

能源行业地热能专业标准化技术委员会秘书处

地热能标委会秘〔2020〕2号

关于征求《地热田地质地热勘查评价规范 (征求意见稿)》能源行业标准意见的函

各有关单位:

为了落实《标准化法》要求,促进地热能产业健康发展,根据《国家能源局综合司关于下达2018年能源领域行业标准制(修)订计划及英文版翻译出版计划的通知》(国能综通科技〔2018〕100号)的要求,在前期工作的基础上,能源行业地热能专业标准化技术委员会已组织相关单位编制了《地热田地质地热勘查评价规范(征求意见稿)》能源行业标准(详见附件)。

现印送给你们,请组织有关人员审阅,填写“征求意见反馈表”,于2020年7月1日前将意见通过电子邮件反馈至相应标准联系人邮箱。

联系人: 杨宵宇

联系电话: 0459-6505312

电子邮箱: 937208900@qq.com

单位名称: 东北石油大学

邮编：163318

通讯地址：黑龙江省大庆市高新技术开发区发展路 184 号

专此函达。

附件：1. 征求意见反馈表

2. 《地热田地质地热勘查评价规范（征求意见稿）》及编制说明

能源行业地热能专业标准化技术委员会秘书处

2020 年 6 月 2 日

ICS 73.020

点击此处添加中国标准文献分类号

^a F 15

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

^b

地热田地热地质勘查评价规范

Geothermal geological exploration and assessment standard of geothermal fields

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

^c （征求意见稿）

^d

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家能源局

发布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 地热田类型 1

4 勘查程序 1

5 资料收集及准备 3

6 勘查的技术手段 3

7 地热田评价 4

8 勘查管理、资料整理、报告编写要求 6

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：东北石油大学、中国石化集团新星石油有限责任公司、中国石油勘探开发研究院、中国石化石油勘探开发研究院、中国石油华北油田分公司

本标准主要起草人：

本标准于2020年XX月XX日首次发布。

标准名称

1 范围

本标准规定了水热型地热田地热地质勘查评价的流程、阶段、内容和技术要求。
本标准适用于不同勘查阶段水热型地热田地热地质评价。

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 11615 地热资源地质勘查规范

NB/T 10097 地热术语

NB/T 10264 地热地球物理勘查技术规范

NB/T 10263 地热储层评价方法

NB/T 10269 地热测井技术规范

NB/T 10268 地热井录井技术规范

3 地热田类型

依据地热田控热机制、热储分布特征不同可分为受断裂构造控制的带状地热田和受沉积控制的层状地热田。

4 勘查程序

地热田地热地质勘查根据勘查对象、任务及程度不同，可以分为地热资源调查、预可行性勘查、可行性勘查、开采四个阶段。大、中型地热田地热地质勘查分阶段、循序渐进地进行，对于地质资料丰富、地下研究比较成熟的地区，可以根据实际情况直接进行预可行性勘查或可行性勘查阶段。

4.1 地热田地质调查阶段

地热田调查阶段系指通过区域地质资料分析、地面地质调查、地球物理勘查、地球化学勘查等非探井手段对调查区形成的地质条件进行分析，预测地热资源远景资源量，提交地热资源调查报告或开发利用前景分析报告，确定可进行预可行性勘查的重点工作区域，为政府或企业地热勘查工作部署提供依据。主要工作包括如下内容：

- a) 收集整理已有的地质勘查研究成果，分析区域地质背景和构造格局；
- b) 收集和解译航卫片图像地质解译，分析调查区基本地质特征、断裂和天然温泉露头分布情况；
- c) 进行野外地质调查和典型露头样品测试分析，分析和推测地下岩层类型、热储特征、断裂及岩浆活动，初步分析地热资源形成地质条件。
- d) 收集和分析已有的地球物理勘探资料、地球化学、钻井勘探资料，结合航卫片解译、露头调查等

