



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106430412 B

(45)授权公告日 2019.04.02

(21)申请号 201610953048.3

(22)申请日 2016.11.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106430412 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 青岛理工大学

地址 266033 山东省青岛市市北区抚顺路
11号

(72)发明人 刘新福 王优强 刘春花 肖坚夫

邵晶 尚超

(51)Int.Cl.

G02F 1/40(2006.01)

E21B 43/36(2006.01)

审查员 狄华娟

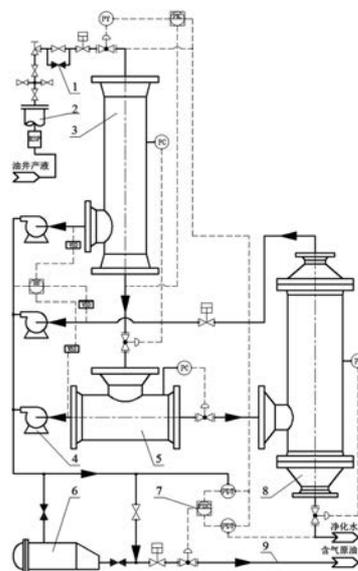
权利要求书4页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

轴流式水下三级分离方法及其控制系统

(57)摘要

本发明提供了一种轴流式水下三级分离方法及其控制系统,应用于海底油井产液的水下直接分离。该水下分离系统依据轴流式三级油水分离工艺及其控制系统,将原油和生产污水处理设备由海上平台组块移至水下系统,从而简化油气集输和生产污水处理流程,降低流程运行耗能,最终实现油水高效分离;第一级轴流式油气水分离处理分离出油气中大部分的水,第二级轴流式快速分离处理脱除一级生产污水中大部分的油相,第三级轴流式深度分离处理脱除二级生产污水中的剩余油相;水下输送系统通过水下输送泵将各级油液增压后直接外输,分离控制系统远程自动控制各级水下分离作业并调控油井产液和含气原油的流量,且保证各级油液增压后的瞬时流压始终一致。



1. 一种轴流式水下三级分离方法及其控制系统, 主要由第一级分离系统、第二级分离系统、第三级分离系统、水下输送系统和分离控制系统组成, 实施水下三级轴流式油水分离和水下外输增压的作业流程, 其特征在于:

一第一级分离系统; 所述第一级分离系统采用单层轴流管体, 油井产液经各井水下采油树由水下管汇而汇集至第一级分离系统, 实施第一级轴流式油气水分离处理, 将大部分的水从油气中分离出来; 油井产液在第一级分离管体内形成分股高速旋流束并沿管壁轴向高速旋转, 高速轴流场中一级油液经一级油液排出口进入水下输送泵进行加压, 而一级生产污水则由一级污水排出口进入第二级分离系统;

一第二级分离系统; 所述第二级分离系统采用双层轴流管体, 第一级分离处理后含油量较高的一级生产污水进入第二级分离系统, 实施第二级轴流式快速分离处理, 分离出一级生产污水中大部分的油相; 一级生产污水进入第二级分离外层管体充分缓冲, 而后在第二级分离内层管体形成分层旋流并逐步汇流为整股高速旋转流, 高速轴流场中二级生产污水经二级污水排出口进入第三级分离系统, 二级油液则经二级油液排出口进入水下输送泵进行加压;

一第三级分离系统; 所述第三级分离系统采用管束式并联轴流管体, 第二级分离处理后水中含油量较低的二级生产污水进入第三级分离系统, 实施第三级轴流式深度分离处理, 脱除二级生产污水中的剩余油相; 二级生产污水进入第三级分离管体进行充分缓冲, 而后在第三级分离管体内呈管束式均匀布置的各并联轴流管体内形成分层旋流并汇流为整股高速旋转流, 管束式多轴流场中净化水经净化水排出口进入输水管汇中, 三级油液则经三级油液排出口进入水下输送泵进行加压;

一水下输送系统; 所述水下输送系统通过水下输送泵将三级水下分离后的各级油液在水下增压后直接进行外输, 一级油液、二级油液和三级油液分别经入口管汇进入各水下增压泵, 且加压至相同流压值后由出口管汇汇集于同一输油管汇内并形成整股的含气原油;

一分离控制系统; 所述分离控制系统通过各水下压力泄放阀自动释放第二级分离外层管体和第二级分离内层管体、第三级分离管体和各并联轴流管体以及各水下增压泵内的压力, 并通过靶式流量计和流量变送器实时测量二级生产污水和净化水的流量, 靶式流量计选用SBL系列智能靶式流量计, 采用力感应式传感器作为计量和敏感传递元件; 第一级分离的分离控制系统通过电磁流量计对油井产液进行精确计量, 通过水下紧急关断阀自动关闭并停止油井产液和一级油液的供给, 同时通过压力变送器、压力转换器和水下控制阀自动调控油井产液的流量, 并通过压力变送器、气电转换器、三通电磁阀和气动控制阀自动调整一级生产污水的流量; 第二级分离的分离控制系统通过压差变送器、压差式气电转换器和压差式气动控制阀自动调整二级油液的流量, 同时通过压力变送器、气电转换器、三通电磁阀和气动控制阀自动调整二级生产污水的流量; 第三级分离的分离控制系统通过压差变送器、压差式气电转换器和压差式气动控制阀自动调整三级油液的流量, 同时通过压力变送器、气电转换器、三通电磁阀和气动控制阀自动调整净化水的流量; 水下外输增压的分离控制系统通过压力变送器实时掌握各级油液的压力状况, 同时通过压力变送器和多向转换器自动控制各变频器的频率以及各水下变频电机和水下增压泵的转速, 使各级油液增压后的瞬时压力值始终保持一致, 并通过压差变送器、压差式气电转换器和压差式气动控制阀自动调整含气原油的流量。

2. 根据权利要求1所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述第一级分离系统的水下分离处理流程为,油井产液在第一级分离管体的入口处首先形成股高速旋流束并沿管壁切向倾斜射出后产生涡流,然后向前推进流入第一级分离管体的锥管段内并沿管壁继续轴向高速旋转,高速轴流场中主要成分为油气两相流的一级油液逐渐运移至第一级分离管体的中央部位并轴向推进至第一级分离管体下部的一级油液排出口且进入水下输送泵进行加压,而含油量较高的一级生产污水则由第一级分离管体底端的一级污水排出口进入第二级分离系统。

3. 根据权利要求1所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述第二级分离系统的水下分离处理流程为,一级生产污水经第二级分离外层管体中部的入口进入第二级分离外层管体的管腔内并进行充分缓冲,然后在第二级分离内层管体的入口处首先形成分层旋流,接着分层旋流短暂加速后沿管段不断轴向推进并逐步汇流为整股高速旋转流,在高速轴流场中一级生产污水的液流截面不断收缩,水中含油量较低的二级生产污水甩向第二级分离内层管体的管壁并轴流至第二级分离外层管体右侧的二级污水排出口后进入第三级分离系统,而二级油液则逐步运移至第二级分离内层管体的中央部位并反向上升,最后轴向推进至第二级分离外层管体左侧的二级油液排出口并进入水下输送泵进行加压。

