



指南编号/Guideline No.K-05(201610)

K-05

船用生活污水处理装置

生效日期/Issued date:2016 年 10 月 28 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

CCS 产品检验指南规定了拟申请 CCS 认可/检验的船舶入级产品、授权法定产品的适用技术要求及检验试验要求。

本指南并不限制用户采用其它试验方法和要求,但相关试验方法及要求应不低于本指南的要求。

本指南由 CCS 编写和更新,通过网址 <http://www.ccs.org.cn> 发布,使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 mp@ccs.org.cn。

历史发布版本及发布时间 K-05(201510) 2015-10-20

本版本主要修改内容:

“5 原材料及零部件”进行修改,与规范协调一致。

目 录

1	适用范围.....	4
2	规范性引用文件.....	4
3	术语和定义.....	4
4	图纸资料.....	6
5	原材料及零部件.....	8
6	设计技术要求.....	8
7	型式试验.....	12
8	出厂检验.....	15

船用生活污水处理装置

1 适用范围

1.1 本指南适用于配套于 IMO MEPC.227 (64) 决议第 1.2 条“适用范围”船舶的生活污水处理装置的形式认可和检验。

2 规范性引用文件

2.1 认可和检验依据如下：

- (1) 《经 1978 年议定书修正的 1973 年国际防止船舶造成污染公约》(MARPOL73/78)附则IV “防止船舶生活污水污染规则”；
- (2) IMO MEPC.227 (64) 决议“2012 年生活污水处理装置排出物标准和性能试验实施指南”；
- (3) IMO MEPC.107(49)决议“修订的船舶机器处所舱底水防污染设备指南和技术条件”附件第 3 部分“防污染设备型式认可环境试验技术条件”。

2.2 上述认可和检验依据中的条款通过本指南的引用而成为本指南的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本指南，故在产品的型式认可、设计、制造、检验及检验时，应满足这些文件的最新版本要求。凡是不注明日期的上述引用文件，其最新版本适用于本指南。

3 术语和定义

3.1 本指南有关术语和定义如下：

- (1) MARPOL 公约附则 IV，系指：经第 MEPC.115(51)和 MEPC.200(62)号决议修正的《经 1978 年和 1997 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约》(防污公约)的经修订的附则 IV；
- (2) 稀释水(Qd)，系指：在排入物取样点后和排入物流量测量装置后被引入生活污水处理装置的稀释水、灰水、工艺用水和/或海水，见图 3.1；
- (3) 排出物(Qe)，系指：生活污水处理装置产生的经处理的废水，见图 3.1；

- (4) 排入物(Q_i)，系指：由处理装置进行处理的含生活污水、灰水或其他液流的液体，见图 3.1；
- (5) 稀释补偿系数 Q_i/Q_e ，系指：因稀释作用对于排出物进行修正的参数；
- (6) 水力负荷，系指：进入生活污水处理装置废水(Q_i)的系统设计流量；
- (7) 灰水，系指：排出的洗碟水、厨房水槽水、淋浴水、洗衣水、洗澡水以及洗脸水，不包括 MARPOL 附则 IV 第 1.3 条定义的马桶、小便池、医务室和动物处所的排出物，也不包括货物处所的排出物；
- (8) 冲洗水，系指：用于冲洗来自马桶或小便池的生活污水或其他废弃物并引入处理系统的运输介质；
- (9) 几何平均数，系指： n 个数乘积的第 n 次方根；
- (10) 生活污水，系指：
- ① 任何形式的厕所、小便池的排出物和其它废弃物；
 - ② 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；
 - ③ 装有活畜禽货的处所的排出物；或
 - ④ 混有上述排出物的其它废水。
- (11) 生活污水处理装置，系指：以生化法、电解法等处理方法，降低生活污水中耐热大肠杆菌群、悬浮固体量和生化需氧量等指标的装置；
- (12) 化学需氧量(COD)，系指：在一定条件下，处理水样所消耗的氧化剂量。该指标是反映水中还原性物质的一个指标，也是衡量水中有机物质含量的指标，其单位是 mg/l ；
- (13) 悬浮固体总量(Total Suspended Solidity)（简称 TSS），系指：水中呈悬浮状态的固体。使代表性试样滤过 $0.45\ \mu\text{m}$ 的滤膜，或用离心机分离后（至少 5 min，平均加速度为 $2800\sim 3200g$ ），在不低于 105°C 干燥后称重，或采用其它国际认可的等效试验标准检测而获得，其单位是 mg/l ；

