



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105886861 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610312303.6

(22)申请日 2016.05.12

(71)申请人 宝鸡石油钢管有限责任公司

地址 721008 陕西省宝鸡市渭滨区姜谭路
10号

(72)发明人 毕宗岳 汪海涛 余晗 张锦刚
张晓峰 鲜林云 王维亮 李鸿斌
晁利宁 赵勇 马璇

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

G22C 21/10(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种铝合金连续管及其制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种铝合金连续管及其制造方法,根据重量百分比,该铝合金连续管板材化学成分为:Si \leq 0.4,Fe \leq 0.5,Cu:1.2~2.0,Mn \leq 0.3,Mg:2.1~2.9,Cr:0.18~0.28,Zn:5.1~6.1,Ti \leq 0.2,Al余量;通过卷板的制备、卷板纵剪及钢带接长、成型与焊接和连续卷曲的步骤制造的铝合金连续管,其长度为1000~6000m,屈服强度 \geq 400MPa,抗拉强度 \geq 500MPa,硬度 \leq 22HRC;本发明的铝合金连续管质量轻、耐蚀性能好,可应用于腐蚀环境复杂、井深较深的油气井中。

1. 一种铝合金连续管,其特征在于:根据重量百分比,所述铝合金连续管板材化学成分为:Si \leq 0.4,Fe \leq 0.5,Cu:1.2~2.0,Mn \leq 0.3,Mg:2.1~2.9,Cr:0.18~0.28,Zn:5.1~6.1,Ti \leq 0.2,Al余量。

2. 如权利要求1所述的铝合金连续管,其特征在于:所述铝合金连续管的屈服强度 \geq 400MPa,抗拉强度 \geq 500MPa,硬度 \leq 22HRC。

3. 制造权利要求1所述的铝合金连续管的制造方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1:卷板的制备

将原料化学成分经过顶底复合吹转炉与铝包精炼和炉外精炼,浇注成连铸坯;将铸坯加热到600~760 $^{\circ}$ C,并用电磁搅拌控制铸成板坯的厚度为20~60mm;铸成板坯后进行终轧,将其轧成2.4~6.35mm厚度的热轧板,终轧温度为350~450 $^{\circ}$ C;热轧板在100~200 $^{\circ}$ C下卷曲,制成长度 \geq 500米、厚度符合应用要求的卷板;

步骤2:卷板纵剪和钢带接长

通过纵剪机组将卷板剪成80~300mm的钢带,将前后两条钢带的端头加工成45 $^{\circ}$ 后,合理加工坡口;采用45 $^{\circ}$ 斜焊对接的方法将钢带接长,焊接方法采用等离子填丝焊或氩弧焊;当焊缝冷却后,清理焊缝表面,然后将焊缝及热影响区重新加热到300~350 $^{\circ}$ C,保温0.5~2h,并采用2~9吨的压力,将焊缝及热影响区进行高温辊轧,辊轧后焊缝及热影响区自然冷却;整个过程采用惰性气体保护;

步骤3:成型与焊接

将对接后的钢带两侧加工成I型、V型或X型坡口,采用UOE排辊成型方法控制钢带成型;对成型的钢带进行纵向焊接,焊接速度为5~10m/min,最终得到管径为 Φ 25.4~ Φ 88.9mm,壁厚为2.4~6.35mm的直缝铝合金连续管;

步骤4:连续卷曲

将焊接的连续管通过卷取机缠绕到适当芯径的卷筒上,获得长度为1000~6000m的直缝铝合金连续管。

4. 如权利要求3所述的铝合金连续管的制造方法,其特征在于:所述步骤2中的破口为I型、V型或X型。

5. 如权利要求3所述的铝合金连续管的制造方法,其特征在于:所述步骤3中纵向焊接采用激光焊接。

一种铝合金连续管及其制造方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及石油天然气管材技术领域，具体涉及一种铝合金连续管及其制造方法。

背景技术：

[0002] 连续管是一种高强度、高塑性并具有一定抗腐蚀性能的单根长度可达数千米的新型油气管材。由于连续管技术具有效率高、成本低、作业范围广、占地面积小等一系列技术优点和作业优势，因此连续管将在油气田勘探、开发、作业、增产中发挥着越来越重要的作用，具有广阔的应用前景。

