

ICS 21.020

CCS R 50



# 团 体 标 准

T/CEATEC XXX—202X

---

## 大型水处理机器人

Large water treatment robot

(征求意见稿)

202X-X-XX 发布

202X-X-XX 实施

---

中国欧洲经济技术合作协会 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类与型号 .....	2
4.1 分类 .....	2
4.2 型号命名规则 .....	2
5 技术要求 .....	2
5.1 一般要求 .....	2
5.2 性能要求 .....	2
5.3 能源与续航 .....	3
5.4 电气与安全要求 .....	3
5.5 智能化要求 .....	3
5.6 噪声与环保要求 .....	3
5.7 可靠性要求 .....	3
6 试验方法 .....	3
6.1 一般要求试验 .....	3
6.2 性能试验 .....	4
6.3 能源与续航试验 .....	4
6.4 电气与安全性能试验 .....	4
6.5 智能化性能试验 .....	5
6.6 噪声与环保试验 .....	5
6.7 可靠性试验 .....	5
7 检验规则 .....	5
7.1 检验分类 .....	5
7.2 出厂检验项目 .....	5
7.3 型式检验条件 .....	5
8 标志、包装、运输和贮存 .....	6
8.1 标志 .....	6
8.2 包装 .....	6
8.3 运输 .....	6
8.4 贮存 .....	6

## 前言

本文件按GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

# 大型水处理机器人

## 1 范围

本文件规定了大型水处理机器人的分类与型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于应用于市政污水处理厂、工业废水处理系统、河道及湖泊治理工程中的大型水处理机器人（以下简称“机器人”）。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图形符号标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13306 标牌

GB 18384 电动汽车安全要求

GB/T 42982 工业机器人平均无故障工作时间计算方法

GB/T 43849 水下机器人整机及零部件基本环境试验方法 水静压力试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 4208、GB/T 43849界定的及以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**大型水处理机器人** large water treatment robot

用于水体处理过程中执行清淤、投药、监测、过滤或维护作业的自动或半自动机械设备系统。

### 3.2

**水处理作业模块** water treatment operation module

机器人用于实现特定功能（如曝气、加药、过滤）的功能单元。

### 3.3

**远程控制系统** remote control system

通过无线或有线方式对机器人进行操作与监控的系统。

### 3.4

#### 水处理 AI 智能体 water treatment ai agent

运行于水处理机器人内部，能够实现自主感知、路径规划、自动运营及智能保障的数字化管理系统。

## 4 一般要求

### 4.1 外观要求

机器人表面应无明显缺陷，焊接部位应牢固无裂纹。

### 4.2 防护等级

防护等级 $\geq$ IP68。

### 4.3 防腐等级

水下运动部件应采用耐腐蚀材料，防腐等级应满足连续水下运行 $\geq$ 3年无结构性损伤。

### 4.4 模块化

机器人应采用模块化设计，支持工厂化预制和现场快速组装，实现交付时间较传统模式缩短70%以上。

## 5 技术要求

### 5.1 性能要求

#### 5.1.1 处理能力

具体要求如下：

- a) 实际处理能力不低于额定值的95%；
- b) 波动工况下（ $\pm 20\%$ 负载），处理能力衰减 $\leq 10\%$ 。

#### 5.1.2 处理效果

要求如下：

- a) 处理效率 $\geq 90\%$ ；
- b) 残留淤泥厚度 $\leq 5$  cm。

#### 5.1.3 运行稳定性

具体要求如下：

- a) 连续运行时间 $\geq 72$ h无故障；
- b) 平均无故障时间（MTBF） $\geq 1000$ h；
- c) 故障恢复时间 $\leq 30$ min。

#### 5.1.4 运动与定位性能

具体要求如下：

- a) 最大运行速度： $\geq 1.0$  m/s（水面型）；
- b) 定位精度： $\leq \pm 0.5$  m（GPS环境）；
- c) 水下定位精度： $\leq \pm 1.5$  m；
- d) 路径重复误差 $\leq \pm 1\%$ 。

#### 5.1.5 控制与响应性能

具体要求如下：

- a) 控制响应时间 $\leq 1$ s；
- b) 指令执行成功率 $\geq 99\%$ ；
- c) 通信延迟 $\leq 200$  ms（无线模式）。

#### 5.1.6 环境适应性

具体要求如下：

- a) 工作温度： $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；

- b) 存储温度:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 相对湿度:  $\leq 95\%$ ;
- d) 抗风浪能力:  $\geq 3$ 级水面风浪;
- e) 抗水流能力:  $\geq 1.5\text{ m/s}$ 。

## 5.2 能源与续航

具体要求如下:

- a) 连续作业时间 $\geq 8\text{ h}$  (满负载);
- b) 能源利用效率 $\geq 80\%$ ;
- c) 具备低电量自动返航功能;
- d) 充电时间 $\leq 6\text{ h}$  (常规充电);
- e) 电池循环寿命 $\geq 1000$ 次。

