

# 用于管段防腐维修工程的小型自动装置

中国石油天然气总公司管道科学研究院 杨印臣 韩钟琴

埋地钢管防腐层更换包括:去除原防腐层,对管体进行表面处理,施工新防腐层。用于较长管线大修工程的大型自动沿管行走设备使防腐层更换实现了流水作业,但它又大又重,在用于开挖坑内或短管段的维修工程时,高昂的启动费用冲消了高工效带来的经济效益。为此,CRC-Evans 公司研制了用于这种场合防腐维修工程的小型自动装置,包括去除原防腐层的水力清除机(简称 BHK)和对管体进行表面处理的摆动喷砂机(简称 OAB)。它们的优越性已得到证实,处理工效远远超过了传统的手动操作方式。

## BHK 去除开挖坑内的防腐层

在管线进行表面处理前,旧防腐层必须清除,因旧防腐层的品种和数量会大大降低其后的表面处理的工效。

去除管线旧防腐层的最有效手段是高压水喷射。用人工或机械方法清除旧防腐层,很难使焊道附近和管体表面腐蚀坑内得到彻底的清理,高压水喷射还可除去管体表面的可溶盐,新研制的 BHK 采用高压水喷射原理(见图 1),用于去除开挖坑内管段原有的防腐层。

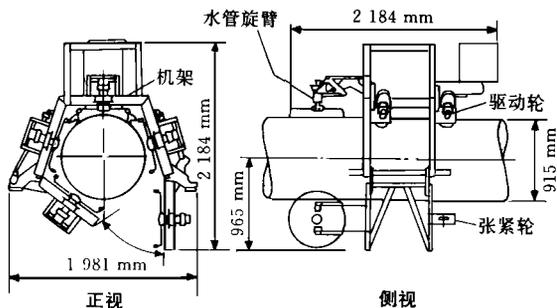


图 1 BHK 装置示意图

Fig. 1. Diagrammatic sketch of BHK equipment.

BHK 可在管线上的任意位置拆卸和安装,可用屏蔽板和收集盘进行水和防腐层材料的收集和清理,装置通过遥控来操作。

BHK 需配备压力为 13.8 MPa 的高压水泵,流量为 0.049 或 0.075 m<sup>3</sup>/min。大流量泵机一遍就能清除全部防腐层的能力;小流量泵机用于口径 406 mm 以上管线时,则需两遍。第一遍先去除管线下半周的防腐层,然后调转方向去除管线上半周的防腐层。

BHK 日工效数据折合常见管径的延长数据见表 1。工效按 6 h/d 计算。

## OAB 与手动操作喷砂器具比较

空气喷砂是目前对维修工程中露出的短管段进行表面

处理时已实际采用的唯一手段。通常这项工作是由人工手持常规喷砂器具来完成,其劳动强度高,工效很低。OAB 将常规喷砂器具的喷嘴固定在沿管行走机具上,实现了表面处理的机械化。

表 1 BHK 在常见管径上的日工效(延长米)

Table 1. Daily work efficiency of BHK to ordinary pipe diameter

管径 (mm)	小 泵		大 泵	
	煤焦油瓷漆	胶粘带	煤焦油瓷漆	胶粘带
457	573	174	922	351
610	432	131	695	265
711	371	113	597	228
813	325	99	523	199
914	290	88	466	178

### 1. 进行比较的基本条件

确定表面处理效果和工效的基本因素包括要求达到的等级,喷砂前的表面情况和设备的操作参数。为具备可比性,做以下几项关于管线表面处理的假定:<sup>1</sup> 表面处理要求为 Sa2.5(近白级);<sup>2</sup> 表面粗糙度(锚纹深度)为 70~100 μm;<sup>3</sup> 喷嘴处的操作压力为 689 kPa;<sup>4</sup> 喷嘴口径为 11 mm;<sup>5</sup> 磨料为符合 SSPC AB 1 标准的石英砂。

