



中华人民共和国国家标准

GB/T 29119—2023

代替 GB/T 29119—2012

煤层气资源勘查技术规范

Technical specification of coalbed methane resource prospecting

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 基本原则 2

5 煤层气资源勘查阶段及其工作任务、工作程度..... 2

 5.1 阶段划分 2

 5.2 预探阶段 2

 5.3 评价阶段 3

6 煤层气资源勘查工程及技术要求 4

 6.1 勘查工程 4

 6.2 勘查工程技术要求 4

7 煤炭勘查中的煤层气资源勘查 6

8 煤炭开采区的煤层气资源勘查 6

 8.1 基建矿井煤层气资源勘查 6

 8.2 生产矿井煤层气资源勘查 6

 8.3 关闭矿井煤层气资源勘查 7

9 资料编录、综合研究和报告编制..... 7

 9.1 原始资料编录工作的基本要求 7

 9.2 综合研究 7

 9.3 报告编制 7

附录 A（资料性） 煤层气有利区、目标区和靶区条件 8

附录 B（资料性） 煤层气采样测试工作量 9

附录 C（资料性） 煤层气采样测试工作 10

附录 D（规范性） 煤层气探明地质储量估算的基本井距要求 11

附录 E（资料性） 煤层气资源勘查工程质量及技术方法 12

附录 F（资料性） 煤层气资源勘查报告编写提纲 17

参考文献 20

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。

本文件代替 GB/T 29119—2012《煤层气资源勘查技术规范》，与 GB/T 29119—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术内容变化如下：

- a) 更改了煤层气、煤层气资源量、煤层气地质储量、探井、参数井和排采井等的术语和定义部分内容(见第 3 章,2012 年版的第 3 章)；
- b) 更改了煤层气资源勘查基本原则中相关内容,增加了煤炭开采区煤层气资源勘查和绿色勘查的基本原则(见第 4 章,2012 年版的第 4 章)；
- c) 更改了煤层气资源勘查阶段划分,并更改了各阶段工作任务及工作程度(见第 5 章,2012 年版的第 5 章)；
- d) 更改了煤层气资源勘查工程及技术要求的部分内容(见第 6.1、6.2,2012 年版的第 7 章)；
- e) 更改了煤炭资源勘查中的煤层气资源勘查内容(见第 7 章,2012 年版的第 6 章)；
- f) 删除了煤层气资源/储量计算章节,相关内容和要求简化后更改到煤层气资源勘查阶段及其工作任务、工作程度章节中(见 2012 年版的第 8 章)；
- g) 增加了煤炭开采区煤层气资源勘查内容(见第 8 章)；
- h) 删除了“煤层气储量计算参数名称、符号、单位及取值有效位数的规定”“煤层气资源/储量计算方法”“可行性研究的主要内容”(见 2012 年版的附录 A、附录 F、附录 G)；
- i) 更改了“煤层气探明地质储量估算的基本井距”内容(见附录 D,2012 年版的附录 C)。

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。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由全国煤炭标准化技术委员会(SAC/TC 42)归口。

本文件起草单位：中国煤炭地质总局、自然资源部油气资源战略研究中心、中国矿业大学、易安蓝焰煤与煤层气共采技术有限责任公司、中石油煤层气有限责任公司、中煤地质集团有限公司、中联煤层气有限责任公司、江苏地质矿产设计研究院(中国煤炭地质总局检测中心)、河北省煤田地质局、中煤科工集团西安研究院(集团)有限公司。

本文件主要起草人：潘树仁、韩征、秦勇、李国富、温声明、林中湘、张谷春、张守仁、张新生、郑玉柱、吴国强、傅雪海、周立明、黄勇、张维生、熊涛、朱宝存、刘亚然、王文强、王福国、张典坤。

本文件于 2012 年首次发布,本次为第一次修订。

煤层气资源勘查技术规范

1 范围

本文件确立了煤层气资源勘查的基本原则,规定了勘查阶段、工作任务、工作程度、勘查工程及技术、煤炭勘查中的煤层气资源勘查、煤炭开采区的煤层气资源勘查、煤层气资料编录、综合研究和报告编制要求。

本文件适用于煤层气资源的勘查。

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 212 煤的工业分析方法
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB/T 19492 油气矿产资源储量分类
- GB/T 19559 煤层气含量测定方法
- GB/T 19560 煤的高压等温吸附试验方法
- GB/T 30732 煤的工业分析方法 仪器法
- DZ/T 0216—2020 煤层气储量估算规范
- DZ/T 0343 煤层气探明储量报告编写规范

3 术语和定义

DZ/T 0216—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤层气 coalbed methane

赋存在煤层中,原始赋存状态以吸附在煤基质颗粒表面为主,以游离于煤割理、裂隙和孔隙中或溶解于煤层水中为辅,并以甲烷为主要成分的烃类气体。

[来源:DZ/T 0216—2020,3.1,有修改]

3.2

煤层气资源量 undiscovered coalbed methane initially- in- place

待发现的未经钻井验证的,通过煤层气综合地质条件、地质规律研究和地质调查,推算的煤层气数量。

3.3

煤层气地质储量 discovered coalbed methane initially- in- place

在钻井发现煤层气后,根据地震、钻井、录井、测井和测试等资料估算的煤层气数量。

注:煤层气地质储量包括预测地质储量、控制地质储量和探明地质储量,这三级地质储量按勘探开发程度和地质认识程度依次由低到高。

3.4

探井 prospecting well

采用钻井辅以测井和取心化验分析的方法,确定构造形态、断裂展布、储层的埋深和厚度、产状、结构、煤质、煤岩、顶底板性质、煤割理、裂隙和孔隙发育程度、含气量、气体成分、等温吸附性能等参数的工程井。

[来源:DZ/T 0216—2020,3.3,有修改]

3.5

参数井 parameter well

以主要取得煤层渗透率、储层压力、表皮系数、调查半径、储层温度、含气量、气体成分、等温吸附性能等参数为目的的工程井。

注:试井方法采用注入/压降或其他方法。参数井工程布置及密度需达到划分勘查区内不同参数类型地质块段的目的,并满足估算储量所需参数的要求。

[来源:DZ/T 0216—2020,3.4,有修改]

