

# 双金属复合管防腐蚀应用技术

孙雁伯<sup>1</sup> 韩秀丽<sup>1</sup> 王兰花<sup>1</sup>

**摘要：**根据经济比选，确定辽河油田双6储气库工程采气集输系统采用双金属复合管防腐技术，该技术比其他防腐蚀方式更为经济有效。双金属复合管结构有碳钢基管+机械结合的耐腐蚀合金层衬里，适用于腐蚀介质含量高、压力高的输送工况。双金属复合管基管材质根据DN100~650不同管径选择L245、L360、L485材质；通过室内试验选择衬管材质为316L；通过试验、分析、计算和现场应用确定结构设计、连接设计、试压要求等。双金属复合管防腐技术在辽河油田双6储气库的地面集输系统中应用效果良好。

**关键词：**双金属复合管；双6储气库；钢管；结构；腐蚀

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.3.034

## Study on Dual Metal Clad Pipe Anticorrosion Technology

Sun Yanbo, Han Xiuli, Wang Lanhua

**Abstract:** According to economic choice, liaohe oilfield double 6 gas storage project gathering system using dual metal clad pipe anticorrosion technology, the technology is more economic than other anti-corrosion methods is effective. Clad steel pipe is used for stress corrosion cracking. When pipe diameter is from DN100 to DN650, baking pipe material is L245, L360 and L485. Inner pipe material is 316L. Through the experiment, analysis, calculation and field application to determine the structure design, connection design, pressure testing requirements, etc. Double metal pipe anticorrosion technology in liaohe oilfield double 6 gas storage in the surface gathering system application effect is good.

**Key words:** Clad steel pipe; double 6 gas storage; steel pipeline; structure; corrosion

辽河油田双6储气库工程采气集输管线口径为DN650 (PN14 MPa)，钢管材质宜选用优质低碳钢或屈服强度低于360 MPa的低合金钢无缝钢管或埋弧直缝焊钢管。根据经济比选，确定集输系统采用双金属复合管防腐技术<sup>[1-2]</sup>。该技术虽然投资高，但相对于注缓蚀剂等其他防腐蚀技术，运行成本降低。以双6储气库集输管线为例，从材料选择、结构设计、投产试压等方面阐述双金属复合管的应用技术。

## 1 材料选用

### 1.1 衬管材质的选用

双6区块地层水含氯离子，选材前进行了室内耐腐蚀试验，以确定材质的腐蚀速率及腐蚀敏感成分。对采气系统不同钢管规格的直焊缝、对接焊缝进行试验，试验结束后，试样表面无明显点蚀现象，确定衬管选用316L不锈钢材质。试验结果见

图1、图2、图3及表1。

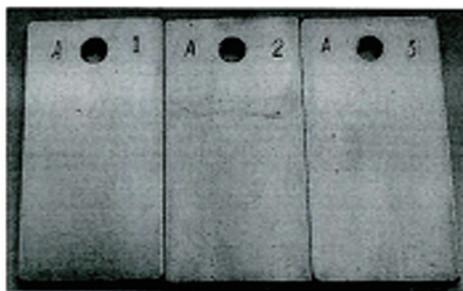


图1 母材试样72 h腐蚀试验后表面宏观照片

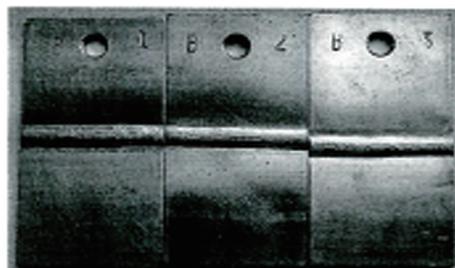


图2 直焊缝试样72 h腐蚀试验后表面宏观照片

<sup>1</sup>中国石油辽河工程有限公司



图3 对接焊缝试样72 h腐蚀试验后表面宏观照片

表1 试验结果

试样名称	平均腐蚀速率/(mm·a <sup>-1</sup> )
母材	0.000 9
直焊缝	0.001 5
对接焊缝	0.011 5

## 1.2 基管材质的选用

由于衬管材质为不锈钢材质，且主要作用为防腐蚀，因此不作为承压部分。基管作为承压部分，计算时不考虑腐蚀裕量。双6储气库工程采气集输管道口径为DN100~650，操作压力为14 MPa，考虑到碳钢管优良的机械力学性能，根据经济比选，综合评价基管壁厚对采购和施工的影响，确定DN100、DN150基管材质为L245；DN200、DN300基管材质为L360；DN650基管材质为L485。

