



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103643079 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310619578. 0

(22) 申请日 2013. 11. 29

(71) 申请人 国网河南省电力公司平顶山供电公司

地址 467001 河南省平顶山市新华路南段

(72) 发明人 李国升

(74) 专利代理机构 郑州红元帅专利代理事务所
(普通合伙) 41117

代理人 季发军

(51) Int. Cl.

C22C 9/06 (2006. 01)

C22C 1/02 (2006. 01)

C22F 1/08 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种大功率发电机转子槽楔用合金及其生产工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种大功率发电机转子槽楔用合金及其生产工艺,所述合金的成分及其含量(Wt%)包括: Ni2.2 ~ 2.6、Cr0.32 ~ 0.40、Si0.55 ~ 0.65、P0.02 ~ 0.03、Cu余量;所述工艺包括熔炼、浇铸、固溶处理、时效强化;本工艺通过控制成分配比、工艺优化和进行多相强化,所得合金材料,导电率62 ~ 65%IACS;500℃下,抗拉强度689 ~ 692MPa,屈服强度644 ~ 647MPa,导电率高,耐高温性能好,寿命长,能满足大功率发电机转子槽楔用合金的使用要求,同时工艺简单,生产成本低,对环境污染小,具有较好的市场前景和经济效益。

1. 一种大功率发电机转子槽楔用合金,其特征在于,所述合金的成分及其含量(Wt%)包括: Ni 2.2 ~ 2.6、Cr 0.32 ~ 0.40、Si 0.55 ~ 0.65、P 0.02 ~ 0.03、Cu :余量。

2. 一种生产如权利要求 1 所述的大功率发电机转子槽楔用合金的生产工艺,其特征在于,包括以下步骤:

①熔炼:先将电解铜预热至 250 ~ 280℃,再装入低频感应炉中,开始熔化时加入覆盖剂,使覆盖厚度达 1.2 ~ 1.4mm,全部熔化后加入占铜质量 0.5 ~ 0.7% 的磷铜作为脱氧剂,进行扒渣,补充覆盖剂后,综合考虑各元素的理化性质,将 Si、P、Ni、Cr 按常规工艺依此加入铜熔体中,保温 15min 出炉;

②浇铸:采用常规连续铸造工艺,水压机上锻压成坯;

③固溶处理:在 940 ~ 960℃下热处理 1.5h 再进行水淬处理,冷轧使合金产生 60% 冷变形;

④时效强化:再将铸坯加热至 460 ~ 480℃保温 2.5h 后,机械加工成所需形状。

3. 如权利要求 2 所述的一种大功率发电机转子槽楔用合金的生产工艺,其特征在于,所述覆盖剂的成分及其含量(Wt%)为:50% 木炭、30% 碎玻璃、10% NaCl、10% CaF₂。

一种大功率发电机转子槽楔用合金及其生产工艺

技术领域

[0001] 本发明属于发电机转子槽楔材料生产技术领域,具体涉及一种大功率发电机转子槽楔用合金及其生产工艺。

背景技术

[0002] 发电机转子槽楔要承受转子运转时槽内铜线、绝缘件及自身巨大的离心力,电流流经槽楔会产生较高的温升,生产转子槽楔时需要使用导电率高、耐高温性能优良的合金材料。

[0003] 申请号为 200510123011 的专利《大容量汽轮发电机转子铜合金槽楔及其制备方法》中,合金成分为: Ni:1.35~2.05%, Si:0.40~0.80%, Cr:0.05~0.25%, Be: 0.15~0.40%, Cu: 余量;生产工艺主要采用 920~980℃固溶处理,35~50%冷变形,450~500℃保温 4~5h 时效处理,空冷。该技术方案中,Be 价格高,且影响合金的高温稳定性,使合金不宜长时间承受高温工作,同时添加 Be 的合金产生的粉尘会有毒;合金中 Ni、Si 的质量配比在 2.5~3.5 左右, Si 含量相对偏高,只有一部分 Si 形成 Ni_3Si 析出相,剩余的 Si 以固溶态存在,严重影响合金的导电率;所得合金导电率仅为 49%IACS,寿命短,且耐高温性能未知。申请号为 200510038051.4 的专利《汽轮发电机转子槽楔用钛青铜及其加工工艺》中,钛青铜采用无钴无锆设计,其成分为: Be:0.1~0.3%, Ni:1.5~2.5%、Ti:0.4~0.6%、Cu: 余量,所得合金导电率仅为 47%IACS,高温(427℃)屈服强度 480~550MPa,抗拉强度 540~630MPa,工作寿命短,无法满足大功率发电机长时间运转的需求。

