

渔业制冷保鲜丛书

# 渔船制冷装置

林震湘 吴文炳 编著

农业出版社

北京东黄城根北街2号

电话：25174 电报挂号：6107

（内部发行）

## 出版说明

我国渔业生产发展迅速，为普及和提高从业者的水产品保鲜常识和技术水平，中国水产学会渔业制冷和水工专业委员会、科学普及工作委员会和农业出版社联合组织出版《渔业制冷保鲜丛书》。

本丛书的编者，根据从业者对保鲜基础知识和技术的需求，结合编者的经验，进行收集和整理编写的。丛书从基础知识到具体操作，从冷库到渔船，从保鲜设施到具体管理，体现了丛书的系统性。为了使读者了解其他国家在渔业制冷保鲜工作上的规定，特意翻译了《国际鲜鱼保鲜实施准则》和编译了《冷冻水产品管理准则》两书，以供读者参考。

丛书包括：

《冷库制冷循环的分析和计算》

《制冰》

《冻结和冻结装置》

《水产冷库管理》

《渔船制冷装置》

《保温鱼箱和集装箱》

《国际鲜鱼保鲜实施准则》

《冷冻水产品实用管理准则》

本丛书由孙瑞璋同志担任主编。丛书可供初中以上文化程度从事渔业制冷保鲜工作有关人员参考使用。

中国水产学会

农业出版社

一九八六年八月

## 目 录

一、概说	1
二、船用制冷压缩机	3
三、船用平板冻结机	39
四、渔船制冷系统	57
五、制冷装置管系的安装工艺及技术要求	66
六、制冷系统的调试与操作	70
七、制冷装置故障分析和处理	79

## 一、概 说

在冰保鲜或冰制及机制冷海水有效保鲜期内可以远航的渔船, 由于鲜鱼的价格比冻鱼高, 故大多数仍以冰和冷海水保鲜为主。对于远海及远洋作业以及部分近海作业船, 有在船上配备冻结装置的必要。有冻结装置的渔船, 还必须设置贮存冻鱼的冷藏鱼舱。

船用制冷装置主要包括制冷压缩机(主机及辅助设备(冷凝器、贮液器、中冷器、热交换器等)以及阀门仪表等。船用制冷装置与陆用制冷装置在制冷基本原理和有关装置的组成上, 并无根本的差异, 但由于渔船处于海上颠簸和特定环境下作业, 因此, 对船用制冷装置有特殊要求:

(一) 能适应倾斜与摇摆状态下正常工作

渔船在航行中, 由于受到风浪的影响, 常处于左右、前后倾斜摇摆状态下, 船用制冷装置应能在这种状态下正常运转和可靠地工作。

(二) 防腐防锈

海面上空气潮湿含有盐分, 有些部件的表面还直接和海水接触, 受到严重腐蚀。因此, 必须对这些部件的用料和处理方法采取有效措施, 如压缩机气缸盖冷却水套应加锌塞, 冷凝器和油冷却器的冷却盘管要采用耐腐蚀的铝黄铜管

(HAL77-2A)。

### (三) 耐高温、耐高湿

船用制冷装置多设置于主辅机舱内，其周围环境温度有时高达 45—50℃，湿度可达 95%。要求配套电动机以及各种仪表元件，均应在上述高温、高湿条件下连续工作。

### (四) 强度要高

船用设备工作环境恶劣，振动较大，又有受外界冲击的可能，要求零部件材料强度，试验压力均比陆用机为高。

### (五) 密封性要好

目前舱轮上多以  $R_{22}$  为制冷剂， $R_{22}$  渗透性强，无色无味，泄漏时不易发现，且价格昂贵，一旦泄漏，难以补充。为此，对系统的密封性要有更高的要求。

