



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104726666 A

(43) 申请公布日 2015.06.24

(21) 申请号 201510174393.2

(22) 申请日 2015.04.14

(71) 申请人 武汉钢铁(集团)公司

地址 430080 湖北省武汉市武昌区友谊大道  
999号

(72) 发明人 黄菲 陶军晖 张兆丽 何振华  
吴远东

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限  
公司 42102

代理人 段姣姣

(51) Int. Cl.

G21D 8/02(2006.01)

G21D 1/60(2006.01)

G21D 1/607(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种超高强度耐磨捆带的生产方法

(57) 摘要

一种超高强度耐磨捆带的生产方法:以1Cr12WMoV作为原料钢种,进行冷轧;冷轧原料经开卷、分条及去毛刺后进行高温奥氏体化;在NaNO<sub>3</sub>水溶液中进行淬火;进行NaNO<sub>3</sub>盐浴淬火;经常规水洗后回火;自然冷却至室温;进行卷取。本发明生产的捆带其抗拉强度不低于1200MPa,延伸率不低于8%,无分层脆断现象,即力学性能良好;表面硬度值不低于60HRC,经反复打磨擦拭2000次后,未发生明显变化,即耐磨性能良好。产品性能完全满足大重量、几何形状复杂、表面粗糙度高的石质物品进行打捆包装的需要。

1. 一种超高强度耐磨捆带的生产方法,其步骤:

1) 以 1Cr12WMoV 作为原料钢种;进行 13 或 14 道次冷轧轧制,冷轧总压下率控制为 85~92%;

2) 冷轧原料经开卷、分条及去毛刺后,在温度为 960~1000 ° C 下进行高温奥氏体化,奥氏体化时间控制为 5~12 s;

3) 在  $\text{NaNO}_3$  水溶液中进行淬火,溶液中  $\text{NaNO}_3$  的重量百分比浓度为 10~15%,其冷却速度控制为 350~450 ° C/s,淬火时间控制为 5~10 s;

4) 进行  $\text{NaNO}_3$  盐浴淬火,其冷却速度控制为 30~60 ° C/s,淬火时间控制为 30~40 s;

5) 经常规水洗后,进行回火,其回火温度控制为 500~560 ° C,回火时间控制为 50~80 s;

6) 进行自然空冷,冷却至室温;

7) 进行卷取。

## 一种超高强度耐磨捆带的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种捆带的生产方法,具体地属于一种超高强度耐磨捆带的生产方法。

### 背景技术

[0002] 超高强度耐磨捆带是一种高附加值的冷轧深加工产品,广泛用于大重量、几何形状复杂、表面粗糙度高的石质物品的打捆包装,一般应具有优良的力学性能和耐磨性能。

[0003] 用于制备石器、玉器及陶器的石质原料运输和存放时,由于重量大、几何形状复杂、表面粗糙度高,因此要求相应的捆带具有良好的力学性能和耐磨性能,以防止因强烈的摩擦及冲击作用引起断带,导致原料受损或引发安全事故。

[0004] 目前市场上普通的发蓝捆带或涂漆捆带,主要用于正常条件下具有规则几何形状和平整表面的物体的打捆包装,强度一般也都不超过 1000 MPa,无法捆扎上述石质原材料。通常情况下,工业生产中主要是通过通过在钢带表面涂镀、电镀、热镀、喷涂一层或多层具有较高硬度的防护层的方式来提高捆带的耐磨性能。这种做法比较简单,但也存在非常明显的缺点:一是工序流程比较长,往往需要辅助于额外的涂镀、电镀、热镀、喷涂设备,生产成本低;二是由于镀层或涂层与基材之间的物理化学性质不一致,经过长时间高强度的冲击磨损,结合力变差,很容易出现老化、龟裂、脱落等现象,严重影响捆带的使用寿命;三是镀层或涂层厚度往往较大,一般可以达到 50~100  $\mu\text{m}$ ,捆带进入自动打包机后会经常出现卡带现象,大幅降低生产效率。

[0005] 就超高强度捆带自身的生产工艺来说,一般采用淬火+回火的调质热处理工艺,目前主要有铅浴等温淬火+回火、两相区淬火+回火、油浴淬火+回火和盐浴淬火+回火等四种方式。

