

船舶特辅装置与系统

刘英贵 刘令勋 主编

国防工业出版社

U66

348950

L76

船舶特辅装置与系统

刘英贵 刘令勋 主编



国防工业出版社

内 容 简 介

本书介绍近20年来由于海洋开发、海上运输以及军事技术的发展而研制的各种船舶特辅装置及其系统,包括船用燃油及滑油处理、海洋环境保护、惰性气体、海水淡化、船舶制冷和空调、船舶消摆、船舶动力定位、水下机器人等装置及系统;船舶特辅装置液压传动及自动控制系统以及现代设计法等多方面的基本知识。

本书可供从事船舶设计、轮机及动力装置设计、制造、管理等有关的技术人员及航运、海军使用人员参考,也可作为船舶院校有关专业师生参考书。



船舶特辅装置与系统

刘英贵 刘令勋 主编

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/16 印张15¹/₄ 350千字

1991年4月第一版 1993年4月第一次印刷 印数: 0.001—1,100册

SBN 7-118-00658-0/U.56 定价: 10.90元

前 言

本世纪 60 年代以来,随着远洋航运和海洋开发工程的发展,为保证完成海上运输和作业任务,各种船舶特辅装置与系统的新品种应运而生。为使造船、海运以及从事海洋开发研究工程的广大科技工作人员了解掌握这一领域的技术状况,我们着手编写了本书。

本书中着重介绍了近二十年来,国内、外发展起来的新型特辅装置与系统。这些特辅装置的出现,大大地突破了传统辅机学的范畴,成为一门崭新的机-电-液一体化的新学科。尽管它仍然依附于机械工程技术,但已与现代控制工程和计算机技术密切相融。水下机器人、船舶动力定位系统、船舶消摆装置等等的研究成功,若没有现代控制理论和计算机技术是不可想象的。另一方面,现代控制理论和计算机技术也将会把传统的船舶辅机改造成全自动化的机器,因为,只有船舶特辅装置及其系统全部实现了自动化控制,无人驾驶和无人机舱的目标才能得以实现。

船舶特辅装置的种类名目繁多,再加上各种系统五花八门,要在有限的篇幅内全部加以介绍是非常困难的,因此,对于在船舶辅机学中已大量介绍过的传统的辅机,如泵、压缩机、通风机、锅炉以及甲板机械等,在本书中不再专题介绍,至于本书的完整性和系统性,并不因此而受到影响。

本书最后一章编入了现代设计法的内容是极有意义的。船舶特辅装置与系统一方面要实现自动化、计算机化;另一方面,也必须提高产品质量和可靠性水平,以适合自动化机械的工作要求。研制重量轻、体积小、成本低、结构简单、操作方便灵活、可靠性好、寿命长的船舶特辅装置与系统是船舶设计、制造、管理、营运以及海军等部门所关心的问题。掌握现代设计方法,对改进我们的工作无疑会有一些帮助。

参加本书编撰的有:刘英贵、刘令勋、刘宁、杨农林同志。

本书编写过程中,得到南京绿州机器厂邓绪林高级工程师的大力支持和热情帮助,在此表示衷心感谢。

由于作者水平所限,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 船用燃油及滑油处理装置及系统	1
第一节 离心分离原理	1
第二节 碟片式离心分离机	3
第三节 自动排渣油分离机	4
第四节 油分离机的正确使用及系统设计	7
第五节 现代低品级重质燃油的分离和净化	13
第二章 环境保护及污水、污物处理装置及系统	16
第一节 环境保护有关法规及防止环境污染的措施	16
第二节 船用油水分离器	18
第三节 船用生活污水处理装置	24
第四节 船用焚烧炉	27
第五节 船舶尾轴密封装置	29
第三章 船用惰性气体装置及系统	33
第一节 概述	33
第二节 油轮起火爆炸原因及防爆方法	34
第三节 惰性气体装置及系统的组成	41
第四节 惰性气体装置的使用	51
第四章 船用海水淡化装置	55
第一节 概述	55
第二节 船用海水淡化装置的类型和工作原理	56
第三节 船用海水淡化装置及系统	59
第四节 海水淡化装置的自动调节	63
第五章 船舶制冷、空调及热交换系统	66
第一节 船舶制冷	66
第二节 船舶空调	72
第三节 船舶热交换器	76
第六章 船舶减摇装置及控制系统	79
第一节 概述	79
第二节 减摇水仓原理及其控制系统	80
第三节 减摇鳍装置及其控制系统	82
第七章 船舶动力定位系统	92
第一节 动力定位系统的用途及基本元件	92
第二节 传感器系统	93
第三节 推力器系统	103
第四节 控制系统	110
第五节 动力系统	120
第八章 特种舰船特辅装置与系统	123

