



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103276533 A

(43) 申请公布日 2013.09.04

(21) 申请号 201310208330.5

(22) 申请日 2013.05.30

(71) 申请人 四川省纺织科学研究院

地址 610072 四川省成都市十二桥路2号

(72) 发明人 王桦 陈丽萍 覃俊 何勇

冯颖桢

(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 李晶

(51) Int. Cl.

D04H 1/44 (2012.01)

D04H 1/54 (2012.01)

权利要求书2页 说明书4页

(54) 发明名称

一种纯聚苯硫醚纤维高等级电绝缘纸及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种纯聚苯硫醚(PPS)纤维高等级电绝缘纸及其制备方法,采用熔融纺丝与高温高压气流喷吹成网相结合的方法制备 PPS 超细纤维,并经负压冷空气冷却后凝集成网,纤网在经历高温加压处理一段时间后最终形成纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸。工艺流程短,生产过程无污染物产生,能耗低,所制备的绝缘纸具有良好的绝缘性、耐高温等级高、良好的阻燃性和化学性能及机械性能。

1. 一种纯聚苯硫醚(PPS)纤维高等级电绝缘纸的制备方法,它是采用熔融纺丝与高温高压气流喷吹成网相结合的方式,其特征在于将 PPS 树脂经螺杆挤出机高温熔融通过喷丝组件挤出,采用高温高压气流对挤出的高温熔体细流喷吹制备 PPS 超细纤维,并在负压冷空气条件下凝集成网,最后经高温高压处理一段时间后加固形成纯 PPS 高等级电绝缘纸。

2. 根据权利要求 1 所述纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸的制备方法,其特征在于所述纺丝采用 PPS 聚合物的熔融指数为 150 ~ 380g/10min, PPS 聚合物熔体挤出量为 0.2 ~ 0.9g/(min·孔),纺丝采用喷丝孔的孔径为 0.18 ~ 0.6mm、长径比为 2 ~ 5、孔数为 500 ~ 12000 孔,采用高温高压气流喷吹,其中高压指的是空气压力为 0.5 ~ 2.5MPa,高温指的是温度为 260 ~ 350 °C,最终纺制纤度为 0.01 ~ 0.5dtex 的 PPS 超细纤维。

3. 根据权利要求 1 所述纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸的制备方法,其特征在于所述负压冷空气条件下凝集成网的工艺步骤和条件是采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 20 ~ 50cm,负压成网帘运动速度为 5 ~ 110m/min 铺制成纤维网,纤网定量为 30 ~ 400g/m<sup>2</sup>。

4. 根据权利要求 1 所述纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸的制备方法,其特征在于所述负压冷空气条件下凝集成网后的纤维网进行加固成纸的工序,利用 PPS 自身的热熔自粘性,采用高温高压加固对纤维网进行加固制纸,所述压力为 0.5 ~ 20MPa,温度为 285 ~ 340 °C,且高温加压 1 ~ 120 秒,制备出 PPS 纤维高等级电绝缘纸。

5. 根据权利要求 1-4 所述任一种方法所制备的纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸,其中所制成纸张的厚度为 0.03 ~ 0.95mm,克重为 30 ~ 390g/m<sup>2</sup>,抗张强度为 ≥ 22N/cm,介电强度为 15 ~ 24Kv/mm,介电常数为 1.6 ~ 6,绝缘等级为 F、H 级。

6. 根据权利要求 1-4 之一所述纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸的制备方法,首先选用 600 孔的喷丝板,喷丝孔孔径为 0.18mm,高温高压气流压力为 0.9MPa,温度为 265 °C,纺成聚苯硫醚纤维纤度为 0.03dtex;成网:采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 23cm,凝网帘速度为 75m/min,铺制成 51g/m<sup>2</sup> 的纤维网;成纸:纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸,温度为 295 °C,压力为 0.8MPa,高温加压 30 秒。