- (14) 五日生化需氧量(BOD₅), 系指: 生化需氧量系指水样存放培养一段时间, 存放前后水样的溶解氧之差。BOD₅ 系指水中可被氧化物质 (特别是有机物) 在温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 培养时间为 5 天, 生物氧化分解所消耗的溶解氧量, 其单位是 mg/l ;
- (15) 耐热大肠杆菌(Thermotolerant coliforms), 系指: 在 44.5°C 情况下, 48 小时内可从乳糖产生气体的大肠杆菌群, 其单位是耐热大肠杆菌数量 (几何平均数) /100 ml;
- (16) 船上试验, 系指: 就型式认可而言, 对安装在船上的生活污水处理装置的试验;
- (17) 陆上试验, 系指: 就型式认可而言, 对生活污水处理装置的陆上试验。

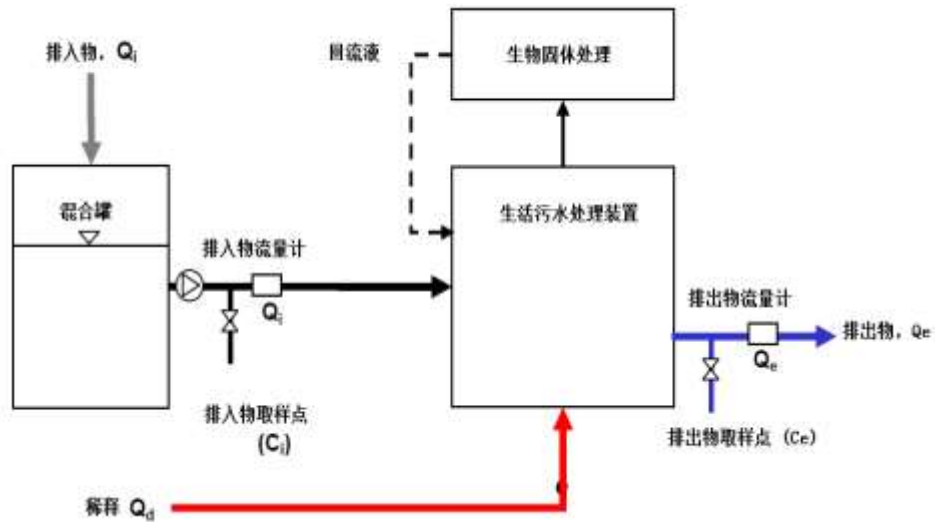


图 3.1

4 图纸资料

4.1 除 CCS 另有规定外, 申请方在申请船用生活污水处理装置认可时, 通常应向 CCS 提交以下图纸及技术文件。

4.2 下列图纸资料应提交 CCS 批准:

(1) 产品主要性能规格表, 主要包括:

- ① 设计处理能力参数：水力负荷、有机负荷等；
 - ② 工作温度范围（包括环境温度范围、淡水/海水等冲洗及反冲洗介质的温度范围）、冲洗/反冲洗/稀释用海水盐度范围；
 - ③ 排出物排放标准：耐热大肠杆菌、悬浮固体总量(TSS)、化学需氧量(COD)、五日无硝化生化需氧量(BOD5)、余氯（如用含氯类化学产品消毒）、PH 值等；
 - ④ 电制等。
- (2) 总装配图、箱体图（含内部结构）等；
 - (3) 系统工作原理图或工艺流程图、安全报警装置图等；
 - (4) 电气图（电气原理图、控制面板图、二次接线图等）；
 - (5) 型式试验大纲（申请本社型式认可时）；
 - (6) 出厂试验/检验大纲。

