

文章编号: 1671-6612 (2011) 05-429-04

VRV 系统并联型压缩机油平衡策略研究

程德威 姜灿华

(奥克斯集团有限公司博士后工作站 宁波 315191)

【摘要】 针对直流变频变容量 VRV 空调系统中并联压缩机间润滑油平衡问题, 概述了不同厂家并联型压缩机润滑油平衡策略。并根据不同的压缩机, 设计了并联压缩机之间的油平衡系统。

【关键词】 并联型压缩机; 润滑油平衡策略; 直流变频 VRV 空调系统

中图分类号 TB652 文献标识码 A

Study on the Strategy of Lubricant Balancing between Parallel Compressors in VRV System

Cheng Dewei Jiang Canhua

(AUX Group Post-Doctoral Research Center, Ningbo, 315191)

【Abstract】 According to the lubricant balancing problem between parallel compressors in DC inverter VRV system, the lubricant balancing strategy for different scroll compressors manufactured by different manufacturers was reviewed, and different lubricant balancing pipelines for VRV air-conditioners.

【Keywords】 parallel compressors; strategy of lubricant balancing; DC inverter VRV system

0 引言

制冷空调系统中润滑油的主要作用有三个: 一是保证油膜的存在, 以利于机械运动部件的润滑 (如活塞、连杆/曲轴、阀件等), 减少磨损; 二是起密封作用、降低噪音或者有助于清除系统中化学杂质或沉积物; 三是作为传热介质来冷却压缩机^[1]。Toshiyuki Toyama 等^[2]采用可视化方法试验研究表明, 在涡旋式压缩机排气腔体内, 油滴分布是不均匀的, 而且当排气速度越高时, 油滴直径越低。在电机定子内的油滴受到上升气流的影响, 油滴下降速度很低。也就是说, 随着压缩机的运行, 有一定量的润滑油随着排气排出压缩机而进入系统管路中。因此, 对于直流变频 VRV 空调系统, 针对并联型压缩机必须有有效的油平衡策略, 才能保证压缩机油池之间的油平衡。Eric L Winandy et al^[3]研究了并联型压缩机系统中的回油特性, 对于低压油池型并联压缩机, 采用有平衡管的结构解决压缩

机间的平衡问题, 并通过实验重点研究了部分负荷条件下, 只有单台压缩机运行前提下润滑油的系统循环特性。日本学者白藤 好範等^[4]研究了压缩机回油特性, 在相同蒸发温度条件下频率越高, 回油时间越短。蒋俊滨^[5]对交流变频多联机回油问题进行了探讨, 分析了制冷和制热模式时, 系统管路中润滑油分布情况。韩润虎^[6]论述了非平衡式并联技术突破平衡式并联技术的传统思维, 抛弃了“均分回油”和“油气平衡”, 建立了压缩机的“压差等级”和回油分配顺序。韩润虎等^[7]则分析了采用并联压缩机代替螺杆压缩机的技术和成本优势。程德威等^[8]的理论和实验研究了直流变频压缩机在超低温条件下的润滑油位控制策略。Sonny G Sundaresan^[9]通过试验研究润滑油排出压缩机和回到压缩机的特性, 并提出了评价润滑油回油特性的三个标准: 一是有多少润滑油排出压缩机, 二是要花多长时间润滑油才能回到压缩机, 三是最终稳定

基金项目: 宁波市自然科学基金项目 (2009A610097); 浙江省博士后扶优资助项目 (2009-bsh-19); 宁波市博士后扶优资助项目

作者简介: 程德威 (1969-), 男, 博士后, 高级工程师。

收稿日期: 2011-01-24

运行状态下润滑油的充满度。

本文针对几种不同的并联型直流变频涡旋式压缩机，详细介绍了各自的润滑油平衡策略，并介绍了各种并联型直流变频涡旋式压缩机在实际直流变频 VRV 空调中的应用实例。

1 日立并联型压缩机油平衡

日立并联型压缩机油平衡策略是：在高压油池和排气管之间连接一根油平衡管，油池内油平衡管进口设置在一定高度，以保证油池内具有一定的润滑油，以保证压缩机自身的需求。油平衡的机理是，当压缩机油池内的油面高于油平衡管进口高度时，利用伯努里方程的原理，油平衡管进口和排气管侧的出口之间的压差将压缩机油池内的润滑油排出到排气管内，如图 1 所示^[10]。

