



### 钢管涂塑技术在胜利油田中的应用

Application of Powder Coating Technology on Steel Pipes in Victory Oil Field

李磊 肖善红 (上海船舶工艺研究所)

摘要：作者成功地将钢管涂塑技术应用于油田油管的涂装，介绍了油管涂装的技术要求、工艺过程、过程设计方案。

#### 1 前言

国外在 20 世纪 50 年代中期开始研究钢管涂塑技术，60 年代逐渐扩大推广应用，1960 年环氧粉末涂层钢管就已产品化。当时这种产品在美国的应用发展很快，美国 3M 公司的环氧粉末涂层钢管已有 40 年的应用历史。1958 年日本着眼于研究聚乙烯粉末涂料和涂装技术，并于 1961 年开始正式投入生产。在以后 40 年中，随着聚乙烯树脂需求量的扩大，生产规模不断扩大，涂装管道的口径为 15~4000 mm，长度达 6~12 m。生产厂有第一高周波、川崎制铁、新日铁、住友金属工业、日本钢管公司、积水化学工业、三菱树脂等公司，并且在技术引进的情况下发展了环氧粉末涂层钢管。住友金属工业和日本钢管公司在 1981 年开始正规生产环氧粉末涂层钢管。

我国对钢管涂塑技术的研究起步较晚，于 20 世纪 80 年代初开始着手研究，比先进国家晚了 20 多年，但发展速度较快。上海船舶工艺研究所自 80 年代初开展钢管内壁涂塑工艺研究以来已有二十年的历史，对钢管涂塑技术在工艺、装备、检测技术、粉末涂料等方面进行了不断开发，取得了一系列的科研成果。“钢管内壁涂塑技术推广应用”获原中国船舶工业总公司科技进步一等奖，“钢管内壁涂塑技术”、“防腐型环氧粉末涂料”、“聚乙烯粉末涂料”、“聚氯乙烯粉末涂料”、“NOX-1 耐高温强腐蚀粉末涂料”和“聚酰胺粉末涂料”分别获原中国船舶工业总公司科技进步二等奖和三等奖。“钢管内壁涂塑技术”参加 1990 年军转民高技术出口产品展览交易会，获国防科工委、国家建委、国家科委、对外经济贸易部联合颁发的银质奖章，同年又被国家科委列入“国家级科技成果重点推广计划”。目前国家级钢管内壁涂塑技术研究推广中心就设在上海船舶工艺研究所。

上海船舶工艺研究所首创的钢管内壁涂塑技术在国内已转让了 30 余家，其应用领域从船舶行业延伸到石油、化工、电力、市政等各行各业。此次上海船舶工艺研究所与胜利油田合作，将钢管内壁涂塑技术应用于油田系统，使这项技术实现了又一次飞跃。研制成功的油田专用管内壁涂塑生产线，解决了 6 根钢管同时喷砂、10m 长的钢管喷/吸粉、钢管旋转固化等技术难题，目前已正式投产。

#### 2 技术要求

(1) 胜利油田生产线的要求

- 年生产能力：100 万米/a；
- 管子长度：8.5~10m；
- 管子规格：主要为  $\phi 73$ 、 $\phi 89$  两种类型，也可生产  $\phi 101$ ~ $\phi 219$  的管子；
- 占地面积：主生产区：48×45m<sup>2</sup>；辅助区：11×30 m<sup>2</sup> 油漆用、12×8 m<sup>2</sup> 空压机用；用电总功率：460 kW。

