

ICS 75.060

E24

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0254—2XXX

代替 DZ/T 0254-2014

页岩气资源量和储量估算规范

Regulation of Shale Gas Resources and Reserves Estimation

(报批稿)

2XXX—XX—XX 发布

2XXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部

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 储量估算情形.....	2
4.1 总体要求.....	2
4.2 新增.....	2
4.3 复算.....	2
4.4 核算.....	3
4.5 标定.....	3
4.6 结算.....	3
5 地质储量估算条件与方法.....	4
5.1 储量估算条件.....	4
5.2 储量计算单元划分原则.....	6
5.3 地质储量估算方法.....	7
6 地质储量估算参数确定.....	8
6.1 含气面积.....	8
6.2 有效厚度.....	10
6.3 页岩质量密度.....	10
6.4 页岩总含气量和吸附气含量.....	11
6.5 原始页岩气体积系数.....	11
6.6 地质储量估算参数选值.....	11
7 技术可采储量估算.....	12
7.1 探明技术可采储量估算条件.....	12
7.2 控制技术可采储量估算.....	12
7.3 未开发-开发初期的页岩气技术可采储量估算.....	12
7.4 已开发的页岩气技术可采储量估算.....	13
8 经济可采储量估算.....	14
8.1 探明经济可采储量估算条件.....	14
8.2 剩余探明经济可采储量估算.....	14
8.3 控制经济可采储量估算条件.....	14
8.4 剩余控制经济可采储量估算.....	15
8.5 经济可采储量估算方法.....	15
8.6 经济评价参数取值要求.....	16

8.7 经济可采储量估算.....	16
9 资源量估算.....	16
9.1 资源量估算要求.....	16
9.2 资源量估算方法.....	17
10 储量综合评价.....	17
10.1 储量规模.....	17
10.2 储量丰度.....	17
10.3 产能.....	17
10.4 埋藏深度.....	18
10.5 页岩气物性.....	18
10.6 总有机碳含量.....	18
10.7 热演化程度.....	18
10.8 页岩中脆性矿物含量.....	18
10.9 综合评价.....	18
附录 A （规范性附录） 资源量和地质储量类型框架图.....	19
附录 B （规范性附录） 储量估算公式中参数名称、符号、计量单位及取值位数..	20
附录 C （规范性附录） 页岩气探明地质储量勘探程度基本要求.....	22
附录 D （规范性附录） 页岩气田储量规模和品位等分类.....	23

前 言

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

本标准代替《页岩气资源/储量计算与评价技术规范》（DZ/T 0254-2014）。本标准与DZ/T 0254-2014相比，主要技术内容变化如下：

- 增加了新增、复算、核算、标定和结算等5种情形储量估算要求（第4章）；
- 增加经济可采储量估算方法有关内容（第8章）；
- 更新了资源量和地质储量类型框架图（附录A）。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：自然资源部油气储量评审办公室、自然资源部油气资源战略研究中心、中国石油天然气股份有限公司、中国石油化工股份有限公司。

本标准主要起草人：韩征、陈永武、张道勇、田军、高山林、吝文、包书景、刘洪林、胡东风、任继红、张晨朔。

本标准历次版本发布情况为：

DZ/T 0254-2014。

页岩气资源量和储量估算规范

1 范围

本标准规定了页岩气资源量和储量估算与评价的基本原则，地质储量、技术可采储量、经济可采储量的估算和储量综合评价的要求。

本标准适用于页岩气资源量和储量的估算、评价及相关技术标准制定。

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。

- GB/T 13610 气体组分分析方法 气相色谱法
- GB/T 19492 油气矿产资源储量分类
- DZ/T 0217 石油天然气储量估算规范
- SY/T 5895 石油工业常用量和单位（勘探开发部分）
- SY/T 6098 天然气可采储量计算方法
- SY/T 6940 页岩气含气量测定方法

3 术语和定义

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。

3.2

页岩层段 shale layers

富含有机质的烃源岩系，以页岩、泥岩和粉砂质泥岩为主，含少量砂岩、碳酸盐岩或硅质岩等夹层。夹层中的致密砂岩气或常规天然气，按照天然气储量估算规范进行计算，若达不到单独开采价值的，作为页岩气的共生矿产进行综合勘查、开采。

3.3

脆性矿物及含量 brittle mineral and content

页岩中的脆性矿物主要指页岩中的碳酸盐矿物、硅酸盐矿物（长石和岩屑碎屑）和硅质矿物（石英、玉髓、蛋白石、有机硅）。脆性矿物含量大小与页岩产层压裂改造密切相关，要获得较好的压裂效果，页岩中的脆性矿物含量一般要大于30%。

3.4

采收率 recovery efficiency

是指按照目前成熟可实施的技术条件，预计从页岩气藏中技术上最终能采出的页岩气量

占地质储量的比率数。

4 储量估算情形

4.1 总体要求

4.1.1 按照 GB/T19492 划分的储量分类进行储量估算。页岩气资源量和储量类型及估算流程图见附录 A。

4.1.2 页岩气勘探开发可分为 3 个阶段：预探阶段、评价阶段、开发阶段。

预探阶段：对有利区带，进行地球物理勘探和探井钻探，建立完整的目的层取心剖面，查明储层厚度、含气性、物性等特征，对 TOC、RO、矿物组成和流体性质进行评价，并进行压裂改造达到页岩气井产量起算标准，优选出有利的评价区，并初步了解评价区的气藏特征。

评价阶段：对评价区进行地球物理勘探，查明构造形态、断层分布、储层分布、储层物性变化等地质特征。进行评价井（直井和水平井）钻探，并开展直井和水平井压裂改造达到页岩气井产量起算标准，通过评价井（直井和水平井）和地震资料基本圈定气藏范围，取全相关评价资料，查明页岩气藏类型、储集类型、驱动类型、流体性质及分布，并优选出建产区。在进行先导性试验时，应对建产区进行地球物理勘探，精确查明建产区构造特征、应力分布、岩石力学参数和 TOC 平面分布等特征。开展直井和水平井组先导性试验，并达到页岩气井产量起算标准，落实产能和开发井距等关键开发参数，完成初步开发设计或正式开发方案。

开发阶段：编制开发方案，按开发方案实施开发井网钻探，完成配套设施的产能建设，进行页岩气开采生产活动，并在生产过程中对开发井网进行调整、改造和完善，提高采收率 and 经济效益，直至页岩气田废弃。

4.1.3 关于页岩气层的地震、钻井、测井、测试、分析化验等工作量，执行 DZ / T 0217 中有关天然气的要求。

4.1.4 以页岩气藏为基本评价单元，在给定的技术经济条件下，依据对页岩气藏的勘探程度、地质认识程度和生产能力的实际证实程度，对地质储量、技术可采储量和经济可采储量进行估算。

4.1.5 页岩气田从发现直至废弃的过程中，根据地质资料、工程技术以及技术经济条件的变化，共有五种储量估算情形，分别为新增、复算、核算、标定和结算。

4.1.6 页岩气探明储量的新增、复算、核算、标定和结算结果在录入年度探明储量数据库和统计数据库时，页岩气田年产量、累计产量、剩余经济可采储量等资料数据应更新至当年 12 月 31 日。

