

石油及天然气 储量计算方法

第二版

杨通佑 范尚炯 陈元千 胡允栋 吴奇之 编著

工业出版社



124139	
P618.130.9	
003(2)	

石油及天然气储量计算方法

第二版

杨通佑 范尚炯 陈元千 胡允栋 吴奇之 编著



石油0116998

石油工业出版社

内 容 提 要

本书全面论述了石油和天然气储量计算方法所涉及的储量分级和分类、储量计算参数的确定方法、地震新技术在储量计算中的应用,以及储量精度评价和相关经验公式。

本书对全国从事石油和天然气储量计算工作人员是一本极有用的工具书,对从事油气勘探、油气田开发的工程技术人员及石油院校有关专业师生也是一本极有价值的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

石油及天然气储量计算方法/杨通佑等编著. —2版.
北京:石油工业出版社, 1998.3

ISBN 7-5021-2185-4

I. 石…

II. 杨…

III. 油气田—储量—计算

IV. TE15

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 25832 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 20 印张 498 千字 印 4500—6500

1998 年 3 月北京第 2 版 1998 年 3 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-5021-2185-4/TE·1831

定价: 30.00 元

序 言

石油、天然气储量和资源量的增长，对国民经济的发展和能源政策的制定具有直接的影响。我国的石油和天然气工业在近 30 年来发展得很快，全国已探明或正在开发的油、气田已在 300 个以上。由于我国陆上和沿海大陆架的幅员辽阔，石油地质条件具有区域上的一些特殊性，全国油、气田和油、气藏的圈闭类型丰富多彩，规模亦大、中、小不等。

随着石油工业的发展，我国石油地质工作者已积累了一定的储量计算工作经验，又吸取和借鉴了国外的有用技术，完成了大量的油、气田的储量计算工作。我国的《石油储量规范》和《天然气储量规范》，在经历了多次修改、讨论和补充完善之后，已于 1987 年经全国矿产储量委员会正式批准实施。但是《规范》是一部原则性的技术文献，对石油和天然气储量计算工作中的许多技术细节和计算方法，需要有一个专著进行详细的论述。全国矿产储量委员会石油天然气专业委员会办公室的杨通佑、范尚炯、陈元千和石油工业部地球物理勘探局的吴奇之一起编著了这本书。该书不仅对全国油、气储量计算工作者是一本必备的手册，而且对于其他石油地质工作者、油、气田开发工作者、石油高等院校的师生，也是一本有用的参考书籍。

中国科学院院士 李德生

第二版说明

近年来随着我国油、气勘探工作的发展和新技术、新方法的应用,油、气储量计算工作水平也有很大的提高。同时在储量计算工作中还积累了许多有用的经验。为了及时将近年来储量计算工作中应用的新技术、新方法及有关经验介绍给广大从事油、气储量计算工作的人员,本书对第一版部分章节做了补充和修改。

一、第一章中补充和修改部分:

1. 第1节增补了一些有用的术语。
2. 第2节工业油、气流标准按目前我国的实际情况作了修改。
3. 第3节重点补充了美国储量分级和分类特点,以及美国油田多次计算储量的实例。

二、第二章中补充和修改部分:

1. 第1节补充了应用压力测试资料确定单井油水界面方法。
2. 第2节重点对有效厚度划分的测井标准根据近年来的测井技术作了补充和完善。
3. 第3节补充了孔隙度影响因素的内容,并根据测井技术的进展对测井解释孔隙度进行了重新的编写。
4. 第4节补充完善了含油饱和度的定义和孔隙空间流体分布,根据测井技术的发展对测井解释和岩电实验确定含油饱和度进行了重新编写。
5. 第6节重点补充了不同二氧化碳含量气藏偏差系数的确定方法。
6. 第7节根据我国近年来的实际资料,补充了裂缝孔洞型油气藏有效厚度、孔洞体积的确定方法和一些实例。

三、第八章增加了一节用“平点”、“亮点”信息计算气藏储量的实例。

四、第九章根据近年来我国的研究成果进行了重写。

五、第十章根据近年来我国油气储量计算的教训,补充了大量实例。

本书分别由杨通佑(第一章,第二章第6节、第7节、第九、十章)、陈元千(第三、四、五、六、十一章)、范尚炯(第一章及第二章1至6节、第七章)、胡允栋(第二章1至4节)和吴奇之(第八章)编著。

