

ICS 73.020

F 15

**NB**

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10263—2019

---

## 地热储层评价方法

**Evaluating methods of geothermal reservoirs**

2019-11-04 发布

2020-05-01 实施

---

国家能源局 发布

中华人民共和国能源  
行业标准  
地热储层评价方法  
NB/T 10263—2019

\*

中国石化出版社出版发行  
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号  
邮编：100011 电话：(010) 57512500  
石化标准编辑部电话：(010) 57512453  
发行部电话：(010) 57512575  
<http://www.sinopec-press.com>  
E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)  
北京艾普海德印刷有限公司印刷  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字  
2020 年 1 月第 1 版 2020 年 1 月第 1 次印刷

\*

书号：155114·1528 定价：25.00 元  
(购买时请认准封面防伪标识)

## 目 次

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 前言                      | II |
| 1 范围                    | 1  |
| 2 规范性引用文件               | 1  |
| 3 术语和定义                 | 1  |
| 4 热储分类                  | 1  |
| 5 地热勘查阶段划分              | 4  |
| 6 热储评价内容和方法             | 4  |
| 7 热储综合评价                | 7  |
| 8 热储评价成果                | 7  |
| 附录 A（资料性附录） 热储评价报告编写要求  | 9  |
| 附录 B（资料性附录） 热储地质评价相关数据表 | 10 |

## 前 言

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

本标准由能源行业地热能专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院、中国石化集团新星石油有限责任公司、中国石油大学（北京）、北京市地热研究院、天津地热勘查开发设计院、山东省地质矿产勘查开发局、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司勘探开发研究院。

本标准主要起草人：张英、冯建赞、何治亮、周总瑛、鲍志东、柯柏林、赵苏民、康凤新、杨永红、李朋威、赵丰年、向焯、罗军。

本标准于2019年首次发布。

# 地热储层评价方法

## 1 范围

本标准规定了水热型地热储层（以下简称“热储”）的术语和定义、分类、评价要求、评价内容和方法、综合评价、成果要求。

本标准适用于不同勘查阶段水热型热储的评价。

## 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 11615 地热资源地质勘查规范

DZ/T 0275.4—2015 岩矿鉴定技术规范第4部分岩石薄片鉴定

DZ/T 0282—2015 水文地质调查规范（1:50000）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**热储中部温度 central temperature of geothermal reservoir**

热储顶板和底板中间埋深处的温度。

### 3.2

**热储有效厚度 effective thickness of geothermal reservoir**

在一套热储的顶底板范围内，采用野外测量、钻探、测录井和地球物理解释识别的含水层的累计垂深厚度。

## 4 热储分类

### 4.1 热储中部温度分类

利用测井、地热温度计和地温梯度计算等手段获取热储中部温度。热储中部温度类型划分见表1。

表1 热储中部温度类型

| 热储中部温度类型 | 温度 $T$<br>℃       |
|----------|-------------------|
| 高温热储     | $T \geq 150$      |
| 中温热储     | $150 > T \geq 90$ |
| 低温热储     | $90 > T \geq 25$  |

#### 4.2 热储岩性分类

热储岩性分为沉积岩、火成岩与变质岩三大类。根据地热流体赋存的岩石类型，可进一步细分为不同类型的热储岩性，如砂岩热储、碳酸盐岩热储等。

#### 4.3 热储平面展布分类

按热储平面展布的控制因素(岩性、构造)，将热储分为层状热储和带状热储两大类。

#### 4.4 热储储集空间分类

热储储集空间划分为孔隙、洞穴及裂缝等基本类型（见表2）。

表 2 热储储集空间类型

| 热储储集空间类型 |    | 长宽比         | 孔洞直径 $D$<br>mm |
|----------|----|-------------|----------------|
| 孔洞       | 孔隙 | 1:1~<10:1   | $D < 2$        |
|          | 洞穴 |             | $D \geq 2$     |
| 裂缝       |    | $\geq 10:1$ |                |

#### 4.5 热储孔隙度分类

主要热储类型的孔隙度分类见表3~表5。

表 3 砂岩热储孔隙度类型

| 热储孔隙度类型 | 孔隙度 $\phi$<br>%     |
|---------|---------------------|
| 高孔      | $\phi \geq 25$      |
| 中孔      | $25 > \phi \geq 15$ |
| 低孔      | $\phi < 15$         |

表 4 碳酸盐岩热储孔隙度类型

| 热储孔隙度类型 | 孔隙度 $\phi$<br>%     |
|---------|---------------------|
| 高孔      | $\phi \geq 20$      |
| 中孔      | $20 > \phi \geq 12$ |
| 低孔      | $\phi < 12$         |

表 5 火成岩热储和变质岩热储孔隙度类型

| 热储孔隙度类型 | 孔隙度 $\phi$<br>%   |
|---------|-------------------|
| 高孔      | $\phi \geq 5$     |
| 中孔      | $5 > \phi \geq 2$ |
| 低孔      | $\phi < 2$        |

