

石油化工卓越工程师系列教材（试用）

过程流体机械 选型方法及应用

石油化工卓越工程师系列教材编委会 组织编写

张颖 主编
李伟 主审

Model selection method and application of process fluid machinery

中國石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

石油化工卓越工程师系列教材(试用)

过程流体机械选型方法及应用

石油化工卓越工程师系列教材编委会 组织编写

张 颖 主编
李 伟 主审

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以典型过程流体机械——活塞式压缩机、离心式压缩机和离心泵为对象,系统介绍了其性能计算和选型方法;对过程流体机械常用驱动机,如电动机、汽轮机、燃气轮机和内燃机等的工作原理、型号和选型等内容加以介绍;结合石化企业实际生产情况,列举大量石油化工装置用流体机械的选型实例,并提供一定量的选型习题供读者练习。

本书以培养石化行业卓越工程师为导向,可为过程装备与控制工程、化学工程与工艺、油气储运工程等相关专业的本科生和高职生使用,也可供石油化工行业相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

过程流体机械选型方法及应用 / 张颖主编. —北京:
中国石化出版社, 2012. 8
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1670 - 4

I. ①过… II. ①张… III. ①化工过程 - 流体机械 -
选型 IV. ①TQ021. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 169164 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 20.5 印张 499 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

《石油化工卓越工程师系列教材》

编委会

委 员 (以拼音为序):

- 曹建树 北京石油化工学院副教授、机械工程学院副院长
- 陈 兵 西安石油大学副教授、机械工程学院副院长
- 陈建义 中国石油大学(北京)教授、过程装备与控制工程系主任
- 戴 光 东北石油大学教授、教育部高校过程装备与控制工程专业教学指导委员会委员
- 金有海 中国石油大学(华东)教授、教育部高校过程装备与控制工程专业教学指导委员会委员
- 李 伟 东北石油大学教授、机械科学与工程学院副院长
- 刘 伟 广东石油化工学院副教授、工业装备与控制工程系主任
- 任建民 辽宁石油化工大学教授、机械工程学院副院长
- 王振波 中国石油大学(华东)教授、化工工程学院副院长
- 魏耀东 中国石油大学(北京)教授
- 张 颖 东北石油大学副教授、过程装备与控制工程系副主任

前 言

卓越工程师教育培养计划(以下简称“卓越计划”)是为贯彻落实党的十七大提出的走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人力资源强国等战略部署,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》实施的高等教育重大改革计划。“卓越计划”由教育部发起,旨在为未来各行各业培养各种类型的、优秀的工程师后备军。它要求高校转变办学理念、调整人才培养目标定位以及改革人才培养模式。目前,教育部先后批准184所高校加入“卓越计划”,其中,带有石油石化行业背景的高校共9所。

根据“卓越计划”的相关要求,由中国石化出版社组织,由中国石油大学(北京)、中国石油大学(华东)、东北石油大学、西安石油大学、辽宁石油化工大学、北京石油化工学院、广东石油化工学院及其他高校的有关人员组成“石油化工卓越工程师系列教材编委会”,负责组织编写石油高校过程装备与控制工程专业“卓越计划”系列教材的编写工作。

“过程流体机械”是过程装备与控制工程专业的核心课程,也是石油化工卓越工程师人才培养的重要内容之一,“学会并掌握典型过程流体机械的选型”是本课程的基本要求,也是企业对本专业学生工程能力的基本要求之一。为强化过程流体机械选型方面的系统教学和训练,编者在前期开展的“过程流体机械性能计算及选型”课程设计基础上,完成了本书的编写工作。

本书以石油化工生产过程的典型过程流体机械——活塞式压缩机、离心式压缩机和离心泵为对象,介绍了各类机械的工作原理、基本结构、主要型号和命名规则等内容,重点对各类机械性能计算和选型方法进行了系统、详细的阐述。以石油化工生产过程为背景,对每种机械都列举了一定量的实际生产过程性能计算实例和选型实例。同时,对与工作机械相配套的常用驱动机,如电动机、汽轮机、燃气轮机和内燃机等的工作原理、型号和选型等内容加以介绍。

本书系统性强,并配有大量的性能计算和选型习题,可作为以“过程流体机械性能计算和选型”为主要内容的课程项目教学使用,也可作为“过程流体机械”课程的辅助教材,通过阅读和训练,强化过程流体机械性能计算和选型方面的知识。

本书由张颖副教授主编,李伟教授对全书进行了审阅。

在本书的编写过程中,东北石油大学戴光教授、李宝彦教授和李淑华教授提出了许多宝贵意见,得到中国石油大学魏耀东教授、陈建义教授、王振波教授和郝点教授的帮助指导,宋美萍、赵广宇、张盛瑛、刘爱玲和高晗等研究生帮助进行了书稿的编辑工作。在此一并表示衷心的感谢!