油气储量办公室教授级高级工程师

杨通佑

1997年2月

目 录

1. 概论	(1)
1.1. 油、气储量计算中常用术语	(1)
1.2. 工业油、气流标准	(2)
1.3. 我国油气储量的分级、分类及其特点	(3)
1.4. 储量计算方法	(22)
1.5. 油、气储量的综合评价	(24)
参考文献	(26)
2. 储量计算的容积法	(28)
2.1. 含油面积	(29)
2.2. 有效厚度	(41)
2.3. 有效孔隙度	(64)
2.4. 原始含油饱和度	(83)
2.5. 储量计算单元和参数平均方法	(108)
2.6. 气藏与凝析气藏的储量计算	(116)
2.7. 裂缝孔洞型油、气藏的储量计算	(133)
参考文献	(145)
3. 油、气藏的物质平衡方程式	(147)
3.1. 油藏的物质平衡方程式	(147)
3.2. 气藏的物质平衡方程式	(154)
3.3. 凝析气藏的物质平衡方程式	(157)
3.4. 天然水侵量的计算方法	(158)
3.5. 物质平衡方程式的直线表达式	(163)
3.6. 物质平衡方程式线性求解方法	(166)
3.7. 物质平衡方程式多解性的判断	(167)
参考文献	(168)
4. 产量递减曲线分析法	(169)
4.1. 油、气田开发模式图及开发阶段的划分	(169)
4.2. 递减率、递减系数和递减指数	(169)
4.3. 指数递减	(170)
4.4. 调和递减	(172)
4.5. 双曲线递减	(173)
4.6. 递减类型的对比	(175)
4.7. 递减类型的判断方法	(176)
4.8. 产量递减分析方法的应用	(181)
参考文献	(181)

5. 水驱特征曲线分析法	(183)
5.1. 基本关系式的推导	(183)
5.2. 水驱特征曲线的分析及对比	(195)
5.3. 水驱特征曲线的应用	(197)
5.4. 水驱特征曲线直线段出现时间的判断	(198)
参考文献	(201)
6. 矿场不稳定试井法	(203)
6.1. 地层流体界面位置的确定	(203)
6.2. 油、气藏边界性质及位置的判断方法	(209)
6.3. 油、气藏的探边测试	(213)
参考文献	(216)
7. 概率统计法	(218)
7.1. 一般介绍	(218)
7.2. 概率法计算储量	(218)
7.3. 储量期望曲线的应用	(224)
参考文献	(228)
8. 地震新技术的应用	(229)
8.1. 计算油、气田储量的地震解释工作的步骤	(229)
8.2. 精细编制油层顶面构造图的应用技术	(231)
8.3. 储集层的横向预测技术	(235)
8.4. 地层孔隙度的计算	(239)
8.5. 油、气、水界面和油、气、水边界的确定	(241)
8.6. 应用“平点”、“亮点”信息计算气藏储量的实例	(247)
8.7. 小结	(251)
参考文献	(252)
9. 油、气藏采收率的确定方法	(253)
9.1. 影响油藏采收率的因素	(253)
9.2. 确定原油采收率的方法	(257)
9.3. 确定气藏采收率的方法	(271)
9.4. 采收率确定方法的选择	(274)
参考文献	(274)
10. 储量计算的精度评价	(275)
10.1. 误差的含义、种类和精度	(275)
10.2. 储量参数误差产生的原因分析	(276)
10.3. 储量计算精度评价方法的要求	(288)
10.4. 储量计算精度的评价方法	(289)
参考文献	(296)
11. 相关经验公式	(297)
11.1. 地层原油物性的相关经验公式	(297)
11.2. 地层水物性的相关经验公式	(301)

11.3. 地层天然气物性的相关经验公式	(303)
11.4. 地层岩石物性的相关经验公式	(305)
11.5. 凝析气田的地质储量、可采储量和采收率	(306)
11.6. 确定气井的绝对无阻流量	(307)
参考文献.....	(310)

1. 概 论^①

1.1. 油、气储量计算中常用术语

对油、气储量感兴趣的不仅是石油工作者，而且政策决策人、经济学家和油、气建设工程有关的行业及利用油、气产品加工的下游工业的人员也都关心有关油、气储量和资料。油、气储量计算中有关术语的定义和概念标准化，不但对石油地质、油藏工程技术人员是很重要的，对其他与石油有关行业的人加深对石油储量的理解也是必需的。因此，有必要对油、气储量计算中常用术语作一介绍。

