

目前,HCFC22 工质的空调机逐步被 HFC 工质的空调机取代。HCFC22 空调机中旧配管的再利用成为市场的重要需求,它可减少安装新工质空调机的成本和施工周期。通过重新设计电子膨胀阀,进行新的加速评价实验,寻找到一种获取旧连接管中杂质的新方法,解决了旧连接管中残留杂质的问题,并为家用和商用空调机旧配管的再利用提供了解决方案。

HFC 制冷剂空调机中的旧配管利用技术

1 序言

在日本,空调机的普及率已经达到饱和状态,更新空调的消费者比新购置空调的人还要多。更新空调往往是更换室内机和室外机,但室内、外机相连接的制冷剂铜配管由于使用寿命比较长,往往可以继续使用。如果将现有的铜配管废弃处理,重新进行施工,会增加很多成本,浪费工时。特别是当制冷剂配管埋在墙壁或顶棚时,为了更新配管,需要重新对墙壁和顶棚进行施工。因此用户非常希望在空调更新时充分利用原有的旧制冷剂配管。目前,在 HCFC22 空调更新时,广泛采用继续使用旧制冷剂配管的方法。

2 新工质及旧配管利用的课题

2.1 HFC 制冷剂的可靠性课题

HFC 制冷剂与 HCFC 不同,存在以下两条可靠性方面的技术性课题:

①由于不含氯原子,因此压缩机滑动部分不能形成具有自我润滑性的氯化铁膜,容易产生金属接触现象。金属接触后如果形成高温部分,就会使周围的冷冻机油以及作为不纯物混入制冷循环的加工油等产生劣化(老化),形成高粘度化的油成分,就是油泥。

②HFC 液态制冷剂,由于极性比 HCFC 高,不易溶解油成分,所以在冷凝器液化的制冷剂中油泥析出后,沉淀在毛细管和膨胀阀的狭窄制冷剂流道中。沉淀厚度变大,会堵塞制冷剂流道,从而不能对其流量进行控制,压缩机产生液击或异常过热运转。尤其使用毛细管时,由于已经附在内壁的油泥不易剥离,比膨胀阀容易堵塞,所以使用毛细管时,应引起注意。

生产过程和现场安装过程中,制冷剂回路中混入的水分、空气以及部分加工油都容易使冷冻机油产生老化。HFC 制冷剂空调机,由于存在上述容易堵塞的问题,因此必须遵守安装制冷剂的清洁、除湿和密封三原则。尤其,酯油系冷冻机油,混入的水分

易发生水解,容易生成油泥。此外,酯油系烷基苯系冷冻机油,混入的空气后易发生氧化和老化,生成油泥。人们需要对不纯物混入进行严格控制。

2.2 利用旧配管时的技术课题

图 1 是需要研究的可靠性课题。旧制冷剂配管中残留以下物质:

旧机中使用的旧冷冻机油,其中含有的各种不纯物:可溶解的 HCFC22 制冷剂;旧机器生产过程或现场安装过程中使用的各种工艺附属材料(切削油、清洗液、防锈油等);现场钎焊施工时产生的氧化铜皮膜。

以下物质是伴随旧机器长期使用发生的,如:冷冻机油和工艺附属材料的老化物质;压缩机的磨损粉末;由于压缩机烧损原因,更新时,烧损将产生制冷剂的分解物(氯、氟原子等)。

从旧机器拆下到新机器安装的施工期间,则:存在水分、空气等可能混入旧配管内的可能性。

无论清洗不清洗旧配管,这些残留物质都可能残留在旧配管中。因此,必须首先预测这些残留物质的种类和混入量对 HFC 空调可靠性的影响,并针对影响可靠性的主要原因,掌握

