

★全国渔业船员培训统编教材★

农业部渔业渔政管理局 组编

远洋轮机业务

(远洋渔业船舶轮机人员适用)

杨建军 沈干军 刘黎明◎编著



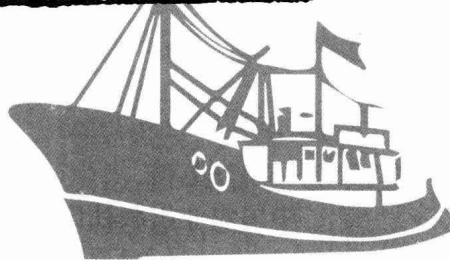
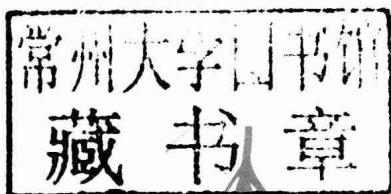
 中国农业出版社

全国渔业船
农业部渔业

远洋轮机业务

(远洋渔业船舶轮机人员适用)

杨建军 沈千军 刘黎明 编著



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

远洋轮机业务：远洋渔业船舶轮机人员适用 / 杨建军，沈千军，刘黎明编著. —北京：中国农业出版社，2017.3

全国渔业船员培训统编教材

ISBN 978-7-109-22607-4

I. ①远… II. ①杨… ②沈… ③刘… III. ①轮机-技术培训-教材 IV. ①U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 008157 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 郑珂 黄向阳

责任编辑 刘玮

三河市君旺印务有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2017年3月第1版 2017年3月河北第1次印刷

开本：700mm×1000mm 1/16 印张：8.5 插页：2

字数：130千字

定价：40.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

全国渔业船员培训统编教材

编审委员会

主 任 于康震
副 主 任 张显良 孙 林 刘新中
赵立山 程裕东 宋耀华
张 明 朱卫星 陈卫东
白 桦

委 员 (按姓氏笔画排序)

王希兵 王慧丰 朱宝颖
孙海文 吴以新 张小梅
张福祥 陆斌海 陈耀中
郑阿钦 胡永生 栗倩云
郭瑞莲 黄东贤 黄向阳
程玉林 谢加洪 潘建忠

执行委员 朱宝颖 郑 珂

全国渔业船员培训统编教材

编辑委员会

主 编 刘新中

副主编 朱宝颖

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁图强 王希兵 王启友

艾万政 任德夫 刘黎明

严华平 苏晓飞 杜清健

李 昕 李万国 李劲松

杨 春 杨九明 杨建军

吴明欣 沈千军 宋来军

宋耀华 张小梅 张金高

张福祥 陈发义 陈庆义

陈柏桦 陈锦淘 陈耀中

郑 珂 郑阿钦 单海校

赵德忠 胡 振 胡永生

姚智慧 顾惠鹤 徐丛政

郭江荣 郭瑞莲 葛 坤

韩忠学 谢加洪 赫大江

潘建忠 戴烨飞

安全生产事关人民福祉，事关经济社会发展大局。近年来，我国渔业经济持续较快发展，渔业安全形势总体稳定，为保障国家粮食安全、促进农渔民增收和经济社会发展作出了重要贡献。“十三五”是我国全面建成小康社会的关键时期，也是渔业实现转型升级的重要时期，随着渔业供给侧结构性改革的深入推进，对渔业生产安全工作提出新的要求。

高素质的渔业船员队伍是实现渔业安全生产和渔业经济持续健康发展的重要基础。但当前我国渔民安全生产意识薄弱、技能不足等一些影响和制约渔业安全生产的问题仍然突出，涉外渔业突发事件时有发生，渔业安全生产形势依然严峻。为加强渔业船员管理，维护渔业船员合法权益，保障渔民生命财产安全，推动《中华人民共和国渔业船员管理办法》实施，农业部渔业渔政管理局调集相关省渔港监督管理部门、涉渔高等院校、渔业船员培训机构等各方力量，组织编写了这套“全国渔业船员培训统编教材”系列丛书。

