

中东地区某油田中心处理站管线腐蚀监测系统设计

王鲁峰（中石化石油工程设计有限公司，山东 东营 257026）

摘要：本文结合中东地区某油田项目腐蚀监测设计的工程实践，介绍了其中心处理站工程中腐蚀监测方法的选择以及管线腐蚀监测点位置的选取，并总结了在管线腐蚀监测点选取过程中的几点体会和认识。

关键词：腐蚀监测；腐蚀挂片；电阻探针

1 前言

中东地区某油田产出原油先输送至油气分离站，然后输送至中心处理外输。经过处理的原油和天然气最终输送至增压站和增压站附近的其他外输站点。

中心处理站东西长约 798m，南北长约 975m，站内主要工艺流程包括轻油生产、重油生产、销售气压缩及脱水、气举气压缩、油气外输、产出水处理及化学药剂加注等约 18 个流程，如图 1 所示。

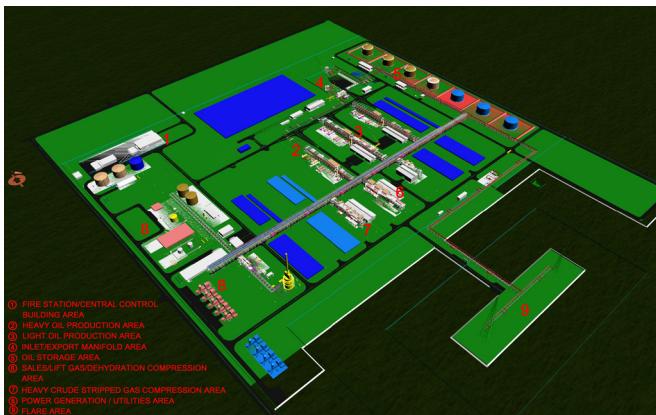


图 1 中心处理站平面效果图

腐蚀监测是全面认识油气田生产系统腐蚀因素、制定防腐措施的基础，是监测、评价防腐措施效果的有效手段。由于中心处理站所处理原油中含有 H_2S 和 CO_2 等易导致管道腐蚀和开裂的成分，因此为获得工艺管线和设备的内腐蚀信息，有必要采取腐蚀监测措施，以保证中心处理站内设备和管线的长期安全运行。

2 腐蚀监测目的

腐蚀监测是指对工业设备管道材质的腐蚀状态、速率以及某些与腐蚀相关的参数进行系统的测量，为研究腐蚀状态、了解腐蚀控制措施的应用效果提供有利的分析数据，同时根据测量的结果进一步指导腐蚀控制措施的应用。

中心处理站所处理原油中含有 H_2S 和 CO_2 等成分， H_2S 不仅会造成严重的全面腐蚀，还会发生氢致开裂 (HIC) 和应力腐蚀开裂 (SCC) 等局部腐蚀形式， H_2S

应力腐蚀开裂所引起的事故往往是突发的，并且是灾难性的。 CO_2 腐蚀也是油气生产设施和管线的一种常见腐蚀形式，而 H_2S 的存在更可能加剧水相中的 CO_2 腐蚀。根据本工程的工况条件和介质的特点，中心处理站内采取了以下腐蚀控制措施：①合理的材料选择；②缓蚀剂加注措施；③对相关工艺管线和设施采用防腐涂层和阴极保护相联合的措施等；④在管线相应位置采用腐蚀监测技术。

因此，本工程腐蚀监测的目的主要包括三个方面，一是获得工艺管线、设备的腐蚀速率等信息，判断其腐蚀状况，随时掌握系统的腐蚀趋势和动态；二是根据管线腐蚀监测的结果，判断腐蚀控制措施的效果，调整优化缓蚀剂加注等腐蚀控制措施和其他生产操作参数；三是及时发现不正常的腐蚀因素，分析有可能发生的危害等，最终达到延长设备及管线的使用寿命，预防重大安全事故发生的目的。

3 管线腐蚀监测方法的选择

目前国内外油气田常用的腐蚀监测技术有挂片法 (CC)、电阻探针法 (ER)、电化学法、电位监测法、极化阻抗法 (线性极化法)、磁感法、便携式氢通量测量仪、分析法 (金属离子浓度、pH 值等)、红外线成像法 (热像显示)、涡流法、超声波法、声波发射法等。

