



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102954814 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201210063769. 9

US 6006338 A, 1999. 12. 21,

(22) 申请日 2012. 03. 12

审查员 孙瑞娟

(30) 优先权数据

13/210, 662 2011. 08. 16 US

(73) 专利权人 罗斯蒙特公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 道格拉斯·W·阿恩岑

杰森·H·鲁德

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 潘剑颖

(51) Int. Cl.

G01D 18/00(2006. 01)

G01D 5/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202693022 U, 2013. 01. 23,

CN 1615497 A, 2005. 05. 11,

CN 101147181 A, 2008. 03. 19,

EP 1652160 B1, 2010. 10. 06,

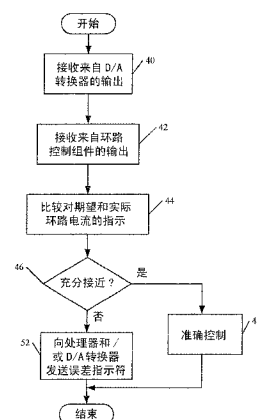
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

双线过程控制环路电流诊断

(57) 摘要

过程变量变送器控制通信环路上的信号。所述变送器上的诊断组件将所述通信环路上的期望信号电平与实际值进行比较,以检测标度误差。



1. 一种过程变量变送器,包括:

处理器,接收指示感测到的过程变量的输入信号,并输出指示所述输入信号的数字信号;

数模“D/A”转换器,接收所述数字信号,并将所述数字信号转换为模拟信号;

环路控制组件,接收所述模拟信号,并基于在与双线过程控制环路串联的阻性元件两端所产生的电压来控制双线过程控制环路,以提供指示所述模拟信号的变送器输出信号,所述变送器输出信号按标度在第一信号电平和第二信号电平之间变化;以及

环路诊断组件,包括模拟比较器,所述模拟比较器将指示所述模拟信号的第一信号值与指示所述变送器输出信号的第二信号值进行比较,以确定所述变送器输出信号是否包括标度误差,以及作为响应而向所述处理器输出误差指示符,

其中,所述第二信号值是根据所述阻性元件两端的电压而产生的。

2. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中,所述环路控制组件基于所述阻性元件两端的电压,调节作为所述变送器输出信号的所述双线过程控制回路上的电流。

3. 根据权利要求2所述的过程变量变送器,其中,所述D/A转换器输出的模拟信号包括模拟电压,其中,所述模拟比较器将作为所述第一信号值的模拟电压与作为所述第二信号值的、所述阻性元件两端的电压进行比较。

4. 根据权利要求3所述的过程变量变送器,其中,所述环路控制组件包括至少一个附加阻性元件,其中,所述阻性元件和所述至少一个附加阻性元件具有对所述阻性元件两端的电压或由所述D/A转换器输出的模拟电压进行缩放的值,使得在所述双线过程控制回路上的电流准确地指示由所述D/A转换器输出的模拟信号时,所述阻性元件两端的电压的量值大致等于由所述D/A转换器输出的模拟电压的量值。

5. 根据权利要求4所述的过程变量变送器,其中,所述环路诊断组件包括反相器,所述反相器对所述阻性元件两端的电压和由所述D/A转换器输出的模拟电压之一进行反相,使得当所述阻性元件两端的电压准确地反映由所述D/A转换器输出的模拟电压时,随着由所述D/A转换器输出的模拟电压从标度最大值到标度最小值的变化,所述阻性元件两端的电压也变化,以具有与由D/A转换器输出的模拟电压相同的值。

6. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中,所述环路诊断组件将所述第一信号值与所述第二信号值进行比较,以确定它们之间的差值是否在模拟阈值内,且如果不在,则输出所述误差指示符。

7. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中,所述处理器响应于接收到所述误差指示符而执行附加诊断。

8. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中,所述处理器响应于接收到所述误差指示符而执行用于验证误差已经发生的验证操作。

9. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中,所述处理器响应于接收到所述误差指示符而发布警告。

10. 根据权利要求1所述的过程变量变送器,其中,所述双线过程控制环路按标度在作为所述第一信号电平的4毫安与作为所述第二信号电平的20毫安之间变化。

11. 一种识别由过程变量变送器输出的误差的方法,包括:

利用过程变量传感器感测过程变量;

利用数模“D/A”转换器产生与所感测的过程变量相关的模拟信号；

基于在与双线过程控制环路串联的阻性元件两端所产生的电压来控制双线过程控制环路，以传送指示来自所述 D/A 转换器的模拟信号的变送器模拟输出信号，所述模拟输出信号按标度在标度最大值和标度最小值之间变化；

利用模拟比较器在所述过程变量变送器上将指示所述变送器模拟输出信号的第一信号值与指示来自所述 D/A 转换器的所述模拟输入信号的第二信号电平进行比较，以检测所述模拟输出信号中的标度误差，

其中，所述第二信号值是根据所述阻性元件两端的电压而产生的。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，还包括：

处理所述模拟信号和所述变送器模拟输出信号中至少一项，使得当所述变送器模拟输出信号准确地指示所述模拟输入信号时，所述第一信号值和所述第二信号值大致相同。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，处理包括：在所述过程变量变送器上对所述变送器模拟信号和所述变送器模拟输出信号中的至少一个进行反相。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述双线过程控制环路包括 4-20 毫安控制环路，所述 4-20 毫安控制环路传送按标度在 4 和 20 毫安之间变化的电流，其中，控制所述控制环路包括：