[0003] 目前国内外连续油管的材料主要有高强度低合金碳钢、高强度低合金铬钼钢。高强度低合金碳钢屈服强度482MPa，抗拉强度551MPa。高强度低合金铬钼钢是目前现场应用最广泛的连续油管材料，屈服强度551MPa，延伸率 $>28\%$ ，硬度HRC >22 ，由于原材料中Cr和Mo元素的含量较高，制成连续油管后进行淬火和回火热处理，由此构成马氏体晶粒结构，以提高钢材的强度，屈服强度可达690MPa以上。随着钢材的强度提高，连续油管管体载荷也随之增加，管体最大长度增长，下井深度更深，但是由于钢材自身密度($7.8\text{g}/\text{cm}^3$ 左右)较大，自身重量影响管体长度，整管下井深度将受到局限。

[0004] 随着石油天然气勘探开发的发展，油气开采面临的环境越来越恶劣，特别是高含二氧化碳，硫化氢和硫元素等含硫组分油气田的相继出现，使得低合金碳钢连续管的腐蚀问题也越来越突出。油气井下的高温高压多相流环境含有 CO_2 、 H_2S 等腐蚀性气体和高浓度的 Cl^- 、 HCO_3^- 等腐蚀性阴离子，产出水属于 NaHCO_3 和 CaCl_2 水型，且矿化度较高。以上腐蚀介质在一定温度和压力条件下均以离子形式长期作用于低合金碳钢连续管管体外表面，与管体中的Fe或 Fe^{2+} 发生反应而腐蚀管体。使得低碳合金钢连续油管在这种环境中使用，其抗腐蚀性和使用寿命将大打折扣。

[0005] 综上所述，提出以利用一种具有较高强度、高塑性的铝合金为原料开发连续油管。铝合金具有密度小($2.8\text{g}/\text{cm}^3$ 左右)、质量轻、耐蚀性好等优点。在同种规格和强度的情况下，铝合金连续油管管体长度将远大于低碳合金钢制作的连续油管，其下井深度更深；而且铝合金与低碳合金钢在 H_2S 和 CO_2 等腐蚀环境中相比具有更好的耐腐蚀性。所以利用铝钛合金开发连续油管可应用于腐蚀环境复杂。

发明内容：

[0006] 为了克服上述技术问题，本发明的目的是提供一种铝合金连续管，该连续管质量轻，具有较高的强度、良好的抗腐蚀性能，可在井深较深的油气井中应用，本发明的目的还提供一种铝合金连续管的制造方法。

[0007] 为了解决上述技术问题，本发明的技术方案为：

[0008] 一种铝合金连续管，根据重量百分比，该铝合金连续管板材化学成分为： $\text{Si} \leq 0.4$ ， $\text{Fe} \leq 0.5$ ， $\text{Cu}: 1.2 \sim 2.0$ ， $\text{Mn} \leq 0.3$ ， $\text{Mg}: 2.1 \sim 2.9$ ， $\text{Cr}: 0.18 \sim 0.28$ ， $\text{Zn}: 5.1 \sim 6.1$ ， $\text{Ti} \leq 0.2$ ，Al

余量。

[0009] 本发明铝合金连续管的屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ ，硬度 $\leq 22\text{HRC}$ 。

[0010] 制造上述铝合金连续管的制造方法为：

[0011] 步骤1：卷板的制备：将原料化学成分经过顶底复合吹转炉与铝包精炼和炉外精炼，浇注成连铸坯；将铸坯加热到 $600\sim 760^\circ\text{C}$ ，并用电磁搅拌控制铸成板坯的厚度为 $20\sim 60\text{mm}$ ；铸成板坯后进行终轧，将其轧成 $2.4\sim 6.35\text{mm}$ 厚度的热轧板，终轧温度为 $350\sim 450^\circ\text{C}$ ；热轧板在 $100\sim 200^\circ\text{C}$ 下卷曲，制成长度 $\geq 500\text{米}$ 、厚度符合应用要求的卷板。

[0012] 步骤2：卷板纵剪和钢带接长：通过纵剪机组将卷板剪成 $80\sim 300\text{mm}$ 的钢带，将前后两条钢带的端头加工成 45° 后，合理加工坡口，坡口可以是I型、V型或U型；采用 45° 斜焊对接的方法将钢带接长，焊接方法采用等离子填丝焊或氩弧焊，所需焊丝为专门研制的焊丝；当焊缝冷却后，清理焊缝表面，然后将焊缝及热影响区重新加热到 $300\sim 350^\circ\text{C}$ ，保温 $0.5\sim 2\text{h}$ ，并采用 $2\sim 9\text{吨}$ 的压力，将焊缝及热影响区进行高温辊轧，辊轧后焊缝及热影响区自然冷却；整个过程采用惰性气体保护。

