

# DZ

## 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ / T 0199-2002

### 铀矿地质勘查规范

Specifications for uranium mineral exploration

2002-12-17 发布

2003-03-01 实施

中华人民共和国国土资源部 发布

# 目 次

## 前 言

### 1 范围

### 2 规范性引用文件

### 3 铀矿勘查的目的、任务

#### 3.1 目的

#### 3.2 任务

### 4 铀矿勘查研究程度

#### 4.1 地质工作

#### 4.2 矿石物质组成和矿石质量

#### 4.3 矿床开采技术条件

#### 4.4 矿石选冶加工技术性能试验

#### 4.5 综合勘查、综合评价

### 5 铀矿勘查控制程度

#### 5.1 勘查类型划分

#### 5.2 勘查工程间距的确定

#### 5.3 工程布置、施工原则和控制程度

#### 5.4 勘查手段的选择和应用

### 6 铀矿勘查工作及质量要求

#### 6.1 测绘工作

#### 6.2 地质填图

#### 6.3 水文地质、工程地质、环境地质

#### 6.4 物探、化探

#### 6.5 探矿工程

#### 6.6 采样及测试

#### 6.7 地质编录、综合整理和报告编写

#### 6.8 计算机及其他新技术、新方法应用

### 7 可行性评价工作

#### 7.1 概略研究

#### 7.2 预可行性研究

#### 7.3 可行性研究

### 8 铀矿资源 / 储量分类依据及类型条件

#### 8.1 铀矿资源 / 储量分类依据

#### 8.2 铀矿资源 / 储量类型条件

### 9 铀矿资源 / 储量估算

#### 9.1 工业指标

#### 9.2 铀矿资源 / 储量估算的一般原则和方法

#### 9.3 确定资源 / 储量估算参数的要求

## 附 录 A (规范性附录) 固体矿产资源 / 储量分类

## 附 录 B (规范性附录) 铀矿一般工业要求

### B.1 铀矿一般工业要求

### B.2 矿床规模

### B.3 矿石品级

### B.4 矿石工业类型

## 附 录 C (资料性附录) 铀矿床伴生组分综合利用

## 附 录 D (资料性附录) 确定勘查类型的主要地质因素

### D.1 主矿规模

### D.2 矿化分布均匀程度

D.3 矿体厚度稳定程度

D.4 矿体形态和被破坏程度分三类

附录 E (资料性附录) 铀矿床勘查类型确定实例

附录 F (资料性附录) 铀矿床勘查工程间距

附录 G (资料性附录) 可行性研究的主要内容

G.1 总论

G.2 需要预测和拟建规模

G.3 资源、原材料、燃料及公用设施情况

G.4 建厂条件和厂址方案

G.5 设计方案

G.6 环境保护

G.7 企业组织、劳动定员和人员培训 (估算数)

G.8 实施进度的建议

G.9 投资估算和资金筹措

G.10 社会及经济效益评价

附录 H (资料性附录) 铀矿山首期建设设计还本付息年限和铀矿冶企业建设规模及服务年限

H.1 铀矿山首期建设设计还本付息年限

H.2 铀矿冶企业建设规模及服务年限要求

附录 I (资料性附录) 铀矿床确定特高品位下限品位变化系数

## 前 言

本标准是根据 GB / T 17766—1999《固体矿产资源 / 储量分类》、GB / T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》，对 EJ / T 702—92《铀矿地质普查规范》、EJ / T 703—92《铀矿地质详查规范》和 EJ / T 864—94《铀矿地质勘探规范》等三个标准进行修订的，并合并改为《铀矿地质勘查规范》。

本标准自实施之日起，代替 EJ / T 702—92《铀矿地质普查规范》、EJ / T 703—92《铀矿地质详查规范》和 EJ / T 864—94《铀矿地质勘探规范》。

本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录。

本标准的附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I 是资料性附录。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国核工业地质局。

本标准主要起草人：郑大瑜、蒋兴泉、张金带、陈跃辉、余水泉、张世铎、林栋铸、郑昌河。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

# 铀矿地质勘查规范

## 1 范围

本标准规定了我国非地浸型铀矿地质勘查的目的任务、研究程度、控制程度、工作及质量要求、可行性评价工作、铀矿资源 / 储量分类依据及类型条件、铀矿资源 / 储量估算等。

本标准适用于非地浸型铀矿地质勘查各阶段的总体工作部署；可作为验收、评审铀矿资源 / 储量及各类成果的总要求；也是制定铀矿地质各类专业规范、规程、规定、指南等的总要求；还可作为铀矿矿业权转让，铀矿勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、估算铀矿资源 / 储量的依据。

## 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（不包括勘误的内容）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 / T 17766—1999 固体矿产资源 / 储量分类

GB / T 13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

DZ / T 0033 — 2002 固体矿产勘查 / 闭坑矿山地质报告编写规范

ZBD 10001 — 1989 地质矿产勘查测量规范

## 3 铀矿勘查的目的、任务

### 3.1 目的

铀矿勘查最终目的是为铀矿山建设设计或矿业权流转提供铀矿资源 / 储量和开采技术条件等必需的地质资料，以减少开发风险和获得最大的经济效益。

### 3.2 任务

#### 3.2.1 预查

通过对区内资料的综合研究、类比及初步野外观测、极少量的工程验证，初步了解预查区内铀矿资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大的地区。

#### 3.2.2 普查

通过对矿化潜力较大地区或物探、化探异常区，进行地表野外工作和施工少量的取样工程，以及可行性评价的概略研究，对已知矿化区做出初步评价，提出是否有进一步详查的价值，圈出详查区范围。

#### 3.2.3 详查

采用各种勘查方法和手段，对详查区进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为勘探提供依据。

#### 3.2.4 勘探

是对勘探区加密各种取样工程，并通过可行性研究，为铀矿山建设设计提供依据。

## 4 铀矿勘查研究程度

### 4.1 地质工作

#### 4.1.1 预查阶段

收集、研究区域地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，在预查区采用有效的技术、方法，选择一至数条路线进行（1：100 000）～（1：50 000）的综合铀矿地质路线踏勘。对区内各类放射性异常和铀矿化点，择优施工极少量的验证工程，大致了解地质、构造、矿化特征和各类异常的性质、强度、范围及与矿化的关系。如发现矿体或矿化蚀变，应了解矿化和蚀变类型、矿化规模、产状及铀品位，提出可供普查的矿化潜力较大的地区。与地质特征相似的已知矿床类比，有足够依据时，可估算预测资源量。

#### **4.1.2 普查阶段**

收集各种地质资料，研究区域地质及矿产信息和铀矿成矿远景；在普查区采用（1：50 000）～（1：10 000）铀矿地质填图，因地制宜地选择有效的物探和化探方法，进行（1：25 000）～（1：5 000）的测量，基本查明普查区的地层、岩石、构造、岩浆岩等地质特征；寻找、评价各类异常、蚀变和矿化。通过有限的取样工程，大致查明区内是否有进一步工作价值的矿体或矿化带、异常带，大致掌握其分布规律、规模、产状以及与成矿有关的地质条件，推断矿体的连续性，进行可行性评价的概略研究，估算相应类型的矿产资源 / 储量，提出是否有进一步工作的价值或圈出详查区。

