

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95109699.0

[45] 授权公告日 2001 年 2 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1062338C

[22] 申请日 1995.7.31 [24] 颁证日 2000.12.29

[21] 申请号 95109699.0

[30] 优先权

[32] 1994.9.20 [33] JP [31] 224492/1994

[32] 1994.9.20 [33] JP [31] 224495/1994

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 押贺孝幸 佐藤幸一 大野浩二

审查员 22 59

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

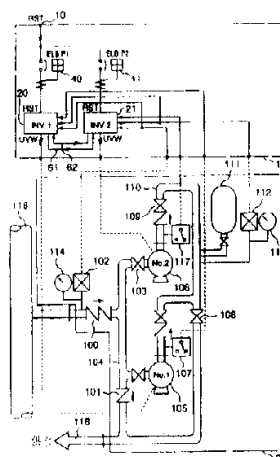
代理人 杜日新

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图页数 9 页

[54] 发明名称 供水系统

[57] 摘要

一种供水系统,具有泵控制功能和包括多个具有其自己的保护装置的逆变器和多个以 1:1 关系连接到各逆变器上的可变速度泵。因为泵控制器仅要求两个逆变器,系统形成一种双重类型,可保证高可靠性。当两逆变器之一停止时,泵控制器发出重新启动命令,使另一逆变器重新启动已停逆变器。当重新启动命令到达另一逆变器时,停的逆变器的保护原因已经消失时,停的逆变器重新启动,因此,可以减少逆变器完全停止的可能性。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种供水系统，包括：

多个逆变器，这些逆变器具有用于保护它们自己的保护装置，以便按照一种预编程的驱动操作过程产生可变频率的交流功率；

多个马达，这些马达连接到所述各逆变器上，当从所述逆变器接收功率时，被以一种可变的的速度驱动；和

多个可变速度泵，连接到所述各马达时，用于向供水分配管供水，

其特征还在于还包括用于监视其他逆变的所述保护装置的操作的故障监视装置和用于输出启动命令到其他逆变器的重新启动装置，该其他逆变器的故障是由所述故障监视装置检测的。

2. 按照权利要求 1 所述的供水系统，其特征还在于还包括供水状态检测装置，用于检测每个所述泵的供水状态，和其中所述重新启动装置按照由所述供水状态检测装置检测的泵供水状态确定所述逆变器的重新启动频率和使其他的逆变器重新启动有故障的逆变器。

3. 按照权利要求 2 所述的供水系统，其特征还在于，所述用于检测泵的供水压力状态的供水状态检测装置是用于检测泵的供水压力变得小于一个预定保证压力的保证压力检测器，和只要所述保证压力检测器检测到所述泵的供水压力高于所述预定保证压力，所述重新启动装置重复逆变器的重新启动操作。

4. 按照权利要求 2 所述的供水系统，其特征还在于还包括存储装置，用于在其中存储所述逆变器按照所述泵供水状态预先确定的重新启动的频率的值，和其中所述重新启动装置根据由所述供水状态检测装置检测的泵的供水状态选择存储在所述存储装置的

一个重新启动的频率和以相当于所述选择的重新启动频率或更小的次数重复重新启动操作。

5. 按照权利要求 2 所述的供水系统，其特征在于，用于检测泵的供水状态的所说的供水状态检测装置是用于检测所述泵的供水量的增加或减少的装置，和当所述供水量增加/减少检测装置检测到泵的供水量增加时，所述重新启动装置减少逆变器的重新启动频率。

6. 按照权利要求 2 所述的供水系统，其特征在于，所述用于检测泵的供水状态的供水状态检测装置是一个用于检测泵的驱动速度的泵速度检测装置，和所述重新启动装置根据所述泵速度检测装置检测的驱动速率确定重新启动的频率。

7. 按照权利要求 2 所述的供水系统，其特征在于，其中用于检测泵的供水状态的所说的供水状态检测装置是在其供水侧用于检测供水量的一个流量检测器，和所述重新启动装置根据由所述的流量检测的供水量确定重新启动的频率。

8. 按照权利要求 2 所述的供水系统，其特征在于，所述用于检测泵的供水状态的供水状态检测装置是用于检测预定使所述泵的供水量将要增加的日间操作和预定使所述泵的供水量将要减少的夜间操作的装置，和所述重新启动装置设置重新启动频率使在所述器日间操作的重新启动频率将小于在所述夜间操作的重新启动频率。

9. 按照权利要求 1 所述的供水系统，其特征在于，所述故障监视装置包括输出装置，用于在一个逆变器由其自己的保护装置停止工作时通知其他逆变器，和输入装置，用于接收其他逆变器由其自己的保护装置停止工作时传送的消息，和所述重新启动装置包括输出装置，用于输出重新启动命令信号到其他逆变器和输

出装置，用于从其他逆变器接收重新启动命令信号。

10. 按照权利要求 1 所述的供水系统，其特征在于，当所述逆变器由其自己的保护装置停止工作时，所述重新启动装置在该逆变器停止工作以后的一个预定的恒定时间重新启动该被停止的逆变器。

11. 按照权利要求 1 所述的供水系统，其特征在于，当所述逆变器由其自己的保护装置停止工作时，所述重新启动装置用一与在预定频率范围内的一个频率相应的次数重新启动被停止的逆变器。

12. 一种供水系统， 包括：

多个逆变器，该逆变器具有保护其自己的保护装置，以便按照一种预编程的驱动操作过程产生可变频率的交流功率；

多个马达，连接到所述逆变器，当从所述逆变器接收功率时，被以可变速度驱动；和

多个可变速度泵，连接到所述的马达，用于向供水分配管道供水，

其特征在于：

还包括故障监视装置，用于监视其他逆变器的所述保护装置的操作；重新启动装置，用于向由所述故障监视装置检测到有故障的其它逆变器以与预定重新启动频率范围内的一个频率相应的次数输出启动命令；和一装置，当它被检测出有故障的其它逆变器，在输出所述启动命令达到所述预定重新启动频率以后将被重新启动时，用于操作其他正常逆变器代替被停止的逆变器。

13. 一种供水系统，包括：

多个逆变器，该逆变器具有其保护自己的保护装置，以便根据一种预编程的驱动操作过程产生可变频率的交流功率；

多个马达，连接到所述各逆变器，当从所述逆变器接收功率时，被以可变速度驱动；

多个可变速度泵，连接到所述各马达，用于向供水分配管道供水；和

其特征在于还包括

当任何一个逆变器由其自己的保护装置停止工作时，用于响应从所述停止工作的逆变器发出的信号，操作其他一个正常逆变器代替该被停止工作的逆变器的装置。

说明书

供水系统

本发明涉及一种供水系统，该系统具有泵控制功能和包括由具有保护其自身的保护装置的逆变器驱动的可变速度泵，更具体地讲，是涉及一种甚至于由于其自身的保护装置各逆变器中的一个停止工作也能继续供水的供水装置。