腐蚀监测方法的选择首先应满足腐蚀监测的目的要求，同时应立足于本工程工况条件的特点。国内外部分油气田应用腐蚀监测技术的情况显示，越来越多的油气田从依靠单一方法监测向多种检测技术共同监测的方向发展。综合考虑本工程投资、业主需求等各方面因素，中心处理站内腐蚀监测采用腐蚀挂片 (CC) 称重法和电阻探针 (ER) 测量法两种比较成熟的腐蚀监测方法。两种监测方法综合利用，可以获得具有实际价值的腐蚀速率等信息，为腐蚀控制措施的优化和生产操作参数的调整提供比较可靠的数据基础。

两种腐蚀监测方法的应用范围和主要特点如下：

①腐蚀挂片（CC）称重法。腐蚀挂片是将相同材质的腐蚀挂片直接置于腐蚀环境中，定期取出挂片测量腐蚀速率、观察腐蚀形貌。通过测量挂片重量的变化，算出平均腐蚀速率。同时观察挂片上点蚀情况，分析判断腐蚀成因和机理。腐蚀挂片技术的特点：a. 能够提供腐蚀造成的平均金属损失量、挂片上的局部腐蚀情况以及沉降物的化学分析等信息；b. 经济可靠；c. 不能提供连续的腐蚀信息，信息获得速度慢，很难关联其他过程信息。②电阻探针（ER）测量法。是通过测量电阻变化值与金属腐蚀量的关系，换算出金属的腐蚀速率。电阻探针测量法不受腐蚀介质限制，在气相、液相、导电或不导电的介质中均可应用。测量时不必把试样取出，也不必清除腐蚀产物，因此可在生产过程中直接、连续的监测，具有灵敏、快速的优点。但电阻探针测量法只能测定一段时间内的累计腐蚀量，而不能测定瞬时腐蚀速度和局部腐蚀。

4 管线腐蚀监测点布置

中心处理站工程中，腐蚀监测系统主要包括腐蚀挂片（CC）以及电阻探针（ER）等，考虑到本工程原油 H_2S 含量较低，面临的腐蚀风险较小等特点，腐蚀监测系统采用非在线方式。

中心处理站工程中腐蚀监测点位置的确定，既应考虑腐蚀监测的目的，同时还应考虑工艺流程、腐蚀控制措施（缓蚀剂加注点设置）、管线规格材质和介质特点等各方面因素。本工程腐蚀监测点位置的确定流程如图 2 所示：

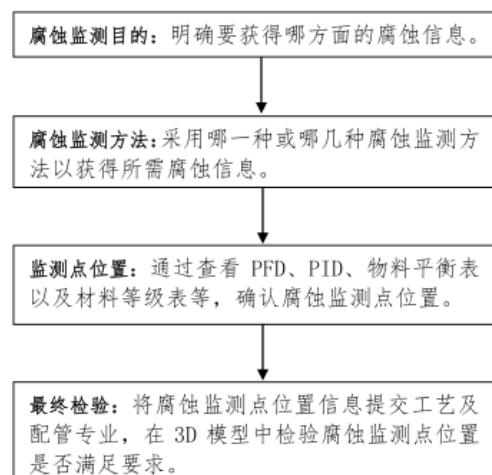


图 2 腐蚀监测点设计流程示意图

腐蚀监测点位置的选取是综合考虑各方面因素的结果，在确定腐蚀监测点位置之前，应对腐蚀监测的目的有着明确要求，对本工程的工艺流程有着详细了解，在此基础上才能进行监测点位置的选取。

以轻原油一级分离器水相出口管线处的腐蚀监测点为例，该处监测点的选择流程如下：

在充分研究本工程工艺流程的基础上，考虑到轻原油处理之前腐蚀性较强，而且在断塞流补集器进管处已设置了缓蚀剂加注点，因此有必要掌握轻原油一级分离器内的腐蚀状况，并了解断塞流补集器进管处缓蚀剂的加注效果，如图 3 所示。

