



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102191017 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 21

(21) 申请号 201110026570. 4

(22) 申请日 2011. 01. 21

(30) 优先权数据

1002625. 0 2010. 02. 16 GB

(71) 申请人 墨西哥化学阿玛科股份有限公司

地址 墨西哥墨西哥城

(72) 发明人 罗贝特·E·洛

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 蔡胜有 顾晋伟

(51) Int. Cl.

C09K 5/04 (2006. 01)

权利要求书 3 页 说明书 56 页 附图 5 页

(54) 发明名称

传热组合物

(57) 摘要

本发明提供包含反式-1,3,3,3-四氟丙烯 (R-1234ze(E))、二氟甲烷 (R-32) 和 1,1-二氟乙烷 (R-152a) 的传热组合物。

1. 一种传热组合物, 包含反式 -1,3,3,3- 四氟丙烯 (R-1234ze(E))、二氟甲烷 (R-32) 和 1,1- 二氟乙烷 (R-152a)。
2. 如权利要求 1 所述的组合物, 最多包含约 25 重量%的 R-32。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的组合物, 最多包含约 45 重量%的 R-152a。
4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的组合物, 包含约 5 至约 12 重量%的 R-32、约 10 至约 45 重量%的 R-152a 和约 43 至约 85 重量%的 R-1234ze(E)。
5. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的组合物, 包含约 8 至约 12 重量%的 R-32、约 5 至约 10 重量%的 R-152a 和约 78 至约 87 重量%的 R-1234ze(E)。
6. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 基本上由 R-32、R-152a 和 R-1234ze(E) 组成。
7. 如权利要求 1 至 5 中任一项所述的组合物, 还包含 1,1,1,2- 四氟乙烷 (R-134a)。
8. 如权利要求 7 所述的组合物, 最多包含约 50 重量%的 R-134a。
9. 如权利要求 8 所述的组合物, 包含约 2 至约 15 重量%的 R-32、约 5 至约 45 重量%的 R-152a、约 25 至约 50 重量%的 R-134a 和约 5 至约 70 重量%的 R-1234ze(E)。
10. 如权利要求 7 至 9 中任一项所述的组合物, 基本上由 R-32、R-152a、R-1234ze(E) 和 R-134a 组成。
11. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其中所述组合物具有低于 1000, 优选低于 150 的 GWP。
12. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其中温度滑移低于约 10K, 优选低于约 5K。
13. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其中所述组合物的体积制冷能力相对于其意在替代的现有制冷剂的偏差在约 15% 内, 优选在约 10% 内。
14. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其中所述组合物与单独的 R-32、单独的 R-152a 或单独的 R-1234yf 相比不易燃。
15. 如权利要求 14 所述的组合物, 其中所述组合物具有比单独的 R-32、单独的 R-152a 或单独的 R-1234yf
 - (a) 高的可燃限;
 - (b) 高的点火能量; 和 / 或
 - (c) 低的火焰速度。
16. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其具有约 0.42 至约 0.7、优选约 0.44 至约 0.67 的氟比例 (F/(F+H))。
17. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其是不可燃的。
18. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其中所述组合物的循环效率相对于其意在替代的现有制冷剂的偏差在约 5% 内。
19. 如前述权利要求中任一项所述的组合物, 其中所述组合物的压缩机排出温度相对于其意在替代的现有制冷剂的偏差在约 15K 内、优选在约 10K 内。
20. 一种组合物, 包含润滑剂和如前述权利要求中任一项所述的组合物。
21. 如权利要求 20 所述的组合物, 其中所述润滑剂选自矿物油、硅油、多烷基苯 (PAB)、多元醇酯 (POE)、聚亚烷基二醇 (PAG)、聚亚烷基二醇酯 (PAG 酯)、聚乙烯醚 (PVE)、聚

(α -烯烃)及其组合。

22. 如权利要求 20 或 21 所述的组合物,还包含稳定剂。

23. 如权利要求 22 所述的组合物,其中所述稳定剂选自基于二烯的化合物、磷酸盐/酯、酚化合物和环氧化物及其混合物。

24. 一种组合物,包含阻燃剂和如前述权利要求中任一项所述的组合物。

25. 如权利要求 24 所述的组合物,其中所述阻燃剂选自磷酸三(2-氯代乙)酯、磷酸(氯代丙)酯、磷酸三(2,3-二溴代丙)酯、磷酸三(1,3-二氯代丙)酯、磷酸氢二铵、各种卤代芳族化合物、氧化锑、三水合铝、聚氯乙烯、氟代碘碳化合物、氟代溴碳化合物、三氟碘甲烷、全氟烷基胺、溴-氟烷基胺及其混合物。

26. 如前述权利要求中任一项所述的组合物,其为制冷剂组合物。

27. 一种传热设备,含有如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物。

28. 如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物在传热设备中的用途。

29. 如权利要求 27 或 28 所述的传热设备,其是制冷设备。

30. 如权利要求 29 所述的传热设备,其选自机动车空调系统、家用空调系统、商用空调系统、家用制冷器系统、家用冷冻器系统、商用制冷器系统、商用冷冻器系统、冷却器空调系统、冷却器制冷系统和商用或家用热泵系统。

31. 如权利要求 29 或 30 所述的传热设备,其包括压缩机。

32. 一种发泡剂,包含如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物。

33. 一种可发泡组合物,包含一种或多种能够形成泡沫的组分和如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物,其中所述一种或多种能够形成泡沫的组分选自聚氨酯、热塑性聚合物和树脂如聚苯乙烯和环氧树脂及其混合物。

34. 一种泡沫,可以由如权利要求 33 所述的可发泡组合物获得。

35. 如权利要求 34 所述的泡沫,包含如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物。

36. 一种可喷射组合物,包含待喷射材料和含有如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物的推进剂。

37. 一种冷却制品的方法,其包括冷凝如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物,随后在待冷却制品附近蒸发所述组合物。

38. 一种加热制品的方法,其包括在待加热制品附近冷凝如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物,随后蒸发所述组合物。

39. 一种从生物质中提取物质的方法,包括使所述生物质与包含如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物的溶剂接触,以及使所述物质与所述溶剂分离。

40. 一种清洁制品的方法,包括使所述制品与包含如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物的溶剂接触。

41. 一种从水溶液中提取材料的方法,包括使所述水溶液与包含如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物的溶剂接触,以及使所述材料与所述溶剂分离。

42. 一种从颗粒状固体基材中提取材料的方法,包括使所述颗粒状固体基材与包含如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物的溶剂接触,以及使所述材料与所述溶剂分离。

43. 一种机械发电设备,含有如权利要求 1 至 26 中任一项所述的组合物。

44. 如权利要求 43 所述的机械发电设备,其适于采用兰金循环或其变型以由热生成

功。

45. 一种翻新传热设备的方法,包括移出现有传热流体,并引入如权利要求1至26中任一项所述的组合物的步骤。

46. 如权利要求45所述的方法,其中所述传热设备是制冷设备。

47. 如权利要求46所述的方法,其中所述传热设备是空调系统。

48. 一种减少由操作包含现有化合物或组合物的产品引起的环境影响的方法,所述方法包括用如权利要求1至26中任一项所述的组合物至少部分替代所述现有化合物或组合物。

49. 一种制备如权利要求1至26中任一项所述的组合物和/或如权利要求27或29至31中任一项所述的传热设备的方法,所述组合物或传热设备含有R-134a,所述方法包括向含有现有传热流体R-134a的传热设备中引入R-1243ze(E)、R-32和R-152a以及任选的润滑剂、稳定剂和/或阻燃剂。

50. 如权利要求49所述的方法,包括在引入R-1243ze(E)、R-32和R-152a以及任选的润滑剂、稳定剂和/或阻燃剂之前,从所述传热设备中移出至少部分现有R-134a的步骤。

51. 一种产生温室气体排放配额的方法,包括(i)用如权利要求1至26中任一项所述的组合物替代现有化合物或组合物,其中如权利要求1至26中任一项所述的组合物具有比所述现有化合物或组合物低的GWP;和(ii)获得所述替代步骤的温室气体排放配额。

52. 如权利要求51所述的方法,其中使用本发明的组合物获得比使用所述现有化合物或组合物所获得的低的总等效温升冲击和/或低的生命周期碳产生。

53. 如权利要求51或52所述的方法,其在来自空调、制冷、传热、发泡剂、气溶胶或可喷射推进剂、气态电介质、冷冻手术、兽医处置手段、牙科处置手段、灭火、火焰抑制、溶剂、清洁剂、气喇叭、粒丸枪、局部麻醉剂和膨胀应用领域的产品上实施。

54. 如权利要求48或53所述的方法,其中所述产品选自传热设备、发泡剂、可发泡组合物、可喷射组合物、溶剂或机械发电设备。

55. 如权利要求54所述的方法,其中所述产品是传热设备。

56. 如权利要求48或51至55中任一项所述的方法,其中所述现有化合物或组合物是传热组合物。

57. 如权利要求56所述的方法,其中所述传热组合物是选自R-134a、R-1234yf和R-152a的制冷剂。

58. 任何新的传热组合物,基本上如下文所述,任选参照实施例。

传热组合物

技术领域

[0001] 本发明涉及传热组合物,特别涉及可适于作为现有制冷剂如 R-134a、R-152a、R-1234yf、R-22、R-410A、R-407A、R-407B、R-407C、R507 和 R-404a 替代品的传热组合物。

背景技术

[0002] 在本说明书中对之前公开的文献或任何背景知识的列举或论述不应被视为承认该文献或背景知识是现有技术的一部分或是公知常识。

[0003] 机械制冷系统和相关传热设备如热泵和空调系统是公知的。在此类系统中,制冷剂液体在低压下蒸发,从周围区域中带走热。随后将所得蒸气压缩并通入冷凝器中,蒸气在其中冷凝并将热释放至第二区域,冷凝液通过膨胀阀返回到蒸发器中,由此完成循环。压缩蒸气和泵送液体所需的机械能由例如电动机或内燃机提供。

[0004] 除了具有合适的沸点和高蒸发潜热外,制冷剂中优选的性质包括低毒性、不可燃性、不腐蚀性、高稳定性和不具有难闻的气味。其它希望的性质是在低于 25 巴压力下的易压缩性、压缩时的低排出温度、高制冷能力、高效率(高制冷系数)和在所需蒸发温度下超过 1 巴的蒸发器压力。

[0005] 二氯二氟甲烷(制冷剂 R-12)具有合适的性质组合,并且是多年来最广泛采用的制冷剂。由于国际上担心完全和部分卤化的含氯氟烃破坏地球的臭氧保护层,因此在应严格限制它们的制造和使用并最终完全淘汰方面达成了共识。20 世纪 90 年代,二氯二氟甲烷的使用逐步停止。

[0006] 因其较低的臭氧消耗潜能,引入氯二氟甲烷(R-22)作为 R-12 的替代品。后来注意到 R-22 是一种效力极强的温室气体,其使用也已逐步停止。

[0007] 虽然本发明所涉及类型的传热设备是基本封闭的系统,但是由于设备操作过程中或维护程序过程中的泄漏,制冷剂会损失到大气中。因此,重要的是用具有零臭氧消耗潜能的材料替代完全和部分卤化的含氯氟烃。

[0008] 除了臭氧消耗的可能性外,已经提出大气中卤代烃制冷剂的显著浓度会导致全球变暖(所谓的温室效应)。因此,希望使用由于能够与其它大气组分(如羟基)反应或由于容易通过光解过程分解而具有相对短的大气寿命的制冷剂。

[0009] 已经引入 R-410A 和 R-407 制冷剂(包括 R-407A、R-407B 和 R-407C)作为 R-22 的替代制冷剂。但是,R-22、R-410A 和 R-407 制冷剂均具有高的全球变暖潜能(Global Warming Potential, GWP,也称为温室变暖潜能)。

[0010] 引入 1,1,1,2-四氟乙烷(制冷剂 R-134a)作为 R-12 的替代制冷剂。然而,虽然没有显著的臭氧消耗潜能,但是 R-134a 具有 1300 的 GWP。希望找到具有较低 GWP 的 R-134a 的替代品。

[0011] R-152a(1,1-二氟乙烷)已经确定为 R-134a 的替代品。其稍微比 R-134a 有效并具有 120 的温室变暖潜能。但是,认为 R-152a 的可燃性过高使得例如无法在机动车空调系统中安全使用。特别地,据信其在空气中的可燃下限过低,火焰速度过高,点火能量过低。

[0012] 因此,需要提供具有改进的性质如低可燃性的替代制冷剂。碳氟化合物燃烧化学是复杂和不可预测的。不可燃碳氟化合物与可燃碳氟化合物混合并不总是能够降低流体的可燃性或降低空气中可燃组合物的范围。例如,本发明人已经发现,如果将不可燃 R-134a 与可燃 R-152a 混合,则混合物的可燃下限以不可预测的方式改变。如果考虑三元或四元组合物,则这种情形变得甚至更复杂和更不可预测。

[0013] 还需要提供在几乎或完全不改造现有设备如制冷设备的情况下仍可使用的替代制冷剂。

[0014] R-1234yf (2,3,3,3- 四氟丙烯) 已被确定为候选替代制冷剂,以在某些应用中、特别是在机动车空调或热泵应用中替代 R-134a。其 GWP 为约 4。R-1234yf 是可燃的,但是其可燃性特征通常被认为对于包括机动车空调或热泵的某些应用来说是可以接受的。特别地,当与 R-152a 相比时,其可燃下限更高,最小点火能量更高,并且空气中的火焰速度明显低于 R-152a。

[0015] 操作空调或制冷系统在温室气体排放方面的环境影响不仅应参照制冷剂的所谓“直接”GWP,还应参照所谓的“间接”排放,即由使该系统运转的电或燃料消耗导致的二氧化碳排放进行考虑。已经开发出这种总 GWP 影响的几种度量,包括称作总等效温升冲击 (Total Equivalent Warming Impact, TEWI) 分析、或生命周期碳产生 (Life-Cycle Carbon Production, LCCP) 分析的那些。这两种度量都包括评估制冷剂 GWP 和能量效率对总体变暖影响的效果。

[0016] 已经发现 R-1234yf 的能量效率和制冷能力明显低于 R-134a,并且已经发现该流体在系统管道和热交换器中表现出提高的压降。结果是,要使用 R-1234yf 并获得与 R-134a 相同的能量效率与冷却性能,需要提高的设备复杂性和提高的管道尺寸,这导致与设备相关的间接排放增加。此外,认为 R-1234yf 的制备比 R-134a 更复杂且在其原料使用方面(氟化和氯化)效率更低。因此,用 R-1234yf 替代 R-134a 会消耗更多原料,并导致比 R-134a 更多的温室气体的间接排放。

[0017] 一些设计用于 R-134a 的现有技术甚至可能不能接受某些传热组合物降低的可燃性(任何 GWP 小于 150 的组合物被认为在某种程度上是可燃的)。

发明内容

[0018] 因此,本发明的一个主要目的在于提供一种传热组合物,其自身可用作或适合作为现有制冷惯用品(usages)的替代品,应当具有降低的 GWP,还应具有相对于例如使用现有制冷剂(例如 R-134a、R-152a、R-1234yf、R-22、R-410A、R-407A、R-407B、R-407C、R507 和 R-404a)所达到的那些值的偏差理想地在 10% 内、相对于这些值的偏差优选在小于 10% (例如约 5%) 内的制冷能力和能量效率(其可以方便地称为“制冷系数”)。在本领域已知的是,流体之间这种量级的差值通常可以通过重新设计设备和系统操作特征来解决。该组合物还应理想地具有降低的毒性和可接受的可燃性。

[0019] 本发明通过提供一种传热组合物解决了上述不足,该传热组合物包含反式-1,3,3,3- 四氟丙烯(R-1234ze(E))、二氟甲烷(R-32)和 1,1- 二氟乙烷(R-152a)。除非另行说明,否则其在下文中称作本发明的组合物。

[0020] 本文中所描述的所有化学品都是市售的。例如,含氟化合物可得自 Apollo

Scientific(UK)。

[0021] 本发明的组合物通常含有最多约 25 重量%的 R-32。

[0022] 本发明的组合物方便地含有最多约 45 重量%的 R-152a。

[0023] 在一个优选的实施方案中,本发明的组合物含有约 2 至约 25 重量%的 R-32、约 5 至约 45 重量%的 R-152a 和约 60 至约 95 重量% (例如约 70 至约 93%) 的 R-1234ze(E)。

[0024] 本发明的组合物有利地含有约 4 至约 12 重量%的 R-32、约 5 至约 10 重量%的 R-152a 和约 78 至约 91 重量%的 R-1234ze(E)。

[0025] 在一个优选的方面,本发明的组合物含有约 8 至约 12 重量%的 R-32、约 5 至约 10 重量%的 R-152a 和约 78 至约 87 重量%的 R-1234ze(E)。此类组合物的实例是三元共混物,其含有:

[0026] 约 10%的 R-32、约 5%的 R-152a 和约 85%的 R-1234ze(E);

[0027] 约 11%的 R-32、约 6%的 R-152a 和约 83%的 R-1234ze(E);

[0028] 约 9%的 R-32、约 6%的 R-152a 和约 85%的 R-1234ze(E);

[0029] 约 8%的 R-32、约 5%的 R-152a 和约 87%的 R-1234ze(E);或

[0030] 约 8%的 R-32、约 6%的 R-152a 和约 86%的 R-1234ze(E)。

[0031] 本发明的组合物方便地含有约 8 至约 12 重量%的 R-32、约 3 至约 7 重量%的 R-152a 和约 81 至约 89 重量%的 R-1234ze(E)。

[0032] 在本发明的一个方面,本发明的组合物含有约 5 至约 12 重量%的 R-32、约 10 至约 45 重量%的 R-152a 和约 43 至约 85 重量%的 R-1234ze(E)。

[0033] 在另一优选方面,本发明的组合物含有约 5 至约 12 重量%的 R-32、约 10 至约 40 重量%的 R-152a 和约 48 至约 85 重量%的 R-1234ze(E)。

[0034] 在一个实施方案中,本发明的组合物含有约 5 至约 11 重量%的 R-32、约 10 至约 35 重量%的 R-152a 和约 54 至约 85 重量%的 R-1234ze(E)。

[0035] 本发明的组合物有利地含有约 5 至约 10 重量%的 R-32、约 15 至约 30 重量%的 R-152a 和约 60 至约 80 重量%的 R-1234ze(E)。

[0036] 如本文中所用的,在本文(包括权利要求书中)的组合物中所提及的所有%量均基于组合物总重量以重量计,除非另行说明。

[0037] 为避免疑问,应理解,本发明的组合物中组分含量范围所述上限值和下限值可以以任何方式互换,只要所得范围落在本发明的最宽范围内即可。例如,本发明的组合物可以包含约 5 至约 12 重量%的 R-32、约 5 或 10 至约 35 重量%的 R-152a 和约 53 至约 85 或 90 重量%的 R-1234ze(E)。

[0038] 含有 R-1234ze(E)、R-32 和 R-152a 的本发明组合物可以基本上由这些组分组成(或由这些组分组成)。

[0039] 术语“基本上由……组成”是指本发明的组合物基本上不含其它组分,特别是不含已知用于传热组合物的其它(氢)(氟)化合物(例如(氢)(氟)烷烃或(氢)(氟)烯烃)。术语“由……组成”在“基本上由……组成”的含义内。因此,本发明的组合物优选是 R-1234ze(E)、R-32 和 R-152a 的三元共混物。

