



船舶防污染技术

Marine Pollution Prevention Technology



1 绪论	2 公约法规	3 油污	4 散装液货	5 危险品	6 生活污水
7 船舶垃圾	8 大气污染	9 噪声污染	10 压载水	11 防污底	12 拆船





第六章 防止船舶生活污水污染

第一节 船舶生活污水的来源及特性

第二节 公约及法规对防止生活污水污染的要求

第三节 船舶生活污水处理方法

第四节 船用生活污水处理装置



第一节 船舶生活污水的来源及特性

一、船舶生活污水的来源

1、来源（概念）：

船舶生活污水，即“**黑水**”，是指任何型式的厕所、小便池的排出物和其他废弃物；医务室（药房、病房等）的面盆、洗澡盆和这些处所排水孔的排出物；装有活的动物的处所的排出物；或混有上述排出物的其它废水。

“**灰水**”是指船员日常生活的洗浴水、厨房用水等可以直接排出舷外的水，可以不经船舶生活污水处理系统处理而直接排出舷外。

2、数量：船舶的类型、用途、新旧、管理水平

远洋船舶的生活污水产量大约为50~200 L/人·天

3、危害：有机物、细菌、寄生虫、病毒。



第一节 船舶生活污水的来源及特性

一、船舶生活污水的来源

二、船舶生活污水的性质指标

1. 物理性质指标

悬浮固体量（Suspended Solids Standard, 简称SS），mg/L

2. 化学指标

生化需氧量：水中的可氧化物质在微生物作用下氧化分解所消耗的溶解氧的量。

BOD, BOD₅, BOD₂₀, mg/L

化学需氧量：有机污染物用化学氧化剂氧化所消耗的氧当量。

COD mg/L

常用重铬酸钾（ K_2CrO_7 ）作氧化剂，反应时间约为2 h



第一节 船舶生活污水的来源及特性

一、船舶生活污水的来源

二、船舶生活污水的性质指标

1. 物理性质指标

2. 化学指标

3. 生物性质指标

大肠杆菌群的最大可能数MPN

个/100 mL



第一节 船舶生活污水的来源及特性

一、船舶生活污水的来源

二、船舶生活污水的性质指标

三、船舶生活污水的危害

1. 对水环境的影响

水环境净化过程:

水藻+二氧化碳



氧气

有机物+溶解氧



无机物



第一节 船舶生活污水的来源及特性

一、船舶生活污水的来源

二、船舶生活污水的性质指标

三、船舶生活污水的危害

1. 对水环境的影响

溶解氧的含量降低

富营养化

好气性群体被厌氧群体取代



第一节 船舶生活污水的来源及特性

- 一、船舶生活污水的来源
- 二、船舶生活污水的性质指标
- 三、船舶生活污水的危害
 - 1. 对水环境的影响



太湖的蓝藻



第一节 船舶生活污水的来源及特性

一、船舶生活污水的来源

二、船舶生活污水的性质指标

三、船舶生活污水的危害

1. 对水环境的影响

溶解氧的含量降低

富营养化

好气性群体被厌氧群体取代

2. 对人体健康的影响

传染疾病

The end of section 1



第六章 防止船舶生活污水污染

第一节 船舶生活污水的来源及特性

第二节 公约及法规对防止生活污水污染的要求

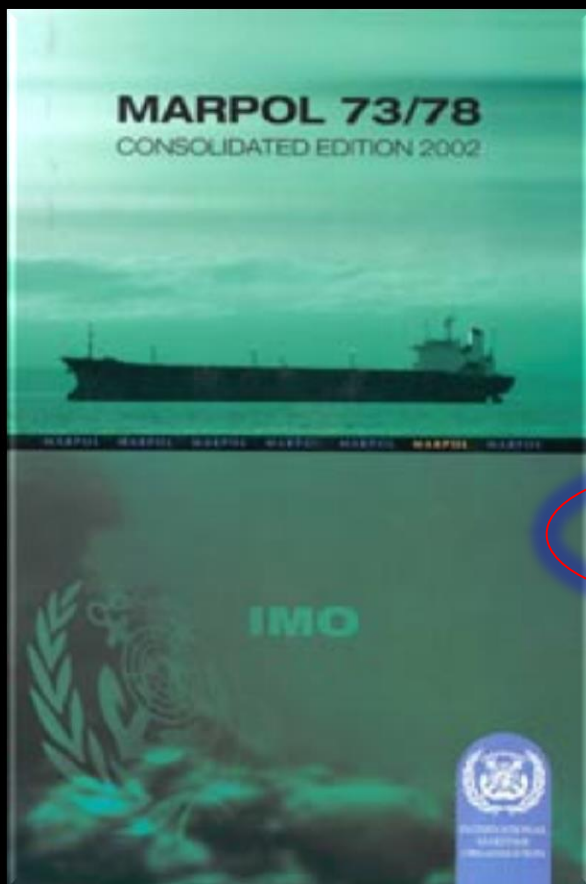
第三节 船舶生活污水处理方法

第四节 船用生活污水处理装置



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求



附则 I

附则 II

附则 III

2003 年9 月27 日生效

附则 IV

防止船舶生活污水污染规则

附则 V

附则 VI



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

1、公约附则IV中的定义

(1) 新船：

2003 年9 月27 日

本附则生效之日或以后签订建造合同的船舶
生效之日或以后安放龙骨或处于类似建造阶段的船舶
生效之日后经过3 年或3 年以上交船的船舶

(2) 现有船舶：系指非新船

(3) 集污舱：系指用于收集和储存生活污水的舱柜。

(4) 最近陆地：国际法据以划定其领海的基线。

(5) 国际航行：从适用于本公约的一个国家驶往该国家之外的港口的航行，反之亦然。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

1、公约附则IV中的定义

2、公约附则IV的适用范围

(1) 生效后适用： 2003 年9 月27 日

400 总吨及以上或经核定许可载运15 人以上的新船；

(2) 生效5年后适用： 2008 年9 月27 日

400 总吨及以上或经核定许可载运15 人以上的现有船；

上述适用限于国际航行船舶，不适用某国内所辖水域内营运船舶和国际访问性船舶



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

1、公约附则IV中的定义

2、公约附则IV的适用范围

3、排放控制条件

(1) 最近陆地12 n mile 以外，未经粉碎和消毒；

(2) 最近陆地3 n mile 外，经粉碎和消毒；

上述两种情况应同时满足：不小于4 kn 的船速在途中航行时，以适当速率排放；

(3) 经批准的生活污水处理装置正在运转中，水中不应产生可见的漂浮固体，也不应使水变色

例外：上述限制不包括保障安全目的的排放



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

1、公约附则IV中的定义

2、公约附则IV的适用范围

3、排放控制条件

4、设备及构造要求

(1) 处理装置和系统的要求

- 1) 认可的生活污水处理装置
- 2) 认可的生活污水粉碎和消毒系统+储存设施
- 3) 集存全部生活污水的集污舱

(2) 标准排放接头

结构、尺寸、强度，4个螺栓



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

5、生活污水处理装置的排放标准

《关于生活污水处理装置国际排放标准和性能试验导则》（1976年12月3日，旧标准）

《经修订的实施生活污水处理装置排出物标准和性能试验导则》（2006年10月13日，2006标准）——替代了旧标准

《2012年生活污水处理装置排放标准和性能试验导则》（2012年10月5日，2012标准）——增加了关于客船在特殊区域排放生活污水的性能指标（总氮及总磷）的新要求。

《国际极地水域运作船舶规则》（2017年1月1日，简称《极地规则》）——规定了在极地水域内生活污水的操作要求。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

5、生活污水处理装置的排放标准

排放标准 排放指标	IMO 老标准	IMO 2006 标准	IMO 2012 标准	USCG	Alaska
SS (mg/L)	50	35	35	150	30
BOD ₅ (mg/L)	50	25	25	无要求	30
COD (mg/L)	无要求	125	125	无要求	无要求
大肠杆菌 Coliform (个/100mL)	250	100	100	200	20
PH	6~9	6~8.5	6~8.5	无要求	6~9
余氯 Chlorine (mg/L)	尽可能低	<0.5	<0.5	无要求	10
试验天数 Test days (天)	10	16	16	10	30
总氮 Total Nitrogen (mg/L)	无要求	无要求	20	无要求	无要求
总磷 Total Phosphorus (mg/L)	无要求	无要求	1.0	无要求	无要求



