(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102021500 A
(43)申请公布日 2011.04.20

(21)申请号 201010599043.8

(22)申请日 2010.12.21

(71)申请人 重庆仪表材料研究所
地址 400700 重庆市北碚区龙凤三村 1 号

(72)发明人 王东哲 刘海定 魏捍东 祁宏
万红 段民江 陈登华 黄石祥

(51)Int.Cl.
C22C 38/58(2006.01)
C22C 38/54(2006.01)
C22C 38/50(2006.01)
C22C 38/48(2006.01)
C22C 38/46(2006.01)
C22C 38/44(2006.01)
C22C 33/04(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54)发明名称

一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢

(57)摘要

本发明公开了一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其化学成分按重量百分比计为：C ≤ 0.03；Si ≤ 1.0；Mn ≤ 2.0；Ni：16 ～ 20；Cr：19 ～ 22；N：0.2 ～ 0.35；Mo：6.0 ～ 7.0；Cu ≤ 1.0；Nb ≤ 0.5；V ≤ 0.5；B ≤ 0.1；Zr ≤ 0.1；余量为 Fe。制备方法包括以下步骤：a) 熔炼；b) 锻造；c) 固溶处理。本发明的合金与现有同类型最高性能合金相比，不仅具有良好的力学性能、优异的耐腐蚀性能、具有更佳的加工性能、更高的性价比；因为具有上述更优异的性能，新合金使用范围更广泛、使用寿命更长、使用经济性更好，并能够解决一些其它合金无法解决或解决不好的问题，从而促进相关行业的技术进步和产业发展，带动企业和地区的经济发展，其经济效益和社会效益是显著的。

CN 102021500 A

1. 一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其特征在于：其化学成分按重量百分比计为：C ≤ 0.03；Si ≤ 1.0；Mn ≤ 2.0；Ni：16 ～ 20；Cr：19 ～ 22；N：0.2 ～ 0.35；Mo：6.0 ～ 7.0；Cu ≤ 1.0；Nb ≤ 0.5；V ≤ 0.5；B ≤ 0.1；Zr ≤ 0.1；余量为 Fe。

2. 权利要求 1 所述新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢的制备方法，其特征在于包括以下步骤：

a)、熔炼

按其化学成分的重量百分比称取各组份，合金采用真空感应熔炼，在进行真空感应熔炼时，采用二次精炼工艺；

第一次精炼

向炉内投入底料：Fe、Cr、Mo 和 Ni，在温度高于 1600℃，真空度控制在 15 ～ 25Pa 的条件下熔炼，按 0.6 ～ 0.8min/kg 的时间熔炼；

第二次精炼

第二次精炼采用低温短时精炼，向炉内投入 C、Si、Mn、Cu，加料后进行充分的机械或电磁搅拌，在温度高于 1550℃以上，真空度控制在 10 ～ 20Pa，按 0.4 ～ 0.6min/kg 的时间熔炼；

精炼完成之后，向炉内通入氮气保护，然后缓慢加入氮化锰、氮化铬或氮化铬铁等含氮中间合金中的一种或多种以控制钢中的氮含量；最后缓慢加入 Nb、V、B、Zr 以控制合金的综合性能；

待钢液全部熔化并且成分均匀后，进行快速浇注，浇注温度高于 1450℃；

再经过电渣重熔，重熔时采用 CaF_2-Al_2O_3-CaO-MgO 四元渣系；

重熔温度在 1700±80℃，重熔速度为 0.6 ～ 1.0min/kg，适当控制渣池的深度、电流和电压，以确保重熔过程的稳定，熔炼完毕前须进行热补缩 3 ～ 10 次，最后获得合金锭；

b)、锻造

合金热锻造温度为 950 ～ 1150℃、保温时间为 60 ～ 120 分钟；热轧温度为 1100 ～ 1150℃、保温时间为 45 ～ 90 分钟、锻造比大于或等于 3.5；

