



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 106573202 B

(45)授权公告日 2020.01.10

(21)申请号 201580043776.4

(22)申请日 2015.08.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106573202 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(30)优先权数据
14181141.4 2014.08.15 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.02.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/068494 2015.08.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/023917 DE 2016.02.18

(73)专利权人 格兰富控股联合股份公司
地址 丹麦比耶灵布罗市

(72)发明人 D·多米尼亚克 J·A·V·斯文森
克里斯蒂安·拉斯穆森
R·赫耶肖尔特

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003
代理人 黄艳 谢强

(51)Int.Cl.
B01D 61/32(2006.01)
B01D 65/02(2006.01)
C02F 1/00(2006.01)
B01D 61/22(2006.01)
审查员 孔令国

权利要求书2页 说明书12页 附图10页

(54)发明名称

用于过滤系统的控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于过滤系统的控制方法，所述过滤系统具有至少一个过滤元件，其特征在于，在所述过滤系统的过滤周期(22)期间连续地记录总能量消耗(E_G)，在此，该总能量消耗(E_G)至少包括用于物理清洁(24)的能量消耗(E_B)和用于随后的直至预设的、特别是当前的时间点的生产周期(23)的能量消耗(E_P)，将所记录的总能量消耗(E_G)与净渗透体积(Q_N)相除计算得出相对能量消耗(E_{rel})，所述净渗透体积在直至预设时间点的过滤周期(22)期间产生，根据相对能量消耗或者由该相对能量消耗衍生出的特征值，开始物理清洁(24)。

1. 一种用于过滤系统的控制方法,所述过滤系统具有至少一个过滤元件,其特征在于,在所述过滤系统的一过滤周期(22)期间连续地记录总能量消耗(E_G),其中,所述总能量消耗(E_G)至少包括用于物理清洁(24)的能量消耗(E_B)和用于随后的直至预设的时间点的生产周期(23)的能量消耗(E_P),

通过将所记录的总能量消耗(E_G)与净渗透体积(Q_N)相除来计算出相对能量消耗(E_{rel}),所述净渗透体积在所述直至预设时间点的过滤周期(22)期间产生,

根据所述相对能量消耗或者由该相对能量消耗衍生出的特征值,开始一物理清洁(24)。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述预设的时间点是当前的时间点。

3. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,如果所述相对能量消耗(E_{rel})或者由该相对能量消耗衍生出的特征值达到预设数值,则在当前时间点开始一物理清洁。

4. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,如果连续确定的相对能量消耗(E_{rel})的导数(N)的数值达到预设的斜率(N_{STOP}),则开始所述物理清洁(24)。

5. 根据权利要求4所述的控制方法,其特征在于,如果连续确定的相对能量消耗(E_{rel})的导数(N)的数值等于零或者经过了最小值,则开始所述物理清洁(24)。

6. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述净渗透体积(Q_N)等于所产生的渗透体积(Q_P)减去用于一物理清洁(24)和/或一就地清洗(CIP)的体积(Q_B)。

7. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,在实施一物理清洁(24)或者实施一就地清洗(CIP)之前,重新开始记录所述总能量消耗(E_G)和所述净渗透体积(Q_N)。

8. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,所述物理清洁(24)是反冲洗、横向流、机械刮除和/或气体冲洗。

9. 根据述权利要求1所述的控制方法,其特征在于,在所述物理清洁(24)期间,连续地监视至少一个系统参数(C),并实施所述物理清洁(24),直至该系统参数(C)保持稳定。

10. 根据权利要求9所述的控制方法,其特征在于,所述至少一个系统参数(C)是所述过滤系统的液压阻力。

11. 根据权利要求10所述的控制方法,其特征在于,为了检测所述液压阻力,在所述物理清洁(24)期间检测所述过滤元件或者过滤系统上的压力(P_{bw})和经过所述过滤元件(2)的流量(Q_{bw})。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的控制方法,其特征在于,如果所述过滤元件上的压力(TMP)达到预设的最大值,则开始一就地清洗(28)。

13. 根据权利要求12所述的控制方法,其特征在于,通过曲线的外推来确定用于下一次就地清洗(28)的时间点,该曲线定义了相对于过滤周期(22)的数量的、在所述过滤周期(22)终止时过滤系统或过滤元件上的所述压力(TMP)。

14. 根据权利要求1至11中任一项所述的控制方法,其特征在于,根据估算得到的能量消耗来调整所述预设的斜率(N_{STOP}),该估算得到的能量消耗是基于前面的多个过滤周期(22)的能量消耗来确定的。

15. 根据权利要求14所述的控制方法,其特征在于,为了调整所述预设的斜率(N_{STOP}),对多个过滤周期的能量消耗的外推进行计算,以便提前确定当前的就地清洗周期(26)的能量消耗,并将该提前确定的能量消耗与先前提前确定的用于当前就地清洗周期(26)的能量消

耗进行比较。

16. 根据权利要求15所述的控制方法,其特征在于,如果所述先前提前确定的能量消耗小于所述当前的提前确定的能量消耗,则增大所述预设的斜率(N_{STOP})。

17. 根据权利要求15所述的控制方法,其特征在于,如果所述先前提前确定的能量消耗大于所述当前提前确定的能量消耗,则降低所述预设的斜率(N_{STOP})。

18. 根据权利要求1至11中任一项所述的控制方法,其特征在于,

所述连续记录的总能量消耗(E_G)至少是用于一就地清洗(CIP)的能量消耗(E_{CIP}),用于在最后一次就地清洗(CIP)之后所进行的物理清洁(24)的能量消耗(E_B),和用于随后的直至预设的时间点为止的生产周期(23)的能量消耗(E_P),

基于所述总能量消耗(E_G)连续地确定所述相对能量消耗(E_{rel}),并且如果所述相对能量消耗达到或经过了最小值,则开始一就地清洗(CIP)。

19. 根据权利要求18所述的控制方法,其特征在于,所述预设的时间点是当前的时间点。

20. 根据权利要求18所述的控制方法,其特征在于,连续地计算所述相对能量消耗(E_{rel})并绘出关于时间的曲线,其中,如果该曲线的斜率的数值达到或经过了其最大值,则开始一物理清洁。

21. 根据权利要求1至11中任一项所述的控制方法,其特征在于,在所述过滤系统中设有横向流,其中,基于当前的渗透流来调整所述横向流。

22. 根据权利要求21所述的控制方法,其特征在于,如果所述渗透流小于预设的边界值,则增大所述横向流,并且如果所述渗透流处于预设边界值的上方,则减小所述横向流。

23. 根据权利要求21所述的控制方法,其特征在于,针对各种可能的横向流来模拟用于一连续的生产周期的相对能量消耗(E_{rel}),并选择所模拟的相对能量消耗(E_{rel})曲线达到最低的最小值的那个横向流。

24. 根据权利要求1至11中任一项所述的控制方法,其特征在于,将单位时间内所产生的净渗透体积与目标体积进行比较,其中,在超过该目标体积时降低生产量,并在低于该目标体积时增大生产量。

用于过滤系统的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于过滤系统的控制方法,该过滤系统具有至少一个过滤元件。

背景技术

[0002] 众所周知的是,过滤系统例如用于对水井中的水进行过滤以提供饮用水。这样的过滤系统具有一个或多个过滤元件,特别是膜。这些元件在过滤过程中会被污染,因此必须在一定的时间间隔内通过反冲洗以及在必要时通过就地清洗 (Cleaning-in-Place) 加以清洁。在此公知的是,这样的反冲洗或者说物理清洁和就地清洁过程是根据过滤器上变化的压差来启动的。

[0003] 这种清洁过程或者说反冲洗过程通常需要额外的能源和消耗之前已被过滤的水,并会导致设备停用。

发明内容

[0004] 考虑到上述问题,本发明的目的在于提出一种用于过滤系统的控制方法,通过该方法能够优化生产和清洁周期,从而能够利用过滤系统实现具有尽可能大的成本效益的生产或者说过滤。本发明的目的通过一种如本发明所述的控制方法来实现,并优选通过具有本发明所述特征的控制方法来实现。其他优选的实施方式由下面的说明书以及附图给出。

[0005] 根据本发明的控制方法被设计用于过滤系统,该过滤系统例如具有过滤元件、特别是膜。在此可以是构造为横向流过滤器 (Querstromfilter) 或者堵塞过滤系统 (死端过滤系统, dead-end-filtration-system) 的过滤元件。这样的过滤系统根据需要具有一个或多个泵,待输送的介质通过泵被输送向并穿过过滤元件。此外,还可以设有阀门和其他的泵,用于实施物理清洁过程 (例如反冲洗) 和就地清洗过程。还可以设有其他的机械清洁工具以及可能的空气供应系统。

[0006] 根据本发明的控制方法的目的在于,对清洁过程开始和结束的时间点进行优化,以使过滤系统的整体运行得以成本优化,也就是说,使单位产生渗透量的成本最小化。

[0007] 为此,根据本发明设计为,连续地检测并记录过滤系统的总能量消耗。这种能量消耗特别是根据已有的用于将待输送的介质输送经过过滤系统的泵的能量消耗得出的。在过滤周期期间,对该能量消耗进行连续地记录、特别是求和,从而能够确定一个过滤周期的总能量消耗。在此,该总能量消耗至少包括直到预定的、特别是当前的时间点之前用于过滤系统物理清洁的、例如一个反冲洗过程或者说反冲洗周期的能量消耗和用于随后的产生渗透的生产周期的能量消耗。因此,用于确定总能量消耗的整个过滤周期至少由反冲洗过程和随后的生产周期、也就是进行过滤的周期组成。在此,对优选直至预定的时间点的过滤周期中的总能量消耗进行求和。

[0008] 根据本发明还设计为,计算或者说确定相对能量消耗。在此,优选同样连续地计算该相对能量消耗,从而确定到达当前时间点时的相对能量消耗。相对能量消耗等于所记录或求和得到的总能量消耗除以净渗透体积,该净渗透体积是指在过滤周期期间,即在直到

预定时间点的生产周期期间所产生的渗透体积。也就是说,相对能量消耗确定了在到达特定的时间点时单位产生净渗透体积的能量消耗。由于在过滤周期开始时,在物理清洁中会首先消耗能量而不产生渗透,因此在随后的生产周期中,单位产生净渗透体积的相对能量消耗开始是相对较高的,并且在之后会随着产生渗透量的升高而降低。在此,净渗透体积是净产生的渗透体积,即,所产生的渗透体积减去例如物理清洁(例如反冲洗)所必需的渗透体积。也就是说,在开始时净渗透体积可能是负的。

