



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91110785.1

[51] Int.Cl⁵

G08C 15/00

[43] 公开日 1992年6月3日

[22] 申请日 91.11.15

[30] 优先权

[32] 90.11.22 [33] JP [31] 319857/90

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 福永正雄

[74] 专利代理机构 上海专利事务所

代理人 吴淑芳

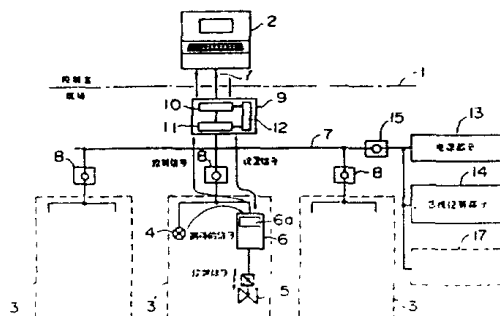
G05B 23/00

说明书页数: 11 附图页数: 5

[54] 发明名称 自主的分布式现场总线系统

[57] 摘要

一种自主的分布式现场总线系统包括一位于控制室的主装置,多个位于现场的检测和控制单元和把主装置连接到多个单元的总线线路。每个单元包括检测器,运算和控制装置和操作器,并形成控制回路。运算和控制装置根据检测器检测到的测量值用存储于其内的控制参数产生控制信号。操作器由控制信号操作。因此,控制操作可在没有主装置的参与下在每个单元中进行。



<38>

权 利 要 求 书

1. 一种自主的分布式现场总线系统，包含：

位于控制室内的主装置；

多个位于现场的检测和控制单元，和

把所述主装置连接到所述多个单元上的总线，其特征在于多个单元中的第个单元包括一检测器、一运算和控制置装置和一操作器，形成控制回路，所述运算和控制装置根据所述检测器检测到的测量值用存储在其内的控制参数产生控制信号，用控制信号操作所述操作器，在没有所述主装置的参与下在每个所述单元内进行控制操作。

2. 按照权利要求 1 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述主装置接收从所述检测器和所述运算和控制装置来的输出信号，根据输出信号监视现场侧的检测和控制状态，通过控制参数控制检测和控制单元。

3. 按照权利要求 2 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于仅在正常状态时，所述主装置进行检测，需要时所述主装置把控制命令送至所述单元。

4. 按照权利要求 1 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于在所述主装置和现场内的所述单元之间装置通信缓冲器，能消除控制室中产生的异常对现场的影响，能维持现场侧正常的控制操作。

5. 按照权利要求 4 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述通信缓冲器包括通信异常检测器，在所述通信异常检测器检测到通信异常时仅由现场单元进行控制操作。

6. 按照权利要求 1 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于存储在所述运算和控制装置内的控制参数定义控制功能的特征，而这些参数由所述主装置进行设置和改变。

7. 按照权利要求 1 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于存储在所述运算和控制装置内的控制参数定义控制功能的特征，而这些参数由可拆卸地安装于总线线路上的终端进行设置和改变。

8. 按照权利要求 1 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于存储在所述运算和控制装置内的控制参数定义控制功能的特征，所述的运算和控制装置包括设置或改变控制参数的调节部分。

9. 按照权利要求 1 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于在现场侧装置有总线控制部分。

10. 按照权利要求 9 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述总线控制部分把总线控制权给予所述多个检测器、所述多个运算和控制装置和主装置，相对地减少所述总线控制装置把总线控制权给所述运算和控制装置的频率。

11. 按照权利要求 9 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述总线控制部分把总线控制权以循环方式给应当给与控制权的部分。

12. 按照权利要求 11 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述多个部分之间的通信部分地采用级联通信。

13. 一种自主的分布式现场总线系统，包含：

位于控制室内的主装置，

位于现场的多个检测和控制单元，

把所述主装置连接到所述多个单元的总线线路，其特征在于所述多个单元中的每个单元包括一检测器和一操作器，并有一个单独的运算和控制装置装置于现场侧，所述运算和控制装置和现场侧的

各单元连接起来形成控制回路，所述运算和控制装置根据任何单元内的所述检测器检测到的测量值用存储于其内的控制参数产生控制信号，用该控制信号对相应单元中的所述操作装置进行操作，以在没有所述主装置参与下进行控制操作。

14. 按照权利要求 13 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述的主装置接收所述检测器和所述运算和控制装置输出的输出信号，并根据这些输出信号监视现场的检测和控制状态。

15. 按照权利要求 14 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于仅在正常状态，所述主装置进行监视，需要时所述主装置发出控制命令到各单元中。

16. 按照权利要求 13 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于在所述主装置和现场的所述单元之间装置有通信缓冲器，可消除控制室发生的异常对现场的影响，在现场侧维持正常的控制操作。

