(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112122382 B
(45)授权公告日 2022.04.12

(21)申请号 202010719583.9

(22)申请日 2020.07.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112122382 A

(43)申请公布日 2020.12.25

(73)专利权人 洛阳双瑞精铸钛业有限公司
地址 471000 河南省洛阳市高新技术开发区滨河北路38号

(72)发明人 李渤渤 陶会发 宋宇 刘茵琪

(74)专利代理机构 洛阳公信知识产权事务所(普通合伙) 41120
代理人 逯雪峰

(51)Int.Cl.
B21C 37/02(2006.01)
B21B 1/22(2006.01)
C22B 9/22(2006.01)
C22B 34/12(2006.01)
C22F 1/18(2006.01)
C22F 1/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 109797313 A,2019.05.24
CN 107893164 A,2018.04.10
CN 108097720 A,2018.06.01
CN 1104571 A,1995.07.05
CN 110983114 A,2020.04.10
CN 111254320 A,2020.06.09
CN 110814079 A,2020.02.21
CN 106011714 A,2016.10.12
CN 102310314 A,2012.01.11
CN 108356088 A,2018.08.03
CN 106011714 A,2016.10.12
CN 104439981 A,2015.03.25
CN 1104571 A,1995.07.05
JP H01222037 A,1989.09.05
陈玉良等.国内钛带卷生产现状及发展前景.《钛工业进展》.2010,(第05期),

审查员 安超

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法

(57)摘要

本发明涉及一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法,通过创新及优化成分设计、板坯制备、冷卷轧制、热处理、平整矫形等工艺路线及参数,采用EB炉模铸扁锭制备板坯,并使用大型整体刀盘加工表面,母带冷轧后采用先切边后退火处理方法,成品轧制阶段采用小张力的轧制控制方式,采用长时间保温、随炉冷却罩式退火方式进行成品热处理,并选择轧制平整方法进一步改善退火后带卷板形,所制备的冷轧钛带卷其宽度可达1000mm以上,厚度0.1~0.3mm,板形平直,综合机械性能优异,与异种金属轧制复合率高,同时能够显著降低复合材钛金属成本。

CN 112122382 B

1.一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法,其特征在于,所制备的轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷宽度为1000mm以上,厚度0.1~0.3mm,与异种金属的轧制复合率能够达到90%以上,所述工艺方法具体步骤如下:

步骤一,采用电子束冷床熔炼炉模铸方法制备TA1扁锭,扁锭宽度≥1000mm,使用大型整体刀盘铣床对铸锭上下表面进行整体机加工,刀盘直径大于板坯宽度,单面铣削厚度≥3mm,机加工后板坯横截面厚度差≤3mm;

其中,板坯的成分设计要求如下:[Fe]%≤0.06%、[C]%≤0.05%、[N]%≤0.008%、[O]%≤0.05%、$[O]_{当}$≤0.08%,其中,[Fe]%、[C]%、[N]%、[O]%分别表示钛板坯Fe、C、N、O杂质元素含量的质量百分比,$[O]_{当}$表征钛板坯杂质元素整体含量;

步骤二,使用热轧机加工钛板坯,获得3.0~4.0mm厚度热轧卷,并进行连续退火酸洗及修磨,去除表面氧化皮;

步骤三,采用二十辊轧机进行一轧程或多轧程半成品轧制及中间退火,制备母带,轧程变形率50~80%,中间退火温度580~700℃;

步骤四,对母带进行两侧切边,单侧切边宽度≥3mm;

步骤五,对轧硬态母带进行退火,退火温度580~700℃;

步骤六,采用二十辊轧机对退火态母带进行成品轧制,轧程变形量40%~65%、单位张力100~200kg/mm^2,轧制速度100~150m/min,轧制力200~800吨;

步骤七,采用保护气氛罩式退火炉对冷轧钛带卷进行退火,保温温度600~660℃,保温时间4~8小时,退火后采用平整机平整;

步骤八,对成品卷进行取样及检验,板形不平度满足≤5mm/m,屈服强度$R_{P0.2}$满足≤240MPa,延伸率A_{50mm}满足≥30%,晶粒度满足6~9级。

