



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101818298 B

(45) 授权公告日 2012.03.28

(21) 申请号 201010177246.8

审查员 张辉

(22) 申请日 2010.05.20

(73) 专利权人 什邡市明日宇航工业股份有限公司

地址 618400 四川省德阳市什邡市经济开发区(灵杰园区)

(72) 发明人 胡鑫 王振强 黄克忠 李峰
李鹏

(74) 专利代理机构 北京兆君联合知识产权代理
事务所(普通合伙) 11333

代理人 初向庆

(51) Int. Cl.

C22C 37/10(2006.01)

C22C 1/02(2006.01)

B22D 1/00(2006.01)

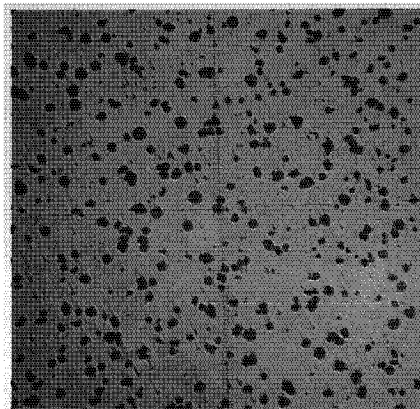
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金

(57) 摘要

本发明涉及一种耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金。具体地说,本发明涉及一种中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:2.0-3.5%;Si:4.0-6.5%;Mo:0.6-1.5%;P:0.01-0.05%;S:0.01-0.03%;Cr:0.05-0.1%;Ni:0.1-0.3%;Co:0.05-0.1%;和余量的Fe。本发明还涉及制造本发明所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金的方法、本发明所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金在制造铸铁件中的用途、以及包括本发明所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金的铸铁件。本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有优异的铸造及耐蚀性能,高的强度、韧性以及良好的机械加工性,由于减少了Cr的消耗量,是环境友好型的理想材料。



1. 一种耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其组成为:
C:2.2-3.5%;
Si:4.0-6.5%;
Mo:0.6-1.5%;
P:0.01-0.05%;
S:0.01-0.03%;
Cr:0.05-0.1%;
Ni:0.1-0.3%;
Co:0.05-0.1%;和
余量的Fe。
2. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:4.2-6.5%的Si。
3. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.7-1.5%的Mo。
4. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.015-0.05%的P。
5. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.01-0.028%的S。
6. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.05-0.09%的Cr。
7. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.12-0.3%的Ni。
8. 根据权利要求1的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.05-0.09%的Co。
9. 根据权利要求2-8任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其组成为:C:2.5-3.5%;Si:4.25-6.25%;Mo:1.0-1.5%;P:0.02-0.05%;S:0.01-0.02%;Cr:0.05-0.08%;Ni:0.15-0.3%;Co:0.05-0.075%;和余量的Fe。
10. 根据权利要求9的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其组成为:C:2.75-3.25%;Si:4.75-5.75%;Mo:1.2-1.5%;P:0.025-0.045%;S:0.01-0.016%;Cr:0.055-0.075%;Ni:0.2-0.28%;Co:0.055-0.065%;和余量的Fe。
11. 一种耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,
其组成为:C:3.05%;Si:5.23%;Mo:1.35%;P:0.035%;S:0.012%;Cr:0.066%;
Ni:0.23%;Co:0.061%;和余量的Fe,或者
其组成为:C:3.5%;Si:6.48%;Mo:1.45%;P:0.05%;S:0.028%;Cr:0.101%;Ni:
0.29%;Co:0.051%;和余量的Fe,或者
其组成为:C:3.55%;Si:4.23%;Mo:1.45%;P:0.02%;S:0.021%;Cr:0.05%;Ni:
0.31%;Co:0.051%;和余量的Fe,或者
其组成为:C:2.55%;Si:6.26%;Mo:1.04%;P:0.048%;S:0.011%;Cr:0.081%;
Ni:0.16%;Co:0.074%;和余量的Fe,或者

