

# 新型防腐结构在地上燃气工程中的应用

□ 中国城市燃气协会 (100035) 李长纓

## 1 引言

在地上燃气工程中大量使用螺纹连接的镀锌钢管,镀锌钢管具有强度高、施工灵活方便、成本较低等特点,作为传统的燃气立管和室内燃气管材在我国各地得到了广泛应用。但随着管道使用年限增加及新建楼房越来越多地采用外墙爬管入户的设计,特别是沿海城市盐湿空气、酸雨污染、安装环境恶劣、建筑物外墙酸洗、管道穿墙及穿楼板等因素,管道腐蚀问题严重,燃气经营企业面临日益严峻的管道腐蚀、燃气泄漏的用户安全管理问题。

为解决立管和户内管的腐蚀问题,一些燃气企业采用了薄壁不锈钢管、铝塑复合管等耐腐蚀的新型管材,但强度差是这些管材最大的问题。薄壁不锈钢管相比镀锌管防腐效果好,但在沿海城市、建筑物外墙酸洗等恶劣条件下也会发生腐蚀,可通过增加壁厚提高耐腐和机械强度,但同时也使管材成本大幅提升;铝塑复合管的防腐性能在室内燃气管材中是最好的,但耐冲击等机械强度更低,《城镇燃气设计规范》GB50028-2006中规定该管材只能用于室内,外墙爬管不允许使用。

解决和改进传统镀锌管的防腐性能是兼顾管道强度、防腐要求的途径。一些燃气企业和材料设备厂商引进香港中华煤气的成功经验,研制和采用了一种新型防腐材料和结构对入户螺纹连接镀锌燃气管进行防腐工艺设计和处理,采用新技术的镀锌钢管防腐性能优异,强度高、成本低、施工灵活方便,取得了良好的效果。

## 2 防腐三组合——新型燃气管结构

这种新型燃气立管采用燃气用镀锌钢管为母材,在管道表面再喷涂环氧树脂涂层,在接口处配合镀锌宽边管件及惰性抗酸填料,组成整体防腐性能优异的结构——宽边管件连接双组份环氧树脂涂覆防腐燃气管道,见图1。

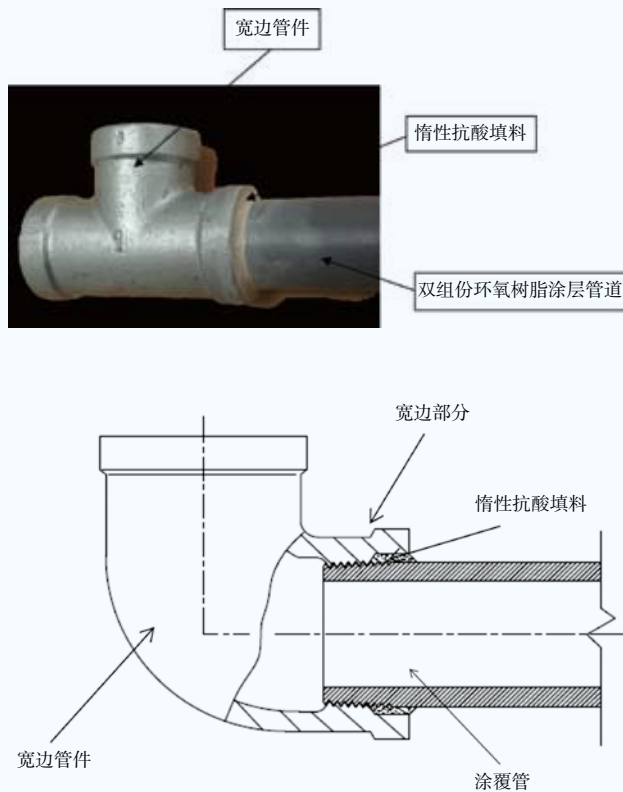


图1 宽边管件连接双组份环氧树脂涂覆防腐燃气管道

## 2.1 环氧树脂涂层

涂覆管的结构如图2。涂层的选择应满足防腐性能要求,同时综合考虑成本和喷涂效果,研制组对环氧树脂漆、锌铬酸盐底漆和聚氨酯底漆3种防腐涂料进行试验和综合比对,最终选择了环氧树脂漆,并参考国外和国内的相关标准,制订了环氧树脂漆型式试验项目和涂覆层验收标准,见表1、表2。

