

**Hengyi Industries Sdn Bhd**

**恒逸实业（文莱）有限公司**

 HYBN-T4-16-0005-004-2020

**Production Technology Monthly Report**

**of Water Treatment**

**水处理生产技术月报**

Issued Date：Apr. 2021 发布日期：2021年4月

Prepared by: Chen Daixing, Wang Liang

**编 写：陈代兴 王亮**

Checked by:Ying Tangjin

**审 核：应唐进**

Approved by:She Hongmei

**审 定：佘红梅**

**目录**

[**1 生产概况 5**](#_Toc57927140)

[1.1湖水利用单元 5](#_Toc57927141)

[1.2第一循环水场（简称一循） 5](#_Toc57927142)

[1.3热水站 6](#_Toc57927143)

[1.4给水消防加压泵站 6](#_Toc57927144)

[1.5污水处理场 7](#_Toc57927145)

[**2 生产大事记 7**](#_Toc57927146)

[2.1 湖水利用单元 7](#_Toc57927147)

[2.2装置区热水站 7](#_Toc57927148)

[2.3一循 8](#_Toc57927149)

[2.4给水消防加压泵站 8](#_Toc57927150)

[2.5 污水处理场 8](#_Toc57927151)

[2.6主厂区制冷站 8](#_Toc57927152)

[2.7 雨水系统 8](#_Toc57927153)

[**3 装置能耗 9**](#_Toc57927154)

[3.1 综合能耗及对比 9](#_Toc57927155)

[3.2 装置节能情况 11](#_Toc57927156)

[**4 装置原料 11**](#_Toc57927157)

[4.1原料性质 11](#_Toc57927158)

[4.2 原料质量与控制指标分析 12](#_Toc57927159)

[**5 产品质量 12**](#_Toc57927160)

[5.1 各装置产品质量 12](#_Toc57927161)

[5.2 产品合格率 18](#_Toc57927162)

[**6 工艺过程管理 19**](#_Toc57927163)

[6.1 工艺控制指标 19](#_Toc57927164)

[6.2 装置平稳率 20](#_Toc57927165)

[6.3 盲板管理 20](#_Toc57927166)

[**7 工艺联锁及报警 21**](#_Toc57927167)

[7.1 装置联锁投用情况 21](#_Toc57927168)

[7.2 装置联锁启动情况说明 21](#_Toc57927169)

[7.3 生产过程参数报警 21](#_Toc57927170)

[**8 化工辅料管理 22**](#_Toc57927171)

[8.1湖水利用单元消耗及分析 22](#_Toc57927172)

[8.2污水场消耗及分析 22](#_Toc57927173)

[8.3第一循环水场消耗及分析 23](#_Toc57927174)

[**9 工艺技术分析 24**](#_Toc57927175)

[9.1 主要工艺参数调整的技术分析 24](#_Toc57927176)

[9.2 装置长周期运行的相关技术分析 24](#_Toc57927177)

[9.3 生产瓶颈、热点问题的技术分析 24](#_Toc57927178)

[**10 技术改造 25**](#_Toc57927179)

[10.1 技改项目实施进度 25](#_Toc57927180)

[10.2 技术改造项目效果评价 25](#_Toc57927181)

[**11 生产波动分析 25**](#_Toc57927182)

[**12 工艺防腐 25**](#_Toc57927184)

[12.1 原料杂质含量分析 25](#_Toc57927185)

[12.2 相关设施运行情况 26](#_Toc57927186)

[12.3 腐蚀监测点分析结果 26](#_Toc57927187)

[**13 环保管理 27**](#_Toc57927188)

[13.1 环保监控点分析数据 27](#_Toc57927189)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Hengyi Industries Sdn Bhd 恒逸实业（文莱）有限公司** |
| **Production Technology Monthly Report of Water Treatment****水处理生产技术月报** |
| Doc. No. | HYBN-T4-16-0005-004-2020 | Ver. No. | 1 | Page 5 of 28 |

# 1 生产概况

本月水处理各装置平稳率100%，联锁投用率100%。各单元生产完成情况如下：

## 1.1湖水利用单元

表1-1 4月份湖水利用装置产水总量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 设计 | 上月 | 本月 | 本年累计 |
| 产水量,m³/h | 产水量,m³ | 平均,m³/h | 产水量,m³ | 平均,m³/h | 产水量,m³ |
| 湖水产水 | 250 | 40793 | 54.8 | 39799 | 55.3 | 158268 |

备注：湖水产水2020年累计量截止数据为336270m3，2021年累计量从1月份开始计。间断运行，但平均量按全月小时数计算。

本月湖水利用装置间断运行11次，产水直接补入一循塔下水池。本月相比上月产水总量基本持平，本月产水总量为39799m3，在保证一循水质（氯离子）正常情况下，较上月减产了994m3。本月湖水氯离子平均值为156.6mg/L，比前期有所下降但仍偏高，无法连续产水供生产使用（用户对氯离子有指标要求），只能间断运行，作为全厂水平衡的有益补充水源。

## 1.2第一循环水场（简称一循）

表1-2 4月份Ⅰ循生产完成情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 设计量m³/h | 上月总量m³ | 上月平均m³/h | 本月总量m³ | 本月平均m³/h | 年累计量m³ |
| 循环水外供 | 27000 | 22626745 | 30412 | 21898670 | 30415 | 87978918  |
| 生产水补水 | 486 | 158433 | 212.9 | 138777 | 192.7 | 597447  |
| 排污水量 | 93.10 | 55856 | 75.1 | 56023 | 77.8 | 200029  |
| 回用水补水 | 165 | 31497 | 42.3 | 47118 | 65.4 | 115917  |

备注：2020年累计量截止数据：循环水外供为264704077m3；生产水补水为2134305m3；排污水量为649499m3；回用水补水为198642m3；本年累计量从2021年1月份开始计。

本月一循正常运行，循环水外供总量相比上月减少728075 m3（本月相比上月少1天），各项控制指标在控制范围内。本月累计外供循环水21898670m3，平均30415m3/h。生产水补水总量138777m3，平均192.7m3/h，同比上月明显降低。因为本月回用水连续回用，回用总量较上月增加15621m3。为控制一循水质和平衡污水场T1004B高浓度含盐污水的配水，本月平均排污量77.8m3/h,相比上月略有升高。

