



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103484792 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201310334691. 4

(22) 申请日 2013. 08. 05

(73) 专利权人 江阴戴勒姆动力设备有限公司

地址 214405 江苏省无锡市江阴市南闸镇工业园开运路

(72) 发明人 常爱云

(74) 专利代理机构 北京风雅颂专利代理有限公司 11403

代理人 于晓霞 于洁

(51) Int. Cl.

C22C 38/58(2006. 01)

C22C 37/10(2006. 01)

审查员 艾芬

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种耐热钢

(57) 摘要

本发明涉及一种新型的耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下,N 3~9%,B 1~3%,C 1%~5%,Si 1.5~2%,Mn 2.5~3%,Ni 0.3~0.5%,Cr 5~13%,Nb 0.01~0.03%,Ti 0.02~0.06%,Re 0.03~0.1%,S≤0.02%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。本发明相比现有技术具有如下积极效果:1、通过发明人无数次的实验,不断的调整配比,得到具有工艺稳定性好、耐高温、耐磨损、抗氧化、抗冲击、性能稳定、生产成本低等特点的一种新型的耐热钢;2、原料容易获得,节约贵金属,并且所用原料成本较低,整体上合理控制了成本,为企业节省了大量的开支,关于大规模的推广使用。

1. 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下,N4—8%,B1.5—2.5%, C 2% ~ 4%, Si 1.6 ~ 1.8%, Mn 2.6 ~ 2.8%, Ni0.35—0.45%, Cr 6 ~ 12%, Nb 0.015 ~ 0.025%, Ti 0.03 ~ 0.05%, RE 0.04 ~ 0.08%, S $\leq$ 0.01%,余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

2. 根据权利要求 1 所述的一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下, N5%, B2%, C 3%, Si 1.7%, Mn 2.7%, Ni0.4%, Cr 8%, Nb 0.02%, Ti 0.04%, RE 0.06%, S $\leq$ 0.005%,余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

3. 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下, N9%, B3%, C 5%, Si 2%, Mn 3%, Ni0.5%, Cr 13%, Nb0.03%, Ti 0.06%, RE0.1%, S0.002%,余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

4. 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下,N4%,B1.5%, C 2%,Si 1.6%,Mn 2.6%,Ni0.35%, Cr 6%,Nb 0.015%,Ti 0.03%,RE 0.04%,S0.003%,余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

5. 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下,N8%,B2.5%, C 4%,Si 1.8%,Mn 2.8%,Ni0.45%, Cr 12%,Nb0.025%,Ti0.05%,RE 0.08%,S0.008%,余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

一种耐热钢

技术领域

[0001] 本发明涉及一种耐热钢,具体来说涉及一种耐高温、抗氧化的耐热钢,属于冶金、铸造工艺技术领域。

背景技术

[0002] 所谓耐热钢即可在高温环境中保持较高持久强度、抗蠕变性和良好化学稳定性的合金钢。一般可分为热强钢和抗氧化钢两类。抗氧化钢一般要求较好的化学稳定性,但承受的载荷较低。热强钢则要求较高的高温强度和相应的抗氧化性。耐热钢常用于制造锅炉、汽轮机、动力机械、工业炉和航空、石油化工等工业部门中在高温下工作的零部件。这些部件除要求高温强度和抗高温氧化腐蚀外,根据用途不同还要求有足够的韧性、良好的可加工性和焊接性,以及一定的组织稳定性。但是现有技术中的耐热钢往往在使用一段时间后相继出现稳定性较差,容易氧化和容易腐蚀等问题,在一定程度上增加可企业成本,该缺陷一直困扰着本领域的技术人员,虽然本领域的技术人员也在尝试各种方法来解决上述技术问题,但是根本的问题一直没有得到解决。因此,迫切的需要一种新的方法来解决上述技术问题。

发明内容

[0003] 本发明正是针对现有技术中存在的技术问题,提供一种兼顾耐高温、耐磨损、抗氧化和抗冲击的综合使用性能,同时具有较低生产成本的一种耐热钢。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下,