#### 4.6 热储渗透率分类

主要热储类型的渗透率分类见表6、表7和表8。

表6 砂岩热储渗透率类型

| 热储渗透率类型 | 渗透率 $K$<br>mD      |
|---------|--------------------|
| 高渗      | $K \geq 500$       |
| 中渗      | $500 > K \geq 100$ |
| 低渗      | $K < 100$          |

表7 碳酸盐岩热储渗透率类型

| 热储渗透率类型 | 渗透率 $K$<br>mD     |
|---------|-------------------|
| 高渗      | $K \geq 100$      |
| 中渗      | $100 > K \geq 10$ |
| 低渗      | $K < 10$          |

表8 火成岩热储和变质岩热储渗透率类型

| 热储渗透率类型 | 渗透率 $K$<br>mD    |
|---------|------------------|
| 高渗      | $K \geq 50$      |
| 中渗      | $50 > K \geq 10$ |
| 低渗      | $K < 10$         |

#### 4.7 热储有效厚度分类

利用野外测量、钻探、测录井和地球物理解释等手段获取热储有效厚度数据，热储有效厚度的类型分类见表9。

表9 热储有效厚度类型

| 热储有效厚度类型 | 有效厚度 $H$<br>m     |
|----------|-------------------|
| 厚层       | $H \geq 100$      |
| 中层       | $100 > H \geq 20$ |
| 薄层       | $H < 20$          |

#### 4.8 地热流体产量分类

利用产能测试及邻区对比等手段获取热储的单井地热流体产量，单井地热流体产量分类见表10。

表 10 单井地热流体产量分类表

| 地热流体产量类型 | 单井地热流体产量 $Q$<br>$\text{m}^3/\text{d}$ |
|----------|---------------------------------------|
| 高产       | $Q \geq 2400$                         |
| 中产       | $2400 > Q \geq 1200$                  |
| 低产       | $Q < 1200$                            |

## 5 地热勘查阶段划分

### 5.1 地热资源调查阶段

以地热调查区为评价对象，以明确热储类型和宏观分布为重点，利用地质、物探、化探、泉点、钻孔等资料，研究有利热储特征，指出有利热储可能分布区带，为地热资源远景评价和勘查方向选择提供依据。

### 5.2 地热资源预可行性勘查阶段

以有利区带或区块为评价对象，以深入认识热储特征和分布为重点，利用地质、地球物理探测、钻探、产能测试等勘查成果，基本明确热储特征、成因类型与空间展布，确定有利热储分布区，为地热资源评价、有利区带优选及地热田的发现提供依据。

### 5.3 地热资源可行性勘查阶段

以地热系统或地热田为评价对象，主要利用详细的地球物理探测勘查、地热勘探井和采出井等成果，详细开展微观尺度与宏观尺度相结合的热储特征研究及预测，为地热资源/储量评价、开发方案制定和地热开发项目区优选等提供依据。

### 5.4 地热资源开采阶段

以地热开发项目区为评价对象，结合地热项目的钻井、热储工程、动态监测与评价等工作，开展热储参数评价研究，建立热储三维地质模型与采灌数值模型，为开发方案调整、提高地热项目管理水平和实现采灌平衡提供依据。

## 6 热储评价内容和方法

### 6.1 热储中部温度

#### 6.1.1 评价内容

热储中部温度主要评价热储岩石的温度及其在横向及纵向上的变化特征。

#### 6.1.2 评价方法

热储中部温度可采用单井测温获取，没有实测数据时，选用区域地温梯度或地热温标计算温度数据。

### 6.2 热储岩石学特征

#### 6.2.1 评价内容



热储岩石学特征评价主要是确定热储的岩石类型和岩相变化等特征。

## 6.2.2 评价方法

主要利用野外地质剖面、钻井柱状图的地质描述和薄片鉴定相结合的方式进行热储岩石学特征的评价。岩石学特征描述按照DZ/T 0275.4—2015的规定执行。

## 6.3 热储储集空间特征

### 6.3.1 评价内容

热储储集空间特征主要评价不同岩类热储的储集空间类型、组合类型，判断热储孔、洞、缝的有效性及其规模。砂岩和碳酸盐岩主要评价原生孔隙、次生孔隙、裂缝及其组合情况，火成岩和变质岩主要评价孔、洞、缝类型及其组合特征。

