

化工工人技术理论培训教材



风 机

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

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

风机/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,1997

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1752-9

I. 风… II. ①化…②化… III. 鼓风机-技术培训-教材

IV. TH44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12744 号

风机

化学工业出版社
化学工业部教育培训中心编写

责任编辑: 王文

封面设计: 滕雪

封面设计: 于一兵

*

化学工业出版社发行
(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
北京市通县京华印刷厂印刷
北京市通县京华印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 2½ 字数 71 千字
1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5025-1752-9/G·440

定价: 5.00 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。

内 容 提 要

本书是根据风机教学大纲而编写的工人培训教材,全书分五章。讲述了风机的一般知识;离心式风机、轴流式风机、罗茨及叶氏鼓风机的工作原理及结构,使用及维护方面的知识;最后讲述风机噪声及其控制的有关知识。

本书内容简洁、实用性强,可作为工人培训专用教材,也可作为化工操作工人及检修工人的参考书。

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 and 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和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,在编制教学计划和划定大纲时,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,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》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材,尚是一种尝试,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,为此建议:

一、各单位在组织教学过程中,应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应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、在教学过程中发现教材中存在的问题,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。

本套教材的组织编写,得到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

风机(检 044)	1
第一章 风机的一般知识	2
第二章 离心式风机	5
第一节 离心式风机的结构和命名	5
第二节 离心式风机的工作原理及特性曲线	13
第三节 离心式风机的运行及调节	17
第四节 离心式风机的维护	23
第五节 离心式风机的防磨	27
第六节 几种特殊用途的离心式风机	30
第三章 轴流式风机	32
第一节 概述	32
第二节 轴流式风机的工作原理及特性曲线	37
第三节 轴流式风机的调节及运行	39
第四节 轴流式风机的维护	44
第五节 子午加速轴流风机简介	47
第四章 罗茨及叶氏鼓风机	49
第一节 罗茨及叶氏鼓风机的工作原理及结构	49
第二节 罗茨及叶氏鼓风机的操作	57
第三节 罗茨及叶氏鼓风机常见故障及消除方法	59
第五章 风机的噪声	63
第一节 噪声的基本概念	63
第二节 风机噪声及危害	64
第三节 风机噪声的控制	68
参考文献	72

风 机

(检 044)

吉化石井沟联合化工厂 王大中 编

吉 林 化 工 学 院 张恩泽 审

第一章 风机的一般知识

风机是压缩或输送气体的机器,它将原动机的能量转变为气体的压力能和动能。风机是化工生产过程中广泛应用的设备,在电站、锅炉、矿井等也是不可缺少的设备。

风机的排气压力 P_2 (绝) 和吸气压力 P_1 (绝) 的比值 $\epsilon = \frac{P_2}{P_1}$, 称为压力比。压力比 ϵ 反映了风机所产生的压力的大小。所以可以根据压力比 ϵ 的大小把风机分为通风机和鼓风机。通风机产生的风压很小,一般在 14700N/m^2 (标准状况) 或压力比 $\epsilon < 1.1$ 。所以通风机对气体压缩并不大,它主要用于通风和输送。压力在 $14700\text{N/m}^2 \sim 294000\text{N/m}^2$ 或压力比 $\epsilon = 1.1 \sim 4$ 的风机称为鼓风机。离心式通风机多为单级,离心或鼓风机可以是单级的,也可以是多级的,但最多不超过四级,多于四级的称为离心式压缩机。

