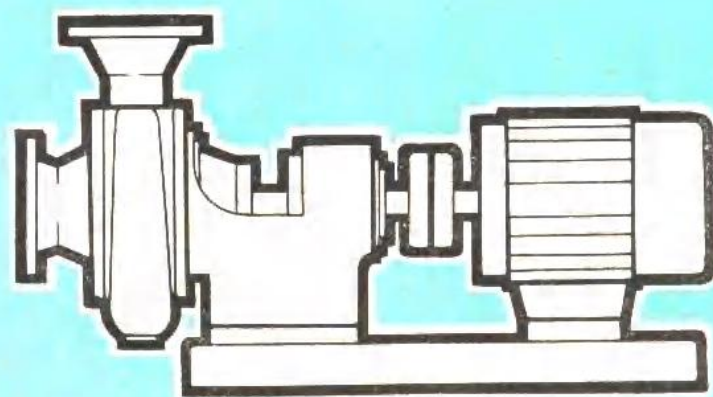


炼油设备工艺设计资料

泵和电动机的选用

石油化学工业部石油化工规划设计院组织 编写



石油化学工业出版社

炼油设备工艺设计资料

泵和电动机的选用

石油化学工业部石油化工规划设计院组织编写

石油化学工业出版社

内 容 简 介

本书系《炼油设备工艺设计资料》(全套共6册)中的一册,包括两篇:第一篇为泵和电动机选用原则和计算方法,介绍了炼油装置用各种泵的类型、特点和要求,泵的基本性能、轴封和选用步骤;同时,介绍了炼油装置泵用电机的类型、电源及其所在场所防爆和防火等级的划分,以及电动机的选用步骤。第二篇汇编了炼油装置常用泵及其电动机的型号、性能参数及安装尺寸等技术资料。

本书系由北京石油化工总厂设计院和石油化学工业部炼油设计院共同编写,华东石油学院校核,可作为炼厂设计人员选泵及进行泵工艺安装设计时的工具资料,也可供石油化工设计人员、有关厂矿工人、技术人员和有关院校师生参考。

炼油设备工艺设计资料

泵和电动机的选用

石油化学工业部石油化工规划设计院组织编写

*

石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 $21 \frac{3}{4}$

字数 520 千字 印数 1—13,300

1976年10月第1版 1976年10月第1次印刷

书号 15063·油8 定价 1.75 元

限国内发行

前 言

为了适应炼油工业发展的需要，我们遵照伟大领袖毛主席“**要认真搞好斗、批、改**”和“**精心设计，精心施工**”的教导，组织有关单位编写了《炼油设备工艺设计资料》，共包括炼油装置常用的板式塔、管式加热炉、换热器、冷凝器、容器、混合器、真空系统、泵、压缩机等部分，将陆续分册出版。

石油化学工业部石油化工规划设计院

目 录

概述

第一篇 泵和电动机的选用

第一章 炼油装置用泵简介	2	五、泵的轴封、冷却及电动机的 选用	59
一、离心油泵	4	六、泵的台数及备用率	59
二、耐腐蚀泵	9	第二节 方法及步骤	60
三、锅炉用水泵	10	一、列出基础数据	60
四、其它离心泵	12	二、确定流量及扬程	60
五、旋涡泵	12	三、选择泵型及泵的具体型号	60
六、转子泵	12	四、核算泵的性能	60
七、往复泵	13	五、确定泵的几何安装高度	61
八、真空泵	14	六、计算泵的轴功率	61
第二章 泵的基本性能及参数	19	七、选定泵的材料及轴封	61
第一节 叶片式泵	19	八、确定冷却水消耗量	61
一、泵的基本参数	19	九、选用电动机	61
二、泵的性能曲线	23	十、计算往复泵用蒸汽量	61
三、相似与比转数	24	十一、确定泵的备用率和台数	61
四、泵的性能换算	27	十二、填写泵规格表	61
五、管路系统性能曲线、泵工作 点及调节	35	第四章 泵的密封、冲洗及冷却	66
六、串联和并联	36	第一节 泵的密封	66
七、泵的几何安装高度	38	一、密封的作用及类型	66
八、离心泵的最小流量	40	二、轴封的结构及选用	66
第二节 容积式泵	41	第二节 封油及封油系统	81
一、泵的基本参数	42	一、封油的作用	81
二、泵的性能曲线	43	二、封油的选择	81
三、泵的性能换算	44	三、封油系统	81
四、空气罐	47	四、封油系统的操作条件	82
五、泵的几何安装高度	50	第三节 泵填料函的冲洗	83
六、蒸汽消耗量的估算	51	第四节 泵的冷却	83
七、泵的调节	54	第五章 电动机选用	85
第三节 真空泵	54	第一节 一般要求	85
第三章 泵的选用	56	一、型式选择	85
第一节 选用原则	56	二、电压选择	85
一、基本参数的确定	56	三、电动机需要功率计算	85
二、泵及驱动设备型式的选择	56	四、电力负荷分级要求	85
三、炼油装置几种典型用途泵的 特点	58	五、环境温度及海拔高度对电动机 功率影响	86
四、材料选择	59	六、电动机的容许温度与容许温升	86

七、带强制通风的非防爆型电动机	86
第二节 防爆和防火要求	87
一、防爆和防火等级划分	87
二、与爆炸危险场所相邻的场所等级划分	89
三、爆炸和火灾危险物质分类	89

四、电气设备连续运转的极限温度和极限温升	90
第三节 选用方法及步骤	90
一、选用方法及步骤	90
二、例题	91

第二篇 泵和电动机型号及安装尺寸

第一章 离心泵	93
第一节 Y型卧式离心油泵	93
第二节 油浆泵	142
第三节 2DJ-3型离心冷油泵	151
第四节 YT型筒式离心油泵	153
第五节 F型耐腐蚀泵	157
第六节 FY型耐腐蚀液下离心泵	202
第七节 150D-170型高压多级注水泵	208
第八节 GC型离心水泵	209
第九节 N、NL型冷凝泵	220
第十节 R型热水循环泵	235
第十一节 PW型污水泵	238
第十二节 PH型灰渣泵	245
第二章 旋涡泵	250
第一节 W型旋涡泵(WZ型)	250
第二节 WX型离心旋涡泵	265
第三章 容积式泵	270
第一节 3W-B系列卧式三柱塞高压泵	270
第二节 蒸汽往复泵	280
一、1QY、1QYR型单缸双作用蒸汽往复泵	280
二、1QY-1/120型高压油泵	282
三、2QYR-112/25型高温油泵	283
四、2QYR ₃₅ -35/30型高温油泵	284