(1) 石油：自然界中存在于地下的以气态、液态、固态烃类化合物为主，并含有少量杂质的复杂混合物。在工业界日常应用中，往往与原油一词混用，只指液态油矿物。

(2) 原油：它是石油的基本类型。存在于地下储集层内，在常温常压下呈液态。

此外，在国际原油销售市场中还应用“轻质”和“重质”原油这些术语。以 4℃ 温度下的水的密度为基准，原油可以进一步分类：

密度大于 1t/m^3 为超重原油；

密度 $1\sim 0.92\text{t/m}^3$ 为重质原油；

密度 $0.87\sim 0.92\text{t/m}^3$ 为中质原油；

密度小于 0.87t/m^3 为轻质原油。

原油按其硫化物的含量有时还应用“含硫原油”或“低硫原油”等术语。

(3) 天然气：地层中存在的烃类气体和非烃类气体，以及各种元素的天然混合物。这种天然混合物在地层条件下呈气态，或者溶解于油中，或者溶解于水中，但在标准条件下只呈气相。

(4) 天然气液：气体处理工厂从天然气中回收的天然气液。在某些情况下直接从分离器内产出。包括甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、天然汽油和凝析油。

(5) 凝析油：主要为戊烷以及更重的烃类组成的天然气液，包括由油气分离器或油田设备从气井气中回收的矿场凝析油，以及天然气收集、加压工厂中和伴生器处理系统中回收的工厂凝析油。

(6) 圈闭：适合于油气聚集，形成油气藏的场所。

(7) 油藏：石油聚集在由岩石储层形成的圈闭中，并具有同一的压力系统，油藏可以是一个储层，或者有几个储层。

(8) 气藏：天然气聚集在由岩石储层形成的圈闭中，并具有同一的压力系统，气藏可以是一个储层，也可以有几个储层。

① 本章的参考资料有：

胡文海、胡征钦等。石油储量资料汇编。石油工业部科学技术情报所，1982

张文昭、石油及天然气储量管理，中国石油天然气总公司，1995 年

赴美国油气储量管理考察综合报告，国家储量管理局油气储量管理考察团，1991 年

- (9) 油田：受同一局部构造单位控制下的一个或几个油藏的总称。
- (10) 气田：受同一局部构造单位控制下的一个或几个气藏的总称。
- (11) 气油田：在气油田内矿藏的主要部分是油藏，而气藏（气顶）的容积小于油藏的容积。
- (12) 油气田：在油气田中，气顶的体积超过含油体积。
- (13) 凝析气藏：气藏中烃类在现有地层压力和温度条件下，呈蒸气状态。开采时，由于天然气的压力和温度降低到地面条件，发生所谓“反转凝析”现象，即从天然气中析出密度为 $0.70 \sim 0.80 \text{g/cm}^3$ 的凝析油，具有此种特性的气藏称为凝析气藏。
- (14) 工业性油气藏：在当前的技术和经济条件下具有开采价值的油、气藏。西方国家称之为商业性油、气藏。
- (15) 储量：石油和天然气勘探工作的最终成果。按照勘探程序和勘探程度，根据地质参数所计算的各种等级的油气储量。
- (16) 地质储量：在地层条件下，具有产油、气能力的储层中的石油和天然气总量。地质储量按开采价值划分为经济储量和非经济储量。经济储量是指在现有技术经济条件下，有开采价值并能获得社会经济效益的地质储量。非经济储量是指在现有技术经济条件下，开采不能获得社会经济效益的地质储量，当石油和天然气销售价格上升或工艺技术改进降低了开采成本后，某些非经济储量可以转变为经济储量。
- (17) 可采储量：在现代工艺技术和经济条件下，能从储油层中采出的那一部分油量。
- (18) 评价井：对一个已证实有工业性发现的油（气）田，为查明油（气）藏类型、构造形态、油（气）层厚度及物性变化，评价新油（气）田的规模、产能及经济价值，最终以建立探明储量为目的而钻的探井。
- (19) 预探井：为了发现油、气田，在新地区以探明圈闭含油性为目的的探井，叫预探井。在已知有工业价值的油、气田的储集层上下或周围新圈闭以探明其含油气性为目的的第一口探井，同样称预探井。
- (20) 滚动勘探开发：复杂油、气田，具有多层系含油、多种圈闭类型叠合连片、富集程度不均匀、油气水纵向和横向关系复杂等特点，对这种复杂的油气聚集带或油、气藏不可能在短期内认识清楚。为了提高经济效益，对不同类型的复式油气聚集带有整体认识后，可不失时机地先开发高产层系或高产含油圈闭；在进入开发阶段以后，还要对整个油气聚集带不断扩边、连片、加深勘探，逐步将新的含油层系和新的含油圈闭分期投入开发。这种勘探与开发滚动式前进的做法，称为滚动勘探开发。

