

ICS XX.XXX

CCS X XX

团 体 标 准

T/CIECCPA □□□—202□

二氧化碳捕集、运输与驱油封存全流程 技术规范

Technical specification for carbon dioxide capture, transportation and oil
displacement storage

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

202□ - □□ - □□发布

202□ - □□ - □□实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

СЛЕДОВА

目 次

前 言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 总体要求	8
5 二氧化碳捕集工艺	8
5.1 一般要求	8
5.2 一般规定	8
5.3 二氧化碳压缩及纯化	12
6 二氧化碳运输工艺	12
6.1 一般要求	12
6.2 管道输送流程	13
6.3 管道气体组成	13
6.4 输送相态	14
6.5 管道系统输送	14
6.6 路由选择	15
6.7 阀室设计	15
6.8 管道用材及防腐	15
6.9 安全泄放	16
7 二氧化碳封存	16
7.1 一般要求	16
7.2 油藏条件	16
7.3 注入方式	17
7.4 场地筛选和选择	17
图 1 燃烧后二氧化碳捕集工艺流程	9
图 2 管道输送流程图	13
表 1 管道气体组成控制的一般要求	14

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会归口。

本文件起草单位：中国矿业大学等。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

二氧化碳捕集、运输与驱油封存全流程技术规范

1 范围

本文件规定了二氧化碳捕集、运输、驱油封存工艺的总体要求。

本文件适用于燃煤二氧化碳捕集、运输与驱油封存。

二氧化碳捕集适用于采用燃烧后捕集工艺；二氧化碳运输适用于在陆地或海洋采用管道运输方式运输气相、液相、密相或超临界二氧化碳的运输工艺；二氧化碳驱油封存适用于在陆地或海洋油气长期安全封存二氧化碳的驱油封存工艺。

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
- GB6479 高压化肥设备用高压无缝钢管
- GB8978 污水综合排放标准
- GB/T 9711 石油天然气工业管线输送系统用钢管
- GB/T 42797 二氧化碳捕集、输送和地质封存 管道输送系统
- GBT 51316-2018 烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准
- CIECCPA 011-2022 《低压低浓度二氧化碳捕集技术工艺包》
- T/CSSES 41-2021 二氧化碳捕集利用与封存术语
- T/CSSES 71 二氧化碳地质利用与封存项目泄漏风险评价规范
- SHT3202-2018 二氧化碳输送管道工程设计标准
- DL / T 5046-2018 发电厂废水治理设计规范
- JB/T 12909-2016 燃煤烟气二氧化碳捕集装备
- NB / T 47041-2014 塔式容器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

富液 rich solvent

吸收二氧化碳后未再生的吸收剂。

[来源：JB/T 12909-2016，3.7]

3.2

贫液 lean solvent

新鲜的或吸收二氧化碳后又再生的吸收剂。

[来源: JB/T 12909-2016, 3.6]

3.3

吸收塔 absorber

使用化学、物理方法分离烟气中二氧化碳的装置。

[来源: JB/T 12909-2016, 3.8]

3.4

二氧化碳捕集 carbon dioxide capture

将二氧化碳从大气、工业或能源设施中分离, 产生易于运输、储存或利用的高浓度二氧化碳流体的过程。

[来源: T/CSES 41, 5.1]

3.5

烟气预处理 flue gas pretreatment

进入二氧化碳前吸收塔降低杂质含量的处理过程。

3.6

吸收剂 absorbent

吸收操作中能够选择性地溶解混合气体中某些特定组分的液体。

3.7

再生塔 regenerator

将富液中二氧化碳分离出来, 使富液转化成贫液的装置。

[来源: JB/T 12909-2016, 3.9]

3.8

二氧化碳压缩及纯化 carbon dioxide compression and purification

通过升高二氧化碳压力, 分离出杂质组分, 以提高二氧化碳纯度。

3.9

二氧化碳捕集率 efficiency of carbon dioxide capture

烟气中二氧化碳被捕集的质量占被捕集前的质量的百分比。

3.10

化学吸收法 chemical absorption method

化学吸收剂在吸收塔内与烟气中的二氧化碳进行化学反应生成化合物,并在解吸塔内经升温后释放出吸收的二氧化碳,完成二氧化碳与其他气体分离的方法。

[来源: GB/T 51316-2018, 2.0.4]