4.2 新增

在页岩气田、区块或层系中首次估算的储量为新增。其中首次估算的新增探明储量中，新增探明可采储量和采收率应与开发概念设计的开发方式及井网条件相匹配。

4.3 复算

在新增探明储量后又新增工作量、或开发生产井完钻后进行的再次储量估算为复算。页岩气田投入开发后，应结合开发生产过程对探明储量实施动态估算。储量复算后，在复算核减区如果再次估算探明储量，须投入相应实物工作量并达到探明储量要求。凡属下列情况之一者，需要进行储量复算，复算结果计入当年净增储量中。

- (1) 当独立开发单元或页岩气田主体部位开发方案全面实施后；
- (2) 页岩气藏地质认识发生较大变化；
- (3) 储量估算参数发生明显变化；
- (4) 地质储量和可采储量与生产动态资料有明显矛盾；
- (5) 探明储量尚未投入开发，新增工作量及评价资料，证实页岩气藏地质认识发生变化。

4.4 核算

储量复算后在开发生产过程中的各次储量估算为核算。随着页岩气田开发调整工作的深入和对页岩气田地质认识程度的提高，应对复算后的投入开发储量进行多次核算，直至页岩气枯竭。进行核算时，应充分利用开发生产动态资料，估算方法以动态法为主，容积法为辅，提高储量估算精度。凡属下列情况之一者，需要进行储量核算：

- (1) 生产动态资料反映出所算的地质储量和可采储量与生产动态资料有明显矛盾；
- (2) 对储层进一步的深入研究及生产实践中表明，原储量估算参数需要作大的修改；
- (3) 页岩气田钻了成批的加密井、调整井、进行了三维地震或采取重大开发技术措施等之后，或者工艺技术手段有新的突破，地质储量参数发生变化。

4.5 标定

在开发生产过程中，依据开发动态资料和经济条件，对截至上年末及以前的探明技术可采储量和探明经济可采储量进行重新估算的情形为可采储量标定（简称标定）。

- 4.5.1 当年新增储量、复算、核算储量不参与本年度的可采储量标定。
- 4.5.2 页岩气田或区块开发调整措施实施二年后及生产动态资料表明可采储量与产量有明显矛盾时，必须对可采储量进行标定。
- 4.5.3 以页岩气田为标定单元，计算单元如部分已开发，应划分为已开发和未开发两个单元，经标定已开发单元可采储量发生变化的，未开发单元的可采储量须重新估算。
- 4.5.4 可采储量标定方法执行行业标准，现行标准不适应的特殊页岩气藏，可采用经生产实践证明为有效的新方法。
- 4.5.5 标定前后探明技术可采储量的变化量符合情形之一者，应单独编制标定报告：
 - a) 大型气田的探明技术可采储量变化量 $> \pm 1\%$ ；
 - b) 中型气田的探明技术可采储量变化量 $> \pm 2\%$ ；
 - c) 小型气田的探明技术可采储量变化量 $> \pm 5\%$ ；
 - d) 石油探明技术可采储量变化量 $> \pm 50$ 万立方米；
 - e) 天然气探明技术可采储量变化量 $> \pm 50$ 亿立方米。

4.6 结算

在页岩气田废弃或暂时封闭而时进行的储量估算为结算。包括对废弃或暂时封闭前的储量与产量清算和剩余未采出储量的核销。凡属下列情况之一者，需要进行储量结算：

- a) 因页岩气田或区块的页岩气已经枯竭、无社会效益和经济效益等原因无法继续开采而废弃或暂时封闭的储量。
- b) 因页岩气田被列入禁止勘查开采区、城市规划区、军事禁区等原因无法继续开采而废弃或暂时封闭的储量。
- c) 因其他不可抗拒的原因，无法继续开采而废弃或暂时封闭的储量。

5 地质储量估算条件与方法

5.1 储量估算条件

5.1.1 储量起算标准

页岩气储量起算标准包括：试采3个月的单井平均产气量下限、含气量下限、总有机碳含量（TOC）下限、镜质体反射率（Ro）下限、页岩中脆性矿物含量下限、勘探程度和地质认识程度要求（见附录C）等有关起算标准。允许结合储量估算区情况，另行估算起算标准。另行估算的起算标准应不低于本规范的起算标准。

储量起算标准分别如下：

a) 试采3个月的单井平均产气量下限标准，见表1。其中，试采3个月的单井平均产气量下限是进行储量估算应达到的最低经济条件，各地区可根据当地价格和成本等测算求得只回收开发井投资的试采3个月的单井平均产气量下限；也可用平均的操作费和气价求得平均井深的试采3个月的单井平均产气量下限，再根据实际井深求得不同井深的试采3个月的单井平均产气量下限。

表1 试采3个月的单井平均产气量下限标准

气藏埋深（米）	直井产气量（万立方米/天）	水平井产气量（万立方米/天）
≤500	0.05	0.5
>500~≤1000	0.10	1.0
>1000~≤2000	0.30	2.0
>2000~≤3000	0.50	4.0
>3000	1.0	6.0

注：试采3个月的单井平均产气量指试采前3个月获得的单井平均日产气量。

b) 含气量下限标准，见表2。

表2 含气量下限标准

页岩有效厚度（米）	含气量（立方米/吨）
>50	1
50~30	2
<30	4

- c) 总有机碳含量（TOC）下限标准： $TOC \geq 1\%$ 。
- d) 镜质体反射率（ R_o ）下限标准： $R_o \geq 0.7\%$ 。
- e) 页岩中脆性矿物含量下限标准：脆性矿物含量 $\geq 30\%$ 。
- f) 勘探程度和地质认识程度要求是进行储量估算的地质可靠程度的基本条件。探明地质储量、控制地质储量和预测地质储量具体要求，见表3。

表3 页岩气各级地质储量勘探程度和地质认识程度要求

储量类型	探明地质储量	控制地质储量	预测地质储量
勘探程度	1. 关于页岩气层的地震、钻井、测井等工作量，按照DZ / T 0217中有关天然气的要求执行		
	<p>2. 要有一定数量的满足储量估算要求的页岩气参数井；页岩气参数井页岩层段全部取心，建立完整的取心剖面，收获率为80%以上；进行了地球物理测井，查明储层裂缝发育情况。在钻井资料控制下，精确解释储层含气量、TOC、地应力方向等参数；通过实验和测试获得分析化验资料，TOC、矿物成分、物性、含水饱和度等关键参数分析化验资料1块/米，含气量参数规定见本标准相关要求。</p> <p>3. 页岩气层已进行了小型直井井网和水平井组开发实验，如果评价井取心资料与压裂效果较好的井对比类似，则该评价井可不压裂，直接侧钻为水平井；通过试采3个月以上已经取得了关于气井压力、产气量等动态资料；在建产区完成三维地震（受地表条件限制，无法完成三维地震地区，需进行高密度测网二维地震），精确查明建产区构造形态和单元，断层发育、岩石力学参数和TOC平面分布等特征；应有一定数量的试采井，气藏地质</p>	<p>2. 已钻页岩气参数井，根据需要进行了页岩气层取心和测井，并获得了关于地应力方向、岩性、含气量、气水性质、页岩气层物性、压力等资料</p>	<p>2. 关键部位有参数井，页岩气层已有取心资料，进行了岩心分析、地化分析、含气量、气水性质、压力等分析，获得了相关资料</p>