1.2. 工业油、气流标准

工业油、气流标准包括油（气）井的工业油、气流标准和储集层的工业油、气流标准。油、气井的工业油、气流标准是指油（气）井的产油、气下限。储集层的工业油、气流标准是指工业油（气）井内储集层的产油、气下限，也就是有效厚度的测试下限。它是储量计算的起点，它的高低往往造成整个储量计算的系统误差。确定储集层产油、气的标准界限，其方法是论证能保证油藏开发经济上的合理最小采油指数值。也即是论证在开发期间单井具有的最低可采储量。由于各地区的地理条件和储集层的地质、采油条件不同，不同油区储集层的采油指数标准界限值应该有很大的变化。

储集层的采油指数标准界限值由规定的采油利润率、原油销售价格和平均单井原油可采储量综合确定。当评价原油储量是否有工业开采价值时，也即是确定原油储量属于经济储量或者属于非经济储量时，要综合评价上述三个因素。降低利润率、提高原油销售价格、增加原油可采储量三个条件中，实现其中一个条件，就可以使某些非经济储量转变为经济储量。

应该说明的是，如果说采油利润率和原油销售价格纯粹是属于经济范畴，那么单井可采储量本身包含有很多的工艺技术内容，因为单井可采储量取决于井网密度，而井网密度又与开发工艺技术指标有关，其中包括原油最终采收率值。应当指出，为了提高开发的利润水平而无限地增加单井的可采储量，特别是对于低渗透油藏，这在开发技术—经济指标的计算中，将产生错误的结论。因为单井的可采储量不仅应当根据经济标准确定，而且还要考虑到这些储量的地质—物理特征，从一口井中采出这些可采储量在工艺—技术条件和采油方法方面的可能性。

当单井的可采储量一定时，利润率不仅取决于原油销售价格，也取决于油藏的开发时间，因为油井生产时间愈长，采油生产费用就愈高。因此，对于大量难于开采的非经济储量，为了使其开发有利可图，就必须采用先进的采油工艺技术，缩短开发年限。

很明显，根据单井可采储量和开发时间的数值，可以得出油井平均产量，也即是采油指数。这再一次证明采油指数是决定原油储量投入开发的利润率的主要参数。因而也是单井应拥有可采储量的标准和划分储集层的界限标准。

我国在确定油井工业油、气流标准时，为了各油区使用方便起见，没有直接采用采油指数值，而是采用与采油指数含意相同的产油（气）层不同深度、合理生产压差下的日产油、气量作为探井工业油、气流标准。该工业油、气流标准（油、气产量下限）可以是油、气井内一个储集层的产量，也可以包括油、气井内几个储集层的产量，通常是指一个开发层系内的储集层产量。油、气井的工业油、气流标准是油、气储量计算的基点，亦即是没有达到工业油、气流标准的井点，不能圈在探明储量的含油、气面积之内。

油、气井的产量下限受油气销售价格、钻井成本、勘探建设费用、开发建设费用、经营成本、利税等多种因素影响，而钻井成本取决于油、气藏的埋藏深度、工艺技术水平，勘探基建费用和开发基建费用又与是新区还是老区有关。新区及新油、气田的建设要全部的基建费用，而老区的新层系或扩边的开发建设，可以利用许多老区的基础设施，例如道路、油气集输管网、生活设施建设等，因此只需一部分补充的基建费用。由此可以得出，油、气井的工业油、气流的标准，不可能有统一的标准，各地区不同油、气藏要根据各地区的具体情况估算。

1.3. 我国油气储量的分级、分类及其特点

1.3.1. 我国油气储量分级与分类

油（气）田从发现起，大体经历预探、评价钻探和开发三个阶段。根据勘探、开发各个阶段对油（气）藏的认识程度，可将油（气）藏储量划分为探明储量、控制储量和预测储量三级。

1.3.1.1. 探明储量

探明储量是在油（气）田评价钻探阶段完成或基本完成后计算的储量，在现代技术和经济条件下可提供开采并能获得社会经济效益的可靠储量。探明储量是编制油田开发方案、进

行油田开发建设投资决策和油（气）田开发分析的依据。

对油（气）田的探明储量，应分别计算石油（天然气）及其溶解气的地质储量，可采储量和剩余可采储量。

计算探明储量时，应充分利用现代地球物理勘探描述油（气）藏新技术和探边测试方法，查明油（气）藏类型、相态类型、构造形态、储层厚度、岩性、物性变化、流体性质和油、气、水边界等。

