

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 2024—2025

低渗致密油田二氧化碳驱油与封存地面工程方案编制规范

Specification for the Preparation of Surface Engineering Plans for CO₂ Flooding and Sequestration in Low Permeability Tight Reservoir

2025 - 04 - 18 发布

2025 - 05 - 17 实施

陕西省市场监督管理局 发 布

目 次

前 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总论..... 2

4.1 编制依据与原则..... 2

4.2 遵循的主要法律法规和标准规范..... 3

4.3 方案范围和内容..... 3

4.4 项目建设的必要性..... 3

4.5 主要结论..... 3

4.6 风险和建议..... 4

5 区域概述及总体布局..... 4

5.1 地理位置及自然条件..... 4

5.2 社会人文及经济状况..... 4

5.3 交通运输..... 4

5.4 总体布局..... 4

5.5 建设规模..... 4

6 注二氧化碳地面工程..... 4

6.1 气源..... 5

6.2 二氧化碳配注方式..... 5

6.3 二氧化碳配注站场..... 5

6.4 井场注入工艺..... 6

6.5 注水工艺..... 6

7 油气水集输工程..... 6

7.1 集输现状..... 6

7.2 集输工艺..... 6

8 配套工程..... 7

8.1 自动控制系统..... 7

8.2 供配电..... 7

8.3 通信工程..... 7

9 投资估算及经济性分析..... 7

9.1 投资估算..... 7

9.2 经济性分析..... 8

9.3 结论..... 8

附录 A （资料性）方案编制大纲..... 9

附录 B （资料性）方案编制格式..... 12

参考文献..... 14

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省人民政府国有资产监督管理委员会提出并归口。

本文件起草单位：陕西延长石油（集团）有限责任公司、西安交通大学、中国石油集团工程材料研究院有限公司。

本文件主要起草人：梁全胜、王香增、张春威、刘瑛、孙晓、魏登峰、马从付、康宇龙、师伟、张娟利、王宏、王涛、李鹤、鲍文、刘志玲。

本文件由陕西延长石油（集团）有限责任公司负责解释。

本文件为首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西延长石油（集团）有限责任公司研究院

电话：029-87308162

地址：陕西省西安市雁塔区唐延路 61 号

邮编：710065

低渗致密油田二氧化碳驱油与封存地面工程方案编制规范

1 范围

本文件规定了低渗致密油田二氧化碳驱油与封存地面工程方案编制总论、区域概述及总体布局、注二氧化碳地面工程方案编制技术要求、油气水集输工程、配套工程、现投资估算及经济性分析的技术内容与要求。

本文件适用于低渗致密油田二氧化碳驱油与封存地面工程方案编制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成了本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6052 工业液化二氧化碳

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50373 通信管道与通道工程设计规范

GB/T 50823 油气田及管道工程计算机控制系统设计规范

GB/T 50892 油气田及管道工程仪表控制系统设计规范

SY/T 0033 油气田变配电设计规范

SH/T 3202-2011 二氧化碳输送管道工程设计标准

SY/T 5329 碎屑岩油藏注水指标及分析方法

SY/T 7440-2019 二氧化碳驱油田注入及采出系统设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二氧化碳驱采出液 produced liquid of CO₂ flooding

二氧化碳驱采出流体分离气相后的液体。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.3]

3.2

二氧化碳驱采出气 produced gas of CO₂ flooding

二氧化碳驱采出流体分离液相后的气体。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.4]

3.3

二氧化碳注入站 CO₂ injection station

向注入井供给注入用二氧化碳的站。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.5]

3.4

密相二氧化碳 dense-phase CO₂

温度低于临界温度且压力高于临界点的二氧化碳。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.7]

3.5

二氧化碳液相注入 injection of liquid CO₂

增压后为液态二氧化碳的注入方式。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.10]

3.6

二氧化碳超临界注入 injection of supercritical CO₂

增压后为超临界二氧化碳的注入方式。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.11]

3.7

二氧化碳密相注入 injection of dense-phase CO₂

增压后为密相二氧化碳的注入方式。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.12]

