

Honeywell Upstream Corrosion Solutions 霍尼韦尔上游腐蚀解决方案



霍尼韦尔提供技术、软件、咨询和服务，帮助客户监测和解决腐蚀问题，提高解决腐蚀问题的能力，使工厂处于安全和最佳水平下运行。

益处

实践证明：霍尼韦尔腐蚀解决方案为客户带来可衡量的改善和效益：

- 提高设备可靠性，增加工厂正常运行时间
- 定期维护转化为可靠性维护，降低维护成本
- 最大化生产量的同时，加强设备安全性
- 降低工艺波动影响，提高运行安全水平
- 显著降低缓蚀剂成本

腐蚀作为工艺变量

通过集成霍尼韦尔 Experion® PKS 和其他 DCS 系统，客户可将腐蚀模型和监控数据转换成高附加值的工艺知识。操作工和工程师可以关联工艺变量和腐蚀数据，观察工厂运行条件，快速做出重要的业务决策，采取积极行动，优化短期和长期的工厂性能参数。

使用先进应用程序如霍尼韦尔的资产、控制、操作和模拟软件，并结合实时腐蚀模型和监控数据，是具有高附加值的工艺知识来源，帮助工艺工程师适时地作出正确决策。

霍尼韦尔腐蚀解决方案

量化和检测腐蚀是解决腐蚀问题的第一步，霍尼韦尔提供的腐蚀解决方案包括软件、咨询、服务和产品等。

实时在线腐蚀监测系统

霍尼韦尔 SmartCET® 腐蚀传感器嵌入专有的电化学腐蚀测量技术，结合作为线性极化电阻（LPR）、谐波失真分析（HDA）和电化学噪声（ECN）三种技术，通过高精度高价值方法，在线将腐蚀数据传送到过程控制系统。

SmartCET® 可以输出四个腐蚀参数供操作人员和腐蚀专家进行腐蚀诊断和分析，完整地诠释物理腐蚀过程和有效的腐蚀/资产管理框架。

SmartCET® 输出的四个腐蚀参数如下：

- 现场操作人员
 - 均匀腐蚀速率
 - 点蚀因子

- 腐蚀专家

- B 值 (Stern Geary 常数)
- 腐蚀机理因子 CMI 值

SmartCET® 通过传感器或探头接触含电解质溶液的腐蚀环境，进行腐蚀测量，并提供在线的腐蚀诊断数据。SmartCET® 因其独特的设计可以连接到现成的或客户定制化的不同探头，为具有针对性的配置提供最可靠精确的腐蚀测量。为保证腐蚀监测精确，霍尼韦尔腐蚀专家帮助客户选择适合其工艺环境的探头；也可以审查现有的腐蚀监测系统，为优化和升级在线实时监控系統提供参数输入和建议。

SmartCET® 具有业内最好的数据更新速度（约 30 秒），允许用户对实时腐蚀变化做出反应，将工艺变化和腐蚀事件关联起来。另外腐蚀变量还可以作为控制回路的参数输入，如缓蚀剂添加的自动回路。

SmartCET®（有线版）通过行业标准 HART 通信协议，可以容易地连接到现有的控制系统。腐蚀数据作为过程控制系统的输入参数，可以分析其历史数据趋势，报警并分配到进程组。腐蚀数据还可无缝地关联到其他工艺参数，让腐蚀专家、工厂操作工或工程师齐心协力，为操作条件和缓蚀方案提出更多意见。

霍尼韦尔通过领先的通讯技术设计，改善了 OneWireless™ SmartCET® 传感器。它通过霍尼韦尔 ISA100.11a 无线网络实现无线交流功能，极大地简化实施工作，降低腐蚀监控系统的总体成本。



无线 SmartCET 腐蚀传感器

腐蚀预测软件

霍尼韦尔的软件模型和产品涵盖 20 多年行业领先的联合工业项目 (JIP) 和实验室研究成果, 并得到现场数据和经验的验证。腐蚀预测模型与 DCS 集成的实时解决方案, 为操作工和工程师提供极大的方便, 准确量化腐蚀速率, 选择合适的设备材料。霍尼韦尔腐蚀预测软件还可以在动态生产中进行管道和其他工艺设备的完整性管理。

霍尼韦尔的整套腐蚀软件和模型应用就腐蚀、破裂和材料选择等重要问题, 为工厂运营提供可靠有效的解决方案, 帮助客户做出行之有效的决策。基于联合工业研究项目 (JIP) 的专有数据, 腐蚀模型就复杂的腐蚀预测和材料选择等难题, 为用户提供易于实施的解决方案, 广泛应用在油气生产&集输和炼油厂等管道和设备上。

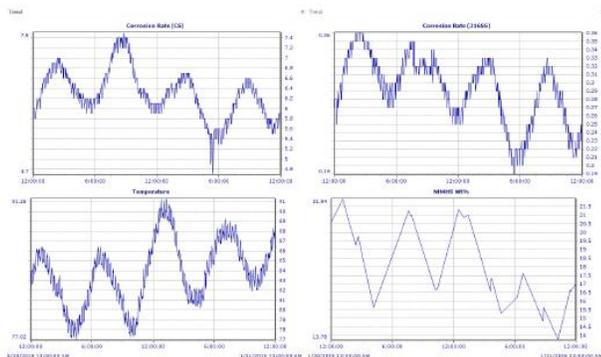
针对上游不同腐蚀机理和应用场合, 霍尼韦尔开发以下预测模型:

- Predict® 6.1: 含 CO₂/H₂S 油气生产&集输系统的碳钢腐蚀速率的预测和评估
- Predict®-Pipe 4.1: 干气&湿气输送管道的内腐蚀直接评估 (基于 NACE SP0206 和 NACE SP0110)
- Socrates® 9.1: 油气生产&集输系统抗腐蚀合金材料的选择
- Predict®-Amine 3.0: 天然气处理厂含胺装置的腐蚀 (MEA, DEA, DGA, MDEA)

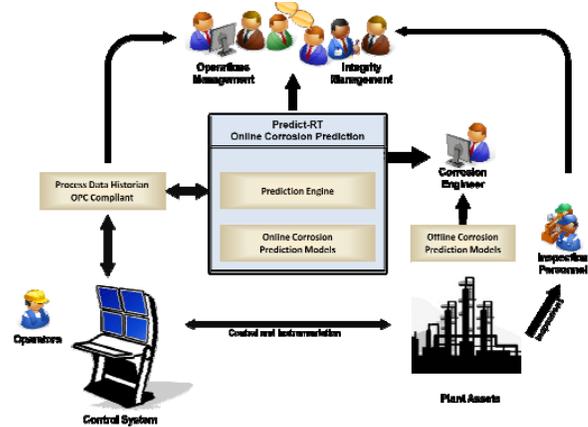
这些软件应用可以帮助工程师迅速找到腐蚀难题的答案:

- 找出影响腐蚀的参数, 帮助制订有效的缓蚀方案
- 进行有效的腐蚀预测和特征描述, 尤其碳钢不适用时找到合适的抗腐蚀材料

其中, Predict® 6.1 腐蚀预测模型的结果可以与历史数据库或 DCS 链接, 不需要安装其他腐蚀监测设备就可以进行多位置的腐蚀速率量化计算。这种在线实时的腐蚀预测作为虚拟的“监测点”, 进一步提高现场操作人员将生产参数波动与腐蚀行为相关联的能力。现场操作人员可以将腐蚀视为一工艺操作变量, 随着生产条件的变化, 预测的腐蚀速率会随之变化。设备维护部分和生产部门就能够使用工艺数据来评估腐蚀的影响、后果和防护, 大大提高生产效率和安全操作。



腐蚀速率与生产条件相关联



Predict®-RT 工作框架 职能部门和工程师利用腐蚀预测模型结果

实验室和咨询服务

霍尼韦尔腐蚀研究实验室专业评估金属、聚合物、陶瓷和涂料的性能。从初步的现场调研到最终报告交付, 提供整套的腐蚀调查和服务。霍尼韦尔为现场和工厂工程人员提供最先进的材料和模拟复杂介质环境的测试设备, 同时提供负载和加压组件的全方位评估, 测试服务包括:

- 高温高压设备
- 炼厂腐蚀, 包括原油腐蚀测试
- H₂S 和酸性介质检测
- 氢脆
- 环烷酸腐蚀
- 模拟介质测试
- 电化学测试
- 动态酸性水测试
- 机械测试

霍尼韦尔可以设计和交付客户定制化的腐蚀测试和金属测试, 包括: 恒载荷试验装置、CERT 机、高压参比电极、高压釜、流循环和其他。我们的研究专家在设计实验设备方面拥有良好的业绩记录, 可以满足所有行业客户的需求。

霍尼韦尔经验丰富的材料工程师和腐蚀专家提供腐蚀领域内的专家咨询服务, 包括: 模拟复杂的工艺&腐蚀问题和腐蚀建模、材料选择、冶金和力学性能、设备失效分析、腐蚀控制、资产完整性评估、原油评估和工厂腐蚀风险评估研究等。霍尼韦尔专家基于最先进的、装备齐全的腐蚀测试实验室和研究中心为客户提供高品质的服务。

联合工业研究项目 (JIP)

霍尼韦尔的联合工业研究项目 (JIP) 为复杂重要的工业腐蚀问题调查提供专业的腐蚀工程和研究服务, 所有参与联合工业研究项目的赞助公司可以分享数据、经验和研究结果。另外赞助公司还可以选择在相似条件下进行额外试验测试, 并独享试验结果。

已经完成和正在进行的部分联合工业研究项目（JIP）如下：

- 拉曼光谱在组分实时监测和量化计算中的应用
- 油气生产环境中 13-铬材料的 H₂S 可适用范围
- 贫胺和富胺系统中的腐蚀预测和材料选择
- 胺系统的腐蚀预测和评估（阶段 2）
- 高温高压油气井中的钛合金应用
- 深水管道的远程监控
- 酸性介质和深水海上装置的硫化物应力开裂研究
- 腐蚀性修井和生产环境中连续油管的应用指南

客户还可加入正在进行或访问已经完成 JIP 项目的数据和软件。对已经完成的 JIP 项目，霍尼韦尔可提供的交付成果包括腐蚀预测/材料选择软件模型和全面的 JIP 报告和分析报告等。

工程服务

霍尼韦尔腐蚀专家拥有超过 30 年解决腐蚀问题的实际工作经验，帮助客户增加腐蚀知识和提高其解决腐蚀问题的能力。除工程服务外，我们还可以制定和实施有效的、满足工厂需求的腐蚀控制策略。

霍尼韦尔提供的腐蚀工程服务包括：

工厂腐蚀调研

- 检查和分析历史腐蚀数据、腐蚀故障、维护记录及设备更换记录

- 推荐腐蚀监测位置
- 腐蚀探头配置和电极形状选择
- 工艺相关的腐蚀分析
- 腐蚀故障诊断

专家咨询

- 设备材料选型
- 材料选择图
- 腐蚀控制文档
- 缓蚀剂筛选
- 腐蚀故障调查和分析

工艺和腐蚀模拟

- 腐蚀测试和建模
- 腐蚀预测和离子模型
- 操作条件分析
- 敏感性分析
- 过程和寿命预测
- 工作环境模拟
- 腐蚀控制策略

了解更多信息

若要详细了解霍尼韦尔的腐蚀预测软件和腐蚀解决方案，请访问我们的网站 www.honeywellprocess.com，或与霍尼韦尔客户经理联系。

霍尼韦尔过程控制部高技术软件解决方案部门

北京市朝阳区酒仙桥路 14 号兆维工业园甲 1 号楼，邮编 100015

上海市张江高科技园区环科路 555 号 1 号楼 10 楼，邮编 201203

热线电话：800-820-0237，400-820-0386

电子邮箱：HPSAppTech-China@honeywell.com

PN-15-CS-ENG
February 2016
© 2016 Honeywell International Inc.