17. 按照权利要求 16 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于所述的通信缓冲器包括一通信异常检测部分，在所述通信异常检测部分检测到通信异常时单独由现场单元进行控制操作。

18. 按照权利要求 13 所述的自主的分布式现场总线系统，其特征在于存储在所述运算和控制装置的控制参数定义控制功能的特征，而这些参数由所述主装置设置和改变。

自主的分布式现场总线系统

本发明涉及一种应用于工业测量控制系统的自主的分布式现场总线系统，尤其涉及一种在主控制装置发生故障时仍能维持稳定的正常操作的自主的分布式现场总线，它还能使建立新系统时所需的试验操作方便地在另一方面进行。

下面将参照附图 5 解释一种传统的现场总线系统典型的结构。这种现场总线系统由控制室和现场部分组成。控制室中有一主装置 51 控制/管理整个系统。现场部分包含多个单元 52，进行各种检测和控制操作。52 中的每个单元和主装置 51 连接成一个控制回路。主装置 51 和各个单元 52 通过现场总线 53 互相连接。主装置 51 和各单元 52 之间采用多点连接的方法连接。主装置 51 包括运算和控制器 51a、通信和总线控制器 51b 和电源 51c。每个单元 52 包括一作为检测器的发送器 54 和一作为操作器的执行器 55。每一单元 52 通过中继器 56 与现场总线 53 连接。

在以如上所提到的方式排布的系统中，发送器 54 输出的检测信号通过现场总线 53 送至主装置 51。运算和控制器 51a 根据从检测信号获得的数据产生一个控制信号。通过现场总线 53 把控制信号送至执行器 55，以所希望的方法控制执行器 55。需要时，执行器 55 将通过现场总线 53 返回一个应答返回信号至主装置 51。

上述的多个单元 52 中的每个单元和主装置 51 之间的传送操作受适当的时间控制。因此，从主装置 51 和各单元 52 来的各种类型的数据可在现场总线 53 上流动。现场总线 53 上数据的流动受主装置 51 中的通信和总线控制器 51b 的控制。因此，由通信和总线控制

器 51b 调节系统各部分之间的通信请求。

按照传统的现场总线系统的结构，由主装置 51 采用数字分布控制系统(DCS)来进行通信和控制。整个现场总线内信号流动的控制和总线的管理以及控制是由数字分布控制系统完成的。数字分布控制系统的结构是传统的测量控制系统的扩展，因此作为一种系统结构它是正常的。

然而，这种传统的系统有以下问题。

第一，控制室的主装置参与控制所述控制回路（包括检测器和操作器）所需的计算和控制。因此，在主装置中的任何一个故障都可能导致整个系统的故障。换句话说，传统的系统容易受到控制室内故障的危害。

第二，如果传统的系统是新建立起来的，那么首先要安装各个局部装置，检查它们的操作，然后安装主装置，并把它连接到局部装置上，检查整个系统的操作。由于作为局部装置的各种现场设备的建设进度通常是不同的，而对这些现场设备与主装置配合操作的检查，要在检查了各现场设备的所有操作之后才能进行，因此这综合检查大大地被延迟。在现场设备分别连接到主装置上之前，它们必须在没有主装置的参与下试运行。这是用一个模拟器代替主装置来完成的。该模拟器是实时控制的，其标度较大。另外，用模拟器获得的现场设备的极好的操作并不能保证实际操作也极好，即不能保证设备正确、安全地操作。

第三，主装置发生故障或因噪声使控制室和现场中继器之间的通信中断都将使整个系统无法控制，即系统易受故障的损害。在上面提到的传统的系统中，容易发生故障，尤其是在主装置和中继器之间的通信通道上。

第四，在持续的控制状态期间，主装置必须和每个控制回路的检测器和操作器以各个控制回路所要求的响应速度交换数据。由于

一些控制回路响应速度可能较慢，增加了主装置和这些控制回路通信的主装置通信负荷，所以主装置的整个通信负荷增加了。

鉴于上述问题，本发明的主要目的在于提供一种在系统开始操作后具有高的自由度和高的响应速度以及保证高可靠的操作的自主的分布式现场总线系统。这是通过在现场或现场的每个单元上设置一个运算和控制器来实现的，按常规，它是设置在控制室的主装置上的。这能在正常控制操作时，使现场中众多单元的检测和操作在没有主装置的参与下受到控制，并能使每个单元在各个单元之间进行通信或不进行通信的情况下独立地受到控制。

本发明的另一目的在于提供一种自主的分布式现场总线系统，在这系统中，现场不受控制室发生故障的影响，所以它能稳定地运行，保证高可靠的操作。

本发明的再一个目的在于提供一种具有灵活结构的自主的分布式现场总线系统。它是通过由主装置发出一个指令来设置或改变存储在装置于现场的运算和控制器的控制参数以及在非正常状态时由主装置直接对现场的单元进行控制而实现的。

