



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114700698 A

(43) 申请公布日 2022.07.05

(21) 申请号 202210442469.5

C22C 30/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.25

G22F 1/10 (2006.01)

(71) 申请人 天津冶金集团天材科技发展有限公司

地址 300308 天津市滨海新区自贸试验区
(空港经济区)航空路60号

(72) 发明人 张泽 郭琛 闫亮 王静怡
厉海艳 陈俊哲

(74) 专利代理机构 天津市鼎和专利商标代理有限公司 12101

专利代理师 许爱文

(51) Int. Cl.

B23P 15/00 (2006.01)

G21D 9/52 (2006.01)

G22C 19/05 (2006.01)

权利要求书2页 说明书8页

(54) 发明名称

一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺

(57) 摘要

本发明属于中厚板制造领域,特别涉及一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺。包括如下步骤:选料→采用氩弧焊接的方式焊接板坯→中间轧程轧制→中间轧程热处理→成品轧程轧制→成品轧程热处理→拉矫→纵剪→成品。中间轧制按照2个轧程设计,每一轧程均需要6个道次;中间每个轧程结束后都需要采用立式炉进行连续退火,热处理温度为:1000~1150℃,热处理速度为10-15m/min;成品轧程轧制共计三个道次;成品厚度为0.2mm、宽度595mm;抗拉强度>830MPa;屈服强度>460MPa;延伸率>25%。填补了市场目前缺少宽幅镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺的空白。

1. 一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,包括如下步骤:选料→采用氩弧焊接的方式焊接板坯→中间轧程轧制→中间轧程热处理→成品轧程轧制→成品轧程热处理→拉矫→纵剪→成品。

2. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S1中选用镍基耐腐蚀合金板坯作为加工原料,其化学成分如下:C:0.06wt%;Co:10-12wt%;Cr:19.4wt%;Fe:4.1wt%;Mn:0.26wt%;P:0.01wt%;S:0.003wt%;Si:0.02wt%;Al:1.6wt%;B:0.007wt%;Zr:0.04wt%;Cu:0.2wt%;Mo:9-10.5wt%;Ti:3.2wt%;余量为Ni。

3. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S2中采用氩弧焊接的方式焊接板坯;焊接电流160-170A、焊接速度610-630mm/s;延迟焊接1.5—2s;保护气氩气的正面气流量10L/min,反面气流量5L/min。

4. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S3根据目标成品的厚度,采用美国森吉米尔二十辊轧机进行轧制,中间轧制按照2个轧程设计,坯料厚度变化为0.8mm—0.51mm—0.3mm;每一轧程均需要6个道次;2个轧程的工艺如下:

第一轧程:中间轧程的工作辊直径为 $\phi 37-42\text{mm}$,材质采用钼系高速钢M2,硬度为60HRC,粗糙度为Ra0.4—0.45 μm ;变形量:6-10%;轧制力:458-792kN;轧制速度:15-28m/min;张力:65-81KN;

第二轧程:中间轧程的工作辊直径为 $\phi 40-42\text{mm}$,材质采用钼系高速钢M2,硬度为60HRC,粗糙度为Ra0.4—0.45 μm ;变形量:6-10%;轧制力:460-725kN;轧制速度:17-27m/min;张力:65-100KN;

两个轧程的一中间轧辊直径均为 $\phi 22\text{mm}$,轧辊一侧为锥形,锥长为110mm,材质为高碳高铬钢D2,硬度为58HRC,粗糙度为Ra0.3—0.4 μm 。

5. 如权利要求4所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S4中,中间每个轧程结束后都需要采用立式炉进行连续退火,热处理温度为:1000~1150 $^{\circ}\text{C}$,热处理速度为10-15m/min;其露点温度为:氢气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,氮气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,冷却区域-95 $^{\circ}\text{C}$,辐射冷却器-71 $^{\circ}\text{C}$,顶辊-75 $^{\circ}\text{C}$;冷却风机转速为2800r/min。

6. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S5中成品轧程轧制共计三个道次;成品轧程工作辊直径为 $\phi 40-42\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRC,粗糙度为Ra0.3—0.4 μm ;一中间轧辊直径为 $\phi 16\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为100mm,材质为D2,硬度为58HRC,粗糙度为Ra0.32—0.42 μm ;轧制张力70—90kN;轧制力920—1015kN;轧制速度20—25m/min。

7. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S6中成品轧程热处理采用立式炉进行连续退火,退火温度1130 $^{\circ}\text{C}$,退火速度12-15m/min;露点温度:氢气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,氮气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,冷却区域-100 $^{\circ}\text{C}$,辐射冷却器-81 $^{\circ}\text{C}$,顶辊-87 $^{\circ}\text{C}$;冷却风机转速为2000r/min。

8. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S7中拉矫机开卷张力5.4kN;收卷张力5.4kN;牵引S-辊组拉伸延长变形量:0.3-0.41%;制动S-辊组张力19.4kN;最大生产线速度22.0m/min。

9. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在於,S8中纵剪机的收卷张力25GPa;刀辊上的刀具间隙为0.02-0.03mm;最大生产线速度60-100m/min。

10. 如权利要求1所述的镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,其特征在于,S1中的原料厚度为0.8mm、宽度为610mm、长度3900mm的镍基耐腐蚀合金板坯;S9中成品厚度为0.2mm、宽度595mm;抗拉强度 $>830\text{MPa}$;屈服强度 $>460\text{MPa}$;延伸率 $>25\%$ 。

一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺

技术领域

[0001] 本发明属于中厚板制造领域,特别涉及一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺。

背景技术

[0002] 以镍为基体,含镍大于50%,具有一定的高温强度等综合性能并且能够耐氧化或水容易介质腐蚀的合金,称为镍基耐蚀合金。镍基耐蚀合金,因其镍含量极高,以及多种合金化合素的复合作用,所以能够用在不锈钢所无法适用的腐蚀条件与苛刻且复杂的工业环境中,如石油、化工、核电、汽车、船舶、机械、海水淡化、医用齿科骨科等,因此市场存在极大需求,但目前缺少宽幅镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺。

[0003] 因此,研制开发一种用于镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,填补技术空白,满足市场需求,成为本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 针对上述存在的缺陷,本发明提供了一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,填补技术空白,满足市场需求。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的技术方案为:

[0006] 一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,包括如下步骤:

[0007] S1、选料:选用镍基耐腐蚀合金板坯作为加工原料,其化学成分如下:C:0.06wt%;Co:10-12wt%;Cr:19.4wt%;Fe:4.1wt%;Mn:0.26wt%;P:0.01wt%;S:0.003wt%;Si:0.02wt%;Al:1.6wt%;B:0.007wt%;Zr:0.04wt%;Cu:0.2wt%;Mo:9-10.5wt%;Ti:3.2wt%;余量为Ni;GH141合金是沉淀硬化型镍基变形高温合金,属于Ni-Cr-Mo系,在以镍为主的合金中加入10-12%的Co和9-10.5%的Mo,使合金获得了很好的固溶强化效果。在650~950℃范围内,具有高的拉伸和持久蠕变强度和良好的抗氧化性能。作为镍铬钼合金,其主要添加的合金元素有铬、钼,其中铬起抗氧化和抗腐蚀作用,钼起强化作用,使材料具有良好的综合性能,能耐各种酸腐蚀和应力腐蚀;

[0008] S2、采用氩弧焊接的方式焊接板坯;焊接电流160-170A、焊接速度610-630mm/s;延迟焊接1.5—2s;保护气氩气的正面气流量10L/min,反面气流量5L/min;GH141合金焊后会在熔焊区和热影响区的粗大晶粒上形成连续的M₂₃C₆型碳化物薄膜,此为裂纹敏感区域,焊接电流越大,焊接热的输入就越大,焊缝与热影响区的宽度就越大,所以裂纹敏感性增强。同时,低的焊接电流可降低应变时效开裂倾向,因此在焊接时,应在保证焊缝性能满足后续轧制要求时,尽可能降低焊接电流,进而防止开裂。

[0009] S3、中间轧程轧制:根据目标成品的厚度,采用美国森吉米尔二十辊轧机进行轧制,中间轧制按照2个轧程设计,坯料厚度变化为0.8mm—0.51mm—0.3mm;每一轧程均需要6个道次;

