f} = \bar{A}(\bar{B}+\bar{C})$

借助于图1—3所示的真值表，可以证实这个结果。考查表中的列8和列10，表明$\bar{A}(\bar{B}+\bar{C})$是$A+BC$的补。

A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{C}$	BC	A+BC	$\bar{B}+\bar{C}$	$\bar{A}(\bar{B}+\bar{C})$
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0

图1—3 真值表证明$\bar{A}(\bar{B}+\bar{C})$是$A+BC$的补。

例子 求$f = A(BC+\bar{B}\bar{C}+BCD)$的补

应用冗余定理；

$$f = A(BC+\bar{B}\bar{C})$$

对偶式为 $f_D = A+(B+C)(\bar{B}+\bar{C})$

f的补 $\bar{f} = \bar{A}+(\bar{B}+\bar{C})(B+C)$

$$= \bar{A}+B\bar{C}+\bar{B}C.$$

扇 入 定 理

这个定理用于那些逻辑电路，其中，设计人员采用的门的输入端，有一个扇入数的限制。这个问题后面还会详细论述。

当两个布尔和相乘的时候，若把和的一部分称为头H，而把其余的部分称作尾T，常常更为方便。则定理的说明即为：

$$(H_1+T_1)(\bar{H}_1+T_2) = H_1T_2+\bar{H}_1T_1$$

证明：左边$=(H_1+T_1)(\bar{H}_1+T_2)$

$$=H_1\bar{H}_1+H_1T_2+\bar{H}_1T_1+T_1T_2$$

现在根据竞争危险定理可知T_1T_2是冗余项，而且$H_1\bar{H}_1=0$，所以

$$左边=H_1T_2+\bar{H}_1T_1$$

这个定理可以应用于两个布尔和的相乘，两个布尔和的两部分互为补码，而且不产生代数冗余乘积项。

将一个布尔和分为头部和尾部是随意的。例如，在布尔和A＋B＋C的情况下，下面任何一种划分都是允许的。

头部	尾部
A	B+C
B	A+C
C	A+B
A+B	C
A+C	B
B+C	A

例子 $f=(A+B+C)(\bar{A}+DE+F)$

令： $H_1=A \quad T_1=B+C$

$\bar{H}_1=\bar{A} \quad T_2=DE+F$,

则： $(A+B+C)(\bar{A}+DE+F)$

$$=A(DE+F)+\bar{A}(B+C)$$

$$=ADE+AF+\bar{A}B+\bar{A}C$$

如果相乘的两个和中有公共项，在原始式子中只要注意到这种公共项是以乘积项而出现，相乘的过程就可以进一步简化。例如：

$$(A+BC)(A+DE)$$

$$=AA+ADE+ABC+BCDE$$

$$=A+BCDE$$

因此，如果$P=(I+X)$，$Q=(I+Y)$

这里I是公共项

则有： $PQ=I+XY$

最后，如果 $P=(H_1+T_1+I)$，$Q=(\bar{H}_1+T_2+I)$

则有： $PQ=H_1T_2+\bar{H}_1T_1+I$

布尔简化

如果布尔函数不包含有任选乘积项，那么就可以说它是不能简化的，或已简化了的函数。例如，因为$A+\bar{A}B=A+B$，所以在函数$f=A+\bar{A}B$中，因子$\bar{A}$是多余的。采用冗余定理和竞争危险定理，三步就可以消去二级布尔表达式中的冗余。如果表达式中多于二级，就可以用外乘的办法，把它变换成二级积之和的形式。

在布尔表达式中消去冗余的三个步骤为：

（1）外乘

研究布尔函数　$f=BC+(AB+C)\bar{C}+A$

应用（1）：　$f=BC+AB\bar{C}+C\bar{C}+A$

$=A+BC+AB\bar{C}$

（2）应用冗余定理

在（1）中导出了表达式　$f=A+BC+AB\bar{C}$。第二步开始应先考虑第一乘积项，这种情况下为A。然后看A的右边的乘积项，寻找含有因子A的乘积项。结果，$AB\bar{C}$是这样的乘积项，可以将其消去。因此，就有　$f=A+BC$。由于BC的右边没有乘积项了，所以这一步不再重复。