7. 根据权利要求 6 所述方法制备的纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸,其中所得绝缘纸厚度为 0.23mm,克重为 49g/m<sup>2</sup>,击穿电压为 13KV,体积电阻率 10<sup>16</sup> Ω·cm,介电强度为 15Kv/mm,介电常数为 1.8。

8. 根据权利要求 1-4 之一所述纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸的制备方法,选用 2000 孔的喷丝板,喷丝孔孔径为 0.28mm,高温高压气流压力为 2.0MPa,温度为 295 °C,纺成聚苯硫醚纤维纤度为 0.36dtex,成网时采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 39cm,凝网帘速度为 93m/min,铺制成 210g/m<sup>2</sup> 的纤维网;成纸时纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸,温度为 315 °C,压力为 10MPa,高温加压 105 秒;选用 1200 孔的喷丝板,喷丝孔孔径为 0.22mm,高温高压气流压力为 1.8MPa,温度为 275 °C,纺成聚苯硫醚纤维纤度为 0.07dtex,成网时采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 30cm,凝网帘速度为 80m/min,铺制成 113g/m<sup>2</sup> 的纤维网,成纸时纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸,温度为 305 °C,压力为 6.3MPa,高温加压 90 秒。

9. 根据权利要求 8 所述方法制备的纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸,其中所得绝缘纸厚度为 0.39mm,克重为 194g/m<sup>2</sup>,击穿电压为 16KV,体积电阻率 10<sup>16</sup> Ω·cm,介电强度为 21Kv/mm,介电常数为 3.8。

10. 根据权利要求 8 所述方法制备的纯 PPS 纤维高等级电绝缘纸,其中所得绝缘纸厚度为 0.34mm,克重为 108g/m<sup>2</sup>,击穿电压为 15KV,体积电阻率 10<sup>16</sup>Ω·cm,介电强度为 19Kv/mm,介电常数为 3.6。

## 一种纯聚苯硫醚纤维高等级电绝缘纸及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电绝缘纸及其制备方法,属于合成纤维纸的造纸技术领域。

### 背景技术

[0002] 作为电气设备的绝缘材料,绝缘纸已有悠久的历史,其在电机、变压器、电缆、电容器等电工设备中有着非常重要的作用及广泛的用途,绝缘纸的性能也直接影响着电气、电工设备的运行可靠性和使用寿命的长久性。特别是近年来随着我国电力、电气等行业的飞速发展,对绝缘纸的等级要求越来越高,不仅耐温性要求大幅提高,在纸张的机械性能方面的要求也表现的尤为突出。另外,随着全球近年来对环境保护的重视,工业生产也在积极响应,逐步优化生产,减少或避免环境污染,造纸行业也不例外,新的造纸技术也逐步得到了创新和改善。

[0003] 在1960年,美国杜邦公司就已研制生产出H级芳纶纤维纸,并注册商标名为Nomex纸,这种绝缘纸以聚间苯二甲酰苯二胺短纤维和浆粕为原料,采用湿法造纸技术制备,这种纸具有优异的耐高温性、良好的电气性能、体积小、重量轻。但是Nomex绝缘纸也存在耐光性较差,复合过程中纸面易产生分层、气泡的缺点,而且价格十分昂贵,大大限制了它在国内的使用。

[0004] 日本专利200780031924.6公布了一种耐热性无纺布,该耐热性无纺布的特征在于,由聚苯硫醚纤维构成,该聚苯硫醚纤维的30wt%以上的结晶度为25~50%,通过做成将聚苯硫醚长纤维构成的层、和由聚苯硫醚微细纤维构成的层进行层叠一体化而成的多层构造的纤维纸。该无纺布采用纺粘、熔喷方法复合制备,存在设备投资大、成本高的缺点;由于采用不同结晶度的纤维层叠而成,不仅对聚合物的纺丝工艺提出了更高的要求,而且结晶度不同,会引起纤维软化、熔融等热性能差异,在热粘结过程中可能会出现粘结力不足、层间剥离倾向、无法稳定生产等问题。