[0006] 铅浴等温淬火+回火工艺以液态熔融的 Pb 为淬火介质,通过形成贝氏体组织以保证产品性能,生产规模也能实现。但由于 Pb 是一种剧毒元素,严重污染环境,该工艺早已被国家明令禁止使用。

[0007] 两相区淬火+回火工艺以水作为淬火介质,成本低廉、污染较小。但由于冷却能力较强,引起较大的内应力,产品容易发生开裂,无法保证产品具有良好的板形。

[0008] 油浴淬火+回火工艺以油作为淬火介质,冷却能力较弱,引起的内应力较小,因而产品发生开裂的可能性较低。但是,钢带在淬火后表面容易残留少量的油,不易清洗,会影响到产品的表面质量;同时,残留的油在回火时也容易发生燃烧,引起火灾事故。

[0009] 盐浴淬火+回火工艺以熔融的硝酸盐作为淬火介质,具有良好的导热性和较弱的冷却能力,通过形成马氏体组织以保证产品性能,其毒性也要低于 Pb 浴。但是,该工艺也存在一个缺点:熔融的硝酸盐冷却能力较弱,需要很长的时间才能冷却到所需温度并发生相应的组织转变,容易使过冷奥氏体稳定性较小的钢在冷却过程中形成珠光体。此外,由于冷却时间过长,生产往往需要慢速进行,这会导致工作效率低下,生产成本上升。

[0010] 公开号为 CN101363078A 的中国专利,其公开了一种抗拉强度  $\geq 1250$  MPa 捆带的

生产方法。原料钢种采用如下成分设计 :C :0.29~0.35%, Mn :1.20~1.55%, Si :0.15~0.35%, P : $\leq$  0.030%, S : $\leq$  0.030%。通过铅浴等温淬火 + 回火工艺生产出厚度为 0.9 mm, 抗拉强度不低于 1250 MPa, 延伸率不低于 6% 的超高强度捆带。这种工艺以液态熔融的 Pb 为淬火介质, 通过形成贝氏体组织以保证产品性能, 生产规模也能实现。但由于 Pb 是一种剧毒元素, 严重污染环境, 该工艺早已被国家明令禁止使用, 不宜推广。

[0011] 公开号为 CN101805870A 的中国专利, 其公开了一种抗拉强度  $\geq$  1100 MPa 捆带的生产方法。原料钢种采用如下成分设计 :C :0.25~0.35%, Mn :1.0~2.0%, Si : $\leq$  0.45%, P : $\leq$  0.04%, S : $\leq$  0.04%。通过两相区淬火 + 回火工艺生产出厚度为 0.5~1.2 mm, 抗拉强度不低于 1100 MPa, 延伸率不低于 10% 的超高强度捆带。这种工艺以水作为淬火介质, 成本低廉、污染较小。但由于冷却能力较强, 引起较大的内应力, 产品容易发生开裂, 无法保证产品具有良好的板形。

公开号为 CN103820709A 的中国专利, 其公开了一种抗拉强度  $\geq$  1020 MPa 捆带的生产方法。原料钢种采用如下成分设计 :C :0.12~0.22%, Mn :0.50~1.20%, Si : $\leq$  0.010%, P : $\leq$  0.015%, S : $\leq$  0.015%, V :0.030~0.060%, Ti :0.020~0.040%, Als :0.030~0.060%。通过油浴淬火 + 回火工艺生产出厚度为 1.0 mm, 抗拉强度不低于 1020 MPa, 延伸率不低于 9% 的超高强度捆带。这种工艺以油作为淬火介质, 冷却能力较弱, 引起的内应力较小, 因而产品发生开裂的可能性较低。但是, 钢带在淬火后表面容易残留少量的油, 不易清洗, 会影响到产品的表面质量; 同时, 残留的油在回火时也容易发生燃烧, 引起火灾事故。