（3）应用竞争危险定理

选择第一个乘积项中的第一个变量，然后寻找表达式中其余各项中的包含所选变量的补码的一个乘积项。如果找到了这样一个乘积项，就可以使用第二个定理（即竞争危险定理）形成任选乘积项。如前所述，使用这个任选乘积项消去非原体乘积项与/或代换原体乘积项。如果代换了一原体乘积项，那么就可以在表达式的开头插入一个任选乘积项并且再一次重复（3）。如果不必使用任选乘积项了，就可以把它去掉。重复第（3）步，直到产生了全部第一级的任选乘积项为止。如果需要更高一级的任选乘积项的话，还得再重复（3）。例如：

$$f=A+\bar{A}B+BC+\bar{A}\bar{B}D$$

建立任选乘积项B，有

$$f=A+\bar{A}B+BC+\bar{A}\bar{B}D+B$$

消去原体乘积项$\bar{A}B$和非原体乘积项BC，则：

$$f=B+A+\bar{A}\bar{B}D$$

建立任选乘积项$\bar{A}D$，有

$$f=B+A+\bar{A}\bar{B}D+\bar{A}D$$

消去原体乘积项$\bar{A}\bar{B}D$，则：

$$f=\bar{A}D+B+A$$

建立任选乘积项D，有

$$f=\bar{A}D+B+A+D$$

消去原体乘积项$\bar{A}D$，则有

$$f=A+B+D$$

这就是所要求的结果。

最　小　化

如果，（a）对于同一函数不再有更少乘积项的其它“乘积和”表达式；（b）对于具有相同乘积项数的同一函数来说，其它“乘积和”表达式中的任一项乘积，不能再有更少的因子，这样就可以说一个布尔“乘积和”表达式是最小化的。

为使布尔表达式最小化，有三种主要的方法，这三种方法为：

——卡诺图法。这种方法就是将函数排列在一个图上，并且加以适当地圈点整理，从而获得最小化形式。

——奎因一麦克鲁斯基方法。这种方法就是产生一个给定布尔函数的全部非冗余形式，且挑选最短的一个。

——代数逐步逼进法。这种方法并不涉及函数的展开。

本文介绍卡诺图法。

研究布尔函数：

$$\begin{aligned}f&=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC+A\bar{B}C+ABC+\bar{A}B\\&=(A+\bar{A})BC+(A+\bar{A})\bar{B}C+\bar{A}B\\&=BC+\bar{B}C+\bar{A}B\\&=(B+\bar{B})C+\bar{A}B\\&=C+\bar{A}B\end{aligned}$$

把原始表达式用代数方法变换成一个较简单的布尔函数，实现这个函数只需要较少的硬件。无疑，在集成电路出现之前，布尔函数的最小化确有优点。然而，在目前集成电路的时代，门电路级的布尔最小化的优点便明显地减小了。设计人员现在关心的是，从所占空间和成本是否经济的观点来使组件数最小化。因此，形式上的简化过程主要使设计人员便于处理布尔方程式，在这个意义上说，化简仍然是有用的。

