



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102939351 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 20

(21) 申请号 201180030539. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 05. 20

C09K 3/30 (2006. 01)

C09K 5/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

1008438. 2 2010. 05. 20 GB

1010057. 6 2010. 06. 16 GB

1020624. 1 2010. 12. 06 GB

1102556. 6 2011. 02. 14 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2011/000771 2011. 05. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02011/144908 EN 2011. 11. 24

(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 罗伯特·E·洛

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 顾晋伟 董文国

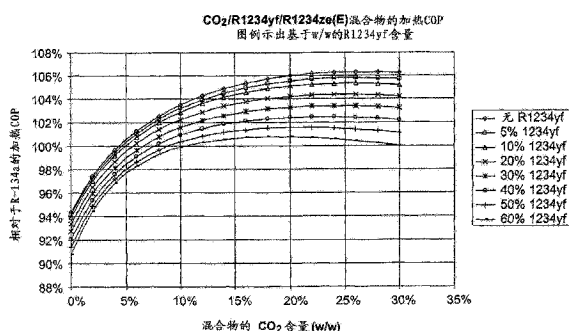
权利要求书 4 页 说明书 49 页 附图 2 页

(54) 发明名称

传热组合物

(57) 摘要

本发明提供了一种传热组合物,其包含 (i) 选自反式-1,3,3,3-四氟丙烯 (R-1234ze(E))、顺式-1,3,3,3-四氟丙烯 (R-1234ze(Z)) 及其混合物的第一组分;(ii) 二氧化碳 (R-744);和 (iii) 选自2,3,3,3-四氟丙烯 (R-1234yf)、3,3,3-三氟丙烯 (R-1243zf) 及其混合物的第三组分。



1. 一种传热组合物,其包含:
 - (i) 选自反式-1,3,3,3-四氟丙烯(R-1234ze(E))、顺式-1,3,3,3-四氟丙烯(R-1234ze(Z))及其混合物的第一组分;
 - (ii) 二氧化碳(R-744);以及
 - (iii) 选自2,3,3,3-四氟丙烯(R-1234yf)、3,3,3-三氟丙烯(R-1243zf)及其混合物的第三组分。
2. 根据权利要求1所述的组合物,其中所述第一组分包含R-1234ze(E)。
3. 根据权利要求1或2所述的组合物,其包含按重量计至少约15%的R-1234ze(E)。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其包含按重量计至多约35%的R-744,优选按重量计至多约30%的R-744。
5. 根据权利要求4所述的组合物,其包含按重量计约4%至约30%的R-744,优选按重量计约4%至约28%、或者按重量计约8%至约30%、或者按重量计约10%至约30%。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其包含按重量计至多约60%的所述第三组分,优选按重量计至多约50%。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其包含按重量计约10%至约95%的R-1234ze(E)、按重量计约2%至约30%的R-744和按重量计约3%至约60%的所述第三组分。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其临界温度大于约65°C,优选大于约70°C。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的组合物,其中所述第三组分包含R-1234yf,优选按重量计约4%至约60%的R-1234yf。
10. 根据权利要求9所述的组合物,其包含按重量计约10%至约92%的R-1234ze(E)、按重量计约4%至约30%的R-744和按重量计约4%至约60%的R-1234yf。
11. 根据权利要求10所述的组合物,其包含按重量计约22%至约84%的R-1234ze(E)、按重量计约10%至约28%的R-744和按重量计约6%至约50%的R-1234yf。
12. 根据权利要求10所述的组合物,其包含约14%至约86%的R-1234ze(E)、按重量计约4%至约26%的R-744和按重量计约10%至约60%的R-1234yf,或者包含约32%至约88%的R-1234ze(E)、按重量计约8%至约28%的R-744和按重量计约4%至约40%的R-1234yf。
13. 根据权利要求1至8中任一项所述的组合物,其中所述第三组分包含R-1243zf,优选按重量计约4%至约60%的R-1243zf。
14. 根据权利要求13所述的组合物,其包含约20%至约92%的R-1234ze(E)、按重量计约4%至约30%的R-744和按重量计约4%至约50%的R-1243zf。
15. 根据权利要求14所述的组合物,其包含约32%至约88%的R-1234ze(E)、按重量计约6%至约28%的R-744和按重量计约6%至约40%的R-1243zf。
16. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其基本上由R-1234ze(E)、R-744和所述第三组分组成。
17. 根据权利要求1至15中任一项所述的组合物,其还包含五氟乙烷(R-125)。
18. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其中所述组合物的GWP小于1000,优选

小于 150。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其中所述组合物的容积制冷量与其意图替代的现有制冷剂的偏差在约 15% 以内,优选地在约 10% 以内。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其中所述组合物比单独的 R-1234yf 或单独的 R-1243zf 更不易燃。

21. 根据权利要求 50 所述的组合物,其中与单独的 R-1234yf 或单独的 R-1243zf 相比,所述组合物具有:

- (a) 较高的可燃极限;
- (b) 较高的点火能量;和 / 或
- (c) 较低的火焰速度。

22. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其氟比率 (F/(F+H)) 为约 0.42 至约 0.7,优选约 0.44 至约 0.67。

23. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其是不可燃的。

24. 根据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与其意图替代的现有制冷剂的偏差在约 5% 以内。

25. 根据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与其意图替代的现有制冷剂的偏差在约 15K 以内,优选在约 10K 以内。

26. 一种组合物,其包含润滑剂和根据前述权利要求中任一项所述的组合物。

27. 根据权利要求 26 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。

28. 根据权利要求 26 或 27 所述的组合物,其还包含稳定剂。

29. 根据权利要求 28 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。

30. 一种组合物,其包含阻燃剂和根据前述权利要求中任一项所述的组合物。

31. 根据权利要求 30 所述的组合物,其中所述阻燃剂选自:三-(2-氯乙基)-磷酸酯、(氯丙基)磷酸酯、三-(2,3-二溴丙基)-磷酸酯、三-(1,3-二氯丙基)-磷酸酯、磷酸氢二铵、各种卤代芳族化合物、氧化铈、三水合铝、聚氯乙烯、氟化碘代烃、氟化溴代烃、三氟碘甲烷、全氟烷基胺、溴-氟烷基胺及其混合物。

32. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其为制冷剂组合物。

33. 一种传热装置,其包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物。

34. 根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物在传热装置中的用途。

35. 根据权利要求 33 或 34 所述的传热装置,其为制冷装置。

36. 根据权利要求 35 所述的传热装置,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、以及商用或家用热泵系统,优选其中所述传热装置为机动车空调系统。

37. 根据权利要求 35 或 36 所述的传热装置,其包含压缩机。

38. 一种发泡剂,其包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物。

39. 一种可发泡组合物,其包含一种或更多种能够形成泡沫的组分和根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物,其中所述一种或更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。

40. 一种泡沫,其可得自根据权利要求 39 所述的可发泡组合物。

41. 根据权利要求 44 所述的泡沫,其包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物。

42. 一种可喷射组合物,其包含待喷射的材料和包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的推进剂。

43. 一种用于冷却制品的方法,其包括使根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物冷凝,然后使所述组合物在待冷却的所述制品附近蒸发。

44. 一种用于加热制品的方法,其包括使根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物在待加热的所述制品附近冷凝,然后使所述组合物蒸发。

45. 一种用于从生物质中提取物质的方法,其包括使生物质与包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的溶剂接触,以及将所述物质与所述溶剂分离。

46. 一种清洁制品的方法,其包括使所述制品与包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的溶剂接触。

47. 一种从水溶液中提取材料的方法,其包括使所述水溶液与包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的溶剂接触,以及将所述物质与所述溶剂分离。

48. 一种用于从颗粒固体基体中提取材料的方法,其包括使所述颗粒固体基体与包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的溶剂接触,以及将所述材料与所述溶剂分离。

49. 一种机械发电装置,其包含根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物。

50. 根据权利要求 49 所述的机械发电装置,其适于使用兰金循环或其变型来由热产生功。

51. 一种改造传热装置的方法,其包括移出现有传热流体并引入根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的步骤。

52. 根据权利要求 51 所述的方法,其中所述传热装置是制冷装置。

53. 根据权利要求 52 所述的方法,其中所述传热装置是空调系统。

54. 一种用于减少由于操作包含现有化合物或组合物的产品而引起的环境影响的方法,所述方法包括利用根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物来至少部分地替代所述现有化合物或组合物。

55. 一种用于制备根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物和 / 或根据权利要求 33 或 35 至 37 中任一项所述的传热装置的方法,所述组合物或所述传热装置包含 R-134a,所述方法包括将 R-1234ze (E)、R-744、第三组分和任选的 R-125、润滑剂、稳定剂和 / 或阻燃剂引入包含现有传热流体 R-134a 的传热装置。

56. 根据权利要求 55 所述的方法,其包括在引入所述 R-1234ze (E)、R-744、所述第三组分和任选的所述 R-125、所述润滑剂、所述稳定剂和 / 或所述阻燃剂之前,从所述传热装置中移出至少部分所述现有 R-134a 的步骤。

57. 一种用于产生温室气体排放配额的方法,其包括 (i) 利用根据权利要求 1 至 32 中

任一项所述的组合物替代现有化合物或组合物,其中根据权利要求 1 至 32 中任一项所述的组合物的 GWP 比所述现有化合物或组合物的低;和 (ii) 因所述替代步骤获得温室气体排放配额。

58. 根据权利要求 57 所述的方法,其中与使用现有化合物或组合物得到的结果相比,使用本发明的组合物产生较低的总等价暖化效应和 / 或较低的生命周期碳生产。

59. 根据权利要求 57 或 58 所述的方法,对来自空调、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、兽医程序、牙科程序、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的领域的产品实施所述方法。

60. 根据权利要求 54 或 59 所述的方法,其中所述产品选自:传热装置、发泡剂、可发泡组合物、可喷射组合物、溶剂或机械发电装置。

61. 根据权利要求 60 所述的方法,其中所述产品是传热装置。

62. 根据权利要求 52 或 55 至 69 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。

63. 根据权利要求 62 所述的方法,其中所述传热组合物是选自 R-134a、R-1234yf、R-152a、R-404A、R-410A、R-507、R-407A、R-407B、R-407D、R-407E 和 R-407F 的制冷剂。

64. 基本如上文所述的任选地参照实施例的任何新的传热组合物。

传热组合物

[0001] 本发明涉及传热组合物,并尤其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。

[0002] 在本说明书中,先前公开的文献或任何背景知识的列举或论述未必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的传热装置如热泵和空调系统广为人知。在这些系统中,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传至冷凝器中,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,从而完成循环。用于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的汽化潜热外,制冷剂优选的性质包括低毒性、不可燃性、无腐蚀性、高稳定性和不具有难闻的气味。另一些期望的性质是在低于 25 巴的压力下的易压缩性、压缩时的低排出温度、高制冷容量、高效率(高性能系数)和在期望的蒸发温度下超过 1 巴的蒸发器压力。

[0005] 二氯二氟甲烷(制冷剂 R-12)具有合适的性质的组合,并且是多年来使用最广泛的制冷剂。由于国际上注意到完全和部分卤化的含氯氟烃正在破坏地球的保护性臭氧层,因此达成了应该严格限制它们的制造和使用并最终逐步完全淘汰的共识。20 世纪 90 年代,逐步淘汰了二氯二氟甲烷的使用。

[0006] 由于氯二氟甲烷(R-22)较低的臭氧消耗潜势,所以其被作为 R-12 的替代品引入。后来注意到 R-22 是一种强效的温室气体,所以其使用也被逐步停止。

[0007] 虽然本发明涉及类型的传热装置是基本封闭的系统,但是由于在装置操作过程期间或在维护程序期间的泄漏,所以可发生制冷剂损失到大气中。因此,用具有零臭氧消耗潜势的材料替代完全和部分卤化的含氯氟烃制冷剂是非常重要的。

[0008] 除了臭氧消耗的可能性外,已提出大气中显著浓度的卤代烃制冷剂可促进全球变暖(所谓的温室效应)。因此,期望使用由于能够与另一些大气组分(如羟基自由基)反应或者因为它们容易通过光解过程分解所而具有相对短的大气寿命的制冷剂。

[0009] 已引入了 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 制冷剂都具有高的全球暖化潜势(GWP,也称为温室暖化潜势)。

[0010] 引入了 1,1,1,2-四氟乙烷(制冷剂 R-134a)作为 R-12 的替代制冷剂。R-134a 是目前用于机动车空调的能量有效制冷剂。但是它是相对于 CO₂ 的 GWP 为 1430(根据定义 CO₂ 的 GWP 为 1)的温室气体。使用这种气体的机动车空调系统的总体环境影响(其可归因于制冷剂的直接排放)的比例通常在 10-20% 的范围内。欧盟已通过了法律以排除将 GWP 大于 150 的制冷剂用于自 2011 年起的新车型。汽车工业影响着全球技术平台,并且不管怎样温室气体排放都有全球影响,因此需要得到与 HFC-134a 相比环境影响降低(例如 GWP 降低)的流体。

[0011] 已将 R-152a(1,1-二氟乙烷)确定为 R-134a 的替代品。它比 R-134a 稍微有效并且温室暖化潜势为 120。但是,例如 R-152a 的可燃性被认为太高而无法在机动车空调系统

中安全使用。尤其认为,其在空气中的可燃下限太低,其火焰速度太高以及其点火能量太低。

[0012] 因此,需要提供具有改善的性质(如低可燃性)的替代制冷剂。氟烃燃烧化学是复杂的和不可预测的。不可燃的氟烃与可燃的氟烃混合并不总是降低流体的可燃性或降低空气中可燃的组合物的范围。例如,本发明人已发现,如果将不可燃的 R-134a 与可燃的 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,那么这种情况变得甚至更复杂和几乎不可预测。

[0013] 还需要提供替代制冷剂,其可用于具有少许改造或不改造的现有装置(如制冷装置)。

[0014] 已将 R-1234yf (2,3,3,3-四氟丙烯)确定为候选的替代制冷剂,以在某些应用、尤其是在机动车空调或热泵应用中替代 R-134a。其 GWP 约为 4。R-1234yf 是可燃的,但是其可燃性特征对于包括机动车空调或热泵的一些应用而言通常被认为是可以接受的。尤其,当与 R-152a 相比时,其可燃下限高于 R-152a、其最小点火能量高于 R-152a 并且其在空气中的火焰速度显著低于 R-152a。

[0015] 在温室气体排放方面,认为运行空调或制冷系统的环境影响不仅应参比制冷剂的所谓的“直接”GWP,还应参比所谓的“间接”排放,即由运行系统的电能或燃料消耗而造成的那些二氧化碳的排放。已经开发了这种总 GWP 影响的几种度量,包括被称为总等价暖化效应 (Total Equivalent Warming Impact, TEWI) 分析或生命周期碳生产 (Life-Cycle Carbon Production, LCCP) 分析的那些度量。这两种测量均包括评价制冷剂 GWP 和能量效率对总体变暖影响的影响。还应考虑与制造制冷剂和系统设备相关的二氧化碳的排放。

[0016] 已发现 R-1234yf 的能量效率和制冷容量显著低于 R-134a,此外,已发现流体在系统管道和热交换器中表现出增加的压降。其结果是,要使用 R-1234yf 并且获得与 R-134a 相当的能量效率和冷却性能,需要增加装置的复杂性并增加管道的尺寸,从而引起与装置相关的间接排放增加。另外,认为 R-1234yf 的生产在其原料使用方面(氟化和氯化)比 R-134a 更复杂并且效率更低。目前预测关于 R-1234yf 的长期定价为 R-134a 的 10-20 倍。这种价格差异和对硬件额外花费的需要将限制改变制冷剂的速率并因此限制制冷或空调总体环境影响可降低的速率。总之,采用 R-1234yf 替代 R-134a 将比 R-134a 消耗更多的原料并且导致更多的温室气体的间接排放。

[0017] 一些设计用于 R-134a 的现有技术甚至不能接受一些传热组合物降低的可燃性(GWP 小于 150 的任何组合物被认为是在某种程度上可燃)。

[0018] 因此,本发明的一个主要目的是提供一种传热组合物,其自身可恰当地或合适地用作现有制冷用途的替代品,所述传热组合物应具有降低的 GWP,还应具有与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)所得到的容量和能量效率(其可适宜地表示为“性能系数”)的值的偏差理想地在 10% 以内,优选地与这些值的偏差在少于 10% (例如,约 5%) 以内。本领域已知流体之间这种量级的差异通常通过重新设计装置和系统操作的特点来解决。该组合物理想地还应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,所述传热组合物包含 (i) 选自反式 -1,3,3,3-四氟丙烯 (R-1234ze(E))、顺式 -1,3,3,3-四氟丙烯 (R-1234ze(Z)) 及

其混合物的第一组分；(ii) 二氧化碳 (CO₂ 或 R-744) 和 (iii) 选自 2,3,3,3- 四氟丙烯 (R-1234yf)、3,3,3- 三氟丙烯 (R-1243zf) 及其混合物的第三组分。

[0020] 本文所描述的所有化学品均可市售。例如，含氟化学品可得自 Apollo Scientific(UK)。

[0021] 通常，本发明的组合物包含反式 -1,3,3,3- 四氟丙烯 (R-1234ze(E))。本文所述具体组合物中的大多数包含 R-1234ze(E)。当然，应理解，这些组合物中 R-1234ze(E) 的一些或全部可以被 R-1234ze(Z) 替代。但是，目前优选反式异构体。

[0022] 通常，本发明的组合物包含按重量计至少约 5% 的 R-1234ze(E)，优选按重量计至少约 15%。在一个实施方案中，本发明的组合物包含按重量计至少约 45% 的 R-1234ze(E)，例如按重量计约 50% 至约 98%。

[0023] 用于本发明的组分选择和优选量由以下特性的组合确定：

[0024] (a) 可燃性：优选不可燃或不易燃的组合物。

[0025] (b) 空调系统蒸发器中制冷剂的有效运行温度。

[0026] (c) 混合物的温度“滑移”和其对热交换器性能的影响。

[0027] (d) 组合物的临界温度。其应高于最大的预期冷凝器温度。

[0028] 避免在制冷剂蒸发器的空气侧表面上形成冰的需要限制了空调循环（尤其是机动车空调）中的有效运行温度。通常，空调系统必须使湿空气冷却并干燥；所以液态水将在空气侧表面上形成。大多数蒸发器（机动车应用也不例外）具有散热片间距狭窄的散热片表面。如果蒸发器过冷，则可在散热片之间形成冰，进而限制表面上的空气流并且通过降低热交换器的工作面积降低总体性能。

[0029] 对于机动车空调应用 (AD Althouse 等的 Modern Refrigeration and Air Conditioning, 1988 版, 第 27 章, 其通过引用并入本文) 而言已知的是，优选 -2°C 或更高的制冷剂蒸发温度以由此确保避免形成冰的问题。

[0030] 还已知非共沸制冷剂混合物表现出蒸发或冷凝的温度“滑移”。换言之，随着制冷剂在恒压下逐渐蒸发或冷凝，（蒸发）的温度升高或者（冷凝）的温度降低，总温差（入口到出口）被称作温度滑移。还必须考虑滑移对蒸发或冷凝温度的影响。

[0031] 传热组合物的临界温度应高于最大的预期冷凝器温度。这是因为随着临界温度的接近，循环效率下降。当这发生时，制冷剂的潜热降低，因此在冷凝器中因冷却气态制冷剂而发生更多的排热；这对于每单位传热需要更大的面积。

[0032] R-410A 通常用于建筑和家用热泵系统，举例来说，其约 71°C 的临界温度高于递送约 50°C 的可用温热空气所需的最高正常冷凝温度。机动车负载需要约 50°C 的空气，所以如果利用常规蒸气压缩循环的温度，则本发明流体的临界温度应高于此温度。临界温度优选比最大空气温度高至少 15K。

[0033] 在一方面中，本发明的组合物的临界温度大于约 65°C，优选大于约 70°C。

[0034] 本发明组合物的二氧化碳含量主要受限于以上的考虑 (b) 和 / 或 (c) 和 / 或 (d)。适宜地，本发明组合物通常包含按重量计至多约 35% 的 R-744，优选按重量计至多约 30%。

