



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106020102 A

(43)申请公布日 2016. 10. 12

(21)申请号 201610574013.9

(22)申请日 2016.07.20

(71)申请人 西南石油大学

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72)发明人 庞明越 唐海 唐瑞雪 吕栋梁
陈霁云 尹昭云

(74)专利代理机构 成都正华专利代理事务所
(普通合伙) 51229

代理人 李林合 李蕊

(51)Int.Cl.

G05B 19/05(2006.01)

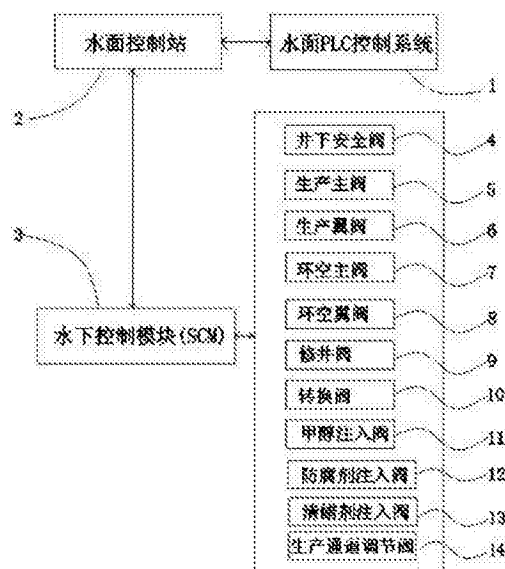
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种水下采油树智能化控制系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种水下采油树智能控制系统及其控制方法,包括水面主控站、脐带缆、水下控制模块(SCM)、水下采油树;所述的主控制站包括水面控制站及水面PLC控制系统;通过安装在采油树上的传感器装置对水下采油树的数据进行监测;水面PLC控制系统对监测的数据进行数据的录取、分析,实时监测各数据,然后发出相应的控制指令经脐带缆传递到水下控制模块,进而操作水下控制模块来完成控制,水面PLC控制系统的控制方法主要包括5部分:生产系统,数据处理,仪表动态监测、流量控制、信号传输;生产系统包括正常生产流程,上修流程,作业流程及应急流程。本发明通过增设水面PLC控制系,实现了水下采油树控制的自动化,其控制精度和反应速度都大幅提高。



1. 一种水下采油树智能控制系统, 包括水面主控站、脐带缆、水下控制模块、水下采油树, 其特征在于, 所述水下采油树上安装有井下安全阀、生产主阀、生产翼阀、环空主阀、环空翼阀、修井阀、转换阀、甲醇注入阀、防腐剂注入阀、清蜡剂注入阀、生产通道调节阀, 并设有传感器装置; 所述的主控制站包括水面控制站及水面PLC控制系统; 水面主控站包括水面控制站和水面PLC控制系统, 水面PLC控制系统连接水面控制站, 水面控制站连接水下控制模块, 水下控制模块通过内部设置的执行器分别连接井下安全阀、生产主阀、生产翼阀、环空主阀、环空翼阀、修井阀、转换阀、甲醇注入阀、防腐剂注入阀、清蜡剂注入阀、生产通道调节阀; 通过安装在采油树上的传感器装置对水下采油树的流量、油嘴的状态和开度、主回路、环空回路、化学药剂注入回路的阀门、温度、压力的数据进行监测; 水面PLC控制系统对监测的数据进行数据的录取、分析, 实时监测各数据是否正常, 然后发出相应的控制指令经脐带缆传递到水下控制模块(SCM), 由水下控制模块控制操作井下安全阀、生产主阀、生产翼阀、环空主阀、环空翼阀、修井阀、转换阀、甲醇注入阀、防腐剂注入阀、清蜡剂注入阀、生产通道调节阀。

2. 根据权利要求1所述的一种水下采油树智能控制系统, 其特征在于, 本发明还包括基于这种系统的控制方法, 内容如下: 所述采油树智能化控制由水面PLC控制系统向水面控制站下达指令, 进而操作水下控制模块来完成, 水面PLC控制系统的控制方法主要包括5部分: 生产系统, 数据处理, 仪表动态监测、流量控制、信号传输; 生产系统包括正常生产流程, 上修流程, 作业流程及应急流程。

3. 根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法, 其特征在于, 所述正常生产流程步骤如下:

检测生产和环空的压力、温度是否正常; 打开主回路的调节阀, 清蜡阀, 甲醇注入阀, 防腐剂注入阀, 生产主阀; 打开生产油嘴, 启动清蜡剂注入装置, 甲醇注入装置、防腐剂注入装置, 并设定清蜡剂注入阀、甲醇注入阀及防腐剂注入阀的开度; 在生产的过程中实时监测生产及环空的温度压力是否正常, 当不正常并且故障不能排除或者生产停止时, 按下停止按钮结束生产, 并依次关闭各注入装置及各阀门。

4. 根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法, 其特征在于, 所述上修流程步骤如下:

系统分析是否需要修井, 按下修井按钮, 停止生产, 将生产主阀, 生产翼阀, 环空翼阀, 转换阀关闭, 将环空主阀和修井阀打开, 使修井设备可以与采油树的环空连通, 从而进行修井。

5. 根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法, 其特征在于, 所述作业流程步骤如下:

作业流程包括清蜡、注水和注气三种作业流程; 清蜡流程是将清蜡剂沿着化学剂注入管线到采油树上设置的电液复合贯穿装置, 电液复合贯穿装置将采油树本体及采油树上的油管悬挂器贯通, 清蜡剂通过采油树本体及悬挂器进入油管, 从而进行清蜡操作; 注水和注气流程是打开生产主阀及生产通道调节阀, 关闭环空主阀、环空翼阀、修井阀及转换阀, 启动注入泵沿着管线注入到油管中, 再注入到地层之中。