## 5.3 电气与安全要求

### 5.3.1 电气系统

应符合GB/T 5226.1的规定。

### 5.3.2 绝缘电阻

绝缘电阻 $\geq 100\text{ M}\Omega$

### 5.3.3 接地电阻

接地电阻 $\leq 4\text{ }\Omega$ 。

### 5.3.4 安全功能

应具备漏电保护功能。

## 5.4 智能化要求

### 5.4.1 感知能力

数据采集频率 $\geq 1$ 次/min。

### 5.4.2 数据处理能力

具体如下:

- a) 数据存储时间 $\geq 30$ 天;
- b) 数据丢包率 $\leq 1\%$ 。

### 5.4.3 智能控制能力

具体如下:

- a) 自动路径规划成功率 $\geq 95\%$ ;
- b) 避障响应时间 $\leq 0.5\text{ s}$ 。

### 5.4.4 自主运行

可通过水处理AI智能体实现工艺参数的动态自动调整。

## 5.5 噪声与环保要求

具体要求如下:

- a) 运行噪声 $\leq 75\text{ dB}$  (距设备1m处);
- b) 不应产生二次污染;
- c) 油液泄漏率为0;
- d) 工业废水回用率不低于 70%。

## 5.6 可靠性要求

平均无故障工作时间 (MTBF) 应不少于800h。

## 6 试验方法

### 6.1 性能试验

### 6.1.1 处理能力试验

具体如下：

a) 标准工况下（水温 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ），用流量计连续3次测量处理流量（每次 $\geq 10 \text{ min}$ ），实际处理能力 $\geq$ 额定值95%为合格；

b) 波动工况（80%、100%、120%负载）下，处理能力衰减 $\leq 10\%$ 为合格。

### 6.1.2 处理效果试验

根据不同类型机器人，进行不同的试验。

#### 6.1.2.1 清淤型

具体如下：

a) 选取 $\geq 100 \text{ m}^2$ 、淤泥 $\geq 20 \text{ cm}$ 试验区域，作业后每 $10 \text{ m}^2$ 抽样1点；

b) 清淤效率 $\geq 90\%$ 且残留淤泥 $\leq 5 \text{ cm}$ 为合格。

#### 6.1.2.2 投药型

具体如下：

a) 连续投药30min，每5 min抽样1次；

b) 投加误差 $\leq \pm 5\%$ 且混合均匀度 $\leq 10\%$ 为合格。

#### 6.1.2.3 综合型

按上述对应功能试验方法测试，均满足指标即为合格。

### 6.1.3 运行稳定性试验

具体如下：

a) 额定工况下连续运行72 h无故障为合格；

b) 累计运行1000h，MTBF $\geq 1000\text{h}$ 为合格；

c) 模拟3种常见故障（传感器故障、通信故障、执行机构故障），恢复时间 $\leq 30\text{min}$ 为合格。

### 6.1.4 运动与定位性能试验

具体如下：

a) 平整水面测100 m运行速度 $\geq 1.0 \text{ m/s}$ 为合格；

b) GPS环境定位偏差 $\leq \pm 0.5 \text{ m}$ 、水下定位偏差 $\leq \pm 1.5 \text{ m}$ 为合格；

c) 100 m标准路径运行3次，重复误差 $\leq \pm 1\%$ 为合格。

### 6.1.5 控制与响应性能试验

具体如下：

a) 控制响应时间平均 $\leq 1\text{s}$ 为合格；

b) 指令执行成功率 $\geq 99\%$ 为合格；

c) 无线通信延迟平均 $\leq 200\text{ms}$ 为合格。

### 6.1.6 环境适应性试验

具体如下：

a) 按GB/T 2423.1、GB/T 2423.2执行，做高低温试验，设备功能正常为合格；

b) 按GB/T 2423.4执行，做湿热试验，设备功能正常为合格；

c) 模拟3级风浪、1.5m/s水流，连续运行1h平稳无故障为合格。

## 6.2 能源与续航试验

按GB/T 18487执行。

## 6.3 电气与安全性能试验

### 6.3.1 电气系统试验

具体如下：

a) 按GB/T 5226.1执行，测试电气系统；

b) 按GB/T 18384执行，绝缘电阻 $\geq 100 \text{ M}\Omega$ 、接地电阻 $\leq 4 \Omega$ 。

### 6.3.2 安全功能

安全功能均能正常出发为合格。

## 6.4 智能化性能试验

#### 6.4.1 感知能力试验

具体如下：

- a) 选取清洁水、轻度污染水、中度污染水3种典型试验水体；
- b) 将机器人置于试验水体中开启水质感知功能；
- c) 重点检测pH、溶解氧、浊度3项核心指标，可根据机器人设计附加检测其他水质指标；
- d) 试验持续运行1h，每10min记录1次感知数据，同步采用实验室标准检测仪器对同一采样点进行检测，对比两组数据偏差；
- e) 感知数据采集频率需 $\geq 1$ 次/min，与实验室标准数据偏差 $\leq \pm 5\%$ ，感知传感器无卡顿、无数据丢失即为合格。

