

中 华 人 民 共 和 国 核 行 业 标 准

EJ/T 1194—2005

地浸砂岩型铀矿水文地质勘查规范

Specification for hydrogeological exploration
on in-situ leaching sandstone type uranium deposits

2005—12—12 发布

2006—05—01 实施

国防科学技术工业委员会 发 布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 目的任务.....	1
3.1 水文地质勘查工作的目的.....	1
3.2 勘查工作阶段划分.....	1
3.3 各勘查阶段水文地质工作的任务.....	1
4 地浸砂岩型铀矿床水文地质分类.....	2
4.1 矿床的渗透性分类.....	2
4.2 矿床的承压性分类.....	3
4.3 矿床的单位涌水量分类.....	3
4.4 矿床的地下水位埋深分类.....	3
4.5 矿床的水文地质条件复杂程度分类.....	3
5 水文地质勘查.....	3
5.1 水文地质勘查内容.....	3
5.2 水文地质勘查的主要工作量.....	4
5.3 水文地质勘查工程的布置原则.....	4
5.4 水文地质勘查工作方法与技术质量要求.....	4
6 工程地质与环境地质调查.....	10
6.1 工程地质调查.....	10
6.2 环境地质调查.....	11
7 资料综合整理与报告编写.....	11
7.1 资料综合整理.....	11
7.2 报告编写.....	12
附录 A (资料性附录) 地浸砂岩型铀矿水文地质勘查基本工作量表.....	14
附录 B (资料性附录) 岩心样品采集规格表.....	15
附录 C (资料性附录) 地浸砂岩型铀矿地浸水文地质条件评价参数表.....	16
附录 D (资料性附录) 地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附图.....	17
附录 E (资料性附录) 地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附表.....	17

前 言

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D和附录E为资料性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：核工业地质局、核工业二一六大队、核工业二〇八大队、核工业二〇三研究所。

本标准主要起草人：李友良、谭鸿赞、陈法正、陈建昌、王领柱。

地浸砂岩型铀矿水文地质勘查规范

1 范围

本标准规定了地浸砂岩型铀矿水文地质勘查的目的任务、工作内容、工作方法和技术质量要求等，也规定了地浸砂岩型铀矿工程地质、环境地质勘查工作的内容和技术质量要求。

本标准适用于地浸砂岩型铀矿勘查各个阶段的水文地质工作，可作为开展地浸砂岩型铀矿水文地质勘查工作及成果验收的依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 12719 矿区水文地质工程地质勘探规范

DZ/T 0133 地下水动态监测规程

DZ/T 0148-1995 水文地质钻探规程

DZ/T 0181 水文测井工作规范

EJ/T 276 铀矿水化学找矿规范

EJ/T 956 水的放射性组分检测取样规程

EJ/T 1157 地浸砂岩型铀矿地质勘查规范

EJ/T 1158 地浸砂岩型铀矿取样规程

3 目的任务

3.1 水文地质勘查工作的目的

查明地浸砂岩型铀矿床的水文地质条件、水文地球化学条件、地浸地质工艺条件、工程地质条件和环境地质条件，研究矿床能否用地浸方法开采，为矿床地浸开采技术经济评价、地浸铀矿山建设设计和开采或矿业权转让提供必要的水文地质资料。

3.2 勘查工作阶段划分

按EJ/T 1157的规定，地浸砂岩型铀矿勘查划分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。水文地质勘查工作应与地质勘查工作同步进行。

3.3 各勘查阶段水文地质工作的任务

3.3.1 预查阶段

预查阶段水文地质工作的任务包括：

- 在区域水文地质调查的基础上，广泛收集工作区已有的水文地质资料，开展水文地质、工程地质调查和水化学找矿工作，结合钻孔进行水文地质编录，大致了解盆地的水文地质结构、地下水的补给-迳流-排泄等水动力条件、水文地球化学环境和水中放射性元素分布规律；
- 研究盆地各个地质构造演化阶段的古水文地质条件和盆地古地下水演化史，结合地质、物化探研究成果进行成矿预测，提出可供普查的远景区段；
- 对已发现的矿体应大致了解含矿含水层的含水性、富水性、渗透性地浸水文地质参数，粗略评价地浸开采的可能性。该阶段原则上不布置水文地质钻孔。

3.3.2 普查阶段

普查阶段水文地质工作的任务包括：

- 较系统地进行水文地质、工程地质调查，并通过钻孔的水文地质编录，初步查明矿区水文地质、工程地质、环境地质条件和地浸开采水文地质参数，初步确定矿床的水文地质类型；
- 概略研究矿床的可地浸性；初步查明含矿含水层与隔水层的分布特征、含矿含水层的渗透性、富水性及其与岩性—岩相的关系；
- 初步查明含矿含水层地下水位埋深、水头高度、含矿含水层的水化学成分、水文地球化学特征和水中铀含量等；进行地表水、地下水动态观测；
- 适量布置水文地质钻孔，以开展单孔抽水试验为主，了解矿床水文地质条件的总体变化规律。

3.3.3 详查阶段

详查阶段水文地质工作的任务包括：

- 基本查明矿床水文地质条件、水文地球化学特征和地浸水文地质参数，基本确定矿床的水文地质类型；
- 根据岩心水文地质编录、室内岩石渗透率测定结果、综合测井解释成果和钻孔抽水试验成果，对矿床进行地浸水文地质条件初步分区；
- 选择有利的区段施工专门水文地质钻孔，进行多孔抽水试验和抽注水试验，系统研究含矿含水层的渗透性、富水性及矿石与非矿石的渗透性差异；系统研究含矿含水层隔水顶板和隔水底板的隔水性能及稳定性；
- 基本查明含矿含水层的地下水位埋深、水头高度、地下水运动状态、地下水物理性质和化学成分、水文地球化学环境、地下水与地表水动态变化规律；
- 基本查明矿床工程地质和环境地质条件，基本查明含矿含水层及其隔水顶底板的机械物理性质，基本确定矿床工程地质岩组类别，基本查明地下水和地表水中有毒、有害组分的分布状况；
- 基本查明供水水源地的位置、水质和水量；
- 分析地浸开采可能产生的污染及其影响；
- 按预可行性研究的要求对矿床的地浸水文地质条件进行初步评价。