	条件一致的情况下，可以借用试采或生产成果。		
地质认识程度	储层的构造形态清楚，查明断层发育情况，顶底地层岩性和水层分布、储层厚度、TOC、压力系数、 R_o 、孔隙度、渗透率、含水饱和度、脆性矿物、岩石力学参数、地应力分布、矿物成分等分布变化情况清楚，储量参数研究深入，选值可靠；经过试采取得了生产曲线，获得了气井产能认识；完成了开发概念设计或开发方案，确定了合理的开发井型、井距、适用的钻井压裂工艺技术和单井合理产量，有五年开发计划，经济可采储量经济评价后开发是经济的。	页岩气层构造形态、厚度、TOC、 R_o 、产层物性、脆性矿物含量等情况基本清楚；进行了储量参数研究，选值基本可靠；经过试采取得了生产曲线，基本了解了气井产能；进行了初步经济评价或开发评价，完成了开发概念设计	初步查明了页岩气层构造形态、厚度、TOC、 R_o 、产层物性、脆性矿物含量等分布变化；由气田钻井合理推测或少数参数井初步确定了储量参数；未进行试采，通过类比求得气井产能；只进行了地质评价

5.1.2 探明地质储量

估算探明地质储量，应查明页岩气藏的地质特征、页岩气层及其含气性的分布规律和开采技术条件（在钻井、测井、测试、录井及各种化验分析测试资料基础上，查明了储集类型、页岩气层物性、压力系统、天然气性质、气体流动能力等）；通过实施水平井和直井小井网的页岩气层试验或开发井网证实了勘探范围内的页岩气资源及可采性，单井稳定产气量达到了储量起算要求。勘探程度和地质认识程度符合表3中的要求。页岩气探明地质储量可靠程度高。

5.1.3 控制地质储量

估算控制地质储量，应基本查明页岩气藏的地质特征和页岩含气性的分布规律，开采技术条件基本得到了控制，并通过单井试验和参数值模拟，基本查明典型地质背景下页岩气地面钻井的单井产能情况。含气范围内的单井试气产量达到储量起算标准，或已获得页岩气流，或为相邻探明区（层）以外可能含气的范围。勘探程度和地质认识程度符合表3中的要求。

因参数井和生产试验井数量有限，不足以完全了解整个气藏估算范围内的气体赋存条件和产气措施，页岩气控制地质储量可靠程度中等。

5.1.4 预测地质储量

估算预测地质储量，应初步查明构造形态、页岩气层情况，初步认识了页岩气资源的分布规律，获得了页岩气藏中典型构造环境下的页岩气层参数，大部分页岩气层参数条件是推测得到的。预探井钻遇了气层，或至少测试获得气流，或紧邻在探明储量（或控制储量）之外预测有气层的存在，经综合分析有进一步评价勘探的价值。勘探程度和地质认识程度符合表3中的要求。页岩气预测地质储量可靠程度低。

5.2 储量计算单元划分原则

储量计算单元（简称计算单元）划分应充分考虑构造、页岩气层非均质性等地质条件，结合井控等情况综合确定。

- a) 计算单元平面上一般按井区确定。

- 1) 面积很大的气藏，视不同情况可细分单元；
- 2) 当气藏类型、页岩气层类型相似，且含气连片或叠置时，可合并为一个计算单元。
- b) 计算单元纵向上一般按含气页岩层段，结合含气量、孔隙度、脆性矿物含量、总有机碳含量和压裂技术（纵向压裂缝长）等因素确定计算单元。一般单个计算单元不超过 100m。
- c) 含气面积跨 2 个及以上的矿业权证或省份的，按矿业权证或省份细划计算单元。
- d) 含气面积与自然保护区等禁止勘查开采区域有重叠的，应分重叠区和非重叠区划计算单元；

5.3 地质储量估算方法

5.3.1 原则

页岩气以吸附气、游离气和溶解气三种状态储藏在页岩层段中，页岩气总地质储量为游离气、吸附气和溶解气的地质储量之和；当页岩层段中不含原油时则无溶解气地质储量。

页岩气地质储量估算方法主要采用静态法和动态法；可采用确定性方法，也可采用概率法。

静态法包括体积法和容积法，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。吸附气地质储量采用体积法估算，游离气和溶解气地质储量采用容积法估算。

当页岩气勘探开发阶段已取得较丰富的生产资料时，可采用动态法估算，根据产量、压力数据的可靠程度，划分探明地质储量和控制地质储量。

储量估算公式中符号名称和计量单位见附录B（规范性附录），符合SY/T 5895。

5.3.2 静态法

页岩气藏的静态法地质储量估算公式如下：

a) 吸附气地质储量估算方法

估算页岩层段中吸附在泥页岩粘土矿物和有机质表面的吸附气地质储量时，采用体积法，公式如下：

$$G_x = 0.01 A_g h \rho_y C_x \dots \dots \dots (1)$$

其中式（1）中 C_x 为页岩层段中的吸附气含量，测定方法见7.4.2。

b) 游离气地质储量估算方法

估算页岩层段中储集在页岩基质孔隙和夹层孔隙中的游离气地质储量时，采用容积法，公式如下：

$$G_y = 0.01 A_g h \phi S_{gi} / B_{gi} \dots \dots \dots (2)$$

式（2）中 B_{gi} 为原始页岩气体积系数，用下式求得：

$$B_{gi} = P_{sc} Z_i T / P_i T_{sc} \dots \dots \dots (3)$$

c) 溶解气地质储量估算方法

当页岩层段含有原油时，采用容积法估算溶解气地质储量，估算方法与常规油气相同，见DZ/T 0217。估算公式如下：

$$G_s = 10^4 N R_{si} \dots \dots \dots (4)$$

d) 页岩气总地质储量估算方法

1) 将上述式(1)、式(2)和式(4)估算的吸附气、游离气和溶解气地质储量相加,即为页岩气总地质储量,公式如下:

$$G_z = G_x + G_y + G_s \dots\dots\dots (5)$$

2) 当页岩层段不含原油时,不估算溶解气地质储量,将上述式(1)和式(2)估算的吸附气和游离气地质储量相加,即为页岩气总地质储量,公式如下:

$$G_z = G_x + G_y \dots\dots\dots (6)$$

也可用下式估算页岩层段中吸附气与游离气之和,方法为体积法,公式如下:

$$G_z = 0.01 A_g h \rho_y C_z \dots\dots\dots (7)$$

其中式(7)中 C_z 为页岩层段中的总含气量,测定方法见7.4.1。

e) 当气藏中总非烃类气含量大于15%或单项非烃类气含量大于以下要求者,烃类气和非烃类气地质储量应分别估算:硫化氢含量大于0.5%,二氧化碳含量大于5%,氦气含量大于0.01%。

