

化工工人技术理论培训教材



化工用泵

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

化 工 用 泵

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工用泵/化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. -北京: 化学工业出版社, 1996
化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1743-X

I. 化… II. ①化… ②化… III. 化工用泵-技术培训-教材 IV. TQ051.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 11378 号

化工用泵

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 任文斗

责任校对: 顾淑云

封面设计: 于 兵

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 7 1/4 字数 256 千字

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—10100

ISBN 7-5025-1743-X/G · 438

定 价: 12.50 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划和教学大纲》的要求,组织有关人员,编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以计划和大纲为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术的发展 and 现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和大纲划定时,我们在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,我们把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共7册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共43册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材6册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共11册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共20册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

在教材编审过程中，尽管广大编审人员作了很大努力，但由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意。为此我们建议：

一、各单位在组织教学过程中，要按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学要与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容。以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中，如发现教材中存在一些问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

我们组织编写本套教材，得到了全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

目 录

化工用泵 (检 043)

引言

第一章 概述	3
第一节 泵的用途和分类	3
第二节 离心泵的结构和工作原理	4
思考题	10
第二章 离心泵的主要性能	11
第一节 离心泵的扬程和流量	11
第二节 离心泵的功率和效率	21
第三节 离心泵的吸入高度和汽蚀	25
第四节 离心泵的相似与切割	42
思考题	53
第三章 离心泵的运行	55
第一节 离心泵的特性曲线和操作特性	55
第二节 离心泵的串联与并联	66
第三节 输送粘性液体时离心泵的特性换算	67
思考题	71
第四章 离心泵的选型和节能	72
第一节 离心泵的类型及其结构特点	72
第二节 离心泵的节能	95
思考题	101
第五章 离心泵的试车、操作、故障及排除措施	102
第一节 离心泵的试车和操作	102
第二节 离心泵的故障分析及排除措施	105
思考题	110

第六章 其它类型泵	111
第一节 往复泵	111
第二节 转子泵和旋涡泵	119
思考题	129
附录一 泵类产品现用型号与老型号对照表	131
附录二 B 型离心水泵性能谱图	134
附录三 B 型离心水泵性能表	135
附录四 Sh 型离心水泵性能表	143
附录五 DA 型离心式多级泵性能表	147
附录六 Y 型离心油泵性能谱图	151
附录七 Y 型离心油泵性能表	152
附录八 F 型耐腐蚀离心泵性能谱图	156
附录九 F 型耐腐蚀泵性能表	157
参考文献	159
真空泵 (检 048)	
第一章 真空泵的一般知识	161
第二章 往复式真空泵	169
第一节 往复式真空泵的结构及工作原理	169
第二节 往复式真空泵的使用与维护	173
第三章 油封式真空泵	176
第一节 概述	176
第二节 油封式真空泵的工作原理	176
第三节 机械真空泵油	183
第四节 油封式真空泵的使用与维护	186
第四章 水环式真空泵	190
第一节 水环式真空泵的结构和工作原理	190
第二节 水环式真空泵的使用与维护	196
第五章 喷射式真空泵	198
第一节 概述	198
第二节 喷射式真空泵的工作原理及结构	199
第三节 喷射式真空泵的使用与维护	206

第六章 其它类型真空泵	209
第一节 罗茨真空泵	209
第二节 油扩散泵和油增压泵	211
第三节 直联高速旋片式真空泵	213
第四节 余摆线机械真空泵	214
第五节 涡轮分子泵	216
参考文献	217

化 工 用 泵

(检 043)

吉林化工学校	刘纯厚	马春明	编
吉林化工学院		张恩泽	审

引 言

输送液体并提高其压力的机械称为泵。泵广泛应用在工农业生产及人民生活的各个领域，如石油的远距离输送；农业的灌溉和排涝；城市的供水和排水等。

化工生产的原料、半成品和成品多数是液体，在整套的化工连续化生产过程中，液体的输送和增压是必不可少的过程，要想完成这个过程就必须使用泵。有人把化工生产过程中的泵比喻为人的心脏，而化工管路如同人的血管。

化工生产输送的液体具有特殊的性质，如有些液体易燃、易爆、有毒；有些液体具有高粘度、易腐蚀；有的是高温、高压或者低温、低压（高真空）。这就要求采用各种不同结构和材质的泵才能满足上述要求。

泵又属通用机械，为了提高其质量和使用性能，泵的生产日趋标准化、系列化和通用化。化工生产过程使用最多的泵是离心泵，同时也广泛地采用其它类型泵。因此，本书在编写过程中以离心泵的基本理论和基本知识为主，对其它类型泵也作了简要地介绍。