### (六) 起动性能好

因船上配套的发电机组容量有限，制冷压缩机应能处于卸载无负荷状态下启动。

### (七) 寿命长

要求制冷压缩机易损件寿命要长，如对压缩机曲轴、缸套、阀片等采用辉光离子敏氮化表面处理以提高其耐磨性。

(八) 制冷装置设计尺寸合理，结构紧凑，重量轻，体积小。

(九) 操作上要灵活可靠，应多采用集中监控，提高自动化和半自动化水平。

## 二、船用制冷压缩机

船用制冷压缩机基本型式有活塞式和螺杆式两种。分别叙述如下：

### (一) 活塞式船用制冷压缩机

目前国内船用活塞式制冷压缩机，一般由陆用国家新系列产品内派生，其性能和主要结构是相同的，但因船上使用条件不同，有其特殊要求，对局部结构应做必要修改，并经“船用试验”通过鉴定后才能装船使用。

船用机具备下述特点：

(1) 高速多缸、逆流式、体积小、重量轻、效率高、占地面积小。

(2) 零部件互换性强、通用化程度高。

(3) 装有卸载装置，由油压顶开吸入阀片，可以卸载起动。

(4) 装有能量调节阀，在配备低压继电器与电磁阀后，可实现按冷负荷进行自动能量调节。

(5) 运转平衡性好，振动小。

(6) 设有吸排油三通阀，可在运转时，不停机加油。

图2—1为船用活塞式制冷机的剖面图。

### 1. 主要结构及构件

(1) 机体：机体由气缸体、吸气腔、排气腔、主轴承孔及拆装用孔等制成一体（图2—2）。其顶部端平面与气缸盖连接。其上部体内以隔板将机内腔自上而下分隔成排气腔和

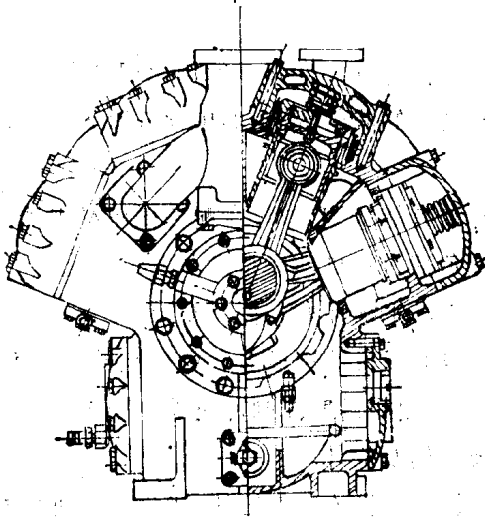
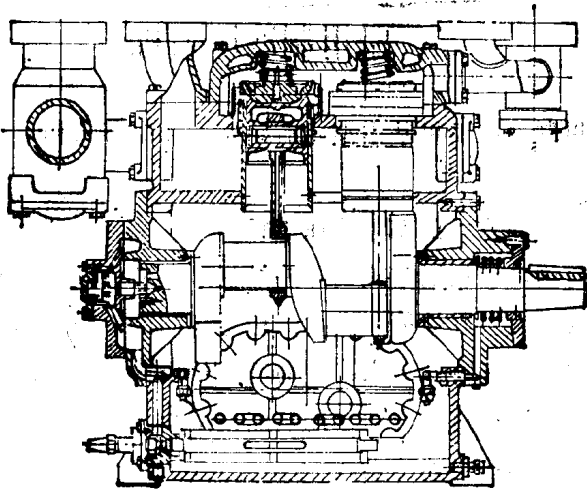


图2-1 氟利昂单机双级制冷压缩机剖面图



进气腔。双级压缩机的高低压级之间又以另一纵向隔板隔开。多缸机体呈V型，气阀缸套组件装于缸体每一缸中。曲轴箱体前后轴承孔用以安装前后轴承盖、主轴承、曲轴、轴封、油泵等部件，底部贮藏冷冻油。体上还有