[0009] 根据本发明设计为,物理清洁(例如反冲洗)开始的时间点是产生最小能量消耗的时间点。这意味着,要根据由此确定的相对能量消耗或者由该相对能量消耗衍生出的特征值来启动物理清洁,优选在该相对能量消耗或者特征值达到或超过预定值的时间点启动物理清洁。理想状况下,该时间点这是相对能量消耗达到最小值时的时间点。在实践中,正好达到最小值是很可能检测不到的,但是却可以确定何时经过了最小值,即相对能量消耗什么时候再次升高。也就是说,优选在检测到达到或通过相对能量消耗的最小值时实施物理清洁。该时间点就是基本上达到最小生产成本的时间点。如前所述的,在物理清洁之后,相对能量消耗首先将随着所产生的渗透体积的升高而降低。然后,相对能量消耗将再次升高,因为单位时间产生的渗透体积会随着过滤元件的污染物的增多而降低,并且同时还可能会由于流动阻力的增大而使能量消耗增大。也就是说,通过根据本发明的这种对相对能量消耗的考量,可以确定开始物理清洁过程的最优时间点。

[0010] 为了确定生产周期的截止时间,可以或者直接考虑相对能量消耗,或者考虑由该相对能量消耗衍生的特征值,特别是相对能量消耗的时间导数或者其绝对值。

[0011] 因此根据本发明,清洁过程不再取决于过滤系统中的压力或流量比,而是取决于能量消耗或者说生产成本,生产成本同样是一种由能量消耗导出的特征值。为此,优选连续地实施对总能量消耗和单位净渗透体积的相对能量消耗的分析。除了能量成本之外,还可以将其他的成本计入生产成本中,例如消耗材料等。在本申请中,“能量消耗”应理解为与生产成本是等效的。生产成本特别是还可以还包括化学物质成本。这样的成本可以换算为等效的能量消耗,并随后在计算中如同能量消耗那样被考虑进去。

[0012] 优选如果连续确定的相对能量消耗的时间导数或者其数值达到预定的斜率,特别是等于零,则开始物理清洁。也就是说,在此过程中给出了与时间相关的相对能量消耗,并且考虑到了所生成曲线的斜率。如前所述的,在物理清洁之后的生产周期中,相对能量消耗首先会降低,直到其达到最小值,随后会再次升高。理想的是能够确定该曲线的最小斜率或者说斜率的最小值,并形成预定的、开始物理清洁的斜率。然而,也可以将非零的斜率用作预定的斜率,特别是在上述曲线上的、从时间上观察在最小值之前或之后的点。虽然一定程度地缩短两个物理清洁之间的时间间隔会增加待实施的物理清洁的数量,然而另一方面这也能够使得两个必需的就地清洗过程之间的施加间隔拉长,这种就地清洗在一定数量的物理清洁周期以及位于它们之间的生产周期之后是必不可少的。就地清洗(CIP)过程是指在使用合适的清洁介质的条件下所进行的地点固定的清洁。

[0013] 优选上述所考虑的净渗透体积等于所产生的渗透体积减去用于物理清洁和/或就地清洗的体积。对于物理清洁、例如反冲洗而言,需要一部分所产生的渗透,因此该部分也就不再能够被使用。在此,一个过滤周期始终被看做是由一个物理清洁与一个随后的生产周期组成,并且在生产周期中对绝对产生的渗透体积进行求和,并用其减去在前面的清洁

中所使用的渗透体积,因此理想的是在每个时间点上均能够确定到达该时间点时所产生的净渗透体积,并在此基础上进行上述的对下一个所需要的物理清洁的起点的确定。这种对就地清洗所需的渗透体积的附加的或替代的考量,特别是还提供了应该什么时候基于相对能量消耗来确定就地清洗的时间点。这样,关于多个过滤周期观察或记录能量消耗和净渗透体积,这些过滤周期各自由一个物理清洁和一个随后的生产周期组成,从而能够始终有利地进行从一次就地清洗到下一次就地清洗的记录。

[0014] 根据另一种优选的变型,净渗透体积也可以作为目标体积用作过滤系统将要产生的渗透体积的基准。也就是说,根据如本发明所述的控制方法,优选确保过滤系统单位时间内产生与目标值一致的净渗透体积。如果净渗透体积超过了该目标值,则例如通过降低输送泵的流量来降低生产量,由此可以降低能量消耗。相反地,如果净渗透体积低于目标值,则可以提高生产量。在此,生产量是指当前单位时间内所产生的渗透体积,因此其优选被调整为,始终产生期望的净渗透体积。

[0015] 优选在进行物理清洁或者就地清洗之前重新或再次开始对总能量消耗和净渗透体积的记录。这意味着,为了确定净渗透体积,在理想状态下始终只考虑当前的过滤周期,该当前过滤周期包括物理清洁和随后的直至下一次物理清洁为止的生产周期。在此,用于清洁过程的能量消耗以及在随后的生产周期中被求和的能量消耗也被计入到总能量消耗中。相应地,净渗透体积就是用在当前的生产周期中所产生的渗透体积减去在前面的物理清洁过程中所消耗的渗透体积。这意味着,净渗透体积刚好在物理清洁之后在生产周期开始时可以首先是负的,直到再次产生在物理清洁中所消耗的渗透的数量。对于通过整体考虑相对能量消耗来确定就地清洗的时间点的情况,将如下所述地在实施就地清洗之前重新开始对总能量消耗和净渗透体积的记录。然而同时也可以附加地以前述的方式分离地检测各个过滤周期的总能量消耗和净渗透体积,以便能够以所描述的方式来确定物理清洁的开始。

[0016] 物理清洁例如可以包括反冲洗和/或横向流和/或机械刮除和/或气体冲洗 (air scouring)。其他的在一定的生产持续时间之后为了清洁一个或多个过滤元件的所需要的清洁方法也可以使用。在此,优选物理清洁表示一种纯粹的物理清洁,没有如同通常在就地清洗中那样使用另外的化学清洁介质。

[0017] 根据本发明的一种特别的实施方式,在两个生产周期之间的物理清洁期间,连续地监视至少一个系统参数,并进行物理清洁,直至该系统参数基本上保持稳定为止。这意味着,该物理清洁不是在一设定的持续时间内进行,而是根据对系统参数的监视来确定清洁结果。在此根据本发明,物理清洁不是根据例如能够通过所设定的、关于膜或过滤元件的转移膜压力来代表的设定的清洁结果被停止,而是当清洁结果不能进一步提高时才停止。该时间点通过以下现象来表述:即,在到达该时间点时,被监视的系统参数保持稳定并且不会进一步变化。也就是说,系统参数不必达到预定的边界值,而是对系统参数的变化进行监视,并且当系统参数不再变化或基本上不再变化时,则停止物理清洁。由于这样的物理清洁仅执行到能够实现清洁效果为止,因此通过这种方式也可以成本最优地进行物理清洁。这种通过连续地监视系统参数并在该系统参数稳定时终止物理清洁来控制物理清洁的持续时间的控制方法也可以独立于前述的用于确定物理清洁开始时间的控制方法地实现。就此而言,这种用于确定物理清洁的持续时间的方法解决了前面所提到的问题,并且也能够单

独地使过滤系统实现更具成本效益的运行。

[0018] 然后,当系统参数的当前测量值与该系统参数的被连续确定的平均值(即,优选连续地记录该系统参数,并根据该记录连续地或者说以预设的时间间隔得到平均值)的区别小于预定的程度时,优选将该被监视的系统参数看做是稳定的。然后,将当前所检测到的值与最后形成的平均值进行比较。当差值小于预设的偏差或预设的边界值时,系统参数被认为是稳定的。

[0019] 这种在物理清洁期间所监视或观察的所谓系统参数优选是过滤系统的液压阻力或代表该液压阻力的特征值。根据本发明,在此优选将液压阻力考虑为在过滤系统中或者说关于过滤元件的压力和流量之间的特定关系。在此,优选不仅要考虑关于过滤元件或膜的压降本身,而且还要将过滤系统的其他部分中的液压阻力一起考虑进来。在此例如可以基于下述的压力和流量之间的关系式:

$$[0020] \quad P = C_1 \cdot Q^2 + C_2 \cdot Q + C_3$$

[0021] 其中,P为整个过滤系统上的压降,Q表示流量, C_1 、 C_2 和 C_3 为常数。

[0022] 在此,该等式中的第二项代表了膜上的压降(Darcy等式),而第一项代表了过滤系统的其余部分中的压降或者说液压阻力。

[0023] 为了检测至少一个系统参数并且特别是为了检测液压阻力,进一步优选检测过滤元件上的压力,即过滤元件的入口和出口之间的压差,和在物理清洁期间通过过滤元件的流量。

[0024] 进一步优选地,为了检测整个系统中的压降,还需要考虑整个过滤系统的入口和出口之间的压差。为此设置合适的压力和流量传感器。该流量也可以在必要时根据将待输送介质输送经过过滤元件的输送泵的工作参数导出。

[0025] 根据该控制方法的另一种优选的变型,如果过滤元件或者过滤系统上的压力达到预设的最大值,则开始就地清洗或者说就地清洗过程。当压力,也就是过滤系统或者说特别是过滤元件的入口侧和出口侧之间的压差达到预设的最大值时,这表明过滤元件被掺杂或污染达到一定程度,因此不再能够给出所需要的通道。此时就是必要时要添加合适的化学物以开始就地清洗的时间点。在就地清洗之后,再次执行前述的由物理清洁和随后的生产周期或者说生产步骤组成的过滤周期,直到需要下一次就地清洗。在下面将一次就地清洗和随后的过滤周期直到开始下一次就地清洗称为就地清洗周期。也就是说,就地清洗周期包含就地清洗和多个过滤周期,在此,各个过滤周期分别由其物理清洁和随后的生产步骤或者说生产周期组成。

[0026] 进一步优选地,通过对曲线的外推来确定下一次就地清洗的时间点,该曲线定义了过滤周期终止时过滤系统或者过滤元件上的压力与过滤周期的数目的关系。也就是说,在过滤周期终止时、即在下次机械清洁之前,检测过滤系统或者过滤元件上的压力或压差,并绘出该压力与已进行的过滤周期的数目的关系。在此,由于每个过滤周期中的机械清洁不可能完全地恢复或清洁过滤元件,因此例如过滤膜上的压力或压差会从一个过滤周期到一个过滤周期地逐次增大。通过该曲线的外推,可以确定该曲线何时达到压力或压差的预设最大值,此时必须要进行下一次的就地清洗。由此,可以预先设定或者说预先判断出直至就地清洗的过滤周期的数目的时间点。

