



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113550135 A

(43) 申请公布日 2021.10.26

(21) 申请号 202110784983.2

D06L 4/12 (2017.01)

(22) 申请日 2021.07.12

D04H 1/425 (2012.01)

(71) 申请人 武汉纺织大学

D06B 13/00 (2006.01)

地址 430200 湖北省武汉市江夏区阳光大道1号

(72) 发明人 张如全 孙婷 唐子杰 涂虎
曾贝妮

(74) 专利代理机构 武汉惠创知识产权代理事务所(普通合伙) 42243

代理人 童思明

(51) Int. Cl.

D06L 4/00 (2017.01)

D06L 4/40 (2017.01)

D06L 4/75 (2017.01)

D06L 4/13 (2017.01)

权利要求书2页 说明书6页

(54) 发明名称

一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,属于漂白技术领域。该方法包括:方法包括:(1)酶超声复合冷堆:将棉网或无纺布于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为40-100KHz,时间为30-90分钟;(2)化学冷堆:将经步骤(1)处理后的棉网或无纺布于化学冷堆液进行二次冷堆,二次冷堆的温度10-40℃,时间10-30分钟;(3)后处理:将步骤(2)处理后的棉网经水洗后用于制备无纺布或处理后的无纺布经水洗、烘干后得到产品;酶冷堆液包括复合生物酶剂和第一表面活性剂;化学冷堆液包括双氧水和氢氧化钠。本专利的工艺冷堆时间短、生产效率高、化学试剂使用量少,节能减排绿色环保。

1. 一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述方法包括:

(1) 酶超声复合冷堆:将棉网或无纺布于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为40-100KHz,时间为30-90分钟;

(2) 化学冷堆:将经步骤(1)处理后的棉网或无纺布于化学冷堆液进行二次冷堆,二次冷堆的温度10-40℃,时间1-2小时;

(3) 后处理:将步骤(2)处理后的棉网经水洗后用于制备无纺布或将步骤(2)处理后的无纺布经水洗与烘干后得到产品;

所述酶冷堆液包括复合生物酶剂和第一表面活性剂,所述复合生物酶剂的浓度为3-6g/L,所述第一表面活性剂的浓度为0.5-2.0g/L,所述复合生物酶剂包括果胶酶、纤维素酶、蛋白质酶和脂肪酶;所述化学冷堆液包括双氧水和氢氧化钠,所述双氧水的浓度为6-10g/L,所述氢氧化钠的浓度为3.0-5.5g/L。

2. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述化学冷堆液还包括整理剂,所述整理剂的浓度为0.5-2.0g/L,所述整理剂选自柔软剂、抗菌剂和抗静电剂中的一种或多种。

3. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述化学冷堆液还包括助剂,所述助剂的浓度为0.5-2.0g/L,所述助剂选自双氧水稳定剂和第二表面活性剂中的一种或两种。

4. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述化学冷堆液还包括低温精炼剂,所述低温精炼剂的浓度为1.0-3.5g/L,所述低温精炼剂选自TAED、NOBS或TBCC。

5. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、第二表面活性剂和低温精炼剂,所述双氧水的浓度为6-10g/L,所述氢氧化钠的浓度为3.0-5.5g/L,所述第二表面活性剂的浓度为0.5-3.0g/L,所述低温精炼剂的浓度为1.0-3.5g/L。

6. 根据权利要求3或5所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述第一表面活性剂和第二表面活性剂选自脂肪醇聚氧乙烯醚、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐、仲烷基磺酸盐或异构醇醚磷酸酯。

7. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述果胶酶、纤维素酶、蛋白质酶和脂肪酶的质量比为1.5-2.0:2.0-4.0:1.2-1.8:1。

8. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,在步骤(1)和步骤(2)中,浴比为1:4-10。

9. 根据权利要求1所述的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,所述方法包括:

(1) 酶超声复合冷堆:将棉网于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为40-100KHz,时间为30-90分钟,浴比为1:4-10;

(2) 化学冷堆:将经步骤(1)处理后的棉网于化学冷堆液进行二次冷堆,二次冷堆的温度10-40℃,时间1-2小时,浴比为1:4-10;

(3) 后处理:将步骤(2)处理后的棉网经水洗后用于制备无纺布;

所述酶冷堆液包括复合生物酶剂和第一表面活性剂,所述复合生物酶剂的浓度为3-

6g/L,所述第一表面活性剂的浓度为0.5-2.0g/L,所述复合生物酶剂由果胶酶、纤维素酶、蛋白质酶和脂肪酶按质量比1.5-2.0:2.0-4.0:1.2-1.8:1构成;所述化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、第二表面活性剂和低温精炼剂,所述双氧水的浓度为6-10g/L,所述氢氧化钠的浓度为3.0-5.5g/L,所述第二表面活性剂的浓度为0.5-3.0g/L,所述低温精炼剂的浓度为1.0-3.5g/L。