2.如权利要求1所述的一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法,其特征在于,步骤一中,$[O]_{当}$计算公式为:$[O]_{当}$=[O]%+0.5*[Fe]%+0.7*[C]%+2.5*[N]%。

3.如权利要求1所述的一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法,其特征在于,步骤七采用平整机平整的具体方法为,平整1~3个道次,平整力300~600吨,张力25~50kg/mm^2。

4.如权利要求1所述的一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法,其特征在于,步骤二中的所述修磨具体采用千叶轮沿热轧卷轧制方向进行修磨,去除表面缺陷。

一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钛材加工技术领域，具体涉及一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷的制备方法。

背景技术

[0002] 钛轧制复合材由钛金属和异种金属组成，异种金属包括铝、不锈钢、铜等，兼具钛材耐腐蚀、抑菌等优点，同时又可大幅降低成本，提高导热导电性，在装饰、湿法冶金、电力化工、钛锅具日用品等领域应用广泛。

[0003] 由于钛金属具有比强度高、变形抗力及回弹性大、导热性差、易粘结等特性，因此0.3mm厚度以下超薄宽幅带材制备困难，极易出现夹杂、孔洞、抽裂、断带、人字纹、肋浪等质量及板形缺陷，带材越宽、越薄倾向越大。目前国内0.3mm以下钛带宽度一般≤600mm；同时，钛带越薄，轧制复合时与异种金属厚度差越大，两种材料变形协调性越差，轧裂、复合率低等严重质量问题越突出，因此目前轧制复合用钛带厚度普遍≥0.5mm。

[0004] 复合材钛金属厚度及比重较大，导致复合材生产成本高，一定程度上限制了其进一步大范围推广应用。降低轧制复合材料钛金属层厚度，可大幅降低钛金属使用量及复合材成本，因此研制适用于轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷，对于降低钛轧制复合材总成本，推动应用具有重要意义。

发明内容

[0005] 针对现有技术的缺陷，本发明的目的是提供一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法，其宽度可达1000mm以上，厚度0.1～0.3mm，板形平直，综合机械性能优异，轧制复合率高；采用本发明制备的钛带卷进行轧制复合材生产，钛复合层原料厚度由0.5mm以上降低至0.3mm以下，钛材使用量降低40％，显著降低了钛轧制复合材生产成本。

[0006] 为了达到上述目的，本发明所采用的技术方案是：

[0007] 一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法，所述工艺方法具体步骤如下：

[0008] 步骤一，采用电子束冷床熔炼炉(EB炉)模铸方法制备TA1扁锭，扁锭宽度≥1000mm，使用大型整体刀盘铣床对铸锭上下表面进行整体机加工，刀盘直径大于板坯宽度，单面铣削厚度≥3mm，机加工后板坯横截面厚度差≤3mm；

[0009] 步骤二，使用热轧机加工钛板坯，获得3.0～4.0mm厚度热轧卷，并进行连续退火酸洗及修磨，去除表面氧化皮；

[0010] 步骤三，采用二十辊轧机进行一轧程或多轧程半成品轧制及中间退火，制备母带，轧程变形率50～80％，中间退火温度580～700℃；

[0011] 步骤四，对母带进行两侧切边，单侧切边宽度≥3mm；

[0012] 步骤五，对轧硬态母带进行退火，退火温度580～700℃；

[0013] 步骤六，采用二十辊轧机对退火态母带进行成品轧制，轧程变形量40％～65％、单

位张力100～200kg/mm^2，轧制速度100～150m/min，轧制力200～800吨；

[0014] 步骤七，采用保护气氛罩式退火炉对冷轧钛带卷进行退火，保温温度600～660℃，保温时间4～8小时，退火后采用平整机平整；

[0015] 步骤八，对成品卷进行取样及检验。

[0016] 具体地，所述宽幅超薄冷轧钛带卷宽度为1000mm以上，厚度0.1～0.3mm。

[0017] 具体地，步骤一中，板坯的成分设计要求如下：[Fe]％≤0.06％、[C]％≤0.05％、[N]≤0.008％、[O]％≤0.05％、$[O]_{当}$≤0.08％，其中，[Fe]％、[C]％、[N]％、[O]％分别表示钛板坯Fe、C、N、O杂质元素含量的质量百分比，$[O]_{当}$表征钛板坯杂质元素整体含量，$[O]_{当}$计算公式为：$[O]_{当}$＝[O]％+0.5*[Fe]％+0.7*[C]％+2.5*[N]％。