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

5、生活污水处理装置的排放标准

要求	除客船外的船舶在所有区域和客船在特殊区域外（MARPOL73/78 要求）	客船在特殊区域内（MARPOL73/78 要求）	极地水域（《规则》额外要求）
一般要求	①距最近陆地 3 n mile 以外，排放经粉碎和消毒的生活污水。距最近陆地 12 n mile 以外，排放未经粉碎和消毒的生活污水不得顷刻排光，应在 4 kn 航行速度下，以中等速率排放 ②经批准的生活污水处理装正在运转，排出物在周围水中不应产生可见的漂浮固体，也不应使水变色	仅在符合生活污水处理装置排放情况下才能排放	①排放应尽可能远离最近陆地、冰架、固定冰或冰密度超过 1/10 的区域 ②新造的 A、B 类船舶和新造的客船的排放仅在符合生活污水处理装置排放情况下才能排放
其他要求	在一国水域内营运的船舶，可施行较宽的要求		长时间在冰密度超过 1/10 区域操作的 A、B 类船舶，可经主管机关批准，仅使用经批准的生活污水处理装置
	如生活污水与其他附则要求的废弃物混在一起，也要符合相应附则的排放要求		

The end of section 2



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

- ◇ 《中华人民共和国海洋环境保护法》
- ◇ 《中华人民共和国水污染防治法》
- ◇ 《防治船舶污染海洋环境管理条例》
- ◆ 《国内航行海船法定检验技术规则（2011）》
- ◆ 《内河船舶法定检验技术规则（2019）》
- ◆ 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《国内航行海船法定检验技术规则（2011）》

适用范围：

- （1）400总吨及以上的新船；
- （2）小于400总吨但核定载运15人以上的新船；
- （3）自2014年1月1日起，400总吨及以上的现有船舶；
- （4）自2014年1月1日起，小于400总吨但核定载运15人以上的现有船舶。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《国内航行海船法定检验技术规则（2011）》

适用范围：

定义： 新船： 系指在2009年1月1日或以后建造的船舶。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《国内航行海船法定检验技术规则（2011）》

适用范围：

（1）除下述情况之一外，禁止将生活污水排放入海：

①船舶在距最近陆地3 n mile以外，使用经认可的设备排放经过打碎和消毒的生活污水，或在距最近陆地12 n mile以外排放未经打碎和消毒的生活污水。但不论何种情况，不得将集污舱柜中储存的生活污水或来自装有活动物的处所的生活污水倾刻排光，而应在船舶以不少于4 kn船速在航行途中，以中等速率进行排放。该排放率应经中华人民共和国海事局按照有关标准予以批准；或

定义：

②船上装有经认可的生活污水处理装置正在运转，同时排出的污水在其周围的水域中不产生可见的漂浮固体，也不使变色。该设备的试验结果已写入该船的《防止生活污水污染证书》中。

排放要求：

（2）当生活污水混有《国内航行海船法定检验技术规则2011》要求约束的其他废弃物或废水时，则除应满足本规定外，还应符合其他相应要求。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《国内航行海船法定检验技术规则（2011）》

适用范围：

（1）在距最近陆地3 n mile以内排放生活污水时，应装有认可的生活污水处理装置；

定义：

（2）如仅需在距最近陆地3 n mile以外排放生活污水，船舶应装有将生活污水进行打碎和消毒的认可型装置；

排放要求：

（3）如仅需在距最近陆地12 n mile以外排放生活污水，可只设集污舱柜，该舱柜应考虑该船在营运期间船上人数以及其他有关的因素具有足够储存全部生活污水的容量。集污舱柜应设有观察生活污水液位的装置；

设备要求：

（4）船上应设有便于将生活污水排往接收设备的管路，同时该管路上应装符合规定的生活污水标准排放接头。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《内河船舶法定检验技术规则（2019）》

适用范围：

- （1）400总吨及以上的新船；
- （2）小于400总吨但核定载运船上人员15人以上的船舶。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《内河船舶法定检验技术规则（2019）》

适用范围：

定义： 打包收集设施：系指用打包形式收集生活污水（不含冲洗水）的设施。

真空式生活污水贮存器：系指生活污水真空收集系统中的生活污水储存容器。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《内河船舶法定检验技术规则（2019）》

（1）为防止船舶生活污水污染水域，船舶应符合下列要求之一：

适用范围：

①装设生活污水贮存舱（柜），该贮存舱（柜）应有足够的容积以贮存船舶产生的生活污水，并应将生活污水排往接收设施；

定义：

②装设生活污水处理装置，该装置对船舶产生的生活污水进行预处理或最终处理，最终处理达到排放标准后，方可排往水域。配套装设生活污水储存舱柜，其舱柜应具有足够容积以储存船舶停泊期间或在禁止排放生活污水水域航行期间产生的生活污水；

排放控制：

③装设打包收集设施（免冲），将船舶产生的生活污水打包收集，打包后的生活污水应送到接收设施。

（2）经过处理的船舶生活污水的排放应避开取水源。

（3）经过处理的船舶生活污水的排放应进行控制，不应顷刻排放。排放应在船舶航行中进行。

（4）航行于京杭运河、漓江等要求生活污水零排放水域的船舶的生活污水排放控制措施应符合本节（1）①或（1）③的要求。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《内河船舶法定检验技术规则（2019）》

适用范围：

定义：

排放控制：

排放限制：《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）

贮存舱容积要求： $V_s = 10^{-3} f p D q$



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)

排放控制要求:

水域	排放控制要求
距最近陆地 3 n mile~12 n mile	同时满足下列条件： 使用设备打碎固形物和消毒后排放 船速不低于 4 kn, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
距最近陆地 12 n mile 以外	船速不低于 4 kn, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。



第二节 公约关于防止生活污水污染的要求

一、国际公约的要求

二、国内法规的要求

◆ 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)

限值要求:

序号	污染物项目	限值 ^①	限值 ^②	限值 ^③	污染物排放监控位置
1	五日生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L)	50	25	20	生活污水处理装置出口
2	悬浮物 (SS) (mg/L)	150	35	20	
3	耐热大肠菌群数 (个/L)	2 500	1 000	1 000	
4	化学需氧量 (COD _{Cr}) (mg/L)	/	125	60	
5	pH 值 (无量纲)	/	6~8.5	6~8.5	
6	总氯 (总余氯) (mg/L)	/	<0.5	<0.5	
7	总氮 (mg/L)	/	/	20	
8	氨氮 (mg/L)	/	/	15	
9	总磷 (mg/L)	/	/	1.0	



