

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—201X

页岩气资源调查评价技术要求

Technic Requirements of Survey and Evaluation for Shale Gas Resources

报批稿

201X - XX - XX 发布

201X- XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

目 录

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	2
4 总则	2
4.1 目的任务	2
4.2 调查手段	3
4.3 调查程序	3
5 设计编审	3
5.1 资料收集与整理	3
5.2 设计编制	3
5.3 设计审查	4
6 调查方法	4
6.1 野外地质调查	4
6.2 重力、磁法、电法	6
6.3 二维地震	7
6.4 地质调查井	8
6.5 参数井	10
7 资源评价与选区	12
7.1 目的任务	12
7.2 基本要求	12
7.3 资源评价方法	12
7.4 远景区优选	12
7.5 有利区优选	12
7.6 评价成果	13
8 成果编制	14
8.1 报告编写	14
8.2 附图、附表	14
8.3 成果提交	14
9 质量控制	14
9.1 质量控制方式与内容	14
9.2 野外验收	15
9.3 成果资料质量要求	16
9.4 成果报告质量要求	17
9.5 资料汇交质量要求	17
附录 A (资料性附录) 页岩气资源评价	18
附录 B (资料性附录) 页岩气调查选区评价	25

附录 C（资料性附录）成果报告编写提纲 33
参考文献..... 35

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009《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。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC93）归口。

本标准起草单位：中国地质调查局油气资源调查中心。

本标准主要起草人：翟刚毅、包书景、石砥石、张宏达、任收麦、郭天旭、陈新军、边瑞康、聂海宽、张聪、陈科、庞飞、武晓玲。

引 言

随着我国社会经济的快速发展,油气供需矛盾日趋严峻,为提升国内油气保障能力,优化能源结构,中国地质调查局和相关油气企业加大了页岩气地质调查力度。为进一步推动和规范我国基础性、公益性页岩气地质调查工作,中国地质调查局油气资源调查中心在系统总结国内外页岩气地质调查、勘查技术和经验的基础上,结合我国基本地质特征和页岩气形成地质条件,编制了本标准。

页岩气资源调查评价技术要求

1 范围

本标准规定了页岩气资源调查评价工作的目的任务、调查内容、调查方法、资源评价与选区、成果编制、质量控制等方面的技术要求。

本标准适用于基础性、公益性页岩气资源调查评价工作，其他类似的调查工作可参照执行。

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）适用于本文件。

- DZ/T 0180 石油、天然气地震勘查技术规范
- DZ/T 0227 地质岩心钻探规程
- DZ/T 0254-2014 页岩气资源/储量计算与评价技术规范
- DZ/T 0259 陆地石油和天然气调查规范
- SY/T 5251 油气井录井项目内容及质量基本要求
- SY/T 5314 陆上石油地震勘探资料采集技术规范
- SY 5517-1992 野外石油天然气地质调查规范
- SY/T 5599 油气探井录井总结报告编写规范
- SY/T 5600 石油电缆测井作业技术规范
- SY/T 5615 石油天然气地质编图规范及图式
- SY/T 5772 可控源声频大地电磁法勘探技术规程
- SY/T 5771 地面磁法勘探技术规程
- SY/T 5788.2 油气探井气测录井规范
- SY/T 5788.3 油气井地质录井规范
- SY/T 5819 陆上重力勘探技术规程
- SY/T 5820 石油大地电磁测深法采集技术规程
- SY/T 5965 油气探井地质设计规范
- SY/T 5980 探井试油设计规范
- SY/T 6244 油气探井井位设计规程
- SY/T 6293 勘探试油工作规范
- SY/T 6611 石油定量荧光录井规范
- SY/T 6994 页岩气测井资料处理与解释规范
- SY/T 6940 页岩气含气量测定方法

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

页岩气 Shale Gas

赋存于富含有机质的页岩层段中，以吸附气、游离气和溶解气状态储藏的天然气，主体上是自生自储成藏的连续性气藏；属于非常规天然气，可通过体积压裂改造获得商业气流（DZ/T 0254，3.1）。

3.2

富有机质页岩层段 Organic-rich Shale Section

有机碳含量高于1.0%、镜质体反射率大于0.5%的富含有机质的页岩层系，可夹少量砂岩、碳酸盐岩、硅质岩等其他岩性夹层或透镜体，单层厚度不超过2m，富有机质页岩累计厚度占层段厚度的比例不小于60%。

3.3

含气页岩层段 Gas-bearing Shale Section

含气量大于0.5m³/t的富有机质页岩层段，且其他岩性夹层单层厚度不超过2m。

3.4

页岩气远景区 Shale Gas Prospecting Area

埋深小于4500m，海相或陆相富有机质页岩层段连续厚度大于15m，或海陆交互相富有机质页岩层段连续厚度大于20m，平均含气量大于0.5m³/t的分布区。

3.5

页岩气有利区 Favorable Shale Gas Play

埋深小于4500m，海相或陆相富有机质页岩层段连续厚度大于20m，含气页岩层段厚度大于15m，或海陆交互相富有机质页岩层段连续厚度大于25m，含气页岩层段大于厚度20m的分布区。

3.6

页岩气勘查靶区 Target of Shale Gas Exploration

埋深小于4000m，海相或陆相富有机质页岩层段连续厚度大于30m，含气页岩层段厚度大于25m，或海陆交互相富有机质页岩层段厚度大于35m，含气页岩层段厚度大于30m，并且脆性矿物含量大于30%、含气量大于2m³/t的分布区。

3.7

页岩气地质调查井 Investigation Well of Shale Gas

以了解富有机质页岩分布、厚度，获取有机地球化学、矿物组分、储集性能、岩石力学性质、含气性等页岩气地质参数为目的部署的机械岩心钻井。

3.8

页岩气参数井 Parametric Well of Shale Gas

以了解富有机质页岩分布、厚度，获取有机地球化学、矿物组分、储集性能、地层压力、含气性、产气能力等页岩气资源评价参数而部署的页岩气钻井。

4 总则

4.1 目的任务

4.1.1 目的

了解和查明工作区页岩气基本地质条件及其资源潜力, 优选页岩气远景区和有利区, 提出勘查靶区建议。

4.1.2 任务

4.1.2.1 页岩气资源潜力调查, 基本了解富有机质页岩层系的分布、地质、地球物理和地球化学特征, 优选页岩气远景区。

4.1.2.2 页岩气远景区调查, 了解含气页岩层段的地质、地球化学、地球物理和含气性特征, 预测页岩气资源量, 优选页岩气有利区。

4.1.2.3 页岩气有利区调查, 了解含气页岩层段的储集性能、保存条件、可压性、含气性和产气能力, 开展水文地质环境地质调查、产能预测评价、页岩气开发经济性评价及环境影响评价, 预测页岩气资源量, 提出勘查靶区建议。

4.2 调查手段

常用的有: 野外地质调查, 重力、磁法、电法、地震调查, 地质调查井和参数井钻探、测录井及地层含气性测试等。比例尺: 资源潜力调查1: 1000000~1: 2000000, 远景区调查1: 500000~1: 1000000, 有利区调查1: 50000~1: 250000。不同地区可视已有工作程度适当调整比例尺。

4.3 调查程序

通常按照资源潜力调查、远景区调查和有利区调查开展, 不同地区可根据已有工作程度确定具体的调查任务。流程包括: 资料收集与设计编制、野外地质调查、地球化学调查、地球物理调查与钻探调查、资料处理与实验测试、综合研究与成果编制等程序进行。

5 设计编审

5.1 资料收集与整理

5.1.1 资料收集内容

资料收集内容一般包括: 除DZ/T 0259规定的内容之外, 还应收集工作区及邻区特殊测井、压裂试井、构造和沉积相等研究成果资料。

5.1.2 资料整理与图件编制

除DZ/T 0259规定的内容之外, 应利用已有资料编制富有机质页岩分布略图和页岩层系综合柱状图。

5.1.3 野外踏勘

了解工作区的地质、地形、交通、环境条件等, 确定野外调查工作方法和工作方案。具体内容除SY 5517-1992 第6章规定的内容外, 还应包括: 富有机质页岩的基本特征、分布及顶底接触关系; 工作区地质构造类型与复杂程度; 富有机质页岩露头分布及厚度; 前期页岩气调查成果资料中存在问题的验证等。

野外踏勘应在项目(课题)设计书编写前完成, 为设计书的编制提供第一手资料。

5.2 设计编制

根据项目来源单位下达的项目(课题)任务书(或合同书)和规范要求, 结合工作区的具体情况编制设计书, 所制定的设计书是进行页岩气资源调查评价、检查、验收及成果质量评价的主要依据。

5.2.1 设计编制依据

设计应依据项目（课题）的任务书（或合同书）和规范要求、资料收集和野外踏勘成果，结合工作区地质、自然地理条件和富有机质页岩分布特点等情况编制。

5.2.2 设计书内容

主要内容包括项目概况、区域地质背景、以往工作程度及存在问题、目标任务与实物工作量、技术路线与工作方法、工作部署与进度安排、预期成果、组织机构与人员安排、经费预算及说明、质量保障与安全措施、附件与附图等。

