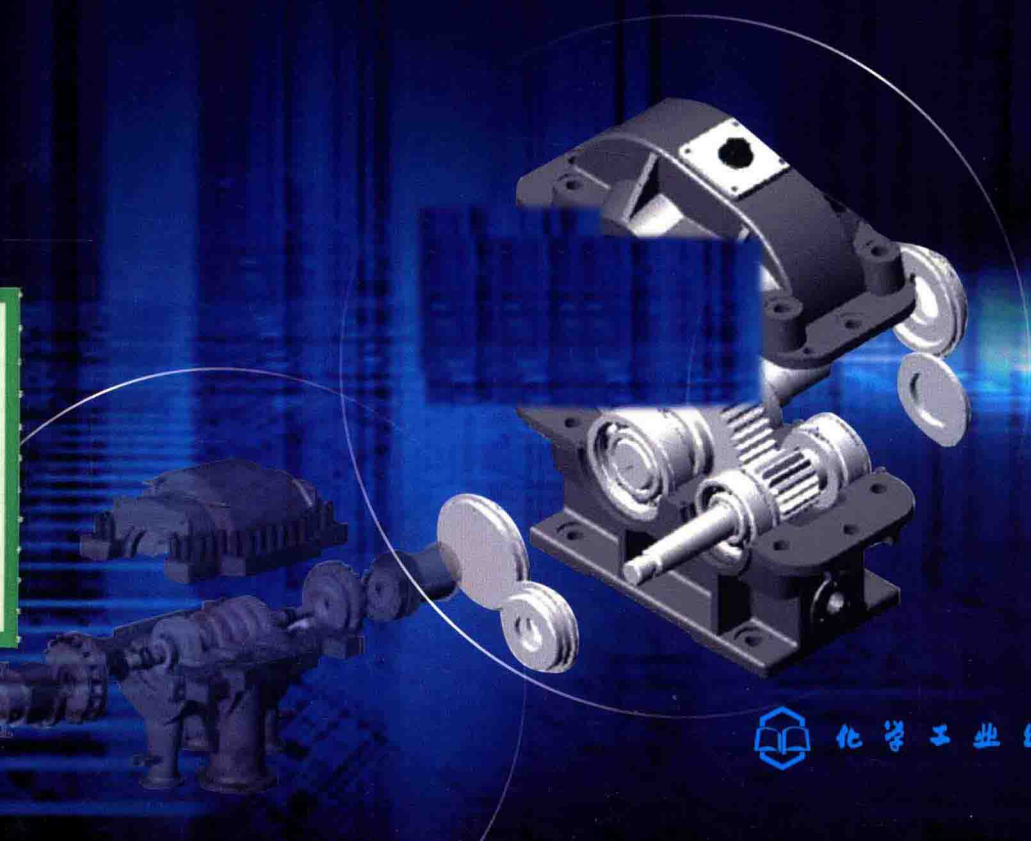


HUAGONG JIQI
CHAIZHUANG YU WEIXIU

化工机器 拆装与维修

• 许琦 主编 • 董继红 邵景玲 副主编



化学工业出版社

HUAGONG JIQI
CHAIZHUANG YU WEI

化工机器 拆装与维修

• 许琦 主编 • 董继红 邵景玲 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍了典型化工机器(泵、阀门、减速器、风机、压缩机)的工作原理、结构形式、拆装方法和维修技术;作为拆装与维修必备知识,还介绍了化工机器拆装常用工具和拆装维修通用技术。本书根据教育部化学工程专业教学指导委员会制定的化学工程专业实践教学的基本要求而编写,学生通过本课程的学习,可以获得典型化工机器拆装与修理的基本知识和技能。

本书可作为过程装备与控制工程、化工工艺、化学工程等化工类专业本科教材,也可供高职院校、中等职业学校选用,还可作为化工行业技术工人自学的参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工机器拆装与维修/许琦主编. —北京:化学工业出版社, 2016.6
ISBN 978-7-122-26773-3

I. ①化… II. ①许… III. ①化工机械-装配(机械) ②化工机械-机械维修 IV. ①TQ050.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 075401 号

责任编辑:李玉晖
责任校对:王素芹

文字编辑:云 雷
装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14¼ 字数 369 千字 2016 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

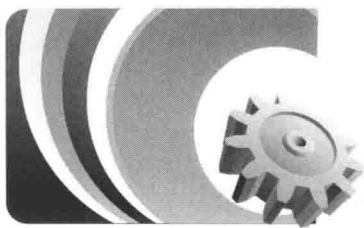
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00 元

版权所有 违者必究



化工机器拆装与维修
HUAGONG JIQI
CHAIZHUANG YU WEIXIU



前言

高等院校的工科专业担负着为社会和经济建设培养工程技术人才的重要职责。化学工程专业是研究化学工业和其他工业过程中进行的化学过程与物理过程的共同规律和应用技术的工程领域，它将基础理论与工程应用相结合，涉及产品研制、工艺开发、过程设计、系统模拟、装备强化、操作控制、环境保护、生产管理等内容。专业培养目标是培养工程型、应用型、复合型高层次工程技术人才。作为培养化工工程人才的重要理论和实践教学环节之一，化工机器拆装与维修课程能提高学生的实践能力和工程素质。

根据教育部化学工程专业教学指导委员会制定的化学工程专业实践教学的基本要求，编者进行了《化工机器拆装与维修》教材的编写工作。结合近年来的教学实践，我们在化工机器拆装实践教学指导讲义的基础上进行了内容的整合和优化，本教材的主要特色体现在如下几个方面：