[0012] 公开号为 CN104294148A 的中国专利, 其公开了一种抗拉强度  $\geq$  1000 MPa 涂锌捆带的生产方法。原料钢种采用如下成分设计 :C :0.05~0.15%, Mn :0.50~1.00%, Si : $\leq$  0.010%, P : $\leq$  0.010%, S : $\leq$  0.010%, Nb :0.020~0.040%, Als :0.045~0.085%。通过盐浴等温淬火 + 回火工艺生产出厚度为 0.8 mm, 抗拉强度不低于 1000 MPa, 延伸率不低于 9% 的涂锌捆带。产品表面生成了一层附着力强、厚度为 0.40~0.60  $\mu$ m、具有光泽的银灰色锌层, 置于室内大气环境中, 100 天不发生明显锈蚀, 完全满足中低端冷轧汽车板进行捆扎包装的需要。这种工艺以熔融的硝酸盐作为淬火介质, 具有良好的导热性和较弱的冷却能力, 通过形成马氏体组织以保证产品性能, 其毒性也要低于 Pb 浴。但是, 该工艺也存在一个缺点: 熔融的硝酸盐冷却能力较弱, 需要很长的时间才能冷却到所需温度并发生相应的组织转变, 容易使过冷奥氏体稳定性较小的钢在冷却过程中形成珠光体。此外, 由于冷却时间过长, 生产往往需要慢速进行, 这会导致工作效率低下, 生产成本上升。

## 发明内容

[0013] 本发明针对现有技术存在的不足, 提供一种抗拉强度不低于 1200 MPa, 延伸率不低于 8%, 无分层脆断现象, 表面硬度值不低于 60 HRC, 经反复打磨擦拭 2000 次后, 不发生明显变化, 能满足大重量、几何形状复杂、表面粗糙度高的石质物品进行打捆包装的需要的具有超高强度和优良耐磨性能的捆带及生产方法。

[0014] 实现上述目的的措施:

一种超高强度耐磨捆带的生产方法, 其步骤:

1) 以 1Cr12WMoV 作为原料钢种; 进行 13 或 14 道次冷轧轧制, 冷轧总压下率控制为 85~92%;

2) 冷轧原料经开卷、分条及去毛刺后,在温度为 960~1000 ° C 下进行高温奥氏体化,奥氏体化时间控制为 5~12 s ;

3) 在 NaNO<sub>3</sub>水溶液中进行淬火,溶液中 NaNO<sub>3</sub>的重量百分比浓度为 10~15%,其冷却速度控制为 350~450 ° C/s,淬火时间控制为 5~10 s ;

4) 进行 NaNO<sub>3</sub>盐浴淬火,其冷却速度控制为 30~60 ° C/s,淬火时间控制为 30~40 s ;

5) 经常规水洗后,进行回火,其回火温度控制为 500~560 ° C,回火时间控制为 50~80 s ;

6) 进行自然空冷,冷却至室温 ;

7) 进行卷取。

[0015] 针对现有工艺存在的问题,本发明通过大量试验及研究,提出一种新的思路。即采用合金钢 1Cr12WMoV 作为原料钢种,以保证基材的耐磨性能。同时,采用双介质淬火 + 回火的方式进行热处理:将高温奥氏体化后的钢带先在 NaNO<sub>3</sub>水溶液中进行淬火冷却,保持一定时间后,转入到熔融的 NaNO<sub>3</sub>盐浴中再次进行淬火冷却。其特点:先在廉价、安全、无毒的 NaNO<sub>3</sub>水溶液中进行淬火冷却,由于 NaNO<sub>3</sub>水溶液的冷却能力较强,可以使钢带在 650~550 ° C 范围内迅速冷却,节省了大量的生产时间,提高了生产效率。然后在熔融的 NaNO<sub>3</sub>盐浴中再次进行淬火冷却,由于熔融 NaNO<sub>3</sub>的冷却能力较弱,可以使钢带在 300~200 ° C 范围内形成所需的马氏体组织,保证了产品的力学和耐磨性能。此外,由于淬火介质都只含有 NaNO<sub>3</sub>,相互之间不会污染,保证了淬火介质的纯净度,延长了使用寿命。

[0016] 本发明与现有普通捆带相比,其抗拉强度不低于 1200 MPa,延伸率不低于 8%,无分层脆断现象,即力学性能良好;表面硬度值不低于 60 HRC,经反复打磨擦拭 2000 次后,未发生明显变化,即耐磨性能良好。产品性能完全满足大重量、几何形状复杂、表面粗糙度高的石质物品进行打捆包装的需要。

## 具体实施方式

[0017] 下面对本发明予以详细描述:

表 1 为本发明各实施例及对比例的冷轧及制带工艺参数;