5.3 设计审查

设计书应由任务下达单位组织评审，上级主管部门批复同意后组织实施，具体要求按照DZ/T 0259执行。

6 调查方法

6.1 野外地质调查

6.1.1 目的任务

基本了解工作区富有机质页岩层系分布、厚度、矿物组分、有机地球化学、含气性等基本地质特征参数，为页岩气资源评价提供依据。

6.1.2 路线地质调查

6.1.2.1 基本要求

了解工作区富有机质页岩、地质构造的发育及分布。路线部署应以控制富有机质页岩分布及其地层序列为主要目的，并结合目的层出露情况和目标任务，具体部署地质调查路线。

6.1.2.2 部署原则

应选择富有机质页岩地层出露连续性好，顶底界线基本清楚，露头区构造相对简单的区域开展调查工作。

6.1.2.3 调查工作量

资源潜力调查：地质资料点（含钻录测井资料）不少于1个/100 km²~500 km²。远景区调查：地质资料点（含钻录测井资料）不少于2个/100 km²~500 km²。有利区调查：地质资料点（含钻录测井资料）不少于4个/100 km²~500 km²。根据富有机质页岩出露情况，可适当调整调查精度。

6.1.2.4 调查成果

编制富有机质页岩地层剖面草图、标注主要断裂位置、地质资料验证结果，以及相关实验测试数据。

6.1.3 富有机质页岩地层剖面测量

6.1.3.1 基本要求

应根据调查阶段的工作内容和目标地层出露情况，部署实测地层剖面的数量及其比例尺。

主要任务是了解富有机质页岩厚度、岩性、矿物组分、岩相变化、与上覆地层和下伏地层的接触关系等，获取有机地球化学、储集性能和力学性质等特征参数。

具体剖面测量要求参照SY 5517-1992 第8章执行。

6.1.3.2 部署原则

剖面应选择富有机质页岩出露齐全、地层层序完整、顶底界线清楚、相标志明显、构造简单的地区，尽可能穿越主要页岩层段和各代表性相单元。

6.1.3.3 测量工作量

资源潜力调查：按照盆地或一级构造单元内部署6~8条实测剖面（含钻井剖面），比例尺为1:500；远景区调查：每个远景区部署4~6条实测剖面，比例尺为1:500；有利区调查：每个有利区部署3~5条实测剖面，比例尺为1:200。

6.1.3.4 剖面测量成果

提交实测地层剖面图与页岩气地层综合柱状图，主要内容包括地层层序、地层结构、沉积构造、岩性描述、化石组合、沉积相划分、页岩有机地球化学、岩石矿物分析、储集性能和力学性质分析等。

6.1.4 岩相古地理调查

6.1.4.1 基本要求

6.1.4.1.1 充分收集整理已有的成果资料，建立相应的资料卡片和图表。对已有沉积相剖面资料进行适当的野外调查验证。

6.1.4.1.2 重建沉积盆地充填史及构造演化史，刻画盆地演化过程中富有机质页岩沉积时期的古地理格局。

6.1.4.1.3 了解不同沉积环境下沉积物特征，分析预测富有机质页岩及其顶底地层的区域展布规律。

6.1.4.2 部署原则

主要包括：

6.1.4.2.1 对于工作程度较低的沉积盆地或构造单元，应按照沉积古地理编图的相关技术要求（DZ/T 0259，SY/T 5615），开展系统的沉积相调查与剖面测量，以建立其沉积充填序列和地层格架。

6.1.4.2.2 对于工作程度较高的沉积盆地或重要构造单元，应在部署适量的沉积相剖面实测基础上，系统收集已有钻测井资料，并开展典型沉积相剖面资料的野外验证，以建立不同相区的标准剖面。

6.1.4.2.3 对于有利区带或特定的调查区块，需根据钻测井资料、钻井岩心编录，结合地震剖面的地震相分析，深入刻画有利目标层段或储层段的空间展布特征。

6.1.4.3 调查工作量

资源潜力调查：比例尺 $\leq 1:2000000$ ，每个相区控制性相剖面不少于2条，辅助性相剖面2~3条，并应有适量路线观测点予以补充控制。

远景区调查：比例尺 $1:500000 \sim 1:1000000$ ，每个相区控制性相剖面不少于3条，辅助性相剖面不少于3条，并应有适量路线观测点或物探（MT或地震）剖面予以补充控制。

有利区调查：比例尺 $1:50000 \sim 1:250000$ ，每个相区控制性相剖面3~5条，辅助性相剖面不少于4条，并应有较多的路线观测点或二维地震剖面予以补充控制。

6.1.4.4 调查成果

基础图件包括综合柱状图、综合柱状对比图、地层等厚图、古生物相图等；

综合性图件包括岩相古地理图、沉积相演化模式图等，对于较小范围的远景区或有利区，建议编制目的层段沉积微相图。

6.2 重力、磁法、电法

6.2.1 目的任务

初步了解区域构造格局和富有机质页岩层系的地层展布与埋深，为构造带划分及页岩气资源潜力评价提供依据。

6.2.2 区域重力、磁法测量

6.2.2.1 基本要求

区域重力测量初步预测主要目标层系的厚度与埋深，解译断裂体系等，具体参照SY/T5819执行。

区域磁法测量初步预测盆地基底埋深，基底断裂，以及主要磁性体分布与埋深，具体参照SY/T 5771执行。

6.2.2.2 部署原则

除DZ/T0259（6.2.2.2）规定的内容外还应结合沉积盆地以往工作程度，以了解富有机质页岩层系埋深、厚度为目的进行部署。

6.2.2.3 测量精度与质量要求

区域重力测量参照SY/T5819执行，区域磁法测量参照SY/T5771执行。

6.2.3 重力、磁法、电法剖面测量

6.2.3.1 基本要求

初步了解盆地基底结构特征及变化规律、主要目标层系厚度及埋深等，了解基底断裂的展布特征及地下岩溶（缝、洞）发育情况。

6.2.3.2 部署原则

6.2.3.2.1 以基本了解盆地基底结构构造、主要地层单元分布、区域断裂为原则，主干测线起止于盆地周缘基岩出露区。根据工作区已有工作程度，可单独部署重力剖面测量、地面磁法剖面测量和电法剖面测量，也可配套部署重力、磁法、电法剖面测量。

6.2.3.2.2 剖面应垂直或近于垂直主要构造走向，或以穿越不同构造单元的调查测线为主干剖面，垂直或近于垂直主干剖面的测线为联络测线进行部署。

6.2.3.2.3 根据区域地质条件的不同，主干测线的线距确定为20km~40km，根据主干测线长度确定联络测线，每个测区不少于2条联络测线。

6.2.3.2.4 电法剖面测量的探测深度应大于盆地基底埋深，可用于探测地下岩溶发育情况，为调查井或参数井井位优选提供依据。

6.2.3.3 测量精度与质量要求

6.2.3.3.1 重力剖面测量点距一般确定为250m~500m，与磁法剖面测量配套实施时重磁测量点距一致，与电法剖面配套实施时，点距为电法剖面点距的1/2，其仪器准备、数据采集、资料处理等精度要求应参照SY/T 5819执行。

6.2.3.3.2 磁法剖面测量的点距、数据采集、资料处理等精度要求应参照SY/T5771执行。

6.2.3.3.3 电法剖面测点距一般500m或1000m，点距应根据目标任务确定，其仪器准备、数据采集、资料处理等各环节的质量要求应参照SY/T 5772、SY/T 5820执行。

6.2.4 资料与成果

6.2.4.1 区域重力、磁法测量资料与成果

6.2.4.1.1 区域重力测量资料与成果。包括成果报告；主要地层单元厚度图、局部构造预测图、断裂系统图、构造单元划分图、综合解释剖面图等成果图件；各项原始数据采集记录和质量记录等。

6.2.4.1.2 区域地面磁测资料与成果。包括成果报告；断裂系统图、基底埋深等值线图成果图件；各项原始数据采集记录和质量记录等。

6.2.4.1.3 综合解释成果图件。包括富有机质页岩层系埋深、厚度图等。

6.2.4.2 重力、磁法剖面测量资料与成果

成果报告，推断剖面成果图，各项原始数据采集记录和质量记录等。

6.2.4.3 电法剖面测量资料与成果

成果报告，各向异性断面图、视电阻率断面图、阻抗相位断面图、定性解释图、定量解释图等成果图件，各项原始数据采集记录和质量记录等。

6.3 二维地震

6.3.1 目的任务

基本了解沉积盆地的结构、区域构造样式及局部重点断层或褶皱构造特征；了解富有机质页岩层系的厚度与空间展布等特征，为页岩气资源评价与区块优选提供依据。

6.3.2 基本要求

应选择有代表性的地段进行地震方法试验，在确定可以得到目的层有效反射的情况下，部署二维地震剖面。完成数据采集后，结合其他物探和野外地质调查、钻井调查等资料，解译目标地层的空间分布与构造发育特征。可参照DZ/T0180执行。

6.3.3 部署原则

6.3.3.1 测线部署应尽可能控制盆地的主要构造单元，以揭示主要地层单元的时空展布特征。

6.3.3.2 主测线应尽可能垂直或近于垂直地质构造线、穿越不同构造单元；联络测线尽可能与主测线垂直，以构成控制整个工作区的地震测网。二维地震剖面应为直测线，应通过野外踏勘选择在地表地震地质条件较好的位置，并结合目标地层和构造展布进行部署。

