

地热资源地质勘查规范

2010-04-27 | 作者： | 来源： 中国地质环境信息网 |

1 主题内容与适用范围

本规范规定了地热田地质勘查研究程度、 勘查类型与勘探工程控制、 勘查工作技术及质量要求、地热储量分类、 分级、 计算和评价， 地热流体与环境影响评价以及地热资源勘查资料整理和报告编写等基本要求。

本规范适用于地热资源的地质勘查， 作为地热资源地质勘查设计书编制、 各项勘查工作布置、 勘查报告编写和审批的主要依据。

2 引用标准

- GB 3838 地面水环境质量标准
GB 5084 农田灌溉水质标准
GB 5749 生活饮用水卫生标准
GB 8537 饮用天然矿泉水
GB J4 工业“三废”排放试行标准
GB J8 放射性防护规定
DZ 40 地热资源评价方法
TJ 35 渔业水质标准
TJ 36 工业企业设计卫生标准

3 总则

3.1 本规范所指地热资源是在我国当前技术经济条件下，地壳内可供开发利用的地热能、地热流体及其有用组分。地质勘查的目的在于查明地热田的地质条件、 热储特征、 地热资源的质量和数量，并对其开采技术经济条件做出评价，为合理开发利用提供依据。

3.2 地热资源按温度分为高温、中温、 低温三类（见表1）；按地热田规模分为大、 中、 小型三级（见表2）。

表1 地热资源温度分级

温度分级	温度 t 界限,	主要用途
高温地热资源	t ≥ 150	发电、烘干
中温地热资源	90 ≤ t < 150	工业利用、烘干、发电
低温地热资源	热水 60 ≤ t < 90	采暖、工艺流程
	温热水 40 ≤ t < 60	医疗、洗浴、温室
	温水 25 ≤ t < 40	农业灌溉、养殖、土壤加温

注：表中温度是指主要热储代表性温度。

表2 地热田规模分级

规模分级	高温地热田		中、低温地热田	
	电能 MW	能利用储量 计算年限 年	热能 MW	能利用储量 计算年限 年
大型	> 50	30	> 50	100
中型	10 ~ 50	30	10 ~ 50	100
小型	< 10	30	< 10	100

3.3 地热资源勘查工作分为普查、详查、勘探三个阶段。勘探阶段之后，为地热田开发地质工作。

3.4 地热田勘查工作一般应遵循以下原则：

3.4.1 按规定的勘查阶段循序渐进，对地热地质条件简单或现有资料较多的小型地热田的勘查，可根据实际情况简化或合并上述勘查阶段。

3.4.2 在勘查程序上必须严格遵循在充分搜集利用已有资料的基础上，先进行航卫片解译、地面地质、地球化学、地球物理等工作，然后再上钻探的原则。没有上述工作的综合研究成果，不得盲目布置钻探工作。

3.4.3 勘查工作内容和投入的工作量应根据勘查阶段、勘探类型和工作区地热地质复杂程度等因素综合考虑确定。应选择经济有效的勘查技术方法、手段和合理的设计施工方案，达到工作阶段的要求。

3.4.4 由详查阶段转入勘探阶段，一般应与使用部门对口，应具有使用单位的委托书或与使用单位签订的承包合同书或省、市、自治区厅（局）级以上（含厅局级）主管部门下达的项目任务书。

3.4.5 各阶段的勘查工作，必须按本规范要求编写勘查设计书，经主管部门审定后严格组织实施。设计书的主要内容应包括：目的、任务、地理概况、研究程度、区域地质、地热地质条件、工作布置及工作量、地热流体的动态观测、储量计算与评价方法、人员组成、设备、工作计划、钻探施工设计、经济预算、预期成果和提交报告时间等。

3.4.6 各勘查阶段工作结束后，应编写阶段报告，按规定报有关主管部门审查，供建设使用的勘探报告。经主管部门审查后，报国家或省（区、市）矿产储量审批机构审批。未提交上一阶段报告和未经技术经济论证的认可，不得转入下一阶段工作。

4 地热田地质勘查研究程度要求

4.1 地质勘查研究内容

4.1.1 地热田地质

a. 研究地热田的地层、构造、岩浆（火出）活动及地热显示等特点，以阐明控制地热田的地质条件，确定热储、盖层、导水和控热构造。

b. 对于受断裂控制的地热田，要着重研究断裂的形态、规模、产状、组合配套关系等特点，阐明断裂系统与地热的关系。

c. 对于层控的地热田，应详细划分地层，确定地层时代，区分储层和盖层。着重研究热

储结构、热储的岩性、厚度及其分布范围，以及热储的孔隙、裂隙或岩溶发育情况等影响地热流体储存、运移、富集的地质因素。

d. 对地热田的外围有关地区应进行必要的地质调查和地球物理、地球化学工作。探索地热田的形成，地热流体的补给来源和循环途径。

4.1.2 地温场

查明地热田内的地温及地温梯度的空间变化，圈定地热异常范围、计算热流密度，推算热储温度，并对地热异常的成因、热储结构特征、控热构造及可能存在的热源做出合理的分析推断。

4.1.3 热储

查明热储分布面积、岩性与厚度变化、埋深及边界条件，查明热储结构、各热储间的关系及热储内的渗透性能、地热流体的温度、压力、产量及其变化规律，测定热储的孔隙率、渗透系数、传导系数、给水度（弹性释水系数）和压缩系数等，为储量计算提供依据。

4.1.4 地热流体

一般应测定地热流体的化学成分、同位素组成、有用组分以及有害成分等。分析地热流体与大气降水、地表水和常温地下水的关系，查明地热流体的来源及其补给、储集、运移、排泄条件；对高温地热田还应查明地热流体的相态、地热井排放的汽水比例、蒸汽干度、不凝气体成分，为地热资源开发利用与环境影响评价提供依据。