这套教材以农业部渔业船员考试大纲最新要求为基础，同时兼顾渔业船员实际情况，突出需求导向和问题导向，适当调整编写内容，可满足不同文化层次、不同职务船员的差异化需求。围绕理论考试和实操评估分别编制纸质教材和音像教材，注重实操，突出实效。教材图文并茂，直观易懂，辅以小贴士、读一读等延伸阅读，真正做到了让渔民“看得懂、记得住、用得上”。在考试大纲之外增加一册《渔业船舶水上安全事故案例选编》，以真实事故调查报告为基础进行编写，加以评论分析，以进行警示教育，增强学习者的安全意识、守法意识。

相信这套系列丛书的出版将为提高渔民科学文化素质、安全意识和技能以及渔业安全生产水平,起到积极的促进作用。

谨此,对系列丛书的顺利出版表示衷心的祝贺!

农业部副部长



2017年1月

前言

《远洋轮机业务（远洋渔业船舶轮机人员适用）》是在农业部渔业渔政管理局组织指导下，由浙江海洋大学、舟山航海学校、舟山市渔业技术培训中心共同承担编写任务，根据《农业部办公厅关于印发渔业船员考试大纲的通知》（农办渔〔2014〕54号）中关于渔业船员理论考试和实操评估的要求而编写的。参加编写的人员都是具有多年教学和实船工作经验的教师。

本书内容严格按照农业部最新渔业船员考试大纲的章节编写，突出适任培训和注重实践的特点，并且融入了编者多年的教学培训经验和实操技能，旨在培养船员在实践中的应用能力。本书适用于全国远洋渔业船舶轮机人员的考试、培训和学习，也可作为船员上船工作的工具书。

本书共有六章。第一、二章由舟山市渔业技术培训中心沈千军编写；第三、四章由舟山航海学校刘黎明编写；第五、六章由浙江海洋大学杨建军编写；全书由浙江海洋大学杨建军统稿。

限于编者经历及水平，书中错漏之处在所难免，敬请使用本书的师生批评指正，以求今后进一步改进。

本书在编写、出版工作中得到农业部渔业渔政管理局、中国农业出版社等单位的关心和大力支持，特致谢意。

编者

2017年1月

目 录

丛书序

前言

| | |
|----------------------------|----|
| 第一章 分油机 | 1 |
| 第一节 分油机的种类和工作原理 | 1 |
| 分油机的种类和工作原理 | 1 |
| 第二节 分油机的结构和工作过程 | 4 |
| 一、DRY-15 型分油机的结构 | 4 |
| 二、DZY-30 型自动排渣分油机 | 9 |
| 三、Alfa Laval WHPX 型自动排渣分油机 | 12 |
| 第三节 分油机使用和维护管理 | 14 |
| 一、分油机工作参数的确定 | 14 |
| 二、分油机的启动、运行和停用 | 15 |
| 三、分油机维护管理 | 16 |
| 第二章 船用海水淡化装置 | 19 |
| 第一节 真空沸腾式海水淡化装置的工作原理 | 19 |
| 一、真空沸腾式海水淡化装置的基本结构组成及工作原理 | 19 |
| 二、真空沸腾式海水淡化装置的工作系统 | 20 |
| 三、淡水含盐量检测与报警 | 22 |
| 第二节 真空沸腾式海水淡化装置的启动、运行和停用 | 22 |
| 一、装置的启动 | 22 |
| 二、装置的停止 | 22 |
| 三、装置的使用管理及水量水质控制 | 22 |
| 四、装置的维修 | 25 |
| 第三节 真空沸腾式海水淡化装置的常见故障分析与排除 | 27 |
| 第四节 反渗透式海水淡化装置及其操作管理 | 28 |



