



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110385339 A

(43)申请公布日 2019.10.29

(21)申请号 201910505222.1

(22)申请日 2019.06.12

(71)申请人 佛山职业技术学院

地址 528137 广东省佛山市三水区乐平镇  
职教路3号

(72)发明人 周峰 周庆 唐顺 陈建平

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 胡枫

(51) Int. Cl.

*B21B 1/22*(2006.01)

*B21B 37/28*(2006.01)

*B21B 37/30*(2006.01)

*B21B 37/38*(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

一种半工艺钢的平整方法

(57)摘要

本发明公开了一种半工艺钢的平整方法,其包括热连轧、酸洗、冷轧、退火、二次冷轧、拉矫的步骤,其中在二次冷轧过程中,平整机的轧辊辊面凸度为5-10  $\mu\text{m}$ ,轧制力:平整机张力=20-30:1。本发明通过增加拉矫工艺,降低了平整过程中半工艺钢的延伸率,降低了平整过程中的操作难度,大幅降低了边浪缺陷的发生概率;同时,本发明通过调整热轧过程中相应参数,降低了中浪的发生概率。

1. 一种半工艺钢的平整方法,其特征在于,包括:

- (1) 将薄板在热轧机上进行热连轧得到热轧钢板;
- (2) 将热轧钢板进行酸洗;
- (3) 将酸洗后的热轧钢板进行冷轧得到冷硬电工钢板;
- (4) 将冷硬电工钢板进行退火;
- (5) 将退火后冷硬电工钢板在平整机上进行二次冷轧得到半工艺电工钢钢板;
- (6) 将半工艺电工钢钢板进行拉矫后得到半工艺电工钢成品;

其中,步骤(5)中,所述平整机包括多根轧辊与多根支持辊;所述轧辊工作辊辊面的凸度为 $5-10\mu\text{m}$ ;二次冷轧过程中轧制力:平整机张力 $=20-30:1$ 。

2. 如权利要求1所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(6)中,所述拉矫的延伸率为 $1.2-2.0\%$ 。

3. 如权利要求2所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(5)中,二次冷轧的延伸率 $\leq 5\%$ 。

4. 如权利要求1所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(1)中,采用7机架热连扎机组进行热轧,各机架间张力为:第一机架与第二机架为 $2-3\text{N}/\text{mm}^2$ ,第二机架与第三机架为 $4-5\text{N}/\text{mm}^2$ ,第三机架与第四机架为 $6-7\text{N}/\text{mm}^2$ ,第四机架与第五机架为 $7-8\text{N}/\text{mm}^2$ ,第五机架与第六机架为 $10-11\text{N}/\text{mm}^2$ ,第六机架与第七机架为 $12-13\text{N}/\text{mm}^2$ 。

5. 如权利要求4所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(1)中,第一机架压下率为 $52-55\%$ ,第二机架压下率为 $50-52\%$ ,第三机架压下率为 $45-48\%$ ,第四机架压下率为 $40-42\%$ ,第五机架压下率为 $37-39\%$ ,第六机架压下率为 $28-31\%$ ,第七机架压下率为 $20-22\%$ 。

6. 如权利要求4或5所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(1)中,所述热轧钢板的凸度 $\leq 35\mu\text{m}$ 。

7. 如权利要求6所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(6)之后还包括:(7)将半工艺钢成品进行卷取,卷取时半工艺钢的温度控制在 $700-720^\circ\text{C}$ 。

8. 如权利要求1所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,步骤(3)中,采用5机架冷轧机进行冷轧,其中第一机架工作辊弯辊力 $120-180\text{kN}$ ,中间辊的弯辊力为 $270-330\text{kN}$ ;其中第二机架工作辊弯辊力 $170-230\text{kN}$ ,中间辊的弯辊力为 $320-380\text{kN}$ ;其中第三机架工作辊弯辊力 $220-280\text{kN}$ ,中间辊的弯辊力为 $370-430\text{kN}$ 。

9. 如权利要求8所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,所述5机架冷轧轧机中,第一机架工作辊凸度为 $10-20\mu\text{m}$ ;第二机架工作辊凸度为 $20-30\mu\text{m}$ ;第三机架工作辊凸度为 $20-30\mu\text{m}$ 。

