



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103867456 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201210535548. 7

(22) 申请日 2012. 12. 12

(71) 申请人 中广核工程有限公司

地址 518023 广东省深圳市福田区深南中路
69 号

申请人 中国广东核电集团有限公司

(72) 发明人 范海英 邓天 黄新年 李竟成

(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 蔡晓红 易钊

(51) Int. Cl.

F04D 15/00 (2006. 01)

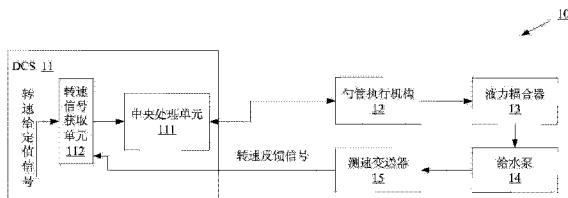
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

核电站电动给水泵转速调节的控制系统及方
法

(57) 摘要

本发明公开了一种核电站电动给水泵转速调
节的控制系统及方法。该控制系统包括依次连接
的数字化控制系统、勺管执行机构、液力耦合器和
给水泵；其中数字化控制系统包括转速信号获取
单元以及中央处理单元，转速信号获取单元用于
获取转速给定值信号和转速反馈信号，中央处理
单元还根据对转速给定值信号和转速反馈信号进
行的逻辑处理得到勺管开度信号，以便勺管执行
机构根据勺管开度信号调节液力耦合器的油位以
控制给水泵的转速。本发明由数字化控制系统进
行转速控制的逻辑处理，省略了现有技术中独立
于 DCS 的 PLC，同时减少了控制系统的设备数量和
DCS 与 PLC 间的信号交换，并有效缩短系统响应时
间、提高转速调节的效率和稳定性。



1. 一种核电站电动给水泵转速调节的控制系统,包括依次连接的数字化控制系统、勺管执行机构、液力耦合器和给水泵;其特征在于,

所述数字化控制系统包括转速信号获取单元以及中央处理单元,所述转速信号获取单元用于获取转速给定值信号和转速反馈信号;所述中央处理单元还根据对所述转速给定值信号和所述转速反馈信号进行的逻辑处理得到勺管开度信号,以便所述勺管执行机构根据所述勺管开度信号调节所述液力耦合器的油位以控制所述给水泵的转速。

2. 根据权利要求 1 所述的核电站电动给水泵转速调节的控制系统,其特征在于,所述数字化控制系统还包括控制模式判断单元,用于判断控制所述给水泵的转速时采用的是自动控制模式或是手动控制模式。

3. 根据权利要求 2 所述的核电站电动给水泵转速调节的控制系统,其特征在于,所述数字化控制系统包括主给水流量控制调节器;在采用所述自动控制模式控制所述给水泵的转速时,所述转速给定值信号是所述主给水流量控制调节器产生的、待传递给所述转速信号获取单元的第一转速给定值信号。

4. 根据权利要求 2 所述的核电站电动给水泵转速调节的控制系统,其特征在于,所述数字化控制系统包括手动定值单元;在采用所述手动控制模式控制所述给水泵的转速时,所述转速给定值信号是所述手动定值单元获取的、待传递给所述转速信号获取单元的第二转速给定值信号。

5. 根据权利要求 1-4 中任一权利要求所述的核电站电动给水泵转速调节的控制系统,其特征在于,所述数字化控制系统还包括限幅单元;若所述勺管开度信号在所述限幅单元的信号幅度范围内,则向所述勺管执行机构传递所述勺管开度信号。

6. 根据权利要求 1 所述的核电站电动给水泵转速调节的控制系统,其特征在于,所述数字化控制系统还包括用于接收所述勺管执行机构的阀位反馈信号的勺管执行机构阀位信号获取单元。

7. 一种核电站电动给水泵转速调节的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

数字化控制系统获取转速给定值信号和来自测速变送器的转速反馈信号;

数字化控制系统根据对所述转速给定值信号和所述转速反馈信号进行的逻辑处理得到勺管开度信号,以便勺管执行机构根据所述勺管开度信号调节液力耦合器的油位以控制所述给水泵的转速。

8. 根据权利要求 7 所述的核电站电动给水泵转速调节的控制方法,其特征在于,在获取转速给定值信号之前,所述方法还包括以下步骤:

判断控制所述给水泵的转速时采用的是自动控制模式或是手动控制模式;