虽然本书的编审人员具有多年的过程流体机械教学实践经验,并在参阅了大量专业书刊基础上,认真进行了编写。由于编者的水平有限,欠缺之处在所难免,恳请兄弟院校和有关部门的同志们给予批评指正。同时,作为对“卓越计划”人才培养模式的一种探索,希望本书能起到“抛砖引玉”的效果,为“石油化工卓越工程师”培养尽绵薄之力!

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 过程流体机械	(1)
1.1.1 过程及过程工业	(1)
1.1.2 过程装备与过程流体机械	(1)
1.1.3 过程流体机械的用途	(2)
1.2 过程流体机械的分类	(2)
1.2.1 按流体形态分类	(3)
1.2.2 按流体机械结构特点分类	(3)
1.2.3 按流体运动特点分类	(3)
1.3 过程流体机械选型的主要内容	(4)
第 2 章 活塞式压缩机的性能计算和选型	(5)
2.1 压缩机的分类和适用范围	(5)
2.1.1 压缩机的分类	(5)
2.1.2 压缩机的适用范围	(7)
2.1.3 压缩机的特点比较	(7)
2.2 压缩机的选用要求和相关标准	(7)
2.2.1 石化装置对压缩机的要求	(7)
2.2.2 压缩机选型的主要内容	(8)
2.2.3 压缩机的常用标准和规范	(9)
2.3 活塞式压缩机的基本结构和工作原理	(10)
2.3.1 基本结构	(10)
2.3.2 工作原理	(11)
2.3.3 主要性能参数及结构参数	(11)
2.4 活塞式压缩机的分类和命名规则	(15)
2.4.1 活塞式压缩机的分类	(15)
2.4.2 活塞式压缩机的命名规则	(17)
2.5 活塞式压缩机性能计算	(18)
2.5.1 性能计算的主要内容	(18)
2.5.2 热力性能计算方法	(19)
2.5.3 动力性能计算方法	(40)
2.6 活塞式压缩机性能计算实例	(54)
2.6.1 已知数据	(54)

2.6.2	核算任务	(55)
2.6.3	热力计算过程及结果	(55)
2.6.4	动力计算过程及结果	(63)
2.6.5	利用 Excel 软件进行动力计算实例	(79)
2.7	活塞式压缩机的选型	(85)
2.7.1	活塞式压缩机选型的基本原则	(85)
2.7.2	结构形式选择及分析	(86)
2.7.3	结构参数选择及影响	(90)
2.7.4	压缩机的驱动机选择	(92)
2.7.5	压缩机典型结构实例	(93)
2.7.6	石油化工用压缩机的特点	(96)
	习 题	(99)
第 3 章	离心式压缩机的性能计算和选型	(103)
3.1	离心式压缩机的基本结构和工作原理	(103)
3.1.1	基本结构	(103)
3.1.2	工作原理	(104)
3.1.3	主要特点	(105)
3.2	离心式压缩机的分类和命名	(106)
3.2.1	离心式压缩机的分类	(106)
3.2.2	离心式压缩机的命名规则	(106)
3.3	离心式压缩机的性能计算	(111)
3.3.1	主要性能参数	(111)
3.3.2	热力性能计算方法	(113)
3.3.3	热力性能计算实例	(113)
3.4	相似理论及应用	(126)
3.4.1	相似原理的基本概念	(126)
3.4.2	离心式压缩机流动相似应具备的条件	(129)
3.4.3	符合相似条件的性能换算	(132)
3.4.4	相似设计	(134)
3.4.5	近似符合相似条件的性能换算	(136)
3.5	离心式压缩机的选型	(140)
3.5.1	选型的基本原则	(140)
3.5.2	选型分类	(142)
3.5.3	选型方法	(149)
3.5.4	选型计算实例	(149)
3.5.5	大型化肥厂用透平式压缩机	(153)
3.5.6	乙烯装置用离心式压缩机	(172)
	习 题	(178)