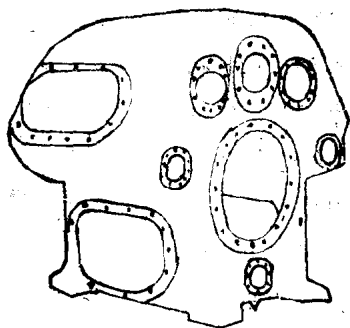


图2—2 机体

各种孔平面，以便安装卸载装置、进排气弯管、侧盖等。机体材料使用抗拉强度较大的铸铁（HT20—40），铸成后经退火处理，加工后须经耐压及气密试验。

（2）气缸盖：气缸盖系组成气体压缩容积的一部分，由铸铁铸成，通过双头螺栓与机体联结，双级机的高压级气缸盖有冷却水套结构。装配前应经水压及气压试验。

（3）气缸套：气缸套呈圆筒形，顶部有一突缘，在突缘上钻有许多进气孔。套中部外周有环槽，以便安装转动环，实现能量调节。因活塞要沿缸套内表面作上下运动，故缸套在磨削加工后，再进行精密的研磨，并进行氮化处理。缸套的材料与机体相同。二级缸套因其吸气腔压力高于曲轴箱内压力，故在其下部与机体接合处开有O形橡胶密封环槽。

（4）气阀机构：高速多缸压缩机的气阀机构是压缩机中的重要部件。图2—3为气阀机构的典型装配图。如图2—3所示，构件中包括假盖、排气阀、吸气阀片、内外阀座、导

环、弹簧等。吸气阀片安装在气缸的缸头突缘的外圆上，片下面是气缸套周围的进气孔，吸气阀片上是外阀座，外阀座上安装柱形弹簧的凹槽，吸气阀片的柱形弹簧装在凹槽，使吸气阀片在吸气结束时，关闭吸气孔，同时外阀座又是吸气阀片的升高限制器。

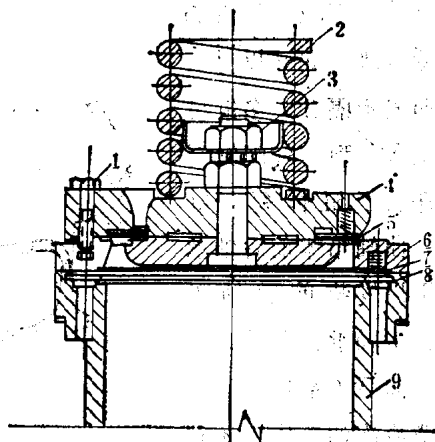


图 2—3 气阀机构

1. 螺栓 2. 假盖弹簧 3. 螺母 4. 阀盖 5. 排气阀片 6. 外阀座 7. 气阀弹簧 8. 吸气阀片 9. 气缸套

排气阀片装在内阀座上，上面为假盖，假盖上的柱形弹簧压着排气阀片。只有在排气时才能被高压排气顶开。假盖同时又是排气阀片的升高限制器。假盖被弹簧压紧在气缸头上，当缸内压力高于正常排出压力 3 千克力/厘米<sup>2</sup>左右时，假盖克服假盖弹簧的张力顶开，使过高的压力气体和异物安全排出，防止压缩机损坏。阀片一般厚 1.2—1.5 毫米，呈环形状，材料多用高级合金钢板制成，为使其表面硬化，必须进行热处理及研磨加工。

(5) 活塞：高速多缸压缩机所用的活塞外形（图 2—4）。活塞的作用是与气缸共同组成一个可变的封闭工作容积，

• 1 千克力/厘米<sup>2</sup> = 9.80665 × 10<sup>4</sup> 帕斯卡。

使气体能在此封闭容积中受到压缩。活塞通常是指活塞体、活塞环、活塞销等零件的组合。为了减少机器高速回转时所产生的惯性力，活塞应做得厚度较薄、重量轻。活塞材料多使用耐磨性强，热膨胀系数小的铝合金制造。

