(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104470994 A
(43)申请公布日 2015.03.25

(21)申请号 201380038528.1
(22)申请日 2013.05.14
(30)优先权数据
61/648,143 2012.05.17 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.01.19
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CA2013/000478 2013.05.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/170358 EN 2013.11.21
(71)申请人 W-Y·王
地址 加拿大安大略省
(72)发明人 W-Y·王
(74)专利代理机构 上海申新律师事务所 31272
代理人 董科
(51)Int.Cl.
C09C 1/48(2006.01)
B29B 17/00(2006.01)
C01B 31/02(2006.01)
C08C 19/08(2006.01)
C08J 11/10(2006.01)

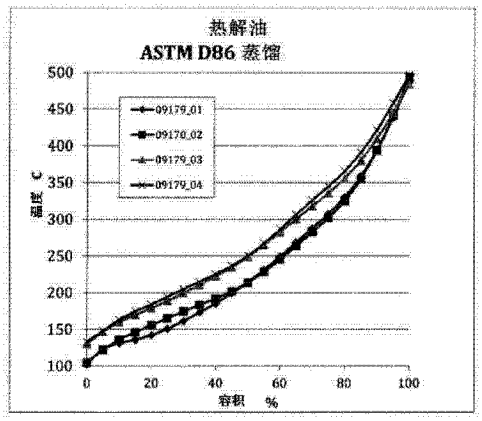
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

炭黑生产中的热解油

(57)摘要

一个综合废旧轮胎高温分解工厂可以用来加工废旧轮胎。重新得到的炭黑可以用于橡胶和塑料工业。高温分解过程得到的油和气可以进一步用于生产纯净炭黑。天然橡胶是生产轮胎的持续的原料，以使生产纯净炭黑可部分持续不断。可以通过限制炭黑和尾气在离开反应室之前的出口温度生产得到一低 PAH 炭黑。



CN 104470994 A

1. 一种用于生成纯净炭黑的方法，包含：加工从一高温分解过程中生成的热解油，以生产纯净炭黑。

2. 如权利要求 1 中的所述的方法，其特征在于，所述高温分解过程是一轮胎高温分解过程。

3. 如权利要求 1 和 2 的所述的方法，其特征在于，所述热解油是用来加工生产不同级别的炭黑。

4. 如权利要求 1 至 3 中所述的任意一项方法，进一步包括从轮胎高温分解过程生产热解气，和利用热解气作为燃料 / 原料生产纯净炭黑。

5. 如权利要求 1 至 4 中所述的任意一项方法，进一步包括生产热解炭黑。

6. 如权利要求 1-5 中所述的任意一项方法，用热解气体作为能源来生产热解炭黑和纯净炭黑。

7. 如权利要求 1-6 中所述的任意一项方法，包括在 600-800 摄氏度之间操作纯净炭黑进行尾气分离。

8. 如权利要求 1-6 中所述的任意一项方法，包括在最低 600 摄氏度下操作纯净炭黑进行尾气分离。

炭黑生产中的热解油

技术领域

[0001] 本专利申请涉及炭黑领域，具体地，涉及目前纯净炭黑生产中回收热解油的使用。

背景技术

[0002] 炭黑被用作高分子聚合物的填料，颜料和/或增强材料，例如在橡胶和塑料母粒中。制造商需要质量稳定和具一致性的炭黑。根据2011年9月的MaRS Market Intelligence调查报告，全球炭黑的消费在当时是每年900万吨，预测到2015将达到1300万吨。在接下来的五年，全球的平均增长有可能会超过4%。90%的炭黑被用于轮胎和橡胶生产中。

[0003] 2011年6月由DATAMONITOR出版的有关全球轮胎和橡胶的报告显示，全球轮胎和橡胶市场在2010年增长了9.2%，达到1247亿美金的价值，其中的1110亿美金属于轮胎市场。在2015年，全球轮胎和橡胶市场对比2010年预计将有37.9%的增长，价值达到1719亿美金。

[0004] 由于不断累积的废旧轮胎已成为全球的主要环境危害，人们越来越关注回收废旧橡胶成分，包括轮胎橡胶的过程和方法。通过热解过程从回收橡胶中我们能得到热解油(pOIL)，热解炭黑(pCB)，非冷凝性气体和钢铁。

[0005] 废旧轮胎有两种来源：消费使用后的和工业生产后的废旧轮胎，后者指生产中的废料，不良品或副产品。废旧轮胎由高分聚合物组成，这些高分子聚合物（主要是天然橡胶和丁苯橡胶）通过在惰性环境中的热分解可产生热解油(pOIL)，热解炭黑(pCB)，非冷凝性气体和钢。胶乳制成的天然橡胶大多是聚合异戊二烯，所以热解油可被看作部分的可回收油。目前原料油和制造炭黑的燃料全都是基础的化石燃料。