五、2QYR ₂₅ 型热油泵	285
第三节 计量泵和比例泵	287
一、1DB型计量泵	287
二、1DB型比例泵	289
三、2DB型比例泵	291
第四节 3G型螺杆泵	294
一、3G型一般小流量三螺杆泵	294
二、3G型中流量三螺杆泵	300
三、3GN型高粘度三螺杆泵	305
第五节 齿轮泵	307
一、Ch型齿轮油泵	307
二、2CY型齿轮油泵	309
第四章 真空泵	313
第一节 SZ型水环真空泵及压缩机	313
第二节 W型往复式真空泵	316
第五章 炼油厂装置泵用电动机	319
第一节 一般介绍	319
第二节 AJO ₂ 、BJO ₂ 系列防爆电动机	321
第三节 JO ₂ 系列电动机	326
第四节 JO ₃ 系列电动机	327
第五节 JK系列电动机	331
第六节 JS、JSQ系列电动机	332

符号表

参考文献

概 述

炼油装置中原料、产品、回流、中间产品、溶剂等液体物料的输送或增压，都靠泵来完成。由于各种炼油装置工艺过程不同，所需泵的类型及数量也不同，兹以某些装置为例，列举其泵的大约用量如下：

常减压装置（包括产品碱洗）	45台
催化裂化装置	35台
焦化装置	28台
铂重整装置	58台
酮苯脱蜡-脱油装置	69台
加氢精制装置	31台
烷基化装置	22台
丙烷脱沥青装置	21台

从上面可以看出泵在炼油装置中占有重要地位，如果没有泵，装置中物料的加热、反应、分离等工艺过程就无法进行。为了确保装置的长期正常运转，降低生产费用，因此也就要求泵必须具备长期运转的可靠性、高的效率、低耗电量等性能。

炼油过程物料品种繁多，工艺参数变化范围较大，而泵的类型也很多。因此，必须根据物料的性质及操作条件选用适当的泵的类型、型号及材质。本书第一篇即着重从工艺要求出发，介绍了炼油装置有关泵和电动机的类型、基本性能及选用方法，第二篇则列出了有关泵的性能及外形尺寸。

随着炼油工业和机械工业的迅速发展，炼油装置用泵也在不断革新，特别是通过无产阶级文化大革命后，发展更加迅速，从解放初期的仿制发展到目前自行设计制造，已有了专门的泵系列，在泵的数量和质量方面均已达到了一定的先进水平。同时，为了适应大型化炼油装置的需要，对泵提出了新的要求，结合泵向高速化、大型化及特殊化发展的趋势，泵的发展必将出现一个新的跃进形势。因此，在选用泵时，应注意泵的发展形势，根据当时当地的具体条件加以选择。

第一篇 泵和电动机的选用

第一章 炼油装置用泵简介

泵在炼油装置中占有重要的地位，装置中的原料、产品、溶剂以及其它各种液体等都要靠泵来输送。

图1—1为常减压蒸馏装置工艺流程示意图，从图中可以看出泵的作用。原油用泵-1从油罐抽进装置，经过一系列换热器进入初馏塔，初馏塔底油用泵-2打经常压炉进入常压蒸馏塔，常压蒸馏塔底油再用泵-3打经减压炉进入减压蒸馏塔，装置的产品汽油、煤油、柴油等则用泵-4,5,6等送出装置。有的炼油装置中，泵除了输送油品和溶剂之外，还有其它特殊用途，例如延迟焦化装置用高压水泵打出的高压水进行水力切焦等。

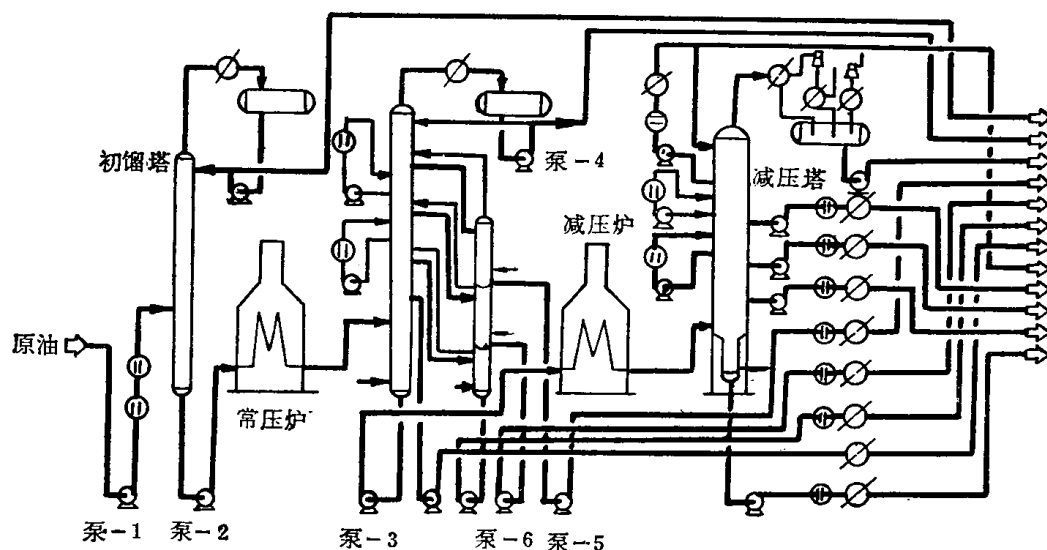


图 1—1 常减压蒸馏装置工艺流程示意图

在炼油装置设计中，正确选用泵（包括驱动机）是关键问题之一。所选用的泵，除了应满足工艺条件外，还应该要求其工作可靠，长期平稳运转，便于操作和维修，操作费用低，投资省，占地面积小等。如果选用不当，将会造成长期操作不经济，甚至运转不正常。因此，对于泵的选用应给以充分的重视。

