

修船作业中超高压水除锈技术的应用

张英文

(上海华润大东船务工程有限公司, 上海 202155)

摘要: 超高压水除锈技术是利用超高压水射流的力量去除钢材表面的涂层及锈蚀层。在具体实施中, 需要增压高压水泵, 将水压提高到 210MPa 以上。超高压水除锈技术在实际应用过程中是以水为核心的, 所以不仅可以保证整个除锈作业过程无粉尘污染, 而且除锈后还会将废水回收, 达到污水排放标准后, 确保它不会对环境造成污染。超高压水除锈设备由许多部件组成, 本文介绍了最具代表性的几个部件进行详细的分析, 并对改进后的环保除锈方法进行了讨论, 继而对除锈效率、成本进行对比分析, 最后针对超高压水除锈后产生的废水采用现场集中回收沉淀 +RO 反渗透过滤技术进行处理, 详细介绍超高压除锈技术在修船领域的应用效果。

关键词: 修船; 超高压水; 除锈

中图分类号: U66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0100—04

保护全球生态环境已成为世界各国关注的重点, 各国都在采取不同的措施来维持生态系统的平衡。在向绿色发展模式转变的过程中, 中国发挥着非常重要的引领作用。近年来, 我国造船行业一直坚持绿色设计、绿色制造的理念, 但修船采用的露天喷砂方法产生粉尘污

染, 一定程度上破坏了生态环境。为了消除粉尘污染, 超高压水除锈技术应运而生。华润大东船务工程有限公司 (以下简称“华润大东”) 位于上海市崇明岛, 崇明岛定位于国际生态岛, 上海市政府对企业的污染控制提出了严格要求, 因此近年来陆续试验了多种环保除锈方

用科技的手段, 采用 GPS 定位仪对施工水域进行平面控制, 利用全站仪进行校核。将航道分条分块以及浚前测量的水深等相关数据输入到各挖泥船定位测量软件平台当中, 通过电脑屏幕可实时监测记录船舶的施工位置。

其次, 根据已经确定的高程水准基点引出高程控制网格点, 在施工现场附近且通视良好的地方至少设立两个以上施工水尺, 以利于相互检查。施工时, 根据施工现场潮位涨落变化, 及时校对水尺, 取得最新的数据以指导施工。

再次, 在全面施工前, 应进行试挖, 通过比对分析不同风浪和涌浪条件下, 挖泥船的测深系统与实时的水尺读数的关联性, 实践出一套操作性强的挖泥操作方法。对于抓斗挖泥船, 抓斗尺寸和重量较大, 而泥层薄且软, 抓斗船适当采用梅花挖泥法, 控制好挖泥间距, 下斗挖泥时更需要掌握好刹车时机和力度, 避免抓斗入泥过重而造成过度超挖, 影响施工效率; 对于耙吸船, 主要在于边坡区域疏浚, 需要掌握好下耙角度、深度和挖泥航速, 提高开挖精度。

最后, 在施工过程中, 应及时对已开挖区域进行水深测量, 通过分析测量数据, 总结出各挖泥船的施工效

果, 用以指导改进各挖泥船操作方法; 还应定期复核校准挖泥船的测深系统, 确保测深系统运行正常以指导施工。

4 结语

综上所述, 在港口航道维护性疏浚工程中, 并不单单是几艘挖泥船在水上开来开去, 也并非单纯地在某种船型上做加减法, 而是需要充分考虑实际的施工条件, 利用好有限的资源, 选择出能够产出最佳效益施工船组, 通过科学合理的施工组织和管理, 以达到工程安全、保质的推进并顺利完工交用的目的。本文通过对实际施工过程中存在以及出现的问题进行分析和总结, 可供今后类似工程参考。

参考文献:

- [1] 廖东林. 高栏国码支航道和港池维护性疏浚工程难点和控制措施 [J]. 珠江水运, 2021, (20): 56-57.
- [2] 陈东, 刘俏武. 浅析厦门港航道维护工程施工管理要点 [J]. 珠江水运, 2020, (05): 3-4.
- [3] 赵文戡. 航道疏浚工程常见问题及治理措施 [J]. 中国水运, 2016, (12): 35-36.

