



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105127613 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201510658029. 3

B23K 103/04(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 10. 12

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网技术学院

(72) 发明人 方建筠 李景生 谢峰

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

B23K 35/30(2006. 01)

B23K 35/40(2006. 01)

B23K 9/16(2006. 01)

B23K 33/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝，由外皮和填充在所述外皮内的药芯构成；所述外皮为低合金高强度钢带，所述药芯的成分按质量百分含量计为：Si :1. 3-2. 1%，Mn :6. 5-10. 3%，Mo :1. 0-1. 54%，Nb :0. 26-0. 55%，Ni :0. 54-4. 1%，Ti :0. 1-0. 2%，Al :0. 01-0. 03%，Cr :0. 1-0. 9%，Cu :0. 2-0. 6%，余量为 Fe；所述低合金高强度钢带的屈服强度大于或等于 420Mpa，所述药芯的质量为药芯焊丝质量的 28%-40%。本发明还公开了该药芯焊丝的制备方法和应用，本发明的特高压输电钢管塔 Q420 钢管焊接用药芯焊丝可使焊缝成型美观，焊接操作工艺性能稳定，操作方便，无需清根和清理大量飞溅，可极大地提高焊接效率。



1. 一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 其特征在于, 由外皮和填充在所述外皮内的药芯构成; 所述外皮为低合金高强度钢带, 所述药芯的成分按质量百分含量计为:

Si : 1.3-2.1%, Mn : 6.5-10.3%, Mo : 1.0-1.54%, Nb : 0.26-0.55%, Ni : 0.54-4.1%, Ti : 0.1-0.2%, Al : 0.01-0.03%, Cr : 0.1-0.9%, Cu : 0.2-0.6%, 余量为 Fe;

所述低合金高强度钢带的屈服强度大于或等于 420Mpa。

2. 如权利要求 1 所述的一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 其特征在于, 所述药芯的质量为药芯焊丝质量的 28% -40%。

3. 如权利要求 1 所述的一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 其特征在于, 所述药芯的成分按质量百分数计为:

Si : 1.8%, Mn : 8.2%, Mo : 1.32%, Nb : 0.35%, Ni : 2.5%, Ti : 0.15%, Al : 0.01%, Cr : 0.6%, Cu : 0.2%, 余量为 Fe。

4. 权利要求 1 至 3 任一项所述的 Q420 钢焊接用药芯焊丝的制备方法, 其特征在于, 步骤如下: 将低合金高强度钢带轧制成“U”型, 填充药芯的成分, 然后将低合金高强度钢带轧制成“O”型, 通过接触焊接的方法将其焊合成管状; 焊合后采用拉拔法将其拉拔成横截面直径为 1.2-1.6mm 的药芯焊丝。

5. 权利要求 1 至 3 任一项所述的药芯焊丝在 Q420 钢焊接中的应用。

6. 如权利要求 5 所述的应用, 其特征在于, 所述 Q420 钢焊接为 Q420 钢直缝钢管的制作和对接。

7. 如权利要求 6 所述的应用, 其特征在于, 应用时的焊接工艺条件为: 以权利要求 1-3 任一项所述的药芯焊丝为焊接用焊丝, 焊接参数为: 焊接电流 180-260A, 焊接电压 18-20V, 焊接速度 110-130mm/min, 焊丝干伸长 10-15mm, 焊缝厚度 2-3mm。

8. 如权利要求 5 所述的应用, 其特征在于, 所述 Q420 钢焊接为 Q420 钢管与法兰的对接和插接焊。

9. 如权利要求 8 所述的应用, 其特征在于, 应用时的焊接工艺条件为: 以权利要求 1-3 任一项所述的药芯焊丝为焊接用焊丝, 焊接参数为: 焊接电流 150-220A, 焊接电压 18-20V, 焊接速度 110-130mm/min, 焊缝厚度 3-4mm。

10. 如权利要求 5 所述的应用, 其特征在于, 所述 Q420 钢焊接为壁厚小于 20mm 的 Q420 钢管与钢管相贯焊接;

应用时的焊接工艺条件为: 以权利要求 1-3 任一项所述的药芯焊丝为焊接用焊丝, 焊接参数: 焊接电流 180-250A, 焊接电压 18-20V, 焊接速度 100-130mm/min, 单层焊缝厚度 3-4mm。

一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝及其制备方法, 具体涉及一种特高压输电钢管塔 Q420 钢焊接用药芯焊丝及制备方法。

