

页岩气基础地质调查工作指南 (试行)

中国地质调查局

2015年8月

目 次

1	范围.....	1
2	规范性引用文件.....	1
3	术语与定义.....	1
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
4.4	调查成果.....	3
5	设计编审.....	3
5.1	资料收集与整理.....	3
5.2	野外踏勘.....	4
5.3	设计编制.....	4
6	页岩气基础地质调查方法.....	4
6.1	野外地质调查.....	4
6.2	重磁电页岩气物探调查.....	5
6.3	二维地震调查.....	7
6.4	地质调查井.....	8
6.5	参数井.....	10
7	页岩气资源评价.....	11
7.1	目的任务.....	11
7.2	基本要求.....	11
7.3	评价单元.....	12
7.4	评价方法.....	12
8	选区评价.....	12
8.1	远景区优选.....	12
8.2	有利区优选.....	13
8.3	评价成果.....	14
9	成果报告编制.....	14
9.1	编制要求.....	14
9.2	编写提纲与主要内容.....	14
10	质量监控.....	16
10.1	三级质量检查和验收.....	16
10.2	成果资料质量要求.....	16

10.3 资料汇交质量要求.....	17
附录 A (规范性附录) 页岩气基础地质调查测试项目.....	18
附录 B (规范性附录) 页岩气资源可靠系数和潜力系数.....	19
参考文献.....	20

页岩气基础地质调查工作指南(试行)

1 范围

本标准规定了页岩气基础地质调查评价工作的目的任务、调查内容、工作方法、成果编制、质量控制等技术要求。

本标准适用于我国页岩气基础地质调查评价工作。

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，仅所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。

- DZ/T 0227 地质岩心钻探规程
- DZ/T 0259 陆地石油和天然气调查规范
- SY/T 5251-2010 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 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 5615 石油天然气地质编图规范及图式
- SY/T 5771-2011 地面磁法勘探技术规程
- SY/T 5772-2012 可控源声频大地电磁法勘探技术规程
- SY/T 5788.2 油气探井气测录井规范
- SY/T 5788.3-2014 油气井地质录井规范
- SY/T 5819-2010 陆上重力勘探技术规程
- SY/T 5820-2014 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 5980-1999 探井试油测试设计规范
- SY/T 6244 油气探井井位设计规程
- SY/T 6293-1997 勘探试油工作规范
- Q/SH 0270-2009 常规油、气、水井水力压裂设计、施工与验收规范
- DB 43/T 971-2014 页岩气钻井技术规程

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

页岩气

主要以吸附态、游离态赋存于富有机质泥页岩及其夹层中的天然气，主体上呈现自生自储、连续分

布特征，属非常规天然气。

3.2

富有机质泥页岩层段

有机碳含量、镜质体反射率均在0.5%以上的富含有机质泥页岩层系，可夹少量砂岩、碳酸盐岩、硅质岩等其它岩性，富有机质泥页岩累计厚度占层段厚度的比例不小于60%。

3.3

含气泥页岩层段

含气量大于 $1\text{m}^3/\text{t}$ 的富有机质泥页岩层段。

3.4

页岩气远景区

埋深介于500m~4500m之间、厚度大于15m的富有机质泥页岩层段分布区。

3.5

页岩气有利区

埋深介于500m~4500m之间、厚度大于20m的含气泥页岩层段分布区。

3.6

页岩气勘查区块

通过地质调查和研究，圈定的可供企业进行页岩气勘查的地区。一般面积500~2000 km^2 ，泥页岩层段埋深介于1000m~4000m之间，厚度大于30m。

3.7

页岩气地质调查井

以了解富有机质泥页岩垂向分布、厚度，获取有机地化、岩石矿物、含气性等基本参数部署的机械岩心钻探。深度一般小于2000m，完孔直径大于75mm。应附有油气测井和气测录井。

3.8

页岩气参数井

以了解富有机质泥页岩垂向分布、厚度，获取有机地化、岩石矿物学、储集性能、保存条件和含气性等关键参数部署的油气钻井，深度一般2000m~4000m，完孔直径大于215.9mm，应附有页岩气特殊测井和综合录井。

4 总则

4.1 目的任务

4.1.1 目的

查明调查区页岩气形成地质条件和资源潜力，圈定页岩气远景区和有利区，优选勘查区块，编制区块资料包。为页岩气资源评价和勘查开发提供基础资料。

4.1.2 任务

4.1.2.1 资源潜力评价

以盆地或大型盆地一级构造单元为评价单元，以富有机质页岩层系为评价对象，以野外地质调查、重磁电勘探为主要手段，配合少量地质调查井钻探，基本查明富有机质泥页岩层系的分布特征、岩性组合、有机地化、岩石矿物学及含气性特征，优选页岩气远景区，开展资源潜力评价。

4.1.2.2 远景区调查

以页岩气远景区为调查单元，以富有机质泥页岩层段为调查对象，以地震勘探、地质调查井为主要手段，查明含气泥页岩层段的展布、有机地化、岩石矿物、储集性能、保存条件、岩石力学、含气性等特征，探索页岩气富集规律，概略分析经济技术条件，优选页岩气有利区，预测地质资源量。

