



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102800422 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201210250256. 9

审查员 谢正旺

(22) 申请日 2012. 07. 19

(73) 专利权人 江苏双登电力科技有限公司

地址 225526 江苏省泰州市姜堰市梁徐双登  
科工业园 1 号

(72) 发明人 周友芝 刘学文

(51) Int. Cl.

H01B 13/00 (2006. 01)

H01B 13/02 (2006. 01)

H01B 13/06 (2006. 01)

H01B 13/24 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102360626 A, 2012. 02. 22,

CN 102568691 A, 2012. 07. 11,

CN 202042255 U, 2011. 11. 16,

CN 102222550 A, 2011. 10. 19,

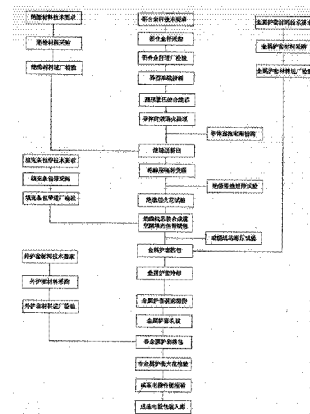
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种新型铝合金电缆的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种新型铝合金电缆的制造方法,主要制造步骤如下:单线拉制——线芯绞合——线芯热处理——导体电阻检测——绝缘层挤出——绝缘层交联——绝缘热延伸试验——绝缘火花检验——线芯绞合成缆、填充、绕包隔离层——金属护套挤包——金属护套冷却——金属护套探伤——金属护套轧纹——非金属外护套挤包——外护层火花检验。采用本方法制造出来的新型铝合金电缆具有优异的柔软性能、导电性能、耐低温性能、耐热性能和机械性能,电缆的载流能力、防火性能和防水性能更加优于一般的铝合金电缆。



1. 一种新型铝合金电缆的制造方法,包括单线拉制、导体绞合、时效退火处理、绝缘层制作和金属护套制作主要工序,其特征是所述时效退火处理在导体绞合后进行,处理温度为  $380 \sim 450^{\circ}\text{C}$ ;所述绝缘层制作包括如下步骤:绝缘层挤出—绝缘层交联—绝缘层热延伸试验,其中绝缘层挤出采用半挤出式模具,在螺杆长径比  $25:1$  和压缩比为  $2.0:1 \sim 3.0:1$  的普通挤塑机上进行,在绞合导体上挤包交联聚乙烯绝缘材料形成绝缘层,各区的加工温度在  $155 \sim 210^{\circ}\text{C}$  之间;绝缘层交联采用电子加速器对绝缘层进行辐射交联处理,电子束的强度控制在  $1.2 \sim 1.8$  之间;绝缘层热延伸试验在烘箱温度  $250 \pm 3^{\circ}\text{C}$  下进行,机械应力  $20\text{N}/\text{cm}^2$  的负荷下伸长率控制在  $\leq 100\%$ ,冷却后永久变形率  $\leq 25\%$ ;所述金属护套制作采用 8000 系列铝合金杆作原材料,经放线—加热熔化—挤压并通过特定的模具挤包在缆芯上。

2. 根据权利要求 1 所述的新型铝合金电缆的制造方法,其特征在于,所述金属护套挤包后进行快速水冷和风冷吹干,再进行涡流探伤和轧纹处理,并进行清洗和吹干。

## 一种新型铝合金电缆的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及特种电缆技术领域,准确地说涉及一种新型铝合金电缆的制造方法。

### 背景技术

[0002] 在近二十年,我国公共场所和高层建筑所用的电缆基本上都为铜芯导体低烟低卤或低烟无卤阻燃电缆,而铜资源在我国属短缺物资,70%来自进口,特别是2005年以来铜价一直居高不下。我国铝资源十分丰富,但普通电工铝的抗蠕变和延伸性能差,造成电缆运行过程中的运行安全性差,所以在我国用铝作导电线芯的电力电缆较少。随着8000系列的铝合金材料在我国的生产技术不断成熟,采用8000系列铝合金作导体成为一种可能,在美国等北美国家90%的供电线路采用了8000系列铝合金作电力电缆的导体,经过长期运行验证,供电线路运行安全的可靠性比普通铝导体有了较大的提高,接近铜导体。所以采用8000系列的铝合金作电力电缆的导体,既能保证供用电线路的安全运行,又能节约铜资源,降低投资成本。