现有技术设计为利用可变速度泵的供水系统，因此其中装有具有微计算机的控制电路，以便命令各逆变器的操作是单独提供的，在水的需要量变化的情况下，经常有命令要发给各逆变器，因此驱动泵的马达的工作速度是变化的，以保持在泵的供水侧的恒定压力关系（例如，恒定供水压力或恒定用户端水压）而连续供水。这种类型系统的例子公开在例如，JP-B-6-52079 和 JP-B-6-52080。

用于这种类型的供水系统的逆变器具有安装在其中的各种保护电路，用于保护其自身。这种逆变器的保护系统的细节被描述在例如，JP-A-57-6576、JP-A-58-224575，JP-A-59-185170、JP-A-60-84972 和 JP-A-61-224876 中。

在这种方法中，因为供水系统的逆变器具有安装在其中为了保护其逆变器的各种保护电路，由于各种原因（诸如瞬间电源故障、过负荷、温度升高、噪声等）会使逆变器停止工作。另外，在逆变器停止工作期间的暂停供水涉及重大的问题。为了避免这种情况，在这种情况下，一种用于驱动泵的马达通常从其逆变器工作模式转换到它的额定的或基于市电的固定速度工作模式，防止供水暂停。

然而，在上述的这种现有技术的供水系统中，这是不可能的，对于避免供水暂停来说，只要控制电路不是双系统类型的，其中装入微计算机对控制电路就会变为缺点。

另外，当由于某种原因逆变器被停止工作和额定的或基于市电的、固定速度工作的泵继续工作时，这引起供水压力将要响应需求水量的变化而变化。再有，因为即使在轻负荷下泵也是在其全速度驱动的，所以泵的的运行功率的成本变得不希望地高。

现有技术的供水系统还有一个问题是，在逆变器停止工作的情况下，要求迅速查出其停止工作的原因和重新启动该逆变器，但是会不希望地导致这样的一种情况，即一旦从逆变器发出一个警告，维护工人必须接收一个应急呼叫和被告之这个逆变器需要修理。

因此，本发明的一个目的是提供一种改进的供水系统，该系统可以完全避免或减少所装入的逆变器的停止工作状态和可以保持连续地供水。

按照本发明的一个方面，这个目的是由提供一种供水系统达到的，该供水系统包括：传感器输入装置，用于输入来自安装在水分配管的出水口上的压力传感器和流量传感器的供水信息信号；多个具有保护装置的逆变器装置，用于保护其本身，按照一种预编程的驱动方案产生可变频率的交流功率；多个连接到各逆变器的马达，当从各逆变器接收功率时的可变的的速度被驱动；多个连接到各马达上的可变速度泵。用于向水分配管路的出水口供水，其中每个逆变器包括用于监视其他逆变器故障状态的装置并且当一个逆变器由其保护装置停止工作时，用于向该有故障的逆变器输出一个启动命令（即，重新启动装置）或操作一个正常逆变器代替该有故障的逆变器。

泵控制器的重新启动装置是这样设计的，当一个逆变器由其自己的保护装置停止工作时，一个不同的逆变器的重新启动装置发一个启动命令到被停止的逆变器。因此，当该被停止的逆变器向保护原因在给出的重新启动命令到达该被停止工作的逆变器向瞬间已经被去掉时，该被停止工作的逆变器被重新启动，从而可以减小逆变器完全被停止工作的可能性。

因为泵控制器消除了装备具有安装在其中的微计算机的控制电路的必要和仅要求两个逆变器。所以一种双系统类型的供水系统能够以增加可靠性的方式实现了。

图 1 是为了说明按照本发明的一个实施例的供水系统的整个安排的框图；

图 2 是图 1 的供水系统中控制器的电路图；

图 3 表示在控制器中的一个逆变器的端子的详图；

图 4 是用于说明逆变器的软件操作的框图；

图 5 是用于说明图 4 的框图的基本软件操作部分的流程；

图 6 是用于说明包括在基本软件操作中的逆变器的重新启动操作的细节的流程图；

图 7 是在本发明中当两个逆变器用于发送和接收互锁信号时利用的互锁信号的例子；

图 8 是在本发明中当使用三个或多个逆变器时，利用的单一互锁信号的例子；

图 9 是本发明中当三个或多个逆变器被用于发送和接收互锁信号时存储器分配的例子。

下面参照附图 1 至 9 将详细描述本发明的一个实施例。

图 1 是用于说明按照本发明的一个实施例的供水系统的整体安排的框图，图 2 是图 1 的供水系统中控制器的电路图，图 3 表

示控制的器逆变器的各端子详细图，图 4 是用于说明逆变器的软件操作的框图，图 5 是用于说明图 4 框图的软件操作的基本部分的流程图，图 6 是用于说明包括在基本软件操作中其他逆变器的重新启动操作的细节的流程图，和图 7 到 9 表示互锁信号或可以应用到三个或多个逆变器的信号的其他例子。

首先参照图 1，包括逆变器 20、21 和漏电路断路器 40、41 的控制器 1 执行整个供水单元 2 的控制。供水单元 2 又包括马达驱动泵 105、106、压力传感器 102、112、流量开关 107、117、进水侧水流组合管 104、供水或出水侧水流组合管 110、压力槽 111、压力表 114、115 和其他各种类型的阀门 110、101、103、108、109。利用这样的安排，供水单元 2 起到提高向水分配管 118 供水的供水主管 116 的水压作用。

主电路电源 10 向控制器 1 提供三相交流电源。更具体地讲，逆变器 20 和 21 从端子 R、S、和 T 接收电能，和按照预编程的驱动方案向端子 U、V 和 W 输出可变频率的交流功率，执行马达驱动泵 105 和 106 的可变速度驱动操作。

由出水侧压力传感器 112、压力传感器 102 和流量开关 107 和 117 检测的检测信号被施加到逆变器 20 和 21 上，该逆变器 2 以这些接收的检测信号为基础，变换接收的电能为可变频率交流电能，按照预编程驱动方案并提供这个电能到马达驱动泵 105 和 106 上，执行恒定供水压力控制或恒定用户端压力控制。

马达驱动泵 105 和 106 交替地进行它们的自动泵工作。这使逆变器 20 和 21 根据互锁信号 61 和 62 相互监视其他逆变器，控制其自己的启动与停止。

在图 2 中，噪声滤波器 NF60 和零相位电抗器 ZCL50 衰减被叠加在从主电流电源 10 馈送来的电噪声，以保护逆变器 20 和 21，

并防止由逆变器 20 和 21 产生的谐波电流引起的电噪声被反馈送到主电流电源 10 中去。零相位电抗器 51 和 52 抑制从逆变器 20 和 21 将要加到马达驱动泵 105 和 106 上的瞬变电流，从而减小在驱动马达驱动泵 105 和 106 时所产生的噪声。

