

砂矿（金属矿产）地质勘查规范

目录

砂矿（金属矿产）地质勘查规范	4
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 勘查的目的任务	4
4 勘查研究程度	5
4.1 矿产勘查工作	5
4.1.1 总则	5
4.1.2 区域地质	5
4.1.3 勘查区地质	5
4.1.4 矿体地质	5
4.1.5 开采技术条件	5
4.1.6 矿砂加工选冶技术性能试验	7
4.1.7 综合评价	7
4.2 勘查各阶段要求	7
4.2.1 预查	7
4.2.2 普查	7
4.2.3 详查	8
4.2.4 勘探	8
5 勘查控制程度	9
5.1 勘查类型划分	9
5.2 勘查工程间距	9
5.3 勘查控制程度	10
6 勘查工作及质量要求	10
6.1 地形及工程测量	10
6.2 地质填图	10
6.3 物理探矿	10
6.4 探矿工程	11
6.5 样品采集、淘洗（加工）、重砂（化学）分析	11
6.5.1 样品采集	11
6.5.2 样品淘洗	12
6.5.3 重砂分析	12
6.5.4 原矿化学分析	13
6.6 矿砂选矿加工技术试验采样	14
6.7 岩石、矿砂物理技术性能测定	14
6.8 地质编录、综合整理	14
6.8.1 地质编录	14
6.8.2 综合整理	14
6.9 应用新技术	14
7 可行性评价	15

8 矿产资源/储量分类及类型条件.....	15
8.1 矿产资源/储量分类.....	15
8.1.1 储量.....	15
8.1.2 基础储量.....	15
8.1.3 资源量.....	16
8.2 矿产资源/储量类型条件.....	16
8.2.1 可采储量 (111)	16
8.2.2 预可采储量 (121)	16
8.2.3 预可采储量 (122)	16
8.2.4 探明的 (可研) 经济基础储量 (111b)	17
8.2.5 探明的 (预可研) 经济基础储量 (121b)	17
8.2.6 控制的经济基础储量 (122b)	17
8.2.7 探明的 (可研) 边际经济基础储量 (2M11)	17
8.2.8 探明的 (预可研) 边际经济基础储量 (2M21)	17
8.2.9 控制的边际经济基础储量 (2M22)	17
8.2.10 探明的 (可研) 次边际经济资源量 (2S11)	18
8.2.11 探明的 (预可研) 次边际经济资源量 (2S21)	18
8.2.12 控制的 (预可研) 次边际经济资源量 (2S22)	18
8.2.13 探明的内蕴经济资源量 (331)	18
8.2.14 控制的内蕴经济资源量 (332)	18
8.2.15 推断的内蕴经济资源量 (333)	18
8.2.16 预测的资源量 (334) ?	18
9 矿产资源/储量估算.....	19
9.1 工业指标.....	19
9.2 矿产资源/储量估算的一般原则.....	19
9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求.....	19
9.4 矿体圈定与外圈.....	20
9.4.1 矿体圈定.....	20
9.4.2 向外圈算的距离及矿产资源/储量类别.....	20
9.5 矿产资源/储量估算方法.....	21
附录 A (规范性附录) 固体矿产资源/储量分类.....	22
附录 B (规范性附录) 可行性评价工作.....	23
B.1 概略研究.....	23
B.2 预可行性研究.....	23
B.3 可行性研究.....	23
B.4 资质要求.....	24
附录 C (规范性附录) 重砂矿物分离质量要求.....	25
附录 D (资料性附录) 采掘船开采主要开采技术条件.....	26
附录 E (资料性附录) 固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求.....	28
附录 F (资料性附录) 确定勘查工程间距的方法.....	31
F.1 用地质统计学法确定矿产勘查的工程间距.....	31
F.2 SD 法确定矿产勘查工程间距.....	32
附录 G (资料性附录) 勘查类型划分和工程间距.....	34
附录 H (资料性附录) 松散碎屑物粒度分析的分级标准.....	35

附录 I (资料性附录) 特商品位确定标准	36
附录 J (资料性附录) 一般工业指标	36
附录 K (资料性附录) 矿产资源储量规模划分标准	39
附录 L (资料性附录) 砂矿成因类型及形态类型	39
L 1 砂矿成因类型	39
L 1 1 分类	39
L 1 2 残积砂矿	39
L 1 3 坡积砂矿	39
L 1 4 洪积砂矿	40
L 1 5 冲积砂矿	40
L 1 6 人工堆积砂矿	40
L 1 7 冰川砂矿、冰水砂矿和风成砂矿在我国尚无典型实例。	40
L 2 砂矿形态类型	40
L 2 1 分类	40
L 2 2 河床砂矿	40
L 2 3 河漫滩砂矿	40
L 2 4 阶地砂矿	41
L 2 5 支谷砂矿	41
L 2 6 岩溶充填砂矿	41

图表目录

表 A 1 固体矿产资源/储量分类表	22
表 C 1 重砂矿物分离质量要求简表	25
表 D 1 采掘船主要开采技术条件	26
表 E 1 固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求表	28
图 F 1 最优勘探网度的选择	31
图 F 2 利用 32E 确定的最佳孔位	32
图 F 3 SD 精度与地质可靠程度关系应用图	33
表 G 1 矿体规模	34
表 G 2 矿体宽度稳定程度	34
表 G 3 有用组分分布均匀程度	34
表 G 4 勘查工程间距	34
表 G 5 残坡积砂矿勘查工程间距表	35
表 H 1 松散碎屑物粒度分析的分级标准	35
表 I 1 特商品位确定标准表	36
表 J 1 金红石及钛铁矿砂矿一般工业指标参考表	36
表 J 2 砂锡矿一般工业指标参考表	37
表 J 3 金砂矿一般工业指标参考表	37
表 J 4 稀有金属与稀土金属砂矿一般工业指标参考表	38
表 K 1 砂矿储量规模划分标准	39

砂矿（金属矿产）地质勘查规范

DZ/T0208—2002

1 范围

本标准规定了除滨海砂矿以外的金属矿产（贵金属、锡、钛铁矿、金红石、稀有金属、稀土等）砂矿勘查的目的任务、勘查研究程度、控制要求、工作质量、可行性评价、矿产资源/储量分类及其类型条件、矿产资源/储量估算等。

本标准适用于金属矿产砂矿勘查和矿产资源/储量估算，验收、评审、认定矿产勘查地质报告。同时适用于矿业权转让、筹资、融资、股票上市活动中的评估矿产资源/储量。

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/T13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

DZ/T0033—2002 固体矿产勘查 /矿山闭坑地质报告编写规范

3 勘查的目的任务

3.1 砂矿勘查的最终目的是为正确评价砂矿矿床，为矿山建设设计提供矿产资源/储量和必须的地质资料，藉以减少矿山企业的投资风险。根据 GB/T13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》将金属矿产砂矿地质勘查工作分为预查、普查、详查和勘探四个阶段。

3.2 预查是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，初步了解预查区内矿产资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大地区，并为发展地区经济提供参考资料。

3.3 普查是通过对矿化潜力较大地区开展地质、物探、化探工作和取样工程，以及可行性评价的概略研究，对已知矿化区做出初步评价，对有详查价值地段圈出详查区范围，为发展地区经济提供基础资料。

3.4 详查是对详查区采用各种勘查方法和手段，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，并为制订矿业开发规划、项目建议书提供资料。

3.5 勘探是对已知具有工业价值的矿区或经详查圈出的勘探区，应用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，以及查明矿床开采条件，进行可行性研究，为矿山建设在确定矿山生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺、矿山总体布置等方面提供依据。

4 勘查研究程度

4.1 矿产勘查工作

4.1.1 总则

应搜集和研究区域地质资料，研究和查明矿区地质、矿体地质、开采技术条件、矿砂（石）加工技术性能和综合评价等，根据不同勘查阶段对其要求程度不同。

4.1.2 区域地质

搜集并研究与成矿有关的区域地层、地质构造和新构造活动、岩浆岩、变质岩、蚀变、矿化特点、第四纪地质及其与砂矿的形成关系；区域地貌特征，地貌与砂矿的形成关系。

4.1.3 勘查区地质

调查研究矿区内地层、构造、新构造活动、岩浆岩、变质岩、蚀变、矿化特点、第四纪地质及其与砂矿的形成关系；矿区地貌特征、划分地貌单元；矿区内松散沉（堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、沉积环境、空间分布及其与砂矿的关系。

