

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 4 月 20 日 (20.04.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/060751 A1

(51) 国际专利分类号:

C10L 1/04 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2021/138428

(22) 国际申请日:

2021 年 12 月 15 日 (15.12.2021)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202111186649.3 2021年10月12日 (12.10.2021) CN

(71) 申请人: 华东理工大学(EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国上海市梅陇路130号, Shanghai 200237 (CN)。

(72) 发明人: 杜文莉(DU, Wenli); 中国上海市梅陇路130号, Shanghai 200237 (CN)。 隆建(LONG, Jian); 中国上海市梅陇路130号, Shanghai 200237 (CN)。 钱锋(QIAN, Feng); 中国上海市梅陇路130号, Shanghai 200237 (CN)。 钟伟民(ZHONG, Weimin); 中国上海市梅陇路130号, Shanghai 200237 (CN)。 杨明磊(YANG, Minglei); 中国上海市梅陇路130号, Shanghai 200237 (CN)。

(74) 代理人: 北京高沃律师事务所(BEIJING GAOWO LAW FIRM); 中国北京市海淀区彩和坊路11号6层602室, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: UL94 UNLEADED AVIATION GASOLINE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种94号无铅航空汽油及其生产方法

(57) Abstract: The present invention provides an aviation gasoline composition that can be used as UL94 unleaded aviation gasoline (avgas) and a production method therefor, the avgas composition containing a base oil and an additive, the base oil containing a blending combination A, a blending component B and a blending component C. The avgas composition of the present invention does not contain tetraethyl lead and is environmentally friendly; the motor octane number thereof ranges from 94 to 96, and the octane number is high; vapor pressure, distillation range and other indexes meet the requirements of the ASTM D7547 standard and the ASTM D7592 standard for UL94 avgas; and the composition may be used in most engines that use 100LL low-lead avgas. In the avgas composition of the present invention, few blending components are required, sources are wide, fuel performance is good, production costs are low, and the production method is simple.

(57) 摘要: 本发明提供一种可作为94号无铅航空汽油的航空汽油组合物及其生产方法, 所述航空汽油组合物含有基础油和添加剂, 所述基础油含有调合组合A、调合组分B和调合组分C。本发明的航空汽油组合物不含四乙基铅, 对环境友好, 其马达法辛烷值在94-96之间, 辛烷值高, 蒸气压和馏程等指标均满足ASTM D7547标准和ASTM D7592标准对于UL94号航空汽油的要求, 可以用于大部分的100号低铅航空汽油所用的发动机。本发明的航空汽油组合物所需的调合组分少并且来源广泛, 燃料性能好, 生产成本低, 生产方法简单。

WO 2023/060751 A1

一种94号无铅航空汽油及其生产方法

本申请要求于 2021 年 10 月 12 日提交中国专利局、申请号为 CN202111186649.3、发明名称为“一种 94 号无铅航空汽油及其制备方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明属于燃料技术领域，具体涉及一种 94 号无铅航空汽油及其制备方法。

背景技术

航空汽油是一种用于飞机的高辛烷值燃料，需要具备足够高的抗爆性能。目前主要靠添加四乙基铅来增加其抗爆性能，市场上的高辛烷值航空汽油基本上都含有四乙基铅，如最新工业化生产的 100 号低铅航空汽油（100LL 号航空汽油），四乙基铅含量限定为 1.2g/kg。但是随着航空汽油消耗的增加，飞机发动机的铅排放量增加，进而引起的大气污染越来越严重。由于四乙基铅毒性高，易挥发，无铅化一直是航空汽油产业发展的目标。而无铅 94 号航空汽油（UL94 号航空汽油）不含有四乙基铅，辛烷值高，且能够满足大部分航空发动机的性能要求，对环境友好。

CN104593101B 提出了一种高辛烷值无铅航空汽油及其制备方法，该无铅航空汽油的组成为：按体积计，5-20%的 MON 为至少 107 的甲苯，2-10%的苯胺，35-65%的烷基化物或烷基化物共混物，5-20%碳酸二乙酯和至少 8%的异戊烷。该专利文献所提及甲苯 MON 为 107，与实验值不符，配方调合效果存疑。另外，该专利文献中航空汽油调合组分中含有芳胺，芳胺虽然是一种优良的汽油抗爆剂，能够满足汽油抗爆剂性能的要求，但对发动机阀座等零部件金属材料有更严重的磨损，且会使部分橡胶零件或密封垫的寿命缩短、密封性变差。而且芳胺经燃烧后会产生氮氧化合物，其对环境的损害作用极大，它是形成酸雨的主要物质之一，也是形成大气中光化学烟雾的重要物质。

CN108315060A 提出了一种 91 号无铅航空汽油及其制备方法，该 91

号无铅航空汽油的组成为：按体积百分计的 80-90%的烷烃，10-20%的芳烃通过调和制备，或通过石化炼制技术制备得到。该专利文献中航空汽油的研究法辛烷值为 97-99，但未提及航空汽油标准中规定的马达法辛烷值数值。并且 91 号无铅航空汽油辛烷值较低，不能满足大部分航空发动机的性能要求，无法应用于绝大多数的 100LL 号航空汽油所用的活塞式发动机。

综上，本领域需要一种能在绝大多数 100LL 号航空汽油发动机上应用的无铅航空汽油。

发明内容

有鉴于现有技术存在的上述问题，本发明提供一种航空汽油组合物，该航空汽油组合物在满足 ASTM D7547 标准和 ASTM D7592 标准对于抗爆性、蒸发性、低温流动性及安定性等各项指标要求的同时，能在绝大多数 100LL 号航空汽油发动机上应用，在一定程度上能降低含铅航空汽油所带来的环境污染问题。

具体而言，本发明的一个方面提供一种航空汽油组合物，所述航空汽油组合物含有基础油和添加剂，所述基础油含有调合组分 A、调合组分 B 和调合组分 C；以所述基础油总重计，所述基础油包括 50-70 重量%的所述调合组分 A、15-25 重量%的所述调合组分 B 和 15-30 重量%的所述调合组分 C；

其中，以调合组分 A 总重计，所述调合组分 A 含有 2-9 重量%的 C4 烷烃、2-8 重量%的 C5 烷烃、3-10 重量%的 C6 烷烃、22-29 重量%的 C7 烷烃、56-70 重量%的 C8 烷烃和 0.43-2.5 重量%的 C9 烷烃；

以调合组分 B 总重计，所述调合组分 B 含有 95 重量%以上的间二甲苯；

以调合组分 C 总重计，所述调合组分 C 含有 0.4-7.6 重量%的 C4 烷烃、58-78 重量%的 C5 烷烃、20-31 重量%的 C6 烷烃和 0.04-0.3 重量%的 C7 烷烃。

在一个或多个实施方案中，以所述基础油总重计，所述调合组分 A 的含量为 50-65 重量%。

在一个或多个实施方案中，以所述基础油总重计，所述调合组分 B 的含量为 15-23 重量%。

在一个或多个实施方案中，以所述基础油总重计，所述调合组分 C 的含量为 20-25 重量%。

5 在一个或多个实施方案中，所述调合组分 A 的初馏点为 28-50℃，终馏点为 140-157℃；优选地，所述调合组分 A 的初馏点为 35-45℃，终馏点为 150-157℃。