漏电流断路器 40 和 41 检测漏电流，以防止用户受电击，并且也用作在马达驱动泵 105 与 106 和逆变器 20 与 21 的维护和安全检查时的电源通/断开关。

数字操作器 30 和 31 被设置为逆变器 20 和 21 的附件，当操作设置在其前面下部分的按键开关时，该操作器可以将逆变器 20 和 21 置于其初始化或测试操作模式，和可以在设置在其前面上部分的数字显示器上显示逆变器 20 和 21 的输出频率、负荷电流故障信息，从而了解该系统的工作状态。

图 3 中表示的是逆变器 20 和 21 的各个输入/输出端子，这些端子将要在下面更详细地予以说明。

互锁信号 61 和 62 与输出信号端子 D02 相连，用于通知其他逆变器，有关的逆变器由于其自己的保护功能（自断开）被停止工作了，输入端子 DI1 用于输入从其他逆变器来的重新启动命令信号（交替命令 ENQ），输入端子 DI2 用于输入传达其他逆变器被其自己的保护功能（其他方断开）停止工作的消息，和输出信号端子 DO1 用于输出重新启动命令信号（交替命令 ACK）到其他逆变器。传感器输入端 AI1 和 AI2 是模拟输入端，用于接收来自压力传感器 102 和 112 的信号。从流量开关 107 发出的信号 FS 作为一个比特信号被施加到端子 FW。从数字操作器 30 和 31 发出的信号连接到串行通信口 SD 和 RD。另外在本实施例提供的是比特输出端 DO1 到 DO5，用于通知一个由逆变器 20 和 21 非正常检测的外部设备。

图 4 是用于说明装在逆变器 20 和 21 中的微计算机的以软件为基础的操作的框图。在图中，正常操作方框 401 存储了泵驱动工作程序，根据这个工作程序基于互锁信号和压力传感器信号的数据计算出各逆变器的输出频率和驱动/停止命令。方框 401 发送其计算结果到 LAD 操作方框 402。方框 402 基于计算出的输出频率和驱动/停止命令以及逆变器的特性，产生详细的输出频率和输出电压的命令表示和发送该命令到 PWM 操作方框 403。方框 403 输出信号 PWM（脉冲宽度控制信号）到逆变器主电路 407，用于驱动在逆变器主电路 407 中的开关元件，根据计算的输出频率与输出电压命令产生输出可变频率电能的逆变。一个作为逆变器的过负荷电流检测电平的过电流参考值从正常操作方框 401 发送到要被存储在其中的断开操作方框 404。断开操作方框 404 不断地监视过电流参考值和逆变器负荷电流，和当检测到过负荷电流时，则产生断开信息和将其发送到命令处理方框 405。还施加到正常操作方框 401 的是逆变器主电路的电压 PN（在中间直流电压上的正的和负的电平之间的电压），以便方框 401 检测过压、或欠压或短路电压，和发送该检测信号到断开操作方框 404。命令处理方框 405 执行接收处理操作，这些操作包括：来自逆变器断开操作方框 404 的非正常操作（诸如，过流或过压或欠压），基于数字操作器 30 和 31 的键入信息的通信操作，到数字操作器 30 和 31 的显示信号 LED 的输出的非易失存储器（EEPROM）408 的读写操作。EEPROM 输入/输出操作方框 406，根据 EPROM 写命令或从命令处理方框 405 接收的调用请求命令，直接访问非易失存储器 408，和执行需要被存储的那次数据的转移，即使是在电源故障的情况下也是如此。这些数据诸如，对于驱动安装所要求的基本参数和方框 406 和 405 之间的故障历史数据。

正常操作方框 401 的一个例子以流程图方式表示在图 5。当电源加到逆变器 20 和 21 时,正常操作方框 401 执行初始化步骤 501, 从非易失存储器 408 读出供水目标压力 H_0 , 最低驱动速度 N_S , 最高驱动速度 N_f , 速度变化宽度 ΔN , 重新启动判断时间 T 和重新启动频率 m , 作为对于泵驱动控制所需的参数, 和设置这些参数在寄存器中用于逆变器输出频率的计算。

然后, 正常操作方框 401 执行步骤 502, 将分别来自压力传感器 102 和 112 以及流量开关 107 和 117 的信号加到传感器输入端子 AI1、AI2 和 FW。

接下来, 正常操作方框 401 执行步骤 503, 利用互锁信号 61 和 62 输入控制器 1 中的其他逆变器(下文中称为其他方逆变器)的操作状态并且也输出其自己的操作状态到其他方逆变器。

然后, 正常操作方框 401 执行步骤 504, 检查其他逆变器的操作状态。当判断其他方的操作状态是正常时, 正常操作方框 401 前进到一个泵控制步骤 505; 否则当判断操作状态不正常时, 方框 401 执行结合图 6 下文将详细描述的步骤 510, 执行其他方逆变器的重新启动操作, 在该步骤以后步骤 401 前进到下一个泵控制步骤 505。

下一步, 方框 401 执行泵控制步骤 505, 在该步骤中当前供水压力 H 与供水目标压力 H_0 比较。如果 $H > H_0$, 则系统前进到步骤 508 和 509, 执行速度增加操作; 否则, 如果 $H_0 > H$, 则系统进行到步骤 506 和 507, 执行速度减少操作。当 $H = H_0$ 时, 不进行速度变化。

正常操作方框 401 然后返回到执行步骤 502, 重复地执行相同操作顺序。

图 6 表示用于说明包括在正常操作方框 401 中的其他方逆变器

的重新启动的步骤 510 的细节的流程图，该流程图将被详细描述如下。

当通过执行步骤 504 判断为其他方逆变的操作状态不正常，执行其他方重新启动步骤 510。

在该方重新启动步骤 510 中，该逆变器的重新启动频率 MAX_m 首先在步骤 601 中确定。该逆变器的重新启动要求同一逆变器的控制电路的一个放电时间，即一个通常 3-5 秒的重新启动时间。在重新启动时间期间，即使泵停止工作，在本实施例中设置有压力槽 111，以至于只要供水量（需水量）小，也能防止供水压力快速下降，该压力槽 111 提供了执行逆变器多次重新启动操作的足够的时间余量。同时，当随着时间余量减小供水量变大时，则需要限制重新启动的频率。供水量可以直接通过流量传输器检测，因此可以确定重新启动频率 MAX_m 。但是，因为在泵转速 N 、供水流量 Q 和供水压力 H 之间存在一个预定关系，该关系是以泵转速 N 作为其参量的 $Q-H$ 特性，泵转速 N 可以用于代替供水量，确定重新启动频率 MAX_m ，正如步骤 7 中所示。也就是说，如在步骤 7 中所示，一个按照供水条件的重新启动频率的初始量 m_0 通过数字操作器被事先寄存在逆变器中，以至于在逆变器的故障时间里的较高的泵转速 N ，即在该故障时间里的较多供水量时，被设置较小的重新启动频率 MAX_m 值。