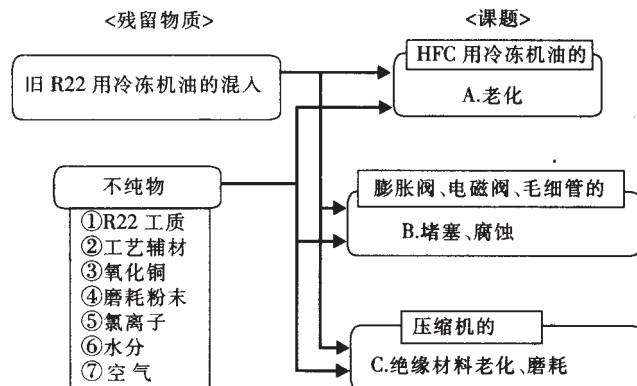


图 1 HFC 机器的旧配管利用时的课题

各种物质混入的允许范围,明确进行控制的技术手段。这些基本上属于利用旧配管最基本的技术课题。

另外,对新型压缩机、冷冻机油机功能部件还采用新的方法进行以增强对残留物质抵抗能力的技术开发。

虽然需要确认如旧配管厚度是否适合新机器的耐压情况?是否变形?隔热材料是否耐热,喇叭口是否适用新制冷剂?喇叭口是否重新加工等安装施工上的问题,有关详细情况可参照制冷空调工业会的安装手册^[1]。施工时,为了防止水分和空气的混入,还必须遵守安装顺序。

如果室内、室外机位置发生改变时,有时需要延长旧配管。这时应氮气置换,采用无焊剂方法进行钎焊。因为,钎焊用的焊剂,主要成分是氟化物、氯化物,化学反应强烈,容易使制冷循环部件发生故障,使用时应尽量避免。

3 旧配管利用的对策方法

旧配管中的残留物,对于新安装的 HFC 机器来说,都是不纯物质。根据通常判断,如果仍应用清洁、除湿和密封处理的 3 原则,就必须防止不纯物的混入。根据这样的判定标准,新配管施工需要避免使用旧配管,这是一种对策方法。在新工质空调开始销售时,采用这种对策方法比较多。

前面中也曾经作过介绍,市场对继续使用旧配管的要求非常强烈,为此,出现清洗旧配管中的旧冷冻机油及不纯物进行使用的第二种对策。相应有两种方法,一种是重新准备旧配管用的清洗装置用于清洗,另一种是不用清洗装置的方法。在一些厂家住宅用和商场用的空调机上,有此采用后面那种方法的。后者按以下顺序操作,即通过 HCFC22 抽气运转,回收制冷剂时,使制冷剂和旧配管中的冷冻机油一起进行回收。这种方法不用清洗机,通过 HCFC22 空调本身就可进行简单的清洗,抽气再运转。对于这类机种,与旧配管使用无关,是一种通常的作业,所以一般称为这种对策“不用清洗”,但是准确地说,不是不清洗,只是表示不用清洗机和特别的清洗作业。

还有另外一种不用清洗的方法,就是不回收旧配管中 HCFC22 用冷冻机油。大楼用一拖多空调,一般不进行抽气,所以当利用旧配管时,有时也采用这种方法。由于 HFC 机器中油泥主要生成在压缩机的滑动部分,有些大楼用一拖多空调采用下述方法进行清洗,即:把包括旧配管的制冷剂回路为二次制冷剂回路,用热泵进行运转,将二次制冷剂回路与包括压缩机在内的一次侧制冷剂回路进行分离。目前,在试运转时,现场配管可自动进行清洗的大楼用一拖多空调机型已经在日本市场上出现。

