

WH60A

合金钢构件的焊接

晋城煤业集团机电总厂 (山西 048006) 牛永晨

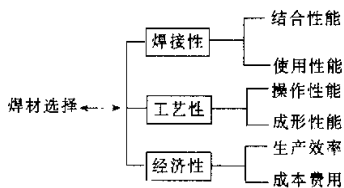
液压支架是机械化采煤中关键性设备之一,其作用是支持和管理采煤工作面、隔离采空区、自动移架和推动输送机,其使用寿命取决于本身结构的质量程度。结构件的质量除使用合理的材料外,其焊接工艺及使用何种焊条或焊丝进行焊接才能保证其质量尤为重要。

在母材和焊接材料共同组成的熔池金属,在高温液态下与熔渣和金属之间发生物理反应、成分偏析,以及随后的凝固结晶等的焊接冶金过程中,由于合金元素的氧化、还原、蒸发等,易造成焊缝金属化学成分、金相组织和各种性能的改变。氧、氮、氢等杂质气体的溶入与析出,可能造成气孔,影响焊缝金属的性能,而熔池结晶时的成分偏析及结晶方式可能导致热裂纹,因而在选用母材后,焊接材料的选择及其工艺方法是最重要的。如果焊接材料与母材匹配不当,不仅可能引起焊接区内的裂纹、气孔等焊接缺陷,而且可能引起脆化、软化或耐腐蚀等性能的变化,从而影响产品的质量。

我厂在 ZZb4000—10/21 放顶煤支架的设计制造中,大量使用 WH60A 合金钢板。该钢种抗拉强度大于 550MPa,屈服强度大于 450MPa,并且与 Q345 (16Mn) 形成异相焊缝居多。技术要求其抗拉强度(焊缝)不能低于 600MPa,由此引出一个问题:在制造过程中选用何种焊接材料?用 H08Mn2SiA 焊丝能否满足焊接要求?与其他焊接材料相比,H08Mn2SiA 焊丝的工艺性和经济性又如何?采取何种工艺措施才能防止焊缝产生裂纹?

1. 焊接材料选用原则

根据前述,选择焊接材料时应考虑的因素如下所示。



其中,结合性能与使用性能是选用焊材的否决因素。对焊缝的力学性能要求,抗拉强度就是由结合性能与使用性能决定的。

其次,在满足焊接性能的前提下,工艺性和经济性也是决定焊材使用的因素。能用 H08Mn2SiA 焊接并能保证其焊接强度,决不用 H10MnSiMo 或其他高强度焊丝进行焊接。

2. 有关焊缝强度的几个概念

(1) 焊缝成分 由焊材熔化金属成分与母材熔化金属成分通过一定的熔合比,在焊接冶金过程的作用下共同形成的焊缝金属成分。

(2) 焊丝成分 指熔敷金属的成分,是焊丝熔化后,完全没有母材参与的情况下,所形成的金属成分。

由此可见:焊缝成分与焊丝成分或熔敷金属的成分是两个完全不同的概念。

(3) 焊丝强度 指熔敷金属的机械强度。焊接材料的牌号中强度标识即指此。

(4) 焊缝强度 一般指焊缝抗拉强度。也就是焊丝熔化金属与母材熔化金属,通过焊接冶金过程所形成的焊缝的抗拉强度。

由此可见:焊丝强度或熔敷金属强度不同于焊缝强度,焊接结构件的强度要求是指焊缝强度。

3. H08Mn2SiA 的焊接强度问题

前述已表明,焊缝强度问题不同于焊丝强度。习惯上,在焊接材料的选择中,一般都按焊丝强度也就是熔敷金属强度来考虑焊接材料的选用。实际上,由于焊接冶金作用,焊缝金属强度要远远高于焊丝强度。

用 H08Mn2SiA 焊接 WH60A 钢时的成分变化如表 1 所示。由表 1 可以看出,由于焊接冶金作用,焊缝金属的成分与母材皆有不同,其中焊缝金属的具体成分与焊接时的熔合比有很大关系。焊接电流越大,熔合比越大,焊缝金属越接近母材成分。这也是在 WH60A 等低合金钢焊接时推荐采用大电流的原因。



表 1 用 H08Mn2SiA 焊接 WH60A 钢时的

成分变化情况 (质量分数) (%)

