

说明书摘要

本发明属于热喷涂材料领域，具体涉及一种抗高温耐腐蚀喷涂材料，所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、活性元素 0.1-5%、Ni 余量。本发明中 Si 原子半径小，可增加氧化物致密性，抵抗硫酸盐的腐蚀，并且可与待喷涂的基体合金材料中的碳发生反应生成碳化硅，提高高温耐腐蚀性能；Zr 会优先于 Cr 与基体材料中的碳反应形成碳化物，减少体系中 Cr 因与碳反应生成 Cr_{23}C_6 而消耗过多，可以减少因 Cr_2O_3 含量降低而使氧化膜疏松，进而影响高温耐腐蚀性能的情况，还能尽量避免因局部铬贫化而导致耐晶间腐蚀性能下降；制备过程中氮气可与 Ti、Si、B 等形成坚硬的氮化物，钉扎在晶界处，阻止奥氏体晶粒长大、变形，提高奥氏体稳定性，进而提高耐高温腐蚀性和耐磨性。

摘要附图

权利要求书

1. 一种抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、活性元素 0.1-5%、Ni 余量。
2. 如权利要求 1 所述的抗高温耐腐蚀喷涂材料，其特征在于：所述活性元素为 Fe、Mn、Si、Zr、V、Mo、B 中的一种或几种。
3. 如权利要求 2 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Fe 0.1-0.5%、Mn 0.5-1%、Si 0.5-1%、Ni 余量。
4. 如权利要求 2 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Si 0.5-1%、Zr 1-2%、Ni 余量。
5. 如权利要求 2 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Zr 1-2%、V 0.1-0.5%、B 1-2%、Ni 余量。
6. 如权利要求 2 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Zr 1-2%、Mo 0.1-0.5%、Ni 余量。
7. 如权利要求 2 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Si 0.1-0.5%、Zr 1-2%、B 1-2%、Ni 余量。
8. 如权利要求 1 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，其特征在于：所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Si 0.1-0.5%、Zr 1-2%、Mo 0.1-0.5%、B 0.1-0.5%、Ni 余量。
9. 如权利要求 1-8 任一项所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材的制备方法，其特征在于：具体步骤为：
 - (1) 在氮气与氩气的混合气氛中，按比例将各原料组分熔炼，保温 1-5h，然后浇注成合金锭；
 - (2) 将合金锭加热到 1100-1200℃，锻造成 50×50mm 的坯料，冷却至室温；
 - (3) 在 1100-1250℃下，将锻造好的坯料在旋锻机上旋锻成直径为 1.6-2mm 的丝材；
 - (4) 通过酸洗去除丝材表面的氧化皮和锈蚀物；
 - (5) 将丝材进行 1100℃去氢退火处理。
10. 如权利要求 9 所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材的制备方法，其特征在于：所述步骤(1)中氮气与氩气的混合气氛中氮气与氩气的体积比为 1:4-8。

一种抗高温耐腐蚀热喷涂丝材及其制备方法

技术领域

本发明属于热喷涂材料领域，具体涉及一种抗高温耐腐蚀热喷涂丝材及其制备方法。

背景技术

锅炉四管（水冷壁管、过热器管、再热器管和省煤器管）涵盖了锅炉的全部受热面，它们内部承受着工质的压力和一些化学成分的作用，外部承受着高温，侵蚀和磨损的环境影响，在水与火之间调和，是矛盾集中的所在，所以很容易发生失效和泄漏问题。四管泄漏事故多，不仅对机组的稳定运行构成了严重威胁，影响发电指标的完成和导致经济效益降低，而且还直接影响到电网的正常调度。

煤粉锅炉受热面的飞灰磨损和机械磨损，是影响锅炉长期安全运行的主要原因，长时间手磨损而变薄的管壁，由于强度降低造成管子泄露。此外，灰中的碱金属在高温下生化，与烟气中的 SO_3 生成复合硫酸盐，凝结在管壁上，破坏管壁表面的氧化膜，即发生高温腐蚀。因此，提高锅炉四管表面的耐磨性、抗高温耐腐蚀性能以及耐硫酸盐腐蚀性能极为重要。