4 技术开发内容案例

4.1 评价各种残留物影响的技术

使用旧配管时,长期可靠性是非常关键的课题。通常,空调

机使用期间超过 10 年。家用或大楼用一拖多空调,也有很多使用超过 20 年的。在商场用方面,根据商场的改装情况,也有不到 10 年就更新的。为了评价并确保长期可靠,需要采用能够在短时间评价产品寿命的加速评价试验方法。产品开发周期一般在一年左右,往往用几个月的时间来评价几十年的长期可靠性,也有采用 1~2 年时间的市场运行试验来评价可靠性。但是为了产生故障而设置的苛刻压力工况,在市场发生的概率实际非常小,用这种试验结果确认 3σ 概率水平上不出现故障,几乎是不可能的。另外,冷冻机油的老化和膨胀阀堵塞等,不是初期故障,属于磨损故障,要长期使用后才能发生的故障。对于这种故障,花上十几年时间进行评价显然是不可能的。因此,需要一种在工厂用短时间就能确认长期可靠性的加速评价方法。对于目标机种,为了覆盖全部空调,需要明确满足多数机种的可普遍应用的变数(量),并制定可掌握其极限的加速评价方法。

先测试和统计实际混入旧配管内的各主要物质的混入量,按这些参数,调整这些物质向试验机的混入量,并进行了耐久性试验。为了缩短试验时间,采用了以下手段加速老化速度:先让旧机器冷冻机油老化然后混入,增加混入的不纯物量,使运转中的冷冻机油温度上升高于平常运转时的温度。对市场寿命 10 年的产品可靠性评价,只要用大约 3~4 个月的长期可靠性加速试验就可以做到。

图 2 是电子膨胀阀的简单结构图。图 2 中电子膨胀阀的螺栓部分,如果有油泥附着,为了运动滚针,最低必要的电机电作电压(最低动作电压)就会提高。根据这一结果,我们采用运动阀滚针的电机电作电压来规定油泥的附着量。对于电子膨胀阀,还进行了堵塞程度的比较。

图 3 是一例比较结果。运转前的初期值到耐久性试验后,驱动电压在增加。这是因为运转中包括油泥的制冷剂通过螺栓部分,在螺栓的表面沉淀附上油泥所致。油泥附着后,为了驱动螺栓,必要的驱动力矩将增加。通过该部分的制冷剂流量越多,油泥沉淀附着量就越增加。因此,为了减少油泥的附着量,应该减少通过螺栓部分的制冷剂流量。为此,我们采用增加旁通孔数来增加旁通螺栓部分流体的办法,观察油泥附着量的影响。通过这种改造,结果旧配管利用时,动作电压也能达到和新配管一样。但是这种改造电动阀的实际使用,是今后需要解决的课题。

试验时的残油量设定为标准值的 2.5 倍。这种动作电压的上升,认为不是旧机器冷冻机油的原因造成,而是其中含有的老化物质或微小磨耗粉末等引起的。

4.2 减少残留物混入量的技术

在商场用 HCFC22 空调器上,通过抽气法,成功减少了配管中残留的旧油量。图 4 是一例试验结果。商场用空调机,在不采用特别清洗继续利用旧配管时,需要采用抽气回收旧配管中的

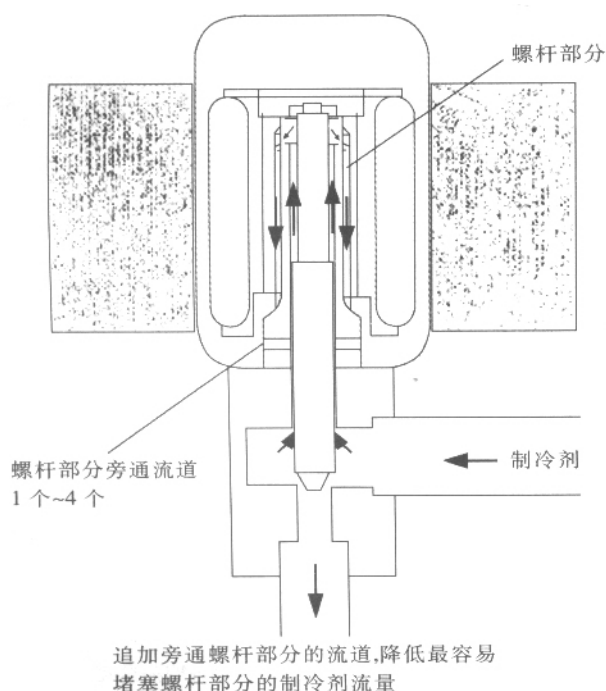


图2 电子膨胀阀(改造是增长率加旁通的流道数)

