

RES—851

# 全国石油天然气资源评价系统 地质报告



石油部石油勘探开发科学研究院

一九八七年八月

# RES—85 全国石油天然气资源评价系统

## 地质报告

### 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 一、全国油气资源评价的任务与目的 .....    | 1  |
| 二、全国油气资源评价内容及资源分级分类 ..... | 1  |
| (一) 评价内容 .....            | 1  |
| (二) 资源的分级与分类 .....        | 1  |
| 三、全国油气资源评价系统的形成和特点 .....  | 4  |
| (一) 评价系统的形成 .....         | 4  |
| (二) 评价系统的结构组成特点 .....     | 5  |
| 四、全国油气资源评价系统要点说明 .....    | 10 |
| (一) 地质评价部分 .....          | 10 |
| 1、地质基础研究 .....            | 10 |
| 2、油、气形成可能性的概率研究 .....     | 12 |
| 3、勘探成功率的研究 .....          | 25 |
| 4、评价参数的研究 .....           | 26 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| (1) 参数的种类 .....                          | 26 |
| (2) 参数研究方法 .....                         | 26 |
| ① 概型研究 .....                             | 26 |
| ② 相关因素研究 .....                           | 27 |
| 举例: (i) 圈闭的含油面积系数 .....                  | 28 |
| (1i) 资源(储量)密度(万吨/立方千米,<br>万吨/平方千米) ..... | 37 |
| (1ii) 单储系数(万吨/平方千米·米) .....              | 43 |
| (1v) 油、气排聚系数 .....                       | 52 |
| (v) 有效生油岩体积 .....                        | 60 |
| (3) 参数的输入方式 .....                        | 61 |
| (二) 油气资源量的估算部分 .....                     | 62 |
| § 1 资源量估算 .....                          | 62 |
| 1. 一般体积法 .....                           | 62 |
| (1) 沉积岩体积法 .....                         | 63 |
| (2) 圈闭体积法 .....                          | 64 |
| (3) 沉积岩体积速度法 .....                       | 69 |
| 2. 地球化学法 .....                           | 74 |
| 3. 勘探经验统计法 .....                         | 78 |
| § 2. 地质参数变量运算和综合权衡取值 .....               | 85 |
| 1. 参数运算 .....                            | 85 |
| 2. 综合权衡取值 .....                          | 87 |
| § 3. 分块、分层、分级汇总 .....                    | 88 |
| (三) 盆地、区带的综合评价 .....                     | 96 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 四 经济决策与勘探规划 .....       | 109 |
| § 1、勘探决策目标 .....        | 109 |
| § 2、勘探决策的基础工作 .....     | 109 |
| 1. 决系层次与单元 .....        | 109 |
| 2. 未探明资源的分析 .....       | 111 |
| 3. 勘探曲线分析与预测 .....      | 111 |
| 4. 勘探成本测算 .....         | 127 |
| 5. 决策单元的交通、地理条件分析 ..... | 138 |
| 6. 决策参数数据文件建立 .....     | 139 |
| § 3. 勘探决策方法与勘探方案 .....  | 139 |
| 1. 决策方法 .....           | 139 |
| 2. 勘探方案 .....           | 146 |

## 一、全国油气资源评价的任务与目的

油气资源评价是油气勘探各个阶段的综合研究成果的体现，是未来勘探规划和部署的依据。其任务与目的如下：

1、评述我国各油、气盆地油气地质条件；预测油、气蕴藏规模；评价油、气资源量的经济地质条件等，为合理开发利用资源提供依据。

2、从国民经济发展的需要出发，提出各个勘探、开发阶段的油、气勘探目标，作出勘探部署决策。

## 二、全国油、气资源评价的内容及油、气资源的分级分类标准

(一) 评价内容：主要有如下几方面

- 1、含油、气盆地评价、分类与油、气区的划分；
- 2、油、气形成条件的研究，对各可能含油、气的沉积盆地作出含油、气可能性概率分析；
- 3、油、气资源量的估算；
- 4、油、气资源的质量评价与经济地质条件评价；
- 5、含油、气盆地、区块的综合地质评价，作出定量排队与分类；
- 6、勘探目标的选择与勘探经济决策分析。