[0035] 在一个优选方面中，本发明组合物包含按重量计约 4% 至约 30%，优选按重量计约 4% 至约 28% 的 R-744、或者按重量计约 8% 至约 30%、或者按重量计约 10% 至约 30%。

[0036] 选择第三组分（其可包括可燃制冷剂例如 R-1234yf）的含量，使得即使在组合物

的二氧化碳成分不存在时,残余氟烃混合物在空气中于室温(例如 23℃)下的可燃下限(如在 ASHRAE-34 中在 12 升烧瓶测试仪器中所测定的)大于 5% v/v,优选大于 6% v/v,最优选使得混合物不可燃。稍后在本说明书中进一步对可燃性问题进行讨论。

[0037] 通常,本发明组合物包含按重量计至多约 60% 的第三组分。优选地,本发明组合物包含按重量计至多约 50% 的第三组分。适宜地,本发明组合物包含按重量计至多约 45% 的第三组分。在一方面中,本发明组合物包含按重量计约 1% 至约 40% 的第三组分。

[0038] 在一个实施方案中,本发明组合物包含按重量计约 10% 至约 95% 的 R-1234ze(E)、按重量计约 2% 至约 30% 的 R-744 和按重量计约 3% 至约 60% 的第三组分。

[0039] 本文(包括权利要求书)的组合物中,除非另有说明,否则本文所使用的所提到的所有%量均是基于该组合物的总重量按重量计的。

[0040] 为避免疑义,应理解,在本文所述的本发明组合物中,对于组分的量的范围所规定的上限值和下限值可以以任何方式互换,前提是所得范围落在本发明的最宽范围内。

[0041] 在一个实施方案中,本发明组合物基本上由第一组分(例如 R-1234ze(E))、R-744 和第三组分组成(或由第一组分(例如 R-1234ze(E))、R-744 和第三组分组成)。

[0042] 术语“基本上由... 组成”意指本发明组合物基本不包含其它组分,尤其不包含已知用于传热组合物的另一些(氢化)(氟代)化合物(例如(氢化)(氟代)烷或(氢化)(氟代)烯)。我们将术语“由... 组成”包含在“基本上由... 组成”的含义之内。

[0043] 为避免疑义,本文所描述的任何本发明组合物(包括具体确定的化合物和量的化合物或组分的那些)可基本上由在那些组合物中所确定的化合物或组分组成(或由在那些组合物中所确定的化合物或组分组成)。

[0044] 第三组分选自 R-1234yf、R-1243zf 及其混合物。

[0045] 在一个方面中,第三组分仅包含所列组分中的一种。例如,第三组分仅包含 R-1234yf 或 R-1243zf 中的一种。因此,本发明组合物可以是所列第三组分(例如 R-1234yf 或 R-1243zf)之一、R-1234ze(E) 和 R-744 的三元混合物。

[0046] 但是,R-1234yf 和 R-1243zf 的混合物可用作第三组分。

[0047] 本发明考虑了其中第三组分包含另外的化合物的组合物。这些化合物的实例包括二氟甲烷(R-32)、1,1-二氟乙烷(R-152a)、氟乙烷(R-161)、1,1,1,2-三氟乙烷(R-134a)、1,1,1-三氟乙烷(R-263fb)、1,1,1,2,3-五氟丙烷(R-245eb)、丙烯(R-1270)、丙烷(R-290)、正丁烷(R-600)、异丁烷(R-600a)、氨(R-717)及其混合物。

[0048] 例如,本发明组合物可包含 R-134a。如果存在,则 R-134a 的存在量通常为按重量计约 2% 至约 50%,例如按重量计约 5% 至约 40%(例如,按重量计约 5% 至约 20%)。

[0049] 优选地,使用 ASHRAE 34 方法在 60℃ 的测试温度下,包含 R-134a 的本发明组合物是不可燃的。有利地,在约 -20℃ 至 60℃ 的任何温度下与本发明组合物平衡存在的蒸气的混合物也是不可燃的。

[0050] 在一个实施方案中,第三组分包含 R-1234yf。第三组分可基本上由 R-1234yf 组成(或由 R-1234yf 组成)。

[0051] 包含 R-1234yf 的本发明组合物通常包含其的量为按重量计约 2% 至约 60%,例如按重量计约 4% 至约 50%。适宜地,R-1234yf 的存在量为约 6% 至约 40%。

[0052] 本发明的优选组合物包含约 10% 至约 92% 的 R-1234ze(E)、按重量计约 4% 至约

30%的 R-744 和按重量计约 4%至约 60%的 R-1234yf。例如,这种组合物可包含约 22%至约 84%的 R-1234ze(E)、按重量计约 10%至约 28%的 R-744 和按重量计约 6%至约 50%的 R-1234yf。

[0053] 本发明的更优选组合物包含约 14%至约 86%的 R-1234ze(E)、按重量计约 4%至约 26%的 R-744 和按重量计约 10%至约 60%的 R-1234yf。

[0054] 本发明的包含 R-1234yf 的另一组组合物包含约 32%至约 88%的 R-1234ze(E)、按重量计约 8%至约 28%的 R-744 和按重量计约 4%至约 40%的 R-1234yf。

[0055] 在一个实施方案中,第三组分包含 R-1243zf。第三组分可基本上由 R-1243zf 组成(或由 R-1243zf 组成)。

[0056] 包含 R-1243zf 的本发明组合物通常包含其的量为按重量计约 2%至约 60%,例如按重量计约 4%至约 50%。适宜地, R-1243zf 的存在量为约 6%至约 40%。

[0057] 本发明的优选组合物包含约 20%至约 92%的 R-1234ze(E)、按重量计约 4%至约 30%的 R-744 和按重量计约 4%至约 50%的 R-1243zf。例如,这种组合物可包含约 32%至约 88%的 R-1234ze(E)、按重量计约 6%至约 28%的 R-744 和按重量计约 6%至约 40%的 R-1243zf。

[0058] 本发明的更有利组合物包含约 25%至约 91%的 R-1234ze(E)、按重量计约 4%至约 30%的 R-744 和按重量计约 5%至约 45%的 R-1243zf。例如,这种组合物可包含按重量计约 27%至约 85%的 R-1234ze(E)、按重量计约 10%至约 28%的 R-744 和按重量计约 5%至约 45%的 R-1243zf。

[0059] 本发明组合物还可包含五氟乙烷(R-125)。如果存在,则 R-125 的存在量通常为按重量计至多约 40%,优选按重量计约 2%至约 20%。

[0060] 本发明的组合物适宜地基本上不包含 R-1225(五氟丙烯)、适宜地基本上不包含 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毒性问题。

[0061] “基本上不”意指本发明的组合物包含基于该组合物总重量,按重量计 0.5%或更少的所述组分,优选 0.1%或更少。

[0062] 本发明的某些组合物可以基本上不包含:

[0063] (i) 2,3,3,3-四氟丙烯(R-1234yf),

[0064] (ii) 顺式-1,3,3,3-四氟丙烯(R-1234ze(Z)),和/或

[0065] (iii) 3,3,3-三氟丙烯(R-1243zf)。

[0066] 本发明的组合物具有零臭氧消耗潜势。

[0067] 通常,本发明组合物的 GWP 小于 1300,优选小于 1000,更优选小于 800、500、400、300 或 200,尤其小于 150 或 100,在一些情况下甚至小于 50。除非另有说明,否则在本文中使用 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change,联合国政府间气候变化专门委员会)TAR(第三次评估报告,Third Assessment Report)的 GWP 值。

[0068] 有利地,当与单独的第三组分(例如 R-1234yf 或 R-1243zf)相比时,所述组合物的可燃性危险降低。优选地,当与 R-1234yf 相比时,所述组合物的可燃性危险降低。

[0069] 在一个方面中,与第三组分(例如 R-1234yf 或 R-1243zf)相比,组合物具有:(a)较高的可燃下限、(b)较高的点火能量或(c)较低的火焰速度中的一个或多个。在一个

优选实施方案中,本发明组合物是可不燃的。有利地,在约 -20°C 至 60°C 的任何温度下与本发明组合物平衡存在的蒸气的混合物也是不可燃的。

[0070] 可燃性可根据 ASHRAE 标准 34 结合 ASTM 标准 E-681,采用根据 2004 年的附录第 34 页的测试方法来确定,其全部内容通过引用并入本文。

[0071] 在一些应用中,可不必根据 ASHRAE-34 方法而将制剂分类为不可燃;可以开发在空气中的可燃极限充分降低的流体以使得它们安全使用,例如,如果使制冷装置料泄露到周围环境中实际上也不可能产生可燃的混合物。

[0072] R-1234ze(E) 在空气中于 23°C 下是不可燃的,但是其在湿空气中于较高温度下表现出可燃性。通过实验我们已经确定,如果 R-1234ze(E) 与可燃氟烃(例如 R-32、R-152a 或 R-161) 的混合物的“氟比率” R_f 大于约 0.57,则所述混合物在空气中于 23°C 下仍然是不可燃的,其中 R_f 按总的制冷剂混合物的克分子数定义为:

[0073] $R_f = (\text{氟的克分子数}) / (\text{氟的克分子数} + \text{氢的克分子数})$

[0074] 因此,对于 R-161, $R_f = 1/(1+5) = 1/6$ (0.167) 并且是可燃的。相比之下, R-1234ze(E) 的 $R_f = 4/6$ (0.667) 并且是不可燃的。通过实验我们发现 R-161 在 R-1234ze(E) 中的 20% v/v 混合物同样是不可燃的。这种不可燃混合物的氟比率为 $0.2 * (1/6) + 0.8 * (4/6) = 0.567$ 。

[0075] 可燃性与 0.57 或更高的氟比率之间的这种关系的有效性迄今已通过 HFC-32、HFC-152a 和 HFC-32 与 HFC-152a 的混合物根据实验得到证实。

[0076] 例如,Takizawa 等人,Reaction Stoichiometry for Combustion of Fluoroethane Blends, ASHRAE Transactions 112(2)2006(其通过引用并入本文)表明,包含 R-152a 的混合物的该比率与火焰速度之间存在近似线性关系,氟比率增加使火焰速度降低。该引文中的数据教导的是,氟比率需要大于约 0.65 以使得火焰速度降为零,即,使得该混合物不可燃。

[0077] 类似地,Minor 等人(Du Pont 专利申请 W02007/053697)提供了对许多氢氟烯烃的可燃性的教导,表明如果氟比率大于约 0.7,则可期望这样的化合物成为不可燃的。

[0078] 根据这种现有技术教导,出乎意料的是,如果 R-1234ze(E) 与可燃氟烃(例如 R-1234yf 或 R-1243zf) 的混合物的氟比率 R_f 大于约 0.57,则所述混合物在空气中于 23°C 下仍然不可燃。

[0079] 此外,我们确定如果氟比率大于约 0.46,则可期望组合物在空气中于室温下的可燃下限大于 6% v/v。

[0080] 通过制备包含出乎意料少量的 R-1234ze(E) 的低或不可燃的 R-744/ 第三组分 / R-1234ze(E) 混合物,来增加尤其是这种组合物中第三组分的量。与包含较高量(例如几乎 100%) R-1234ze(E) 的相同组合物相比,认为使得传热组合物表现出增加的冷却容量和 / 或减少的压降。

[0081] 因此,本发明的组合物表现出低 / 不可燃性、低 GWP 和改善的制冷性能特性的完全出乎意料的组合。下面对一些制冷性能特性进行更详细地解释。

[0082] 温度滑移是制冷剂的一个特征,其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。如果需要用混合物替代流体,那么常常优选滑移类似或降低的替代流体。在一个实施方案中,本发明的组合物是非共沸的。

[0083] 有利地,本发明的组合物的容积制冷量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%。

[0084] 本发明的组合物的容积制冷量通常为 R-1234yf 的至少 90%。优选地,本发明的组合物的容积制冷量为 R-1234yf 的至少 95%,例如 R-1234yf 的约 95%至约 120%。

[0085] 在一个实施方案中,本发明的组合物的循环效率(性能系数, COP)与所替代的现有制冷剂流体的偏差在约 5%以内,或者甚至比其更好。

[0086] 适宜地,本发明的组合物的压缩机排出温度与其所替代的现有制冷剂流体的偏差在约 15K 以内,优选在约 10K 以内或甚至在约 5K 以内。

[0087] 优选地,本发明的组合物在同等条件下的能量效率为 R-134a 的至少 95%(优选至少 98%),同时压降特征降低或相等以及冷却容量为 R-134a 值的 95%或更高。有利地,该组合物在同等条件下具有比 R-134a 更高的能量效率和更低的压降特征。有利地,该组合物还具有比单独的 R-1234yf 更好的能量效率和压降特征。

[0088] 本发明的传热组合物适用于现有的装置设计,并且与目前使用的 HFC 制冷剂一起使用的所有种类的润滑剂相容。通过使用适当的添加剂,它们可以任选地用矿物油稳定化或与其相容。

[0089] 优选地,当用于传热装置时,本发明的组合物与润滑剂组合。

[0090] 适宜地,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。

[0091] 有利地,所述润滑剂还包含稳定剂。

[0092] 优选地,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。

[0093] 适宜地,本发明的组合物可与阻燃剂组合。

[0094] 有利地,所述阻燃剂选自三-(2-氯乙基)-磷酸酯、(氯丙基)磷酸酯、三-(2,3-二溴丙基)-磷酸酯、三-(1,3-二氯丙基)-磷酸酯、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、氟化碘代烃、氟化溴代烃、三氟碘甲烷、全氟烷基胺、溴-氟烷基胺及其混合物。

[0095] 优选地,所述传热组合物是制冷剂组合物。

[0096] 在一个实施方案中,本发明提供包含本发明的组合物的传热装置。

[0097] 优选地,所述传热装置是制冷装置。

[0098] 适宜地,所述传热装置选自: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、以及商用或家用热泵系统。优选地,所述传热装置是制冷装置或空调系统。

[0099] 本发明组合物特别适用于机动车空调应用,例如机动车空调系统(例如,机动车空调的热泵循环)。

[0100] 有利地,所述传热装置包含离心型压缩机。

[0101] 本发明还提供本发明的组合物在本文所述传热装置中的用途。

[0102] 根据本发明的又一个方面,提供了一种包含本发明的组合物的发泡剂。

[0103] 根据本发明的另一个方面,提供了一种可发泡组合物,其包含一种或更多种能够形成泡沫的组分和本发明的组合物。

[0104] 优选地,所述一种或更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及环氧树脂。

[0105] 根据本发明的又一个方面,提供了一种可得自本发明的可发泡组合物的泡沫。

[0106] 优选地,所述泡沫包含本发明的组合物。

[0107] 根据本发明的另一个方面,提供了可喷射组合物,其包含待喷射材料和包含本发明的组合物的推进剂。

[0108] 根据本发明的又一个方面,提供了一种用于冷却制品的方法,其包括使本发明的组合物冷凝,然后使所述组合物在待冷却制品附近蒸发。

[0109] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于加热制品的方法,其包括在待加热制品附近冷凝本发明的组合物,然后蒸发所述组合物。

[0110] 根据本发明的又一个方面,提供了一种用于从生物质中提取物质的方法,其包括使生物质与包含本发明的组合物的溶剂接触,以及将所述物质与所述溶剂分离。

[0111] 根据本发明的另一个方面,提供了一种清洁制品的方法,其包括使制品与包含本发明的组合物的溶剂接触。

[0112] 根据本发明的又一个方面,提供了一种用于从水溶液中提取材料的方法,其包括使水溶液与包含本发明的组合物的溶剂接触,以及将所述材料与所述溶剂分离。

[0113] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于从颗粒固体基体中提取材料的方法,其包括使颗粒固体基体与包含本发明的组合物的溶剂接触,以及将所述材料与所述溶剂分离。

[0114] 根据本发明的又一个方面,提供了含有本发明的组合物的机械发电装置。

[0115] 优选地,所述机械发电装置适于使用兰金循环或其变型以由热产生功。

[0116] 根据本发明的另一个方面,提供了一种改造传热装置的方法,其包括移出现有传热流体并引入本发明的组合物的步骤。优选地,所述传热装置是制冷装置或(静态)空调系统。有利地,所述方法还包括获得配给温室气体(例如二氧化碳)排放配额的步骤。

[0117] 根据上述的改造方法,在引入本发明的组合物之前,可将现有传热流体从传热装置中完全移出。也可将现有传热流体从传热装置中部分移出,随后引入本发明的组合物。

[0118] 在另一个实施方案中,其中现有传热流体是 R-134a,本发明的组合物包含 R-134a、R-1234ze(E)、R-744、第三组分和存在的任何 R-125(以及任选的组分如润滑剂、稳定剂或另外的阻燃剂),可将 R-1234ze(E) 和 R-744 等添加至传热装置中的 R-134a,从而原位形成本发明的组合物和本发明的传热装置。在添加 R-1234ze(E)、R-744 等之前,可将一些现有 R-134a 从传热装置中移出,从而有助于按所需比例提供本发明的组合物的组分。

[0119] 因此,本发明提供一种用于制备本发明的组合物和/或传热装置的方法,其包括将 R-1234ze(E)、R-744、第三组分和所需的任何 R-125 以及任选的组分(如润滑剂、稳定剂或另外的阻燃剂)引入含有现有传热流体(R-134a)的传热装置。任选地,在引入 R-1234ze(E)、R-744 等之前,将至少部分 R-134a 从传热装置中移出。

[0120] 当然,本发明的组合物也可通过以所需比例混合 R-1234ze(E)、R-744、第三组分和所需的任何 R-125(以及任选组分如润滑剂、稳定剂或附加的阻燃剂)来简单地制备。之后可以将所述组合物添加至传热装置(或者以本文中所定义的任何其它方式使用),所述传热装置不含 R-134a 或任何其它的现有传热流体,如已移出 R-134a 或任何其它的现有传热

流体的装置。

[0121] 在本发明的又一个方面中,提供了一种用于减少由于操作产品(包含现有化合物或组合物)而引起的环境影响的方法,所述方法包括利用本发明的组合物至少部分地替代现有的化合物或组合物。优选地,这个方法包括获得配给温室气体排放配额的步骤。

[0122] 所述环境影响包括通过操作产品而产生和排放温室变空气体。

[0123] 如上所述,可认为该环境影响不仅包括来自泄漏或其它损失的具有显著环境影响的化合物或组合物的那些排放,还包括由装置在其工作寿命中消耗的能量引起的二氧化碳排放。这种环境影响可以通过称为总等价暖化效应 (TEWI) 的度量来量化。该测量已经用于量化某种固定制冷和空调装置(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))。

[0124] 还可认为环境影响包括由于合成和制造化合物或组合物而引起的温室气体排放。在这种情况下,制造的排放被计入能量消耗和直接损耗效应以得到称为生命周期碳生产 (LCCP, 参见例如 <http://www.sae.org/events/aars/presentations/2007papasavva.pdf>) 的测量。LCCP 常用于评价机动车空调系统的环境影响。

[0125] 排放配额由降低促进全球变暖的污染物排放而获得并且可以例如储存、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 1kg R-134a 的排放,则可获得 $1 \times 1300 = 1300\text{kg CO}_2$ 当量的排放配额。

[0126] 在本发明的另一个实施方案中,提供了一种用于生成温室气体排放配额的方法,其包括 (i) 利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的 GWP 比现有化合物或组合物更低;和 (ii) 因所述替代步骤获得温室气体排放配额。

[0127] 在一个优选的实施方案中,与使用现有化合物或组合物得到的装置相比,使用本发明的组合物使得装置的总等价暖化效应更低和/或生命周期碳生产更低。

[0128] 可以对任何合适的产品实施这些方法,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、冷冻技术、兽医程序、牙科程序、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、丸粒枪、局部麻醉剂和膨胀应用的领域中。优选地,所述领域是空调或制冷。

[0129] 合适的产品的实例包括传热装置、发泡剂、可发泡组合物、可喷射组合物、溶剂和机械发电装置。在一个优选实施方案中,所述产品是传热装置,如制冷装置或空调机组。

[0130] 如通过 GWP 和/或 TEWI 和/或 LCCP 所测量的,现有化合物或组合物的环境影响高于替代它的本发明的组合物。所述现有化合物或组合物可包含氟烃,如全氟-、氢氟-、氯氟-或氢氯氟-烃化合物或其可包含氟化烯烃。

