

# 不停输“弹性沉管”可行性初探

陈 建 民

华东输油管理局工程管理处 (江苏省徐州市)

关键词 管道 \*弹性 \*〔沉降〕 \*可行性

“弹性沉管”简单地就是在管道弹性变形允许的范围内,用控制管道开挖长度的办法将原来的埋地管道下沉一定的距离,最终使管道达到或接近设计埋深的要求。

实现“弹性沉管”无论从经济角度还是从管理角度来讲都具有十分重要的意义,它是实现国家提出的少投入、多产出、提高经济效益的一个行之有效的手段之一。目前,管道局各条主要的输油管道已运行多年,庆铁线、铁秦线迄今已运行21a,鲁宁线也已运行近14a,随着岁月的流逝,管道沿线的各种不利因素逐步暴露出来,如管道浅埋段、穿越河流沟渠地段都不同程度地出现裸管,尤其是管道穿越沙河地段,人们在管道上、下游两侧大量挖沙,使管道受到影响。管道现正按着下面的模式演变:埋地管道→地上

管堤管道→架空管道。这种局面给管道的正常维护与管理带来很大不便。这些问题有些是管道投产时遗留的,有些是投产后人们挖沙取土或搞农田水利基本建设造成的。

众所周知,管道在浅埋或裸露状态下长期运行是不利的,它会带来诸多问题。首先是散热,我国的长输管道大都是加热原油管道,管道长期浅埋或暴露在外,温度场无法建立,热损失非常大,结果导致了燃料油的额外消耗,造成宝贵能源的浪费。其次,悬空段过长,超过安全规定的要求,势必要采取各种安全保护措施,或加支墩、或打桩、或筑坝,尤其在穿越河流地段,要上规模比较大的水工保护工程来确保管道的安全运行,这样势必会造成管道维修费的大规模膨胀。就华东局来讲每年用于治理水工的费用

进油以输转为宜。这样可避免计量交接时,由于浮盘重量不准而产生虚假盈亏。

(4)对于在导向管内取样测密度的罐,当收进油品与原存油品密度相差较大时,按上、中、下取样缺乏代表性,为避免发生较大的计量误差,应分层取样,即:每隔1m采1个油样,分别测量密度,并取其

平均值。

(5)对于在导向管内测量水高的罐,应在导向管50cm高度以下,每隔4~5cm在四周错开钻孔,以使导向管内水位与罐内水位高度一致。

(收稿日期:1991-12-15)

高达几百万元。从管理角度讲，裸露管段的增加，给管道的日常维护与管理造成不便，管道工的工作量加大，更主要的是裸露管线会失去阴极保护，长久下去，其寿命必然要比埋地管段短。当管道运行10a、20a或更长一段时间后，这个问题的严重性就会明显地暴露出来。因而从现在起就应该提高认识，采取必要的措施，加强对管道腐蚀的控制。

如何找到一种既能确保管道安全运行又能减少资金投入的办法呢？“弹性沉管”为我们展示了一个美好的前景，其优势在于：

(1) 少投入多产出提高经济效益。搞弹性沉管只涉及土方工程，而搞大规模水工工程要涉及建筑用三大材料，又要增加保温费用。据初步估算，搞弹性沉管与建水工工程相比可节省费用70%以上。

(2) 有利于管理。实现不露管，不露铁，可恢复地貌，既利于农业生产，又利于疏通河道。

(3) 有利于阴极保护。改埋地管道后，给阴极保护创造了有利条件，可延长管道使用寿命。

“弹性沉管”在此只是一个设想，若要付诸实施，仍需作大量细致的调查研究工作。其实不停输弹性沉管现象在许多实际工作中曾出现过，只是沉降量比较小，未引起注意。如1985年、1986年鲁宁线盱眙石方段扩沟、贾汪石方段扩沟，还有近几年沧临线、濮临线防腐层大修工程等等，都发生过管道下沉现象，沉降量大都在5~15cm范围内，这些现象大都是由于管道底部的回填土比较松软，再经管道自重及上部回填土压实后引起的。这些自然沉降后的管道一直处于安全运行之中。

管道弹性下沉现象曾多次出现，但是作为一种专门的实施办法使管道产生较大范围的沉降，仍需从理论上分析其可行性。

输油管道在开挖后，尤其在开挖长度较长和悬空之后，管道原有的内力平衡状态发生改变。现在的问题在于原管道在运行10a、20a或更长一段时间后，某一断面的实际受力情况无法准确描述，或者说只能定性描述而无法定量描述。实际经验告诉我们，管道在长期运行之后，由于土壤的蠕变作用，管道产生一定的变形，其受力状况由不平衡到平衡并逐渐趋于稳定。实际受力值要比理论计算值小，这就说明管道应力有一定的安全储备，这对于弹性沉管是有利的。