4.1.2.3 战略选区调查

以页岩气有利区为调查单元，以含气泥页岩层段为调查对象，查明含气页岩层段的储集性能、保存条件、可压性和含气性，开展页岩气储层表征与建模、渗流机理研究与产能预测评价、水文地质调查、页岩气开发经济性评价及勘查开发环境影响因素研究，预测页岩气可采资源量。优选勘查区块，编制区块数据包。

4.2 调查手段

常用的调查手段有：野外地质调查、重磁电物探（或时频/广域电磁法）、二维地震、岩石元素扫描、岩石伽马扫描、地质调查井和富有机质泥页岩样品化验测试等。

4.3 调查程序

通常按照资源潜力评价、远景区调查和有利区调查开展。具体流程包括：资料收集与设计编制、野外地质调查、地球物理调查与钻井施工、资料处理与实验测试、综合研究与成果编制等程序进行。

4.4 调查成果

页岩气调查成果一般包括：提交远景区、有利区；预测资源量；成果报告及附图、附表、附件；野外采集的地质地球物理等数据资料；钻井测录井数据；室内资料处理与解译成果；样品实验分析数据资料。

5 设计编审

5.1 资料收集与整理

5.1.1 资料收集

资料收集内容一般包括：中-大比例尺的地质资料（区调报告及图件）、地面物探（重力、磁力、电法、地震等）及油气普查、油气化探资料、重要钻井及测录井、水文地质和相关测试分析资料，以及工作区及邻区页岩气特殊测井、压裂试井、构造和沉积相资料。具体要求参照DZ/T 0259执行。

5.1.2 资料整理与图件编制

应对收集的资料进行分类整理，编制资料目录，建立资料档案；根据需要编制有关图件，如工作程度图、综合地层和岩相柱状图、构造纲要图等，供野外踏勘、设计编制、野外调查和资源评价

等工作使用；同时应利用已有资料编制目的层系富有机质页岩分布略图和页岩层系柱状图。具体要求参照DZ/T 0259执行。

5.2 野外踏勘

5.2.1 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

包括：

- a) 富有机质页岩的基本特征、分布及与顶底接触关系；
- b) 工作区地质构造类型与复杂程度；
- c) 富有机质页岩露头分布及厚度；
- d) 前人成果资料的验证与存在的问题；
- e) 工作区地形地貌、交通状况和气候变化等可能引发的不安全因素制定应急预案，确定劳动保护、环境保护和安全措施。

5.2.2 野外踏勘应在项目（课题）设计书编写前完成，为设计书的编写提供第一手实际资料。具体要求参照SY 5517执行。

5.3 设计编制

5.3.1 设计依据

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，结合调查区地质、富有机质页岩分布特点和自然地理条件等情况编制。

5.3.2 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。

5.3.3 设计审查

设计书应由项目承担单位初审，项目主管部门对设计书进行审查和审批，未经批准的设计不得实施。

6 页岩气基础地质调查方法

6.1 野外地质调查

6.1.1 目的任务

建立页岩气盆地沉积充填序列、构建区域构造样式、恢复岩相古地理格局、基本查明盆地或一级构造单元内富有机质页岩层系空间分布特征，为页岩气资源调查评价提供依据。

6.1.2 路线地质调查

6.1.2.1 应了解工作区富有机质页岩、地质构造的发育及分布。路线部署以控制富有机质泥页岩分布，根据调查阶段、目的层出露情况和工作内容，部署地质调查路线。

6.1.2.2 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，露头区构造简单的区域开展工作。

6.1.2.3 资源潜力调查：地质调查点不少于10个/100km²。远景区调查：地质调查点不少于20个/100km²。

有利区调查：地质调查点不少于 40 个/100km²。富有机质泥页岩元素扫描和伽马扫描点间隔：1 点/2m；采样间隔：富有机质泥页岩段 1 块/2m，其它岩性段 3 块~5 块/每个调查点。

6.1.2.4 编制富有机质页岩地层剖面草图，标注主要断裂位置、元素和伽马扫描结果以及实验测试数据。

6.1.3 富有机质页岩层系剖面测量

6.1.3.1 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。查明富有机质页岩厚度、岩性、结构构造、矿物组成、岩相变化、与上覆地层和下伏地层的接触关系等，获取有机地化、储集性能和力学性质。具体实施参照 SY 5517 执行。

6.1.3.2 剖面应选择富有机质泥页岩出露齐全、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沉积相单元。

6.1.3.3 资源潜力调查：按照盆地或一级构造单元内部署 6 条~8 条实测剖面，比例尺为 1：500；远景区调查：每个远景区部署 4 条~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 条~5 条实测剖面，比例尺为 1：500。富有机质泥页岩元素扫描和伽马扫描点间隔：1 点/1m；采样间隔：富有机质泥页岩段 1 块/1m，其它岩性段 1 块/2m~4m。