为实现这些目的，本发明提供的自主的分布式现场总线系统包括一位于控制室中的主装置、多个位于现场的检测和控制单元和连接主装置和多个单元的总线线路。多个单元中的每个单元包括一检测器、一运算和控制器和一操作器，并且形成一个控制回路。运算和控制器根据检测器检测到的测量值使用存储于其内的控制参数产生一控制信号。该控制信号控制操作器的操作。因此，对每个单元的控制操作是在没有主装置的参与下进行的。

按常规，运算和控制器设置在控制室的主装置上，而本发明设置在现场。尤其是在上述的构造中，运算和控制器分别设置在每个单元中。从而，独立于主装置，在现场一侧形成控制回路，即，控制操作自主地在现场一侧进行。又，控制功能从控制室和现场之间的

关系或主装置和各控制单元之间的关系来说是分布式的。当每个单元中的检测器检测出变化量的数值时就将它输出作为测量信号，该输出信号被输入到该单元中的运算和控制器中。运算和控制器根据该测量信号和存储于其内的控制参数产生一控制信号，并由控制信号使执行器操作，该执行器即是操作器。

在最佳的结构中，按照本发明的自主的分布式现场总线系统的多个单元中的每单元仅包括检测器和操作器。而在现场一侧设置一个单独的运算和控制器。由这个单独的运算和控制器与每个单元形成控制回路。运算和控制器根据在任何块中的检测器检测到的测量值用存储于其内的控制参数产生一控制信号，并用该控制信号使相应块中的操作器操作。因此，控制操作可在没有主装置的参与下进行。

在上述最佳的结构中，单独的运算和控制器装置在现场，该运算和控制器进行与上述结构中进行的相似的控制操作。

在上面的结构中，最好是主装置从检测器和运算和控制器接收输出信号，由此监视现场的检测和控制状况。

上述结构中的任一种可按下述方案进行变化。

主装置的监视可以仅在正常状态下进行。必要的，主装置可以发出控制命令到现场的控制回路或单独的运算和控制器。

可以在主装置和现场装置之间装置一通信缓冲器，这样可以消除控制室产生的异常对现场的影响，因此在现场一侧可以维持正常的控制操作。

通信缓冲器可包括通信异常检测器，以便在通信异常检测器检测到通信异常时允许仅由现场设备进行控制操作。

存储在运算和控制器中的控制参数可以定义控制功能的特征。它们可由主装置设置或改变。

存储在运算和控制器中的控制参数也可以由可拆卸地安装于总

线线路上的终端设置或改变。

运算和控制器包括用于设置和改变控制参数的调节器。

总线控制部分可以设置在现场。总线控制部分可以把总线控制权交给多个检测器、多个运算和控制器和主装置，并相对减少总线控制部分把总线控制权交给运算和控制装置的频率。

总线控制部分可以把总线控制权以循环方式交给系统的多个部分。多个部分之间的通信可以部分地使用级联通信。

如上所述，在按照本发明的现场总线系统中，在正常控制操作时，主装置不参与操作。主装置监视预定的内容。在非正常情况时，如果需要，主装置可以把控制命令送至现场的控制单元中。

在这种通信缓冲器装置在现场和控制室的主装置之间的总线线路上的结构中，通信缓冲器基本上具有把现场与控制室分开的作用。当设置在通信缓冲器内的数据异常检测器检测到异常时，现场可以独立地操作。因而，可维持系统正常操作，并能保证持续的操作。

在这种存储在设置于现场的运算和控制器中的控制参数可在外部设置和改变的结构中，可以用主装置、专门准备的终端或调节器中之一来进行设置和改变。

控制功能分布在现场侧的各控制单元上。由设置在现场内的总线控制部分来控制多个控制单元和主装置之间的通信。因而，可进行流畅的通信。

图 1 示出了本发明的自主的分布式现场总线系统的一个实施例；

图 2 图示了每个回路内运算和控制部分的控制参数是如何设置和改变的；

图 3 示出了通信方法；

图 4 示出了令牌循环和信号分别传输到的目的地表格；

图 5 示出了传统的现场总线系统的例子。

现在参照附图描述本发明的实施例。

首先，定义主要的术语。“自主”其含义是能在现场侧或现场侧每个控制单元进行所需要的控制；“分布式”其含义是控制作用分布在每个任意给定的单元。关于现场总线，可以有各种不同于图中所示的分布。