### 6.3.2 评价方法

综合利用露头、测录井、地球物理探测以及薄片观察等手段进行评价。

## 6.4 热储孔、渗物性特征

### 6.4.1 评价内容

热储孔、渗物性特征评价主要分析不同类型热储的孔隙度、渗透率参数，判断孔、洞、缝发育情况，确定热储孔隙度、渗透率大小及其在横向、纵向上的变化特征。

### 6.4.2 评价方法

热储孔、渗物性特征评价主要结合岩心和野外露头观察、岩心样品实验室测量、录井、测井解释、钻具放空长度、钻井液漏失数量和速度、降压和放喷试验等资料。

## 6.5 热储热物性特征

### 6.5.1 评价内容

热储热物性特征主要评价热储比热容、热导率及其在横向、纵向上的变化特征。

### 6.5.2 评价方法

热储热物性特征评价主要通过热储岩石样品的热物性测试获取热物性参数，结合热储岩性及岩相特征分析其在横向、纵向上的变化。

## 6.6 热储产能测试

### 6.6.1 评价内容

热储产能测试主要是为了获得地热流体温度、压力、涌水量、水位变化、采灌比及热储的导水系数和渗透系数等参数。

### 6.6.2 评价方法

热储产能测试主要通过降压试验、放喷试验和回灌试验等获取相关参数。具体方法按照GB/T 11615—2010执行。

## 6.7 热储发育的主控因素

### 6.7.1 沉积岩热储

沉积岩热储应确定沉积相，分析沉积作用、成岩作用（包括成岩阶段、成岩共生序列和成岩历史等）、构造作用、热事件、砂体展布等对热储物性的影响。应开展以下评价：

- a) 确定热储沉积相类型，分析沉积相与热储物性的关系，明确有利沉积相；
- b) 进行成岩阶段和成岩环境划分，评价各种成岩作用对不同类型孔隙形成、发育和消亡的影响；
- c) 成岩次序与孔隙演化的关系。

### 6.7.2 火成岩热储

火成岩热储应开展以下评价：

- a) 岩浆旋回、期次和岩石形成时代；
- b) 确定火山岩体或侵入体的分布和规模，有利火山岩及侵入岩岩相；
- c) 火成岩热储在埋藏及抬升过程中蚀变作用对储集空间的改造和构造裂缝对储集性能的影响，明确有利热储的横向及纵向分布规律；
- d) 进行岩相划分、岩相空间分布预测、岩相和储集条件关系研究，明确有利岩相及后生改造作用，划分有利的后生改造作用类型。

### 6.7.3 变质岩热储

变质岩热储应开展以下评价：

- a) 区域不整合面导致的风化、淋滤作用和多期构造运动对裂缝形成和分布的影响；
- b) 变质变形作用对构造面理的形成及改造过程，以及深部流体作用对热储储集空间的影响；
- c) 区域不整合面导致的风化、淋滤作用产生的次生孔隙；
- d) 多期构造运动产生的构造裂隙；
- e) 深部流体对储集空间的影响，明确变质岩储集体分布特征。

## 6.8 热储描述与预测

### 6.8.1 地热资源调查阶段

利用野外地质、钻探、地球物理及化探资料确定热储集中分布的地层层段或热储地质体部位，进行热储描述与预测：

- a) 描述并预测热储中部温度及地温场特征；
- b) 描述热储顶板和底板深度的起伏变化，建立热储分布格架；
- c) 预测热储空间分布和储集性能的变化。

### 6.8.2 地热资源预可行性勘查阶段

补充地质、钻探、岩心分析、地球物理资料，深化热储描述与预测：

- a) 确定有效热储几何形态、分布及非均质性特征；
- b) 明确热储孔渗、热物性等特征，分析其变化及主控因素；
- c) 分析一定埋深（如1000m、2000m、3000m）热储温度特征。

### 6.8.3 地热资源可行性勘查阶段

深化前期热储评价工作，并开展以下热储特征的描述与预测：

- a) 描述并预测热储平面及空间分布；
- b) 明确热储中部温度和热储地温梯度特征；
- c) 建立热储概念地质模型。

#### 6.8.4 地热资源开采阶段

综合钻探、地球物理与地热生产资料，进行热储描述与预测：

- a) 编制分层（段）储层和盖层组合分布图；
- b) 描述热储温度、孔渗、热物性等特征，建立热储三维地质模型；
- c) 进行地热流体温度、压力、产能拟合与预测评价。

### 7 热储综合评价

#### 7.1 选择热储评价参数

热储评价的参数主要包括热储温度、分布面积、有效厚度、储集空间、孔隙度、渗透率、热储产能、非均质性等。

#### 7.2 单井热储评价

开展单井热储评价，其参数包括热储中部温度、有效厚度、孔隙度、渗透率、非均质性、单井流体产量等，按4.1~4.8和6.1~6.8进行热储分类和评价。

#### 7.3 热储地质模型建立

在进行单井热储评价的基础上，应用多井钻井和地球物理资料进行热储平面及空间分布分析。资料较少时，建立热储概念地质模型。条件具备时，应建立热储三维地质模型。

#### 7.4 分区块、分层段的热储综合评价

根据热储的分布范围、有效厚度及其横向上的可对比性，岩性、岩相、储层孔渗特征、热物性、孔隙结构、裂缝、非均质性、温度、地热流体产能等，确定不同区块、不同层段有利热储的分布。