[0005] 美国专利4454189号公开了一种聚苯硫醚纸及其制备方法,该方法属于熔融纺丝造纸法,是将聚苯硫醚聚合物经喷丝孔挤出后,再经高速气流牵伸,最后经热轧加固制备聚苯硫醚纤维纸。该制备方法采用熔融挤出工艺,设备投资大,而且由于聚苯硫醚聚合物熔点高,熔融工艺难以控制,挤出的长丝性能不稳定。

[0006] 中国专利申请号200610143009.3号公布了一种高性能聚苯硫醚纸及其聚苯硫醚纤维纸的制造方法,该方法采用硫化钠与对二氯苯为原料生产聚苯硫醚树脂,采用熔融纺丝方法制成原丝,原丝经热牵伸定型、卷曲、短切得2~10毫米的短纤维,再将短纤维与无机填料和其它增强纤维一起进行湿法造纸制得聚苯硫醚纤维纸和复合纸。该方法包括热牵伸定型、卷曲、短切等加工工艺,生产工序较多,能耗高,污染大,且制成的绝缘纸纸质不均。

[0007] 中国专利申请号201010267320.5公布了一种采用100%聚苯硫醚纤维为原料,经2-3道开松、高速梳理,纵横向90度交叉铺网后,再经热轧工艺制得纯聚苯硫醚纤维绝缘纸。该专利方法中包括开松、梳理、交叉铺网等工序,工艺流程复杂,设备多,能耗较大,生产效率低,且制成纸张的强度较低。

[0008] 中国专利申请号 201010148146.2 公布了一种在粉云母纸层间添加散状纤维的生产方法,该方法将云母碎和散状纤维分别制浆,分别经网笼吸附,再经毛布交叉吸附,每两层云母碎间添加一层散状纤维、真空脱水、烘干、收卷制成。这种方法生产工序较多,能耗大,且制成的绝缘纸厚度厚,强度较低。

### 发明内容

[0009] 本发明的一个目的就是克服现有技术的不足,提供了一种纯聚苯硫醚(PPS)纤维高等级绝缘纸的制备方法,该制备方法利用 PPS 自身的热熔自粘性,采用纺丝成网直接造纸方法制纸,省去诸多中间环节。该方法不含湿法造纸中的制浆工序,无需借助粘合剂进行粘合,具有设备结构简单、工艺流程简短的特点。

[0010] 本发明的另一目的是提供一种纯聚苯硫醚纤维高等级电绝缘纸。

[0011] 本发明的这些目的将通过在下面的详细描述来进一步体现和说明。

[0012] 本发明设计的技术方案是,提供一种纯 PPS 纤维高等级绝缘纸及其制备方法,以 PPS 树脂为原料,采用熔融纺丝与高温高压气流喷吹成网相结合的方法,将 PPS 树脂经螺杆挤出机高温熔融通过喷丝组件挤出,采用高温高压气流对挤出的高温熔体细流喷吹制备超细 PPS 纤维,超细 PPS 纤维经负压冷空气冷却后凝集成网,纤网在经历高温加压处理一段时间后最终形成纯 PPS 高等级绝缘纸。

[0013] 在本发明制备方法中,所采用的 PPS 聚合物的熔融指数为 150 ~ 380g/10min,PPS 聚合物熔体挤出量 0.2 ~ 0.9g/(min·孔),纺丝采用喷丝孔孔径为 0.18 ~ 0.6mm、长径比为 2-5、孔数为 500 ~ 12000 孔,具体为 500 ~ 3000 孔的喷丝板,采用高温高压气流喷吹,其中高压空气为 0.5 ~ 2.5MPa,温度为 260 ~ 350° C,最终纺制纤度为 0.01 ~ 0.5dtex 的 PPS 超细纤维。