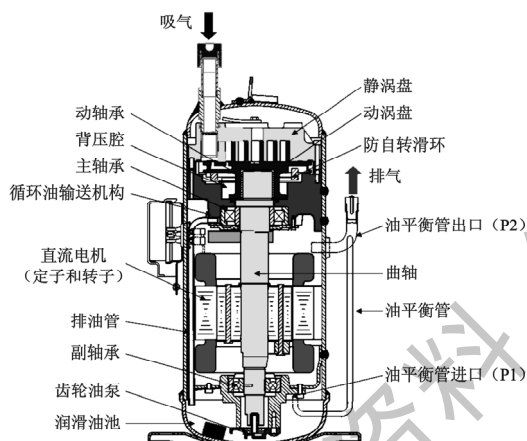


图 1 日立压缩机油平衡示意图

Fig.1 Diagram of Hitachi scroll compressor

根据以上油平衡策略，设计了如图 2 所示的一台直流变频压缩机 (INV) 和两台定频压缩机 (FIX1 和 FIX2) 之间的网状回油管路，即每台压缩机配备一只油气分离器。压缩机之间油平衡策略如下：每台压缩机油池内的润滑油面高度高于油平衡管进口管高度时，多余的润滑油排出到排气管内，而进入油气分离器进行油气分离。变频压缩机 INV 的油气分离器分离出的一部分润滑油保证自身压缩机在特殊情况下的需求，其它润滑油则通过回油毛细管排到定频压缩机 FIX1 的回气管。同样，定频压缩机 FIX1 油池内多余的润滑油通过回油毛细管排出到定频压缩机 FIX2 的回气管；定频压缩机 FIX2 油池分多余的润滑油则通过回油毛细管排出到变频压缩机 INV 回气管。

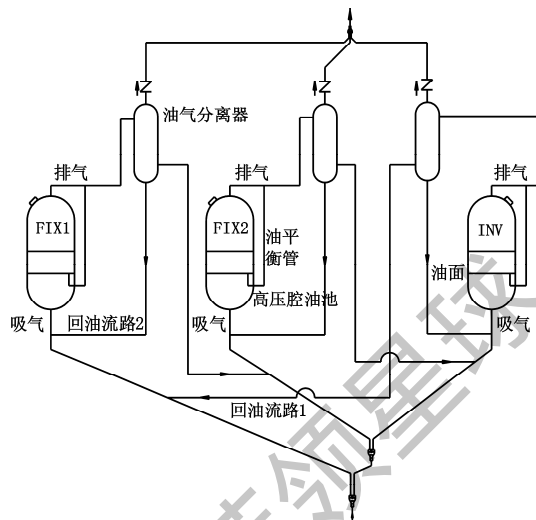


图 2 日立压缩机油平衡管路示意图

Fig.2 Diagram of lubricant balancing pipeline for Hitachi compressors

2 大金并联型压缩机油平衡

大金并联型压缩机油平衡策略是：在高压油池内一定高度设置一块隔油板，隔油板靠近内壁开有一个排油孔。当压缩机内润滑油量多于自身所需润滑油，则多余的润滑油通过排油孔排出到隔油板上的高压腔，在隔油板上面的润滑油则被掠过隔油板的排气夹带，通过排气管排出压缩机，如图 3 所示^[11]。

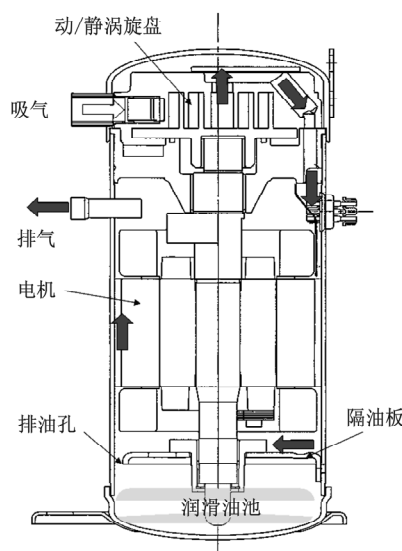


图 3 大金压缩机油平衡示意图

Fig.3 Diagram of Daikin scroll compressor

针对大金三压缩机并联的油平衡策略如下：压缩机油池内油面高于隔油板高度时，多余的润滑油

通过排油孔排到隔油板上, 并被排气夹带, 排到排气管而进入油气分离器中。油气分离器分离出的润滑油在压缩机之间的回油方式同日立压缩机之间的交叉回油模式, 如图 4 所示。