炼油装置用泵的类型如下页表。

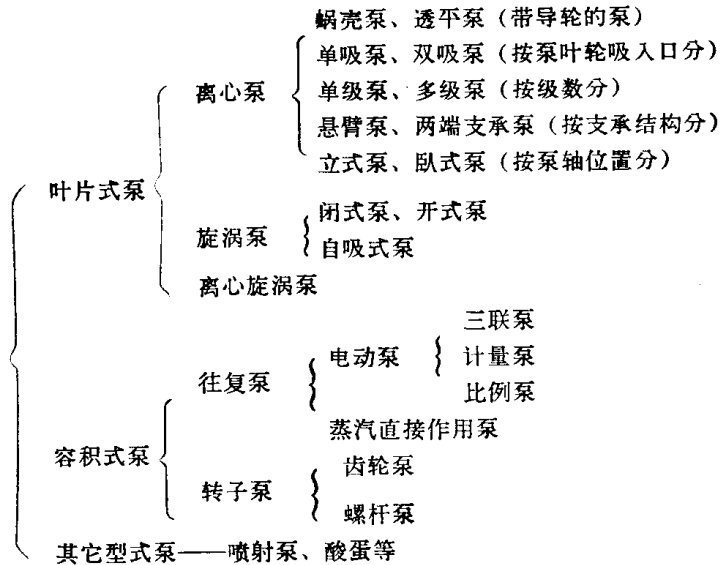
各种主要类型泵的特点见下页各种类型泵的特点表。

在炼油装置中离心泵使用最广，占装置泵的绝大多数，其次是往复泵、转子泵和旋涡泵。

根据工艺条件并确保生产过程的正常进行，对炼油装置工艺用泵提出下列要求^[5]：

- （1）对于输送某些易燃或易爆介质的泵，要求泵密封可靠，电动机为防爆或隔爆型；对某些有毒介质，泵的密封要求更为严格；
- （2）由于工艺设备中油品大都处于汽液平衡状态，要求泵的吸入性能好并应采取灌

炼油装置用泵的类型表



各种类型泵的特点

类 型	叶 片 式		容 积 式	
	离 心 泵	旋 涡 泵	往 复 泵	转 子 泵
主要构件	叶 轮 与 泵 体	叶 轮 与 泵 体	活（柱）塞与泵缸	转 子 与 定 子
作用原理	叶轮旋转产生离心力使液体能量增加，泵体中蜗壳（导轮）扩散管使部分速度能转变为压力	叶轮旋转产生离心力使液体形成径向旋涡，同时叶片间又形成纵向旋涡，使液体在泵内多次反复增能	活（柱）塞作往复运动，使泵缸内工作容积间歇变化，泵阀控制液体单向吸入和排出，形成工作循环，使液体能量增加	转子旋转并依靠它与定子间工作容积变化输送液体，使液体能量增加
性 能	1 流量大而均匀（稳定），且随扬程变化	流量小而均匀，且随扬程变化	流量小而不均匀（脉动），几乎不随扬程变化	流量小较均匀（脉动小），几乎不随扬程变化
	2 扬程大小决定于叶轮外径和转速	与离心泵相同	扬程大，且决定于泵本身的动力、强度和密封	与往复泵相同
	3 扬程和轴功率与流量存在对应的关系，扬程随流量增大而降低，轴功率随流量增大而增加	扬程和轴功率与流量存在对应的关系，扬程随流量增大而降低，轴功率也随流量增大而降低	扬程与流量几乎无关，只是流量随扬程增加而漏损使流量降低，轴功率随扬程和流量而变化	与往复泵相同
	4 吸入高度较小，易产生汽蚀现象	吸入高度较小，开式泵有自吸性能	吸入高度大，不易产生抽空现象，有自吸能力	吸入高度小，也会发生汽蚀现象
	5 在低流量下效率较低，但在设计点效率较高，大型泵效率较高	在低流量下效率较离心泵高，但不如容积式泵高	效率较高，在不同扬程和流量下工作效率仍能保持较高值	在低流量下效率较低，且效率随扬程升高而降低
	6 转速高	转速较高	转速低	转速较低
操 作 与 调 节	启动前必须灌泵并关闭出口阀。采用出口阀或改变转速调节，但不宜在低流量下操作	启动时必须打开出口阀，不用出口阀调节，采用旁路调节	启动时必须打开出口阀，不用出口阀调节，采用旁路阀、改变转速或活（柱）塞行程调节	启动时必须打开出口阀，不用出口阀调节，采用旁路阀调节
结构特点	结构简单、紧凑，易于安装和检修，占地面积小，基础小，可与电机直接连接	与离心泵相同	结构复杂，易损件多，易出故障，维修麻烦，占地面积大，基础大	与离心泵相同
适用范围	流量大、扬程低、液体粘度小，并适于输送悬浮液和不干净液体	流量小、扬程低、液体粘度小。不宜用于输送不干净液体	流量较小、扬程高、液体粘度大，不宜用于输送不干净液体	流量较小、扬程较高、液体粘度大，不宜用于输送非润滑性液体和不干净液体

注措施;

(3) 由于某些油品和化学介质具有腐蚀性和冲蚀性, 某些泵的材料要求耐腐蚀和耐磨损;

(4) 为了使泵能连续可靠地运转, 应采取专门的冷却、密封、润滑等措施。

对于各种不同用途的泵, 相应地有其特点和特殊的要求。

一、离心油泵

1. 一般离心油泵 包括冷油泵、热油泵和液态烃泵。国内生产的 Y 型泵基本上能满足冷油泵、热油泵和液态烃泵的要求。

冷油泵(与一般水泵比较)要求冷却、密封可靠, 输送粘液时, 还应考虑粘度对泵性能的影响。

热油泵除上述要求外, 由于油品温度高, 还应满足下列要求:

(1) 保证各部分零件的温度膨胀, 不产生偏心、歪斜或卡住, 使泵的中心线两侧和上下的温度膨胀对称和均匀(建议采用保温使泵内外受热均匀并减少热损失);

(2) 泵的过流部分必须采用耐高温的材料;

(3) 第一级叶轮吸入性能好(加大入口直径或加诱导轮), 保证泵正常吸入;

(4) 保证必要部分的冷却, 改善泵零件工作条件;

(5) 开泵前必须均匀预热(热油循环升温), 泵体温度不得低于入口油温 40°C , 其预热速度一般为 $50^{\circ}\text{C}/\text{时}$, 在开车预热时应将泵体支脚螺母松开 $0.3\sim 0.5$ 毫米。

液态烃泵由于介质重度小, 饱和蒸汽压和吸入压力均较高, 应满足下列要求:

(1) 保证轴封防漏(因为液态烃容易渗漏而引起结冰), 并且使填料函内压力高于其饱和蒸汽压;