6.3.3.3 若同时开展重力、磁法、电法等测量或实测地质剖面测量，应尽量安排在相同或相近的位置，力求多种方法相互验证。

6.3.3.4 施工参数应通过论证和现场试验确定，排列长度原则上不小于目的层的埋深，地表结构复杂时，应配套低速带调查工作。

6.3.3.5 应优先选择富有机质页岩有利沉积相带（如深水陆棚相、深湖半深湖相等）、构造稳定区（如断裂不发育、产状平缓、岩浆活动较弱地区等）和富有机质页岩埋深适中地区（<4500m）部署二维地震。

6.3.4 测量精度与质量要求

6.3.4.1 资源潜力调查

原则上不部署二维地震。

6.3.4.2 远景区调查

具有能够控制远景区构造形态和目的层展布特征的二维地震测线，具体要求参照DZ/T0180、SY/T5314执行。

6.3.4.3 有利区调查

具有能够控制有利区地质构造特征和富有机质页岩展布特征的二维地震测线，具体要求参照DZ/T0180、SY/T5314执行。

6.3.5 资料与成果

二维地震剖面测量的成果报告。当只有1条或2条地震剖面，应形成经地质解释的地震剖面图；当有3条以上地震剖面，且测线距小于4km时，可参照DZ/T0180要求，编制系列成果图件 [如地震反射地质解释剖面图或某构造层地震反射剖面图、工作区页岩气综合预测（评价）图等]，编制富有机质页岩层系埋深、厚度等值线图，富有机质页岩顶底界T0图、构造图和埋深图等。各项原始数据采集记录和质量记录等。

6.4 地质调查井

6.4.1 目的任务

通过富有机质页岩空间展布、有机地球化学、岩矿物组分特征，获取储集性能、岩石力学性质和含气性等关键评价参数，验证页岩含气性；同时实施地球物理测井，获取相关地层物性参数，为地球物理调查的地质解译提供约束条件，为页岩气参数井井位优选和有利目标区优选提供依据。

6.4.2 基本要求

6.4.2.1 钻井

一般为获取页岩气地质资料的机械岩心钻井，具体要求参照DZ/T 0227执行。

6.4.2.2 录井

主要有岩心录井、钻时录井、钻井液录井、荧光录井、气测录井等，编制相应比例尺的录井综合柱状图。基本要求参照SY/T5251执行。

6.4.2.3 岩心含气量解析

岩心含气量解析基本要求参照SY/T6940执行。

6.4.2.4 测井

应进行标准测井（全井段测井，比例尺1:500），目的层段根据需要选择自然伽马、自然电位、双井径、双侧向、视电阻率、补偿中子、补偿声波、补偿密度、自然伽马能谱、井温、井斜，如固井应加测磁定位、声幅、声波变密度。基本要求参照SY/T 5600、SY/T 6994执行。

6.4.3 部署原则

6.4.3.1 井位选择以揭示目标地层最全，并有利于关键地质问题的解决。根据地面和地下地质条件，设计最佳的井位、井深和井身结构。井深一般为800m~2000m。

6.4.3.2 配套实施必要的录井和地球物理测井工作，确保取全钻遇地层的物性数据，为地球物理调查资料的地质解释提供依据。

6.4.4 精度要求

6.4.4.1 调查井

资源潜力调查：原则上不部署地质调查井，目的层大面积覆盖区可按1口/1000km²部署。

远景区调查：工作区地质调查井部署不少于1口/1000km²。

有利区调查：工作区地质调查井部署不少于2口/1000km²。

6.4.4.2 录井

气测录井应连续测量，整米记录，参照SY/T 5788.2执行。

钻时录井、岩心录井、钻井液录井参照SY/T 5788.3执行。

荧光录井应对岩心逐层进行湿照、干照，目的层逐层取样滴照，参照SY/T 6611执行。

6.4.4.3 测井

标准测井：比例尺1:500，全井段测量。

目的层测井：比例尺1:200，目的层段测量。

井斜测井：比例尺1:200，自井底测至井口。

6.4.4.4 录井图件编制

录井井段编制比例尺1:500录井综合柱状图。

主要目的层段或页岩气显示层段也应编制比例尺1:200的录井综合柱状图。

主要目的层段页岩含气量柱状图（比例尺为1:200）。

6.4.5 资料与成果

6.4.5.1 成果报告

成果报告包括：

- a) xxx井录井总结报告。
- b) xxx井钻井工程报告。
- c) xxx井地球物理测井解释报告。
- d) xxx井完井页岩气地质综合研究报告。
- e) xxx井页岩含气量测定结果。

6.4.5.2 原始资料及图件

主要包括：

- a) 钻井岩心编录原始资料一套。
- b) 钻井钻时录井、荧光录井、气测录井、钻井液录井原始资料一套。
- c) 测井资料一套，主要包括：标准测井、目的层测井要求的组合测井曲线、井斜测井曲线（深度比例除标准测井和井斜测井曲线图为1:500外，其余测井曲线图均为1:200）。
- d) 岩矿鉴定及各种分析资料数据一套。
- e) 解析气量测定原始记录一套。
- f) 残余气量测定原始记录一套。
- g) USBM直接法损失气量曲线图。

6.4.5.3 成果图件

主要包括：

- a) 钻遇地层页岩气地质综合柱状图（含测井曲线和含气性测试结果）（比例尺为1:500）。
- b) 目的层段或含气页岩层段录井综合柱状图（比例尺为1:200）。
- c) 页岩累积测量气量曲线图（比例尺为1：200）。

成果图件编制参照SY/T5615执行。

6.5 参数井

6.5.1 目的任务

以获取工作区富有机质页岩层系地层序列、含气页岩厚度和结构、有机地球化学特征，进一步评价含气页岩的储集性能、岩石力学参数和含气性（可进行地层测试）为主要目的，是页岩气有利区资源评价和靶区优选的重要依据。

6.5.2 基本要求

6.5.2.1 钻井

重点为获取富有机质页岩各项评价参数为目的，设计井深一般不超过4500m。井位设计及地质设计参照SY/T 6244、SY/T 5965执行

6.5.2.2 测录井

除执行6.4.2规定的测录井内容外，应增加岩屑录井，必要时可增加微电阻率成像、声波扫描、元素俘获和核磁共振等特殊测井。

6.5.2.3 岩心含气量解析

岩心含气量解析基本要求应参照SY/T6940执行。

6.5.2.4 地层测试

地层测试设计、施工参照SY/T 5980、SY/T 6293执行，必要时实施微地震监测。

6.5.3 部署原则

6.5.3.1 远景区调查：根据需要，每个远景区部署参数井1~2口；有利区调查：每个有利区应部署参数井1口。

6.5.3.2 井位选择应以目的层厚度大、构造简单、顶底板完整，以及地表条件相对简单的地段为宜。

6.5.3.3 配套实施必要的录井和地球物理测井工作，确保取全钻遇地层的物性数据，为地球物理调查资料的地质解释提供依据。

6.5.3.4 压裂测试应根据钻井、录井和测井资料，结合目的层段含气性测量成果，确定是否需要开展压裂测试工作。

6.5.4 精度要求

主要包括：

- a) 参数井测录井及其图件编制精度要求与调查井基本一致，具体要求参照6.4.4。
- b) 参数井钻探以油气钻井为主，在钻遇目标地层（富有机质页岩）时应连续取心，且取心率不得低于90%，岩心总长度不小于50m。
- c) 特殊测井比例尺为1：200，其中目标地层微电阻率成像测井为1：20。
- d) 主要目的层段页岩含气量柱状图（比例尺为1：200）。

6.5.5 资料与成果

6.5.5.1 成果报告

成果报告包括：

- a) ...xxx井录井总结报告，参照SY/T 5599执行。
- b) ...xxx井钻井工程报告。
- c) ...xxx井地球物理测井解释报告。
- d) ...xxx井完井页岩气地质综合研究报告。
- e) ...xxx井地层测试成果报告。
- f) ...xxx井特殊测井解释报告。
- g) ...xxx井页岩含气量测定结果。

6.5.5.2 原始资料及图件

主要包括：

- a) 钻井岩心编录原始资料一套。
- b) 钻井岩屑录井、钻时录井、荧光录井、气测录井、钻井液录井原始资料一套。
- c) 测井资料一套，主要图件有：标准测井、组合测井、井斜测井和特殊测井曲线图。
- d) 岩矿鉴定及各种分析数据一套。
- e) 解析气量测定原始记录一套。
- f) 残余气量测定原始记录一套。
- g) USBM直接法损失气量曲线图。

6.5.5.3 成果图件

主要包括：

- a) 钻遇地层页岩气地质综合柱状图（比例尺为1:500）。
 - b) 主要目的层段（取心段）或含气页岩层段录井综合柱状图（比例尺为1:200）。
 - c) 特殊测井成果图件包括：含气页岩层段元素含量及脆性矿物柱状图、物性分布图、岩石力学柱状图（杨氏模量、泊松比、地应力大小等）、岩性—构造—裂缝—应力方向柱状图等。
 - d) 页岩累积测量气量曲线图（比例尺为1：200）。
- 成果图件编制可参照SY/T5615执行，