接着，在步骤 603 中，系统发送重新启动命令到非正常逆变器，等待重新启动处理时间 T （在本实施例中是 3 秒），并证实该逆变器在步骤 604 中已被重新启动。如果该逆变器在步骤 604 中已被重新启动，则系统进到步骤 610，记录其非正常的历史和返回正常操作。如果未重新启动，则系统重复由步骤 605、609、603 和 604 形成的

重新启动环路操作。

当重新启动频率达到 MAX_m 时，系统执行步骤 607，只要泵的供水压力高于最低保护压力 H_3 ，通过步骤 607、609、602、603、604 和 605 的环路继续该逆变器的重新启动操作。在步骤 607 中，甚至于当重新启动频率超过 MAX_m 时，系统试图拨一个重新启动命令到该逆变器，以避免该逆变器的非正常状态，以便继续供水，只要最低保证压力 H_3 能够得到。

在步骤 607 中，当供水压力低于最低保证压力 H_3 时，系统执行步骤 608。在步骤 608 中，系统在其非正常状态停止该逆变器并执行一种处理以便固定地设置一种另外的驱动模式，在该模式中其他正常逆变器被驱动，取代该非正常逆变器，还要发一个故障告警。

通过和上所述的这种重复操作，正常操作方框 401 执行其他方逆变器的状态的监视操作，非正常时间的重新启动操作和供水泵同时可变速度的驱动操作。

虽然，在步骤 7 中从泵转速 N 已经确定重新启动频率 MAX_m ，重新启动频率可以以这样一种方式被粗糙地确定，即考虑到由泵在其日间操作所处理的供水量通常大于由泵在其夜间操作处理的供水量，这样，日间操作的重新启动频率设置的要小于夜间操作的频率。

现再参照图 7 到 9，其中表示了互锁信号 61 和 62 的其他例子，它们被应用于具有三个或多个逆变器的系统。

在图 7 中，逆变器 71 的发送器 TXD 经互锁信号 12 连接到逆变器 72 的接收口 RXD，和逆变器 72 的发送口 TXD 经互锁信号 61 连接到逆变器 71 的接收口 RXD，从而，驱动操作的互相监视以及驱动命令（包括上述的重新启动命令）的传输可以以 1: 1 的串行通信关系实现。当这种逆变器的数目增加时，例如增至 3 个或 4 个，

这要求一个逆变器与其各逆变器通信，这有缺点地导致这种发送口 TXD 的数目和这种接收口的数目 RXD 必须增加至 2 个或 3 个，由此逆变器和通信信道的制造成本将变得不经济地高。

为了避免这样一种缺点，图 8 所示的一种装置是这样的，即各逆变器被连接成这样一个环路，它们的发送和接收口 TXD 和 RXD 经由一个单一的连续互锁信号耦合。在这种情况下，当具有如图 8 (a) 所示的这样一种通信数据格式的所有逆变器的数据在上述环路被传送用于通信时，每个逆变器仅要求具有一个单一的发送口 TXD 和一个单一的接收口 RXD 用于与所有其他逆变器通信的目的。在图 8 (a) 中，在每个逆变数据的首部的符号 'ST.NO' 是唯一地给予每个逆变器的，借助于在所说明的例子中分配给每个逆变器的号码唯一地规定一个数据与其相联系的逆变器。“ST.NO.” 的后面是数据 “DATA”，这个数据是驱动操作和要发送的驱动命令的监视状态的数据表示的主体，这个数据后面还接着的是数据 “CRC”，用于执行通信数据的误差检测。每个逆变器经其发送口 TXD 发送在其自己的发送数据缓冲器中的数据，接收在其接收口 RXD 中来自所有其他逆变器的数据，并将其存储在其自己的接收数据缓冲器中。

图 9 表示的是在上述发送和接收数据缓冲器中存储器的布局或分配的一个例子。在图 9 中，每个逆变器 1 至 4 具有 1000 字节存储容量的发送和接收缓冲器，其中在每个缓冲器中分配 256 字节的发送区，以便在各缓冲器彼此间不重叠。每个逆变器始终与其他逆变器通信，并发送在其自己的发送区中的数据作为互锁信号，按照其自己的驱动状态始终监视其自己的接收区，以适应操作的转换或非正常状态。

尽管在图 9 的实施例的情况下，上述通信系统是一种串行通信

类型，当以 19.5Kbps 的标准串行通信速率发送 1000 字节数据时，其响应速率约一秒，这对于泵控制而言也是足够快了。

正如上文中已经解释的那样，按照本发明，提供一种重新启动装置，当一个逆变器由其自己的保护功能停止工作时，该装置通过其他逆变器重新启动有故障的逆变器，和重新启动操作是由其自己的逆变器进行的，从而能够实现双重控制系统，逆变器可以较小的频率停止，和供水系统在其可靠性方面能够改善。

