

ICS 07.060

D10

备案号: XXXX

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

矿产资源潜力评价规范 (1:250 000) 第1部分: 总则

Specification of mineral resources potential evaluation (1:250 000)

Part 1: general principles

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

目次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
4.1 技术准则	2
4.2 目的任务	2
4.3 工作方法与内容	3
5 工作准备	3
5.1 资料准备	3
5.2 技术培训	5
6 预研究和设计编写	5
6.1 矿产预测类型划分及预测工作区范围确定	5
6.2 矿产预测方法类型确定	5
6.3 预测工作区区域成矿地质特征和研究内容确定	5
6.4 设计编写	5
7 成矿地质背景研究	5
7.1 沉积岩区成矿地质作用研究	5
7.2 火山岩区成矿地质作用研究	6
7.3 侵入岩区成矿地质作用研究	7
7.4 变质岩区成矿地质作用研究	8
7.5 大型变形构造研究	9
7.6 大地构造相研究	10
8 物化探、遥感及自然重砂资料应用	10
8.1 应用原则	10
8.2 应用范围	11
8.3 磁测资料应用	11
8.4 重力资料应用	11
8.5 化探资料应用	11
8.6 遥感资料应用	12
8.7 自然重砂资料应用	12
9 成矿规律研究	12

9.1	基本要求	12
9.2	典型矿床研究	13
9.3	矿种成矿规律研究	14
9.4	预测工作区成矿特征（规律）研究	15
9.5	区域成矿规律研究	16
10	矿产预测	18
10.1	工作任务	18
10.2	预测要素确定	18
10.3	编制工作区预测要素图	19
10.4	圈定预测区范围	19
10.5	预测区潜在矿产资源估算	19
10.6	预测区类别划分	20
10.7	矿产预测图编制	20
10.8	预测区汇总	20
11	矿产勘查工作部署建议	21
11.1	基本原则	21
11.2	工作内容	21
12	成果编制	21
12.1	报告编写	21
12.2	图件编制	21
12.3	数据库建设	22
附录 A	（规范性附录） 矿产资源潜力评价研究报告提纲	23
参考文献		25

前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为DZ/T ××××《矿产资源潜力评价规范（1：250 000）》的第1部分。DZ/T ××××已经发布了以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：成矿地质背景研究；
- 第3部分：成矿规律研究。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）归口。

本文件起草单位：中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质科学院矿产资源研究所、中国地质调查局发展研究中心、自然资源航空物探遥感中心等。

本文件主要起草人：郝国杰、叶天竺、王全明、张智勇、藺志永、王登红、肖克炎、张明华、范正国、向运川、于学政、李景朝、牛广华等。

引言

2006-2013年实施的全国矿产资源潜力评价专项是我国矿产资源领域的一项重要国情调查工作，项目科学地评估了铀、铁、铜、铝、铅、锌、锰、镍、钨、锡、钾、金、铬、钼、锑、稀土、银、硼、锂、磷、硫、萤石、菱铁矿、重晶石、煤炭等25个重要矿种的资源潜力，为科学部署矿产资源勘查提供了重要依据，形成了一系列潜力评价技术要求。

为进一步满足新形势下矿产资源潜力调查评价工作需要，实时动态掌握我国矿产资源潜力家底和变化情况，摸清国内资源供应能力和开发利用潜力，为矿产资源勘查战略部署提供更科学的依据，自然资源部中国地质调查局组织有关单位制定《矿产资源潜力评价规范（1：250 000）》，拟由五个部分组成。

- 第1部分：总则；
- 第2部分：成矿地质背景研究；
- 第3部分：成矿规律研究；
- 第4部分：物化探遥感及自然重砂资料应用分析；
- 第5部分：矿产资源定量预测。

矿产资源潜力评价规范（1：250 000）

第 1 部分：总则

1 范围

本文件规定了矿产资源潜力评价工作中的目的任务、预研究、成矿地质背景研究、成矿规律研究、物化探、遥感及自然重砂资料应用、矿产预测、勘查工作部署建议及成果编制的基本准则。

本文件适用于全国、省（市、区）及区域性矿产资源（不包括石油和天然气）潜力评价工作，其他相关的矿产资源潜力评价工作可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 958 区域地质图图例（1：50 000）

GB 9649 地质矿产术语分类代码

GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则

GB/T 17766 固体矿产资源/储量分类

DZ/T 0179-1997 地质图用色标准及用色原则（1：50000）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿产资源潜力评价 *potential assessment of mineral resources*

以区域地质构造、成矿理论为指导，以区调、物探、化探、遥感、自然重砂、矿产及其相关科研成果为基础，以省（市、区）及区域性的重要矿种为对象，通过成矿地质背景和区域成矿规律研究，建立综合地质矿产信息预测模型，采用类比预测方法，圈定矿产预测工作区，估算潜在矿产资源，提出勘查工作部署建议的综合评价研究工作。

3.2

大地构造相 *tectonic facies*

地壳块体经过离散、汇聚、碰撞、造山等地球动力学过程中形成的地质作用产物，包括地质建造、地质构造、构造环境和演化历史等方面。

3.3

建造 formation

地质发展历史的某一阶段，在特定的大地构造条件下形成的具有成因联系的一套岩石共生组合。

3.4

矿产预测类型 mineral resources prediction type

用于矿产预测的矿床分类。一般指在相同的地质构造环境下，由同一地质作用形成的成矿地质构造要素基本相同的矿床、矿点、矿化点类型为同一种矿产预测类型。

3.5

矿产预测方法类型 mineral resources prediction method type

根据成矿地质特征对不同矿产预测类型采用相应预测方法进行的分类，主要包括沉积岩型、火山岩型、侵入岩型、区域变质型、层控内生型、复合内生型等六种矿产预测方法类型。

3.6

预测工作区 mineral prediction work area

根据矿产预测类型和成矿地质作用类型，参照大地构造单元和成矿区带单元，具有某种矿产预测类型和预测要素分布，确定开展矿产预测评价的地区。属小尺度地区，一般应限定在IV级成矿单元内。

3.7

成矿远景区 metallogenic prospect area

在成矿地质背景研究、成矿规律研究和矿产预测的基础上，结合物探、化探、遥感及自然重砂资料分析结果圈定的，具有一定成矿条件、找矿潜力、进一步部署矿产勘查的地区。属中尺度地区，一般限定在V级成矿单元内。

4 总体要求

4.1 技术准则

4.1.1 矿产资源潜力评价应采用综合地质信息预测技术，以板块构造和成矿系列理论为指导，以物探、化探、遥感、自然重砂信息处理技术、计算机技术为支撑，在此基础上构建系统的理论方法体系，解决矿床类型划分、信息不对称、定量预测方法、基础地质和成矿规律研究等问题。

4.1.2 以大地构造相研究方法分析成矿地质背景，以建造构造分析方法研究成矿地质构造特征，以典型矿床研究建立预测模型，通过工作区成矿特征研究建立成矿要素。

4.1.3 建立以成矿建造、成矿构造、成矿特征、物探、化探、遥感和自然重砂等综合信息为主要内容的预测平台，在确定成矿要素基础上，构建预测要素，采用证据权等方法圈定最小预测工作区，采用成矿地质体参数法、磁异常拟合体积法、地球化学异常拟合三维定量估算法、数学地质等方法估算潜在矿产资源。

4.1.4 矿产资源潜力评价工作一般以省（市、区）、成矿区带（III级）为单元开展工作，定期进行全国汇总；潜在矿产资源估算按单矿种进行并汇总。

4.1.5 矿产预测工作区编图基本比例尺为1：250000，成矿地质背景研究编图基本比例尺为1：250000，省级、成矿区带（III级）编图比例尺为1：500000（或1：1000000），大区或II级成矿区带为1：1500000，全国编图比例尺为1：2500000（或1：5000000）。

4.1.6 矿产资源潜力评价应密切结合区域地质矿产调查，同时开展工作。

4.1.7 矿产资源潜力评价工作应在已有工作基础上开展，按年度不断更新成果，分阶段提交报告。

4.2 目的任务

4.2.1 充分利用现代矿产资源预测评价理论方法和 GIS 评价技术，动态开展矿产资源潜力预测评价（一般为 2000m 以浅），实时掌握我国矿产资源潜力家底及变化情况，全面摸清矿产资源潜力，满足矿产资源规划、保护、管理和合理利用的需要。

4.2.2 开展单矿种总量预测，编制单矿种预测图，进行单矿种潜在矿产资源估算，为制定国家矿产资源战略与国民经济中长期规划提供科学依据。

4.2.3 圈定成矿远景区，逐个评价成矿远景区资源潜力，并进行分类排序，为科学合理地规划和部署矿产勘查工作提供依据。

4.3 工作方法 with 内容

4.3.1 工作准备。收集区域地质、矿产地质、物探、化探、遥感和自然重砂等资料；明确技术思路，熟悉方法技术，确定研究内容，准备技术标准，掌握操作程序。

4.3.2 预研究和设计编写。针对工作区获得的新资料和新进展，划分矿产预测类型，确定预测工作区范围、矿产预测方法类型、预测工作区矿产预测底图类别和预测工作区成矿特征研究内容，选择重点研究的典型矿床。编制总体设计。