分析对象	C	Si	Mn	Cr	Ti	Nb	Ni	V	S	P
母材 WH60A	0.13	0.26	1.37	0.03	0.003	0.026	0.07	0.049	0.009	0.014
焊丝 H08Mn2SiA	0.1	0.83	2.10	≤0.02	—	—	0.19	—	0.02	0.30
熔敷 金属	0.095	0.78	1.94	0.018	—	—	0.189	—	0.016	0.254
焊缝 金属	0.105	0.54	1.63	0.024	0.002	0.017	0.14	0.026	0.005	0.135

用 H08Mn2SiA 焊接 WH60A 钢时的力学性能变化如表 2 所示。

表 2

分析对象	屈服强度 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 (%)
熔敷金属	390	490	24.5
焊缝金属	512	615	19
母材	490	600	24

由此可见, 用 H08Mn2SiA 焊接 WH60A 时焊缝金属的抗拉强度大于 600MPa, 完全能满足焊接性能的要求。

4. 焊接工艺措施

WH60A 合金钢板除在液压支架底座推移部位使用外, 大部分用于顶梁、掩护梁、前梁及挑梁制造中的主筋板。各结构件中的主筋板其作用是支撑整体顶板压力并将压力传递至液压支柱和底座, 如果该主筋板在焊接时出现质量问题, 一定会影响支架整体质量, 同时为井下安全生产存在着较大的隐患。因而, 在焊接该主筋板时必须要有较好的工艺保证措施。

焊接裂纹是焊接生产中最普遍而又十分严重的缺陷, 产生裂纹的实质是局部的断裂, 局部断裂必须要有拉应力的作用而产生。焊接过程是一个局部的不均匀的加热和冷却过程, 熔池在结晶过程中必然会受到拉应力的作用, 因此, 焊接熔池在结晶过程中就具备了产生裂纹的力学条件。当熔池开始冷却结晶时, 就受到拉应力的作用, 但这时晶粒刚生

成, 液体金属比较多, 流动性还比较好, 可以在晶粒间自由流动, 而由拉应力造成的晶粒间的间隙都能被液体金属填满, 此时不会产生裂纹。当温度继续下降时, 柱状晶体继续生长, 拉应力也逐渐增大, 这样就会在已结晶的固态金属层间所形成的晶间薄膜内产生空隙, 从而形成裂纹。

根据以上裂纹形成的原因, 及过程分析和对焊接试样分析, 采取以下措施防止裂纹的产生。

(1) 控制焊缝中 S、P、C 杂质。使用焊接材料 H08Mn2SiA, 通过焊接材料过渡 Mn 克服 S 的不良作用, 提高焊缝的抗裂纹能力。

(2) 焊前预热是防止生成裂纹的有效措施, 其作用是通过减小焊接熔池的冷却速度来减小焊接应力。

(3) 焊前严格清除焊件焊接区和焊接材料上的污染物。

(4) 控制焊缝形状。为了增大液体金属的流动性, 对焊缝形状宜采用宽而浅的形状。因为窄而深的焊缝, 杂质将集中在柱晶对接的部位, 这种焊缝抵抗应变的能力特别弱, 在较小的拉应力作用下, 就有可能造成焊缝中间的裂纹。而浅而宽的焊缝柱晶往上生长, 杂质大部分被推向表面, 拉伸应变集中的现象明显减弱, 焊缝的抗裂性就大为提高。

(5) 防止焊接变形。为了防止焊接变形, 在焊完一道焊缝后, 立即用圆锤锤击焊缝区, 用来降低内应力。

5. 使用 H08Mn2SiA 焊丝焊接抗拉强度大于 600MPa 的低合金高强度钢件的优点

(1) 焊接性好 经以上分析, 焊丝强度与母材强度是等强匹配, 是焊接中最优的组配, 如果使用 H08Mn2SiZrMo 等拟用的焊丝, 属超强匹配, 焊缝强度太高, 远高于母材强度, 延性和韧性随之恶化, 结构件疲劳强度下降。

(2) 工艺性好 一些高强度焊丝在焊接中飞溅严重, 成形不好, 在这方面 H08Mn2SiA 的操作性能与使用性能均优于这些高强度焊丝。

(3) 经济性好 由于 H08Mn2SiA 相对于其他高强度焊丝价格较低, 同时 H08Mn2SiA 操作性好, 在我厂使用已比较成熟。既能提高生产效率, 又能降低生产成本, 因而在本套支架制造中得到了大量使用。

(20021028)