其组成为 :C :2.77% ;Si :5.73% ;Mo :1.22% ;P :0.046% ;S :0.011% ;Cr :0.076% ;
Ni :0.21% ;Co :0.066% ;和余量的 Fe, 或者

其组成为 :C :3.23% ;Si :4.77% ;Mo :1.55% ;P :0.021% ;S :0.0161% ;Cr :0.056% ;
Ni :0.28% ;Co :0.054% ;和余量的 Fe, 或者

其组成为 :C :3.11% ;Si :5.27% ;Mo :1.32% ;P :0.025% ;S :0.011% ;Cr :0.064% ;
Ni :0.25% ;Co :0.067% ;和余量的 Fe。

12. 权利要求 1 至 11 任一项所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金在制造铸铁件中的用途。

13. 一种铸铁件, 其包括权利要求 1 至 11 任一项所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金。

一种耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金

技术领域

[0001] 本发明属于合金铸造技术领域,具体涉及一种耐蚀铸铁合金新材料,特别涉及一种耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金及其制造方法。

背景技术

[0002] 目前,在造船、电厂等工业中,管道、泵体、阀门等各种铸铁件经常在大气、海水及酸碱盐等介质中工作,在工作中常因腐蚀而失效,需要具备较高的耐蚀性能。在电介质溶液中,石墨的电极点位最高,渗碳体次之,铁素体最低。石墨和渗碳体是阴极,铁素体是阳极,组成微电池,因此铁素体将不断被溶解,产生严重的电化学腐蚀。

[0003] 中国专利申请公开 CN1727508(申请号 200510017821.7,公开日 2006年02月01日)公开了一种耐海水腐蚀的合金铸铁,它以重量百分比为单位,含有镍 Ni 0.8~3.2,铬 Cr 0.6~1.2,硅 Si 1.2~2.2,碳 C 2.8~3.4,锰 Mn 0.5~1.2,铜 Cu 0.4~0.8,锑 0.1~0.4,杂质控制在硫 $S \leq 0.12$,余量为铁 Fe,据说该发明的耐海水腐蚀的合金铸铁,适用于制造水利、水电工程的闸门、闸门槽等设备,在海水中的使用性能超过不锈钢,其强度、韧性和加工性能能满足水工设施的使用要求,具有较好的耐腐蚀性能和较强的机械性能。

[0004] 中国专利申请公开 CN1101683(申请号 93118529.7,公开日 1995年04月19日)公开了一种耐海水腐蚀的合金铸铁,适用于制造水利、水电工程的闸门、闸门槽等设备,其特征在于含有镍、铬、锰、硅、碳、铜,据说用该合金铸铁制造的水工设备,在海水中使用性能超过不锈钢,其强度、韧性和加工性均能满足水工设施的使用要求。

[0005] 中国专利申请公开 CN101225496(申请号 200810014098.0,公开日 2008年07月23日)公开了一种耐海水腐蚀的低合金铸铁,主要用于制作海水水工工程部件,以重量百分比为单位,它含有镍 Ni 0.6-1.6,铬 Cr 1.5-3.0,硅 Si 1.8-2.8,碳 C 2.8-3.6,锰 Mn 0.6-1.0,铜 Cu 1.5-3.0,稀土元素 RE 0.1-0.3,铝 Al ≤ 0.4 ,锑 Sb ≤ 0.1 ,杂质 P ≤ 0.12 ,杂质 S ≤ 0.06 ,余量为铁 Fe,据认为该发明的海水工程用耐蚀铸铁考虑了铬、镍、铜等提高铸铁耐蚀性的合金元素的综合作用,在减少镍含量降低了成本的情况下,这种耐海水腐蚀铸铁的耐蚀性能不低于镍铬系合金耐蚀铸铁的耐蚀性能。

[0006] 中国专利申请公开 CN101519749(申请号 200810014684.5,公开日 2009年09月02日)公开了一种耐锈蚀、抗磨损海水泵叶轮的铸铁材料,各组份和重量百分比为:18~20%的镍;8~10%的铜;5~6%的铬;4~5%的钛;余量为铁,据说该发明铸铁材料的金相组织结构得到明显改变。

