



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107597847 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710927719.3

(22)申请日 2017.10.09

(71)申请人 太原科技大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区瓦流路66号

(72)发明人 双远华 丁小凤 王清华 毛飞龙
林伟路 周研 苟毓俊

(74)专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司 14101

代理人 江淑兰

(51)Int.Cl.

B21B 23/00(2006.01)

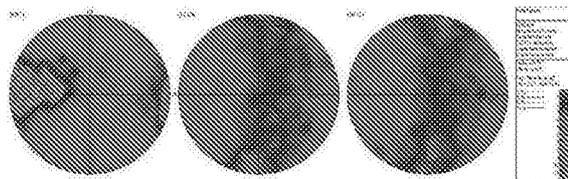
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法

(57)摘要

本发明涉及三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,属于镁合金无缝管轧制技术领域,解决镁合金管轧制开裂、基面织构导致各项异性、轧制制造工艺流程长、生产成本低和占地面积大的技术问题。解决方案为:a、在棒料前端打定心孔,将轧辊、芯棒与镁合金棒料加热并保温,留待后步使用;b、将前步加热的管坯跟穿孔轧辊接触并被穿孔轧辊拽入进行螺旋穿孔轧制,制得镁合金无缝毛管;c、将镁合金无缝毛管首端送进轧管轧辊进行螺旋轧管轧制制得镁合金无缝荒管;d、镁合金无缝荒管连续地进入均整区整形:e、荒管再连续地进入定径/减径轧辊区,轧制成为合格管材。本发明能够减弱基面织构、工艺流程短、生产成本低、占地面积小,实现节能减排目的。



1. 三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,其特征在于按如下步骤依次进行:

a、在棒料前端打定心孔,将轧辊与芯棒通过电磁感应加热至100~250℃并在线保温,将镁合金棒料在加热炉中加热到350~450℃并保温1.5~2小时,留待后步使用;

b、所述斜轧机组包括穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区,管坯沿轧制方向依次穿过穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区;所述穿孔轧制区按管坯轧制方向依次设置有穿孔轧辊、均整轧辊和归圆轧辊,每相邻两组轧辊之间的中心距为 $600\pm 5\text{mm}$,所述穿孔轧辊包括三个桶形辊,穿孔轧制区的起始处设置有送料装置;所述轧管轧制区设置有轧管轧辊,所述轧管轧辊包括三个锥形辊;所述均整区包括整形轧辊,定径/减径轧辊区的尾部设置有顶杆小车,顶杆小车的头部安装有芯棒,芯棒的端部安装有顶头,顶杆小车行程末端设置有辅助接料装置,辅助接料装置下方设置有放料装置;

送料装置将前步a加热后的管坯送进由三个桶形辊及顶头形成的孔腔内,管坯跟穿孔轧辊接触并被穿孔轧辊拽入进行螺旋穿孔轧制,开轧温度为350℃~450℃,穿孔部分孔喉为25~38mm,穿孔轧辊送进角 $6\sim 10^\circ$,制得镁合金无缝毛管;

c、步骤b中制得的镁合金无缝毛管首端沿轧制方向送进轧管轧辊进行螺旋轧管轧制,在穿孔轧辊和轧管轧辊间形成连轧关系,镁合金无缝毛管经轧管轧辊轧制后制得镁合金无缝荒管,轧管部分孔喉为25~38mm,穿孔顶头前伸量为15~25mm,轧管轧辊送进角 $6\sim 15^\circ$,辗轧角 $0\sim 8^\circ$;

d、经过步骤c中轧管轧辊轧制后获得的镁合金无缝荒管,再连续地进入均整区整形,减小镁合金管的椭圆度,使镁合金无缝荒管壁厚均匀,并且镁合金无缝荒管内外表面光滑;

e、荒管再连续地进入定径/减径轧辊区,使荒管满足成品管要求的外径尺寸,孔喉为25~38mm,使管坯一道次成型为合格管材。

2. 根据权利要求1所述的三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,其特征在于:所述轧管轧辊和穿孔轧辊的两侧均配套设置有直流调速电机,调速电机通过调整轧辊转速控制管坯连续螺旋轧制速度。