接收由数模“D/A”转换器输出的指示所述传感器信号的模拟电压，作为所述模拟信号；以及

基于由所述 D/A 转换器输出的模拟电压并基于所述控制环路中的阻性元件两端的电压，来控制所述电流。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中，对由所述 D/A 转换器输出的模拟电压和所述控制环路中的阻性元件两端的模拟电压进行缩放，使得当正确操作时，这两个模拟电压大致具有相同的量值。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中，在所述过程变量变送器上，对由所述 D/A 转换器输出的模拟电压和所述控制环路中的阻性元件两端的模拟电压之一进行反相，使得当正确操作时，这两个模拟电压具有模拟阈值差值内的相同值。

17. 一种过程变量变送器，包括：

处理器，输出数字传感器信号，所述数字传感器信号指示传感器输入信号的值；

数模“D/A”转换器，接收所述数字传感器信号，并提供指示所述数字传感器信号的模拟传感器电压；

环路控制组件，基于所述模拟传感器电压，控制双线过程控制环路上的电流按标度在标度最大电流和标度最小电流之间变化，所述环路控制组件基于所述双线过程控制环路中的阻性元件两端的调节电压，来调节所述双线过程控制环路上的电流；以及

模拟电路，对所述调节电压和所述模拟传感器电压中至少一项进行缩放和反相，使得在正确操作时，所述调节电压和所述模拟传感器电压大致具有相同的幅度，以及所述电路包括模拟比较器，所述模拟比较器将所述调节电压与所述模拟传感器电压进行比较，并且如果所述调节电压和所述模拟传感器电压相差多于阈值量，则所述电路输出误差指示符。

18. 根据权利要求 17 所述的过程变量变送器，其中，所述双线过程控制环路包括 4-20 毫安控制环路。

双线过程控制环路电流诊断

技术领域

[0001] 本发明涉及在过程控制和监控系统中使用的过程变量变送器。更具体地,本发明涉及执行用于在变送器的环路电流中识别标度误差 (on-scale error) 的环路电流诊断。

背景技术

[0002] 过程变量变送器用于测量在过程控制或监控系统中的过程参数 (或过程变量)。基于微处理器的变送器经常包括:传感器;模数转换器,用于将来自传感器的输出转换为数字形式;微处理器,用于补偿已数字化的输出;以及输出电路,用于发送补偿后的输出。当前,一般通过过程控制环路 (比如 4-20 毫安控制环路) 或以无线方式进行该传输。

[0003] 一般而言,在 4-20 毫安过程仪表中,由环路电流调节器来对控制环路进行控制。环路电流调节器对环路电流进行调节,以反映由仪表中的传感器所感测到的过程变量。

发明内容

[0004] 过程变量变送器控制通信环路上的信号。所述变送器上的诊断组件将所述通信环路上的期望信号电平与实际值进行比较,以检测标度误差。

附图说明

[0005] 图 1 是与过程中的主机系统和传感器相耦合的过程变量变送器的简化框图。

[0006] 图 2 是示出了图 1 所示的环路电流诊断组件的操作的一个实施例的流程图。

[0007] 图 3 是示出了环路电流控制组件的一个实施例的示意图。

[0008] 图 4 是示出了针对数模转换器电压而绘出的环路电流的一个实施例的图。

[0009] 图 5 是示出了针对环路感测电压而绘出的环路电流的一个实施例的图。

[0010] 图 6 是示出了针对数模转换器电压和在反相并缩放后的环路感测电压而绘出的环路电流的一个说明性实施例的图。

[0011] 图 7 是环路控制组件的另一实施例的部分框图、部分示意图。

[0012] 图 8 是示出了图 1 和 7 所示的系统的操作的一个实施例的流程图。

具体实施方式

[0013] 图 1 是根据一个实施例的变送器 10 的简化框图。在图 1 所示的实施例中,变送器 10 包括:模数 (A/D) 转换器 12、处理器 14、时钟和存储器电路 16、数模转换器 18、环路控制组件 20 和环路电流诊断组件 22。变送器 10 被示出为耦合到多个不同的过程变量 (PV) 传感器 24 和 26。变送器 10 还可以说明性地通过控制环路 28 耦合到主机系统或控制室 (未示出)。变送器 10 可以连接到除了过程控制环路 28 之外的无线通信链路。在一个实施例中,过程控制环路 28 还向变送器 10 提供功率。

[0014] 传感器 24 和 26 是从被感测的过程 30 接收输入的说明性过程变量传感器。例如,传感器 24 可以是检测温度的说明性热电偶,且传感器 26 可以是相同或不同类型的传感器,

比如流量传感器。其它 PV 传感器可以包括各种传感器,比如压力传感器、pH 传感器等等。传感器 24 和 26 向 A/D 转换器 12 说明性地提供输出,该输出指示了感测到的过程变量。

[0015] 还可以包括调节逻辑(但是现在未示出),用于放大、线性化以及以其他方式调节由传感器 24 和 26 提供的信号。在任何情况下,A/D 转换器 12 接收指示了传感器 24 和 26 感测到的过程变量的信号。A/D 转换器 12 将模拟信号转换为数字信号,并将其提供给处理器 14。