3.8

二氧化碳循环注入 cyclic injection of CO₂

二氧化碳驱采出气处理后满足油藏注入条件的重复注入方式。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.13]

3.9

水气交替注入 water and gas alternating injection

采用水和二氧化碳轮流替换的注入方式。

[来源：SY/T7440-2019, 2.0.9]

4 总论

方案编制大纲详见附录A，方案编制格式详见附录B。

4.1 编制依据与原则

4.1.1 编制依据

编制依据应包括各类前置性方案、文件和资料，包括但不限于：

- a) 油藏工程方案；
- b) 注采工程方案；
- c) 上级主管部门下达的编制任务书、委托书；
- d) 项目建设规划或其他有关批准的前期文件及批复文件；
- e) 相关会议纪要；
- f) 现场踏勘调研资料。

4.1.2 编制原则

包括国家、地方、行业的有关经济政策和发展规划，地面工程建设应遵循的基本原则和要求。

4.2 遵循的主要法律法规和标准规范

4.2.1 法律法规

包括国家和地方法律法规的名称和编号。

4.2.2 国内标准规范

包括国家、行业、地方和企业相关标准规范的名称和编号。

4.2.3 国际标准规范

包括国际标准规范，外文原名、版次及中文译名。

4.3 方案范围和内容

4.3.1 工程界限

包括项目位置和工程边界条件。

4.3.2 工程内容

包括项目主要工程内容，如注入工程、集输系统改造、采出流体处理及二氧化碳回收，以及配套工程内容。

4.4 项目建设的必要性

应包括对外界社会和单位内部的作用及意义，主要为以下三点：

- a) 该项目对建设单位的生产和经济发展的作用和意义；
- b) 该项目对地方经济、社会发展的影响和意义；
- c) 项目建设地工业二氧化碳减排及项目所在地生态环境改善必要性分析。

4.5 主要结论

总论中的主要结论是对整个方案成果的总结和工程量的归纳，突出主要内容，语言应精简扼要，应包括：

- a) 工程概况；

- b) 技术路线;
- c) 主要工程量;
- d) 主要经济技术指标。

4.6 风险和建议

根据项目结论和推荐方案,说明在工程建设条件、技术、经济、安全与环保等方面存在的问题,以及项目可能的风险,并提出建议。

5 区域概述及总体布局

5.1 地理位置及自然条件

包括油藏特征、地理位置和自然条件三部分内容。详细描述项目的油藏特性、地理位置,地形地貌特征,气象条件,水文条件,地震概况和不良地质概况。

5.2 社会人文及经济状况

包括社会人文和经济状况两部分内容。详细描述项目区域内人口、聚居地、资源、经济条件、收入水平和发展情况。

5.3 交通运输

详细描述项目区域的交通运输、供电通讯和给水排水条件。

5.4 总体布局

5.4.1 总体布局的原则

根据国家、行业的有关政策和注入区周边情况以及依托条件,说明注入区总体布局遵循的原则和基本要求。

5.4.2 总体布局方案设计

包括但不限于:

- a) 注入区布站等级、站场选址比选、布局分布;
- b) 二氧化碳整体流向。

5.4.3 布局方案比选

根据设计的两种及以上布局方案进行比选:

- a) 对主要站(厂)的布局方案优缺点和经济性进行对比,确定推荐方案;
- b) 绘制注入区总平面布置简图。

5.5 建设规模

依据方案明确注二氧化碳的总体规模、单井日注气量,井口最大注气压力,如采用水气交替注入,明确注水规模、注入水水质要求、单井日注水量,井口最大注水压力,说明注入区系统配套工程规模、确定的依据和原则。

6 注二氧化碳地面工程

6.1 气源

6.1.1 二氧化碳质量指标及分析

6.1.1.1 应对项目气源的组分、组分含量、相图进行说明，二氧化碳气源应满足油藏工程驱油及封存指标要求，管输二氧化碳流体组分应符合 SH/T 3202-2011 中 4.1.7 的规定。

