

本标准等效采用国际标准 IEC 848(1988)《控制系统功能表图的绘制》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了绘制描述控制系统的功能和特性的表图的方法(其中包括必要的图形符号及其使用规则)。

本标准适用于绘制电气控制系统的功能表图,也适用于气动、液压和机械等非电控制系统或系统的某些部分。

本标准规定的方法与实现工艺过程所采用的技术无关,可作为工程领域中不同技术学科之间的交流工具。

注:上述方法是研究异步事件协调的佩特里网(Petri nets)在工业中的应用。采用这种方法可以从总体入手,通过逐步降低描述层次而提高描述的详细程度,最终揭示控制系统的全部细节。

2 引用标准

GB 1526 信息处理 数据流程图、程序流程图、系统流程图、程序网络图和系统资源图的文件编制符号及约定

GB 2900.34 电工名词术语 电气传动及其自动控制

3 通则

3.1 控制系统的描述

研制一个过程控制系统的第一步是使设计人员了解该过程的详细情况,但是仅用文字很难准确地描述复杂的、包括在几种可能的顺序与并行的动作间进行选择的控制动作。通常,图示法较容易理解,但是一方面很难找到一种为各种专业人员都可掌握的图示法,另一方面也很难找到适用于表示每一种功能的图形符号。

因此,在本标准中采用图形符号与文字叙述相结合的表示方法。

这种表示法应能对系统过程及其控制作总体性描述并能描述所用零部件的技术性能而不考虑具体工艺实现过程。

本标准规定的功能表图,应能精确地描述一个过程的输入(条件)与输出(动作)之间的关系,并能全面描述该过程。

在本标准中,把过程循环分解为若干清晰的连续的步(稳定状态),步与步以转换分隔。当满足进入下一步的转换条件的过程信号出现时即标志这一步终止。这样,步不能重叠。在步的持续时间以内,动作可以开始、持续或完成使过程循环分解得到的步越多,描述得越精确。

3.2 控制、施控和被控系统

为了给一个系统绘制清晰、明确的功能表图,必须确切地规定系统的界限及其功能表图的范围。因为纯功能的描述并不提供系统的实际界限或内部结构的任何细节,所以只能通过假定的界限上对输

国家技术监督局 1993-04-20 批准

1994-03-01 实施

入和输出作理想描述才能够得到。

根据 GB 2900. 34, 控制系统可以分为被控系统和施控系统两个相互依赖的部分:

- a. 被控系统, 包括执行实际过程的操作设备;
- b. 施控系统, 接收来自操作者、被控过程等的信号并向被控系统发出命令的设备。

图 1 示出了系统的划分, 表明了系统中各功能表图的界限。根据这个划分, 可以绘制三张功能表图, 用于不同的用途, 描述不同的关系。

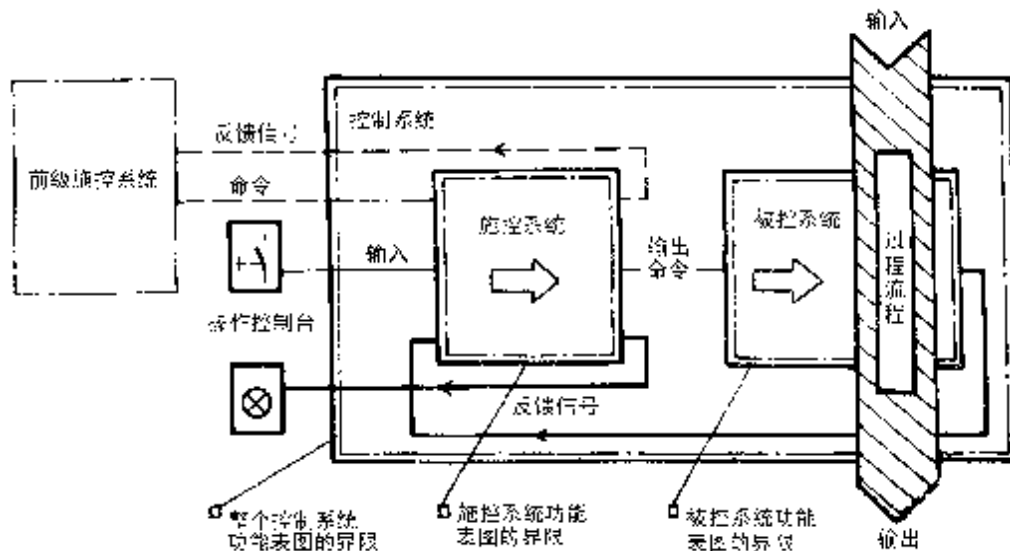


图 1 控制系统划分示例

3.2.1 被控系统功能表图

被控系统功能表图的界限上所示的输入条件包括施控系统发出的命令和输入过程流程的(变化的)参数。输出包括送往施控制系统的反馈信号和在过程流程上执行的使之具有其他(理想的)特性的动作。

该表图描述过程设备的功能, 表明它要响应哪些命令, 返回哪些信号和执行哪些动作。它由过程设计者绘制并可作为详细设计过程设备和绘制施控系统功能表图的基础。

3.2.2 施控系统功能表图

施控系统功能表图的界限上所示的输入条件包括操作者或可能存在的前级施控系统发出的命令以及被控系统的反馈信号。输出包括送往操作者或前级施控制系统的反馈信号和对被控系统发出的命令。

该表图描述了控制设备的功能, 表明它将接收哪些信号, 发出哪些命令及产生哪些另外的信号。它由设计者根据其对过程的了解来绘制(例如通过上述被控系统功能表图), 并作为详细设计控制设备的基础。在大部分情况下, 这种功能表图足以描述简单的控制系统。

3.2.3 控制系统功能表图

整个控制系统功能表图的界限上所示的输入条件包括操作者或前级施控系统发出的命令和输入过程流程的(变化的)参数。输出包括送往操作者或前级施控制系统的反馈信号和在过程流程上执行的动作。这个功能表图不给出被控系统和施控系统之间的相互影响的细节而把控制系统作为一个整体来描述。它可用于控制系统的初步设计阶段并便于描述在一个过程的几个系统中负责协调的系统。

下面两个图例可用于说明控制系统选定后, 如何把它分解为被控系统与施控系统。

在图 2 中, 过程是从坯料到加工成半成品零件的切削, 被控系统是机床, 施控系统是数控设备。

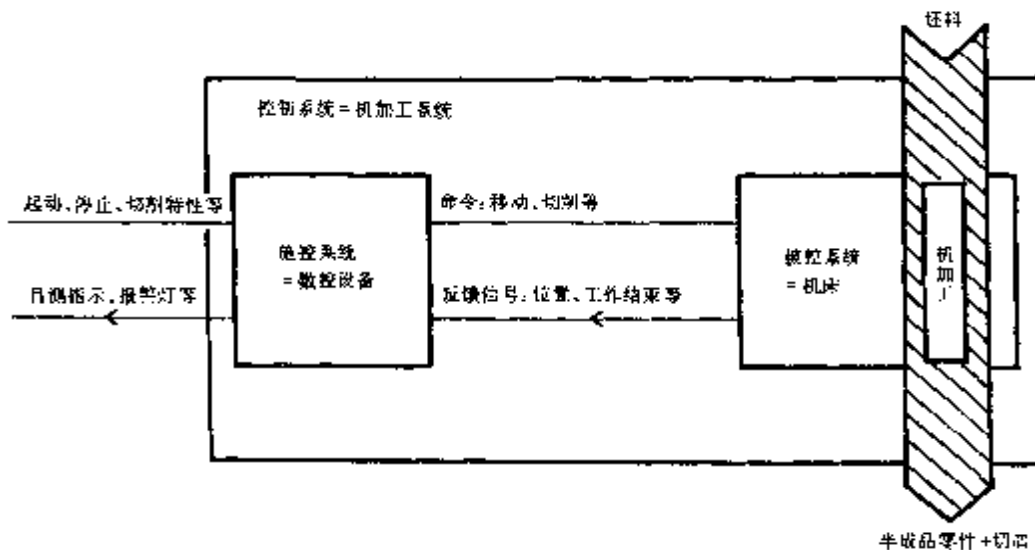


图 2 数控机床

在图 3 中,过程是变电和配电。

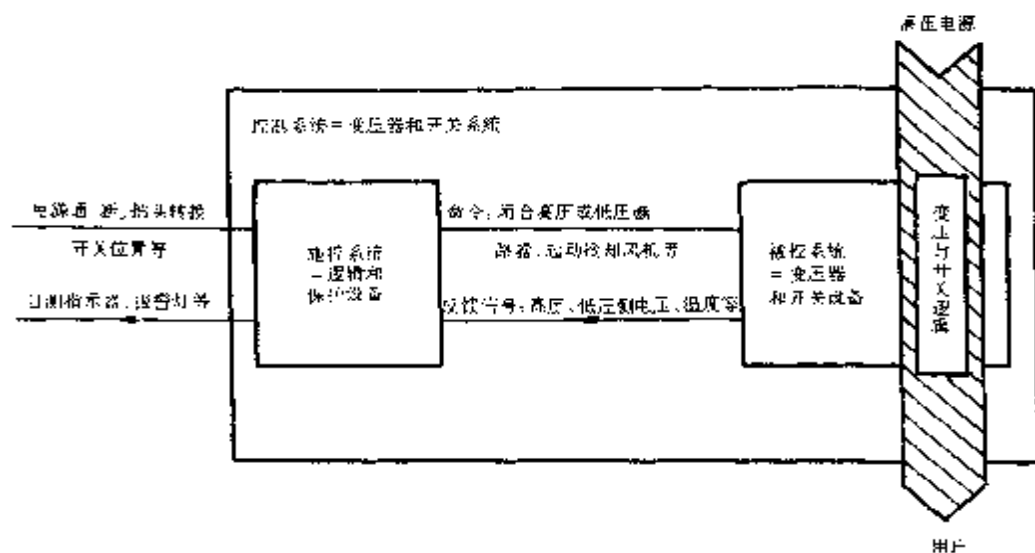


图 3 变电站中的配电

若变电站配备一台变压器,被控系统包括变压器、高压和低压断路器、用于冷却的辅助设备。施控系统包括与被控系统关联的逻辑与保护设备。

如果变电站配备并联工作的两台变压器,则其中每一台都可视为一个完整的子控制系统,此外还需要增加一个协调控制系统用于负荷的分配等。

3.2.4 分级表示

功能表图应能达到在工艺规格说明要求的不同的层次上表示,从高描述层次(宏表示,见图 25)到非常详细的描述层次,在此层次上所有基本命令和信号都根据采用的工艺技术全部表示出来。

4 功能表图的一般规定

一个功能表图由下列一组符号定义:

- a. 步,
- b. 转换,
- c. 有向连线,用以连接步和转换。

如果这些符号以规定的方式组合,就得到了一个静态表示。这种表示方法也可与控制过程的进展相对应,使其具有动态特性。

静态表示是带解释的,意味着:

