



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106591753 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201611125164.2

审查员 余姣姣

(22)申请日 2016.12.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106591753 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(73)专利权人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

(72)发明人 谢建新 付华栋

(74)专利代理机构 北京市广友专利事务所有限

责任公司 11237

代理人 张仲波

(51)Int.Cl.

C22F 1/08(2006.01)

B22D 11/00(2006.01)

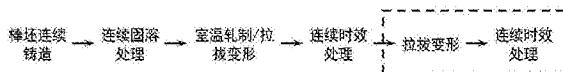
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种铜铬锆合金高铁接触线的短流程制备
加工工艺

(57)摘要

本发明提供了一种铜铬锆合金高铁接触线的短流程制备加工工艺，属于金属材料制备加工技术领域。采用本发明提出的水平连铸工艺可在凝固界面附近建立超高的温度梯度和较高的冷却速率，有效解决了铜铬锆合金熔炼和凝固过程合金成分易偏析、铸造质量差等问题，所制备棒坯组织致密，成分均匀，且形成了强轴向取向柱状晶组织，有利于提高合金的后续冷加工性能。此外，采用本发明提出的在线感应加热连续固溶淬火和时效处理方式，自动化程度高，生产效率高，产品性能均匀性和一致性好，适合于超大盘重、超大长度铜铬锆合金高铁接触线的规模化工业生产。



1. 一种铜铬锆合金高铁接触线的短流程制备加工工艺，其特征在于采用热冷组合铸型水平连铸、在线连续固溶处理、室温轧制和拉拔、在线连续时效处理、拉拔变形、二次在线时效处理的短流程高效制备加工工艺，工艺流程具体如下：

(1) 棒坯连续铸造：采用热冷组合铸型水平连铸技术制备具有强轴向取向柱状晶组织的铜铬锆合金棒坯，进行连续铸造；

(2) 连续固溶处理：对步骤(1)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行在线感应加热连续固溶淬火处理，采用循环冷却水进行喷淋淬火；

(3) 室温轧制/拉拔变形：对步骤(2)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行室温轧制/拉拔变形；

(4) 连续时效处理：对步骤(3)中冷变形的铜铬锆合金线材进行在线感应加热连续时效处理；

(5) 拉拔变形：对步骤(4)中所制备的铜铬锆合金线材继续进行拉拔变形；

(6) 连续时效处理：对步骤(5)中所制备的铜铬锆合金线材进行第二次在线感应加热连续时效处理；

步骤(1)所述铜铬锆合金成分为：含0.1wt%~1.4wt%Cr, 0.02wt%~0.20wt%Zr, 杂质<0.2%，余量为铜；所述铜铬锆合金棒坯直径20~100mm；

步骤(1)所述连续铸造工艺参数为：熔体温度1200~1450℃、铸型加热段温度1150~1300℃、冷却段冷却水流量为200~2000L/h、拉铸速度为20~500mm/min；

步骤(2)所述固溶淬火的固溶温度为850~1100℃，固溶时间为15~30min；

步骤(3)所述室温轧制/拉拔变形，总面缩率为20~90%，道次面缩率为5~40%；

步骤(4)所述连续时效处理，时效温度为400~550℃，时效时间为5~120min；

步骤(5)所述拉拔变形，总面缩率5~50%，道次面缩率为5~20%；

步骤(6)所述第二次在线感应加热连续时效处理，时效温度为300~500℃，时效时间为5~60min。

一种铜铬锆合金高铁接触线的短流程制备加工工艺

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种高性能铜合金线材的制备加工技术，属于金属材料制备加工技术领域，特别是提供了一种铜铬锆合金高铁接触线的短流程制备加工工艺。