10 在一个或多个实施方案中，以调合组分 A 总重计，所述调合组分 A 含有 5-6.5 重量%的 C4 烷烃、3-6 重量%的 C5 烷烃、3.5-6.5 重量%的 C6 烷烃、22.5-25 重量%的 C7 烷烃、56-63 重量%的 C8 烷烃和 0.45-2 重量%的 C9 烷烃。

在一个或多个实施方案中，所述调合组分 B 的初馏点为 137-138℃，终馏点为 138.5-140℃。

15 在一个或多个实施方案中，以调合组分 B 总重计，所述调合组分 B 含有 98%重量以上的间二甲苯。

在一个或多个实施方案中，所述调合组分 C 的初馏点为 21-27℃，终馏点为 43-58℃。

20 在一个或多个实施方案中，以调合组分 C 总重计，所述调合组分 C 含有 3-7 重量%的 C4 烷烃、68-78 重量%的 C5 烷烃、20-24 重量%的 C6 烷烃和 0.05-0.3 重量%的 C7 烷烃。

在一个或多个实施方案中，所述添加剂不包括四乙基铅。

在一个或多个实施方案中，所述添加剂不包括芳胺抗爆剂和甲基叔丁基醚。

25 在一个或多个实施方案中，所述添加剂包括选自抗氧剂、防冰剂、抗静电剂、防腐蚀剂和染料中的一种或多种。

在一个或多个实施方案中，所述航空汽油组合物的马达法辛烷值不小于 94。

在一个或多个实施方案中，所述航空汽油组合物的马达法辛烷值为 94.1-94.8。

本发明的另一个方面提供制备本文任一实施方案所述的航空汽油组合物的方法，所述方法包括混合所述航空汽油组合物的各组分的步骤。

在一个或多个实施方案中，所述方法包括：对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应产物进行蒸馏，获取初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃或
5 初馏点为 35-45℃、终馏点为 150-157℃的组分作为调合组分 A。

在一个或多个实施方案中，烷基化反应的温度为 4-10℃，压力为 0.4-0.45MPa，异丁烷与 C4 烯烃的摩尔比为 8-12:1。

在一个或多个实施方案中，使用蒸馏塔对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应产物进行蒸馏，所述蒸馏的条件包括：蒸馏塔塔底温度为 133-143℃，
10 塔底压力为 0.41-0.53MPa，塔顶温度为 51-56℃，塔顶压力为 0.41-0.5MPa。

在一个或多个实施方案中，从蒸馏塔侧线抽出初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃或初馏点为 35-45℃、终馏点为 150-157℃的组分作为调合组分 A，或从蒸馏塔塔底油中切割初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分或初馏点为 35-45℃、终馏点为 150-157℃作为调合组分
15 A。

本发明的另一个方面提供一种烷烃组合物，以烷烃组合物总重计，所述烷烃组合物含有 2-9 重量%的 C4 烷烃、2-8 重量%的 C5 烷烃、3-10 重量%的 C6 烷烃、22-29 重量%的 C7 烷烃、56-70 重量%的 C8 烷烃和 0.43-2.5 重量%的 C9 烷烃。

20 在一个或多个实施方案中，所述烷烃组合物的初馏点为 28-50℃，终馏点为 140-157℃。

在一个或多个实施方案中，以烷烃组合物总重计，所述烷烃组合物含有 5-6.5 重量%的 C4 烷烃、3-6 重量%的 C5 烷烃、3.5-6.5 重量%的 C6 烷烃、22.5-25 重量%的 C7 烷烃、56-63 重量%的 C8 烷烃和 0.45-2 重量%的
25 C9 烷烃。

在一个或多个实施方案中，所述烷烃组合物的初馏点为 35-45℃，终馏点为 150-157℃。

本发明还提供制备本文任一实施方案所述的烷烃组合物的方法，所述方法包括：对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应产物进行蒸馏，获取初馏点

为 28-50℃、终馏点为 140-157℃或初馏点为 35-45℃、终馏点为 150-157℃的组分作为调合组分 A。

在一个或多个实施方案中，烷基化反应的温度为 4-10℃，压力为 0.4-0.45MPa，异丁烷与 C4 烯烃的摩尔比为 8-12:1。

5 在一个或多个实施方案中，使用蒸馏塔对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应产物进行蒸馏，所述蒸馏的条件包括：蒸馏塔塔底温度为 133-143℃，塔底压力为 0.41-0.53MPa，塔顶温度为 51-56℃，塔顶压力为 0.41-0.5MPa；

10 在一个或多个实施方案中，从蒸馏塔侧线抽出初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃或初馏点为 35-45℃、终馏点为 150-157℃的组分，或从蒸馏塔塔底油中切割初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃或初馏点为 35-45℃、终馏点为 150-157℃的组分。

本发明还提供采用本文任一实施方案所述的制备烷烃组合物的方法制备得到的烷烃组合物。

15 本发明的另一个方面提供本文任一实施方案所述的烷烃组合物在制备航空汽油中的用途；优选地，所述航空汽油为无铅航空汽油。

具体实施方式

20 使本领域技术人员可了解本发明的特点及效果，以下谨就说明书及权利要求书中提及的术语及用语进行一般性的说明及定义。除非另有指明，否则文中使用的所有技术及科学上的字词，均为本领域技术人员对于本发明所了解的通常意义，当有冲突情形时，应以本说明书的定义为准。

本文描述和公开的理论或机制，无论是对或错，均不应以任何方式限制本发明的范围，即本发明内容可以在不为任何特定的理论或机制所限制的情况下实施。

25 本文中，“包含”、“包括”、“含有”、“具有”以及类似的用语涵盖了“基本由……组成”和“由……组成”的意思，例如，当本文公开了“A 包含 B 和 C”时，“A 由 B 和 C 组成”应当认为已被本文所公开。

在本文中，所有以数值范围或百分比范围形式界定的特征如数值、数量、含量与浓度仅是为了简洁及方便。据此，数值范围或百分比范围的描述应视为已涵盖且具体公开所有可能的次级范围及范围内的个别数值(包

括整数与分数)。

本文中,当描述实施方案或实施例时,应理解,其并非用来将本发明限定于这些实施方案或实施例。相反地,本发明所描述的方法及材料的所有的替代物、改良物及均等物,均可涵盖于权利要求书所限定的范围内。

5 应理解,在本发明范围内,本发明的上述各技术特征和在下文(如实施例)中具体描述的各技术特征之间都可以互相组合,从而构成优选的技术方案。

本发明中,烷基化是指烷基由一个分子转移到另一个分子的过程,是向化合物分子中引入烷基的反应。

10 本发明中,组合物中所有组分的百分含量之和等于 100%。

本发明中,化合物前标注的“C+数字”表示该化合物所含的碳原子数,例如 C4 烷烃表示含有四个碳原子的烷烃, C4 烯烃表示含有四个碳原子的烯烃, C7 芳烃表示含有七个碳原子的芳烃,依次类推。

