



中华人民共和国国家标准

GB/T 29119—2012

煤层气资源勘查技术规范

Technical specification of coalbed methane resource exploration

2012-12-31 发布

2013-08-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国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 煤层气勘查工作程度	2
5.1 阶段划分	2
5.2 煤层气预查	2
5.3 煤层气普查	2
5.4 煤层气预探	3
5.5 煤层气勘探	3
6 煤炭资源勘查阶段的煤层气工作	4
6.1 预查阶段	4
6.2 普查阶段	4
6.3 详查阶段	4
6.4 勘探阶段	4
7 煤层气勘查工程及技术要求	5
7.1 勘查工程	5
7.2 勘查工程技术要求	6
7.3 煤层气采样及测试工作量	7
8 煤层气资源/储量计算	7
8.1 煤层气资源/储量分类及分级	7
8.2 计算指标	7
8.3 煤层气资源/储量计算块段划分的基本原则	7
8.4 煤层气资源/储量计算的一般要求	8
8.5 煤层气资源/储量计算方法及参数选取	8
9 资料编录、综合研究和报告编制	8
9.1 原始资料编录工作的基本要求	8
9.2 综合研究	8
9.3 报告编制	9
附录 A (规范性附录) 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	10
附录 B (资料性附录) 煤层气有利区、目标区和靶区条件	12
附录 C (资料性附录) 构造复杂程度、煤层稳定程度类型划分及钻探工程基本线距	13
附录 D (资料性附录) 采样及测试工作量	15
附录 E (资料性附录) 煤层气勘查工程质量及技术要求	16

附录 F (资料性附录) 煤层气资源/储量计算方法	21
附录 G (资料性附录) 可行性研究的主要内容	24
附录 H (资料性附录) 煤炭煤层气综合勘查地质报告编写提纲	25

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由全国煤炭标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国煤炭地质总局、中国矿业大学、河北省煤田地质局、煤炭科学研究总院西安研究院。

本标准主要起草人：徐水师、孙升林、程爱国、吴国强、秦勇、傅雪海、赵本肖、李英超、张新生、郑玉柱、孙玉臣、陈春林、宁树正。

煤层气资源勘查技术规范

1 范围

本标准规定了煤层气勘查的基本原则、工作程度要求、煤炭资源各勘查阶段的煤层气工作,勘查工程的方法和技术要求,煤层气资源/储量计算及勘查报告的编写。

本标准适用于煤层气勘查的设计编制、勘查施工、地质研究、资源/储量计算、评估、勘查报告编制和审批的依据,为煤层气产业的远景发展规划、煤层气资源的开发利用、矿井瓦斯治理提供地质依据。

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。

- GB/T 212 煤的工业分析方法
- GB/T 12719 矿区水文地质工程地质勘探规范
- GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则
- 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 23249 地勘时期煤层瓦斯含量测定方法
- DZ/T 0215 煤、泥炭地质勘查规范
- DZ/T 0216 煤层气资源/储量规范
- MT/T 897 煤炭煤层气地震勘探规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤层气 coalbed gas; coalbed methane

赋存于煤层中、以甲烷为主要成分、以吸附在煤基质颗粒表面为主并部分游离于煤孔隙中或溶解于煤层水中的烃类气体。

3.2

煤层气资源/储量 coalbed methane resources/reserves

根据一定的地质和工程依据计算的赋存于煤层中,当前可开采或未来可能开采的,具有现实经济意义和潜在经济意义的煤层气数量,包括已发现资源量和待发现资源量。

3.3

探井 test well; exploratory well

采用钻井辅以测井和化验测试,确定煤储层的深度、厚度、结构、煤质、顶底板性质、含气量、气体成分、等温吸附性能等参数的工程井。

3.4

参数井 parameter well

在探井基础上采用注入压降法,以取得渗透率、储层压力、表皮系数、调查半径、储层温度、破裂压

力、地应力等参数为目的的工程井。

3.5

排采井 drainage well

为取得气体成分、产气量、产水量、水质及机井间干扰试验为主要目的的工程井。

4 基本原则

4.1 煤层气资源勘查应遵循“统一规划、综合勘查、综合评价、合理开发”和煤炭、煤层气协调勘查开发的原则,从而达到充分利用、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,因地制宜地选择采用勘查技术手段,注重技术经济效益,以合理的投入取得最佳的地质成果。

4.3 以现代地质理论为指导,采用先进的技术、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。

4.4 煤层气应进行动态储量评估,分阶段进行储量计算、复算、核算和结算。

5 煤层气勘查工作程度

5.1 阶段划分

煤层气资源勘查划分为预查、普查、预探和勘探四个阶段。各阶段提交相应的煤层气资源/储量和勘查报告。煤层气勘查工程应尽量统一布置、分阶段实施,以提高煤层气勘查的地质效果和经济效益。

5.2 煤层气预查

5.2.1 预查任务

煤层气预查是煤层气勘查的基础工作。其主要任务是以矿区或煤田为基本单元,根据现有煤田地质勘查成果和有关技术经济要求,确定并初步评价具有勘查前景评价区,计算煤层气潜在资源量,为煤层气普查提供地质依据。

5.2.2 预查工作程度要求

- 调查评价区内煤层气成分、含量、分布规律和影响因素,以及煤层甲烷风化带范围。
- 调查煤储层特征和影响因素,了解煤层顶底板主要特征。
- 调查含煤地层水文地球化学特征、水动力状况,补、径、排关系以及与煤储层的水力联系。
- 计算评价区煤层气潜在资源量。
- 估算和预测评价区相应的煤炭资源量。

5.3 煤层气普查

5.3.1 普查任务

煤层气普查是煤层气预查工作的基础上,是以具有勘查前景评价区为基本单元。其主要任务是根据现有煤田地质勘查成果、煤层气探井、参数井和有关技术经济要求,确定并初步评价具有勘查前景有利区,计算煤层气预测地质储量和潜在资源量,为煤层气预探提供地质依据。

5.3.2 普查工作程度要求

- 初步确定和分析评价区内煤层气成分、含量、分布规律和影响因素,以及煤层甲烷风化带范围。

- b) 分析评价煤储层孔、裂隙特征、吸附/解吸特征和影响因素,分析煤层顶底板主要特征。
- c) 分析评价含煤地层水文地球化学特征、水动力状况,补、径、排关系以及与煤储层的水力联系。
- d) 计算有利区煤层气预测地质储量和潜在资源量。
- e) 估算相应的煤炭资源量。