4. 根据权利要求1所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述第三级分离系统的水下分离处理流程为,二级生产污水经第三级分离管体下部的入口进入第三级分离管体的管腔内并进行充分缓冲,然后在第三级分离管体内呈管束式均匀布置的各并联轴流管体入口处首先形成分层旋流,接着各分层旋流沿并联轴流管体的管壁加速轴向推进后汇流为整股高速旋转流,在管束式多轴流场中三级分离后合格的净化水甩向各并联轴流管体的管壁并调整为轴向稳定流,然后汇集至第三级分离管体底端的净化水排出口并进入输水管汇中,而三级油液则逐步运移至各并联轴流管体的中央部位并反向上升,最后轴向推进至第三级分离管体顶端的三级油液排出口并进入水下输送泵进行加压。

5. 根据权利要求1所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述水下输送系统的水下外输增压流程为,三级水下分离处理后的一级油液、二级油液和三级油液分别经水下输送系统的入口管汇进入各水下增压泵,在水下输送泵中各级油液均加压至相同流压值且达到外输压力要求,然后三股高压液流由水下输送系统的出口管汇而汇集于同一输油管汇内并形成整股的含气原油,最后含气原油通过输油海底管道一起外输。

6. 根据权利要求1或2所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述第一级分离的分离控制系统中,井口处的水下管汇中设置电磁流量计,并经流量变送器将测量到的油井产液流量信号传送至中控室的累积流量显示仪表上,从而对油井产液进行精确计量;

所述第一级分离的分离控制系统中,第一级分离管体的一级污水排出口和第三级分离管体的净化水排出口的管壁上均设置有压力变送器,通过监测一级污水排出口和净化水排出口内的压力状况,并依次经压力指示控制器和压力转换器完成压力信号与电信号间的转换和数据处理,最后由水下管汇上的水下控制阀自动调控油井产液的流量;第一级分离管体的一级污水排出口的管壁上设置三通电磁阀和气动控制阀,通过第一级分离管体上的压力表和压力变送器监测其管腔上部和下部的压力状况,并依次经压力指示控制器和电转

换器将第一级分离管体管腔上部和下部之间的压力信号转换成气信号,再由三通电磁阀自动控制气动控制阀的气动量,进而自动调整一级污水排出口的一级生产污水流量。

7. 根据权利要求1或3所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述第二级分离的分离控制系统中,第二级分离外层管体的二级污水排出口处设置有球阀、闸阀和靶式流量计,并经流量变送器将靶式流量计实时测量到的二级生产污水流量信号传送到中控室的瞬时流量显示仪表和累积流量显示仪表上;

所述第二级分离的分离控制系统中,第二级分离外层管体入口与二级油液排出口和二级污水排出口的管壁上均设置有压差变送器,通过分别监测第二级分离外层管体与二级油液排出口以及第二级分离外层管体与二级污水排出口之间的压差状况,并依次经压差指示控制器和压差式气电转换器完成压差信号与气信号间的转换和数据处理,自动控制二级油液排出口管壁上压差式气动控制阀的气动量,进而自动调整二级油液的流量;二级污水排出口的管壁上还设置有三通电磁阀和气动控制阀,通过一级污水排出口处的压力变送器监测一级污水排出口内的压力状况,并经气电转换器将压力信号转换成气信号,再由三通电磁阀自动控制气动控制阀的气动量,进而自动调整二级污水排出口内的二级生产污水流量。

8. 根据权利要求1或4所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述第三级分离的分离控制系统中,第三级分离管体的净化水排出口处设置有球阀、闸阀和SBL系列智能靶式流量计,实时监测净化水的流量,并经流量变送器将测量到的净化水流量信号传送到中控室的瞬时流量显示仪表和累积流量显示仪表上;

所述第三级分离的分离控制系统中,第三级分离管体入口与三级油液排出口和净化水排出口的管壁上均设置有压差变送器,通过分别监测第三级分离管体与三级油液排出口以及第三级分离管体与净化水排出口之间的压差状况,并依次经压差指示控制器和压差式气电转换器完成压差信号与气信号间的转换和数据处理,自动控制三级油液排出口管壁上压差式气动控制阀的气动量,进而自动调整三级油液的流量;净化水排出口的管壁上还设置有三通电磁阀和气动控制阀,通过二级污水排出口处的压力变送器监测二级污水排出口内的压力状况,并经气电转换器将压力信号转换成气信号,再由三通电磁阀自动控制气动控制阀的气动量,进而自动调整净化水排出口内的净化水流量。

9. 根据权利要求1或5所述的轴流式水下三级分离方法及其控制系统,其特征在于:所述水下外输增压的分离控制系统中,水下输送系统的入口管汇上设置有压力变送器,其测量到的各级油液在水下增压泵入口处的压力信号传送到中控室的瞬时压力显示仪表上,从而实时掌握各级油液的压力状况;

所述水下外输增压的分离控制系统中,水下输送系统的出口管汇上设置有压力变送器,其测量到的水下增压泵出口处各级油液的压力信号传送到中控室的瞬时压力显示仪表上,并经多向转换器完成各级油液增压后的压力信号与电信号间的转换和数据处理,自动控制各变频器的频率,进而自动调整各水下变频电机和水下增压泵的转速,使出口管汇中各级油液增压后的瞬时压力值始终保持一致;输油管汇上设置有压差变送器,通过分别监测油井产液与净化水以及油井产液与增压后各级油液之间的压差状况,并依次经压差指示控制器和压差式气电转换器完成压差信号与气信号间的转换和数据处理,自动控制输油管汇上压差式气动控制阀的气动量,进而自动调整含气原油的流量并保证含气原油输送至输

油海底管道液量的稳定。

轴流式水下三级分离方法及其控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水下生产系统油井产液直接进行水下分离的方法,特别是涉及一种水下轴流式三级分离控制系统及其工艺流程和分离方法。

背景技术

[0002] 目前,国内外海上油田的油气集输通常采用“高压井流→立管→平台管汇→三相分离器→二级加热器→二级分离器→电脱增压泵→电脱加热器→电脱水器→外输泵→海管”的典型工艺流程。高压井流通过三相分离器和二级分离器中的化学药剂和水颗粒的重力沉降实施油气水三相分离,再利用电脱水器的高压电场对原油进行破乳实施进一步脱水,整个原油处理流程体积庞大且处理效率较低;另外,高压井流经过管道长距离输送和各级处理系统脱水脱气后,整个集输流程运行的电能和热能额外损耗严重,不仅增加了平台电站系统的电负荷,而且需要配备专门的热站系统为原油处理的各级加热器提供热量。