钻评价井的目的在于获取目的层的储量计算参数，并为编制开发方案提供地质依据。评价钻探的评价井井数应视圈闭类型、储层分布和油水关系等地质条件的复杂程度而定。因此，要精选评价井井位，并布置在最佳部位，同时对评价井进行精心设计，搞好取心、录井、测井和试油等工作。如果评价井设计的取心井段因故未能取得油层部位的岩心，则应以 15~20cm 的间隔进行系统井壁取心。对于结构比较复杂的缝洞型储层，必须取得储集层岩心。每口评价井完井、试油后，必须提交专门的油、气储集层综合评价报告，由储量管理部门验收。

凡属下列情况之一者，也可以计算探明储量：

(1) 发现井本身已取全储量计算参数，获得工业油流，并有准确的物探资料为依据，在发现井附近的合理面积内，可以计算探明储量。

(2) 对于面积小于一平方公里的小型断块或岩性圈闭，虽然只有一口评价井，如果已取得了必要的储量计算参数，可以计算探明储量。

(3) 对于简单的中小型各类油（气）藏，已做过地震详查，搞清了构造形态。虽然只有少量评价井获工业油流，但在查明油（气）藏的油水界面和含油边界，并获得了齐全准确的储量参数的情况下，也可以计算探明储量。

(4) 对于大型含油（气）圈闭，虽然还没有探明含油（气）边界，但已有一些评价井控制了一部分含油（气）面积，在控制的面积内已取全储量计算参数，可按位于边部的评价井排泄半径圆周的外切线圈定的含油（气）面积计算探明储量。

探明储量按勘探开发程度和油藏复杂程度分为以下三类。

1) 已开发探明储量（简称Ⅰ类，相当其他矿种的 A 级）

已开发探明储量指在现代经济技术条件下，通过开发方案的实施，已完成开发井钻井和开发设施建设，并已投入开采的储量。该储量是提供开发分析和管理的依据，也是各级储量误差对比的标准。新油（气）田在开发井网钻完后，即应计算已开发探明储量，并在开发过程中定期进行复核。当提高采收率的设施已建成后，应计算所增加的可采储量。

2) 未开发探明储量（简称Ⅱ类，相当其他矿种的 B 级）

未开发探明储量指已完成评价钻探，并取得可靠的储量参数后所计算的储量。它是编制开发方案和进行开发建设投资决策的依据，其相对误差不得超过正负 20%。

3) 基本探明储量（简称Ⅲ类，相当其他矿种的 C 级）

多含油气层系的复杂断块油（气）田、复杂岩性油（气）田和复杂裂缝性油（气）田，在完成地震详查或三维地震并钻了评价井后，在储量参数基本取全、含油（气）面积基本控制的情况下所计算的储量为基本探明储量。该储量是进行“滚动勘探开发”的依据。在滚动勘探开发过程中，部分开发井具有兼探的任务，应补取算准储量的各项参数。在投入滚动勘探开发后的三年内，复核后可直接升为已开发探明储量。基本探明储量的相对误差应小于正负 30%。

1.3.1.2. 控制储量（相当其他矿种的 C~D 级）

控制储量是在某一圈闭内预探井发现工业油（气）流后，以建立探明储量为目的，在评价钻探阶段的过程中钻了少数评价井后所计算的储量。该级储量通过地震详查和综合勘探新技术查明了圈闭形态，对所钻的评价井已做详细的单井评价。通过地质—地球物理综合研究，已初步确定油（气）藏类型和储集层的沉积类型，已大体控制含油（气）面积和储集层厚度的变化趋势，对油（气）藏复杂程度、产能大小和油气质量已做初步评价。所计算的储量相对误差不超过正负 50%。

控制储量可作为进一步评价钻探、编制中期和长期开发规划的依据。

下列情况所估算的储量亦为控制储量：

(1) 评价钻探方案尚未全部执行完毕，在需要为中、长期发展规划提供依据的情况下，根据当时实际已取得的资料所估算的储量。

(2) 在评价钻探方案执行过程中，发现评价对象的储量质量较差，经济效益较低，或其他原因暂时中断评价钻探，在这种情况下所估算的储量。

(3) 在评价钻探方案执行过程中，因资金、施工技术等原因，尚未完成评价钻探任务的条件下所估算的储量。

控制储量在该地区进行重大开发建设投资所依据的储量（探明储量加控制储量）中所占比例应小于 30%，以减少投资风险。

1.3.1.3. 预测储量（相当其他矿种的 D~E 级）

预测储量是在地震详查以及其它方法提供的圈闭内，经过预探井钻探获得油（气）流、油（气）层或油气显示后，根据区域地质条件分析和类比的有利地区按容积法估算的储量。该圈闭内的油层变化、油水关系尚未查明，储量参数是由类比法确定的，因此可估算一个储量范围值。预测储量是制定评价勘探方案的依据。