一、风机的分类

风机的型式各种各样,一般情况下有下面几种分类方法。

1. 按介质在风机内部流动方向分类

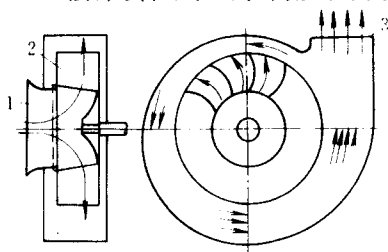


图 1-1 离心通风机示意图

1—集流器;2—叶轮;3—机壳

(1)离心式通风机和离心式鼓风机,统称为离心式风机。如图 1-1 所示,这类风机的介质沿轴向进入后经过风机叶轮沿径向流出,靠的是离心力作用来输送压缩介质。

(2)轴流式通风机和轴流式鼓风机,统称为轴流式风机。

如图 1-2 所示,这类风机的介质沿轴向进入风机的叶轮后,近似地在圆柱表面沿着轴线方向流出。

(3)混流式风机。如图 1-3 所示,这类风机介质在风机叶轮中流动方向处于离心式和轴流式之间,近似于沿锥面流出。

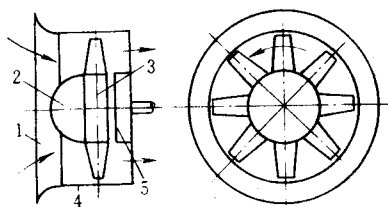


图 1-2 轴流通风机示意图

1—集流器;2—整流罩;3—叶轮;
4—机壳;5—后整流罩

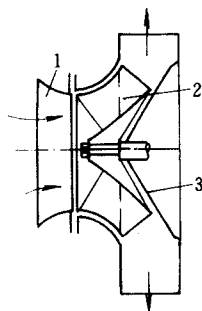


图 1-3 混流通风机示意图

1—集流器;2—叶轮;3—机壳

2. 按风机产生的压力大小分类

- (1)低压离心通风机,其压力在 980N/m^2 以下。
- (2)中压离心通风机,其压力为 $980\text{N/m}^2 \sim 2940\text{N/m}^2$ 。
- (3)高压离心通风机,其压力为 $2940\text{N/m}^2 \sim 14700\text{N/m}^2$ 。
- (4)低压轴流通风机,其压力在 490N/m^2 以下。
- (5)高压轴流通风机,其压力为 $490\text{N/m}^2 \sim 4900\text{N/m}^2$ 。

3. 按用途分类

风机的使用用途有很多种,按不同的用途可以将风机分为许多种,如煤粉通风机、锅炉引风机、一般通风换气通风机等。

4. 按材质分类

按照制造风机的材质分,如不锈钢、玻璃钢、普通碳钢等材质制成的风机。

二、风机的主要参数

表示风机特性的物理量称为风机的参数。

风机的主要参数包括风量(Q)、全风压(H_t)、轴功率(N)以及效率(η)等。由这些参数可以给出风机特性曲线。离心式风机和轴流式风机

的性能参数和特性曲线,以及管路特性曲线,在第二章和第三章中详细讲述。

三、风机的发展方向

风机的产生历史较早,如古代的风车。随着科学技术的不断进步,风机产品逐步向下述方向发展。

1. 产品大型化

产品大型化是一个发展趋势。大型化后,一台机组可以代替几台机组,这样可以提高机组经济技术指标及生产运行可靠性。

2. 高速化

风机高速化可以节省原材料,给制造和运输及使用带来方便,因为体积缩小了。所以风机工作转速的提高是其未来发展的又一方面。

3. 低噪声

噪声对人体极其有害,它会使人的听觉、视觉、神经系统及心血管、消化系统及内分泌系统受到严重损害。降低风机噪声是风机发展的必然方向。有关噪声方面的知识本书在第五章中详细介绍。

另外,高效风机也是一个发展方向。高效可以有效地节约能源、提高生产效率。总之,风机是现代化生产离不开的设备,风机的发展必将随着科学技术的进步和生产现代化水平的提高而向更好的方向发展。

第二章 离心式风机

第一节 离心式风机的结构和命名

一、离心式通风机的结构

离心式风机包括离心式通风机和离心式鼓风机。离心式通风机结构简单,图 2-1 为离心式通风机主要结构分解示意图。叶轮由叶片和连接叶片的前盘和后盘组成,叶轮后盘装在转轴上(图中未给出),机壳支承在支架上。下面详细介绍离心式通风机的基本结构。