4.1.4 矿体地质

4.1.4.1 研究矿体特征，控制矿体总体分布范围，查明矿体数量、规模、形态、产状和空间位置及赋存于不同地貌单元中矿体之间的关系。

4.1.4.2 研究砂矿层类型，调查研究砂矿层结构、构造，矿物和粒度组成。根据胶结程度将砂矿层划分为胶结型、半胶结型和松散型；位于高寒地区的矿床，根据冻结程度划分为冻结型和非冻结型。查明各砂矿层类型的分布范围、砂矿层的容水性、含泥率、含冰率、巨砾率、体积质量（体重）和松散系数等。

4.1.4.3 研究矿砂质量，查明目的矿物和共、伴生重矿物的形态、表面特征和粒度组成并测试目的矿物和伴生有用重矿物化学成分，贵金属应测定其成色。

4.1.5 开采技术条件

4.1.5.1 研究水文地质条件，调查充水矿床含（隔）水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件；主要含水层的透水性、富水性；地下水水位、水工、水质、水温及动态变化，地下水与地表水的水力联系；确定水文地质复杂程度及其类型；指出矿山生产用水及生活用水供水水源方向。根据矿床规模和水文地质条件复杂程度，编制比例尺（1:10000）~（1:5000）矿床水文地质图。

a) 露天开采矿床：调查矿区内河流和其他地表水体的分布范围、水中悬浮物的含量，丰水期、平水期和枯水期的水位变化、流速、流量、水温、水质，历年最高洪水位及其淹没范围；

b) 地下开采矿床：调查矿床的顶、底板主要充水含水层的分布、厚度、渗透性及动态变化，地下水的补给、径流排泄条件、主要含水层与相邻含水层或地表水体的水力联系方式及密切程度，确定矿床的主要充水因素，评估地下水对矿床开采的影响；

c) 冻土区矿床：调查矿床的冻土类型、分布范围、埋藏条件、冻土温度、含冰率，测定季节冻土最大融化深度，搜集非含矿层剥离后多年冻土的融解速度，并采集样品测定其渗透系数。

4 1 5 2 研究工程地质条件，依据采掘方式的不同针对相关问题，结合地质勘查查明矿床工程地质条件，预测矿床开采可能出现的主要工程地质问题。船采和露天开采矿床应编制矿体顶、底板等高线基岩地质图，比例尺视矿体规模而定。

a) 采掘船开采矿床查明：矿体底板基岩岩层产状、岩性、硬度、风化程度、节理裂隙发育情况及基岩块度，岩溶发育程度及分布规律，矿体顶板（地表）和底板纵向、横向坡度及其变化规律，测定砂矿层水上、水下稳定边坡角和尾砂各粒级（按 $<10\text{mm}$ 、 $10\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 、 $>20\text{mm}$ ）水上、水下安息角，并计算剥采比；调查矿床内旧采迹分布范围及开采方式，查明矿体上覆树木、果园、农田、鱼塘、民用与工业建（构）筑物、铁路、公路、桥梁（涵）、输电线路及其他设施和地下障碍物的分布情况。查明影响船采合理布局的高帮（或干帮）①、洪水淹没范围及胶结层、底板可控性，当影响船采合理布局时，应向投资者提出委托有资质的开采设计单位做可行性研究，并应确定船采或其他开采方式可行或不可行的结论，当枯水期高帮（或干帮）水上高度大于所拟选用的采船水上挖掘高度 2m 时，应圈出其分布范围（见附录 D）；调查超过采船允许砾径的巨砾分布情况，统计其百立方米所含巨砾个数；对超过允许个数的范围，应单独圈出（见附录 D）；查明胶结层层数、厚度、胶结物成分、胶结强度及空间分布范围和规律，对胶结层可控性经试验做出评估，位于船采不可挖掘的胶结层之下的矿砂应予以圈定。搜集并查明与船采清底有关的底板基岩可控性方面的资料。当两相邻剖面的坡度大于拟选采船允许坡度时，应在相应图件上标注（见附录 D）。查明在枯水期，基岩位于枯水期水位线之下深度，其深度小于拟选采船吃水深度与安全间距之和时，应在相应图件上予以注记，应考察有无提高水位的可能性，并予以阐明（见附录 D）。当混合砂在丰水期水位线以下厚度超过拟选采船的最大挖深时，应在图件上予以注记，考察并阐明有无可降低水位的有利条件（见附录 D）；

b) 地下开采矿床查明：矿体顶板、底板的围岩物理力学性质并评价其稳固性；泥砂层和流砂层的厚度与分布范围；底板岩溶的发育程度、形态特征及分布规律；调查老窿及其充填情况；查明岩溶充填矿床可能出现的充填泥砂坍塌及疏干排水可能产生的地面塌陷及其对开采的影响；划分工程地质条件复杂程度和工程地质类型，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题；

c) 露天开采矿床查明：矿体底板起伏、可挖掘性、边坡的稳定性等影响矿床开采的主要工程地质问题。

4 1 5 3 研究环境地质，查明矿床的环境地质背景，测定对人体有害成分及其含量、放射性物质含量（做放射性顺便检查），超过允许含量的应圈定其范围。查明矿床内各种自然物理地质现象，如岩崩、滑坡、地裂、岩溶、山洪、泥石流等发育程度、范围、产生的条件，并对其发展趋势做出预测。当其对矿床开采有影响时则应提出治理意见。搜集区内地震史、地震烈度和新构造活动的资料，阐明区内地震地质情况，对矿区稳定性做出评价。预测在矿床开采过程中可能出现的矿山环境地质问题，并提出预防措施的建议。评估矿床开采后对矿山地质环境的影响，并提出治理措施，如尾砂排放、农田或植被的复垦、复植、水源污染的

净化处理等。

4 1 6 矿砂加工选冶技术性能试验

砂矿矿砂一般多为易选，普查阶段可与类似砂矿矿区矿砂类比，若为新类型须做可选性试验；详查与勘探阶段应进行可选性试验或实验室流程试验，若为难选矿砂应做实验室扩大连续试验。

试验工作应根据勘查阶段。由浅入深循序渐进地进行，具体要求执行《矿产勘查各阶段选冶试验程度的暂行规定（储发〔1987〕27号）》文。

4 1 7 综合评价

我国已勘查的金属矿产砂矿表明，有用重矿物多与勘查的目的矿物同体共、伴生，在选目的矿物过程中共、伴生的重矿物将同时被回收。在勘查过程中应综合考虑，整体勘查，运用综合指标圈定矿体，并进行综合评价。

4 2 勘查各阶段要求

4 2 1 预查

在搜集预查范围内已有的地质资料、矿产地质、遥感、物探、化探等信息资料的基础上，根据区域的地质背景，分析与研究形成砂矿的物质来源与砂矿形成的可能性；调查区域内新构造活动；大致划分区域地貌单元，结合地貌特征及第四纪地质，以及野外路线调查，与已知成矿地质条件类似的矿区进行类比，综合分析成矿地质条件；沿河流、沟谷、残坡积等成矿地段进行重砂取样，或以极少量工程验证，预测远景，提出可供普查的成矿潜力较大的地区。当有相应资料时，可估算资源量，并编制 1：50000 比例尺的地质、地貌及第四纪地质图与成矿预测图。

4 2 2 普查

4 2 2 1 在预查圈出的普查区，进行比例尺（1：25000）～（1：50000）的基岩地质、地貌及第四纪地质填图。对原生矿床、矿点、矿化点周围的沟谷进行调查。大致查明新构造活动、地貌特征并划分地貌单元；大致查明松散沉（堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布、沉积环境及其与砂矿的形成关系；以稀疏的取样工程大致控制砂矿层（体），大致查明其含矿性、砂矿层类型与矿砂质量，并注意综合评价。

4 2 2 2 矿砂的可选性可与邻区或同类型已开采矿区进行对比，从其砂矿层的物质组成、结构构造、矿物粒度、目的矿物，以及共、伴生重矿物的粒度、形态、表面特征及影响选矿的含泥率等因素进行研究，并对矿砂可选性做出概略评价。对难于类比或新类型的矿砂，应进行可选性试验，为后续勘查工作提供依据。

4 2 2 3 大致了解矿床开采技术条件，搜集区域范围内的水文地质、工程地质、环境地

质资料，为详查提供依据。开采技术条件简单的矿床，可依据与同类型矿山开采资料的对比，对矿床开采技术条件做出评价；对拟选详查区，当水文地质条件复杂或地下水较丰富时，应适当进行水文地质工作，了解地下水埋藏深度、水质、水量以及近矿岩石强度等。