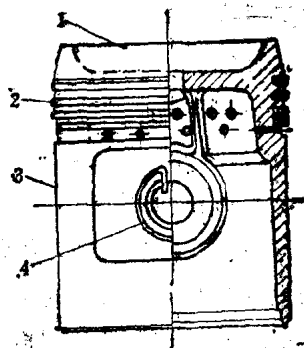


图2—4 活塞

1. 顶部 2. 环部 3. 裙部 4. 活塞销座

(6) 连杆：连杆是用来连接活塞与曲轴的。连杆应有一定的强度、刚度和韧性，同时质量要轻，惯性力小。连杆的结构如图2—5。

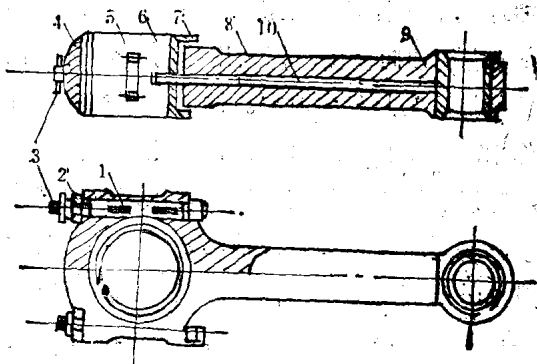


图2—5 压缩机连杆

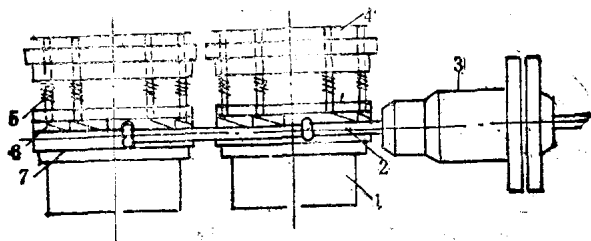
1. 连杆螺钉 2. 翼形螺母 3. 开口销 4. 连杆盖 5. 下轴瓦 6, 10. 油孔 7. 上轴瓦 8. 连杆体 9. 连杆小头

连杆主要由连杆体、连杆小头衬套、连杆大头轴瓦、连杆螺栓等组成。连杆螺栓是较重要的零件，它的断裂与松脱，会引起连杆弯曲、曲轴损坏、曲轴箱打破，甚至造成整台机器报废。故加工制造要求严格，螺纹采用细牙，连接螺母用冕形螺母，再用开口销固定。

(7) 曲轴：曲轴是压缩机中受力最大的零件，它承受着气体的压力、往复运动部分的惯性力及旋转运动的惯性力。因此曲轴的材料应有较高的强度、刚度及耐磨性。通常采用QT60-2高强度球墨铸铁制造。曲轴由曲轴颈、主轴颈、曲柄等组成。为提高曲轴颈和主轴颈的耐磨性，其表面多采用辉光离子氮化处理。

(8) 轴封：轴封装置系用于密封曲轴，其作用是防止制冷剂沿运动的曲轴泄向机外，或当机内出现真空度时，防止外界空气沿运动的曲轴渗入机内后进入制冷系统。目前国内多采用摩擦环式密封装置。其工作原理是：用套紧在轴身上的O形橡胶圈堵住轴向泄漏，再利用活动摩擦环和固定摩擦环所组成的摩擦副密封径向泄漏。同时由于充满冷冻油，又具有液封作用，以防止制冷剂的溢出和空气的渗入。

(9) 卸载装置：卸载装置可实现压缩机空载启动及调节制冷量。该装置主要由油缸、油活塞、拉杆、转动环、顶杆、弹簧及油分配阀等组成（图2—6）。机器启动前，顶杆处于转动环斜面上方，吸气阀片被顶起，活塞往上运动时，进入气缸的气体又被排入吸气腔，故可以实现空载启动。压缩机启动后，油压上升，油通过分配阀通入油缸中，作用在油活塞上的压力推动油活塞克服弹簧力带动拉杆作直线运动。并由