[0016] 在一个实施例中,处理器 14 是计算机微处理器或微控制器,其具有相关联的存储器和时钟电路 16,并向 D/A 转换器 18 提供指示了感测到的过程变量的数字信息。D/A 转换器 18 说明性地将指示过程变量的信号转换为提供给环路控制组件 20 的模拟信号,以控制环路 28 上的电流(I)。环路控制组件 20 可以通过控制环路 28 提供具有数字格式(比如,通过使用 HART 协议)或模拟格式(通过控制流经环路 28 的电流(I))或二者兼而有之的信息。在任何情况下,由变送器 10 通过过程控制环路 28 来提供与感测到的过程变量相关的信息。

[0017] 在一个实施例中,D/A 转换器 18 还向环路电流诊断组件 22 提供输入。D/A 转换器 18 输出的信号指示了需求的环路电流(I)。即,D/A 转换器 18 输出的信号说明性地指示了将反映感测到的过程变量的值的环路电流(I)。基于 D/A 转换器 18 提供的信号,环路控制组件 20 说明性地控制环路 28,使得电流(I)指示 D/A 转换器 18 输出的信号。

[0018] 确定环路控制组件 20 是否正在精确控制环路 28 上的环路电流(I)是有帮助的,特别是在环路电流中的误差是标度误差的情况下。换言之,在 4-20 毫安过程控制环路中,环路电流按标度(on-scale)在 4 和 20 毫安之间改变(即,其分别在 4 和 20 毫安的标度最小值和标度最大值之间改变)。然而,在某些条件下(比如,当仪表的工作电流超过可用电流时),标度误差(在 4 和 20 毫安之间的错误读数)可以发生。例如,如果假定将环路 28 上的电流设置在 10.0 毫安,但是其实际上调节到 12.2 毫安,则检测该类型的标度误差可以是有帮助的。该类型的误差可以发生在过程变量变送器 10 的电路板上的集成电路汲取了过度的电流时,或由于电路板电流泄漏(仅作为示例)。当然,这些仅是示例,且标度误差也可以由于其它原因而发生。

[0019] 因此,图 1 示出了变送器 10 还包括环路电流诊断组件 22。在图 1 所示的实施例中,向诊断组件 22 提供 D/A 转换器 18 的输出,作为来自环路控制组件 20 的指示了在环路 28 上流动的实际环路电流的电平的指示。图 2 是示出了根据一个实施例的环路电流诊断组件 22 如何操作以识别控制环路 28 中的标度误差的流程图。

[0020] 诊断组件 22 首先接收来自 D/A 转换器 18 的输出。这由图 2 中的框 40 来指示。诊断组件 22 还接收来自环路控制组件 20 的输出。这由图 2 中的框 42 来指示。从 D/A 转换器 18 输出的信号和从环路控制组件 20 输出的信号分别指示了需求的和实际的环路电流值。从而如图 2 的框 44 所示,环路电流诊断组件 22 比较期望(或需求)和实际环路电流值。如果两个值充分接近,则环路电流控制组件 20 基于 D/A 转换器 18 的输出,准确地控制环路 28 上的电流。这由图 2 中的框 46 和 48 来指示。

[0021] 然而,在框 46 处,确定两个信号不充分接近,则环路电流诊断组件 22 产生并向处理器 14 和/或 D/A 转换器 18 发送误差指示符 50,以发布(assert)警报条件。这由图 2 中的框 52 来指示。

[0022] 为了确定实际和期望环路电流是否充分接近,电流诊断组件 22 说明性地比较两个信号,以确定它们是否在彼此的预定阈值内。如果是,则它们充分接近。否则,它们不充分接近,并产生误差指示符 50。可以根据经验或另一种方式来设置具体的阈值,且具体的阈值可以根据应用、根据使用的具体控制环路、或根据其他因素而改变。在一个实施例中,可以将其设置为 100 微安。

[0023] 为了更详细地描述环路电流诊断组件 22,对常规环路控制组件的理解是有帮助的。图 3 示出了部分框图和部分示意图,其示出了常规环路控制组件 20。可以看到,环路控制组件 60 包括:电阻器 62、64、66、68 和 70、运算放大器 72 和晶体管 74。

[0024] 根据一个实施例,D/A 转换器 18 提供了与环路 28 上的需求环路电流成正比的线性变化的模拟输出电压。作为示例,当需要环路 28 上的环路电流是 4 毫安时,D/A 转换器 18 在其输出处说明性地提供 0.25 伏特;以及当需要环路 28 上的环路电流是 20 毫安时,D/A 转换器 18 在其输出处说明性地提供 1.25 伏特。这在图 4 中以图的方式示出了。从图 4 中可以看到,随着期望环路电流在 4 毫安和 20 毫安之间变化,来自 D/A 转换器 18 的输出电压在 0.25 伏特和 1.25 伏特之间线性变化。

[0025] 为了将环路电流调节为由来自 D/A 转换器 18 的输出电压所设置的值,环路控制组件 20 通过测量精度电阻器 70 两端(其可以说明性地是 49.9 欧姆)的电压,来说明性地控制环路电流。可以从图 3 中看到,在电阻器 70 两端得到的电压相对于电路接地是负的。还可以看到,基于电阻器 62、66、68 和 70 的值,精度电阻器 70 两端的电压将在 -0.20 伏特和 -1.00 伏特之间线性变化。图 5 以图的方式示出了该点。可以从图 5 中看到,随着精度电阻器 70 上的环路电压在 -0.20 伏特和 -1.00 伏特之间变化,在环路 28 上流动的实际环路电流在 4 毫安和 20 毫安之间变化。