4 2 2 4 根据普查所获得的地质矿产资料及国内、外对该矿产资源的需求，采用类比方法进行可行性评价的概略研究，研究有无投资机会，是否转入详查。

4 2 2 5 采用一般工业指标或邻近地区同类型矿区的生产指标，或用合同书上规定的指标，选择合理的参数，估算资源量。

4 2 3 详查

4 2 3 1 在普查圈出的详查区，通过比例尺（1：10000）～（1：5000）地质填图及各种勘查方法和手段、比普查阶段密的系统勘查工程取样，详细研究矿区地貌特征、划分地貌单元，基本查明地貌与砂矿形成的关系；基本查明松散沉（堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布及沉积环境；控制砂矿层的总体分布，基本确定砂矿层的长度、宽度、厚度、品位及砂矿层的连续性；基本查明矿砂的物质组成和矿砂质量；对可供综合利用的共、伴生重矿物应做相应的评价。

4 2 3 2 对矿床开采可能影响的范围（矿山疏排水水位下降区、地面变形破坏区、矿山废弃物堆放场及其可能污染区），开展详细水文地质、工程地质、环境地质调查，基本查明矿床开采技术条件。对于地下开采矿床应选择代表性地段，对矿床充水的主要含水层及砂矿层围岩的物理力学性质进行钻探试验研究，初步确定矿床充水的主（次）要含水层及其水文地质参数、砂矿层围岩岩体质量及主要不良层位，估算矿坑涌水量，指出影响矿床开采的主要水文地质、工程地质、环境地质问题，对矿床开采技术条件的复杂性做出评价。

4 2 3 3 对矿砂的加工性能应进行相应阶段的选矿试验研究。对于难选的矿砂应作实验室扩大连续试验。若直接提供开发利用，试验程度应达到设计要求。

4 2 3 4 在详查区内，根据系统的勘查工程取样资料，以及实测的各项参数，用一般工业指标圈定矿体，估算资源量，或经预可行性研究，分别估算储量、基础储量和资源量。

4 2 4 勘探

4 2 4 1 在详查圈定的勘探区内，通过比例尺（1：5000）～（1：1000）地质填图和加密各种取样工程及相应工作，依据所取得的新资料，详细研究勘探区内的地层、详细划分地貌单元（含微地貌）、详细研究地貌与形成砂矿的关系；详细查明区内松散沉（堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布及沉积环境与砂矿的关系。

4 2 4 2 详细控制主要砂矿层、空间分布，砂矿层的分支、复合、膨缩等变化情况；详细研究砂矿层类型并查明其分布范围和所占比例；详细查明矿砂质量、目的矿物，共、伴生有用重矿物的种类及其富集和变化规律。根据控矿的地质、地貌条件和成矿规律正确连接矿体。

4 2 4 3 对影响矿床开采的主要水文地质、工程地质、环境地质进行勘查，详细查明其条件，主要通过勘探试验、水动态长期观测，与类似矿山实际开采资料对比分析，获取各项数据资料和计算参数，结合矿山工程选择合理的涌水量计算方法和公式计算矿坑涌水量；依据岩矿测试资料对矿体围岩的稳固性或露天采场边坡的稳定性做出评价，确定不良工程地质岩组，预测不良工程地段和问题；对矿山排水、开采区的地面变形破坏、矿山废水排放与矿渣堆放可能引起的环境问题做出评价。露天开采的河谷砂矿（河床砂矿、河漫滩砂矿、支谷

砂矿、阶地砂矿)应重点查明矿区内河流和其他水体分布范围,水中悬浮物的含量,丰水期、平水期和枯水期的水位变化,以及流速、流量、水温、水质、历年最高洪水位及其淹没范围。溶洞型砂矿应详细查明规模、形态及溶洞中各类沉积物、地貌形态、富水特征。

4 2 4 4 在勘探区内,采集具有代表性的样品,进行矿砂技术加工性能实验室流程试验或实验室扩大连续试验。详细研究并查明目的矿物及共、伴生有用重矿物在选矿过程中的富集程度和回收率,精矿和尾矿中各重矿物(或组分)含量;查明影响选矿性能的各种因素。

4 2 4 5 勘探时未进行可行性研究的,可依据系统工程及加密工程的取样资料和各种实测的参数,用一般工业指标圈定矿体,选择适合的方法,详细估算资源量;已进行预可行性研究或可行性研究的,可根据其论证的指标圈定矿体。详细估算储量、基础储量和资源量。

5 勘查控制程度

5.1 勘查类型划分

5 1 1 划分勘查类型以主矿体为主,当矿体延长很大时,可据不同地段勘查难易程度分段确定勘查类型。

5 1 2 按地质特征划分,矿床勘查类型可划分为简单(I类型)、中等(II类型)、复杂(III类型)三个类型。由于地质因素的复杂性,允许有过渡类型存在。应以主矿体规模大小、形态复杂程度为主,结合矿体宽度的稳定程度和有用组分分布的均匀程度等地质因素而定,划分依据见附录 G。

a) 第 I 类型(简单型):主要矿体延展规模大,宽度较稳定,形态简单—较简单,有用组分分布较均匀,如底板坡度较平坦的冲积河漫滩砂矿或规模大的支谷砂矿;

b) 第 II 类型(中等型):主要矿体延展规模大—中等,宽度不稳定—很不稳定,形态较简单—复杂,有用组分分布不均匀—很不均匀,如底板不平坦的冲积河漫滩砂矿、支谷砂矿或阶地砂矿;

c) 第 III 类型(复杂型):主要矿体延展规模中等—小,形态复杂,宽度很不稳定,有用组分分布很不均匀,底板极不平坦,属于此类型的多为规模小的支谷砂矿,残积、坡积、洪积砂矿和以岩溶为基底的砂矿,以及人工堆积的砂矿。

5 1 3 按开采技术条件分类:应遵循水文地质、工程地质、环境地质相统一,突出重点的原则,将矿床开采技术条件的类型分为三类九型,开采技术条件简单的矿床(I类)、开采技术条件中等的矿床(II类)、开采技术条件复杂的矿床(III类);除 I 类外,II、III类中又按主要影响因素各分为四型:以水文地质问题为主的矿床(1型),以工程地质问题为主的矿床(2型),以环境地质为主的矿床(3型)和复合型(4型)(见附录 E)。

5.2 勘查工程间距

5 2 1 工程间距的确定,可采用与同类矿床类比的方法,亦可据已完工的勘查成果采用地质统计学方法,或用 SD 法所要求的精度确定、预测工程间距(见附录 F、附录 G)。

5 2 2 勘查工程布置:

a) 根据所确定的勘查类型,选择合理的勘查工程间距布置勘查工程;

b) 应垂直矿体延长方向或物质来源方向布置勘查线;

c) 呈面型分布或基岩一般为岩溶作用强烈的碳酸盐岩层,矿体形态很复杂,宽度和厚

度很不稳定，岩溶充填砂矿、小型人工堆积砂矿，一般应以勘查网布置工程；

d) 除进行地表调查和钻探勘查外，应选择有代表性地段施工浅井，用以验证钻孔取样的品位和采集技术样及调查深部巨砾，大型矿床不少于四个，中型矿床不少于三个，小型矿床不少于两个。

5 3 勘查控制程度

5 3 1 一般应考虑矿山企业还本付息与矿山服务年限，确定勘查控制程度。

5 3 2 探明的可采储量，应达到矿山企业还本付息（含地质勘查投入）的要求。

5 3 3 普查估算推断的资源量可作为矿山企业远景规划依据，或为发展地区经济提供基础资料。

5 3 4 预查估算预测的资源量，可作为发展地区经济的参考资料。

6 勘查工作及质量要求

6 1 地形及工程测量

采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准点。测量的精度要求应执行 DZ/T0091《地质矿产勘查测量规范》。边远地区的勘查区或个别小矿区与国家坐标系联测确有困难时，在有条件的地方可采用全球卫星定位系统进行测图。测图范围和地形图比例尺，应满足不同勘查阶段地质填图及估算矿产资源/储量的需要。