喷砂辅助装置构成:<sup>1</sup> 压力为 862 kPa、流量为 34 m<sup>3</sup>/min 的空压机,空气干燥器应能与之配套;<sup>2</sup> 可用一只 3 个或 4 个喷砂口的砂罐,也可用 3 只常规的单口砂罐;<sup>3</sup> 空气过滤器、喷砂罩及空气调节部件。此外,使用 OAB 时需增加一台小发电机(7.5 kW、220 V、三相交流),以提供喷嘴摆动、机具行走及遥控所需动力。

装置的可选部件是位于砂罐上方的料斗,它能储存 6 m<sup>3</sup> 的磨料,在较大的工程中用它可减少补充磨料所需时间,进而显著影响喷砂成本和单个台班的有效操作时数。

喷砂辅助装置可被安装在卡车或管沟边公路上行走的轨道拖车上。

### 2. 手动表面处理

按《喷砂操作手册》的规定,确定手动喷砂工效时,从表 2 中查出在上述假定条件下用 11 mm 口径喷嘴达到 Sa2.5 级(近白级)表面处理的数据。

表 2 中所列喷砂前管体表面的锈蚀等级情况如下:<sup>1</sup> 管体表面完全为氧化皮所覆盖,几乎没有浮锈;<sup>2</sup> 管体表面为氧化皮和浮锈所覆盖;<sup>3</sup> 管体表面完全为浮锈所覆盖,允许

表2 手动喷砂的工效

Table 2. Work efficiency of manual sandblast

理论工效(单个喷嘴)			实测工效(两个喷嘴)	
锈蚀等级	工效 (m <sup>2</sup> /h)	磨料耗量 (kg/m <sup>2</sup> )	工效 (m <sup>2</sup> /h)	磨料耗量 (t/d)
A	19.3	46.8	232	11.87
B	16.1	55.8	193	11.88
C	9.7	92.6	116	11.88
D	7.7	117.1	92	11.88

有少量腐蚀坑; 1/4 管体表面完全为浮锈和腐蚀坑所覆盖。

表2中的理论工效是最佳工效, 通常操作时的停机和无效操作已被缩减。表2中还列出一个3人小组的实测日工效, 工作时间为8h, 两个喷嘴工作, 其余的一名小组成员负责控制软管、移动设备、补充砂罐和作为操作人员的替补。

### 用 OAB 表面处理

用于开挖坑的自动表面处理装置(OAB)见图2。其上面有3个摆动喷嘴, 固定在与管体距离一定的圆周上, 相互间隔约120°, 以便彻底地对圆周各部位进行喷砂。喷嘴摆动速度由调速装置所控制, 以使操作人员能获得设计规定的表面处理等级。机具行走速度由另一个调速装置调节, 控制喷嘴摆动和机具行走速度, 可以在满足设计要求的前提下获得最大工效。

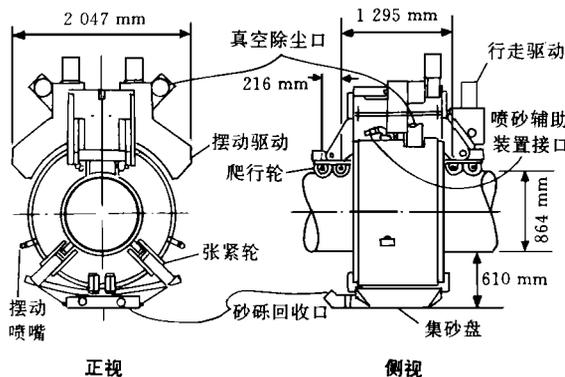


图2 OAB 装置示意图

Fig. 2. Diagrammatic sketch of OAB equipment.