最简单和最广泛采用的简化方法是采用图表法。对两个、三个、四个甚至五个变量的图

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

形如图 1 — 4 所示，这些图都称为卡诺图。

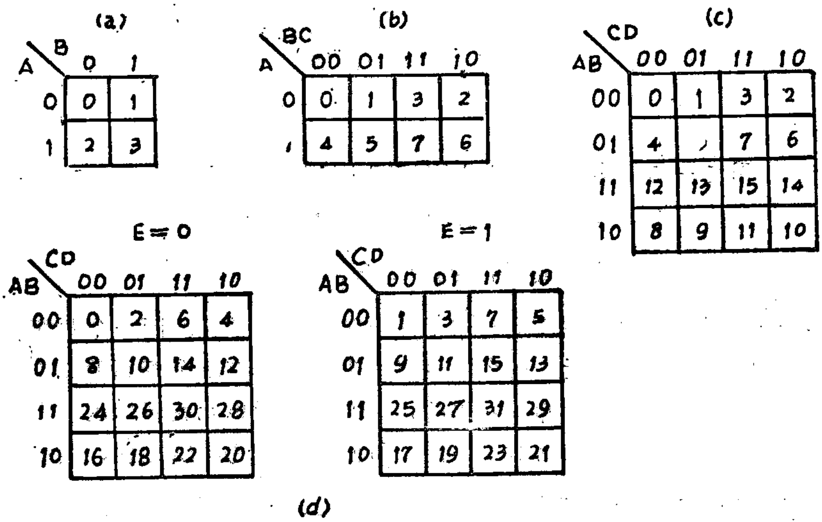


图 1 — 4　（a）两变量卡诺图，（b）三变量卡诺图，（c）四变量卡诺图，（d）五变量卡诺图可由两图组成。

两个变量的卡诺图有四个单元，每个单元代表两变量的四种可能组合中的一种。图中上部左边的单元为A＝0和B＝0，即单元表示最小项$m_0=\bar{A}\bar{B}$，这里，最小项可以定义为含有全部变量的一个布尔乘积，这些变量可以为其真值或是非真值。单元中的十进制数是二进制表示的最小项的十进制等效值。每一个最小项都与一特定的单元相关联。例如，与两变量卡诺图的上部右边的单元相关联的最小项是$\bar{A}B$，它的二进制表示为01，十进制等效值为 1 。

任何一个给定变量数的布尔函数，都可以把它表示在卡诺图上。例如，再来研究下面这个函数：

$$f=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC+A\bar{B}C+ABC+\bar{A}B$$

表达式中的第一项$\bar{A}\bar{B}C$的二进制表示式为001，在图 1 — 5 上对应于001的单元标以 1 。接着用同样的方法可以把$\bar{A}BC$，$A\bar{B}C$以及ABC画在图上。剩下的一项$\bar{A}B=\bar{A}B(C+\bar{C})=\bar{A}BC+\bar{A}B\bar{C}$，这两项的二进制表示式分别为011和010，对应的单元为3 和 2 。

但是，由于单元 3 已经被$\bar{A}BC$项所占据，因此，最后完成函数的标记只需在单元 2 中记入一个 1 就行了。

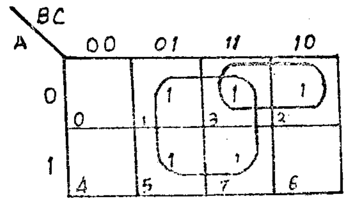


图 *1—5*　$f=\bar{A}\bar{B}C+\bar{A}BC+A\bar{B}C+ABC+\bar{A}B$ 的卡诺图。把一些 *1* 加上圈表示可将表达式最小化为 $f=C+\bar{A}B$。

上例表明，一个三变量的项在三变量卡诺图上仅占一个单元，而一个两变量的项却在三变量卡诺图上占据两个相邻的单元，一个一变量的项则要占有四个相邻近的单元。例如，项A是画在图上标以4、5、7、6的单元里的，这四个邻近单元就表示这一项。

因此，化简的过程就可以归结为对卡诺图上所画的邻域的辨别过程，然后将这些邻域适当的圈起来，如图1—5所示。四个单元的邻域表示C项，两个单元的邻域表示$\bar{A}B$项，最小化的函数即为：

$$f=C+\bar{A}B$$

这与前面用代数方法确定的结果是一样的。

显然，为了得到函数最小化的形式，就应当挑选最大可能的邻域。

例子. 将下列布尔函数最小化：

$$f=BD+\bar{A}\bar{B}C+A\bar{B}\bar{C}+\bar{A}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}+AB\bar{C}\bar{D}$$

图1—6中画出了这个函数的卡诺图。加圈的地方表示给出最小化函数的邻域。

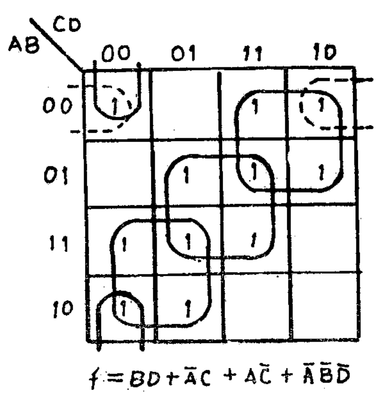


图 *1—6*　$f=BD+\bar{A}\bar{B}C+A\bar{B}\bar{C}+\bar{A}C\bar{D}+\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}+AB\bar{C}\bar{D}$ 的最小化函数表示为：$f=BD+\bar{A}C+A\bar{C}+\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

