DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.08.022

聚氨酯防腐涂料在球墨铸铁管上的应用

王海玲,张俊文,胡卫征
(安钢集团 永通球墨铸铁管有限责任公司,河南 安阳 455133)

摘　要:分析了聚氨酯喷涂到球铁管表面的反应机理,确定了喷涂工艺流程及工艺参数,介绍了球铁铸管内、外壁喷涂所需的设备及达到的性能指标,能够满足工业或生活污水输配管道的要求。

关键词:球铁管聚氨酯涂层;工艺参数;设备;性能指标

中图分类号:TG243　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)08-0790-03

Application of Polyurethane Anticorrosive Coating on Ductile Iron Pipe

WANG Hailing, ZHANG Junwen, HU Weizheng
(Angang Yongtong Ductile Iron Pipe Co., Ltd., Anyang 455133, China)

Abstract: The reaction mechanism of polyurethane spraying coating on the surface of nodular iron pipe was analyzed. The equipment and performance indexes needed for the spraying of inner and outer walls of ductile iron casting pipes were introduced, which can meet the requirements of industrial or domestic sewage transmission and distribution pipelines.

Key words: polyurethane coating for ductile iron pipe; process parameters; equipment; performance index

离心球墨铸铁管具有管壁薄、韧性好、强度高、耐腐蚀等优点,采用柔性接口,施工方便,运行安全,机械性能接近钢管,而耐腐蚀性能优于钢管,是目前国际上最通用的输水管材。由于球墨铸铁管具有良好的防腐性能,因此,一般只需要采用传统的球墨铸铁管防腐涂层,即外表面先喷锌,然后喷涂溶剂型防腐涂料,内表面以水泥砂浆作为防腐内衬,即可满足给水排水工程的要求。但水泥砂浆对于输送生活污水、工业废水、海水等含有 H_2S 、CO_2、O_2 以及酸、碱、盐等其他防腐性比较强的土壤或介质溶液,没有防腐性,耐磨性也不好。球铸管聚氨酯防腐层具有机械强度高,化学稳定性好,涂层坚韧、耐磨、耐弯曲,不会损坏或产生裂纹,热稳定性好,在高温时不降解、使用温度范围广,附着力强,不因管材受到碰撞冲击而剥落,防腐性能好等优点,特别适用于具有严重腐蚀的污水和中水输水工程。

1　涂覆聚氨酯涂层反应机理

聚氨酯涂料采用100%固含量成份,以二元或多元异氰酸与二元或多元多羟基化合物反应而制得高分子化合物,聚氨酯双组分树脂合成过程是:主剂(-OH)和固化剂的(-NCO)两组分中的高分子化学成分发生化学反应成膜[1],反应式如下:

$$-N=C=O+HO^{-}\rightarrow -NH-COO^{-} \quad (1)$$

聚氨酯涂料在铸管内壁的附着结合方式主要有3种:主价键结合、极性结合和机械结合。主价键结合是最强的结合形式,它是指聚氨酯涂料中的化学基团与基材表面基团的化学结合;极性结合是指涂料中的正负电子相对于基材极性的吸引;机械结合是指涂料与基材表面粗糙度或表面轮廓的物理联结。铸管表面粗糙度对聚氨酯附着力的影响,主要是通过影响机械结合的方式来进行的,主要体现在以下几个方面:①表面粗糙能够帮助涂料黏附在球铁管表面;②表面存在一定的粗糙度增加了基材的表面积。相关研究表明,在0.7 MPa压力下喷射除锈后,管材表面积增加了19%~63%,漆膜中的基料分子与金属表面极性基团的范德华力也会相应增加,提高了漆膜的附着力;③用带棱角的磨料进行喷射除锈时,管材表面能形成三维状态的几何形状,使漆膜与钢材表面产生机械咬合作用,进一步提高了漆膜附着力[2]。

2　喷涂工艺

根据聚氨酯涂料与球铁管表面反应机理,确定合适的球墨铸铁管防腐涂层喷涂工艺,喷涂后的涂层既可减少管道阻力、增加通水流量,又可降低管线的维护费用,达到节能目的。

球墨铸铁管喷聚氨酯涂层流程见图1。

收稿日期:2020-06-10

作者简介:王海玲(1975-),女,河南长垣人,本科,高级工程师.主要从事球墨铸铁管工艺技术研究方面的工作.
电话:13837261637,E-mail:672081790@qq.com

2.1 管材表面处理

2.1.1 内壁打磨

球墨铸铁管制造工艺是用高速旋转的离心机将高温铁水甩到管模内壁，快速冷却铸造而成，由于离心力的作用，石墨碳及比重轻的铁渣等杂质漂浮于铸管内壁。球墨铸铁管喷涂聚氨酯管前先须先进行内壁打磨，依照 SSPC-SP1 溶剂星系标准除去油脂、锈迹。如果在铸管外壁喷涂，需对外表面粘附的水泥砂浆等杂物进行清理。