## 1.3热水站

 表1-3 4月份热水站生产完成情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 设计量m³/h | 上月总量m³ | 上月平均m³/h | 本月总量m³ | 本月平均m³/h | 年累计量m³ |
| 热水外供量 | 1030 | 424019 | 569.9 | 394293 | 547.6 | 1639380  |
| 除氧水补水 | 12.5 | 412.7 | 0.6 | 37.6 | 0.1 | 1130 |
| 蒸汽用量 | 86t/h | 0 | - | 0 | - | 0.1 |

备注：2020年累计量截止数据：热水外供量为5342778m3；除氧水补水为4535m3；蒸汽用量为7326m3；2021年累计量从1月份开始计。

本月热水站热水正常供气分装置、制冷站，累计外供热水394293m³；除氧水未消耗，流量计累计数是因为仪表存在轻微偏差；按计调要求蒸汽阀略开，换热器处于热备状态，蒸汽用量很小。

## 1.4给水消防加压泵站

表1-4 4月份消防加压泵站生产完成情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 设计量m³/h | 上月总量m³ | 上月平均m³/h | 本月总量m³ | 本月平均m³/h | 年累计量m³ |
| 生产水接收量 | - | 211047 | 283.7 | 189632 | 263.4 | 797770 |
| 生产水送主厂区 | 300 | 65152 | 87.6 | 61626 | 85.6 | 252024 |
| 生产水送东码头 | 150（间断） | 3966 | 5.3 | 3539 | 4.9 | 10045 |
| 生活水接收量 | - | 13062 | 17.6 | 11626 | 16.1 | 47944 |
| 生活水送主厂区 | 30 | 11786 | 15.8 | 10370 | 14.4 | 41517 |
| 生活水送东码头 | 60（间断） | 1459 | 2.0 | 1291 | 1.7 | 6490 |
| 生活水送西库区 | 60（间断） | 404 | 0.5 | 270 | 0.4 | 1275 |

备注：2020年累计量截止数据：生产水接收量为2655856m3；生产水送主厂区为714540m3；生产水送东码头为5676m3；生活水接收量为224978m3；生活水送主厂区为214671m3；生活水送东码头为23487m3；生活水送西库区为8938m3；2021年累计量从1月份开始计。

本月给水及消防加压泵站运行稳定，累计接收生产水189632m³，累计供主厂区、西部库区61626m3，累计供东码头3539m³；接收水量与外供水量差值124467m³，除各单位申请用消防水以外，主要差值在于一循生产水补水主要通过消防罐入口管线倒回自压至一循（3月份一循生产水补水总量138777m³），生产水接收量与供出水量基本平衡。

本月累计接收生活水11626m³，主厂区、东码头和西库区累计供水11931m³，生活水接收与供出水量基本平衡。岛外生活已停止使用，本月生活给水全部来自海淡。

## 1.5污水处理场

表1-5 4月份污水处理场生产完成情况

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 设计量m³/h | 上月总量m³ | 上月平均m³/h | 本月总量m³ | 本月平均m³/h | 年累计量m³ |
| 含油污水处理量 | 200 | 104190 | 140 | 103319 | 143 | 420255  |
| 含盐污水处理量 | 200 | 114532 | 153.9 | 106894 | 148 | 440970  |
| 碱渣处理量 | 0.25 | 163 | 0.22 | 213 | 0.3 | 687 |
| 污泥外送量 | - | 250 | - | 416 | - | 1706  |
| 污油外送量 | - | 270 | - | 232 | - | 502 |

备注：2020年累计量截止数据：含油污水处理量为1342023m3；含盐污水处理量为1386250m3；碱渣处理量为1821m3；污泥外送量为3097m3；含油污水回用量为198642m3。2021年累计量从1月份开始计。

本月主要生产任务为含油与含盐系列分别接收和处理炼油主装置污水。处理量随上游各装置排水量决定，均在正常范围。含油污水处理量平均为143m3/h，含盐污水处理量平均为148m3/h。

本月碱渣装置正常运行，共接收碱渣302m3，处理碱渣213m3，平均处理量0.3m3/h，月底库存剩余442m3。库存相比上月涨了92m3,原因为常减压增加了碱渣排放量和频次（每周2次，共约80m3）。为缓解库存上升速度，目前已将碱渣处理负荷从0.3提到0.4m3/h测试运行，在确认运行可行的基础上，后期会考虑继续提升负荷。

为确保生化池运行稳定，本月增加了剩余活性污泥采出，以更新生化池的污泥龄，因此本月污泥外送量相应增加。

受电脱盐来水频繁带油影响，含盐调节罐内积累污油较多，本月强化收油工作，分批外送污油3次，共送出污油232t。目前，收油工作仍持续进行中。

# 2 生产大事记

## 2.1 湖水利用单元

|  |  |
| --- | --- |
| 日期 | 记事 |
| 4月1-30日 | 每周二、四、六启动湖水利用单元产水至一循塔下水池作为补充水。 |

## 2.2装置区热水站

|  |  |
| --- | --- |
| 日 期 | 记事 |
| 4月1-30日 | 无。 |

## 2.3一循

|  |  |
| --- | --- |
| 日 期 | 记事 |
| 4月1-30日 | 本月回用水持续回用，目前以70m3/h补入一循系统。 |
| 4月4日 | 因气温超34℃，循环水外供水温出现最高33.3℃，超设计指标。但未影响装置正常运行。 |

## 2.4给水消防加压泵站

|  |  |
| --- | --- |
| 日 期 | 记事 |
| 4月1-30日 | 配合HSE部和计调部，查找引起消防大泵自启原因。 |
| 4月26日 | 将稳压泵停泵变频控制器控制压力由0.83Mpa提升至0.9Mpa，以应对部分单位非计划用水造成主管网压力降低，而引起的消防主泵自启次数。 |