[0005] 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下, N3—9%, B1—3%, C 1% ~ 5%, Si 1.5 ~ 2%, Mn 2.5 ~ 3%, Ni0.3—0.5%, Cr 5 ~ 13%, Nb 0.01 ~ 0.03%, Ti 0.02 ~ 0.06%, Re 0.03 ~ 0.1%, S ≤ 0.02%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0006] 作为本发明的一种改进,按照化学元素成分质量百分比如下, N4—8%, B1.5—2.5%, C 2% ~ 4%, Si 1.6 ~ 1.8%, Mn 2.6 ~ 2.8%, Ni0.35—0.45%, Cr 6 ~ 12%, Nb 0.015 ~ 0.025%, Ti 0.03 ~ 0.05%, Re 0.04 ~ 0.08%, S ≤ 0.01%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0007] 作为本发明的一种改进,按照化学元素成分质量百分比如下, N5%, B2%, C 3%, Si 1.7%, Mn 2.7%, Ni0.4%, Cr 8%, Nb 0.02%, Ti 0.04%, Re 0.06%, S ≤ 0.005%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0008] 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下, N3%, B1%, C1%, Si1.5%, Mn2.5%, Ni0.3%, Cr 5%, Nb 0.01%, Ti 0.02%, Re 0.03%, S 0.001%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0009] 一种耐热钢,其特征在于,按照化学元素成分质量百分比如下, N9%, B3%, C 5%, Si 2%, Mn 3%, Ni0.5%, Cr 13%, Nb0.03%, Ti 0.06%, Re 0.1%, S0.002%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0010] 一种耐热钢,其特征就在于,按照化学元素成分质量百分比如下,N4%,B1.5%,C 2%,Si 1.6%,Mn 2.6%,Ni0.35%,Cr 6%,Nb 0.015%,Ti 0.03%,Re 0.04%,S0.003%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

[0011] 一种耐热钢,其特征就在于,按照化学元素成分质量百分比如下,N8%,B2.5%,C 4%,Si 1.8%,Mn 2.8%,Ni0.45%,Cr 12%,Nb0.025%,Ti0.05%,Re 0.08%,S0.008%,余量为Fe及不可避免的杂质元素。

[0012] 本发明之所以选择上述原料成分、以及配比,具体原因如下,氮,N原子的价电子层结构为 $2s^2 2p^3$,即有3个成单电子和一对孤电子对,以此为基础,在形成化合物时,可生成如下三种键型:形成离子键、形成共价键和形成配位键,在熔炼时,容易与Ti发生TiN析出。

[0013] 硼,B硼在室温下比较稳定,即使在盐酸或氢氟酸中长期煮沸也不起作用。硼在 $600 \sim 1000^\circ\text{C}$ 可与硫、锡、磷、砷反应;在 $1000 \sim 1400^\circ\text{C}$ 与氮、碳、硅作用,高温下硼还与许多金属和金属氧化物反应,形成金属硼化物。这些化合物通常是高硬度、耐熔、高电导率和化学惰性的物质,进一步确保耐热钢稳定的化学性质。

[0014] 碳:碳在“常温”下具有稳定性,不易反应,但是当温度超过 800°C 时,碳的性质就比较活泼,其是决定耐热钢硬度和韧性的主要元素,C含量低于1%时,金属溶液流动性差,耐热钢的工艺性差,C含量高于5%时,合金组织中碳化物数量多,基体硬度高,耐磨性好。随着C含量增加,碳化物显著增加,韧性、抗冲击性能下降。为了保证耐热钢稳定的化学性能,满足耐热钢的各种需要,因此,本发明的C含量范围设定为 $1\% \sim 5\%$;

[0015] 硅:熔炼时,Si与氧的亲合力大于铬,既能脱氧,又可在熔炼过程中减少铬的损失。Si可以固溶于基体中起到固溶强化的作用,随着Si含量的增加基体硬度随之增加,而耐热钢的脆性也随之增大。Si在温度大于 950°C ,能形成致密的氧化层,在一定程度上提高材料表面抗氧化性能。为了保证耐热钢稳定的化学性能,满足耐热钢的各种需要,本发明技术方案设定Si含量 $1.5 \sim 2\%$ 。