(2) 防止汽化, 保证气体分离;

(3) 由于吸入压力高, 应保证泵体强度和密封(通常不采用铸铁, 而采用铸钢泵体);

(4) 注意轴向推力大小采取相应措施, 防止轴承损坏和轴弯曲等问题。

图1—2所示为悬臂式单级单吸 Y 型油泵, 通常用于一般油品和产品的输送。

泵体 1 为垂直剖分悬架式, 沿轴中心线平面支放在机架上, 可以使泵轴向膨胀, 保证同心。吸入口和排出口朝上有利于排除泵内蒸汽、管线受热自由膨胀, 使泵两侧受力均匀, 并使泵体上下预热均匀。

泵盖 2 具有填料函并设有冷却水套, 使泵盖固紧螺钉和轴封不致温度过高。填料函中有封油环和封油引入孔。这种泵盖为后开门式, 在拆装时泵体不动, 只是从后方拆除泵盖, 因此不必拆卸吸入管线和排出管线。

转子由叶轮 3、叶轮螺帽 5 和轴 4 与轴套 12 等组成, 残余不平衡的轴向推力(开平衡孔平衡部分轴向推力)由轴承承受。

叶轮口环与泵体口环采用堆焊硬质合金增加耐磨性。通常热油泵的口环间隙要比冷油泵大些, 这是考虑到热油泵口环受热膨胀的缘故。

轴承部分的托架 6 支承转子, 本身悬臂地固定在泵盖上。滚动轴承承受部分轴向力和全部径向力, 用稀油润滑, 托架冷却室可用水冷却(输送介质温度 $t > 80^{\circ}\text{C}$ 时)。

泵的支架也有冷却室, 当输送介质温度高于 200°C 时用冷却水来冷却支架。

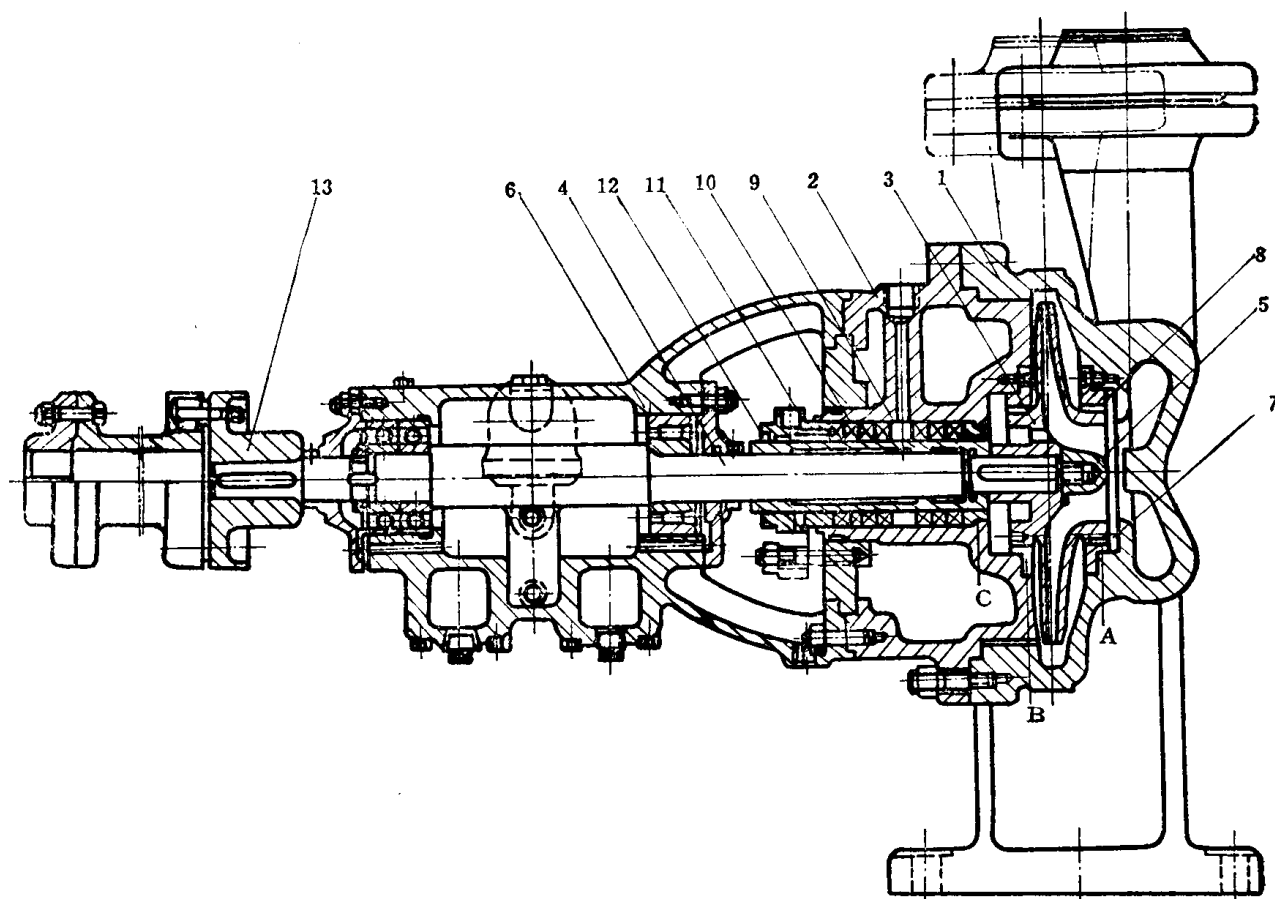


图 1—2 单级单吸悬臂式Y型油泵结构图^[10]

采用软填料时填料函内有封油环，为了保证密封，可直接将泵内压力液体引至填料函作为自封系统的密封油（ $t < 80^\circ\text{C}$ 时），或由循环封油系统向填料函内供常温中性封油（ $t > 80^\circ\text{C}$ 时），采用机械密封时，可以从填料函格兰引入冲洗油，冷却密封面。在填料函格兰上引入冲洗水，一方面冷却格兰和轴套，不致使温度传到轴承箱，另一方面可将漏出油品冷却并冲掉，保证泵安全工作。压盖内圆镶铜环，以免与轴套接触发生火花而造成事故。

泵与电动机采用弹性联轴器，可以使泵轴有膨胀伸缩可能性（叶轮与泵体也留有轴向膨胀的间隙）。联轴器中间有加长联轴器，检修时卸下中间加长联轴器，可以不动驱动器而将泵盖拆除（加长联轴器的长度应保证抽出泵盖和叶轮）。从电动机端看泵为逆时针方向旋转。

