

耐压壳体杯形管节腐蚀修复方法分析

周忠腾

(中国人民解放军第4802工厂 海南 三亚 572018)

摘要: 潜艇因为其使用环境较为特殊,对于安全性有着较高的要求。潜艇舷侧杯形管节因为长期在海水中使用,出现严重腐蚀后如不及时进行修复,会对潜艇带来非常严重的安全隐患。本文主要针对潜艇耐压壳体杯形管节腐蚀现象,分析了杯形管节腐蚀原因。根据杯形管节腐蚀情况,提出了机械加工修复方法、手工修复方法,并就填焊注意事项及工艺要求进行了分析。希望通过研究,可以为耐压壳体杯形管节腐蚀修复提供借鉴,延长杯形管节使用寿命,缩短修理周期,确保潜艇安全。

关键词: 杯形管节; 腐蚀现象; 修复方法

0 引言

潜艇舷侧杯形管节由于长期在海水中使用,杯形管节的密封面、止口及内壁经常出现严重腐蚀情况,给潜艇带来较大的安全隐患。通海的杯形管节作为舷侧阀的支撑结构,与耐压壳体焊为一体,在修理时一般不进行换新(如要换新,应采用特殊措施),腐蚀修理主要以填焊为主。本文主要根据现场修理经验,介绍了杯形管节常见的腐蚀现象以及常用的修复方法。

1 杯形管节常见腐蚀现象

舷侧杯形管节的腐蚀一般分为三种:一是杯形管节内壁局部腐蚀形成深坑(图1);二是密封面处的止口腐蚀(图1);三是密封面、止口及内壁都出现腐蚀情况(图2)。

杯形管节局部坑点腐蚀和止口腐蚀是杯形管节常见的腐蚀现象。止口腐蚀是杯形管节密封面腐蚀的前兆,虽然止口腐蚀不影响杯形管节的密性功能,但如不对其进行修复的话,后期腐蚀便会沿着止口顺着内壁往密封

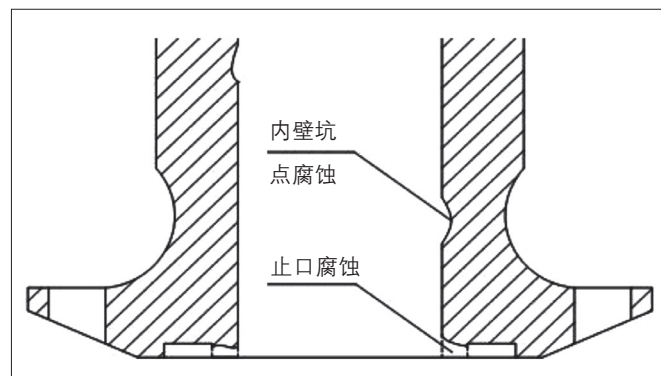


图1 密封面处的内壁局部腐蚀与止口腐蚀

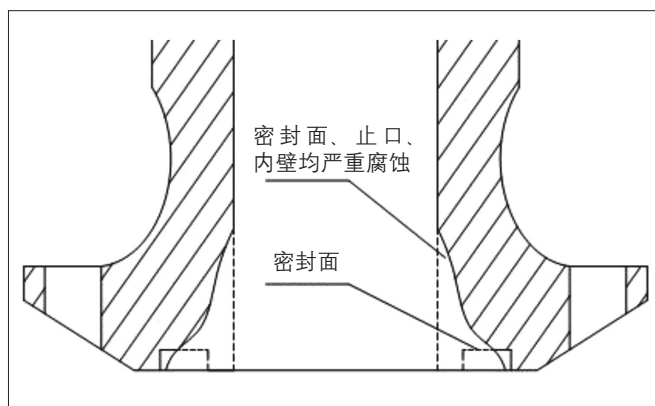


图2 密封面、止口及内壁均出现腐蚀

面底部继续扩大腐蚀程度,最后变成图2中的密封面、止口、内壁均严重腐蚀情况。

2 杯形管节腐蚀原因

2.1 材料因素

杯形管节的材料是影响杯形管节腐蚀的主要因素,材料的耐蚀性好坏直接关系到杯形管节的使用寿命。目前国产潜艇的杯形管节材质为607A钢,耐压壳体材质为921A钢。由于607A钢属于不耐海水腐蚀的钢铁材料,而921A钢属于耐海水腐蚀的钢铁材料,如杯形管节不采取任何防腐措施,在海水环境中极易发生腐蚀。