Product Information Note

Predict® 6.1: 多相流油气生产&集输系统的碳钢腐蚀预测



Predict® 6.1是业内领先的应用于含 CO_2/H_2S 油气生产和集输系统的碳钢腐蚀预测软件，其最新版本使得碳钢腐蚀预测更加精确，同时兼容微软Windows®10操作系统。

油气生产环境中的 CO_2 和 H_2S 腐蚀（也称酸性气腐蚀）是设备性能退化和失效的重要因素。精确量化这些因素引起的腐蚀，对提高钢铁材料在油气生产&集输系统中的安全应用至关重要。

霍尼韦尔 Predict® 6.1 软件提供一种阶梯方法，评估和预测碳钢在 CO_2/H_2S 生产&集输环境中的腐蚀速率。基于用户的输入参数，该软件可以评价环境参数和操作参数对腐蚀的影响。软件建立在大量的实验数据、相行为模型和流体力学模型的基础上，准确描述这些参数对腐蚀的影响。

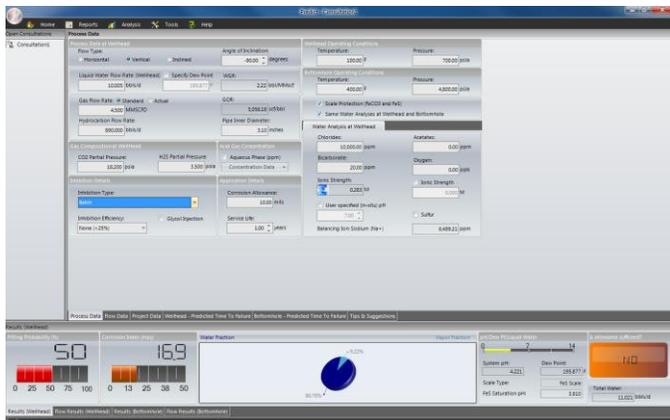
- 结垢物和饱和 pH 值

此外，多相流模型使得用户直观地看到具体流态，并评估特定管道位置流动形态的影响。流动模型可描述向上或向下的流动，计算两相的雷诺数和摩擦系数，并评估液体含量和剪切应力对腐蚀速率的影响。本软件包括环境（电化学）和流体动力学两方面的参数对腐蚀的影响。

软件特点

Predict® 6.1 基于用户给出的操作参数对碳钢进行腐蚀预测，并依据材料的实际性能数据进行经济和工程决策。本软件提供以下独特的功能：

- 预测点蚀几率
- pH 值计算模块：包括 16 种不同阴阳离子的影响
- 严格的水相行为计算，包括醇（MEG, TEG 和 DEG）影响的计算
- 精确模拟动量传递的影响（流态、液相含量、压力降和剪切应力等）
- 精确描述碳酸铁和硫化铁在不同温度和 pH 值下的结垢影响
- 精确表征 O_2 浓度对腐蚀的影响
- 描述油气生产&集输系统水含量变化的影响
- 快速访问实验室测试数据（包括 18 个流动循环装置的腐蚀实验）



Predict 软件界面，显示预测的碳钢点蚀趋势和均匀腐蚀速率

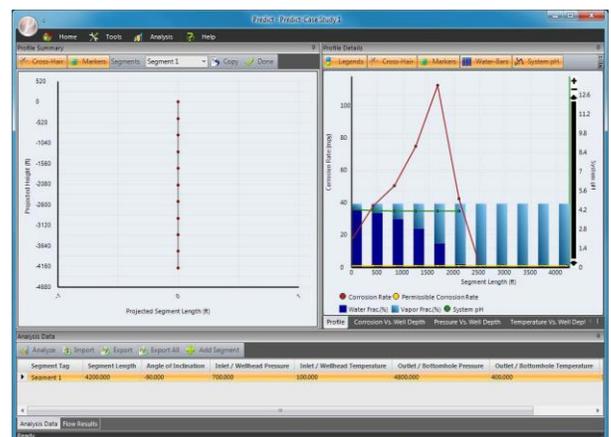
腐蚀预测更方便

Predict® 6.1 用户界面直观，易于掌握，用户能够快速得到预测结果。输入必要的环境参数和操作参数，如：

- 生产/工艺数据（包括压力、温度、油/气/水流量）
- 组成数据（酸性气组成和水相分析）
- 其他数据（设备服务寿命、腐蚀余量、油井或物流信息）

Predict® 6.1 输出以下与腐蚀和水溶液相关的结果：

- 预测腐蚀速率（单位 MPY 或 MMPY）
- 点蚀几率
- pH 值
- 露点和水相分布
- 液态水含量



进口/出口或井底/井口的腐蚀分布图

Predict® 6.1: 多相流油气生产&集输系统的碳钢腐蚀预测

Predict® 6.1 新改进

Predict® 6.1 为最新版本，腐蚀预测更加准确，包括以下新改进：

新 pH 预测模块：更加精确描述管线进出口条件的特征

- 精确描述碳酸铁和硫化铁结垢的影响
- 基于先进的流动模型和联合工业项目（JIP）实验数据，分析剪切应力对腐蚀速率的影响
- 基于水相中 CO₂、H₂S 腐蚀数据进行腐蚀预测
- 自定义露点，表征水相行为
- 进行生命周期成本分析，以图形方式显示服务寿命，预测管道失效时间
- 对任意水平、垂直或倾斜管道进行分段评估
- 进行多点分析、多点敏感性分析和专家系统多点敏感性分析
- 与其它霍尼韦尔腐蚀模型进行无缝数据交换