6. 根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法, 其特征在于, 所述应急流程包括:

对监测的数据进行实时监控,如遇到监测数值超过危险值,发生憋压、憋泵的情况,且调节失败,则关闭井下安全阀,切断生产流道;打开转换阀进行泄压,或打开环空主阀和环空翼阀进行泄压,在压力恢复到正常数值后停止泄压。

7.根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法,其特征在于,所述数据处理化流程包括:

数据处理是将监测的数据与数据进行智能对比分析,当监测数据不在正常范围内,由PLC控制系统发出调整指令,井下执行器进行调整,调整之后监测仪表进行数据监测与采集,采集的数据沿着脐带缆传递给地面PLC系统,再次与数据库进行对比,以此循环往复。

8.根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法,其特征在于,所述仪表动态监测流程包括:

仪表动态监测主要利用水下传感器及仪表进行温度、压力及各仪表数据监测与采集,阀门的状态及位置的监测,电流、电压的测量,利用执行器进行阀门开度的调节。

9.根据权利要求2所述的一种水下采油树智能控制方法,其特征在于,所述流量控制流程包括:

流量的控制,首先是对流量进行监测,根据生产情况进行流量的调节,调节之后对生产通道的压力进行监测,当压力升高易造成憋压现象,需进行泄压操作,接着需再次对流量进行监测;当压力正常则需对生产通道的压力进行持续的监测。

一种水下采油树智能化控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水下采油树控制系统及其控制方法,属于海洋石油机械装备领域。

背景技术

[0002] 水下生产控制系统对生产过程中油气的安全平稳流动和提高开采起着至关重要的作用,随着海洋油气开采从浅海向深海发展,海洋油气开采的控制要求也随之提高,从目前的半自动控制全面转向数字化自动控制方向发展。水下生产控制系统主要采用液压控制系统,包括全液压系统、复合电液系统。目前深海最常用的控制系统为复合电液控制系统,它通过水面主控站与水下控制模块(SCM)进行通信,SCM接收主控站的命令对采油树上的各类阀门进行开关控制以及对生产油嘴进行开度控制,同时监测水下采油树上的传感器的信号,将信号传递给水面主控站,当出现故障时,其只能发出警报,不能自动控制,因此其具有单向控制,数字化程度低的缺点。

[0003] 针对上述问题,国内外有学者进行过相关研究,并取得一定成果,如哈尔滨工程大学的王俊民的《测试用水下采油树控制模块研制》、中国石油大学的朱高磊等人的《测试用水下采油树控制模块研制》,但上述学术成果依然未能全面的解决上述问题,尤其是在安全保障及自动化方面,还存在不足。

发明内容

[0004] 针对现有水下采油树控制系统存在的问题,本发明提出了一种水下采油树智能控制方法,对水下控制模块进行了控制程序的设计开发,从而实现通过增设基于PLC的水面分析执行处理模块,以实现自动制动采油树各阀门开启和关闭;自动调节生产油嘴,以控制流量的大小;综合利用监测的水下采油树生产压力、生产温度、环空压力、油气泄露监测、采油树阀门位置、油嘴位置、油嘴压差、井下环境数据,自动识别油田开发运行的安全情况,并进行相应的调节。

[0005] 本发明提出以下技术方案:

[0006] 一种水下采油树智能控制系统,包括水面主控站、脐带缆、水下控制模块(SCM)、水下采油树;所述水下采油树上安装有井下安全阀、生产主阀、生产翼阀、环空主阀、环空翼阀、修井阀、转换阀、甲醇注入阀、防腐剂注入阀、清蜡剂注入阀、生产通道调节阀,并设有传感器装置;所述的水面主控站包括水面控制站和水面PLC控制系统,水面PLC控制系统连接水面控制站,水面控制站连接水下控制模块,水下控制模块通过内部设置的执行器分别连接井下安全阀、生产主阀、生产翼阀、环空主阀、环空翼阀、修井阀、转换阀、甲醇注入阀、防腐剂注入阀、清蜡剂注入阀、生产通道调节阀;通过安装在采油树上的传感器装置对水下采油树的流量、油嘴的状态和开度、主回路、环空回路、化学药剂注入回路的阀门、温度、压力的数据进行监测;水面PLC控制系统对监测的数据进行数据的录取、分析,实时监测各数据是否正常,然后发出相应的控制指令经脐带缆传递到水下控制模块(SCM),由水下控制模块

控制操作井下安全阀、生产主阀、生产翼阀、环空主阀、环空翼阀、修井阀、转换阀、甲醇注入阀、防腐剂注入阀、清蜡剂注入阀、生产通道调节阀。

[0007] 所述采油树智能化控制由水面PLC控制系统向水面控制站下达指令,进而操作水下控制模块来完成,水面PLC控制系统的控制方法主要包括5部分:生产系统,数据处理,仪表动态监测、流量控制、信号传输;生产系统包括正常生产流程,上修流程,作业流程及应急流程。

[0008] 正常生产流程步骤如下:

[0009] 检测生产和环空的压力、温度是否正常;打开主回路的调节阀,清蜡阀,甲醇注入阀,防腐剂注入阀,生产主阀;打开生产油嘴,启动清蜡剂注入装置,甲醇注入装置、防腐剂注入装置,并设定清蜡剂注入阀、甲醇注入阀及防腐剂注入阀的开度;在生产的过程中实时监测生产及环空的温度压力是否正常,当不正常并且故障不能排除或者生产停止时,按下停止按钮结束生产,并依次关闭各注入装置及各阀门。

[0010] 上修流程步骤如下:

