

在数字系统中,除了能够进行逻辑运算和算术运算的组合逻辑电路外,还需要具有记忆功能的时序逻辑电路。时序逻辑电路的输出状态,不仅与当时的输入有关,而且还与电路原来的状态有关。触发器是时序逻辑电路的基本单元,下一章将要讨论的各种时序逻辑电路都要用到触发器。

本章在介绍几种常用触发器的基础上,研究不同电路结构触发器的触发方式,并讨论不同类型触发器的逻辑功能和外部特性。

第4章

触发器

4.1 基本 RS 触发器

基本 RS 触发器又称为直接复位—置位触发器,是各种触发器电路结构中最简单的一种,也是构成其他触发器的最基本单元。

4.1.1 电路组成

开始

图 4-1(a) 所示为由两个与非门交叉连接组成的基本 RS 触发器。

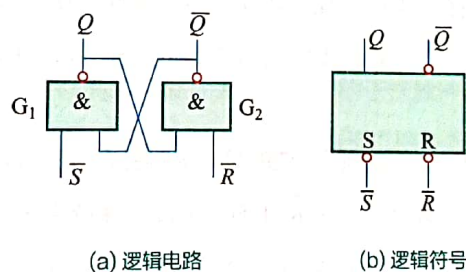


图 4-1
与非门组成的基本 RS 触发器

基本 RS 触发器有两个输出端,一个称为 Q 端,另一个称为 $\bar{Q}$ 端。在正常情况下,这两个输出端总是逻辑互补的,即一个为 0 状态时,另一个为 1 状态。并且规定 $Q=1$ 、 $\bar{Q}=0$ 为触发器的 1 状态, $Q=0$ 、 $\bar{Q}=1$ 为触发器的 0 状态。

基本 RS 触发器有两个输入端 $\bar{R}$ 和 $\bar{S}$, $\bar{R}$ 称为置 0 端(或复位端), $\bar{S}$ 称为置 1 端(或置位端)。“ $\bar{R}$ ”和“ $\bar{S}$ ”文字符号上面的“-”号,表示这种触发器输入信号为低电平有效。图 4-1(b)所示是基本 RS 触发器的逻辑符号,从图中可以看出,由于 $\bar{R}$ 和 $\bar{S}$ 是低电平有效,故在输入端加“o”符号。

授课计划:
基本 RS
触发器

教学课件:
基本 RS
触发器



扫描全能王 创建



基本 RS 触发器

4.1.2 工作原理

按照输入信号 $\bar{R}$ 和 $\bar{S}$ 不同状态的组合, 触发器的输出与输入之间存在如下关系:

(1) 当 $\bar{R}=\bar{S}=1$ 时, 假设触发器原来处于 0 状态, 即 $Q=0$ 、 $\bar{Q}=1$ 。从图 4-1(a) 中可以看出, 门 G_1 的两个输入端均为 1, 则有 $Q=0$; $Q=0$ 反馈到门 G_2 的输入端, 使得 $\bar{Q}=1$, 触发器保持 0 状态不变。同理, 当 $\bar{R}=\bar{S}=1$ 时, 若假设触发器原来处于 1 状态, 则触发器将保持 1 状态不变。

这说明, 当 $\bar{R}=\bar{S}=1$ 时, 触发器能够维持原来的状态不变, 且无论处于哪个状态都是稳定的。

(2) 当 $\bar{R}=0$ 、 $\bar{S}=1$ 时, 由于门 G_2 的输入端有 0, 其输出端 $\bar{Q}$ 不管原状态是 0 或是 1 都将为 1 状态, 即 $\bar{Q}=1$; 而门 G_1 因输入端全为 1, 其输出端 Q 为 0 状态, 即触发器将为 0 状态。

这说明, 当 $\bar{R}=0$ 、 $\bar{S}=1$ 时, 不管触发器原来的状态如何, 触发器都将被置为 0 状态, 即 $Q=0$ 、 $\bar{Q}=1$ 的状态。这种情况称为触发器置 0。

(3) 当 $\bar{S}=0$ 、 $\bar{R}=1$ 时, 由于门 G_1 的输入端有 0, 其输出端 Q 不管原状态是 0 或是 1 都将为 1 状态, 即 $Q=1$; 而门 G_2 因输入端全是 1, 使 $\bar{Q}$ 为 0 状态。触发器被置为 1 状态, 即 $Q=1$ 、 $\bar{Q}=0$ 的状态。这种情况称为触发器置 1。

(4) 若 $\bar{S}=0$ 、 $\bar{R}=0$, 此时将出现 $Q=\bar{Q}=1$ 的情况, 触发器既不是 0 状态, 也不是 1 状态。当 $\bar{S}$ 和 $\bar{R}$ 端同时回到 1 时, 触发器究竟稳定在何种状态不能预先确定。通常在实际应用时, 应避免 $\bar{S}$ 和 $\bar{R}$ 端同时为 0 的这种状态。

