



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103480985 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201310445220. 0

JP 2003-340592 A, 2003. 12. 02, 全文 .

(22) 申请日 2013. 09. 23

JP 2010-158716 A, 2010. 07. 22, 全文 .

JP 2011-152567 A, 2011. 08. 11, 全文 .

(73) 专利权人 海宁瑞奥金属科技有限公司

地址 314400 浙江省嘉兴市海宁市经济开发区双联路 128 号科创中心 A516 室

审查员 祝素敏

(72) 发明人 张盘

(51) Int. Cl.

B23K 35/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101244495 A, 2008. 08. 20, 说明书第 1 页第 19 行 - 第 7 页 15 行 .

CN 101439446 A, 2009. 05. 27, 全文 .

CN 1120479 A, 1996. 04. 17, 全文 .

CN 102348531 A, 2012. 02. 08, 全文 .

CN 102528222 A, 2012. 07. 04, 全文 .

WO 2005/120766 A1, 2005. 12. 22, 全文 .

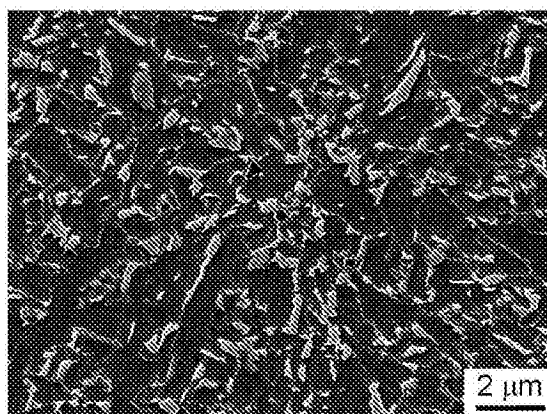
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种焊接材料、焊缝金属及其应用

(57) 摘要

本发明公开了一种焊接材料、焊缝金属及其应用,以重量百分比计焊接材料及焊缝金属的化学成分组成为:  $C \leq 0.10\%$ ,  $Si \ 0.2 \sim 0.6\%$ ,  $Mn \ 1.5 \sim 2.0\%$ ,  $P \leq 0.008\%$ ,  $S \leq 0.006\%$ ,  $Ni \ 1.5 \sim 4.5\%$ ,  $Cr \ 0.3 \sim 1.0\%$ ,  $Ti \ 0.05 \sim 0.2\%$ ,  $V \ 0.05 \sim 0.2\%$ , 余量为 Fe 及不可避免杂质。使用本发明焊接材料所得的焊缝金属屈服强度  $\geq 690MPa$ , 抗拉强度  $\geq 830MPa$ , 断后延伸率  $\geq 19\%$ ,  $-60^{\circ}C$  冲击功  $\geq 80J$ 。采用手工电弧焊, 或者气体保护焊, 可在较大的工艺范围内获得无缺陷、高质量焊缝, 为大厚度 690MPa 级别平台用钢的焊接加工制造提供解决方案。



1. 一种屈服强度690MPa级别钻采油平台用钢的焊接材料,所述焊接材料以重量百分比计的化学成分组成如下:C $\leq$ 0.10%,Si 0.2~0.6%,Mn 1.5~2.0%,P $\leq$ 0.008%,S $\leq$ 0.006%,Ni 3.6~4.2%,Cr 0.3~1.0%,Ti 0.05~0.2%,V0.14~0.2%,余量为Fe及不可避免杂质。

2. 根据权利要求1所述的焊接材料,其特征在于:焊接材料为焊条、实芯焊丝或药芯焊丝。

3. 一种使用权利要求1所述的焊接材料制得的焊缝金属,其特征在于,所述焊缝金属以重量百分比计的化学成分组成如下:C $\leq$ 0.10%,Si0.2~0.6%,Mn1.5~2.0%,P $\leq$ 0.008%,S $\leq$ 0.006%,Ni,2.8~3.5%,Cr 0.3~1.0%,Ti 0.05~0.2%,V0.08~0.11%,余量为Fe及不可避免杂质。

4. 根据权利要求1所述的焊接材料在制造高强高韧焊缝金属中的应用,所得焊缝金属屈服强度 $\geq$ 690MPa,抗拉强度 $\geq$ 830MPa,断后延伸率 $\geq$ 19%,-60℃冲击功 $\geq$ 80J。

## 一种焊接材料、焊缝金属及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高强度高韧性厚板的焊接材料及焊缝金属,特别涉及一种屈服强度690MPa级厚板的焊接材料及焊缝金属,属于海洋钻采油平台用钢配套焊接材料领域。

