



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104599787 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201410829160. 7

(22) 申请日 2014. 12. 26

(71) 申请人 广福鑫(福建)有色金属工业有限公司

地址 350323 福建省福州市福清市阳下街道
洪宽工业村

(72) 发明人 郑金华 高松峰 张炳根 刘鲁闽
陈伟杰 陈祥 刘自有

(74) 专利代理机构 福州智理专利代理有限公司
35208

代理人 丁秀丽

(51) Int. Cl.

H01B 13/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

高性能铜母线的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高性能铜母线的制备方法,它包括以下的生产工艺步骤:A 铜料选用;B 铜料熔化;C 铜液静置;D 铜液保温;E 连铸铜杆;F 连续挤压;G 拉拔成型。本发明的目的在于提供一种导电率 $\geq 100.3\%$ IACS, 硬度 $\geq 85\text{HB}$, 弯曲 $\geq 120^\circ$ 的高性能铜母线的制备方法。

1. 一种高性能铜母线的制备方法,其特征在于:它包括以下的生产工艺步骤:

A 铜料选用:

选用阴极铜,其铜和银的含量占阴极铜总重量不少于 99.95%,且银含量占阴极铜总重量的 0.002%至 0.02%;

B 铜料熔化:

将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化,同时将木炭覆盖在铜液表面;铜液温度控制在 1145℃至 1155℃之间;

C 铜液静置:

将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中,进行静置和脱氧反应,铜液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150℃;

D 铜液保温:

将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中,保温温度控制在 1150℃,木炭覆盖在铜液表面;

E 连铸铜杆:

将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成铸杆,并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引,经导轮架进入收线机;

F 连续挤压:

将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成铜母线坯料,连续挤压温度控制在 470℃至 500℃之间,并进行防氧化冷却处理;

G 拉拔成型:

将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型,制成高性能铜母线。

2. 根据权利要求 1 所述的高性能铜母线的制备方法,其特征在于:在步骤 D 铜液保温中,进入保温仓的铜液取自过渡仓的中层铜液。

3. 根据权利要求 1 所述的高性能铜母线的制备方法,其特征在于:在步骤 E 连铸铜杆中,铜液通过连铸机的结晶器进行快速结晶形成铸杆,结晶器中的冷却水的温度应控制在 20℃至 35℃之间。

4. 根据权利要求 1 所述的高性能铜母线的制备方法,其特征在于:所述防氧化冷却处理为经连续挤压机挤压出的铜母线坯料送入冷却液中进行冷却,所述冷却液的温度为 25℃至 45℃,所述冷却液为纯净水与无水纯酒精混合而成,无水纯酒精占冷却液总重量的 3%至 8%。

5. 根据权利要求 1 所述的高性能铜母线的制备方法,其特征在于:在步骤 G 拉拔成型中,铜母线坯料置于液压自动拉拔机上拉拔成型,其道次加工率为 16%至 20%。

6. 根据权利要求 1 至 5 任意一项所述的高性能铜母线的制备方法,其特征在于:所述覆盖于铜液表面的木炭厚度为 120 毫米至 150 毫米,每 7 小时至 9 小时进行一次灰渣清理并添置新木炭。

7. 根据权利要求 6 所述的高性能铜母线的制备方法,其特征在于:木炭在覆盖于铜液前应进行烘烤去水。

高性能铜母线的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高性能铜母线的制备方法。

背景技术

[0002] 高性能铜母线是基于现有普通铜母线而研发的。铜母线作为导电的元件或构件广泛用于电子、电器、输变电、智能电网、高新技术产品等行业。近年来,国家加大基础产业和自主创新的投入发展力度,大型水电站、核电站、地铁、机场、高速列车、高新技术产品等大型项目的建设,对项目建设中所使用的各种电气装备导电元件的铜母线技术性能如:导电率、硬度、弯曲,导电元件的安全性能如:重量、温升、电流载荷方面都提出了更高的要求;铜母线的安全性能好坏又取决于铜母线的技术性能。一般企业生产的铜母线,其导电率,硬度,弯曲的主要技术性能按国家标准 GB/T5585-2005 的要求进行生产,导电率 $\geq 97\%$ IACS,硬度 $\geq 65\text{HB}$,弯曲 $\geq 90^\circ$,这样的技术性能已经不能满足高科技的需要。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种导电率 $\geq 100.3\%$ IACS,硬度 $\geq 85\text{HB}$,弯曲 $\geq 120^\circ$ 的高性能铜母线的制备方法。