另外，因为可以消除提供一个外部控制器的必要，整个控制系统所需的部件数目可以减小，因此成本可以有效降低。

图 1

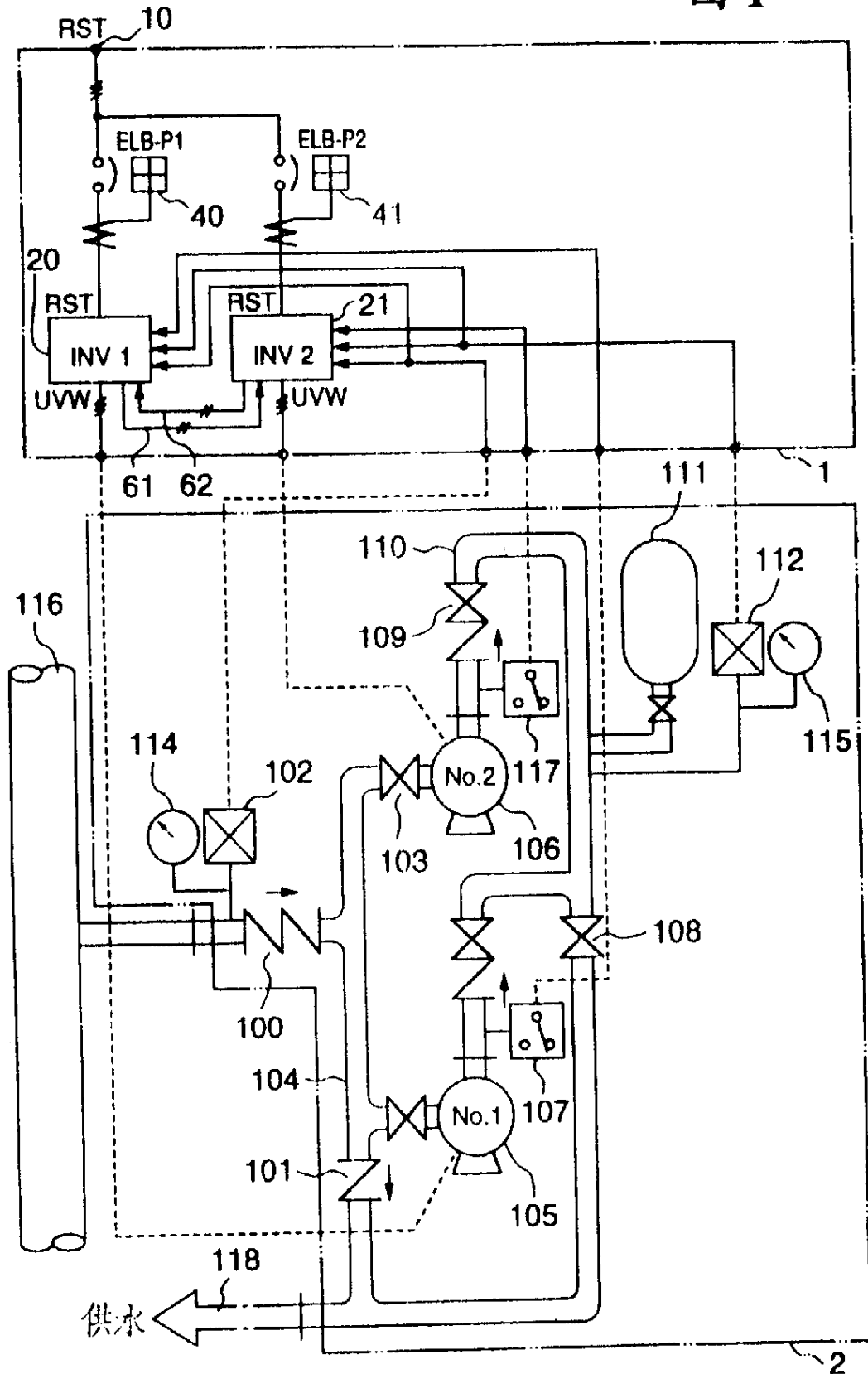


