

关于并联机组的回油设计*

单柳成

(世金空调(漳州)有限公司)

摘要 阐明并联机组设计的关键问题——回油,详细介绍回油管路需要的几个部件,以及制冷管路设计安装时需要注意的几个事项。

关键词 油分离器 储油器 油位控制器

Oil return design of parallel compressors unit

Shan Liucheng

(Skying Air-conditioner (Zhangzhou) Co., Ltd.)

ABSTRACT Describes the key point of design of parallel compressors unit, oil return. Introduces the components of oil return pipe in detail, and the items that is paid attention to the design and installation of refrigeration pipes.

KEY WORDS oil separator; oil receiver; oil level controller

并联机组已被广泛用于食品的冷冻冷藏、商场岛式柜、陈列柜、冷饮加工、制冰。并联机组的关键技术是各并联压缩机能顺利而均衡地回油,保证各压缩机的正常润滑和工作。

1 并联机组的特点

并联机组并联的多台压缩机不是同时启动和同时停机,各台压缩机运行时间的长短也不可能一样,每台压缩机的管路路径也不一样。压缩机运行的台数不同时,系统管路制冷剂的流速也不同,蒸发器、冷凝器的位置不同,其回油的状况也不同,制冷系统的总体配置不同,所需要添加的润滑油量也不同,因此,并联机组的合理设计,制冷系统的正确配置与安装,都将关系到各压缩机能否顺利回油与正常工作。

对于高速旋转的压缩机,其润滑油:1)对机械摩擦面进行润滑,降低摩擦阻力,减少零件磨损,提高机械效率;2)对机械零件进行冷却,保证机械性能;3)增强汽缸与活塞(螺杆)之间的密封性,保证排气效率;4)带走机械屑,保证摩擦面不受损伤。

在压缩机吸入、压缩、排出制冷剂气体时,将有部分被雾化的润滑油被带出,进入排气管、冷凝器、

储液筒……为使压缩机正常润滑,必须要有足够量的润滑油均衡地返回到机组的每一个压缩机,即排气带出的油与返回的油相平衡。

2 回油方法

并联机组的回油有油气平衡法和控制法。

1) 油气平衡法

如图1所示,在压缩机油箱之间用一根管相连,此管称作油平衡管。平衡管要低于视油镜中的最低油位线。由于油平衡管的连接,各压缩机相互之间的油位得以平衡,避免油量排出多的压缩机缺油。在压缩机油箱油面的上部相互之间用一管相连,此管称作气平衡管。因为压缩机不是同时工作和同时停机,又受到吸气管路路径不同的影响,各压缩机低压腔(油箱)的压力会出现一些差

