



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104342575 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201410536150.4 *G22C 1/02*(2006.01)

(22)申请日 2014.10.11 *G22F 1/08*(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号 *H01B 1/02*(2006.01)

申请公布号 CN 104342575 A *H01B 5/02*(2006.01)

(43)申请公布日 2015.02.11

审查员 杨颢

(73)专利权人 烟台万隆真空冶金股份有限公司
地址 264000 山东省烟台市经济技术开发区
广州路中山街7号

(72)发明人 王风德 王肇飞 李秀梅 周舟
赵景山

(74)专利代理机构 烟台上禾知识产权代理事务
所(普通合伙) 37234
代理人 刘志毅

(51)Int.Cl.
G22C 9/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

一种电气化铁路铬锆铜接触线及其加工工艺

(57)摘要

本发明公开了一种电气化铁路铬锆铜接触线制备方法,其成份以铜为基体,向基体中加入重量百分比为Cr0.30-0.70%和Zr0.10-0.35%,杂质总和不大于0.05%。本发明的铬锆铜接触线制备方法是通过真空熔化和真空水平连铸获得大长度大断面铬锆铜连铸坯;经过全热连轧和在线固溶获得大长度铬锆铜线杆盘圆;该盘圆经过拉拔剥皮后进行冷连轧减径;随后进行时效处理强化;再进行Y型轧机冷连轧预成型;最后一道次进行精拉成型。用该工艺生产的铬锆铜接触线晶粒细小均匀,无缺陷,强度高、导电率高、软化温度高;适合大工业生产。

1. 一种电气化铁路铬锆铜接触线的制备方法,包括以下步骤:

1) 在真空感应熔化炉中按所述铬锆铜接触线的原料重量百分比加入电解铜、金属铬和海绵锆,真空度 $<0.01\text{pa}$,铜水熔清温度至 $1200\pm 30^\circ\text{C}$ 时倒入真空保温炉,保温炉真空度 $<0.01\text{pa}$,双流水平连铸方坯;

2) 对前一步骤得到的连铸方坯在无水冷推钢式加热炉中加热,加热温度 $920\sim 980^\circ\text{C}$,保温 $20\sim 40\text{min}$;

3) 接上步进行连轧,坯料侧出炉 $2\sim 3\text{m}$ 后立即进入轧机,开轧温度 $920\sim 980^\circ\text{C}$,终轧温度为 $920\sim 980^\circ\text{C}$,恒温轧制,终轧速度 $8\sim 15\text{m/s}$,得到直径为 $\phi 28\sim 32\text{mm}$ 的盘圆;

4) 接上步盘圆利用轧后余热进行在线入水固溶处理,入水温度 $920\sim 980^\circ\text{C}$;

5) 对上步得到的固溶处理后的盘圆进行拉拔剥皮,去除表面缺陷;

6) 对剥皮的盘圆进行冷连轧减径,由 $\phi 28\sim 32\text{mm}$ 减径为 $\phi 15\sim 20\text{mm}$,变形量 $60\sim 70\%$;

7) 接上步对冷轧盘圆时效强化;

8) 对时效后的盘圆进行Y型轧机冷连轧预成型并进一步强化,变形量 $30\sim 50\%$,得到断面双沟形状的盘圆;

9) 对前一步骤的断面双沟形状的盘圆按接触线尺寸标准精拉成型,变形量 $<15\%$;

制得的电气化铁路铬锆铜接触线,由如下质量百分比的原料组成:铬 $0.30\sim 0.70\%$,锆 $0.10\sim 0.35\%$,杂质总和不大于 0.05% ,余量为铜。

2. 如权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤1)中所述方坯的断面为 $150\times 150\sim 170\times 170\text{mm}^2$,铸坯长度 $10000\sim 13000\text{mm}$,单根坯重 $2000\sim 3300\text{Kg}$ 。

3. 如权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤1)铸速为 $60\sim 150\text{mm/min}$ 。

4. 如权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤5)直径方向上剥皮切削量为 $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 。

5. 如权利要求1所述的制备方法,其特征在于,步骤7)所述时效强化的时效温度为 $400\sim 550^\circ\text{C}$,保温时间为 $4\sim 8\text{h}$ 。

一种电气化铁路铬锆铜接触线及其加工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电气化铁路接触线,具体涉及一种电气化铁路铬锆铜接触线及其加工工艺,属于电缆技术领域。

背景技术

[0002] 电气化铁路用接触线应具有高的强度、高的导电率和高软化温度。目前接触线采用的主要有Cu-Mg、Cu-Sn、Cu-Ag合金。Cu-Ag是低强度高导合金,适合于速度不太高的铁路;Cu-Mg、Cu-Sn是中强中导合金,虽用于目前的高铁,但由于导电率中等浪费大量电能,并不是理想的接触线合金材料。Cu-Cr-Zr是典型的高强度高导铜合金,国内外普遍认可它是目前最理想的接触线合金材料。Cu-Cr-Zr合金应用在其它行业已很普遍,应用于高铁接触线的目前只有日本和中国。虽然日本和中国都在铁路上进行了挂线试用,但挂线长度短,生产工艺都不理想,都不适合于大生产。