6.1.3.4 应绘制实测地层剖面与页岩气地质综合柱状图，主要内容包括地层层序、地层结构、沉积构造、分层岩性描述、化石组合、沉积相划分、页岩有机地化、岩石矿物分析、储集性能和力学性质分析等。

6.1.4 岩相古地理研究与编图

6.1.4.1 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的古地理格局；查明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；应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。

6.1.4.2 合理布置岩相古地理的研究和编图工作，确保有充分的时间收集整理资料；根据实际情况和存在问题，部署适量的沉积相剖面实测和已有沉积相剖面资料的野外验证工作。

6.1.4.3 资源潜力调查：以盆地为单位开展，图件比例尺一般为 1：500 000，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：比例尺为 1：500 000~1：250 000，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予以补充控制。战略选区调查：比例尺为 1：100 000~1：50 000，每个相区控制性相剖面不少于 2 条，并应有较多的路线观测点予以补充控制。

6.1.4.4 应并编制岩相古地理研究的基础图件和综合性图件。基础图件包括实际材料图、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。

6.2 重磁电页岩气物探调查

6.2.1 目的任务

研究盆地基底结构特征，分析页岩气调查区主要目标层系的厚度与埋深，进行断裂构造解译，基本查明页岩层系的分布与埋深，为构造带划分及页岩气资源潜力评价提供依据。

6.2.2 区域重磁测量

6.2.2.1 初步预测主要目标层系的厚度与埋深，解译断裂体系等。区域重力测量应参照 SY/T5819-2010 执行；初步预测盆地基底埋深，基底断裂，主要磁性体分布与埋深；区域地面磁测量应参照 SY/T 5771、

SY/T5772-2012、SY/T5820-2014 执行。

6.2.2.2 根据地质背景，可单独部署区域重力测量或地面磁测，也可配套部署区域重磁测量；重磁测量应围绕埋深介于 500m~4500m 的富有机质页岩进行部署；根据页岩气调查评价目标任务确定工作比例尺，资源潜力调查阶段的工作比例尺为 1：200 000；远景区调查阶段的比例尺为 1:50000~1:100 000；1：200 000 区域重磁测量要求覆盖整个盆地；1：50000~1：100 000 区域重力测量和区域地面磁测应横跨不同构造单元部署。

6.2.2.3 区域重力测量精度与质量要求参照 SY/T5819-2010 执行。区域重力测量与区域地面磁测配套实施时，二者测点密度（或测网点线距）应统一；区域地面磁测测点密度（或测网点线距），仪器准备、数据采集、资料处理等各项工作内容的质量要求，应参照相关地面磁法勘探技术规程执行。

6.2.3 重磁电剖面测量

6.2.3.1 地面重磁电剖面测量。应参照 SY/T5771-2011、SY/T5772-2012、SY/T5820-2014 执行；初步预测盆地基底在剖面上的变化、主要磁性体在剖面上的分布、主要目标层系在剖面上厚度及埋深等，解译基底断裂在剖面上的展布特征。

6.2.3.2 部署原则包括：

- a) 根据地质背景和目标任务，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，也可配套部署重磁电剖面测量。
- b) 重磁电剖面测量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。
- c) 以基本查明盆地基底结构构造、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。
- d) 探测深度应大于盆地基底埋深，应主要用于有利区调查阶段探测地下岩溶发育情况，为钻井井位设计提供依据。
- e) 应按照SY/T5771-2011、SY/T 5819、SY/T5772-2012、SY/T5820-2014等规程部署物性采集工作量。

6.2.3.3 调查精度与质量要求：

- a) 重力剖面测量点距一般确定为250m或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。
- b) 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/T5771-2011、SY/T5772-2012、SY/T5820-2014执行。
- c) 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/T5771-2011、SY/T 5772、SY/T 5820执行。

6.2.4 时频/广域电磁法测量

6.2.4.1 时频/广域电磁法剖面测量。调查富有机质页岩层系分布范围，结合其它方法研究页岩气调查区构造形态、断裂性质及展布特征，为页岩气调查评价提供地球物理成果及科技依据。