4.2 不同勘查阶段研究程度要求

4.2.1 普查阶段

a. 主要是寻找地热异常区或对已发现的地热异常区开展地热地质普查。

b. 初步查明地热田及其外围的地层、构造、岩浆（火山）活动情况，研究它们与地热显示、地热异常的关系，推断地热田的热储、盖层、导水和控热构造。

c. 初步查明地热田的地表热显示特征，测定地热流体的天然排放量及其化学成分，估算地热田的热储温度和地热田的天然热流量，初步圈定地热异常的范围，提出热储概念模型。

d. 探求 D+E级储量，估价地热田开发利用前景。提交普查报告，为是否须进行详查工作提供依据。

4.2.2 详查阶段

a. 在初步查明地热田的地球化学场、地球物理场及热储边界条件的基础上，对地热田是否具有开发价值以及近期内能否被开发利用，进行详查工作。

b. 基本查明地热田及其外围的地层、构造、岩浆活动情况，初步查明地热田内的断裂及其产状、各地层的孔隙、节理裂隙、岩溶及水热蚀变发育情况，划分热储、盖层、导水与控热构造。

c. 基本查明地热田内地温及地温梯度和空间变化，进一步圈定地热异常的范围，计算热储温度，分析推断地热异常的成因。

d. 基本查明热储的岩性、厚度、埋深及其边界条件，各热储内地热流体的温度、压力、产量及其变化关系，热储的孔隙率及渗透性能，圈定地热流体富集地段。

e. 基本查明热储中地热流体的相态、地热井排放的汽水比例、地热流体的化学成分、有用组分和有害成分以及地热流体的补给、运移、排泄条件。建立热储理论参数模型。

f. 探求 C + D 级储量，提交详查报告，为地热田开发总体规划和是否转入勘探阶段提供依据。

4.2.3 勘探阶段

a. 一般应在经过详查工作证实具有开发价值的基础上进行，主要是对地热田开发经济效益高的地热流体富集地段进行勘探。

b. 详细查明地热田内的地层、构造、岩浆（火山）活动和水热蚀变等特点。基本查明热储、导水、控热构造的空间展布及其组合关系。

c. 详细查明地热流体特征，包括地热流体在热储中的相态、温度、地热井排放时的汽水比例、蒸汽干度、流体化学成分和同位素组成。阐明地热流体中不同用途的有用组分和有害成分、地热流体的来源、补给、径流排泄条件以及地热流体运移过程中可能出现的相变和与冷水混合过程。

d. 详细查明地热田内的地温、地温梯度及有关物性参数的空间分布及其变化规律。详细圈定地热流体的富集地段。

e. 详细查明地热田的热储结构，各热储的分布面积、厚度、产状、埋深及边界条件，各热储内地热流体的温度、压力、产量的变化规律及各热储的相互关系。实测各项储量计算参数，建立热储参数模型。探求 B+C 级储量，提出合理开发方案并作出环境影响评价，提交勘探报告，为地热田开发利用提供依据。

地热田开发地质工作中，应加强系统的动态观测工作，利用长期观测和开采过程中的实际资料，进行热储工程研究，计算 A 级储量，进行回灌试验和开发利用中有关（如地面沉降、结垢等）问题的研究，建立地热田的开发管理模型。

5 地热田勘查类型与勘探工程控制

5.1 地热田勘查类型

根据我国已知地热田特征，按地热田的温度、热储形态、规模和构造复杂程度，将地热田勘查类型划分为两类六型（见表 3）。

表 3 地热田勘查类型

类	型	主要特征
高温地热田（ ）	- 1	热储呈层状，岩性和厚度变化不大或呈规则变化，构造条件一般比较简单
	- 2	热储呈带状，受断裂构造控制，地质构造条件比较复杂
	- 3	地热田兼有层状热储和带状热储特征，彼此存在成生关系，地质构造条件复杂
中低温地热田（ ）	- 1	热储呈层状，分布面积广，岩性、厚度稳定或呈规则变化，构造条件一般比较简单
	- 2	热储呈带状，受断裂构造控制，地热田规模较小，地面多有温、热泉出露
	- 3	地热田兼有层状热储和带状热储特征，彼此存在成生关系，地质构造条件比较复杂

5.2 钻探工程布置原则

5.2.1 地热资源勘探应充分发挥航卫片解译、地面测绘、物化探工作在地热勘查中的作用，对研究程度较高的地区，则必须充分利用已有资料，综合分析研究地热田的地层、构造、地热异常的范围、地热田的边界，争取尽量减少钻探工作量，提高勘探效益。

5.2.2 钻探工程布置应区别不同地热田勘查类型和规模，以能控制热储分布，取得有代表性的储量计算参数和查明地热田的开采条件和边界条件，满足相应阶段的要求为原则。

5.2.3 在部署钻探工程时，必须统筹兼顾，重点突出，在探明可供开采的主要热储的同时，兼顾其他热储，查明各热储间的相互关系。

5.2.4 地热田的钻探深度应根据其勘查类型和当前开采技术经济条件和社会需要来确定，一般钻探深度不宜过深，深埋层状热储一般控制深度在 2000m 以内，浅埋带状热储控制深度在 1000m 以内。

5.2.5 在地热田勘查工作中，钻井的设计除高温裂隙型热储外，应实行以探为主，探采结合，按有关规定或协议交付使用。在勘探区内施工的生产井，也应做到以采为主，采探结合，充分发挥其在地热勘探中的作用。

5.3 钻探工程控制

根据我国目前地热资源勘查和开发的实践经验，地热田钻探工程可按具体条件参照表 4 执行。

表4 地热田钻探工程控制

钻探井 数量 (个/热 田)	勘 查 阶 段		
	普 查	详 查	勘 探
- 1	0 ~ 2	5 ~ 10	7 ~ 15
-2	0 ~ 2	5 ~ 7	10 ~ 15
-3	0 ~ 2	7 ~ 10	7 ~ 15
-1	0 ~ 2	5 ~ 7	7 ~ 10
-2	0 ~ 2	3 ~ 5	5 ~ 7
-3	0 ~ 2	3 ~ 7	5 ~ 10

注：同一类型中地热田面积大，构造条件复杂，具有多层热储者应取高值。地热田面积小，

构造条件比较简单者取低值。

6 勘查工作技术及质量要求

6.1 航卫片解译

6.1.1 航卫片主要判断下列地热地质问题：

- a. 地貌、地层、地质构造基本轮廓及地热区隐伏构造；
- b. 地面泉点、泉群和地热溢出带，地面地热显示位置及地表水体位置范围；
- c. 地面水热蚀变带的分布范围。

6.1.2 遥感图像解译应先于地质测量工作，卫星图像和航空像片两者结合使用，必要时可进行航空红外测量。遥感图像解译应结合地面地质、物探资料进行。

6.1.3 卫片宜用不同时间、不同波段的影像进行综合解译。注意卫片质量，收集不同地质体的光谱特征，建立地质、地热地质直接和间接解译标志。视工作要求和条件许可，用计算机图像处理，提高解译水平和效果。

6.1.4 宜用大比例尺航片。用目视和航空立体镜解译，还可用立体测图仪成图。

6.1.5 航卫片解译，应提交相应比例尺的解译图及文字说明。

6.2 地质测量

6.2.1 地质测量在充分利用航卫片解译和区域地质调查资料的基础上进行，其主要任务是：

- a. 实地验证航卫片解译的疑难点，提高航卫片解译质量。
- b. 查明地热田的地层时代、岩性特征、地质构造、岩浆活动，阐明地热田形成的地质条件。
- c. 查明地表地热显示的类型、分布和规模，阐述地热异常与地质构造的关系。