## 2.5 污水处理场

|  |  |
| --- | --- |
| 日期 | 记事 |
| 4月1日 | 污水场5152-P1004A新泵更换完成，出口进行配管和做防腐。 |
| 4月10日 | 回用水因氨氮波动，一循回用量从80 m3/h降至50m3/h。。 |
| 4月11日 | 用浮动收油器对地下污水池表面浮油进行清理。19日结束。 |
| 4月16日 | 碱渣P1004B新泵到货，安装新泵并试运正常。 |
| 4月20日 | 含油水质好转，逐步提升回用量，至4月底回调至70 m3/h。 |
| 4月27日 | 用吸污车对地下污水池底部油泥和表面浮渣进行清理，经T-3006A罐底通过软管直接卸车去污泥离心机进料管线，处理后送电站锅炉。28日结束。共7车。回收前后，P-1004泵最低可吸液位从2.6m降至1.66m，扩大了池内液位可用空间。 |
| 月初 | 接收三部高浓度废水151桶进高浓度废液罐。 |
| 4月全月 | 本月外送污油2次，共送出污油232t。 |

## 2.6主厂区制冷站

|  |  |
| --- | --- |
| 日 期 | 记事 |
| 4月 | 无 |

## 2.7 雨水系统

|  |  |
| --- | --- |
| 日 期 | 记事 |
| 4月 | 雨水事故池正常备用，维持40cm液位保护底部聚脲层。 |

# 3 装置能耗

## 3.1 综合能耗及对比

3.1.1第一循环水场

表3-1-1 一循能耗报表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 单位 | 上月 | 本月 | 本月止年累计 |
| 数量 | 单耗 | 数量 | 单耗 | 数量 |
| 生产水 | m3 | 158433 | 0.0070 | 138777 | 0.0063 | 597447  |
| 电 | kWh | 5113326 | 0.2259 | 5110216 | 0.2333 | 19934411 |
| 外供循环水量 | m3 | 22626745 | 21898670 | 87978918 |

备注：第一循环水场单元设计电耗5.6×107 kWh/年（合6393kW，设计值不含湖水利用及制冷站单元），但上表的实际消耗则包括一循、湖水利用及制冷站消耗。湖水利用单元设计电耗1.98×106kWh/年（合226kW）。由于公用工程系统的特殊性，经与计调部沟通，不作计算单耗上报。上表中单耗仅为内部计算吨循环水耗电和吨循环水耗水，单位为kWh/m3循环水和m3生产水/m3循环水，非炼油行业意义上的综合能耗（计调部未要求）。

2020年累计量截止数据：一循生产水为2134305m3；一循电耗为59138760kWh；一循外供循环水量为264704077m3。2021年累计量从1月份开始计。

本月一循回用水补充量增加，因此生产水补水量相比上月减少，单耗对上月也略为下降。

一循总电量和单耗和上个月基本持平。另外，循环水场循环水量平均30418m3/h，高于设计值27000m3/h，与调度沟通后，为保证装置稳定运行，暂不调整，所以实际循环水场消耗功率大于设计功率。

湖水利用单元本月累计运行11次。湖水利用及装置区制冷站单元的电耗全部算到一循总电耗里面，未单独取数。

湖水利用单元所有外部用水全部来此单元内部产水，未使用生产水（洗眼器、配药）。

3.1.2装置区热水站

表3-1-2 热水站能耗报表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 单位 | 上月 | 本月 | 本月止年累计 |
| 数量 | 单耗 | 数量 | 单耗 | 数量 |
| 除氧水 | m3 | 412.7 | 0.001 | 37.6 | - | 1130 |
| 1.0MPa蒸汽 | t | 0 | - | 0 | - | 0.1 |
| 电 | kWh | 532530 | 1.259 | 532136 | 1.349 | 2069500 |
| 外供热水量 | m3 | 424019 | 394293 | 1639380  |

注：热水站单元设计电耗9.1×106kWh/年（合1038kW）。2020年累计量截止数据：除氧水为4535m3；1.0mpa蒸汽为7326m3；热水站电耗为6174924kWh；热水站外供热水量为5342778m3。2021年累计量从1月份开始计。

根据计调部安排，热水站换热器始终处于热备状态（微开蒸汽），以应对芳烃负荷调整，热水温度变化对后续单元产生的影响。除氧水未消耗，流量计累计数是因为仪表存在轻微偏差。本月电耗总量与上月持平，受外供热水总量影响，单耗较上月略有升高，属正常现象。

3.1.3 给水及消防加压泵站

表3-1-3 给水及消防加压泵站能耗报表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 单位 | 上月 | 本月 | 本月止年累计 |
| 数量 | 单耗 | 数量 | 单耗 | 数量 |
| 电 | kWh | 105338 | - | 109000 | - | 403409 |

备注：设计电耗（自估值,设计资料未明确给出）3066000kWh/年（350kW）。2020年累计量截止数据：给水及消防加压泵站电耗为1303488kWh。2021年累计量从1月份开始计。

本月给水及消防加压泵站正常运行，电耗量与上月相比持平，属于正常消耗。

3.1.4污水处理场

表3-1-4 污水处理场能耗报表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 单位 | 上月 | 本月 | 本月止年累计 |
| 数量 | 单耗 | 数量 | 单耗 | 数量 |
| 生产水 | m3 | 故障 | - | 故障 | - | 故障 |
| 低压蒸汽 | t | 19.3 | - | 17.7 | - | 38.5 |
| 循环水 | m3 | 10177 | - | 9912 | - | 39546 |
| 工厂风 | Nm3 | 33501 | - | 42120 | - | 129508 |
| 仪表风 | Nm3 | 98378 | - | 129527 | - | 376720 |
| 电 | kWh | 587860 | 1.9753 | 573136 | 1.9901 | 2294629 |

备注：设计电耗915kW。电单耗计算，以污水场400m3/h为分母来进行。电的单耗为吨污水耗电。

2020年累计量截止数据：低压蒸汽为293m3；污水场循环水量为165681m3；工厂风量为711359Nm3；仪表风量为1257136Nm3；污水场电耗为7232256kWh；2021年累计量从1月份开始计。

