

# T/GRM

## 中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 119—2025

### 深层高温高压页岩气水平井降密度与降温 钻井作业规范

Drilling operation specification for density and temperature reduction in deep  
high-temperature and high-pressure Shale gas horizontal wells

2025 - 03 - 10 发布

2025 - 03 - 11 实施

## 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。

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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：中国石油集团工程技术研究院有限公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、西南石油大学。

本文件主要起草人：王元、郭建华、杨恒林、李文哲、高德伟、付利、夏焱、陈刚、张恒、王旭东、杨兆亮、陈焯、马骋宇、郭凯杰、纪国栋、林博阳、孙钰淇、范春英、郑李、曲帅、杨谋、曹宇、任岩岩。

# 深层高温高压页岩气水平井降密度与降温钻井作业规范

## 1 范围

本文件规定了深层高温高压页岩气水平井降密度与降温钻井作业中的适用条件、施工设计、专用设备配备、施工准备、施工作业、作业终止条件、数据记录及质量、健康、安全和环境管理等要求。

本文件适用于深层高温高压页岩气水平井降密度与降温钻井作业。

## 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 3836.1 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分：通用要求

GB/T 25430 石油天然气钻采设备 旋转防喷器

GB/T 31033 石油天然气钻井井控技术规范

SY/T 5087 硫化氢环境钻井场所作业安全规范

SY/T 5974 钻井井场设备作业安全技术规程

SY/T 6276 石油天然气工业健康、安全与环境管理体系

SY/T 6277 硫化氢环境人身防护规范

SY/T 6543 欠平衡钻井技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**高温高压页岩气水平井** Shale Gas Horizontal Wells with High-Temperature and High-Pressure  
井下循环温度高于150℃且储层地层压力大于69 MPa的页岩气水平井。

### 3.2

**降密度钻井作业** Density Reduction Drilling Operation

钻井过程中，配合使用旋转防喷器和专用节流管汇降低钻井液密度，使钻井液流体施加在井底的压力小于或等于地层孔隙压力且大于地层坍塌压力的简易控压钻井方式。

## 4 适用条件

### 4.1 工程与地质条件

4.1.1 应明确地层裂缝发育情况，地层孔隙压力与漏失压力。

4.1.2 同区块邻井实施目标地层流体中硫化氢含量应小于 30 mg/m<sup>3</sup>。

4.1.3 降密度与降温钻井宜选择在同一压力系统地层实施。

### 4.2 井口设备安装与场地条件

4.2.1 井架底座净空高应满足旋转防喷器组合加装空间要求。

4.2.2 钻机及井场应满足安装简易控压附加的节流管汇等设备的要求。

## 5 施工设计

### 5.1 设计依据应包括下列内容：

a) 钻井设计；

- b) 已钻邻井的钻井、测井等工程地质资料；
- c) 待钻井段钻井液比热容、热导率，地温梯度等参数。

## 5.2 设计应包括下列内容：

- a) 井筒条件；
- b) 降温和降密度要求；
- c) 钻井液密度控制程序；
- d) 钻井装备和工具选型；
- e) 降密度钻井工艺设计；
- f) 地面降温与循环降温工艺设计；
- g) 降密度与降温作业应急预案；
- h) 终止条件；
- i) 人员配置与岗位职责；
- j) 质量、健康、安全和环境管理（QHSE）设计。

## 6 专用设备配置

### 6.1 降密度配套钻井设备

- 6.1.1 旋转防喷器系统符合 GB/T 25430 规定。
- 6.1.2 液压控制系统、专用节流管汇、钻具等设备、工具及材料应符合 SY/T 6543 的规定。

### 6.2 地面降温设备

- 6.2.1 地面降温设备应包括换热系统、冷却系统、控制系统等子系统。
- 6.2.2 经地面降温设备冷却后，冷却设备出口处钻井液温度不应高于 40 ℃、不应低于 25 ℃，钻井液处理能力应与钻井排量匹配。
- 6.2.3 地面降温设备应适应油基、水基等钻井液体系，冷却水应满足设备长期运行要求，不得使用含盐、含油废水。
- 6.2.4 钻井液吸入、排出管线上应注明管内液体流向，安装相匹配的闸阀，闸阀承压不低于 1 MPa。
- 6.2.5 钻井液吸入管线上配备温度表及压力表，排出管线上配备温度表、压力表及流量计。温度表测量范围 0 ℃~150 ℃，压力表测量范围应为 0 MPa~1.6 MPa，流量计测量量程不应低于 200 m<sup>3</sup>/h。

## 7 施工准备

### 7.1 技术交底

- 7.1.1 施工前，应由降密度与降温设计方与钻井队、录井队、钻井监督、设备服务方、钻井液服务方等进行技术交底。
- 7.1.2 技术交底应包括下列内容：
  - a) 降密度与降温钻井工艺的基本原理和工艺流程；
  - b) 钻井液密度控制程序；
  - c) 降密度、地面降温与循环降温工艺要求；
  - d) 作业应急程序；
  - e) 终止条件；
  - f) 质量、健康、安全和环境管理（QHSE）；
  - g) 其他注意事项。

### 7.2 设备安装及试压

- 7.2.1 降密度配套钻井设备安装及试压要求应符合 SY/T 6543 规定。
- 7.2.2 地面降温设备安装前，设备服务方应提前踏勘现场，并与钻井队就场地安装、供水供电、吸入端接口等进行对接落实。