15 本发明中,马达法辛烷值的测定方法按照 GB_T503-2016 汽油辛烷值的测定进行。

本发明提供一种可作为 94 号无铅航空汽油的航空汽油组合物,该航空汽油组合物含有基础油和添加剂。可以理解的是,本发明中,基础油是指航空汽油组合物中的烃类物质。

20 本发明的航空汽油组合物中的基础油包括调合组分 A、调合组分 B 和调合组分 C。

调合组分 A 含有 2-9 重量%的 C4 烷烃、2-8 重量%的 C5 烷烃、3-10 重量%的 C6 烷烃、22-29 重量%的 C7 烷烃、56-70 重量%的 C8 烷烃和 0.43-2.5 重量%的 C9 烷烃,或由这些组分组成。调合组分 A 中, C4 烷烃的含量优选为 5-6.5 重量%, C5 烷烃的含量优选为 3-6 重量%, C6 烷烃的含量优选为 3.5-6.5 重量%, C7 烷烃的含量优选为 22.5-25 重量%, C8 烷烃的含量优选为 56-63 重量%, C9 烷烃的含量优选为 0.45-2 重量%。例如,调合组分 A 中, C4 烷烃的含量可以为 5.41 重量%、5.83 重量%、5.98 重量%、6.03 重量%或 6.23 重量%, C5 烷烃的含量可以为 3.34 重量%、3.39 重量%、3.45 重量%、4.02 重量%或 5.51 重量%, C6 烷烃的含量可以为

4.02 重量%、5.13 重量%、5.32 重量%、5.52 重量%或 6.12 重量%，C7 烷烃的含量可以为 23.12 重量%、23.34 重量%、23.41 重量%、23.99 重量%或 24.05 重量%，C8 烷烃的含量可以为 57.15 重量%、60.39 重量%、60.77 重量%、61.8 重量%或 62.1 重量%，C9 烷烃的含量可以为 0.45 重量%、
5 0.62 重量%、0.63 重量%、1.2 重量%或 1.74 重量%。

在一些实施方案中，调合组分 A 的初馏点为 28-50℃，终馏点为 140-157℃。优选地，调合组分 A 的初馏点为 35-45℃，例如 39-43℃。优选地，调合组分 A 的终馏点为 150-157℃，例如 152-156.5℃。在一些实施方案中，调合组分 A 的初馏点为 39.13℃、40.02℃、40.3℃、42.3℃或
10 42.63℃，调合组分 A 的终馏点为 152.7℃、153.3℃、154.29℃、155.31℃或 156.1℃。调合组分 A 的 10%馏出温度可以为 65-80℃、例如 70-75℃，50%馏出温度可以为 105-115℃、例如 108-113℃，90%馏出温度可以为 110-120℃、例如 112-117℃。本发明中，“馏程为 A-B℃”表示初馏点为 A℃，终馏点为 B℃。

15 在一些实施方案中，调合组分 A 含有 5.41-6.23 重量%的 C4 烷烃、3.34-5.51 重量%的 C5 烷烃、4.02-6.12 重量%的 C6 烷烃、23.12-24.05 重量%的 C7 烷烃、57.15-62.1 重量%的 C8 烷烃和 0.45-1.74 重量%的 C9 烷烃，且调合组分 A 的初馏点为 28-50℃，终馏点为 140-157℃。

调合组分 A 可以通过对烷基化反应产物进行蒸馏获取具有目标初馏点和终馏点的组分而得到。烷基化反应产物可以是 C4 烯烃和异丁烷进行烷基化反应得到的产物。烷基化反应的温度可以为 4-10℃，压力可以为 0.4-0.45MPa，异丁烷与 C4 烯烃的摩尔比（烷烯比）可以为 8-12:1。烷基化反应在催化剂存在下进行。烷基化反应的催化剂可以是酸，例如磺酸、
20 氢氟酸、浓硫酸。催化剂与 C4 烯烃的摩尔比（酸烯比）可以为 1-1.2:1。
25 在一些实施方案中，烷基化反应的温度为约 8℃，压力为约 0.45MPa，催化剂为氢氟酸，烷烯比为约 10.5:1。对烷基化反应产物进行蒸馏可以在蒸馏塔中进行。蒸馏的条件可以是：蒸馏塔塔底温度为 133-143℃，塔底压力为 0.41-0.53MPa，塔顶温度为 51-56℃，塔顶压力为 0.41-0.5MPa。在一些实施方案中，蒸馏塔塔底温度为约 141℃，塔底压力为约 0.45MPa，

塔顶温度为约 53℃，塔顶压力为约 0.45MPa。获取具有目标初馏点和终馏点的组分的方式不受特别限制，例如，可以从蒸馏塔的侧线抽出或从蒸馏塔的塔底切割出具有目标初馏点和终馏点的组分，抽出和切割的方法是本领域常规的。

5 本发明的发明人发现，对烷基化反应产物蒸馏获得的初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的调合组分 A，不仅去除了馏程为 160℃以上的高碳化合物，保留了可以贡献较高辛烷值的 56-70 重量%的 C8 烷烃，同时含有 C4、C5 等较轻的组分，其辛烷值、馏程和饱和蒸气压数据在航空汽油标准 ASTM D7547 和 ASTM D7592 相关指标要求附近，适合作为
10 航空汽油的主体成分。本发明的航空汽油组合物中，调合组分 A 占到基础油的 50-70 重量%，优选 50-65 重量%，例如 52 重量%、58 重量%、60 重量%、64 重量%、65 重量%。因此，本发明也包括作为一种烷烃组合物的调合组分 A 及其在制备航空汽油、特别是无铅航空汽油、例如 94 号无铅航空汽油中的应用，所述航空汽油优选包含 50 重量%以上、例如 52 重
15 量%、58 重量%、60 重量%、64 重量%、65 重量%、70 重量%的调合组分 A。

本发明中，所述基础油还包括调合组分 B 和调合组分 C，以进一步调整航空汽油的馏程和饱和蒸气压，使之满足航空汽油标准 ASTM D7547 和 ASTM D7592 相关指标要求。调合组合 B 的辛烷值和馏程较高，和饱和蒸气压低，该组分的加入量对基础油辛烷值的提高幅度有较大影响。
20 调合组分 C 的辛烷值和馏程较低、蒸气压高，主要用于调节基础油的饱和蒸气压和馏程以使其符合标准。

调合组分 B 含有 95 重量%以上、优选 98 重量%以上、例如 98.5 重量%以上的间二甲苯。调合组分 B 可以从市售途径购得，例如可以是市售
25 的间二甲苯产品，也可以是本领域各种常规工艺的产物，例如由石油催化重整料、裂解汽油、焦炉副产汽油经分离而得。可以理解的是，调合组分 B 可以包含少量、例如 5 重量%以下的杂质，例如工业上对石油二甲苯或煤焦油二甲苯进行分离所获取的间二甲苯中含有的邻二甲苯、对二甲苯、乙基苯、甲苯等杂质。

本发明通过添加适量的调合组分 B 改善基础油的饱和蒸气压，并且显著提高基础油的辛烷值。本发明的航空汽油组合物中，调合组分 B 占到基础油的 15-25 重量%，例如 15 重量%、19 重量%、20 重量%、23 重量%。