[0011] 系统分析是否需要修井,按下修井按钮,停止生产,将生产主阀,生产翼阀,环空翼阀,转换阀关闭,将环空主阀和修井阀打开,使修井设备可以与采油树的环空连通,从而进行修井。

[0012] 作业流程步骤如下:

[0013] 作业流程包括清蜡、注水和注气三种作业流程;清蜡流程是将清蜡剂沿着化学剂注入管线到采油树上设置的电液复合贯穿装置,电液复合贯穿装置将采油树本体及采油树上的油管悬挂器贯通,清蜡剂通过采油树本体及悬挂器进入油管,从而进行清蜡操作;注水和注气流程是打开生产主阀及生产通道调节阀,关闭环空主阀、环空翼阀、修井阀及转换阀,启动注入泵沿着管线注入到油管中,再注入到地层之中。

[0014] 应急流程包括:

[0015] 对监测的数据进行实时监控,如遇到监测数值超过危险值,发生憋压、憋泵的情况,且调节失败,则关闭井下安全阀,切断生产流道;打开转换阀进行泄压,或打开环空主阀和环空翼阀进行泄压,在压力恢复到正常数值后停止泄压。

[0016] 数据处理化流程包括:

[0017] 数据处理是将监测的数据与数据进行智能对比分析,当监测数据不在正常范围内,由PLC控制系统发出调整指令,井下执行器进行调整,调整之后监测仪表进行数据监测与采集,采集的数据沿着脐带缆传递给地面PLC系统,再次与数据库进行对比,以此循环往复。

[0018] 仪表动态监测流程包括:

[0019] 仪表动态监测主要利用水下传感器及仪表进行温度、压力及各仪表数据监测与采集,阀门的状态及位置的监测,电流、电压的测量,利用执行器进行阀门开度的调节。

[0020] 流量控制流程包括:

[0021] 流量的控制,首先是对流量进行监测,根据生产情况进行流量的调节,调节之后对生产通道的压力进行监测,当压力升高易造成憋压现象,需进行泄压操作,接着需再次对流量进行监测;当压力正常则需对生产通道的压力进行持续的监测。

[0022] 信号传输流程包括:

[0023] 信号的传递是PLC控制系统发出电信号通过脐带缆传递给水下控制模块,水下控制模块将信号经电缆传递给水下各执行器,水下的执行器的执行情况及传感器的信号经电缆,SCM,脐带缆传递给水面PLC控制系统。

[0024] 本发明的优点在于:

[0025] 1、新增的水面PLC控制系统实现自动制动采油树各阀门开启和关闭,自动调节生产油嘴,以控制流量的大小;

[0026] 2、能够综合利用监测的水下采油树生产压力、生产温度、环空压力、油气泄露监测、采油树阀门位置、油嘴位置、油嘴压差、井下环境数据,自动识别油田开发运行的安全情况,并进行相应的调节;

[0027] 3、水面PLC控制系统能够保存录取的历史数据,并实时对所录取的数据进行分析,如果遇到生产警报,并立即分析原因,并发出信号指令,减少了人工作业强度;

[0028] 4、与原来的水面控制站形成双系统,提高了智能化的程度,同时提高了控制系统的安全性能;

[0029] 5、解决了复合电液控制单向控制的问题,水面PLC控制系统实时控制采油树的运行,其控制精度和反应速度都有更大提高。

附图说明

[0030] 图1是本发明的系统结构示意图;

[0031] 图2是本发明的控制关系图;

[0032] 图3是本发明的水面PLC控制系统的功能图;

[0033] 图4是本发明的正常生产系统的流程图;

[0034] 图5是本发明的上修流程图;

[0035] 图6是本发明的作业流程图;

[0036] 图7是本发明的应急流程图;

[0037] 图8是本发明的数据处理流程图;

[0038] 图9是本发明的仪表动态监测流程图;

[0039] 图10是本发明的流量控制流程图;

[0040] 图11是本发明的信号传输流程图。

[0041] 图中,1、水面PLC控制系统,2、水面控制站,3、水下控制模块,4、井下安全阀,5、生产主阀,6、生产翼阀,7、环空主阀,8、环空翼阀,9、修井阀,10、转换阀,11、甲醇注入阀,12、防腐剂注入阀,13、清蜡剂注入阀,14、生产通道调节阀。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图中的实施例对本发明作进一步的详细说明,但并不构成对本发明的任何限制。

[0043] 在复合电液控制系统的基础之上,结合采油树结构设计提出了一种全新的设计思路的水下采油树智能化控制系统及其控制方法。

[0044] 如图1和图2所示,水面控制站2将液压经脐带缆传递给水下控制模块3,水下控制模块3主要具有两种功能,一种是控制功能,水下生产设施上的各个阀门通过电液混合控制

方式来控制,如对于海底采油树的井下安全阀4、生产主阀5、生产翼阀6、环空主阀7、环空翼阀8、转换阀10、各化学药剂注入阀等的打开与关闭进行控制;根据油田实际的开采状况,调节油嘴的开度,对流量进行调控;以及控制甲醇、阻垢剂及清蜡剂等化学药剂加注的控制及相关阀门的开闭;对于修井控制是通过将生产主阀5,生产翼阀6,环空翼阀8,转换阀10关闭,将环空主阀7和修井阀9打开,使修井设备可以与采油树的环空连通来实现。另一种为监测功能,其通过安装在水下采油树上的传感器装置对流量、温度、压力、阀门的状态、阀门的开度、阀门的位置、油气泄露、海底环境进行监测。水下控制模块3将监测的信息经脐带缆传递给水面PLC控制系统1,水面PLC控制系统1能够对录取的信息进行保存,并对其进行分析处理,如果录取的温度、压力、流量的数据不在正常范围内,系统自动提醒故障警报,并进行分析原因,生成相应的指令,经脐带缆传递给水下控制模块3,由水下控制模块3进行相应的操作。