图 2

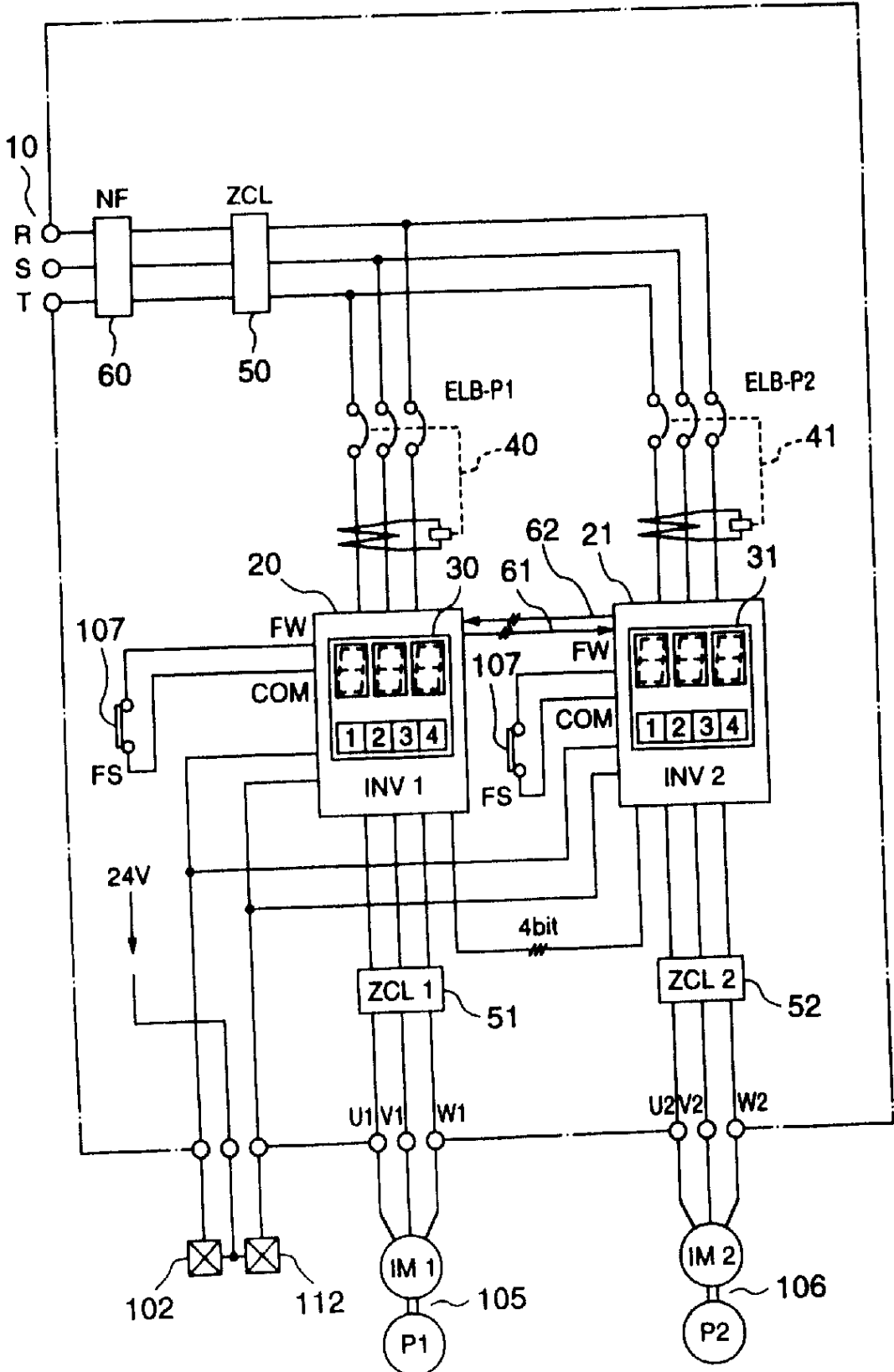
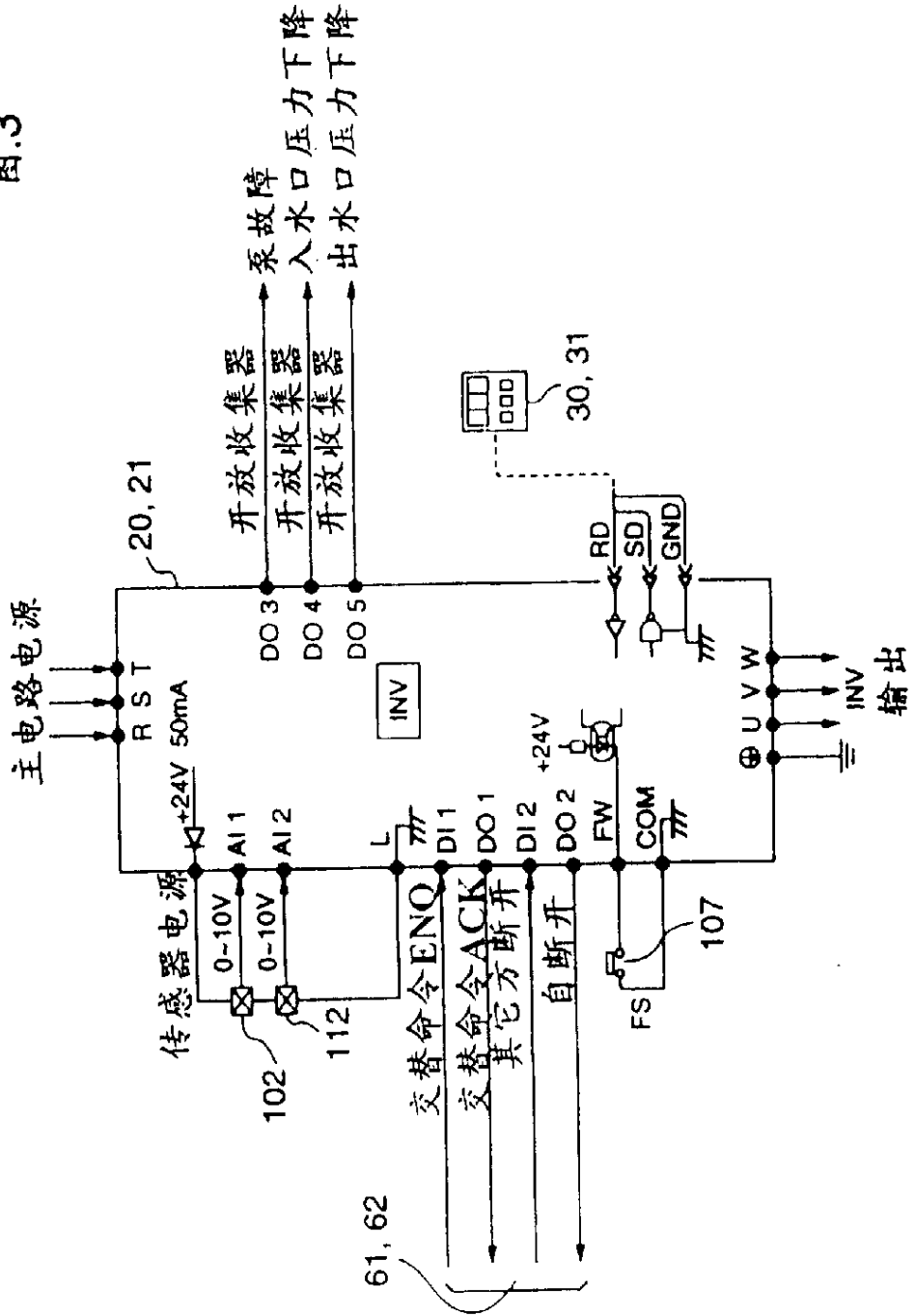