从图1—6中可得：

$$f=BD+\bar{A}C+A\bar{C}+\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

或者：

$$f=BD+\bar{A}C+A\bar{C}+\bar{A}\bar{B}\bar{D}$$

例子. 将图1—7中画出的函数最小化。

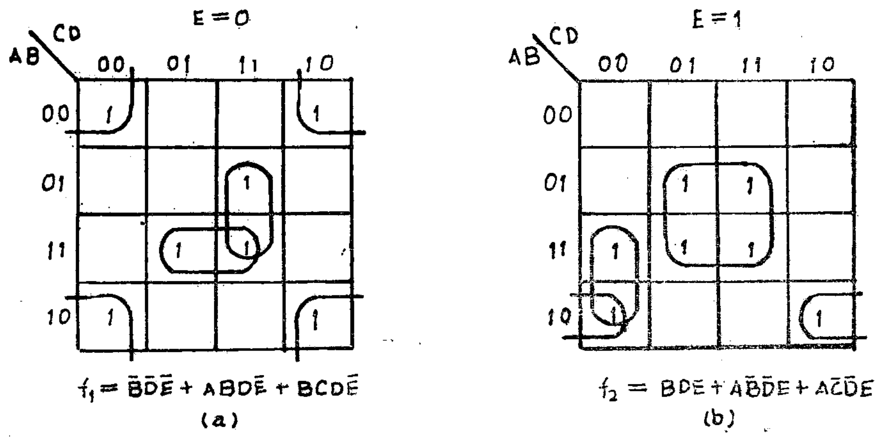


图1—7　最小化的又一例。

五变量函数需要两个图，如图1—7所示。其最小化过程可以经过两步来实现。

第1步. 将画于E＝0和E＝1的两个图中的函数最小化，这类似于处理两个单独的四变量问题。这样就有：

$$f_1=\bar{B}\bar{D}\bar{E}+ABD\bar{E}+BCD\bar{E}$$

以及：

$$f_2=BDE+A\bar{B}\bar{D}E+A\bar{C}\bar{D}E。$$

注意，在这种情况下，对于E＝1有两个等效的最小解，这里只挑选了其中之一。

第2步. 在E＝0和E＝1的图上，找出单元间的组合，以便消去f_1或f_2式里某一项的因子。例如：f_1中的$\bar{B}\bar{D}\bar{E}$项可以写作$\bar{B}\bar{D}\bar{E}+A\bar{B}\bar{D}\bar{E}$，而$A\bar{B}\bar{D}\bar{E}$一项则可以和$f_2$的$A\bar{B}\bar{D}E$项结合而产生$A\bar{B}\bar{D}$项，这样就消去了这两项中的因子E。在两图中进行了所有可能的结合之后，由f_1和f_2的逻辑和，就给出了函数的最小化之和。这样就得到了下面的最小化解：

$$f=\bar{B}\bar{D}\bar{E}+BDE+ABD+BCD+A\bar{B}\bar{D}+\bar{A}\bar{C}\bar{D}E。$$

显然，如果一个问题的变量数再要增加，那么采用卡诺图的最小化过程，就会更为复杂。但这种方法在六个变量的范围内是完全可行的。

在本文竞争危险那一节早已说过，由于引入任选乘积项，从而可以避免不希望有的瞬变信号。例如，对于布尔函数$f=\bar{A}B+AC$，当B=C＝1时，A变化的时候会发生竞争危险。由于引入任选乘积项BC，函数就变成　$f=\bar{A}B+AC+BC$，这就使得竞争危险得以消除。