污水场生产水消耗因流量计无法准确计量，未纳入统计（已向仪控部报修）。

低压蒸汽为废气除臭装置深度处理再生的正常使用，属于正常消耗。

本月开始含盐流沙过滤器每月5和20号增加两次PA强制反洗，以确保沙滤运行状态和出水水质都正常。因此本月工厂风消耗在前期基础上有所上升。

本月仪表风较上月消耗增加31149Nm3，主要用于浮动收油器驱动（收集地下污水池表面浮油）。此为临时使用，目前已经停止使用。

本月污水场实际电量单耗1.9901kWh/m3污水，相比上月份基本持平，属于正常消耗。

3.1.5雨水监控池

表3-1-5 雨水监控池能耗报表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 单位 | 上月 | 本月 | 本月止年累计 |
| 数量 | 单耗 | 数量 | 单耗 | 数量 |
| 电 | kWh | 2108 | - | 2129 | - | 40638 |

备注：雨水监控池电耗取决于外排水次数和时间，属于应急设施，不计入。2020年累计量截止数据：雨水监控池电耗为120096kWh。2021年累计量从1月份开始计。

本月降雨量较少，雨水外排泵很少启动，电耗较上月持平。

## 3.2 装置节能情况

3.2.1 主要节能工作开展情况

生活水泵供主厂区、西部库区、东码头管线优化技改工作完成，较技改前每小时节省电耗30kWh；供水调节方式更灵活、备泵台数更多。本月无其他新节能措施。

3.2.2 对装置节能工作的建议

水系统各单元电耗均控制在设计范围内，目前消耗均使为了维持系统正常运行的最低消耗，后面优化、节能压缩空间不大。

关于港储高含盐污水、电脱盐反洗污水和4208污水水质较差，需要通过“三级”配水来满足系统正常运行，所需增开机泵产生的电耗问题，目前无有效手段控制。只能依托上游各装置优化控制，彻底改善来水水质，来降低电耗。针对上游出现异常污水时，要求班组及时汇报调度，同时横向联系要求改善水质。

# 4 装置原料

## 4.1原料性质

给水加压泵站的生产水来自海淡单元，水质正常。岛外市政生活水因水质偏黄，已停止使用 ，生活补水全部改用海淡产水，水质正常。

湖水利用单元的原水来自人工湖，原水水质无法进行有效控制，只能依据产水指标，调整药剂投加量，通过观察及优化调整，产生氯离子较前期有明显下降，为后续湖水正常产水补入一循，提供了有力保障。

污水场含油污水系列接收的污水包括：各装置间断排放的含油污水、汽提净化污水、初期雨水。汽提净化水和初期雨水水质较稳定。含油污水不稳定主要体现在来水带油方面，因污水场内部除油能力有限，而油含量的控制对生化正常运行又极其重要。因此，还需计调协调各运行部，加强各装置内部含油污水池的定期收油，同时控制每次送水后剩余液位，以防含油污水池液位降太低，池面浮油也一同送往了污水场。另外4201和4208罐区污水目前仍是污水场含油系列运行的不稳定因素，当前以上两个含油污水池的水全部接收先进入含油事故B罐暂存，经稀释配水后再进行处理。四部灵活气洗涤水倒入焦化气提塔后，目前水质的氨氮、氨化物和焦粉含量均合格，水温须持续关注。温度对污水处理也至关重要，当生化进水温度超过38℃，会导致生化池微生物活性会受到严重抑制，甚至死亡。此问题已经与四部、计调部及公司领导汇报，要求四部严格控制水温不超39℃。

污水场含盐系列主要接收一、二循排污水、电脱盐污水、生活污水。本月港储酸性水罐及原油罐高浓度含盐废水来水时间无规律，由于来水中硫化物、电导率、氯离子远超过进水控制指标，来水不能直接进调节罐，当前控制手段为先进含盐事故B罐，通过配水到事故A罐以降低污染物浓度后再进行处理。随着原油性质变化，电脱盐污水存在水质发黑、带油和固体杂质的情况，须持续关注。每周一电脱盐反洗，根据反洗水质情况，部分污染严重的反洗废水仍然接受进含盐事故B罐暂存。

本月常减压碱渣排放量增加（每周排放约80～100t），导致库存连续上涨。通过分析确认，碱渣浓度下降明显。为平衡碱渣库存，已安排将碱渣处理量从0.3t/h提升至0.4t/h测试运行（硫酸消耗同步提升，并维持300～350Nm3/h的BAF曝气）。

## 4.2 原料质量与控制指标分析

本月含油系列：汽提净化水水质稳定，均在控制指标范围内；灵活焦化开工期间水质不合格，切换进入雨水事故池，开工正常后到目前水质均正常。4201和4208罐区污水全部先进入含油事故B罐，通过配水稀释后再进调节罐进行处理。

含盐污水系列：生活污水、循环水排污水质稳定；原油罐区脱水和电脱盐每周一反洗部分来水（水质较黑并且带油）切换先进T1004B暂存，通过稀释后再进入调节罐处理。T1004B通过倒水、配水，以缓解高盐、高氯离子污水对系统的影响。

湖水原水中氯离子对比前期有逐步下降趋势，其他指标均正常。

# 5 产品质量

## 5.1 各装置产品质量

5.1.1湖水利用装置

全月湖水利用单元间断运行产水11次，各项指标均在控制范围内（pH波动均是受频繁开停车影响，后续加样均合格）。

**4月份湖水产水浊度变化趋势图**

图5-1湖水产水浊度趋势图

本月湖水产水浊度合格，均控制在指标范围3NTU以下。

**4月份湖水产水pH变化趋势图**

图5-2 湖水产水pH趋势图

全月湖水产水pH控制稳定，4月30日因分析误差出现一次超标数据（复样pH为8.48），其他pH均在6.5～9之间，产水水质不会对循环水产水影响。

5.1.2循环水装置

本月循环水运行正常，各项指标均处于控制范围内，由于湖水、回用水的补充，有效提升了循环水中的总碱、总硬,降低了硝酸钙和碳酸钠的消耗量，有助于节能优化工作的开展和实施，同时也使缓蚀剂和阻垢剂的功效发挥到了较好水平。