[0003] 现在用的低烟无卤阻燃电缆结构上有缺陷,无金属护套,制造方法不完善、不规范,难以达到无烟、无卤和难燃的性能要求。

### 发明内容

[0004] 为克服现有技术的缺陷,本发明提供一种新型的铝合金电缆的制造方法,该方法工艺完善、操作规范,制作的新型铝合金电缆节约铜资源,性价比高,电气防火安全、环境保护效果和防水性能更好,使用寿命长。

[0005] 本发明的技术方案是:一种新型铝合金电缆的制造方法,新型铝合金电缆的制造方法,包括单线拉制、导体绞合、时效退火处理、绝缘层制作和金属护套制作主要工序,其改进之处是所述时效退火处理在导体绞合后进行,处理温度为 $380 \sim 450^{\circ}\text{C}$ ;所述绝缘层制作包括如下步骤:绝缘层挤出一绝缘层交联—绝缘层热延伸试验,其中绝缘层挤出采用半挤出式模具,在螺杆长径比 $25:1$ 和压缩比为 $2.0:1 \sim 3.0:1$ 的普通挤塑机上进行,在绞合导体上挤包交联聚乙烯绝缘材料形成绝缘层,各区的加工温度在 $155 \sim 210^{\circ}\text{C}$ 之间;绝缘层交联采用电子加速器对绝缘层进行辐射交联处理,电子束的强度控制在 $1.2 \sim 1.8$ 之间;绝缘层热延伸试验在烘箱温度 $250 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 下进行,机械应力 $20\text{N}/\text{cm}^2$ 的负荷下伸长率控制在 $\leq 100\%$ ,冷却后永久变形率 $\leq 25\%$ ;所述金属护套制作采用8000系列铝合金杆作原材料,经放线—加热融化—挤压并通过特定的模具挤包在缆芯上。

[0006] 进一步的方案是:所述金属护套挤包后进行快速水冷和风冷吹干,再进行涡流探伤和轧纹处理,并进行清洗和吹干。

[0007] 本发明完整制造步骤如下:制定选料要求——材料采购——材料进厂验收——单线拉制——导体绞合——导体时效退火处理——导体直流电阻检测——绝缘层挤出——绝缘层交联——绝缘热延伸试验——绝缘火花检验——单根绝缘线芯绕包隔离层或多根绝缘线芯绞合成缆、空隙填充并绕包隔离层——金属护套挤包——金属护套快速冷却——

金属护套涡流探伤——金属护套轧纹——成品电缆性能试验——成品电缆包装入库。

[0008] 所述制定材料要求和材料采购：是根据产品性能要求，对所需各类材料制定其采购规范和验收要求。

[0009] 所述的单线拉制、线芯绞合、时效退火处理和导体电阻检测：是采用符合产品性能要求的 8000 系列的铝合金杆经专用型线铝拉拔机拉制铝合金型线——再经改进后的绞线机将型单线绞合成圆形紧压线芯——通过时效退火热处理（380 ~ 450℃），使导体达到软态（延伸率达到或超过 30%，与铜相当）和规定的导体电阻（符合 GB/T3956 第 2 类铝导体）要求。并对导体电阻进行检测，合格后方可进入下道工序生产。

[0010] 所述的绝缘层挤出：采用半挤压式模具，在螺杆长径比 25:1 和压缩比为 2.0 :1 ~ 3.0 :1 的普通挤塑机上进行即可，在绞合导体上挤包交联聚乙烯绝缘材料形成绝缘层，各区的加工温度在 155 ~ 210℃ 之间。

[0011] 所述的绝缘层交联：是采用电子加速器对绝缘层进行辐射交联处理。

[0012] 所述的绝缘热延伸试验：是对经辐射交联后的绝缘性能进行抽样试验，特别是热延伸试验。其热延伸试验为：在烘箱温度（250±3）℃，机械应力 20N/c m<sup>2</sup> 的负荷下伸长率控制在 ≤ 100%，冷却后永久变形率 ≤ 25%。绝缘的其它性能都合格后再经火花例行检验合格。

[0013] 所述绝缘火花检验：是对交联后的所有绝缘线芯在火花耐压试验机上进行火花耐压试验，根据绝缘厚度大小试验电压符合工艺或检验规范的规定。

[0014] 所述单根绝缘线芯绕包隔离层或多根绝缘线芯绞合成缆、空隙填充并绕包隔离层：是二芯以上电缆的若干根绝缘线芯绞合成缆为缆芯，并在线芯间隙中采用无卤阻燃填充条进行填充，以保证电缆的圆整度符合标准要求，并在单芯或多芯缆芯上采用无卤耐高温材料绕包隔离层，隔离层要求具有耐高温，其耐温性能应符合后道工艺要求。