法，经过验证超高压水除锈是唯一可行的方案。公司于2019年11月开始全面推行至今已两年多，杜绝了周边群众常年投诉的粉尘污染问题，达到了环保要求。本文论述了超高压水除锈技术在华润大东船舶修理中的具体应用，旨在消除粉尘污染问题。

1 超高压水除锈设备

1.1 超高压水机



图1 移动式超高压水机

图1为移动式超高压水机，是开展除锈作业的核心设备，超高压水机根据不同的能源驱动方式分为柴油高压水机和电动压水机两种类型，其工作压力不能低于170Mpa，也不能超过300Mpa。基于当前的油电价格，经过实际测算，电动压水机的运行成本明显低于与柴油压水机，华润大东的劳务队普遍购置了电动压水机。电动压水机消耗电能很大，公司对各码头、船坞的电力系统都进行了升级。但柴油压水机也有优点，它通过自身配套驱动，施工场地选择更灵活。

1.2 除锈废水回收处理

除锈废水回收装置采用旋涡气泵抽真空回收废水，不仅拥有自动控制功能，可以自动停止和排污，还能对废水进行处理，对于生产效率方面极有成效。后文有详细介绍。

1.3 除锈头

图2为除锈系统中最关键的设备除锈头，除锈头作为高压水除锈与废水回收的集结中心，有多个自由度自由控制预紧力，内部配制了喷嘴和气缸，在实际的使用过程中，可以根据船体的大小进行除锈头的选择。

1.4 除锈头支架

图3为除锈头支架，除锈头架也是一个重要的超高压水除锈设备，便携式的支架可以提供150毫米伸缩距离，而且根据船体板线的要求调整除锈的角度，以提

高除锈效果。除锈支架安装在升降车操作框上，由单人控制升降车与船体表面的距离，根据除锈要求控制升降车运行，带动除锈头以不同的速度运动除锈。但此种方式已逐渐淘汰，因其对升降车会造成非正常磨损，易发生事故。



图2 除锈头



图3 除锈头支架

1.5 爬壁机器人

爬壁机器人是运用磁隙吸附把除锈头固定在船体表面，并能遥控操作控制其运动。这种除锈方式凭借其操作简单、安全可靠的优点逐渐替代了上述升降车配防锈头支架的组合。除锈效率为WJ2：25-30平方米/小时。



图4

1.6 遥控式坞底履带小车 (dockboy)

图5为遥控式坞底履带小车,采用履带行走的方式,在复杂的地形上面都可以来回的行走,因为坞底履带小车属于遥控操作,采用柴油发动机可以进行无级变速,其自身自带的自动液压升降功能在开展除锈作业时可以满足多种高度需求。目前多应用在外板平底和直底低处,除锈效率为WJ2:30-35平方米/小时。



图5 遥控式坞底履带小车

1.7 遥控式升降除锈机器人 (dockmate)

图6为遥控式升降除锈机器人,其机械臂可以进行高度至30m的高空作业,它具备的遥控功能,还可以对除锈的废水进行回收。因其配备大功率泵组,更大尺寸的“双十字”除锈头,除锈效率在目前所有水力除锈设备中最高(WJ2可达70-80平方米/小时)。但其在修船厂的应用局限在外板直平面的施工,在结构较多的货舱中无法使用。



图6 遥控式升降除锈机器人 (dockmate)

2 改进后的环保除锈方法

2.1 改进的环保除锈方法

2.1.1 喷砂 & 防尘网除锈

喷砂与防尘网除锈方法,是在传统铜矿砂除锈的基础上,在打砂除锈的某处临时设定防尘网,利用防尘网将打砂区域进行封闭,从而阻止沙尘的飞扬,减少沙尘的飘散,达到减少大气污染的目的。喷洒与防尘网除

锈的方法,对于拉设的质量有较高的要求,因此在人工以及材料成本上有所增加。

2.1.2 水雾 & 喷砂除锈

水雾与喷砂除锈的方法,是基于打砂除锈设备之上进行升级的一种方法,通过对砂枪的改进,设计具有一定数量的喷嘴和水腔部件,并将其安装在砂枪上,砂枪与自来水管进行连接后,在打砂除锈的基础上,可以使砂枪的外围形成一层水雾,通过水雾与铜矿砂磨料的结合,阻止粉尘的飞扬,达到保护大气环境的目的。但是需要重视的是,水雾与喷砂除锈方法,存在钢材表面污染、钢材表面夹砂、二次反锈及湿砂难以回收的问题。

2.1.3 水砂混合除锈

水砂混合除锈是在新的设备上,将矿砂与水混合在设备中,通过设备中的关联阀和泵,将水砂进行比例调节,然后统一将水砂输送到砂枪中进行除锈。水砂混合可以将粉尘随着水一起流下,大大减少了粉尘飞扬的程度。水砂混合除锈后存在钢材表面污染、钢材表面夹砂、二次反锈、喷砂管内易堵塞的问题。

2.1.4 超高压水除锈

超高压水除锈核心部件就是超高压泵,作为一种新型设备,主要使用水取代铜矿砂,因此在整个除锈的过程中不会产生粉尘,更不会对大气造成二次污染,而且水经过使用后还可以进行过滤循环,达到了节约水资源的目的。但是存在对水质要求较高、仅能用于修船、油漆配套选择受限等问题。