6.2.2 地质测量范围应包括可能的补给区和排泄区。图件比例尺应根据勘查类型和地质构造复杂程度，参照表 5 选定。

表5 地质测量比例尺

类别 勘查类型	区域性图件	地热田图件
层状热储	1 / 10万 ~ 1 / 2.5万	1 / 5万 ~ 1 / 2.5万
带状热储	1 / 2.5万 ~ 1 / 1万	1 / 1万 ~ 1 / 5千

6.3 地球化学调查

6.3.1. 在地热资源勘查各阶段中都应进行地球化学调查，并尽量采用多种地球化学地面调查方法，确定地热异常分布范围。

6.3.2 采取具有代表性的地热流体（泉、井）、常温地下水、地表水、大气降水等样品进行化验分析，对比分析它们与地热流体的关系。地热流体分析样品采集方法按本规范附录

B(参考件)要求采取。

6.3.3 进行温标计算，推断深部热储温度。

6.3.4 测定稳定同位素和放射性同位素，推断地热流体的成因与年龄。

6.3.5 计算地热流体中的 C1/ B、C1/ F、C1/ SiO₂等组分的比率，对比分析地热流体和冷水间的关系及其变化趋势，并进行水、岩均衡计算。

6.3.6 对地表岩石和勘探井岩芯中的水热蚀变矿物进行取样鉴定，分析推断地热活动特征及其发展历史。

6.3.7 地球化学调查比例尺应与地质测量比例尺一致。

6.4 地球物理调查

6.4.1 地球物理调查是地热资源勘查工作中的重要组成部分，一般应在普查阶段进行，详查阶段要在普查的基础上，对有希望的地区进行补充工作，主要查明以下问题：

- a. 圈定地热异常范围和热储体的空间分布；
- b. 确定地热田的基底起伏及隐伏断裂的空间展布；
- c. 圈定隐伏火成岩体和岩浆房位置；
- d. 圈定地热蚀变带。

6.4.2 根据地热田的地质条件和被探测体的物性特征选用物探方法 (见表6)。一般利用地温勘探圈定地热异常区；利用重力法确定地热田基底起伏 (凸起和凹陷)及断裂构造的空间展布；利用磁法确定水热蚀变带位置和隐伏火成岩体的分布、厚度及其与断裂带的关系；利用电法、卡、210PQ法圈定热异常和确定热储体的范围及深度；利用人工地震法较准确的测定断裂位置、产状和热储结构；利用磁大地电流法确定高温地热田的岩浆房及热储位置和规模；利用微地震法测定活动断裂带。

表6 各勘查阶段不同类型地热田物探方法

勘查类型	普 查	详 查	勘 探
— 1	1 / 10万 ~ 1 / 20万重磁面积测量，1 / 10万电测深面积测量，1 / 10万浅层测温面积测量	1 / 5万重磁面积测量，1 / 5万电测深面积测量	详细电测深面积测量，钻孔测温及各种测井，人工地震 (反射波法)
- 2	1 / 10万 ~ 1 / 20万重磁面积测量，MT 路线	1 / 5万重磁面积测量，MT 面积测量 (至少三条控制剖面)	人工反射地震，MT 详细工作，地热流
- 3	测量，1 / 10万浅孔地温测量		测量，微震网观测综合测井
- 1	1 / 10万 ~ 1 / 20万重磁面积测量	1 / 5万重磁测量	1 / 1万重磁测量

- 2	1 / 10万电测深面积测量, 1 / 10万浅层测温,	1 / 5万重磁测量, 1 / 5万电测深面积测量,	1 / 1万电测深, 人工地震 (反射波法),
- 3	1 / 10万 ~ 1 / 20万重磁面积测量	卡面积测量	电剖面测量, 卡剖面测量, 综合测井

6.4.3 地球物理调查比例尺应与地面测绘比例尺一致。对获得的物探资料, 应结合地热地质条件、地热流体特征进行分析, 提出综合解译成果, 作为勘探井的布置依据。

6.5 钻探工作

6.5.1 勘探井的设计、施工以及勘探井内各种测试应满足查明地热地质条件, 取得有代表性的计算参数和评价地热资源的需要。

6.5.2 地热田内存在多个热储时, 应分别查明热储的压力、水位、温度、流量和地热流体质量。勘探井穿透不同热储时应做好下套管固井或止水工作, 防止破坏热储的自然特征。

6.5.3 除专门设计的定向井外, 勘探井应保持垂直, 在 100m 深度内其井斜不应大于 1°。

6.5.4 勘探井口径应满足取样测井以及完井后安装抽水试验设备要求, 探采结合井还应满足生产井设计抽水量及止水填料的要求。第四纪松散地层勘探井应保证滤水管外围有 100mm 的填充厚度。基岩勘探井口径应能满足水泥固井及可能下入滤水管的要求。地质勘探井及观测井终井口径一般不小于 91mm。

6.5.5 每一热田应有 1—2 个勘探井要求全部取芯, 探采结合井可间断取芯, 但必须做好岩屑录井。岩芯采取与岩屑录井应满足划分地层、确定破碎带、储层岩性、厚度等要求。松散地层和断层破碎带采取率不应小于 40%, 完整基岩不低于 60%。对中、高温地热勘探井要特别注意采取水热蚀变岩芯或岩屑。

6.5.6 勘探井在钻进过程中和完井后必须进行地球物理测井, 测井项目取决于地质需要, 一般井段做井径、井斜、电阻率、自然电位、自然伽玛、井温和井底温度等项目。完井后除做上述项目外, 还应进行稳态井温测量。对高温地热田和中低温大型地热田还应做密度、声波、中子和流量测井。