3.11

燃烧后捕集 post-combustion capture

从燃料空气燃烧过程中产生的烟气中捕集二氧化碳的过程。

[来源: T/CSES 41, 5.4]

3.12

再生能耗 regeneration energy consumption

解吸塔/解吸反应器分离出CO₂的过程中,消耗的蒸汽或电量所折算的热值。

[来源: T/CIECCPA011-2022, 3.7]

3.13

气化 gasification

将煤、生物质等碳基原料转化为以一氧化碳与氢气为主要成分的合成气的反应。

3.14

富氧燃烧捕集 oxy-fuel combustion capture

燃料与纯氧或高浓度氧与再循环烟气混合物燃烧后捕集二氧化碳的过程。

[来源: T/CSES 41, 5.3]

3.15

超临界状态 Supercritical state

物质的压力和温度同时超过它的临界压力(P_c)和临界温度(T_c)的状态。

3.16

二氧化碳运输 carbon dioxide transport

将二氧化碳从捕集点输送到注入点的过程。

3.17

密相二氧化碳 dense phase carbon dioxide

二氧化碳压力高于临界压力且温度低于临界温度时的相态。

3.18

二氧化碳驱油封存 carbon dioxide storage by enhanced oil recovery

通过向地质层中注入二氧化碳驱油的同时实现二氧化碳的封存。

4 总体要求

- 4.1 二氧化碳的捕集、运输和封存等各阶段应互相适应，二氧化碳的捕集能力、运输能力和封存能力要有一定的匹配；捕集二氧化碳的纯度和杂质成分及含量要符合运输和封存的需要。
- 4.2 二氧化碳捕集、运输和封存工艺技术方案应根据烟气组成及性质、产品方案、自然条件等，经技术经济比选后确定。
- 4.3 在进行二氧化碳捕集、运输与封存时，要从技术、经济和地理位置等方面，对二氧化碳的捕获过程、运输条件和储存方法进行合理的选择，防止污染。
- 4.4 二氧化碳捕集纯捕集、运输与封存采用的工艺技术应先进成熟、安全可靠、节能环保。

5 二氧化碳捕集工艺

5.1 一般要求

- 5.1.1 二氧化碳捕集工艺包括燃烧后二氧化碳捕集、燃烧前二氧化碳捕集、富氧燃烧二氧化碳捕集。
- 5.1.2 二氧化碳捕集工艺流程应满足正常生产以及事故处理的基本要求。
- 5.1.3 二氧化碳捕集工艺废水的排放应满足 GB 8978 中的规定。
- 5.1.4 二氧化碳捕集工艺废水处理设备的设计应满足 DL/T 5046。
- 5.1.4 二氧化碳捕集后的压缩及纯化工艺包含于碳捕集系统。
- 5.1.5 加装碳捕集系统可能引起的蒸汽轮机及发电系统变化，不包含于碳捕集工艺之内。

5.2 燃烧后二氧化碳捕集

5.2.1 一般规定

- 5.2.1.1 燃烧后二氧化碳捕集技术一般有化学吸收法、物理吸附法、膜分离法、低温精馏法应选择合适的捕集技术。
- 5.2.1.2 不同的二氧化碳捕集技术应选择对应的设备进行搭建。
- 5.2.1.3 设备安装和调试后为保证实验的准确性和稳定性应进行实验和测试过程。在测试过程中应注意环境的干燥、压力的稳定、温度的控制等，检测和控制捕集后的二氧化碳浓度等参数。
- 5.2.1.4 在进行实验和测试后，应对已选定的捕集技术进行优化和改进可以考虑添加新的吸附剂、控制吸收温度、改变溶剂等方法提高二氧化碳的捕集效率和减少成本。
- 5.2.1.5 在实际应用中，应考虑不同的二氧化碳排放源和不同的实施环境，以此合理的进行二氧化碳捕集的实际应用。