[0026] 从图 4 和 5 中可以看到,通过对 D/A 转换器 18 的输出(图 4 所示)或电阻器 70 两端的环路电压(图 5 所示)进行反相和缩放,这二者非常相似。例如,图 6 示出了在将图 5 所示的环路电压进行反相并乘以缩放因子 1.25 时 D/A 转换器 18 输出的电压和电阻器 70 两端的环路电压的图。由于 D/A 转换器 18 输出的电压(图 6 中以标号 90 所示)表示了需求或期望的环路电流,且由于电阻器 70 两端的环路电压(图 6 中以标号 92 所示)表示了实际的环路电流,因此可以通过简单地比较图 6 所示的两个值,来识别标度误差。这有效地对需求或期望环路电流与实际环路电流进行了比较。

[0027] 图 7 示出了用于执行该类型比较的环路控制组件 20 和环路电流诊断组件 22 的一个实施例。当然将注意到,图 7 所示的实施例仅是一个说明性实施例,且也可以使用广泛的各种其他电路来比较这两个值。然而,图 7 所示的实施例仅是一种用于比较两个值并向处理器 14 和 / 或 D/A 转换器 18 提供指示何时发生误差的信号相对廉价且准确的方式。

[0028] 可以在图 7 中看到,环路控制组件 20 包括与图 3 所示单元相似的一些单元,且对相似的单元进行相似地编号。还可以看到电阻器 62 和 70 已由电阻器 94 和 96 所替代。已将电阻器 94 和 96 的值选择为将环路 28 上流动的环路电流在电阻器 96 两端得到的电压缩放了因子 1.25(或让其在量值上大致等于 D/A 转换器 18 输出的电压的任何其他因子)。

[0029] 环路电流诊断组件 22 说明性地包括运算放大器 98、100 和 102。运算放大器 98 被配置为反相器,使得将在电阻器 96 两端得到的电压相对于电路接地加以反相,以具有与 D/A 转换器 18 输出的电压相同的极性。在图 7 所示的实施例中,可以看到电阻器 96 两端的

(现在已缩放的)标度电压将在-0.25 伏特至-1.25 伏特之间变化。因此,运算放大器 98 的输出在 0.25 伏特至 1.25 伏特之间变化。

[0030] 运算放大器 100 作为差分运算放大器连接。因此其对 D/A 转换器 18 输出的电压(其也按标度在 0.25 伏特至 1.25 伏特之间变化)和运算放大器 98 的输出进行比较。这两个值大致上应当相同。如果它们不同,则环路控制组件 20 未准确地控制用于反映 D/A 转换器 18 的输出的环路 28 上的环路电流。然而,由于运算放大器 100 接收到的两个信号可以不一样,但是可以依然彼此充分接近,因此提供了比较器 102。比较器 102 对运算放大器 100 的输出(其反映了在其两个输入信号之间的差值)与基准值或阈值进行比较。从而仅在运算放大器 100 的输入处提供的两个信号之间的差值相差大于被输入到运算放大器 102 的基准值的量值的情况下,比较器 102 的输出才将向处理器 14 和 / 或 D/A 转换器 18 提供误差指示符 50。

[0031] 图 8 是示出了根据一个实施例的图 1 和 7 所示的系统的操作的流程图。图 8 开始于处理器 14 向 D/A 转换器 18 输出指示过程变量的信号。这由图 8 中的框 120 来指示。然后 D/A 转换器 18 执行数模转换,并向环路控制组件 20 和诊断组件 22 输出模拟 D/A 转换器电压。这由图 8 中的框 122 来指示。

[0032] 然后环路控制组件 20 基于在电阻器 96 两端得到的电压来控制环路 28 上的环路电流。这由图 8 中的框 124 来指示。环路控制组件 20 还依靠电阻器值来缩放电阻器 96 两端的环路电压,并将其提供给环路电流诊断组件 22。环路电流诊断组件 22 将已缩放的电压加以反相,并将其与 D/A 转换器 18 输出的电压进行比较。这由图 8 中的框 126 和 128 来指示。然后环路电流诊断组件 22 确定所比较的电压是否充分接近(使用运算放大器 100 和比较器 102)。这由图 8 中的框 130 来指示。如果二者充分接近,则系统仅保持对 D/A 转换器 18 的输出和环路 28 上的环路电流的监控。这由图 8 中的框 132 来指示。

[0033] 然而,如果在框 130 确定两个比较的电压彼此不充分接近,则环路电流诊断组件 22 向处理器 14 和 / 或 D/A 转换器 18 发送误差指示符 50。这由图 8 中的框 134 来指示。然后处理器 14 可以执行任意数目的误差操作,如框 136 所示。例如,处理器 14 可以执行大量任务,比如重置 D/A 转换器 18 以验证该误差是否实际发生。处理器 14 还可以发布警报或执行附加诊断。处理器 14 还可以响应于从环路电流诊断组件 22 接收到误差指示符 50 而执行任何其他所需操作。

[0034] 将意识到,尽管本发明已参考了说明性实施例,但是可以作出各种改变。例如,可以由单一组件来执行由环路电流诊断组件 22 和环路控制组件 20 所执行的功能,或可以用不同方式在这些组件之间(或在变送器 10 的其他组件中)分配功能。类似地,尽管已针对特定电阻器、电压和电流给出了值,也可以使用其它的值。这些都是作为示例说明之用。此外,尽管在图 7 中识别了特定组件(运算放大器、阻性元件、电阻器等等),但仅作为示例来识别它们。可以用与图 7 所示的很多不同的方式、不同的电路来完成对环路或 D/A 转换器电压进行缩放和反相并将二者进行比较的相同功能。