[0018] 具体地，步骤七采用平整机平整的具体方法为，平整1～3个道次，平整力300～600吨，张力25～50kg/mm^2。

[0019] 具体地，步骤二中的所述修磨具体采用千叶轮沿热卷轧制方向进行修磨，去除表面缺陷。

[0020] 具体地，步骤八中，检验要求为，板形满足≤5mm/m，屈服强度$R_{P0.2}$满足≤240MPa，延伸率A_{50mm}满足≥30％，晶粒度满足6～9级。

[0021] 本发明采用全流程工艺设计理念，通过创新及优化成分设计、板坯制备、冷卷轧制、热处理、平整矫形等工艺路线及参数，解决了0.1～0.3mm厚、1000mm以上宽度的轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷的制备质量及板形缺陷瓶颈，所制备的带卷综合性能优异，与异种金属轧制复合率高，同时能够显著降低复合材钛金属成本。

[0022] 本发明具有以下创新点及优点：

[0023] (1)解决了宽幅超薄冷轧钛带生产板形控制行业难题，产品板形优异，采用EB炉模铸扁锭制备板坯，并使用大型整体刀盘加工表面，与传统VAR熔炼圆锭锻造板坯小刀盘加工方法相比，板坯尺寸更规整，表面无接刀厚度差，截面厚度均匀，可显著降低由于板坯厚度不均导致的薄带成品边浪、肋浪、中间浪等板形缺陷风险，降低成品轧制板形控制难度；母带冷轧后采用先切边后退火处理方法，一方面消除成品轧制前边裂缺陷，另一方面先切边后退火可以消除切边应力，有利于减少成品冷轧过程中，切边尖角处开裂倾向，减少成品冷轧断带风险；同时，成品冷轧阶段采用小张力的轧制控制方式，并选择轧制平整方法进一步改善退火后带卷板形，避免了传统大张力轧制、拉弯矫板形矫正方法普遍存在失稳及抽裂问题，最终实现了高平直度宽幅超薄钛带卷稳定生产。

[0024] (2)与传统VAR熔炼制坯相比，本发明采用熔炼真空度高、过热度大、高低密度夹杂去除效果好、同时具有精炼作用的EB炉制备板坯，可显著降低由于冶金质量问题导致的超薄带卷成品夹杂、孔洞等缺陷，表面质量美观。

[0025] (3)通过采用低杂质元素和低$[O]_{当}$双重控制成分设计理念，并采用长时间保温、随炉冷却罩式退火方式进行成品热处理，降低强度，提高延伸率，同时控制晶粒尺寸在最优范围，以提高轧制复合时宽幅超薄带材与异种金属协调变形能力，降低轧制复合变形区域变形不协调导致的轧裂、复合不良缺陷，轧制复合率高，与异种金属的轧制复合率能够达到90％以上。

[0026] (4)降低了宽幅超薄钛带及其轧制复合材成本，本发明一方面，采用一次熔炼EB锭作为坯料，与传统2次或3次VAR熔炼及多火次锻造修磨制造板坯相比，生产工序少、成材率

高，制坯成本降低20％以上，因此钛带生产成本低；另一方面，可显著降低轧制复合材钛层金属厚度，由传统0.5mm以上降低至0.1～0.3mm，钛材使用量降低40％以上，大幅降低了复合材成本。

具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例对本发明做进一步详细的说明。

[0028] 一种轧制复合用宽幅超薄冷轧钛带卷制备工艺方法，所述方法具体步骤如下：

[0029] 第一步，采用电子束冷床熔炼炉(EB炉)模铸方法制备TA1扁锭，扁锭宽度≥1000mm，使用大型整体刀盘铣床对铸锭上下表面进行整体机加工，刀盘直径大于板坯宽度，单面铣削厚度≥3mm，机加工后板坯板坯横截面厚度差≤3mm。