收益

- 评估和预测含酸性气体环境下的腐蚀，如油&气生产设备、集输管线、电厂、天然气处理厂等
- 精确计算 pH 值和其他水相离子浓度
- 评估 CO₂/H₂S 腐蚀和其他参数的互相影响；
- 预测水相行为
- 描述流动行为，并精确关联流动对腐蚀的影响
- 图形化显示整条输油管线或井底油管的腐蚀状况
- 预测氯离子、氧气或硫对腐蚀的影响
- 全面分析系统的腐蚀和成本

建立腐蚀预测的标准工作流程

Predict® 6.1 腐蚀模型软件可以帮助工程公司或工厂进行一致的精确腐蚀评估。Predict® 6.1 是建立在完整可靠的腐蚀知识基础之上，包括：联合工业项目（JIP）实施的数百个腐蚀实验专有数据，大量的多相流 CO₂/H₂S 腐蚀文献信息，精确的多相流模型和业内最全面的腐蚀数据库。

多相流 CO₂ 和 H₂S 腐蚀是一种非常复杂的现象，利用流动条件下的实验数据是准确模拟腐蚀的唯一方法。联合工

业项目（JIP）的腐蚀测试条件包括模拟流动条件，这些数据有助于制定各关键参数与腐蚀之间关系的规则。

Predict® 6.1 也包含严格的机理模型，用于描述相行为、离子分析和流体模型。化工基本定律与实际工程数据的结合使 Predict® 6.1 能够精确预测油气生产&集输系统在不同操作条件的腐蚀行为。

Predict® 6.1 是迄今为止市场上唯一的工具，将数学模型建立在实际 H₂S/CO₂ 腐蚀实验数据的基础上，同时集成严格的流动模型和离子模型。

另外，Predict® 6.1 能够获取各关键参数以及参数间协同作用对腐蚀速率的影响。已经发现：影响腐蚀最主要的环境变量是影响 pH 值的变量，如酸性气体 H₂S 和 CO₂。

Predict® 6.1 使用本体 pH 值作为模拟腐蚀机理的核心因子，评估 pH 值在腐蚀产物沉积和溶解过程中的作用，这些最基础的因素均被考虑到 Predict® 6.1 的输出结果里。同时，Predict® 6.1 包括独立的敏感性分析功能，用户可以看到各种参数对预测 pH 值和预测腐蚀速率的影响，例如酸性气体、醋酸盐和油气产量等。

基于基本定律和腐蚀研究数据，Predict® 6.1 软件采用实际有效的方法来模拟腐蚀：

- 首先，利用常用的环境/操作参数进行腐蚀预测
- 然后，利用实验室数据、现场数据和理论模型，获得腐蚀程度和腐蚀速率的真实评估
- 最后，采用一种计算方法，集成了关于腐蚀预测的数学和启发式知识（实验数据和现场经验）

大多数其它的腐蚀预测模型对预测结果的解释过于保守，或者只考虑了少量参数的影响，这些方法并不适用于预测油气田环境下的腐蚀程度和腐蚀速率，因为所有相关参数都需要基于正确严格的基础和精确的特征描述。正是有了基于严格腐蚀原理和数据的腐蚀模型，用户才能够根据 Predict® 6.1 准确的腐蚀预测结果建立标准的工作流程。

了解更多信息

若要详细了解霍尼韦尔的腐蚀预测软件和腐蚀解决方案，请访问我们的网站 www.honeywellprocess.com，或与霍尼韦尔客户经理联系。

霍尼韦尔过程控制部高技术软件解决方案部门

北京市朝阳区酒仙桥路 14 号兆维工业园甲 1 号楼，邮编 100015

上海市张江高科技园区环科路 555 号 1 号楼 10 楼，邮编 201203

热线电话：800-820-0237，400-820-0386

电子邮箱：HPSAppTech-China@honeywell.com

PN-15-PRD01-ENG
February 2016
© 2016 Honeywell International Inc.

Honeywell

Socrates® 9.1: 腐蚀性油气系统的材料选择



经过超过 20 年的工业应用，Socrates® 已经成为油气工业中领先的材料选择工具。Socrates 是一综合的材料选择工具，提供领域专家的材料选择决策，包括大量的联合工业项目（JIP）数据以及著名油气生产公司、设备生产商和耐腐蚀合金（CRA）供应商的经验和专业知识。

Socrates 9.1 为霍尼韦尔腐蚀软件套装的其中之一，扩展 Socrates 8.0/9.0 的功能，包括新数据、改进功能和兼容 Microsoft Windows 10 操作系统。

耐腐蚀合金（CRA）已在油气生产、集输、井下、井口和管线的应用中掀起了油气工业的革命性变化。在碳钢无法应用的严苛环境下，采用耐腐蚀合金（CRA）提供了合适的解决方案。考虑到耐腐蚀合金材料选择的复杂性，Socrates 的开发建立在联合工业项目（JIP）专利数据、大量的现场经验以及最新 NACE MR0175/ISO15156 规范的基础之上，旨在帮助评估油气生产环境中不同耐腐蚀合金材料的性能。