若采用所述自动控制模式,则所述转速给定值信号是通过所述数字化控制系统内的主给水流量控制调节器产生的第一转速给定值信号。

9. 根据权利要求 7 所述的核电站电动给水泵转速调节的控制方法,其特征在于,在获取转速给定值信号之前,所述方法还包括以下步骤:

判断控制所述给水泵的转速时采用的是自动控制模式或是手动控制模式;

若采用所述手动控制模式,则所述转速给定值信号是通过所述数字化控制系统内的手动定值单元获取的第二转速给定值信号。

10. 根据权利要求 7-9 中任一权利要求所述的核电站电动给水泵转速调节的控制方

法,其特征在于,所述方法还包括对所述勺管开度信号进行限幅操作;若所述勺管开度信号在信号幅度范围内,则将所述勺管开度信号传递给所述勺管执行机构。

核电站电动给水泵转速调节的控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于核电技术领域。更具体地，本发明涉及核电站电动给水泵转速调节的控制系统及方法。

背景技术

[0002] 核电站电动给水泵的功能是将除氧器的水抽出，升压后经高压加热器送到蒸汽发生器。主给水泵转速控制的目的是保证蒸汽发生器的给水母管和蒸汽母管之间的压差等于一个随负荷变化的整定值，以使给水流量控制系统调节阀前后压差近似维持恒定，从而消除三台蒸汽发生器之间给水的耦合影响，满足蒸汽发生器的供水流量要求。核电工程采用数字化控制系统 (digital control system, DCS) 对核电站仪表控制系统进行控制后，客观上为将给水泵系统控制纳入 DCS 创造了条件。其中，给水泵的转速调节过程通过 DCS 和可编程逻辑控制器 (PLC) 的逻辑处理共同完成 (如图 1 所示)。DCS 将其内的主给水流量控制系统 (ARE) 调节器的转速给定值信号传递给 PLC，同时利用测速变送器将给水泵的转速反馈信号也传递给 PLC，PLC 随后依据设定的 PID 控制算法输出电流信号，通过勺管执行机构调解液力耦合器的油位，因此实现给水泵的转速调节。

[0003] 上述现有技术的方案中，DCS 和 PLC 之间的信号交换如图 2 所示，从 DCS 送至 PLC 的信号有：转速控制状态 (AUTO 或 MANUAL)、手动升转速指令、手动降转速指令、转速控制指令 (从 ARE 调节器发出)、给水泵运行状态反馈和给水泵转速信号。从 PLC 送至 DCS 的信号有：给水泵转速信号、给水泵转速 <200r/min、给水泵转速 <6r/min、转速大于设定值、给水泵反转信号、给水泵转速自动控制状态、给水泵处于最小转速位置、控制系统正常和控制系统故障。显而易见，DCS 和 PLC 两种控制系统之间信号交换较多，而控制系统的响应时间为 DCS 和 PLC 响应时间之和。因此上述信号交换过程导致了过多中间环节，因此使得转速调节的响应时间增加。另外，采用上述控制系统时系统配置复杂，潜在设备故障点较多，运行和维护的成本均较高。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于，针对现有技术中 DCS 和 PLC 之间信号交换过多而导致的转速调节响应时间增加、系统配置复杂的问题，提供一种实现了响应时间段且配置简单的控制系统和方法；在本发明的技术方案中通过减少中间控制环节简化了给水泵转速调节的控制过程。

[0005] 本发明要解决的技术问题通过以下技术方案得以实现：提供一种核电站电动给水泵转速调节的控制系统，包括依次连接的数字化控制系统、勺管执行机构、液力耦合器和给水泵；

[0006] 所述数字化控制系统包括转速信号获取单元以及中央处理单元，所述转速信号获取单元用于获取转速给定值信号和转速反馈信号；所述中央处理单元还根据对所述转速给定值信号和所述转速反馈信号进行的逻辑处理得到勺管开度信号，以便所述勺管执行机构

根据所述勺管开度信号调节所述液力耦合器的油位以控制所述给水泵的转速。

[0007] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制系统中,所述数字化控制系统还包括控制模式判断单元,用于判断控制所述给水泵的转速时采用的是自动控制模式或是手动控制模式。

[0008] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制系统中,所述数字化控制系统包括主给水流量控制调节器;在采用所述自动控制模式控制所述给水泵的转速时,所述转速给定值信号是所述主给水流量控制调节器产生的、待传递给所述转速信号获取单元的第一转速给定值信号。