[0003] 关于Cu-Cr-Zr接触线制造方面有如下一些专利技术:

[0004] 专利CN101447259A公开了重量百分比为Cu-(0.4-1.0%)Cr-(0.05-0.2%)Zr-0.05%(Mg、Re)接触线合金的加工技术,该专利是用多根短的Cu-Cr-Zr线杆经过焊接变成长线杆,再用连续挤压方法细化晶粒,然后固溶处理、冷拉成型。该技术生产的线杆有许多焊接接头,接头处成分不一致,虽经连续挤压,在长度方向上线杆的成分有区别,自然性能不相同;再是铬锆铜变形抗力大,挤压模具寿命很短;该技术生产成本很高。

[0005] 专利CN101386925A公开了重量百分比为Cu-(0.3-0.5%)Cr-(0.1-0.15%)Zr-(0.01-0.02)%Si接触线合金的加工技术。该专利是先用真空感应炉熔化Cu-Cr、Cu-Zr、Cu-Si中间合金,然后二次熔化Cu-Cr-Zr并铸锭,铸锭经过冷轧变成线杆,线杆不经过固溶处理而直接退火后冷拔成型,抗拉强度580-640MPa,导电率77-80% IACS。该技术有几个不足,一是二次熔化能耗高;二是冷轧变形量有限,铸锭规格很小,不符合接触线大长度要求;三是没有进行固溶处理,材料的弥散沉淀强化效果不可能发挥出来,达不到专利中所指的机械物理性能。

[0006] 专利CN101531149A公开了重量百分比为Cu-(0.3-0.6%)Cr-(0.1-0.15%)Zr-(0.01-0.02)%Si接触线合金的加工技术。该专利是先用真空感应炉熔化Cu-Cr、Cu-Zr、Cu-Si中间合金,然后用上引连铸方法连铸 Φ 16-22的盘圆,盘圆经过连续挤压成 Φ 24-31的盘圆,尔后进行固溶处理、冷拔或冷轧、退火。接触线抗拉强度540-600MPa,导电率75-84% IACS。该技术主要不足处,一是上引连铸法目前还无法生产出合格的铬锆铜铜杆,其原因是锆太活泼,成分根本无法保证长度方向上一致,木炭覆盖不住Zr的氧化烧损;二是铬锆铜连续挤压模具没有过关,并且连续挤压铬锆铜氧化夹杂解决不了;三是必须单独进行固溶处理,能耗高,晶粒大。

[0007] 专利CN03135758.X公开了采用快速凝固制粉、压坯、烧结、挤压获得Cu-(0.01--2.5)%Cr-(0.01--2.0)%Zr-(0.01-2.0%)(Y,La,Sm)合金棒材或片材的制备方法,可以获得良好的导电、导热、高温强度及抗软化性能,但由于受加工技术特点的限制,况且合金元

素含量较高,只适用于制造尺寸较小的电阻焊电极及引线框架等产品,无法在制造上千米长的接触线中实际应用。

[0008] CN1811998A公开了重量百分比为Cu-(0-0.15%)Ag-(0.20%-0.72%)Cr接触线合金的加工技术。该技术由于不加Zr,采用大气下熔化铸造技术;铸造采用半连铸铸大断面坯料和水平连铸铸造 $\Phi 34$ 盘圆;大断面坯料经热轧成盘圆再固溶处理,水平连铸 $\Phi 34$ 盘圆铸后再进行固溶处理;固溶后的两种盘圆进行同样的冷轧、时效、冷轧成型。

[0009] 日本新干线曾用过大型挤压机提供铬锆铜铜杆,然后拉拔成型,但该工艺不能制作长度达1000米以上的线杆。

发明内容

[0010] 本发明针对现有技术的不足,提供一种电气化铁路铬锆铜接触线及其加工工艺。

[0011] 本发明解决上述技术问题的技术方案为:一种电气化铁路铬锆铜接触线,由如下质量百分比的原料组成:铬0.30~0.70%,锆0.10~0.35%,杂质总和不大于0.05%,余量为铜。

[0012] 本发明第二方面公开了前述电气化铁路铬锆铜接触线的制备方法,包括以下步骤:

[0013] 1)在真空感应熔化炉中按所述铬锆铜接触线的原料重量百分比加入电解铜、金属铬和海绵锆,真空度 $<0.01\text{pa}$,铜水熔清温度至 $1200\pm 30^\circ\text{C}$ 时倒入真空保温炉,保温炉真空度 $<0.01\text{pa}$,双流水平连铸方坯;