(1) 化工机器基本知识系统化、基础化。重点介绍了典型化工机器的基本知识。

(2) 化工机器拆装知识系统化、技能化。具体介绍了常见化工机器的拆装和维修技术。

(3) 在内容方面，尽可能深入浅出，便于学生学习和掌握。按照先理论后实践的顺序安排章节，使学生在掌握一定理论的基础上再实践，有利于知识的学习和掌握。

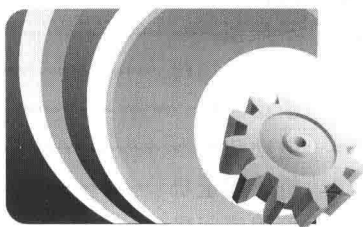
本书共分8章，全书由许琦教授任主编，董继红和邵景玲老师任副主编。董继红编写了第1~3章，邵景玲编写了第4、5章，许琦编写了第6~8章，全书由许琦教授统稿。

本书在编写过程中得到盐城工学院吴俊教授和其他专家的专业指导、支持和帮助，在此谨向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2016年5月



第1章 典型化工机器

1

1.1 化工泵	1
1.1.1 概述及分类	1
1.1.2 离心泵	3
1.1.3 其他形式泵	14
1.2 阀门	18
1.2.1 分类	18
1.2.2 常见阀门介绍	19
1.2.3 主要技术参数及型号编制	27
1.3 减速器	32
1.3.1 齿轮减速器	39
1.3.2 蜗杆减速器	41
1.3.3 渐开线少齿差行星减速器	42
1.3.4 摆线针轮减速器	44
1.3.5 谐波齿轮减速器	45
1.4 风机	47
1.4.1 离心式风机	50
1.4.2 罗茨鼓风机	53
1.4.3 轴流式风机	56
1.4.4 其他形式风机	60
1.5 压缩机	61
1.5.1 离心式压缩机	61
1.5.2 活塞式压缩机	67

第2章 化机拆装和调试常用工机具

74

2.1 拆装常用工具和量具	74
2.1.1 拆装常用工具	74
2.1.2 测绘常用量具	80
2.2 起重工具	81
2.2.1 钢丝绳	81
2.2.2 滑轮及滑轮组	83
2.2.3 取物装置	83
2.2.4 起重杆	85

2.3 起重机械	87
2.3.1 千斤顶	87
2.3.2 电动卷扬机	88
2.3.3 手拉葫芦	89
2.3.4 电动葫芦	89
2.3.5 桥式起重机	90
2.3.6 轮胎式起重机	90
2.4 检测工具	91
2.4.1 水平仪	91
2.4.2 机械设备故障听诊仪	92
2.4.3 泄漏检测仪	93
2.4.4 超声波测厚仪	94

第3章 拆装与维修基本知识

95

3.1 常用螺纹连接件、锁止件、密封件、轴承的拆装	95
3.1.1 螺纹连接件	95
3.1.2 锁止件	96
3.1.3 密封件	96
3.1.4 轴承	97
3.2 机械零部件测绘	98
3.2.1 测绘步骤	98
3.2.2 测量尺寸的方法	99
3.2.3 绘制机械零部件图和装配图的要求	101
3.3 化工机器维修保养基础常识	102
3.3.1 磨损与润滑基础知识	102
3.3.2 机械故障与检验	104
3.3.3 简易的机器故障诊断方法	106
3.3.4 机器密封泄漏原因及处理措施	107

第4章 泵拆装与维修

109

4.1 离心泵的拆装与维修	109
4.1.1 拆卸	110
4.1.2 检修	111
4.1.3 日常维护	120
4.1.4 开停车维护	121
4.2 其他泵的维修	122
4.2.1 往复泵维修	122
4.2.2 柱塞泵维修	122
4.2.3 螺杆泵维修	123
4.2.4 齿轮泵维修	123

第5章 阀门的拆装与维修

124

5.1 阀门零部件拆卸与装配	124
5.1.1 连接件的拆卸与装配	124
5.1.2 通用阀件的拆卸与装配	127
5.1.3 垫片的拆卸与安装	135
5.1.4 填料的拆卸与安装	140
5.2 阀门的修理	142
5.2.1 使用维护	142
5.2.2 维修	143
5.2.3 研磨	147

第6章 减速器的拆装与维修

153

6.1 减速器安装注意事项	153
6.2 减速器使用维护	154
6.3 减速器常见故障与对策	154
6.4 齿轮减速器的拆装与检修	157
6.4.1 拆装	157
6.4.2 检修	158
6.4.3 维护及常见故障处理	162
6.5 蜗轮减速器拆装与维修	163
6.5.1 组装	163
6.5.2 维护及常见故障处理	164
6.5.3 检修	165
6.5.4 维护检修安全注意事项	168
6.6 摆线针轮减速器的拆装与维修	168
6.6.1 拆装	168
6.6.2 检修	170

第7章 风机拆装与维修

173

7.1 离心式风机的检修与故障处理	173
7.1.1 离心式通风机的检修与故障处理	173
7.1.2 离心式鼓风机的检修与故障处理	175
7.2 轴流式通风机的检修与故障处理	178
7.2.1 拆装步骤	178
7.2.2 检修技术	178
7.2.3 检修与故障处理	181
7.3 罗茨鼓风机的检修与故障处理	182
7.3.1 检修内容	182
7.3.2 检修技术	183
7.3.3 故障及处理	184