[0009] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制系统中,所述数字化控制系统包括手动定值单元;在采用所述手动控制模式控制所述给水泵的转速时,所述转速给定值信号是所述手动定值单元获取的、待传递给所述转速信号获取单元的第二转速给定值信号。

[0010] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制系统中,所述数字化控制系统还包括限幅单元;若所述勺管开度信号在所述限幅单元的信号幅度范围内,则向所述勺管执行机构传递所述勺管开度信号。

[0011] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制系统中,所述数字化控制系统还包括用于接收所述勺管执行机构的阀位反馈信号的勺管执行机构阀位信号获取单元。

[0012] 根据本发明的另一方面,提供一种核电站电动给水泵转速调节的控制方法,包括以下步骤:

[0013] 数字化控制系统获取转速给定值信号和来自测速变送器的转速反馈信号;

[0014] 数字化控制系统根据对所述转速给定值信号和所述转速反馈信号进行的逻辑处理得到勺管开度信号,以便勺管执行机构根据所述勺管开度信号调节液力耦合器的油位以控制所述给水泵的转速。

[0015] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制方法中,在获取转速给定值信号之前,所述方法还包括以下步骤:

[0016] 判断控制所述给水泵的转速时采用的是自动控制模式或是手动控制模式;

[0017] 若采用所述自动控制模式,则所述转速给定值信号是通过所述数字化控制系统内的主给水流量控制调节器产生的第一转速给定值信号。

[0018] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制方法中,在获取转速给定值信号之前,所述方法还包括以下步骤:

[0019] 判断控制所述给水泵的转速时采用的是自动控制模式或是手动控制模式;

[0020] 若采用所述手动控制模式,则所述转速给定值信号是通过所述数字化控制系统内的手动定值单元获取的第二转速给定值信号。

[0021] 在上述核电站电动给水泵转速调节的控制方法中,所述方法还包括对所述勺管开度信号进行限幅操作;若所述勺管开度信号在信号幅度范围内,则将所述勺管开度信号传递给所述勺管执行机构。

[0022] 实施本发明可以获得以下有益效果:本发明的控制系统中由数字化控制系统进行转速控制的逻辑处理,省略了现有技术中独立于 DCS 的 PLC,不仅减少了控制系统的设备数量,而且减少了现有技术中 DCS 与 PLC 之间的信号交换,从而可缩短系统响应时间,同时提高转速调节的效率和稳定性。另外,控制系统设备数量的减少可降低设备投资,有利于控制

运行和维护成本。

附图说明

- [0023] 以下将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。附图中：
- [0024] 图 1 是现有技术中给水泵转速调节的原理图；
- [0025] 图 2 是现有技术中 DCS 与 PLC 之间进行的信号交换的示意图；
- [0026] 图 3 是本发明的给水泵转速调节的控制系统内信号交换的示意图；
- [0027] 图 4 是本发明的给水泵转速调节的控制系统的示意图；
- [0028] 图 5 是本发明的给水泵转速调节的控制系统的另一示意图；
- [0029] 图 6 是本发明的给水泵转速调节的控制方法的流程图；以及
- [0030] 图 7 是本发明的给水泵转速调节的控制系统的另一流程图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案和效果更清楚明白，以下将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。应该理解的是，以下实施例仅用以解释本发明，而不对本发明做任何限制。

[0032] 本发明提供了一种对核电站电动给水泵的转速进行控制的系统（以下简称控制系统），在该控制系统中将现有技术中由 PLC 实现的给水泵转速调节的比例积分微分算法（PID）控制运算等逻辑处理纳入 DCS 的范围，从而实现所描述的转速控制。换言之，在本发明的控制系统中，DCS 取代原 PLC 对给水泵转速进行比例积分微分计算的逻辑处理，因此可取消电动给水泵的就地 PLC 控制柜。同时该控制系统不需要增加其他设备，只需要将给水泵的转速反馈信号、勺管执行机构的阀位反馈信号直接送入 DCS，而勺管执行机构的控制指令直接由 DCS 送至对应设备即可。如图 3 所示，其为本发明的控制系统中 DCS 与相应设备的信号交换示意图。与图 2 相比，DCS 的输入 / 输出并没有增加，而且还减少了 PLC 故障信号报警等数据信息，不同设备间的信号交换过程明显得以简化。以下进一步结合附图对该控制系统予以具体说明。