3. 根据权利要求1所述的三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,其特征在于:所述步骤b中穿孔轧辊的送进角和穿孔部分孔喉根据不同的生产规格进行调整。

4. 根据权利要求1所述的三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,其特征在于:所述步骤c中轧管轧辊送进角和辗轧角根据不同的生产规格进行调整。

5. 根据权利要求1所述的三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,其特征在于:所述步骤d中孔喉根据不同的生产规格进行调整。

6. 根据权利要求1所述的三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,其特征在于:所述步骤e中的镁合金无缝管成品轧制后空冷。

三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法

技术领域

[0001] 本发明属于镁合金无缝管轧制技术领域,特别涉及一种三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法。

背景技术

[0002] 目前,国内已有一批镁合金加工优势企业,但由于镁合金轧制理论、工艺及设备方面存在技术性缺陷,其生产相对落后,致使产业污染较严重、耗能较高,资源综合利用程度差,产品质量不稳定,产品成材率低,初级原材料及原镁产品较多,镁深加工企业和产品较少。鉴于镁合金密排六方的晶体结构,其室温下的滑移系少,塑性变形能力差,加工时温降快,传统的挤压和轧制轴、管类镁合金产品,成品中易出现裂纹等缺陷,同时成品中还具有很强的基面或纤维织构,致使管各向异性特征强化,对材料的力学性能和成型工艺性能产生很大影响,限制了镁合金无缝管轧制的广泛使用。现有的镁合金管轧制采用单道次轧制,不能累积大压下量,后续需进行一系列轧制,相应生产工艺流程太长,对于温降太快的镁合金不适用,需开发一种缩短加工流程的新工艺。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术存在的不足,解决现有技术中镁合金管轧制开裂、基面织构导致各项异性、轧制制造工艺流程长、生产成本低和占地面积大的技术问题,本发明提供一种减弱基面织构、工艺流程短、生产成本低、占地面积小、实现节能减排目的一种三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法。

[0004] 本发明通过以下技术方案予以实现。

[0005] 三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,按如下步骤依次进行:

a、在棒料前端打定心孔,将轧辊与芯棒通过电磁感应加热至100~250℃并在线保温,将镁合金棒料在加热炉中加热到350~450℃并保温1.5~2小时,留待后步使用;

b、所述斜轧机组包括穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区,管坯沿轧制方向依次穿过穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区;所述穿孔轧制区按管坯轧制方向依次设置有穿孔轧辊、均整轧辊和归圆轧辊,每相邻两组轧辊之间的中心距为 $600 \pm 5\text{mm}$,所述穿孔轧辊包括三个桶形辊,穿孔轧制区的起始处设置有送料装置;所述轧管轧制区设置有轧管轧辊,所述轧管轧辊包括三个锥形辊;所述均整区包括整形轧辊,定径/减径轧辊区的尾部设置有顶杆小车,顶杆小车的头部安装有芯棒,芯棒的端部安装有顶头,顶杆小车行程末端设置有辅助接料装置,辅助接料装置下方设置有放料装置;

送料装置将前步a加热后的管坯送进由三个桶形辊及顶头形成的孔腔内,管坯跟穿孔轧辊接触并被穿孔轧辊拽入进行螺旋穿孔轧制,开轧温度为350℃~450℃,穿孔部分孔喉为25~38mm,穿孔轧辊送进角 $6 \sim 10^\circ$,制得镁合金无缝毛管;

c、步骤b中制得的镁合金无缝毛管首端沿轧制方向送进轧管轧辊进行螺旋连续轧制,在穿孔轧辊和轧管轧辊间形成连轧关系,镁合金无缝毛管经轧管轧辊轧制后制得镁合金无

缝荒管,轧管部分孔喉为25~38mm,穿孔顶头前伸量为15~25mm,轧管轧辊送进角6~15°,辗轧角0~8°;

d、经过步骤c中轧管轧辊轧制后获得的镁合金无缝荒管,再连续地进入均整区整形,减小镁合金管的椭圆度,使镁合金无缝荒管壁厚均匀,并且镁合金无缝荒管内外表面光滑;