5.3.3 普查有利区的条件

有利区一般应具备的条件见 B.1。

5.4 煤层气预探

5.4.1 预探任务

煤层气预探是以预查有利区为基本单元。主要任务是获取煤储层物性有关参数,进行排水采气试验,研究煤层气增产措施,获得开发技术条件下的煤层气井参数,初步评价目标区煤层气开发潜力。计算煤层气控制的地质储量、可采储量和预测地质储量,确定煤层气开发的靶区,为煤层气地面井网勘探和开发规划提供依据。

5.4.2 预探工作程度要求

- a) 基本查明影响煤层气开发井网布置的断层及区块边界条件,初步查明含煤地层水文地球化学特征、水动力状况,补、径、排关系以及与煤储层的水力联系。研究影响煤层气赋存和开采的地质因素。
- b) 基本查明主要煤储层的物理、化学性质及工艺性能。
- c) 基本查明主要煤层的煤层气成分、含气量及分布规律。
- d) 基本查明主要煤储层特征及渗透率、储层压力、破裂压力、闭合压力、原地应力、原地应力梯度、地温等。
- e) 初步查明煤层顶底板岩性、孔隙性、渗透性特征及力学性质,研究其对煤层气赋存、运移的影响。
- f) 初步查明煤层吸附/解吸特征,初步确定煤层气的临界解吸压力。
- g) 初步确定合理的储层改造方法、工艺参数,评价储层改造的有效性。
- h) 初步确定合理的排采制度。获取排水量、产气量、压力随时间变化的数据,数值模拟研究三者间的相互关系。初步评价单井产能。
- i) 计算目标区内煤层气控制的地质储量、可采储量和预测的地质储量。
- j) 估算相应的煤炭资源量。

5.4.3 预探目标区的条件

目标区一般应具备的条件见 B.2。

5.5 煤层气勘探

5.5.1 勘探任务

煤层气勘探是在煤层气预探阶段单井取得工业气流的基础上进行的小规模井网勘探。基本工作单元是目标区内的靶区。主要任务是获取煤层气井网产能、煤层气增产措施、排采制度数据,获取探明的地质储量和可采储量,为煤层气商业性开发提供地质依据。

5.5.2 勘探工作程度要求

- a) 查明煤储层特征及压力、渗透率等动态变化规律。

- b) 初步确定煤层气开发的井网布置方式。
- c) 初步确定煤层气的储层改造方法、工艺和参数,确定煤层气排采工作制度。
- d) 评价井网煤层气的产能、可采性及服务年限。
- e) 运用储层模拟技术进行参数敏感性分析,历史拟合、预测生产能力,确定井距、井网、完井方式和生产年限。
- f) 计算靶区内煤层气探明的、控制的地质储量和可采储量。
- g) 估算相应的煤炭资源储量。

5.5.3 勘探靶区的条件

靶区一般应具备的条件,见 B.3。

6 煤炭资源勘查阶段的煤层气工作

6.1 预查阶段

全面收集工作区地质、物探及煤层气勘查等资料,开展野外和邻近矿井煤层气地质调查,了解煤层裂隙发育情况及方向,了解邻近矿井煤层瓦斯情况。从区域地质条件出发,研究煤层气生成的物质基础、生气条件及保存条件。对煤层气勘查前景进行评估。

6.2 普查阶段

6.2.1 在煤炭资源普查及其对瓦斯地质工作要求的基础上,根据煤层甲烷含量情况,选择布置适量煤层气参数井,了解煤储层孔隙、渗透和吸附/解吸特征。初步确定可供进一步勘查的有利区块,对影响煤储层含气性及保存条件的地质因素进行初步分析和评价。

6.2.2 参数井要求采用绳索取心工具取全目的煤层煤心、顶底板岩心,并进行各项化验测试。

6.2.3 计算煤层气预测资源/储量。

6.2.4 通过瓦斯地质工作,证实煤层气含气量未达到表 1 规定的下限标准,可不施工参数井。

6.3 详查阶段

6.3.1 在煤炭资源详查及其对瓦斯地质工作要求的基础上,在确定可供进一步勘查的煤层气有利区块内,根据瓦斯分带情况,选择少量探煤钻孔作为煤层气参数井,获取可靠的地质评价参数。主要任务是在煤层气有利区块内确定可供进一步勘探的目标区,基本查明煤层气资源情况,对煤层气开发预可行性进行评价。

6.3.2 若开发条件许可,在煤层气开发有利区内应布置适当的排采井,初步了解煤层气开采的技术条件;初步了解煤层气的生产能力,对煤层气的开发预可行性进行进一步的评估。

6.3.3 计算相应的煤层气地质储量。

6.3.4 普查阶段查明煤层含气量没有达到表 1 规定的下限标准,本阶段不再进行参数井或排采井的施工。

6.4 勘探阶段

6.4.1 勘探阶段主要任务是在确定可供开发的目标区内,查明煤层气田的产出能力,除继续布置一定量的参数井或排采井进一步证实详查阶段所获得储层参数和生产能力外,若开发条件许可,还可通过小型井网排采试验,结合储层数值模拟技术,确定开发策略,为全区进行商业性开发提供设计及主要生产设备所必需的数据。

6.4.2 对影响煤层气开发的技术条件进行详细研究,通过排采试验对煤层含气量、渗透率、水动力条件及产能进行研究;通过一段时间连续排采和产能动态监测,获取各项数据,建立气、水产量与生产压力和时间关系曲线。确定排采制度。

6.4.3 根据储层参数和排采数据,运用数值模拟技术,可进行合理井距、完井方式等敏感性分析,以确定气田生产策略,预测产能。

6.4.4 单井排采试验或小型井网、参数井的重点区域是矿井的先期开采地段(或第一水平)和煤炭详查确定的目标区块。

6.4.5 计算相应的煤层气地质储量。

7 煤层气勘查工程及技术要求

7.1 勘查工程

根据地形、地质及物性条件,合理选择和使用遥感、物探、钻探、地面地质调查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。