[0035] 此外,尽管上面的描述已给出了针对可以感测的过程变量的大量示例,当然意识到可以用大致上相同的方式来感测并处理广泛的各种其他过程变量。这种其他过程变量的示例包括:压力、电平、流量或流速等等。此外,尽管本文讨论的实施例是在双线变送器的上下文中给出的,本发明还可以容易地应用于 4 线变送器或任何其他类型的变送器。

[0036] 尽管参照了说明性实施例来描述了本发明,本领域技术人员将认识到可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下对形式和细节作出改变。

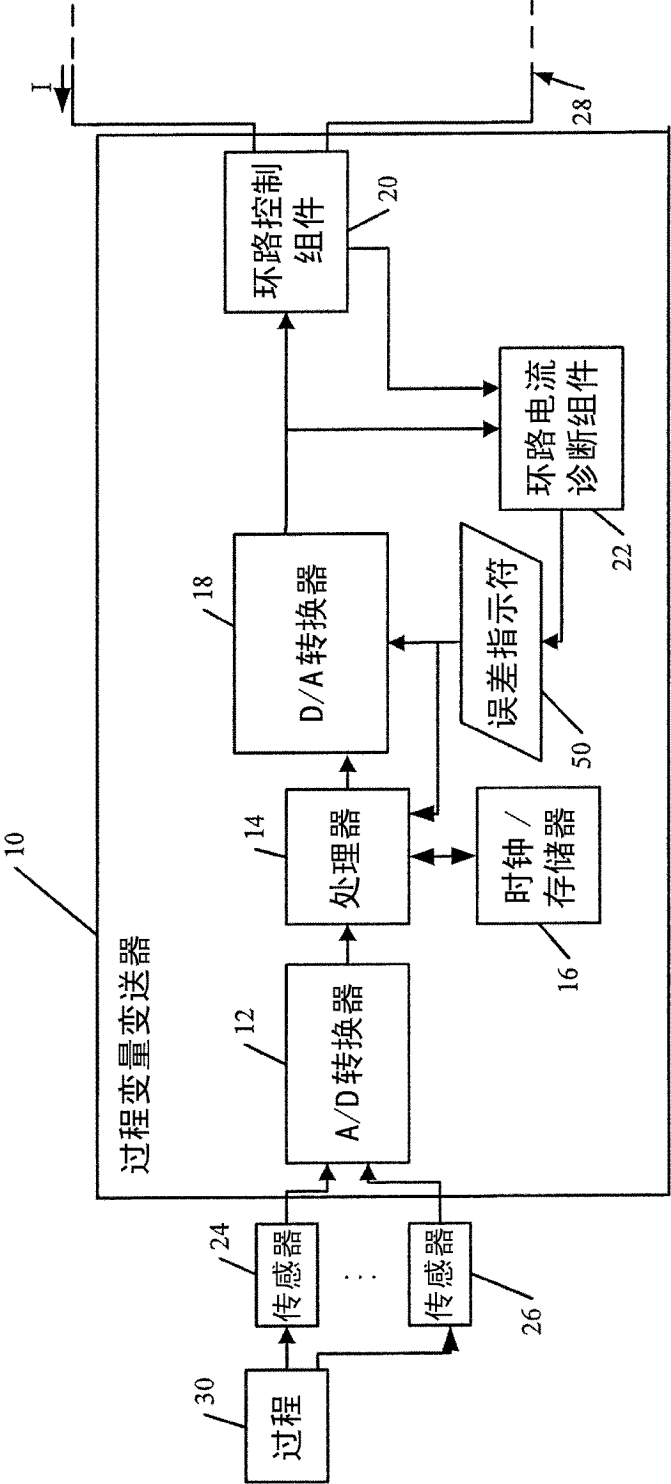


图 1

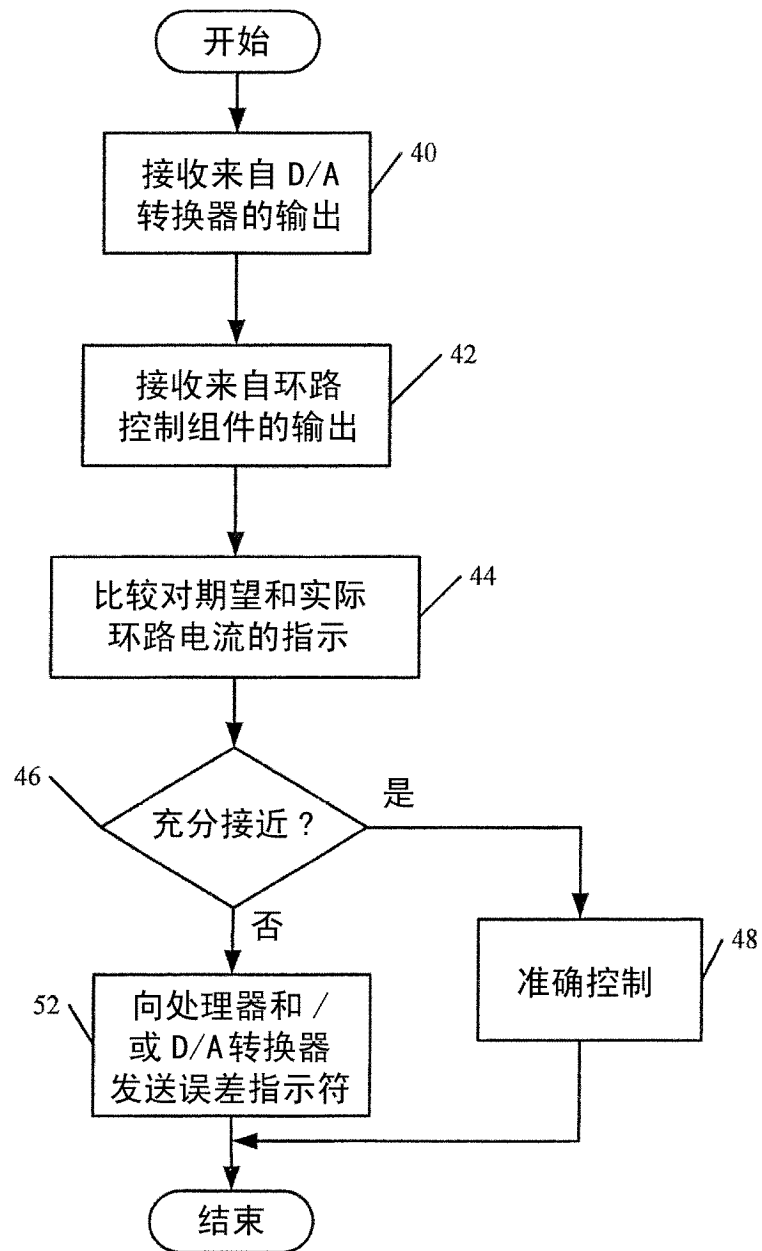


图 2

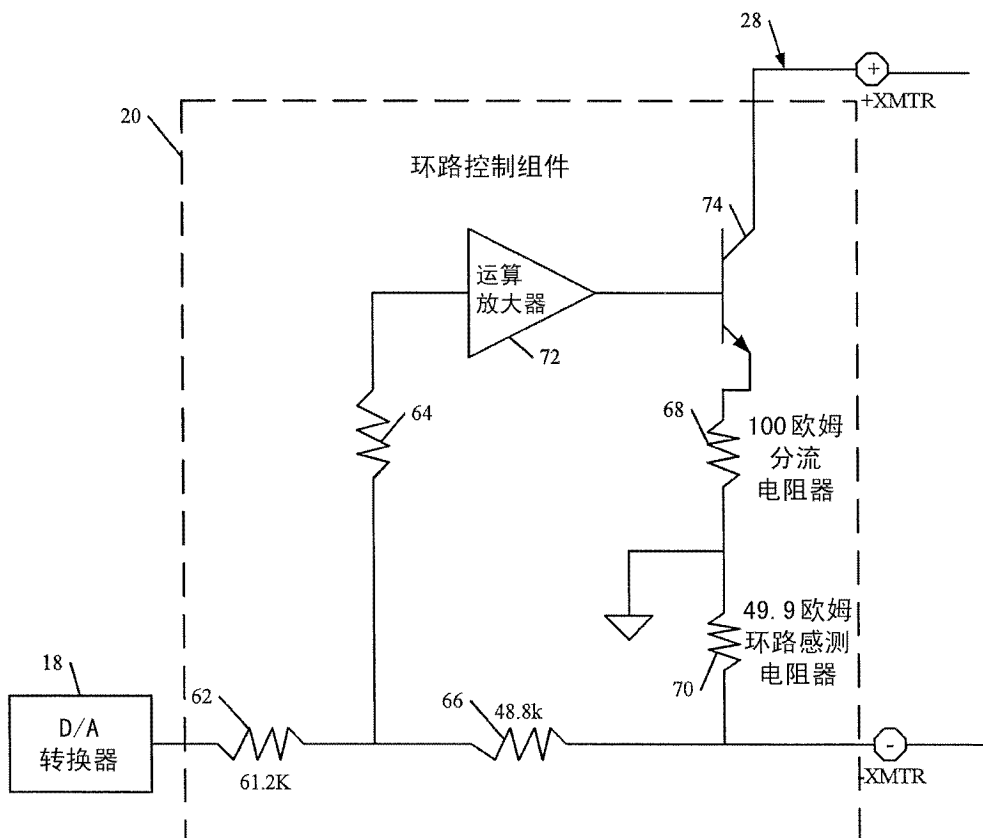


图 3(现有技术)