原来的函数画于图1—8（a），含有任选乘积项的新的函数则在图1—8（b）中画出。

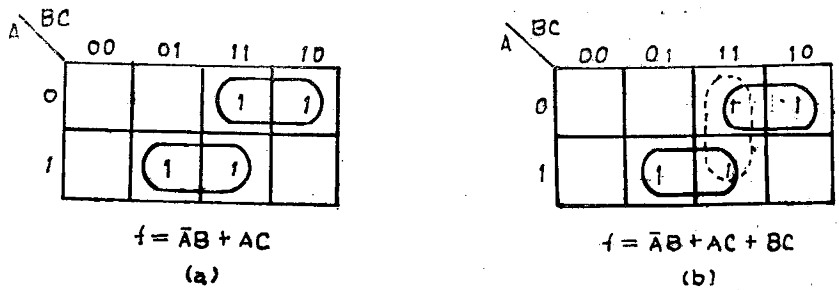


图1—8　使用任选乘积项BC消除了A变化时带来的竞争危险。

在任选乘积项引入之前，布尔函数是非冗余的，因此，其中并不包含双重圈圈，因为画在图1—8（a）上的时候，就已经被其它的圈圈所占据，因此，这个函数是最小化的。但是，由于任选乘积项的引入，使BC圈得以建立，这个圈已被$\bar{A}B$圈和AC圈所复盖。因为函数包含一个冗余的乘积项BC，这时，这个函数就不再是最小化的。这个例子说明，将冗余引入到布尔函数，对于消除竞争危险是必要的，因此，函数的最小化的解，并不总是最佳的解。

显然，把最小化了的布尔函数画于卡诺图上，就易于发现产生竞争危险的可能性。

画于图1—9（a）中的函数的最小化形式是$f=\bar{A}D+A\bar{B}C+AB\bar{C}$，然而，竞争危险将发生在图上箭头所指的地方。为了消除这一竞争危险，就应当如图1—9（b）所示的那样，在卡诺图上加上两个额外的圈圈。这样一来，最小化的，无竞争危险的函数就变成：

$f=\bar{A}D+A\bar{B}C+AB\bar{C}+B\bar{C}D+\bar{B}CD$。

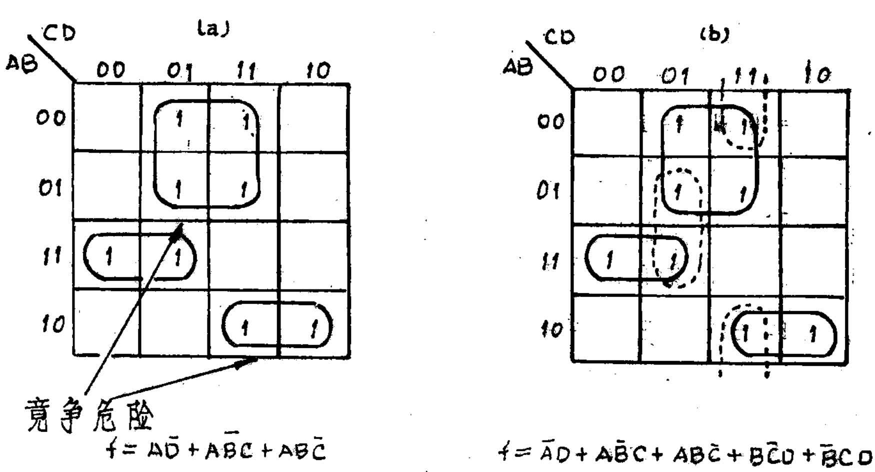


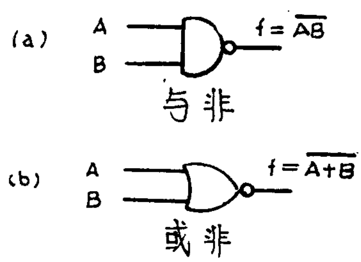
图1—9　（a）箭头示出了竞争危险，（b）表示
用任选乘积项消除竞争危险。

二、组 合 逻 辑

组合电路可以用“与”门、“或”门及反相器来构成，亦可以用“或非”门或“与非”门来构成。使用上述各种门去构成电路是可能的，但这样的电路结构在目前是少见的，因为完全用“与非”门或者完全用“或非”门组成电路比起用“与”门、“或”门及反相器来组成电路，通常是更为经济，也更为方便。

一个两输入“与非”门和一个两输入“或非”门的真值表如图2—1（a）和（b）所示。如果把一个“与非”门除一个输入端之外的其余输入全连到逻辑“1”，则“与非”门就可以用作反相器。这种作法，虽然不总是需要的，但实际上却需要特别注意。例如，如果图2—1（a）所示门的输入A连到逻辑“1”，则门的输出为$\bar{B}$，这正如真值表底下两行的表列值所示的那样。

同样，一个“或非”门，如果除它的一个输入端外，其余输入都连到逻辑“0”，那么，它就可以用作一个反相器。而门的输出就是剩下的那个输入的反相。在图2—1（b）所示的门电路中，如果把输入A连到逻辑“0”，那么门的输出就是$\bar{B}$，这正如真值表顶部两行的表列值所示的那样。