3.3.4 勘探阶段

勘探阶段水文地质工作的任务包括：

- 详细查明矿床水文地质条件、水文地球化学特征、含矿含水层水文地质特征、地浸开采水文地质参数等；
- 详细查明含矿含水层及其围岩的机械物理性质和矿床工程地质岩组类别，评价各类岩石对矿床开采及地浸成建井的影响；
- 详细查明环境地质条件，预测地浸开采可能引起的环境污染及其程度；
- 在选择的有利地浸水文地质条件分区内采用多孔、群孔抽水试验，进一步获取矿床地浸水文地质参数；
- 系统采集各类样品，全面收集水文地质、地浸地质工艺、工程地质等各种参数，提供供水水源地；
- 按可行性研究的要求，对矿床的地浸水文地质条件进行评价。

4 地浸砂岩型铀矿床水文地质分类

4.1 矿床的渗透性分类

依据含矿含水层地下水的渗透性将矿床分为：

- a) 渗透性强的矿床：含矿含水层的渗透系数不小于 10 m/d；
- b) 渗透性较强的矿床：含矿含水层的渗透系数不小于 1 m/d 至小于 10 m/d；

- c) 渗透性一般的矿床：含矿含水层的渗透系数不小于 0.1 m/d 至小于 1 m/d ;
- d) 渗透性弱的矿床：含矿含水层的渗透系数小于 0.1 m/d 。

4.2 矿床的承压性分类

依据含矿含水层地下水的承压性将矿床分为：

- a) 强承压水的矿床：含矿含水层地下水承压水头不小于 100m ;
- b) 较强承压水的矿床：含矿含水层地下水承压水头不小于 20m 至小于 100m ;
- c) 弱承压水的矿床：含矿含水层地下水承压水头小于 20m ;
- d) 无承压水的矿床：含矿含水层只有隔水底板，而缺失隔水顶板，或地下水具有潜水性质。

4.3 矿床的单位涌水量分类

依据含矿含水层的钻孔单位涌水量将矿床分为：

- a) 大涌水量的矿床：含矿含水层的钻孔单位涌水量不小于 $0.10 \text{ L/s}\cdot\text{m}$;
- b) 较大涌水量的矿床：含矿含水层的钻孔单位涌水量不小于 $0.05 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ 至小于 $0.10 \text{ L/s}\cdot\text{m}$;
- c) 较小涌水量的矿床：含矿含水层的钻孔单位涌水量不小于 $0.01 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ 至小于 $0.05 \text{ L/s}\cdot\text{m}$;
- d) 小涌水量的矿床：含矿含水层的钻孔单位涌水量小于 $0.01 \text{ L/s}\cdot\text{m}$ 。

4.4 矿床的地下水位埋深分类

依据含矿含水层的地下水位埋深将矿床分为：

- a) 水位埋深大的矿床：含矿含水层的静止水位埋深不小于 150m ;
- b) 水位埋深中等的矿床：含矿含水层的静止水位埋深不小于 50m 至小于 150m ;
- c) 水位埋深小的矿床：含矿含水层的静止水位埋深小于 50m 。

4.5 矿床的水文地质条件复杂程度分类

依据含矿含水层的埋藏深度、地下水的承压性、渗透性、水位埋深、与其它含水层及地表水的水力联系和隔水顶板、底板的稳定性，将地浸砂岩型铀矿水文地质条件按复杂程度划分为三种类型：

- a) 第一类型：水文地质条件简单的矿床。含矿含水层埋藏深度小于 350m 、分布稳定、厚度小于 30m 、隔水顶板和隔水底板岩层稳定、与其它含水层及地表水无水力联系、具强承压水和较强承压水、地下水静止水位埋深小于 50m ，含矿含水层内含矿岩石的渗透性大于非含矿岩石的渗透性，含矿岩石渗透性均一且属渗透性较强或渗透性一般的矿床。
- b) 第二类型：水文地质条件中等的矿床。含矿含水层埋藏深度小于 350m 、分布稳定、厚度 $30\text{m}\sim 50\text{m}$ ，隔水顶板和隔水底板岩层较稳定、与其它含水层及地表水有较弱水力联系，具较强承压水或弱承压水，地下水静止水位埋深 $50\text{m}\sim 150\text{m}$ ，含矿含水层内含矿岩石的渗透性大于或等于非含矿岩石的渗透性，含矿岩石渗透性较均一且属渗透性较强或渗透性一般的矿床。
- c) 第三类型：水文地质条件复杂的矿床。含矿含水层埋藏深度小于 350m ，但分布不稳定，含矿含水层厚度大于 50m ，隔水顶板和隔水底板岩层不稳定，与其它含水层及地表水有强水力联系，具弱承压水或无承压水，地下水静止水位埋深大于 150m ，含矿含水层内含矿岩石的渗透性小于非含矿岩石的渗透性，含矿岩石渗透性不均一且属渗透性一般或弱的矿床；含矿含水层埋藏深度大于 350m ，渗透性强的矿床。

5 水文地质勘查

5.1 水文地质勘查内容

5.1.1 研究区域水文地质条件和水文地球化学条件，确定勘查区所处水文地质单元的位置；研究矿区地下水的补给、迳流、排泄条件，确定排泄区的位置和排泄形式。研究矿床在区域水文地质构造中的位置。

5.1.2 研究含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布范围、埋藏条件、地下水的承压性等，研究含矿含水层的富水性及隔水顶板、底板的稳定性。

5.1.3 研究含矿含水层中含矿岩石和无矿岩石总的渗透性和各自的渗透性，研究含矿含水层与非含矿含水层的空间关系及其水力联系。

5.1.4 研究主要构造对地下水动力学的影响，研究地下水对层间氧化带的形成和铀成矿的影响。

5.2 水文地质勘查的主要工作量

5.2.1 铀矿床勘查各阶段水文地质主要工作量参见附录 A。根据矿床勘查范围的大小，其工作量按实际需要可适当增减。

5.2.2 水文地质条件简单的矿床，可利用邻近的地质、水文地质条件相类似的矿床进行类比评价，其各勘查阶段的工作量可适当减少。

5.2.3 水文地质条件复杂的矿床，其勘查工作量应适当增加。

5.3 水文地质勘查工程的布置原则

5.3.1 水文地质勘查工程的布置应遵循总体性、系统性、针对性的原则，遵循由面到点、循序渐进的原则，遵循阶段性、代表性和经济合理性的原则。

5.3.2 水文地质勘查工程的布置应结合勘查区的实际情况，针对主要水文地质问题布置水文地质勘查工程。将整个勘查区的地下水、地表水和大气降水作为系统进行研究；应重视水文地质测绘和水文地质编录等基础工作，充分利用地质、物探等资料进行综合分析研究，因地制宜地布置水文地质工程，查明矿床的地浸水文地质条件。