[0010] 第一轧程:中间轧程的工作辊直径为 ϕ 37—42mm,材质采用钼系高速钢M2,硬度为60HRC,粗糙度为Ra0.4—0.45 μ m;变形量:6-10%;轧制力:458-792kN;轧制速度:15-28m/

min;张力:65-81kN;

[0011] 第二轧程:中间轧程的工作辊直径为 $\phi 40-42\text{mm}$,材质采用钼系高速钢M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.4-0.45\mu\text{m}$;变形量:6-10%;轧制力:460-725kN;轧制速度:17-27m/min;张力:65-100kN;

[0012] 通过控制轧制力来控制每道次的压缩比率,用以控制变形量和轧制道次,从而实现轧薄、轧硬的目的;GH141带材宽幅达到200mm以上时,冷轧变形抗力激增,而且宽幅带材厚度 $\leq 0.2\text{mm}$ 时,其加工参数(冷轧压下量、压制力等)已经接近冷轧设备极限值,同板差、尺寸精度、板形和表面质量控制难度进一步加大,为保证成品性能,需严格控制带材每道次变形量在6%—10%之间;每轧程变形量不超45%;轧制张力用于调整版型、卷曲等多方面。为保证成品板型、表面质量,张力需控制在60—80kN之间。

[0013] 两个轧程的一中间轧辊直径均为 $\phi 22\text{mm}$,轧辊一侧为锥形,锥长为110mm,材质为高碳高铬钢D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.3-0.4\mu\text{m}$;

[0014] S4、中间轧程热处理:中间每个轧程结束后都需要采用立式炉进行连续退火,中间轧程热处理主要目的是软化材料,便于后续轧制生产,故需要相对较高的温度保证材料软化;热处理温度越高,退火后材料硬度越低,但温度高也伴随着晶粒长大,会使延伸性能下降,降低加工性能;冷却速度能够有效控制晶粒长大速度,冷速越快,会获得更良好的加工性能;

[0015] 热处理温度为:1000~1150 $^{\circ}\text{C}$,热处理速度为10-15m/min;其露点温度为:氢气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,氮气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,冷却区域-95 $^{\circ}\text{C}$,辐射冷却器-71 $^{\circ}\text{C}$,顶辊-75 $^{\circ}\text{C}$;冷却风机转速为2800r/min;GH141合金的抗拉强度 R_m 随温度的升高而下降,当温度升高到1000 $^{\circ}\text{C}$ 以上,抗拉强度降幅增大,1100 $^{\circ}\text{C}$ 后抗拉强度趋于平稳,塑性随温度升高而提高。1050 $^{\circ}\text{C}$ 后伸长率A均大于50%,1100 $^{\circ}\text{C}$ 时伸长率A是950 $^{\circ}\text{C}$ 的4.5倍,合金在大于1000 $^{\circ}\text{C}$ 之后,随着温度的提高,塑性会越来越越好,但要尽量避免在1200 $^{\circ}\text{C}$ 加热,防止合金组织出现晶粒过分长大或晶粒间发生氧化的现象。所以,GH141合金的热加工温度选在1000~1150 $^{\circ}\text{C}$ 比较合适;

[0016] S5、成品轧程轧制:该步骤共计三个道次;成品轧程工作辊直径为 $\phi 40-42\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.3-0.4\mu\text{m}$;一中间轧辊直径为 $\phi 16\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为100mm,材质为D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.32-0.42\mu\text{m}$;轧制张力70—90kN;轧制力920—1015kN;轧制速度20—25m/min;

[0017] S6、成品轧程热处理:采用立式炉进行连续退火,退火温度1130 $^{\circ}\text{C}$,退火速度12-15m/min;露点温度:氢气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,氮气供应线-100 $^{\circ}\text{C}$,冷却区域-100 $^{\circ}\text{C}$,辐射冷却器-81 $^{\circ}\text{C}$,顶辊-87 $^{\circ}\text{C}$;冷却风机转速为2000r/min;成品热处理更侧重于产品的加工性能、力学性能,故退火温度及冷却风机需控制在上述范围内,以保证材料的固溶性能;

[0018] S7、拉矫:拉矫机开卷张力5.4kN;收卷张力5.4kN;牵引S-辊组拉伸延长变形量:0.3-0.41%;制动S-辊组张力19.4kN;最大生产线速度22.0m/min。