2.2 改进后的环保除锈方法优劣分析

通过上述分析,对几种改进后的环保除锈方法进行优劣分析,分析结果如表1所示。

表1 环保除锈方法优劣对比

方法	优势	劣势	成本	效率	配套特点	发展前景
喷砂&防尘网除锈	除锈效果好	防尘网拉设困难	人工成本增加	降低	常规	不建议
水雾&喷砂除锈	减少粉尘	返锈	设备投入少	二次除锈	常规	部分船厂试验阶段使用
水砂混合除锈	粉尘可控	返锈,纱管堵塞	设备投入少	二次除锈	常规	过渡使用
超高压水除锈	无粉尘,可回收,环保等级高	船东使用意愿问题	设备投入大	效率高	新配置	船厂使用大方向

在实际的使用过程中,船厂最关注的就是使用成本以及运行成本,表2为几种除锈方法的成本对比。

表2 除锈方法成本对比(元/m²)

方法	磨料消耗	压缩空气	水	电
喷砂&防尘网除锈	18	5.2	0	0
水雾&喷砂除锈	18	5.2	0.01-0.02	0
水砂混合除锈	3.9	5.2	0.005	0
超高压水除锈	0	0	0.36	6.5

经过上述分析可以得到,超高压水除锈不管在运行成本方面还是使用方面都是最佳,也是最受欢迎的一种船舶除锈方法,且符合环保要求。

3 超高压水除锈污水现场集中回收沉淀+Ro反渗透过滤

超高压水除锈的核心是水,如何将除锈后的含油漆及铁锈等固体废弃物的污水进行回收和处理,避免对环境造成二次污染是超高压水除锈技术在修船作业中应用的关键环节。华润大东通过现场污水即时回收技术、固体废弃物的分离和捕捉技术和Ro反渗透过滤技术的应用,实现了超高压水除锈的污水处理及再利用(图8,图9)。



图8 废水集中回收沉淀+Ro反渗透过滤处理设备



图9 废水集中回收沉淀+Ro反渗透过滤处理流程

3.1 污水即时回收

污水收集设备通过负压对超高压水设备的除锈头内的含油漆和铁锈等固体废弃物的污水进行收集,并通过粗滤后排入船坞内的污水收集舱。含油漆和铁锈等固体废弃物的污水在污水收集舱内经过沉淀后通过污水管排入厂内的污水处理站。

3.2 固体废弃物的分离和捕捉

超高压水除锈后的污水中主要含粉碎的有机物(如

油漆,海生物等)、重金属、铁锈及其它化合物。华润大东通过化学沉淀法将污水中的重金属等物质进行捕捉和沉淀,并加入絮凝剂进行絮凝沉淀处理,通过上述两个环节处理后废水里的重金属含量和有机物含量都达到了非常低的水平。经过捕捉和沉淀后固体废弃物将交由专业的回收处理公司进行处理。

3.3 Ro 反渗透过滤

经过固体废弃物分离和捕捉后的废水通过Ro反渗透处理装置进行处理,反渗透滤器将废水分离为低浊度废水和可利用的工业淡水。低浊度废水可直接排放如市政污水管网,可利用的工业淡水继续作为超高压水除锈的淡水使用。

华润大东以最经济的处理方式、最少的污水排放和最大的水资源利用率对超高压水除锈的污水进行回收和处理,将超高压水除锈对环境可能造成的二次污染和影响降到了最低,完全达到了使用超高压水除锈替代传统干喷砂,实现绿色修船的初衷。

4 结束语

国外对超高压水在除锈方面的研究始于上世纪七十年代末,八十年代初。近年来国家对企业环保生产方面的控制越来越严厉,促进了国内超高压水除锈产业的快速发展,超高压水除锈的新设备不断涌现,工作效率也不断提升。华润大东在两年超高压水除锈大规模生产中发现,超高压水除锈与传统的干喷砂除锈相比,不仅无砂尘产生,同时对除锈产生的废水还可以进行回收处理,非常环保,使船厂周围的空气环境变得更好,没有再收到周围居民关于扬尘的投诉。越来越多的遥控机器人的运用,减轻了工人劳动强度的同时提高了工作效率,降低了用人成本,也降低了安全事故的发生,所以超高压水除锈是目前船舶修理中最具有前景的除锈技术。

参考文献:

- [1] 李德朝. 超高压水除锈在修船作业中的应用[J]. 广东造船,2019,38(6):67-68,77.
- [2] Nace NO.5/SSPC-SP12/ISO8501-2.
- [3] 周锋. 修船作业的超高压水除锈技术探讨[J]. 中国水运(上半月),2020(12):141-143.
- [4] 陆华,陈纪赛,王振刚,等. 修船表面超高压水除锈废渣干馏热解无害化处理技术[J]. 航海工程,2020,49(4):46-49.
- [5] 李世兵. 高压水射流技术在石化设备清洗、除锈中的应用探讨[J]. 清洗世界,2021,37(3):6-7.