5.3.3 水文地质勘查工程的布置应根据不同勘查阶段的要求循序渐进、由面到点展开；从预查、普查、详查到勘探阶段，水文地质勘查工程的布置应分别以研究主要含矿含水层的水文地质特征和水文地球化学特征、主要勘查区段的水文地质特征、主要矿带的地浸水文地质参数为重点，并视矿床的水文地质条件复杂程度做到详略有别。

5.3.4 水文地质钻孔的布置应尽量构成剖面，应控制氧化—还原的各个水文地球化学分带，且满足地浸开采条件评价对水文地质参数的要求。对于存在多个含矿含水层的矿床，应分别对不同含矿含水层进行评价。预查和普查阶段以单孔抽水试验为主，详查和勘探阶段以多孔抽水试验为主。钻孔抽注液试验，应布置在所选择的地浸首采地段或野外地浸试验地段。

5.4 水文地质勘查工作方法与技术质量要求

5.4.1 水文地质测绘和铀矿水化学找矿

5.4.1.1 概述

从预查开始应同时开展水文地质测绘和铀矿水化学找矿工作，并应随着矿床勘查进展不断补充相关工作。

5.4.1.2 目的

水文地质测绘和铀矿水化学找矿的目的是研究区域地下水的补给、迳流、排泄条件，调查勘查区各岩层和构造断裂的分布、埋藏条件及含水性，研究铀成矿水文地质条件和水文地球化学条件等。

5.4.1.3 内容

水文地质测绘和铀矿水化学找矿一般包括下列工作内容：

- a) 全面收集勘查区及相邻地区历年的水文、气象资料和区域水文地质资料；
- b) 详细调查地下水的天然和人工露头的出露条件，实测流量、水温、水位埋深，鉴定水的物理性质；采集水样，分析测定水的化学组分和放射性元素含量以及水文地球化学环境指标，选择代表性水点进行动态长期观测；
- c) 调查地表水体（河流、溪水、池塘、湖泊、水库等）、盐碱地、沼泽地的分布及其与地下水的关系，查明其最高、最低和正常水位、水深、流量（残蓄水量）、洪水淹没范围、延续时间等；

- d) 调查含水层（包括含矿含水层）、隔水层的岩性、厚度、产状、分布范围、含水特征、富水程度、隔水层的稳定性以及含水层之间的地下水水力联系；
- e) 调查勘查区地形地貌特征与含水层分布关系，地下水高矿化度区的分布范围与地貌水文地质条件的关系，分析地下水的补给、迳流、排泄条件，确定地下水区域排泄区和局部排泄区；
- f) 调查不同含水层的水文地球化学特征，研究铀在水中的存在形式及铀的饱和沉淀条件，确定水文地球化学分带；
- g) 当调查区有热（气）水分布时，应调查热（气）水的分布、控制因素、水温、流量、水中气体及化学组分、热（气）水补给、迳流、排泄条件、热源区分布与常温带深度等；
- h) 水文地质观测点应以地下水天然露头及地表水体为主，辅以重要的地层、构造及地貌点等，当地下水天然露头少，可适当布置揭露工程。

5.4.1.4 要求

水文地质测绘和铀矿水化学找矿一般包括下列要求：

- a) 地下水观测点的数量不少于观测点总数的 50%，采集水样品数不应少于观测点数的 30%；
- b) 每个观测点应填写水文地质调查卡片，定点在图上的误差应小于 3mm，重要的观测点应计算坐标；
- c) 水文地质测绘工作应充分利用遥感图像进行水文地质解释，以提高工作效率和质量；
- d) 铀矿水化学找矿技术要求应符合 EJ/T 276 的规定。

5.4.2 岩心水文地质编录

5.4.2.1 目的

岩心水文地质编录的目的是为确定水文地质结构层，划分渗透岩层与非渗透岩层，判断渗透岩层的水文地球化学环境提供依据。

5.4.2.2 比例尺

编录比例尺，一般岩性段应采用 1:100 或 1:200，含矿含水层段应采用 1:50。

5.4.2.3 内容

编录应包括下列工作内容：

- a) 描述岩心的岩性、粒度、结构构造、分选性、磨圆度、矿物成分、胶结程度、胶结物或充填物成分和类型、裂隙发育程度、裂隙充填物及充填情况，注意后生蚀变类型、次生矿物成分、粘粉质含量、有机质及碳酸盐含量等；
- b) 描述岩石的颜色，注意原生与次生、干与湿、水平与垂直方向的颜色变化及特殊色、色带、色斑的过渡和混染情况；
- c) 描述岩心形状，观察和测量岩石的水理性质和变化特征，如受日晒、雨淋、浸水后岩石的结构、强度、性状变化等；
- d) 描述地层中的盐类夹层（石膏、芒硝、盐晶等）、泥岩层、淤泥层、结核层、纹理层、化石等的特征；
- e) 观察描述岩石的含水特征和地下水的活动痕迹，判断岩石的含水性、透水性，划分含水层和隔水层；
- f) 采集岩心样品，记录采样位置。有关要求按 5.4.10 的规定；
- g) 及时绘制编录柱状图和编写编录小结。编录小结中应反映出水文地质的基本结构、地层的透水性、透水岩层与非透水岩层的组合，初步判断各透水岩层所处的水文地球化学环境。

5.4.3 钻孔简易水文地质观测

5.4.3.1 观测的目的是大致确定所揭露的含水层及隔水层的位置、含水性以及各含水层之间的水力联系，了解水文地质、工程地质现象。

5.4.3.2 进行水文地质编录的钻孔一般应进行简易水文地质观测。其它钻孔钻进过程中出现涌（漏）水等特殊水文地质现象时也应进行简易水文地质观测。

5.4.3.3 观测内容包括：观测记录钻进过程中涌（漏）水、掉块、塌孔、缩（扩）径、逸气、涌砂、掉钻等现象发生的层位和深度，测量涌（漏）水量；用清水钻进的钻孔，还应观测钻进过程中动水位和冲洗液消耗量的变化。

5.4.4 水文地质孔施工

5.4.4.1 水文地质孔应布置在水文地质剖面上。抽水试验观测孔的布置应以主孔为中心，沿含矿含水层的走向、倾向组成“十”字型、“丁”字型、“L”型剖面。观测孔的间距和数量，应满足控制抽水时地下水补给和计算公式要求。需要时，可布置一定数量的观测孔进行分层观测，以取得各含水层之间的水力联系及越流情况等资料。