(2) 根据生产线的特点，进行设计上的整体布局；

(3) 整个生产线要保证生产量，关键需要控制内壁喷砂速度达到 6 根/10~15min 和喷粉速度达到 1 根/2.5min。

(4) 管子在固化炉中固化时需要一定的自转速度。

#### 3 工艺流程及布局效果图

##### 3.1 工艺流程



# 北京赛维美高科技有限公司

Beijing Savemation Technology Co. Ltd

钢管涂塑工艺流程见图 1。

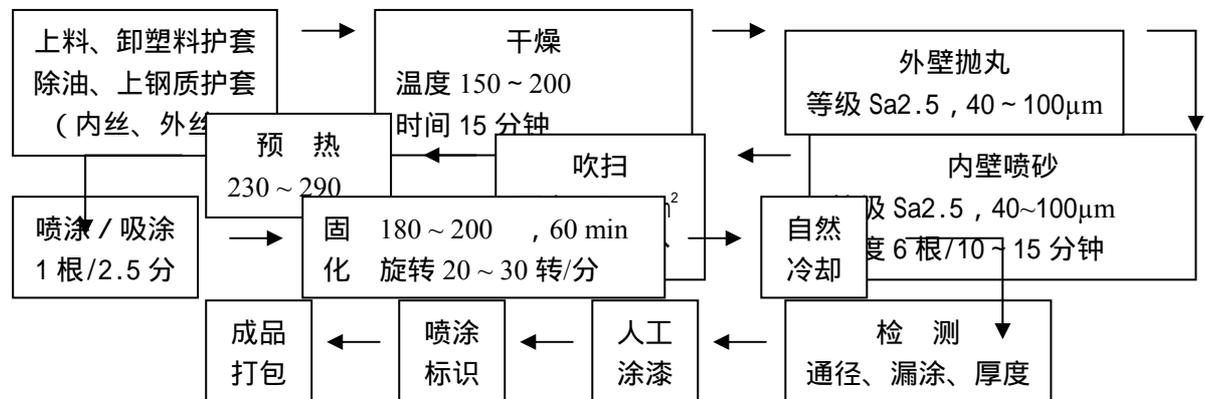
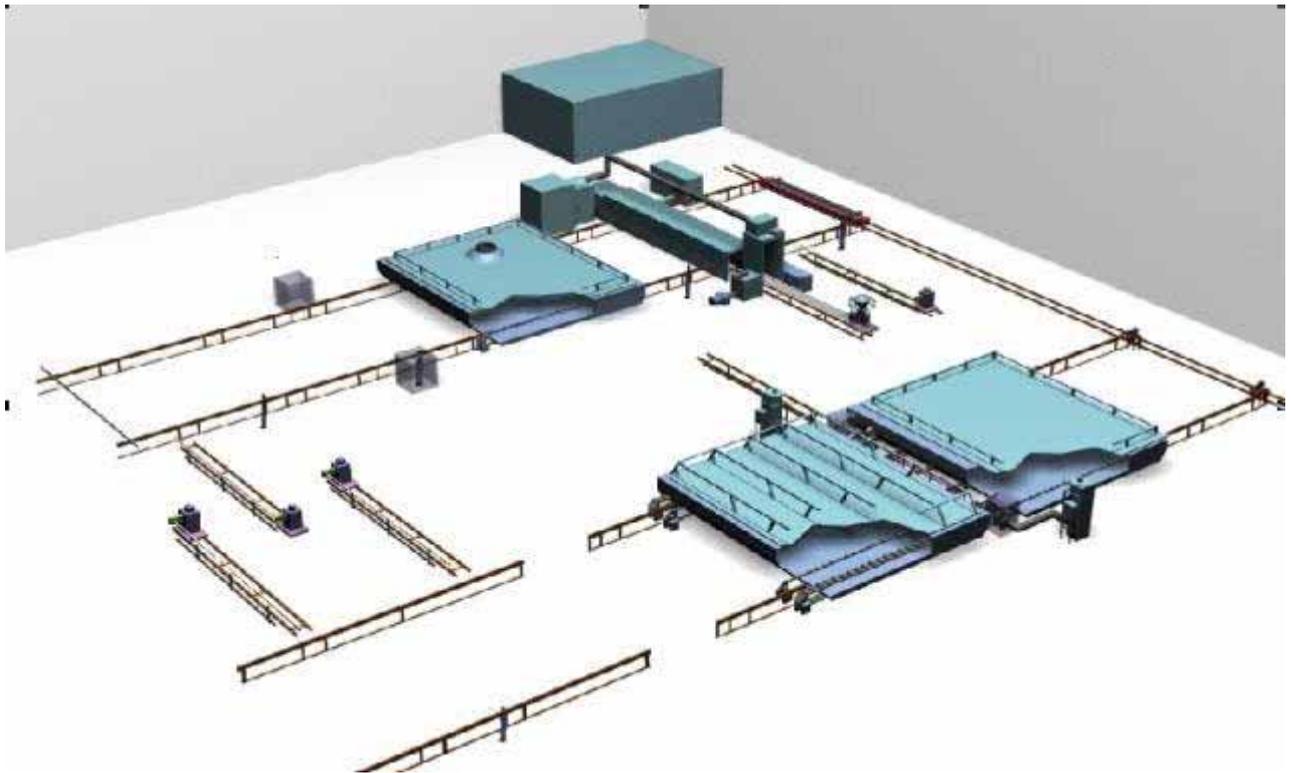


