

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0205—2020

代替 DZ/T0205-2002

矿产地质勘查规范 岩金矿

Specifications for hard-rock gold exploration

2020 - 07 - 01 发布

2020 - 10 - 01 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 勘查目的及勘查阶段	1
3.1 勘查目的	1
3.2 勘查阶段	1
4 研究程度	2
4.1 地质研究	2
4.2 矿石特征研究	3
4.3 矿石加工选（冶）技术性能研究	4
4.4 矿床开采技术条件研究	4
4.5 综合勘查与综合评价	6
5 控制程度	6
5.1 矿床勘探类型	6
5.2 勘查工程间距的确定	7
5.3 勘查方法、施工原则、控制程度	7
6 勘查工作及质量要求	9
6.1 测量	9
6.2 地质填图	9
6.3 物探、化探工作	10
6.4 水文地质、工程地质、环境地质工作	10
6.5 探矿工程	10
6.6 岩矿鉴定取样、制样与鉴定	10
6.7 化学分析样品的采样、加工和测试	11
6.8 矿石加工选（冶）技术性能试验样品的采集与试验要求	12
6.9 岩石、矿石物理技术性能样品的采集与测试要求	12
6.10 原始编录、综合整理和报告编写	12
6.11 勘查信息计算机处理技术应用	13
7 可行性评价	13
7.1 基本要求	13
7.2 概略研究	13
7.3 预可行性研究	13
7.4 可行性研究	13
8 矿产资源储量分类、类型	14

9 矿产资源储量估算.....	14
9.1 工业指标.....	14
9.2 资源储量估算方法和一般原则.....	14
9.3 几何方法.....	15
9.4 地质统计学及其它方法.....	15
9.5 特高品位处理.....	16
9.6 矿体的圈定.....	16
9.7 资源储量类型划分.....	17
9.8 资源储量估算结果.....	17
9.9 数值的修约要求.....	17
附录 A (规范性附录) 岩金矿床规模划分标准.....	19
附录 B (资料性附录) 矿床勘探类型划分及划分方案.....	20
附录 C (资料性附录) 勘查工程间距	22
附录 D (资料性附录) 岩金矿及其伴生组分工业指标.....	23
附录 E (资料性附录) 岩金矿矿物	24
附录 F (资料性附录) 金矿物的力度及形状分类.....	25
附录 G (资料性附录) 岩金矿床工业类型	26
参考文献.....	28

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009标准化导则 第一部分：标准的结构和编写给出的规则起草。

本标准代替DZ/T 0205—2002《岩金矿地质勘查规范规范》。除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了标准的适用范围。
- 修改了资源储量分类、类型；将勘查阶段划分改为普查、详查、勘探三个阶段；修改了勘查目的及各勘查阶段的目的任务。
- 对控制程度与勘查工作及质量要求章节先后顺序进行了调换。
- 进一步明确了氧化带、混合带和原生带的研究程度要求。
- 修订了矿石加工选（冶）技术性能研究要求。
- 增加了各勘查阶段资源量比例的一般要求：详查阶段，控制资源量大于50%；勘探阶段，探明资源量与控制资源量之和大于50%，其中，探明资源量应满足矿山建设还本付息的需要。
- 增加了小型矿床勘探及研究程度要求。
- 将“普终”和“详终”纳入勘探阶段，作为勘探阶段的特例
- 对勘探阶段增加了“首采区的控制程度”、“边界的控制程度”、“构造的控制程度”、“小矿体的控制程度”、“老矿山深部和外围的控制程度”、“复杂与极复杂矿床的控制程度”要求及“岩金矿最密的勘探工程网度”。
- 增加了共生、伴生矿产的控制程度，合理的勘查深度的一般要求。
- 修订了勘探类型的确定、勘查方法的选择、各阶段勘查工程间距的确定等内容。
- 修改了各勘探类型对应的勘查工程基本间距。
- 充实了勘查工作及其质量要求内容；增加了绿色勘查要求。
- 修订了采样及样品加工流程的一般要求；修订了粗粒、巨粒金矿石的加工流程。
- 修订了岩金矿一般工业指标
- 修订了矿体圈定、特高品位处理的相关要求。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：自然资源部矿产资源储量评审中心、中国黄金集团有限公司。

本标准起草人：汪汉雨、张北廷、刘景财、刘勇强、王兀升、张鸿禧、高利民。

本标准的历次版本发布情况为：

- DZ/T 0205—2002。
- DZ/T 0152—1995。
- DZ/T 0074—1993。
- 岩金矿地质勘探规范（试行）—1984。

矿产地质勘查规范 岩金矿

1 范围

本标准规定了岩金矿地质勘查的目的及勘查阶段、研究程度、控制程度、勘查工作及质量要求、可行性评价、矿产资源储量分类和矿产资源储量估算等。

本标准适用于岩金矿地质勘查工作及其成果评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 12719	矿区水文地质工程地质勘查规范
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
GB/T 18314	全球定位系统（GPS）测量规范
GB/T 18341	地质矿产勘查测量规范
GB/T 25283	矿产资源综合勘查评价规范
GB/T 33444	固体矿产勘查工作规范
DZ/T 0033	固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范
DZ/T 0078	固体矿产勘查原始地质编录规程
DZ/T 0079	固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求
DZ/T 0130	地质矿产实验室测试质量管理规程
DZ 0141	地质勘查坑探规程
DZ/T 0227	地质岩心钻探规程
DZ/T 0275	岩矿鉴定技术规范

3 勘查目的及勘查阶段

3.1 勘查目的

地质勘查目的是发现和评价矿产资源，探求资源储量，为投资决策及矿山建设设计提供依据。

3.2 勘查阶段

3.2.1 勘查阶段划分

岩金矿地质勘查工作按GB/T 17766、GB/T 13908划分为普查、详查和勘探三个阶段。具体实施过程中，根据情况，勘查阶段可以调整：可按三个阶段顺序工作，也可合并或跨越阶段一次勘查完毕。

3.2.2 普查阶段

采用地质简测、物探、化探及稀疏的取样工程，寻找、追索矿化线索，发现矿床（体），初步查明勘查区地层、构造、岩浆岩及矿化蚀变特征；初步查明矿体的数量、规模、形态、产状；初步查明矿石质量特征；初步查明矿石的加工选（冶）技术性能；初步了解矿床开采技术条件；开展概略研究，估算推断资源量。提交普查报告，作出是否具有经济开发远景的评价，为是否值得进一步工作提供依据。对有价值的地段圈定详查范围。

3.2.3 详查阶段

通过大比例尺地质填图及合适的勘查手段和方法，进行系统的工程揭露和取样工作，基本查明勘查区地层、构造、岩浆岩及矿化蚀变特征；基本查明矿体的数量、规模、形态、产状、空间位置，基本确定矿体的连续性；基本查明矿石的结构、构造、矿物组成和矿石类型，以及有用、有益、有害组分含量及赋存状态；基本查明矿石加工选（冶）技术性能；基本查明矿床开采技术条件；开展概略研究，估算推断资源量和控制资源量，也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信储量。提交详查报告，作出是否具有工业价值的评价，作为勘探工作、矿山总体规划和编制矿山项目建议书的依据。

3.2.4 勘探阶段

通过加密采样工程，详细查明勘查区地层、构造、岩浆岩、矿化及近矿围岩蚀变特征；详细查明矿体及夹石的数量、规模、形态、产状、空间位置及其关系；详细查明矿石的结构、构造、矿物组成和矿石类型，以及有用、有益、有害组分含量及赋存状态，详细查明其加工选（冶）技术性能；详细查明矿床开采技术条件；开展概略研究，估算推断、控制、探明资源量，也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信、证实储量。提交勘探报告，为矿山建设设计提供依据。

4 研究程度

4.1 地质研究

4.1.1 普查阶段

4.1.1.1 通过 1:10000~1:2000 比例尺地质简测和有效的物探、化探、遥感、重砂等方法及数量有限的取样工程，初步查明地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变等地质特征及成矿地质条件。

4.1.1.2 对有重要找矿意义的物探、化探异常进行 I~II 级查证，研究解释引起异常的原因。

4.1.1.3 初步控制主要矿体。地表有稀疏的取样工程控制，深部有工程证实，不要求系统工程网。初步确定矿体的连续性，初步查明主要矿体的数量、规模、形态、产状、分布规律；初步查明氧化带的发育程度、分布范围。

4.1.1.4 通常采用一般工业指标估算推断资源量。

4.1.2 详查阶段

4.1.2.1 通过 1:5000~1:1000 地质测量，系统的取样工程，有效的物探、化探工作，基本查明地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变等地质特征及成矿地质条件。

4.1.2.2 基本查明矿区（床）主要控矿构造的类型、性质、数量、规模、产状、复杂程度以及对矿床（体）的控制和破坏作用。对矿体破坏较大的断层，要有一定数量的工程加以控制。

4.1.2.3 基本查明岩浆岩的岩石类型、岩相分布及其与围岩的接触关系；基本查明岩体的形态、产状、规模，侵入（喷出）时代及其与矿床形成的关系。对矿体破坏较大的岩体、脉岩，要有一定数量的专门工程加以控制。