第8章 压缩机拆装与维修

186

8.1 离心式压缩机的拆装与维修	186
8.1.1 检修周期与内容	186
8.1.2 拆卸	187
8.1.3 主要零部件检修	188
8.1.4 维护及安全注意事项	192
8.1.5 故障及分析	193
8.1.6 试车与验收	196
8.2 活塞式压缩机的拆装与维修	198
8.2.1 检修周期与内容	198
8.2.2 拆装	198
8.2.3 主要零部件的检修	201
8.2.4 维护及安全注意事项	203
8.2.5 故障及分析	203
8.2.6 试车与验收	205

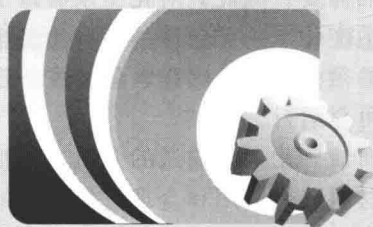
附录

207

附录一 化工安全生产的必须和禁令	207
附录二 化工生产各类安全操作规程	208
附录三 起重机械使用管理规程	215

参考文献

220



典型化工机器



教学要求

知识要求：

1. 掌握离心泵结构原理，了解其他形式泵。
2. 掌握常见阀门的分类及结构原理。
3. 掌握齿轮减速器和蜗杆减速器的结构原理，了解其他形式减速器。
4. 掌握离心式风机结构原理，了解罗茨鼓风机等其他形式风机。
5. 掌握离心式和活塞式压缩机结构原理，了解其他形式压缩机。

技能要求：

查阅泵、阀门、减速器、风机及压缩机的有关标准和规范，查取所需要资料的技能。

在各种化工生产中使用的各种机械有两类，即依靠自身的运转进行工作的运转设备或转动设备（俗称动设备），另一类是工作时不运动，依靠特定的机械结构等条件，让物料通过机械内部“自动”完成工作任务的静止设备（俗称静设备）。为了便于化工机械的分类管理和学生的学习，通常将化工机械分为“化工设备”（即静设备）和“化工机器”（即动设备）两大类。化工机器有主要化工机器和一般化工机器，主要化工机器包括离心泵、活塞式压缩机、离心式压缩机、风机等，一般化工机器包括其他类型泵、过滤机、回转圆筒、粉碎机、运输机械等。化工设备主要包括反应类设备（反应釜、分解塔、合成塔、变换炉等）、换热类设备（热交换器、冷凝器、蒸发器、冷却器等）、分离类设备（分离器、洗涂塔、过滤器、吸收塔、干燥塔等）、存储类设备（各种形式的储罐等）。

1.1 化工泵

1.1.1 概述及分类

泵是输送液体或使液体增压的机械。它将原动机的机械能或其他外部能量传送给液体，使液体能量增加。泵主要用来输送水、油、酸碱液、乳化液、悬乳液和液态金属等液体，也可输送液、气混合物及含悬浮固体物的液体。化工泵常选一些特殊材质和特殊结构的泵来满

足化工工艺的需要。因此,对化工泵有以下几点特殊要求。

(1) 能适应化工工艺条件 泵在化工生产中,不但要输送液体物料并提供工艺要求的必要压力,还必须保证输送的物料量,在一定的化工单元操作中,泵的流量和扬程要稳定,保持泵高效率可靠运行。

(2) 耐腐蚀 化工泵输送的介质,包括原料、反应中间物等往往多为有腐蚀性介质。这就要求泵的材料选择适用和合理,保证泵的安全、稳定、长寿命运转。

(3) 耐高温或低温 化工泵输送的高温介质,有流程液体物料,也有反应过程所需要和产生的载热液体。例如:冷凝液泵、锅炉给水泵、导热油泵。化工泵输送的低温介质种类也很多,如液氧、液氮、甲烷等,泵的低温工作温度大都在 $-20\sim-100^{\circ}\text{C}$ 。不管输送高温或低温的化工泵,选材和结构必须适当,必须有足够的强度,设计和制造的泵的零件能承受热的冲击、热膨胀和低温冷脆性等的影响。

(4) 耐磨损 由于化工泵输送的介质中含有悬浮固体颗粒,同时泵的叶轮、腔体也在高压高流速下工作,泵的零部件表面保护层被破坏,其寿命较短,所以必须提高化工泵的耐磨性、耐冲刷性,这就要求泵的材料选用耐磨的锰钢、陶瓷、铸铁等,选用耐冲刷的钛材、锰钢等。

(5) 无泄漏 化工泵输送的液体介质多数易燃、易爆、有毒有害,一旦泄漏严重污染环境,会危及人身安全和身心健康,更不符合清洁生产的要求,这就必须保证化工泵运行时不泄漏,在泵的密封上采用新技术新材料,按规程操作,高质量检修。

化工泵的类型繁多,通常按其工作原理的不同分为以下几类。

(1) 叶片泵 叶片泵是靠装在主轴上的叶轮旋转来工作的,使液体流动并产生一定的动能和压力能。叶片泵包括离心泵 [图 1-1 (a)]、轴流泵 [图 1-1 (b)] 和混流泵 [图 1-1 (c)] 三种。

(2) 容积泵 容积泵是利用泵缸体内容积的连续变化输送液体的泵,如往复泵 [图 1-1 (d)]、齿轮泵 [图 1-1 (e)]、螺杆泵 [图 1-1 (f)]。