对于冷油泵，通常采用Ⅰ类材质；对于液态烃泵，采用Ⅱ类材质；对于热油泵，一般采用Ⅱ类材质，在介质有腐蚀性时采用Ⅲ类材质。

图1—3所示为多级节段式Y型油泵的结构总图。可用于输送一般油品也可用作丙烷脱沥青装置的丙烷泵等。

作为丙烷泵时能满足液态烃泵的要求。该泵的第一级叶轮吸入口直径较大，可以提高吸入能力。采用机械密封时，启动前需要引出填料函中蒸汽，冷却水套起加温作用，防止渗漏液体引起结冰（冲洗水）。

不平衡的轴向推力由平衡盘来达到平衡。

一般离心油泵用作液态烃泵时，所选电动机功率应考虑装置开工水运时的需要，以免

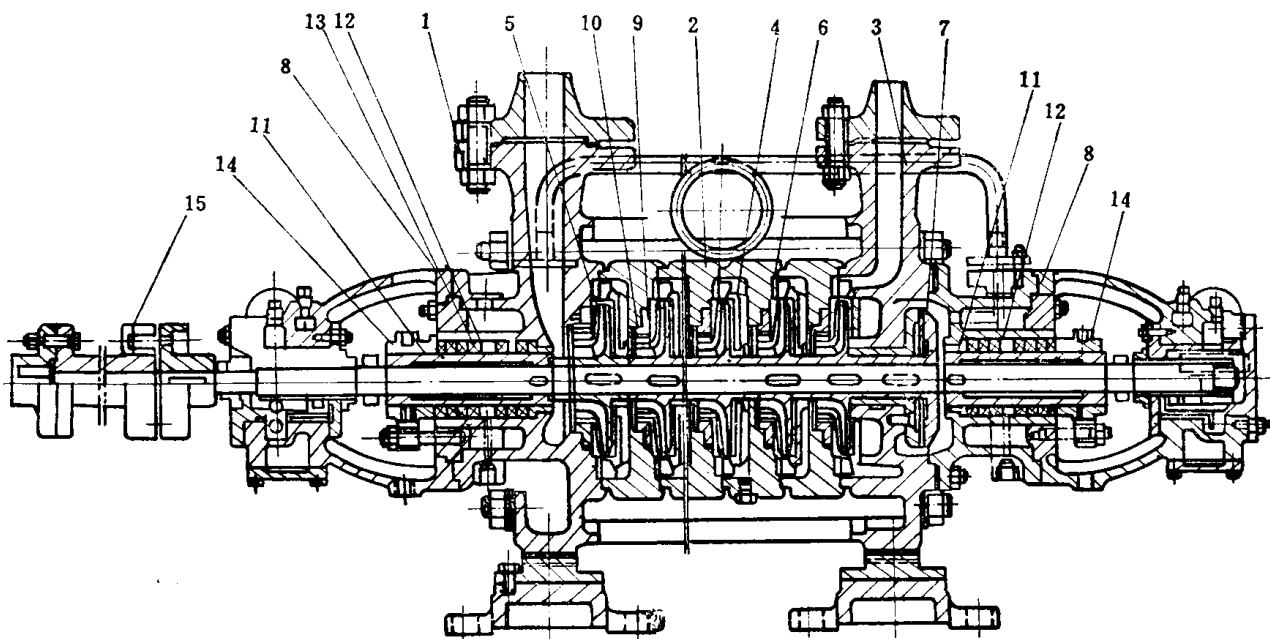


图 1—3 多级节段式 Y 型油泵结构图^[10]

电动机超负荷。

2. 油浆泵 用在催化裂化装置中输送含有 粒度 $<40\mu$ ，含量为 5~20 克/升微球催化剂的裂化渣油（油浆）。

由于油浆中含有固体颗粒，故要求泵在结构上和材料上考虑耐冲蚀，耐磨损的要求。同时由于油浆温度达 400°C ，与热油泵相同，要求泵在结构和材料上考虑耐高温的要求。

图 1—4 所示为单级双吸式 PY 型油浆泵。它具有与单级双吸式 YS 型泵类似的结构，并具有热油泵类似的特点。此外，在泵体蜗壳内弧形处堆焊耐磨硬质合金，以防止油浆冲蚀作用而引起过早的磨损。叶轮和泵体内流道比一般低比转数泵要宽些，流速减小，可以减轻冲蚀作用。在填料函中应注意冲洗，防止催化剂进入，致使填料密封或机械密封受到损坏。

