

# 中沧输气管道大修施工介绍

许世翰\*

(中国石油天然气管道局中原输气公司)

许世翰:中沧输气管道大修施工介绍,油气储运,1999,18(11) 19~21。

**摘 要** 对中原油田至沧州输气管道因机械、人为和自然损伤的管段进行了统计与分析,按照管道焊接补强、防腐等技术要求,对这些管段进行了大修施工。采用三油两布的老方法与一漆两带的新方法对管道进行了防腐处理,并对沉管长度及弹性曲率进行了精确计算。

**主题词** 输气管道 维修 施工技术

## 一、中沧管道概况

中原油田至沧州输气管道(中沧线)是一条专用输气管道,年输气量为  $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,最大年输气量接近  $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。该管道途经河南濮阳、山东莘县、聊城、茌平、高唐、平原、德州、河北吴桥、东光、南皮、沧县、沧州共三省十二县(市),全长 361.891 km(包括末站到沧化的 2.972 km 管道),均采用  $\phi 426 \times 7(8)$  螺旋焊缝钢管。全线建有压气站 1 座,调压计量站 1 座,清管站 3 座,线路截断阀室 13 座,阴极保护站 9 座和微波通信站 9 座。濮阳压气首站采用燃气轮机联动压缩机的增压装置,全套设备均从美国索拉公司引进。为保障管道的正常运行,延长管道的使用寿命,对管道进行了认真的检测。根据检测结果制定了一套大修方案,于 1998 年 10 月~12 月对濮阳、高唐管段进行了大修。

如果不考虑倾度而按水平放置考虑,即可按式(1)计算同样液位下液体的体积,计算结果见表 2。

表 2 段塞捕集器水平放置时液位与体积的关系

液位高度 (m)	体积 ( $\text{m}^3$ )	液位高度 (m)	体积 ( $\text{m}^3$ )
1.38	340	1.75	680
1.52	470	2.15	880
1.58	530	2.55	880

## 二、管道损伤状况和原因分析

由于当地群众违反有关管道保护规定,在管道沿线经常随意取土,再加上长期雨水冲刷,致使输气管道暴露多处,最为明显的是濮阳和高唐地段有 3 km 以上的管道外露,有些管段防腐层完全脱落,有些则有严重龟裂,机械、人为和自然损伤共 900 多处。对深度在 1 mm 以上、直径 5 mm 以上的损伤进行了统计,统计结果见表 1。

表 1 输气管道损伤统计表

项目	损伤数量	百分比
	(个)	%
机械损伤	593	59.6
人为损伤	282	28.3
自然损伤	113	11.4
其它损伤	7	0.7

对比表 1 和表 2 的数据可知,当不考虑段塞捕集器倾斜放置时计算的结果与实际的结果大相径庭。因此,将段塞捕集器按水平放置来计算液体体积是错误的。为此,要准确计算段塞捕集器内液体的体积,必须采用本文给出的式(5)、式(7)和式(9)来计算。

(收稿日期:1999-04-30)

编辑:刘春阳

\* 253020,山东省德州市湖滨北路 49 号;电话:(0534)2329100-2337。

图 1 为管道损伤因果分析图,从中可以看出,濮阳和高唐段管道之所以损坏且锈蚀严重,是因为当地群众法制观念淡薄,连年随便取土、耕作,加之管道周围土质差,地势低洼,水浸泡和受紫外线辐射强烈等原因所造成的。

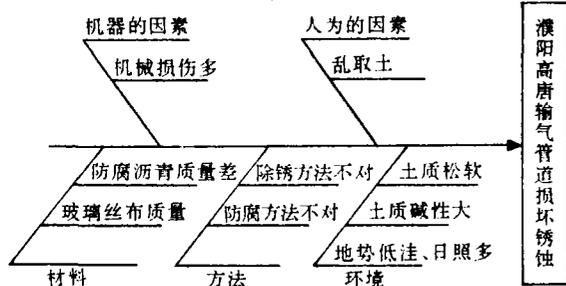


图 1 因果分析图

### 三、大修方案

根据检测和分析结果,制定了管道焊接补强、防腐方案,并按步骤实施。

#### 1、焊接补强

对管体上有外伤和腐蚀坑的部位进行了焊接补强。对蚀坑深度大于 1 mm、腐蚀面积小于 1 cm<sup>2</sup> 的部位,采用点焊修补加强;对蚀坑深度大于 2 mm、腐蚀面积大于 1 cm<sup>2</sup> 的部位,采用钢板焊补加强;对蚀坑深度大于 2 mm,分布面积大,长度超过周长三分之一的采用加强板或厚度为 8 mm 的马鞍形半圆套管焊补加强。