- 4.1.2.4 基本查明变质作用的特点，变质岩的岩性、时代、相带分布及其与成矿的关系。
- 4.1.2.5 基本查明围岩蚀变的种类、强度、规模、组合及其与金矿化的关系。
- 4.1.2.6 基本查明矿体的数量、规模、形态、产状、空间分布和赋存特点，基本确定矿体的连续性。
- 4.1.2.7 按特征矿物的氧化特征及氧化率，基本查明氧化带的发育程度、氧化特点，基本确定氧化带、混合带、原生带界线。对选（冶）有影响时，应分别圈定氧化带、混合带和原生带分布范围。
- 4.1.2.8 采用论证确定的工业指标圈定矿体，估算推断资源量和控制资源量。

4.1.3 勘探阶段

- 4.1.3.1 在详查阶段基本查明矿区（床）地层、构造、岩浆岩、变质岩、围岩蚀变等基础上，开展进一步勘查及地质研究工作，使其达到详细查明程度。
- 4.1.3.2 详细查明主要矿体的数量、规模、形态、产状、空间位置、内部结构以及厚度、品位变化和控矿地质条件、矿化规律，确定矿体的连续性。
- 4.1.3.3 详细查明矿体夹石的岩性、规模、形态、产状、分布、含矿性以及顶、底板围岩的岩性、含矿性。
- 4.1.3.4 根据特征矿物的氧化特征及氧化率，详细查明氧化带的发育程度、氧化特点，准确确定氧化带、混合带、原生带界线。对选（冶）有影响时，应详细圈定氧化带、混合带和原生带分布范围。
- 4.1.3.5 采用优化论证确定的工业指标圈定矿体，估算推断、控制、探明资源量。
- 4.1.3.6 对小型矿床，应根据实际需要，合理确定其勘探及研究程度。
- 4.1.3.7 对于复杂矿床，当采用 40m×40m 的工程网最高只能估算控制资源量时，提交“详查最终报告”，对矿体的研究程度达到详查；当采用 40m×40m 的工程网最高只能估算推断资源量时，提交“普查最终报告”，对矿体的研究程度达到普查。“详终报告”和“普终报告”，对矿石质量、矿石加工选（冶）技术性能和矿床开采技术条件的研究程度均应满足矿山建设设计的要求，达到勘探。

4.2 矿石特征研究

4.2.1 普查阶段

- 4.2.1.1 初步查明矿石矿物、脉石矿物成分，化学成分。
- 4.2.1.2 初步查明矿石结构、构造，金的赋存状态及金矿物的嵌布特征，矿石品位。初步划分矿石类型。
- 4.2.1.3 初步查明共（伴）生矿产和有益、有害组分含量，并进行综合评价。

4.2.2 详查阶段

- 4.2.2.1 基本查明矿石矿物和脉石矿物的种类、含量、共生组合；基本查明矿石化学成分、品位及其变化特征。
- 4.2.2.2 基本查明矿石的结构、构造，划分矿石自然类型，确定矿石工业类型。
- 4.2.2.3 基本查明金的赋存状态、金矿物粒度、形状、成色。
- 4.2.2.4 基本查明共（伴）生矿产和有益、有害组分含量及其关系。

4.2.3 勘探阶段

- 4.2.3.1 详细研究矿石矿物和脉石矿物的种类、含量、共生组合；详细查明矿石的化学成分、品位及其变化特征。

4.2.3.2 详细查明矿石的结构、构造，划分矿石自然类型，确定矿石工业类型。

4.2.3.3 详细查明矿石中主要载金矿物的种类、含量及比例，研究载金矿物与金的生成联系。

4.2.3.4 详细查明金的赋存状态、金矿物粒度、形状、成色。统计裂隙金、粒间金、包裹金各自的比例，粗粒、中粒、细粒金等粒级比例及金粒形状比例。

4.2.3.5 绿泥石、高岭土等泥化矿物对选（冶）工艺有影响的，应详细查明泥化矿物的种类、含量。

4.2.3.6 详细查明共（伴）生矿产和有益、有害组分含量及其关系。

4.3 矿石加工选（冶）技术性能研究

4.3.1 基本要求

4.3.1.1 矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求取决于不同的勘查阶段、矿石加工选冶难易程度及矿产资源储量规模等，应根据具体情况确定。

4.3.1.2 生产矿山深部与外围勘查区新发现矿体的矿石加工选冶技术性能试验及研究，可根据矿石工艺矿物学研究成果与生产矿山相关资料的比对结果确定。对矿石性质总体一致、能利用已有加工选冶设施处理矿石的：普查阶段或小型资源储量规模的，可进行类比研究，大、中型资源储量规模的，应采用矿山现行加工选冶工艺流程进行验证试验，必要时进行可选性试验研究；对矿石性质总体不一致的，则应按照不同勘查阶段要求，开展相应的试验研究工作。

4.3.2 普查阶段

在矿石工艺矿物学研究基础上，初步查明矿石的加工选（冶）技术性能。对工业利用十分成熟的易选矿石可以通过类比进行评价，不做选（冶）试验；对无可类比的和新类型的矿石，应开展可选（冶）性试验。

4.3.3 详查阶段

在矿石工艺矿物学研究基础上，基本查明其加工选（冶）技术性能。对易选的矿石可与同类矿石进行类比；对一般矿石应进行可选性试验或实验室流程试验；对难选（冶）矿石或矿石性质复杂、伴生有益组分多、有害组分对环境保护影响较大的，进行实验室扩大连续试验。

4.3.4 勘探阶段

在矿区范围内，针对不同矿石类型，采集具有代表性的样品，进行加工选（冶）技术性能试验，详细查明其加工选（冶）技术性能。对可类比的易选矿石应进行实验室流程试验；对一般矿石在实验室流程试验的基础上，进行实验室扩大连续试验；对难选（冶）矿石和新类型矿石应进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业试验。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 普查阶段

4.4.1.1 在进行地质调查或地质填图的同时，应收集区域和测区的水文地质、工程地质、环境地质资料，开展放射性顺便检查，调查了解工作区中各类保护区、居民聚集区，重要基础设施等资料，初步查明开采技术条件，必要时编制相应比例尺的水文地质、工程地质、环境地质简图，作为详查工作依据。

4.4.1.2 对开采条件简单的矿床，可与同类型矿山对比，对矿床开采技术条件做出评价；对水文地质条件复杂的矿床，应进行适当的水文地质工作，了解地下水埋藏深度、水质、水量等；对地质灾害多发的地区，注意收集滑坡、崩塌、泥石流等自然地质灾害资料。

4.4.2 详查阶段

4.4.2.1 基本查明矿区内地表水体分布范围和平、枯、洪水期的水位、流速、流量、水质、水量、历年最高洪水位及其淹没范围；基本查明矿区含（隔）水层、构造破碎带、风化带、岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布情况。调查老窿区的分布及积水情况，提出进一步工作的建议。

4.4.2.2 基本查明矿区所在水文地质单元地下水补给、排泄条件以及地表水与地下水的水力联系；基本查明矿床主要充水因素，预测矿坑涌水量，并评价其对矿床开采的影响程度，划分矿床水文地质勘探类型。调查研究可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水水源方向。

4.4.2.3 根据矿体围岩类型和矿石特征，划分矿区（床）工程地质岩组，测定主要岩、矿石的力学参数。

4.4.2.4 基本查明矿区内的断层、破碎带、节理、裂隙、岩溶的发育程度及分布情况，评价矿体及顶、底板岩层的稳固性。

4.4.2.5 对露天开采矿床的采场边坡稳定性提出初步评价意见。

4.4.2.6 基本查明围岩风化、蚀变程度及软岩、软弱夹层的分布情况及其对开采的影响。

4.4.2.7 基本查明岩石、矿石和地下水中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量及其危害程度。调查并搜集矿区及邻区的地震、泥石流、滑坡等自然地质灾害资料，分析评价矿床开采对本区环境、生态可能产生的影响。

4.4.3 勘探阶段

4.4.3.1 详细查明矿区所在水文地质单元地下水的补给、径流、排泄条件；详细查明矿床各含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件；详细查明区内含水层的富水性、导水性、渗透系数，各含水层间的水力联系，地下水的水位、水温、水量、水化学特征及其动态变化。

4.4.3.2 详细查明断层、破碎带、节理、风化裂隙带、溶洞等的位置、规模、产状、充填与胶结程度、富水性、导水性及其变化，分析构造破碎带可能引起突水的地段；调查老窿区的分布及积水情况，计算积水量，提出开采中防、排水的建议。

4.4.3.3 详细查明对矿床开采有影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、流量、流速、历史上出现的最高洪水位、淹没范围，分析论证地表水对井巷充水方式及矿床开采的影响，提出对地表水防治的建议。

4.4.3.4 对地下开采的矿山，一般要求计算最低开采中段及其以上各中段的正常涌水量。需要疏干的矿山，还应计算疏干至各中段标高时，其相应的疏干降落漏斗范围内的地下水静水量。对露天开采的矿山，除计算露天采场封闭圈内的地下水的正常涌水量和最大涌水量外，还应按规定的暴雨频率标准计算由露天采场四周汇入采场的正常降雨汇流量和最大暴雨汇流量。