[0006] 生产纯净炭黑的主要原料油是化石燃料。尽管在回收轮胎中通过压碎或热分解来回收利用炭黑有很多试验，但因质量问题这些试验都没被广泛利用。这些例子包括美国专利申请号为10768521的专利，美国专利号为7922830,6221329,5720232,6835861,6833485,5037628的专利，以及美国专利公开号为2008/0286192的专利，和专利公开号为WO 99/08849,WO 2006/119594的专利。

[0007] 尽管有以往商业化热解技术的努力，但它还没实现有效的经济价值。虽然在过去10年里很多热解项目被提出，授权或者建立，但没有一个可以实现商业成功。很多的这些技术没有真正的连续性，至少在某些方面或步骤，仅限于分批处理技术。因此，这些技术还没有足够的扩展性可达到有效的商业价值。其他技术要求过多的能量输入去生产质量过关并达到商品要求的再生材料，结果是它们并不经济可行。特别是与纯净材料相比，批量式轮胎热解的最终产品由于低质量只能有限地市场化。例如，热解油通常含有低挥发性和重芳烃含量的烃类混合。而且最终产品的一致性会因为分批热解技术在每次处理中有所不同。像这样所得到的热解油不能用于直接加热，或者作为在石油化工行业中的直接原材料。因此，大部分从现在热解过程中得到的热解油只被用作再循环油，或者用于燃料工业中的混合。

[0008] 多环芳烃（“PAHs”）是一大组至少有两个稠合芳环的有机化合物。多环芳烃有

萘，蒽，芘，苯并荧蒽，苯并芘等。很多多环芳烃是已知具有致癌性，致突变性和致畸性的。以下表 1 表示关键的 16 个多环芳烃和他们的沸点。

多环芳烃	沸点（摄氏度）
蒽	342
苊	96.2
苊烯	275
苯并 (a) 蒽	400
苯并 (a) 芘	360
苯并 (b) 荧蒽	无数据
苯并 (ghi) 苝	550
苯并 (k) 的荧蒽	480
屈	448
二苯并 (a,h) 蒽	524
荧蒽	375
氟	375
茚酚 (1,2,3-cd) 荧蒽	530
萘	218
菲	340
芘	404

[0009] 。

[0010] 表 1 多环芳烃及其沸点

多环芳烃是在热解过程中形成的。不出所料地，多环芳烃是在一系列有机材料，例如煤和原油，或者在橡胶等高分子聚合物的热解过程中形成的。所以纯净炭黑和再生的热解炭黑通常都有相对高含量的多环芳烃。鉴于多环芳烃对健康和环境的不良影响，公众和监管压力不断增加并致力于减少炭黑的多环芳烃含量，尤其是与食品接触的塑料材料和制品过程中必须使用的炭黑。

[0011] 但我们仍然需要一种能够稳定地在高分子聚合物等工业品中使用的热解炭黑，去全部或部分地替代如今被使用的纯净炭黑。此外，我们也需要一种只含有少量多环芳烃和能在工业品中稳定地混合的热解炭黑。

[0012] 背景信息的目的是提供申请者认为与本专利有可能相关的已知信息。前述的任何信息构成了针对本专利的先有技术这点是不必得到承认或不需要解释的。

发明内容

[0013] 本申请揭示了如何使用热解油 (pOIL) 作为原料生产纯净炭黑 (vCB)。热解油含高比例芳香族并有其特别的属性，这些都使它成为适合生产纯净炭黑的原料。

[0014] 此外，轮胎复合物是由具有以下比重的天然和合成橡胶组成的（根据橡胶生产协会的数据）：客车轮胎（天然橡胶：14％，合成橡胶：27％）和卡车轮胎（天然橡胶：27％和合成橡胶：14％），因此从轮胎复合物得来的热解油是一种从天然橡胶而来的部分可循环利用油。

[0015] 在另一方面，本申请公开了使用从轮胎得到的衍生热解油，生产低多环芳烃含量的炭黑。

[0016] 根据本申请的一个方面，一种源于热解油的纯净炭黑具有低挥发分，甲苯传输超过 90％ (ASTMD1618 美国材料协会)，而且这种纯净炭黑含小于约 10 微克的多环芳烃。