[0004] 本发明的目的通过如下技术方案实现:一种高性能铜母线的制备方法,它包括以下的生产工艺步骤:

[0005] A 铜料选用:

[0006] 选用阴极铜,其铜和银的含量占阴极铜总重量不少于 99.95%,且银含量占阴极铜总重量的 0.002%至 0.02%;

[0007] B 铜料熔化:

[0008] 将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化,同时将木炭覆盖在铜液表面;铜液温度控制在 1145 $^\circ\text{C}$ 至 1155 $^\circ\text{C}$ 之间;

[0009] C 铜液静置:

[0010] 将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中,进行静置和脱氧反应,铜液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150 $^\circ\text{C}$;

[0011] D 铜液保温:

[0012] 将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中,保温温度控制在 1150 $^\circ\text{C}$,木炭覆盖在铜液表面;

[0013] E 连铸铜杆:

[0014] 将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成铸杆,并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引,经导轮架进入收线机;

[0015] F 连续挤压:

[0016] 将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成铜母线坯料,连续挤压温度控制在 470 $^\circ\text{C}$ 至 500 $^\circ\text{C}$ 之间,并进行防氧化冷却处理;

[0017] G 拉拔成型：

[0018] 将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型，制成高性能铜母线。

[0019] 较之现有技术而言，本发明的优点在于：

[0020] 1、本发明所述制备方法，突破提高材料强度需要付出降低导电率及韧性作为代价的常规强化模式，使铜母线材料的导电率、硬度、弯曲的综合性能指标提升，使其主要技术性能达到：导电率 $\geq 100.3\%$ IACS、硬度 $\geq 85\text{HB}$ 、弯曲 $\geq 120^\circ$ ，使其制作的导电元件在重量、温升、电流载荷的安全性能方面都达先进水平，符合《国家重点支持的高新技术领域》高性能铜合金材的要求；

[0021] 2、与国家标准 GB/T5585.1-2005 的要求相比，导电率提高 3.3 个百分点，硬度提高 20HB 单位，弯曲度提高 30 度。高性能铜母线由于在导电率、硬度和韧性上的优势，因此用它制作的各种电子、电器、输变电、智能电网、高新技术产品等装备，在节约材料、降低电耗、降低装备温升、提高装备技术性和安全性方面都有很好的表现；

[0022] 3、由于连续挤压时可产生大量的摩擦热，铜杆料无需加热，节约了加热的能源。

[0023] 4、由于连续挤压是在封闭、防氧化冷却的装置中进行，使铜挤压坯减少了酸洗工序。

[0024] 5、由于可实现“无限长”坯料的连续挤压，材料利用率达 95% 以上，提高了产品的成材率。

[0025] 6、生产实现半自动化，降低员工劳动强度，减少现场操作人员，提高了劳动生产效率。

具体实施方式

[0026] 下面结合说明书附图和实施例对本发明内容进行详细说明：

[0027] 一种高性能铜母线的制备方法，它包括以下的生产工艺步骤：

[0028] A 铜料选用：

[0029] 选用阴极铜，其铜和银的含量占阴极铜总重量不少于 99.95%，且银含量占阴极铜总重量的 0.002% 至 0.02%；

[0030] B 铜料熔化：

[0031] 将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化，同时将木炭覆盖在铜液表面；铜液温度控制在 1145℃ 至 1155℃ 之间；

[0032] C 铜液静置：

[0033] 将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中，进行静置和脱氧反应，铜液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150℃；

[0034] D 铜液保温：

[0035] 将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中，保温温度控制在 1150℃，木炭覆盖在铜液表面；