6.1.1.2 气体质量分析依据国家标准 GB/T 6052 的有关规定。

6.1.1.3 二氧化碳气源的来源可不唯一。应说明二氧化碳的主要来源、纯度、组分及各组分含量及采用的捕集工艺技术。若气源为气藏，需概述气藏类型和储量规模。

6.1.2 气源运输

6.1.2.1 气源运输方式。应说明二氧化碳气源的运输方式、输送相态和供应能力。运输方式主要包括罐车运输、管道输送。若采用管道运输需说明输送距离和输送设计能力。

6.1.2.2 输送相态。输送相态主要包括液相输送、高压密相输送、超临界输送和气相输送。

6.2 二氧化碳配注方式

6.2.1 注气井布置

应确定注气开发井网类型及地理位置，注气井的数量，注入规模，列出注二氧化碳井位井别，二氧化碳驱开发预测指标，原油、伴生气及地层流体参数。

6.2.2 配注工艺

依据配注方式确定配注工艺流程。

6.3 二氧化碳配注站场

6.3.1 设计基础参数

注入规模，年注气能力，水气交替情况下年注气量，平均单井日注气量，单井最大日注气量，年注水量，平均单井日注水量，注气井数，注水井，参照5.5。

6.3.2 工艺流程

括方案的集中注入工艺流程、撬装注入工艺流程：

- a) 工艺流程设置满足注入工艺、运行条件，站场适宜合建；
- b) 集中注入站进出站需设置针对二氧化碳不同相态的计量装置、浓度检测装置；
- c) 撬装注入站进站需设置液态二氧化碳计量装置、浓度检测装置；
- d) 站场工艺应设置越站工艺流程；
- e) 站场应设置放空装置，宜设置在下风向符合扩散条件区域，应进行扩散模拟计算；
- f) 集中注入站配注流程，应描述二氧化碳注入工艺流程，包括布站级数和物流流向；
- g) 撬装注入站配注流程，应描述二氧化碳注入工艺流程和物流流向。

6.3.3 平面布置

6.3.3.1 站（厂）址选择。确定二氧化碳注入站场址、站址面积，站址尽量布置在高处；确定站场址周边交通运输、供水、排水、供电及通信依托条件，站场与周围设施的防火间距，站场防洪及排涝，噪声控制和环境保护，土地利用系数。

6.3.3.2 站场总平面及竖向布置。确定注入站场总平面及竖向布置，注入站场应布置在生活基地或明火区的全年最小频率风向的上风侧，二氧化碳注入站场管道综合布置应与总平面及竖向布置相配合。

6.3.3.3 标准化建站。站（厂）址选择、站场防洪及排涝、站场总平面及竖向布置、站场管道综合布置内容中应充分结合标准化建站方面内容。

6.3.4 压力等级及相态控制

应对站场内工艺及注入管线的压力等级及划分进行说明，包括二氧化碳储罐及二氧化碳注入泵进口、出口的管线及阀门的设计压力；注入压力等级的确定需满足注入相态控制要求和油藏工程方案注入压力要求。

6.3.5 主要设备选型

明确主要设备选型，包括注入泵、压缩机、二氧化碳储罐、多相分离器、换热装置及仪器仪表，对设备的选型进行两种及以上对比，从经济和安全环保方面优选。

6.4 井场注入工艺

工艺流程包括单井注入流程中井口地面部分，工艺、平面布置、压力等级及相态控制、设备选型参照6.3。

6.5 注水工艺

6.5.1 水源及水质

应明确注水来源及水质要求。

6.5.2 注水规模

根据注水井数及注入方式，确定注水规模。

6.5.3 水气交替注入

根据油藏方案，确定注水注气方式和交替频率，参考标准 SY/T 5329。

7 油气水集输工程

7.1 集输现状

描述注入区已建油气集输系统工程生产数据及运行现状。

7.2 集输工艺

7.2.1 集输流程

描述现阶段井口采出油气水的集输工艺，明确油气水走向和井网归属。

7.2.2 原油处理

描述已建处理站场的原油处理工艺、设备及运行情况，如为新建工程，需设计两个及以上方案，从工艺技术和经济投资方面进行综合比选，确定最优原油处理工艺，并列工程量及投资。

