



证书号第 1538968 号



# 发明专利证书

发明名称：空调冷冻水流量控制系统及方法

发明人：王盛卫

专利号：ZL 2011 1 0202193.5

专利申请日：2011 年 07 月 19 日

专利权人：香港理工大学

授权公告日：2014 年 12 月 10 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 07 月 19 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长  
申长雨

申长雨





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102889664 A

(43) 申请公布日 2013.01.23

(21) 申请号 201110202193.5

(22) 申请日 2011.07.19

(71) 申请人 香港理工大学  
地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 王盛卫

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

F24F 11/00(2006.01)

F24F 11/02(2006.01)

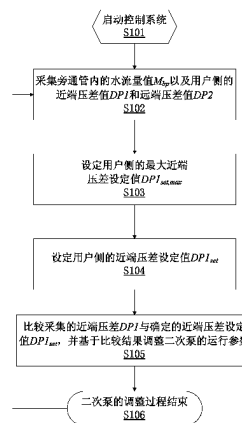
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

水流量控制系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种水流量控制系统及方法,所述水流量控制方法包括执行以下步骤:启动所述水流量控制系统;采集中央空调二次泵冷冻水系统中旁通管内的水流量值以及中央空调二次泵冷冻水系统中用户侧的近端压差值和远端压差值;确定用户侧的最大近端压差设定值;确定用户侧的近端压差设定值;比较采集的近端压差值与确定的近端压差设定值,并基于比较结果调整二次泵的运行参数;二次泵的调整过程结束。通过该水流量控制系统及方法可以调整二次泵的运行参数,从而调节中央空调冷冻水系统中用户侧供水管中的水流量,确保用户侧回水管中的水流量不大于主机侧供水管中的水流量,最终防止旁通管中逆向回流的发生。



1. 一种水流量控制系统,用于控制中央空调二次泵冷冻水系统中旁通管内的水流量,其特征在于,所述水流量控制系统包括流量流向检测器、流量限制控制器、压差设定值控制器、二次泵控制器、远端压差计以及近端压差计;其中,

所述流量流向检测器设置在所述中央空调二次泵冷冻水系统中的旁通管上,用以测量所述旁通管中水流的流量和流向并将所述流量和流向的信息发送给所述流量限制控制器;

所述远端压差计将测量的远端压差信号发送给所述压差设定值控制器,所述近端压差计将测量的近端压差信号发送给所述二次泵控制器;

所述压差设定值控制器从所述流量限制控制器接收设定的所述用户侧的最大近端压差设定值,并将设定的压差设定值发送给所述二次泵控制器;

所述二次泵控制器控制所述中央空调二次泵冷冻水系统中的二次泵的工作。

2. 一种水流量控制方法,用于控制中央空调二次泵冷冻水系统中旁通管内的水流量,其特征在于,采用权利要求 1 所述的水流量控制系统,执行以下步骤:

S101、启动所述水流量控制系统;

S102、测量所述中央空调冷冻水系统中旁通管内的水流量值以及所述中央空调二次泵冷冻水系统中用户侧的近端压差值和远端压差值;

S103、设定所述用户侧的最大近端压差设定值;

S104、设定所述用户侧的近端压差设定值;

S105、比较测量的所述近端压差值与确定的所述近端压差设定值,并基于比较结果调整二次泵的运行参数;

