



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103276297 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 04

(21) 申请号 201310230066. 5

(22) 申请日 2013. 06. 09

(71) 申请人 嘉兴市新纪元钢管制造有限公司  
地址 314503 浙江省嘉兴市桐乡市屠甸镇石  
泾东路 101 号

(72) 发明人 吴国忠 况雪军 肖红 路继林  
叶火群 刘绍波

(74) 专利代理机构 杭州天欣专利事务所 33209  
代理人 李斌

(51) Int. Cl.  
C22C 38/22 (2006. 01)  
C21D 8/10 (2006. 01)  
C23C 22/07 (2006. 01)  
E21B 17/00 (2006. 01)

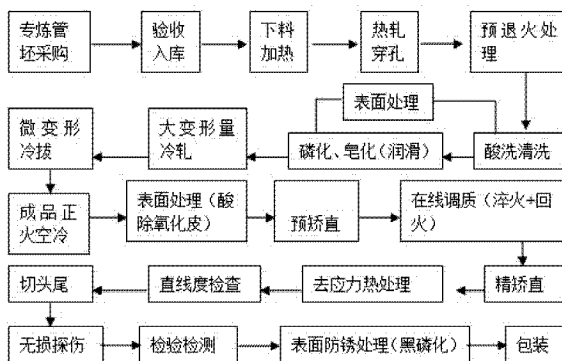
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管,其特征包括下述重量百分比的组分:C:0.38~0.43%,Si:0.17~0.35%,Mn:0.70~0.90%,P≤0.015%,S≤0.010%,Cr:0.90~1.10%,Mo:0.15~0.25%,Cu:≤0.10%,Ni:≤0.10%,AS≤0.015%,Sn≤0.015%,Sb≤0.010%,Pb≤0.008%,Bi≤0.010%,余量为Fe。本发明具有很高强度。本发明还涉及该无缝钢管的制造方法。



1. 一种自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管,其特征在于包括下述重量百分比的组分:C :0.38 ~ 0.43%, Si :0.17 ~ 0.35%, Mn :0.70 ~ 0.90%, P  $\leq$  0.015%, S  $\leq$  0.010%, Cr :0.90 ~ 1.10%, Mo :0.15 ~ 0.25%, Cu : $\leq$  0.10%, Ni : $\leq$  0.10%, AS  $\leq$  0.015%, Sn  $\leq$  0.015%, Sb  $\leq$  0.010%, Pb  $\leq$  0.008%, Bi  $\leq$  0.010%,余量为 Fe。

2. 根据权利要求1所述的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管,其特征在于:AS、Sn、Sb、Pb和Bi的含量之和 $\leq$  0.035%。

3. 如权利要求1所述自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法,其特征在于包括下述步骤:

(1) 将重量百分比为 C:0.38 ~ 0.43%, Si :0.17 ~ 0.35%, Mn :0.70 ~ 0.90%, P  $\leq$  0.015%, S  $\leq$  0.010%, Cr :0.90 ~ 1.10%, Mo :0.15 ~ 0.25%, Cu : $\leq$  0.10%, Ni : $\leq$  0.10%, AS  $\leq$  0.015%, Sn  $\leq$  0.015%, Sb  $\leq$  0.010%, Pb  $\leq$  0.008%, Bi  $\leq$  0.010%,余量为 Fe 的管胚,置于加热炉内加热,加热炉温度为 1190 ~ 1250 $^{\circ}$ C ;

(2) 将管坯经热轧穿孔制成毛管,热轧穿孔温度为 1140 ~ 1200 $^{\circ}$ C ;

(3) 对毛管依次进行预退火处理、表面处理、润滑、大变形量冷轧和微变形量冷拔 ;退火温度 780 ~ 800 $^{\circ}$ C ;

(4) 然后进行正火空冷,正火空冷的温度为 840 ~ 860 $^{\circ}$ C,冷却后进行表面处理,预矫直 ;

(5) 在线调质。

4. 根据权利要求3所述的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法,其特征在于:所述步骤(3)中冷轧变形系数为 1.8 ~ 2.2,冷拔变形系数为 1.07 ~ 1.12。

5. 根据权利要求3所述的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法,其特征在于:步骤(5)在线调质包括淬火和回火,淬火时 25 ~ 35 $^{\circ}$ C /s 速度快速升温至 900 ~ 920 $^{\circ}$ C,然后以 200 ~ 220 $^{\circ}$ C /s 的速度一次喷淋快速冷却至 310 $^{\circ}$ C左右,再进行二次喷淋至 80 $^{\circ}$ C以下,回火时,升温速度 20 ~ 30 $^{\circ}$ C /s,升温至 620 ~ 640 $^{\circ}$ C,保温后空冷。

6. 根据权利要求3所述的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法,其特征在于:所述步骤(3)中表面处理,使用质量浓度为 7 ~ 24% 的硫酸进行处理,处理时间 20 ~ 60 分钟,处理温度 40 ~ 60 $^{\circ}$ C,处理用清水进行浸洗和高压冲洗。

7. 根据权利要求3所述的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法,其特征在于:所述步骤(3)中润滑过程为:先对毛管进行磷化,使用磷化液进行磷化,磷化液总酸度 25 ~ 45 滴,游离酸度为 0.6 ~ 4 滴,磷化温度 65 ~ 75 $^{\circ}$ C,磷化时间 10 ~ 35 分钟 ;然后进行皂化,皂化液的浓度脂肪酸含量 40 ~ 80g/L,游离碱小于 4 g/L,皂化温度 40 ~ 60 $^{\circ}$ C ,时间  $\geq$  8 分钟。