7.1.1 预查阶段工程布置

- a) 收集整理、分析研究以往地质成果,开展地表地质工作、矿井调查和采样测试工作。
- b) 煤炭资源勘查度低的地区宜布置少量物探和钻探工程,了解煤层的基本特征及分布规律。
- c) 本阶段一般可不施工专门煤层气钻探工程。如果本区和邻区缺乏煤层气资料,可施工少量煤层气探井,确定煤储层的深度、厚度、结构、煤质、顶底板性质、含气量、气体成分、等温吸附性能。

7.1.2 普查阶段工程布置

- a) 在煤层气有前景的区域布置少量煤层气探井和参数井。
- b) 其他勘查工程一般按照煤炭资源预查工程部署原则布置。
- c) 煤炭资源勘查程度较高的区块,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。

7.1.3 预探阶段工程布置

- a) 根据有利区块的划分,布置参数井和排采试验井。每个主要区块均应布置不少于2口参数井、1口生产试验井;当区块面积较大时,每10 km²参数井不少于2口、试验井一般不少于1口。
- b) 排采试验井的井位应考虑今后井网布置。
- c) 其他勘查工程一般按照煤炭资源普查阶段工程部署原则布置。

7.1.4 勘探阶段工程布置

- a) 在不同目标区内均应布置小型试验井网或多分枝井、U型井。
- b) 排采试验井网和形状视实际情况而定,一般有菱形网、矩形网等。井距应根据储层参数、主应力方向及试验井的压裂方向、压裂缝长度等储层改造有效性确定,一般为200 m~500 m。
- c) 生产试验井应布置适量的观测井,以验证井网布置的合理性。
- d) 其他工程一般按照煤炭资源详查工程部署原则布置。
- e) 先期开发靶区应根据地震地质条件,可部署一定三维地震工程。

7.2 勘查工程技术要求

7.2.1 地质填图

可参照 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。

7.2.2 矿井地质调查

矿井地质调查包括煤层厚度、结构特征、煤层割理、裂隙、构造、应力方向、煤层顶底板、水文地质、瓦斯等内容。其技术要求可参照 E.2 确定的有关标准执行。

7.2.3 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，可参照 E.3 确定的标准执行。

7.2.4 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可参照 E.4 技术要求执行。

7.2.5 钻井工程

- a) 煤层气预探、勘探阶段都要录取各项原始资料。
- b) 探井的主要任务是采用钻井附以测井和化验测试，确定煤储层的深度、厚度、结构、煤质、顶底板性质、含气量、气体成分、等温吸附性能等参数。
- c) 参数井的主要目的是获取储层压力、渗透率、表皮系数、储层温度、破裂压力、地应力等储层物性数据；通过对主要目的煤层（段）进行试井和原地应力试验，获取压裂设计所需要的参数。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。数据采集后，在试验、分析的基础上，通过对储层的改造和排采试验，获取稳定产能，对单井产能进行动态评价。排采试验井一般应进行最少半年以上连续的产气试验。在多层煤层完井的试验井中，应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。排采试验井可以在参数井的基础上扩径完成。
- e) 钻井工程其他技术要求可参照 E.5 确定的有关标准执行。

7.2.6 测井、试井、完井、固井、压裂及排采工程

可参照 E.6、E.7、E.8、E.9、E.10、E.11 规定的有关标准执行。

7.2.7 数据采集

- a) 通过岩心编录和地球物理测井手段，确定煤层深度、厚度及结构、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、井温等。
- b) 对目的煤层（段）采集全岩心煤样，进行解吸试验，确定气含量、气成分、吸附时间。
- c) 对目的煤层（段）采集完整的全岩心煤心样品，进行割理、裂隙观察描述与统计、宏观煤岩类型描述及显微煤岩分析、镜质组反射率（ $R_{\max}^{\circ}$ ）测定、煤质分析（工业分析和元素分析）、孔隙度及孔隙结构分析。
- 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,结合储层压力资料,确定煤层气的吸附饱和度、临界解吸压力。

- e) 对主要目的煤层(段)进行试井测试,确定煤储层压力、渗透率、表皮系数、原地应力、储层温度等。
- f) 对主要目的煤层(段)进行排采试验,获取单井半年以上连续气、水产量。

7.3 煤层气采样及测试工作量

7.3.1 煤心样分析试验项目及数量参照附录 D 确定。

7.3.2 参数井及试验井分析测试

参数井及试验井除完成附录 D 中规定的测试工作外,还要进行储层压力、渗透率试井测试,取得目的煤层(段)的储层压力、渗透率、表皮系数等参数。

7.3.3 煤层顶底板岩石力学性质测试项目及数量,参照 D.1 确定。

8 煤层气资源/储量计算

8.1 煤层气资源/储量分类及分级

煤层气资源/储量分类、分级体系执行煤层气资源/储量规范(DZ/T 0216)。

8.2 计算指标

8.2.1 各类型煤层气资源/储量计算块段中的煤层含气量要达到表 1 所规定的下限标准。煤层气探井和煤田勘查钻孔测试的含气量差别大,确实认为煤田勘查钻孔所取得的资料存在问题的,需要采用回归方法进行校/修正。

表 1 煤层气含量下限标准

煤类	变质程度 $R_{\max}^{\circ}\%$	空气干燥基含气量/(m^3/t)
褐煤-长焰煤	<0.70	1.0
气煤—瘦煤(Ⅱ—Ⅴ)	$0.70\sim 1.90$	4.0
贫煤—无烟煤(Ⅵ—Ⅶ)	>1.90	8.0

8.2.2 煤层气地质储量的计算要满足垂直单井平均产量 $500\text{ m}^3/\text{d}$ 、多分支水平井平均产量 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 、“U”型井平均产量 $1\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 的下限标准(单井平均产量是指不低于半年的连续排采平均值)。

8.2.3 探明储量计算的基本井距原则应按表 C.1 执行。

8.2.4 资源储量计算的深度一般不超过 $1\,500\text{ m}$ 。

8.3 煤层气资源/储量计算块段划分的基本原则

8.3.1 资源/储量计算边界应由查明的煤层气田的各类地质边界,如断层、地层变化(变薄、尖灭、剥蚀、风氧化带、煤阶等)、含气量下限、煤层净厚下限($0.5\text{ m}\sim 0.8\text{ m}$)等边界确定(对煤层组的情况可根据实际条件做适当调整);由于各种原因也可由矿权区边界、自然地理边界或人为储量计算线等圈定。