c)、固溶处理

合金在冷加工过程中必须适时进行固溶处理以消除冷作硬化，固溶处理制度为保温温度 1100 ～ 1150℃、保温时间 60 ～ 120 分钟、水冷。

一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢

技术领域

[0001] 本发明涉及一种金属材料，特别涉及一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢。

背景技术

[0002] 通常的不锈钢是指在某种环境条件下具有一定抗腐蚀破坏能力的铁基金属结构材料。 Cr 是获得耐腐蚀性的基本元素，除 Cr 外，常用的合金元素还有 Ni、 Mo、 Mn、 Ti、Nb、Cu、N 等。 不同的成分设计可以获得不同的组织和性能，以满足不同用途的需要。 从目前用量最广的奥氏体不锈钢看来，由于具有一定的强度、良好的韧塑性、弱磁性，以及优异的冷热成型性能，在各种工业领域得到了广泛的应用。 世界奥氏体不锈钢的产量和用量一直约占不锈钢总产量及用量的 70％。 奥氏体不锈钢从 18Cr-8Ni 开始，不断发展演变，形成 Cr-Ni（即 300 系）、Cr-Mn-Ni（即 200 系）和高 Cr 高 Ni（或高 Mo）超级不锈钢系列。 300 系是在 18Cr-8Ni 的基础上直接演变的，含有约 18％的 Cr、8％～15％的 Ni、约 0.1％的 C，少量的 Mn、Si 或 Mo 及其它微量元素。 在 300 系的基础上，通过提高 Mn 含量、降低 Ni 含量，添加（或提高）N 含量，可得到 200 系。 对于腐蚀较为苛刻的场合，比如高浓度氯离子介质或海水等环境，普通不锈钢已不能满足使用要求，往往需要选用高 Cr、高 Ni、高 Mo 的超级不锈钢。 超级不锈钢作为介于普通不锈钢与镍基合金之间的佼佼者，Cr 或 Ni 含量一般都达 18 ～ 26％，Mo 含量则达 4 ～ 8％，点蚀当量 PRE(PRE ＝％ Cr+3.3×（％ Mo+0.5×％ W)+16×％ N) 大于 40（甚至大于 42)。 通常将这种 PRE 当量大于 42 的超级不锈钢也称为 6Mo 型不锈钢。 6Mo 型不锈钢最先是由国外开发的（目前国内还没有独立自主知识产权的牌号）。

[0003] 为了获得良好的点蚀能力而开发的具有相对较高 Cr、 Mo 含量的奥氏体不锈钢自 1970 年起就陆续有专利出来，比如美国专利 U.S.Pat.No.3547625、 U.S.Pat.No.3716353 和 U.S.Pat.No.3129120 等，但较高的 Mo 含量会导致不锈钢的热加工性能严重恶化。 1977 年美国专利 U.S.Pat.No.4007038 公布了提高高 Mo 含量、高耐点蚀性不锈钢热加工性能的方法。 不过这期间并没有成功商业牌号推出。 直到 1978 年瑞典 Avesta 公司申报了世界第一个 6Mo 型不锈钢的专利（专利号 U.S.Pat.No.4,078,920)，并在市场上成功推出了 254SMO，在当时高合金不锈钢市场中备受青睐。不过该不锈钢在热加工性能上具有先天不足。1982 年 Carpenter 技术公司申报了 20Mo-6 合金专利（专利号 U.S.Pat.No.4,201,575，实质上是在 20Cb 的基础改进的)，其 Ni 含量高达 33-37％。 1985 年 Allegheny Ludlum 钢铁公司申报 AL-6XN 合金专利（专利号 U.S.Pat.No.4545826)，其 Ni 含量高达 20-30％。 1992 年 Avesta 公司在 254SMO 基础上提高 Cr、Ni、Mo、N 含量，推出了更高级别的合金 654SMO（专利号 U.S.Pat.No.5141705)。 此外 SpecialMetals 公司推出的 25-6Mo、25-5HN 合金也属于超级奥氏体 6Mo 型不锈钢。 上述 6Mo 型不锈钢各有优点，但在同等条件下，254SMO 无疑有较高的性价比，但加工性能较差一定程度上限制了其应用。

