(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118437767 A
(43)申请公布日 2024.08.06

(21)申请号 202410902720.0

(22)申请日 2024.07.08

(71)申请人 西安稀有金属材料研究院有限公司
地址 710000 陕西省西安市高新区天谷七路996号西安国家数字出版基地C座2层

(72)发明人 吕智丹 姬坤海 张辉 张凌峰 石蓝 吴金平 张于胜

(74)专利代理机构 西安创知专利事务所 61213
专利代理师 马小燕

(51)Int.Cl.
B21B 23/00(2006.01)
B21B 19/04(2006.01)
B21B 45/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,该方法包括:一、将Ti35钛合金棒材加工基准通孔得到坯料;二、将坯料进行1~3次斜轧穿孔得到管坯;三、将管坯进行1~3次热轧和再结晶退火;四、机加工和去应力退火得到Ti35钛合金管材。本发明将斜轧穿孔、热轧和机加工、退火工艺结合,使得棒材实现高温大塑性变形,在快速制备Ti35钛合金管材的同时,保证了Ti35钛合金管材加工精度和表面质量,并有效细化显微组织,提升Ti35钛合金管材性能,获得高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材,在保证产品质量的前提下大幅提高制备效率和材料利用率,适用于核化工领域。



CN 118437767 A

1.一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、将Ti35钛合金棒材加工基准通孔,得到Ti35钛合金坯料;

步骤二、将步骤一中得到的Ti35钛合金坯料进行1~3次斜轧穿孔,得到Ti35钛合金管坯;

步骤三、将步骤二中得到的Ti35钛合金管坯进行1~3次热轧和再结晶退火;

步骤四、将步骤三中经再结晶退火后的Ti35钛合金管坯进行机加工和去应力退火,得到Ti35钛合金管材;所述Ti35钛合金管材的直径×壁厚为Φ(400mm~700mm)×(7mm~30mm)。

2.根据权利要求1所述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤一所述基准通孔为锥形基准通孔,且大孔端直径为100mm~120mm,小孔端直径较大孔端直径减少20mm,同轴度不超过0.5mm/全长。

3.根据权利要求1所述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤二中在Ti35钛合金坯料的内壁及端面包覆厚度2mm的铜皮,并在相变点以下20℃~80℃保温4h~6h,然后根据Ti35钛合金坯料以及目标产物Ti35钛合金管材的规格尺寸进行1~3次斜轧穿孔,且斜轧穿孔前对顶头和导板预热至300℃~400℃,多道次的斜轧穿孔过程中需回炉保温1h,第一道次的斜轧穿孔时以Ti35钛合金坯料的基准通孔大端为起始穿孔方向,单道次减壁率为20%~70%。

4.根据权利要求1所述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤三中将Ti35钛合金管坯在相变点以下40℃~100℃保温2h~3h,然后进行1~3次热轧,每道次轧制的截面积变形量为30%~70%,且热轧前对轧辊和芯杆预热至300℃~400℃,每道次热轧后对热轧Ti35钛合金管坯内外表面进行缺陷打磨,1~3次热轧完成后在相变点以下200℃~300℃保温1h~3h进行再结晶退火,空冷。

5.根据权利要求1所述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤四中将经再结晶退火后的Ti35钛合金管坯的内外表面进行粗加工,且外径和壁厚各留1mm~3mm余量,然后在450℃~550℃保温4h进行立式去应力退火,再机加工至目标产物尺寸,且机加工次上车床前需对管坯进行三点式矫直。

一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于有色金属加工技术领域,具体涉及一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法。

背景技术

[0002] Ti35钛合金是一种面向沸腾浓硝酸腐蚀环境下的新型钛合金,具有优良的抗腐蚀性能、缝隙腐蚀性能和很强的氧化膜再生能力,显示出比高纯奥氏体不锈钢更好的耐蚀性和适应性,在核化工领域有着广泛的应用前景。由于工况条件的特殊性,一些尺寸要求较高的设备对大口径Ti35钛合金无缝管材有着迫切的需求。