5.3.3 动态法

页岩气藏的动态法地质储量估算方法如下:

- a) 主要采用物质平衡法、弹性二相法和产量递减法估算页岩气地质储量。
 - 1) 物质平衡法:采用物质平衡法的压降图(视地层压力与累积产量关系图)直线外推法,废弃视地层压力为零时的累积产量即为页岩气地质储量(见SY/T 6098)。
 - 2) 弹性二相法:采用井底流动压力与开井生产时间的压降曲线图直线段外推法,废弃相对压力为零时可估算单井控制的页岩气地质储量(见SY/T 6098)。
 - 3) 产量递减法:对于处于递减阶段生产的气藏,可采用产量与时间的统计资料估算页岩气地质储量(见SY/T 6098)。
- b) 也可根据驱动类型和开发方式等选择合理的估算方法(SY/T 6098),估算页岩气技术可采储量和选取技术采收率,由此求得页岩气地质储量。

5.3.4 概率法

概率法主要要求如下:

- a) 根据构造、储层、地层与岩性边界、气藏类型等,确定含气面积的变化范围。
- b) 根据地质条件、下限标准、测井解释等,分别确定有效厚度和单储系数的变化范围。
- c) 根据储量估算参数的变化范围,求得储量累积概率曲线,按规定概率值估算各类地质储量。

6 地质储量估算参数确定

6.1 含气面积

6.1.1 总体原则

充分利用地震、钻井、测井和测试(含试气和试采,下同)等资料,综合研究气藏分布规律,确定气藏边界,编制反映气藏(储集体)顶(底)面形态的海拔高度等值线图,圈定含气面积。

储量计算单元的边界，由查明的页岩气藏的各类地质边界，如断层、地层变化（变薄、尖灭、剥蚀、变质等）等边界确定；若未查明含气边界，主要由达到储量起算下限（单井平均产气量下限、含气量下限等）的页岩气井圈定，也可以由矿权区边界、自然地理边界或人为划定的储量估算线等圈定。

不同类型的地质储量，含气面积圈定要求不同。

其中以下两种特殊情形，应分开圈定含气面积：

- a) 含气范围跨2个及以上的矿业权证或省份的，应以矿业权证或省份为界分开圈定；
- b) 含气范围与自然保护区等禁止勘查开采区域有重叠的，按重叠区和非重叠区分开圈定。

6.1.2 探明地质储量的含气面积

页岩储层的勘探程度和地质认识程度应达到表3要求。含气面积边界圈定原则如下：

- a) 依据测试资料证实的流体界面圈定的含气面积。
- b) 钻井和测井、地震综合确定的页岩气藏边界（即断层、尖灭、剥蚀等地质边界），达到储量起算标准（单井平均产气量下限、含气量下限等）的下限边界。
- c) 当地质边界或含气边界未查明时，沿边部页岩气井（达到产气量下限标准）外推。探明面积边界外推距离不大于开发井距的1~1.5倍，可分以下几种情况：
 - 1) 1口井达到产气量下限值时，以此井为中心外推1~1.5倍开发井距。
 - 2) 在有多口相邻井达到产气量下限值时，若其中有两口相邻井井间距离超过3倍开发井距，可分别以这两口井为中心外推1~1.5倍开发井距。
 - 3) 在有多口相邻井达到产气量下限值时，若其中有两口相邻井井间距离超过2倍开发井距，但小于3倍开发井距时，井间所有面积都计为探明面积，同时可以这2口井为中心外推1~1.5倍开发井距作为探明面积边界。
 - 4) 在有多口相邻井达到产气量下限值，且井间距离都不超过两个开发井距时，探明面积边界可以边缘井为中心外推1~1.5倍开发井距。
 - 5) 由于特殊原因也可由矿权区边界、自然地理边界或人为储量估算线等圈定。作为探明面积边界距离边部页岩气井（达到产气量下限标准）不大于1~1.5倍开发井距。

6.1.3 控制地质储量的含气面积

页岩储层的认识程度应达到表3要求。含气面积边界圈定原则如下：

- a) 依据钻遇的、或测井解释的、或预测的流体界面圈定的含气面积。
- b) 探明储量含气边界到预测储量含气边界之间圈定的含气面积；
- c) 当地质边界或含气边界未查明时，沿边部页岩气井（达到产气量下限标准）外推，具体外推距离视页岩气层稳定程度和构造复杂程度确定，一般为探明储量外推距离的2倍。

6.1.4 预测地质储量的含气面积

页岩储层的勘探程度和地质认识程度应达到表3要求。含气面积边界圈定原则如下：

- a) 依据预测的流体界面或圈闭溢出点圈定的含气面积。

- b) 控制含气边界到预测含气边界之间圈定的含气面积。
- c) 当地质边界或含气边界未查明时,沿边部页岩气井外推,具体外推距离视页岩气层稳定程度和构造复杂程度确定,一般为控制储量外推距离的2倍。

6.2 有效厚度

6.2.1 总体原则

气层有效厚度(简称有效厚度),应为达到储量起算标准的含气页岩层段中具有产气能力的那部分储层厚度。不同级别的地质储量,有效厚度确定要求不同。

6.2.2 探明地质储量的有效厚度

探明地质储量的有效厚度标准和划分要求如下:

- a) 有效厚度标准确定
 - 1) 应制定气层划分标准。
 - 2) 应以岩心分析资料和测井解释资料为基础,以测试资料为依据,在研究岩性、物性、电性与含气性关系后,确定其有效厚度划分的岩性、页岩含气量、总有机碳含量、镜质体反射率、脆性矿物含量等下限标准。
 - 3) 有效厚度应根据钻井取心、测井、试气试采等资料划定,井斜过大时应进行井斜和厚度校正。
- b) 有效厚度划分
 - 1) 以测井解释资料划分有效厚度时,应对有关测井曲线进行必要的井筒环境(如井径变化等)校正和不同测井系列的归一化处理。
 - 2) 以岩心分析资料划分有效厚度时,气层段应取全岩心,收获率不低于80%。

6.2.3 控制地质储量的有效厚度

控制地质储量的有效厚度,可根据已出气层类比划分,也可选择邻区类似气藏的下限标准划分。

与探明区(层)相邻的控制地质储量的有效厚度,可根据本层或选择邻区(层)类似气藏的下限标准划分。

6.2.4 预测地质储量的有效厚度

预测地质储量的有效厚度,可用测井、录井等资料推测确定,也可选择邻区块类似气藏的下限标准划分,无井区块可用邻区块资料类比确定。

与探明或控制区(层)相邻的预测地质储量的有效厚度,可根据本层或选择邻区(层)类似气藏的下限标准划分。

6.3 页岩质量密度

页岩质量密度为视页岩质量密度,可由取心实验测定方法获得。含气页岩层段可采用平均页岩质量密度。

6.4 页岩总含气量和吸附气含量

6.4.1 总含气量

总含气量主要由解析法、保压岩心法的分析方法得到。

具体方法如下：

- a) 解析法是测量页岩含气量的最直接方法，通常在取心现场完成。钻井取心过程中，待岩心提上井口后迅速将其装入密封的样品罐，在模拟地层温度条件下测量页岩中天然气的释放总量。
- b) 保压岩心法是在钻孔内采用保压岩心罐取心，这就使得所有页岩气都保存在岩样中，通过解析直接测得含气量，无须再估算逸散气。这种方法可准确、全面测定含气量，特别是取心时间长、气体散失量大的深孔。
- c) 页岩气含气量测定方法详细内容见 SY/T 6940。