第一节	潜艇空气再生装置	123
第二节	反水雷舰艇的特种装置	128
第三节	滚装船和登陆舰艇特种装置	132
第四节	其他特种装置	136
第九章	水下机器人	139
第一节	水下机器人的研究发展概况	139
第二节	水下机器人的用途和基本结构	140
第三节	水下机器人的传感和信息传输系统	144
第四节	水下机器人的动力系统和推进装置	147
第五节	水下机器人机械手	151
第六节	水下机器人的控制系统	157
第十章	舰船特辅装置液压传动及控制系统	162
第一节	舰船特辅装置液压传动及控制系统的发展及其要求	162
第二节	舰船甲板机械液压系统	163
第三节	工程船液压传动装置及系统	172
第四节	海洋开发工程船舶特辅装置液压传动及系统	177
第五节	船用液压伺服控制系统	180
第十一章	船舶特辅装置的自动控制	187
第一节	继电-接触器控制系统中常用的电器元件	187
第二节	电动机的控制方式	192
第三节	船用辅锅炉的自动控制	195
第四节	电动起锚系统装置的自动控制	202
第五节	舵机的自动控制	206
第十二章	舰船特辅装置与系统现代设计法	215
第一节	概述	215
第二节	最优化设计方法	215
第三节	最优化准则和指标的确定与评定	221
第四节	系统可靠性设计	227
参考文献		236

第一章 船用燃油及滑油处理装置及系统

在以柴油机为动力装置的远洋船上, 普遍以重油或渣油为燃料, 这类油中通常含有较多的灰份、水份、机械杂质和沥青质等。为了保证柴油机的完全燃烧, 防止汽缸磨损和腐蚀, 油料送入柴油机前, 必须清除油中的这些有害成份。

柴油机及涡轮机中的滑油, 经过一段时间使用后, 也会混入一些水份、金属磨粒、碳质胶状物、尘垢及锈屑等, 使滑油性能降低, 需要及时加以清除, 以使机器保持良好的润滑状况。

油中的杂质大多属于非均匀的悬浮固体或非互溶性液体。清除这些杂质的方法有离心、过滤和凝聚三种。这三种方法中, 目前, 离心法得到最广泛地应用。

第一节 离心分离原理

在重力场中, 作用于悬浮粒子上的重力为:

$$F_g = \frac{\pi}{6} d^3 (\rho_w - \rho_0) g \quad (1-1)$$

式中 d ——球状粒子的直径;

ρ_w ——固体粒子的密度;

ρ_0 ——液体的密度;

g ——重力加速度。

在离心力场中, 由上式可知, 作用于悬浮粒子上的离心力为:

$$F_w = \frac{\pi}{6} d^3 (\rho_w - \rho_0) r \cdot \omega^2 \quad (1-2)$$

式中 r ——固体粒子的回转半径;

ω ——转筒的回转角速度。

固体粒子在重力场中受重力作用, 或在离心力场中受离心力作用, 要产生运动, 这种运动要受到液体粘性阻力的影响。在滞流区域内, 球状粒子在离心沉降过程中受到流体的粘性阻力 F_r 可用斯托克斯定律表示:

$$F_r = 3\pi \mu \cdot d \cdot v_r \quad (1-3)$$

式中 μ ——液体的动力粘度;

v_r ——固体粒子在液体中的离心沉降速度。

当固体粒子受到的离心力 F_w 等于它所受到的粘性阻力 F_r 时, 固体粒子将作等速沉降, 由此, 可得到离心沉降速度:

$$v_r = \frac{d^2 (\rho_w - \rho_0) g}{18 \mu} \cdot \frac{r \cdot \omega^2}{g} \quad (1-4)$$

同理, 可得到重力沉降速度:

$$v_s = \frac{d^2(\rho_w - \rho_o)g}{18\mu} \quad (1-5)$$

用 f 表示离心沉降速度与重力沉降速度之比, 即有:

$$f = \frac{v_s}{v_g} = \frac{r \cdot \omega^2}{g} \quad (1-6)$$

式中 f 称为离心分离机的分离因素, 由于 r 和 ω 均为可控因素, 因此, 从理论上讲, 可直接通过改变 r 和 ω 的值来提高分离效果。

对于两种互不相溶的液体, 在重力场中沉降分离情况, 可用图 1-1 的连通容器原理加以说明。

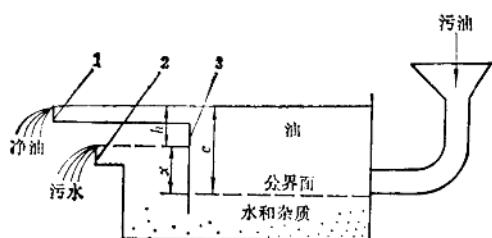


图1-1 重力沉降柜

1—溢油板; 2—溢水板; 3—分液板。

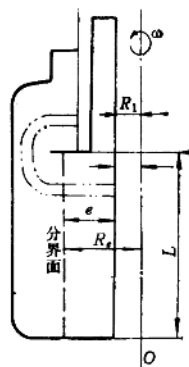


图1-2 两液相离心分离原理

容器用分液板分为两个部分, 分液板以下的部分连通。先用水将容器灌满, 直到有水从出水口排出为止。然后将欲分离的污油从进口缓缓加入沉淀柜中, 由于两种液体的密度不同, 在重力作用下, 密度较大的水向下沉降, 沉降后的净油上浮, 这样, 形成一个明显的油水分界面。分界面下方为清水, 上方则为净油。当不断地从污油进口加入一定的欲分离的污油时, 只要污油注入的速率与重力沉降的速率相匹配, 则这个油水界面保持不变。分离的净油从溢油板上缘溢出, 分离出来的水则从溢水板上缘溢出, 形成动态平衡, 可用如下关系式表示:

$$x \cdot \rho_1 \cdot g = e \cdot \rho_2 \cdot g \quad (1-7)$$

由此可得到:

$$h = e \left(1 - \frac{\rho_2 \cdot g}{\rho_1 \cdot g} \right) = e \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1} \right) \quad (1-8)$$

式中 ρ_1 , ρ_2 ——分别为水和油的密度。

若把图 1-1 中的容器改装成一个封闭的圆筒, 并让其绕立轴 O-O 旋转, 就可以看成是一台简单的离心分离机, 如图 1-2 所示。

当混合液体进入绕轴转动的分离转筒后, 由于两种液体的密度不同, 在离心力场中受到的离心力不同, 二相液体被分离形成两个同心圆环。外环为重相液区, 内环为轻相液区。当两相液体在离心力场中达到液力平衡时, 分界面就处于相对稳定状态。根据液力平衡原理, 可得到下列平衡方程:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{R_2^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} \quad (1-9)$$

式中 R_s ——分界面离回转中心的距离;
 R_1, R_2 ——分别表示油和水出口对O-O轴半径。

第二节 碟片式离心分离机

由式(1-4)可知,固体粒子在离心力场中的沉降速度与固体粒子直径的平方、固体粒子与液体的密度差、粒子的离心回转半径以及转鼓回转角速度的平方成正比,而与液体的动力粘度成反比。

在分离机的转筒中装一串锥形盘片,盘片与盘片之间保持一定距离,被分离的流体从盘片的外边或通过分配孔流入每一盘片中,并沿着盘片间的间隙流动。这些盘片增大了沉降表面面积,缩短了沉降距离,当微粒达到盘子的下表面时,它们汇聚在这个表面上,最后沿着这个表面向盘子周边滑动。在盘子的周缘,水珠和固体粒子离开盘片组,最重的固体粒子沉降到转鼓壁上,水夹在固体杂质和油之间的夹层中,油流向转鼓的中心。如图1-3所示。

由于碟式分离机分离效果好,容渣空间大,并研制成功自动排渣式油分离机。因此,在船舶上广泛地应用。

碟片离心式油分离机的计算如下:

1. 分离盘片间的最小间距

现在碟片式分离机转筒中,大都装有50~70片锥形盘片。从理论上讲,盘片增加,可以提高分离质量。因此,分离盘的厚度应该越小越好。但制造工艺及分离盘强度、稳定性等又不允许其太薄,一般取0.35~0.4mm即可。盘片间的间距,对分离量及分离质量均有重要影响。分离盘间距离太大,会使沉降路程增加,当分离量保持不变时,即液体通过分离盘间的速度不变,就降低分离效果。盘片间的距离太小,沉降的粒子容易堵塞流道,一则影响分离量,又会使已经沉降的一部分杂质粒子来不及滑动到盘子周缘,又被净油带走。因此,同样是不可取的。根据上述理由,推荐如下计算公式:

$$h_{\min} = 0.67 \sqrt[4]{\frac{Q \cdot \nu (R_{\max} - R_s)}{z \cdot R_{\max}^4 \cdot \pi^2}} \quad (1-10)$$

式中 $h_{\min}$ ——分离盘之间的最小间距;

Q ——分离量;

ν ——液体的运动粘度;

$R_{\max}$ ——分离盘的有效外半径;

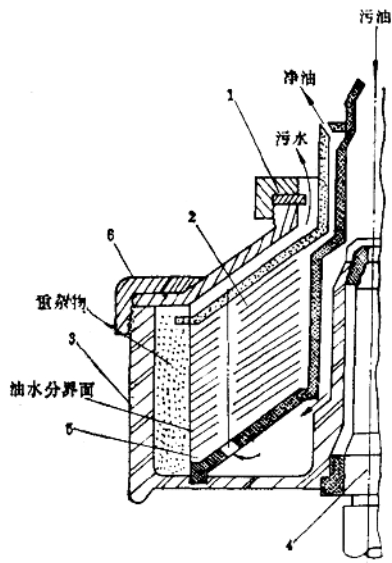


图1-3 分离筒结构示意图

1—密度环; 2—分离盘; 3—分离筒本体; 4—立轴;
 5—分离盘架; 6—锁紧环。

R_{ϕ} ——分离盘进液孔中心线至回转轴的距离;

z ——分离盘片数;

n ——分离筒的转速。

2. 分离机的分离量

C. Ambler 研究了粒子在碟片中的运动, 理论上得出对于碟片分离机中要使粘性液体中直径为 d 的微粒子全部分离出来, 分离量应为:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta\rho \cdot d^2 \cdot g}{9\mu} \cdot \frac{V \cdot \omega^2 \cdot r}{s \cdot g} \quad (1-11)$$