3.6

排采井 pre-production well

为取得产气量、气体成分、储层压力、产水量、水质及井间干扰试验为主要目的工程井。

注:排采井的工程布置及密度需满足估算储量所需参数的要求。

[来源:DZ/T 0216—2020,3.5]

4 基本原则

4.1 煤层气资源勘查需遵循统筹部署、绿色勘查、综合评价、合理利用的原则,与煤炭、煤系其他矿产协同勘查,达到综合开展资源调查、有序利用、合理保护矿产资源的目。

4.2 从煤层气资源勘查的实际需要出发,因地制宜地选择先进适用的技术、装备和勘查方法,提高勘查精度,适应煤层气开采技术发展的需要。

4.3 高瓦斯矿井、突出矿井在矿井建设、生产期和关闭后需进行本矿井煤层气资源补充勘查。

4.4 煤层气资源勘查需以绿色勘查理念为引领,实施勘查全过程环境影响最小化控制,最大限度地减少对生态环境的扰动,并对受扰动生态环境进行修复的勘查方式。

5 煤层气资源勘查阶段及其工作任务、工作程度

5.1 阶段划分

煤层气资源勘查划分为预探、评价两个阶段。其中评价阶段进一步分为勘探和开发试验两个环节。

5.2 预探阶段

5.2.1 工作任务

根据以往煤炭、煤层气地质勘查成果,初步评价煤层气具有勘查前景的区域。以此为基本单元部署煤层气资源勘查工程,获取煤储层参数,研究煤层气储层改造措施,评价煤层气开发潜力,确定煤层气资源勘查的目标区。估算有利区煤层气预测地质储量,煤层气资源量及煤层气地质储量按照GB/T 19492和DZ/T 0216—2020估算。

5.2.2 工作程度

预探阶段工作程度要求:

- a) 基本查明影响煤层气赋存和开采的地质条件,主要煤储层的厚度和煤层气含气量、成分及分布规律;
- b) 初步查明主要煤储层及顶底板的岩性组合、力学性质、孔隙性和渗透性特征;
- c) 初步查明煤储层的吸附/解吸特征、临界解吸压力、储层温度等;
- d) 研究煤储层改造方法、工艺参数,评价储层的可改造性;
- e) 估算有利区煤层气预测地质储量和工作区内的煤炭资源量;确定煤层气资源勘查的目标区。

注:有利区、目标区应具备的条件参数参照附录 A,各参数名称、符号、单位及取值有效数位参照 DZ/T 0216—2020 中的附录 C。

5.3 评价阶段

5.3.1 勘探

5.3.1.1 工作任务

以煤层气资源勘查目标区为基本单元,实施地球物理勘探和钻井工程,进行储层改造及单井排采,评价煤层气产能,初步确定煤层气增产措施和排采制度,估算目标区控制地质储量、控制技术可采储量和控制经济可采储量,达到探明储量要求的可估算目标区探明地质储量,煤层气资源量及煤层气地质储量按照 GB/T 19492 和 DZ/T 0216—2020 估算。

5.3.1.2 工作程度

勘探环节工作程度要求:

- a) 查明煤储层特征及煤储层物性参数;
- b) 基本确定煤层气开发井型、钻完井工艺;
- c) 初步确定煤层气的储层改造方法、排采工艺;
- d) 评价煤层气产能、可采性及服务年限;
- e) 估算目标区煤层气控制地质储量、控制技术可采储量和控制经济可采储量,达到探明储量要求的可估算目标区探明地质储量,并估算工作区内的煤炭资源量;
- f) 基本确定煤层气开发的靶区。

5.3.2 开发试验

5.3.2.1 工作任务

以煤层气资源勘查靶区为基本单元,在单井取得工业气流的基础上进行的开发试验。主要任务是试验确定适宜的开发井型、煤层气增产措施及排采工艺等,获取煤层气井连续产气量(按照 DZ/T 0216—2020 执行),估算探明地质储量、探明技术可采储量和探明经济可采储量,煤层气地质储量按照 GB/T 19492 和 DZ/T 0216—2020 估算,明确开发技术条件和开发经济价值,完成气田开发概念设计。

5.3.2.2 工作程度

开发试验环节工作程度应满足以下要求:

- a) 查明产能控制因素,地质气藏特征;
- b) 确定煤层气开发井型、井网布置方式;
- c) 确定钻完井工艺技术;确定煤层气的储层改造方法,排采工艺;
- d) 编制气田开发概念设计,开展开发前期评价;进一步优选靶区作为试采区,编制试采方案,开展井组开发先导试验;

- e) 进一步评价产能、可采性、服务年限和项目经济性；
- f) 估算靶区探明地质储量、探明技术可采储量和探明经济可采储量，并估算工作区内的煤炭资源量。

注：靶区应具备的条件参数参照附录 A，各参数名称、符号、单位及取值有效数位参照 DZ/T 0216—2020 中的附录 C。

6 煤层气资源勘查工程及技术要求

6.1 勘查工程

6.1.1 工程布置与勘查手段选择

应根据地形地貌、储层物性条件合理选择和使用地面地质调查、遥感、物探、钻探、储层改造、测试和排采试验等勘查手段，并配合邻近矿井地质调查进行各阶段的地质工作。在进行煤层气资源勘查工程部署时，可按照当地地质条件、自然地理条件等情况进行合理化处理。

煤层气采样测试工作参照附录 B、附录 C，井距要求见附录 D。

6.1.2 预探阶段工程布置

预探阶段工程布置应满足以下要求。

- a) 收集整理、分析研究以往地质成果，开展地面地质、矿井调查和采样测试工作。煤炭勘查工作程度低的地区，建议部署适量物探工作，了解区内地质构造条件、煤层的基本特征及分布规律。
- b) 部署适量煤层气探井、参数井，确定煤储层的埋深、厚度、结构、煤岩煤质、煤阶、顶底板性质、含气量、气体成分、吸附解吸特征、裂隙发育特征及煤体结构特征。

6.1.3 评价阶段工程布置

6.1.3.1 勘探

勘探环节工程布置要求如下：

- a) 对有利区，应按煤层气储量规范的井控要求布置适量参数井和排采井；
- b) 对煤炭资源勘查程度较高的地区，应充分利用物探和钻探资料，做到煤层气探井、参数井布置与探煤工程的相互协调；
- c) 排采井的井位宜考虑后续的井组布置。