6.4.2 吸附气含量

吸附气含量可通过等温吸附实验法得到。

等温吸附实验法：通过页岩样品的等温吸附实验来模拟样品的吸附过程及吸附量，通常采用兰格缪尔模型描述其吸附特征。根据该实验得到的等温吸附曲线可以获得不同样品在不同压力（深度）下的最大吸附含气量，也可通过实验确定该页岩样品的兰格缪尔方程估算参数。

页岩气含气量测定方法详细内容见 SY/T 6940。

6.4.3 采样要求

含气量测定应采用行业标准，采样间隔：页岩厚度30m以内，每1m取1个样；页岩厚度30m以上，均匀分布取30个样以上（取样间隔最高2m）。以往测定的含气量可参考应用，但应进行校正。

页岩气成分测定执行《气体组分分析方法》（GB/T 13610）。页岩气储量应根据气体成分的不同分类估算。一般情况下，参与储量估算的页岩含气量测定值中应剔除浓度超过10%的非烃气体成分。

6.5 原始页岩气体积系数

原始页岩气体积系数由（3）式求得。原始地层压力和原始气体偏差系数如下：

- a) 原始地层压力（ P_i ）和地层温度（ T ）是指折算气藏中部的地层压力和地层温度；
- b) 原始气体偏差系数（ Z_i ）可由实验室气体样品测定，也可根据页岩气组分和相对密度求得。

6.6 地质储量估算参数选值

地质储量估算参数选值方法和要求如下：

- a) 应用多种方法（或多种资料）求得的储量估算参数，选用一种有代表性的参数值。
- b) 计算单元的各项储量估算参数选值：
 - 1) 有效厚度、页岩气含量采用等值线面积权衡法，也可采用井点控制面积或均匀网格面积权衡法；其中探明地质储量的计算单元有效厚度取值原则上不大于该计算单元面积内井点最大有效厚度；

- 2) 在作图时, 应考虑气藏情况和储量参数变化规律;
- 3) 在特殊情况下(如井密度大且分布均匀), 也可采用井点值算术平均法。
- c) 通过综合研究, 建立地质模型, 可直接采用计算机图形, 求取储量估算参数并估算地质储量。
- d) 我国页岩气储量的地面要求条件指: 温度 20°C, 绝对压力 0.101MPa。各项储量估算参数的有效位数要求见附录 B (规范性附录) 的规定。计算单元的储量估算参数选值, 储量的估算和汇总, 一律采用四舍五入进位法。

7 技术可采储量估算

7.1 探明技术可采储量估算条件

探明技术可采储量的估算条件和估算方法如下:

- a) 估算条件包括以下几个方面:
 - 1) 已实施的操作技术和近期将采用的操作技术(包括采气技术和提高采收率技术, 下同)。
 - 2) 已有初步开发设计或正式开发方案。
 - 3) 以近期平均价格和成本为准。
 - 4) 满足页岩气开发需要的地表条件和水源条件。
 - 5) 按经济条件(如价格、配产、成本等)估算可商业采出, 可行性评价是经济的。
 - 6) 在不同的开发状态, 采用不同的估算方法。
- b) 估算方法如下:
 - 1) 探明技术可采储量的估算公式和估算方法见 7.3 和 7.4。
 - 2) 采收率一般是确定目前成熟的可实施的技术条件下的最终采收率。

7.2 控制技术可采储量估算

控制技术可采储量的估算条件和估算方法如下:

- a) 估算条件包括以下几个方面:
 - 1) 推测可能实施的操作技术。
 - 2) 满足页岩气开发需要的地表条件和水源条件。
 - 3) 按经济条件(如价格、配产、成本等)估算可商业采出, 可行性评价是经济的。
- b) 估算方法如下:
 - 1) 控制技术可采储量的估算公式和估算方法见 7.3 和 7.4。
 - 2) 采收率一般是推测可能实施的技术条件下的最终采收率。

7.3 未开发-开发初期的页岩气技术可采储量估算

7.3.1 技术可采储量估算方法

一般是根据估算泄气范围内的地质储量和确定的采收率, 按下列公式估算技术可采储量。

$$G_R = G_{zx} \times E_R \dots\dots\dots (8)$$

$$G_{zx} = 0.01 A_{gx} h C_z \rho_y \dots\dots\dots (9)$$

式中：

G_{zx} 为泄气面积内的页岩气地质储量

A_{gx} (泄气面积) = 单井泄气面积 × 开发方案中设计的开发井数

单井泄气面积 = 泄气长度 (射孔井段长度 + 指端长度 + 跟端长度) × 泄气宽度

7.3.2 采收率确定

采收率的确定要求和方法如下：

a) 确定要求

- 1) 一般是指在目前可实施的成熟的技术条件下 (如直井、水平井、多次压裂等) 的最终采收率。
- 2) 采收率随着开采技术改变、开发方式调整以及页岩气动态情况的变化而变化。
- 3) 对于提高采收率技术增加的可采储量, 分为下列情况: 提高采收率技术已经本气藏先导试验证实有效并计划实施; 或与本气田相似的同类气藏中已使用成功的提高采收率技术, 并可类比和计划实施, 可划为增加的探明技术可采储量。

b) 确定方法

根据气藏类型、储层特性和开发方式、废弃压力等情况, 应用水平井 (组) 动态生产资料和储层资料与开发成熟地区相似条件页岩气田类比, 选择经验公式法、经验取值法、类比法和数值模拟法求取采收率 (SY / T 6098)。

7.4 已开发的页岩气技术可采储量估算

7.4.1 原则

气田投入开发生产一段时间后, 已开发技术可采储量一般直接用开发井的生产数据估算, 主要估算方法是产量递减法、物质平衡法和数值模拟法等, 这些方法一般用于单井技术可采储量的估算。

7.4.2 产量递减法

产量递减法是通过研究页岩气井的产气规律、分析气井的生产特性和历史资料来预测储量, 一般是在页岩气井经历了产气高峰并开始稳产或出现递减后, 利用产量递减曲线的斜率对未来产量进行估算。

产量递减法实际上是页岩气井生产特性外推法, 运用产量递减法必须满足以下几个条件:

- a) 所选用的生产曲线有典型的代表意义及充分依据。
- b) 可以明确界定气井的产气面积。
- c) 在产量与时间关系曲线上产气高峰后至少有3个月以上稳定的气产量递减曲线斜率值。
- d) 必须有效排除由于市场减缩、修井或地表水处理等非地质原因造成的产量变化对递减曲线斜率值判定的影响。