[0027] 进一步优选地,根据所估算的能量消耗来调整物理清洁开始时的相对能量消耗的

预定斜率或者说边界斜率,并基于所估算的能量消耗来确定前面的过滤周期的数量。也就是说,基于前面的多个过滤周期的能量消耗来计算或外推出接下来的过滤周期的能量消耗。在该估算得出的期望能量消耗的基础上来调整所设定的物理清洁开始时的斜率。为此,特别是为了调整该预设的斜率,需要对多个过滤周期的能量消耗的推断进行计算,以便能够提前确定当前的就地清洗周期的能量消耗。当前的就地清洗周期包括一次就地清洗过程和多个过滤周期,在该多个过滤周期之后紧接着就开始下一次的就地清洗或者说就地清洗过程。为了提前确定当前的就地清洗周期的能量消耗,以过去的多个过滤周期的能量消耗为基础并据此通过外推法来提前计算出用于接下来的过滤周期的能量消耗。由此,根据对例如通过描述了压力和过滤周期的数量的关系的曲线的外推所确定的直至下一次就地清洗的过滤周期的数量的了解,可以提前确定或者是估算出整个当前就地清洗周期的能量消耗。将由此被提前确定的能量消耗与之前提前确定的当前就地清洗周期的能量消耗进行比较。也就是说,连续地进行对当前或者说所运行的就地清洗周期的能量消耗的提前确定,并通过比较来观察,该提前确定的能量消耗例如在逐次的过滤周期中是如何变化的。

[0028] 当先前、即在前面提前确定的能量消耗小于当前提前确定的用于当前或所运行的就地清洗周期的能量消耗时,优选增大预设的斜率。也就是说,当由此估算出的能量消耗或者说估算出的用于所运行的就地清洗周期的成本升高时,通过增大预设的斜率来缩短过滤周期,从而以更短的时间间隔来进行物理清洁。

[0029] 相反优选地,当先前提前确定的能量消耗大于当前提前确定的能量消耗时,减小预设的斜率。在这种情况下,提前确定的所有已运行的就地清洗周期的能量消耗将随着过滤周期逐次地降低,从而可以通过降低预设的斜率来延长过滤周期,即,增大各次物理清洁之间的时间间隔。因此,通过这种对预设斜率的调整,可以使得整个就地清洗周期的能量消耗最小化。在此,在估算当前的就地清洗周期的能量消耗时,优选不仅要随同考虑过滤周期的能量消耗,而且还要随同考虑就地清洗或者说就地清洗过程的能量消耗。代替只考虑能量消耗地,还可以考虑用成本来代替能量消耗,并且可以对当前成本求和,并针对就地清洗周期提前确定。除了能量消耗之外,例如还可以将就地清洗中所必需的清洁介质的成本计入成本中。

[0030] 也可以替代地使用前面所述方法之外的方式,来确定就地清洗的时间点。例如可以连续地记录一种总能量消耗,该总能量消耗至少等于就地清洗的能量消耗,在最后一次就地清洗之后所进行的物理清洁的能量消耗和从最后一次就地清洗开始所进行的、直至预设的、特别是当前时间点的生产周期的能量消耗。然后,可以相应地基于该总能量消耗连续地确定相对能量消耗。在此是以如下的净渗透体积为基础:该净渗透体积如前所述地等于所产生的渗透体积减去最后一次就地清洗以及所进行的物理清洁所必需的渗透体积。根据由此检测到并被连续记录的整体相对能量消耗,可以在该相对能量消耗达到或经过了最小值时开始就地清洗。也就是说,在此对就地清洗的时间点的确定是以与前述的根据仅检测一个生产周期的局部相对能量消耗来确定物理清洁的时间点相对应的方式实现的。同样地,对于就地清洗的开始,应选择相对能量消耗基本上达到最小值时的时间点。必要时,该时间点可以在经过或超过最小值之后才被识别出来,因此可能并不是非常精确地实现最小的能量消耗。因此,为了以这种方式来确定就地清洗的时间点,需要将多个生产周期或多个物理清洁的整体相对能量消耗记录或者说考虑在内。

[0031] 在该考量下,优选通过连续地计算相对能量消耗,即整体相对能量消耗,并且绘出关于时间的曲线的方式,来确定物理清洁的时间点,在此,优选如果该曲线的斜率的数值达到或经过最大值,则开始物理清洁。该曲线的斜率是负的,也就是说,相对能量消耗会随时间降低,因为该相对能量消耗会随着所产生的渗透体积的逐渐增大而降低。但是,相对能量消耗的下降会随着对过滤元件的污染的增加而放缓,因为这会使得当前在压力条件恒定的情况下所产生的渗透体积的数量下降。优选如果该曲线的斜率降低或者说该曲线的斜率的数值减少,即已经超过最大值,则开始物理清洁,例如反冲洗。因此在关于整体相对能量消耗的曲线上,既可以确定就地清洗的时间点,又可以确定位于其间的一次或多次物理清洁的时间点。

[0032] 根据本发明的另一种优选的实施方式,将根据本发明的用于控制过滤系统的控制方法设计为,通过该方法在过滤系统中主要是横向流,也就是说,过滤元件、特别是膜在其入口侧被横向流穿流而过。在根据本发明的控制方法中,优选基于当前的渗透流对该横向流进行调整,也就是说,根据当前渗透流的体积流来调整横向流的体积流。在此,优选如果经过过滤元件的渗透流小于预设的边界值,则增大横向流,并且如果渗透流高于预设的边界值,则降低横向流。这也有助于使过滤系统中的能量消耗最小化,因为用于产生横向流的能量能够被最小化。尽管在压力比例恒定的情况下通过改变横向流能够影响渗透流,然而还可以通过改变横向流来影响污染率或出错率,并因此来影响系统关于时间的能量消耗。通过改变能量消耗,能够影响能量消耗的曲线的斜率,并因此影响该斜率的最小值,在该最小值的时间点上进行物理清洁和/或就地清洗。

[0033] 随着横向流的增强,过滤周期会更长并因此产生更多的渗透,但是更大的横向流也就意味着更高的能量消耗。这意味着,相比于更小的横向流,当横向流更大时,在一个周期中需要进行的物理清洁或者说反冲洗就越迟。也就是说,如前所述的相对能量消耗的最小值会在更迟的时间点达到,从而延长了生产持续时间。这种针对各种不同的横向流调整对与时间相关的相对能量消耗的模拟,使得能够进行这样的横向流调整:即,选择能够实现最有能量效率的运行的横向流,也就是相对能量消耗的曲线的最小值是最低的。相同的概念不仅可以用于确定反冲洗的时间点,而且还可以如前所述的并参照图9至图11所描述的那样在考虑到整体相对能量消耗的情况下被使用。也就是说,在此可以模拟一完整的就地清洗周期的整体相对能量消耗的曲线,来用于各种横向流调整,从而发现最优的横向流调整,该最优的横向流调整能够实现整体相对能量消耗的最低的最小值。

[0034] 根据另一种优选的实施方式,可以针对各种横向流、即不同强度的横向流,来模拟相对能量消耗关于时间的曲线。这样,可以针对横向流选择这样的值:在该值的情况下,最小化的能量消耗的曲线具有其最低的最小值。这不仅可以针对两次物理清洁之间的局部相对能量消耗来实现,也可以针对在两次就地清洗过程之间的整体相对能量消耗来实现。

附图说明

[0035] 下面借助于附图示例性地说明本发明:

[0036] 图1a示出了过滤系统的第一示例,

[0037] 图1b示出了在使用横向流的情况下过滤系统的第二示例,

[0038] 图2示出了一图表,其中示出了与时间相关的过滤系统的压差,

- [0039] 图3示出了与时间相关的过滤周期的相对能量消耗，
[0040] 图4示出了用于确定过滤周期的持续时间的流程图，
[0041] 图5示出了过滤系统的压差与过滤周期的数目的关系，
[0042] 图6示出了用于调整相对能量消耗的边界斜率的流程图，
[0043] 图7示出了用于调整横向流的流程图，
[0044] 图8示出了用于确定清洁过程的长度的流程图，
[0045] 图9示出了用于确定物理清洁和就地清洗的时间点的一种替代方法的流程图，
[0046] 图10示出了图9中的步骤X中运行的细节，
[0047] 图11示出了图9中的步骤XI中运行的细节，
[0048] 图12示出了整体相对能量消耗的两种可能的曲线，和
[0049] 图13示出了根据图12的曲线的截取部分XIII。

具体实施方式

[0050] 图1a示意性示出了第一种过滤系统，在该过滤系统中可以使用根据本发明的控制方法。该过滤系统具有作为中央元件的过滤元件2。该过滤元件例如可以是膜或者是多个膜的组件。但是也可以使用其他合适的过滤元件或者其他合适的过滤元件组。待过滤的介质，例如被污染的水从供应部4（例如泉井）通过输送泵6被输送到过滤元件2。经过滤的介质或水在过滤元件2的出口侧流入到收集容器8中。积累起来的没有经过过滤元件2的浓缩物（Konzentrat）10则被收集起来或以其他合适的方式排出。此外，在过滤元件2的出口侧，在去往收集容器8的流动路径中设有反冲洗泵12，过滤后的介质，也就是渗透物，可以通过该反冲洗泵从收集容器8返回到过滤元件2，并沿着与过滤方向相反的方向被泵送通过过滤元件，以便对过滤元件2进行反冲洗。在此，在过滤元件2的入口侧离开的介质与浓缩物一起10被排出。此外在这种布局中，在从过滤元件2到收集容器8的流动路径中设有流动传感器14，该流动传感器检测渗透物流量或沿着相反的方向检测反冲洗流量。此外，在过滤元件2的入口侧设有第一压力传感器16，并在过滤元件的出口侧设有第二压力传感器18，通过这些压力传感器能够确定过滤元件2上的压差P，也就是过滤器变压（Transfilter）或膜变压压力（Transmembrandruck）TMP。

[0051] 根据图1b的设计方案是一种具有横向流的过滤系统。在该过滤系统中，除了根据图1a所述的设计方案之外附加地还设有横向流泵20，该横向流泵使待过滤的介质循环经过过滤元件2的入口侧，也就是说，在过滤元件上产生横向流，这使得对过滤元件的污染更缓慢。

[0052] 图2示意性示出了过滤元件2的运行，在此示出了与时间T相关的过滤元件2上的压力或压差TMP。可以看到，许多的过滤周期22是彼此相继的，在此，每个过滤周期22开始均是由一个物理清洁24和一个随后的生产阶段或者说随后的生产周期23组成的，在该生产周期中执行实际的过滤过程。在生产周期23之后再次进行一个物理清洁，由此开始下一个过滤周期22。可以看到，过滤元件2上的压差TMP在生产周期23期间上升，并能够随着物理清洁再次下降，该物理清洁特别是借助于前述的反冲洗泵12所进行的反冲洗，当然在此不可能再恢复到初始状态。在一定数量的这种过滤周期22之后，使用清洁介质或化学物质进行就地清洗（地点固定的清洁）28，由此能够在更大程度上降低过滤元件2上的压差。然后再次进行