第六章 防止船舶生活污水污染

第一节 船舶生活污水的来源及特性

第二节 公约及法规对防止生活污水污染的要求

第三节 船舶生活污水处理方法

第四节 船用生活污水处理装置



第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

1. 简单贮存方式

港口：贮存→排岸接收

海上航行：12海里以外：→排出舷外

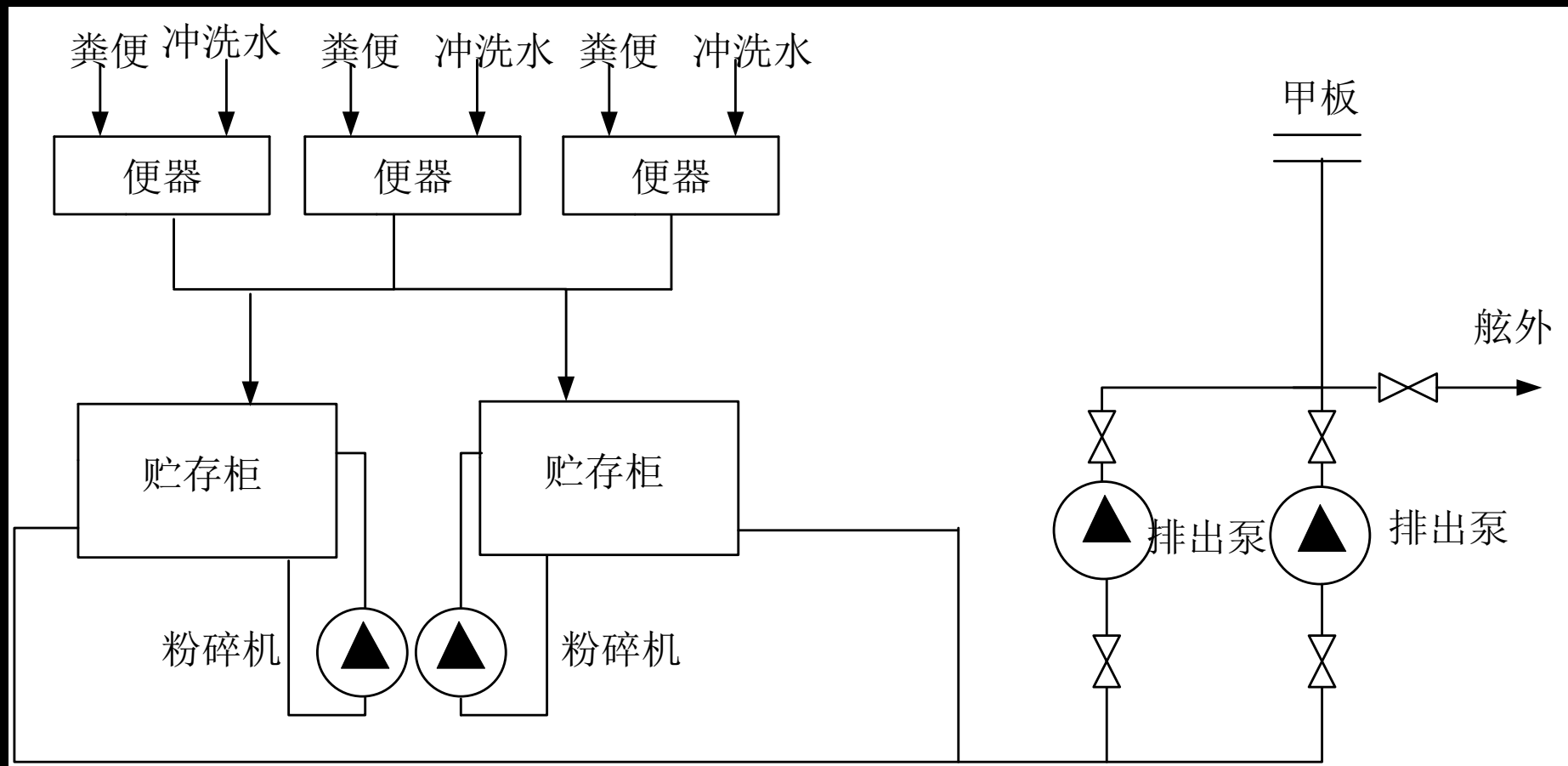
优缺点：



第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

1. 简单贮存方式





第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

1、简单贮存方式

2、真空收集贮存方式

便器与保持一定真空的污水柜连通，便器的冲洗水是靠真空污水柜的真空抽吸作用流入污水柜。该方式的冲洗水量少，污水柜的设计容积较小。

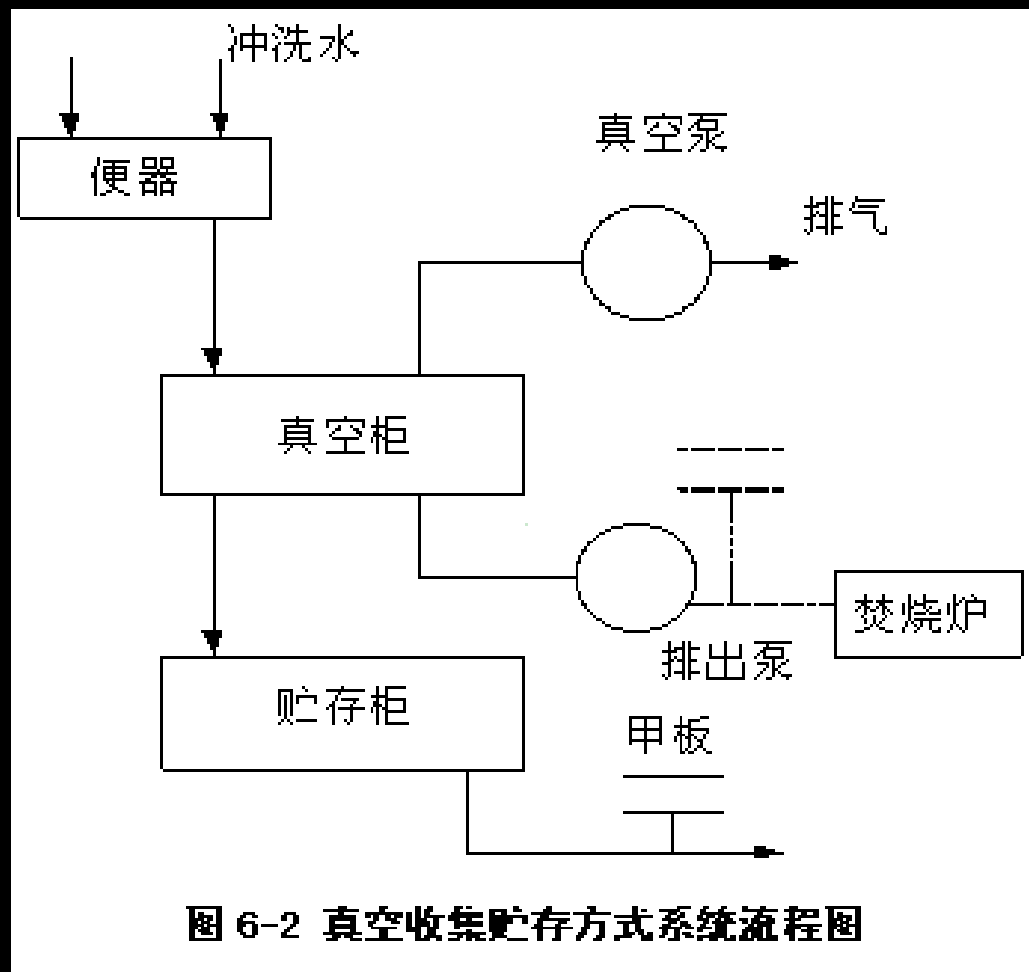


图 6-2 真空收集贮存方式系统流程图



第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

1、简单贮存方式

2、真空收集贮存方式

3、再循环处理方式

采用排泄污水中的液体作为冲洗介质循环使用，污水中的固体污物可存放或用焚烧炉焚烧处理

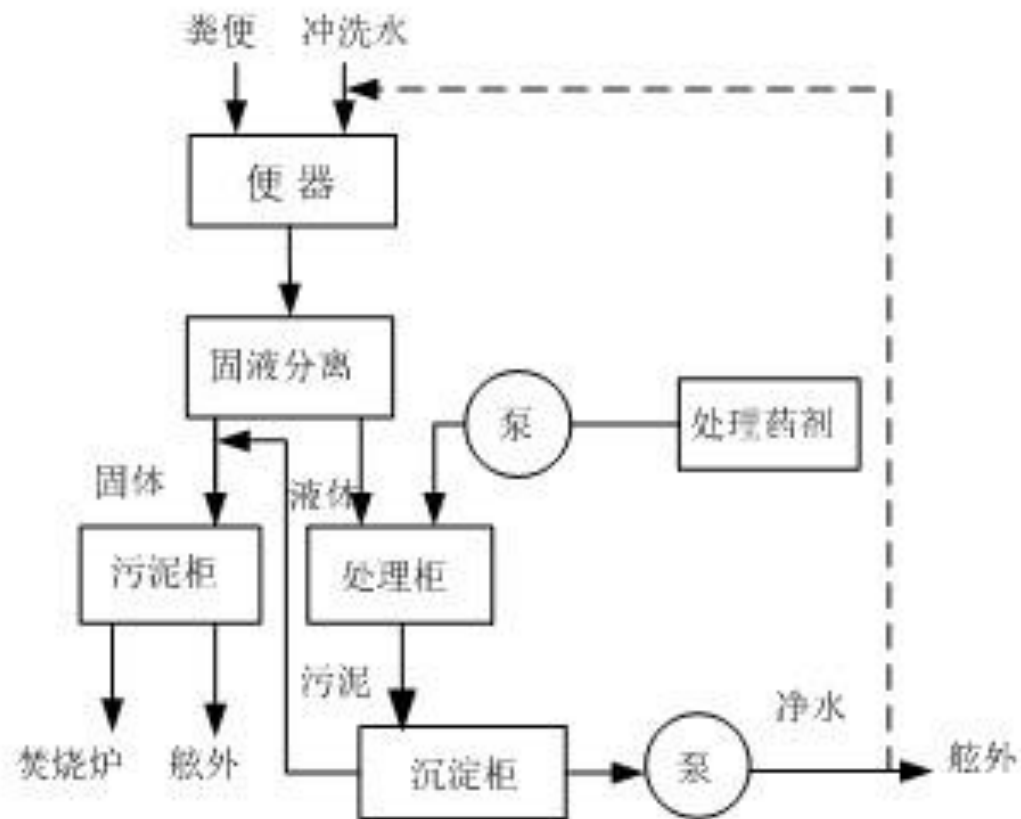