[0131] 优选地,所述现有化合物或组合物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。本发明的组合物尤其适合作为 R-134a、R-152a 或 R-1234yf(尤其是 R-134a 或 R-1234yf) 的替代品。

[0132] 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。优选地,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。

[0133] 通过下列非限制性实施例对本发明进行说明。

实施例

[0134] 可燃性

[0135] 使用 ASHRAE 标准 34 测试方法附录 B 通过实验方法发现,与纯 R-1243zf 或 R-1234yf 的可燃性相比,R1243zf 在 R-1234ze(E) 中的混合物的可燃性显著降低。

[0136] 尤其,发现如果 R1243zf : R-1234ze(E) 的摩尔比小于约 14 : 86(相当于质量比 12 : 88),则 R1243zf 在 R-1234ze(E) 中的混合物在 50% 相对湿度的空气中于 23℃ 下不可燃。

[0137] 此外,发现如果 R1243zf : R-1234ze(E) 的摩尔比小于约 1,则包含较高量 R1243zf 的混合物的可燃下限大于 6% v/v。在相同测试设备中测定的 R1234yf 的可燃下限为 ~6%,因此摩尔比 zf : ze 小于约 1 : 1 的 R1243zf : R-1234ze(E) 的二元混合物表现出与纯 R1234yf 相比改善的可燃下限值。

[0138] 根据 ASHRAE 标准 34 附录 B 中所述方法在 12 升烧瓶设备中研究了 R1234yf 与 R-1234ze(E) 混合物在 50% 相对湿度的空气中于 23℃ 下的可燃性。发现如果 R-1234ze(E) 在 R1234yf 与 R-1234ze(E) 的二元混合物中的比例按体积计大于约 16%,则混合物是不可燃的。

[0139] 因此 R744/R1234yf/R-1234ze(E) 的三元组合物的优选组是其中 R-1234ze(E) 与 R1234yf 的比例按体积计大于约 16 : 84 的那些,因为这些仍然是不可燃的。

[0140] 模型化性能数据

[0141] 精确物理特性模型的生成

[0142] 在 0-200 巴的压力范围和 -40℃ 至 200℃ 的温度范围下通过实验方法来精确测定模拟制冷循环性能所需的 R1234yf 和 R-1234ze(E) 的物理特性,即临界点、蒸气压力、液体和蒸气焓、液体和蒸气密度以及蒸气和液体的热容,并且将所得数据用于在 NIST REFPROP 8.0 版软件中为流体生成 Span-Wagner 型状态模型的亥姆霍兹自由能方程,这在用户指南 www.nist.gov/srd/PDFfiles/REFPROP8.PDF 中有更充分描述并通过引用并入本文。使用分子模拟软件 Hyperchem7.5 版(其通过引用并入本文)来估算两种流体的理想气体焓随温度的变化并且将所得理想气体焓函数用于这些流体的状态方程式的回归。将该模型对 R1234yf 和 R-1234ze(E) 的预测值与使用 REFPROP 9.0 版(其通过引用并入本文)中包含的针对 R1234yf 和 R-1234ze(E) 的标准文件得到的预测值进行比较。发现对于每种流体的性能获得良好的吻合。

[0143] 在 -40℃ 至 +60℃ 的温度范围内,在一系列与二氧化碳、R-32、R-125、R-134a、R-152a、R-161、丙烷和丙烯的二元对中研究了 R-1234ze(E) 的气液平衡行为,所述温度范围涵盖大多数制冷和空调系统的实际运行范围。在实验程序中对每种二元对在整个组成空间上改变组成,将每种二元对的混合参数回归至实验得到的数据并且还将所述参数引入 REFPROP 软件模型中。然后搜索学术文献中关于二氧化碳与氢氟烃 R-32、R-125、R-152a、R-161 和 R-152a 的气液平衡行为的数据。然后使用自 R. Akasaka 的论文 Applications of the simple multi-fluid model to correlations of the vapour-liquid equilibrium of refrigerant mixtures containing carbon dioxide, Journal of Thermal Science and Technology, 159-168, 4, 1, 2009(其通过引用并入本文)中引用的出处得到的 VLE 数据来生

成相关二元混合物的混合参数,然后也将这些参数也引入 REFPROP 软件模型中。还将二氧化碳与丙烷和丙烯的标准 REFPROP 混合参数引入该模型中。

[0144] 使用所得软件模型来比较选定的本发明流体与 R-134a 在热泵循环应用中的性能。

[0145] 热泵循环比较

[0146] 在第一个比较中,针对简单的蒸气压缩循环使用机动车热泵负载工作状态典型的条件在低的冬季周围温度下评价流体的行为。在此比较中,通过对参比流体 (R-134a) 指定代表性的预期压降、然后估算本发明的混合制冷剂在相同的装置中于相同的热容量下的等同压降来在模型中包括进压降影响。在相等的换热面积的基础上对参比流体 (R-134a) 和本发明的混合流体进行比较。推导此模型所用的方法是用制冷剂冷凝、制冷剂蒸发、制冷剂液体过冷和制冷剂蒸气过热过程的同等有效总传热系数的假定来为此过程推导所谓的 UA 模型。用于热泵循环中的非共沸制冷剂混合物的此类模型的推导在参考文献 R Radermacher & Y Hwang, Vapor Compression Heat Pumps with refrigerant mixtures (pub Taylor & Francis 2005) 第三章 (其通过引用并入本文) 中有更充分的解释。

[0147] 简言之,该模型从制冷剂混合物的冷凝和蒸发压力的初始估算值开始并估算在冷凝器中的冷凝过程以及蒸发器中的蒸发过程开始和结束时的相应温度。然后将这些温度与冷凝器和蒸发器上空气温度的指定变化结合使用来估算冷凝器和蒸发器中的每一个所需的总换热面积。此估算为迭代计算:调节冷凝和蒸发压力以确保对参比流体和对所述混合制冷剂的总换热面积相同。

[0148] 对于该比较,机动车应用中热泵的最坏情况假定为具有如下对空气温度和对 R-134a 循环条件的假定。

[0149] 循环条件

[0150]

冷凝器和蒸发器的周围空气温度	-15°C
离开蒸发器的空气温度	-25°C
离开冷凝器的空气温度 (通过空气 (passenger air))	+45°C
R134a 蒸发温度	-30°C
R-134a 冷凝温度	+50°C
冷凝器中制冷剂的过冷	1K
蒸发器中制冷剂的过热	5K
压缩机吸入温度	0°C
压缩机等熵效率	66%

[0151]

通过空气热负荷	2kW
蒸发器中对于 R-134a 的压降	0.03 巴
冷凝器中对于 R-134a 的压降	0.03 巴
吸入管线中对于 R-134a 的压降	0.03 巴

[0152] 该模型假定每个换热器在其每个换热过程的有效温差的计算中为逆流流动。

[0153] 调节组合物的冷凝和蒸发温度以给出与参比流体相当的换热面积使用。使用以下输入参数。

参数		参比
制冷剂		R134a
平均冷凝器温度	°C	50
平均蒸发器温度	°C	-30
冷凝剂过冷	K	1
蒸发器过热	K	5
吸入直径	mm	16.2
热容量	kW	2
蒸发器压降	巴	0.03
[0154] 吸入管线压降	巴	0.03
冷凝器压降	巴	0.03
压缩机吸入温度	°C	0
等熵效率		66%
蒸发器空气打开	°C	-15.00
蒸发器空气关闭	°C	-25.00
冷凝器空气打开	°C	-15.00
冷凝器空气关闭	°C	45.00
冷凝器面积	100.0%	100.0%
蒸发器面积	100.0%	100.0%

[0155] 使用以上模型,如下示出参比 R-134a 的性能数据。

[0156]

COP (加热)		2.11
相对于参比的 COP (加热)		100.0%
吸入处的容积热容量	kJ/m³	879
相对于参比的容量		100.0%
临界温度	°C	101.06
临界压力	巴	40.59
冷凝器焓变	kJ/kg	237.1
压力比		16.36
冷凝剂质量流量	kg/小时	30.4
压缩机排出温度	°C	125.5
蒸发器入口压力	巴	0.86
冷凝器入口压力	巴	13.2
蒸发器入口温度	°C	-29.7
蒸发器露点	°C	-30.3
蒸发器排气温度	°C	-25.3
蒸发器平均温度	°C	-30.0
蒸发器滑移 (出-入)	K	-0.6
压缩机吸入压力	巴	0.81
压缩机排出压力	巴	13.2
吸入管线压降	Pa/m	292
相对于参比的压降		100.0%
冷凝器露点	°C	50.0
冷凝器泡点	°C	50.0
冷凝器排液温度	°C	49.0
冷凝器平均温度	°C	50.0
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.1

[0157] 针对选定的本发明组合物生成的性能数据列于下面的表中。这些表示出了热泵循环的关键参数,包括工作压力、容积热容量、能量效率(以加热性能系数 COP 表示)、压缩机

排出温度和管道系统中的压降。制冷剂的容积热容量为对于在固定的速度下运行的给定大小的压缩机可获得的加热量的度量。性能系数 (COP) 为热泵循环的冷凝器中递送的热能的量与压缩机消耗的功的量的比率。

[0158] 取 R-134a 的性能作为比较热容量、能量效率和压降的参比点。使用该流体作为参比以比较本发明的流体用于机动车复合的空调和热泵系统的热泵模式中的能力。

[0159] 应顺便指出,本发明的流体的实用性不限于机动车系统。实际上,这些流体可用在所谓的固定(家用或商用)装置中。目前,此类固定装置中使用的主要流体为 R-410A (GWP 为 2100) 或 R22 (GWP 为 1800、臭氧消耗潜势为 0.05)。本发明的流体在此类固定装置中的使用提供了实现类似的实用性但使用的流体不具有臭氧消耗潜势且 GWP 比 R410A 显著减小的能力。

[0160] 很明显,本发明的流体可提供比 R-134a 或 R-410A 改善的能量效率。出乎意料地发现,向本发明的制冷剂中添加二氧化碳可将所得循环的 COP 提高到 R-134a 的之上,甚至在其它混合物组分的混合将导致流体的能量效率比 R-134a 差的情况下亦如此。

[0161] 还发现,对于所有本发明的流体,可使用含至多约 30% w/w CO_2 的组合物,其产生临界温度为约 70°C 或更高的制冷剂流体。对于其中目前使用 R-410A 的固定热泵应用而言,这尤其重要。蒸气压缩过程的基本热力学效率受临界温度与冷凝温度的接近度的影响。R-410A 已获得接受并可视为此应用可接受的流体;其临界温度为 71°C。已出乎意料地发现,可在本发明的流体中引入显著量的 CO_2 (临界温度 31°C) 来产生与 R-410A 具有相似或更高临界温度的混合物。本发明的优选组合物因此具有约 70°C 或更高的临界温度。

[0162] 本发明的优选流体的热容量通常超过 R134a 的热容量。据认为,单独的 R-134a 在机动车空调和热泵系统中运行不能提供热泵模式中的全部潜在通过空气加热需求。因此,比 R-134a 高的热容量对于在机动车空调和热泵应用中的潜在使用是优选的。本发明的流体提供了针对空调模式和冷却模式二者优化流体容量和能量效率从而为两种负载工作状态提供改善的总能量效率的能力。

[0163] 作为参考,在相同的循环条件下,R-410A 的热容量估计为 R-134a 值的约 290%,相应的能量效率发现为 R-134a 参比值的约 106%。

[0164] 通过观察这些表,很明显,已发现本发明的流体具有与 R-410A 可比的热容量和能量效率,从而允许将现有的 R-410A 技术改变为使用本发明的流体,如果需要这样的话。

[0165] 本发明的流体的一些其他有益效果在下面进行更详细描述。

[0166] 在相当的冷却容量下,本发明的组合物提供比 R-134a 减少的压降。此减少的压降特征据信将带来实际系统中能量效率的进一步改善(通过压力损失的减少)。对于机动车空调和热泵应用来说,压降影响特别重要,因此这些流体为该应用提供特别的益处。

[0167] 将本发明流体的性能与 CO_2 /R1234ze (E) 的二元混合物进行比较。对于除 CO_2 /R1234yf/R1234ze (E) 之外的本发明的所有三元组合物,三元混合物的能量效率相对于具有相等 CO_2 含量的二元混合物增加。因此,至少对于 CO_2 含量小于 30% w/w 的情况,这些混合物是相对于 CO_2 /R1234ze (E) 二元制冷剂混合物的改善解决方案。

[0168] 可能产生具有与 R-134a 相当或略高的能量效率的 CO_2 /R1234yf/R1234ze (E) 混合物。因此出乎意料地,本发明的这种三元流体系统提供了一种改善 R1234yf 的固有能量效率不足的方法。

[0169] 使用先前讨论的热泵循环也对本发明所选的 R-744/R-1243zf/R-1234ze(E) 三元混合物的性能进行模拟。将结果制成所附表格。发现对于任何给定量的混合 R-744, 向 R-1234ze(E) 中加入 R-1243zf 都改善混合物的具体压降和容积量。还发现, 与具有相等容积量的二元 R-744/R-1234ze(E) 混合物相比, 三元混合物的临界温度增加。例如在作为热环境气氛中的空调运行的双模式(空调/热泵)系统中, 增加的临界温度对于改善性能非常重要。

[0170] 对于混合物中给定水平的 R-1243zf, 与最优 R-744 含量相一致的是, 混合物的能量效率(COP)表现出最大值。还观察到由此得到的 COP 最大值随着 R-1243zf 水平增加而增加。

[0171]

表1: 选定的包含0-14% R-744和5% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		0/5/95	2/5/93	4/5/91	6/5/89	8/5/87	10/5/85	12/5/83	14/5/81
COP (加热)		1.99	2.05	2.10	2.13	2.16	2.18	2.19	2.20
相对于参比的COP (加热)		94.2%	97.2%	99.4%	101.0%	102.3%	103.2%	103.9%	104.5%
吸入处的容积热容量	kJ/m^3	638	721	807	896	987	1082	1180	1280
相对于参比的容量		72.6%	82.1%	91.8%	101.9%	112.4%	123.2%	134.3%	145.7%
临界温度	$^{\circ}\text{C}$	109.13	105.19	101.49	98.00	94.71	91.59	88.65	85.86
临界压力	巴	36.92	37.75	38.58	39.40	40.22	41.03	41.84	42.64
冷凝器焓变	kJ/kg	208.0	221.4	232.7	242.2	250.4	257.6	264.1	269.9
压力比		18.41	18.67	18.74	18.64	18.40	18.08	17.70	17.28
制冷剂质量流量	kg/小时	34.6	32.5	30.9	29.7	28.8	27.9	27.3	26.7
压缩机排出温度	$^{\circ}\text{C}$	112.1	116.4	120.4	124.0	127.2	130.2	133.0	135.6
蒸发器入口压力	巴	0.68	0.72	0.78	0.84	0.91	0.99	1.07	1.16
冷凝器入口压力	巴	11.0	12.2	13.5	14.7	15.9	17.1	18.3	19.5
蒸发器入口温度	$^{\circ}\text{C}$	-29.0	-29.7	-30.4	-31.2	-32.0	-32.8	-33.7	-34.7
蒸发器露点	$^{\circ}\text{C}$	-30.0	-29.5	-28.8	-28.0	-27.2	-26.4	-25.7	-24.9
蒸发器排气温度	$^{\circ}\text{C}$	-25.0	-24.5	-23.8	-23.0	-22.2	-21.4	-20.7	-19.9
蒸发器平均温度	$^{\circ}\text{C}$	-29.5	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	-1.0	0.2	1.6	3.1	4.7	6.4	8.1	9.7
压缩机吸入压力	巴	0.60	0.66	0.72	0.79	0.87	0.95	1.03	1.13
压缩机排出压力	巴	11.0	12.2	13.5	14.7	15.9	17.1	18.3	19.5
吸入管线压降	Pa/m	449	379	327	285	252	226	203	184
相对于参比的压降		153.8%	129.8%	111.8%	97.7%	86.5%	77.2%	69.5%	63.0%
冷凝器露点	$^{\circ}\text{C}$	53.3	55.3	56.9	58.2	59.2	60.0	60.5	60.8
冷凝器泡点	$^{\circ}\text{C}$	52.8	46.9	42.4	38.8	36.0	33.7	31.9	30.4
冷凝器排液温度	$^{\circ}\text{C}$	51.8	45.9	41.4	37.8	35.0	32.7	30.9	29.4
冷凝器平均温度	$^{\circ}\text{C}$	53.1	51.1	49.6	48.5	47.6	46.9	46.2	45.6
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.6	8.3	14.5	19.4	23.3	26.3	28.6	30.4

[0172]

表2: 选定的包含16-30% R-744和5% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (B) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze (B)		16/5/79	18/5/77	20/5/75	22/5/73	24/5/71	26/5/69	28/5/67	30/5/65
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.21	2.22	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
相对于参比的COP (加热)		105.0%	105.3%	105.6%	105.7%	105.8%	105.8%	105.8%	105.7%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1383	1488	1594	1702	1810	1920	2030	2141
相对于参比的容量		157.4%	169.3%	181.4%	193.7%	206.0%	218.5%	231.0%	243.6%
临界温度	°C	83.21	80.69	78.29	76.01	73.83	71.75	69.76	67.85
临界压力	巴	43.44	44.24	45.04	45.83	46.62	47.41	48.19	48.97
冷凝器焓变									
压力比		275.3	280.3	285.1	289.6	294.0	298.2	302.3	306.4
制冷剂质量流量	kg/小时	16.85	16.42	16.00	15.59	15.20	14.82	14.47	14.14
压缩机排出温度	°C	26.2	25.7	25.3	24.9	24.5	24.1	23.8	23.5
蒸发器入口压力	°C	138.1	140.5	142.8	145.0	147.3	149.5	151.6	153.8
蒸发器入口温度	°C	1.25	1.35	1.45	1.56	1.67	1.78	1.89	2.01
蒸发器入口露点	°C	20.6	21.7	22.8	23.9	25.0	26.1	27.1	28.2
蒸发器排气温度	°C	-35.6	-36.7	-37.7	-38.8	-39.8	-40.9	-41.9	-42.9
蒸发器平均温度	°C	-24.2	-23.5	-22.9	-22.4	-21.9	-21.5	-21.2	-20.9
蒸发器滑移 (出-入)	°C	-19.2	-18.5	-17.9	-17.4	-16.9	-16.5	-16.2	-15.9
压缩机吸入压力	K	11.4	13.1	14.8	16.4	17.9	19.4	20.8	22.0
压缩机排出压力	巴	1.22	1.32	1.43	1.53	1.65	1.76	1.87	1.99
吸入管压力降	巴	20.6	21.7	22.8	23.9	25.0	26.1	27.1	28.2
相对于参比的压降	Pa/m	168	154	142	131	122	114	107	100
冷凝器露点	°C	57.5%	52.7%	48.6%	45.0%	41.8%	39.0%	36.5%	34.3%
冷凝器露点	°C	61.0	61.0	60.9	60.7	60.4	60.0	59.5	58.9
冷凝器排液温度	°C	29.2	28.1	27.3	26.5	25.9	25.3	24.9	24.4
冷凝器平均温度	°C	28.2	27.1	26.3	25.5	24.9	24.3	23.9	23.4
冷凝器滑移 (入-出)	K	45.1	44.6	44.1	43.6	43.1	42.6	42.2	41.7
		31.8	32.9	33.7	34.2	34.5	34.6	34.6	34.5

[0173]