[0045] 环空主阀7和环空翼阀8组成环空控制阀。

[0046] 水面控制站2与水面PLC控制系统1构成了控制双系统,当水平PLC控制系统出现故障时,水面控制站2仍能够对水下生产系统进行控制,提高了安全性能。

[0047] 如图3所示,水面PLC控制系统1主要包括5部分,包括:生产系统,数据处理,仪表动态监测、流量控制、信号传输。生产系统包括正常生产流程,上修流程,作业流程及应急流程。各模块之间相互联系,为一个整体。

[0048] 如图4所示,为正常生产流程的流程图,其智能化流程如下:

[0049] (1)首先检查阀门及设备状态,均运行正常的情况下就行下一步,否则就行检修。

[0050] (2)检测采油树的压力及温度是否在正常范围,若生产压力、温度不在正常范围之内,系统自动报警,水面PLC控制系统1对故障进行原因分析,当憋压时,将环空控制阀打开,使连接到水面的环空管线与环空连通进行泄压,然后再重新检测生产压力、温度是否在正常范围之内。直到压力温度正常,则进入下一步;

[0051] (3)依次打开生产通道调节阀14,清蜡剂注入阀13,甲醇注入阀11及阻垢剂注入阀;

[0052] (4)打开生产主阀5,对采油树的排量进行检测,当不在正常范围内,系统进行警报,PLC控制系统进行分析处理,并发出指令信号,对油嘴的开度进行适应的调整,直到排量在正常范围内,进行下一步;

[0053] (5)根据海底采油树排量的大小,依次设定清蜡剂注入阀13的开度,甲醇注入阀11的开度及防腐剂注入阀12的开度,使系统进行正常的生产;

[0054] (6)再次检测温度、压力是否在正常的范围之内,若生产压力、温度不在正常范围之内,系统自动报警,水面PLC控制系统1对故障进行原因并发出调整指令进行调整操作,然后检测故障是否解除,接着再重新检测压力、温度是否在正常范围之内。若故障不能解除,则需要停止生产,进行故障的详细检测。当检测生产的温度、压力在正常的范围之内时,则进行下一步;

[0055] (7)系统在正常生产的过程中,实时监测排量、温度、压力是否正常,直到监测过程中故障不能排除或者生产结束,进行结束的操作;

[0056] (8)首先关闭生产主阀5,接着依次关闭其他阀门。

[0057] 如图5所示,为上修流程的流程图,其智能化流程如下:

[0058] (1)首先停泵;

[0059] (2)接着关闭生产主阀5,生产通道调节阀14、修井阀9、转换阀10,打开环空主阀7及环空翼阀8,使环空与连接到水面的环空管线连通进行泄压;

[0060] (3)直到水面井口没有排量,说明泄压过程结束,接着进行修井作业;

[0061] (4)首先取出采油树帽,堵塞器,进行相关管柱及配套工具的连接;

[0062] (5)关闭环空翼阀8,打开修井阀9、环空主阀7,进行相关的修井作业;

[0063] (6)修井的过程中,可利用井下的感应器,进行设备的定位,当修井结束,需进行阀门位置及阀门状态的确认,设备全部完好,则修井结束。

[0064] 如图6所示,为作业流程的流程图,其智能化流程如下:

[0065] (1)作业流程包括清蜡、注水和注气三种作业流程;

[0066] (2)清蜡流程,将清蜡剂沿着化学剂注入管线到电液复合贯穿装置,电液复合贯穿装置将采油树本体及油管悬挂器贯通,清蜡剂通过采油树本体及悬挂器进入油管,从而进行清蜡操作;

[0067] (3)注水和注气流程,首先打开生产主阀5及生产通道调节阀14,关闭环空主阀7、环空翼阀8、修井阀9及转换阀10,启动注入泵沿着管线注入到油管中,再注入到地层之中。

[0068] 如图7所示,为应急流程的流程图,其智能化流程如下:

[0069] (1)应急流程主要是憋压和憋泵,当发生憋压和憋泵时需要关闭井下安全阀;

[0070] (2)一种方式可以打开转换阀10,连通应转换流道进行排液泄压;

[0071] (3)另一种方法是打开环空控制阀,连通环空管线与环空,从而进行泄压。

[0072] 如图8所示,为数据处理的流程图,其智能化流程如下:

[0073] 数据处理是将监测的数据与数据进行智能对比分析,当监测数据不在正常范围内,由PLC控制系统发出调整指令,井下执行器进行调整,调整之后监测仪表进行数据监测与采集,采集的数据沿着脐带缆传递给地面PLC系统,再次与数据库进行对比,以此循环往复。

[0074] 如图9所示,为仪表动态监测的流程图,其智能化流程如下:

[0075] 仪表动态监测主要利用水下传感器及仪表进行温度、压力及各仪表数据监测与采集,阀门的状态及位置的监测,电流、电压的测量,利用执行器进行阀门开度的调节。

[0076] 如图10所示,为流量控制的流程图,其智能化流程如下:

[0077] 流量的控制,首先是对流量进行监测,根据生产情况进行流量的调节,调节之后对生产通道的压力进行监测,当压力升高易造成憋压现象,需进行泄压操作,接着需再次对流量进行监测。当压力正常则需对生产通道的压力进行持续的监测。

[0078] 如图11所示,为信号传输的流程图,其智能化流程如下:

[0079] 信号的传递是PLC控制系统发出电信号通过脐带缆传递给水下控制模块3,水下控制模块3将信号经电缆传递给水下各执行器,水下的执行器的执行情况及传感器的信号经电缆,SCM,脐带缆传递给水面PLC控制系统。

