

2 理论研究及设计

当变径检测器在管道中运行时，高压油气介质把驱动皮碗唇部紧压在管道内壁上以形成前后压力腔的密封。密封的条件是驱动皮碗有一定的过盈量和弹性。该过盈量部分与管道内壁相互作用，导致驱动皮碗的唇部产生变形，并产生压紧力。

当在管道壁施加的力使皮碗唇部产生变形，同时在压差的推动力作用下皮碗底部的变形也引起唇部的变形；当驱动皮碗选取的物理模型不同时，驱动皮碗因变形产生压紧力的求法也不同；不同结构和不同材料的皮碗在相同条件下的变形也各不相同，这是分析变径检测器变径皮碗在管道中运动特性的重要环节，也是研究和设计变径管道检测器需要解决的关键因素。

研究认为，皮碗与管壁间的摩擦力主要是由于皮碗与管壁间有一定的过盈量，检测器进入管道后，皮碗受管壁束缚等原因发生变形从而产生压紧力，导致皮碗与管壁间产生摩擦力，具体而言皮碗产生变形主要有三方面原因：一是检测器自重导致皮碗发生变形；二是皮碗是密封件，唇部与管壁是过盈配合，在管壁约束下发生变形；三是检测器运动过程中皮碗与管壁间产生的作用力。

变径皮碗装置是变径设备在役检测驱动运行中重要的环节，现通过对 40"管道到 48"管道变径检测设备变径皮碗的设计，直接采用 48"管道检测器常规皮碗是不行的，在 40"管道中运行就会存在漏气现象。变径检测器密封皮碗要求检测器在最大、最小两个口径中都能完全密封，需要有很大的弹性，常规的蝶形皮碗周向上很难做到在两个大小不同圆周上的密封。

通过对以上变量进行分析，采用多个皮碗块搭接而成，各皮碗块空隙交错布置，前后两个皮碗空隙互补，贴合紧密，设计了开槽变径皮碗和开槽全密封变径皮碗两种装置，即保证变径检测设备的通过能力，同时保证其密封能力（图 1）。

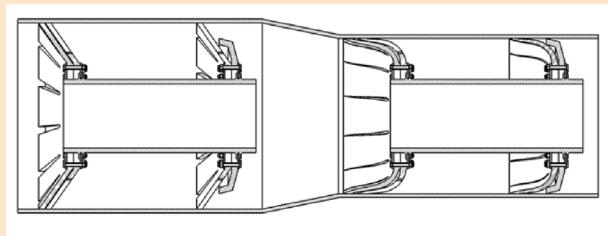


图 1 变径管道检测设备密封皮碗示意图

3 两种变径皮碗密封装置

3.1 开槽变径皮碗装置

该变径皮碗周向上由前后各 12 个皮碗块交错布置而成，该结构皮碗贴合紧密，单个皮碗块模具简单，易于制造（图 2），加工完成后，将变径皮碗组装在变径检测设备的驱动节中（图 3）。

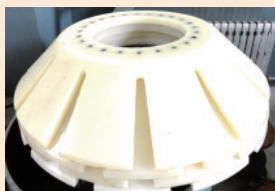


图 2 开槽变径皮碗加工实物图

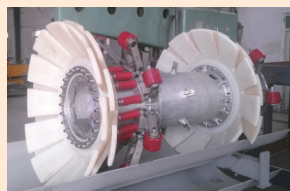


图 3 变径皮碗驱动节装配实物图

3.2 开槽全密封变径皮碗装置

为保证变径皮碗稳定的密封性能，设计了开槽全密封变径皮碗密封装置。在开槽变径皮碗基础上修改皮碗分瓣处的间隔块模具，将 12 个间隔块模具打薄 5 毫米，这样原来通透的间隔槽处就留有 5 毫米厚一层聚氨酯薄层，提升密封性能。图 4 中下面的 2 个皮碗为开槽变径皮碗的情况，开瓣处通透，漏气量较大；图 4 中上面的 2 个皮碗为改造后的开槽全密封变径皮碗装置情况，开瓣处留有 5 毫米聚氨酯层，保障整个皮碗外表面是全密封状态，而且薄层处也易于在 40"管道中的变形。

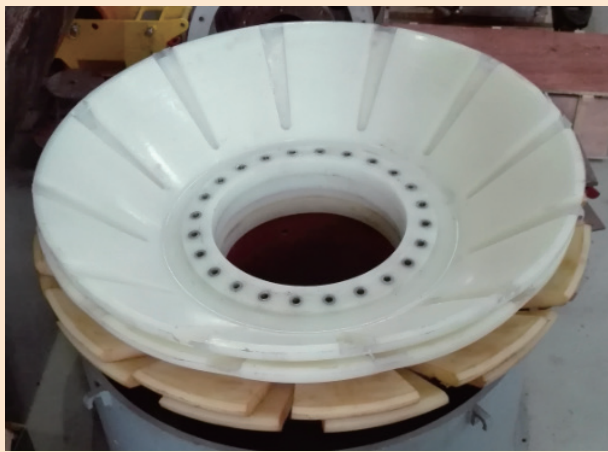


图 4 两种变径皮碗装置实物对比图

4 试验及工业应用

为保证变径皮碗密封和通过能力的可靠性，对两种变径皮碗装置安装在驱动节后进行了试验验证。通过气体介质驱动试验（图 5），将开槽变径皮碗在驱动节组装，牵