

# 石油套管内外壁耐高温高压介质腐蚀涂料

(西北永新涂料有限公司)

石油套管是用于支撑油、气井井壁的钢管,以保证钻井过程进行和完井后整个油井的正常运行。由于地质条件不同,井下受力状态复杂,拉、压、弯、扭应力综合作用于管体,这对套管本身的质量提出了较高的要求。一旦套管本身由于某种原因而损坏,可能导致整口井的减产,甚至报废。

石油套管在地下 1 200~2 500 m 使用,地下层压力高达 35~70 MPa,温度高达 75~150 ℃,腐蚀环境苛刻,石油套管防腐涂料具有出色的耐高温高压环境酸碱盐介质腐蚀、耐磨等特性,确保在高温高压环境下依然有效,在石油工业中发挥着至关重要的作用。

## 1 套管外壁——无溶剂环氧防腐涂料

无溶剂环氧防腐涂料集物理机械性能和化学防腐性能于一身,有效屏蔽了高温高压环境下腐蚀性气体 H<sub>2</sub>S、CO<sub>2</sub>、Cl 和硫酸盐还原菌(SRB)等对石油套管的腐蚀作用,产品优异的防腐性、施工性、机械性能为石油套

管长期使用提供了耐磨、坚韧、耐高温高压的防护层。

### 1.1 节能、环保、高效施工

该产品为无溶剂涂料,不挥发物含量接近 100%,施工时无溶剂排放,保护环境,节约成本。一次施工厚度 800 μm 以上不流挂,节约了施工成本。

### 1.2 超强的附着力

在现有技术中,无溶剂环氧防腐涂料成膜较厚,交联固化时体积收缩会产生巨大的内应力,涂层附着力较差,使用过程中容易脱落,达不到防腐的效果。该无溶剂环氧防腐涂料中增加了含羟基的活性稀释剂和增强附着力的改性胺固化剂,使厚涂涂层具有超强的附着力。

### 1.3 长效防腐

该涂层防腐性能优异,在实际运行环境下可为采油套管提供 30 年以上防腐蚀保护,防腐性能突出(见表 1)。

表 1 套管外壁无溶剂环氧防腐涂料性能

项目	指标	检测结果	
在容器中的状态	搅拌均匀后色泽均匀,无刺激性气味,无硬块	符合	
黏度(25 ℃)/(mPa·s)	3 000~10 000	5 600	
细度/μm	≤80	70	
表干时间((23±2) ℃)/h	≤2	2	
实干时间((23±2) ℃)/h	≤24	6	
完全固化时间((23±2) ℃)/h	≤72	72	
不挥发物含量/%	≥94	99	
漆膜颜色及外观	色泽均匀,表面光滑平整,无流挂、无空鼓等	符合	
干膜厚度/μm	≥250	250	
附着力(划圈法)/级	≤2	1	
附着力(划格法)/级	≤3	1	
耐冲击性/cm	≥30	30	
耐电火花性能/V	≥1 000	1 000	
吸水率(25 ℃,24 h)/%	≤0.6	0.4	
耐化学介质	耐盐水性(3% NaCl 溶液,25 ℃,168 h)	漆膜完整,无起泡,无脱落	符合
	耐酸性(10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液,25 ℃,168 h)	漆膜完整,无起泡,无脱落	符合
	耐碱性(10% NaOH 溶液,80 ℃,168 h)	漆膜完整,无起泡,无脱落	符合
耐高温高压(总压 20 MPa,CO <sub>2</sub> 分压 0.21 MPa,3%的 NaCl 溶液,80 ℃,168 h)	漆膜完整,无起泡,无脱落	符合	
耐阴极剥离	1.5 V,(63±3) ℃,48 h	≤8 mm	7
	1.5 V,(63±3) ℃,30 d	≤15 mm	14

## 2 套管内壁——超高固体分酚醛环氧防腐涂料

石油套管腐蚀环境恶劣，其防腐涂层质量非常关键，质量不达标，会造成腐蚀泄漏、管道堵塞等问题，导致减产，甚至关闭，造成巨大经济损失。原油中含有大量的硫化物、氯离子和溶解氧等腐蚀介质，且地下油气层压力大、温度高，对石油套管及其防腐涂层要求很高，需要耐磨、耐高温高压的防腐涂层材料。目前套管行业内壁常用酚醛环氧防腐涂料，其漆膜较脆，耐磨性差，耐高温高压性能（标准要求：1)NaOH 溶液，70 MPa，148 ℃，16 h；2)甲苯：水：煤油=1：1：1 的液相，35 MPa，107 ℃，16 h)不稳定。永新涂料针对耐高温高压介质腐蚀性能进行攻关研究，确保产品满足实际应用需求。