[0013] 步骤3：成型与焊接：将对接后的钢带两侧加工成I型、V型或X型坡口，采用UOE排辊成型方法控制钢带成型；利用激光焊接等焊接技术对成型的钢带进行纵向焊接，焊接速度为 $5\sim 10\text{m/min}$ ，最终得到管径为 $\Phi 25.4\sim \Phi 88.9\text{mm}$ ，壁厚为 $2.4\sim 6.35\text{mm}$ 的直缝铝合金连续管；

[0014] 步骤4：连续卷曲：将焊接的连续管通过卷取机缠绕到适当芯径的卷筒上，获得长度为 $1000\sim 6000\text{m}$ 的直缝铝合金连续管。

[0015] 本发明的有益效果：

[0016] 1、本发明采用Al-Zn-Mg-Cu体系设计化学成分，由于铝合金的密度小、质量轻，铝合金连续管的管体长度可达 $1000\sim 6000\text{m}$ ，解决了高强度低合金碳钢、高强度低合金铬钼钢由于自身密度大，整管下井深度受到局限的缺点。

[0017] 2、本发明制造的铝合金连续管屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$ 、抗拉强度 $500\geq \text{MPa}$ 、硬度 $\leq 22\text{HRC}$ ，具有好的抗腐蚀性能强，适合在腐蚀环境复杂、井深较深的油气井中。

具体实施方式：

[0018] 1、制备铝合金连续管卷板

[0019] 本发明采用Al-Zn-Mg-Cu体系，将铝水作为主原料，经过顶底复合吹转炉与铝包精炼和炉外精炼铝水的成分质量百分数达到下述要求即可出炉，浇注成连铸坯。

[0020]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
≤ 0.4	≤ 0.5	1.2-2.0	≤ 0.3	2.1-2.9	0.18-0.28	5.1-6.1	≤ 0.2	余量

[0021] 采用连铸技术应用电磁搅拌控制铸成 $20\sim 60\text{mm}$ 厚度的板坯，重新加热至约 $350\sim 450^\circ\text{C}$ ，采用热钢带轧机通过热机械控制工艺(TMPC)轧成厚度为 4.44mm 、宽度为 1180mm 的热轧板，再经过适当的控制冷却，形成超高强度连续管卷板，最后经过酸洗、检测后，经张力卷曲机卷曲成卷板供制管使用。

[0022] 2、超高强度连续管制备

[0023] (1)卷板纵剪和钢带接长

[0024] 将制备好的连续管卷板通过纵剪机组剪成157mm的钢带。为满足连续管长度要求,将钢带进行板板对焊,通过45°斜焊方式使钢带连接起来;将前后两条钢带的端头加工成45°,采用等离子焊的方式进行焊接,焊接全过程采用纯度 $\geq 99.7\%$ 的氩气作为保护气体,在连续气体保护下进行板板对焊;焊锋冷却后将焊缝进行加热碾压处理,迅速将焊缝加热到300~350℃,保温0.5~2h,用轧辊对焊缝进行挤压,挤压压力约为4吨;整个过程利用纯度 $\geq 99.7\%$ 的氩气作为保护气体

[0025] (2)连续管的成型与焊接

[0026] 钢带板边采用铣边方法将边部铣为V型,精确控制带钢宽度和板边垂直度;采用UOE排辊成型方法控制钢带成型;采用激光焊接技术焊接铝合金连续管管坯,焊速5~10m/min,激光功率密度105~106w/cm²。焊接成管径为 $\Phi 50.8\text{mm}$,壁厚为4.44mm的铝合金连续管。

[0027] (3)铝合金连续管的连续卷曲

[0028] 通过卷取机缠绕到适当芯径的卷筒上,连续生产制备3500m超高强度连续管,以便运输和使用。

[0029] (4)铝合金连续管的主要性能

[0030] 屈服强度为420MPa,抗拉强度为524MPa,延伸率达到15%。

[0031] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定专利保护范围。