| | |
|------------------------------------|-----------|
| 一、简单阐述反渗透膜的工作原理 | 29 |
| 二、反渗透式海水淡化装置的工艺流程及主机配置 | 29 |
| 三、反渗透式海水淡化装置的操作运行管理 | 30 |
| 四、设备维修与保养 | 31 |
| 五、常见故障与排除 | 33 |
| 第三章 含油污水分离器 | 35 |
| 第一节 含油污水分离器的基本构造和工作原理 | 35 |
| 一、对船用油水分离器的要求 | 35 |
| 二、油水分离器的结构和工作原理 | 35 |
| 第二节 含油污水分离器的启动、运行和停用 | 44 |
| 一、启动的检查及准备 | 44 |
| 二、运行中的管理及注意事项 | 44 |
| 三、影响分离效果的因素与措施 | 45 |
| 四、维护 | 46 |
| 第三节 含油污水分离器的常见故障分析和排除 | 46 |
| 第四章 船用辅助锅炉 | 48 |
| 第一节 辅助锅炉的性能参数和基本构造 | 48 |
| 一、辅助锅炉的性能参数和类型 | 48 |
| 二、燃油辅助锅炉的结构 | 49 |
| 第二节 辅助锅炉的燃烧设备 | 50 |
| 一、喷油嘴 | 50 |
| 二、调风器 | 51 |
| 三、点火器 | 53 |
| 第三节 辅助锅炉的主要附件 | 53 |
| 一、水位表 | 54 |
| 二、压力表 | 55 |
| 三、安全阀 | 56 |
| 四、排污阀 | 58 |
| 五、空气旋塞 | 58 |
| 第四节 锅炉的汽、水系统及其管理 | 58 |
| 一、锅炉的蒸汽、给水、凝水和排污系统 | 58 |
| 三、汽、水系统常见故障 | 62 |



| | |
|-----------------------------|------------|
| 第五节 辅助锅炉的管理 | 63 |
| 一、锅炉的使用管理 | 63 |
| 二、锅炉的一般故障及排除方法 | 65 |
| 三、锅炉运行中发生异常情况时的紧急处理 | 66 |
| 第五章 渔船制冷装置 | 68 |
| 第一节 蒸气压缩式制冷循环的基本原理和组成 | 68 |
| 第二节 常用制冷剂、载冷剂和冷冻机油 | 69 |
| 一、制冷剂 | 69 |
| 二、载冷剂 | 71 |
| 三、冷冻机油 | 72 |
| 第三节 蒸气压缩式制冷装置的设备 | 73 |
| 一、制冷压缩机 | 74 |
| 二、制冷装置的主要组成部件 | 87 |
| 三、制冷装置的自动控制元件 | 93 |
| 第四节 蒸气压缩式制冷装置的管理 | 101 |
| 一、制冷装置的气密试验、抽空试验 | 101 |
| 二、制冷剂的充入和取出 | 103 |
| 三、制冷装置的检漏 | 105 |
| 四、冷冻机油添加与更换 | 106 |
| 五、不凝性气体的危害及其检查与排除方法 | 108 |
| 六、蒸发器融霜 | 108 |
| 七、干燥过滤器的更换 | 109 |
| 八、制冷装置的启动、运行管理与停用 | 109 |
| 九、装置常见故障和排除方法 | 110 |
| 第六章 船舶空气调节装置 | 116 |
| 第一节 船舶空气调节装置的主要设备 | 116 |
| 一、空气调节器 | 116 |
| 二、布风器 | 118 |
| 三、风管 | 122 |
| 第二节 船舶空气调节装置的自动控制 | 122 |

第一章 分油机

第一节 分油机的种类和工作原理

分油机的种类和工作原理

船舶柴油机所用的燃油、润滑油在使用过程中需要净化处理，船舶油料净化必不可少的关键设备就是离心式分油机（彩图 1、彩图 2）。

1. 分油机的种类

图 1-1 为分油机的关键部件分离筒的结构图。分油机根据用途分为分水机和分杂机两种，分水机主要用于分离油中的水分和杂质，分杂机主要用于分离油中的固体杂质和少量水分。这两种分油机在结构上的区别仅仅在于分离筒中的几个部件，只要更换这些部件，即可互换使用。图 1-1 (a) 和图 1-1 (b) 所示分别为分水机和分杂机的分离筒。分水机的分离盘架 10 有分配孔，而分杂机的分离盘架 14 没有孔；分水机上部装有具有排水功能的比重环 9，而分杂机上部装有没有排水功能的分杂盘 8。只要将图 1-1 (a) 中的 10 和 9 分别换成图 1-1 (b) 中的 14 和 8，便可将分水机改装为分杂机；反之，可将分杂机改装成分水机。