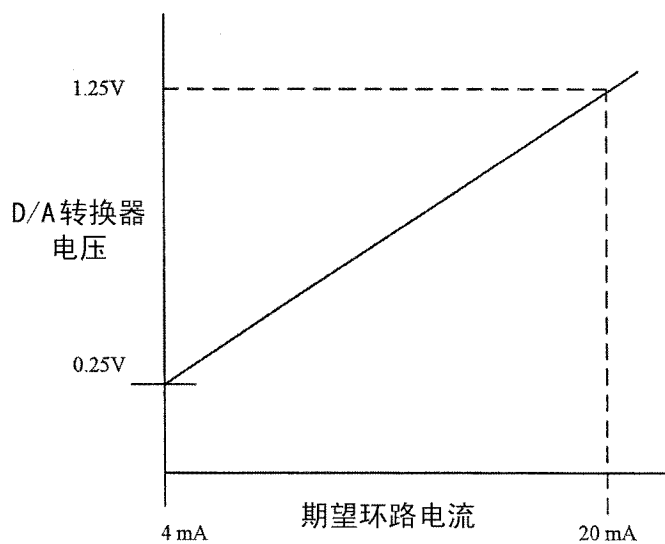


图 4

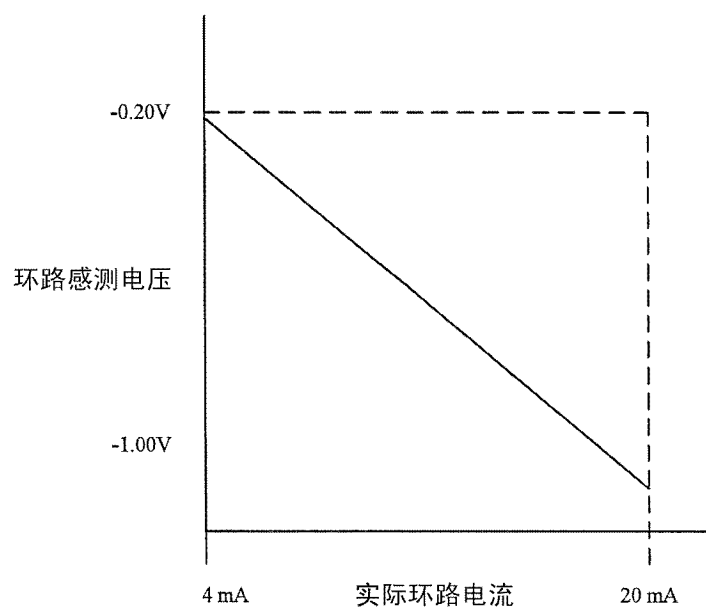


图 5

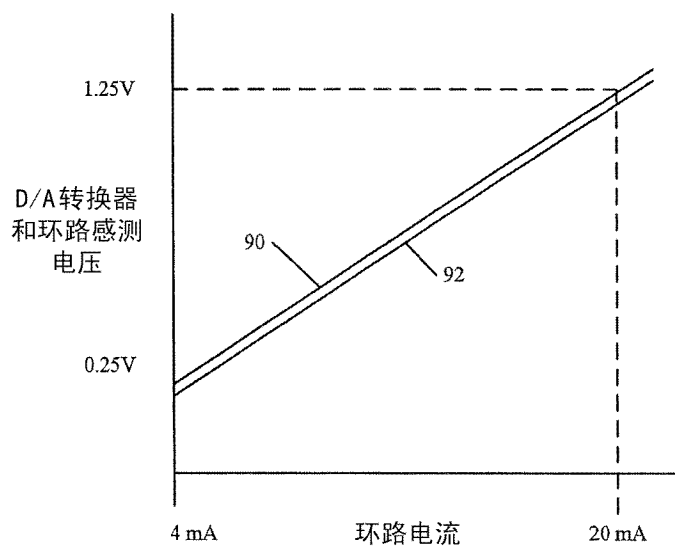