S106、二次泵的调整过程结束,返回所述步骤 S102。

## 水流量控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制系统及方法,尤其涉及一种用在传统中央空调二次泵冷冻水系统中的水流量控制系统及方法。

### 背景技术

[0002] 目前,在大型建筑中央空调冷冻水系统中常采用二次泵变流量系统。图 1 描绘了现有技术中的中央空调冷冻水系统,参见图 1,冷水主机一侧(简称为主机侧)110 采用每一台主机对应一台定速泵(又称为一次泵)的配置,确保冷水机组定流量运行,而在末端空气处理系统(简称为用户侧)120 采用变速水泵(又称为二次泵),根据用户侧负荷的变化实现变流量运行。通常使用的二次泵控制方法是压差控制,即把用户侧供水端压差或远端压差作为控制变量,通过比较实际测量值与设定值来控制二次泵 160 的转速。根据预期设计,主机侧 110 到用户侧 120 的供水管 130 中的水量应当大于用户侧 120 到主机侧 110 的回水管 140 中的水量,用户侧 120 的回水应全部流回主机。但在实际运行中,在现有的二次泵控制方法下,常常出现用户侧回水管 140 中的水量大于主机侧供水管 130 中的水量的现象,导致用户侧回水管 140 中的部分回水经由旁通管 150(联通在供水管 130 和回水管 140 之间的管道)与主机侧供水管 130 中的水混合,这种现象称之为“逆向回流”。逆向回流现象使用户侧 120 的部分回水与主机侧供水管 130 中的水混合,提高了流向用户侧 120 的供水温度,其后果是在同样用户侧负荷条件下,用户侧空气处理设备需要更多的供水量,这就增加了用户侧 120 的二次水泵 160 的能耗。如果这种现象不加以控制,会导致用户侧 120 水系统出现恶性循环:供水温度升高,用户侧 120 需要更多的水量,更多的用户侧回水混入用户侧供水,供水温度进一步升高,直至二次水泵 160 达到最大供水量。实际运行中,当逆向回流发生时,操作者可通过增加冷水主机的运行台数来增加主机侧 110 的水量,从而减少并消除逆向回流。传统解决办法虽然能够消除逆向回流,但却额外增加了冷水主机和二次水泵的能耗,影响了中央空调系统的整体的能源效率。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于针对现有技术中中央空调二次泵冷冻水系统中易于在旁通管中出现逆向回流的缺陷,提供一种水流量控制系统及方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种水流量控制系统,用于控制中央空调二次泵冷冻水系统中旁通管内的水流量,其中,所述水流量控制系统包括流量流向检测器、流量限制控制器、压差设定值控制器、二次泵控制器、远端压差计以及近端压差计;其中,

[0005] 所述流量流向检测器设置在所述中央空调二次泵冷冻水系统中的旁通管上,并与所述流量限制控制器电连接;

[0006] 所述远端压差计设置在所述中央空调二次泵冷冻水系统中用户侧的水力最不利环路的末端设备的供回水管路之间,而所述近端压差计设置在用户侧的供水端供水主管和

回水主管之间；其中所述远端压差计与所述压差设定值控制器电连接，所述近端压差计与所述二次泵控制器电连接；

[0007] 所述压差设定值控制器分别与所述流量限制控制器和所述二次泵控制器电连接；

[0008] 所述二次泵控制器与所述中央空调二次泵冷冻水系统中的二次泵电连接。

[0009] 本发明还提供了一种水流量控制方法，用于控制中央空调二次泵冷冻水系统中旁通管内的水流量，其中，采用权利要求 1 所述的水流量控制系统，执行以下步骤：

[0010] S101、启动所述水流量控制系统；

[0011] S102、测量所述中央空调冷冻水系统中旁通管内的水流量值和流向以及所述中央空调二次泵冷冻水系统中用户侧的近端压差值和远端压差值；

[0012] S103、设定所述用户侧的最大近端压差设定值；

[0013] S104、设定所述用户侧的近端压差设定值；

[0014] S105、比较测量的所述近端压差值与确定的所述近端压差设定值，并基于比较结果调整二次泵的运行参数；

[0015] S105、一次二次泵的调整过程结束，返回所述步骤 S102。

[0016] 本发明产生的有益效果是：依据本发明的水流量系统采集二次冷冻水系统中旁通管内实际的水流量、二次冷冻水系统中用户侧的实际近端压差和远端压差，并结合预设参数，确定近端压差设定值  $DP1_{set}$ ，并通过比较采集的近端压差  $DP1$  与确定的近端压差设定值  $DP1_{set}$  来调整二次泵的运行参数。由此通过控制中央空调二次冷冻水系统中的二次泵的运行参数，从而调节中央空调二次泵冷冻水系统中用户侧供水管中的水流量，确保用户侧回水管中的水流量不大于主机侧供水管中的水流量，防止旁通管中逆向回流的发生。