#### **4.1.3 详查阶段**

在详查区通过（1：10000）～（1：2000）的铀矿地质填图,合理选样（1：5000）～（1：2 000）的物探、化探测量，并综合运用其他有效的勘查方法，基本查明与成矿有关的地层、构造、岩浆活动、变质作用、围岩蚀变及次生变化等矿床地质特征。对沉积或层控矿床，应详细划分地层层序，详细查明地层时代、岩性组合、岩相、沉积环境与建造以及岩层对比标志和地球化学背景、含矿层位及其变化，阐明它们与成矿的时空关系；对与岩浆侵入有关的矿床，应研究矿床范围内侵入岩的岩类、岩性、岩相、岩石地球化学特征，详细查明岩体形态、产状、规模、时代、演化特征、相互关系及它们与成矿的关系；对与火山活动有关的矿床，还应研究火山机构的特点，详细查明火山岩系的时代、层序、岩性、岩相、喷发—沉积旋回及其与成矿的关系；对与变质作用有关的矿床，应研究和基本查明变质作用的性质、影响因素以及变质岩岩性特点、变质相及其分布、变质作用对矿床形成或改造的影响；对与构造关系密切的矿床，应详细查明控制和破坏矿床的主要构造的性质、产状、形态、规模。还应详细查明矿床的围岩蚀变种类、强度、范围、分带性及其与成矿的关系。对有次生富集作用的矿床，应注意研究矿床的次生变化。

通过系统取样工程基本查明矿床内矿体的分布规律、数量、规模、产状、品位变化和连接对比条件，重点是主矿体（占矿床资源 / 储量 70%以上）或主要矿体（合计占矿床资源 / 储量 50%以上的中等以上矿体）的数量、规模、形态、产状及赋存规律，并能基本确定其连续性；基本查明矿体中夹石和顶底板围岩的岩性、厚度、分布范围；基本查明成矿前、后构造活动对矿体的控制和破坏程度，基本查明矿体的氧化带、混合带、原生带的特征、发育程度、分布范围和分带标志。测定矿石质量密度、湿度、有效原子序数及射气系数、铀镭平衡系数等参、系数，测定矿石和含矿岩系中的钍、钾含量，为评价异常和定量解释提供依据。并通过概略研究或预可行性研究，估算相应类型的资源 / 储量，做出是否有工业价值的评价，若具有工业价值应初步总结找矿标志和成矿规律，并初步建立矿床地质模型，圈出矿体相对集中、矿石质量和开采技术条件较好的地段作为勘探区。详查工作成果还可作为矿床总体规划和矿山项目立项建议的依据。

#### **4.1.4 勘探阶段**

在已知具工业价值的矿床或详查圈出的勘探区范围内进行（1：2 000）～（1：1 000）的铀矿地质填图，加密取样工程，详细查明主矿体或主要矿体的规模、形态、产状、内部结构及厚度、品位的变化特点，确定主矿体或主要矿体的连续性。详细查明矿体夹石及顶底板围岩的岩性；划分氧化带、混合带、原生带矿石界线，研究次生富集现象和规律；为圈定矿体和估算资源 / 储量补充收集和查验各类样品、参数、系数；阐述控矿因素和矿床成因，总结找矿标志和成矿规律，提出扩大找矿的方向，建立矿床地质模型；进行预可行性研究或可行性研究，估算相应类型的资源 / 储量，为矿山建设设计和矿床的进一步扩大提供依据。

### **4.2 矿石物质组成和矿石质量**

#### **4.2.1 预查阶段**

收集预查区内与铀成矿有关的资料，并结合初步野外观测和工程验证后取得的成果，通过与邻区或相似地质特征的矿体类比，大致了解矿石的物质组成和质量。

#### **4.2.2 普查阶段**

大致查明已发现矿体的矿石物质组成、品位、物理性质、化学性质和矿石类型。矿体具有一定规模后，还应研究和测定有益、有害组分的含量变化和分布规律。

#### **4.2.3 详查阶段**

基本查明主要矿石矿物、脉石矿物的粒度、嵌布特征、结构、构造，基本查明矿石工业类型（见附录 B）、分布特征和相互关系，开展工艺矿物学研究；基本查明矿石品位、变化规律和有用、有益、有害组分的含量、赋存状态及其变化特征。

#### **4.2.4 勘探阶段**

详细查明矿石物质成分和矿石质量，尤其是矿石的工艺性质、矿石工业类型、矿物的粒度及嵌布特征。详细查明矿石有用、有益、有害组分的种类、含量、赋存状态和分布规律及变化特征。

### **4.3 矿床开采技术条件**

#### **4.3.1 预查阶段**

不做具体要求。

#### **4.3.2 普查阶段**

大致了解普查区水文地质、工程地质、环境地质和其他开采技术条件。

#### **4.3.3 详查阶段**

##### **4.3.3.1 水文地质**

利用专门水文地质孔和其他勘查工程收集在主要含水层（带）、隔水层水文地质参数、矿区含水层、隔水层、构造、岩溶等水文地质特征、发育程度和分布规律，基本查明矿区内地表水体分布及其与矿床主要充水层的水力联系，初步评价其对矿床充水的影响；基本查明地下水补给、径流、排泄条件及矿床主要充水因素等水文地质条件，预测矿坑涌水量，初步评价其对矿床开采的影响程度；若水文地质条件复杂，应进行矿区水文地质测绘，其范围原则上要控制一个完整的水文地质单元。基本查明矿床水文地球化学特征。赋存有地热水的矿床，要基本查明它的赋存条件、补给来源，初步评价地热水对矿床开采的影响及其利用的可能性。调查研究可供利用的供水水源的水质、水量条件，提出供水水源方向。

##### **4.3.3.2 工程地质**

初步划分矿床工程地质岩组，测定主要岩、矿石物理力学参数和硬度、湿度、块度、节理密度、RQD（岩石质量指标）值等，研究其稳定性；基本查明矿床内断裂、裂隙、岩溶、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板围岩稳固性的影响；调查老窿及采空区的分布、充填和积水等情况。

##### **4.3.3.3 环境地质**

收集泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山建设和开采可能产生的影响；基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中放射性及其他有害元素、气体的成分、含量，对矿区环境地质及辐射环境做出初步评价。

#### **4.3.4 勘探阶段**

##### **4.3.4.1 水文地质**

详细查明矿床水文地质条件、充水因素，利用专门水文地质孔和其他勘查工程取全、取准必需的水文地质参数，预测矿山首采区及其正常水平的和最大的涌水量及矿坑可能的突水部位，指出地下水的侵蚀性，提供供水水源方向和水量、水质资料，研究矿床水文地球化学特征。

##### **4.3.4.2 工程地质**

详细观察和分析矿体及其顶底板围岩的稳定性，确定不良的层位和构造部位，预测掘、采时可能会发生的不良工程地质问题，并提出防治建议；对露天采场边坡稳定性做出评价。工程地质条件复杂，而勘查工程难以满足要求时，应施工少量工程查明主要工程地质问题。