[0040] 为避免疑问,本文中所述的任何本发明的组合物,包括具有具体限定含量的组分的那些,可以基本上由这些组合物中限定的组分组成(或由这些组合物中限定的组分组

成)。

[0041] 在另一方面,含有 R-1234ze(E)、R-32 和 R-152a 的本发明组合物还可以包含 1,1,1,2- 四氟乙烷 (R-134a)。通常包含 R-134a 以降低本发明组合物的可燃性。

[0042] 如果存在 R-134a,那么所得组合物通常含有最多约 50 重量%的 R-134a,优选约 25%至约 45 重量%的 R-134a。组合物的其余部分合适地以前文所述的类似优选比例含有 R32、R152a 和 R-1234ze(E)。

[0043] R32、R152a、R-1234ze(E) 和 R-134a 的合适的共混物含有约 2 至约 15 重量%的 R-32、约 5 至约 45 重量%的 R-152a、约 25 至约 50%的 R-134a 和约 5 至约 70 重量%的 R-1234ze(E)。

[0044] 例如,本发明的组合物可以含有约 4 至约 12 重量%的 R-32、约 5 至约 35 重量%的 R-152a、约 25 至约 45%的 R-134a,余量为 R-1234ze(E)。

[0045] 如果组合物中 R-134a 的比例为约 25 重量%,则该组合物的其余部分通常含有约 3 至约 12 重量% (优选约 4 至约 10 重量%) 的 R-32、约 5 至约 45 重量% (优选约 5 至约 40 重量%) 的 R-152a 和约 20 至约 70 重量% (优选约 25 至约 65 重量%) 的 R-1234ze(E)。

[0046] 如果组合物中 R-134a 的比例为约 35 重量%,则该组合物的其余部分通常含有约 3 至约 11 重量% (优选约 4 至约 10 重量%) 的 R-32、约 5 至约 45 重量% (优选约 5 至约 40 重量%) 的 R-152a 和约 10 至约 60 重量% (优选约 15 至约 55 重量%) 的 R-1234ze(E)。

[0047] 如果组合物中 R-134a 的比例为约 45 重量%,则该组合物的其余部分通常含有约 3 至约 10 重量% (优选约 3 至约 8 重量%) 的 R-32、约 5 至约 45 重量% (优选约 5 至约 40 重量%) 的 R-152a 和约 5 至约 50 重量% (优选约 15 至约 45 重量%) 的 R-1234ze(E)。

[0048] 含有 R-134a 的本发明的组合物优选采用 ASHRAE 34 方法在 60°C 的测试温度下是不可燃的。在约 -20°C 至 60°C 的任何温度下与本发明的组合物平衡存在的蒸气混合物有利地也是不可燃的。

[0049] 本发明的组合物方便地基本不含 R-1225(五氟丙烯)、方便地基本不含 R-1225ye(1,2,3,3,3- 五氟丙烯) 或 R-1225zc(1,1,3,3,3- 五氟丙烯),这些化合物可能具有相关的毒性问题。

[0050] “基本不”是指本发明的组合物含有组合物总重量的 0.5 重量%或更少、优选 0.1%或更少的规定组分。

[0051] 本发明的组合物可以基本不含:

[0052] (i) 2,3,3,3- 四氟丙烯 (R-1234yf),

[0053] (ii) 顺式 -1,3,3,3- 四氟丙烯 (R-1234ze(z)), 和 / 或

[0054] (iii) 3,3,3- 三氟丙烯 (R-1243zf)。

[0055] 本发明的组合物具有零臭氧消耗潜能。

[0056] 本发明的组合物 (例如适于替代 R-134a、R-1234yf 或 R-152a 的那些制冷剂) 优选具有小于 1300, 优选小于 1000, 更优选小于 500、400、300 或 200, 尤其小于 150 或 100, 在某些情况下甚至小于 50 的 GWP。除非另行说明,否则在本文中使用 IPCC (联合国气候变化政府间专家委员会) TAR (第三次评估报告) 的 GWP 值。

[0057] 当与组合物的单个可燃组分例如 R-32 或 R-152a 相比时,该组合物有利地具有降低的可燃性危险。优选组合物与 R-1234yf 相比时具有降低的可燃性危险。

[0058] 一方面,与 R-32、R-152a 或 R-1234yf 相比组合物具有 (a) 更高的可燃下限 ;(b) 更高的点火能量 ;或 (c) 更低的燃烧速度中的一种或多种。在一个优选的实施方案中,本发明的组合物是不可燃的。在约 -20°C 至 60°C 的任何温度下与本发明的组合物平衡存在的蒸气混合物有利地也是不可燃的。

[0059] 可按照包含 ASTM 标准 E-681 的 ASHRAE 标准 34,采用根据 2004 年的附录 34p 的试验方法测定可燃性,其全部内容通过引用并入本文。

[0060] 在某些应用中,配方可能不必根据 ASHRAE 34 方法而被分类为不可燃的 ;可以开发在空气中的可燃限充分降低以使得它们安全用于应用的流体,例如只要理论上不能通过制冷设备装料泄漏到周围环境中而产生可燃混合物即可。我们已经发现,向可燃制冷剂 R-152a 中加入其它制冷剂 R-32 和 R-1234ze (E) 的作用是由此改变与空气混合物的可燃性。

[0061] 已知氢氟碳化合物 (HFC) 的混合物或氢氟碳化合物与氢氟代烯烃的混合物的可燃性与碳 - 氟键相对于碳 - 氢键的比例有关。其可以表示为比例 $R = F / (F + H)$, 其中,按摩尔计, F 代表组合物中氟原子的总数, H 代表组合物中氢原子的总数。除非另行规定,否则这在本文中称作氟比例。

[0062] 例如, Takizawa 等, Reaction Stoichiometry for Combustion of Fluoroethane Blends, ASHRAE Transactions 112(2) 2006 (其通过引用并入本文) 表明,在该比例与包含 R-152a 的混合物的火焰速度之间存在近线性关系,氟比例越高,火焰速度越低。该参考文献中的数据教导,为了使火焰速度降至 0,换句话说,为了使混合物不可燃,氟比例需要大于约 0.65。

[0063] 类似地, Minor 等 (Du Pont 专利申请 W02007/053697) 提供了对多种氢氟代烯烃的可燃性的教导,表明如果氟比例大于约 0.7,则可预期这样的化合物是不可燃的。

[0064] 因此,在现有技术的基础上可以预期,除了包含几乎 100% 的 R-1234ze (E) 的有限组成范围之外,包含 R-32 (氟比例 0.5)、R-152a (氟比例 0.33) 和 R-1234ze (E) (氟比例 0.67) 的混合物是可燃的,这是因为加入到该 烯烃中的任意量的 R-152a 会使混合物的氟比例降至低于 0.67。

[0065] 出人意料地,我们已经发现情况并非如此。特别地,我们已经发现存在在 23°C 下不可燃的氟比例低于 0.7 的包含 R-32、R-152a 和 R-1234ze (E) 的混合物。如下文的实施例中所示的那样, R-32、R-152a 和 R-1234ze (E) 的某些混合物甚至在氟比例低至约 0.57 时也不可燃。

[0066] 此外,仍如下文的实施例中所示,我们已经进一步确定了在空气中的可燃下限为 7v/v% 或更高 (由此使它们可以安全地用于许多应用) 并且氟比例低至约 0.46 的 R-32、R-152a 和 R-1234ze (E) 的混合物。尤其出人意料的是,可燃性 2,3,3,3- 四氟丙烯 (R-1234yf) 具有 0.67 的氟比例和在空气中在 23°C 下测得的 6 至 6.5v/v% 的可燃下限。

[0067] 在一个实施方案中,本发明的组合物具有约 0.42 至约 0.7,如约 0.44 至约 0.67,例如约 0.57 至约 0.65 的氟比例。为避免疑问,应理解,这些氟比例范围的上限和下限值可以以任何方式互换,只要所得范围落在本发明的最宽的范围内即可。

[0068] 通过制得含有出人意料低含量的 R-1234ze (E) 的低可燃或不可燃 R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物,提高了 R-32 和 / 或 R-152a 在此类组合物中的量。据信这导致与含有更高含量 (例如几乎 100%) 的 R-1234ze (E) 的等同组合物相比,该传热组合物表现出提高

的冷却能力、降低的温度滑移和 / 或降低的压降。

[0069] 因此,本发明的组合物表现出完全预料不到的低可燃性 / 不可燃性、低 GWP 和改进的制冷性能的组合。下面更详细地解释这些制冷性能中的一些。

[0070] 温度滑移,可认为是恒压下非共沸混合物的泡点温度与露点温度之间的差值,是制冷剂的特征;如果希望用混合物替代流体,那么通常优选在替代的流体中具有类似或降低的滑移。在一个实施方案中,本发明的组合物是非共沸的。

[0071] 在蒸气压缩循环的蒸发器中,有效的温度滑移低于露点温度与泡点温度之间的差值,这是因为工作流体在泡点和露点之间作为液体与蒸气中间体的两相混合物进入蒸发器。

[0072] 本发明的组合物的温度滑移(在蒸发器中)方便地低于约 10K,优选低于约 5K。

[0073] 本发明的组合物的体积制冷能力有利地为其所替代的现有制冷剂流体的至少 85%,优选至少 90%或甚至至少 95%。

[0074] 本发明的组合物通常具有 R-1234yf 的至少 90%的体积制冷能力。本发明的组合物优选具有 R-1234yf 的至少 95%、例如 R-1234yf 的约 95%至约 120%的体积制冷能力。

[0075] 在一个实施方案中,本发明的组合物的循环效率(制冷系数,coefficient of performance, COP)相对于其所替代的现有制冷剂的偏差在 5%内或甚至比其所替代的现有制冷剂更好。

[0076] 方便地,本发明的组合物的压缩机排出温度相对于其所替代的现有制冷剂流体的偏差在约 15K 内,优选在约 10K 内或甚至在约 5K 内。

[0077] 本发明的组合物优选在等同条件下具有 R-134a 的至少 95%(优选至少 98%)的能量效率,同时具有降低的或相等的压降特征和 R-134a 值的 95%或更高的冷却能力。该组合物有利地在等同条件下具有比 R-134a 高的能量效率和低的压降特征。该组合物还有利地具有比单独的 R-1234yf 好的能量效率与压降特征。

[0078] 本发明的传热组合物适用于现有的设备设计,并与目前和认可的 HFC 制冷剂一起使用的所有种类的润滑剂相容。它们可以任选地通过使用合适的添加剂稳定化或与矿物油相容。

[0079] 当用于传热设备时,本发明的组合物优选与润滑剂组合。

[0080] 润滑剂方便地选自矿物油、硅油、多烷基苯(PAB)、多元醇酯(POE)、聚亚烷基二醇(PAG)、聚亚烷基二醇酯(PAG 酯)、聚乙烯醚(PVE)、聚(α -烯烃)及其组合。

[0081] 润滑剂有利地还包含稳定剂。

[0082] 稳定剂优选选自基于二烯的化合物、磷酸盐 / 酯、酚化合物和环氧化物及其混合物。

[0083] 本发明的组合物可以方便地与阻燃剂组合。

[0084] 阻燃剂有利地选自磷酸三(2-氯代乙)酯、磷酸(氯代丙)酯、磷酸三(2,3-二溴代丙)酯、磷酸三(1,3-二氯代丙)酯、磷酸氢二铵、各种卤代芳族化合物、氧化锑、三水合铝、聚氯乙烯、氟代碘碳化合物、氟代溴碳化合物、三氟碘甲烷、全氟烷基胺、溴-氟烷基胺及其混合物。

[0085] 传热组合物优选是制冷剂组合物。

[0086] 在一个实施方案中,本发明提供包含本发明组合物的传热设备。

[0087] 传热设备优选是制冷设备。

[0088] 传热设备方便地选自机动车空调系统、家用空调系统、商用空调系统、家用制冷器系统、家用冷冻器系统、商用制冷器系统、商用冷冻器系统、冷却器空调系统、冷却器制冷系统和商用或家用热泵系统。传热设备优选是制冷设备或空调系统。

[0089] 传热设备有利地包括离心型压缩机。

[0090] 本发明还提供本发明的组合物在本文中所述的传热设备中的用途。

[0091] 根据本发明的再一方面,提供一种包含本发明组合物的发泡剂。

[0092] 根据本发明的另一方面,提供包含一种或多种能够形成泡沫的组分和本发明的组合物的可发泡组合物。

[0093] 所述一种或多种能够形成泡沫的组分优选选自聚氨酯、热塑性聚合物和树脂(如聚苯乙烯)和环氧树脂。

[0094] 根据本发明的再一方面,提供一种可以由本发明的可发泡组合物获得的泡沫。

[0095] 该泡沫优选包含本发明组合物。

[0096] 根据本发明的另一方面,提供包含待喷射材料和含有本发明组合物的推进剂的可喷射组合物。

[0097] 根据本发明的再一方面,提供冷却制品的方法,其包括冷凝本发明的组合物,随后在待冷却制品附近蒸发所述组合物。

[0098] 根据本发明的另一方面,提供加热制品的方法,其包括在待加热制品附近冷凝本发明的组合物,随后蒸发所述组合物。

[0099] 根据本发明的再一方面,提供从生物质中提取物质的方法,包括使生物质与包含本发明组合物的溶剂接触,以及使所述物质与所述溶剂分离。

[0100] 根据本发明的另一方面,提供清洁制品的方法,包括使制品与包含本发明组合物的溶剂接触。

[0101] 根据本发明的再一方面,提供从水溶液中提取材料的方法,包括使水溶液与包含本发明组合物的溶剂接触,以及使所述材料与所述溶剂分离。

[0102] 根据本发明的另一方面,提供从颗粒状固体基材中提取材料的方法,包括使颗粒状固体基材与包含本发明组合物的溶剂接触,以及使所述材料与所述溶剂分离。

[0103] 根据本发明的再一方面,提供含有本发明组合物的机械发电设备。

[0104] 该机械发电设备优选适于采用兰金循环(Rankine Cycle)或其变型以由热生成功。

[0105] 根据本发明的另一方面,提供翻新传热设备的方法,包括移出现有传热流体,并引入本发明的组合物的步骤。该传热设备优选是制冷设备或(静态)空调系统。该方法有利地还包括获得配给温室气体(例如二氧化碳)排放配额的步骤。

[0106] 根据上述翻新方法,在引入本发明的组合物之前,可以从传热设备中完全移出现有传热流体。也可以从传热设备中部分移出现有传热流体,随后引入本发明的组合物。

[0107] 在其中现有传热流体是R-134a并且本发明的组合物含有R134a、R-1234ze(E)、R-32和R-152a(以及任选组分,如润滑剂、稳定剂或额外的阻燃剂)的另一个实施方案中,可以将R-1234ze(E)、R-32和R-152a等加入到传热设备中的R-134a中,由此原位形成本发明的组合物和本发明的传热设备。可以在加入R-1234ze(E)、R-32、R-152a等之前从传热设

备中移出部分现有 R-134a,从而有利于以所需比例提供本发明组合物的组分。

[0108] 因此,本发明提供制备本发明的组合物和 / 或传热设备的方法,包括 向含有现有传热流体 R-134a 的传热设备中引入 R-1234ze(E)、R-32 和 R-152a 以及任选的组分如润滑剂、稳定剂或额外的阻燃剂。任选在引入 R-1234ze(E)、R-32、R-152a 等之前从传热设备中移出至少部分 R-134a。

[0109] 当然,也可以通过以所需比例混合 R-1234ze(E)、R-32、R-152a、任选的 R-134a(以及任选的组分如润滑剂、稳定剂或额外的阻燃剂) 来简单地制备本发明的组合物。然后将该组合物加入到不含 R-134a 或任何其它现有传热流体的传热设备,如已经移出 R-134a 或任何其它现有传热流体的设备中 (或以本文中定义的任何其它方式使用)。

[0110] 在本发明的再一方面,提供减少由操作包含现有化合物或组合物的产品引起的环境影响的方法,该方法包括用本发明的组合物替代至少部分该现有化合物或组合物。这种方法优选包括获得配给温室气体排放配额的步骤。

[0111] 环境影响包括通过操作产品生成和排放温室气体。

[0112] 如上所述,可以认为该环境影响不仅包括来自泄漏或其它损耗的具有显著环境影响的化合物或组合物的排放,还包括由设备在工作期限内消耗的能量引起的二氧化碳排放。此类环境影响可以通过称为总等效温升冲击 (TEWI) 的度量来量化。该度量已经用于量化某种固定制冷和空调设备,包括例如超市制冷系统的环境影响 (参见例如 [http://en.wikipedia.org/wiki/Total equivalent warming impact](http://en.wikipedia.org/wiki/Total_equivalent_warming_impact))。

[0113] 还可以认为环境影响包括由化合物或组合物的合成与制造引起的温室气体排放。在这种情况下,生产排放被计入能量消耗和直接损耗效应以得到称作生命周期碳产生 (LCCP, 参见例如 <http://www.sae.org/events/aars/presentations/2007papasavva.pdf>) 的度量。LCCP 常用于评价机动车空调系统的环境影响。

[0114] 降低造成全球变暖的污染物排放可获得排放配额,其例如可以储蓄、交易或销售。它们常规上以二氧化碳当量表示。因此,如果避免 1 千克 R-134a 的排放,则可给予 $1 \times 1300 = 1300$ 千克 CO₂ 当量的排放配额。

[0115] 在本发明的另一个实施方案中,提供生成温室气体排放配额的方法,包括 (i) 用本发明的组合物替代现有化合物或组合物,其中本发明的组合物具有比该现有化合物或组合物低的 GWP ;和 (ii) 获得所述替代步骤的温室气体排放配额。

[0116] 在一个优选的实施方案中,使用本发明的组合物获得具有比使用现有化合物或组合物所获得的低的总等效温升冲击和 / 或低的生命周期碳产生的设备。

[0117] 可以对例如在空调、制冷 (例如低温和中温制冷)、传热、发泡剂、气溶胶或可喷射推进剂、气态电介质、冷冻手术、兽医处置手段、牙科处置手段、灭火、火焰抑制、溶剂 (例如调味品和香料的载体)、清洁剂、气喇叭、粒丸枪、局部麻醉剂和膨胀应用的领域中的任何合适的产品实施这些方法。该领域优选是空调或制冷。

[0118] 合适的产品的实例包括传热设备、发泡剂、可发泡组合物、可喷射组合物、溶剂和机械发电设备。在一个优选的实施方案中,产品是传热设备,如制冷设备或空调设备。

[0119] 现有化合物或组合物具有高于替代它的本发明组合物的如通过 GWP 和 / 或 TEWI 和 / 或 LCCP 测量的环境影响。该现有化合物或组合物可以包含碳氟化合物如全氟 -、氢氟 -、氯氟 - 或氢氯氟 - 碳化合物,或其可以包含氟代烯烃。

[0120] 现有化合物或组合物优选是传热化合物或组合物,如制冷剂。可以被替代的制冷剂的实例包括 R-134a、R-152a、R-1234yf、R-410A、R-407A、R-407B、R-407C、R507、R-22 和 R-404A。本发明的组合物特别适合作为 R-134a、R-152a 或 R-1234yf 的替代品。

[0121] 可以替代任意量的现有化合物或组合物以减少环境影响。这可取决于被替代的现有化合物或组合物的环境影响和本发明的替代组合物的环境影响。优选产品中的现有化合物或组合物完全被本发明的组合物替代。