发明内容

为了解决锅炉四管因受磨损和腐蚀而发生泄漏的问题，本发明公开了一种抗高温耐腐蚀热喷涂丝材及其制备方法，该热喷涂丝材具有耐磨损、抗高温耐腐蚀性能以及耐硫酸盐腐蚀的良好性能。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种抗高温耐腐蚀热喷涂丝材，所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、活性元素 0.1-5%、Ni 余量。

优选地，上述活性元素为 Fe、Mn、Si、Zr、V、Mo、B 中的一种或几种。

优选地，上述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Fe 0.1-0.5%、Mn 0.5-1%、Si 0.5-1%、Ni 余量。

优选地，上述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Si 0.5-1%、Zr 1-2%、Ni 余量。

优选地，上述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Zr 1-2%、V 0.1-0.5%、B 1-2%、Ni 余量。

优选地，上述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Zr 1-2%、Mo 0.1-0.5%、Ni 余量。

说明书

优选地，上述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Si 0.1-0.5%、Zr 1-2%、B 1-2%、Ni 余量。

优选地，上述热喷涂丝材中各组分质量百分比为：Cr 45-49%、Ti 2-3%、Si 0.1-0.5%、Zr 1-2%、Mo 0.1-0.5%、B 0.1-0.5%、Ni 余量。

所述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材的制备方法，具体步骤为：

(1) 在氨气与氩气的混合气氛中，按比例将各原料组分熔炼，保温 1-5h，然后浇注成合金锭；

(2) 将合金锭加热到 1100-1200℃，锻造成 50×50mm 的坯料，冷却至室温；

(3) 在 1100-1250℃下，将锻造好的坯料在旋锻机上旋锻成直径为 1.6-2mm 的丝材；

(4) 通过酸洗去除丝材表面的氧化皮和锈蚀物；

(5) 将丝材进行 1100℃去氢退火处理。

优选地，上述步骤 (1) 中氨气与氩气的混合气氛中氨气与氩气的体积比为 1:4-8。

本发明具有如下的有益效果：(1) 本发明中含有较多的 Cr 和 Ni 元素，可以形成稳定的奥氏体组织，固溶更多的合金元素，进一步提高体系的稳定性；

(2) 本发明中添加的 Si 一方面具有较小的原子半径，可以向氧化区域扩散参加反应，进而增加氧化物的致密性，进一步提高防腐性能，能够显著抵抗硫酸、硫酸盐的腐蚀；另一方面可以与待喷涂的基体合金材料中的碳发生反应生成碳化硅，而碳化硅是一种超硬物质，本身具有润滑性，并且耐磨损，为原子晶体，高温时抗氧化，还能抵抗冷热冲击，也有助于提高高温耐腐蚀性能；

(3) 本发明中的 Zr 为强碳化物形成元素，会优先于 Cr 与基体材料中的碳反应形成碳化物，减少体系中 Cr 因与碳反应生成 $Cr_{23}C_6$ 而消耗过多，这不仅可以减少因 Cr_2O_3 含量降低而使氧化膜疏松，进而影响高温耐腐蚀性能的情况，还能尽量避免因局部铬贫化而导致耐晶间腐蚀性能下降的情况。此外，Zr 不会像 Ti 那样容易氧化和氮化，因此，与单独加入 Ti 相比，Zr 的加入可以确保对碳的固定，以减少碳的负面影响；