6 2 地质填图

6 2 1 矿区地质填图：根据不同勘查阶段的目的任务，进行不同比例尺地质填图，其质量和精度要求按相应比例尺地质填图规范执行，其相应比例尺的地形图底图必须实测。

6 2 2 矿床地质填图：矿床地形地质图是以同比例尺的地形图为底图填制而成的；对矿体分布和重要地质界线必须用工程揭露控制，地表工程和地质观测点均须用全仪器法测定位置，见矿工程应测坐标；勘查线剖面必须实测，端点坐标应实测；预查阶段可测制地质简图或地质草图，普查阶段可测制地形地质简图。

6 2 3 有关矿区水文地质、工程地质和环境地质的研究程度、工作方法及质量等要求参照 GB12719—91《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

6 3 物理探矿

在砂矿地质勘查工作中，提倡创新，根据地质勘查工作要求，通过方法试验，选用有效的物探方法指导部署勘查工程，或作为勘查手段替代钻探工程，但必须经过有关专家评审鉴定后方可使用。

6 4 探矿工程

6 4 1 钻探常用冲击回转式砂钻或用反循环连续取心取样钻探技术（国外称之为 RC 钻探法）。对深埋砂矿，当砂钻能力达不到时，可采用机械岩心钻进行（以干钻效果最佳）勘查。砂钻施工中除执行《砂矿钻探规程》外，根据砂矿的地质特征，必须做到：

a) 钻进非冻结层时，应先下套管，然后在套管内钻进或破碎岩石后钻进并取样，钻进冻结层时，可先破碎然后跟进套管，并在管内取样，严禁超套管取样；

b) 岩矿心采取率不应大于松散矿砂在注水（或融化）情况下的松散系数，应控制在 80%~130%之间；

c) 开孔和终孔皆须测量钻头内径，每次提升钻具应观察钻头是否变形，变形应换钻头；

d) 钻探施工应钻进到穿过砂矿层见到不可挖基岩后再钻进 0.2m 方准终止钻进，若为可挖基岩含矿时，亦应钻进至不可挖基岩 0.2m 终孔；

e) 终孔半小时后测量终孔水位；

f) 钻探工程应采集基岩标本，用以研究基岩岩性和测定硬度，对矿化蚀变基岩，应取样分析目的矿物或金属元素含量；

g) 钻探施工严禁一位多孔①或在原已施工报废孔位再次施工接力式钻进取样。

6 4 2 井探一般应分布于勘探阶段探明的储量地段，应具有代表性。对于地下水（潜水）水位浅，涌水量较大或矿体之上地表水发育地段难以实施井探，可采用大口径（325mm）钻探工程代替：

a) 浅井规格和掘进方法应以保证各种样品采样质量为原则；

b) 各种样品严禁在水中捞取；

c) 井探中应采集的技术样品：

1) 松散系数测定样品（分注水与不注水两类测定）；

2) 原矿粒度分析样品（分析标准见附录 H）；

3) 体积质量（体重）测定样品；

4) 含泥率测定样品；

5) 测定砂矿层水上、水下安息角样品；

6) 多年冻土层的含冰率测定样品；

7) 多年冻土层的渗透系数测定样品；

8) 胶结层的胶结性测定样品；

9) 基岩块度、硬度测定样品；

d) 对于埋藏浅、富水性弱或不适于钻探勘查的砂矿，如阶地砂矿、残坡积砂矿可用槽探、井探和硐探为主要手段，其规格和掘进方法以保证采样质量，有效地控制和评价矿床为原则。

6 5 样品采集、淘洗（加工）、重砂（化学）分析

6 5 1 样品采集

6 5 1 1 槽探应挖至风化基岩 0.3m，刻槽取样，样槽断面不小于 0.2m×0.1m，样长应不小于 1m。

6 5 1 2 钻探自孔口至孔底要求进行连续分段、分层取样。贵金属砂矿采样长度：泥砂

层不得大于 1m，在接近砂矿层或在砂矿层内时，采样长度为 0.2m~0.5m。当已证实泥砂层不含矿时，可不取样；砂锡矿、稀有金属砂矿与稀上矿砂矿，采样长度 0.3m~1.0m。当靠近风化基岩或难于钻进时，可缩小采样长度。

6 5 1 3 井探应分段、分层连续采集样品。若以平硐为主进行勘查，当在砂矿层中掘进时，应连续取样，为揭露砂矿层厚度，则应以相应勘查类型的工程间距开掘天井和（或）盲井，并分段、分层采集样品。采样方法和采样规格应结合矿床特点通过试验后确定。

6 5 1 4 在稀有金属砂矿中，某些有用矿物含量甚微，用小样重砂分析或原矿化学分析均难以发现或无法定量时，需采体积较大的样品，对其进行重砂分析，样品应按不同矿砂（石）类型分别采取，将同类型不同工程样进行组合，使其具有代表性，样量 0.5t 至数吨。

6 5 2 样品淘洗

6 5 2 1 淘洗必须在现场进行。由经过培训，考试合格的淘洗工担任。

6 5 2 2 要求在能够回收尾砂的容器中进行淘洗，对尾砂必须反复淘洗，直至最后两次肉眼观察无目的矿物和重矿物时为止。各次淘洗所得的重砂合并为基本样品。

6 5 2 3 井（硐）探工程的样品可用溜槽或跳汰机反复分选获取精矿，直至最后两次肉眼观察无目的矿物和重矿物时为止。

6 5 2 4 淘洗质量检查应对矿床基本样品的 10%的尾砂进行淘洗检查。根据检查结果计算淘洗系数，贵金属要求不大于 1.02。

淘洗系数 = (基本样品目的矿物质量 + 检查的目的矿物质量) ÷ 基本样品目的矿物质量

6 5 3 重砂分析

6 5 3 1 重砂分析必须由获得国家或省级资质和计量部门认证的三级至一级测试单位承担。

6 5 3 2 重砂分析项目：

- a) 目的矿物单项分析，准确求得目的矿物含量；
- b) 多项分析，在矿体中选取部分样品，了解伴生有用重矿物含量；
- c) 组合分析，从单样中按比例组合，了解伴生有用重矿物的含量；
- d) 全分析，按层位组合，每层一至二件，用于研究重矿物组合。

6 5 3 3 重砂矿物分离质量要求见附录 C，其中贵金属单项分析质量要求：

- a) 重砂分离选别流程合理，不得漏掉相当于 0.1mm 的贵金属两粒以上①；
- b) 重砂鉴定（挑贵金属）不得漏掉相当于 0.1mm 的贵金属两粒以上；
- c) 贵金属称量须用精度在 1/10 万以上的天平。

6 5 3 4 质量检查及内、外检查结果的处理：

a) 内检：内检样品应分期、分批抽取，同时须兼顾工程分布和矿样分布的代表性。由地质人员从副样中抽取，编密码送原实验测试单位做内检。非贵金属矿产内检样品为样品总数的 10%。贵金属抽样比例：分离和鉴定（挑贵金属）内检样品为每批样总数的 15%，称量内检样品为其含目的矿物总数的 20%。合格率均要求 ≥90%。合格率在 60%~90%之间的除更正不合格样品外，再补检超差样品的百分数的未检样品，合格率低于 60%时则全批返工。分离和鉴定（挑贵金属）内检时发现的贵金属合并于原样中；

b) 外检：外部检查样品由原实验测试单位在正样中抽取，委托高一级测试单位承担。

非贵金属矿产为样品总数的 3%~5%。贵金属外检比例：分离和鉴定（挑贵金属）样品为含目的矿物样品总数的 3%~5%，称量样品为含目的矿物样品总数的 5%~10%，其中部分样品为内检合格样品，用以检验天平的系统误差；另一部分选自未经内检样品，用以检查天平偶然误差。合格率为 80%，合格率在 60%~80%时，其处理方法与内检相同。合格率低于 60%或者天平有较大系统误差时，全部样品送外检单位复验，查明原因，以正确的结果参与矿产资源/储量估算。贵金属称量允许偶然误差为天平感应量的两倍。

6 5 4 原矿化学分析

6 5 4 1 残积砂矿、坡积砂矿，以及目的矿物颗粒过细或含粘土过大难于洗选或淘洗时，应对样品进行化学分析。

6 5 4 2 样品加工须经烘干、破碎、缩分等程序，按 $Q=Kd^2$ 进行加工缩分，亦可加工到 1mm 后再缩分。

式中：Q——样品缩分后质量（kg）；

K——缩分系数；

d——样品破碎后最大颗粒直径（mm）。

丝值为经验值：贵金属的 K 值随粒度的增大而增大，常用值为 0.4~1.0；锡为 0.2~0.3；稀有金属为 0.1~0.3；稀土金属为 0.2~0.5。

6 5 4 3 化学分析：

a) 基本分析：

1) 锡：以锡石为主的矿床，当矿砂中锡石的锡占 90%以上时可分析全锡作为圈定矿体的依据，当存在有较高的胶态锡、硫化锡时，应测定样品中锡石中锡的品位作为圈定矿体的依据；

