

第八章 液态金属与熔渣的相互作用

1. 比较熔焊与熔炼过程中熔渣作用的异同点。

熔渣对于焊接、合金熔炼的积极作用主要有机械保护作用，冶金处理作用和改善成形工艺性能作用。

在焊接、合金熔炼过程中，熔渣对液态金属的机械保护方面的作用是相同的，熔渣比重轻于液态金属高温下浮在液体表面，避免液态金属中合金元素氧化烧损，防止气相中氮氢氧硫溶入，减少液态金属散热损失。

而在熔焊过程中，熔池凝固后，熔渣凝固形成渣壳，覆盖在焊缝上，还可继续保护处在高温下焊缝金属免受空气的有害作用。

在熔渣的冶金处理作用方面，熔焊过程和合金熔炼过程中，均可利用熔渣与液态金属之间发生物化反应，去除金属中有害杂质，如脱氧、脱硫、脱磷，去氢等，熔渣还可以起到吸附或溶解液态金属中非金属夹杂物作用。而在熔焊过程，还可以通过熔渣向熔缝中过度合金。

在熔焊过程中，熔渣还有改善焊缝成形性的作用，适当熔渣对电弧引燃，稳定燃烧，减少飞溅，改善脱渣性能及焊接外观成形等焊接工艺有利

2. 由熔渣的离子理论可知，液态碱性中自由氧离子的浓度远高于酸性渣，这是否意味着碱性渣的氧化性要比酸性渣更强？为什么？

答：不一定比酸性渣强。因为离子理论把液态熔渣中自由氧离子的浓度定义为碱度。渣中自由氧离子的浓度越大，其碱度就越大，虽然液态碱性渣中自由氧离子的浓度远大于酸性渣，但是它不一定与熔渣中的某些物质反应，进而不能体现出其具有氧化性，而酸性渣则可以，熔渣的氧化性通常是用渣中含有最不稳定的氧化物 FeO 的高低及该氧化物在熔渣中的活度来衡量的。

3. 本章介绍了熔渣的哪些物理性能？这些性能与熔渣的组成或碱度有什么联系？

答：1) 主要介绍了熔渣的凝固温度和密度，熔渣的粘度，熔渣的表面张力及界面张力及性能。

1) 熔渣的凝固温度和密度主要取决于熔渣的成分，以一定比例构成的复合渣可使凝固温度大大降低，一般保持熔渣熔点低于金属熔点 100~200 摄氏度，熔渣的粘度与它的化学成分有关，含 SiO_2 多的渣粘度大，含 TiO_2 多的熔渣粘度小，熔渣表面张力主要取决于与熔渣组元间化学键键能，酸性渣一般为共价键，表面张力小，碱性渣多为离子键，表面张力大，碱度大，表面张力大。

4. 熔渣的物理性能对熔焊质量有什么影响？

答：1) 熔渣的熔点过高，在金属熔炼和熔焊的过程中，将不能均匀覆盖在液态金属表面，保护效果差，还会影响焊缝外观成型，产生气孔和夹杂，一般熔渣熔点低于焊件熔点 100~200 摄氏度。

2) 熔渣密度影响熔渣与液态金属间的相对位置与相对速度, 要保证熔渣与金属密度接近防止形成夹杂。

- 2) 熔渣的粘度越小, 流动性越好, 扩散越容易对冶金反应进行有利, 焊接工艺要求出发, 焊接熔渣粘度不能过小, 否则容易流失, 影响熔池在全位置焊时的成形和保护。
- 3) 熔渣的表面张力与液态金属间界面张力对于冶金过程动力学及液态金属中熔渣等杂质相的排出有重要影响。它还影响到熔渣对液态金属的覆盖性能, 并由此影响隔离保护效果及焊缝外观成型。

5. 1600 摄氏度时, 炼钢熔池中熔渣的成分为:

氧化物	Cao	Mgo	Mno	Feo	Fe2O3	SiO2	P2O5
重量 (%)	46.59	3.2	5.68	13.82	4.47	24	2.24

钢水含氧 0.07%, 问熔渣对钢水而言是氧化渣还是还原渣?

$$\text{解: } W(\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5) = 26.24\%$$

$$W(\text{Cao} + \text{Mgo} + \text{Mno}) = 55.47\%$$

查图 8-4 得: Feo 的碱度系数为 0.65

$$\text{Lg}[\%O]_{\text{max}} = -6320/T + 2.734$$

$$\text{当 } T=1600 \text{ 时, } [\%O]_{\text{max}} = 0.23$$

$$\text{因为 } [\%O] = [\%O]_{\text{max}} * 0.65 = 0.23 * 0.65 = 0.15$$

在 1600 摄氏度时熔渣与液态金属构成的系统达到平衡时的液态金属中含氧量为 0.15%, 而实际中钢水含氧 0.07% < 0.15%, 固熔渣对钢水而言是氧化渣。

6. 为什么 Feo 在碱性渣中活度系数比在酸性渣中大? 这是否说明碱性渣的氧化性高于酸性渣? 为什么?