5 调合组分 C 含有 0.4-7.6 重量%的 C4 烷烃、58-78 重量%的 C5 烷烃、20-31 重量%的 C6 烷烃和 0.04-0.3 重量%的 C7 烷烃，或由这些成分组成。调合组分 C 中，C4 烷烃的含量优选为 3-7 重量份，C5 烷烃的含量优选为 68-78 重量%，C6 烷烃的含量优选为 20-24 重量%，C7 烷烃的含量优选为 0.05-0.3 重量%。在一些实施方案中，调合组分 C 中，C4 烷烃的含量为
10 3.9 重量%、4.4 重量%、5.7 重量%、5.8 重量%或 6.3 重量%，C5 烷烃的含量为 71.9 重量%、73.2 重量%、74.2 重量%或 75.2 重量%，C6 烷烃的含量为 20.2 重量%、20.25 重量%、21.02 重量%、21.8 重量%或 22.14 重量%，C7 烷烃的含量为 0.08 重量%、0.1 重量%、0.15 重量%、0.16 重量%或 0.3 重量%。调合组分 C 的初馏点优选为 21-27℃、例如 23-25.5℃，终
15 馏点为 43-58℃、例如 43-48℃。

调合组分 C 可以从市售途径购得，也可以来自本领域各类炼油工艺的产物，例如可以由轻石脑油提纯精制而成，只要性质满足前述要求即可。在一些实施方案中，调合组分 C 为工业异戊烷。

本发明通过添加适量的调合组分 C 调节航空汽油的馏程。本发明的
20 航空汽油组合物中，调合组分 C 占到基础油的 15-30 重量%，优选 20-25 重量%，例如 20 重量%、21 重量%、23 重量%、25 重量%。

本发明的航空汽油组合物中，基础油包括 50-70 重量%的调合组分 A、15-25 重量%的调合组分 B 和 15-30 重量%的调合组分 C，或由这些成分组成。在一些实施方案中，基础油包括 50-65 重量%的调合组分 A、15-23
25 重量%的调合组分 B 和 20-25 重量%的调合组分 C，或由这些成分组成。

在一些实施方案中，以基础油的总重计，本发明的航空汽油组合物中的基础油包含：3.8-5.4 重量%、优选 4-5.2 重量%的 C4 烷烃，16.6-20 重量%、优选 16.8-19.8 重量%的 C5 烷烃，7.2-8.4 重量%、优选 7.4-8.2 重量%的 C6 烷烃，11.8-15.9 重量%、优选 12-15.7 重量%的 C7 烷烃，31.7-39.7

重量%、优选 31.9-39.5 重量%、更优选 32.1-39.3 重量%的 C8 烷烃, 0.1-1.2 重量%、优选 0.2-1 重量%的 C9 烷烃, 14.5-23 重量%、优选 14.7-22.8 重量%的间二甲苯, 和可能存在的杂质。

5 本发明的航空汽油组合物中的添加剂可以包括本领域常用于满足和提高航空汽油性能的添加剂, 例如选自抗氧化剂、防冰剂、抗静电剂、防腐蚀剂和染料等中的一种或多种。

适用于本发明的抗氧化剂可以为本领域常规的各种抗氧化剂, 例如可以选自 2,6-二叔丁基-4-甲酚、2,4-二甲基-6-叔丁基酚、2,6-二叔丁基酚、N,N'-二丙基-对苯二胺、N,N'-二仲丁基-对苯二胺等中的一种或多种, 优选为
10 选自 2,6-二叔丁基-4-甲酚、2,4-二甲基-6-叔丁基酚和 2,6-二叔丁基酚中的一种或多种。在一些实施方案中, 抗氧化剂为 2,6-二叔丁基-4-甲酚。以基础油的总体积计, 抗氧化剂的含量不超过 12mg/L, 优选为 10-12mg/L。

适用于本发明的防冰剂可以为本领域常规的各种防冰剂, 例如可以选自异丙醇、二乙二醇单甲醚等中的一种或多种。在一些实施方案中, 防冰
15 剂为二乙二醇单甲醚。防冰剂在航空汽油组合物中的添加量可以为本领域常规的添加量。在一些实施方案中, 以基础油的总体积计, 防冰剂的添加量为 0.1-0.15 体积%、例如 0.12 体积%。

适用于本发明的抗静电剂可以为本领域常规的各种抗静电剂, 例如可以为商购品 Stadis 450 (Octel America Inc, Newark, DE 19702)。以基础
20 油的总体积计, 抗静电剂的添加量一般不超过 3mg/L、例如 2mg/L, 但当燃料的导电率下降需要进一步添加抗静电剂时, 可以继续添加, 但累计总量不能超过 5mg/L。

另外, 为便于对航空汽油组合物的等级进行快速区分, 航空汽油组合物还可以含有染料。所述染料的颜色根据航空汽油的等级进行选择。例如,
25 80 号航空汽油的颜色为红色, 91 号航空汽油的颜色为褐色, UL91 号航空汽油的颜色为无色, 100 号航空汽油的颜色为绿色, 100LL 号航空汽油的颜色为蓝色。

适用于本发明的防腐蚀剂可以为本领域常规的各种防腐蚀剂, 其在航空汽油组合物中的添加量可以按照本领域常规的要求进行添加。防腐剂的

实例包括 DCI-4A (innospec 公司)。在一些实施方案中,以基础油的总体积计,防腐剂的添加量为 10-30mg/m³、例如 20mg/m³。

本发明的航空汽油组合物不包含或基本不包含四乙基铅。本文中,“基本不包含”指的是不故意或不特地向航空汽油组合物中添加某些物质。在一些实施方案中,本发明的航空汽油组合物不包含或基本不包含芳胺抗爆剂。芳胺抗爆剂的实例包括苯胺、N-甲基苯胺和间甲苯胺。在一些实施方案中,本发明的航空汽油组合物不包含或基本不包含芳胺类化合物。一些实施方案中,本发明的航空汽油组合物不包含或基本不包含甲基叔丁基醚。在一些实施方案中,本发明的航空汽油组合物不包含或基本不包含烷基醚抗爆剂。烷基醚抗爆剂的实例包括甲基叔丁基醚、乙基叔丁基醚、甲基叔戊基醚和二异丙基醚。在一些实施方案中,本发明的航空汽油组合物不包含抗爆剂。在不使用抗爆剂的情况下,本发明通过向航空汽油组合物中加入适量高辛烷值的调合组分 B,在满足 ASTM D7547 的标准下,可以获取高的辛烷值。

本发明的航空汽油组合物可以通过混合航空汽油组合物的各组分而制得。其中,航空汽油组合物的各组分及其含量要求如前文所述。

制备本发明的航空汽油组合物时,混合各组分的顺序不受特别限制,只要混合充分即可。例如,可以先将基础油的各组分混合均匀后再加入添加剂进行混合,也先将一部分基础油与添加剂混合均匀后再加入其余部分的基础油。本发明中,优选地,将基础油的各组分混合均匀后,再加入添加剂进行混匀。