[0080] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰

为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围

内。

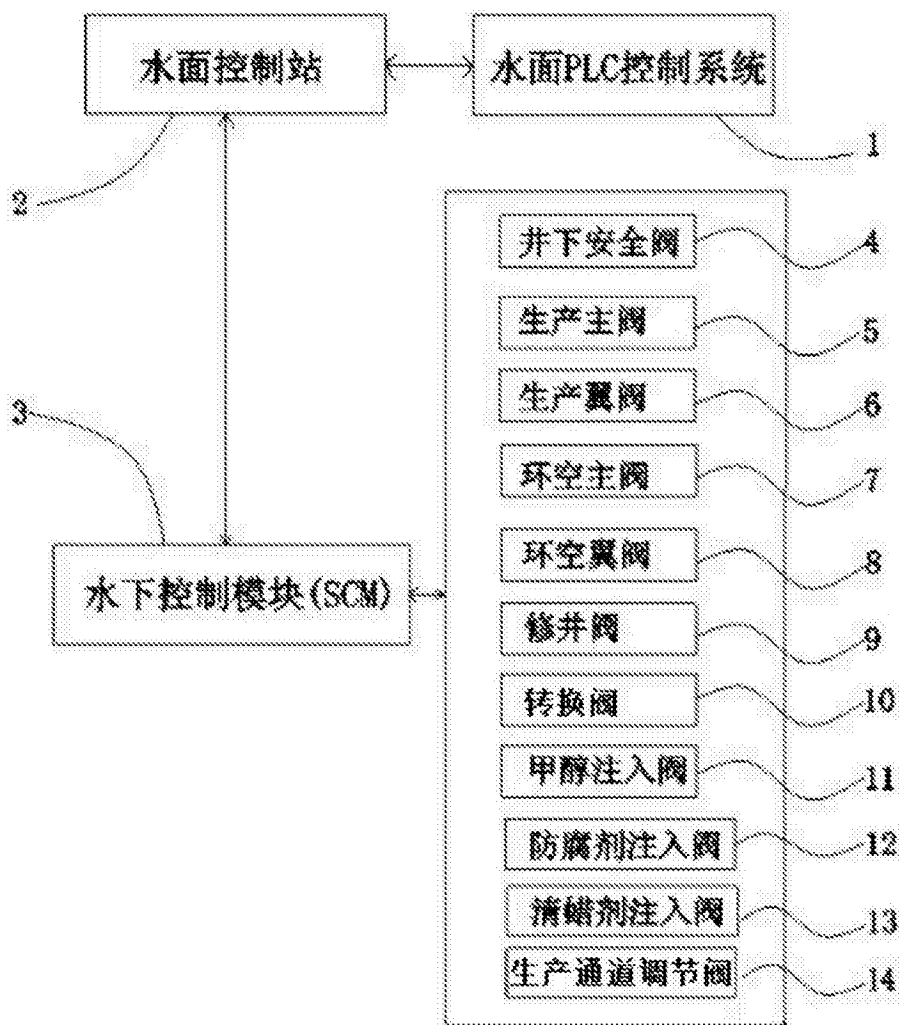


图1

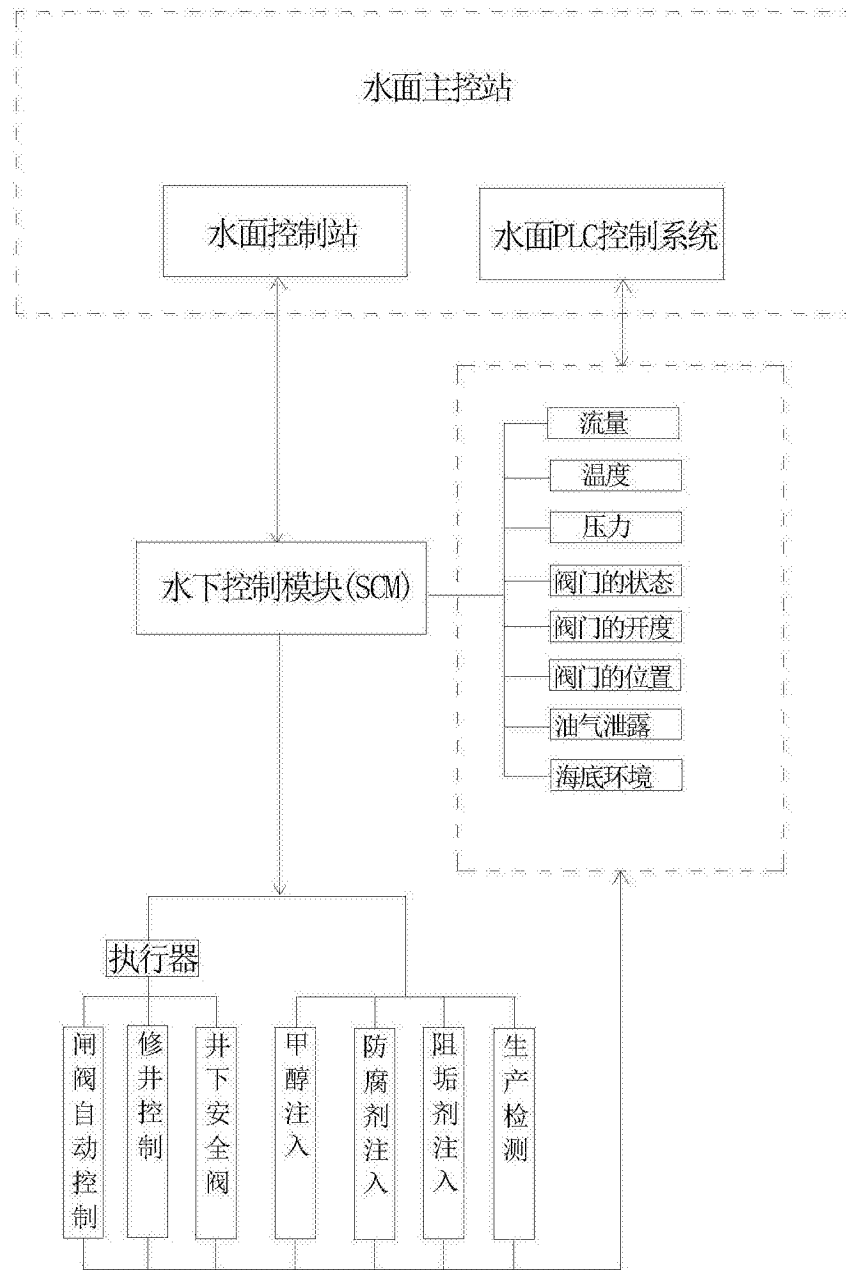


图2