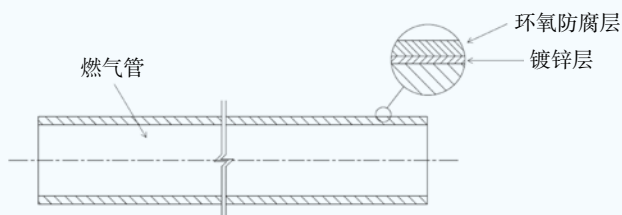


图2 双组份环氧树脂涂覆管道结构

表1 环氧树脂漆型式试验项目及测试方法

序号	测试项目	测试方法
1	比重	ISO 2811-1:2011 (E)
2	细度	ISO 1524:2000 (E)
3	粘度	ASTM D562-10
4	干燥时间	表干: BSEN ISO 9117-3:2010 实干: BSEN ISO 9117-1:2009
5	光泽	ASTM D523-08
6	铅笔硬度	ASTM D3363-05 (2011)
7	附着力	ASTM D3359-09 方法B
8	施工固体份	参照 ISO 3251-2008及客户要求
9	混合后可使用时限	参照 HG/T 3668-2009及客户要求
10	冲击	ASTM G14-88 (1996)
11	盐雾	ASTM B117-11
12	紫外线暴露	ASTM D4587-11 循环4, ASTM D3359-09 方法B
13	耐酸性	TPS-001 (version D) 客户提供及参照 ASTM D3359-09方法B, ASTM D3363-05 (2011)

表2 环氧树脂涂覆层管材验收标准

检测项目	检测方法	检测要求	
		浸泡酸前	浸泡酸后
锌层厚度	ISO2178	$\geq 55 \mu\text{m}$	
涂覆层厚度		$\geq 75 \mu\text{m}$	
涂覆层附着力	ISO2409	$\leq 1$	$\leq 2$
涂覆层硬度	ASTM D3363	H	HB
涂覆层抗冲击力	ASTM G14	$\geq 70\text{kg}\cdot\text{cm}$	$\geq 30\text{kg}\cdot\text{cm}$

涂层的加工采用自动化生产机械加工喷涂技术,使催干剂及环氧树脂的比例更容易控制,对工人的技术要求低,涂覆层的附着力和均匀度质量高、稳定,并且降低了生产成本。

## 2.2 宽边管件及抗酸填料

宽边管件及抗酸填料与环氧树脂涂覆管道配套使用,发挥最佳的防腐效果。传统的燃气工程镀锌管施工完成后会有部分丝扣裸露在外面,管材与管件之间的生胶带只起密封作用,外露螺纹非常容易锈蚀,是管材的腐蚀薄弱点。新技术采用宽边管件和抗酸填料配合,宽边管件延伸管件末端,覆盖钢管外露螺纹,配合抗酸填料,密封螺纹,管道整体防腐性能大大提高。图3为宽边管件结构,与一般管件相比,红线区域为改进后的宽边设计,其他规格按原先镀锌管的标准 (BS143&1256) 保持不变。管件宽边部位尺寸见表3。

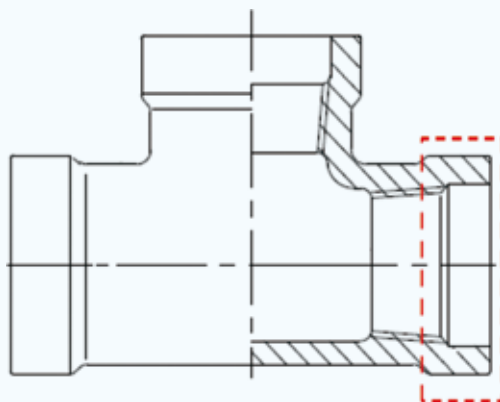


图3 宽边管件结构

表3 管件宽边部位尺寸 (mm)

口径尺寸	宽边内径 $\Phi$	宽边长度B	宽边壁厚t
DN15	23.0	7.0	4.3
DN20	28.5	8.0	4.3
DN25	35.5	9.0	4.3
DN32	44.0	10.0	4.5
DN40	50.0	10.0	4.6
DN50	62.0	11.0	5.1
DN80	91.0	13.0	5.5

抗酸填料为惰性的有机聚合物,符合澳标AG 4623标准,为细腻、均匀的膏状物,高粘度、不流挂,易于涂敷在螺纹上,施工方便,具有良好的抗腐蚀性

能，不会随使用时间的增长而收缩硬化，兼具密封和防腐功能，与生胶带相比优势明显，但成本有所上升。

### 3 管道的施工

防腐三组合的创新设计从结构上保证了镀锌燃气管道的防腐性能，在管道施工中还应采取措施防止因施工造成防腐层破坏。在施工现场一般采用套丝机或手工套丝，但传统的夹具极易造成防腐层的损伤（如图4）。