10.根据权利要求所述9的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,其特征在于,

在步骤(1)中,超声波的频率为60KHz,时间为60分钟,所述酶冷堆液包括复合生物酶剂和脂肪醇聚氧乙烯醚,所述复合生物酶剂的浓度为4g/L,所述脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为1g/L;

在步骤(2)中,室温下冷堆时间1-2小时,所述化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、脂肪醇聚氧乙烯醚和TAED,所述双氧水的浓度为6g/L,所述氢氧化钠的浓度为4g/L,所述脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为2g/L,所述低温精炼剂的浓度为2g/L。

一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法

技术领域

[0001] 本发明属于漂白技术领域,特别涉及一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法。

背景技术

[0002] 冷堆工艺主要应用于纺织品的处理,对非织造材料的处理应用少。非织造材料中纤维暴露面积更大,与冷堆试剂可及度高,冷堆工艺更适合非织造材料。采用冷堆技术对棉进行脱脂漂白以达到节能减排的目的,进一步降低整个全棉水刺生产线的能耗。故冷堆技术非常适用于水刺工艺。如申请号为CN201710618198.3的专利公开了一种原棉冷堆脱脂的水刺无纺布生产工艺,采用先漂后刺,碱氧浓度高,冷堆时间长(16-22小时)。如申请号为CN201710046631.0的专利公开了一种冷堆法纯棉水刺无纺布的生产工艺,采用先刺后漂,脱脂温度达105-135摄氏度,能耗高。CN 108797091A公开了一种新型的棉织物冷堆前处理工艺,使用稳定剂和螯合剂有效稳定控制双氧水的分解。但该方法针对棉织物同样存在化学试剂使用量多,冷堆时间长的缺点。

[0003] 另外,现有技术中酶处理配合化学试剂进行脱漂处理的方法,如申请号为CN201010566451.3的专利公开了一种生物酶法对织物前处理的工艺,该工艺采用二浸轧一冷堆一汽蒸两高温水洗,步骤繁琐。冷堆需进行18h,汽蒸需0.8-1.2h,存在时间长与温度高等问题。如申请号为CN201710519377.1的专利公开了一种坯布生物酶前处理工艺,经过复合酶液的配制、浸轧、冷堆、氧漂、气蒸和水洗烘干步骤,完成坯布的生物酶前处理工艺;存在浴比高,冷堆时间长,需要氧漂与气蒸,冷堆后需要水洗烘干。如申请号为CN201610450485.3的专利公开了一种纺织品生物酶前处理方法,所述方法冷堆6-12h或高温气蒸0.5-1h,氧漂在100℃饱和蒸汽下蒸10-30min。综上,不管采用化学冷堆,还是采用酶冷堆+化学冷堆,均存在常温冷堆时间长,或需要通过高温来降低冷堆时间。

[0004] 目前超声波技术主要应用在棉前处理上都是通过高温碱氧煮练的方式来达到脱漂的效果。然而高温煮练会消耗的大量的能量,而冷堆技术作为节能环保的工艺,可与超声波结合来达到棉脱脂漂白的效果。如CN112239926A公布了一种冷堆超声波染色机及染色方法,效果好效率高,节约生产成本。因此说明冷堆与超声波结合具有一定优势,但是缩短冷堆时间任然会导致冷堆效果不好。

发明内容

[0005] 为了解决前述问题,本发明提供了一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,发明人出乎意料地发现,超声波配合酶具有非常好的效果。超声波配合酶冷堆可有效降低冷堆时间,冷堆时间可降至3小时以内。所述技术方案如下:

本发明实施例提供了一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,该方法包括:

(1) 酶超声复合冷堆:将棉网或无纺布于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为40-100KHz,时间为30-90分钟。

[0006] (2) 化学冷堆:将经步骤(1)处理后的棉网或无纺布于化学冷堆液进行二次冷堆,

二次冷堆的温度10-40℃,时间1-2小时。

[0007] (3) 后处理:将步骤(2)处理后的棉网经水洗后用于制备无纺布或将步骤(2)处理后的无纺布经水洗、烘干后得到产品。

[0008] 其中,酶冷堆液包括复合生物酶剂和第一表面活性剂等,复合生物酶剂的浓度为3-6g/L,第一表面活性剂的浓度为0.5-2.0g/L。其中,复合生物酶剂包括果胶酶、纤维素酶、蛋白质酶和脂肪酶等。