5.2.2 工艺流程

燃烧后二氧化碳捕集工艺流程可归纳如图1所示：

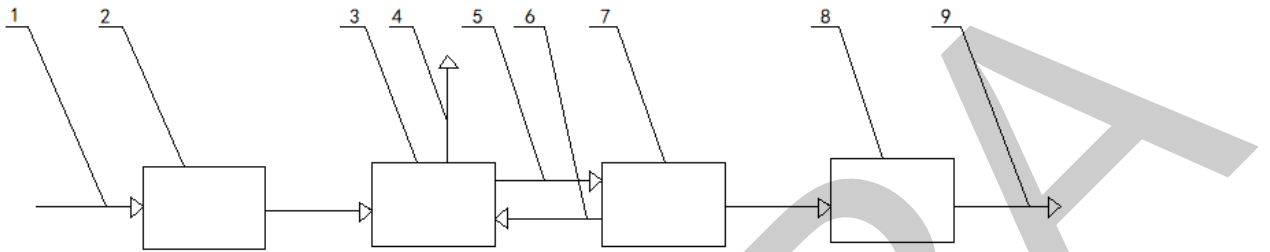


图1 燃烧后二氧化碳捕集工艺流程

标引序号说明：

- 1——入口烟气；
- 2——烟气预处理装置；
- 3——CO₂吸收；
- 4——CO₂脱除后的烟气；
- 5——富液；
- 6——贫液；
- 7——吸收剂再生；
- 8——CO₂压缩；
- 9——CO₂运输系统；

5.2.3 烟气预处理

5.2.3.1 燃烧后的烟气如不满足5.2.2.4规定时，进入二氧化碳吸收塔之前需进行烟气预处理。

5.2.3.2 预处理吸收塔应符合NB/T 47041的规定。

5.2.3.3 预处理后的烟气应符合以下规定：

- a) SO₂浓度不宜高于10mg/m³；
- b) 温度宜低于 40°C；
- c) 粉尘含量宜低于5mg/m³；
- d) NO_x浓度不宜高于50mg/m³。

5.2.3.4 烟气预处理主要方式为水洗和碱洗。

5.2.3.5 烟气预处理装置应采用直接喷淋冷却方式，

5.2.3.6 预处理装置的烟气进出口管道上应设取样口

5.2.3.7 预处理装置应设置洗涤塔，洗涤塔的洗涤液PH应满足6至8之间。

5.2.3.8 烟气预处理装置由气水分离器、电子冷凝器、隔膜采样泵、调节针阀、膜式过滤器、流量计组成。

5.2.4 二氧化碳吸收

5.2.4.1 化学吸收法，吸收溶剂是以有机胺、离子液体、氨及氨基酸盐类为主，不同的吸收溶剂有不同的适用场景和捕集率。应根据实际情况选择合适的吸收溶剂。

5.2.4.2 燃烧后捕集工艺有化学吸收法、物理吸收和膜分离等技术，宜采用化学吸收法。

5.2.4.3 捕集设备的设计和操作参数应根据实际情况进行优化设备的结构和工艺参数。

5.2.4.4 二氧化碳捕集纯化装置的碳捕集率不宜低于 90%，碳捕集率可按下式计算：

$$\eta_{CO_2} = \frac{F_1 C_1 - F_2 C_2}{F_1 C_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η_{CO_2} ——碳捕集率；