一循水质指标如下图所示：

图5-3 1循环水场循环水pH趋势图

4月份循环水为提升碱度，增加了碳酸钠的投加量，pH现了3次超过9的情况。目前已降低碳酸钠投加，同时通过生化池碱度降低回用水pH，以稳定循环水在正常指标范围内。

图5-4 1循环水场循环水氯离子趋势图

4月份循环水氯离子指标控制正常，全月均在指标范围300mg/L以内。

图5-5 1循环水场循环水总铁变化趋势图

4月份循环水场总铁控制正常，全月均控制在指标范围1mg/L以下。

图5-6 1循环水场循环水浊度趋势图

4月份循环水场浊度控制正常，全月均控制在指标范围10NTU以下。

图5-7 1循环水场循环水余氯变化趋势图

4月份循环水余氯控制指标正常，全月均控制在指标范围0.2-0.8mg/L以内。

**5.1.3污水处理装置**

1. 含油回用水水质指标如下图所示：

**4月份污水含油回用水池pH变化趋势图**

图5-9 污水场含油回用污水pH趋势图

4月份含油污水回用水pH控制正常，全月皆在指标6-9范围内。

**4月份污水含油回用水池COD变化趋势图**

图5-10 污水场含油污水回用COD趋势图

本月13～15日上游排放高浓度含油污水（没查到源头），未及时通知我部，该股污水直接进入调节罐，使含油生化进水COD升高。生化池处理负荷受到冲击，无法在短时间内恢复，导致4月15日夜班，COD出现了一次超标。发现后及时进行工艺调整，现已恢复正常。除此之外全月COD皆控制在小于60mg/L的范围内。

**4月份污水含油回用水池氨氮变化趋势图**

图5-11 污水场含油污水回用氨氮趋势图

4月份含油污水回用水氨氮控制正常，全月皆在小于10mg/L的范围内。

4月份含油总出水按回用水和外排指标计算，综合合格率分别为93.3%和100%。

**4月份污水含盐监护池pH变化趋势图**

图5-12 含盐总出水pH趋势图

4月份含盐污水外排pH控制指标正常，全月控制在指标范围6～9以内。

**4月份污水含盐监护池COD变化趋势图**

图5-13 污水场含盐污水外排COD趋势图

4月份含盐污水外排COD控制指标正常，全月控制在指标范围100mg/L以内。

**4月份污水含盐监护池氨氮变化趋势图**

图5-14 污水场含盐污水外排氨氮趋势图

4月份含盐污水外排氨氮控制指标正常，全月均小于1mg/L，控制在指标范围20mg/L以内。

4月份含盐总出水所有指标全部合格，合格率100%。

## 5.2 产品合格率

表5-1 1月份主要产品合格率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 装置名称 | 合格率 | 备注 |
| 1 | 湖水利用 | 100% | 间歇运行 |
| 2 | 第一循环水场 | 100% | 连续运行 |
| 3 | 污水处理场 | 含油污水：COD回用合格率93.3%COD外排合格率100%氨氮合格率100%含盐污水：COD合格率为100%氨氮合格率为100% |  |

# 6 工艺过程管理

## 6.1 工艺控制指标

表6-1 关键工艺控制指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 位号 | 指标范围 | 单位 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 总数 | 不合格 | 合格率（％） |
| 一循给水温度 | TI-10202 | ≦33 | ℃ | 33.3 | 30 | 31.5 | 180 | 0 | 100.0  |
| 一循给水压力 | PI-10202 | 0.4～0.5 | MPa | 0.47 | 0.46 | 0.46 | 180 | 0 | 100.0 |
| 一循给水流量 | FI-10203 | ≧27000 | m3/h | 35034 | 27899 | 30439 | 180 | 0 | 100.0 |
| 热水站热水压力 | PI-10202 | 0.4～1.15 | MPa | 0.83 | 0.78 | 0.8 | 180 | 0 | 100.0 |
| 热水站热水温度 | TI-10202 | 70～110 | ℃ | 106.4 | 100.1 | 104.2 | 180 | 0 | 100.0 |
| 装置区制冷站（1#机组）冷水温度 | TI-00104 | 7～10 | ℃ | 9.0 | 8.2 | 8.5 | 180 | 0 | 100.0 |
| 装置区制冷站（1#机组）冷水压力 | PI-00104 | 0.5～0.8 | MPa | 0.72 | 0.60 | 0.62 | 180 | 0 | 100.0  |
| 主厂区生产给水压力 | PI-00201 | 0.4～0.5 | MPa | 0.5 | 0.43 | 0.5 | 180 | 0 | 100.0 |
| 含油污水外排COD | 来自化验室数据 | <100 | mg/L | 80 | 10 | 19.8 | 30 | 0 | 100.0 |
| 含油污水外排氨氮 | <10 | mg/L | 5.32 | 0.1 | 0.86 | 30 | 0 | 100.0 |
| 含盐污水外排COD | <100 | mg/L | 42 | 10 | 13.5 | 30 | 0 | 100.0  |
| 含盐污水外排氨氮 | <20 | mg/L | 0.91 | 0.1 | 0.1 | 30 | 0 | 100.0 |

说明：

1. 上表中质量数据统计源自公司质检部LIMS系统。
2. 循环水供水水温出现一次大于33℃（4月4日15时达33.3℃），查为气温超过34℃引起。未影响炼油各装置正常运行。

## 6.2 装置平稳率

图6-1 平稳率变化趋势图

4月水处理装置运行无异常波，平稳率100%。

## 6.3 盲板管理

表6-2 装置盲板变更情况表

|  |
| --- |
|  水处理装置盲板确认表 检查时间： 2021.4.30 |
| 盲板位置 | 盲板处介质情况 | 盲板状态 |
| 名称 | Ø管径 | 压力 | 温度 | 上月 | 本月 | 编号 | 变更日期 | 变更原因 |
| 热水站除盐水界区阀后 | TW除盐水 | DN150 | 1MPa | 30℃ | 盲位 | 盲位 | 5601-001 | 2019.11.13 | 隔离 |
| 废气凝液换热器循环水进口法兰 | 循环进水 | DN40 | 0.5 | 33℃ | 盲位 | 盲位 | 5152-001 | 2020.12.09 | 换热器内漏隔离 |
| 废气凝液换热器循环水出口法兰 | 循环回水 | DN40 | 0.3 | 42℃ | 盲位 | 盲位 | 5152-002 | 2020.12.09 | 换热器内漏隔离 |