#### 4.3.4.3 环境地质

详细调查泥石流、滑坡、岩溶等自然灾害及地震、新构造运动等区域稳定性因素。对矿区范围内的人群和生产、建设可能引起不良后果和影响的环境地质问题做出预测，并进行评价和提出防治措施。还应在铀矿全面勘探前后对天然的与人为造成的放射性辐射环境进行调查和评价。辐射环境调查对象、方法和要求参见 EJ / T 977《铀矿地质辐射环境影响评价要求》。为矿山建设和辐射防护设计提供依据。

### 4.4 矿石选冶加工技术性能试验

#### 4.4.1 普查阶段

有类比条件的矿石以类比结果做出可否工业利用的评价；对组分复杂、国内尚无成熟选冶工艺的矿石，应进行可选（冶）性试验或实验室流程试验，为是否值得进一步工作提供依据。

#### 4.4.2 详查阶段

一般矿石应作实验室流程试验。在同一矿田（区）范围内的生产井田附近，易选易冶且与同类型矿石类比条件好的矿石也可用类比资料；成分或结构复杂的难选矿冶石和新类型矿石应作实验室扩大连续试验，做出工业利用方面的评价。不论哪种矿石，直接提供开发利用时，试验程度都应达到可供设计的要求。

#### 4.4.3 勘探阶段

一般矿石应作实验室流程试验。难选冶或新类型矿石应作实验室扩大连续试验，必要时还应做半工业试验，为确定最佳工艺流程提供依据。

### 4.5 综合勘查、综合评价

#### 4.5.1 预查阶段

发现工业铀矿化后，应大致了解有无与铀矿共生、伴生的矿产。

#### 4.5.2 普查阶段

大致查明共生、伴生矿产的种类、含量、赋存状态、空间分布特征，并研究综合利用的可能性。

#### 4.5.3 详查阶段

基本查明共生、伴生矿产的种类、产出部位、含量、赋存状态、分布特点及与铀矿化的相互关系，探讨其综合回收利用的可能性，并做出初步的综合评价。

#### 4.5.4 勘探阶段

矿床中有综合利用价值的共生矿产，应详细查明其产出部位、空间分布、矿体规模、形态、产状、品位及其与铀矿化的关系。对其进行综合勘查时尽可能利用勘查铀矿的工程，如其规模较大和经济价值较高，需另行布设工程时，其勘探类型和工程间距应参照该矿种勘查规范的有关规定确定。

对能够综合利用的伴生有用组分（参见附录 C），要详细查明其种类、含量、赋存状态、分布、富集规律及与铀矿的依存关系，研究综合回收的途径，并按勘探时系统采集的组合样分析结果分别估算各自的矿产资源 / 储量。

## 5 铀矿勘查控制程度

### 5.1 勘查类型划分

#### 5.1.1 勘查类型划分依据

确定勘探类型的主要依据是矿体规模（用主矿体的长度和宽度表示）、矿体厚度稳定程度（用厚度变化系数表示）、形态复杂程度、构造复杂程度（对含矿岩系和矿体的破坏程度）以及主要有用组分分布均匀程度（用矿化均匀程度和品位变化系数表达）等地质因素来确定（参见附录 D、E）。若其他地质因素也有重大影响时，亦应考虑。

### 5.1.2 勘查类型

5.1.2.1 简单型（I 类型）：主矿体规模大，形态简单，产状稳定，矿体连续，厚度变化小，矿化均匀，构造简单，对矿体影响很小。

5.1.2.2 中等型（II 类型）：主矿体规模中等，形态较简单，产状较稳定，局部有变化，主矿体基本连续，矿化较均匀，矿体有错动，但错距小。

5.1.2.3 复杂型（III 类型）：矿体规模小，形态复杂，产状变化较大，矿化不均匀，矿体连续性差或被构造破坏严重。

## 5.2 勘查工程间距的确定

### 5.2.1 确定工程间距的依据

确定工程间距的主要依据是勘查类型。详查阶段，系统工程一般以矿体长（宽）度的  $1/2 \sim 1/4$  为基本间距，使之能基本确定矿体的连续性；勘探阶段的加密工程应足以确定矿体的连续性。

### 5.2.2 确定工程间距的方法

对于大型矿床（见附录 B），应进行不同勘查手段的工程验证，或进行不同工程间距对比，以确定最佳工程间距；对于中、小型矿床（见附录 B），有类比条件的，运用传统的类比法确定最佳工程间距；对于勘查工程较多的矿床，可运用地质统计学中区域化变量的特征或其他方法确定最佳工程间距。

根据我国铀矿地质勘查的实践经验，勘查工程间距可参考附录 F。

## 5.3 工程布置、施工原则和控制程度

### 5.3.1 工程布置原则

应根据矿体地质特征、地形地貌、施工条件和矿山建设的需要，参考同类型矿床的勘查经验，安全、经济、合理地单独或配合选用各种勘查工程。一般情况下，地表应以槽探、井探、浅钻工程为主，深部应以岩心钻探为主。当地形有利或矿体形态复杂、钻探难以控制、需要验证或需要采集选矿大样时，也可动用坑探工程。形态极复杂的矿体也可以坑探为主。坑探以沿脉配合穿脉进行。坑探工程布设时应充分考虑能为矿山生产所利用。

### 5.3.2 施工原则

应按照由已知到未知、由浅入深、由稀到密的原则进行。勘查工程应尽可能布置在勘探线上，勘探线尽可能垂直于矿体走向或主要控矿构造线方向。主要矿化部位应布设主干工程或主干剖面，它们和基准孔、参数孔应优先施工。

### 5.3.3 控制程度

预查阶段对发现的矿体或异常矿化区，可用少量槽探、浅井工程，极少量钻探工程验证。普查阶段除大致查明矿体地质特征外，地表应有系统工程控制，深部用有限的取样工程控制。详查阶段应基本控制矿体的分布范围。矿体出露地表的边界及延伸应有系统工程控制。勘探阶段对主要矿体应在详查控制的基础上进一步加密控制并加以圈定。对底板起伏较大的矿体、破碎矿体及影响开采的构造、岩脉、岩溶等应控制其产状和规模。对与主矿体或主要矿体能同时开采的周围小矿体应适当加密控制。对适宜地下开采的矿床，要注重控制主要矿体的两端、上下的界线和延伸情况。对适宜露天开采的矿床要注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界。

各勘查阶段钻探工程的控制深度应根据矿床地质特征和当时开采技术经济条件而确定。

## 5.4 勘查手段的选择和应用

勘查手段的选择应以经济、有效、快捷、准确获取各类资料为原则，尽可能应用先进的方法和技术。

## **6 铀矿勘查工作及质量要求**

### **6.1 测绘工作**

6.1.1 测绘工作应满足地质勘查的需要，根据测区的面积、测图比例尺、矿区发展前景，因地制宜地制定经济合理的技术方案。

6.1.2 平面控制网的布设应遵循从整体到局部、分级布网的原则。可采用全球定位系统（GPS）测量、三角测量、边角组合测量和导线测量方法。高程基本控制应为三、四等水准，四等光距测距高程导线。应与测区范围相适应，满足加密需要，并与国家水准点联测。当测区较小且发展前景不大而又距国家水准点较远时，可不联测，采用近似高程的独立高程系。