6.1.3.2 开发试验

开发试验环节工程布置应满足以下要求：

- a) 选择靶区布置试验井组，以确定煤层气的开发方式；
- b) 根据不同地区实际情况确定排采试验井组和井型，根据储层参数、主应力方向及排采井的压裂方向、压裂缝长度等储层改造有效性确定井距。

6.2 勘查工程技术要求

6.2.1 地质填图

参照附录 E 中 E.1 技术要求执行。在进行地质填图时应特别注意对不同岩性节理的描述、测定和研究，可参照 E.1 技术要求执行。

6.2.2 矿井地质调查

矿井地质调查包括煤层厚度、结构、宏观煤岩类型、煤体结构、煤层裂隙、煤层顶底板、水文地质条件、瓦斯等内容。其技术要求参照 E.2 的有关标准执行。

6.2.3 地震勘查工程

地震勘查应按煤层气资源勘查阶段划分循序进行,分阶段实施,参照 E.3 的有关标准执行。

6.2.4 煤层气井录井的原始资料采集

煤层气录井的原始资料采集参照 E.4 技术要求执行。

6.2.5 钻井工程

钻井工程可参照以下技术要求:

- a) 煤层气预探阶段及评价阶段中的勘探环节应录取各项原始资料。
- b) 钻井辅以测井和化验测试,确定煤储层的埋深、厚度、结构、煤岩煤质、煤阶、顶底板性质、含气量、气体成分及吸附解吸特征、裂隙发育特征及煤体结构特征。
- c) 参数井是通过对主要目的煤层(段)进行试井,获取储层压力、渗透率、表皮系数、储层温度、破裂压力、闭合压力等参数。井深一般要达到最下一个目的层底板以下 40 m~50 m。井径应满足岩、煤心采样、试井和常规煤层气完井、排采的要求。
- d) 排采井的主要目的是评价目的煤层(段)的生产潜力。对储层进行改造,并进行排采试验,获取稳定产能,对单井产能进行动态评价。应进行连续产气不少于 3 个月的排采试验。在多煤层完井的排采井中,宜尽可能对各主要目的煤层(段)进行单独试验,以评价不同煤层(段)的生产潜力。
- e) 钻井工程其他技术参照 E.5 的有关标准执行。

6.2.6 录井、测井、试井、完井、固井、压裂及排采工程

参照 E.4、E.6~E.11 的有关标准执行。

6.2.7 数据采集

数据采集可参照以下技术要求:

- a) 通过钻井岩心、岩屑与气测录井及地球物理测井手段,确定煤层埋深、厚度、结构、构造、裂隙、含煤地层及煤层顶底板岩性、岩石力学性质、井径、井斜、井温和储层含气性等;
- b) 对目的煤层(段)采集全岩心煤样,进行解吸试验,确定含气量、气成分、吸附时间,按照 GB/T 19559 和 GB/T 13610 规定执行;
- c) 对目的煤层(段)采集完整的全岩心煤心样品,进行裂隙观察描述与统计、宏观煤岩类型描述及显微煤岩煤质分析、腐植体/镜质体反射率($R_{o,max}$)测定、孔隙度及孔隙结构分析,按照 GB/T 212 和 GB/T 30732 规定执行;
- d) 对主要目的煤层(段)煤层样进行等温吸附试验,确定等温吸附曲线、Langmuir 体积、Langmuir 压力,确定煤层含气饱和度、临界解吸压力等,按照 GB/T 19560 规定执行;
- e) 对主要目的煤层(段)进行试井,确定煤储层压力、渗透率、表皮系数、储层温度、破裂压力、闭合压力等;
- f) 对主要目的煤层(段)进行排采试验,获取单井不少于 3 个月的连续产气试验数据。

7 煤炭勘查中的煤层气资源勘查

7.1 煤炭勘查中,应综合勘查评价煤层气资源。煤炭各阶段勘查中发现的有一定前景的煤层气资源,应在煤炭勘查报告中加以详细评述。对证实具有开发前景的煤层气资源,应提交专门性煤层气地质资料。

7.2 煤炭和煤层气资源勘查同时部署,一般利用各种煤炭勘查工程,必要时应布置专门煤层气资源勘查工程和测试研究工作。

7.3 煤层气资源勘查评价工作重点在煤炭普查阶段,着重了解勘查区内煤层气赋存特征和资源潜力,评价进一步开展煤层气工作的前景。

7.4 煤炭各阶段勘查发现具有一定前景的煤层气资源或主要可采煤层的煤层气含量达到起算下限标准时,按照 DZ/T 0216—2020 执行,下一勘查阶段应选择钻孔实施煤层气参数井,测试煤层的渗透率、储层压力,采取煤心进行含气量测定、镜质体反射率测定和等温吸附试验,进行气测录井等工作,以评价煤层气开发前景。

7.5 煤炭勘查中发现具有一定资源前景的煤层气资源时,其煤层气资源勘查工作程度应在煤炭勘探阶段(或之前)达到本规范中煤层气资源勘查预探阶段的要求。

8 煤炭开采区的煤层气资源勘查

8.1 基建矿井煤层气资源勘查

8.1.1 有突出危险煤层的矿井、高瓦斯矿井应全面收集本井田及邻近井田地质资料,根据矿井地质报告,在矿井建设方案 and 设计中制定本井田煤层气补充勘查方案。

8.1.2 有突出危险煤层的矿井、高瓦斯矿井立井/斜井施工井检孔时,在揭露可采煤层段上部 20 m 时,采用绳索取心方式取心,并按照 GB/T 19559 要求测试煤层含气量。

8.1.3 有突出危险煤层的矿井首采盘区应补充布置地球物理工程,准确把握地质构造、目的煤层空间展布规律,包括煤层厚度、埋深等,进一步查明小型断层、褶皱、陷落柱等构造发育情况,据此指导地面预排(抽)井的设计与施工。地面预排(抽)井获得的各项参数应纳入本矿井煤层气资源补充勘查报告。

