

# 提高原油盐含量效益评价分析

钟彪 孟肖肖(中海油气(泰州)石化有限公司, 江苏 泰州 225300)

**摘要:**本中心原油盐含量分析所使用的盐含量分析仪由泰州市姜堰分析仪器有限公司生产, 分析过程执行标准 SY/T 0536-2008, 本实验通过醇 - 水溶液萃取原油中的氯盐, 包括氯化钠、氯化镁、氯化钙等, 分析萃取液中的氯盐含量, 全部折合成氯化钠 (NaCl) 的含量来计算, 单位为毫克每升 (mg/L)。其定义为: ①加标回收率: 相同的样品取两份, 其中一份加入定量的待测成分标准物质, 两份同时按相同的分析步骤分析, 加标的一份所得的结果减去未加标一份所得的结果, 其差值同加入标准物质的理论值之比即为样品加标回收率<sup>[1]</sup>。②标样回收率: 将标样代替处理好的样品直接进行分析, 分析值与理论值之比即为标样回收率。

**关键词:** 原油; 盐含量; 经济效益; 效益评价

## 1 课题选择

盐含量是检验原油性质的重要指标, 原油中的盐含量过高, 会带来腐蚀装置设备, 设备结垢堵塞管路, 催化剂中毒, 影响加热炉效率和换热效果等等不利影响。目前本中心对原油中盐含量的分析采用的是 SY/T 0536 电量法, 这种方法操作性较强, 结果影响因素也较多, 常减压装置脱后原油盐含量控制  $\leq 3\text{mgNaCL/L}$ , 而在装置未做出生产调整的情况下, 原油盐含量分析数据呈现一定范围内的波动, 且分析上存在加标回收率偏低 (准确性低) 的情况。

通过连续 10 天对脱后原油盐含量分析加标回收率的跟踪, 计算出 10 天的平均加标回收率仅为 85%。

基于以上原因, 决定以“提高原油盐含量分析准确性”为本次研究课题。

## 2 现状调查

### 2.1 原油盐含量的分析方法

目前本中心对原油中盐含量的分析采用的是 SY/T 0536 电量法, 这种方法样品处理过程较多, 操作性较强, 结果影响因素也较多。

### 2.2 主要症结

对原油盐含量分析准确性低的原因进行分析, 经过 30 次现场调查, 统计造成分析准确性偏低的因素,

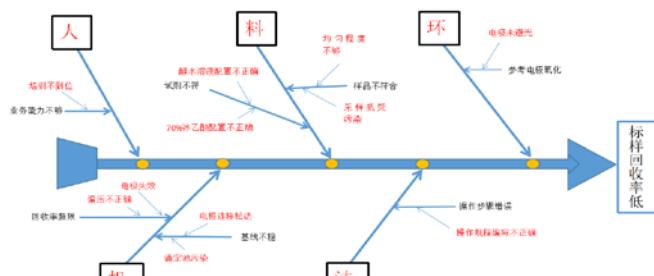


图 1 原因分析鱼骨图

通过调查、研究确定标样回收率低是造成原油盐含量分析准确性偏低的主要症结。

## 3 设定目标

目标将原油盐含量加标回收率由 85% 提高至 95%。

## 4 分析原因 (见图 1)

## 5 确定要因

确认对造成原油盐含量分析准确性偏低的末端原因, 并制定要因确认表。

表 1-1 要因确认表

序号	末端因素	确认方法	确认内容
1	培训不到位	查阅培训考试记录、监督现场分析过程	培训不到位对标样回收率低的影响程度
2	操作规程编写不正确	调查分析	操作规程编写不正确对标样回收率低的影响程度
3	醇 - 水溶液配置不正确	现场监督	醇 - 水溶液配置不正确对标样回收率低的影响程度
4	70% 冰乙酸配置不正确	现场监督	70% 冰乙酸配置不正确对标样回收率低的影响程度
5	样品均匀程度不够	现场监督	样品均匀程度不够对标样回收率低的影响程度
6	采样瓶受污染	现场监督	采样瓶受污染对标样回收率低的影响程度
7	电极未避光	现场监督	电极未避光对标样回收率低的影响程度
8	偏压不正确	试验分析	偏压不正确对标样回收率低的影响程度
9	参考电极失效	试验分析	参考电极失效对标样回收率低的影响程度
10	电极连接松动	现场监督	电极连接松动对标样回收率低的影响程度
11	滴定池受污染	现场监督	滴定池受污染对标样回收率低的影响程度