5.4.4.2 水文地质孔揭穿多个含水层，有条件时应测定分层稳定水位。抽水试验钻孔和分层测定稳定水位的钻孔应严格分层止水，并检查止水效果。

5.4.4.3 水文地质孔一般采用常规口径取心钻进、大口径扩孔、填砾过滤器和隔水顶板异径止水的钻孔结构。

5.4.4.4 技术要求，包括：

- a) 水文地质钻探施工宜采用清水钻进，若必须采用泥浆钻进时，应采取有效的洗井措施；
- b) 水文地质孔一般应设计为直孔，钻孔弯曲允许偏差距离符合 DZ/T 0148—1995 中 14.1.3.2 的规定，采用深井泵抽水时，下入水泵段孔斜不应超过 2° ；
- c) 水文地质孔成井后的孔径要根据抽水设备而定，井管可采用钢套管或高强度塑料套管；
- d) 抽水试验段应采用填砾过滤器，裸管孔隙率应大于 25%，过滤器下入位置应超出含水层上、下各 1m；
- e) 水文地质孔成井后均应进行止水效果检查；用抽水或注水方法检查时，应达到每小时孔内水位变幅不大于 5cm，用井中流体测量方法检查时，止水部位不应出现明显曲线峰值；
- f) 钻孔岩心采取率：含矿含水层段应不低于 85%，非含矿含水层段应不低于 65%。

5.4.5 抽水试验

5.4.5.1 目的

钻孔抽水试验的目的是获取含水层的涌水量、影响半径、渗透系数、导水系数、导压系数、与其它含水层及地表水之间的水力联系、水化学资料，为评价矿床地浸条件提供依据。

5.4.5.2 分类

抽水方式分类如下：

- a) 单孔抽水：仅在一个孔中抽水，不布置观测孔，用以确定涌水量及其与水位降深的关系，概略了解含水层的渗透系数；
- b) 多孔抽水：在一个主孔内抽水，周围布置若干个观测孔，观测主孔抽水时周围的水位变化，从而求得含水层的涌水量及不同方向的渗透系数、补给边界、影响半径等水文地质参数，分析目的含水层与其它含水层及地表水之间的水力联系；
- c) 群孔抽水：在两个或两个以上的钻孔内同时抽水，确定多个孔同时抽水时抽水孔之间的相互关系，为矿床地浸孔的合理布置提供依据。

5.4.5.3 要求

抽水试验要求包括：

- a) 抽水试验前应获得自然流场水位、流速的资料，试验过程中，应避免抽出的水排放时造成回灌，并应注意观测地面塌陷、沉降等现象；

- b) 抽水试验前应制定抽水试验方案, 做好抽水试验设计, 检查孔深、孔斜方位、孔径, 进行冲孔和洗井, 并测量观测孔水位, 安装抽水设备;
- c) 抽水过程中一般每隔 4h 应采集一组水样。抽水结束后, 用定深取样方法采取气体和可变元素样品;
- d) 自流钻孔可进行扬水试验, 各次水位降深间隔原则上不小于 2m, 质量标准与抽水试验相同;
- e) 抽水试验过程中, 应绘制降深、涌水量与时间曲线, 掌握试验过程, 分析和处理出现的问题;
- f) 抽水试验结束, 应提交抽水试验各类观测数据表册和抽水试验综合成果图。

5.4.5.4 方法

5.4.5.4.1 概述

抽水试验方法分为稳定流法和非稳定流法, 可根据具体的水文地质模型和水文地质参数计算的要求选择。

5.4.5.4.2 稳定流法

5.4.5.4.2.1 抽水程序为试抽 (不少于 2h)、测量静止水位 (3h 水位变化应小于 5cm)、正式抽水、恢复水位观测、测量孔深和井径、定深取样、井中流体测量等。

5.4.5.4.2.2 水位降深应根据试验目的和含水层富水程度确定, 应尽设备能力做一次最大降深, 其值应不小于 10m, 当有必要确定涌水量与降深相关关系时, 应进行三次水位降深。

5.4.5.4.2.3 抽水过程中应同时观测水位与流量, 两次观测的时间间隔为 30min。

5.4.5.4.2.4 稳定时段延续时间宜根据含水层的特征、补给条件确定, 单孔抽水试验稳定时段延续时间最低不少于 8h, 多孔抽水试验稳定时段延续时间最低不少于 16h (最远观测孔水位稳定时间不少于 8h)。若含水层为潜水含水层或有越流补给时, 抽水时间应适当延长。

5.4.5.4.2.5 稳定时段内钻孔水位、流量稳定程度应结合区域地下水动态变化确定, 水位波动: 抽水孔相对误差不超过 1%, 观测孔水位变化不超过 2cm; 涌水量波动相对误差: 当水位每下降 1m、涌水量大于 0.1L/s·m 时, 不应超过其平均值的 3%; 当水位每下降 1m、涌水量不小于 0.1L/s·m 时, 不应超过其平均值的 5%; 波动相对误差按式 (1) 和式 (2) 计算:

$$W_1 = \frac{D_{\max} - \bar{D}}{\bar{D}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$W_2 = \frac{D_{\min} - \bar{D}}{\bar{D}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

W_1 ——涌水量 (水位) 最大值的波动相对误差, 以百分数表示;

D_{\max} ——涌水量 (水位) 最大值, 单位为升每秒 (L/s);

\bar{D} ——涌水量 (水位) 平均值, 单位为升每秒 (L/s);

W_2 ——涌水量 (水位) 最小值的波动相对误差, 以百分数表示;

D_{\min} ——涌水量 (水位) 最小值, 单位为升每秒 (L/s)。

5.4.5.4.2.6 抽水试验过程中应取全测准水位下降、流量、水温的连续观测资料。

5.4.5.4.2.7 抽水试验结束后, 应连续测量孔中的恢复水位。

5.4.5.4.3 非稳定流法

5.4.5.4.3.1 非稳定流抽水试验一般采用定流量或阶梯定流量抽水, 也可以进行定降深抽水。

5.4.5.4.3.2 抽水过程中, 水位和流量应同时观测, 观测时间间隔可按 1min、2min、2min、5min、5min、5min、5min、10min、10min、10min、10min、10min、10min、20min、20min、20min、30min 进行, 以后每隔 30min 观测一次。

5.4.5.4.3.3 抽水试验延续时间，应根据水位降深与时间半对数曲线确定；承压水和潜水在曲线上出现固定斜率的渐近线后，一般延续一个对数周期；有越流补给时，观测时间则需曲线经过拐点后趋于水平时为止；有观测孔时，应以代表性观测孔的水位降深与时间半对数曲线（ $s-lgt$ ）判定。