油缸无负荷状态

图 2—6 8AS-12.5 压缩机能量调节机构示意图

1. 气缸 2. 推杆 3. 油缸 4. 吸气阀片 5. 顶杆 6. 转动环 7. 挡圈

拉杆和气缸外部的转动环的连接而使转动环转动，顶杆落入斜面下部，使吸气阀片投入工作，气缸内气体即开始压缩。相反，当切断油路时，油活塞失去油压作用，依靠弹簧力作用回复到原来位置，吸气阀片被顶开，使吹气腔和气缸相通，气缸对气体无压缩作用。油路是由油分配阀控制，通过转动油分配阀阀芯的位置，接通或断开某一个或几个油路，而达到控制投入正常运转的气缸个数，以达到制冷量的调节。此外当发生紧急事故时，在切断电源的同时，立即将油分配阀手柄扳到空运转位置，使机器空转。

(10) 联轴器：压缩机与电动机之间都有一个传动装置。船用机多使用弹性联轴器。其结构是：电动机轴上的半联轴节通过圆柱销而传动曲轴上的半联轴节（带飞轮），圆柱销上套有数只橡胶弹性圈，所以具有缓冲、吸振的能力。

2. 拆卸与检查 压缩机经过一段运转后，有必要对该压缩机进行全面拆卸、清洗与检查，以便掌握各零部件磨损程

度，达到修复的目的。

(1) 拆卸的基本工艺和要求：

① 压缩机先行排空。

② 放出曲轴箱内冷冻油。

③ 拆卸时先外层后内层顺序拆卸部件，再分部拆成零件。

对于可以不拆卸或拆卸后有损于连接零件质量的部分，应尽量避免拆卸。

④ 对于轴套、销子之类的零件应先要辨明方向，再决定采用压出或打出的办法。

⑤ 对于某些有固定位置或不可变向的零件应划好装配记号，以防装配时混乱。

⑥ 对于较小零件，拆卸清洗后，可装配在主要部件上，防止丢失。

⑦ 对于复杂的零件拆卸时要编上号码或贴上标签，做好记录。

⑧ 零件拆下后要分别放好，禁止混乱堆放和互相碰撞。对于重大部件和精密零件拆下后应放在木板上或专用支架上，以防变形。

⑨ 拆下的零件及时清洗，擦拭干净后涂上油脂或油纸、油布包好或盖好。以防止锈蚀和尘土污染。

⑩ 机器的水管、油管、气管等拆下清洗后，应用木塞或布条封闭孔口。

(2) 检查测量主要项目：

① 检查活塞与气缸有害余隙：有害余隙系指活塞顶与气缸假盖之间的间隙。不同类型的压缩机，气缸有害余隙也不

同，一般在0.5—2.0毫米。余隙过大会减少吸气量从而降低制冷量；余隙过小容易引起压缩机的击缸。检查余隙可用压铅法测量，测量时用直径等于1.5—2倍规定的余隙、长度为10—40毫米的软铅丝（电流保险丝亦可）放置在活塞顶部前后左右四点，装好排气阀组、假盖弹簧和气缸盖，转动飞轮或联轴节1—2周，使活塞升到上死点，然后拆下气缸盖，取出排气阀组，用外径千分尺测量压扁后的软铅丝厚度，即可说明活塞与气缸的有害余隙。

②检查活塞与气缸壁的间隙：运转中的压缩机，气缸与活塞经常处于互相摩擦的相对运动中，间隙太大将引起干摩擦，造成零件磨损厉害，使电动机过载；间隙太大，则漏气量增加，降低制冷效果，并使压缩机运转时产生撞击和增加耗油量，压缩机的活塞与气缸壁的正常间隙是根据制造材料、润滑油性质、转速而定，一般约为气缸直径的1/1000。气缸正常间隙参考表2—1。

表 2—1 立式压缩机活塞的允许磨损及活塞与气缸间的正常间隙

活塞直径 (毫米)	活塞与气缸间隙 (毫米)	活塞椭圆度 (毫米)	活塞圆锥度 (毫米)
40以下	0.08—0.10	0.15	0.15
51—100	0.10—0.20	0.20	0.20
101—150	0.15—0.25	0.20	0.20
151—200	0.20—0.30	0.25	0.25
201—250	0.25—0.35	0.30	0.30
251—300	0.30—0.40	0.35	0.35