[0007] 中国专利申请公开 CN CN1051593(申请号 89107331.0,公开日 1991年05月22日)公开了一种低铬中硅钼铁素体球墨铸铁合金,其化学成份(以重量百分数计算)为:C:2.0~3.0%;Si:4.5~6.0;Mo 0.8~1.6%;Mn:0.06~0.17%;Cr:0.2~0.4%;P:0.03~0.07%;S:0.004~0.02%;Re:0.04~0.07%;Mg:0.03~0.05%;其余为 Fe,据说该发明合金具有较好的高温抗拉强度和抗冷、热脆性以及抗氧化能力,机械加工性能良好。

[0008] 然而,普通中硅钼耐蚀铸铁硬度很高,具有较好的高温抗拉强度和抗冷、热脆性以及抗氧化能力,但机械加工性能差,吸气性大,线收缩和内应力较大,铸造时易于开裂,耗 Cr 量太多,对环境造成很大污染。因此,开发一种新的耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金材料并克服上述缺陷,仍是本领域技术人员亟待解决的研究课题。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于解决普通中硅钼耐蚀铸铁的不足,提供的一种具有良好的高温抗拉强度和抗冷、热脆性以及抗氧化能力,并且机械加工性、吸气性、线收缩和内应力特征良好,铸造容易、耗 Cr 量较低、环境友好的耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金材料。

[0010] 本发明人令人意外地发现,通过将中硅钼镍钴球墨铸铁合金材料中的镍增加,并减少其中的铬,同时加入钴元素,由此获得的合金具有具有具有良好的高温抗拉强度和抗冷、热脆性以及抗氧化能力,并且机械加工性、吸气性、线收缩和内应力特征良好,是一种铸造容易、耗 Cr 量较低、环境友好的耐蚀中硅钼镍钴球墨铸铁合金材料。本发明基于上述发现而得以完成。

[0011] 本发明第一方面提供了一种中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:

[0012] C:2.0-3.5%;

[0013] Si:4.0-6.5%;

[0014] Mo:0.6-1.5%;

[0015] P:0.01-0.05%;

[0016] S:0.01-0.03%;

[0017] Cr:0.05-0.1%;

[0018] Ni:0.1-0.3%;

[0019] Co:0.05-0.1%;和

[0020] 余量的 Fe。

[0021] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:2.2-3.5%、2.4-3.5%、2.6-3.5%、2.8-3.5%、2.0-3.3%、2.0-3.2%、2.0-3.1%、2.2-3.3%、2.4-3.2%、2.6-3.1%、2.8-3.1%、2.9-3.1%、或约 3.05%的 C(碳)。

[0022] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:4.2-6.5%、4.4-6.5%、4.6-6.5%、4.8-6.5%、5.0-6.5%、4.0-6.3%、4.0-6.2%、4.0-6.0%、4.0-5.8%、4.0-5.6%、4.0-5.4%、4.1-6.4%、4.2-6.3%、4.3-6.2%、4.4-6.1%、4.5-6.0%、4.6-5.9%、4.7-5.8%、4.8-5.7%、4.9-5.6%、5.0-5.5%、或约 5.25%的 Si(硅)。

[0023] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.7-1.5%、0.8-1.5%、0.9-1.5%、1.0-1.5%、0.6-1.45%、0.6-1.4%、0.7-1.45%、0.8-1.4%、0.9-1.4%、1.0-1.4%、或约 1.35%的 Mo(钼)。

[0024] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.015-0.05%、0.02-0.05%、0.025-0.05%、0.03-0.05%、0.01-0.045%、0.01-0.04%、0.01-0.035%、0.015-0.045%、0.02-0.04%、0.025-0.04%、0.03-0.04%、

或约 0.035% 的 P(磷)。

[0025] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.01-0.03%、0.011-0.03%、0.012-0.03%、0.01-0.028%、0.01-0.026%、0.01-0.024%、0.01-0.022%、0.01-0.02%、0.01-0.018%、0.01-0.016%、0.01-0.014%、0.011-0.028%、0.0115-0.026%、0.0115-0.024%、0.0115-0.022%、0.0115-0.02%、0.0115-0.018%、0.0115-0.014%、或约 0.012% 的 S(硫)。