4.3 下列图纸资料应提交 CCS 备查：

- (1) 产品使用说明书，应至少包括以下内容：
 - ① 处理能力参数：平均、最大及最小水力负荷及有机负荷；；
 - ② 所处理污水的种类：应明确所能够处理的生活污水性质，是“黑水”（系指符合本章 3.1(10)定义的污水）、“灰水”，或黑水加灰水等，如排入物中含有灰水，则应说明灰水的水力负荷及有机负荷、灰水/黑水/冲洗水的比例（可参照标准 ISO 15749-1（2004）第 4.3 条），并应明确灰水注入前的去油脂、去毛发等要求；
 - ③ 淡水/海水（含盐度范围）、压缩空气、蒸汽等；
 - ④ 工作温度范围（由生活污水处理装置制造商确定）：环境工作温度范围、淡水/海水等冲洗及反冲洗介质的温度范围；
 - ⑤ 操作维护要求：工作原理及操作步骤描述说明（含流程图）、设备

故障原因分析及处理措施、关键设备/部件（膜组、紫外线消毒器、臭氧发生器、电解槽、气泵等）的维护保养及部件更换要求等。对于采用紫外线方法消毒的生活污水处理装置，紫外灯管供应商应提供其灯管的紫外线衰减特性，明确灯管更换周期或具体要求。对于使用消毒杀菌剂的设备，应明确药剂浓度和剂量；

⑥ 应明确：排入物中不应含有影响该装置正常使用的消毒剂；

⑦ 排出物排出管路布置图及排出水压力最小保证值。

(2) 处理能力计算书：应包括曝气停留时间、有机负荷去除及曝气供气量等的计算（按生化法处理原理的生活污水处理装置时）、膜组的选型（膜通量）计算、紫外线消毒器选型计算（应进行紫外剂量计算，确定该剂量可以有效消毒，且用于计算的剂量应是紫外灯管衰减末期的剂量）、臭氧发生器选型计算、电解槽选型或功率计算、大型生活污水处理装置在船舶营运工况下的摇摆强度计算等。对于排入物、稀释水、冲洗水中含有灰水的，还应考虑灰水的水力负荷及有机负荷等因素；

(3) 主要配套设备件清单、型号及主要性能参数：粉碎泵、气泵、循环泵（流程泵）、排放泵、真空喷射泵、加药泵、紫外线消毒器、臭氧发生器、膜组、电解槽等；

(4) 铭牌图等。

5 原材料及零部件

产品原材料及零部件应按照本社现行规范相关要求进行了控制。

6 设计技术要求

6.1 生活污水处理装置在下列环境条件下应能正常工作：

① 船舶横倾 $\pm 15^\circ$ 、横摇 $\pm 22.5^\circ$ 、纵倾 $\pm 5^\circ$ 、纵摇 $\pm 7.5^\circ$ 情况下；

② 在环境温度为 $0\sim 55^\circ\text{C}$ 情况下；

③ 在相对湿度不大于 90% 情况下；

④ 在该生活污水处理装置在与其正常运行位置任何平面的倾斜角达

22.5° 情况下。

6.2 配套于挂五星旗船舶的生活污水处理装置，设计水力负荷应不小于 70 升/人.天、有机负荷应不小于 35gBOD/人.天。

6.3 环境温度及排入物的温度由该装置制造商确定，可以参考 USCG 引用的美国联邦法规 33CFR159.119 条：环境温度为 5℃ 时，排入物温度为 2℃～32℃；环境温度为 50℃ 时，排入物温度为 2℃～32℃。

6.4 对于 IMO MEPC.227(64)决议第 1.2.2 条所述船舶（即于 2016 年 1 月 1 日或以后在下列船舶上安装的生活污水处理装置：所有区域的船舶（客船除外）和 MARPOL 附则 IV 特殊区域外的客船），其在进行申请主管机关签发型式认可证书的试验时，应达到下列排出物标准：