凡属下列情况之一所计算的储量为预测储量：

(1) 在预测含油（气）有利的各种构造带和地层—岩性的有利地带，预探井已发现工业性油（气）流、油（气）层或油气显示后，对可能含油（气）的合理延伸部分及其它地质条件类似的毗邻圈闭上所预测的储量。

(2) 已开发油（气）田的深部、浅层，经综合研究对比，对可能的新含油（气）层系所预测的储量。

(3) 在评价性钻探过程中的非主要目的层，虽然发现很好的油气显示，但未经测试证实所估算的储量。

1.3.1.4. 远景资源量

远景资源量是根据地质、地球物理、地球化学资料统计或类比估算的尚未发现的资源量。它可推测今后油（气）田被发现的可能性和规模的大小，要求概率曲线上反映出的估算值具有一定合理范围。

远景资源量按普查勘探程度可分为以下两类：

(1) 潜在资源量或称为圈闭法远景资源量：按圈闭法预测的远景资源量，是根据地质、物探、地震等资料，对具有含油远景的各种圈闭逐个逐项类比统计所得出的远景资源量范围值。潜在资源量可作为编制预探部署的依据。

(2) 推测资源量：根据区域地质资料，与邻区同类型沉积盆地进行类比，结合盆地或凹陷初步物探普查资料，或参数井的储集层物性和生油岩有机化学资料进行估算的资源量；或

是根据盆地模拟估算可能存在的油（气）资源量，并在不同的参数条件下，利用概率统计法给出一个范围值（即总资源量），在扣除已发现的储量和潜在资源量后即可得出推测资源量。

推测资源量是提供编制区域勘探部署或长远勘探规划的依据。

我国 1966 年的“天然油储量分类规范（草稿）”和 1977 年的“油（气）地质储量计算意见（试行）”的具体分级标准见表 1—1。

表 1—1 我国 1966 年和 1977 年储量分级标准表

	一级	二级	三级
1966 年 “规范草稿”	在含油面积内，经加密钻探，取心研究，进行井（区）组的工业试采，准备投入开发的工业储量	在已发现工业油流的构造上，经过部署探井，重点取心，分段试油，长期试采，已基本探明含油面积的工业储量	在已准备好的构造上，经过钻探至少有一口井获得工业油流，并初步了解产油层段、层位、岩性特征的推测储量。该级储量只能作为进一步勘探部署的依据
1977 年 “意见”	又称探明储量 在油田上钻完详探井、资料井和第一批生产井，并先后投入开发的基础上计算的地质储量。一级地质储量要求油藏类型清楚，含油面积准确，有本油田油层有效厚度下限标准，各项储量参数落实，有一定的生产验证资料，储量精度要求达到 90% 以上。该级储量可作为油田判定生产计划和编制调整方案的依据	又称基本探明储量 在进行整体解剖的构造带上，经部署探井、资料井、系统取心、分层试油、部分井试采，达到基本探明的储量。该级储量可作为制定开发方案的依据，储量精度要求达到 70% 以上	又称待探明储量 广探阶段，在已发现工业油（气）流的构造上，经过部署探井，初步明确产油层的层位、岩性、含油性好坏，根据地质情况区域油（气）分布规律和油（气）藏类型推测的地质储量。该级储量只能作为进一步勘探的依据，但在同一油田上，三级储量与一、二级储量毗邻，在总储量中，三级储量不大于 40% 时，则可与一、二级储量一起作为制定开发方案的依据。该级储量精度要求达到 50% 以上