## 一种自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管,本发明还涉及该无缝钢管的制造方法,属于钢管制造业。

### 背景技术

[0002] 随着我国国民经济的高速发展,矿产资源的短缺已成为国家“十二五”期间急需解决的一个战略性课题。根据地质勘探权威机构调查显示国内 1500 米以内的矿产资源已基本勘探结束,今后一段时间内钻探取心施工的深度逐步向 2000 ~ 3000 米的中深孔发展。而且该深度钻探国际上普遍采用全液压动力头钻机,而我国以前普遍使用立轴式钻机,钻杆与钻杆间用接头联接的方式。该钻探方式钻探深度浅,钻进效率低。近二年国内的地质钻探工具生产企业在研究吸收国外技术的基础上,开始起步研发生产高性能液压钻机和钻具,逐步淘汰老式立轴钻机,实现高性能钻机和钻具的国产化,减少进口。因此用于关键钻探工具中的研发与生产相配套的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管管体材料也成为无缝钢管制造工艺的难点和新的研发课题。目前国内小型无缝钢管大多数采用毛管穿孔加冷拔的生产方式,由于该种生产方式投资小,规格变换灵活,生产成本低,具有一定的适用性,其缺点是几何尺寸精度差,特别是壁厚不均偏差大,不适合生产同轴度高的如自接式高强度绳索取心钻杆用精密无缝钢管。

[0003] 公开号为 CN1004400679C 的说明书中公开了一种无缝钢管,其特征在于,所述无缝钢管是经热轧制管之后直接使用的无缝钢管,其中,以质量 % 计算,含有 C :0.10 ~ 0.25%, Si :0.05 ~ 1.00%, Mn :0.50 ~ 2.50%, P :0.03% 以下, S :0.05% 以下, Cr :0.40 ~ 1.50% 以下, Mo :0.05 ~ 1.50% 以下, V :0.02 ~ 0.30%, Al :0.003 ~ 0.10, B :0.0003 ~ 0.01%, N :0.001 ~ 0.02%, 余量为 Fe, 铁素体面积率为 10% 以下。虽然其制造过程简单,但是其强度不能达到要求。

[0004] 公开号为 CN 102953019 A 的说明书中公开了一种地质钻探用合金钢无缝钢管的加工方法:其包括以下步骤:

第一步:采用常规工艺炼制权利要求 1 所述成份的管坯;

第二步:将冷却后的上述管坯分段并置于加热炉内加热;

第三步:将步骤 2 所述管坯热轧制成无缝钢管荒管;

第四步:对步骤 3 所述无缝钢管荒管进行退火、冷拔,使其完成尺寸定型;

第五步:对步骤 4 所述无缝钢管进行正火空冷,并进行表面处理后利用矫直机进行第一次矫直;

第六步:对上述矫直后的无缝钢管进行感应炉淬火,然后进行回火空冷,并利用矫直机进行第二次矫直;

第七步:切管、检验与验伤。虽然该方法能够制造地质钻探用的无缝钢管,但是由于只进行冷拔,所以精度不能保证。

[0005] 该说明书中还公开了一种地质钻探用合金钢无缝钢管,所述地质钻探用合金钢无

缝钢管的化学成分按重量百分比为 :C :0.25 ~ 0.30, Si :0.1 ~ 0.35, Mn :0.85 ~ 1.00, P  $\leq$  0.012, S  $\leq$  0.008, Cr :0.90 ~ 1.10, Mo :0.40 ~ 0.50, Ni、Cu  $\leq$  0.1, Al<sub>t</sub> :0.015 ~ 0.030。Sn、Pb、As、Sb  $\leq$  0.01, 余量为 Fe。其中碳含量偏低, 导致其强度不够, 然而单单提高碳含量的话, 由于其塑性不够导致无法加工。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述不足, 而提供一种高强度, 弹性好, 抗弯曲, 耐冲击, 耐磨损的高强度绳索取心钻杆用无缝钢管, 本发明还提供了该无缝钢管的制造方法。

[0007] 本发明解决上述问题所采用的技术方案是 : 该自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管, 其特征在于包括下述重量百分比的组分 : C :0.38 ~ 0.43%, Si :0.17 ~ 0.35%, Mn :0.70 ~ 0.90%, P  $\leq$  0.015%, S  $\leq$  0.010%, Cr :0.90 ~ 1.10%, Mo :0.15 ~ 0.25%, Cu :  $\leq$  0.10%, Ni :  $\leq$  0.10%, AS  $\leq$  0.015%, Sn  $\leq$  0.015%, Sb  $\leq$  0.010%, Pb  $\leq$  0.008%, Bi  $\leq$  0.010%, 余量为 Fe。

[0008] 本发明 AS、Sn、Sb、Pb 和 Bi 的含量之和  $\leq$  0.035%。保证其无缝钢管的热处理和热冷变形加工中钢管的内在质量, 使其冷变形时塑性好, 穿孔热变形后的毛管减少表面裂纹、翘皮、离层等不良缺陷, 经最终在线调质热处理后综合机械性能优良。