### 背景技术

[0002] 全球经济不断发展带动了能源需求不断增长,尤其是石油和天然气的需求量不断加大。随着陆地资源相继枯竭,油气勘探逐渐转移到深海领域。过去10年,海上油气钻采平台的建设数量的年均增长率约80%,而且这一趋势在未来的20年内不会改变。钻采油平台的桩腿、齿条等承重部件需要屈服强度690MPa、且能够抵抗-60℃冲击功要求的钢板,以确保结构的安全;根据承载不同,钢板的厚度在30~220mm之间。

[0003] 建造现场条件和结构决定了该类焊接结构件的焊接拘束应力大、多位置焊接等特点,对焊接材料的工艺性能和抗裂性能提出了高要求;另一方面,由于屈服强度超过690MPa,又要求确保-60冲击韧性,因此对焊接材料提出了更高的要求,即要同时满足高焊接工艺性能、高强度、高韧性和抗裂性能。

[0004] 目前的配套焊接材料主要采用镍钼系和镍钼铬系,焊缝金属的典型合金元素包括2~4.5%镍,0.5%钼或者0.3~0.6%铬。但由于焊接材料的镍和钼含量高,因此提高了焊接加工成本,给该类焊接材料及高强钢板的应用带来了障碍。

[0005] 因此,行业迫切需求低成本、高工艺性能、能够满足技术要求的焊接材料和焊缝金属。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供了低成本、高韧性的屈服强度690MPa钻采油平台钢的焊接材料及焊缝金属。采用手工电弧焊、气保焊接等焊接方法,能够得到无缺陷的焊接接头,且焊缝金属的屈服强度 $\geq 690\text{MPa}$ ,抗拉强度 $\geq 830\text{MPa}$ ,延伸率 $\geq 19\%$ , $-60^\circ\text{C}$ 冲击功 $\geq 80\text{J}$ 。

[0007] 为实现上述发明目的,本发明采用了如下技术方案:

[0008] 一种屈服强度690MPa级别钻采油平台钢的焊接材料,所述焊接材料以重量百分比计的化学成分组成如下: $\text{C} \leq 0.10\%$ , $\text{Si} 0.2 \sim 0.6\%$ , $\text{Mn} 1.5 \sim 2.0\%$ , $\text{P} \leq 0.008\%$ , $\text{S} \leq 0.006\%$ , $\text{Ni} 1.5 \sim 4.5\%$ , $\text{Cr} 0.3 \sim 1.0\%$ , $\text{Ti} 0.05 \sim 0.2\%$ , $\text{V} 0.05 \sim 0.2\%$ ,余量为Fe及不可避免杂质。

[0009] 所述的焊接材料可为焊条、实芯焊丝或药芯焊丝。

[0010] 所述的焊接材料,在690MPa级钻采油平台用钢焊接中的用途。

[0011] 一种屈服强度690MPa级钻采油平台用钢的焊缝金属,所述焊缝金属以重量百分比计的化学成分组成如下: $\text{C} \leq 0.10\%$ , $\text{Si} 0.2 \sim 0.6\%$ , $\text{Mn} 1.5 \sim 2.0\%$ , $\text{P} \leq 0.008\%$ , $\text{S} \leq 0.006\%$ , $\text{Ni} 1.5 \sim 4.5\%$ , $\text{Cr} 0.3 \sim 1.0\%$ , $\text{Ti} 0.05 \sim 0.2\%$ , $\text{V} 0.05 \sim 0.2\%$ ,余量为Fe及不可避免杂质。

[0012] 采用手工电弧焊、或者气体保护焊,所述的焊接材料在制造高强高韧焊缝金属中的应用,所得焊缝金属屈服强度 $\geq 690\text{MPa}$ ,抗拉强度 $\geq 830\text{MPa}$ ,断后延伸率 $\geq 19\%$ , $-60^\circ\text{C}$ 冲击功 $\geq 80\text{J}$ 。

[0013] 本发明的焊接材料可以通过常规的制造工艺即可获得。

[0014] 本发明中各元素的作用和含量限定的理由详述如下:

[0015] C:高的C含量对铁基材料的低温冲击韧性和焊接性能不利,本发明C含量控制为 $\leq 0.10\%$ 。

[0016] Si:是焊缝金属中不可或缺的脱氧元素、能够有效提高焊缝金属强度的元素之一,因此其含量应该 $\geq 0.2\%$ ;另一方面当其含量超过 $0.6\%$ 会导致焊缝金属中的侧板条铁素体体积含量增多、导致低温冲击韧性下降。因此,本发明Si含量在 $0.2\sim 0.6\%$ 。

[0017] Mn:是焊缝金属中的主要脱氧元素之一,同时也能提高钢板和焊缝金属强度最有效的元素之一,因此其含量应该 $\geq 1.5\%$ ;但同时超过 $2.0\%$ 的Mn含量会显著降低焊缝金属低温冲击韧性。因此,本发明Mn含量控制为 $1.5\sim 2.0\%$ 。