- a. 每一步可与一或多个命令或动作相对应;
- b. 每一转换必须与一个转换条件相对应。

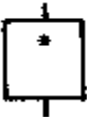
由此体现了该表图的功能特性。

4.1 步

为了描述控制系统、施控系统和被控系统的各种稳定状态,采用了“步”这一概念。

一个步表示了所研究系统的一个不变行为的特征,见表 1 中的 1.1 和 1.2。

表 1

序 号	符 号	说 明
1.1		步,一般符号 注: ① 矩形的长宽比是任意的,推荐采用正方形 ② 为了便于识别,步必须加标注,如用字母数字。一般符号上部中央的星号在具体步中应用规定的标号代替
1.2		例:步 2
1.3		初始步注同 1.1
1.4		例:初始步 1
1.5		例:步 3,标明它是活动的

4.1.1 活动步和非活动步,初始步

在某个给定时刻,一个步可以是活动的或非活动的,一系列活动步决定了所研究系统的状态。步的活动状态可用二进制逻辑变量“X*”的逻辑值 1 表示,步的非活动状态可用二进制逻辑变量“X*”的逻辑值 0 表示(星号“*”必须用相应步的标号代替),因此步的符号可以用存储元件的符号作逻辑上的描述。

当一个步是活动的时候,发出相关的命令或执行相关的动作。在此状态下,施控系统仅响应于有关下一个转换条件或允许命令条件的信号。

控制过程开始阶段与初始状态相对应的活动步,称为“初始步”。它们表征了施控系统的初始行为,见表 1 中的 1.3 和 1.4。

当步在控制过程的特定阶段处于活动状态时,可在该步符号中加一圆点以示区别,此圆点不属于步的符号仅用于说明,见表 1 中的 1.5。

4.1.2 与步相关的命令(动作)

在控制系统中命令通常产生动作,动作可以导致稳定状态。

一个活动的步可以:

- a. 当功能表图描述一个施控系统时,发出一个或多个命令;
- b. 当功能表图描述一个控制或被控系统时,产生一个或多个动作。故在下文出现“命令”一词时,对被控系统则以“动作”代替。

命令用矩形框中的文字或符号语句说明,该矩形框与其相关的步符号相连。

当文字或符号语句以正确的方式定义时,它可以区分是命令(例如:关闭 2 号阀)还是动作(例如:2 号阀关闭),甚至可以表示一个稳定状态(例如:2 号阀开着)。这既不是一个命令也不是一个动作而仅指示一个状态,见表 2。

因此,必须仔细规定语句格式以避免误解。如果对语句的性质会发生混淆时,必须在表图中加注说明。

表 2

序号	符 号	说 明
2. 1		与步相连的公共命令或动作,一般符号 注:矩形中的文字语句或符号语句规定了当相应的步是活动的时,由施控系统发出的命令或由被控系统执行的动作
2. 2		例:非存储型命令 当步 4 活动时,发出“打开 2 号阀”命令, 当步 4 不再活动后 2 号阀将关闭
2. 3		存储型命令 当步 4 活动时,发出“打开 2 号阀”命令,步 4 不活动时继续打开,直到后续步中有明显的“关闭 2 号阀”的命令为止,例如步 14
2. 4		水平布置三个动作 A、B、C 与步 9 相连 注:① 此符号是下述符号的简化型
2. 5		垂直布置三个动作 A、B、C 与步 9 相连 注:① 此符号是下述符号的简化型

当与之相关的步活动时,发出一个命令;当该步不再活动时,命令将会

- a. 终止;
- b. 保持其状态。

在情况 a 中,命令是非存储型的。在情况 b 中,命令是存储型的。一个存储的命令只有在被其后续
的步确切地清除(复位)时,才会终止。

因此,陈述命令的语句应清楚地说明该命令是存储型的还是非存储型的。

4.1.3 示例

在一张描述施控系统功能表图中,可能出现下述命令:

- a. “置 2 号阀于半开位置”

在相关的步是活动的期间里,命令是保持的,当相关的步不再活动了以后,命令将终止。由该步的不
再活动引起 2 号阀状态的变化,即状态“2 号阀关着”必须在下一步说明。

如用有明确规定的相反命令的命令,例如“打开 2 号阀”(相反命令是“关闭 2 号阀”)代替“置 2 号
于半开位置”,则即使在下一步不明确指明它的状态,也可以假定它的状态是由其相反命令决定的状态,
在此为“2 号阀关着”。见表 2 中的 2.2。该命令是非存储型的。

- b. “打开并保持 2 号阀”

在相应步是活动的期间,发出“打开 2 号阀”的命令,该命令将保持直至遇到相反的命令。存储型命
令的相反命令也是存储型的。可以在发出命令“打开并保持 2 号阀”的步与“关闭并保持 2 号阀”的步之
间的某步加上状态指示“2 号阀开着”,以强调“2 号阀是开着的”这一事实。

通常,在显示出状态之前,有必要对该状态进行校验。这可以通过把状态校验反馈信号插入有该状
态显示的步之前的转换条件中实现。关于校验反馈信号的说明见第 5 章。

本条所述的这类命令称作公共命令。它们表明在控制过程的各个相应的步中所发出的命令,但没有
交待在这些步的持续时间内命令的内部时间信息。每一步的持续时间由步之间的转换的实现确定。

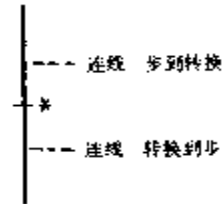
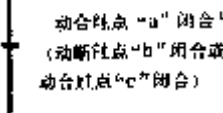
公共命令与公共转换条件可以对控制过程的时间作一般性描述。在第 5 章中的详细命令和详细转
换条件将提供关于时间的较精确的描述。

如果几个命令或动作与同一步相连,这些命令或动作可以作水平布置也可作垂直布置,见表 2 中的
2.4 和 2.5。

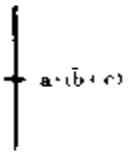
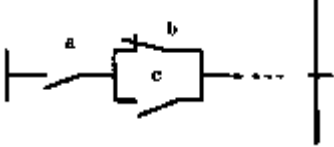
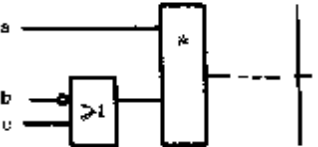
4.2 转换

为了描述沿着有向连线所发生的活动状态的逐步进展,采用转换这一概念。转换用加在所涉及的步
符号之间与有向连线垂直的短划线表示,见表 3。

表 3

序号	符 号	说 明
3.1		带有有向连线及相关转换条件的转换符号 注:星号“*”必须用相关转换条件说明代替,例如用文字、布尔 表达式或用图形符号
3.2		相关的转换条件用文字语句表示

续表 3

序号	符 号	说 明
3.3		用布尔表达式表示
3.4		用标准图形符号表示
3.5		

4.2.1 使能转换和转换的实现

如果通过有向连线连接到转换符号的所有直接前级步都是活动步,该转换为“使能转换”,否则该转换为“非使能转换”。

如果转换是使能转换,并且与之相关的转换条件为真,则发生“转换的实现”。转换的实现同时导致由有向连线连接到相应转换符号上的全部直接后续步活动,而直接前级步不再活动。图 4 和图 5 说明了这些概念。

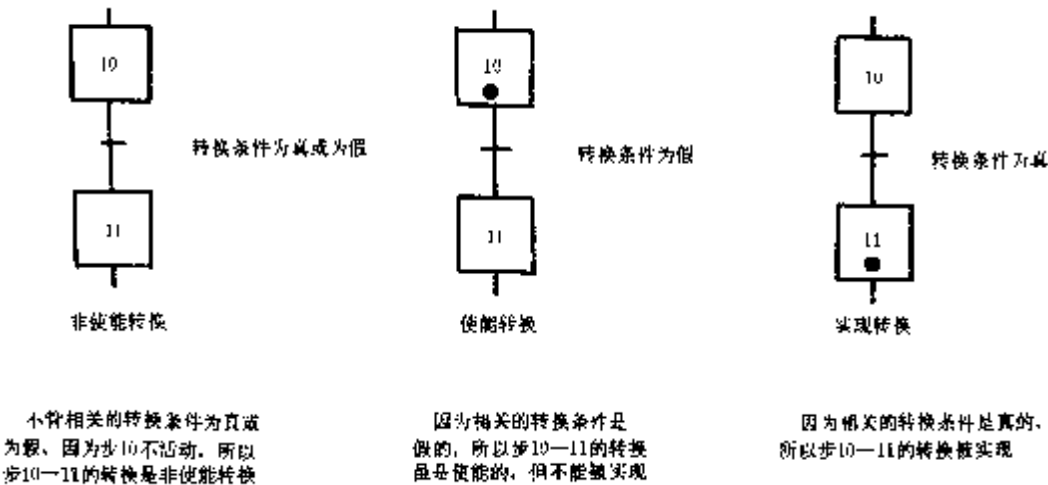


图 4 由一个前级步导致的非使能、使能和实现转换

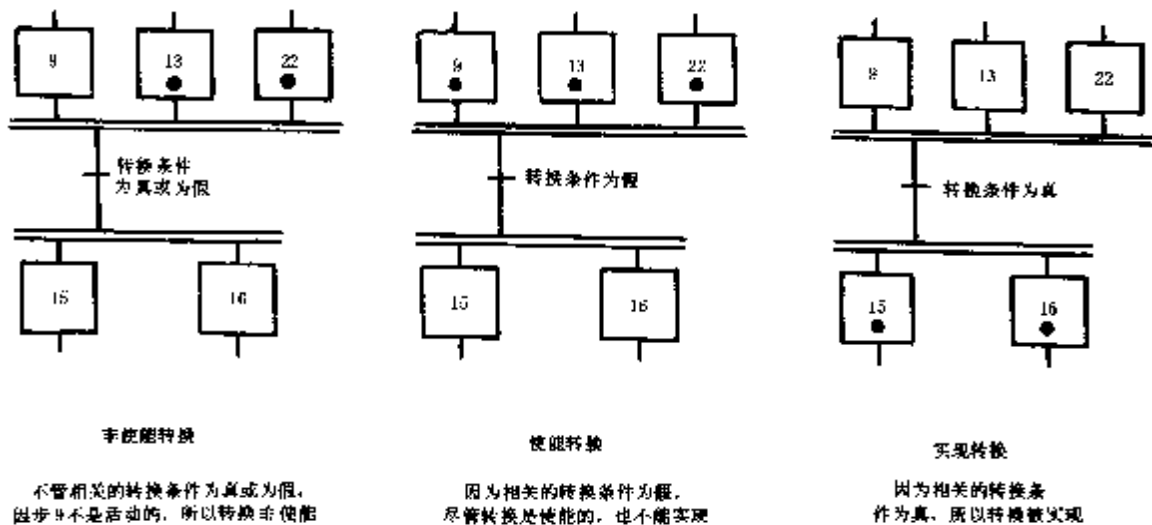


图 5 多个前级步导致的非使能、使能和实现转换

为了表示转换的同步性质，图 5 中采用了 GB 1526 第 10. 2. 2. 5 条中规定的水平双线符号。

4.2.2 转换条件

所谓转换条件是指与每个转换相关的逻辑命题，它可以是真的，也可以是假的。如果存在一个相应的逻辑变量，则当转换条件为真时，它等于 1，而当转换条件为假时，它等于 0。

