



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104878323 B

(45)授权公告日 2017.07.18

(21)申请号 201510302136.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.06.05

C22C 38/60(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C21D 8/02(2006.01)

申请公布号 CN 104878323 A

C21D 1/18(2006.01)

(43)申请公布日 2015.09.02

审查员 赵阳

(73)专利权人 舞阳钢铁有限责任公司

地址 462500 河南省平顶山市舞钢市湖滨
大道西段

(72)发明人 吴艳阳 谢良法 韦明 叶建军

袁锦程 刘生 牛红星 尹卫江

李祥兵 张萌 程含文 贺霄

(74)专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所
有限公司 13108

代理人 刘伟

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法

(57)摘要

本发明公开了一种超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法,其包括冶炼、浇铸、加热、轧制、轧后冷却以及热处理工序,所述热处理工序:其采用两次正火步骤+回火步骤的工艺过程,每次正火步骤均由加热过程和淬火过程构成;第一次正火步骤的正火温度为900~930℃,第二次正火步骤的正火温度为830~860℃;所述两次正火步骤的淬火过程均为将钢板投入温度≤30℃的水中进行加速冷却;所述回火步骤中,回火温度为690℃~710℃,保温时间为4~4.5min/mm,保温后空冷制得成品钢板。本方法采用两次正火+一次回火的热处理制度,能有效的提高钢板的综合性能,所得钢板强度适中,冲击韧性良好,尤其是低温韧性有大幅提升,整张钢板力学性能更优秀,质量更稳定。

1. 一种超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法,其包括冶炼、浇铸、加热、轧制、轧后冷却以及热处理工序,其特征在于,成分及重量百分含量为:C 0.12%、Si 0.52%、Mn 0.44%、P 0.003%、S 0.001%、Al 0.042%、V 0.009%、Ni 0.17%、Cr 1.42%、Mo 0.53%、Cu 0.06%、Ti 0.001%、Nb 0.003%、As 0.005%、Sn 0.005%、Sb 0.002%、B 0.0001%、[N] 69ppm、[O] 12ppm、[H] 0.7ppm,余量为铁和不可避免的杂质;所述钢板的厚度规格为162mm,所述热处理工序:其采用两次正火步骤+回火步骤的工艺过程,每次正火步骤均由加热过程和淬火过程构成;第一次正火步骤的正火温度为900~925℃,第二次正火步骤的正火温度为830~860℃;所述两次正火步骤的淬火过程均为将钢板投入温度≤30℃的水中进行加速冷却;所述回火步骤中,回火温度为690℃~710℃,保温时间为4~4.5min/mm,保温后空冷制得成品钢板。

2. 根据权利要求1所述的超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法,其特征在于:所述第一次正火步骤的淬火过程由高压段和低压段构成;所述高压段和低压段的水量均≥4000m³/h;所述钢板在低压段执行摇摆模式,摇摆时间10~20min,保证钢板返红温度≤300℃。

3. 根据权利要求1所述的超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法,其特征在于:所述第二次正火步骤的淬火过程由高压段和低压段构成;所述高压段和低压段的水量均≥4000m³/h;所述钢板在低压段执行摇摆模式,摇摆时间≥10min,冷却后确保钢板表面温度≤50℃。

超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种合金的热处理方法,尤其是一种超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法。

背景技术

[0002] 由于SA387Gr11CL2钢板具有的特殊优异性能,常常被用于制造一些耐高温、高压的压力容器。然而,面临宽厚板用户及宽厚钢板使用条件越来越严苛的要求,比如,国内某大型压力容器制造企业对其所使用SA387Gr11CL2钢板提出了1/2位置处-20℃冲击,同时规定钢板交货态、最小模焊态、最大模焊态三套性能均满足技术条件要求,同时对钢板交货态HV硬度进行了≤220HV的规定,这些要求直接给此类钢板组织生产带来很大难度;又比如,用临氢铬钼钢板制成的压力容器的使用条件要求温度≥250℃、氢分压≥1.4MPa,这一要求对钢板的高温力学性能及冲击韧性均提出了较高要求。常规的SA387Gr11CL2钢板热处理制度由一次正火十一次回火过程组成,钢板性能不合(尤指低温冲击性能)现象时有发生。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法,以有效地提高其综合性能。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:其包括冶炼、浇铸、加热、轧制、轧后冷却以及热处理工序,所述热处理工序:其采用两次正火步骤十回火步骤的工艺过程,每次正火步骤均由加热过程和淬火过程构成;第一次正火步骤的正火温度为900~930℃,第二次正火步骤的正火温度为830~860℃;所述两次正火步骤的淬火过程均为将钢板投入温度≤30℃的水中进行加速冷却;所述回火步骤中,回火温度为690~710±10℃,保温时间(在保温段的时间)为4~4.5min/mm,保温后空冷制得成品钢板。