此外，兰州炼油厂机械厂生产 BYJ 型单级单吸式油浆泵。

3. 筒式离心油泵 用于加氢精制、叠合等装置。

图 1—5 所示为加氢精制装置用 3YT-5 $\times$ 24 型筒式离心油泵，它是一种多级立式泵。该泵的特点：

(1) 流量较小 ($10\sim 100\text{米}^3/\text{时}$)、扬程高 ($400\sim 1440\text{米}$)、级数多；

(2) 泵体为双层壳体，内筒承受压应力，外筒承受拉力，在温度和压力变化时，外筒能自由膨胀；

(3) 泵安装在地下，电机在地面上，泵的吸入条件较好，相应地使塔或容器的安装高度降低一些；

(4) 转子立放，占地面积小，且适于露天安装；

(5) 转子上叶轮对称布置（上部 10 级，下部 14 级）可以平衡绝大部分的轴向力；每级采用双蜗壳可以使径向力达到平衡；

(6) 泵中仅有一端安装轴封，密封比较可靠；

(7) 泵拆装工作量大，必须有吊装工具。

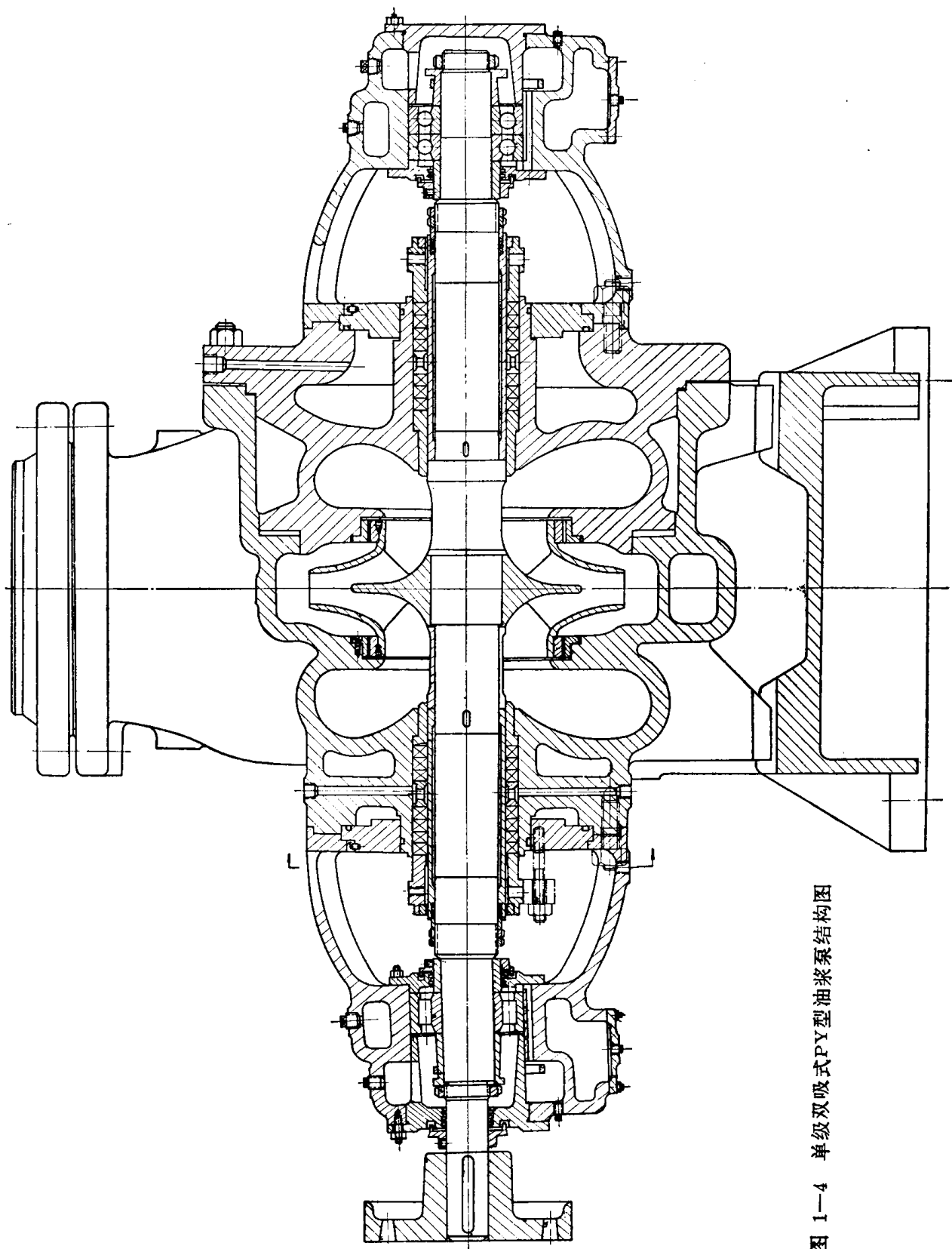


图 1—4 单级双吸式PY型油泵结构图

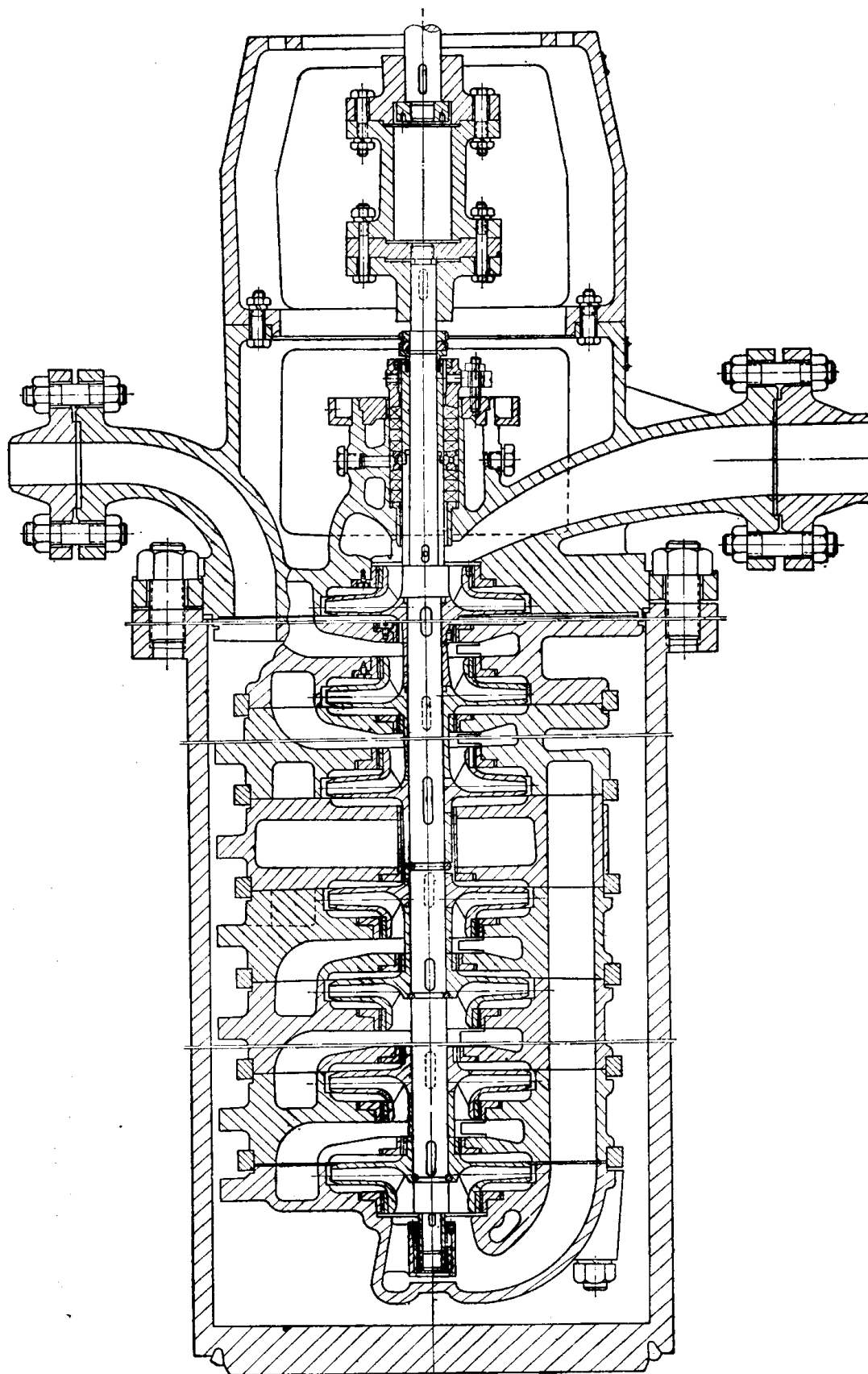


图 1—5 3YT-5 × 24型筒式离心油泵结构图

4. 直联式离心油泵 我国生产的2DJ-3型卧式单级离心油泵为一种泵与电动机直接连接的直联泵。

这种泵的特点是：泵与电机共用一根主轴，结构紧凑，体积小、重量轻。