1.3.2. 我国油气储量分级特点

我国现行规范的储量分级与过去比较，有以下特点。

1.3.2.1. 储量分级贯穿于整个勘探阶段

我国过去的一、二、三级储量，只计算了勘探后期的储量，主要是详探阶段的成果。过去不计算预测储量和远景资源量，现规范从盆地开始工作就要求进行资源评价，计算资源量。储量分级分类贯穿于整个勘探过程，从区域勘探、预探、评价钻探以至油（气）田开发各个阶段都有相应级别的储量。每一级储量既反映所处勘探阶段的工作成果，又是指导下一步勘探开发部署的依据。例如探明储量是油田评价钻探阶段的综合成果，又是编制开发方案的重要依据。各级储量和资源量是一个与地质认识程度、技术和经济条件相关的变数。石油勘探开发的全过程实际上是对地下油气藏逐步认识的过程，也是储量计算精度逐步提高和接近于客观实际的过程。这个过程既有连续性，又有阶段性。石油勘探开发部门的任务就是逐步将资源量升为储量，将低级别储量升为高级别储量。不同级别储量代表了不同的储量精度，使用储量数字时，一定要首先搞清楚它是哪个级别的储量。只有掌握了储量级别，才能

了解该储量数字的可信程度，切不可将低级别储量作为开发的依据。
我国储量和资源量分级、分类关系见表 1—2。

表 1—2 我国油气储量资源量分级、分类表

总 资 源 量							
经济价值增长	工业油（气）流标准以上	储 量				资 源 量	
		探明（一级）			控制（二级）	预测（三级）	潜在
		已开发（Ⅰ类）	未开发（Ⅱ类）	基本探明（Ⅲ类）			
		A	B	C	C~D	D~E	F
非工业价值							
		资 源 量					

地质认识程度增加

注：表中英文字母是我国其他矿产资源相应的分级符号。

1.3.2.2. 探明储量新的分类

为适应我国复杂地质条件，加速勘探，加速新油田投入开发，在探明储量中增设了基本探明储量，即Ⅲ类储量。

目前，我国复杂断块油田储量约占全国储量的 50%，这类油田在同一构造背景上，有几至几十个独立的油气藏叠合连片，具有多含油层系、多油藏类型、多储集类型、多压力系统和多种流体性质等特点，这些油（气）田断块发育，分隔性强，块间差异大。20 年来的勘探实践证明，这种复式油气藏不能按简单油（气）藏的程序进行勘探。复杂油（气）田不可能在短期内探明，但长时间的详探又会导致多钻井，多投资，晚投产，经济效益低的局面。

为了加速勘探，早形成生产能力，早回收投资，对这类油（气）田我国总结出一套滚动勘探开发方式。这种方式是在储量参数基本取全，含油（气）面积基本控制的情况下计算基本探明储量，作为提供“滚动勘探开发”的依据，在滚动勘探开发过程中继续补取算准储量和开发油（气）田所需的各项资料。

小透镜体岩性油（气）藏和多裂缝系统油（气）藏单靠少量探井也难于弄清含油（气）面积和各项储量参数，我国这类油（气）藏储量计算精度低，开发失误的教训多次发生，也需要采用滚动勘探开发方式，并尽早利用生产动态资料验证储量。

所以，复杂断块油（气）田、小透镜体岩性油（气）藏和多裂缝系统油（气）藏，都属复杂油气藏，评价勘探阶段完成后，先由控制储量升为基本探明储量，滚动勘探开发三年后可直接升为已开发探明储量，即一类储量。基本探明储量只适用于复杂油气田。

对于简单的背斜油藏或连片分布的大油（气）田，必须按照正规的勘探程序，在评价勘探结束时计算未开发探明储量，即Ⅱ类储量。Ⅱ类储量相当于过去的二级储量和一部分三级储量，但它的概念也与过去有所不同。现代的勘探开发技术日益提高，给少钻井、早投产提

供了可能。为了加快勘探步伐，有利于寻找更多储量，现规范要求尽可能利用现代地震勘探油（气）藏描述新技术查明构造形态、储层变化和油、气、水界面等，要用最少的评价井数，控制最大的含油（气）面积，获得较多的探明储量。

1.3.2.3. 强调取全取准资料，开展综合地质研究，以提高对油（气）藏的认识程度

以往，申报的储量往往详探井钻得很多，井网密度大，但资料取得少，有时看上去有几口取心井，实际上合在一起连不成一个完整的剖面，少量的单层试油资料又和取心层位不配套，加之测井系列不标准化，储量计算常常得不到本油（气）田解释参数。这样只好靠借用，结果造成了“两大、两低”即钻探工作量大，投资大；认识程度低，经济效益低，油（气）田储量算不准。