[0019] S8、纵剪:纵剪机的收卷张力25GPa;刀辊上的刀具间隙为0.02-0.03mm;最大生产线速度60-100m/min;

[0020] S9、成品厚度0.2mm、宽度595mm;表面光洁度为2B;抗拉强度 $>830\text{MPa}$;屈服强度 $>460\text{MPa}$;延伸率 $>25\%$ 。

[0021] 本发明的有益效果为:

[0022] 本发明提供了一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,成品厚度0.2mm、宽度595mm,填补了市场目前缺少宽幅镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺的空白。具体的技术效果如下:

[0023] 1) GH141合金是沉淀硬化型镍基变形高温合金,属于Ni-Cr-Mo系,在以镍为主的合金中加入10-12wt%的Co和9-10.5wt%的Mo,使合金获得了很好的固溶强化效果。在650~950℃范围内,具有高的拉伸和持久蠕变强度和良好的抗氧化性能;作为镍铬钼合金,其主要添加的合金元素有铬、钼,其中铬起抗氧化和抗腐蚀作用,钼起强化作用,使材料具有良好的综合性能,可耐各种酸腐蚀和应力腐蚀;

[0024] 2) 采用氩弧焊接的方式焊接板坯;焊接电流160-170A、焊接速度610-630mm/s;延迟焊接1.5—2s;保护气氩气的正面气流量10L/min,反面气流量5L/min;GH141合金焊后会在熔焊区和热影响区的粗大晶粒上形成连续的M₂₃C₆型碳化物薄膜,此为裂纹敏感区域,焊接电流越大,焊接热的输入就越大,焊缝与热影响区的宽度就越大,所以裂纹敏感性增强。同时,低的焊接电流可降低应变时效开裂倾向,因此在焊接时,应在保证焊缝性能满足后续轧制要求时,尽可能降低焊接电流,进而防止开裂。

[0025] 3) 通过控制轧制力来控制每道次的压缩比率,用以控制变形量和轧制道次,从而实现轧薄、轧硬的目的;GH141带材宽幅达到200mm以上时,冷轧变形抗力激增,而且宽幅带材厚度≤0.2mm时,其加工参数(冷轧压下量、压制力等)已经接近冷轧设备极限值,同板差、尺寸精度、板形和表面质量控制难度进一步加大,为保证成品性能,需严格控制带材每道次变形量在6%—10%之间;每轧程变形量不超45%;轧制张力用于调整版型、卷曲等多方面。为保证成品版型、表面质量,张力需控制在60—80kN之间。

[0026] 4) 中间轧程热处理:热处理温度为:1000~1150℃,热处理速度为10-15m/min;其露点温度为:氢气供应线-100℃,氮气供应线-100℃,冷却区域-95℃,辐射冷却器-71℃,顶辊-75℃;冷却风机转速为2800r/min;中间轧程热处理主要目的是软化材料,便于后续轧制生产,故需要相对较高的温度保证材料软化;热处理温度越高,退火后材料硬度越低,但温度高也伴随着晶粒长大,会使延伸性能下降,降低加工性能;冷却速度能够有效控制晶粒长大速度,冷速越快,会获得更良好的加工性能。热处理温度越高,退火后材料硬度越低,但温度高也伴随着晶粒长大,会使延伸性能下降,降低加工性能。冷却速度能够有效控制晶粒长大速度,冷速越快,会获得更良好的加工性能。

具体实施方式

[0027] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0028] 实施例1:

[0029] 本实施例的一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,包括如下步骤:

[0030] S1、选料:本实施例选用厚度为0.8mm,宽度为610mm,长度3900mm的镍基耐腐蚀合金板坯作为加工原料,其化学成分如下:

[0031]

元素	C	Co	Cr	Fe	Mn
含量(wt%)	0.06	12	19.4	4.1	0.26

元素	Ni	P	S	Si	Al
含量 (wt%)	余	0.01	0.003	0.02	1.6
元素	B	Zr	Cu	Mo	Ti
含量 (wt%)	0.007	0.04	0.2	10.0	3.2

[0032] S2、焊接：采用氩弧焊接的方式，焊接电流167A，焊接速度620mm/s，延迟焊接时间2s，保护气氩气的正面气流量10L/min，反面气流量5L/min；