背景技术

[0002] 随着电网建设的迅速发展, 以 Q420 钢为代表的新型高强度结构钢在电网铁塔的建设中大量应用, 因此对 Q420 钢的焊接作业成为电网铁塔建设的一个重要环节。Q420 钢与普通低合金钢的主要不同是加入了 Nb、Ti 等强烈碳化物形成元素, 可能会对焊缝性能造成不良的影响, 这也对 Q420 钢的焊接工艺及焊接用焊丝提出了更高的要求。对于焊丝的选用一般应遵循以下原则: 熔敷金属的力学性能与母材相当; 焊接工艺性能良好。目前, 特高压输电钢管塔 Q420 钢管焊接多采用实芯焊丝, 高强度钢 Q420 的配套药芯焊丝尚属空白; 而药芯焊丝与实芯焊丝相比具有可进行高效连续焊接, 焊接效率高, 尤其是在全位置焊接时, 能大电流施焊, 熔敷速度快、焊接电弧稳定, 飞溅小, 脱渣易, 焊后清理工作简单; 成型美观, 同时对电流电压的适应范围广, 操作简单等优点; 因此, 研制、开发与高强度钢 Q420 钢相配套的药芯焊丝, 对于提升电网建设水平、提高经济效益都具有十分重要的意义。

发明内容

[0003] 针对现有技术中存在的不足, 本发明的目的是提供一种特高压输电钢管塔 Q420 钢焊接用药芯焊丝及制备方法, 可使焊缝成型美观, 焊接操作工艺性能稳定, 操作方便, 无需清根和清理大量飞溅, 可极大地提高焊接效率。

[0004] 为实现上述目的, 本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 由外皮和填充在所述外皮内的药芯构成; 所述外皮为低合金高强度钢带, 所述药芯的成分按质量百分含量计为:

[0006] Si :1.3-2.1 %, Mn :6.5-10.3 %, Mo :1.0-1.54 %, Nb :0.26-0.55 %, Ni :0.54-4.1%, Ti :0.1-0.2%, Al :0.01-0.03%, Cr :0.1-0.9%, Cu :0.2-0.6%, 余量为 Fe;

[0007] 所述药芯的质量为所述药芯焊丝质量的 28%-40%。该填充率既能满足加工工艺要求, 也能最大限度的减少焊缝气孔的产生。

[0008] 优选的, 所述药芯的成分按质量百分数计为:

[0009] Si :1.8%, Mn :8.2%, Mo :1.32%, Nb :0.35%, Ni :2.5%, Ti :0.15%, Al :0.01%, Cr :0.6%, Cu :0.2%, 余量为 Fe。

[0010] 优选的, 所述低合金高强度钢带的屈服强度不低于 420Mpa, 具体为 Q420 钢。

[0011] 本发明的药芯焊丝的制备方法, 步骤如下: 将低合金高强度钢带轧制成 U 型, 填充所述药芯的成分, 然后将低合金高强度钢带轧制成 O 型, 通过接触焊接的方法将其焊合成管状; 焊合后采用拉拔法将其拉拔成横截面直径为 1.2-1.6mm 的药芯焊丝。

[0012] 本发明还提供上述药芯焊丝在 Q420 直缝钢管的制作和对接中的应用。具体应用时的焊接工艺条件为:

[0013] 采用 CO₂气体保护焊进行焊接,采用多层多道焊法,对接的接头采用 V 型坡口,两侧坡口角度为 60°,焊接对口间隙为 2mm。需要说明的是,两侧坡口角度一般设定为 60°,但在实际焊接工艺中,两侧坡口角度为 60° ±5° 也是在可接受的范围内;焊接对口间隙是根据焊材的厚度而进行调整的。

[0014] 焊接过程中,焊接参数选择为:焊接电流 180–260A,焊接电压 18–20V,焊接速度 110–130mm/min,焊丝干伸长 10–15mm,焊缝厚度 2–3mm;焊枪自定位焊处,保证焊枪倾角小于 20° 和干伸长度在 10–15mm,按动开关起弧;运弧方式为锯齿型匀速摆动;电弧摆动至坡口两端时,待铁水将坡口填满后再向对面摆动;电弧焊至试件收弧端后将弧坑填满并回焊 20mm 为宜,待熔池冷却后将焊枪开关松开离开熔池以防止收弧缺陷的产生。

[0015] 本发明还提供上述药芯焊丝在 Q420 钢管与法兰的对接和插接焊中的应用。具体应用时的焊接工艺条件为:

[0016] 采用 CO₂气体保护焊进行焊接,采用多层多道焊法,对接的接头采用 V 型坡口,两侧坡口角度为 60°,焊接对口间隙为 2mm。

[0017] 焊接过程中,焊接参数选择为:焊接电流 150–220A,焊接电压 18–20V,焊接速度 110–130mm/min,焊丝干伸长 15mm,焊缝厚度 3–4mm;焊枪自定位焊处,保证焊枪倾角小于 20° 和干伸长度在 10–15mm,按动开关起弧;运弧方式为锯齿型匀速摆动;电弧摆动至坡口两端时,待铁水将坡口填满后再向对面摆动;电弧焊至试件收弧端后将弧坑填满并回焊 20mm 为宜,待熔池冷却后将焊枪开关松开离开熔池以防止收弧缺陷的产生。

[0018] 本发明还提供了上述药芯焊丝在壁厚小于 20mm 的 Q420 钢管与钢管相贯焊接中的应用。Q420 钢管与钢管相贯焊的焊接工艺条件:采用 CO₂气体保护焊进行焊接,采用多层多道焊法,对接的接头采用 V 型坡口,两侧坡口角度为 60°,焊接对口间隙为 3mm。焊接过程中,焊接参数选择为:焊接电流 180–250A,焊接电压 18–20V,焊接速度 100–130mm/min,焊丝干伸长 15mm,单层焊缝厚度 3–4mm;焊枪自定位焊处保证焊枪倾角小于 20° 和干伸长度在 10–15mm,按动开关起弧;运弧方式为锯齿型匀速摆动;电弧摆动至坡口两端时,待铁水将坡口填满后再向对面摆动,待熔池冷却后将焊枪开关松开离开熔池以防止收弧缺陷的产生。

[0019] 本发明的有益效果:

[0020] (1) 本发明的适用于特高压输电钢管塔 Q420 钢焊接用药芯焊丝可进行全位置焊接,具有熔敷效率高、无需频繁更换焊条,无需清根和飞溅等良好的工艺性能的优点,而且焊缝的性能优良;

[0021] (2) 本发明的药芯焊丝中,加入的合金元素 Si、Mn、Cr 可以提高焊缝熔敷金属的强度,Mo、Nb、Ni 可提高抗裂性能,Ti、Al 可以细化晶粒,通过各合金元素的加入,改善了药芯焊丝的力学性能。

[0022] (3) 本发明所采用的药芯焊丝成分配比,可最大限度的发挥各组分的优势,能使焊缝金属化学成分及力学性能满足高强度钢 Q420 的焊接要求,其熔敷金属的力学性能与 Q420 钢相当;焊接工艺性能良好,是一种与高强度钢 Q420 相配套的药芯焊丝。

附图说明

[0023] 图 1 是本发明药芯焊丝的制作过程流程图;

[0024] 图 2 是本发明药芯焊丝用于管管焊接时的坡口形式及尺寸 ; 其中, $60^\circ \pm 2^\circ$ 表示两侧坡口角度 ; 2-3mm 表示焊接对口间隙 ; 0.5-1.0mm 表示钝边 ; δ 表示管的壁厚 ; ϕ 表示管的外径。

[0025] 图 3 是管管焊接时的运弧方式。

具体实施方式

[0026] 结合实施例对本发明作进一步的说明, 应该说明的是, 下述说明仅是为了解释本发明, 并不对其内容进行限定。

[0027] 1. 填充率的确定

[0028] 根据钢带的厚度和宽度情况, 选择合适的药芯填充率 (即药芯的质量占所述药芯焊丝质量的百分比), 本发明所述药芯焊丝的填充率为 28% -40% 。通过控制填充率调整焊缝熔敷金属的成分和药芯焊丝的工艺性能。

[0029] 2. 渣系的选择

[0030] 本发明为金属粉芯焊丝。

[0031] 3. 合金组分的选择

[0032] Si 是主要的脱氧剂, 用于降低焊缝金属的氧含量, 提高低温冲击韧性, 调节铁水的流动性, 但过量的 Si 会降低焊缝的抗裂性能, 经多次实验, 确定其加入量为 1.3-2.1% , 使其在提高强度的同时, 还能保持较好的焊缝抗裂性能。

[0033] Mn 是主要脱氧剂, 降低焊缝金属的含氧量, 增加焊缝金属的强度和抗裂性, 提高低温冲击韧性, 调节铁水的流动性, 加入量少于 6.5% 时, 体现上述特性不足, 大于 10.3% 时, 焊缝强度过高, 低温冲击韧性降低, 因此将其限定为 6.5% -10.3% 。