(二) 资源的分级与分类：

~ ~ ~

资源：是指地壳中天然生成而聚集起来的有一定经济价值的液态和气态碳氢化合物的总称，包括石油、天然气、……。根据这个定义对资源量研究大致可分为两方面，一是研究其地质依据和存在的可能性，可按其勘探程度，认识程度对资源量进行分级；二是研究其开采经济条件，即可按资源的质量、经济价值、现有开采技术可行性对资源量进行分类。（表1）

表1 资源量分级分类示意

| 分级<br>分类 |              | 总资源量           |                 |                  |                 |                |
|----------|--------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
|          |              | 探明<br>储量       | 控制<br>储量        | 预测<br>储量         | 潜在资<br>源量       | 推测资<br>源量      |
| A        | 有经济价<br>值的   | I <sub>A</sub> | II <sub>A</sub> | III <sub>A</sub> | IV <sub>A</sub> | V <sub>A</sub> |
| B        | 目前尚无<br>开采价值 | I <sub>B</sub> | II <sub>B</sub> | III <sub>B</sub> | IV <sub>B</sub> | V <sub>B</sub> |

上表所提分级术语命名与现行《石油储量规范》中的规定一致，分为五级：I级为探明储量、II级为控制储量、III级为预测储量、IV级为潜在资源量、V级为推测资源量，定义如下表：

II、III、IV级为勘探程度、认识程度不同的圈闭资源量，目标落实，但III、IV级还具有一定的风险。IV、V级均为未发现资源量，是

油、气资源评价的主要对象。各级储量、资源量的技术标准见《石油储量规范》。

表 2

资源量分级定义表

| 资源量分级                                                  |                               |                                  |                                 |                                            |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|
| I                                                      | II                            | III                              | IV                              | V                                          |
| 探明储量                                                   | 控制储量                          | 预测储量                             | 潜在资源量                           | 推测资源量                                      |
|                                                        | (圈闭法预测)                       |                                  |                                 |                                            |
| 油田评价阶段完成后计算的储量，在现有技术条件下可提供开采的可靠储量。(包括已开发探明、未开发探明和基本探明) | 预探井发现工业油气流，评价钻探未全部完成情况下计算的储量。 | 地震详查确定圈闭，经预探钻井获油气流。油气层或油气显示估算的储量 | 根据地质、地震等资料，对具有含油气远景的各类圈闭估算的资源量。 | 根据区域地质资料，与盆地、凹陷初步勘探、地质参数井的资料，通过盆地类比估算的资源量。 |

在各级资源中，根据油质好坏和储集地质条件差异所反映的开采经济价值，分为两类：

有经济价值的：指在现代开采工艺技术条件下，能够开采、又有经济效益的资源量。

经济价值差的：指在现代开采工艺技术条件下，开采困难、经济效益较差的那部分资源量。

由于经济、开采条件的研究在我国做得不够，尚不能提出全面的较完善的标准。

一九八六年全国油、气资源评价时，按反映可采程度的储层物性、原油物性，和资源量的埋藏深度作了分析，将资源量分为三类，即常规资源、重油资源、低渗资源。

\*注：低渗油层：空气渗透率小于100毫平方微米

重油：地面密度大于0.934克/厘米<sup>3</sup>（包括特稠油）

粘度大于50毫帕·秒（油层条件）或大于100毫帕·秒（脱气油）

这些种资源必需经压裂或热采等措施，才能开采。经济效益自然要低些。除此以外的称常规资源。

### 三、全国油气资源评价系统的形成和特点：

#### （一）评价系统的形成：

本系统的思路、内容结构是自1979年以来本组开展全国油、

气资源评价研究几年来逐步形成、完善的，是几年来实际资源评价研究工作成果方法的总结，是全组同志对今后资评工作的奉献。特别是经过在1986年全国资源评价研究工作中的全面应用，通过大量的实践使其更完善系统化，从基础资料处理、地质规律总结到计算机 软件完成，初步形成统一的实用性强的系统工程。

几年来作了如下几方面的工作：

(1)通过对国内外资源评价理论、方法、实例的调研，结合我国实际情况，研制出了一整套具有我国特色的，从地质基础到推出资源量估算公式，进行综合评价、作出数学地质模型和计算机软件。