(3) 液体动力泵 它是依靠另一种工作流体的流量流速抽送液体或压送液体的动力装



图 1-1 泵

置。如喷射泵 [图 1-1 (g)]、空气升液器等。

除按工作原理分类外, 还可按其他方法分类和命名。如按驱动方法可分为电动泵和水轮泵等; 按结构可分为单级泵和多级泵; 按用途可分为锅炉给水泵和计量泵等; 按输送液体的性质可分为水泵、油泵和泥浆泵等。

1.1.2 离心泵

1.1.2.1 工作原理

在化工装置中使用的各种泵, 一般来说是需要把一定量的液体升高到工艺所要求的高度, 或送入有一定压力的容器。这种在单位时间内所输送的液体量即为泵的流量, 其单位通常用 L/s 或 m^3/h 表示。所要求的高度或所要求的压力, 即相当于泵的扬程。实际扬程加上输送液体的管路内各种损失压头即为泵的总扬程, 单位通常用 m 来表示。

离心泵开泵之前, 打开出入管道阀, 泵体内应充满流体, 当泵叶轮转动时, 叶轮的叶片驱使流体一起转动, 使流体产生了离心力, 在此离心力的作用下, 流体沿叶片流道被甩向叶轮出口, 经扩压器、蜗壳送入排出管。流体从叶轮获得能量, 使压力能和速度增加。当一个叶轮不能满足流体足够能量时, 可用多级叶轮串联, 获得较高能量。在流体被甩向叶轮出口的同时, 叶轮中心入口处的压力显著下降, 瞬间形成了真空, 入口管的流体经泵吸入室进入了叶轮中心, 这样当叶轮不停地旋转, 流体就不断地被吸入和排出, 将流体送到管道和容器中。

离心泵的工作过程, 就是在叶轮转动时将机械能传给叶轮内的流体, 使它转换为流体的流动能, 当流体经过扩压器时, 由于流道截面大, 流速减慢, 使一部分动能转换为压力能, 流体的压力就升高了。所以流体在泵内经过两次能量转换, 即从机械能转换成流体动能, 动能又部分地转换为压力能, 从而泵就完成输送液体的任务。

1.1.2.2 离心泵的结构与作用

离心泵主要由吸入、排出部分、叶轮和转轴、轴密封、扩压器和泵壳等几大部分组成, 主要部件的结构如图 1-2 所示。

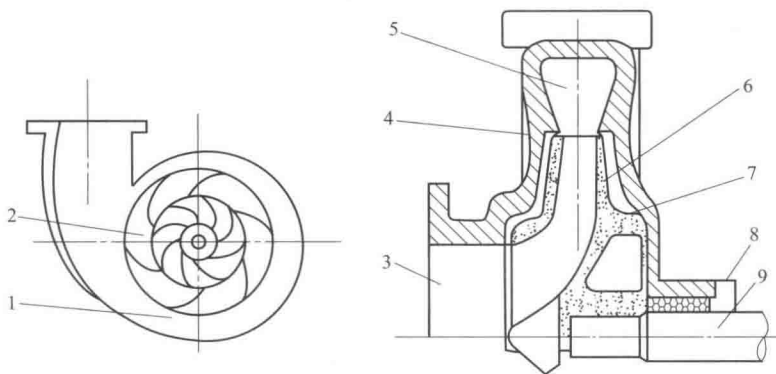


图 1-2 离心泵基本组成

1—泵壳; 2—扩压器; 3—吸入室; 4—压出室; 5—蜗壳; 6—叶轮; 7—环; 8—轴密封; 9—轴

(1) 叶轮

① 叶轮的形状 叶轮是抽送液体作用的主体, 是离心泵最重要的部件, 离心泵是由叶轮的离心力作用, 给予抽送流体以速度能, 并将该速度能的一部分转换为压力能, 提高流体的压力和速度, 完成泵输送液体的过程。