[0005] 本发明所述第一次正火步骤中,总加热时间为PLC+20~PLC+30min;淬火过程执行最大水量。所述第一次正火步骤的淬火过程由高压段和低压段构成;所述高压段和低压段的水量均≥4000m³/h;所述钢板在低压段执行摇摆模式,摇摆时间10~20min,保证钢板返红温度≤300℃。

[0006] 本发明所述第二次正火步骤中,总加热时间为(PLC+20~PLC+30)min;淬火过程执行最大水量。所述第二次正火步骤的淬火过程由高压段和低压段构成;所述高压段和低压段的水量均≥4000m³/h;所述钢板在低压段执行摇摆模式,摇摆时间≥10min,冷却后确保钢板表面温度≤50℃。

[0007] 本发明所述钢板的厚度规格为162mm。

[0008] 钢板的热处理制度,包括正火温度、正火时间、回火温度、回火时间及(加速冷却)水温对SA387Gr11CL2钢板的性能有很大程度的影响。正火温度对钢板的相变有直接关系;正火时间对钢板相变后的奥氏体组织的均匀性相关;回火温度和时间则对钢板的韧性有较大影响。(加速冷却)水温则对钢板的相变过程起决定性作用,从而影响钢板的性能优劣。经

研究发现,(加速冷却过程)水温的变化直接影响SA387Gr11CL2钢板的冷却速度,进而影响钢板内部贝氏体组织的相变程度和钢板的淬透性。因此,从这个意义上来说,通过适当的热处理制度,能有效地减少钢板性能不合的现象出现,从而提高钢板的综合性能。

[0009] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:本发明采用两次正火十一次回火的热处理制度,解决了传统热处理工艺造成的冲击性能不合的问题,能有效的提高SA387Gr11CL2钢板的综合性能,所得钢板强度适中,冲击韧性良好,尤其是低温韧性有大幅提升,整张钢板力学性能更优秀,质量更稳定,适合有特殊要求的SA387Gr11CL2钢板的大批量生产。

具体实施方式

[0010] 下面结合具体实施例对本发明作进一步详细的说明。

[0011] 本超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法采用常规的SA387Gr11CL2钢板成分,下述实施例中钢板的实际成分(按重量百分比)为:C 0.12%、Si 0.52%、Mn 0.44%、P 0.003%、S 0.001%、Al 0.042%、V 0.009%、Ni 0.17%、Cr 1.42%、Mo 0.53%、Cu 0.06%、Ti 0.001%、Nb 0.003%、As 0.005%、Sn 0.005%、Sb 0.002%、B 0.0001%、[N] 69ppm、[O] 12ppm、[H] 0.7ppm,余量为铁和不可避免的杂质;钢板厚度为162mm。

[0012] 本超大厚度SA387Gr11CL2钢板的生产方法采用下述工艺步骤:

[0013] (1)冶炼工序:炼钢初炼炉实行精料方针,保证入炉料有害元素合规;精炼采用二次脱磷工艺(脱磷过程不加脱氧剂和合金),二次脱磷扒渣毕,确认[P] 0.002~0.004%,入精炼位,喂入铝线5~6m/吨钢,开始变渣,转入正常精炼,温度及渣况合适后吃入合金废钢H2-7或同钢种注余,成分均匀、温度达标后转入VOD真空脱气,要求真空度不大于60Pa保持时间≥20分钟,之后破坏真空,温度合适后吊包至模铸线进行浇铸。