[0033] 如图 4 所示，其示出了本发明的一种核电站电动给水泵转速调节的控制系统。该控制系统 10 包括依次连接的数字化控制系统 11、勺管执行机构 12、液力耦合器 13 和给水泵 14，数字化控制系统 11 通过勺管执行机构 12 调节液力耦合器 13 的油位，从而对给水泵 14 的转速予以控制。具体地，数字化控制系统 11 包括一中央处理单元 111 和用于获取转速给定值信号和转速反馈信号的转速信号获取单元 112。与现有技术相区别的是，本发明的中央处理单元具有原 PLC 的逻辑处理功能，尤其具有对给水泵的转速进行控制的 PID 逻辑处理功能，也即中央处理单元 111 可依据设定的 PID 控制算法进行比例积分微分计算，从而输出对给水泵转速予以控制的信号。结合图 3，中央处理单元 111 接收到转速给定值信号和转速反馈信号后可进行比例积分微分计算，从而得到勺管开度信号。DCS 将该勺管开关信号输出至勺管执行机构 12 后，勺管执行机构 12 可根据勺管开度信号所反映的控制指令调节液力耦合器的油位，从而实现给水泵转速的调节。

[0034] 图 4 所示的控制系统 10 还包括与转速信号获取单元 112 连接的测速变送器 15；该测速变送器 15 用于测定给水泵 14 的转速、产生转速反馈信号，并将其反馈给转速信号获

取单元 112。另外,数字化控制系统 11 还包括用于接收勺管执行机构 12 的阀位反馈信号的勺管执行机构阀位信号获取单元(未图示)。

[0035] 图 5 示出了本发明的另一核电站电动给水泵转速调节的控制系统 20。同样地,该控制系统 20 包括依次连接的数字化控制系统 21、勺管执行机构 22、液力耦合器 23 和给水泵 24,以及提供转速反馈信号的测速变送器 25。除此之外,由于电动给水泵的转速调节有自动控制模式和手动控制模式两种方式,操作员可以根据机组设备的运行工况进一步选择最适用的控制模式。通常操作员可在电站计算机信息和控制系统(KIC)的控制模块下进行选择。相应地,在该控制系统 20 中,DCS 21 包括控制模式判断单元 213,其根据操作员的具体选择用于判断控制给水泵 24 的转速时所采用的具体控制模式是自动控制模式还是手动控制模式。不同控制模式下本发明的 DCS 中转速给定值信号的获取方式不同。

[0036] 在自动控制模式下,由 DCS 内的主给水流量控制系统(ARE)调节器 214 产生第一转速给定值信号,例如 ARE 调节器发出的给水泵转速指令为 4 ~ 20mA。此时 DCS21 的中央处理单元 211 根据 ARE 调节器 214 发出的第一转速给定值信号与现场测得的转速反馈信号进行比较,经过模拟量数字量转换,并依据设定的 PID 控制算法进行比例积分微分计算,得到勺管开度信号,从而调节液力耦合器的油位来改变给水泵的转速。

[0037] 在手动控制模式下,由 DCS 内的手动定值单元 215 获取操作员手动输入的第二转速给定值信号,例如操作员根据机组设备的工况输入给水泵转速指令为 5 ~ 15mA;该模式下勺管执行机构阀位信号获取单元实时获取勺管执行机构 12 的阀位反馈信号,并以该阀位反馈信号作为监控手动控制模式的跟踪信号。手动控制模式下操作员可在 KIC 上进行升速或降速操作。手动定值单元 215 根据操作员的输入最终调节输出到勺管执行机构的信号大小,从而调节液力耦合器的油位,最终实现给水泵转速的手动控制。

[0038] 进一步地,本发明的 DCS 21 还包括限幅单元 26,其对自动控制模式下和手动控制模式下中央处理单元 211 确定的勺管开度信号进行限幅,以确保给水泵的转速在设定的上下限之间。具体地,仅当勺管开度信号在限幅单元 26 的信号幅度范围内时,向勺管执行机构 22 传递该勺管开度信号。此处的信号幅度范围由系统初始设定。