- 7.2.3 循环钻井液经降温处理后可直接进入循环系统的钻井泵上水所在罐内。
- 7.2.4 地面降温设备安装后，检查核实管线流程是否正确，电路连接是否牢固，阀门是否处于合理位置。
- 7.2.5 按照地面降温设备说明书要求，对地面降温设备及连接管线进行试压。
- 7.2.6 地面降温设备应采用防爆电器，安装要求符合 GB 3836.1 规定；地面降温设备不得占用应急逃生通道。
- 7.2.7 地面降温流程应满足现场井控工艺流程整体要求。

## 8 施工作业

### 8.1 降密度

- 8.1.1 进入 A 靶点后，检查地面机泵条件，具备正常钻进条件后，依据钻井液密度控制程序设计，开始泵入低密度钻井液进行循环钻进。
- 8.1.2 降低钻井液密度需在停止钻进工况下实施，一个循环周时间内均匀降低钻井液密度幅值  $0.01 \text{ g/cm}^3 \sim 0.02 \text{ g/cm}^3$ 。
- 8.1.3 每次降低钻井液密度后，需试钻进 2 柱~3 柱，详细记录钻进过程中钻井液进出口密度、岩屑返出、全烃、液面、单根峰、摩阻扭矩情况及真空除气器使用情况，如无异常，实施后续钻进和降密度作业。降密度钻井过程中相关数据记录见附录 A。
- 8.1.4 停泵、接单根时应通过旋转防喷器控制地面回压，保持井底处于平衡或略过平衡状态。
- 8.1.5 起钻前在全井筒泵入与地层压力系数相同密度的钻井液。起钻到水平段 A 靶点时循环出 A 靶点以上可能存在的油气，再泵入附加不小于抽吸压力系数密度的钻井液后继续起钻。
- 8.1.6 降密度钻井期间，若发生溢流、井漏等井下复杂情况，应按照 8.3 规定执行。

### 8.2 降温

- 8.2.1 地面降温设备开启时间应根据预测井底循环温度及导向工具井下耐温能力综合确定。
- 8.2.2 降温作业过程中，每 2 h 检查设备电机工作、管线压力及冷却水存量。
- 8.2.3 起下钻及维修等停泵过程中，进行钻井液地面降温设备维护。
- 8.2.4 钻进过程中，井底循环温度超过导向工具预警温度，将钻具在一个立柱范围内上下活动，在满足井眼清洁要求前提下，适当降低转速和排量进行循环降温，待温度满足导向工具作业要求时恢复钻进。
- 8.2.5 下钻过程中，开泵试循环，测量井下循环温度，温度达到导向工具预警温度，停止下钻并开泵循环降温，待温度满足导向工具作业要求时继续下钻。

### 8.3 作业应急程序

- 8.3.1 发生溢流、漏喷同存，按照 GB/T 31033 的规定执行。
- 8.3.2 发生井漏，应监测环空液面，测漏速，进行堵漏作业。
- 8.3.3 预测含有硫化氢地层，钻井液 pH 值宜不小于 10。出口环境中硫化氢浓度超过  $30 \text{ mg/m}^3$ ，按照 GB/T 31033 的规定转入井控程序。

## 9 终止作业

降密度与降温钻井期间出现以下任何一种情况，应终止降密度与降温钻井作业。

- a) 设备故障不能满足降密度与降温作业要求；
- b) 出口环境中硫化氢浓度大于  $30 \text{ mg/m}^3$ ；
- c) 地层流体严重影响钻井液性能；
- d) 井眼条件不满足施工要求。

## 10 数据记录

- 10.1 降密度钻井施工日报表，包括井的基本情况、钻井液性能等。见附录 B。

10.2 钻井过程中的井底循环温度、降温装置出入口钻井液温度、井口出入口钻井液温度等。见附录 C。

## 11 质量、健康、安全和环境管理 (QHSE)

11.1 质量、健康、安全和环境管理 (QHSE) 按照 SY/T 6276 的要求执行, 并满足国家和当地政府有关健康安全和环境管理 (QHSE) 的法律和法规文件。

11.2 降密度与降温钻井作业区应设置安全警戒线, 禁止非作业人员及车辆进入作业区内, 禁止携带火种或易燃易爆物品进入作业区。

11.3 应与消防队、医院保持联系, 以备紧急情况时调用。

11.4 施工人员作业安全按 SY/T 5974 的规定执行。

11.5 硫化氢检测仪、硫化氢监测和人身安全防护用品的配备应符合 SY/T 5087 及 SY/T 6277 的规定。



附 录 B  
(资料性)  
降密度钻井施工日报表

B.1 降密度钻井施工日报表格式见表 B.1。

表 B.1 降密度钻井施工日报表

井队:				井号:			
设计井深m	钻进井段m	日进尺m	累计进尺m	水平段长m	钻达层位	岩性	钻井液密度g/cm <sup>3</sup>
工况							
钻具组合							
钻头情况				螺杆情况			
钻头尺寸	钻头水眼	纯钻时间h	进尺m	厂家	型号	累计纯钻h	累计进尺m
钻井液性能							
密度g/cm <sup>3</sup>	HTHP失水ml	HTHP泥饼mm	含砂%	碱度	氯离子	塑性粘度Pa·s	六转读数
粘度s	动切力Pa	初/终切Pa	固相含量%	油水比	电稳定性ES		