图.3



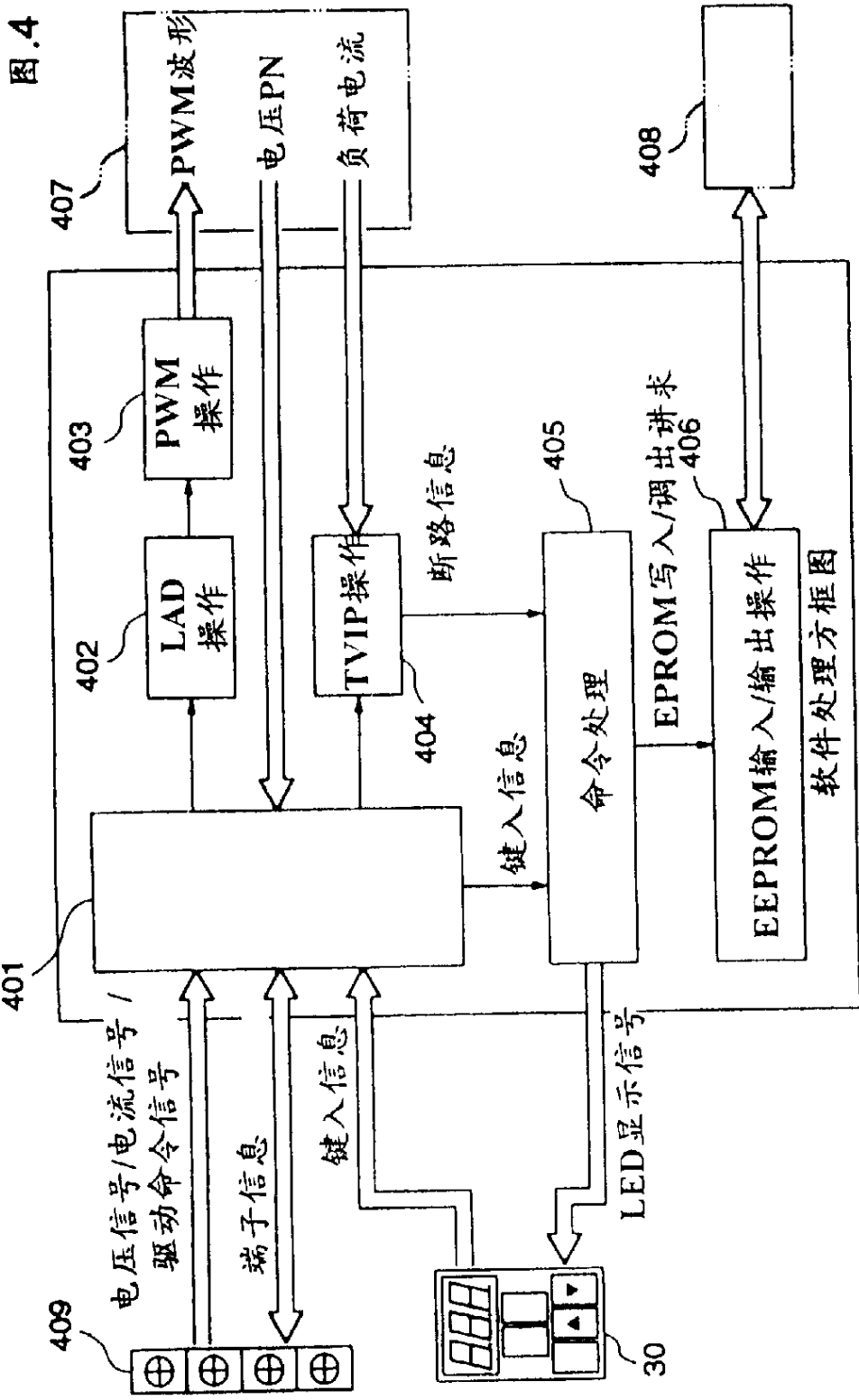


图.4

图.5

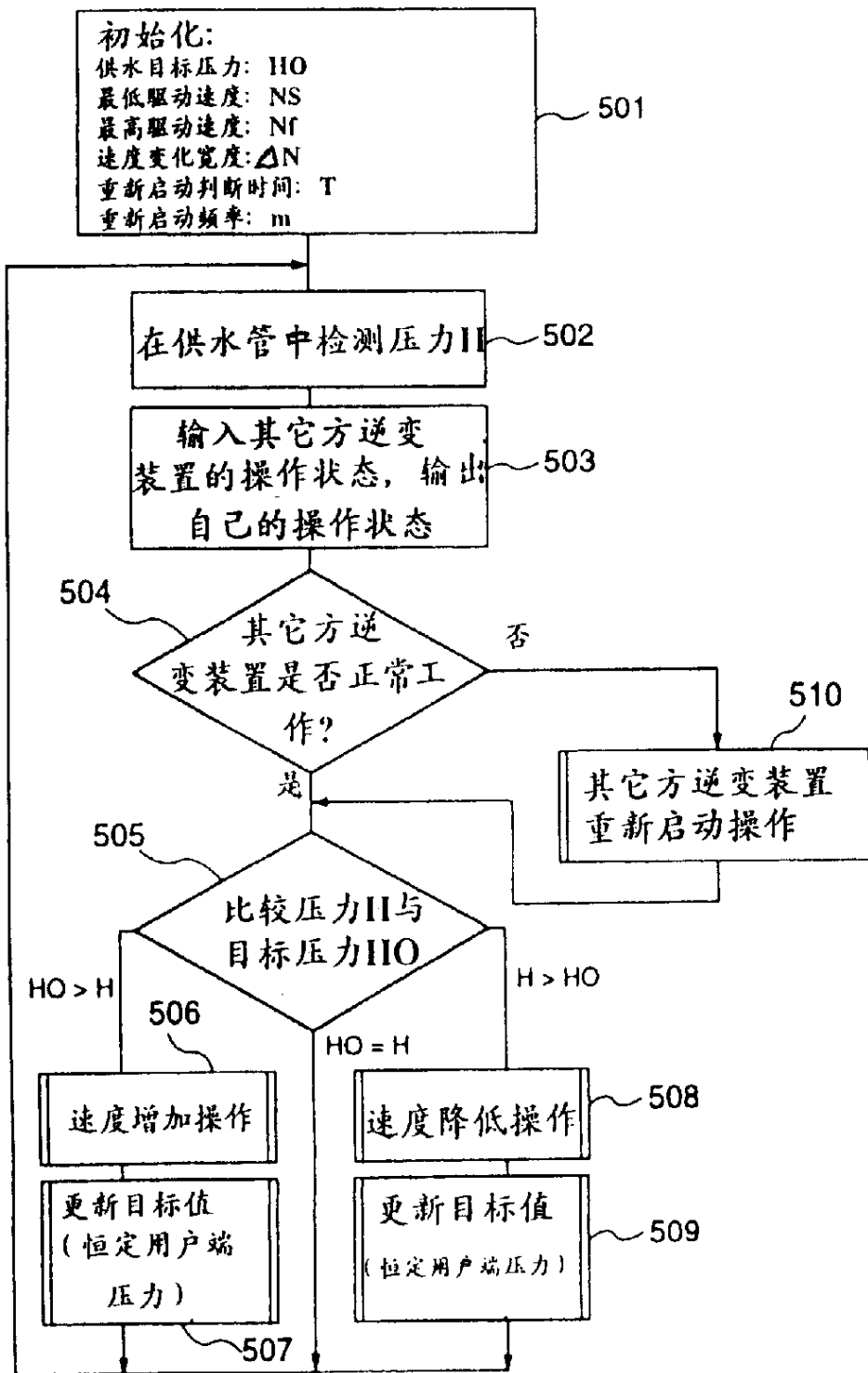


图 6