式中 $\Delta\rho$ ——固体粒子与液体的密度差;

μ ——液体的动力粘度;

V ——分离筒有效容积;

ω ——分离筒回转角速度;

s ——固体粒子的沉降距离;

r ——有效分离半径;

d ——粒子直径。

由式 (1-5) 可知, 式 (1-11) 中前部分即为固体粒子的重力沉降速度 v_g 。令 $\Sigma = \frac{V \cdot \omega^2 \cdot r}{s \cdot g}$, 则有:

$$Q = v_g \cdot \Sigma \quad (1-12)$$

式中: Σ 称为分离机的当量沉降面积, 与分离机结构相关。

C. Ambler 推荐碟片式分离机的当量沉降面积用下式计算:

$$\Sigma = \frac{2\pi \cdot z \cdot \omega^2 (R_{\max}^3 - R_{\min}^3)}{3g \cdot \alpha} \quad (1-13)$$

式中 $R_{\min}$ ——分离盘内半径;

α ——碟片半顶锥角。

则有:

$$Q = v_g \cdot \Sigma = \frac{\pi \cdot \Delta\rho \cdot g}{27\mu} \cdot d^2 \cdot \omega^2 \cdot z \cdot \text{ctg} \alpha (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \quad (1-14)$$

第三节 自动排渣油分离机

60 年代以前, 船用油分离机均需人工清渣。这种机器工作一段时期后, 固体杂质汇聚在分离筒中, 当聚集的固体杂质开始影响分离效果时, 停机清除固体杂质。现在这种分离机主要用作滑油净化。在燃油处理系统中, 已广泛采用连续或断续自动排渣分离机。

我国研制的自动排渣分离机有两个系列产品, 即: DZY—30, DZY—50 型手动自动排渣分离机和 DBY—30 型自动排渣分离机。手动自动排渣分离机要由人定期操作控制阀, 让机器排渣。下面介绍 DZY—50 型油分离机排渣控制装置系统。

图 1-4 为 DZY—50 型油分离机分离筒及排渣控制装置系统图, 其控制程序如下:

(1) 密封: 将控制阀转至密封位置时, 重力水箱来的工作水通过导水环 4 至配水圈

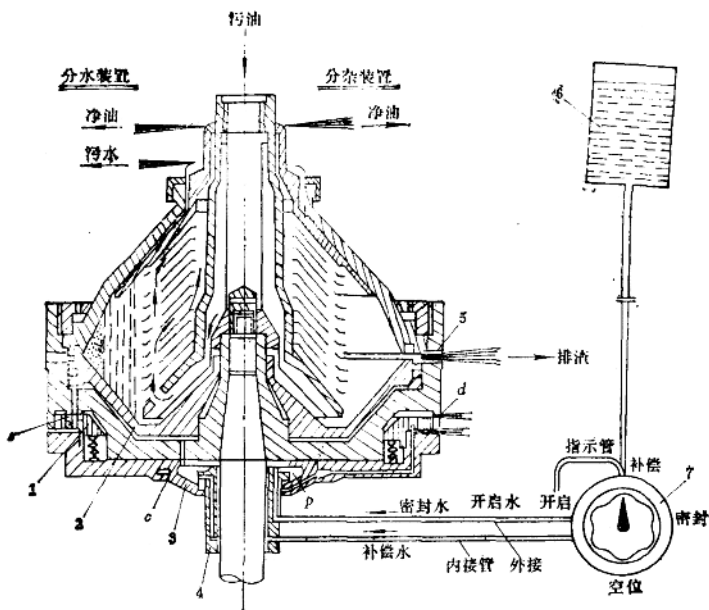


图1-4 DZY-50型油分离机排渣控制装置系统

1—作用滑块；2—活塞；3—配水圈；4—导水环；5—排渣口；6—重力水箱；7—控制阀。

3的空间 p ，在离心力作用下，经分离筒本体上的孔 c 进入活塞下腔。由于活塞下部的作用面积大于上部的作用面积，故活塞向上移动压紧主密封环，使分离液体封闭在分离筒中，而进行正常分离。