[0014] 2)对前一步骤得到的连铸方坯在无水冷推钢式加热炉中加热,加热温度 $950\pm 30^\circ\text{C}$,保温20~40min;

[0015] 3)接上步进行连轧,坯料侧出炉2~3m后立即进入轧机,开轧温度 $950\pm 30^\circ\text{C}$,终轧温度为 $950\pm 30^\circ\text{C}$,恒温轧制,终轧速度8~15m/s,得到直径为 $\phi 28\sim 32\text{mm}$ 的盘圆;

[0016] 4)接上步盘圆利用轧后余热进行在线入水固溶处理,入水温度 $920\sim 980^\circ\text{C}$;

[0017] 5)对上步得到的固溶处理后的盘圆进行拉拔剥皮,去除表面缺陷;

[0018] 6)对剥皮的盘圆进行冷连轧减径,由 $\phi 28\sim 32\text{mm}$ 减径为 $\phi 15\sim 20\text{mm}$,变形量60~70%;

[0019] 7)接上步对冷轧盘圆时效强化;

[0020] 8)对时效后的盘圆进行Y型轧机冷连轧预成型并进一步强化,变形量30~50%,得到断面双沟形状的盘圆;

[0021] 9)对前一步骤的断面双沟形状的盘圆按接触线尺寸标准精拉成型,变形量 $<15\%$ 。

[0022] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进。

[0023] 进一步,步骤1)中所述方坯的断面 $150\times 150\sim 170\times 170\text{mm}$,铸坯长度10000~13000mm,单根坯重2000~3300Kg。

[0024] 进一步,步骤1)铸速为60~150mm/min。

[0025] 进一步,步骤5)直径方向上剥皮切削量为0.1~0.3mm。

[0026] 进一步,步骤6)对剥皮的盘圆进行冷连轧减径,由 $\phi 28\sim 32\text{mm}$ 减径为

$\phi 16\sim 19$ mm,变形量60~70%。

[0027] 进一步,步骤7)所述时效强化的时效温度为400~550℃,保温时间为4~8h。

[0028] 采用本发明所述工艺制备的铬锆铜接触线抗拉强度可达到560~620MPa,电导率可达到80~90% IACS。

[0029] 本发明与背景技术相比具有的优点是:

[0030] (1)采用真空熔化真空水平连铸大断面方坯,方坯可利用无水冷推钢式加热炉,加热炉造价低能耗少;大断面坯料总轧制变形量大,晶粒组织更细化;熔铸过程全部真空,成分稳定,不会造成像上引连铸法那样线杆长度方向上的成分差异;

[0031] (2)全热连轧,高速轧制,恒温轧制,这样可实现在线固溶。其晶粒组织在连续变形过程中不断破碎、不断再结晶、不断细化,没有长大的时间,比重新加热固溶工艺晶粒要细得多,从而保证了高的机械性能;不用重新加热固溶,降低了能耗;

[0032] (3)热连轧相比于连续挤压的组织缺陷要少得多;相比于冷轧变形效率要高得多;

[0033] (4)冷轧-时效-Y型轧机冷轧预成型-冷拔精成型工艺,比冷拔-时效-冷拔工艺可获得更大的变形量,既保证产品精度,又获得更高的强度。

具体实施方式

[0034] 以下对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0035] 实施例1

[0036] 1.产品化学成分

[0037] 产品化学成分为Cu-0.3%Cr-0.35%Zr;

[0038] 2.制备方法

[0039] 1)将电解Cu、金属Cr、海绵Zr按所制备合金成分重量百分比加入真空感应熔化炉中熔化,真空度 <0.01 Pa,升温至1450℃铜水熔清后降低温度,至 1200 ± 30 ℃时打开真空阀门,将铜水倒入真空保温炉;真空保温炉保持温度 1200 ± 30 ℃,真空度 <0.01 Pa,双流水平连铸,连铸方坯的规格为:150×150×10000,铸速150mm/min,单根坯重2000Kg;

[0040] 2)对前一步骤得到的连铸方坯在无水冷推钢式加热炉中加热,加热温度920℃,保温20min;

[0041] 3)16架轧机全连轧,开轧温度920℃,终轧温度920℃,终轧速度15m/s,轧制规格为 $\Phi 28$ 的盘圆,盘重2000Kg;

[0042] 4)接上步盘圆利用轧后余热进行在线入水固溶处理,920℃直接入水固溶处理;

[0043] 5)对上步得到的固溶处理后的盘圆进行拉拔剥皮,直径方向上剥皮切削量0.1mm;

[0044] 6)在6机架冷连轧机上冷轧,由 $\Phi 28$ 冷轧到 $\Phi 17.8$,变形量60%;