[0036] E 连铸铜杆：

[0037] 将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成铸杆，并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引，经导轮架进入收线机；

[0038] F 连续挤压：

[0039] 将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成铜母线坯料,连续挤压温度控制在 470℃至 500℃之间,并进行防氧化冷却处理;

[0040] G 拉拔成型:

[0041] 将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型,制成高性能铜母线。

[0042] 在步骤 D 铜液保温中,进入保温仓的铜液取自过渡仓的中层铜液。

[0043] 在步骤 E 连铸铜杆中,铜液通过连铸机的结晶器进行快速结晶形成铸杆,结晶器中的冷却水的温度应控制在 20℃至 35℃之间。

[0044] 所述防氧化冷却处理为经连续挤压机挤压出的铜母线坯料送入冷却液中进行冷却,所述冷却液的温度为 25℃至 45℃,所述冷却液为纯净水与无水纯酒精混合而成,无水纯酒精占冷却液总重量的 3%至 8%。

[0045] 在步骤 G 拉拔成型中,铜母线坯料置于液压自动拉拔机上拉拔成型,其道次加工率为 16%至 20%。

[0046] 所述覆盖于铜液表面的木炭厚度为 120 毫米至 150 毫米,每 7 小时至 9 小时进行一次灰渣清理并添置新木炭。

[0047] 木炭在覆盖于铜液前应进行烘烤去水。

[0048] 实施例 1:

[0049] 一种高性能铜母线的制备方法,其特征在于:它包括以下的生产工艺步骤:

[0050] A 铜料选用:

[0051] 选用阴极铜,其铜和银的含量占阴极铜总重量的 99.96%,且银含量占阴极铜总重量的 0.015%;

[0052] B 铜料熔化:

[0053] 将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化,同时将木炭覆盖在铜液表面;铜液温度控制在 1151℃;

[0054] C 铜液静置:

[0055] 将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中,进行静置和脱氧反应,铜液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150℃;

[0056] D 铜液保温:

[0057] 将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中,保温温度控制在 1150℃,木炭覆盖在铜液表面;

[0058] E 连铸铜杆:

[0059] 将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成直径为 20 毫米的铸杆,并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引,经导轮架进入收线机;

[0060] F 连续挤压:

[0061] 将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成用于制作规格为 10×100 毫米铜母线的铜母线坯料,连续挤压温度控制在 490℃,并进行防氧化冷却处理;

[0062] G 拉拔成型:

[0063] 将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型,制成规格为 10×100 毫米高性能铜母线。

[0064] 其中,木炭覆盖的厚度为 135 毫米。

[0065] 实施例 2：

[0066] 一种高性能铜母线的制备方法，它包括以下的生产工艺步骤：

[0067] A 铜料选用：

[0068] 选用阴极铜，其铜和银的含量占阴极铜总重量的 99.95%，且银含量占阴极铜总重量的 0.002%；

[0069] B 铜料熔化：

[0070] 将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化，同时将木炭覆盖在铜液表面；铜液温度控制在 1145℃；

[0071] C 铜液静置：

[0072] 将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中，进行静置和脱氧反应，铜液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150℃；

[0073] D 铜液保温：

[0074] 将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中，保温温度控制在 1150℃，木炭覆盖在铜液表面；

[0075] E 连铸铜杆：

[0076] 将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成直径为 16 毫米的铸杆，并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引，经导轮架进入收线机；

[0077] F 连续挤压：

[0078] 将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成用于制作规格为 8×60 毫米铜母线的铜母线坯料，连续挤压温度控制在 470℃，并进行防氧化冷却处理；

[0079] G 拉拔成型：

[0080] 将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型，制成规格为 8×60 毫米的高性能铜母线。

[0081] 在步骤 D 铜液保温中，进入保温仓的铜液取自过渡仓的中层铜液。

[0082] 在步骤 E 连铸铜杆中，铜液通过连铸机的结晶器进行快速结晶形成铸杆，结晶器中的冷却水的温度应控制在 20℃。

[0083] 所述防氧化冷却处理为经连续挤压机挤压出的铜母线坯料送入冷却液中进行冷却，所述冷却液的温度为 25℃，所述冷却液为纯净水与无水纯酒精混合而成，无水纯酒精占冷却液总重量的 3%。