#### 6.4.2 数据处理能力试验

具体如下：

- a) 开启机器人数据处理与传输功能，模拟实际工作场景持续运行30天；
- b) 期间每24h核查1次本地数据存储完整性、可追溯性，通过远程监控平台实时统计数据丢包率；
- c) 试验结束后导出本地存储数据与远程接收数据，核实数据一致性，同时验证远程升级功能；
- d) 要求数据存储时间 $\geq 30$ d，远程传输丢包率 $\leq 1\%$ ，本地与远程数据一致性 $\geq 99.9\%$ ，支持4G/5G/专网稳定传输，远程升级过程无中断、升级后设备功能正常即为合格。

#### 6.4.3 智能控制能力

具体如下：

- a) 选取 $\geq 1000\text{m}^2$ 试验区域，模拟实际作业场景设置10条复杂路径；
- b) 开启机器人自动路径规划功能，连续运行3次，记录路径规划成功率、避障响应时间；
- c) 在路径中随机设置5个不同大小障碍物模拟水下杂物、突出物，测试避障响应及时性；
- d) 同步验证机器人与远程控制系统联动性，下达启动、停止、转向、作业模式切换指令各10次，记录指令执行情况；
- e) 自动路径规划成功率 $\geq 95\%$ 、避障响应时间 $\leq 0.5\text{s}$ 、指令执行成功率 $\geq 99\%$ ，且机器人可沿规划路径自主完成作业、无偏离无碰撞即为合格。

#### 6.5 噪声与环保试验

具体如下：

- a) 噪声试验：距设备1m处噪声 $\leq 75\text{dB}$ 为合格；
- b) 环保试验：连续运行24h无二次污染、油液泄漏率为0为合格。

#### 6.6 可靠性试验

应按GB/T 42982执行。

### 7 检验规则

#### 7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

#### 7.2 出厂检验项目

外观。

#### 7.3 型式检验条件

##### 7.3.1 检验时机

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或首次批量生产时；
- b) 产品结构、材料、工艺有重大变更，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产1年以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大偏差时；

e) 产品每批量生产50台时，应进行一次型式检验。

### 7.3.2 抽样规则

型式检验的抽样应从出厂检验合格产品中随机抽取，按照GB/T 2828.1的规定进行。

### 7.3.3 合格判定

所有检验项目均符合本文件规定，判定为型式检验合格，任一项不符合规定时，判定为不合格，非安全要求项目不合格应进行返工处理，复检一次（仅限原不合格项），安全要求项目不合格应进行报废处理。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

设备本体应在醒目位置设置铭牌，内容包括：产品名称、产品型号、防护等级、整机质量、制造商名称、地址、联系方式、产品出厂编号、产品制造日期、产品安全标志证书编号，应符合GB/T 191的相关规定。

### 8.2 包装

#### 8.2.1 包装材料

机器人的包装应符合GB/T 13384的规定，采用防震、防潮、防尘、防碰撞的木质包装箱，包装箱内部应采用泡沫、珍珠棉等缓冲材料进行固定和防护，核心部件、易损部件应单独包装并固定。

#### 8.2.2 包装标识

包装箱上应标注“小心轻放”、“防潮”、“防震”等标识。

#### 8.2.3 随机文件与配件

包装箱内应有随机文件，随机文件包括：产品合格证、产品使用说明书、检验报告、配件清单、保修卡、售后服务联系方式等。

### 8.3 运输

#### 8.3.1 运输方式

机器人可采用公路、铁路等方式运输。

#### 8.3.2 运输要求

应满足以下要求：

- a) 运输过程中应避免剧烈冲击、振动、碰撞、雨淋、暴晒、重压；
- b) 包装箱应固定牢固，防止运输过程中发生位移和倾倒；
- c) 运输环境温度应满足 $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 95\%RH$ ；
- d) 严禁与腐蚀性介质、易燃易爆物品、尖锐硬物混装运输。

### 8.4 贮存

应满足以下要求：

- a) 机器人应贮存在通风、干燥、阴凉、无腐蚀性气体、无易燃易爆物品、无强电磁干扰的库房内，库房内应设置消防设施，严禁明火；
- b) 贮存环境温度应满足 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%RH$ ，无凝露；
- c) 机器人的电池应单独贮存，且电池SOC保持在50%~80%；
- d) 长期贮存（超过3个月）时，应每月对机器人进行一次通电检查，电池每月补充充电一次，保持OC在50%~80%。