

船舶焊缝常见缺陷与对策

黄继南 中国水运杂志 更新时间：2006-8-10

在钢质船舶建造过程中，焊接是重要工序之一，焊接工时占船体建造总工时的30%左右，焊缝金属占船体金属重量的1.5%左右。在船舶建造过程中，尤其是客渡船、交通艇之类的小型船舶，船体线型变化较大，且相对尺度小，在焊接时多为手工施焊，就是大型船舶建造中手工弧焊亦占有很大比重。手工焊缝质量与焊工的技术、设备、工作环境有关。本文仅就钢质船体手工弧焊焊接质量检查中的常见缺陷，对其产生原因、危害程度作一分析，并提出预防措施。

所谓焊缝和焊接接头的缺陷通常分为两类：即外部缺陷和内部缺陷。常见的焊缝外部缺陷有：焊缝形状和尺寸不符合要求、焊瘤、咬边、烧穿、未焊透、夹渣、气孔、焊接裂纹等。常见的焊缝内部缺陷有：未焊透、夹渣、气孔、焊接裂纹等。

1.焊缝形状和尺寸不符合要求。即焊缝宽度沿长度方向宽窄不齐、焊缝截面不丰满或增强过高。

(1)产生原因及危害：焊缝宽度不一致是由各种因素造成的，如焊条不正确的摆动和移动不均匀，焊件边缘切割不齐等。在焊接过程中当电流过小或焊接速度太慢时，会使焊缝的增强过高。有人误认为焊缝的增强高则强度高，殊不知增强高过高的会引起应力集中，易产生裂纹。尺寸过小的焊缝，有效工作截面减少，焊接接头强度降低；尺寸过大的焊缝将引起应力集中。

(2)防止措施：选择合理的坡口角度(45°为宜)和均匀的装配间隙(2mm为宜)；保持正确的运条角度匀速运条；根据装配间隙变化，随时调整焊速及焊条角度；视钢板厚度正确选择焊接工艺参数。

2.焊瘤。焊接过程中溶化金属流淌到焊缝之外未溶化的母材上所形成的金属瘤。

(1)产生原因及危害：产生焊瘤的主要原因，一是操作不熟练和运条方法不当；二是电弧拉得过长、焊速太慢，溶池温度过高等。焊瘤在横、立、仰焊中最为常见，在平焊的焊缝背面有时也可产生。焊瘤使焊缝的实际尺寸发生偏差，尺寸变化较大处易引起应力集中，且焊瘤下面往往存在夹渣。

(2)防止措施：尽量采用短弧焊接(弧长=焊条直径)，适当加快焊速使溶池温度不致过高，选择合适的焊接电流，保持正确的运条角度(与焊件夹角45°为宜)。

3.咬边。沿焊缝的母材部位产生的沟槽和凹坑。

(1)产生原因及危害：焊接电流过大，电弧过长且偏吹，运条角度不当及焊速不合适，均可引起咬边。咬边缺陷多见于横、立、仰焊。咬边不仅减少了焊接接头的有效工作截面，而且在咬边处造成严重的应力集中。在承受动载荷或交变载荷的部位，如船舱0.4L(船长)范围内，尾机型船舶的机舱附近，对焊缝咬边有严格限制。

(2)防止措施：选择合适的焊接电流和焊接速度，电弧不应过长，选用正确的焊条角度和运条方法。

4.烧穿。常见于薄板焊接时，在焊缝上形成穿孔。

(1)产生原因及危害：电流过大而焊速太慢，焊件装配间隙太大等，都有可能引起烧穿，使焊缝的强度和 wat 密性荡然无存。

(2)防止措施：正确选择焊接电流和焊接速度，严格控制焊件的装配间隙并保持均匀一致，电弧在焊缝接头处不能长时间停留，要匀速运条。

5.未焊透。焊接时接头根部未完全熔透的现象。

(1)产生原因及危害：焊件坡口角度和装配间隙过小，钝边太大和坡口边缘不齐，电流小而运条速度过快，焊条倾斜角度不正确等。此外，焊件坡口表面清理不净、背面清根不彻底也容易产生未焊透。未焊透减少了焊缝的有效工作截面，造成严重的应力集中，大大降低了焊接强度，因此，船体重要结构均不允许存在未焊透。