7.2.3 采出水处理

描述已建处理站场的采出水水质、处理后水质、处理工艺、回注工艺，如为新建工程，需设计两个及以上方案，从工艺技术和经济投资方面进行综合比选，确定最优采出水处理工艺，并列出工程量及投资。

7.2.4 采出气回收利用

描述已建伴生气回收管网参数，伴生气处理工艺，如为改建或新建工程，需设计两个及以上方案，从工艺技术和经济投资方面进行综合比选，确定最优采出气回收工艺，并列出工程量及投资：

- a) 密闭集输的井口采出气宜在联合站或回收站回收利用；无密闭集输的井口采出气可采用井场直接利用，撬装式装置回收。
- b) 大规模分离伴生气中的二氧化碳可采用化学吸收工艺，小规模撬装式回收可采用膜分离法、物理吸附法，二氧化碳大规模高浓度采出时采用直接回注工艺。
- c) 采出气回收站其他工艺要求参照 6.3.2。

7.2.5 油气水集输改造工程

对于已建油气水集输系统的，列出对集输管线、各站场处理工艺、公用工程改造方案、改造工程量及投资估算。

8 配套工程

8.1 自动控制系统

8.1.1 应根据二氧化碳注入规模设计控制系统，自动控制系统应符合 GB/T 50892 和 GB/T 50823 有关规定，注入站场按照无人值守设计，采用远程终端控制器 RTU 实现其控制及信息传输功能。

8.1.2 注入站场检测仪表应包含二氧化碳气体检测仪表、就地温度及远传温度检测仪表、就地压力及远传压力检测仪表、流量测量仪表。

8.2 供配电

注气站场的电力负荷等级设计，应符合 GB 50052 及 SY/T 0033 的有关规定，并结合二氧化碳注气工程的特点及断电所造成的损失和影响程度来确定。井场 RTU 机柜及关键阀组备用供电采用太阳能电源。

8.3 通信工程

通信系统的设计内容可包括主用通信、备用通信，并应符合下列规定：

- a) 主用通信宜采用有线通信方式；
- b) 备用通信方式应根据油田所处的地理位置及具体通信需求情况确定，备用通信宜无线通信方式；
- c) 有线通信方式宜采用光缆(电缆)线路，线路敷设方式应根据注入管线建设的实际情况选用埋地管道，设计应符合 GB 50373 的有关规定。

9 投资估算及经济性分析

9.1 投资估算

9.1.1 编制依据。依据《中国石油化工项目可行性研究技术经济参数与数据 2019》。

9.1.2 投资估算及生产预测。依据当年设备采购费用、工程建设费用、管道建设、勘探开发、改造现有井场及区域内相邻工程的投资费用确定本项目的建设投资，确定项目总体受益井数、注入井数、注入量及产能。

9.2 经济性分析

9.2.1 经济评价原则和依据。按照《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》。

9.2.2 成本费用估算。按上一年度厂区财务报表对生产成本和管理成本进行取值测算，评价期内不考虑成本的上涨率。

9.2.3 经济效益分析。计算评价期净利润、净现金流。通过内部收益率变化具体分析影响因素。

9.3 结论

包含建设方案的总投资、内部收益率、单位成本、投资回收期。

附 录 A
(资料性)
方案编制大纲

方案编制目录格式规范，内容完整，条理清晰，目录框架建议包含但不限于：

- A.1 总论
 - A.1.1 编制依据与原则
 - A.1.1.1 编制依据
 - A.1.1.2 编制原则
 - A.1.2 遵循的主要法律法规和标准规范
 - A.1.2.1 法律法规
 - A.1.2.2 国内标准规范
 - A.1.2.3 国际标准规范
 - A.1.3 方案范围和内容
 - A.1.3.1 工程界限
 - A.1.3.2 工程内容
 - A.1.4 项目建设的必要性
 - A.1.5 主要结论
 - A.1.6 风险和建议
- A.2 区域概述及总体布局
 - A.2.1 地理位置及自然条件
 - A.2.2 社会人文及经济状况
 - A.2.3 交通运输
 - A.2.4 总体布局
 - A.2.4.1 总体布局的原则
 - A.2.4.2 总体布局方案设计
 - A.2.4.3 布局方案比选