4.3.3 成矿地质背景研究。开展沉积作用、火山作用、侵入作用、变质作用、大型变形构造等成矿地质作用和大地构造相研究，分析大地构造环境与成矿作用关系；编制不同比例尺建造构造图、预测工作区预测底图和大地构造（相）图，为成矿规律研究和矿产预测提供基础地质资料。

4.3.4 成矿规律研究。根据矿产资源潜力评价需要，针对新预测工作区和新矿种类型，开展典型矿床研究，建立典型矿床成矿模式和预测模型；开展预测工作区成矿特征研究，构建模型区，建立工作区成矿模式；开展单矿种和区域成矿规律研究，确定成矿时代、成矿地质背景、区域成矿建造和构造；建立区域成矿模式，补充和完善成矿系列和成矿谱系。进行区域成矿规律总结。

4.3.5 物探、化探、遥感及自然重砂资料分析。主要利用新获得的资料，开展物探、化探、遥感和自然重砂资料应用研究，针对预测矿种进行综合分析。

4.3.6 矿产预测。定期对新预测工作区、新矿种及新类型开展矿产预测类型、矿产预测方法类型研究；提取与矿产预测相关的地质、矿产、物探、化探、遥感和自然重砂等信息，建立预测评价模型，对预测要素组合数值化，划分预测单元，优化预测变量；确定预测要素，划分预测要素类型和要素组合，圈定预测区范围，估算潜在矿产资源。在完成单矿种预测基础上，对预测区综合筛选、分类和排序，编制矿产预测图，汇总矿产预测成果图。

4.3.7 分阶段编制成果报告及相关成果图件，建立各专业数据库。

4.3.8 依据国家经济发展需求，兼顾技术经济可行性和环境影响，提出矿产勘查工作部署建议。

5 工作准备

5.1 资料准备

5.1.1 基础地质资料

应收集的基础地质资料包括：

- a) 1：250 000、1：200 000、1：50 000 区域地质报告、地质图说明书及原始资料；

- b) 1:50 000 矿产地质调查（矿产远景调查）报告、图件及相关资料；
- c) 1:250 000、1:200 000、1:50 000 地质图数据库；
- d) 区调报告以外的各种新数据；
- e) 区域地质志（新编）以及各类研究报告、专著、论文等。

5.1.2 矿产地质资料

应收集的矿产地质资料包括：

- a) 全部矿产地资料；
- b) 矿产地数据库；
- c) 工作程度数据库、各类成矿区划、潜力评价等矿产地质资料；
- d) 矿产勘查、开采地质资料。
- e) 矿产志（新编）以及各类研究报告、专著、论文等；

5.1.3 磁测资料

应收集的磁测资料包括：

- a) 1:1000 000、1:500 000、1:200 000、1:50 000 等不同比例尺的航磁资料；
- b) 1:50 000、1:25 000、1:10 000 等不同比例尺的地面磁测资料；
- c) 航磁数据库；
- d) 各类研究报告及专著。

5.1.4 重力及电法资料

应收集的重力及电法资料包括：

- a) 全部 1:1000 000、1:500 000、1:200 000、1:50 000 重力资料；
- b) 部分 1:25 000、1:10 000 重力资料；
- c) 电法、放射性资料；
- d) 重力数据库；
- e) 各类研究报告及专著。

5.1.5 区域化探资料

应收集的区域化探资料包括：

- a) 1:500 000、1:250 000、1:200 000、1:50 000 等不同比例尺的区域化探资料，包括分幅报告、采样点位图、小格子图；
- b) 化探数据库；
- c) 各类研究报告及专著。

5.1.6 遥感资料

应收集的遥感资料包括：

- a) 遥感 ETM1:250 000 标准图幅原始数据库；
- b) 不同比例尺的各类遥感数据；
- c) 遥感异常专项报告；
- d) 遥感综合编图资料；
- e) 各类研究报告及专著。

5.1.7 自然重砂资料

应收集的自然重砂资料包括：

- a) 全国自然重砂数据库；
- b) 1：200 000、1：50 000 区调报告重砂资料；
- c) 1：50 000 矿调的自然重砂成果。

5.1.8 更新各类基础数据库

应更新的各类基础数据包括：

- a) 工作程度数据库；
- b) 各类区域地质数据库；
- c) 补充区域地质图、矿产地、航磁、区域化探、区域重力、遥感、自然重砂、工作程度等数据；
- d) 改编用于本次预测工作的矿产地数据库，建立典型矿床数据库。

5.2 技术培训

对从事矿产资源潜力评价工作的人员应进行技术培训，明确技术思路，熟悉方法技术，确定研究内容，熟悉掌握技术标准，掌握操作程序，掌握各类软件及数据库建库要求。

6 预研究和设计编写

6.1 矿产预测类型划分及预测工作区范围确定

6.1.1 矿产预测类型划分。针对不同成矿地质背景及成矿地质特征，确定矿产（床）分类。一般按大地构造单元和区域成矿带，根据不同成矿地质要素确定。每一种预测类型要求预测要素基本一致。

6.1.2 预测类型分布区、预测工作区和地质构造底图编图范围确定。凡是可能形成某一类型矿产的成矿地质构造分布区范围为预测工作区范围，一般按大地构造单元结合区域成矿带确定范围。

6.1.3 矿产预测类型分布范围图编制。主要是依据新获得的资料，编制新的矿产预测类型分布图。

6.2 矿产预测方法类型确定

根据成矿地质特征划分矿产预测方法类型，主要包括沉积型、火山岩型（分陆相和海相）、侵入岩型、区域变质型、层控内生型、复合内生型等六类。在此基础上，确定预测工作区预测底图类别。

6.3 预测工作区区域成矿地质特征和研究内容确定

6.3.1 确定成矿地质特征研究内容及地质构造专题底图类型；

6.3.2 确定典型矿床（点）及研究内容；

6.3.3 确定成矿要素及预测要素研究内容。

6.4 设计书编写

6.4.1 明确目的任务、研究内容、工作部署和工作安排；

6.4.2 确定本地区新的预测矿种及矿产预测类型；

6.4.3 落实工作方法、编图种类和操作程序；

6.4.4 确定预测方法，划分空间数据和属性数据；

6.4.5 编制设计书。

7 成矿地质背景研究

7.1 沉积岩区成矿地质作用研究

7.1.1 研究内容

- 7.1.1.1 合理厘定工作区岩石地层单位，开展与成矿相关层位的岩石地层单位划分对比研究。
- 7.1.1.2 研究岩石地层单位的岩性、岩石组合、沉积构造和基本层序，合理划分沉积岩建造类型。收集预测工作区所有的已知矿（化）点、含矿层、蚀变层及标志层。
- 7.1.1.3 针对矿产预测类型，确定沉积岩区构造岩相古地理图、沉积建造构造图和地貌与第四纪地质图等编图的目的层位及其编图边界。
- 7.1.1.4 研究与沉积成矿或沉积层控成矿相关的沉积作用。
- 7.1.1.5 综合各种成因标志，进行预测工作区和目的层的沉积相划分。分析各类沉积相在空间上、时间上的叠置特征和演变规律，划分沉积体系域，建立沉积体系。
- 7.1.1.6 分析沉积岩建造及含矿层段厚度分布与变化趋势，圈定不同类型的沉积岩建造的分布范围，编绘含矿层段的等厚线图。
- 7.1.1.7 根据湖水盐度对湖泊类型进行划分，区分构造湖和非构造湖；研究湖泊地貌和湖积层特征。
- 7.1.1.8 区分河床的平面形态和纵剖面形态，研究物质组成。圈定河漫滩及河流阶地范围，研究其沉积物特征及形成时代。
- 7.1.1.9 分析、研究、划分与第四纪沉积建造成矿地质作用相关的沉积物成因类型和形成时代。
- 7.1.1.10 按照地貌要素和几何形态，研究并划分地貌类型；分析地貌形成的相对顺序、地貌的年代，建立区域地貌演化序列。对赋存第四纪含矿层段的地貌单元进行划分，研究其地貌单元特征。
- 7.1.1.11 利用区域沉积建造横剖面图和沉积等厚线图，识别同沉积断裂；识别和划分盆地、盆缘和盆内的主干断裂，查明其分布特点。
- 7.1.1.12 综合分析并划分沉积盆地类型（沉积大地构造相）及演化。
- 7.1.1.13 总结沉积作用与矿产之间在时间、空间上的相互关系。

7.1.2 图件编制

沉积岩区成矿地质作用研究主要编制的图件有：

- a) 1：250000 建造构造底图（沉积岩区部分，不同岩类和构造，最终为一张图）；
- b) 1：250000 建造构造图（沉积岩区部分，不同岩类和构造，最终为一张图）；
- c) 1：250000（或1：100000）预测工作区构造岩相古地理图；
- d) 1：250000（或1：100000）预测工作区沉积建造构造图；
- e) 1：250000（或1：100000）预测工作区地貌与第四纪地质图；
- f) 省级/III级成矿区带1：500000大地构造（相）专题工作底图（沉积岩区）。