7 资源评价与选区

7.1 目的任务

以页岩气地质条件为基础，计算页岩气资源量，评价资源潜力，优选页岩气远景区和有利区，提出勘查靶区建议，促进和引导不同地区、不同类型的页岩气勘查开发。

7.2 基本要求

页岩气资源评价应按照基础地质条件分析—评价单元划分—调查程度划分—资源量计算方法选择—关键参数厘定—资源量综合评价的工作程序进行（参见附录A—页岩气资源评价）；页岩气选区评价应按照评价单元划分—基础参数研究—评价参数赋值—评价结果输出—评价结果分析的程序进行（参见附录B—页岩气资源选区评价）。

7.3 资源评价方法

资源评价方法参见附录A—页岩气资源评价。可根据工作区调查程度，选择不同的评价方法，高调查程度区主要采用单井估算法、体积法，中调查程度区主要采用体积法，低调查程度区主要采用类比法。

7.4 远景区优选

7.4.1 概述

远景区优选是基于页岩气资源潜力调查的成果，在基本了解工作区地质条件、富有机质页岩层系空间分布和储集性能的基础上，采用双因素法评价优选页岩气远景区。

7.4.2 基础评价图件编制

主要包括：

- a) 含气页岩厚度等值线图；
- b) 含气页岩有机碳含量等值线图；
- c) 含气页岩镜质体反射率等值线图；
- d) 含气页岩沉积相图；
- e) 含气页岩埋深等值线图。

7.4.3 远景区优选指标

主要包括：

- a) 海相和陆相富有机质页岩层段连续厚度应大于15m，海陆交互相富有机质页岩层段连续厚度应大于20m，平均含气量大于 $0.5\text{m}^3/\text{t}$ ；
- b) 海相、海陆交互相和陆相页岩的有机碳含量（TOC）大于等于1.0%；
- c) 镜质体反射率 $R_o=0.5\% \sim 3.5\%$ ；
- d) 含气量大于 $0.5\text{m}^3/\text{t}$ ；
- e) 埋深小于4500m。

7.4.4 远景区优选方法

参见附录B—页岩气资源选区评价

7.5 有利区优选

7.5.1 概述

有利区优选是基于远景区调查评价成果，在了解远景区地质条件、富有机质页岩层段空间分布和储集性能的基础上，采用多因素叠加法进行页岩气有利区优选。

7.5.2 基础评价图件编制

图件包括：

- a) 含气页岩沉积微相或岩相图；
- b) 含气页岩厚度等值线图；
- c) 含气页岩有机碳含量等值线图；
- d) 含气页岩镜质体反射率等值线图；
- e) 含气页岩埋深等值线图；
- f) 含气页岩脆性矿物含量等值线图；
- g) 含气页岩地层压力等值线图。

7.5.3 有利区优选指标

主要包括：

- a) 海相和陆相富有机质页岩层段连续厚度应大于20m，海陆交互相富有机质页岩层段连续厚度应大于25m，平均含气量大于 $0.5\text{m}^3/\text{t}$ ；
- b) 海相、陆相及海陆交互相页岩有机碳含量（TOC）应大于1.5%；
- c) 镜质体反射率（ R_o ）一般1.0%~3.5%；
- d) 含气量大于 $1\text{m}^3/\text{t}$ ；
- e) 埋深小于4500m。

7.5.4 有利区优选方法

参见附录B。

7.5.5 勘查靶区优选指标

主要包括：

- a) 海相或陆相富有机质页岩层段连续厚度应大于30m，海陆交互相富有机质页岩层段连续厚度应大于35m；
- b) 含气页岩 TOC 应大于 2.0%；
- c) R_o 一般应达到 1.0%~3.5%；
- d) 脆性矿物含量大于 30%；
- e) 海相含气量大于 $2\text{m}^3/\text{t}$ ，陆相及海陆交互相含气量大于 $1.5\text{m}^3/\text{t}$ ；
- f) 埋深小于 4000m。

7.6 评价成果

7.6.1 资源评价成果

资源评价成果主要内容见附录 B（B.4、B.5）。

7.6.2 远景区优选成果

包括：

- a) 成果图件包括页岩气远景区富有机质页岩埋深、厚度等值线图，页岩气远景区分布图，页岩气远景区综合评价图。平面图比例尺：1:250000~1:500000。
- b) 成果报告包括页岩气远景区资源量计算结果、页岩气远景区预测与评价、页岩气勘探前景分析等。

7.6.3 有利区优选成果

包括：

- a) 成果图件主要包括页岩气有利区富有机质页岩层段埋深、厚度等值线图，有利区分布图，有利区综合评价图，勘查靶区分布图。平面图比例尺：1:100000~1:200000。
- b) 成果报告包括有利区优选结果与资源评价，页岩气勘查开发前景分析

8 成果编制

8.1 报告编写

成果报告应按照上级要求的内容、格式、时间进行编制和提交。成果报告编写提纲参见附录 C，具体章节划分视工作性质和任务可适当调整，可参照 DZ/T0259 执行。

对于调查中安排的地球物理、钻井工程、测试分析等的成果报告编写，应参照相关的调查规范执行。

8.2 附图、附表

8.2.1 基础图件

基础图件是各类项目（课题）均应提交的图件。主要包括构造纲要图、实测地层剖面图、地质综合柱状图、地层对比图、目标层段柱状对比图、野外相关工程的描绘图（如探坑、探槽素描图等）等。图件编制要求参照 SY/T 5615 执行。

8.2.2 成果图件

成果图件应与相应的调查方法、调查内容和成果报告要求一致，图件编制要求参照 SY/T 5615 执行。

8.2.3 附表

包括野外调查、剖面测量、地球物理调查、钻井等相关的原始记录表；以及岩石分析测试、含气量测试、页岩气资源评价与选区等数据记录表格。

8.3 成果提交

包括调查评价工作过程中获取的各种原始资料、成果报告及其附图和附表等。

9 质量控制

9.1 质量控制方式与内容

9.1.1 概述

由项目组成员负责自检、互检，项目管理部门或承担单位负责质量检查，检查采用室内检查和野外抽查两种方式。

9.1.2 室内检查内容

主要包括：

- a) 项目设计书、设计审批意见书、任务调整批复意见、合同书以及自检互检抽检记录等技术管理文件；
- b) 项目原始资料（野外路线调查记录、实测地层剖面图及记录；野外工程原始地质编录资料；样品的采集记录、样品测试报告等）。项目组自检互检率 100%，主要原始资料每项抽查比例应不低于 20%，其它原始资料的检查比例由检查组确定。

9.1.3 野外抽查内容

主要包括：

- a) 有野外实物工作量的项目应进行野外抽查。
- b) 抽查原始资料所反映的地质现象是否真实和准确，评价原始资料与地质客体的吻合程度；抽查工程的施工质量和样品的采集质量，评价样品的代表性。
- c) 每个项目野外抽查应不少于已完工程 15%，地球物理调查等面积性工作的检查比例按相关技术要求执行，原则以能满足对项目原始资料质量做出整体评价为准。

9.1.4 检查结果

检查结束后，检查组应形成检查报告，客观评价项目质量和执行情况等，提出存在的问题和整改意见及建议，并及时向组织检查单位报送，下发项目承担单位和抄送相关主管部门。项目承担单位应根据检查报告提出的整改意见及时进行整改，并根据检查组的意见上报整改情况。

9.2 野外验收

9.2.1 验收内容

验收内容包括：

- a) 实物工作量完成情况；
- b) 地质、地球物理、地球化学等野外采集数据、记录及各类实测剖面、平面图件等；
- c) 采集样品清单与送样清单；
- d) 重要的地质现象和可能具有重要地质意义的地质点/剖面，需进行实地检查和验证；
- e) 野外调查的阶段性工作总结。

9.2.2 一般要求

野外工作结束后，由项目主管部门组织野外验收，验收的一般要求如下：

- a) 验收专家组应根据项目（课题）技术设计书（包括经上级批准的修正设计文件）、任务书、合同书、本规范及其它有关地质调查规范和规程进行野外验收；
- b) 验收专家组应在 10 个工作日内提出野外验收意见书；
- c) 项目组应根据验收意见书中所提出的问题，及时补做工作、修正或返工。

9.2.3 野外地质调查

- b) 设计工作量完成情况；
- c) 工作质量情况，包括路线地质调查、地层剖面测量、采样层位、样品数量和质量等是否达到技术设计要求；
- d) 原始记录是否齐全、准确、清晰；

- f) 实际材料图及其他图件是否按要求编制;
- g) 野外工作小结及各种检查记录是否齐全;
- h) 野外验收检查点数不少于设计点数的 30%。

9.2.4 重力、磁法、电法调查

重力、磁法、电法调查的野外资料验收参照如下规范执行:

- a) 重力: 按照 SY/T 5819 的要求执行;
- b) 磁法: 按照 SY/T 5771 的要求执行;
- c) 电法: 按照 SY/T 5772、SY/T 5820 的要求执行。

9.2.5 二维地震调查

地震剖面调查的野外资料验收参照 DZ/T 0180, SY/T 5314 执行。

9.2.6 钻井调查验收要求

钻井调查验收要求包括:

- a) 岩心采取率是否符合设计要求;
- b) 原始班报表(如交接班记录表、钻探班报表及简易水文观测记录等)是否真实、齐全、准确;
- c) 井斜测量记录及纠斜记录;
- d) 孔深误差测量与校正记录;
- e) 井漏和堵漏记录;
- f) 重要层段及主要取心段的地质编录与综合柱状图;
- g) 岩屑录井、钻井液录井记录及相应图件;
- h) 地球物理测井记录及相应图件。