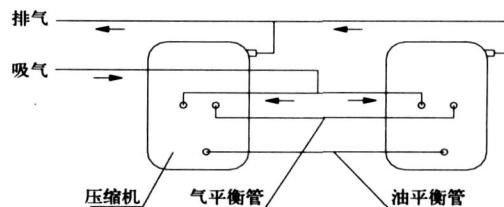


图1 油、气平衡管连接示意图

* 收稿日期:2007-03-22

通讯作者:单柳成,shanliucheng@126.com

异,低压腔压力低,油位将高,反之就低;气平衡管可促使各油箱之间压力平衡,油位即可以相同。

对并联机组的压缩机安装,应使其放置高度要一致。如果压缩机的规格大小不相同,应使压缩机视油镜上的最低油位线高度相一致,视油镜见图 2 所示。

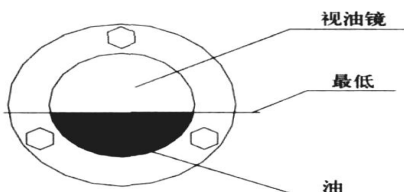


图 2 视油镜最低油位示意图

谷轮、三洋、泰康、丹弗斯都有专门用于并联机组带油、气平衡管接口的全封闭压缩机产品,半封闭压缩机一般没有专门的油、气平衡管接口,可以在加油接口和排油接口位置接。

2) 油位控制法

对于 3 台以上压缩机、系统比较大的并联机组,通常采用油位控制法。

以下分别介绍几个油位控制法需要的部件和 2 种回油系统。

油分离器(图 3):含油的制冷剂气体从压缩机排气管排出,进入大空间油分离器后,流速减缓,并且受到了过滤网的阻力,方向发生改变,使得润滑油与制冷剂气体得以分离;制冷剂气体从上部出气管排出,润滑油落至下部,下部的存油逐渐增多,油面上升,浮球阀随之上浮。当浮球升到一定高度时,排油孔打开,润滑油排出,油分离器里的

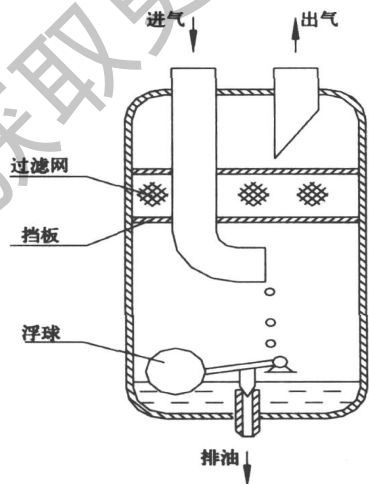


图 3 油分离器

油面下降,浮球下落,落到一定位置时,排油孔关闭,油分离器不仅有效分离出润滑油,还可自动将油排出。

储油器(图 4):被油分离器分离出的润滑油进入储油器,以待压缩机需要时,返回压缩机。该部件上有 2 个视油镜,用于观察存油情况。

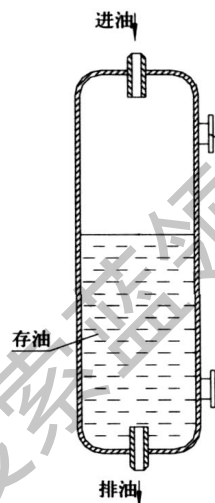


图 4 储油器

浮球阀式油位控制器(图 5):浮球阀式油位控制器的进油口与储液器排油口由管路连接,油位控制器安装在压缩机视油镜的位置上。当压缩机油箱润滑油的油位下降时,油位控制器浮球下落,在油位降到一定位置(要高于视油镜最低油位线)时,进油口打开,润滑油进入油位控制器和压缩机油箱,油位上升,浮球上浮。在油位升到一定高度(要低于视油镜最高油位线,见图 6)时,进油口关闭,停止进油,从而压缩机油箱得以保障存有适量

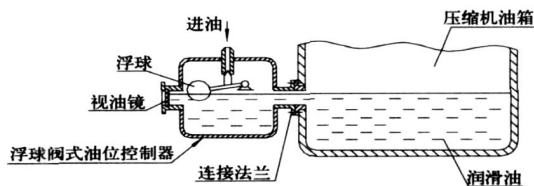


图 5 浮球阀式油位控制器连接示意图

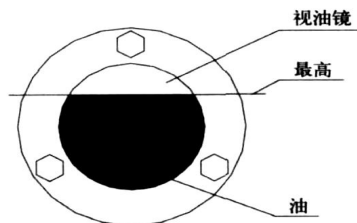


图 6 视油镜最高油位示意图

的润滑油,供压缩机润滑。

电子式油位控制器(图 7):与浮球阀式油位控制器不同的是,在进油口接了一个电磁阀,电子式油位控制器内有 4 个控制点:当油位下降到下限控制点(要高于视油镜最低油位线)时,电磁阀打开,润滑油进入电子式油位控制器和压缩机油箱,油位上升;升到上限控制点(要低于视油镜最高油位线)时,电磁阀关闭,停止供油。在遇到异常情况时,例如油位下降到下限控制点,电磁阀打开,但由于系统回油不好,储油器干枯,而无油可供,或者电磁阀线路出故障,电磁阀不能打开,油位继续下降,这样压缩机将有被损坏的危险。在油位下降到下限保护停机点时,将停机并报警,确保压缩机不被损坏。假如油位上升,升到上限控制点而电磁阀不关闭时,油位升到上限保护停机点,也将停机并报警。