在一些实施方案中,本发明的航空汽油组合物的制备方法还包括获取调合组分 A 的步骤。获取调合组分 A 的步骤可以是:对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应产物进行蒸馏,获取初馏点和终馏点满足前述调合组分 A 要求的组分作为调合组分 A。该组分的组成和馏程能够满足前文所述的相关要求。烷基化反应的温度可以为 4-10℃,压力可以为 0.4-0.45MPa,烷烯比可以为 8-12:1,酸烯比可以为 1-1.2:1。烷基化反应在催化剂存在下进行。催化剂可以是酸,例如可以选自磺酸、氢氟酸、浓硫酸中的一种或多种。催化剂与 C4 烯烃的摩尔比(酸烯比)可以为 1-1.2:1。蒸馏可以在蒸

馏塔中进行。蒸馏的条件可以是：蒸馏塔塔底温度为 133-143℃，塔底压力为 0.41-0.53MPa，塔顶温度为 51-56℃，塔顶压力为 0.41-0.5MPa。获取具有目标初馏点和终馏点的组分的方式不受特别限制，例如，可以从蒸馏塔的侧线抽出或从蒸馏塔的塔底切割出具有目标初馏点和终馏点的组分。抽出和切割可以采用本领域的常规方法进行。

本发明的航空汽油组合物的各项参数满足 ASTM D7547 标准和 ASTM D7592 标准的要求。本发明的航空汽油组合物的马达法辛烷值不小于 94、例如为 94-96、94-95、94.1-94.8、94.3-94.8，满足抗爆性要求。本发明的航空汽油组合物的雷德蒸汽压在 38-48kPa 之间，满足蒸发性要求。本发明的航空汽油组合物的潜在胶质不大于 6mg/100mL，显见铅沉淀不大于 3mg/100mL，满足安定性要求。

在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的初馏点为 46-56℃、例如 48-55.5℃，终馏点为 110-125℃、例如 115-125℃。在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的净热值 ≥ 43 MJ/kg、例如 ≥ 43.5 MJ/kg。在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的密度为 700-715 kg/m³。在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的硫含量 $\leq 0.003\%$ 、例如 $\leq 0.0025\%$ 。在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的冰点为约-58℃。在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的铜片腐蚀（2h，100℃）为约 1。在一些实施方案中，本发明的航空汽油组合物的水反应体积为 0.6-0.7mL。

本发明的航空汽油组合物辛烷值高，抗爆性能好，安全系数高，能满足航空活塞式发动机燃料对辛烷值的要求，可直接用作航空汽油，例如 UL94 号航空汽油，可用于大部分的 100 号低铅航空汽油所用的发动机，也可以与其他航空汽油调配成所需的航空汽油。

本发明具有以下有益效果：

本发明的航空汽油组合物由种类数较少的几种本领域易得的组分通过简单混合的方式调合制备而成，并且满足 ASTM D7547 标准和 ASTM D7592 标准对于 UL94 号航空汽油的要求。该航空汽油辛烷值高，马达法辛烷值在 94 以上，蒸汽压和馏程均满足要求，所需调合组分少且简单易得，制备方法简单，生产成本低。本发明的航空汽油组合物的制备方法所

涉及的固定投资少，生产成本低，特别是对炼油企业来说，改造方便，容易实施。

本发明的航空汽油组合物不含四乙基铅，辛烷值高，抗爆性能好，安全系数高，能满足航空活塞式发动机燃料对辛烷值的要求，可作为一种无铅航空汽油。本发明的航空汽油组合物芳烃含量低，可以降低燃烧时产生的污染，有利于环保。本发明的航空汽油组合物能够在不包含芳胺抗爆剂、甲基叔丁基醚、芳胺类化合物和/或烷基醚抗爆剂的情况下满足抗爆性要求，对环境污染小，对人类健康友好。

下文将以具体实施例的方式阐述本发明。应理解，这些实施例仅仅是阐述性的，并非意图限制本发明的范围。实施例中所用到的方法、试剂和材料，除非另有说明，否则为本领域常规的方法、试剂和材料。实施例中的原料，除非另有说明，否则可通过市售途径购得。

以下实施例中，各项参数均按照 ASTM-D910 标准测得。

以下实施例中，抗静电剂 Stadis 450 购自 Octel America Inc, Newark, DE 19702；防腐剂 DCI-4A 购自 innospec 公司。

制备例

在 8℃、0.45MPa 和催化剂氢氟酸存在下使烷烯比为 10.5:1 的 C4 烯烃和异丁烷进行烷基化反应。将 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应产物在蒸馏塔中进行蒸馏，蒸馏塔塔底温度为 141℃，塔底压力为 0.45MPa，塔顶温度为 53℃，塔顶压力为 0.45MPa，从蒸馏塔侧线抽出馏程为 39.13-155.31℃、40.3-154.29℃、42.3-152.7℃、42.63-153.3℃ 或 40.02-156.1℃，即分别为实施例 1-5 所用的烷基化油改质油。

实施例 1

将 64 质量%的烷基化油改质油（其性质见表 1-1）、21 质量%的工业异戊烷（其性质见表 1-2）和 15 质量%间二甲苯（其性质见表 1-3）混合，再按表 1-4 加入其他各项添加剂，调和均匀后，得到航空汽油，该航空汽

油的性质如下表 1-5 所示。

表 1-1

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)					
	初 馏 点	10% 馏 出 温度	50% 馏 出 温度	90% 馏 出 温度	终 馏 点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷 烃	C8 烷 烃	C9 烷 烃
参数	39.1 3	70.67	108.4 5	113.2 1	155.3 1	6.03	5.51	6.12	24.0 5	57.1 5	1.2

表 1-2

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)			
	初馏点	10% 馏 出温度	50% 馏 出温度	90% 馏 出温度	终馏点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷 烃
参数	23.4	33.1	37.2	40.6	45.3	6.3	73.2	20.2	0.3

5

表 1-3

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)	
	初馏点	10% 馏出 温度	50% 馏出 温度	90% 馏出 温度	终馏点	间二甲苯	其他
参数	137.1	137.6	138.0	138.5	139	98.5	1.5

表 1-4

添加剂	2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚	二乙二醇单甲醚	Stadis 450	DCI-4A
添加量	10mg/L	0.12% 体积	2mg/L	20mg/m ³

10

表 1-5

项目	质量指标	项目	质量指标
馏程:		马达法辛烷值	94.1

初馏点 (°C)	48.3	净热值 (MJ/kg)	44.2
10%馏出温度 (°C)	71.3	饱和蒸汽压 (37.8°C, kPa)	44.8
40%馏出温度 (°C)	92.4	密度 (kg/m³)	706.2
50%馏出温度 (°C)	94.7	氧化安定性 (5h 老化)	3.6
90%馏出温度 (°C)	100.6	潜在胶质 (mg/100ml)	
终馏点 (°C)	115.5	铅沉淀 (mg/100ml)	
10%+50%馏出温度 (°C)	166	硫含量 (%)	0.0025
回收体积 (%)	98	冰点 (°C)	-58
损失量 (%)	1.0	铜片腐蚀 (2h, 100°C)	1
残留量 (%)	1.0	水反应体积 (ml)	0.6