表3: 选定的包含0-14% R-744和10% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		0/10/90	2/10/88	4/10/86	6/10/84	8/10/82	10/10/80	12/10/78	14/10/76
COP (加热)	kJ/m ³	1.98	2.05	2.09	2.12	2.15	2.17	2.18	2.20
相对于参比的COP (加热)		94.0%	97.0%	99.2%	100.8%	102.0%	102.9%	103.6%	104.1%
吸入处的容积热容量		661	747	835	927	1022	1119	1219	1322
相对于参比的容量		75.2%	85.0%	95.1%	105.5%	116.3%	127.3%	138.7%	150.5%
临界温度	°C	108.37	104.45	100.77	97.30	94.03	90.94	88.01	85.24
临界压力	巴	37.22	38.12	39.00	39.88	40.75	41.62	42.47	43.32
冷凝器焓变	kJ/kg	205.7	219.1	230.2	239.7	247.7	254.8	261.0	266.7
压力比		18.07	18.35	18.42	18.33	18.09	17.78	17.40	16.99
制冷剂质量流量	kg/小时	35.0	32.9	31.3	30.0	29.1	28.3	27.6	27.0
压缩机排出温度	°C	111.4	115.7	119.7	123.3	126.5	129.4	132.2	134.8
蒸发器入口压力	巴	0.70	0.75	0.81	0.87	0.95	1.03	1.11	1.21
蒸发器入口温度	°C	11.3	12.6	13.9	15.1	16.4	17.6	18.8	20.0
蒸发器入口露点	°C	-29.1	-29.8	-30.5	-31.3	-32.1	-32.9	-33.8	-34.8
蒸发器排气温度	°C	-29.8	-29.3	-28.6	-27.9	-27.1	-26.3	-25.5	-24.8
蒸发器平均温度	°C	-24.8	-24.3	-23.6	-22.9	-22.1	-21.3	-20.5	-19.8
蒸发器平滑移 (出-入)	°C	-29.4	-29.5	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.8
压缩机吸入压力	K	-0.7	0.5	1.9	3.4	5.0	6.6	8.3	10.0
压缩机排出压力	巴	0.63	0.69	0.75	0.83	0.90	0.99	1.08	1.18
吸入管线压降	巴	11.3	12.6	13.9	15.1	16.4	17.6	18.8	20.0
相对于参比的压降	Pa/m	437	369	318	278	246	220	198	180
冷凝器露点		149.7%	126.3%	108.8%	95.2%	84.2%	75.3%	67.9%	61.6%
冷凝器泡点	°C	53.5	55.4	57.0	58.3	59.3	60.0	60.5	60.7
冷凝器排液温度	°C	52.6	46.8	42.2	38.7	35.9	33.7	31.9	30.4
冷凝器平均温度	°C	51.6	45.8	41.2	37.7	34.9	32.7	30.9	29.4
冷凝器平滑移 (入-出)	K	53.1	51.1	49.6	48.5	47.6	46.8	46.2	45.6
		0.9	8.6	14.8	19.6	23.4	26.3	28.6	30.3

[0174]

表4: 选定的包含16-30% R-744和10% R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		16/10/74	18/10/72	20/10/70	22/10/68	24/10/66	26/10/64	28/10/62	30/10/60
1234ze(E) (加热)									
COP (加热)		2.20	2.21	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22
相对于参比的COP (加热)		104.6%	104.9%	105.1%	105.3%	105.3%	105.3%	105.3%	105.2%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1427	1535	1644	1754	1866	1979	2093	2207
相对于参比的容量		162.4%	174.7%	187.1%	199.7%	212.4%	225.2%	238.2%	251.2%
临界温度	°C	82.60	80.10	77.71	75.44	73.28	71.21	69.23	67.34
临界压力	巴	44.17	45.00	45.84	46.66	47.49	48.30	49.12	49.93
冷凝器焓变	kJ/kg	271.9	276.8	281.4	285.7	289.9	293.9	297.9	301.7
压力比		16.56	16.13	15.71	15.30	14.91	14.53	14.18	13.84
制冷剂质量流量	kg/小时	26.5	26.0	25.6	25.2	24.8	24.5	24.2	23.9
压缩机排出温度	°C	137.2	139.5	141.8	144.0	146.2	148.3	150.4	152.5
蒸发器入口压力	巴	1.30	1.41	1.51	1.62	1.74	1.86	1.98	2.10
冷凝器入口压力	巴	21.1	22.3	23.4	24.5	25.6	26.7	27.8	28.8
蒸发器入口温度	°C	-35.7	-36.7	-37.8	-38.8	-39.9	-40.9	-41.9	-42.9
蒸发器露点	°C	-24.1	-23.4	-22.9	-22.3	-21.9	-21.5	-21.1	-20.9
蒸发器排气温度	°C	-19.1	-18.4	-17.9	-17.3	-16.9	-16.5	-16.1	-15.9
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-30.1	-30.3	-30.6	-30.9	-31.2	-31.5	-31.9
蒸发器滑移 (出-入)	K	11.7	13.3	14.9	16.5	18.0	19.4	20.8	22.0
压缩机吸入压力	巴	1.28	1.38	1.49	1.60	1.72	1.84	1.96	2.08
压缩机排出压力	巴	21.1	22.3	23.4	24.5	25.6	26.7	27.8	28.8
吸入管线压降	Pa/m	164	151	139	129	120	112	105	98
相对于参比的压降		56.2%	51.6%	47.6%	44.1%	41.0%	38.2%	35.8%	33.6%
冷凝器露点	°C	60.8	60.8	60.6	60.3	60.0	59.5	59.0	58.4
冷凝器露点	°C	29.2	28.2	27.4	26.7	26.1	25.6	25.1	24.8
冷凝器排液温度	°C	28.2	27.2	26.4	25.7	25.1	24.6	24.1	23.8
冷凝器平均温度	°C	45.0	44.5	44.0	43.5	43.0	42.6	42.1	41.6
冷凝器滑移 (入-出)	K	31.6	32.6	33.2	33.7	33.9	33.9	33.8	33.6

[0175]

表5: 选定的包含0-14% R-744和20% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		0/20/80	2/20/78	4/20/76	6/20/74	8/20/72	10/20/70	12/20/68	14/20/66
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		1.97	2.03	2.08	2.11	2.14	2.16	2.17	2.18
相对于参比的COP (加热)		93.4%	96.5%	98.7%	100.2%	101.4%	102.2%	102.9%	103.4%
吸入处的容积热容量		706	798	892	989	1089	1192	1297	1405
相对于参比的容积热容量		80.3%	90.8%	101.5%	112.5%	123.9%	135.6%	147.6%	159.9%
临界温度		106.85	102.98	99.34	95.92	92.68	89.63	86.74	83.99
临界压力		37.65	38.69	39.70	40.70	41.68	42.65	43.61	44.55
冷凝器焓变		201.1	214.5	225.5	234.7	242.5	249.2	255.2	260.5
压力比		17.42	17.73	17.83	17.75	17.53	17.22	16.85	16.44
制冷剂质量流量		35.8	33.6	31.9	30.7	29.7	28.9	28.2	27.6
压缩机排出温度		110.0	114.4	118.4	121.9	125.1	128.0	130.7	133.2
蒸发器入口压力		0.76	0.81	0.87	0.94	1.02	1.11	1.21	1.31
蒸发器入口温度		11.9	13.2	14.6	15.9	17.2	18.5	19.8	21.0
蒸发器入口露点		-29.2	-29.9	-30.6	-31.4	-32.2	-33.0	-33.9	-34.8
蒸发器排气温度		-29.5	-29.0	-28.3	-27.6	-26.8	-26.1	-25.3	-24.6
蒸发器平均温度		-24.5	-24.0	-23.3	-22.6	-21.8	-21.1	-20.3	-19.6
蒸发器滑移 (出-入)		-29.3	-29.4	-29.5	-29.5	-29.5	-29.5	-29.6	-29.7
压缩机吸入压力		-0.3	0.9	2.3	3.8	5.4	7.0	8.6	10.2
压缩机排出压力		0.68	0.75	0.82	0.90	0.98	1.08	1.17	1.28
吸入管压降		11.9	13.2	14.6	15.9	17.2	18.5	19.8	21.0
相对于参比的压降		416	351	302	265	235	210	190	172
冷凝器露点		142.6%	120.2%	103.5%	90.6%	80.3%	71.9%	64.9%	59.0%
冷凝器泡点		53.7	55.6	57.2	58.4	59.3	59.9	60.3	60.5
冷凝器排液温度		52.6	46.6	42.0	38.5	35.8	33.6	31.9	30.5
冷凝器平均温度		51.6	45.6	41.0	37.5	34.8	32.6	30.9	29.5
冷凝器滑移 (入-出)		53.2	51.1	49.6	48.5	47.5	46.8	46.1	45.5
		1.1	9.0	15.2	19.9	23.6	26.3	28.4	29.9

[0176]

表6: 选定的包含16-30% R-744和20% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/20/64	18/20/62	20/20/60	22/20/58	24/20/56	26/20/54	28/20/52	30/20/50
1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.19	2.19	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
相对于参比的COP (加热)		103.7%	104.0%	104.2%	104.3%	104.4%	104.4%	104.3%	104.2%
吸入处的容积热容量	kJ/m^3	1516	1629	1745	1862	1981	2101	2223	2347
相对于参比的容量		172.6%	185.4%	198.6%	211.9%	225.5%	239.2%	253.0%	267.1%
临界温度	$^{\circ}\text{C}$	81.39	78.92	76.56	74.32	72.18	70.13	68.18	66.31
临界压力	巴	45.48	46.40	47.31	48.21	49.10	49.99	50.87	51.74
冷凝器焓变	kJ/kg	265.4	269.9	274.1	278.1	281.8	285.5	288.9	292.3
压力比		16.01	15.58	15.15	14.74	14.34	13.96	13.60	13.25
制冷剂质量流量	kg/小时	27.1	26.7	26.3	25.9	25.5	25.2	24.9	24.6
压缩机排出温度	$^{\circ}\text{C}$	135.5	137.7	139.9	142.0	144.0	146.0	147.9	149.8
蒸发器入口压力	巴	1.41	1.53	1.64	1.77	1.89	2.02	2.16	2.30
蒸发器入口压力	巴	22.2	23.4	24.6	25.7	26.9	28.0	29.1	30.2
蒸发器入口温度	$^{\circ}\text{C}$	-35.8	-36.8	-37.8	-38.8	-39.8	-40.8	-41.8	-42.7
蒸发器露点	$^{\circ}\text{C}$	-23.9	-23.3	-22.8	-22.3	-21.8	-21.5	-21.1	-20.9
蒸发器排气温度	$^{\circ}\text{C}$	-18.9	-18.3	-17.8	-17.3	-16.8	-16.5	-16.1	-15.9
蒸发器平均温度	$^{\circ}\text{C}$	-29.9	-30.0	-30.3	-30.5	-30.8	-31.1	-31.4	-31.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	11.8	13.4	15.0	16.5	18.0	19.3	20.6	21.8
压缩机吸入压力	巴	1.39	1.50	1.62	1.74	1.87	2.00	2.14	2.28
压缩机排出压力	巴	22.2	23.4	24.6	25.7	26.9	28.0	29.1	30.2
吸入管线压降	Pa/m	157	145	134	124	115	108	101	95
相对于参比的压降		53.9%	49.5%	45.7%	42.4%	39.4%	36.8%	34.5%	32.4%
冷凝器露点	$^{\circ}\text{C}$	60.5	60.3	60.0	59.6	59.2	58.6	58.0	57.3
冷凝器露点	$^{\circ}\text{C}$	29.4	28.5	27.7	27.1	26.5	26.1	25.7	25.4
冷凝器排液温度	$^{\circ}\text{C}$	28.4	27.5	26.7	26.1	25.5	25.1	24.7	24.4
冷凝器平均温度	$^{\circ}\text{C}$	44.9	44.4	43.9	43.4	42.9	42.4	41.8	41.3
冷凝器滑移 (入-出)	K	31.1	31.8	32.3	32.6	32.6	32.5	32.2	31.8

[0177]

表7: 选定的包含0-14% R-744和30% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		0/30/70	2/30/68	4/30/66	6/30/64	8/30/62	10/30/60	12/30/58	14/30/56
COP (加热)		1.96	2.02	2.07	2.10	2.12	2.14	2.15	2.16
相对于参比的COP (加热)		92.8%	95.9%	98.1%	99.7%	100.8%	101.6%	102.1%	102.6%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	749	847	947	1049	1155	1263	1374	1488
相对于参比的容量		85.2%	96.4%	107.8%	119.4%	131.4%	143.7%	156.4%	169.4%
临界温度	°C	105.33	101.51	97.92	94.53	91.34	88.32	85.46	82.75
临界压力	巴	37.87	39.05	40.20	41.32	42.42	43.50	44.56	45.60
冷凝器焓变	kJ/kg	196.5	210.0	221.1	230.1	237.7	244.1	249.8	254.8
压力比		16.80	17.16	17.30	17.24	17.03	16.72	16.35	15.94
制冷剂质量流量	kg/小时	36.6	34.3	32.6	31.3	30.3	29.5	28.8	28.3
压缩机排出温度	°C	108.6	113.1	117.1	120.7	123.8	126.7	129.3	131.7
蒸发器入口压力	巴	0.81	0.87	0.93	1.01	1.10	1.20	1.30	1.41
蒸发器入口温度	°C	12.5	13.9	15.3	16.7	18.1	19.4	20.7	22.0
蒸发器入口露点	°C	-29.2	-29.9	-30.6	-31.4	-32.2	-33.0	-33.8	-34.7
蒸发器排气温度	°C	-29.3	-28.8	-28.2	-27.4	-26.7	-26.0	-25.2	-24.6
蒸发器平均温度	°C	-24.3	-23.8	-23.2	-22.4	-21.7	-21.0	-20.2	-19.6
蒸发器滑移 (出-入)	°C	-29.2	-29.3	-29.4	-29.4	-29.4	-29.5	-29.5	-29.6
压缩机吸入压力	K	-0.1	1.1	2.5	3.9	5.5	7.0	8.6	10.2
压缩机排出压力	巴	0.74	0.81	0.89	0.97	1.06	1.16	1.27	1.38
吸入管线压降	巴	12.5	13.9	15.3	16.7	18.1	19.4	20.7	22.0
相对于参比的压降	Pa/m	399	336	289	253	225	201	182	165
冷凝器露点	°C	136.8%	115.0%	99.0%	86.7%	76.9%	68.9%	62.2%	56.6%
冷凝器露点	°C	53.8	55.8	57.3	58.5	59.3	59.9	60.1	60.2
冷凝器排液温度	°C	52.7	46.6	41.9	38.3	35.6	33.5	31.9	30.6
冷凝器平均温度	°C	51.7	45.6	40.9	37.3	34.6	32.5	30.9	29.6
冷凝器滑移 (入-出)	K	53.3	51.2	49.6	48.4	47.5	46.7	46.0	45.4
		1.1	9.2	15.4	20.2	23.7	26.3	28.3	29.7

[0178]

表8: 选定的包含16-30% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		16/30/54	18/30/52	20/30/50	22/30/48	24/30/46	26/30/44	28/30/42	30/30/40
COP (加热)		2.17	2.17	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
相对于参比的COP (加热)		102.9%	103.1%	103.3%	103.4%	103.4%	103.4%	103.3%	103.2%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1605	1724	1847	1971	2098	2227	2358	2492
相对于参比的容积热容量		182.7%	196.3%	210.2%	224.3%	238.8%	253.5%	268.4%	283.6%
临界温度	°C	80.18	77.74	75.41	73.19	71.08	69.06	67.13	65.28
临界压力	巴	46.62	47.63	48.62	49.60	50.57	51.52	52.47	53.40
冷凝器焓变	kJ/kg	259.3	263.4	267.2	270.7	274.1	277.2	280.3	283.1
压力比		15.51	15.07	14.64	14.22	13.81	13.42	13.04	12.68
制冷剂质量流量	kg/小时	27.8	27.3	26.9	26.6	26.3	26.0	25.7	25.4
压缩机排出温度	°C	133.9	136.0	138.0	140.0	141.8	143.7	145.4	147.2
蒸发器入口压力	巴	1.53	1.65	1.78	1.91	2.05	2.20	2.35	2.51
蒸发器入口压力	巴	23.3	24.5	25.7	26.9	28.1	29.3	30.4	31.6
蒸发器入口温度	°C	-35.7	-36.6	-37.6	-38.6	-39.6	-40.5	-41.4	-42.3
蒸发器露点	°C	-23.9	-23.3	-22.8	-22.3	-21.9	-21.5	-21.2	-20.9
蒸发器排气温度	°C	-18.9	-18.3	-17.8	-17.3	-16.9	-16.5	-16.2	-15.9
蒸发器平均温度	°C	-29.8	-30.0	-30.2	-30.4	-30.7	-31.0	-31.3	-31.6
蒸发器滑移 (出-入)	K	11.8	13.3	14.8	16.3	17.7	19.0	20.3	21.4
压缩机吸入压力	巴	1.50	1.63	1.76	1.89	2.03	2.18	2.33	2.49
压缩机排出压力	巴	23.3	24.5	25.7	26.9	28.1	29.3	30.4	31.6
吸入管线压降	Pa/m	151	139	129	119	111	104	97	91
相对于参比的压降		51.8%	47.7%	44.0%	40.8%	38.0%	35.5%	33.3%	31.2%
冷凝器露点	°C	60.1	59.8	59.5	59.0	58.4	57.7	57.0	56.2
冷凝器露点	°C	29.5	28.7	28.0	27.4	26.9	26.6	26.3	26.0
冷凝器排液温度	°C	28.5	27.7	27.0	26.4	25.9	25.6	25.3	25.0
冷凝器平均温度	°C	44.8	44.2	43.7	43.2	42.7	42.1	41.6	41.1
冷凝器滑移 (入-出)	K	30.6	31.2	31.5	31.6	31.4	31.1	30.7	30.1

[0179]

表9: 选定的包含0-14% R-744和40% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze(E)共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		0/40/60	2/40/58	4/40/56	6/40/54	8/40/52	10/40/50	12/40/48	14/40/46
1234ze(E) (加热) COP (加热) 相对于参比的COP (加热) 吸入处的容积热容量 相对于参比的容量	kJ/m ³	1.94	2.01	2.06	2.09	2.11	2.13	2.14	2.15
		92.0%	95.4%	97.6%	99.1%	100.2%	100.9%	101.4%	101.8%
		789	893	999	1107	1218	1332	1449	1568
		89.8%	101.6%	113.7%	126.0%	138.7%	151.6%	164.9%	178.5%
临界温度 临界压力	°C 巴	103.81	100.04	96.49	93.14	89.99	87.01	84.18	81.51
		37.88	39.21	40.50	41.75	42.98	44.17	45.34	46.48
冷凝器焓变 压力比	kJ/kg	192.1	206.0	217.1	226.1	233.4	239.6	244.9	249.6
		16.25	16.66	16.83	16.80	16.60	16.30	15.93	15.51
制冷剂质量流量 压缩机排出温度	kg/小时	37.5	34.9	33.2	31.8	30.8	30.0	29.4	28.8
		107.4	112.0	116.0	119.6	122.7	125.5	128.1	130.4
蒸发器入口压力 冷凝器入口压力	°C 巴	0.86	0.92	1.00	1.08	1.18	1.28	1.39	1.51
		13.0	14.5	16.0	17.5	18.9	20.3	21.7	23.0
蒸发器出口温度 蒸发器露点	°C	-29.1	-29.8	-30.6	-31.3	-32.1	-32.9	-33.7	-34.6
		-29.2	-28.7	-28.1	-27.4	-26.7	-26.0	-25.3	-24.6
蒸发器排气温度 蒸发器平均温度	°C	-24.2	-23.7	-23.1	-22.4	-21.7	-21.0	-20.3	-19.6
		-29.1	-29.3	-29.3	-29.4	-29.4	-29.4	-29.5	-29.6
蒸发器滑移 (出-入) 压缩机吸入压力	K 巴	-0.1	1.1	2.4	3.9	5.4	6.9	8.4	10.0
		0.80	0.87	0.95	1.04	1.14	1.25	1.36	1.48
压缩机排出压力 吸入管压力	Pa/m	13.0	14.5	16.0	17.5	18.9	20.3	21.7	23.0
		386	323	278	243	216	193	175	159
相对于参比的压降 冷凝器露点	°C	132.1%	110.7%	95.1%	83.2%	73.9%	66.2%	59.9%	54.6%
		53.9	55.9	57.5	58.6	59.4	59.9	60.1	60.0
冷凝器露点 冷凝器排气温度	°C	53.0	46.6	41.7	38.1	35.4	33.3	31.7	30.5
		52.0	45.6	40.7	37.1	34.4	32.3	30.7	29.5
冷凝器平均温度 冷凝器滑移 (入-出)	°C K	53.5	51.2	49.6	48.4	47.4	46.6	45.9	45.3
		0.9	9.3	15.7	20.5	24.0	26.5	28.3	29.5

[0180]