[0003] 另一方面,原油处理系统脱水后的生产污水由于含油量较高,而需要配置专门的污水处理系统,通常包括“斜板除油器→溶气浮选机→核桃壳过滤器→污水罐”或者“污水增压泵→水力旋流器→紧凑型气浮→污水罐”的流程处理成合格净化水后回注地层或直接外排,同时生产污水回注地层时还需要配置注水增压系统增压后才能达到回注地层的压力要求。此外,针对水下生产系统油井产液直接分离方法的研究国内外均还处于起步和试验阶段。

[0004] 由此,通过开发新型的水下直接分离工艺及方法,将现有的海上平台油气集输和生产污水处理系统简化为水下在线油水分离系统,该水下在线油水分离流程包括“高压井流→井口在线分离系统→海管外输和回注”。该水下在线油水分离系统将原油和生产污水处理设备由海上平台组块移至水下系统,极大地简化了原油和生产污水处理流程,并使得整个流程的运行耗能显著下降,最终实现水下系统油水高效分离,提升深水油气田的开发效益。

发明内容

[0005] 为了克服现有海上平台油气集输和生产污水处理方法存在的缺陷和不足,并改善水下生产系统油气直接分离方法尚处于起步和试验阶段的研究现状,本发明的目的是提供一种适合水下生产系统油井产液直接进行水下分离用的轴流式水下三级分离方法及其控制系统。该水下分离系统依据轴流式三级油水分离工艺及其控制系统,具备简化油气集输和生产污水处理流程,降低流程运行耗能,油水高效分离,远程自动控制等特点。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是开发一种轴流式水下三级分离方法及其控制系统,主要由第一级分离系统、第二级分离系统、第三级分离系统、水下输送系统和分离控制系统组成,实施水下三级轴流式油水分离和水下外输增压的作业流程。

[0007] 第一级分离系统采用单层轴流管体,油井产液经各井水下采油树由水下管汇而汇集至第一级分离系统,实施第一级轴流式油气水分离处理,将大部分的水从油气中分离出

来。第一级分离系统的水下分离处理流程为,油井产液在第一级分离管体的入口处首先形成分股高速旋流束并沿管壁切向倾斜射出后产生涡流,然后向前推进流入第一级分离管体的锥管段内并沿管壁继续轴向高速旋转,高速轴流场中主要成分为油气两相流的一级油液逐渐运移至第一级分离管体的中央部位并轴向推进至第一级分离管体下部的一级油液排出口且进入水下输送泵进行加压,而含油量较高的一级生产污水则由第一级分离管体底端的一级污水排出口进入第二级分离系统。

[0008] 第二级分离系统采用双层轴流管体,第一级分离处理后含油量较高的一级生产污水进入第二级分离系统,实施第二级轴流式快速分离处理,分离出一级生产污水中大部分的油相。第二级分离系统的水下分离处理流程为,一级生产污水经第二级分离外层管体中部的入口进入第二级分离外层管体的管腔内并进行充分缓冲,然后在第二级分离内层管体的入口处首先形成分层旋流,接着分层旋流短暂加速后沿管段不断轴向推进并逐步汇流为整股高速旋转流,在高速轴流场中一级生产污水的液流截面不断收缩,水中含油量较低的二级生产污水甩向第二级分离内层管体的管壁并轴流至第二级分离外层管体右侧的二级污水排出口后进入第三级分离系统,而二级油液则逐步运移至第二级分离内层管体的中央部位并反向上升,最后轴向推进至第二级分离外层管体左侧的二级油液排出口并进入水下输送泵进行加压。

[0009] 第三级分离系统采用管束式并联轴流管体,第二级分离处理后水中含油量较低的二级生产污水进入第三级分离系统,实施第三级轴流式深度分离处理,脱除二级生产污水中的剩余油相。第三级分离系统的水下分离处理流程为,二级生产污水经第三级分离管体下部的入口进入第三级分离管体的管腔内并进行充分缓冲,然后在第三级分离管体内呈管束式均匀布置的各并联轴流管体入口处首先形成分层旋流,接着各分层旋流沿并联轴流管体的管壁加速轴向推进后汇流为整股高速旋转流,在管束式多轴流场中三级分离后合格的净化水甩向各并联轴流管体的管壁并调整为轴向稳定流,然后汇集至第三级分离管体底端的净化水排出口并进入输水管汇中,而三级油液则逐步运移至各并联轴流管体的中央部位并反向上升,最后轴向推进至第三级分离管体顶端的三级油液排出口并进入水下输送泵进行加压。

[0010] 水下输送系统通过水下输送泵将三级水下分离后的各级油液在水下增压后直接进行外输,水下输送系统的水下外输增压流程为,三级水下分离处理后的一级油液、二级油液和三级油液分别经水下输送系统的入口管汇进入各水下增压泵,在水下输送泵中各级油液均加压至相同流压值且达到外输压力要求,然后三股高压液流由水下输送系统的出口管汇而汇集于同一输油管汇内并形成整股的含气原油,最后含气原油通过输油海底管道一起外输。

[0011] 分离控制系统实现远程自动控制各级分离系统的水下分离作业并调控油井产液和含气原油的流量,同时保证水下输送系统出口管汇内各级油液的瞬时流压值始终一致。

[0012] 第一级分离的分离控制系统中,井口处的水下管汇中设置电磁流量计,并经流量变送器将测量到的油井产液流量信号传送至中控室的累积流量显示仪表上,从而对油井产液进行精确计量;同时水下管汇上还设置有水下紧急关断阀,在出现高高压差信号或各级分离系统发生故障时,水下紧急关断阀会自动关闭并停止油井产液的供给。第一级分离管体的一级油液排出口处设置水下紧急关断阀,在第一级分离系统出现高高压差信号或水下

输送系统的水下增压泵发生故障时,水下紧急关断阀会自动关闭并停止一级油液的供给。

[0013] 第一级分离的分离控制系统中,第一级分离管体的一级污水排出口和第三级分离管体的净化水排出口的管壁上均设置有压力变送器,通过监测一级污水排出口和净化水排出口内的压力状况,并依次经压力指示控制器和压力转换器完成压力信号与电信号间的转换和数据处理,最后由水下管汇上的水下控制阀自动调控油井产液的流量并保证各级分离系统供液的稳定。第一级分离管体的一级污水排出口的管壁上设置三通电磁阀和气动控制阀,通过第一级分离管体上的压力表和压力变送器监测其管腔上部和下部的压力状况,并依次经压力指示控制器和气电转换器将第一级分离管体管腔上部和下部之间的压力信号转换成气信号,再由三通电磁阀自动控制气动控制阀的气动量,进而自动调整一级污水排出口的一级生产污水流量。

[0014] 第二级分离的分离控制系统中,第二级分离外层管体的管壁上设置有水下压力泄放阀,第二级分离外层管体和第二级分离内层管体的管腔内出现超压工况时,水下压力泄放阀会自动释放各管腔内的压力。第二级分离外层管体的二级污水排出口处设置有球阀、闸阀和靶式流量计,并经流量变送器将靶式流量计实时测量到的二级生产污水流量信号传送至中控室的瞬时流量显示仪表和累积流量显示仪表上,其中靶式流量计选用SBL系列智能靶式流量计,采用力感应式传感器作为计量和敏感传递元件,并结合现代数字智能处理技术,解决高粘度、低雷诺数二级生产污水的流量测量。