图4 传统套丝方法对防腐层的损伤

为避免现场施工对防腐层的损伤，可采取以下措施：

(1) 优化套丝方法：采用为该新型管材专用的无花夹具，使用该夹具套丝后管道表面无印记，能够保证管材防腐层的完整，如图5所示。

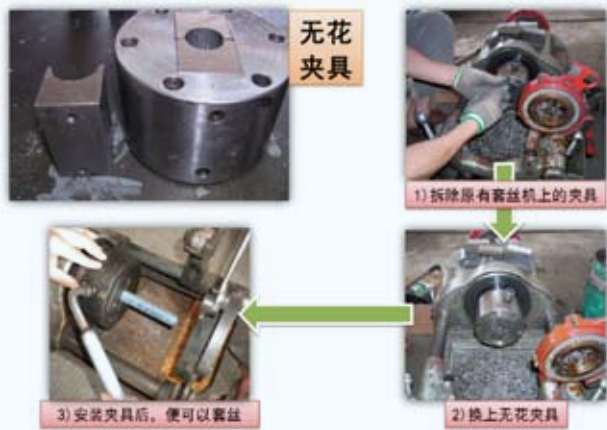


图5 无花夹具

(2) 在工厂用无花夹具批量预制工程需要和常用尺寸的管材和管件。在施工现场安装不同口径的管道，需多次更换不同口径的无花夹具，效率较低，采用提前在工厂大批量预制管材管件能提升质量和工作效率，并降低施工成本。

(3) 如施工造成管材管件局部受损，应对受损涂层及时修补，补口采用高含锌量底漆和双组份环氧树脂漆。

### 4 应用效果

香港在2000年推广应用该技术，国内广东番禺地区从2002年开始试用，从使用的防腐效果看，管道在十几年后表面防腐层完好，无锈蚀现象。图6为12年前安装于沿海环境的管道，漆层无剥离和粉化，拧开丝扣检查，螺纹呈现金属光泽，没有锈蚀痕迹，状态良好。图7为8年前安装于广州市某小区的管道，该小区的外立面曾酸洗清洁，但燃气管道如新。图8是一段安装于楼栋后走道污水渠和空调机下的立管，管龄8年，目测表面锈蚀严重，送到实验室进行检测，拧开的螺纹无锈蚀呈金属光泽（见图9），除去管材表面的污垢后，发觉管道没有腐蚀，涂覆层无减薄，厚度符合标准（见图10）。

### 5 问题和改进

(1) 因管件壁厚比同规格管材厚，故现在应用的宽边管件没有考虑防腐涂覆层，整体防腐性能有待



图6





图7



图8



图9



图10

提高,而且宽边管件与管材颜色不匹配,下一步将对宽边管件新增涂覆层进行以下研究测试:喷涂方法、螺纹加工工序、附着力、喷涂工序的生产效率、成本效益等。

(2) 实验发现如燃气管道不刷面漆,环氧涂覆层在强烈紫外光照射下会变灰白、粉化、逐步减少,给该技术在光照强度大地地区的应用可靠性打上了问号。针对此问题,下一步将研究和测试在保证总体寿命50年前提下加涂抗紫外线面漆(镀锌钢管+双组份环氧涂覆层+抗紫外线面漆),该面漆应具有良好的耐候性、抗酸、抗紫外光能力,并与双组份环氧树脂涂层具有良好的附着力。考虑到成本因素,宽边管件连接双组份环氧树脂涂覆防腐燃气管道可分开室外、室内两种规格。

(3) 进一步改进无花夹具的设计:增加扭力扳手和顶部螺丝的标准安装方法,减少使用时出现打滑现象;优化拆装设计以缩短更换不同口径夹具的时间。

## 6 结语

宽边管件连接双组份环氧树脂涂覆防腐钢管用于立管等地上燃气工程,强度高、耐腐蚀、寿命长、免维护、安全性高、美观、施工灵活方便,无论正常或恶劣环境,三组合的防腐结构均能有效地保护镀锌钢管和外露螺纹,避免锈蚀及燃气泄漏的情况发生,从本质安全上杜绝泄漏事故的发生,保障用户安全用气,是用户安全管理的重要技术手段。随着该技术的不断提升完善,在燃气行业中必将得到进一步的推广和应用。