10. 如权利要求8所述的半工艺钢的平整方法,其特征在于,所述5机架冷轧连扎轧机中,第四机架工作辊辊径 $>$ 第三机架工作辊辊径 $>$ 第一机架工作辊辊径 $>$ 第二机架工作辊辊径。

## 一种半工艺钢的平整方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电工钢生产领域,尤其涉及一种半工艺电工钢的平整方法。

### 背景技术

[0002] 半工艺电工钢也叫半成品电工钢,相对于全工艺电工钢工序少,流程短,使用半成品电工钢作为铁芯的中、小型电机电能的利用效率相对较高;在欧美等发达国家和地区,半工艺无取向电工钢的应用很广泛,半工艺钢具有较强的节能环保优势,目前我国也日益得到重视。

[0003] 半工艺电工钢在退火以后需要进行二次冷轧,在此过程中产生的加工硬化很难避免,通过纵剪分条后,宽度方向容易出现“C型”弯曲,此类缺陷为翘曲缺陷。其产生的主要原因是半工艺电工钢在宽度方向各小条受到不均匀压缩,因而产生不均匀延伸,使得半工艺电工钢内部产生内应力,轧制结束后转为残余内应力,当残余内应力超过半工艺电工钢产生翘曲的极限应力,半工艺电工钢将发生翘曲。如中部延伸过大造成的中浪或边部延伸过大造成的边浪。

[0004] 一种解决半工艺钢翘曲的方法是进行平整(二次冷轧)。目前的研究热点也主要集中于对平整机进行改进,以达到消除翘曲缺陷的目的,如专利申请201210098140.8通过对平整机辊棒形状的改变,有效降低了翘曲缺陷的发生频率。但这种方法仅关注了平整机带来的变化,没有从前序工艺过程中加以有效控制,其消除缺陷的效率较低。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明要解决的技术问题在于提供一种半工艺电工钢平整方法,其可有效解决半工艺钢生产过程中的翘曲缺陷。

[0006] 为了解决上述技术问题,达到相应的技术效果,本发明提供了一种半工艺钢的平整方法,包括:

[0007] (1) 将薄板在热轧机上进行热连轧得到热轧钢板;

[0008] (2) 将热轧钢板进行酸洗;

[0009] (3) 将酸洗后的热轧钢板进行冷轧得到冷硬电工钢;

[0010] (4) 将冷硬电工钢进行退火;

[0011] (5) 将退火后冷硬电工钢在平整机上进行二次冷轧得到半工艺电工钢钢板;

[0012] (6) 将半工艺钢钢板进行拉矫后得到半工艺电工钢成品;

[0013] 其中,步骤(5)中,所述平整机包括多根轧辊与多根支持辊;所述轧辊工作辊辊面的凸度为5-10 $\mu$ m。

[0014] 二次冷轧过程中轧制力:平整机张力=20-30:1,

[0015] 作为上述技术方案的改进,步骤(6)中,所述拉矫的延伸率为1.2-2.0%。

[0016] 作为上述技术方案的改进,步骤(5)中,二次冷轧的延伸率 $\leq$ 5%。

[0017] 作为上述技术方案的改进,步骤(1)中,采用7机架热连轧机组进行热轧,各机架间

张力为：第一机架与第二机架为 $2-3\text{N}/\text{mm}^2$ ，第二机架与第三机架为 $4-5\text{N}/\text{mm}^2$ ，第三机架与第四机架为 $6-7\text{N}/\text{mm}^2$ ，第四机架与第五机架为 $7-8\text{N}/\text{mm}^2$ ，第五机架与第六机架为 $10-11\text{N}/\text{mm}^2$ ，第六机架与第七机架为 $12-13\text{N}/\text{mm}^2$ 。

[0018] 作为上述技术方案的改进，步骤(1)中，第一机架压下率为52-55%，第二机架压下率为50-52%，第三机架压下率为45-48%，第四机架压下率为40-42%，第五机架压下率为37-39%，第六机架压下率为28-31%，第七机架压下率为20-22%。