泵叶轮随着比转数的不同形状不同, 叶轮按比转数从小到大的顺序和液体在叶轮中流动

的方向,可分为径流式叶轮、混流式叶轮、斜流式叶轮、轴流式叶轮,如图 1-3 所示。

若按叶轮结构可分为闭式叶轮、开式叶轮、诱导轮全开式叶轮、半开式叶轮。如图 1-4。

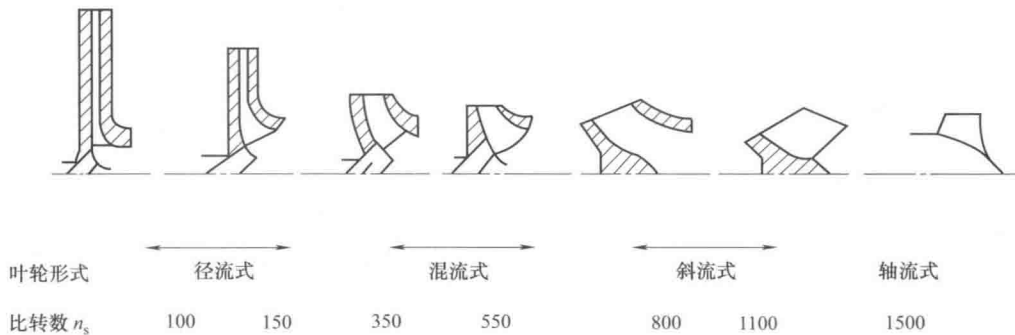


图 1-3 比转数与叶轮形式

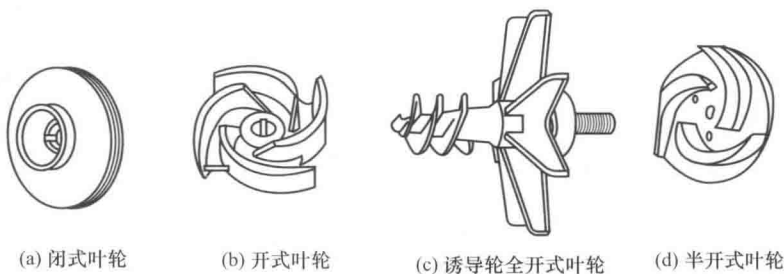


图 1-4 叶轮结构

a. 闭式叶轮 闭式叶轮的前面和后面分别由前盖板、后盖板、叶片、轮毂组成,叶轮内形成完全密封的流道;闭式叶轮扬程高、效率高,广泛应用到化工装置中无杂质的流体介质上。

b. 诱导轮全开式叶轮 诱导轮全开式叶轮是在叶轮前部焊接带有螺旋状的“B”头诱导片,叶轮可适用高转速、高扬程、容易汽化的流体。

c. 半开式叶轮 半开式叶轮没有前盖板,只有后盖板和叶片、轮毂,可输送含有固体颗粒的液体。

d. 开式叶轮 开式叶轮只有后盖板而没有前盖板,后盖板尺寸较小,故扬程较低。多用于有磨损的介质和泥沙泵。

② 叶片数量 叶轮具有各种形状,叶轮的作用和其中的能量损失与叶片数量和叶片流道的大小、弯曲、扩散、粗糙度、叶片间的相互重叠、叶片厚度、叶片出口角度、叶片两端的形状等诸多因素有关。

离心泵叶轮叶片数越多,其泵的口径和流量越大,比转数越低;比转数越高,叶片数越少。

若按吸入形式不同,叶轮又可分为单吸式和双吸式。

a. 单吸式离心泵 单吸式离心泵如图 1-5 所示。流体只能从一侧吸入,叶轮悬臂支承在转轴上,叶轮受力状态不好,只适用于小流量范围。

b. 双吸式离心泵 双吸式离心泵如图 1-6 所示。和单吸式离心泵相比,在流量和总扬程相同的情况下,双吸叶轮的比转数小,故一般来说其吸入性能好。双吸式叶轮流体由双面吸入叶轮,改善了汽蚀性,同时泵转子受力状态也好。

另外,按级数分,还有单级泵、多级泵;按泵轴方向分,还有卧式泵、立式泵;按速度能的转换方式分,还有蜗壳泵、透平泵。但不管哪种分类的方式,其结构的工作原理是一样的。

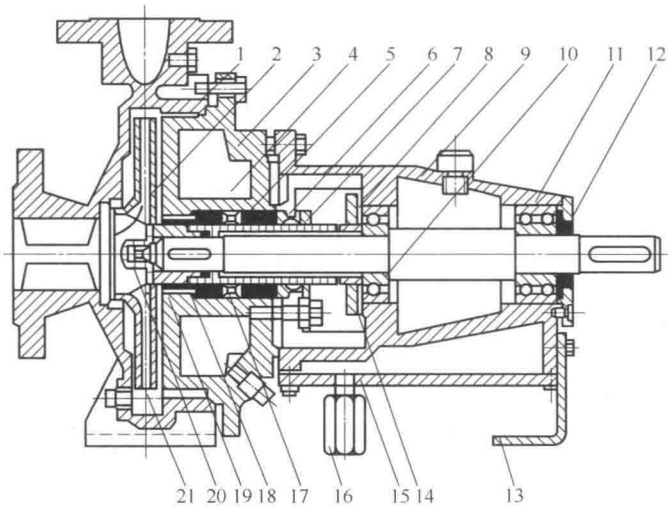


图 1-5 单吸式离心泵

- 1—泵体；2—叶轮；3—泵盖；4—泵轴；5—填料；6—轴套；7—填料压盖；8—轴承压盖；9—轴承箱；10—径向轴承；11—止推轴承；12—油封；13—轴承箱托架；14—V 形环；15—托架底板；16—底板丝堵；17—水封环；18—填料套；19—叶轮螺母防松挡片；20—叶轮螺母；21—耐磨环