e、荒管再连续地进入定径/减径轧辊区,使荒管满足成品管要求的外径尺寸,孔喉为25~38mm,使管坯一道次成型为合格管材。

[0006] 进一步地,所述轧管轧辊和轧孔轧辊的两侧均配套设置有直流调速电机,调速电机通过调整轧辊转速控制管坯连续螺旋轧制速度。

[0007] 进一步地,所述步骤b中穿孔轧辊的送进角和穿孔部分孔喉根据不同的生产规格进行调整。其中穿孔侧轧辊转速为150~170r/min,轧制侧轧辊转速为174~186r/min。

[0008] 进一步地,所述步骤c中轧管轧辊送进角和辗轧角根据不同的生产规格进行调整。

[0009] 进一步地,所述步骤d中孔喉根据不同的生产规格进行调整。

[0010] 进一步地,所述步骤e中的镁合金无缝管成品轧制后空冷。

[0011] 与现有技术相比本发明的有益效果为:①能够实现单机架小变形和多机架大变形的和谐统一,机架间温降较小,对于可轧温度范围小、单道次压下量太大容易开裂的镁合金材料极为有利;②能够方便地实现连续大变形轧制、通过载荷累积改变取向因子大小,进而采用调整轧制工艺参数调控材料织构,提高低塑性材料的可加工性;③短流程特点使得它在生产中的成本、能耗、损耗率将大大降低。

附图说明

[0012] 图1为常规挤压轧制方法制得的镁合金无缝管的挤压态极图。

[0013] 图2为实施例一轧制后镁合金无缝管极图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0015] 实施例一

如图1所示,三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,按如下步骤依次进行:

a、采用挤压态AZ31镁合金棒材 $\Phi 40 \times 500\text{mm}$,在棒料前端打定心孔 $\Phi 15 \times 20\text{mm}$,将轧辊与芯棒通过电磁感应加热至100℃并在线保温,将镁合金棒料在加热炉中加热到350℃并保温1.5小时,留待后步使用;

b、所述斜轧机组包括穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区,管坯沿轧制方向依次穿过穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区;所述穿孔轧制区按管坯轧制方向依次设置有穿孔轧辊、均整轧辊和归圆轧辊,每相邻两组轧辊之间的中心距为595mm,所述穿孔轧辊包括三个桶形辊,穿孔轧制区的起始处设置有送料装置;所述轧管轧制区设置有轧管轧辊,所述轧管轧辊包括三个锥形辊;所述均整区包括整形轧辊,定径/减径轧辊区的尾部设置有顶杆小车,顶杆小车的头部安装有芯棒,芯棒的端部安装有顶头,顶杆小车行程末端设置有辅助接料装置,辅助接料装置下方设置有放料装置;所述轧管轧辊和穿孔轧辊的两侧均配套设置有直流调速电机,调速电机通过调整轧辊转速控制管坯连续螺旋轧制速度,穿孔侧轧辊转速达到160r/min,轧制侧轧辊转速达到170r/min;

开动连续式螺旋轧机机组的电机让轧辊空转运行1分钟后,开始轧制。送料装置将前步a加热后的管坯送进由三个桶形辊及顶头形成的孔腔内,管坯跟穿孔轧辊接触并被穿孔轧辊拽入进行螺旋穿孔轧制,开轧温度为350℃,穿孔部分孔喉为34mm,穿孔轧辊送进角7°,制得镁合金无缝毛管;

c、步骤b中制得的镁合金无缝毛管首端沿轧制方向送进轧管轧辊进行螺旋轧管轧制,在穿孔轧辊和轧管轧辊间形成连轧关系,镁合金无缝毛管经轧管轧辊轧制后制得镁合金无缝荒管,轧管部分孔喉为38mm,穿孔顶头前伸量为22mm,轧管轧辊送进角9°,辗轧角4°;

d、经过步骤c中轧管轧辊轧制后获得的镁合金无缝荒管,再连续地进入均整区整形,减小镁合金管的椭圆度,使镁合金无缝荒管壁厚均匀,并且镁合金无缝荒管内外表面光滑;

e、荒管再连续地进入定径/减径轧辊区,使荒管满足成品管要求的外径尺寸,孔喉为36mm,使管坯一道次成型为合格管材,镁合金无缝管成品轧制后空冷。最后成品管尺寸为 $\Phi 38 \times 12500\text{mm}$,前侧单机架螺旋累积变形量达到14%,后侧机架累计压下量达到9.5%,总计压下量达到23.5%。