[0026] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.05-0.1%、0.052-0.1%、0.054-0.1%、0.056-0.1%、0.058-0.1%、0.06-0.1%、0.05-0.09%、0.05-0.085%、0.05-0.08%、0.05-0.075%、0.05-0.07%、0.055-0.09%、0.06-0.08%、或约 0.065% 的 Cr(铬)。

[0027] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.1-0.3%、0.12-0.3%、0.14-0.3%、0.16-0.3%、0.18-0.3%、0.2-0.3%、0.1-0.28%、0.1-0.26%、0.1-0.25%、0.1-0.24%、0.12-0.28%、0.14-0.26%、0.16-0.25%、0.18-0.25%、0.2-0.25%、或约 0.23% 的 Ni(镍)。

[0028] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:0.05-0.1%、0.052-0.1%、0.054-0.1%、0.056-0.1%、0.058-0.1%、0.05-0.09%、0.05-0.08%、0.05-0.07%、0.052-0.09%、0.054-0.085%、0.056-0.08%、0.058-0.075%、0.06-0.07%、或约 0.061% 的 Co(钴)。

[0029] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含平衡量的 Fe(铁)。在本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金的一个实施方案中,所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金包含 C、Si、Mo、P、S、Cr、Ni、Co、和余量的 Fe。在本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金的一个实施方案中,所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金包含 C、Si、Mo、P、S、Cr、Ni、Co,其余为 Fe。

[0030] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:2.5-3.5%;Si:4.25-6.25%;Mo:1.0-1.5%;P:0.02-0.05%;S:0.01-0.02%;Cr:0.05-0.08%;Ni:0.15-0.3%;Co:0.05-0.075%;和余量的 Fe。在一个实施方案中,所述的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:2.5-3.5%;Si:4.25-6.25%;Mo:1.0-1.5%;P:0.02-0.05%;S:0.01-0.02%;Cr:0.05-0.08%;Ni:0.15-0.3%;Co:0.05-0.075%;其余为 Fe。

[0031] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:2.75-3.25%;Si:4.75-5.75%;Mo:1.2-1.5%;P:0.025-0.045%;S:0.01-0.016%;Cr:0.055-0.075%;Ni:0.2-0.28%;Co:0.055-0.065%;和余量的 Fe。在一个实施方案中,所述的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:2.75-3.25%;Si:4.75-5.75%;Mo:1.2-1.5%;P:0.025-0.045%;S:0.01-0.016%;Cr:0.055-0.075%;Ni:0.2-0.28%;Co:0.055-0.065%;其余为 Fe。

[0032] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:约 3.05%;Si:约 5.23%;Mo:约 1.35%;P:约 0.035%;S:约 0.012%;Cr:约 0.066%;Ni:约 0.23%;Co:约 0.061%;和余量的 Fe。在一个实施方案中,所述的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含:C:约 3.05%;Si:约 5.23%;Mo:约 1.35%;P:约 0.035%;

S :约 0.012% ;Cr :约 0.066% ;Ni :约 0.23% ;Co :约 0.061% ;其余为 Fe。

[0033] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :3.05% ;Si :5.23% ;Mo :1.35% ;P :0.035% ;S :0.012% ;Cr :0.066% ;Ni :0.23% ;Co :0.061% ;和余量的 Fe。

[0034] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :2.0% ;Si :4.0% ;Mo :0.6% ;P :0.01% ;S :0.01% ;Cr :0.05% ;Ni :0.1% ;Co :0.1% ;和余量的 Fe。

[0035] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :3.5% ;Si :6.48% ;Mo :1.45% ;P :0.05% ;S :0.028% ;Cr :0.101% ;Ni :0.29% ;Co :0.051% ;和余量的 Fe。