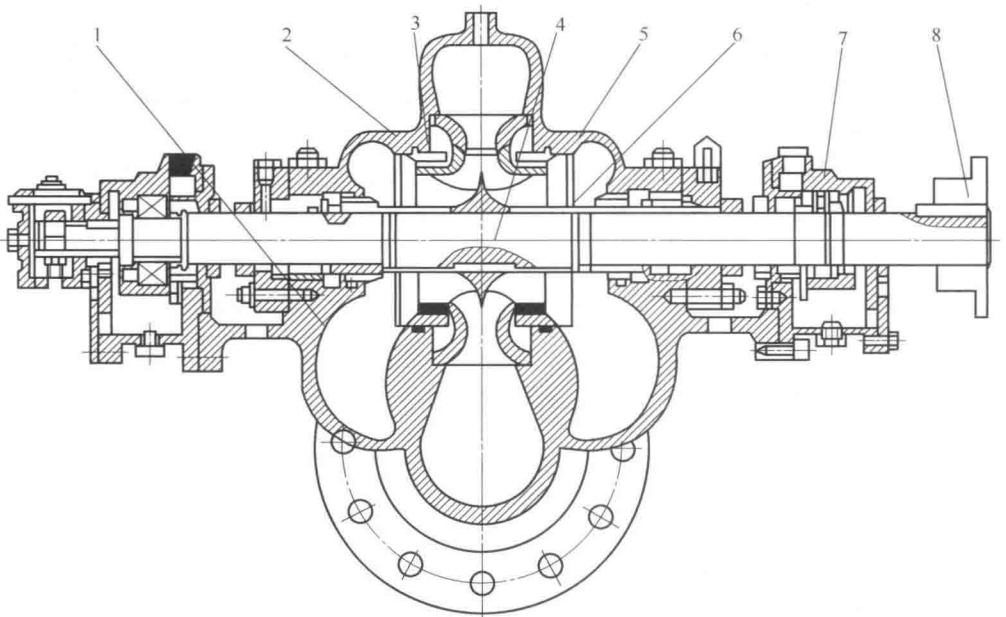


图 1-6 双吸式离心泵

- 1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—泵轴；5—密封环；6—轴套；7—轴承部分；8—联轴器部分

(2) 泵壳 泵壳是泵结构的中心，其形式也比较多。

① 水平剖分式 这种形式的泵壳是在通过轴心的水平剖分面上分开。拆卸泵壳时和吸入、排出管道无关，维修比较方便。

② 垂直剖分式 这种形式的泵壳是在垂直轴心的平面上剖分，不易泄漏，当维修时必

须拆卸进出口管道，所以维修不如水平剖分式泵壳方便。

③ 倾斜剖分式 这种形式的泵壳是从前端吸入，从上面排出，泵壳在通过轴心的倾斜面上剖分，不拆卸吸入和排出管道，只拆开上半部泵壳即可检修内部。

④ 筒体式 这种形式的泵是把泵壳制作成筒体式的，对于压力非常高的泵，用单层泵体难以承受其压力，所以采用双层泵体。筒体式泵壳承受较高压力，其内安装水平剖分式或垂直剖分式的转子，在化肥装置中高温高压的锅炉给水泵多是筒体式多级离心泵。

若按泵壳的支承形式可分为标准支承式、中心支承式、悬臂式、管道式、悬挂式。标准支承式泵一般是卧式，在泵体两侧带有支脚，支脚用螺栓固定在底座上。中心支承式泵的泵壳下侧的支脚安装在底座上，可适应输送高温流体而造成泵壳热膨胀应力的影响。悬臂式泵的泵壳是一整体，并将泵体与吸入盖的组合件安装在轴承托架上，结构紧凑，拆卸方便。管道式泵的泵壳是作为管道的一部分和管道连接在一起的，并由管道支承。检修时，不需拆下与管道连接的泵体，就可以检修泵的转子和电动机。悬挂式泵是泵壳装在排出管道上，泵壳在排出管以下部分悬挂在吸入容器上，泵壳是垂直剖分式的。

(3) 填料密封 对于小流量、低扬程的离心泵，用于油封密封的是填料密封，其密封机理是编织填料安装在填料函内，填料与轴、填料与填料盒内壁接触面之间有一个环形微小间隙，这个间隙的大小，是关系到介质泄漏量的主要因素。填料在填料盒内由于压紧力的作用而变形，从而填充了环形间隙，阻止了介质的泄漏，在预紧压力传递下，由于超过阻力所致，使每道填料环受大小不等而方向相同的径向力，如图 1-7 所示。这样的径向力，大于介质压力时，可以阻止介质泄漏产生。如用编织填料时，介质的泄漏可能有两种情况。一种是填料本身被介质穿透造成泄漏。这就需要选用不能穿透的金属圈和聚四氟乙烯等填料和编织填料混装的办法，防止穿透泄漏。另一种是填料与轴、填料与填料函的接触面之间的间隙，这两个间隙可用填料压盖的预紧力大小来控制，使间隙小到能阻止流体介质通过的程度，就可以防止泄漏，但此预紧力是不好把握的，需要有一定的经验才能处理好。否则预紧力过大，摩擦力也急剧增加，填料磨损加快，温度升高，填料中的浸渍剂加快磨损，填料体积随之减少，径向密封力下降，很容易造成泄漏。反之，预紧力小于介质压力时，又起不到密封作用。