目前有些泵的操作、维修和管理人员缺乏有关泵的理论 and 实践知识，对泵的使用、维护和管理不善，致使很多泵在使用中效率不高，运行不稳，能源浪费严重，加之安装检修方法不当，降低了泵的使用寿命。因此，编写此书目的在于增加操作、维修和管理人员的基础理论知识，介绍有关泵的操作和维修经验，使泵运行中既能满足生产要求，又能达到安全可靠地运转和节能的目的。

由于编者的理论水平有限，实践经验不足，诚恳希望广大读者对书中谬误之处给予批评指正。

编 者

1995.9

第一章 概 述

泵是液体的一种“增能”机械。用泵将原动机（电动机、内燃机等）的机械能转换成被输送液体的静压能和动能，使被输送液体获得能量后，输送至一定压力、高度或距离的场合，这就是泵的主要作用。

泵是一种通用机械，它用于国民经济建设的各个领域，如化工、石油、矿山、冶金、电力、国防、农田的灌溉或排涝、城市的供水和排水等等。

第一节 泵的用途和分类

一、泵的用途

泵的用途非常广泛，在石油化工生产中更是重要。例如，石油的输送，油井的注水，炼油厂各种加工过程都离不开油泵的加压或输送。

化工生产过程中的原料、中间产品或成品多数是液体。在把原料制成成品的一系列工艺加工过程中，泵是输送液体并提供化学反应所需要的压力和流量必不可少的机械设备，是实现连续化生产的保证。

二、泵的分类

泵的种类很多，分类方法也各不相同。按其作用原理可分为以下三大类。

（1）容积式泵 依靠连续或间歇地改变工作室容积来压送液体。一般使工作室容积改变的方式有往复运动和旋转运动。如往复式活塞泵、柱塞泵属于前一种；齿轮泵、滑片泵属于后一种。

（2）叶片式泵 依靠工作叶轮的高速旋转运动将能量传递给被输送液体。如离心泵、轴流泵、旋涡泵等。

（3）其它类型泵 如喷射泵、水锤泵、电磁泵等，它们的作用原理各不相同。喷射泵是依靠高速流体的动能转变为静压能的作用，达到输送流体的目的；水锤泵是利用水流本身的位差能输送液体，而不

需其它外界能量；电磁泵则是利用电磁力的作用来输送液体的。

上述各种类型泵的使用范围是不同的，如图 1-1 所示，叶片式泵应用范围较为广泛，其中离心泵应用最广，往复泵主要用于输送高压液体的场合。因此，本书重点介绍离心泵结构、原理、计算和使用方法等，对其它类型泵仅作简单的介绍。

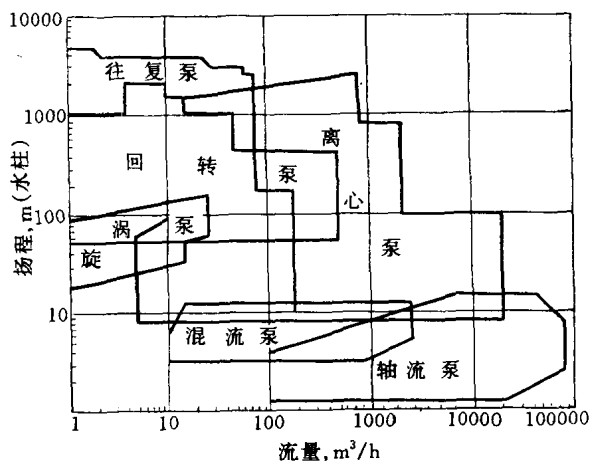


图 1-1 常用泵的使用范围

第二节 离心泵的结构和工作原理

一、离心泵的结构

在石油化工生产中应用最多的泵是离心泵。离心泵根据输送液体的性质和生产条件的差异其结构和材质也各不相同。离心泵的型号很多，今以常用的 B 型离心泵为例说明它的主要组成部件和结构。