(2)防止措施：正确选定坡口形式和装配间隙，认真清除坡口边缘两侧污物。选择合适的焊接电流，运条时随时注意调整焊条角度，使熔敷金属和母材之间充分地均匀地加热和熔化，融为一体。

6.夹渣。焊后残留在金属中的熔渣，是焊缝中常见缺陷。

(1)产生原因及危害：由于焊件边缘清理不净，有残留氧化物铁皮和碳化物等，在熔敷金属冷却时，熔渣不能及时浮出熔池表面，一部分留在焊缝中即形成夹渣。当坡口角度或焊接电流过小，也容易产生夹渣。

(2)防止措施：清除焊道上的杂质、污物，尤其是焊接坡口要始终保持清洁干燥。正确选用焊条，根据钢板厚度、环境温度，选用适宜的焊接电流和坡口形式。

7.气孔。焊接时，熔池中的气体在金属凝固时未能逸出而形成的空穴。气孔是常见的一种焊接缺陷，露在焊缝表面的称表面气孔，位于焊缝内部的叫做内部气孔。

(1)产生原因及危害：施焊前未将焊道上的铁锈、油污去净，在高温电弧作用下分解后放出气体；焊条受潮或焊条烘干的温度或时间不够；焊接电弧过长使电弧区进入较多空气，焊接电流过小而焊速过快，气体来不及从熔化金属中逸出；母材或焊芯金属含碳量过高，以及焊接极性不正确等，均能造成气孔。气孔也使焊缝的有效工作截面减少，接头强度降低， wat 密性能变坏。

(2)防止措施：施焊前将坡口表面两侧清理干净，铁锈是使焊缝金属产生气孔的原因之一，特别是当铁锈隐藏在焊件装配间隙内部时，所受影响更大。已装配好的焊件不易将内部铁锈除净，因此除锈洁净工作应在装配前进行。焊前应将焊条按说明书中规定的温度和时间烘焙，并应保温防潮。焊接电流要适中，碱性焊条应采用短弧焊接。

8.裂纹。最危险的焊接缺陷，通常发生在焊缝金属及热影响区(焊缝两侧20mm范围)内。

(1)产生原因及危害：焊接裂纹通常分为热裂纹和冷裂纹两种。热裂纹产生的原因：在焊缝金属的晶界上存在低熔点共晶体，它削弱了晶粒间的联系，在高温和受到极大应力作用时，就容易在晶粒之间引起开裂。焊缝金属中含硫、铜等杂质较多时，容易产生热裂纹。冷裂纹产生的原因：碳和合金元素的含量过高，使母材金属可焊性变坏，焊缝及热影响区存在淬硬组织，焊缝金属中氢含量较高且集中。上述焊缝金属中的各种缺陷以及金属的显著过热，会形成较大的焊接拉伸应力导致冷裂纹。冷裂纹具有延迟性质，有的在焊后立即出现，也有在焊后几小时，或数天后甚至个把月才发生裂纹，因此它具有更大的危险性，须引起高度重视。焊接裂纹将引起严重的应力集中，减少有效工作截面，破坏焊接接头的 wat 透性，使船体抗沉性能变坏，并随时间的增长裂纹不断扩展，从而导致焊接构件断裂。所以船体结构均不允许存在焊接裂纹，一旦发现应立即铲除重焊。

(2)防止措施：防止产生热裂纹应选用适宜的焊接材料，严格控制有害杂质碳、硫、磷的含量。严格控制焊缝截面形状，避免突角，扁平圆弧过渡，适当提高焊缝形状系数。确定合理的焊接工艺参数，一般6mm左右厚的板对接焊，焊接坡口各搭接2~3mm，焊缝宽度以12mm左右为宜，焊缝增强高1~2mm为宜，不应超过3mm。施焊后暂缓清除焊渣，减缓焊缝的冷却速度，以减少焊接应力。

防止产生冷裂纹，重要结构应选用碱性焊条，焊条在施焊前一定要进行烘干处理，因为未经烘干的焊条内含水分较多，在高温电弧作用下会分解出大量的氢，从而增加焊缝中的氢含量；仔细清理焊道表面的油污锈迹，避免氢的侵入，使焊接金属中的气体能够充分逸出；选用合理的焊接工艺参数和施焊程序，以减小焊接应力。对淬火倾向大的钢材，应采取预热、缓冷或焊后热处理等措施。

(作者单位：九江海事局)