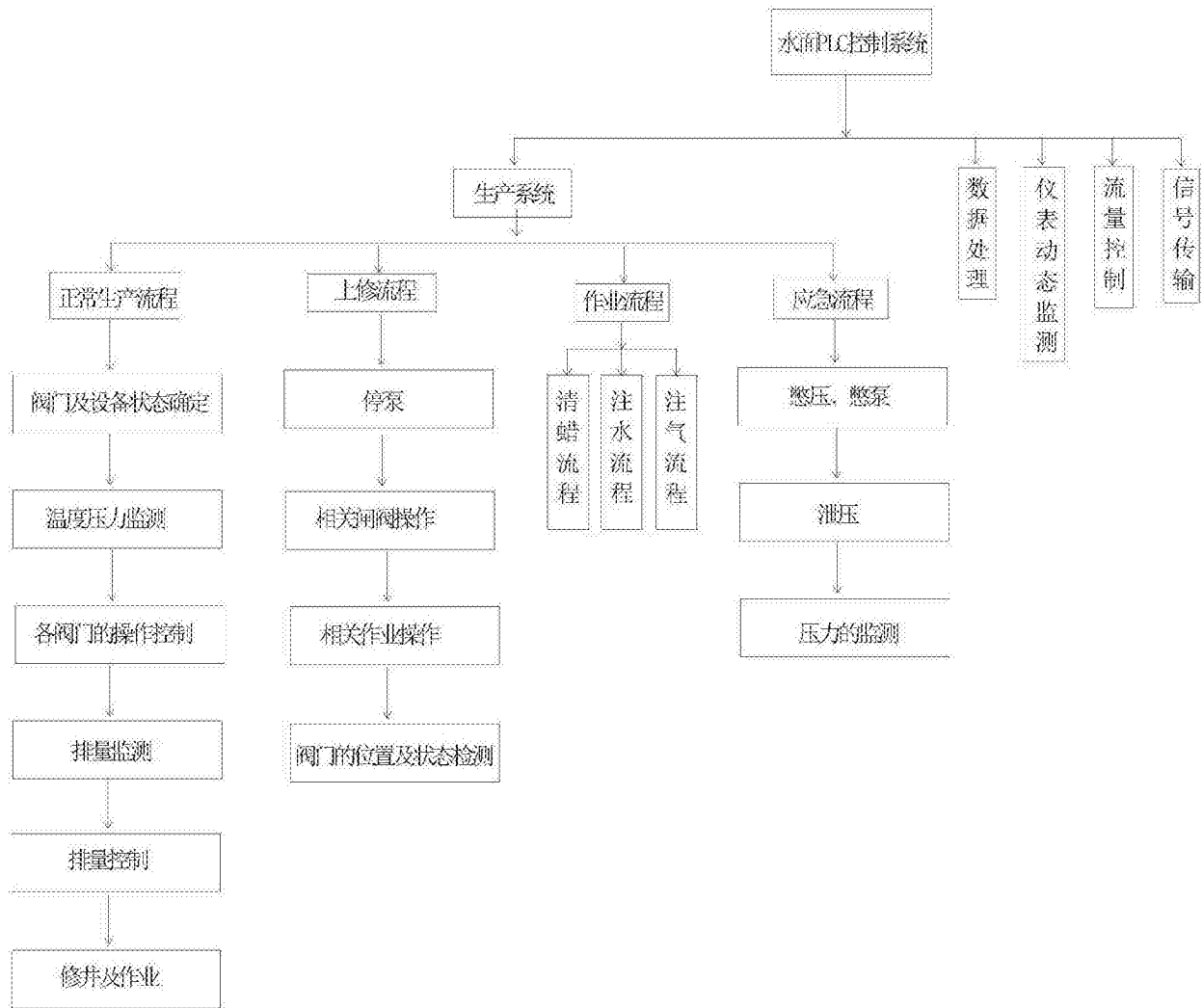


图3

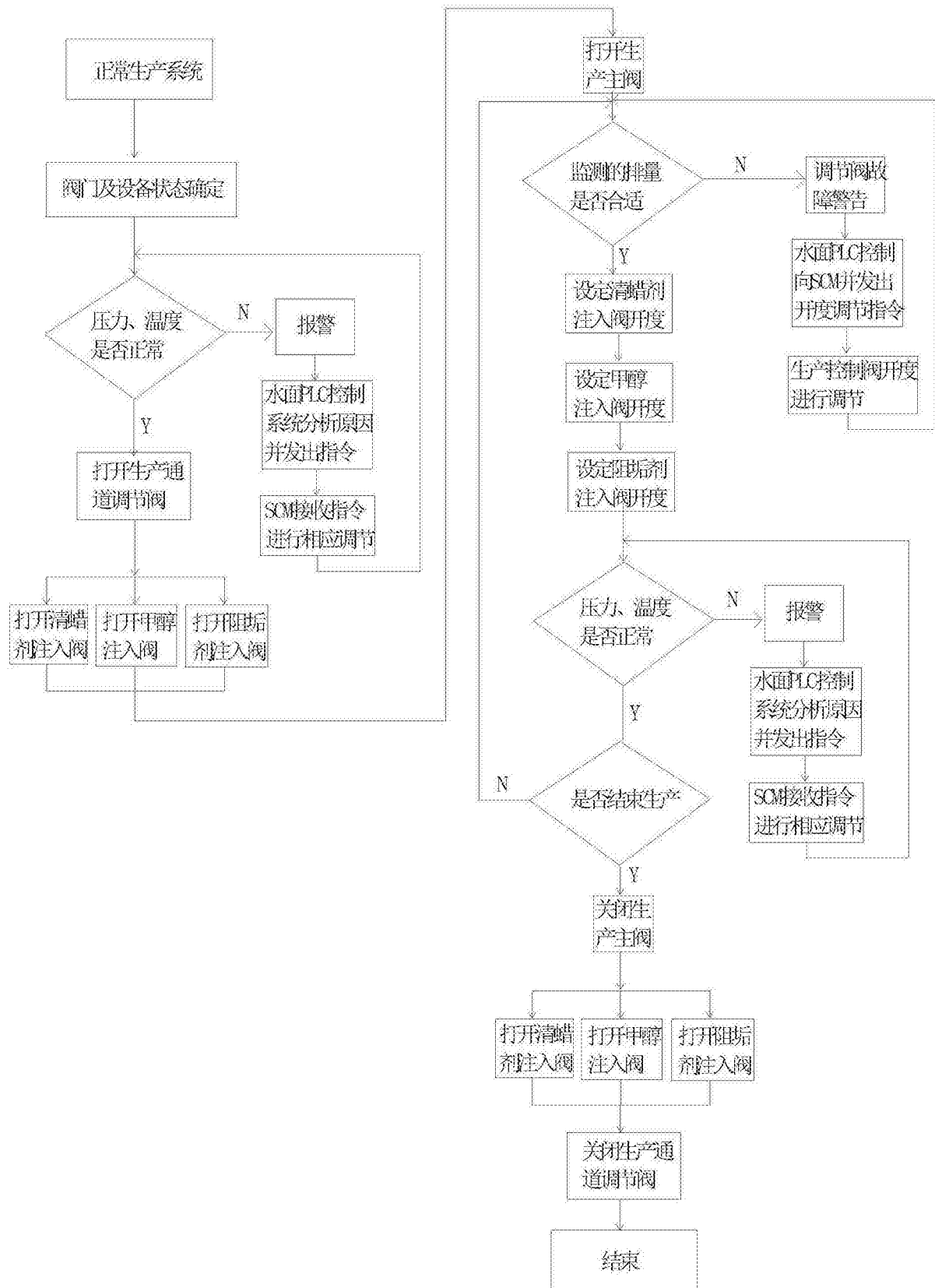


图4

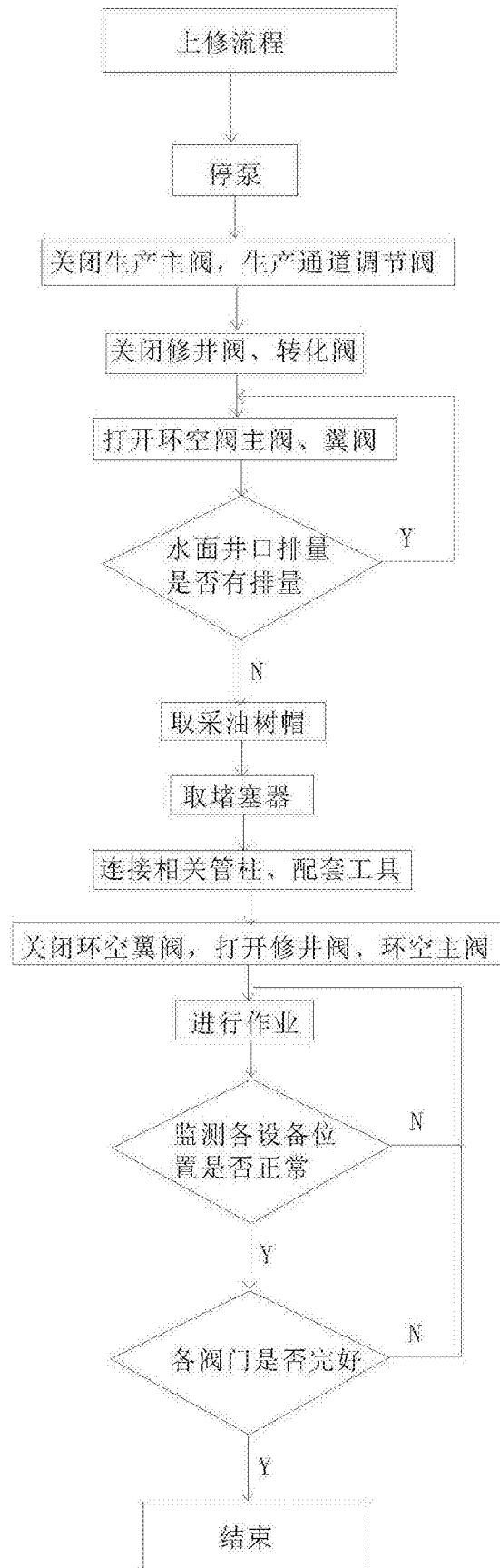