[0009] 其中,本实施例利用酶的专一性和多效协同性清除原棉中的部分杂质。首先纤维素酶、果胶酶和脂肪酶可以作用于棉纤维最外层结构-角质层的纤维素、果胶和蜡质。纤维素酶将角质层纤维素分解成纤维二糖和葡萄糖;碱性果胶酶可催化聚半乳糖醛酸的 α -1,4糖苷键裂解,可水解果胶物质;脂肪酶可催化水解甘油三酯生成亲水性的脂肪酸,达到去除蜡质的效果。蛋白质酶主要作用于中腔内的蛋白质。步骤(1)中的生物酶主要是作用在棉纤维表面缝隙与孔洞,达到去除角质层杂质的效果。

[0010] 其中,化学冷堆液包括双氧水和氢氧化钠等,双氧水的浓度为6-10g/L,氢氧化钠的浓度为3.0-5.5g/L。在本发明中的化学冷堆剂中,双氧水和氢氧化钠的浓度较低,pH值为弱碱性,降低了成本和处理难度。

[0011] 优选地,本发明实施例中的化学冷堆液还包括整理剂,整理剂的浓度为0.5-2.0g/L,整理剂选自柔软剂、抗菌剂和抗静电剂中的一种或多种。适当的加入整理剂,减少了后整理的工序,赋予产品一定特性。抗菌剂具体可以为SCJ-2000。

[0012] 优选地,本发明实施例中的化学冷堆液还包括助剂,助剂的浓度为0.5-2.0g/L,助剂选自双氧水稳定剂和第二表面活性剂等中的一种或两种,可提升效果。

[0013] 优选地,本发明实施例中的化学冷堆液还包括低温精炼剂,低温精炼剂的浓度为1.0-3.5g/L,低温精炼剂选自TAED、NOBS或TBCC等,优选为TAED。低温精炼剂具有渗透、乳化、分散等作用,可以使脱脂漂白处理更快速、更充分。

[0014] 优选地,本发明实施例中的化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、第二表面活性剂和低温精炼剂,双氧水的浓度为6-10g/L,氢氧化钠的浓度为3.0-5.5g/L,第二表面活性剂的浓度为0.5-3.0g/L,低温精炼剂的浓度为1.0-3.5g/L。

[0015] 其中,本发明实施例中的第一表面活性剂和第二表面活性剂选自脂肪醇聚氧乙烯醚(平平加系列)、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐(AES)、仲烷基磺酸盐(SAS)或异构醇醚磷酸酯(OEP)等,优选均为脂肪醇聚氧乙烯醚。第一表面活性剂和第二表面活性剂的加入可提升效果。

[0016] 进一步地,在步骤(1)和步骤(2)中,浴比为1:4-10。

[0017] 优选地,本发明提供的减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法包括:

(1) 酶超声复合冷堆:将棉网于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为40-100KHz,时间为30-90分钟,浴比为1:4-10。其中,酶冷堆液包括复合生物酶剂和第一表面活性剂,复合生物酶剂的浓度为3-6g/L,第一表面活性剂的浓度为0.5-2.0g/L,复合生物酶剂由果胶酶、纤维素酶、蛋白质酶和脂肪酶按质量比1.5-2.0:2.0-4.0:1.2-1.8:1构成。

[0018] (2) 化学冷堆:将经步骤(1)处理后的棉网于化学冷堆液进行二次冷堆,二次冷堆的温度10-40℃,时间1-2小时,浴比为1:4-10。其中,化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、第

二表面活性剂和低温精炼剂,双氧水的浓度为6-10g/L,氢氧化钠的浓度为3.0-5.5g/L,第二表面活性剂的浓度为0.5-3.0g/L,低温精炼剂的浓度为1.0-3.5g/L。

[0019] (3) 后处理:将步骤(2)处理后的棉网经水洗后用于制备无纺布。

[0020] 更优选地,在步骤(1)中,超声波的频率为60KHz,时间为60分钟,酶冷堆液包括复合生物酶剂和脂肪醇聚氧乙烯醚,复合生物酶剂的浓度为4g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为1g/L;在步骤(2)中,室温下冷堆时间1-2小时,化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、脂肪醇聚氧乙烯醚和TAED,双氧水的浓度为6g/L,氢氧化钠的浓度为4g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为2g/L,低温精炼剂的浓度为2g/L。