[0019] 作为上述技术方案的改进，步骤(1)中，所述热轧钢板的凸度 $\leq 35\mu\text{m}$ 。

[0020] 作为上述技术方案的改进，还包括：(7)将半工艺钢成品进行卷取，卷取时半工艺钢的温度控制在 $700-720^\circ\text{C}$ 。

[0021] 作为上述技术方案的改进，步骤(3)中，采用5机架冷轧机进行冷轧，其中第一机架工作辊弯辊力 $120-180\text{kN}$ ，中间辊的弯辊力为 $270-330\text{kN}$ ；其中第二机架工作辊弯辊力 $170-230\text{kN}$ ，中间辊的弯辊力为 $320-380\text{kN}$ ；其中第三机架工作辊弯辊力 $220-280\text{kN}$ ，中间辊的弯辊力为 $370-430\text{kN}$ 。

[0022] 作为上述技术方案的改进，所述5机架冷轧机中，第一机架工作辊凸度为 $10-20\mu\text{m}$ ；第二机架工作辊凸度为 $20-30\mu\text{m}$ ；第三机架工作辊凸度为 $20-30\mu\text{m}$ 。

[0023] 作为上述技术方案的改进，所述5机架冷轧连扎轧机中，第四机架工作辊辊径 $>$ 第三机架工作辊辊径 $>$ 第一机架工作辊辊径 $>$ 第二机架工作辊辊径。

[0024] 本发明采用调节热轧、冷轧与平整工序以及增加拉矫工艺的结合方式，实现了半工艺钢的平整，降低了半工艺钢的翘曲缺陷发生概率。实施本发明具有如下有益效果：

[0025] 1,本发明通过增加拉矫工艺，降低了平整过程中半工艺钢的延伸率，降低了平整过程中的操作难度。同时，通过调整平整(二次冷轧)过程中轧制力与平整力的关系，使得轧制力、平整力与半工艺钢的延伸率紧密配合；再辅以调节平整机工作辊的凸度，大幅降低了边浪缺陷的发生概率。

[0026] 2,本发明通过控制热轧过程中各机架张力与压下率，有效保证了正凸度控制工艺的稳顺进行，降低了热轧后半工艺钢板的凸度，为后续冷轧控制以及平整工艺提供了良好的基础，为消除边浪缺陷提供了良好基础。

[0027] 3,本发明通过控制冷轧过程中弯辊力、辊形以及辊径，有效降低了冷轧过程中产生的中部延伸，从而降低了中浪缺陷发生的概率。

## 具体实施方式

[0028] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面对本发明作进一步地详细描述。

[0029] 本发明提供了一种半工艺钢的平整方法，包括：

[0030] (1)将薄板在热轧机上进行热连扎得到热轧钢板；

[0031] 其中，采用7机架热连轧机组进行热轧；优选的，各机架间张力为：第一机架与第二机架为 $2-3\text{N}/\text{mm}^2$ ，第二机架与第三机架为 $4-5\text{N}/\text{mm}^2$ ，第三机架与第四机架为 $6-7\text{N}/\text{mm}^2$ ，第四机架与第五机架为 $7-8\text{N}/\text{mm}^2$ ，第五机架与第六机架为 $10-11\text{N}/\text{mm}^2$ ，第六机架与第七机架为 $12-13\text{N}/\text{mm}^2$ ；第一机架压下率为52-55%，第二机架压下率为50-52%，第三机架压下率为45-48%，第四机架压下率为40-42%，第五机架压下率为37-39%，第六机架压下率为28-

31%，第七机架压下率为20-22%。通过控制热轧各机架间压下率与张力，使压下率与机架间张力良好配合；降低了热轧钢板凸度，从而降低了边浪发生的概率；优选的，热连扎后热轧钢板的凸度 $\leq 35\mu\text{m}$ 。

[0032] 需要说明的是，传统热连扎机组中，由于工艺的需要，为保证生产的顺利进行，一般都采用正凸度控制工艺（半工艺钢中部厚，边部薄），这种工艺容易产生边浪缺陷。因此需要对热连扎工艺进行严格的控制。本发明通过控制压下率与张力，有效降低了热轧后半工艺钢的凸度，降低了平整过程中的操作难度。同时通过后期冷轧过程中工艺参数的调节，降低了边浪缺陷的发生概率。