4.4.3.5 对矿坑排水的利用和矿山供水进行综合评价，指出供水水源方向，并提出供水量、水质等有关资料。

4.4.3.6 测定矿体及顶、底板围岩的抗压强度、抗剪强度、安息角、节理裂隙密度等，分析矿体顶、底板岩层的稳定性。

4.4.3.7 详细查明构造风化带、软弱夹层对矿床开采的影响，第四系的岩性、厚度、分布范围。对露天采场边坡稳定性做出评价。调查老窿或溶洞的分布及塌陷情况。划分矿床工程地质类型，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

4.4.3.8 详细调查矿区内地震、岩崩、滑坡、泥石流、岩溶等不良地质现象。对放射性异常进行详细查定，确认有无工业价值，同时应对其影响安全生产和环境的程度做出评价。

4.4.3.9 详细调查由于矿坑排水引起的区域水位下降，井、泉干枯对当地用水的影响，提出对策及建议。

4.4.3.10 评价矿床采选（冶）过程中废水、废气的排放，废石堆、尾矿的堆放等对环境可能造成的影响，评估诱发或加剧地质灾害的可能性及危险性，并提出防治建议。

4.4.3.11 其他有关水文地质、工程地质、环境地质的勘查、调查、评价工作及其质量的要求，参照 GB 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

4.5 综合勘查与综合评价

4.5.1 基本要求

在金矿地质勘查各个阶段，根据矿床地质特点，应有针对性地对具有工业利用价值的共生矿产和伴生矿产进行综合勘查、综合评价。具体按GB/T 25283执行。

4.5.2 普查阶段

大致了解共、伴生矿产的物质组成、赋存状况及回收途径，并对共、伴生矿产的综合开发利用做出初步评价。

4.5.3 详查阶段

基本查明（特定条件下也可初步查明）共生矿产、初步查明伴生矿产的地质特征、矿石量、物质组成、赋存状态，划分共生矿产的矿石类型；进行矿石加工选冶性能试验研究，对共、伴生矿产的综合开发利用做出评价。

4.5.4 勘探阶段

详细或基本查明共生矿产、基本查明伴生矿产的地质特征，深入进行矿石物质组成、赋存状态、矿石类型、矿石质量、矿石加工选冶性能试验研究，对共、伴生矿产的综合开发利用做出详细评价，以满足矿山建设设计的需要。

5 控制程度

5.1 矿床勘探类型

5.1.1 划分矿床勘探类型的目的

矿床勘探类型，即“为勘探目的而按地质复杂程度划分的矿床类型”。划分矿床勘探类型的目的在于正确确定勘查方法、手段，合理确定勘查工程网度，有效地控制矿体。

5.1.2 矿床勘探类型划分的依据

5.1.2.1 矿床勘探类型根据矿体的规模、形态变化程度、厚度稳定程度、矿体受构造和脉岩影响程度和主要有用组分分布均匀程度划分。附录 B 给出了诸因素的参考数据或描述性特征。

5.1.2.2 倡导按照统计学原理，研究矿床特征，使用定量、半定量参数，合理划分勘探类型。

5.1.3 矿床勘探类型的划分

5.1.3.1 依据矿体规模、形态变化程度、厚度稳定程度、矿体受构造和脉岩影响程度和主要有用组分分布均匀程度五种因素和我国岩金矿地质勘查实践，将我国岩金矿床划分为 I（简单型）、II（中等型）、III（复杂型）三个勘探类型，作为参照标准，供类比时使用。

- a) 第 I 勘探类型（简单型）。矿体规模大，形态简单，厚度稳定，构造、脉岩影响程度小，主要有用组分分布均匀的层状-似层状、板状-似板状的大脉体、大透镜体、大矿柱。
- b) 第 II 勘探类型（中等型）。矿体规模中等，产状变化中等，厚度较稳定，构造、脉岩影响程度中等，破坏不大，主要有用组分分布较均匀的脉体、透镜体、矿柱、矿囊。
- c) 第 III 勘探类型（复杂型）。矿体规模小，形态复杂，厚度不稳定，构造、脉岩影响大，主要有用组分分布不均匀的脉状体、小脉状体、小矿柱、小矿囊。

5.1.3.2 划分勘探类型时，应分清主、次矿体及其变化情况，当主、次矿体在空间上平行重叠分布，且间隔较小，能用同一工程系统勘查时，应以主矿体为准；当矿体相隔较远，或分布在不同的地段，需用不同的工程系统勘查时，应以矿体为单元分别确定勘探类型。

5.1.3.3 矿体特征在不同部位或不同方向差异较大时，可分段或按不同方向分别确定勘探类型。矿床复杂程度表征及勘探类型划分见附录 B。

5.1.3.4 矿床勘探类型应随勘查进程和地质认识的不断深化而适时调整。

5.2 勘查工程间距的确定

5.2.1 勘查工程间距及确定原则

5.2.1.1 工程间距是指勘查工程沿矿体走向和倾斜方向的实际距离。

5.2.1.2 不同勘查阶段的勘查工程间距，应根据其目的、任务合理确定。

5.2.1.3 不同的矿体和同一矿体不同地段、不同方向（如：沿矿体走向和倾向）复杂程度不一致时，工程间距要适应其变化。

5.2.2 勘查工程间距的确定

5.2.2.1 普查阶段：重在找矿。按照地表有稀疏的取样工程控制，深部有工程验证，且本阶段工程能够为下阶段工作所利用的原则，确定工程间距，不要求系统的工程网。

5.2.2.2 详查阶段：要求系统的取样工程，重在评价矿床的工业意义。初期，可类比相似矿床、或按 II 勘探类型基本工程间距（控制资源量工程间距）的 2~4 倍确定勘查工程间距，形成系统的工程网；详查阶段后期，应利用多种方法（如：抽稀、加密误差对比分析方法、地质统计学方法、SD 方法等）分析、研究矿床特征，论证确定勘探类型和合理的勘查工程间距。

5.2.2.3 勘探阶段：要求在系统的取样工程基础上，加密控制工程，为矿山建设设计提供依据。可按照详查阶段后期确定的勘探类型，选择合理的勘探工程间距（勘探类型对应的工程间距可参照附录 C）。勘探过程中，应根据部分地段加密工程验证结果，适时优化勘探类型、调整工程间距。

5.3 勘查方法、施工原则、控制程度

5.3.1 勘查方法

5.3.1.1 勘查工作应采用合理有效的技术方法、手段，从需要、可能、效益等多方面综合考虑，注重绿色勘查，保护生态环境，鼓励用新技术、新方法代替传统的方法。一般地表以地质填图、探槽、剥土、浅井、浅钻为主，配合有效的物探、化探；深部以钻探为主，配合坑探验证，特殊情形以坑探为主。

5.3.1.2 槽探、剥土、浅井、浅钻等，主要用于了解和研究第四系覆盖层厚度及下伏基岩岩性，揭露近地表矿化、蚀变带、主要断裂特征和主要地质界线，控制矿体露头及矿体形态、产状和矿石质量变化，验证物探、化探、重砂异常，为布设深部工程提供地质依据。

5.3.1.3 覆盖层厚度小于3m时，适用槽探、剥土；大于3m时，适用浅井、浅钻。

5.3.1.4 钻探主要用于验证物探、化探异常；控制矿（化）体在深部的赋存形态、产状、厚度和有用组分的变化；研究深部矿（化）体之间、矿（化）体与地层、构造、岩浆岩的相互关系。

5.3.1.5 坑探是岩金矿勘查的最有效手段，主要用于复杂类型矿床，或用于第Ⅰ、Ⅱ勘探类型矿床验证钻探，也可用于采取特殊用途的样品。

5.3.1.6 物探、化探一般适用于普查阶段，圈定异常，预测成矿区；在详查和勘探阶段，利用井中物探和化探可为寻找盲矿体提供依据。

5.3.1.7 实践中，应针对不同的情形，采用综合勘查方法、手段，实现找矿目标和对矿体进行合理的控制。具体要求如下：

- a) 普查阶段，以填图、物探、化探和山地工程为主，深部少量的钻探验证；详查、勘探阶段以钻探为主，坑探为辅。
- b) 对第Ⅰ、第Ⅱ勘探类型矿床，一般以钻探为主，坑探验证。
- c) 第Ⅲ勘探类型矿床，一般应以坑探为主，配以钻探。对管条状、树枝状、囊状等形态很复杂，或厚度极不稳定，或矿石物质组分极不均匀的极复杂矿床，只能边采边探。
- d) 对需要用坑探验证的，当坑探验证成果与钻探所获地质成果相近时，可减少坑探工程，以钻探为主配合坑探进行；当因各种因素不能施工坑探工程时，可用加密钻探工程代替；
- e) 在近地表需用山地工程，但因各种原因而不能施工的，可用浅钻代替。

5.3.2 施工原则

勘查工作应按照由已知到未知、由表及里、由浅入深、由稀到密的原则。填图、物探、化探、遥感、重砂测量先行；物、化探验证工程，沿走向或倾向的主导剖面应先施工；各阶段工程布置应考虑后续勘查和开发工作的衔接；应全面地收集、利用已有的勘查、开采成果，避免重复施工。