[0039] 本发明的另一方面提供了一种给水泵转速调节的控制方法。与现有技术中不同的是,该控制方法中进行比例积分微分计算的过程是在 DCS 内完成,尤其在 DCS 的中央处理单元内完成;另一方面,DCS 与勺管执行机构间直接进行信号交换,计算得到的控制信号(即勺管开度信号)直接送往勺管执行机构,而后的阀位反馈信号直接送至 DCS。具体地,如图 6 所示,该控制方法的步骤 S11 为数字化控制系统获取转速给定值信号和来自测速变送器的转速反馈信号,在步骤 S12 数字化控制系统对转速给定值信号和转速反馈信号进行比例积分微分计算,得到勺管开度信号(该计算过程基于设定的 PID 控制算法进行),以便勺管执行机构根据勺管开度信号调节液力耦合器的油位,从而控制给水泵的转速。

[0040] 图 7 所示为给水泵转速调节的控制方法的另一流程图,该控制方法中进行比例积分微分计算的过程是在 DCS 内完成。步骤 S21 中,通过 DCS 的控制模式判断单元判断控制给水泵的转速时采用的是自动控制模式还是手动控制模式。不同控制模式下获取转速给定值信号的依据不同。步骤 S22a,若为自动控制模式,ARE 调节器向 DCS 的转速信号获取单元发出其产生的第一转速给定值信号作为系统所需的转速给定值信号(步骤 S23a)。步骤 S22b,若为手动控制模式,则由 DCS 的手动定值单元根据操作员的手动输入获取第二转速给定值

信号并在步骤 S23b 将该第二转速给定值信号作为系统所需的转速给定值信号。下一步骤 S24 中,通过数字化控制系统的转速信号获取单元获取转速反馈信号,在步骤 S25 通过数字化控制系统的中央处理单元对第一或第二转速给定值信号和转速反馈信号进行比例积分微分计算,得到勺管开度信号;该计算过程基于设定的 PID 控制算法进行。在步骤 S26 中对中央处理单元输出的勺管开度信号进行限幅操作,也即判断勺管开度信号是否超出信号幅度范围。仅在未超出的情况下,在步骤 S27 中向勺管执行机构传递中央处理单元确定的勺管开度信号。在步骤 S28 勺管执行机构根据该勺管开度信号调节液力耦合器的油位,从而控制给水泵的转速。

[0041] 本发明的控制系统和方法均在 DCS 内完成对给水泵转速的逻辑处理和控制;由于取消了电动给水泵的就地 PLC 控制柜,控制过程中所涉及的信号交换和控制环节减少,不仅减少系统响应时间,同时也有效提高了控制系统的可靠性。与此同时,控制系统设备量的减少有利于控制运行和维护成本。

[0042] 以上所述仅为本发明的优选实施例,其目的并不在于将本发明限制或约束于上述实现方式。凡在本发明的范围内对本发明所做出的任何修改和替换均应包含在本发明权利要求所限定的范围内。

