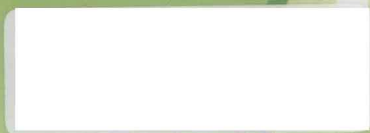


废水处理 设备与材料手册

潘涛 李建民 杜兵 主编

A GUIDANCE MANUAL OF
WASTEWATER TREATMENT EQUIPMENT & MATERIALS



化学工业出版社

本书系统、翔实地介绍了废水处理工程中的通用设备、专用设备和常用材料，归纳总结了各类设备的分类、原理、特点和选型方法，列举了主要设备和材料的型号、规格尺寸、性能等相关参数。全书内容包括三篇：第一篇“通用设备”介绍了废水处理工程中常用的泵、鼓风机、电动和气动阀门、过程控制仪器仪表等通用设备；第二篇“专用设备”分别按物理分离、物化处理、生物处理等不同工艺类别介绍了废水处理工程中常用的专用设备；第三篇“常用材料”介绍了废水处理工程设计中常用的管材管件、阀门、型材、絮凝剂和助凝剂等材料。

本书可作为环境工程、市政工程等专业的工程技术人员、科研人员的工具书，也可供从业废水处理设备材料研发、制造的技术人员和管理人员，以及高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

废水处理设备与材料手册/潘涛, 李建民, 杜兵主编. 北京:
化学工业出版社, 2012.2

ISBN 978-7-122-13206-2

I. 废… II. ①潘…②李…③杜… III. ①废水处理设备-
手册②废水处理-材料-手册 IV. X703-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 001352 号

责任编辑: 刘兴春

文字编辑: 汲永臻

责任校对: 徐贞珍

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: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 46 $\frac{1}{2}$ 字数 1166 千字 2012 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: 180.00 元

版权所有 违者必究

《废水处理设备与材料手册》 编委会

主 编：潘 涛 李建民 杜 兵

编写人员：李安峰 刘 寅 傅海霞 田 刚 董 娜
 骆坚平 梁延周 马健驹 杜义鹏 李 焯
 董志英 郭 行 张 楠 李 箭 孙长虹
 王永刚 曹建平 何 然 王 珊 安同艳

前 言

进入 21 世纪以来，国内经济发展和环境保护之间的矛盾日益尖锐。环境污染的严峻形势、工业技术的飞速发展以及经济实力的显著提升，这些因素直接催生了我国环境污染控制工程的井喷式发展。其中废水处理工程的建设和运营，无论是在市场容量、资金投入数额、从业队伍规模，还是在产业链的覆盖范围、技术的发展水平等方面，均属权重最大、最为重要的领域。

在废水处理工程建设快速发展的同时，也暴露出了技术层次不高、设计建设不规范、运行达标不稳定等问题，其中由于设备原因造成的废水处理设施不能长期稳定运行的问题较为普遍，因此在工程设计中规范、优化各类设备材料的选择和使用是非常重要的环节。

长期以来，国内废水处理工程设计中普遍使用的是各种版本的给水排水设计手册以及各类设备厂家自行编写的设备样本，广大设计人员和工程技术管理人员普遍感到缺乏一套全面、系统、针对性强的工程设备和材料手册。编写本书的目的有两个：其一，为从事废水处理工程设计、咨询、管理的技术人员提供一本方便实用的工具书，因此在内容编排上突出了作为工具书的系统性、权威性和使用的便捷性，力求能够用这本手册替代设计人员案头上庞杂的设计手册以及纷乱各类厂家设备样本；其二，通过本书客观真实地反映目前我国废水处理工程设备的整体状况，为相关设备材料的研发者、生产者以及产业的管理者、决策者提供第一手的参考资料，因此在内容覆盖面上不仅着眼于传统设备，也力求囊括设备研发和应用的最新成果。

自 2000 年《三废处理工程技术手册（废水卷）》出版以来，考虑到行业发展变化所带来的工程技术需求的新特点，2010 年北京市环境保护科学研究院、国家城市环境污染控制工程技术研究中心、国家环境保护工业废水污染控制工程技术（北京）中心组织编写了《废水处理工程技术手册》，废水处理工程常用设备和材料原本是该手册的专篇之一，后考虑到这部分内容的相对独立性，经与出版社商议将其单独出版。事实上，已经出版的《废水处理工程技术手册》与本书形成姊妹篇，前者侧重于工程技术和工艺设计方法，而后者侧重于设备材料的选型与应用，二者共同构成了一套相对完整的废水处理工程设计参考工具书。

本书系统、翔实地介绍了废水处理工程中的通用设备、专用设备和常用材料，归纳总结了各类设备的分类、原理、特点和选型方法，列举了主要设备和材料的型号、规格尺寸、性能等相关参数，全书内容包括三篇。第一篇“通用设备”介绍了废水处理工程中常用的泵、鼓风机、电动和气动阀门、过程控制仪器仪表等通用设备；第二篇“专用设备”分别按物理分离、物化处理、生物处理等不同工艺类别介绍了废水处理工程中常用的专用设备；第三篇“常用材料”介绍了废水处理工程设计中常用的管材管件、阀门、型材、絮凝剂和助凝剂等材料。