## 附图说明

[0017] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

[0018] 图 1 是现有技术中中央空调冷冻水系统中的结构示意图；

[0019] 图 2 是描绘依据本发明实施例的水流量控制系统的逻辑框图；

[0020] 图 3 是描绘依据本发明实施例的执行水流量控制方法的执行步骤的流程图；

[0021] 图 4 是描绘依据本发明实施例的参数  $X$  的时间变化率  $(dX/dt)$  随水流量  $M_{bp}$  值的变化曲线图；

[0022] 图 5 是描绘依据本发明实施例的近端压差设定值  $DP1_{set}$  与  $DP1_{set,min}$ 、 $DP1_{set,max}$  和  $C_f$  三个参数之间的变化曲线图。

## 具体实施方式

[0023] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0024] 图 2 是描绘依据本发明实施例的水流量控制系统的逻辑框图，参见图 2，该水流量控制系统 200 包括流量流向检测器 210、流量限制控制器 220、压差设定值控制器 230、二次泵控制器 240、远端压差计 250 以及近端压差计 260。其中，流量流向检测器 210 设置在旁

通管 150 上,用于测量旁通管 150 中流过的水流的流向和流量,在本发明中,定义旁通管 150 中的水流从主机侧供水管 130 流向用户侧回水管 140 时为正向(即旁通管 150 中的水由图 2 中的“S”流向“R”时为正,反之为负)。流量流向检测器 210 与流量限制控制器 220 电连接,从而将检测的旁通管 150 中的水流的流向和流量信息发送至流量限制控制器 220。远端压差计 250 设置在中央空调二次泵冷冻水系统中用户侧的水力最不利环路的末端设备的供回水管路之间,而近端压差计 260 设置在用户侧的供水端供水主管和回水主管之间,用以分别测量用户侧 120 中水系统的远端压差和近端压差。远端压差计 250 与压差设定值控制器 230 电连接,从而将测量的远端压差信号发送至压差设定值控制器 230。近端压差计 260 与二次泵控制器 240 电连接,从而将测量的近端压差信号发送至二次泵控制器 240。另外,压差设定值控制器 230 分别与流量限制控制器 220 和二次泵控制器 240 电连接。二次泵控制器 240 与二次泵 160 电连接,从而可以控制二次泵 160 的运行,例如控制二次泵 160 的工作频率以及转速等。

[0025] 图 3 是描绘采用图 2 中示出的水流量控制系统对中央空调系统的二次冷冻水用户侧水流量进行限制控制的方法的流程图。在执行依据本发明实施例的水流量控制方法的步骤中,从步骤 S101 开始。步骤 S101 中,在中央空调二次冷冻水系统运行的同时,开启水流量控制系统。

[0026] 步骤 S102 中,水流量控制系统中流量流向检测器 210 检测旁通管 150 中水流的流量和流向,并将流量值  $M_{bp}$  反馈至流量限制控制器 220。根据流向确定  $M_{bp}$  值的正负号,如图 2 所示,当水流从旁通管 150 的“S”流向“R”时, $M_{bp}$  值为正;当水流从旁通管 150 的“R”流向“S”时, $M_{bp}$  值为负,逆向回流发生。

[0027] 另外,远端压差计 250 和近端压差计 260 分别测量中央空调冷冻水系统中用户侧 120 的远端压差 DP2 和近端压差 DP1,并且,远端压差计 250 将采集的远端压差值 DP2 反馈至压差设定值控制器 230,近端压差计 260 将采集的近端压差值 DP1 反馈至二次泵控制器 240。

[0028] 步骤 S103 中,流量限制控制器 220 包括适合的逻辑、接口和 / 或电路,首先,基于用户预设的旁通管 150 中的流量阈值  $\mu$ ,即用户设定的旁通管 150 内所容许的最小正向流量(当水在旁通管 150 内由“S”流向“R”时为正,反之为负),流量限制控制器 220 对接收的  $M_{bp}$  值进行处理。当流量阈值  $\mu$  为零时表示用户侧回水管 140 中最大容许流量等于主机侧供水管 130 中的流量;当流量阈值  $\mu$  大于零时表示用户侧回水管 140 中最大容许流量小于主机侧供水管 130 中的流量;当流量阈值  $\mu$  小于零时表示用户侧回水管 140 中最大容许流量大于主机侧供水管 130 中的流量,逆向回流发生。因此,在实际运行过程中,流量阈值  $\mu$  应略大于零或等于零。