成矿地质背景研究的有关各类图件编制过程中，各种图例、符号、花纹及用色应遵照GB/T 958和DZ/T0179-1997的规定。已经利用新资料完成1：250000建造构造底图、1：250000建造构造图和1：500000大地构造（相）专题工作底图（沉积岩区）的地区可直接利用。

7.2 火山岩区成矿地质作用研究

7.2.1 研究内容

- 7.2.1.1 依据岩石地层清理成果和最新研究成果，进行统一的划分和对比。加强岩石地层、年代地层、生物地层划分对比研究。
- 7.2.1.2 系统收集火山-沉积岩系资料，收集侵入岩、潜火山岩、岩墙、岩脉等与围岩的侵入接触面产状；研究并确定地层接触关系。
- 7.2.1.3 研究火山岩相关岩石地层单位的岩性、岩石类型及主要岩石组合，注意其颜色和结构构造。

- 7.2.1.4 研究特殊岩石类型（对火山构造、火山岩相、成因类型及构造环境等有特别指示意义）的时空展布。研究岩墙、岩脉的岩石类型和产出形态。
- 7.2.1.5 收集整理火山岩常量元素、稀土元素、微（痕）量元素和同位素等分析数据，结合野外宏观地质特征，合理利用各类地球化学图解，分析火山岩成因演化与构造环境。
- 7.2.1.6 查明火山岩区的沉积岩夹层和特殊岩性夹层类型、规模与时代。
- 7.2.1.7 综合收集和分析岩相特征，确定火山喷发类型；分析火山喷发古地理环境。
- 7.2.1.8 根据火山岩的岩性岩相类型、组合和火山岩喷发环境分析，确定火山作用类型。
- 7.2.1.9 研究断裂构造、地层时空展布、火山岩岩性岩相、相关侵入体之间关系，研究火山构造与区域性断裂的关系。
- 7.2.1.10 通过遥感地质解释，结合基础地质资料分析，确定火山构造的类型；通过不同火山构造时空关系及其产物的叠置关系，确定火山构造组合形式。
- 7.2.1.11 收集区域地质资料，查明火山岩的基底时代、基底组成和基底构造等特点。
- 7.2.1.12 依据火山岩岩石学和岩石化学特征，确定岩石系列和岩石演化系列。
- 7.2.1.13 确定不同岩石组合的时空关系及其构造环境，合理厘定岩石构造组合类型。
- 7.2.1.14 依据火山岩及与之有成因联系的潜火山岩、侵入岩的岩石学、岩相学及地球化学资料，分析其物质来源与演化特征，综合分析其形成的大地构造环境。
- 7.2.1.15 对不同火山构造岩浆旋回的火山产物和时空展布规律，划分火山构造岩浆岩带。
- 7.2.1.16 总结火山作用与成矿作用之间在时间、空间上的相互关系。

7.2.2 图件编制

火山岩区成矿地质作用研究主要编制的图件有：

- a) 1：250000 建造构造底图（火山岩区，不同岩类和构造，最终为一张图）；
- b) 1：250000 建造构造图（火山岩区，不同岩类和构造，最终为一张图）；
- c) 1：250000（或1：100000）预测工作区火山岩岩性岩相构造图；
- d) 省级/成矿区带1：500000 大地构造（相）专题工作底图（火山岩区）。

已经利用新资料完成1：250000建造构造底图、1：250000建造构造图和1：500000大地构造（相）专题工作底图（火山岩区）的地区可直接利用。

7.3 侵入岩区成矿地质作用研究

7.3.1 研究内容

- 7.3.1.1 依据区域地质调查建立的岩石填图单位，进行统一的划分和对比。
- 7.3.1.2 根据侵入体与围岩、侵入体与侵入体之间的接触关系，结合同位素测年等资料确定侵入体的时代属性，建立侵入岩序列。
- 7.3.1.3 分析侵入体三维空间形态及规模，研究侵入体与围岩和区域构造的关系，推测侵入深度和剥蚀程度。
- 7.3.1.4 研究侵入岩矿物成分（主要矿物、次要矿物、特征矿物和副矿物特征及含量）、岩石类型和结构构造，根据 IUGS 推荐的火成岩国际分类命名方案进行命名，分析成矿元素地球化学场。
- 7.3.1.5 收集同位素年代学测试数据，准确判定岩体侵入时代。

7.3.1.6 在研究侵入岩岩石化学、岩石地球化学和同位素年代学等资料的基础上，合理选用较为成熟的地球化学图解，探讨岩浆起源、岩浆作用演化历史，判别岩浆岩所处的大地构造环境。

7.3.1.7 研究侵入岩原生构造、流线构造、流面构造和岩相分异构造，分析不同侵入单元的空间配置关系和侵入接触关系。

7.3.1.8 研究导岩构造和控岩构造特征，分析侵入岩浆活动与区域构造的关系。

7.3.1.9 依据侵入岩岩石化学及地球化学数据，厘定侵入岩岩石系列和岩石演化系列。

7.3.1.10 充分收集利用侵入岩岩石组合资料，确定不同岩石组合的时空关系及其特定构造环境，合理厘定岩石构造组合类型，确立区域岩浆构造旋回。

7.3.1.11 按照构造与岩浆热事件演化的时空关系合理划分构造岩浆岩带，建立不同构造岩浆带的侵入岩演化序列。

7.3.1.12 研究岩浆活动与成矿作用的时间和空间关系，岩浆活动与成矿作用的耦合关系。

7.3.2 图件编制

侵入岩区成矿地质作用研究主要编制的图件有：

- a) 1：250000 建造构造底图（侵入岩区，不同岩类和构造，最终为一张图）；
- b) 1：250000 建造构造图（侵入岩区，不同岩类和构造，最终为一张图）；
- c) 1：250000（或1：100000）预测工作区侵入岩浆构造图；
- d) 省级/成矿区带1：500000 大地构造（相）专题工作底图（侵入岩区）。

已经利用新资料完成1：250000建造构造底图、1：250000建造构造图和1：500000大地构造（相）专题工作底图（侵入岩区）的地区可直接利用。

7.4 变质岩区成矿地质作用研究

7.4.1 研究内容

7.4.1.1 依据区域地质调查建立的岩石填图单位，进行统一的划分和对比；正确区分表壳岩、变质深成侵入岩和非正式填图单位，突出表示具有特殊地质意义的地质体。

7.4.1.2 研究各岩石填图单位中的主要岩石类型、次要岩石类型和特殊岩石类型（含矿石）和不同岩石类型之间的关系；确定主要岩石类型和特殊岩石类型的矿物共生组合。

7.4.1.3 在收集变质岩野外地质资料及区域地质资料基础上，结合变质岩岩相学、岩石化学、地球化学、副矿物资料 and 同位素分析数据，正确恢复变质岩的原岩建造，推断形成的大地构造环境。

7.4.1.4 收集和鉴别变质岩的原岩年龄和变质年龄，主要采用 U-Pb 同位素测年方法获得的数据。

7.4.1.5 查明混合岩化范围、淡色（脉）体与暗色体之间的关系及比例、混合岩化结构构造特征和混合岩化程度，划分不同类型的混合岩化岩石。

7.4.1.6 根据矿物共生组合、特征变质矿物、变质反应、变质温度和压力条件，正确划分变质相和变质相系。

7.4.1.7 根据变质相系的类型、大地构造环境、变形构造、混合岩化及花岗岩浆作用等标志，确定编图区的变质作用类型。依据区域性不整合、变质作用类型和同位素年龄等变质期次划分标志，划分变质期。

7.4.1.8 按同一期变质作用形成的，具有相对一致地质体结构类型的一种岩石或几种岩石组合原则，进行变质岩建造综合分析和研究。

7.4.1.9 依据不同变质作用类型在时间上和空间上的分布特点,划分一至四级变质地质构造单元(变质域、变质区、变质地带和变质岩带)。

7.4.1.10 收集断裂的形态、规模、产状、运动学、生成序次和组合特征,分析动力学特征,划分断裂类型。判别断裂的形成时代及活动期次;突出表示对区域构造影响较大和有利于变质作用成矿的断裂。

7.4.1.11 研究韧性剪切带的形态、规模、产状、性质、运动学特征、生成序次、组合型式、空间展布特征及形成时代等。注意剪切面理和拉伸线理的产状、剪切指向标志,确定韧性剪切带类型,研究韧性剪切带的形成条件。

7.4.1.12 充分收集褶皱形态、规模、产状、运动学、生成序次和组合特征,分析动力学特征,划分褶皱类型。推断大型褶皱构造的转折端位置,查明褶皱构造对成矿的控制作用。

7.4.1.13 研究蛇绿岩带产状、规模、岩石组合、岩石类型、矿物成分、结构构造、岩石地球化学性质和同位素年龄,注意收集蛇绿岩带与其它相关岩石(如蓝片岩、榴辉岩)的关系。研究构造混杂岩的产状与规模,构造岩块(片)和基质岩性、岩相、时代、地质属性和相互关系,与上覆和下伏地层接触关系和产出构造位置等。