本书在编写过程中得到了诸多设备和材料生产、供应企业的热情支持和帮助，在此致以诚挚的感谢。

对于书中存在的不妥和欠缺之处，欢迎读者不吝指正。

编 者

2012 年 2 月于北京

目 录

第一篇 通用设备

1 泵	1	1.3 杂质泵	67
1.1 泵的分类及选型	1	1.3.1 QW 潜水排污泵	67
1.1.1 泵的分类	1	1.3.2 WL 立式排污泵	79
1.1.2 泵的工作原理	1	1.3.3 QZ 系列潜水轴流泵、QH 系列潜 水混流泵	83
1.1.3 泵的特点	3	1.3.4 ZW 型自吸无堵塞排污泵	94
1.1.4 泵的选型	3	1.4 其它常用泵	98
1.2 清水泵	6	1.4.1 G 型单螺杆泵	98
1.2.1 IS 单级单吸清水离心泵	6	1.4.2 QJB-W 型回流泵	99
1.2.2 ISG 系列单级单吸立式管道离心 泵和 ISW 系列卧式离心泵	12	1.4.3 J 型计量泵	104
1.2.3 AL 型立式单级单吸离心泵	37	1.4.4 ZX 系列自吸泵	108
1.2.4 S(SH) 型单级双吸离心泵	48	1.4.5 FB、AFB 型耐腐蚀泵	113
1.2.5 D 型多级离心泵	52	参考文献	119
1.2.6 ADL 系列立式多级离心泵	63		
2 鼓风机	120		
2.1 鼓风机的分类及选型	120	2.3.1 SSR 型罗茨鼓风机	126
2.1.1 鼓风机的分类	120	2.3.2 R 系列标准型罗茨鼓风机	130
2.1.2 鼓风机的工作原理	120	2.3.3 L 系列罗茨鼓风机	139
2.1.3 鼓风机的特点	121	2.4 离心式鼓风机	152
2.1.4 鼓风机的选型	122	2.4.1 D 系列离心式鼓风机	152
2.2 HC-S 系列小型回转鼓风机	123	2.4.2 K-Turbo 空气悬浮离心鼓风机	159
2.3 罗茨鼓风机	126	参考文献	161
3 电动和气动阀门	162		
3.1 电动阀门	162	3.2 气动阀门	171
3.1.1 电动阀门分类	162	3.2.1 气动阀门分类	171
3.1.2 选型及注意事项	163	3.2.2 选型及注意事项	171
3.1.3 90°回转执行器	163	3.2.3 GT 型单、双作用执行器	171
3.1.4 直行程执行器	167	3.2.4 AW 型活塞式气动执行器	174
3.1.5 多回转执行器	170	参考文献	175
4 过程控制仪表	176		
4.1 流量计	176	4.1.3 转子流量计	177
4.1.1 流量计的分类	176	4.1.4 电磁流量计	181
4.1.2 选型及注意事项	177	4.1.5 超声波流量计	183

4.1.6 涡街流量计	191	4.4 温度计	221
4.2 液位计	196	4.4.1 温度计的分类	221
4.2.1 液位计的分类	196	4.4.2 选型及注意事项	221
4.2.2 选型及注意事项	197	4.4.3 膨胀式温度计	222
4.2.3 浮球式液位计	197	4.4.4 一体化温度变送器	224
4.2.4 磁翻板液位计	201	4.5 pH计	227
4.2.5 压力式液位计	203	4.5.1 pH计的分类	227
4.2.6 电容式液位计	206	4.5.2 选型及注意事项	227
4.2.7 超声波液位计	207	4.5.3 玻璃电极 pH计	228
4.3 压力计	209	4.5.4 差分电极 pH计	229
4.3.1 压力计的分类	209	4.6 溶氧仪	229
4.3.2 选型及注意事项	210	4.6.1 溶氧仪的分类	230
4.3.3 弹簧管压力表	210	4.6.2 选型及注意事项	230
4.3.4 弹簧管真空表	212	4.6.3 隔膜极谱式溶氧仪	230
4.3.5 隔膜压力表	214	4.6.4 LDO 荧光无膜溶氧仪	231
4.3.6 压力传感器	219	参考文献	232