多个过滤周期22,直至需要进行新的就地清洗28。因此,一个就地清洗周期26包括一次就地清洗28和随后的多个过滤周期22,直到开始就地清洗过程28。

[0053] 在已知的系统中,过滤系统的运行主要是通过过滤系统或过滤元件2上的压差TMP的变化来控制,但是根据本发明,控制方法被设计为,使系统能量优化或者说成本优化地运行。为此首先设计为,对过滤系统进行控制,以产生所期望的净渗透流 Q_N 。也就是说,所产生的渗透量减去清洁或反冲洗所必需的渗透量就是净渗透流,并保持在所期望的额定值上。由此可以防止产生过多的渗透,这会导致不必要的能量成本和清洁成本。

[0054] 此外,根据本发明设计为,在过滤周期22期间连续地检测过滤系统的总能量消耗 E_G ,并由此检测总成本。总能量消耗 E_G 通常是整个系统的电能消耗,该电能消耗首先是通过泵6和12或者必要时还有横向流泵20的能量消耗来确定的。总能量消耗 E_P 由生产周期的能量消耗 E_P 和反冲洗的能量消耗 E_B 相加得到。在此,过滤周期22始终被视为以反冲洗过程开始,该反冲洗代表物理清洁24。通过将总能量消耗 E_G 与所产生的净渗透体积 Q_N 关联起来,就可以根据该总能量消耗 E_G 来确定相对能量消耗 E_{rel} 。在此,净渗透体积 Q_N 等于所产生的渗透体积 Q_P 减去反冲洗过程所需的反冲洗体积 Q_B 。

[0055] 在此,过滤如图4所示的那样进行。在以步骤S1开始后,在步骤S2中首先是针对第一过滤周期22来规定所估算的反冲洗体积 Q_{B1} 和所估算的反冲洗能量消耗 E_{B1} ,在该第一过滤周期开始时不发生物理清洁24。随后在步骤S3中,基于这些值在生产周期23期间对生产能量消耗 E_P 进行连续地检测并求和。同时对所产生的渗透体积 Q_P 进行连续地检测并求和。基于之前所规定的反冲洗能量消耗 E_B (用于第一周期 E_{B1}) 和反冲洗体积 Q_B (用于第一周期 Q_{B1}) 的值,连续地确定当前的相对能量消耗 E_{rel} 。图3示出了相对能量消耗 E_{rel} 关于时间T的曲线。可以看到,该相对能量消耗首先在开始时是负的并趋近于无穷,因为在开始时没有产生渗透体积 Q_P ,而是仅存在被消耗的反冲洗体积 Q_B 。当产生很多的渗透体积 Q_P 时,所消耗的反冲洗体积 Q_B 将被再次补充,相对能量消耗 E_{rel} 随时间而降低,直至到达最小值30。在最小值30的情况下,曲线的斜率等于零。

[0056] 关于图4中的步骤S4,在生产周期23期间,连续地监控斜率N,即相对能量消耗 E_{rel} 的导数,并检查斜率是否达到边界斜率 N_{STOP} 。只要没有达到边界斜率 N_{STOP} ,生产周期23就将继续进行。如果达到了边界斜率 N_{STOP} ,则在步骤S5中停止生产周期23并实施物理清洁24,即反冲洗。在步骤S6中,对物理清洁24所需的能量消耗 E_B 和所需要的反冲洗体积 Q_B 进行检测,然后以此为基础在步骤S3中计算接下来的过滤周期22的相对能量消耗 E_{rel} 。在根据图3的示例中,生产周期23在边界斜率 $N_{STOP}=0$ 、即达到最小值30时停止。由此可以使生产周期23结束,从而能够将物理清洁24之间的时间间隔选择为,在考虑到必需的物理清洁24的情况下,能够以最小的能量消耗或者说成本耗费来实现生产周期22中的生产。但是在此没有考虑到,在一定的时间间隔内需要进行就地清洗(CIP) 28。而这同样需要能量并增加成本。在这种情况下,如果想要延长CIP周期26并因此降低所需要的就地清洗过程28的数量,就希望能够在各个过滤周期22中承受更高的能量消耗。在考虑到用于CIP周期28的能量消耗或成本的情况下,这可以通过调整边界斜率 N_{STOP} 的方式来实现,即相对于最小值30进行一定程度的位移。

[0057] 图6示出了相应的方法流程。在步骤S1中开始过滤,在此,首先在步骤S2中如前所述地针对第一周期规定所估算的用于第一物理清洁的能量消耗 E_{B1} 和所估算的用于第一物

理清洁的反冲洗体积 Q_{B1} 。此外,将用于过滤周期22的数量的计数器I设置为0,并将边界斜率 N_{STOP} 首先设置为0。最后在步骤S3中,对相对能量消耗 E_{rel} 进行连续的检测或求和,在此,第一过滤周期22是以反冲洗体积 Q_{B1} 和反冲洗能量消耗 E_{B1} 为基础的。然后对于接下来的过滤周期22,则是分别基于前面的反冲洗过程或者说前面的物理清洁24的反冲洗体积 Q_B 和反冲洗能量消耗 E_B 。如图4所示的,在步骤S4中计算相对能量消耗关于时间T的曲线的斜率N,并与边界斜率 N_{STOP} 相比较。只要没有达到该边界斜率,则生产周期23继续进行。步骤S5和S6如图4所示的那样被执行。当然,在步骤S4和S5之间还插入了步骤S4B,在该步骤中将用于过滤周期22的数量的计数器I与预设值 I_{CIP} 进行比较。预设值 I_{CIP} 给出了预设的周期数量(例如10、20、30等),在该数量的周期之后开始对整个CIP周期26的成本或能量消耗进行估算。如果没有达到该预设值 I_{CIP} ,该方法将以步骤S5和S6继续进行,如图4所示。如果达到预设值 I_{CIP} ,则在步骤S7中,在关于多个过滤周期22求和得到的相对能量消耗 E_{rel} 的基础上,提前计算出整个CIP周期的相对总能量消耗。在此,还要考虑到前面的就地清洗过程28的能量消耗或者说成本。如果还没有发生前面的CIP过程28,则在此首先使用所估算的成本。

[0058] 为了能够估算出随后直至下一个CIP28还需要进行的过滤周期22的数量,根据图5中所示出的曲线进行外推。在图5中示出了关于周期的数量I的过滤元件2或整个过滤系统上的压差TMP。如果压差TMP达到预设的边界值,则开始CIP28。该曲线关于过滤周期I的斜率被外推直到该边界值,从而估算出到那里还需要的过滤周期的数量。为此,在步骤S7中通过求和估算出能量消耗。在步骤S8中比较,由此估算出的能量消耗是大于还是小于在前面的过滤周期22中所估算出的能量消耗。在此还可以考虑用成本来替代能量消耗,其中例如还可以将就地清洗过程中所需要的清洁工具的成本考虑进去。如果当前估算的整个CIP周期的能量消耗或当前估算的整个CIP周期的成本小于在前面的过滤周期22中所估算的能量消耗或成本,则在步骤S9中将边界斜率 N_{STOP} 降低一值 ΔN 。随后执行前述的步骤S5。如果所估算的能量消耗或成本不小于在前面的过滤周期22中所估算的能量消耗或成本,则随后执行步骤S10,并将边界斜率 N_{STOP} 升高一预设的值 ΔN 。由此实现对边界斜率 N_{STOP} 的调整,并在必要时使物理清洁24开始时的点相对于在图3中示出的最小值30位移。由此可以使在图3中示出的曲线上的点向左或向右位移。过滤周期22的长度由此被优化,从而能够使整个CIP周期26的能量消耗或成本整体上最小化。

[0059] 如果在过滤周期期间利用横向流进行过滤,则根据本发明的一种特别的实施方式设计为,同样对该横向流进行优化。这可以按照如图7所示的第一种方法变形方案来实现。在步骤S1中开始控制过程之后,在步骤S2中首先确定要预设的初始值。由此来确定横向流相比于预设值的变化值 dQ 。此外,还要确定横向流的额定值 $Q_{crossflowmax}$ 。将计数器i设为零,此外将所产生的渗透物的额定流量规定为流量 $Flux_{ref}$ 。在接下来的步骤S3中,将被调整的横向流 $Q_{crossflow}$ 首先设定为在步骤S2中所确定的额定值 $Q_{crossflowmax}$ 。由于计数器i等于零,该数值在该时间点上没有升高或降低。随后在图7中的步骤S4中,检查当前的渗透物流量 $Flux$ 是否小于额定流量 $Flux_{ref}$ 。如果是,则首先执行步骤S5,在该步骤中,由于计数器i继续等于零,因此横向流 $Q_{crossflow}$ 不发生变化。在步骤S6中,重新检查渗透物流量 $Flux$ 是否小于先前确定的额定流量 $Flux_{ref}$ 。如果仍然是这种情况,则在步骤S7中将计数器i增加1,并因此随后在步骤S5中将横向流 $Q_{crossflowmax}$ 增加数值 $i \cdot dQ$ 。随后重新执行步骤S6。如果在步骤S6中检查发现:渗透物流量等于或大于额定流量 $Flux_{ref}$,则不再继续增加计数器i并使横向流

$Q_{\text{crossflow}}$ 保持恒定。如果在步骤S4中检查发现：渗透物流量 $Flux$ 等于或大于额定流量 $Flux_{\text{ref}}$ ，则接着执行步骤S8，在该步骤中将计数器 i 减1。然后紧跟着步骤S8重新执行步骤S3，在该步骤中，随着计数器 i 偏离零，横向流 $Q_{\text{crossflowmax}}$ 通过与计数器 i 相乘而被降低一变化值 dQ ，因为计数器 i 是负的。这将一直进行至达到所期望的渗透物流量。通过这种方式，可以利用最小的横向流实现所期望的渗透物流量 $Flux_{\text{ref}}$ 。

[0060] 在另一种替代的对横向流进行优化的实施方式中描述了连续生产周期中的局部相对能量消耗关于时间的曲线。可以通过模拟过程对不同横向流的不同的相对能量消耗进行模拟，然后选择出能够使所模拟的相对能量消耗的曲线达到最低的最小值的横向流。在相对能量消耗中，关于总能量消耗还需要考虑到用于产生横向流的能量消耗。