表10: 选定的包含16-30% R-744和40% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		16/40/44	18/40/42	20/40/40	22/40/38	24/40/36	26/40/34	28/40/32	30/40/30
COP (加热)		2.15	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.15
相对于参比的COP (加热)		102.1%	102.3%	102.4%	102.5%	102.4%	102.4%	102.3%	102.2%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1691	1817	1946	2078	2213	2350	2491	2634
相对于参比的容量		192.5%	206.8%	221.5%	236.5%	251.8%	267.5%	283.5%	299.7%
临界温度	°C	78.97	76.56	74.26	72.07	69.98	67.99	66.08	64.25
临界压力	巴	47.60	48.70	49.78	50.84	51.88	52.91	53.92	54.92
冷凝器焓变	kJ/kg	253.7	257.5	260.9	264.0	266.9	269.6	272.1	274.5
压力比		15.08	14.63	14.19	13.76	13.34	12.93	12.54	12.17
制冷剂质量流量	kg/小时	28.4	28.0	27.6	27.3	27.0	26.7	26.5	26.2
压缩机排出温度	°C	132.5	134.5	136.4	138.2	139.9	141.5	143.1	144.7
蒸发器入口压力	巴	1.64	1.77	1.91	2.06	2.22	2.38	2.55	2.73
冷凝器入口压力	巴	24.3	25.6	26.9	28.1	29.3	30.6	31.8	33.0
蒸发器入口温度	°C	-35.5	-36.4	-37.3	-38.3	-39.2	-40.2	-41.1	-41.9
蒸发器排气露点	°C	-23.9	-23.4	-22.8	-22.3	-21.9	-21.5	-21.2	-21.0
蒸发器平均温度	°C	-18.9	-18.4	-17.8	-17.3	-16.9	-16.5	-16.2	-16.0
蒸发器平滑移 (出-入)	°C	-29.7	-29.9	-30.1	-30.3	-30.6	-30.9	-31.2	-31.5
压缩机吸入压力	K	11.5	13.0	14.5	15.9	17.3	18.6	19.9	21.0
压缩机排出压力	巴	1.61	1.75	1.89	2.04	2.20	2.36	2.53	2.71
吸入管线压降	巴	24.3	25.6	26.9	28.1	29.3	30.6	31.8	33.0
相对于参比的压降	Pa/m	146	134	124	115	107	100	94	88
冷凝器露点	°C	50.0%	46.0%	42.5%	39.5%	36.8%	34.4%	32.2%	30.3%
冷凝器露点	°C	59.8	59.5	59.0	58.4	57.7	56.9	56.1	55.1
冷凝器排液温度	°C	29.5	28.7	28.1	27.6	27.2	26.9	26.7	26.5
冷凝器平均温度	°C	28.5	27.7	27.1	26.6	26.2	25.9	25.7	25.5
冷凝器平滑移 (入-出)	K	44.7	44.1	43.5	43.0	42.5	41.9	41.4	40.8
		30.3	30.7	30.9	30.8	30.5	30.0	29.4	28.6

[0181]

表11: 选定的包含0-14% R-744和50% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		0/50/50	2/50/48	4/50/46	6/50/44	8/50/42	10/50/40	12/50/38	14/50/36
COP (加热)		1.93	2.00	2.05	2.08	2.10	2.12	2.13	2.13
相对于参比的COP (加热)		91.4%	94.9%	97.2%	98.7%	99.7%	100.3%	100.8%	101.1%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	825	935	1048	1162	1278	1397	1519	1644
相对于参比的容量		93.9%	106.5%	119.2%	132.2%	145.4%	159.0%	172.8%	187.0%
临界温度	°C	102.30	98.57	95.06	91.76	88.64	85.70	82.91	80.27
临界压力	巴	37.69	39.17	40.61	42.00	43.35	44.66	45.94	47.19
冷凝器焓变	kJ/kg	188.2	202.5	213.8	222.8	230.0	235.9	240.9	245.2
压力比		15.75	16.23	16.46	16.45	16.27	15.97	15.60	15.18
制冷剂质量流量	kg/小时	38.3	35.5	33.7	32.3	31.3	30.5	29.9	29.4
压缩机排出温度	°C	106.2	110.9	115.1	118.7	121.8	124.6	127.1	129.3
蒸发器入口压力	巴	0.91	0.98	1.06	1.15	1.25	1.36	1.48	1.61
蒸发器入口温度	°C	13.4	15.0	16.6	18.2	19.7	21.2	22.6	24.0
蒸发器出口压力	°C	-29.0	-29.7	-30.4	-31.2	-31.9	-32.7	-33.5	-34.3
蒸发器出口温度	°C	-29.2	-28.8	-28.2	-27.5	-26.8	-26.0	-25.3	-24.7
蒸发器露点	°C	-24.2	-23.8	-23.2	-22.5	-21.8	-21.0	-20.3	-19.7
蒸发器排气温度	°C	-29.1	-29.2	-29.3	-29.3	-29.3	-29.4	-29.4	-29.5
蒸发器平均温度	K	-0.2	1.0	2.3	3.7	5.1	6.6	8.2	9.7
蒸发器滑移 (出-入)	巴	0.85	0.92	1.01	1.11	1.21	1.33	1.45	1.58
压缩机吸入压力	巴	13.4	15.0	16.6	18.2	19.7	21.2	22.6	24.0
压缩机排出压力	Pa/m	375	313	268	234	208	187	169	154
吸入管压力降		128.3%	107.0%	91.7%	80.2%	71.2%	63.9%	57.9%	52.8%
相对于参比的压降		53.9	56.0	57.6	58.8	59.6	60.0	60.1	60.0
冷凝器露点	°C	53.3	46.5	41.5	37.8	35.0	33.0	31.4	30.2
冷凝器泡点	°C	52.3	45.5	40.5	36.8	34.0	32.0	30.4	29.2
冷凝器排液温度	°C	53.6	51.2	49.5	48.3	47.3	46.5	45.8	45.1
冷凝器平均温度	K	0.6	9.5	16.2	21.0	24.5	27.0	28.7	29.7
冷凝器滑移 (入-出)									

[0182]

表12: 选定的包含16-30% R-744和50% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计		16/50/34	18/50/32	20/50/30	22/50/28	24/50/26	26/50/24	28/50/22	30/50/20
1234ze (E) 组成%		2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.14	2.13
COP (加热)		101.4%	101.5%	101.5%	101.6%	101.5%	101.4%	101.3%	101.1%
相对于参比的COP (加热)		1772	1903	2038	2175	2316	2460	2607	2757
吸入处的容积热容量		201.6%	216.6%	231.9%	247.6%	263.6%	280.0%	296.7%	313.7%
相对于参比的容积热容量									
临界温度	°C	77.76	75.37	73.11	70.94	68.88	66.91	65.03	63.23
临界压力	巴	48.41	49.60	50.77	51.91	53.04	54.14	55.23	56.30
冷凝器焓变									
压力比		249.0	252.4	255.4	258.1	260.7	263.0	265.1	267.1
制冷剂质量流量	kg/kg	14.73	14.28	13.83	13.39	12.96	12.55	12.16	11.79
压缩机排出温度	°C	28.9	28.5	28.2	27.9	27.6	27.4	27.2	27.0
蒸发器入口压力	°C	131.3	133.2	135.0	136.7	138.3	139.8	141.3	142.7
蒸发器入口温度	°C	1.74	1.89	2.04	2.20	2.37	2.55	2.73	2.92
蒸发器入口露点	°C	25.3	26.6	27.9	29.2	30.5	31.8	33.0	34.3
蒸发器入口压力	°C	-35.2	-36.1	-37.1	-38.0	-39.0	-39.9	-40.9	-41.8
蒸发器入口温度	°C	-24.0	-23.4	-22.9	-22.4	-21.9	-21.6	-21.2	-21.0
蒸发器排气露点	°C	-19.0	-18.4	-17.9	-17.4	-16.9	-16.6	-16.2	-16.0
蒸发器排气温度	°C	-29.6	-29.8	-30.0	-30.2	-30.5	-30.7	-31.0	-31.4
蒸发器平均温度	K	11.2	12.7	14.2	15.6	17.0	18.4	19.6	20.8
蒸发器滑移 (出-入)	°C	1.72	1.87	2.02	2.18	2.35	2.53	2.72	2.91
压缩机吸入压力	°C	25.3	26.6	27.9	29.2	30.5	31.8	33.0	34.3
压缩机排出压力	°C	141	130	121	112	104	98	92	86
吸入管压力降	°C	48.4%	44.6%	41.3%	38.4%	35.8%	33.4%	31.4%	29.5%
相对于参比的压力降		59.7	59.2	58.7	58.0	57.2	56.3	55.3	54.3
冷凝器露点	°C	29.3	28.6	28.1	27.6	27.3	27.1	26.9	26.8
冷凝器泡点	°C	28.3	27.6	27.1	26.6	26.3	26.1	25.9	25.8
冷凝器排气温度	°C	44.5	43.9	43.4	42.8	42.2	41.7	41.1	40.5
冷凝器平均温度	K	30.4	30.6	30.6	30.3	29.8	29.2	28.4	27.5
冷凝器滑移 (入-出)									

[0183]

表13: 选定的包含0-14% R-744和60% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		0/60/40	2/60/38	4/60/36	6/60/34	8/60/32	10/60/30	12/60/28	14/60/26
COP (加热)		1.91	1.99	2.04	2.07	2.09	2.11	2.11	2.12
相对于参比的COP (加热)		90.7%	94.4%	96.8%	98.3%	99.3%	99.9%	100.3%	100.5%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	855	973	1091	1211	1332	1455	1581	1710
相对于参比的容量		97.4%	110.7%	124.2%	137.8%	151.6%	165.6%	179.9%	194.6%
临界温度	°C	100.78	97.09	93.63	90.37	87.29	84.39	81.63	79.02
临界压力	巴	37.30	38.94	40.52	42.05	43.53	44.97	46.37	47.72
冷凝器焓变	kJ/kg	184.7	199.8	211.4	220.3	227.4	233.1	237.8	241.9
压力比		15.33	15.90	16.19	16.21	16.05	15.76	15.38	14.96
制冷剂质量流量	kg/小时	39.0	36.0	34.1	32.7	31.7	30.9	30.3	29.8
压缩机排出温度	°C	105.1	110.1	114.4	118.1	121.2	124.0	126.4	128.6
蒸发器入口压力	巴	0.96	1.03	1.11	1.20	1.31	1.43	1.55	1.69
蒸发器入口压力	巴	13.8	15.5	17.2	18.9	20.5	22.0	23.5	24.9
蒸发器入口温度	°C	-28.9	-29.6	-30.3	-31.0	-31.8	-32.5	-33.4	-34.2
蒸发器露点	°C	-29.2	-28.8	-28.3	-27.6	-26.9	-26.1	-25.4	-24.7
蒸发器排气温度	°C	-24.2	-23.8	-23.3	-22.6	-21.9	-21.1	-20.4	-19.7
蒸发器平均温度	°C	-29.0	-29.2	-29.3	-29.3	-29.3	-29.3	-29.4	-29.4
蒸发器滑移 (出-入)	K	-0.3	0.8	2.0	3.4	4.9	6.4	8.0	9.5
压缩机吸入压力	巴	0.90	0.97	1.06	1.16	1.28	1.40	1.53	1.66
压缩机排出压力	巴	13.8	15.5	17.2	18.9	20.5	22.0	23.5	24.9
吸入管线压降	Pa/m	366	304	259	227	201	181	164	150
相对于参比的压降		125.4%	104.0%	88.8%	77.6%	68.9%	61.9%	56.1%	51.3%
冷凝器露点	°C	53.9	56.2	57.9	59.1	59.9	60.2	60.3	60.1
冷凝器露点	°C	53.5	46.3	41.0	37.2	34.5	32.4	30.9	29.8
冷凝器排液温度	°C	52.5	45.3	40.0	36.2	33.5	31.4	29.9	28.8
冷凝器平均温度	°C	53.7	51.2	49.5	48.2	47.2	46.3	45.6	45.0
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.4	9.9	16.9	21.9	25.4	27.8	29.4	30.4

[0184]

表14: 选定的包含16-30% R-744和60% R-1234yf的R-744/R-1234yf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234yf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		16/60/24	18/60/22	20/60/20	22/60/18	24/60/16	26/60/14	28/60/12	30/60/10
COP (加热)		2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.11	2.11
相对于参比的COP (加热)		100.7%	100.7%	100.7%	100.7%	100.6%	100.4%	100.2%	100.0%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1841	1976	2114	2254	2398	2544	2692	2842
相对于参比的容量		209.5%	224.9%	240.5%	256.6%	272.9%	289.5%	306.4%	323.5%
临界温度	°C	76.55	74.19	71.95	69.82	67.78	65.84	63.98	62.20
临界压力		49.05	50.34	51.60	52.84	54.05	55.23	56.39	57.53
冷凝器焓变	kJ/kg	245.4	248.4	251.2	253.6	255.9	257.9	259.8	261.5
压力比		14.52	14.06	13.61	13.17	12.74	12.33	11.95	11.58
制冷剂质量流量	kg/小时	29.3	29.0	28.7	28.4	28.1	27.9	27.7	27.5
压缩机排出温度		130.6	132.4	134.1	135.7	137.2	138.7	140.1	141.5
蒸发器入口压力	°C	1.83	1.99	2.15	2.32	2.50	2.68	2.87	3.07
冷凝器入口压力		26.3	27.6	29.0	30.3	31.6	32.9	34.1	35.4
蒸发器入口温度	°C	-35.1	-36.0	-36.9	-37.9	-38.9	-39.9	-40.9	-42.0
冷凝器入口温度		-24.0	-23.4	-22.9	-22.4	-21.9	-21.5	-21.1	-20.9
蒸发器露点	°C	-19.0	-18.4	-17.9	-17.4	-16.9	-16.5	-16.1	-15.9
蒸发器排气温度		-29.5	-29.7	-29.9	-30.1	-30.4	-30.7	-31.0	-31.4
蒸发器平均温度	K	11.0	12.5	14.0	15.5	17.0	18.4	19.8	21.1
蒸发器滑移 (出-入)		1.81	1.97	2.13	2.30	2.48	2.66	2.86	3.06
压缩机吸入压力	°C	26.3	27.6	29.0	30.3	31.6	32.9	34.1	35.4
压缩机排出压力		138	127	118	110	102	96	90	85
吸入管线压降	Pa/m	47.1%	43.5%	40.3%	37.5%	35.0%	32.8%	30.8%	29.1%
相对于参比的压降		59.8	59.2	58.5	57.7	56.8	55.8	54.8	53.6
冷凝器露点	°C	28.9	28.2	27.7	27.4	27.1	26.9	26.8	26.7
冷凝器泡点		27.9	27.2	26.7	26.4	26.1	25.9	25.8	25.7
冷凝器排气温度	°C	44.3	43.7	43.1	42.6	42.0	41.4	40.8	40.1
冷凝器平均温度		30.9	31.0	30.8	30.4	29.7	28.9	28.0	26.9
冷凝器滑移 (入-出)	K								

[0185]

表15: 选定的包含0-14% R-744和5% R-1243zf的R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶	0/5/95	2/5/93	4/5/91	6/5/89	8/5/97	10/5/85	12/5/83	14/5/81
COP (加热)	1.99	2.05	2.10	2.13	2.16	2.18	2.20	2.21
相对于参比的COP	94.5%	97.4%	99.6%	101.2%	102.5%	103.4%	104.2%	104.8%
吸入处的容积热容量	628	708	791	877	966	1058	1153	1251
相对于参比的容量	71.5%	80.6%	90.0%	99.8%	110.0%	120.4%	131.2%	142.4%
临界温度	109.58	105.66	101.97	98.50	95.22	92.12	89.19	86.40
临界压力	36.65	37.39	38.14	38.88	39.62	40.37	41.11	41.85
冷凝器焓变	211.1	224.3	235.5	245.1	253.4	260.8	267.4	273.5
压力比	18.46	18.68	18.72	18.62	18.38	18.07	17.70	17.30
制冷剂质量流量	34.1	32.1	30.6	29.4	28.4	27.6	26.9	26.3
压缩机排出温度	112.8	117.1	120.9	124.5	127.7	130.7	133.5	136.1
蒸发器入口压力	0.66	0.71	0.76	0.82	0.89	0.96	1.04	1.13
蒸发器出口压力	10.8	12.0	13.2	14.3	15.5	16.7	17.8	18.9
蒸发器入口温度	-29.0	-29.7	-30.3	-31.1	-31.8	-32.7	-33.5	-34.5
蒸发器露点	-30.2	-29.6	-29.0	-28.2	-27.5	-26.7	-25.9	-25.1
蒸发器排气温度	-25.2	-24.6	-24.0	-23.2	-22.5	-21.7	-20.9	-20.1
蒸发器平均温度	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.6	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)	-1.2	0.0	1.4	2.8	4.4	6.0	7.6	9.3
压缩机吸入压力	0.59	0.64	0.70	0.77	0.84	0.92	1.01	1.09
压缩机排出压力	10.8	12.0	13.2	14.3	15.5	16.7	17.8	18.9
吸入管线压降	451	382	330	289	256	229	206	187
相对于参比的压降	154.5%	131.0%	113.0%	99.0%	87.6%	78.3%	70.5%	63.9%
冷凝器露点	53.1	55.0	56.6	57.9	58.9	59.7	60.2	60.6
冷凝器泡点	52.9	47.3	42.8	39.3	36.4	34.2	32.3	30.8
冷凝器排液温度	51.9	46.3	41.8	38.3	35.4	33.2	31.3	29.8
冷凝器平均温度	53.0	51.1	49.7	48.6	47.7	46.9	46.3	45.7
冷凝器滑移 (入-出)	0.2	7.7	13.8	18.6	22.4	25.5	27.9	29.9

[0186]

表16: 选定的包含16-30% R-744和5% R-1243zf的R-744/R-1243zf/R-1234ze(E)共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze(E)组成%, 按重量计 ▶		16/5/79	18/5/77	20/5/75	22/5/73	24/5/71	26/5/69	28/5/67	30/5/65
COP (加热)		2.22	2.23	2.23	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
相对于参比的COP		105.3%	105.7%	106.0%	106.2%	106.3%	106.4%	106.4%	106.3%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1351	1453	1557	1663	1769	1876	1984	2092
相对于参比的容量		153.8%	165.4%	177.2%	189.2%	201.3%	213.5%	225.8%	238.1%
临界温度	°C	83.76	81.24	78.85	76.57	74.39	72.31	70.32	68.42
临界压力	巴	42.59	43.34	44.08	44.82	45.56	46.31	47.05	47.79
冷凝器焓变	kJ/kg	279.1	284.3	289.2	294.0	298.5	302.9	307.2	311.4
压力比		16.88	16.46	16.05	15.65	15.26	14.90	14.55	14.23
制冷剂质量流量	kg/小时	25.8	25.3	24.9	24.5	24.1	23.8	23.4	23.1
压缩机排出温度	°C	138.7	141.1	143.4	145.7	147.9	150.2	152.4	154.6
蒸发器入口压力	巴	1.22	1.31	1.41	1.51	1.62	1.72	1.83	1.95
蒸发器入口压力	巴	20.0	21.1	22.2	23.3	24.3	25.4	26.4	27.4
蒸发器入口温度	°C	-35.4	-36.4	-37.4	-38.5	-39.5	-40.5	-41.5	-42.5
蒸发器露点	°C	-24.4	-23.8	-23.2	-22.6	-22.1	-21.7	-21.3	-21.0
蒸发器排气温度	°C	-19.4	-18.8	-18.2	-17.6	-17.1	-16.7	-16.3	-16.0
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-30.1	-30.3	-30.5	-30.8	-31.1	-31.4	-31.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	11.0	12.6	14.3	15.8	17.4	18.8	20.2	21.5
压缩机吸入压力	巴	1.19	1.28	1.39	1.49	1.59	1.70	1.81	1.93
压缩机排出压力	巴	20.0	21.1	22.2	23.3	24.3	25.4	26.4	27.4
吸入管线压降	Pa/m	170	156	144	133	124	115	108	101
相对于参比的压降		58.3%	53.4%	49.2%	45.5%	42.3%	39.4%	36.9%	34.6%
冷凝器露点	°C	60.8	60.9	60.9	60.7	60.5	60.1	59.7	59.3
冷凝器露点	°C	29.5	28.4	27.5	26.7	26.0	25.4	24.9	24.5
冷凝器排液温度	°C	28.5	27.4	26.5	25.7	25.0	24.4	23.9	23.5
冷凝器平均温度	°C	45.2	44.7	44.2	43.7	43.2	42.8	42.3	41.9
冷凝器滑移 (入-出)	K	31.4	32.5	33.4	34.0	34.5	34.7	34.8	34.8

