

集中供热高密度聚乙烯管道补口工艺存在的问题及改进

孙庆华

胜利油田胜利油建公司防腐工程公司 山东 东营 257000

【摘要】本文主要阐述了集中供热高密度聚乙烯管道补口的工艺及在胜利油田集中供热一、二期维修中发现的问题及改进的方法。

【关键词】高密度聚乙烯管道补口 工艺 参数 改进

胜利油田基地集中供热经过几个采暖期,其间出现了多处冒气现象,其中冒气现象多数出现在高密度聚乙烯(PE)作为外护管的三通、弯头、补口处,针对出现的问题我们进行了分析,并对施工中的环节进行了改进。

1 工程环境分析

胜利油田位于东营市,是典型的黄河三角洲地貌,年平均降水量555.9mm,地下水位距地面0.8m左右,地层为细沙层带,地下水含盐量很高。

2005年3月对冒气处进行了整改,PE管破损占88.9%,从整改现场可见PE管埋藏土层处于地下水中,而且很多管线铺设在行车道下,很多处还要承受行使车辆的压力和冲击,处于长期持续承压的状态,回填时的不当施工使PE管在外力作用下被压扁。在PE管上部和两侧的外壁产生较大的持续拉应力,作为高分子材料的一种失效性,PE管在持续应力作用(即使低于其屈服强度)和液体浸泡条件下,会缓慢生成脆化类型的环境应力裂缝。一旦裂缝产生,由于供水管道中的水温在120℃以上,遇到地下水就蒸发,出现冒气现象。

2 工艺及检验分析

2.1 施工工艺

对于PE管的补口,直管段采用的是电热熔套袖焊接工艺,弯头、三通处均采用预制管件电热熔坡口焊接工艺。直管段补口利用PE外护管作为模具采用现场小型发泡机进行发泡。

多处冒气出现在弯头、三通和直管段补口处。聚乙烯焊接工艺是通过加热重新熔化相邻的套管表面,冷却凝固后将接头融合在一起,形成聚乙烯密封套管,发挥包覆聚氨酯泡沫夹层的作用。因为,熔化-凝固过程仅发生在相邻聚乙烯材料的表层中,焊缝区域的几何形状和材料显微结构明显不同于整体部分,其力学性能远远低于聚乙烯外套管的其他区域,是整个管道中的最薄弱环节。所以,根据设计要求我们对补口处进行了严格的气密性试验,但由于焊接工艺所限,补口处、弯头、三通处等几种几何形状的焊缝实际抗拉强度小于母材本身。

直管段的补口有三处焊缝:一条沿管线的纵向焊缝,位置在管道的上部,两条环向焊缝,连接预制的PE外护管,从受力条件分析,这三处焊缝的应力状态均不佳,纵向焊缝位于管道最上部,回填后PE管道材料中周向应力最大部位即处于该部位,在集中供热

一期维修措施中增加了在最外层再缠绕一道热收缩带,从而增加了补口处的防水性。

2.2 质量控制难点

聚乙烯的屈服应力约为20Mpa,聚乙烯材料的强度对环境温度很敏感,其屈服点随温度上升而明显下降,而在供暖期间供水管线的表面温度达到135℃,在此温度下PE的承载能力急剧下降。

现场发泡的质量检验也很难做到,泡沫的闭孔率和密度无法检验,只能凭肉眼观测,硬质聚氨酯泡沫的导热系数与密度关系密切,随着密度变化而变化,一般情况下,其导热系数与密度成正比变化关系,泡沫的闭孔率越高制品吸水率越低,气密性越好保温性能越优异。水对发泡质量的影响也很大,由于异氰酸酯中(-NCO-)基团容易和水发生反应生成含脲键结构,这种结构含量增高易使聚氨酯硬泡脆性增大,严重影响聚氨酯硬泡与物体表面的粘结性。