7.4.1.14 根据地(岩)层单位划分、变质作用和变形作用特征,研究它们之间的先后顺序和相互关系,建立研究区变质地质事件演化序列。

7.4.1.15 总结变质作用与矿产之间在时间、空间上的相互关系。分析变质岩建造与成矿作用在时间、空间、含矿建造和成矿物质来源的关系,指出控矿构造和成矿的有利部位。

7.4.2 图件编制

变质岩区成矿地质作用研究主要编制的图件有:

- a) 1:250000 建造构造底图(变质岩区,不同岩类和构造,最终为一张图);
- b) 1:250000 建造构造图(变质岩区,不同岩类和构造,最终为一张图);
- c) 1:250000(或1:100000)预测工作区变质岩建造构造图;
- d) 省级/成矿区带1:500000 大地构造(相)专题工作底图(变质岩区)。

已经利用新资料完成1:250000 建造构造底图、1:250000 建造构造图和1:500000大地构造(相)专题工作底图(变质岩区)的地区可直接利用。

7.5 大型变形构造研究

7.5.1 研究内容

7.5.1.1 大型变形构造是指组成地壳的地质体在地质应力作用下发生空间位置和形态明显改变所形成的、具有区域规模的构造变形的集合。

7.5.1.2 研究不同构造环境形成的大型构造。大陆裂解阶段,形成的地堑、地垒或拆离构造;大陆汇聚阶段,在板块俯冲带的弧前或弧后形成逆冲叠瓦构造;在斜向挤压背景下,形成的大型走滑断裂;在伸展背景下,形成的拆离构造;在地幔柱活动、盐隆活动等情况下,形成的大型环状和放射状断裂组合。

7.5.1.3 根据力学性质和运动学特征划分大型变形构造类型,一般可分为挤压型、剪切型、拉张型、压剪型和张剪型等五个大类;每个大类再依据变形深度和产出构造背景等特征,进一步划分不同亚类。

7.5.1.4 研究大型变形构造的空间展布范围,包括延伸长度、展布宽度、切割深度和产状。研究大型变形构造的内部结构和主变形单元的组合与排列形式。

7.5.1.5 研究大型变形构造发育地区卷入或组成大型变形构造的地质体特征。包括岩石序列、沉积序列、岩石类型、矿物成分、产状、形成时代、变形时代、形成时的构造背景、蚀变和含矿性等。

7.5.1.6 研究出露地表的大型变形构造在其形成时所处的构造层次，揭示大型变形构造抬升和剥蚀程度。

7.5.1.7 确定大型变形构造形成的地质年代。

7.5.1.8 研究大型变形构造经历的构造变形期次，既包括在同一动力学体制下不同运动学特征的递进构造变形，也包括不同地质时期不同动力学体制下的叠覆构造变形。

7.5.1.9 研究大型变形构造形成与演化过程所处的构造环境，判别属于大陆边缘、大陆之间还是大陆内部等构造环境。

7.5.1.10 研究大型变形构造与成矿作用之间的关系，重点是成矿作用类型、控矿岩石类型和成矿时代等；研究其改造矿产种类、改造程度和方式等。

7.5.2 图件编制

大型变形构造研究主要编制的图件有：

- a) 1：250000 建造构造底图（大型变形构造，与四大岩类最终为一张图）；
- b) 1：250000 建造构造图（大型变形构造，与四大岩类最终为一张图）；
- c) 省级/成矿区带 1：500000 大地构造（相）专题工作底图（大型变形构造）。

已经利用新资料完成1：250000建造构造底图、1：250000建造构造图和1：500000大地构造（相）专题工作底图（大型变形构造）的地区可直接利用。

7.6 大地构造相研究

7.6.1 研究内容

7.6.1.1 依据区域地质调查资料和各岩类建造研究，分析沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩以及大型变形构造带所形成的大地构造环境，对沉积岩、侵入岩、火山岩、变质岩建造按形成的大地构造环境进行归并，划分沉积建造组合和岩石构造组合类型。

7.6.1.2 研究区域尺度的地壳物质结构组成、岩石构造组合、大型变形构造以及地球物理和地球化学场特征，采用分阶段大地构造分析方法，以露头大地构造相表达对象，进行大地构造相的划分，按照相系、大相、相、亚相和岩石构造组合进行划分。进一步划分大地构造单元。

7.6.1.3 按大地构造单元编制大地构造（相）综合柱状图。

7.6.1.4 研究地质历史形成演变过程中，在特定演化阶段、特定大地构造环境中形成的大地构造相，反映大陆岩石圈板块经历离散、聚合、碰撞、造山等动力学和地质构造作用过程，划分构造旋回。

7.6.1.5 按地球动力学环境将构造旋回进一步划分为不同的构造阶段，将构造阶段进一步划分为不同的构造期。

7.6.1.6 根据预测工作区、成矿区带、矿集区、矿田、矿床所处的大地构造单元及构造演化特点，研究不同成矿期构造特征和动力学背景。

7.6.1.7 研究并总结大地构造环境与矿产的关系。研究各级大地构造相单元与矿床、成矿区带和成矿构造（矿田构造）体系的关系，总结其规律，建立大地构造相与成矿作用的时空关系。

7.6.1.8 研究地质构造基底与后生成矿作用的关系。

7.6.1.9 以贺兰山—六盘山—右江为界，以东的中—新生代叠加造山—裂谷系构造格局，应单独进行构造单元划分，研究其与成矿作用的关系。

7.6.2 图件编制

大地构造相研究主要编制的图件有：

- a) 1:500000 (或 1:1000000) 省级/成矿区带大地构造(相)图;
- b) 1:1500000 大区大地构造(相)图;
- c) 1:2500000 全国大地构造(相)图。

8 物化探、遥感及自然重砂资料应用

8.1 应用原则

8.1.1 物探、化探、遥感、自然重砂资料的应用,原则上应先专业后综合,再提出专业解释。发挥不同专业在地质构造研究工作中的优势,避免把重要的只能由某一专业才能提取的信息(如隐伏岩体和构造)被综合信息淹没掉。

8.1.2 处理好物探、化探、遥感、自然重砂和地质矿产研究之间的关系,前者不能离开后者独立存在,但是也不能完全依附于地质矿产的直接信息。鼓励各专业充分推断解释,最终在地质矿产专家主持下,通过各专业协调对多元信息解释结果进行科学取舍。

8.2 应用范围

8.2.1 大地构造分区研究。应用多元信息推断解释地质构造、补充和校准大地构造的空间格架,尤其是构成大地构造边界的大型变形构造可能有重磁变异带反映。

8.2.2 预测工作区建造构造研究。通过工作区同比例尺物探、遥感资料,可以推测工作区隐伏岩体及构造、盆地基底及边界构造等空间位置,结合化探、放射性资料可以推断成矿地质体空间位置。

8.2.3 典型矿床研究。应用大比例尺物探、化探资料,推断成矿地质体和其他成矿要素,根据矿致异常建立预测模型。

8.2.4 预测区圈定。利用物探、遥感、自然重砂等异常,筛选矿致异常,确定必要的或重要的预测要素,圈定预测区。

8.2.5 估算潜在矿产资源。对磁性矿产采用磁异常拟合体积法,对适用矿产采用水系沉积物拟合三维定量估算法估算潜在矿产资源。

8.3 磁测资料应用

8.3.1 资料收集及整理。收集全部磁测资料,在已有基础数据库基础上,补充维护;收集相关的区域性磁测资料推断解释成果报告;收集并统计各类磁性参数数据统计资料,编制磁测工作程度图。

8.3.2 编制基础数据图件。主要包括磁异常剖面平面图、等值线平面图、磁场化极图及磁场化极垂向一阶导数图和局部磁异常分布图。

8.3.3 地质构造推断解释。进行全面地质构造定性、半定量解释。对重要的隐伏岩体和隐伏构造,特别对与矿有关的地质构造,可选择切线法、外奎尔法、特征点法、2.5D 正(反)演计算等方法对其规模、形态、埋深进行推断,编制磁法推断地质构造图。

8.3.4 异常筛选。进行典型矿床磁异常特征研究,结合典型矿床地质研究成果建立地质地球物理模型,通过类比筛选矿致异常。

8.3.5 估算潜在矿产资源。对推断的矿致异常进行 2.5D 正(反)演计算,确定推断磁性矿体形态、规模、产状,采用拟合体积法估算潜在矿产资源。

8.3.6 编制磁测预测成果图并建立数据库。

8.4 重力资料应用

8.4.1 资料收集整理。全面收集、整理、分析区域重力数据、密度资料和推断解释成果,编制工作程度图。

8.4.2 编制重力基础数据图件。分别编制布格重力异常图和剩余重力异常图。

8.4.3 推断解释。提取重力异常中反映的岩体、构造信息，并进一步区分与成矿有关的地质构造信息。对异常进行研究，定量解释；对与成矿关系密切的地质构造采用特征点法、二维正反演、三维反演等方法进行定量解释。

