

单螺杆泵油气多相混输及其流程分析

在石油开采中，油井生产中往往伴随着一定量的天然气、水和固体颗粒。为了实现降低井口回压、增加原油产量、提高开发效益以及达到油气密闭输送目的，必须对用油气多相混输泵对油气等多相混合介质增压输送。单螺杆泵可以输送气液固多相介质，并可以在短时间内输送纯气体介质，实现多相混输。在混输系统设计中，充分分析混输介质和单螺杆混输泵的特点，确保系统安全、可靠、科学。

单螺杆式油气混输泵工作原理及特点

单螺杆泵工作是同一定外型面的转子在对应内型面的定子内啮合，形成特殊的接触线，使定子腔分隔，此接触线称密封线。当转子按一定轨迹转动时，其密封线做轴向移动，也使定子容腔做轴向移动，即容积位移，这时密封线在一端消失，又从另一端产生新的密封线，随之把介质从一端推向另一端。

单螺杆式油气混输泵因采用具有良好弹性的橡胶材质的定子,它与转子啮合需要有一定的过盈量，使其产生可靠的密封性。当泵工作时密封线可有效地阻止气体通过，从而达到输送气体的目的；当介质中含有固体颗粒，若固体颗粒挤在密封线中时，由于橡胶定子的弹性作用定子橡胶表面被压缩，固体颗粒越过密封线，定子橡胶回弹恢复原来的形状，这样，单螺杆泵可实现输送介质中含有微量固体颗粒的目的。

单螺杆式油气混输泵适合用于腐蚀性介质、含气介质、含泥沙固体颗粒介质和高粘度介质的输送。含气量可达 95%，介质粘度可达 50000mPa·S，含固量可达 60%，允许固体颗粒直径 $\leq 3.5\sim 32\text{mm}$ ，流量与转速成正比，在低转速低流量下可保持压力的稳定，具有良好的调节性能，便于实现自动化控制。

油气比和含水率

油气多相混输介质是主要由原油、天然气以及水、固体颗粒等液态、气态、固态成份组成。在油田开发中衡量油井生产的油气特性的指标有油气比、含水率、含固率等，不同油井的油气比、含水率各不相同，而且悬殊很大。油气比指油气介质在标准大气压下气体体积与原油体积之比值。气体在不同压力、温度下，按气态方程改变其状态；当不考虑温度变化对其状态变化的影响时，气体的体积随压力的变化成反比例变化。同时压力升高，部分气体会被液化，反之液化的气体会被气化；并且在其压力变化时，溶解在液体中气体的量也发生变化。油气混输时，泵吸入室所承受油井汇管压力，其压力通常高于大气压，介质中的气体已经压缩，这时用在特定气压下的油气比表示介质特点已不能反映泵的实际运行状态。含水率是反指含水的质量百分比，也不能反映泵的实际运行状态。为了反映进入混输泵中液、气比例，我引入进液率的概念。

进液率

进液率是指介质在进泵时，液相成分的量占流量的百分比，这里指体积之比。有了进液率

的概念，不管油气比是多少，液体中的水分含多少，气体被压缩的程度有多大，也不管介质中固体颗粒成分有多少，用进液率就基本上反映泵的运行状况。

根据试验及油田运行数据初步分析确认，进液率在不小于 5%，单螺杆泵就能正常工作。5% 的液体就能把转子与定子相对运动产生的摩擦热量带走，也能对转子和定子啮合面起到润滑作用，确保螺杆泵正常运行。

混输流程设计时应注意的问题

液相介质的连续供给问题

在油井原油生产中其生产状态很不稳定，在一段时间内有可能气体含量高，而另一段时间内液体含量高，所以在使用单螺杆泵做油气混输时，为了防止泵在输送液体和气体、混合液的过程中，有一段时间内液体断流，造成定子因摩擦产生的热量使定子橡胶温度升高，橡胶老化，降低定子的使用寿命，介质在进入单螺杆泵腔时尽量使用原油中的液体与气体均匀混合，保证液体介质对泵的连续供给。

A、同时开动油田区块中的多口油井，让油井的油气相互补充，使进入单螺杆泵的介质尽量均匀。

B、泵前管路中增设缓冲罐，在缓冲罐里储存一定量的原油，并用一套限流装置给混输泵供给一定量的原油。这样无论油井含气量如何变动，都可保证最低进液率，使混输泵能够正常工作。在输油管路上增设的限流装置，其流量应为混输泵流量 1/20 的定量泵，用单螺杆泵效果会更好，使用时间应同时控制启停。

C、泵后管路中增设回油罐，用限流装置把罐中的部分液体反回到混输泵入口，保证进泵油气的进液率，使混输泵能够正常工作。限流装置可用节流阀控制流量，也可用单螺杆泵控制流量。本方案因回流部分液体，会降低系统效率。

当输送流量较大，采用多台泵并联输送时，必须注意吸入管路的对称布置，保证使进入单螺杆泵的介质尽量均匀分配，防止偏流。

串连运行中问题

当输送距离较远、泵压力较高时，可采用多台串联运行。由于气体的可压缩性，各级泵流量要根据油气比、汇管压力、混输管线压力、各泵之间的压力分配综合考虑。为了各级泵都能协调正常工作，必须要以各采压点的压力自动调节泵的转速，调节泵的流量，达到高压油气混输的目的。

混输泵的承压问题

由于在混输系统里，混输泵吸入室不仅仅承受油井采油管路回压，可能还要承受出口压力或前一级泵的压力。当输送由管线输送切换为混输泵输送，或由混输泵输送切换为管线直输，在阀门切换时，泵的吸入端和排出端都承受油气混输管线压力。因此吸入室必须能够有足够

的承压能力，通常要能承受排出端的压力。

混输泵的防反转问题

混输泵在流程系统里运行后，泵进出管线之间产生一定的压差。当停泵阀门未关闭时，有可能泵发生倒转现象。由于油气混输中流体大部分是气体，流动阻力较小，流动速度快，会使泵反转超过额定转速，发生飞车现象，容易发生事故。在设计流程时，应采取相应措施，防止发生这种现象。可以在泵出口管路上安装逆止阀，防止流体反向流动，这种方法最简单实用可靠；也可选用附带制动装置的电动机。

防止单螺杆泵超压运行

一般单螺杆泵输送介质的性质、状态都比较复杂，在管路里可能造成堵塞。因单螺杆泵是容积式类型的泵，当发生堵塞或人为操作失误时，会造成泵的超压，很容易损坏其零部件。为了防止泵的损坏，必须在泵的排出管到吸入管之间安装安全阀。也可在出口管线安装压力继电器，在泵超过额定压力时自动报警停泵。

在该混输系统中，两台泵并联，管路对称布置；进口管线的压力变送信号送至电控柜，通过变频器调节泵排量实现泵入口恒压控制；泵出口压力继电器信号送至电控柜实现超压力自动报警、自动停泵；泵出口单流阀起到防止介质倒流和混输泵反转的作用。泵前确保泵的不间断供液，分离罐起到缓冲作用，分离的天然气也可用作加热炉燃料。

在实际设计单螺杆泵油气混输流程时，须根据油区的具体情况，综合分析油气混输量、油气产量、油气比、采油回压、输送距离等诸多因素，多方面的调查研究，多方案的对比分析，选择合适的混输泵型，制定出合理的流程布局，才能实现油气混输安全、科学、可靠、经济的运行。

<http://www.shengjiangji-th.com>