

关于异种金属焊接的经典常识



一、异种金属焊接存在的问题

异种金属焊接所存在的一些固有问题阻碍了它的发展,如异种金属熔合区的构成和性能,异种金属焊接结构的破坏多半发生在熔合区,由于靠近熔合区各段上焊缝结晶特点不同,又易形成性能不好的、成分变化的过渡层。

另外,由于处在高温的时间长,这一区域的扩散层会扩大,会进一步使金属的不均匀性增加。而且异种金属焊接时或焊后经热处理或经高温运行后,经常发现低合金一侧的碳通过焊缝边界向高合金焊缝中“迁移”的现象,分别在熔合线两侧形成脱碳层和增碳层,在低合金一侧母材形成脱碳层,在高合金焊缝一侧形成增碳层。

妨碍和阻止异种金属结构的使用和发展主要表现在以下几个方面:

1. 在室温下,异种金属焊接接头区的机械性能(如拉伸、冲击、弯曲等)一般优于被焊母材的性能,但高温下或高温长期运行后,接头区的性能劣于母材。

2. 在奥氏体焊缝与珠光体母材之间存在一个马氏体过渡区,该区韧性较低,是一个高硬度脆性层,也是导致构件失效破坏的薄弱区,它会降低焊接结构的使用可靠性。

3. 焊后热处理或高温运行过程中碳迁移会导致在熔合线两侧分别形成增碳层和脱碳层。一般认为脱碳层由于碳的减少而导致该区域组织、性能发生较大变化(一般是劣化),从而使该区域容易在服役过程中发生早期失效。很多服役中的高温管线或者试验中的高温管线的失效部位都集中在脱碳层。

4. 失效与时间,温度和交变应力等条件有关。

5. 焊后热处理不能消除接头区的残余应力分布。

6. 化学成分的不均匀性。

异种金属焊接的时候,由于焊缝两侧的金属和焊缝的合金成分有着明显的差别,焊接过程中,母材和焊材都会熔化并相互混合,混合的均匀程度随着焊接工艺的改变而改变,而且

焊接接头不同的位置，混合均匀程度也有很大差异，这就造成了焊接接头化学成分的不均匀性。

7. 金相组织的不均匀性。

由于焊接接头化学成分的不连续，经历了焊接热循环后，焊接接头各个区域出现不同的组织，往往在某些区域出现极其复杂的组织结构。

8. 性能的不连续性。

焊接接头的化学成分和金相组织的差异，带来了焊接接头力学性能的不同。沿焊接接头的各个区域强度、硬度、塑性、韧性、冲击性能、高温蠕变、持久性能都有很大差别。这种显著的不均匀性使得焊接接头不同区域在相同的条件下，表现出来的行为有很大的差异，出现弱化区域和强化区域，尤其是在高温的条件下，异种金属焊接接头在服役过程中经常出现早期失效。

二、不同焊接方法焊接异种金属时的特点

大多数焊接方法都可用于异种金属的焊接，但在选择焊接方法及制定工艺措施时，仍应考虑异种金属焊接时的特点。根据母材和焊接接头不同的要求，熔焊、压焊及其他焊接方法在异种金属焊接中都应用，但也都各有其优缺点。

1. 熔焊

异种金属焊接中应用较多的是熔焊方法，常用的熔焊方法有焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护电弧焊、电渣焊、等离子弧焊、电子束焊、激光焊等。为了减少稀释，降低熔合比或控制不同金属母材的熔化量，通常可选用热源能量密度较高的电子束焊、激光焊、等离子弧焊等方法。为了减小熔深，可以采取间接电弧、摆动焊丝、带状电极、附加不通电焊丝等工艺措施。但无论如何，只要是熔焊，总有部分母材熔入焊缝而引起稀释，另外，还会形成诸如金属间化合物、共晶体等。为了减轻这类不利影响，必须控制和缩短金属在液态或高温固态下的停留时间。

然而，尽管熔焊方法和工艺措施不断改进和完善，却仍然难以解决所有异种金属焊接时的问题，因为金属种类繁多，性能要求又多种多样，接头形式又各不相同，许多情况下还需要采用压焊或其他的焊接方法来解决特定的异种金属接头的焊接问题。

2. 压焊

大多数压焊方法都只将被焊金属加热至塑性状态或甚至不加热，而以施加一定的压力为基本特征。与熔焊相比，在焊接异种金属接头时压焊具有一定的优越性，只要接头形式允许，焊接质量又能满足要求，采用压焊往往是比较合理的选择。压焊时，异种金属交界表面可以熔化，也可以不熔化，但由于有压力的作用，即使表面有熔化金属存在，也会被挤压而排出（如闪光焊和摩擦焊），只有少数情况下压焊后还保留了曾经熔化的金属（如点焊）。