(2)应用以自己为主的多种方法，重点的解剖过一批盆地或地区，如东营、珠江口、东濮等；

(3)多次地作过全国性的油气资源预测研究，特别是1984与1986年的两次。通过反复的应用实践，内涵与外延的相互作用，使评价系统日趋完善。1986年全国油、气资源评价中运用本系统，在国内首次全面、系统、科学的统一了全国的油、气资源的定量评价。专家们认为在国际上也处于领先地位。

(二)评价系统的结构组成特点：（图1）

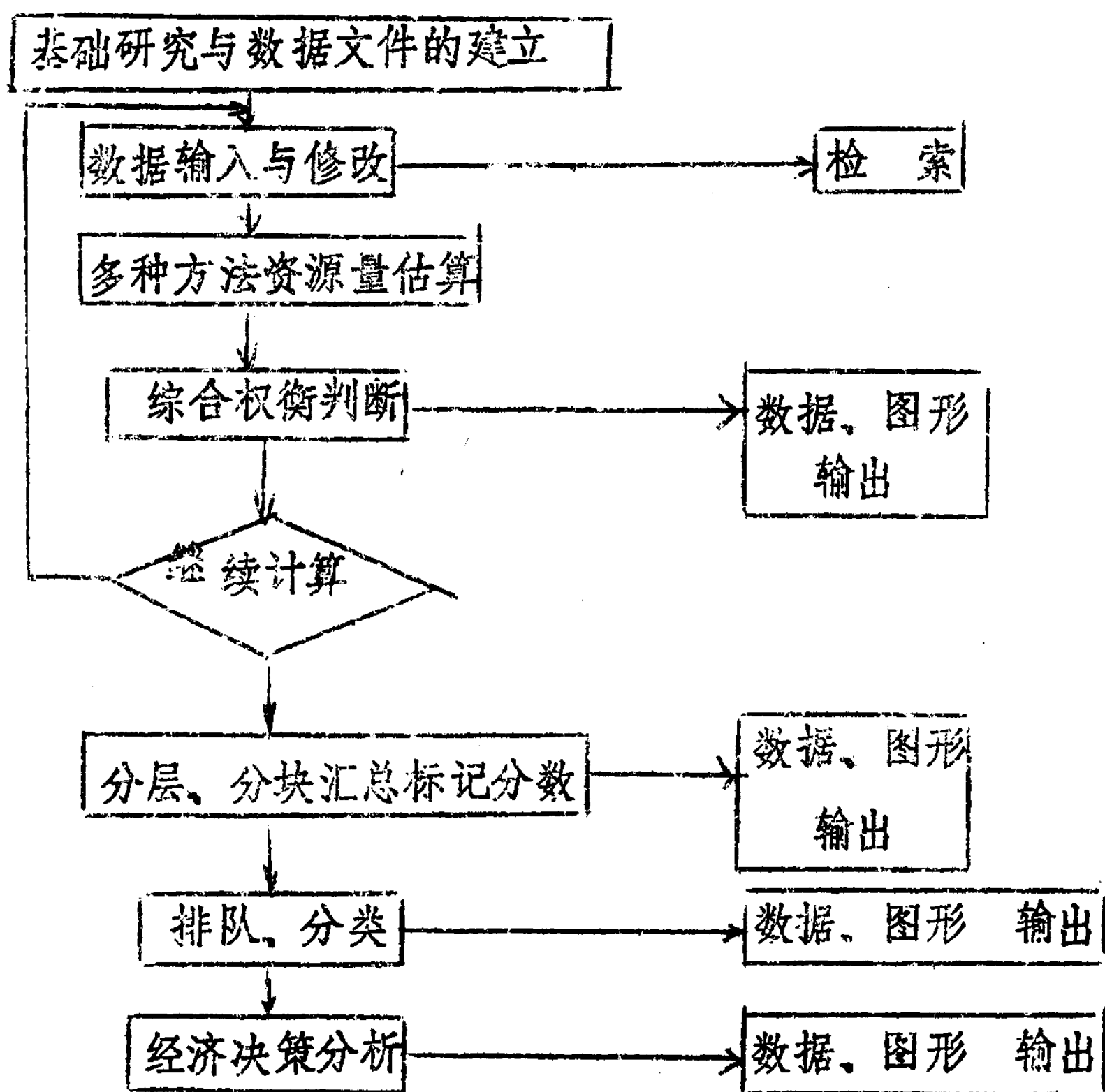
本系统由地质评价、资源量估算、经济评价和决策分析三大部分组成，结构严谨形成一个自动化的系统工程。