## 5.1 要因验证一：培训不到位

①确认内容：岗位分析人员是否均经过培训、考试合格后上岗，分析技能能否满足岗位分析需求。②确认方法：调阅分析员培训考试记录、监督现场分析过程。③确认过程：SY/T0536 电量法测定原油中盐含量的分析方法较为繁琐，对岗位人员的操作技能有较高的要求，往往人员的操作技能不过关会导致分析中标样回收率重复性下降。通过检查分析人员的培训记录，并监督现场分析过程，以确定分析人员的操作技能是否符合要求。④通过检查发现分析人员均接受了专项培训，并都通过考试后上岗，并且通过现场监督发现试验人员操作过程均符合分析要求。⑤确认结果：末端因素培训不到位对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.2 要因验证二：操作规程编写不正确

①确认内容：岗位操作规程分析步骤是否符合标准要求。②确认方法：调查分析。③确认过程：操作过程遵循仪器准备、取样、萃取、标样分析、样品分析几大步骤，操作环节较多，对照标准 SY/T0536 逐项核查岗位操作规程是否符合要求。④通过逐项比对检查，确定操作过程均符合分析要求。⑤确认结果：末端因素操作规程编写不正确对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.3 要因验证三：醇 - 水溶液配置不正确

①确认内容：醇 - 水溶液配置是否符合标准中醇 - 水比例为 1 : 3 体积比的要求。②确认方法：现场监督。③确认过程：随机现场抽查 6 天溶液配置情况，检查是否符合标准中醇 - 水比例为 1 : 3 体积比的要求。④通过抽查，确定醇 - 水溶液配置满足要求。⑤确认结果：末端因素醇 - 水溶液配置不正确对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.4 要因验证四：70% 冰乙酸溶液配置不正确

①确认内容：70% 冰乙酸溶液配置是否符合标准中冰乙酸浓度为 70%~75% 的要求。②确认方法：现场监督。③确认过程：对照溶液配置要求，冰乙酸溶液浓度应控制在 70%~75% 之间，随机现场抽查 6 天溶液配置情况。④通过抽查，确定 70% 冰乙酸溶液配置满足要求。⑤确认结果：末端因素 70% 冰乙酸溶液配置不正确对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.5 要因验证五：样品均匀程度不够

①确认内容：取样前样品是否搅拌均匀，搅拌均

匀后是否立即取样。②确认方法：现场监督。③确认过程：现场抽查样品搅拌时间，并确定搅拌后是否立即取样。④通过抽查，确定试验人员都能严格按照要求，将样品充分搅拌均匀后立即取样。⑤确认结果：末端因素样品均匀程度不够对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.6 要因验证六：采样瓶受污染

①确认内容：采样容器是否洁净无污染。②确认方法：现场监督。③确认过程：现场抽查送装置的采样瓶是否受污染。④通过抽查，确定送装置采样的采样瓶均清洁无污染，符合要求。⑤确认结果：末端因素采样瓶受污染对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.7 要因验证七：电极未避光

①确认内容：原油盐含量分析中和分析后电极是否处于避光状态。②确认方法：现场监督。③确认过程：电机未避光会导致参比电极表面银离子氧化，影响标样回收率。通过现场抽查分析中和分析后电极是否处于避光状态。④通过抽查，确定在样品分析过程中和分析后电极均能满足避光条件。⑤确认结果：末端因素电极未避光对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 5.8 要因验证八：仪器偏压不正确

①确认内容：在标准建议偏压范围内，仪器偏压设置的大小对标样回收率的影响。②确认方法：实验分析。③确认过程：SY/T0536 标准建议仪器偏压设置范围为 240mV~290mV，在此范围内改变仪器偏压，分析标样回收率，验证此范围内偏压设置的大小是否影响标样回收率。④小组现场试验发现，设置的偏压大小对标样回收率影响较大，目前分析使用的偏压为 255mV，调查结果显示，255mV 并不是最佳偏压值。⑤确认结果：末端因素仪器偏压不正确对症结标样回收率低影响较大，因此判断为：要因。

## 5.9 要因验证九：参考电极失效

①确认内容：参考电极表面镀银的消耗对标样回收率低的影响。②确认方法：实验分析。③确认过程：随着参考电极表面镀银的消耗，标样回收率会随之降低。对现场参考电极使用时长进行检查，为了验证电极使用时长对分析的影响，通过 4 天分别对已使用 1 个月的参考电极、使用 2 个月的参考电极和新镀银参考电极分别对标样进行分析。④通过实验可知，随着参考电极使用时间的增长，标样回收率有明显降低，

重复性变差。现场检查发现岗位目前所使用的参考电极一周前刚进行更换，岗位并有一月更换一次的规定。  
⑤确认结果：末端因素参考电极失效对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