现场总线系统被点划线 1 分成画于其上的控制室和画于其下的现场。控制室含有主装置 2。主装置 2 包括 CRT 显示器、操作面板和起主要装置作用的运算和控制器。在正常操作时，主装置 2 的运算和控制器监视现场设备，在需要时输出设置和改变控制参数的指令和控制命令到现场设备。在现场，安装有许多分别包括现场设备的控制回路 3。这些回路分别对应于传统的系统结构时所述的各单元。每个回路 3 的结构能完成分配给它的特定的功能，它包括发送器 4、执行器 5 和位于发送器 4 和执行器 5 之间的运算和控制部分 6。通常指定给每个回路的运算和控制部分 6 的控制功能是不同的。指定给运算和控制部分 6 的典型控制功能是作为控制器。运算和控制部分 6 有存储器 6a，存储定义控制特征的控制参数。因此，在每个回路 3 内，由传送器 4 检测到的测量值送至运算和控制部分 6，并由运算和控制部分 6 根据控制参数计算控制值。基于该控制值的控制信号由运算和控制部分 6 提供给执行器 5 以进行希望的控制所需要的操作。

主装置 2 和各回路 3 由现场总线 7 相互连接。该现场总线 7 也把现场侧的各个回路 3 互相连接起来。中继器 8 设置在每个回路 3 的输入/输出端，这样通过中继器 8 可把回路 3 连接到现场总线 7 上。在现场总线 7 上装置有通信缓冲器 9，该通信缓冲器 9 在主装置 2 和各中继器之间的通信通道上。通信缓冲器 9 设置在现场侧。通信缓冲器 9 包括数据缓冲器 10 和 11 和异常数据检测部分 12。

在现场侧，电源部分 13 和总线控制部分 14 通过中继器 15 连接到现场总线 7 上。电源部分 13 为现场总线 7 提供电能。因而，从电源部分来的电能提供给双线型现场设备，该设备包括在连接到现场总线的现场设备内。数据控制部分 14 调节连接到总线线路上的回路 3 输出的通信请求（通信权），因此来管理现场总线 7 上数据的流动。把电源部分 13 和总线控制部分 14 配置在现场侧的理由是能使现场侧实现自控制。

下面将解释以如上方案排布的现场总线系统的控制操作。

在每个回路 3 内，发送器 4 测量过程变化量的值，并把它转换成电信号（数字信号），通过级联通信输出测量值。从传送器 4 来的输出信号不仅送到在回路中的运算控制部分 6，而且也通过中继器 8 输出到现场总线 7。输出到现场总线 7 的信号也被送到连接在该总线线路上的所有其它回路。一般地，包含在同一个回路内的运算和控制部分接收从发送器 4 发出的测量信号，并用测量信号进行预定的计算，以产生控制信号。为获得该控制信号，如上所述，使用了存储在存储器 6a 内的控制参数。获得的控制信号被送至同一回路内的执行器 5 以进行希望的控制所需要的操作。因此，由回路 3 的各部分形成一个单独的控制回路。送至其它回路的测量信号常可以用于分别计算那些回路所需要的控制信号。

从各回路内的传送器 4 发送至现场总线 7 的测量信号也通过信号缓冲器 9 提供给主装置 2。通信缓冲器 9 有使主装置 2 和每个现场设备之间异步进行通信的功能。它还有当主装置 2 或控制室内通信通道发生故障因而出现非正常数据时检测异常的功能，并从而把主装置 2 与现场侧分开以维持现场侧正常的控制操作。如上所述，每个回路 3 内传送器 4 输出的测量信号通过现场总线 7 送至主装置 2。在正常情况下，主装置 2 接收测量信号，由此监测现场的状态。在正常状态时，主装置 2 仅监测现场的状态，而不直接把控制命令

输出至每个回路 3 内的执行器 5。

在主装置 2 的另一种状态，主装置 2 可以直接把控制参数指派给回路 3 内的运算和控制部分 6，或变换设置在存储器 6a 内的控制参数，以及把控制指令直接输出到执行器 5。主装置 2 有一输入装置，如键盘，允许操作者通过输入装置输入各种控制参数。

由运算和控制部分 6 产生的对执行器 5 操作的控制信号以及应答信号，如表示根据控制信号操作的执行器 5 的阀门开口大的信号，从运算和控制部分 6 通过现场总线 7 送至主装置 2。主装置 2 接收应答信号，并监测该回路的工作状态。

装置在现场侧的现场设备构成的各回路 3 包含运算和控制部分 6，运算和控制部分 6 按照存储在存储器 6a 内的控制参数或控制内容根据从传送器 4 来的测量信号进行计算以获得一控制信号，并根据控制信号执行必需的操作。用于每个回路 3 内进行计算的控制参数和控制内容要根据系统条件和任务进行转换。如上所述这种转换可由主装置 2 进行。另一种情况，转换可以用临时接到现场总线 7 上的专门预备的终端 16 通过中继器的通信进行，图 2 清楚地示出了这种情况。还有一种情况，也可以这样排布，使操作者能用装在每个回路 3 内的运算和控制部分 6 中的设置部分手动设置控制参数。