6.1.3 地形图测绘应合理综合取舍，清晰易读，内容齐全。地物、地貌表示和符号运用准确，并着重显示与地质勘查及规划设计有关的地物、地貌特征。布设图根点，应兼顾到工程测量的使用。

6.1.4 地质勘查工程应根据矿区已有基本控制点和图根点进行布设和实测，其平面和高程系统应保持一致。在尚未建立控制网的矿区，则应测设勘探基线作为布设和测定工作的依据。当控制网建立后，应进行联测和改算。

6.1.5 测量图件应尽可能采用数字化成图，其成果成图须进行三级检查、二级验收。

6.1.6 测绘工作执行 ZBD10001——1989《地质矿产勘查测量规范》。

### **6.2 地质填图**

地质填图应以地质观察为基础，其标准和质量按相应比例尺的地质填图规范执行。比例尺的选择应以矿床的自身特点（如地质构造和矿体规模、形态的复杂程度）为依据，并能满足找矿、探矿和采矿的需要。等于或大于 1：2 000 地质填图的地质观察点应用仪器法展绘到图上。对于薄矿体（层）、标志层及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。

### **6.3 水文地质、工程地质、环境地质**

矿床水文地质、工程地质的勘查工作技术要求及其质量标准按 EJ / T 299《铀矿床水文地质勘探规范》执行，环境地质调查工作标准和质量要求按 GB / T12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。辐射环境的调查技术要求、评价因素、评价标准（含环境标准、放射性废物管理标准）应符合 EJ / T 977《铀矿地质辐射环境影响评价要求》的要求。水文地质样品及工程地质的岩、矿石物理力学参数样品的测试都应满足有关规定、规范的要求，以保证工作成果的可靠性。

### **6.4 物探、化探**

#### **6.4.1 地面物探、化探工作**

6.4.1.1 地面放射性物探、化探工作。放射性物探详测应布设测网，测线应垂直于探测对象走向，基线平行于探测对象走向。基线两端应设半永久性标志。当测线长超过 500 m 时，采用双基线控制，并作 100 % 检查，长度允许误差为  $\pm 1\%$ ，方位允许误差为  $\pm 0.5^\circ$ 。测线和测点做 10% 检查，长度允许误差为  $\pm 5\%$ ，线距允许误差为  $\pm 20\%$ 。伽马总量测量、伽马能谱测量、氡及其子体测量要求分别按 EJ / T 831《地面伽马总量测量规范》、EJ / T363《地面伽马能谱测量规范》、EJ / T 605《氡及其子体测量规范》执行。

6.4.1.2 地面非放射性物探测量的工作质量标准和技术要求按有关规范、规程执行。

#### **6.4.2 探矿工程的物探工作**

##### **6.4.2.1 伽马编录**

应根据不同的矿化类型、不同的矿化规模和矿化均匀程度确定测量方法和测量网度，力求客观反映地质矿化特征。对异常及矿化段应及时进行检查，如面积相对误差超过  $\pm 20\%$  应重新编录。技术要求和质量标准按 EJ / T 865《铀矿探矿工程地质物探原始编录规范》执行。

#### 6.4.2.2 伽马取样

探矿工程中的伽马取样应根据伽马编录成果并对取样段完成壁面平整、清除矿渣和氦子体后进行。伽马取样分为伽马总量取样法、伽马能谱取样法和贝它伽马取样法，分别适用于单铀镭矿、铀钍混合矿和铀钍平衡严重偏铀的矿段。取样前必须准确确定仪器换算系数，初步掌握矿区铀镭平衡状况，以选择适当的取样方法和测量点距。热液矿床点距一般为 10 cm~20 cm，富矿段或矿化不均匀段应加密至 5 cm。并做累计长度不小于 20 cm 的刻槽取样对比检查，且两者线储量对比相对误差不超过±10%。

#### 6.4.2.3 伽马测井

钍钍比值小于 0.1 的铀矿床和铀钍具有显著相关的（信度 0.05）的铀钍混合矿床可采用伽马总量测井；一般铀钍混合矿床应采用伽马能谱测井。伽马测井技术和质量要求按 EJ / T 611 《γ 测井规范》执行。

#### 6.4.2.4 综合测井

钻孔工程中除进行伽马测井和孔斜测量外，应根据地质任务需要选取井径测量、井温测井、视电阻率测井、自然电位测井，伽马—伽马测井等综合测井方法。

### 6.4.3 物探参、系数

#### 6.4.3.1 岩石、矿石质量密度和湿度

按不同岩石类别、矿石类型和品级均匀布点，用伽马法测定时中型以上矿床不少于 20 组，小型矿床不少于10 组，重复检查工作量不少于 20%。还应在测点附近用石蜡法或矿柱法做对比验证，对比样数，石蜡法不少于 20 块，矿柱法不少于 3 个。对比验证的绝对值误差不得大于  $0.1\text{t} / \text{m}^3$ 。在测量质量密度的同时，应进行湿度的测量，当岩矿石平均湿度超过 5 %时，应对矿石的质量密度和铀品位进行修正。质量密度和湿度测量的质量标准和技术要求按EJ / T 1031 《放射性矿石密度测量规程》执行。

#### 6.4.3.2 铀镭平衡系数

应按矿体所处的地球化学环境，分氧化带、混合带、原生带，按铀含量品级，分不同岩性，沿矿床的走向和倾向均匀选取样品。当矿床铀镭平衡系数的变化系数小于 20%、矿床平均平衡系数值为 0.9~1.1 时，伽马测井和伽马取样结果无需修正。测量的质量标准和技术要求按 EJ / T 1094 《铀镭平衡系数测量规程》执行。

#### 6.4.3.3 射气系数

天然状态下铀矿石的射气系数采用平板（面）法或炮眼法测量，测点应布置在不同含矿岩性、铀矿化均匀和无积水地段。矿床平均射气系数值小于 10%时，伽马测井和伽马取样结果无需修正。测量的质量标准和技术要求按 EJ / T 1030 《铀矿射气系数测量规程》执行。

#### 6.4.3.4 钍、钾含量

在不同矿石类型中分品级和含矿岩（层）系有代表性地取样分析钍、钾元素含量。样品数量：中型以上矿床不少于 100 个，小型矿床不少于 50 个。当钍、铀平均含量比值小于 0.1、钾元素含量平均值小于 10%时，伽马测井和辐射取样结果无需修正。

#### 6.4.3.5 矿石有效原子序数

按矿石类型进行有代表性的取样，数量不少于 10 个。当矿石有效原子序数平均值在 9~21 时，采用 EJ / T 611 《γ 测井规范》中规定的换算系数值。

### 6.4.4 铀水化学找矿

各勘查阶段铀水化学找矿比例尺一般为：普查阶段（1：25 000）~（1：10 000）；详查阶段 1：5 000；勘探阶段根据需要而定。野外采样应以地下水或人工露头（如泉、民井、钻孔等）为主，辅以少量地表水。其质量要求应符合 EJ / T 276 《铀矿水化学找矿规范》。应充分利用探矿工程开展钻孔中抽水找矿。采集水样的同时，必须做地质、水文地质观测和描述，其观测与描述内容应符合 EJ / T 299—1998 《铀矿床水文地质勘探规范》的要求。

