Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.co

龙忠输气管道应用复合干燥法的可行性

宋晓琴*　　朱珊珊
（西南石油学院石油工程学院）　（西南石油学院研究生院）

宋晓琴　朱珊珊：**龙忠输气管道应用复合干燥法的可行性**，油气储运，2004，23(6) 35～37。

摘　要　介绍了输气管道投产使用的真空干燥法、干空气吹扫干燥法和甲醇扫线干燥法及其原理、工艺、技术要点。以龙门—忠县输气管道为例，对三甘醇和干燥天然气吹扫的复合方法用于管道投产前的干燥的可行性进行了研究，提出该管道应用复合干燥法的建议，并对该管段干燥所需的时间进行了预测。

主题词　天然气管道　投产　干燥方法　可行性

一、概　述

在天然气管道内，水不仅会引起管内壁和附属设备的腐蚀，使所输产品受到污染，而且在一定温度和压力下，天然气将与水结合生成水合物。水合物会堵塞管道，特别是阀门、仪表管路系统等处更容易因其堵塞而失灵。避免这些问题的途径是在新管道水压试验后进行干燥，彻底除去管道中的游离水和绝大部分水蒸气，并在投入运行后对所输天然气进行净化，使其露点处于－16～－5℃之间。

管道干燥是新管道投产作业中重要的一环。研究证实，在管道干燥至露点－18℃以下时，管内壁的腐蚀几乎停止，投产引入天然气的过程又进一步扫除了残留的水蒸气。在输送条件下，干燥后残留的水蒸气已不能析出液态水，也不能生成水合物。

二、管道干燥技术

目前常用的干燥方法主要有真空干燥法、干空气（或氮气）吹扫干燥法和甲醇（或乙二醇）扫线干燥法。这三种方法各有优缺点，需要根据具体情况进

---

kg/m³；10月19日，混油界面通过临洮站，输量约450 m³/h，在44 min内，油品密度从838.51 kg/m³稳步下降到736.01 kg/m³；10月21日，混油界面通过陇西站，输量约440 m³/h，在51 min内，油品密度从844.6 kg/m³稳步下降到738.9 kg/m³。

需要说明的是，由于受管道内污物、杂质、气泡及仪表显示和数据传输不稳定等因素的影响，得到的结果可能存在一些偏差，但总体上反映了混油量随输送距离和时间增加逐渐增大的情况。

兰成渝管道SCADA控制系统和VSAT通信系统与管道同期投产，在投产过程中发挥了重要的作用，保证了投产过程各项工艺操作的准确性。

采用输水试运的作法是成功的，对于这样一个距离长、地形复杂的大型成品油管道系统，在投油前通过输水试运，收到了清洁管道、试运设备、调试控制、演练操作的效果。在投产前应用计算机模拟仿真软件对各种运行工况进行了模拟，使调度操作更加科学准确。不足之处是，管内焊渣、铁锈、泥沙、粉尘等杂质污物没有彻底清理干净，导致过滤器、减压阀频繁堵塞，造成管道多次停运。

成品油长输管道的投产过程千头万绪，环环相扣，必须统一领导，做好供电、消防等涉及地方管理部门的工作，保证各道程序相互衔接，有条不紊。

（收稿日期：2003-05-27）
编辑：刘春阳

* 610500，四川省成都市新都区；电话：(028)83032588。

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.co

行选择。

1、 真空干燥法

水的沸点随压力的降低而降低，在压力很低的情况下，水可以在很低的温度下沸腾并剧烈蒸发、汽化。真空干燥法就是利用这一原理，不断地用真空泵从管道中抽气，降低管道的压力，直至达到管壁环境温度下的饱和蒸气压，使除水后残留在管道内壁上的水沸腾而迅速蒸发，随后将水蒸气抽出管道，达到干燥的目的。

真空干燥法的优点是可靠性高，管道中所有的水都可以除去，能达到很低的露点，在使用氮气扫线时最低可达－68℃，设备占地小，在管道的一端作业，不会产生明显的废物，进度易于掌握，易于气体输入，适用于海底管道和难以用其它方法干燥的多汇管管道。其缺点是干燥的持续时间长，干燥的同时不能清洁管道，不适用于长距离的小口径管道。