1、本系统的主要功能是实现多单元、多层次的全国性的油、

气资源估算、综合定量评价、不同阶段成果的多级单元的汇总，全国性勘探规划制定，而不是着重于某点的某参数和各种预处理的数学地质方法的汇集。但为完成以上功能的直接的必要的预处理还是需要的。也能对任一盆地或地区进行勘探目标资源评价处理。

2、本系统采用的是比较全面的定量评价，除资源定量评价外，对其它有关地质综合评价的标准，油、气存在的可能性，地质参变量的不确定性，经济评价指标，技术可采条件等等，都通过相应的分析来实现数字化。如常采用的概率分析，模糊性量度分析等方法。

3、本系统主要环节的衔接、操作控制实现自动化连续运转，从数据文件输入、基础参数预处理、资源量估算，分级与风险标定，分类排队、经济决策直到勘探规划的选定等各层次的输出形成一个自动化的数字化流程。见下图。



RES-851 系统的数字运算 流程

4、本系统进行资源评价时，对资源量估算采用多种方法，现已有三大类共 16 种油气资源量估算的方法，可供用户选用，多种方法估算出来的多种数据经综合权衡取值。对资源量进行分级、分类、分区块、分层评价，而后按用户的需要进行汇总。

5、本系统的制定是依据了我国油气盆地地质特征和油气田勘探的实际情况，具有自己的特色，同时吸收了国外很多评价系统的

优点，反映当代油气资源评价的水平，且具其很强的实用性。

(1)总结了我国资源评价中的经验，囊括了具有自己特色的好方法：本系统采用的很多方法，力求用中国油气田的资料进行统计，归纳、模拟推导出来，有的虽采用的是一般常用公式，但有关系数、常数也大都经过本国资料验证，求出适用我国含油盆地的系数和常数。如在地球化学方法中，采纳了我所程克明同志的热解法，〔5〕方法中计算初次运移量的运移系数就是用泌阳、东濮等油田的岩样，用岩石评价仪在不同的模拟温度下实测各类不成熟生油岩的产烃率，以最大累积产烃率作为原始产烃潜率，把现今不同热演化阶段生油岩的热解烃率作为残留潜量，来求运移系数。

在沉积岩体积法中，所用的储量密度，也是通过运用一些勘探程度相对较高的地区与成油有关的因素与储量大小的关系，提出多因素关系式（五因素、三因素、单因素等）求得储量密度（亿吨/平方公里或亿吨/立方公里）。〔3〕沉积岩体积速度法的公式，我们不是照搬苏联涅斯捷洛夫的，而是用我国含油气盆地的实际资料求得自己的公式，而区别不同情况作出适用于东部、西部、渤海湾区，一般的几种不同的系数。〔4〕

在勘探历史经验统计方法方面，尽管我国的勘探历史不长，油气盆地勘探程度不高，但也将现有的资料充分利用，进行了多种方法的统计、归纳，从中优选出油田规模法、年发现率法、单位探井

进尺发现率法等几种方法，〔7〕在油田规模法中，没有生硬套用齐波夫法则，而是利用我国各含油气盆地资料，归纳出自己的规律和资源量估算公式。〔6〕发现率法中的 $\frac{dQ}{dt}$ 、 $\frac{dQ}{dh}$ 也都有自己的表达函数。

随着油、气勘探的进展，勘探经验的积累有更多、更完善的方法出现，我们将不断的充实这个评价系统。

(2)在参数选择和综合评价定量化方面，也积累了一套方法：如用盆地类比来确定油气资源丰度（亿吨/立方公里）；不同成因类型的圈闭含油充满系数确定的因素分析方法。综合评价定量化方面有盆地和圈闭含油气的风险分析法；综合评价排队指标确定及定量方法，这些方法把油、气综合评价、远景预测引向了定量化。〔2〕这套方法已被近十个油田单位的同志们引用，我们还要推广和发展，在不同的地质单元中形成一整套的多因素叠加的综合评价方法。