2.2 环境因素

杯形管节作为海水进入船体内的前沿部分,内壁长期处于海水中的自腐蚀电位 -660mV ,与杯形管节相连的舷侧阀通常是铜合金材料(海水中的自腐蚀电位大于 -270mV),二者间存在较大的电位差,并且杯形管节与法兰通过螺栓连接,此种连接方式形成了宏观电

偶, 舷侧阀作为阴极而受到了保护, 而钢质杯形管节作为阳极被腐蚀, 特别是密封面位置的止口部位腐蚀最为严重。

3 杯形管节腐蚀修复方法

3.1 机械加工修复方法

杯形管节腐蚀机械加工处理方法是先将杯形管节腐蚀部位进行填焊(焊缝应比原始尺寸高 1 ~ 2mm, 如图 3 所示), 然后采用便携式镗孔机对杯形管节重新加工出杯形管节密封面、止口及内壁形状。此方法修复后的杯形管节精度较高, 成形美观(图 4), 是最常用且简单有效的修复方法, 可用于杯形管节各种腐蚀情况的修复。但由于需要在杯形管节上安装便携式镗孔机, 因此需要较大的修理空间。潜艇内部设备较多, 空间狭小, 不利

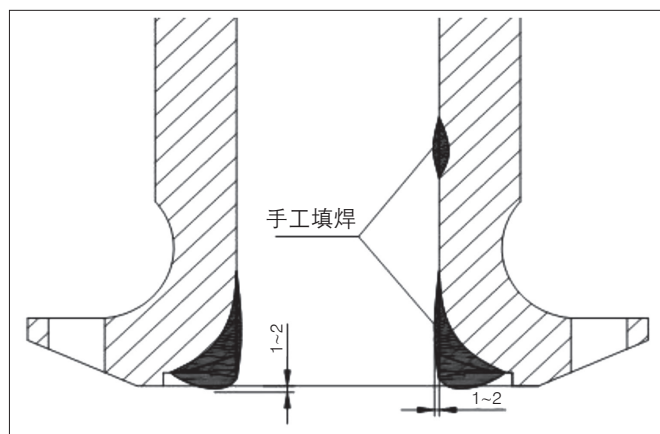


图 3 杯形管节腐蚀部位填焊示意图



图 4 实际修复效果

于镗孔机的安装, 作业时需拆除相关妨碍的设备、管路等设施。

3.2 手工修复方法

杯形管节腐蚀手工修复方法是采用特定的工艺对杯形管节填焊后, 采用直磨机和角磨机将填焊部位打磨出杯形管节的密封面、止口及内壁形状。手工修复杯形管节表面精度和外观上虽不及机械加工修复, 但手工修复不受作业空间限制, 适用范围广, 修复后功能上满足使用要求。

以下介绍杯形管节止口腐蚀和杯形管节密封面、止口、内壁均腐蚀两种腐蚀情况下采取不同的填焊、修复方法。

3.2.1 杯形管节止口腐蚀修复

(1) 对腐蚀超标的止口部位进行打磨除锈, 将补焊部位打磨光滑并至漏出金属光泽。

(2) 为了避免填焊止口时烧损相邻的密封面, 补焊前将专用的防护环(黄铜, 厚度 12mm)放置于密封槽内, 并用压板将防护环固定, 然后沿防护环的内圆周方向进行堆焊, 见图 5。由于铜的导热性好, 焊水无法融化铜环, 堆焊时铜环起到保护密封面及止口内边成型的作用, 堆焊后止口的焊缝尺寸应比正常止口尺寸高 1 ~ 2mm。