图5

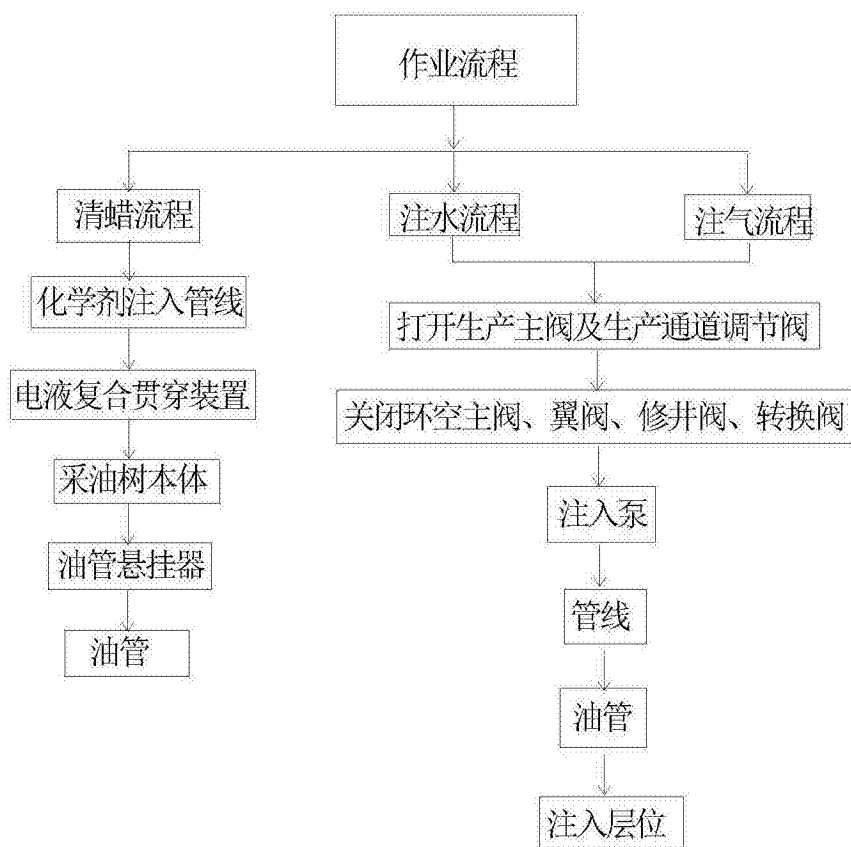


图6

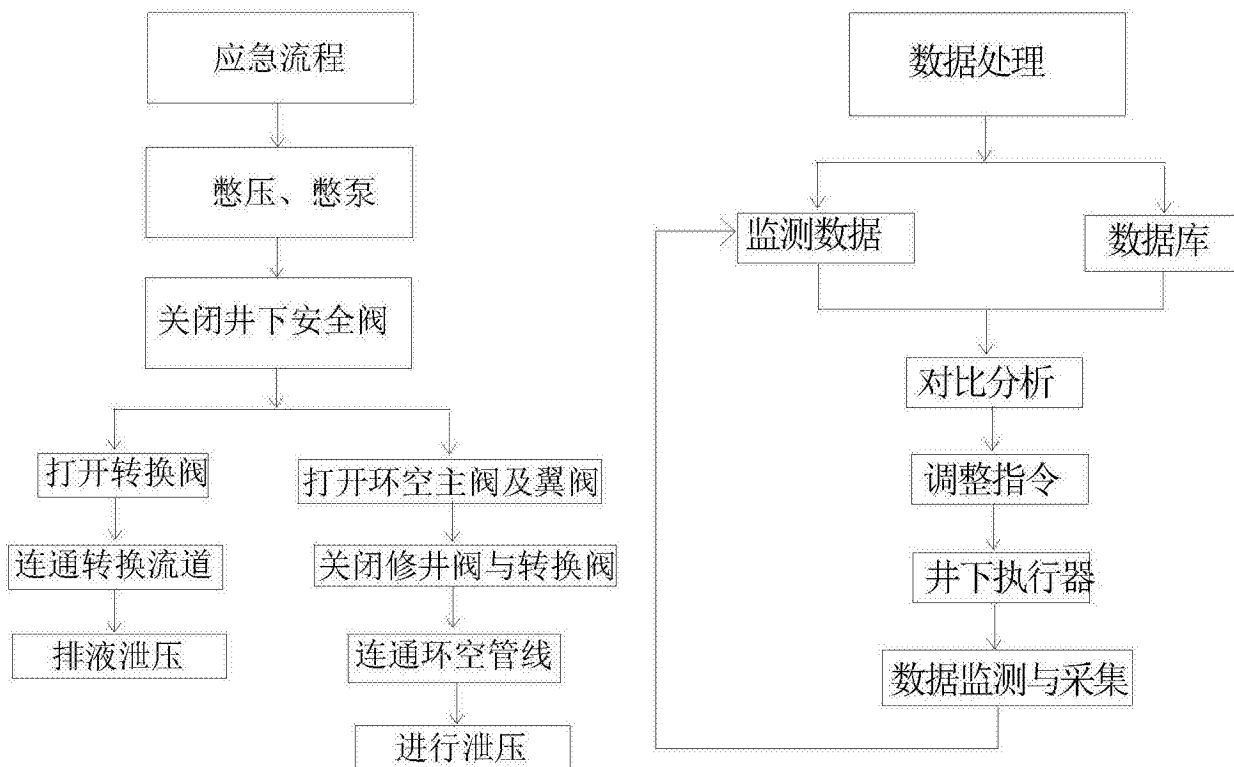


图7

图8