[0029] 另外,流量限制控制器 220 用以根据公式 1 计算用户侧 120 的最大近端压差设定值  $DP1_{set,max}$ :

$$[0030] \quad DP1_{set,max} = DP1_{LL} + (DP1_{UL} - DP1_{LL})X, X \in [0, 1] \quad (1)$$

[0031] 其中, $DP1_{LL}$  和  $DP1_{UL}$  分别为  $DP1_{set,max}$  的预设下限值和上限值,这两个参数由用户根据实际系统进行设定; $X$  为预设系数,其值大于等于 0 而小于等于 1。 $X$  是一个变量,图 4 示出了依据本发明实施例  $X$  的对时间的变化率 ( $dX/dt$ ) 随旁通管 150 中流量的变化值曲线,通过对时间的积分即可获得  $X$  的值,图 4 中曲线的斜率将根据实际系统进行确定。如图 4

所示,当旁通管 150 内的水流量  $M_{bp}$  介于 0 和  $\mu$  之间时,  $dX/dt$  为零 (即  $X$  不变);当旁通管 150 内的水流量  $M_{bp}$  小于零时,  $dX/dt$  为负值 ( $X$  减小),且与  $M_{bp}$  呈线性关系,当  $M_{bp}$  负向增加时,  $dX/dt$  也相应地负向增加,即  $dX/dt$  的绝对值随  $M_{bp}$  的绝对值增大而增大。当旁通管 150 内的水流量  $M_{bp}$  大于  $\mu$  时,  $dX/dt$  为正值,  $dX/dt$  的值随  $M_{bp}$  值增大而线性增大。结合公式 1 与图 4 可以看出,当旁通管 150 内的水流量  $M_{bp}$  大于预先设定的流量阈值  $\mu$  时,  $DP1_{set,max}$  会不断的增加,所能达到的最大极限值为  $DP1_{UL}$ ;当旁通管内水流量  $M_{bp}$  大于等于 0 而小于等于  $\mu$  时,  $DP1_{set,max}$  保持不变;当旁通管内的水流量  $M_{bp}$  小于 0 时,  $DP1_{set,max}$  会不断的减少,直至旁通管内的水流量  $M_{bp}$  为零,其所能达到的最小极限值为  $DP1_{LL}$ 。

[0032] 最后,流量限制控制器 220 将获得的旁通管 150 内的最大近端压差设定值  $DP1_{set,max}$  反馈至压差设定值控制器 230。

[0033] 步骤 S104 中,压差设定值控制器 230 用于重新设置用于控制二次泵 160 运行参数的近端压差设定值  $DP1_{set}$ 。在依据本发明的实施例中,  $DP1_{set}$  由  $DP1_{set,min}$ 、 $DP1_{set,max}$  和  $C_f$  三个参数共同确定,图 5 示出了依据本发明实施例的近端压差设定值  $DP1_{set}$  与  $DP1_{set,min}$ 、 $DP1_{set,max}$  和  $C_f$  三个参数之间的变化曲线图。其中,  $DP1_{set,min}$  为  $DP1_{set}$  的最小值,在该实施例中  $DP1_{set,min}$  为常数,由用户根据实际系统进行设定;  $DP1_{set,max}$  为  $DP1_{set}$  的最大值,是一个变量,从流量限制控制器 220 接收;  $C_f$  为末端流量需求系数,是一个大于等于 0 而小于等于 1 的变量,反映了末端设备为实现冷负荷的供给而对冷水流量的需求,图 5 中近端压差设定值  $DP1_{set}$  随  $C_f$  的增大而线性增大。在依据本发明的一个实施例中,压差设定值控制器 230 通过比较从远端压差计 260 采集的远端压差  $DP2$  与远端压差  $DP2$  的设定值  $DP2_{set}$  之间的差别,并采用反馈控制来确定  $C_f$ ,所述反馈控制例如通过连续调整  $C_f$  的值来调节  $DP2$  与  $DP2_{set}$  之间的差别,当  $DP2$  与  $DP2_{set}$  之间的差别消除时确定  $C_f$ 。其中  $DP2_{set}$  可以是预先设定的常数,也可以是一个实时优化变量,该变量能够在确保向用户侧末端设备提供足够冷水流量的前提下,尽可能减少末端设备的总阻力。在本发明的另一个实施例中,压差设定值控制器 230 检测用户侧各末端设备水系统阀门的开启情况,通过持续调整  $C_f$  的值,使阀门开启的情况达到其预先的设定值,该阀门开启情况设定值由用户根据实际系统自行确定。