[0018] Ni:可有效提高铁素体基体的低温韧性,也是低温钢及其焊接材料中常用的元素。虽然可以通过固溶强化机理来提高焊缝金属强度,但当其含量超过 $1.5\%$ 后,对于焊缝金属的强度贡献不明显;但是 $1.5\sim 4.5\%$ 之间的镍含量对于提高焊缝金属的铁素体基体的低温韧性效果明显,因此,镍含量为 $1.5\sim 4.5\%$ 。

[0019] Cr:是有效提高焊缝金属淬透性的元素之一,从而提高焊缝金属强度;但是但其含量超过 $1.0\%$ 后,会显著促进侧板条铁素体和贝氏体的生产,对低温韧性不利,因此,其含量为 $0.3\sim 1.0\%$ 。

[0020] Ti:是本发明最重要的元素之一,一方面可有效改善焊接工艺性能、通过改善熔滴过度形态达到提高焊道形貌和焊接表面质量,可同时满足钻采油平台焊接结构的大拘束度、大厚度和多位置焊接等特点带来的焊接工艺难题。

[0021] 另一方面,钛通过析出强化等手段可有效提高焊缝金属强度,同时焊缝中大量形成的氧化钛可有效促进针状铁素体的形成,可有效提高焊缝金属的低温冲击韧性。正是由于钛的加入对于焊缝金属低温韧性的有益作用,可将镍含量降低到 $1.0\sim 1.5\%$ 。因此,钛含量为 $0.05\sim 0.2\%$ 。

[0022] V:通过V(C,N)析出来提高焊缝金属的强度,同时对焊缝金属的低温韧性没有损伤;当其含量低于 $0.05\%$ 时,强化效果不明显;当其含量超过 $0.2\%$ 时,其强化作用不再明显,同时对低温冲击韧性不利。因此,优选含量为 $0.05\sim 0.2\%$ 。

[0023] P:本发明中作为杂质元素,其含量控制为 $\leq 0.008\%$ 。

[0024] S:作为杂质元素,其含量控制为 $\leq 0.006\%$ 。

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果至少在于:

[0026] 1、提供了一种低成本、焊接工艺性能优良的钻采油平台高强钢的焊接材料及焊缝金属,为该类高强度高韧性大厚度的钢结构的焊接加工提供了解决方案。

[0027] 2、焊接材料及焊缝金属抗裂性能好,可适应多位置、不同焊接工艺条件焊接,并能得到高质量焊缝金属,其屈服强度 $\geq 690\text{MPa}$ ,抗拉强度 $\geq 830\text{J}$ , $-60^\circ\text{C}$ 冲击功 $\geq 80\text{J}$ ,能够满足技术条件要求。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明实施例1焊缝金属的微观组织图片。

## 具体实施方式

[0029] 以下结合优选实施例对本发明的技术方案作进一步的说明。

[0030] 实施例1:

[0031] 焊接试板采用国产60mm厚平台钢板,其屈服强度710MPa,抗拉强度855MPa,延伸率22%,-60℃冲击功185J。

[0032] 选用直径1.2mm实芯焊丝,采用80%Ar+20%CO<sub>2</sub>的混合气体作为保护气体,进行热输入量16kJ/cm的气保焊接以重量百分比计焊丝化学成分组成,0.09C,0.55Si,1.90Mn,0.006P,0.004S,3.6Ni,0.75Cr,0.16Ti,0.14V,其余为Fe及杂质元素。

[0033] 焊接坡口为双V,坡口角度为60°,钝边为3~5mm,间隙为1~3mm。焊前预热温度120℃。单面焊满10道次后,即在反面清根,然后进行10~20道次的焊接,然后再转到另一面直至焊满,然后到另一面焊满。正反两面共计焊85道次。焊后采用X射线和超声波对焊接接头进行探伤,未发现缺陷。

[0034] 以重量百分比计焊接接头焊缝金属的化学成分组成,0.06C,0.35Si,1.75Mn,0.007P,0.005S,2.8Ni,0.55Cr,0.12Ti,0.08V,其余为Fe及杂质元素。机械性能测试结果表明:焊缝屈服强度745MPa,抗拉强度为860MPa,延伸率为19%,-60℃冲击功分别为102,124和118J,平均值为115J,图1是焊缝金属的微观组织照片。

[0035] 实施例2:焊接试板采用国产40mm厚平台钢板,其屈服强度725MPa,抗拉强度875MPa,延伸率21%,-60℃冲击功205J。

[0036] 选用直径5.0mm焊条进行手工焊条电弧焊接。焊接坡口为单V,坡口角度为50°,钝边为2~4mm,间隙为1~2mm。以重量百分比计焊条的表皮药粉的化学成分组成,0.06C,0.55Si,1.75Mn,0.0068P,0.0052S,4.2Ni,0.95Cr,0.18Ti,0.20V,其余为Fe及杂质元素。