[0003] 目前大口径钛合金无缝管材主流制备方法为:机加法,斜轧穿孔+轧制法。机加法可以制备出尺寸精度高的大口径管材,但受限于棒坯的尺寸,实际生产中管材的外径和长度均受到较大限制,且原材料利用率极低。对于Ti35合金这种原材料生产成本较大的材料,机加法不是一种非常理想的工艺。斜轧穿孔+轧制法可以制备出规格范围更大的管材,但其存在尺寸公差较大,且对轧制模具依赖度较高,对于小批量多规格的大口径管材来说制造成本较高。因此,如何高效生产出尺寸精度要求高的超大口径薄壁Ti35钛合金无缝管材是一个急需解决的问题。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术的不足,提供一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法。该方法将斜轧穿孔、热轧和机加工、退火工艺结合,使得棒材实现高温大塑性变形,在快速制备Ti35钛合金管材的同时,保证了Ti35钛合金管材加工精度和表面质量,并有效细化显微组织,提升Ti35钛合金管材性能,获得高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材,解决了现有方法制备效率和材料利用率低、成本高、尺寸精度及表面质量难以保证的难题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、将Ti35钛合金棒材加工基准通孔,得到Ti35钛合金坯料;

步骤二、将步骤一中得到的Ti35钛合金坯料进行1~3次斜轧穿孔,得到Ti35钛合金管坯;

步骤三、将步骤二中得到的Ti35钛合金管坯进行1~3次热轧和再结晶退火;

步骤四、将步骤三中经再结晶退火后的Ti35钛合金管坯进行机加工和去应力退火,得到Ti35钛合金管材;所述Ti35钛合金管材的直径×壁厚为Φ(400mm~700mm)×(7mm~30mm)。

[0006] 本发明首先通过对Ti35钛合金棒材加工基准通孔,保证了后续加工的基准精度,然后通过斜轧穿孔保证成形后管材内壁质量,再通过热轧进行大塑性变形,充分利用热轧温度区间内Ti35钛合金较好的变形能力,结合动态再结晶退火有效细化微观组织,最后进

行机加工和去应力退火,保证尺寸精度,快速制备得到规格外径×壁厚为Φ(400mm~700m)×(7mm~30mm)的高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材。

[0007] 上述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤一所述基准通孔为锥形基准通孔,且大孔端直径为100mm~120mm,小孔端直径较大孔端直径减少20mm,同轴度不超过0.5mm/全长。锥形基准通孔保证了棒材与穿孔顶头良好接触,防止失稳,有利于保证管材精度。

[0008] 上述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤二中在Ti35钛合金坯料的内壁及端面包覆厚度2mm的铜皮,并在相变点以下20℃~80℃保温4h~6h,然后根据Ti35钛合金坯料以及目标产物Ti35钛合金管材的规格尺寸进行1~3次斜轧穿孔,且斜轧穿孔前对顶头和导板预热至300℃~400℃,多道次的斜轧穿孔过程中需回炉保温1h,第一道次的斜轧穿孔时以Ti35钛合金坯料的基准通孔大端为起始穿孔方向,单道次减壁率为20%~70%。

[0009] 上述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤三中将Ti35钛合金管坯在相变点以下40℃~100℃保温2h~3h,然后进行1~3次热轧,每道次轧制的截面积变形量为30%~70%,且热轧前对轧辊和芯杆预热至300℃~400℃,每道次热轧后对热轧Ti35钛合金管坯内外表面进行缺陷打磨,1~3次热轧完成后在相变点以下200℃~300℃保温1h~3h进行再结晶退火,空冷。

[0010] 上述的一种高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材的制备方法,其特征在于,步骤四中将经再结晶退火后的Ti35钛合金管坯的内外表面进行粗加工,且外径和壁厚各留1mm~3mm余量,然后在450℃~550℃保温4h进行立式去应力退火,再机加工至目标产物尺寸,且机加工次上车床前需对管坯进行三点式矫直。

[0011] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

1、本发明基于Ti35钛合金的加工特点,将斜轧穿孔、热轧和机加工、退火工艺结合,使得棒材实现高温大塑性变形,在快速制备Ti35钛合金管材的同时,保证了Ti35钛合金管材加工精度和表面质量,并有效细化显微组织,提升Ti35钛合金管材性能,获得高精度超大口径薄壁Ti35钛合金管材,适用于核化工领域。