5.4.5.4.3.4 抽水试验结束后，应连续测量主孔和观测孔的恢复水位。

5.4.6 钻孔注水试验

5.4.6.1 试验的目的是测定岩层的渗透性。

5.4.6.2 试验主要用于：

- a) 地下水静止水位埋藏较深，不便于进行抽水试验；
- b) 模拟地浸过程中钻孔的注水量；
- c) 在无水的透水岩层中求取岩石渗透性资料。

5.4.6.3 注水试验原理、试验钻孔的结构、参数的计算方法与抽水试验相同。

5.4.6.4 注水试验应连续注水，形成稳定的水位和常量的注入量，稳定时间视目的和要求不同而异，一般为 8h~12h。

5.4.7 钻孔抽注液试验

5.4.7.1 试验的目的是获取矿床地浸评价参数。

5.4.7.2 试验方式和钻孔布置可分为单孔、双孔和多孔等形式，预查和普查阶段一般不进行现场抽注液试验工作，详查阶段应进行单孔和双孔抽注液试验，勘探阶段应进行双孔或多孔抽注液试验。

- a) 单孔试验：抽、注试验在一个孔中进行；
- b) 双孔试验：一个注液孔，一个抽液孔，二至三个观测孔；
- c) 多孔试验：一个以上抽液孔，二个以上注液孔，若干个观测孔。

5.4.7.3 多孔试验抽注液孔布置方式有：三点式、四点式、五点式、九点式和行列式等。应根据含矿含水层的均匀性及矿体分布特征选择合适的布置方式。

5.4.7.4 抽注液试验块段选择：在对含矿含水层地层结构、厚度、埋深、矿化品位、物质成分、化学组分、渗透性及均匀性等方面进行研究的基础上，与地浸地质工艺相结合，确定具有代表性的地段进行试验。

5.4.7.5 抽注液钻孔成建井技术及质量要求如下：

- a) 成井过程及要求与水文地质孔相同；
- b) 钻孔结构：过滤管应安装在进行浸出试验的矿体部位，其长度应超出矿体位置上下各 1m，其余部分全部下入实管封闭；
- c) 孔径：抽注液孔成井后孔径应大于 110mm，观测孔成井后孔径应大于 70mm；
- d) 抽、注液孔距离：由含矿含水层渗透性及试验时间确定，一般为 8m~20m；
- e) 填砾和止水：过滤管部位填砾厚度（环状体空间厚度）要求应大于 80mm，止水材质根据浸出剂性质选取，一般用耐酸水泥，或选用高质量的粘性土；
- f) 井管材料应选用耐酸（碱）的 PVC 塑料管材。

5.4.7.6 正式试验前用清水抽注（洗井）一定时间，使整个循环系统畅通。

5.4.7.7 试验前后均应进行测井，以便对比试验前后的放射性强度和含矿含水层的密度变化。

5.4.7.8 抽注液试验过程中水文地质工作及要求如下：

- a) 观测、记录抽注液孔的工作情况和溶液提升设备工作状态；
- b) 测定从钻孔中抽出和注入钻孔的溶液体积；
- c) 按一定时间间隔观测抽液孔、注液孔、观测孔的水位及抽、注液孔的流量，停抽后继续观测各抽、注液孔和观测孔的水位；

- d) 对抽液孔和观测孔取样,测定水质、pH 值、Eh 值、铀及地浸开采有关的组分和机械混合物(固体悬浮物)的含量,监测地下水的水化学成分及水文地球化学环境指标的变化规律;
- e) 取样、分析抽出液中的有用伴生元素,如:钼、钒、镓、硒、铊等,并评价其综合利用价值;
- f) 通过观测数据和取样分析结果,现场绘制各种历时曲线,对试验情况作出分析,以便及时调整试验方案。

5.4.8 水文物探测井

5.4.8.1 必要时水文地质孔应进行水文物探测井。

5.4.8.2 测井的目的是确定含水层位置、厚度、地下水流速、流向、热水分布,研究含水层的孔隙度和渗透率等。

5.4.8.3 水文物探测井方法和技术质量要求按 DZ/T 0181 规定执行。

5.4.9 地表水、地下水动态观测

5.4.9.1 观测目的是通过地下水和地表水的水位、流量、水温和水化学成分的长期观测,查明其受天然和人为因素影响随时间的变化规律,了解地下水与地表水、各含水层之间的水力联系,为评价矿床地浸水文地质条件、环境水文地质条件和供水水源提供依据。

5.4.9.2 观测点应布置在与地下水可能有联系的地表水、主要含水层和可作为供水水源地的地段。在矿区范围内,应尽量将各观测点沿垂直和平行地下水迳流方向组成观测网,并使观测点类型齐全,如钻孔、井、泉、溪流等,使之能控制较完整的水文地质单元。

5.4.9.3 水位、水量、水温观测,一般每隔 10d 观测一次,雨季或气温急剧变化时应缩短观测时间间隔。日变幅大的地区,应选定一个时段进行微动态观测;水质样品一般按丰水期、枯水期采取。连续观测时间不少于一个水文年。

5.4.9.4 观测结束后,应绘制水动态与气象要素的变化关系曲线图。

5.4.9.5 地表水、地下水动态观测应从普查阶段开始进行,技术质量要求按 DZ/T 0133 规定执行。

5.4.10 样品采集

5.4.10.1 概述

样品采集包括水样采集和岩样采集。水样采集的目的是分析水中的化学组分、放射性元素含量、水文地球化学环境指标和细菌指标等;岩样采集的目的是进行室内溶浸试验,分析岩石的氧化还原容量(ΔEh)、孔隙度、渗透率和岩石物理力学性质试验等。

5.4.10.1.1 水样采集

水样采集的要求包括:

- a) 应采取水源点的新鲜水样;
- b) 进行过抽水的钻孔,应待水位基本恢复后再进行定深取样;使用冲洗液(清水或泥浆)钻进、未进行过抽水的钻孔,应先排水,消除冲洗液的影响后方可采样;在地下水自然交替强烈的地区,应待冲洗液的影响消失后方可采样;定深采样应使用定深取样器,并按自上而下的顺序进行;
- c) 水样采集的技术和质量要求,按 EJ/T 1158 和 EJ/T 956 的相关规定执行。

5.4.10.1.2 岩样采集

岩样采集的要求包括:

- a) 岩样采集对象为新鲜岩心样;
- b) 采样在地质孔和水文地质孔中进行,采样段岩心采取率应不低于 85%,样品应具有代表性且应按岩性—地层剖面系统采取,采样时应避免泥浆及杂物混入;
- c) 样品采集应尽可能保持原状结构、原颗粒级配。取样后应标明样品编号、产状、上下方向,并用石蜡封好,填写送样清单;
- d) 采样规格要求参见附录 C;

e) 采样技术要求按 EJ/T 1158 规定执行。

5.4.11 钻孔封孔

5.4.11.1 钻孔封孔的目的是防止含矿含水层与非含矿含水层及地表水产生人为水力联系，防止地浸采矿时溶浸剂的流失并污染其它含水层。

5.4.11.2 预查阶段的见矿钻孔、普查及其以后阶段矿床范围内所有的钻孔均应进行封孔。

5.4.11.3 孔口封闭是指在孔口进行封闭，防止地表水灌入；孔内封闭是指在孔内各含水层之间进行分段隔离封闭。

5.4.11.4 孔口位于地表水体淹没范围内的钻孔，均应对孔口和孔内风化层底部进行隔离封闭。

5.4.11.5 钻孔揭穿两个以上含水层时，矿带内所有钻孔应对含矿含水层的隔水顶板、底板进行隔离封闭。

5.4.11.6 钻孔揭穿热水及高浓度有害气体或强侵蚀性地下水时，应与含水层隔离封闭。

5.4.11.7 孔内封闭长度可视含矿含水层（含水层）的富水性强弱、承压水头高低确定，一般可按 5m~15m 设计。

5.4.11.8 孔内封闭材料应使用 425 号以上硅酸盐水泥，不应使用低标号或过期结块的水泥。

5.4.11.9 已封钻孔待水泥固结后，按年度分阶段随机选择钻孔进行封孔质量检查，其检查数量不少于已封钻孔数量的 10%。

5.4.11.10 封孔检查合格率不应低于 90%；水泥柱长度不应小于设计长度要求；水泥固结强度不应低于 3~4 级岩石硬度；透孔检查取心率不应少于 65%；封闭实际位置不应超过设计位置 3m。

5.4.11.11 封孔质量检查孔检查结束后应按原设计重新封孔。

5.4.11.12 钻孔孔口均应用锥形水泥桩设立孔口标志，标明孔号。

5.4.12 供水水源地调查

5.4.12.1 调查的目的是评述水源地水的水质和水量，为矿山建设提出供水水源地建议。

5.4.12.2 矿区内有可利用的供水水源时，应根据调查资料作出评价；矿区无可供利用的水源时，应在区域上指出供水方向。

5.4.12.3 供水水源地应尽量多选几处，并系统进行动态观测；对供水水源的水质、水量、输水条件、环境地质条件、水源可靠性、水源开发利用情况、矿山开采时可能受到的影响进行评述，并提出防止污染的技术措施。

5.4.12.4 生活用水评价按 GB 5749 规定执行。

6 工程地质与环境地质调查

6.1 工程地质调查

6.1.1 调查工作包括工程地质测绘、工程地质编录、动态观测和岩（土）样采集与测试等。

6.1.2 调查工作应从预查阶段开始，工程地质测绘与水文地质测绘同时进行；工程地质编录与水文地质编录同步进行；动态观测和岩（土）样采集与测试应视实际需要而定。

6.1.3 工程地质调查的目的是查明矿床工程地质条件，预测各种物理地质现象在地浸法采矿过程及矿山建设中可能的发展趋势。

6.1.4 工程地质调查包括如下内容：

- a) 调查勘查区所处的构造部位，主要构造线方向，各级结构面的分布、产状、规模及充填、充水情况。确定结构面的级别及主要不良优势结构面；
- b) 划分工程地质岩组，确定软弱岩组的性质、产状、分布及其工程地质特征；
- c) 研究含矿含水层及隔水顶板、底板岩石的物理力学性质；确定不同地层的可钻性；指出钻探过程中可能发生事故区间（冲洗液漏失、孔壁坍塌、岩石的膨胀、收缩等）；

- d) 对自然斜坡和人工边坡进行实地测定, 研究边坡坡高、坡面形态与地层岩性及结构的关系;
- e) 多年冻土区需查明冻土类型、分布范围、温度(地温)、含水率, 测定多年冻土最大融化深度、冻土层的上下限;
- f) 进行地表浅层工程地质特征研究, 分析其对未来地浸开采地表工程和建筑设施的影响及防治措施。

6.1.5 工程地质调查技术质量要求按 GB/T 12719 规定执行。

6.2 环境地质调查

6.2.1 调查工作应从普查阶段开始实施。

6.2.2 环境地质调查的目的是查明矿床地质环境条件, 预测未来矿床开采对环境产生的影响。

6.2.3 环境地质调查包括下列内容:

- a) 调查区域地质构造稳定性, 收集矿区附近历史地震资料, 调查新构造活动情况, 分析是否有活动性断裂存在;
- b) 调查矿区所处社会环境(建筑物的类型、密度)和自然地理环境(人口分布、旅游区、文物保护单位、自然保护区等);
- c) 调查、收集地表水、地下水中的放射性元素和有毒有害元素的天然背景值;
- d) 调查影响矿区范围的滑坡、崩塌、山洪、泥石流等不良环境地质现象;
- e) 调查地下水、地表水污染状况, 查明污染源、污染物成分、污染途径、污染方式和范围, 提出处理和防治措施;
- f) 研究地浸采矿过程对地下水、地表水可能造成的污染及地浸后环境恢复的可能性和技术方案。

6.2.4 环境地质调查技术要求按 GB/T 12719 规定执行。

7 资料综合整理与报告编写

7.1 资料综合整理

7.1.1 概述

应及时进行资料综合整理, 包括对原始资料的系统整理, 检查校对, 各种成果图表的编制。

7.1.2 基本图件的内容及编制要求

7.1.2.1 区域综合水文地质图

7.1.2.1.1 区域综合水文地质图的比例尺为 1:50000~1:250000, 以同比例尺地形地质图为底图编制(地质内容可适当简化), 图幅应尽量包括一个较完整的水文地质单元。

7.1.2.1.2 图中应表示代表性的天然和人工地下水露头及观测数据, 含水层、隔水层的分布界线、埋藏条件及富水性分区, 地下水等水位线或等水压线, 地下水补给区、迳流区和排泄区以及地下水迳流方向, 地下水和地表水动态观测点及综合观测数据, 水化学及放射性水化学资料, 推测的层间氧化带前锋线, 水文地质剖面线及代表性工程, 矿床勘查范围和矿带展布等, 并附有水文地质剖面图和综合柱状图。