在上述说明中，多个回路 3 中的一个进行控制操作并送出一个必需的信号至主装置 2。然而，由于多个回路 3 可以独立地操作，它们可能同时向主装置 2 送出信号。在那种情况下，需要在各回路 3 之间进行调节，以按次序传输。总线线路上数据传输定时是由总线控制部分 14 控制的。如轮询或令牌传送(token passing)等方法均可用于控制数据传输。

下面将参照图 3 和图 4 来解释令牌传送，作为数据传输控制方法的一个例子。

在图 3 中，图示了一种现场总线系统，包含主装置 2、三个回路 3 和现场总线控制部分(FBC)14。在图中，标记 M 表示主装置 2 的运算和控制单元，其用作主控制器，T1 到 T3 分别表示第一到第三回路的发送器，C1 到 C3 分别表示第一到第三回路的运算和控制单元。虽然图中未画出，但现假设有 T1 到 Tn 个发送器 4 和 C1 到 Cn 个运算和控制单元 6。

在图 3 所示的现场总线系统中，由总线控制部分 14A 控制的令牌以如图 4 所示的最上行所示的 T1、C1、T2、C2……Tn、Cn、M、T1……的次序循环。当令牌存在于发送器 T1 时，发送器 T1 把测量信号同时转输出给同一个回路中的运算和控制部分 C1 和主装置的运算和控制单元 M。运算和控制部分 C1 通过用测量信号进行预定的计算，并对执行器进行控制。主装置 2 的运算和控制单元 M 仅接收测量信号。接着，令牌移到运算和控制部分 C1，并且，运算和控制部分 C1 把由如前所述的计算获得的已控制变量送到主装置 2 的运算和控制单元 M。此后，以同样的方法，令牌按 T2、C2……的顺序移位。

在这个例子中，运算和控制部分 C2 进行级联控制。更具体地说，运算和控制部分 C2 根据从发送器 T2 输出的测量信号计算已控制变量，并把结果送到主装置 2 的运算和控制单元 M 和运算和控制部分 C1。运算和控制部分 C1 接收运算和控制部分 C2 来的串联设置的信号，把它用作一信号来控制与其连接的执行器。该现场总线系统排布成连接到总线线路上的设备能接收总线线路上产生的所有信号。因此，如果出现在总线线路上的信号包含有发送器的地址，运算和控制部分 C1 能有选择地只接收所需要的信号。

此后，每个发送器和运算和控制部分以预定顺序相似地进行传输和接收。当令牌移到主装置 2 的运算和控制单元 M 时，主装置 2 把已设置值和控制参数送到需要它们的发送器和运算和控制部分。

令牌经过上述完全的一系列操作传送之后，再以同样的程序进行通信。

下面将通过与传统控制系统比较来定量地解释上述控制系统中通信的控制周期。上述控制系统的控制周期由下式给出：

$$T_c = n(T_t + T_n)$$

其中 T_c 是令牌传送一轮的周期， T_t 是发送器的通信时间， T_n 是运算和控制部分的通信时间， n 是连接到现场总线的回路的数目。

传统的控制系统的控制周期由下式计算：

$$T_c = n(T_t + T_m + T_n)$$

其中 T_m 是主装置 2 的处理时间。

从上两等式可以看出，在按照本发明的控制系统中，由于主装置 2 的处理时间是不需要的，如果通信时间缩短，也就是如果传输速度加快，信息长度缩短，那么响应速度可进一步加快。而且，由于运算和控制部分送出的控制变量和应答信号不需要响应，而测量信号需要，所以，与发送器使用的相比，运算和控制部分用的令牌可以减少。在那种情况下，控制周期 T_c 基本上等于 nT_t 。这是一个很大的改进。

在上面的实施例中，现场侧的每个回路包含运算和控制部分。然而，控制系统可以这样排布，把一个单独的信号运算和控制部分 17 设置在现场侧，如图 1 中虚线所示。在那种情况下，其它的结构和主要控制操作与上述的控制系统相同。由于运算和控制部分 17 装置在现场侧，如上述的实施例中的情况一样，可以把它称为分布的和自主的。而且，这种控制系统在控制室侧发生故障时能维持正常的操作，因此该系统可靠和稳定。

如上所述，由于运算和控制部分、电源以及总线控制部分都装置在现场侧，因此控制操作能在没有主装置的参与下在现场侧进行。因而，即使控制室发生故障，现场侧仍能维持稳定的操作。又，

当安装一个新的系统时，可以用临时连接到现场侧的专门预备的终端通过设置控制参数启动最初安装的现场设备的操作。此后，安装主装置，然后启动其操作。因此，整个系统的监视和操作功能可在主装置的操作启动时就开始。因此系统操作的启动是平稳的。