8.3.2 探明储量的计算边界以煤层气井外推圈定,外推距离不大于表 C.1 中规定井距的 $0.5\sim 1.0$ 倍,可分以下几种情况(假定表 C.1 规定井距为 1 个井距):

- a) 仅有一口井达到产气下限时,以此井为中心外推 $1/2$ 井距。
- b) 在有多口相邻井达到产气下限值时,若其中有两口相邻井井间距离超过 3 个井距,可分别以这两口井为中心外推 $1/2$ 井距。
- c) 在有多口井达到产气下限值时,若其中有两口相邻井井间距离超过 2 个井距,但小于 3 个井距

时,井间所有面积都计为探明面积,同时可以这两口井为中心外推 1 个井距作为探明面积边界。

- d) 在有多口井达到产气下限值时,且井间距离都不超过 2 个井距时,探明面积可以边缘井为中心外推 1 个井距。

8.3.3 只有在煤层气单井平均产气量达到 8.2.2 所规定的下限值的块段才能计算探明储量。探明储量计算中,煤层含气量按 GB/T 19559 测定。

8.3.4 煤炭资源量达到探明级别,实测含气量可靠,且控制程度达到表 C.1 规定井距的 1~1.5 倍,区内施工了煤层气参数井和/或试验井的块段,可计算煤层气的控制储量。

8.3.5 煤炭资源量达到控制级别,实测含气量可靠,且控制程度达到表 C.1 规定井距的 1.5~2 倍的块段,可计算煤层气的预测储量。

8.3.6 通过与邻近地质条件和煤岩、煤质相似地区类比求得的含气量,或综合分析矿井地质条件、煤炭开采状况后修正的矿井相对瓦斯涌出量,也可作为计算煤层气潜在的资源量时含气量的参考值。通过干燥煤样等温吸附曲线所提供的吸附常数以及煤矿井下实测的瓦斯压力等数据间接计算的含气量在进行水分、温度等的校正后可用于潜在的资源量的计算。

8.4 煤层气资源/储量计算的一般要求

8.4.1 面积很大的勘查区可进一步细分为块段作为基本计算单元,同一块段应具有相同或相似的煤层气地质条件;纵向上一般以单一煤层为计算单元,煤层相对集中的煤层组可合并计算单元,探井分布不均衡、煤层含气量、厚度变化较大的要进行面积权衡。

8.4.2 煤层气风化带以浅的煤层不计算煤层气资源/储量。

8.4.3 资源/储量计算仅考虑烷烃(如甲烷、乙烷等)气体成分。在特殊情况下,如二氧化碳含量极高,可考虑分别计算烷烃、二氧化碳等不同主要成分的资源/储量。

8.4.4 计算参数可由多种资料和多种方法获得,在选用时应详细比较它们的精度和代表性进行综合选值,并在储量报告中论述确定参数的依据。

8.4.5 采用煤层原位含气量作为计算煤层气资源/储量的参数。

8.4.6 各项参数名称、符号、单位及取值有效位数的标准,见附录 A。

8.5 煤层气资源/储量计算方法及参数选取

煤层气资源/储量计算方法及参数选取可参照附录 F 规定执行。

9 资源编录、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必须齐全、准确、真实、可靠。

9.1.2 对自然露头和各种勘查工程所揭露的地质、水文地质现象,都必须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,都应及时进行处理、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,均应符合有关标准的规定。

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,必须按有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

按照“边勘查施工,边分析研究资料,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

均应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,其中可行性研究的主要内容参见附录 G。

9.3 报告编制

各阶段地质报告的编制,原则上参照附录 H 及有关地质报告编写规范规定的要求进行。在实际编制工作中,应根据勘查区的实际情况,对有关规定的要求进行适当的调整和补充,以使报告内容的重点突出,方便使用。

附录 A
(规范性附录)

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

煤层气储量计算参数名称、符号、单位及取值有效位数的规定见表 A.1。

表 A.1 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

参 数		单 位		取值位数
名 称	符 号	名 称	符 号	
煤层含气面积	A	平方千米	km^2	小数点后 1 位
煤中干燥基灰分	A_d	无因次	%	小数点后 2 位
煤的平均灰分	A_{av}	无因次	%	小数点后 2 位
煤的原煤基含气量	C_c	立方米每吨煤	m^3/t	小数点后 1 位
煤的空气干燥基含气量	C_{ad}	立方米每吨煤	m^3/t	小数点后 1 位
煤的干燥无灰基含气量	C_{daf}	立方米每吨煤	m^3/t	小数点后 1 位
废弃压力条件下的煤层气含量	C_{ga}	立方米每吨煤	m^3/t	小数点后 1 位
原始储层条件下的煤层气含量	C_{gi}	立方米每吨煤	m^3/t	小数点后 1 位
煤的空气干燥基密度	D_{ad}	吨每立方米	t/m^3	小数点后 2 位
煤的干燥无灰基密度	D_{daf}	吨每立方米	t/m^3	小数点后 2 位
煤层气地质储量	G_i	亿立方米	10^8 m^3	小数点后 2 位
煤层气井控范围内的地质储量	G_{we}	亿立方米	10^8 m^3	小数点后 2 位
气井累计气体产量	G_{PL}	亿立方米	10^8 m^3	小数点后 2 位
煤层气可采储量	G_r	亿立方米	10^8 m^3	小数点后 2 位
煤层净厚度	h	米	m	小数点后 1 位
煤层埋深	H	米	m	小数点后 1 位
渗透率	K	平方米	m^2	小数点后 2 位
煤中空气干燥基水分	M_{ad}	无因次	%	小数点后 2 位
煤的平衡水分	M_{eq}	无因次	%	小数点后 2 位
原始储层压力	P_i	兆帕	MPa	小数点后 2 位
废弃储层压力	P_a	兆帕	MPa	小数点后 2 位
闭合压力	P_c	兆帕	MPa	小数点后 2 位
朗缪尔压力	P_L	兆帕	MPa	小数点后 2 位
临界解吸压力	P_d	兆帕	MPa	小数点后 2 位
破裂压力	P_f	兆帕	MPa	小数点后 2 位
压力梯度	K_p	兆帕每百米	$\text{MPa}/100\text{m}$	小数点后 2 位
井底压力	P_{wf}	兆帕	MPa	小数点后 2 位

表 A.1 (续)