### 2.1 优异的耐高温高压性能

通过改性酚醛树脂与改性胺固化剂交联成膜，形成了高强度的漆膜涂层，采用耐酸性防锈颜料和耐高温填料，增强了涂层耐高温腐蚀性能，使用高分子量共聚物的烷基铵盐分散剂和聚合物消泡剂，降低了漆浆黏度，制备了高固低黏的环保型产品，同时，形成了高致密度的漆膜，使涂层在耐高温高压环境下具有优异的耐腐蚀性能。

套管内壁防腐涂料产品性能符合 SY/T 6717—2016《油管和套管内涂层技术条件》标准（见表 2），检测耐高温高压性能（标准要求：1)NaOH 溶液，70 MPa，148 ℃，16 h；2)甲苯：水：煤油=1：1：1 的液相，35 MPa，107 ℃，16 h)完好。

表 2 套管内壁防腐涂料性能指标

项目	指标	检测结果
外观	平整均匀、光滑，无起泡、橘皮和流淌现象	符合
附着力	≥3A	4A
耐高温高压性能	液相：NaOH 溶液，pH=12.5，148 ℃，70 MPa，16 h，试件完全进入液体中，用 N <sub>2</sub> 加压。试验后涂层无气泡，附着力不降级	无异常
	液相：水、甲苯和煤油（等体积比混合），107 ℃，35 MPa，16 h，试件 2/3 浸入液体中，用 CO <sub>2</sub> 气体加压。试验后涂层无气泡，附着力不降级	无异常
耐化学介质	3.5%NaCl 溶液，常温	90 d 漆膜完整，无起泡，无脱落
	10%HCl 溶液，常温	90 d 漆膜完整，无起泡，无脱落
	原油，80 ℃	90 d 漆膜完整，无起泡，无脱落
耐磨性（落砂法）	≥2.0 L/μm	3.0 L/μm

### 2.2 节能、环保

该产品不挥发物含量高为 90%，黏度小，施工 VOC 极低，为 ≤200 g/L，完全符合环保和安全需求。在管道内壁喷涂，一次施工厚度厚为 160 μm，可满足狭小空间涂装且干燥快速，施工次数少，降低了施工成本，提高了工作效率。

### 2.3 超强的附着力

有机涂层与金属基底间的附着力，与涂层对金属的保护有着密切的关系，它主要是由附着力与有机涂层下金属的腐蚀过程所决定的。有机涂层下金属的腐蚀主要是由相界面的电化学腐蚀引起的，附着力的好坏对电化学腐蚀有明显的影响。良好的附着力能有效阻挡外界电解质溶液对基体的渗透，推迟界面腐蚀电池的形成。该产品与金属基材结合牢固，附着力大于 20 MPa，增强了涂层对金属的保护，增强了涂层的防腐性能。

综上所述，永新涂料研发的石油套管内外壁重防

腐涂料，产品性能分别满足 Q/SYCQ 3548—2015《油水井套管环氧涂层和牺牲阳极外防腐工艺技术要求》和 SY/T 6717—2016《油罐和套管涂层技术条件》要求，其中耐阴极剥离、耐高温高压性能和附着力性能指标突出，在石油管道内外壁形成了光滑、坚韧、耐磨、耐高温高压的防护层，为石油套管的长期防护提供了保障。施工 VOC 含量极低，完全符合环保要求及涂装需求。

### 关于西北永新涂料有限公司

西北永新涂料有限公司始建于 1965 年，是甘肃省属重点工业企业，中国涂料工业协会副会长单位及甘肃省涂料工业协会会长单位，中国石油炼化企业防腐涂料合格供应商企业。专业从事涂料、树脂、颜料等产品的研发、生产、销售和施工。现有 200 多人的研发、销售服务团队，拥有国家级企业技术中心，产品广泛应用于风力发电、装备制造、石化冶金、煤炭机械、民用建筑、汽车制造、钢铁防腐等领域。

咨询电话 0931-8328855