[0015] 所述金属护套挤包、金属护套冷却、金属护套涡流探伤、金属护套轧纹：是在一条生产线上连续生产和完成，采用 8000 系列铝合金杆作原材料，经放线——加热熔化——挤压并通过特定的模具挤包在缆芯上——快速水冷却和风冷吹干——涡流探伤——轧纹并清洗吹干——收线。如采用铜作护套同样存在资源短缺和价格昂贵的问题，采用不锈钢作护套，电缆用于建筑安装时存在弯曲性能不好的问题，因此，本发明采用铝合金挤包作电缆的金属护层，并进行轧纹处理。

[0016] 根据用户要求或在化工场所使用时可在金属护套外增加非金属外护套，即在金属护套轧纹之后增加非金属外护套挤包—非金属外护层火花检验两道工序。

[0017] 所述非金属外护套挤包和非金属外护层火花检验：是在同一条挤塑生产线上进行。采用挤管式模具，在螺杆长径比 25:1 和压缩比为 2.0 :1 的普通挤塑机上进行即可，在金属护层上挤包无卤阻燃聚烯烃材料形成外护层，加工温度在 130 ~ 180℃，经水冷却固化后进行火花耐压检验（100% 检验）。

[0018] 所述的成品检验：包括 GB/T12706. 1-2008 标准中规定的例行试验项目和抽样试验项目。电缆的结构尺寸检查，20℃ 时导体电阻的测试，工频耐压试验，绝缘材料的机械物理性能试验，完整电缆的机械强度试验，成束燃烧阻燃性能试验等。

[0019] 所有的试验方法均按现行国家标准或行业标准规定。

[0020] 本发明的优点在于：

[0021] 1、本发明提供了一套完整的制造步骤,工艺完善、操作规范,能保证产品质量和工业化生产。重点创新处在于导体采用异型单线拉制、圆形导体绞合、导体整体时效退火处理、绝缘层采用了辐射交联、金属护套挤包、金属护套快速冷却、金属护套涡流探伤、金属护套轧纹这八个特定工艺步骤与一般的铝合金电缆的制造过程和方法有明显不同。

[0022] 2、下面分三个创新方面作对比分析

[0023] 一是一般铝合金电缆导体为圆形单线绞合而成,或圆形导体或异型导体,单线退火处理;本电缆采用异型单线拉制、圆形线芯绞合、线芯整体时效退火处理是保证导体在绞合过程中单线不变形、不受压力的情况下,绞合线芯中单线之间无空隙,紧压系数达到90%以上,远远高于普通电缆线芯,而且减小了导体外径和电缆外径,绞合后的线芯整体退火能确保导体处于软态,更能控制导体电阻达到61.5%以上,延伸率可达到30%,延伸率达到或超过了铜导体的水平,而且回弹性远远低于铜导体。

[0024] 二是一般铝合金电缆交联聚乙烯绝缘均采用温水或蒸汽交联的化学交联方法,绝缘层的工作温度只能达到90℃;而本电缆的绝缘采用了电子加速器进行辐射交联的物理交联方法,绝缘层的工作温度可达到105℃,从而使铝合金导体的工作温度可提高到105℃。相同截面的铝合金电缆其载流能力提高了近20%,相应的降低工程成本近20%。

[0025] 三是一般铝合金电缆采用钢带或铝合金带作金属铠装层,其中联锁铠装优于间隙绕包铠装,其缺点是不能完全密封,不能完全防火,不适用于潮湿环境下或水下电缆使用;而本电缆采用了铝合金挤包作护套、并经过快速冷却、涡流探伤、轧纹处理等工艺方法,挤包护套是完全密封的金属护套,把内部可燃材料与空气完全隔开,使电缆达到不燃和难燃的效果,电缆本身不为因为电缆短路和过载而引起火灾现象,当外部火灾温度在660℃以下时,电缆不会燃烧,当外部火灾温度超过660℃以上时,铝合金护套熔化,但火灾不会因为电缆延燃而扩大火灾范围,属难燃特性。这样的防火性能高于钢带铠装或铝合金带铠装电缆;同时由于铝的防水性很好,电缆具备防水特性,可作为潮湿环境下和水下电缆使用。

[0026] 3、本发明的实施效果。通过以上发明的工序过程和工艺控制形成的一种新型铝合金电缆的制造方法生产出来的铝合金电缆,其性能通过了国家电线电缆产品质量监督检验中心检测,并达到或超过了国内外同类产品的水平。进一步证明了本发明具有先进性、独特性和实用性。