2) 钛铁矿、金红石： TiO_2 ；

3) 贵金属：金属元素；

4) 稀有金属、稀土金属：分析金属氧化物；

b) 化学分析质量：

1) 样品测试必须由获得国家或省级资质和计量部门认证的三级至一级测试单位承担；

2) 内检：基本分析、组合分析、物相分析的结果，应分批、分期做内检，内检样品由地质人员从副样中按原分析样品总数的 10%抽取，编密码送原分析实验室进行分析，合格率为 80%；

3) 外检：样品由原实验室从正样中按原分析样品总数的 5%抽取，外检样品总数不得少于 30 个，外检合格率为 80%；

4) 化学分析质量及内、外检查分析误差处理办法，执行 DZ0130.3—94《岩矿分析质量要求和检查办法》，矿石分析允许误差计算公式：

$$y=c \times 20_x^{-0.6} \quad x \geq 3.08$$

$$y=c \times 12_x^{-0.182} \quad x < 3.08$$

式中：y——计算相对双差值（%）；

C——修正系数；

x——测定结果值（%）。

其中修正系数.Sn（砂矿）为 1.00，Sn 为 1.50； WO_3 （砂矿）为 1.50；金红石（砂矿）为 100；钛铁矿（砂矿）为 1.00；贵金属 Au、Ir、Rh、Os、Ru 为 0.29，Ag、Pt、Pd 为 0.40；稀有金属、稀土金属 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、BeO、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Ce_2O_2 、 La_2O_2 为 0.67， Li_2O 、 ZrO_2

(砂矿)、 Rb_2O 、 Cs_2O 、 RE_2O_3 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 SrO 、 Sc_2O_3 为 1.00。

6 6 矿砂选矿加工技术试验采样

根据选矿加工技术试验目的和要求，在浅井（硐）中用全巷法采取选矿试验样品，样品必须在砂矿层结构、构造、物质组成、品位、粒度组成等方面具有代表性。在勘探区采样前，勘查单位应与承担矿山开采设计单位及试验研究单位共同协商编制采样设计书，提出试验要求，经勘探投资人批准后实施。

6 7 岩石、矿砂物理技术性能测定

6 7 1 矿砂测定项目包括：体积质量（体重）、湿度、胶结性、孔隙度、含泥率、巨砾率、含冰率、松散系数；砂矿层水上及水下稳定边坡角、尾砂各粒级水上及水下安息角等；矿体顶、底板围岩与砂矿层的硬度、块度、抗压、抗剪、抗拉强度。

6 7 2 各种样品采取方法、测定数量和质量要求应执行《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》。

6 8 地质编录、综合整理

6 8 1 地质编录

6 8 1 1 矿产勘查各阶段的各种原始地质编录，应在现场进行。钻探、井（硐）、槽探等工程编录，应随工程进展跟班进行。钻探编录应认真仔细地记录每个样品的岩心采取率、物质组成、可见目的矿物粒数，以及有用重矿物粒数；井（硐）探编录应认真仔细地记录每一岩层的物质组成及其变化，以及岩层之间的关系。

6 8 1 2 对各项原始地质编录，应及时进行质量检查验收。钻探、井（硐）、槽探等工程编录和地质及地貌观测点记录等原始编录，应有统一要求，文字简明扼要，书写整洁，图、表清晰，文、图、表应一致。应按 DZ/T0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》要求执行。

6 8 2 综合整理

在各项原始地质编录质量检查验收的基础上，应及时进行综合整理和研究，为编写勘查地质报告做好准备。应按 DZ/T0079—93《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

6 9 应用新技术

在地质勘查工作中，提倡使用计算机技术及 RS、GPS、GIS 等新技术、新方法，从野外数据采集、资料综合整理到勘查报告编写，应尽量采用数字化技术处理，建立勘查成果数

据库。

7 可行性评价

7.1 通过可行性研究的论证和评价，为投资人投资决策提供依据。普查、详查和勘探三个阶段，皆应进行相应的可行性评价，根据其研究程度，分为概略研究、预可行性研究和可行性研究（详见附录 B）：

a) 概略研究：对矿床开发经济意义的概略评价，为是否进行详查工作，制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据；

b) 预可行性研究：对矿床开发经济意义的初步评价，为是否进行勘探阶段地质工作，以及推荐项目和编制项目建议书提供依据；

c) 可行性研究：对矿床开发经济意义的详细评价，应得出拟建工程是否应该建设，以及如何建设的肯定性结论。

7.2 当勘查工作进入详查阶段，勘查单位应向投资人要求委托有资质的可行性研究单位介入进行预可行性研究，视勘查工作的进展程度及时进行可行性研究。

7.3 经预可行性研究或可行性研究，在评价结果的当时，拟建矿山企业的年平均内部收益率等于或大于行业基准内部收益率，净现值大于零的矿产资源划为经济可采储量和经济的预可采储量；当其年平均内部收益率大于或等于零而小于行业基准内部收益率，净现值等于或接近于零的矿产资源划为边际经济的基础储量；当其年平均内部收益率和净现值小于零的矿产资源则划为次边际经济的资源量。

8 矿产资源/储量分类及类型条件

8.1 矿产资源/储量分类

8.1.1 储量

经过详查或勘探，达到了控制的或探明的程度，在进行了预可行性或可行性研究，扣除了设计和采矿损失，能实际采出的数量，经济上表现为在生产期内，每年的平均内部收益率高于行业基准内部收益率。储量是基础储量中的经济可采部分，又可分为可采储量（111）、探明的预可采储量（121）及控制的预可采储量（122）三个类型。

8.1.2 基础储量

经过详查或勘探，达到控制的和探明的程度，在进行了预可行性或可行性研究后，经济意义属于经济的或边际经济的那部分矿产资源。基础储量又可分为两部分：即经济基础储量和边际经济的基础储量。经济基础储量是每年的内部收益率大于行业基准内部收益率，未扣除设计和采矿损失的那部分。可分为三个类型，探明的（可研）经济基础储量（111b），探明的（预可研）经济基础储量（121b）、控制的经济基础储量（122b）。边际经济基础储量，其平均内部收益率介于行业基准内部收益率与零之间的那部分。也有三个类型，即探明的（可

研) 边际经济基础储量 (2M1)、探明的 (预可研) 边际经济基础储量 (2M21)、控制的边际经济基础储量 (2M22)。

8 1 3 资源量

可分为三部分, 即内蕴经济资源量、次边际经济资源量和预测资源量:

a) 内蕴经济的资源量, 即自普查至勘探, 地质可靠程度达到了推断的至探明的, 但可行性评价工作只进行了概略研究, 尚分不清其真实的经济意义, 统归为内蕴经济的资源量? 可细分为三个类型, 即探明的内蕴经济资源量 (331)、控制的内蕴经济资源量 (332)、推断的内蕴经济资源量 (333);

b) 次边际经济的矿产资源量, 即经过详查、勘探的成果, 进行了预可行性、可行性研究后, 其内部收益率呈负值, 在当时开采是不经济的, 只有在技术上有了很大进步、产品能大幅度降低成本等情况下, 才能使其变为经济的那部分矿产资源, 也分为三个类型, 即探明的 (可研) 次边际经济资源量 (2SII)、探明的 (预可研) 次边际经济资源量 (2S21)、控制的次边际经济资源量 (2S22);

c) 预测的矿产资源, 即经过预查工作, 依据已有资料分析、类比、估算的资源量 (334)? 也是资源量的一种, 属潜在矿产资源。

8 2 矿产资源/储量类型条件

8 2 1 可采储量 (I11)

在勘探地段内, 达到了探明的程度, 详细圈定了砂矿层的三维空间, 肯定了砂矿层的连续性, 排除了多解性; 砂矿层的物质组成、矿砂质量都已详细查明; 开采技术条件和影响开采的各种因素也已详细查明; 对共、伴生组分进行了综合评价; 矿砂加工选 (冶) 性能试验的成果可供矿山建设设计利用。