参 数		单 位		取值位数
名 称	符 号	名 称	符 号	
单井日产气量	g_g	立方米每天	m^3/d	小数点后 2 位
单井日产水量	g_w	立方米每天	m^3/d	小数点后 2 位
采收率	R_f	无因次	%	小数点后 1 位
平均井控面积	S_w	平方千米每口	$km^2/口$	小数点后 1 位
吸附时间	τ	小时	h	小数点后 1 位
储层温度	T	摄氏度	$^{\circ}C$	整数
朗缪尔体积	V_L	立方米	m^3	小数点后 2 位
地层倾角	α	度	$(^{\circ})$	小数点后 1 位
空气干燥基煤层气含量与(灰分+平衡水分)相关关系曲线斜率	β	无因次		小数点后 2 位

附 录 B
(资料性附录)

煤层气有利区、目标区和靶区条件

B.1 有利区一般应同时具备以下条件

- B.1.1** 可采煤层净总厚度 5 m 以上。煤层渗透性好的地区,煤层厚度可以适当放宽要求。
- B.1.2** 煤层气含量总体达到表 1 的要求。
- B.1.3** 煤层渗透性较好,煤层原生结构保存完好,煤层裂隙发育。
- B.1.4** 煤层埋深一般浅于 1 500 m。
- B.1.5** 煤层气资源总量在 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上。
- B.1.6** 煤层气开发经济地理条件较好。

B.2 目标区一般应同时具备以下条件

- B.2.1** 可采煤层净总厚度 8 m 以上,主要煤储层平均净厚度一般 3m 以上。煤层渗透性好的地区,煤层厚度可以适当放宽要求。
- B.2.2** 煤层气含量一般达到表 1 中高—煤级含气量的要求或含气饱和度一般达到 50% 以上。煤储层为正常压力储层。
- B.2.3** 煤层渗透性较好,渗透率大于 $0.10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;煤层原生结构保存完好,煤层裂隙发育。
- B.2.4** 煤层埋深一般浅于 1 200 m。
- B.2.5** 煤层气资源丰度一般在 $1 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 以上。
- B.2.6** 煤层气开发经济地理条件好。

B.3 靶区一般应同时具备以下条件

- B.3.1** 可采煤层净总厚度 8 m 以上,主要煤储层平均净厚度一般 2 m 以上。煤层渗透性好的地区,煤层厚度可以适当放宽要求。
- B.3.2** 煤储层为正常压力储层。煤层含气饱和度达到 60% 以上。
- B.3.3** 煤层渗透性好,渗透率大于 $0.25 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;煤层原生结构保存完好,煤层裂隙发育。
- B.3.4** 煤层埋深一般浅于 1 000 m。
- B.3.5** 煤层气资源丰度一般在 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 以上。
- B.3.6** 煤层气开发经济地理条件好。

附 录 C

(资料性附录)

构造复杂程度、煤层稳定程度类型划分及钻探工程基本线距

C.1 构造复杂程度划分为四种类型

C.1.1 简单构造

含煤地层沿走向、倾向的产状变化不大,断层稀少,没有或很少受岩浆岩的影响。主要包括:

- a) 产状接近水平,很少有缓波状起伏;
- b) 缓倾斜至倾斜的简单单斜、向斜或背斜;
- c) 为数不多和方向单一的宽缓褶皱。

C.1.2 中等构造

含煤地层沿走向、倾向的产状有一定的变化,断层较发育,有时局部受岩浆岩的一定影响。主要包括:

- a) 产状平缓,沿走向和倾向均发育宽缓褶皱,或伴有一定数量的断层;
- b) 简单的单斜、向斜或背斜,伴有较多断层,或局部有小规模的褶曲及倒转;
- c) 急倾斜或倒转的单斜、向斜和背斜,或为形态简单的褶皱,伴有稀少断层。

C.1.3 复杂构造

含煤地层沿走向、倾向的产状变化很大,断层发育,有时受岩浆岩的严重影响。主要包括:

- a) 受几组断层严重破坏的断块构造;
- b) 在单斜、向斜或背斜的基础上,次一级褶曲和断层均很发育;
- c) 紧密褶皱,伴有一定数量的断层。

C.1.4 极复杂构造

含煤地层的产状变化极大,断层极发育,有时受岩浆岩的严重破坏。主要包括:

- a) 紧密褶皱,断层密集;
- b) 形态复杂特殊的褶皱,断层发育;
- c) 断层发育,受岩浆岩的严重破坏。

C.2 煤层稳定程度划分为四种类型

C.2.1 稳定煤层

煤层厚度变化很小,变化规律明显,结构简单至较简单;煤类单一,煤质变化很小。全区可采或大部分可采。

C.2.2 较稳定煤层

煤层厚度有一定的变化,但规律性较明显,结构简单至复杂;有两个煤类,煤质变化中等。全区可采或大部分可采。可采范围内厚度及煤质变化不大。

C.2.3 不稳定煤层

煤层厚度变化较大,无明显规律,结构复杂至极复杂;有三个或三个以上煤类,煤质变化大。包括:

- a) 煤层厚度变化很大,具突然增厚、变薄现象,全区可采或大部分可采;
- b) 煤层呈串珠状、藕节状,一般连续,局部可采,可采边界不规则;
- c) 难以进行分层对比,但可进行层组对比的复煤层。

C.2.4 极不稳定煤层

煤层厚度变化极大,呈透镜状、鸡窝状,一般不连续,很难找出规律,可采块段分布零星;或为无法进行煤分层对比,且层组对比也有困难的复煤层;煤质变化很大,且无明显规律。

C.3 煤层气探明地质储量计算关于储层的基本井距

C.3.1 垂直井

对于垂直井,煤层气探明地质储量计算关于储层的基本井距见表 C.1。

表 C.1 煤层气探明地质储量计算关于储层的基本井距

单位为米

基本井距		煤层稳定程度		
		稳定	较稳定	不稳定
构造复杂程度	简单构造	3 000~4 000	2 000~3 000	1 500~2 000
	中等构造	2 000~3 000	1 000~2 000	500~1 000
	复杂构造	1 000~2 000	500~1 000	
注:对于复杂、极复杂构造及不稳定、极不稳定煤层宜实行滚动勘探开发;在少数探井和早期储量计算的基础上,将高产富集区块优先投入开发,或者根据实际情况确定。				