图 1-2 是 B 型离心泵的剖视图。如图所示，它由 27 种零部件组成，与液体直接接触的主要零部件是泵体、泵盖、叶轮等，其结构如图 1-3 所示。

泵的转动部分是轴和轴承等零件，它们安装在机座上。轴的前端安装叶轮，后端用联轴器与电机相联。电机带动泵轴旋转。泵轴与轴承的结构如图 1-4 所示。

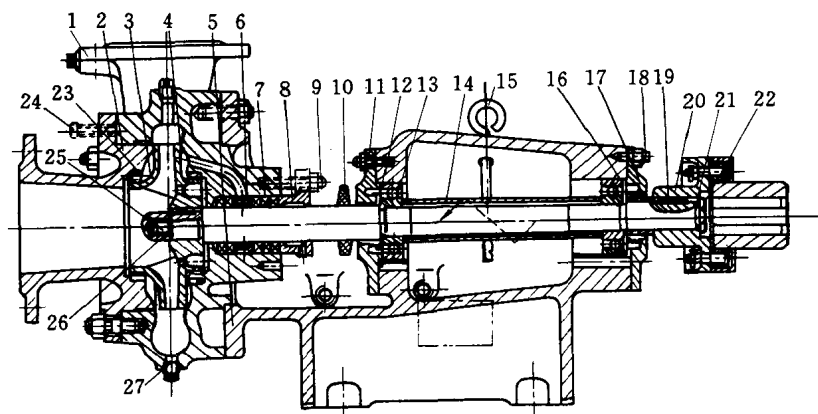


图 1-2 B 型乙式离心泵装配图

1—泵体；2—泵盖；3—叶轮；4—泵轴；5—托架；6—水封环；7—填料；8—填料压盖；9—压盖双头螺丝；10—挡水圈；11—轴承端盖；12—挡油圈甲；13—滚珠轴承；14—定位套；15—油标尺；16—挡油圈乙；17—挡套；18—轴承端盖双头螺丝；19—键；20—联轴器；21—小圆螺母止退垫圈；22—小圆螺母；23—减漏环；24—起螺钉；25—叶轮螺母；26—外舌止退垫圈；27—四方螺丝

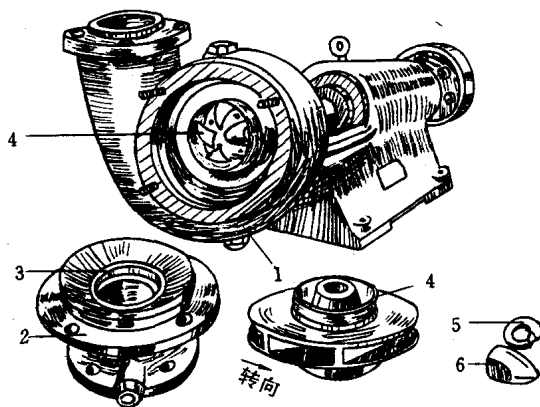


图 1-3 B 型泵拆卸图

1—泵体；2—泵盖；3—密封环；4—叶轮；5—止退垫圈；6—反向螺母

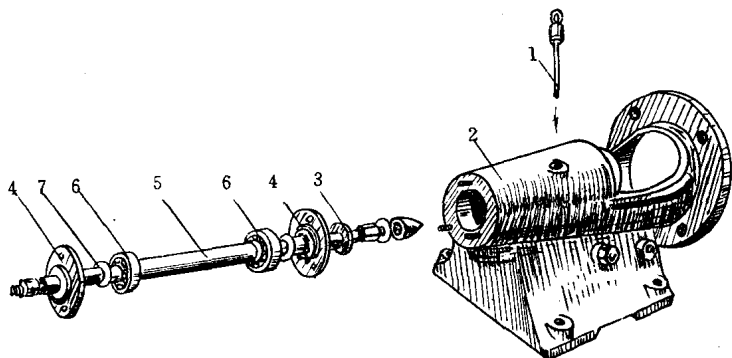


图 1-4 B 型泵的轴和轴承

1—油标；2—轴承盒；3—挡水圈；4—轴承盖；5—定位套；6—滚珠轴承；7—挡油圈

离心泵的密封部分是防止液体漏回吸入端（内漏）和外泄漏。防止内漏是靠叶轮前后的密封环与泵壳密封环的间隙，间隙越小泄漏量越少。防止外漏是靠填料密封或机械密封的堵塞作用。填料密封是采用纤维或塑料制成填料环装在泵的填料函内，用填料盖压紧以防液体

