



青岛炬荣科技  
QINGDAO JURONG ENG&TEC

# 空化射流水下清洗技术

青岛炬荣工程科技有限公司

QINGDAO JURONG ENGINEERING&TECHNOLOGY CO.,LTD.

## 公司简介

青岛炬荣工程科技有限公司成立于 2013 年 5 月，位于山东省青岛市经济技术开发区（现西海岸新区），是最早将空化射流技术成功应用于水下清洗服务的企业之一，目前国内唯一一家自主研发生产空化射流清洗枪、水下清洗盘及配套设备的公司。公司致力于电子科技及海洋工程领域的产品开发与技术研究，主要人员从 2011 年起从事空化射流技术应用与设备研究，凭借先进的空化清洗技术及施工经验，为各行业提供整套专业的清洗解决方案。

除具有一流的清洗技术外，公司还拥有船舶维修、船体检测、水文测量、防腐保温、机械制造等各专业的高级技术人才，同时与国内各个相关行业知名企业有着广泛深入的合作，有着广泛的行业资源。

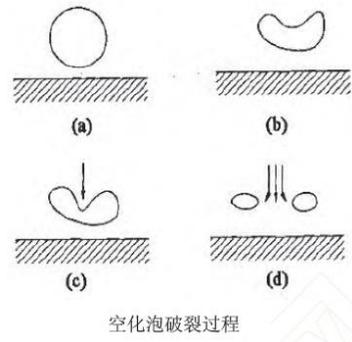
公司注重理论创新与实践研究，拥有完善的空化射流清洗产品体系及丰富的工程施工经验。

高效、可靠、安全、环保是我们遵循的基本原则，公司全体人员竭诚努力，不断追求利用科技提高行业生产效率，提升施工过程中的安全性与便捷性，降低能源浪费以及减少环境污染，满足客户多元化需求。



## 技术简介

空化是指由于液流系统的局部低压（低于相应温度下该液体的饱和蒸汽压）使液体蒸发而形成空化泡（即气核，半径一般在  $20\ \mu\text{m}$  以下）爆发性地生长。空化泡溃灭时会引起强大的微射流冲击，产生极短暂的强压脉冲，气泡周围微小空间形成局部热点产生极端高温、高压，同时伴随产生复杂的物理反应、化学反应、机械作用、电化学作用和热作用。据测算，游离型空化泡溃灭时，近壁处微射流流速可达  $70$  至  $180\text{m/s}$ ，在物体表面产生的冲击力高达  $140$  至  $170\text{Mpa}$ ，微射流直径约为  $2$  至  $3\ \mu\text{m}$ ，表面受到微射流冲击次数约为  $100$  至  $1000$  次/ ( $\text{s} \cdot \text{cm}^2$ )。



空化射流清洗技术，是将空化作用引入水射流清洗技术中而形成的新型水下设施清洗技术，即人为地使水射流束中产生高密度空化泡，利用大量的空化泡在物体表面局部微小区域溃灭产生的强大微射流冲击力而达到清洗坚硬污垢和附着海生物的目的。

## 技术优势

空化射流清洗技术是目前世界上最先进的水下清洗技术，是将水的空化原理运用到清洗领域的一项创新发明。

相对于传统的清洗方式（上坞、人工挂铲、液压刮刷、高压水清洗等），空化射流清洗主要有高效、安全、环保、节能等优点，而且不伤害设施母材，极少或者完全不伤害原有的防腐层，可对船舶螺旋桨等设备薄片区域进行合理有效地清洗，工作水深可达百米，可广泛应用于各类水下清洗作业，包括民用船舶、海军舰艇、海上采油平台、海底输油管路、海上清洁能源、水产养殖、岸堤维护等。