这种泵适用于输送流量小、扬程不大的不含固体颗粒的冷油品，多用于铂重整装置。

二、耐腐蚀泵

在炼油厂中被用来输送各种酸、碱液和其它不含固体颗粒、有腐蚀性的液体。我国生产F型耐腐蚀泵和FY型液下泵。

对耐腐蚀泵的要求是：

- (1) 泵与液体接触部分的材料应能耐介质的腐蚀和电化腐蚀；
- (2) 在结构上也应考虑到防止介质腐蚀的影响；
- (3) 配电机时应根据介质重度的不同来选配不同功率的电机。对于粘度大的酸，还应考虑粘度对泵性能的影响。

1. F型耐腐蚀泵 图1—6所示为我国生产的F型耐腐蚀泵的结构图。F型泵的主要

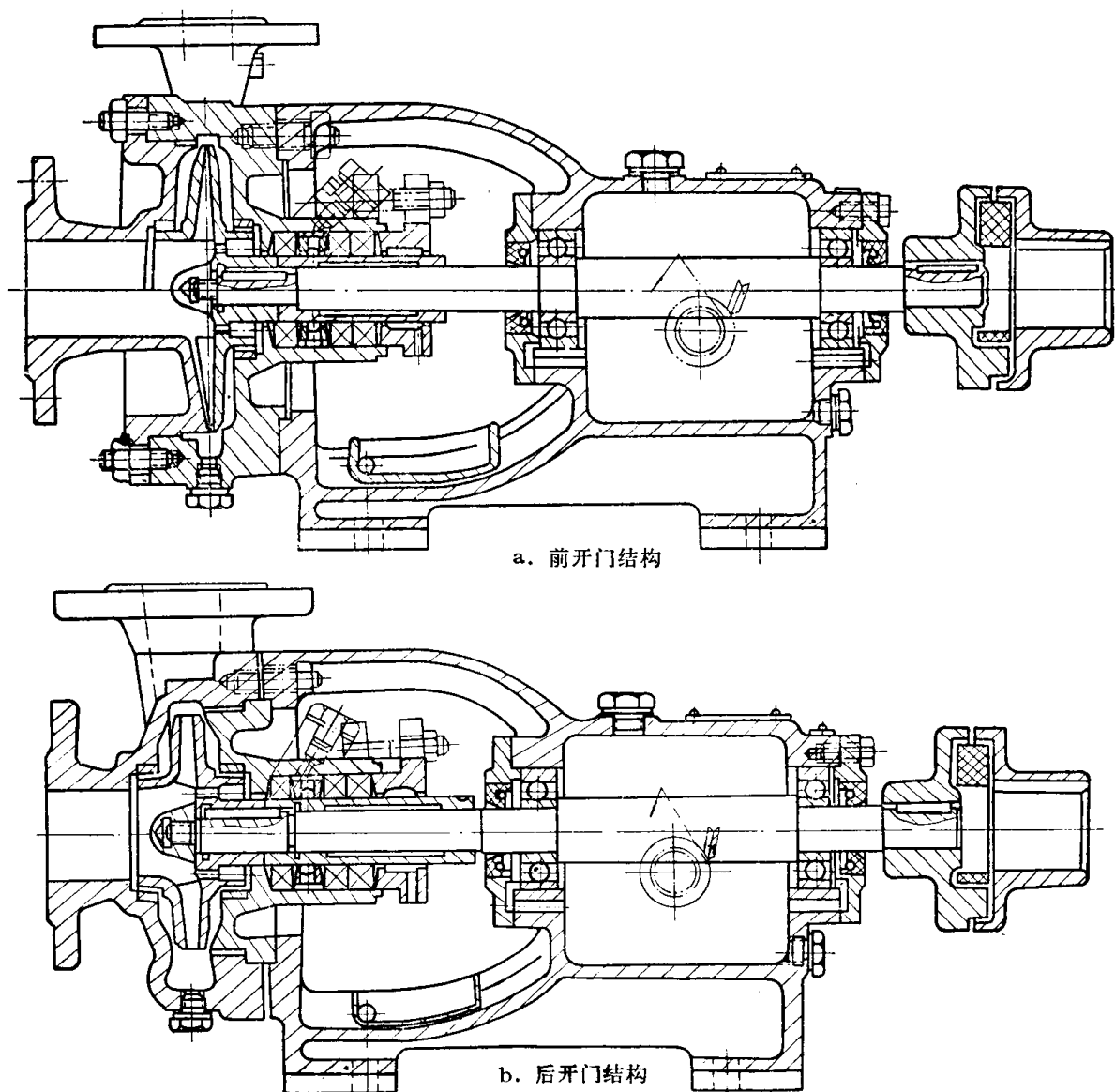


图 1—6 F型耐腐蚀泵结构图

部件有：泵体、叶轮、泵盖、泵轴、托架等。泵的旋转方向，自电动机端看为逆时针方向。

F型泵有前开门和后开门两种结构。前开门结构泵在检查叶轮时，从前端拆卸吸入管线，而后开门结构泵则不需要拆卸管线。

根据介质的不同，可采用不同材料的F型泵。这些不同材料的同型号泵只是材料不同，性能完全相同。

除了上述特点外，对于F型耐腐蚀泵还应注意：

- (1) 在填料压盖下方采用托盘，以防介质漏到托架上使托架腐蚀；
- (2) 轴套本身防腐蚀，同时加耐腐蚀垫圈，以免介质漏入轴套内使泵轴受到腐蚀；
- (3) 口环间隙应比水泵大；
- (4) 在机械密封中采用单个大弹簧结构（涂四氟乙烯或其它塑料），以免弹簧腐蚀而引起漏损；