(4) 本发明中 Mo 的加入可以提高涂层在氧化性介质和还原性介质中的耐蚀性；

(5) 本发明所制备的丝材中含有大量的 Cr 和 Ni，热喷涂成涂层后会形成奥氏体组织，氮气可以与 Ti、Si、B 等形成氮化物，这些氮化物都非常坚硬，它们不仅可以钉扎在奥氏体晶界处，从而阻止奥氏体晶粒的长大、变形，提高奥氏体的稳定性，进而提高热喷涂涂层的耐高温腐蚀性能，还可以提高涂层的耐磨性；

(6) 本发明中不含稀土元素，成本低。

说明书

具体实施方式

现在结合实施例对本发明作进一步详细的说明。

实施例 1

一种抗高温耐腐蚀热喷涂丝材,所述热喷涂丝材中各组分质量百分比为:Cr 45%、Ti 2.5%、Fe 0.3%、Mn 0.7%、Si 1%、Ni 余量。

述的抗高温耐腐蚀热喷涂丝材的制备方法,具体步骤为:

- (1) 在氨气与氩气的混合气氛中,按比例将各原料组分熔炼,保温 1-5h,然后浇注成合金锭;
- (2) 将合金锭加热到 1100-1200℃,锻造成 50×50mm 的坯料,冷却至室温;
- (3) 在 1100-1250℃下,将锻造好的坯料在旋锻机上旋锻成直径为 1.6-2mm 的丝材;
- (4) 通过酸洗去除丝材表面的氧化皮和锈蚀物;
- (5) 将丝材进行 1100℃去氢退火处理。

其中,步骤(1)中氨气与氩气的体积比为 1:4。

实施例 2-6 及对比例 1-6 的各组分及其重量份用量详见表 1。

表 1

项目	实施例					对比例					
	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Cr	47	49	46	48	47	47	47	46	48	47	47
Ti	3	2	3	2.5	2	3	3	3	2.5	3	3
Fe											
Mn											
Si	1			0.5	0.4	-	1		0.5	1	1
Zr	1	1.5	2	2	2	1	-	2	2	1	1
V		0.2									
Mo			0.5		0.5			-			
B		1		1	0.3				-		
Ni	余量	余量	余量								
氨气与氩气体积比	1:6	1:5	1:8	1:7	1:6	1:6	1:6	1:8	1:7	0	1:15

表 2 为实施例 1-6 及对比例 1-6 所制备热喷涂丝材的力学性能。

表 2

项目	实施例						对比例					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
抗拉强度/MPa	614.2	627.8	590.3	598.4	601.1	621.0	546.1	550.3	537.6	588.6	578.4	535.0
屈服强度/MPa	428.1	438.6	403.7	409.8	415.4	410.9	413.6	419.1	401.5	408.4	431.7	410.3
显微硬度/HV	383.5	389.1	370.4	378.6	388.0	391.2	321.4	330.1	325.5	327.1	301.7	402.6

用实施例 1-6 及对比例 1-6 所制备热喷涂丝材在锅炉四管常用的 304 不锈钢表面制备涂

说明书

层，喷涂过程中能稳定持续送丝，无断丝现象，表 3 为所制备涂层的各项性能。

表 3

项目	实施例						对比例					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
涂层硬度/HV	805	816	799	790	820	832	761	786	779	753	773	810
结合强度/MPa	60.1	68.2	61.7	65.3	63.6	61.4	56.7	63.0	61.3	62.6	67.5	53.4
涂层孔隙率/%	1.02	1.11	1.35	1.30	1.08	1.10	2.71	1.57	1.42	1.20	1.12	2.11
相对耐磨性(与 TAF A 公司 45CT 涂层比较)/倍	1.8	2.1	1.4	1.2	1.6	1.7	1.23	1.15	1.00	1.28	1.10	1.72
耐热腐蚀性能/mg/cm ²	6.2	5.8	6.6	6.8	6.0	5.9	7.6	7.3	7.1	6.8	8.6	6.9

其中，耐热腐蚀性能是在 1000℃下 100h 后的测试结果。

以上述依据本发明的理想实施例为启示，通过上述的说明内容，相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内，进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容，必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