9.3 成果资料质量要求

9.3.1 图件质量一般要求

主要包括:

- a) 图件绘制目的明确,反映地质规律清晰、易懂;
- b) 绘制方法得当、内容准确、资料可靠;
- c) 图面整洁、美观,项目齐全;
- d) 原始点位图与复制的点位图一致;
- e) 报告中各项数据与图件中数据一致;
- f) 构造横剖面图、柱状剖面图、实测剖面图等图件中标示的内容应互相一致。

9.3.2 地层剖面图资料质量要求

应达到:

- a) 地层、岩石定名正确;
- b) 剖面分层厚度符合精度要求;
- c) 各项统计数据、资料齐全准确;
- d) 重要的地层或地质现象应有横向变化资料;
- e) 文字描述准确、简明、易懂,各项数据无涂改;
- f) 各剖面分段接层无误;

- g) 有带地形的、反映构造的岩性剖面、插图和素描图;
- h) 有完整的分段小结和剖面小结;
- i) 样品采集应与剖面精度要求一致。

9.3.3 综合柱状剖面图质量要求

应达到:

- a) 所选实测剖面应是完整系统的, 其岩性、厚度均有代表性;
- b) 所选实测剖面应为有岩矿样品控制的剖面;
- g) 分段截取剖面时, 至少应以群组段截取, 同时集中后的总厚度亦有代表性;
- c) 项目数据齐全准确, 特别是各群组、岩系、含气页岩层厚度, 采样位置, 图例等应明确、清楚;
- d) 岩性描述、分层恰当, 应在区域内可对比或有对比意义;
- e) 综合岩性描述以组(个别可为群、段)为单位进行综合, 应明确地反映出岩性、岩相、沉积现象、生储气条件的异同及独特性、纵横向变化规律及它们之间的相互关系;
- f) 文字描述应通顺、易懂, 表达的内容简明、正确、清晰。

9.4 成果报告质量要求

包括:

- a) 报告各章节应紧紧围绕目标任务, 归纳总结出调查所获得的主要进展、成果与认识;
- b) 附图及综合性插图、照片应能说明问题, 并紧密配合报告文字叙述;
- c) 结论应恰当, 与实际调查资料无矛盾;
- d) 如实反映存在的问题, 并提出下一步工作建议。

9.5 资料汇交质量要求

资料汇交应按地质资料汇交的相关规定执行。

附录A
(资料性附录)
页岩气资源评价

A.1 页岩气资源评价流程

页岩气资源评价流程如下:页岩气基础地质条件分析→评价单元划分→调查程度划分→资源量计算→关键参数确定→资源量综合评价。

A.2 页岩气资源评价

A.2.1 页岩气基础地质条件分析

主要包括:

- a) 构造、沉积及地层发育背景;
- b) 富有机质页岩发育的区域地质条件;
- c) 页岩气的形成富集条件,包括含气页岩层段的有机质丰度、热演化程度、储集条件、保存条件等;
- d) 页岩气调查程度与发现情况。

A.2.2 评价单元划分

分别在平面上和纵向上划分评价单元。

平面评价单元按构造单元或特定区块划分。

纵向评价单元按含气页岩层段划分,主要依据钻井、录井、测井、露头剖面、地震及相关测试分析资料划分,具体如下:

- a) 以富有机质页岩为主(可含少量砂岩、碳酸盐岩等夹层),有机碳含量(TOC) $\geq 1.0\%$, I、II₁型干酪根镜质体反射率(Ro) $\geq 1.3\%$, II₂、III型干酪根镜质体反射率(Ro) $\geq 0.7\%$,厚度达到单独开采价值;
- b) 在同一压力系统内,内部无明显水层,顶、底板为致密岩层;
- c) 在气测曲线上有明显的异常;
- d) 伽马、电阻率、声波时差、密度等电测曲线具有含气特征。

A.2.3 调查程度划分

依据实际资料情况把评价区划分成高、中、低三种调查程度区,不同调查程度评价区选择不同的评价方法。

高调查程度:目的层有地震详查或三维地震资料,有较多钻遇目的层的探井、评价井以及相关分析化验、测井资料等。该区页岩气基本地质条件清楚,具有页岩气的成功探井,可全面获取页岩气评价关键参数及资料。

中调查程度:有部分二维地震资料,有少量钻遇目的层的预探井或区域探井等资料、有部分分析测试资料,页岩气基本地质条件较清楚,可获得部分页岩气评价关键参数值。

低调查程度:仅有少量地震资料,或重力、磁法、电法等非震物探资料,没有针对目的层的钻井资料,页岩气基本地质条件不清楚,页岩气资源评价关键参数值难以确定,仅能靠类比方式得到。

A.2.4 资源量计算方法

资源量计算方法主要包括单井储量估算法、体积法、类比法。根据调查程度选择不同的计算方法，高调查程度区主要采用单井储量估算法、体积法，中调查程度区主要采用体积法，低调查程度区主要采用类比法。

A.2.4.1 单井估算法

单井估算法把评价区划分成若干最小估算单元，通过对每个最小估算单元的计算，得到整个评价区的资源量（见 SY/T 5867 中 A.18）。

计算公式为：

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \cdot f \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Q: 评价区资源量, 10^8m^3 ;
- q: 单井资源量, 10^8m^3 ;
- i: 评价区内第 i 个估算单元, 自然数;
- n: 评价区内估算单元个数, 自然数;
- f: 钻探成功率, %。

单井资源量以评价区的单井实际资源量为准，最小估算单元以评价区单井排泄范围为准，钻探成功率由评价区的钻探效果决定。

A.2.4.2 体积法

计算公式为：

$$Q_{\text{总}} = Q_{\text{吸}} + Q_{\text{游}} = S \cdot H \cdot \rho \cdot G / 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $Q_{\text{总}}$: 页岩气资源量, 10^8m^3 ;
- $Q_{\text{吸}}$: 吸附气资源量, 10^8m^3 ;
- $Q_{\text{游}}$: 游离气资源量, 10^8m^3 ;
- S: 评价单元面积, km^2 ;
- H: 含气页岩层段厚度, m;
- ρ : 页岩密度, t/m^3 ;
- G: 含气量, 吸附气含量与游离气含量之和, m^3/t 。

利用厚度和含气量的累积概率分布，采用蒙特卡罗法得到概率为 5%、25%、50%、75% 和 95% 的资源量。

A.2.4.3 类比法

将含气量作为主要的类比参数进行类比，计算公式为：

$$Q = \sum_{i=1}^n (S_i \times h \times \rho \times G_i \times \alpha_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- Q: 评价区的页岩气资源量, 10^8m^3 ;
- S_i : 评价区含气页岩层段分布面积, km^2 ;
- h: 评价区含气页岩层段厚度, km;
- ρ : 页岩密度, t/m^3 ;

G_i : 类比标准区含气量, m^3/t ;

α_i : 相似系数。

其中, 相似系数由评价区与类比标准区影响页岩含气量的主要因素(有机碳含量、有机质类型、热演化程度、储集性能、保存条件等)类比获得。

A.2.5 关键参数确定方法

A.2.5.1 含气页岩层段厚度确定

含气页岩层段厚度的确定方法主要有以下几种:

- a) 利用录测井及相关测试分析资料确定厚度;
- b) 利用野外地质调查剖面及相关测试分析资料来确定厚度;
- c) 利用地震剖面特征横向追踪厚度;
- d) 按沉积特征推测调查程度极低地区的含气页岩层段厚度。

在平面上统计每个参数点的含气页岩层段厚度, 绘制等值线图, 并统计概率分布, 形成累计概率曲线。统计每个参数点的含气页岩层段的厚度及其相关参数时, 按页岩类、砂岩类、碳酸盐类三类岩石相分别统计计算。其中, 页岩类需计算吸附气和游离气含量, 砂岩类和碳酸盐岩类只计算游离气含量, 每种岩性对应的各种属性参数可采用厚度加权平均取值:

$$\Delta X = \frac{\sum_{i=1}^m (h_i \times X_i)}{\sum_{i=1}^m h_i}, \quad X_i = \frac{1}{n} \sum_{1}^n X_i n_i \dots\dots\dots(4)$$

式中:

Δx : 目的层段某参数加权平均值;

h_i : 第 i 小层厚度;

X_i : 第 i 小层参数值平均数;

M : 小层的个数;

N : 第 i 小层中测试点的数目。

A.2.5.2 含气页岩层段分布面积确定

依据含气页岩层段厚度等值线图, 圈定有机碳含量(TOC) $\geq 1.0\%$, 且镜质体反射率(R_o) $\geq 1.3\%$ (I、II₁型有机质) 或 $\geq 0.7\%$ (II₂、III型有机质) 的面积作为计算面积。

A.2.5.3 页岩密度确定

采用实测视密度值。

A.2.5.4 含气量确定

含气量的获取方法主要有以下几种:

- a) 解析法现场实测含气量;
- b) 等温吸附法测量吸附气量;
- c) 游离气含量依据实测或测井计算的含气饱和度、含水饱和度确定;
- d) 类比法推算含气量。