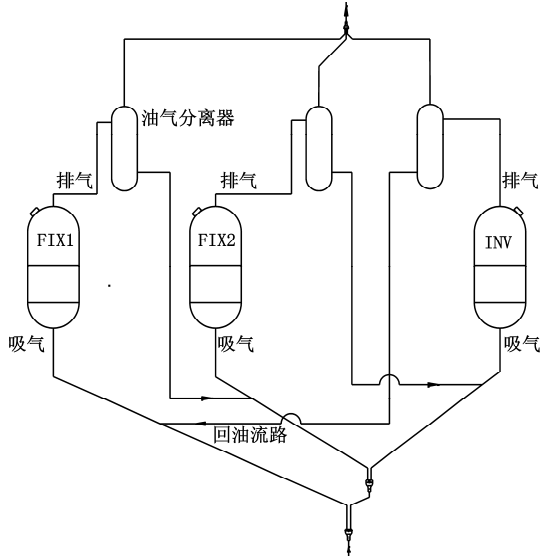


图 4 大金压缩机油平衡管路示意图

Fig.4 Diagram of lubricant balancing pipeline for Daikin compressors

3 三洋并联型压缩机油平衡

三洋并联型压缩机油池也是高压油池, 其油平衡策略是: 在油池内一定油面高度处的压缩机壁设置了一只油平衡管。当压缩机内润滑油量多于自身所需润滑油量时, 多余的润滑油通过油平衡毛细管进入并联的另一台压缩机的回气管, 如图 5 所示^[12,13]。

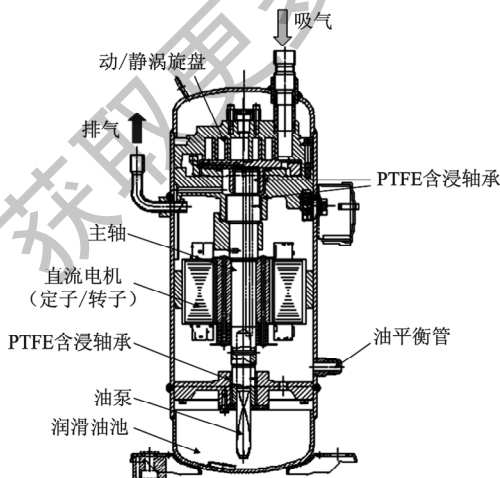


图 5 三洋压缩机油平衡示意

Fig.5 Diagram of Sanyo scroll compressor

利用三洋压缩机进行并联的油平衡毛细管连接方式图 6 所示, 具体策略是: 如果变频压缩机 INV 油池内油面高度高于油平衡管高度时, 多余的润滑油通过回油毛细管排出, 而进入定频压缩机 FIX1 的回气管; 如果定频压缩机 FIX1 油池内油面高度高于油平衡管高度时, 多余的润滑油通过回油毛细管排出到定频压缩机 FIX2 的回气管; 如果定频压缩机 FIX2 油池内油面高度高于油平衡管高度时, 多余的润滑油通过回油毛细管排出到变频压缩机 INV 的回气管。

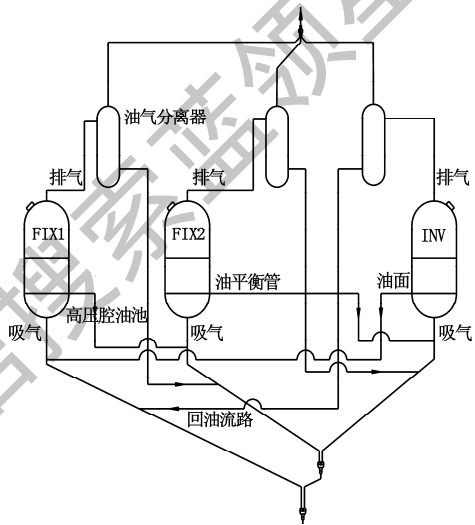


图 6 三洋压缩机油平衡管路示意图

Fig.6 Diagram of lubricant balancing pipeline for Sanyo compressors

由于排气夹带而排出压缩机的油气进入油气分离器, 通过油气分离器分离出的润滑油在并联的压缩机之间的油平衡模式, 与大金和日立并联型压缩机之间的油平衡模式类似。

4 三菱并联型压缩机油平衡

三菱低压油池压缩机润滑油平衡的策略是: 在低压油池底部设置有油平衡管, 此油平衡管将并联压缩机油池内润滑油联通在一起, 如图 7 所示。

当三台压缩机中任何一台压缩机油池内油面高度较其它压缩机油池内油面高度较高时, 油面高的润滑油通过油平衡管, 利用联通管的原理, 流向油面低的压缩机油池内, 促使各压缩机油池内润滑油保持平衡。