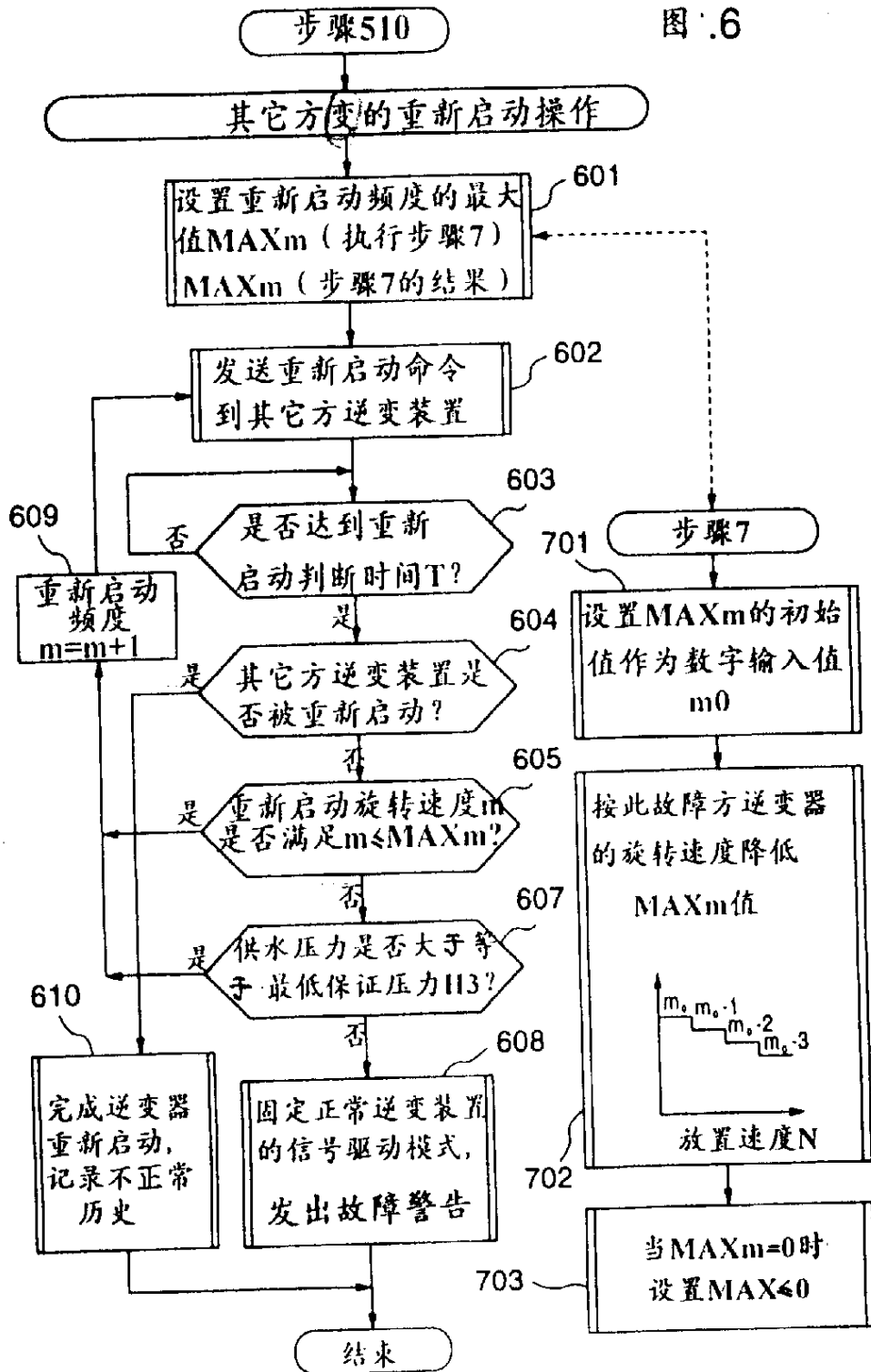


图 7

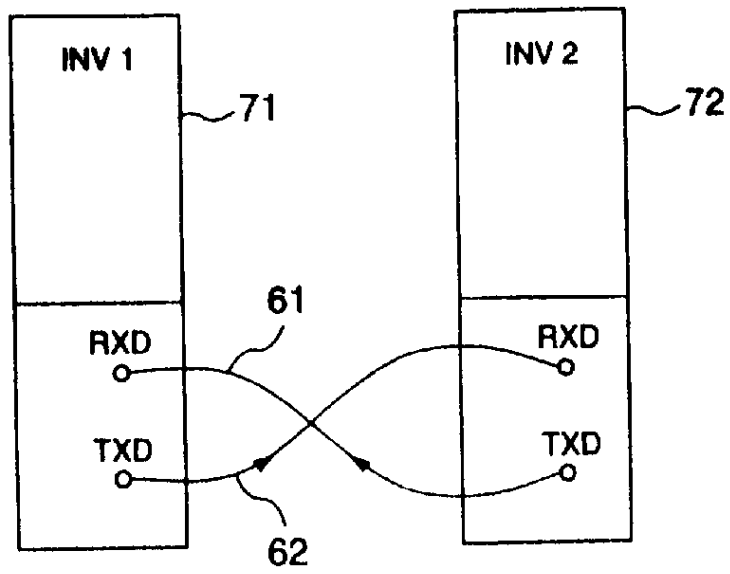


图 8

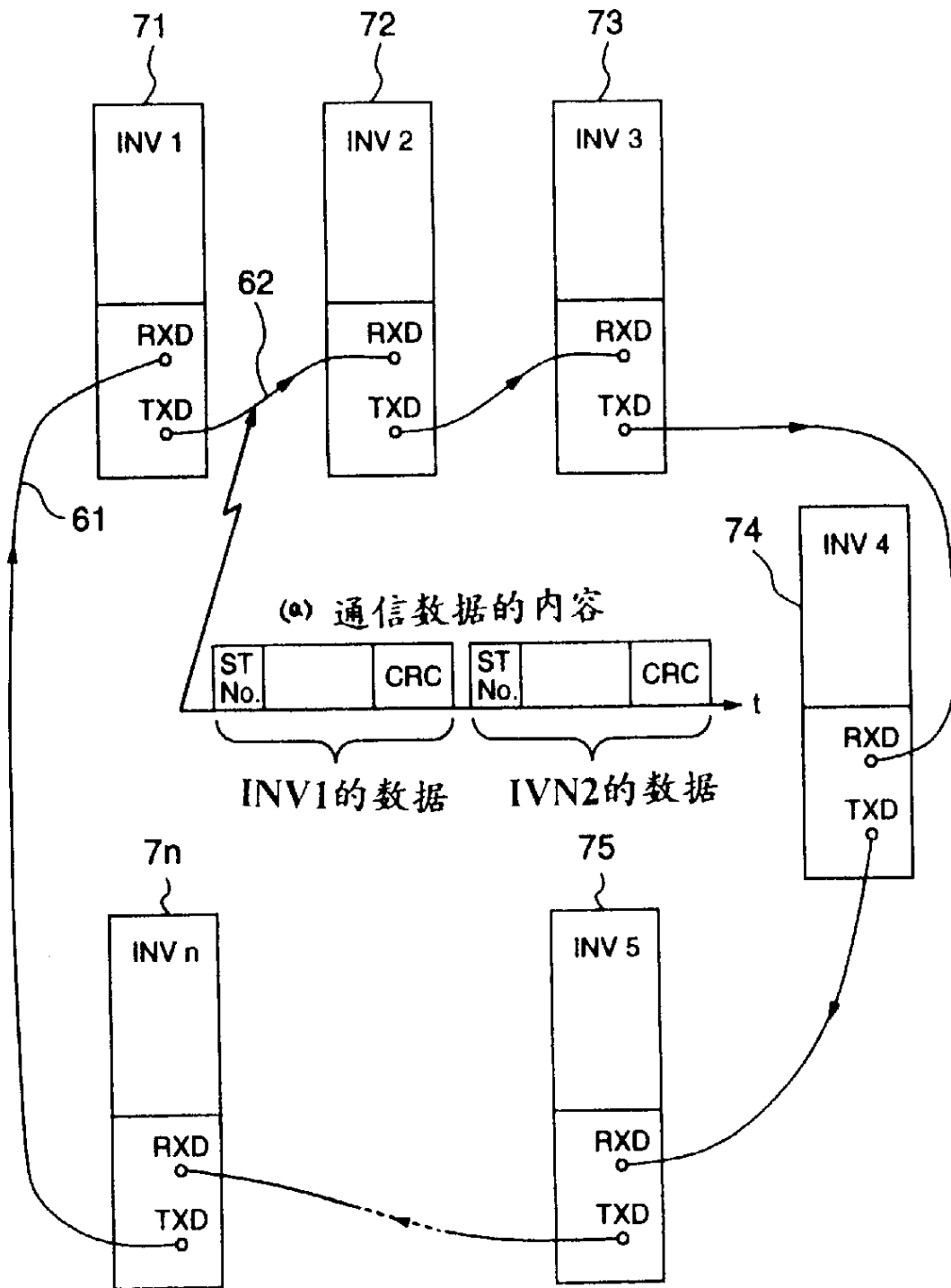


图 9