为了加速勘探，提交可供开发的储量，规范强调尽量少钻井，但对每口探井要求获取尽可能多的信息。规范列出了两张大表（见表1—3），规定各级储量必须达到的勘探程度，对地震、钻井、分析化验、测井、动态（包括试油、试采）的取资料要求做了具体规定。例如未开发探明储量地震测线距一般为0.6~1.2km，提交1:10000目的层底顶面构造图，评价井至少有三分之一的井取心，取心进尺不少于油（气）层累计厚度的30%，至少保证有一个完整的取心剖面。一个地区或地质储量大于 $5000 \times 10^4 \text{t}$ 的油田，大于 $1000 \times 10^8 \text{m}^3$ 的气田，试油工作除求准油（气）井产能外，还必须有油水（或油气）界面和有效厚度下限层单层试油验证资料，并要求建立适合本地区的测井解释图版确定油（气）层有效厚度、孔隙度和原始含油（气）饱和度。分析化验项目要求齐全，符合精度要求。

表1—3 各级储量的地质认识程度和勘探程度

级别	探 明 储 量			控制储量	预测储量
类别	已开发探明 储量（Ⅰ类）	未开发探明 储量（Ⅱ类）	基本探明 储量（Ⅲ类）		
地 质 认 识 程 度	油（气）田的构造形态、断层分布、油气水分布特征、油（气）藏类型、储集类型、储层物性、流体性质、驱动类型以及油（气）层生产能力和压力系统等情况均已认识清楚，储量计算参数可靠	构造形态和主要断层分布清楚。对储集类型、储层物性、流体性质已认识清楚，储层厚度变化规律已基本查明。 查明了油（气）藏类型和油气水分布特征，对产油（气）能力和驱动类型已初步认识。已探明油（气）藏边界，或者在计算线内比较可靠地确定了含油（气）面积。 已取得较准确的储量计算参数	圈闭条件基本清楚，其中构造高点、主要断层已探明。 已查明油（气）藏类型和油（气）水分布特征，基本控制含油（气）面积。对油（气）层的储集类型、裂缝系统大体分布、岩相变化已基本认识。储量计算参数基本可靠。 已获得油（气）井产油（气）能力、流体性质等资料	通过地震或其他工作已查明圈闭形态。 已获工业油（气）流，已了解主要油（气）层产油气能力和流体性质。已初步确定油（气）藏类型、储层沉积类型和油（气）水分布特征。 已初步了解储层岩性、物性和厚度变化趋势。 已经取得了部份储量计算参数	通过地震或其他方法证实圈闭存在。 预探井已获油流。 已明确目的层的层位及岩性。 储量参数根据邻区资料类比确定

续表

级别		探 明 储 量			控制储量	预测储量
类别		已开发探明 储量（Ⅰ类）	未开发探明 储量（Ⅱ类）	基本探明 储量（Ⅲ类）		
勘 探 程 度	地 震	根据开发阶段需要解决的问题，已补做必要的地震工作	已进行精查或三维地震工作，以及必要的特殊处理。 测线距应视油（气）藏复杂程度而定，一般为 0.6～1.2km。提交 1：10000 的目的层顶（底）面构造图	已做地震精查或三维地震，并进行了精细处理解释。 主测线距 0.6～1.2km。 提交 1：25000 目的层顶（底）面构造图	进行了地震详查，并做了必要的精细处理。 主测线距 1～2km，（局部 0.6～1.2km），简单圈闭测网 2km×4km。提交 1：50000 油层顶面地震反射构造图	已做地震详查。 主测线距 2～4km（局部 1～2km）。 提交 1：100000 各地震反射层构造图
	钻 井	已钻完开发井网，提交了用钻井资料编绘的 1：10000 产层顶面构造图。如有必要已补取适当岩心	已完成评价井勘探。断块油（气）田的主要断块至少有一口评价井。评价井中至少有 1/3 的井取心，油（气）层取心进尺不少于油（气）层累积厚度的 30%，整个油（气）藏至少保证有一个完整的取心剖面，油（气）层岩心收获率大于 90%。一个油气区或地质储量大于一亿吨的油田，大于 $1 \times 10^8 \text{m}^3$ 的气田，已钻有油基泥浆或密闭取心井，密闭取心井密闭率应大于 90%	已钻评价井。 主要断块至少有一口评价井。 主要油（气）层段保证有一个完整取心剖面，油（气）层取心进尺不少于油（气）层累计厚度的 30%，岩心收获率大于 90%	已完成预探井和少数评价井勘探。已在油（气）层部位及油气显示层段取心，主要含油（气）层段有代表性岩心	已完成预探井，并间断进行了取心，取心进尺不少于总进尺的 2%～3%（井深小于 3000m 的为 3%，大于 3000m 的为 20%）。 已进行岩屑、荧光、气测等项录井工作
	钻 井		已提交用钻井资料校正的 1：10000 产层顶面构造图			