在气井投入生产开发阶段, 产量递减法可以配合体积法和数值模拟法一起提高储量估算精度。(见SY / T 6098)。

7.4.3 物质平衡法

气田（藏）地层压力降低明显和达到一定采出程度时，根据定期的地层压力和气、水累积产量等资料，通过采出量随压力下降的变化关系求得与废弃压力相对应的技术可采储量，物质平衡法是以物质平衡为基础，对平均地层压力和采气量之间的隐含关系进行分析，建立适合某一气藏的物质平衡方程。

物质平衡法适用于密闭气藏系统的近似估算，不适用于页岩与相邻地层连通的情况。同时，必须有足够的压力和可靠的生产数据，并且储层必须达到半稳定状态。该方法带有时间性和隐含性，并且易受到地层各向异性、气藏采气强度的影响，在不同开发阶段所确定的储量不同。（见SY/T 6098）。

7.4.4 数值模拟法

是根据气藏特征及初步开发设计或正式开发方案等，建立气藏模型，并经历史拟合证实模型有效后，进行模拟估算，可求得技术可采储量。模拟页岩储层的吸附机理与孔隙特征和气、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，以及页岩岩石力学性质和力学表现等。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，是进行定量评价的基础，描述应该包括基础地质、储层物性及生产动态等3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。历史拟合与产能预测是利用储层模拟工具对所获得的储层地质和工程参数进行估算，将估算所得气、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，即可建立储层模型获得产气量曲线，预测未来的气体产量并获得最终的页岩气累积产量。

8 经济可采储量估算

8.1 探明经济可采储量估算条件

探明经济可采储量的估算必须满足下列条件：

- a) 经济条件基于不同要求可采用评价基准日的、或合同的价格和成本以及其它有关的条件。
- b) 操作技术（主要包括提高采收率技术）是已实施的技术，或先导试验证实的并肯定付诸实施的技术，或本气田同类气藏实际成功并可类比和肯定付诸实施的技术。
- c) 已有初步开发设计或正式开发方案，并已列入五年开发计划。
- d) 页岩气储量周边已铺设天然气管道或已有管道建设协议或有液化天然气（LNG）、压缩天然气（CNG）等储运设施计划，并有销售合同或协议。
- e) 与经济可采储量相应的含气边界是钻井或测井、或测试、或可靠的压力测试资料证实的流体界面，或者是钻遇井的气层底界，并且含气边界内有合理的井控程度。
- f) 实际生产或测试证实了商业性生产能力，或目标储层与邻井同层位或本井邻层位已证实商业性生产能力的储层相似。
- g) 可行性评价是经济的。
- h) 将来实际采出量大于或等于估算的经济可采储量的概率至少为 80%。

8.2 剩余探明经济可采储量估算

探明经济可采储量减去页岩气累计产量为剩余探明经济可采储量。

8.3 控制经济可采储量估算条件

控制经济可采储量估算的估算应满足下列条件：

- a) 按合理预测的经济条件（如价格、配产、成本等）估算求得的、可商业采出的、经过经济评价是经济的。
- b) 将来实际采出量大于或等于估算的经济可采储量的概率至少为 50%。

8.4 剩余控制经济可采储量估算

控制经济可采储量减去页岩气累计产量为剩余控制经济可采储量。

8.5 经济可采储量估算方法

8.5.1 原则

经济可采储量评价方法主要包括现金流法、经济极限法。一般情况下在未开发页岩气田或区块的新增储量，宜采用现金流法进行经济评价并估算经济可采储量。已开发气田或区块的新增、复算、核算、结算及动态法估算技术可采储量的，可采用经济极限法进行经济评价并估算经济可采储量。

8.5.2 现金流法

现金流法是根据开发方案或概念设计预测的页岩气产量及其它开发指标，依据目前经济条件，预测未来发生的投资、成本、收入和税费等，编制现金流量表，估算财务内部收益率、净现值等经济评价指标，符合判别条件后求得的储量寿命期内的累计产量即为经济可采储量的方法。

现金流量法的基本方法和步骤是：

- a) 确定经济评价单元。
- b) 预测未来各年产量。
- c) 预测未来各年的开发投资、经营成本（操作费）。
- d) 选取经济评价参数，包括评价基准年、页岩气产品价格、税率/费率、汇率等。
- e) 测算经济生产年限，并估算从评价基准年至经济生产年限内未来各年的现金流入、现金流出及净现金流量。
- f) 测算经济评价指标（主要指标是内部收益率和净现值）。
- g) 估算经济可采储量。

8.5.3 经济极限法

经济极限法是研究生产历史数据中产量与时间、含水等变化趋势，根据极限含水率、极限产量、废弃压力等生产极限指标，推算到经济极限点时求得的累计页岩气产量即为经济可采储量的方法。

经济极限产量法的基本方法和步骤是：

- a) 预测未来年度或月度页岩气产量。
- b) 预测未来年度或月度经营成本（操作费）。

- c) 选取页岩气产品价格、税率/费率、汇率等经济评价参数。
- d) 测算经济极限产量。
- e) 估算经济可采储量。

8.6 经济评价参数取值要求

经济评价参数取值要求如下：

- a) 采用现金流量法或经济极限法对页岩气田开发可行性进行经济评价，其目的是确定经济可采储量
- b) 勘探投资根据可利用的探井、评价井估算，开发建设投资根据初步开发设计或正式开发方案提供的依据测算。
- c) 成本、价格和税率等经济指标，一般情况下，应根据本气田实际情况，考虑同类已开发气田的统计资料，确定一定时期或年度的平均值；有合同规定的，按合同规定的价格和成本。价格和成本在评价期保持不变，即不考虑通货膨胀和紧缩因素。
- d) 高峰期的产量和递减期的递减率，应在系统试采和开发概念设计或正式开发方案的基础上论证确定。
- e) 经济评价结果净现值大于或等于零，内部收益率达到企业规定收益率，气田开发为经济的，可进行经济可采储量估算。

8.7 经济可采储量估算

估算工作包括以下内容：

- a) 预测分年、月度产量。已开发气田可直接采用产量递减法求得，其它动态法也最好转换为累积产量与生产时间关系曲线求得。不具备条件的通过研究确定高峰期产量和递减期递减率预测求得，应在系统试采和初步开发设计或正式开发方案的基础上论证确定。
- b) 投资、成本、价格和税率等经济指标，按 8.6 要求取值。
- c) 测算页岩气田经济极限。为某个页岩气田在指定时间（年、月或日）所产生的净收入等于操作该页岩气田的净支出（维护运营的操作成本和税费）时的产量；对海上页岩气田，储量的经济寿命不应该超过开发该气田的平台寿命。
- d) 估算经济可采储量，即从指定日期到产量降至经济极限产量，或净现值大于或等于零时的累积产量。
- e) 储量区与生态保护区等禁止勘查开采区有重叠、无法进行商业开发时，重叠区的剩余经济可采储量视为零，地质储量和技术可采储量正常估算。
- f) 折现率采用企业基准收益率。