2.1.2 喷砂(抛丸)除锈

喷砂(抛丸)除锈是将一定形状的高速运转的磨粒喷向管壁，磨粒不断冲击管壁以达到清洗的目的。采用裸钢应进行喷砂(抛丸)处理，磨粒直径为 0.2~3.0 mm。磨粒的驱动力是利用压缩的高压空气，喷砂(抛丸)时，球铁管固定不动，喷头沿管轴方向运动。经过喷砂(抛丸)处理后，表面除锈等级符合 ISO Sa2.5 级或手动除锈 St3.0 级，表面粗糙度 R 为 50~100 μm。

2.2 吹扫

球铸铁管表面处理后残留的铁屑、灰尘等，用高压空气吹扫干净，达到表面清洁干燥。

2.3 喷涂工艺参数

经过现场试验，确定施工工艺参数列于表 1。

表 1 喷涂聚氨酯涂层施工工艺参数

Tab.1 Spraying polyurethane coating construction process parameters

施工条件		性能指标
喷嘴尺寸 / mm	-	0.5~0.6
压力 /kg·cm^{-2}	-	100~150
喷涂适用	-	喷涂、刷涂和辊涂或镘涂
主剂 / 固化剂(质量比)	-	7:1
聚氨酯涂料:稀释剂:固化剂:催化剂	-	20:1.5:6:0.5
混合使用期 / h	10 ℃	4
	20 ℃	3
	30 ℃	2
涂装膜厚(干膜)	-	500 μm/ 道
干燥时间(25 ℃)/h	指触干燥	4
	半硬干燥	24
最小涂装间隔 /h	-	24

2.4 喷涂

聚氨酯喷涂在表面吹扫干净后 8 h 内进行，喷涂时，先将聚氨酯各组分按照配比混合在一起，需要添加剂时根据工况条件试验合适加入量，搅拌均匀后送入到喷涂装置中。喷涂压力 0.7 MPa，固化成一定厚度的漆膜，喷涂第一遍后对喷涂质量进行检查，待漆膜干透后，流线、凸起部位要进行打磨，清理干净后再进行第二、三次喷涂。涂层厚度由喷涂压力、喷料的多少和喷涂臂与管子相对的速度来决定。喷涂完一支后，应清除管端的过量涂料。用涂层检测器检查涂层厚度，确保涂层厚度达到技术标准。对于局部喷涂缺陷，及时修补，每道工序待漆膜干透后才能进行下一道工序。

3 喷涂设备

喷涂设备分为内壁喷涂设备和外壁喷涂设备，可对铸管内、外壁进行喷涂聚氨酯涂料，也可根据不同客户需要，单独喷涂内壁或外壁，喷涂外壁时，铸管外表面不需要提前做喷锌防腐[3]。

3.1 内壁喷涂设备

内壁喷涂装置采用喷涂泵喷涂，经过高压软管输送至管道喷涂器形成高压力的涂料，在喷出枪口形成雾化气流作用于铸管表面，喷嘴在压缩空气作用下能实现 360°旋转，将涂料均匀的喷涂到铸管管壁。喷涂装置前装有喷枪，喷枪带有两个或者几个喷嘴，喷涂时铸管固定不动，喷涂小车在卷扬机拉力作用下在管内壁匀速运动，同时喷枪旋转，一边喷一边前进。喷涂装置由调节手轮、导流管、支架、滚轮、喷嘴等组成，具体见图 2 。通过调节手轮调节管道喷涂支架，使喷涂支架紧贴铸管内壁，保证喷嘴头与铸管内壁的最佳喷涂距离；通过调节喷嘴来调节喷涂形状。

3.2 外壁喷涂设备

喷装置主要有喷涂支架，举升托轮，喷涂小车，小车轨道等主要设备组成，具体见图 3。喷涂时铸管旋转，喷涂小车带动喷枪从铸管上部进行喷涂。具体操作流程是：铸管由输送设备送到喷涂工位，举升主动托轮将铸管托起，然后夹紧铸管，旋转，喷漆小车带动喷枪将调制好的聚氨酯涂料自动喷涂到铸管外

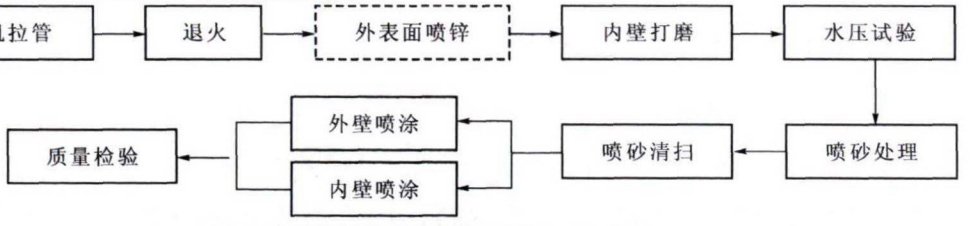
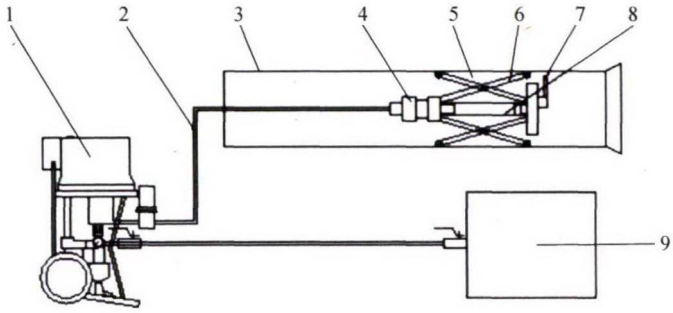