6.2.4.2 部署原则包括：

- a) 测线尽量垂直地层走向或主要构造走向。
- b) 测线长度能够控制目的层出露边界和边缘构造。

- c) 测线宜与工区内已知其它物探测线重合，测点宜与已有的钻孔重合或靠近。
- 6.2.4.3 调查精度与质量要求：
- a) 在页岩气有利区调查阶段宜进行二维时频电磁法勘探，根据具体情况可采用“丰”字形或“井”字形测线，或采用线距 0.5km~2km 的网格状二维测网。
 - b) 调查比例尺为 1:100 000 时，测线距为 2000m，测点距 200~500m；比例尺为 1:50 000 时，测线距为 1000m，测点距 100~200m；比例尺为 1:25 000 时，测线距为 500m，测点距 50~100m。
- 6.2.5 重磁电调查资料与成果
- 6.2.5.1 区域重磁测量资料与成果包括：
- a) 成果报告；
 - b) 布格重力异常图、上延重力异常图、剩余重力异常图、重力垂直二阶层数图、重力水平总梯度图、主密度界面埋深图、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；
 - c) 各项原始数据采集记录和质量记录等。
- 6.2.5.2 区域地面磁测资料与成果包括：
- a) 成果报告；
 - b) ΔT 等值线图、 ΔT 剩余异常等值线图、 ΔT 上延化极等值线图、 ΔT 水平导数等值线图、 ΔT 垂直一次导数等值线图、磁性体最小埋深等值线图、断裂系统图、基底埋深等值线图；
 - c) 各项原始数据采集记录和质量记录等。
- 6.2.5.3 综合解释成果图件包括：富有机质页岩层系埋深、厚度和 TOC 分布图等。
- 6.2.5.4 重磁剖面测量资料与成果包括：
- a) 成果报告。
 - b) 重力剖面图；综合解释剖面图、磁场综合剖面图、推断剖面成果图等。
 - c) 各项原始数据采集记录和质量记录等。
- 6.2.5.5 电法剖面测量资料与成果包括：
- a) 成果报告。
 - b) 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。
 - c) 各项原始数据采集记录和质量记录等。
 - d) 页岩气有利区地下岩溶（缝、洞）分布图。
- 6.2.5.6 时频/广域时频电磁法测量资料与成果包括：
- a) 成果报告。
 - b) 时频电磁资料处理成果：时频电磁反演电阻率剖面、极化率异常剖面图、极化率异常平面图和极化率平面异常图。
 - c) 综合地质成果：时频电磁综合解释剖面图、其它综合解释图件。
 - d) 各项原始数据采集记录和质量记录等。

6.3 二维地震调查

6.3.1 目的任务

基本查明沉积盆地的结构、区域构造样式、沉积特征和富有机质泥页岩层系分布特征；查明富有机质页岩层段的发育厚度、空间展布等特征，以及与其相关的构造发育特征，为页岩气资源调查评价提供依据。

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，部署一至多条二维地震剖面。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，解译目标层的分布和构造发育特征。

6.3.3 工作部署

6.3.3.1 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，以构成控制整个工区的地震测网。

6.3.3.2 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。

6.3.3.3 若同时开展重、磁、电等非震物探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，力求多种地球物理方法相互验证，以查明沉积盆地的地质结构和构造格架。二维地震剖面应为直测线，并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情况进行部署，具体可参照 SY/T 5171 执行。

6.3.3.4 二维地震剖面应采用先进施工方法，其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，应配套安排低速带调查工作。

6.3.3.5 应围绕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（1500m~4500m）进行二维地震部署。

6.3.4 精度与质量要求

6.3.4.1 资源潜力调查阶段原则上不部署二维地震。

6.3.4.2 远景区调查阶段部署贯穿远景区的二维地震十字剖面。

6.3.4.3 战略选区调查阶段二维地震网度不低于 4×4 km。

6.3.5 二维地震调查资料与成果

主要包括：

- a) 二维地震剖面测量的成果报告。
- b) 若只有1条或2条地震剖面，须形成经地质解释的地震剖面图。
- c) 当有三条以上地震剖面，且测线距小于4km时，应参照SY/T 5314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。
- d) 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

进一步落实富有机质页岩空间展布、有机地化和岩石矿物学特征，获取储集性能、岩石力学参数和含气性等关键评价参数；同时配套实施地球物理测井，获取相关物性参数，开展测井解释和约束、标定地球物理的地质解释。

6.4.2 基本要求

6.4.2.1 钻井。一般为获取地下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，以及目的层段岩心伽马扫描和元素扫描等。应做好钻井录井工作，并编制相应比例尺的录井综合柱状图。基本要求应参照 SY/T5251-2010 执行。

6.4.2.3 测井。钻井地球物理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，如果固井应加测磁定位、声幅、声波变密度。基本要求应参照 SY/T 5600 执行。

6.4.3 部署原则

6.4.3.1 资源潜力调查：工作区部署地质调查井不少于 1 口；远景区调查：工作区部署地质调查井不少于 1 口/500km²；战略选区调查阶段：工作区部署地质调查井不少于 2 口/500km²。

6.4.3.2 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，完孔直径不小于 75mm。

6.4.3.3 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。

6.4.4 精度要求

6.4.4.1 录井精度要求包括：

- a) 气测录井应连续测量，整米记录，应参照 SY/T 5788.2 执行。
- b) 钻时录井、岩心录井、钻井液录井应参照 SY/T 5788.3-2014 执行。
- c) 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，应参照 SY/T 6611 执行。
- d) 地层水分析应在非目的层段每 25m~100m 取钻井液样一个，目的层段每 10m~50m 取钻井液样一个，油、气显示段加密取样。
- e) 岩心伽马扫描和元素扫描：目的层段 1 点/m，非目的层段 2 点~4 点/m。

6.4.4.2 测井精度要求主要包括：

- a) 标准测井：比例尺 1：500，全井段测量。
- b) 目的层测井：比例尺 1：200，目的层段测量。
- c) 井斜测井：比例尺 1：200，自井底测至井口。