图 6-4 无排放型物化处理方式流程图



第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

1. 生物学处理方式

建立并保持适宜微生物（细菌）生长的条件，利用该微生物群消化分解污水中的有机物，使之生成对环境无害的无机物。

微生物：好氧型、厌氧型、

接触方式：污泥法，生物膜法

净化效果好，药剂用量少，运行成本低，但需要不间断供入新鲜空气，对污水适应性差。

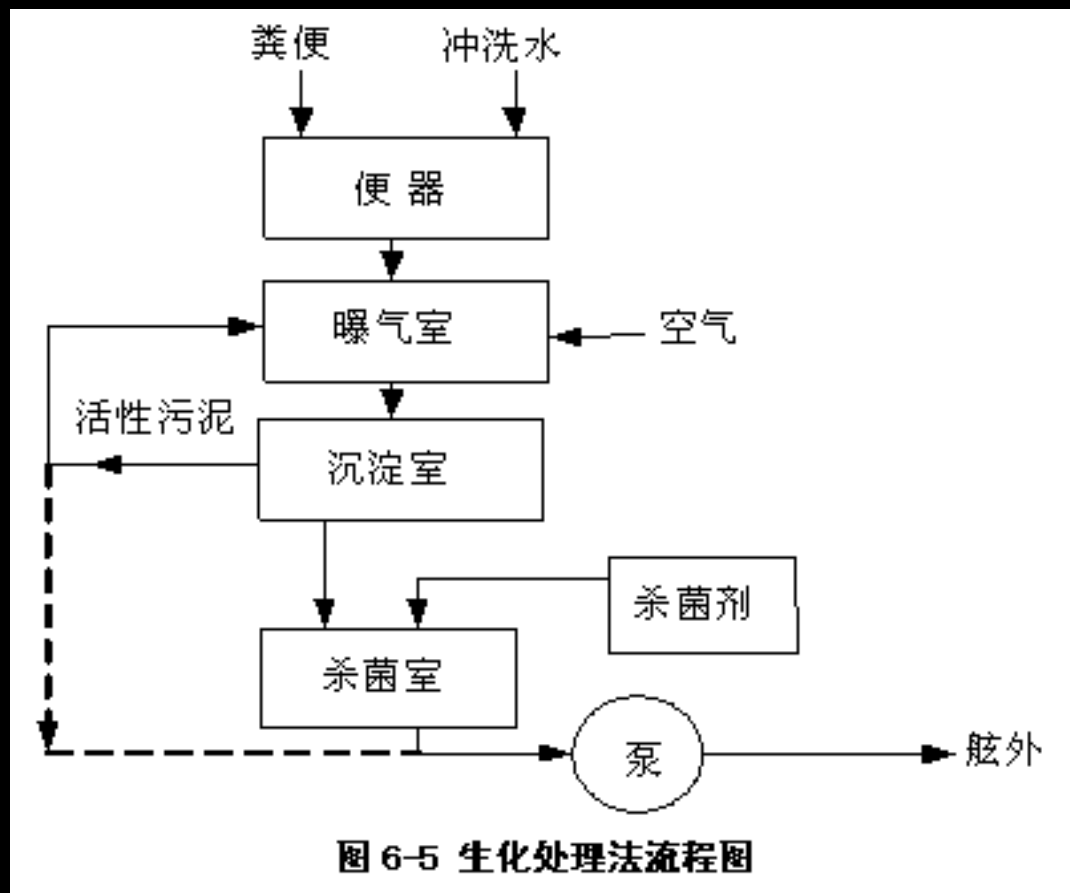


第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

1. 生物学处理方式





第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

1. 生物学处理方式

2. 物理—化学处理方式

通过凝聚、沉淀、过滤等过程消除水中的固体物质以降低生活污水的BOD 值，然后加入消毒剂消毒杀菌。

优点：装置体积较小，对污水适应性较强，工作过程可全面实现自动化。

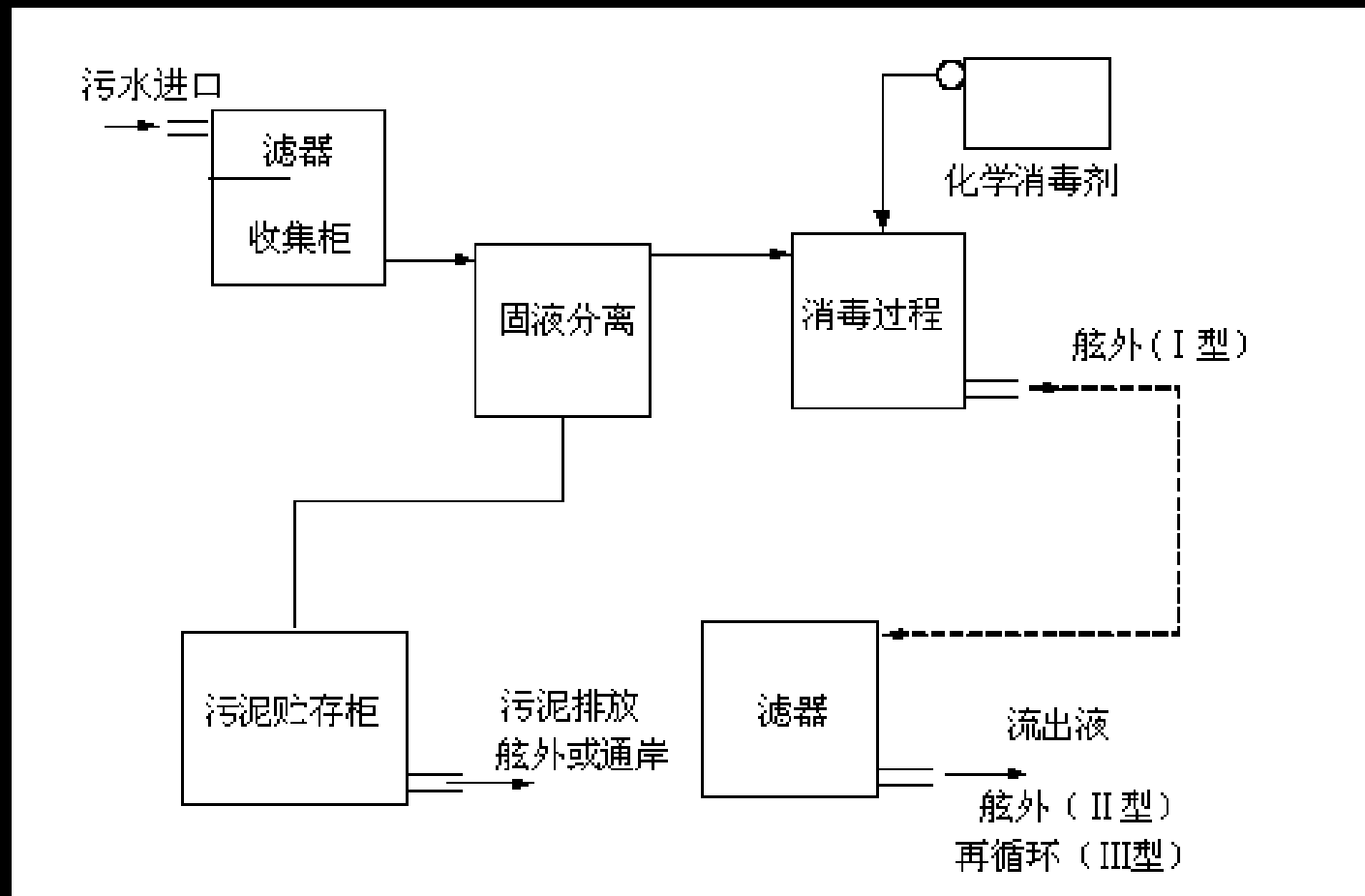
缺点：药剂使用量大，运行成本较高。



第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理





第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

1. 生物学处理方式

2. 物理—化学处理方式