[0014] 本发明制备方法中,为确保成网的均匀性及合适厚度,采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 20 ~ 50cm,负压成网帘运动速度为 5 ~ 110m/min 进行成网,纤网定量为 30 ~ 400g/m<sup>2</sup>。

[0015] 本发明制备方法中,成网后的纤维网进行后道加固成纸工序,本发明利用 PPS 自身的热熔自粘性,采用高温高压加固对纤维网进行加固制纸,压力为 0.5 ~ 20MPa,温度为 285 ~ 340°C,且高温加压 1 ~ 120 秒、具体为 30-120 秒,制备出性能优良的 PPS 纤维高等级绝缘纸。

[0016] 本发明工艺流程简洁,工艺的可控制性及稳定性高,制备所需设备在市场上可定制购买,易于实现工业化。本发明在实施过程中无化学助剂、粘合剂等加入,也无需进行制浆、抄纸过程,大大降低了能耗,节约资源,对环境无污染,符合现代工业生产要求与趋势。

[0017] 采用本发明可将 PPS 树脂经纺丝后直接制备纯 PPS 高等级绝缘纸,该绝缘纸厚度为 0.03 ~ 0.95mm,克重为 30 ~ 390g/m<sup>2</sup>,介电强度为 15 ~ 24Kv/mm,本发明 PPS 绝缘纸与现有高等级绝缘纸的性能对比见表 1。

[0018] 表 1:本发明产品与 Nomex 型绝缘纸的性能对比

[0019]

指标	本发明产品	Nomex 型绝缘纸

克重 $\text{g}/\text{m}^2$	30 ~ 390	40 ~ 113
厚度 /mm	0.03 ~ 0.95	0.05 ~ 0.76
耐温范围 / $^{\circ}\text{C}$	>180	>180
击穿电压 /KV	12 ~ 20	15 ~ 25
体积电阻率 / $\Omega \cdot \text{cm}$	$10^{16}$	$10^{16}$
抗张强度 / $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$	$\geq 22$	$\geq 18$
介电常数	1.6 ~ 6	1.5 ~ 2.5

[0020] 本发明的有益效果主要体现在：

[0021] 与已有的发明和现有技术相比，本发明具有工艺流程短，生产过程无污染物产生。本发明无需经过制浆工序，无粘合剂、化学助剂，达到无污染物排放，环保节能；具有减少工艺流程、设备，节约占地和厂房、降低能耗，实现无污染高效率的 PPS 纤维绝缘纸的生产的优点；同时，采用本发明的方法所制备的绝缘纸的纤维网均匀度好，产品致密度高、无针眼，保证本发明方法生产的 PPS 纤维绝缘纸均匀性及综合性能更优异。

[0022] 本发明利用高性能 PPS 纤维优良的热稳定性、机械性能、耐化学腐蚀性、阻燃性（其制品在无添加阻燃剂时其阻燃性就可达到 UL-94V-0 的标准）、绝缘性（在高温高湿变频等条件下仍能保持良好的绝缘性）及热熔自粘性，采用熔融纺丝与高温高压气流喷吹成网相结合的方法制备纯 PPS 纤维高等级绝缘纸，极大程度地缩短了生产工艺流程，避免了污染物的排放问题，降低能耗。同时，本发明产品具有良好的绝缘性、耐温等级高、良好的阻燃性和化学性能及机械性能。

[0023] 在本发明中，若非特指，所有的设备和原材料等均可从市场购得或是本行业常用的。

[0024] 以下结合实施例详述本发明，但实施例仅用于说明并不能限制本发明的范围。

### 具体实施方式

[0025] 下面给出本发明的具体实施例。这些具体实施例仅用于进一步叙述本发明，并不限制本发明申请的权利要求保护范围。

[0026] 实施例 1：

[0027] （1）选用 500 孔的喷丝板，喷丝孔孔径为 0.18mm，高温高压气流压力为 0.5MPa，温度为 265 $^{\circ}\text{C}$ ，纺成聚苯硫醚纤维度为 0.01dtex。