# 7 工艺联锁及报警

## 7.1 装置联锁投用情况

表7-1 装置联锁投用情况表

|  |
| --- |
| 公用工程水处理装置联锁确认表 时间： 4月30日 |
| 联锁 | SIS联锁总数 | 0 | SIS联锁已投用数量 | 0 |
| DCS联锁总数 | 251 | DCS联锁已投用数量 | 245 |
| 未投用联锁 | 内容 | 旁路原因 |
| 一循吸水池液位LIAS10201，联锁关闭补水阀VU10201和VU10202 | 提高吸水池液位，以延长一循停止补水后的应急时间 |
|  5151LIS00901联锁启、停5151-P0406A/B | 液位计故障不能正常显示（缺少备件，暂时无法处理） |

## 7.2 装置联锁启动情况说明

本月联锁正常投用。消防水滥用导致消防大泵启动现象仍然存在（较前期明显减少），需请公司重视消防系统管理，以确保消防水始终正常备用。

## 7.3 生产过程参数报警

表7-2 参数报警统计表

|  |
| --- |
| 关键参数报警 |
| 1 | 已激活的报警总数 | 11814 |
| 2 | 报警率，% | 3.28 |
| 3 | 报警抑制数 | 1 |
| 4 | 持续报警数 | 7 |

报警抑制数1个：

（1）报警抑制仪表位号5151LIS00901，因液位计故障（缺少备件，暂时无法处理），不能正常显示引起。

（2）报警抑制数相比上月减少3个，(LIF101A/LIF101C/LIF101D)都为一循风机油位，测量数值波动较大（现场实际油位稳定），DCS显示数值与现场完全不符，甚至显示为负值，导致DCS频繁报警。该问题已多次向仪表反馈并进行维修处理，均未得到有效解决。经部门各专业评审讨论，认为取消油位报警功能不影响风机正常运行及日常检查监护，故已走审批流程（本月22号）将一循风机所有油位报警全部取消，并要求现场岗位人员对风机油位加强巡检。

持续报警数4个，分布如下：

废气生物除臭装置4个循环液箱的pH计(AIS50151/50152/50251/50252）因废气中酸性气变化波动导致报警频繁。通过工艺优化，并定期对箱体内循环液进行置换，现报警次数明显减少，平均每班报警1～2次。

**备注**：上表中报警总数和报警率为我部所有装置统计（包括空分空压）。

# 8 化工辅料管理

## 8.1湖水利用单元消耗及分析

表8-1 装置主要辅助材料消耗统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 上月消耗t | 上月单耗ppm | 本月消耗t | 本月单耗ppm | 年累计t |
| 氢氧化钠（固碱） | 0.82 | 21.85 | 0.216 | 6.54 | 2.223 |
| PAC | 1.05 | 27.98 | 0.6 | 18.17 | 3.78 |
| PAM（阴离子） | 0.1 | 2.66 | 0.225 | 6.82 | 0.8 |

备注：2020年累计量截止数据：氢氧化钠（按固碱）为7.77t；PAC为6.15t；PAM（阴离子）为1.2125t。2021年累计量从1月份开始计。

湖水本月开车11次，PAC、PAM加药量根据产水浊度进行投加，氢氧化钠根据湖水pH变化进行抽回，都属于正常消耗。

## 8.2污水场消耗及分析

表8-2 装置主要辅助材料消耗统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 上月消耗t | 上月单耗ppm | 本月消耗t | 本月单耗ppm | 年累计t |
| 葡萄糖（固体） | 15.25 | 69.96 | 10.5 | 50.25 | 56.4 |
| 磷酸氢二钠（固体） | 1.1 | 5.05 | 1.363 | 6.52 | 3.143 |
| 氢氧化钠（按固碱） | 22.613 | 103.74 | 13.593 | 65.05 | 66.926 |
| PAC | 14.275 | 65.49 | 13.079 | 62.59 | 62.029 |
| PAM（阴离子） | 0.35 | 1.61 | 0.35 | 1.67 | 1.525 |
| PAM（阳离子） | 0.125 | 0.573 | 0.175 | 0.837 | 0.625 |
| 10%次氯酸钠 | 4.9113 | 22.53 | 5.462 | 26.14 | 38.3703 |
| 98%浓硫酸 | 1.952 | 12535.6 | 4.9 | 24175.4 | 13.739 |

备注：2020年累计量截止数据：葡萄糖（固体）为159.825t；磷酸氢二钠（固体）为0.1t；氢氧化钠（按固碱）为524.865t；PAC为111.505t；PAM（阴离子）为2.75t；PAM（阳离子）为1.2125t；10%次氯酸钠为82.2107t;98%浓硫酸为48.807t。2021年累计量从1月份开始计。

为维持含油生化污泥浓度，向含油生化和含盐生化投加葡萄糖，用来补充维持微生物总量所需碳源，目前生化已趋于稳定，为节约成本，已减少含盐生化葡萄糖的投加。

本月生化系统磷含量按1.0～1.5mg/L控制，加入磷酸氢二钠以补充微生物营养所需，投加量随来水水质有浮动变化，属正常消耗。5月将对此控制指标进行适当调整，以降低消耗。

加入氢氧化钠，以补生化池消耗的碱度，加入量随生化池出水化验数据的不同有轻微变化，属于正常使用。目前含油/盐生化在线pH控制范围调整为7.0～7.5，碱度按50～100mg/L控制，在不影响生化出水水质的前提下，尽量减少液碱消耗，以达到降本增效目的。

PAC、PAM（阴离子）主要用于两级汽浮，会根据汽浮出水效果进行调整，本月消耗对比上月持平，属正常使用。

10%次氯酸钠原则上按含油/含盐每个夜班各2h进行投加，以剥离砂滤罐壁的粘泥。受次钠到货延迟影响，在次钠罐液位降至最低后，暂停投加。因此最近2个月次钠消耗较前期明显降低。