[0004] 新合金主要是在现有 6Mo 型不锈钢的基础上优化 Cr、Ni、Mo、Cu、N 含量设计，在保证合金耐腐蚀性能又不提高成本的前提下，适当添加 V、 Nb、 Zr、 B 等元素，

为了显著改善合金的加工性能进行开发研究并获得成功。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是针对现有技术的不足，提供一种不仅具有良好的力学性能、优异的耐腐蚀性能，而且具有更佳的加工性能、更高的性价比，应用范围广泛、使用寿命长的新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢。

[0006] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0007] 一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其特征在于：其化学成分按重量百分比计为：C ≤ 0.03；Si ≤ 1.0；Mn ≤ 2.0；Ni：16 ～ 20；Cr：19 ～ 22；N：0.2 ～ 0.35；Mo：6.0 ～ 7.0；Cu ≤ 1.0；Nb ≤ 0.5；V ≤ 0.5；B ≤ 0.1；Zr ≤ 0.1；余量为 Fe。

[0008] 新合金主要是在现有 6Mo 型不锈钢的基础上优化 Cr、Ni、Mo、Cu、N 含量设计，在保证合金耐腐蚀性能又不提高成本的前提下，适当添加 V、Nb、Zr、B 等元素，为了显著改善合金的加工性能进行开发研究并获得成功。

[0009] 新合金适用于高浓度氯离子介质、海水等苛刻工况环境，主要用来制作板式换热器、烟气脱硫装置、海水处理装置、造纸工业设备、波纹管膨胀节补偿器、反应容器以及油气工业中的海底控制管线、阀门、油井管线等。 合金使用状态一般为固溶退火态。

[0010] 1.1 合金的化学成分

[0011] 合金的化学成分范围（重量百分比，％）见表 1。 合金的化学成分经过精心设计，腐蚀当量 PRE 大于 42，既保证了不锈钢的耐腐蚀能力，尤其是耐卤素离子的腐蚀能力，又能显著提高不锈钢的力学性能。

[0012] (1) 相对高的 Cr 含量是获得耐腐蚀性的基础，也是提高强度和抗氧化性的保证。 少量的 Ni 有助于加强上述作用。

[0013] (2) 相对高的 Mo 含量主要是为了提高耐点蚀、缝蚀能力，尤其是耐卤素离子的腐蚀能力。

[0014] (3)N 含量可以稳定不锈钢的奥氏体结构，并且显著提高强度，同时不降低其韧塑性，此外还大大有利于不锈钢的耐腐蚀性；Mn 含量有利于提高 N 的溶解度。

[0015] (4) 低 C 含量的设计以及加入微量的 Nb，是为确保优异耐腐蚀性能，尤其是抗晶间腐蚀能力。

[0016] (5) 为了进一步获得高的耐腐蚀性，在合金中加入适量的 Cu。

[0017] (6) 其它微量元素如 V、Zr、B 及其精确配比对不锈钢的加工性能大有好处。

[0018] 表 1 合金的化学成分范围 单位：wt％

[0019]

元素名称	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	Mo	Cu	Nb	V	B	Zr	Fe
含量范围	≤0.03	≤1.0	≤2.0	16-20	19~22	0.2~0.35	6.0~7.0	≤1.0	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.1	余

[0020] 1.2 室温力学性能

[0021] 合金固溶态的室温力学性能见表 2。

[0022] 表 2 合金固溶态的室温力学性能

[0023]

序号	品种	规格	抗拉强度 Rm，MPa	屈服强度 Rp0.2，MPa	延伸率 A(4D)，%	断面收缩率 Z，%
1	圆棒	Φ81mm	680	330	53	79
2	薄板	δ3.0mm*b100mm	715	450	46	68
3	管材	Φ21.3mm*2.11mm	730	361	52	/
4	管材	Φ114.3mm*6.03mm	725	475	42	/