[0021] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

(1) 从冷堆剂上看,现有技术中,双氧水浓度的一般为28-30g/L,氢氧化钠的浓度一般为15-20g/L,pH值为12左右;而本专利中,双氧水的浓度可以降低至8g/L以下,氢氧化钠的浓度可以降低至4g/L以下,pH值接近中性。

[0022] (2) 从冷堆时间上看,现有技术需要16-18h,本专利两次冷堆的总时间可降低至3小时以内。

[0023] (3) 超声波不仅不会使酶失活,反而会加速酶分子通过液/固界面的液体边界层向纤维表面扩散的速度,加快了酶反应的总速率;具体地,当超声波作用于棉纤维时,必然在其原始表面皱纹及内部中腔处产生应力及应变能的集中,超声波所传递的一部分能量转化为裂缝扩展新表面所需的能量,引起皱纹的深入和扩展,使棉纤维被“蚀刻”,大大增加了可吸附前处理试剂的纤维比表面积且超声波对冷堆液具有解聚分散、脱气、扩散、乳化、洗涤等作用,有利于冷堆液对棉纤维的作用。同时超声波会促进色素的分解,进一步降低漂白温度,缩短加工时间。此外,空化气泡坍塌产生的强大冲击波有利于去除蜡、果胶和蛋白质等其他杂质,对织物的损伤较小。空化的特征是微小气泡的开始、增长和内爆坍塌。在内爆坍塌过程中,一股高速液体射流从坍塌的气泡中喷出,塌陷发生在棉纤维表面附近,液体射流产生湍流和混合作用,破坏纤维和漂白溶液之间的相邻边界层,并去除棉纤维表面上的疏水杂质。结果,漂白组分向纤维表面的移动,并使得通过棉纤维孔的扩散性大大加快。无纺布未水刺前暴露的纤维更多,结构更加立体,便于超声波作用和酶附着。

[0024] (4) 从冷堆剂的用量来说,本专利的浴比为1:6,冷堆剂的用量较常规技术小(常规技术可达1比30)得多,可降低废水处理的压力,降低冷堆设备的体积。

[0025] (5) 从冷堆效果来说,单独酶进行冷堆白度只有66左右,单独化学冷堆白度在73左右,采用本发明提供的方法白度可达75以上,失重率可达7%以上。

[0026] (6) 各步骤均在常温下进行,节约能源。

[0027] (7) 采用本方法得到的产品pH接近中性,基本无残余表面活性剂。

[0028] 总之,本专利的工艺具有冷堆时间短、化学试剂使用量少和排放少等优点。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面对本发明作进一步地详细描述。

[0030] 实施例1

实施例1提供了一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,该方法包括:

(1) 酶超声复合冷堆:将棉网于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为60KHz,时间为60分钟,浴比为1:6。其中,酶冷堆液包括复合生物酶剂和脂肪醇聚氧乙烯醚,复合生物酶剂的浓度为5g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为2g/L。

[0031] (2) 化学冷堆:将经步骤(1)处理后的棉网于化学冷堆液进行二次冷堆,二次冷堆的温度为室温,时间1小时,浴比为1:6;化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、脂肪醇聚氧乙烯醚和TAED,双氧水的浓度为6g/L,氢氧化钠的浓度为4g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为2g/L,TAED的浓度为2g/L。

[0032] (3) 后处理:将步骤(2)处理后的棉网经水洗后用于制备无纺布。

[0033] 实施例2

实施例2与实施例1的过程基本相同,不同之处在于:在步骤(1)中,超声波的频率为80 KHz,复合生物酶剂的浓度为6g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为1g/L;在步骤(1)中,化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠和脂肪醇聚氧乙烯醚,双氧水的浓度为6g/L,氢氧化钠的浓度为6g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为2g/L。

[0034] 经测试,产品的白度75.3,失重率7.17%,吸水量为10.07g。

[0035] 实施例3

实施例3提供了一种减少纯棉水刺无纺布冷堆时间的方法,该方法包括:

(1) 酶超声复合冷堆:将无纺布于酶冷堆液中通过超声波进行处理,超声波处理的条件为:超声波的频率为40KHz,时间为75分钟,浴比为1:10。其中,酶冷堆液包括复合生物酶剂和脂肪醇聚氧乙烯醚,复合生物酶剂的浓度为5g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为1.5g/L。

[0036] (2) 化学冷堆:将经步骤(1)处理后的无纺布于化学冷堆液进行二次冷堆,二次冷堆的温度为室温,时间1.5小时,浴比为1:5;化学冷堆液包括双氧水、氢氧化钠、脂肪醇聚氧乙烯醚、TAED和柔软剂,双氧水的浓度为8g/L,氢氧化钠的浓度为4g/L,脂肪醇聚氧乙烯醚的浓度为1g/L,TAED的浓度为1g/L,柔软剂的浓度为1g/L。