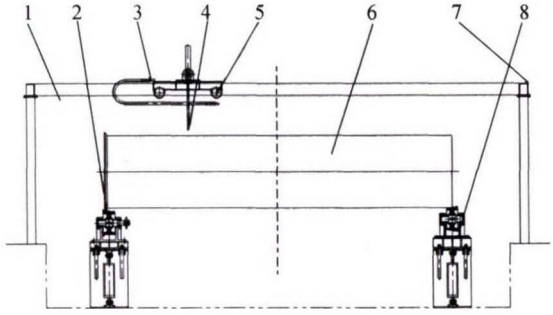
图 1 球墨铸铁管喷涂聚氨酯涂层工艺流程

Fig.1 Process flow of polyurethane coating for ductile iron pipe



1- 喷涂泵;2- 输送管道;3- 铸铁管;4- 调节手枪;5- 喷涂小车滚轮;6- 喷涂小车支架;7- 喷枪;8- 导流管;9- 高压空气

图 2 内壁喷涂设备
Fig.2 Inner wall spraying equipment



1- 喷头支架;2- 喷涂举升主动托轮;3- 拖链;4- 喷枪;5- 喷涂小车;6- 铸管
7- 小车轨道;8- 喷涂举世闻名升被动托轮

图 3 外壁喷涂设备
Fig.3 Exterior wall spraying equipment

表面,喷涂完成后铸管停止旋转,再次升起举装置将喷涂好的铸管托至输送轨道上,用 40~60 ℃烘干炉缓慢烘干。

聚氨酯喷涂中配有除尘设备,采用布袋除尘设备,设立集成罩,对产生的灰尘进行收集去除。内壁打磨机抛丸机在铸管端口设置除尘罩,用于灰尘的收集,同时对抛丸进行回收再利用,符合绿色环保要求。

4 防腐层性能指标

喷涂后涂膜表面均匀,涂层无针孔、气泡、水泡、起泡、起皱、裂纹等缺陷,漆膜颜色不变色,具体指标见表 2。

5 结语

通过对聚氨酯涂层反应机理、喷涂基材处理分析,确定合适的喷涂工艺。喷涂设备采用气动和电动控制,只需调节喷嘴流量和喷涂小车速度,就可以实现对不同规格球墨铸铁管的喷涂,实现了球墨铸铁管聚氨酯涂层的批量生产,达到了优异的防腐性能及机械性能。在喷涂过程中,增大喷涂压力,升高涂料和球铁管表面温度,均能提高涂层物理性能高,雾化效果也更好,表面更加平整。调整好小车的走速,可以避免涂层过厚或螺旋线等表面缺陷。

表 2 聚氨酯涂层性能指标
Tab.2 Performance index of polyurethane coating

检测项目	性能指标
表面质量	漆膜均匀平整,无针孔,气泡,水泡,起皱,裂纹等现象
涂层厚度 /m	外壁 220 内壁 1 520
附着力 /MPa	14.06
漏点检测	检漏电压 9 000 V/1 500 m,无漏点
硬度 /Shore D	74
抗冲击强度	涂层受到≥10 J/mm,涂层无损坏,无漏点
压痕硬度(%)	≤涂层厚度 10
耐磨性 /1 000 转·mg^{-1}	86
耐水性 /100 d	涂层无起泡,锈蚀,脱落现象
耐盐雾性 /1 000 h	涂层无起泡,锈蚀,脱落现象
耐化学腐蚀性	涂层无起泡,锈蚀,脱落现象

参考文献:

[1] 吕平, 车凯圆. 无溶剂聚氨酯脲结构及性能研究 [J]. 聚氨酯工业,2019,27(2): 3-5.
[2] 杨忠敏. 聚氨酯涂料及其应用前景 [J]. 喷涂与电镀, 2011, 41(6): 17-21.
[3] 郭辰,员荣平. 海水淡化工程用聚氨酯-脲防腐涂料[J]. 聚氨酯工业,2014,29(4): 35-37.
[4] 商勃,于德梅,李宁. 球墨铸铁管无溶剂聚氨酯防腐涂层涂装工艺研究进展[J]. 化工新型材料,2003,45(5):28-31.

欢迎到当地邮政局(所)订阅 2020 年《铸造技术》杂志
国内邮发代号:52-64 国外发行号:M855 国内定价:25 元/本 海外定价:25 美元/本