A.2.5 建设规模

A.3 注二氧化碳地面工程

A.3.1 气源

A.3.1.1 二氧化碳质量指标及分析

A.3.1.2 气源运输

A.3.2 二氧化碳配注方式

A.3.2.1 注气井布置

A.3.2.2 配注工艺

A.3.3 二氧化碳配注站场

A.3.3.1 设计基础参数

A.3.3.2 工艺流程

A.3.3.3 平面布置

A.3.3.4 压力等级及相态控制

A.3.3.5 主要设备选型

A.3.4 井场注入工艺

A.3.5 注水工艺

A.3.5.1 水源及水质

A.3.5.2 注水规模

A.3.5.3 水气交替注入

A.4 油气水集输工程

A.4.1 集输现状

A.4.2 集输工艺

A.4.2.1 集输流程

A.4.2.2 原油处理

A.4.2.3 采出水处理

A.4.2.4 采出气回收利用

A.4.2.5 油气水集输改造工程

A.5 配套工程

A.5.1 自动控制系统

A.5.2 供配电

A.5.3 通信工程

A.6 投资估算及经济性分析

A.6.1 投资估算

A.6.2 经济性分析

A.6.3 结论

附 录 B
(资料性)
方案编制格式

方案编制格式样例如下：

B.1 页面设置

页边距上 2.4cm 下 2.4cm，左 2.7cm，右 2.7cm。

B.2 本文格式要求

方案标题

(二号居中 中文黑体，西文 Times New Roman 多倍行距 设置值 3 段前 0 行，段后 0 行)

1 章节标题

(小三居中 中文黑体，西文 Times New Roman 粗体 单位行距 段前 0.5 行，段后 0.5 行)

1.1 一级标题

(小四左对齐 中文宋体，西文 Times New Roman 粗体 单位行距 段前 0.5 行，段后 0.5 行)

1.1.1 二级标题

(小四左对齐 中文宋体，西文 Times New Roman 1.5 倍行距 段前 0.5 行，段后 0.5 行)

1.1.1.1 三级标题

(小四左对齐 中文宋体，西文 Times New Roman 1.5 倍行距 段前 0 行，段后 0 行)

1) 正文

(小四 首行缩进 2 字符 中文宋体，西文 Times New Roman 1.5 倍行距 段前 0 行，段后 0 行)

2) 公式

$$Z = \frac{\sqrt{\lambda RT}}{[\phi(mt - y) \pm \tau UV]} \text{ 公式 1.1-1}$$

(公式居中 序号右对齐 五号字体 中文黑体 西文 Times New Roman)

2) 表格

表 1.1-1 五号居中中文黑体西文 Times New Roman

序号	中文宋体五号		
----	--------	--	--

1	西文 Times New Roman		
2			

B.3 图

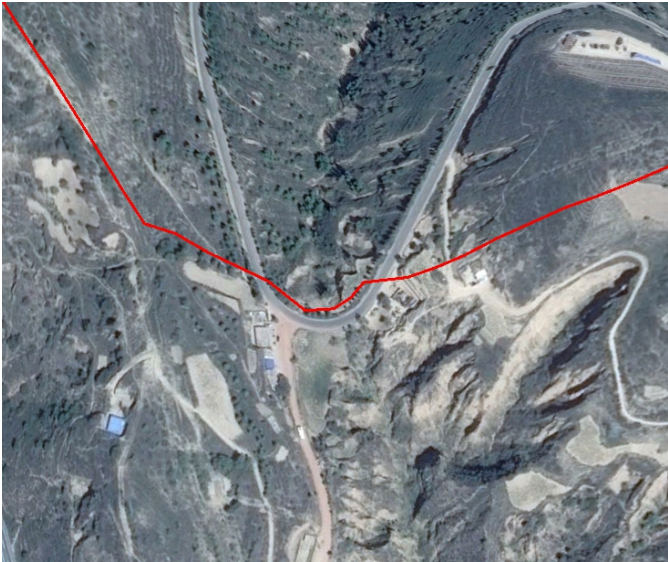


图 1. 1-1 五号居中中文黑体西文 Times New Roma