第4章 泵的性能计算和选型	(181)
4.1 泵的分类和适用范围	(181)
4.1.1 泵的分类	(181)
4.1.2 泵的命名	(181)
4.1.3 泵的特性和适用范围	(182)
4.2 泵的选用要求及相关标准	(184)
4.2.1 化工装置对泵的要求	(184)
4.2.2 典型化工用泵的特点和选用要求	(185)
4.2.3 工业用泵常用标准及规范	(186)
4.3 泵选型的主要内容	(189)
4.3.1 泵选型的主要依据	(189)
4.3.2 泵类型、系列和型号的确定	(190)
4.3.3 原动机及功率的确定	(192)
4.3.4 轴封型式的确定	(193)
4.3.5 联轴器形式的确定	(194)
4.4 离心泵的工作原理及性能	(196)
4.4.1 基本结构和工作原理	(196)
4.4.2 主要性能参数	(197)
4.4.3 离心泵的基本方程	(199)
4.4.4 性能曲线	(200)
4.4.5 液体性质对泵性能的影响	(200)
4.5 离心泵的相似定律和工作范围	(204)
4.5.1 离心泵的相似定律	(204)
4.5.2 比转数	(204)
4.5.3 比例定律	(205)
4.5.4 切割定律	(206)
4.5.5 离心泵的工作范围和型谱	(206)
4.6 泵的选型实例	(209)
4.6.1 选用方法及步骤	(209)
4.6.2 泵选型的计算实例	(210)
4.6.3 合成氨装置用泵选用	(216)
4.6.4 尿素装置用泵选用	(225)
4.6.5 乙烯装置用泵选用	(235)
习 题	(245)
第5章 常用驱动机及选用	(251)
5.1 常用驱动机的型式及选用原则	(251)
5.1.1 常用驱动机型式及特性	(251)
5.1.2 驱动机的选用原则及要求	(255)
5.1.3 驱动机的联接方式	(259)

5.2	电动机	(260)
5.2.1	常用电动机的型式及特点	(260)
5.2.2	电动机的型号编制	(262)
5.2.3	电动机的选型	(265)
5.3	工业汽轮机	(270)
5.3.1	工业汽轮机装置的技术特点与基本组成	(270)
5.3.2	工业汽轮机的分类	(272)
5.3.3	工业汽轮机的型号	(276)
5.3.4	工业汽轮机的主要性能参数	(281)
5.3.5	汽轮机选型的基本原则	(285)
5.4	燃气轮机	(285)
5.4.1	燃气轮机的特点及分类	(286)
5.4.2	燃气轮机的主要性能指标	(289)
5.4.3	燃气轮机成套设备型号	(292)
5.4.4	燃气轮机选型的基本原则	(293)
5.4.5	燃气轮机联合循环机组	(293)
5.4.6	燃气轮机与负载的平衡运行	(297)
5.5	内燃机	(300)
5.5.1	内燃机种类	(300)
5.5.2	内燃机热力特性	(302)
5.5.3	内燃机功率标定与修正	(302)
5.5.4	内燃机的选择	(303)
5.5.5	内燃机驱动方式	(304)
附录	： 活塞式压缩机性能计算专题训练课题	(310)
	课题一：校核计算 2D12—90/6 对称平衡式无油润滑空压机	(310)
	课题二：校核计算 2D12—70/(0.1—13) 型石油气压缩机	(311)
	课题三：校核计算 2D3.5—15/13 对称平衡型石油气压缩机	(312)
	课题四：校核计算 4L—7/15 型石油气压缩机	(313)
	课题五：校核计算 4L—4/15 型石油气压缩机	(314)
	课题六：校核计算 4L—20/8 型石油气压缩机	(315)
	课题七：校核计算 H22—260/15 对称平衡型石油气压缩机	(316)
	课题八：校核计算 ZW—3/0.7 立式无油润滑空气压缩机	(317)
参考文献		(318)

第 1 章 绪 论

1.1 过程流体机械

1.1.1 过程及过程工业

过程是指事物状态变化在时间上的持续和空间上的延伸，它描述的是事物发生状态变化的经历。

根据生产方式、扩大生产的方法以及生产时物质(物料)所经受的主要变化，工业生产可以分为过程工业和产品(生产)工业两大类。

过程工业(process industry)是进行物质转化的所有工业过程的总称，包含了大部分重工业，诸如化工、石油化工、能源、冶金、建材、核能、生物技术以及医药等工业。它的特点是：工业生产使用的原料主要是自然资源；产品主要用作生产工业的原料；生产过程主要是连续生产；原料中的物质在生产过程中经过许多化学变化和物理变化；产量的增加主要靠扩大工业生产规模或者靠“放大生产规模”来达到；过程工业同时又是操作物质—能量流特别大的工业。