[0061] 最后，根据本发明优选地，各个反冲洗过程或者说物理清洁过程24关于其持续时间进行优化。为此，在反冲洗过程期间连续地监视系统参数，然后如果该系统参数基本上恒定或者说稳定，则终止反冲洗过程24。在此，可以考虑将表征系统的液压阻力的数值作为系统参数。也就是说，实施物理清洁24，直至液压阻力具有稳定的数值或者说接近于稳定的数值为止。在图8中示意性示出了该方法。反冲洗过程或者说物理清洁24在步骤S1中开始。在步骤S2中，规定在反冲洗过程期间的额定值 $Q_{\text{bw_set}}$ 和压力最大值 $P_{\text{bw_max}}$ 。在此，流量与流动传感器14上的流量，即沿冲洗方向经过过滤元件2的流量一致。压力 P_{bw} 与物理清洁期间压力传感器16和18之间的压力一致，即膜变压压力TMP。

[0062] 在步骤S3中，在物理清洁期间连续地检测实际压力 P_{bw} 以及实际流量 Q_{bw} 。在此，通过使所检测到的压力 P_{bw} 与最大压力 P_{bwmax} 相除，以及使所检测到的流量 Q_{bw} 的平方与流量的额定值 $Q_{\text{bw_set}}$ 的平方相除，可以连续地确定标准值 P_{norm} 和 Q_{norm} 。由此将连续地形成用于液压阻力的特征值 C ， $C = Q_{\text{norm}}^2 / P_{\text{norm}}$ 。在步骤S4中，通过基于特征值 C 和连续的平均值 C_{avg} 形成差值，并且将该差值与连续的平均值 C_{avg} 相关联，就可以根据在图8中的步骤4中所示出的公式来确定该特征值 C 的变化 dC 。如果该偏差 dC 大于预设的值，则继续进行物理清洁24。如果偏差 dC 达到边界值或者低于该边界值，则表征系统液压阻力的特征值 C 的符号是稳定的。在这种情况下，在步骤S6中停止清洁过程24。

[0063] 下面将参照图9至图11对一种替代的用于确定物理清洁24或者CIP过程或者说就地清洗28的时间点的方法流程进行说明。二者均可以单独地基于对两个CIP过程之间的整体相对能量消耗 E_{rel} 的考量或者说整体相对能量消耗 E_{rel} 的曲线来进行。图12示出了整体相对能量消耗关于时间的两种可能的曲线。图13放大地示出了图12中的曲线部分XIII。整体相对能量消耗的曲线基本上与在图3中示出的局部相对能量消耗的曲线一致，仅描绘了在相应更长的时间段上经过更多的物理清洁。此外，整体相对能量消耗的曲线不是光滑地延伸，而是如图12和图13所示的具有摆幅或锯齿，这种摆幅或锯齿代表了会导致相对能量消耗在短时间内升高的物理清洁过程。在实现CIP过程28之后，在图9中的步骤S1中开始该方法。在开始时首先净渗透体积 $Q_N = 0$ 。同时总能量消耗 E_G 直至该时间点均与前面的CIP过程的能量消耗一致。在步骤S3中，首先检查所产生的净渗透体积 Q_N 是否大于CIP体积 Q_{CIP} ，即在前面的CIP过程28中所耗费的渗透体积。如果净渗透体积 Q_N 小于先前消耗的CIP体积 Q_{CIP} ，则或者如前面参照图4所述地，或者如在图11中示意性示出地，执行对物理清洁24的时间点的确定。在图11中示出的方法与步骤S3A或者图4中的步骤S3一致。在那里要连续地检测局部相对能量消耗，即用于连续地生产周期的局部相对能量消耗。与图4的不同之处在于，在步骤

S4A中不检查是否达到边界斜率 N_{STOP} ,而是要检查斜率 N_N 是否大于零。也就是说,在此 $N_{STOP}=0$ 。如果斜率达到0,则在步骤S5(也包括图9中的步骤S5)中执行物理清洁24。只要边界斜率没有达到 $N_{STOP}=0$,则继续进行过滤周期22。

[0064] 在步骤S5中进行物理清洁24之后,在图9中随后是步骤S6,在该步骤中检查整体相对能量消耗的斜率 N 的符号是否发生了变化。在此作为基础的整体相对能量消耗 E_{rel} 是以从最后一次CIP过程28起的总能量消耗包括用于该CIP过程28和随后的物理清洁以及随后的生产周期的能量消耗为基础的。另外还基于从最后一次CIP过程28起的该时间段的总净渗透体积 Q_N 。区别在于:如图4和图11所示的步骤XI,仅以两个物理清洁24之间的各个生产周期23的局部相对能量消耗 E_{rel} 为基础。

[0065] 如果在图12和图13中示出的整体曲线的斜率 N 从最后一次CIP过程之后在步骤S6中其符号没有变化,则随后又是步骤S3。如果发生符号变化,也就是经过或者说超过了最小值,则在接下来的步骤中紧接着是CIP过程28。随后,以步骤S1重新开始本方法。该最小值与图3中的最小值30一致。

[0066] 在图9中的步骤S3中识别:净渗透体积 Q_N 是否超过了CIP体积 Q_{CIP} ,即,相比于在前面的CIP过程所耗费的,是否产生了更多的渗透物。如果不是,则如前所述地确定物理清洁24的时间点。如果产生了更多的体积,则在步骤S3之后紧接着是在图10中示出的步骤X。然后,根据从最后一次CIP周期开始的、也就是经过多个生产周期23的相对能量消耗 E_{rel} 的整体曲线,同样可以确定物理清洁24的时间点。

[0067] 这将在图10中所示出的那样实现。在该方法流程开始之后,紧接着图9中的步骤S3地,首先在步骤S3B中等待几秒钟的延迟 dt 。随后在步骤S3C中,基于当前的相对能量消耗 E_{rel} 关于时间的曲线,来确定该曲线在当前时间点时的当前斜率。现在在步骤S4B中比较当前所确定的斜率是否比在前面的计算步骤中的、即延迟 dt 之前的斜率更有利。如果该斜率是更有利的,则接下来重新进行步骤S3B。当斜率更陡峭时,其是更有利的,在此,斜率是负的,因为曲线在该区域中上单调下降的。如果曲线延伸是更平坦的,即斜率的值更小,则斜率进程并非是最优的,并且紧接在步骤S4B后的是步骤S5中的物理清洁24,该步骤与图9中的步骤S5一致。随后又紧接着是图9中的步骤S6。也就是说,在这种方法变型中,物理清洁24的时间点将根据相对能量消耗关于所有CIP周期26的整体曲线来确定。当斜率或者说其数值较小时,即曲线较平坦时,即相对能量消耗的降低放慢时,开始物理清洁24。图12和图13示出了整体相对能量消耗的两个曲线I和II,在此,相比于曲线I,曲线II中的两个物理清洁24之间的周期持续时间被缩短了,也就是说,该曲线将更陡峭地下降,这是有利的,因为整体相对能量消耗变得更低。

[0068] 附图标记列表

[0069] 2 过滤元件

[0070] 4 供应部

[0071] 6 输送泵

[0072] 8 收集容器

[0073] 10 浓缩物

[0074] 12 反冲洗泵

[0075] 14 流动传感器

- [0076] 16 第一压力传感器
- [0077] 18 第二压力传感器
- [0078] 20 横向流
- [0079] 22 过滤周期
- [0080] 23 生产周期
- [0081] 24 物理清洁
- [0082] 26 CIP周期
- [0083] 28 CIP过程
- [0084] 30 最小值
- [0085] E_G 总能量消耗
- [0086] E_P 生产能量消耗
- [0087] E_B 反冲洗能量消耗
- [0088] E_{rel} 相对能量消耗
- [0089] N 相对能量消耗的导数
- [0090] N_{STOP} 边界斜率
- [0091] Q_N 净渗透体积
- [0092] Q_P 渗透体积
- [0093] Q_B 反冲洗体积
- [0094] K_{CIP} CIP体积
- [0095] Q_{bw} 冲洗流量
- [0096] P_{bw} 冲洗压力
- [0097] Q_{norm} 标准冲洗流量
- [0098] P_{norm} 标准冲洗压力
- [0099] C 液压阻力的特征值
- [0100] dC 液压阻力的特征值的差值
- [0101] C_{avg} 特征值C的连续平均值
- [0102] I 周期的数量
- [0103] I_{CIP} 周期数量的预设值
- [0104] TMP 过滤元件上的压差。