资料，圈定分析调查区勘查前景，初步预测地热田的分布及成因类型。

e) 依据盆地大小、热储厚度、露头温泉等信息通过类比，初步预测调查区远景资源量，确定预可行性勘查的重点工作区域。

4.2 地热田预可行性勘查阶段

地热田预可行性勘查阶段系指从优选出有利区开始到钻井获得工业型地热资源的全过程，勘查的对象是通过地质调查阶段确定的有利区，任务是证实及发现地热田，初步确定地热田可能的分布范围和资源潜力，提交地热田预测资源量，确定可行性勘查范围。主要工作包括如下内容：

a) 收集整理地热田地质调查阶段的勘查成果，对确定的地热资源分布有利区开展详细地质调查，系统开展重力、磁法、电法、地震等地球物理勘查和地球化学勘查工作。

b) 对地球物理勘查及地球化学勘查进行处理和解译，初步查明深部地质热结构、控热构造、深大断裂分布和有利区地下地层特征、构造分布、岩浆活动、地温异常区域，对于有温泉露头区域和有油气探采井的区域应对流体的排放量、温度、物理性质、化学性质进行分析，初步圈定地热田可能的分布范围，初步明确地热田的类型，优选出有利的钻探目标。

c) 逐步对钻探目标进行钻井施工，开展测井、录井、试水等工作，取全、取准地下热储及流体地质资料，开展单井评价，证实地热田是否存在，落实单井热储的埋藏深度、温度、岩性、物性、电性、厚度、地层压力和流体性质，测试单井产能和井口温度。

d) 利用少量探井勘查成果检验和修正地球物理勘探资料，结合露头及探井测试分析化验数据，初步查明地热系统成因、储层空间展布、岩性特征、物性变化规律、温度分布和流体特征进行初步预测，初步确定地热田成因类型和可能分布范围。

e) 利用地球物理资料、地热探井或油气探井等钻探资料，采用类比、体积法对地热田资源潜力进行预测，确定有利的分布区域，提交地热田预测资源量，分析开发利用前景，提交地热田预可行性勘查报告，为开展地热田可行性勘查提供依据。

4.3 地热田可行性勘查阶段

地热田可行性勘查阶段系指从钻井发现地热田开始到探明地热田的全过程。勘查的对象是经过探井证实具有开采利用价值的地热田，任务主要是确定地热田分布范围和资源潜力，提交地热资源探明资源量，设计开采开发方案。主要工作包括如下内容：

a) 加强地热田地球物理和地球化学勘查程度，联合钻探资料进行综合解译，初步查明地热田边界和热储空间分布特征，开展评价井部署。

b) 实施评价井钻探，开展测井、录井、试水等工作，取全、取准地下热储及流体地质资料，开展单井评价，进一步检验和校正地球物理、地球化学勘查解译成果，查明地热田边界。

c) 开展地热单井评价、生产测试和群井测试，分析地下热储连通、井间干扰和流体动力场变化，测试单井产能、流体温度、流体性质，初步确定合理的布井方案和生产制度。

d) 综合物探、化探、钻井、录井、测井、试水和化验资料进行地热田系统研究，进一步分析控热地质结构、断裂的分布、岩浆活动、地层分布、地热田的成因，预测地温场的分布和地层温度、地温梯度、大地热流等参数的变化规律，进一步确定热储的成因和岩性、储集空间、电性、物性、地层压力等特征，分析地热流体性质、补给通道和成因机制，确定盖层、热流及流体通道等地热系统构成要素及发育特征，建立地热系统的地质概念模型。

e) 利用评价井钻探成果，获取地热田评价关键参数，采用热储法、类比法对地热田资源潜力进行评价，提交地热田地质资源探明资源量、地热流体探明资源量，预测地质资源及流体开采资源量，确定地热田地热资源及地热流体地下分布特征，设计地热田开采及开发方案，提交地热田可行性勘查评价报告，为开展地热田开采提供依据。