过程工业是一个国家的基础工业，对于发展国民经济及增强国防力量起着关键作用。每一种工业均需从原理上研究如何提高生产率、降低投资费用及操作成本等，需从原理上改进设备，提高生产能力，并不断从创新的角度发展新的生产过程，使过程生产无污染，符合可持续发展的基本原则。

1.1.2 过程装备与过程流体机械

实现过程工业的硬件手段称为过程装备，如机械、设备、管道、工具和测量仪器仪表以及自动控制用的电脑、调节操作机构等。所以过程装备是实现产品生产的物质条件。过程装备的现代化、先进性在某种意义上讲，对过程工业所生产产品的质量会起着决定性的影响。过程流体机械是过程装备中的一大类型，是过程工业中广泛使用的流体机械。

广义地讲，流体机械是指在流体具有的机械能和机械所做的功之间进行能量转换的机械的总称。水泵、风机、压缩机、水轮机、汽轮机等都属于流体机械，与人们的生活有着密不可分的关系。自来水和管道煤气需要用水泵和压缩机加压以便输送到千家万户；在汽车上用燃料泵来输送燃油，液力变矩器用于变速系统，散热器、冷却泵和风机用于冷却系统；在发电厂中，流体机械更是必不可少的机械，如核电站中的冷却泵，火电厂中的泵、风机和汽轮机，水电站中的水轮机等；在日常生活用品和食品工业中，各种各样的流体机械被用于压送、干燥、冷却和除尘过程中。此外，在高新技术领域中也广泛地使用流体机械，如人工心脏泵、液体火箭燃料泵等。

流体机械按作用功能可以分为：工作机械类、动力机械类和动力传动机械类。

(1) 工作机械类

它包括叶片式和容积式的泵、风机、压缩机等，其特点是利用原动机提供的机械能，输出高能量的流体(高压、高速流动的流体)。

(2) 动力机械类

包括水轮机、液动或气动马达以及涡轮动力机，乃至风力发电的风车也属此类机械。其特点是利用输入的流体机械能(位能、压力能或动能)，通过机械的转换而输出机械能量(以转速和转矩形式输出)。

(3) 动力传动机械类

这是一类特殊的流体机械，用来作为机械动力的传输、变换装置使用，包括液力传动机械、液压传动机械及气压传动机械三大类。这类机械的输入、输出主接口都是机械接口，没有流体接口，是一类隐态的流体机械。

本书所指的过程流体机械就是流体机械中的工作机械。

1.1.3 过程流体机械的用途

过程流体机械在国民经济众多的物质产品生产中，如煤炭、石油、化工、电力、冶金、机械、建筑、交通运输、医药、食品、城市给排水、农田灌溉、环境治理、航空航天、国防装备等都有广泛的用途。

过程流体机械是以流体为工质进行能量转换，处理与输送的机械，它是过程装备的重要组成部分。在许多产品的生产中，其原料，半成品和产品往往就是流体，因此给流体增压与输送流体，使其满足各种生产条件的工艺要求，保证连续的管道化生产，参与生产的环节的制作，以及在辅助性生产环节中作为动力起源气源，控制仪表的用气，环境通风等等都离不开流体机械。故流体机械往往直接或间接地参与从原料到产品的各个生产环节，使物质在生产过程中发生状态、性质的变化或进行物质的输送等。所以它是产品生产的能量提供者，生产环节的制作者和物质流通的输送者。因此，它往往是一个工厂的心脏、动力和关键设备。

这里仅以化工生产中的乙烯生产为例简要说明之。目前乙烯装置规模已达年产 100×10^4 t，所使用的压缩机包括裂解气压缩机、乙烯压缩机、丙烯压缩机等多台，其中目前所使用最大的裂解气压缩机为四缸串联机组，进口流量达 $3860 \text{ m}^3/\text{min}$ ，驱动它的汽轮机功率率达 37 MW ，这一套机组价值几千万元。其中仅乙烯、丁二烯抽提和汽油加氢这三个单元所用的泵就有化工流程泵、高速泵等十余种类型共 100 多台。这些流体机械所占整个工厂装备投资比重和能量消耗的比重是相当可观的。它们显然是这个工厂的心脏、动力和关键设备，在生产中发挥着极其重要的作用。目前国际上把一个国家的乙烯生产水平作为衡量这个国家的经济发展水平之一，而裂解气压缩机器的设计制造水平又是乙烯装备水平的重要标志之一。