[0015] 第二级分离的分离控制系统中,第二级分离外层管体入口与二级油液排出口和二级污水排出口的管壁上均设置有压差变送器,通过分别监测第二级分离外层管体与二级油液排出口以及第二级分离外层管体与二级污水排出口之间的压差状况,并依次经压差指示控制器和压差式气电转换器完成压差信号与气信号间的转换和数据处理,自动控制二级油液排出口管壁上压差式气动控制阀的气动量,进而自动调整二级油液的流量。二级污水排出口的管壁上还设置有三通电磁阀和气动控制阀,通过一级污水排出口处的压力变送器监测一级污水排出口内的压力状况,并经气电转换器将压力信号转换成气信号,再由三通电磁阀自动控制气动控制阀的气动量,进而自动调整二级污水排出口内的二级生产污水流量。

[0016] 第三级分离的分离控制系统中,第三级分离管体的管壁上设置有水下压力泄放阀,第三级分离管体和各并联轴流管体的管腔内出现超压工况时,水下压力泄放阀会自动释放各管腔内的压力。第三级分离管体的净化水排出口处设置有球阀、闸阀和SBL系列智能靶式流量计,SBL系列智能靶式流量计用来解决高粘度、低雷诺数净化水的流量测量,同时实时监测净化水的流量,并经流量变送器将测量到的净化水流量信号传送至中控室的瞬时流量显示仪表和累积流量显示仪表上。

[0017] 第三级分离的分离控制系统中,第三级分离管体入口与三级油液排出口和净化水排出口的管壁上均设置有压差变送器,通过分别监测第三级分离管体与三级油液排出口以及第三级分离管体与净化水排出口之间的压差状况,并依次经压差指示控制器和压差式气电转换器完成压差信号与气信号间的转换和数据处理,自动控制三级油液排出口管壁上压差式气动控制阀的气动量,进而自动调整三级油液的流量。净化水排出口的管壁上还设置有三通电磁阀和气动控制阀,通过二级污水排出口处的压力变送器监测二级污水排出口内的压力状况,并经气电转换器将压力信号转换成气信号,再由三通电磁阀自动控制气动控

制阀的气动量,进而自动调整净化水排出口内的净化水流量。

[0018] 水下外输增压的分离控制系统中,水下输送系统的入口管汇和出口管汇上设置有水下压力泄放阀,各水下增压泵的出口和入口之间出现超压工况时,对应的水下压力泄放阀会自动释放水下增压泵腔内的压力。水下输送系统的入口管汇上设置有压力变送器,其测量到的各级油液在水下增压泵入口处的压力信号传送至中控室的瞬时压力显示仪表上,从而实时掌握各级油液的压力状况。

[0019] 水下外输增压的分离控制系统中,水下输送系统的出口管汇上设置有压力变送器,其测量到的水下增压泵出口处各级油液的压力信号传送至中控室的瞬时压力显示仪表上,并经多向转换器完成各级油液增压后的压力信号与电信号间的转换和数据处理,自动控制各变频器的频率,进而自动调整各水下变频电机和水下增压泵的转速,使出口管汇中各级油液增压后的瞬时压力值始终保持一致。输油管汇上设置有压差变送器,通过分别监测油井产液与净化水以及油井产液与增压后各级油液之间的压差状况,并依次经压差指示控制器和压差式气电转换器完成压差信号与气信号间的转换和数据处理,自动控制输油管汇上压差式气动控制阀的气动量,进而自动调整含气原油的流量并保证含气原油输送至输油海底管道液量的稳定。

[0020] 本发明所能达到的技术效果是,该水下分离系统依据轴流式三级油水分离工艺及其控制系统,将原油和生产污水处理设备由海上平台组块移至水下系统,简化了原油和生产污水处理流程,并显著降低了整个流程的运行耗能,最终实现水下系统油水高效分离;第一级分离系统采用单层轴流管体,实施第一级轴流式油气水分离处理,将大部分的水从油气中分离出来;第二级分离系统采用双层轴流管体,实施第二级轴流式快速分离处理,分离出一级生产污水中大部分的油相;第三级分离系统采用管束式并联轴流管体,实施第三级轴流式深度分离处理,脱除二级生产污水中的剩余油相;水下输送系统通过水下输送泵将三级水下分离后的各级油液在水下增压后直接进行外输,且分离控制系统实现远程自动控制各级分离系统的水下分离作业并调控油井产液和含气原油的流量,同时保证水下输送系统出口管汇内各级油液的瞬时流压值始终一致。

附图说明

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步的说明,但本发明并不局限于以下实施例。

[0022] 图1是根据本发明所提出的轴流式水下三级分离方法及其控制系统的典型工艺流程图。

[0023] 图2是轴流式水下三级分离方法及其控制系统中第一级分离系统的管线和仪表控制图。

[0024] 图3是轴流式水下三级分离方法及其控制系统中第二级分离系统的管线和仪表控制图。

[0025] 图4是轴流式水下三级分离方法及其控制系统中第三级分离系统的管线和仪表控制图。

[0026] 图5是轴流式水下三级分离方法及其控制系统中水下输送系统的管线和仪表控制图。

[0027] 图中1—水下管汇,2—水下采油树,3—第一级分离系统,4—水下输送系统,5—第

二级分离系统,6—水下清管发射器,7—分离控制系统,8—第三级分离系统,9—输油海底管道,10—电磁流量计,11—水下紧急关断阀,12—水下控制阀,13—第一级分离管体,14—一级油液排出口,15—一级污水排出口,16—气动控制阀,17—三通电磁阀,18—压差式气动控制阀,19—二级油液排出口,20—第二级分离外层管体,21—二级污水排出口,22—水下压力泄放阀,23—靶式流量计,24—三级油液排出口,25—第三级分离管体,26—净化水排出口,27—输水管汇,28—入口管汇,29—水下增压泵,30—出口管汇,31—水下变频电机,32—变频器,33—就地控制盘,34—输油管汇。

具体实施方式

[0028] 在图1中,轴流式水下三级分离方法及其控制系统主要包括第一级分离系统3、第二级分离系统5、第三级分离系统8、水下输送系统4和分离控制系统7。第一级分离系统3的入口通过水下流量计和水下阀门等依次与水下采油树2和水下管汇1连接在一起,第一级分离系统3的一级污水排出口通过气动控制阀等水下阀门与第二级分离系统5的入口相连接,第二级分离系统5的二级污水排出口通过水下流量计和水下阀门等与第三级分离系统8的入口相连接,第三级分离系统8的净化水排出口通过水下流量计和水下阀门等与输水管汇相连接,各级油液排出口通过水下阀门与水下输送系统4的入口管汇相连接,水下输送系统4的水下增压泵通过出口管汇而汇集于同一输油管汇并通过水下阀门与输油海底管道9连接在一起,输油海底管道9与水下输送系统4的输油管汇间并联有水下清管发射器6。