转换条件可以采用三种方式表示，即：

- a. 文字语句；
- b. 布尔表达式；
- c. 图形符号，分别见表 3 中的 3. 2、3. 3、3. 4 和 3. 5。

4.3 有向连线

步之间的进展采用有向连线表示，它将步连接到转换并将转换连接到步，见表 4。

表 4

序号	符 号	说 明
4.1		有向连线，从上到下进展
4.2		有向连线，从下到上进展

有向连线是垂直的或水平的。为了使图面更清晰，个别情况下也可用斜线。按习惯进展的方向总是从上到下或从左到右，如果不遵守上述习惯必须加箭头，必要时，为了更易于理解也可加箭头。仅当垂直线和水平线之间没有内在联系时，才允许它们交叉。但是，当连线与同一个进展相关时不允许交叉，见图 6。如果有向连线必须中断（如在复杂的图中或几张图纸上表示时），应指出下一步的编号和该步所在

的页数,见图 7。

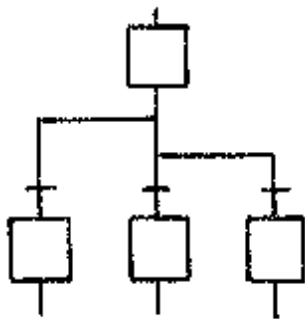


图 6 避免交叉的连线

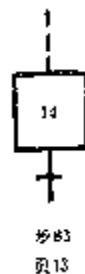


图 7 转换到第 13 页第 83 步的进展

4.4 符号连接规则

对每个所涉及的序列一定要用“步—转换”和“转换—步”两种形式的交替来说明,即:

- a. 两个步不能直接相连,必须用一个转换隔开;
- b. 两个转换不能直接相连,必须用一个步隔开。

4.5 进展规则

4.5.1 初始状态

初始状态由初始步表征,它们由操作开始时活动的步表示。每张表图至少应有一个初始步。

4.5.2 转换的实现

一个转换或者是使能的,或者是非使能的。当所有与相关的转换符号相连的直接前级步都是活动的时,转换是使能的,否则是非使能的。

一个转换能实现的条件是:

- a. 它是使能的;
- b. 它的相关的转换条件为真。

4.5.3 活动步的进展

转换实现的同时使直接后续的步进入活动状态和直接前级步进入不活动状态。

4.5.4 转换的同时实现

水平双线可以用来表示必须同时实现的转换(例如图 8 中步 13—14 与步 29—30 的转换)。

假如这些转换要分别地表示,为了使表图布局清晰,可用一个星号和互相引用的标号一起给这个转换作标记。

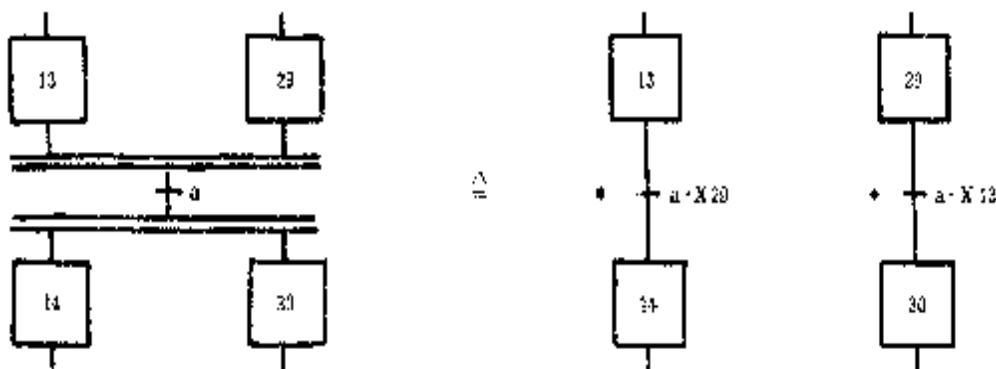


图 8 转换的同进实现

4.5.5 在步的激活期间,如果到下一步的转换条件为真,步的活动情况

如果在运行中,一个步被激活并且在激活期间以内到下一步的转换条件为真例如图 9 中的步 14,根据第 4.5.2 条的规定,到下一步的转换将因为它非使能的而无法实现。

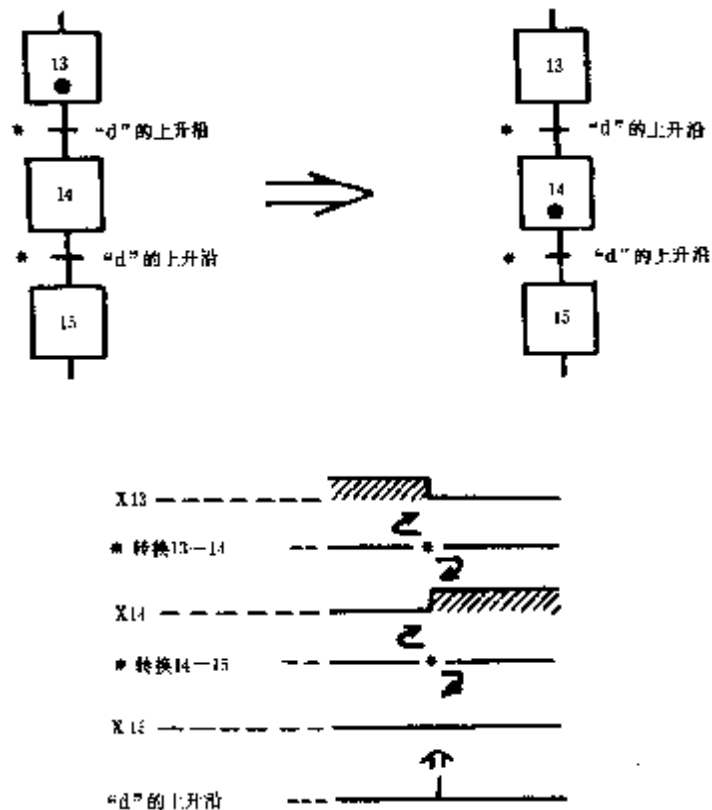


图 9 在步激活期间,如果到下一步的转换条件为真,步的活动情况

4.5.6 同时使一步活动与不活动

若在运行中,同时使一步活动与不活动,则活动状态优先。

4.5.7 转换的实现时间与步的激活时间

转换的实现时间从理论上说可以任意短,但不等于零。在实际中,这一时间由实施系统所采用的工艺所决定。同样的,步的激活时间也是如此。

4.6 基本结构

表图的进展可以用下述基本结构表示。

4.6.1 单序列

单序列是由一串相继激活的步组成的。在此结构中,每一步后紧接一个转换且每个转换只由一个步使能。



图 10 单序列示例

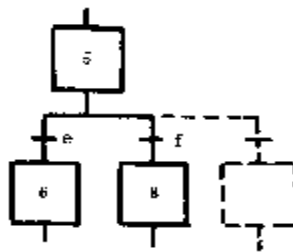


图 11 选择序列开始示例

图 10 是一个单序列的例子。只当步 3 处于活动状态($X_3=1$)并且与转换相关的逻辑转换条件“c”为真($c=1$)时,才会发生从步 3 到步 4 的进展。当步 4 处于活动状态($X_4=1$),转换条件“d”为真($d=1$)时,转换的实现导致步 5 的激活和步 4 的不再活动。

4.6.2 选择序列

4.6.2.1 选择序列的开始(分支)

在几个序列进行选择时,用与进展数目相同的转换符号在水平线之下表示,此时不允许有公共转换符号在水平线之上出现。

图 11 是一个选择序列开始的示例。如果步 5 处于活动状态并且转换条件“e”为真($e=1$),则发生从步 5 到步 6 的进展;如果步 5 处于活动状态并且转换条件“f”为真($f=1$),则发生从步 5 到步 8 的进展。

注:为了只选择一个序列,必须使与这些序列相关的转换条件互斥,即在同一时间只有一个转换条件为真。对序列进行选择的优先次序可在注明转换条件时规定见图 12。

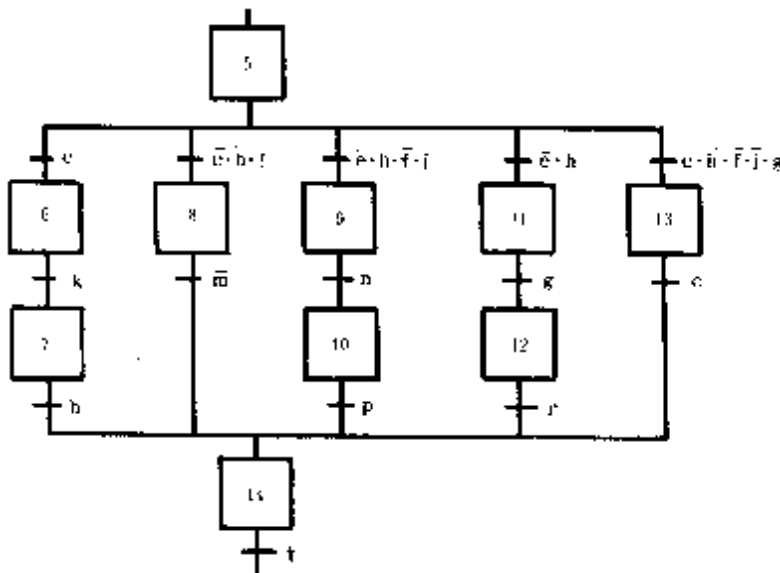


图 12 在步 5 之后的选择序列示例,由转换条件的注释规定

4.6.2.2 选择序列的结束(合并)

几个序列会合到一个公共序列时,用与需要重新组合在一起的相同数目的转换符号在水平线之上表示,此时不允许有公共转换符号在水平线之下出现。

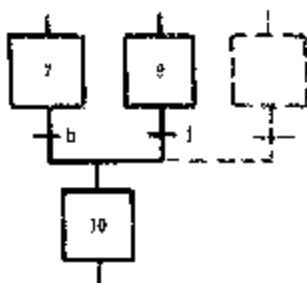


图 13 选择序列结束示例

图 13 是选择序列结束的示例。若步 7 处于活动状态并且转换条件“h”为真($h=1$),则发生从步 7 到步 10 的进展,如果步 9 处于活动状态并且转换条件“j”为真($j=1$),则发生从步 9 到步 10 的进展。

4.6.3 并行序列

4.6.3.1 并行序列的开始(分支)

当转换的实现导致几个序列同时激活时,这些序列称为并行序列。各个序列在同时激活以后,活动步的进展将是独立的。在表示并行的水平双线之上只允许有一个公共转换符号。

图 14 是并行序列开始的示例,只有当步 11 处于活动状态并且与公共转换相关的转换条件“b”为真($b=1$),才发生从步 11 到步 12 与步 14 等的进展。

4.6.3.2 并行序列的结束(会合)

为使几个序列同时结束,采用如下结构。在表示并行的水平双线之下只允许有一个公共转换条件。并行序列结束的完整符号包括转换符号本身和水平双线。并行序列的分支与会合可以在一段或者几段上实现,见图 16。