[0034] Mo 具有提高强度的作用, 在一定的范围内可以提高低温冲击韧性, 但含量过多时, 强度增加过多, 低温冲击韧性降低, 经多次实验, 确定加入量的范围为 1.0-1.54% , 效果最佳。

[0035] Nb、Ti 具有细化晶粒, 提高强度的作用, 但加入过多容易造成工艺性能下降, 形成夹渣。确定加入量的范围分别为 0.26-0.55% 和 0.1-0.2% 。

[0036] Ni 能提高焊缝金属的低温韧性, 降低韧脆转变温度, 但含量过高则会增大热裂敏感性, 经多次实验, 确定加入量的范围为 0.54-4.1% , 效果最佳。

[0037] 实施例 1 :

[0038] 一种特高压输电钢管塔 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 由外皮和填充在所述外皮内的药芯构成 ; 其中, 外皮为屈服强度为 420Mpa 低合金高强度钢带 (Q420 钢), 上述药芯的成分按质量百分含量计为 :

[0039] Si :1.8%, Mn :8.2%, Mo :1.32%, Nb :0.35%, Ni :2.5%, Ti :0.15%, Al :0.01%, Cr :0.6%, Cu :0.2%, 余量为 Fe 。

[0040] 药芯的质量为药芯焊丝质量的 35% ;

[0041] 该药芯焊丝的制备方法, 步骤如下 : 将低合金高强度钢带轧制成 “U” 型, 将药芯成分填充在轧制成 “U” 型的低合金高强度钢带槽内, 然后将低合金高强度钢带轧制成 O 型, 通过接触焊接的方法将其焊合成管状 ; 焊合后采将其拉拔成横截面直径为 1.2mm 的药芯焊丝。

[0042] 本实施例制备的药芯焊丝在 Q420 直缝钢管的制作和对接中的应用, 应用方法如下:

[0043] 采用 CO₂气体保护焊进行焊接, 采用 7 层 14 道焊法, 对接的接头采用 V 形坡口, 两侧坡口角度为 60°, 焊接对口间隙为 2mm;

[0044] 焊接过程中, 焊接参数选择为: 焊接电流 200~250A, 焊接电压 18~20V, 焊接速度 110~130mm/min, 焊丝干伸长 10~15mm, 焊缝厚度 2~3mm; 焊枪自定位焊处保证倾角不大于 10°, 干伸长度小于 15mm, 后按动开关起弧; 运弧方式为锯齿型匀速摆动;

[0045] 电弧摆动至坡口两端时, 待铁水将坡口填满后再向对面摆动; 电弧焊至试件收弧端后将弧坑填满并回焊 20mm 为宜, 待熔池冷却后将焊枪开关松开离开熔池以防止收弧缺陷的产生。

[0046] 本实施例制备的药芯焊丝焊接后的熔覆金属的力学性能见表 1-2。

[0047] 表 1 焊后测试的熔敷金属力学性能

[0048]

项目	屈服强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)	延伸率 (%)	冲击性能 (J)
测试值 (5 个试样平均值)	508	615	22	-20℃ 115 -40℃ 63

[0049] 表 2 焊后水银法测试扩散氢含量

[0050]

实测条件变化范围	电流: 200~280A (Mpa)	气体流量: 10~20 l/min	伸长: 15~20 mm	环境相对湿度: 25~60%
测 试 值 (ml/100g)			4.63, 4.34, 5.08	

[0051] 结果表明, 熔敷金属的力学性能与母材相当, 而且焊接工艺性能良好。

[0052] 实施例 2:

[0053] 一种特高压输电钢管塔 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 由外皮和填充在所述外皮内的药芯构成; 其中, 外皮为屈服强度为 420Mpa 低合金高强度钢带 (Q420 钢), 上述药芯的成分按质量百分含量计为:

[0054] Si :1.3%, Mn :10.3%, Mo :1.0%, Nb :0.55%, Ni :0.54%, Ti :0.2%, Al :0.01%, Cr :0.9%, Cu :0.2%, 余量为 Fe。

[0055] 药芯的质量为药芯焊丝质量的 35%。

[0056] 药芯焊丝的制备方法同实施例 1。

[0057] 本实施例制备的药芯焊丝在 Q420 钢管与法兰的对接和插接焊中的应用。具体应用时的焊接工艺条件为:

[0058] 采用 CO₂气体保护焊进行焊接, 采用 6 层 13 道焊法, 对接的接头采用 V 型坡口, 两侧坡口角度为 60°, 焊接对口间隙为 2mm。

[0059] 焊接过程中, 焊接参数选择为: 焊接电流 150~220A, 焊接电压 18~20V, 焊接速度

110–130mm/min, 焊丝干伸长 15mm, 焊缝厚度 3–4mm; 焊枪自定位焊处保证焊枪倾角小于 20° 和干伸长度在 10–15mm, 按动开关起弧; 运弧方式为锯齿型匀速摆动; 电弧摆动至坡口两端时, 待铁水将坡口填满后再向对面摆动; 电弧焊至试件收弧端后将弧坑填满并回焊 20mm 为宜, 待熔池冷却后将焊枪开关松开离开熔池以防止收弧缺陷的产生。

[0060] 本实施例制备的药芯焊丝焊接后的熔覆金属的力学性能见表 3。

[0061] 表 3 焊后测试的熔敷金属力学性能

[0062]

项目	屈服强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)	延伸率 (%)	冲击性能 (J)
测试值 (5 个试样平均值)	505	612	21	-20℃ 113 -40℃ 61

[0063] 实施例 3:

[0064] 一种特高压输电钢管塔 Q420 钢焊接用药芯焊丝, 由外皮和填充在所述外皮内的药芯构成; 其中, 外皮为屈服强度为 420Mpa 低合金高强度钢带 (Q420 钢), 上述药芯的成分按质量百分含量计为:

[0065] Si :2.1%, Mn :6.5%, Mo :1.54%, Nb :0.26%, Ni :4.1%, Ti :0.1%, Al :0.03%, Cr :0.1%, Cu :0.6%, 余量为 Fe。

[0066] 药芯的质量为药芯焊丝质量的 40%。

[0067] 药芯焊丝的制备方法同实施例 1。

[0068] 本实施例制备的药芯焊丝在壁厚小于 20mm 的 Q420 钢管与钢管相贯焊接中的应用。具体应用时的焊接工艺条件为:

[0069] 采用 CO₂气体保护焊进行焊接, 采用 6 层 13 道焊法, 对接的接头采用 V 型坡口, 两侧坡口角度为 60°, 焊接对口间隙为 3mm。焊接过程中, 焊接参数选择为: 焊接电流 180–250A, 焊接电压 18–20V, 焊接速度 100–130mm/min, 焊丝干伸长 15mm, 单层焊缝厚度 3–4mm; 焊枪自定位焊处保证焊枪倾角小于 20° 和干伸长度在 10–15mm, 按动开关起弧; 运弧方式为锯齿型匀速摆动; 电弧摆动至坡口两端时, 待铁水将坡口填满后再向对面摆动, 待熔池冷却后将焊枪开关松开离开熔池以防止收弧缺陷的产生。

[0070] 本实施例制备的药芯焊丝焊接后的熔覆金属的力学性能见表 4。

[0071] 表 4 焊后测试的熔敷金属力学性能

[0072]

项目	屈服强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)	延伸率 (%)	冲击性能 (J)
测试值 (5 个试样平均值)	507	614	20	-20℃ 111 -40℃ 64



图 1

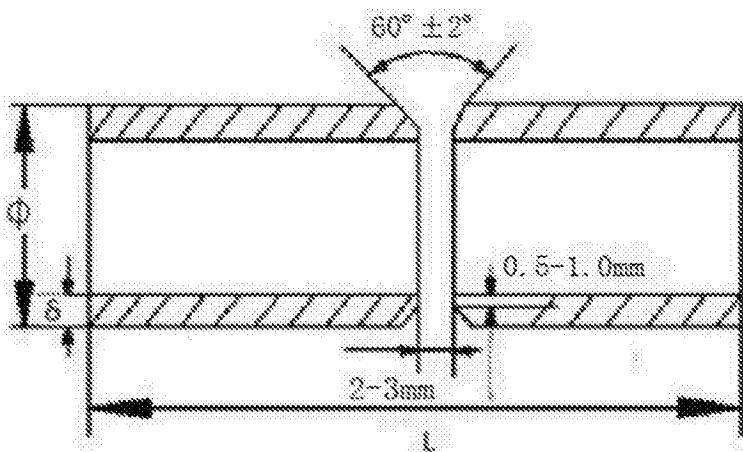


图 3

图 2