Socrates 程序界面：显示指定环境可接受的系列材料

新改进

Socrates 9.1 基于之前版本，增加大量的新功能，包括：

- 新的 pH 预测模块：基于离子分析，精确计算 pH 值
- 自适应规则模块：修正自带的系统规则，与公司自定义数据和要求保持一致
- 大量最常用耐蚀合金材料的新数据
- 集成油气生产、酸化、完井液和注水系统的材料选择规则
- 先进的合金材料分析功能：包括用户自定义的合金
- 先进的用户界面：实现多环境和多材料的同步分析

- 改进不锈钢安全使用界限模块

简化耐腐蚀合金材料选择

从 160 多种耐蚀合金中选择合适的材料，要求工程师保持对所有耐腐蚀合金材料的认知，统一不同生产商的产品信息，理解耐腐蚀合金材料的正确应用范围，并将这些信息应用于实际生产中。这些任务非常耗时耗力。Socrates 帮助用户选择最合适的材料，应用在特定的油气生产和非生产环境中，如酸化、完井液和注水系统等。

- 找出适用于苛刻高腐蚀环境中的最佳耐腐蚀合金材料（如高 H₂S，高氯的油气生产和集输系统）

Socrates® 9.1: 腐蚀性油气系统的材料选择

- 通过材料和性能分析，验证当前环境中使用的耐腐蚀合金材料的适用性
- 评估因腐蚀和破裂造成耐腐蚀合金设备失效的风险
- 通过敏感性分析和材料与环境研究，进行全面风险评估和可靠性评价
- 比较选择不同耐腐蚀合金的成本，确定用于新设备的最佳材料
- 评估耐腐蚀合金材料和碳钢+缓蚀剂选项同步进行，确定合适的材料选项
- 满足生产环境要求的同时，寻找适合非生产环境（酸化、完井液、注水）的合适材料

- 更新 160 多种耐蚀材料的数据和规则，包括最新的腐蚀文献、霍尼韦尔实验室研究的专利数据和现场经验
- 快速访问不锈钢安全使用界限：界限来自霍尼韦尔的联合工业项目（JIP）的研究成果（超过 2000 个数据点）
- 软件使用和技术问题可快速寻求帮助文档的指导
- 重新设计的 Window 界面更易上手，与其他系统和 Honeywell 软件数据共享更加简单
- 基于 .Net 的设计促使软件跨多平台使用
- 其它霍尼韦尔腐蚀软件实现无缝数据交换

耐蚀合金材料选择的标准化

Socrates 提供了一种方法：用户可以根据实际腐蚀数据和严格的工程材料选择指南做出最优化的材料选择。Socrates 的用户界面展示需要考虑的关键参数，如产气量、产水量、产油量、总压力、 H_2S/CO_2 摩尔百分比以及总流量等。工程师进行材料选择时，不需要记住这些关键参数，因为 Socrates 的用户界面自动列出这些输入参数。同时工程师也不必记住哪些材料适用于哪个具体环境，因为 Socrates 自动过滤那些不适用该具体环境的材料，包括油管、衬垫、井口、输送管线及其它设备。

Socrates 使工程师在耐腐蚀合金材料选择方法上保持前后一致，即使用同一套腐蚀评价体系和材料选择方法，全公司或某工程部门的所有工程师在进行材料选择所做的决策是一致的。同时，Socrates 支持合金评价时用户自定义规则，工程师可以进一步创建其公司自定义的选材规则，从而将公司专利知识和经验融入到材料的选择决策中。



同步分析模块：同步分析指定环境和设备的材料列表

附加特点

- 创建自定义的合金评价规则，并与标准体系规则比较其影响和行为
- 更新焊接影响分析模块：焊接影响纳入到腐蚀性性能评价中

了解更多信息

若要详细了解霍尼韦尔的腐蚀预测软件和腐蚀解决方案，请访问我们的网站 www.honeywellprocess.com，或与霍尼韦尔客户经理联系。

霍尼韦尔过程控制部高技术软件解决方案部门

北京市朝阳区酒仙桥路 14 号兆维工业园甲 1 号楼，邮编 100015

上海市张江高科技园区环科路 555 号 1 号楼 10 楼，邮编 201203

热线电话：800-820-0237，400-820-0386

电子邮箱：HPSAppTech-China@honeywell.com

PN-15-SOC01-ENG
February 2016
© 2016 Honeywell International Inc.

Honeywell

Predict®-Pipe 4.1: 天然气集输管道内腐蚀预测和评估



Predict®-Pipe 4.1是业内领先的应用于天然气集输管道内腐蚀预测和评估的商业化软件，可以对干气和湿气管道进行精确的内腐蚀直接评价。

Predict®-Pipe 4.1 是业内领先的管道内腐蚀评估软件，对因积水暴露在腐蚀环境中的干气和湿气集输管道进行精确的内部腐蚀直接评价。Predict-Pipe® 4.1 包含霍尼韦尔 Predict® 6.1 内腐蚀预测最新模型，并加入新特征，如重新设计用户界面和兼容 Microsoft® Windows 10 系统。

Predict®-Pipe 4.1 解决管道腐蚀管理两个重要问题：

- **干气输送管道评估：**对因水冷凝/积水暴露在腐蚀环境中的干气输送管道，分段评估管道内的积水量和腐蚀量（DG-ICDA）
- **湿气输送管道评估：**对夹带凝析水、水或液态烃的陆上/海上湿天然气管道和其它管道系统，预测和评估其腐蚀速率（WG-ICDA）

