

ICS 75.020
CCS E11

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1858—2024

二氧化碳驱埋地钢质管道外腐蚀控制
技术规范

Technical Specification for Buried Steel Pipelines External Corrosion Control of
Carbon Dioxide Drive

2024-07-02 发布

2024-08-02 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范 围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 防护层 3

6 阴极保护 4

7 健康安全环保 5

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。

本文件由陕西省能源局提出并归口。

本文件起草单位：陕西延长石油(集团)有限责任公司研究院、西安石油大学、长安大学、西安科技大学。

本文件主要起草人：方晓君、卜晓阳、杜贵超、杨志刚、吕烁、刘雅瑞、王飞、边会媛、李阳、李辉。

本文件由陕西延长石油(集团)有限责任公司研究院负责解释。

本文件首次发布。

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：029-89853910

地址：陕西省西安市雁塔区唐延路61号

邮编：710065

引 言

二氧化碳驱油是指以二氧化碳为驱油介质提高石油采收率的技术，该技术首先要解决的是二氧化碳运输问题。由于液态二氧化碳易于压缩、便于运输，通常是将气态二氧化碳进行增压并降温至 -20°C 转变为液态二氧化碳，再通过埋地钢质管线运输至井场后注入地层。然而液态二氧化碳温度较低，和常规油气输送管线介质条件截然不同，为埋地钢质管线安全运行带来了新的安全隐患。

本文件基于二氧化碳驱输送介质的低温特性，明确了适用于二氧化碳驱埋地钢质管线的外腐蚀控制技术，并制定统一规范，有效减少二氧化碳泄露，进一步保护自然资源和生态环境，为早日实现碳达峰和碳中和目标奠定重要基础

二氧化碳驱埋地钢质管道外腐蚀控制技术规范

1 范围

本文件规定了二氧化碳驱埋地钢质管道外腐蚀控制的总体要求、防护层、阴极保护及健康安全环保要求。

本文件适用于二氧化碳驱埋地钢质管道外腐蚀控制。

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 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范

GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范

GB/T 8923.1-2011 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 10123-2022 金属和合金的腐蚀术语

GB/T 18570.3-2005 涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验第3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)

GB/T 21246 埋地钢质管道阴极保护参数测量方法

GB/T 21447 钢质管道外腐蚀控制规范

GB/T 21448 埋地钢质管道阴极保护技术规范

GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南

GB/T 45001 职业健康安全管理体系要求及使用指南

GB/T 50698-2011 埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

GB/T 50991-2014 埋地钢质管道直流干扰防护技术标准

SH/T 3022-2019 石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准

SY/T 0086 阴极保护管道的电绝缘标准

SY/T 0087.1 钢质管道及储罐腐蚀评价标准第1部分：埋地钢质管道外腐蚀直接评价

SY/T 0407 涂装前钢材表面处理规范

SY/T 0414 钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准

SY/T 0447 埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准

SY/T 5918 埋地钢质管道外防腐层保温层修复技术规范

SY/T 6276 石油天然气工业健康、安全与环境管理体系

SY/T 6854 埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准

SY/T 6964 石油天然气站场阴极保护技术规范

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 carbon dioxide drive

为了保持油层压力，提高采收率而将二氧化碳注入油层驱油的工艺。

3.2

防护层 protective coating

为了减缓二氧化碳驱埋地钢质管道外腐蚀而设置的外部结构，由内到外依次包括防腐层、保温层、防潮层及保护层。

3.3

阴极保护 cathodic protection

通过降低腐蚀电位使金属的腐蚀速率显著降低的电化学保护。

[来源：GB/T 10123-2022, 7.4.3]

3.4

交流干扰 ac interference

由交流输电系统和交流牵引系统在管道上耦合产生交流电压和电流的现象。

[来源：GB/T 50698-2011,2.0.1]

3.5

直流干扰 Dc interference

因直流杂散电流导致的构筑物内的直流电扰动。

[来源：GB/T 50991-2014,2.0.2]