[0017] 从重量比来说，客车和轻型卡车的轮胎占了所有废旧轮胎的 84％。重型卡车和巴士的轮胎占废旧轮胎的 15％，而重型设备，越野车和飞机的轮胎占剩下的 1％。平均来说，新的客车轮胎重 25 磅报废时重 20 磅；新的卡车和巴士轮胎重 120 磅报废时重 100 磅。在一个实例中，高分子聚合物就是橡胶复合物，轮胎复合物由以下比重的天然和合成橡胶组成：客车轮胎（天然橡胶：合成橡胶为 14-27％），卡车轮胎（天然橡胶：合成橡胶为 27 ～ 14％）。在常温常压下，通过热解用这些橡胶生产烃类气体，这些可压缩气体再变成热解油。

[0018] 根据本申请的另一个方面，轮胎主要由包括天然橡胶 (NR) 和苯乙烯丁二烯橡胶 (SBR) 等聚合物构成，其中天然橡胶是一种可循环利用的原料。天然橡胶，也称为印度橡胶或者生橡胶，是一种来源于胶乳的弹性物质（弹性烃类聚合物），而胶乳是某些植物产生的乳状胶体。所以热解油是部分的可循环利用油。

[0019] 根据本申请的另一个方面，一间轮胎热解工厂可生产两种炭黑产品：从轮胎热解过程中得到的热解炭黑和用来生产低挥发分纯净炭黑的热解油。

[0020] 一间可生产所有再生材料（热解炭黑，热解油，从热解油得来的不凝性气体和钢铁）的综合性废旧轮胎厂，用热解油生产纯净炭黑可以帮助轮胎和炭黑制造商进一步成为绿色产品管家，降低轮胎，橡胶制品和炭黑制造行业的整体碳排放。

附图说明

[0021] 图 1 示出了热解轮胎油（热解油）的蒸馏曲线图；

图 2 示出了综合轮胎热解和炭黑制造的总体处理流程图。

具体实施例

[0022] 应当理解的是，前面的描述和下面的描述只有示例性和说明性，旨在对本申请提供进一步的解释。

[0023] 除非另有定义，所有本文使用的技术和科学术语具有在此技术领域被普遍理解的相同含义。

[0024] 本文所使用的单数形式“a”,“an”和“the”有复数含义,除非文中有另外的清楚说明。

[0025] 本文所使用的“包括”应被理解为随后的列举不是无穷的,并且可能或可能不包括另外合适的例子,例如一个或多个另外的特点,成分和/或原料就是合适的。

[0026] “炭黑”实际上是以胶体粒子形式存在的纯碳元素物质,通常产生于不完全燃烧或者可控情况下气态或液态烃类的热分解。

[0027] 本文的术语“纯净炭黑”,“炉法炭黑”和“vCB”都是指来源于化石燃料的炭黑。

[0028] “热解油”或者“pOIL”是源于热解过程的油。

[0029] “pCB”是源于轮胎热解过程的再生炭黑。

[0030] “pGAS”是从热解过程得到的气体。

[0031] 术语“工业炭黑”在本文指源于不可再生的化石燃料的炭黑。

[0032] 生产纯净炭黑的原料有空气,石油,天然气,若有需要还有其他添加剂。炉黑处理法倾向使用重芳烃油。炭黑生产装置中的处理核心是反应器。反应器的初始产物是过程气体和以气雾形式悬浮的炭黑的混合物。这些混合气雾被冷却并被引导到收集装置中,在那里炭黑和过程气体(尾气)会被分离。所收集的纯净炭黑通过穿过一个热旋风分离器和静电沉淀器与尾气进行分离。然后这些松软退火的纯净炭黑密度增加变成颗粒。这种方法生产的退火炭黑的多环芳烃含量非常低。

[0033] 为了更好地理解本发明,以及它的其他方面和其进一步特征,以下描述了热解油的一些关键特征。

[0034] 关于热解油的详细特征研究使用了气相色谱分析法-质谱分析法。样品含高比例芳香族。可确定的主要化合物有苯,甲苯等芳烃。也有烯烃,二烯烃和环烯烃存在于色谱更易挥发的部分。其他确定的化合物包括硫,氮和含环芳香烃的氧。样品中的热解油可以分成两个范围,较轻和较重的。这两个范围的特点如下:

较轻的热解油范围:

在汽油的范围内可识别出的含量最多的化合物是苯,甲苯,乙苯,二甲苯和苯乙烯;

其他在该范围的主要化合物为取代苯;

该范围内可找到的最少部分的化合物为环状和直链烯烃;

在此范围内发现的其他化合物有噻吩,苄腈和可能少量的含氧芳香族化合物。

[0035] 较重的热解油范围:

在本报告可识别的大部分剩余化合物为两到四环的多环芳烃;