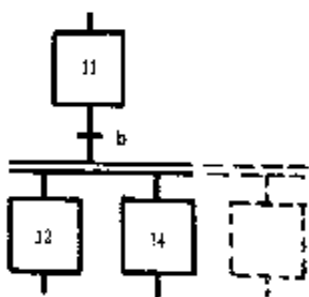


图 14 并行序列开始的示例

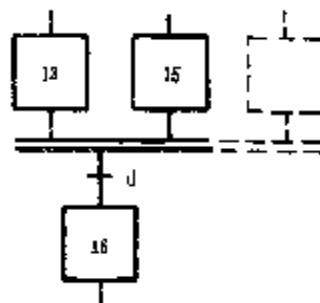


图 15 并行序列结束的示例

图 15 是并行序列结束的示例,只有直接连在水平双线之上的所有步都处于活动状态,即步 13、步 15 等都处于活动状态,并且与公共转换相关的转换条件“d”为真($d=1$)时,才会发生从步 13、步 15 等到步 16 的进展。

图 17 是用功能表图表示的循环示例,其中既有选择序列,又有并行序列。

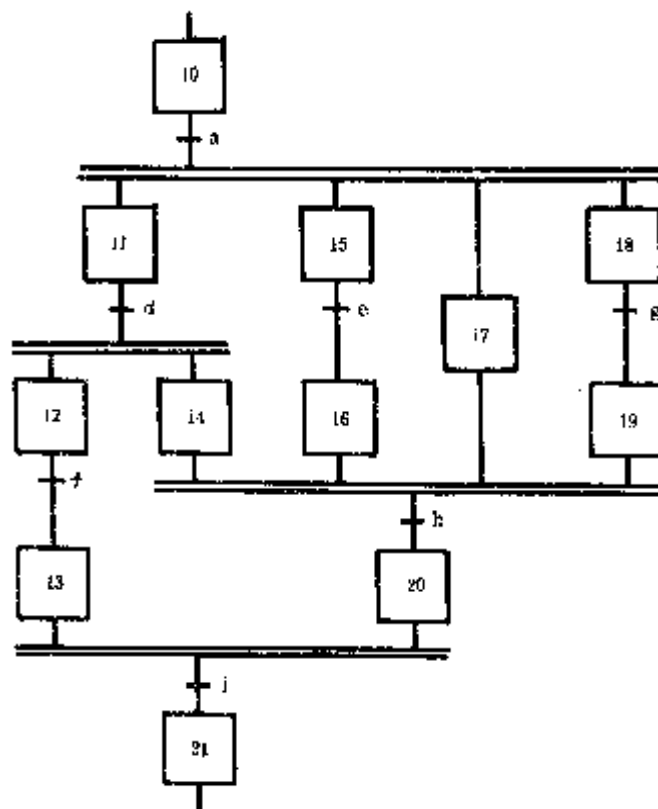


图 16 并行序列分几段分支与会合的示例

5 详细命令或动作与详细转换条件

5.1 命令或动作的限定

在 4.1.2 条中已说明非存储与存储型命令的区别。非存储命令的持续时间被假设等于相关步的活动的持续时间。但在实际中,许多非存储型命令是有时限的,或者对于相关步的激活是有时间滞后的,同样,存储型命令也可以是有时限的或者是时间滞后的。命令的持续时间与步的活动的持续时间之间的严格的对应关系可由附有下列字母标记的详细命令符号表示:

- a. S:存储;
- b. D:延迟;
- c. L:时限;
- d. P:脉冲。

当使用字母组合时,标准的阅读顺序决定从对应的步 i 来的二进制信号 X_i 如何处理以形成合乎要求的命令。例如,L 指二进制信号 X_i 不存储但有某个持续时间的时限。DSL 指二进制信号 X_i 将被延迟、存储且有某个持续时间的时限。

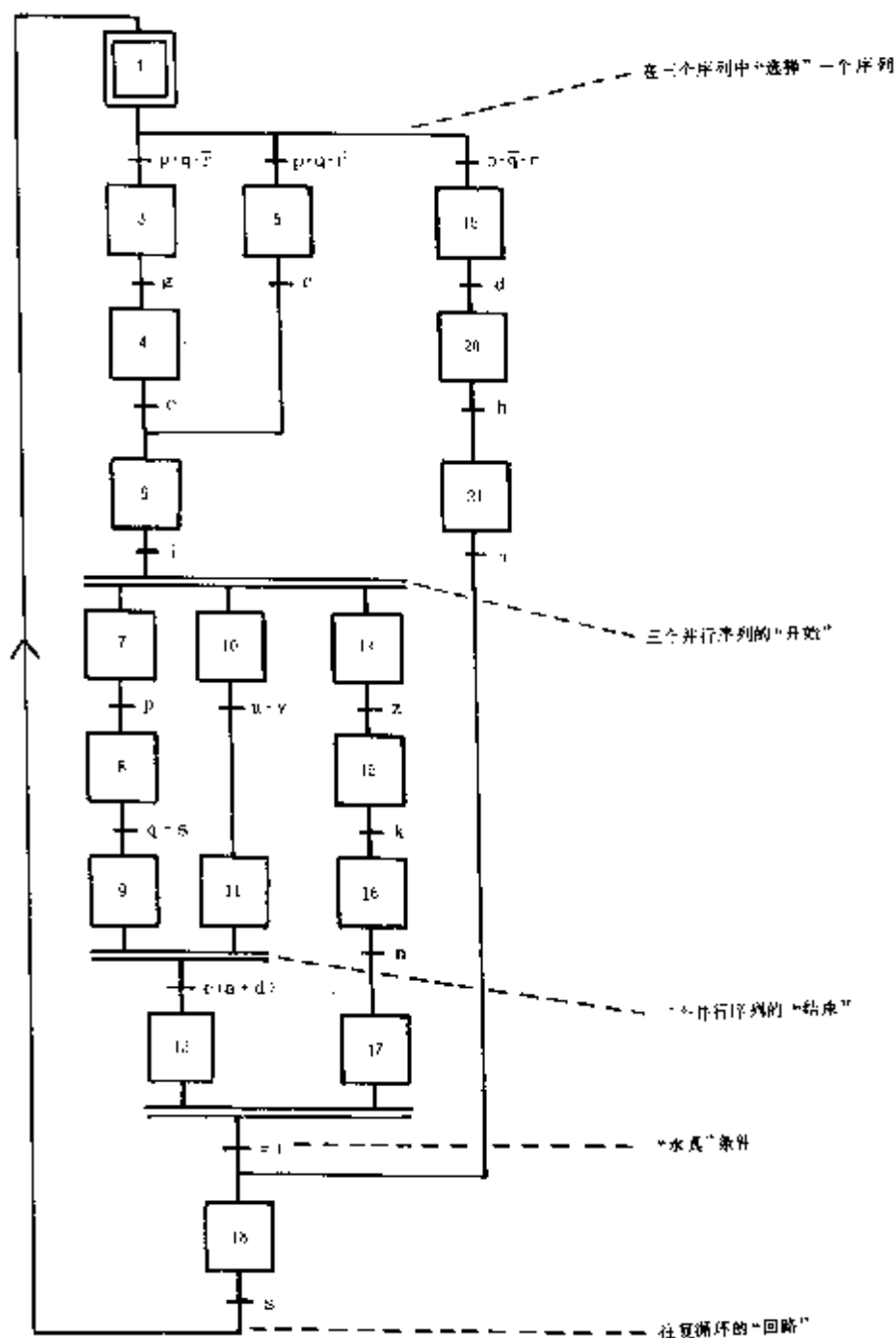


图 17 用功能表图表示的循环的示例

为表示条件命令或动作,采用了第5个字母

e. C:条件

在有条件字母的字母组合情况下,阅读顺序也是重要的。如 **CSL** 表示二进制信号 **Xi** 在满足某种条件(写在动作符号之中或其附近)时存储并有时限,**SCL** 表示二进制信号 **Xi** 将被存储,但是它的时限取决于特定条件(写在动作符号之中或其附近)的满足,若条件不满足,则无时限。

以上字母的确切含义将在 5.2 条中用一些示例说明。这些例子表明上述字母标记为纯逻辑图或顺序图提供了一种很方便的简写形式。

5.2 详细命令或动作

详细命令或动作用于描述实时任务,它是与实际情况一致的,并可以为操作或控制单元的组成部分提供参考。操作单元执行的命令可以是有条件的延迟的、存储型的或有时限的等。

为了区别各种标志,公共动作符号可以分为三个区,见表 5。

为了分别描述与某步相关的各项任务,可以采用某些技术专用的描述方法,如数据处理使用的流程图,模拟系统使用的传递函数或状态方程等。

表 5

序号	符 号	说 明
5.1		与步相关的详细命令或动作,一般符号 “a”区填写一个或一组字母符号,说明二进制信号如何处理 “b”区填写符号语句或文字语句,说明执行命令或动作 “c”区示出校核反馈信号的参考标记 注: ① 字母“a”、“b”、“c”不属于符号的内容 ② “b”区长度至少应等于“a”和“c”区长度的两倍 ③ 仅当有必要时示出“a”区与“c”区
5.2		非存储型动作
5.3		存储型动作
5.4		非存储型但有延迟的命令
5.5		非存储型但有时限的命令

续表 5

序号	符 号	说 明
5.6		存储且有延迟的动作
5.7		有延迟且存储型动作
5.8		存储型且有时限动作“C”

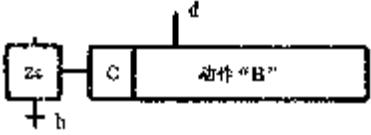
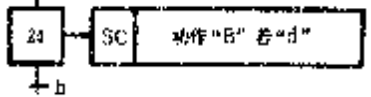
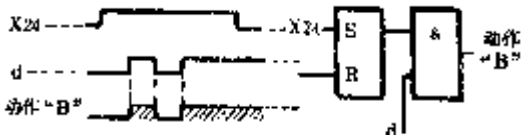
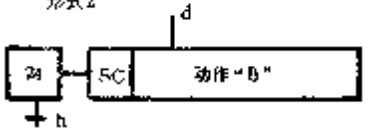
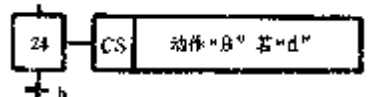
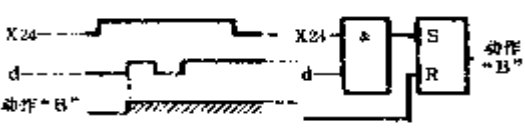
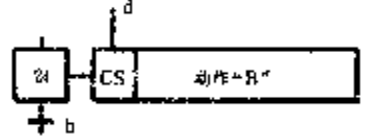
5.3 有条件的命令或动作

一个命令可以在表明对其相关的步信号如何处理(“a”区的命令符号)之前或之后服从某个逻辑使能条件。当命令是存储型的时候,这是尤为重要的。该条件可根据实际情况表示在命令符号之内或者之外,见表 6。