5.3.3 控制程度

5.3.3.1 总体要求：围绕勘查工作的目的、任务，部署勘查工程，合理确定控制程度。应综合勘查、重点控制矿体的总体分布及其相互关系，视具体情况（如矿体局部与整体变化情况相差较大、小矿体是否可随主矿体顺便开采等）对局部进行适当控制。

5.3.3.2 普查阶段：地表稀疏的取样工程，深部少量的工程验证，重点在于发现矿床、控制矿床规模。提交推断资源量。

5.3.3.3 详查阶段：系统的取样工程，每条剖面一般沿倾向深部至少应有2个工程控制，基本确定矿体的连续性，重点评价矿床的工业价值。提交控制资源量和推断资源量，其中，控制资源量一般应不少于总资源量的50%。

5.3.3.4 勘探阶段：在详查阶段系统的取样工程基础上，结合矿山总体设计，选择合适地段，加密工程，重点解剖，详细控制矿体，确定矿体的连续性。探明资源量、控制资源量和推断资源量，其中，

探明资源量与控制资源量之和一般应占总量的 50%以上，探明资源量应满足矿山建设还本付息的需要。相关控制程度要求如下：

- a) 首采区的控制程度：首采区是矿山开采初期采矿与选冶方法、工艺、流程的试验区。其控制程度应满足矿山设计要求，保证矿山设计的开采方式不能发生重大改变，保证矿山建设设计的开拓系统不能发生重大改变，保证矿石加工选冶流程不能发生重大变化。因此，首采区应采用加密工程系统地控制，详细查明矿体、矿石特征和开采技术条件，确定矿体的连续性，主要提交探明资源量。
- b) 边界的控制程度：出露地表的矿体边界，应充分利用矿体露头加强研究，视情况可采用工程加密控制；盲矿体应注意控制其顶部边界；拟地下开采的矿床，应重点控制主要矿体的两端、上下界面和延伸情况；拟露天开采的矿床，应注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界。
- c) 构造的控制程度：破坏矿体及影响井巷开拓和开采的断层、破碎带、脉岩等，一般须用不少于 3 个工程对其产状和规模加以控制，以确定其对矿体的完整性的影响及破坏程度。
- d) 小矿体的控制程度：小矿体不适合按勘探类型、用工程网进行勘探，应根据具体情况确定控制程度，重点在于控制其空间位置和规模。能纳入正式开采设计对象的独立小矿体，一般不应少于 6 个工程控制（最少 3 条勘探线、每条线不少于 2 个工程）；不能作为正式开采设计对象，而在主矿体周围能顺便开采的小矿体，可增加少量的工程控制，或边采边探；不能顺便开采的孤立小矿体，不应再增加工程。
- e) 老矿山深部和外围的控制程度：老矿山深部和外围，矿体赋存规律、矿石特征、矿石加工选冶性能与水文地质、工程地质、环境地质等已经由实践证明，勘查工作以增加储量、延长矿山服务年限为主要目的。应重点控制矿体的延伸范围，提交控制资源量或推断资源量，更详细的勘查工作可留待矿山延深开拓过程中完成。
- f) 复杂与极复杂矿床的控制程度：复杂、极复杂矿床在地勘阶段难以达到详细查明，只能边采边探。
- g) 岩金矿最密的勘探工程网度一般为 40m×40m。当采用 40m×40m 的工程网最高只能估算控制资源量时，提交“详查最终报告”，控制资源量的比例应 $\geq 50\%$ ；当采用 40m×40m 的工程网最高只能估算推断资源量时，提交“普查最终报告”，推断资源量的比例应达到 100%。

5.3.3.5 共生、伴生矿产的控制程度：各勘查阶段均应对共、伴生矿产进行综合勘查、综合评价。对共生矿产，应视具体情况，与金矿统筹考虑，达到相应的控制程度；对不能分别勘查的共生矿产，遵循以金矿为主，顺便勘查共生矿产的原则；对能够分别勘查的共生矿产，按其矿种勘查规范要求执行。对伴生矿产，应充分利用金矿的勘查取样工程，进行相应的评价。具体按 GB/T 25283 执行。

5.3.3.6 合理的勘查深度：现阶段通常的勘查深度为 1000m；内、外部条件好的，一般不超过 1200m；老矿山深、边部一般不超过 1500m。当矿体埋藏或延深较大时，应根据矿床特征，结合工业指标论证或（预）可行性研究，合理地确定勘查深度。

6 勘查工作及质量要求

6.1 测量

地形测量和勘查工程测量应采用全国通用的坐标系统和国家高程系统。大比例尺地形图、地质图、勘探线剖面图、坑道平面图以及各项工程点等均应实测。

测量精度与要求按 GB/T 1834 执行，全球定位系统（GPS）测量按 GB/T 18314 执行。

6.2 地质填图

填图前应测制地质剖面图或地质、物探、化探综合剖面图，充分观察、研究与矿化有关的各种地质现象，统一岩石命名，确定填图单位、内容、要求与方法。

矿区进行大比例尺地质填图时，覆盖区内矿体的地质界线必须采用槽探、井探、浅钻或其他有效的工程进行揭露。应充分利用物探、化探、遥感资料，提取尽可能多的地质信息，提高成图质量。当比例尺大于等于1:2000时，所有地质观察点均须采用全仪器法测定准确位置；当比例尺小于1:2000时，除工程点、特殊地质点或矿体标志外，其它地质点可用手持全球卫星定位系统接收机进行米级定位测量。

地质填图的精度、质量要求，按同比例尺地质测量规范执行。

6.3 物探、化探工作

根据各阶段勘查工作和研究工作的实际需要，结合地形、地质和地球物理、地球化学特征，选用有效的地面及井中物探、化探方法，以期获得与矿体、各种地质体及地质构造等有关的信息，指导进一步勘查工作。

对探矿工程应进行放射性检查。

对埋深较大的矿床应进行地温测量。

各种比例尺的地球物理测量、地球化学测量，其质量应符合相应的规范要求；各项测试数据应准确、可靠。

6.4 水文地质、工程地质、环境地质工作

各种比例尺的水文地质、工程地质测量和环境地质调查，均应符合相应比例尺规范的要求和相应勘查阶段对矿区水文地质、工程地质、环境地质工作的要求。专门水文地质工作、工程地质工作及其质量按GB 12719《矿区水文地质工程地质勘查规范》执行，以保证成果的可靠性和实用性。

6.5 探矿工程

6.5.1 槽探、井探及浅钻

主要用于系统揭露地表矿体、构造、重要地质界线和物探、化探异常。对控制矿体的槽、井探及浅钻，应尽量做到垂直矿体的走向布置，并揭穿至矿体顶、底板。

6.5.2 老硐调查

重点调查老硐、老矿坑分布范围。根据实际情况，尽可能对其进行清理、编录、采样、测定其空间位置。

6.5.3 坑探

坑探是岩金矿勘查的最有效手段，主要用于复杂矿床，或用于第 I、II 勘探类型矿床验证钻探。一般应布设在主矿体及首采区段，在条件适宜时，可以代替部分钻孔进行深部探矿。沿脉坑道应尽量在脉内掘进，当矿体厚度大于2m以上，或因矿体产状变化，沿脉坑道未穿透矿体顶、底板时，要用穿脉加以控制。其工程质量按DZ 0141执行。

6.5.4 钻探

钻探是控制矿体，验证物探、化探异常，探获矿产资源储量的最主要手段。矿体和矿体边界线上下3 m~5 m内的岩、矿心采取率应 $\geq 80\%$ ；岩、矿心直径一般应大于57mm。每隔一定深度和矿体顶、底界线处应测顶角、方位角和丈量孔深。其他工程质量按DZ/T 0227执行。

6.6 岩矿鉴定取样、制样与鉴定

应按矿体、矿石类型和品级、近矿围岩的岩石类型，采取代表性岩矿鉴定样品，对岩石、矿石的矿物组成、结构构造，以及岩石或矿石类型进行鉴定。样品的数量应满足研究需要。岩石薄片、矿石光片的制样与鉴定按DZ/T 0275执行。

6.7 化学分析样品的采样、加工和测试

6.7.1 采样

6.7.1.1 基本分析样品：在各项探矿工程中要分别按矿体（分矿石类型）、矿化带及夹石连续取样；矿体顶底或两侧围岩应至少各有1个基本分析样品控制。单样长度应以其代表的真厚度确定，原则上应与矿体最低可采厚度或最小夹石剔除厚度相匹配。采样方法与样品规格应充分考虑金的赋存状态、颗粒大小及均匀程度，以保证其代表性为原则。

槽、井、坑探工程中通常采用刻槽法取样。样槽断面规格一般为10cm~5cm×5cm~3cm的矩形，也可根据采样器具选择三角形，但断面面积不小于15cm²。矿化不均匀的，全矿床坑道均要两壁取样，合并计算平均厚度、平均品位，严禁选择性采用局部两壁采样的方法。穿脉坑道一般在一壁腰线连续取样；沿脉坑道中样品的走向间距，应视矿化变化的情况而定，一般为4m~6m，变化不大时可放稀至8m~10m。