[0012] 2、相较于传统的机加法,本发明通过对原料即Ti35钛合金棒材进行热轧高温大塑性变形,解除了原料尺寸对管材外径和长度的限制,在保证Ti35钛合金管材的前提下,大幅提高了管材的生产效率和材料利用率,降低了材料成本;同时,通过在后续机加工过程中进行立式退火以充分释放应力,有效避免Ti35钛合金管材在后续加工过程中再发生应力释放,保证了尺寸精度。

[0013] 3、相较于传统的斜轧穿孔方法,本发明通过对Ti35钛合金棒材进行机加工锥形基准通孔,并在坯料内表面及端面包覆铜皮进行多次斜轧穿孔,保证了获得的Ti35钛合金管坯的尺寸精度和内壁表面质量,同时明显提高了斜轧穿孔的成功率。

[0014] 4、相较于传统的热轧+冷轧的方法,本发明通过多道次热轧,既充分利用动态再结晶有效细化了显微组织,保证了Ti35钛合金管材性能,又避免对冷轧模具的制造要求,有效节约了制造成本。

[0015] 5、本发明的斜轧穿孔和热轧过程中,通过对相应设备中与物料接触部位的结构进行预热,更加精准地控制了热变形温度,进一步保证了产品Ti35钛合金管材的质量。

[0016] 下面通过附图和实施例对本发明的技术方案作进一步的详细描述。

附图说明

[0017] 图1为本发明实施例1制备的Ti35钛合金管材的金相组织图。

[0018] 图2为本发明实施例2制备的Ti35钛合金管材的金相组织图。

具体实施方式

[0019] 实施例1

本实施例包括以下步骤：

步骤一、将规格直径×长度为Φ790mm×1000mm的Ti35钛合金棒材加工锥形基准通孔，且大孔端直径为120mm，小孔端直径为100mm，同轴度不超过0.5mm/全长，得到Ti35钛合金坯料；所述Ti35钛合金棒材的相变点为885℃~890℃；

步骤二、在步骤一中得到的Ti35钛合金坯料的内壁及端面包覆厚度2mm的铜皮，并在860℃保温4h，然后进行第1道次斜轧穿孔，将规格外径×大孔端直径/小孔端直径×长度为Φ790mm×Φ120mm/Φ100mm×Lmm的坯料加工至规格外径×内径×长度为Φ785mm×Φ280mm×Lmm，且第1道次斜轧穿孔时以Ti35钛合金坯料的基准锥形通孔直径Φ120mm的大孔端为起始穿孔方向，随后回炉保温1h，接着进行第2道次斜轧穿孔，将坯料加工至规格外径×内径×长度为Φ766mm×Φ480mm×Lmm，随后回炉保温1h，接着进行第3道次斜轧穿孔，将坯料加工至规格外径×内径×长度为Φ722mm×Φ640mm×Lmm，且各道次斜轧穿孔前均对设备的轧辊、顶头和导板预热至400℃，得到Ti35钛合金管坯；

步骤三、将步骤二中得到的Ti35钛合金管坯在840℃保温2h，对设备的轧辊和芯杆预热至350℃，然后进行1道次热轧，将管坯加工至规格外径×内径×长度为Φ690mm×Φ29.5mm×Lmm，且每道次热轧后对热轧Ti35钛合金管坯内外表面进行缺陷打磨，热轧完成后在680℃保温1h进行再结晶退火，空冷；

步骤四、将步骤三中经再结晶退火后的Ti35钛合金管坯进行三点弯曲矫直，然后在车床上对内外表面进行粗加工至规格外径×内径×长度为Φ680mm×Φ18mm×Lmm，再在450℃保温4h进行立式去应力退火，继续进行三点弯曲矫直，随后机加工至规格外径×内径×长度为Φ676mm×Φ10mm×5000mm，得到Ti35钛合金管材；所述Ti35钛合金管材的外径公差为±1.5mm，壁厚公差为±0.5mm，直线度不超过1mm/m，粗糙度Ra≤1.6μm。