表 6

序号	符 号	说 明
6.1	形式 1	有条件的动作

续表 6

序号	符 号	说 明
6.2	形式2 	
6.3	形式1 	存储型且有条件的动作 
6.4	形式2 	
6.5	形式1 	有条件存储型的动作 
6.6	形式2 	

5.4 详细转换条件

根据 4.2.2 条,转换条件可以表示为:

- a. 文字语句;
- b. 布尔表达式;
- c. 图形符号。

这也适用于转换条件的详细表示。

5.4.1 时间因素的注释

如采用图形符号,时间因素可用二进制延迟元件符号表示。若用文字语句或布尔表达式表示时间因素,则应采用下述规定:

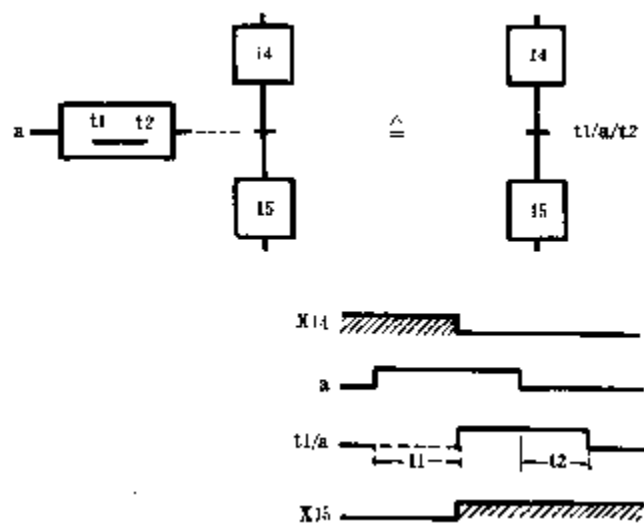


图 18 转换条件的时间因素

转换条件 $t1/a/t2$ 在二进制信号“a”从逻辑 0 状态转变为逻辑 1 状态之后延迟 $t1$ 时间成真(逻辑 1 状态),并在“a”从逻辑 1 状态再转变为逻辑 0 状态之后延迟 $t2$ 时间成假(逻辑 0 状态)。同样的转换条件可以用带有延迟时间 $t1$ 和 $t2$ 及输入端为二进制信号“a”的二进制延迟元件符号表示。若 $t1$ 等于零,推荐采用 $a/t2$,若 $t2$ 等于零,推荐采用 $t1/a$ 。这里, $t1$ 和 $t2$ 应用实际值代入。下面的例子说明转换条件和时间因素,见表 7。

表 7

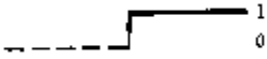
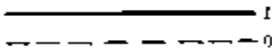
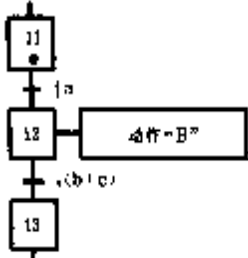
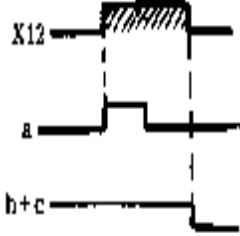
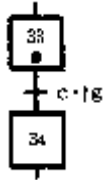
序号	符 号	说 明
7.1		步 27 活动 4 s 后,转换实现动作 B 停止

5.4.2 逻辑状态注释

转换的实现不仅仅取决于由逻辑变量符号表示的转换条件的逻辑 1 状态,而且也可取决于转换条件的逻辑状态的改变。

通常,对二进制逻辑信号采用下述注释,见表 8。

表 8

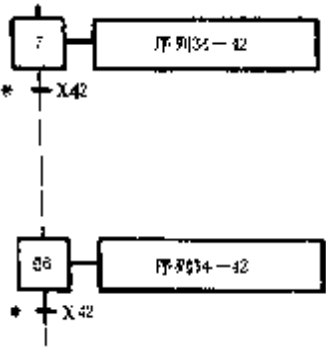
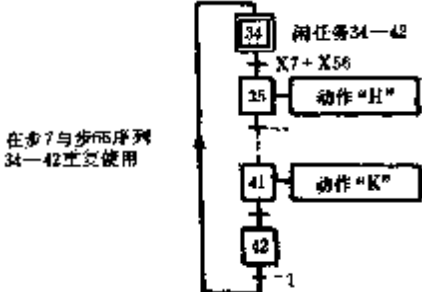
序号	符 号	说 明
8.1	$\uparrow C$	二进制逻辑信号 C 从 0 到 1 的转变 
8.2	C	二进制逻辑信号 C 的 1 状态 
8.3	$\downarrow C$	二进制逻辑信号 C 从 1 到 0 的转变 
8.4	$\overline{C}$	二进制逻辑信号 C 的 0 状态 
8.5		动态转换条件使步 12 活动和不再活动 
8.6		仅若逻辑条件“ C ”为真且“ g ”从 0 转变为 1 时,才发生步 33 到步 34 活动状态的转变 

在详细命令符号中出现二进制逻辑信号时也可采用这些符号,注意这里给出的注释采用逻辑变量的逻辑状态值 0 和 1 而不是逻辑电平(L 和 H)。

6 同一序列的重复使用

在表图中重复发生的步序列,可由带公共命令符号的一个步符号表示,见表 9。

表 9

序号	符 号	说 明
9.1		 注：星号“*”用于标志在不同的表图中的转换必须同时实现

7 步的详细表示

根据需要，功能表图可以布置成开环或闭环形式，图 19 示出了一个详细表示一步的开环形式的例子。

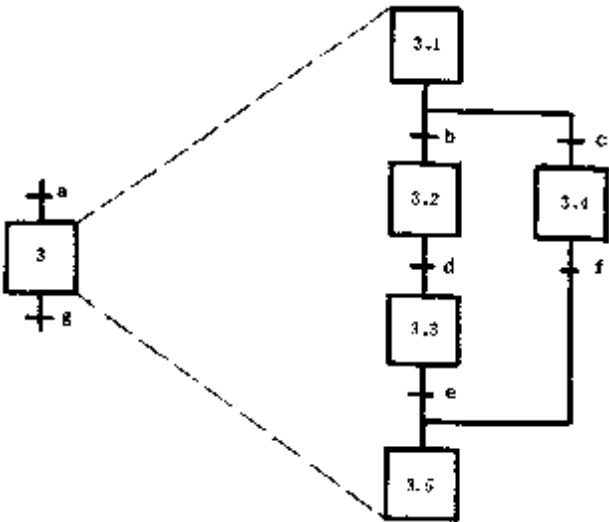


图 19 一步的详细表示，用这种方式，高层次的相关一步的命令或动作可以分解为相关于一些子步的详细命令与动作

8 功能表图的示例

在本章中为了说明上述条款提供了一些功能表图的示例：

- a. 一个过程的一般性描述，见示例 8.1；
- b. 一个过程的详细描述，见示例 8.2；
- c. 并行序列，见示例 8.3；
- d. 同一序列重复使用，见示例 8.4；

- e. 操作命令的说明, 见示例 8.5;
- f. 功能表图与电路图的组合, 见示例 8.6。

8.1 高压绕线转子感应电动机的操作过程

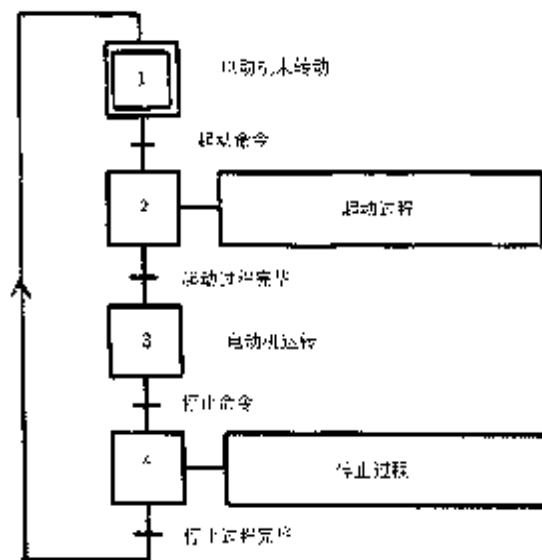


图 20 高压绕线转子感应电动机操作过程的一般性描述

图 20 给出了高压绕线转子感应电动机的操作过程的一般性概述。在这个例子里, 转换条件和状态指示的书写作了区别, 后者无命令动作符号。步 2 的详细表示放到示例 8.2 中讨论。