背景技术：

[0002] 高铁接触线要求具有高的强度和导电性，且无接头长度达到1500m以上，目前使用的材料主要有铜银合金、铜锡合金、铜镁合金和铜铬锆合金等。1) Cu-Ag合金接触线导电率高(97% IACS)，强度较低(仅有350MPa)，适用于较低速度电气化铁路(140~250km/h，通常用于200km/h以下)；2) Cu-Sn合金接触线强度(420MPa)高于铜银合金、导电率(72% IACS)低于铜银合金，适用于中高速铁路(200~300km/h)；3) Cu-Mg合金接触线强度更高(470MPa)，导电率(62% IACS)低于铜锡合金，适用于中高速铁路(250~350km/h)；4) Cu-Cr-Zr合金接触线的强度大于500MPa，导电率大于70% IACS，既有较高的强度，又有良好的导电率，是时速300~350km/h及以上、1000A以上载流量高铁接触线材料的最佳选择[谢水生等，浅谈高速列车接触导线的研究开发，有色金属加工，2011:11-13.]。

[0003] 目前国内外铜铬锆合金接触线的主要制备方法有：真空熔炼-轧制-拉拔法、真空立式半连铸-热加工开坯-拉拔法、真空熔铸-水封挤压-拉拔法等。由于各工艺具有不同的特点，上述方法均在一定程度上获得了应用，但同时也存在着各自的问题。

[0004] 1) 真空熔铸-轧制-拉拔法：该工艺装备投资小，适合于小批量、小规模线材生产，难以实现大盘重、大长度线材连续大规模生产，且所生产的铸锭内部容易产生成分偏析、组织疏松等缺陷，难以在后续冷加工中彻底消除，导致线材产品性能较差[张进东等，接触线用Cu-Cr-Zr合金制备工艺，中国发明专利，CN100587091 C, 2010-02-03]。

[0005] 2) 真空立式半连铸-热加工开坯-拉拔法：真空半连续铸造-热加工开坯是生产高性能铜铬锆合金接触线的有效方法之一[米绪军等，一种铜铬锆系合金及其制备和加工方法，中国发明专利，CN 10171876 A, 2010-06-02]。但在实现大盘重、大长度线材生产时，该方法需要大型真空熔炼炉和大型热加工设备，且采用热加工开坯能耗高、金属烧损大，热加工后需表面酸洗，工艺流程长，环境负担大。

[0006] 3) 真空熔铸-水封挤压-拉拔法：该方法的特点是将挤压成形和固溶淬火两道工序合二为一，可缩短铜铬锆合金接触线的生产流程。但在实现大盘重、大长度线材生产时，该方法同样需要大型真空熔炼炉和大型水封挤压设备，投资高，能耗大，工艺控制难度大[刘关强.铜-铬-锆合金(C18150)棒材新工艺的研究，有色金属加工，2011,40(2):8-9.]。

[0007] 考虑产品性能和超大长度线材连续化生产的要求，现有高铁用铜铬锆合金接触线的生产方法存在需要真空熔炼设备、合金铸造质量差、需要大型热加工设备、工艺流程长、生产成本高等问题，开发一种高性能铜铬锆合金接触线的短流程高效制备加工工艺具有重要意义。

[0008] 本专利申请人等前期针对白铜管材开发了一种白铜合金管材短流程高效生产方法[谢建新等，一种白铜合金管材短流程高效生产方法，中国发明专利，CN102154599 A，

2011-08-17],其主要工艺包括:热冷组合铸型水平连铸制备白铜管坯,对白铜管坯进行冷轧变形、退火处理、冷拉变形到设定产品尺寸,最后进行成品光亮退火。该工艺方法以热冷组合铸型水平连铸生产的白铜管材作为坯料,利用坯料内外表面质量高、冷加工性能优异等特点,不需进行铣面和热加工,直接进行室温轧制和拉拔,减少了工序,提高了生产效率和成材率。

[0009] 本发明将热冷组合铸型水平连铸应用于Cu-Cr-Zr合金棒坯连续铸造,对棒坯进行连续在线固溶处理,然后进行室温轧制和拉拔加工及在线时效处理,开发了一种无热加工、容易实现超大盘重、超大长度铜铬锆合金接触线生产的短流程工艺。