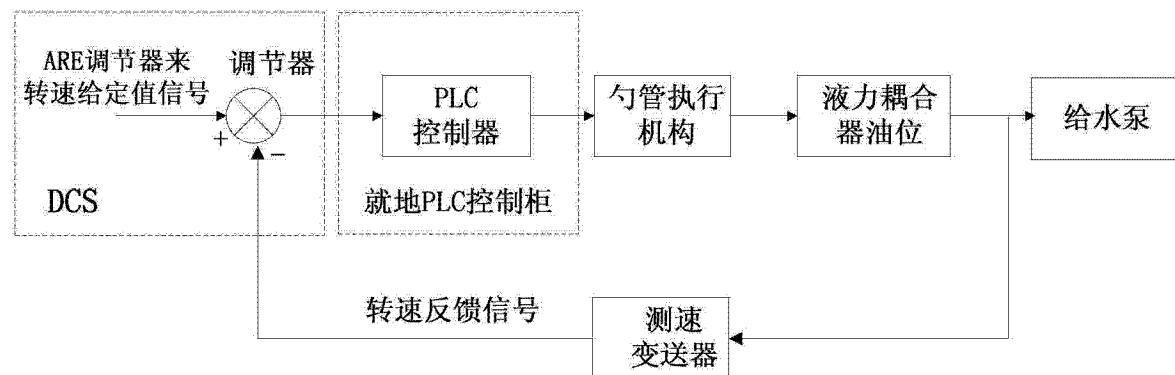


图 1

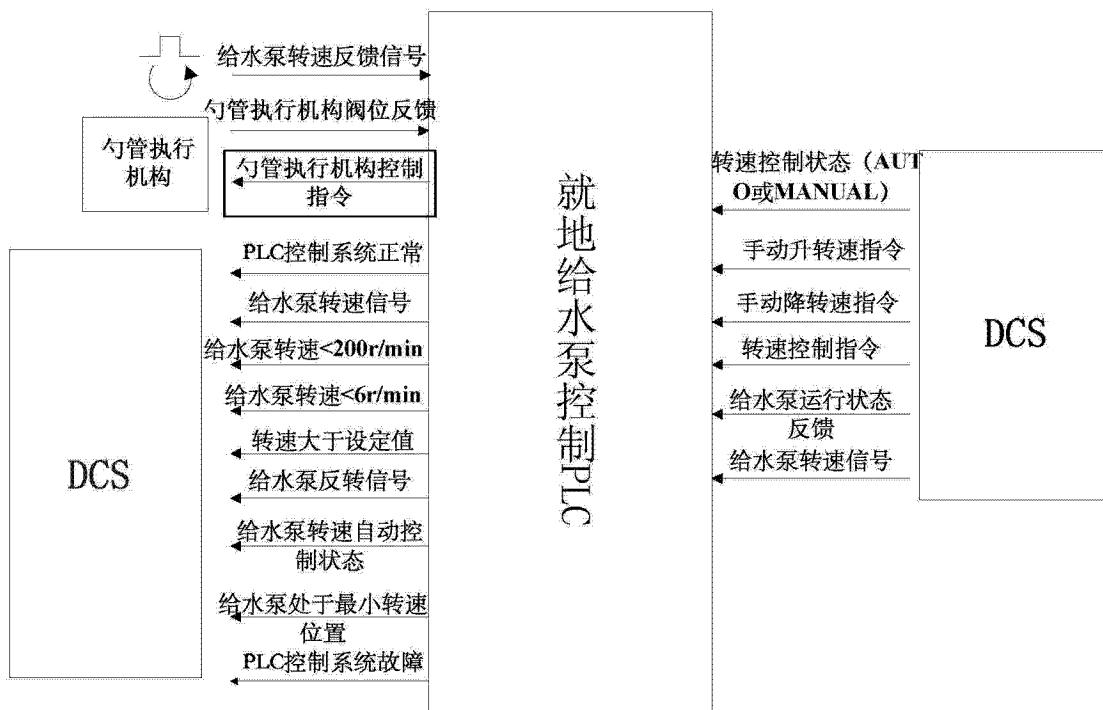


图 2