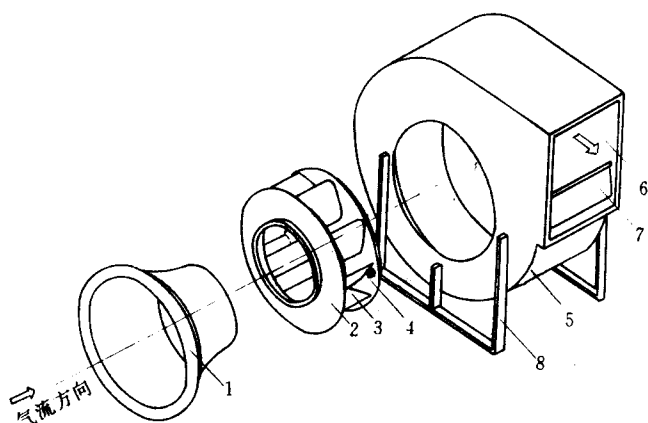


图 2-1 离心式风机主要结构分解示意图

1—吸入口;2—叶轮前盘;3—叶片;4—后盘;5—机壳;
6—出口;7—截流板,即风舌;8—支架

1. 吸入口

吸入口分为圆筒式、锥筒式和曲线式几种,如图 2-2 所示。吸入口有集气作用,它可以直接在大气中采气,使气流以损失最小的方式均匀

流入机内。有些风机吸入口与吸气管道用法兰直接连接。

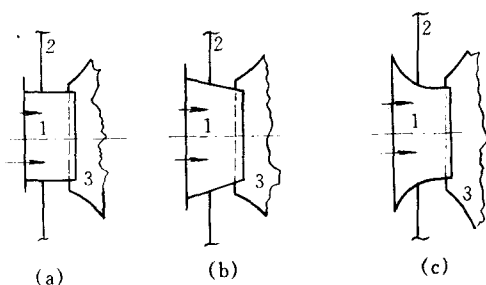


图 2-2 离心式风机的吸入口

(a)圆筒式;(b)锥筒式;(c)曲线式

1—吸入口;2—机壳;3—叶轮

2. 叶轮

叶轮是风机主要零部件,也叫风轮或工作轮。图 2-3 为离心式通风机电轮结构型式,它分单吸和双吸两种型式,由前盘、叶片、后盘、轮毂组成,一般采用焊接和铆接加工。

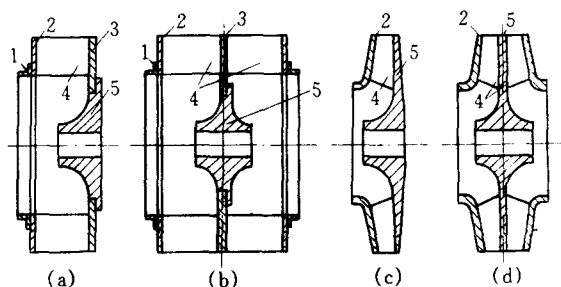


图 2-3 离心通风机的叶轮结构型式

(a)单吸铆盘叶轮;(b)双吸铆盘叶轮;(c)单吸锻盘叶轮;(d)双吸锻盘叶轮

1—进口圈;2—盖盘;3—圆盘;4—叶片;5—轴盘

通风机叶轮上叶片数目比较多而且长度较短。低压通风机叶片是平直的,与轴心成辐射状安装;中高压通风机的叶片是弯曲的。图 2-4 是几种离心式通风机的叶片形状。图(a)为径向叶片,其构造简单,但气流冲击能量损失和噪音较大,效率也较低;图(b)为径向弯曲叶片,其气流冲击能量损失小,制造较困难。这两种叶片适用于低压或中压通风机。图(c)为后弯直线型叶片,(d)为后弯型叶片。这两种叶片的特点是

气体的涡流和摩擦能量损失较小,噪音也较小,但叶片直径较大,适用于中压或高压通风机。(e)为前弯型叶片,它较后弯型叶片产生的风量,风压高。所以在输出风量和风压相同情况下,前弯型叶片的风机在相同转速下具有较小的直径,但它的效率低,多用于移动式风机。(f)为多片式叶片,其特点是流量大,风压低。