在此范围识别出的含量最多的化合物包括萘,取代萘基和取代茚;

其它化合物包括联苯基和取代联苯,较高分子量的多环芳烃和他们的烷基取代的类似物

较少程度的化合物是硫的环芳香烃(包括苯并噻吩和二苯并噻吩)和苯并噻唑。

[0036] 被分析的热解油样品总的硫含量(ASTM 1552)占1.18%重量,详细比重(ASTM 4052)是981.4kg/m^3,粘度(ASTM445)是2.63(CST),燃烧热量达42兆焦耳能。

[0037] 图1是轮胎热解油的一个蒸馏曲线,芳烃指数大概为100。

[0038] 热解气通常有:氢,甲烷,二氧化碳(微量),氧(微量),水分(微量),C2,C3,C4,C5,C6和热含量大概为600btu/scf的氮气。

[0039] 已经有各种授权专利是关于通过轮胎热解再生炭黑，石油，天然气和钢铁的。美国专利公开号 2011/0200518 的专利交代了一种用轮胎橡胶等橡胶复合物里制造再生热解炭黑的处理方法。

[0040] 本申请提出通过一种特定的处理工艺用热解油来生产纯净炭黑。用源自轮胎的热解油生成的纯净炭黑具有非常低的多环芳烃含量。热解油也可以用于炉黑处理法生产纯净炭黑。那些专门生产纯净炭黑的技术人员会知道如何生成具有不同规格的纯净炭黑。例如，美国专利号为 5593644 的专利和美国专利号为 4339422 的专利交代了如何生产高品质的炭黑。然而，这些专利都没有涉及低多环芳烃含量的纯净炭黑生产。

[0041] 含大量芳香烃的热解油是一种用于生产纯净炭黑的理想原料。美国专利号为 4527069 的专利通过芳烃指数（美国矿物局相关指数）描述了这些芳香族。

[0042] BMCI = 48,640/K+473.7G-456.8

K = 平均沸点，° K，

G = 比重 @60 华氏度

炭黑结构：单个炭黑粒子以显得随机的结构和大小聚集在一起，但大量粒子在聚集时，必须控制所有这些单个粒子的平均效应。

[0043] 聚集体的形态和粒子的形态一样复杂。聚集体的大小可随粒子的大小分布而变化。这些可以发生在粒子的半球聚集或者具有明显长度的聚集。聚集可以是非常密集，有坚固结构或者有开放的网格状结构的。最后一个参数可被称为聚集密度，与每单位质量的聚集数量有直接关系。在很多橡胶复合物的可察变化和随之的炭黑形态变化中，聚集数量可以被设想为主要影响因素。随着每单位质量的聚集数量增加，聚集间的质性间距减少，这会影响到搭建空间的那部分弹性体的流动性。再次说明，可以分别出这些聚集特点的简单方法尚未设计出。

[0044] 在一般情况下，聚集体的那些独立于粒子大小的性质都被归纳为术语“结构”。高结构包括聚集体具有高粒子数的形成倾向，还包括粒子被结合到多个连锁群形成一个狭窄的核心的倾向。该核心可以包括随机分支。

[0045] 高芳香油有利于生产高结构炭黑而低芳香油有利于生产低结构炭黑。通常芳烃指数为 60-100 的有利于低结构炭黑，100-130 有利于高结构炭黑。这里所讲的具有 100 芳烃指数的热解油是指基于 130 至 560 摄氏度的平均沸点温度和 0.985 的平均重力条件下的热解油。

[0046] 根据本文的描述，炭黑生产的起始步骤是热解油的热解过程。热解不具有反应性步骤。以下是纯净炭黑中的典型反应：

碳质碳形成中的气化反应：

1. $C+CO_2 = 2CO \quad \Delta H^\circ = +172kJ$2.

2. $C+H_2O(g) = CO+H_2 \quad \Delta H^\circ = +130kJ$

3. $C+2H_2O(g) = CO_2+2H_2 \quad \Delta H^\circ = +88kJ$

4. $C+2H_2 = CH4 \quad \Delta H^\circ = -71kJ$

5. $CO+H_2O(g) = CO_2+H_2 \quad \Delta H^\circ = -42kJ$

6. $CO+3H_2 = CH4+H_2O(g) \quad \Delta H^\circ = -205kJ$

7. $C+1/2O_2 = CO \quad \Delta H^\circ = -109kJ$

8. $C+O_2 = CO_2$ $\Delta H^\circ = -390kJ$

ΔH° 是 1 摩尔纯物质在 298℃的温度和压力＝ 0.1 兆帕（1 个大气压）下的反应焓。

[0047] 驱动反应 1-3 所需的能量普遍由部分氧化提供，如方程 7 和 8 所示。热量的高转化是通过气化炉里的部分氧化反应实现的，这个过程通常被认为是一种自热法气化。通常 20％ -30％的原料质量流会被消耗，以提供原料热解的能量和完成热解产物气化的能量。