为达到腐蚀监测的目的要求，需采用腐蚀挂片（CC）和电阻探针（ER）两种方法相结合的方式进行腐蚀监测，判断腐蚀速率，观察腐蚀形态，为评定断塞流补集器进管处缓蚀剂注入后介质的抗腐蚀效果提供更可靠的数据基础。

通过查看轻原油进站分离的相关 PFD 图纸，确定在轻原油一级分离器水相出口管线处设置腐蚀监测点以收集相关的腐蚀信息。

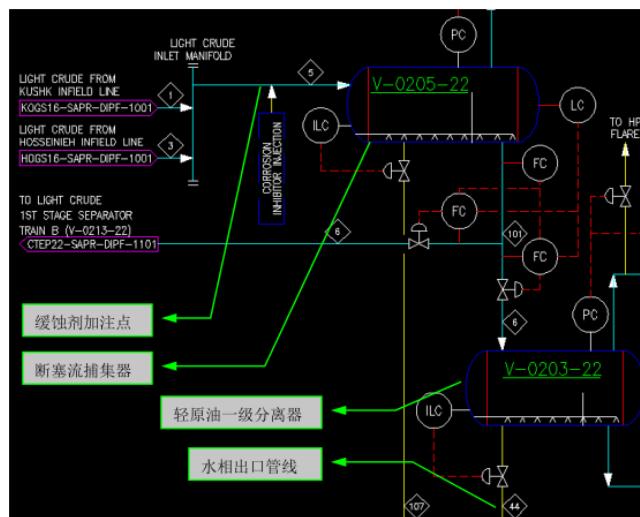
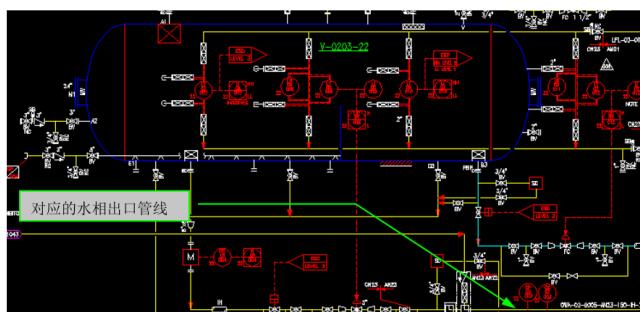


图 3 轻原油进站分离 PFD 图

在 PFD 图纸上确定监测点的大概位置后，在 PID 图中查找对应的管线，并根据管线的介质、尺寸、材质等信息，确认在该位置设置腐蚀监测点能够获得所需要的腐蚀信息，如图 4 所示。



在模型中观察腐蚀监测点的设置能否满足现场安装的空间要求以及将来的操作和维护等要求, 图 5 为 3D 模型腐蚀监测点位置。

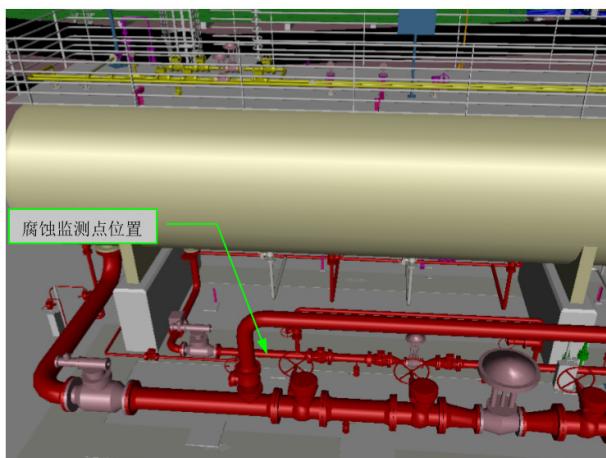


图 5 轻原油一级分离器 3D 模型图

结合中心处理站工程中腐蚀监测的目的需求及工艺流程的特点, 腐蚀监测点各位置最终确定如下:

原油(轻油、重油)收球筒来油管线及断塞流补集器进管处管线采用腐蚀挂片(CC)和电阻探针(ER)进行腐蚀监测。这几处管线为来油管线, 断塞流补集器进管处管线也是缓蚀剂注入位置, 通过这几处腐蚀监测点不仅可以判断来油的腐蚀速率, 而且可以评定缓蚀剂注入后介质的抗腐蚀效果。

