

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXX—XXXX

页岩层系石油储量估算规范

Regulation of shale layers oil reserves estimation

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—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	1
4.1 总体要求	1
4.2 具体要求	2
5 地质储量估算条件与方法	2
5.1 储量估算条件	2
5.2 储量计算单元划分原则	3
5.3 地质储量估算方法	5
6 地质储量估算参数确定	6
6.1 含油面积	6
6.2 有效厚度	8
6.3 有效孔隙度	8
6.4 空气渗透率	9
6.5 原始含油饱和度	9
6.6 原始原油体积系数及原始溶解气油比	9
6.7 地面原油密度	9
6.8 页岩质量密度	9
6.9 游离烃含油量	9
6.10 地质储量估算参数选值	9
7 技术可采储量估算	10
7.1 探明技术可采储量估算条件	10
7.2 未开发状态-开发初期的页岩层系石油探明技术可采储量估算	10
7.3 已开发状态的页岩层系石油探明技术可采储量估算	11
7.4 控制技术可采储量估算	12
8 经济可采储量估算	12
8.1 探明经济可采储量估算条件	12
8.2 剩余探明经济可采储量估算	12
8.3 控制经济可采储量估算条件	12
8.4 剩余控制经济可采储量估算	12
8.5 经济可采储量估算方法	12
8.6 经济评价参数取值要求	13
8.7 经济可采储量估算	14
9 储量综合评价	14
10 报告编写	14
10.1 报告名称	14

10.2 报告编写要求..... 14

附录 A（规范性）油气储量估算情形 15

附录 B（规范性）页岩层系石油探明地质储量估算的基本井距要求..... 17

附录 C（规范性）储量估算公式中参数名称、符号、计量单位及取值位数..... 18

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本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：自然资源部油气资源战略研究中心、自然资源部油气储量评审办公室、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、中国海洋石油集团有限公司、陕西延长石油（集团）有限责任公司、中联煤层气有限责任公司。

本标准主要起草人：韩征、王玉华、蔡勋育、李其正、王香增、张道勇、郭海晓、谷宇峰、姜文利、任继红、周立明、高山林、段晓文、朱光辉、李敬功、郭顺、张革、赵铭海、黄月银、张臣、张昊泽、郑媛媛、付玲、徐建华

页岩层系石油储量估算规范

1 范围

本标准规定了页岩层系定义，页岩层系石油储量估算的基本原则，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。

本标准适用于页岩层系石油储量估算、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 19492 油气矿产资源储量分类
- GB/T 18602 岩石热解分析
- GB/T 29172 岩心分析方法
- DZ/T 0217 石油天然气储量估算规范
- DZ/T 0252 海上石油天然气储量估算规范
- DZ/T 0334 石油天然气探明储量报告编写规范
- SY/T 5367 石油可采储量计算方法
- SY/T 6098 天然气可采储量计算方法
- SY/T 6580 石油天然气勘探开发常用量和单位
- SY/T 7661 泥页岩含油量热解分析方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 页岩层系 Shale layers

本规范中页岩层系是指富含有机质的烃源岩层系，以页岩、泥页岩、泥岩和粉砂质泥岩为主，不含或含少量砂岩、碳酸盐岩或硅质岩等夹层。其中，夹层的单层厚度不大于2m，并在纵向单元中累计夹层厚度占页岩层系厚度比例不超过该单元的20%，且单独开发无效益。单层厚度大于2m的砂岩、碳酸盐岩或硅质岩等储集体的油气储量，按照相应的储量规范单独进行估算。

3.2 页岩层系石油 Oil of shale layers

页岩层系石油是指已生成但仍滞留于富含有机质的页岩层系中的石油，主要以游离态、吸附态等方式赋存，主体上是自生自储成藏的连续性油藏；属于非常规油藏，一般无自然产能，或自然产能低于工业油流下限，可通过体积压裂等改造措施获得工业产能。

4 储量估算情形

4.1 总体要求

4.1.1 按照 GB/T 19492 划分的储量分类进行储量估算。

4.1.2 页岩层系石油勘探开发可分为 3 个阶段：预探阶段、评价阶段、开发阶段。

a) 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芯剖面，查明储层厚度、含油性、物性等特征，对 TOC、 R_o 、矿物组成和流体性质进行评价并对探井进行压裂改造，产量达到页岩层系石油井储量起算标准，优选出有利的评价区，并初步了解评价区的油藏特征。

b) 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（斜）井和水平井）钻探，并开展直井和水平井压裂改造达到页岩层系石油钻井储量起算标准，通过评价井（直（斜）井和水平井）、地质综合研究和地震资料基本圈定油藏范围，取全相关评价资料，查明页岩层系油藏类型、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（斜）井和水平井组先导性试验，产量达到页岩层系石油储量起算标准，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。

c) 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，进行页岩层系石油开采生产活动，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，直至油田废弃。