经可行性研究, 在对矿床进行了开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究, 并扣除了受这些因素影响而不能开采的部分后, 被证实为在当时开采是经济的那部分即谓可采储量 (I11), 可供矿山建设设计利用。地质和可行性评价的可信度均高。

8 2 2 预可采储量 (I21)

在勘探地段内, 达到了探明的程度, 但仅做了预可行性研究, 在扣除了因开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等多种因素影响而不能开采的部分后即为预可采储量。它只是用于从总体上、客观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性进行研究和论证。地质可信度高, 可行性评价结果的可信度一般。

8 2 3 预可采储量 (I22)

在详查地段内, 达到了控制的程度, 圈定了砂矿层的三维空间, 基本确定了砂矿层的连

续性，排除了大的多解性；基本查明了砂矿层的物质组成、矿砂质量；对矿砂中的共、伴生有用组分进行了综合评价；对易选矿砂的可选性进行了类比，一般矿砂做了实验室流程试验，新类型或难选矿砂作了实验室扩大连续试验，其成果可供评价矿砂是否具有工业价值。

经预可行性研究，并扣除了因各种因素的影响而不能采的部分后即为预可采储量。地质可信度较高，可行性评价的可信度一般。

8 2 4 探明的（可研）经济基础储量（111b）

在达到勘探阶段要求的勘探地段，地质可靠程度和经济意义同 8 2 1 所述，其中包括了可采储量。即经可行性研究后属经济的，未扣除设计、采矿损失的部分。

8 2 5 探明的（预可研）经济基础储量（121b）

在勘探地段内，达到勘探阶段探明的程度，预可行性研究认定为经济的。条件同 8 2 2 预可采储量。但未扣除设计、采矿损失的部分。

8 2 6 控制的经济基础储量（122b）

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，经预可行性研究认定为经济的，条件同 8 2 3 预可采储量，但未扣除设计、采矿损失的部分。

8 2 7 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

在勘探地段内，达到探明的程度，经可行性研究，按评价时的市场价格估算为边际经济的。开采这部分矿产资源，其内部收益率在生产期内年平均大于 0，小于行业内部基准收益率。未扣除设计、采矿损失的部分。

8 2 8 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

在勘探地段内，达到探明的程度，经预可行性研究证实，用适合评价当时市场价格的指标进行估算时，年平均内部收益率大于 0，小于行业内部基准收益率，没有扣除设计和采矿损失的部分。

8 2 9 控制的边际经济基础储量（2M22）

在详查地段内，达到控制的程度，预可行性研究证实，用适合评价当时市场价格的指标进行估算时，年平均内部收益率大于 0，小于行业内部基准收益率，没有扣除设计和采矿损失的部分。

8 2 10 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

在勘探地段内，达到探明的程度，可行性研究证实其依据评价当时的市场价格估算、年均内部收益率呈负值的那部分资源量。

8 2 11 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

在勘探地段内，勘查程度和可行性评价达到如 8 2 2 所述，预可行性研究证实，评价当时年均内部收益率呈负值的那部分资源量。

8 2 12 控制的（预可研）次边际经济资源量（2S22）

在详查地段内，达到控制的程度，预可行性研究证实，评价当时年均内部收益率呈负值的那部分资源量。

8 2 13 探明的内蕴经济资源量（331）

在勘探地段内，达到探明的程度，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山企业多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分资源量。

8 2 14 控制的内蕴经济资源量（332）

在详查地段内，达到控制的程度，进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分资源量。

8 2 15 推断的内蕴经济资源量（333）

在普查地段内，达到推断的程度，对砂矿层在地表或浅部沿走向有工程稀疏控制，沿垂向有工程证实，并结合地质背景、矿床成因特征和有效的物、化探成果推断的、不受工程间距的限制。进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分资源量。

8 2 16 预测的资源量（334）？

在预查区内，综合各方面的资料分析、研究和极少量的工程验证，通过已知矿床的类比，有足够的地质数据所估算的资源量。各项参数都是假设的，属潜在矿产资源，经济意义未确定。

9 矿产资源/储量估算

9.1 工业指标

工业指标是圈定矿体估算矿产资源/储量的依据。预查和普查的工业指标可经与同类型矿山类比或采用一般工业指标圈定矿体估算资源量。详查和勘探的工业指标，应是经预可行性研究和可行性研究论证确定的工业指标，圈定矿体估算矿产资源/储量。未经可行性评价，也可用一般工业指标圈定矿体估算矿产资源/储量。供矿山建设设计利用所需的工业指标，应严格执行国家规定的程序确定。

9.2 矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1 严格按照确定的工业指标圈定矿体，进行矿产资源/储量估算。

9.2.2 参与矿产资源/储量估算的各项工作的质量，应符合有关规范、规程和规定的要求。

9.2.3 按砂矿层、块段、矿产资源/储量类型分别计算平均品位，估算矿砂量和目的金属元素的金属量或其矿物量的矿产资源/储量。

9.2.4 对工业指标中明确规定且已查明赋存状态及含量的共、伴生的重矿物，应分别估算矿产资源/储量。

9.2.5 若矿床采用采掘船开采方案，对高帮（干帮）、巨砾、胶结层、底板坡度等因素有技术要求时，位于超出指标允许地段的矿砂量，以及压矿的永久性建（构）筑物、铁路、桥梁、主干公路、水库、湖泊、江河航道及其他禁采区等，均应按有关规定单独估算矿产资源/储量，并应根据预可行性或可行性研究确定其矿产资源/储量类型。

9.2.6 已采空区的矿产资源/储量应予以扣除，并在相应图件上圈定采空区的范围。

9.2.7 矿产资源/储量估算单位及精度要求：

a) 品位：克/米³ (g/m³)，化学分析中品位以质量分数表示，单位%，对贵金属保留四位小数，若非贵金属矿产，其采样、样品加工、化验采用非淘洗的常规方法，则其品位取用百分数，保留两位小数；

b) 厚度：米 (m)，保留两位小数；

c) 面积：米² (m²)，保留整数；

d) 矿砂量（矿石量）：米³ (m³)、吨 (t)，保留整数；

e) 金属量（矿物量）：吨 (t)，非贵金属矿产（或矿物量）保留整数，贵金属单位为千克 (kg)，块段保留一位小数，其余保留整数。

9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1 矿砂样品品位。非贵金属样品品位以其砂矿目的矿物质量（重量）、贵金属样品品位，以其砂矿矿物的金属质量（重量）除以样品的理论体积〔钻孔中的钻头内断面面积乘以样品长度，浅井（硐）、槽探中为以采样断面面积乘样长〕；若为化学分析品位，即为该段样长的品位，不需再除以理论体积。

9.3.2 单工程品位。以单工程品位为圈定砂矿层的基本单位。计算方法：对混合砂①为钻孔内目的矿物质量（重量）除以钻孔内混合砂理论体积（即钻头内断面面积乘以混合砂厚

度)；对砂矿层②为各样品品位与长度的加权平均值或钻孔内砂矿层内目的矿物质量(重量)除以其理论体积(即钻头内断面面积乘以砂矿层厚度)。

9 3 3 平均品位。块段平均品位用块段内各工程的厚度加权平均或用工程厚度和工程影响距离加权平均求得；砂矿层平均品位用砂矿层的目的矿物量(金属量)除以矿砂量求得。

9 3 4 面积测定。用几何图形法或坐标法求得。用几何图形法测定面积不得少于两次，当两次差值不大于 2%时，取其均值。矿产资源/储量估算平面图的比例尺可根据矿床(砂矿层)规模大小选用(1:2000)~(1:5000)。勘查线剖面图的比例尺视矿体宽度而定，一般水平(1:1000)~(1:2000)，垂直 1:100。

9 3 5 厚度计算。对混合砂为自地表至可视为开采对象的全部松散堆积物的厚度；对砂矿层为圈定的砂矿层内的全部样品长度之和。块段平均厚度一般用算术平均法求得。

9 3 6 特高品位的确定与处理：

a) 砂矿以单工程品位作为衡量特高品位的单位，当单工程品位大于矿体平均品位(算术均值)非贵金属为六至八倍、贵金属三至五倍时，即为特高品位(见附录 I)；

b) 确定为特高品位的工程，分布集中，具有一定规律，构成富矿段时，应加密工程单独圈定并估算矿产资源/储量，在富矿段内的特高品位工程，按富矿段的平均品位六至八倍确定富矿段的特高品位工程；

c) 确定为特高品位的工程分布零星，无一定规律时，应进行处理，处理方法是特高品位工程所影响到的，并包含特高品位工程在内的块段平均品位代替特高品位工程参加块段平均品位计算，若代替后的工程品位仍高于确定的特高品位下限值时，应继续处理。