将获得含气量统计概率分布, 形成累计概率曲线。

若含气量数据为现场实测含气量，要注意损失气量的恢复。损失气计算的方法主要有直线回归法、多项式回归法和非线性回归法等。

在盆内超高压区天然气散失较多，建议损失气量采用多项式回归进行恢复；在盆外常压区，由压降导致的天然气散失较小，建议采用直线回归法；在盆缘微超压区，建议采用直线回归法与多项式回归法的平均值。

A.3 资源量综合评价

A.3.1 资源评价可靠性、合理性分析

可靠性分析应包括三个方面内容，各种评价资料使用情况说明；关键参数取值方法说明；不确定因素分析。

合理性分析可将评价区的页岩气资源量与其生烃量和残留烃量进行对比分析。

A.3.2 资源量可信程度划分

资源量按照可信程度划分为可靠资源量及远景资源量。

可靠资源量：由中、高调查程度区获得的参数值计算的资源量；

远景资源量：由低调查程度区获得的参数值计算的资源量。

A.3.3 资源量分级评价

资源量分级按层丰度分为三级：

- a) I级资源量：层资源丰度 $>5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ ；
- b) II级资源量：层资源丰度 $2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2 \sim 5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ ；
- c) III级资源量：层资源丰度 $<2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 。

A.3.4 资源量分类

资源量分类包括：

- a) 资源层系划分：分前古生界、下古生界、上古生界及中生界等层系进行评价；
- b) 资源深度划分：分 $<2000\text{m}$ 、 $[2000\text{m}, 3500\text{m})$ 、 $[3500\text{m}, 4500\text{m}]$ 和 $>4500\text{m}$ ；
- c) 资源沉积相划分：海相、海陆交互相、陆相；
- d) 资源地理环境划分：平原、丘陵和湖沼，山地和高原，沙漠和戈壁；
- e) 资源行政区划分：省/市/自治区。

A.4 页岩气资源评价成果

A.4.1 页岩气资源评价报告

页岩气资源评价报告包括以下内容：

- a) 各评价区勘查现状；
- b) 各评价区基本地质特征；
- c) 各评价区页岩气资源量计算；
- d) 评价结果合理性及可靠性分析
- e) 各评价区页岩气资源分布特征。

A.4.2 附图、表

图件按照工业制图标准，应按照SY/T 5615执行。

A.4.2.1 基础图件

基础图件主要包括以下图件，应根据评价区调查程度及资料完备情况具体确定。主要包括：

- a) 地质条件图：如构造图、沉积相图；
- b) 有机碳（TOC）含量等值线图；
- c) 热成熟度（ R_o ）等值线图；
- d) 含气页岩层段厚度等值线图；
- e) 含气量等值线图；
- f) 脆性矿物含量等值线图；
- g) 顶面埋深等值线图；
- h) 代表性的钻井剖面；
- i) 目的层地层对比图。

A.4.2.2 基础数据表

基础数据表包括：

- a) 页岩气资源评价基础数据表见表 A.1。

表 A.1 页岩气资源评价基础数据表

区块名称	层系	含气页岩层段	评价区面积 km ²	埋藏深度 m	含气页岩层段厚度 m	有机碳含量 %	干酪根类型	成熟度 R_o	孔隙度 %	渗透率 nd	粘土矿物含量 %	脆性矿物含量 %	地表环境	资源量 10 ⁸ m ³

制表人： 审核人： 填表日期：

- b) 含气页岩层段厚度统计表见表 A.2。

表 A.2 含气页岩层段厚度统计表

区块	层系	含气页岩层段	含气页岩层段厚度 m	砂岩厚度 m	页岩厚度 m	灰岩厚度 m

制表人： 审核人： 填表日期：

- c) 含气页岩层段分布面积统计表见表 A.3。

表 A.3 页岩气层度分布面积统计表

区块	层系	含气页岩层段	分布面积 km ²

制表人：审核人：填表日期：

A.5.2.3 成果数据表

成果数据表包括：

- a) 页岩气资源量统计表见表 A.4。

表 A.4 页岩气资源量统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

- b) 页岩气资源按可信程度分类统计表见表 A.5。

表 A.5 页岩气资源按可信程度分类统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	级别	可信程度	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

- c) 页岩气资源分级评价统计表见表 A.6。

表 A.6 页岩气资源分级评价统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	级别	层资源丰度 10 ⁸ m ³ /km ²	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

- d) 页岩气资源按埋藏深度分类统计表见表 A.7。

表 A.7 页岩气资源按埋藏深度分类统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	埋藏深度范围 m	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

- e) 页岩气资源按沉积相分类统计表见表 A.8。

表 A.8 页岩气资源按沉积相分类统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	级别	沉积相	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

f) 页岩气资源按地理环境分类统计表见表 A.9。

表 A.9 页岩气资源按地理环境分类统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	级别	地理环境	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

g) 页岩气资源按行政区划分见表 A.10。

表 A.10 页岩气资源按地理环境分类统计表

区块名称	层系	含气页岩层段	级别	行政区	资源量 10 ⁸ m ³	备注

制表人：审核人：填表日期：

附录B
(资料性附录)
页岩气调查选区评价

B.1 选区评价程序

页岩气调查选区评价应按照评价单元划分-基础数据研究-评价参数赋值-评价结果输出-评价结果分析的程序进行，具体程序见图B.1。

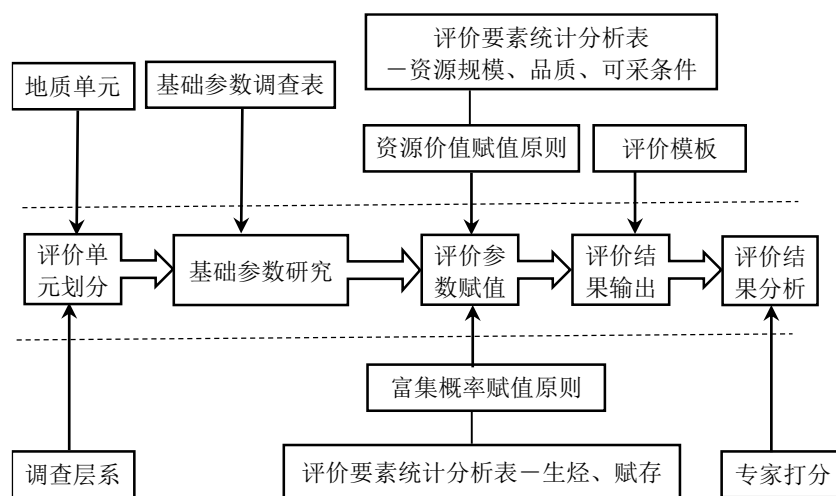


图 B.1 页岩气调查选区评价程序

B.2 主要依据资料

包括：

- a) 野外地质调查及地质浅钻资料；
- b) 地震处理与解释资料；
- c) 构造演化及地层发育资料；
- d) 沉积相分析资料；
- e) 已钻井岩芯、岩屑、录井、测井资料；
- f) 富有机质页岩有机地化特征分析资料；
- g) 富有机质页岩储集物性分析资料；
- h) 富有机质页岩岩石矿物特征分析资料；
- i) 地形地貌及水文气象资料。

B.3 评价方法及参数

B.3.1 评价方法

采用“双因素法”实现页岩气调查选区评价。以页岩气“富集概率”和“资源价值”为主要评价依据，分别作为纵坐标和横坐标，建立双因素评价模型（见图B.2）。

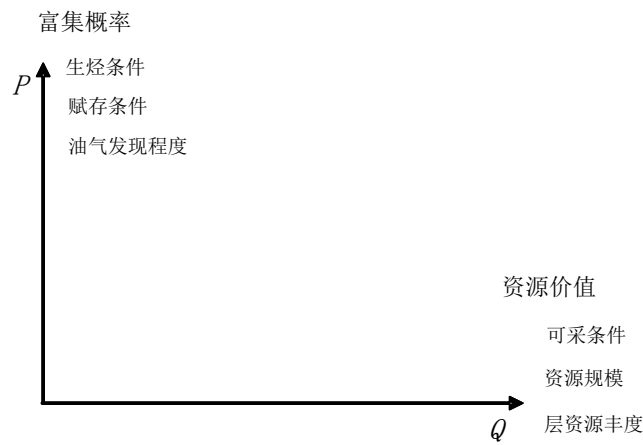


图 B.2 页岩气调查选区双因素评价模型

B.3.2 评价参数

B.3.2.1 页岩气富集概率

B.3.2.1.1 概述

页岩气富集概率包含生烃条件、赋存条件、页岩气发现程度三个参数，分别用 0~1 之间的数值表示。

B.3.2.1.2 生烃条件

生烃条件的评价要素包括有机碳含量（TOC）、有机质类型和成熟度（ R_o ）。

B.3.2.1.3 赋存条件

赋存条件的评价要素包括裂隙发育程度、孔隙度和保存条件。

B.3.2.1.4 页岩气发现程度

页岩气发现程度依据地震、钻井、测试、显示等资料分析确定。

B.3.2.2 资源价值

B.3.2.2.1 概述

资源价值包含可采条件、资源规模和层资源丰度三个参数，用 0~1 之间的数值表示。

B.3.2.2.2 可采条件

可采条件的评价要素包括埋深、压力系数、脆性矿物含量、泊松比和地面条件。

B.3.2.2.3 资源规模

资源规模由页岩气的资源量大小确定。

B.3.2.2.4 层资源丰度

层资源丰度由单一含气页岩层段内的页岩气资源量与其分布面积的比值确定。

B.4 参数赋值及计算

B.4.1 页岩气富集概率参数赋值及计算

页岩气富集概率是根据生烃条件、赋存条件和页岩气发现程度计算得出，公式如下：

$$P_{\text{富集概率}} = P_{\text{生烃条件}} \times P_{\text{赋存条件}} \times P_{\text{发现程度}} \dots\dots\dots (1)$$

$$P_{\text{生烃条件}} = \frac{\sqrt{P_{\text{有机碳}}^2 + P_{\text{成熟度}}^2}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (2)$$

$$P_{\text{赋存条件}} = \frac{\sqrt{P_{\text{孔隙度}}^2 + P_{\text{保存条件}}^2}}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (3)$$

