

ICS 75.020
E 14
备案号：61461—2018

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10038—2017

煤层气井小型压裂测试设计及评价规范

Specifications of mini-frac design and evaluation for coalbed methane well

2017 — 11 — 15 发布

2018 — 03 — 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 煤层气井小型压裂测试选井选层原则 2

 4.1 选井原则 2

 4.2 选层原则 2

5 煤层气井小型压裂测试设计 2

 5.1 设计所需资料 2

 5.2 设计内容 3

 5.3 优化设计 3

 5.4 设计文本格式 4

6 煤层气井小型压裂测试评价 4

 6.1 评价方法 4

 6.2 评价过程 4

附录 A（资料性附录） 小型压裂测试设计书格式 5

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由能源行业煤层气标准化技术委员会（NEA/TC 13）提出并归口。

本标准起草单位：中联煤层气国家工程研究中心有限责任公司、中石油煤层气有限责任公司、西南石油大学。

本标准主要起草人：孙斌、彭少涛、郭大立、何东琴、李曙光、张天翔、孙伟、朱卫平、刘川庆、武彬宁、甄怀宾、邵沐鹏、武男。

煤层气井小型压裂测试设计及评价规范

1 范围

本标准规定了煤层气井小型压裂测试的选井选层原则、设计内容与要求及小型压裂测试分析方法。本标准适用于煤层气井的小型压裂测试设计及评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

NB/T 10017—2014 煤层气井压裂设计编写规范

SY/T 5289—2016 油、气、水井压裂设计与施工及效果评估方法

煤层气地面开采安全规程（试行） 国家安全生产监督管理总局令（第46号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

小型压裂测试 mini-frac test

煤层气井主压裂前进行的小液量不加支撑剂的压裂测试。

3.2

升排量测试 step-up test

采用阶梯提升排量的泵注方式，利用排量—压力的对应关系计算获取地层相关参数的测试方法。

3.3

稳定排量测试 steady-rate test

采用稳定排量注入的泵注方式，利用排量—压力的对应关系计算获取地层相关参数的测试方法。

3.4

降排量测试 step-down test

采用阶梯降低排量的泵注方式，利用排量—压力的对应关系计算获取地层相关参数的测试方法。

3.5

平衡测试 equilibrium test

在降排量测试的最后一个阶段，采用稳定低排量的泵注方式使井筒压力达到平衡的测试方法。

3.6

压降测试 pressure decline test

压裂测试停泵后继续监测一定时间内压降数据，利用时间—压力的对应关系计算获取地层相关参数的测试方法。

4 煤层气井小型压裂测试选井选层原则

4.1 选井原则

4.1.1 小型压裂测试井应满足地质方案设计要求，能够获取相关压裂工艺参数。

4.1.2 套管无变形、无漏失，完井试压合格。

4.2 选层原则

4.2.1 小型压裂测试层应为地质方案确定要进行压裂改造的煤层。

4.2.2 小型压裂测试层上、下层段 50m 固井质量应合格。

4.2.3 小型压裂测试层应充分考虑与断层、水层的距离。

5 煤层气井小型压裂测试设计

5.1 设计所需资料

5.1.1 地质资料

所需地质资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.1 的规定执行。

5.1.2 实验资料

所需实验资料包括：测试层及顶底板力学参数、煤体结构、煤储层物性相关资料等。

5.1.3 钻完井资料

所需钻完井资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.3 的规定执行。

5.1.4 录井资料

所需录井资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.4 的规定执行。

5.1.5 测井资料

所需测井资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.5 的规定执行。

5.1.6 射孔数据资料

所需射孔资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.6 的规定执行。

5.1.7 井下工具资料

所需井下工具资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.7 的规定执行。

5.1.8 地下流体资料

所需地下流体资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.8 的规定执行。

5.1.9 测试资料

所需测试资料按照 NB/T 10017—2014 中 5.1.9 的规定执行。

5.1.10 地面资料

所需地面资料按照 SY/T 5289—2016 中 4.1.11 的规定执行。

5.2 设计内容

5.2.1 测试井基本概况

包括测试井的地理位置、构造情况、井名、井别、目的层、钻井情况、井身结构、套管情况、煤层数据、射孔参数等资料。

5.2.2 设计依据及施工目的

包括编制设计所参照的相关标准及规范性文件、施工目的、测试参数等。

5.2.3 施工设计内容

包括测试方法、注入方式、管柱结构、液体类型、液体用量、注入排量、泵注程序、测压降时间、施工限压、录取参数等。

5.2.4 施工流程及要求

包括施工的作业流程、参数录取、各工序流程的相关要求等。

5.2.5 泵注程序

包括各阶段排量、各阶段液量、测压降时间等。

5.2.6 压后管理

包括施工结束后的排液要求及后续安排。

5.2.7 健康、安全与环境要求

应符合《煤层气地面开采安全规程（试行）》[国家安全生产监督管理总局令（第 46 号）] 的相关规定，按 SY/T 5289—2016 的规定执行。

5.2.8 应急预案

包括施工存在的安全风险及对应的应急处理预案。

5.2.9 管柱结构示意图

管柱结构示意图按照 NB/T 10017—2014 中 6.12 的规定执行。

5.3 优化设计

5.3.1 测试方法

根据施工目的和求取地层参数的不同，选择采用不同的测试方法：获取地层破裂压力，采用升排量测试的方法；获取裂缝延伸压力及液体波及范围内煤层的均质情况，采用稳定排量测试；获取射孔孔眼摩阻、裂缝弯曲摩阻，采用降排量测试；获取裂缝闭合压力、压裂液效率、地层渗透率等参数，采用压降测试。另外，为获取更准确的闭合压力，可考虑进行“平衡测试”。