实施例 2

将 52 质量%的烷基化油改质油（其性质见表 2-1）、25 质量%的工业异戊烷（其性质见表 2-2）和 23 质量%间二甲苯（其性质见表 2-3）混合，再按表 1-4 加入其他各项添加剂，调和均匀后，得到航空汽油，该航空汽油的性质如下表 2-4 所示。

表 2-1

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)					
	初馏点	10% 馏出温度	50% 馏出温度	90% 馏出温度	终 馏 点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷 烃	C8 烷 烃	C9 烷 烃
参数	40.3	71.17	109.21	114.58	154.29	5.98	3.34	4.02	23.12	61.8	1.74

表 2-2

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)			
	初馏点	10% 馏出温度	50% 馏出温度	90% 馏出温度	终馏点	C4 烷烃	C5 烷烃	C6 烷烃	C7 烷烃

参数	24.1	35.7	39.1	41.3	46.9	5.8	71.9	22.14	0.16
----	------	------	------	------	------	-----	------	-------	------

表 2-3

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)	
	初 馏 点	10%馏出温 度	50%馏出温 度	90%馏出 温度	终馏点	间二甲苯	其他
参数	137.2	137.6	138.1	138.5	139.3	98.9	1.1

表 2-4

项目	质量指标	项目	质量指标
馏程:		马达法辛烷值	94.8
初馏点 (°C)	52.6	净热值 (MJ/kg)	43.7
10%馏出温度 (°C)	73.2	饱和蒸汽压 (37.8°C, kPa)	42.6
40%馏出温度 (°C)	95.4	密度 (kg/m³)	710.1
50%馏出温度 (°C)	99.6	氧化安定性 (5h 老化)	3.7
90%馏出温度 (°C)	107.2	潜在胶质 (mg/100ml)	
终馏点 (°C)	123.7	铅沉淀 (mg/100ml)	
10%+50%馏出温度 (°C)	172.8	硫含量 (%)	0.0025
回收体积 (%)	98.1	冰点 (°C)	-58
损失量 (%)	1.3	铜片腐蚀 (2h, 100°C)	1
残留量 (%)	0.6	水反应体积 (ml)	0.7

5

实施例 3

将 60 质量%的烷基化油改质油（其性质见表 3-1）、20 质量%的工业异戊烷（其性质见表 3-2）和 20 质量%间二甲苯（其性质见表 3-3）混合，再按表 1-4 加入其他各项添加剂，调和均匀后，得到航空汽油，该航空汽油的性质如下表 3-4 所示。

10

表 3-1

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)					
	初馏点	10% 馏出温度	50% 馏出温度	90% 馏出温度	终馏点	C4 烷烃	C5 烷烃	C6 烷烃	C7 烷烃	C8 烷烃	C9 烷烃
参数	42.3	73.9	110.7	113.9	152.7	5.41	3.39	5.13	23.34	62.10	0.63

表 3-2

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)			
	初馏点	10% 馏出温度	50%馏出温度	90%馏出温度	终馏点	C4 烷烃	C5 烷烃	C6 烷烃	C7 烷烃
参数	25.3	36.8	39.4	42.3	47.1	3.9	74.2	21.8	0.1

表 3-3

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)	
	初馏点	10%馏出温度	50%馏出温度	90%馏出温度	终馏点	间二甲苯	其他
参数	137.1	137.5	138.3	138.6	139.8	99.2	0.8

5

表 3-4

项目	质量指标	项目	质量指标
馏程:		马达法辛烷值	94.5
初馏点 (°C)	52.1	净热值 (MJ/kg)	44.6
10%馏出温度 (°C)	72.9	饱和蒸汽压 (37.8°C, kPa)	41.9
40%馏出温度 (°C)	95.8	密度 (kg/m³)	713.06
50%馏出温度 (°C)	99.1	氧化安定性 (5h 老化)	3.7
90%馏出温度 (°C)	106.7	潜在胶质 (mg/100ml)	
终馏点 (°C)	121.9	铅沉淀 (mg/100ml)	

10%+50%馏出温度 (°C)	172	硫含量 (%)	0.0024
回收体积 (%)	98	冰点 (°C)	-58
损失量 (%)	1.1	铜片腐蚀 (2h, 100°C)	1
残留量 (%)	0.9	水反应体积 (ml)	0.7

实施例 4

将 58 质量%的烷基化油改质油（其性质见表 4-1）、23 质量%的工业异戊烷（其性质见表 4-2）和 19 质量%间二甲苯（其性质见表 4-3）混合，再按表 1-4 加入其他各项添加剂，调和均匀后，得到航空汽油，该航空汽油的性质如下表 4-4 所示。

表 4-1

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)					
	初 馏 点	10% 馏 出温度	50% 馏 出温度	90% 馏 出 温 度	终 馏 点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷 烃	C8 烷 烃	C9 烷 烃
参 数	42.63	73.14	111.81	114.65	153.3	5.83	4.02	5.52	23.41	60.77	0.45

10 表 4-2

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)			
	初 馏 点	10% 馏 出温度	50% 馏 出温度	90% 馏 出温度	终 馏 点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷 烃
参数	23.1	33.0	35.8	37.1	43.8	5.7	73.2	21.02	0.08

表 4-3

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)	
	初 馏	10%馏出温	50%馏出温	90%馏出	终馏点	间二甲苯	其他

	点	度	度	温度			
参数	137.0	137.5	138.4	138.7	139.5	99.0	1.0

表 4-4

项目	质量指标	项目	质量指标
馏程:		马达法辛烷值	94.3
初馏点 (°C)	55.3	净热值 (MJ/kg)	43.9
10%馏出温度 (°C)	72.5	饱和蒸汽压 (37.8°C, kPa)	39.8
40%馏出温度 (°C)	93.3	密度 (kg/m³)	702.7
50%馏出温度 (°C)	97.2	氧化安定性 (5h 老化) 潜在胶质 (mg/100ml) 铅沉淀 (mg/100ml)	3.7 2.6
90%馏出温度 (°C)	105.8		
终馏点 (°C)	122.7		
10%+50%馏出温度 (°C)	169.7	硫含量 (%)	0.0025
回收体积 (%)	98.3	冰点 (°C)	-58
损失量 (%)	0.9	铜片腐蚀 (2h, 100°C)	1
残留量 (%)	0.8	水反应体积 (ml)	0.7

实施例 5

5 将 65 质量%的烷基化油改质油（其性质见表 5-1）、20 质量%的工业异戊烷（其性质见表 5-2）和 15 质量%间二甲苯（其性质见表 5-3）混合，再按表 1-4 加入其他各项添加剂，调和均匀后，得到航空汽油，该航空汽油的性质如下表 5-4 所示。

10 表 5-1

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)					
	初 馏 点	10% 馏 出 温度	50% 馏 出 温度	90% 馏 出 温 度	终 馏 点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷烃	C8 烷烃	C9 烷 烃

参数	40.02	71.15	110.33	116.71	156.1	6.23	3.45	5.32	23.99	60.39	0.62
----	-------	-------	--------	--------	-------	------	------	------	-------	-------	------