## 附图说明

[0027] 附图为本发明的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0028] 非限定实施例如下所述:

[0029] 参见附图,本实施例为一种新型铝合金电缆的制造方法,其制造步骤如下:选料要求——上述材料的采购——上述材料进厂检测——导体用单线拉制——线芯绞合——线芯时效退火处理——导体直流电阻检测——绝缘层挤出——绝缘层交联——绝缘热延伸试验——绝缘火花检验——绝缘线芯绞合成缆、空隙填充并绕包隔离层——成缆线芯耐压试验——金属护套挤包——金属护套快速冷却——金属护套涡流探伤——金属护套轧纹——非金属外护套挤包——非金属外护层火花检验——成品电缆性能试验——成品电

缆包装入库等工艺流程来制造电缆,并且重点创新处在于导体采用异型单线拉制、圆形导体绞合、导体整体时效退火处理、绝缘层采用了辐射交联、金属护套挤包、金属护套快速冷却、金属护套涡流探伤、金属护套轧纹这八个特定工艺步骤与一般的电力电缆的制造过程和方法有明显不同。

[0030] 所述选料要求:是根据产品性能要求,对导体、绝缘、填充、包带、金属护套和非金属外护套等材料的分别制定其采购规范和验收要求。

[0031] 所述的导体用单线拉制、线芯绞合、导体时效退火处理和导体电阻检测:是采用符合产品性能要求的 8000 系列的铝合金杆经专用的非滑动式型线铝拉拔机拉制铝合金型线——再经改进后的绞线机将型单线绞合成圆形紧压线芯——通过时效退火热处理(380~450℃),使导体达到软态(延伸率达到或超过 30%)和规定的导体电阻(符合 GB/T3956 第 2 类铝导体)要求,并对导体电阻进行检测,合格后方可进入下道工序生产。

[0032] 所述的绝缘层挤出:采用半挤压式模具,在螺杆长径比 25:1 和压缩比为 2.0:1~3.0:1 的普通挤塑机上进行即可,在绞合导体上挤包交联聚乙烯绝缘材料形成绝缘层,各区的加工温度在 155~210℃之间。

[0033] 所述的绝缘层交联:是采用电子加速器对绝缘层进行辐射交联处理,电子束的强度应根据绝缘层的厚度控制在 1.2~1.8 之间。

[0034] 所述的绝缘热延伸试验:是对经辐射交联后的绝缘性能进行抽样试验,特别是热延伸试验。其热延伸试验为:在烘箱温度(250±3)℃,机械应力 20N/cm<sup>2</sup>的负荷下伸长率控制在≤100%,冷却后永久变形率≤25%。绝缘的其它性能都合格后再经火花例行检验合格,进入下道工序生产。

[0035] 所述绝缘火花检验:是对交联后的所有绝缘线芯在火花耐压试验机上进行火花耐压试验,根据绝缘厚度大小试验电压符合工艺或检验规范的规定。

[0036] 所述绝缘线芯绞合成缆、空隙填充并绕包隔离层:是二芯以上电缆的若干根绝缘线芯绞合成缆为缆芯,并在线芯间隙中采用无卤阻燃填充条进行填充,以保证电缆的圆整度符合标准要求,并在单芯或多芯缆芯上采用无卤耐高温材料绕包隔离层,隔离层要求具有耐高温,其耐温性能应符合后道工艺(在一定的时间内电缆内芯中的绝缘层不得受热而损伤)要求。

[0037] 所述成缆线芯耐压试验:是在挤金属护套之前对成缆后的线芯进行 3.5kV/5min 耐电压试验,以确保缆芯的质量符合设计要求。

[0038] 所述金属护套挤包、金属护套冷却、金属护套涡流探伤、金属护套轧纹:是在一条生产线上连续生产并完成,采用 8000 系列铝合金杆作原材料,缆芯放线并穿过专用的金属挤压机中心孔和挤压模的内模孔中与牵引绳连接到收线盘,铝合金杆引进专用的金属挤压机中并利用摩擦产生热量对铝合金杆进行熔化和挤压,并通过特定的挤压模具挤包在缆芯上,挤出后进行快速水冷却和风冷吹干,再通过涡流探伤机对金属护套进行探伤,金属护套内是否存在缺陷,当存在缺陷时,涡流探伤机会发出报警,为了提高电缆柔软性,便于电缆敷设过程中的弯曲,对金属护套进行轧纹处理,最后对电缆表面进行清洗和吹干,再把成品收到电缆盘上。