薄脉型（真厚度小于30cm）金矿宜采用剥层法取样。样品规格：长（矿体真厚度方向）×宽（矿体倾斜方向）×深（矿体走向方向）一般为真厚度×0.5m~1m×5cm。

要严格保证采样质量，采样前要平整采样点的岩、矿石表面，挂好围布，选择光滑易清扫的垫布，避免样品溅飞或样槽外物质混入。样品实际重量与理论重量相差不得超过10%。

钻探岩、矿心宜采用1/2切（锯）心法取样。应采用切（锯）器具沿岩、矿心长轴方向切（锯）取，若岩、矿心直径小（≤30mm），则应全心采样。对不同回次岩矿心，孔径、采取率相差太大时，要分别采样。

6.7.1.2 光谱全分析样品：从矿体的不同部位和不同矿石类型（包括围岩、蚀变带）采取，可单独采样，也可利用基本分析副样。其结果可作为确定化学全分析、基本分析和组合分析项目的依据。

6.7.1.3 化学全分析样品：在光谱全分析基础上，按主要矿体、分矿石类型，采取有代表性的样品。每种矿石类型一般取1~2个。其结果可作为确定基本分析、组合分析项目的依据。

6.7.1.4 组合分析样品：组合分析样品应按矿体或块段，分矿石类型（或品级），从一个或几个相邻探矿工程中，依样品代表的真厚度的比例、从基本分析副样中提取相应重量的样品组合成一个样品，每个组合样的重量一般不少于200g。分析项目根据光谱全分析和化学全分析及岩矿鉴定结果确定。组合分析目的主要是查明矿石中伴生有用组分与有益、有害组分含量及分布，分析结果可作为伴生矿产的资源储量估算依据。

6.7.1.5 物相分析样品：为研究金矿体的自然分带及确定矿石的自然类型，选择一定数量的探矿工程，从地表氧化矿至深部原生矿按一定的间距分别采样，或从相近位置上的基本分析副样中抽取。分析项目重点为标志矿物的原生态与氧化态含量。采样与分析必须迅速及时，以免样品氧化影响质量。

6.7.2 样品加工

6.7.2.1 金矿样品加工，应根据金在样品中的赋存状态及其粒度分布情况，制定不同流程，并兼顾不同的分析取样量。流程中的关键是确定第一次缩分时的试样粒度，必要时，应通过试验确定。

6.7.2.2 矿石中金的粒度属于微粒、细粒时，样品加工可采用一般岩矿样品加工流程，按切乔特公式缩分。

$$Q = kd^2$$

式中：

Q——样品最低可靠质量，单位为千克（kg）；

d——样品缩分后最大颗粒直径，单位为毫米（mm）；

k——根据岩矿样品特性确定的缩分系数。微、细粒金矿石K值一般取0.8。

6.7.2.3 矿石中含有粗粒金、巨粒金时，应将原矿样直接碎磨至化验需要的粒度（一般为—200目），整个加工过程不缩分、不过筛。

6.7.2.4 样品加工前必须扫净加工器械，避免因操作不当造成误差。样品加工损失率不大于5%。

6.7.3 样品分析测试

6.7.3.1 样品分析（基本分析）测试原则上应由获得质量检测机构资质和计量认证的测试单位或生产单位承担。

6.7.3.2 基本分析、组合分析、物相分析的结果应分批次做内部检查分析，检查其偶然误差。内检样由原送样单位从基本分析副样中按原分析样品总数的10%抽取，每批次不得少于30件，编密码送原分析实验室进行复测。当基本分析样品总数较少时，应适当提高内检样抽取比例；当基本分析样品总数较大（大于2000）时，内检样品抽取比例可减少至不低于5%。

6.7.3.3 外检样品由原送样单位从内验合格的基本分析正样中按分析样品总数的5%抽取，最低不得少于30件，编密码送获得计量认证的测试单位测试。当基本分析样品总数较少时，应适当提高外检样抽取比例；当基本分析样品总数较大（大于2000）时，外检样品抽取比例可减少至不低于3%。

6.7.3.4 化学分析质量及误差处理办法按DZ/T 0130执行。

6.8 矿石加工选（冶）技术性能试验样品的采集与试验要求

样品采集应考虑矿石类型、品位、空间分布的代表性，同时应考虑配矿所需的围岩、夹石等。当矿石中有共生矿产和伴生矿产时，应一并考虑采样的代表性，以便通过实验确定合理的回收工艺流程。样品主要组分含量应低于所代表的矿石类型的平均品位。能分采、分选的，应分矿石类型采集；能混采、混选的，则应按不同类型矿石比例采集。

加工选（冶）技术性能试验的各环节都必须符合相应规范、规程的要求。

6.9 岩石、矿石物理技术性能样品的采集与测试要求

6.9.1 一般样品

勘查工作中，必须采集、测试矿石和顶底板围岩的物理力学参数。采样与测试项目一般包括：矿石的体重、湿度、块度、孔隙度、松散系数、硬度、安息角，以及抗压、抗剪、抗拉强度，弹性模量、内聚力、泊松比等。采样方法、数量、质量应符合有关规范、规程的要求。

6.9.2 体重样

应按矿石类型分别采取，样品分布及数量应具有代表性。致密块状矿石一般采集小体重样，每种矿石类型不得少于30块；松散和多孔隙（裂隙）矿石应采集不少于3个大体重样（体积一般不小于 0.125m^3 ），用于校正小体重值。直接用大体重值参与储量估算时，每种矿石类型的大体重测试样品不少于5个。

小体重样品应在野外蜡封。

测定矿石体重的同时，须测定湿度、孔隙度（氧化矿石）和影响体重值的主要元素的含量。

6.10 原始编录、综合整理和报告编写

6.10.1 原始编录及综合整理

原始编录必须在现场及时完成，客观、准确、全面记录第一手地质资料。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理。各个工作项目结束后及时提交原始和综合资料，要做到图件清晰、文字简练、文图相符。工作质量按DZ/T 0078《固体矿产勘查原始地质编录规程》和DZ/T 0079《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》执行。

6.10.2 报告编写

报告编写执行DZ/T 0033。

6.11 勘查信息计算机处理技术应用

6.11.1 原始数据

录入的数据要保证精度、单位明确；录入的描述性文字内容中涉及的符号、代码要符合“地质矿产名词、术语及代码”规定和其他相关规定。

6.11.2 数据库

建立的勘查数据库，应具有符合国家测绘标准的三维坐标属性和三维空间库结构，并采用开放性数据库接口。

6.11.3 图件

在地质勘查数据库支持下，使用计算机软件生成的图件，须符合相应的规范图式，并保证图件要素和内容齐全、准确。同类图件的比例尺应保持一致。

7 可行性评价

7.1 基本要求

7.1.1 在普查、详查和勘探各阶段，均应进行可行性评价工作，并与勘查工作同步进行，动态深化，以使矿产勘查工作与下一步勘查或矿山建设紧密衔接，减少矿产勘查、矿山开发的投资风险，提高矿产勘查开发的经济、社会效益。

7.1.2 可行性评价根据研究深度由浅到深划分概略研究、预可行性研究和可行性研究三个阶段。概略研究可由勘查单位完成；预可行研究和可行性研究应由具有相应能力的单位完成。

7.1.3 可行性评价应视研究深度的需要，综合考虑地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，分析研究矿山建设的可能性（投资机会）、可行性，并作出是否宜由较低勘查阶段转入较高勘查阶段、矿山开发是否可行的结论。

7.2 概略研究

7.2.1 通过了解分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性的简略研究，作出矿床开发是否可能、是否转入下一勘查阶段工作的结论。

概略研究可以在各勘查工作程度的基础上进行。

7.3 预可行性研究

7.3.1 通过分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性的初步研究。作出矿山建设是否可行的基本评价，为矿山建设立项提供决策依据。

7.3.2 预可行性研究应在详查及以上工作程度基础上进行。

7.4 可行性研究

7.4.1 通过分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性的详细研究。作出矿山建设是否可行的详细评价，为矿山建设投资决策、确定工程项目建设计划和编制矿山建设初步设计等提供依据。

7.4.2 可行性研究一股应在勘探工作程度基础上进行。

8 矿产资源储量分类、类型

按矿床的勘查控制及研究程度，结合可行性评价的深度和结论，确定矿产资源储量类型。具体按GB/T 17766执行。

9 矿产资源储量估算

9.1 工业指标

9.1.1 工业指标的确定

工业指标是评价矿床、圈定矿体、估算资源储量的标准和依据。具体矿床的工业指标应单独编制。原则上，普查阶段的工业指标可参照本规范的附录D中的一般指标确定，详查、勘探阶段所采用的工业指标则应通过论证确定。

对有共、伴生矿产的矿床，可制定综合工业指标。

9.1.2 工业指标的主要内容

边界品位 (g/t)；
最低工业品位 (g/t)；
最小可采厚度 (m)；
米·克 / 吨 (m·g/t) 值；
最小夹石剔除厚度 (m)；
最小无矿段剔除长度 (m)；
最小可采厚度与最小夹石剔除厚度均按真厚度计。