## 2 结构设计

### 2.1 双金属复合管衬层厚度设计

双金属复合管常用的加工工序为衬管成型→衬管置于基管内部→燃爆+化学能转换形成冲击波至基管和衬管紧密贴合→复合管成型，考虑衬管成型工序、基管与衬管贴合工序以及DN100~650不同口径的复合管，衬层厚度应为0.5~2.0 mm。

根据双6储气库采气集输系统施工经验，当衬层厚度<1.5 mm时，封焊过程中因温度高，基管与衬管发生融合现象，造成衬管母材与焊缝处材质不同，产生电偶腐蚀<sup>[2]</sup>，建议衬层厚度≥1.5 mm。

综上，双6储气库集输管道口径DN100~300衬层厚度为1.5 mm；DN650衬层厚度为2.0 mm。考虑到气流速度产生的冲蚀现象，对应规格的管件衬层厚度增加0.5 mm。

### 2.2 基管与衬管对接焊缝处设计

双金属复合管直管段之间、直管段与管件连接处存在对接焊缝。由于双金属复合管是由基管和衬管两种不同材质的金属组成，焊接难度大。对接焊缝存在内径差 $\Delta r$ ，见图4，特别是高压管道其内径差较大。本工程最大内径差为直管段与三通连接处，约8 mm，衬管之间对接焊缝宽度达4 mm。因

此，焊接过程中因衬层对接不上、缝隙大，导致填充量大，焊接时间长，致使衬层外露长度不够，影响焊接质量。双金属复合管安装时建议全通径，即直管段与管件、法兰内径相同，阀门等设备不需要通径。

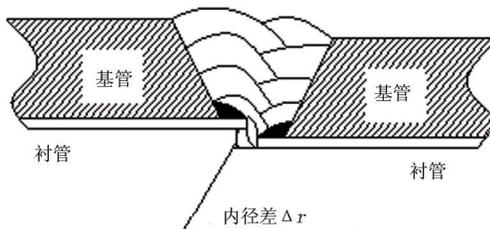


图4 内径不一致的对接焊缝

### 2.3 复合管件设计

与主管线环向焊缝连接的管件，目前加工成复合管件的技术比较成熟。复合弯管临界曲率半径为 $50D$ ；设备、阀门配对法兰与复合管连接时，为保证焊接质量，需通径。

高压复合管仪表开孔以及口径相差较大处支线开孔，需要采用支管台或法兰支管台。由于开孔尺寸通常为DN15~50小口径，目前加工工艺无法实现，需选择不锈钢材质。双6储气库复合管配套支管台和法兰支管台材质为304材质。由于同一位置参数取值较多导致仪表开孔较多，如就地压力、压力变送、就地温度、温度变送等，需要在复合管主管线上开孔并焊接，现场施工很难保证质量，建议采用预制形式，见图5。



图5 支管台开孔集中处预制形式

### 2.4 阀门及设备的防腐要求

与双金属复合管连接的阀门，要求阀芯为不锈钢或镀镍，具体防腐要求可根据工程防腐及阀门操作状态确定；与双金属复合管连接的设备要求进行内防腐，采用防腐漆或内衬形式。

## 3 投产前技术要求

### 3.1 施工阶段

双6区块管线埋深段（地下1.2~4 m）地表水矿化度高，特别是氯离子浓度较高（表2）。焊接施工完成段管线若未闭合，例如（下转第110页）