据不完整的统计表明，流体机械中的工作机如压缩机、泵等等，其能量的消耗大约占中国总发电量的 $1/3$ ，由此可见其流体机械工作机的量大面广，用途之多。因此在研究设计与选型使用这些机器中，恰当的选型具有重大的经济意义。

1.2 过程流体机械的分类

过程流体机械实际上就是流体机械大类中的工作机械，其分类方法仍可遵循传统流体机

械的分类方法,即按照不同的原则,过程流体机械可以有不同的分类。

1.2.1 按流体形态分类

通常,流体是指具有良好流动性的气体与液体的总称。在某些情况下又有不同流动介质的混合流体,如气固、液固两相流体或气液固多相流体。

在流体机械的工作机中,主要有提高气体或液体的压力,输送气体或液体的机械,有的还包括多种流动介质分离的机械,其分类如下。

(1) 压缩机

将机械能转变为气体的能量,用来给气体增压与输送气体的机械称为压缩机。按照气体压力升高的程度,又区分为压缩机、鼓风机和通风机等。

(2) 泵

将机械能转变为液体的能量,用来给液体增压与输送液体的机械称为泵。在特殊情况下流经泵的介质为液体和固体颗粒的混合物,人们将这种泵称为杂质泵,亦称为液固两相流泵。

(3) 分离机

用机械能将混合介质分离开来的机械称为分离机。这里所提到的分离机是指分离流体介质或以流体介质为主的分离机。

1.2.2 按流体机械结构特点分类

流体机械按结构可分为两大类,一类是往复式结构的流体机械,另一类是旋转式结构的流体机械。

(1) 往复式结构的流体机械

它主要是往复式压缩机、往复式泵等。这种结构的特点在于通过能量转换使流体提高压力的主要运动部件是在缸中作往复运动的活塞,而活塞的往复运动是靠作旋转运动的曲轴带动连杆和活塞来实现的。这种结构的流体机械具有输送流体的流量较小,而单级升压较高的特点,一台机器能使流体上升到很高的压力。

(2) 旋转式结构的流体机械

它主要有各种回转式、各种叶轮式的压缩机和泵以及分离机等。这种结构的特点在于通过能量转换使流体提高压力或分离的主要运动部件是转轮、叶轮或转鼓,该旋转件可直接由原动机驱动。这种结构的流体机械具有输送流体的流量大而单级升压不太高的特点,为使流体达到很高的压力,机器需由多级组成或由几台多级的机器串联成机组。

1.2.3 按流体运动特点分类

(1) 有压流动类

绝大多数流体机械在工作过程中流体是在封闭流道中运动的,相对压力一般不等于零,流动属有压流动。

(2) 无压流动类

此类流体机械工作中流体运动有一个相对压力为零的自由表面,因此称无压流动。至于液体内部各处相对压力也不一定完全为零。

此外，按照不同的应用和结构特点，流体机械尤其是泵和风机类产品，还有很多工程上的习惯分类，如船用泵、矿用泵、潜水泵、磁力驱动泵、自吸式泵、无堵塞泵、杂质泵、核工程用泵、航天航空用泵、输送特殊气体的压缩机、耐高温的锅炉引风机等。它们在工作原理上并无新的本质性特点。

1.3 过程流体机械选型的主要内容

过程流体机械的选型对于生产过程的正常进行具体重要的作用。过程流体机械的选型主要包括两方面的内容，一是按照性能参数进行选型。即根据工艺流程的参数对机械性能进行初步计算，然后把计算的结果和机械产品样本所提供的性能参数进行比较，以判断所选机械是否满足工艺流程的需要。二是过程流体机械结构性能选型。它包括机械的结构形式、使用性能以及变工况适应性等方面的比较与选择。它是在性能参数适用的基础上，对可供选择的各类机械形式，根据工艺流程的特点和具体要求，确定一台综合性能最优的机械。

不论是性能参数选型还是结构性能选型，首先必须掌握工艺流程的特点及其对机械的要求，其次必须掌握机械的各种特点及其适用范围，然后根据具体情况和要求来选择合适的机械。

第2章 活塞式压缩机的性能计算和选型

压缩机是压缩气体提高气体的压力并输送气体的机械。它广泛应用于石油、化工、医药、食品、建筑、矿山、道路、机械、运输等行业中，起着重要的甚至是关键性的作用。因此压缩机和泵、风机以及电动机一起，被认为是衡量一个国家机械工业发展状况和水平的标志之一。