## 6.5 矿探工程

6.5.1 槽、井、硐探工程都应按设计施工，不能任意改变设计，工程质量标准和要求按 EJ / T 995《放射性矿产资源坑探规程》执行。

6.5.2 钻探工程的质量标准和要求按 EJ / T 1052《放射性矿产资源钻探规程》标准执行。矿层及其顶、底板上下 5 m 范围内的围岩及标志层等的采取率不得低于规程规定的矿心采取率的要求或勘查设计的要求，厚大矿体连续 5 m 低于要求时，应立即采取补救措施，否则工程报废。钻孔揭穿矿体应测顶角、方位、丈量孔深。实际揭穿点偏离设计勘探线的垂直距离，应控制在勘探线间距的 1 / 5 以内。

钻探岩、矿心应妥善保管和处理，其技术要求和处理程序应符合 EJ / T 1070《铀矿岩矿心管理规定》中的规定。

## 6.6 采样及测试

6.6.1 采样工作必须随工作进展及时进行，各类样品的采集要有明确的目的和足够的代表性，其各自的采集和制作方法应符合 EJ / T 983《铀矿取样规程》和 EJ / T 1121《铀矿样品加工管理技术规程》的要求。

6.6.2 样品分析、测试应由技术监督部门认证的有资质的实验单位承担，并按 DZ 0130.3《地质矿产实验室测试质量管理规范》、EJ / T 751《放射性矿产地质分析实验室质量保证规范》执行。

6.6.3 内检样品必须由送样单位在分析正样中按规定抽取并编写密码，送原分析单位进行验证，不得用分析单位平行分析的自检样代替。外检样由原分析（送样）单位重新编号，并附原分析方法的说明，送指定实验室进行外检。

6.6.4 岩矿鉴定样、分析样、同位素地质样的采集要求和质量标准按 EJ / T 983《铀矿取样规程》执行。各种铀矿石的组分分析方法或放射性元素的测定方法的选用和质量标准按 EJ / T 751《放射性矿产地质分析实验室质量保证规范》及 EJ / T 1121《铀矿样品加工管理技术规程》执行。

6.6.5 在详查和勘探阶段应测定岩石和矿石的孔隙度、松散系数、块度及矿体顶、底板岩石和矿石的极限抗压、抗张、抗剪强度，及硬度、爆破率和安息角等。采样和测试工作应按 EJ / T 983《铀矿取样规程》边整边改的要求执行。

6.6.6 加上选冶试验样的采取，要考虑矿石类型、特征及代表性，能分采的应按类型分采，无法分采时可采混合样。进行实验室流程试验、扩大连续试验的样品，在采集前应 与试验单位共同编写采样设计，采集时应考虑到开采时矿石的贫化。当矿石中含共、伴生有用组分时，采样时应一并考虑其代表性，试验时了解其赋存状态及综合回收的工艺流程。

## 6.7 地质编录、综合整理和报告编写

### 6.7.1 地质编录

地质编录所有数据、素描、文字、符号等都要求用铅笔标记，并随工程或工作进展在现场及时进行，离开现场后不得涂抹改动。编录的各项内容应以有关规范、规程为依据，但都应重点突出；图式、图例要标准化、规范化，其标准和质量要求 EJ / T 865—1994《铀矿探矿工程地质物探原始编录规范》执行。

### 6.7.2 资料综合整理

6.7.2.1 日常性资料整理是对各专业野外所获取的第一性资料（如原始记录、编录、样品鉴定分析结果、物探、化探、水文地质、工程地质、环境地质等工作得到的信息、资料）分门别类进行日常的整理。分别编制出各种图表、曲线和文字说明。发现资料残缺或有误时必须及时增补、修正。

6.7.2.2 阶段性资料综合整理是野外工作进行到一个阶段后的有目的的整理。主要是对各种资料、图表进行核对、检查，并按规定汇集成册，对各种草图、实际材料图进行圈连和清绘；运用新理论、新方法对岩体、地层、构造进行初步分类和分析研究，对各类地质、物探、化探、水文地质、工程地质、水文地球化学等信息、异常进行分析解译，初步总结矿化特征和成矿规律，提出找矿标志，编制各类阶段性图件。

### 6.7.3 报告编写

每一个勘查阶段工作结束，都应编写相应阶段的勘查地质报告。投资人或上级主管部门确定各阶段连续工作不编写中间报告的，在该项目结束时以全部勘查资料编写报告。对这期间放弃勘查的区块，应以其范围内的资料为基础编写报告。如项目中途被撤销而停止勘查，应以已取得资料为基础编写报告。报告编写的具体要求和报告编写提纲参照 DZ / T 0033—2002《固体矿产勘查—矿山闭坑地质报告编写规范》执行。

## **6.8 计算机及其他新技术、新方法应用**

积极引进和应用综合测井、井内成像技术，完善和推广应用计算机数据采集、解译、制图、资源 / 储量估算和其他新技术。

# **7 可行性评价工作**

## **7.1 概略研究**

是对铀矿床开发经济意义的概略评价，所估算的资源量只具内蕴经济意义。是在收集分析国内外铀矿资源市场供求趋势和状况的基础上，研究已取得的普查或详查、勘探地质资料，类比同类型矿床，推测矿床开采或建设规模和开采利用的技术条件，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似铀矿山企业的技术经济指标或扩大指标为指南，所采用的矿石品位、矿体厚度、埋藏深度和生产成本等参数指标可用矿山的经验或计算数据，并采用总利润、投资利润率、投资收益率、投资回收期等指标，进行静态的技术经济评价。为矿床开发投资机会、是否进行详查、制定长远规划等提供依据。

## **7.2 预可行性研究**

是指对矿床开发经济意义的初步评价，研究应满足从宏观上对项目进行鉴别的要求。研究应以详查或勘探报告为依据，并有相应类型的资源 / 储量数据和矿石加工选冶、开采技术条件及矿区交通运输、供电、供水等资料，还应研究国内外铀矿资源供求、价格的现状和趋势，并做出初步预测；根据矿床地质特征、规模和矿区地形地貌，借鉴类似矿山的实践经验，初步提出矿山建设规模、服务年限（参见附录 H）、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似矿山，选择适合当时市场价格的技术经济指标，提出主要设备品种、型号和数量，初步估算出建设总投资、主要工程量和生产成本。通过初步经济分析，圈定并估算不同类型的资源 / 储量。综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护及项目建设经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性和经济效益的合理性做出适当的评价。预可行性研究的内容与可行性研究相同，只是详细程度次之。投资计算的误差应在 $\pm 25\%$ 。一般采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态经济分析，为是否进行勘探以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