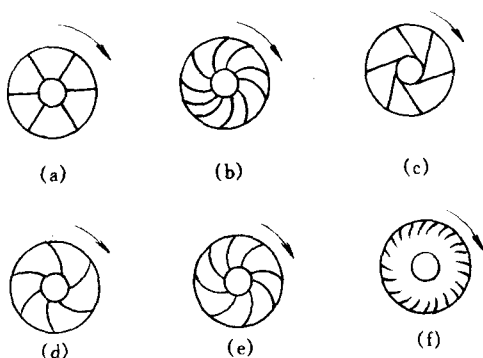


图 2-4 离心通风机的叶片形状

3. 机壳

机壳也称蜗壳。它是包围在叶轮外面的外壳。中低压离心式风机的机壳是阿基米德螺旋线状的,断面沿叶轮转动方向渐渐扩大。在出口处最大,气流出口处多采用矩形截面。

离心式通风机机壳出口方向可以向任何方向。使用时,一般由通风机叶轮旋转方向和机壳出口位置联合表示,如图 2-5 所示。从原动机一端看,叶轮旋转方向按顺时针方向为右旋,用“右”表示。相反则为左旋,用“左”表示。

由于通风机所产生的压力差很小,所以离心式通风机一般都是单级的,没有导轮装置。由于压力差小,漏气问题不大,故不需要设填料函装置。

4. 支承与传动部件

离心式通风机的传动部件包括轴和轴承,有的还包括联轴器和带轮,是通风机与电机连接的部件。机座一般用铸铁铸成或用型钢焊接而成。

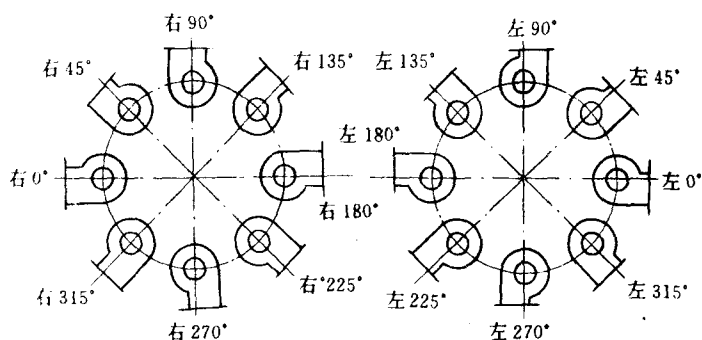


图 2-5 离心式通风机机壳出口位置表示法

离心式风机支承与传动方式有 A、B、C、D、E、F 六种型式,如图 2-6 及表 2-1 所示。这六种传动方式中,A 式传动最好,具有结构紧凑噪声低等优点,但它只适用于风机尺寸较小的条件下,当风机尺寸较大时,应采用带或联轴器传动。B 和 C 的区别在于 B 式传动带在两轴承之间,C 式则在轴承的外侧,B 式多用于较大型通风机的传动。

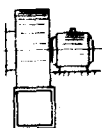
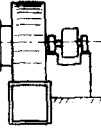
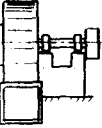
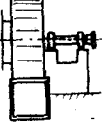
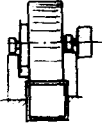
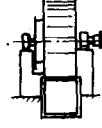
型式	A 型	B 型	C 型	D 型	E 型	F 型
结构						
特点	叶轮装在电机轴上	叶轮悬臂,带轮在两轴承中间	叶轮悬臂,带轮悬臂	叶轮悬臂,联轴器直联传动	叶轮在两轴承中间,带轮悬臂传动	叶轮在两轴承中间,联轴器直联传动

图 2-6 离心式风机支承与传动方式

表 2-1 离心式风机六种传动方式

型式	A	B	C	D	E	F
传动方式	无轴承、电机直联传动	悬臂支承,传动带在两轴承之间	悬臂支承,传动带在两轴承的外侧	悬臂支承,联轴器传动	双支承,带轮在外侧	双支承,联轴器传动

二、离心式鼓风机的结构

离心式鼓风机的基本结构与离心式通风机的结构相仿。图 2-7 为一台单级离心鼓风机。其基本结构由吸气口、叶轮、涡壳等部分组成。

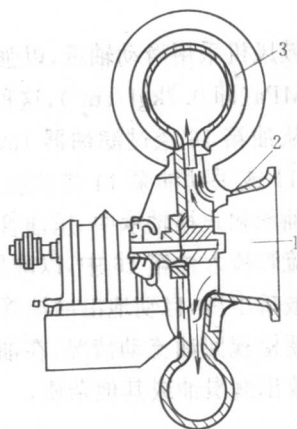


图 2-7 单级离心鼓风机

1—进口；2—叶轮；3—涡形壳

图 2-8 为一台二级离心鼓风机即 D550-21, D800-21 和 D1200-22 型鼓风机剖面图。其转子由优质碳素钢轴 1 和两个相同的合金钢叶轮 2 组成，并由电动机通过增速机构驱动。当转子转动后，气体自吸气口 3 吸入，经过第一个叶轮作用后，气体被排入机壳，并沿导流板 4 进入第二叶轮，最后经扩散室 5 进入排风口 6。