6.4.4.3 录井图件编制精度要求主要包括：

- a) 录井井段编制比例尺 1：500 录井综合柱状图。
- b) 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。

6.4.5 资料与成果

6.4.5.1 成果报告主要包括：

- a) ×××井录井总结报告。
- b) ×××井钻井工程报告。
- c) ×××井地球物理测井解释报告。
- d) ×××井完井页岩气地质综合研究报告。

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、泥浆录井原始资料一套。
- c) 地球物理测井资料一套，主要图件有：标准测井曲线图、电阻率测井曲线图、孔隙度组合测井曲线图、电阻率-孔隙度组合测井曲线图、地层倾角测井曲线图（深度比例除标准测井曲线图外

1：500外，其余测井曲线图均为1：200）。

d) 岩心伽马扫描和元素扫描原始数据一套。

e) 岩矿鉴定及各种分析资料数据一套。

6.4.5.3 成果图件主要包括：

a) 钻遇地层—沉积—页岩气地质综合柱状图（含岩心伽马、元素扫描曲线）（比例尺为1：500）。

b) 主要目的层段或含气页岩层段录井综合柱状图（含岩心伽马、元素扫描曲线）（比例尺为1：200）。

c) 剖面测井数据处理成果图、地层倾角测井数据处理成果图等。

6.5 参数井

6.5.1 目的任务

参数井主要用于战略选区调查，目的是落实勘查区块。进一步查明有利区页岩地层层序、含气页岩厚度和结构、有机地化特征，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。

6.5.2 基本要求

6.5.2.1 参数井钻探。一般为获取含气页岩地质资料的页岩气探井，井位设计及地质设计参照 SY/T 6244、SY/T 5965 执行，具体施工要求参照 DB43/T 971-2014。

6.5.2.2 录井。主要有岩屑录井、岩心录井、钻时录井、荧光录井、钻井液录井、气测录井等，应做好钻井录井工作，并编制相应比例尺的录井综合柱状图。具体要求执行 SY/T 5788.2、SY/T 5788.3。

6.5.2.3 测井。钻井地球物理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，如果固井应加测磁定位、声幅、声波变密度，必要时进行 FMI 成像、声波扫描、元素俘获和核磁共振等特殊测井。

6.5.2.4 地层测试。设计、施工应执行 Q/SH 0270-2009、SY/T5980-1999、SY/T6293-1997，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，每个远景区部署可参数井 1~2 口；战略选区调查：每个有利区部署参数井 1 口。

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

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：根据钻井、录井和测井资料的综合研究成果，结合目的层段含气性测量数据，确定是否需要进行压裂测试工作。

6.5.4 精度要求

6.5.4.1 录井精度要求主要包括：

a) 气测录井应连续测量，整米记录，参照 SY/T 5788.2 执行。

b) 钻屑录井、岩心录井、钻时录井、钻井液录井参照 SY/T 5788.3、SY/T 5251 执行。

c) 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。

d) 地层水分析应在非目的层段每 25m~100m 取钻井液样一个，目的层段每 10m~50m 取钻井液样一个，气测异常段加密取样。

- e) 岩心伽马、元素扫描：取心层段富有机质页岩层段4点/m，其它岩性层段2点/m；目的层岩屑1点/m，非目的层岩屑1点/2m。
- 6.5.4.2 测井精度要求主要包括：
- a) 标准测井：比例尺1：500，全井段测量。
 - b) 组合测井：比例尺1：200，全井段测量。
 - c) 井斜测井：比例尺1：200，自井底测至井口。
 - d) 特殊测井：比例尺1：20，目的层段测量。
- 6.5.4.3 测录井图件编制精度要求主要包括：
- a) 录井井段编制比例尺1：500录井综合柱状图。
 - b) 主要目的层段或气显示层段也应编制比例尺1：200的测录井综合柱状图。
- 6.5.5 资料与成果
- 6.5.5.1 成果报告包括：
- a) ×××井录井总结报告，参照SY/T 5599执行。
 - b) ×××井钻井工程报告。
 - c) ×××井地球物理测井解释报告。
 - d) ×××井完井页岩气地质综合研究报告。
 - e) ×××井地层测试成果报告。
- 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、泥浆录井原始资料一套。
 - c) 地球物理测井资料一套，主要图件有：标准测井曲线图、电阻率测井曲线图、孔隙度组合测井曲线图、电阻率-孔隙度组合测井曲线图、地层倾角测井曲线图（深度比例除标准测井曲线图均为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。
- 6.5.5.3 成果图件主要包括：
- a) 钻遇地层—沉积—页岩气地质综合柱状图（含岩心伽马、元素扫描曲线）（比例尺为1：500）。
 - b) 主要目的层段或含气页岩层段录井综合柱状图（含岩心伽马、元素扫描曲线）（比例尺为1：200）。
 - c) 剖面测井数据处理成果图、地层倾角测井数据处理成果图等。
 - d) 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。
- 6.5.5.4 化验测试分析。
- 页岩气基础地质调查测试项目分析见附录A。