[0024] 1.3 密度

[0025] 合金的密度为 7.9g/cm^3。

[0026] 1.4 磁性能

[0027] 合金无磁性（相对磁导率≤ 1.01）。

[0028] 1.5 弹性模量

[0029] 合金的室温弹性模量 E 为 195000MPa。

[0030] 上述新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢的制备方法，其特征在于包括以下步骤：

[0031] a)、熔炼

[0032] 按其化学成分的重量百分比称取各组份，合金采用真空感应熔炼，在进行真空感应熔炼时，采用二次精炼工艺，第一次精炼温度略高、时间稍长；

[0033] 第一次精炼

[0034] 向炉内投入底料：Fe、Cr、Mo 和 Ni，在温度高于 1600℃，真空度控制 15 ～ 25Pa 的条件下熔炼，按 0.6 ～ 0.8min/kg 的时间熔炼；

[0035] 第二次精炼

[0036] 第二次精炼采用低温短时精炼，向炉内投入 C、Si、Mn、Cu，加料后进行充分的机械或电磁搅拌，在温度高于 1550℃以上，真空度控制在 10 ～ 20Pa，按 0.4 ～ 0.6min/kg 的时间熔炼；

[0037] 精炼完成之后，向炉内通入氮气保护，然后缓慢加入氮化锰、氮化铬或氮化铬

铁等含氮中间合金中的一种或多种以控制钢中的氮含量；最后缓慢加入 Nb、V、B、Zr 以控制合金的综合性能；加料后进行充分的机械搅拌；

[0038] 待钢液全部熔化并且成分均匀后，进行快速浇注，浇注温度高于 1450℃；

[0039] 再经过电渣重熔，重熔时采用 CaF2-Al2O3-CaO-MgO 四元渣系；

[0040] 重熔温度在 1700±80℃，重熔速度约为 0.6 ～ 1.0Kg/min，适当控制渣池的深度、电流和电压，以确保重熔过程的稳定，熔炼完毕前须进行热补缩 3 ～ 10 次，最后获得合金锭；

[0041] b)、锻造

[0042] 合金热锻造温度为 950 ～ 1150℃、保温时间为 60 ～ 120 分钟；热轧温度为 1100 ～ 1150℃、保温时间为 45 ～ 90 分钟、锻造比大于或等于 3.5；

[0043] c)、固溶处理

[0044] 合金在冷加工过程中必须适时进行固溶处理以消除冷作硬化，固溶处理制度为保温温度 1100 ～ 1150℃、保温时间 60 ～ 120 分钟、水冷；合金使用状态一般为固溶态，具体工艺参数与规格相关。

[0045] 本发明一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢的有益效果是，新合金与现有同类型最高性能合金相比，不仅具有良好的力学性能、优异的耐腐蚀性能、尤其是耐氯离子点蚀及缝蚀能力，而且具有更佳的加工性能、更高的性价比；因为具有上述更优异的性能，新合金使用范围更广泛、使用寿命更长、使用经济性更好，并能够解决一些其它合金无法解决或解决不好的问题，从而促进相关行业的技术进步和产业发展，带动企业和地区的经济发展，其经济效益和社会效益是显著的。

具体实施方式

[0046] 下面对本发明作进一步的说明，但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0047] 实施例 1：

[0048] 一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其特征在于：其化学成分按重量百分比计为：C：0.01；Si：0.5；Mn：0.8；Ni：17；Cr：20；N：0.2；Mo：6.5；Cu：0.5；Nb：0.1；V：0.2；Zr：0.005；B：0.005；余量为 Fe；

[0049] 上述新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢的制备方法，其特征包括以下步骤：

[0050] a)、熔炼

[0051] 按其化学成分的重量百分比称取各组份，合金采用真空感应熔炼，在进行真空感应熔炼时，采用二次精炼工艺，第一次精炼温度略高、时间稍长；

[0052] 第一次精炼

[0053] 向炉内投入底料：Fe、Cr、Mo 和 Ni，在温度高于 1600℃，真空度控制 15 ～ 25Pa 的条件下熔炼，按 0.6min/kg 的时间熔炼；