第二篇 专用设备

1 拦污设备	233	1.2.7 HGZ 型弧形格栅除污机	245
1.1 人工格栅	233	1.3 水力筛	246
1.1.1 PLS、PLW 型平板格栅、格网	233	1.3.1 SYS 型水力筛	246
1.1.2 RSD 型人工格栅	234	1.3.2 HS 型水力筛	248
1.2 机械格栅	236	1.4 破碎机	249
1.2.1 GS 型钢丝绳格栅除污机	236	1.4.1 P 型破碎机	249
1.2.2 GH 回转式格栅除污机	238	1.4.2 PPG 型耙式格栅破碎机	251
1.2.3 FH 型旋转式格栅除污机	238	1.4.3 PZG 型转鼓式格栅破碎机	252
1.2.4 GSZG 型转鼓式格栅除污机	241	参考文献	254
1.2.5 SGY 移动式格栅除污机	243		
1.2.6 JT 型阶梯式格栅除污机	243		
2 排砂设备	255	2.5 钟式沉砂池除砂机	260
2.1 行车式泵吸砂机	255	2.6 比氏沉砂池除砂机	262
2.2 链斗式刮砂机	256	2.7 螺旋式砂水分离器	262
2.3 提板式刮砂机	257	参考文献	263
2.4 多尔沉砂池除砂机	258		
3 溶药和投药设备	264		
3.1 溶药设备	266	3.2.2 JY-12 型加药装置	272
3.1.1 YJ 型药物搅拌机	266	3.2.3 ZJ 型自动加药装置	272
3.1.2 JBR 型溶药搅拌机	266	3.2.4 BS 型定量加药装置	274
3.1.3 RS 型溶药搅拌机	268	3.2.5 EF (B) 型示踪剂注入装置	274
3.2 计量和投药设备	269	参考文献	276
3.2.1 JY 型加药装置	269		

4 混凝设备	277		
4.1 混合设备	277	4.2.2 LJF 型反应搅拌机	280
4.1.1 GJH 型管道混合器	278	4.2.3 JBX 型絮凝反应搅拌机	281
4.1.2 PJ 型平桨式搅拌机	278	4.2.4 YCQ 型永磁絮凝器	283
4.2 反应设备	279	参考文献	285
4.2.1 WJF 型反应搅拌机	280		
5 搅拌设备	286		
5.1 机械搅拌机	286	5.2.1 QJG 高速潜水搅拌机	289
5.1.1 XJ 消化搅拌机	286	5.2.2 QJZ 中速潜水搅拌机	291
5.1.2 JBT 推进式搅拌机	286	5.2.3 QD 低速推流器	292
5.1.3 PLB 型伞形立式搅拌机	288	5.2.4 MA、LFP 潜水搅拌机	293
5.2 潜水搅拌机	289		
6 沉淀设备	299		
6.1 斜板(管)	299	泥机	314
6.2 刮(吸)泥设备	300	6.2.7 CG-C 型、NG-C 型周边传动刮	
6.2.1 PHX 型、PBX 型行车式吸泥机	302	泥机	316
6.2.2 PGT 型行车式提板刮泥机	307	6.2.8 GSG 型双钢丝绳牵引式刮泥机	319
6.2.3 LG 型链条牵引式刮泥机	310	6.2.9 螺旋排泥机	322
6.2.4 NG-D 型悬挂式中心传动刮		6.2.10 机械搅拌澄清池刮泥机	324
泥机	312	6.3 污泥浓缩机	325
6.2.5 CG-A 型垂架式中心传动刮		6.3.1 SNZ 型中心传动浓缩机	325
泥机	312	6.3.2 SNB 周边传动浓缩机	327
6.2.6 CX-A 型垂架式中心传动吸		参考文献	328
7 气浮设备	329		
7.1 散气气浮设备	329	7.3 电解气浮设备	335
7.1.1 叶轮散气气浮设备	329	7.4 新型气浮设备	335
7.1.2 散气板布气气浮设备	330	7.4.1 GQF 型浅层气浮设备	335
7.1.3 溶气泵气浮设备	330	7.4.2 涡凹气浮设备	338
7.1.4 射流气浮设备	331	参考文献	339
7.2 溶气气浮设备	334		
8 过滤设备	340		
8.1 滤料	340	8.2.2 配水器材	348
8.1.1 滤料的特性	340	8.3 过滤设备	350
8.1.2 选用滤料的要求	342	8.3.1 颗粒材料过滤器	350
8.1.3 常用滤料产品	342	8.3.2 多孔材料过滤器	354
8.2 滤池配水设备	346	8.3.3 新型过滤器	355
8.2.1 配水系统	346	参考文献	358
9 好氧生物处理设备	359		
9.1 曝气设备	359	9.1.3 表面曝气设备	362
9.1.1 曝气设备分类	359	9.1.4 水下曝气设备	367
9.1.2 鼓风曝气设备	360	9.2 SBR 滗水器	373