### 8 热储评价成果

#### 8.1 评价报告编写要求

报告内容包括区域地热地质条件、热储特征、热储发育主控因素、热储描述与预测、热储综合评价，报告编写提纲及要求可按附录 A 执行。

#### 8.2 附图

附图可包含但不限于以下图件，并按照 DZ/T 0282—2015 规定的格式编绘：

- a) 热储评价综合柱状图，包括热储厚度、中部温度、岩性、储集空间类型、岩石孔渗特征、岩石热物性等信息；
- b) 热储物性特征横向对比剖面图；
- c) 热储埋深等值线图；
- d) 热储有效厚度等值线图；

- e) 热储地温梯度等值线图;
- f) 热储中部温度等值线图;
- g) 热储孔隙度等值线图;
- h) 热储综合评价图。

### 8.3 附表

可附以下表格，格式参见附录 B:

- a) 热储地质评价基础数据表;
- b) 热储地质评价关键参数表。

附 录 A  
(资料性附录)  
热储评价报告编写要求

A.1 报告提纲

- 第一章 概述
- 第二章 区域地热地质条件
- 第三章 热储特征
- 第四章 热储发育主控因素
- 第五章 热储描述与预测
- 第六章 热储综合评价

A.2 报告编写要求

第一章，应简述评价的目的和任务；评价区（井）勘查和研究程度。

第二章，应简述区域地质构造、主要断裂构造特征、岩石地层发育情况、区域地温场特征。

第三章，应详细阐述热储温度、岩性、平面和纵向展布、储集空间类型及特征、孔隙度、渗透率、热物性、热储产能等特征。

第四章，依据勘查阶段和热储岩性类型，按照6.7给出的细节，应详细阐述热储发育主控因素。

第五章，依据勘查阶段，按照6.8给出的细节，应进行热储描述和预测。

第六章，选择热储评价参数，单井可进行热储分类和评价，区域范围宜采用点、线、面结合的方式进行热储综合评价，确定有利热储分布。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**热储地质评价相关数据表**

**B.1 热储地质评价基础数据表**

热储地质评价基础数据表格式见表 B.1。

**表 B.1 热储地质评价基础数据表**

| 构造单元          |                         | 目的层系/地质体                                       |
|---------------|-------------------------|--|
| 评价内容          | 岩石学特征                   | 岩石名称   |
|               |                         | 主要矿物成分   |
|               |                         | 结构   |
|               |                         | 构造   |
|               | 岩相特征                    | 岩相类型   |
|               |                         | 岩相分布   |
|               | 热储特征                    | 热储有效厚度/m                                       |
|               |                         | 热储有效厚度占热储地层总厚度的比例/%                            |
|               |                         | 热储顶板埋深范围/m                                     |
|               |                         | 热储底板埋深范围/m                                     |
|               | 储集空间特征                  | 宏观孔、洞、缝发育特征                                    |
|               |                         | 微观裂缝发育特征                                       |
|               |                         | 微观孔隙结构特征                                       |
|               | 储集物性特征                  | 孔隙度范围/%  |
|               |                         | 孔隙度平均值/%                                       |
|               |                         | 渗透率范围/mD                                       |
|               |                         | 渗透率平均值/mD                                      |
|               | 地热流体特征                  | 单井地热流体产量/m <sup>3</sup> /h 或 m <sup>3</sup> /d |
|               |                         | 地热流体温度/°C                                      |
|               | 热物性特征                   | 比热容/J/(kg·K)                                   |
| 热导率/[W/(m·K)] |                         |  |
| 地温场特征         | 大地热流值/mW/m <sup>2</sup> |  |
|               | 盖层地温梯度/°C/100m 或 °C/km  |  |
|               | 热储地温梯度/°C/100m 或 °C/km  |  |
|               | 热储中部温度/°C               |  |

## B.2 热储地质评价关键参数表

热储地质评价关键参数表格式见表 B.2。

表 B.2 热储地质评价关键参数表

| 构造单元     |  | 目的层系/地质体 |  |
|----------|--|----------|--|
| 评价内容     | 评价参数   | 参数值      |  |
| 温度特征     | 热储中部温度/℃   |          |  |
| 物性特征     | 孔隙度平均值/%   |          |  |
|          | 渗透率平均值/mD  |          |  |
| 热储有效厚度   | 热储有效厚度/m   |          |  |
|          | 热储有效厚度占热储地层总厚度的比例/%                                |          |  |
| 地热流体产量特征 | 单井地热流体产量/(m <sup>3</sup> /h) 或 (m <sup>3</sup> /d) |          |  |