待净化油从进油管 5 进入分离筒，经过分离盘架 10 上的孔（如果为分杂机，从分离盘片的外边缘）进入到分离盘片 3 中，之后，水和杂质被高速旋转的分离筒甩到四周，而净油顺着分离盘片间的间隙向分离盘片移动，最后经过出油管 6 排出分离筒。

2. 分油机的工作原理

分油机和重力沉淀槽，尽管有旋转和静止的区别，但在工作原理上则很相似，而后者更容易理解。因此，先介绍重力沉淀槽，然后说明分油机的工作原理。

(1) 重力沉淀 图 1-2 (a) 所示为重力沉淀槽示意图。

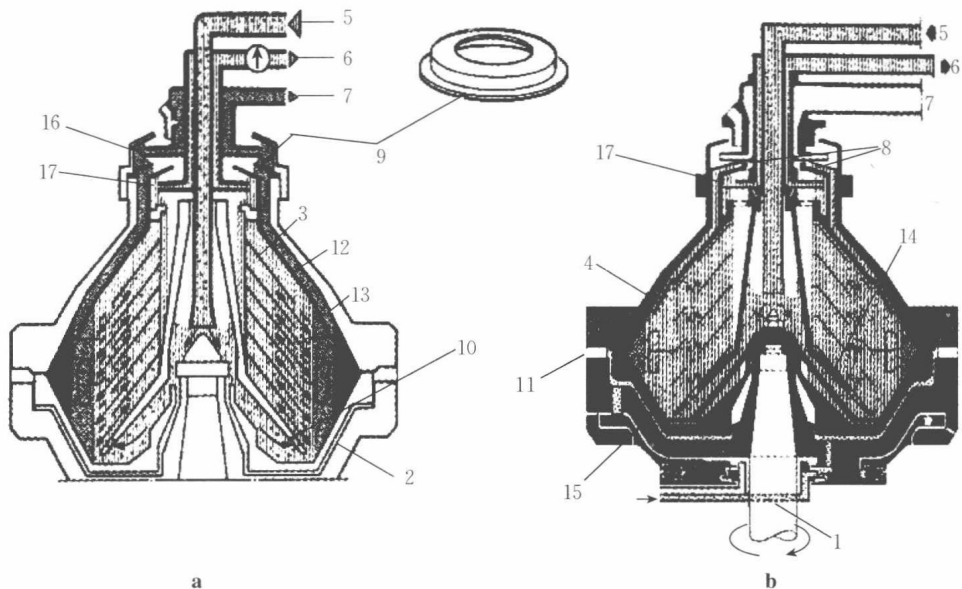


图 1-1 分油机分离筒筒图

a. 分水机的分离筒 b. 分杂机的分离筒

1. 立轴 2. 分离筒本体 3. 分离盘片 4. 分离筒盖 5. 进油管 6. 出油管 7. 出水管 8. 分杂盘
9. 重力环 (比重环) 10. 盘架 (有孔) 11. 排渣孔 12. 分离盘上盖
13. 油水分离面 14. 盘架 (无孔) 15. 滑动底盘 16. 排水向心泵 17. 排油向心泵