[0045] 7)罩式炉光亮时效,温度550℃,保温时间4h;

[0046] 8)在Y型冷连轧机上4道次冷轧预成双沟型,当量直径 $\Phi 12.6$,变形量50%;

[0047] 9)在单模盘拉机上精成型,由当量直径 $\Phi 12.6$ 到成品断面110平方毫米,变形量12%。

[0048] 3.制备结果

[0049] 该实例获得断面110平方毫米、长度2100米的接触线,抗拉强度560MPa,电导率

90% IACS。

[0050] 实施例2

[0051] 1. 产品化学成分

[0052] 化学成分为Cu-0.50%Cr-0.20%Zr;

[0053] 2. 制备方法

[0054] 1) 将电解Cu、金属Cr、海绵Zr按所制备合金成分重量百分比加入真空感应熔化炉中熔化,真空度 $<0.01\text{Pa}$,升温至 1450°C 铜水熔清后降低温度,至 $1200\pm 30^{\circ}\text{C}$ 时打开真空阀门,将铜水倒入真空保温炉;真空保温炉保持温度 $1200\pm 30^{\circ}\text{C}$,真空度 $<0.01\text{Pa}$,双流水平连铸,连铸方坯的规格为:160×160×10500,铸速100mm/min,单根坯重2400Kg;

[0055] 2) 对前一步骤得到的连铸方坯在无水冷推钢式加热炉中加热,加热温度 960°C ,保温30min;

[0056] 3) 16架轧机全连轧,开轧温度 960°C ,终轧温度 960°C ,终轧速度13m/s,轧制规格为 $\Phi 30$ 的盘圆,盘重2400Kg;

[0057] 4) 接上步盘圆轧件利用轧后余热进行在线入水固溶处理, 960°C 直接入水固溶处理;

[0058] 5) 对上步得到的固溶处理后的盘圆进行拉拔剥皮,直径方向上剥皮切削量0.2mm;

[0059] 6) 在6机架冷连轧机上冷轧,由 $\Phi 30$ 冷轧到 $\Phi 16.4$,变形量70%;

[0060] 7) 罩式炉光亮时效,温度 480°C ,保温时间6h;

[0061] 8) 在Y型冷连轧机上4道次冷轧预成双沟型,当量直径 $\Phi 13.6$,变形量30%;

[0062] 9) 在单模盘拉机上精成型,由当量直径 $\Phi 13.6$ 到成品断面120平方毫米,变形量14%。

[0063] 3. 制备结果

[0064] 该实例获得断面120平方毫米、长度2100米的接触线,抗拉强度600MPa,导电率87% IACS。

[0065] 实施例3

[0066] 1. 产品化学成分

[0067] 产品化学成分为Cu-0.70%Cr-0.10%Zr;

[0068] 2. 制备方法

[0069] 1) 将电解Cu、金属Cr、海绵Zr按所制备合金成分重量百分比加入真空感应熔化炉中熔化,真空度 $<0.01\text{Pa}$,升温至 1450°C 铜水熔清后降低温度,至 $1200\pm 30^{\circ}\text{C}$ 时打开真空阀门,将铜水倒入真空保温炉;真空保温炉保持温度 $1200\pm 30^{\circ}\text{C}$,真空度 $<0.01\text{Pa}$,双流水平连铸,连铸方坯的规格为:170×170×13000,铸速60mm/min,单根坯重3300Kg;

[0070] 2) 对前一步骤得到的连铸方坯在无水冷推钢式加热炉中加热,加热温度 980°C ,保温40min;

[0071] 3) 16架轧机全连轧,开轧温度 980°C ,终轧温度 980°C ,终轧速度8m/s,轧制规格为 $\Phi 32$ 的盘圆,盘重3300Kg;

[0072] 4) 接上步盘圆利用轧后余热进行在线入水固溶处理, 980°C 直接入水固溶处理;

[0073] 5) 对上步得到的固溶处理后的盘圆进行拉拔剥皮,直径方向上剥皮切削量0.3mm;

[0074] 6) 在6机架冷连轧机上冷轧,由 $\Phi 32$ 冷轧到 $\Phi 19$,变形量65%;

[0075] 7) 罩式炉光亮时效, 温度400℃, 保温时间8h;

[0076] 8) 在Y型冷连轧机上4道次冷轧预成双沟型, 当量直径 $\Phi 14.8$, 变形量39%;

[0077] 9) 在单模盘拉机上精成型, 由当量直径 $\Phi 14.8$ 到成品断面150平方毫米, 变形量13%。

[0078] 3. 制备结果

[0079] 该实例获得断面150平方毫米、长度2100米的接触线, 抗拉强度620MPa, 导电率85% IACS。

[0080] 以上所述仅为本发明的较佳实施例, 并不用以限制本发明, 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。