4.4 地热田开采阶段

地热田开采阶段系指从地热田进入规模化开发后，基于开发井资料对地热田进行精细地质描述的全过程。勘查的对象是已经开发的地热田，任务主要是开展动态监测，开展热储三维地质建模和采灌数值模拟工作，优化开发方案，为地热田高效开发和综合利用提供依据。主要工作包括如下内容：

a) 根据地面地热资源利用需求、地热田地热资源分布特征和可行性勘查阶段设计的开发开采方案进行地热开采井规模化部署，系统开展单井评价、测试和群井测试工作，取全、取准钻井、录井、测井和流体井口温度、压力、产能数据。

b) 综合地热田已有的地质调查、地球物理勘查、钻井勘查数据和可行性勘查阶段的研究成果，详细查明确定地层发育特征、断裂分布、地热系统构成和热储的温度、岩性、厚度、空间分布、物性，建立准确的热储三维地质模型，应根据新钻井的资料对模型进行持续检验和校正。

c) 对地热开采井应开展井下和地面长期监测工作，井下监测包括不同热储的温度、压力变化，地面监测包括井口流体产能、温度、压力、水质变化，建立渗流模型和地球化学模型。

d) 依据地热储层特征和地热田开发的实际需要，应及时开展回灌实验研究，利用群井和地球物理勘查资料开展精细地质描述，分析热储连通状况、温度和压力分布规律，确定回灌的层位、回灌井的布局和合理的采灌强度。

e) 利用地热田地热地质勘查、群井动态监测、采灌试验数据和已建立的地热田热储三维地质模型开展采灌数值模拟工作，分析地下温度场、压力场、流体长变化，优化地热田开采方案，保持地热田可持续发展。

f) 利用开采井校正的地热田三维地质模型对地热田进行滚动勘查，精细确定热储各项参数三维空间分布规律，采用数值法、解析法、统计分析法和热储法进一步检验和修正地热田地质资源、地热流体探明资源量和可采资源量，评价地热流体的性质，制定地热田综合利用方案。

5 资料收集及准备

在进行地热田勘查时，建议尽可能收集已有的区域地质勘查数据及成果，主要包括以下几个方面：

- a) 自然地理概况，包括地理位置、交通网络、行政区划、地形地貌、气象水文等。
- b) 区域地质资料，包括构造背景、演化历史、岩浆活动等。
- c) 地球物理勘探资料，包括重、磁、电勘探资料和人工地震勘探资料等。
- c) 构造资料，主要包括构造格局、断裂分布、层面埋深资料等。
- d) 沉积资料，主要包括沉积背景、沉积层序、沉积格局、岩相、沉积相等数据和资料。
- e) 水文地质资料，包括区域含水层分布、化学特征等。
- f) 已经探井资料，包括井位、岩心、测井、录井、试油（气、水）、分析化验等数据和资料等。
- g) 已有地热井资料，包括井位、岩心、测井、试水、产能、温度、分析化验等数据和资料等。
- h) 已有研究成果，包括相关的典型研究成果和地热方面的研究成果及数据资料等。

6 勘查的技术手段

地热田地热地质勘查必须在充分利用已有资料的基础上，遵循成本由低到高的原则，先进行航卫片解译、野外地质调查，再进行地球化学勘查、地球物理勘查，最后采用钻探的方法，没有综合地质研究，不允许盲目开展钻探工作。

6.1 航卫片解译

通过航卫片解译可判断地热地质勘查区地貌形态、地层岩性、断裂分布地质构造基本轮廓及隐伏构造，分析地表温泉、泉群、地热溢出带和地表热显示的位置，初步预测地表热异常的分布范围。不同勘查阶段地质调查工作按照GB11615-2010中7.1条进行。

6.2 野外地质调查

应在航卫片、地质图和区域地质调查等资料分析的基础上，对地下岩层露头、出露温泉进行实地调查，分析地热田形成的地质条件，获取典型的岩石及地热水样品，为实验室分析和室内研究奠定基础。不同勘查阶段地质调查工作按照GB11615-2010中6.2.1条和7.2条进行。

6.3 地球化学勘查

对勘查区的出露温泉、已有钻井，选择代表性的地热流体、岩样做地球化学分析，推测深部热储温度，分析地热流体成因及演化历史，评价地热流体质量。不同勘查阶段地球化学勘查工作按照GB11615-2010中7.3条进行。

6.4 地球物理勘查

地热地球物理勘查包括电法勘探、重力勘探、磁法勘探、地震勘探等，主要任务是确定热储的分布深度、范围，分析深部的断裂分布和地质结构，确定地热田类型及形成地质条件。不同勘查阶段地热地球物理勘查工作按照NB/T 10264-2019标准进行。