[0039] 所述非金属外护套挤包和非金属外护层火花检验:是在同一条挤塑生产线上进行。采用挤管式模具,在螺杆长径比 25:1 和压缩比为 2.0:1 的普通挤塑机上进行即可,在

金属护层上挤包无卤阻燃聚烯烃材料形成外护套,加工温度在 130~180℃,经水冷却固化后进行火花耐压检验(100% 检验)。

[0040] 所述的成品检验:包括 GB/T12706.1-2008 标准中规定的例行试验项目和抽样试验项目。电缆的结构尺寸检查,20℃时导体电阻的测试,工频耐压试验,绝缘材料的机械物理性能试验,完整电缆的机械强度试验,成束燃烧阻燃性能试验等。所有的试验方法均采用现行国家标准或行业标准规定。

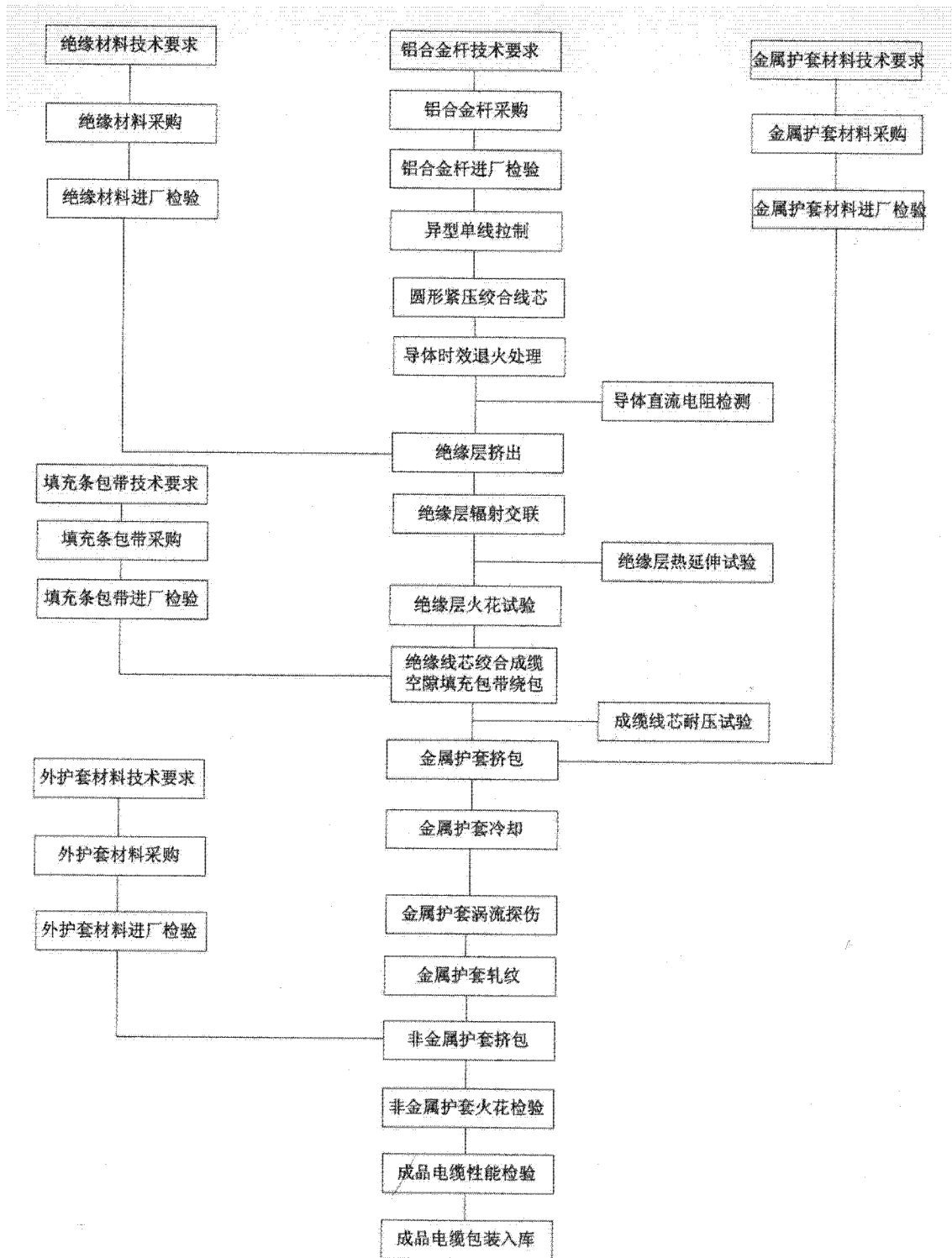


图 1