发明内容:

[0010] 本发明的目的是针对现有高强高导铜铬锆合金接触线生产方法工艺流程长、生产效率低、产品性能稳定性和一致性差等问题,提供一种短流程高效制备加工工艺。

[0011] 一种基于热冷组合铸型水平连铸、后续室温轧制和拉拔、在线连续热处理的铜铬锆合金线材短流程高效制备加工工艺,工艺流程如图1所示,具体如下:

[0012] (1) 棒坯连续铸造:采用热冷组合铸型水平连铸技术制备直径20~100mm,具有强轴向取向柱状晶组织的铜铬锆合金(含0.1wt%~1.4wt%Cr,0.02wt%~0.20wt%Zr,杂质<0.2%)棒坯,主要铸造工艺参数包括:熔体温度1200~1450℃、铸型加热段温度1150~1300℃、冷却段冷却水流量为200~2000L/h、拉铸速度为20~500mm/min;

[0013] (2) 连续固溶处理:对步骤(1)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行在线感应加热连续固溶淬火处理,固溶温度为850~1100℃,固溶时间为2~60min,采用循环冷却水进行喷淋淬火;

[0014] (3) 室温轧制/拉拔变形:对步骤(2)中所制备的铜铬锆合金线材进行室温轧制/拉拔变形,总面缩率为20~90%,道次面缩率为5~40%;

[0015] (4) 连续时效处理:对步骤(3)中冷变形的铜铬锆合金线材进行在线感应加热连续时效处理,时效温度为400~550℃,时效时间为5~120min;

[0016] (5) 拉拔变形:对步骤(4)中所制备的铜铬锆合金线材继续进行拉拔变形,总面缩率5~50%,道次面缩率为5~20%;

[0017] (6) 连续时效处理:对步骤(5)中所制备的铜铬锆合金线材进行第二次在线感应加热连续时效处理,时效温度为300~500℃,时效时间为5~60min。

[0018] 此外,根据产品性能需要,可选择进行步骤(5)和(6)组成的二级时效处理,进一步提高铜铬锆合金线材的力学和导电性能。

[0019] 本发明的优点:

[0020] (1) 采用本发明提出的水平连铸工艺可在凝固界面附近建立超高的温度梯度和较高的冷却速率,有效解决了铜铬锆合金熔炼和凝固过程合金成分易偏析、铸造质量差等问题,所制备棒坯组织致密,成分均匀,且形成了强轴向取向柱状晶组织,有利于提高合金的后续冷加工性能。

[0021] (2) 采用本发明提出的在线感应加热连续固溶淬火和时效处理方式,自动化程度高,生产效率高,产品性能均匀性和一致性好,适合于超大盘重、超大长度铜铬锆合金接触线的规模化工业生产。

[0022] (3) 采用本发明提出的“轧制/拉拔-时效-拉拔-时效”的二级时效处理工艺,可显著提高铜铬锆合金线材的力学和导电性能,实现高性能铜铬锆合金接触线材的制备加工。

附图说明:

[0023] 图1为本发明提出的铜铬锆合金高铁接触线的短流程制备加工工艺流程图,图中虚线框为根据产品性能需求可选工序。

具体实施方式

[0024] 实施例1:直径Φ12mm Cu-1.0%Cr-0.16%Zr合金线材的制备加工

[0025] (1) 棒坯连续铸造:采用热冷组合铸型水平连铸技术制备直径30mm,具有强轴向取向柱状晶组织的铜铬锆合金(含1.0%Cr,0.16%Zr,杂质<0.2%)棒坯,主要制备工艺参数包括:熔体温度1350℃、铸型加热段温度1250℃、冷却段冷却水流量为600L/h、拉铸速度为200mm/min;

[0026] (2) 连续固溶处理:对步骤(1)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行在线感应加热连续固溶淬火处理,固溶温度为950℃,固溶时间为15min,采用冷却水进行喷淋淬火;