[0033] S3、中间轧程轧制及热处理：根据目标成品的厚度，中间轧制按照2个轧程设计：第一轧程：工作辊直径为 $\phi 37.6\text{mm}$ ，材质采用M2，硬度为60HRc，粗糙度为 $\text{Ra}0.42\mu\text{m}$ ；一中间轧辊直径为 $\phi 22\text{mm}$ ，一侧为锥形，锥长为110mm，材质为D2，硬度为58HRc，粗糙度为 $\text{Ra}0.36\mu\text{m}$ ；各道次工艺如下表所示：

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (KN)	轧制速度 (m/min)	张力 (KN)
1	0.8	0.732	8.50	579	15	76.83
2	0.732	0.67	8.47	636.9	15	74.91
3	0.67	0.61	8.96	665.85	18	72.99
4	0.61	0.56	8.20	723.75	20	71.07
5	0.56	0.51	8.93	752.7	22	69.15
6	0.51	0.475	6.86	781.65	27	67.23

[0035] 热处理温度为 1150°C ，处理速度12m/min；露点温度：氢气供应线 -100°C ，氮气供应线 -100°C ，冷却区域 -95°C ，辐射冷却器 -71°C ，顶辊 -75°C ；冷却风机转速为2800r/min；

[0036] (2) 第二轧程：工作辊直径为 $\phi 41\text{mm}$ ，材质采用M2，硬度为60HRc，粗糙度为 $\text{Ra}0.44\mu\text{m}$ ；一中间轧辊直径为 $\phi 22\text{mm}$ ，一侧为锥形，锥长为110mm，材质为D2，硬度为58HRc，粗糙度为 $\text{Ra}0.38\mu\text{m}$ ；各道次工艺如下表所示：

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (KN)	轧制速度 (m/min)	张力 (KN)
1	0.475	0.44	7.37	463.04	17	80.67
2	0.44	0.407	7.50	491.98	17	76.83
3	0.407	0.376	7.62	549.86	17	72.99
4	0.376	0.348	7.45	578.8	20	71.07
5	0.348	0.322	7.47	636.68	23	67.23
6	0.322	0.3	6.83	723.5	24	65.31

[0038] 第二轧程后热处理：热处理温度为 1150°C ，热处理速度12m/min；露点温度：氢气供应线 -100°C ，氮气供应线 -100°C ，冷却区域 -95°C ，辐射冷却器 -71°C ，顶辊 -75°C ；冷却风机转速为2800r/min。

[0039] S4、成品轧程轧制：工作辊直径为 $\phi 41\text{mm}$ ，材质采用M2，硬度为60HRc，粗糙度为 $\text{Ra}0.32\mu\text{m}$ ；一中间轧辊直径为 $\phi 16\text{mm}$ ，一侧为锥形，锥长为100mm，材质为D2，硬度为58HRc，粗糙度为 $\text{Ra}0.36\mu\text{m}$ ；各道次工艺如下表所示：

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (kN)	轧制速度 (m/min)	张力 (kN)
[0040] 1	0.3	0.26	13.33	926.4	21	75.87
2	0.26	0.226	13.08	955.35	23	73.567
3	0.226	0.2	11.50	998.78	25	71.84

[0041] S5、成品轧程热处理：热处理温度为1130℃，热处理速度13m/min，露点温度：氢气供应线-100℃，氮气供应线-100℃，冷却区域-100℃，辐射冷却器-81℃，顶辊-87℃；冷却风机转速为2000r/min。

[0042] S6、拉矫：开卷张力5.4kN；收卷张力5.4kN；牵引S-辊组拉伸延长变形量：0.35%；制动S-辊组张力19.4kN；最大生产线速度22.0m/min；

[0043] S7、纵剪：收卷张力25GPa；刀具间隙为0.03mm；最大生产线速度80m/min。

[0044] S8、成品性能和规格如下：

规格	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)
[0045] 厚度 0.2mm	894.4	469.9	41.1
宽度 595mm			