8.4.4 编制重力推断地质构造图并建立数据库。

8.5 化探资料应用

8.5.1 资料收集整理。全面收集区域化探资料，包括各种原始图件、成果解释图件、异常查证成果、最终研究报告等。整理已收集相关资料，评估资料可利用性，编制工作程度图。

8.5.2 编制基础数据图件。在收集已有资料的基础上，整理并确定开展工作的基础图件，主要包括地球化学景观图、单元素地球化学图等。

8.5.3 数据处理。包括数据评估、高频保差校正、空间坐标转换、数据网格化、数据分布检验、数据转换、多元统计及异常分析。一般采用已有软件对数据处理。

8.5.4 推断解释。根据成矿元素、伴生元素、造岩元素的分布规律、元素组合特征，在研究已知岩体、构造元素组合模式基础上，开展未知区岩体、构造推断解释工作，编制化探推断岩体图、构造图。

8.5.5 化探异常解释。通过典型矿床研究建立已知矿异常模式，进行地质地球化学背景分析，确定矿化类型，对异常评序、筛选、解释推断。

8.5.6 编制化探预测成果图并建立数据库。

8.6 遥感资料应用

8.6.1 基础数据收集整理。主要收集遥感数据、地形数据、地质矿产数据，以 TM/ETM 资料为主。对遥感数据进行处理，制作影像图。

8.6.2 遥感地质构造特征解译。主要提取线、带、环、色、块五要素影像信息，并进行地质构造解译。编制遥感地质构造解译图。

8.6.3 遥感异常提取。采用主成分分析法（PCA）、比值法（RM）、光谱角制图法（SAM）等方法提取遥感异常。

8.6.4 对异常分类命名，编制相关图件并建立数据库。

8.7 自然重砂资料应用

8.7.1 资料收集。全面收集 1:200 000、1:50 000 区域重砂测量相关资料，对每一时期形成的资料进行评估，编制工作程度图。

8.7.2 重砂矿物选择。根据预测矿种典型矿床研究资料和区域成矿规律资料，选择重砂矿物组合。

8.7.3 对水系及汇水盆地分级。

8.7.4 编制基础数据图件。主要包括采样点位图、重砂矿物组合图等。

8.7.5 自然重砂异常推断解释。结合水系、汇水盆地、地质构造背景、已知矿床等资料圈定异常并进行推断解释。

8.7.6 编制相关成果图件并建立数据库。

9 成矿规律研究

9.1 基本要求

9.1.1 成矿规律研究是矿产预测的前提和核心内容，应贯穿于矿产资源潜力评价的全过程。集中体现在两个方面（矿种成矿规律和区域成矿规律）、三个阶段（预研究、预测实施、预测完成后）。

9.1.2 矿种成矿规律和区域成矿规律二者同时存在，各有侧重，不能互相代替，分别确定重点预测的矿产资源类型和重点预测的地区，可以先确定矿种再优选地区，也可以先确定地区再优选矿种。

9.1.3 在预研究阶段，开展成矿规律预研究，划分目标矿种矿产预测类型，确定各种矿产预测方法类型及工作区范围。

9.1.4 在预测实施阶段，开展典型矿床和工作区成矿特征研究，建立典型矿床成矿模式和预测模型，在预测工作区应用区域资料，分析工作区成矿特征，选用不同类型的典型矿床成矿模式，建立预测模型。

9.1.5 在预测完成后，开展区域成矿规律的总结研究，划分成矿单元，建立成矿系列，划分成矿谱系，编制区域成矿规律图件。

9.1.6 成矿规律研究中，涉及不同勘查阶段资料整理和利用遵照 GB/T 13908 的规定执行。

9.1.7 成矿规律的研究，应针对成矿预测的需要，按照立足地质，综合信息，围绕目标，辩证分析，理性判断的原则有次序地进行。

9.2 典型矿床研究

9.2.1 典型矿床选择

9.2.1.1 针对特定的预测类型，在成矿地质背景、成矿地质作用、成矿作用及矿化特征、找矿标志等方面，应选择具有代表性意义的矿床进行详细解剖工作。

9.2.1.2 典型矿床的选择，应遵循如下原则：

- a) 矿产勘查程度较高、矿床特征揭露得比较全面、达到一定工业规模的矿床；
- b) 开展了一定程度的研究工作，对其成矿作用的各方面具有一定认识的矿床；
- c) 有相对广泛的代表意义，能够在工作区内进行条件（成矿地质背景、区域地质构造、成矿作用特征）类比的矿床；
- d) 数量一般为 1 个~2 个；
- e) 若工作区矿产勘查程度极低，无法选择典型矿床，宜在相似的成矿地质背景条件下，在工作区以外选择典型矿床。

9.2.2 研究内容

9.2.2.1 成矿时代。重点查明矿床的成矿时代、成矿期次，编制成矿阶段划分表。主要包括：

- a) 沉积矿床：沉积成矿地层时代、沉积成矿时代、沉积矿产后期改造年龄；
- b) “内生”矿床：主成矿期成矿年龄、多期成矿年龄（同一成矿作用）、叠加成矿年龄；
- c) “层控”矿床：层控成矿地层时代、层控成矿主成矿期年龄；
- d) 变质矿床：变质年龄、变质成矿年龄。

9.2.2.2 大地构造环境分析。确认矿产地大地构造单元，针对大地构造单元进行成矿地质作用分析，确定地质建造与典型矿床的关系。

9.2.2.3 成矿地质作用研究。重点研究与成矿有关的地质作用和成矿地质体，主要包括：

- a) 划分成矿地质作用类型：沉积作用、火山作用、侵入作用、变质作用、复合作用；
- b) 研究成矿地质作用特征，查明控制矿体就位、定位和保存的地质环境，包括构造环境、岩性组合环境、沉积环境、风化环境及变质环境等；
- c) 确定成矿控制因素；
- d) 确定成矿地质体及空间范围；

e) 编制矿田（模型区）岩性构造图。

9.2.2.4 成矿构造。主要包括：

- a) 划分成矿构造类型；
- b) 研究成矿构造基本特征：类型、规模、产状、期次、构造性质、运动方式等；
- c) 成矿结构面类型、构建成矿结构面空间格架；
- d) 编制矿田构造图。

9.2.2.5 成矿物质特征。包括矿种特点、矿床类型、矿物组合、元素组合、矿石类型、品位品质等，研究成矿蚀变带、化学成分标志和成矿物理化学条件（温度、压力、酸碱度、氧化还原电位及其变化），注意成矿物质来源、运移、分布和分配特点。

9.2.2.6 成矿空间特征。重点研究矿体的形态、规模、产状、垂向分带、水平分带、不同矿体（矿脉、矿层）之间的空间关系、顶板特点、底板特点等，查明矿体与构造、地层、侵入岩、变质岩的关系等，建立空间模型（成矿模式和预测模型）。

9.2.2.7 矿床资源储量有关数据。收集矿床平均品位、金属量、矿石量、矿床规模类型等。区分累计查明、消耗、保有资源储量，为定量预测提供基础数据。

9.2.3 成矿模式建立

9.2.3.1 以矿区地质图及代表性勘探线剖面图为底图，根据典型矿床研究内容编制矿床成矿要素图。标示成矿地质建造特征，确定成矿地质体空间范围，推测隐伏成矿地质体位置。

9.2.3.2 标示成矿作用特征标志，标示矿体和成矿地质体、成矿构造及成矿结构面空间关系。根据成矿要素在成矿作用中的意义，确定必要的和重要的要素，舍去一般要素。

9.2.3.3 采用平面及剖面图或三维立体图的形式建立成矿模式，全面反映成矿要素内容，建立典型矿床实体模式。

9.2.3.4 矿床模型包括成矿模式、勘查模型两大类，前者侧重于理论，后者侧重于应用。在研究程度比较低或者不便于用图件方式表达的情况下，也可以采用文字和表格的方式建立概念模型。

9.2.4 找矿预测模型构建

在编制矿床成矿要素图基础上，全面收集并反映矿区大比例尺物探、化探、自然重砂及遥感等资料，编制预测要素图，研究并反映各类多元信息和成矿要素及矿体的空间关系，综合分析成矿地质体及其成矿地质要素、成矿构造及成矿结构面、成矿作用特征标志、物探、化探等信息，结合成矿作用特征标志，构建典型矿床找矿预测地质模型。

9.3 矿种成矿规律研究

9.3.1 研究内容和方法

9.3.1.1 矿种成矿区带。在给定目标矿种的前提下，应根据预测范围，编制相应比例尺的预测矿种分布图，划分单矿种的成矿区带，圈定矿集区，理论上判断找矿远景区。

9.3.1.2 矿种成矿时代。按矿床类型详细梳理成矿时代，沉积型、沉积变质矿床类型应编制详细的成矿地质年代表，划分到统；综合内生型、层控内生型矿床类型应编制成矿年龄表。