9.2.1	滗水器分类及适用条件	373	9.2.7	固定管式滗水器	385
9.2.2	选型及注意事项	375	9.2.8	空气堰滗水器	386
9.2.3	旋转式滗水器	375	9.3	生物转盘	388
9.2.4	浮筒式滗水器	382	9.3.1	SDCY型一体化生物转盘	388
9.2.5	套筒式滗水器	384	9.3.2	SP型生物转盘	390
9.2.6	虹吸式滗水器	384	参考文献		393
10	厌氧生物处理设备				394
10.1	三相分离器	394	10.3.2	脱水器	405
10.1.1	三相分离器的类型	394	10.3.3	水封罐	406
10.1.2	三相分离器的设计	395	10.3.4	脱硫罐及脱硫剂	406
10.1.3	HK-GLS型三相分离器	398	10.3.5	阻火器	408
10.2	布水器	399	10.4	沼气燃烧、利用设备	410
10.2.1	布水系统形式	399	10.4.1	沼气火炬	410
10.2.2	布水管道设计	401	10.4.2	沼气锅炉	410
10.2.3	布水孔口负荷	402	10.4.3	沼气发电系统	414
10.3	沼气的储存、净化设备	402	参考文献		416
10.3.1	储气柜	402			
11	生物填料				417
11.1	填料的分类和特点	417	11.4.2	规格型号	423
11.2	填料的选用	418	11.4.3	技术要求	423
11.3	悬挂式填料	418	11.4.4	使用和安装	424
11.3.1	分类与特性	418	11.5	规整式填料	424
11.3.2	规格型号	420	11.5.1	分类与特性	424
11.3.3	技术要求	420	11.5.2	技术要求	426
11.3.4	使用和安装	421	11.5.3	使用及安装	426
11.4	悬浮式填料	421	参考文献		426
11.4.1	分类与特性	421			
12	污泥脱水机械设备				427
12.1	污泥脱水设备分类与选型	427	12.3.1	带式脱水机的构成、原理和 特点	440
12.2	压滤机	428	12.3.2	QT系列浓缩/脱水一体机	440
12.2.1	压滤机的特点、用途、结构及工作 原理	428	12.4	离心脱水机	446
12.2.2	液压自动压紧压滤机	429	12.4.1	离心机的结构与原理	446
12.2.3	液压一次性自动拉开压滤机	432	12.4.2	LW型污泥浓缩脱水离心机	447
12.2.4	千斤顶压紧压滤机	434	12.5	叠螺式脱水机	448
12.2.5	程控自动拉板压滤机	434	12.5.1	叠螺机的构成、原理	448
12.2.6	压滤机相关配件	437	12.5.2	QLD型叠螺式污泥脱水机	449
12.3	带式脱水机	440			
13	膜处理设备				452
13.1	电渗析设备	452	13.1.2	离子交换膜与电极	452
13.1.1	构成与特点	452	13.1.3	电渗析设备选型	454

13.1.4	电渗析膜污染和清洗	456	13.3.3	纳滤、超滤、微滤设备选型	471
13.2	反渗透设备	457	13.3.4	污染与清洗	474
13.2.1	构成与特点	457	13.4	膜生物反应器 (MBR) 膜设备	474
13.2.2	反渗透膜组件	457	13.4.1	构成与特点	474
13.2.3	反渗透设备选型	461	13.4.2	MBR 膜组件	474
13.2.4	反渗透膜污染与清洗	466	13.4.3	MBR 膜装置选型	478
13.3	纳滤、超滤和微滤设备	467	13.4.4	污染与清洗	479
13.3.1	构成与特点	467	参考文献		480
13.3.2	纳滤、超滤、微滤膜组件	467			
14	消毒设备	481			
14.1	臭氧消毒	482	14.4	次氯酸消毒设备	493
14.1.1	臭氧发生器的分类和特点	482	14.4.1	HTS 型板式电极连续电解次氯酸钠发生器	494
14.1.2	设备组成及工艺流程	482	14.4.2	WSB 型管式电极连续电解次氯酸钠发生器	495
14.1.3	常见设备型号参数	483	14.5	紫外消毒	496
14.1.4	臭氧消毒注意事项	484	14.5.1	敞开式系统	496
14.2	二氧化氯消毒设备	485	14.5.2	封闭式系统	497
14.2.1	电解法二氧化氯发生器	485	14.5.3	常见设备型号	497
14.2.2	化学法二氧化氯发生器	487	14.5.4	紫外消毒存在的问题	498
14.3	液氯消毒设备	490	参考文献		498
14.3.1	加氯系统	490			
14.3.2	氯气吸收装置	492			
15	水质自动监测设备	499			
15.1	自动监测站	499	15.2.2	高锰酸盐指数 (COD _{Mn}) 分析仪	502
15.1.1	自动监测站组成	499	15.2.3	总有机碳 (TOC) 分析仪	503
15.1.2	监测地点的选择	499	15.2.4	氨氮在线自动分析仪	504
15.1.3	监测因子的选择	500	15.2.5	总氮分析仪	505
15.1.4	监测仪器的选择	500	15.2.6	总磷分析仪	506
15.1.5	监测站内布置及环境	501	参考文献		507
15.2	在线监测仪	501			
15.2.1	化学需氧量 (COD) 分析仪	501			
16	常用非标成套设备	508			
16.1	一体化好氧处理设备	508	16.2.4	其它配套要求	514
16.2	一体化厌氧处理设备	509	16.3	一体化中水回用设备	514
16.2.1	污染物类型及去除率	510	16.3.1	一体化 BCO 中水回用设备	516
16.2.2	水力负荷、有机负荷、污染物负荷	510	16.3.2	一体化 MBR 中水回用设备	519
16.2.3	设计选型	511	参考文献		523