2.3 设计的薄弱点

2.3.1 CJ/T155-2001标准

在标准CJ/T155-2001《高密度聚乙烯外护管聚氨酯硬质泡沫塑料预制直埋保温管》中要求:弯头/弯管上任何一点的保温层厚度不应少于公称保温层厚度的50%。可见弯头和弯管处在设计上也是一个薄弱环节,所以在集中供热一期维修技术措施中增加了在弯头、弯管、三通处再缠绕玻璃钢树脂增强的技术措施。

2.3.2 PE和玻璃钢的接触

整改过程中还发现几处PE和玻璃钢连接处的破损现象,由于两种材料一种为极性材料,一种为非极性材料不能很好的熔接,所以在维修措施中又增加了缠绕改性沥青胶带过渡的技术措施。

3 施工选材分析

集中供热工程的管材质为钢管、聚氨酯硬质泡沫和PE管。三种材质的线性膨胀系数分别为钢管: $10.6 \times 10^{-6} \sim 12.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; 硬质聚氨酯泡沫的线膨胀系数受泡沫塑料密度的影响,硬质聚氨酯泡沫的密度增大时,其线膨胀系数略有增加。一般情况下,硬质聚氨酯泡沫密度在 192 kg/m^3 以下者,线膨胀系数为 $4.5 \times 10^{-5} \sim 7.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 范围;当密度大于 70 kg/m^3 ,其线膨胀系数为 $5.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$; 密度为 30 kg/m^3 左右,则其线膨胀系数为 $10.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$; PE管膨胀系数为 $180 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 。供暖管线的最高温度达到过 134°C ,在如此高的温度下三种材质的线性膨胀系数不一致导致不能做到三位一体,出

现脱节、位移、拉裂现象。由于因温度变化而产生的热胀冷缩问题,所以供热系统中采用了特殊的补偿措施。但维修现场可见,开挖时供回管线之间的距离远小于回填时的间距,明显看出了管线的位移从现场来看补偿器的作用有限。

4 改进

4.1 工艺改进

后续的供热工程中补口工艺在原来热熔套的基础上增加了一层热收缩套,增加了补口处的防水性能。在后续的维修中未见因补口质量导致的补口处破损现象。

4.2 在热熔套纵缝处增加支撑

考虑到电热熔套补口时只有套袖纵向焊缝中部没有力支撑,影响到电热熔套熔结力,在套袖纵向焊缝中部加一塑料支撑,经过现场试验,效果良好,大大提高了气密试验的合格率,增强了热熔套的熔结度。

4.3 解决熔瘤问题

热熔套绑扎时打包带下加垫铁皮,焊接时加快热量的散失,很好地解决了熔瘤问题;根据施工现场对焊接电流、焊接时间、绑扎方式等进行调整,克服了熔瘤、外观质量不稳定等缺陷,保证了施工质量。

综上所述,在对补口工艺进行改进后,后续的供热管线施工中,均未出现过多的冒气现象。浙江大学的《夹套式热力管网的聚乙烯外套管的失效分析》中的结论说:“在上述不利因素的影响下,夹套式热力管网的聚乙烯外套管在远小于服役年限的时间里老化开裂……”从而进一步论证了我们分析的正确性。

参考文献

- [1] 中国城市网CCN东营国际在线《东营市概况》
- [2] 《东营市某办公楼水源热泵空调系统冷冻站设计》清华同方人工环境有限公司,甄华斌,范新,清华大学,徐继军,李先庭
- [3] 王锋.《胜利油田基地集中供热一期工程直埋保温管维修防腐施工技术措施》编制,2005.3
- [4] 朱流,郇剑,王幼文,俞建国,金富根,宋晓平.《夹套式热力管网的聚乙烯外套管的失效分析》,浙江大学学报第38卷第3期
- [5] 北京振利高新技术公司《聚氨酯泡沫材料的研究》
- [6] 哈尔滨工业大学星河实业有限公司检测数据
- [7] 中波商务网 www.chinabwg.com