2.1 压缩机的分类和适用范围

2.1.1 压缩机的分类

按压缩气体的原理，压缩机可分为容积式与速度式两大类，如图2-1所示。

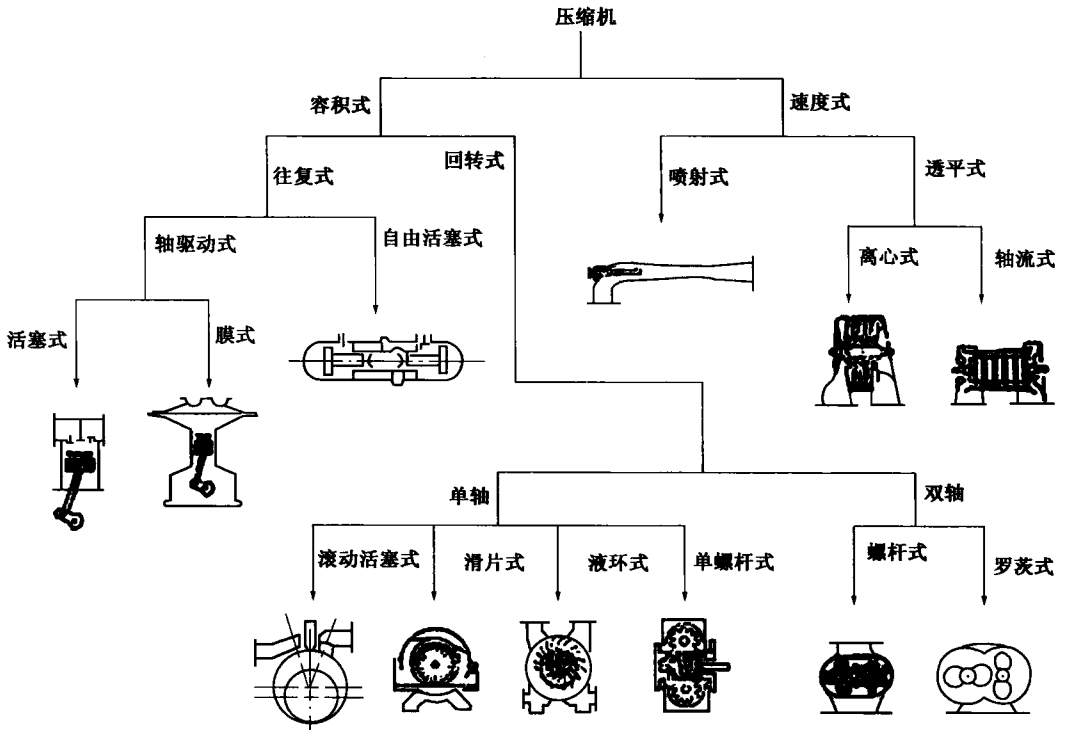


图2-1 压缩机的分类

2.1.1.1 容积式压缩机

容积式压缩机是利用气缸工作容积的周期性变化对气体进行压缩，提高气体压力并排出的机械，它又可再分为往复式与回转式两种。

(1) 往复式压缩机

往复式压缩机中最为常见的是活塞式压缩机，它是利用气缸内活塞的往复运动来压缩气

体的。为提高排气压力常设计成多级，气体从一级送到另一级不断被压缩。图 2-2 就是一台 L 型的两级压缩机。

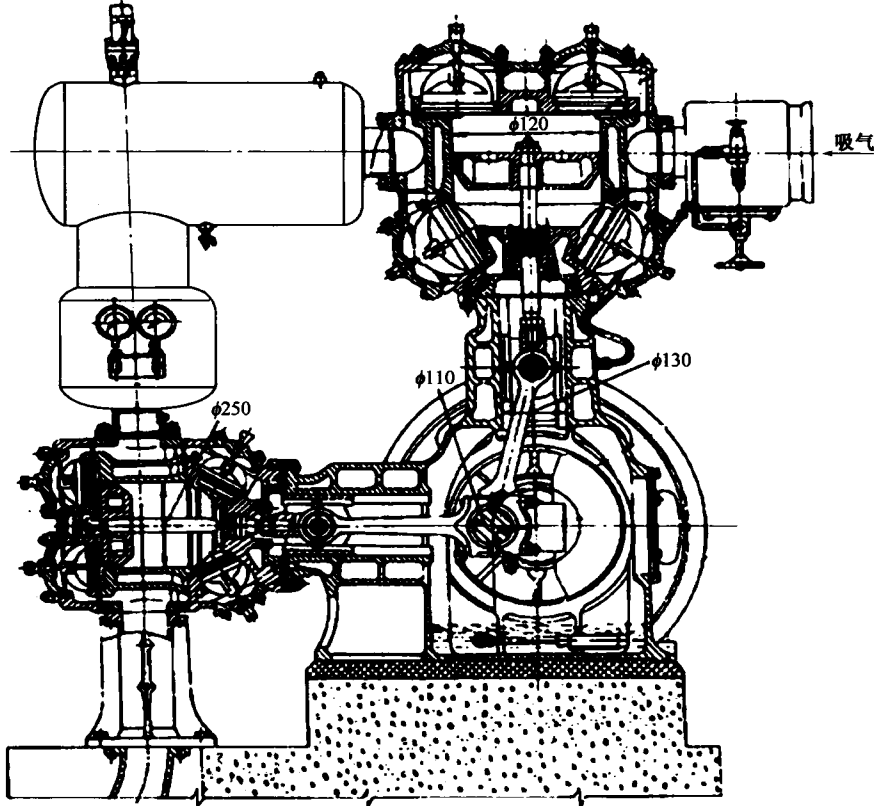


图 2-2 L-22/8 型动力用空气压缩机

往复式压缩机另一种型式为膜片式压缩机，它是利用弹性膜片对气体进行压缩的，可以避免润滑油对气体的污染。

(2) 回转式压缩机

它是依靠机内转子回转时产生容积变化而压缩气体的机械。比如，双轴螺杆式压缩机就是利用一对阴阳转子在 S 形缸中转动产生变化容积来压缩气体的。

2.1.1.2 速度式压缩机

速度式压缩机的原理是利用高速旋转的叶轮提高气体的动能与压力能，随后又在扩压通道中降速升压，所以有时也称为动力式压缩机。按照气流在叶轮内流动的方向又可分成离心式、轴流式、喷射式三种。