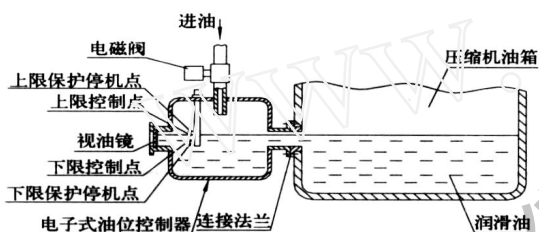


图 7 电子式油位控制器连接示意图

油分离储存器(图 8):这是一个将油分离器和储油器合二为一的部件,其结构得到了简化,也可以起到油气分离和储存油的作用,适合与电子式油位控制器连接的回油系统使用。

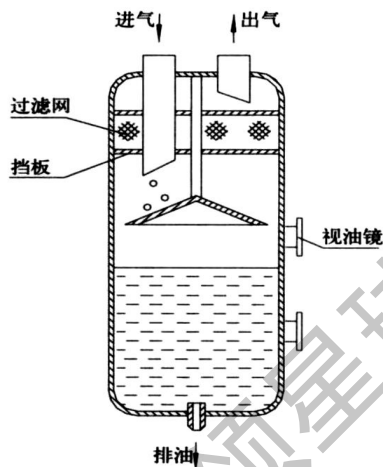


图 8 油分离储存器

并联机组中压回油系统(图 9):虚线为回油管路,实线为氟管路。压缩机(1)排气进入油分离器(2)。润滑油在油分离器(2)被分离,制冷剂气体从上部排出进冷凝器,润滑油下落至底部。落下的油积累到一定高度时,自动排出,进入储油器(3)。储油器(3)内的压力应低于油分离器的压力,而高于油位控制器(4)及压缩机油箱的压力,因此需要在储油器与并联机组低压管之间连接一压力调节阀(5),用以调节储油器(3)与油位控制器(4)及压缩机油箱之间的压差,此压差一般可设定为 0.35 MPa(不低于 0.15 MPa)。当压缩机油箱内的油随着制冷剂气体的排出而被带出,逐渐减少,其油面下降到一定位置(要高于视油镜最低油位线)时,油位控制器(4)进油口打开,储油器(3)中的储备油缓

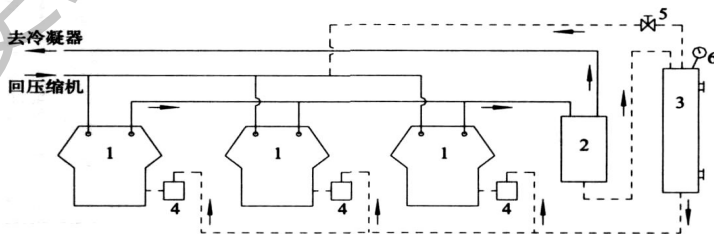


图 9 并联机组中压回油管路示意图

- 1. 压缩机;2. 油分离器;3. 储油器;4. 油位控制器;
- 5. 压力调节阀;6. 压力表

缓进入油位控制器(4)和压缩机油箱,达到一定量(油面要低于视油镜最高位线以下)时,油位控制器(4)进油口关闭,以使控制压缩机油箱始终保持一定的存油量。由于储油器(3)的压力是介于油分离

器(2)和油位控制器(4)及压缩机油箱之间,因此称此回油为中压回油。中压回油的优点是回油比较平稳,不会对压缩机油面产生大的冲击。

并联机组高压回油系统(图 10):虚线为回

油管路,实线为氟管路。压缩机(1)排气进入油分离储存器(2),高压制冷剂气体从上部排出进冷凝器,润滑油下落至底部。在压缩机油箱内的油位降到较底位置(要高于视油镜最低油位线)时,电子式油位控制器(3)上的电磁阀打开,油分离储存器(2)中的油进入电子式油位控制器(3)和压缩机油箱,达到一定量(油面要低于视油镜最高油位线以下)时,电子式油位控制器(3)的电磁阀关闭,以控制压