[0034] 最后,压差设定值控制器 230 将获得的近端压差设定值  $DP1_{set}$  反馈至二次泵控制器 240。

[0035] 步骤 S105 中,二次泵控制器 240 包括适合的逻辑、接口和 / 或电路,用以将从压差设定值控制器 230 接收的近端压差设定值  $DP1_{set}$  与从近端压差计 260 采集的近端压差值  $DP1$  进行比较,并基于比较结果不断调整二次泵 160 的运行参数 (包括二次泵 160 的转速或工作频率等),从而消除测量的近端压差值  $DP1$  与近端压差设定值  $DP1_{set}$  之间的差别。

[0036] 步骤 S106 中,二次泵调节过程结束,返回步骤 S102,以开始下一次二次泵调节过程。

[0037] 从以上可以看出,在传统的中央空调二次泵冷冻水系统中,结合使用依据本发明实施例的水流量控制系统,可以基于从旁通管测得的实际水流量和流向,获得最大近端压差设定值  $DP1_{set,max}$ ;结合最大近端压差设定值  $DP1_{set,max}$ 、预设的  $DP1_{set,min}$  以及用户侧末端设备为实现冷负荷的供给而对冷水流量的需求系数  $C_f$ ,可以确定近端压差设定值  $DP1_{set}$ ;最后基于所确定的近端压差设定值  $DP1_{set}$  来调整中央空调二次泵冷冻水系统中的二次泵的运行,诸如二次泵的转速或工作频率等,从而调整用户侧供水管中的水流量,确保用户侧回水

管中的水流量不大于主机侧供水管中的水流量。由此,能够控制旁通管中的水流量,有效地消除了旁通管内的逆向回流现象,防止来自用户侧的回水直接混入供水管中以对用户侧进行供水,最终能够保持用户侧的供水温度等于冷水机组的出水温度,实现空调系统的节能运行。