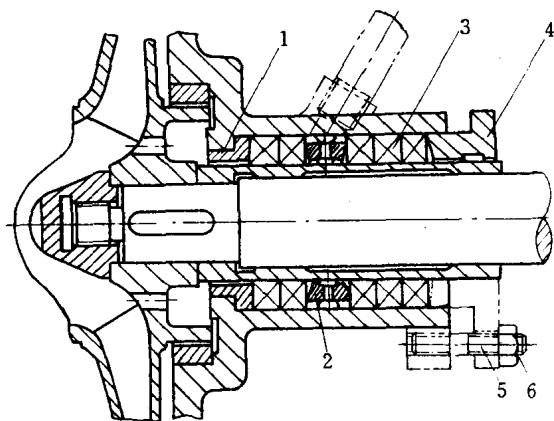


图 1-5 离心泵的填料密封

1—填料套；2—填料环；3—填料；4—填料压盖；
5—长扣双头螺栓；6—螺母

外漏，如图 1-5 所示，它的特点将在以后章节中详述。

机械密封的结构如图 1-6 所示，它的作用原理将作专门讨论。

二、离心泵的作用原理

我们知道，任何物体围绕某个中心 O 按一定半径 R 作旋转运动时，都要产生离心力。如图 1-7 所示，一个小球用细绳栓住，然后用力使小球作圆周运动时，小球产生的离心力使细绳拉紧，小球转动越快，细绳拉得越紧。如果细绳越长，小球以同样时间转动一周时，细绳的拉紧力越大。这是因为转动半径 R 增大时，圆的周长增大了，所以小球的运动速度 U 也增大了。如果保持小球的运动速度 U 不变，细绳越长，即旋转半径 R 越大，细绳的拉紧力反而越小，即离心力减小。小球的质量越大，细绳的拉紧力也越大，即离心力越大。

大量的实验证明，物体作圆周运动时，所产生的离心力的大小与物体的质量 m 成正比，与圆周速度 U 的平方成正比，而与旋转半径 R 成反比，即可写成下式

$$C = m \frac{U^2}{R} \quad (1-1)$$

式中 C ——离心力，N；

m ——旋转物体的质量，kg；

U ——旋转物体的圆周运动速度，m/s；

R ——物体圆周运动的半径，m。

如图 1-8 所示，如果我们把带雨水的雨伞转动起来，雨伞上的雨水将沿着伞的边缘向四周飞溅，雨伞转动得越快，水滴飞溅得越远。

离心泵叶轮内的液体同样是按照离心力作用的原理完成输送液体任务的。离心泵叶轮的叶道内充满液体，当原动机带动泵轴和叶轮旋转时，叶道内的液体在叶片的作用下随叶轮同时作圆周运动，在作圆周运动的同时必然产生离心力，液体在离心力的作用下沿叶道被甩出，甩出后的液体沿泵的蜗壳截面逐渐扩大，速度逐渐减小。由伯努里方程得知，液体的速度逐渐减小，动压头逐渐降低，则静压头逐渐增高，最后，具有一定压力的液体由泵的出口压入到管路中。

由于叶道的液体受离心力的作用不断被甩出，则在叶轮的圆心处

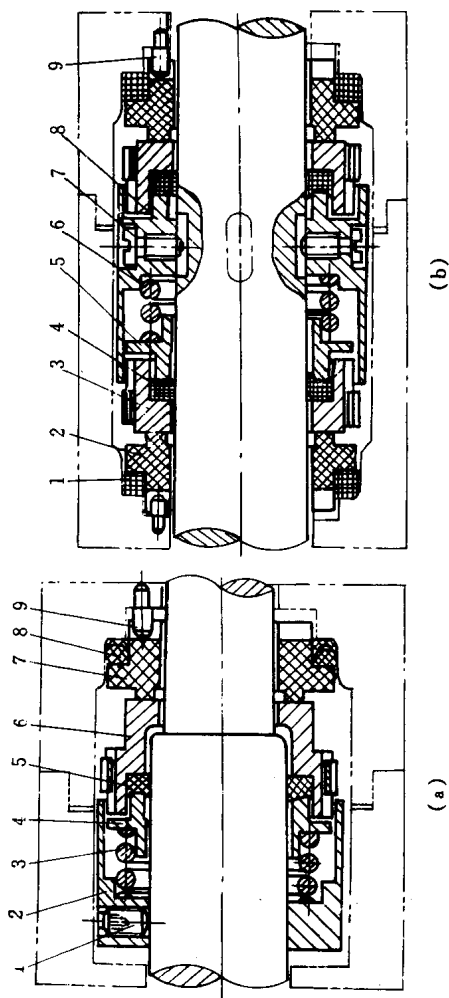


图 1-6 离心泵的机械密封

(a)不平衡型端面机械密封

1—传动螺钉;2—传动座;3—弹簧;
4—推环;5—动环密封圈;6—动环;
7—静环;8—静环密封圈;9—防转销

(b)不平衡型双端面机械密封

1—静密封圈;2—静环;3—动环;4—动环
密封圈;5—推环;6—弹簧;7—传动螺钉;
8—传动座;9—防转销