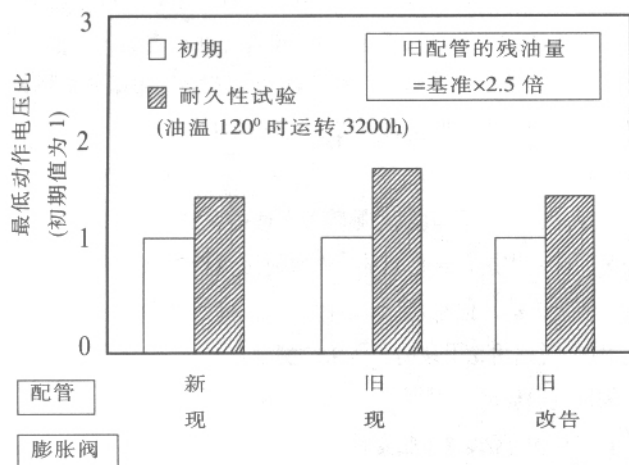


图3 电子膨胀阀的最低动作电压变化

残油。

如果不按正确的抽气顺序，残油量有时会很多。需要继续30分钟制冷运转，等到连接配管中的冷冻机油持有量稳定后，继续不让压缩机停止，并实施抽气运转。

4.3 提高对残留物耐力的技术

针对电子膨胀阀的堵塞，提高耐力，有以下一些技术：

① 改造图2所示的电子膨胀阀

② 根据加速评价试验结果预测电子膨胀阀的驱动力矩增加，然后将事先驱动力对应其增量进行设定。

5 今后的课题

关于旧配管利用的课题和技术，大致进行了介绍。今后，HFC新工质的切换，将在日本国内、欧洲市场进行。占据行业主

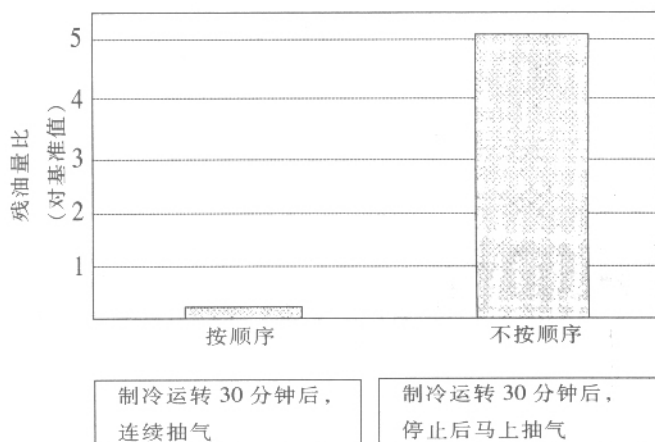


图4 顺序对残油量的影响

导地位的大部分商用空调，其工质转换已经在2002年底以前结束。欧洲市场，从2004年开始将实施禁止HCFC机器的销售，所以，今后数十年，占庞大市场的HCFC22窗式机，将替换成HFC机器，因此，估计今后旧配管利用的需求越来越大。根据这些需求，日本空调厂家将不断进行技术开发，同节能技术一样，加强环保型技术的开发。

空调市场很大的美国，HCFC22机种计划生产到2010年；中国HCFC22的淘汰，目前计划到2040年，除了向日本和欧洲出口，HCFC22空调机仍在生产。自从97年的京都议定书公布后，人们积极致力于低温温室效应的防止，以环境保护为突破口的贸易焦点，由臭氧层问题转向了地球温室效应的防止方面。

另外回收利用方面，国际上正加强规定，今后估计像旧配管利用这类重视资源和经济性的技术开发也将不断增强。

参考文献

1 日本制冷空调工业会：“HFC系冷媒使用机器的施工、维修技术”，(2002)。

林森 编译自《日 铃冻》2003.3)

编辑 徐航)