[0027] (3) 室温轧制/拉拔变形:对步骤(2)中所制备的铜铬锆合金棒坯先进行室温轧制,后进行室温拉拔,总面缩率约为80%,其中轧制道次面缩率为20%~40%,拉拔道次面缩率约为10%~20%;

[0028] (4) 连续时效处理:对步骤(3)中冷变形的铜铬锆合金线材进行在线感应加热连续时效处理,时效温度为450℃,时效时间为60min;

[0029] (5) 拉拔变形:对步骤(4)中时效后的铜铬锆合金线材继续进行拉拔变形,总面缩率为25%,道次面缩率约为10%;

[0030] (6) 连续时效处理:对步骤(5)中所制备的铜铬锆合金线材进行第二次在线感应加热连续时效处理,时效温度为350℃,时效时间为30min。

[0031] 实施例2:直径Φ15mm Cu-0.5%Cr-0.08%Zr合金线材的制备加工

[0032] (1) 棒坯连续铸造:采用热冷组合铸型水平连铸技术制备直径40mm,具有强轴向取向柱状晶组织的铜铬锆合金(含0.5%Cr,0.08%Zr,杂质<0.2%)棒坯,具体制备工艺包括:熔体温度1300℃、铸型加热段温度1200℃、冷却段冷却水流量为800L/h、拉铸速度为80mm/min;

[0033] (2) 连续固溶处理:对步骤(1)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行在线感应加热连续固溶淬火处理,固溶温度为1000℃,固溶时间为20min,采用冷却水进行喷淋淬火;

[0034] (3) 室温轧制/拉拔变形:对步骤(2)中所制备的铜铬锆合金棒坯先进行室温轧制变形,后进行室温拉拔变形,总面缩率为86%,其中轧制道次面缩率为20%~40%,拉拔道次面缩率约为10%~15%;

[0035] (4) 连续时效处理:对步骤(3)中冷变形的铜铬锆合金线材进行在线感应加热连续时效处理,时效温度为480℃,时效时间为60min。

[0036] 实施例3:直径Φ20mm Cu-0.2%Cr-0.04%Zr合金线材的制备加工

[0037] (1) 棒坯连续铸造:采用热冷组合铸型水平连铸技术制备直径50mm,具有强轴向取向柱状晶组织的铜铬锆合金(含0.2%Cr,0.04%Zr,杂质<0.2%)棒坯,具体制备工艺包括:

熔体温度1250℃、铸型加热段温度1150℃、冷却段冷却水流量为1000L/h、拉铸速度为50mm/min；

[0038] (2) 连续固溶处理：对步骤(1)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行在线感应加热连续固溶淬火处理，固溶温度为1050℃，固溶时间为30min，采用冷却水进行喷淋淬火；

[0039] (3) 室温轧制：对步骤(2)中所制备的铜铬锆合金棒坯进行室温轧制变形，得到Φ25mm线材，总面缩率为75%，道次面缩率为20%～40%；

[0040] (4) 连续时效处理：对步骤(3)中冷变形的铜铬锆合金线材进行在线感应加热连续时效处理，时效温度为500℃，时效时间为50min；

[0041] (5) 拉拔变形：对步骤(4)中所制备的铜铬锆合金线材进行拉拔变形，总面缩率为36%，道次面缩率为10%～15%；

[0042] (6) 连续时效处理：对步骤(5)中所制备的铜铬锆合金线材进行第二次在线感应加热连续时效处理，时效温度为400℃，时效时间为30min。

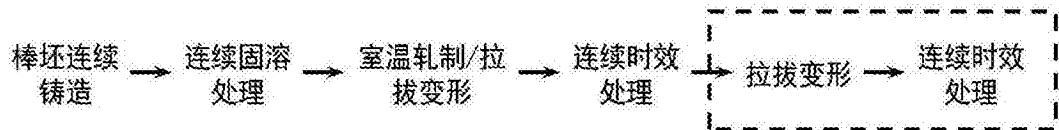


图1