

空调装配过程对压缩机绝缘性能的影响

徐志辉 杜希刚 王强

(大连三洋压缩机有限公司)

摘要 模拟空调装配过程并对压缩机绝缘性能进行实时检测,分析空调装配过程对压缩机绝缘性能的影响。结果表明,抽真空和制冷剂充注量对压缩机绝缘性能均有影响,当真空度低于 330 Pa或制冷剂充注量不足 2 kg时,压缩机漏电流超出规格值 4.5 mA。

关键词 真空; 制冷剂; 绝缘性能; 压缩机; 空调; 装配

Influence of the assembly process of air-conditioning on compressor's insulation performance

Xu Zhuhui Du Xigang Wang Qiang

(Dalian SANYO Compressor Co., Ltd)

ABSTRACT Simulates the assembly process of air-conditioning and examines the insulation performance of compressor on line, analyzes influence of the assembly process of air-conditioning on the insulation performance of compressor. Results show that the vacuum pumping and refrigerant charge have influence on the insulation performance of compressor when the vacuum is lower than 330 Pa or the refrigerant charge is less than 2 kg, the leakage current of compressor both beyonds specification values of 4.5 mA.

KEY WORDS vacuum; refrigerant; insulation performance; compressor; air-conditioning assembly process

绝缘不良是压缩机市场故障中危害性较大的一种,不仅会导致压缩机报废,严重时更会危及人身安全。影响压缩机绝缘性能的因素有很多,如接线端子、电机、杂质及环境因素等^[1]。马莉莉^[2,3]、林秀薇^[4,5]、曾光^[6]等曾先后分析了接线端子、电机、真空度、环境等因素对压缩机绝缘性能的影响。笔者通过模拟空调系统的装配过程对压缩机绝缘性能进行实时检测,分析空调装配过程中各工序对压缩机绝缘性能的影响。

1 空调系统装配与试验

1.1 压缩机抽取

从公司成品合格下线机中随机抽取 1 台压缩机。采用 YD9850 型程控耐电压绝缘测试仪对压缩机进行绝缘性能测试,检测条件: AC 3 000 V / s, DC 500 V / 2 s。压缩机绝缘电阻大于 2 000 M Ω ,漏电流为 0.24 mA,测试结果均合格。

1.2 铜管焊接

按照某一空调厂家组装工艺流程对压缩机吸 / 排气管与冷凝器之间的连接铜管实施手动焊接,如图 1 所示。采用 YD9850 型程控耐电压绝缘测试仪对压缩机进行绝缘性能测试,检测条件同 1.1。压缩机绝缘电阻大于 2 000 M Ω ,漏电流为 2.46 mA,测试结果均合格。

1.3 抽真空

从吸 / 排气两侧同时对压缩机进行抽真空,到真空度为 20 Pa 以下为止。在抽真空期间,采用 YD9850 型程控耐电压绝缘测试仪对不同真空度状态下的压缩机进行绝缘性能测试,检测条件同 1.1。压缩机绝缘电阻随真空度的变化不明显,均大于 2 000 M Ω 。图 2 给出压缩机耐电压性能随真空度的变化趋势。由图可以看出,压缩机漏电流随真空度的降低而增加,当真空度低于约 330 Pa