干气内腐蚀直接评价（DG-ICDA）是一种新颖的行业标准方法（NACE SP0206），用于指导管道维护，预防和避免昂贵的管道失效事故。正常操作条件下，天然气集输管道运送上游脱水处理过的不饱和天然气。这类管道通常依赖脱水装置，将天然气含水量控制在可接受范围内，不需要在管道内部加入缓蚀剂或采取其它保护措施来减缓腐蚀或保护管道。但生产波动或其他干扰（如温度/压力）时，管道内常产生近饱和天然气或液态水，导致下游管道的某些部位聚结/凝析水。

湿气内腐蚀直接评价法(WG-ICDA)为结构严谨的流程方法，将预评估、间接检测、详细检查和后评估结合在一起，评估管道因内腐蚀带来的管道完整性风险。该评价方法的目标是找出不同因素引起内腐蚀的最可能位置，如水含量、流态、持液量、温度/压力变化等。Predict®-Pipe 根据 NACE 标准 SP0110 提供便捷的湿气管道内腐蚀自动评估，主要依据：

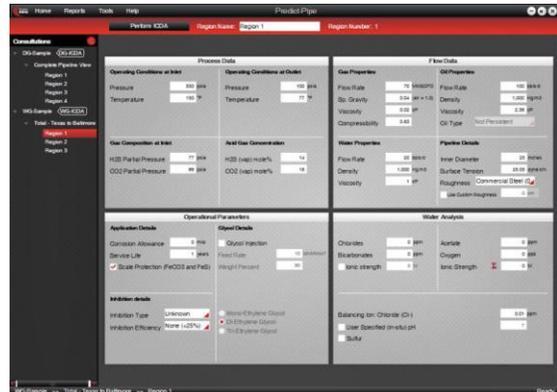
- 可用的历史信息
- 流动模型：确定液态滞留量
- 流态
- 内部腐蚀预测模型(ICPMs) 评估内部腐蚀速率

腐蚀预测更便捷

Predict®-Pipe 4.1 用户界面简单易掌握，用户需要在界面上输入与管道/集输环境相关的参数即可，包括：

- 生产/工艺数据（压力、温度、油/气/水流速）
- 介质分析数据（酸性气组成和水相分析）

- 项目数据（使用寿命、腐蚀余量、井口/物流信息）



Predict-Pipe 4.1: 典型的 WG-ICDA 区域输入界面

输入数据后，Predict®-Pipe 4.1 提供以下计算结果：

- 分段管道的预测腐蚀速率图
- pH 值
- 露点和水相分布
- 液态水滞留量
- 影响水滞留和腐蚀的关键参数

多相流模型使得用户直观地看到具体流态，评估特定管道位置流动形态的影响。流动模型可描述向上或向下的流动，计算两相的雷诺数和摩擦系数，并评估持液量和管壁剪切应力对腐蚀速率的影响。Predict-Pipe® 4.1 包含环境（或电化学）和流体力学参数对腐蚀的影响。

Predict®-Pipe 4.1 新改进

- 新湿气内腐蚀直接评估模型：模拟陆上/海上携带湿气的天然气输送管道，即含有水或凝结水
- 改进相行为模型：精确描述水凝结的位置
- 新 pH 预测模型：精确描述管道进口/出口特征
- 精确分析碳酸铁或硫化铁的结垢影响
- 先进的多相流模型：基于 JIP 数据，关联管壁剪切应力和腐蚀速率
- 基于水相 CO₂ 与 H₂S 的数据进行腐蚀预测

Predict®-Pipe 4.1: 天然气集输管道内腐蚀预测和评估



WG-ICDA 管道腐蚀结果小结

特点

Predict-Pipe® 4.1 集成多相流模型和 Predict® 6.1 腐蚀预测模型，识别腐蚀最严重的管道区域，将经济和工程决策建立在实际的材料性能数据基础上。它提供以下独特功能：

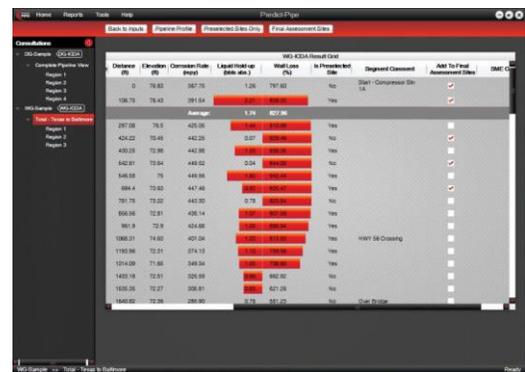
- 离子和 pH 计算模块：16 种阴、阳离子的影响
- 严格的水相行为：醇类的影响（MEG/TEG/DEG）
- 动量传递影响（流态、气相比率、压降和剪切应力）
- 不同温度和 pH 下碳酸铁或硫化铁的结垢影响
- 氧气浓度对腐蚀的影响
- 改进规则描述油气系统中水含量的变化



Predict®-Pipe 4.1: 生命周期成本分析

收益

- 检测和管理集输管道的成本大幅降低
- 实施主动腐蚀管理，预防潜在失效风险
- 在其它方法（如内管道检测、水力测试等）不能实现的情况下，进行管道内腐蚀评估
- 精确识别具有潜在腐蚀破坏风险的管道区域
- 通过定位合适的评估位置，进一步对干气和湿气天然气管道进行详细评估
- 预测集输管道的水相行为
- 模拟多相流行为，精确关联流动对腐蚀的影响
- 图像形式显示整条管道的腐蚀状况
- 对整条管道进行全面的腐蚀和成本分析