发明内容

[0004] 本发明是为了弥补上述不足,并对成分配比和生产工艺进行改进,提供一种大功率发电机转子槽楔用合金及其生产工艺,该合金导电率高,耐高温性能好,寿命长,能满足大功率发电机转子槽楔用合金的使用要求,同时工艺简单,生产成本低,对环境污染小,具有较好的市场前景和经济效益。

[0005] 一种大功率发电机转子槽楔用合金,所述合金的成分及其含量(Wt%)包括: Ni 2.2~2.6、Cr 0.32~0.40、Si 0.55~0.65、P 0.02~0.03、Cu: 余量;

所述大功率发电机转子槽楔用合金的生产工艺,包括以下步骤:

①熔炼:先将电解铜预热至 250~280℃,再装入低频感应炉中,开始熔化时加入覆盖剂,使覆盖厚度达 1.2~1.4mm,全部熔化后加入占铜质量 0.5~0.7% 的磷铜作为脱氧剂,进行扒渣,补充覆盖剂后,综合考虑各元素的理化性质,将 Si、P、Ni、Cr 按常规工艺依此加入铜熔体中,保温 15min 出炉;

②浇铸:采用常规连续铸造工艺,水压机上锻压成坯;

③固溶处理:在 940~960℃下热处理 1.5h 再进行水淬处理,冷轧使合金产生 60% 冷变形;

④时效强化:再将铸坯加热至 460~480℃保温 2.5h 后,机械加工成所需形状;

所述覆盖剂的成分及其含量(Wt%)为:50%木炭、30%碎玻璃、10% NaCl、10% CaF₂。

[0006] 本技术方案中,在成分配比方面,Cr可以提高合金的电导性,形成Cr₃Si相影响合金的高温稳定性,并能一定程度上抑制固溶处理期间合金的晶粒长大;因为铜基中Be与Ni₂Si具有类似的机械性能,因此,可适当提高Ni₂Si的含量,获得更好的热稳定性和高温强度,配比Ni和Si的质量百分含量分别在2.2~2.6%、0.55~0.65%,避免合金中含有固溶态Si,从而提高了合金的强度和导电率,既确保合金的性能,降低了生产成本,又减少了污染;而加入Cr后,Cr将比Ni、Si先溶于Cu中,使基体处于饱和状态,在一定程度上提高了Ni₂Si相的析出量,基体中Ni、Si含量减少,减少了基体中晶格畸变的程度,提高了合金的导电率;使合金含有质量百分含量为0.02~0.03%的P,是为了在不会使合金产生明显晶格畸变的基础上,产生Ni₃P沉淀强化相,进一步提高合金的显微硬度和抗拉强度,并一定程度上抑制析出相的长大,使合金基体得到纯化,导电率提高。

[0007] 合金熔炼时,选用低频感应炉降低铜合金的熔炼消耗,电解铜加入炉中前先预热,将Si、P、Ni、Cr按顺序熔化,合理的装炉和熔化顺序有效地缩短熔化时间,覆盖剂质量配比选用50%木炭、30%碎玻璃、10% NaCl、10% CaF₂,该覆盖剂铺展性好,合金熔炼时能全面覆盖液态金属液面,与熔渣的亲合力强,具有极好的净化液态金属、细化合金的能力,使熔体得到适当保护并获得较佳的熔炼气氛;加入0.5~0.7%的磷铜作为脱氧剂,能够有效去除熔体里的氧粒子,有效提高合金的质量和成品率。

[0008] 对铸坯采用高温固溶淬火处理、中温时效处理析出沉淀硬化合金的方法,该方法生产工艺简单,便于合金便于进行大规模生产。固溶处理时的处理温度以合金不产生晶粒粗大为前提,尽量提高温度,保温一定时间后快冷,保证析出相的溶质元素在基体中达到最大的固溶度。当在940~960℃下热处理1.5h再进行水淬处理,大量过剩相溶解,得到过饱和固溶体,冷轧使合金产生较大的冷变形,合金基体发生再结晶,使基体内部产生大量位错,合金的亚结构得到细化,但这种形变强化对铜合金的强度贡献有限,需要时效处理进一步强化,经460~480℃保温2.5h的时效处理,合金元素呈弥散分布的沉淀相相,且沉淀得到硬化,使合金取得最佳的性能。

[0009] 本技术方案是在常规工艺的基础上,通过优化多元合金组成、添加微量元素、控制成分配比以提高合金的强度,并且尽可能地避免或减少对合金导电率的不良影响,进行多相强化,所得合金材料,室温下,抗拉强度796~798MPa,屈服强度734~737MPa,延展率17.9~18.2%,导电率62~65%IACS;500℃下,抗拉强度689~692MPa,屈服强度644~647MPa,导电率高,耐高温性能好,寿命长,确保了大功率发电机的安全可靠。能满足大功率发电机转子槽楔用合金的使用要求,显著提高了大功率发电机的安全可靠,同时工艺简单,生产成本低,对环境污染小,具有较好的市场前景和经济效益。