[0084] 在步骤 G 拉拔成型中，铜母线坯料置于液压自动拉拔机上拉拔成型，其道次加工率为 16%。

[0085] 所述覆盖于铜液表面的木炭厚度为 120 毫米，每 7 小时进行一次灰渣清理并添置新木炭。

[0086] 木炭在覆盖于铜液前应进行烘烤去水。

[0087] 实施例 3：

[0088] 一种高性能铜母线的制备方法，它包括以下的生产工艺步骤：

[0089] A 铜料选用：

[0090] 选用阴极铜，其铜和银的含量占阴极铜总重量的 99.96%，且银含量占阴极铜总重量的 0.012%；

[0091] B 铜料熔化：

[0092] 将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化，同时将木炭覆盖在铜液表面；铜液温度控制在 1150℃；

[0093] C 铜液静置：

[0094] 将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中，进行静置和脱氧反应，铜液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150℃；

[0095] D 铜液保温：

[0096] 将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中，保温温度控制在 1150℃，木炭覆盖在铜液表面；

[0097] E 连铸铜杆：

[0098] 将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成直径为 25 毫米的铸杆，并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引，经导轮架进入收线机；

[0099] F 连续挤压：

[0100] 将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成用于制作规格为 12×120 毫米铜母线的铜母线坯料，连续挤压温度控制在 485℃，并进行防氧化冷却处理；

[0101] G 拉拔成型：

[0102] 将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型，制成规格为 12×120 毫米的高性能铜母线。

[0103] 在步骤 D 铜液保温中，进入保温仓的铜液取自过渡仓的中层铜液。

[0104] 在步骤 E 连铸铜杆中，铜液通过连铸机的结晶器进行快速结晶形成铸杆，结晶器中的冷却水的温度应控制在 28℃ 之间。

[0105] 所述防氧化冷却处理为经连续挤压机挤压出的铜母线坯料送入冷却液中进行冷却，所述冷却液的温度为 35℃，所述冷却液为纯净水与无水纯酒精混合而成，无水纯酒精占冷却液总重量的 5.5%。

[0106] 在步骤 G 拉拔成型中，铜母线坯料置于液压自动拉拔机上拉拔成型，其道次加工率为 18%。

[0107] 所述覆盖于铜液表面的木炭厚度为 130 毫米，每 8 小时进行一次灰渣清理并添置新木炭。

[0108] 木炭在覆盖于铜液前应进行烘烤去水。

[0109] 实施例 4：

[0110] 一种高性能铜母线的制备方法，它包括以下的生产工艺步骤：

[0111] A 铜料选用：

[0112] 选用阴极铜，其铜和银的含量占阴极铜总重量的 99.98%，且银含量占阴极铜总重量的 0.02%；

[0113] B 铜料熔化：

[0114] 将经步骤 A 获得的阴极铜置入工频电炉中进行熔化，同时将木炭覆盖在铜液表面；铜液温度控制在 1155℃；

[0115] C 铜液静置：

[0116] 将经步骤 B 获得的铜液通过潜流结构输送到过渡仓中，进行静置和脱氧反应，铜

液表面覆盖有木炭且铜液温度维持在 1150℃；

[0117] D 铜液保温：

[0118] 将经步骤 C 获得的铜液通过潜流结构输送到保温仓中，保温温度控制在 1150℃，木炭覆盖在铜液表面；

[0119] E 连铸铜杆：

[0120] 将经步骤 D 获得的铜液通过连铸机快速结晶成直径为 25 毫米的铸杆，并经过连铸机中两对牵引辊把铸杆向上牵引，经导轮架进入收线机；

[0121] F 连续挤压：

[0122] 将经步骤 E 获得的铜杆置于连续挤压机内连续挤压成用于制作规格为 12×150 毫米铜母线的铜母线坯料，连续挤压温度控制在 500℃，并进行防氧化冷却处理；