通过定期对船体表面附着的海生物进行清洗，可以达到延长船舶坞修时间、提高航速、降低燃油消耗的目标。

空化射流水下清洗技术的开发与应用，对船舶乃至一切长期侵泡在水中的设施都具有重要意义，解决了长期以来困扰人们的水下工程难题。采用空化射流清洗技术，无需将物件拖拉上岸，在水下即可对各类物件进行表面清洗作业，对于各类水中设施的维护保养、安全使用起到关键支持作用。不但能降低故障危害发生概率，便于维修检测，保持功能良好运行，也节约大量人力物力，降低时间成本及费用开支，创造积极可观的经济效益。

作为当前最先进的水下清洗方式，空化射流技术正逐渐在全球范围内代替传统清洗方式，在船舶维护及海洋工程领域发挥优势，为海洋事业的健康高速发展提供强有力的支持！

## 应用领域



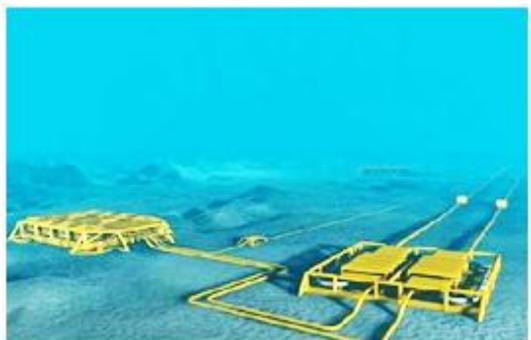
船舶运输



海洋平台



清洁能源



海底管路



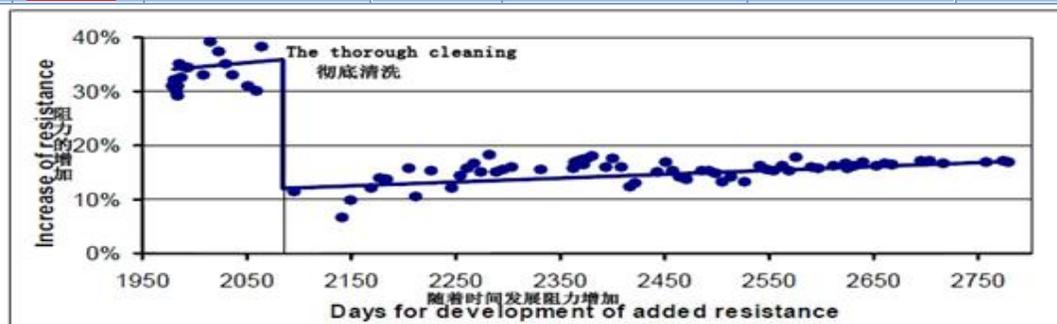
舰船潜艇



水产养殖

### 综合对比

对比项目 清洗方式	综合质量	效率	成本	安全性	是否伤害原涂层	适用范围	环境友好	技术地位
空化射流	≥98	高	设备一次投入, 运行成本低	高	否	全部	友好	最新技术 国际较多
高压水	≥95	低	设备投入高, 运行成本高	差	是	小范围	一般(油漆脱落 污染)	国际较少 国内部分使用
滚刷刮船器	≥80	中	设备一次投入, 运行成本高(易 损件更换频繁)	较高	部分伤害	规则大面积	一般(油漆脱落 污染)	国际较少 国内部分使用
人工刮铲	≥70	低	人工成本高	高	部分伤害	大部分	一般(油漆脱落 污染)	国际淘汰 国内较普遍
上坞清洗	≥98	中(总 周期长)	综合成本极高	高	是	全部	污染	国际较少 国内普遍



经过空化射流清洗的船舶, 可减少航行阻力 15%, 航速提升 1-3 节, 每天节省燃油消耗十数吨!