6.5.7 钻进过程中的简易观测要求:

a. 目的层井段, 必须经常对泥浆槽液面及泥浆池中的泥浆量的变化进行观察, 注意有否漏失, 漏失量及速度、漏失前后泥浆性能的变化。

b. 详细记录钻进的涌水、井喷、漏水、涌砂、逸气、掉块、塌孔、缩径等现象的起止时间、井深、层位及采取的处理措施等。对井涌或井喷还应详细观察记录涌、喷量及高度, 连续或间断的涌喷规律、涌喷前后的泥浆性能变化等。

c. 系统测定井口泥浆的温度变化, 在钻入热储目的层段时应加密观测并做好记录。

d. 钻进过程中对蹩、跳钻、放空等情况应认真记录起止时间、井深、层位、蹩跳程度、钻时情况, 做好地质方面的分析判断。

6.6 完井试验

6.6.1 勘探井和探采结合井都应进行完井试验, 测定地热资源评价必须的计算参数。

完井试验是指低温井的抽水、涌水试验和中、高温井的放喷试验。它们又都分为单井、多井和群井试验三类。

6.6.2 抽水试验要求：

a. 单井抽水试验一般做三个落程，稳定延续时间 8—12h，用以确定流量与水位降低的关系，概略的取得含水层渗透系数、给水度或弹性释水系数，压力传导系数。试验期间应尽量采用井下压力计测量水位的变化。直接从孔口测量水位时，应同时测量孔内水温，以换算为相同密度的水位。

b. 多井抽水试验是指带有观测井的主井抽水试验，一般做一个落程，稳定延续时间 24—72h，求得较为准确的计算参数。在详查阶段每一地热田进行 1—3组试验。

c. 群井抽水试验是指在影响半径范围内，两个或两个以上钻井中同时进行并有观测井的抽水试验。在勘探阶段可结合开采方案进行 1—2组试验，一般做一个落程，抽水延续时间不少于 7昼夜，以确定水位下降与总开采量的关系和合理开采方案。

6.6.3 放喷试验要求：

a. 中、高温地热井的单井放喷试验可先应用端压法（经验方法）估测单井的热潜力。但精确的测定必须在井口进行汽水分离，分别测定不同压力下的汽水流量和温度，并测定分离蒸汽中的不凝结气体含量，确定单井的热焓和热流体产量，并绘制井口压力、产量压力与温度、流量和时间的关系曲线。试验延续时间不少于 15昼夜。

b. 中、高温地热田勘探阶段，需结合试验性生产进行群井放喷试验，即用多个生产井同时放喷，并可在外围设立一定的观测井，以分别测定上述内容。试验延续时间不少于一个月。以求得各生产井在干扰状况下的产量及地热田总的生产量，进而为准确地判断热储潜力和补给源提供依据。

6.6.4 非稳定流抽水试验，抽水井涌水量应保持常量，其变化幅度不大于 3%。抽水、涌水、放喷试验中，均应观测水位（压力）温度的变化，温度观测读数应准确到 0.5℃，并换算成相同密度的水位（压力）值。试验结束后观测其恢复水位（压力）。水位（压力）的变化宜用井下压力计观测，直接测量水位时应同时测量孔内水温，以便换算和比较。

6.7 地热流体、土、岩实验分析

6.7.1 在地热勘查工作中，应系统采取水、气、岩土等样品进行分析鉴定，以获得热储的有关参数。

按以下要求采取样品：

地热流体全分析：各勘查阶段的勘探井和代表性泉点全部取样。

气体分析：凡有逸出气体的井、泉均需采集气体样品。

微量元素、放射性元素、毒物分析：普查阶段各取 1—3个，详查阶段各取 3—5个，勘探阶段各取 5—7个。

稳定同位素：详查阶段可取 1—2个，勘探阶段 1—3个。

放射同位素：详查阶段可取 3—5个，勘探阶段 5—7个。

岩、土分析样：按实际需要采取。

6.7.2 地热流体化学成分应进行全分析（主要阴阳离子和 F、Br、I、SiO₂、B、H₂S 等）微量元素（Li、Sr、Cu、Zn 等），放射性元素（U、Ra、Rh）及总放射性的分析，

对温泉和浅埋热储应视情况增加污染指标的分析，如酚、氰等，还要根据不同的利用目的增加其他分析项目。

6.7.3 同位素分析一般测定稳定同位素 (^{18}O 、 ^{34}S 、 ^2H)和放射性同位素 (^3H 、 ^{14}C)，以研究地下水热水的成因、年龄、补给来源等。

6.7.4 气体成分分析应尽量包括 H_2S 、 CO_2 、 O_2 、 N_2 、 CO 、 NH_4 、 CH_4 、 Ar 、 He 等项目，以评价地热流体质量。

6.7.5 岩、土分析鉴定应依据地热田实际情况有选择的进行。

a. 对热储及代表性盖层的岩芯或岩石，一般可测定其物理、水理性质，项目包括：密度、比热、导热率、渗透率、孔隙度等。

b. 与热储密切有关的岩芯或岩石可进行同位素年龄、古地磁、微体古生物、化石、孢粉、重矿物、岩石化学等测定和鉴定，以确定其地层时代和岩性。

c. 应用岩石薄片鉴定水热蚀变矿物并研究其演化过程，如发现矿物包体则可进行包体测温。

d. 应用岩石中铀、钍、钾放射性含量，研究形成区域性热异常的产热率背景。

6.8 动态监测工作

6.8.1 在勘查工作中，应及早建立地热流体动态监测网，以掌握地热流体的天然动态和开采动态变化规律。对已开发的地热田应在已有观测点网的基础上继续进行监测，以了解开采降落漏斗范围及其发展趋势，为研究地热田水位（压力）下降、地面沉降或地面塌陷等环境地质问题提供基础资料。

6.8.2 观测井的布设应以能控制地热储量动态为目的。普查阶段每个地热田建立控制性监测点 1—2 个；详查阶段每一热储建立 1—2 个；勘探阶段每一热储设立 2—3 个。监测点尽量应用已有井、泉。

6.8.3 监测内容包括：水位或压力、流量、温度及热流体化学成分。监测频率可根据不同动态类型而定。水位（压力）、温度、流量监测，一般每月 2—3 次。水质监测，一般每年 1—2 次。

6.8.4 动态监测资料应及时进行分析，编制年鉴或存入数据库，为地热田的合理开采提供信息。

6.9 回灌试验

6.9.1 为保持热储的生产压力，延长地热田寿命，防止地面沉降和地热流体随地排放造成的环境污染，可进行回灌试验。

6.9.2 通过试验选定合适的回灌位置、深度、压力、以及回灌量等参数，对地热田是否或如何进行生产回灌提供依据。

7 地热储量分类、分级、计算和评价

7.1 地热储量分类、分级与级别条件

7.1.1 根据我国目前开采技术经济条件的可行性，并考虑远景发展的需要，将地热储量分为两类：

a. 能利用储量：热储埋深小于 2000m，便于开采，经济效益好，在开采期间不发生严重的环境地质问题，符合资源合理开发利用的储量。

b. 暂难利用储量：热储埋深大于 2000m, 开采技术条件较困难, 经济条件不合理, 暂不宜开采利用, 而将来有可能开采的储量。

7.1.2 按地热田勘查研究程度, 将地热储量分为五级 (A、B、C、D、E)。

A级：系地热田进行开发管理依据的储量。其条件是：

- a. 准确查明地热田边界条件和热储特征；
- b. 储量计算所利用参数均为开采验证了的；
- c. 掌握了三年以上开采动态监测资料。

B级：系地热田开发设计作依据的储量, 也是地热勘探中所探求的高级储量。其条件是：

- a. 详细控制了地热田边界和热储特征；
- b. 通过试验取全取准储量计算所需的参数；
- c. 掌握了两年以上的动态监测资料。

C级：为地热田开发利用进行可行性研究或立项所依据的储量。对于类型复杂难以计算B级储量的地热田, C级储量可作为边探边采的依据。其条件是：

- a. 基本控制了地热田边界和热储特征；
- b. 通过试验获得了储量计算的主要参数；
- c. 掌握了一年以上的动态监测资料。

D级：经普查评价, 证实具有开发利用前景的地热资源, 是根据地热地质调查、物化探资料或稀疏勘探工程控制所求得的储量, 作为地热田开发远景规划和进一步部署勘探工程的依据。其条件是：