其中 $P_{\text{有机碳}}$ 和 $P_{\text{成熟度}}$ 依据表B.1进行赋值； $P_{\text{孔隙度}}$ 和 $P_{\text{保存条件}}$ 依据表B.2进行赋值； $P_{\text{发现程度}}$ 依据表B.3进行赋值。

表 B.1 页岩气生烃条件概率赋值表

概率区间	$P_{\text{生烃条件}}$		
	$P_{\text{有机碳}}\%$	$P_{\text{成熟度}}\%$	
		I-II ₁ 型干酪根	II ₂ -III型干酪根
[0.75, 1.0]	≥3	[1.3%, 2.6%]	[1.3%, 2.0%]
[0.5, 0.75)	[2, 3)	[1.1%, 1.3%)或(2.6%, 3.5%]	[1.0%, 1.3%)或(2.0%, 2.5%]
[0.25, 0.5)	[1, 2)	[0.7, 1.1) 或 (3.5%, 4.0%]	[0.7%, 1.0%)或(2.5%, 3.0%]
[0, 0.25)	<1	<0.7%或>4.0%	<0.7%或>3.0%

表 B.2 页岩气赋存条件概率赋值表

概率区间	$P_{\text{赋存条件}}$	
	$P_{\text{孔隙度}}\%$	$P_{\text{保存条件}}$
[0.75, 1.0]	≥4	位于凹陷中心及邻近凹陷斜坡区，地震及钻井资料证实泥岩层系存在优质盖层，泥岩层系无晚期构造运动、侵蚀作用、断层活动破坏
[0.5, 0.75)	[3, 4)	已有资料证实可能存在区域盖层，无晚期构造运动、侵蚀作用、断层活动破坏
[0.25, 0.5)	[2, 3)	无确切资料证实是否存在区域盖层，可能存在有页岩气破坏作用
[0, 0.25)	<2	已有资料证实不存在盖层或者存在后期页岩气破坏作用

表 B.3 页岩气发现程度概率赋值表

概率区间	$P_{\text{发现程度}}$
[0.7, 1.0]	1、针对目的层有地震详查或三维地震资料； 2、有大量揭露目的层的预探井、评价井以及相关分析化验、测井资料等，试获页岩气； 3、对该区基本页岩气地质条件及页岩气富集规律清楚，可较为全面的获取评价关键参数资料。
[0.3, 0.7)	1、有二维地震资料； 2、有少量过目的层的预探井或区域探井等资料、有部分分析测试资料，钻井过程中有页岩气显示； 3、对基本页岩气地质条件较清楚，可获得该地区部分评价关键参数。
[0, 0.3)	1、仅有重、磁、电等非震物化探资料无针对目的层地震资料； 2、针对该区目的层无钻井等一系列资料数据，区域地质资料紧靠研究得出； 3、对基本页岩气地质条件不清楚，评价关键参数缺乏，仅能靠类比获得。

B.4.2 页岩气资源价值参数赋值及计算

页岩气资源价值根据可采条件、资源规模及层资源丰度的类比值计算得出，公式如下：

$$Q_{\text{资源价值}} = \frac{\sqrt{Q_{\text{可采条件}}^2 + Q_{\text{资源规模}}^2 + Q_{\text{层资源丰度}}^2}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_{\text{可采条件}} = \frac{Q_{\text{埋深}} + Q_{\text{压力系数}} + Q_{\text{脆性矿物含量}} + Q_{\text{泊松比}} + Q_{\text{地面条件}}}{5} \dots\dots (5)$$

其中 $Q_{\text{埋深}}$ 、 $Q_{\text{压力系数}}$ 、 $Q_{\text{脆性矿物含量}}$ 、 $Q_{\text{泊松比}}$ 和 $Q_{\text{地面条件}}$ 依据表B.4进行赋值； $Q_{\text{资源规模}}$ 和 $Q_{\text{层资源丰度}}$ 依据表B.5进行赋值。

表 B.4 页岩气可采条件赋值表

概率区间	$Q_{\text{可采条件}}$				
	$Q_{\text{埋深 (m)}}$	$Q_{\text{压力系数}}$	$Q_{\text{脆性矿物含量}}$ (石英、方解石、长石等 硅质、钙质矿物含量)	$Q_{\text{泊松比}}$	$Q_{\text{地面条件}}$
[0.75, 1.0]	≤2500	≥1.2	≥60	≤0.2	具备良好的地表条件，地形高差小，有利开采（如平原、丘陵等），满足环保要求、交通良好，附近具有充足的水源。
[0.5, 0.75)	(2500, 3500]	[1.0, 1.2)	[50, 60)	(0.2, 0.3]	地形高差小，地表条件较差（山区、沙漠、高原），需要改进交通条件，附近有充足水源。
[0.25, 0.5)	(3500, 4500]	[0.8, 1.0)	[40, 50)	(0.3, 0.4]	地形高差小，地表条件差（山区、沙漠、高原），交通条件较差，附近有水源。
[0, 0.25)	>4500	<0.8	<40	>0.4	坡度大于45°，现有条件不能适应地面和环保要求、交通困难，无水源。

表 B.5 页岩气资源规模、层资源丰度赋值表

概率区间	Q 资源规模 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	Q 层资源丰度 ($\times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$)
[0.75, 1.0]	≥ 500	≥ 5
[0.5, 0.75)	[100, 500)	[2, 5)
[0.25, 0.5)	[50, 100)	[1, 2)
[0, 0.25)	< 50	< 1

B.5 评价结果与分类

分别计算页岩气评价单元的富集概率及资源价值,在页岩气选区评价分类结果图上做点(见图B.3),按照所处区域得出选区的评价结果。

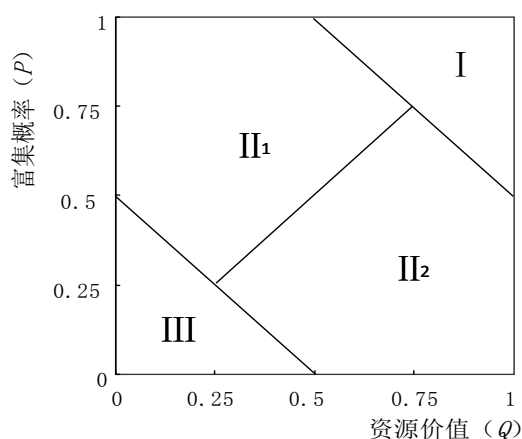


图 B.3 页岩气调查选区评价结果分类图

调查选区评价结果分为 I、II、III 三个大类,其中 II 大类又分为 II₁和 II₂两小类。

I 类区块:该类区块页岩气资源富集概率较高,页岩气资源规模较大,技术经济的实用性较好,具有较好的页岩气勘探开发潜力,是最有利的勘探区块,近期可以申请登记和开展勘查工作。

II₁类区块:该类区块页岩气富集概率高,但技术难度较大或资源规模较小、经济可采性有限,仍需要加强技术攻关或经济可采性研究。

II₂类区块:该类区块页岩气富集概率一般,但具有适应的技术和可采条件,或具有较大的资源规模,仍需要加强地质条件研究。

III类区块:该类区块资源潜力小或不具备经济价值,为可考虑退出的区块。

B.6 选区评价成果

B.6.1 评价报告

应包括以下内容:

- 评价单元地质概况及页岩气发现程度;
- 地质特征描述;
- 可采条件描述;

- d) 选区评价参数确定;
- e) 选区评价结果及下步勘探建议。

B.6.2 附图

应附以下图件:

- a) 调查程度图;
- b) 沉积相分析图;
- c) 页岩厚度分布图;
- d) 页岩埋深图;
- e) 页岩有机碳含量 (TOC) 分布图;
- f) 页岩热演化程度 (R_o) 分布图;
- g) 岩石矿物成分分析图;
- h) 岩石矿物含量分析图;
- i) 页岩孔隙度分布图;
- j) 页岩渗透率分布图;
- k) 页岩气显示平面分布图;
- l) 页岩气调查选区综合评价图;
- m) 页岩气调查选区评价结果分类图。

附图格式按SY/T 5615的规定编绘。

B.6.3 附表

应附以下表格:

- a) 页岩气基础数据调查表见表B.6。
- b) 页岩气评价要素统计分析表见表B.7。

表 B.6 页岩气基础数据调查表

参数		数据或描述	备注
评价单元信息	所属盆地		
	所属构造单元		
	评价层系		
	沉积相		陆相、海相、海陆交互相
	所属区块名称		可以是一个区块名称，当多个区块同属一个地质单元时，填写全部区块名称
	评价单元名称		评价单元名称一般是地质单元+勘探层系。当一个区块包括多个盆地或凹陷时，填写：区块简称+盆地/凹陷+勘探层系；当一个区块对应一个盆地或凹陷时，区块简称+勘探层系
	评价单元面积 (km ²)		
页岩气发现及地质认识	二维地震测网密度及品质		
	三维地震面积 (km ²) 及品质		
	钻遇井数及井号		钻井井数及钻遇页岩气层井数
	钻遇井页岩气发现情况		临近层段页岩气显示情况，页岩层段页岩气显示情况
	目的层取芯情况		
	地质资料综合判别		A.高调查程度（钻井显示） B.中等调查程度（研究证实） C.低调查程度（类比预测）
资源规模	资源量 (10 ⁸ m ³)		
	资源量计算方法		类比、体积法
资源丰度	层资源丰度 (10 ⁸ m ³ /km ²)		
单井产量	页岩气 (10 ⁴ m ³ /d)		

表 B.7 页岩气评价要素统计分析表

评价单元名称:

所处区块名称:

评价参数	地质参数及简况	数据或描述	备注
生烃条件	有机碳含量 (%)		
	有机质类型		
	成熟度 (R_o) (%)		
	含气量 (m^3/t)		填写含气量数值及含气量获取方法 (实测、计算、类比)
赋存条件	孔隙度 (%)		
	裂缝密度		
	所处构造位置		凹陷中心、临近凹陷斜坡区
	构造活动及断裂发育情况		
气发现程度	区域盖层发育情况		
	二维地震测网密度及品质		
	三维地震面积 (km^2) 及品质		
	钻遇井数及井号		
	钻遇井页岩气发现情况		
	目的层取芯情况		
可采条件	地质资料综合判别		
	页岩厚度(m)		包括最大单层厚度和连续厚度
	埋深 (m)		包括埋深区间所占比例
	压力系数		
	脆性矿物成分及含量 (%)		硅质矿物含量 (%), 长石含量 (%), 碳酸盐岩矿物含量 (%), (评价范围值/平均值, 样品数)
	粘土矿物成分及含量 (%)		
	泊松比		
	地貌条件		平原、丘陵、高原、湖泊
	交通条件		
	水源发育情况		充足水源、有水源、无水源
	顶板岩性及厚度 (m)		
底板岩性及厚度 (m)			
资源规模及层资源丰度	资源量 (10^8m^3)		类比法、体积法
	层资源丰度 ($10^8m^3/km^2$)		

附录C
(资料性附录)
成果报告编写提纲

C.1 绪言

工作目的任务；位置交通及自然经济地理概况；以往地质工作评述，包括以往基础地质工作、地球物理和油气勘查开发工作；本次工作情况及完成任务情况，包括野外踏勘、页岩气地质调查、岩相古地理编图、地球物理调查、钻井工程及样品采集与测试工作概况等。

附：交通位置图、研究程度图、完成工作量表。

C.2 区域地质背景

C.2.1 地层研究

包括区域构造、岩石地层、生物地层、年代地层（包括同位素年代）、区域地层划分对比、小层对比、盆地充填地层格架等内容，并附相关地层划分对比图表。

C.2.2 构造研究

包括盆地构造单元划分、盆地基底构造、构造变形及形成机制、重大构造事件与成烃配置关系、特殊构造（如断裂、褶皱、盐构造等）特征及形成机制、构造演化与保存条件等内容，并附相关构造图件。

C.2.3 富有机质页岩层系

包括富有机质页岩层系厚度、埋深、分布特征，以及有机质丰度与类型、热演化程度、岩石矿物学和储集性能等。

C.3 岩相古地理

包括沉积环境与沉积相分析、岩相古地理特征、盆地形成演化与页岩气地质条件和资源潜力分析等内容，并附沉积相综合柱状剖面图和沉积相平面分布图。

C.4 富有机质页岩/含气页岩地质特征

在构造与沉积背景基础上，研究总结工作区富有机质页岩的有机质丰度、有机质类型、有机质成熟度、成烃史、生烃潜力等，以及页岩吸附性、裂隙—微孔型和压裂潜力等储集性研究，建立页岩储集地质模型，评价储集性能。

C.5 页岩气保存条件

从埋深、厚度、顶底板厚度与完整性、沉积构造演化、地下水与断裂活动等方面，研究页岩气赋存条件，分析主要目的层的整体性保存条件与封闭保存有效性，确定有利保存条件分布区，系统总结页岩

气富集地质条件，并划分和建立页岩气含气系统标准。

C.6 页岩气资源评价与选区

C.6.1 页岩气资源评价

根据页岩气显示（包括常规钻井）、结合物探与钻井成果，计算页岩气资源量，开展页岩气远景预测评价。

C.6.2 页岩气资源选区

总结页岩气成藏富集规律，提出有利的页岩气远景区、有利区，以及勘查靶区建议，并估算资源量。

C.7 经费使用情况

按照相关项目经费管理规定，列表项目经费支出情况，并编写经费支出使用说明。

C.8 结论与建议

简要归纳工作所取得的主要成果和结论，存在问题及下一步工作建议。

C.9 主要参考文献

按出版要求，列出主要参考文献。

参 考 文 献

- [1] 贾承造, 郑民, 张永峰. 中国非常规油气资源与勘探开发前景[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(2):129-136.
- [2] 张金川, 徐波, 聂海宽等. 中国页岩气资源勘探潜力[J]. 天然气工业, 2008, 28(6):136-140.
- [3] 黄昌武. 中国首个页岩气合作开发项目开钻[J]. 石油勘探与开发, 2011, 38(1):96.
- [4] 卢双舫, 张敏. 油气地球化学[M]. 北京:石油工业出版社, 2008.
- [5] 邹才能, 董大忠, 王社教, 等. 中国页岩气形成机理、地质特征及资源潜力[J]. 石油勘探与开发, 2010, 37(6):641-653.
- [6] 赵文智, 王兆云, 王红军, 等. 再论有机质“接力成气”的内涵与意义[J]. 石油勘探与开发, 2011, 38(2):129-135.
- [7] 董大忠, 程克明, 王世谦, 等. 页岩气资源评价方法及其在四川盆地的应用[J]. 天然气工业, 2009, 29(5):33-39.
- [8] 张金川, 金之钧, 袁明生. 页岩气成藏机理和分布[J]. 天然气工业, 2004, 24(7):15-18.
- [9] Daniel M J, Ronald J H, Tim E R, et al. Unconventional shale gas systems: The Mississippian Barnett shale of north-central Texas as one model for thermogenic shale-gas assessment[J]. AAPG Bulletin, 2007, 91(4):475-499.
- [10] Gault B, Stotts G. Improve shale gas production forecasts [J]. E&P, 2007, 80(3):85-87.
- [11] Martineau D F. History of the Newark East field and the Barnett Shale as a gas reservoir [J]. AAPG Bulletin, 2007, 91(4):399-403.
- [12] Martini A M, Walter L M, Budai J M, et al. Genetic and temporal relations between formation waters and biogenic methane: Upper Devonian Antrim Shale, Michigan Basin, USA [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1998, 62(10):1699-1720.
- [13] Ross D J K, Bustin R M. Characterizing the shale gas resource potential of Devonian-Mississippian strata in the western Canada sedimentary basin: Application of an integrated formation evaluation [J]. AAPG Bulletin, 2008, 92(1):87-125.
- [14] Scott L M, Daniel M J, Kent A B, et al. Mississippian Barnett Shale, Fort Worth basin, north-central Texas: Gas-shale play with multi-trillion cubic foot potential [J]. AAPG Bulletin, 2005, 89(2):155-175.
- [15] 卢双舫, 黄文彪, 陈方文, 等. 页岩油气资源分级评价标准探讨[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(2):249-256.
- [16] 李艳丽. 页岩气储量计算方法探讨[J]. 天然气地球科学, 2009, 20(3):466-470.
- [17] 梁兴, 叶熙, 张介辉, 等. 滇黔北坳陷威信凹陷页岩气成藏条件分析与有利区优选[J]. 石油勘探与开发, 2011, 38(6):693-699.
- [18] 陈新军, 包书景, 侯读杰, 等. 页岩气资源评价方法与关键参数讨论[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(5):566-571.
- [19] 张雪芬, 陆现彩, 张林晔, 等. 页岩气的赋存形式研究及其石油地质意义 [J]. 地球科学进展, 2010, 25(6):597-604.
- [20] 李新景, 胡素云, 程克明. 北美裂缝性页岩气勘探开发的启示[J]. 石油勘探与开发, 2007, 34(4):392-400.
- [21] 聂海宽, 张金川, 张培先, 等. 福特沃斯盆地 Barnett 页岩气藏特征及启示[J]. 地质科技情报, 2009, 28(2):87-93.

[22] 潘仁芳, 陈亮, 刘朋丞.页岩气资源量分类评价方法探讨[J]. 石油天然气学报, 2011, 33(5):172-174.

[23] 侯读杰, 包书景, 毛小平, 等.页岩气资源潜力评价的几个关键问题讨论[J].地球科学与环境学报, 2012, 34(3):7-16.

[24] 王飞宇, 贺志勇, 孟晓辉, 等.页岩气的赋存形式和初始原地气量(O G I P)预测技术[J]. 天然气地球科学, 2011, 22(3):501-510.