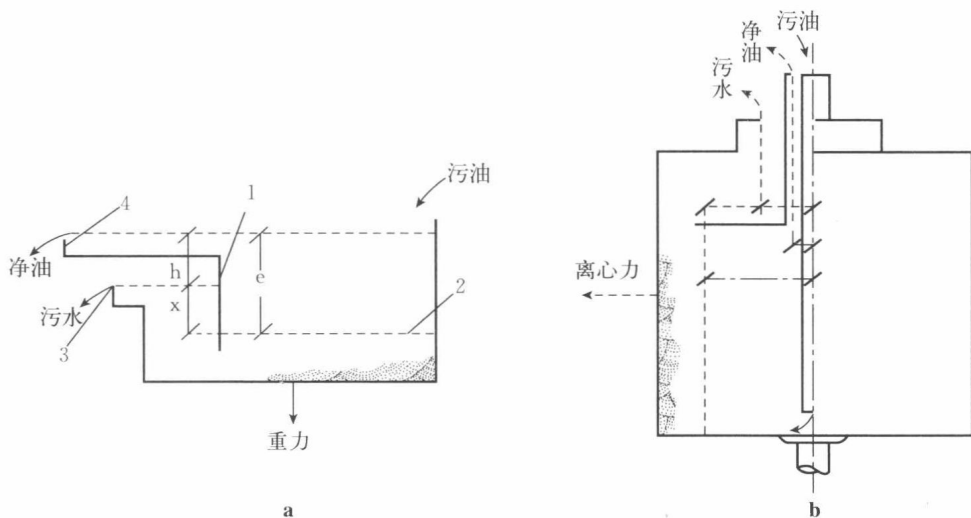


图 1-2 重力沉淀和离心分离示意图

- a. 重力沉淀槽 b. 重力沉淀槽旋转竖起后的圆筒
1. 分液板 2. 分界面 3. 溢水板 4. 溢油板



使用时，先向槽内注水，使水面至少升至分液板 1 的下缘，以造成“水封”，即不让油液流到分液板左侧空间；然后将污油连续缓慢地倒入槽中。由于油、水和杂质比重不同，因而，随流程依次分层。比重大的杂质沉淀于槽底，比重小的油浮于上层，而水则介于油和杂质之间。这样，当油面升至溢油板 4 的上缘时，净油将从溢油板的上缘往外溢，污水将绕过分液板 1 的下缘向左流动，最后从溢水板 3 的上缘溢出。

当结构尺寸一定时，油水分界面的位置只和油的比重有关，并且随着油的比重增大而往下移动。当油的比重过大且又不断倒入污油时，分界面可能低于分液板的下缘而失去“水封”作用，污油就会绕过分液板下缘，大量地和水分一起从溢水板上溢出。当分离比重较大的污油时，可适当提高溢水板高度，以增加分液板左侧空间水柱高度来平衡分液板右侧空间的油压，保持油水分界面位置不变。同理，当分离比重较小的污油时，则应降低溢水板的高度。

综上所述，为使分离工作能正常而有效地进行，溢水板必须做成可以调整的，以便当油的比重变化时，保持油水分界面位置不变，以获得较好的分离效果。

(2) 离心分离 从沉淀槽原理出发，把图 1-2 (a) 顺时针转 90° 让其竖起，并做成如图 1-2 (b) 所示的圆筒，使它绕中心轴作高速旋转，筒内污油中的油、水以及机械杂质就会获得不同的离心力。比重大的杂质离心力最大，被甩到最外层，比重次之的水占据中层，而比重最小的油则聚集在最内层。这样，在筒内就形成以转轴为中心的圆柱形的油水分界面，只要连续地引入污油，就可经相应的通道把油、水分别引出，而杂质则聚积筒壁上。

分油机采用高达 $6\ 000\sim 8\ 000\text{ r/min}$ 的转速，其离心分离速度是重力沉淀速度的数千倍乃至上万倍，分离效果也显著提高。

为净化含水和杂质量不同的油料，分油机工作时有分水机和分杂机之分。净化含有大量水分和少量杂质的油料时，分油机可装成以除水为主的分水机；当净化含有大量杂质和少量水分的油料时，分油机可装成以除杂为主的分杂机。当净化含有大量水分和大量杂质的油料时，可先经分水机清除水分和大颗粒杂质，然后用分杂机清除较小的颗粒杂质。对于使用轻柴油的船舶，分油机一般按分水机工作。

分水机的分离筒采用有孔底分离盘，有净油和污水两个出口；分杂机的

分离筒则采用无孔底分离盘, 只有一个净油出口, 出水口用分杂密封圈堵住。

① 分杂机的工作原理。由于分离筒采用无孔底分离盘, 故油料从分离盘的外边缘进入各分离盘之间。实践证明, 油料从各分离盘外缘 (即半径较大处) 进入分离盘间, 分离效果可提高 2%~3%。

