



技术服务公告

2013. 10 TSB139.03

HYDRAcap®系统数据记录、标准化和性能分析

大多数 HYDRAcap®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®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，也可确证转换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®系统性能所需的运行参数。多数超滤系统需要辅助设施如保安过滤器、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，以确保超滤系统稳定运行。

每个 HYDRABLOC®和膜块，每天至少记录一次运行数据，最好是每个运行班记录一次。记录表中包括反洗前两分钟和反洗后两分钟的数据，这样可以精确地估计出反洗效果和 HYDRAcap®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（℃）

保安过滤器入口压力：（bar）

保安过滤器出口压力：（bar）

进水压力：HYDRAcap®进水入口压力（bar）

浓水压力：HYDRAcap®浓水出口压力（bar）

产水压力：HYDRAcap®产水出口压力（bar）

进水浊度：给水浊度值（NTU）

产水浊度：产水浊度值（NTU）

产水流量：即时产水量（m³/hr）

浓水流量：即时浓水流量（m³/hr）

循环流量：即时循环流量(m³/hr)

备注：需要特别提醒的情况：如至下次反洗剩余时间（分钟），反洗种类（如酸洗、碱洗、NaClO加药反洗等），氯浓度，以及其它需说明的事情。

二. 数据标准化

需要将数据标准化以确定 HYDRAcap®运行性能。当进水温度变化时，膜渗透性能也会变化。温度波动会导致跨膜压差（TMP）波动，实际运行数据无法确定。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®系统性能时使用下面的公式：

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

其中：J-过滤水通量（L/m²/hr）

Q-过滤水流量（m³/hr）

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 1-1.4bar (15-20psi)时，需要进行化学清洗。

注：任何时候 TMP 都不应超过 1.4bar。

TMP 计算公式如下：

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

其中：TMP-跨膜压差，bar

P_{进水}：进水入口压力，bar

P_{浓水}：浓水出口压力，bar

P_{产水}：产水出口压力，bar

温度补偿比水通量（TCSF）或膜渗透性：是膜的内在特性，可用来确定膜性能。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 172lmh/bar 时，建议进行化学清洗。

注：温度补偿比水通量（TCSF）都不应低于 172 lmh/bar 7gfd/ psi 。

温度补偿比水通量计算公式：

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

其中：TCSF-温度补偿比水通量

J-水通量（lmh）

TMP-跨膜压差（bar）

T-水温（°C）

压差或 ΔP : 通过整根纤维丝后，膜进水侧（内腔）的压降。为运行中进水入口压力与浓水出口压力差值。当膜有污染时， ΔP 值也会增加。 $\Delta P > 0.42\text{bar}$ (6psi) 时膜丝可能会断裂。

$$\Delta P = P_{\text{进水}} - P_{\text{浓水}} \text{ (bar)}$$

瞬时回收率: HYDRAcap® 系统一个运行/反洗周期的回收率。每天实际的回收率与单个运行周期的回收率有所不同，因为化学清洗、CEB、完整性测试或其它事情会改变运行时间或纯过滤时间。瞬时回收率按下列公式计算：

$$R = \{ (V_{\text{过滤}} - V_{\text{反洗}}) / (V_{\text{过滤}} + V_{\text{浓水}} + V_{\text{正冲洗}}) \} \times 100 \text{ (\%)}$$

R — 系统回收率

$V_{\text{反洗}}$ — 单个反洗周期的反洗水量

$V_{\text{过滤}}$ — 单个过滤周期的产水量（过滤周期指两次反洗之间的一段时间）

$V_{\text{浓水}}$ — 单个过滤周期的浓水量

$V_{\text{正冲洗}}$ — 单个反洗周期的正冲洗水量

如果浓水为零，公式变为：

$$R = \{ 1 - V_{\text{反洗}} / V_{\text{过滤}} \} \times 100 \text{ (\%)}$$

$V_{\text{反洗}}$ — 单个反洗周期时所用的反洗水量。此水量根据反洗种类（如普通反洗或 CEB）而不同。为了准确地计算即时回收率，有必要计算出底部反洗、顶部反洗、漂洗（CEB 时）等用水量。