表 5-2

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)			
	初馏点	10%馏出温度	50%馏出温度	90% 馏出温度	终 馏点	C4 烷 烃	C5 烷 烃	C6 烷 烃	C7 烷 烃
参 数	24.8	34.2	37.9	40.6	44.2	4.4	75.2	20.25	0.15

表 5-3

性质	馏程 (°C)					烃类组成 (重量%)	
	初 馏 点	10% 馏 出温度	50% 馏 出温度	90% 馏 出温度	终馏点	间二甲苯	其他
参数	137.6	137.9	138.6	139.1	139.7	99.3	0.7

5

表 5-4

项目	质量指标	项目	质量指标
馏程:		马达法辛烷值	94.1
初馏点 (°C)	54.1	净热值 (MJ/kg)	44.8
10%馏出温度 (°C)	72.3	饱和蒸汽压 (37.8°C, kPa)	40.3
40%馏出温度 (°C)	93.2	密度 (kg/m³)	700.03
50%馏出温度 (°C)	98.1	氧化安定性 (5h 老化)	3.7 2.71
90%馏出温度 (°C)	103.9	潜在胶质 (mg/100ml)	
终馏点 (°C)	120.9	铅沉淀 (mg/100ml)	
10%+50%馏出温度 (°C)	170.4	硫含量 (%)	0.0023
回收体积 (%)	98.1	冰点 (°C)	-58
损失量 (%)	1.0	铜片腐蚀 (2h, 100°C)	1
残留量 (%)	0.9	水反应体积 (ml)	0.7

由以上实施例结果可以看出，将烷基化油改质油、工业异戊烷、间二甲苯等本领域容易获取的各种组分混合均匀后加入抗冰剂、防腐剂等添加剂即可成功调和得到航空汽油。本发明的航空汽油能在大多数 100LL 号航空汽油发动机上成功使用，降低了铅含量的排放，有利于环境保护。

5

以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

10

权 利 要 求

1. 一种航空汽油组合物,所述航空汽油组合物含有基础油和添加剂,其特征在于,所述基础油含有调合组分 A、调合组分 B 和调合组分 C;
5 以所述基础油总重计,所述基础油包括 50-70 重量%的所述调合组分 A、15-25 重量%的所述调合组分 B 和 15-30 重量%的所述调合组分 C;

其中,以调合组分 A 总重计,所述调合组分 A 含有 2-9 重量%的 C4 烷烃、2-8 重量%的 C5 烷烃、3-10 重量%的 C6 烷烃、22-29 重量%的 C7 烷烃、56-70 重量%的 C8 烷烃和 0.43-2.5 重量%的 C9 烷烃;

10 以调合组分 B 总重计,所述调合组分 B 含有 95 重量%以上的间二甲苯;

以调合组分 C 总重计,所述调合组分 C 含有 0.4-7.6 重量%的 C4 烷烃、58-78 重量%的 C5 烷烃、20-31 重量%的 C6 烷烃和 0.04-0.3 重量%的 C7 烷烃。

15 2. 如权利要求 1 所述的航空汽油组合物,其特征在于,以所述基础油总重计,所述基础油的组成满足以下一项或多项特征:

所述调合组分 A 的含量为 50-65 重量%;

所述调合组分 B 的含量为 15-23 重量%;

所述调合组分 C 的含量为 20-25 重量%。

20 3. 如权利要求 1 所述的航空汽油组合物,其特征在于,所述航空汽油组合物具有以下一项或多项特征:

所述调合组分 A 的初馏点为 28-50℃,终馏点为 140-157℃;

以调合组分 A 总重计,所述调合组分 A 含有 5-6.5 重量%的 C4 烷烃、3-6 重量%的 C5 烷烃、3.5-6.5 重量%的 C6 烷烃、22.5-25 重量%的 C7 烷
25 烃、56-63 重量%的 C8 烷烃和 0.45-2 重量%的 C9 烷烃;

所述调合组分 B 的初馏点为 137-138℃,终馏点为 138.5-140℃;

以调合组分 B 总重计,所述调合组分 B 含有 98%重量以上的间二甲苯;

所述调合组分 C 的初馏点为 21-27℃,终馏点为 43-58℃;

以调合组分 C 总重计, 所述调合组分 C 含有 3-7 重量%的 C4 烷烃、68-78 重量%的 C5 烷烃、20-24 重量%的 C6 烷烃和 0.05-0.3 重量%的 C7 烷烃;

所述添加剂不包括四乙基铅;

5 所述添加剂不包括芳胺抗爆剂和甲基叔丁基醚;

所述添加剂包括选自抗氧剂、防冰剂、抗静电剂、防腐蚀剂和染料中的一种或多种。

4. 如权利要求 3 所述的航空汽油组合物, 其特征在于, 所述调合组分 A 的初馏点为 35-45℃, 终馏点为 150-157℃。

10 5.如权利要求 1-4 中任一项所述的航空汽油组合物, 其特征在于, 所述航空汽油组合物的马达法辛烷值不小于 94。

6.如权利要求 5 所述的航空汽油组合物, 其特征在于, 所述航空汽油组合物的马达法辛烷值为 94-96。

15 7. 如权利要求 6 任一项所述的航空汽油组合物, 其特征在于, 所述航空汽油组合物的马达法辛烷值为 94.1-94.8。

8. 制备权利要求 1-7 中任一项所述的航空汽油组合物的方法, 其特征在于, 所述方法包括混合所述航空汽油组合物的各组分的步骤。

20 9. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述方法包括: 对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应的产物进行蒸馏, 获取初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分作为调合组分 A。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述烷基化反应的温度为 4-10℃, 压力为 0.4-0.45MPa, 异丁烷与 C4 烯烃的摩尔比为 8-12:1。

25 11. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 使用蒸馏塔进行蒸馏, 所述蒸馏的条件包括: 蒸馏塔塔底温度为 133-143℃, 塔底压力为 0.41-0.53MPa, 塔顶温度为 51-56℃, 塔顶压力为 0.41-0.5MPa。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 从所述蒸馏塔侧线抽出初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分作为调合组分 A。

13. 如权利要求 11 或 12 所述的方法, 其特征在于, 从所述蒸馏塔塔底油中切割初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分作为调合组分

A。

14. 一种烷烃组合物，其特征在于，以烷烃组合物总重计，所述烷烃组合物含有 2-9 重量%的 C4 烷烃、2-8 重量%的 C5 烷烃、3-10 重量%的 C6 烷烃、22-29 重量%的 C7 烷烃、56-70 重量%的 C8 烷烃和 0.43-2.5 重量%的 C9 烷烃。

15. 如权利要求 14 所述的烷烃组合物，其特征在于，所述烷烃组合物的初馏点为 28-50℃，终馏点为 140-157℃。

16. 如权利要求 14 所述的烷烃组合物，其特征在于，
以烷烃组合物总重计，所述烷烃组合物含有 5-6.5 重量%的 C4 烷烃、
3-6 重量%的 C5 烷烃、3.5-6.5 重量%的 C6 烷烃、22.5-25 重量%的 C7 烷
5 烃、56-63 重量%的 C8 烷烃和 0.45-2 重量%的 C9 烷烃；和/或
所述烷烃组合物的初馏点为 35-45℃，终馏点为 150-157℃。