A	B	f
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	f
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

图2—1 “与非”门（a）和“或非”门（b）的符号和真值表

也可以用“与非”门和“或非”门来产生“或”门和“与”门的功能。例如，由信号$\bar{A}$和$\bar{B}$驱动的“与非”门的输出为$\overline{\bar{A}\cdot\bar{B}}$，可以写为A＋B，如图2—2（a）所示。把两个“与非”门串接就可以产生“与门”的功能，其中第一个“与非”门起两输入变量A和B的“与非”作用，而第二个门起一个“反相器”的作用，如图2—2（b）所示。因此，如果把变量变反后馈送给“或非”门，就可以产生输入变量真值的“与”作用，而两个“或非”门串连，就可以产生馈送到第一个门的输入变量的“或”作用。

两级“与非”门产生一个两级积—和表达式，如图2—3（a）所示，表达式和“与非”门组成的线路存在着一一对应的关系。但是读者应该注意这样的事实，即实现一个最小化积—和表达式的线路未必是最简单的线路。例如，如果没有反相变量可以利用，那么实

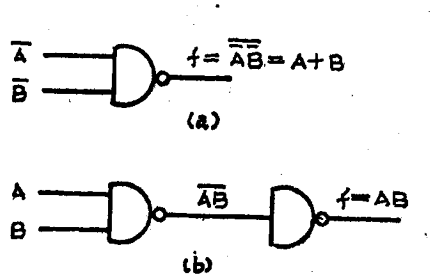


图2—2　(a)使用“与非”门实现“或”作用，(b)使用两个“与非”门实现“与”作用。

现一个最小化表达式的“异—或”函数$f=A\bar{B}+\bar{A}B$，就需要五个门，如图2—3（b）所示。而满足其非最小化形式$f=A(\bar{A}+\bar{B})+B(\bar{A}+\bar{B})$的“与非”门线路却少用了一个门，如图2—3（c）所示。

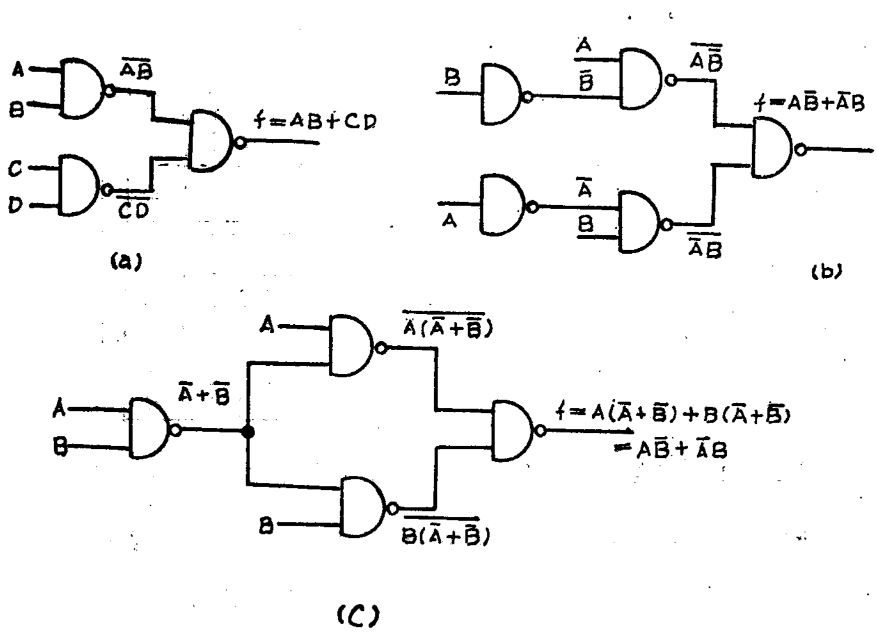


图2—3　(a)使用“与非”门得到一个积—和函数；(b)表达式的最小化形式未必给出最小化的电路，最小化表达式$f=A\bar{B}+\bar{A}B$；(c)非最小化表达式$f=A(\bar{A}+\bar{B})+B(\bar{A}+\bar{B})$少用了一个门。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com