(2) 补偿：在分离过程中，为补充活塞下腔密封水漏泄而引起压力损失。控制阀上设计了补偿密封水的位置及通路。当活塞下腔注满水后，若控制阀继续停留在密封位置，则密封水不能再进入活塞下腔，而直接从指示管中流出来，此即表明分离筒已完全密封，可将控制阀转至补偿位置，仅向活塞下腔补充少量密封水。

(3) 排渣：分离机经过一定时间分离运行后，必须及时排除分离筒中集聚的污渣。此时，可将控制阀转至开启位置，工作水被引至作用滑块1的上腔。由于离心压力的作用，平衡并超过作用滑块密封的弹簧压力，使滑块向下移动，打开阀 a （共三只），使活塞下腔的密封用水迅速泄放而释压。活塞在分离筒内液体的离心压力作用下向下移动，打开排渣口5进行排渣。

(4) 复位：排渣完毕后，将控制阀转至空位，切断重力水箱与配水挡圈的通道，作用滑块上腔的水在离心力作用下，从小孔 d 排放而卸压。在弹簧力作用下，作用滑块复位并关闭阀 a 。此后，可将控制阀转到密封位置，使分离筒重新密封，转入正常分离，如此循环操作。

手动自动排渣操作装置的操作步骤，应严格遵守机器使用说明书的规定，否则会引起机器故障，如：油跑失、排渣不干净或浪费淡水等，一般操作过程如下：

(1) 停止供油；(2) 注水赶油；(3) 开启活塞排渣；(4) 淡水冲洗；(5) 滑

块复位, (6) 活塞密封, 转正常工作。

油分离机的部分排渣技术:

在国产 DBY—30 型自动排渣油分离机中, 采用了部分排渣技术。所谓部分排渣, 就是在不停止供油的情况下, 从分离筒中排出少量污水和水。

DBY—30 型分离机排渣系统原理, 如图 1-5 所示。其设计特点是在活塞 10 的下部设有两组泄水孔, 在分离筒外边缘处设有全排作用滑块 4, 用来开启或关闭一组全排泄水孔 3, 达到定时全部排渣的目的。在靠近转轴处设有部排作用滑块 8, 用来开启或关闭一组部排泄水孔 9, 达到定时部分排渣的目的。

采用部分排渣技术的好处是: (1) 排渣时不需停机停油, 提高了分离机的工作效率; (2) 不需要冲洗水, 因而减少淡水消耗; (3) 排出的渣液中只含水, 不含油, 提高了经济效益。

DBY—30 型自动排渣油分离机的启动、停机、分离、排渣等过程全部自动操作, 部分排渣或全部排渣的时间间隔按操作者预置的时间程序进行。当机器发生故障时, 可发出声、光报警信号。

图 1-6 为 DBY—30 型油分离机自动控制系统原理图。系统工作原理如下:

(1) 启动: 油分离机的启停可根据日用油柜高低液位信号自动控制或手动起停, 启动后污油经污油泵和油加热器在机外循环。

(2) 密封: 密封工作用水进入活塞下腔使活塞上升并紧压密封环, 此时即进入密封状态, 2DCF 电磁阀 6 打开。

(3) 水封: 1DCF 电磁阀 7 打开, 向分离筒内注入热淡水。此时 2DCQF 先导电磁阀 18 关, 并使 2QBF 直通气动薄膜调节阀 13 关闭。

(4) 进油分离: 1DCQF 先导电磁阀 17 打开, 切换 1QBF 气动三通薄膜调节阀 16 变为进油位置, 此时全部排渣时间继电器投入工作, 定时器开始记时, 报警系统亦投入工作。

(5) 停油: 按预置程序到达预定排渣时间时, 时间继电器动作, 全部排渣循环程序开始。此时, 1DCQF 阀门关, 1QBF 三通气动薄膜调节阀 16 切换位置, 使污油作机外循环。

(6) 赶油: 1DCF 电磁阀 7 开, 将热淡水供入分离筒中将分离筒中的油赶出。此时 2DCQF 先导电磁阀 18 关, 并使 2QBF 气动薄膜调节阀 13 关闭。

(7) 排渣: 1DCF 电磁阀 7 关, 停止供水; 3DCF 电磁阀 5 打开, 水进入密封活塞滑块的上部空间, 使滑块下移, 打开活塞下面的排水孔, 在离心力作用下, 密封工作用水迅

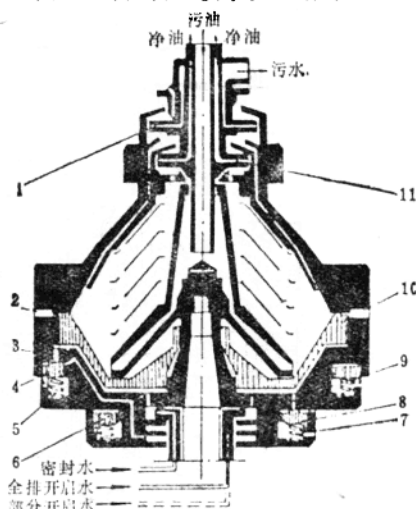


图1-5 部分排渣控制结构及原理

1—水扩压叶轮; 2—排渣口; 3—全排泄水孔; 4—全排作用滑块; 5、7—弹簧; 6—平衡水孔; 8—部排作用滑块; 9—部排泄水孔; 10—活塞; 11—油扩压叶轮