C.3.2 其他类型的开发井

对于羽状水平井、丛式井、U形井等煤层气开发井,在研究煤储层地质特征的基础上,综合分析各种因素,根据煤层气田的资源条件、分布面积、开发规模、开发方式等实际情况确定。

C.4 选择基本井距的要求

C.4.1 构造复杂程度类型的划分,原则上以勘查区(矿区)为单位。当勘查区(矿区)内的不同地段有显著差异时,应当根据实际情况区别对待。

C.4.2 当一个勘查区(矿区)内目的煤层(段)有二种或二种以上稳定程度类型时,应以资源/储量或厚度占优势的那一部分煤层稳定程度类型,选择基本井距。

C.4.3 运用地面物探手段即能满足构造控制要求的勘查区(矿区),基本井距应根据煤层稳定程度类型进行选择。表 C.1 主要适用于不能使用地面物探和地面物探不能取得有效成果的地区。

附 录 D
(资料性附录)
采样及测试工作量

各阶段煤层气勘查增加的分析试验项目及数量见表 D.1。

表 D.1 各阶段煤层气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
		预查	预探	勘探	
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)			平行样,即该煤样所有测试数据(除煤的坚固性系数、瓦斯放散初速度外)来自同一煤心段
煤体结构描述、照相					
煤层气含量测定					
气成分分析					
煤的工业分析	目的煤层(段)或可采煤层	每种煤类至少 1 个样	每个参数井每层可采煤层至少 2 个平行样	每个参数井和排采试验井每层目标煤层至少 3 个平行样	
显微裂隙					
孔径结构					
显微组分定量分析					
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	可采煤层、顶底板	每种煤体结构类型至少 2 个样			
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、底板均至少 1 个样。至少选择 2 条剖面、4 个钻孔在煤系地层进行 RQD 统计			

注:平行样,即该煤样所有测试数据(除煤的坚固性系数、瓦斯放散初速度外)来自同一煤心段。

注:平行样,即该煤样所有测试数据(除煤的坚固性系数、瓦斯放散初速度外)来自同一煤心段。

附录 E

(资料性附录)

煤层气勘查工程质量及技术要求

E.1 地质填图

E.1.1 凡裸露和半裸露地区均应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:

预查阶段(1:50 000)~(1:25 000)

预探阶段(1:25 000)~(1:10 000)

勘探阶段(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,要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:调查煤岩层含水性、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

地震勘查随煤层气资源勘查的三个阶段循序进行,分阶段实施。应按照 MT/T 897《煤炭煤层气地震勘探规范》执行,地震勘探结束后应提交相应阶段专业报告。

E.3.1 预查阶段:在地震地质条件好、煤田地质勘查程度低的地区,应开展地震勘查工作,一般按照煤炭资源调查程度要求进行地震勘探工作。

E.3.2 普查阶段:在地震地质条件好、煤田地质勘查程度低的地区,应开展地震勘查工作,一般按照煤炭资源预查程度要求进行地震勘探工作。

E.3.3 预探阶段:在地震地质条件好的地区,一般按照煤炭资源普查程度要求进行地震勘探工作。

E.3.4 勘探阶段:在地震地质条件好的地区,一般按照煤炭资源详查程度要求进行地震勘探工作。在前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 按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应依据地质任务、目的与要求编制。

E.4.3 岩、煤心录井：岩、煤心描述的内容，要求顺序统一、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：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。岩屑录井要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。要真把握捞屑、洗屑、观察、晾干、描述、采样、装袋、保管等环节；描述方法要统一，抓住重点，注意夹层、标志层、煤层的鉴定与描述。

E.4.5 钻时录井：钻时录井间距要求是非煤系地层每 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；要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）钻时点不允许漏取。

E.4.6 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、煤层与岩石裂隙等应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 钻井工程首先要做好设计，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 常规钻井井身结构见表 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/mm	套管类型	套管尺寸/mm
一开	$\phi 311.1$	表层套管	$\phi 244.5$
二开	$\phi 215.9$	生产套管	$\phi 139.7(\phi 177.8)$

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/mm	套管类型	套管尺寸/mm
一开	$\phi 444.5$	表层套管	$\phi 339.7$
二开	$\phi 311.1$	技术套管	$\phi 244.5$
三开	$\phi 215.9$	生产套管	$\phi 139.7(\phi 177.8)$

E.5.3 井身质量要求：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到 $1^\circ \sim 2^\circ$ 。

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。参数井及试验井必须安装液压防喷器。

E.5.5 常规钻井液性能要求：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。国内煤层气井常用钻井液匹配参数,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 值
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 下套管技术要求: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,应在水泥浆候凝 48 h 后,完成测井后进行。技术套管试压要求,见表 E.4;生产套管柱试压要求,见表 E.5。

表 E.4 技术套管试压标准

套管外径/mm	试压压力/MPa	30 min 降压/MPa
φ219.7	12	≤0.5
φ244.5	8	≤0.5

表 E.5 生产套管试压标准

套管外径/mm	试压压力/MPa	30 min 降压/MPa
φ139.7	20	≤0.5
φ177.8	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要求应具体。

E.6.2 煤层气井生产套管固井应采用低密度(≤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 达到优质。固井质量主要是水泥胶结质量评价,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≤10%	10%<声幅值≤20%	20%<声幅值≤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 取心设计要求

- a) 为使煤心中气体损失量最小,应选用绳索式半合管取心工具取心,岩煤心直径应大于 60 mm。

- b) 为减少煤心在起出过程中的气体损失量,提升时间限定为: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不大于 $0.02 \text{ min/m} \times H$ (H 为井深, m)。

E.7.2 取心质量要求

目的煤层(段)取心必须使用绳索式取心工具;全井煤层取心收获率 $\geq 80\%$,其他岩层取心收获率 $\geq 90\%$ 。

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 裸眼井测井任务和项目

- 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)、自然伽玛(GR)、双井径(GAL)。
- 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)、自然伽玛(GR)、双井径(GAL)、补偿密度(DEN)、补偿中子(GNL)、补偿声波(AC)、井温(TEMP)等。
- 固井质量检查测井:全井进行声幅、自然伽玛、套管接箍测井、声波变密度测井。
- 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 主要技术要求:煤层气井测井应使用数字测井仪;井斜测量应使用连续测斜仪;煤储层参数的分析和解释应符合该区特点。