[0037] 焊前钢板的预热温度为150℃。单面焊满8道次后,即在反面清根;然后进行10~20道次的焊接,然后再转到另一面直至焊满,然后到另一面焊满。正反两面共计焊35道次。焊后采用X射线和超声波对焊接接头进行探伤,未发现缺陷。

[0038] 以重量百分比计焊接接头焊缝金属的化学成分组成:0.08C,0.25Si,1.55Mn,0.006P,0.004S,3.5Ni,0.75Cr,0.07Ti,0.11V,其余为Fe及杂质元素。机械性能测试结果表明:焊缝的屈服强度748MPa,抗拉强度为860MPa,延伸率为19%,-60℃冲击功分别为123,124和136J,平均值为128J。

[0039] 实施例3:焊接试板采用120mm厚平台钢板,其屈服强度718MPa,抗拉强度868MPa,延伸率20%,-60℃冲击功195J。

[0040] 选用直径1.2mm药芯焊丝,采用85%Ar+15%CO<sub>2</sub>的混合气体作为保护气体,进行热输入量15kJ/cm的气保焊接。以重量百分比计药芯焊丝中药粉的化学成分组成:0.07C,1.95Mn,0.0075P,0.0045S,2.8Ni,1.2Cr,0.15Ti,0.16V,其余为Fe及杂质元素。

[0041] 焊接坡口为双V,坡口角度为65°,钝边为2~5mm,间隙为1~3mm。焊前预热温度为150℃。单面焊满8道次后,即在反面清根;然后进行10~20道次的焊接,然后再转到另一面

直至焊满,然后到另一面焊满。正反两面共计焊165道次。焊后采用X射线和超声波对焊接接头进行探伤,未发现缺陷。

[0042] 以重量百分比计焊接接头焊缝金属的化学成分组成:0.05C,0.20Si,1.90Mn,0.007P,0.003S,1.9Ni,0.9Cr,0.15Ti,0.12V,其余为Fe及杂质元素。机械性能测试结果表明:焊缝屈服强度742MPa,抗拉强度为875MPa,延伸率为9%,-60°C冲击功分别为118,114和126J,平均值为119J。

[0043] 采用本发明技术可得到无缺陷的低温管线的埋弧焊接接头,且焊缝金属屈服强度 $\geq 690\text{MPa}$ ,抗拉强度 $\geq 830\text{MPa}$ ,断后延伸率 $\geq 19\%$ ,-60°C冲击吸收功 $\geq 100\text{J}$ ,给屈服强度690MPa级别钻采油平台钢的焊接加工带来了解决方案。

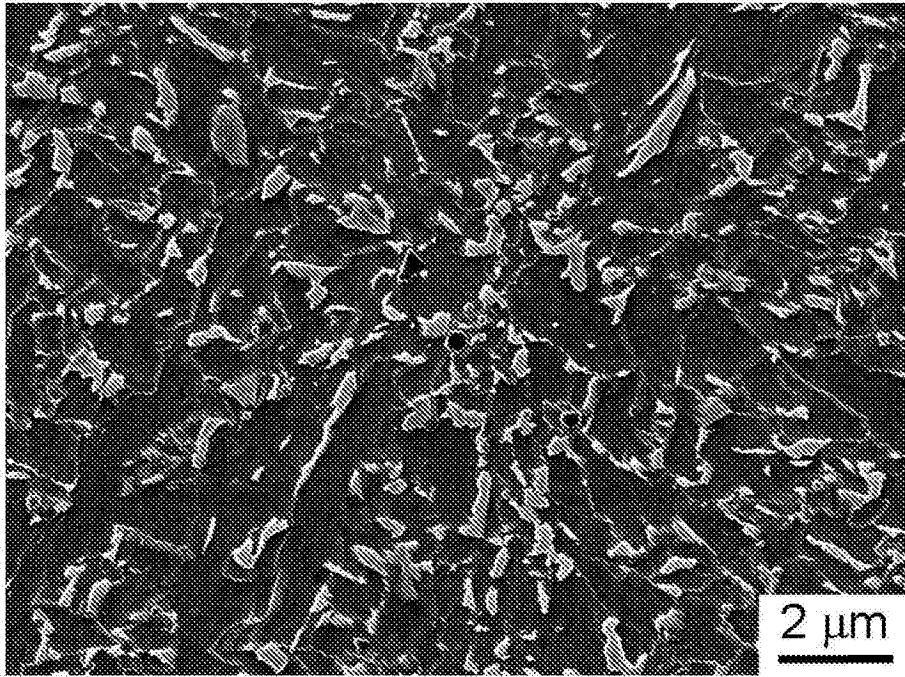


图1