7.1.2.1.3 根据需要也可分别编制岩层含水性图、富水性分区图、地下水埋藏深度图、水化学分区图等。

7.1.2.2 矿区水文地球化学图

7.1.2.2.1 矿区水文地球化学图的比例尺为 1:10000~1:50000, 以同比例尺的地质图或水文地质图为底图进行编制。

7.1.2.2.2 图中应表示地下水水化学分区, 水文地球化学分带, 放射性元素含量等值线和相关的水文地球化学环境参数等值线, 主要控制性水点及化学分析成果, 推测的层间氧化带前锋线。应附有水化学剖面和水文地球化学剖面。

7.1.2.3 矿区(床)水文地质图

7.1.2.3.1 矿区(床)水文地质图的比例尺为 1:5000~1:25000, 以同比例尺地形地质图为底图按单个含矿含水层进行编制, 图幅应与相同阶段的矿床地质图一致。

7.1.2.3.2 图中应表示代表性水点及水文地质勘查工程和主要成果数据; 水文地质勘查剖面线及编号, 含水层、含矿含水层、隔水层界线及有关地质、水文地质特征数据; 地下水等水位线或等水压线(注明观测时间); 水文地球化学分带界线和层间氧化带前锋线; 富水性、渗透性分区; 地下水流向及水力梯度; 矿体投影边界; 应尽可能包括地下水的补给区、迳流区、排泄区或局部排泄区; 含矿含水层的地下水等水位线或等水压线, 地下水的迳流方向; 含矿含水层隔水顶板、底板厚度等值线、隔水底板埋藏深度等值线等; 附水文地质综合柱状图。

7.1.2.3.3 根据需要也可分别编制含矿含水层水动力场图和含矿含水层等厚度图等。

7.1.2.4 矿床地浸水文地质条件分区图

7.1.2.4.1 矿床地浸水文地质条件分区研究的评价参数参见附录 B。

7.1.2.4.2 比例尺为 1:5000~1:25000, 在同比例尺的地质图或水文地质图基础上按单个含矿含水层进行编制。

7.1.2.4.3 图内应重点表示水文地质代表性工程, 抽(注、扬)水试验和室内渗透性测试成果的水文地质参数, 抽注液试验的成果, 矿体投影边界, 地浸水文地质分区界线, 含水含矿层厚度等值线等。

7.1.2.5 水文地质剖面图

7.1.2.5.1 可在地质剖面图的基础上编制, 原则上与地质剖面同比例尺。

7.1.2.5.2 图中应准确绘出含矿含水层、含水层、隔水层界线; 标出水文地质和不良物理地质现象的位置以及含矿含水层和其它含水层的水位埋深、水位标高(注明观测时间)及抽(注、扬)水试验和室内渗透性测试成果的综合数据、水化学取样位置及分析测试结果、层间氧化带界线和矿体界线等。

7.1.2.6 钻孔抽水试验综合成果图

内容应包括水文地质柱状图、钻孔结构、岩心采取率、水文物探测井曲线、抽水历时曲线、抽水试验技术参数及成果、水化学取样位置及分析结果、抽水孔及观测孔位置平面图、降落漏斗形态平面图及剖面图等。

7.1.2.7 矿床工程地质环境地质图

7.1.2.7.1 比例尺为 1:5000~1:25000, 在同比例尺的地形地质图或水文地质图基础上编制。

7.1.2.7.2 图内应重点表示岩组分区及非稳定岩层分布、各种不良物理地质现象的位置、范围及工程地质勘查工程和主要参数、环境地质的主要参数等。

7.2 报告编写

7.2.1 各阶段勘查工作结束, 均应编写水文地质、工程地质勘查报告, 可作为地质报告的单独一章。

7.2.2 各勘查阶段水文地质工作质量应在地质勘查报告的有关章节中加以评述。

7.2.3 各勘查阶段成果报告应附的水文地质主要附图、附表参见附录 D 和附录 E。

7.2.4 报告编写内容:

- a) 概况: 简述工作任务、工作时间、主要工作项目及方法、完成工作量、工作程度等。
- b) 区域水文地质特征: 阐述地形、地貌及水文气象特征, 地层岩性、构造、铀矿化和其它矿产分布与赋存条件, 矿床在区域水文地质单元的位置, 各岩组、断裂构造含水特征、地下水的补给、迳流、排泄条件, 含矿含水层与其它含水层之间的水力联系, 地表水与地下水之间的水力联系; 阐述盆地地质构造和沉积演化过程, 分析盆地古地下水演化过程、古水动力条件、划分古水文地质期, 分析判断地浸砂岩型铀矿成矿系统的完整性和持续时间, 确定主成矿期; 分析区域水文地球化学特征和区域层间氧化带特征, 依据区域水文地质条件, 预测铀成矿的可能性。

- c) 矿区(床)水文地球化学特征: 阐述地表水、地下水的化学成分、水文地球化学环境参数和放射性元素含量与分布规律, 水文地球化学的水平分带和垂直分带, 铀矿化及水中放射性元素与水文地球化学分带的关系; 论述地下水的成矿作用。
- d) 矿床水文地质条件: 按含矿含水层与非含矿含水层分别阐述地下水类型、赋存条件和含水层的数量, 地下水的补给来源、水位埋深、水头高度, 含矿含水层厚度、渗透性、富水性, 各含水层之间的关系; 隔水层的分布、厚度、隔水性, 地下水动态变化规律, 划分矿床水文地质类型等。
- e) 地浸水文地质条件评价: 阐述地浸水文地质条件, 进行地浸水文地质分区, 提出地浸可能性评价意见。
- f) 矿床工程地质与环境地质: 阐述工程地质岩组特征, 不良物理地质现象特点、规模、分布、危害程度、形成原因, 矿床工程地质、环境地质类型, 评述区域稳定性, 预测可能发生的不良物理地质现象; 评述地下水、地表水环境污染的程度和产生的原因, 预测地浸采矿对地下水可能造成的污染, 提出地浸后地下水的恢复方案。
- g) 供水方向: 指出可作为工业和饮用水的水源地, 并对水量、水质、防止水源污染等问题提出评述意见。
- h) 结论和建议: 对区域水文地质条件和后生铀成矿条件作出结论; 对矿床水文地质类型、矿床水文地球化学特征、主要工程地质环境地质问题作出结论; 对地浸可行性提出结论性意见; 对矿床工作程度、工作质量、存在问题、今后应继续查明的问题及地浸开采中防止污染和综合利用等问题提出意见和建议。

附 录 A
(资料性附录)