- a. 大致控制了地热田范围和热储的空间分布；
- b. 取得了少量的储量计算所需参数。

E级：根据区域地热地质条件和地热流体的天然露头 (或已有的井孔) 等资料进行估算的储量, 作为制定地热田勘查设计远景规划的依据。

7.2 储量计算

7.2.1 储量计算原则

a. 地热田储量计算一般包括地热能与地热流体的可开采量计算, 如地热流体中含有达到工业提取指标的有用组分, 也应评价其可开采量。

b. 储量计算应建立在地热田的综合分析研究基础上, 根据形成地热田的热源、地热地质条件和地热流体特征, 建立计算模型, 选择符合实际的计算参数和正确的计算方法。勘查过程中要不断完善计算模型, 注意取全取准计算参数, 提高计算精度, 满足相应阶段的勘查要求。

c. 在分别计算地热田热储的固体与流体体积中储存的地热能与地热流体储存总量、天然补给量的基础上, 计算其可开采量。勘探阶段, 应结合地热田开发方案、服务年限和利用方向, 分别计算地热能、地热流体及有用组分的可开采量。

d. 地表有地热流体排放、地热显示强烈的地热田, 可计算地热能与地热流体的天然排放量, 作为其天然补给量的下限。

e. 储量计算应满足综合评价的要求。

7.2.2 确定计算参数的要求

7.2.2.1 热储面积和厚度的确定：普查阶段可根据地面测绘、物化探资料分析推定；

详查与勘探阶段应结合岩芯、岩屑录井、简易水文观测、地球物理测井以及水热蚀变等资料确定。一般应符合下列要求：

a. 热储盖层的平均地温梯度不少于 $3 / 100\text{m}$ 或 1000m 深度以浅获得的地热流体温度不低于 40 ；

b. 储层具有一定的渗透率（不少于 $0.05 \mu\text{m}^2$ ）。

7.2.2.2 热储温度的确定：一般根据钻孔实测温度，按算术平均或加权平均温度计算。

7.2.2.3 热储地热能采收率的确定：应根据热储的岩性，有效孔隙度、热储温度以及开采回灌技术条件合理确定。松散孔隙热储，其孔隙率大于 20% 时，采收率可取 25% ；岩溶裂隙热储采收率可取 $15\%—20\%$ ；固结砂岩、花岗岩、火成岩等裂隙热储，其采收率可取 $5\%—10\%$ 。

7.2.2.4 岩石密度、比热、热导率和孔隙度等物性参数：在普查阶段，可按经验值确定；详查、勘探阶段应采取试样，实验室测定或野外实测确定。

7.2.2.5 地热流体计算参数的确定：

a. 导水系数 (T)、渗透率 (K)、压力传导系数 (a)、给水度 (μ)、储水系数 (μ_e) 及越流系数 K' / M' 等计算参数，在普查阶段可根据单孔试验，详查阶段主要根据多孔试验，勘探阶段主要通过群孔流量试验资料计算确定。

b. 当地热田具有较长系列的动态监测资料时，应通过动态资料反求有关计算参数。

7.2.3 储量计算方法要求

7.2.3.1 应在建立地热田模型的基础上，选择相应的计算方法进行计算。完整的地热田模型应能反映地热田的热源、地热流体的补给、运移、相态变化及混合过程。

7.2.3.2 详查和勘探阶段应选择两种以上的方法计算地热能及地热流体的可开采量。

储量具体计算方法及其要求，可参照地质矿产部部标准 DZ 40 执行。

7.3 储量评价

一般应按综合利用的原则，按可能的利用方向对地热能及地热流体的可开采量进行评价。要求：

a. 普查与详查阶段，根据天然补给量或天然排放量，论证可开采量的保证程度。

b. 勘探阶段应根据技术经济条件对不同计算方案进行对比、论证，确定合理的开采方案，并根据确定的开采方案，预测地热田的地温场、渗流场的变化趋势，论证可开采量的保证程度。

c. 对计算依据的原始数据、地热田模型、计算方法、计算参数及计算结果的准确性、合理性、可靠性作出评价。

8 地热流体质量与环境影响评价

8.1 地热流体质量评价要求

8.1.1 地热流体的质量主要指的是地热流化学成分及其能量的品位。地热流的质量评价，应在查明地热流体的物理性质、化学成分及其变化规律的基础上，根据所选用的开采方案，确定其用途，结合地热流体开发利用指标以我国现行的有关评价标准进行综合评价。

8.1.2 地热流体水质评价

a. 医疗热矿水评价，参照附录 C(参考件) 对其是否属于医疗矿水作出评价；

b. 饮用热矿水评价，符合饮料矿水标准，可作为天然饮料矿水开发的低温地下热水，其水质标准依据 GB 8537 进行评价；

c. 饮用热水评价，有的地热区只产热水，没有凉水，为解决当地人、畜饮水，应根据 GB 5749 结合当地实际情况，对地下热水是否符合饮用作出评价；

d. 农业灌溉用水评价，低温地下热水可作为农业灌溉用水。由于地下热水中通常含有较高浓度的氯化物及氟、硼等，其是否适用于农业灌溉，需对照 GB 5084 进行评价；

e. 渔业用水评价，低温地下热水仍可适用于鱼类的养育越冬以及孵化等，并可适用于高密度工厂化养殖尼罗罗非鱼等喜温的热带鱼种，其水质标准应按照 TJ 35 进行评价；

f. 工业用水评价。根据热流体的质量特性结合不同工业对水质的要求作出评价。

8.1.3 地热流体中 useful 矿物组分评价

对于高浓度的地热流体，可以从中提取锂、碘、溴、硼等成分，还可生产食盐、芒硝等，达到工业利用价值者，参照附录 D(参考件) 予以评价。

8.1.4 地热流体开发利用温度评价

根据地热流体的不同用途，按 (表 1) 温度指标进行评价。

8.1.5 地热腐蚀评价

应对地热流体中由于 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_2 、 H_2S 等的存在导致对金属和碳钢的腐蚀性作出评价。