5.3.2 测试液体

小型压裂测试液体宜采用与主压裂一致的压裂液体系。

5.3.3 泵注液量优化

根据确定的测试方法及煤层气储层特点，升排量测试泵注液体体积宜为 $20\text{m}^3 \sim 50\text{m}^3$ ，稳定排量测试泵注液体体积宜为 $20\text{m}^3 \sim 40\text{m}^3$ ，降排量测试泵注液体体积宜为 $5\text{m}^3 \sim 15\text{m}^3$ ，平衡测试泵注液体体积宜为 $5\text{m}^3 \sim 10\text{m}^3$ 。

5.3.4 各阶段排量和时间优化

升排量测试阶段，宜分 6 ~ 9 个阶段阶梯提升排量，其中应有低于破裂压力下的排量阶段不少 3 个，第一个排量应选取最低排量泵车采用最小的排量进行；高于破裂压力下的排量阶段不少于 3 个。每排量阶段注入时间 $1\text{min} \sim 2\text{min}$ 。

稳定排量测试阶段，根据煤层厚度、射孔孔眼数、煤层渗透率、液体性质确定。排量大小与主压裂时施工排量一致。稳定排量测试时间 $3\text{min} \sim 5\text{min}$ 。

降排量测试阶段，宜分 3 ~ 5 个阶段阶梯降低排量，可采用现场逐台停泵车的方法进行。每降低一次排量，持续 $10\text{s} \sim 15\text{s}$ 的注入时间。

平衡测试阶段，降排量测试的最后一个阶段将排量降低到 $0.5\text{m}^3/\text{min} \sim 1\text{m}^3/\text{min}$ ，稳定泵注至压力曲线趋于平稳或出现上升趋势时，即可停泵测压降。

5.3.5 压降测试时间

停泵后关井测压降时间不少于 60min 。

5.4 设计文本格式

设计应最终形成小型压裂测试设计书文本。文本内容及格式可参照附录 A。

6 煤层气井小型压裂测试评价

6.1 评价方法

采用具有小型压裂测试分析功能的软件对测试数据进行分析 and 解释。

6.2 评价过程

6.2.1 数据准备及输入

根据分析软件的要求对数据进行转换和校正，输入软件的数据主要有：井筒及井下管柱、射孔井段、地质及电性、测试液体等相关参数和秒点施工数据。

6.2.2 数据分析

利用分析软件根据升排量测试、稳定排量测试、降排量测试、压降测试等测试数据，分析和解释地层相关参数。

6.2.3 数据输出

输出参数包括：地层破裂压力、裂缝延伸压力、射孔孔眼摩阻、裂缝弯曲摩阻、裂缝闭合压力、压裂液综合滤失系数、压裂液效率、地层渗透率等。

附录 A
(资料性附录)
小型压裂测试设计书格式

A.1 小型压裂测试设计书封面及审批页

小型压裂测试设计书封面见图 A.1，设计书审批页见图 A.2。

_____区块
_____井_____煤层小型压裂测试设计书
(目的井段：_____；射孔厚度：_____m/_____层)
设计单位_____
建设单位_____
_____年_____月_____日

图 A.1 小型压裂测试设计书封面

——井——煤层小型压裂测试设计书

设计人：_____

审核审批意见	
设计单位 审核意见	审核人：_____年 月 日
设计单位 审批意见	审批人：_____年 月 日
建设单位 审核意见	审核人：_____年 月 日
建设单位 审批意见	审批人：_____年 月 日

图 A.2 小型压裂测试设计书审批页

A.2 小型压裂测试设计书内容

A.2.1 测试井基本数据

A.2.1.1 钻井基本数据见表 A.1。

表 A.1 钻井基本数据

地理位置			
构造位置			
井名		井别	
目的层		人工井底, m	
完钻井深, m		完钻日期	
补心高度, m			
短套管位置, m		水泥返高, m	

A.2.1.2 套管情况见表 A.2。

表 A.2 套管情况

套管名称	外径 mm	壁厚 mm	内径 mm	钢级	下入底深 m	抗内压强度 MPa	固井质量
表层套管							
生产套管							

A.2.1.3 煤层数据见表 A.3。

表 A.3 煤层数据

解释层号	解释分层	井段 m	厚度 m	岩性	含水性	渗透性
	煤层顶板					
	煤层					
	煤层底板					

A.2.1.4 目的层射孔数据见表 A.4。

表 A.4 目的层射孔数据

层号	射孔井段 m	射孔厚度 m	枪型	弹型	孔密 孔/m	布孔方式 及相位角

A.2.1.5 射孔段的测井数据见表 A.5。

表 A.5 射孔段的测井数据

射孔井段 m	井径 cm	深侧向电阻率 $\Omega \cdot m$	自然伽马 API	补偿密度 g/cm^3	声波时差 $\mu s/m$

A.2.2 设计依据及施工目的

A.2.3 施工设计方案

A.2.4 施工流程及要求

A.2.5 泵注程序

A.2.6 压后管理

A.2.7 健康、安全及环境要求

A.2.8 应急预案

A.2.9 管柱结构示意图