杂质颗粒在到达分离盘内缘以前必须触及分离盘的下表面, 且能克服盘面对它的阻力, 才能被分离并甩到分离盘外缘的容污空间。可见, 采用高速, 并在分离前预热以降低油的黏度、增大杂质与油的比重差, 有利于杂质的分离; 直径大的颗粒, 离心分离速度大, 比颗粒小的杂质易于分离。

当油料中所含杂质较多时, 为了提高分离效果就得减少分离量, 当所含杂质较少时, 在保证一定分离效果的前提下, 可适当加大分离量。

② 分水机的工作原理。从图 1-1 (b) 可以看出, 当分离筒旋转时, 根据水静力学原理, 在油水分界面上油和水的离心压力相等, 当油的比重变化时, 油水分界面位置将发生变化。此油水分界面位置十分重要, 它直接影响着分离质量。实践证明, 分界面的最佳位置, 应在分离盘分配孔的外边缘处。因此, 当油的比重变化时, 要使油水分界面处于最佳位置, 就应调整出水口内径的大小, 这与前面讲的调整溢水板高度原理完全一样。为了适应处理比重不同的污油, 每一台分油机都备有内径大小不同的重力环, 供工作时选用。选用原则是: 比重大的油选用内径小的重力环。

第二节 分油机的结构和工作过程

目前渔船上使用的分油机类型较多, 但基本结构和工作过程大同小异。主要类型分为手动排渣和自动排渣两种。下面介绍几种常用、典型的分油机的基本结构和工作过程。

一、DRY-15 型分油机的结构

图 1-3 所示为 DRY-15 型分油机的结构图。

1. 机械传动装置

分油机的传动机构都差不多。电动机通过摩擦联轴器 11 带动水平轴 2, 通过水平轴上用销钉固定的大螺旋齿轮, 带动与立轴制成一体的小螺旋齿

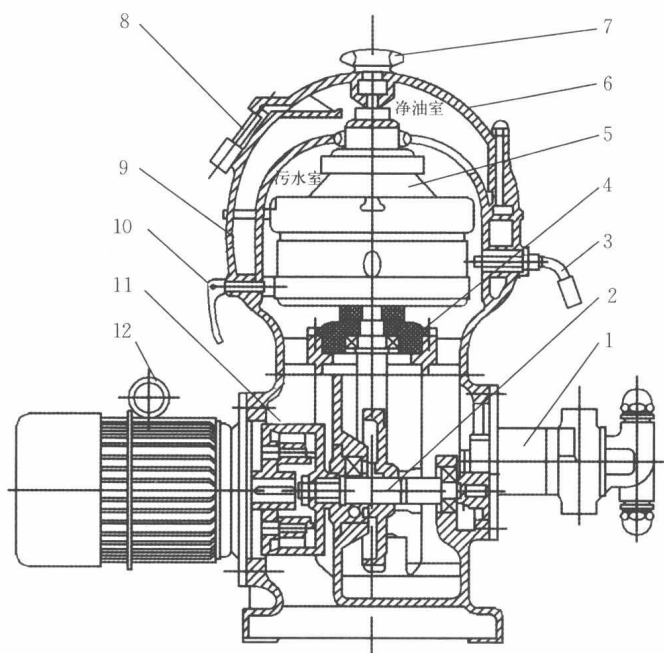


图 1-3 DRY-15 型分油机

1. 齿轮油泵 2. 水平轴 3. 止动器 4. 缓冲橡皮圈 5. 分离筒 6. 集油器
7. 螺塞 8. 满溢油管 9. 机身 10. 制动器 11. 摩擦联轴器 12. 电动机

轮。大小螺旋传动齿轮的增速比约为 $1:5$ 。当电动机转速为 $n=1\ 500\ \text{r/min}$ 时，坐落在立轴上的分离筒 5 转速高达 $n=7\ 000\ \text{r/min}$ 左右。