F_1 ——吸收塔烟气进口流量，kg/h；

F_2 ——吸收塔烟气出口流量，kg/h；

C_1 ——吸收塔进口烟气中二氧化碳浓度，kg/kg；

C_2 ——吸收塔出口烟气中二氧化碳浓度，kg/kg。

5.2.4.5 二氧化碳产品指标应符合现行国家标准《工业液体二氧化碳》GB/T 6052 的有关规定。

5.2.4.6 吸收塔贫液和富液罐应设置取样口。

5.2.4.7 采用化学吸收法时吸收溶剂的选择应采用吸收能力强，再生能力强，对环境友好型的吸收溶剂。

5.2.4.8 二氧化碳吸收塔宜采用填料塔，填料塔应符合NB/T 47041的规定。

5.2.4.9 贫液进入吸收塔温度应控制在35-45℃。

5.2.4.10 设备中的气体和液体应有足够的接触面积和接触时间

5.2.4.11 二氧化碳吸收负荷可按下式计算：

$$\alpha = \frac{V_2 - V_1}{22.4 \times V \times C_1} \times \frac{273.15}{T_r} \times \frac{P_r}{101.3} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

α ——是吸收溶液的CO₂吸收负荷，mol/mol；

V ——待测吸收溶液的量，ml；

V_1 ——吸收溶液与硫酸反应前量气筒液位，ml；

V_2 ——吸收溶液与硫酸反应后量气筒液位，ml；

C_1 ——吸收溶液摩尔浓度，mol/L；

T_r ——测试时室温，K；

P_r ——测试时压力，KPa。

5.2.4.12 吸收塔的填料高度不应高于20m。

5.2.4.13 二氧化碳捕集装置的能耗应不高于 4.2GJ/t CO₂，二氧化碳捕集能耗可按下式计算：

$$Ea = Ec + \frac{En + Ew}{m_{CO_2}} \dots\dots\dots (3)$$

$$Er = \frac{Qb + Hv}{m_{CO_2}}$$

式中：

- Ea ——每吨二氧化碳捕集能耗（GJ/t）；
- Ec ——每吨二氧化碳再生能耗（GJ/t）；
- En ——每小时捕集装置运行所需要的电能（GJ/h），用电设备分别计算并加和得到；
- Ew ——每小时捕集装置运行所需要的水耗（GJ/h），需根据循环水量进行估算；
- Qb ——每小时的蒸汽使用量（t/h）；
- Hv ——蒸汽在实际工况下的焓值（一定温度、压力下的焓值可查询化工数据手册）（GJ/t）；
- m_{CO_2} ——每小时二氧化碳产量（t/h）。