附图说明

图 1 是在 23°C 和 50% 的相对湿度下 R32 : R152a 1 : 3/R1234ze(E)/ 空气的可燃性图;

图 2 是在 23°C 和 50% 的相对湿度下 R32 : R152a 1 : 2/R1234ze(E)/ 空气的可燃性图;

图 3 是在 23°C 和 50% 的相对湿度下 R32 : R152a 1 : 1/R1234ze(E)/ 空气的可燃性图;

图 4 是在 23°C 和 50% 的相对湿度下 R32 : R152a 1 : 1/R134a : R1234ze(E) 1 : 2/ 空气的可燃性图;

图 5 是在环境条件下 R152a/R134a/ 空气的可燃性图。

[0122] 通过下列非限制性实施例描述本发明。

具体实施方式

[0123] 实施例

[0124] 可燃性

[0125] 如 ASHRAE 标准 34 的方法所述在试验烧瓶装置中研究本发明的某些 组合物在空气中在大气压和受控湿度下的可燃性。所用试验温度为 23°C;相对于 77° F(25°C) 的标准温度将湿度控制为 50%。所用稀释剂是发现在这些试验条件下不可燃的 R-1234ze(E)。所用燃料是 R-32 和 R-152a 的混合物。测试三种燃料组合物,在每种燃料中改变 R32 与 R-152a 的摩尔比。所用的 R32 与 R-152a 的三种摩尔比是 1 : 1;1 : 2 和 1 : 3。在测试前,对燃料和稀释剂气体进行汽缸真空吹扫,以除去溶解的空气或其它惰性气体。这些试验的结果显示在图 1 至 3 中。在这些三角图中,顶点代表纯燃料、空气和稀释剂。通过改变燃料、空气和稀释剂的相对比例确定可燃区,并在各图中以阴影线绘制。

[0126] 采用上述方法,我们已经发现下列组合物在 23°C 下是不可燃的(也示出了相关的氟比例)。

[0127]

不可燃混合物组成 (按体积计)	氟比例 $R = F / (F+H)$	组成, 按重量计
R-32 20%, R-152a 20%, R-1234ze(E) 60%	0.571	R-32 11% R-152a 14% R-1234ze(E) 75%
R-32 11.7%, R-152a 23.3%, R-1234ze(E) 65%	0.572	R-32 6% R-152a 16% R-1234ze(E) 78%
R-32 8.3%, R-152a 24.8%, R-1234ze(E) 67%	0.572	R-32 4% R-152a 17% R-1234ze(E) 79%
R-32 10%, R-152a 20%, R-1234ze(E) 70%	0.586	R-32 5% R-152a 13% R-1234ze(E) 82%
R-32 8%, R-152a 17%, R-1234ze(E) 75%	0.600	R-32 4% R-152a 11% R-1234ze(E) 85%
R-32 17.5%, R-152a 17.5%, R-1234ze(E) 65%	0.584	R-32 10% R-152a 12% R-1234ze(E) 78%
R-32 15%, R-152a 15%, R-1234ze(E) 70%	0.596	R-32 8% R-152a 10% R-1234ze(E) 82%
R-32 10%, R-152a 10%, R-1234ze(E) 80%	0.621	R-32 5% R-152a 6% R-1234ze(E) 89%
R-32 7.5%, R-152a 22.5%, R-1234ze(E) 70%	0.581	R-32 4% R-152a 15% R-1234ze(E) 81%

[0128] 可以看出, 如果混合物的氟比例大于约 0.57, 则可以获得包含 R-32、R-152a 和 R-1234ze(E) 的不可燃混合物。

[0129] 我们已经进一步确定了在空气中具有 7v/v% 的可燃下限的 R-32、R-152a 和 R-1234ze(E) 的下列混合物。

[0130]

LFL为7 v/v%的 混合物(按体积计)	氟比例 $R = F / (F+H)$	组成, 按重量计
R-32 47.5%, R-152a 47.5%, R-1234ze(E) 5%	0.416	R-32 40%, R-152a 51%, R-1234ze(E) 9%
R-32 28%, R-152a 56%, R-1234ze(E) 16%	0.426	R-32 21% R-152a 53% R-1234ze(E) 26%
R-32 19%, R-152a 57%, R-1234ze(E) 24%	0.441	R-32 13% R-152a 50% R-1234ze(E) 37%

[0131] 上表表明, 我们已经发现如果混合物的氟比例大于约 0.41, 则可以得到 LFL 为 7v/v% 或更高的包含 R-32、R-152a 和 R-1234ze(E) 的混合物。经过比较, 发现在相同的试验装置中和在相同的温度下 R-1234yf 在空气中的可燃下限在几次重复试验中在 6.0 至 6.5v/v% 之间变化。

[0132] 随后进行类似的可燃性试验, 其中所用的燃料是 R-32 和 R-152a 的等摩尔混合物, 稀释剂是摩尔比为 1 : 2 的 R-134a 和 R-1234ze(E) 的混合物。使用 ASTM 可燃性装置测定图 4 中所包括的可燃区。

[0133] 发现确保燃料 + 稀释剂与空气的混合物不可燃所需的稀释剂的最小比例为约 59v/v%。59v/v% 稀释剂和 41v/v% 燃料的不可燃组合对应于 R-32 为 20.5%、R-152a 为 20.5%、R-134a 为 19.7% 和 R-1234ze(E) 为 39.3% (均按体积计) 的总组成。该组合

物具有 0.569 的氟比例,与此前确定不可燃组合物的试验的发现相符。

[0134] 推断如果氟比例大于 0.57,则可以预期这些流体的四元混合物在 23℃ 下是不可燃的。此外,发现 R-134a/R-1234ze (E) 稀释剂和 R-32/R-152a 混合燃料的任意组合均具有至少 7v/v% 的可燃下限,对应于 0.4 或更大的氟比例。

[0135] 进行其它可燃性试验,其中所用燃料是 R-152a,稀释剂是 R-134a。使用 ASTM 可燃性装置测定图 5 中所包括的可燃区。该图示出了完全不同的形状和出人意料宽的可燃性区域,显示了此类可燃性试验的不可预测性。

[0136] 在如下燃烧管试验中研究在大气压和受控湿度下本发明的某些组合物在空气中的可燃性。

[0137] 试验容器是直径为 2 英寸的直立的玻璃圆筒。点火电极放置在该圆筒底部上方 60 毫米处。该圆筒配备有泄压开口。该装置被防护以防止任何爆炸破坏。将持续 0.5 秒的常设感应火花用作点火源。

[0138] 在 23℃ 下进行试验(见下文)。将在空气中已知浓度的燃料引入玻璃圆筒中。使火花通过混合物,并观察火焰自身是否与点火源分离并独立蔓延。以 1 体积% 为幅度提高该气体浓度,直到点燃(如果有的话)。下面显示了结果(除非另行说明,否则所有组成按体积计)。

[0139]

燃料	温度(℃)	湿度	结果
R32/R152a/R1234ze 42/7/51 (约 26/5/69 w/w)	23	50%RH/23℃	LFL 10% UFL 19%
R32/R152a/R1234ze 19/9/72 (约 10/6/84 w/w)	23	50%RH/23℃	LFL 9% UFL 16%

[0140] 再次发现在相同条件下受试组合物的 LFL 明显高于 R-1234yf(即,比 R-1234yf 不易燃)(在相同装置中测试 R1234yf,发现可燃下限为 6v/v%,可燃上限为 15v/v%)。

[0141] R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的性能

[0142] 利用热力学性质模型与理想化蒸气压缩循环来评价所选本发明三元组合物的性能。热力学模型用 Peng Robinson 状态方程来表示混合物的气相性质与汽-液平衡,以及混合物的各组分的理想气体焓随温度而变的多项相关性。在 McGraw Hill 于 2000 年出版的 BE Poling, JM Prausnitz 和 JM O'Connell 的 The Properties of Gases and Liquids(第 5 版),特别是第 4 和 8 章(其通过引用并入本文)中更充分地解释了该状态方程用于将热力学性质和汽-液平衡建模后面的原理。

[0143] 使用该模型所需的基本性质数据是:临界温度和临界压力;蒸气压和 Pitzer 偏心因子的相关性质;理想气体焓;以及二元体系 R-32/R-152a、R-152a/R-1234ze (E) 和 R-32/R1234ze (E) 的实测汽-液平衡数据。

[0144] R-32 和 R-152a 的基本性质数据(临界性质、偏心因子、蒸气压和理想气体焓)取自 NIST REFPROP 8.0 版软件,其通过引用并入本文。通过实验测量 R-1234ze (E) 的临界点和蒸气压。利用分子模拟软件 Hyperchem7.5(其通过引用并入本文)估算 R-1234ze (E) 在一定温度范围内的理想气体焓。

[0145] 如下利用并入范德华混合规则的二元交互作用常数将二元混合物的汽-液平衡

数据回归至 Peng Robinson 方程式。对 R-32 与 R-152a 的二元配对,数据取自 Lee 等人 J Chem Eng Data 1999(44)190-192(通过引用并入本文)。R-152a 与 R-1234ze(E) 的汽-液平衡数据取自 W02006/094303 第 69 页(通过引用并入本文),拟合交互作用常数以显示这些数据在 -25℃ 下所暗示的共沸组成。对于 R-32 与 R-1234ze(E) 没有获得汽液平衡数据,因此将该配对的交互作用常数设为 0。

[0146] 采用下列循环条件对所选本发明三元组合物的制冷性能建模。

[0147] 冷凝温度(℃) 60

[0148] 蒸发温度(℃) 0

[0149] 过冷(K) 5

[0150] 过热(K) 5

[0151] 吸入温度(℃) 15

[0152] 等熵效率 65%

[0153] 间隙比 4%

[0154] 功率(kW) 6

[0155] 吸入管线直径(mm) 16.2

[0156] 这些组合物的制冷性能数据列在表 1 至 10 中。

[0157] 数据显示,可以制备当与 R-1234yf 相比时表现出降低的可燃性(或不可燃性)的组合物,其具有接近或更好的冷却能力、显著提高的能量效率和降低的压降。与 R-1234yf 相比使用本发明的组合物时所暗示的能量效率增益将使得空调系统表现出较低的全面总等效温升冲击(或等同地,较低的 LCCP)以及降低的功率消耗,尽管该组合物的直接 GWP 略高于 R-1234yf。

[0158] 此外,发现当组合物表现出与 R-1234yf 相当的冷却能力时,估算的吸入管线压降明显低于 R-1234yf,并且接近于如果使用 R-134a 所预期的值。这对于其中吸入气体管线构成显著效率损失点的机动车空调系统来说意义重大。已知 R-1234yf 在机动车系统中需要比 R-134a 大直径的吸入软管,这对系统规划而言是不方便的。本发明的组合物能够在此类系统中使用较小的吸入管线尺寸,或者如果使用相同的管线尺寸的话实现系统能量效率的进一步增益。

[0159] R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R134a 共混物的性能

[0160] 使用与本发明的三元组合物相关的上述相同的模型与循环条件,对所选的本发明的四元组合物的制冷性能建模。这些组合物的制冷性能数据列在表 11 至 37 中。

[0161] 尤其需要性能接近 R134a 的完全不可燃的流体,数据表明,通过使用 R-32、R152a、R-134a 和 R-1234ze(E) 的组合可以实现接近 R134a 的能力、COP 和压降,同时实现 GWP 的显著降低(与纯 R134a 相比降低约 50%或更高)。

[0162]

表1: 含有2% R32的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

R32 R152a R1234ze(E) 计算结果	对比数据 134a										
	2/5/93	2/10/88	2/15/83	2/20/78	2/25/73	2/30/68	2/35/63	2/40/58	2/45/53	2/50/48	2/55/43
压力比	5.79	5.73	5.71	5.69	5.67	5.65	5.64	5.63	5.63	5.63	5.63
体积效率	83.6%	83.2%	83.5%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.6%	84.6%
冷凝器滑移(K)	0.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0
蒸发器滑移(K)	0.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
蒸发器入口T(°C)	0.0	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
蒸发器出口T(°C)	55.0	54.1	54.1	54.2	54.2	54.3	54.4	54.4	54.5	54.5	54.5
冷凝器P(巴)	16.88	13.79	14.09	14.35	14.58	14.78	14.95	15.10	15.22	15.10	15.22
冷凝器P(巴)	2.92	2.40	2.47	2.52	2.57	2.62	2.65	2.68	2.70	2.68	2.70
蒸发器P(巴)	123.76	120.9	125.4	129.9	134.6	139.4	144.3	149.3	154.4	149.3	154.4
制冷效应(kJ/kg)	2.03	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.09	2.10
COP	99.15	92.1	93.7	95.2	96.7	98.2	99.7	101.2	102.7	101.2	102.7
排出T(°C)	174.53	178.6	172.3	166.2	160.5	155.0	149.7	144.7	139.9	144.7	139.9
质量流量(kg/hr)	13.16	16.1	15.6	15.2	14.8	14.5	14.3	14.0	13.8	14.0	13.8
体积流量(m ³ /hr)	1641	1342	1383	1421	1456	1487	1516	1541	1564	1541	1564
体积能力(m ³ /hr)	953	1186	1120	1061	1009	962	920	882	847	882	847
压降(kPa/m)	23	28	34	40	45	51	57	62	68	62	68
GWP (TAR为基础)	0.634	0.609	0.585	0.563	0.542	0.522	0.503	0.486	0.469	0.486	0.469
氟比例R = F/(F+H)											
相对于1234yf的能力	106.6%	87.1%	89.8%	92.3%	94.5%	96.6%	98.4%	100.1%	101.6%	100.1%	101.6%
相对COP	106.0%	106.6%	107.1%	107.5%	107.9%	108.4%	108.8%	109.2%	109.6%	109.2%	109.6%
相对压降	76.9%	95.8%	90.4%	85.7%	81.4%	77.7%	74.3%	71.2%	68.4%	71.2%	68.4%

表3: 含有5% R32的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

R32 R152a R1234ze(E)	5 5 90	5 10 85	5 15 80	5 20 75	5 25 70	5 30 65	5 35 60	5 40 55	5 45 50
计算结果	对比数据								
	134a	R1234yf							
压力比	5.79	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64
体积效率	83.6%	83.3%	83.6%	83.8%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.8%
冷凝器滑移(K)	0.0	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.1
蒸发器滑移(K)	0.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
蒸发器入口T(℃)	0.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6
冷凝器出口T(℃)	55.0	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9	54.0
冷凝器P(巴)	16.88	14.73	15.00	15.23	15.43	15.60	15.75	15.87	15.96
蒸发器P(巴)	2.92	2.56	2.62	2.67	2.72	2.76	2.79	2.81	2.83
制冷效应(kJ/kg)	123.76	125.6	130.0	134.5	139.2	143.9	148.8	153.9	159.0
COP	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10
排出T(℃)	99.15	95.0	96.5	97.9	99.4	100.9	102.3	103.8	105.2
质量流量(kg/hr)	174.53	171.9	166.1	160.5	155.2	150.1	145.1	140.4	135.8
体积流量(m3/hr)	13.16	15.0	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.3	13.1
体积能力(m3/hr)	1641	1439	1478	1514	1546	1575	1602	1625	1646
压降(kPa/m)	953	1075	1020	971	927	887	851	818	787
GWP (TAR为基础)	39	45	50	56	62	67	73	79	85
氟比例R = F/(F+H)	0.628	0.603	0.580	0.558	0.537	0.518	0.499	0.482	0.466
相对于1234yf的能力									
相对COP	106.6%	93.4%	96.0%	98.3%	100.4%	102.3%	104.0%	105.6%	106.9%
相对压降	106.0%	106.9%	107.3%	107.7%	108.1%	108.5%	108.9%	109.3%	109.7%
	76.9%	86.8%	82.3%	78.4%	74.8%	71.6%	68.7%	66.0%	63.5%

[0165]

表4: 含有6% R32的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

R32 R152a R1234ze(E) 计算结果	对比数据 134a	R1234yf												
			6/5/89	6/10/84	6/15/79	6/20/74	6/25/69	6/30/64	6/35/59	6/40/54	6/45/49			
压力比	5.79	5.24	5.80	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64	6	6	6
体积效率	83.6%	84.7%	83.1%	83.4%	83.6%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%			
冷凝器滑移 (K)	0.0	0.0	4.1	3.9	3.6	3.4	3.2	2.9	2.7	2.5	2.4			
蒸发器滑移 (K)	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3			
蒸发器入口T (°C)	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6			
冷凝器出口T (°C)	55.0	55.0	52.9	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8			
冷凝器P (巴)	16.88	16.46	14.75	15.04	15.30	15.52	15.71	15.87	16.01	16.12	16.21			
蒸发器P (巴)	2.92	3.14	2.54	2.61	2.67	2.72	2.77	2.80	2.83	2.86	2.87			
制冷效应 (kJ/kg)	123.76	94.99	122.8	127.1	131.5	136.0	140.7	145.4	150.3	155.4	160.5			
COP	2.03	1.91	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10			
排出T (°C)	99.15	92.88	94.4	95.9	97.4	98.8	100.3	101.7	103.2	104.6	106.1			
质量流量 (kg/hr)	174.53	227.39	175.8	169.9	164.2	158.8	153.6	148.5	143.7	139.0	134.6			
体积流量 (m3/hr)	13.16	14.03	15.1	14.7	14.3	14.0	13.7	13.5	13.3	13.1	12.9			
体积能力 (m3/hr)	1641	1540	1429	1471	1510	1544	1576	1604	1630	1653	1673			
压降 (kPa/m)	953	1239	1101	1042	990	944	902	864	829	798	769			
GWP (TAR为基础)			44	50	56	61	67	73	79	84	90			
氟比例R = F/ (F+H)			0.626	0.601	0.578	0.556	0.536	0.516	0.498	0.481	0.465			
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	92.8%	95.6%	98.0%	100.3%	102.4%	104.2%	105.9%	107.4%	108.7%			
相对COP	106.0%	100.0%	106.6%	107.0%	107.4%	107.8%	108.2%	108.6%	108.9%	109.3%	109.7%			
相对压降	76.9%	100.0%	88.8%	84.1%	79.9%	76.2%	72.8%	69.7%	66.9%	64.4%	62.1%			

[0166]

表5: 含有7% R32的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

R32 R152a R1234ze(E)	7 5 88	7 10 83	7 15 78	7 20 73	7 25 68	7 30 63	7 35 58	7 40 53	7 45 48
计算结果	对比数据 134a								
	5.79	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64
压力比	83.6%	83.4%	83.7%	83.9%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.9%
体积效率	0.0	4.3	4.0	3.8	3.5	3.3	3.0	2.8	2.7
冷凝器滑移(K)	0.0	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
蒸发器滑移(K)	0.0	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7
蒸发器入口T(℃)	55.0	52.8	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7
冷凝器出口T(℃)	16.88	15.35	15.59	15.80	15.99	16.14	16.27	16.37	16.45
冷凝器P(巴)	2.92	2.66	2.72	2.77	2.82	2.85	2.88	2.90	2.92
蒸发器P(巴)	123.76	128.6	133.0	137.5	142.1	146.9	151.8	156.8	162.0
制冷效应(kJ/kg)	2.03	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10
COP	99.15	96.8	98.2	99.7	101.1	102.6	104.0	105.4	106.9
排出T(℃)	174.53	167.9	162.4	157.1	152.0	147.1	142.3	137.7	133.3
质量流量(kg/hr)	13.16	14.4	14.0	13.7	13.4	13.2	13.0	12.8	12.7
体积流量(m3/hr)	1641	1504	1541	1575	1606	1634	1659	1681	1701
体积能力(m3/hr)	953	1011	962	918	878	842	809	779	752
压降(kPa/m)	50	55	61	67	73	78	84	90	95
GWP (TAR为基础)	0.624	0.599	0.576	0.554	0.534	0.515	0.497	0.480	0.464
氟比例R = F/(F+H)									
相对于1234yf的能力	106.6%	97.7%	100.1%	102.3%	104.3%	106.1%	107.7%	109.2%	110.5%
相对COP	106.0%	107.1%	107.5%	107.8%	108.2%	108.6%	109.0%	109.4%	109.8%
相对压降	76.9%	81.6%	77.6%	74.1%	70.9%	68.0%	65.3%	62.9%	60.7%

