

《油田开发与碳中和：低碳油田之路课程培训大纲》

一、课程目标

本课程旨在使学员深入了解油田开发过程中的碳排放问题、碳中和目标，掌握油田实现低碳发展的各种技术路径，包括减碳策略、CO₂ 驱油与封存、CO₂ 压裂技术、CO₂ 在油藏中的运移规律、CO₂ 再回收技术、油田 CO₂ 腐蚀与控制技术等，并通过实际油田的 CCUS 历程案例分析，提升学员在低碳油田开发方面的综合知识与实践能力。

二、课程内容

（一）碳排放与碳中和

1. 全球碳排放现状与趋势
 - 全球碳排放的主要来源与分布
 - 能源行业在碳排放中的占比
 - 近年来全球碳排放的变化趋势及预测
2. 碳中和概念与目标
 - 碳中和的定义与内涵
 - 国际社会碳中和目标的提出与发展
 - 中国碳中和目标及其对油田开发的影响

（二）油田的减碳之路

1. 油田碳排放源分析
 - 勘探阶段的碳排放
 - 开发阶段（钻井、采油、注水等）的碳排放
 - 集输与处理过程中的碳排放

- 油田生产过程中的间接碳排放
- 2. 油田减碳策略
 - 能源结构调整（如增加可再生能源利用）
 - 提高能源效率的技术与管理措施
 - 油田生产流程优化与节能减排

(三) CO₂ 驱油与封存机理

1. CO₂ 的物理化学性质与油藏适应性
 - CO₂ 的基本物理化学性质
 - 不同油藏类型对 CO₂ 驱油的适应性分析
2. CO₂ 驱油机理
 - 降低原油粘度
 - 膨胀原油体积
 - 改善油藏渗透率
 - 溶解气驱作用
3. CO₂ 封存机理
 - 构造封存
 - 地层封存（吸附、溶解等）
 - 矿物封存

(四) CO₂ 压裂技术

1. CO₂ 压裂技术原理
 - CO₂ 的相态变化在压裂中的作用
 - 与传统压裂液相比的优势
2. CO₂ 压裂工艺与设备
 - CO₂ 压裂施工流程
 - 专用设备（如 CO₂ 泵注设备、储存设备等）
3. CO₂ 压裂效果评价
 - 裂缝扩展与导流能力
 - 对油藏增产的效果评估

(五) CO₂ 在油藏中的运移

1. CO₂ 在油藏中的相态变化
 - 不同压力温度条件下的相态分布
 - 相态变化对运移的影响
2. CO₂ 运移的驱动力
 - 压力驱动
 - 浓度差驱动
 - 浮力驱动
3. CO₂ 运移的数值模拟与监测
 - 数值模拟方法与模型
 - 油藏中 CO₂ 运移的监测技术（如地震监测、示踪剂监测等）

(六) CO₂ 再回收技术

1. CO₂回收的必要性与意义
 - 提高 CO₂ 利用率
 - 降低成本与环境风险
2. CO₂回收的方法与工艺
 - 物理吸附法
 - 化学吸收法
 - 膜分离法
 - 低温蒸馏法
3. 回收 CO₂ 的再利用途径
 - 再次用于驱油
 - 其他工业用途

(七) 油田 CO₂ 腐蚀与控制技术

1. CO₂ 腐蚀的机理
 - 酸性环境下的电化学腐蚀
 - 腐蚀产物的形成与影响
2. 油田设备的 CO₂ 腐蚀状况
 - 不同设备（如井筒、管道、采油树等）的腐蚀特点
3. CO₂ 腐蚀的控制技术
 - 材料选择（耐蚀合金、涂层等）
 - 化学抑制剂的使用
 - 腐蚀监测与管理

(八) 某油田 CCUS 历程

1. 某油田概况与碳排放挑战
 - 油田的地质与生产特征
 - 面临的碳排放压力与减碳需求
2. CCUS 项目的规划与实施
 - 项目目标与技术看案选择
 - 项目实施过程中的关键环节与技术难点
3. 项目的效果评估与经验总结
 - 对油田减碳的贡献
 - 经济效益与环境效益分析
 - 项目实施过程中的经验教训与推广价值

三、课程实施

1. 培训方式
 - 课堂讲授：讲解基本概念、理论知识和技术原理。
 - 案例分析：结合实际油田案例，深入剖析低碳油田开发中的问题与解决方案。
 - 小组讨论：组织学员就特定主题进行讨论，促进知识交流与思维碰撞。

- 现场参观（如有条件）：到油田现场或相关实验室参观，直观了解低碳油田技术的应用。

2. 培训时间

- 总时长：[1-2]天，每天[6]小时授课时间。