[0009] 本发明自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法, 其特征在于包括下述步骤。

[0010] (1) 将重量百分比为 C :0.38 ~ 0.43%, Si :0.17 ~ 0.35%, Mn :0.70 ~ 0.90%, P  $\leq$  0.015%, S  $\leq$  0.010%, Cr :0.90 ~ 1.10%, Mo :0.15 ~ 0.25%, Cu :  $\leq$  0.10%, Ni :  $\leq$  0.10%, AS  $\leq$  0.015%, Sn  $\leq$  0.015%, Sb  $\leq$  0.010%, Pb  $\leq$  0.008%, Bi  $\leq$  0.010%, 余量为 Fe 的管胚, 置于加热炉内加热, 加热炉温度为 1190 ~ 1250°C。化学成分中 P 具有冷脆性, S 和 Cu 具有热脆性, 因此降低 P、S、Cu 和五大有害元素成分含量, 提高钢的纯净度, 可减少无缝钢管的热变形产生裂纹、翘皮、离层等不良缺陷, 上述化学元素中 C、Mn、Cr 和 Mo 的含量是为保证管材在生产过程中通过退火处理, 有较好的冷塑性, 有利冷加工变形, 最终调质时淬透性好, 保证管材的高强度、综合性能优良。C、Mn、Cr 和 Mo 的含量经调整后为 0.38 ~ 0.43, 0.70 ~ 0.90, 0.90 ~ 1.10, 0.15 ~ 0.25 的范围组合是保证管材在热处理时具有高的强度、淬透性好, 同时又具有一定的塑性、韧性, C 元素可增加钢的强度但不宜过高, 对冲击韧性是有害的, 实际经验其范围不超过 0.50%, Mn 元素有利淬透性、渗碳、提高钢的强度, 但合金钢中 Mn 不易过高, 因其临界点较低, 易产生粗晶。Cr 元素可增加钢的强度, 提高屈服点, 抗氧化性, 耐腐蚀, 能组织细化而又均匀分布, 所以塑性、韧性也好, 但 Cr 含量过高, 会影响热淬性。Mo 元素有利于细化晶粒, 降低钢的过热倾向, 热稳定性好, 但合金钢中 Mo 不宜过高, 对促进脱碳有影响。

[0011] (2) 将管坯经热轧穿孔制成毛管, 热轧穿孔温度为 1140 ~ 1200°C。

[0012] (3) 对毛管依次进行预退火处理、表面处理、润滑、大变形量冷轧和微变形量冷拔 ; 退火温度 780 ~ 800°C ; 其目的在于恢复均匀组织, 消除内应力, 降低强度, 增加塑性, 以利于后续冷轧、冷拔大变形量冷加工不开裂, 其抗拉强度为 670 ~ 720MPa, 屈服强度为 440 ~ 480MPa, 伸长率 24 ~ 26%, 钢管具有良好的冷加工性能。因在空气中快速冷却, 其珠光体析

出较多,晶粒组织粗大,强度高,塑性低,热应力大,不利于冷加工变形,毛管通过预退火处理,重新奥氏体化,可使管材组织均匀,强度降低,塑性提高。

[0013] 大变形量冷轧,一次减径量 20 ~ 23%,一次减壁量 21 ~ 24%,冷轧变形系数为 1.80 ~ 2.20,其目的是利用冷轧的优势,一次大减径大减壁,使内部金属流动加快加大,有显著的均壁作用,同时改善钢管表面的浅表性缺陷。一般穿孔毛管壁厚不均均为  $\pm 8\%$ ,经一次大变形量冷轧后可改善壁厚不均均为  $\pm 4\%$ ,可减少一次退火、酸洗、润滑工序。以自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管 NC 规格为例。

[0014] 冷轧(拔)后壁厚不均变化见下表 1 (单位 :mm)。

[0015] 表 1

毛管					冷轧中间管					冷拔成品管				
外径	壁厚	壁厚不均			外径	壁厚	壁厚不均			外径	壁厚	壁厚不均		
		Max	Min	壁厚差			Max	Min	壁厚差			Max	Min	壁厚差
93	6.8	7.30	6.29	1.01	73	5.3	5.53	5.12	0.41	70.20	5.02	4.87	5.18	0.31

微变形量冷拔的目的是保证钢管的几何尺寸高精度,一次小变形可减少钢管冷拔过程中的摩擦发热,减少收缩变形。冷拔后几何尺寸变形小,不易产生划道等缺陷。

[0016] 表 2

冷轧中间道			冷拔微变形钢管		
外径	内径	椭圆度	外径	内径	椭圆度
72.95~73.40	62.45~62.90	0.45	70.17~70.24	60.15~60.22	0.07

经酸洗、润滑后的毛管进行大变形量冷轧,再微变形量冷拔,毛管冷拔的道次变形量较小,冷拔的一次减径量为 6 ~ 15%,减壁量 0.5 ~ 1.2mm,延伸系数 1.30 ~ 1.40,而冷轧的道次变形量大,冷轧一次的减径量为 20 ~ 30%,减壁量 1.5 ~ 3.0mm,冷轧平均延伸系数可达 2.0 ~ 3.0。均壁作用的产生是由于管壁上的不同壁厚在轧拔过程中有不同壁厚变化,金属在流动时薄壁处增厚多,壁厚处增厚少,并且与变形量大小有关,变形量大金属流动多,流动快,结果使钢管壁厚产生均匀化,见表 1。通过工装模具的压力作用和金属的流动改善了钢管表面麻点,轻微划伤,浅凹坑等浅表性缺陷,提高钢管表面精度,使其光洁。