表 2 为本发明各实施例及对比例的力学性能和耐磨性能列表。

[0018] 本发明各实施例按照以下工艺生产:

一种超高强度耐磨捆带的生产方法,其步骤:

1) 以 1Cr12WMoV 作为原料钢种;进行 13 或 14 道次冷轧轧制,冷轧总压下率控制为 85~92%;

2) 冷轧原料经开卷、分条及去毛刺后,在温度为 960~1000 ° C 下进行高温奥氏体化,奥氏体化时间控制为 5~12 s ;

3) 在 NaNO<sub>3</sub>水溶液中进行淬火,溶液中 NaNO<sub>3</sub>的重量百分比浓度为 10~15%,其冷却速度控制为 350~450 ° C/s,淬火时间控制为 5~10 s ;

4) 进行 NaNO<sub>3</sub>盐浴淬火,其冷却速度控制为 30~60 ° C/s,淬火时间控制为 30~40 s ;

5) 经常规水洗后,进行回火,其回火温度控制为 500~560 ° C,回火时间控制为 50~80 s ;

6) 进行自然空冷,冷却至室温 ;

7) 进行卷取。

[0019] 表 1 本发明各实施例及对比例的冷轧及制带工艺参数

实施例	冷轧工艺		制带工艺							
	道次	总压下率 (%)	奥氏体化		NaNO <sub>3</sub> 水溶液 淬火		NaNO <sub>3</sub> 盐浴 淬火		回火	
			温度 (°C)	时间 (s)	冷却速度 (°C/s)	时间 (s)	冷却速度 (°C/s)	时间 (s)	温度 (°C)	时间 (s)
1	13	85.42	965	6	365	8	45	39	520	60
2	13	87.45	975	8	425	9	35	37	545	65
3	14	91.23	960	9	410	10	50	30	560	80
4	14	90.67	990	12	450	5	60	35	555	70
5	13	89.56	980	5	380	7	55	36	535	75
6	13	88.12	1000	10	350	6	30	38	550	50
7	14	87.47	985	11	395	8	40	40	540	55
8	14	86.88	970	7	400	6	37	34	510	58
9	14	91.78	995	8	375	10	52	32	500	74
10	13	90.53	960	10	360	9	48	31	525	68
对比例 1	13	88.65	900	8	280	2	10	33	505	100
对比例 2	14	87.22	950	10	300	4	20	29	450	120
对比例 3	13	90.32	1010	7	340	15	70	15	400	40
对比例 4	13	91.78	1030	11	460	20	100	41	570	20
对比例 5	14	89.26	1050	9	510	11	150	60	620	70

表 2 本发明各实施例及对比例的力学性能和耐磨性能

实施例	厚度 (mm)	力学性能		耐磨性能(m=2000 次)	
		抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)	擦拭前硬度 (HRC)	擦拭后硬度 (HRC)
1	0.85	1235	8.0	63.2	63.2
2	0.95	1215	9.0	65.0	64.9
3	0.90	1200	9.0	61.3	61.2
4	1.05	1250	8.0	62.8	62.7
5	1.10	1245	8.0	64.8	64.6
6	1.20	1245	8.0	64.1	64.0
7	1.15	1230	8.5	63.7	63.7
8	0.80	1225	8.5	61.9	61.7
9	0.87	1205	9.0	64.5	64.5
10	0.93	1250	8.0	63.4	63.2
对比例 1	0.80	1050	6.5	55.4	49.2
对比例 2	0.95	1100	5.5	57.6	52.1
对比例 3	1.08	1280	4.0	61.5	54.3
对比例 4	1.16	1380	2.0	65.4	57.8
对比例 5	0.83	1340	3.0	64.3	59.1

从表 2 可以看到, 本发明申请的捆带, 其厚度为 0.8~1.2 mm; 抗拉强度为 1200~1250

MPa, 延伸率为 8.0~9.0%, 产品的力学性能良好; 表面硬度值不低于 60 HRC, 经反复打磨擦拭 2000 次后, 未发生明显变化, 耐磨性能良好。产品性能完全满足大重量、几何形状复杂、表面粗糙度高的石质物品进行打捆包装的需要。

[0020] 上述实施例仅为最佳例举, 而非是对本发明的实施方式的限定。