(1) 离心式压缩机

在它的机壳内有一根安装有多个叶轮的转轴，气体从轴向吸入叶轮后又被离心力径向甩出，在扩压器中降速增压再进入下一级叶轮进一步压缩，如此类推，直至排出。与活塞式压缩机比较，这种压缩机的流量大，气体又干净，但排出压力较低。

(2) 轴流式压缩机

在轴流式压缩机的机壳内，气体的流动方向一直是沿轴向的，它的转轴上装有多级动叶片，机壳上装有多级静叶片，气体先进入一级动叶片获得能量再进入紧跟其后的一级静叶片

扩压，然后进入下一级动叶片与静叶片进一步压缩，如此类推。与离心式压缩机比较，轴流压缩机的效率高，排气量大，但它的排气压力较低。

(3) 喷射式压缩机

它利用喷嘴将高压气体带动低压气体获得速度，然后共同经扩压管扩压，达到压缩气体的目的。它结构简单，无运动部件，但另需高压气体。

2.1.2 压缩机的适用范围

图 2-3 给出了依排气压力与排气量划分的各种压缩机的适用范围，可供选用时参考。从图可见活塞式压缩机适用于高压与超高压的场合，但它的流量较小。离心式压缩机的流量较大但压力较低，轴流式压缩机的流量更大，但压力也更低。回转式压缩机则压力与排气量均较小，多用于中小气量的场合。

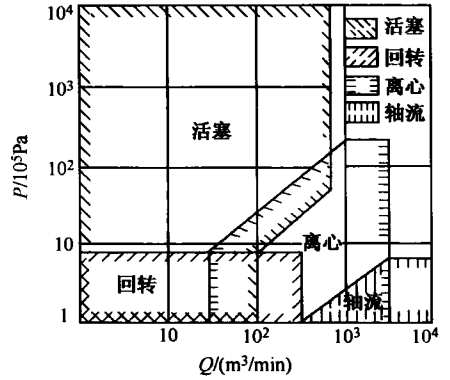


图 2-3 各类压缩机的适用范围

2.1.3 压缩机的特点比较(表 2-1)

