

HYDRAcap® MAX 系统数据记录、标准化和性能分析

大多数 HYDRAcap® MAX 和 HYDRAcube® 系统都有中央控制和数据记录系统（SCADA），运行数据可以自动获取并储存下来。尽管如此，每个 HYDRAcap® MAX 系统都需进行人工数据记录。人工记录数据不仅可以使运行操作人员监测系统，也可确证传送器与监测仪表是否工作正常。当电子数据意外丢失时，人工记录表是非常有用的备份。

一. 数据记录表

数据记录表格式见后图。该表列出所有确定 HYDRAcap® MAX 系统性能所需的运行参数。某些系统需要辅助设施如自清洗过滤器、化学加药泵、加药箱、颗粒计数器、PH 计等，与这些设备相关的数据都应记录下来，以确保膜系统稳定运行。

每个膜块，每天至少手工记录一次运行数据，最好是每个运行班记录一次。记录表中包括气擦洗前两分钟和后两分钟的数据，这样可以精确地估计出气擦洗效果和 HYDRAcap® MAX 性能。

数据记录表中包括以下参数：

- 日期：实际运行日期
- 时间：当地时间
- 运行小时数：系统实际运行时间（小时）
- 温度：给水温度（℃）
- 自清洗过滤器入口压力：（bar）
- 自清洗过滤器出口压力：（bar）
- 进水压力：HYDRAcap® MAX 系统进水入口压力（bar），在进水母管处测量
- 浓水压力：HYDRAcap® MAX 系统浓水出口压力（bar），在浓水母管处测量
- 产水压力：HYDRAcap® MAX 系统产水出口压力（bar），在产水母管处测量
注意：产水公共母管上测量，即底部产水母管和顶部产水母管连接后。
- 进水浊度：给水浊度值（NTU）
- 产水浊度：产水浊度值（NTU）
- 进水 COD(mg/L)

- 进水 TOC(mg/L)
- 进水 TSS (mg/L)
- 产水流量：即时产水量（m³/h）
- 浓水流量：即时浓水流量（m³/h）
- 循环流量：即时循环流量(m³/h)
- 其它：如至下次气擦洗剩余时间（分钟），MC 种类（如酸、碱、NaClO 等），氯浓度，或其它需说明的事情。

二. 数据标准化

需要将数据标准化以确定 HYDRAcap® MAX 运行性能。当进水温度变化时，膜渗透性能也会变化。温度波动会水粘度波动从而导致跨膜压差（TMP）波动，实际运行带来的 TMP 变化无法直观看出。在这种情况下，有必要将运行数据在参考温度 20°C 下标准化。在确定 HYDRAcap® MAX 和 HYDRAcube 系统性能时使用以下公式：

产水通量：是单位膜面积的过滤流量。水通量是系统设计的主要参数，与膜污染速度直线相关。当水通量提高时，污染速度也加快。温度校正后的水通量应该保持稳定。当进水温度变化时，即时水通量会相应变化。有必要在 SCADA 中监测和控制水通量。水通量有变化时，应适当调整气擦洗频率和持续时间。

$$\text{产水通量: } J = \frac{1000 \times Q}{A_m} \quad (\text{L/m}^2/\text{h})$$

其中：J-产水通量（L/m²/h）

Q-产水流量（m³/h）

A_m-有效膜面积（m²）

跨膜压差（TMP）：膜的静驱动压，是使水透过膜的有效压力。干净的膜 TMP 相对较小，而随着污染程度的增加，TMP 逐渐增加。当 TMP 达到 2bar (30psi)时，需要进行化学清洗。

当水通量和温度都无变化时，TMP 可以表示污染程度，干净的膜的 TMP 是稳定不变的。但是水的粘度和膜的透水能力与温度也相关，当温度变化时，TMP 也会随之变化。这对任何膜过程都适用。在某些情况下，当温度急剧变化时，TMP 也会急剧变化。因此，TMP 增加不意味着一定有污染，仅代表可能发生污染。

TMP 计算公式如下:

$$TMP = (P_{\text{进水}} + P_{\text{浓水}}) / 2 - P_{\text{产水}}$$

其中: TMP-跨膜压差, bar

$P_{\text{进水}}$: 进水入口压力, bar

$P_{\text{浓水}}$: 浓水出口压力, bar

$P_{\text{产水}}$: 产水出口压力, bar

注意: 1) 所有压力表应校正同一高度上 (见下图 1a 和 1b)。
2) 压力表的取样点应尽可能地靠近膜管口。



图 1a 同一高度的压力表示例



图 1b 不同高度的压力表需要校正的示例

温度校正比水通量 (TCSF) 或膜渗透性能: 是监测膜污染的最重要参数。与启动时数据相比,

特别高的 TCSF 可能表明膜有化学降解现象，低 TCSF 表明膜受到污染。当 TCSF 降到 50lmh/bar (2gfd/psi)时，需要进行化学清洗。

对于任何一个 HYDRAcap® MAX 或 HYDRAcube 系统，TCSF 的监测都是非常重要的。TCSF 代表了排除水通量和温度变化影响的污染情况。TCSF 与能耗也相关。当膜污染时，TCSF 降低，能耗将增加（如果运行参数不变）。

温度校正比水通量计算公式：

$$\text{TCSF} = \frac{J}{\text{TMP}} \times e^{(-0.031 \times (T-20))}, (\text{lmh/bar})$$

其中：TCSF-温度校正比水通量

J-水通量（lmh）

TMP-跨膜压差（bar）

T-水温（℃）

确定系统运行情况时，最少应计算和监测 TCSF 和 TMP 两个参数。如果要全面了解系统运行情况，还应监测其它参数，例如浊度，悬浮物等。

几点提示：

1. 每天手工记录数据，如果可能最好是每个班记录一次。并确保在线仪表正常工作，每分钟自动记录，数据可靠；
2. 自动设置每个参数对应时间的图形，这样可以监测到数据的突变；
3. 在控制室有图表记录和档案；
4. 有 HYDRAcap® MAX 和 HYDRAcube 系统控制失误、运行异常、障碍等记录；
5. 分析数据变化趋势，特别是 TMP、水通量、TCSF、进水和产水浊度等；
6. 记录进水水质以及其与系统性能的关系；
7. 记录水温对污染速度的影响。