3. 电化学处理方式

依靠**外部电场产生的凝结作用**来完成凝结过程，然后进行沉淀、过滤消除水中的固体物质，降低BOD值，通过消毒处理后再行排放

优点：化学剂消耗少，不易受污水影响

缺点：操作比较复杂，对管理水平要求比较高



第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

1. 生物学处理方式

2. 物理—化学处理方式

3. 电化学处理方式

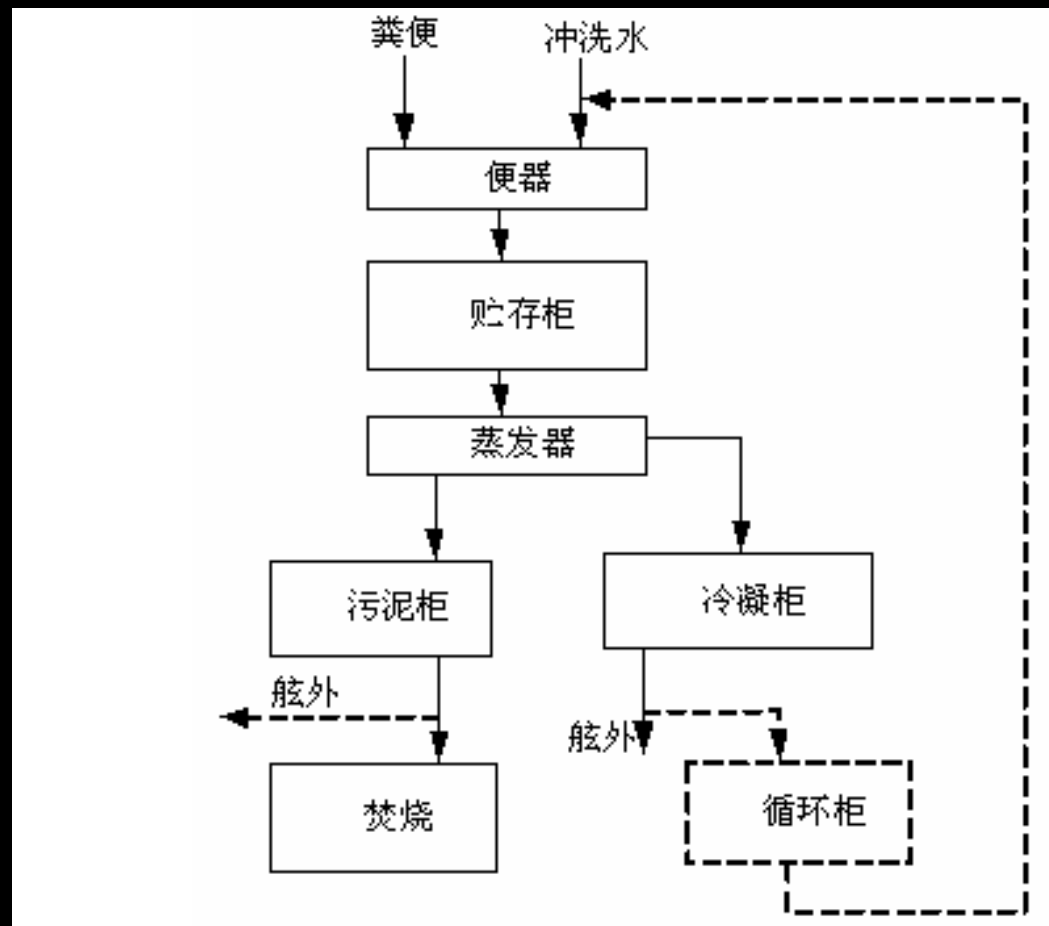
4. 蒸发处理方式

不消耗化学药品

容易产生臭气

高温设备容易腐蚀

成本较高





第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

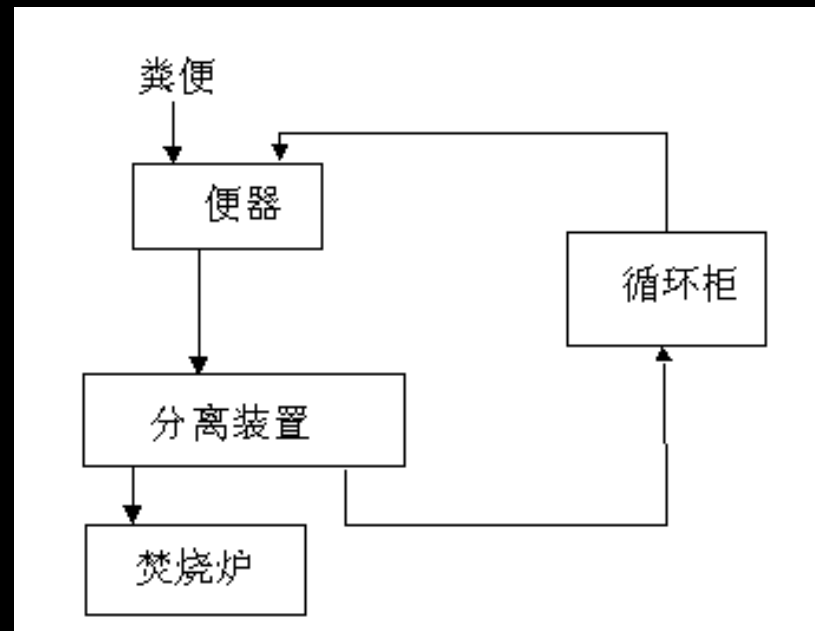
1. 生物学处理方式

2. 物理—化学处理方式

3. 电化学处理方式

4. 蒸发处理方式

5. 比重差分离处理方式



利用与粪便比重不同的专用冲洗液冲洗厕所

需设专用清洗液贮存容器，装设备用清洗系统

运转费用高



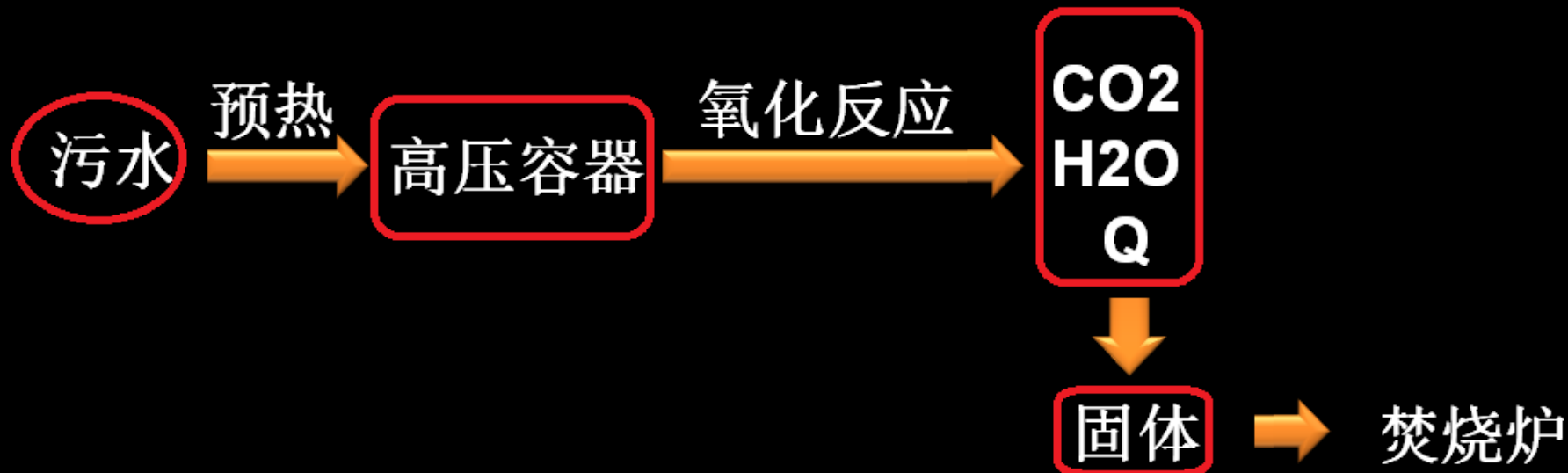
第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

6. 高压氧化方式

生活污水经过预热后引入高压容器，在其中氧化过程中释放大热量，使得混合液的温度进一步增加。。。。。





第三节 船舶生活污水处理方法

一、无排放型生活污水处理