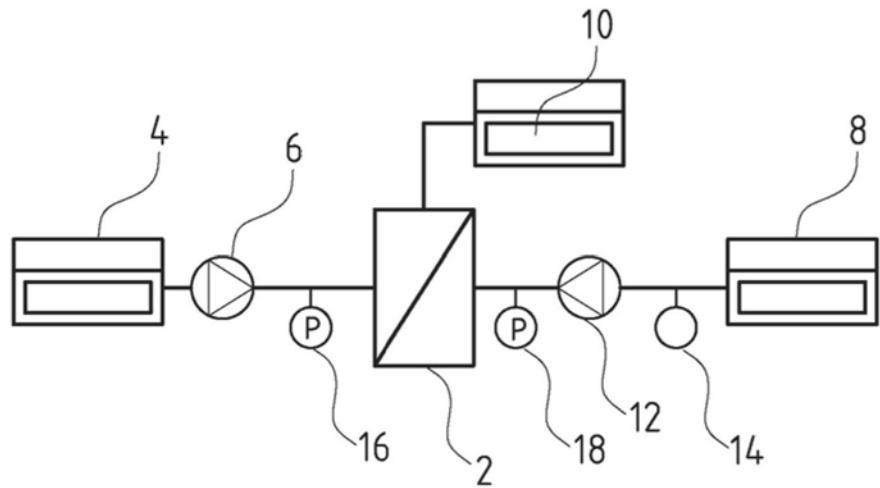


图1a

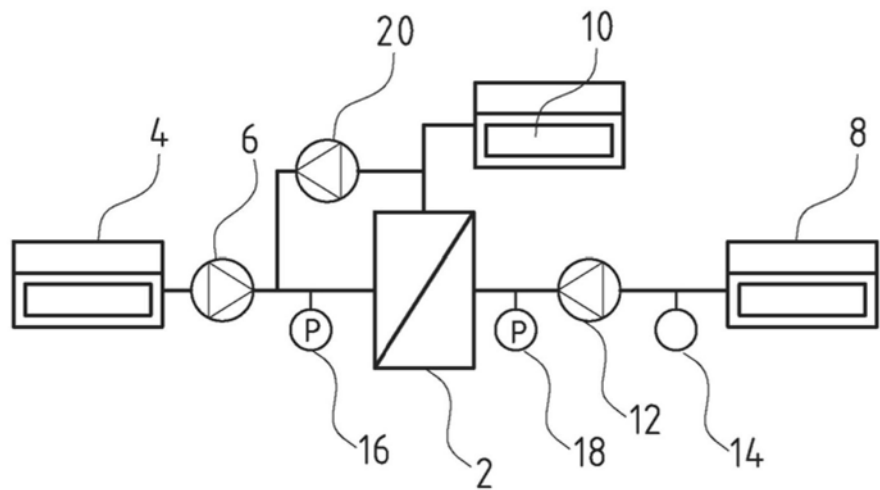


图1b

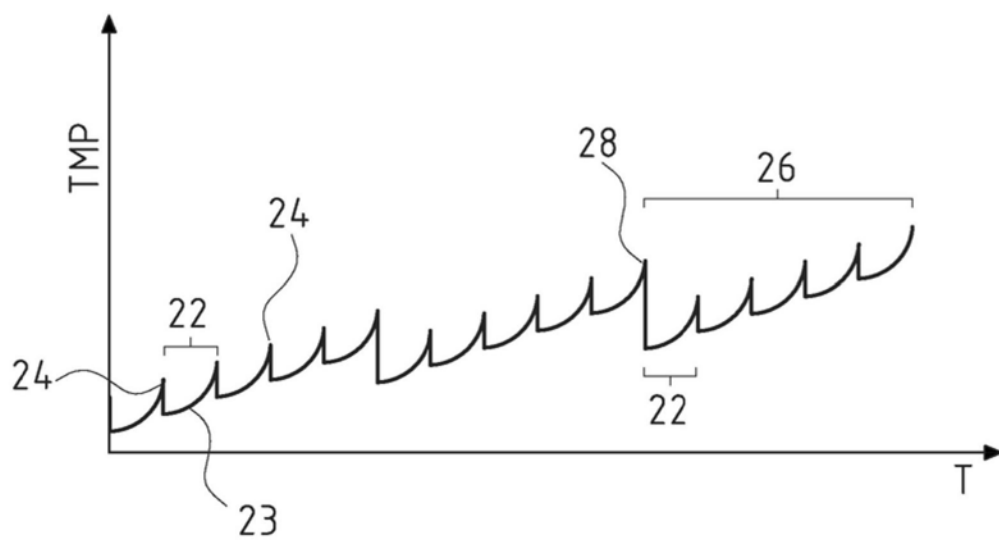


图2

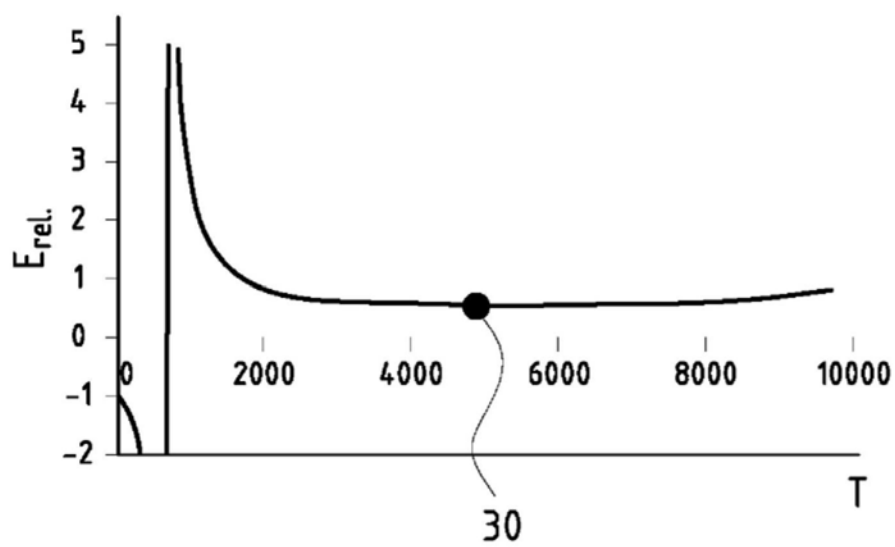


图3

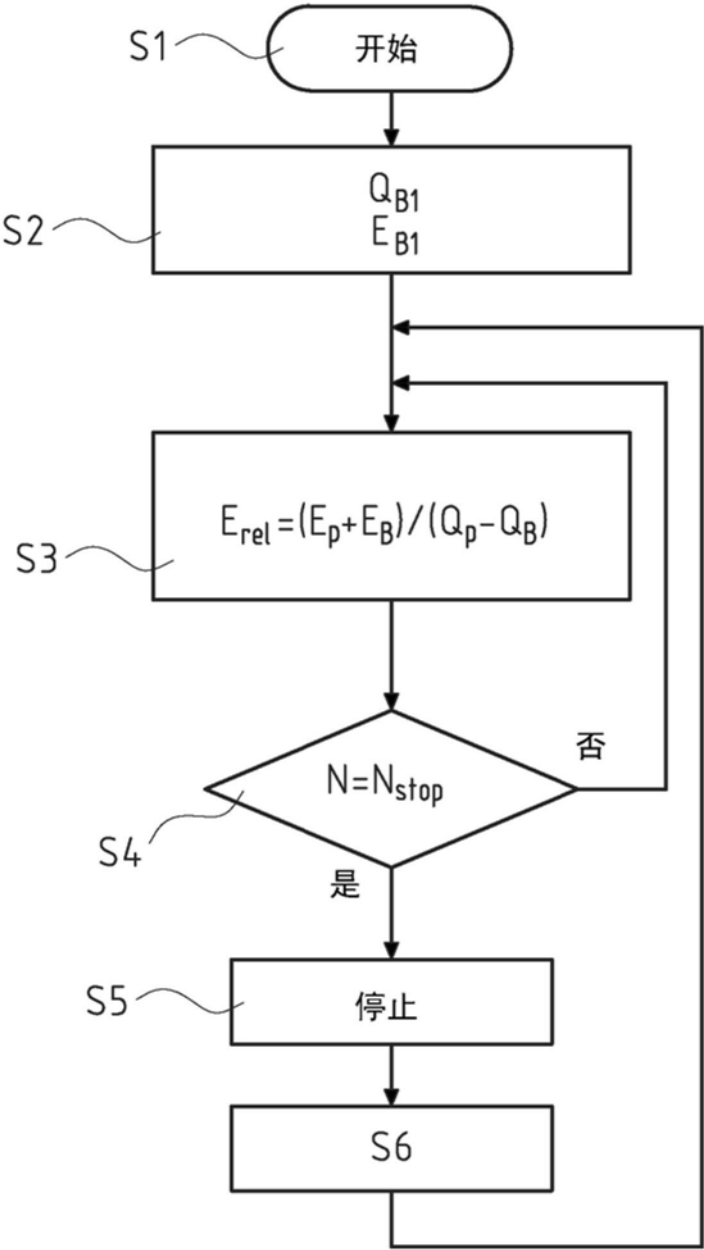