原油断塞流补集器、一级分离器和二级分离器水相出口管线采用腐蚀挂片(CC)和电阻探针(ER)进行腐蚀监测。考虑到以上设备所处理原油水含量以及 H₂S 和 CO₂ 含量较高, 因此设置这几处腐蚀监测点用于判断设备的腐蚀情况, 并可以此为依据, 调整优化上游缓蚀剂加注。

原油(重油、轻油)产出水撇油罐入口管线采用腐蚀挂片(CC)和电阻探针(ER)进行腐蚀监测, 判断产出水加入缓蚀剂后的腐蚀速率, 并可以此为依据, 调整优化上游缓蚀剂加注。

原油(重油、轻油)脱出气气相出口管线会管、原油(重油、轻油)脱出气一级压缩罐气相出口管线会管采用腐蚀挂片(CC)和电阻探针(ER)进行腐蚀监测, 原油(重油、轻油)脱出气二级压缩冷凝器气相出口管线采用腐蚀挂片(CC)进行腐蚀监测。考虑到气相管线发生泄漏后容易造成 H₂S 泄漏, 从而引发安全事故, 因此在以上几处典型位置设置腐蚀监测点。

轻油外输管线、重油外输管线、气举气外输管线、销售气外输管线及产出水外输管线采用腐蚀挂片(CC)

和电阻探针(ER)进行腐蚀监测, 以保证经过中心处理站处理的油气水满足外输要求。

5 腐蚀监测系统设计心得体会

腐蚀监测系统设计过程中, 首要一步是根据本工程的工况特点, 明确腐蚀监测的目的。只有腐蚀监测目的确定以后, 才能选择合适的腐蚀监测方法, 设置合理的腐蚀监测点位置。

腐蚀监测点位置的选取是综合考虑各方面因素的结果, 在确定腐蚀监测点位置之前, 应对腐蚀监测的目的有着明确要求, 对本工程的工艺流程和设备/管线的规格和材质有着详细了解。

中心处理站 FEED 文件中, 腐蚀监测点的设计存在很多不合理之处, 有的腐蚀监测点设置在管线材料等级很高或管径很小的位置、有的腐蚀监测点与缓蚀剂加注点相对位置关系不合理等, 因此, 熟悉和掌握 PFD、PID、物料平衡表、管线列表以及 3D 模型等设计文件, 对选择合理的、满足要求的腐蚀监测点位置至关重要。

腐蚀监测系统设计过程中, 腐蚀监测点并不是数量越多越好, 相反, 在不合适的地方设置腐蚀监测点不仅造成经济上的浪费, 而且增加管线泄漏的风险。因此, 在腐蚀监测点的选择过程中, 明确腐蚀监测目的、充分了解工艺流程对选择合理的腐蚀监测点位置至关重要。

腐蚀监测系统设计过程中, 应根据腐蚀监测目的不同, 重点注意腐蚀监测点与缓蚀剂加注点的对应关系。

而对于二级压缩冷凝器气相出口管线, 由于经过处理的原油脱出气的腐蚀性大大减弱, 因此该位置处的腐蚀速率已不是监测的重点。考虑到介质内 H₂S 的存在, 有可能导致氢致开裂(HIC)和应力腐蚀开裂(SCC)等局部腐蚀形式, 因此该位置处仅设置了腐蚀挂片(CC)。

参考文献:

- [1] 于志华, 孟祥刚. 腐蚀监测技术及其在油田的应用 [J]. 管道技术与设备, 2012, 2(2):48-49.
- [2] 吕瑞典, 薛有祥. 油气田腐蚀监测技术综述 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 2009, 26(1):4-6.
- [3] 周玉波, 邵丽艳, 李言涛, 等. 腐蚀监测技术现状及发展趋势 [J]. 海洋科学, 2005, 29(7):77-79.
- [4] 程明. 哈法亚油田 CPF3 的腐蚀监测技术应用 [J]. 腐蚀与防护, 2020, 41(6):53-61.