7 页岩气资源评价

7.1 目的任务

以地质条件为基础，开展页岩气资源量计算，评价资源潜力，优选页岩气远景区和有利区，促进不同地区、不同类型的页岩气勘探发现和适应性技术研发。

7.2 基本要求

根据工作区的工作程度，明确所属调查评价阶段。

按照工作区所处的调查评价阶段开展页岩气资源评价工作。

页岩气资源评价应按照基本地质条件分析—评价单元划分—勘探程度划分—资源量计算方法选择—关键参数厘定—可采资源量计算—资源量综合评价的工作程序进行。

7.3 评价单元

7.3.1 页岩气资源潜力评价

平面上以盆地或一级构造单元为评价单元，纵向上以富有机质泥页岩层系为评价单元。

7.3.2 页岩气远景区

平面上以页岩气远景区为评价单元，纵向上以富有机质泥页岩层段为评价单元。

7.3.3 页岩气有利区

平面上以页岩气有利区为评价单元，纵向上以含气量泥页岩层段为评价单元。

7.4 评价方法

资源量计算方法主要包括单井估算法、体积法、类比法。根据勘探程度选择不同的计算方法，高勘探程度区主要采用单井储量估算法、体积法，中勘探程度区主要采用体积法，低勘探程度区主要采用类比法。具体评价依据DZ/T 0254页岩气资源/储量计算与评价技术规范。

8 选区评价

8.1 远景区优选

8.1.1 基础评价图件编制

基础评价图件包括：

- a) 含气泥页岩厚度等值线图；
- b) 含气泥页岩有机碳含量（ Toc ）等值线图；
- c) 含气泥页岩镜煤反射率（ Ro ）等值线图；
- d) 含气泥页岩沉积相图；
- e) 含气泥页岩埋深等值线图。

8.1.2 远景区预测参考标准

主要包括：

- a) 富有机质页岩层段厚度应大于15m。
- b) 页岩的有机碳含量（ Toc ）大于等于0.5%。
- c) 有机质热演化程度 Ro 介于0.5~3.5%之间。
- d) 埋深介于500m~4500m

8.1.3 远景区预测方法

利用8.1.1图件，按照8.1.2参数标准，采用多因素叠加进行预测。

8.1.4 远景区优选方法

采用可靠系数和潜力系数（参见附录B）投影的综合评价方法。

I类：有资源，有潜力，经济可采（图1）；

II₁类：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—需要加强技术攻关或经济可开采性研究；

II₂类：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—需要加强地质条件研究；

III类：潜力小或不具备经济价值。

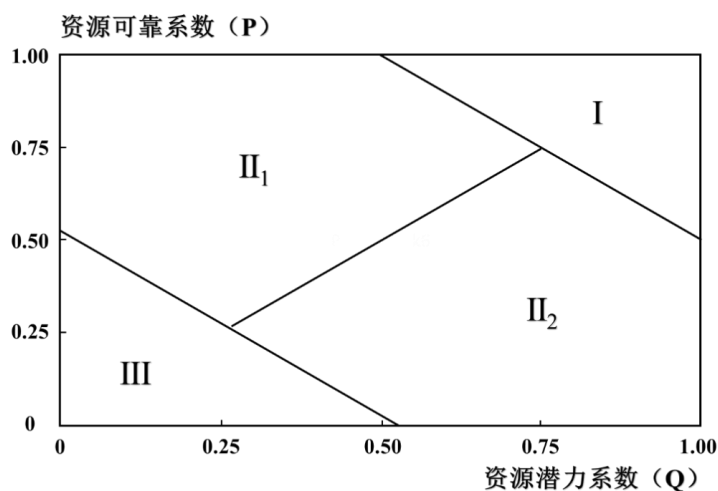


图1 页岩气远景区优选分类图

8.2 有利区优选

8.2.1 基础评价图件编制

图件包括：

- 含气泥页岩沉积相图；
- 含气泥页岩厚度等值线图；
- 含气泥页岩有机碳含量 (Toc) 等值线图；
- 含气泥页岩镜煤反射率 (Ro) 等值线图；
- 含气泥页岩埋深等值线图；
- 含气泥页岩脆性矿物含量等值线图；
- 含气泥页岩地层压力等值线图。

8.2.2 有利区优选指标

主要包括：

- 含气页岩层段厚度大于20m；
- 海相及湖相页岩TOC应大于1.0%，海陆交互相页岩TOC应大于2.0%；
- 镜质体反射率 (Ro) 一般介于1.0%~3.5%之间；
- 埋深介于500m~4500m之间。

8.3 评价成果

8.3.1 远景区调查成果

主要包括：

- a) 成果图件。页岩气远景区富有机质页岩埋深、厚度分布图、页岩气远景区分布图、页岩气远景区综合评价图。平面图比例尺为1：250 000~1：500 000。
- b) 成果报告。包括页岩气远景区资源量计算表，地质资源量和可采资源量、页岩气远景区预测与评价、页岩气勘探前景分析等。