[0167]

表7: 含有9% R32的所述R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

R32 R152a R1234ze(E)		对比数据 134a	R1234yf	计算结果												
				9/5/86	9/10/81	9/15/76	9/20/71	9/25/66	9/30/61	9/35/56	9/40/51	9/45/46				
压力比 体积效率 冷凝器滑移(K) 蒸发器滑移(K) 蒸发器入口T(°C) 冷凝器出口T(°C) 冷凝器P(巴) 蒸发器P(巴) 制冷效应(kJ/kg) COP 排出T(°C) 质量流量(kg/hr) 体积流量(m3/hr) 体积能力(m3/hr) 压降(kPa/m) GWP (TAR为基础) 氟比例R = F/ (F+H)		5.79	5.24	5.80	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64	5.64
		83.6%	84.7%	83.3%	83.6%	83.8%	84.1%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	84.8%	84.8%	84.8%	84.8%	85.0%
		0.0	0.0	5.4	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.2
		0.0	0.0	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8
		0.0	0.0	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9
		55.0	55.0	52.3	52.5	52.6	52.8	52.9	53.1	53.2	53.2	53.3	53.3	53.3	53.3	53.4
		16.88	16.46	15.69	15.95	16.18	16.37	16.54	16.67	16.78	16.78	16.87	16.87	16.87	16.87	16.94
		2.92	3.14	2.71	2.77	2.83	2.87	2.91	2.95	2.95	2.97	2.99	2.99	2.99	2.99	3.00
		123.76	94.99	127.3	131.5	135.9	140.4	145.0	149.8	149.8	154.7	159.8	159.8	159.8	159.8	165.0
		2.03	1.91	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.08	2.09	2.09	2.09	2.09	2.10
		99.15	92.88	97.1	98.6	100.0	101.4	102.8	104.2	104.2	105.6	107.1	107.1	107.1	107.1	108.5
		174.53	227.39	169.7	164.3	159.0	153.9	149.0	144.2	144.2	139.6	135.2	135.2	135.2	135.2	130.9
		13.16	14.03	14.1	13.8	13.5	13.2	13.0	12.8	12.8	12.6	12.4	12.4	12.4	12.4	12.3
		1641	1540	1529	1569	1604	1637	1666	1666	1692	1716	1737	1737	1737	1737	1755
		953	1239	1002	953	909	870	834	834	801	771	744	744	744	744	719
				61	66	72	78	83	83	89	95	101	101	101	101	106
			0.620	0.595	0.573	0.551	0.531	0.531	0.512	0.494	0.477	0.477	0.477	0.477	0.461	
相对于1234yf的能力 相对COP 相对压降		106.6%	100.0%	99.3%	101.9%	104.2%	106.3%	108.2%	109.9%	111.4%	112.8%	112.8%	112.8%	112.8%	114.0%	
		106.0%	100.0%	106.9%	107.2%	107.6%	107.9%	108.3%	108.6%	109.0%	109.4%	109.4%	109.4%	109.4%	109.8%	
		76.9%	100.0%	80.9%	76.9%	73.4%	70.2%	67.3%	64.7%	62.2%	60.0%	60.0%	60.0%	60.0%	58.0%	

表8: 含有10% R32的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

R32 R152a R1234ze(E)	计算结果	对比数据 134a	R1234yf												
				10/5/85	10/10/80	10/15/75	10/20/70	10/25/65	10/30/60	10/35/55	10/40/50	10/45/45	10/5/85	10/10/80	10/15/75
压力比		5.79	5.24	5.80	5.76	5.72	5.69	5.67	5.66	5.65	5.64	5.64	5.80	5.76	5.72
体积效率		83.6%	84.7%	83.3%	83.6%	83.9%	84.1%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	83.3%	83.6%	83.9%
冷凝器滑移 (K)		0.0	0.0	5.8	5.4	5.0	4.7	4.4	4.1	3.8	3.6	3.4	5.8	5.4	5.0
蒸发器滑移 (K)		0.0	0.0	3.1	3.0	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	3.1	3.0	2.9
蒸发器入口T (°C)		0.0	0.0	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-1.6	-1.5	-1.4
冷凝器出口T (°C)		55.0	55.0	52.1	52.3	52.5	52.7	52.8	53.0	53.1	53.2	53.3	52.1	52.3	52.5
冷凝器P (巴)		16.88	16.46	16.00	16.25	16.47	16.66	16.81	16.94	17.04	17.12	17.18	16.00	16.25	16.47
蒸发器P (巴)		2.92	3.14	2.76	2.82	2.88	2.92	2.96	2.99	3.02	3.04	3.05	2.76	2.82	2.88
制冷效应 (kJ/kg)		123.76	94.99	128.7	132.9	137.3	141.8	146.4	151.2	156.1	161.2	166.4	128.7	132.9	137.3
COP		2.03	1.91	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10	2.04	2.05	2.06
排出T (°C)		99.15	92.88	98.0	99.4	100.8	102.2	103.6	105.0	106.4	107.9	109.3	98.0	99.4	100.8
质量流量 (kg/hr)		174.53	227.39	167.9	162.5	157.4	152.4	147.6	142.9	138.4	134.0	129.8	167.9	162.5	157.4
体积流量 (m3/hr)		13.16	14.03	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.4	12.2	12.1	13.8	13.5	13.2
体积能力 (m3/hr)		1641	1540	1562	1601	1636	1668	1696	1722	1744	1765	1782	1562	1601	1636
压降 (kPa/m)		953	1239	972	926	885	847	813	782	753	727	703	972	926	885
GWP (TAR为基础)				66	72	78	83	89	95	100	106	112	66	72	78
氟比例R = F/(F+H)				0.618	0.593	0.571	0.550	0.530	0.511	0.493	0.476	0.460	0.618	0.593	0.571
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	101.5%	104.0%	106.3%	108.3%	110.2%	111.8%	113.3%	114.6%	115.7%	101.5%	104.0%	106.3%
相对COP		106.0%	100.0%	106.9%	107.3%	107.6%	107.9%	108.3%	108.7%	109.0%	109.4%	109.8%	106.9%	107.3%	107.6%
相对压降		76.9%	100.0%	78.5%	74.8%	71.4%	68.4%	65.6%	63.1%	60.8%	58.7%	56.7%	78.5%	74.8%	71.4%

[0170]

表10: 含有12% R32的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)共混物的理论性能数据

		对比数据											
		134a	R1234yf	12/5/83	12/10/78	12/15/73	12/20/68	12/25/63	12/30/58	12/35/53	12/38/50	12/45/43	
R32	计算结果	5.79	5.24	5.79	5.75	5.72	5.69	5.67	5.65	5.64	5.64	5.64	
R152a	压力比	83.6%	84.7%	83.5%	83.8%	84.0%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.1%	
R1234ze(E)	体积效率	0.0	0.0	6.5	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.7	4.6	4.3	
	冷凝器滑移(K)	0.0	0.0	3.7	3.6	3.4	3.3	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	
	蒸发器滑移(K)	0.0	0.0	-1.8	-1.8	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	
	蒸发器入口T(℃)	55.0	55.0	51.8	51.9	52.1	52.3	52.4	52.5	52.7	52.7	52.8	
	冷凝器出口T(℃)	16.88	16.46	16.65	16.91	17.13	17.32	17.48	17.61	17.71	17.76	17.85	
	冷凝器P(巴)	2.92	3.14	2.88	2.94	3.00	3.04	3.08	3.11	3.14	3.15	3.17	
	蒸发器P(巴)	123.76	94.99	131.4	135.6	139.9	144.4	149.0	153.7	158.6	161.6	168.9	
	制冷效应(kJ/kg)	2.03	1.91	2.05	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10	
	COP	99.15	92.88	99.8	101.2	102.6	103.9	105.3	106.7	108.1	109.0	110.9	
	排出T(℃)	174.53	227.39	164.4	159.3	154.4	149.6	145.0	140.5	136.2	133.6	127.9	
	质量流量(kg/hr)	13.16	14.03	13.2	12.9	12.7	12.4	12.2	12.1	11.9	11.8	11.7	
	体积流量(m3/hr)	1641	1540	1631	1670	1705	1737	1766	1791	1814	1827	1852	
	体积能力(m3/hr)	953	1239	917	875	837	802	771	742	716	701	669	
	压降(kPa/m)	77		88	83	88	94	100	105	111	115	123	
	GWP (TAR为基础)	0.614		0.590	0.590	0.567	0.546	0.527	0.508	0.491	0.480	0.458	
	氟比例R = F/(F+H)												
	相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	105.9%	108.5%	110.8%	112.8%	114.7%	116.3%	117.8%	118.6%	120.3%	
	相对COP	106.0%	100.0%	107.0%	107.3%	107.6%	107.9%	108.2%	108.5%	108.9%	109.1%	109.6%	
	相对压降	76.9%	100.0%	74.0%	70.6%	67.5%	64.8%	62.2%	59.9%	57.8%	56.6%	54.0%	

表11: 含有4% R32和25% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)	4				4				4				4				4			
	25	25	25	25	4	25	25	25	4	25	25	25	4	25	25	25	4	25	25	25
R-134a (%b/w)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
R-152a (%b/w)	66	61	56	51	46	41	36	31	26	21	16	11	6	1	4	9	14	19	24	29
R-1234ze(E) (%b/w)	4	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
对比																				
计算结果		R134a				R1234yf														
压力比		5.79	5.24	5.72	5.70	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68
体积效率		83.6%	84.7%	83.4%	83.6%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.6%	84.8%	85.0%	85.2%	85.4%	85.6%	85.8%	86.0%	86.2%	86.4%	86.6%
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
蒸发器出口T	°C	55.0	55.0	53.6	53.7	53.8	53.9	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	15.52	15.70	15.85	15.98	16.09	16.17	16.24	16.30	16.34	16.38	16.42	16.46	16.50	16.54	16.58	16.62	16.66
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	2.71	2.75	2.78	2.81	2.83	2.85	2.86	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	121.58	126.41	131.35	136.41	141.57	146.85	152.23	157.71	163.29	168.87	174.45	179.93	185.41	190.89	196.37	201.85	207.33
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
排出T	°C	99.15	92.88	95.12	96.71	98.30	99.87	101.44	103.00	104.55	106.09	107.63	109.17	110.71	112.25	113.79	115.33	116.87	118.41	119.95
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	177.67	170.87	164.44	158.35	152.57	147.09	141.89	136.96	132.28	127.80	123.41	119.02	114.63	110.24	105.85	101.46	97.07
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	14.35	14.05	13.79	13.56	13.36	13.18	13.03	12.90	12.78	12.66	12.54	12.42	12.30	12.18	12.06	11.94	11.82
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1505	1537	1566	1593	1617	1638	1658	1675	1690	1705	1720	1735	1750	1765	1780	1795	1810
压降	kPa/m	953	1239	1054	1002	955	913	875	840	808	779	752	725	698	671	644	617	590	563	536
GWP (TAR为基础)				357	363	368	374	380	385	391	397	403	409	415	421	427	433	439	445	451
F/(F+H)				0.631	0.607	0.584	0.562	0.542	0.523	0.504	0.487	0.471	0.455	0.439	0.423	0.407	0.391	0.375	0.359	0.343
相对于1234yf的能力		106.6	100.0%	97.7%	99.8%	101.7	103.4	105.0	106.4	107.7	108.8	109.8	110.8	111.8	112.8	113.8	114.8	115.8	116.8	117.8
相对COP		106.0	100.0%	106.0	106.6	107.1	107.6	108.1	108.6	109.1	109.6	110.1	110.6	111.1	111.6	112.1	112.6	113.1	113.6	114.1
相对压降		76.9%	100.0%	85.0%	80.9%	77.1%	73.7%	70.6%	67.8%	65.2%	62.8%	60.7%	58.6%	56.5%	54.4%	52.3%	50.2%	48.1%	46.0%	43.9%

[0173]

表12: 含有6% R32和25% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)	R-134a (%b/w)	R-152a (%b/w)	R-1234ze(E) (%b/w)	R-134a (%b/w)	对比数据											
					134a	R1234yf	6/25/5/64	6/25/1/0/59	6/25/1/5/54	6/25/2/0/49	6/25/2/5/44	6/25/3/5/34	6/25/4/0/29	6/25/4/5/24	6	6
压力比					5.79	5.24	5.72	5.71	5.69	5.69	5.68	5.69	5.69	5.70	6	6
体积效率					83.6%	84.7%	83.5%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.6%	84.8%	84.9%	25	25
冷凝器滑移	K				0.0	0.0	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.4	25	25
蒸发器滑移	K				0.0	0.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	35	40
蒸发器入口T	°C				0.0	0.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	34	29
蒸发器出口T	°C				55.0	55.0	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.8	39	24
冷凝器压力	巴				16.88	16.46	16.15	16.31	16.45	16.56	16.66	16.73	16.83	16.86	25	25
蒸发器压力	巴				2.92	3.14	2.82	2.86	2.89	2.91	2.93	2.94	2.95	2.96	30	35
制冷效应	kJ/kg				123.76	94.99	124.46	129.29	134.24	139.30	144.48	149.77	155.17	160.67	44	44
COP					2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	29	29
排出T	°C				99.15	92.88	96.94	98.51	100.07	101.63	103.17	104.72	107.78	109.31	25	25
质量流量	kg/hr				174.53	227.39	173.55	167.07	160.91	155.06	149.51	144.22	139.20	134.44	25	25
体积流量	m3/hr				13.16	14.03	13.75	13.49	13.25	13.05	12.87	12.72	12.58	12.47	30	35
体积能力	kJ/m3				1641	1540	1571	1602	1630	1655	1678	1698	1716	1733	34	29
压降	kPa/m				953	1239	992	945	903	865	830	798	769	742	34	29
GWP (TAR为基础)							368	374	379	385	391	402	408	413	29	29
F/(F+H)							0.627	0.603	0.580	0.559	0.539	0.502	0.485	0.469	29	29
相对于1234yf的能力					106.6%	100.0%	102.0%	104.0%	105.8%	107.5%	109.0%	110.3%	111.5%	112.5%	113.5	113.5
相对COP					106.0%	100.0%	106.1%	106.7%	107.2%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	%	%
相对压降					76.9%	100.0%	80.0%	76.3%	72.9%	69.8%	67.0%	64.4%	62.1%	59.9%	%	%

[0174]

表13: 含有8% R32和25% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R-134a (%b/w)			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45		
R-1234ze(E) (%b/w)			62	57	52	47	42	37	32	27	22		
计算结果		对比数据											
	134a	R1234yf	8/25/5/62	8/25/10/57	8/25/15/52	8/25/20/47	8/25/25/42	8/25/30/37	8/25/35/32	8/25/40/27	8/25/45/22		
压力比	5.79	5.24	5.72	5.70	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70		
体积效率	83.6%	84.7%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%		
冷凝器滑移	K	0.0	4.2	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0		
蒸发器滑移	K	0.0	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7		
蒸发器入口T	°C	0.0	-1.2	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9		
冷凝器出口T	°C	55.0	52.9	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5		
冷凝器压力	巴	16.88	16.77	16.92	17.04	17.14	17.22	17.28	17.32	17.35	17.37		
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	2.97	2.99	3.02	3.03	3.04	3.05	3.05	3.05		
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	132.08	137.03	142.11	147.30	152.61	158.03	163.56	169.18		
COP		2.03	1.91	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10		
排出T	°C	99.15	98.72	100.26	101.80	103.34	104.87	106.40	107.92	109.44	110.95		
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	163.54	157.63	152.00	146.64	141.54	136.68	132.06	127.67		
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	12.96	12.76	12.58	12.42	12.29	12.17	12.07	11.98		
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1667	1693	1717	1739	1758	1775	1790	1803		
压降	kPa/m	953	1239	936	894	856	821	790	760	734	709		
GWP (TAR为基础)				379	384	390	402	407	413	419	424		
F/(F+H)			0.623	0.599	0.577	0.556	0.536	0.517	0.499	0.483	0.467		
相对于1234yf的能力		106.6%	106.3%	108.2%	110.0%	111.5%	112.9%	114.2%	115.3%	116.3%	117.1%		
相对COP		106.0%	106.2%	106.7%	107.2%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	110.0%		
相对压降		76.9%	75.5%	72.2%	69.1%	66.3%	63.7%	61.4%	59.2%	57.2%	55.4%		

[0175]

表14: 含有10% R32和25% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(B) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
R-134a (%b/w)				25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
R-1234ze(E) (%b/w)				60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-5	-10
对比数据																		
计算结果		134a	R1234yf	10/25/5/60	10/25/0/55	10/25/15/50	10/25/20/45	10/25/25/40	10/25/30/35	10/25/35/30	10/25/40/25	10/25/45/20	10/25/50/15	10/25/55/10	10/25/60/5	10/25/65/0	10/25/70/-5	10/25/75/-10
压力比		5.79	5.24	5.71	5.69	5.68	5.68	5.67	5.68	5.68	5.69	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.69
体积效率		83.6%	84.7%	83.8%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	84.9%	84.9%	84.9%	84.9%	84.9%	85.1%
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	4.8	4.5	4.3	4.1	3.9	3.8	3.7	3.6	3.5	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1
蒸发器出口T	°C	55.0	55.0	52.6	52.7	52.9	53.0	53.0	53.1	53.2	53.2	53.2	53.0	53.0	53.0	53.2	53.2	53.2
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	17.39	17.52	17.63	17.71	17.78	17.83	17.86	17.87	17.88	17.71	17.78	17.86	17.87	17.88	17.88
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.05	3.08	3.10	3.12	3.13	3.14	3.14	3.14	3.14	3.12	3.13	3.14	3.14	3.14	3.14
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	129.95	134.79	139.75	144.84	150.05	155.38	160.83	166.38	172.04	144.84	150.05	160.83	166.38	172.04	172.04
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10	2.06	2.07	2.09	2.09	2.10	2.10
排出T	°C	99.15	92.88	100.45	101.97	103.49	105.01	106.53	108.05	109.56	111.07	112.57	103.49	106.53	109.56	111.07	112.57	112.57
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	166.21	160.25	154.56	149.13	143.95	139.01	134.30	129.82	125.56	149.13	143.95	134.30	129.82	125.56	125.56
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	12.68	12.48	12.30	12.14	12.00	11.88	11.78	11.69	11.62	12.14	12.00	11.78	11.69	11.62	11.62
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1703	1731	1757	1779	1800	1818	1834	1847	1860	1779	1800	1834	1847	1860	1860
压降	kPa/m	953	1239	886	848	813	781	752	726	701	678	657	781	752	701	678	657	657
GWP (TAR为基础)				390	395	401	407	412	418	424	430	435	407	412	424	430	435	435
F/(F+H)				0.619	0.595	0.573	0.552	0.533	0.514	0.497	0.480	0.465	0.552	0.533	0.497	0.480	0.465	0.465
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	110.6%	112.4%	114.1%	115.6%	116.9%	118.1%	119.1%	120.0%	120.8%	114.1%	116.9%	119.1%	120.0%	120.8%	120.8%
相对COP		106.0%	100.0%	106.3%	106.8%	107.2%	107.7%	108.2%	108.6%	109.1%	109.5%	110.0%	107.2%	108.2%	109.1%	109.5%	110.0%	110.0%
相对压降		76.9%	100.0%	71.5%	68.4%	65.6%	63.1%	60.7%	58.6%	56.6%	54.7%	53.0%	65.6%	60.7%	56.6%	54.7%	53.0%	53.0%