(5) 避免在小流量下操作，以防液体温度升高，腐蚀加剧；停车时应关闭吸入阀，以防介质漏出泵外。

2. FY型液下泵 图1—7所示为FY型液下耐腐蚀离心泵。这种泵的特点是：

(1) 泵体浸没在容器的液体中，电动机露在容器上面，使上部零件不受输送介质腐蚀（这样轴上下两部可采用不同材料）；

(2) 由于泵浸没在液体中，密封性好，采用软填料，已可保证不漏；

(3) 只要液面高于泵体，即可不灌泵或不装设底阀而启动；

(4) 泵体在容器内，占地面积小；

(5) 泵体结构简单，使用寿命长。

这种泵适用于输送腐蚀性介质，也可用于硫磺回收装置，输送液体硫磺及浓硫酸等。

此外，还有玻璃钢制的FS型耐腐蚀泵。

三、锅炉用水泵

炼油厂中锅炉用泵有给水泵、凝水泵和循环水泵。炼油装置的余热锅炉用给水泵和热水（循环）泵，在汽轮机装置中配有凝水泵。

1. 锅炉给水泵 在炼油装置中采用GC型锅炉给水泵，该泵适用于输送110℃以下的清水及物理化学性质类似于水的液体。

对锅炉给水泵的要求和其特点如下：

(1) 压力较高，要求保证法兰连接的紧密性，而且使级间和填料函漏损少；

(2) 防止在进口任何点产生汽蚀，采用金属强度高、抗腐蚀和抗电化腐蚀的材料；

(3) 防止由于温度膨胀不均匀而产生歪曲和变形，在结构上注意形状和配合，在材料上应满足温度膨胀方面的要求。

2. 热水循环泵 在炼油装置中采用R型单级单吸或两级悬臂的热水循环泵。该泵适用于输送200℃以下不含固体颗粒的压力热水。

热水循环泵的特点和要求是：

(1) 吸入侧压力和温度高（达30~50公斤/厘米²），泵体受压和温度较高，要求强度可靠；

(2) 填料函处于高压和高温之下，必须考虑减压和降温措施；

(3) 在采用单吸悬臂式泵结构时，由于吸入压力高，轴向推力大，轴的支承应保证

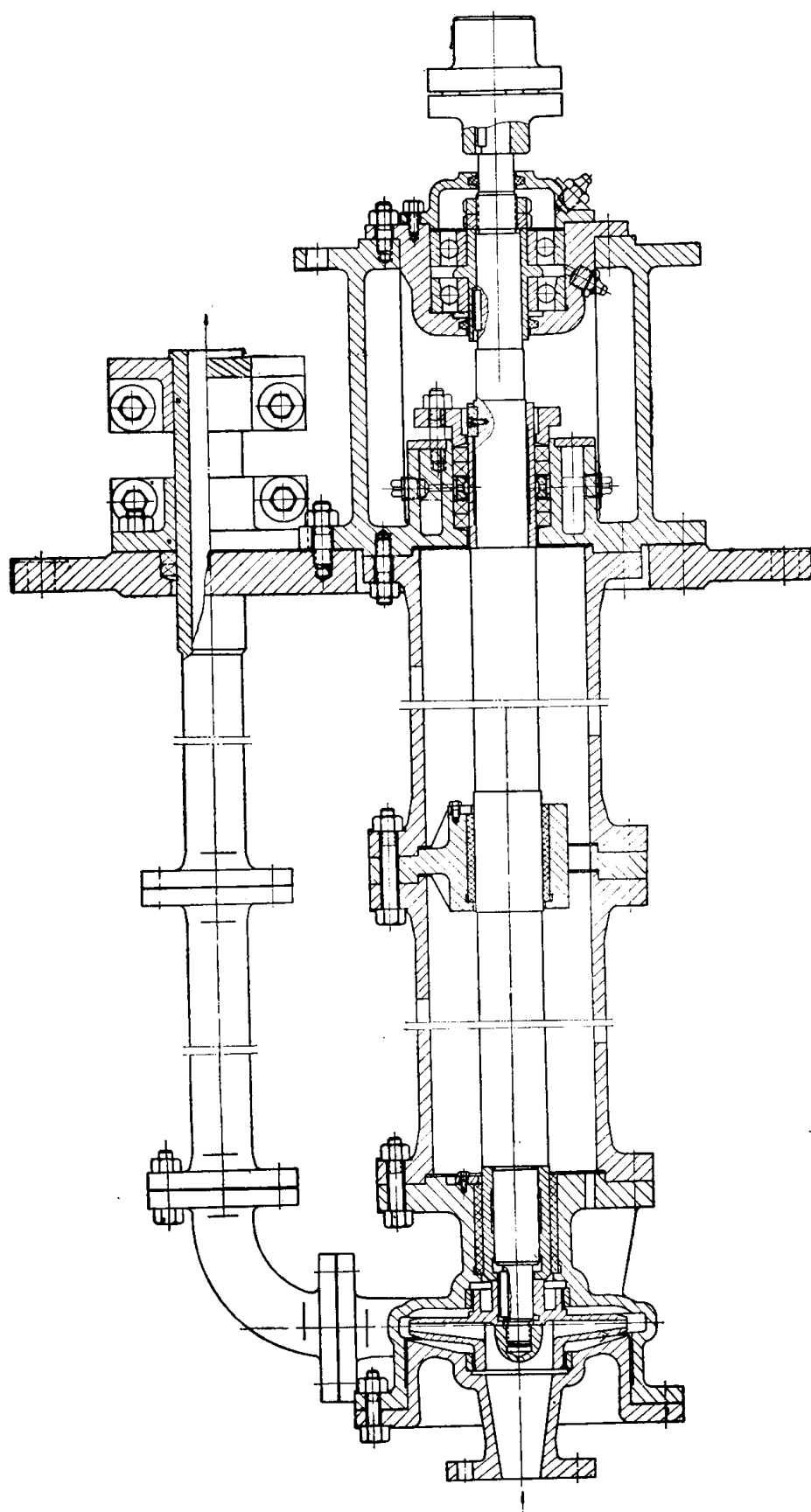


图 1—7 FY型液下耐腐蚀离心泵结构图