[0036] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :3.55% ;Si :4.23% ;Mo :1.45% ;P :0.02% ;S :0.021% ;Cr :0.05% ;Ni :0.31% ;Co :0.051% ;和余量的 Fe。

[0037] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :2.55% ;Si :6.26% ;Mo :1.04% ;P :0.048% ;S :0.011% ;Cr :0.081% ;Ni :0.16% ;Co :0.074% ;和余量的 Fe。

[0038] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :2.77% ;Si :5.73% ;Mo :1.22% ;P :0.046% ;S :0.011% ;Cr :0.076% ;Ni :0.21% ;Co :0.066% ;和余量的 Fe。

[0039] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :3.23% ;Si :4.77% ;Mo :1.55% ;P :0.021% ;S :0.0161% ;Cr :0.056% ;Ni :0.28% ;Co :0.054% ;和余量的 Fe。

[0040] 根据本发明第一方面任一项的中硅钼镍钴球墨铸铁合金,按重量百分比计,其包含 :C :3.11% ;Si :5.27% ;Mo :1.32% ;P :0.025% ;S :0.011% ;Cr :0.064% ;Ni :0.25% ;Co :0.067% ;和余量的 Fe。

[0041] 本发明第二方面提供制造本发明第一方面任一项所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金的方法,该方法包括以下步骤 :

[0042] 1) 用 150kg 中频感应炉进行熔炼铁水,熔清后用 SWD-1A 枪式数字测温仪进行测温,控制在 1480-1520℃ 左右 ;

[0043] 2) 加入镍及铬铁炉料及氧化钴,以及其它相应物料 ;

[0044] 3) 用冲入法进行球化处理,球化处理时间约为 2 ~ 3min,浇注时随铁水加入随流孕育球化处理温度 1545 ~ 1565℃,浇注温度 1400 ~ 1430℃。

[0045] 本发明第三方面提供本发明第一方面任一项所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金在制造铸铁件中的用途。

[0046] 根据本发明第三方面任一项的用途,其中所述的铸铁件选自 :管道、泵体、阀门、容器、蒸馏塔。

[0047] 本发明第四方面提供一种铸铁件,其包括本发明第一方面任一项所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金。

[0048] 根据本发明第四方面任一项的铸铁件,其选自 :管道、泵体、阀门、容器、蒸馏塔。

[0049] 根据本发明第四方面任一项的铸铁件,其由本发明第一方面任一项所述中硅钼镍钴球墨铸铁合金制造而成。

[0050] 本发明任一方面或该任一方面的任一项所具有的特征同样适用于其它任一方面或该其它任一方面的任一项。在本发明中,例如,提及“本发明第一方面任一项”时,该“任一项”是指本发明第一方面的任一子方面,在其它方面以类似方式提及时,亦具有相同含义。。

[0051] 下面对本发明的各个方面和特点作进一步的描述。

[0052] 本发明所引述的所有文献,它们的全部内容通过引用并入本文,并且如果这些文献所表达的含义与本发明不一致时,以本发明的表述为准。此外,本发明使用的各种术语和短语具有本领域技术人员公知的一般含义,即便如此,本发明仍然希望在此对这些术语和短语作更详尽的说明和解释,提及的术语和短语如有与公知含义不一致的,以本发明所表述的含义为准。

[0053] 如本文所述的,术语“合金”是指两种或两种以上的金属,或金属与非金属,经熔炼或烧结、或用其它方法组合而成的具有金属特性的物质。“中硅钼镍钴球墨铸铁合金”是指一种具有中高温综合性能和适宜价格的硅钼且加入镍钴元素的石墨呈球状的铸铁合金。

[0054] 如本文所述的,“%”,如未特别指明,是指重量/重量的百分比。

[0055] 如本文所述的,C、Si、Mo、P、S、Cr、Ni、Co 和 Fe 分别是指元素碳、硅、钼、磷、硫、铬、镍、钴和铁。

[0056] 如本文所述的,术语“约”,例如在“约 3.05%的 C(碳)”中所提及的,其表示本领域技术人员可接受的误差范围,例如 $\pm 20\%$ 、 $\pm 15\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、或 $\pm 2\%$ 的误差,该“约”在本文中所具有的上述含义是本领域技术人员可以理解和接受的。