由于立轴和分离筒的转速很高，加之重量较大的分离筒是装在立轴的顶端，重心很高，形成“头重脚轻”，故在立轴上部轴承处装有缓冲橡皮圈 4，以减少分离筒的径向振动。在立轴的下部有向心推力球轴承，它装于能做轴向移动的轴承座（图 1-4）内。轴承座下面有能承受轴向冲击的板簧 6。改变板簧底盖上垫片的厚度可以调整立轴的高度。

水平轴的另一端通过齿轮带动双联齿轮泵 1。其中污水泵把污油送至加热器后，从集油器内通道流经顶部螺塞 7 进入

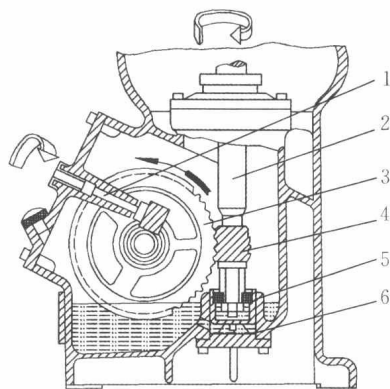


图 1-4 传动系统

1. 转速计数器 2. 立轴 3. 大螺旋齿轮
4. 小螺旋齿轮 5. 轴承座 6. 板簧

分离筒；而净油泵则把分离后的净油送至净油柜。

2. 摩擦联轴器

图 1-5 所示为摩擦联轴器结构图。

摩擦联轴器由固定在水平轴的摩擦筒和固定在电动机轴上的圆盘凸缘及其上面的两个摩擦飞块组成。当电动机启动后，摩擦块受到离心力作用而径向飞出，并紧压摩擦筒内壁，依靠摩擦力带动水平轴转动。采用这种摩擦联轴器，主要是为了启动时使分离筒转速平稳上升，以减小电机的启动负荷。此外，它还可以防止因传递扭矩过大而造成的电机过载，或传动装置损坏。在启动过程中，因开始转速较低，

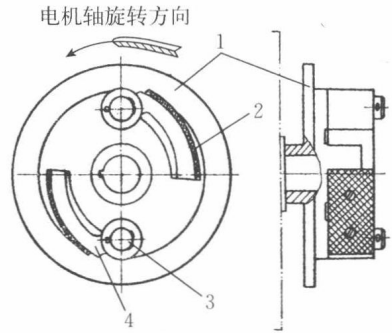


图 1-5 摩擦联轴器结构图

- 1. 凸缘 2. 摩擦片
- 3. 短轴 4. 飞块

飞块的离心力所造成的摩擦正压力较小，而被带动的分离套筒等又有较大的静止惯性，故启动开始时有打滑和发热现象，这是正常的，待启动完毕，此现象便自行消失。如果摩擦面因沾上油脂而长期打滑，则不但会使摩擦块烧坏，而且分离筒达不到额定转速，使净化质量降低。故摩擦面应严防沾染油脂，过度磨损后应及时更换。

3. 止动器

止动器 3（图 1-3）又叫止头螺杆，专供拆装时固定分离筒用，以便旋出大、小螺母，清洗分离筒内部，拆装完毕后应及时退出，并将锁紧螺母锁紧。启动之前应检查止动器是否退出，否则，由于分离筒被固定，摩擦联轴器变成了电动机的刹车，使电动机达不到额定转速而处于大电流下运转，电动机容易被烧毁。同时，过大的阻力矩还可能损坏传动装置。工作中禁止旋动止动器手柄，以免止头螺杆伸出与分离筒发生撞击。

4. 制动器

在某些时候为缩短停车时间，在切断电源转速降低后，可使用制动器刹住分离筒。为避免刹车摩擦片迅速磨损甚至烧毁，制动器应断续使用（紧急情况例外）。使用时，应同时放下两个制动器，而不能只用一个制动器，否则，会造成“单边制动力”，易使立轴弯曲。

5. 集油器

分油机外壳分上、下两部分，其间有橡胶密封环进行密封，下半部分为