8.2 高压绕线转子感应电动机的起动过程

图 21 仅对起动过程作了说明而未对停机、安全过程作说明, 若需要应查阅专门的功能表图。

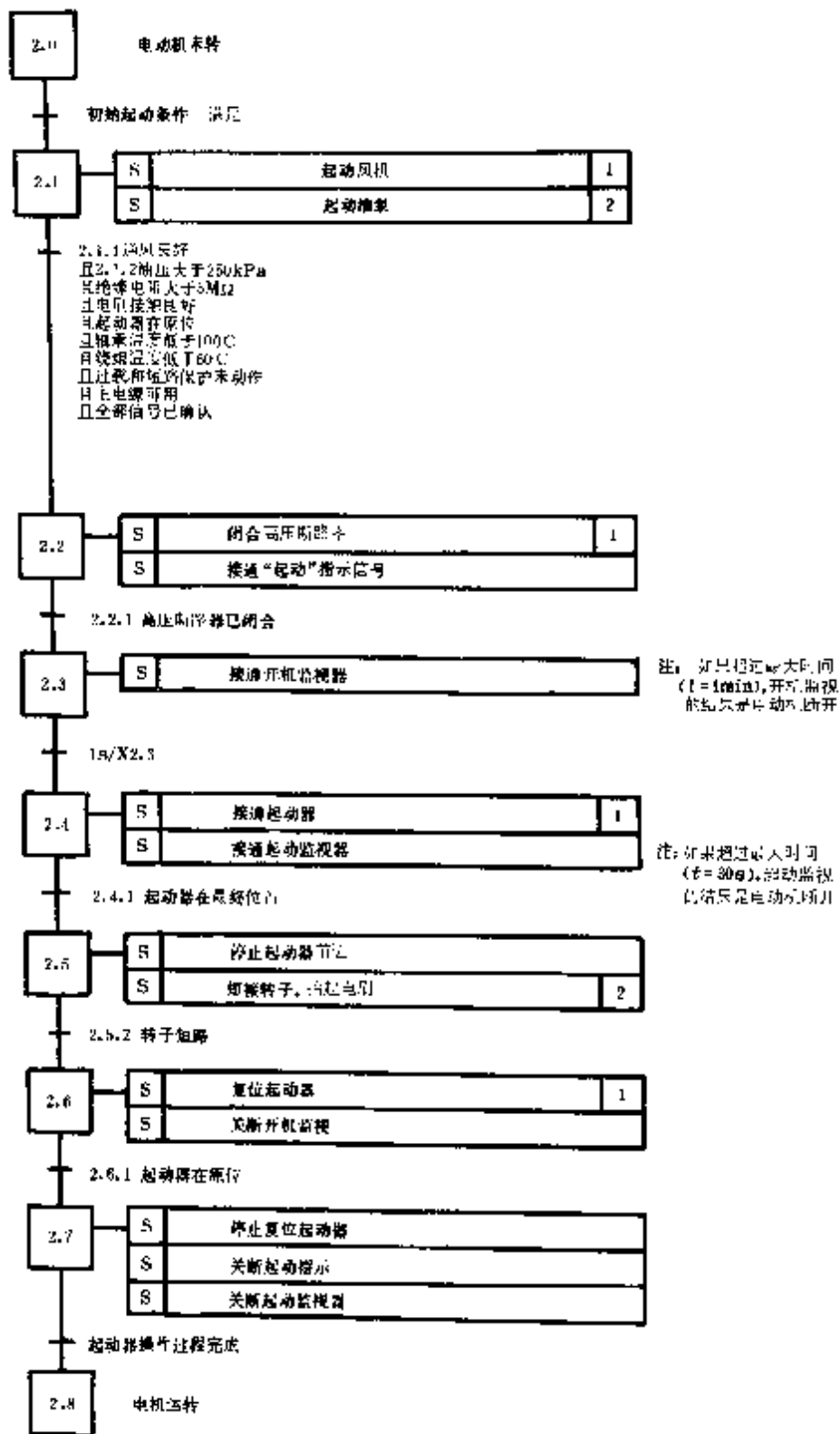


图 21 高压绕线转子感应电动机的起动过程的详细表示

8.3 自动称重—搅拌装置

将预先在称重装置 C 上称过的料 A 和料 B 及由传送带 T 逐块运来的可溶性块料一起加进搅拌机 N 中。

通过下述的自动化系统可以获得这三种材料的混合物。

循环：

按下“循环开始”按钮，使同时开始如下所述称重与送料块过程：

- a. 称料 A，传达到刻度“a”处，再投料 B 达到刻度“b”处，然后将称重装置 C 中的料全部倾倒入搅拌机中；
- b. 传送两块块料，在搅拌机中搅拌，经过“ t_1 ”时间后，将搅拌物倒出，倒空之前，搅拌机不停止搅拌。

循环结束。

该系统的示意图和功能表图分别见图 22 和图 23。

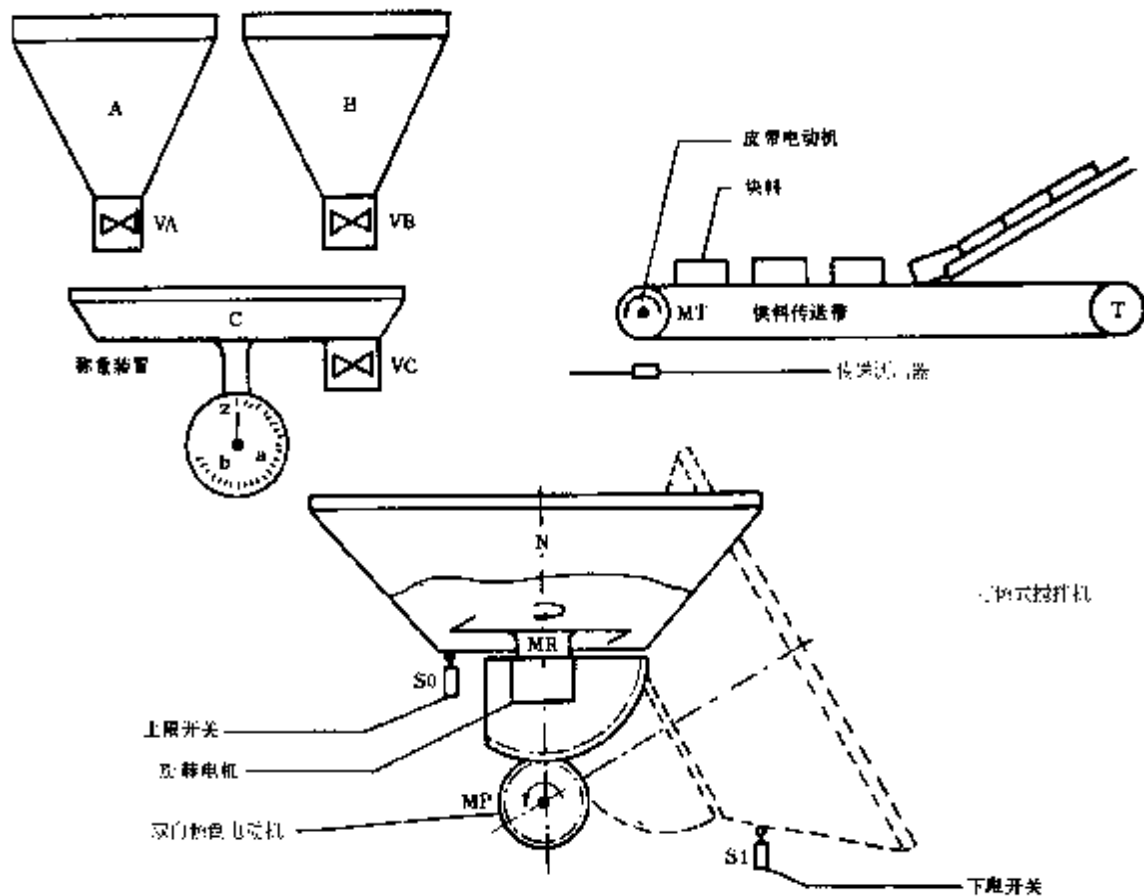


图 22 自动称重—搅拌系统示意图

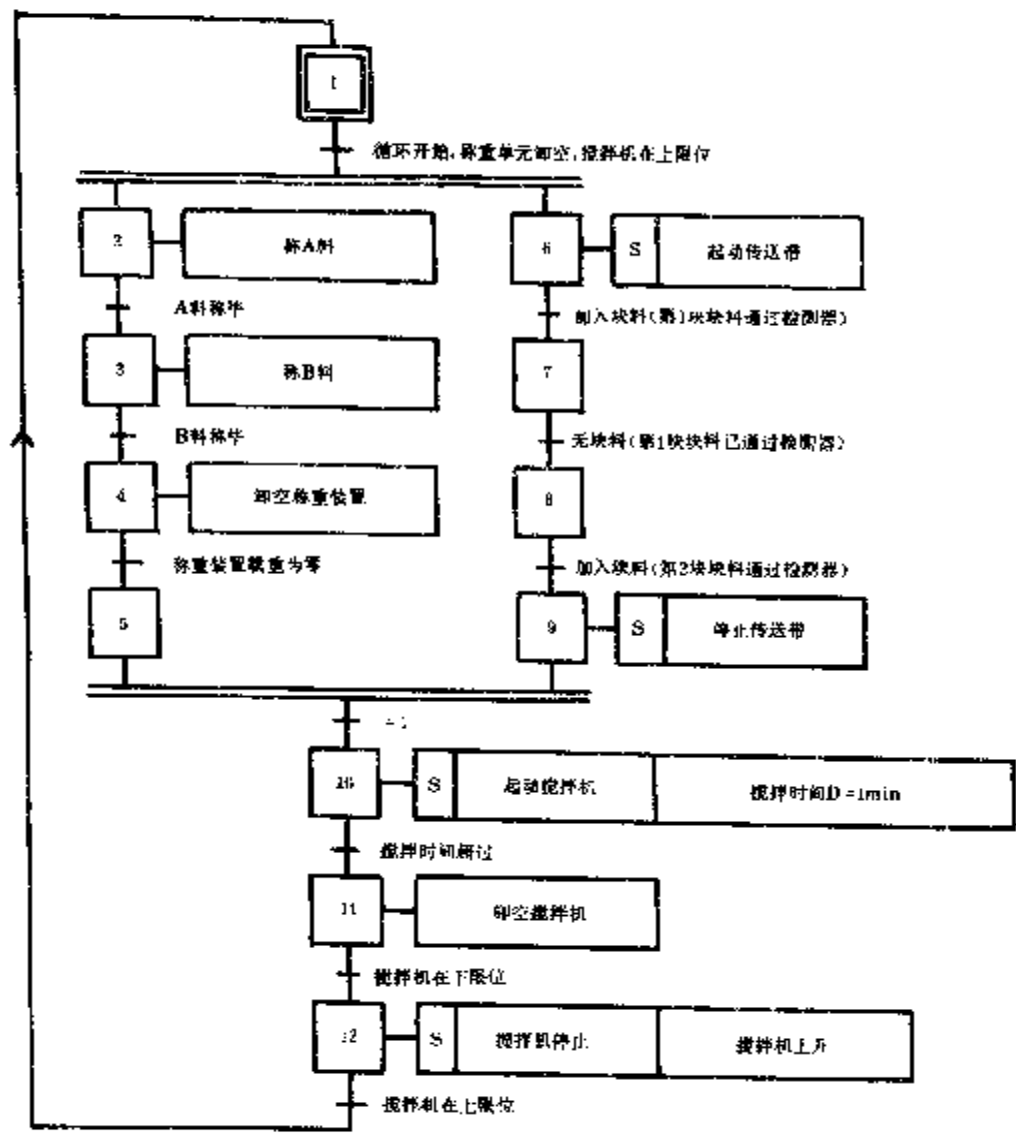


图 23 自动称重—搅拌控制系统功能表图

8.4 双循环操作运货车

一辆运货车在左(S3)限位与右(S4)限位间往返,正常停靠位置在左限位。
该运货车将执行两个循环,即
循环 1:当操作者按下按钮“S1”,往返一次。
循环 2:当操作者按下按钮“S2”,往返两次。
当循环 1 正在进行时,按下按钮 S2,便可以从循环 1 转变到循环 2。
此外,如果按下 S1 或 S2 且不释放,系统将处于不重复的闭锁状态。
双循环操作运货车的示意图和功能表图见图 24、图 25。