[0057] 如本文所述的,术语“平衡量”或者“余量”是指作为本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金中的基础组分 Fe,其向该合金中加入的量使得本发明合金中的各组分量的总和为 100%。此外,就本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金而言,其还可以含有其它的组分或者杂质,特别是百分量比较小的组分或者杂质,例如铝、铋等,它们对于本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金的性能不会产生不利的影响。

[0058] 本发明是一种中硅钼镍钴球墨铸铁合金材料,其特征是加入了 Ni 代替部分的 Cr,同时加入了 Co 元素,其化学成分为:C:2.0-3.5%;Si:4.0-6.5%;Mo:0.6-1.5%;P:0.01-0.05%;S:0.01-0.03%;Cr:0.05-0.1%;Ni:0.1-0.3%;Co:0.05-0.1%;和余量的 Fe(或者其余为 Fe)。从本发明研究结果可见,本发明合金在铸态的金相组织为:碳主要以球状石墨形态存在,基体为硅铁素体及少量碳化物。

[0059] 本发明的铸铁合金中,Si、Cr、Mo、Cr、Ni 可在铸件表层形成牢固、致密的保护膜,能提高铸铁基体的电极电位,还可以使铸铁得到单相的铁素体,从而显著提高铸铁的耐蚀性,此外,形成了球状石墨也能减少微电池数目,提高铸铁的耐蚀性。同时用 Ni 代替部分的 Cr,减少了 Cr 的消耗量,保护了环境。加入 Co 元素促进了石墨化,显著提高铸铁的熔点,本身可以形成金属间化合物,产生弥散强化效果,并能阻止其他碳化物的聚集长大,提高了铸铁的机械加工性能。

[0060] 本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有优异的铸造及耐蚀性能,高的强度、韧性以及良好的机械加工性,由于减少了 Cr 的消耗量,是环境友好型的理想材料。

附图说明

[0061] 图1为本发明实施例1中硅钼镍钴球墨铸铁合金在100倍光学显微镜下的铸态金相组织照片。从图中结果可见,本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金在铸态的金相组织为:碳主要以球状石墨形态存在,基体为硅铁素体及少量碳化物。

具体实施方式

[0062] 实施例1——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0063] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下:C:3.05%;Si:5.23%;Mo:1.35%;P:0.035%;S:0.012%;Cr:0.066%;Ni:0.23%;Co:0.061%;其余为Fe。

[0064] 制造方法:

[0065] 1) 用150kg中频感应炉进行熔炼铁水,熔清后用SWD-1A枪式数字测温仪进行测温,控制在1480-1520℃左右;

[0066] 2) 加入镍及铬铁炉料及氧化钴,以及其它相应物料;3) 用冲入法进行球化处理,球化处理时间约为2~3min,浇注时随铁水加入随流孕育球化处理温度1545~1565℃,浇注温度1400~1430℃。

[0067] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好,可用于造船工业的耐酸泵,适用于-20℃~+80℃温度条件下输送物理性类似于水的介质,用于输送渣油、扫舱和污水、海水等。

[0068] 实施例2——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0069] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下:C:2.0%;Si:4.0%;Mo:0.6%;P:0.01%;S:0.01%;Cr:0.05%;Ni:0.1%;Co:0.1%;其余为Fe。

[0070] 制造方法:参考实施例1的制造方法进行。

[0071] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0072] 实施例3——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0073] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下:C:3.5%;Si:6.48%;Mo:1.45%;P:0.05%;S:0.028%;Cr:0.101%;Ni:0.29%;Co:0.051%;其余为Fe。

[0074] 制造方法:参考实施例1的制造方法进行。

[0075] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0076] 实施例4——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0077] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下:C:3.55%;Si:4.23%;Mo:1.45%;P:0.02%;S:0.021%;Cr:0.05%;Ni:0.31%;Co:0.051%;其余为Fe。