地浸砂岩型铀矿水文地质勘查基本工作量表

地浸砂岩型铀矿水文地质勘查基本工作量见表A.1。

表 A.1 地浸砂岩型铀矿水文地质勘查基本工作量表

工 作 项 目		阶段	矿 床 水 文 地 质 条 件		
			简 单	中 等	复 杂
水文地质测绘 和铀矿水化学找矿		预查	比例尺 1:50000~1:250000		
		普查	比例尺 1:10000~1:25000		
		详查	比例尺 1:5000~1:10000		
		勘探	比例尺 1:2000~1:5000		
水文地质编录占地质孔的 比例 (%)		预查	>80		
		普查	>30	>40	>50
		详查	>20	>30	>40
		勘探	>10	>20	>30
水文地质剖面 (条)		预查	>1		
		普查	>2	>3	>4
		详查	>3	>4	>5
		勘探	>4	>5	>6
抽水 试验	单孔 (个)	预查	0~1		
		普查	1~2	2~3	3~4
		详查	2~4	3~5	4~6
	多孔 (组)	普查	0~1	1~2	2~3
		详查	1~3	2~4	3~5
		勘探	3~5	4~6	5~7
钻孔抽注液试验		详查	单孔或双孔		
		勘探	双孔或多孔		
水动态 长期观测	地表水 (处)	预查~勘探	根据地表水与勘查区地下水的互补关系和水源地选择的需要, 选代表性地段设站		
	钻孔 (个)	预查、普查	2~3	3~5	5~7
		详查、勘探	根据实际需要, 对普查阶段各站取舍和补充		
	井、泉 (个)	预查~勘探	根据实际需要选择代表性点		
水化学样、细菌检验样		预查~勘探	可作水源地的井、泉、地表水按丰水期、枯水期取样		
水化学及水文地球 化学分析样采集		预查~勘探	代表性水点, 以控制地表水、地下水、水化学类型和水文地球化学分带为原则		
岩石 样采集	岩石比电位 (ΔE_h)	预查~勘探	根据实际需要选择代表性钻孔采集		
	孔隙度、渗透率	预查~勘探	根据实际需要选择代表性钻孔采集		
	室内地浸水文 地质参数测定	预查、普查	面上代表性取样		
		详查、勘探	地浸选段孔取样		
钻孔水文物探测井		预查~勘探	水文地质孔应进行		
钻孔封孔		预查~勘探	所有见矿钻孔和矿床范围内钻孔		
供水水源		预查、普查	初步调查评价		
		详查、勘探	详细评价		
注: 本表系指规模为4km~5km长的矿带, 针对单个含矿含水层的基本工作量, 在执行中可视矿床规模适当增减。					

附 录 B
(资料性附录)
岩心样品采集规格表

岩心样品采集规格见表B. 1。

表 B. 1 岩心样品采集规格表

测 定 项 目	样 品 规 格	
	直径 cm	长度 cm
岩石比电位 (ΔEh) 测定	重量不小于200g	
孔隙度、渗透率测试	>7	10~15
抗压强度试验	>7	15~20
抗剪强度试验	>7	15~20

附录 C
(资料性附录)

地浸砂岩型铀矿地浸水文地质条件评价参数表

地浸砂岩型铀矿地浸水文地质条件评价参数见表C.1。

表 C.1 地浸砂岩型铀矿地浸水文地质条件评价参数表

序号	评价参数	地浸水文地质条件评价等级			
		最有利	有利	较有利	不利
1	单井涌水量 m^3/d	1200~240	240~120	120~24	≥ 1200 或 < 24
2	渗透系数 m/d	10~1	1~0.5	0.5~0.1	≥ 10 或 < 0.1
3	水文地质结构	具有稳定的隔水顶底板		隔水顶底板稳定性较差	隔水顶底板缺失
4	含矿含水层厚度 m	20~30	30~50 或 10~20	50~80	≥ 80 或 < 10
5	岩石粒度	粗砂	中砂	细砂	粉砂、泥
6	粘粒含量 %	< 10	10~20	20~30	≥ 30
7	分选性	好	较好	中等	差
8	胶结程度	疏松	较疏松	较致密	致密
9	水位埋深 m	< 50	50~100	100~150	≥ 150
10	水头高度 m	≥ 100	≥ 50	≥ 20	< 20
11	含矿层与非含矿层渗透系数比值	≥ 1	1~0.75	0.75~0.5	< 0.5
12	含矿含水层与矿层厚度比值	1~5		5~10	≥ 10
13	地下水矿化度 g/L	< 1	1~3	3~5	≥ 5
14	碳酸盐含量 %	< 1	1~2	2~3	≥ 3

注：碳酸盐含量评价指标是酸法浸出时的评价标准，碱法浸出时可不予考虑。

附 录 D
(资料性附录)

地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附图

地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附图见表D.1。

表 D.1 地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附图

编号	图 件 名 称	预查阶段	普查阶段	详查阶段	勘探阶段
1	区域综合水文地质图	+	+	+	+
2	矿区(床)水文地质图	—	+	+	+
3	矿区水文地球化学图	+	+	—	—
4	水文地质剖面图	+	+	+	+
5	古水文地质图	+	—	—	—
6	地表水、地下水动态变化图	—	+	+	+
7	含矿含水层等厚线图	—	+	+	+
8	含矿含水层隔水顶板、底板等高线图	—	+	+	+
9	矿床地浸水文地质条件分区图	—	—	+	+
10	抽水试验综合成果图	—	+	+	+

注：表中“+”表示应附的图件，“—”表示可以不附的图件。

附 录 E
(资料性附录)

地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附表

地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附表见表E.1。

表 E.1 地浸砂岩型铀矿勘查报告水文地质主要附表

编号	附 表 名 称	预查阶段	普查阶段	详查阶段	勘探阶段
1	水化学成分登记表	+	+	+	+
2	地下水放射性元素含量登记表	+	+	+	+
3	地下水微量元素含量登记表	+	+	+	+
4	钻孔水文地质参数取样登记表	+	+	+	+
5	室内水文地质参数分析测试结果登记表	+	+	+	+
6	抽水试验成果表	—	+	+	+
7	钻孔静止水位(压)登记表	—	+	+	+
8	含矿含水层及隔水顶板、底板厚度,含矿含水层埋深和渗透系数统计表	—	+	+	+
9	工程地质、环境地质样品分析登记表	—	—	+	+
10	地表水、地下水动态及气象资料综合表	—	+	+	+
11	钻孔封孔一览表(钻孔封孔质量检查登记表)	+	+	+	+

注：表中“+”表示应附的表格，“—”表示可以不附的表格。