收稿日期: 2010-07-12

作者简介: 徐志辉,质管部班长,主要从事压缩机质量管理工作。

时,压缩机漏电流急剧上升,并超出压缩机漏电流规格值(4.5 mA),耐电压绝缘测试仪报警。

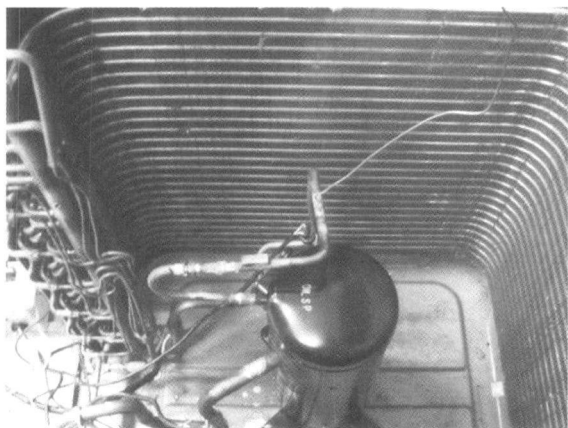


图 1 空调系统装配——铜管焊接

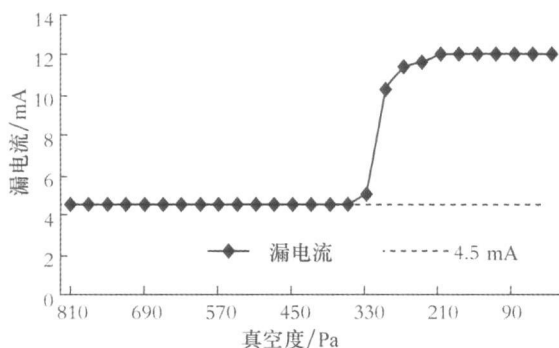


图 2 压缩机耐电压随真空度的变化趋势

1.4 充注制冷剂

在环境温度为 11℃ 的条件下,从排气侧向压缩机充注 8 kg 的液态制冷剂(R22)。在充注制冷剂期间,采用 YD9850 型程控耐电压绝缘测试仪对不同制冷剂充注量状态下的压缩机进行绝缘性能测试,检测条件同 1.1。绝缘电阻随制冷剂充注量的变化不明显,均大于 2 000 MΩ。图 3 所示为压缩机耐电压性能随制冷剂充注量的变化趋势。可以看到,压缩机漏电流随制冷剂充注量的增加而

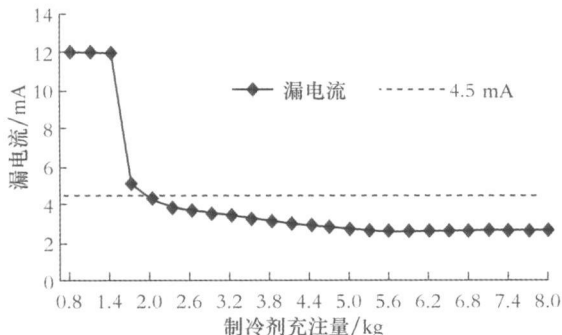


图 3 压缩机耐电压随制冷剂充注量的变化趋势

降低,当制冷剂充注量约超过 2 kg 时,压缩机漏电流由 10 mA 以上急剧下降至 4.5 mA 以下,耐电压绝缘测试仪报警解除。制冷剂充注结束时,系统绝对压力约 0.7 MPa。

2 分析与讨论

根据压缩机绝缘性能实时检测的试验结果可知,空调系统装配过程中铜管焊接对压缩机的绝缘性能影响不大,压缩机的绝缘电阻和漏电流均在合格范围内;而抽真空和充注制冷剂过程对压缩机的绝缘性能有显著影响。

压缩机漏电流随真空度的降低而增大,当真空度低于约 330 Pa 时,压缩机漏电流会急剧上升而超出规格值(4.5 mA);压缩机漏电流随制冷剂充注量的增加而减小,当制冷剂充注量不足 2 kg 时,压缩机漏电流超出规格值(4.5 mA),大于 2 kg 时,压缩机漏电流急剧下降,且随制冷剂充注量的继续增加而趋于稳定,约为 2.5 mA。这应该与压缩机内部真空击穿有关,在稀薄气体环境中,如果有导电粒子和足够的电压,就会形成电弧并导电,从而产生真空漏电^[6]。

无论是抽真空过程还是制冷剂充注过程,都是压缩机内部真空度,即系统压力发生改变的过程。在压缩机内部压力低于一定数值时,对其进行耐电压检测,接线柱各端子间的气体被击穿,形成电弧,从而构成导电回路。压缩机抽真空过程是系统压力逐渐降低的过程,而制冷剂充注过程则是系统压力逐渐上升的过程。因为制冷剂从液体状态被充注到压缩机内腔时,由于存在较大的温度差,制冷剂进入压缩机内腔的瞬间会迅速蒸发膨胀,周围温度也随之下降;但随制冷剂不断地充注,系统温度会逐渐上升直至达到平衡,即环境温度;由于温度与制冷剂饱和压力存在一一对应关系,所以系统压力随温度的上升而逐渐增大,当达到环境温度时,压力基本维持不变,这正是压缩机漏电流随真空度的降低而增大,随制冷剂充注量的增加而减小并趋于稳定的原因。

3 结束语

绝缘不良是压缩机市场质量投诉的主要问题之一,且经常发生在空调装配与测试现场。所以笔者针对空调装配过程对压缩机绝缘性能的影响进行了模拟试验,希望能够为空调生产过程中压缩机的保护及绝缘不良问题的调查提供一些思路,

(下转第 94 页)

4 制冷工质 CO₂减排率 Y 的分布

几种可能或接近可能用于替代 R22 的制冷工质的 Y 值 (按摩尔质量法) 如图 1 所示。根据上述观点, 图 1 划分了替代工质的“不宜区”、“过渡区”和“长期区”。

1) “不宜区”的替代工质, 如 R125, R507A, R404A 和 R143a 等, 不但不减排, 反而增排, 不利于实现减排目标, 因而不宜用它们替代 R22。