表 2-1 压缩机的特点及其比较

类 型	特 点
往复式压缩机	适用于中小气量；大多采用电动机拖动，一般不调速；气量调节通过补助容积装置或顶开进气阀装置，功率损失较大；压力范围广泛，尤其适用于高压和超高压；性能曲线陡峭，气量基本不随压力的变化而变化；排气不均匀，气流有脉动；绝热效率高， $\eta_{ad}=0.75 \sim 0.85$ ；机组结构复杂，外形尺寸和质量大；易损件多，维修量大
离心式压缩机	适用于大中气量；要求介质为干净气体；高转速时常采用汽轮机或燃气轮机拖动；气量调节常通过调速实现，功率损失小；压力范围广泛，适用于高中低压；性能曲线平坦，操作范围较宽；排气均匀，气流无脉动；多变效率 $\eta_p=0.75 \sim 0.85$ ；体积小，质量轻；连续运转周期长，运转可靠；易损件少，维修量小
轴流式压缩机	适用于大气量；尤其要求介质为干净气体；高转速时常采用汽轮机或燃气轮机拖动；气量调节常通过调速实现，也可采用可调导叶和静叶，功率损失小；适用于低压；性能曲线陡峭，操作范围较窄；排气均匀，气流无脉动；多变效率 $\eta_p=0.83 \sim 0.93$ ；体积小，质量轻；连续运转周期长，运转可靠；易损件少，维修量小

2.2 压缩机的选用要求和相关标准

2.2.1 石化装置对压缩机的要求

- ① 必须满足气量、压力、温度等工艺参数的要求。
- ② 必须满足介质特性的要求：
 - a. 对于易燃、易爆、有毒或贵重的气体，要求轴封可靠；
 - b. 对于腐蚀性气体，要求接触介质的部件采用耐蚀材料。

③ 必须满足现场安装条件的要求：

- a. 安装在有腐蚀性气体存在场合的压缩机，要求采取防大气腐蚀的措施；
- b. 安装在室外环境温度低于 -20°C 以下的压缩机应采用耐低温材料；
- c. 安装在爆炸性危险环境内的压缩机，其防爆电动机的防爆等级应符合爆炸性危险环境的区域等级。

④ 压缩机应保证用户电源电压、频率变化范围内的性能。

⑤ 确定压缩机型号和制造厂时，应综合考虑压缩机的性能、能耗、可靠性、价格和制造规范等因素。

2.2.2 压缩机选型的主要内容

2.2.2.1 选型参数的确定

(1) 压缩介质的物理化学性质

包括气体组分、介质特性等。

(2) 工艺参数

① 排气量 Q_n 。也称压缩机的流量或气量，指单位时间内压缩机最后一级排出的气体，换算到第一级进口状态时的气体容积值。常用的单位是 m^3/min 、 m^3/h 。

工业生产中，压缩机所需的气量 Q_0 （也称供气量）常以标准状态下（ 1atm ， 0°C ）的干气容积值表示。供气量 Q_0 可按式（2-1）换算至进口状态时的排气量。

$$Q_n = Q_0 \frac{p_0 T_1}{(p_1 - \varphi p_{s1}) T_0} \quad (2-1)$$

式中 p_0 ， T_0 ——分别为标准状态下的压力， 0.1013MPa ；温度， 273K ；

p_1 ， T_1 ——分别为压缩机进口状态下的压力， MPa ；温度， K ；

φ ——压缩机进气的相对湿度；

p_{s1} ——进气温度 T_1 下的饱和水蒸气压力， MPa 。

② 排气压力 p_d 。通常指压缩机最终排出的气体压力，即压缩机末级排气压力，常用单位 MPa 、 bar 。

③ 进气温度 T_s 和排气温度 T_d 。进气温度 T_s 指进入压缩机首级的进气温度。压缩机的排气温度 T_d 通常指最终排出压缩机的气体温度，即压缩机末级的排气温度。常用温度单位 $^{\circ}\text{C}$ 、 K 。

(3) 现场条件

包括压缩机的安装位置，环境温度，相对湿度，大气压力，大气腐蚀状况及危险区域的划分等级等条件。

2.2.2.2 压缩机类型的选用

选用压缩机的结构类型时，可参考以下原则：

- ① 中小气量，高压或超高压时，可选用往复式压缩机；
- ② 中小气量，压力不高时，或含尘，湿、脏的气体，可选用螺杆式压缩机；
- ③ 大中流量，低、中、高压时，可选用离心式压缩机；
- ④ 大流量，低压时，可考虑选用轴流式压缩机；
- ⑤ 对排气温度严格限制的，可考虑选用液环式压缩机。