

输气管道强度试压探讨

张怀法

(中国石油天然气总公司管道设计院)

提 要: 笔者参照美国 ANSI/ASME B31.8 的有关规定, 提出了我国正在编制的《输气管道工程设计规范》对强度试验压力取值偏低问题, 建议: 如用气体试压, $\sigma_h = \sigma_s$; 如用水试压, $\sigma_h = 0.9\sigma_s$, 供同行们参考、讨论。

关键词: 输气管道 强度试验 排除缺陷 规范

目前, 我国的输气管道在现场进行强度试压时, 基本上是参照文献〔1〕来确定试验压力。我国正在编制的《输气管道工程设计规范》也是参照文献〔1〕局部修改而制定的(见表1)。

输气管道强度试压规定

表1

钢管结构类别 或 地区等级	试压介质	强度试验压力取值		
		(美国) 文献〔1〕		(我国)《输气管道工程设计规范》(在编)
		最 小	最 大	
A类结构 或 一级地区	水 空气 气	1.1倍最大操作压力 1.1倍最大操作压力 1.1倍最大操作压力	无规定 1.1倍设计压力 1.1倍设计压力	1.1倍设计压力 1.1倍设计压力 1.1倍设计压力
B类结构 或 二级地区	水 空气	1.25倍最大操作压力 1.25倍最大操作压力	无规定 1.25倍设计压力	1.25倍设计压力 1.25倍设计压力
C类结构 或 三级地区	水	1.4倍最大操作压力	无规定	≥1.4倍设计压力
D类结构 或 四级地区	水	1.4倍最大操作压力	无规定	≥1.5倍设计压力

从表1可以看出, 我们所取的强度试验压力值是1.1~1.5倍的设计压力, 没有最小值与最大值的規定。

从运行考虑, 似乎输气管道的实际操作压力比强度试验压力低就达到安全要求。然而, 姑且不计腐蚀及其他外界破坏因素, 仅从管材自身考虑, 这种强度试验压力是偏低的。它既未达到对管子强度的检验, 也未能完全消除或暴露管子的缺陷。根据事故统计资料〔2〕, 操作管道的事故有17%是由于管材自身缺陷造成的。而试压是排除管子缺陷的重要工程措施之一, 这不能不引起我们对强度试压的重视。

如果设计时用式(1)计算管子的壁厚, 而用式(2)表示试压时管子的环向应

力, 再将式 (1) 代入式 (2) 则可得式 (3)

$$\delta_c = \frac{PD}{2EF\sigma_s t} \quad (1)$$

$$\sigma_h = \frac{kPd}{2\delta_c} \quad (2)$$

$$\sigma_h = kEFt\sigma_s \left(1 - \frac{2\delta_c}{D}\right) \approx kEFt\sigma_s \quad (3)$$

式中 δ_c ——管子的计算壁厚;

P ——管道的设计压力;

D, d ——管子外径, 管子内径;

σ_s ——管子的最低屈服极限 (SMYS);

F ——设计系数, 按表 2 选取;

E ——焊缝系数, 符合 GB9711-88 或 API spec 5 L 标准的管子 E 取 1.0;

t ——温度折减系数, 温度小于 120℃, t 取 1.0;

k ——管道强度试压时压力放大系数, 见表 2。

强度试压时管子的环向应力取值

表 2

地区等级	强度试压时压力放大系数 k	设计系数 F	试压介质	管子环向应力 σ_h
一级地区	1.10	0.72	气、水、空气	$0.792\sigma_s$
二级地区	1.25	0.60	水、空气	$0.750\sigma_s$
三级地区	1.40	0.50	水	$0.70\sigma_s$
四级地区	(美国 1.4) 1.50	0.40	水	$(0.56\sigma_s) 0.6\sigma_s$

表 2 是在 $E = 1.0$, $t = 1.0$ 时, 按我国在编的规范或文献 [1] 的标准, 按地区等级列出的强度试压时管子的环向应力取值。显然, 如果设计中的管子壁厚是向较大值圆整成整数时, 强度试压时管子的环向应力就比表 2 中所列数值还低。