[0187]

表17: 选定的包含0-14% R-744和10% R-1243zf的R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		0/10/90	2/10/88	4/10/86	6/10/84	8/10/82	10/10/80	12/10/78	14/10/76
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.00	2.05	2.10	2.13	2.16	2.18	2.20	2.21
相对于参比的COP		94.8%	97.4%	99.5%	101.2%	102.4%	103.4%	104.2%	104.8%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	641	721	803	889	978	1070	1165	1263
相对于参比的容量		73.0%	82.0%	91.4%	101.1%	111.3%	121.8%	132.6%	143.7%
临界温度	°C	109.27	105.40	101.75	98.32	95.07	92.00	89.09	86.33
临界压力	巴	36.72	37.44	38.15	38.88	39.60	40.32	41.05	41.77
冷凝器焓变									
压力比		212.1	224.9	236.0	245.5	253.8	261.2	267.8	273.9
制冷剂质量流量	kg/小时	18.10	18.38	18.41	18.31	18.07	17.77	17.42	17.03
压缩机排出温度	°C	33.9	32.0	30.5	29.3	28.4	27.6	26.9	26.3
蒸发器入口压力	°C	112.7	117.0	120.8	124.3	127.5	130.5	133.3	135.9
蒸发器入口温度	°C	0.68	0.72	0.77	0.83	0.90	0.98	1.06	1.14
蒸发器入口露点	°C	10.9	12.1	13.2	14.4	15.5	16.7	17.8	18.9
蒸发器排气温度	°C	-29.0	-29.7	-30.4	-31.1	-31.8	-32.6	-33.5	-34.4
蒸发器平均温度	°C	-30.1	-29.6	-29.0	-28.2	-27.5	-26.7	-25.9	-25.2
蒸发器滑移 (出-入)	°C	-25.1	-24.6	-24.0	-23.2	-22.5	-21.7	-20.9	-20.2
压缩机吸入压力	°C	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.6	-29.7	-29.7	-29.8
压缩机排出压力	K	-1.1	0.1	1.4	2.8	4.4	5.9	7.5	9.2
吸入管线的压降	巴	0.60	0.66	0.72	0.79	0.86	0.94	1.02	1.11
相对于参比的压降	巴	10.9	12.1	13.2	14.4	15.5	16.7	17.8	18.9
冷凝器露点	Pa/m	441	375	325	285	252	226	204	185
冷凝器露点	°C	150.8%	128.4%	111.1%	97.5%	86.4%	77.3%	69.7%	63.2%
冷凝器排液温度	°C	52.9	54.9	56.4	57.6	58.6	59.4	59.9	60.3
冷凝器平均温度	°C	52.6	47.4	43.0	39.6	36.8	34.5	32.7	31.1
冷凝器滑移 (入-出)	°C	51.6	46.4	42.0	38.6	35.8	33.5	31.7	30.1
	K	52.8	51.1	49.7	48.6	47.7	46.9	46.3	45.7
		0.2	7.5	13.4	18.1	21.8	24.9	27.3	29.2

[0188]

表18: 选定的包含16-30% R-744和10% R-1243zf/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/10/74	18/10/72	20/10/70	22/10/68	24/10/66	26/10/64	28/10/62	30/10/60
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.24	2.24	2.25	2.24
相对于参比的COP		105.3%	105.7%	106.0%	106.2%	106.4%	106.5%	106.5%	106.4%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1363	1465	1569	1675	1782	1889	1998	2107
相对于参比的容量		155.1%	166.7%	178.6%	190.6%	202.8%	215.0%	227.4%	239.8%
临界温度	°C	83.70	81.21	78.83	76.57	74.40	72.34	70.36	68.47
临界压力	巴	42.50	43.22	43.95	44.68	45.41	46.13	46.86	47.59
冷凝器焓变									
压力比		279.5	284.7	289.7	294.4	299.0	303.4	307.7	311.8
制冷剂质量流量	kg/小时	16.62	16.22	15.82	15.43	15.05	14.70	14.36	14.03
压缩机排出温度	°C	25.8	25.3	24.9	24.5	24.1	23.7	23.4	23.1
蒸发器入口压力	°C	138.4	140.7	143.1	145.3	147.5	149.7	151.9	154.1
蒸发器入口温度	°C	1.23	1.33	1.43	1.53	1.63	1.74	1.85	1.97
蒸发器出口压力	°C	20.0	21.1	22.2	23.2	24.3	25.3	26.4	27.4
蒸发器出口温度	°C	-35.3	-36.3	-37.2	-38.2	-39.2	-40.2	-41.2	-42.1
蒸发器露点	°C	-24.5	-23.9	-23.3	-22.7	-22.2	-21.8	-21.4	-21.1
蒸发器排气温度	°C	-19.5	-18.9	-18.3	-17.7	-17.2	-16.8	-16.4	-16.1
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-30.1	-30.3	-30.5	-30.7	-31.0	-31.3	-31.6
蒸发器滑移 (出-入)	K	10.8	12.4	14.0	15.5	17.0	18.4	19.8	21.0
压缩机吸入压力	巴	1.20	1.30	1.40	1.51	1.61	1.72	1.84	1.95
压缩机排出压力	巴	20.0	21.1	22.2	23.2	24.3	25.3	26.4	27.4
吸入管压力降	Pa/m	169	155	142	132	123	114	107	100
相对于参比的压降		57.7%	52.9%	48.8%	45.1%	42.0%	39.1%	36.6%	34.4%
冷凝器露点	°C	60.5	60.6	60.6	60.4	60.2	59.9	59.5	59.1
冷凝器露点	°C	29.8	28.7	27.8	27.0	26.3	25.7	25.2	24.8
冷凝器排液温度	°C	28.8	27.7	26.8	26.0	25.3	24.7	24.2	23.8
冷凝器平均温度	°C	45.2	44.7	44.2	43.7	43.3	42.8	42.4	41.9
冷凝器滑移 (入-出)	K	30.7	31.9	32.8	33.4	33.9	34.2	34.3	34.3

[0189]

表19: 选定的包含0-14% R-744和15% R-1243zf/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		01/15/85	21/15/83	41/15/81	61/15/79	81/15/77	10/15/75	12/15/73	14/15/71
COP (加热)		2.00	2.05	2.10	2.13	2.16	2.18	2.20	2.21
相对于参比的COP		94.6%	97.4%	99.5%	101.1%	102.4%	103.4%	104.1%	104.8%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	653	733	815	900	989	1081	1176	1274
相对于参比的容量		74.4%	83.4%	92.8%	102.4%	112.6%	123.0%	133.8%	144.9%
临界温度	°C	108.97	105.14	101.54	98.13	94.92	91.87	88.99	86.25
临界压力	巴	36.76	37.46	38.16	38.86	39.56	40.27	40.97	41.68
冷凝器焓变		212.8	225.5	236.5	246.0	254.2	261.6	268.3	274.3
压力比		17.92	18.10	18.12	18.02	17.79	17.50	17.15	16.77
制冷剂质量流量	kg/小时	33.8	31.9	30.4	29.3	28.3	27.5	26.8	26.2
压缩机排出温度	°C	112.9	117.0	120.7	124.2	127.3	130.3	133.0	135.6
蒸发器入口压力	巴	0.69	0.73	0.79	0.85	0.92	0.99	1.07	1.16
蒸发器入口压力	巴	11.0	12.2	13.3	14.4	15.6	16.7	17.8	18.9
蒸发器入口温度	°C	-29.1	-29.7	-30.4	-31.1	-31.8	-32.6	-33.4	-34.3
蒸发器露点	°C	-30.1	-29.6	-28.9	-28.2	-27.5	-26.7	-26.0	-25.3
蒸发器排气温度	°C	-25.1	-24.6	-23.9	-23.2	-22.5	-21.7	-21.0	-20.3
蒸发器平均温度	°C	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.6	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	-1.0	0.1	1.4	2.8	4.3	5.9	7.4	9.0
压缩机吸入压力	巴	0.62	0.67	0.73	0.80	0.88	0.95	1.04	1.13
压缩机排出压力	巴	11.0	12.2	13.3	14.4	15.6	16.7	17.8	18.9
吸入管线压降	Pa/m	431	368	319	281	249	223	201	183
相对于参比的压降		147.6%	126.0%	109.3%	96.1%	85.3%	76.4%	68.9%	62.6%
冷凝器露点	°C	53.1	54.8	56.2	57.4	58.4	59.1	59.7	60.0
冷凝器泡点	°C	52.8	47.5	43.3	39.8	37.1	34.8	33.0	31.5
冷凝器排液温度	°C	51.8	46.5	42.3	38.8	36.1	33.8	32.0	30.5
冷凝器平均温度	°C	52.9	51.1	49.7	48.6	47.7	47.0	46.3	45.7
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.3	7.3	13.0	17.6	21.3	24.3	26.7	28.6

[0190]

表20: 选定的包含16-30% R-744和15% R-1243zf的R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/15/69	18/15/67	20/15/65	22/15/63	24/15/61	26/15/59	28/15/57	30/15/55
1234ze(E)									
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.24	2.25	2.25	2.25
相对于参比的COP		105.3%	105.7%	106.0%	106.3%	106.4%	106.5%	106.6%	106.5%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1374	1476	1580	1686	1793	1902	2011	2121
相对于参比的容量		156.3%	168.0%	179.9%	191.9%	204.1%	216.4%	228.9%	241.4%
临界温度	°C	83.65	81.17	78.81	76.56	74.42	72.36	70.40	68.52
临界压力	巴	42.39	43.10	43.81	44.53	45.24	45.95	46.67	47.38
冷凝器焓变									
压力比									
制冷剂质量流量	kg/小时	280.0	285.2	290.2	295.0	299.5	303.9	308.2	312.4
压缩机排出温度	°C	16.38	15.99	15.60	15.22	14.85	14.50	14.17	13.85
蒸发器入口压力	巴	25.7	25.2	24.8	24.4	24.0	23.7	23.4	23.0
蒸发器入口温度	°C	138.1	140.5	142.7	145.0	147.2	149.4	151.5	153.6
蒸发器入口露点	°C	1.25	1.34	1.44	1.55	1.65	1.76	1.87	1.99
蒸发器排气温度	°C	20.0	21.1	22.1	23.2	24.2	25.3	26.3	27.3
蒸发器平均温度	°C	-35.2	-36.1	-37.1	-38.0	-39.0	-40.0	-40.9	-41.8
蒸发器滑移 (出-入)	°C	-24.6	-24.0	-23.4	-22.8	-22.4	-21.9	-21.6	-21.3
压缩机吸入压力	°C	-19.6	-19.0	-18.4	-17.8	-17.4	-16.9	-16.6	-16.3
压缩机排出压力	°C	-29.9	-30.0	-30.2	-30.4	-30.7	-30.9	-31.2	-31.5
吸入管线的压降	K	10.6	12.2	13.7	15.2	16.6	18.0	19.3	20.5
相对于参比的压降	巴	1.22	1.32	1.42	1.52	1.63	1.74	1.86	1.97
冷凝器露点	Pa/m	20.0	21.1	22.1	23.2	24.2	25.3	26.3	27.3
冷凝器泡点	°C	167	153	141	131	122	113	106	100
冷凝器排液温度	°C	57.2%	52.5%	48.4%	44.8%	41.6%	38.8%	36.3%	34.1%
冷凝器平均温度	°C	60.3	60.3	60.3	60.2	60.0	59.7	59.3	58.9
冷凝器滑移 (入-出)	°C	30.2	29.1	28.1	27.3	26.6	26.0	25.5	25.1
	°C	29.2	28.1	27.1	26.3	25.6	25.0	24.5	24.1
	K	45.2	44.7	44.2	43.8	43.3	42.9	42.4	42.0
		30.1	31.3	32.2	32.9	33.3	33.6	33.8	33.8

[0191]

表21: 选定的包含0-14% R-744和20% R-1243zf/R-1243zf/R-1243ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1243ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		0/20/80	2/20/78	4/20/76	6/20/74	8/20/72	10/20/70	12/20/68	14/20/66
1234ze(E)									
COP (加热)		2.00	2.05	2.10	2.13	2.16	2.18	2.20	2.21
相对于参比的COP		94.7%	97.4%	99.5%	101.1%	102.3%	103.3%	104.1%	104.8%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	665	744	826	912	1000	1092	1187	1284
相对于参比的容量		75.7%	84.7%	94.0%	103.7%	113.8%	124.3%	135.0%	146.1%
临界温度	°C	108.68	104.89	101.32	97.95	94.77	91.75	88.89	86.18
临界压力	巴	36.79	37.47	38.15	38.83	39.51	40.20	40.89	41.58
冷凝器焓变	kJ/kg	213.7	226.3	237.1	246.5	254.8	262.1	268.8	274.9
压力比		17.67	17.83	17.85	17.74	17.52	17.24	16.90	16.54
制冷剂质量流量	kg/小时	33.7	31.8	30.4	29.2	28.3	27.5	26.8	26.2
压缩机排出温度	°C	113.0	117.0	120.7	124.1	127.2	130.1	132.8	135.4
蒸发器入口压力	巴	0.70	0.75	0.80	0.86	0.93	1.01	1.09	1.17
冷凝器入口压力	巴	11.1	12.2	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9
蒸发器入口温度	°C	-29.1	-29.7	-30.4	-31.1	-31.8	-32.5	-33.4	-34.2
蒸发器露点	°C	-30.0	-29.5	-28.9	-28.2	-27.5	-26.8	-26.1	-25.3
蒸发器排气温度	°C	-25.0	-24.5	-23.9	-23.2	-22.5	-21.8	-21.1	-20.3
蒸发器平均温度	°C	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	-0.9	0.2	1.5	2.8	4.3	5.8	7.3	8.9
压缩机吸入压力	巴	0.63	0.69	0.75	0.82	0.89	0.97	1.05	1.14
压缩机排出压力	巴	11.1	12.2	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9
吸入管线压降	Pa/m	422	361	314	277	246	221	199	181
相对于参比的压降		144.5%	123.7%	107.6%	94.8%	84.3%	75.6%	68.2%	62.0%
冷凝器露点	°C	53.0	54.7	56.1	57.2	58.1	58.9	59.4	59.8
冷凝器露点	°C	52.8	47.6	43.5	40.1	37.4	35.2	33.3	31.8
冷凝器排液温度	°C	51.8	46.6	42.5	39.1	36.4	34.2	32.3	30.8
冷凝器平均温度	°C	52.9	51.1	49.8	48.7	47.8	47.0	46.4	45.8
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.3	7.1	12.6	17.1	20.8	23.7	26.1	28.0

[0192]

表22: 选定的包含16-30% R-744和20% R-1243zf的R-744/R-1243zf/R-1234ze(E)共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		16/20/64	18/20/62	20/20/60	22/20/58	24/20/56	26/20/54	28/20/52	30/20/50
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.24	2.25	2.25	2.25
相对于参比的COP		105.3%	105.7%	106.0%	106.3%	106.5%	106.6%	106.6%	106.7%
吸入处的容积热容量		1384	1486	1591	1697	1804	1913	2023	2134
相对于参比的容量		157.5%	169.2%	181.0%	193.1%	205.3%	217.7%	230.2%	242.8%
临界温度		83.60	81.14	78.80	76.56	74.43	72.39	70.44	68.57
临界压力		42.28	42.97	43.67	44.37	45.07	45.77	46.47	47.17
冷凝器焓变		280.5	285.8	290.8	295.6	300.2	304.6	308.9	313.0
压力比		16.16	15.78	15.40	15.03	14.67	14.33	14.00	13.68
制冷剂质量流量		25.7	25.2	24.8	24.4	24.0	23.6	23.3	23.0
压缩机排出温度		137.8	140.2	142.5	144.7	146.9	149.0	151.1	153.2
蒸发器入口压力		1.26	1.36	1.46	1.56	1.67	1.78	1.89	2.01
蒸发器入口压力		20.0	21.0	22.1	23.1	24.2	25.2	26.2	27.2
蒸发器入口温度		-35.1	-36.0	-36.9	-37.8	-38.8	-39.7	-40.6	-41.5
蒸发器露点		-24.7	-24.1	-23.5	-22.9	-22.5	-22.1	-21.7	-21.4
蒸发器排气温度		-19.7	-19.1	-18.5	-17.9	-17.5	-17.1	-16.7	-16.4
蒸发器平均温度		-29.9	-30.0	-30.2	-30.4	-30.6	-30.9	-31.1	-31.4
蒸发器滑移 (出-入)		10.4	11.9	13.4	14.9	16.3	17.6	18.9	20.1
压缩机吸入压力		1.24	1.33	1.44	1.54	1.65	1.76	1.87	1.99
压缩机排出压力		20.0	21.0	22.1	23.1	24.2	25.2	26.2	27.2
吸入管线压降		165	152	140	130	121	113	105	99
相对于参比的压降		56.6%	52.0%	48.0%	44.4%	41.3%	38.5%	36.1%	33.8%
冷凝器露点		60.0	60.1	60.1	60.0	59.8	59.5	59.1	58.7
冷凝器露点		30.5	29.4	28.4	27.6	26.9	26.3	25.8	25.3
冷凝器排液温度		29.5	28.4	27.4	26.6	25.9	25.3	24.8	24.3
冷凝器平均温度		45.2	44.7	44.3	43.8	43.3	42.9	42.5	42.0
冷凝器滑移 (入-出)		29.5	30.7	31.6	32.3	32.8	33.2	33.3	33.4

[0193]

表23: 选定的包含0-14% R-744和25% R-1243zf/R-1243zf/R-1243ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1243ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		0/25/75	2/25/73	4/25/71	6/25/69	8/25/67	10/25/65	12/25/63	14/25/61
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.00	2.05	2.10	2.13	2.16	2.18	2.19	2.21
相对于参比的COP		94.8%	97.4%	99.5%	101.0%	102.3%	103.3%	104.1%	104.7%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	677	756	837	922	1011	1102	1197	1294
相对于参比的容量		77.0%	86.0%	95.3%	105.0%	115.0%	125.4%	136.2%	147.3%
临界温度	°C	108.39	104.64	101.11	97.77	94.62	91.63	88.80	86.10
临界压力	巴	36.81	37.46	38.12	38.78	39.45	40.12	40.80	41.47
冷凝器焓变	kJ/kg	214.6	227.0	237.7	247.1	255.3	262.7	269.4	275.5
压力比		17.44	17.58	17.59	17.48	17.27	16.99	16.67	16.32
制冷剂质量流量	kg/小时	33.5	31.7	30.3	29.1	28.2	27.4	26.7	26.1
压缩机排出温度	°C	113.0	117.0	120.6	124.0	127.1	129.9	132.6	135.2
蒸发器入口压力	巴	0.71	0.76	0.81	0.88	0.95	1.02	1.10	1.19
冷凝器入口压力	巴	11.2	12.3	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9
蒸发器入口温度	°C	-29.1	-29.7	-30.4	-31.0	-31.7	-32.5	-33.3	-34.1
蒸发器露点	°C	-30.0	-29.5	-28.9	-28.2	-27.5	-26.8	-26.1	-25.4
蒸发器排气温度	°C	-25.0	-24.5	-23.9	-23.2	-22.5	-21.8	-21.1	-20.4
蒸发器平均温度	°C	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	-0.9	0.2	1.5	2.8	4.2	5.7	7.2	8.7
压缩机吸入压力	巴	0.64	0.70	0.76	0.83	0.90	0.98	1.07	1.16
压缩机排出压力	巴	11.2	12.3	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9
吸入管线压降	Pa/m	413	355	310	273	243	218	197	179
相对于参比的压降		141.5%	121.6%	106.0%	93.5%	83.3%	74.7%	67.5%	61.4%
冷凝器露点	°C	53.0	54.6	55.9	57.0	57.9	58.6	59.2	59.5
冷凝器露点	°C	52.7	47.7	43.6	40.4	37.7	35.5	33.6	32.1
冷凝器排液温度	°C	51.7	46.7	42.6	39.4	36.7	34.5	32.6	31.1
冷凝器平均温度	°C	52.9	51.1	49.8	48.7	47.8	47.0	46.4	45.8
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.3	6.9	12.3	16.7	20.3	23.2	25.5	27.4