9 3 7 当以化学分析品位估算矿产资源/储量时，应以大体积质量(体重)值计算矿砂量，单位为吨(t)，每一条勘探(查)线至少须测量一个大体积质量(体重)值。

9 4 矿体圈定与外圈

9 4 1 矿体圈定

9 4 1 1 不同形态类型的砂矿应分别圈定矿体，但互相连接并可用同一方式开采的不同形态类型矿体除外。适于露天开采的矿床，圈定混合砂矿体；适于地下开采的矿床，圈定砂矿层矿体。

9 4 1 2 不准将基岩中的目的矿物或贵金属圈入矿体。若确为风化可挖基岩含有目的矿物或贵金属，并可作为开采对象时，可按其含目的矿物或贵金属层厚度圈入矿体。

9 4 1 3 勘查线间的矿体界线应以直线连接，勘查线间的矿体宽度不得大于工程控制的矿体实际宽度。

9 4 1 4 矿床的开采方案为采掘船开采时，当两矿体间用通道连接时，在工业指标中应有通道的规格。通道的砂量(品位或矿物量按零计)计入所连矿体的矿砂量中。

9 4 1 5 相邻两勘查线之间的连续矿体划为一个块段。

9 4 2 向外圈算的距离及矿产资源/储量类别

9 4 2 1 矿体宽度有限外圈或无限外圈均按已确定勘查基本工程间距的二分之一平推；矿体长度有限与无限外推均按已确定的基本勘查线间距四分之一平推。皆呈矩形平推。当实际工程间距或勘查线距小于已确定的间距或线距时，应分别按其实际间距或线距的二分之一

或四分之一外圈；若实际工程间距或线距大于已确定的基本工程间距或线距，则按基本工程间距或线距外圈。

9 4 2 2 外圈矿产资源/储量类别的确定：河床和河漫滩冲积型砂矿，在勘查线上可有限外围两工程间距的二分之一为同类别矿产资源/储量。其他类型不准外圈同类别的矿产资源/储量。

9 4 2 3 矿体内无矿地段（夹石）应结合矿体具体情况圈连，应从有矿工程外推，在横向上平推两相邻工程间距的二分之一；在纵向上从有矿勘查线向有夹石勘查线平推基本线距的四分之一。当矿体存在分支复合时，其复合处的矿体厚度和宽度不得大于见矿工程的厚度和宽度。采用采掘船开采时，单个孔无矿可不按夹石剔除。

9 5 矿产资源/储量估算方法

估算矿产资源/储量的方法。主要有几何图形法、地质统计学法和 SD 储量计算法（简称 SD 法）。当有条件时，应尽可能采用地质统计学方法和 SD 法，亦可采用几何图形法。

提倡运用新技术、新方法。对于矿产资源/储量估算的新方法或新研制的软件，必须经国务院地质矿产主管部门组织专家鉴定、验收并认可后，方可使用。

附录 A（规范性附录） 固体矿产资源/储量分类

表 A1 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)	基础储量 (2M22)		
次边际经济的	资源量 (2S11)			
	资源量 (2S21)	资源量 (2S22)		
内蕴经济的	资源量 (311)	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：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：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：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）可行性评价工作

为适应市场经济发展的需要，使矿产勘查工作与矿山建设紧密衔接，避免矿产勘查和矿山开发投资失误，提高矿产勘查和开发的经济、社会效益。在普查、详查和勘探 3 个阶段，都需相应进行概略研究、预可行性研究和可行性研究评价。

B 1 概略研究

是对矿床开发经济意义的概略评价。通常是在收集分析该矿产资源国内、外总的资源状况和市场供需状况的基础上，分析已取得的普查地质资料，类比已知矿床，推测矿床规模、矿产质量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，以我国类似企业经验的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价，从而为矿床开发有无投资机会，是否进行详查阶段工作，制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。详查或勘探的矿床，也可只进行概略研究。

B 2 预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。在我国目前的基本建设程序中，预可行性研究属于前期工作，与项目建议书同一工作阶段。预可行性研究需要比较系统地对国内、国外该种资源、储量、生产、消费进行调查和初步分析；还需对国内、国外市场的需要量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出矿山建设规模、产品种类，矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照价目表或类似企业开采对比所获数据估算的成本，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备等，进行初步经济分析，圈定并估算不同的矿产资源储量类型。

通过国内、国外市场调查和预测资料，综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及矿山建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对矿山建设的必要性，建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐矿山和编制项目建议书提供依据。

B 3 可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价。属基本建设程序的组成部分，主要依据经勘探后估算的、探明的内蕴经济资源量（331）进行。可行性研究首先需要认真对国内、国外该矿种资源、储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内、国外市场的需要量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。工作中对资源（或原料）条件要认真进行分析研究，充分考虑地质、工程、环境、法律和政府经济政策的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、选冶工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水供电、总体布局 and 环境保护等方面进行深入细致的调查研究，分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格，确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等。其工作深度需达到进行经济评价要求。项目的技术经济数据量能满足投资有关各方的审查、评价需要。从而得出拟建工程是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价，为投资人投资决策、编制和下达设计任务书、确定矿山建设计划等提供依据。

B 4 资质要求

概略研究，可由矿产勘查项目的有关主要人员承担；预可行性研究、可行性研究，则必须由有资质的单位和（或）有资质的技术经济专家会同有关专业人员完成。

附录 C（规范性附录）重砂矿物分离质量要求

表 C 1 重砂矿物分离质量要求简表

项目		区调普查的自然重砂	详查、勘探的自然重砂
室内淘洗	粗淘	重矿物应富集至 50%~70%，不淘掉目的矿物，重矿物损失率不超过 2%	重矿物富集应大于 70%，尾砂中含重矿物不超过 0.5%，砂金、铂等贵金属矿、金刚石不得遗漏
	精淘	重矿物部分，质量 0.1g 以上者，纯度一般大于 90%；轻矿物部分，重矿物含量小于同级重矿物总量的 2%	尾砂中含重矿物小于同级重矿物总量的 1%，样品损耗率小于 1%
筛分		样品粒度相差悬殊时，应酌情分级	
缩分		样量在 15g 以下者，一般不缩分，15g 以上者酌情缩分，每次缩分允许差小于 0.2s 详查、勘探自然重砂，样量大于 200g 者，每次缩分允许差小于 0.5g；样量小于 200g 者，每次缩分允许差小于 0.2g；为寻找贵金属、金刚石的样品一般不缩分	
称量	重砂总量	用 1/10 天平称量，允许差小于天平感应量的 2 倍	
	鉴定样品及分离后样品称量	样品称量要求同上；分离后各部分称量用 1/100 或 1/1000 天平；贵金属、金刚石用 1/10 万天平称量；允许差小于天平感应量的 2 倍	
磁选		磁性与非磁性矿物应基本分开，各部分分离纯度应在 95%以上（非磁性矿物具有磁铁矿包裹体或连生体者除外）	
电磁选		分选级数应视电磁部分的矿物组合、含量等因素而定，电磁性部分的纯度应在 95%以上（非电磁性矿物具有电磁性矿物包裹体或连生体者除外），无电磁性部分含电磁性矿物不能超过 1%	
注 1：样品的总损耗率小于 3%。			
注 2：贵金属和金刚石在各个工序均不应遗漏。			
注 3：小于 0.074mm 粒级矿物精淘纯度一般不低于 80%，但对于定量分析样品应采取多种手段提高其纯度。			
注 4：样品的分选，以提纯目的矿物为原则，其主要部分尽可能富集到同级目的矿物总量的 80%以上，磁选、电磁选的损耗率分别小于 1%。			