[0028] （2）成网：采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 20cm，凝网帘速度为 5m/min，铺制成 42 $\text{g}/\text{m}^2$  的纤维网。

[0029] （3）成纸：纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸，温度为 285 $^{\circ}\text{C}$ ，压力为 0.5MPa，高温加压 30s。

[0030] 经例 1 实施所得绝缘纸厚度为 0.03mm，克重为 41 $\text{g}/\text{m}^2$ ，击穿电压为 12KV，体积电阻率  $10^{16}\Omega \cdot \text{cm}$ ，介电强度为 15KV/mm，介电常数为 1.6。

[0031] 实施例 2：

[0032] (1) 选用 600 孔的喷丝板，喷丝孔孔径为 0.18mm，高温高压气流压力为 0.9MPa，温度为 265° C，纺成聚苯硫醚纤度为 0.03dtex。

[0033] (2) 成网：采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 23cm，凝网帘速度为 75m/min，铺制成 51g/m<sup>2</sup> 的纤维网。

[0034] (3) 成纸：纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸，温度为 295 ° C，压力为 0.8MPa，高温加压 30 秒。

[0035] 经例 2 实施所得绝缘纸厚度为 0.23mm，克重为 49g/m<sup>2</sup>，击穿电压为 13KV，体积电阻率 10<sup>16</sup>Ω · cm，介电强度为 15Kv/mm，介电常数为 1.8。

[0036] 实施例 3：

[0037] (1) 选用 1200 孔的喷丝板，喷丝孔孔径为 0.22mm，高温高压气流压力为 1.8MPa，温度为 275° C，纺成聚苯硫醚纤度为 0.07dtex。

[0038] (2) 成网：采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 30cm，凝网帘速度为 80m/min，铺制成 113g/m<sup>2</sup> 的纤维网。

[0039] (3) 成纸：纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸，温度为 305 ° C，压力为 6.3MPa，高温加压 90 秒。

[0040] 经例 2 实施所得绝缘纸厚度为 0.34 mm，克重为 108 g/m<sup>2</sup>，击穿电压为 15KV，体积电阻率 10<sup>16</sup>Ω · cm，介电强度为 19Kv/mm，介电常数为 3.6。

[0041] 实施例 4：

[0042] (1) 选用 2000 孔的喷丝板，喷丝孔孔径为 0.28mm，高温高压气流压力为 2.0MPa，温度为 295° C，纺成聚苯硫醚纤度为 0.36dtex。

[0043] (2) 成网：采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 39cm，凝网帘速度为 93m/min，铺制成 210g/m<sup>2</sup> 的纤维网。

[0044] (3) 成纸：纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸，温度为 315 ° C，压力为 10MPa，高温加压 105 秒。

[0045] 经例 4 实施所得绝缘纸厚度为 0.39mm，克重为 194g/m<sup>2</sup>，击穿电压为 16KV，体积电阻率 10<sup>16</sup>Ω · cm，介电强度为 21Kv/mm，介电常数为 3.8。

[0046] 实施例 5：

[0047] (1) 选用 12000 孔的喷丝板，喷丝孔孔径为 0.6 mm，高温高压气流压力为 2.5MPa，温度为 350° C，纺成聚苯硫醚纤度为 0.5dtex。

[0048] (2) 成网：采用喷丝挤出模头与负压成网帘间距为 50cm，凝网帘速度为 110m/min，铺制成 390g/m<sup>2</sup> 的纤维网。

[0049] (3) 成纸：纤维网采用高温高压处理一段时间加固成纸，温度为 340 ° C，压力为 18MPa，高温加压 110 秒。

[0050] 经例 5 实施所得绝缘纸厚度为 0.93mm，克重为 387g/m<sup>2</sup>，击穿电压为 20KV，体积电阻率 10<sup>16</sup>Ω · cm，介电强度为 24Kv/mm，介电常数为 5.8。