OAB 可被直接置于管线的任意位置, 机具重 681 ~ 801 kg, 易于吊管机或挖掘机械搬运; 加上两个大直径爬行轮可保证其不会对管线构成危害。机具要求管底操作空间 610 mm, 能被安装在对称导轨上, 用常规的吊管机和吊篮控制工作于较长的管段。

OAB 装置在前述基本条件下进行测定, 以确定与手动工效的比较, 所有测试是在初始锈蚀为 B 级的 762 mm 管线上进行的。机具的行走速度按操作规程设定, 喷嘴摆动速度以获得均匀处理表面为准。表面处理达到的等级用标准样板确定, 锚纹情况用誉印胶粘带和基砧千分尺测定。测试结果见表3。对锈蚀为 B 级的管体, 用 OAB 进行表面处理: 达到

Sa3 级的工效为 74 m<sup>2</sup>/h; 达到 Sa2.5 级的工效为 88 m<sup>2</sup>/h; 达到 Sa2 级的工效为 109 m<sup>2</sup>/h。

表3 用 OAB 进行表面处理测试结果

Table 3. Test results of surface preparation with OAB

序号	速度 (m/min)	达到等级	锚纹深度 (μm)	工效 (m <sup>2</sup> /h)
1	0.44	Sa3	75	64.0
2	0.52	Sa3	81	74.0
3	0.61	Sa2.5	69	88.0
4	0.61	Sa2.5	89	88.0
5	0.61	Sa2.5	94	88.0
6	0.76	Sa2	91	109.0
7	0.91	Sa1	94	131.0

注: 第1和第3次测试的锚纹深度较小是所用砂子较细的原故。

三个原用手动操作的一组人来操作 OAB。第一个人通过悬架式操纵台遥控整个系统, 并观察管线自己一侧的处理结果; 第二个人观察管线的另外一侧, 并在必要时提醒操作者; 第三个人在需要将磨料补充到砂罐中。

表4中列出了手动操作与用 OAB 喷砂操作的工效比较。假定每天工作8h, 由测试结果可知, 在每组同等条件下, OAB 操作工效都是手动操作的2.7倍以上。

表4 用 OAB 与手动喷砂日工效的比较(B级锈蚀)

Table 4. Daily work efficiency comparison between OAB and manual sandblast

管径(mm)	457	610	711	813	914	1219
手工工效(m/d)	134	101	87	76	68	50
装置工效(m/d)	364	274	236	207	184	137

测试表明, OAB 可使喷嘴效能大为增加, 其原因: 一是喷嘴摆动被恒定在达到最大效能的距离上; 二是调整喷嘴摆动和机具行走速度可确保喷砂轨迹精确搭接, 从而获得均匀的处理效果。上述两点在手动喷砂时是很难保证的。实测每个喷嘴的工效达 29.2 m<sup>2</sup>/h, 比按《喷砂操作手册》标准的定额增加了 80%。

无论手动还是自动, 每个喷嘴的喷砂量是相同的。喷嘴效率增加, 意味着单位面积所需磨料数量的降低。测试结果: OAB 磨料耗量为 30.8 kg/m<sup>2</sup>, 较手动操作降低 45%。

OAB 的现场应用开始于 1995 年 4 月, 实际性能数据验证了测试数据的可靠性。

### 结 论

(1) 若旧防腐层去除情况不良, 将使其后的表面处理工效显著降低, 用于开挖坑和短管段的高压水喷射设备

## 一种全新概念的密封材料——膨体聚四氟乙烯

多年来,化工、石化企业“跑、冒、滴、漏”的问题一直是围绕广大工程技术人员和管理人员的难题,一直没有高效的密封产品为企业分忧解愁。经长期努力和转化国外新技术,现给大家提供一种全新概念的密封产品——膨体聚四氟乙烯,供广大化工、石化企业使用。