## **7.3 可行性研究**

是指对矿床开发经济意义的详细评价。可行性研究的依据是经勘探后的成果。应提供的资料包括：矿床地质特征概述、矿区开采技术条件、相应的加工选冶试验报告、勘探工程及取样工作质量评述、圈定估算的各种类型铀矿资源 / 储量以及地质勘探工作的综合评价、存在问题和建议等。进行成本投资估算所需确定的参数，如原材料、动力、燃料、辅料的价格及其他经济参数都应是当时的市场价格。在研究过程中，应认真详细地对国内、外铀矿资源 / 储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内、外市场的需求趋势、产品的品种、质量要求、价格、竞争能力进行研究和预测。还要充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策、法规等多种因素的影响。在进行经济分析时，要根据矿山建设方案（采矿、选矿和其他）认真地确定评价参数，并进行动态的企业经济评价，其经济评价指标为内部收益率、净现值、动态的投资回收期等，对大型规模的矿区还应做国民经济评价。要求投资计算和初步设计概算的误差一般在 $\pm 10\%$ 。可行性评价的内容必须满足附录 G 的要求。其成果可为主管部门及其他投资主体的投资决策、编制和下达设计任务书、确定矿山建设计划等提供依据。

# **8 铀矿资源 / 储量分类依据及类型条件**

## **8.1 铀矿资源 / 储量分类依据**

### **8.1.1 经济意义**

#### **8.1.1.1 经济的**

其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标估算的。在预可行性研究或可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采的矿产品的平均价值能满足投资回报的要求，或在政府补贴或其他扶持条件下，开发是可能的。通常把矿山企业的年平均内部收益率高于核工业基准收益率 5%、净现值大于零的铀资源划为经济的。

#### **8.1.1.2 边际经济的**

在预可行性研究或可行性研究当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有在将来技术、经济、环境等条件改善或政府给予其他扶持的条件下才可能变成经济的。通常把矿山企业的年均内部收益率大于零而低于核工业行业基准内部收益率 5%、净现值等于或接近于零的铀资源划为边际经济

#### **8.1.1.3 次边际经济的**

在预可行性研究或可行性研究当时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高铀产品价格或技术进步方能变成经济上合理、技术上可行的。通常把矿山企业的年均内部收益率和净现值小于零的铀资源划为次边际经济的。

#### **8.1.1.4 内蕴经济的**

仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其经济意义。

### **8.1.2 地质可靠程度**

#### **8.1.2.1 预测的**

是指对矿化潜力较大的地区经过预查得出的结果。在有足够依据并能与地质特征相似矿床类比时，才能估算预测的资源量。

#### **8.1.2.2 推断的**

是指在普查区内达到普查精度、大致查明了矿床地质特征和矿体的展布、产状、品位、质量等特征以及在地质可靠程度较高的资源 / 储量外围达到上述同等勘查精度和查明程度的资源。矿体的连续性是推断的。该资源量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

#### **8.1.2.3 控制的**

是指在详查区内达到详查精度、基本查明了矿床主要地质特征和矿体的形态、产状、规模、展布、矿石质量、品位、开采技术条件以及在勘探探明的资源 / 储量外围达到上述勘查精度和查明程度的资源。矿体的连续性基本确定。该资源量的估算所依据的数据较多，可信度较高。

#### **8.1.2.4 探明的**

是指在勘探范围内达到勘探精度、详细查明了矿床和矿体的主要特征及开采技术条件。矿体的连续性已经确定。该资源量的估算所依据的数据详尽，可信度高。

## **8.2 铀矿资源 / 储量类型条件**

### **8.2.1 探明的铀矿资源**

#### **8.2.1.1 可采储量 (111)**

探明的经济基础储量的可采部分，是扣除了设计和采矿损失后可实际开采的数量。它是在已按勘探阶段要求加密了工程的地段进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等因素的研究及相应的修正，证实其在估算当时开采是经济的。估算的储量和可行性评价结果的可信度高。

#### 8.2.1.2 探明的（可研）经济基础储量（111b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性研究及经济意义的分类同（111）所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

#### 8.2.1.3 预可采储量（121）

探明的经济基础储量的可采部分，扣除了设计和采矿损失。在勘探阶段加密了工程的地段只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

#### 8.2.1.4 探明的（预可研）经济基础储量（121b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性研究阶段及经济意义分类同（121）所述，惟一差别在于是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

#### 8.2.1.5 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，可行性研究结果表明，在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界。只有当经济、技术等条件改善后才可变为经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘查区，也可以分布在勘查区可采储量周围或其间。估算的基础储量和可行性研究结果的可信度高。

#### 8.2.1.6 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，预可行性研究结果表明，在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界。只有将来技术、经济等条件改善后才可变为经济的。其分布特征同（2M11）。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

#### 8.2.1.7 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，得出可行性研究结果当时，开采是不经济的，只有大幅度提高矿产品的价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

#### 8.2.1.8 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，得出预可行性研究结果当时，开采是不经济的，只有大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

#### 8.2.1.9 探明的内蕴经济资源量（331）

是指在达到了勘探阶段工作程度的地段，仅做了概略研究，经济意义无法确定。估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度低。

### 8.2.2 控制的铀矿资源

#### 8.2.2.1 预可采储量（122）

控制的经济基础储量的可采部分。是指在达到详查阶段工作程度的地段，预可行性研究结果表明开采是经济的，估算的可采储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

#### 8.2.2.2 控制的经济基础储量（122b）

所达到的勘查程度、可行性评价阶段及经济意义分类同（122）所述，差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

#### 8.2.2.3 控制的边际经济基础储量（2M22）

是指在达到了详查阶段工作程度的地段，得出预可行性研究结果当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术、经济条件改善后才能变为经济的。其分布特征类似（2M11）。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

#### 8.2.2.4 控制的次边际经济资源量（2S22）

是指在达到了详查阶段工作程度的地段，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，只有大幅度提高该产品价格或大幅度降低成本才可变为经济的。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度低。

#### 8.2.2.5 控制的内蕴经济资源量（332）

是指在达到了详查阶段工作程度的地段，可行性评价仅做了概略研究，经济意义无法确定。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度低。

#### 8.2.3 推断的铀矿资源

推断的铀矿资源按其可行性研究程度和经济意义只划分为一个类型，即推断的内蕴经济资源量（333）。该资源量是指在达到了普查阶段工作程度的地段，资源量是根据有限的数  
据估算的，其可信度低。可行性评价仅做厂概略研究，经济意义无法确定。可行性评价结果可信度低。

#### 8.2.4 预测的资源量（334）？

依据预查成果，与地质特征相似的已知矿床类比而估算的资源量，属潜在的资源，有无经济意义尚不确定。可作为远景宏观决策的依据。

### 9 铀矿资源 / 储量估算

#### 9.1 工业指标

##### 9.1.1 工业指标是评价矿床的工业价值、固定矿体、估算资源 / 储量的标准和依据

铀矿预查、普查阶段应用我国同类型矿床类比的工业指标或一般工业指标（见附录 B）圈算资源 / 储量。矿床详查、勘探阶段应结合预可行性研究或可行性研究，通过对矿体进行多方案反复试圈、比较后确定工业指标，圈连矿体，估算资源 / 储量。