[0020] 对本实施例制备的Ti35钛合金管材的化学成分和室温力学性能进行检测，结果分别如下表1和表2所示。

[0021] 表1 实施例1制备的Ti35钛合金管材的化学成分

	Ta	Fe	C	N	O	H
测试含量（%）	6.03	0.009	0.01	0.007	0.076	0.0008

[0022] 表2 实施例1制备的Ti35钛合金管材的室温力学性能

	R_m（MPa）	$R_{p0.2}$（MPa）	A（%）	Z（%）
测试值	390	273	44	78

[0023] 从表1和表2可知，本实施例制备的Ti35钛合金管材的尺寸精度高，化学成分和室

温力学性能均符合要求,说明本发明的方法有效制备了性能优异的Ti35合金无缝管材。

[0024] 图1为本实施例制备的Ti35钛合金管材的金相组织图,从图1可以看出,该Ti35钛合金管材的微观组织均匀,无明显缺陷。

[0025] 实施例2

本实施例包括以下步骤:

步骤一、将规格直径×长度为Φ790mm×1000mm的Ti35钛合金棒材加工锥形基准通孔,且大孔端直径为100mm,小孔端直径为80mm,同轴度不超过0.5mm/全长,得到Ti35钛合金坯料;所述Ti35钛合金棒材的相变点为885℃~890℃;

步骤二、在步骤一中得到的Ti35钛合金坯料的内壁及端面包覆厚度2mm的铜皮,并在800℃保温6h,然后进行第1道次斜轧穿孔,将规格外径×大孔端直径/小孔端直径×长度为Φ790mm×Φ100mm/Φ80mm×Lmm的坯料加工至规格外径×内径×长度为Φ785mm×Φ280mm×Lmm,且第1道次斜轧穿孔时以Ti35钛合金坯料的基准锥形通孔直径Φ100mm的大孔端为起始穿孔方向,随后回炉保温1h,接着进行第2道次斜轧穿孔,将坯料加工至规格外径×内径×长度为Φ766mm×Φ480mm×Lmm,且各道次斜轧穿孔前均对设备的轧辊、顶头和导板预热至400℃,得到Ti35钛合金管坯;

步骤三、将步骤二中得到的Ti35钛合金管坯在800℃保温3h,然后进行第1道次热轧,将管坯加工至规格外径×内径×长度为Φ640mm×Φ88mm×Lmm,随后回炉保温30min,接着进行第2道次热轧,将管坯加工至规格外径×内径×长度为Φ560mm×Φ52mm×Lmm,随后回炉保温30min,接着进行第3道次热轧,将管坯加工至规格外径×内径×长度为Φ487mm×Φ18.5mm×Lmm,且每道次热轧前对设备的轧辊和芯杆预热至350℃,每道次热轧后对热轧Ti35钛合金管坯内外表面进行缺陷打磨,热轧完成后在600℃保温3h进行再结晶退火,空冷;

步骤四、将步骤三中经再结晶退火后的Ti35钛合金管坯进行三点弯曲矫直,然后在车床上对内外表面进行粗加工至规格外径×内径×长度为Φ480mm×Φ11mm×Lmm,再在550℃保温4h进行立式去应力退火,继续进行三点弯曲矫直,随后机加工至规格外径×内径×长度为Φ476mm×Φ8mm×6000mm,得到Ti35钛合金管材;所述Ti35钛合金管材的外径公差为±1.5mm,壁厚公差为±0.4mm,直线度不超过1mm/m,粗糙度Ra≤3.2μm。

[0026] 对本实施例制备的Ti35钛合金管材的化学成分和室温力学性能进行检测,结果分别如下表3和表4所示。

[0027] 表3 实施例2制备的Ti35钛合金管材的化学成分

	Ta	Fe	C	N	O	H
测试含量(%)	6.04	0.011	0.01	0.006	0.095	0.0016

[0028] 表4 实施例2制备的Ti35钛合金管材的室温力学性能

	R_m(MPa)	$R_{p0.2}$(MPa)	A(%)	Z(%)
测试值	407	298	42	73

[0029] 从表3和表4可知,本实施例制备的Ti35钛合金管材的尺寸精度高,化学成分和室温力学性能均符合要求,说明本发明的方法有效制备了性能优异的Ti35合金无缝管材。

[0030] 图2为本实施例制备的Ti35钛合金管材的金相组织图,从图2可以看出,该Ti35钛

合金管材的微观组织为充分再结晶的等轴α相,无明显缺陷。

[0031] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制。凡是根据发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