9.2 资源储量估算方法和一般原则

9.2.1 估算方法

根据矿床地质特征、矿体形态、产状、勘查工程的数量及布设情况等因素选择合适的方法。常用的估算方法有几何方法（如断面法、地质块段法、最近地区法等）、地质统计学方法、距离幂次反比法、最佳结构曲线断面积分方法（简称SD法）等。

提倡和鼓励运用计算机技术，建立数据库和三维地质模型，估算资源量。

9.2.2 一般原则

9.2.2.1 参与资源储量估算的各种类型勘查工程质量、各类样品的采集、加工及测试分析质量，必须符合有关规范、规程和规定的要求。

9.2.2.2 根据固体矿产资源储量分类，按矿体、资源储量类型、矿石类型（可分采分选）分别估算各矿体及全矿区的矿石量、金属量。

9.2.2.3 对共生矿产的估算与主矿产要求相同；对伴生矿产，按块段或矿体的矿石量与伴生组分的平均品位估算伴生矿产的金属量。

9.3 几何方法

9.3.1 块段划分

9.3.1.1 采用几何法（断面法、地质块段法、最近地区法等）估算资源储量时，应根据构造特征、控制程度、矿石类型、矿体厚度和品位变化特征，以及矿山开采设计需要，合理划分块段。

9.3.1.2 块段划分时，应充分考虑各个工程的“权重”。地质块段法估算资源储量时，原则上以相邻最近的4个工程控制的范围划分为一个块段，每个工程一般最多使用4次。

9.3.1.3 原则上，探明资源量和控制资源量块段边界以工程连接线划分，推断资源量块段边界可由工程连线圈定，亦可外推确定。

9.3.2 资源储量估算参数的确定

9.3.2.1 面积：面积测定可采用计算机软件在资源储量估算图上直接读取，图件的比例尺一般为1:1000-1:2000。

9.3.2.2 平均品位：平均品位有单工程平均品位、块段平均品位、矿体和矿床平均品位。其计算方法及注意事项如下：

- a) 单工程平均品位：通常采用样长对应的真厚度加权求得。样品中有特高品位时，则应先处理特高品位，再计算单工程（或样品段）平均品位。
- b) 块段平均品位：用地质块段法估算资源储量时，块段平均品位通常采用单工程厚度加权法求得；用垂直剖面法和水平断面法时，先采用单工程厚度加权求取剖面或断面平均品位，再采用剖面或断面面积加权求取块段平均品位。

若块段上部由坑道工程组成，下部由钻孔组成，则块段内上、下部分应按工程数量对等的原则处理后再加权平均求取。

如坑道与钻孔位置相近，而采样测试结果不一致时，应加权平均后，再参与块段平均品位的计算。

如坑道与钻孔同一采样位置，测试结果不一致时，以坑道为准。

- c) 矿体和矿床平均品位：一般以矿体或矿床金属量除以矿石量求得。

9.3.2.3 块段平均厚度：块段平均厚度一般用算术平均法求得。当工程分布不均匀时，可按影响长度或面积加权计算平均厚度。

块段平均厚度有三种，即，平均水平厚度、平均铅垂厚度和平均真厚度。估算块段资源储量时，平均厚度视块段面积方向而定。用纵投影面积时，采用平均水平厚度；用水平投影面积时，采用平均铅垂厚度；用斜面积计算时，采用平均真厚度。

9.3.2.4 体重：参与资源储量估算的矿石体重须以实际测定值为依据。分矿石类型估算资源储量时，一般用算术平均法按矿石类型分别计算矿石体重；不分矿石类型估算资源储量时，须按不同类型矿石

比例确定各个类型的体重样数量，然后计算矿体平均体重；当体重与矿石中某种组分关系密切时，应采用线性回归方法求取不同类型、不同块段（矿块）矿石相应的平均体重。

对疏松或多孔洞、多裂隙的矿石（如氧化矿石）应采用大体重校正小体重。

矿石湿度较大（湿度大于3%）时，体重值应进行湿度校正。

9.4 地质统计学及其它方法

地质统计学法、距离幂次反比法、SD法等，块模型的建立、估算参数的确定等从其规定。

9.5 特高品位处理

9.5.1 几何法

通常单样品品位值高于矿体（全部样品加权）平均品位6~8倍的样品确定为特高品位样。确定特高品位样时，应参照矿体品位变化系数大小来确定，当矿体品位变化系数大时取上限值，变化系数小时取下限值。处理的方法是：用包含特高品位样的工程为中心、由包含特高品位样工程在内的相邻工程组成的块段平均品位代替该样品品位。如果特高品位样品呈有规律分布，且可以圈出高品位样带时，则可将高品位样带单独圈出，估算资源储量，而不作为特高品位样品处理。

9.5.2 地质统计学及距离幂次反比法、SD法

地质统计学法、距离幂次反比法、SD法有相应的特高品位判别标准及处理办法。用地质统计学方法、距离幂次反比法、SD法估算资源储量时，从其原则和规定。

9.6 矿体的圈定

几何法与地质统计学法、距离幂次反比法、SD法等资源储量估算方法，矿体圈定原则及方法略有差别。地质统计学法和距离幂次反比法、SD法估算资源储量时从其规定。以下规定供几何法估算资源储量时参考。

9.6.1 单工程矿体圈定

9.6.1.1 单工程矿体的圈定主要依据边界品位、最小夹石剔除厚度、最小可采厚度或米·克/吨值等综合考虑。当同一工程中圈出多个符合工业指标的样段时，应根据构造特征、控矿因素、产状变化及相邻工程间样段的对应关系圈定矿体，在依据不充分时，一般不宜处理为分枝复合关系。

9.6.1.2 当矿体的厚度小于最低可采厚度时，按米·克/吨（ $m \cdot g/t$ ）值圈定矿体。

9.6.2 剖面上矿体连接

9.6.2.1 矿体的连接坚持先连接地质界线，再根据主要控矿地质特征连接矿体。连接矿体一般采用直线，在充分掌握地质规律的情况下，也可用自然趋势曲线连接。无论是直线连接，还是曲线连接，两工程间矿体的厚度均不应大于两工程实际控制的厚度。

9.6.2.2 对于形态复杂的矿体，其中有部分地段达不到工业指标要求，沿走向及倾向迅速尖灭再现，呈扁豆状或串珠状，厚度急剧膨缩或有分枝复合现象，无矿地段体积过小，开采无法剔除时，可作为连续矿体连接。

9.6.2.3 两相邻工程，一个见矿，另一个未见矿时，一般作1/2尖灭。

9.6.2.4 对于厚大且连片的低品位矿应单独圈出。

9.6.3 夹石的圈定

9.6.3.1 按边界品位及最小夹石剔除厚度指标判别，当夹石厚度大于等于最小夹石剔除厚度指标时，剔除；小于最小夹石剔除厚度指标时，可圈入矿体。

9.6.3.2 剖面上夹石的连接应按“对角线尖灭”的原则。即，当一个工程见夹石，另一工程未见夹石时，将未见夹石工程作为尖灭点，由见夹石工程用直线按趋势推连至未见夹石工程，以保证两工程间矿体的推测厚度小于工程实际控制厚度。

9.6.4 无矿段的圈定

使用沿脉坑道追索和控制矿体时，应准确使用“最小无矿段剔除长度”指标圈定无矿段范围。当连续多个采样点平均品位低于边界品位，在走向、倾向长度大于“最小无矿段剔除长度”时，应按工业指标规定的上、下对应情况，单独圈出无矿地段。

9.6.5 矿体外推原则

9.6.5.1 外推距离：外推距离是指矿体延伸方向的实际距离，而非按水平投影图或纵投影图上的投影距离。

9.6.5.2 有限外推

- a) 两个工程中一个见矿，另一工程未见矿，两工程间距大于或等于“理论工程间距”，可按“理论工程间距”的1/2尖推、1/4平推；如两工程间距小于“理论工程间距”时，则按两工程实际间距1/2尖推、1/4平推。
- b) 两个工程中一个见矿，另一工程未见矿，若矿体为断层或脉岩切割错开，而并非矿化原因时，矿体边界可按趋势推延至断层或脉岩边界上。

9.6.5.3 无限外推

- a) 无限外推应结合矿体特征综合考虑。当矿体的延伸经分析研究具有一定规律时，可按地质规律外推；当矿体的延伸无明显规律可寻时，一般按相应勘探类型所对应的推断资源量工程间距的1/2尖推、1/4平推。
- b) 矿体边部工程是米·克/吨值时，对内可连接为矿体，对外不外推。
- c) 盲矿体的顶部、最高一层坑道向上外推，可采用a)的原则。当顶部存在剥蚀边界时，最多外推至剥蚀边界。

9.7 资源储量类型划分

9.7.1 资源量级别划分

9.7.1.1 资源量级别按勘探类型、控制程度及研究程度划分。

9.7.1.2 探明资源量、控制资源量应由见矿工程连线圈定；推断资源量可由相应工程连线圈定，亦可根据地质、物探、化探异常外推一定范围确定。一般地，在矿体走向和倾向上，沿工程连线圈定的控制资源量和探明资源量块段之外，可平推推断资源量工程间距的1/4圈算推断资源量。

9.7.2 储量类型确定

9.7.2.1 以资源量级别为基础，按照可行性评价的深度和结论，确定储量类型。

9.7.2.2 分析研究采矿、加工、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素（简称转换因素），通过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价，认为矿产资源开发项目