二、排放型生活污水处理

三、岸上接收

1、对港口要求

MARPOL 73/78 公约要求各缔约国政府要保证在其港口或码头等处设置船舶生活污水接收处理设施，这对于没有设置生活污水处理装置的船舶尤显重要。

2、对船舶要求

设置污水柜的专用过驳排出管系，并采用符合要求的标准接头



The end of section 3



第六章 防止船舶生活污水污染

第一节 船舶生活污水的来源及特性

第二节 公约及法规对防止生活污水污染的要求

第三节 船舶生活污水处理方法

第四节 船用生活污水处理装置



第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

1. 主要性能指标:

生化需氧量 (BOD5) $\leq 50\text{mg/L}$

悬浮固体 (SS) $\leq 50\text{mg/L}$

大肠菌群数 (Coliform) $\leq 250/100\text{mL}$

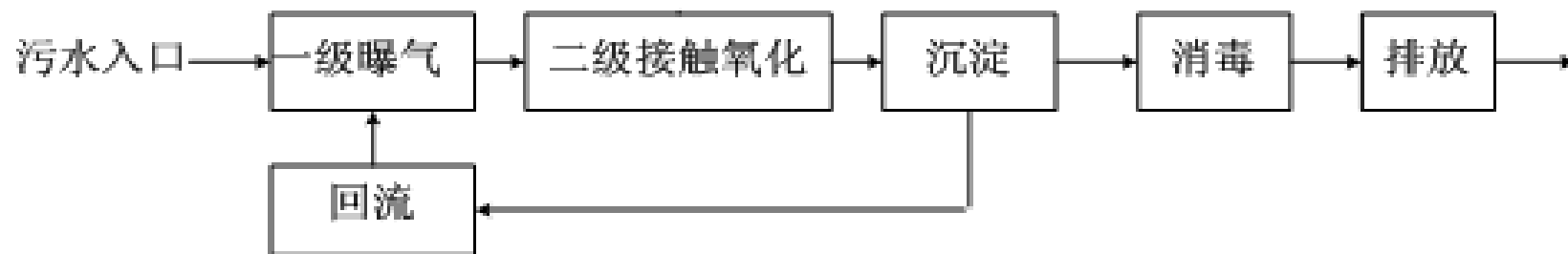
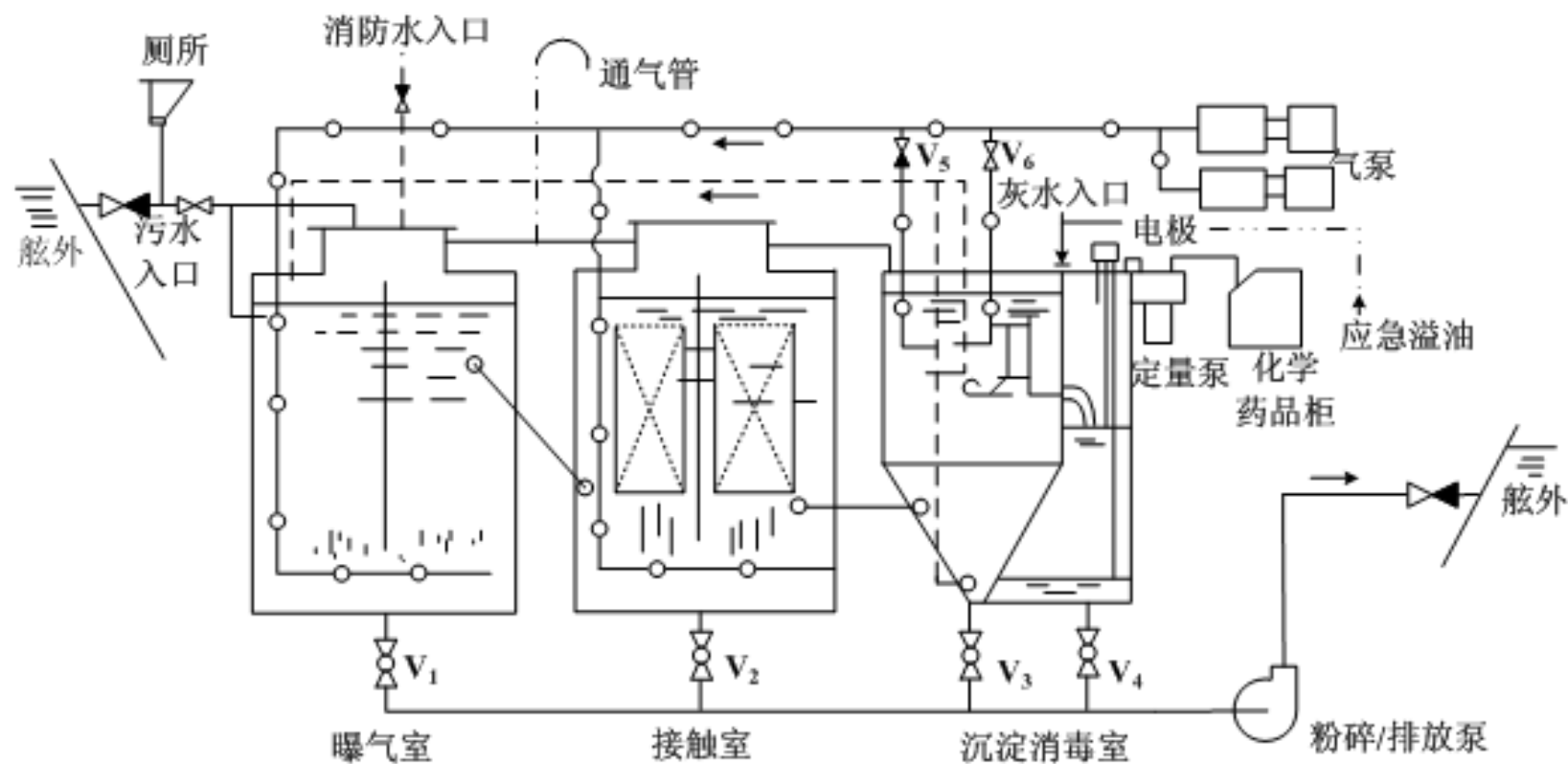
PH值 6~9

2. 装置结构和工作原理

原理: 采用生化法处理: 利用活性污泥与生物膜中的微生物在有氧环境下联合作用来消除污水中的有机污染物, 用化学方法消毒处理。



第四节 船用生活污水处理装置





第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

1. 主要性能指标:

2. 装置结构和工作原理

1) 曝气风机的作用:

提供活性污泥分解有机物时所需要的氧气;

提供活性污泥从沉淀消毒室返送至曝气室的动力。

2) 粉碎泵的作用:

排出处理后的污水;

粉碎并排放污泥。

3) 定量/加药泵的作用



第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

1. 主要性能指标:

2. 装置结构和工作原理

3. 外围管路

1) 污水入口管: 一路至舷外, 一路进入处理装置。

2) 通气管: 通至上甲板高出3 m, 管口加防火星网, 远离生活区或居室窗口。

3) 排水管: 取样考克, 防浪止回阀

4) 冲洗水管: 初次使用前, 清洗

5) 应急溢流管



第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

1. 主要性能指标:
2. 装置结构和工作原理
3. 外围管路
4. 操作管理

- 1) 初次运转的准备
- 2) 培养菌种
- 3) 正常运行
- 4) 污泥排放
- 5) 长期停用 (3 个月)

检查泵, 风机的轴承润滑, 转向
确认阀门开关位置
灌满清水

允许厕所污水进入
风机连续运转

闷曝

允许污泥返回

排放泵自动启停数次后停止

排放泵手动/自动位置确认

风机连续/断续确认

确认污泥返回情况

消毒室投药确认

每三个月排放沉淀柜

关闭污水进口阀们, 排空
清洗, 关闭阀门, 切断电源



第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

5. 关于风机

- 1) 润滑系统
- 2) 空气滤清器
- 3) 三角带
- 4) 定期检查安全阀
- 5) 检查泄漏、噪音、温升。
- 6) 避免空负载运转—可能会影响润滑



第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

5. 关于风机

6. 注意事项

- (1) 含氯消毒剂与某些物品接触可能引起危险
- (2) 防止任何热的或燃烧物质与次氯酸钠接触
- (3) 不要让次氯酸钠接触人眼、皮肤或衣服
- (4) 小心安放容器，
- (5) 在添加次氯酸钠粉时戴橡皮手套用金属器皿
- (6) 如果发生火灾、次氯酸钠粉散落，必须用大量水浇灭、冲洗。



第四节 船用生活污水处理装置

二、绿洲—哈姆沃西STC 型船用生活污水处理装置

1. 主要性能指标

5 日生化需氧量 (BOD ₅)	≤25 mg/L
化学需氧量 (COD)	≤125 mg/L
悬浮固体量 (SS)	≤35 mg/L
大肠杆菌群数(Coliform)	<100 个/100mL
pH	≤6~8.5
余氯 (Cl ⁻)	<0.5 mg/L