9 资源量估算

9.1 资源量估算要求

资源量为待发现的未经钻井验证的，通过页岩气综合地质条件、地质规律研究和地质调查，推算的页岩气数量。

资源量估算可以采用类比法、体积法及容积法等方法，然后按照加权法或概率法汇总。

9.2 资源量估算方法

9.2.1 类比法

类比法适用于没有实测含气量、含气饱和度（或含水饱和度）数据的评价（估算）单元页岩气资源量的估算。可以分为含气量类比法和资源丰度类比法。

含气量类比法：含气量类比法是以含气量作为主要类比参数进行类比的方法。当评价（估算）单元具备含气页岩层段厚度数据时，通过对评价（估算）单元地质特征、成藏条件、含气性等各项参数与已探明区相似性研究，选择类比的关键参数估算相似系数和类比已探明单元含气量，根据有效面积和有效厚度，估算页岩气资源量。

评价（估算）单元页岩气资源量基本估算公式为：

$$Q = \sum_{i=1}^n (S_i \times h \times \rho_y \times G_i \times \alpha_i) \dots\dots\dots (10)$$

相似系数 α_i 由下式估算得到：

$$\alpha_i = \frac{\text{评价单元地质类比总分}}{\text{已知单元地质类比总分}} \dots\dots\dots (11)$$

i —评价（估算）单元子区的个数（ i 块或 i 层）；

资源丰度类比法：资源丰度类比法是以资源面积丰度作为主要的类比参数进行类比的方法。当评价（估算）单元具备含气页岩层段厚度数据时，通过对评价（估算）单元地质特征、成藏条件、含气性等各项参数与已探明区相似性研究，选择类比的关键参数估算相似系数和类比已探明单元资源丰度，根据有效面积和有效厚度，估算页岩气资源量。

评价（估算）单元页岩气资源量基本估算公式为：

$$Q = \sum_{i=1}^n (S_i \times K_i \times \alpha_i) \dots\dots\dots (12)$$

相似系数 α_i 估算依据公式（11）。

9.2.2 体积法及容积法

当类比评价（估算）单元具备实测含气量、含气饱和度（或含水饱和度）数据时，可以采用体积法、容积法进行页岩气资源量的估算，具体方法见5.3。

10 储量综合评价

10.1 储量规模

按技术可采储量规模由大到小，将储量规模分为五类：特大型、大型、中型、小型、特小型。具体指标见附录D的D.1。

10.2 储量丰度

按技术可采储量丰度由高到低，将储量丰度分为四类：高、中、低、特低。具体指标见附录D的D.2。

10.3 产能

气藏千米井深估算的试采前3个月平均日产量由高到低，将页岩气产能（水平井或直井）分为四类：高产、中产、低产、特低产。具体指标见附录D的D.3。

10.4 埋藏深度

按气藏中部埋藏深度由浅到深，将埋藏深度分为五类：浅层、中浅层、中深层、深层、超深层。具体指标见附录D的D.4。

10.5 页岩气物性

按页岩气层孔隙度由大到小，将页岩气层孔隙度分为四类：高、中、低、特低。按页岩气层空气渗透率由大到小，将页岩气层渗透率分为四类：高、中、低、特低。具体指标见附录D的D.5。

10.6 总有机碳含量

按总有机碳含量（TOC）由高到低，将页岩气层总有机碳含量分为四类：特高、高、中、低。具体指标见附录D的D.6。

10.7 热演化程度

按镜质体反射率（ R_o ）由大到小，将页岩气层热演化程度分为三类：高、中、低。具体指标见附录D的D.7。

10.8 页岩中脆性矿物含量

按页岩中脆性矿物含量由高到低，将页岩气层脆性矿物含量分为三类：高、中、低。具体指标见附录D的D.8。

10.9 综合评价

依据附录D（规范性附录）中的储量规模、储量丰度、产能、埋藏深度、页岩气物性、总有机碳含量、热演化程度、页岩中脆性矿物含量等多项参数指标的不同分类，对页岩气田（藏）储量进行综合评价。

附 录 A
(规范性附录)
资源量和地质储量类型框架图

资源量和地质储量类型框架图见 A. 1。

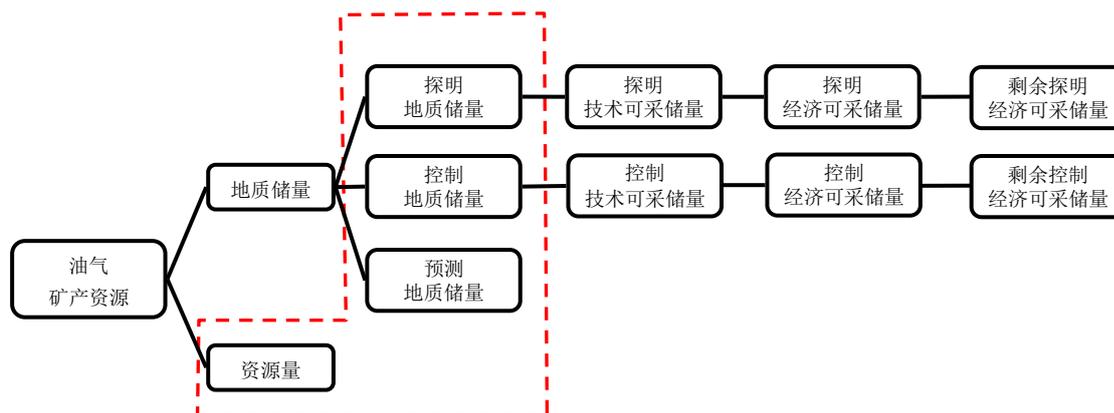


图 A. 1 油气矿产资源量和地质储量类型及估算流程图（引自 GB / T 19492）

附 录 B
(规范性附录)

储量估算公式中参数名称、符号、计量单位及取值位数

表 B.1 储量估算公式中参数名称、符号、计量单位及取值位数

参 数		计 量 单 位		取 值 位 数
名 称	符 号	名 称	符 号	
含气面积	A_g	平方千米	km^2	小数点后二位
泄气面积	A_{gx}	平方千米	km^2	小数点后二位
原始页岩气体积系数	B_{gi}	无因次		小数点后五位
页岩吸附气含量	C_x	立方米每吨	m^3/t	小数点后一位
页岩总含气量	C_z	立方米每吨	m^3/t	小数点后一位
采收率	E_R	小数		小数点后三位
页岩气总地质储量	G_z	亿立方米	10^8m^3	小数点后二位
吸附气地质储量	G_x	亿立方米	10^8m^3	小数点后二位
游离气地质储量	G_y	亿立方米	10^8m^3	小数点后二位
溶解气地质储量	G_s	亿立方米	10^8m^3	小数点后二位
泄气面积内页岩气地质储量	G_{zx}	亿立方米	10^8m^3	小数点后二位
页岩气技术可采储量	G_R	亿立方米	10^8m^3	小数点后二位
已知单元含气量	G_i	立方米每吨	m^3/t	小数点后一位
单井日产气量	g_g	立方米每天	m^3/d	小数点后二位
单井日产水量	g_w	立方米每天	m^3/d	小数点后二位
页岩气层埋深	H	米	m	小数点后一位
有效厚度	h	米	m	小数点后一位
压力梯度	K_p	兆帕每百米	$\text{MPa}/100\text{m}$	小数点后二位
已知单元(标准区)页岩气资源丰度	K_i	亿立方米每平方千米	$10^8\text{m}^3/\text{km}^2$	小数点后二位
渗透率	k	毫达西	mD	小数点后二位
原油地质储量	N	万立方米, 万吨	$10^4\text{m}^3, 10^4\text{t}$	小数点后二位
废弃储层压力	P_a	兆帕	MPa	小数点后二位
原始地层压力	P_i	兆帕	MPa	小数点后三位
破裂压力	P_f	兆帕	MPa	小数点后二位
地面标准压力	P_{sc}	兆帕	MPa	小数点后三位
页岩气资源量	Q	万亿立方米	10^{12}m^3	小数点后二位
原始溶解气油比	R_{si}	立方米每立方米	m^3/m^3	整数
页岩气单储系数	S_{gf}	亿立方米每平方千米每米	$10^8\text{m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{m})$	小数点后二位
原始含气饱和度	S_{gi}	小数		小数点后三位
评价(估算)单元有效面积	S_i	平方千米	km^2	小数点后二位
地层温度	T	开尔文	K	小数点后二位