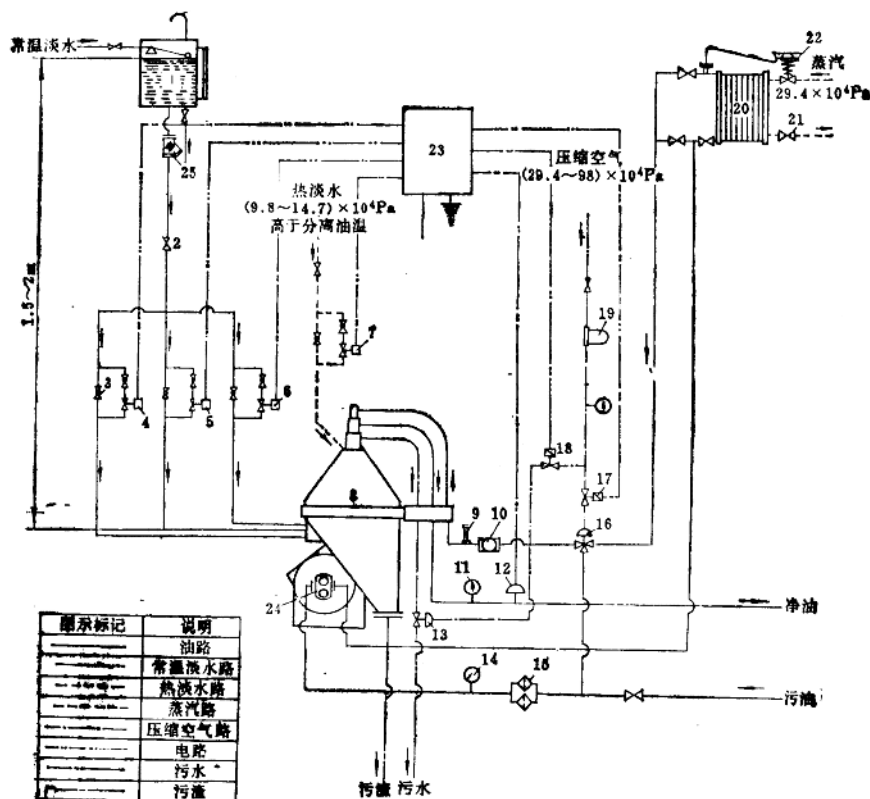


图1-6 DBY-30型油分离机控制系统图

1—重力水箱；2—截止阀；3—旋塞；4—4 DCF电磁阀；5—3 DCF电磁阀；6—2 DCF电磁阀；7—1 DCF电磁阀；8—油分离机；9—温度计；10—流量计；11—压力表；12—压力继电器；13—2 QBF气动薄膜调节阀；14—真空表；15—粗过滤器；16—1 QBF三通气动薄膜调节阀；17—1 DCQF先导电磁阀；18—2 DCQF先导电磁阀；19—空气过滤减压阀；20—板式油加热器；21—截止阀；22—薄膜式温度调节器；23—DBYK型控制箱；24—污油泵；25—水过滤器。