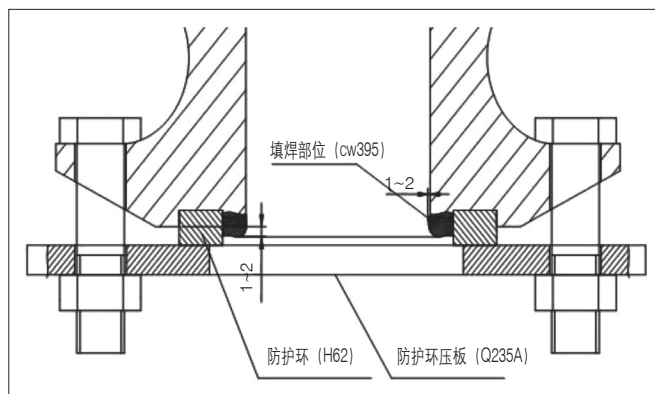


图 5 杯形管节止口填焊部位示意图

(3) 补焊完毕后用平板样板测量止口平面, 用砂轮机打磨掉多余的部分, 研磨后的止口平面应与外止口平面高度一致。并用直磨机对凸台内壁进行打磨光滑。

3.2.2 杯形管节密封面、止口、内壁腐蚀修复

(1) 对腐蚀超标部位进行打磨除锈, 并将补焊部位打磨光滑并至漏出金属光泽。

(2) 先将内壁及密封面填焊至比正常尺寸高约 1 ~ 2mm。填焊完毕后用直磨机将内壁多余的焊封打磨光滑, 再用角磨机打磨出密封平面。

(3) 用定制的样板环测量密封面的平面度, 再用直磨机对密封面进行精磨, 将样板环放入修复后的密封面

后应接触均匀且无晃动情况。

(4) 内壁和密封面修复好后再按照止口修复的方法把止口修复完毕。

4 填焊注意事项及工艺要求

杯形管节材质为 607A 铸钢，焊材采用耐海水腐蚀的 CW395 不锈钢焊条，焊接采用直流反接方法。工艺参数如表所示。

表 填焊工艺参数

焊接位置	焊条直径 /mm	焊接电流 /A	焊接电压 /V
平焊	3.2	100 ~ 120	16 ~ 20
	4.0	120 ~ 160	20 ~ 27
立焊、仰焊	3.2	70 ~ 90	16 ~ 20
	4.0	100 ~ 140	20 ~ 27

焊补前，采用带半圆磨头的直磨机、钢丝刷、砂纸和刮刀等除锈清理工具除去舷侧杯形管节内壁凹坑内的锈蚀层及氧化物，用压缩空气把内壁的锈尘吹除干净，清洁除锈后的内壁应露出金属光泽。

如果杯形管节内壁严重腐蚀，内壁均有高低不平的腐蚀坑点，可先用便携式镗孔机对内表面进行镗车一遍，再进行填焊工作。

焊前应用氧乙炔加热设备对杯形管节焊补区域进行预热，其温度为 100 ~ 150℃。焊接完毕后应对杯形管节进行包覆缓冷，待杯形管节冷却后再对其进行打磨或机加工。

填焊过程应严格控制每层焊缝的焊接质量。若发现层间焊缝有裂纹、气孔、夹渣、未熔合等焊接缺陷时，应采用气刨或机械方法铲除清理缺陷，待缺陷清除后方可继续施焊。

5 结语

耐压杯形管节作为潜艇上重要的零件，在发现腐蚀情况时，应根据现场环境及腐蚀严重程度选择适当的修复方法。当杯形管节腐蚀较为严重或施工空间较为宽敞时，应尽量选择机械加工方法对其进行修复；当杯形管节腐蚀一般且周边设备较多、施工空间较小时，可选择手工修复方法对其进行修复。杯形管节腐蚀填焊后，手工打磨修复的外观虽然不如机械加工的成形美观，但在功能性上完全满足使用要求。手工打磨修复的方法，空间局限性较小，只要能进行焊接的位置就可以打磨修复，施工设备简单便捷，可广泛适用于临抢修、坞修、小修时杯形管节的腐蚀修复，避免因需要安装便携式镗孔机而拆卸相关设备及管路，减少工程扩大，缩短施工周期。

参考文献：

[1] 白文龙. 海洋高端装备腐蚀防护与绿色再制造联合实验室：协同创新，抢占海洋高端装备制造与修复技术高地 [J]. 中国科技产业, 2020(12): 58-59.

[2] 辛建航. CFRP 修复腐蚀海洋管道极限弯曲承载力退化规律及其机理研究 [D]. 北京：中国石油大学（北京）, 2020.

[3] 赵铭文. 海洋平台立管腐蚀缺陷修复技术 [J]. 石油和化工设备, 2018, 21(12): 64-67.

[4] 刘春阳, 汪小娜, 王向军. 潜艇电化学腐蚀电场特性研究 [J]. 舰船电子工程, 2017, 37(10): 16-18+94.

作者简介：周忠腾（1984.01-），男，汉族，海南乐东人，本科，工程师，研究方向：船舶船体修理。