2、 干空气吹扫干燥法

干空气吹扫干燥法的原理是，低露点的空气进入管道后会促使残留在管壁上的水蒸发，湿气由空气流带走。判断干燥程度的方法是，源源不断地输入干空气并监测管道出口的空气湿度或露点，当其小于预定值时，表明管道已经达到干燥要求。另一种方法是同时监测管道入口和出口的露点，当两者相等时，表明管道已经干燥。影响干燥时间的主要因素有水膜厚度、干空气的质量、体积流量以及管道的长度等。

干空气吹扫干燥的优点是，能达到很高的干燥水平，干燥时间相对较短，在干燥的同时如果采用除尘工艺，可以使管道在通气前达到很高的清洁水平，这一点是其它干燥技术无法比拟的，设备费用相对较低，非常安全，干燥的过程容易控制。其缺点是，对于大口径的管道，需要专用设备来制取干空气，设备占地面积大，需要消耗大量的燃油和电力。

3、 甲醇扫线干燥法

甲醇和乙二醇具有很强的吸水性，常用于管道干燥。除了吸水性以外，这些醇类还有一个重要的特性，即在液态水中存在时可以降低水合物的形成温度，所以在很多场合，甲醇、乙二醇被用做水合物的抑制剂。甲醇扫线干燥法的优点是，除了小口径的管道外，甲醇扫线是速度最快的干燥方法，被干燥的管道的长度仅受清管器性能的限制，可用于陆上和海底管道，可以在干燥的同时投产，在低温环境下同样有效。其缺点是，单独使用不能干燥到负露点，对含硫天然气管道和高纯度的成品油管道达不到干燥要求。由于甲醇和天然气都极易燃烧，因此现场的热工设备的运行安全将受到影响，甲醇的易燃、易爆和剧毒性使这项技术实施的难度和风险高于其它干燥技术，天然气气质在管道运行之初会受到影响。

三、龙忠管道应用复合干燥法的可行性

龙门至忠县输气管道（龙忠管道）始于拟建的大天池构造带输气干线龙门阀室附近的龙门首站，终于拟建的忠县净化厂附近的忠县末站，纵跨重庆市的梁平、忠县两县，线路水平长度为 71.6 km，管道实际长度约为 75.2 km。

该管道采用 UOE X52 直缝管，有 3 种规格，分别为 ϕ559×11.9 mm、16.8 km；ϕ559×14.3 mm、0.4 km；ϕ559×10.3 mm、58 km。管道涂有内防腐涂层。现场采用废三甘醇提纯设备，可以将废三甘醇再生，使其达到扫线干燥要求的技术指标。在龙门站配置有天然气干燥设备，可以将天然气露点干燥至－10℃。

依据国内外管道公司的作法，用泡沫清管器擦拭管道后，有内涂层的管道内壁粗糙度为 0.01 mm，无内涂层的焊缝部位及弯头的管道内壁粗糙度为 0.1 mm。龙忠管道龙门至黄金段管道总长度为 57 km，黄金至忠县末站管道总长度为 18.2 km，其中无内涂层的焊缝部位及弯头总长度分别为 1.7 km 和 0.54 km，其管道内壁粗糙度为 0.1 mm，整段管道内壁粗糙度加权平均值为 0.013 mm。按最差的擦拭效果计算，管道内壁水膜厚度为 0.065 mm。

管道内残留水量的计算公式如下：

$$W=\frac{\pi}{4\rho(D_l^2-D_i^2)L}$$

$$D_i=D_l-2T$$

式中 W ——管内残留水质量，kg；

D_l ——管道内径，m；

D_i ——管道内径减去水膜的厚度，m；

ρ ——水的密度，kg/m^3

T ——管内壁的水膜厚度，m；

L ——管段长度，m。

代入数据，管道外径 $D_0=559$ mm，壁厚 $\delta_1=$

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.co

10.3 mm、δ_2=11.9 mm、δ_3=14.3 mm,管段长 L_1=58 km、L_2=16.8 km、L_3=0.4 mm,分段计算每个壁厚对应管段的含水量,求和得到 $W\approx11.2$ t。