#### 2、管道防腐

补强后对管道进行了防腐处理。有 40% 的管段采用传统方法,60% 的管段采用了新方法。

(1)传统方法 该方法采用三油两布,有些特殊部位用三油三布。在施工工艺上注意了沥青的温度、纯洁度、粘稠度。沥青底漆配制用无铅汽油,底漆使用前进行充分搅匀,用 0.4 mm×0.4 mm 的滤网过滤,并测其密度,底漆储存在密闭容器中,对变稠了的底漆加以稀释处理,符合要求后投入使用。

在熬制沥青时,控制温度在 180~220 C 时脱水,直至无气泡为止,当温度下降到 160 C 以下再使用。管道除锈、除漆直到露出钢灰色并完全干燥后涂刷底漆,厚度为 0.1~0.15 mm;沥青涂覆在光滑的底漆上。用玻璃布包扎时,每一圈之间不能有间隙,允许有不大于 5 mm 的搭边。包扎第二层玻璃布时,

缠绕方向与前一层方向相反。外包塑料布时每圈搭边在 20~30 mm 之间。

管道绝缘防腐层涂覆好以后冷却,在凝固之前不能踩踏、触摸和碰击,严防绝缘层损坏。

(2)新方法 采用 IDEAL 底漆和两层 IDEAL 胶带、保护带,即一漆两带进行防腐作业(见图 2)。

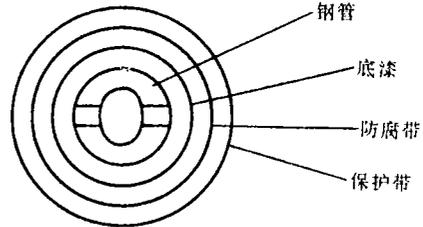


图 2 一漆两带防腐示意图

钢管除锈与传统方法相同,刷 IDEAL 底漆,刷前搅拌均匀以控制稠稀适度,用于手工涂漆应保证无漏涂点,使其形成均匀的薄膜,待底漆干后即可缠带(一般 3~5 min)。缠带张力在 10~15 kg,胶粘带始端与末端搭接长度不小于周长四分之一,且不少于 100 mm,缠线各圈间平行,不得扭曲皱折。

当胶带的宽度小于或等于 75 mm 时,搭接宽度为 10 mm;当胶带的宽度大于 75 mm 或小于 150 mm 时,搭接宽度可为 15 mm;当胶带宽度大于或等于 150 mm 时,搭接宽度可为 20 mm;当单层带缠绕达不到要求的防腐层厚度时,可采用搭接宽度为 50%~55% 胶带宽度缠绕。对于特殊地段,增加了外保护层的厚度。

### 四、管道沉管

根据中国石油天然气管道勘察设计院制定的沉管方案进行了大修后的管道沉管,下沉之前进行了较为精确的计算。

#### 1、计算内容

(1)沉管弹性曲率 输气管道工作压力为 4 MPa;管径为 426 mm;壁厚 7 mm;输气钢管及材质为 SM41-B。对于螺旋焊缝钢,沉管弹性曲率按式(1)计算:

$$R = 3600 \sqrt[3]{(1 - \cos\alpha/2)a^2 \times D^2} \quad (1)$$

式中 R——沉管弹性曲率,m;

D——管道外径,cm;

$\alpha$ ——管道的竖向转角,取  $\alpha \geq 2.5^\circ$ 。

(2)沉管允许跨度

$$L = \sqrt{m^2 \delta^2 n \omega \Psi / q} \quad (2)$$

式中  $L$ ——允许跨度,cm;