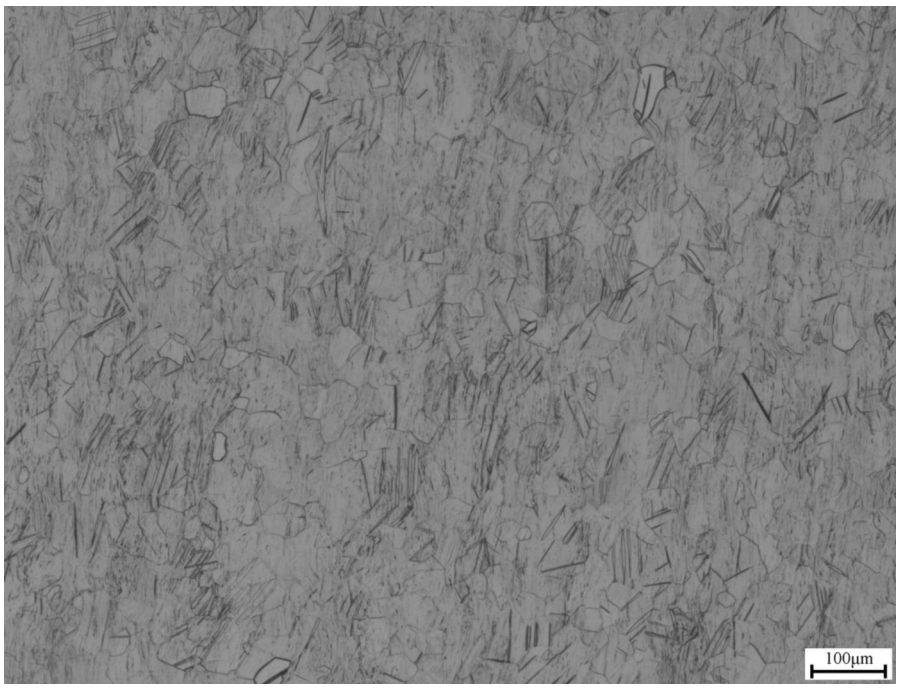


图1

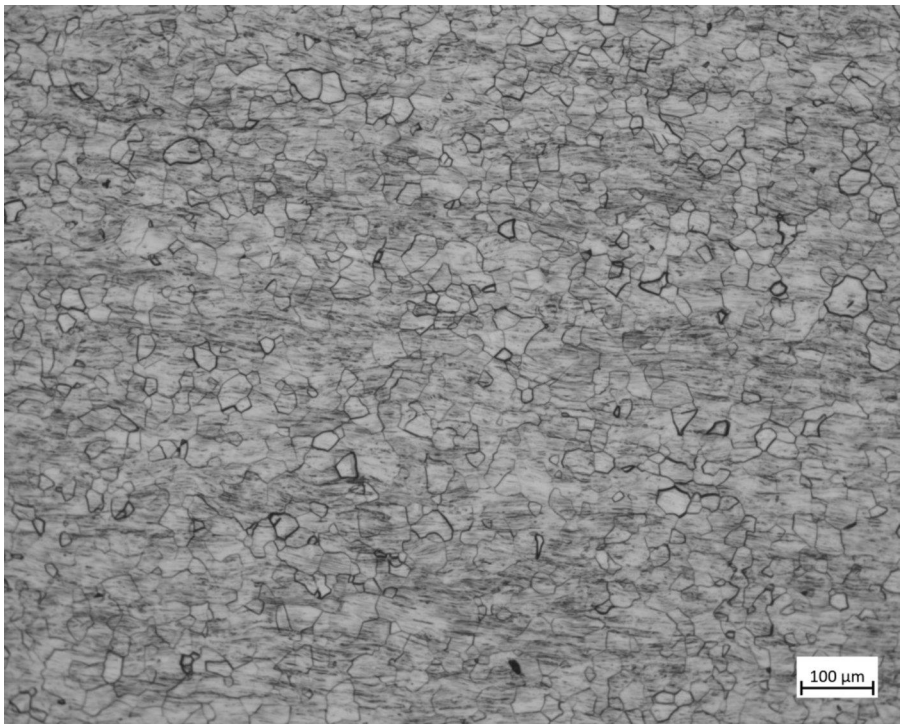


图2