答: 1) 渣中 SiO₂、TiO₂ 等酸性氧化物较少, Feo 大部分以自由态存在, 即 Feo 在渣中活度系数比在酸性渣中大。

2) 但这并不能说明碱性渣 的氧化性大于酸性渣

3) 虽然碱性渣中 FeO 的活度系数大, 但碱性渣中 FeO 的含量并不高, 因此碱性渣对液态金属的氧化性比酸性渣小

7. 冶炼与熔焊过程中熔渣的氧化性强会造成什么不良的后果?

答: 熔渣氧化性强, 渣中的 FeO 更易向金属中扩散, 使液态金属中增氧, 熔炼液态金属增氧容易侵蚀炉衬, 焊缝中增氧可能产生气孔等缺陷。

8. 采用碱性焊条施焊时, 为什么要求严格清理去焊件坡口表面的铁锈和氧化皮, 而用酸性焊条施焊或 max CO₂ 焊时对焊前清理的要求相对较低?

答: 这种现象可以用熔渣的分子理论来解释。碱性渣中 SiO₂、TiO₂ 等酸性氧化物较少, FeO 大部分以自由状态存在, 即 FeO 在渣中的活度系数大, 因而容易向金属中扩散, 使液态金属中增氧。所以在碱性焊条药皮中一般不加入含 FeO 的物质, 并要求焊接时严格清除在焊件表面上的氧化皮和铁锈, 否则将使焊缝增氧并可能产生气孔等的缺陷。而在酸性渣中, SiO₂、TiO₂ 等的酸性氧化物较多, 它们能与 FeO 形成复杂的化合物 (如 FeO·SiO₂), 使自由的 FeO 减少, 故在熔渣中 FeO 含量相同的情况下, 扩散到金属中的氧较少, CO₂ 焊采用

Mn,Si 沉淀脱氧，CO₂ 焊脱氢能力强，所以用酸性焊条施焊或 CO₂ 焊时对焊前清理的要求相对较低。

9 试比较表 8-1 中各种焊接熔渣的氧化性强弱。

表8-1 焊接熔渣的化学成分举例

焊条或 焊剂类 型	熔渣化学成分 (%)										熔渣碱度	
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaF ₂	B ₁	B ₂
钛型	23.4	37.7	10.0	6.9	11.7	3.7	0.5	2.2	2.9	—	0.43	-2.0
钛钙型	25.1	30.2	3.5	9.5	13.7	8.8	5.2	1.7	2.3	—	0.76	-0.9
钛铁矿 型	29.2	14.0	1.1	15.6	26.5	8.7	1.3	1.4	1.1	—	0.88	-0.1
氧化铁 型	40.4	1.3	4.5	22.7	19.3	1.3	4.6	1.8	1.5	—	0.60	-0.7
纤维素 型	34.7	17.5	5.5	11.9	14.4	2.1	5.8	3.8	4.3	—	0.60	-1.3
低氢型	24.1	7.0	1.5	4.0	3.5	35.8	—	0.8	0.8	20.3	1.86	0.9
HJ431	40~44	—	≤4	≤1.8	34~38	≤6	5~8	—	—	3~7	0.43~0.81	-3.0~0.21
HJ250	18~22	—	18~23	≤1.5	5~8	4~8	12~16	—	—	23~30	0.87~1.59	-0.044~0.984

由比较可知。酸性焊条中 SiO₂、TiO₂ 含量较多，FeO，MnO 等强氧化物含量较多，低氢型焊条又称碱性焊条中，CaF₂ 含量较多。

10.有人说：“焊接过程中熔渣对液态金属的氧化反应比熔炼过程剧烈，但反应程度不如熔炼时彻底。”你认为这句话对吗？请说明原因。

答：这句话是对的。因为熔焊时由于熔渣在高温状态下的存在时间短暂，因此扩散氧化程度一般远不能达到平衡状态，而熔炼过程中的扩散氧化进行的较充分。