WG-ICDA 评估预选结果一览表

建立与 NACE 一致的内腐蚀直接评价的工作流程

使用先进的内部腐蚀直接评价软件 Predict®-Pipe 4.1，促使公司或现场进行连贯精确、可重复性的腐蚀问题评估。该软件建立在 NACE 行业标准的框架内和全方位的腐蚀数据/知识的基础上，包括联合工业项目（JIP）进行的数百个多相流 CO₂/H₂S 腐蚀实验数据、大量的文献资料、精确的多相流模型和业内最全面的碳钢腐蚀速率数据库。

Segments	Pipeline Length (ft)	Low Wall Loss < 20%	Moderate Wall Loss 21-40%	High Wall Loss 41-50%	Severe Wall Loss > 60%	Minimum Number of Final Assessment Sites per Pipeline Segment
Available for Selection	2,699	15	4	6	55	80
Required as per Table 3 from NACE Paper	0.1 - 10	1	1	1	1	4
Actually selected sites	2,699	0	0	0	5	5

NACE SP0110 一致性最终评估和确认

了解更多信息

若要详细了解霍尼韦尔的腐蚀预测软件和腐蚀解决方案，请访问我们的网站 www.honeywellprocess.com，或与霍尼韦尔客户经理联系。

霍尼韦尔过程控制部高技术软件解决方案部门

北京市朝阳区酒仙桥路 14 号兆维工业园甲 1 号楼，邮编 100015

上海市张江高科技园区环科路 555 号 1 号楼 10 楼，邮编 201203

热线电话：800-820-0237, 400-820-0386

电子邮箱：HPSAppTech-China@honeywell.com

PN-15-PRD01-ENG
February 2016
© 2016 Honeywell International Inc.



Predict®-Amine 3.0

富胺液系统的腐蚀预测和材料选择



Predict®-Amine 3.0 目前是业内唯一用于胺液系统腐蚀预测的商业化软件，预测和量化天然气处理厂和炼厂富胺液系统的腐蚀，并选择适用该腐蚀性环境的最佳材料。

Predict®-Amine 3.0 腐蚀预测软件是建立在由多国顶尖炼油厂和工程公司赞助的联合工业研究项目（JIP）所取得的推理、实验结果和研究数据的基础上。多年的研究项目最终形成全面的工程数据库和决策支持模型，预测胺系统在主要环境参数下的腐蚀，如溶剂类型（MEA、DGA、DEA 和 MDEA）、H₂S 含量、CO₂ 含量、温度、热稳定性胺盐（杂质）以及多相、水力学参数等。

腐蚀预测更加方便

Predict®-Amine 3.0 用户界面直观简单，易于掌握，可快速得到结果。用户需要输入量化腐蚀要求的相关参数，如：

- 操作条件 - 温度、压力、溶剂类型等
- 设备信息 - 管道直径、腐蚀余量等
- 工艺物流流量和性质 - 气相和胺液的性质等

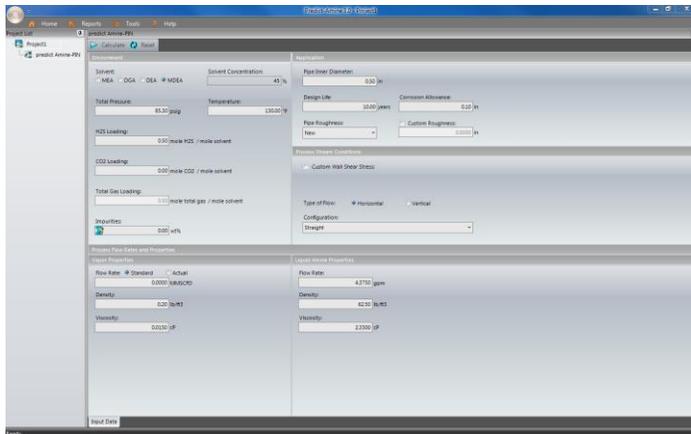


图 1 Predict®-Amine 3.0 输入界面，腐蚀预测输入参数

输入数据后，Predict®-Amine 3.0 将计算以下结果：

- 预测 5 种常用材料在胺液系统的腐蚀速率（单位 MPY 或 MMPY）
- 管壁剪切应力
- 流动参数，如表观液速和表观气速
- 特定管道区域的流态

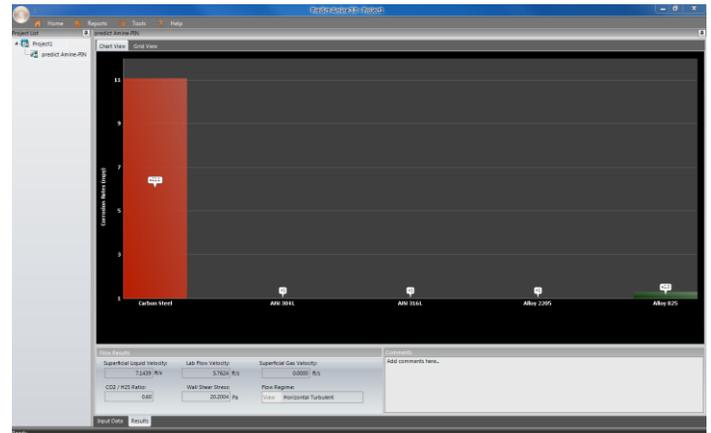


图 2 Predict®-Amine 3.0 软件输出界面，腐蚀预测结果

特点

Predict®-Amine 3.0 具有以下主要功能：

- 不同参数下胺液系统的腐蚀预测和评估，包括溶剂类型、H₂S 含量、CO₂ 含量、流速（或剪切应力）及其它参数
- 提供 5 种材料的腐蚀数据，范围从碳钢到合金 825
- 多相流模型：关联并量化流动参数对腐蚀速率的影响
- 精确模拟动量传递的影响（流态、气相分率、压降和剪切应力等），提高腐蚀预测的精确度
- 评估杂质对胺系统腐蚀的影响
- 敏感性分析工具：研究多参数对腐蚀的影响
- 使用 Excel 进行多点分析
- 安全访问联合工业项目（JIP）实验数据和研究报告
- 支持全面的数据报告、多案例分析和跨平台数据共享
- 全面的在线帮助系统，指导用户有效使用软件，详细解释软件的计算结果