6.5 地热钻探

地热钻探的主要任务是查明地热田地层结构、地质构造、热储特征和分布规律，获取代表性样品和参数，为下一步勘查或评价奠定基础。不同勘查阶段地热钻探按照GB11615-2010中7.5条和7.6条进行，测井、录井应按照NB/T10269-2019、NB/T10268-2019标准进行。

7 地热田评价

7.1 评价的深度

评价深度应满足如下条件：

- a) 热储地层温度不低于25℃。
- b) 热储埋深不超过4000m。

7.2 地热资源量评价

地热田根据类型不一样和勘查的程度不一样，宜采用不同的资源量评价方法，具体见GB11615-2010附录C部分。建议的评价方法有体积法、自然放热量法和类比法。

7.2.1 体积法

该方法适用于勘查程度较高、可以预测热储分布特征的地热田资源量预测。

7.2.1.1 计算方法

地热资源量计算应分别计算出热储中的总热量、地热流体的量、地热流体热量及其可采地热量。计算公式如下：

a) 地热资源总量

$$Q = C \cdot A \cdot H \cdot (T - T_0) \quad (1)$$

$$C = C_r \cdot \rho_r \cdot (1 - \phi) + C_w \cdot \rho_w \cdot \phi \quad (2)$$

式中：

Q ——地热资源量（J）；

C ——热储岩石和水的平均比热容[J/(kg·°C)]；

$$C = C_r \cdot \rho_r \cdot (1 - \phi) + C_w \cdot \rho_w \cdot \phi ;$$

ρ_r 、 ρ_w 分别为岩石和水的密度（kg/m³）；

C_r 、 C_w 分别为岩和水的比热(J/kg·°C)；

ϕ 为岩石的孔隙度(%)；

A ——热储面积(m²)；

H ——热储厚度(m)；

T ——热储温度(°C)；

T_0 ——起算温度(°C)。

b) 地热水资源量

$$W = A \cdot H \cdot \phi \quad (3)$$

式中：

W ——热储层中的地热水资源量(m³)；

其他字符意义与式（1）、（2）相同。

c) 地热流体热量

$$Q_w = C_w \cdot \rho_w \cdot A \cdot H \cdot \phi \cdot (T - T_0) \quad (4)$$

式中：

Q_w ——热储层中的地热流体热量（J）；

其他字符意义与式（1）、（2）相同。

d) 可采地热量

$$Q_{we} = R_e \times Q_w \quad (5)$$

式中：

Q_{we} ——地热资源可采量（J）；

R_e ——可采系数

7.2.1.2 计算参数

体积法计算参数确定方法如下：

a) 岩石和水的密度建议由实验室测试获得，若初期数据较少时可采用 GB/T11615-2010 附录 C 中表 C.1 中经验值。

b) 岩石和水的比热建议由实验室测试获得，若初期数据较少时可采用 GB/T11615-2010 附录 C 中表 C.1 中经验值。

c) 孔隙型热储孔隙度可由实验室测试获得，也可用测井资料解释获得；裂隙型热储孔隙度可以通过实验室测试、测井解释、抽水试验及比拟法求得。

d) 热储面积由渗透率不小于 $1 \times 10^{-3} \mu m^2$ 、温度不小于 25°C 的渗透性储层确定；调查阶段探井资料缺少时可用物探资料估算，探井资料较多时应用探井资料、物探资料和地质理论相结合圈定热储面积。

e) 热储厚度调查阶段探井资料缺少时可用物探资料估算，探井资料较多时应用测井解释或录井成果确定单井的热储厚度，井间宜通过地震和沉积相约束下的井间插值获得厚度数据，单层热储厚度起算下限宜为 1m。