8.2 生产矿井煤层气资源勘查

8.2.1 高瓦斯矿井和突出矿井,在由基建矿井转入生产矿井前,应根据矿井最新地质报告、生产建设长远发展规划和矿井盘区设计以及本矿井基建阶段煤层气地面预抽井成果,根据矿井生产顺序和采矿权范围,在全矿区划定规划区、准备区和生产区,分区制定本井田煤层气资源补充勘查总体方案,优选最优工艺滚动实施。

8.2.2 矿井规划区是指今后矿井井下采掘活动才能波及的区域。矿井规划区占全矿井面积的比例最高,留有充分的地面预排(抽)时间,可根据煤储层与地形地貌特征采用垂直井、丛式井、水平井等方式进行全域超前地面预排(抽)。矿井规划区煤层气地面井群取得的煤系地质资料、煤层气钻井、压裂、排采、废弃关井处置等资料应在施工完成后 6 个月内,将分项总结报告提交矿井地质部门,供更新矿井地质报告煤层气资源滚动勘查使用。

8.2.3 矿井准备区是指即将进行回采的区域。矿井开拓准备区可采用井上下联合抽采、分段压裂水平井等方式加速排(抽)采达标,这些排(抽)采井获得的各项参数应纳入矿井地质报告。

8.2.4 矿井生产区是指正在进行采掘的区域。生产区一般采用煤矿井下顺层或穿层钻孔抽(排)采方法,这些抽(排)采钻孔获得的抽采数据应纳入矿井地质报告。

8.3 关闭矿井煤层气资源勘查

8.3.1 关闭矿井(包括因政策等原因提前关闭的矿井)因遗煤、邻近层逸散等原因,采空区集聚有大量煤层气资源,宜进行煤层气资源补充勘查工作。

8.3.2 关闭矿井采空区煤层气资源补充勘查工作根据关闭矿井报省级煤炭行业主管部门批准的闭坑报告资料,核实采空区、煤柱、井筒、巷道、火区、地面沉陷区等情况,在充分掌握关闭矿井采空区边界范围及形成时间、分布范围、积水情况、覆岩破坏影响范围和密闭性,保护煤柱、煤炭回采率、煤层顶底板性质、煤自燃倾向性、煤尘爆炸性等资料的基础上,结合矿井最新地质情况进行采空区煤层气资源勘查和可采性评估。

9 资料编录、综合研究和报告编制

9.1 原始资料编录工作的基本要求

9.1.1 按勘查设计的要求和有关规程的规定,各种勘查工程的原始记录和数据资料应齐全、准确、真实、可靠。

9.1.2 自然露头和各种勘查工程所揭露的地质、水文地质现象应按规定的内容和要求进行观测、鉴定和描述。各种观测、测量记录资料应及时进行处理、解释和整理。

9.1.3 原始资料编录的工作程序、格式、内容、表达形式、术语等均应符合相关标准的规定。

9.1.4 各种原始记录、原始编录资料以及岩心、样品、标本等实物资料应按相关规定的要求妥善保管,建立完整的原始资料档案。

9.2 综合研究

应按照边勘查施工,边分析研究,边调整修改设计的原则,对各种勘查技术手段所取得的资料进行及时且充分的分析研究和利用。地质报告应综合反映各种勘查技术手段和研究方法所取得的成果。

9.3 报告编制

煤层气资源勘查报告参照附录 F 编写。其中达到煤层气探明储量的应按照 DZ/T 0343 编写煤层气探明储量报告。

附 录 A

(资料性)

煤层气有利区、目标区和靶区条件

煤层气有利区、目标区和靶区条件参数见表 A.1。

表 A.1 煤层气有利区、目标区和靶区条件参数表

划分条件		有利区	目标区	靶区
地质 条件	构造条件	构造 I 类、II 类(见附录 E)	构造 I 类、II 类(见附录 E)	构造 I 类、II 类,断层发育少 (见附录 E)
	煤层稳定程度	煤层一型、二型(见附录 E)	煤层一型、二型(见附录 E)	煤层一型(见附录 E)
	煤层厚度	主力煤层分层厚度达到 可采厚度下限要求	主力煤层净厚度达到中厚 煤层厚度,渗透性好的 地区厚度可适当放宽	主力煤层净厚度达到中厚 煤层厚度,渗透性好的 地区厚度可适当放宽
	水文地质条件	简单~较复杂	简单~较简单	简单~较简单
	煤层含气量	煤层含气量达到 DZ/T 0216—2020 中的 表 3 起算下限标准要求	煤层含气量大于 DZ/T 0216—2020 中的 表 3 起算下限标准要求	煤层含气量大于 DZ/T 0216—2020 中的 表 3 起算下限标准要求
	煤层气资源储量 规模与丰度	具有一定规模,丰度 中等及以上	具有一定规模,丰度 中等~较高	具有一定规模,丰度较高
开采 条件	煤体结构	煤层原生-碎粒结构	煤层原生-碎裂结构	煤层原生-碎裂结构, 原生结构为主
	煤层渗透性	煤层渗透性相对较好	煤层渗透性相对较好, 储层可工程改造	煤层渗透性相对较好, 储层工程改造效果较好
	含气饱和度	一般~较高	中等~较高	较高
	储层压力	略欠压储层~接近正常 压力储层	接近正常压力储层	接近正常压力储层
	临储压力比	中等及以上	中等~较高	较高
	单井(或井组) 排采产量	—	达到储量计算下限标准	达到储量计算下限标准
	经济地理条件	一般及以上	中等及以上	较好

附 录 B
(资料性)
煤层气采样测试工作量

各阶段煤层气资源勘查增加的分析试验项目及数量表见表 B.1。

表 B.1 各阶段煤层气资源勘查增加的分析试验项目及数量表

试验项目	试验对象	试验数量			备注
		预探阶段	评价阶段		
			勘探	开发试验	
宏观煤岩类型、宏观裂隙描述、照相	可采煤层	煤层厚度 10 m 以内,每 0.5 m~1.0 m 采 1 个样;煤层厚度 10 m 以上,均匀分布 10 个样以上(可每 2 m 或更大间隔 1 个样)		目的层段 每层 2 个或 3 个平行样	平行样,即该煤样所有测试数据来自同一煤心段
煤体结构描述、照相					
煤层含气量测定					
气成分分析					
煤的工业分析					
显微裂隙	目的煤层(段)或可采煤层	每个参数井 每层可采煤层 2 个及以上平行样	每个参数井和排采井 每层目标煤层 3 个及以上平行样	—	
孔径结构					
显微组分含量测定					
镜质体反射率测定					
等温吸附试验(平衡水条件下)					
煤的真密度、视密度/孔隙度					
煤岩力学性质					
煤的坚固性系数					
瓦斯放散初速度					
力学性质	可采煤层顶底板	顶板、底板均 1 个及以上样。选择 2 个剖面、4 个钻孔及以上在煤系地层进行 RQD(岩石质量指标)统计			