E.8.4 测井解释成果: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。全部测井完成后,应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 试井要求:要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。注入前要进行阶梯注入压裂试验,注入速率要适中,注入过程速率波动值不大于 10%;注入时间 8 h~12 h,应保证注入过程的影响半径不小于 10 m,关井不少于 2~3 倍注入时间。

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,使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、吨煤含气量达到表 1 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(小于 5 条/5 cm)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应大于 0.009 MPa/m ,解吸压力/储层压力应大于 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槽事故。

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:

- a) 根据钻井、测井、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(压裂反排)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,要求在煤层顶界以上 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 排采过程必须连续,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,应及时上报,并分析原因,提出解决方案。

E. 11.8 新区第一口探井排采必须要达到产气高峰期并稳定半年以上,其余探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 2 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
(资料性附录)
煤层气资源/储量计算方法

F.1 地质储量计算

F.1.1 类比法

类比法主要利用与已开发煤层气田(或相似储层)的相关关系计算储量。计算时要绘制出已开发区关于生产特性和储量相关关系的典型曲线,求得计算区可类比的储量参数再配合其他方法进行储量计算。类比法可用于预测地质储量的计算。

F.1.2 体积法

体积法是煤层气地质储量计算的基本方法,适用于各个级别煤层气地质储量的计算,其精度取决于对气藏地质条件和储层条件的认识,也取决于有关参数的精度和数量。

体积法的计算见式(F.1),式(F.2)和式(F.3):

$$G_i = 0.01AhD_{ad}C_{ad} \quad \text{..... (F.1)}$$

或 $G_i = 0.01AhD_{daf}C_{daf} \quad \text{..... (F.2)}$

$$C_{ad} = C_{daf}(100 - M_{ad} - A_{ad})/100 \quad \text{..... (F.3)}$$

式中:

G_i ——煤层气地质储量,单位为亿立方米(10^8 m^3);

A ——煤层含气面积,单位为平方千米(km^2);

h ——煤层净厚度,单位为米(m);

D_{ad} ——煤的空气干燥基质量密度(煤的容重),单位为吨每立方米(t/m^3);

C_{ad} ——煤的空气干燥基含气量,单位为立方米每吨(m^3/t);

D_{daf} ——煤的干燥无灰基质量密度,单位为吨每立方米(t/m^3);

C_{daf} ——煤的干燥无灰基含气量,单位为立方米每吨(m^3/t);

M_{ad} ——煤的空气干燥基水分,%;

A_{ad} ——煤的空气干燥基灰分,%。

F.2 可采储量计算

F.2.1 数值模拟法

数值模拟法是煤层气可采储量计算的一个重要方法,这种方法是在计算机中利用专用软件(称为数值模拟器)对已获得的储层参数和早期的生产数据(或试采数据)进行拟合匹配,最后获取气井的预计生产曲线和可采储量。

- a) 数据模拟器选择:选用的数值模拟器必须能够模拟煤储层的独特双孔隙特征和气、水两相流体的3种流动方式(解吸、扩散和渗流)及其相互作用过程,以及煤体岩石力学性质和力学表现等。
- b) 储层描述:是对储层参数的空间分布和平面展布特征的研究,是对煤层气藏进行定量评价的基础,描述应该包括基础地质、储层物性、储层流体及生产动态等4个方面的参数,通过这些参

数的描述建立储层地质模型用于产能预测。

- c) 历史拟合与产能预测:利用储层模拟工具对所获得的储层地质和工程参数进行计算,将计算所得气、水产量及压力值与气井实际产量值和实测压力值进行历史拟合。当模拟的气、水产量动态与气井实际生产动态相匹配时,即可建立气藏模型获得产气量曲线,预测未来的气体产量并获得最终的煤层气累计总产量,即煤层气可采储量。

根据资料的掌握程度和计算的精度,储层模拟法的计算结果可作为控制可采储量和探明可采储量。

F.2.2 采收率计算法

可采储量也可以通过计算气藏采收率来计算,计算见式(F.4):

$$G_r = G_i R_f \quad \text{..... (F. 4)}$$

式中:

G_r ——煤层气可采储量,单位为亿立方米(10^8 m^3);

G_i ——煤层气地质储量,单位为亿立方米(10^8 m^3);

R_f ——采收率,%。

煤层气采收率(R_f)可以通过以下几种方法计算:

- a) 类比法:根据与已开发的气田或邻近气田的地质参数和工程参数进行类比得出,只能用于预测可采储量计算。
- b) 储层模拟法:在储层模拟产能曲线上直接计算,可用于控制可采储量和探明可采储量的计算,见式(F.5)。

$$R_f = G_{PL} / G_{iw} \quad \text{..... (F. 5)}$$

式中:

G_{PL} ——气井累计气体产量,单位为亿立方米(10^8 m^3);

G_{iw} ——井控范围内的地质储量,单位为亿立方米(10^8 m^3)。

- c) 等温吸附曲线法:在等温吸附曲线上通过废弃压力计算,只能用于预测可采储量的计算,也可以作为控制可采储量计算的参考,见式(F.6)。

$$R_f = (C_{gi} - C_{ga}) / C_{gi} \quad \text{..... (F. 6)}$$

式中:

C_{gi} ——原始储层条件下的煤层气含量,单位为立方米每吨(m^3/t);

C_{ga} ——废弃压力条件下的煤层气含量,单位为立方米每吨(m^3/t)。

- d) 产量递减法:在已获得稳定递减斜率的产量递减曲线上直接计算,可用于探明可采储量的计算,见式(F.7)。

$$R_f = G_{PL} / G_{iw} \quad \text{..... (F. 7)}$$

式中:

G_{PL} ——气井累计气体产量,单位为亿立方米(10^8 m^3);

G_{iw} ——井控范围内的地质储量,单位为亿立方米(10^8 m^3)。

F.2.3 数值模拟法和产量递减法参数的确定

数值模拟法和产量递减法参数,如气水性质、煤质与组分、储层物性、等温吸附特征、温度、压力和气水产量等,按照 GB 212 及有关标准执行,或另行制定细则。

F.3 几种基准煤层气含气量的换算和校正公式

可采用干燥无灰基(dry ash-free basis)或空气干燥基(air-dry basis)两种基准含气量近似计算煤层气储量,其换算关系可根据式(F.8)计算:

$$C_{ad} = C_{daf}(100 - M_{ad} - A_{ad})/100 \quad \dots\dots\dots(F.8)$$

式中:

C_{ad} ——煤的空气干燥基含气量,单位为立方米每吨(m^3/t);

C_{daf} ——煤的干燥无灰基含气量,单位为立方米每吨(m^3/t);

M_{ad} ——煤的空气干燥基水分, %;

A_{ad} ——煤的空气干燥基灰分, %。

但是,为了保证计算结果的准确性,最好采用原煤基(in-situ basis)含气量计算煤层气储量。原煤基含气量需要在空气干燥基含气量的基础上进行平衡水分和平均灰分校正,式(F.9):

$$C_c = C_{ad} - \beta[(A_{ad} - A_{av}) + (M_{ad} - M_{eq})] \quad \dots\dots\dots(F.9)$$

式中

C_c ——煤的原煤基含气量,单位为立方米每吨(m^3/t);

C_{ad} ——煤的空气干燥基含气量,单位为立方米每吨(m^3/t);

A_{av} ——煤的平均灰分, %;

M_{eq} ——煤的平衡水分, %;

β ——空气干燥基含气量与(灰分/水分)相关关系曲线斜率。

各种基准煤层气含量及平衡水分测定参照美国矿务局 USBM 煤层气含量测定和 ASTM 平衡水分测定方法。

附录 G

(资料性附录)

可行性研究的主要内容

为使煤层气资源勘查与地质勘查、矿山建设紧密衔接,避免煤层气资源勘查和地质勘查、矿山开发的投资失误,提高煤层气资源勘查和开发的经济效益与社会效益,在勘查的各个阶段,都需要进行相应的可行性评价。可行性评价工作分为概略研究、预可行性研究和可行性研究三种。

G.1 概略研究

概略研究是指对煤层气资源开发经济意义的概略评价,通常是在收集分析煤层气资源国内、外市场供需状况的基础上,分析已取得的预查或预探、勘探地质资料,结合勘查区(矿区)的自然经济条件、环境保护等,以我国同类已开发或邻近煤层气田当年的统计资料对煤层气资源做出技术经济评价。从而为煤层气资源进一步勘查或开发、为制定长远规划决策提供依据。

概略研究可由承担勘查工作的地质勘查单位完成。

G.2 预可行性研究

预可行性研究是对煤层气资源开发经济意义的初步评价。通常应在预探或勘探后进行。需要比较系统地对国内、外煤层气资源储量、生产、消费进行调查和初步分析,并对国内、外市场的需求量、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据煤层气资源规模和煤储层地质特征以及勘查区(矿区)地形地貌,借鉴同类已开发或邻近煤层气田的实践经验,初步研究并提出项目建设规模、开发方式、开发规划和工艺技术的原则方案;参照同类已开发或邻近煤层气田,选择适合评价当时的开发技术和市场价格的技术经济指标,初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备以及生产成本等。通过初步经济分析,计算不同的资源/储量类型。从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价,为是否进行勘探以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究工作应由具有一定资质的单位完成。

G.3 可行性研究

可行性研究是对煤层气资源开发经济意义的详细评价。通常应在勘探后进行。首先对国内、外煤层气资源储量、生产、消费要认真调查、统计和分析;并对国内、外市场的需求、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。工作中对勘查区(矿区)资源条件及气井产量进行分析研究。充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响。对煤层气田生产规模、开采方式、开发规划、集输与输配、产品利用、主要设备的选择、供水供电、通信条件、总体布局 and 环境保护等方面进行调查研究、分析、计算和多方案比较,并依据评价当时的开发技术、市场价格确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性,计算不同的资源/储量类型,得出拟建项目是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价,为有关部门投资决策、编制和下达设计任务书、确定工程项目建设计划等提供依据。

可行性研究工作应由具有一定资质的单位完成。

附录 H

(资料性附录)

煤炭煤层气综合勘查地质报告编写提纲

H.1 文字大纲

H.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

H.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

H.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

H.1.4 煤层

- a) 煤层特征
- b) 煤岩煤质特征
- c) 煤变质作用及煤种分布
- d) 煤层埋藏深度及空间形态
- e) 煤层顶底板岩性特征

H.1.5 煤储层物性特征

- a) 煤的吸附性
- b) 煤的含气性
- c) 煤储层的孔隙结构特征
- d) 煤储层渗透性
- e) 储层压力
- f) 地应力
- g) 储层温度

H. 1.6 煤层气排采试验与产能预测

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

H. 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

H. 1.8 煤层气资源/储量计算

- a) 计算范围及指标
- b) 计算方法和计算参数
- c) 计算单元、资源/储量级别的划分
- d) 煤层气资源/储量计算结果

H. 1.9 煤层气资源/储量评价

- a) 地质综合评价
- b) 经济评价
- c) 概略研究

H. 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

H. 1.11 结论与建议

- a) 结论
- b) 下一步工作建议

H. 2 附图

- 地形地质图
- 煤系综合柱状图
- 煤岩层对比图
- 目的煤层(段)含气量等值线图

H. 1.6 煤层气排采试验与产能预测

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

H. 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

H. 1.8 煤层气资源/储量计算

- a) 计算范围及指标
- b) 计算方法和计算参数
- c) 计算单元、资源/储量级别的划分
- d) 煤层气资源/储量计算结果

H. 1.9 煤层气资源/储量评价

- a) 地质综合评价
- b) 经济评价
- c) 概略研究

H. 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

H. 1.11 结论与建议

- a) 结论
- b) 下一步工作建议

H. 2 附图

- 地形地质图
- 煤系综合柱状图
- 煤岩层对比图
- 目的煤层(段)含气量等值线图

- 煤层气资源丰度等值线图
- 目的煤层(段)煤储层底板等高线及煤层气资源/储量计算图
- 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)等厚线图
- 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

H.3 附表

- 钻井地质基础数据表
- 勘探工作量统计表
- 试井成果数据表
- 试气成果表
- 储量参数计算原始数据表
- 煤层气资源/储量计算表
- 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

煤层气预查、普查、预探阶段因工作程度低,文字、附图、附表相应减少。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
煤层气资源勘查技术规范
GB/T 29119—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 54 千字
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-47056 定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