PAM（阳离子）仅离心脱水机使用，消耗量与泥的性质和处理量有关，本月污泥脱水处理量增加，因此（阳离子）消耗量对比上月相应增加，属于正常使用。

本月常减压碱渣排放量增加（每周排放约80～100t），导致库存连续上涨。为平衡碱渣库存，已安排将碱渣处理量从0.3提升至0.4t/h运行，硫酸消耗同步提升。因此本月硫酸消耗量较上月增加2.948t。

备注：污水场来水性质在变，药剂投加也需要相应变化，每月药剂消耗对比稍有偏差都属正常现象。

## 8.3第一循环水场消耗及分析

表7-3 装置主要辅助材料消耗统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 上月消耗t | 上月单耗ppm | 本月消耗t | 本月单耗ppm | 年累计t |
| 10%次氯酸钠 | 21.6481 | 0.989 | 18.12 | 0.8270 | 89.6181 |
| 碳酸钠（固体） | 0.12 | 0.0055 | 3.12 | 0.1424 | 3.6 |
| 硝酸钙 | 13.25 | 0.6100 | 14.3 | 0.6527 | 45.925 |

备注：循环水场药剂消耗仅统计为我司自行采购的药剂，不包括循环水场药剂服务商提供的药剂数量。

2020年累计量截止数据：10%次氯酸钠为264.322t；碳酸钠（固体）为9.995t；无水氯化钙（固体）为7.475t：硝酸钙为128.0762t。2021年累计量从1月份开始计。

本月一循回用水投用，补充了循环水的碱度需求，在碱度不足的情况下，碳酸钠投加了3.12t。10%次氯酸钠和硝酸钙消耗量都属于正常投加。

# 9 工艺技术分析

## 9.1 主要工艺参数调整的技术分析

9.1.1 第一循环水场

本月一循回用水逐步提升，目前回用量已提升至70m3/h，降低了海淡生产给水和湖水产水。在保障水质合格的前提下，降低了补水所需成本。本月多次配合海淡取水C泵的检修，联系30小时运行湖水利用单元给一循补水，一循水质相对波动较大。

9.1.2 污水处理场

本月电脱盐污水有时出现发黑并带油，在发现水质突变的情况和每周一的反洗时间，电脱盐来水都切换进入事故B罐，再通过循环水场的排污水进行稀释，然后进调节罐处理。因含盐事故B罐内污水氯离子浓度较高，为避免相关设备受到腐蚀，调节罐内氯离子浓度按小于500mg/L进行控制。为有效去除含盐污水携带的浮油，已增加含盐调节罐收油的频次，污油脱水后外送量也同步增加。

本月灵活焦化污水水质稳定，持续接收进调节罐进行处理。

## 9.2 装置长周期运行的相关技术分析

无相关项。

## 9.3 生产瓶颈、热点问题的技术分析

含油系列:污水源头控制继续加强,尤其来水源头禁止带明油。港储4208抽余油罐区含油污水高COD、硫化物、环丁砜水质波动较大。港储4208含油污水来水时进含油事故罐B罐，当事故B罐污水COD、硫化物、环丁砜偏高，处理能力跟不上接收量时，会导致事故B罐液位一直缓慢升高。

## 含盐系列：港储原油罐及酸性水罐脱水指标高电导率、氯离子，且来水无规律，造成该股污水不能直接进含盐调节罐。港储含盐污水进含盐事故罐期间需多次手动切换流程并停运一、二循排污泵，不仅对循环水稳定运行造成一定影响，也增加了班组额外的工作量。电脱盐污水水质不稳定，在来水发黑并严重带油，以及每周一电脱盐反洗时，该股来水不能直接进调节罐，必须先进入含盐事故罐T1004B，然后通过配水稀释后才能进行处理。

 本月继续对含盐调节罐T-1003内污油层情况进行实际测量，罐内上层液体内污油厚度大约还有1米。故本月继续安排班组加强该罐内污油回收工作，督促班组做好污油罐的脱水、采样分析和联系返送港储部的工作。目前该工作继续进行中，不定期仍将会进行油层厚度实测，从根本上消除罐内油层对后续预处理系统的潜在冲击威胁。

以上问题仍是困扰污水场运行的关键，需要继续攻关解决。

# 10 技术改造

## 10.1 技改项目实施进度

表10-1 技术改造项目实施进度

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 完成进度 |
| 设计（完成先行施工项，详设图纸待补） | 施工 |
| 1. 生活给水管网运行模式优化 | 详设图纸待补 | 完成 |
| 2. 地下污水池BA1001至含油系列新增跨线 | 详设图纸待补 | 未开始 |
| 3. 污水场回用水池新增硫酸管线 | 详设图纸待补 | 材料已到，未开始 |
| 4.污水场T1002B和T1004B新增连通管线 | 详设图纸待补 | 未开始 |

## 10.2 技术改造项目效果评价

10.2.1 生活给水管网运行模式优化项目

（1）技术改造内容：在主厂区生活给水泵P301C和东码头生活给水泵P302A出口增加跨线，将两路生活水管线在给水消防加压泵站内连通，实现统一供水。

（2）目的：减少生活给水泵运行台数，降低电耗。

（3）项目投用后的效果评价

项目改造前，主厂区给水泵P301两台（一台工频加变频）运行，同时P302必须有一台运行（外供量小，大部分时间在自回流），以维持正常供水。技改完成后，通过P301C和P302A出口连通，正常情况只需P301运行两台即可满足正常供水，P302作为备用（东码头大量用水时才启动）几乎不投用，每小时可降低电耗30kW。

# 11 生产波动分析

本月各装置生产无波动情况。

# 12 工艺防腐

## 12.1 原料杂质含量分析

本月焦化污水控制硫化物较好，未出现超标现象，未对污水场造成大地影响。

含盐事故罐T1004B内为高浓度含盐污水，氯离子4000mg/L左右,当前通过T1004A利用含盐污水稀释（按1:2比例）后，送到调节罐进行处理，控制调节罐水质氯离子浓度小于500mg/L。