[0048] 部分氧化所需的氧气可由空气提供，富氧空气或者纯氧需要处于一个范围内的不同压力下。原料和其他气态产物与氢反应也可用于提供能量。

[0049] 在如方程式 4 所示的甲烷化反应后，后续反应如图方程式 4 和 6 所示，通过使用氢促使气化或者加氢气化。这是一个放热反应，且可用于维持气化温度。此外，一氧化碳的放热反应（方程式 5 和 6）在蒸汽和氢气的存在下可以不需要部分氧气，而提供足够的额外能量来维持活性炭的气化。

[0050] 本公开的实施例中，使用热解油为原料生产纯净炭黑。生产的纯净炭黑包含少于 20g 多环芳烃或者优选的少于 10g 的含量。在某些试验中，多环芳烃在纯净炭黑里的浓度只有 5μg/g 或更少。实际上，这样的多环芳烃含量比大部分纯净炭黑里的都低。我们已经发现，低多环芳烃含量的炭黑可以成功地用于高分子聚合物的生产，而不损害或严重地损害高分子聚合物的特性（例如机械和流变属性）。

[0051] 如本文所述，低含量多环芳烃是取决于以下 16 种多环芳烃的总浓度：萘，苊烯，苊，芴，菲，蒽，荧蒽，芘，苯并 (a) 蒽，屈，苯并（二）荧蒽，苯并 (k) 的荧蒽，苯并 (a) 芘，茚并 (1,2,3-cd) 芘，二苯并 (a, h) 蒽和苯并 (ghi) 苝。纯净炭黑里可能有另外的多环芳烃，但是基于甲苯变色测试，这些多环芳烃也只有非常低的浓度，所以不会显著影响纯净炭黑里多环芳烃的总浓度。然而，应该理解的是当在本文提到纯净炭黑里多环芳烃的总浓度时，具体列举的多环芳烃量仅指对上述 16 种多环芳烃的总量的测量。

[0052] 可以被现在的纯净炭黑所替代使用，但是不限于 ASTM 规定的商用炭黑，有但不限于以下例子：N110，N121，N125，N220，N231，N234，N242，N293，N299，N326，N330，N339，N347，N351，N358，N375，N539，N550，N630，N650，N660，N683，N762，N765，N774，N787，和 / 或 N990 炭黑，

轮胎热解

图 2 是一个整体的处理流程，被用作描述本文所写方法的实际操作流程。线管 1 的轮胎碎片被运到作为热解反应器的煅烧炉 A，在那里轮胎碎片会在缺少氧气的条件下受到间接加热。热分解发生于气体混合物和一些碳粒子雾沫一起释放时，从线管 4 开始一直到热旋风分离器 C 分离气体混合物和碳粒子。线管 37 是给煅烧炉的燃烧器供给焦酚原料，线管 2 是燃烧器的排气口。热的热解炭黑，钢铁和一些纤维性材料通过线管 38 进入到冷却器 B。

[0053] 这些材料的温度通过水间接冷却而降低，然后经线管 8 去到热解炭黑的富集处。非常少量的气体成分会从冷却器被排入，然后通过线管 5 离开去到旋风分离器 C。在热旋风分离器 C 中的热解炭黑通过线管 7 离开到热解炭黑的富集处理部分。热的热解气通过线管 6 离开旋风分离器 C 去到双热油过滤器 D 中，以确保颗粒都被除去。从过滤器 D 收集到的颗粒物通过线管 9 进入到富集处理部分。没有颗粒的热热解气通过线管 10 进入第一主要水冷凝器 E，然后在第二主要水冷凝器 F 中，热的热解气被分离到热解油和冷却的非冷凝性热解气中。

[0054] 上述的浓缩方法是生产热解油相对简单的方法。在另外一个实验里，气体成分被冷凝在填充柱里。通过冷凝在填充柱的气体成分，控制返回喷雾中浓缩冷却油的流速和填充床的深度，可以得到一种高芳烃指数的热解油。因此控制离开塔的气体温度能够使热解油的芳烃指数能有所不同。

[0055] 浓缩的热解油离开线管 11，再在储存缸 G 中被收集。热解气离开线管 12 并进入一个湿润的洗涤器 J。补充的氢氧化钠溶液从线管 14 进入湿润的洗涤储存器 K。使用过的洗涤液被泵 N 抽出通过线管 22 和线管 23 的出口进入到废水处理系统。循环洗涤溶液通过线管 18 被泵 M 抽出，并通过线管 17 返回到洗涤器 J 用于气体排放。