缩机油箱保持在正常的油位,油分离储存器(2)是高压状态,因此称此回油为高压回油。高压回油结构相对简单,但油分离储存器(2)与电子式油位控制器(3)和压缩机油箱的压差比较大,所以油位控制器(3)上的电磁阀打开时,进油流速比较快,将冲击压缩机油箱产生泡沫,但这一过程时间很短,不会有什么危害。另外电子式油位控制器(3)的价格相对要高一些。

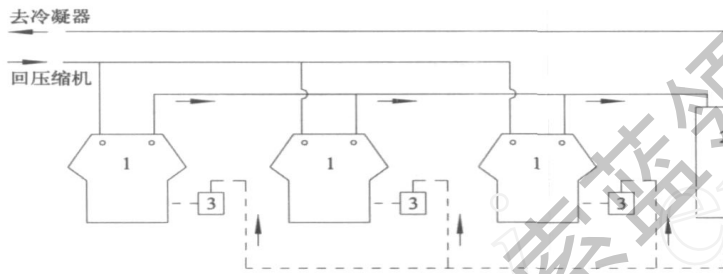


图 10 并联机组高压回油管路示意图

1. 压缩机;2. 油分离储存器;3. 油位控制器

3 制冷系统安装

尽管设备中有油分离器,但不可避免地还会有少量润滑油随高速气流进入冷凝器和其他部件、管路中,因此,部件的设计、管路的安装都要认真考虑:一个不良的制冷系统设计安装,吸气返回压缩机的油少于压缩机排气带出的油,压缩机将会逐渐缺油。如果额外向压缩机加油,也只能维持一段时间,并且系统内增加多余的油,会影响蒸发器、冷凝器传热。为保证制冷系统有良好的油平衡,在管路设计安装时,应注意以下几个方面:

- 1) 系统的水平管路应与制冷剂流动方向有 1:(0.5%~1%) 的坡度,以便润滑油前行,见图 11。
- 2) 水平管路气体流动的速度应不小于 4 m/s,立管垂直向上流动的制冷剂气体流动速度,吸气管

一定要大于 8 m/s,排气管应大于 10 m/s。

3) 向上流动的气体垂直立管的底部需要作一 U 形弯,用以积油。在 U 形弯积油不断增加时,该处截面积逐渐缩小,气流速度得以提高,从而便于气体带油。如果立管高于 4 m,就要增加一个 U 形弯。U 形弯应作的尽可能小,以避免积聚过多的油。

4) 压缩机的数量并联较多时,为适应系统负荷变化,应再作 2 根垂直立管。这 2 根立管底部的 U 形弯要一高一低,高低相差要大于 2 倍的管径。在系统负荷小,压缩机工作的台数少,制冷剂流量小,流速低时,回油不利,位置低的 U 形弯积油逐渐增多,以至形成油封,制冷剂气体只能从另一管路通过,从而提高气体流速,保证气体带油。

为防止制冷剂液体进入压缩机,并联机组需要安装气液分离器。如果是进一个气液分离器,其气液分离器的出气立管也应作成两路,使之具有合理的流速和良好的回油。

5) 对多台蒸发器或多台冷凝器的设备,由于管路的繁杂性和设备工作多变性,使得回油缓慢,有必要另外安装油分离器。

6) 压缩机的吸气管是并联连接,它们同接在吸气汇管上。由于吸气汇管水平度的差异,路径的不同,需要考虑从吸气汇管回到压缩机的油应是均等的。如果压缩机的吸气管接到汇管下部,将使回