[0054] 第二次精炼

[0055] 第二次精炼采用低温短时精炼，向炉内投入 C、Si、Mn、Cu，加料后进行充分的机械搅拌，在温度高于 1550℃以上，真空度控制 10 ～ 20Pa，按 0.5min/kg 的时间熔炼；

[0056] 精炼完成之后，向炉内通入氮气保护，然后缓慢加入氮化锰和氮化铬铁以控制钢中的氮含量；最后缓慢加入 Nb、V、B、Zr 以控制合金的综合性能；加料后进行充分机械搅拌；

[0057] 待钢液全部熔化并且成分均匀后，进行快速浇注，浇注温度大于 1450℃；

[0058] 再经过电渣重熔，重熔时采用 CaF2-Al2O3-CaO-MgO 四元渣系，（适当控制渣池的深度、电流和电压）；

[0059] 重熔温度在 1700℃左右，重熔速度约为 0.6Kg/min，适当控制渣池的深度、电流和电压，以确保重熔过程的稳定，熔炼完毕前须进行热补缩 5 次，最后获得合金锭；

[0060] b)、锻造

[0061] 合金热锻造温度为 950 ～ 1150℃、保温时间为 60 ～ 120 分钟；热轧温度为 1100 ～ 1150℃、保温时间为 45 ～ 90 分钟、锻造比大于或等于 3.5；

[0062] c)、固溶处理

[0063] 合金在冷加工过程中必须适时进行固溶处理以消除冷作硬化，固溶处理制度为保温温度 1100 ～ 1150℃、保温时间 60 ～ 120 分钟、水冷。

[0064] 生产的合金锭，经热加工、冷加工成合金材，应用于油井管线。

[0065] 实施例 2：

[0066] 一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其特征在于：其化学成分按重量百分比计 为：C：0.015；Si：0.6；Mn：1.0；Ni：18；Cr：21；N：0.25；Mo：6.7；Cu：0.7；Nb：0.2；V：0.15；Zr：0.009；B：0.007；余量为 Fe，生产的合金锭，经热加工；冷加工成合金材，应用于阀门。

[0067] 制备方法同实施例 1。 第一次精炼时熔炼时间按 0.7min/kg，第二次精炼时熔炼时间按 0.4min/kg 的时间熔炼；精炼完成后加入氮化锰来控制氮含量；第二次精炼、加料后进行电磁搅拌。

[0068] 实施例 3：

[0069] 一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其特征在于：其化学成分按重量百分比计为：C：0.03；Si：1.0；Mn：2.0；Ni：20；Cr：22；N：0.35；Mo：7.0；Cu：1.0；Nb：0.5；V：0.5；B：0.1；Zr：0.1；余量为 Fe，生产的合金锭，经热加工；冷加工成合金材，应用于特殊泵。

[0070] 制备方法同实施例 1。 第一次精炼时熔炼时间按 0.8min/kg，第二次精炼时熔炼时间按 0.6min/kg 的时间熔炼；精炼完成后加入氮化铬和氮化锰来控制氮含量。

[0071] 实施例 4：

[0072] 一种新型超级奥氏体 6Mo 型不锈钢，其特征在于：其化学成分按重量百分比计为：C：0.01；Si：0.5；Mn：1.0；Ni：16；Cr：19；N：0.2；Mo：6.0；Cu：0.5；Nb：0.3；V：0.6；B： ：0.05；Zr：0.005：余量为 Fe，生产的合金锭，经热加工、冷加工成合金材，应用于特殊管件。

[0073] 制备方法同实施例 2。

[0074] 虽然描述了本发明的实施方式，但本领域的普通技术人员可以在所附权利要求的范围内做出各种变形或修改。 本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理，在不脱离本发明精神和范

围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。 本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。