实现弹性沉管还要解决以下几个问题。

(1) 要控制开挖长度。开挖长度短，管道弹性变形范围小，管道沉降深度达不到要求；开挖长度过长，虽然管道的弹性变形范围加大，易于达到沉降深度，但可能会出现管道纵向失稳问题。所以，合理地选择开挖长度是实现弹性沉管的先决条件。除此之外，管道在下弹沉降过程中，原有的水平管段在管道自重力的作用下会弯曲变形，其原有的内力平衡状态将发生改变。实现这样一种弹性变形，应对管道最大挠度有所控制，以保证管道在下弹过程中的安全。对管道最大挠度进行控制，其最小允许曲率半径的大小便成为挠度控制的必要条件。根据《原油长输管道设计规范》规定，对于这种竖向曲线的最小允许曲率半径，除了应满足小于1000DN的条件之外，还应大于管子自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径。其计算模型相当于简支梁两端嵌固的中间状态，挠度系数采用3/384。基于这种理论，可计算出各种不同管径的最小曲率半径。在曲率半径确定之后，其开挖长度便很容易计算出来。

(2) 对管道的强度要重新校核。根据实际弹性沉降情况以及计算模型，管道内力状况发生改变。由于沉降使管道由直线段转向弯曲线段，管道（弧长）必然有微小的增

量,增长的结果导致了管道轴向应力的增加(主要是拉应力)。埋地管道的轴向应力主要由三部分组成,即温度应力、轴向泊桑应力和弯曲应力,由于我国原油输送温度较高,同管道安装温度相差大,所以由温差引起的应力较大,它在轴向应力中占主要部分。弹性沉管使管道变形加大,这有利于温度应力的释放,仅温度应力而言,对于弹性沉管是有利的。基于这种实际情况,对轴向应力进行校核时可排除温度应力的影响。

(3)考虑埋地管道的纵向稳定性,应对管道的开挖长度(即连续裸管长度)有所限制。通常在正温差和内压的作用下,管道纵断面产生轴向压力,这个压力在土壤约束去掉之后有可能导致地下管道拱起。管道拱起情况在油田集输管道及长输管道上都曾出现过,已引起国内外专家的注意,并为此做了大量模拟性实验,从中获得了大量的实验研究数据。在许多规范和设计文件中,对管道的纵向稳定性都加以限制和说明,如苏联 СНИП II-45-75(建筑法规第二卷第45篇)中规定:对不同管径,依管道的弹性弯曲半径来确定容许温差,用限制温差的办法来保证管道的纵向稳定性;又如管道局企业标准 Q/GDSJ0003-89《管道防腐层大修技术规

定》中规定:为防止管道热变形损坏,管段中连续裸管不得超过200m等等。所以在弹性沉管施工中,管道连续裸管长度以及管道悬空段长度应按有关规定执行。

(4)应对管道的腐蚀情况加以综合考虑。管道在运行10a、20a之后必然产生一定的腐蚀,在计算和校核应力时应弄清管道腐蚀现状,并把管壁减薄因素考虑在内。

管道下弹具有以下的特点:

(1)管道是在运行状态下沉降,即是在不停输带压状态下施工。

(2)管道大范围开挖后可能产生横向位移,即可能产生抖动。

(3)对于上凸段管道和温差较大的管道可能产生纵向失稳,即管道拱起。

对于上述可能出现的现象在施工中不能不防,所以除了在设计上进行精确计算外,还应在施工中增加安全保护措施。如:运行上可以考虑降低输送压力,减少输量;对下弹段管道控制关键是进行应力监测,随时观察应力变化情况,及时采取有力措施,确保管道在下弹过程中的安全。

(收稿日期:1992-03-06)

## 热管加热炉新技术获总公司科技进步奖

热管加热炉是将热管新技术应用于集油管道火筒式加热炉的一种新型加热设备,由辽河石油勘探局勘察设计院在东北工学院协助下完成的,从1986年开始研制,1989年3月用于生产。最近该项成果获1991年度中国石油天然气总公司科技进步二等奖,且获国家专利,专利号为89209568.7。

热管加热炉技术先进,结构合理,炉效高,流体压降小,造价低,制造安装简单,操作维修方便,运行安全可靠。以热负荷为700kW的热管加热炉为例,与同负荷的旧集油管道水套炉相比,炉效提高10%,达到85%以上,节约钢材44%,降低造价21%;减少占地面积30%左右;盘管内原油流动压力损失减少60%,节约了动力用电,单台设备一次投资节省2万多元;同时每台每年又可节约天然气7万m<sup>3</sup>,经济效益和社会效益明显。目前在辽河油田已推广近30台。

行登性