电脱盐来水存在非连续的发黑并严重带油情况，其余指标均在正常范围。

## 12.2 相关设施运行情况

受硫化物腐蚀影响，污水场5152-P1004A/B（两台均已更换为新泵运行）、碱渣单元5154-P1004A/B（B泵已更换为新泵）、浓缩罐5152-3007A/B/C/D有严重腐蚀现象，其余设施运行正常。其中T-3007A本月又出现了2次出泥阀后去离心机进泥螺杆泵管线堵塞的情况，安排班组利用消防水对堵塞部分管线进行冲洗疏通后，目前管线恢复了畅通。冲洗出来的堵塞杂物中发现大部分为铁锈类物质，分析应为浓缩罐未做内防腐，且自2019年11月份装置开工以来，有较长一段时间的油泥浮渣中硫化物偏高、pH偏低引起罐内出现严重腐蚀。但经机动部现场测厚，发现最大腐蚀处仅为0.9mm，属于可接受范围。后续持续不定期跟踪腐蚀情况。

## 12.3 腐蚀监测点分析结果

表12-1 4月份一循工艺防腐测试分析表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监测时间 | 项目 | 设计值 | 分析值mg/L |
| 2021.03.30-2021.04.28 | pH | 6.5～9 | 8.74 |
| 氯离子 | ≤300mg/l | 186 |
| 碳钢挂片 | ≤0.075mm/a | 编号：MS251 | 0.01 |
| 编号：MS253 | 0.006 |
| 编号：MS254 | 0.007 |
| 铜 | ≤0.005mm/a | 编号：CU147 | 0.001 |
| 编号：CU149 | 0.001 |
| 编号：CU150 | 0.001 |
| 不锈钢 | ≤0.005mm/a | 编号：SS068 | 0 |
| 编号：SS072 | 0.001 |

表12-2 4月份污水处理场工艺防腐测试分析表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测时间 | 名 称 | 监测项目 | 设 计 值 | 分析值 |
| 2021.04.05 | 含油污水进水来水 | pH | 6～9 | 8.42 |
| 硫化物mg/L | ≤20mg/L | 3.97 |
| 2021.04.06 | 含盐污水来水 | pH | 6～9mg/L | 8.09 |
| 氯离子mg/L | ≤700mg/L | 260.3 |
| 硫化物mg/L | ≤40mg/L | 4.3 |
| 2021.04.07 | 碱渣单元 | 硫化物mg/L | ≤10000mg/L | 856.93 |
| 2021.04.16 | 含油污水进水来水 | pH | 6～9 | 8.64 |
| 硫化物mg/L | ≤20mg/L | 0.33 |
| 2021.04.16 | 含盐污水来水 | pH | 6～9mg/L | 7.83 |
| 氯离子mg/L | ≤700mg/L | 189.6 |
| 硫化物mg/L | ≤40mg/L | 4.67 |
| 2021.04.16 | 碱渣单元 | 硫化物mg/L | ≤10000mg/L | 215.06 |
| 2021.04.26 | 含油污水进水来水 | pH | 6～9 | 8.1 |
| 硫化物mg/L | ≤20mg/L | 2.0 |
| 2021.04.26 | 含盐污水来水 | pH | 6～9mg/L | 7.83 |
| 氯离子mg/L | ≤700mg/L | 163.6 |
| 硫化物mg/L | ≤40mg/L | 4.67 |
| 2021.04.26 | 碱渣单元 | 硫化物mg/L | ≤10000mg/L | 175.22 |

本月含油污水pH、硫化物在腐蚀控制指标范围内。含油系统相关设备存在腐蚀情况，目前腐蚀严重的设备主要为污水提升泵5152-P1004A/B和浓缩罐5152-3007A/B/C/D，5152-P1004A/B已更换为新泵；浓缩罐5152-3007A/B/C/D内部腐蚀的铁锈（块状）出现过堵塞管线的情况，经冲洗疏通后，目前能维持运行，但后续仍有被堵塞的可能。

含盐污水pH、氯离子、硫化物在腐蚀控制指标范围内，相关设备存在腐蚀可能性较小。

碱渣单元硫化物在腐蚀控制指标范围内，但碱渣罐有轻微腐蚀现象，碱渣泵5154-P1004A/B腐蚀严重（已申报材质升级）。目前5154-P1004A/B泵处于正常运行状态（互备）。

# 13 环保管理

## 13.1 环保监控点分析数据

本月污水场、雨水监控池装置运行正常。监控点采样分析数据见下表:

表13-1 装置外排废水合格率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 采样点 | 不合格数 | 合格数 | 采样总数 | 合格率，% |
| 含油回用水池 | 0 | 30 | 30 | 100 |
| 含盐外排监护池 | 0 | 30 | 30 | 100 |
| 雨水监控池 | 0 | 14 | 14 | 100 |

上表统计来自质检部LIMS系统，其中雨水监控池样品数量为1#雨水监控池和2#雨水监控池的总和。

表13-2 含油外排污水分析

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 采样点 | 控制指标 | 时间 |
| 最高值 | 最低值 | 平均值 |
| 含油回用水池 | PH值：6~9 | 8.14 | 7.58 | \* |
| 氨氮，≯30mg/L | 5.32 | <0.1 | 0.86 |
| CODcr，≯100mg/L | 80 | 10 | 19.8 |

表13-3 含盐外排污水分析

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 采样点 | 控制指标 | 时间 |
| 最高值 | 最低值 | 平均值 |
| 含盐外排监护池 | PH值：6~9 | 8.15 | 7.73 | \* |
| 氨氮，≯30mg/L | 0.91 | <0.1 | <0.1 |
| CODcr，≯100mg/L | 42 | 10 | 13.5 |

表13-4雨水外排分析

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 采样点 | 控制指标 | 时间 |
| 最高值 | 最低值 | 平均值 |
| 雨水监控池1# | 油含量，≯3mg/L | 0.43 | 0.13 | 0.24 |
| PH值:6~9 | 8.71 | 8.35 | \* |
| CODcr，≯100mg/L | 52 | <10 | 25.2 |
| 雨水监控池2# | 油含量，≯3mg/L | 0.43 | 0.12 | 0.24 |
| PH值:6~9 | 8.44 | 8.04 | \* |
| CODcr，≯100mg/L | 42 | <10 | 29.7 |

说明：pH值为按氢离子负对数计算而来，不能去计算平均值。