具体实施例

[0010] 实施例一

制备一种大功率发电机转子槽楔用合金,各组合金的成分及其含量(Wt%)包括:2.2%Ni、0.32%Cr、0.55%Si、0.02%P、Cu:余量;

所述大功率发电机转子槽楔用合金的生产工艺,包括以下步骤:

①熔炼:先将电解铜预热至250℃,再装入低频感应炉中,开始熔化时加入覆盖剂,覆

盖剂质量成分包括 50% 木炭、30% 碎玻璃、10% NaCl、10% CaF₂，使覆盖厚度达 1.2mm，全部熔化后加入占铜质量 0.5% 的磷铜作为脱氧剂，进行扒渣，补充覆盖剂后，综合考虑各元素的理化性质，将 Si、P、Ni、Be、Cr 按常规工艺依次加入铜熔体中，保温 15min 出炉；

②浇铸：采用常规连续铸造工艺，水压机上锻压成坯；

③固溶处理：在 940℃ 下热处理 1.5h 再进行水淬处理，冷轧使合金产生 60% 冷变形；

④时效强化：再将铸坯加热至 460℃ 保温 2.5h 后，机械加工成所需形状。

[0011] 经检测，合金性能如下表所示：

检测项目	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	导电率 (%IACS)
常温	798	734	18.1	62
高温 (500℃)	690	644		

实施例二

制备一种大功率发电机转子槽楔用合金，各组合金的成分及其含量(Wt%) 包括：2.4%Ni、0.36%Cr、0.60%Si、0.03%P、Cu：余量；

所述大功率发电机转子槽楔用合金的生产工艺，包括以下步骤：

①熔炼：先将电解铜预热至 265℃，再装入低频感应炉中，开始熔化时加入覆盖剂，覆盖剂质量成分包括 50% 木炭、30% 碎玻璃、10% NaCl、10% CaF₂，使覆盖厚度达 1.3mm，全部熔化后加入占铜质量 0.6% 的磷铜作为脱氧剂，进行扒渣，补充覆盖剂后，综合考虑各元素的理化性质，将 Si、P、Ni、Be、Cr 按常规工艺依次加入铜熔体中，保温 15min 出炉；

②浇铸：采用常规连续铸造工艺，水压机上锻压成坯；

③固溶处理：在 950℃ 下热处理 1.5h 再进行水淬处理，冷轧使合金产生 60% 冷变形；

④时效强化：再将铸坯加热至 470℃ 保温 2.5h 后，机械加工成所需形状。

[0012] 经检测，合金性能如下表所示：

检测项目	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	导电率 (%IACS)
常温	798	737	17.9	65
高温 (500℃)	692	647		

实施例三

制备一种大功率发电机转子槽楔用合金，各组合金的成分及其含量(Wt%) 包括：2.6%Ni、0.40%Cr、0.65%Si、0.03%P、Cu：余量；

所述大功率发电机转子槽楔用合金的生产工艺，包括以下步骤：

①熔炼：先将电解铜预热至 280℃，再装入低频感应炉中，开始熔化时加入覆盖剂，覆盖剂质量成分包括 50% 木炭、30% 碎玻璃、10% NaCl、10% CaF₂，使覆盖厚度达 1.4mm，全部熔化后加入占铜质量 0.7% 的磷铜作为脱氧剂，进行扒渣，补充覆盖剂后，综合考虑各元素的

理化性质,将 Si、P、Ni、Be、Cr 按常规工艺依此加入铜熔体中,保温 15min 出炉;

②浇铸:采用常规连续铸造工艺,水压机上锻压成坯;

③固溶处理:在 960℃下热处理 1.5h 再进行水淬处理,冷轧使合金产生 60% 冷变形;

④时效强化:再将铸坯加热至 480℃保温 2.5h 后,机械加工成所需形状。

[0013] 经检测,合金性能如下表所示:

检测项目	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	导电率 (%IACS)
常温	796	735	18.2	64
高温 (500℃)	689	644		

由上述三个实施例表明,采用本技术方案,所得合金材料,室温下,抗拉强度 796 ~ 798MPa,屈服强度 734 ~ 737MPa,延展率 17.9 ~ 18.2%,导电率 62 ~ 65%IACS;500℃下,抗拉强度 689 ~ 692MPa,屈服强度 644 ~ 647MPa,导电率高,耐高温性能好,寿命长,能满足大功率发电机转子槽楔用合金的使用要求,确保了大功率发电机的安全可靠。