- (1) 耐热大肠杆菌群：采用薄膜滤器、多管发酵或等效分析程序测定的耐热大肠杆菌群计数的几何平均数不得超过 100 耐热大肠杆菌/100ml；
- (2) 悬浮固体总量（试验方法详见 MEPC.227(64)决议 4.1.2 条）：
 - ① 当装置在陆上型式试验时，在试验期间采集的排出物试样，其悬浮固体总量不得超过 35 Qi/Qe mg/l；
 - ② 当装置在船上型式试验时，可对试验期间的排出物取样中的悬浮固体总含量的最大值进行调整，并应计及冲洗水中的悬浮固体总量。主管机关在允许对最大 TSS 作此调整时，应确保在整个试验期间对冲洗水进行充分的 TSS 试验检测，以得出一个精确的几何平均数，并以此作为调整值（定为 x）。无论如何，许用最大 TSS 不得超过(35+x) Qi/Qe mg/l；
- (3) 无硝化生化需氧量、化学需氧量：主管机关应确保生活污水处理装置的设计应能减少可溶及不可溶有机物，以满足以下要求，即在试验期间排出物取样的 5 天无硝化生化需氧量（无硝化 BOD5）的几何平均值不超过 25Qi/Qe mg/L，化学需氧量 (COD) 不超过 125Qi/Qe mg/L。无硝化 BOD5 试验标准为 ISO 5815-1:2003，COD 试验标准为 ISO 15705:2002，或采用其他国际认可的等效试验标准；
- (4) 零值或未测得值：对耐热大肠杆菌，为能计算几何平均值，零值应以 1 个耐热大肠杆菌/100 ml 取代。对悬浮固体总量、无硝化生化需氧量及

化学需氧量，为了能计算几何平均值，低于探测下限的值应以探测下限值的 1/2 取代；

- (5) PH 值：在试验期间采集的排出物试样，其 PH 值应介于 6 和 8.5 之间；
- (6) 残余氯：如用含氯类化学品作为消毒剂，在试验期间采集的排出物试样，残余氯含量应低于 0.5mg/l。

6.5 对于 IMO MEPC.227(64)决议第 1.2.3 条所述船舶（即对于在 MARPOL 附则 IV 特殊区域内营运、拟将经处理的生活污水排出物排放入海的新客船，在 2016 年 1 月 1 日或以后安装上船的生活污水处理装置；和对于在 MARPOL 附则 IV 特殊区域内营运、拟将经处理的生活污水排出物排放入海的现有客船，在 2018 年 1 月 1 日或以后安装上船的生活污水处理装置），其在进行申请主管机关签发型式认可证书的试验时，除了满足上述 6.4 条的要求以外，排出物还应满足下列标准：

- (1) 氮、磷去除标准：试验期间的排出物取样中的氮、磷总含量的几何平均数不得超过（注 1）：
 - ① 氮总量： $20Q_i/Q_e$ mg/l 或至少 70%减少率（注 2）；（氮总量系指凯氏氮（有机和氨态氮）、硝态氮和亚硝态氮总量的总数）；
 - ② 磷总量： $1.0Q_i/Q_e$ mg/l 或至少 80%减少率（注 2）。
- (2) 氮、磷总量试验标准应为：

氮总量试验标准：ISO 29441:2010；磷总量试验标准：ISO 6878:2004；或采用其他国际认可的等效试验标准。

注 1：MEPC.227(64)决议第 4.4 条提及拟在 MEPC 第 66 次会议后对氮、磷去除标准进行讨论评审，但在其第 67、68 次会议上，并未对此予以最终确定，在 IMO MEPC 会议确定修正该去除标准之前，本社暂执行该要求。

注 2：系指与排入物负荷相关的减少率。

6.6 结构设计及附件要求：

- (1) 污水箱体应设有放泄、清洗、检查和维修用的开孔；

- (2) 污水箱体应设有通向大气的透气管接口，对于可能产生爆炸性气体的污水处理装置，其透气管末端应设火星熄灭装置（对于好氧型处理工艺的生活污水处理装置，可安装防止异物进入的简单防护设施）；
- (3) 污水箱体应设有应急溢流孔，一般设置在消毒室，且高度应高于高位报警液面；
- (4) 应设置方便操作的排入物、排出物取样装置；
- (5) 整个装置应有有效的防腐蚀措施等。
- (6) 处理水的排放：电气控制的设计应满足紫外线消毒器、臭氧发生器、电解槽等主要处理设备发生失电故障等不能正常工作时发出声光报警，并建议在“使用说明书”中明确生活污水处理装置使用的外排水压头参数，以便在船舶设计时考虑外排水管路考虑。