[0123] G 拉拔成型：

[0124] 将经步骤 G 获得的铜母线坯料置于自动拉拔机上拉拔成型，制成规格为 12×150 毫米的高性能铜母线。

[0125] 在步骤 D 铜液保温中，进入保温仓的铜液取自过渡仓的中层铜液。

[0126] 在步骤 E 连铸铜杆中，铜液通过连铸机的结晶器进行快速结晶形成铸杆，结晶器中的冷却水的温度应控制在 35℃。

[0127] 所述防氧化冷却处理为经连续挤压机挤压出的铜母线坯料送入冷却液中进行冷却，所述冷却液的温度为 45℃，所述冷却液为纯净水与无水纯酒精混合而成，无水纯酒精占冷却液总重量的 8%。

[0128] 在步骤 G 拉拔成型中，铜母线坯料置于液压自动拉拔机上拉拔成型，其道次加工率为 20%。

[0129] 所述覆盖于铜液表面的木炭厚度为 150 毫米，每 9 小时进行一次灰渣清理并添置新木炭。

[0130] 木炭在覆盖于铜液前应进行烘烤去水。

[0131] 本发明以上实施例生产的产品的技术指标如下：

[0132]

	导电率 (% IACS)	硬度 (HB)	弯曲 (°)
实施例 1	100.9	87.5	120
实施例 2	100.7	87.8	120
实施例 3	100.5	86.3	120
实施例 4	100.7	86.8	120

[0133] 本发明的特点：

[0134] 1、在铜熔化中，使用工频电炉三炉膛潜流式输送铜液至保温炉的铜熔化新工艺，在铜液温度 1150℃时，铜液在过渡仓中静置并进行脱氧反应。

[0135] 2、选用江西铜业股份有限公司的阴极铜，铜中铜 + 银 $\geq 99.95\%$ 、银含量 0.002% - 0.02%。

[0136] 银元素:银在铜熔体 α 相中产生置换式单一固溶体银铜,随着温度的降低,银在铜中的溶解度显著降低,能促进形核,促进晶粒细化;在固溶限度内的固溶体银铜,其硬化效果好,实现固溶硬化,强度得到提高;并显著提高铜的再结晶温度和蠕变强度,并将铜的软化温度大约提高 100°C 而对其导电性能没有明显的影响。

[0137] 3、使用中温连续挤压及防氧化冷却

[0138] 旧的传统工艺铜锭热挤压时的挤压温度一般控制在 $(780-850)^{\circ}\text{C}$ 之间,我们称为高温挤压。而对于连续挤压最佳温度,试验结果表明控制在 $(470-500)^{\circ}\text{C}$ 之间,我们称为中温连续挤压温度。因为,铜坯料在挤压轮的轮槽和模腔内剧烈摩擦作用下,铜坯料温度升高压力加大进入塑性变形区,铜料就从模孔中挤出形成铜母线。铜坯料剧烈摩擦作用与塑性变形力大时,产生的热能相对就多,体现在挤压变形铜坯料中的温度就相对高。连续挤压温度低于 470°C ,挤压成形困难,挤压力增大,容易产生充不满缺陷的质量缺陷,不利于设备正常使用;连续挤压温度高于 500°C 将造成模腔、模具快速磨损和变形,并且减弱连续挤压过程晶粒的破碎细化。

[0139] 防氧化冷却工艺技术:经技术处理后的纯净水配一定比例的纯酒精混合而成。冷却液封存在不锈钢容器中,在冷却泵的推动下在系统内作内循环。其作用一是将连续挤压后处于 $470-500^{\circ}\text{C}$ 的铜坯料在冷却液中快速冷却到常温,阻止挤压破碎细化的晶粒长大;二是防止在冷却液中快速冷却过程的铜料表面氧化。

[0140] 4、通过上述关键生产工艺,使高性能铜母线主要技术性能指标达到:导电率 $\geq 100.3\%$ IACS,硬度 $\geq 85\text{HB}$, 弯曲 $\geq 120^{\circ}$ 。