图4

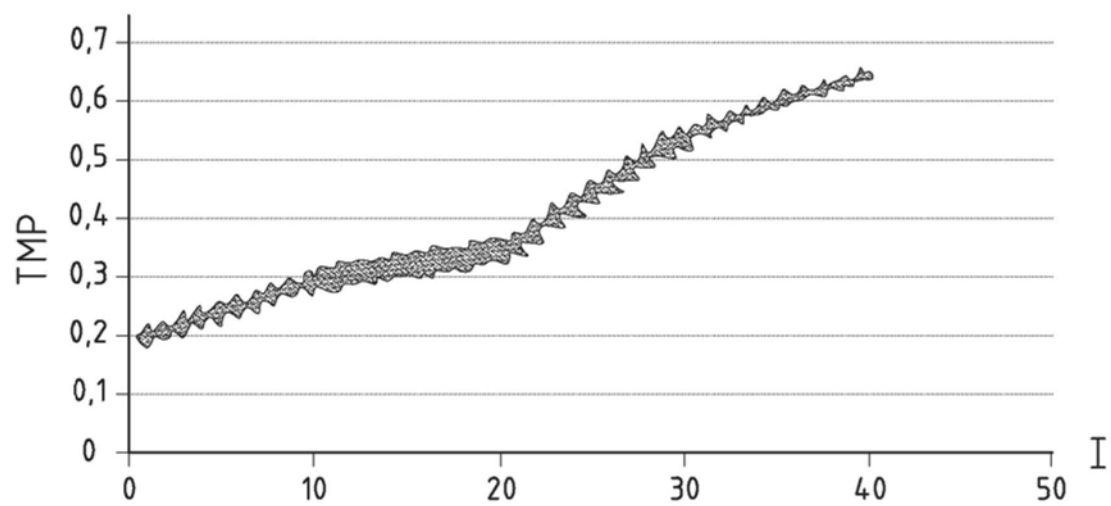


图5

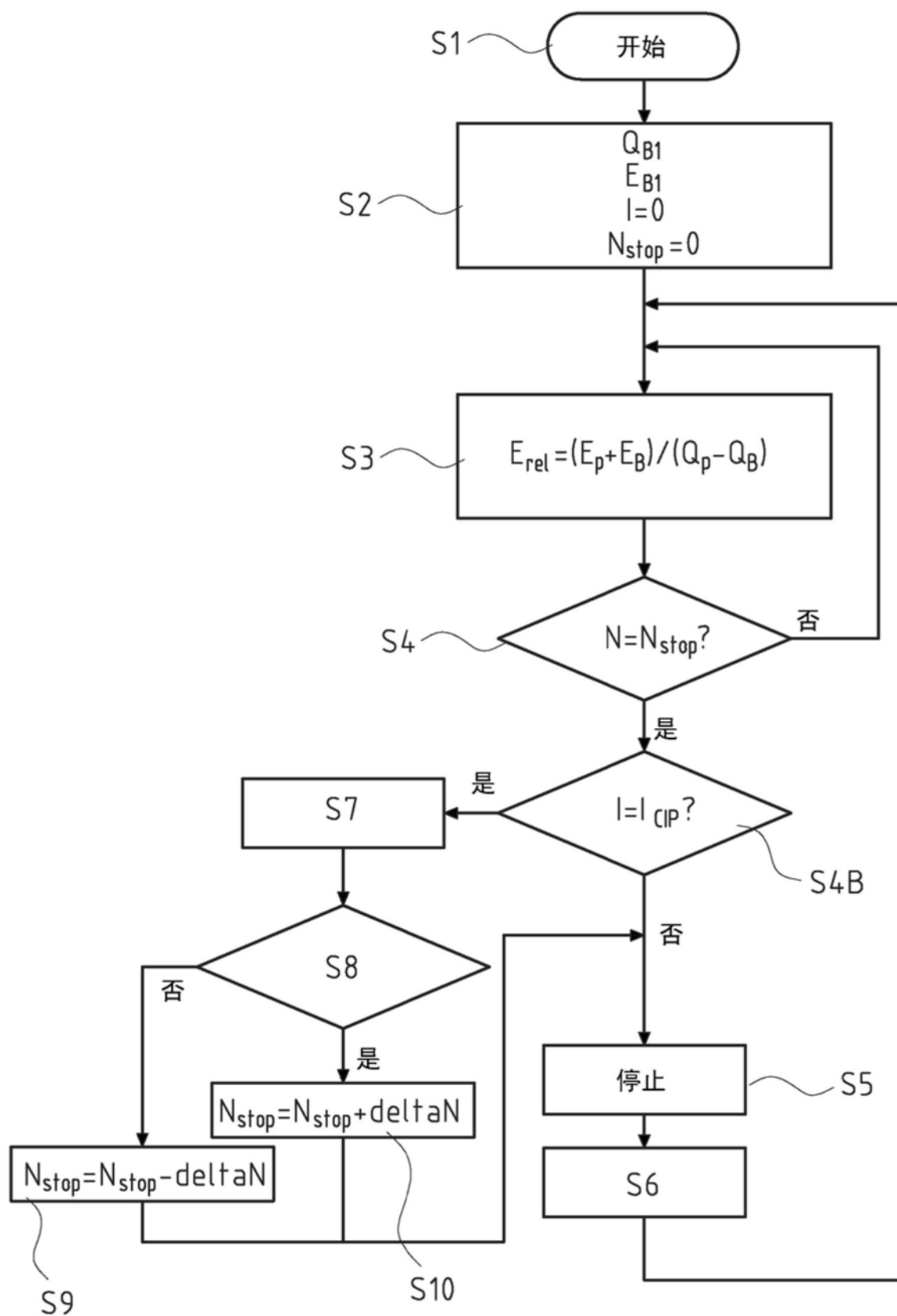


图6

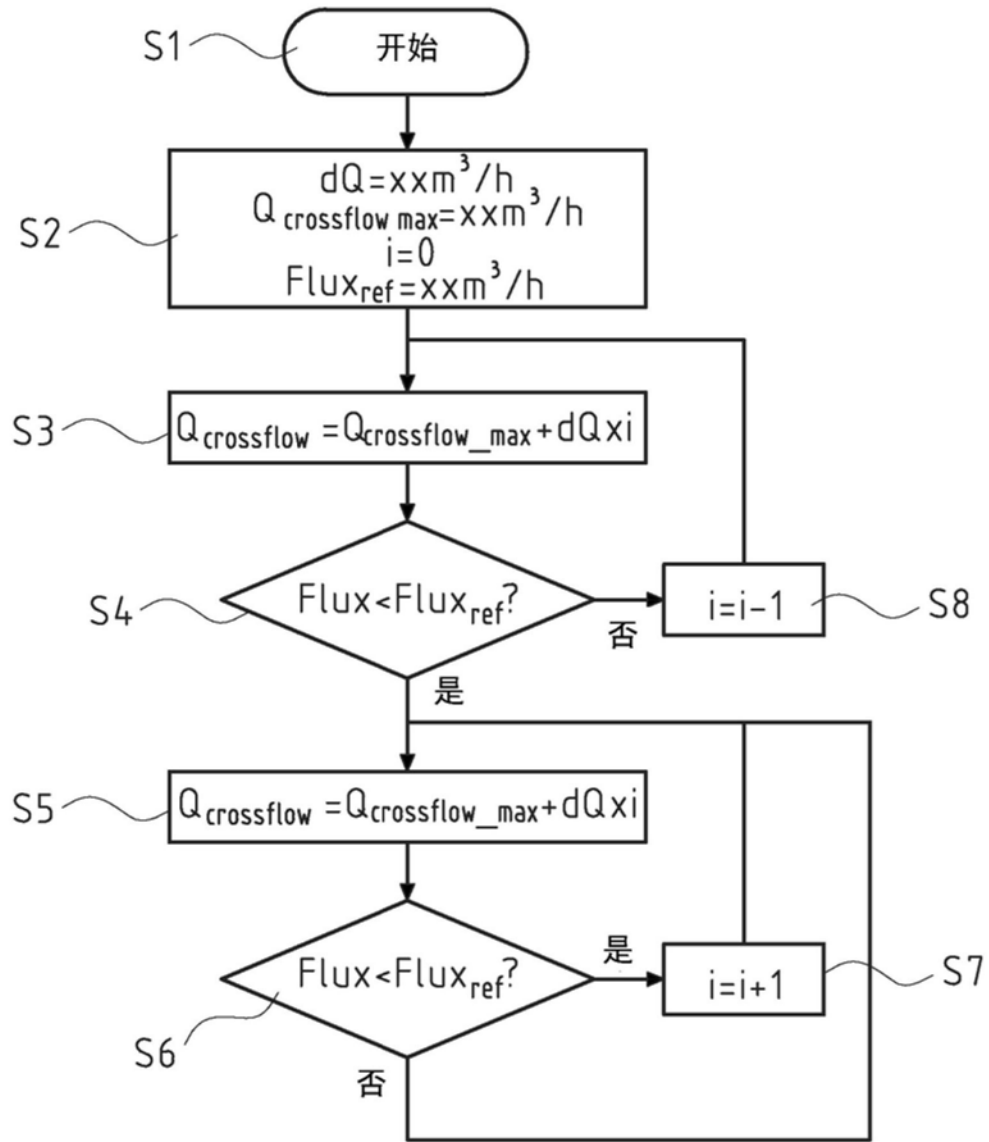


图7

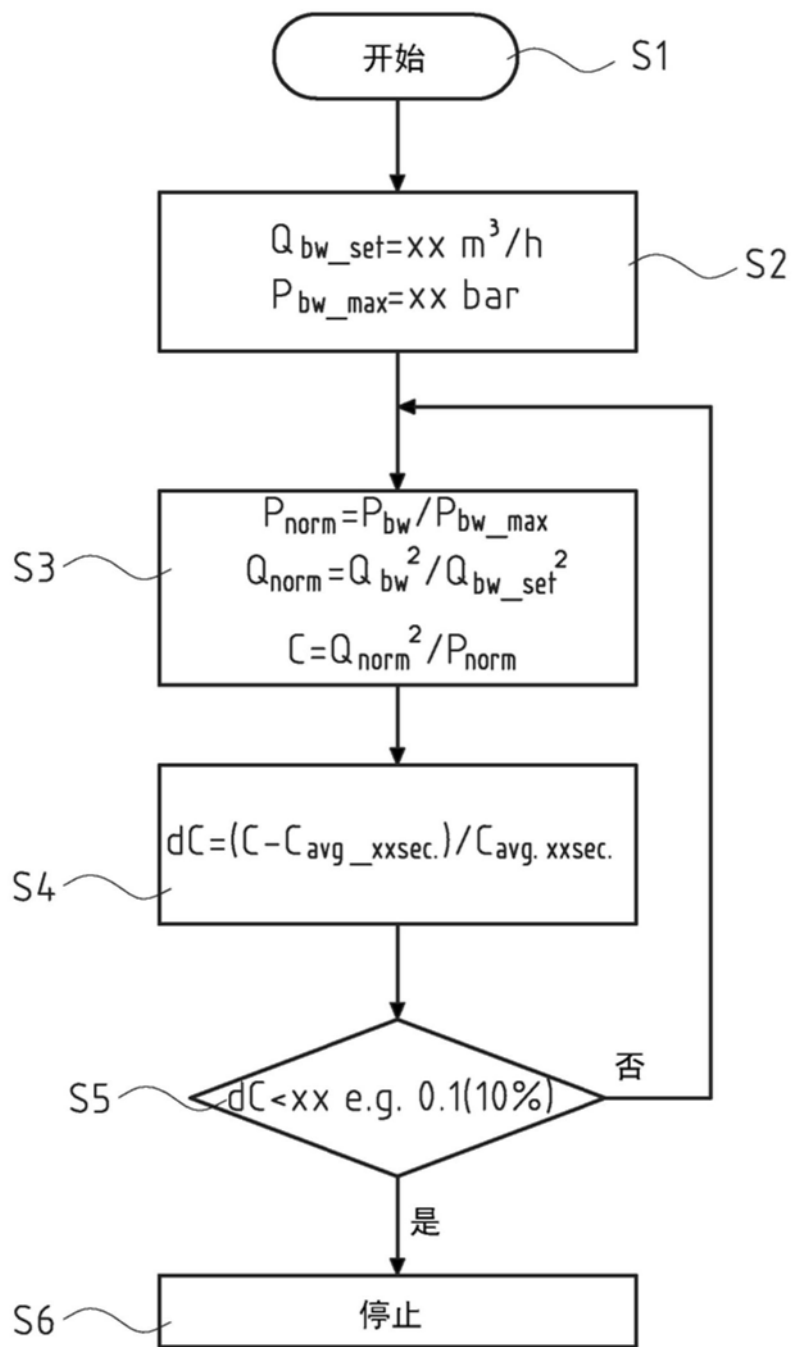


图8