[0017] (4)然后进行正火空冷,正火空冷的温度为 840 ~ 860℃,冷却后进行表面处理,预矫直。正火后晶粒均匀,强度好,见图 1 与图 2,晶粒度 :8.5 级。

[0018] (5)在线调质。

本发明所述步骤(3)中冷轧变形系数为 1.8 ~ 2.2,冷拔变形系数为 1.07 ~ 1.12。

[0019] 本发明步骤(5)在线调质包括淬火和回火,淬火时 25 ~ 35℃ /s 速度快速升温至 900 ~ 920℃,然后以 200 ~ 220℃ /s 的速度一次喷淋快速冷却至 310℃左右,再进行二次喷淋至 80℃以下。淬火见图 3 和图 4。采用感应加热方式对钢管进行在线调质,

钢管加热具有热透性好,加热速度快,氧化皮薄的优点,钢管旋转前进的方式加热并冷却,温度均匀,尺寸变形小,椭圆度 $\leq 0.05\text{mm}$ ,直线度 $\leq 1\text{mm/m}$ ,采用水溶性淬火液冷却使马氏体组织转换充分,同时不造成钢管淬裂。调质后钢管综合机械性能好,内外截面硬度均匀, $\Delta\text{HRC} \leq 2$ ,晶粒度比传统调质提高2级达到10级。钢管经调质冷却后进行精矫直,矫直直线度 $\leq 0.50\text{mm/m}$ 。

[0020] 回火时,升温速度 $20 \sim 30^\circ\text{C}/\text{s}$ ,升温至 $620 \sim 640^\circ\text{C}$ ,保温后空冷。回火后见图5和图6,晶粒度:10级。

[0021] 本发明所述步骤(3)中表面处理,使用质量浓度为 $7 \sim 24\%$ 的硫酸进行处理,处理时间 $20 \sim 60$ 分钟,处理温度 $40 \sim 60^\circ\text{C}$ ,处理用清水进行浸洗和高压冲洗。

[0022] 本发明所述步骤(3)中润滑过程:先对毛管进行磷化,使用磷化液进行磷化,磷化液总酸度 $25 \sim 45$ 滴,游离酸度为 $0.6 \sim 4$ 滴,磷化温度 $65 \sim 75^\circ\text{C}$ ,磷化时间 $10 \sim 35$ 分钟。然后进行皂化,皂化液的浓度脂肪酸含量 $40 \sim 80\text{g/L}$ ,游离碱小于 $4\text{g/L}$ ,皂化温度 $40 \sim 60^\circ\text{C}$ ,时间 $\geq 8$ 分钟。

[0023] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和效果:采用优化化学成分保证其无缝钢管的热处理和热冷变形加工中钢管的内在质量,使其冷变形时塑性好,穿孔热变形后的毛管减少表面裂纹、翘皮、离层等不良缺陷,经最终在线调质热处理后综合机械性能优良。

[0024] 本发明的自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管,具有很好的性能,随机抽取4组进行检测其性能如下表3所示。

[0025] 表3

抗拉强度·MPa	屈服强度·MPa	伸长率·%	硬度·HRC	常温冲击试验·KVJ
990	900	16.5	31~32.5	76~80
995	915	19.0	30.5~31	76~80
1020	915	16.0	30.5~31.5	64~68
1010	935	17.0	31.5~32	72~76

利用本发明自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管,选择好的原料配方,采用冷、热变形优化的制管工艺,特殊的热处理方式以及表面处理,使钢管产品具有优良的综合机械性能,高强度,弹性好,抗弯曲,耐冲击,耐磨损,同时尺寸精度高,内外径尺寸偏差小,同一截面钢管壁厚均匀,直线度好,美观防腐蚀,适合地质勘探行业开发新型钻探工具用于中深孔的钻探需求。

[0026] 先冷轧后冷拔使得自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管具有很好的尺寸,如表4所示。

[0027] 表4

实际值			
外径	内径	壁厚不均	直线度
70.10~70.18	60.08~60.18	<7%壁厚	<0.30mm/m

#### 附图说明

- [0028] 图 1 是正火后 100 倍显微照片。  
 [0029] 图 2 是正火后 500 倍显微照片。  
 [0030] 图 3 是淬火后 100 倍显微照片。  
 [0031] 图 4 是淬火后 500 倍显微照片。  
 [0032] 图 5 是回火后 100 倍显微照片。  
 [0033] 图 6 是回火后 500 倍显微照片。  
 [0034] 图 7 是本实施例中自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法的流程图。

#### 具体实施方式

[0035] 下面通过实施例对本发明作进一步的详细说明,以下实施例是对本发明的解释而本发明并不局限于以下实施例。

[0036] 参见图 7,本实施例中自接式高强度绳索取心钻杆用无缝钢管的制造方法包括下述步骤。

[0037] (1) 将重量百分比为 C :0.38 ~ 0.43%, Si :0.17 ~ 0.35%, Mn :0.70 ~ 0.90%, P ≤ 0.015%, S ≤ 0.010%, Cr :0.90 ~ 1.10%, Mo :0.15 ~ 0.25%, Cu :≤ 0.10%, Ni :≤ 0.10%, AS ≤ 0.015%, Sn ≤ 0.015%, Sb ≤ 0.010%, Pb ≤ 0.008%, Bi ≤ 0.010%, 余量为 Fe 的管胚,置于加热炉内加热,加热炉温度为 1190 ~ 1250℃。其中,AS+Sn+Sb+Pb+Bi ≤ 0.035%,是指 AS、Sn、Sb、Pb 和 Bi 的重量之和占总量的百分含量 ≤ 0.035%。