[0078] 制造方法:参考实施例1的制造方法进行。

[0079] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0080] 实施例5——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0081] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下 :C :2.55% ;Si :6.26% ;Mo :1.04% ;P :0.048% ;S :0.011% ;Cr :0.081% ;Ni :0.16% ;Co :0.074% ;Mg :0.0004% ;其余为 Fe。

[0082] 制造方法 :参考实施例 1 的制造方法进行。

[0083] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0084] 实施例 6——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0085] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下 :C :2.77% ;Si :5.73% ;Mo :1.22% ;P :0.046% ;S :0.011% ;Cr :0.076% ;Ni :0.21% ;Co :0.066% ;其余为 Fe。

[0086] 制造方法 :参考实施例 1 的制造方法进行。

[0087] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0088] 实施例 7——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0089] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下 :C :3.23% ;Si :4.77% ;Mo :1.55% ;P :0.021% ;S :0.0161% ;Cr :0.056% ;Ni :0.28% ;Co :0.054% ;其余为 Fe。

[0090] 制造方法 :参考实施例 1 的制造方法进行。

[0091] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0092] 实施例 8——中硅钼镍钴球墨铸铁合金

[0093] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金重量百分比组成如下 :C :3.11% ;Si :5.27% ;Mo :1.32% ;P :0.025% ;S :0.011% ;Cr :0.064% ;Ni :0.25% ;Co :0.067% ;其余为 Fe。

[0094] 制造方法 :参考实施例 1 的制造方法进行。

[0095] 本实施例的中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有良好的铸造及耐蚀性能、强度高、韧性好、机械加工性好。

[0096] 参照例 1——一种低铬中硅钼铁素体球墨铸铁合金

[0097] 本参照例的低铬中硅钼铁素体球墨铸铁合金重量百分比组成如下 :C :2.88% ;Si :5.09% ;Mo :1.46% ;Mn :0.15% ;P :0.043% ;S :0.007% ;Cr :0.34% ;Mg :0.031% ;RE :0.075% ;其余为 Fe。本合金参考实施例 1 的制造方法制成。

[0098] 参照例 2——一种海水工程用耐蚀铸铁材料

[0099] 本参照例的耐蚀铸铁材料重量百分比组成如下 :C :2.95% ;Si :1.92% ;Mn :0.72% ;P \leq 0.12% ;S \leq 0.06% ;Cr :1.72% ;Ni :0.92% ;Cu :2.45% ;稀土元素 RE :0.15% ;其余为 Fe。利用中频感应炉熔化铁水,在熔化后期加入铁合金,稀土元素用稀土硅铁合金在出炉前加入,出炉温度控制在 1440-1480 摄氏度,出炉时用长效强化孕育剂进行铁水包内强化孕育,并在浇注时进行随流瞬时孕育,浇注温度控制在 1380-1420 摄氏度。

[0100] 试验例 1——性能测试

[0101] 采用本领域常用的性能测试方法对本发明样品进行性能测试。试态为铸态。

[0102] 抗拉强度 (σ_b /MPa) 测试法的原理是根据金属材料受拉力作用时,在断裂前,单位面积上所能承受的最大的载荷。

[0103] 抗弯强度 (σ_{bb} /MPa) 测试法的原理是根据金属材料受弯曲力作用时,在断裂前,单位面积上所能承受的最大的载荷。

[0104] 以上两种测试可在万能材料试验机上进行。

[0105] 硬度 (HB) 测试法的原理是根据用淬硬小钢球或硬质合金球压入金属材料表面,以其压痕面积除加在钢球上的载荷,所得之商,以相应的试验压力,经规定保持时间后即为金属材料的硬度数值。

[0106] 腐蚀率 (mm/a) 测试法的原理是根据金属受到均匀腐蚀时在单位时间内,单位时间内的腐蚀深度,将金属试件置于循环冷却水系统中,测算其被腐蚀之后的失重,以评定金属的腐蚀速度。

[0107] 各样品的性能经测试,结果如表 1 所示。

[0108] 表 1. 合金样品性能测试结果

[0109]