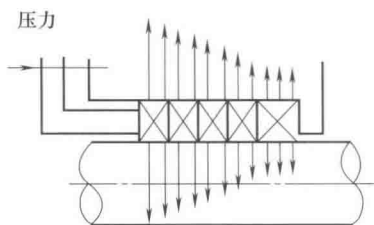


图 1-7 填料密封径向力分布

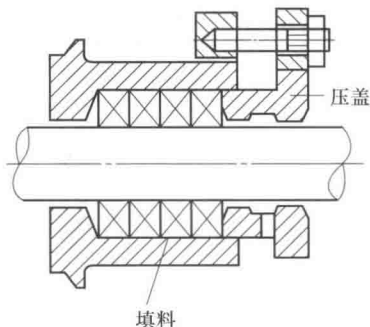


图 1-8 压盖式填料密封

填料密封可有以下结构形式。

① 压盖式填料密封 压盖式填料密封如图 1-8 所示，是使用较普遍的填料密封，多用于泵内压力不高或内部几乎不产生负压、无空气吸入的一般水泵。

② 带液封环的填料密封 带液封环的填料密封如图 1-9 所示，它是在填料箱中间设置液封，其两侧装入相同的填料。

放置液封环的目的是当泵的内部产生负压，有从压盖处吸入空气的可能，如用压力液体

从液封环注入，即可防止吸入空气。

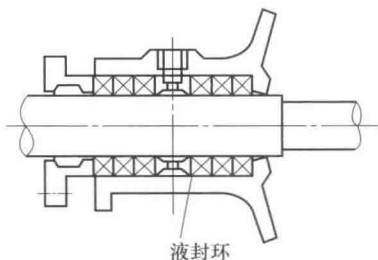


图 1-9 带液封环的填料密封

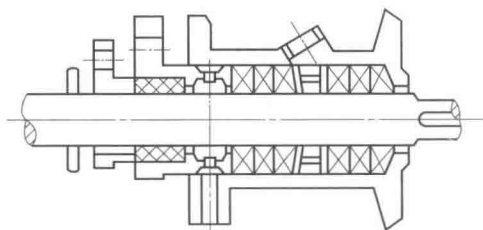


图 1-10 双重压盖式填料密封

③ 双重压盖式填料密封 双重压盖式填料密封如图 1-10 所示，是从填料中间的液封环将内部的高压液体分出来，再返回泵的吸入口或其他低压部分，这样可减轻填料所承受的压力，同时从设在压盖上的另一个液封注入压力液，保持填料受力的平衡。这种形式的填料密封可用于抽送高压、腐蚀性和有毒害的介质，通过双重填料密封，可以防止流体外漏。

④ 带节流环的填料密封 带节流环的填料密封如图 1-11 所示，是为了不使带压力流体直接作用于填料，而造成填料磨损失效，故在轴封内设置一节流套，该节流套和轴封制造在一块，外部注入干净的液体使其保护填料不致让带杂质流体浸入填料内。

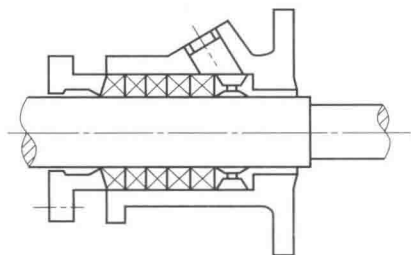


图 1-11 带节流环的填料密封

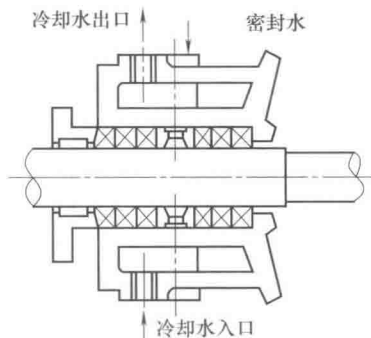


图 1-12 带水套的填料密封

⑤ 带水套的填料密封 带水套的填料密封如图 1-12 所示，这种形式的密封，适用于抽送高温介质的液体，为了防止填料因受热而失效，在轴封部分填料的外部设置冷却室，其内通入冷却水使之冷却填料。也有采用如图 1-13 所示形式的，先使溶液本身冷却，可达到轴套内表面冷却与水套冷却的目的。

还有采用不带甩油环的填料密封，但在填料制作和安装时充分考虑了填料本身的润滑性。结构如图 1-14 所示。

由于适用于各种介质的填料材料的开发和应用，轴封的填料密封结构也在不断进行设计更新，应用的范围也更加广泛，填料的制造也由传统的条状改成更可靠的模压形式，这就方便了安装和维修，大大提高了使用寿命。

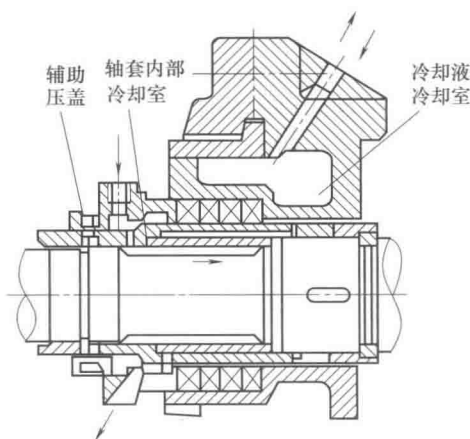


图 1-13 轴套内表面冷却与水套并用的填料密封

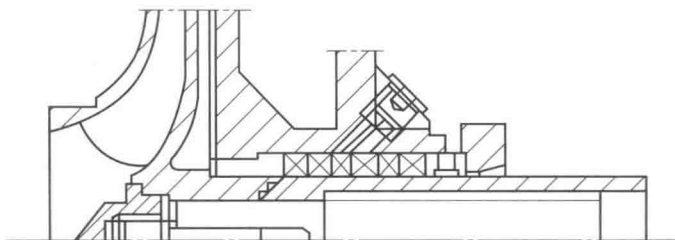


图 1-14 不带甩油环的填料密封

(4) 机械密封 机械密封是用来防止旋转轴与机体之间流体泄漏的密封，是由一对垂直于旋转轴线的端面在弹性补偿机构和辅助密封的配合下互贴合并相对旋转而构成的密封装置。由于密封面是端面，故也叫端面密封。

① 机械密封工作原理 在旋转轴的各种机械密封类型中，尽管结构形式不相同，但其工作原理是一样的，图 1-15 所示是简单的机械密封。旋转轴和装在轴上的动密封环一起旋转，静环安装在壳体上。轴旋转时，动、静环形成了摩擦副，动、静环之间的间隙决定了工作为某一压力的流体介质的泄漏量。