地热流体对地热管线和设施的腐蚀影响，一般应通过试验 (最基本的试验是挂片试验) 作出评价，确定不同材料的腐蚀率。

8.1.6 地热结垢评价

对地热流体中所含二氧化硅、钙和铁等组分，产生结垢的可能性作出评价，并通过试验、评述结垢程度。对结垢较严重的地热流体还应做防垢试验，提出较为经济合理的解决办法。

8.2 地热开发环境影响评价要求

8.2.1 地热流体排放对环境的影响评价

a. 高温地热流体中所含 CO_2 、 H_2S 等非凝气体应评价其排放对大气可能造成的污染；

b. 废地热流体中所含的一些高浓度有害组分应遵循《中华人民共和国水污染防治法》、GB3838、GBJ8、GBJ4 以及一些地方制定的水污染物排放标准，评价其排放对环境的影响。

8.2.2 地面沉降评价

对于浅埋的孔隙热储和岩溶热储，应对其可能产生的地面沉降和岩溶塌陷作出评价。应建立二级以上的水准点，其参照的水准点要设在地热田以外的基岩上。对高温地热田还应进行重力检测。

8.2.3 其他环境影响方面的评价

高温地热田通常还会遇到喷气孔和沸泉逸出的 H_2S 气体造成空气污染，地面天然放热量过高和热弃水排放也可能造成环境热害等方面问题，对此应在地热勘查工作中有所测定，并参照 TJ 36 作出相应的评价。

9 地热田开发技术经济评价

参照《矿产勘查各阶段矿床经济技术评价的暂行规定》并结合地热田的特点进行。

10 资料整理与报告编写要求

10.1 资料整理要求

10.1.1 对所有勘查资料进行系统的、综合的整理与分析研究，特别是要加强多年资料的分析整理，综合研究各种资料间的内在联系，及时编制各种图表。对原始资料应分类整理、编目、造册、存档备查。

10.1.2 必须十分重视资料的准确性和代表性。各项工作告一段落后，应及时提交相应的报告。报告的形式可根据具体情况确定，一般可分为专题报告和勘查阶段报告两种。综合勘探的深井也应编写单井报告书。

10.2 编写报告要求

10.2.1 地热资源勘查工作结束后应编写正式勘查报告。要求在野外勘查工作结束后六个月内提交，并按有关规定上报审批。

10.2.2 编写报告前，必须对所有原始资料和图表进行全面的审查、校对、分析、研究。编写的地热田勘查报告，必须充分利用所获得的资料，科学地、客观地反映地热田的地热地质特征、地热资源的数量、质量及开采技术经济条件。报告面向生产，内容应重点突出、论据充足、结论明确、文字图件简明易懂，文、图、表一致，并互相配合补充。

10.2.3 勘查报告类别必须与勘查阶段一致。分为地热资源普查、地热资源详查、地热资源勘探和地热田开发研究报告四种。各阶段的勘查报告，要充分反映该阶段的研究程度，满足相应阶段的地热开发利用要求。

10.2.4 文字报告内容一般包括 10.2.4.1 — 10.2.4.10 的内容，不同阶段的报告可有所取舍或侧重。

10.2.4.1 序言

10.2.4.2 勘查工作质量评述

10.2.4.3 地理概况

10.2.4.4 区域地质条件

10.2.4.5 地热田地热地质条件：

a. 地热田水文地质特征；

b. 地热田地球物理特征；

c. 地热田地球化学特征。

10.2.4.6 储量评价：

a. 热储模型；

b. 计算参数的选择；

c. 计算结果与评价。

10.2.4.7 地热流体质量评价

10.2.4.8 合理开发利用方案与环境保护

10.2.4.9 地热田开发技术经济评价

10.2.4.10 结论：概括地热田的形成条件、所属类型、热源、控热构造、热储特征，说明地热资源的可采储量、开发方案、效益及环境影响，存在主要的问题，提出进一步勘查工作意见。

10.3 附图、附表与附件要求

10.3.1 附图要求

编图使用的资料要准确可靠，控制性的数据应在图面或图外列表表示。图面要清晰、简明、实用。图面负担不要过重。可以根据勘查阶段、工作目的分别编制下述图件：

- a. 实际材料图；
- b. 地热田区域地质图；
- c. 地热田地质图；
- d. 地热流体化学图；
- e. 地热田地温分布图；
- f. 地热田水文地质图；
- g. 热储模型与储量计算图；
- h. 地热田动态曲线图；
- i. 钻井综合柱状图；
- j. 地热显示形迹图。

10.3.2 附表要求

勘查过程中收集的原始测试数据，计算过程的中间及最终结果，都应系统整理，列表成册。对与报告内容有关的，应作为报告附表，一般包括：

- a. 勘探井温度测量成果汇总表；
- b. 地热流体、岩土化学成分（含同位素）及物理性质分析成果汇总表；
- c. 勘探井试验（含回灌）综合成果表；
- d. 岩矿鉴定成果表；
- e. 动态监测成果表；
- f. 参数计算及其校正结果表。

10.3.3 附件要求

凡与最终报告有密切关系而报告本身又未作详细论述的物化探报告、各种专题试验研究报告以及地热地质、开发利用照片等，应作为报告附件提交。

附录 A

地球化学温标计算方法

（参考件）

对温泉和地热井都可以利用地球化学温标来估算热储温度，预测地热田潜力。

各种地球化学温标建立的基础是：地热流体与矿物在一定温度条件下达到化学平衡，在随后地热流体温度降低时，这个“记忆”仍予保持。

选用各种化学成分、气体成分和同位素组成而建立的地热温标类型很多，各种温标都有自己的适用条件，应根据地热田的具体条件，选用适当的温标。在此仅介绍近年来国际上新创立的钾镁与钾钠地热温标，其他温标计算方法参照 DZ 40。

A1 钾镁地热温标

它代表不太深处热水贮集层中的热动力平衡条件，尤其适用于中低温地热田。

其计算式为：

$$t = -237.15, \dots, (A1)$$

样中加入 (1 + 1) 盐酸 4mL。

B2.2.2 硝酸酸化水样

用塑料瓶采样 500ml，加 (1 + 1) 硝酸，使含酸 0.2 % - 0.5 %，pH 2为宜，供测定金属离子及微量元素。对温度较高的热水，作钙、镁的样品，以此酸化处理样品为佳。