[0014] (2)浇铸工序:钢板所用坯料采用模铸生产,模铸过热度按40~45℃控制;浇铸成钢锭后,为了避免出现冷裂纹,要求脱模24h后温送轧钢。

[0015] (3)加热工序:钢锭清理后,进行加热,要确保钢锭均匀烧透。

[0016] (4)轧制工序:按照正差轧制,厚度公差按标准上限4.3mm±0.5mm执行;同时采用II型控轧,开轧制温度1050~1150℃,晾钢厚度≥1.5h,II段开轧温度≤920℃,终轧后3道次尽量提高压下量,目标压下率10%,轧后不浇水。为提高钢板表面质量,采取以下措施进行控制:①轧制过程勤打高压水,确保氧化铁皮除尽;②II段开轧前,先打一道高压水;③及时压帽口,避免帽口渣子进入钢锭表面造成压坑;④原则上帽口朝西;⑤前几道次单向进钢,避免压坑。

[0017] (5)轧后冷却工序:经轧制后的钢板在下线后堆垛缓冷48小时。

[0018] (6)热处理工序:采用两次正火步骤+回火步骤的工艺过程。每次正火步骤均由预热段(800℃)、加热段(940±10℃)、均热段(930±10℃)、保温段(930±10℃)、高压淬火段(最大水量)和低压淬火段(最大水量)构成;其中预热段、加热段、均热段和保温段为加热过程,高压淬火段和低压淬火段为淬火过程。回火步骤分为预热段(650±10℃)、加热段(690~710±10℃)、均热段(690~710±10℃)和保温段(690~710±10℃)。

[0019] A、第一次正火步骤:在上述加热过程和淬火过程连续进行;加热过程采用二级自动加热保温动态数学模型的加热方式,温度900℃~930℃,时间PLC+20~PLC+30min;钢板

进入淬火过程后执行最大水量,高压段 $\geq 4000\text{m}^3/\text{h}$,低压段 $\geq 4000\text{m}^3/\text{h}$,钢板在低压段应执行摇摆模式,按自动模型水量,摇摆时间10~20min,同时要求泵站打循环使淬火水温保持在30℃及以下,保证钢板返红温度 $\leq 300^\circ\text{C}$ 。

[0020] B、第二次正火步骤:在上述加热过程和淬火过程连续进行(淬火过程也可在常化炉进行);温度830℃~860℃,时间PLC+20~PLC+30min;钢板进入淬火过程后执行最大水量,高压段 $\geq 4000\text{m}^3/\text{h}$,低压段 $\geq 4000\text{m}^3/\text{h}$;钢板在低压段应执行摇摆模式,按自动模型水量,同时要求泵站打循环使淬火水温保持在30℃及以下,摇摆时间 $\geq 10\text{min}$,冷却后确保为室温,即钢板表面温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。

[0021] C、回火过程:回火温度为690~710℃,保温时间为4~4.5min/mm,钢板出炉后空冷,即可得到所述的SA387Gr11CL2钢板。

[0022] 实施例1—12:本SA387Gr11CL2钢板的生产方法的具体工艺如下所述。

[0023] 本方法中:第一次正火步骤的工艺条件如表1所述,第二次正火步骤的工艺条件如表2所述,回火步骤的工艺条件如表3所述;所得钢板的拉伸性能见表4,所得钢板的冲击性能见表5。

[0024] 表1:第一次正火步骤的工艺条件

实施例	正火温度℃	总加热时间min	淬火水温℃	高压段水量m ³ /h	低压段水量m ³ /h	摇摆时间min	返红温度℃
1	910	PLC+20	26	最大水量	最大水量	15	270
2	920	PLC+20	28	最大水量	最大水量	18	280
3	910	PLC+30	29	最大水量	最大水量	14	240
4	900	PLC+20	25	最大水量	最大水量	20	230
5	905	PLC+30	24	最大水量	最大水量	12	250
6	925	PLC+25	18	最大水量	最大水量	13	300
7	930	PLC+30	22	最大水量	最大水量	16	240
8	910	PLC+30	30	最大水量	最大水量	18	250
9	900	PLC+20	27	最大水量	最大水量	17	270
10	915	PLC+25	25	最大水量	最大水量	10	260
11	920	PLC+25	28	最大水量	最大水量	14	230
12	930	PLC+20	23	最大水量	最大水量	13	220