[0016] 铬:Cr是耐热钢最主要的合金元素,高铬合金之所以有较高的耐热性能,主要是Cr的加入使合金外表层在高温作用下能生成一层致密的 Cr_2O_3 保护层,阻止或延缓了合金的氧化过程由外部氧化转向内部氧化。在高温工况下,由于受应力等的作用,氧化膜及下表层产生裂纹,为合金的内部氧化提供了供氧通道。高铬合金本身对裂纹有修复能力,Cr含量越高,对裂纹修复能力越强。耐热钢中的铬、碳含量及其比值影响着碳化物的类型,铬含量低于 5% 时,组织中出现硬度较低的 MC_3 型碳化物,耐磨性较差,且碳化物晶界分布导致材料脆性大;铬含量大于 13% 、Cr/C大于4时,组织中出现高硬度的 M_7C_3 型碳化物,耐磨性好;随着铬碳比的进一步提高, M_7C_3 碳化物减少,固溶于奥氏体基体中的部分铬会析出 M_{23}C_6 型碳化物,材料硬度降低,耐磨性反而下降,且高铬容易形成脆性化合物,铸造性能差。为兼顾耐热钢的耐磨、抗氧化性能、经济性,因此,本发明的Cr含量范围设定为 $5\% \sim 13\%$ 。

[0017] 锰:如果在钢中加入 $2.5 \sim 3.5\%$ 的锰,那么所制得的低锰钢简直脆得像玻璃一样,一敲就碎。然而,如果加入 13% 以上的锰,制成高锰钢,那么就变得既坚硬又富有韧性。高锰钢加热到淡橙色时,变得十分柔软,很易进行各种加工。因此,锰的含量的多少严重影响该产品的化学性质;锰对钢水有脱氧脱硫作用,有利于消除钢中的非金属夹杂物、改善夹杂物的形态及分布,从而提高钢的强度和韧性。Mn能够与Fe无限固溶,提高材料强度、韧性,

与其他合金相比,其价格较为低廉,可以部分替代其他合金。本发明技术方案设定 Mn 含量范围为 2.5% ~ 3%。

[0018] 铌和钛:Ti 是很强的固 N 元素,利用 0.02% 左右的 Ti 就可固定钢中 0.006% 以下的 N,形成细小的高温稳定的 TiN 析出相,这种细小的 TiN 粒子可有效地阻碍高温时的奥氏体晶粒长大,也有助于提高 Nb 在奥氏体中的固溶度,从而间接提高了铌的强化作用。由于加入微合金元素 Nb,阻止了晶粒长大,细化了晶粒,提高了产品力学性能。Nb、Ti 的复合微合金化的强化机制,包括析出强化和细晶强化。适量的 Ti 能形成细小的 TiN,又能有效阻止晶粒粗化。Nb、Ti 在较低碳含量的钢中具有明显的析出强化作用,耐热钢中 C、Cr 含量远高于低碳钢,Nb、Ti 价格昂贵,Nb、Ti 的加入必须兼顾其析出强化、细晶强化和经济性。本发明技术方案设定 Nb 含量范围为 0.01% ~ 0.03%、Ti 的含量范围为 0.02% ~ 0.06%。

[0019] RE:稀土元素是周期表中 IIIB 族钪和镧系元素之总称。他们都是很活泼的金属,性质极为相似,常见化合价 +3,其水合离子大多有颜色,易形成稳定的配化合物。稀土元素具有较强的脱硫、脱氧能力,能够改善夹杂物的形态及分布,并具有较强的细化晶粒、净化晶界,减少晶界处低熔点物,从而改善高温强度及抑制高温晶粒长大、减少高温回火脆性倾向。稀土含量太高时反而增加夹杂物数量。稀土价格昂贵,太高含量将显著增加成本。本发明技术方案设定耐热钢中稀土含量范围为 0.03% ~ 0.1%。