4.1.3 关于页岩层系石油的地震、钻井、测井、测试、分析化验等工作量，应满足估算不同地质储量类型的要求。

4.1.4 在给定的技术经济条件下，依据对油藏的勘探程度、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。

4.2 具体要求

油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，应按照 DZ/T 0217 中的要求进行储量估算，具体要求见附录 A。估算结果在录入年度探明储量数据库和统计数据库时，油田年产量、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。

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

页岩层系石油储量起算标准包括：单井平均日产量下限、勘探程度和地质认识程度要求等有关起算标准。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表 1 规定的起算标准。

储量起算标准分别如下：

a) 以水平井开发为主的，水平井试采三个月或六个月的单井平均日产量下限标准见表 1，用于圈定含油面积和录取储量参数的直（斜）井测试应见油。其中，水平井单井平均日产量下限是进行储量估算应达到的最低经济条件，各地区和海域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三个月或六个月的单井平均日产量下限；也可用平均的操作费和油价求得平均井深的试采三个月或六个月的单井平均日产量下限，再根据实际井深求得不同井深的试采三个月或六个月的单井平均日产量下限。

b) 以直（斜）井开发为主的，在经储层改造措施（如压裂、酸化等）后的单井稳定日产量达到 DZ/T 0217 或 DZ/T 0252 规定的储量起算标准。

c) 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 2。

表 1 页岩层系水平井单井平均日产油量下限标准

油藏埋藏深度 (m)	陆地水平井单井平均日产量下限 (m ³ /d)		海上水平井单井平均日产量下限 (m ³ /d)	
	3 个月	6 个月	3 个月	6 个月
≤500	2.0	1.5	4.0	3.0
> 500~1000	3.0	2.5	6.0	5.0
> 1000~2000	4.0	3.0	8.0	6.0
> 2000~3000	8.0	6.0	16.0	12.0
> 3000~4000	12.0	10.0	24.0	20.0
> 4000	15.0	12.0	30.0	24.0

5.1.2 探明地质储量

估算页岩层系石油探明地质储量，应在综合地震、钻井、测井、测试、录井及各种化验分析测试资料基础上，查明油藏构造特征、岩性组成与分布、储集空间类型、物性和含油性特征以及开采技术条件；通过实施开发先导试验区或先导试验井组证实了勘探范围内的页岩层系石油可采性；查明了产能和生产递减规律；单井平均日产量达到了储量起算标准；勘探程度和地质认识程度符合表2中的要求。页岩层系石油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，应在综合各种资料基础上，基本查明油藏构造特征、岩性组成与分布、储集空间类型、物性和含油性特征；开采技术条件基本得到了控制，并通过单井试验和数值模拟，基本查明典型地质背景下页岩层系石油地面钻井的单井产能情况。含油面积范围内的单井试采日产量达到储量起算标准。勘探程度和地质认识程度符合表2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估算范围内的油藏赋存条件和产油措施，页岩层系石油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，应初步查明油藏构造特征、岩性组成与分布、储集空间类型、物性和含油性特征，初步认识了油藏的分布规律，初步获得了典型地质环境下的油藏参数，大部分页岩层系油层参数条件是推测得到的。预探井钻遇了页岩层系油层段并在压裂改造后测试获得了油流。勘探程度和地质认识程度符合表2中的要求。页岩层系石油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、页岩层系展布稳定性等地质条件，结合井控、压裂改造等情况综合确定。

a) 计算单元平面上一般按井区确定。

- 1) 面积较大的页岩层系油藏，视不同情况可细分单元；
- 2) 当油藏类型相似，含油连片或叠置时，可合并为一个计算单元。

- b) 计算单元纵向上一般按页岩层系，结合游离烃含油量、孔隙度、脆性矿物含量、总有机碳含量和压裂技术（纵向压裂缝高）等因素确定计算单元。原则上单个纵向单元不超过100m。
- c) 含油面积跨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) 含油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。