图 1 钢管涂塑工艺流程

## 3.2 布局效果

钢管涂塑工艺的布局效果见图 2。



## 4 设计方案

### 4.1 上料

上料用抓管机将成捆的新油管放至上料架、卸塑料护套、除油、上钢质内丝、外丝护套。

### 4.2 干燥

清洗好的管子由链条上的拨齿拨至干燥炉内。干燥炉为连续炉，炉上设置通风口，烘烤 15min，干燥好的管子滚至料架。干燥炉采用燃油式加热，炉体外形尺寸为 7m×11m×1m，炉内温度为 0~200



，走速及温度可调，如图 3。

### 4.3 喷砂

- 外壁抛丸：干燥后已上护套的管子由气动装置拨到外壁抛丸机上进行除锈，通过调节管子的运行速度来保证抛丸的要求。
- 内壁喷砂：这是保证整个生产线生产能力的关键工位，在设计上采用 6 根管子同时喷砂。6 支喷砂枪以设定速度往复喷砂，喷枪由电动台车驱动，台车上有三个自动喷砂器（如图 4），每个喷砂器带两把喷枪。台车每往复一个周期，自动加料一次。磨料循环系统的工作原理是，钢砂由喷枪经清理室尾端的收集室进入输送螺旋，然后由提升机将钢砂提升至螺旋筛选分离器，分离完全的钢砂落入储砂斗，最后进入喷砂器（台车上的）储砂缸内（每往复一次加砂一次），三个喷砂器自动按需进砂。外壁喷砂合格的管子由气动分离托架依次送入喷砂室内，因抽风原因该喷砂室内呈负压，确保灰尘不外溢。管子按 270mm 中心距 6 根排好，然后落入自旋转装置。自旋转装置使管子自旋并且向喷枪方向移动，使管子紧贴入端密封系统，避免飞砂。管子喷砂结束后落料托架将其托起，落料托架与吹扫料架接轨。管子自动向前滚动，此时一组 6 根钢管喷砂结束。



图 3 干燥炉外型



图 4 钢管内壁喷砂设备

### 4.4 吹扫及检验

喷砂后的管子由气动输送装置送至吹扫工位，由电动小车驱动吹扫喷管进入管内进行吹扫，目的是进一步除尘及将残余钢砂、管壁吸附物吹扫干净。检测喷砂质量时粗糙度由便携式粗糙度仪检验，表面清洁度通过内窥镜窥视对比判定（视频图象与标准图片对照）。

### 4.5 预热

吹扫、检测完的管子由滚轮输送到预热工位，由气动装置将管子拨至预热炉上料架，预热炉为连续炉。上料架上的管子由预热炉拨齿拨到链条上，如图 5。预热炉的温度可在 0~350 内调控。