[0016] 如图2所示图中为常规挤压轧制方法制得的镁合金无缝管的挤压态极图,从(0001)看到在其中心处有较强的极密度分布,此织构为基面织构,与法向ND夹角为0度,表明有晶粒的取向分布为基面平行于轧面,从另外两个极图的极密度分布跟ND的角度关系得到晶向 $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ 平行于轧制方向。在(0001)极图中看到在极图边缘与ND成90度的地方有较强极密度分布,且极密度强度最大为32,表明有柱面织构,结合另外两张图极密度分布情况可以分析出具体织构。显然轧管内部组织由混合织构组成,织构成分为:基面织构 $(0001) \langle 10\bar{1}0 \rangle$ 柱面织构 $(11\bar{2}0) \langle 0001 \rangle$ 。部分晶粒的基面平行于挤压方向,且晶向 $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ 平行于挤压轴。

[0017] 如图2所示的轧制后镁合金无缝管极图中可以看出,从(0001)看到在其中心处没有极密度分布,表明没有基面织构。在(0001)极图中看到在极图边缘与ND成90度的地方有较强极密度分布,表明只有柱面织构,且极密度强度最大为11,结合另外两张图极密度分布情况,很大一部分晶粒的柱面 $(11\bar{2}0)$ 平行于挤压方向,晶向 $\langle 0001 \rangle$ 平行于挤压轴。本发明提供的这种轧制方式使晶粒发生转动,基面织构转化成柱面织构而消失,各项异性程度减弱。

[0018] 实施例二

三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,按如下步骤依次进行:

a、采用挤压态AZ31镁合金棒材 $\Phi 38 \times 500\text{mm}$,在棒料前端打定心孔 $\Phi 15 \times 20\text{mm}$,将轧辊与芯棒通过电磁感应加热至200℃并在线保温,将镁合金棒料在加热炉中加热到400℃并保温1.75小时,留待后步使用;

b、所述斜轧机组包括穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区,管坯沿轧制方向依次穿过穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区;所述穿孔轧制区按管坯轧制方向依次设置有穿孔轧辊、均整轧辊和归圆轧辊,每相邻两组轧辊之间的中心距为600mm,所述穿孔轧辊包括三个桶形辊,穿孔轧制区的起始处设置有送料装置;所述轧管轧制区设置有轧管轧辊,所述轧管轧辊包括三个锥形辊;所述均整区包括整形轧辊,定径/减径轧辊区的尾部设置有顶杆小车,顶杆小车的头部安装有芯棒,芯棒的端部安装有顶头,

顶杆小车行程末端设置有辅助接料装置,辅助接料装置下方设置有放料装置;所述轧管轧辊和穿孔轧辊的两侧均配套设置有直流调速电机,调速电机通过调整轧辊转速控制管坯连续螺旋轧制速度,穿孔侧轧辊转速达到150r/min,轧制侧轧辊转速达到174r/min;

开动连续式螺旋轧机机组的电机让轧辊空转运行1分钟后,开始轧制。送料装置将前步a加热后的管坯送进由三个桶形辊及顶头形成的孔腔内,管坯跟穿孔轧辊接触并被穿孔轧辊拽入进行螺旋穿孔轧制,开轧温度为400℃,穿孔部分孔喉为34mm,穿孔轧辊送进角8°,制得镁合金无缝毛管;

c、步骤b中制得的镁合金无缝毛管首端沿轧制方向送进轧管轧辊进行螺旋轧管轧制,在穿孔轧辊和轧管轧辊间形成连轧关系,镁合金无缝毛管经轧管轧辊轧制后制得镁合金无缝荒管,轧管部分孔喉为36mm,穿孔顶头前伸量为22mm,轧管轧辊送进角9°,辗轧角4°;