从表 2 还可看出, 随着地区等级的提高, 要求管道更安全可靠, 故设计系数是逐级降低的。而对管子强度试压要求并没随着地区等级的提高而提高, 强度试压的管子环向应力反而在降低要求, 这是互相矛盾的。如果是用气体试压, 为了安全, 降低环向应力尚可理解; 但三、四级地区规定用水试压, 为什么环向应力值还要降低呢? 在我国的输油管道设计规范中, 水为试压介质时, 强度试验压力取 1.25 倍的设计压力, 管道的设计系数是 0.72, 管子的环向应力可达到 $0.9\sigma_s$, 显然高出输气管道的要求, 这一点是值得输气管道在强度试压时考虑的

目前, 国际上管道试压倾向于采用较高的试验压力, 试压时环向应力达 $(0.9 \sim 1.1)\sigma_s$ 。即使在美国, 三、四级地区只规定了最低试验压力, 最高试验压力由公司自定。而我国往往把这个最低值作为试验压力, 显然是不妥的。

从以上分析说明, 低应力试压水平既无法检验管子的强度又不能消除管子自身的缺陷 (见表 3)。

不同试压水平时缺陷排除率

表 3

试压时管子环向应力 与 σ_s 的百分比	排除缺陷总数的百分比(%)		
	第 1 组	第 2 组	第 3 组
小于80	18.1	9.5	8.3
80~90	16.5	5.4	10.4
90.1~100	18.4	47.3	25.0
100.1~110	47.0	36.9	37.5
大于110		1.4	18.7
总 计	100	100	100

从文献[2]可知,表3中第1组统计了近16093km的管道,含各种等级的管材;第2组统计了近2900km的管道,管材有X60和X65两种;第3组统计了近4800km的管道,含各种等级的管材。可见表3的统计数据是有代表性的,试压时试验压力的取值是值得重视的。

综上所述,笔者认为输气管道强度试验压力应当提高并建议按下面二种情况取值,

A. 如用气体作试压介质, $\sigma_h = 0.8\sigma_s$;

B. 如用水作试压介质, $\sigma_h = 0.9\sigma_s$ 。

从我国的制管和施工水平看,以上建议是完全可以做到的,这样可使管道在投产前,消除14.9%~36.4%的内在缺陷,又能提高管道的可靠性及投产管道的安全性。

参 考 文 献

[1] 美国ANSI/ASME B31.8,《输气和配气管线系统》

[2] 潘家华:《油气管道断裂力学分析》北京,石油工业出版社,1989年9月

(收稿日期:1990年11月12日)

用厌氧胶浸渗技术处理油罐渗漏

厌氧胶是以环氧树脂为基体,低分子聚酰胺等复合物为固化剂,并掺有某些填料的胶体。它具有良好的耐水、耐油、耐溶剂的性能,具有一定的耐温性、胶接牢固、低毒性、不易燃等特点。

用厌氧胶处理油罐渗漏方法很简单,只需将油罐渗漏处的油污清洗干净,涂敷厌氧胶,使其浸渗到焊缝或缺陷处并自然固化成为聚合体高聚物,将焊缝缺陷牢固地粘结。这种方法不必将装油的油罐卸掉,也不用对空罐进行清洗、测爆、补焊等作业;安全、可靠、成本低(是电焊修补费用的10%以下),而且周期短,补一处仅需半天时间。

1. 厌氧胶的选择与配比

石油销售系统的储油罐属常压容器,立式油罐的工作压力一般 $\leq 200\text{mm}$ 汞柱,油温一般为当地的环境温度。按实践经验,选用E44环氧树脂,810固化剂,二丁脂,丙酮等原料,用筛选法找到以下最佳配方(重量比):

E44环氧树脂(100)+810固化剂(32~38)+丙酮(3~6)+二丁脂(8~11)

(下接57页)