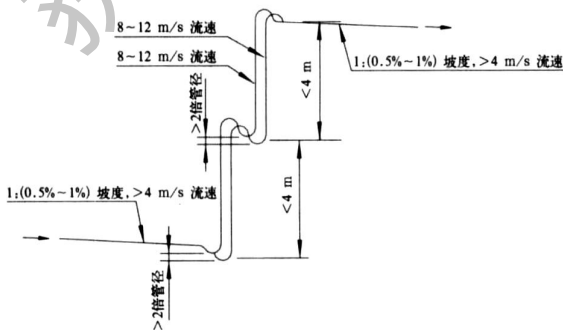


图 11 并联机组系统管路示意图

油不均,因此,应采用图 12^[1]所示方法连接,以气流的速度将吸气汇管底部的存油带回压缩机。

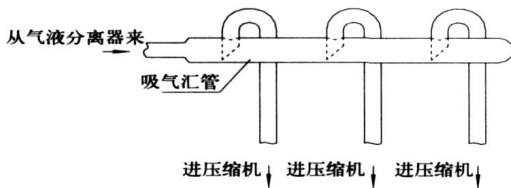


图 12 吸气管连接示意图

7) 并联机组的储油器需要有足够的储备油,有的并联机组系统比较大,设备可能会有不同程度的存油死角,制冷剂内也要溶解一部分油,因此,系统内需要另外添加一部分润滑油,一般可约按充注制冷剂的 0.5% 予以添加。在机组运行一段时间后,应注意观察储油器视油镜,对油量予以校正。储油器的存油量应在上、下视油镜之间,即下视油镜为满油,上视油镜有部分油,见图 4。储油器无油不行,也并非越多越好,因为油多了上部的气体容积就小了,容积小了,回油时储油器与压缩机油箱的压力平衡就快,压力平衡后,再回油就只好靠

油的重力回油,这就要求将储油器的放置位置高于压缩机。

4 结 论

1) 小规格如采用全封闭压缩机的或 2 台半封闭压缩机的并联机组,为简化系统结构,可采用油、气平衡法。大规格如 3 台以上半封闭压缩机的并联机组,采用油位控制法,回油效果会更好。

2) 油位控制法采用浮球阀式油位控制器时用中压回油系统,采用电子式油位控制器用高压回油系统。

3) 系统安装时水平连接管要有 1:(0.5% ~ 1%) 的坡度,回气向上的立管要有 8 m/s 以上的流速,底部要作回油弯,立管高度要小于 4 m,高于 4 m 时要增加回油弯。压缩机吸气管要按图 12 所示的从回气汇管上部接。

4) 系统设计安装要避免回油死角。安装后要适当补充润滑油,使用时要经常对油位进行监测。

参 考 文 献

- [1] 《制冷工程设计手册》编写组. 北京:中国建筑工业出版社,1978:323.

(上接第 75 页)

3) 长沙地区空气源热泵结霜严重,由于除霜时间短且地板热容性较大,除霜对地板及室温的影响甚微。

4) 系统连续运行时,室内温度比较稳定,波动较小。当室外气温在 4 ~ 14 ℃ 之间变化时,室内气温基本上处在 16 ~ 20 ℃ 范围内,地板表面温度平均温度在 22 ~ 26 ℃,室内温热感较好。室内垂直方向上温度梯度小,最大温差为 1.8 ℃,满足人体舒适性要求。

5) 空气源热泵地板采暖系统采用间歇运行方式有利于节能,以长沙地区为例,采用间歇运行方

式可比连续运行节省 63.8% 的运行费用。

参 考 文 献

- [1] 王恩丞. 上海地区空气源热泵地板采暖系统应用研究. 建筑热能通风空调, 2004, 23(6): 25-29.
 [2] 付祥钊. 夏热冬冷地区建筑节能技术. 北京:中国建筑工业出版社, 2002.
 [3] 蒋能照. 空调用热泵技术及应用. 北京:机械工业出版社, 1997.
 [4] 王子介. 低温辐射供暖与辐射供冷. 北京:机械工业出版社, 2004.