附 录 C

(资料性)

煤层气采样测试工作

C.1 煤心样分析试验项目

煤心样分析试验项目及数量可参照以下：

预探、评价阶段优先取含气量测定样品，均匀分布取样，按照煤层剖面顺序装入解吸罐并迅速密封，如遇夹矸需剔除，取样段若粉煤块煤皆有，混合选取块状和粉状样品装罐。其他测试化验从剩余煤心选取，若样品重量等不足可从现场解吸完成后样品中补充，需确保样品具有充分代表性。

C.2 参数井及排采井分析测试

参数井及排采井除参照附录 B 进行测试工作外，还需进行注入/压降试井以取得目的煤层(段)的储层压力、渗透率、表皮系数、地应力等参数。

注：气液两相流问题解决的情况下采用 DST 试井。设计允许的情况下在套管内进行实验，减少干扰层的影响。

C.3 煤层顶底板岩石力学性质测试项目

煤层顶底板岩石力学性质测试项目及数量可参照以下。

- a) 采样前准备好样品标签、包装用保鲜膜、包装纸、岩样箱等。
- b) 主要可采煤层顶板以上 30 m 至底板以下 20 m 的范围内，系统地分层采取岩石物理力学性质试验样(即变层取样)，一般顶板 3 组~5 组，底板 1 组~3 组。
 - 1) 对于需要采样层位，采取直径不低于 5 cm 的岩心，在每块岩心上做好标识箭头，箭头指向上方；
 - 2) 用塑料薄膜多层缠绕，然后贴上标签，再用透明胶布封好；
 - 3) 样品编号，按钻孔钻遇顺序从上往下依次编号，编号为 ZK××—1-n/n、ZK××—2-n/n、……例如：第 4 组，共有 6 块，从上向下依次编号为 ZK××—4-1/6、ZK××—4-2/6、ZK××—4-3/6……ZK××—4-6/6；
 - 4) 量取每组样品长度，记录采样深度及岩性。
- c) 坚硬岩类试验项目为真相对密度(真比重)、视相对密度(视比重)、孔隙度、吸水率、抗压强度、抗剪强度、软化系数、抗拉强度、弹性模量、泊松比等。

注：煤层顶底板岩石力学性质测试项目、数量参照附录 B、附录 E。

C.4 煤层含气量测定

煤层含气量测定可参照以下：

- a) 煤层气资源勘查阶段煤层含气量参照 GB/T 19559 测定；
- b) 煤炭地勘时期参照 GB/T 23249 实测煤层瓦斯含量根据面积权衡法所得含气量校正系数进行校正(预探阶段煤层气井实测含气量数量较少时，同一构造单元可以采用煤层气井实测含气量与邻近煤炭地勘钻孔实测煤层瓦斯含量的比值作为含气量校正系数)，校正后的煤层含气量小于煤层气井实测含气量最大值，取校正后的煤层气含气量值；校正后高于煤层气井实测含气量最大值时，取煤层气井实测含气量的最大值。

C.5 煤矿井下实测煤层瓦斯参数对比

收集附近矿井井下煤岩、煤质、坚固性系数、等温吸附、放散初速度、瓦斯含量及瓦斯压力等参数(对缺少的参数进行补充实验获取)。将井下数据和钻孔数据进行对比分析。

附录 D
(规范性)

煤层气探明地质储量估算的基本井距要求

煤层气探明地质储量估算的基本井距要求按表 D.1。

表 D.1 煤层气探明地质储量估算的基本井距要求

构造复杂程度		储层稳定程度		基本井距
类	特点	型	特点	km
第Ⅰ类 构造简单	1. 煤系地层产状平缓； 2. 简单的单斜构造； 3. 宽缓的褶皱构造	第一型	煤层稳定，煤层厚度变化很小，或沿一定方向逐渐发生变化	3.0～4.0
		第二型	煤层厚度有一定变化，但仅局部地段出现少量的减薄，没有尖灭	2.0～3.0
		第三型	煤层不稳定，煤层厚度变化很大，且具有明显的变薄、尖灭或分叉现象	1.5～2.0
第Ⅱ类 构造较复杂	1. 煤系地层产状平缓，但具有波状起伏； 2. 煤系地层呈简单的褶皱构造，两翼倾角较陡，并有稀疏断层； 3. 煤系地层呈简单的褶皱构造，但具有较多断层，对煤层有相当的破坏作用	第一型	煤层稳定，煤层厚度变化很小，或沿一定方向逐渐发生变化	2.0～3.0
		第二型	煤层厚度有一定变化，但仅局部地段出现少量的减薄，没有尖灭	1.0～2.0
		第三型	煤层不稳定，煤层厚度变化很大，且具有明显的变薄、尖灭或分叉现象	0.5～1.0
第Ⅲ类 构造复杂	1. 煤系地层呈紧密复杂的褶皱，产状变化剧烈； 2. 褶皱虽不剧烈，但具有密集的断层，煤层遭受较大破坏； 3. 煤层受到火成岩体侵入，使煤层受到严重破坏	第一型	煤层稳定，煤层厚度变化很小，或沿一定方向逐渐发生变化	1.0～2.0
		第二型	煤层厚度有一定变化，但仅局部地段出现少量的减薄，没有尖灭	0.5～1.0
		第三型	煤层不稳定，煤层厚度变化很大，且具有明显的变薄、尖灭或分叉现象	＜0.5
注：本表规定基本井距为1个井距。				

附 录 E

(资料性)

煤层气资源勘查工程质量及技术方法

E.1 地质填图

E.1.1 凡裸露和半裸露地区均在槽井探及必要的遥感、物探方法的配合下,进行地质填图,其比例尺一般为:

预探阶段:1:50 000~1:25 000;