[0020] 硫:硫是一个很活泼的元素,在适宜的条件下能与除惰性气体、碘、分子氮以外的元素直接反应硫容易得到或与其他元素共用两个电子,形成氧化态位 -2、+6、+4、+2、+1 的化合物。S 一般作为有害元素在钢中要求尽量控制较低含量。硫化物多为熔点低、脆性大,不仅降低材料的室温冲击韧性,而且降低高温强度。过低的含量导致冶炼成本增加,小型铸造企业冶炼水平很难达到。考虑经济性,本发明技术方案设定 $S \leq 0.02\%$;

[0021] 本发明相比现有技术具有如下积极效果:

[0022] 1、通过发明人无数次的实验,不断的调整配比,得到具有工艺稳定性好、耐高温、耐磨损、抗氧化、抗冲击、性能稳定、生产成本低等特点的一种耐热钢。

[0023] 2、原料容易获得,节约贵金属,并且所用原料成本较低,整体上合理控制了成本,为企业节省了大量的开支,关于大规模的推广使用。

[0024] 3、为耐热钢的耐磨性和韧性以及抗氧化和腐蚀性,本发明的 C 含量范围设定为 1% ~ 5%;为兼顾冲击韧性和抗氧化性,本发明技术方案设定 Si 含量 1.5 ~ 2%;为兼顾耐热钢的耐磨、抗氧化性能、经济性,本发明的 Cr 含量范围设定为 5% ~ 13%;锰对钢水有脱氧脱硫作用,有利于消除钢中的非金属夹杂物、改善夹杂物的形态及分布,从而提高钢的强度和韧性,本发明技术方案设定 Mn 含量范围为 2.5% ~ 3%;Nb、Ti 的复合微合金化的强化机制,包括析出强化和细晶强化。适量的 Ti 能形成细小的 TiN,又能有效阻止晶粒粗化,本发明技术方案设 Ti 的含量范围为 0.02% ~ 0.06%。

具体实施方式

[0025] 为了加深对本发明的认识和理解,下面结合具体实施方式对本发明进行详细的说明和介绍。

[0026] 实施例 1:一种耐热钢,按照化学元素成分质量百分比如下, N5%, B2%, C 3%, Si 1.7%, Mn 2.7%, Ni0.4%, Cr 8%, Nb 0.02%, Ti 0.04%, Re 0.06%, $S \leq 0.005\%$,余量为 Fe 及

不可避免的杂质元素。

[0027] 实施例 2:一种耐热钢,按照化学元素成分质量百分比如下, N3%, B1%, C1%, Si1.5%, Mn2.5%, Ni0.3%, Cr 5%, Nb 0.01%, Ti 0.02%, Re 0.03%, S 0.001%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0028] 实施例 3:一种耐热钢,按照化学元素成分质量百分比如下, N9%, B3%, C 5%, Si 2%, Mn 3%, Ni0.5%, Cr 13%, Nb0.03%, Ti 0.06%, Re 0.1%, S0.002%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0029] 实施例 4:一种耐热钢,按照化学元素成分质量百分比如下, N4%, B1.5%, C 2%, Si 1.6%, Mn 2.6%, Ni0.35%, Cr 6%, Nb 0.015%, Ti 0.03%, Re 0.04%, S0.003%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0030] 实施例 5:一种耐热钢,按照化学元素成分质量百分比如下, N8%, B2.5%, C 4%, Si 1.8%, Mn 2.8%, Ni0.45%, Cr 12%, Nb0.025%, Ti0.05%, Re 0.08%, S0.008%, 余量为 Fe 及不可避免的杂质元素。

[0031] 需要说明的是上述实施例仅仅是本发明的较佳实施例,并不能用来限定本发明的保护范围,在上述方案的基础上作出的等同替换或者替代,均属于本发明的保护范围,本发明的保护范围以权利要求书为准。