速跑掉，活塞下落，排渣口打开，淤渣和水被排出。

(8) 密封：排渣完毕后，2DCF阀6自动打开，使分离筒重新密封。

(9) 冲洗：1DCF电磁阀7自动打开，向分离筒内注入热淡水，以冲洗分离筒。

(10) 停供冲洗水，重新密封转正常分离操作。

第四节 油分离机的正确使用及系统设计

油分离机是一种比较复杂又较精密的机械装置，工作中出现的许多问题往往与使用者不能正确使用和操作有关，为了得到满意的分离效果，更有必要细心操作。

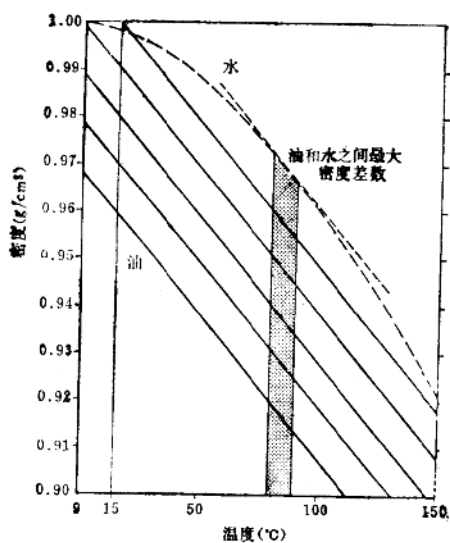


图1-7 温度对油密度的影响

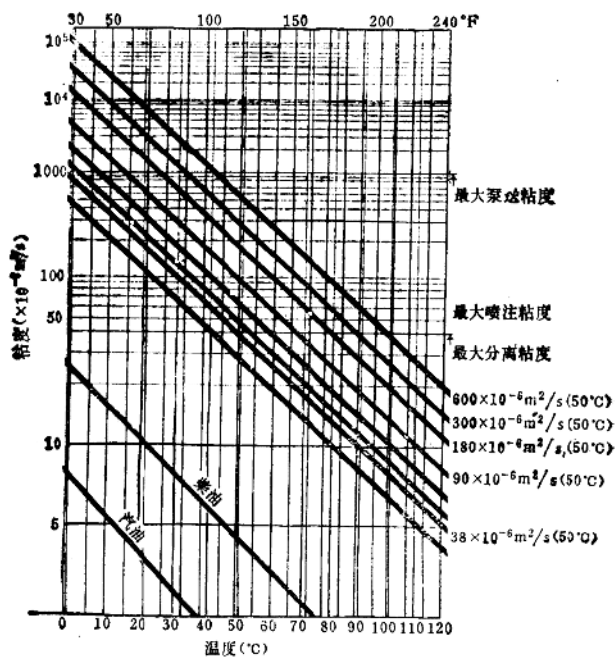


图1-8 温度对油粘度的影响

一、油温的选择和控制

为了确保水和固体杂质得到良好的分离，污油进入分离机前必须进行加热。粘度和密度对分离过程起决定性的影响。如果油和水的密度在室温下相差很小，则通过对此混合物进行加热，将使其密度差值增加。但大多数情况是在分离温度下就能达到容许的密度差值（两种液体的密封差约为5%），见图1-7。

另一方面，随着温度增加，粘度减少，对有效地分离固态杂质是极其重要的。此外，处理前对油进行加热，可以在离心机中获得更大和更经济的生产能力。分离时，油的粘度最好低于 $40 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ，油温对粘度的影响如图1-8所示。

为了得到最好分离效果，建议对需要分离的油采用如表1-1中的加热温度。

一般情况下，可用蒸汽或电加热器对油进行加热。

表1-1 油的加热温度

油料品名	粘度 ($\times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) (38°C)	加热温度 (°C)
燃油	120	80
燃油	300	90
燃油	700	95
润滑油	直馏型	70~75
润滑油	精制分散型	80~85

二、燃油的净化和澄清

当分离两种液体时，重质的液相推向转筒的周边，而轻质液相推向中央。固体颗粒收集于转筒的周边上。每一种液相通过各自的出口离开分离机。重质液相出口较轻质液相出口位置半径稍大。见图1-2。

由式(1-9)可以导出：

$$R_s = \sqrt{\frac{\rho_1 R_2^2 - \rho_2 R_1^2}{\rho_1 - \rho_2}} \quad (1-15)$$

从式(1-15)中可以看出，当 R_1 、 ρ_1 、 ρ_2 已知时，两种液体分离界面的位置 R_s ，由重液出口位置 R_2 来确定。界面位置 R_s 是影响分离效果的重要参数。当界面向转筒中心移动过大时，净化效果不好。反之，当界面向外移动，超过顶盘外径时，则会破坏水封，大量净化油则从污水口排出。

我们知道，温度的变化会使油和水的粘度和密度发生变化。另外，同一种分离机要用来处理各种不同密度差的两相液体，而分离筒的结构又不可能做很大改动，即 R_s 的位置不能改变。因此，就只有靠改变重液出口位置 R_2 来保持已定的 R_s 值。把式(1-15)略做改变，即可得到：

$$R_2 = \sqrt{R_s^2 - \frac{\rho_2}{\rho_1} (R_s^2 - R_1^2)} \quad (1-16)$$

由式(1-16)可知，当分离筒结构尺寸 R_1 已知时，要使 R_s 不变，必须根据两种液体的密度差值来改变重液出口位置 R_2 。在分离机中，这一变化，用一个称之为密度环

的圆环进行调节，每一种分离机根据其设计要求，由制造厂随机提供一组口径大小不同的环，并在机器使用说明书中提供一张密度环选用图表。如图 1-9 所示，当使用者在确定两相的密度及分离温度后，就可以根据表查取合适尺寸的密度环。