新改进

- 新 MDEA 腐蚀预测模块：评估 MDEA 溶剂腐蚀性
- 改进胺盐热稳定性的影响特征
- 新增三维管道模型，显示整体管道系统的预测腐蚀速率
- 新增联合工业项目（JIP）第二阶段研究的新数据和研究报告

Predict®-Amine 3.0: 富胺液系统的腐蚀预测和材料选择

- 实时 Predict®-Amine 3.0 方便地连接历史数据库和 DCS，提供实时腐蚀数据

收益

- 简单的图形用户界面，易于学习和掌握
- 有效表征和预测腐蚀，并在碳钢不适用的情况下找出合适的耐腐蚀材料
- 帮助用户研究和实施设备安全操作范围 (IOW)
- 全方位的在线帮助系统帮助用户理解不同腐蚀参数的重要性及其对腐蚀的影响
- 分析完整的管道系统，包括水平/垂直管道的腐蚀预测和流动模拟
- 确定影响腐蚀的参数，制定有效的防护措施
- 量化、描述和分析胺液系统的腐蚀，预防计划外停产
- 霍尼韦尔就 Predict®-Amine 3.0 的使用/客户化定制提供全面的咨询和开发支持

分析管网更方便

Predict®-Amine 3.0 最新版本增加图形化管道模拟功能，用户可以绘制胺液系统管网。软件可以很方便地创建包含直管、T形接口和弯头等在内的管网，只需点击按钮即可分析不同位置的结果。

用户可以使用 Predict®-Amine 3.0 分析整体管道系统的腐蚀速率，包括弯管、弯头、焊接处等。另外，用户还可查看不同材料在不同位置上的腐蚀速率，并根据需要对数据显示进行过滤。

安全访问联合工业项目 (JIP) 数据

Predict®-Amine 3.0 用户可以安全访问联合工业项目 (JIP) 的实验数据和研究报告。这些数据是 Predict®-Amine 3.0 模型的基础。

Predict®-Amine 3.0 目前是业内唯一能够帮助天然气处理厂和炼厂量化胺液系统腐蚀和制订安全操作规程的商业化

软件。同时帮助计划调度和生产经理就胺系统设备的材料性能和选择做出合理的经济和工程决策。

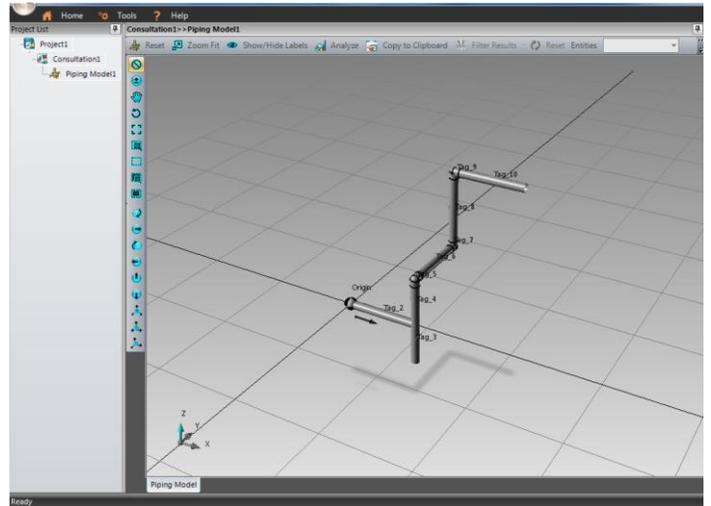


图 3 Predict®-Amine 3.0 管网模拟

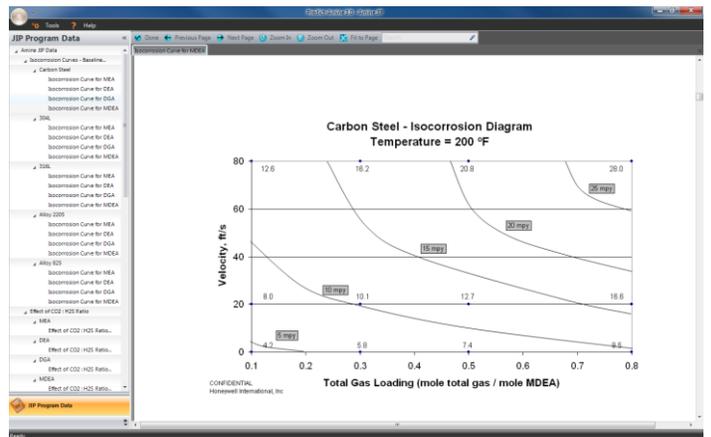


图 4 Predict®-Amine 3.0 碳钢的 JIP 数据

了解更多信息

若要详细了解霍尼韦尔的腐蚀预测软件和腐蚀解决方案，请访问我们的网站 www.honeywellprocess.com，或与霍尼韦尔客户经理联系。

霍尼韦尔过程控制部高技术软件解决方案部门

北京市朝阳区酒仙桥路 14 号兆维工业园甲 1 号楼，邮编 100015

上海市张江高科技园区环科路 555 号 1 号楼 10 楼，邮编 201203

热线电话：800-820-0237，400-820-0386

电子邮箱：HPSAppTech-China@honeywell.com

PN-15-RA-ENG
February 2016
© 2016 Honeywell International Inc.

Honeywell