[0056] 纯热解气通过线管 15 被风扇 O 排出，然后通过线管 19 被压缩机 P 压缩进入到线管 20 的气体储存缸 Q。线管 21 里是热解气，用于研磨步骤后的颗粒干燥机。

[0057] 炭黑加工过程

炭黑被列为最古老的工业品之一。炉黑工艺是最流行的加工方法。许多公司和发明家被授予专利。一些获得专利的例子：美国专利号为 3010790, 1438032, 2564700, 3490869, 3922335, 3256065 和 4540560 的专利。因此，许多获得改进专利的炭黑制作法或炭黑具体型号都是在早期的一些专利基础上授予的。传统技术是众所周知的那些熟练的可用来制作纯净炭黑工艺。原料是油，气，空气和添加剂（例如，氯化钾）。天然气是气态烃类中最常用的原材料。油中高芳烃含量对产量特别有利。原料必须被气化且原料油的沸点不能太高。所有原料在燃烧和反应之前要通过换热器进行预热，来生产纯净炭黑。那些工艺中熟练技工知道除了用天然气作燃料来加温，一些油也会被消耗掉，而不是转化成纯净炭黑。大概估计，1kg 油的产量是 0.7kg 纯净炭黑。

[0058] 然而，油的芳香性影响纯净炭黑的产量。纯净炭黑生产中的合成尾气的能源含量高。一个现代化的炭黑工厂能生成相当于其消耗的约三倍的电量，额外的电卖给当地的配电公司。

[0059] 图表 2 中，从线条 30 预热热解气且空气从线条 29 进入炭黑反应室 R，热解油被通过线条 24 的电容油箱 G 的气泵 H 经双重过滤器 I 抽到通过线条 25 的油储罐 L。从线条 26，热解油被气泵 U 运输到经过线条 27 的双重过滤器 V，并通过线条 28 最终运到预热和注射反应室 R，从热解油 / 空气燃烧区下面慢慢流到反应器里面。纯净炭黑在反应区形成并慢慢移到反应室的出口，在出口之前，线条 39，含有低溶解固体含量的冷却水用来阻止反应和降低出口尾气和纯净炭黑的温度。用作冷却水的数量是受控制的，以便混合物的温度保持在 600 摄氏度之上和 800 摄氏度之下。此温度范围帮助实现纯净炭黑含有低约 5ug/gm 的 PAH。此混合物通过线条 31 出去，然后进入热气旋 S 来进行纯净炭黑分离。较小的纯净炭黑和尾气从气旋 S 顶部出去，然后经过线条 32 进入到一个静电除尘器 T。纯净炭黑通过线条 33 和线条 35 收集到纯净炭黑至储存罐 W。尾气通过线条 34 出去，纯净炭黑离开储存罐 W 通过线条 36 到达制丸程序。为确保 PAHs 在教高沸点不会被浓缩，分离纯净炭黑时的 PAHs 数量和尾气会被控制。实现的一个途径是确保在分离混合物时的温度低于 600 摄氏度。

[0060] 二选一地，PAH 水平可以被控制，在具有达到能气化 PAHs 温度要求的室内重新加工炭黑，或者用溶剂萃取 PAHS。然而，重新加热或者溶剂萃取都需要在分离混合物期间温度控制时增加额外的操作单元。

[0061] 纯净炭黑药丸可以用湿法制粒的标准技术来制备，包括表面活性剂辅助湿法制粒

或其他粘合剂。

[0062] 在一些实施例中，产生的纯净炭黑的甲苯传输率超过90％。在一些实施例中，产生的纯净炭黑包含少于约10g的多环芳烃(PAH)。在一些实施例中，产生的纯净炭黑包含少于约5g的(PAH)。在一些实施例中，产生的纯净炭黑含有少于约5％或1.5-2.0％的硫磺含量。在一些实施例中，产生的纯净炭黑含有少于约0.25％或少于0.5％的灰尘含量。

实施例

[0063] 实施例1：纯净炭黑/热解炭黑总产量来自轮胎高温分解，且用热解油制造纯净炭黑。这个案例假设一个拥有两千亿顿年容量的轮胎高温分解工厂，这相当于近两百万名乘客的等价废旧轮胎。这个工厂在下面这些条件和产量下运作。

温度 摄氏度	压力 kPa	固体 (wt.%)	液体 (wt.%)	气体 (wt.%)	铁 (wt.%)	其他 (wt.%)
450-600	101	35	45	20	10	1