5.2.5 吸收剂再生

5.2.5.1 二氧化碳再生塔宜采用填料塔。

5.2.5.1 二氧化碳再生塔的高度不应高于15m。

5.2.5.1 二氧化碳再生设备包括吸收剂富液储罐、低压蒸汽源、富液泵、再生塔、减压阀、气液分布器

5.2.5.2 二氧化碳再生能耗不宜过高，二氧化碳再生能耗可按下式计算：

5.2.5.2 再沸器采用蒸汽为解吸热源时，蒸汽入再沸器最高温度不宜超过150℃。

5.2.5.3 二氧化碳再生时的温度宜不大于130℃。

5.3 二氧化碳压缩及纯化

5.3.1 二氧化碳压缩机的选型应符合 GB/T 51316-2018。

5.3.2 二氧化碳压缩及纯化后应方便二氧化碳液化和储存。

5.3.3 采用二氧化碳等温压缩工艺时应配置级间冷却。

5.3.4 采用二氧化碳绝热压缩工艺时应在压缩后配置冷却装置。

5.3.5 二氧化碳压缩系统应符合二氧化碳气体的物理特性。

5.3.6 二氧化碳压缩脱水效率达不到运输条件时，可利用三乙二醇、硅胶或分子筛等进一步脱水。

5.3.7 二氧化碳压缩及纯化应符合下游二氧化碳运输和封存的条件。

5.3.8 二氧化碳脱水后的露点温度应符合GB/T 51316-2018。

6 二氧化碳运输工艺

6.1 一般要求

6.1.1 二氧化碳管道运输宜采用单相形式运输的方式。

6.1.2 二氧化碳管道运输应根据气候条件，地质条件，人文因素等选择适合的流体输送状态。

6.1.3 二氧化碳管道运输系统因考虑管道、中间加压站以及辅助设备因素对管道的影响。

- 6.1.4 采用气相运输时应根据热力学结果考虑是否需要铺设保温层。
- 6.1.5 气体处于超临界状态时，进入管道之前需对气体进行节流降压处理。
- 6.1.6 采用液相运输时宜使用井口气源自身的压力能进行节流制冷。
- 6.1.7 采用液相运输时二氧化碳进泵之前应为液态。
- 6.1.8 存在不同二氧化碳输送源时应确保混合流体性质满足管道设计及操作要求。
- 6.1.9 二氧化碳从气态转化为超临界状态时宜采用增压泵，按照管道的长度在输送途中设置增压泵室。
- 6.1.10 为应对偶发情况，应设置过压保护系统。
- 6.1.11 应充分优化管道系统压力分布，防止运输终点压力远高于二氧化碳封存注入压力。
- 6.1.12 宜使用碳酸铁作为管道内部涂层；使用耐腐蚀的合金作为管道线的材料，预防腐蚀。
- 6.1.13 二氧化碳管道运输应与目前现行的相关运输标准保持一致。

6.2 管道输送流程

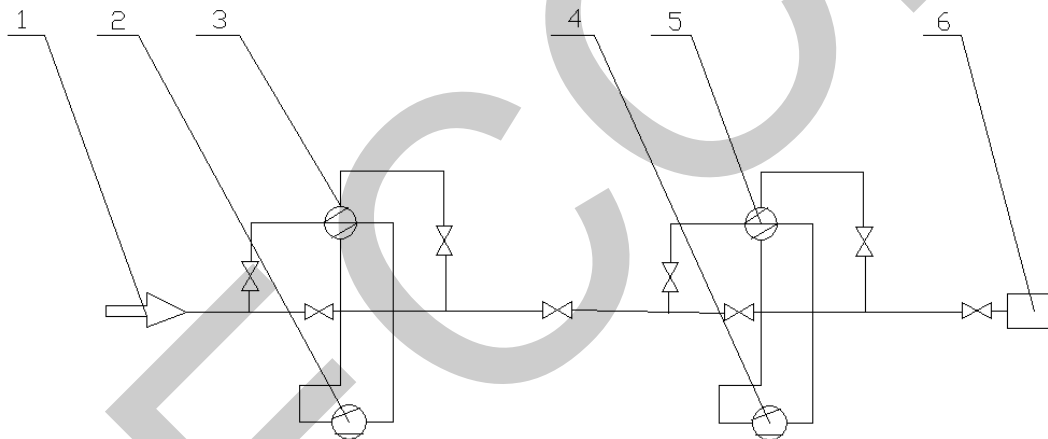


图2 管道输送流程图

标引序号说明：

- 1——管输 CO₂ 气源；
- 2——管道增压压缩机；
- 3——换热器；
- 4——注入压缩机；
- 5——换热器；
- 6——CO₂ 封存地；

6.3 管道气体组成

- 6.3.1 应符合目标市场对气质的需求，对于 EOR采油，应符合混相驱油的需求。

- 6.3.2 应符合道安全输送的要求，控制 H_2S 等有毒气体和腐蚀性气体的含量。
- 6.3.3 应严格控制水露点，确保管道输送过程中不会有游离水析出。
- 6.3.4 应符合国家和地方在环境保护等方面有关法律、法规的规定
- 6.3.5 管道气体组分包括：氧气、水、氮气、氢气、硫氧化物、氮氧化物、硫化氢、氢氰酸、硫化碳、氨气、胺、醛、颗粒物等。
- 6.3.6 管道运输对杂质的要求受下游二氧化碳的利用或封存方式影响，同时受管道材质限制。管道气体组成的一般要求可参照表1执行。

表1 管道气体组分含量控制的一般要求

气体组成	单位	含量	备注
CO_2	mol%	> 95	
H_2O	mol%	<0.05	
N_2	mol%	<2	总含量<4%
H_2	mol%	<0.75	
CH_4	mol%	<2	
CO	mol%	<0.2	
O_2	mol%	<0.01	
H_2S	mol%	<0.02	
SO_2	mol%	<0.005	
NO_x	mol%	<0.005	
C_2+	mol%	<2.5	
颗粒物	mg/Nm^3	<1	最大粒径<10 μm