[0038] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。



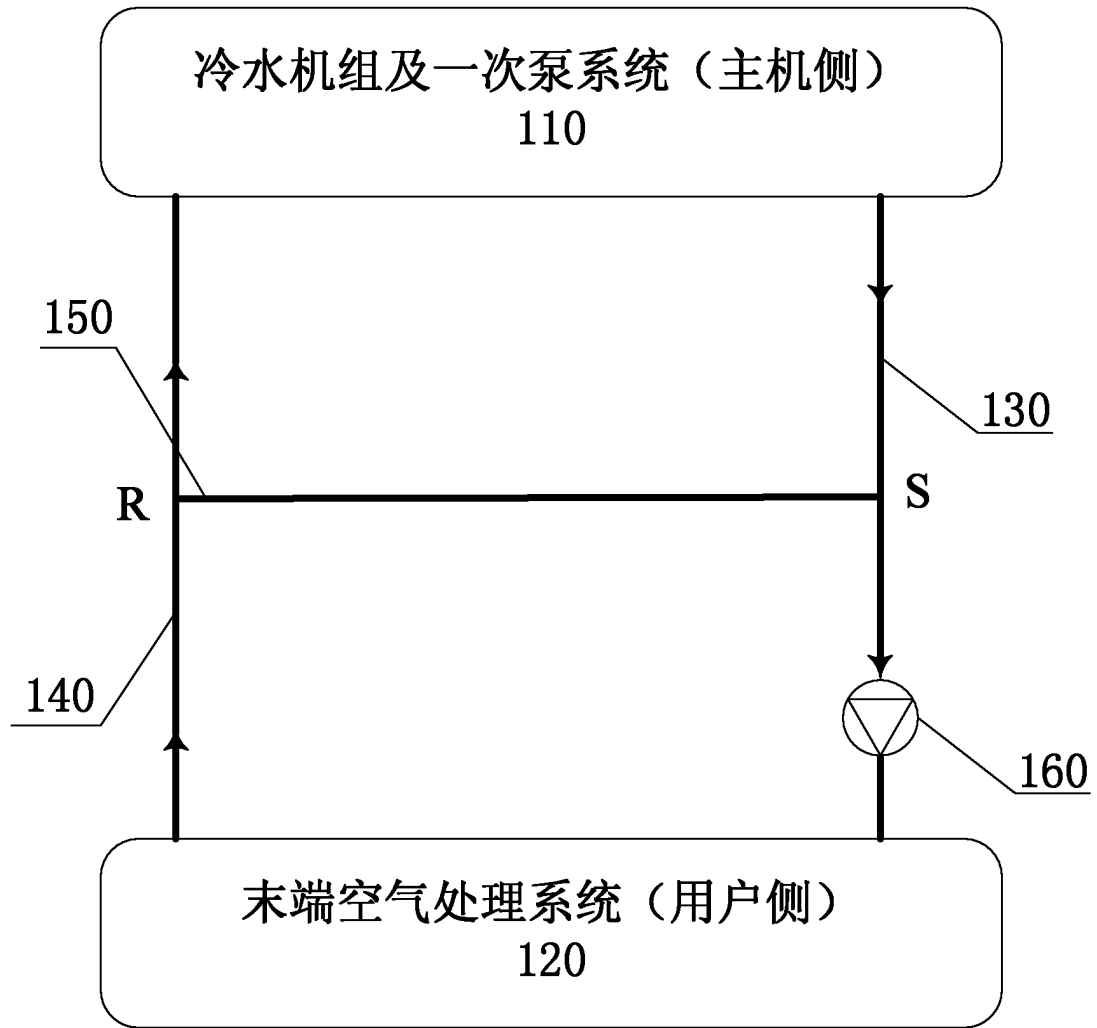