4 总体要求

4.1 埋地钢质管道外腐蚀控制的方法主要有防护层及阴极保护两种方法。不同方法的选择应根据土壤腐蚀性程度及腐蚀失重来选择。

4.2 土壤腐蚀性程度等级划分按照SH/T 3022标准执行，防腐措施选择宜符合表1中的规定。

表 1 土壤腐蚀性程度及防腐蚀措施选择

腐蚀性程度	酸碱度pH	氧化还原中位E (mV)	视电阻率R (Ω·m)	极化电流密度J (mA/cm ²)	质量损失 I _{cor} (g)	防腐蚀等级	防腐措施
微	pH>5.5	E>400	R>100	J<0.02	I _{corr} <1	普通级	防护层
弱	4.5pH≤5.5	200<E≤400	50<R≤100	0.02≤J<0.05	1≤I _{cor} <2		
中	3.5pH≤4.5	100<E≤200	20<R≤50	0.05≤J<0.20	2≤I _{cor} <3	加强级	防护层+阴极保护(可选)
强	pH≤3.5	E≤100	R≤20	J≥0.20	I _{cor} ≥3	特加强级	防护层+阴极保护
注：土壤对钢材表面的腐蚀性评价，取各项指标腐蚀等级中的最高者							

5 防护层

5.1 埋地钢质管线表面处理

5.1.1 基材外表面的磨料喷(抛)射处理应执行 SY/T 0407规定，除锈等级应按照GB/T 8923.1-2011的规定达到Sa2.5级；在喷射处理无法达到的区域可采用手工或动力工具进行处理，除锈等级应达到St3级。

5.1.2 灰尘数量和尺寸应不低于GB/T 18570.3-2005规定的3级。

5.1.3 涂装前，钢材表面应保持干燥、洁净，防止涂敷底漆前钢材表面返锈或二次污染。当钢材表面出现返锈或表面污染时，应重新进行表面预处理。

5.2 防腐层原材料选择

5.2.1 埋地钢质管道防腐层材料有三层聚乙烯、熔结环氧粉末、无溶剂环氧、无溶剂环氧煤沥青、聚乙烯胶粘带、无溶剂环氧+聚烯烃胶粘带等。

5.2.2 防腐层原材料应具有完整的商品标识，包含检验合格证、产品名称、产品规格、制造厂名称及厂址、生产日期及保质期、保存条件及警示说明等；并提供使用说明书及具有资质的第三方检测机构出具的产品检测合格报告。

5.2.3 防腐层原材料应按照保存条件及警示说明进行分类存放，并在保质期内使用。

5.3 防护层的选择

5.3.1 钢质管道防护层选择时考虑的因素应符合GB/T21447 中的规定。

5.3.2 二氧化碳驱埋地钢质管道防护层应包括防腐层及保冷结构。

5.3.3 防腐层宜采用环氧煤沥青或无溶剂环氧。

5.3.4 保冷结构由保冷层、防潮层及保护层组成。

- a) 保冷层宜选用聚氨酯，管道保冷设计应符合GB 50264的规定。
- b) 防潮层宜选用沥青马蹄脂防潮层，共包含三层。第一层为阻燃型石油沥青马蹄脂，第二层为有碱粗格平纹玻璃布，第三层为阻燃型石油沥青马蹄脂。
- c) 保护层宜选用聚乙烯胶黏带。

5.3.5 根据涂层相应标准，防护层应具备优良的耐土壤应力性能、耐气候性能、耐化学性能、抗水渗透性、机械强度、粘结性能、可实施性、电绝缘性、耐阴极剥离性、抗弯曲性，并且防护层损伤后易于修补。

5.4 防护层施工、检验、储运及修复

5.4.1 防护层涂敷施工时，凡遇下列情况之一者，若不采取有效措施，不应进行涂敷作业：

- a) 雨、雪、雾天气或风力超过5级；
- b) 环境温度及相对湿度超出施工所执行防腐施工技术规范允许范围时；
- c) 钢管表面结露。

5.4.2 防护层的施工、质量检验、储运、修复应按照以下规定执行：

- a) 环氧煤沥青防腐层按照SY/T 0447的规定执行；
- b) 无溶剂环氧防腐层按照SY/T 6854的规定执行；
- c) 保冷层和防潮层按照GB 50126的规定执行；
- d) 聚乙烯胶黏带按照SY/T 0414的规定执行。