[0030] 其中，板坯的成分设计如下：

[0031] 定义钛板坯Fe、C、N、O杂质元素含量质量百分比分别为[Fe]％、[C]％、[N]％、[O]％，其中[Fe]％≤0.06％、[C]％≤0.05％、[N]％≤0.008％、[O]％≤0.05％、$[O]_{当}$≤0.08％，其中$[O]_{当}$用于表征钛板坯杂质元素整体含量，$[O]_{当}$计算公式为：

[0032] $[O]_{当}$=[O]％+0.5*[Fe]％+0.7*[C]％+2.5*[N]％。

[0033] 第二步，使用热轧机加工钛板坯，获得3.0～4.0mm厚度热轧卷，并进行连续退火酸洗，去除表面氧化皮。

[0034] 第三步，采用千叶轮沿热卷轧制方向进行修磨，去除表面缺陷。

[0035] 第四步，采用二十辊轧机进行一轧程或多轧程半成品轧制及中间退火，制备母带，轧程变形率50～80％，中间退火温度580～700℃。

[0036] 第五步，进行两侧切边，单侧切边宽度≥3mm。

[0037] 第六步，对轧硬态母带进行退火，退火温度580～700℃。

[0038] 第七步，采用二十辊轧机对退火态母带进行成品轧制，采用小张力的轧制控制方式，轧程变形量40％～65％、单位张力100～200kg/mm^2，轧制速度100～150m/min，轧制力200～800吨。

[0039] 第八步，采用保护气氛罩式退火炉对冷轧钛带卷进行退火，保温温度600～660摄氏度，保温时间4～8小时。

[0040] 第九步，采用平整机平整1～3个道次，平整力300～600吨，张力25～50kg/mm^2。

[0041] 第十步，对成品卷进行取样及检验，板形满足≤5mm/m，屈服强度($R_{P0.2}$)满足≤240MPa，延伸率(A_{50mm})满足≥30％，晶粒度满足6～9级。

[0042] 为了更清楚介绍本发明的技术方案及技术效果，进一步给出几个实施例和对比例进行说明。

[0043] 实施例1：选用厚度190mm、宽度1280mm的EB炉模铸扁锭坯料生产0.3mm钛带，其Fe含量为0.024％，C含量为0.010％，N含量为0.0063％，O含量为0.041％，$[O]_{当}$为0.076％。使用大型整体刀盘铣床对铸锭上下表面进行整体机加工，刀盘直径大于1280mm，单面铣削厚度5mm，机加工后板坯板坯横截面厚度差2mm。

[0044] 板使用炉卷轧机组将坯料热轧至3.0mm厚，并进行连续退火酸洗及修磨；采用二十辊轧机一轧程冷轧轧至0.75mm，两侧各切边5mm，采用680℃半成品退火；第二轧程轧至0.3mm厚度，轧程变形率60％，轧制参数表如表1所示；脱脂后，进行成品罩式退火，退火温度

660℃，保温时间4h，退火后使用平整机进行3道次平整，平整力300～450吨，平整后取样，力学性能及晶粒度如表2所示，钛带不平度≤3mm/m，与异种金属轧制复合后，复合率达到96％。

[0045] 表1.实施例1成品轧制参数表

[0046]

轧制道次	来料厚度 mm	目标厚度 mm	道次变形率	入口单张 kg/mm²	出口单张 kg/mm²	轧制力 KN	轧制速度 m/min
1	0.750	0.580	22.67%	165	180	350	100
2	0.580	0.480	17.24%	170	180	500	150
3	0.480	0.400	16.67%	175	180	430	150
4	0.400	0.350	12.50%	175	180	500	120
5	0.350	0.320	8.57%	165	170	560	120
6	0.320	0.300	6.25%	160	165	690	100

[0047] 对比例1：采用两次熔炼锻造板坯生产0.30mm钛带，其Fe含量为0.027％，C含量为0.020％，N含量为0.0092％，O含量为0.074％，$[O]_{当}$为0.125，锻造后板坯采用200mm直径小刀盘加工，机加工后板坯板坯横截面厚度差6mm，成品轧制前没有切边，其余生产过程及工艺参数与实施例1相同。由于对比例1板坯横截面厚度差达到6mm，同时在成品轧制前未切边，轧制过程中发生抽裂及断带，分卷轧制退火平整后，不平度约10mm/m，存在明显肋浪，同时成品取样屈服强度295MPa，延伸率27％，由于强度、延伸率及板形未达到本发明要求，不利于轧制复合，因此复合率仅有76％，存在大面积未复合或开裂情况。