[0064] 下表是产品的产量

燃料 百万吨	热解炭黑 百万吨	纯净炭黑 百万吨	热解气 百万吨	钢铁 百万吨
20,000	6230	5607	3560	2000

[0065] 因此，一个重10kg乘客的等价废旧轮胎，能够生产出3.02kg(热解炭黑)，2.80kg(纯净炭黑)，1.78kg(热解气)和2.00kg(铁)。

[0066] 注意，在反应过程中一些热解油被消耗掉会导致纯净炭黑的数量会减少。热解气被用于高温分解过程，药丸干燥机和为纯净炭黑过程提供燃料。纯净炭黑过程产生的尾气可用于发电。

[0067] 实施例2：多环芳烃(PAH)含量和甲苯萃取分析

如上所述，PAHs是有毒的并具有已知的致癌性，致突变性和致畸性等特性。美国环保局已经将32PAHs指定为首要污染物。而且，他们已经被欧洲R.E.C.H(药品登记，评估，授权和管制)，美国TSCA(有毒物质控制法案)和加拿大DSL NDSL(国内物质清单/非国内物质清单)高度管制。

[0068] 甲苯萃取液的透光度

此实验目的是提供估计的可溶于甲苯褪色残留物，即PAHs，出现在样品中。首批纯净炭黑和工业炭黑根据ASTM D 1618-99进行分析(核准2004)

甲苯萃取液是根据GC-MS分析得到的ASTM D1618-99实验下得到的，以决定工业炭黑和纯净炭黑批次普通PAHs的数量。

[0069] 表2为PAH含量/工业炭黑和纯净炭黑的甲苯萃取分析

实验	工业炭黑-N234	工业炭黑-660	纯净炭黑
甲苯变色(％T)	88.5	48.2	94.7
PAH(ug/g)	220	150	8.7

[0070] 总结

甲苯褪色实验结果显示，纯净炭黑批次(94.7％)比任意两种工业炭黑样品的透射率值更高；例如，N660有记录比率值接近48％。这表明纯净炭黑中甲苯溶解物质主要是PAHs，

比工业炭黑更少。更进一步证实了由 GC-MS 分析得到的萃取物揭示了纯净炭黑批次明显比工业炭黑样品在有冷却水下且混合物温度保持在 600-800 摄氏度之间情况下含有更低 PAHs 水平，在某些情况下由两个数量级所得。这个温度范围帮助实现纯净炭黑低约 5ug/gm 的 PAH.

总之，这些结果显示纯净炭黑的 PAHs 水平明显比工业炭黑样品低。

[0071] 本说明书中提及的所有出版物，专利和专利申请都代表了与本申请领域相关的技术人员的技术水平，并和其他单独出版物，专利和专利申请被具体和单独引用的程度一样，被引用并入本文。

[0072] 由此描述的该方法可以在很多方面有所变化。在某些情况下，这些过程中的步骤可以不一样的顺序实行。在某些实施例中的一个或多个步骤可以被省略。在某些情况下，不同的实施例可以互相合并，并且来自于一个实施例的步骤可以应用在另外一个实施例中。