[0038] (2) 将管坯经热轧穿孔制成毛管,热轧穿孔温度为 1140 ~ 1200℃。最佳温度为 1170℃。

[0039] (3) 对毛管依次进行预退火处理、表面处理、润滑、大变形量冷轧和微变形量冷拔;退火温度 780 ~ 800℃,冷轧变形系数为 1.8 ~ 2.2,冷拔变形系数为 1.07 ~ 1.12。预退火处理:升温速度 40 ~ 60℃ / 分钟,升温至 780 ~ 800℃,保温 30 ~ 40 分钟,炉内冷却至 550℃ 以下出炉空冷。

[0040] 表面处理:使用质量浓度为 7 ~ 24% 的硫酸进行处理,处理时间 20 ~ 60 分钟,处理温度 40 ~ 60℃,处理用清水进行浸洗和高压冲洗。其目的是防止钢管表面氧化皮在矫直时造成钢管表面压坑,影响钢管的表面精度。

[0041] 润滑:先对毛管进行磷化,使用磷化液进行磷化,磷化液总酸度 25 ~ 45 滴,游离酸度为 0.6 ~ 4 滴,磷化温度 65 ~ 75℃,磷化时间 10 ~ 35 分钟。然后进行皂化,皂化液的浓度脂肪酸含量 40 ~ 80g/L,游离碱小于 4 g/L,皂化温度 40 ~ 60℃,时间 ≥ 8 分钟。

[0042] 大变形量冷轧:冷轧变形系数为 1.8 ~ 2.2。

[0043] 微变形量冷拔:冷拔变形系数为 1.07 ~ 1.12。

[0044] (4) 然后进行正火空冷,正火空冷的温度为 840 ~ 860℃,冷却后进行表面处理,预

矫直。正火的目的使组织均匀转变,细化晶粒,消除内应力,有利于调质后组织稳定。经正火空冷后的机械性能为抗拉强度 680 ~ 740MPa,屈服强度 450 ~ 500MPa,伸长率 22 ~ 26%,组织均匀。

[0045] 正火空冷:升温速度 55 ~ 75℃ / 分钟,升温至 840 ~ 860℃,保温 20 ~ 30 分钟,然后出炉空冷至常温。

[0046] 表面处理:

(5)在线调质,先进行淬火,25 ~ 35℃ /s 速度快速升温至 900 ~ 920℃,然后以 200 ~ 220℃ /s 的速度一次喷淋快速冷却至 310℃左右,再进行二次喷淋至 80℃以下,再进行回火,升温速度 20 ~ 30℃ /s,升温至 620 ~ 640℃,保温后空冷。冷却后再次精矫,去应力热处理,直线度检查。冷却后再次精矫,去应力热处理,直线度检查。对经预矫直的钢管在感应加热炉中在线调质,淬火处理采用感应加热方式对无缝钢管以 25 ~ 35℃ /s 速度快速升温至 900 ~ 920℃,然后以 200 ~ 220℃ /s 的速度一次喷淋快速冷却至 310℃左右,再进行二次喷淋至 80℃以下,冷却介质为 5 ~ 8% 的水溶性淬火液。旋转式加热和喷淋,然后以感应加热的方式对钢管进行回火,升温速度 20 ~ 30℃ /s,回火温度 620 ~ 640℃,空冷。采用感应加热方式对钢管进行在线调质,钢管加热具有热透性好,加热速度快,氧化皮薄的优点,钢管旋转前进的方式加热并冷却,温度均匀,尺寸变形小,椭圆度 ≤ 0.05mm,直线度 ≤ 1mm/m,采用水溶性淬火液冷却使马氏体组织转换充分,同时不造成钢管淬裂。调质后钢管综合机械性能好,内外截面硬度均匀,△ HRC ≤ 2,晶粒度比传统调质提高 2 级达到 10 级。

[0047] 钢管经调质冷却后进行精矫直,矫直直线度 ≤ 0.50mm/m。

[0048] 钢管经矫直后进行感应加热去应力热处理,其目的是消除矫直后产生的矫直应力,减少钢管变形,去应力温度为 580 ~ 610℃,升温速度 20 ~ 25℃ /s。经去应力前后试样剖分对比如表 5 所示,试样长度 250mm (单位 :mm)。

[0049] 表 5

矫直后						去应力后					
外径		剖分后外径			剖条直线度	外径		剖分后外径			剖条直线度
Max	Min	Max	Min	变形量	Max	Max	Min	Max	Min	变形量	Max
70.18	70.10	71.89	71.80	1.89	0.35	70.18	70.10	70.34	70.26	0.16	0.05

试样对比表明,矫直后采用旋转方式去应力热处理,钢管的内应力得到有效释放,变形值迅速变小,经直线度检测原有矫直直线度得以保持。

[0050] (6) 经精矫、去应力热处理、直线度检查后进行切头尾、无损探伤、检验检测、表面防锈处理、包装。经检测后的钢管进行表面黑磷化处理,以改善外观质量,防锈期达半年以上。