f) 热储温度在有钻孔揭露热储时可以直接测量获得，钻孔条件不具备时可以通过地温梯度推算和地球化学温标计算获得（见 GB11615-2010 附录 A）。

g) 起算温度取当地年平均气温。

7.2.2 地表热流量法

该方法适用于勘查程度较低、地表有温泉出露的带状地热田地热资源量预测时使用。

7.2.2.1 计算方法

地热田向外散发的热量可用下式计算：

$$Q = p_t t = (p_1 + p_2) t \quad (6)$$

式中：

Q ——定时间段散发的热量(J)；

p_t ——单位时间内地热田散发的热量(W)；

p_1 ——单位时间内通过岩石传导散发到空气中的热量(W)；

p_2 ——单位时间内温泉、热泉和喷气孔等散发的热量(W)；

t ——计算时间段 (s)。

7.2.2.2 计算参数

地表热流量法计算参数确定方法如下：

a)通过岩石传导散发到空气中的热量可以依据大地热流值的测定来估算；

b)温泉、热泉和喷气孔等散发的热量可根据全的流量和温度来进行估算；

c)计算时间段建议以 1 年 (31536000 秒 s) 进行计算。

7.2.3 类比法

该方法可用于勘查程度比较低地质调查阶段估算资源量，利用勘查程度已知地热田的地热资源量来推算地质条件相似的、勘查程度比较低的地热田地热资源量；该方法还可以用于勘查程度较高的阶段，用同一地热田已知地热资源量部分来推算其他部分的地热资源量。

该方法宜在勘查程度比较低的地热田地质调查阶段使用，既可用于层状地热田估算资源量，又可用于带状地热田估算资源量。

7.2.3.1 计算方法

地热资源量可用下式进行估算：

$$Q = Q_m \cdot \gamma \quad (7)$$

式中：

Q ——预测目标区的地热资源量(J)；

Q_m ——已知目标区的地热资源量(J)；

γ ——类比系数，无量纲数据。

7.2.3.2 计算方法

类比系数可通过对比预测目标区、已知目标区储层的面积、厚度、温度或温度等参数综合获得。

7.3 地热流体质量评价

地热流体质量评价应按照GB11615-2010第9章进行。

7.4 地热田开发利用评价

地热田开发利用评价应按照GB11615-2010第10章进行。

8 勘查管理、资料整理、报告编写要求

8.1 勘查管理要求

8.1.1 地热田地热地质勘查应根据资源勘查的相关法规报相关的行政主管部门审批后实施，每一个阶段勘查阶段的工作设计应经主管部门组织专家审定后方可实施。

8.1.2 地热田每个阶段勘查工作完成后，应及时进行资料归档整理和编写与阶段相适应的勘查报告，按要求提交主管部门审查、验收和存档。

8.1.3 地热井使用单位应该按照 GB11615-2010 第 7 章第 8 条要求安装地热动态监测设备，及时向地热资源主管部门或委托组织提交监测数据，行政主管部门应定期对地热井监测系统、监测数据质量进行检查，对不配合进行监测的使用单位可暂停其使用权。

8.1.4 县级或市级地热主管部门应根据所辖区域内地热资源勘查情况，委托相关组织和机构建立勘查数据管理系统，对勘查实施单位提交野外地质调查、地球化学勘查、地球物理勘查、地热钻探等勘查原始数据、研究成果、阶段勘查报告和动态监测数据进行妥善保管，以供科学研究使用。

8.2 资料整理要求

地热田地热地质勘查资料整理按照GB11615-2010中11.1条执行。

8.3 报告编写要求

地热田地热地质勘查报告编写按照GB11615-2010中11.2条执行。

《地热田地热地质勘查评价规范》

规范编制说明

1. 工作简况

2018年8月，根据《国家能源局综合司关于下达2018年能源领域行业标准制（修）订计划及英文版翻译出版计划的通知》（国能综合科技〔2018〕100号）文件的通知，东北石油大学、中国石化集团新星石油有限责任公司、中国石油勘探开发研究院、中国石化石油勘探开发研究院、中国石油华北油田分公司作为起草单位申请的《地热田地热地质勘查规范》标准制定项目获批立项，计划编号：能源20180252。