评价阶段:1:10 000~1:5 000。

槽井探和地面物探的布置,按有关规程的规定执行。

E.1.2 地质填图时,收集利用地应力测量成果或开展适当的地应力测量工作。

E.2 矿井调查

E.2.1 煤层调查:包括煤层层位、厚度、主要煤储层的分布范围、煤类、煤质特征、煤岩特征、煤结构构造、煤层割理、裂隙、构造煤、岩浆岩对煤层侵蚀状况,并根据需要采取各种煤样。

E.2.2 构造调查:调查断层性质、断距大小、延展情况、产状要素、导水性等,进行地应力资料收集或实测,研究地应力分布和变化规律。

E.2.3 煤层顶、底板调查:调查煤层顶板、底板岩性特征、裂隙发育情况、岩石强度,并根据需要采样测试岩石的饱和抗压、抗剪、弹性模量、膨胀度、坚固性系数等。

E.2.4 地下水调查:调查煤层岩含水性、水质类型、构造裂隙的导水性及与煤层的水力联系等。

E.2.5 瓦斯调查:调查矿井瓦斯涌出量(相对瓦斯涌出量和绝对瓦斯涌出量),煤与瓦斯突出及突出条件、瓦斯富集程度与规律,井下瓦斯抽采情况(抽采量、抽采率、抽放方式),矿井瓦斯等级等。

E.3 地震工程

E.3.1 地震勘查随煤层气资源勘查的阶段循序进行,分阶段实施。参照 MT/T 897 执行,地震勘探结束后提交阶段专业报告。

E.3.2 预探阶段:在地震地质条件好,煤田地质勘查程度低的地区,宜开展地震勘查工作,一般参照 DZ/T 0215 煤炭资源普查程度要求进行地震勘探工作。

E.3.3 评价阶段勘探环节:在地震地质条件好的地区,一般参照 DZ/T 0215 煤炭资源详查程度要求进行地震勘探工作。

E.3.4 评价阶段开发试验环节:在地震地质条件好的地区,一般参照 DZ/T 0215 煤炭资源勘探程度要求进行地震勘探工作。在先期开发区段按采区地震勘探程度进行地震勘探工作。

E.4 煤层气井录井的原始资料采集

E.4.1 参照 DZ/T 0002 和煤田地质编录有关规定执行。

E.4.2 煤层气井地质录井设计依据地质任务、目的与要求编制。

E.4.3 岩、煤心录井:岩、煤心描述的内容顺序统一、定名准确、重点突出;岩心描述的顺序为:颜色、成分、结构、构造、胶结状况、裂隙发育情况、充填物及定名;煤心描述的顺序为:宏观煤岩类型、成分、物理性质、结构、构造、内外生裂隙、夹矸等。

E.4.4 岩屑录井:是在钻进中捞取循环介质携带的岩屑、煤屑,进行分层鉴定、描述,达到地质录井目的一种方法。岩屑录井时注意岩屑迟到时间的测定,捞取岩屑时间的确定及确定捞屑间距。做好捞屑、洗

屑、观察、晾干、描述、采样、装袋、保管等各环节；描述方法统一，抓住重点，注意夹层、标志层、煤层的鉴定与描述。

E.4.5 气测录井：一般每米记录一点所测资料，特殊情况加密记录；全烃为连续记录曲线，每米选一最高数记录到原始记录表上；无异常时，组分分析每 4 h 及以上进行一次，如发现异常或钻时明显变低时，需要连续分析。仪器需要经常校验，每次下钻到底注入 1% 浓度甲烷气（或标定天然气）检查保留时间、重复误差和分离度；每班在井口气管线入口处注入 1% 浓度甲烷气（或标定天然气）检查管线的密封性；校验记录作为一项随钻气测资料保存。及时整理所测资料，绘制随钻气测曲线图，对异常井段及时做出初步解释。

E.4.6 钻时录井：钻时录井间距是非煤系地层每 2 m 记录 1 个点；煤系地层每 1 m 记录 1 个点；目的煤层（段）每 0.5 m 记录 1 个点，以便判断煤层埋深、厚度及夹矸位置；随时记录钻时突变点，以便及时发现煤层确定煤层深度、厚度等；全井漏取钻时点数不超过全井钻时总数的 1%，目的煤层（段）钻时点需避免漏取。

E.4.7 在煤层气井地质编录时，对煤层顶底板、涌漏水层段、火成岩与围岩接触带、煤层与岩石裂隙等进行详细描述和统计，涌水段要采样分析化验。

E.5 钻井工程

E.5.1 钻井工程首先做好设计，设计步骤包括：认真研究、理解地质目的和工程任务；收集资料并进行钻井工程条件研究；根据要求制定设计原则；井身结构设计；套管柱设计，优化钻井工艺技术；钻井设备优化组合设计；钻井循环介质优化及钻头水力参数设计；钻柱设计、固井设计；取心设计及工序安排等。

E.5.2 煤层常规钻井井身结构表和复杂地层条件下煤层气钻井井身结构表见表 E.1、表 E.2。

表 E.1 煤层气常规钻井井身结构表

开钻程序	钻头尺寸 ϕ mm	套管类型	套管尺寸 ϕ mm
一开	311.1	表层套管	244.5
二开	215.9	生产套管	139.7(177.8)

表 E.2 复杂地层条件下煤层气钻井井身结构表

开钻程序	钻头尺寸 ϕ mm	套管类型	套管尺寸 ϕ mm
一开	444.5	表层套管	339.7
二开	311.1	技术套管	244.5
三开	215.9	生产套管	139.7(177.8)

E.5.3 井身质量：全井最大井斜角小于 3°，井底水平位移不大于 25 m，全角变化率不大于 1.4°，全井孔径扩大率小于 25%，煤层段孔径扩大率小于 40%。若地层倾角大于 15°，最大井斜角适当放宽 1°~2°。

E.5.4 井口及井控装置：结合煤层气井具体情况进行井口及井控装置与井控技术要求设计。参数井及排采井建议安装防喷器。

E.5.5 常规钻井液性能：钻井液与煤储层要有良好的配伍性；降低固相含量及失水量；酸碱值要适当，抑制水化、膨胀；降低钻井液密度，实行平衡或近平衡钻井；切力和动塑比有利于悬浮钻屑，清洗井眼。国内煤层气井钻井液匹配参数参考表 E.3。