随着排气进入油气分离器, 而进行油气分离, 分离出的润滑油在并联压缩机之间的平衡模式同

如上三种并联压缩机的油平衡模式类似。

低压油池油平衡模式的一个弱点是：连接并联压缩机油池间的油平衡管必须保持水平，否则，由于压缩机的高落差而影响压缩机之间的油平衡。

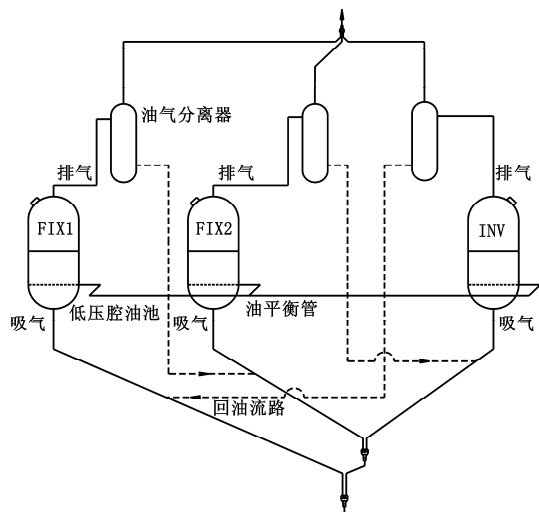


图 7 三洋压缩机油平衡管路示意图

Fig.7 Diagram of lubricant balancing pipeline for Mitsubishi compressors

5 结论

由于直流变频 VRV 空调系统中应用的大金、日立、三洋和三菱并联型直流变频压缩机和定频压缩机油平衡模式互不相同，因此，采用不同的压缩机进行并联时，必须采取不同的油平衡策略，才能保证压缩机内润滑油满足要求和润滑油的安全性。

参考文献：

- [1] Mohammed Y I, Jocelyn B. The effect of oil in refrigeration: Current research issues and critical review of thermodynamic aspects[J]. Int. J. Refrigeration, 2008, 31(2):165-179.
- [2] Toshiyuki Toyama, Hideki Matsuura, Yoshiaki Yoshida. Visual techniques to quantify behavior of oil droplets in a scroll compressor[C]. International Compressor Engineering Conference at Purdue, 2006:17-20.
- [3] Eric L Winandy, Cristian Cuevas B. Analysis of the oil return in a pair of scroll compressors working in parallel at part load[J]. Applied Thermal Engineering, 2003, 23(5):623-636.
- [4] 白藤 好範, 茗ヶ原 将史, 七種 哲二, 等. 非相溶油を用いた R410A 対応パッケージエアコン用ロータリ圧縮機の開発[C]. 平成 14 年度日本冷凍空調学会学術講演会講演論文集, 日本岡山, 2002:229-232.
- [5] 蒋俊滨. 变频多联机回油问题探讨[J]. 制冷与空调, 2003, 3(5):70-72.
- [6] 韩润虎. 非平衡式压缩机并联技术[J]. 制冷与空调, 2006, 6(5):83-85.
- [7] 韩润虎, 崔景潭. 涡旋并联机与螺杆压缩机的效率和成本分析[J]. 制冷与空调, 2006, 6(3):86-89.
- [8] 程德威, 邵丽萍, 沈婵, 等. 低温条件下压缩机油位控制的实验研究[J]. 低温工程, 2011, (1):40-45.
- [9] Sonny G Sundaresan. Evaluation of lubricants for R410A/R407C applications in scroll compressor[C]. The 1998 international compressor engineering conference at Purdue, 1998:C-1.
- [10] 广州日立压缩机有限公司. 广州日立新产品介绍[M]. 2010.
- [11] 日本大金空调有限公司. 大金 VRVIII 产品介绍[M]. 2006.
- [12] 大连三洋压缩机有限公司. 大连三洋压缩机新产品介绍[M]. 2010.
- [13] 郎贤明, 孙玉萍, 曲准德. 直流变频涡旋式压缩机技术及系统回油方式[C]. 中国制冷学会. 中国制冷学会 2009 年学术年会论文集. 北京: 制冷学报, 2009:367-370.