技术可行、经济合理、环境允许时，考虑可能的矿石损失和贫化后，探明资源量、控制资源量转为储量。

9.8 资源储量估算结果

资源储量估算结果应编制汇总表，并用文字综合准确表述。资源储量估算结果汇总表一般应列示保有、动用和累计查明，主矿产、共生矿产和伴生矿产，不同矿石工业类型，不同资源储量类型的矿石量、金属量、平均品位。

9.9 数值的修约要求

各种参数及储量小数进位规则是“四舍五入”。

矿石量单位：万吨（ 10^4t ）；

金属量单位：千克（kg）；

矿体厚度单位：米（m）；

矿石体重单位：吨/米³（ t/m^3 ）；

矿石品位单位：克/吨（g/t）。

矿石量、金属量取整数，其余均保留两位小数。

共（伴）矿产资源储量的单位及数值修约要求，按相关规范执行。

附 录 A
(规范性附录)
岩金矿床规模划分标准

岩金矿床规模划分标准表见表A.1。

表A.1 岩金矿床规模划分标准表

矿床规模	资源量 (金金属量: 吨)
大型	>20
中型	5~20
小型	<5

附录 B
(资料性附录)
矿床勘探类型划分及划分方案

B.1 矿床勘探类型有关参数

矿床勘探类型有关参数见表B.1、表B.2、表B.3、表B.4、表B.5。

表B.1 矿体规模表

规模等级	矿体走向长度 (m)	矿体延深(或宽度) (m)	规模等级
大型	>500	>500	大型
中型	200~500	200~500	中型
小型	<200	<200	小型

表B.2 矿体形态变化程度表

矿体形态复杂程度	矿体形态变化特征
简单	层状—似层状、板状—似板状、大脉体、大透镜体，形态规则或较规则，矿体连续，产状变化简单
中等	不规则大透镜体或大脉状体、矿柱、矿囊，矿体基本连续，有分枝复合，产状变化中等
复杂	不规则的透镜体及小透镜体、脉状体及小脉状体、小矿柱、小矿囊，矿体呈间断性状态。产状变化复杂

表B.3 厚度稳定程度表

厚度稳定程度	矿体厚度变化系数 (%)
稳定	<80
较稳定	80~130
不稳定	>130

表B.4 构造、脉岩影响程度表

影响程度	表现特点
小	矿体基本无断层错动或脉岩穿插，构造对矿体影响小或无
中等	矿体被断层错动或被脉岩穿插，构造、脉岩对矿体形态有较明显影响，但破坏不大
大	矿体被断层错断，脉岩穿插较多或甚多，错断距离较大，严重影响矿体形态，破坏大

表B.5 有用组分分布均匀程度表

分布均匀程度	矿体品位变化系数 (%)
均 匀	<100
较 均 匀	100~160
不 均 匀	>160

B.2 矿床勘探类型划分方案

B.2.1 第I勘探类型（简单型）。矿体规模大，形态简单，厚度稳定，构造、脉岩影响程度小，主要有用组分分布均匀的层状—似层状、板状—似板状的大脉体、大透镜体、大矿柱。属于该类型的矿床有山东焦家金矿床1号矿体、山东新城金矿床、陕西双王金矿床KT8矿体。

B.2.2 第II勘探类型（中等型）。矿体规模中等，产状变化中等，厚度较稳定，构造、脉岩影响程度中等，破坏不大，主要有用组分分布较均匀的脉体、透镜体、矿柱、矿囊。属于该类型的矿床有河北金厂峪金矿床II—5号脉体群、河南文峪金矿床。

B.2.3 第III勘探类型（复杂型）。矿体规模小，形态复杂，厚度不稳定，构造、脉岩影响大，主要有用组分分布不均匀的脉状体、小脉状体、小矿柱、小矿囊。属于该类型的矿床有河北金厂峪金矿床II—2号脉、山东九曲金矿床4号脉、广西古袍金矿床志隆1号脉等。

附录 C
(资料性附录)
勘查工程间距

岩金矿不同勘查类型的参考基本勘查工程间距见表C.1。

表C.1 勘查工程基本间距参考表

勘探类型	控制资源量工程间距 (m)			
	坑 探		钻 探	
	穿 脉	沿脉	走 向	倾 斜
I	80~160	80~160	80~160	80~160
II	40~80	40~80	40~80	40~80
III	20~40	20~40	20~40	20~40

注1：间距是指沿矿体走向和倾斜方向的实际距离。
注2：各类型对应的工程间距作为参考，实际工作中可按矿床实际适当调整。
注3：探求探明资源量的工程间距，可以缩小至控制资源量工程间距的 1/2；探求推断资源量时，可以放大到控制资源量工程间距的 2~3 倍。
注4：对极复杂矿床，用上表的工程间距，无法探求相应控制程度要求的储量时，只能在矿山开采时边采边探。
注5：当矿体在不同地段或不同方向变化程度不同时，工程间距应做相应的调整。

附 录 D
(资料性附录)
岩金矿及其伴生组分工业指标

岩金矿一般工业指标及伴生有用组分评价指标见表D.1和表D.2。

表D.1 岩金矿一般工业指标

项目	指 标		
	原生矿		氧化矿
	坑采	露采	
边界品位(g/t)	0.8~1.0		0.5
最低工业品位(g/t)	2.2~3.5	1.6~2.8	1.0
最小可采厚度(m)	0.8~1.5, 陡倾斜者为下限, 缓倾斜至水平者为上限		
夹石剔除厚度(m)	2.0~4.0, 坑采者为下限, 露采者为上限		
无矿段剔除长度(m)	上下坑道对应时 10~15, 上下坑道不对应时 20~30		

注1: ①对于边界品位和最低工业品位, 当矿石赋存条件较好、矿物成分简单、外部建设条件较好时, 取指标的下限值, 反之取上限值。

②当矿体厚度小于最低可采厚度, 采用厚度与品位的乘积——米·克/吨(m·g/t)值。

表D.2 岩金矿伴生有用组分评价指标

元 素	铜	铅	锌	三氧化钨	锑	钼
	Cu	Pb	Zn	WO ₃	Sb	Mo
含量	0.1%	0.2%	0.2%	0.05%	0.3%	0.01%
元 素	砷	硫	钴	银		
	As	S	Co	Ag		
含量	0.2%	2%	0.01%	2g/t		

附 录 E
(资料性附录)
岩金矿矿物

岩金矿矿物见表E.1。

表E.1 岩金矿矿物表

矿 物 名 称	化学分子式	金的质量分数 %	备 注
一、自然元素、天然合金和金属硫化物			
1. 自然金 Gold	Au	>80	常与银、铂、钯、铼、铜、铋等成合金
2. 银金矿 Electrum	(Au, Ag)	80~50	
3. 黑铋金矿 Maldonite	Au ₂ Bi	65.3	
4. 斜方铜金矿 Auricupride	Cu ₃ Au	50.6	
5. 围山矿 Weishanite	(Au, Ag) ₃ Hg ₂	56.91	1983年4月国际矿物学会正式承认
二、硫化物			
6. 硫金银矿 Uytendogaardtite	Ag ₃ AuS ₂	32.6	
三、碲化物			
7. 碲金矿 Calaverite	AuTe ₂	44.03	有时含少量银
8. 斜方碲金矿 Krennerite	AuTe ₂	43.5	
9. 亮碲金矿 Montbrayite	(Au, Sb) ₂ Te ₃	50.6	
10. 碲金银矿 Petzite	Ag ₃ AuTe ₂	25.4	
11. 板碲金银矿 Muthmannite	(Ag, Au)Te	22.9~35.2	
12. 针碲金银矿 Sylvanite	(Au, Ag)Te ₄	24.1	
13. 针碲金铜矿 Kostovite	CuAuTe ₄	25.5	
14. 叶碲金矿 Nagyagite	Pb ₅ Au(Te, Sb) ₄ S ₅₋₈	7.41~10.16	成分不定
15. 碲铜金矿 Bessmertnovite	Au ₄ Cu(Te, Pb)	68.0~75.0	
16. 碲铁铜金矿 Bogdanovite	Au ₅ (Cu, Fe) ₃ (Te, Pb) ₂	57.6~63.6	
17. 碲铅铜金矿 Bilibinskite	Au ₃ Cu ₂ PbTe ₂	40.7~50.5	
四、锑化物			
18. 方锑金矿 Aurostibite	AuSb ₂	44.7	
五、硒化物			
19. 硒金银矿 Fischesserite	Ag ₂ AuSe ₂	29.0	

附 录 F
(资料性附录)
金矿物的力度及形状分类

金矿物的粒度及形状分类参考标准见表F.1。

表F.1 金矿物的粒度及形状分类

粒 级	粒 径 (mm)	延 展 率	边界圆滑	边界平整 棱角明显	边界不平整, 有尖角、枝杈
巨粒金	>0.295	1~1.5	浑圆粒状	麦粒状	尖角粒状
粗粒金	0.295~>0.074				
中粒金	0.074~>0.037	1.5~3	角粒状	长角粒状	枝杈状
		3~5	叶片状	板片状	
细粒金	0.037~>0.01	>5	针状		
微粒金	≤0.01				