[0029] 在图1中,轴流式水下三级分离方法及其控制系统依据轴流式三级油水分离工艺及其控制系统,将原油和生产污水处理设备由海上平台组块移至水下系统,并通过第一级分离系统3实施第一级轴流式油气水分离处理,将大部分的水从油气中分离出来,通过第二级分离系统5实施第二级轴流式快速分离处理,分离出一级生产污水中大部分的油相,最后通过第三级分离系统8实施第三级轴流式深度分离处理,脱除二级生产污水中的剩余油相,从而实现水下系统油水高效分离;同时通过水下输送系统4的各水下增压泵将三级水下分离后的各级油液在水下增压后经输油海底管道9直接进行外输,从而实现水下系统油气集输;分离控制系统7实现远程自动控制各级分离系统的水下分离作业并保证水下输送系统4出口管汇内各级油液的瞬时流压值始终一致,而水下清管发射器6则用于定期进行清管作业,清理出水下油气集输过程中输油海底管道9内沉积的蜡、水合物等堵塞物,清管作业时需要先通过闸阀等水下阀门关闭输油海底管道9与水下输送系统4的输油管汇间的联通管路。

[0030] 在图2中,第一级分离系统3的水下分离处理流程为,油井产液依次流经水下采油树2和水下管汇1以及电磁流量计10、水下紧急关断阀11、球阀、水下控制阀12和止回阀等水下流量计和阀门而汇集至第一级分离系统3,并在第一级分离管体13的入口处形成分股高速旋流束后沿管壁轴向高速旋转,高速轴流场中一级油液逐渐运移至第一级分离管体13的中央部位并轴向推进至一级油液排出口14,而后经水下紧急关断阀11进入水下输送泵进行加压,同时一级生产污水由一级污水排出口15并依次流经球阀、气动控制阀16和止回阀等水下阀门进入第二级分离系统5。

[0031] 在图2中,第一级分离系统3的管线和仪表控制方法为,第一级分离的分离控制系统7通过水下管汇1中的流量变送器(FIT)将电磁流量计10监测到的油井产液流量信号传送

至中控室的累积流量显示仪表 (FQI) 上,通过水下管汇1和一级油液排出口14上的水下紧急关断阀11分别自动关闭并停止油井产液和一级油液的供给;同时,通过压力变送器 (PIT) 监测一级污水排出口15和第三级分离系统8净化水排出口内的压力,经压力指示控制器 (PIC) 和压力转换器 (PY) 完成信号转换和数据处理并由水下管汇1上的水下控制阀12自动调控油井产液的流量;通过第一级分离管体13上的压力表 (PI) 和压力变送器 (PIT) 监测第一级分离管体13管腔上部和下部的压力,经一级污水排出口15上的压力指示控制器 (PY) 和气电转换器 (PY) 完成信号转换,再由一级污水排出口15上的三通电磁阀17驱动气动控制阀16自动调整一级生产污水的流量。

[0032] 在图3中,第二级分离系统5的水下分离处理流程为,一级生产污水流经球阀等水下阀门进入第二级分离外层管体20内进行充分缓冲,然后在第二级分离外层管体20内部的第二级分离内层管体的入口处形成分层旋流并逐步汇流为整股高速旋转流,高速轴流场中二级生产污水甩向第二级分离内层管体的管壁并轴流至二级污水排出口21,而后依次流经球阀、闸阀、靶式流量计23、气动控制阀16和止回阀等水下流量计和阀门进入第三级分离系统8,同时二级油液逐步运移至第二级分离内层管体的中央部位并反向上升至二级油液排出口19,而后依次流经球阀、压差式气动控制阀18等水下阀门进入水下输送泵进行加压。

[0033] 在图3中,第二级分离系统5的管线和仪表控制方法为,第二级分离的分离控制系统7通过第二级分离外层管体20上的水下压力泄放阀22自动释放第二级分离外层管体20和第二级分离内层管体内的压力,通过二级污水排出口21上的流量变送器 (FIT) 将靶式流量计23监测到的二级生产污水流量信号传送至中控室的瞬时流量显示仪表 (FI) 和累积流量显示仪表 (FQI) 上;同时,通过压差变送器 (PDIT) 监测第二级分离外层管体20与二级油液排出口19以及第二级分离外层管体20与二级污水排出口21间的压差,经二级油液排出口19上的压差指示控制器 (PDIC) 和压差式气电转换器 (PDY) 完成信号转换和数据处理并由压差式气动控制阀18自动调整二级油液的流量;通过一级污水排出口15上的压力变送器 (PIT) 监测一级污水排出口15的压力,经二级污水排出口21上的气电转换器 (PY) 完成信号转换,再由二级污水排出口21上的三通电磁阀17驱动气动控制阀16自动调整二级生产污水的流量。

[0034] 在图4中,第三级分离系统8的水下分离处理流程为,二级生产污水流经球阀等水下阀门进入第三级分离管体25内进行充分缓冲,然后在第三级分离管体25内呈管束式均匀布置的各并联轴流管体入口处形成分层旋流并汇流为整股高速旋转流,管束式多轴流场中净化水甩向各并联轴流管体的管壁并汇集至净化水排出口26,而后依次流经球阀、闸阀、靶式流量计23、气动控制阀16和止回阀等水下流量计和阀门进入输水管汇27中,同时三级油液逐步运移至各并联轴流管体的中央部位并反向上升至三级油液排出口24,而后依次流经球阀、压差式气动控制阀18、止回阀等水下阀门进入水下输送泵进行加压。

[0035] 在图4中,第三级分离系统8的管线和仪表控制方法为,第三级分离的分离控制系统7通过第三级分离管体25上的水下压力泄放阀22自动释放第三级分离管体25和各并联轴流管体内的压力,通过净化水排出口26上的流量变送器 (FIT) 将靶式流量计23监测到的净化水流量信号传送至中控室的瞬时流量显示仪表 (FI) 和累积流量显示仪表 (FQI) 上;同时,通过压差变送器 (PDIT) 监测第三级分离管体25与三级油液排出口24以及第三级分离管体25与净化水排出口26间的压差,经三级油液排出口24上的压差指示控制器 (PDIC) 和压差式气电转换器 (PDY) 完成信号转换和数据处理并由压差式气动控制阀18自动调整三级油液的

流量;通过二级污水排出口21上的压力变送器(PIT)监测二级污水排出口21的压力,经净化水排出口26上的气电转换器(PY)完成信号转换,再由净化水排出口26上的三通电磁阀17驱动气动控制阀16自动调整净化水的流量。

[0036] 在图5中,水下输送系统4的水下外输增压流程为,一级油液、二级油液和三级油液分别经由球阀、压力表、压力变送器等水下阀门和仪表构成的入口管汇28进入各自所对应的水下增压泵29,在水下增压泵29内加压至相同流压后三股高压液流分别经由压力表、压力变送器、止回阀、闸阀、球阀等水下仪表和阀门构成的出口管汇30而汇集于同一输油管汇34内并形成整股的含气原油,最后含气原油依次流经输油管汇34上的球阀、压差式气动控制阀18、止回阀等水下阀门进入输油海底管道9并直接外输。