第三篇 常用材料

1	管材与管件	524			
1.1	金属管材及管件	524	1.1.1	钢管及管件、钢制法兰	524

1.1.2	球墨铸铁管及管件	559	1.2.4	HDPE 排水管	636
1.2	塑料管材及管件	600	1.2.5	工程塑料 (ABS) 管	638
1.2.1	塑料管材特性及种类	600	1.2.6	聚丙烯 (PP-R) 管	643
1.2.2	硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管	601	参考文献		644
1.2.3	聚乙烯 (PE) 管	621			
2	阀门	646			
2.1	阀门的基础知识	646	2.2.8	止回阀	651
2.1.1	阀门的用途	646	2.2.9	疏水阀	651
2.1.2	阀门的分类	646	2.3	金属阀门的结构尺寸	652
2.1.3	阀门的型号	646	2.3.1	阀门结构长度基本系列	652
2.1.4	阀门的公称通径	647	2.3.2	阀门结构长度	658
2.1.5	阀门的公称压力	648	2.3.3	闸阀的开启度	670
2.2	常用阀门的特点及类型	648	2.4	阀门的选用	671
2.2.1	闸阀	648	2.4.1	阀门的耐腐蚀性能	671
2.2.2	截止阀	649	2.4.2	温度和压力	672
2.2.3	节流阀	650	2.4.3	阀门的通径	673
2.2.4	球阀	650	2.4.4	阀门结构类型的选用	673
2.2.5	蝶阀	650	2.4.5	阀门端部的连接	674
2.2.6	隔膜阀	651	参考文献		674
2.2.7	旋塞阀	651			
3	型材	675			
3.1	钢铁材料	675	钢丝		694
3.1.1	热轧盘条	675	3.2	非金属型材	695
3.1.2	钢棒	676	3.2.1	硬聚氯乙烯 (UPVC) 型材	695
3.1.3	角钢	683	3.2.2	聚乙烯 (PE) 型材	696
3.1.4	工字钢与槽钢	690	3.2.3	玻璃钢 (FRP) 型材	697
3.1.5	钢板与钢带	693	参考文献		697
3.1.6	冷拉圆钢丝、方钢丝和六角				
4	活性炭	699			
4.1	活性炭的用途和分类	699	4.4	活性炭的选择	702
4.2	活性炭的特性	699	参考文献		703
4.3	常用活性炭产品	701			
5	絮凝剂和助凝剂	704			
5.1	分类	704	5.3.6	聚氯化铝	708
5.2	絮凝剂和助凝剂的选用	705	5.3.7	聚硫酸铝	709
5.3	常用絮凝剂和助凝剂	707	5.3.8	聚氯化铝铁	709
5.3.1	硫酸铝	707	5.3.9	聚硫酸铁	709
5.3.2	氯化铝	707	5.3.10	羧甲基淀粉	709
5.3.3	硫酸铝钾	707	5.3.11	壳聚糖	710
5.3.4	硫酸亚铁	708	5.3.12	聚丙烯酰胺	710
5.3.5	氯化铁	708	参考文献		711

6 湿地植物和填料	712		
6.1 湿地植物	712	6.2.1 湿地填料的分类与作用	727
6.1.1 湿地植物的分类和特征	712	6.2.2 常见人工湿地填料	728
6.1.2 植物的选择和配置	713	6.2.3 人工湿地填料的选择和配置	728
6.1.3 常见人工湿地植物	716	参考文献	729
6.2 湿地填料	727		

第一篇 通用设备

1 泵

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它外部能量传送给液体，使液体能量增加。在废水处理中泵是必不可少的通用设备，例如用泵进行废水的提升、污泥的抽送、药剂的添加等。

1.1 泵的分类及选型

1.1.1 泵的分类

泵的种类繁多，按工作原理，泵的主要分类如图 1-1-1 所示。

(1) 叶轮式泵 又叫动力式泵或叶片式泵，依靠旋转的叶轮对液体的动力作用，把能量连续地传递给液体，使液体的动能（为主）和压力能增加，达到输送液体的目的。可分为离心泵、轴流泵、混流泵和旋涡泵等。

(2) 容积式泵 依靠包容液体的密封工作空间容积的周期性变化，把能量周期性地传递给液体，使液体的压力增加至将液体强行排出，根据工作元件的运动形式又可分为往复泵和回转泵。

(3) 其它类型的泵 以其它形式传递能量。如射流泵是依靠高速喷射的工作流体的形式进行传递能量的泵；气体升液泵（气提装置）是依靠导管通入气体以降低液体的密度，通过外压实现液体的输送。

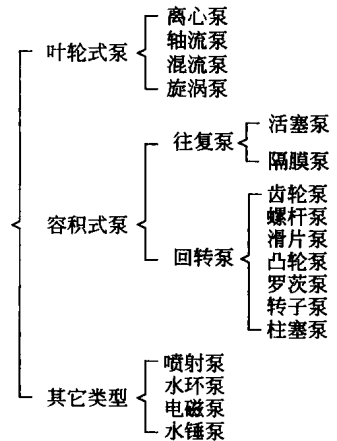


图 1-1-1 泵的分类

按照输送介质泵可以分为清水泵、污水泵、油泵、泥浆泵、砂泵等；

按照结构特点泵分为立式泵、卧式泵、悬臂式泵等；

按吸口数目泵分为单吸泵、双吸泵等；

按驱动泵的原动机泵分为电动泵、汽轮机泵、柴油机泵等。

1.1.2 泵的工作原理

1.1.2.1 离心式泵

离心式泵的工作原理是利用叶轮旋转时产生的离心力使流体自叶轮中心向外周作径向运动，当液体自叶轮中心甩向外周，叶轮中心形成低压区，液体被吸进叶轮中心。依靠叶轮地不断运转，液体便连续地被吸入和排出。离心泵结构简图如图 1-1-2 所示。