压焊由于不加热或加热温度低，可以减轻或避免热循环对母材金属性能的不利影响，防止产生脆性的金属间化合物。某些形式的压焊甚至能将已产生的金属间化合物从接头中挤压

出去。此外，压焊时也不存在因稀释而引起的焊缝金属性能变化问题。

不过，大多数压焊方法对接头形式是有一定要求的，例如点焊、缝焊、超声波焊必须用搭接接头；摩擦焊时至少有一个工件必须具有旋转体的截面；爆炸焊只适用于较大面积的连接等。压焊设备目前也还不普及。这些无疑地都限制了压焊的应用范围。

3. 其他方法

除熔焊和压焊外，还有一些可以用于异种金属焊接的方法。例如钎焊就是钎料与母材之间的异种金属焊接方法，不过这里所讨论的则是较特殊的钎焊方法。

有一种方法称作熔焊——钎焊，即对异种金属接头中低熔点母材一侧为熔焊，对高熔点母材一侧为钎焊。而且通常是以低熔点母材相同的金属为钎料。因此，钎料与低熔点母材之间就是同种金属的熔焊过程，不存在特殊困难。钎料与高熔点母材之间则是钎焊过程，母材不发生熔化、结晶，可以避免许多焊接性方面的问题，但要求钎料对母材能良好润湿。

另一种方法称作共晶钎焊或共晶扩散钎焊。这是将异种金属接触表面加热到一定温度，使两种金属在接触表面处形成低熔点的共晶体，该低熔点共晶体在此温度下呈液态，实质上成了一种不用外加钎料的钎焊方法。当然，这要求两种金属之间能够形成低熔点的共晶体。异种金属扩散焊时加入中间层材料，在很低压力下加热使中间层材料熔化，或与被焊金属接触形成低熔点共晶体，此时形成的薄层液体，经一定时间的保温过程，使中间层材料全部扩散到母材中并均匀化，就能形成没有中间材料的异种金属接头。这类方法在焊接过程中都会出现少量液态金属。因而又被称作液相过渡焊，他们的共同特点就是接头中不存在铸造组织。

三、焊接异种金属的注意事项

1. 考虑焊件的物理、力学性能和化学成分

(1) 根据等强度的观点，选择满足母材力学性能的焊条，或结合母材的可焊性，改用非等强度而焊接性好的焊条，但考虑焊缝的结构形式，以满足等强度、等刚度要求。

(2) 使其合金成分符合或接近母材。

(3) 母材含 C、S、P 有害杂质较高时，应选择抗裂性能和抗气孔性能较好的焊条。建议选用氧化钛钙型焊条。如果尚不能解决，可选用低氢钠型焊条。

2. 考虑焊件的工作条件和使用性能

(1) 在承受动载荷和冲击载荷的情况下，除保证强度外，对冲击韧性、延伸率均有较高要求，应一次选用低氢型、钛钙型和氧化铁型焊条。

(2) 接触腐蚀介质的，必须根据介质的种类、浓度、工作温度以及区分是一般服饰还是晶间腐蚀等，选用合适的不锈钢焊条。

(3) 在磨损条件下工作时，应区分是一般还是受冲击磨损，是常温还是高温下磨损。

(4) 非常温条件下工作时，应选用相应的保证低温或高温力学性能的焊条。

3. 考虑焊件的集合形状复杂程度，刚度大小，焊接破口的制备情况和焊接位置。

(1) 形状复杂或大厚度的焊件，焊缝金属在冷却时收缩应力大，容易产生裂纹，必须选

用抗裂性能强的焊条，如低氢型焊条，高韧性焊条或氧化铁型焊条。

(2) 受条件限制不能翻转的焊件，需选用能全位置焊接的焊条。

(3) 焊接部位难以清理的焊件，选用氧化性强的，对氧化皮和油污不敏感的酸性焊条，以免产生气孔等缺陷。

4. 考虑施焊工地设备

在没有直流焊机的地方，不宜选用限用直流电源的焊条，而应选用交直流电源的焊条。某些钢材（如珠光体耐热钢）需焊后消除热应力，但受设备条件限制（或本身结构限制）不能进行热处理时。应改用非母材金属材料焊条（如奥氏体不锈钢），可不必焊后热处理。

5. 考虑改善焊接工艺和保护工人的身体健康

在酸性焊条和碱性焊条都可以满足要求的地方，应尽量采用酸性焊条。

6. 考虑劳动生产率 and 经济合理性

在使用性能相同的情况下，应尽量选用价格较低的酸性焊条，而不用碱性焊条，在酸性焊条中又以钛型、钛钙型为贵，根据我国矿藏资源情况，应大力推广钛铁型药皮的焊条。

来源：摘自网络