### 5.10 要因验证十：电极连接松动

①确认内容：仪器电极连接处是否松动。②确认方法：现场检查监督。③确认过程：电极连接松动会导致测定失败、基线不稳，影响标样回收率。随机五天现场抽查仪器电极是否松动。④通过随机 5 天现场检查发现仪器各电极均处于连接状态。⑤确认结果：末端因素电极连接松动对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

### 5.11 要因验证十一：滴定池受污染

①确认内容：分析过程中使用的滴定池是否清洁无污染。②确认方法：现场监督。③确认过程：滴定池污染会导致测定重复性下降，降低标样回收率。随机 9 天现场抽查分析中滴定池的洁净程度是否符合要求。④调查结果显示，试验人员在分析样品前都能严格遵守清洗滴定池的要求，保证滴定池清洁无污染。⑤确认结果：末端因素滴定池受污染对症结标样回收率低影响较小，因此判断为：非要因。

## 6 对策制定

针对仪器偏压设置不正确这条要因提出可行性方案：5W1H 对策分析：①要因：仪器偏压设置不正确；②对策：通过实验验证，240mv~290mv 之间仪器偏压设置的大小对标样回收率的影响；③目标：确定最佳实验偏压值，使标样回收率达到  $100\% \pm 10\%$ ；④措施：每隔 5mv 偏压，测定标样回收率；⑤地点：化验中心

## 7 对策实施

①确定最佳实验偏压值，使标样回收率达到  $100\% \pm 10\%$ 。每隔 5mv 改变仪器偏压，分析标样回收率，验证 240mV~290mV 之间仪器偏压设置的大小对标样回收率的影响。

实验结果表明，在偏压 240mV~265mV 之间，标样回收率随偏压的升高而升高，偏压 265mV 时达到最高回收率 98%，之后呈现下降趋势，在偏压为 270mv 时，标样回收率达到 97%，在偏压为 275mv 时，标样回收率达到 91%，均满足标样回收率  $100\% \pm 10\%$  的目标值，但在偏压 265mv 时，标样回收率为 98%，更接近 100% 的标样回收率，因此本实验应选择最佳的偏压为 265mV。

②对策实施前后对比：对策实施前后标样回收率进行过比对，标样回收率由 83% 提升至 96%。

## 8 效果检查

### 8.1 目标检查

通过调查得知活动前盐加标平均回收率约为 85%，活动后盐加标平均回收率约为 96%。对策实施后，原油盐含量分析加标回收率由原来的 85% 提高至 96%，分析准确度得到较大提高，达成目标！

### 8.2 效益评价

通过本次课题研究，找出了造成原油盐含量分析准确性偏低的主要症结，对主要症结标样回收率偏低进行分析，找出了关键影响因素偏压值设置不正确，并进行试验分析，找出了最佳试验偏压值 265mV，将参数写进操作规程。此次活动后，化验中心原油盐含量分析的准确性和稳定性有了显著提升<sup>[2]</sup>。

①标样回收率低、重复性差的情况得以改善，降低了盐含量分析中标样使用率，一支盐标样 60 元，每周节省标样 3 支，一年约为 52 周，一年节省费用约为： $60*52*3=9360$  元。②避免了因脱后原油盐含量分析数据准确性低，导致常减压装置对原油质量的误判，误增加破乳剂使用量。仪器偏压分别设置为 255mv（活动前偏压）和 265mv（活动后偏压），通过连续两周试验，分析脱后原油中盐含量（脱后原油盐含量控制指标为  $\leq 3.0\text{mgNaCL/L}$ ，当超过这个控制指标，装置需要增加半桶破乳剂的使用量，提高防腐作用）。③为电脱盐装置操作调控提供了更可靠的数据依据，间接避免了因分析数据不稳而导致装置操控不及时或误操作造成脱后原油中盐含量过高引起装置设备腐蚀结垢、加热炉、换热器传热效率降低、设备使用寿命缩短以及催化剂活性下降等不利影响，间接为生产装置减少了能耗，降低了设备损耗。

直接经济效益为： $9360+39000=48360$  元 / 年。

## 9 制定巩固措施

对策实施效果有效，将仪器偏压值固定为 265mv 纳入分析操作规程，经部门领导审批通过并执行。巩固期内原油盐含量分析加标回收率高于 95%，措施有效。

### 参考文献：

- [1] 赵蕊, 简小文. 旋流气浮分离技术在电脱盐切水处理中的应用 [J]. 石化技术, 2022,29(9):79-81.
- [2] 李国欣. 柴达木盆地英雄岭页岩油富集机制与可开发利用性研究 [D]. 中国石油大学 (北京), 2023.

### 作者简介：

钟彪 (1992.04-) 男，民族：汉，江苏省泰州市人，学历：本科，单位：中海油气（泰州）石化有限公司，职称：中级，研究方向：油品分析。