1.1.2.2 轴流式泵

轴流式泵的工作原理是当叶轮 1 旋转时，流体轴向流入，在叶片叶通道内获得能量后，

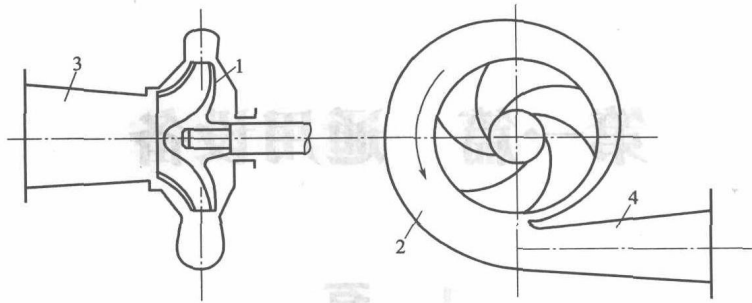


图 1-1-2 离心泵示意

1—叶轮；2—压水室；3—吸入室；4—扩散管

再经导流器 2 轴向流出。轴流式泵结构如图 1-1-3 所示。

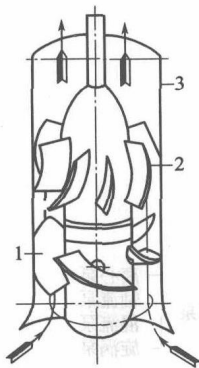


图 1-1-3 轴流式泵示意

1—叶轮；2—导流器；3—泵壳

1. 1. 2. 3 往复式泵

以活塞式为例来说明其工作原理。如图 1-1-4 所示。活塞泵主要由活塞 1 在泵缸 2 内作往复运动来吸入和排出液体。当活塞 1 开始自极左端位置向右移动时，工作室 3 的容积逐渐扩大，室内压力降低，流体顶开吸水阀 4，进入活塞 1 所让出的空间，直至活塞 1 移动到极右端为止，此过程为泵的吸水过程。当活塞 1 从右端开始向左端移动时，充满泵的流体受挤压，将吸水阀 4 关闭，并打开压水阀 5 而排出，此过程称为泵的压水过程。活塞不断往复运动，泵的吸水与压水过程就连续不断地交替进行。