[0048] 表2.实施例1与对比例1力学性能及轧制复合率对比表

[0049]

项目	屈服强度 MPa	延伸率(A_{50mm}) %	晶粒度	轧制复合率 %
本专利标准	≤240	≥30	6~9级	/
实施例1	228	38	6级	96
对比例1	295	27	6级	76

[0050] 实施例2：选用厚度190mm、宽度1280mm的EB炉模铸扁锭坯料生产0.19mm钛带，其Fe含量为0.025％，C含量为0.030％，N含量为0.0012％，O含量为0.022％，$[O]_{当}$为0.06％；使用大型整体刀盘铣床对铸锭上下表面进行整体机加工，刀盘直径大于1280mm，单面铣削厚度5mm，机加工后板坯板坯横截面厚度差2mm。板使用炉卷轧机组将坯料热轧至3.5mm厚，并进行连续退火酸洗及修磨；采用二十辊轧机一轧程冷轧轧至1.2mm，650℃半成品退火，随后二轧程轧至0.5mm，两侧各切边6mm，采用650℃半成品退火；第三轧程轧至0.19mm成品，轧程变形率62％，轧制参数表如表3所示；脱脂后，进行成品罩式退火，退火温度640℃，保温时间5.5h，退火后使用平整机进行2道次平整，平整力400～500吨，平整后取样，力学性能及晶粒

度如表4所示，钛带不平度≤3mm/m，与异种金属轧制复合后，复合率达到94%。

[0051] 表3.实施例2成品轧制参数表

[0052]

轧制道次	来料厚度 mm	目标厚度 mm	道次变形率	入口单张 kg/mm^2	出口单张 kg/mm^2	轧制力 KN	轧制速度 m/min
1	0.500	0.400	20.00%	145	170	400	100
2	0.400	0.341	14.75%	165	175	420	100
3	0.341	0.296	13.19%	170	180	420	150
4	0.296	0.260	12.16%	175	180	430	150
5	0.260	0.231	11.15%	175	180	450	150
6	0.231	0.208	9.95%	175	180	490	150

[0053]

7	0.208	0.196	5.76%	170	175	580	150
8	0.196	0.190	3.06%	170	175	690	100

[0054] 对比例2：采用两次熔炼锻造板坯生产0.19mm钛带，其Fe含量为0.033%，C含量为0.016%，N含量为0.0065%，O含量为0.110%，$[O]_{当}$为0.154%，锻造后板坯采用200mm直径小刀盘加工，机加工后板坯板坯横截面厚度差5mm，成品轧制前没有切边，成品退火温度685℃，其余生产过程及工艺参数与实施例2相同。由于对比例2板坯横截面厚度差达到5mm，同时在成品轧制前未切边，且厚度较薄，切边尖角及毛刺处开裂导致断带3次，4个小卷轧制退火平整后，不平度约15mm/m，存在明显肋浪及双边浪，另一方面由于杂质元素超标，导致成品力学性能不满足本发明要求，其屈服强度348MPa较高，延伸率29%较低，晶粒度5级，晶粒组织粗大，由于强度、延伸率、组织及板形未达到本发明要求，不利于轧制复合，因此复合率仅有60%，存在大面积未复合或开裂情况。

[0055] 表4.实施例2与对比例2力学性能及轧制复合率对比表

[0056]

项目	屈服强度 MPa	延伸率(A_{50mm}) %	晶粒度	轧制复合率 %
本专利标准	≤240	≥30	6~9级	/
实施例2	163	40	7	94
对比例2	348	29	5	60