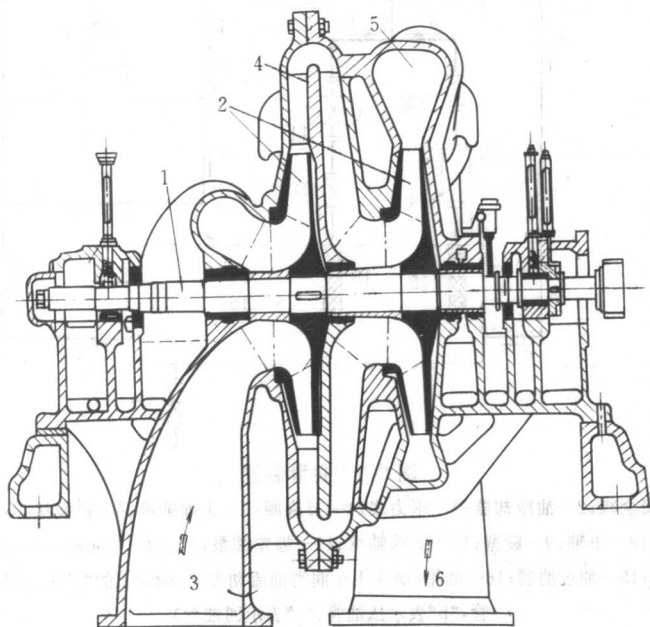


图 2-8 二级鼓风机剖面图

鼓风机采用滑动轴承,以强制进油保证润滑。润滑油的公称压力为 0.07MPa (即 0.7kgf/cm^2),这种润滑装置的典型图例如图2-9所示。润滑油从油箱16经过滤油器15、止回阀12被吸入油泵内,然后由齿轮油泵11或手动油泵14将油压入油管中,经冷却器2和节流圈4流入支承轴承和止推轴承中。压油管中的油压过大时,部分油从安全阀流出经回流管流入油箱16中,以降低油压。在两轴承中完成润滑作用的润滑油被挤出后,自动地沿回油管流入油箱内。在回油管中装有检视接头6,以便检视回油流动情况,在油箱底部装有旋塞9,用以定期更换润滑油时放出润滑油或其他杂质。

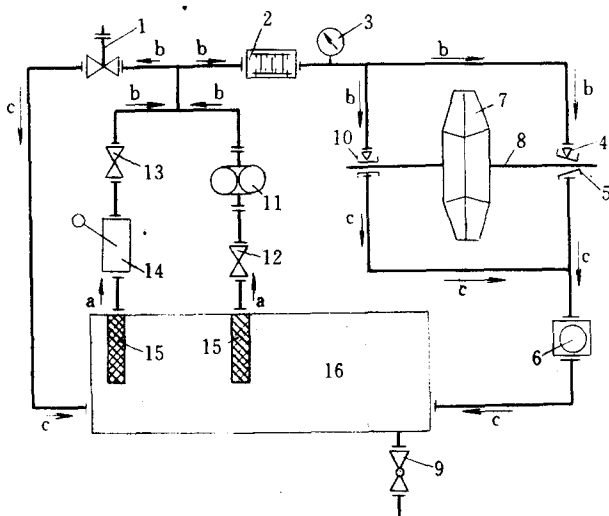


图 2-9 润滑装置

1—安全阀;2—油冷却器;3—压力表;4—节流圈;5—止推轴承;6—检视接头;7—叶轮;8—主轴;9—旋塞;10—支承轴承;11—齿轮油泵;12、13—止回阀;14—手动油泵;15—油过滤器;16—油箱(箭头表示润滑油流动方向,箭头上的“a”表示吸油管,“b”表示压油管,“c”表示回油管)

离心式鼓风机的基本结构由机壳、转子组件、密封组件、轴承、润滑