1. 1. 2. 4 螺杆泵

螺杆泵工作原理跟齿轮泵类似，是通过主动螺杆与从动螺杆做相反方向转动，螺纹相互啮合，使流体从吸入口进入，被螺旋轴向前推进增压至排出口。

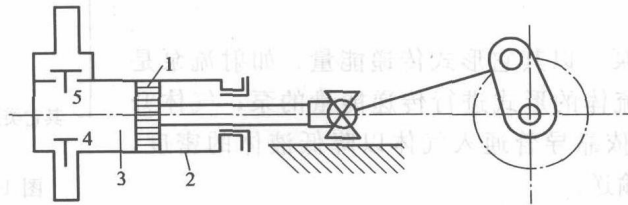


图 1-1-4 往复式泵示意

1—活塞；2—泵缸；3—工作室；4—吸水阀；5—压水阀

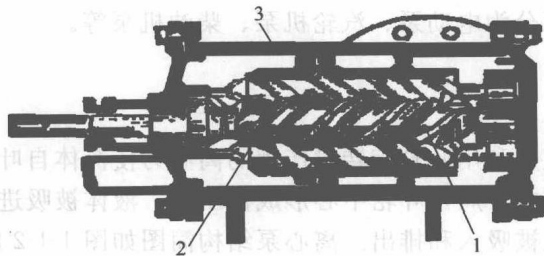


图 1-1-5 螺杆泵示意

1—主动螺杆；2—从动螺杆；3—泵壳

螺杆泵结构如图 1-1-5 所示。

1.1.3 泵的特点

叶轮式泵和容积式泵的特点比较详见表 1-1-1。

表 1-1-1 不同类型泵的特点比较

指标		叶轮(片)式泵			容积式泵	
		离心泵	轴流泵	旋涡泵	往复泵	回转泵
流量 (m^3/h)	均匀性	均匀			不均匀	比较均匀
	稳定性	不恒定,随管路情况变化而变化			恒定	
	范围	1.6~30000	150~245000	0.4~10	0~600	1~600
扬程 /m	特点	对应一定流量,只能达到一定的扬程			对应一定流量可达到不同的扬程,由管路系统确定	
	范围	10~2600	2~20	8~150	20~10000	20~6000
效率	特点	在设计点最高,偏离愈远,效率愈低			扬程高时,效率降低较小	扬程高时,效率降低较大
	范围	0.5~0.8	0.7~0.9	0.25~0.5	0.7~0.85	0.6~0.8
结构特点		结构简单,造价低,体积小,质量轻,安装检修方便			结构复杂,振动大,体积大,造价高	同离心泵
操作与 维修	流量调节方法	出口节流或改变转速	出口节流或改变叶片安装角度	不能用出口阀调节,只能用旁路调节	同旋涡泵,另还可调节转速和行程	同旋涡泵
	自吸作用	一般没有	没有	部分型号有	有	有
	启动	出口阀关闭	出口阀全开		出口阀全开	
	维修	简便			烦琐	简便
适用范围		黏度较低的各种介质	适用于大流量,低扬程、黏度较低的介质	适用于小流量、较高压力的低黏度清洁介质	适用于高压、小流量的清洁介质(含悬浮液或要求完全无泄漏可用隔膜泵)	适用于中低压力、中小流量尤其适用于黏性高的介质

1.1.4 泵的选型

1.1.4.1 泵的参数

(1) 流量 流量是单位时间内通过泵出口输出的液体量,一般采用体积流量 Q 表示,单位为 m^3/h 或者 L/s ; 叶轮式泵流量与扬程有关,容积式泵流量与扬程无关,几乎为常数。

(2) 扬程 扬程是单位重量输送液体从泵入口至出口的能量增量,用 H 表示。叶轮式泵的扬程为流量的函数。对于容积式泵而言,一般以出口压力表示,它能自动适应管网系统所需压力的变化,最高使用压力是由泵体结构设计限定,出口压力变化时泵流量几乎不变。泵的扬程单位一般以 m 水柱或 MPa 表示。

(3) 装置汽蚀余量 NSPH 。泵在运转中,若其过流部分的局部区域(通常是叶轮叶片进口稍后的某处)因为某种原因,抽送液体的绝对压力下降到当时温度下的汽化压力时,液体便在该处开始汽化,产生蒸汽、形成气泡。这里气泡随液体向出口方向流动,至某高压处时,气泡周围的高压液体使气泡急骤地缩小以致破裂(凝结)。在气泡凝结的同时,液体质点将以高速填充空穴,发生互相撞击而形成水击,这种现象发生在固体壁上将使过流部件受到撞击破坏。上述产生气泡和在固体壁上遭受破坏的过程就是泵的汽蚀过程。

① 必需汽蚀余量。为使泵在工作时不产生汽蚀现象，泵进出口处必须具有超过输送温度下液体汽化压力的能量，使泵在工作时具有不产生汽蚀现象所必需的富余能量——必需汽蚀余量，用 $NSPH_r$ 表示，必需汽蚀余量只与叶轮进口部分吸入室的几何形状有关，并规定由泵的制造单位给出。必需汽蚀余量是泵本身具有的一种特性，一般由泵制造厂通过试验测定，其数值越小，说明抗汽蚀性能越好。

② 装置汽蚀余量。泵在吸入口处，单位重量液体所具有的超过汽化压力的富余能量。装置汽蚀余量可用下式表示：

$$NSPH_a = \frac{p_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g} - \frac{p_v}{\gamma} \quad (1-1-1)$$

式中， $NSPH_a$ 为装置汽蚀余量，m； p_s 为泵入口压力， N/m^2 ； v_s 为泵入口平均速度，m/s； p_v 为抽送液体温度下的汽化压力， N/m^2 ； γ 为流体重度， N/m^3 。

当 $NSPH_a = NSPH_r$ 时，就是临界点，要使泵不发生汽蚀必须使 $NSPH_a > NSPH_r$ 。

对于 $NSPH_a$ ，可用下式进行估算：

$$\text{输送清水时：} NSPH_a = NSPH_r + (0.3 \sim 0.5)； \quad (1-1-2)$$

$$\text{输送工艺流体时：} NSPH_a = (1.1 \sim 1.3) NSPH_r。 \quad (1-1-3)$$

(4) 功率和效率 泵的功率通常是指输入功率，即原动机传至泵轴上的功率，故又称为轴功率，用 P 表示；泵的有效功率又称输出功率，用 P_e 表示，它是单位时间内从泵中输送出去的液体在泵中获得的有效能量。

泵的效率为有效功率和轴功率之比，用 η 表示。

$$\eta = P_e / P \quad (1-1-4)$$

1.1.4.2 泵选型的原则

(1) 所选泵的型式和性能符合装置流量、扬程、压力、温度、汽蚀余量、吸程等工艺参数的要求。

(2) 必须满足介质特性的要求。对输送易燃、易爆有毒或贵重介质的泵，要求轴封可靠或采用无泄漏泵，如磁力驱动泵、隔膜泵、屏蔽泵；对输送腐蚀性介质的泵，要求对流部件采用耐腐蚀性材料，如不锈钢耐腐蚀泵，工程塑料泵；对输送含固体颗粒介质的泵，要求对流体部件采用耐磨材料。