##### 9.1.2 工业指标的主要内容

###### 9.1.2.1 边界品位

是圈定矿体时区分矿石与废石的分界品位，为单个样品中  
有用组分含量的最低标准。

###### 9.1.2.2 最低工业品位

是圈定矿体时单工程或取样线应达到的最低平均品位。

###### 9.1.2.3 最小可采厚度

由开采的方式、方法来确定的矿体（层）应达到的最小厚度，一般以真厚度来衡量，矿体倾角等于或大于 60° 时，可用水平厚度来衡量。

###### 9.1.2.4 夹石剔除厚度

允许作为矿石圈入矿体的夹石的最大厚度，厚度的衡量标准同上。大于该厚度的无矿段应作夹石剔除。

###### 9.1.2.5 米百分值

边界品位和最小可采厚度的乘积称边界米百分值，最低工业品位和最小可采厚度的乘积称最低工业米百分值。当矿体厚度小于最小可采厚度，但品位较高时，可用米百分值衡量是否应当被圈为矿体。

##### 9.1.3 共生矿产与伴生组分

在估算铀矿资源 / 储量的同时，对矿床中具有工业利用价值的共生矿产，应同时制订工业指标；对达到附录 C 所列元素品位的可综合利用伴生组分，可和铀一起制订综合工业指标。

#### 9.2 铀矿资源 / 储量估算的一般原则和方法

9.2.1 应在充分综合研究矿床的地质特征、控矿因素的基础上，按相应勘查阶段所要求的工业指标估算铀矿资源 / 储量。

9.2.2 应按矿体（块段）、资源 / 储量类别、品级、矿石类型（当矿石选冶性能差异大、有可能分采时，应考虑分矿石类型估算）分别估算各矿体（块段）及全矿床（或中段、采区）的矿石量、平均品位和金属量。

9.2.3 参与资源 / 储量估算的工程质量、数量和参数、系数应符合相关规范、规程和规定的要求。

9.2.4 具工业利用价值的共生矿产，一般分别圈定、估算矿体资源 / 储量。伴生矿产一般无需单独圈定矿体，而采用矿体（块段）的矿石量和在此矿石量范围内计算出的平均品位，估算矿体和矿床中伴生矿产的金属量。

9.2.5 矿产资源 / 储量估算的单位：铀及其（伴）生有色金属、稀贵金属的矿石量为千吨、金属量为吨（铀金属量保留小数点后一位），品位均以 $10^{-6}$ 计。

9.2.6 应根据矿体地质特征、矿体形态、赋存状态和勘查工程分布情况等合理选择估算方法，提倡采用成熟的并经审定的新估算方法和计算机技术。对估算方法及其结果的正确性应进行检验。可选择部分有代表性的矿体或块段，采用其他方法验算，其相对误差如超过 $\pm 10\%$ ，应研究原因，或重新划分矿体、块段，或选用别的估算方法。

9.2.7 所有用于资源 / 储量估算的计算机软件应经有关主管部门审查认定。

9.2.8 在单工程（探槽、探井、穿脉、钻孔等）中和在取样线（沿脉）上用一般工业指标圈定矿体时，矿体边缘样品的品位应达到边界品位；当边缘有几个连续达到边界品位的样品时，则只能圈入一个边界品位的样品（样品长度不超过 1 m）。

9.2.9 圈定工业矿体（块段）时，在矿体两端只允许各圈入一个达到边界品位和边界米百分值的边缘工程或边缘取样线，圈入后矿体（块段）的平均品位和米百分值应达到最低工业品位和最低工业米百分值标准。在矿体内部，出现低于边界品位和边界米百分值的工程或取样线时应单独圈出。

9.2.10 估算铀矿资源 / 储量时，应扣除截至野外施工结束时采空区的资源 / 储量。

### 9.3 确定资源 / 储量估算参数的要求

#### 9.3.1 物探参、系数

见本标准 6.4.3 条。

#### 9.3.2 平均品位计算

9.3.2.1 单工程（取样线）和矿体（块段）平均品位均用厚度加权法计算。

9.3.2.2 特高品位的确定和处理：

a) 根据矿床品位变化系数确定特高品位下限值（参见附录 I），品位变化系数大时取上限值，品位变化系数小时取下限值；

b) 特高品位处理时，一般用特高样品参与其所影响的单工程（取样线）或矿体（块段）的平均品位计算，再用该平均品位取代特高样品后，进行该单工程（取样线）或矿体（块段）平均品位的计算；

c) 如特高品位样品反映地质富集条件，呈有规律分布，应圈出富矿体或富矿带。

9.3.2.3 矿床平均品位：由矿床金属总量除以矿床矿石总量求得。

#### 9.3.3 平均厚度计算

一般用算术平均法求得，只有当矿体厚度变化很大且工程分布不均匀时，才用单工程中矿体的厚度与该工程走向或倾向影响的 K 度加权平均求得。

#### 9.3.4 面积测定

可用计算机测算，也可用求积仪或几何图形法测定，每种方法至少应测定两次，其相对误差不超过 $\pm 2\%$ ，在误差范围内，取其平均值。

附 录 A  
(规范性附录)  
固体矿产资源 / 储量分类  
表 A. 1 固体矿产资源 / 储量分类表

经济意义	地质可靠程度			
	查明矿产资源			潜在矿产资源
	探明的	控制的	推断的	预测的
经济的	可采储量（111）			
	基础储量（111b）			
	预可采储量（121）	预可采储量（122）		
	基础储量（121b）	基础储量（122b）		
边际经济的	基础储量（2M11）			
	基础储量（2M21）			
次边际经济的	资源量（2S11）			
	资源量（2S21）			
内蕴经济的	资源量（331）	资源量（332）	资源量（333）	资源量（334）？
注：表中所用编码（111—334），第1位数表示经济意义，即1=经济的，2M=边际经济的，2S=次边际经济的，3=内蕴经济的，?=经济意义未定的；第2位数表示可行性评价阶段，即1=可行性研究，2=预可行性研究，3=概略研究；第3位数表示地质可靠程度，即1=探明的，2=控制的，3=推断的，4=预测的。b=未扣除设计、采矿损失的可采储量。				

附 录 B  
(规范性附录)  
铀矿一般工业要求

**B.1 铀矿一般工业要求**

边界品位( $\omega_B$ , 下同)	$300 \times 10^{-6}$
最低工业品位	$500 \times 10^{-6}$
最小可采厚度	0.7 m
夹石剔除厚度	0.7 m

**B.2 矿床规模**

按铀矿查明的资源 / 储量 (金属量) 分为以下三类:

大型矿床	$\geq 3\,000\text{ t}$
中型矿床	$1\,000\text{ t} \sim 3\,000\text{ t}$
小型矿床	$100\text{ t} \sim 1\,000\text{ t}$

**B.3 矿石品级**

按矿石铀品位高低分为三级:

高品位 (富) 矿石	$\geq 3\,000 \times 10^{-6}$
中品位 (普通) 矿石	$1\,000 \times 10^{-6} \sim 3\,000 \times 10^{-6}$
低品位 (贫) 矿石	$< 1\,000 \times 10^{-6}$

**B.4 矿石工业类型**

根据矿石的物质组成 (尤其是所含特征性矿物<sup>1)</sup> 的种类、含量以及铀矿物与共生矿物的关系)、化学成分、含矿围岩, 并结合采、选冶工艺特征等, 可将铀矿石分为以下十种矿石工业类型:

- a) 特征性矿物含量低的含铀碎屑岩和高硅酸盐铀矿石;
- b) 富含萤石的高硅酸盐铀矿石;
- c) 富含粘土矿物的铀矿石;
- d) 富含碳酸盐、硫化物的低硅酸盐铀矿石;
- e) 富含有机质、粘土矿物的铀矿石或富磷粘土的铀矿石;
- f) 富含碳酸盐的含铀碎屑岩或低硅酸盐铀矿石;
- g) 富含碳酸盐、萤石、磷灰石的铀矿石;
- h) 硅化煌斑岩、辉绿岩铀矿石;
- i) 含多种金属硫化物和多种特征性矿物的复合铀矿石;
- j) 含铀煤和含铀炭质页岩的铀矿石。

---

1) 特征性矿物是指对矿石中铀的浸出工艺流程和技术条件有重要影响的矿物, 主要是碳酸盐矿物、粘土矿物、硫化物、有机质、磷灰石、萤石, 绿泥石等。

附 录 C  
(资料性附录)  
铀矿床伴生组分综合利用

表 C.1 铀矿床伴生组分综合利用表

伴生元素	品位(ωB) 10 <sup>-6</sup>	伴生元素	品位(ωB) 10 <sup>-6</sup>
金	1	钼	100
银	10	钒(V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	800
钴	100	磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	80 000
镍	200	钽(Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	100
铋	100	铌(Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	100
铁	150 000~200 000	锆、硒、碲	10
铜	1 000	铟	2
铅	3 000	镓	10
锌	10 000	铈	0.2~10
汞	300	铊	30
钨	800~1 000	镉	20

附 录 D  
(资料性附录)  
确定勘查类型的主要地质因素

**D.1 主矿规模 (见表 D.1)**

表 D.1 铀矿床主矿规模表

主矿体规模	长度 m	延深或宽度 m
大	>500	>250
中	200~500	100~250
小	>200	<100

**D.2 矿化分布均匀程度 (见表 D.2)**

表 D.2 铀矿床矿化分布均匀程度表

分布均匀程度	品位变化系数 %
均匀	<60
较均匀	60~120
不均匀	>120

**D.3 矿体厚度稳定程度 (见表 D.3)**

表 D.3 铀矿床厚度稳定程度表

厚度稳定程度	厚度变化系数 %
稳定	<50
较稳定	50~180
不稳定	>180

**D.4 矿体形态和被破坏程度表**

简单：层次、似层状、大脉状、矿体连续性, 基本无破坏.

中等：似层状、大脉状、大透镜状、筒状, 矿体基本连续, 主要矿体产状较稳定, 局部有变化, 矿体被断层或脉岩错动, 但错距不大。

复杂：矿体呈不规则脉状、网脉状、透镜状、柱状、筒状、囊状、, 矿体不连续、被错动较大。

附 录 E  
(资料性附录)  
铀矿床勘查类型确定实例

表 E.1 铀矿床勘查类型确定实例表

勘 查 类 型	矿床实例	确定勘查类型的主要地质因素									实勘 网度 m	勘查类 型 确定依 据
		主矿体规模			矿 体 形 态	品 位 变 化 系 数 %	厚 度 变 化 系 数 %	构 造 破 坏 程 度	矿 化 连 续 性	夹 石 情 况		
		长 m	深或 宽 m	厚度 m								
III	江西乐安相山矿田邹家山矿床北矿段（群脉型，无明显主矿体）	最大130，一般50~60	最深120，一般20~50	平均2.01	复杂	102	75	不大	差	多	基本 50×50 验证 50×25	矿体小，形 态 复 杂
III	湖南郴县金银寨矿床	60~70	50~60	2~14	复杂	120	变化大		差		钻探 50×50 水平坑道 20~40 间距穿脉验证	矿体小，形 态 复 杂

附 录 F  
(资料性附录)  
铀矿床勘查工程间距

表 F.1 铀矿床勘查工程间距表

勘查类型	勘查工程 种 类	地质可靠程度是控制的	
		走 向	倾 向
简单(Ⅰ)	钻 孔	100m~200m	100m~200m
	穿 脉		
	中 段		
中等(Ⅱ)	钻 孔	100m	100m
	穿 脉	25m~50m	
	中 段		50m~100m
复杂(Ⅲ)	钻 孔	50m~100m	50m~100m
	穿 脉	25m	
	中 段		25m

**附 录 G**  
**(资料性附录)**  
**可行性研究的主要内容**

工业项目的可行性研究，一般要求具备以下主要内容。

**G.1 总论**

- G.1.1 项目提出的背景（改扩建项目要说明企业现有概况），投资的必要性和经济意义。
- G.1.2 研究工作的依据和范围。

**G.2 需要预测和拟建规模**

- G.2.1 国内、外需求情况的预测。
- G.2.2 国内现有工厂生产能力的估计。
- G.2.3 销售预测、价格分析、产品竞争能力，进入国际市场的前景。
- G.2.4 拟建项目的规模、产品方案和发展方向的技术经济比较和分析。

**G.3 资源、原材料、燃料及公用设施情况**

- G.3.1 经过资源 / 储量主管部门正式批准的资源 / 储量、品位、成分以及开采、利用条件的评述。
- G.3.2 原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。
- G.3.3 所需公用设施的数量、供应方式和供应条件。

**G.4 建厂条件和厂址方案**

- G.4.1 建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。
- G.4.2 交通、运输及水、电、气的现状和发展趋势。
- G.4.3 厂址比较与选择意见。

**G.5 设计方案**

- G.5.1 项目的构成范围（指包括的主要单项工程）、技术来源和生产方法、主要技术工艺和设备选型方案的比较，引进技术、设备的来源、国别，设备的国内外差别或与外商合作制造的设想。
- G.5.2 全厂布置方案的初步选择和土建工程量的估算。
- G.5.3 公用辅助设施和厂内外交通运输方式的比较和初步选择。

**G.6 环境保护**

调查环境现状，预测项目对环境的影响，提出环境保护和三废治理的初步方案。

**G.7 企业组织、劳动定员和人员培训（估算数）**

**G.8 实施进度的建议**

**G.9 投资估算和资金筹措**

- G.9.1 主体工程和协作配套工程所需的投资。
- G.9.2 生产流动资金的估算。
- G.9.3 资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。

**G.10 社会及经济效果评价**

附 录 H  
(资料性附录)  
铀矿山首期建设设计还本付息年限和铀矿冶企业  
建设规模及服务年限

**H.1 铀矿山首期建设设计还本付息年限**

投资不超过 1 亿元的还本付息年限不得超过 7 年；  
投资超过 1 亿元的还本付息年限不得超过 10 年。  
这项指标受贷款银行的控制。

**H.2 铀矿冶企业建设规模及服务年限要求（见表 H.1）**

表 H.1 铀矿山规模及服务年限表

类 型	生产规模 （万吨）	最低服务年限 （年）
大型	>15	>15
中型	5~15	10~15
小型	<5	8~15

附 录 I  
(资料性附录)

铀矿床确定特高品位下限品位变化系数

表 I . 1 铀矿床确定特高品位下限品位变化系数

品位变化系数	特高品位下限为平均品位的倍数
<30	2~4
30~60	4~6
60~100	6~8
100~150	8~12
>150	12~15