9.3.1.3 矿种成矿地质背景。研究并确定预测矿种不同预测类型典型矿床形成的大地构造位置特征、大地构造演化特征、成矿作用与大地构造活动关系（时间、空间、物质）。

9.3.1.4 矿种成矿专属性。研究并划分预测矿种所专属的成矿地质建造类型，包括沉积建造、火山建造、岩浆建造、变质建造、复合建造等，梳理不同矿种与不同建造之间的关系。

9.3.1.5 矿种找矿专属性。根据预测矿种的一般规律，结合工作区的地质特点，搜集各种与找矿有关的地质标志和信息标志，围绕矿种编制各类组合图件或过渡性图件，包括矿产地与该矿种化探异常的组合图，筛选出最有利于潜力评价的图件。

9.3.1.6 矿种专题图件编制。按预测矿种的不同矿床类型编制各类专题图，确定不同控矿因素的具体内容，将物探、化探、遥感、自然重砂等综合信息叠加在一起，为圈定研究区和预测区奠定基础。

9.3.1.7 工作范围的确定。按照预测矿种的不同矿床类型的分布特点，结合成矿地质背景，确定相应矿种的工作区范围。

9.3.1.8 矿种成矿要素的确定。按不同矿种相应的矿床类型确定控制成矿要素，编制成矿要素一览表，共划分为三类：必要的、重要的、次要的。划分控矿要素类型：必要的，确定矿床定位要素；重要的，决定矿床空间范围，矿床数、估算潜在矿产资源；次要的，提高矿床成矿规律的研究程度。

9.3.2 矿种成矿模式建立

在建立主要类型单矿种成矿模式的基础上，根据成矿地质条件和控矿地质要素、找矿信息等，搜集预测矿种的各种矿产地信息，编制同矿种不同类型矿产地一览表，提出综合类型的矿种成矿模式。

9.3.3 矿种成矿模式图编制

根据矿种成矿规律，编制不同区域该矿种的成矿模式图（平面图、剖面图），叠加物探、化探资料，建立矿种的区域矿床模型。

9.3.4 矿种成矿规律图编制

9.3.4.1 单矿种成矿规律图比例尺选择。根据预测需要，以能够清楚地表达成矿规律为原则选择不同的比例尺，一般全国性单矿种的研究工作为1：5 000 000~1：10 000 000，大区级的为1：1 000 000~1：1 500 000，省级为1：500 000~1：1 000 000。对于类型单一而集中分布的矿种及其类型，可在区域范围大小的基础上结合矿产地的分布情况，确定合适的比例尺。

9.3.4.2 矿种成矿规律底图采用同比例尺大地构造（相）图。

9.3.4.3 单矿种成矿规律图的表达方式。需明确反映同一矿种不同类型之间的关系及其时空分布特征，采用单矿种的图例在图面上标示，每一个图例均涵盖矿种、规模、时代及成因类型等综合信息；叠加物探、化探、遥感、自然重砂综合异常信息。

9.3.4.4 单矿种成矿规律图上矿产地的编号。当矿产地分布稀疏时，可以直接标示矿产地的中文名称；当矿产地面积分布时，可以采用代号、数字编码或阿拉伯数字与英文字母混合编码等方式来表达，应配以插表或放大比例尺的角图；编号或编码排列的顺序参照矿产潜力评价技术要求。

9.3.4.5 单矿种成矿区带的划分。单矿种成矿区带划分的依据是该矿种的成矿作用及相关的地质条件，可单独圈定，如成金带、成煤区，也可跨构造单元，如风化壳离子吸附型稀土矿。

9.3.5 矿种成矿规律总结

9.3.5.1 建立单矿种成矿系列，按照成矿时代，成矿地质构造背景，综合分析矿种的成矿地质特征，结合不同类型矿床的区域性特点，建立矿床式。

9.3.5.2 建立矿种成矿谱系。根据预测矿种在不同地质历史时期、不同成矿区带的时空分布特点，总结成矿规律，以矿床成矿系列（或者亚系列）的方式构建成矿谱系，一般以图表表达。

9.3.5.3 矿种成矿规律总结一般按照全国、省级和成矿区带为单元进行。

9.3.5.4 在各省或成矿区带矿种成矿规律总结的基础上，进行全国单矿种成矿规律研究成果汇总。

9.3.5.5 根据地质调查和科学研究最新成果，结合新兴产业和社会发展的需要及采选冶技术发展的现状与趋势，总结全国性或区域性某一预测矿种在成矿规律、预测方法等方面的新认识、新进展，提出新建议。

9.4 预测工作区成矿特征（规律）研究

9.4.1 研究目的

通过全面收集预测工作区全部矿床、矿点、矿化点资料结合预测工作区地质构造特征，研究该类型矿产时空分布特征，总结成矿规律。

9.4.2 研究内容

9.4.2.1 矿产资源种类研究。根据已知矿产资源的种类，参考不同类型矿种的成矿规律，分析预测区内相应矿种的成矿条件，判断可以作为找矿方向的矿种及其预测类型；

9.4.2.2 成矿时代研究。按以下预测类型确定成矿时代：

- a) 沉积、沉积变质矿床类型应编制详细的成矿地层年代表，划分到统，突出成矿地层和含矿层位；
- b) 内生矿床类型应编制成矿年龄表，确定成矿岩体的时代，对比非矿时代的其他岩体。

9.4.2.3 预测工作区区域成矿地质背景研究。分析大地构造背景及其与矿产分布的关系，研究预测工作区内地层、火山岩、侵入岩、变质岩等岩石建造基本特征以及区域构造断裂、褶皱基本特征及其与矿产的关系。

9.4.2.4 预测工作区模型区构建。根据典型矿床成矿模式，编制预测工作区地质构造专题底图或其他相应的突出成矿要素的地质底图，以同比例表达典型矿床成矿要素内容，进而分析已知典型矿床周边、深部、外围及远离已知典型矿床地段的成矿要素，转化为预测要素，为圈定最小预测区提供地质依据。

9.4.2.5 预测工作区成矿特征（规律）研究。包括：

- a) 补充总结区内全部矿床、矿点、矿化点区域时空分布特征，建立工作区区域成矿模式，全面表达成矿地质体或成矿要素、成矿构造以及矿化样式、蚀变类型等成矿作用标志内容，对比典型矿床研究成果，总结成矿要素，分别表达主要的和次要的成矿要素。
- b) 详细研究矿种组合特征，矿床类型，矿物组合，化学成分，全面总结预测工作区范围内矿床、矿田、矿带空间分布，矿种元素分带特征；总结区域矿种、矿床成矿时代、期次特征；研究预测工作区各矿种（组）成矿作用时间、空间、物质等综合特征。
- c) 编制预测工作区成矿要素图。

9.4.3 预测工作区成矿模式建立

9.4.3.1 在预测工作区地质构造专题底图上，根据大比例尺资料补充重要的标志性成矿要素，补充区域物探、化探、遥感资料推断的隐伏岩体和构造；全面标示全部矿床、矿点、矿化点、矿化蚀变等信息，特别是已有矿产勘查工作的大比例尺矿化蚀变信息。

9.4.3.2 结合模型区成矿要素（尤其是成矿地质体特征），分析工作区成矿要素，编制工作区成矿要素图。

9.4.3.3 在成矿要素图基础上建立预测工作区成矿模式图。

9.4.4 预测工作区预测模型建立

9.4.4.1 根据区域物探、化探、遥感、自然重砂等各自专业的理论与方法特点，对工作区范围内的相关资料进行数据处理，获得局部异常，分析和提出与矿产关系的推断意见。

9.4.4.2 把各专业提取的多元信息局部异常全部标示到工作区成矿要素图上，经过综合分析确定预测要素，编制工作区预测要素图，在条件允许的情况下应标示成矿地质体。

9.4.4.3 对工作区预测要素图进一步优化处理，建立工作区预测（地质概念）模型。

9.5 区域成矿规律研究

9.5.1 研究内容和方法

9.5.1.1 区域成矿时代的研究。按矿床类型详细确定成矿时代。沉积型、沉积变质矿床类型应编制详细的成矿地层年代表，划分到统。综合内生型、层控内生型矿床类型应编制成矿年龄表。

9.5.1.2 区域成矿地质背景研究。深入研究并确定矿床形成的大地构造位置特征、大地构造演化特征、成矿作用与大地构造活动关系（时间、空间、物质）。

9.5.1.3 区域成矿建造研究。研究并划分区域成矿建造类型，确定所属沉积建造、火山建造、岩浆建造、变质建造、复合建造；开展区域成矿建造特征研究。

9.5.1.4 区域成矿构造研究。对区域成矿构造类别进行划分，查明沉积构造（岩相古地理/构造古地理/建造古构造）、区域火山构造、区域岩浆构造带、区域变质变形构造、区域断裂带特征。重点查明区域成矿构造的时代、期次、边界、规模（延长、延深、宽度）产状、物质组成、演化、性质、类别等。