样品	抗拉强度 (σ_b /MPa)	抗弯强度 (σ_{bb} /MPa)	硬度 (HB)	腐蚀率 (mm/a)
实施例 1	326	620	319	0.21
实施例 2	338	637	330	0.14
实施例 3	320	620	316	0.16
实施例 4	328	622	320	0.22
实施例 5	329	621	315	0.16
实施例 6	320	618	318	0.19
实施例 7	321	627	330	0.19
实施例 8	322	629	319	0.15
参照例 1	287	537	227	0.38
参照例 2	315	613	305	0.31

[0110] 各结果为 5 次测试的平均值。

[0111] 从表中结果可见,本发明中硅钼镍钴球墨铸铁合金具有本发明期望的良好性能。

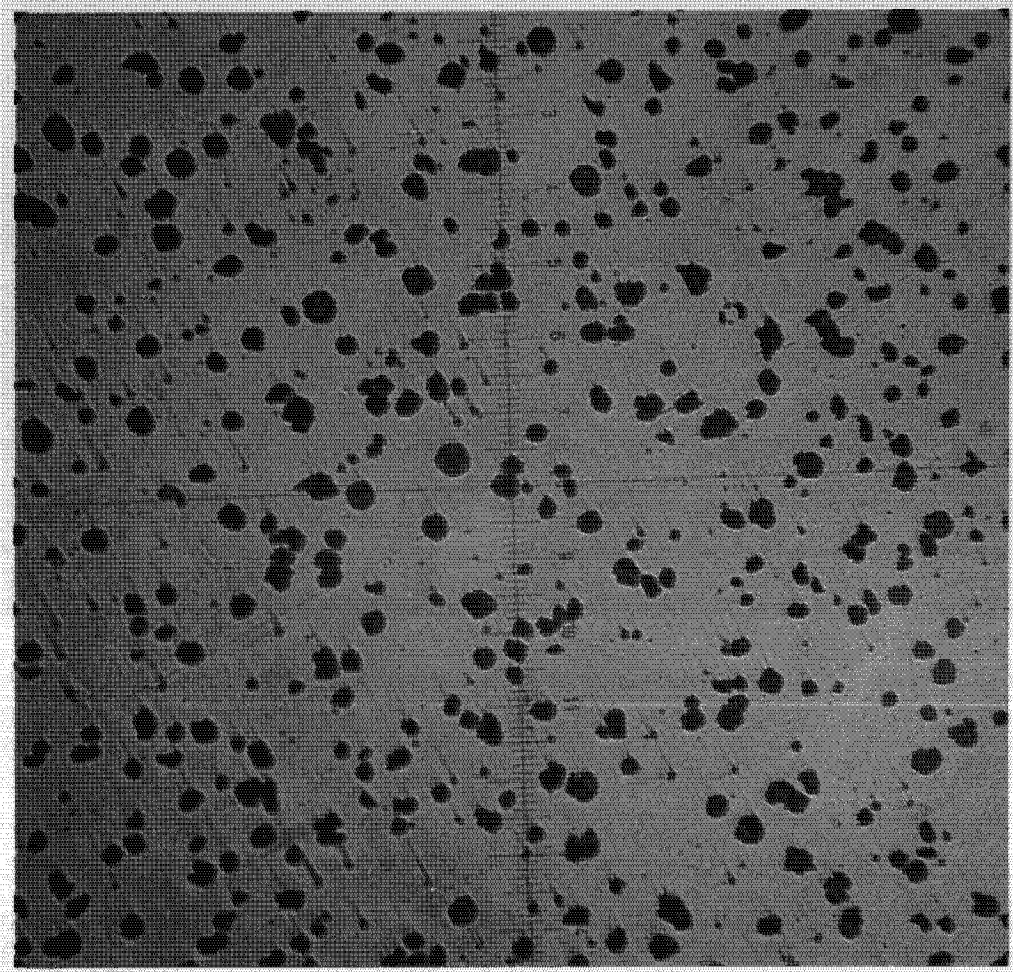


图 1