6.4 输送相态

- 6.4.1 宜选择气相输送或超临界态输送。
- 6.4.2 采用气相输送时，压力一般不超过 4.8 MPa。
- 6.4.3 对于大输量、长距离 CO_2 管道，综合考虑工程投资和运行费用。
- 6.4.4 合理设定入口压力和温度。

6.5 管道系统输送

- 6.5.1 二氧化碳输送管道工程应符合国家和行业标准，其设计应符合国家相关规定，并根据施工环境和工程需求进行必要的调整和修改。
- 6.5.2 二氧化碳输送管道工程应具有高可靠性，其运行可靠性必须符合国家有关规定，并且应满足设计要求的安全系数。
- 6.5.3 设计应满足二氧化碳在管道中的质量、流量、压力等指标的要求，保证二氧化碳输送管道工程的安全、可靠、有效地运行。

- 6.5.4 管道材料应符合国家有关规定，并结合施工现场环境选择合适的材料，以确保其能达到设计要求的承载性和耐久性。
- 6.5.5 管道布置应考虑工程的安全性和使用寿命，确保其符合国家有关标准的要求。
- 6.5.6 管道外部保护层的选择应结合二氧化碳的特性，考虑其影响，以确保管道的安全性。
- 6.5.7 管道的结构设计应结合抗冲击和抗湿化等条件，以确保其能有效地运行。
- 6.5.8 管道的安装应具有良好的牢固性，并且考虑安全性、可靠性、可操作性和维修保养性等要求，以保证二氧化碳输送管道工程的安全和可靠性。
- 6.5.9 管道的涂装应考虑环境腐蚀、操作安全等多种因素，以确保工程的长期运行无故障。
- 6.5.10 管道的接头连接处应考虑安全性、可靠性和牢固性，确保管道的安全性和可靠性。
- 6.5.11 管道的检漏应符合国家有关标准的要求，以确保正常运行工作的安全。
- 6.5.12 二氧化碳流体离开运输管道并进入封存基础设施时的基本参数可参见GB/T 42797。
- 6.5.13 管道沿线需安装仪表用于测量二氧化碳的流量、压力和温度，宜安装于压缩机、泵及截止阀处。
- 6.5.14 管道运输应配备监控及数据采集系统（SCADA）用于压缩机、泵和管道的远程监控和操作。

6.6 路由选择

- 6.6.1 应符合地方政府规划、避开环境敏感点、文物保护单位、地质灾害区、压覆矿区等区域外，重点考虑管道与周边村庄、乡镇、工矿企业、重点动物保护区的相对位置关系。
- 6.6.2 应考虑风向、地势、通风情况。
- 6.6.3 宜采用卫星遥感数据进行地形淹没分析，以此确定管道的高后果区。
- 6.6.4 应分析管道的高后果区，同时采取相应的保护和预警措施。

6.7 阀室设计

- 6.7.1 应在管道上每隔一段距离设置一个线路截断阀室，控制管道发生破裂事故时的泄漏量及方便管道维修。
- 6.7.2 阀室间距不宜过大或过小。
- 6.7.3 阀室容易发生泄漏的区域，不宜设置过多

6.8 管道用材及防腐

- 6.8.1 不宜使用内涂层防腐或减阻。
- 6.8.2 选择的外防腐涂层应具有较好的耐低温性能。
- 6.8.3 管道在投产充压过程，应控制压力的增长速度，避免由于压力快速升高导致较大的温升，造成涂层失效。
- 6.8.4 若管道内外温度差较大，应在管道外部增设绝热涂层材料。
- 6.8.5 管道材料的选择应根据温度、压力、介质特性进行选择合适材料。
- 6.8.6 管道用钢管应符合现行国家标准《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711和《高压

化肥设备用无缝钢管》GB6479的规定。

- 6.8.7 管道运输中设备和阀门的密封性能要好。
- 6.8.8 管道壁厚设计时应有足够的裕量应对工况的腐蚀。
- 6.8.9 二氧化碳管道强度的设计应符合标准SHT3202-2018。