第四节 船用生活污水处理装置

二、绿洲—哈姆沃西STC 型船用生活污水处理装置

1. 主要性能指标

2. 装置的结构与工作原理

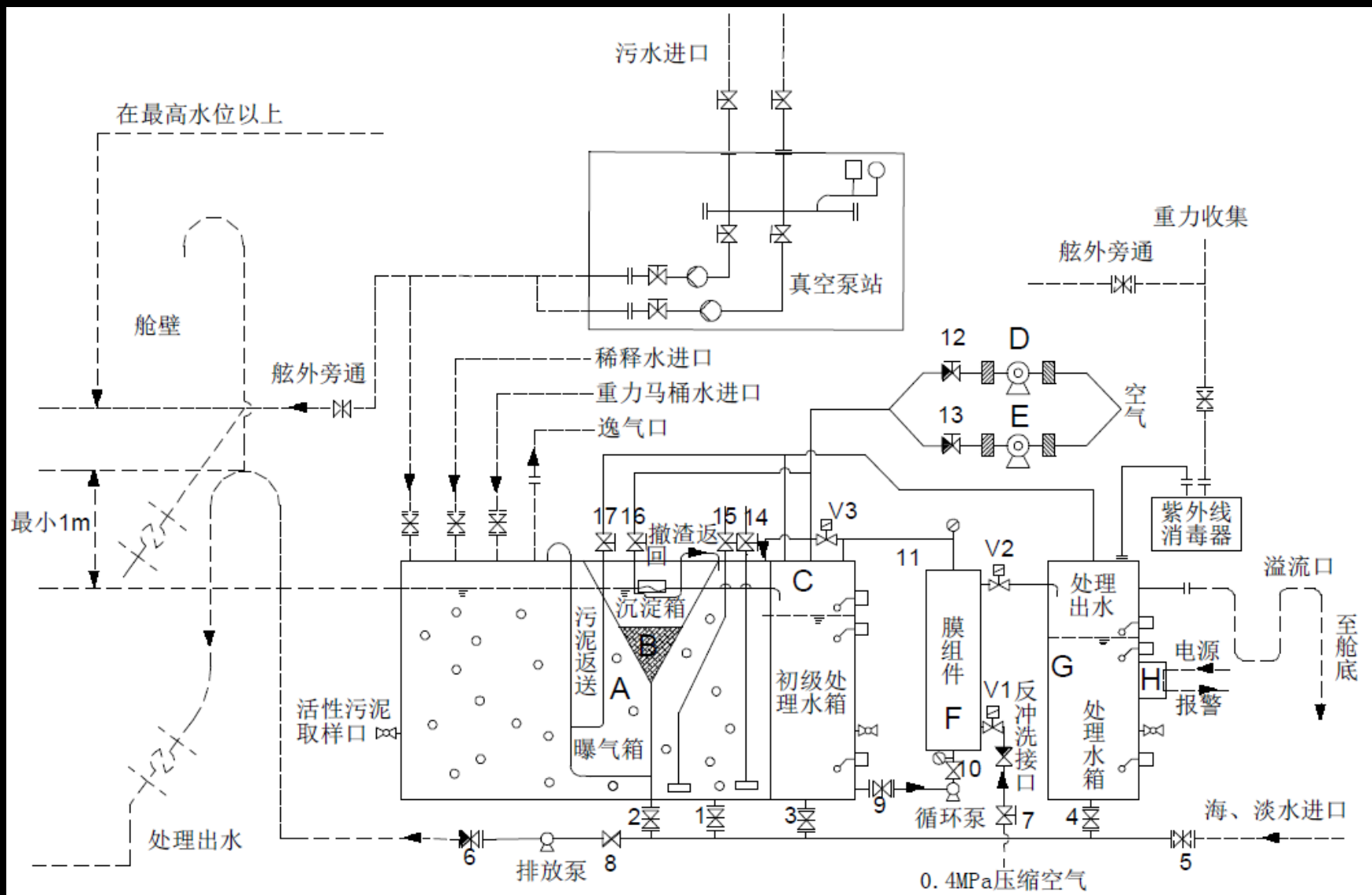
生物化学处理方式（活性污泥法）

CO₂、NH₃、H₂O 等无机物质产物

空气的作用：曝气，污泥回流及沉淀池表面浮渣回流的动力



第四节 船用生活污水处理装置





第四节 船用生活污水处理装置

二、绿洲—哈姆沃西STC 型船用生活污水处理装置

1. 主要性能指标
2. 装置的结构与工作原理
3. 管理

曝气池中活性污泥浓度不能过大，避免臭味

风机始终运转避免微生物死亡

不用化学药剂清洗厕所

检查风机出口压力

检查污泥返回情况



第四节 船用生活污水处理装置

三、WSH型生活污水处理装置

1、工作原理

物理-化学方式

机械分离

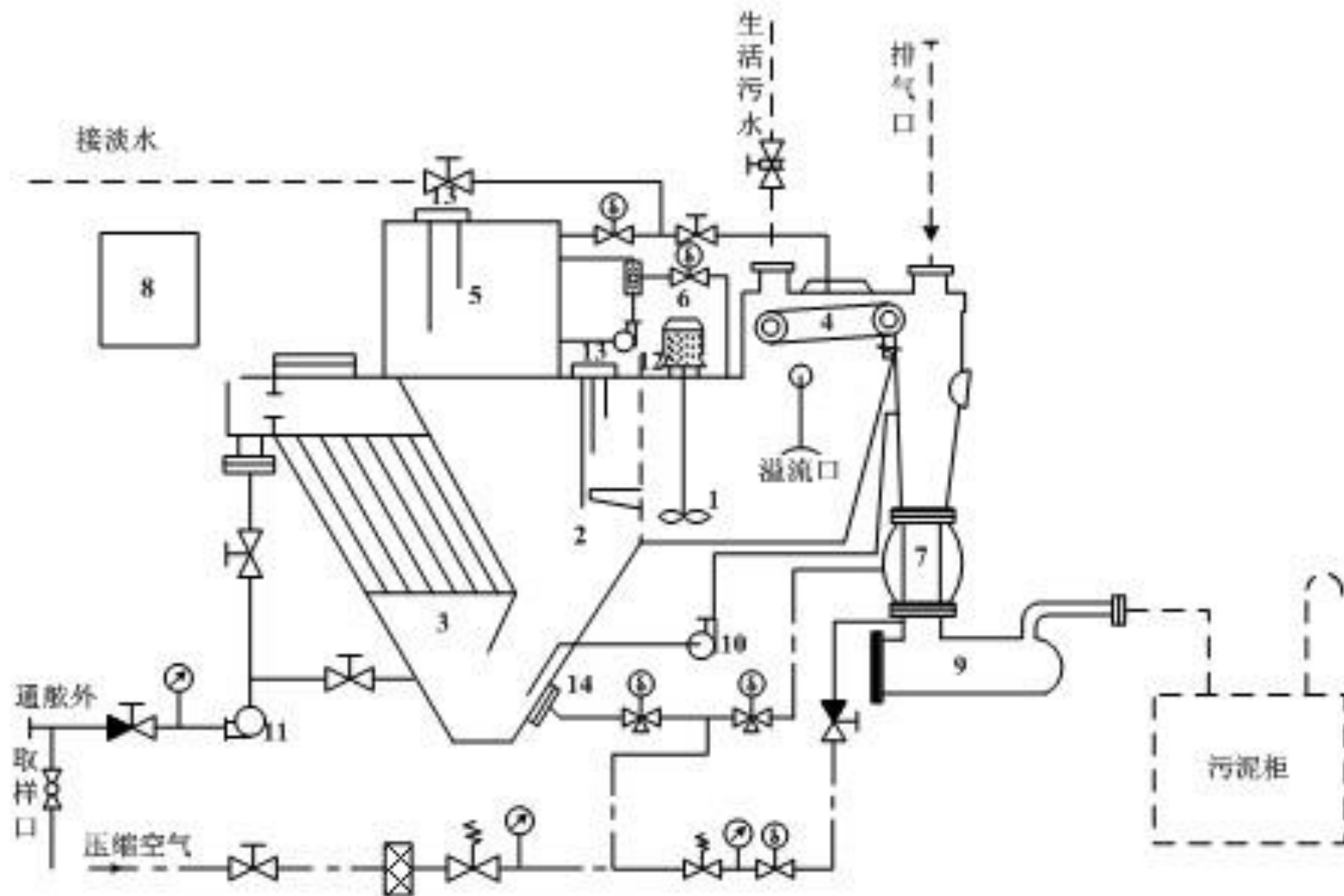
化学处理（氢氧化钙：絮凝剂+消毒剂）

2、结构及工作流程



第四节 船用生活污水处理装置

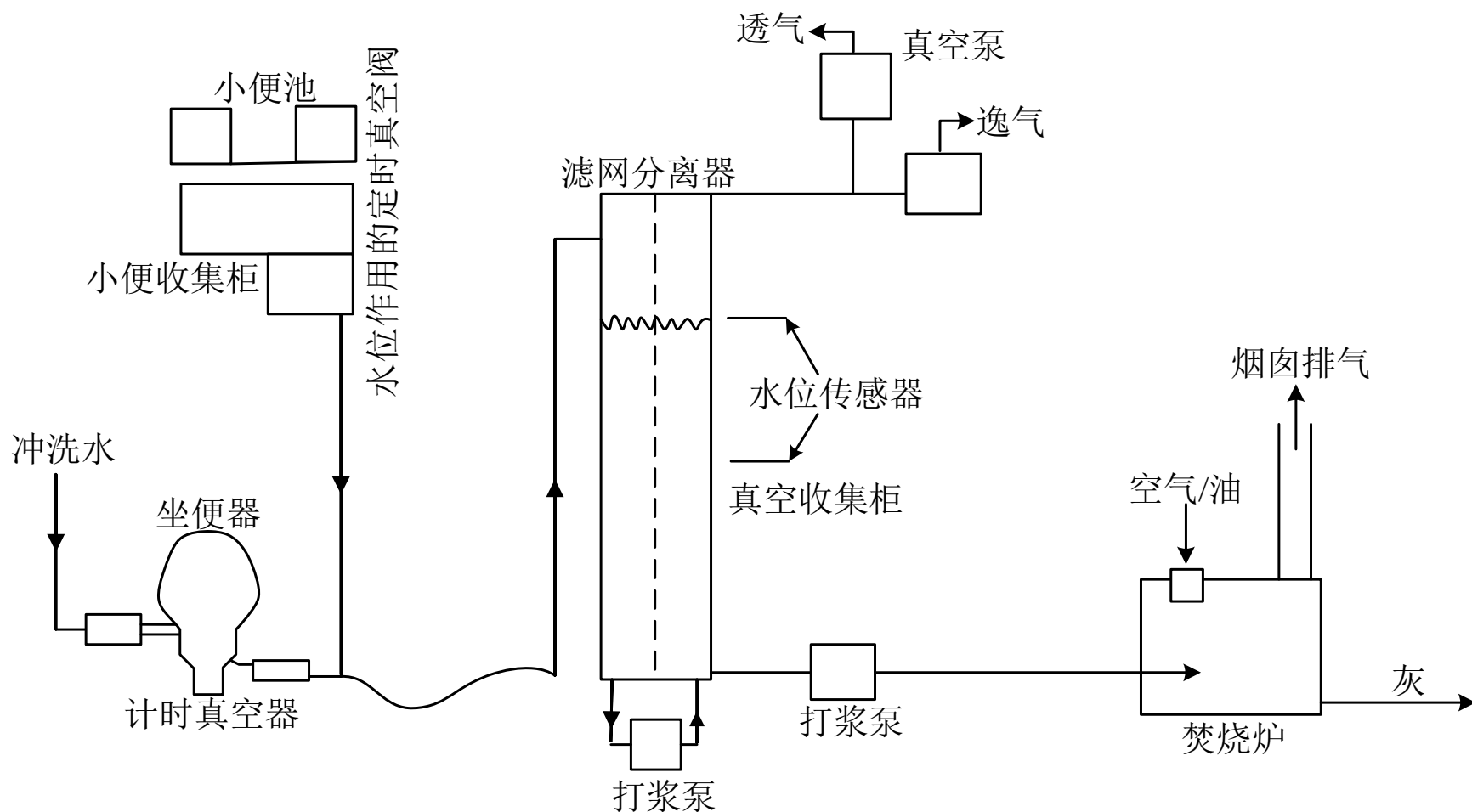
三、WSH型生活污水处理装置





第四节 船用生活污水处理装置

四、真空污水收集系统 (属无排放性)





第四节 船用生活污水处理装置

一、WCB型生活污水处理装置

二、绿洲—哈姆沃西STC型船用生活污水处理装置

三、WSH型生活污水处理装置

四、真空污水收集系统



复习思考题

- 1、船舶生活污水的来源有哪些，分别用哪些性质指标来评价？
- 2、MARPOL 73/78公约对防治船舶生活污水污染有哪些方面的要求？
- 3、《极地规则》对防治船舶生活污水污染有哪些方面的要求？
- 4、我国内河船舶法定检验规则对船舶生活污水排放有哪些要求？
- 5、常用的船舶生活污水处理有哪些方法？
- 6、试叙述WCB型生活污水处理装置的工作流程？
- 7、生化处理型生活污水处理装置在日常管理中应注意哪些问题？