[0194]

表24: 选定的包含16-30% R-744和25% R-1243zf/R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/25/59	18/25/57	20/25/55	22/25/53	24/25/51	26/25/49	28/25/47	30/25/45
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.25	2.25	2.25	2.25
相对于参比的COP		105.3%	105.7%	106.1%	106.3%	106.5%	106.6%	106.7%	106.8%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1394	1496	1601	1707	1814	1923	2033	2145
相对于参比的容量		158.6%	170.3%	182.2%	194.2%	206.5%	218.9%	231.4%	244.1%
临界温度	°C	83.54	81.11	78.78	76.56	74.44	72.41	70.47	68.61
临界压力	巴	42.15	42.83	43.52	44.20	44.89	45.58	46.27	46.96
冷凝器焓变	kJ/kg	281.2	286.5	291.5	296.3	300.9	305.3	309.6	313.7
压力比		15.95	15.58	15.21	14.84	14.50	14.16	13.84	13.53
制冷剂质量流量	kg/小时	25.6	25.1	24.7	24.3	23.9	23.6	23.3	22.9
压缩机排出温度	°C	137.6	140.0	142.2	144.4	146.6	148.7	150.8	152.8
蒸发器入口压力	巴	1.28	1.37	1.47	1.58	1.68	1.80	1.91	2.02
蒸发器入口压力	巴	19.9	21.0	22.1	23.1	24.1	25.1	26.2	27.2
蒸发器入口温度	°C	-35.0	-35.9	-36.7	-37.7	-38.6	-39.4	-40.3	-41.1
蒸发器露点	°C	-24.8	-24.2	-23.6	-23.1	-22.6	-22.2	-21.8	-21.5
蒸发器排气温度	°C	-19.8	-19.2	-18.6	-18.1	-17.6	-17.2	-16.8	-16.5
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-30.0	-30.2	-30.4	-30.6	-30.8	-31.1	-31.3
蒸发器滑移 (出-入)	K	10.2	11.7	13.2	14.6	16.0	17.3	18.5	19.7
压缩机吸入压力	巴	1.25	1.35	1.45	1.56	1.66	1.78	1.89	2.01
压缩机排出压力	巴	19.9	21.0	22.1	23.1	24.1	25.1	26.2	27.2
吸入管线压降	Pa/m	164	151	139	129	120	112	105	98
相对于参比的压降		56.1%	51.6%	47.6%	44.1%	41.0%	38.3%	35.8%	33.6%
冷凝器露点	°C	59.8	59.9	59.9	59.8	59.6	59.3	59.0	58.6
冷凝器露点	°C	30.8	29.7	28.7	27.9	27.2	26.6	26.0	25.6
冷凝器排气温度	°C	29.8	28.7	27.7	26.9	26.2	25.6	25.0	24.6
冷凝器平均温度	°C	45.3	44.8	44.3	43.8	43.4	42.9	42.5	42.1
冷凝器滑移 (入-出)	K	29.0	30.2	31.1	31.9	32.4	32.7	32.9	33.0

[0195]

表25: 选定的包含0-14% R-744和30% R-1243zf/R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		0/30/70	2/30/68	4/30/66	6/30/64	8/30/62	10/30/60	12/30/58	14/30/56
1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.00	2.06	2.10	2.13	2.16	2.18	2.19	2.21
相对于参比的COP		94.9%	97.5%	99.5%	101.0%	102.3%	103.3%	104.1%	104.7%
吸入处的容积热容量		688	766	848	932	1020	1112	1206	1303
相对于参比的容量		78.3%	87.2%	96.5%	106.1%	116.1%	126.6%	137.3%	148.3%
临界温度		108.11	104.40	100.90	97.60	94.48	91.51	88.70	86.03
临界压力		36.81	37.44	38.08	38.73	39.38	40.03	40.69	41.35
冷凝器焓变		215.6	227.8	238.5	247.8	256.0	263.3	270.0	276.2
压力比		17.21	17.35	17.35	17.24	17.03	16.76	16.45	16.11
制冷剂质量流量		33.4	31.6	30.2	29.1	28.1	27.3	26.7	26.1
压缩机排出温度		113.1	117.0	120.6	123.9	127.0	129.8	132.5	135.0
蒸发器入口压力		0.73	0.77	0.83	0.89	0.96	1.03	1.12	1.20
冷凝器入口压力		11.3	12.4	13.5	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9
蒸发器入口温度		-29.1	-29.7	-30.4	-31.0	-31.7	-32.4	-33.2	-34.0
蒸发器露点		-30.0	-29.5	-28.9	-28.3	-27.6	-26.9	-26.2	-25.5
蒸发器排气温度		-25.0	-24.5	-23.9	-23.3	-22.6	-21.9	-21.2	-20.5
蒸发器平均温度		-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)		-0.8	0.2	1.5	2.8	4.1	5.6	7.0	8.5
压缩机吸入压力		0.66	0.71	0.78	0.84	0.92	1.00	1.08	1.17
压缩机排出压力		11.3	12.4	13.5	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9
吸入管压降		405	349	305	270	240	216	195	178
相对于参比的压降		138.8%	119.6%	104.5%	92.3%	82.3%	73.9%	66.9%	60.9%
冷凝器露点		53.0	54.5	55.8	56.8	57.7	58.4	58.9	59.3
冷凝器泡点		52.7	47.8	43.8	40.6	37.9	35.7	33.9	32.4
冷凝器排液温度		51.7	46.8	42.8	39.6	36.9	34.7	32.9	31.4
冷凝器平均温度		52.8	51.1	49.8	48.7	47.8	47.1	46.4	45.8
冷凝器滑移 (入-出)		0.3	6.7	11.9	16.3	19.8	22.7	25.0	26.9

[0196]

表 26: 选定的包含 16-30% R-744 和 30% R-1243zf 的 R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/30/54	18/30/52	20/30/50	22/30/48	24/30/46	26/30/44	28/30/42	30/30/40
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.25	2.25	2.25	2.25
相对于参比的 COP		105.3%	105.7%	106.1%	106.4%	106.6%	106.7%	106.8%	106.8%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1403	1505	1610	1716	1823	1932	2043	2155
相对于参比的容量		159.7%	171.3%	183.2%	195.3%	207.5%	219.9%	232.5%	245.2%
临界温度	°C	83.49	81.07	78.76	76.56	74.45	72.44	70.51	68.66
临界压力	巴	42.02	42.69	43.36	44.03	44.71	45.38	46.06	46.74
冷凝器焓变	kJ/kg	281.9	287.2	292.2	297.0	301.6	306.1	310.4	314.5
压力比		15.75	15.39	15.03	14.68	14.33	14.00	13.69	13.38
制冷剂质量流量	kg/小时	25.5	25.1	24.6	24.2	23.9	23.5	23.2	22.9
压缩机排出温度	°C	137.4	139.7	142.0	144.2	146.3	148.4	150.5	152.5
蒸发器入口压力	巴	1.29	1.39	1.49	1.59	1.70	1.81	1.92	2.04
蒸发器出口压力	巴	19.9	21.0	22.0	23.0	24.1	25.1	26.1	27.1
蒸发器入口温度	°C	-34.9	-35.7	-36.6	-37.5	-38.3	-39.2	-40.0	-40.9
蒸发器露点	°C	-24.9	-24.3	-23.7	-23.2	-22.7	-22.3	-21.9	-21.6
蒸发器排气温度	°C	-19.9	-19.3	-18.7	-18.2	-17.7	-17.3	-16.9	-16.6
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-30.0	-30.1	-30.3	-30.5	-30.7	-31.0	-31.2
蒸发器滑移 (出-入)	K	10.0	11.5	12.9	14.3	15.6	16.9	18.1	19.3
压缩机吸入压力	巴	1.26	1.36	1.46	1.57	1.68	1.79	1.91	2.02
压缩机排出压力	巴	19.9	21.0	22.0	23.0	24.1	25.1	26.1	27.1
吸入管线压降	Pa/m	163	149	138	128	119	111	104	98
相对于参比的压降		55.7%	51.2%	47.2%	43.8%	40.7%	38.0%	35.6%	33.4%
冷凝器露点	°C	59.5	59.6	59.6	59.6	59.4	59.1	58.8	58.4
冷凝器泡点	°C	31.1	29.9	29.0	28.2	27.4	26.8	26.3	25.8
冷凝器排气温度	°C	30.1	28.9	28.0	27.2	26.4	25.8	25.3	24.8
冷凝器平均温度	°C	45.3	44.8	44.3	43.9	43.4	43.0	42.5	42.1
冷凝器滑移 (入-出)	K	28.5	29.7	30.7	31.4	31.9	32.3	32.6	32.7

[0197]

表27: 选定的包含0-14% R-744和35% R-1243zf的R-744/R-1243zf/R-1234ze(E)共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-		0/35/65	2/35/63	4/35/61	6/35/59	8/35/57	10/35/55	12/35/53	14/35/51
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.00	2.06	2.10	2.13	2.16	2.18	2.19	2.21
相对于参比的COP		94.9%	97.5%	99.5%	101.0%	102.2%	103.2%	104.1%	104.7%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	699	777	858	942	1030	1121	1215	1312
相对于参比的容量		79.5%	88.4%	97.6%	107.2%	117.2%	127.6%	138.3%	149.3%
临界温度	°C	107.83	104.16	100.70	97.43	94.33	91.40	88.61	85.96
临界压力	巴	36.79	37.41	38.03	38.66	39.30	39.94	40.58	41.23
冷凝器焓变									
压力比		216.6	228.7	239.2	248.5	256.7	264.1	270.8	276.9
制冷剂质量流量	kg/小时	17.00	17.12	17.12	17.01	16.81	16.55	16.24	15.91
压缩机排出温度	°C	33.2	31.5	30.1	29.0	28.0	27.3	26.6	26.0
蒸发器入口压力	°C	113.2	117.0	120.5	123.8	126.9	129.7	132.3	134.9
蒸发器入口压力	巴	0.74	0.78	0.84	0.90	0.97	1.05	1.13	1.21
蒸发器入口温度	°C	11.4	12.4	13.5	14.6	15.6	16.7	17.8	18.8
蒸发器露点	°C	-29.2	-29.7	-30.4	-31.0	-31.7	-32.4	-33.2	-33.9
蒸发器排气温度	°C	-30.0	-29.5	-28.9	-28.3	-27.6	-26.9	-26.2	-25.6
蒸发器平均温度	°C	-25.0	-24.5	-23.9	-23.3	-22.6	-21.9	-21.2	-20.6
蒸发器滑移 (出-入)	°C	-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.7	-29.8
压缩机吸入压力	K	-0.8	0.3	1.4	2.7	4.1	5.5	6.9	8.4
压缩机排出压力	巴	0.67	0.73	0.79	0.86	0.93	1.01	1.09	1.18
吸入管线压降	巴	11.4	12.4	13.5	14.6	15.6	16.7	17.8	18.8
相对于参比的压降	Pal/m	398	344	301	266	238	214	194	176
冷凝器露点		136.2%	117.6%	103.0%	91.1%	81.4%	73.2%	66.3%	60.3%
冷凝器露点	°C	52.9	54.4	55.6	56.7	57.5	58.2	58.7	59.1
冷凝器排液温度	°C	52.7	47.9	44.0	40.8	38.2	36.0	34.2	32.6
冷凝器平均温度	°C	51.7	46.9	43.0	39.8	37.2	35.0	33.2	31.6
冷凝器滑移 (入-出)	K	52.8	51.1	49.8	48.7	47.8	47.1	46.4	45.9
		0.3	6.5	11.6	15.9	19.4	22.2	24.6	26.5

[0198]

表28: 选定的包含16-30% R-744和35% R-1243zf/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/35/49	18/35/47	20/35/45	22/35/43	24/35/41	26/35/39	28/35/37	30/35/35
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.25	2.25	2.25	2.25
相对于参比的COP		105.3%	105.7%	106.1%	106.4%	106.6%	106.8%	106.9%	106.9%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1412	1514	1618	1724	1832	1941	2051	2163
相对于参比的容量		160.7%	172.3%	184.1%	196.2%	208.4%	220.9%	233.5%	246.2%
临界温度	°C	83.44	81.04	78.75	76.56	74.47	72.46	70.55	68.71
临界压力	巴	41.88	42.53	43.19	43.85	44.51	45.18	45.85	46.52
冷凝器焓变		282.6	288.0	293.0	297.9	302.5	306.9	311.2	315.4
压力比		15.56	15.21	14.86	14.52	14.18	13.86	13.55	13.25
制冷剂质量流量	kg/小时	25.5	25.0	24.6	24.2	23.8	23.5	23.1	22.8
压缩机排出温度	°C	137.3	139.6	141.8	143.9	146.1	148.1	150.2	152.2
蒸发器入口压力	巴	1.31	1.40	1.50	1.60	1.71	1.82	1.94	2.05
蒸发器入口压力	巴	19.9	20.9	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0
蒸发器入口温度	°C	-34.8	-35.6	-36.4	-37.3	-38.1	-39.0	-39.8	-40.6
蒸发器露点	°C	-24.9	-24.3	-23.8	-23.3	-22.8	-22.4	-22.0	-21.7
蒸发器排气温度	°C	-19.9	-19.3	-18.8	-18.3	-17.8	-17.4	-17.0	-16.7
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-30.0	-30.1	-30.3	-30.5	-30.7	-30.9	-31.2
蒸发器滑移 (出-入)	K	9.8	11.2	12.6	14.0	15.3	16.6	17.8	18.9
压缩机吸入压力	巴	1.28	1.38	1.48	1.58	1.69	1.80	1.92	2.04
压缩机排出压力	巴	19.9	20.9	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0
吸入管线压降	Pa/m	161	148	137	127	118	110	103	97
相对于参比的压降		55.2%	50.8%	46.9%	43.5%	40.5%	37.8%	35.4%	33.2%
冷凝器露点	°C	59.3	59.4	59.5	59.4	59.2	59.0	58.7	58.3
冷凝器露点	°C	31.3	30.2	29.2	28.4	27.7	27.0	26.5	26.0
冷凝器排液温度	°C	30.3	29.2	28.2	27.4	26.7	26.0	25.5	25.0
冷凝器平均温度	°C	45.3	44.8	44.3	43.9	43.4	43.0	42.6	42.2
冷凝器滑移 (入-出)	K	28.0	29.3	30.2	31.0	31.6	32.0	32.2	32.3

[0199]

表29: 选定的包含0-14% R-744和40% R-1243zf/R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计		0/40/60	2/40/58	4/40/56	6/40/54	8/40/52	10/40/50	12/40/48	14/40/46
COP (加热)		2.00	2.06	2.10	2.13	2.16	2.18	2.19	2.21
相对于参比的COP		95.0%	97.5%	99.5%	101.0%	102.2%	103.2%	104.0%	104.7%
吸入处的容积热容量		709	787	867	951	1039	1130	1223	1320
相对于参比的容量		80.7%	89.5%	98.7%	108.3%	118.2%	128.6%	139.2%	150.2%
临界温度		107.55	103.92	100.50	97.26	94.19	91.28	88.52	85.89
临界压力		36.76	37.36	37.97	38.58	39.20	39.83	40.46	41.09
冷凝器焓变		217.7	229.6	240.1	249.3	257.5	264.8	271.6	277.7
压力比		16.80	16.91	16.91	16.80	16.61	16.35	16.05	15.73
制冷剂质量流量		33.1	31.4	30.0	28.9	28.0	27.2	26.5	25.9
压缩机排出温度		113.3	117.0	120.5	123.8	126.8	129.6	132.2	134.7
蒸发器入口压力		0.75	0.80	0.85	0.91	0.98	1.06	1.14	1.23
冷凝器入口压力		11.5	12.5	13.5	14.6	15.7	16.7	17.8	18.8
蒸发器入口温度		-29.2	-29.8	-30.4	-31.0	-31.7	-32.3	-33.1	-33.9
冷凝器入口温度		-29.9	-29.5	-28.9	-28.3	-27.7	-27.0	-26.3	-25.7
蒸发器露点		-24.9	-24.5	-23.9	-23.3	-22.7	-22.0	-21.3	-20.7
蒸发器排气温度		-29.6	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器平均温度		-0.8	0.3	1.4	2.7	4.0	5.4	6.8	8.2
蒸发器滑移 (出-入)		0.68	0.74	0.80	0.87	0.94	1.02	1.11	1.20
压缩机吸入压力		11.5	12.5	13.5	14.6	15.7	16.7	17.8	18.8
压缩机排出压力		391	338	297	263	235	212	192	175
吸入管压力降		133.8%	115.8%	101.6%	90.0%	80.5%	72.5%	65.7%	59.8%
相对于参比的压降		52.9	54.3	55.5	56.5	57.4	58.0	58.5	58.9
冷凝器露点		52.6	48.0	44.1	41.0	38.4	36.2	34.4	32.9
冷凝器泡点		51.6	47.0	43.1	40.0	37.4	35.2	33.4	31.9
冷凝器排液温度		52.8	51.1	49.8	48.8	47.9	47.1	46.5	45.9
冷凝器平均温度		0.3	6.3	11.4	15.5	19.0	21.8	24.1	26.0
冷凝器滑移 (入-出)									

[0200]

表 30: 选定的包含 16-30% R-744 和 40% R-1243zf 的 R-1243zf/R-744/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/40/44	18/40/42	20/40/40	22/40/38	24/40/36	26/40/34	28/40/32	30/40/30
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.24	2.25	2.25	2.26	2.26
相对于参比的 COP		105.3%	105.8%	106.1%	106.4%	106.7%	106.8%	107.0%	107.0%
吸入处的容积热容量		1420	1521	1625	1731	1839	1948	2059	2171
相对于参比的容量		161.6%	173.1%	185.0%	197.0%	209.3%	221.7%	234.3%	247.0%
临界温度		83.39	81.01	78.73	76.56	74.48	72.49	70.58	68.75
临界压力		41.73	42.37	43.02	43.67	44.32	44.97	45.63	46.29
冷凝器焓变		283.5	288.8	293.9	298.8	303.4	307.9	312.2	316.4
压力比		15.39	15.05	14.71	14.37	14.04	13.73	13.42	13.13
制冷剂质量流量		25.4	24.9	24.5	24.1	23.7	23.4	23.1	22.8
压缩机排出温度		137.1	139.4	141.6	143.8	145.9	147.9	149.9	151.9
蒸发器入口压力		1.32	1.41	1.51	1.62	1.72	1.84	1.95	2.07
蒸发器出口压力		19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9
蒸发器入口温度		-34.7	-35.5	-36.3	-37.1	-38.0	-38.8	-39.6	-40.4
蒸发器露点		-25.0	-24.4	-23.9	-23.4	-22.9	-22.5	-22.1	-21.8
蒸发器排气温度		-20.0	-19.4	-18.9	-18.4	-17.9	-17.5	-17.1	-16.8
蒸发器平均温度		-29.8	-30.0	-30.1	-30.3	-30.4	-30.6	-30.9	-31.1
蒸发器滑移 (出-入)		9.6	11.0	12.4	13.7	15.0	16.3	17.4	18.5
压缩机吸入压力		1.29	1.39	1.49	1.60	1.70	1.82	1.93	2.05
压缩机排出压力		19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9
吸入管线压降		160	147	136	126	117	110	103	96
相对于参比的压降		54.8%	50.4%	46.6%	43.2%	40.2%	37.5%	35.1%	33.0%
冷凝器露点		59.1	59.3	59.3	59.2	59.1	58.9	58.6	58.2
冷凝器泡点		31.5	30.4	29.5	28.6	27.9	27.2	26.7	26.2
冷凝器排液温度		30.5	29.4	28.5	27.6	26.9	26.2	25.7	25.2
冷凝器平均温度		45.3	44.8	44.4	43.9	43.5	43.0	42.6	42.2
冷凝器滑移 (入-出)		27.6	28.8	29.8	30.6	31.2	31.6	31.9	32.0

[0201]