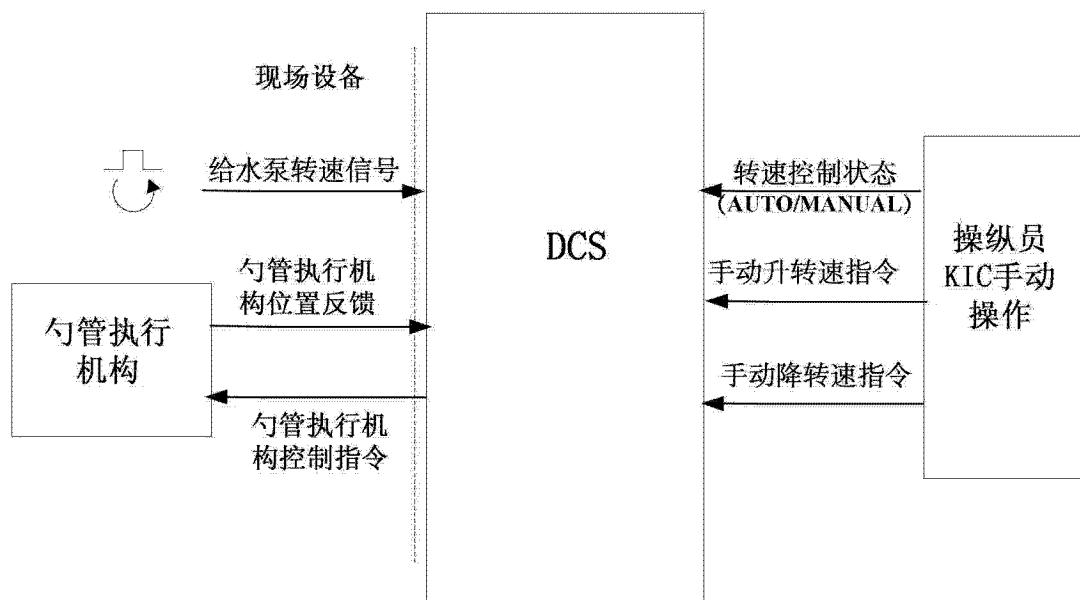


图 3

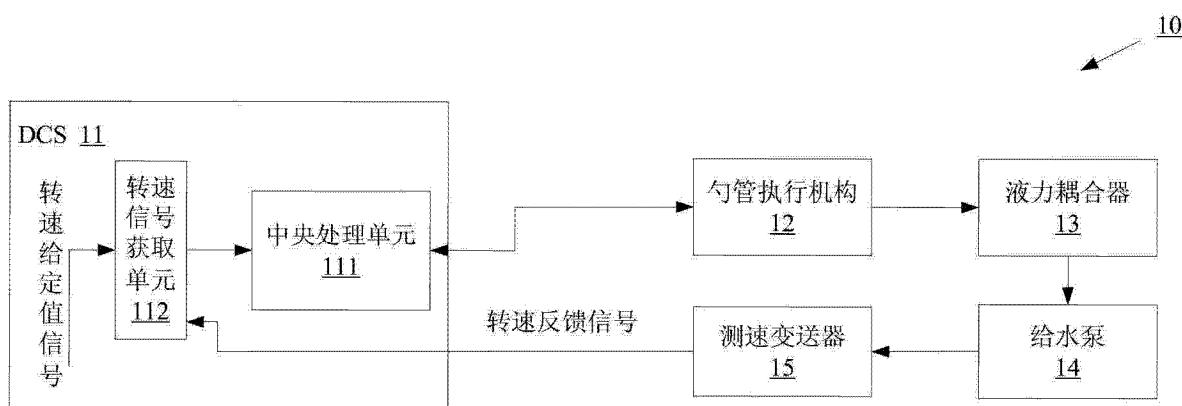


图 4

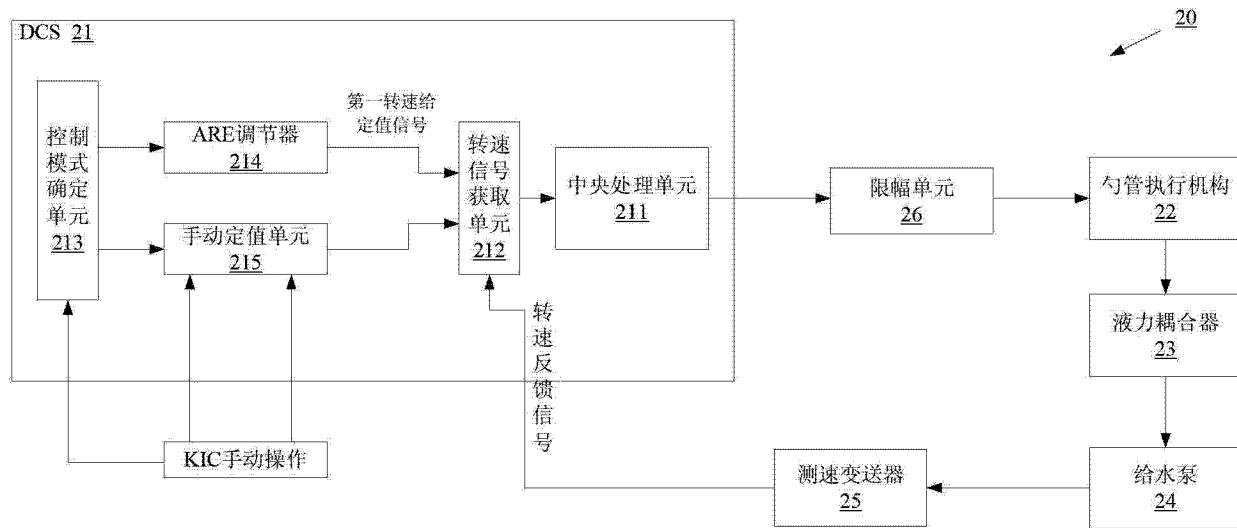