[0176]

表14A: 含有12% R32和25% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
R-134a (%b/w)				25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
R-1234ze(E) (%b/w)				58	53	48	43	38	33	28	23	18	13	8	3	0
对比数据																
计算结果	134a	R1234yf	12/25/5/58	12/25/10/53	12/25/15/48	12/25/20/43	12/25/25/38	12/25/35/28	12/25/40/23	12/25/45/18						
压力比	5.79	5.24	5.70	5.68	5.67	5.67	5.67	5.67	5.67	5.68	5.69					
体积效率	83.6%	84.7%	84.0%	84.2%	84.4%	84.6%	84.7%	85.0%	85.1%	85.2%						
冷凝器滑移	K	0.0	5.2	5.0	4.7	4.5	4.3	4.1	4.0	4.0						
蒸发器滑移	K	0.0	3.2	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5						
蒸发器入口T	°C	0.0	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2						
冷凝器出口T	°C	55.0	52.4	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.0						
冷凝器压力	巴	16.88	18.00	18.12	18.21	18.28	18.33	18.38	18.39	18.38						
蒸发器压力	巴	2.92	3.16	3.19	3.21	3.23	3.24	3.24	3.24	3.24						
制冷效应	kJ/kg	123.76	132.58	137.42	142.40	147.51	152.74	163.57	169.15	174.83						
COP		2.03	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.09	2.09	2.10						
排出T	°C	99.15	102.14	103.64	105.15	106.65	108.16	111.16	112.66	114.15						
质量流量	kg/hr	174.53	162.92	157.18	151.69	146.44	141.42	136.63	127.70	123.55						
体积流量	m3/hr	13.16	12.21	12.03	11.87	11.73	11.61	11.51	11.42	11.34						
体积能力	kJ/m3	1641	1769	1796	1820	1841	1860	1877	1892	1905						
压降	kPa/m	953	840	805	774	745	718	694	671	650						
GWP (TAR为基础)			400	406	412	418	423	429	435	440						
F/(F+H)			0.615	0.592	0.570	0.549	0.530	0.494	0.478	0.462						
相对于1234yf的能力																
		106.6%	100.0%	114.9%	116.6%	118.2%	119.6%	120.8%	122.9%	123.7%						
相对COP		106.0%	100.0%	106.3%	106.8%	107.2%	107.7%	108.2%	109.0%	109.5%						
相对压降		76.9%	100.0%	67.8%	65.0%	62.5%	60.1%	58.0%	54.1%	52.4%						

[0177]

表16: 含有4% R32和30% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45			
R-1234ze(E) (%b/w)				61	56	51	46	41	36	31	26	21			
			对比数据												
计算结果	134a	R1234yf	4/30/5/61	4/30/10/56	4/30/1/5/51	4/30/2/0/46	4/30/2/5/41	4/30/3/0/36	4/30/35/31	4/30/4/0/26	4/30/4/5/21				
压力比	5.79	5.24	5.71	5.70	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.70	5.70			
体积效率	83.6%	84.7%	83.5%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.8%	84.8%			
冷凝器滑移	0.0	0.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7			
蒸发器滑移	0.0	0.0	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9			
蒸发器入口T	0.0	0.0	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5			
冷凝器出口T	55.0	55.0	53.7	53.8	53.8	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.1	54.1			
冷凝器压力	16.88	16.46	15.78	15.94	16.07	16.18	16.27	16.34	16.40	16.44	16.46	16.46			
蒸发器压力	2.92	3.14	2.76	2.80	2.83	2.85	2.86	2.88	2.88	2.89	2.89	2.89			
制冷效应	123.76	94.99	121.98	126.90	131.92	137.07	142.33	147.69	153.16	158.73	164.40	164.40			
COP	2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.11			
排出T	99.15	92.88	95.65	97.25	98.85	100.43	102.01	103.59	105.15	106.71	108.26	108.26			
质量流量	174.53	227.39	177.07	170.22	163.73	157.59	151.76	146.25	141.02	136.08	131.39	131.39			
体积流量	13.16	14.03	14.11	13.83	13.59	13.38	13.20	13.04	12.90	12.78	12.67	12.67			
体积能力	1641	1540	1531	1562	1589	1614	1637	1657	1675	1691	1705	1705			
压降	953	1239	1033	983	938	898	861	827	796	768	742	742			
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	99.4%	101.4%	103.2%	104.8%	106.3%	107.6%	108.8%	109.8%	110.7%	110.7%			
相对COP	106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.6%	108.1%	108.7%	109.2%	109.7%	110.1%	110.1%			
相对压降	76.9%	100.0%	83.4%	79.3%	75.7%	72.5%	69.5%	66.7%	64.3%	62.0%	59.9%	59.9%			

表17: 含有6% R32和30% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R-134a (%b/w)					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)						15	20	25	30	35	40	45			
R-1234ze(E) (%b/w)					59	54	49	44	39	34	29	24	19		
计算结果			对比数据												
压力比	134a	R1234yf	6/30/5/59	6/30/10/54	6/30/15/49	6/30/20/44	6/30/25/39	6/30/30/34	6/30/35/29	6/30/40/24	6/30/45/19				
	5.79	5.24	5.71	5.70	5.69	5.68	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71				
体积效率	83.6%	84.7%	83.6%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%				
冷凝器滑移	K	0.0	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.4				
蒸发器滑移	K	0.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3				
蒸发器入口T	°C	0.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7				
冷凝器出口T	°C	55.0	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8				
冷凝器压力	巴	16.88	16.41	16.55	16.67	16.76	16.84	16.90	16.94	16.96	16.98				
蒸发器压力	巴	2.92	2.87	2.90	2.93	2.95	2.96	2.97	2.98	2.98	2.97				
制冷效应	kJ/kg	123.76	124.84	129.76	134.80	139.95	145.23	150.61	156.11	161.70	167.39				
COP		2.03	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11				
排出T	°C	99.15	97.46	99.04	100.62	102.19	103.75	105.31	106.86	108.40	109.94				
质量流量	kg/hr	174.53	173.02	166.46	160.24	154.34	148.73	143.41	138.37	133.58	129.04				
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	13.52	13.07	12.89	12.72	12.58	12.46	12.36	12.27				
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1626	1653	1676	1697	1716	1733	1748	1761				
压降	kPa/m	953	973	928	888	851	817	787	758	732	708				
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	103.7%	105.6%	107.3%	108.9%	110.2%	111.5%	112.6%	113.5%				
相对COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.2%	109.6%				
相对压降		76.9%	100.0%	78.5%	74.9%	71.7%	68.7%	66.0%	63.5%	61.2%	59.1%				

表18: 含有8% R32和30% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
R-1234ze(E) (%b/w)				57	52	47	42	37	32	27	22	17	12	7	2	0
计算结果			对比数据													
压力比		134a	R1234yf	8/30/5/57	8/30/10/52	8/30/15/47	8/30/20/42	8/30/25/37	8/30/30/32	8/30/35/27	8/30/40/22	8/30/45/17	8/30/50/12	8/30/55/7	8/30/60/2	8/30/65/0
体积效率		5.79	5.24	5.71	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71
冷凝器滑移	K	83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
蒸发器出口T	°C	55.0	55.0	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	17.03	17.15	17.26	17.34	17.40	17.44	17.47	17.48	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	2.98	3.01	3.04	3.05	3.06	3.07	3.07	3.07	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	127.62	132.54	137.59	142.76	148.05	153.46	158.98	164.60	170.32	176.04	181.76	187.48	193.20
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
排出T	°C	99.15	92.88	99.23	100.79	102.34	103.90	105.45	106.99	108.53	110.06	111.59	113.12	114.65	116.18	117.71
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	169.26	162.97	156.99	151.30	145.89	140.75	135.87	131.23	126.82	122.41	118.00	113.59	109.18
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	12.99	12.78	12.59	12.43	12.29	12.16	12.06	11.97	11.89	11.81	11.73	11.65	11.57
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1663	1691	1716	1738	1758	1776	1792	1805	1817	1829	1841	1853	1865
压降	kPa/m	953	1239	919	879	842	809	778	750	724	700	678	656	634	612	590
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	108.0%	109.8%	111.4%	112.9%	114.2%	115.3%	116.4%	117.2%	118.0%	118.8%	119.6%	120.4%	121.2%
相对COP		106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.2%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	110.1%	110.6%	111.1%	111.6%	112.1%
相对压降		76.9%	100.0%	74.2%	70.9%	68.0%	65.3%	62.8%	60.5%	58.4%	56.5%	54.7%	52.9%	51.1%	49.3%	47.5%

[0181]

表19: 含有10% R32和30% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45					
R-1234ze(E) (%b/w)				55	50	45	40	35	30	25	20	15					
计算结果		134a	R1234yf	10/30/5/55	10/30/0/50	10/30/15/45	10/30/20/40	10/30/25/35	10/30/30/30	10/30/35/25	10/30/40/20	10/30/45/15					
压力比		5.79	5.24	5.70	5.68	5.68	5.67	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70					
体积效率		83.6%	84.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%					
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	4.5	4.3	4.1	3.9	3.8	3.6	3.5	3.5	3.4					
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1					
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0					
蒸发器出口T	°C	55.0	55.0	52.7	52.9	53.0	53.0	53.1	53.2	53.2	53.3	53.3					
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	17.64	17.75	17.84	17.91	17.95	17.98	18.00	18.00	17.99					
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.10	3.12	3.14	3.16	3.16	3.17	3.17	3.16	3.15					
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	130.30	135.24	140.30	145.49	150.81	156.24	161.79	167.44	173.18					
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10					
排出T	°C	99.15	92.88	100.95	102.49	104.03	105.57	107.11	108.64	110.17	111.69	113.21					
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	165.77	159.72	153.95	148.46	143.23	138.24	133.51	129.00	124.72					
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	12.50	12.31	12.14	12.00	11.88	11.77	11.68	11.60	11.53					
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1729	1755	1779	1800	1819	1835	1850	1862	1873					
压降	kPa/m	953	1239	871	834	800	770	742	716	692	670	649					
GWP (TAR)				454	460	466	471	477	483	489	494	500					
F/(F+H)				0.619	0.596	0.574	0.553	0.533	0.515	0.498	0.481	0.465					
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	112.3%	114.0%	115.5%	116.9%	118.1%	119.2%	120.1%	120.9%	121.6%					
相对COP		106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.2%	107.7%	108.2%	108.6%	109.1%	109.6%	110.0%					
相对压降		76.9%	100.0%	70.3%	67.3%	64.6%	62.1%	59.9%	57.8%	55.8%	54.0%	52.4%					

[0182]

表20: 含有12% R32和30% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45				
R-1234ze(E) (%b/w)				53	48	43	38	33	28	23	18	13				
计算结果			对比数据													
压力比	134a	R1234yf	12/30/5/53	12/30/10/48	12/30/15/43	12/30/20/38	12/30/25/33	12/30/30/28	12/30/35/23	12/30/40/18	12/30/45/13					
	5.79	5.24	5.68	5.67	5.67	5.66	5.67	5.67	5.68	5.69	5.70					
体积效率	83.6%	84.7%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.2%	85.3%					
冷凝器滑移	0.0	0.0	5.0	4.7	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9					
蒸发器滑移	0.0	0.0	3.0	2.9	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4					
蒸发器入口T	0.0	0.0	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2					
冷凝器出口T	55.0	55.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.0	53.0	53.1					
冷凝器压力	16.88	16.46	18.25	18.34	18.42	18.47	18.50	18.52	18.52	18.51	18.49					
蒸发器压力	2.92	3.14	3.21	3.23	3.25	3.26	3.27	3.27	3.26	3.25	3.24					
制冷效应	123.76	94.99	132.92	137.87	142.95	148.17	153.51	158.97	164.54	170.22	176.00					
COP	2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10					
排出T	99.15	92.88	102.64	104.17	105.69	107.22	108.74	110.26	111.78	113.30	114.80					
质量流量	174.53	227.39	162.50	156.67	151.10	145.78	140.71	135.87	131.27	126.89	122.73					
体积流量	13.16	14.03	12.04	11.87	11.73	11.60	11.49	11.40	11.32	11.26	11.20					
体积能力	1641	1540	1794	1819	1842	1862	1879	1894	1908	1919	1929					
压降	953	1239	826	793	762	734	708	684	662	642	623					
GWP (TAR)			465	471	477	482	488	494	499	505	511					
F/(F+H)			0.615	0.592	0.570	0.550	0.531	0.512	0.495	0.479	0.463					
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	116.5%	118.2%	119.6%	120.9%	122.0%	123.0%	123.9%	124.6%	125.3%					
相对COP	106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.2%	107.7%	108.1%	108.6%	109.1%	109.5%	109.9%					
相对压降	76.9%	100.0%	66.7%	64.0%	61.5%	59.3%	57.2%	55.2%	53.5%	51.8%	50.3%					

表20A: 含有15% R32和30% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-1234ze(E) (%b/w)				50	45	40	35	30	25	20	15	10			
计算结果			对比数据												
		134a	R1234yf	15/30/ 5/50	15/30/ 10/45	15/30/ 5/40	15/30/ 20/35	15/30/ 25/30	15/30/ 30/25	15/30/ 35/20	15/30/ 0/15	15/30/ 45/10			
压力比		5.79	5.24	5.66	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.66	5.67	5.69			
体积效率		83.6%	84.7%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	85.3%	85.4%	85.5%			
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	5.5	5.2	5.0	4.8	4.7	4.6	4.5	4.5	4.4			
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9			
蒸发器入口温度	°C	0.0	0.0	-1.8	-1.7	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5			
冷凝器出口温度	°C	55.0	55.0	52.3	52.4	52.5	52.6	52.7	52.7	52.7	52.8	52.8			
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	19.15	19.22	19.27	19.30	19.31	19.31	19.29	19.27	19.23			
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.38	3.40	3.41	3.42	3.42	3.42	3.41	3.40	3.38			
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	136.71	141.69	146.81	152.06	157.45	162.96	168.58	174.31	180.13			
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10			
排出温度	°C	99.15	92.88	105.12	106.62	108.12	109.63	111.14	112.65	114.15	115.65	117.15			
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	157.99	152.44	147.13	142.05	137.19	132.55	128.13	123.92	119.91			
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	11.42	11.28	11.16	11.06	10.97	10.89	10.83	10.78	10.74			
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1892	1915	1935	1953	1969	1983	1994	2004	2012			
压降	kPa/m	953	1239	767	738	711	686	663	642	622	604	587			
GWP (TAR为基础)				482	487	493	499	504	510	516	521	527			
F/(F+H)				0.609	0.587	0.565	0.545	0.526	0.508	0.492	0.475	0.460			
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	122.9%	124.4%	125.7%	126.9%	127.9%	128.8%	129.5%	130.1%	130.7%			
相对COP		106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.1%	107.6%	108.1%	108.5%	109.0%	109.4%	109.8%			
相对压降		76.9%	100.0%	61.9%	59.6%	57.4%	55.4%	53.5%	51.8%	50.2%	48.7%	47.4%			

[0184]

表21: 含有4% R32和35% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	45	45	45
R-1234ze(E) (%b/w)				56	51	46	41	36	31	26	21	16	16	16	16
计算结果				对比数据											
压力比		134a	R1234yf	4/35/5/56	4/35/10/51	4/35/1/5/46	4/35/2/0/41	4/35/2/5/36	4/35/3/0/31	4/35/35/126	4/35/4/0/21	4/35/4/5/16			
体积效率		5.79	5.24	5.70	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.70	5.72			
冷凝器滑移	K	83.6%	84.7%	83.6%	83.8%	84.0%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%			
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.5	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7			
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9			
冷凝器出口T	°C	55.0	55.0	53.7	53.8	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.1	54.2			
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	16.03	16.17	16.28	16.37	16.44	16.50	16.54	16.56	16.57			
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	2.81	2.84	2.86	2.88	2.89	2.90	2.90	2.90	2.90			
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	122.44	127.44	132.56	137.80	143.15	148.61	154.18	159.83	165.58			
COP		2.03	1.91	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11			
排出T	°C	99.15	92.88	96.18	97.80	99.41	101.01	102.61	104.19	105.77	107.34	108.90			
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	176.41	169.49	162.94	156.75	150.89	145.34	140.10	135.14	130.45			
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	13.88	13.63	13.41	13.21	13.05	12.90	12.78	12.67	12.57			
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1557	1585	1611	1635	1656	1674	1691	1705	1718			
压降	kPa/m	953	1239	1013	965	922	883	847	815	785	757	732			
GWP (TAR)				486	492	498	503	509	515	521	526	532			
F/(F+H)				0.632	0.607	0.584	0.563	0.543	0.524	0.506	0.489	0.473			
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	101.1%	103.0%	104.6%	106.2%	107.5%	108.7%	109.8%	110.8%	111.6%			
相对COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.4%	107.0%	107.6%	108.1%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%			
相对压降		76.9%	100.0%	81.8%	77.9%	74.4%	71.3%	68.4%	65.7%	63.3%	61.1%	59.1%			

[0185]

表22: 含有6% R32和35% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	45	45	45
R-1234ze(E) (%b/w)				54	49	44	39	34	29	24	19	14	14	14	14
对比数据															
计算结果	134a	R1234		6/35/5/54	6/35/10/49	6/35/15/44	6/35/20/39	6/35/25/34	6/35/30/29	6/35/35/24	6/35/40/19	6/35/45/14	6/35/45/14	6/35/45/14	6/35/45/14
压力比	5.79	5.24		5.70	5.69	5.68	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71	5.72	5.72	5.72	5.72
体积效率	83.6%	84.7%		83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	84.9%	84.9%	84.9%
冷凝器滑移	0.0	0.0		3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
蒸发器滑移	0.0	0.0		1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
蒸发器入口T	0.0	0.0		-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
冷凝器出口T	55.0	55.0		53.4	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8	53.8	53.8	53.8	53.8
冷凝器压力	16.88	16.46		16.65	16.78	16.87	16.95	17.01	17.05	17.07	17.09	17.09	17.09	17.09	17.09
蒸发器压力	2.92	3.14		2.92	2.95	2.97	2.98	2.99	3.00	3.00	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99
制冷效应	123.76	94.99		125.29	130.29	135.43	140.68	146.06	151.54	157.13	162.81	168.59	168.59	168.59	168.59
COP	2.03	1.91		2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.11	2.11	2.11
排出T	99.15	92.88		97.99	99.59	101.18	102.76	104.34	105.92	107.48	109.04	110.59	110.59	110.59	110.59
质量流量	174.53	227.39		172.41	165.78	159.49	153.54	147.89	142.54	137.47	132.67	128.12	128.12	128.12	128.12
体积流量	13.16	14.03		13.31	13.09	12.90	12.73	12.59	12.46	12.35	12.26	12.18	12.18	12.18	12.18
体积能力	1641	1540		1622	1650	1674	1696	1716	1734	1749	1762	1774	1774	1774	1774
压降	953	1239		955	912	873	838	805	775	748	723	699	699	699	699
GWP (TAR)				497	503	509	514	520	526	531	537	543	543	543	543
F/(F+H)				0.627	0.603	0.581	0.560	0.540	0.521	0.503	0.487	0.471	0.471	0.471	0.471
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%		105.4%	107.1%	108.7%	110.2%	111.5%	112.6%	113.6%	114.5%	115.2%	115.2%	115.2%	115.2%
相对COP	106.0%	100.0%		106.0%	106.5%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%	110.2%	110.2%	110.2%
相对压降	76.9%	100.0%		77.1%	73.6%	70.5%	67.6%	65.0%	62.6%	60.4%	58.3%	56.4%	56.4%	56.4%	56.4%