5.5 防护层检测与维护

5.5.1 防护层应定期检查，一般每五年为一个检查周期。对于土壤腐蚀性等级为强的地区，每三年为一个检查周期。当埋地管道暴露时，应进行防护层性能检测。可根据防护层检查结果，适当调整检查周期。

5.5.2 防护层性能评价应按照SY/T 0087.1的有关规定执行。防护层的修复应按照SY/T 5918的有关规定执行。

5.5.3 防护层运行维护资料应收集、整理并存档，至少包括以下内容：

- a) 防护层设计、施工与验收规范以及设计文件、竣工资料；
- b) 防护层的检测、修复记录。

6 阴极保护

6.1 基本规定

6.1.1 油气田及管道站场埋地钢质管道宜施加外加电流阴极保护，对于长度较短、地质条件适宜的管线也可采用牺牲阳极进行热点保护。

6.1.2 新建工程阴极保护应在埋地3个月内投运。

6.1.3 对于已建工程，需增设阴极保护系统时，应先对剥离或老化严重的防护层进行修补处理。

6.1.4 阴极保护系统应对被保护结构提供足够的保护电流，并将其合理分布，使被保护结构电位达到阴极保护准则的要求。

6.1.5 阴极保护设计时应合理选择阳极地床的位置，并使其对邻近的地下金属构筑物产生的干扰影响降至最小。

6.2 保护准则

阴极保护准则应满足如下要求：

- a) 无 IR 降阴极保护电位 E_{IRfree} 应满足公式(1)的要求：

$$E \leq E_{free} \leq E_{min} \quad \bullet \quad (1)$$

式中：

E_1 ——限制临界电位，即防护层不出现阴极剥离、起泡、管体氢脆时的电位，单位为伏(V)；

E_p ——钢金属腐蚀速率小于0.01mm/a时的最小保护电位，单位为伏(V)；

E_{IRfree} ——实施的阴极保护电位，该电位与腐蚀环境和金属类型有关，单位为伏(V)。

- b) 在管道寿命期内，应考虑管道周围介质电阻率变化对阴极保护电位的影响。
- c) 阴极保护最小保护电位应根据不同的土壤环境按照GB/T 21447执行，限制临界电位 E_1 不应负于-1.2V(CSE)，并应防止防护层出现阴极剥离、起泡、管体氢脆现象。
- d) 当阴极保护电位无法达到时，也可采用阴极电位负向偏移最少100mv的准则。
- e) 对于无法通过电位测试来评估阴极保护有效性时，可通过评估管道金属的腐蚀状况的腐蚀状况来判断阴极保护的有效性，当腐蚀速率小于0.01mm/a时，认为管道金属得到有效保护。

6.3 保护系统设计

6.3.1 站场内、外埋地管道阴极保护的设计、施工及质量检验应分别符合SY/T 6964的规定及GB/T 21448的规定。

6.3.2 实施阴极保护的线路管道应与其它非保护的管道和金属结构实施电绝缘，电绝缘装置的设计和安装应符合SY/T 0086的规定。

6.3.3 管道交流干扰防护设计应符合GB/T 50698的规定，直流干扰防护设计应符合GB/T 50991的规定。

6.4 系统试运行和调试

6.4.1 站场阴极保护工程安装结束后，应按设计要求和本文档进行检查，确保电路连接无误、系统无机械损伤和漏装配件，安装完全符合要求后方可通电试运行。

6.4.2 阴极保护参数测试、所用测量仪器及仪表精度应符合GB/T 21246的要求。

6.5 系统运行管理及维护

6.5.1 站场及周边地下有新建、扩建或改造工程时，应加强监测，必要时进行全面调试，确保阴极保护系统运行正常。

6.5.2 阴极保护系统运行维护资料应收集、整理并存档，至少包括以下内容：

- a) 阴极保护设计、施工及验收资料；
- b) 阴极保护设备运行记录及系统运行参数记录；
- c) 站场及周边改造及维修记录；
- d) 阴极保护系统的检测、维修记录；
- e) 干扰腐蚀控制设施的检测、维修记录。

6.5.3 阴极保护系统应在整个服役期间保持连续运行，且由专业技术人员进行测试维护，当发现异常时，应及时进行维修。

7 健康安全环保

职业健康、人员安全与环境保护应按照GB/T 24001、GB/T 45001和SY/T 6276的规定执行。