d、经过步骤c中轧管轧辊轧制后获得的镁合金无缝荒管,再连续地进入均整区整形,减小镁合金管的椭圆度,使镁合金无缝荒管壁厚均匀,并且镁合金无缝荒管内外表面光滑;

e、荒管再连续地进入定径/减径轧辊区,使荒管满足成品管要求的外径尺寸,孔喉为35mm,使管坯一道次成型为合格管材,镁合金无缝管成品轧制后空冷。

[0019] 最后成品管尺寸为 $\Phi 37 \times 1150\text{mm}$,前侧单机架螺旋累积变形量达到10.5%,后侧机架累计压下量达到7.8%,总计压下量达到18.3%。观察本实施例轧制后的镁合金无缝管极图,基面织构转化成柱面织构而消失,各项异性程度明显减弱。

[0020] 实施例三

三辊连续螺旋式轧制镁合金无缝管的工艺方法,按如下步骤依次进行:

a、采用挤压态AZ31镁合金棒材 $\Phi 42 \times 500\text{mm}$,在棒料前端打定心孔 $\Phi 20 \times 20\text{mm}$,将轧辊与芯棒通过电磁感应加热至250℃并在线保温,将镁合金棒料在加热炉中加热到450℃并保温2小时,留待后步使用;

b、所述斜轧机组包括穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区,管坯沿轧制方向依次穿过穿孔轧制区、轧管轧制区、均整区和定径/减径轧辊区;所述穿孔轧制区按管坯轧制方向依次设置有穿孔轧辊、均整轧辊和归圆轧辊,每相邻两组轧辊之间的中心距为605mm,所述穿孔轧辊包括三个桶形辊,穿孔轧制区的起始处设置有送料装置;所述轧管轧制区设置有轧管轧辊,所述轧管轧辊包括三个锥形辊;所述均整区包括整形轧辊,定径/减径轧辊区的尾部设置有顶杆小车,顶杆小车的头部安装有芯棒,芯棒的端部安装有顶头,顶杆小车行程末端设置有辅助接料装置,辅助接料装置下方设置有放料装置;所述轧管轧辊和穿孔轧辊的两侧均配套设置有直流调速电机,调速电机通过调整轧辊转速控制管坯连续螺旋轧制速度,穿孔侧轧辊转速达到170r/min,轧制侧轧辊转速达到186r/min;

开动连续式螺旋轧机机组的电机让轧辊空转运行1.5分钟后,开始轧制。送料装置将前步a加热后的管坯送进由三个桶形辊及顶头形成的孔腔内,管坯跟穿孔轧辊接触并被穿孔轧辊拽入进行螺旋穿孔轧制,开轧温度为450℃,穿孔部分孔喉为36mm,穿孔轧辊送进角9°,制得镁合金无缝毛管;

c、步骤b中制得的镁合金无缝毛管首端沿轧制方向送进轧管轧辊进行螺旋轧管轧制,在穿孔轧辊和轧管轧辊间形成连轧关系,镁合金无缝毛管经轧管轧辊轧制后制得镁合金无缝荒管,轧管部分孔喉为38mm,穿孔顶头前伸量为23mm,轧管轧辊送进角9°,辗轧角4°;

d、经过步骤c中轧管轧辊轧制后获得的镁合金无缝荒管,再连续地进入均整区整形,减

小镁合金管的椭圆度,使镁合金无缝荒管壁厚均匀,并且镁合金无缝荒管内外表面光滑;

e、荒管再连续地进入定径/减径轧辊区,使荒管满足成品管要求的外径尺寸,孔喉为38mm,使管坯一道次成型为合格管材,镁合金无缝管成品轧制后空冷。

[0021] 最后成品管尺寸为 $\Phi 38 \times 1350\text{mm}$,前侧单机架螺旋累积变形量达到14.3%,后侧机架累计压下量达到9.5%。总计压下量达到23.7%。观察本实施例轧制后的镁合金无缝管极图,基面织构转化成柱面织构而消失,各项异性程度明显减弱。

[0022] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