表31: 选定的包含0-14% R-744和45% R-1243zf/R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶		0/45/55	2/45/53	4/45/51	6/45/49	8/45/47	10/45/45	12/45/43	14/45/41
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.01	2.06	2.10	2.13	2.15	2.18	2.19	2.21
相对于参比的COP		95.1%	97.5%	99.5%	101.0%	102.2%	103.2%	104.0%	104.7%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	719	796	876	960	1047	1138	1231	1328
相对于参比的容量		81.8%	90.6%	99.7%	109.3%	119.2%	129.5%	140.1%	151.1%
临界温度	°C	107.28	103.69	100.30	97.09	94.06	91.17	88.43	85.83
临界压力	巴	36.72	37.31	37.90	38.49	39.10	39.71	40.33	40.95
冷凝器焓变									
压力比		218.8	230.6	241.0	250.1	258.3	265.7	272.4	278.6
制冷剂质量流量	kg/小时	16.61	16.71	16.71	16.60	16.41	16.16	15.87	15.56
压缩机排出温度	°C	32.9	31.2	29.9	28.8	27.9	27.1	26.4	25.8
蒸发器入口压力	°C	113.4	117.1	120.6	123.8	126.8	129.5	132.1	134.6
蒸发器入口温度	°C	0.76	0.81	0.86	0.93	0.99	1.07	1.15	1.24
蒸发器入口露点	°C	11.5	12.5	13.6	14.6	15.7	16.7	17.7	18.8
蒸发器排气温度	°C	-29.2	-29.8	-30.3	-31.0	-31.6	-32.3	-33.0	-33.8
蒸发器平均温度	°C	-29.9	-29.5	-29.0	-28.3	-27.7	-27.0	-26.4	-25.7
蒸发器滑移 (出-入)	°C	-24.9	-24.5	-24.0	-23.3	-22.7	-22.0	-21.4	-20.7
压缩机吸入压力	K	-29.6	-29.6	-29.6	-29.7	-29.7	-29.7	-29.7	-29.8
压缩机排出压力	°C	-0.8	0.3	1.4	2.6	3.9	5.3	6.6	8.0
吸入管压降	°C	0.69	0.75	0.81	0.88	0.95	1.03	1.12	1.21
相对于参比的压降	°C	11.5	12.5	13.6	14.6	15.7	16.7	17.7	18.8
冷凝器露点	Pa/m	384	333	293	260	233	210	190	173
冷凝器泡点	°C	131.4%	114.1%	100.3%	89.0%	79.6%	71.8%	65.1%	59.4%
冷凝器排液温度	°C	52.8	54.2	55.4	56.4	57.2	57.8	58.3	58.7
冷凝器平均温度	°C	52.6	48.0	44.3	41.2	38.6	36.4	34.6	33.1
冷凝器滑移 (入-出)	°C	51.6	47.0	43.3	40.2	37.6	35.4	33.6	32.1
	K	52.7	51.1	49.8	48.8	47.9	47.1	46.5	45.9
		0.2	6.1	11.1	15.2	18.6	21.4	23.7	25.6

[0202]

表32: 选定的包含16-30% R-744和45% R-1243zf/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1243zf/R-1234ze (E) 组成%, 按重量计 ▶		16/45/39	18/45/37	20/45/35	22/45/33	24/45/31	26/45/29	28/45/27	30/45/25
1234ze(E) 组成%, 按重量计 ▶									
COP (加热)		2.22	2.23	2.24	2.25	2.25	2.25	2.26	2.26
相对于参比的COP		105.3%	105.8%	106.2%	106.5%	106.7%	106.9%	107.0%	107.1%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	1427	1528	1632	1738	1845	1954	2065	2177
相对于参比的容量		162.4%	173.9%	185.7%	197.8%	210.0%	222.4%	235.0%	247.7%
临界温度	°C	83.34	80.98	78.72	76.56	74.49	72.51	70.62	68.80
临界压力	巴	41.58	42.21	42.84	43.48	44.12	44.76	45.41	46.05
冷凝器焓变	kJ/kg	284.4	289.8	294.9	299.8	304.4	308.9	313.3	317.5
压力比		15.23	14.90	14.56	14.23	13.91	13.60	13.30	13.01
制冷剂质量流量	kg/小时	25.3	24.8	24.4	24.0	23.7	23.3	23.0	22.7
压缩机排出温度	°C	137.0	139.3	141.5	143.6	145.7	147.7	149.7	151.7
蒸发器入口压力	巴	1.33	1.42	1.52	1.63	1.73	1.85	1.96	2.08
蒸发器出口压力	巴	19.8	20.8	21.9	22.9	23.9	24.9	25.8	26.8
蒸发器入口温度	°C	-34.6	-35.4	-36.2	-37.0	-37.8	-38.6	-39.4	-40.1
蒸发器露点	°C	-25.1	-24.5	-24.0	-23.5	-23.0	-22.6	-22.2	-21.9
蒸发器排气温度	°C	-20.1	-19.5	-19.0	-18.5	-18.0	-17.6	-17.2	-16.9
蒸发器平均温度	°C	-29.8	-29.9	-30.1	-30.2	-30.4	-30.6	-30.8	-31.0
蒸发器滑移 (出-入)	K	9.4	10.8	12.2	13.5	14.8	16.0	17.1	18.2
压缩机吸入压力	巴	1.30	1.40	1.50	1.61	1.71	1.83	1.94	2.06
压缩机排出压力	巴	19.8	20.8	21.9	22.9	23.9	24.9	25.8	26.8
吸入管线压降	Pa/m	159	146	135	125	117	109	102	96
相对于参比的压降		54.4%	50.1%	46.3%	42.9%	40.0%	37.3%	35.0%	32.8%
冷凝器露点	°C	59.0	59.1	59.1	59.1	58.9	58.7	58.5	58.2
冷凝器泡点	°C	31.8	30.6	29.7	28.8	28.1	27.4	26.9	26.4
冷凝器排液温度	°C	30.8	29.6	28.7	27.8	27.1	26.4	25.9	25.4
冷凝器平均温度	°C	45.4	44.9	44.4	43.9	43.5	43.1	42.7	42.3
冷凝器滑移 (入-出)	K	27.2	28.5	29.5	30.3	30.9	31.3	31.6	31.8

[0203]

表33: 选定的包含0-14% R-744的R-744/R-1234ze (E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234ze(E) % by 组成%, 按重量计		0/100	2/98	4/96	6/94	8/92	10/90	12/88	14/86
COP (加热)		1.99	2.05	2.10	2.14	2.16	2.18	2.20	2.21
相对于参比的COP (加热)		94.4%	97.4%	99.6%	101.3%	102.5%	103.5%	104.3%	104.9%
吸入处的容积热容量	kJ/m ³	615	695	778	864	953	1046	1141	1239
相对于参比的容量		70.0%	79.1%	88.6%	98.3%	108.5%	119.0%	129.8%	141.0%
临界温度	°C	109.89	105.93	102.20	98.69	95.38	92.25	89.29	86.48
临界压力	巴	36.57	37.34	38.10	38.87	39.63	40.40	41.16	41.92
冷凝器焓变	kJ/kg	210.2	223.7	235.1	244.8	253.2	260.5	267.2	273.2
压力比		18.75	18.99	19.05	18.95	18.71	18.39	18.00	17.58
制冷剂质量流量	kg/小时	34.2	32.2	30.6	29.4	28.4	27.6	27.0	26.4
压缩机排出温度	°C	112.8	117.1	121.1	124.7	127.9	131.0	133.8	136.5
蒸发器入口压力	巴	0.65	0.69	0.74	0.80	0.87	0.95	1.03	1.11
冷凝器入口压力	巴	10.7	11.9	13.1	14.3	15.5	16.7	17.8	19.0
蒸发器入口温度	°C	-28.9	-29.6	-30.3	-31.1	-31.9	-32.7	-33.6	-34.5
蒸发器露点	°C	-30.3	-29.7	-29.0	-28.3	-27.5	-26.6	-25.8	-25.1
蒸发器排气温度	°C	-25.3	-24.7	-24.0	-23.3	-22.5	-21.6	-20.8	-20.1
蒸发器平均温度	°C	-29.6	-29.7	-29.7	-29.7	-29.7	-29.7	-29.7	-29.8
蒸发器滑移 (出-入)	K	-1.3	-0.1	1.3	2.8	4.4	6.0	7.7	9.4
压缩机吸入压力	巴	0.57	0.63	0.69	0.75	0.83	0.91	0.99	1.08
压缩机排出压力	巴	10.7	11.9	13.1	14.3	15.5	16.7	17.8	19.0
吸入管线压降	Pa/m	462	390	336	294	259	231	208	189
相对于参比的压降		158.3%	133.6%	115.0%	100.5%	88.8%	79.2%	71.3%	64.6%
冷凝器露点	°C	53.1	55.1	56.7	58.1	59.2	60.0	60.5	60.9
冷凝器露点	°C	53.0	47.1	42.6	38.9	36.1	33.8	31.9	30.4
冷凝器排液温度	°C	52.0	46.1	41.6	37.9	35.1	32.8	30.9	29.4
冷凝器平均温度	°C	53.1	51.1	49.7	48.5	47.6	46.9	46.2	45.7
冷凝器滑移 (入-出)	K	0.1	7.9	14.2	19.1	23.1	26.2	28.6	30.6

[0204]

表 34: 选定的包含 16-30% R-744 的 R-744/R-1234ze(E) 共混物的理论性能数据

CO ₂ /R-1234ze(E) % by 组成%, 按重量计		16/84	18/82	20/80	22/78	24/76	26/74	28/72	30/70
COP (加热) 相对于参比的 COP (加热) 吸入处的容积热容量 相对于参比的容量	kJ/m ³	2.22	2.23	2.23	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
		105.4%	105.7%	106.0%	106.2%	106.3%	106.3%	106.3%	106.2%
		1339	1441	1545	1650	1756	1862	1969	2076
临界温度 临界压力	°C 巴	152.4%	164.0%	175.8%	187.7%	199.8%	211.9%	224.1%	236.3%
		83.81	81.28	78.87	76.57	74.38	72.28	70.28	68.37
冷凝器焓变 压力比	kJ/kg	42.68	43.44	44.20	44.96	45.72	46.47	47.23	47.98
		278.7	283.9	288.9	293.6	298.1	302.5	306.8	311.0
制冷剂质量流量 压缩机排出温度	kg/小时	17.15	16.72	16.29	15.88	15.49	15.12	14.77	14.44
		25.8	25.4	24.9	24.5	24.2	23.8	23.5	23.1
蒸发器入口压力 冷凝器入口压力	°C	139.0	141.4	143.8	146.1	148.4	150.6	152.9	155.1
		1.20	1.29	1.39	1.49	1.60	1.70	1.81	1.92
蒸发器入口温度 蒸发器露点	°C	20.1	21.2	22.3	23.3	24.4	25.4	26.5	27.5
		-35.5	-36.5	-37.6	-38.7	-39.7	-40.8	-41.9	-42.9
蒸发器排气温度 蒸发器平均温度	°C	-24.4	-23.7	-23.1	-22.5	-22.0	-21.6	-21.2	-20.9
		-19.4	-18.7	-18.1	-17.5	-17.0	-16.6	-16.2	-15.9
蒸发器滑移 (出-入) 压缩机吸入压力	°C	-29.9	-30.1	-30.3	-30.6	-30.9	-31.2	-31.5	-31.9
		11.2	12.9	14.5	16.2	17.7	19.2	20.7	22.0
压缩机排出压力 吸入管压力	°C	1.17	1.27	1.37	1.47	1.57	1.68	1.79	1.90
		20.1	21.2	22.3	23.3	24.4	25.4	26.5	27.5
相对于参比的压降 冷凝器露点	Pa/m	172	157	145	134	125	116	109	102
		58.8%	53.9%	49.7%	45.9%	42.7%	39.8%	37.2%	35.0%
冷凝器露点 冷凝器泡点	°C	61.2	61.2	61.2	61.0	60.8	60.4	60.0	59.5
		29.1	28.0	27.1	26.3	25.7	25.1	24.6	24.1
冷凝器排气温度 冷凝器平均温度	°C	28.1	27.0	26.1	25.3	24.7	24.1	23.6	23.1
		45.1	44.6	44.1	43.7	43.2	42.7	42.3	41.8
冷凝器滑移 (入-出)	K	32.1	33.2	34.1	34.7	35.1	35.3	35.4	35.3

[0205] 简言之, 本发明提供了新型组合物, 其与现有制冷剂 (例如 R-134a 和建议制冷剂 R-1234yf) 相比, 表现出有利性能 (包括良好的制冷性能、低可燃性、低 GWP 和 / 或与润滑剂的混溶性) 的出乎意料的组合。

[0206] 本发明由以下权利要求进行限定。

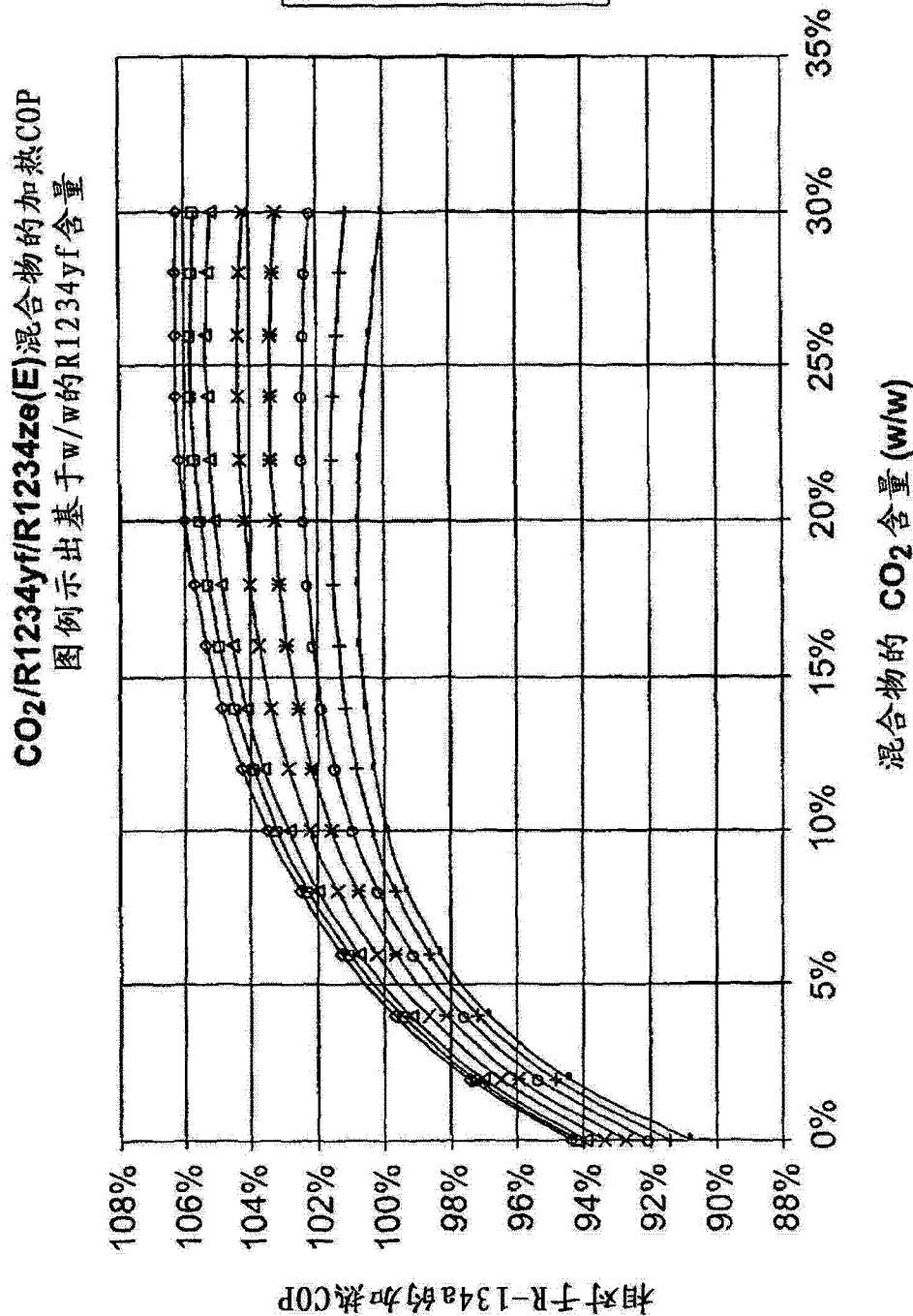


图 1

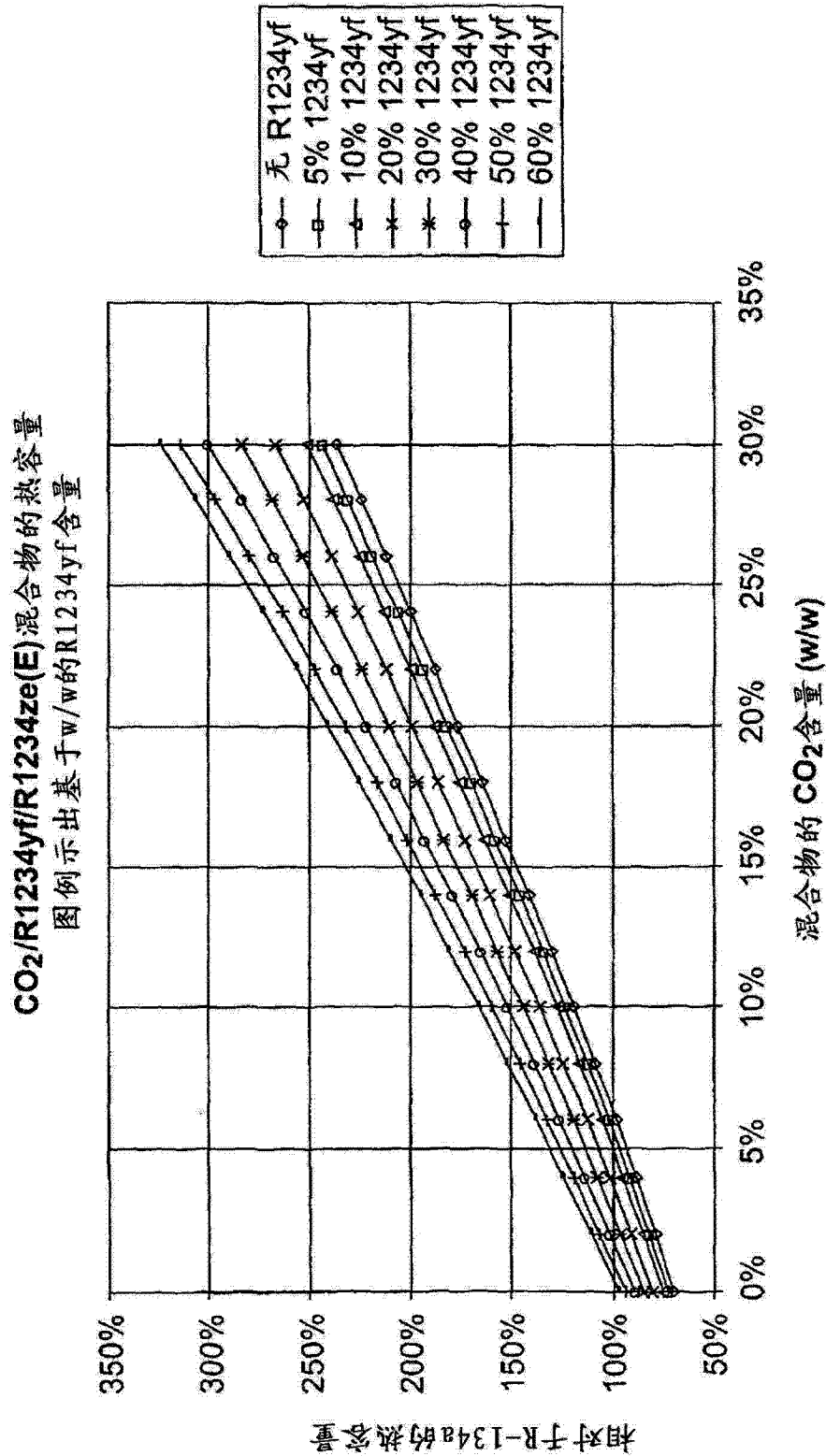


图 2