表23: 含有8% R32和35% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	45	45
R-1234ze(E) (%b/w)				52	47	42	37	32	27	22	17	12	12	12
计算结果			对比数据											
		134a	R1234yf	8/35/5/52	8/35/1/0/47	8/35/15/42	8/35/2/0/37	8/35/2/5/32	8/35/3/0/27	8/35/3/5/22	8/35/4/1/17	8/35/4/5/12	8/35/4/5/12	8/35/4/5/12
压力比		5.79	5.24	5.69	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	5.72	5.72
体积效率		83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	85.0%	85.0%
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.2	2.1	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
蒸发器出口T	°C	55.0	55.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5	53.5	53.6	53.6	53.6
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	17.27	17.38	17.46	17.52	17.57	17.59	17.61	17.60	17.59	17.59	17.59
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.03	3.06	3.07	3.08	3.09	3.09	3.09	3.08	3.08	3.08	3.08
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	128.04	133.07	138.22	143.49	148.89	154.40	160.01	165.73	171.53	171.53	171.53
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.11	2.11
排出T	°C	99.15	92.88	99.75	101.33	102.90	104.47	106.04	107.60	109.16	110.71	112.25	112.25	112.25
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	168.69	162.33	156.28	150.53	145.07	139.90	134.99	130.33	125.92	125.92	125.92
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	12.80	12.60	12.43	12.29	12.16	12.05	11.95	11.87	11.80	11.80	11.80
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1688	1714	1737	1758	1777	1793	1807	1819	1830	1830	1830
压降	kPa/m	953	1239	903	864	829	796	767	739	714	691	669	669	669
GWP (TAR为基础)				508	514	520	525	531	537	542	548	554	554	554
F/(F+H)				0.623	0.600	0.578	0.557	0.537	0.518	0.501	0.484	0.468	0.468	0.468
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	109.6%	111.3%	112.8%	114.2%	115.4%	116.4%	117.4%	118.2%	118.8%	118.8%	118.8%
相对COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.1%	110.1%	110.1%
相对压降		76.9%	100.0%	72.9%	69.8%	66.9%	64.3%	61.9%	59.7%	57.6%	55.8%	54.0%	54.0%	54.0%

表24: 含有10% R32和35% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
R-134a (%b/w)			35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
R-1234ze(E) (%b/w)			50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	0	0	0
计算结果		对比数据	134a	R1234yf	10/35/15/40	10/35/20/35	10/35/25/30	10/35/30/25	10/35/35/20	10/35/40/15	10/35/45/10					
压力比			5.79	5.24	5.67	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70	5.72					
体积效率			83.6%	84.7%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%					
冷凝器滑移	K		0.0	0.0	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4	3.4	3.4					
蒸发器滑移	K		0.0	0.0	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1					
蒸发器入口T	°C		0.0	0.0	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0					
冷凝器出口T	°C		55.0	55.0	53.1	53.1	53.2	53.2	53.3	53.3	53.3					
冷凝器压力	巴		16.88	16.46	18.04	18.09	18.12	18.13	18.13	18.12	18.09					
蒸发器压力	巴		2.92	3.14	3.18	3.19	3.19	3.19	3.18	3.18	3.17					
制冷效应	kJ/kg		123.76	94.99	140.93	146.24	151.66	157.20	162.84	168.58	174.42					
COP			2.03	1.91	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10					
排出T	°C		99.15	92.88	104.59	106.15	107.71	109.26	110.80	112.34	113.87					
质量流量	kg/hr		174.53	227.39	153.26	147.71	142.43	137.41	132.65	128.13	123.84					
体积流量	m3/hr		13.16	14.03	12.00	11.87	11.76	11.66	11.58	11.51	11.46					
体积能力	kJ/m3		1641	1540	1800	1820	1837	1852	1865	1876	1885					
压降	kPa/m		953	1239	788	759	731	706	683	661	641					
GWP (TAR)					530	536	542	548	553	559	565					
F/(F+H)					0.574	0.554	0.534	0.516	0.498	0.482	0.466					
相对于1234yf的能力			106.6%	100.0%	116.9%	118.2%	119.3%	120.3%	121.1%	121.8%	122.5%					
相对COP			106.0%	100.0%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	110.1%					
相对压降			76.9%	100.0%	63.6%	61.2%	59.0%	57.0%	55.1%	53.4%	51.8%					

表25: 含有12% R32和35% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(B)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
R-1234ze(E) (%b/w)				48	43	38	33	28	23	18	13	8	3	2	1	0	0	0
对比数据																		
计算结果		134a	R1234yf	12/35/5/48	12/35/10/43	12/35/15/38	12/35/20/33	12/35/25/28	12/35/30/23	12/35/35/18	12/35/40/13	12/35/45/8						
压力比		5.79	5.24	5.67	5.67	5.66	5.66	5.67	5.68	5.69	5.70	5.71						
体积效率		83.6%	84.7%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%						
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	4.7	4.5	4.3	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8						
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4						
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2						
冷凝器出口T	°C	55.0	55.0	52.6	52.8	52.9	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1	53.1						
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	18.48	18.56	18.61	18.65	18.66	18.66	18.65	18.62	18.59						
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.26	3.28	3.29	3.29	3.29	3.29	3.28	3.27	3.25						
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	133.34	138.39	143.59	148.92	154.37	159.94	165.61	171.39	177.25						
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10						
排出T	°C	99.15	92.88	103.16	104.71	106.25	107.80	109.34	110.88	112.42	113.95	115.47						
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	162.00	156.08	150.43	145.05	139.93	135.05	130.43	126.03	121.86						
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	11.88	11.73	11.60	11.48	11.39	11.31	11.24	11.18	11.13						
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1818	1842	1863	1881	1897	1911	1922	1932	1941						
压降	kPa/m	953	1239	814	781	751	724	699	675	654	634	616						
GWP (TAR)				530	536	541	547	553	558	564	570	575						
F/(F+H)				0.615	0.592	0.571	0.550	0.531	0.513	0.496	0.480	0.464						
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	118.1%	119.6%	121.0%	122.2%	123.2%	124.1%	124.9%	125.5%	126.0%						
相对COP		106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.1%	107.6%	108.1%	108.6%	109.1%	109.6%	110.0%						
相对压降		76.9%	100.0%	65.7%	63.0%	60.6%	58.4%	56.4%	54.5%	52.8%	51.2%	49.7%						

表26: 含有15% R32和35% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数

R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45					
R-1234ze(E) (%b/w)				45	40	35	30	25	20	15	10	5					
计算结果			对比数据														
压力比		134a	R1234yf	15/35/ 5/45	15/35/ 10/40	15/35/ 5/35	15/35/ 20/30	15/35/ 25/25	15/35/ 30/20	15/35/ 35/15	15/35/ 0/10	15/35/ 45/5					
		5.79	5.24	5.65	5.65	5.64	5.65	5.65	5.66	5.67	5.69	5.70					
体积效率		83.6%	84.7%	84.4%	84.6%	84.8%	84.9%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%	85.5%					
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	5.2	5.0	4.8	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4					
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9					
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-1.7	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.5	-1.5					
冷凝器出口T	°C	55.0	55.0	52.4	52.5	52.6	52.7	52.7	52.8	52.8	52.8	52.8					
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	19.38	19.43	19.46	19.47	19.47	19.45	19.42	19.37	19.32					
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.43	3.44	3.45	3.45	3.44	3.44	3.42	3.41	3.39					
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	137.13	142.23	147.46	152.83	158.33	163.95	169.68	175.50	181.42					
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10					
排出T	°C	99.15	92.88	105.64	107.17	108.69	110.22	111.75	113.28	114.80	116.32	117.83					
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	157.51	151.87	146.48	141.33	136.42	131.75	127.30	123.07	119.06					
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	11.28	11.15	11.04	10.95	10.87	10.81	10.75	10.71	10.68					
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1916	1937	1956	1972	1986	1998	2008	2017	2023					
压降	kPa/m	953	1239	756	728	701	677	655	634	615	597	580					
GWP (TAR为基础)				546	552	558	563	569	575	580	586	592					
F/(F+H)				0.610	0.587	0.566	0.546	0.527	0.509	0.492	0.476	0.461					
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	124.4%	125.8%	127.0%	128.1%	129.0%	129.8%	130.4%	131.0%	131.4%					
相对COP		106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.1%	107.6%	108.0%	108.5%	109.0%	109.5%	109.9%					
相对压降		76.9%	100.0%	61.0%	58.7%	56.6%	54.6%	52.8%	51.2%	49.6%	48.2%	46.8%					

表27: 含有4% R32和40% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45			
R-1234ze(E) (%b/w)				51	46	41	36	31	26	21	16	11			
计算结果			对比数据												
	134a	R1234yf	4/40/5/51	4/40/10/46	4/40/1/5/41	4/40/2/0/36	4/40/2/5/31	4/40/3/0/26	4/40/35/121	4/40/4/0/16	4/40/4/5/11				
压力比	5.79	5.24	5.69	5.69	5.68	5.68	5.69	5.70	5.70	5.72	5.73				
体积效率	83.6%	84.7%	83.6%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%				
冷凝器滑移	0.0	0.0	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6				
蒸发器滑移	0.0	0.0	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9				
蒸发器入口T	0.0	0.0	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4				
冷凝器出口T	55.0	55.0	53.8	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.2	54.2	54.2				
冷凝器压力	16.88	16.46	16.27	16.38	16.48	16.55	16.61	16.64	16.67	16.68	16.68				
蒸发器压力	2.92	3.14	2.86	2.88	2.90	2.91	2.92	2.92	2.92	2.92	2.91				
制冷效应	123.76	94.99	122.96	128.06	133.27	138.61	144.06	149.61	155.27	161.01	166.84				
COP	2.03	1.91	2.02	2.03	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11				
排出T	99.15	92.88	96.73	98.36	99.99	101.60	103.22	104.82	106.41	108.00	109.57				
质量流量	174.53	227.39	175.67	168.68	162.07	155.83	149.94	144.37	139.11	134.15	129.46				
体积流量	13.16	14.03	13.66	13.43	13.23	13.06	12.91	12.78	12.66	12.57	12.48				
体积能力	1641	1540	1581	1608	1632	1654	1673	1691	1706	1719	1730				
压降	953	1239	994	948	907	869	834	803	774	747	723				
GWP (TAR)			551	557	562	568	574	580	585	591	597				
F/(F+H)			0.632	0.608	0.585	0.564	0.543	0.525	0.507	0.490	0.474				
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	102.7%	104.4%	106.0%	107.4%	108.7%	109.8%	110.8%	111.6%	112.4%				
相对COP	106.0%	100.0%	105.8%	106.4%	107.0%	107.6%	108.2%	108.7%	109.3%	109.8%	110.3%				
相对压降	76.9%	100.0%	80.3%	76.5%	73.2%	70.1%	67.3%	64.8%	62.4%	60.3%	58.3%				

表28: 含有6% R32和40% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)					6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R-134a (%b/w)					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
R-152a (%b/w)					5	10	20	25	30	35	40	40	40	40	45
R-1234ze(E) (%b/w)					49	44	39	34	29	24	19	14	14	14	9
计算结果	134a	R1234yf	6/40/5/49	6/40/10/44	6/40/15/39	6/40/20/34	6/40/25/29	6/40/30/24	6/40/35/19	6/40/40/14	6/40/45/9	6/40/50/4	6/40/55/0	6/40/60/4	6/40/65/9
压力比	5.79	5.24	5.69	5.69	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	5.72	5.72	5.72	5.73
体积效率	83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	84.8%	84.8%	84.8%	84.9%
冷凝器滑移	0.0	0.0	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
蒸发器滑移	0.0	0.0	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
蒸发器入口T	0.0	0.0	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
冷凝器出口T	55.0	55.0	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9	53.9
冷凝器压力	16.88	16.46	16.89	16.99	17.07	17.13	17.17	17.19	17.20	17.20	17.19	17.20	17.20	17.20	17.19
蒸发器压力	2.92	3.14	2.97	2.99	3.00	3.01	3.02	3.02	3.01	3.01	3.00	3.01	3.01	3.01	3.00
制冷效应	123.76	94.99	125.79	130.90	136.14	141.50	146.97	152.55	158.23	164.01	169.87	164.01	164.01	164.01	169.87
COP	2.03	1.91	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.10	2.10	2.10	2.11
排出T	99.15	92.88	98.54	100.15	101.75	103.36	104.95	106.54	108.13	109.70	111.26	109.70	109.70	109.70	111.26
质量流量	174.53	227.39	171.71	165.01	158.66	152.65	146.97	141.59	136.51	131.70	127.16	131.70	131.70	131.70	127.16
体积流量	13.16	14.03	13.12	12.92	12.74	12.59	12.46	12.35	12.25	12.16	12.09	12.16	12.16	12.16	12.09
体积能力	1641	1540	1646	1672	1695	1716	1734	1750	1764	1776	1786	1776	1776	1776	1786
压降	953	1239	939	897	859	825	793	764	738	713	691	713	713	713	691
GWP (TAR)			562	568	573	579	585	590	596	602	608	602	602	602	608
F/(F+H)			0.628	0.604	0.581	0.560	0.540	0.522	0.504	0.487	0.471	0.487	0.487	0.487	0.471
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	106.9%	108.6%	110.1%	111.4%	112.6%	113.6%	114.5%	115.3%	116.0%	115.3%	115.3%	115.3%	116.0%
相对COP	106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.3%	109.8%	110.3%	109.8%	109.8%	109.8%	110.3%
相对压降	76.9%	100.0%	75.8%	72.4%	69.3%	66.6%	64.0%	61.7%	59.5%	57.6%	55.7%	57.6%	57.6%	57.6%	55.7%

[0192]

表29: 含有8% R32和40% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R-134a (%b/w)			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45		
R-1234ze(E) (%b/w)			47	42	37	32	27	22	17	12	7		
计算结果		对比数据											
	134a	R1234yf	8/40/5/47	8/40/1/0/42	8/40/15/37	8/40/2/0/32	8/40/2/5/27	8/40/3/0/22	8/40/3/5/17	8/40/4/1/12	8/40/4/5/7		
压力比			5.79	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73		
体积效率			83.6%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%		
冷凝器滑移	K		0.0	3.6	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8		
蒸发器滑移	K		0.0	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7		
蒸发器入口T	°C		0.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8		
冷凝器出口T	°C		55.0	53.2	53.4	53.4	53.5	53.5	53.6	53.6	53.6		
冷凝器压力	巴		16.88	17.50	17.65	17.69	17.72	17.73	17.73	17.71	17.69		
蒸发器压力	巴		2.92	3.08	3.11	3.11	3.12	3.11	3.11	3.10	3.09		
制冷效应	kJ/kg		123.76	128.55	138.93	144.31	149.81	155.42	161.14	166.94	172.83		
COP			2.03	2.03	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11		
排出T	°C		99.15	100.30	103.48	105.07	106.65	108.23	109.81	111.37	112.92		
质量流量	kg/hr		174.53	168.03	155.47	149.67	144.18	138.97	134.05	129.39	124.98		
体积流量	m3/hr		13.16	12.62	12.29	12.16	12.04	11.94	11.86	11.79	11.73		
体积能力	kJ/m3		1641	1712	1758	1777	1794	1809	1821	1832	1841		
压降	kPa/m		953	888	816	785	756	729	705	682	661		
GWP (TAR为基础)				573	584	590	596	601	607	613	618		
F/(F+H)				0.624	0.578	0.557	0.538	0.519	0.502	0.485	0.469		
相对于1234yf的能力			106.6%	111.2%	112.8%	115.4%	116.5%	117.5%	118.3%	119.0%	119.6%		
相对COP			106.0%	106.0%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%		
相对压降			76.9%	71.7%	68.6%	63.3%	61.0%	58.8%	56.9%	55.1%	53.4%		

表31: 含有12% R32和40% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
R-1234ze(E) (%b/w)				43	38	33	28	23	18	13	8	3					
计算结果	134a	R1234yf	12/40/5/43	12/40/10/38	12/40/15/33	12/40/20/28	12/40/25/23	12/40/30/18	12/40/35/13	12/40/40/8	12/40/45/3						
压力比	5.79	5.24	5.67	5.66	5.66	5.67	5.67	5.67	5.67	5.70	5.71	5.72					
体积效率	83.6%	84.7%	84.2%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%						
冷凝器滑移	0.0	0.0	4.5	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8						
蒸发器滑移	0.0	0.0	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4						
蒸发器入口T	0.0	0.0	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2						
冷凝器出口T	55.0	55.0	52.8	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1						
冷凝器压力	16.88	16.46	18.71	18.76	18.80	18.81	18.81	18.79	18.76	18.73	18.68						
蒸发器压力	2.92	3.14	3.30	3.31	3.32	3.32	3.31	3.31	3.29	3.28	3.26						
制冷效应	123.76	94.99	133.84	139.01	144.32	149.76	155.32	161.00	166.77	172.64	178.60						
COP	2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11						
排出T	99.15	92.88	103.71	105.27	106.84	108.40	109.97	111.53	113.08	114.62	116.16						
质量流量	174.53	227.39	161.39	155.38	149.66	144.23	139.06	134.16	129.52	125.11	120.94						
体积流量	13.16	14.03	11.73	11.59	11.47	11.37	11.29	11.22	11.16	11.11	11.07						
体积能力	1641	1540	1842	1863	1882	1899	1913	1926	1936	1945	1952						
压降	953	1239	801	769	741	714	689	667	646	627	609						
GWP (TAR)			595	600	606	612	617	623	629	634	640						
F/(F+H)			0.616	0.593	0.571	0.551	0.532	0.514	0.497	0.480	0.465						
相对于1234yf的能力	106.6%	100.0%	119.6%	121.0%	122.3%	123.3%	124.3%	125.1%	125.7%	126.3%	126.8%						
相对COP	106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.6%	108.1%	108.7%	109.1%	109.6%	110.1%						
相对压降	76.9%	100.0%	64.6%	62.1%	59.8%	57.6%	55.6%	53.8%	52.1%	50.6%	49.1%						