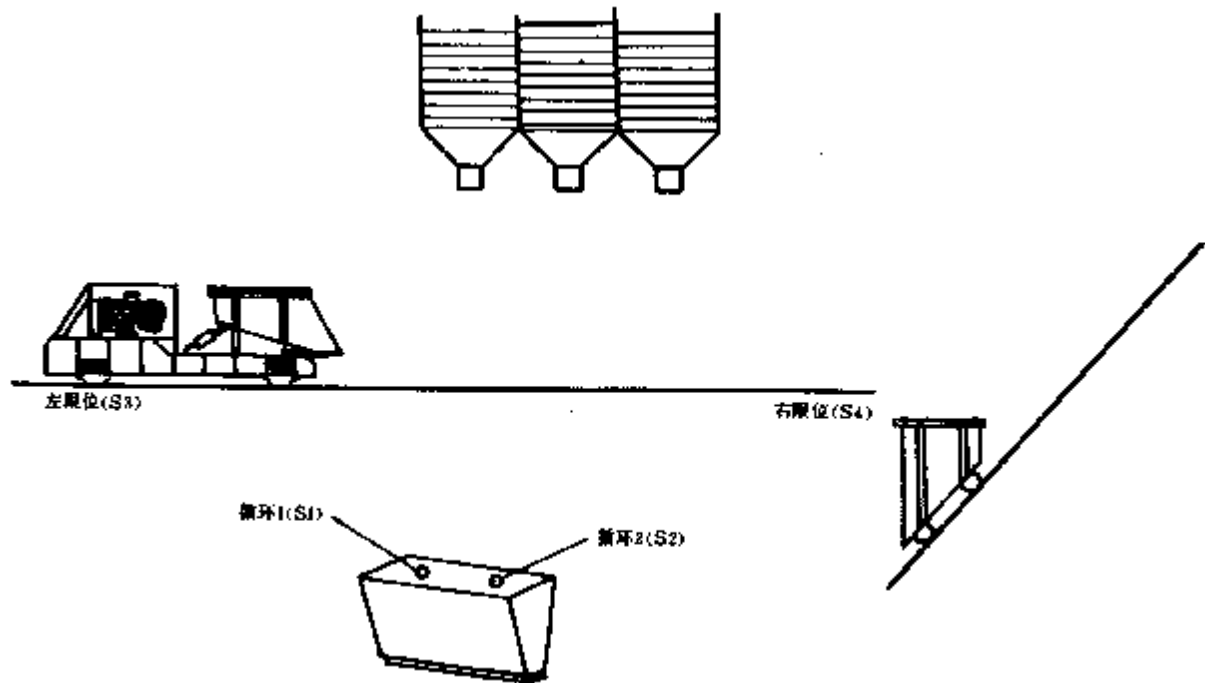


图 24 运货车与控制开关示意图

主表图：一般结构

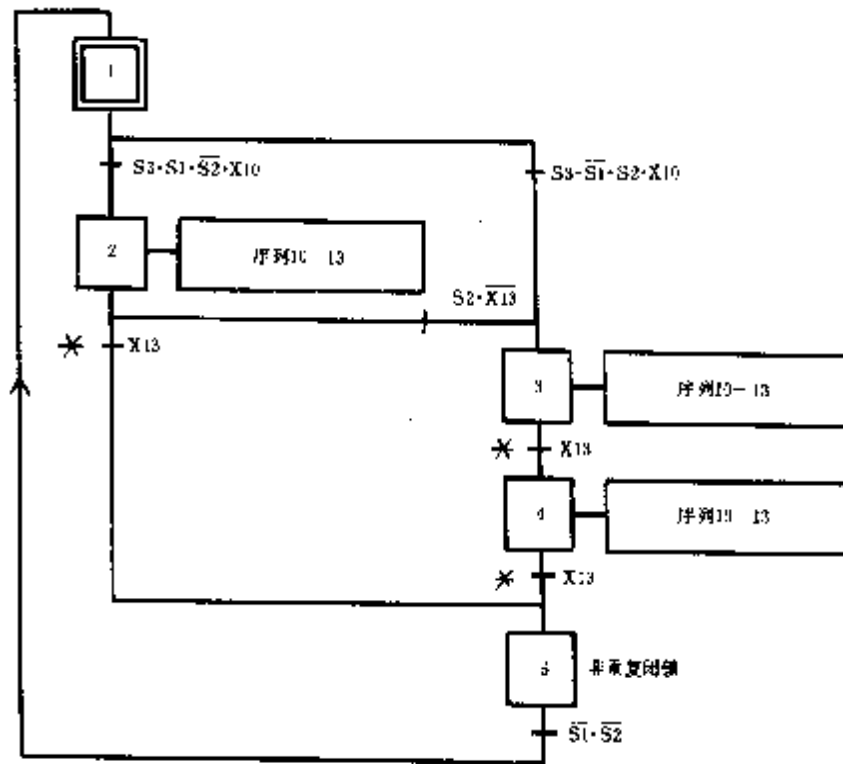
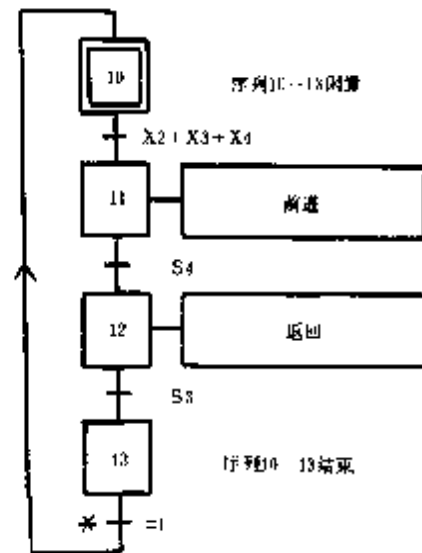
辅表图：
序列10-13重复使用
于主表图的状态2、3和4。

图 25 双循环操作运货车控制系统功能表图

8.5 手表调节系统(操作命令的描述)

液晶显示的手表可以通过只操纵两按钮 **A** 和 **B** 设定表盘上时间、报闹时间、日期、整时一次的报闹与音响信号。

该系统由三部分表示；

- a. 施控部分,由一张功能表图表示；
- b. 被控部分,这是一个带显示和音响装置的并可以驻留表盘时间、报闹时间和日期的标准手表；
- c. 使用者。

使用者可以向施控部分发出四种不同的信号,即 A 、 $\bar{A}$ 、 B 、 $\bar{B}$ 。 A 指“按下按钮 **A**”, $\bar{A}$ 指“按钮 **A** 未按下”等等。

施控部分向被控部分发出命令,告诉它显示什么(时间、日期等),调整闪烁到某一特定值,改变记忆值等。

被控部分用其显示和音响信号向使用者发出信息。

图 26 示出了该系统的结构。

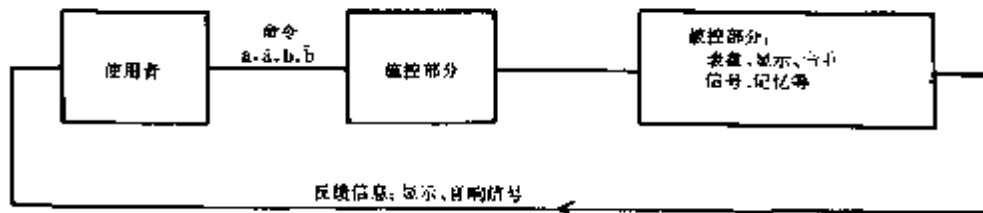


图 26 系统的结构

功能表图(图 27)表明通过适当选择按钮 **A** 或 **B** 的次序并遵守一定的时间条件,使用者可以根据自己的愿望实现下列功能:

- a. 显示不同值(步 2 到步 9);
- b. 调整报闹时间(步 10 到步 15);
- c. 调整时间(步 20 到步 26);
- d. 调整日期(步 27 到步 31)。

8.6 剪床控制系统

图 28 将功能表图和包括全部图形符号及注释的电路图组合在一起,对于理解控制单元的操作是必要的。电路图还应包括全部项目代号和用于功能测试和排除故障的全部端子。

应该指出,全部控制装置,例如中央控制单元和外围控制设备都画在一张图上可节省查阅时间并可避免因查阅分图出现差错。

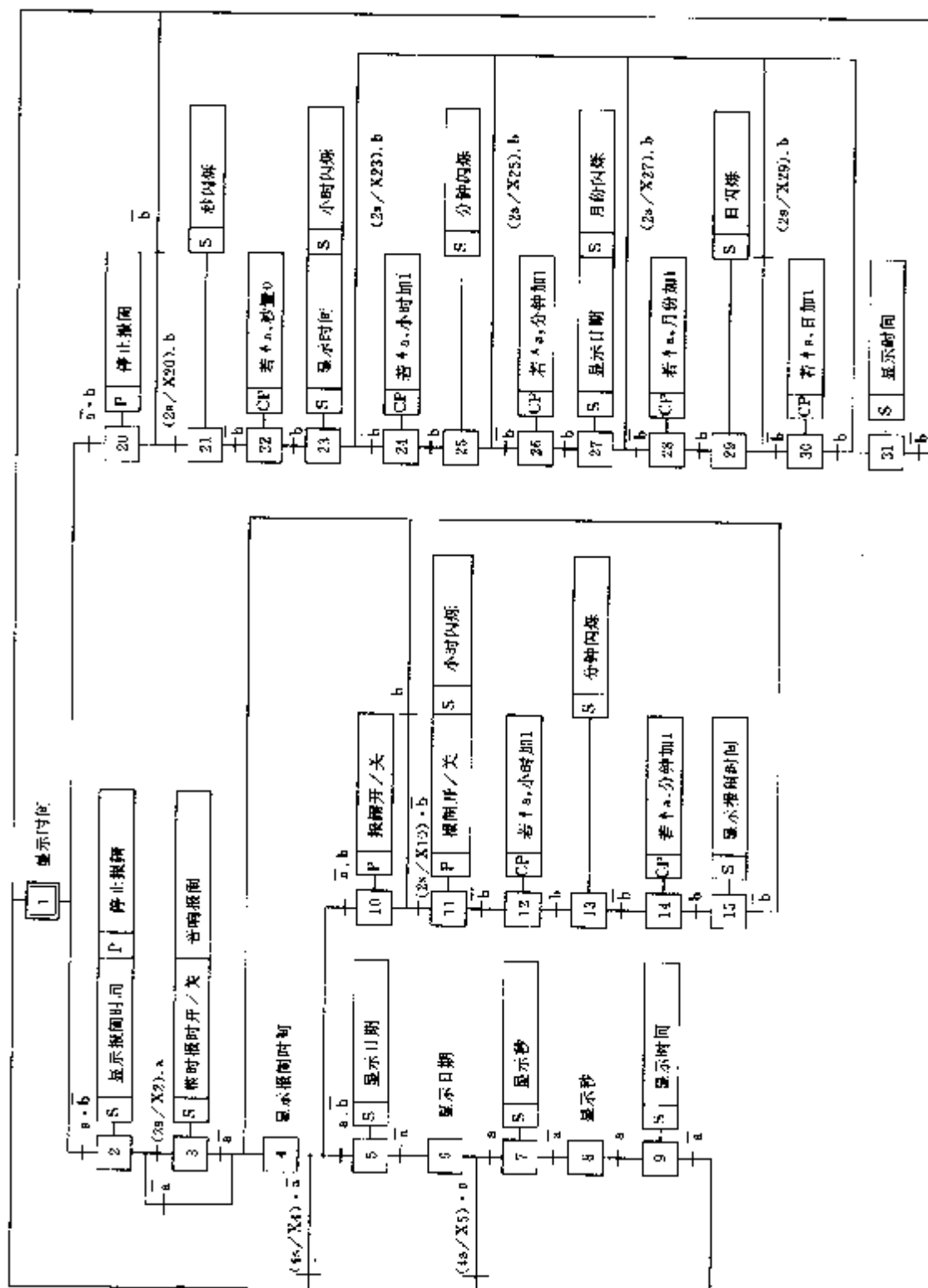
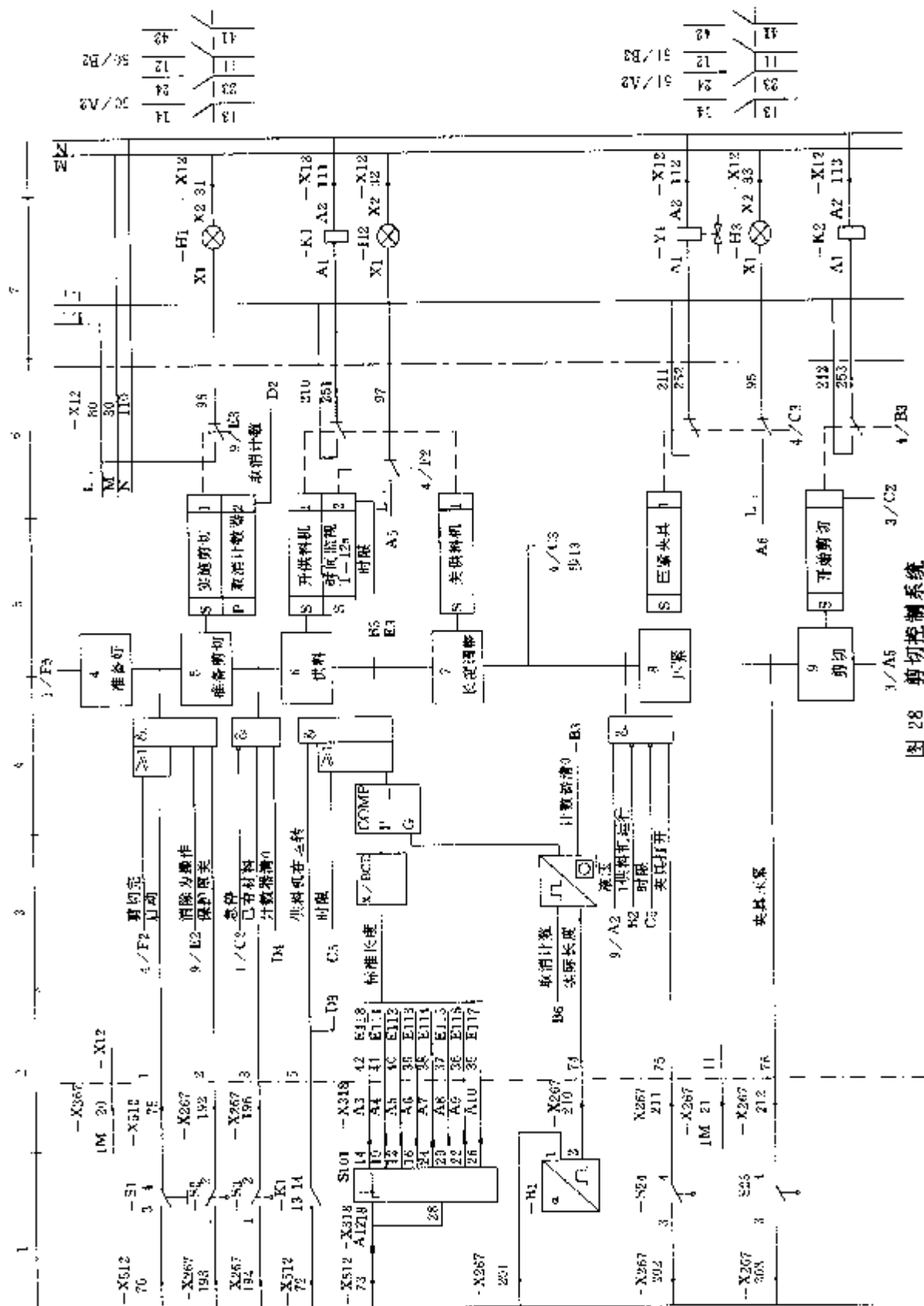