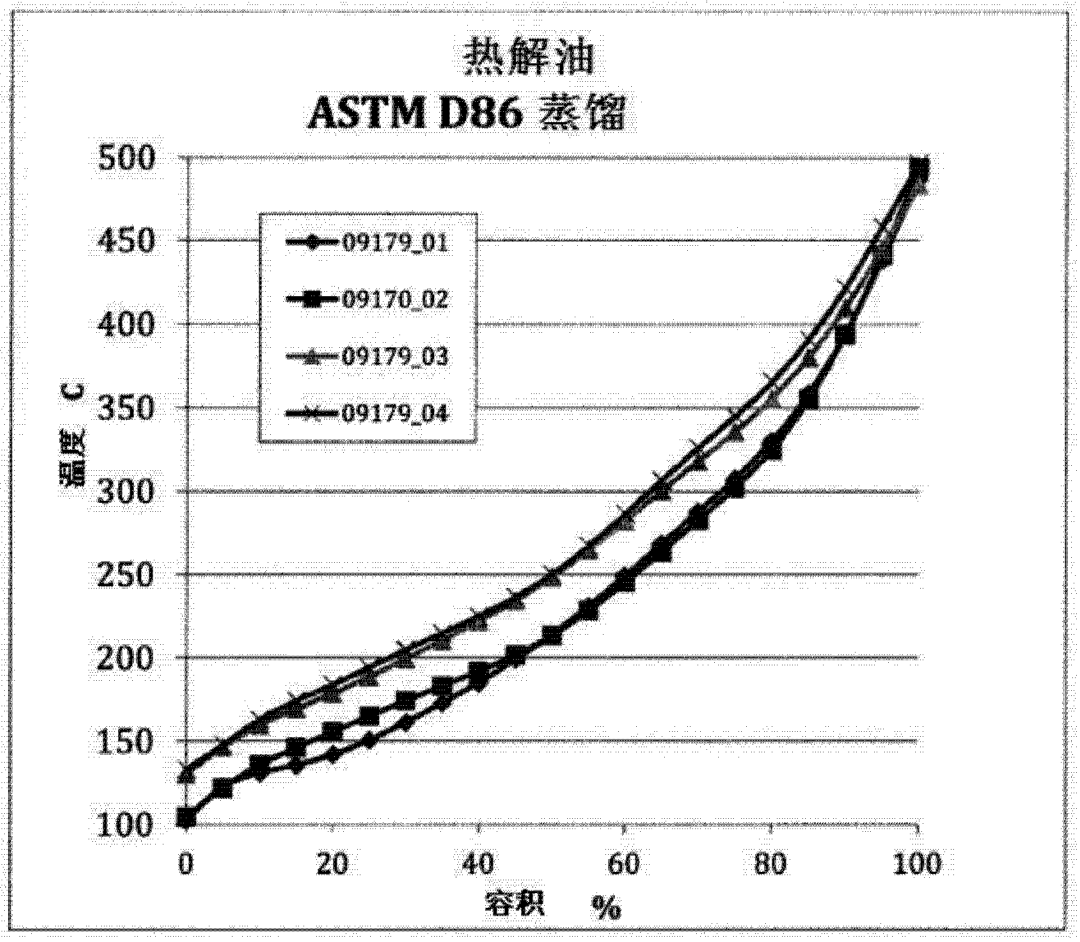

热解油
ASTM D86 蒸馏
500
450
400
350
300
250
200
150
100
温度 C
09179_01
09170_02
09179_03
09179_04
0
20
40
60
80
100
容积 %

图 1

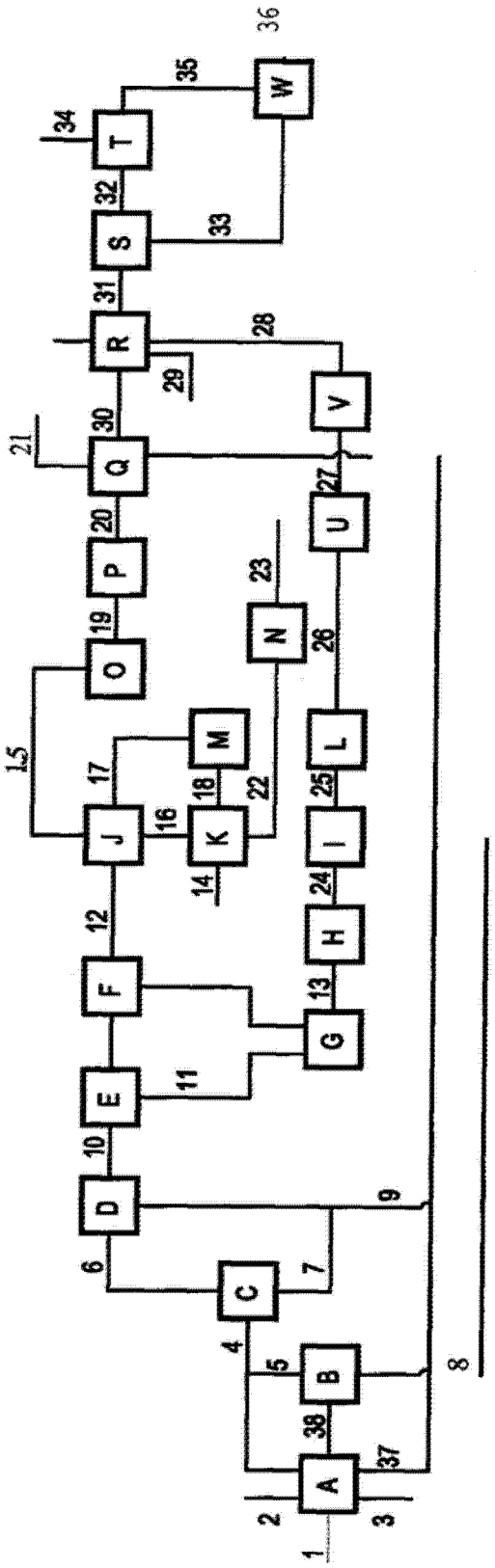

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

图 2