表32: 含有15% R32和40% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze (E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45						
R-1234ze(E) (%b/w)				40	35	30	25	20	15	10	5	0						
计算结果			对比数据															
		134a	R1234yf	15/40/ 5/40	15/40/ 10/35	15/40/ 5/30	15/40/ 20/25	15/40/ 25/20	15/40/ 30/15	15/40/ 35/10	15/40/ 0/5	15/40/ 45/0						
压力比		5.79	5.24	5.64	5.64	5.65	5.65	5.66	5.67	5.68	5.70	5.71						
体积效率		83.6%	84.7%	84.5%	84.7%	84.8%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%	85.5%						
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3						
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	3.2	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9						
蒸发器入口T	°C	0.0	0.0	-1.6	-1.5	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4						
冷凝器出口T	°C	55.0	55.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8						
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	19.60	19.63	19.64	19.63	19.61	19.57	19.53	19.47	19.40						
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.47	3.48	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.42	3.40						
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	137.65	142.86	148.22	153.71	159.32	165.04	170.87	176.79	182.80						
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10						
排出T	°C	99.15	92.88	106.19	107.73	109.28	110.84	112.39	113.93	115.47	117.01	118.53						
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	156.92	151.20	145.73	140.53	135.58	130.87	126.41	122.18	118.16						
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	11.14	11.03	10.94	10.85	10.79	10.73	10.69	10.65	10.62						
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1938	1958	1975	1990	2002	2013	2022	2028	2034						
压降	kPa/m	953	1239	745	717	692	668	646	626	608	590	574						
GWP (TAR)				611	617	622	628	634	639	645	651	657						
F/(F+H)				0.610	0.588	0.566	0.546	0.528	0.510	0.493	0.477	0.462						
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	125.9%	127.2%	128.3%	129.2%	130.1%	130.7%	131.3%	131.7%	132.1%						
相对COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.5%	107.0%	107.6%	108.1%	108.6%	109.0%	109.5%	110.0%						
相对压降		76.9%	100.0%	60.1%	57.9%	55.8%	53.9%	52.2%	50.5%	49.0%	47.6%	46.3%						

表33: 含有4% R32和45% R134a的所选R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
R-1234ze(E) (%b/w)				46	41	36	31	26	21	16	11	6	1	4	9	14	19	24	29
计算结果				对比数据															
压力比		134a	R1234yf	4/45/5/46	4/45/10/41	4/45/1/5/36	4/45/2/0/31	4/45/2/5/26	4/45/3/0/21	4/45/35/1/16	4/45/4/0/11	4/45/4/5/6							
体积效率		5.79	5.24	5.69	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	5.74							
冷凝器滑移		83.6%	84.7%	83.7%	83.9%	84.1%	84.2%	84.4%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%							
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6							
蒸发器入口T	K	0.0	0.0	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9							
蒸发器出口T	°C	0.0	0.0	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4							
冷凝器出口T	°C	55.0	55.0	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.2	54.2	54.2	54.2							
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	16.49	16.59	16.66	16.72	16.76	16.78	16.79	16.78	16.77							
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	2.90	2.92	2.93	2.94	2.94	2.94	2.94	2.93	2.92							
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	123.55	128.75	134.06	139.50	145.05	150.70	156.44	162.27	168.18							
COP		2.03	1.91	2.02	2.03	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11							
排出T	°C	99.15	92.88	97.30	98.94	100.58	102.22	103.84	105.46	107.07	108.66	110.25							
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	174.83	167.77	161.12	154.84	148.92	143.33	138.07	133.11	128.43							
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	13.47	13.26	13.07	12.92	12.78	12.66	12.56	12.48	12.40							
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1604	1629	1652	1672	1690	1706	1720	1731	1742							
压降	kPa/m	953	1239	976	932	892	855	822	791	763	737	714							
GWP (TAR)				616	621	627	633	639	644	650	656	661							
F/(F+H)				0.632	0.608	0.585	0.564	0.544	0.525	0.507	0.490	0.474							
相对于1234yf的能力		106.6%	100.0%	104.2%	105.8%	107.3%	108.6%	109.8%	110.8%	111.7%	112.5%	113.1%							
相对COP		106.0%	100.0%	105.8%	106.4%	107.0%	107.6%	108.2%	108.8%	109.4%	109.9%	110.4%							
相对压降		76.9%	100.0%	78.8%	75.2%	72.0%	69.0%	66.3%	63.9%	61.6%	59.5%	57.6%							

表 34：含有 6% R32 和 45% R134a 的所选 R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a 共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)					6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
					45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
R-134a (%b/w)					5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
R-152a (%b/w)					44	39	34	29	24	19	14	9	4					
R-1234ze(E) (%b/w)																		
对比数据																		
计算结果	134a	R1234yf	6/45/5/44	6/45/10/39	6/45/15/34	6/45/20/29	6/45/25/24	6/45/30/19	6/45/35/14	6/45/40/9	6/45/45/4	6/45/50/0	6/45/55/0	6/45/60/0	6/45/65/0	6/45/70/0	6/45/75/0	6/45/80/0
压力比	5.79	5.24	5.69	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	5.75	5.77	5.79	5.81	5.83	5.85	5.87	5.89
体积效率	83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%	85.5%	85.6%
冷凝器滑移	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
蒸发器滑移	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
蒸发器入口 T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷凝器出口 T	55.0	55.0	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8	53.9	53.9	53.9	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0
冷凝器压力	16.88	16.46	17.11	17.19	17.25	17.29	17.31	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32	17.32
蒸发器压力	2.92	3.14	3.01	3.02	3.03	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04
制冷效应	123.76	94.99	126.38	131.59	136.94	142.40	147.97	153.65	159.42	165.28	171.22	177.00	182.78	188.56	194.34	200.12	205.90	211.68
COP	2.03	1.91	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18
排出 T	99.15	92.88	99.10	100.73	102.35	103.97	105.58	107.19	108.79	110.37	111.94	113.52	115.10	116.68	118.26	119.84	121.42	123.00
质量流量	174.53	227.39	170.92	164.14	157.74	151.69	145.97	140.58	135.49	130.68	126.15	121.82	117.59	113.46	109.34	105.22	101.10	96.98
体积流量	13.16	14.03	12.94	12.76	12.60	12.46	12.34	12.24	12.15	12.08	12.02	11.96	11.90	11.84	11.78	11.72	11.66	11.60
体积能力	1641	1540	1669	1693	1715	1734	1750	1765	1777	1788	1797	1806	1815	1824	1833	1842	1851	1860
压降	953	1239	923	882	846	812	782	754	728	704	682	661	640	619	598	577	556	535
GWP (TAR)			627	632	638	644	649	655	661	667	672	678	684	690	696	702	708	714
F/(F+H)			0.628	0.604	0.582	0.561	0.541	0.522	0.505	0.488	0.472	0.456	0.440	0.424	0.408	0.392	0.376	0.360
对比数据																		
相对于 1234yf 的能力	106.6%	100.0%	108.4%	110.0%	111.4%	112.6%	113.7%	114.6%	115.4%	116.1%	116.7%	117.3%	117.9%	118.5%	119.1%	119.7%	120.3%	120.9%
相对 COP	106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.7%	108.2%	108.8%	109.3%	109.9%	110.4%	110.9%	111.4%	111.9%	112.4%	112.9%	113.4%	113.9%
相对压降	76.9%	100.0%	74.5%	71.2%	68.3%	65.6%	63.1%	60.8%	58.8%	56.8%	55.1%	53.4%	51.7%	50.0%	48.3%	46.6%	44.9%	43.2%

表 35: 含有 10% R32 和 45% R134a 的所选 R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a 共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)						10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
R-134a (%b/w)						45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
R-152a (%b/w)						5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
R-1234ze(E) (%b/w)						40	35	30	25	20	15	10	5	0	0	0	0	0	0
		对比数据																	
		134a	R1234yf	10/45/5/40	10/45/15/30	10/45/20/25	10/45/25/20	10/45/30/15	10/45/35/10	10/45/40/5	10/45/45/0	10/45/50/5	10/45/55/0	10/45/60/5	10/45/65/0	10/45/70/5	10/45/75/0	10/45/80/5	10/45/85/0
压力比		5.79	5.24	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70	5.72	5.73	5.75	5.77	5.79	5.81	5.83	5.85	5.87	5.89	5.91
体积效率		83.6%	84.7%	84.1%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%	85.5%	85.6%	85.7%	85.8%	85.9%	86.0%
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	3.8	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.3	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
蒸发器入口 T	°C	0.0	0.0	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
冷凝器出口 T	°C	55.0	55.0	53.1	53.2	53.3	53.3	53.3	53.3	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	18.32	18.37	18.40	18.41	18.39	18.36	18.32	18.27	18.22	18.17	18.12	18.07	18.02	17.97	17.92	17.87
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.23	3.24	3.24	3.23	3.22	3.21	3.20	3.18	3.16	3.14	3.12	3.10	3.08	3.06	3.04	3.02
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	131.81	137.08	142.47	153.63	159.37	165.21	171.14	177.14	183.14	189.14	195.14	201.14	207.14	213.14	219.14	225.14
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18
排出 T	°C	99.15	92.88	102.58	104.18	105.78	107.37	108.97	110.55	112.13	113.70	115.25	116.83	118.41	120.00	121.58	123.16	124.74	126.32
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	163.87	157.58	151.61	145.95	140.60	135.53	130.74	126.21	121.94	117.81	113.70	109.59	105.48	101.37	97.26	93.15
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	12.01	11.87	11.74	11.64	11.55	11.48	11.42	11.37	11.33	11.28	11.23	11.18	11.13	11.08	11.03	10.98
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1799	1820	1839	1855	1869	1882	1892	1900	1907	1914	1921	1928	1935	1942	1949	1956
压降	kPa/m	953	1239	829	796	765	737	712	688	666	646	627	608	589	570	551	532	513	494
GWP (TAR)				648	654	660	666	671	677	683	688	694	700	706	712	718	724	730	736
F/(F+H)				0.620	0.597	0.575	0.555	0.535	0.517	0.500	0.483	0.468	0.453	0.438	0.423	0.408	0.393	0.378	0.363
相对于 1234yf 的能力		106.6%	100.0%	116.8%	118.2%	119.4%	120.5%	121.4%	122.2%	122.9%	123.4%	123.9%	124.4%	124.9%	125.4%	125.9%	126.4%	126.9%	127.4%
相对 COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.7%	108.2%	108.8%	109.3%	109.8%	110.3%	110.8%	111.3%	111.8%	112.3%	112.8%	113.3%	113.8%
相对压降		76.9%	100.0%	66.9%	64.2%	61.8%	59.5%	57.4%	55.5%	53.7%	52.1%	50.6%	49.1%	47.6%	46.1%	44.6%	43.1%	41.6%	40.1%

[0200]

表 36: 含有 12% R32 和 45% R134a 的所选 R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a 共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
R-134a (%b/w)								45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
R-152a (%b/w)								5	10	15	20	25	30	35	40	45	45
R-1234ze(E) (%b/w)								38	33	28	23	18	13	8	3	-2	-2
计算结果				对比数据													
		134a	R1234yf	12/45/5/38	12/45/10/33	12/45/15/28	12/45/20/23	12/45/25/18	12/45/35/8	12/45/40/3	12/45/45/2						
压力比		5.79	5.24	5.66	5.66	5.67	5.67	5.67	5.71	5.72	5.74						
体积效率		83.6%	84.7%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.1%	85.2%	85.3%						
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	4.2	4.1	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7						
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4						
蒸发器入口 T	°C	0.0	0.0	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2						
冷凝器出口 T	°C	55.0	55.0	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1						
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	18.92	18.95	18.97	18.96	18.94	18.87	18.82	18.75						
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.34	3.35	3.35	3.34	3.33	3.30	3.29	3.27						
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	134.43	139.73	145.15	150.71	156.38	162.15	168.03	173.99						
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10						
排出 T	°C	99.15	92.88	104.27	105.86	107.45	109.03	110.62	112.19	113.76	115.32						
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	160.68	154.59	148.81	143.32	138.13	133.21	128.55	124.15						
体积流量	m3/hr	13.16	14.03	11.59	11.47	11.36	11.27	11.20	11.14	11.08	11.04						
体积能力	kJ/m3	1641	1540	1864	1884	1901	1916	1929	1940	1949	1956						
压降	kPa/m	953	1239	789	758	730	704	681	659	638	619						
GWP (TAR)				659	665	671	676	682	688	693	699						
F/(F+H)				0.616	0.593	0.572	0.552	0.532	0.514	0.497	0.481						
相对于 1234yf 的能力		106.6%	100.0%	121.0%	122.3%	123.5%	124.4%	125.3%	126.0%	127.0%	127.4%						
相对 COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.5%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%						
相对压降		76.9%	100.0%	63.7%	61.2%	58.9%	56.8%	54.9%	53.2%	51.5%	50.0%						

表 37: 含有 15% R-32 和 45% R-134a 的所选 R-32/R-152a/R-1234ze (E) /R-134a 共混物的理论性能数据

R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
R-1234ze(E) (%b/w)				35	30	25	20	15	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0
计算结果			对比数据															
压力比		134a	R1234yf	15/45/ 5/35	15/45/ 10/30	15/45/ 5/25	15/45/ 20/20	15/45/ 25/15	15/45/ 30/10	15/45/ 35/5								
5.79	83.6%	5.79	5.24	5.64	5.64	5.65	5.66	5.67	5.68	5.70								
体积效率			84.7%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%								
冷凝器滑移	K	0.0	0.0	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3								
蒸发器滑移	K	0.0	0.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9								
蒸发器入口 T	°C	0.0	0.0	-1.5	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4								
冷凝器出口 T	°C	55.0	55.0	52.7	52.7	52.8	52.8	52.9	52.9	52.9								
冷凝器压力	巴	16.88	16.46	19.80	19.81	19.80	19.78	19.74	19.69	19.62								
蒸发器压力	巴	2.92	3.14	3.51	3.51	3.51	3.50	3.48	3.46	3.44								
制冷效应	kJ/kg	123.76	94.99	138.26	143.60	149.08	154.68	160.41	166.24	172.17								
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09								
排出 T	°C	99.15	92.88	106.76	108.33	109.90	111.48	113.05	114.61	116.17								
质量流量	kg/hr	174.53	227.39	156.23	150.42	144.89	139.64	134.66	129.93	125.46								
体积流量	m ³ /hr	13.16	14.03	11.02	10.92	10.84	10.77	10.71	10.66	10.62								
体积能力	kJ/m ³	1641	1540	1960	1978	1993	2006	2017	2026	2033								
压降	kPa/m	953	1239	735	707	683	660	638	619	601								
GWP (TAR)				676	681	687	693	698	704	710								
F/(F+H)				0.610	0.588	0.567	0.547	0.528	0.511	0.494								
相对于 1234yf 的能力		106.6%	100.0%	127.3%	128.5%	129.5%	130.3%	131.0%	131.6%	132.1%								
相对 COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.0%	107.6%	108.1%	108.6%	109.1%								
相对压降		76.9%	100.0%	59.3%	57.1%	55.1%	53.2%	51.5%	49.9%	48.5%								

[0202] 在适于使用 R-134a 的机动车空调系统中测试含有 10 重量%的 R-32、5 重量%的 R-152a 和 85 重量%的 R-1234ze(E) 的组合物的性能。该组合物在下文所示结果中标记为“共混物”。

[0203] 所用的试验条件如 SAE 标准 J2765 所述,其通过引用并入本文。下面汇总这些条件。

[0204] • 环境空气条件 35°C 和 40%相对湿度 (RH)

[0205] • 来自蒸发器的停送空气温度控制为 3℃

[0206] • 压缩机排量变量每冲程 0-175cc

[0207] • 用电子膨胀阀替代常规 R-134a 膨胀阀,使得容易进行过热调节

[0208] • 使用没有内部热交换器且所有流体在蒸发器出口处同等过热的系统

[0209] 结果如下所示,其中 I、L、M 和 H 是指怠速、低速、中速和高速,其中 35 和 45 是以℃为单位的环境温度。

[0210]

测得的冷却能力 (kW)			相对于 R-134a
试验点	R134a	共混物	共混物
I35	4.67	4.65	100%
L35	5.86	5.79	99%
M35	6.43	6.18	96%
H35	6.65	6.55	98%
I45	3.81	3.76	99%
L45	4.76	4.75	100%
M45	5.2	5.17	99%
H45	5.41	5.41	100%

[0211]

测得的能量效率	(表示为COP)		相对于 R-134a的COP
试验点	R134a	共混物	共混物
I35	2.87	2.85	99%
L35	1.98	1.98	100%
M35	1.79	1.75	98%
H35	1.4	1.37	98%
I45	2.3	2.32	101%
L45	1.64	1.69	103%
M45	1.48	1.5	101%
H45	1.18	1.19	101%

[0212] 本发明的共混物组合物在 R-134a 空调系统中在一系列条件下表现出对 R-134a 的能力与效率的良好匹配。

[0213] 混溶性数据

[0214] 用聚亚烷基二醇 (PAG) 润滑剂 ND8 和 YN12 测试含有约 10 重量%的 R-32、约 5 重量%的 R-152a 和约 85 重量%的 R-1234ze (E) 的本发明组合物 (下面称为共混物) 的混溶性。将这些试验的结果与纯 R-1234yf 与相同的 PAG 的混溶性进行比较。结果如下所示。

[0215] 共混物与 32H 的混溶性结果

[0216]

温度 ℃	润滑剂浓度					
	重量%					
	4	7	10	20	30	50
-20	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
-10	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
0	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
10	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
20	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
30	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
40	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
50	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
60	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
70	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
80	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶

[0217] 1234yf 与 32H 的混溶性结果

[0218]

温度℃	润滑剂浓度					
	重量%					
	4	7	10	20	30	50
-20	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
-10	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
0	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
10	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
20	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
30	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
40	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶
50	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	轻微混浊	轻微混浊
60	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	轻微混浊	轻微混浊
70	轻微混浊	轻微混浊	可混溶	可混溶	轻微混浊	轻微混浊
80	可混溶	轻微混浊	可混溶	混浊的2层	混浊的2层	混浊

[0219] 共混物与 YN12 的混溶性结果

[0220]

温度 ℃	润滑剂浓度					
	重量%					
	4	7	10	20	30	50
-20	混浊	混浊	混浊	混浊	混浊	混浊
-10	混浊	混浊	混浊	混浊	混浊	混浊
0	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊
10	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
20	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
25	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
30	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
35	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
40	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
45	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	轻微混浊	极轻微混浊	极轻微混浊
50	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	极轻微混浊	极轻微混浊
60	可混溶	可混溶	可混溶	可混溶	极轻微混浊	极轻微混浊
70	可混溶	可混溶	可混溶	混浊的2层	极轻微混浊	极轻微混浊
80	2层	2层	2层	2层	2层	极轻微混浊

[0221] 1234yf 与 YN12 的混溶性结果

[0222]

温度℃	润滑剂浓度 重量%					
	4	7	10	20	30	50
-20	混浊	混浊	2层	混浊	2层	2层
-10	轻微混浊	轻微混浊	2层	混浊	2层	2层
0	轻微混浊	混浊	2层	混浊	混浊	混浊
10	轻微混浊	混浊	2层 混浊	2层 混浊	2层 混浊	2层 混浊
20	混浊	轻微混浊 2层	2层 混浊	2层	2层 混浊	2层 混浊
30	混浊	混浊	2层 混浊	2层	2层 混浊	2层 混浊
40	透明的2层	透明的2层	透明的2层	2层	透明的2层	透明的2层
50	透明的2层	透明的2层	透明的2层	2层	透明的2层	透明的2层
60	透明的2层	透明的2层	透明的2层	2层	透明的2层	透明的2层
70	透明的2层	透明的2层	透明的2层	2层	透明的2层	透明的2层
80	透明的2层	透明的2层	透明的2层	2层	透明的2层	透明的2层

[0223] 结果显示与纯流体 R-1234yf 相比本发明的组合物具有改善的与润滑剂的混溶性。

[0224] 总之, 本发明提供新的组合物, 其表现出出人意料的有利性质的组合, 包括与现有制冷剂如 R-134a 和所提出的制冷剂 R-1234yf 相比良好的制冷性能、低可燃性、低 GWP 和 / 或与润滑剂的混溶性。

