

旅大 29-1 油田 WHPA 平台注水泵选型研究

雷 娜 (中海油能源发展装备技术有限公司设计研发中心, 天津 300452)

摘 要: 旅大 29-1 油田 WHPA 平台采用地层注水开采方式, 但是注水需求量小, 注水压力高, 为满足平台注水流量、压力需求, 对注水泵泵型进行研究。对往复泵、离心泵以及水平泵三种泵型进行分析, 结合平台现状, 选择适合本平台的注水泵。

关键词: 旅大; 注水泵选型; 水平泵; 多级离心泵

0 引言

旅大 29-1 油田区域新建一座无人井口平台 (LD29-1WHPA), 井口物流经计量后, 通过混输海管输送至 LD21-2WHPA 平台。

旅大 29-1 油田储层受控沉积相和古地貌, 为岩性-构造油藏, 储层岩性以砂砾岩为主, 天然能量不足。为获得较高的采收率, 采用注水开发。旅大 29-1WHPA 平台不设置原油处理系统, 平台无含油污水处理系统。

平台为无人驻守平台, 通过海底电缆为整个平台提供动力电, 电制为 380V, 3P, 50Hz, 注水泵选型需要从电机功率、远程操作和维护保养的便捷性进行考虑。

根据平台配产、电制、远程操作以及泵的维修频率等, 对旅大 29-1WHPA 平台注水泵进行选型分析。

1 平台注水逐年配产

平台注水需求压力为 15600 kPaG, 最大注水量为 44.4m³/h, 最小注水量为 35.2m³/h。注水量小, 出口压力大, 选型范围处于往复泵和离心泵的边界, 两种泵型均可满足需求。

2 海上注水泵应用调研及泵型分析

渤海平台注水泵泵型主要有三种: 离心泵、往复泵以及水平泵 (原型为电动潜油泵)。

2.1 调研结果

对渤海湾平台注水泵泵型、维修频率进行调研。往复泵: BZ34-24CEPA 及 NB35-2WHPB 有应用, 现场反馈震动、噪声较大, 维修频率约为 1 周 2 次盘根; 离心泵: QHD32-6CEPJ、SZ36-1CEPK 等多个平台均有应用, 运行稳定, 维修频率约为 3 个月 1 次; 水平泵: BZ19-4 WHPB 有应用, 运行稳定, 维修频率约为 6 个月 1 次。

2.2 往复泵

往复泵适用于小流量高扬程的注水工况, 初始投资低, 但维修工作量较离心泵大, 在海上平台有一定的应用业绩。主要生产家有沈阳双环水泵厂, 本溪水泵厂和重庆水泵厂。

2.3 离心泵

离心泵中 BB3、BB4 和 BB5 三种泵型适用于大流量的注水工况, 流量调节范围广, 可靠性高, 但在小流量高扬程工况下效率低。BB3 为轴向剖分式多级离心泵; BB4 为单壳径向剖分多级离心泵 (每级之间有潜在泄漏途径, 且不满足 API610 中的要求); BB5 为双壳、径向剖分式、多级离心泵。在海上平台, BB3 型泵广泛应用于注水系统, BB4 和 BB5 型泵有一些应用业绩, 但无注水泵应用业绩。主要生产家有沈阳双环水泵厂、本溪水泵厂、重庆水泵

厂以及大连苏尔寿。

2.4 水平泵

水平泵适用于小流量高扬程的注水工况, 维修工作量小、维修简便, 在平台有应用业绩。水平泵原型为电动潜油泵, 将电动潜油泵的泵头部分水平安装, 并配置与泵头相匹配的电机、轴承箱、控制盘及底座以满足运行需求。

水平泵泵体原型为电动潜油泵, 泵体部分符合规范 API 11S1《Recommend Practice for Electrical Submersible Pump Teardown Report》和规范 API610《石油、石化和天然气工业用离心泵》。主要生产家有斯伦贝谢、贝克休斯和天津荣亨。