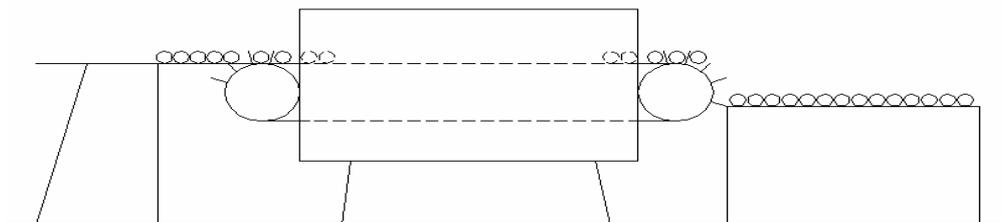


图 5 预热炉及拨齿结构

#### 4.6 喷涂和吸涂

- 喷涂：预热后的管子由机械手将其拨至涂塑工位摩擦轮上，管子通过摩擦轮原地转动，摩擦轮速度无级可调（如图 6）。带有供粉系统的驱动小车带动喷粉枪进行喷涂，两端配置粉末外溢回收罩。喷粉速度为 1.2~2.5min/根，设计上采用进不喷粉退喷粉的方式，喷粉枪的最大出粉量控制在 2.5kg/min(可调)以保证管子喷粉厚度在 300~600 $\mu\text{m}$ 。由于喷粉枪长时间在加热管内喷粉，喷枪头材料聚四氟乙烯需要经过特殊设计，才能满足耐热性及出粉雾化效果的要求。喷粉枪采用特殊方式进行冷却。供粉系统由流化床、文丘里泵、控制系统等组成，流化压力、送粉压力等参数可调。管子温度由红外线测温仪检测。
- 吸涂：供粉设备的出粉口及回收设备的吸风口同时扣到已移至摩擦轮上且已旋转的管子两端，自动控制供粉时间，粉末在风力的驱动下于旋转的管内壁停留几秒钟便均匀地涂敷在管子内壁。供粉系统由流化床、气动系统、电控系统、计量系统等组成。回收系统由吸风机、旋风分离器、脉冲除尘系统等组成。

#### 4.7 固化

管子在固化炉内固化时要求有一定的自转速度，设计上采用两对传动链条相向运动来保证管子自转。涂塑完的管子由机械手拨至固化炉内进行固化,固化过程需要用 SMT-7-32-300-K 炉温跟踪仪测量整个温度曲线。炉内设置走向相反的两对链条，正传动链条上设置拨齿，每个拨齿上装有圆轮，管子处于两个拨齿之间，逆向链条通过摩擦管子使其自转。正传动链条以一定的速度带动管子在炉内运动，逆向链条通过摩擦管子使其自转，如图 7。固化炉温度在 0~300 内可调。



图 6 涂塑工位摩擦轮

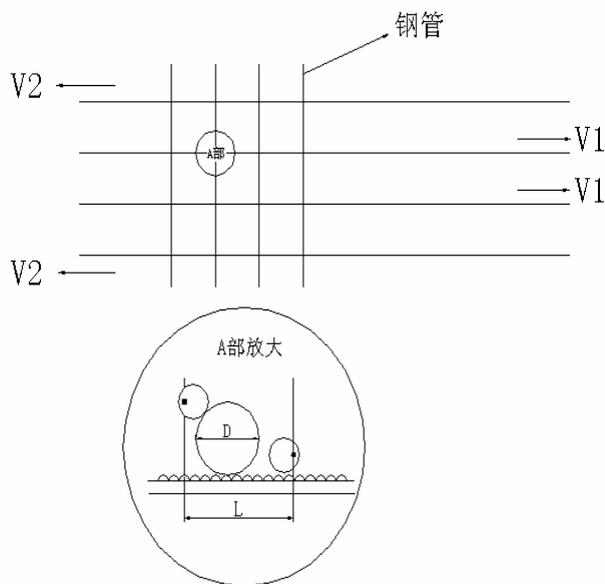


图 7 固化炉内走向相反的两对链条



## 4.8 检测

从固化炉出来的管子滚至下料架进行冷却。管子冷却后，通径规在轨道小车的驱动下对管子进行检测，然后用磁性测厚仪 QuaNix 7500 人工测量两端的涂层厚度。最后进行检漏检测，将检漏海棉探头组合在一根探杆上，探杆在轨道小车的驱动下，在管内边走边检，如图 8。对检验不合格的管子用行车将其吊走。



图 8 涂塑钢管检漏

## 4.9 油漆和包装

将检测合格的管子输送出车间外场地，然后对管子外表面进行人工喷漆，标识。油漆干后卸下钢质护套，换上清洗前的塑料护套，然后用管子打包机打包。

## 5 结束语

油田专用管内壁涂塑生产线调试成功以来，已经完成了三千吨油管的生产任务，未发生任何技术上的问题，取得了初步成效。可以说钢管涂塑技术在胜利油田油管上的应用已取得成功。

钢管涂塑技术的发展在定型管上已经趋于成熟，但是在非定型管上的应用还需要进一步研究，希望和同行一起交流，以推动我国钢管涂塑技术的进一步发展。