17. 制备权利要求 14~16 任一项所述的烷烃组合物的方法，其特征在于，所述方法包括：对 C4 烯烃和异丁烷的烷基化反应的产物进行蒸馏，
15 获取初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分作为调合组分 A。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述烷基化反应的温度为 4-10℃，压力为 0.4-0.45MPa，异丁烷与 C4 烯烃的摩尔比为 8-12:1。

19. 如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，使用蒸馏塔进行蒸馏，所述蒸馏的条件包括：蒸馏塔塔底温度为 133-143℃，塔底压力为
20 0.41-0.53MPa，塔顶温度为 51-56℃，塔顶压力为 0.41-0.5MPa。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，从所述蒸馏塔侧线抽出初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分。

21. 如权利要求 19 或 20 所述的方法，其特征在于，从所述蒸馏塔塔底油中切割初馏点为 28-50℃、终馏点为 140-157℃的组分。

22. 权利要求 14~16 任一项所述的烷烃组合物或采用权利要求 17~21 任一项所述的方法制备得到的烷烃组合物在制备航空汽油中的用途。

23. 如权利要求 22 所述的用途，其特征在于，所述航空汽油为无铅航空汽油。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/138428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C10L 1/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI, SIPOABS, CNTXT, CNKI: 航空汽油, 烷基化, 丁烷, C4, 戊烷, C5, 己烷, C6, 庚烷, C7, 间二甲苯, 1, 3-二甲基苯, 辛烷值, aviation gasoline, alkylat+, butane, pentane, hexane, heptane, metaxylene, m-xylene, 1, 3-dimethy-benzene, octane, MON

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113736527 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 03 December 2021 (2021-12-03) claims 1-12	1-23
PX	CN 113736526 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 03 December 2021 (2021-12-03) description, paragraphs 54-82	1-23
PX	CN 113736525 A (EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 03 December 2021 (2021-12-03) description, paragraphs 51-82	1-23
Y	CN 106590773 A (CHINA PETROCHEMICAL CO., LTD.) 26 April 2017 (2017-04-26) description, paragraphs 44-102	1-23
Y	CN 106590772 A (CHINA PETROCHEMICAL CO., LTD.) 26 April 2017 (2017-04-26) description, paragraphs 40-101	1-23
Y	US 2012029251 A1 (HEMIGHAUS GREGORY et al.) 02 February 2012 (2012-02-02) description, paragraphs 13-30, and embodiments 1-2, and figure 1	1-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2022

Date of mailing of the international search report

06 July 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/138428**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2019062659 A1 (GENERAL AVIATION MODIFICATIONS INC.) 28 February 2019 (2019-02-28) abstract, and description, paragraphs 35 and 42-47, and table 1	1-23
A	US 2015113861 A1 (SHELL OIL CO.) 30 April 2015 (2015-04-30) entire document	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/138428

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113736527	A	03 December 2021	None			
CN	113736526	A	03 December 2021	None			
CN	113736525	A	03 December 2021	None			
CN	106590773	A	26 April 2017	None			
CN	106590772	A	26 April 2017	None			
US	2012029251	A1	02 February 2012	JP	2013532753	A	19 August 2013
				MX	322398	B	30 July 2014
				KR	20130097738	A	03 September 2013
				AU	2011283181	A1	17 January 2013
				WO	2012015506	A1	02 February 2012
				CA	2802698	A1	02 February 2012
				MX	2013000739	A	05 March 2013
				EP	2598617	A4	05 June 2013
US	2019062659	A1	28 February 2019	None			
US	2015113861	A1	30 April 2015	CA	2857847	A1	30 April 2015
				MX	2014009058	A	07 May 2015
				CN	104593094	A	06 May 2015
				MX	324860	B	28 October 2014
				EP	2868737	A1	06 May 2015
				ZA	201405519	B	30 September 2015
				BR	102014018405	A2	26 April 2016
				AU	2014206204	A1	14 May 2015
				RU	2014131035	A	20 February 2016
				GB	201413244	D0	10 September 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/138428

A. 主题的分类

C10L 1/04 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

C10L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

DWPI, SIPOABS, CNTXT, CNKI: 航空汽油, 烷基化, 丁烷, C4, 戊烷, C5, 己烷, C6, 庚烷, C7, 间二甲苯, 1,3-二甲苯, 辛烷值, aviation gasoline, alkylat+, butane, pentane, hexane, heptane, metaxylene, m-xylene, 1,3-dimethylbenzene, octane, MON

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 113736527 A (华东理工大学) 2021年12月3日 (2021 - 12 - 03) 权利要求1-12	1-23
PX	CN 113736526 A (华东理工大学) 2021年12月3日 (2021 - 12 - 03) 说明书第54-82段	1-23
PX	CN 113736525 A (华东理工大学) 2021年12月3日 (2021 - 12 - 03) 说明书51-82段	1-23
Y	CN 106590773 A (中国石油化工股份有限公司) 2017年4月26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第44-102段	1-23
Y	CN 106590772 A (中国石油化工股份有限公司) 2017年4月26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第40-101段	1-23
Y	US 2012029251 A1 (HEMIGHAUS GREGORY等) 2012年2月2日 (2012 - 02 - 02) 说明书第13-30, 实施例1-2, 图1	1-23
Y	US 2019062659 A1 (GENERAL AVIATION MODIFICATIONS INC) 2019年2月28日 (2019 - 02 - 28) 摘要, 说明书第35、42-47段, 表1	1-23

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年6月25日

国际检索报告邮寄日期

2022年7月6日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10) 62019451

授权官员

杨颖

电话号码 (86-10) 62084851

PCT/ISA/210 表(第2页) (2015年1月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/138428

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	113736527	A	2021年12月3日	无			
CN	113736526	A	2021年12月3日	无			
CN	113736525	A	2021年12月3日	无			
CN	106590773	A	2017年4月26日	无			
CN	106590772	A	2017年4月26日	无			
US	2012029251	A1	2012年2月2日	JP	2013532753	A	2013年8月19日
				MX	322398	B	2014年7月30日
				KR	20130097738	A	2013年9月3日
				AU	2011283181	A1	2013年1月17日
				WO	2012015506	A1	2012年2月2日
				CA	2802698	A1	2012年2月2日
				MX	2013000739	A	2013年3月5日
				EP	2598617	A4	2013年6月5日
US	2019062659	A1	2019年2月28日	无			
US	2015113861	A1	2015年4月30日	CA	2857847	A1	2015年4月30日
				MX	2014009058	A	2015年5月7日
				CN	104593094	A	2015年5月6日
				MX	324860	B	2014年10月28日
				EP	2868737	A1	2015年5月6日
				ZA	201405519	B	2015年9月30日
				BR	102014018405	A2	2016年4月26日
				AU	2014206204	A1	2015年5月14日
				RU	2014131035	A	2016年2月20日
				GB	201413244	D0	2014年9月10日