2.5 调研结果分析

三种泵型均可满足旅大 29-1WHPA 平台注水需求, 根据调研结果, 相比往复泵, 多级离心泵和水平泵运行可靠性高, 维护频率低, 噪音小, 选型不再考虑使用往复泵。

与多级离心泵厂家沟通, BB3 型泵不适用于流量过小且扬程高的工况, 不能满足使用需求; BB4 型泵存在泄漏风险且不满足 API610 规范要求, 故不再考虑 BB3 和 BB4 型多级离心泵。

3 注水泵选型研究

对 BB5 型多级离心泵和水平泵进行进一步分析研究。

3.1 泵参数确定

根据旅大 29-1 平台注水流量及压力, 初步方案设置两台 50m³/h (工艺设计考虑一定的设计余量), 入口压力 30kPaG, 出口压力 15600kPaG 的注水泵, 一用一备运行。

3.2 性能参数对比

经咨询厂家, BB5 型多级离心泵仅大连苏尔寿厂家能满足平台参数, 水平泵厂家均可满足。BB5 型多级离心泵以大连苏尔寿提供参数进行分析; 水平泵以斯伦贝谢提供参数进行分析。

BB5 型多级离心泵: 尺寸 5.5×1.5×2.0 (m), 重量 8t, 电机功率 500 kW, 变频加出口阀门调节, 该泵型无海上使用业绩。BB5 型多级离心泵在额定流量下, 泵效率约为 50%, 在配产最小流量下, 泵效率约 45%, 流量调节方式为变频器加出口阀门节流调节, 可满足平台注水需求。

水平泵: 尺寸 12.5×1.1×1.2 (m), 重量 9.5t, 电机功率 400 kW, 变频加出口阀门调节。水平泵在额定流量下, 泵效率约为 73%, 在配产最小流量下, 泵效率约 65%, 流量调节方式为变频器加出口阀门节流调节, 可满足平台注水需求。

从两种泵参数对比可知, 两种泵型均可满足平台注水配产需求, 对泵内部结构以及采办可行性进行分析。

水平泵泵体为长筒型,单节泵由多级叶轮及导壳组成,叶轮为全封闭型。根据流量、压力不同,可选择多节泵串联或者并联。为防止泵体因为自身过重,轴产生重力弯曲,厂家在泵体中每隔 3~5 个叶轮安装一组支撑轴承,防止泵在停止状态下的重力变形,并且设备专用的止推轴承箱,用于平衡泵体产生的轴向力,导致泵体长度很长。本项目水平泵级数为 76 级,泵体分为两节。在电潜泵应用中,多为多节泵串联使用,技术成熟可靠。

BB5 型多级离心泵为双壳、径向剖分,两端支撑式(筒型)泵,经调研海上平台目前在用的泵型最大级数为 13 级。本项目泵型级数为 15 级 BB5 型泵,未经使用,如用于注水系统,存在一定风险。

BB5 型多级离心泵电机功率 500kW,水平泵电机功率 400kW,平台供电为海缆供电,电制 380V,3P,50Hz,为了减少海缆负荷,在平台布置满足的工况下,尽可能选择功率小的设备。

3.3 远程启停、控制、监测

BB5 型泵和水平泵均可实现远程启停,控制。BB5 型泵除了常规进出口压力、温度外,还应安装一套监测系统,并将数据远传。水平泵原型为电动潜油泵,电动潜油泵厂家均有自己的监测系统,可连续准确监测井下泵压力、温度、振动等多个关键参数,优化泵的生产性能,为保护泵的完整性和优化井性能提供全面数据。

3.4 注水泵选型结论

水平泵与 BB5 型多级离心泵相比,各有优缺点。水平

泵长度长,占地面积大,对安装水平度要求较高,需要定期进行调平,排量、扬程范围广,泵效率高,运行稳定,维修频率低。BB5 型多级离心泵占地面积小,泵效率相对水平泵低,导致电机功率大。