B2.3 碱化水样

用500mL玻璃瓶，在水样中加入 2g 固体氢氧化钠，摇匀，使 pH> 11并尽量在低温条件下保存，于 24h 内送检，供测定酚、氰。

B2.4 稀释水样

中、高温地热井或显示点测定二氧化硅的水样为防止高浓度二氧化硅的聚合或沉淀，宜在野外现场将水样用无硅蒸馏水作 1 : 10稀释处理，采样体积 50 - 100mL，塑料瓶口密封。

B2.5 浓缩萃取水样

中、高温地热流体铝的分析样品宜野外萃取。萃取方法：取 400mL过滤后的水样置入500mL的梨形分液漏斗中加 5mL 20%浓度的盐酸羟胺 (NH₂OH-HCl) 溶液，使溶液中的 Fe³⁺ 变为 Fe²⁺，以避免对萃取的干扰。加 15mL 1%浓度的邻菲罗啉 (C₁₂H₈N₂-H₂O)溶液，如果水中有 Fe²⁺ 则溶液变成红色 (邻菲罗啉亚铁)，摇匀静置 30min。加5mL 1% 8- 羧基喹啉(C₉H₇NO)，测溶液的 pH值，滴加 (1 + 1)NH₄OH调整溶液的 pH值，使由酸性到碱性，并使处于 pH等于 8-8.5 之间，这时铝的氰合物最稳定。滴入的 NH₄OH可以先浓后稀，如滴入过量，则再滴盐酸将 pH调节好。再加 20mL甲基异丁基甲酮 (C₆H₁₂O)，振摇萃取 1min，静置，使其充分分离后，排去下层溶液，将表层甲基异丁基甲酮溶液装入干燥小瓶密封，代表浓缩了 20倍的铝测定样品。

B2.6 现场固定水样

B2.6.1 测定硫化氢 (总硫)的水样，用 50mL玻璃瓶，在水样中加入 10mL 20%醋酸锌溶液和 1mL 1mol / L 氢氧化钠，摇匀、密封。对硫化氢含量较低的地热流体可适当加大取样量，减少醋酸锌溶液加入量。

B2.6.2 测定汞水样，可用 100mL 玻璃瓶或塑料瓶，加入体积含量 1%硝酸和 0.01 %重铬酸钾，摇匀、密封。

B2.7 氢气水样

用预先抽成真空的专用玻璃扩散器，采样时将扩散器置于水下 (至少将水平进口管置水下)，打开水平进口的弹簧夹，至水被吸入 100mL，打开水平进口的弹簧夹，至水被吸入 100mL 刻度处时，关闭弹簧夹，记录取样月、日、时、分。如果没有专用扩散器，可采用 500mL 玻璃瓶装满 (不留空隙) 密封，同时记下采样的月、日、时、分，立即送实验室测定。

B2.8 气体样品

B2.8.1 逸出气体试样的采取均利用排水集气法。根据设备条件，有两种方法：

集气管取样法：取样装置见图 Bla 所示。取样前，将连在集气管上的漏斗 (1) 沉入水中，直至水面升到弹簧夹 (5) 以上，关闭弹簧夹 (5)，然后将事先注入下口瓶 (3) 中的水注入集气管(2) 中，待集气管被水充满后，关闭弹簧夹 (6、7)，并注意切勿使管中留有气泡，然后将下口瓶 (3) 灌满水 (注意勿使空气经下口瓶进入集气管中)，将下口瓶垂直放在水中或低于集气管的地方，再将漏斗 (1) 移至逸出气体的气泡出露处，打开弹簧夹 (5、7)，这时气泡即沿

漏斗进入集气管中。当集气管中水被排尽后，关闭弹簧夹（5、7），再从水中取出全套装置。

普通玻璃瓶取样法：取样装置见图 B1b 所示。由玻璃瓶（容积 100—300mL）及漏斗组成，漏斗上配有适当的橡皮塞，其中心部分有一孔，可插入漏斗，边缘则带有一缺口作为排水口。

取样前，先在水面下使玻璃瓶被水充满，然后倒转玻璃瓶，使瓶口朝下，并检查瓶中是否留有气泡，然后将带塞漏斗在水面下插入玻璃瓶中（注意漏斗中也不应留有气泡）。将装置移至气泡出露处，待瓶中水被排尽后，在水面下取出漏斗，同时用瓶塞塞好玻璃瓶，再将玻璃瓶自水中取出，并立即用蜡密封瓶口，将瓶子倒放在木箱中运往实验室。应注意玻璃瓶中一定要留有少量水，以保证瓶中气体不致逸出或空气进入瓶中，最好是在封瓶前，使瓶中气压高于大气压力，以避免空气进入瓶中。

图 B1 逸出气体取样装置

1- 漏斗； 2- 集气管； 3- 下口瓶；
4- 橡皮管； 5、 6、 7- 弹簧夹

B2.8.2 水中溶解气体的采集专用容器见（图 B2）。在 500mL 玻璃瓶的橡皮器中有三根紫铜管，一根插入瓶底（1），一根齐于瓶塞（2），一根下接一个球胆（3）。瓶塞外部之管均接胶管并有螺旋夹。取样时打开橡皮管（1、2）的螺旋夹使水由管（1）导入瓶中，空气由管（2）导出，待溢流几分钟后关闭螺旋夹，将各接口用蜡密封。尽快送实验室，对溶解气体进行分离和测定。

图 B2

1、 2、 3 - 真空橡皮管， 4 - 球胆； 5 - 玻璃瓶

B2.9 卫生指标

水样要用经灭菌处理的 500mL 广口磨口玻璃瓶采取，采样时不需用水样洗瓶，严防污染。采样后瓶内应略留有一定空间，及时密封，低温保存，并及时送往卫生防疫站检测。

B2.10 同位素水样

测定水中放射性同位素氚的水样用 1000mL 玻璃瓶为佳，取满水样，不留空隙，密封。测定水中稳定同位素氘和氧-18 的水样，用 50 - 100mL 玻璃瓶或塑料瓶取满水样，尽量在水面以下加盖密封，不留空隙。