[0037] 在图5中,水下输送系统4的管线和仪表控制方法为,水下外输增压的分离控制系统7通过入口管汇28和出口管汇30上的水下压力泄放阀22自动释放水下增压泵29内的压力,通过入口管汇28上的压力变送器(PIT)将水下增压泵29入口的压力信号传送至中控室的瞬时压力显示仪表(PI)上;同时,通过出口管汇30上的压力变送器(PIT)将水下增压泵29出口的压力信号传送至中控室的瞬时压力显示仪表(PI)上,并经就地控制盘33上的多向转换器(HS)完成信号转换和数据处理,从而自动控制各变频器32的频率并自动调整各水下变频电机31和水下增压泵29的转速,最终保证出口管汇30中各级油液增压后的瞬时压力值始终一致;并通过输油管汇34上的压差变送器(PDIT)监测油井产液与净化水以及油井产液与增压后各级油液间的压差,经输油管汇34上的压差指示控制器(PDIC)和压差式气电转换器(PDY)完成信号转换和数据处理并由压差式气动控制阀18自动调整含气原油的流量。

[0038] 上述各实施例仅用于说明本发明,其中各系统间的连接方式、控制方法等都是可以有所变化的,凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进,均不应排除在本发明保护范围之外。

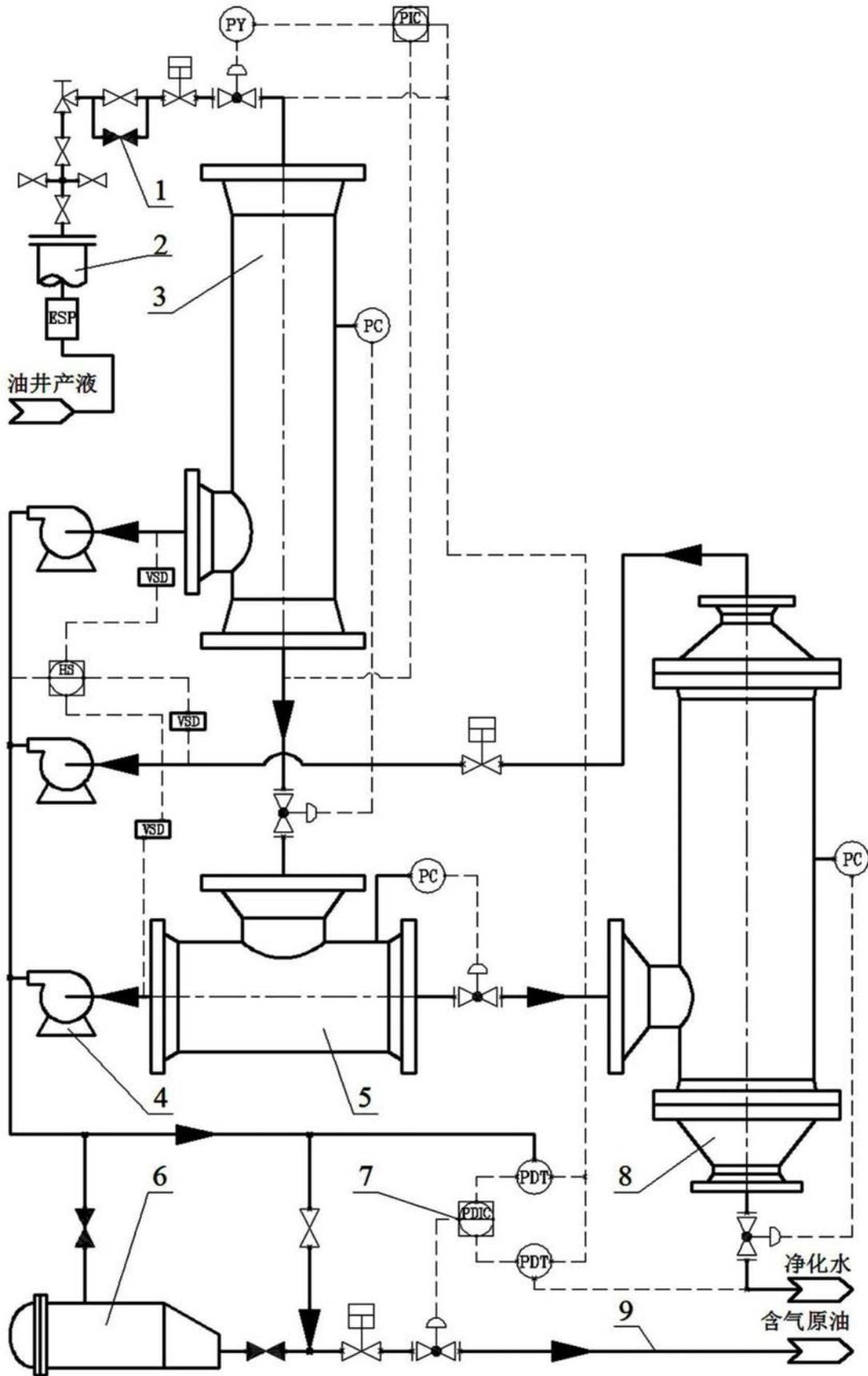


图1

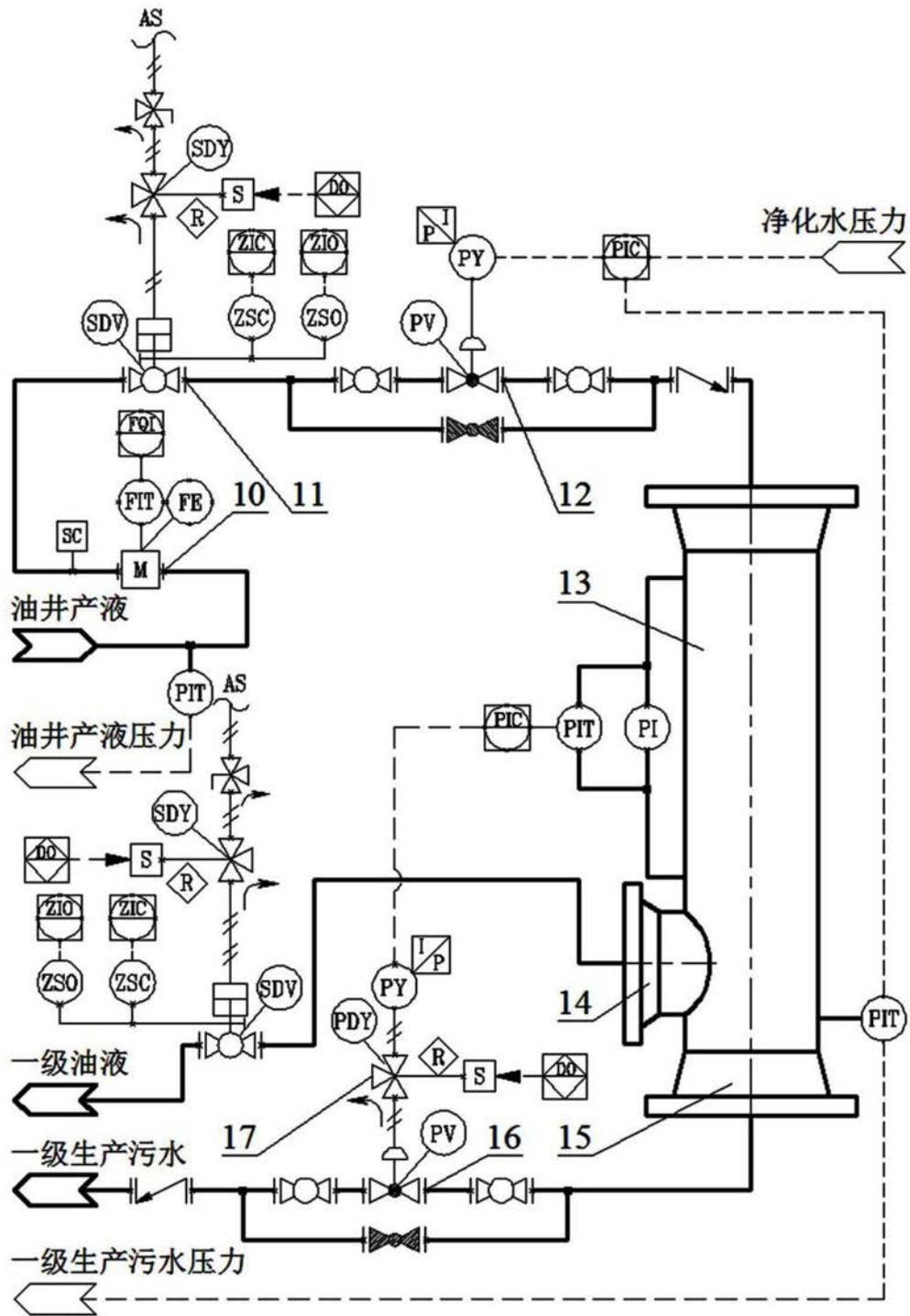


图2

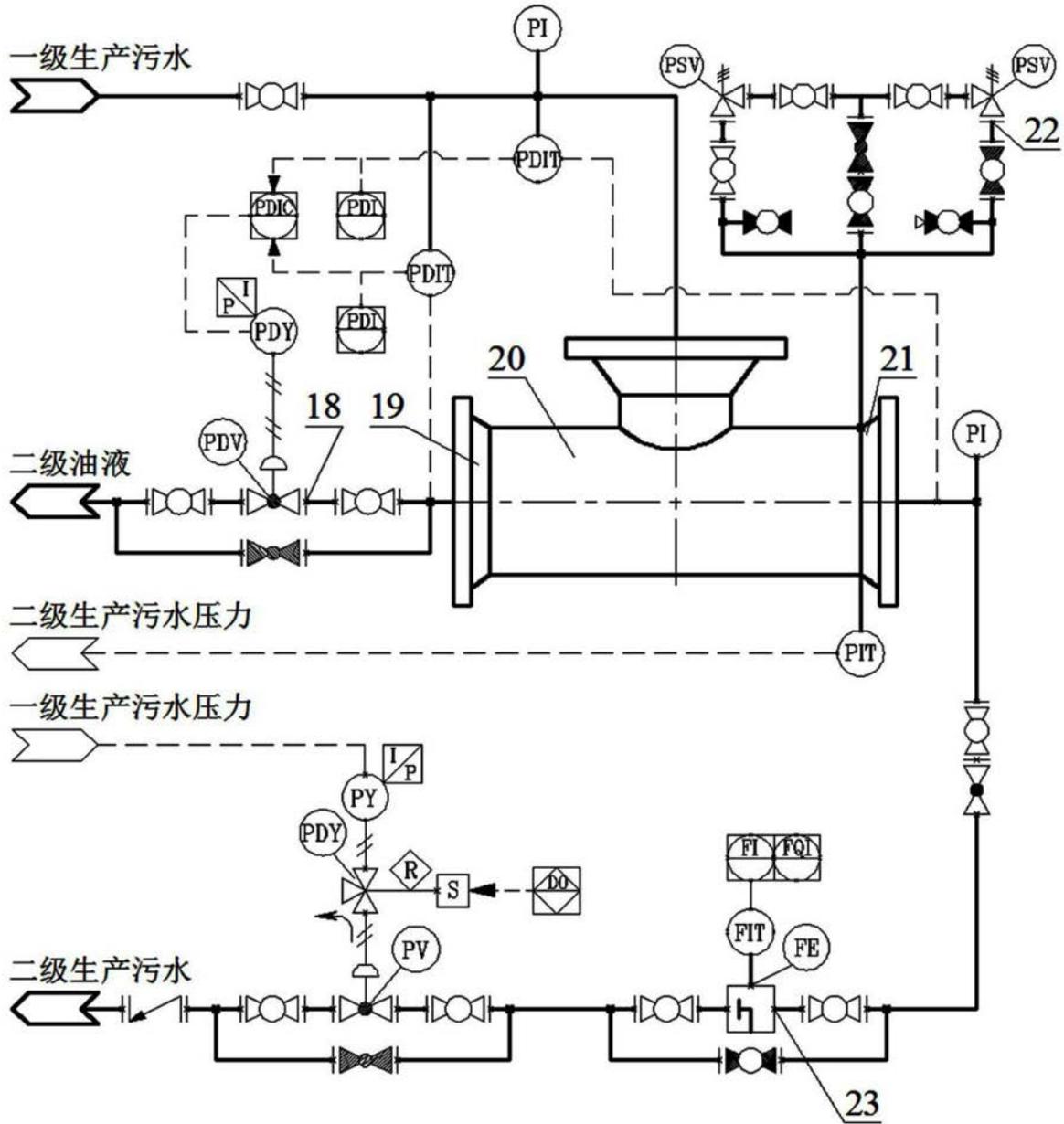


图3

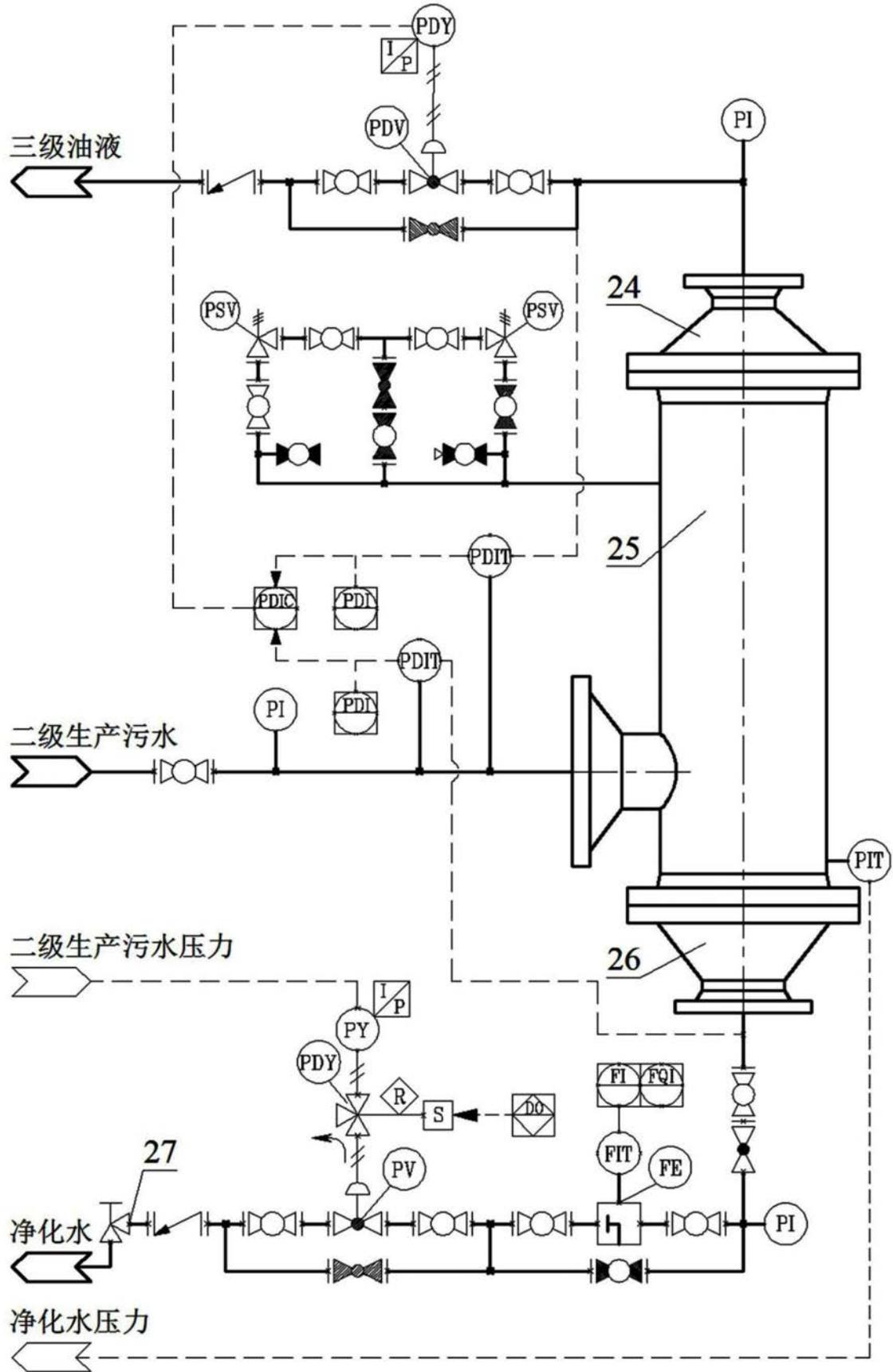


图4

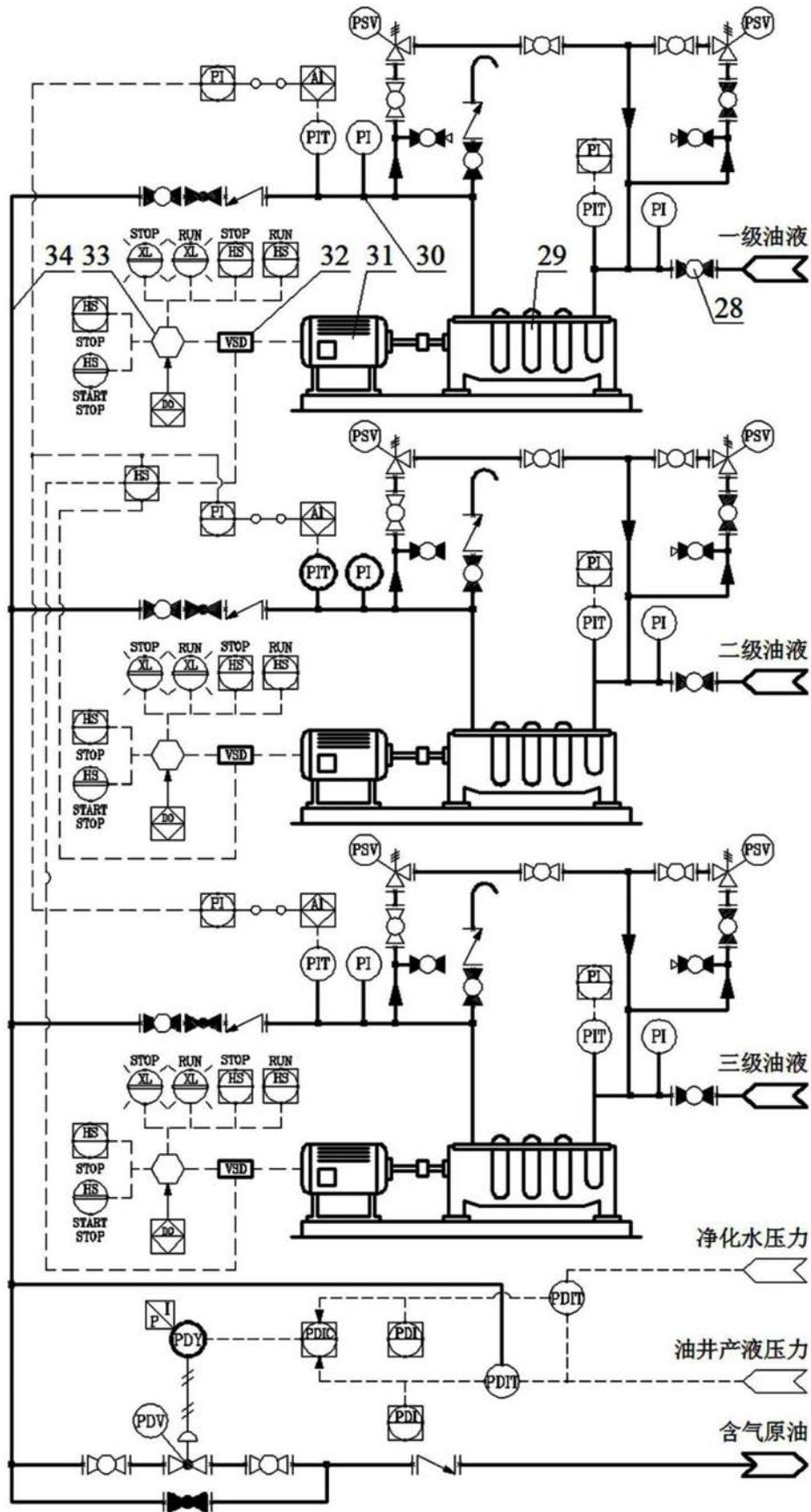


图5