[0057] 实施例3：选用厚度200mm、宽度1290mm的EB炉模铸扁锭坯料生产0.10mm钛带，其Fe含量为0.016%，C含量为0.010%，N含量为0.0065%，O含量为0.005%，$[O]_{当}$为0.0405%。使用大型整体刀盘铣床对铸锭上下表面进行整体机加工，刀盘直径大于1280mm，单面铣削厚度8mm，机加工后板坯板坯横截面厚度差1mm。板使用炉卷轧机组将坯料热轧至3.0mm厚，并进行连续退火酸洗及修磨；采用二十辊轧机一轧程冷轧轧至0.75mm，660℃半成品退火，随

后二轧程轧至0.17mm，两侧各切边6mm，采用650℃半成品退火；第三轧程轧至0.10mm成品，轧程变形率41.17％，轧制参数表如表5所示；脱脂后，进行成品罩式退火，退火温度600℃，保温时间4.5h，退火后使用平整机进行1道次平整，平整力400吨，平整后取样，力学性能及晶粒度如表6所示，钛带不平度≤3mm/m，与异种金属轧制复合后，复合率达到90％。

[0058] 表5.实施例3成品轧制参数表

[0059]

轧制道次	来料厚度 mm	目标厚度 mm	道次变形率	入口单张 kg/mm^2	出口单张 kg/mm^2	轧制力 KN	轧制速度 m/min
1	0.170	0.150	11.76%	125	140	200	100
2	0.150	0.135	10.00%	145	150	230	150
3	0.135	0.125	7.40%	145	150	410	150
4	0.125	0.117	6.40%	140	145	550	150
5	0.117	0.110	5.98%	135	140	620	150
6	0.110	0.105	4.55%	135	140	650	150
7	0.105	0.102	2.86%	130	140	700	150
8	0.102	0.101	0.98%	100	105	730	100
9	0.101	0.100	0.99%	100	105	800	100

[0060] 对比例3：采用两次熔炼锻造板坯生产0.10mm钛带，其杂质元素O及$[O]_{当}$超过了本发明杂质元素O、$[O]_{当}$范围，Fe含量为0.025％，C含量为0.021％，N含量为0.0087％，O含量为0.092％，$[O]_{当}$为0.142％，锻造后板坯采用200mm直径小刀盘加工，机加工后板坯板坯横截面厚度差8mm，成品轧制前没有切边，成品退火温度690℃，其余生产过程及工艺参数与实施例3相同。由于对比例3板坯横截面厚度差达到8mm，成品钛带双边距边部40～100mm范围出现泡泡浪缺陷，另一方面由于成品轧制前未切边，且厚度较薄，切边尖角及毛刺处开裂导致断带2次，3个小卷轧制退火平整后，不平度约15mm/m，存在明显肋浪及双边浪。同时成品取样屈服强度396MPa，延伸率25％较低，由于强度、延伸率及板形未达到本专利要求，不利于轧制复合，因此复合率仅有40％，存在大面积未复合或开裂情况。

[0061] 表6.实施例3与对比例3力学性能及轧制复合率对比表

[0062]

项目	屈服强度 MPa	延伸率(A_{50mm}) %	晶粒度	轧制复合率 %
本专利标准	≤240	≥30	6~9级	/

[0063]

实施例3	190	48	9	90
对比例3	396	25	6	40

[0064] 综上所述，本专利采用EB炉模铸扁锭制备板坯，并使用大型整体刀盘加工表面，与传统熔炼锻造板坯小刀盘加工方法相比，板坯尺寸更规整，表面无接刀厚度差，截面厚度均匀，可显著降低由于板坯厚度不均导致的薄带成品边浪、肋浪、中间浪等板形缺陷风险，降低成品轧制板形控制难度；通过采用低杂质元素和低[O]当双重控制成分设计理念，并采用长时间保温、随炉冷却罩式退火方式进行成品热处理，降低强度，提高延伸率，同时控制晶粒尺寸在最优范围；母带冷轧后采用先切边后退火处理方法，一方面消除成品轧制前边裂缺陷，另一方面先切边后退火可以消除切边应力，有利于减少成品冷轧过程中，切边尖角处开裂倾向，减少成品冷轧断带风险，事实证明，本发明方法制备的宽幅超薄冷轧钛带卷板形平直，综合机械性能优异，轧制复合率高，同时能够显著降低复合材钛金属成本。

[0065] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。