8.3.2 战略选区调查成果

主要包括：

- 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、厚度分布图，有利区分布图，有利区综合评价图。平面图比例尺为1：100 000~1：200 000。
- b) 成果报告。包括有利区优选结果与资源评价，页岩气勘查开发利用前景分析。
- c) 数据包。页岩气勘查区块及数据包。

9 成果报告编制

9.1 编制要求

项目（课题）完成后，应在综合整理综合研究的基础上编制成果报告。成果报告编制应符合本标准9.2条款的规定和中国地调局项目管理有关要求。

9.2 编写提纲与主要内容

9.2.1 前言

应概述以下内容：

- a) 任务来源、目标与任务；
- b) 实物工作量完成情况：包括对任务书、合同书、设计书规定的工作量的完成情况、完成的主要实物工作量等内容；
- c) 累计经费投入情况及预算执行情况；
- d) 项目（课题）工作质量评述及质量管理体系运行情况；
- e) 概括介绍项目（课题）取得的主要工作进展、成果及创新点等；

9.2.2 正文编写内容及要求

在初步总结报告的基础上，将野外收集的实际资料结合试验分析的各项数据进行系统的综合研究，总结出符合客观规律的地质认识。具体章节划分视工作性质和任务而定。成果报告主体部分按工作性质不同分为以下几种类型：

- a) 沉积岩相古地理研究。包括对区域地质背景、地层划分对比、区域构造、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、资源潜力分析等内容分章节进行论述，另附沉积相综合柱状剖面图和沉积相平面分布图。
- b) 构造研究。包括对区域地质背景、地层划分对比、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分章节进行论述，另附相关构造图件。

- c) 地层研究。包括对区域地质背景、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分章节进行论述；并附相关地层划分对比图表。
- d) 页岩气赋存条件研究。在构造与沉积背景基础上，以泥页岩烃源岩生烃潜力、储层评价和保存条件为重点，开展泥页岩烃源岩有机质丰度、有机质类型、有机质成熟度、成烃史、生烃潜力等分析，建立页岩气成烃地质评价体系；开展泥页岩吸附性、裂隙—微孔型和压裂潜力等储集性研究，建立泥页岩储集地质模型和储集性评价体系；从沉积构造演化、生烃地质条件、地下水与断裂活动等方面入手，开展页岩气赋存条件研究，分析主要勘探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。
- e) 页岩气资源潜力评价及有利区优选。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，总结页岩气富集规律，提出页岩气远景区、有利区，为实现页岩气的突破提供依据。
- f) 结论与建议。以成果部分为依据，简明扼要地归纳工作所取得的主要成果结论；提出存在的问题及下一步工作的建议。
- g) 参考文献。按出版要求，规范列出主要参考文献。

9.2.3 成果报告附图

9.2.3.1 基础图件。各类项目（课题）均应提交的图件。主要包括：工作区交通位置图、实际材料图（内容包括各种观察点位置及编号、地质点地层产状要素、调查路线及编号、横剖面位置及编号、地层柱状剖面位置及编号及收集的有关重要资料等）、地形地质图、构造图、实测地层剖面图、地质综合柱状图、地层对比图、野外相关工程的描绘图（如探坑、探槽素描图等）等。图件编制应遵照 SY/T 5615 执行。

9.2.3.2 成果图件。项目（或课题）应提交综合性图件。主要包括：构造特征图件（如构造图、构造横剖面图）、沉积相图件（如沉积相综合柱状剖面图、钻井地层综合柱状图、沉积相平面分布图）、页岩气富集条件图件（如含气泥页岩层段综合柱状图、钻井综合柱状图、富有机质页岩对比图（纵向比例尺 1:1000，横向比例尺 1:10000）、富有机质页岩厚度等值线图、富有机质页岩有机质特征（包括丰度、类型、成熟度）分布图、富有机质页岩埋藏深度预测分布图、富有机质页岩综合评价图、页岩储层综合评价图、页岩气保存条件综合评价图）、页岩气综合评价图件（如页岩气远景区、有利区综合评价图）等，项目或课题可根据工作的性质和专题研究内容适当取舍。最终提交的综合性成果图件应与相应调查方法的调查成果和成果报告要求一致；图件编制应遵照 SY/T 5615 执行，同时满足如下要求：

- a) 构造特征图件：构造图说明部分内容为标准层的层位、等高线、构造点数和横剖面数；若建议钻井工作，则应附建议井位与通过井位的横剖面图。构造横剖面图图上应清楚地反映出构造形态特征及标准层，对于倾角平缓的构造，垂直比例尺应适当放大；有探井的横剖面，应画出探井位置、井深、目的层；横剖面图内应注明剖面线长度和两端的坐标位置。
沉积相图件：沉积相平面分布图应注明资料点编号、级别，并按范围大小确定比例尺。
- b) 页岩气富集条件图：比例尺可根据面积大小，按远景区、有利区和勘查区块，分别确定 1:500 000~1:250 000；1:250 000~1:100 000；1:100 000~1:50000。含气泥页岩层段综合柱状图主要包括烃源岩和储层，比例尺为 1:500；钻井综合柱状图主要包括烃源岩和储层，比例尺为 1:500。