图 5

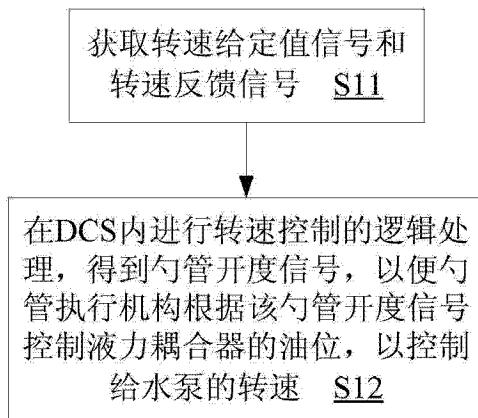


图 6

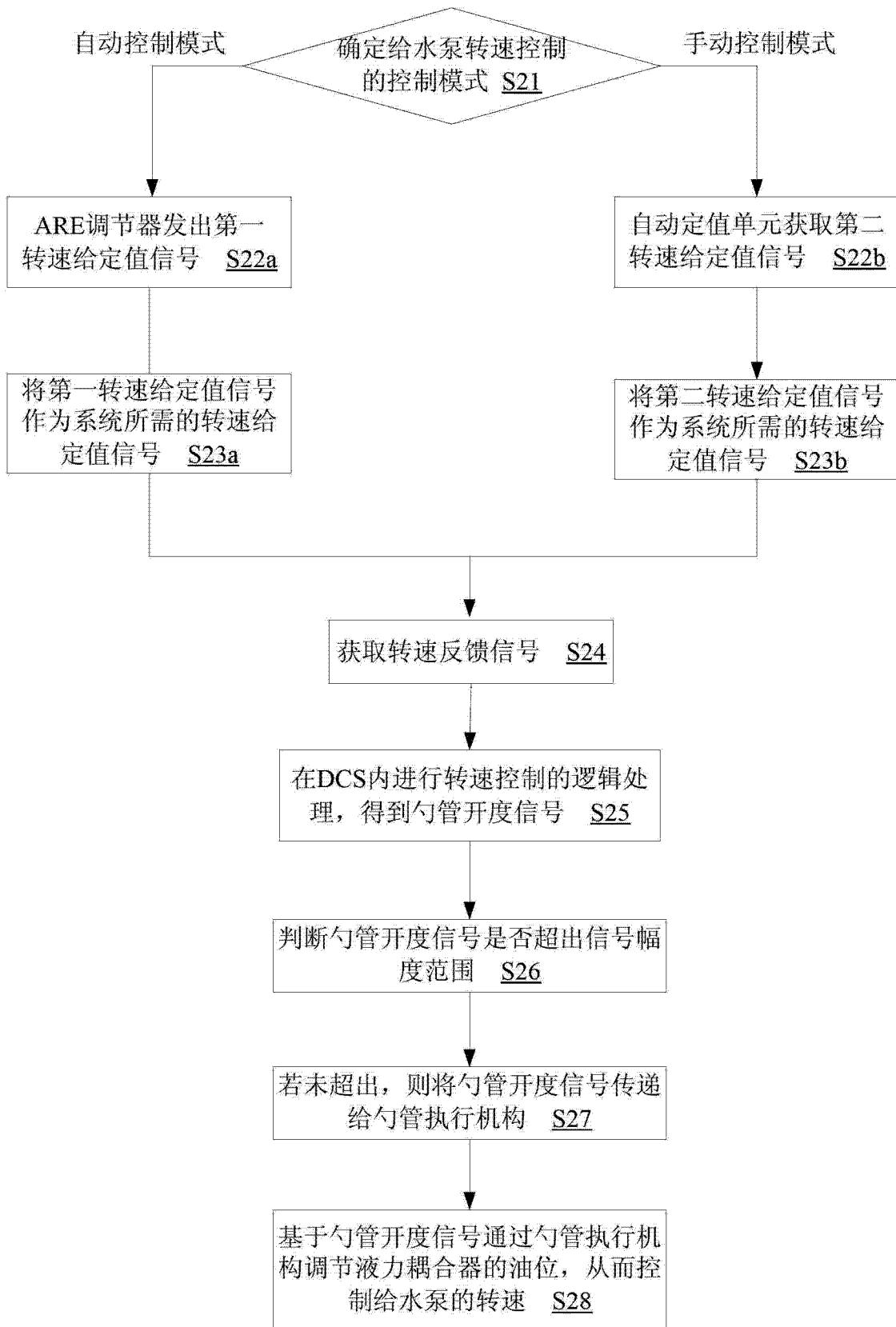


图 7