图 27 手表调节系统功能表图



图左边是输入单元的电路图,其中包括:限位开关、控制开关、电源等。图右边显示了执行和信号装置的电路图,如:放大器、接触器、阀、灯等。图中间部分显示了输入与输出信号之间的逻辑关系。这种关系由用文字说明、动作与转换条件构成的功能表图表示。

该图的这三部分由点划线分隔,控制单元的端子在这些线上示出。

图中右边和左边的开关表示在相应的二进制变量的逻辑 0 状态位置上,而开关—S2 和—S3 根据操作要求处于逻辑 1 状态。

逻辑关系的表达式并不反映所使用的控制装置的种类,如:继电器、可编程控制器(PC)或数字计算机。为了使该图更容易理解,所有电压变换、电位差和电源有关规格都在其他图上示出。设备的动力装置,例如电动机及其可控硅整流装置也都在各自的电路图上表示。

对于功能测试、起动操作和外设故障定位,通常只需要这种功能表图与电路图组合在一起的图。为了详细检验图中间部分的控制单元,还需要补充程序清单或用户手册。

附 录 A

功能表图的数学描述

(补充件)

功能表图的数学模型是由佩特里网(Petri nets)导出的。

功能表图是一有向图,定义为一个四元序组 $\langle X, T, L, X_0 \rangle$,其中:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 是一有限、非空、步的集合;

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 是一有限、非空转换的集合;

X 和 T 是该图的顶点;

$L = \{l_1, l_2, \dots, l_p\}$ 是一有限、非空、有向连线(有向边)的集合,它们分别连接某一步到某一转换或某一转换到某一步。

$X_0 \subseteq X$ 是初始步的集合,这些步在过程的开始时活动,定义为初始状态。

进一步说,该图是解释的,“解释的”意指:

- a. 对于每个步,可相应有若干命令或动作;
- b. 对于每个转换,必相应有一个逻辑转换条件。

步由有标号的方框表示,转换由短划线表示。附加在“静态”表示之上,该图也有一个由进展规则决定的“动态”的一面。

附 录 B

应避免的结构

(参考件)

在绘制功能表图时,应避免在表图中出现以下两种结构:

a. “不安全结构”

在此结构中,出现由并行序列开始而由选择序列结束的情况,因而可能使已处于活动状态的步再度被激活,如图 B1 中的步 2。

b. “不可达结构”

在此结构中,出现由选择序列开始而由并行序列结束的情况,因而可能使某个转换永远处于非使能,如图 B2 中的步 6 与步 7 到步 1 的转换。

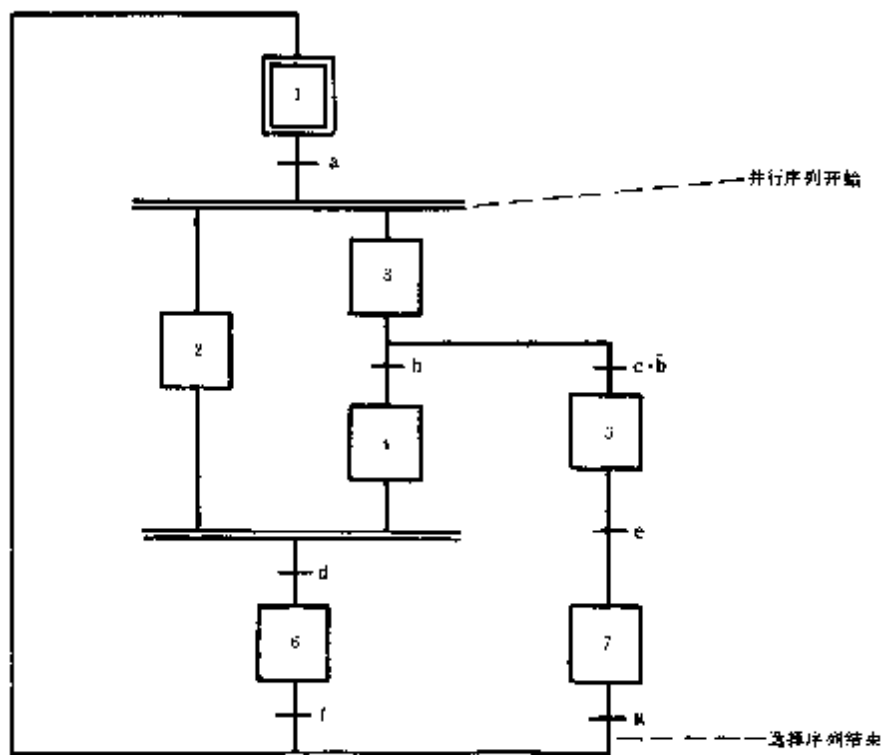


图 B1 具有“不安全结构”的表图,其中步 2 可能从已活动状态再度被激活

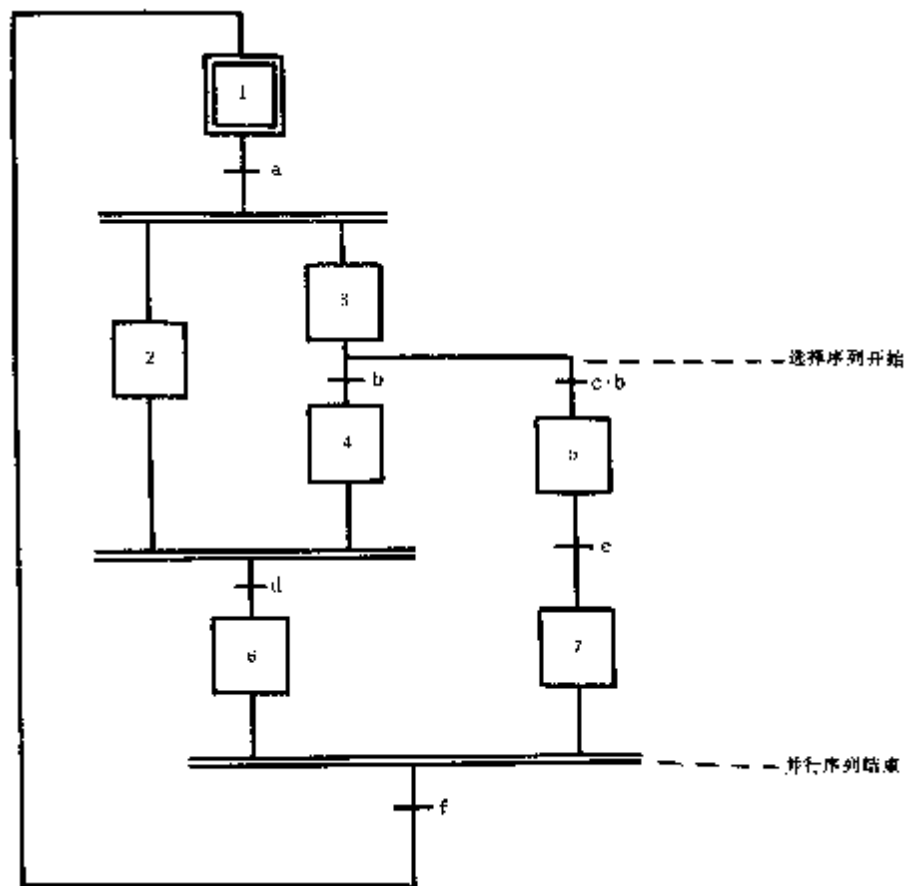


图 B2 具有“不可达结构”的表图,其中步 6、步 7 到步 1 的转换永远非使能

附加说明:

本标准由全国电气图形符号标准化技术委员会提出并归口。

本标准由机电部机械标准化研究所、机电部北京机械工业自动化研究所、机电部数控技术开发中心负责起草。

本标准主要起草人韦建华、杨芙、徐蕊、徐铁生、郑甲寅。