[0051] 本说明书中所描述的以上内容仅仅是对本发明所作的举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式



替代,只要不偏离本发明说明书的内容或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

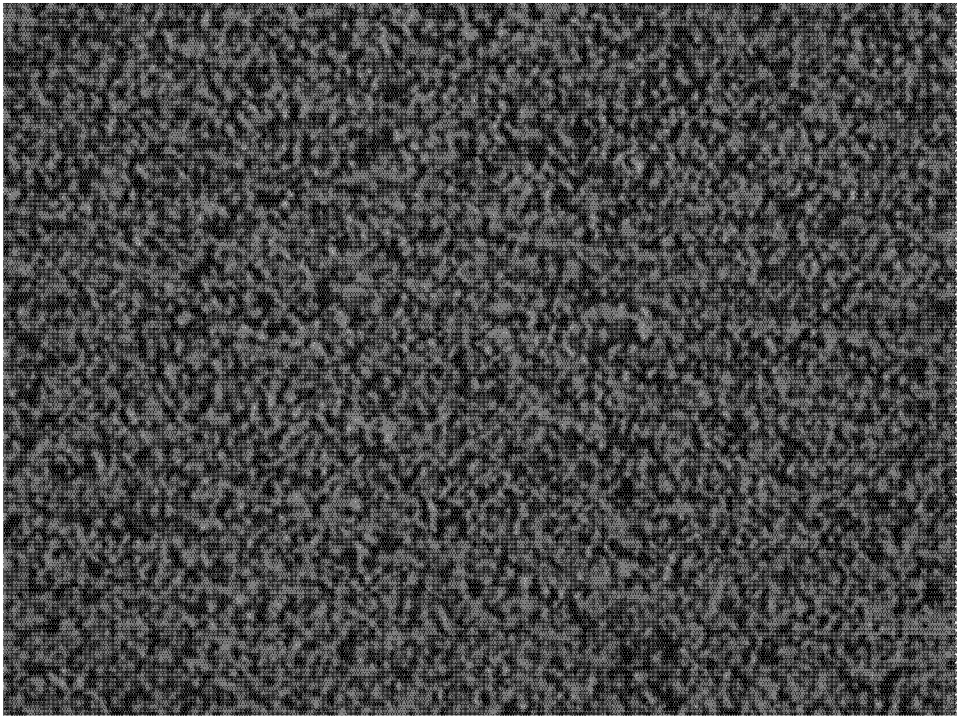


图 1

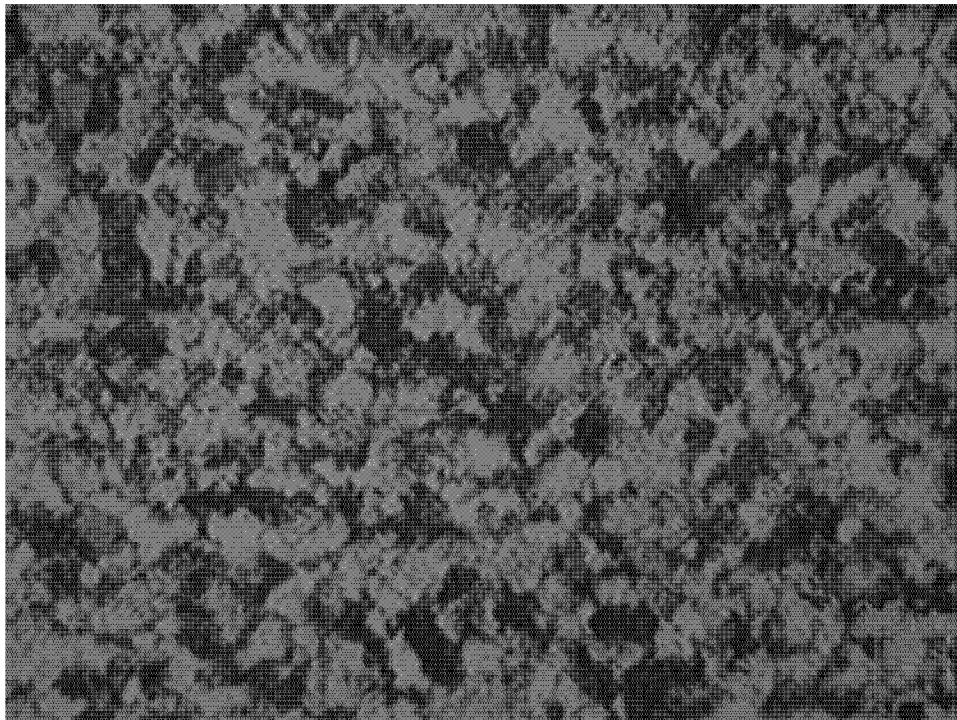


图 2

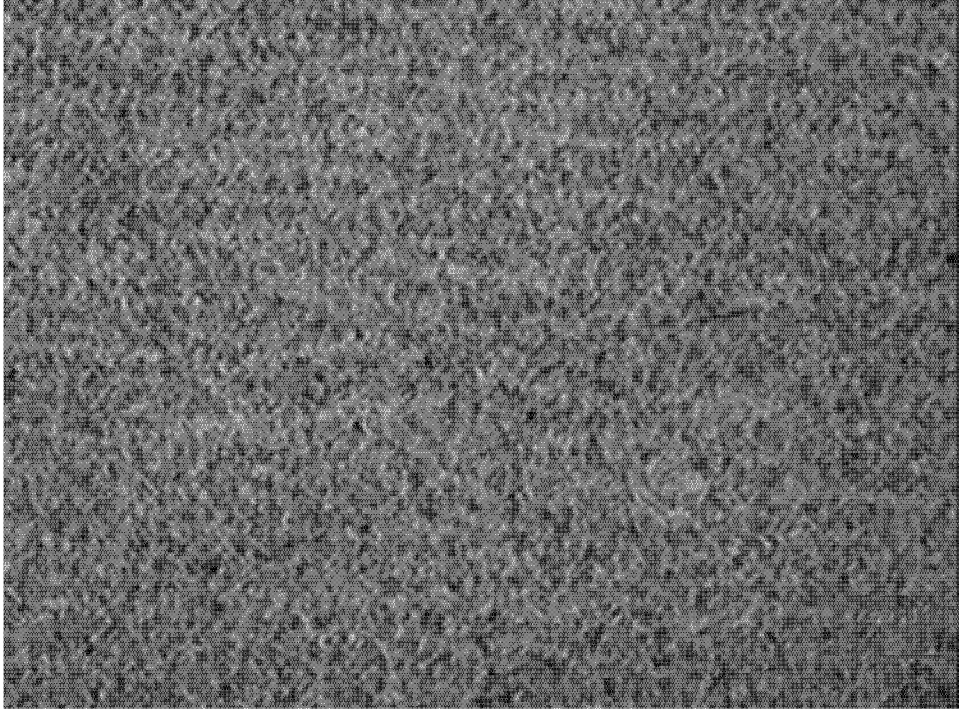


图 3

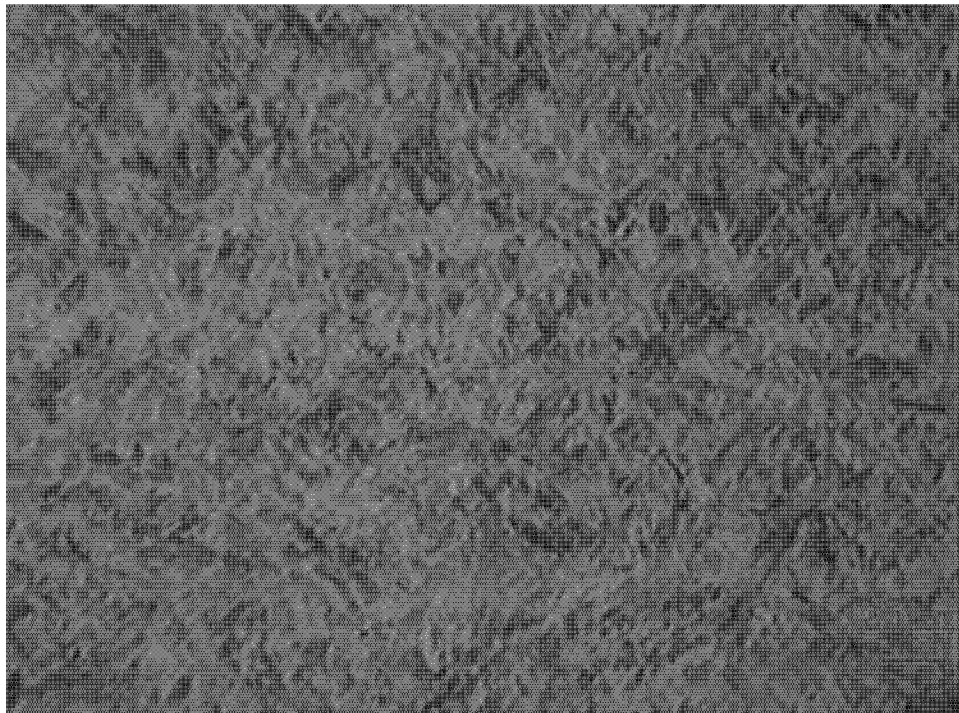