表 2 各级地质储量勘探开发及认识程度基本要求

储量类型		探明地质储量	控制地质储量	预测地质储量
勘探开发程度	地震	已完成三维地震或二维地震采集（测网密度不大于1千米×1千米），地震资料品质能够满足构造、断裂解释和储层预测需要。	已完成三维地震或二维地震采集，二维地震主测线距一般1千米～2千米	已完成二维地震采集，二维地震主测线距一般2千米～4千米
	钻井与取芯	1. 已完成探井和评价井钻探，含油面积内井距达到附录B的要求，查明了页岩层系油层空间分布； 2. 已有开发先导试验区或先导试验井组； 3. 取芯井平面应分布合理，岩芯剖面能反映主要油层平面变化情况。至少有一个完整的取芯剖面，收获率为85%以上，应能够满足测井资料标定需求； 4. 中型规模的油田已取得合格的代表性保压或密闭取芯资料，大型及以上规模的油田应有保压取芯资料。其中，海上油田执行DZ/T 0252。	1. 已有探井或评价井钻探，现有钻井基本查明了油层空间分布状况； 2. 有页岩层系油层段岩心剖面，能反映主要油层平面变化情况，岩心收获率满足测井资料标定基本需求； 3. 已取得保压或密闭取芯资料。	1. 已有探井或评价井钻探，或紧邻地质条件相似可比的探明储量、控制储量区； 2. 页岩层系油层段已取得了岩心或井壁取芯。
	测井	1. 针对页岩层系石油的探井、评价井常规系列测井项目齐全，关键井应用了适合本地区页岩层系石油的核磁共振测井和其它特殊测井系列(如阵列声波、电成像、元素俘获等)，满足“七性”评价（“七性”是指烃源岩特性、含油性、岩性、物性、电性、脆性和地应力各向异性等七个方面）和有效厚度下限确定；每口井测井资料应满足储量计算参数解释需要；其它兼探井（过路井）在页岩层系测井资料满足页岩层系评价和有效厚度确定时也可用于页岩层系石油储量估算。 2. 已取得详实且具有代表性的压裂效果监测与评价资料（如微地震监测、水平井产液剖面、套后阵列声波等）。	1. 采用适合本地区的测井系列开展了页岩层系石油储量参数解释； 2. 获得了压裂效果监测与评价资料。	采用适合本地区的测井系列开展了页岩层系石油储量参数解释。
	测试	1. 陆上，采用水平井开发方式为主的，探井、评价井测试比例不低于50%，其它兼探井（过路井）在页岩层系测试见油也可用于页岩层系石油储量估算；采用直（斜）井开发方式为主的，针对页岩层系石油的探井、评价井测试比例不低于90%，测试井点分布基本均匀，测试产量达到DZ/T 0217 储量起算标准。 2. 海上，小型油田的主力油层，邻近类似油藏已取得可靠的产能资料，可进行产能类比，取全取准产能、流体性质、温度和压力资料，邻近没有类似油田的可靠产能资料，在关键部位井已进行测试，取全、取准产能、流体性质、温度和压力资料；中型及以上油田，在关键部位井已进行测试，取全取准产	1. 页岩层系石油探井、评价井进行了测试，测试产量达到储量起算标准； 2. 取得了初步的生产井压力、气油比等动态资料。	页岩层系石油探井、评价井经测试获油流。

	能、流体性质、温度和压力资料，测试井平面分布合理。 3. 开发先导试验区或先导试验井组试采超过3个月或6个月证实了储量的商业开发价值； 4. 取得了代表性生产井的压力、气油比等动态资料。		
分析化验	1. 已取得满足刻度“七性”关系分析化验资料。 2. 通过实验和测试获得分析化验资料，矿物成分、TOC、物性、含油饱和度、游离烃含油量等关键参数分析化验资料取样间隔至少1块/米。 3. 对有效孔隙度、含油饱和度等关键物性参数，应开展二维核磁共振实验或岩芯分析； 4. 已取得地层及地面流体分析资料； 5. 各项资料分布具有代表性。	1. 已取得刻度“七性”关系的分析化验资料； 2. 已取得流体分析资料； 3. 各项资料分布有一定代表性。	1. 已取得刻度“七性”关系分析化验资料； 2. 已取得流体分析资料。
工程技术	钻采工艺技术已确定。	钻采工艺技术基本确定。	钻采工艺技术可处于探索阶段。
地质认识程度	1. 页岩层系构造形态清楚，查明断层发育情况，能为水平井钻探提供准确导向； 2. 有效储层分布、储层物性、非均质性、脆性、地应力及烃源岩特征等清楚；现有实验条件下地层及地面条件下孔隙度、渗透率、含油饱和度和游离烃含油量等参数变化规律清楚；满足水平井压裂设计地质需求； 3. 地层压力、温度和流体分布清楚； 4. 储量估算参数合理，可靠程度高； 5. 生产动态规律清楚； 6. 已有以开发概念设计或已编制开发方案为依据的经济评价。	1. 页岩层系石油储层空间分布基本清楚； 2. 有效储层分布、储层物性、非均质性、脆性、地应力及烃源岩特征等基本清楚； 3. 综合确定了储量估算参数，可靠程度中等； 4. 已有储量升级部署方案。	1. 页岩层系石油储层范围已基本清楚； 2. 可采用类比法确定储量估算参数，可靠程度低； 3. 已有储量升级部署方案。