图 1

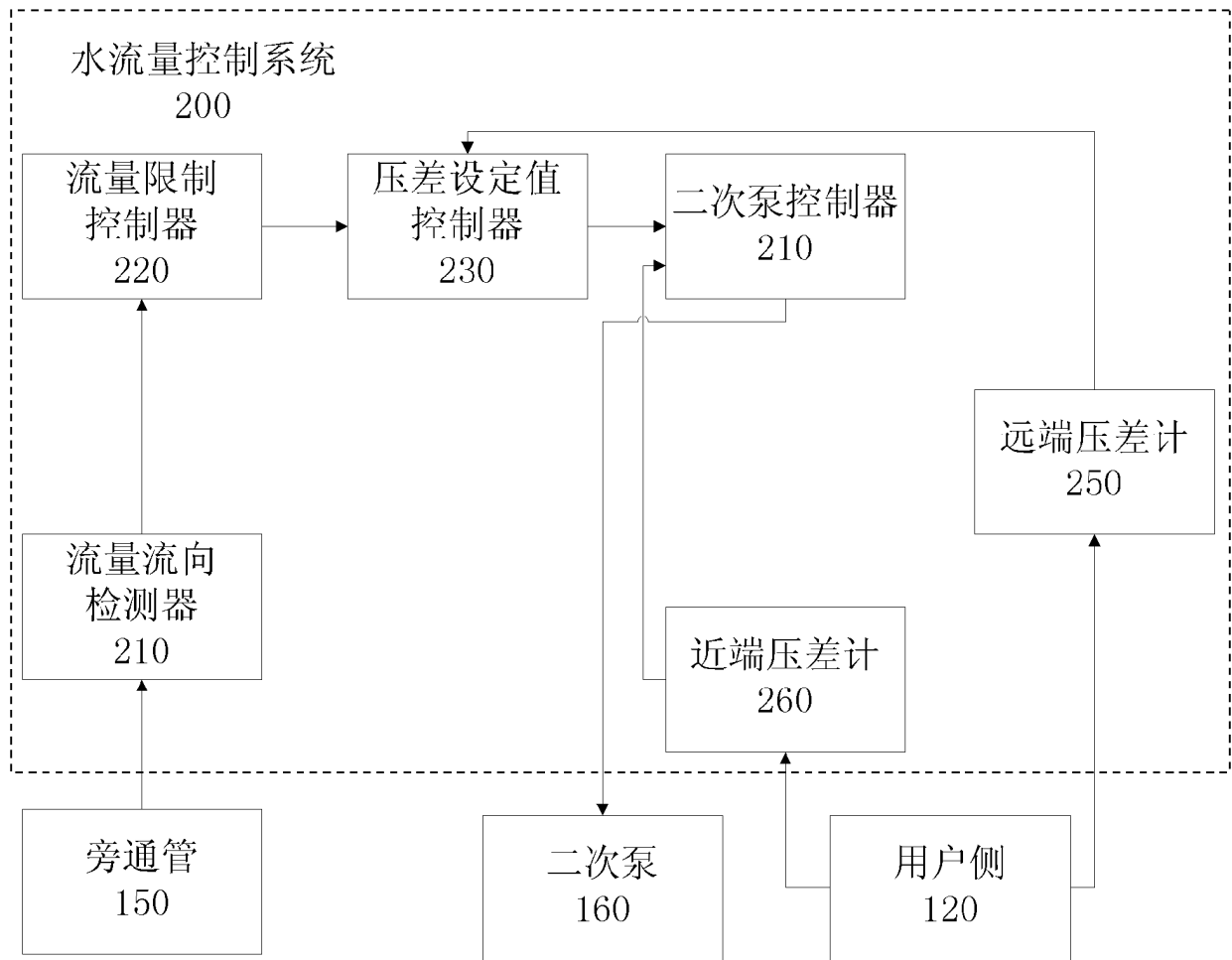


图 2

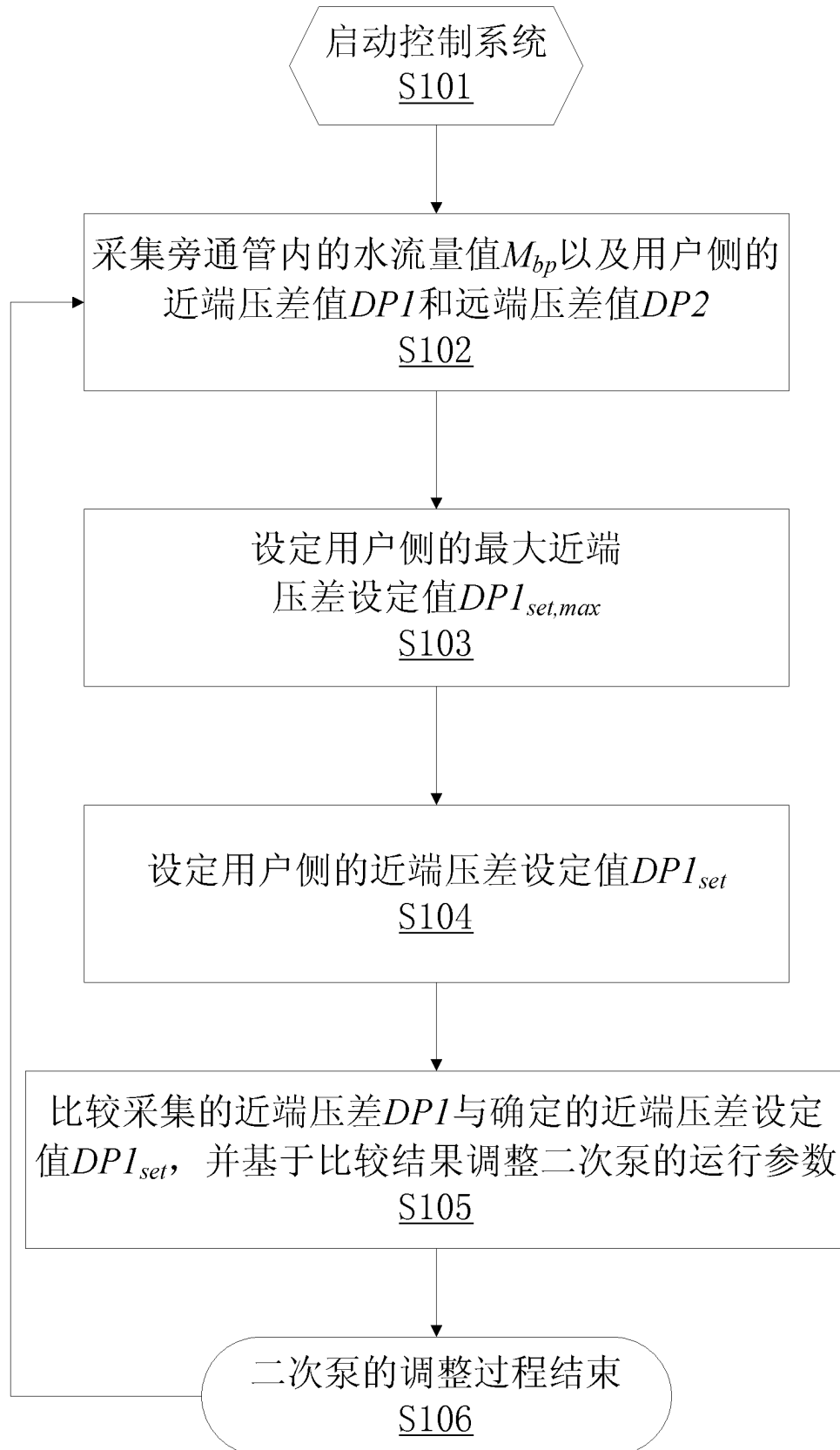