6.7 为达到上述排出物标准，经认可的生活污水处理装置不应仅对废水进行稀释。如认为稀释量对处理过程而言是必要的，对具有浓度限制（mg/l）的排出物标准应使用稀释补偿系数 Q_i/Q_e 并计及稀释 Q_d 的情况下，按比例予以调整。此外，对具有减少率的排出物标准，应将每个 24 h 试验日的累计流量 Q_i 和 Q_e （1/天）乘以相同的 24 h 试验日的相应浓度 C_i 和 C_e 的几何平均数（mg/l）来计算日减少率值的几何平均数。

整个试验周期 n 的总减少率为：

$$PR = \sqrt[n]{PR_1 \cdot PR_2 \cdots PR_n} \cdot 100$$

式中 PR_n 为日去除值：

$$PR_n = \frac{\left(\frac{(Q_i)_n \cdot \sqrt[s]{(C_i)_1 \cdot (C_i)_2 \cdots (C_i)_s}}{1000} \right)_n - \left(\frac{(Q_e)_n \cdot \sqrt[s]{(C_e)_1 \cdot (C_e)_2 \cdots (C_e)_s}}{1000} \right)_n}{\left(\frac{(Q_i)_n \cdot \sqrt[s]{(C_i)_1 \cdot (C_i)_2 \cdots (C_i)_s}}{1000} \right)_n}$$

式中：n 代表试验日的编号；s 代表试验日 n 的取样号。

6.8 电气控制箱：应经型式试验，以验证能够满足 IMO MEPC.107（49）

决议“修订的船舶机器处所舱底水防污染设备指南和技术条件”附件第3部分“防污染设备型式认可环境试验技术条件”的要求，以及本社《钢质海船入级规范》第4篇第2章、第3章要求。对于PLC控制器等电气控制设备，还应满足本社《钢质海船入级规范》第7篇第2章第6节等要求。

6.9 紫外线消毒器应设有清洁装置及放残阀。

7 型式试验

7.1 型式试验可采用以下两种方法中的一种：在陆上模拟船上条件下的试验，在船上实际营运运行条件下的试验。

7.2 型式试验样机的选取：

- (1) 试验生活污水处理装置样机应是全尺寸装置；
- (2) 根据计算书内容能够确认不同处理能力的生活污水处理装置是属于“同一系列”的，“同一系列”系指采用同样的工作原理和制造技术，例如对于生化法装置，其污水停留时间和单位BOD需氧量基本一致的产品系列），其试验样机的选取应由本社型式认可执行单位根据具体情况（应充分考虑缩放比例），在该系列中选取设计工况最为恶劣（应考虑倾斜工况、大型产品在摇摆工况下的结构稳性等因素）的型号作为试验样机，来代表整个系列的系列生活污水处理装置进行试验，样机的选取还应充分考虑到生活污水处理装置尺度的增大和减小可能对生活污水处理装置处理性能会带来的限制。对于很大、很小或情况独特的生活污水处理装置，可依照原型试验核准。如果无法提供计算书对各规格型号生活污水处理装置是否属“同一系列”产品进行判定的，则每个型号规格设备均应进行型式试验。

7.3 型式试验项目及要求：

- (1) 外观、尺寸、焊接质量及装配质量等检验：
 - ① 检查生活污水处理装置的外观、尺寸、焊接质量和内外壁防腐涂层等质量，应符合设计要求；
 - ② 检查泵类、杀菌消毒设备及部件、管路、阀件、电气控制设备、仪表等的安装情况，符合设计要求。

(2) 密性试验: 各箱体应进行 2.1m 水柱高度压力的试验, 检查各箱体之间、总箱体应无渗漏、变形等。

(3) 性能试验:

- ① 原污水质量: 在陆上试验时, 用于试验的排入物应是由粪便、便纸和厕所冲洗水组成的新鲜污水, 必要时加入未经处理的原始生活污水泥, 以达到将与核准生活污水处理装置时所依据的人数和水力负荷相应的悬浮固体总量的最小浓度。试验应计及系统的类型(如真空型或重力型坐便器)以及处理前可能加到生活污水里的任何冲洗用的水或灰水。无论如何, 排入物的悬浮固体总量浓度不得少于 500 mg/l。在船上试验时, 用于试验的排入物可视为船上正常营运条件下产生的生活污水, 但排入物的悬浮固体总量平均浓度不得少于 500 mg/l, 排入物的 BOD5 指标也应予以测量并记录。型式试验时, 应按照排入物(原污水)及排出物(处理后水)的平均 BOD 浓度及平均水力负荷进行计算, 来确定处理能力大小, 试验结果不应低于设计要求。对于灰水注入、真空收集污水方式等具体情况, 应参照相应的标准;

对于用于 IMO MEPC.227(64)决议第 1.2.3 条所述船舶配套的生活污水处理装置, 应测量原污水的总氮量、总磷量(对于排入物、稀释水中含有灰水的生活污水处理装置, 应测量灰水的总氮量、总磷量); 对排入物中含有灰水的生活污水处理装置, 应使用混合水进行试验, 黑水及灰水混合比例可参照 ISO 15749-1(2004)第 4.3 条要求执行。灰水制备要求建议如下: 洗涤剂量 10g/100L、洗衣粉量为 20g/100L、洗发液量为 5g/100L、食用油 25g/100L 和理发店头发为 1g/100L;

- ② 试验持续时间: 生活污水处理装置试验时, 在达到稳定状态工况后, 试验持续时间至少为 10 天, 至少应对处理后排入物采集 40 份试样;
- ③ 负荷要素: 在试验期间, 应分别在最小、平均和最大容量负荷情况下进行试验, 负荷要素及取样时间可参考图 7.3, 陆上试验和海上试验的区别要求, 详见 MEPC.227(64)决议第 5.4 条;
- ④ 取样的方法和次数: 对每一份排出物取样均应提取一份排入物取样进行分析, 并记录分析结果。如有可能, 应增加排入物和排出物的取样次数, 以留有误差裕度, 详见 MEPC. 227(64)决议第 5.5;

- ⑤ 盐度和温度：应在制造厂设计规定的盐度和温度范围（包括环境温度范围、排入物温度范围及冲洗/反冲洗介质温度范围）内进行试验，海水盐度不低于 35g/L，温度范围按照本章 4.2（1）②条。试验时间至少为两天。
- ⑥ 倾斜试验（含在 10 天型式试验时间内）：生活污水处理装置在陆上试验时，应在与其正常运行位置任何平面的倾斜角达 22.5° 时的倾侧工况试验，试验时间至少为两天；试验时，应按生活污水处理装置的液位控制可靠性、电气可靠性、设备整体稳性等最为恶劣倾斜工况，来选取试验样机的倾斜方向；
- ⑦ 排出物的分析与测试：对于生活污水处理装置，除了应做耐热大肠杆菌群、悬浮固体总量、化学需氧量、5 日生化需氧量、PH 值和余氯等分析与测试外，还可适当考虑做排出物的浊度、磷总量等分析与测试。生活污水处理装置应尽量使用臭氧、紫外线或其它对环境影响最小的消毒剂。当用含氯类化学品作为杀菌消毒剂时，排出物的消毒剂残余含量应低于 0.5 mg/l；排出物的测试标准应满足 IMO MEPC.227(64)决议的要求；
- ⑧ 零负荷试验：生化法生活污水处理装置，应考虑进行零负荷试验，装置停止运行两天后重新运行该装置，在 1 至 2 天内，生活污水处理装置应能恢复处理能力。零负荷试验时间，可安排在上述试验项目完成时间之后。