图 6

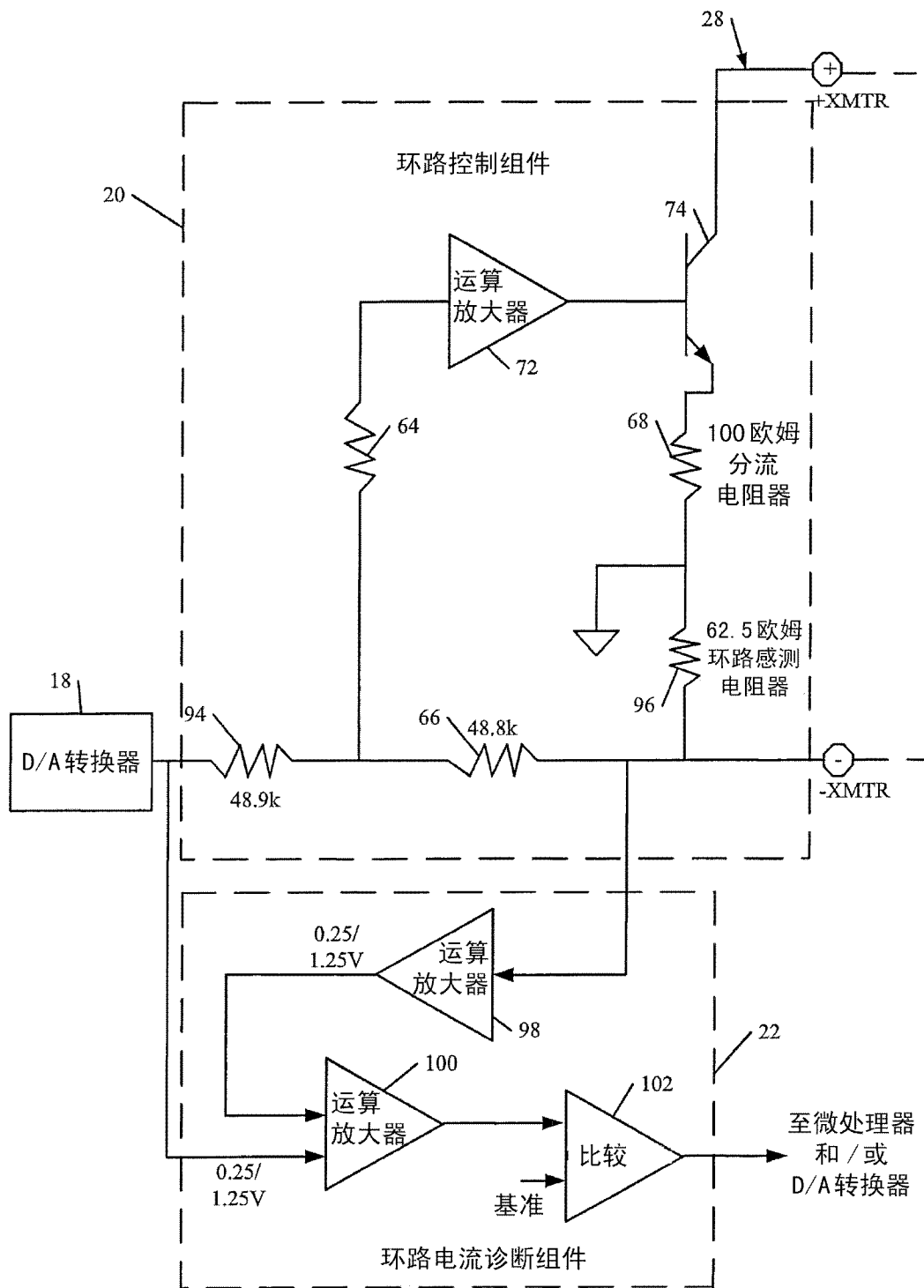


图 7

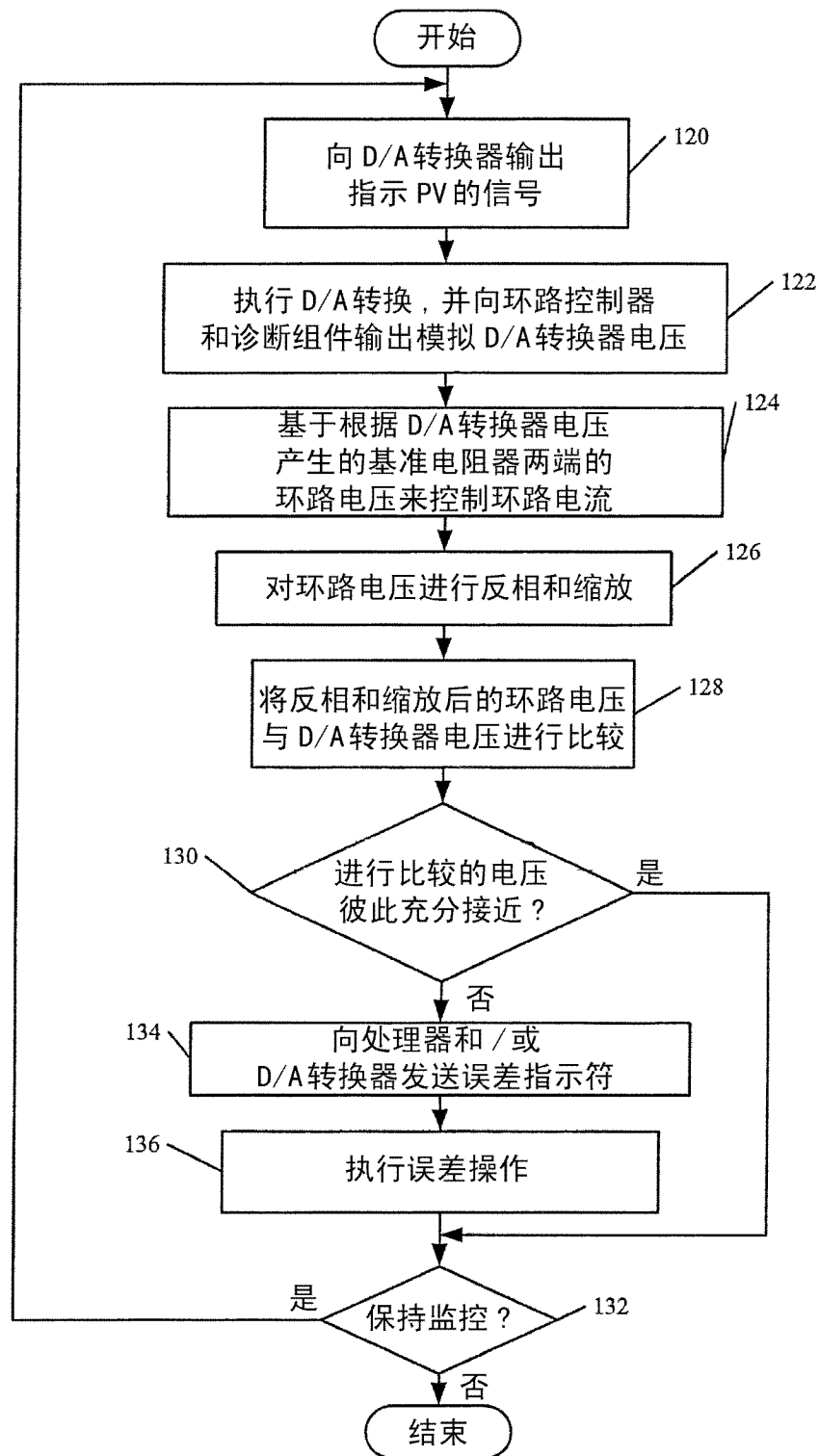


图 8