基本 RS 触发器对触发信号要求并不严格, 只要负脉冲的持续时间大于两个门的传输延迟时间即可, 这样, 待两个输出端 Q 和 $\bar{Q}$ 都翻转完毕, 电路就会稳定在新的状态。即使触发低电平信号消失了, 电路靠两个门的互锁反馈将稳定在新状态上, 可见基本 RS 触发器具有记忆功能。

根据上述分析, 由与非门组成的基本 RS 触发器的功能如表 4-1 所示。

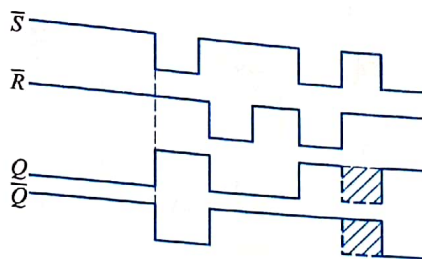
从表 4-1 中可看出; 当 $\bar{S}=\bar{R}=1$ 时, 触发器保持原状态不变, 处于保持状态; 当 $\bar{S}=1$ 、 $\bar{R}=0$ 时, 触发器置 0, 处于 0 状态; 当 $\bar{S}=0$ 、 $\bar{R}=1$ 时, 触发器置 1, 处于 1 状态; 当 $\bar{S}=\bar{R}=0$ 时, 触发器处于不定状态。触发器的不定状态有两种含义, 一是 $Q=\bar{Q}=1$, 触发器既不是 0 状态, 也不是 1 状态; 二是 $\bar{S}$ 、 $\bar{R}$ 同时回到 1 时, 触发器的新状态不能预先确定。

设触发器初始状态为 0 (即 $Q=0$ 、 $\bar{Q}=1$), 根据给定输入信号波形, 可相应画出触发器输出端 Q 的波形, 如图 4-2 所示。这种波形图也称为时序图。从图中可以看出, 当触发器的输入 $\bar{R}=\bar{S}=0$ 时, $Q=\bar{Q}=1$; 接着同时出现 $\bar{R}=\bar{S}=1$ 时, 则 Q 和 $\bar{Q}$ 的状态不能预先确定, 通常用虚线或阴影注明, 以表示触发器处于不定状态。直至输入信号出现置 0 或置 1 信号时, 输出端的波形才可以确定。

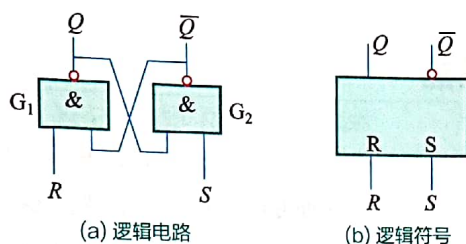
-1 与非门组成的基本 RS 触发器功能表

$\bar{S}$	$\bar{R}$	Q
1	1	不变
1	0	0
0	1	1
0	0	不定



图 4-2
基本 RS 触发器时序图

用两个或非门交叉耦合也可以构成基本 RS 触发器。其逻辑电路和逻辑符号如图 4-3 所示。这种基本 RS 触发器具有图 4-1 所示电路同样的功能, 只是触发器靠输入信号的高电平触发, 其工作原理请读者自行分析。今后若不加说明, 本书提到的基本 RS 触发器, 均指由与非门组成的基本 RS 触发器。

图 4-3
或非门组成的基本 RS 触发器

结束

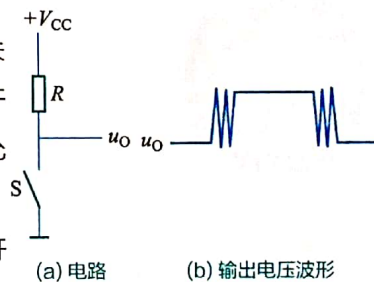
4.1.3 应用举例

基本 RS 触发器除了作为各种复杂触发器的基本组成部分之外, 还可直接组成应用电路。

下面举一简单的应用实例。

运用基本 RS 触发器, 可以消除机械开关振动引起的干扰脉冲, 图 4-4 所示为机械开关接通时的电路和输出电压波形图。从图中可以看出, 由于机械开关的振动会使输出电压在开关断开和接通瞬间产生“毛刺”, 这种干扰信号会导致电路工作出错, 在实际工作中是不允许的。

利用基本 RS 触发器的记忆功能作用可以消除上述机械开关振动所产生的影响。开关与触发器的连接方法如图 4-5(a) 所示。设单刀双掷开关 S 原来与 B 点接通, 这时触发器的状态为 0。从图 (b) 可以看出, 当开关由 B 拨向 A 时, 尽管 A 点和 B 点的波形产生了毛刺, 但并不影响触发器置 1。同样, 当开关由 A 拨向 B 时, 机械开关输出电压波形的毛刺, 也不影响触发器置 0。于是, 在机械开关的控制下, 触发器输出的电压波形不会产生毛刺。

图 4-4
机械开关