注1: 金的粒度在很大程度上决定磨矿细度和选别方法。按对选矿工艺产生的影响, 将粒度划分为五级。在矿石磨碎过程中, 巨粒金和粗粒金几乎全部可以分离成单体, 并有利于重选法回收, 但浮选、浸出效果不佳; 中粒金在磨矿过程中大都能单体解离, 少部分呈暴露连生体或被硫化物包裹; 中细粒金和微粒金用浮选法、氰化法都有好的效果。单体的金矿物无论大小均易被汞吸附。

注2: 自然金的不同形状在不同的选矿方法中效果不一样, 如粒状的用重选法易回收, 表面面积大的在溶剂中溶解较快, 片状的易浮选。

附 录 G
(资料性附录)
岩金矿床工业类型

岩金矿床工业类型实例见表G.1。

表G.1 岩金矿床工业类型简表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿物共生组合		围岩蚀变	矿体形状	规模及品位	共生元素	矿床实例	
		金属矿物	脉石矿物						
破碎带蚀变岩型 (焦家式)	形成于变质基底隆起区, 以中酸性岩浆岩、混合岩、变质岩为主。受再生花岗岩体与胶东群接触带控制, 矿化发育在主断裂带下盘的角砾岩、碎裂岩、碎裂状花岗岩中	黄铁矿为主, 次为黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿, 少量的银金矿、自然金、自然银、白铁矿、斑铜矿、辉铜矿、黝铜矿、斜方辉钴铋矿、锆石、铁矿	石英、绢云母、长石, 少量绿泥石、白云石、绿帘石、石榴子石	钾化、硅化、黄铁绢英岩化	脉带形	小到特大型	Ag	焦家、新城、三山岛	
含金石英脉型	石英单脉型	以五龙金矿为代表, 赋存在吕梁期黑云母花岗岩片麻岩发育区, 含金石英脉与构造关系密切, 处于两组构造的复合处	黄铁矿、白钨矿、毒砂、磁黄铁矿、辉铋矿、自然金、黄铜矿、闪锌矿、胶状黄铁矿	石英、钾长石、萤石、方解石	硅化、绢云母化, 次为绿泥石化、黄铁矿化	脉状、扁豆状、细脉状	小到大型 金品位平均为 10.14×10^{-6}		五龙
	石英网脉及复脉带型	复脉带以金厂峪金矿为典型矿床, 产于太古宙遵化群中, 赋矿围岩为斜长角闪岩经韧性剪切作用形成的蚀变千糜岩	黄铁矿, 少量的黄铜矿、方铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿、辉钼矿、辉铋矿、辉银矿等, 以及褐铁矿、孔雀石、铜蓝	石英、方解石、白云石、钠长石、白云母, 少量绢云母、绿泥石、磷灰石、金红石、榍石、锆石	绢云母化、黄铁矿化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化	脉状、不规则脉状和透镜状	小到大型 金品位为 $1 \times 10^{-6} \sim 21.4 \times 10^{-6}$	Mo	金厂峪
	石英硅化钾化蚀变岩型 (东坪式)	产于中、高级变质岩地区, 岩性为斜长角闪岩、片麻岩、麻粒岩、变粒岩, 区域性深断裂及派生的次级断裂控制含矿地质体的分布, 矿体产于偏碱性杂岩体及其外接触带, 由石英脉和硅化、钾化蚀变岩组成	黄铁矿, 次为方铅矿、磁铁矿、黄铜矿, 少量的闪锌矿、碲铅矿以及褐铁矿、赤铁矿、斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、铅矾氧化矿物	石英、长石、高岭石、绢云母, 少量绿帘石、白云母、石榴子石、绿泥石	钾化、硅化、钠化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化、褐铁矿化、碳酸盐化	脉状、透镜状	中到特大型 金品位平均为 7.25×10^{-6}	Sb	东坪、哈达门、后沟

续表 G.1 岩金矿床工业类型简表

矿床工业类型		成矿地质特征	矿物共生组合		围岩蚀变	矿体形状	规模及品位	共伴生元素	矿床实例
			金属矿物	脉石矿物					
斑岩型 (团结沟式)	与中酸性、酸性及碱性次火山岩有关。金矿体产于花岗岩长斑岩体顶部及接触带附近	黄铁矿、白铁矿、辉钨矿、自然金、黄铜矿、辰砂、雄黄、雌黄	玉髓状石英、方解石、冰洲石、铁白云石、蛋白石、长石、高岭土	硅化、黄铁矿和/或白铁矿化、碳酸盐化	层状、脉状、扁豆状	大到特大型 金品位为 $2 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$	Ag、 Cu、 S	团结沟	斑岩型 (团结沟式)
矽卡岩型	中酸性小侵入体与灰岩、火山凝灰岩的接触带。围岩多为含石榴子石、钙铁辉石、绿帘石矽卡岩	磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿、赤铁矿、斑铜矿、银金矿	钙铝榴石、透辉石、绿帘石、石英、方解石	矽卡岩化为主，其次为钾化、硅化、绿泥石化和绢云母化	透镜状、似层状、巢状、串珠状	中到大型 金品位为 $2 \times 10^{-6} \sim 200 \times 10^{-6}$ 铜品位为1%~4%	Fe、 Cu、 Pb、 Zn、Bi	华铜、 沂南、 鸡冠嘴、 老柞山	矽卡岩型
角砾岩型	角砾岩体多产于太古宙和元古宙的变质岩中，原岩为中基性火山岩。岩体成群成带分布且受构造控制，岩性为多铁的硅铝质岩石。金矿化分布在岩体内的角砾周边及裂隙发育地段，与胶结物密切相关	黄铁矿，次为黄铜矿、方铅矿、自然金，少量闪锌矿、辉钨矿、铜蓝、斑铜矿、辉钼矿	石英、绿泥石、绿帘石，次为方解石、钾长石、绢云母、钠长石及少量黑云母、斜长石、次闪石、阳起石、萤石	硅化、绿泥石化、绿帘石化和绢云母化	似层状、透镜状	中一大型 金品位为 $1 \times 10^{-6} \sim 45.85 \times 10^{-6}$	Ag、 Cu、 S	祁雨沟、 双王	角砾岩型
硅质岩层中的含金铁建造型 (东风山式)	位于地台隆起的边缘拗陷区。含矿地质体产于太古宙到元古宙的条带状含铁硅质岩层中	磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂、钦铁矿，少量自然金、辉钨矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿	铁闪石、石英、镁铁闪石、碳酸盐矿物	硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化	似层状、扁豆状	小一中型 金品位为 $5 \times 10^{-6} \sim 20 \times 10^{-6}$ 最高 160×10^{-6}	Co、As	东风山	硅质岩层中的含金铁建造型 (东风山式)
含金火山岩型	主要产于中生代火山带及火山盆地。矿体由含金方解石石英脉组成，充填于火山口附近的环形放射状裂隙中，或火山管道、火山口相喷出岩中	黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、闪锌矿、辉银矿、银金矿、金银矿、金碲矿	玉髓、蛋白石、冰长石、石英、碳酸盐矿物	硅化、钠长石化、高岭土化、黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化和退色化	脉状	小型 金品位为 $5.54 \times 10^{-6} \sim 7.73 \times 10^{-6}$		刺猬沟	含金火山岩型
微细粒浸染型	分布于显生宙准地台及地槽区，地层为上古生界到中生界，主要含金层位为中三叠统，由碎屑岩构成的沉积岩系。金及硫化物呈浸染状分布其中	黄铁矿、白铁矿、毒砂、含砷黄铁矿、辉钨矿、自然金、雄黄	水云母、重晶石、萤石、	硅化、高岭土化、碳酸盐化、白铁矿化、毒砂化、含砷黄铁矿化	层状、似层状、透镜状	中型	Sb、Hg	丫他、 板其	微细粒浸染型

参 考 文 献

- [1]侯德义主编. 找矿勘探地质学. 北京: 地质出版社, 1984. 11。
 - [2]侯德义、刘鹏鄂、李守义、叶松青编. 矿产勘查学. 北京: 地质出版社, 1997. 11。
 - [3]GB 12719-1991 矿区水文地质工程地质勘探规范。
 - [4]GB/T 33444-2016 固体矿产勘查工作规范。
 - [5]GB 50771-2012 有色金属采矿设计规范
 - [6]GB 51060-2014 有色金属矿山水文地质勘探规范。
 - [7]DZ/T 0078-2015 固体矿产勘查原始地质编录规程。
 - [8]DZ/T 0130-2006 地质矿产实验室测试质量管理规范。
 - [9]DZ/T 0275.1-2015 岩矿鉴定技术规范。
 - [10]DZ/T 0287-2015 矿山地质环境监测技术规程。
 - [11]T/CMAS 0001 绿色勘查指南。
 - [12]HJ 651-2013 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）。
 - [13]中国地质调查局1:50000区域地质调查工作指南（试行）。
 - [14]中国地质调查局1:50000覆盖区区域地质调查工作指南（试行）。
 - [15]于润沧主编. 采矿工程师手册. 北京: 冶金工业出版社, 2009. 3。
-