在正常操作状态时，主装置仅监视现场设备的操作状态。在非稳定状态时，主装置能输出控制命令到现场设备。而且，它能够设置和改变存储在现场侧的运算和控制部分内的控制参数。因而，增强了系统的灵活性。

能检测异常情况的通信缓冲器设置在控制室和现场侧之间的现场总线上。因此，在外部噪声或串扰等影响到控制室和现场之间的通信通道，使通信发生困难时，主装置能与现场分开。因而，增加了通信的可靠性，并能消除发生在控制室内的异常对现场侧的影响。结果，能维持现场侧正常的操作。

由于主装置不参与需要实时响应的控制操作，因此，减少了主装置的负荷。

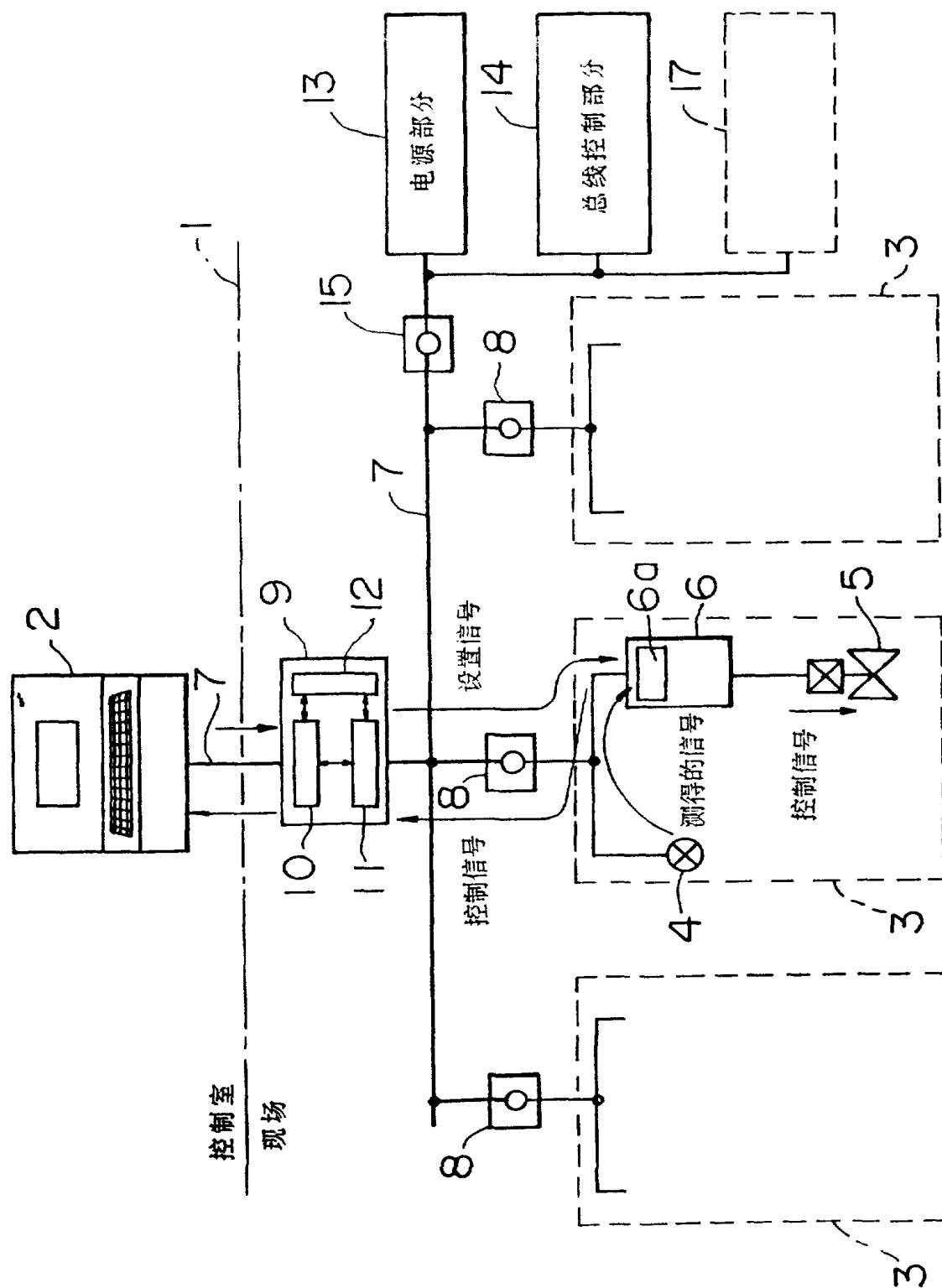
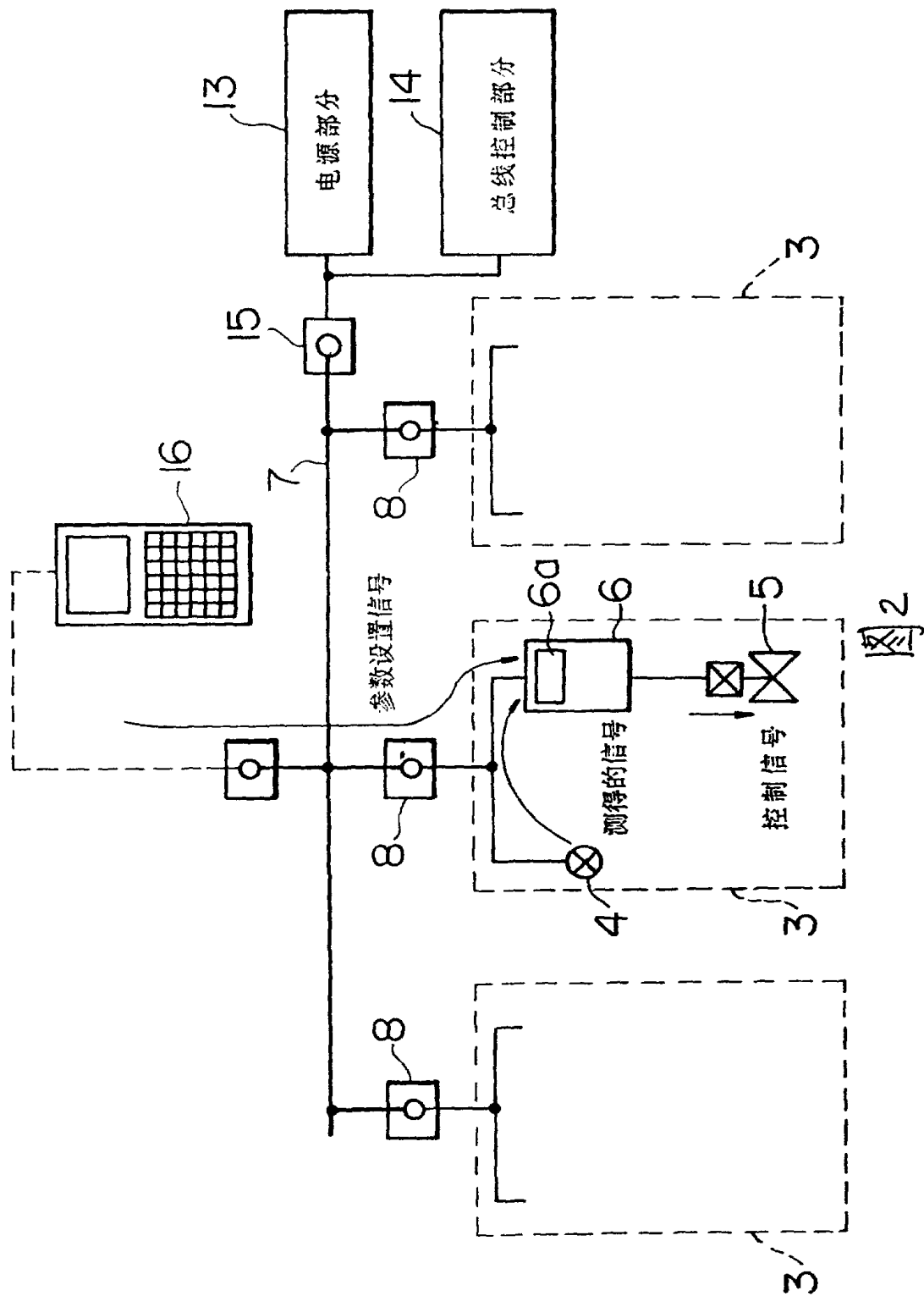