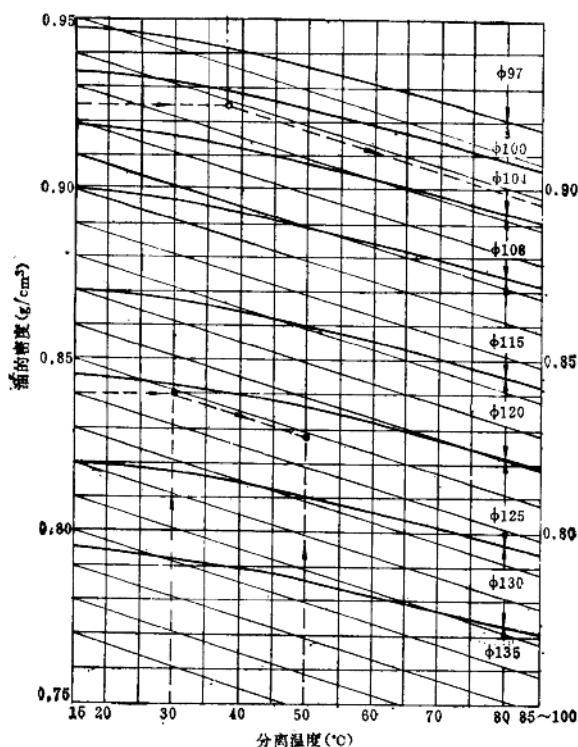


图1-9 密度环选用图

另外还要注意，分离机的流率（即分离率）也会使分界面位置发生变化，分离率过大或超过额定分离率时，也会破坏分界面的位置，使大量油从污水出口排出，这是必须避免的。

澄清主要用来分离一种液相和一种固相。例如：油和淤渣，当分离机作澄清器使用时，重相成份出口应当堵塞。这可简单地装配最小尺寸比重盘来达到。这样，澄清器仅有净化油的出口，分离出来的少量水和淤渣一起通过淤渣出口排出。

三、排污时间间隔

断续自动排渣油分离机在经过一段时间运转之后应进行排渣，其运转时间为：

燃油粘度为 $50 \sim 250 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (38°C) 4~6 h

燃油粘度为 $250 \sim 700 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (38°C) 2~4 h

直馏型润滑油 4~6 h

清净分散性型润滑油 1~3 h

排渣时间间隔也可以根据机器分离筒容渣空间容积及分离油料中的含污量进行计算。例如：分离机的分离量为 Q ，油料中的淤渣含量为 $x\%$ ，分离筒容渣空间容积为 $V_{\text{容}}$ ，则有：

$$t = \frac{V_{\text{容}} \cdot 100}{Q \cdot x} \quad (1-17)$$

四、系统设计

1. 并联系统

多年来，用来处理重质燃油的分离机系统，全部采用并联设计方法。一台连续作业，另一台作为备用设备，如图1-10所示。用一台与分离机组装在一起的齿轮油泵将油从沉降罐吸入，并供给分离机，油经过一个预热器，使油温升高到 $80\sim 95^{\circ}\text{C}$ 的适当分离温度，水和淤渣在净化器内分离出来，净化油排入日用罐。

这种系统存在以下缺点：

(1) 沉降罐中油温经常波动，要达到恒定的分离温度几乎是不可能的。预热器的温度调节设备通常允许有大的温度变化。

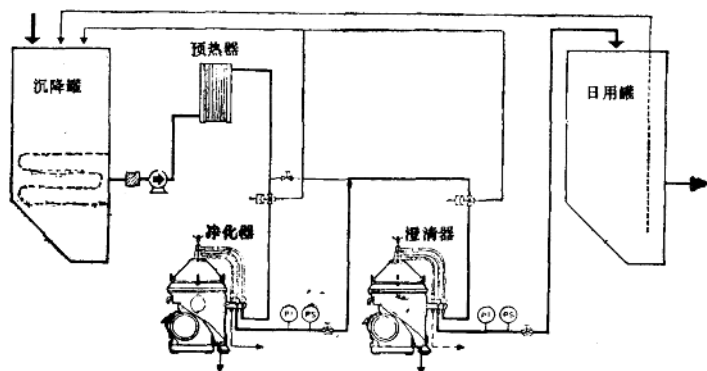


图1-10 并联系统

(2) 系统中油的流动经常不能正确控制。所有这些因素，对分离过程和分离效果产生不好的影响。如果待处理油的质量良好，这种处理能得到良好的分离效果。

采用并联系统，若有下列各项保证，也可以得到较好的分离效果：

- (1) 选择正确的密度环，以保证界面位于最佳位置。
- (2) 保证稳定的作业条件（恒定的密度、粘度、流率、温度等等）。

2. 串联系统

在处理现代低品级重质燃油时，要严格控制油的密度、粘度、流率和温度是相当困难的。改用串联作业系统，会得到较好的分离效果。图1-11表示两台分离机串联系统的流程图。在串联系统中，作澄清器用的分离机跟在净化器用分离机后面，这种布置方式不仅改善了分离效果，如果前面的净化机的油水界面已在圆盘组件内移动时，澄清机亦可作为一台安全设备。由于现代重质燃油的品质已接近离心分离机的分离极限。因此，由澄清器提供附加的安全保障是需要的。