表 E.3 煤层气井钻井液匹配参数表

性能	密度 g/cm ³	塑性黏度 MPa·s	中压失水 mL	固相含量 %	含砂量 %	黏土含量 %	pH
指标	1.03~1.05	15~20	6~8	<4	<0.2	<12	8~8.5

E.5.6 钻柱设计:包括钻头、钻铤、钻杆、扶正器以及井下钻具组合的选择,同时结合煤层气特殊性进行设计。

E.5.7 下套管:表层套管柱试压在固井结束 24 h 后进行,表层套管柱试压 6 MPa,30 min 降压不大于 0.5 MPa 为合格;技术套管和生产套管试压,在水泥浆候凝 48 h 后,完成测井后进行。技术套管试压标准参见表 E.4;生产套管柱试压标准参见表 E.5。

表 E.4 技术套管试压标准

套管外径 ϕ mm	试压压力 MPa	30 min 降压 MPa
219.7	12	≤ 0.5
244.5	8	≤ 0.5

表 E.5 生产套管试压标准

套管外径 ϕ mm	试压压力 MPa	30 min 降压 MPa
139.7	20	≤ 0.5
177.8	20	≤ 0.5

E.6 固井工程

E.6.1 煤层气井固井要结合煤层气井具体情况进行设计,对表层套管、煤储层水泥浆返至地面施工作业内容需具体。

E.6.2 煤层气井生产套管固井宜采用低密度(≤ 1.6 g/cm³),抗压强度大于 14 MPa 的空心微珠水泥固井,水泥返深为最上一个目的煤层(段)以上 200 m 或地面,质量要求达基本合格以上,且目的煤层(段)上、下 50 m 达到优良。固井质量主要是水泥胶结质量评价,评价标准参见表 E.6。

表 E.6 水泥胶结质量评价标准

等级	优良	合格	基本合格	不合格
第一界面	声幅值: $\leq 10\%$	声幅值: $>10\% \sim 20\%$	声幅值: $>20\% \sim 30\%$	声幅值: $>30\%$
第二界面	地层波强、清晰	地层波较强、较清晰	地层波较弱、可辨认	地层波弱、难辨认

E.7 钻井取心

E.7.1 取心设计内容

为使煤心中气体损失量最小,宜选用绳索式半合管取心工具取心,岩煤心直径大于 60 mm。

为减少煤心在起出过程中的气体损失量,提升时间为:井深 1 000 m 以浅,取心内筒从提心开始至出井口时间小于 20 min;从出井口到煤心装罐时间小于 3 min。井深 1 000 m 以深,取心内筒从提心开始至出井口时间小于 $0.02 \text{ min/m} \times H$ (H 为井深,单位为米)。

E.7.2 取心质量标准

目的煤层(段)取心宜使用绳索式取心工具;全井煤层取心收获率大于或等于 80%,其他岩层取心收获率大于或等于 90%。

E.8 测井

E.8.1 测井目的是获取地层和煤层的深度及厚度参数,检查固井质量和压裂效果。

E.8.2 测井任务和项目。

- a) 标准测井:全井进行标准测井,用以划分地层、判断岩性。包括双侧向(DLL)、自然电位(SP)、自然伽马(GR)、双井径(CAL)。
- b) 综合测井:对煤层或其他重点层进行综合测井,用以进行岩性分析、划分煤层及夹矸,计算煤层固定碳含量、灰分、水分、估算挥发分和含气量,进行含水性、渗透性分析,判断含水层、含气层。项目包括:双侧向(DLL)、自然电位(SP)、自然伽马(GR)、双井径(CAL)、补偿密度(DEN)、补偿中子(CNL)、补偿声波(AC)、井温(TEMP)等。
- c) 固井质量检查测井:全井进行声幅、自然伽马、套管接箍测井、声波变密度测井。
- d) 压裂效果检查测井:用连续井温仪测井,也可加做放射性示踪剂测井。

E.8.3 主要技术方法:煤层气井测井使用数字测井仪、井斜测量使用连续测斜仪;煤储层参数的分析和解释符合该区特点。

E.8.4 综合解释成果:包括煤储层灰分、水分、固定碳、挥发分、有效孔隙度、吨煤含气量、岩性、解释结论(煤层气层、水层、致密层)等。建立适合工作区表征不同储层性能的解释模型。全部测井完成后,需要提交测井专业技术报告。

E.9 煤层气试井

E.9.1 煤层气试井目的是获取目的煤层(段)煤储层渗透率、储层压力等储层参数。

E.9.2 试井工作:宜选用专用的煤层气试井设备,尽量采用地面直读设备或高性能的井下电子压力计。注入前进行阶梯注入压裂试验,注入速率适中,注入过程速率波动值 10% 及以下;注入时间 8 h~12 h,注入过程的影响半径 10 m 及以上,关井 2 倍~3 倍以上注入时间。

E.9.3 试井资料解释要用多种方法进行对比验证,同时参考地质、测井、岩心等资料进行综合分析,选择的解释模型和计算参数准确可靠。

E.10 压裂

E.10.1 压裂是煤层气增产的主要措施之一。利用专用的压裂设备以一定方式向煤层注入流体或携带支撑剂,形成具有高导流能力的人工裂缝过程。按照压裂液种类可分为:活性水、冻胶、线性胶、泡沫、 CO_2 、 N_2 压裂等。

E.10.2 选井原则:压裂层段固井质量宜为良好;套管无变形、无腐蚀、无漏失,可承受最大压力负荷;井口满足压裂要求;具有投产或排液、放喷条件等。

E.10.3 选层原则:选择有适当含气量和煤层厚度、吨煤含气量达到煤层气含量下限标准,煤储层单层真厚度(或煤组)1.5 m 以上;有合适的煤体结构,对割理不发育(每 5 cm 少于 5 条)或粉状煤体结构不宜进行水力压裂;地层具有适当的孔隙压力,一般地层孔隙压力梯度大于 0.007 MPa/m,解吸压力/储层压力大于 0.5;煤层或压裂层段及其上下固井质量合格,以保证压裂时不发生窜层事故。