[0046] 实施例2：

[0047] 本实施例的一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺，包括如下步骤：

[0048] S1、选料：本实施例选用厚度为0.8mm，宽度为610mm，长度3900mm的镍基耐腐蚀合金板坯作为加工原料，其化学成分如下：

[0049] 元素	C	Co	Cr	Fe	Mn
含量 (wt%)	0.06	12	19.4	4.1	0.26
元素	Ni	P	S	Si	Al
含量 (wt%)	余	0.01	0.003	0.02	1.6
元素	B	Zr	Cu	Mo	Ti
含量 (wt%)	0.007	0.04	0.2	10.0	3.2

[0050] S2、焊接：采用氩弧焊接的方式，焊接电流165A，焊接速度630mm/s，延迟焊接时间2s，保护气氩气的正面气流量10L/min，反面气流量5L/min；

[0051] S3、中间轧程轧制及热处理：根据目标成品的厚度，中间轧制按照2个轧程设计：第一轧程：工作辊直径为 $\phi 41.6\text{mm}$ ，材质采用M2，硬度为60HRc，粗糙度为Ra0.43 μm ；一中间轧辊直径为 $\phi 22\text{mm}$ ，一侧为锥形，锥长为110mm，材质为D2，硬度为58HRc，粗糙度为Ra0.38 μm ；各道次工艺如下表所示：

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (kN)	轧制速度 (m/min)	张力 (kN)
[0052] 1	0.800	0.725	9.42	458	15	95.42
2	0.725	0.660	8.87	537	18	89.41
3	0.660	0.604	8.52	605	20	79.21
4	0.604	0.554	8.23	692	23	71.87
5	0.554	0.510	7.96	743	25	68.51
6	0.510	0.475	6.91	792	28	65.23

[0053] 热处理温度为1150℃，处理速度14m/min；露点温度：氢气供应线-100℃，氮气供应

线-100℃,冷却区域-95℃,辐射冷却器-71℃,顶辊-75℃;冷却风机转速为2800r/min;

[0054] (3)第二轧程:工作辊直径为 $\phi 42\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.45\mu\text{m}$;

[0055] 一中间轧辊直径为 $\phi 22\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为110mm,材质为D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.40\mu\text{m}$;各道次工艺如下表所示:

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量(%)	轧制力 (KN)	轧制速度 (m/min)	张力 (KN)	
[0056]							
	1	0.475	0.435	8.43	513	17	88.72
	2	0.435	0.400	8.01	536	18	80.37
[0057]							
	3	0.400	0.370	7.61	574	20	74.68
	4	0.370	0.344	7.04	592	23	70.02
	5	0.344	0.320	6.82	637	25	68.83
	6	0.320	0.300	6.31	723	27	66.01

[0058] 第二轧程后热处理:热处理温度为1150℃,热处理速度15m/min;露点温度:氢气供应线-100℃,氮气供应线-100℃,冷却区域-95℃,辐射冷却器-71℃,顶辊-75℃;冷却风机转速为2800r/min。

[0059] S4、成品轧程轧制:工作辊直径为 $\phi 42\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.38\mu\text{m}$;一中间轧辊直径为 $\phi 16\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为100mm,材质为D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.40\mu\text{m}$;各道次工艺如下表所示:

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量(%)	轧制力 (KN)	轧制速度 (m/min)	张力 (KN)	
[0060]							
	1	0.3	0.256	14.8	1013	20	77.23
	2	0.256	0.222	13.2	977	22	75.42
	3	0.222	0.2	9.85	964	25	72.67

[0061] S5、成品轧程热处理:热处理温度为1130℃,热处理速度15m/min,露点温度:氢气供应线-100℃,氮气供应线-100℃,冷却区域-100℃,辐射冷却器-81℃,顶辊-87℃;冷却风机转速为2000r/min。

[0062] S6、拉矫:开卷张力5.4kN;收卷张力5.4kN;牵引S-辊组拉伸延长变形量:0.36%;制动S-辊组张力19.4kN;最大生产线速度22.0m/min;

[0063] S7、纵剪:收卷张力25GPa;刀具间隙为0.02mm;最大生产线速度60m/min。

[0064] S8、成品性能和规格如下:

规格	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)
[0065]			
厚度 0.2mm	891.6	472.5	37.38
宽度 595mm			

[0066] 实施例3:

[0067] 本实施例的一种镍基耐腐蚀合金带材的加工工艺,包括如下步骤:

[0068] S1、选料:本实施例选用厚度为0.8mm,宽度为610mm,长度3900mm的镍基耐腐蚀合金板坯作为加工原料,其化学成分如下:

元素	C	Co	Cr	Fe	Mn
[0069]					

[0070]	含量 (wt%)	0.06	12	19.4	4.1	0.26
	元素	Ni	P	S	Si	Al
	含量 (wt%)	余	0.01	0.003	0.02	1.6
	元素	B	Zr	Cu	Mo	Ti
	含量 (wt%)	0.007	0.04	0.2	10.0	3.2

[0071] S2、焊接:采用氩弧焊接的方式,焊接电流160A,焊接速度610mm/s,延迟焊接时间1.5s,保护气氩气的正面气流量10L/min,反面气流量5L/min;

[0072] S3、中间轧程轧制及热处理:根据目标成品的厚度,中间轧制按照2个轧程设计:第一轧程:工作辊直径为 $\phi 42\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.4\mu\text{m}$;一中间轧辊直径为 $\phi 22\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为110mm,材质为D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.4\mu\text{m}$;各道次工艺如下表所示:

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (kN)	轧制速度 (m/min)	张力 (kN)
1	0.800	0.721	9.82	524	15	85.63
2	0.721	0.658	8.74	546	16	80.43
3	0.658	0.601	8.67	589	18	77.92
4	0.601	0.550	8.56	654	21	72.34
5	0.550	0.507	7.82	702	23	67.52
6	0.507	0.475	6.28	784	25	65.00

[0074] 热处理温度为 1150°C ,处理速度15m/min;露点温度:氢气供应线 -100°C ,氮气供应线 -100°C ,冷却区域 -95°C ,辐射冷却器 -71°C ,顶辊 -75°C ;冷却风机转速为2800r/min;

[0075] (4) 第二轧程:工作辊直径为 $\phi 40\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.4\mu\text{m}$;

[0076] 一中间轧辊直径为 $\phi 22\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为110mm,材质为D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.3\mu\text{m}$;各道次工艺如下表所示:

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (KN)	轧制速度 (m/min)	张力 (KN)
1	0.475	0.432	9.14	513	17	90.65
2	0.432	0.397	8.12	536	18	85.41
3	0.397	0.366	7.62	574	20	78.49
4	0.366	0.341	6.87	592	23	72.37
5	0.341	0.319	6.40	637	25	68.92
6	0.319	0.300	6.05	723	27	65.41

[0078] 第二轧程后热处理:热处理温度为 1150°C ,热处理速度12m/min;露点温度:氢气供应线 -100°C ,氮气供应线 -100°C ,冷却区域 -95°C ,辐射冷却器 -71°C ,顶辊 -75°C ;冷却风机转速为2800r/min。

[0079] S4、成品轧程轧制:工作辊直径为 $\phi 40\text{mm}$,材质采用M2,硬度为60HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.4\mu\text{m}$;一中间轧辊直径为 $\phi 16\text{mm}$,一侧为锥形,锥长为100mm,材质为D2,硬度为58HRc,粗糙度为 $\text{Ra}0.42\mu\text{m}$;各道次工艺如下表所示:

道次	来料厚度 (mm)	出口厚度 (mm)	变形量 (%)	轧制力 (KN)	轧制速度 (m/min)	张力 (KN)
[0080] 1	0.3	0.258	14.1	1013	20	85, 12
2	0.258	0.225	12.8	977	22	77.22
3	0.225	0.2	11.00	964	25	73.26

[0081] S5、成品轧程热处理：热处理温度为1130℃，热处理速度12m/min，露点温度：氢气供应线-100℃，氮气供应线-100℃，冷却区域-100℃，辐射冷却器-81℃，顶辊-87℃；冷却风机转速为2000r/min。

[0082] S6、拉矫：开卷张力5.4kN；收卷张力5.4kN；牵引S-辊组拉伸延长变形量：0.4%；制动S-辊组张力19.4kN；最大生产线速度22.0m/min；

[0083] S7、纵剪：收卷张力25GPa；刀具间隙为0.03mm；最大生产线速度100m/min。

[0084] S8、成品性能和规格如下：

规格	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)
[0085] 厚度 0.2mm 宽度 595mm	832.5	491.1	25.28

[0086] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。