6.9 安全泄放

6.9.1 陆地泄压放空

- 6.9.1.1 应根据管存量、温度、压力进行安全泄压放空。
- 6.9.1.2 超临界态的放空初始阶段压力变化较剧烈，对管道结构冲击剧烈，应在设计过程中着重考虑。
- 6.9.1.3 宜增加阀门动态开启时间，避免泄压过程中参数变化过快危害设备安全。
- 6.9.1.4 宜使用放空管局部加热措施，降低管道冰堵的风险。
- 6.9.1.5 应根据不同相态制定不同的放空方案。
- 6.9.1.6 放空过程中为了避免管道内产生干冰应采取相应的措施。
- 6.9.1.7 每一处阀站均需设置永久性的泄压放空设施。
- 6.9.1.8 放空的气体应安全排入大气。
- 6.9.1.9 放空管的位置和方向时，应考虑风向、地形和人文因素的影响。

6.9.2 海洋泄压放空设施

- 6.9.2.1 水下管道泄压放空时，应在水下管道的上游尾部进行放空。

7 二氧化碳封存

7.1 一般要求

- 7.1.1 二氧化碳驱油封存技术通过向油藏中注入二氧化碳。
- 7.1.2 二氧化碳驱油封存场地应具备足够大的储层空间、良好的密封性及可注入性、稳定的水文地质环境及区域构造地质背景和内外动力环境、良好的工程环境等。
- 7.1.3 二氧化碳驱油封存不可对其他资源、环境、现有基础设施、人员健康等造成不可接受的风险。
- 7.1.4 二氧化碳驱油封存过程应制定详细的风险管理计划及风险应对措施，并对封存全过程进行监测和验证，以协助管理健康、安全和环境风险，并评估封存性能。

7.2 油藏条件

- 7.2.1 油层的岩性应为灰岩、白云岩或砂岩等。
- 7.2.2 二氧化碳溶于水后形成的碳酸可以溶蚀钙盐。
- 7.2.3 二氧化碳驱油油藏一般埋深在 600-3500 米，油层温度一般低于 120℃，油层厚度大于 3 米。
- 7.2.4 油层的破裂压力大于要求的注入压力，防止地层的压裂，影响驱油效果。
- 7.2.5 油层具有大的空隙体积以便与二氧化碳接触。

7.2.6 油层的渗透率一般大于 5 个毫达西

7.3 注入方式

7.3.1 注入方式包括连续注二氧化碳气体、注碳酸水、水、二氧化碳气体段赛交替注入、二氧化碳和水同时注。

7.3.2 连续注二氧化碳气体为直接向已枯竭的地层中连续注入二氧化碳气体

7.3.3 连续注二氧化碳气体不适于压力过低的油藏

7.3.4 采用注碳酸水方法注入时，水-二氧化碳溶液注入到地层后，水中的二氧化碳在分子扩散作用下与原油接触并驱油。

7.3.5 注入方式的选择应根据实际条件进行选择。

7.3.6 二氧化碳和水同时注入是利用双注系统同时将水和二氧化碳注入油层的方法。

7.3.7 水、二氧化碳气体段赛交替注入改善了二氧化碳的流度，提高了二氧化碳的体积波及系数和利用率。

7.4 场地筛选和选择

7.4.1 二氧化碳封存场地的筛选和选择可参照T/CSES 71执行。

7.4.2 封存场地的地质特征应满足封存容量、注入速率、抗震层级等要求。

7.4.3 封存场地不应影响环境保护区、国家公园、军事基地、居民住宅区等。

7.4.4 封存场地应综合考虑地质及土地利用等因素。

7.4.5 勘察封存场地可参照T/CSES 71执行。

7.4.6 应考虑封存场地的地质条件。

7.4.7 应勘察封存场地如化学组成等。

7.4.8 应评估和测试封存场地的地质、水动力、地热及地质力学等条件。

7.4.9 应预测评估储存能力及注入能力、注入二氧化碳的活动及影响等。