9.5.1.5 研究范围确定。根据目标任务，按照不同矿床类型的分布特点，结合成矿条件和成矿信息，确定研究范围。

9.5.1.6 各类专题图件编制。主要编制的图件包括：区域成矿模式图、区域成矿作用平面图、区域成矿作用剖面图。按不同矿床类型编制各类专题图，确定区域控矿因素内容，叠加物探、化探、遥感和自然重砂等综合信息内容。

9.5.1.7 区域成矿要素确定。按矿床类型确定区域控制成矿要素，编制成矿要素一览表，共划分为三类：必要的、重要的、次要的。划分控矿要素类型：必要的，确定矿床定位要素；重要的，决定矿床空间范围，矿床数、估算潜在矿产资源；次要的，提高矿床成矿规律的研究程度。

9.5.2 区域成矿模式建立

在建立单一矿床类型成矿模式的基础上，根据已经存在及可能出现的控矿地质作用特征建立多矿种综合成矿模式。

9.5.3 区域成矿模式图编制

根据区域成矿规律，编制区域成矿模式图（平面图、剖面图），叠加物探、化探资料，建立区域矿床模型。

9.5.4 区域成矿规律图编制

9.5.4.1 两种图件比例尺要求：各种矿床类型成矿规律图，比例尺不等，一般大于 1:50 000；按矿种（组）编制的区域成矿规律图：省级和Ⅲ级成矿区带比例尺 1:200 000~1:500 000，大区和几个面积较大省份为 1:1 000 000~1:1 500 000。

9.5.4.2 区域成矿规律图底图采用同比例尺大地构造（相）图。

- 9.5.4.3 叠加物探、化探、遥感和自然重砂等异常信息进行综合研究（图面上不叠加表示）。
- 9.5.4.4 划分区域成矿区带。不局限于单一矿种，属于综合性成矿区带，但可以突出优势矿种。
- 9.5.4.5 按统一数据格式划分空间数据及属性数据建立空间数据库、应用 GIS 平台完成编图及建立数据库。
- 9.5.5 区域成矿规律总结
 - 9.5.5.1 建立成矿系列。按照区域内成矿时代和成矿地质构造背景，综合分析区域成矿地质作用特征，建立矿床组合，划分主要矿种、次要矿种及伴生矿种，建立成矿系列及亚系列。
 - 9.5.5.2 建立区域成矿谱系。根据不同地质历史时期的区域地质构造演化特征，以及不同地质历史时期的成矿作用及矿床成矿系列建立时空演化规律，以图表方式构建区域成矿谱系。
 - 9.5.5.3 编写区域成矿规律研究报告。
 - 9.5.5.4 区域成矿规律总结一般以省（市、区）为单元进行，也可按成矿区带进行。
 - 9.5.5.5 在各省（市、区）总结的基础上，再进行全国汇总。主要应完善我国成矿系列研究的总体成果，补充完善不同矿种的成矿系列有关资料。修改和完善成矿区带的划分，进一步补充和完善成矿系列和成矿谱系。
 - 9.5.5.6 根据地质调查和研究的最新成果，总结我国地质演化和成矿关系的新认识，提出新建议，尤其是为找矿预测工作的部署提出新的规律性认识。

10 矿产预测

10.1 预测任务

在应用已有地质资料，分析研究成矿地质背景、成矿规律等工作基础上，通过矿产预测要素信息提取和综合，建立区域评价预测模型，圈定成矿预测远景区，优选预测远景区及排序，估算潜在矿产资源，提出地质找矿工作部署建议。

10.2 预测要素确定

10.2.1 预测要素筛选

10.2.1.1 根据典型矿床研究资料和区域成矿规律建立的区域成矿地质模型以及地质、物探、化探、遥感、自然重砂综合信息模型，按不同矿床预测类型确定预测要素，并按矿床预测类型对预测要素分类。预测要素分为一级要素和二级要素两级。

10.2.1.2 一级要素主要包括成矿时代、大地构造位置、大地构造演化阶段、沉积建造/沉积作用、岩相古地理/构造古地理/建造古构造、火山建造/火山作用、火山岩性岩相构造/火山构造、侵入岩浆构造、岩浆建造/岩浆作用、变质建造/变质作用、变质变形构造、大型变形构造/区域断裂构造、控矿构造、成矿特征、资源储量、成矿区带、磁测资料、重力资料、电法资料、伽马能谱资料、化探资料、遥感资料、自然重砂异常、找矿线索（包括：矿点、矿化点、规模性蚀变带、老窿、转石矿化线索等）、水文条件、河湖、地貌、预测区。

10.2.1.3 二级要素可根据各类工作区预测类型、预测方法类型具体确定。

10.2.2 预测要素类型划分

10.2.2.1 可划分为三类：必要的、重要的、次要的。

10.2.2.2 必要的：在预测某一种矿床预测类型时必不可少的要素。

10.2.2.3 重要的：在预测工作中可以确定预测区的具体空间范围和估算潜在矿产资源重要要素，但并不决定预测区能否存在。

10.2.2.4 次要的：在预测中对划分预测区类别有一定作用的要素，能增加预测区可信度，但不能据此估算潜在矿产资源、空间范围。

10.2.3 预测要素组合划分

包括：

- a) 定位预测组合；
- b) 圈定预测区边界组合；
- c) 推断矿床数组合；
- d) 估算潜在矿产资源组合。

10.3 编制工作区预测要素图

10.3.1 在工作区成矿要素图上，表达全部物探、化探、遥感、自然重砂等综合信息。

10.3.2 筛选并确定预测要素，经过综合分析、对比模型区预测要素特征，确定预测要素。

10.3.3 采用预测要素定量分类方法，划分要素类型和要素组合。

10.3.4 预测要素图图面上表达空间要素，非空间要素在属性表中表达。

10.4 圈定预测区范围

10.4.1 圈定预测区范围的方法有证据权法、经济模型法、信息量计算法、特征分析法、模糊证据权法、人工神经网络法、地质体自然边界法。在方法选择时，宜在计算机圈定的预测区以后，采用地质体自然边界法加以校正，确保预测成果符合基本地质成矿规律。

10.4.2 工作步骤包括：

- a) 整理各类基础数据库；
- b) 应用 GIS 技术提取成矿要素信息；
- c) 采用先进的地质信息建模技术，由计算机和地质人员共同参与，建立预测评价模型；
- d) 对预测要素进行数值化和定量化；
- e) 采用不规则地质单元法，以各预测要素图层的边界作为单元的自然边界，进行预测单元划分；
- f) 预测变量的分类和优化；
- g) 计算每个预测单元的成矿有利度，圈定最小预测区，一般采用证据权方法和模糊证据权方法；
- h) 根据成矿地质体校核预测区范围；
- i) 筛选预测区。

10.5 预测区潜在矿产资源估算

10.5.1 根据具体矿床类型，选择相应的估算方法进行潜在矿产资源估算。主要估算方法包括：体积法、矿床地质经济模型法、矿床模型综合信息定量预测法、成矿地质体参数法、磁异常拟合体积法、水系沉积物拟合三维定量估算法。

10.5.2 估算潜在矿产资源类别可划分为三类：

- a) 一类：已知矿田或已知矿床深部及外围的潜在矿产资源；最小预测区范围内已有矿床（大、中、小规模）的潜在矿产资源。

- b) 二类：最小预测区内同时具备直接（包括含矿层位、矿点、矿化点、重要找矿线索等）和间接找矿标志的潜在矿产资源（间接找矿标志包括：物探、化探、遥感、自然重砂等异常）。
- c) 三类：最小预测区内具备少量直接找矿标志和间接找矿标志的潜在矿产资源。

10.6 预测区类别划分

10.6.1 预测区分类

10.6.1.1 分类依据。根据预测区范围内潜在矿产资源数量、类别等因素确定预测区。

10.6.1.2 定性分类。分为 A、B、C 三类：

A类：已知矿田内或已知矿床深部及外围最小预测区范围内已有矿床，同时具有中型及中型远景以上规模潜在矿产资源的最小预测区；

B类：同时具备直接找矿标志和间接找矿标志，具有中型及中型远景以上规模潜在矿产资源的最小预测区；

C类：其它预测区。

10.6.1.3 定量分类。按照最小预测区内潜在矿产资源数量、类别进行分类。

10.6.2 预测区分级

预测区分级为空间范围分级，与成矿区带对应，划分三级：

I级：最小预测区，一般为矿田范围；

II级：由若干空间上相对集中的最小预测区组成；

III级：由若干空间上相对集中的2级预测区构成。

10.7 矿产预测图编制

10.7.1 预测工作区矿产预测成果图：比例尺为 1：250 000，通过预测工作区地质构造专题底图—成矿要素图—预测要素图—矿产预测图，采用 GIS 平台完成编图工作，以空间数据库的形式在统一基础空间数据库基础上，通过编图不断形成新的图层，包括地质构造基础图层、成矿要素图层、预测要素图层、最小预测区图层、预测区分类分级图层。每一个图层通过输出都可以形成过渡性图件。