### 效率对比

清洗方式 对比项目	空化射流装置	滚刷刮 船器	人工 刮铲
海藻类清洗速率	1000 m <sup>2</sup> /h	400 m <sup>2</sup> /h	120 m <sup>2</sup> /h
贝壳类、软体动物类清洗速率	800 m <sup>2</sup> /h	300 m <sup>2</sup> /h	80 m <sup>2</sup> /h
珊瑚、坚硬贝壳类 清洗速率	400 m <sup>2</sup> /h	200 m <sup>2</sup> /h	40 m <sup>2</sup> /h
与原船体表面 光洁度对比	98%	80%	70%

### 方案对比

方式	说明
坞内清洗	维修时间长 船坞不足 综合成本高
人工刮铲	效率极低 清理工期长 易刮伤涂层
高压水射流	高压高能耗 具有一定危险性 破坏原涂层
喷砂	噪音大 有污染 危害人员健康 破坏原涂层
机械电刷	设备庞大 耗费材料 效率低 清洗面有限 破坏原涂层
水下清洗	作业灵活 船无需等待上坞 无上坞费用 工期短 综合成本低
人工刮铲	效率极低 工期长 易刮伤涂层 费用高
摩擦式清洗机	对人员要求高 作业强度大 效率低 清洗面有限 破坏原涂层
空化射流技术	高效 环保 安全 易操作 清洗面广 不伤涂层 无需靠岸

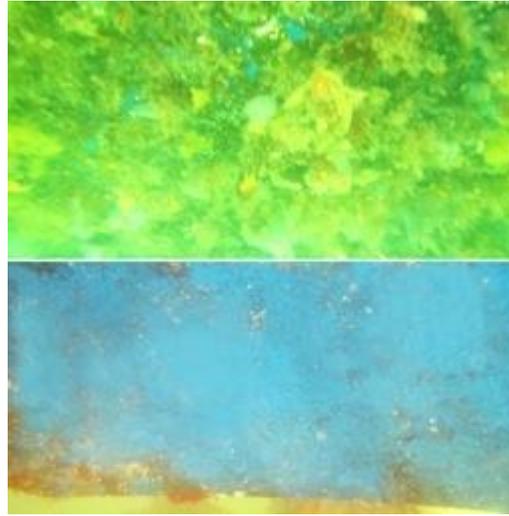
### 空化射流设备效率

清洗机构名称	海藻类	贝壳、软体 动物	珊瑚、坚硬贝壳
	清洗速率		
溢流、组合式 空化清洗枪	400 m <sup>2</sup> /h	300 m <sup>2</sup> /h	200 m <sup>2</sup> /h
整流型 空化清洗枪	300 m <sup>2</sup> /h	200 m <sup>2</sup> /h	150 m <sup>2</sup> /h
空化射流 抛光打磨盘	250 m <sup>2</sup> /h	150 m <sup>2</sup> /h	100 m <sup>2</sup> /h
自行吸附式空化清洗盘	400-1000 m <sup>2</sup> /h	200-800 m <sup>2</sup> /h	150-400 m <sup>2</sup> /h

## 清洗效果



礁石清洗对比（左右）



游艇清洗对比（上下）



大型船舶清洗对比（上下）



海上采油平台水下管路清洗

## 工程展示



奥帆中心游艇清洗工程



集装箱船清洗工程



海底石油装置海生物清洗作业



三亚海监船船体清洗工程



编号	专利名称	专利号	类型
1	可组合水下永磁式固定吸盘	ZL201220612322.8	实用新型
2	水下防腐涂料涂抹盘	ZL201320708894.0	实用新型
3	水下水动力摩擦抛光盘	ZL201220710118.X	实用新型
4	新型空化射流清洗盘	ZL201620694415.8	实用新型
5	旋转清洗枪	ZL201620545242.3	实用新型
6	淹没式空化射流清洗枪多喷嘴接口	ZL201220589862.9	实用新型
7	预旋转空化射流喷嘴	ZL201320404606.2	实用新型
8	旋转清洗枪【实质审查阶段】	201610395448.7	发明型
9	新型空化射流清洗盘【实质审查阶段】	201610519207.9	发明型

## 空化射流设备



地址(ADD): 青岛市黄岛区紫金山路 117 号华林大厦 15 层  
电话(TEL): 0532-86970903 传真(FAX): 0532-86881646  
网址(WEB): [www.qdjurong.com](http://www.qdjurong.com)  
邮箱(E-mail): [contact@qdjurong.com](mailto:contact@qdjurong.com)