膨体聚四氟乙烯密封材料是近期从国外转化而来的新型技术产品,在国内刚刚起步。它是采用独特的加工工艺制造而成的一种非常新颖奇特的密封材料,它既可做垫片亦可做填料。它是一种低密度连续性白色纯聚四氟乙烯制品,它改变了普通聚四氟乙烯密封材料存在的过硬、恢复性差、热膨胀系数大、蠕变后易失效等缺点,具有很好的柔韧性、高度可压缩性、优异的耐腐蚀性、不老化的耐蠕变性、自润滑性、低摩擦系数和很高的抗张强度,是一种改变传统使用方式的理想的新型密封材料,它的出现解决了工程应用中不可回避的难题,尤其在检修、替换、高空管路、应急事件中具有划时代的作用。其性能特别适合在化工、石化等行业使用,现已在工业领域广泛推广运用,发挥了巨大的工程效应。

### 1. 技术参数

(1) 使用温度:  $-268 \sim 316^{\circ}\text{C}$ ; (2) 使用压力: 小于 20 MPa; (3) 压缩比率: 55% ~ 80%; (4) 压缩变形率: 40%; (5) 适用介质: 除元素氟、熔融碱金属以外的一切化学物质。抗强酸、强碱,耐油、拒腐蚀。

### 2. 使用范围

- (1) 各种(特别是非金属)管道或管配件的法兰端面密封。
- (2) 各种搪瓷、玻璃、塑料、橡胶和不渗性石墨衬里的塔、热交换器、反应釜等法兰端面的密封。
- (3) 表面加工精度较差,不平整区域较大,形状不规则,螺栓紧固力不易用足或不宜过大的大口径设备的端面密封。
- (4) 强腐蚀介质和不能被丝毫污染流体的设备、容器、管道端面密封。
- (5) 各种气体输送管道及附属设备的端面密封。耐酸碱泵、阀的填料密封。

### 3. 优异性能

- (1) 密封性能卓越。膨体聚四氟乙烯密封带具有高度的可压缩性,很容易填满密封面上的空洞和沟槽,堵塞界面泄漏,且在受到张力作用时有回弹膨胀的特性,因此内部介质压力越高、密封力越大,这是膨体聚四氟乙烯密封带最神奇之特性。
- (2) 使用方便快捷。剪取一段所需长度的密封带,延密封端面绕成一个圈,两端交叉相迭,即可构成一个任意尺寸、任意形状的密封圈,附在密封带上的不干胶能使密封带固定在工作位置上,以方便安装,形成很好的密封效果。
- (3) 经久耐用。聚四氟乙烯具有最佳的耐腐蚀性、不老化性,经过特殊加工的密封带,又被赋予了很好的耐蠕变性和在很宽的温度区间范围内能长期安全使用的性能。
- (4) 清洁干净。膨体聚四氟乙烯密封带为白色纯聚四氟乙烯制品,因其不会被腐蚀,不会老化,因此不会脱落而污染所接触的流体。

### 4. 通用性好、经济合算

膨体聚四氟乙烯密封带无需冲制,可减少浪费,省去储备各种规格定型密封垫片的昂贵费用;充分地填充不规则密封面,可减低密封面的加工精度,补偿因密封端面几何误差而形成的间隙,并可使一些因密封面锈蚀、冲刷、磨损的配件和设备起死回生;另外,因其使用寿命长、维修次数少,更显其经济合算。

若贵单位有兴趣试用,那么实践会告诉,您算真正找到了杜绝泄漏的最佳密封产品。

单 位: 中国化工装置总公司  
北京天地密封器材发展公司

联系人: 经理 邵 琦

地 址: 北京市西城区六铺炕一区中街一号(原化工部大楼)

电 话: (010) 62042245、90878744、62019933 转 719

传 真: (010) 62042245 邮 编: 100011

(编辑 钟水清)

(BHK) 已为维修工程实际采用,使后续的表面处理达到了较高工效。

(2) 在开挖坑和短管段维修工程中,手动操作表面处理是劳力密集型作业,其工效很低;用于开挖坑和短管段的自

动表面处理设备(OAB)已被用于实际维修工程,与手动操作相比,单位面积劳力成本降低 63%,磨料消耗降低 45%。

(编辑 王瑞兰)