E.10.4 压裂方案设计编制:包括资料收集及地质评估;室内实验确定压裂液类型、支撑剂种类及各种添加剂;设计内容包括压裂目的、压裂方案、施工准备、施工步骤、压后管理、安全质量要求等。

E.11 排采

E.11.1 排采目的:煤层气排采以获得真实完整的产能、流体性质、压力、温度等资料,为煤层气进一步勘探或编制开发方案提供依据。

E.11.2 排采方案的主要内容如下。

- a) 根据钻井、测井、试井、分析化验等资料,确定排采试气层位、井段。
- b) 排采方式及参数优化,利用储层模拟软件预测出水产气情况,预测气水产量历史曲线,不同阶段煤层压力分布图,优化试采设备确定生产参数。
- c) 参数优化设计:进行煤层应力敏感性试验,根据煤层的物性及其所含流体性质,结合实验结果确定不同抽排阶段的工作制度。
- d) 配套技术设计:研究分析防腐、防砂、防煤粉、检泵、冲砂、解堵等技术应用的必要性;筛选主体配套技术及相应的工艺参数。
- e) 储层保护设计:分析储层伤害(压裂返排)等潜在因素,筛选与储层配伍的入井流体,提出储层保护措施。
- f) 煤层暂闭措施:试采完成后,宜在煤层顶界以上 100 m 采取封堵措施,其原则既能保证煤层流体不发生泄露,又方便重新利用。

E.11.3 及时对工程方案实施效果进行评估,评估主要包括:方案设计的合理性,主体设计的适应性,各种经济技术预测指标的符合程度等,并根据具体情况及时调整设计。

E.11.4 试采设备主要包括地面设备和井下设备,所有设备、工具、器材符合有关部门检测标准,保证灵敏可靠。

E.11.5 排采工程的生产过程管理:建立合理的排采制度,包括设备维护、制度控制、资料录取、动态更新与调整、作业等。其管理目标是实现煤层气井的正常生产、保护储层,高效运行和成本控制。

E.11.6 排采过程宜连续,中途作业尽量使用煤层产出水作为压井液。

E.11.7 现场要做出排采试气曲线,对于曲线异常变化,及时上报,并分析原因,提出解决方案。

新区第一口排采井宜达到产气高峰期并稳定半年以上,其余井利用专业软件定期对煤层气井产量历史、压力历史进行拟合预测,若产量历史预测曲线与实际生产曲线有 3 个月符合率在 90% 以上(即预测曲线可代表实际曲线)则认为排采结束。

附录 F

(资料性)

煤层气资源勘查报告编写提纲

F.1 文字报告编写内容

F.1.1 概况：

- a) 目的任务；
- b) 矿业权设置；
- c) 位置和交通；
- d) 自然地理；
- e) 矿井及小窑；
- f) 煤炭及煤层气勘探开发现状。

F.1.2 勘查工作：

- a) 历年勘探成果(含煤炭、煤层气)；
- b) 本次勘查工程及质量评述。

F.1.3 勘查区地质：

- a) 地层；
- b) 构造；
- c) 岩浆活动；
- d) 水文地质特征。

F.1.4 煤层特征：

- a) 煤层几何特征；
- b) 煤岩煤质特征；
- c) 煤级与煤类；
- d) 煤层顶底板特征。

F.1.5 煤层物性特征：

- a) 煤层吸附性与含气量；
- b) 煤层的孔裂隙、煤体结构与渗透率；
- c) 地应力与煤储层压力；
- d) 煤的力学性质与可改造性。

F.1.6 煤层气排采试验与产能预测：

- a) 煤层气试采概况；
- b) 煤层气井排采成果；
- c) 煤层气产能模拟与预测。

F.1.7 煤炭资源储量估算：

- a) 估算范围及工业指标；
- b) 估算方法及参数的确定；
- c) 资源储量的分类和块段划分原则；
- d) 资源储量估算结果。

F.1.8 煤层气资源储量估算：

- a) 估算范围及指标；

- b) 估算方法和估算参数；
- c) 估算单元、资源储量级别的划分；
- d) 煤层气资源储量估算结果。

F.1.9 煤层气地质选区评价：

- a) 地质综合评价；
- b) 经济评价；
- c) 概略研究。

F.1.10 技术经济评价：

- a) 开发区地质概述；
- b) 开发方案设计；
- c) 建设投资与生产成本；
- d) 成本费用估算；
- e) 销售收入、销售税金及附加计算；
- f) 财务评价；
- g) 经济评价结论；
- h) 经济评价附表。

F.1.11 结论与建议：

- a) 结论；
- b) 下一步工作建议。

F.2 附图编制内容

附图编制内容包括：

- 地形地质图；
- 煤系综合柱状图；
- 煤岩层对比图；
- 目的煤层(段)厚度等值线图；
- 目的煤层(段)含气量等值线图；
- 目的煤层(段)埋深等值线图；
- 煤层气资源丰度等值线图；
- 目的煤层(段)含气面积图；
- 目的煤层(段)煤储层底板等高线及煤层气资源储量估算图；
- 目的煤层(段)底板等高线及煤炭资源储量估算图；
- 目的煤层(段)渗透性评价图；
- 目的煤层(段)储层压力评价图；
- 煤层上覆地层有效厚度等值线图；
- 水文地质剖面图；
- 煤系水位等高线图；
- 煤层气井气水产量曲线图；
- 地质剖面图(至少东西向 2 条、南北向 2 条)；
- 有代表性的煤层气井完井柱状剖面图(2~4 个)；
- 钻井综合柱状图(附测井曲线)。

F.3 附表编制内容

附表编制内容包括：

- 钻井地质基础数据表；
- 勘查工作量统计表；
- 试井成果数据表；
- 试气成果表；
- 储量参数估算原始数据表；
- 煤层气资源储量估算表；
- 煤炭资源储量估算表；
- 排采成果表；
- 储层模拟成果表；
- 煤层气测试化验成果表。

煤层气资源勘查不同阶段因工作程度不同，文字、附图、附表可视情况进行相应稍微调整。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23249 地勘时期煤层瓦斯含量测定方法
 - [2] DZ/T 0002 含煤岩系钻孔岩心描述
 - [3] DZ/T 0215 矿产地质勘查规范 煤
 - [4] MT/T 897 煤炭煤层气地震勘探规范
-