[0025] [0026] 表2:第二次正火步骤的工艺条件

实施 例	正火温度 ℃	总加热时间 min	淬火水温 ℃	高压段水量 L/min	低压段水量 L/min	摇摆时间 min	表面温度 ℃
1	850	PLC+20	25	最大水量	最大水量	18	40
2	840	PLC+30	29	最大水量	最大水量	13	38
3	855	PLC+20	26	最大水量	最大水量	15	44
4	830	PLC+25	22	最大水量	最大水量	12	41
5	840	PLC+30	24	最大水量	最大水量	16	36
6	845	PLC+20	27	最大水量	最大水量	14	38
7	835	PLC+30	23	最大水量	最大水量	11	43
8	850	PLC+25	30	最大水量	最大水量	20	42
9	820	PLC+20	28	最大水量	最大水量	15	40
10	860	PLC+30	26	最大水量	最大水量	13	35
11	850	PLC+25	24	最大水量	最大水量	19	42
12	845	PLC+30	25	最大水量	最大水量	16	30

[0027] 表3:回火步骤的工艺条件

实施例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
回火温度	710	700	710	690	700	705	690	700	705	710	690	695
保温时间	4	4.5	4.5	4.2	4	4.5	4.3	4.6	4.5	4.5	4	4.5

[0028] 表4:所得SA387Gr11CL2钢板的拉伸性能

实施例	热处理工艺	位置	类型	屈服	强度	延伸率	高拉	位置	类型	屈服	强度
1	最小模热焊后	1/4	R _{0.2} L	459	590	29.0	400	1/4	R _{0.2}	357	520
2	最大模热焊后	1/4	R _{0.2} L	392	546	34.0	400	1/4	R _{0.2}	407	525
3	最小模热焊后	1/4	R _{0.2} L	445	625	22.0	400	1/4	R _{0.2}	462	595
4	最大模热焊后	1/4	R _{0.2} L	405	590	29.0	400	1/4	R _{0.2}	348	510
5	最大模热焊后	1/4	R _{0.2} L	426	570	31.0	400	1/4	R _{0.2}	381	505
6	最小模热焊后	1/4	R _{0.2} L	505	645	29.0	400	1/4	R _{0.2}	391	560
7	最小模热焊后	1/4	R _{0.2} L	500	638	27.0	400	1/4	R _{0.2}	404	560
8	最大模热焊后	1/4	R _{0.2} L	403	545	30.0	400	1/4	R _{0.2}	345	500
9	最小模热焊后	1/4	R _{0.2} L	482	610	27.0	400	1/4	R _{0.2}	425	560
10	最大模热焊后	1/4	R _{0.2} L	387	540	30.0	400	1/4	R _{0.2}	326	493
11	最大模热焊后	1/4	R _{0.2} L	417	565	31.0	400	1/4	R _{0.2}	386	515
12	最小模热焊后	1/4	R _{0.2} L	479	615	31.0	400	1/4	R _{0.2}	413	560

[0029] 表5:所得SA387Gr11CL2钢板的冲击性能

实施例	热处理工艺	冲击	缺口	方向	位置	功 1	功 2	功 3
[0033]	1 最小模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	181	100	297
	2 最大模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	277	281	269
	3 最大模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	165	197	202
	4 最小模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	270	208	234
	5 最大模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	174	186	249
	6 最小模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	227	137	298
	7 最大模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	273	223	282
	8 最小模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	263	245	230
	9 最大模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	298	258	236
	10 最小模拟焊后	-10℃	V	横	1/2	300	245	230
	11 最大模拟焊后	-18℃	V	横	1/2	241	298	298
	12 最小模拟焊后	-18℃	V	横	1/2	246	179	273

[0034] 由上述实施例可见：本方法所得钢板在具有良好的拉伸、冷弯性能的同时还兼有优良的低温冲击韧性。