2018年8月，由规范第一起草单位牵头，联合各成员单位成立了标准起草项目组，明确了项目分工，进行详细调研和资料收集，开始制定规范编写大纲。

2018年9月21日，能源行业地热能专业标准化技术委员会组织有关专家对标准总体设计和编写大纲进行了审查，专家建议增加评价部分内容，建议将规范名称修改为《地热田地热地质勘查评价规范》。为了保证标准的编写质量，项目组工作人员参加了能源行业地热能专业标准化技术委员会举办的行业标准编写要求培训会，掌握了标准的编写过程、术语使用和结构构成，学习了标准编写软件的使用方法。

2019年8月22日，能源行业地热能专业标准化技术委员会组织有关专家召开标准审查会议，项目组提交了规范讨论稿，并向专家组进行了详细的汇报，专家们对规范内容进行了讨论，提出了修改建议。

2020年5月，项目组根据专家们的修改建议，经过内部多次讨论和征求行业相关专家的意见，对讨论稿进行了系统完善和修订，形成了规范征求意见稿，提交能源行业地热能专业标准化技术委员会秘书处。

2. 标准编制原则

本规范的格式按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本规范制定按照《能源领域行业标准制定管理实施细则（试行）》和《能源领域行业标准化管理办法（试行）》的要求组织管理。

本规范的内容执行了 GB/T 11615-2010《地热资源地质勘查规范》中对地热田类型和勘查的阶段的划分，对内容进行了细化和补充；相关术语按照 NB/T 10097《地热能术语》执行。

3. 主要内容

本规范是对规定了水热型地热田地热地质勘查评价的流程、阶段、内容和技术要求，适用于不同勘查阶段水热型地热田地热地质勘查及评价，不适用于浅层地热田和干热岩型地热田勘查评价。

本规范引用的文件包括 GB/T 11615-2010《地热资源地质勘查规范》、NB/T 10097《地热能术语》、NB/T 10264《地热地球物理勘查技术规范》、NB/T 10263《地热储层评价方法》、NB/T 10269《地热测井技术规范》、NB/T 10268《地热井录井技术规范》。

本规范依据地热田控热机制、热储分布特征不同可分为受断裂构造控制的带状地热田和受沉积控制的层状地热田。

本规范依据 GB/T 11615-2010《地热资源地质勘查规范》将地热田地热地质勘查根据勘查对象、任务及程度不同，可以分为地热田地质调查、预可行性勘查、可行性勘查、开采四个阶段。

本规范分别规定了地热田地质调查、预可行性勘查、可行性勘查、开采四个阶段应采用的技术手段、目标任务和服务重点，并对每个阶段的主要工作内容进行了详细要求。

本规范提出地热田地热地质勘查必须在充分利用已有资料的基础上，

遵循成本由低到高的原则，先进行航卫片解译、野外地质调查，再进行地球化学勘查、地球物理勘查，最后采用钻探的方法，没有综合地质研究，不允许盲目开展钻探工作。

本规范对航卫片解译、野外地质调查，再进行地球化学勘查、地球物理勘查、地热钻探的五种不同的勘查技术手段的主要任务和适用条件进行了规定。

本规范提出地热田评价包括地热资源量评价、地热流体质量评价、地热田开发利用评价三部分，明确了地热田评价深度范围内热储地层温度不低于 25℃、热储埋深不超过 4000m。

本规范分别规定了体积法、自然放热量法和类比法三种资源量的评价方法的适用条件、计算模型和参数取值方法。

本规范对地热田的勘查管理、资料整理和报告编写提出了要求。

4. 知识产权专利等涉及情况

无。

5. 预期的社会效益、对产业发展的作用等情况

本规范对不同类型的地热田在不同阶段的勘查技术手段、勘查的目标任务、主要工作内容和能获得的成果进行了细化和规范，可以指导地热资源勘查评价科学有序进行，为政府监督管理提供了技术支持和保障，可以有效促进地热产业健康发展。

6. 采用国际标准和国外先进标准情况

未采用国际标准，国外无同类标准。

7. 在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准属于地热标准体系中的通用类标准。

8. 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9. 标准性质的建议说明

建议本规范作为行业推荐性标准。

10. 贯彻标准的要求和措施建议

无。

11. 废止现行相关标准的建议

无。

12. 其他应予说明的事项

无。