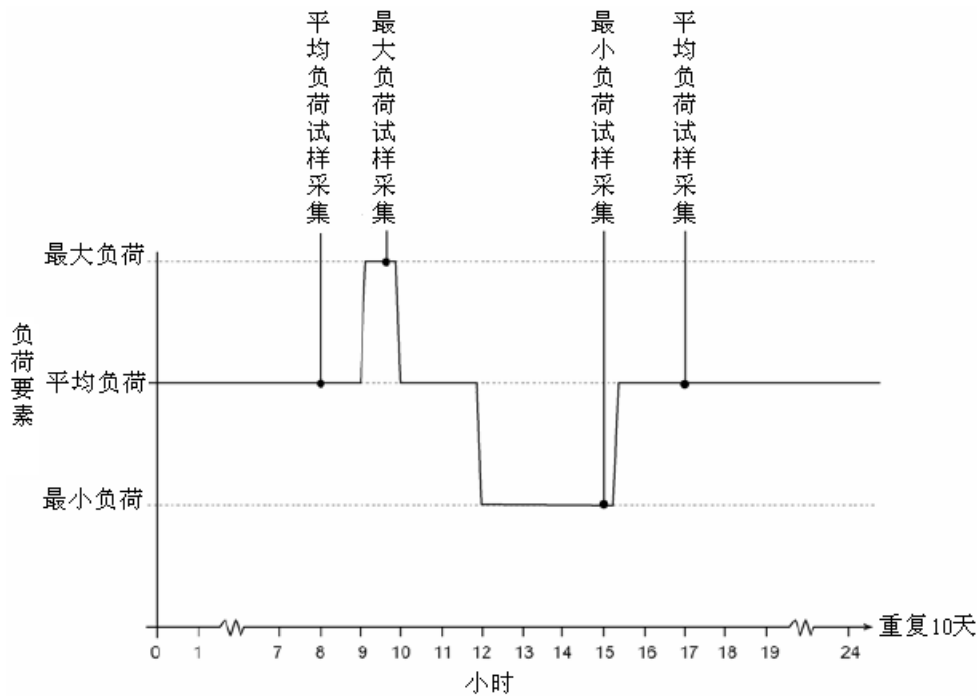


图 7.3 为试验生活污水处理装置建议的水力负荷要素和取样次数,可作必要修改以计及各个生活污水处理装置的特点

- (4) 紫外线消毒器、臭氧发生器、电解槽等主要处理设备发生失电等故障，不能正常工作时，应有声光报警；
- (5) 拆检：型式试验结束后，试验样机应进行拆检，内部腐蚀情况、油漆喷涂质量等情况应符合设计要求。

7.4 排出物水样检测机构：应为国家认可的且有相应资质的、本社可接受的权威检测机构。

8 出厂检验

8.1 检验内容：

- (1) 本社船用产品证书或工厂质量合格证明文件的核查；
- (2) 记录报告和检验、试验条件的核查：核查在制造厂完工的主要产品零部件的材料质量保证书和/或理化性能报告；核查制造厂检验、测量、试验条件、试验/检测设备清单及有效计量检定证明文件；核查制造厂试验报告：包括样机型号、规格、产品编号、试验地点、试验日期、

试验环境、试验项目及各项试验数据、检验和试验的结论等，以及核查、试验中发现的问题及处理措施的说明等。

8.2 认可后的单件/单批检验和试验项目如下：

- (1) 外观、尺寸、焊接质量及装配质量等检验；
- (2) 箱体密性试验（压力为 2.1m 水柱高度）；
- (3) 设备运转试验：检查如气泵、排放泵、粉碎泵、加药泵、臭氧发生器、紫外线消毒器、电解槽等设备的运转试验是否正常；
- (4) 清水动作试验：用清水进行试验，检查装置各部件运转情况是否正常；
- (5) 回流效用试验（适用于生化法生活污水处理装置）：打开提升回流污泥和撇渣回流空气阀，检查回流是否正常。
- (6) 紫外线消毒器、臭氧发生器、电解槽等主要处理设备发生失电故障等不能正常工作时，应有声光报警。

8.3 应特别关注 IMO MEPC 第 69 次及以后会议可能会对于 MEPC.227(64) 决议第 4.2.1 条的“拟在特殊区域内排放生活污水排出物的客船上安装的生活污水处理装置的氮、磷去除率标准”的要求发生变化（原定于 IMO MEPC 第 67、68 次会议上确定氮、磷去除标准，但均无相应的最终明确要求）。