$V_{\text{过滤}}$ — 单个过滤周期的产水量。除非 SCADA 或流量计上有总产水量，否则很难得出用于计算回收率的确切用水量，因为流量波动、温度变化、污染以及泵的变频等。

$V_{\text{浓水}}$ — 当采用错流方式时，部分水流直接排放掉，此水为浓水。超滤系统中，为了提高回收率，只有一小部分浓水排放掉。此值为进水流量的 5-25%。给水水质（TSS, TOC, BOD）对浓水量影响很大。回收率与系统污染速率有一定关系。因为污染通常会改变系统内流量分布（即产水和浓水的比率），在单个过滤周期内，浓水量会变化很大。操作员可以通过调整浓水控制阀来使系统保持稳定的总浓水量。

回收率、 ΔP 、TCSF、TMP 是确定 HYDRAcap® 运行性能的必需参数。如果想更完整地评估 HYDRAcap® 的性能，还需监测其它参数如浊度去除率、TOC 去除率、TSS 去除率等。

三. HYDRAcap® 性能分析

回收率

除非进行 HYDRAcap® 优化操作或系统进水条件有所改变，否则每个膜块和 HYDRAcap® 组件应该在固定的回收率下工作。假设一个系统达到平衡，系统性能良好，而增加回收率将导致系统运行不稳定，使 TMP 增高、特性水通量下降，进而导致先前确定的化学清洗时间改变，化学清洗频率增加。

同回收率一样，水通量也应保持不变。如果可能，应通过 SCADA 监测并控制水通量。如果水通量有变化，反洗频率和各反洗步骤的持续时间都应做适当的调整。

ΔP

压差只是在错流过滤方式下才有助于分析系统性能。当采用全量过滤方式时，ΔP 很低，大多数情况下无法因此用 ΔP 判断纤维丝内腔的污染程度。纤维丝堵塞将威胁到纤维丝完整性，因此至少要在 HYDRAcap®膜组件之前设置一个 150μm 的保安过滤器。随着纤维丝的堵塞，有效膜面积逐渐减少。如果大量膜丝堵塞，每根丝内的水流量将过高，膜丝有可能断裂或污染速度加快。如果 ΔP 大幅升高（TMP 也升高），应将该膜组件与系统脱离并检测膜丝进水端部。如果膜丝没有明显堵塞现象，很有可能是形成了较厚的滤饼层，此时应对反洗频率进行优化，并进行一次化学清洗。

跨膜压差（TMP）

当水通量和温度不恒定时，TMP 可表明出膜污染程度，因为此条件下干净膜的 TMP 将恒定不变。然而，水的粘度和膜脱除率都与温度有关。水温变化时，TMP 也会变化，这是各种膜过程普遍规律。某些情况下，如果水温或水通量波动很大时，TMP 也会波动。因此，TMP 的增加不一定是表明污染存在，而只是表明有污染的可能性。请注意反洗时 TMP 也不能超过 1.4bar(20psi)。

注意：任何情况下，TMP 都不能超过 1.4bar, 否则会损坏膜丝。

渗透性或温度补偿比水通量（TCSF）

对于任何 HYDRAcap®系统，监测 TCSF 都非常重要。作为膜本身的特性，TCSF 将表示无论水通量和温度变化如何，膜本身的情况。维持 TCSF 也可以维持能耗。如果膜受到污染，TCSF 降低，在系统运行参数不变的情况下，能耗将增加。

注意：任何情况下，TCSF 不能低于 172 lmh/ bar, 否则会损坏膜丝。

几点提示：

1. 每天记录数据，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，数据可靠；
2. 同时记录下每个参数的时间，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 UF 系统控制失误、运行异常、障碍等记录；
5. 尽量查找每次数据趋势（特别是 TMP、水通量和渗透性）变坏的原因；
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。