[0225] 通过以上权利要求限定本发明。

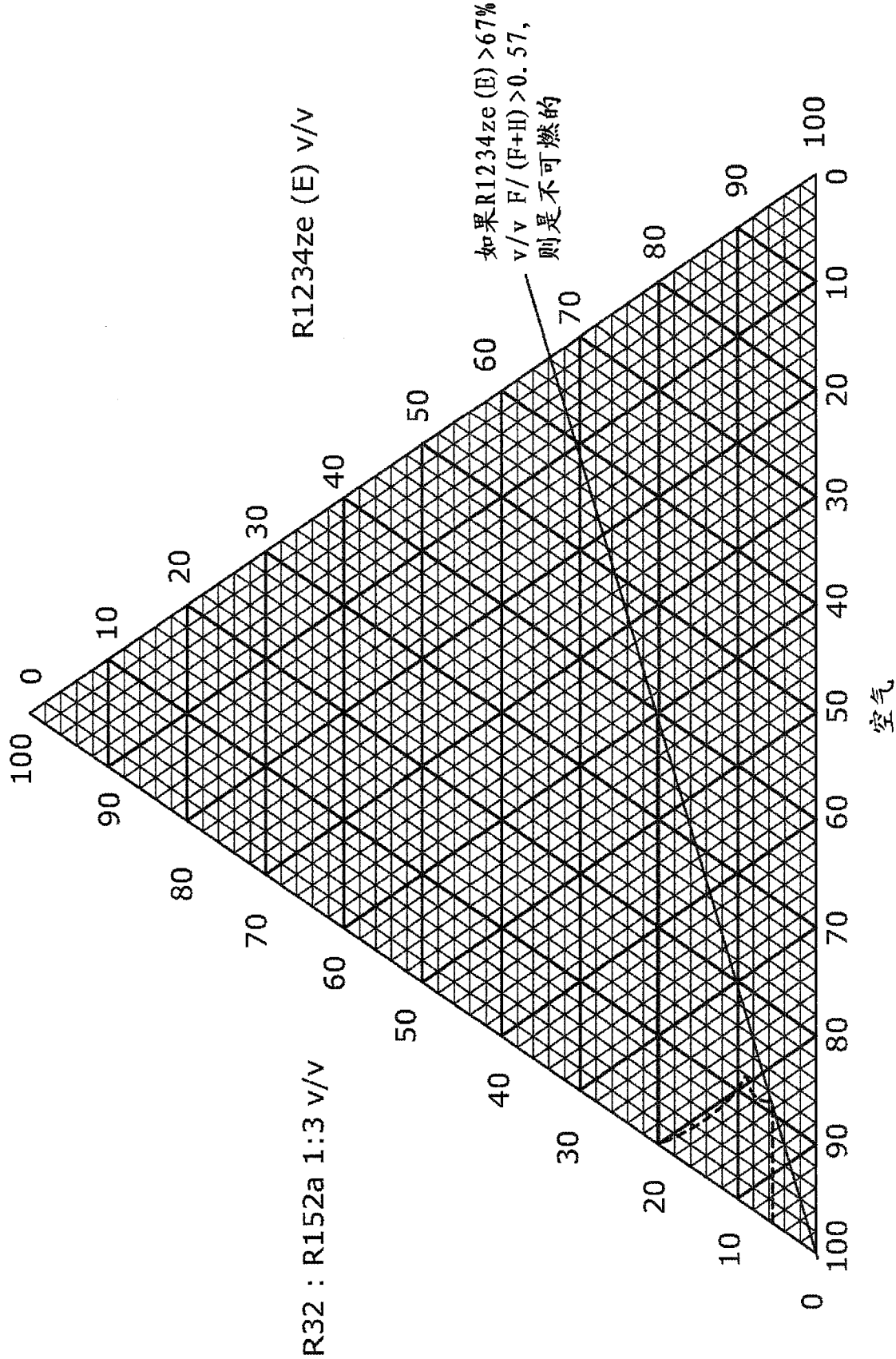


图 1

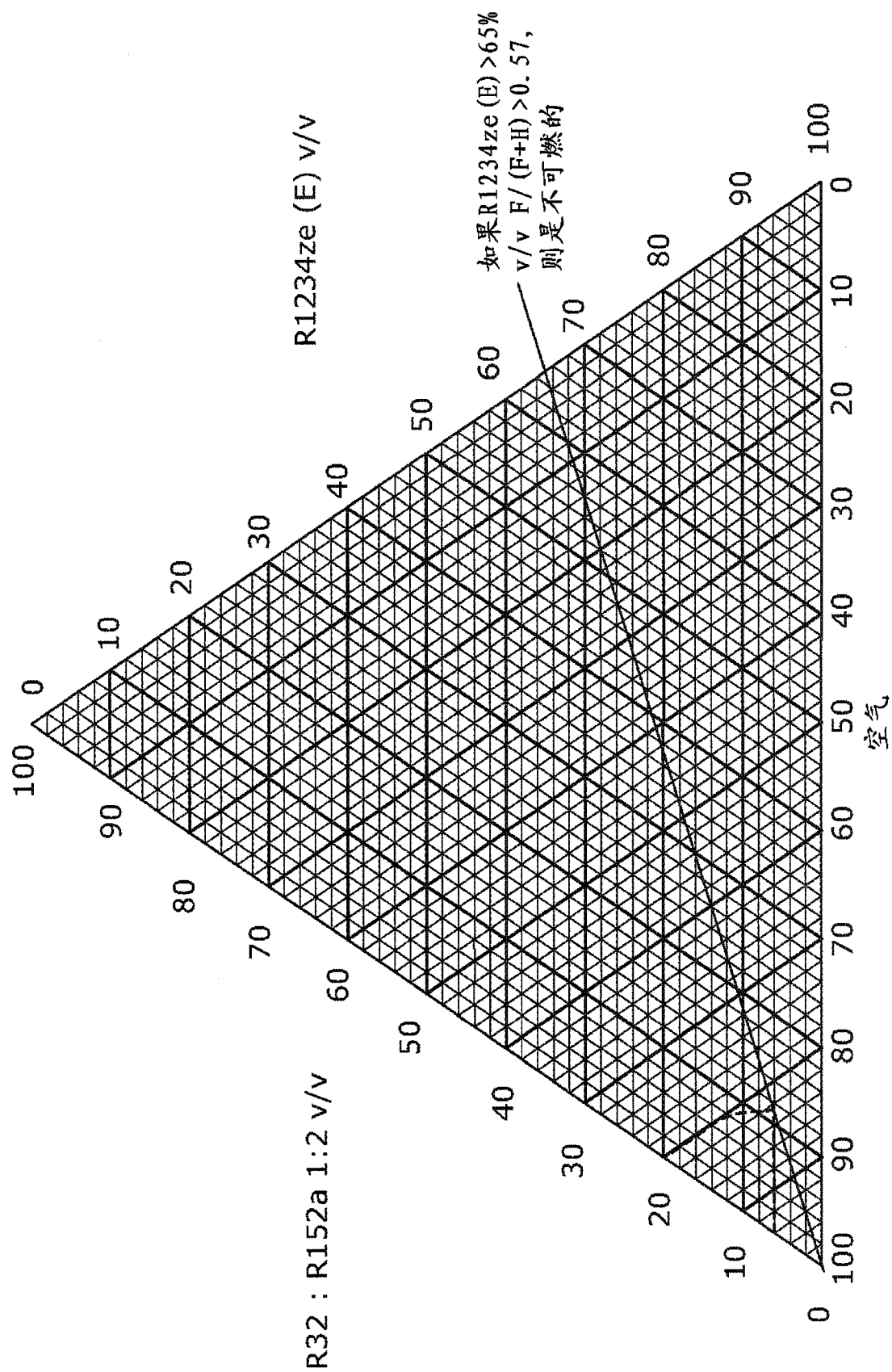


图 2

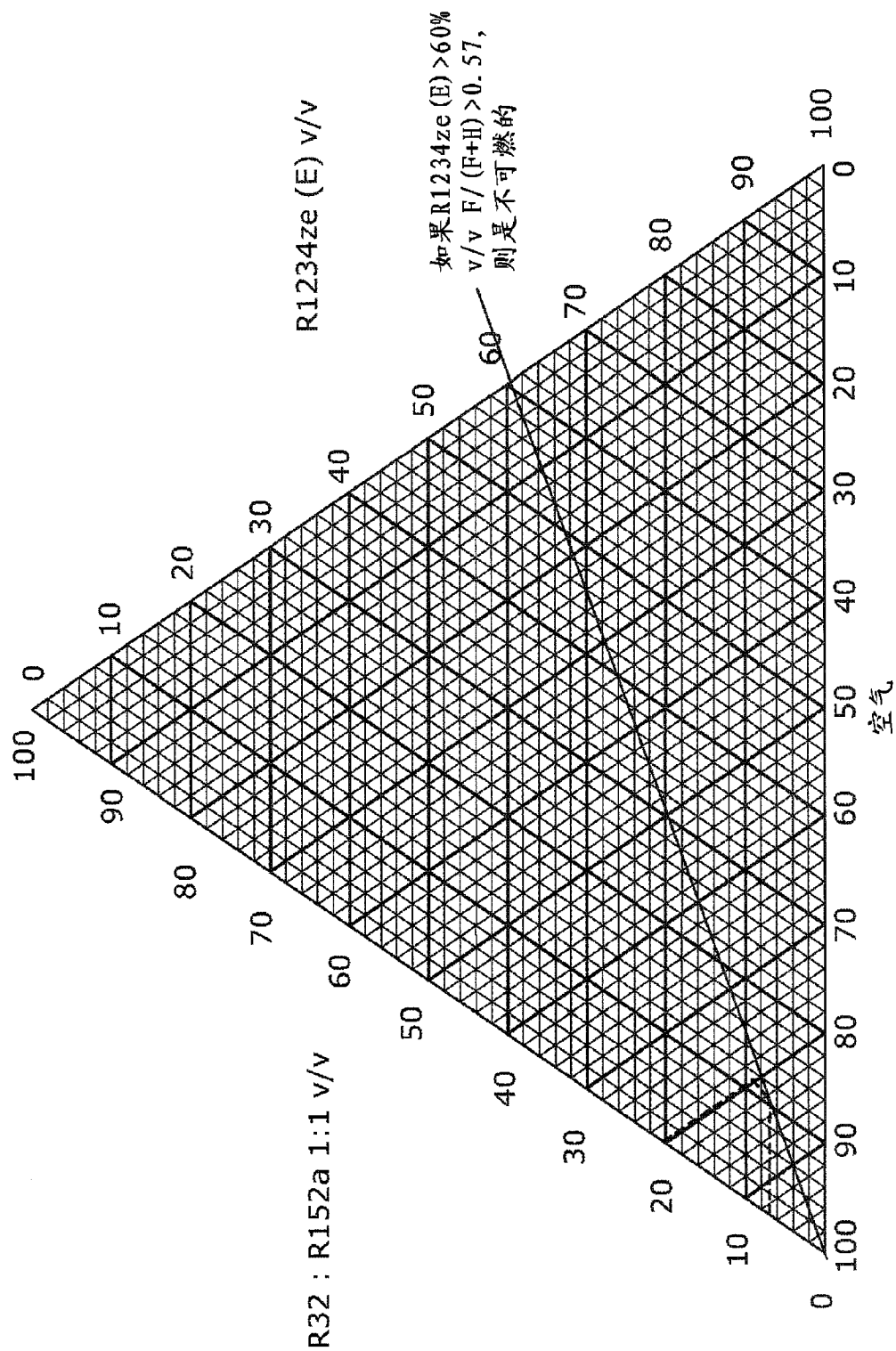


图 3

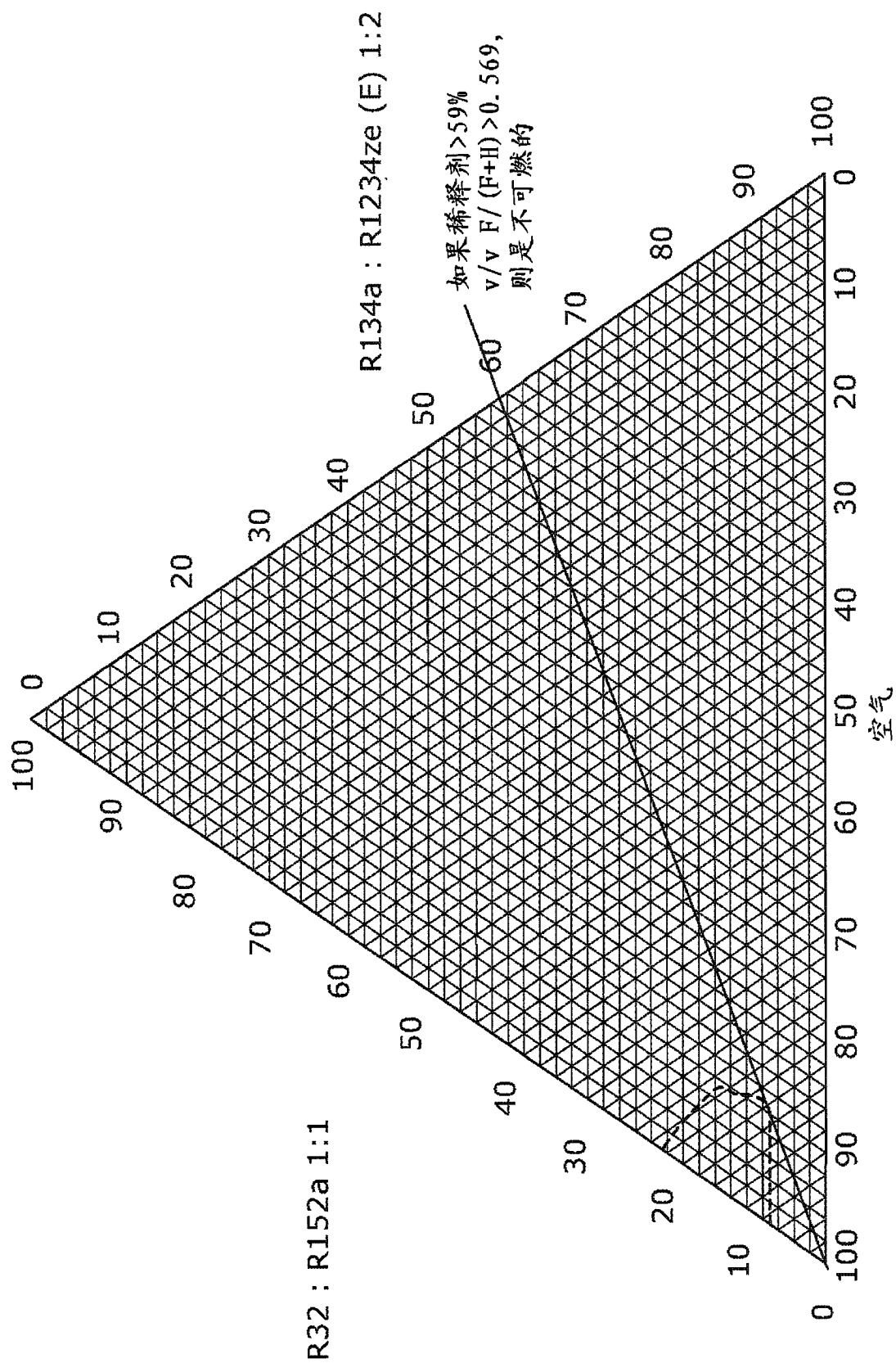


图 4

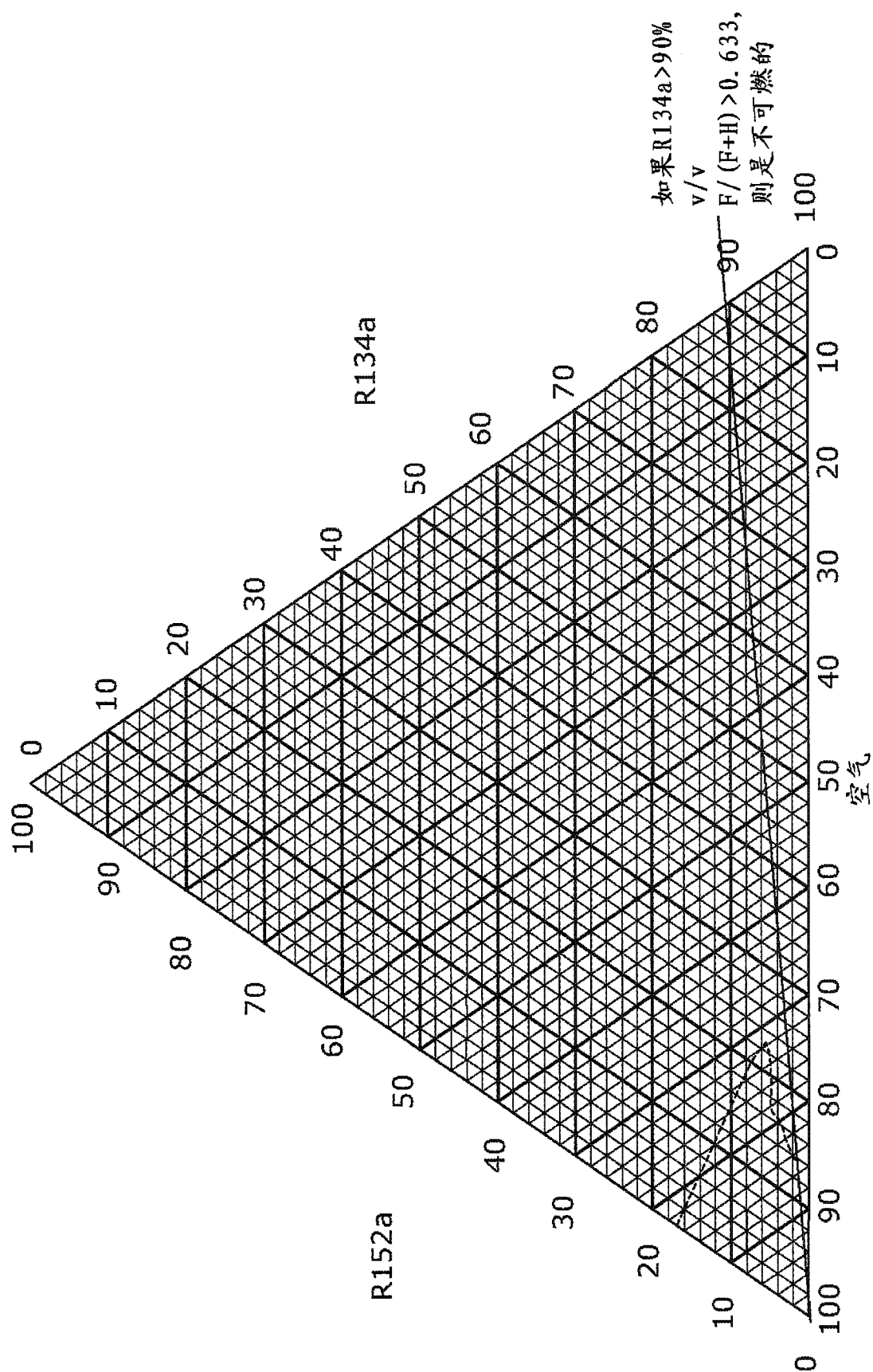


图 5