图1

控制室

现场



3

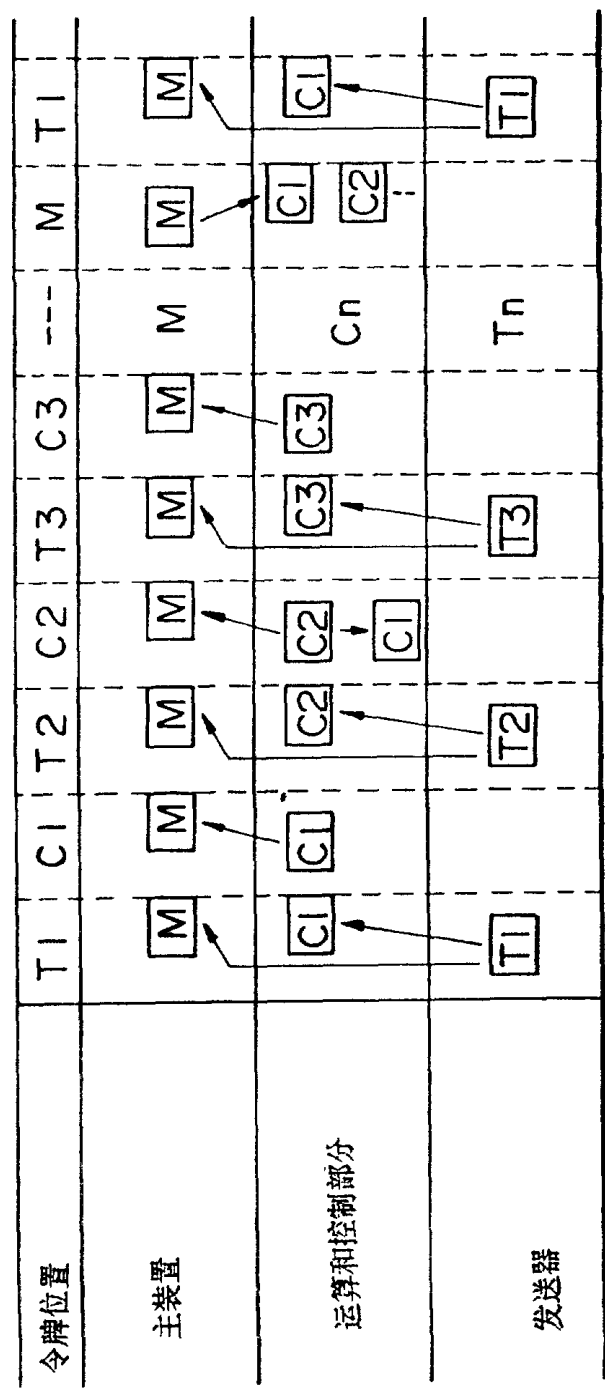


图4

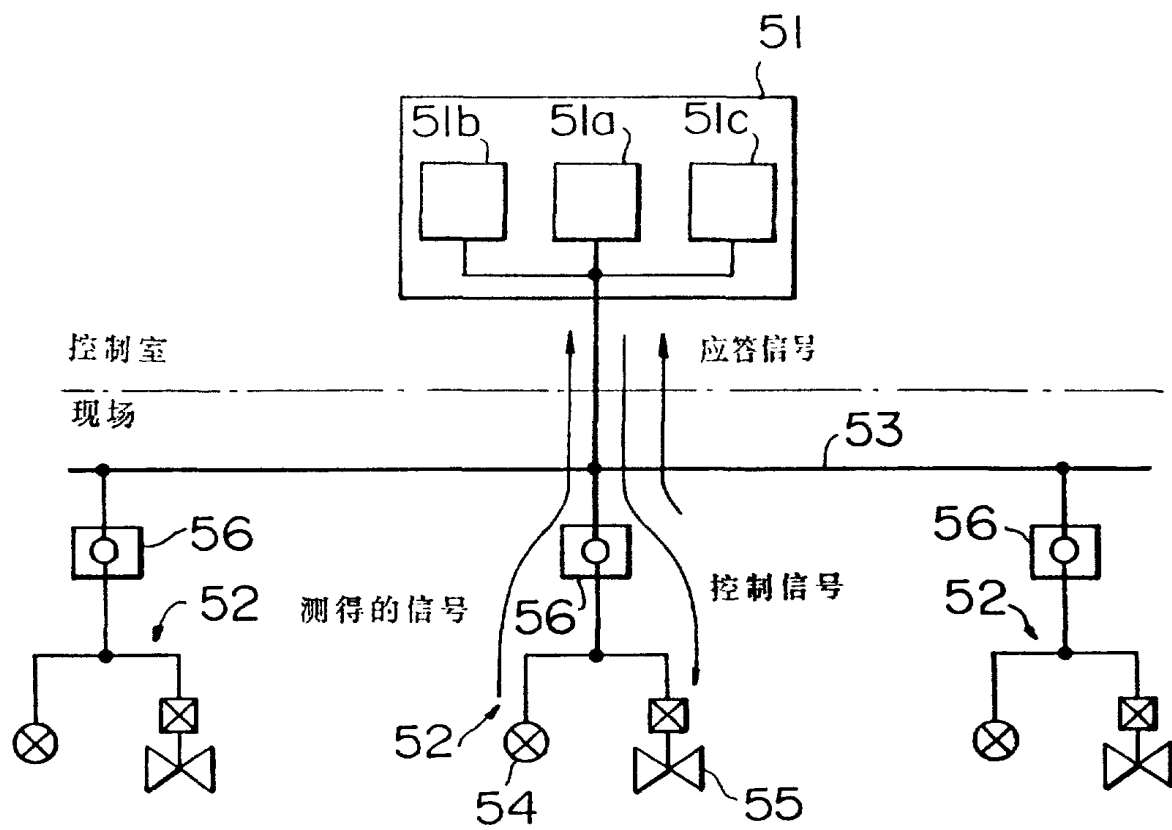


图5