检查方法可用塞尺进行，即用塞尺测量活塞与气缸配合

面的上、中、下三个部位的间隙，活塞环拆下后可再复测一遍。与参考表数值对照后加以分析。

③检查气缸：气缸的检查包括气缸磨损和气缸垂直及前后水平两项内容。现着重介绍气缸的磨损度，气缸磨损度检查：气缸磨损主要是圆锥状和椭圆状磨损。压缩机在运转中，气缸要承受很大的交变应力、热应力和侧推力等的作用，从而造成了气缸产生圆锥状，气缸不对称的磨损又造成气缸内腔变成椭圆状。气缸的磨损量，可用量缸表或内径千分表进行测量。气缸磨损量达到气缸原直径的  $1/2000$  就要修理，气缸壁厚度磨损达到原厚度的  $1/10$ ，就要更换气缸。

表2—2 立式压缩机气缸的最大允许磨损量。

表 2—2 立式压缩机气缸的最大允许磨损量

气缸直径 (毫米)	椭圆度(毫米)		直径的最大磨损量(毫米)	
	500 转分 以下	500 转分 以上	500 转分 以下	500 转分 以上
100 以下	—	0.25	—	1.00
101—150	—	0.30	—	1.20
151—200	0.30	0.35	1.60	1.50
201—250	0.35	0.40	2.00	1.80
251—300	0.40	0.45	2.40	2.20

④检查活塞：检查活塞包括检查活塞体的磨损、活塞环弹力与各部间隙、活塞销与连杆小头套筒的径向间隙与活塞销磨损度。

检查活塞磨损情况：用千分表或千分尺安装在特制支架上，分别测量活塞上、中、下三个部位的纵横断面磨损情况。并与已经测得的气缸直径、活塞与气缸的间隙等数据进行综



合分析，一般气缸与活塞之间的正常间隙为气缸的  $1/1000$ — $2/1000$ ，新活塞的椭圆度不超过其活塞直径的  $1/1500$ ；工作后的活塞最大允许椭圆度  $1/1000$ — $1.5/1000$ 。

**检查活塞环：**压缩机在运转时，活塞环的外表面和气缸镜面之间应保持严密结合，加到气缸上的压力也应是均匀的。因此活塞环应进行漏光检查。其方法将活塞环压入特制的环规内，下面放入灯光，观察其漏光情况，漏光处不得多于两处，每张弧长的弧心角不得大于  $45^\circ$  且于销口处距离大于  $30^\circ$ 。活塞环与气缸的接触长度不得小于环圆周的  $2/3$ 。

**检查活塞环的弹性：**活塞环应具有一定的硬度和弹性。活塞环的弹性是根据它从自由状态的间隙压到工作状态时的销口间隙所需的应力来决定的。一般直径在  $40$ — $100$  毫米时为  $1.4$ — $1.1$  千克力/厘米<sup>2</sup>， $100$ — $80$  毫米时为  $1.1$ — $0.5$  千克力/厘米<sup>2</sup>。当活塞环的弹性降到原有应力  $25\%$  时就应进行更换。

活塞环与槽的高度和深度间隙可用塞尺测量，其正常间隙为  $0.05$ — $0.08$  毫米，若超过  $0.15$ — $0.2$  毫米就更应更换。

活塞环销口间隙一般为环直径的  $5/1000$ ，活塞外表面磨损时活塞环销口间隙要增大，一般不得超过活塞环直径的  $15/1000$ 。

**检查活塞销和连杆小头套筒的径向间隙及活塞销的磨损度。**活塞销与连杆小头轴套的正常径向间隙为：轴套直径  $60$  毫米，间隙为  $0.05$ — $0.07$  毫米；直径为  $60$ — $110$  毫米，间隙为  $0.07$ — $0.09$  毫米；直径为  $110$ — $115$  毫米，间隙为  $0.09$ —