[0037] (3) 后处理:将步骤(2)处理后的无纺布经水洗和烘干后用于制备无纺布。

[0038] 经测试,产品的白度75.4,失重率7.21%,吸水量为10.15g。

[0039] 实施例4

实施例4与实施例3的过程基本相同,不同之处在于:本实施例中,在步骤(2)中,柔软剂替换为抗菌剂,用量为0.50g/L。

[0040] 验证例

下面对本方法进行验证,试验过程如下:

其中,本实施例中的白度、吸水量、残余pH值和泡沫高度等的测试方法如下所示:

1 白度:采用 WSD- II d/o白度计,参照 GB /T 8425—1987《纺织品白度的仪器评定方法》,将试样叠成2层,在织物的不同部位测定 4 次,取平均值。其中标准白度板的标称值为71.3。

[0041] 2吸水量:水刺全棉非织造材料的吸水量测试参照GB /T 24218.6—2010《纺织品非织造布试验方法第6部分:吸收性的测定》,取尺寸为 100 mm × 100 mm 的试样称量,放入水中 60 s 后取出试样,垂直悬挂试样 120s 后再称量,计算得到吸水量。

[0042] 3泡沫高度:将15g试样浸泡于150mL去离子水中,浸泡2h后,将10mL该萃取液置入

25mL带塞量筒中,上下剧烈摇晃20次并静置3min,测量量筒内的泡沫高度。

[0043] 4残余pH值的测试方法:用pH计进行测定。将15g试样浸泡于150mL去离子水中,浸泡4h后,测量该萃取液的 pH。

[0044] 棉网的白度为65,无纺布的克重为40g/m²,材质为纯棉。按表1的方式对本方法进行验证:

表1

	NaOH(g/L)	H ₂ O ₂ (g/L)	TAED(g/L)	表面活性剂(g/L)	复合酶(g/L)	处理时间(h)
试验组1	4	6	2	2	5	1+1
对照组1				2	5	8
对照组2				2	5	1+2
对照组3	4	6	2	2	5	8
对照组4	4	6	2	2	5	1+1
对照组5	4	6	2	2	5	1+1
对照组6	4	6	2	2	5	1+1+1
对照组7	20	12	2	2		16

表1中,实验组1与实施例1一致;对照组1为仅用酶冷堆液进行处理,处理时间为8h;对照组2为仅采用步骤(1)进行处理,超声处理1h,超声处理后继续冷堆1h;对照组3为仅采用步骤(2)进行处理,时间为8h;对照组4为步骤(1)不进行超声处理,在步骤(2)中进行超声处理;对照组5与试验组1一致,但是无超声处理;对照组6为步骤(1)不进行超声处理,在步骤(1)前于清水中进行超声处理,时间1h;对照组7,采用常规化学冷堆,NaOH 20g/L, H₂O₂12g/L,TAED2g/L,表面活性剂2g/L,温度40℃,时间16小时。

[0045] 其结果如表2所示:

表2

	失重率(%)	吸水量(g)	白度	残余泡沫高度(mm)	残余pH
试验组1	7.43	10.27	76.55	0.5	7.2
对照组1	1.43	8.13	66.68	1.0	
对照组2	5.25	8.15	65.35	0.4	
对照组3	4.78	10.59	72.77	1.8	
对照组4	6.15	10.31	73.31	1.2	
对照组5	3.63	8.73	73.28	0.6	
对照组6	3.64	8.81	73.35	1.2	
对照组7	6.84	10.33	78.01	6.1	9.2

从对照组1来说,仅酶处理,失重率和白度均无改善,吸水量改善较明显;从对照组1和对照组2来看,增加超声后,短时间内,失重率就有明显改善,在只有对照组1八分之一的时间内,白度和吸水量就能与对照组差不多,则可以看出,酶配合超声的效果显著;从对照组3来看,采用长时间化学冷堆,除了吸水量与试验组1差不多,吸水量和白度均明显不如本发明的方法;从对照组4来看,直接对化学冷堆进行超声处理,试验结果与对照组3差不多;从对照组5可以看出,不经超声处理,各指标均没有本发明的方法好。从对照组6可以看出,超声单独使用,失重率、吸水量和白度均明显不如本发明的方法。从对照组7可以看出,本专利的方法与常规化学冷堆方法的效果差不多,但是处理时间短得多。从残余泡沫高度和残

余来看,采用本方法得到的产品pH接近中性,基本无残余表面活性剂。

[0046] 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。