10 质量监控

10.1 三级质量检查和验收

项目实行项目组、项目承担单位和项目主管部门三级质量检查。项目组应进行100%的自检互检；项目承担单位或上级主管部门应按中国地调局项目管理规定的比例定期进行质量检查。不符合标准要求的，应进行整改或补做工作，达到符合要求为止。项目野外工作结束后应由项目承担单位进行资料验收，符合要求后，提交项目主管部门进行野外验收，野外验收达不到要求的，不得结束野外工作，转入报告编写阶段。

10.2 成果资料质量要求

10.2.1 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) 地质图、构造图、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。

10.2.2 综合柱状剖面图质量要求

主要包括：

- 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。

10.2.3 地层剖面图资料质量要求

主要包括：

- 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) 样品采集需与剖面精度要求一致。

10.2.4 成果报告质量要求

主要包括：

- 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。

10.3 资料汇交质量要求

资料汇交按照国土资源部和中国地质调查局有关规定执行。

附 录 A
(规范性附录)
页岩气基础地质调查测试项目

表A. 1给出了页岩气基础地质调查测试项目。

表A. 1 页岩气基础地质调查测试项目

测试内容	地质调查推荐测试项目	地表样品	地下样品	必做项目
储层岩石学分析	1 岩石制片方法（采用偏光、铸体制片）	√		必做
	2 薄片鉴定			必做
	3 岩石结构特征测定（头像分析法）			必做
	4 岩心描述（包括裂缝描述）			必做
	5 扫描电镜分析（建议用亚离子抛光扫描电镜）			必做
	6 X 衍射全岩分析和粘土矿物测定			必做
	7 粘土矿物 X 衍射能谱鉴定方法			必做
	8 页岩润湿性实验			必做
	9 泥页岩电子探针分析			必做
	10 岩石孔隙度测定			必做
	11 脉冲式岩石渗透率测试（致密岩石专项分析）			必做
地球化学分析	12 有机碳测定		√	必做
	13 岩石热解			必做
	14 有机成熟度或反射率			必做
	15 岩石氯仿沥青“A”测定			
	16 干酪根显微组分及类型			必做
	17 泥页岩干酪根分离方法			必做
	18 泥页岩中碳酸盐岩含量			必做
	19 泥页岩含水率测定			
	20 页岩矿物流体包裹体中的铷锶同位素地质年龄测定			
	21 页岩元素化学分析			
	22 页岩粘土矿物 K-Ar 同位素定年			
	23 页岩水中微量油分析			
	24 页岩水阴阳离子及微量元素分析			
含气性分析	25 页岩含气量测试			必做
	26 岩石真密度、视密度			
	27 页岩等温吸附实验			必做
	28 天然气组分分析			必做
	29 甲烷同位素分析			必做
	30 页岩气中的 H ₂ S 的测定			
	31 页岩气中水的测定			

附 录 B
(规范性附录)
页岩气资源可靠系数和潜力系数

B.1 页岩气资源可靠系数

主要反映页岩气资源富集存在的可靠程度，它是远景区页岩气富集成藏各控制因素存在的概率（含气页岩的有机质丰度-P1、热演化程度-P2、储集条件-P3、脆性矿物含量-P4、保存条件-P5）、勘探程度及页岩气发现情况（气测显示及测试情况-P6）所共同决定的参数。

按不同权重(A1、A2)加权求取资源可靠系数。

计算公式： $P = ((P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5) \times A1 + P6 \times A2)$

B.2 页岩气资源潜力系数

主要反映页岩气资源潜力大小和资源品质，由远景区的资源量-Q1（可用富有机质页岩厚度与面积乘积代替）、资源丰度-Q2（可用富有机质页岩厚度与有机碳含量的乘积代替）、埋藏深度-Q3和地表地貌条件-Q4四因素所共同决定。

资源规模、资源丰度、富有机质页岩埋藏深度、地表地貌条件按不同权重（B1、B2、B3、B4）加权求取资源勘探潜力系数。

计算公式： $Q = (Q1 \times B1 + Q2 \times B2 + Q3 \times B3 + Q4 \times B4)$

参考文献

- [1] DZ/T 0254 页岩气资源/储量计算与评价技术规范
 - [2] DZ/T 0180 石油、天然气地震勘查技术规范
 - [3] SY/T 6021 石油天然气勘探工作规范
 - [4] SY/T 5978 含油气盆地构造单元划分
 - [5] SY/T 5601 天然气藏地质评价方法
 - [6] SY/T 6285 油气储层评价方法
 - [7] SY/T 5171 陆上石油物探测量规范
 - [8] SY/T 6611 石油定量荧光录井规范
 - [9] SY/T 5945 测井解释报告编写规范
 - [10] SY/T 6994 页岩气测井资料处理与解释规范
-