图 3

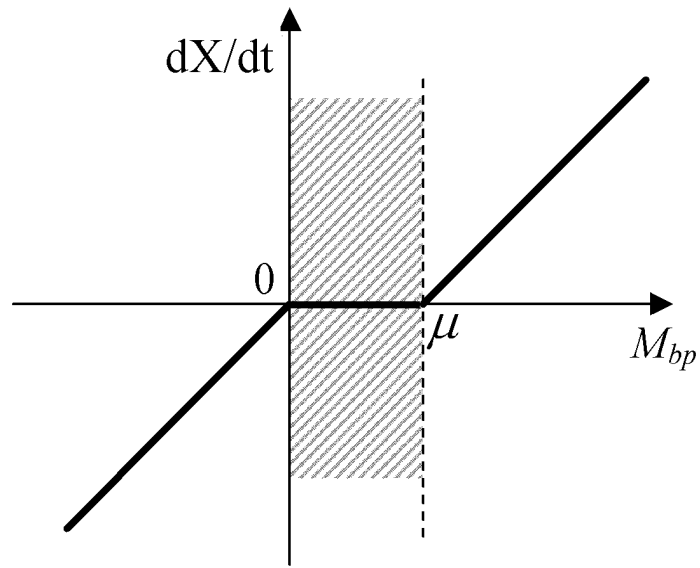


图 4

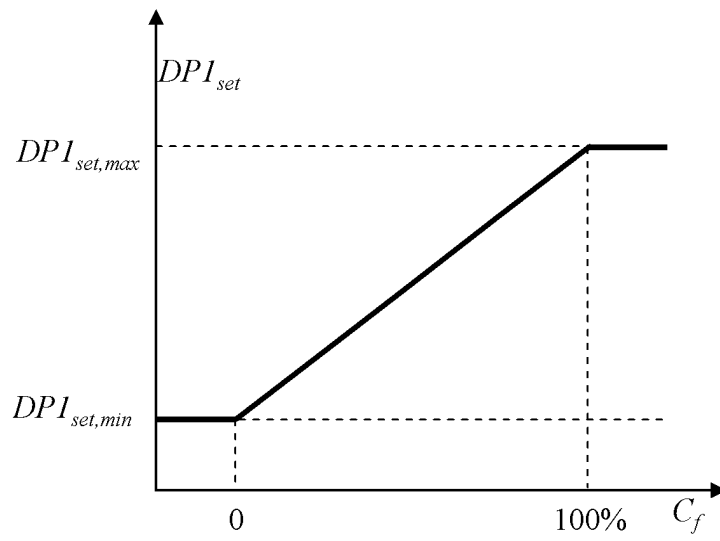


图 5