[0033] (2) 将热轧钢板进行酸洗；

[0034] (3) 将酸洗后的热轧钢板进行冷轧得到粗坯；

[0035] 其中，采用5机架冷轧机进行冷轧。优选的，第一机架工作辊弯辊力120-180kN，中间辊的弯辊力为270-330kN；其中第二机架工作辊弯辊力170-230kN，中间辊的弯辊力为320-380kN；其中第三机架工作辊弯辊力220-280kN，中间辊的弯辊力为370-430kN。优选的，第一机架工作辊凸度为10-20 $\mu\text{m}$ ；第二机架工作辊凸度为20-30 $\mu\text{m}$ ；第三机架工作辊凸度为20-30 $\mu\text{m}$ 。优选的，第四机架工作辊辊径 $>$ 第三机架工作辊辊径 $>$ 第一机架工作辊辊径 $>$ 第二机架工作辊辊径。

[0036] 需要说明的是，在传统的半工艺钢的生产过程中，为了后续减少边浪缺陷，一般采用微凸度控制模式，即轧机中间的辊缝要小于边部的辊缝，使得轧制处理的板材中间延伸率相对较长，使得板带中间出现中浪缺陷；尤其是当轧辊出现一定磨损以后，中浪缺陷发生的概率会大大提升。即此种控制模式虽然可一定程度上降低边浪发生的概率，本发明通过控制弯辊以及工作辊的凸度，有效控制了板形，降低了中浪缺陷发生的概率。

[0037] (4) 将粗坯进行退火；

[0038] (5) 将退火后粗坯在平整机上进行二次冷轧得到半工艺电工钢钢板；

[0039] (6) 将半工艺钢钢板进行拉矫后得到半工艺电工钢成品；

[0040] 其中，步骤(5)中，所述平整机包括多根轧辊与多根支持辊；所述轧辊辊面的凸度为5-10 $\mu\text{m}$ ；在传统的平整方法中，一般都是采用较大凸度的轧辊进行平整。但单纯的以改变轧辊形状的方式无法完全消除翘曲缺陷：过大的凸度会增大平整机的矫正力度，即增大半工艺钢中部的延伸率，以一定程度上减小半工艺钢的边部延伸率过大的问题。但当凸度过大时，则中部延伸过大，一定程度上会增加中浪的发生概率。本发明选用了较小的凸度，在保证消除边浪的基础上，降低中浪缺陷发生的概率。

[0041] 步骤(5)中，二次冷轧过程中轧制力：平整机张力=20-30:1；二次冷轧的延伸率 $\leq 5\%$ ；在平整过程中，轧制力、平整机张力和延伸率的互相配方非常重要，如果三者配合不紧密，会引发翘曲缺陷。本发明中固定了轧制力与平整机张力的比例关系，同时降低了延伸率，再辅以调节平整机工作辊的凸度，大幅降低了边浪缺陷的发生概率。

[0042] 其中，步骤(6)中，采用拉矫机进行拉矫操作。优选的，拉矫过程延伸率为1.2-2.0%。拉矫操作的加入降低了平整过程中的延伸率，使得平整过程更容易进行。同时也保证了延伸率，保证了半工艺钢厚度合理。

[0043] (7) 将半工艺钢成品进行卷取。

[0044] 其中，卷取时半工艺钢的温度控制在700-720 $^{\circ}\text{C}$ ，优选的控制范围为700-710 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0045] 使用本发明中的平整方法对半工艺钢板进行生产与平整,并与传统的生产方法进行比较,统计6个月内生产线上边浪与中浪缺陷出现的概率,结果如下表所示。从表中可以看出,使用本发明技术后,边浪与中浪出现的概率有了明显的下降。

月份	现有技术		本发明技术	
	边浪 (%)	中浪 (%)	边浪 (%)	中浪 (%)
1	6.0	1.5	2.0	0.22
2	6.5	1.6	1.8	0.31
3	7.0	2.0	2.1	0.28
4	7.1	2.4	2.1	0.28
5	7.0	2.3	2.2	0.29
6	7.0	2.1	1.9	0.30

[0046]

[0047] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。