$\omega$ ——管道截面系数,取 949.6;

$\Psi$ ——焊缝系数,取 0.9;

$q$ ——单位长度钢管、输送介质和防腐层总重量,取  $q=0.0723 \text{ MPa}$ 。

(3)沉管长度 若将裸露段沉降至预定深度,则沉管段两端需增加  $R=600 \text{ m}$  的弹性敷设曲线过渡段,其两端过渡段之和的最小长度按式(3)计算:

$$L_{min} = \sqrt{384EI\Delta h/q} \quad (3)$$

式中  $L_{min}$ ——沉管段应增加的开挖最小长度;

$E$ ——钢材弹性模量;

$I$ ——管道惯性矩;

$q$ ——单位长度管道自重,取  $0.0723 \text{ MPa}$ ;

$\Delta h$ ——管段沉降量,按  $10 \text{ cm}$  计算。

计算结果为  $L_{min} \geq 68.92$ ,取过渡段之和为  $100 \text{ m}$ ,即所需沉管两端各增加  $50 \text{ m}$  的过渡段。

2、 支撑选择

管沟挖开后,用  $0.5 \text{ m}$  宽的土墙支撑管道,间距为  $15 \sim 20 \text{ m}$ ,绝大部分选取  $15 \text{ m}$  长的一段土墙作支墩,并在管子上压置  $100 \text{ kg}$  的土袋稳管,管道两侧宽度为  $0.5 \text{ m}$  左右。每个支墩两侧挖两个  $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$  的猫耳洞预防意外,站在其内操作,轮番掏挖,直到达到沉管深度为止。在沉管过程中应尽可能降低输送压力,保持压力平稳。沉管施工宜选择在气温较高的环境下进行,控制好各个支墩每次的下沉量,每沉一次停一段时间(或数小时或数分钟),以使管道分散内应力,经观察确实无问题再继续下沉,绝对避免出现跨度超过  $40 \text{ m}$  的情况发生。施工现场需配齐性能可靠的通信设备和交通工具,防止各种意外事故发生。

对大修后的管道依照有关行业标准进行了严格的检测,大修质量符合 GB5025-94 的要求。

(修改稿收到日期:1999-06-18)

编辑:吕彦

### 管道回填新型机具

采用一定大小的细颗粒回填材料,对保护管道具有重要的作用。当管道敷设完成后,回填材料下沉和热膨胀造成的轻微位移也会使管道外表面受到局部压力,受力的石头破坏接触点处的管道外覆层,造成腐蚀。在多石地区,管道开沟需要爆破,往往难于就地获取细粒回填材料,解决这一难题的办法是筛分所挖掘的土方,这还要取决于筛分出可用材料的百分比;如细颗粒回填料不足,就须将开沟挖出的土石就地粉碎。使用原地材料要比采用从别处运来的材料好,外来回填料会因与当地材料的电化学性质差异,而增加杂散电流。

意大利劳利尼机械公司设计生产了一种专用机械解决这一问题。该公司生产了多种规格的回填料粉碎机械。新型的 Grub2000 和 Grub3000 机械能就地粉碎石块和其它物料,Superscreen2000 是高性能的履带式筛分机械,它在干湿环境条件都能生产填料并同时回填管沟。为保证安全高效,该公司所有的机具都是遥控的。

摘自《石油消息》

### 下 期 要 目

含体积缺陷压力容器的	
安定分析 .....	徐志峰
新疆胶凝原油屈服	
特性研究 .....	李传宪等
油库最小库容的确定 .....	李文魁等
凝析气田地面集输管道	
水力热力计算方法 .....	张维志等
螺旋焊管与直缝焊管	
裂纹断裂分析 .....	董绍华等
沧临管道大浪淀跨越段	
下拉筋断裂原因分析 .....	孟振虎等
结蜡对振动管式密度计	
测量精度的影响 .....	梁宪玉等
三层 PE 防腐层涂敷中	
出现废层的原因 .....	尹国耀等
研究腐蚀-磨损交互作用的	
实验装置 .....	翁永基等
外浮顶原油罐中央排水管	
损坏原因分析 .....	申文义等