10.7.2 单矿种（组）预测成果图：按单矿种（组）汇总全部预测工作区预测成果，形成单矿种（组）预测图。

10.8 预测区成果汇总

10.8.1 单矿种预测成果汇总。根据单矿种预测成果，分别按省、成矿区带、全国不同层次汇总。从最小预测区到不同级别预测区分别汇总。编制单矿种预测成果图和建设相应数据库。

10.8.2 综合汇总。根据单矿种预测成果，以空间位置为核心进行全面汇总，把不同矿种在空间上基本一致的进行归并，形成组合预测区。根据组合预测区内矿种、潜在矿产资源数量估算结果，进一步划分预测区类别。潜在矿产资源估算应遵照 GB/T17766 的规定。

10.8.3 编制相关成果图件并建立数据库。

11 矿产勘查工作部署建议

11.1 基本原则

11.1.1 优先原则。勘查工作部署应满足国民经济建设的需求。首先是国家经济发展的需求，其次是地方经济发展的需求。

11.1.2 合理布局原则。在考虑资源潜力优势的大前提下，要兼顾整体布局，如，中国北方煤炭资源丰富、南方煤炭资源缺乏，在部署勘查工作时尽管南方潜力优势不如北方，但是也要统筹合理安排。

11.1.3 基础设施条件适宜原则。在充分考虑资源开发的同时，还要充分考虑能源、交通、水资源等基础条件，对不具备开发条件的地区暂缓安排。

11.1.4 环境保护因素。不能与已经设立的各类保护区重叠，矿业开发和生态保护应两者兼顾，不以破坏生态环境的代价换取经济发展，统筹规划。

11.2 工作内容

11.2.1 在预测区确定以后，根据现有资料进行筛选，除了按照上述四项原则以外，从技术层面上还要考虑矿种组合、矿床类型、工作程度等因素，提出找矿远景区。

11.2.2 根据工作程度全面部署区调、区域物化探及矿产勘查工作。

11.2.3 编制勘查工作部署建议意见，供政府规划部门和地勘单位、企业投资者使用。

11.2.4 一般根据年底研究进展，定期提供勘查工作部署建议。

12 成果编制

12.1 报告编写

矿产资源潜力评价阶段（一般为三年）工作完成后，成矿地质背景、成矿规律、成矿预测、物探、化探、遥感和自然重砂各专业组编写研究报告，项目编制总报告（提纲见附录 A）。主要编制的报告有：

- a) 成矿地质背景研究报告；
- b) 成矿规律研究报告；
- c) 成矿预测研究报告；
- d) 物化、化探、遥感及自然重砂应用研究报告；
- e) 矿产资源潜力评价研究总报告。

12.2 图件编制

12.2.1 基本要求

矿产资源潜力评价工作应根据各专题技术要求编制相关图件，已经利用现有资料编制的图件可直接收集利用，有一定数量新资料的区域，相关图件需要编制。各类图件均应编写编图说明书。

12.2.2 成矿地质背景图件

- 1：250 000 分幅建造构造底图和建造构造图（新资料较多的地区补充编制，一般为收集资料）；
- 1：500 000（或1：1000 000）大地构造（相）图以及沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩大地构造图专题底图及大型变形构造图（省级或成矿区带）；
- 1：1500 000大地构造（相）图以及沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩大地构造图专题底图及大型变形构造图（大区）；
- 1：2500 000大地构造（相）图以及沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩大地构造图专题底图及大型变形构造图（全国）；
- 1：250 000（或1：100 000）构造岩相古地理图；
- 1：250 000（或1：100 000）沉积建造构造图；

1：250 000（或1：100 000）地貌与第四纪地质图；

1：250 000（或1：100 000）火山岩性岩相构造图；

1：250 000（或1：100 000）侵入岩浆构造图；

1：250 000（或1：100 000）变质建造构造图。

12.2.3 物化遥及自然重砂推断解释图件

1：250 000航磁资料推断地质构造解释图及异常图（在预测工作区可编制1：50 000图件）；

1：250 000~1：500 000重力资料推断地质构造解释图及异常图（在预测工作区可编制1：50 000图件）；

1：250 000化探地质构造推断解释图及异常图（在预测工作区可编制1：50 000图件）；

遥感推断地质构造图及遥感异常图；

自然重砂异常图；

12.2.4 成矿规律研究及定量预测图件

成矿规律研究及定量预测图件包括：

a) 成矿要素图

b) 成矿模式图；

c) 预测要素图及预测模型图；

d) 单矿种成矿规律图；

e) 区域成矿规律图；

f) 矿产预测成果图。

12.3 数据库建设

12.3.1 采用全国矿产资源潜力评价建立的统一的数据模型及其管理软件。

12.3.2 磁测、重力、化探、遥感数据处理采用当前成熟的软件。

12.3.3 矿产预测信息提取、建模、要素数量化、划分预测单元、变量优化、成矿有利度计算、最小预测区圈定、潜在矿产资源数量计算采用区域矿产预测 GIS 平台及软件，数据项编码遵照 GB 9649 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
矿产资源潜力评价研究报告提纲

- A. 1 概述
- A. 2 地质工作程度
 - A. 2.1 区域地质调查和研究
 - A. 2.2 物化探遥感自然重砂调查和研究
 - A. 2.3 矿产勘查和研究
 - A. 2.4 成矿规律研究和矿产预测评价
 - A. 2.5 地质基础数据库
- A. 3 矿产资源潜力评价技术思路
- A. 4 成矿地质背景
 - A. 4.1 沉积岩建造组合与构造古地理
 - A. 4.2 火山岩岩石构造组合
 - A. 4.3 侵入岩岩石构造组合
 - A. 4.4 变质岩岩石构造组合
 - A. 4.5 大型变形构造
 - A. 4.6 大地构造相与大地构造分区
 - A. 4.7 大地构造相与成矿关系
- A. 5 物探化探遥感自然重砂资料的地质解释和应用
 - A. 5.1 重力资料地质解释和应用
 - A. 5.2 磁测资料地质解释和应用
 - A. 5.3 地球化学资料地质解释和应用
 - A. 5.4 遥感资料地质解释和应用
 - A. 5.5 自然重砂资料地质解释和应用
- A. 6 典型矿床与成矿规律
 - A. 6.1 矿产资源概况
 - A. 6.2 矿产预测类型划分及其分布
 - A. 6.3 铁矿典型矿床及成矿规律
 - A. 6.4 XX矿典型矿床及成矿规律
(下同, 为各单矿种资源潜力评价)

A.7 矿产预测

- A.7.1 铁矿资源潜力评价
 - A.7.1.1 铁矿预测模型
 - A.7.1.2 铁矿预测方法类型确定及区域预测要素
 - A.7.1.3 最小预测区圈定
 - A.7.1.4 资源定量预测
- A.7.2 铜矿资源潜力评价
 - A.7.2.1 铜矿预测模型
 - A.7.2.2 铜矿预测方法类型确定及区域预测要素
 - A.7.2.3 最小预测区圈定
 - A.7.2.4 资源定量预测
- A.7.3 XX矿资源潜力评价
 - A.7.3.1 XX矿预测模型
 - A.7.3.2 XX矿预测方法类型确定及区域预测要素
 - A.7.3.3 最小预测区圈定
 - A.7.3.4 资源定量预测

(XX代表单矿种，可以按需要增加，下同此说明)

A.8 矿产预测成果汇总

- A.8.1 铁矿
- A.8.2 铜矿
- A.8.3 XX矿

A.9 区域成矿规律

- A.9.1 成矿区带及矿集区的划分
- A.9.2 预测工作区成矿地质特征
- A.9.3 各区带成矿地质特征及演化
- A.9.4 区域成矿规律及演化

A.10 勘查工作部署建议

A.11 未来开发工作预测

- A.11.1 矿产资源供需分析
- A.11.2 矿产资源开发现状及未来开发预测

A.12 数据库建设

- A.12.1 数据库更新与维护
- A.12.2 成果数据库建设

参 考 文 献

- [1] 叶天竺 张智勇 肖庆辉等, 成矿地质背景研究技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [2] 陈毓川, 王登红, 重要矿产和区域成矿规律研究技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [3] 叶天竺, 肖克炎, 成秋明, 等. 矿产定量预测方法, 北京, 地质出版社, 2010;
- [4] 范正国, 黄旭钊, 熊盛青等, 磁测资料应用技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [5] 张明华, 乔计花, 刘宽厚等, 重力资料应用技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [6] 于学政, 曾朝铭, 燕云鹏等, 遥感资料应用技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [7] 向运川, 任天祥, 牟绪赞等, 化探资料应用技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [8] 李景朝, 董国臣, 王季顺等, 自然重砂资料应用技术要求, 北京, 地质出版社, 2010;
- [9] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 大地构造相的定义、划分、特征及其鉴别标志[J], 地质通报, 2008, 27(10): 1613-1637;
- [10] 叶天竺, 矿床模型综合地质信息预测技术方法理论框架[J], 吉林大学学报(地球科学版), 2013, 43(4): 1053-1072;
- [11] 肖克炎, 张晓华, 李景朝等, 全国重要矿产总量预测方法[J], 地学前缘, 2007, 14(5): 20-28。
-