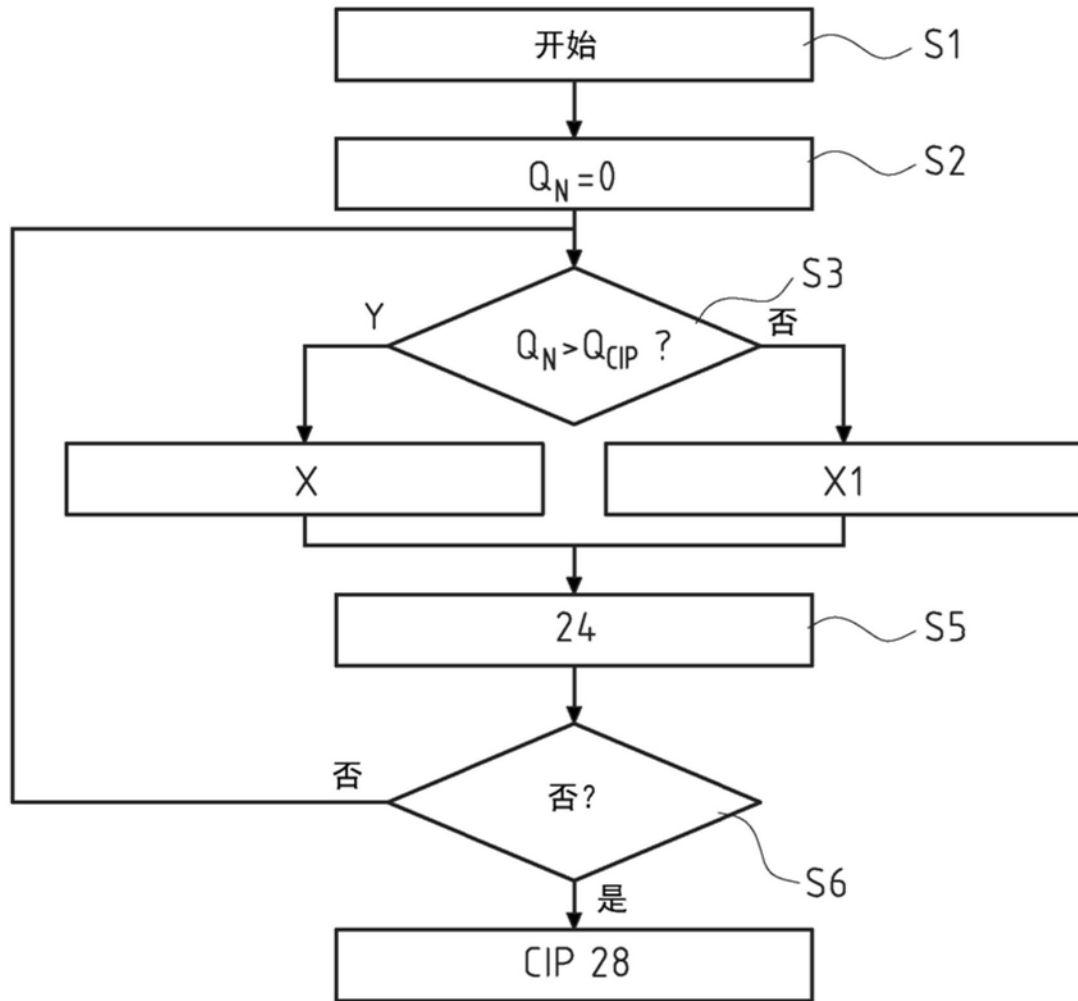


图9

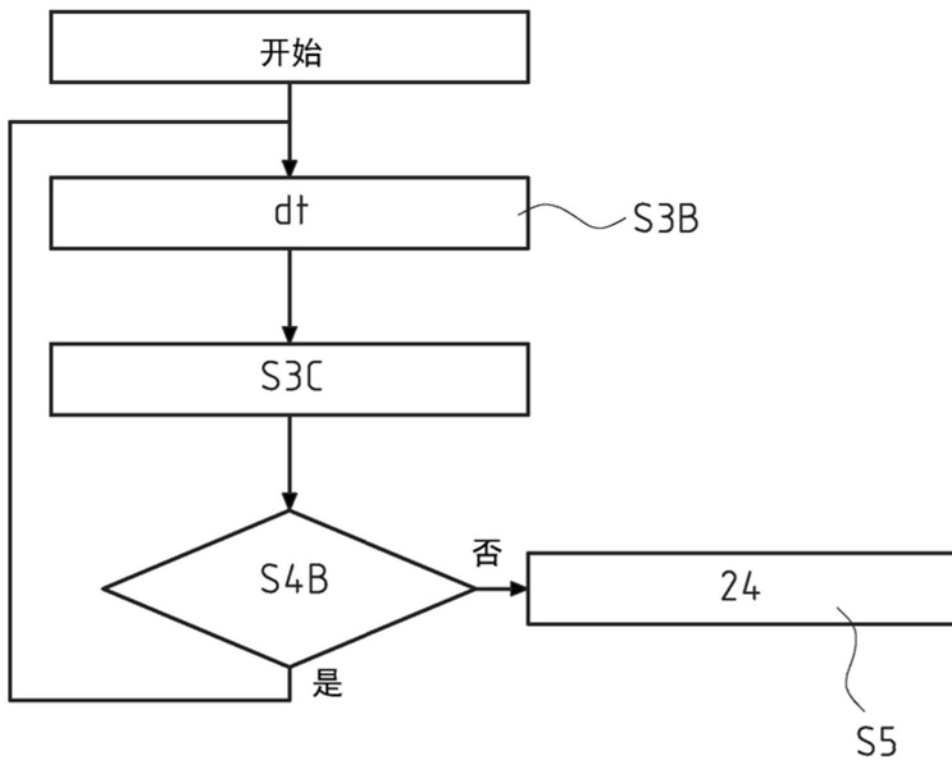


图10

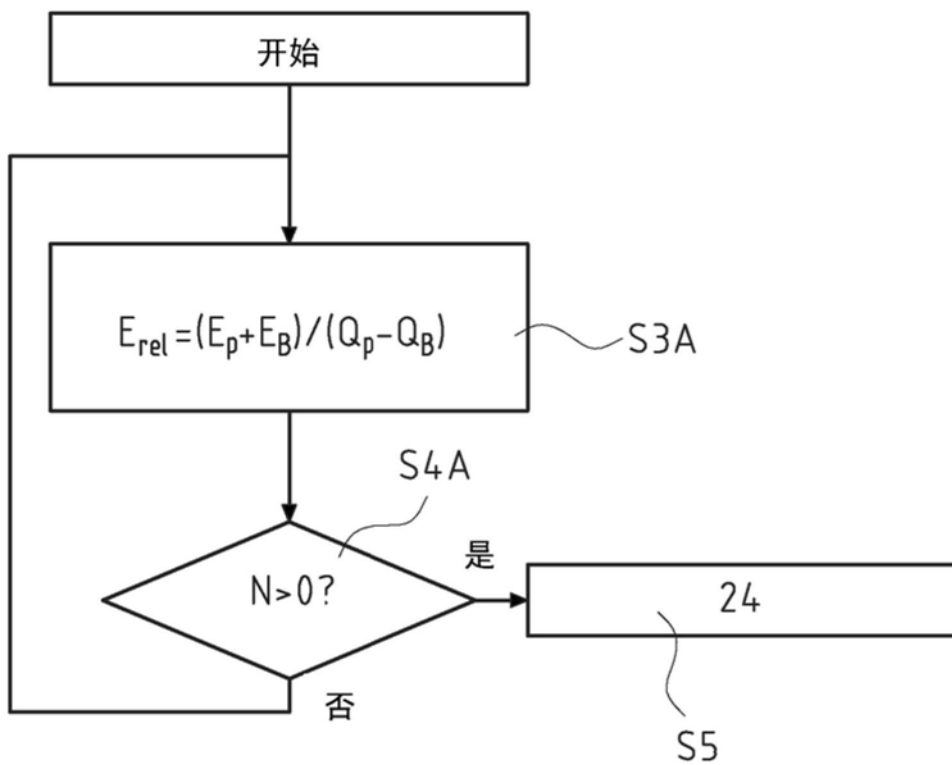


图11

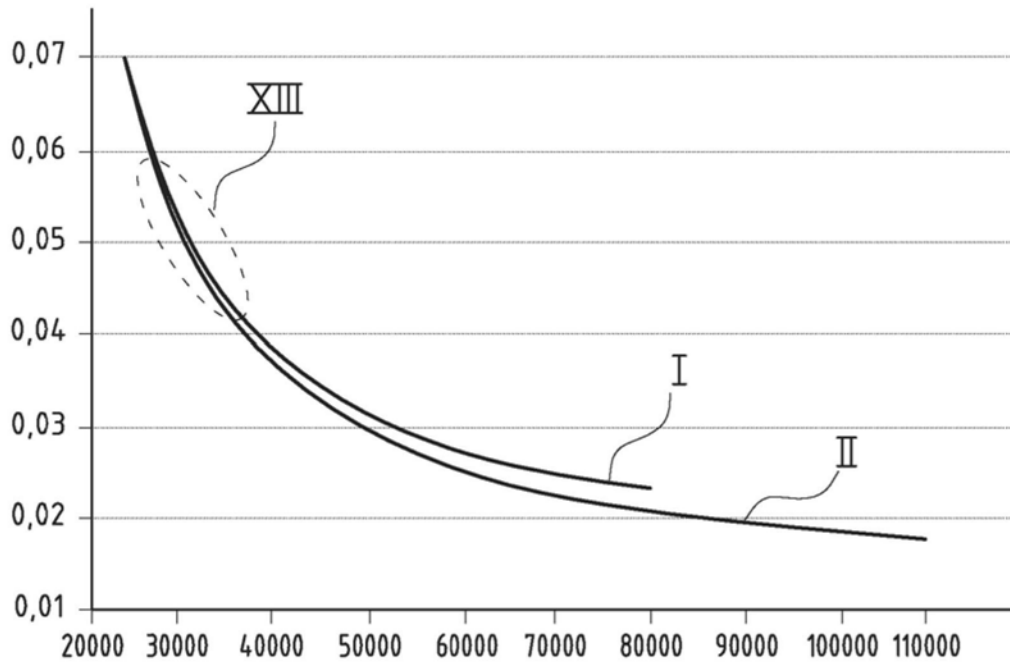


图12

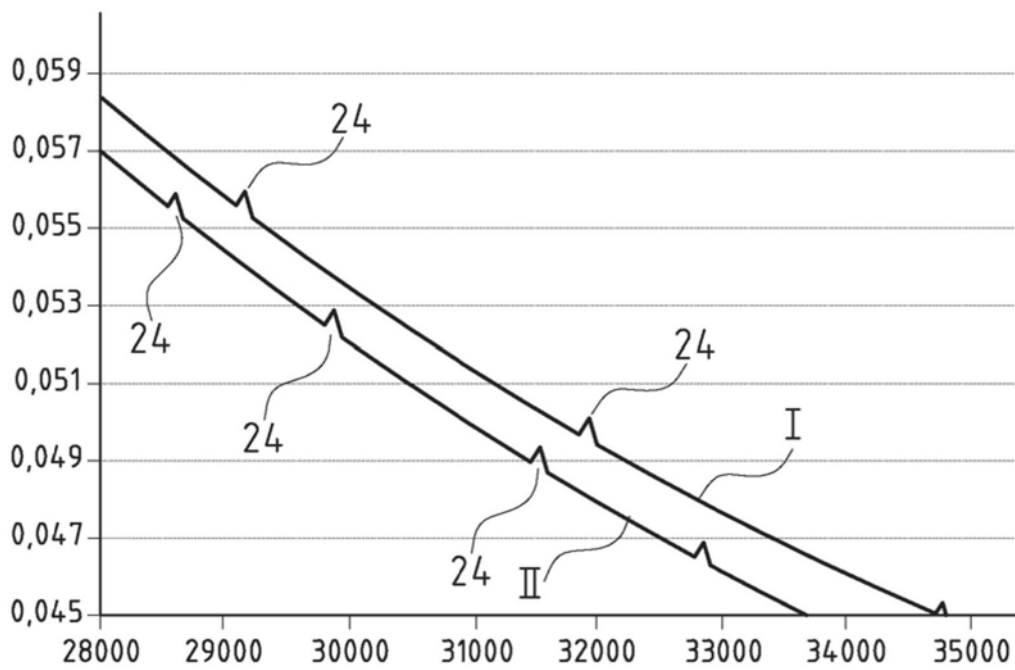


图13