(3) 机械方面可靠性高、噪声低、振动小。

(4) 经济上要综合考虑到设备费、运转费、维修费和管理费的总成本。

因此除以下情况外，废水处理工程中应尽可能选用离心泵：①有精确计量要求时，选用计量泵；②无合适小流量高扬程离心泵可选用时，可选用往复泵；③扬程很低，流量很大时，可选用轴流泵和混流泵；④介质黏度较大（大于 $650\text{mm}^2/\text{s}$ ）时，可考虑选用转子泵或往复泵（齿轮泵、螺杆泵）；⑤介质含气量 75%，流量较小且黏度小于 $37.4\text{mm}^2/\text{s}$ 时，可选用旋涡泵；⑥对启动频繁的场所，应选用具有自吸性能的泵，如自吸式离心泵、自吸式旋涡泵、气动（电动）隔膜泵。

1.1.4.3 泵选型的基本依据

泵的选型应根据工艺流程、给排水要求，从五个方面加以考虑，即流量、扬程、介质性质、管路布置以及操作运转条件。

(1) 流量是选泵的重要性能数据之一，它直接关系到整个装置的生产能力。选择泵时，泵的流量，要与其它设备的能力协调平衡。一般以最大流量为依据，兼顾正常流量，在没有

最大流量时，通常可取正常流量的 1.1 倍作为最大流量。

(2) 扬程是选泵的又一重要性能数据，泵的扬程需要留有适当的余量，一般为正常需要扬程的 1.05~1.1 倍。

(3) 介质性质，主要包括介质的物理性质、化学性质。物理性质有温度、密度、黏度、介质中固体颗粒直径和气体的含量等，这些参数涉及系统的扬程，有效汽蚀余量计算和适合泵的类型；化学性质，主要指液体介质的化学腐蚀性和毒性，是选用泵材料和轴封型式的重要依据。

(4) 装置系统的管路布置条件指的是送液高度、送液距离、送液走向、吸入侧最低液面、排出侧最高液面等一些数据和管道规格及其长度、材料、管件规格、数量等，以便进行扬程计算和汽蚀余量的校核。

(5) 操作条件的内容很多，如液体的操作温度、饱和蒸汽压、吸入侧压力（绝对）、排出侧容器压力、海拔高度、环境温度、操作是间歇的还是连续的、泵的位置是固定的还是可移的。

1.1.4.4 选泵的具体操作

根据泵选型原则和选型基本条件，具体操作如下。

(1) 根据装置的布置、地形条件、水位条件、运转条件，确定选择卧式、立式和其它型式（管道式、潜水式、液下式、无堵塞式、自吸式、齿轮式等）的泵。

(2) 根据液体介质性质，确定所用泵的种类。安装在防爆区的泵，应根据防爆等级，采用相应的防爆电动机。

(3) 根据流量大小，确定选单吸泵还是双吸泵；根据扬程高低，选单级泵还是多级泵，高转速泵还是低转速泵。

(4) 确定泵的具体型号。确定选用什么系列的泵后，就可按最大流量、扬程这两个性能的主要参数，在性能表或者特性曲线图谱上确定具体型号。

(5) 泵型号确定后，需再到有关产品目录或样本上，根据该型号性能表或性能曲线进行校验，看正常工作点是否落在该泵优先工作区（图 1-1-6），装置汽蚀余量 $NPSH_a$ 是否大于必需汽蚀余量 $NPSH_r$ ，若不在最佳效率点，只要相差 5% 左右，仍可以使用。

(6) 对于输送黏度大于 $20\text{mm}^2/\text{s}$ 的液体泵（或密度大于 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ），一定要把以水实验的泵特性曲线换算成该黏度（或者该密度）下的性能曲线，特别要对吸入性能和输入功率进行认真计算或校核。

(7) 确定泵的台数和备用率

① 对正常运转的泵，一般只用一台，因为一台大泵与并联工作的两台小泵相当（指扬程、流量相同），大泵效率高于小泵，故从节能角度讲，宁可选一台大泵，而不用两台小泵，但如果一台泵达不到此流量，可考虑两台泵并联工作。

② 对于需要有 50% 的备用率的大型泵，可改为两台较小的泵工作，两台备用。

③ 对某些大型泵，可选用 70% 流量要求的泵并联操作，不设备用泵，在一台泵检修时，剩余泵仍然承担生产上 70% 的输送。

④ 对需 24h 连续不停运转的泵，应设置三台泵，一台运转，一台备用，一台维修。

(8) 驱动机的选用。泵的驱动机类型应根据动力来源、工厂或者装置平衡、环境条件、调节控制以及经济效益而定。泵用的驱动机类型有电机、汽轮机、压缩空气等，一般废水处理中，选用的泵大部分都是电机驱动。

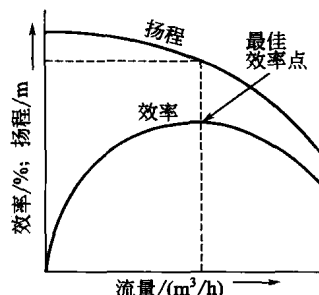


图 1-1-6 泵的性能曲线