管道擦拭后,龙门至黄金段内的存水量为 8.4 t,黄金至忠县末站的存水量为 2.8 t。龙忠管道擦拭后总的存水量为 11.2 t。

虽然有露点为 −10℃的深度脱水天然气,但如果直接用天然气进行脱水,则脱水时间长,容易发生腐蚀和生成水合物,在技术上可行性较差。研究证实,醇类干燥剂的干燥时间最短,大量的三甘醇可以回收,其初始浓度能达到作为干燥剂的要求。调研国内外管道干燥资料可知,当管内壁醇膜中的含水量小于 50%时,管内不会形成水合物,因此,龙忠管道脱水干燥复合方法中的三甘醇出口浓度要求大于 50%,这样将缩短干燥时间,有效防止管道腐蚀的发生和天然气水合物的生成。但用醇类扫线达不到负露点,必须在醇扫线之后持续通天然气使露点降到负值。

根据龙忠输气管道的实际情况,三甘醇与天然气吹扫复合方法为该管道最佳干燥方法。利用回收的三甘醇能节约大量的成本,同时,三甘醇本身吸水性良好,可以有效缩短管道干燥时间,因此拟定用三甘醇脱除半数以上的水,再利用低露点天然气进行吹扫,管道就可以直接投产使用。

四、复合干燥法的干燥时间预测

用三甘醇扫线干燥时,其用量应为管道内残留水量的 3～4 倍,即 27.5 t。拟定推动三甘醇清管列车前进的天然气流量为 1 500 m^3/s,在微正压(1.108 MPa)情况下,干天然气推动清管器前进的速度为 1.5 m/s,经过 15 h 可以将 27.5 t 三甘醇吹扫完毕,可以将管道内的水除去 50%,则管段内残留的水量为 6.6 t。再用露点温度为 −10℃、流量为 3 800 m^3/h 的干天然气吹扫,所需的干燥时间为:

$$T=\frac{W}{(X_{en}-X_{in})\times Q\times 24}$$

式中　T——干燥所用时间,d;

W——管内残留水量,g;

X_{in}——管道进口处天然气的含水量,g/m^3;

X_{en}——环境温度下天然气的含水量,g/m^3;

Q——干燥天然气流量,m^3/h;

计算表明,复合干燥法在技术上是可行的,而且该方法具有费用省、干燥时间短、环境污染小、风险低、无需置换等优点。

(收稿日期:2003-09-10)

编辑:刘春阳

《油气储运》投稿要求

(1)**内容**　与油气(包括原油、成品油、天然气、液化气、煤气、浆体及其它介质)储运工程有关的科技文章,具备科学性、创新性和实用性,篇幅不超过 8 000 字(含图表)。

(2)**摘要**　来稿须附 300 字左右的中文摘要及相应的英文摘要。

(3)**正文**　论点明确、条理清晰、阐述准确、文字简练、用字规范。文中单位一律采用法定计量单位,外文字符用印刷体书写。对于容易混淆的字符,应注明文种、大小写、正斜体、上下角。

(4)**图表**　插图用墨线描绘,比例适当,线条清晰。每幅插图必须注有图序和图题。表格采用三线辅助表,一张表只能表达一个主题。每张表必须编制表序。表题必须准确、简明地表达表格的内容。

(5)**参考文献**　只列已经在国内外公开发表过的文章,所列参考文献的序号应在正文相应处以上角码标注,序号按在正文中出现的先后顺序编号。参考文献的著录项目包括责任者、篇名、文献出处及出版情况(出版者、出版地、出版年、期次、卷号、起止页码)。

(6)**作者简介**　来稿需注明第一作者的出生年月、技术职称、毕业时间和院校及专业、现从事的工作等,并附邮政编码、通信地址及联系电话(含区号)。

(7)稿件在 8 个月内告知是否录用,在此期间,勿一稿多投。

(8)依本社规定,经审录用的稿件作者应在规定的时间内交版面费。