B3 采样容器洗涤要求

B3.1 新启用的玻璃瓶或塑料瓶必须先用 10% 硝酸溶液浸泡一昼夜后，再分别选用不同的洗涤方法进行清洗。

B3.2 玻璃瓶采样前先用 10% 盐酸洗涤后再用自来水冲洗。

B3.3 塑料瓶采样前先用 10% 盐酸或硝酸洗涤，也可用氢氧化钠或碳酸钠洗涤后，再用自来水冲洗。

B3.4 洗净的取样容器（细菌分析样瓶除外）在现场取样时要先用待取水样洗涤 2 - 3 次。

B3.5 用于卫生指标检测（细菌分析）的样瓶需经 160 干热灭菌 2h 或于 121 高压蒸汽灭菌 15min。

B4 添加药剂的准备

B4.1 各种采样所需试剂硝酸、盐酸、氢氧化钠等均采用优级纯品。

B4.2 1 % 8—羟基喹啉 (C₉H₇NO) 溶液，称取 2g 8—羟基喹啉，溶于 5mL 水醋酸中，用蒸

馏水稀至 200mL。

B4.3 20 %醋酸锌溶液：称取 20gZn(CH₃COO)₂·2H₂O溶于 100mL蒸馏水中。其余百分浓度的配制方法类似于此。

B4.4 1mmol 氢氧化钠溶液：称取 4gNaOH溶于蒸馏水中至 100mL。

附 录 C

医疗热矿水水质标准

(热矿水温度 25)

(参考件) mg/L

成 分	有医疗价值浓度	矿 水 浓 度	命名矿水浓度	矿 水 名 称
二氧化碳	250	250	1000	碳酸水
总硫化氢	1	1	2	硫化氢水
氟	1	2	2	氟水
溴	5	5	25	溴水
碘	1	1	5	碘水
锶	10	10	10	锶水
锂	1	1	5	锂水
铁	10	10	10	铁水
钡	5	5	5	钡水
锰	1	1	-	
偏硼酸	1.2	5	50	硼水
偏硅酸	25	25	50	硅水
偏砷酸	1	1	1	砷水
偏磷酸	5	5	-	
镭 g/L	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹	> 10 ⁻¹¹	镭水
氡 Bq/L	37	47.14	129.5	氡水

注：本表根据：

- 1981 年全国疗养学术会议修订的医疗矿泉水分类标准；
- 地矿部水文地质工程地质研究所编写的 《地下热普查勘探方法》 (地质出版社)，并参照苏联、日本等有关标准综合制定；
- 卫生部文件 [73] 卫军管第 29号《关于北京站热水井水质分析和疗效观察工作总结报告》。

附 录 D

热矿水矿物原料提取工业指标

(参考件)						
mg/L						
类型	碘(I)	溴(Br)	铯(Cs)	锂(Li)	铷(Rb)	锗(Ge)
工业指标	> 20	> 50	> 80	> 25	> 200	> 5

附 录 E

地热资源地质勘查规范名词、术语

(参考件)

E1 地热资源 geothermal resource

系指在可以预见的未来时间内能够为人类经济开发和利用的地球内部热能资源。包括地热流体及其有用组分。

E2 地热储量 geothermal reserves

系指经过勘查工作，在一定程度上已经查明的地热资源。可分：

能利用地热储量：当前技术经济条件下能够经济开发和利用的地热储量。一般指热储埋深小于 2000m 的地热储量。

暂难利用地热储量：由于开采技术较困难或开采经济效益较差，当前尚难开发利用的地热储量。一般指热储埋深大于 2000m 的地热储量。

E3 热储 thermal resevoir

系指地热流体相对富集、具有一定渗透性并含载热流体的岩层或岩体破碎带。

E4 盖层 caprock

覆盖在热储上部，具有隔水隔热性能，对热储起保温作用的岩层（粘性土层或自封闭层）。

E5 热储结构 reservoir structure

指热储、盖层、控热断裂及其相互关系。

E6 地热流体 geothermal fluid

温度高于 25 的地下热水、地热蒸汽和热气体的总称。

E7 地热田 geothermal field

指在目前技术经济条件下可以采集的深度内，富含可经济开发和利用的地热能及地热流体的地域。它一般包括热储、盖层、热流体通道和热源四大要素，是具有共同的热源，形成统一热储结构，可用地质、物化探方法圈闭的特定范围。

E8 地热资源评价 geothermal resources assessment

指对地热田内赋存的地热能与地热流体的数量和质量做出估计，并对其在一定技术经济条件下可被开发利用的储量及开发可能造成的影响做出估评。

E9 热储模型 reservoir model

是通过计算模拟得到验证的热储形态、参数变化及其边界条件。包括有关剖面、图件及计算机程序。

按研究程度不同可分：

a. 概念模型 conceptual model

属定性模型。其形态和特征根据测试或物化探资料，按经验或一般理论推断确定。一般用于地热田的普查阶段。

b. 理论参数模型 theoretical parametric model

属半定量模型。其形态特征有勘探工程（钻探、物探）控制，部分参数从试验资料求得，部分参数根据经验或理论值确定。一般用于地热田的详查阶段。

c. 参数模型 parametric model

属定量模型。热储的形态特征、边界条件基本查明，通过试验求得各计算参数并掌握参数的分布变化规律。用于地热田勘探阶段。

d. 开发管理模型 developmental management model

是能够反映人类活动影响（开发）及要求的参数模型，即能够输入人为控制或调节因素进行开采方案比较或进行开采影响预测的一套图件及计算机程序。

E10 热储工程 reservoir engineering

系指对热储物理性质、地热流体物理化学性质、流体运移规律等的专门测试和研究，以达最经济地最有效地开发地热资源的一套工艺技术。

E11 地球化学温标 geochemical geothermometer

指在水岩平衡条件下，地热流体中与平衡温度存在依从关系的化学组分浓度或浓度比值，及利用这些化学组分浓度或浓度比值，推算热储温度或深部温度的方法。

E12 水热蚀变 hydrothermal alteration

一般指高、中温地热流体与介质相互作用，造成围岩矿物成分形态发生变化，产生新矿物或在裂隙、孔隙中发生的化学沉淀。

E13 地热田开发地质 development geology of geothermal field

指地热田开发中的地热地质工作，结合地热田开采，进行地热田水、热均衡、热储工程及开采中有关问题的研究，建立地热田开发管理模型。

附加说明：

本规范由全国矿产储量委员会提出。

本规范由国家矿产储量管理局、地矿部地质环境管理司组织编写。

本规范由北京市储委办公室（主编单位）、北京市水文地质公司、地科院水文所、西藏（地矿局）地热地质大队、天津市（地矿局）地质一队、云南省（地矿局）第一水文地质队、福建省（地矿局）水文地质二队、安徽省（地质局）第二水文队、湖北省（地矿局）武汉水文地质大队、地科院情报所等单位组成的编制组负责起草。

本规范文要起草人杨毓桐、陈培钧、郑克琰、谢长芳、郑灼华、王立新、杜宝金、朱培秋。

本规范中有关普查、详查阶段内容由地矿部负责解释，有关勘探阶段内容由国家储量管理局负责解释。