表 B.1 储量估算公式中参数名称、符号、计量单位及取值位数(续)

参 数		计 量 单 位		取 值 位 数
名 称	符 号	名 称	符 号	
地面标准温度	T_{sc}	开尔文	K	小数点后二位
原始气体偏差系数	Z_i	无因次		小数点后三位
页岩质量密度	ρ_y	吨每立方米	t/m ³	小数点后二位
有效孔隙度	ϕ	小数		小数点后三位
相似系数	a_i	无因次		小数点后三位

附 录 C
(规范性附录)

页岩气探明地质储量勘探程度基本要求

页岩气探明地质储量勘探程度基本要求见C.1。

表 C.1 页岩气探明地质储量勘探程度基本要求

构造复杂程度		页岩气层稳定程度		工作量
类型	特 点	类型	特 点	地震、钻井、测井、等工作量
第 I 类 构造简单	1. 页岩层产状平缓 2. 简单的单斜构造 3. 宽缓的褶皱构造	第一型	页岩层稳定, 页岩层厚变化很小, 或沿一定方向逐渐发生变化	按照 DZ/T 0217 中有关天然气的要求执行。
		第二型	页岩层厚度有一定变化, 但仅局部地段出现少量的减薄, 没有尖灭	
		第三型	页岩层不稳定, 页岩层厚度变化很大, 且具有明显的变薄、尖灭或分叉现象	
第 II 类 构造较复杂	1. 页岩地层产状平缓, 但具有波状起伏 2. 页岩地层呈简单的褶皱构造, 两翼倾角较陡, 并有稀疏断层 3. 页岩地层呈简单褶皱构造, 但具有较多断层, 对页岩层有相当的破坏作用	第一型	页岩层稳定, 页岩厚变化很小, 或沿一定方向逐步发生变化	
		第二型	页岩层厚度有一定变化, 但仅局部地段出现少量的减薄, 没有尖灭	
		第三型	页岩层不稳定, 页岩层厚度变化很大, 具有明显的变薄, 尖灭或分叉现象	
第 III 类 构造复杂	1. 页岩地层呈紧密复杂褶皱, 并伴有较多断层, 产状变化剧烈 2. 褶皱虽不剧烈, 但具有密集的断层, 页岩层遭受较大破坏 3. 页岩地层受到火成岩体侵入, 使页岩地层受到的严重破坏	第一型	页岩层稳定, 页岩厚变化很小, 或沿一定方向逐步发生变化	
		第二型	页岩层厚度有一定变化, 仅局部地段出现少量的减薄, 没有尖灭	
		第三型	页岩层不稳定, 页岩层厚度变化很大, 具有明显变薄, 尖灭或分叉现象	

附 录 D
(规范性附录)
页岩气田储量规模和品位等分类

D.1 储量规模

按技术可采储量大小，将页岩气田规模分为五类，见表D.1。

表 D.1 储量规模分类

分类	技术可采储量 10^8m^3
特大型	≥ 2500
大型	$\geq 250 \sim < 2500$
中型	$\geq 25 \sim < 250$
小型	$\geq 2.5 \sim < 25$
特小型	< 2.5

D.2 储量丰度

按单位含气面积内技术可采储量的大小，将页岩气田的储量丰度分为四类，见表D.2。

表 D.2 储量丰度分类

分类	技术可采储量丰度 $10^8\text{m}^3/\text{km}^2$
高	≥ 8.0
中	$\geq 2.5 \sim < 8.0$
低	$\geq 0.8 \sim < 2.5$
特低	< 0.8

D.3 产能（水平井或直井）

按气藏千米井深估算的试采前3个月月平均日产量的高低，将页岩气产能（水平井或直井）分为四类，见表D.3。

表 D.3 页岩气井产能分类

分类	气藏千米井深平均日产量 $10^4 \text{ m}^3/\text{km} \cdot \text{d}$
高产	≥ 10
中产	$\geq 3 \sim < 10$
低产	$\geq 0.3 \sim < 3$
特低产	< 0.3

D.4 埋藏深度

按气藏中部埋藏深度，将页岩气田分为五类，见表D.4。

表 D.4 埋藏深度分类

分类	气藏中部埋藏深度 m
浅层	< 500
中浅层	$\geq 500 \sim < 2000$
中深层	$\geq 2000 \sim < 3500$
深层	$\geq 3500 \sim < 4500$
超深层	≥ 4500

D.5 页岩气层物性

按页岩气层的孔隙度和渗透率大小，将页岩气层物性分为四类，见表D.5。

表 D.5 页岩气层孔隙度和渗透率分类

分类	页岩气层孔隙度 %	分类	页岩气层空气渗透率 mD
高	≥ 10	高	$\geq 100 \sim < 500$
中	$\geq 5 \sim < 10$	中	$\geq 10 \sim < 100$
低	$\geq 2 \sim < 5$	低	$\geq 1 \sim < 10$
特低	< 2	特低	< 1

D.6 总有机碳含量

按总有机碳含量（TOC）大小，将页岩气层分为四类，见表D.6。

表 D.6 总有机碳含量分类

分类	总有机碳含量 %
特高	≥ 4.0
高	$\geq 2.0 \sim < 4.0$
中	$\geq 1.0 \sim < 2.0$
低	< 1.0

D.7 热演化程度

按镜质体反射率(R_o)大小, 将页岩气层热演化程度分为三类, 见表D.7。

表 D.7 热演化程度分类

分类	镜质体反射率 %
高	≥ 2.0
中	$\geq 1.3 \sim < 2.0$
低	< 1.3

D.8 页岩中脆性矿物含量

按页岩中脆性矿物含量大小, 将页岩气层分为三类, 见表D.8。

表 D.8 页岩中脆性矿物含量分类

分类	页岩中脆性矿物含量 %
高	$\geq 40 \sim < 50$
中	$\geq 30 \sim < 40$
低	< 30