(3)在形成具有自己特色的评价系统过程中，我们注意吸收了国外一些资源评价系统的优点，如在资源量估算中对不确定性地质变量的运算采用蒙特卡罗法；在油气形成可能性作风险分析，采用概率法表示，综合归纳中改进了“特尔斐”法；在勘探规划部署时作经济决策分析等。

(4)本系统是在1981~1986全国资源评价的过程形成。在全国资源量的评价与预测中，已对全国各大区（7个）、盆地

283个)、区带(306个)等近600个单元进行了多层次的资源量计算、汇总、综合评价、排队分类、经济决策等多功能的、大负荷的工作量，充分体现了它的实用价值和工作效率。

#### 四、全国油气资源评价系统要点说明

本系统主体部分的内容分为地质评价、资源量估算和经济决策分析三大部分。

##### (一)地质评价部分：

地质评价是整个系统的基础，通过对大量的地质资料的分析、研究形成概念，上升为规律，才能转成数字形成数学模型，对油、气形成的可能性作出概率分析，在地质的可能条件下，估算出油、气的规模，进而结合人文、地理、经济条件作出开采利用的可行性分析，提供勘探决策。

1、地质基础研究：全国油、气资源评价的地质基础研究涉及野外地质、地球物理、地球化学勘探、钻井地质、实验分析、油气田开发地质、经济地质研究等多方面的信息。在此基础上对勘探目标进行油、气形成的区域地质研究和油、气地质研究，主要有以下几方面的内容：

(1)区域地质及盆地分类评价研究；

(2)石油地质条件研究，包括构造、沉积、生油、油气藏形成条件等；



(3)勘探历程分析与经验总结;

(4)资源评价方法研究与选择。

## 2、油、气形成可能性的概率研究

通过对油、气形成五项基本因素——油源条件、储集条件、圈闭条件、保存条件、成油史（通过构造史、沉积史、生油史三史研究来看上述四个条件的时、空配置关系）的研究来确定盆地（坳陷、凹陷、区带和圈闭）中，油、气形成的可能性。由于地下客观实际的复杂性和人们在认识客观中的不确定性，导致石油勘探中各个环节中的不同风险性，因此对油、气形成各因素的存在可能性和集合起来的成油可能性都是用概率分析方法进行的。

将成油五项基本因素视为独立事件，如能形成油、气田，此五项基本因素缺一不可。

形成油、气资源的可能性概率用  $P$  表示，则  $1 \geq P \geq 0$ ，其值就等于五项因素各自独立发生时的概率的乘积，即：

$$P = \prod_{i=1}^5 P_i$$

其中： $i = 1, 2, \dots, 5$ ，表示五个成油地质因素；

$P_i$ ：各因素存在可能性的概率值。

多个地质单元（区块之间或层组之间等）成油可能性的联合概

率为：

$$P_u = 1 - \prod_{n=1}^K (1 - P_n) \quad K=1, 2, 3, \dots, n$$

其中：  $P_u$ ：各单元联合的成油概率值；

$P_n$ ：各单元各自的成油概率值。

对以上成油的五项基本地质因素存在的可能性程度，是在对评价目标地区进行石油地质资料研究的基础上制定统一的标准，分成几个等级级别，分别对每个目标区的各个因素进行量度，给定概率值。虽是主观概率但一般是组织有关专家讨论而定。1986年全国油气资源评价时，对各个盆地未发现资源量风险系数的标定就是这样做的。

成油条件（因素）存在概率分析的做法：

(1) 各项因素评价判定指标组成基础数据文件

① 油源条件：对盆地、凹陷：(i) 生油岩有无；

(ii) 成油与否（成油门限值）；

(iii) 有机质丰度（有机质、沥青“ A ”等的值）；

(iv) 排烃方向与范围。

(iv) 排烃方向与范围。

对区带、圈闭：(i) 有油源与否；

(ii) 距油源远近；

~~iii 时间先后？~~