2) “过渡区”的替代工质, 如 R410A, R407C 和 R134a 等, 基本无减排效果或只有轻微或较小的减排效果, 只能过渡性使用, 否则将面临“二次替换”的风险。

3) “长期区”替代工质, 如 R32, R290, R1270, R161 和 NH₃ 等, 均有明显减排效果, 应鼓励加速研究并加大推广力度, 但将冒安全风险、技术风险和加大投入等风险, 因此, 对该区替代工质的 Y 值不应片面追求越大越好, 只要能满足我国减排总目标就可以了, 而且此时, 应与安全性、节能性、市场性寻找一种“和谐”的折衷。

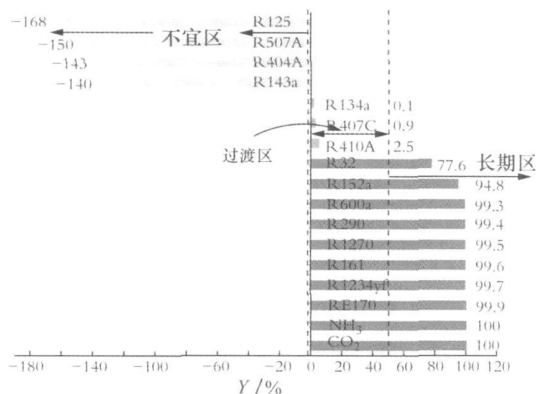


图 1 几种替代工质的 CO₂减排率 Y

5 结论

1) 制冷工质的 CO₂减排率 Y, 是兼顾 GWP 和充注量的一种环保性能评价指标。与 GWP 值相

比, Y 值可以更全面衡量对气候变暖的直接效应, 且与 CO₂减排目标直接关联。

2) CO₂减排率 Y 的计算, 可采用“饱和液密度”法或“摩尔质量”法。摩尔质量法简便易行, 不受工况和状态参数设定的制约。

3) 经过分析论证, 笔者认为只要制冷工质的 Y 值 ≥ 0.5 即满足 50% 以上的 CO₂减排效应, 就应视其为“长期替代工质”。

4) 上述思路和观点的探索, 其目的是试图与设想以此开发出符合理论与实际的新的替代工质筛选评价体系。

参考文献

- [1] 朱明善, 史琳. 在家用 / 商用空调中用 R32 替代 R22 的探索 [J]. 制冷与空调, 2009, 9(6): 31-34
- [2] 史琳, 朱明善. 家用 / 商用空调中用 R32 替代 R22 的再分析 [J]. 制冷学报 [J], 2010, 31(1): 1-5
- [3] Stephen O Andersen, James A Baker et al R-152a Mobile A/C System [R]. SAE Automotive Alternative Refrigerant Systems Symposium, 2002 9-11.
- [4] The European Parliament and The Council of The European Union Regulation (EC) No 842/2006, on certain fluorinated greenhouse gases [J]. Official Journal of the European Union, 2006
- [5] UNEP/TEAP. Technology and Economic Assessment Panel Assessment of HCFCs and Environmentally Sound Alternatives [R]. 2010 Progress Report 2010 92-93
- [6] U. S. Environmental Protection Agency Analysis of HFC Production and Consumption Controls Summary and Preliminary Data [R/EB]. 2010-4-29 [2011-01-01]. http://www.epa.gov/ozone/downloads/Analysis_of_HFC_Production_and_Consumption_Controls_Summary.pdf

(上接第 76 页)

也希望在压缩机抽真空之后及制冷剂充注不足的情况下不要对空调系统进行绝缘性能测试, 尽量避免空调系统装配过程中的不当操作导致压缩机产生损坏的问题。

参考文献

- [1] 杨奋为. 连接器常规电性能检验技术研究 [J]. 机电元件, 2001(6): 30-37.
- [2] 马莉莉. 压缩机电机用接线柱: 中国, CN101420142

[P]. 2009-04-29.

- [3] 马莉莉. 压缩机的电机接线柱与压缩机接线柱的连接结构: 中国, CN101599580 [P]. 2009-12-09.
- [4] 林秀薇, 区绍恭, 朱桂如. 封闭式制冷压缩机电机的环境适应性研究 [J]. 电机电器技术, 1987(1): 18-28
- [5] 林秀薇, 区绍恭, 朱桂如. 温度、水分、压力、工质对封闭式制冷机电机绝缘性能的影响 [J]. 电器新技术, 1985(2): 9-14.
- [6] 曾光, 于宇. 压缩机接线柱真空击穿的试验模拟 [J]. 制冷与空调, 2008, 5(5): 54-57