两种泵型均可实现远程启停,控制和监测,相对于 BB5 型泵,水平泵监测系统可采用电动潜油泵监测系统,技术成熟可靠。

旅大 29-1 WHPA 平台为无人驻守平台,应充分考虑泵的运行、在线监测稳定性,并结合平台实际情况选择泵型。

从泵的运行稳定性、电机功率以及监测系统的可靠性,并且考虑 BB5 型多级离心泵仅有一个厂家能满足要求等方面综合分析,旅大 29-1 油田 WHPA 平台注水泵选用水平泵。

4 结束语

旅大 29-1 油田 WHPA 平台注水量偏小,且扬程大,并受海缆负荷限制,故而采用水平泵,但是水平泵长度过长,对于工业多级离心泵能够满足的情况下,建议选择工业离心泵,减少平台面积,降低项目成本。

参考文献:

- [1] 高粱红.采油机械中的电动潜油泵机组[J].石油知识,2018(2):13-13.
- [2] 华远旭.论采油一厂注水泵优化选型[J].中国高新技术产业,2008(15):70+72.
- [3] 芦道遥,闫立.试论电动潜油泵采油工艺在油田新技术领域中的应用[J].化学工程与装备,2018(10):141-142.

(上接第 193 页)势,设定其他变量不变,对不同巷道长度下的充电效率进行仿真模拟,模拟结果如图 2 所示。

如图 2 四种方式下能量利用率随着巷道长度变化规律可以看出,随着巷道长度的增加,能量利用率均呈现出下降的趋势,在 comobile 模式下,当巷道长度为 1000m 时,此时的能量利用率为 0.015,随着巷道长度增大至 3000m 时,此时的能量利用率降低至 0.0147,降低了 0.0003;对比四种充电模式下能量利用率随巷道长度变化趋势可以看出,新策略的能量利用率随着巷道长度的下降趋势最小,能量的利用率最大,所以新设计的充电策略较原有的充电策略有了一定的优化。

对不同节点数下的能源利用率的变化进行研究,首先对四种充电策略下的能量利用率进行仿真,随着节点数量的增加,能量利用率均呈现出逐步增高的趋势,在 comobile 模式下,当巷道长度为 100 时,此时的能量利用率为 0.01485,随着巷道长度增大至 300 时,此时的能量利用率增大至 0.0149,增大了 0.00005;对比四种充电模式下能量利用率随节点的变化趋势可以看出,新策略的能量利用率随着节点数量的变化趋势较为平稳,且相同节点数下能量的利用率最大,可以看出新设计的充电策略的能量利用率最为平稳,能量利用率波动最小,性能最优。

通过对移动充电站不同移动速度下的能源利用率的变化进行研究,首先对四种充电策略下的能量利用率进行仿真,随着移动速度的增加,能量利用率均呈现出逐步增高的趋势,在 comobile 模式下,当移动充电站速度为 1m/s 时,此时的能量利用率为 0.01483,当移动充电站速度为 5m/s 时,此时的能量利用率增大 0.0149,降低了 0.00006,移动充电站速度越大,能量利用率越高。对比四种充电模式下能量利用率随速度的变化趋势可以看出,新策略的能量利用率随着节点数量的变化趋势较为平稳,且相同速度下能量的利用率最大,所以新设计的充电策略性能最优。

4 结论

①随着巷道长度的增加,能量利用率均呈现出下降的趋势,在工作面巷道长度相同的情况下,采用新的充电策略能量的利用率较高;②随着节点数量的增加,能量利用率均呈现出增大的趋势,新充电策略较为平稳,在相同节点数量下,新充电策略的能量利用率最高。移动充电站移动速度的增加,能量利用率均呈现出上升的趋势,相同速度下能量的利用率、充电速度均得到有效提高。

参考文献:

- [1] 胡圣波.煤矿井下无线传感网络通信关键技术的研究[J].工矿自动化,2008(03):1-4.