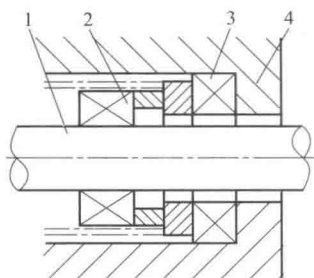


图 1-15 机械密封工作原理

1—旋转轴；2—动环；3—静环；4—壳体

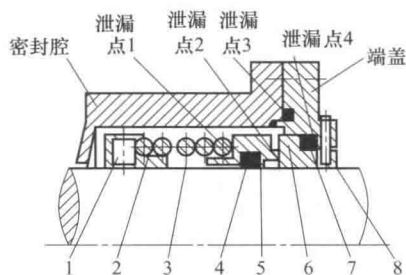


图 1-16 机械密封基本结构（旋转式）

1—补偿环；2—补偿环辅助密封圈；3—弹簧；
4—弹簧座；5—紧固螺钉；6—非补偿环；
7—非补偿环辅助密封圈；8—销钉

在机械密封的总体装置中，其密封面也就是容易造成流体介质泄漏的面有四处。

a. 主密封面 如上述的动环和静环形成摩擦副的面，密封流体介质的压力和弹性元件（弹簧、波纹管）的弹力对这一密封面产生一压紧力，使之紧密贴合在一起。在摩擦副两端面之间存在一层很薄的润滑膜，离心泵使用的机械密封，润滑膜处于全液体湿润摩擦状态、端面之间流体润滑膜的压力在不同程度上平衡了端面的预紧力。一般机械密封的端面是镜面光洁度，使比压均匀，贴合紧密，达到无泄漏的目的。

b. 静环与压盖之间的密封面 该密封面属静密封面，通常按流体的特性选用相应的 O 形圈进行辅助密封，防止流体从静环与压盖之间泄漏。

c. 动环与轴或轴套之间的密封 这也是静密封面，对于动环为补偿环的旋转式密封来讲，在端面跳动不同步及磨损时，该辅助密封可做较小的轴向移动，一般用作弹簧和波纹管来作为辅助密封元件。

d. 压盖与壳体之间的密封 这也是静密封，通常用 O 形环进行密封，但在安装时要保证端盖和装静环的端面对轴线的垂直度。

② 机械密封的结构和零件的功能 机械密封的基本结构如图 1-16 所示，主要由五部分组成。

a. 补偿环与非补偿环 补偿环是具有轴向补偿功能的密封环，通称静环，一般不随轴

转动，通过弹性体进行补偿。非补偿环是不具有轴向补偿能力的密封环，一般称动环。两者端面贴合在一起形成密封，起主要密封作用。静环用低硬度材料，例如浸金属石墨、聚四氟乙烯等，端面较窄；动环用高硬度材料，例如碳化钨、钴铬钨等，端面较宽。

b. 弹性元件与弹簧座 弹性元件是指弹簧或波纹管或具有弹性的密封元件，它构成了加载、补偿、缓冲作用的装置，从而能保证机械密封在安装后端面贴合，磨损时及时补偿，振动或窜动时缓冲的功用。

弹性元件产生的弹力大小必须能够克服补偿环辅助密封圈在轴或轴套上滑动时的摩擦阻力；过大的弹性力（预紧力）会使端面磨损加快，严重影响机械密封的性能。弹性元件可以是单拉弹簧圆锥形螺旋弹簧，也可以是腔室内放置多个周向布置的圆柱螺旋弹簧，也可以是成对的波形弹簧或有伸缩性的波纹管。放置弹簧的腔体可以做成多种形式，但弹簧必须固定地放置在弹簧座内，而且轴向方向和径向方向不允许有振动和窜动。

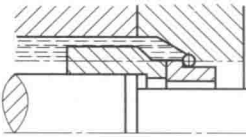
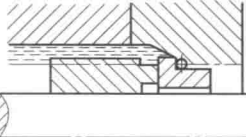
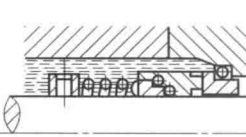
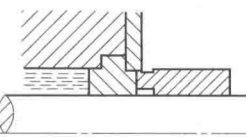
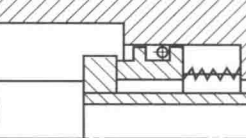
c. 弹性元件中还有辅助的密封圈 其中补偿环辅助密封圈可制作成 O 形、V 形、凹形的截面，常用来密封补偿环与轴、轴套之间的泄漏面。弹性元件中的辅助密封圈，也有非补偿环辅助密封圈，它在轴旋转时，用以密封非补偿环与端盖之间的泄漏，可以制作成 O 形、V 形、凹形、口形的截面。

d. 传动机构 该部件有凸轮、凹坑、柱销、拨叉等方式来传动转矩，它多设置在弹簧座和补偿环上。

e. 防转机构 一般制成销钉和防转块，可克服旋转时密封装配松动而强制性的转矩作用。

③ 机械密封的分类 机械密封分类方法较多，常见的分类见表 1-1。

表 1-1 机械密封的分类

类 型	结 构 简 图	
平衡式和非平衡式		
	(a) 平衡式	(b) 非平衡式
内置式和外置式		
	(a) 内置式	(b) 外置式
内流式和外流式		
	(a) 内流式	(b) 外流式
静止式和旋转式		
	(a) 静止式	(b) 旋转式