5.3 地质储量估算方法

5.3.1 原则

页岩层系石油地质储量估算方法主要采用静态法和动态法。

静态法以静态资料为主，适用于油藏未开发或开发时间短且动态资料较少情况下的储量估算，包括容积法和体积法。估算页岩层系石油地质储量原则上以容积法为主。

动态法主要适用于油藏开发时间长且动态资料丰富情况下的储量估算。当页岩层系油藏勘探开发阶段已取得较丰富的生产资料时，可根据产量、压力数据采用动态法估算。

储量估算公式中符号名称和计量单位见附录C，符合SY/T 6580。

5.3.2 容积法

容积法估算页岩层系石油地质储量的主要参数包括含油面积、油层有效厚度、有效孔隙度、原始含油饱和度、原始原油体积系数和地面原油密度等。页岩层系石油中溶解气地质储量大于0.1亿立方米时，应计算溶解气地质储量。

原油地质储量由下式估算：

$$N = 100 A_o h \phi S_{oi} / B_{oi} \dots\dots\dots (1)$$

式中：N—原油地质储量，单位为万立方米（ 10^4m^3 ）；

A_o —含油面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

h — 有效厚度, 单位为米 (m) ;

ϕ — 有效孔隙度, 用小数表示 (f) ;

S_{oi} — 原始含油饱和度, 用小数表示 (f) ;

B_{oi} — 原始原油体积系数。

溶解气地质储量计算公式:

$$G_s = 10^{-4} N R_{si} \dots\dots\dots (2)$$

式中: G_s — 溶解气地质储量, 单位为亿立方米 (10^8 m^3) ;

N — 原油地质储量, 单位为万立方米 (10^4 m^3) ;

R_{si} — 原始溶解气油比, 单位为立方米每立方米 (m^3 / m^3) 。

若用质量表示原油地质储量时:

$$N_z = N \rho_o \dots\dots\dots (3)$$

式中: N_z — 原油地质储量, 单位为万吨 (10^4 t) ;

N — 原油地质储量, 单位为万立方米 (10^4 m^3) ;

ρ_o — 地面原油密度, 单位为吨每立方米 (t / m^3) 。

5.3.3 体积法

采用体积法估算页岩层系石油地质储量, 主要参数包括含油面积、油层有效厚度、页岩质量密度、页岩游离烃含油量和地面原油密度等。

原油地质储量由下式估算:

$$N_z = 100 A_o h \rho_y T_f \dots\dots\dots (4)$$

式中: N_z — 原油地质储量, 单位为万吨 (10^4 t) ;

A_o — 含油面积, 单位为平方千米 (km^2) ;

h — 有效厚度, 单位为米 (m) ;

ρ_y — 页岩质量密度, 单位为吨每立方米 (t / m^3) 。

T_f — 游离烃含油量, 单位为吨每吨 (t / t) 。

若用体积表示原油地质储量时:

$$N = N_z / \rho_o \dots\dots\dots (5)$$

式中: N — 原油地质储量, 单位为万立方米 (10^4 m^3) ;

N_z — 原油地质储量, 单位为万吨 (10^4 t) ;

ρ_o — 地面原油密度, 单位为吨每立方米 (t / m^3) 。

5.3.4 动态法

在生产动态资料满足的情况下, 可根据驱动类型和开发方式等选择合理的动态方法计算页岩层系石油地质储量。

具体情况及估算方法见 DZ/T 0217。

6 地质储量估算参数确定

6.1 含油面积

6.1.1 总则

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/418001100010006030>