图 4

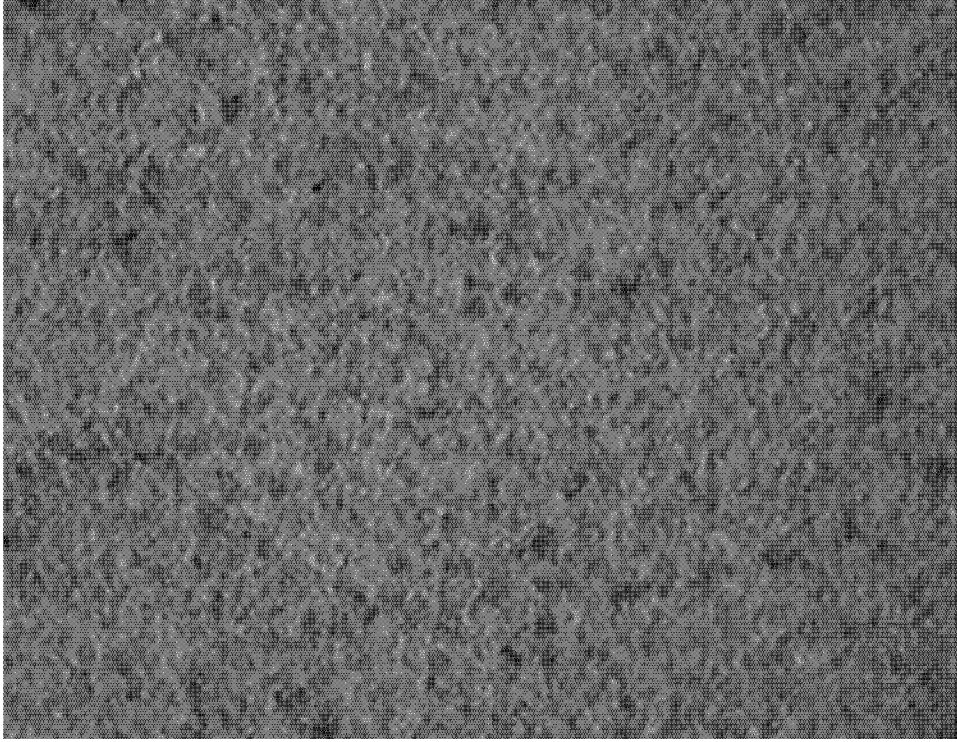


图 5

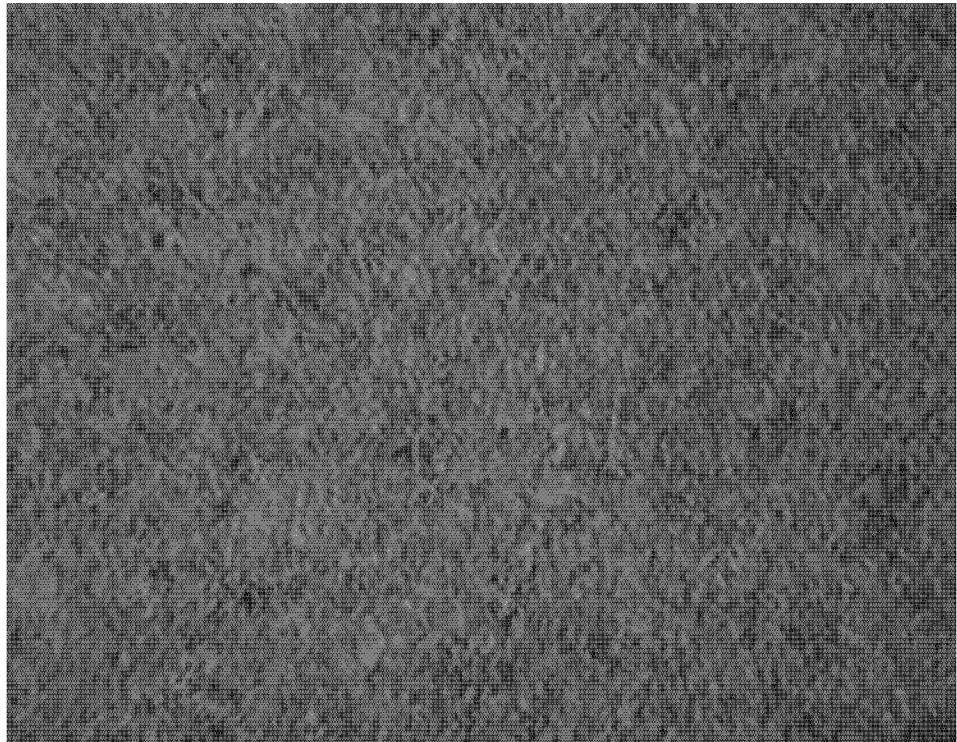


图 6

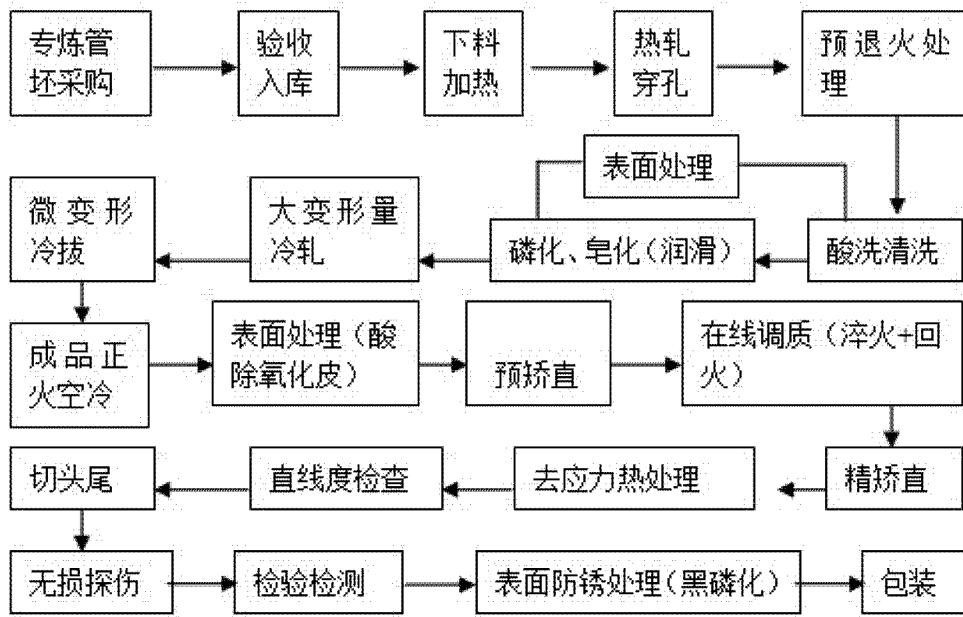


图 7