附录 D（资料性附录）采掘船开采主要开采技术条件

适用采掘船开采的砂矿，在进行矿床开采技术条件研究工作时，可参考由冶金工业部哈尔滨砂金设计院提出的采掘船主要开采技术条件要求。

表 D 1 采掘船主要开采技术条件

斗容 L	挖掘厚度				采掘面最小宽度 m	允许巨砾				底板纵向坡度 ‰	挖方量 m ³ ·h ⁻¹	混合砂储量 ≥万 m ³		服务年限 ≥年	采池新水最少补量 L·s ⁻¹	安全间距≥ m	
	总厚	水下		水上		粒度 mm	体积分数 %	粒度 mm	个数含量个 /10 ² m ³			南方	北方			吃水深度	安全距离
		最大	最小														
50	8.0	6.5	2.0	1.5	30	250~450	2	450~680	3	30	≥45	230	100	7	50	1.2	0.8
100	10.5	9.0	2.4	1.535	300~550	2	550~860	3	25	≥85	480	380	8	100	16	0	8
150	13.5	12.0	2.8	1.5	45	360~650	2	650~1000	2	20	≥135	900	700	10	150	1.8	1.0
200	16.0	14.0	3.0	2.0	50	400~700	2	700~1100	2	15	≥180	1350	1000	12	200	2.0	1.1
250	18.5	16.0	3.4	2.5	55	450~750	2	750~1200	1	15	≥225	1600	1250	12	250	2.2	1.2
300	23.0	20.0	4.0	3.0	60	500~800	2	800~1200	1	12	≥250	2000	1550	12	300	2.7	1.3
400	34.0	30.0	5.0	4.0	70	500~850	2	850~1250	1	10	≥350	3200	2500	15	400	3.0	2.0

注 1：水下挖深按丰水期，水上挖高按枯水期。

注 2：服务年限是按经济效益考虑的最低服务年限，实际船体使用年限远大于表中的服务年限。

注 3：我国南、北方气候差异较大，混合砂的储量要求，南方按年工作日 250 天~300 天，北方按年工作日 150 天 -200 天计算。

注 4：个别矿体矿砂量不能满足表中要求时，可用通道连接邻近矿体，要求技术上可行，经济上合理。

附录 E（资料性附录） 固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求

表 E 1 固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求表

勘查类型		开采技术条件特征	典型矿床实例	勘查工作要求
开采技术条件简单的矿床（I）		主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，或矿体虽位于侵蚀基准面以下，但含水层富水性弱，附近无地表水体，无富含水层；矿体围岩单一，力学强度高，结构面不发育，稳定性好，或矿床虽处于多年冻土区，但因长年冻结，工程地质问题不突出，无原生环境地质问题，矿石及废弃物不易分解出有害组分，采矿活动不形成对附近环境和水体的污染	石灰石、花岗岩露天开采矿床	一般不投入专门工作，以搜集区域和相邻开采矿区资料为主，结合矿区实际进行重点调查，在综合分析研究的基础上，可通过类比做出评价
开采技术条件中等的矿床（II）	水文地质问题为主的矿床（II-1）	主要矿体虽位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，但因矿体顶板有富水的含水层或断裂带对矿山生产造成危害；或主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，主要充水含水层富水性中等，但地下水补给条件差，地表水体不构成矿床充水的主要因素，矿山排水可引起局部地面变形破坏，水体轻度污染，矿床工程地质环境问题较简单	云南四营煤矿，山东焦家金矿	主要针对水文地质问题开展工作，相应进行矿区工程地质环境地质工作，搜集区域水文地质资料，结合矿区进行大、中比例尺的水文地质填图，对地质钻孔及坑道进行水文工程地质编录，开展地表水、地下水动态观测，选择代表性地段进行水文地质勘探试验，求取主要充水含水层的水文地质参数，查明充水因素，预测矿坑涌水量

Ⅱ	工程地质问题为主的矿床(Ⅱ-2)	矿体围岩多为坚硬、半坚硬岩组, 岩组结构较复杂, 有局部软弱夹层或透镜体分布, 各类结构面较发育, 露采边坡可沿软弱夹层或不利结构面产生局部滑移, 并采可在风化带、构造破碎带产生局部变形破坏, 矿床水文地质环境地质问题一般较简单	吉林磐石镍矿, 四川攀枝花把河石灰岩矿, 青海柴达木煤矿	主要围绕矿床工程地质问题开展工作, 相应进行矿区水文地质环境地质工作, 开展大、中比例尺水文工程地质填图与钻孔水文工程地质编录, 划分工程地质岩组, 对矿体围岩选取代表性试样测定其物理力学性质并评价其岩体质量, 确定主要结构面的发育程度、组合关系及其不利结构面, 依据实际资料用类比评价矿床开采技术条件
	环境地质问题为主的矿床(Ⅱ-3)	有热害或气害或放射性危害或不良地质作用危害等原生环境地质问题, 矿床开采中需采取相应措施处理和预防, 矿床水文地质工程地质问题较简单	河南平顶山煤矿 陕北榆家梁井田	主要对矿床原生环境地质问题进行工作, 针对主要危害(热、气或放射性)开展相应调查测试, 结合地质、水文地质、地球物理、地球化学资料进行分析研究, 确定热(气或放射性)的在矿区的背景值和异常值, 对其可能产生的危害做出评价; 对矿床的水文地质工程地质条件可用类比法进行评价
	复合问题的矿床(Ⅱ-4)	矿床水文地质、工程地质、环境地质条件三因素中两项以上属中等的矿床, 其余为简单	四川金河磷矿, 北京门头沟煤矿	针对主要问题有重点的开展工作, 可参照上述Ⅱ-1~Ⅱ-3的要求进行
	水文地质问题为主的矿床(Ⅲ-1)	主要矿体位于当地侵蚀基准面以下, 主要充水含水层富水性强, 地下水补给条件好, 与地表水或相邻强含水层有密切的水力联系, 存在寻水性强的构造破碎带或岩溶发育带, 矿坑涌水量大; 矿床开采需采取强排水或专防、治水措施, 疏干排水可引起巷道变形破坏和地面沉降、开裂、塌陷、水体污染等工程地质和环境地质问题	广东矾口铅锌矿, 安徽铜官山铜矿, 湖南香花岭锡矿	运用综合勘查手段全面系统的进行各项水文地质勘查工作, 对大水矿床, 应进行大口径、大流量、大降深、长时间的群孔抽水试验, 充分揭露水文地质、环境地质问题和地下水流的边界条件, 求取可靠的水文地质参数, 建立水文地质模型, 用两种以上的方法预测矿坑涌水量, 对矿床工程地质、环境地质问题做出相应评价
Ⅲ	开采技术条件复杂的矿床			

c	工程地质问题为主的矿床 (III-2)	矿体围岩破碎, 各级结构面发育, 构造破碎带、接触破碎带比较发育, 地应力大, 或矿体转岩主要为松散软弱岩层, 或冻融层厚度大; 矿床开采露采边坡滑移、巷道变形破坏普遍, 并可诱发突水、突泥(沙)、地面变形破坏等环境地质问题, 矿床水文地质环境地质条件不复杂	甘肃金川镍矿, 苏州阳山高岭土矿, 云南向阳煤矿, 吉林舒兰煤矿	系统开展工程地质勘查, 详细划分工程地质岩组, 对矿体围岩进行系统采样, 测定其物理力学性质, 对不良工程地质岩组、地段及不利结构面组合关系进行重点研究, 必要时可布置专门工程地质孔勘探或进行工程地质原位试验或模拟试验, 以实测资料为依据对井巷围岩的稳固性和露采边坡的稳定性做出评价
	环境地质问题为主的矿床 (III-3)	矿床处于热、气、放射性异常区或区域稳定性差的地区, 或矿体围岩含有毒有害气体或易分解有毒有害元素和组分, 或具有严重的自燃趋势; 矿床开采可产生严重的热害、气害、放射性危害、环境污染和山体失稳等问题, 需采取专门防治措施, 矿床水文地质工程地质问题不复杂	湖南郴州 411 矿, 浙江溪里萤石矿, 湖南马田煤矿, 四川叙永煤矿 (自燃)	对原生地质环境问题进行专项调查和分析测试, 详细研究产生的地质条件、影响因素、背景值、危及的范围和程度、对其可能产生的危害做出评价; 对矿床的水文地质工程地质条件可用类比法进行评价
	复合问题的矿床 (III-4)	矿床水文地质、工程地质、环境地质条件三因素中两项以上属复杂的矿床, 其余不复杂	海南石碌铜矿, 安徽钟山铁矿, 云南小龙潭煤矿, 湖南恩口煤矿, 江西城门山铜矿	针对主要问题及其复杂程度开展相应工作, 参照上述 III—1~III—3 的要求进行
注: 按含水层富水性分级: ①按钻孔单位涌水量分为弱富水 $Q < 0.1 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, 中等富水 $0.1 \text{ L/s} \cdot \text{m} < q < 1.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, 强富水 $1.0 \text{ L/s} \cdot \text{m} < q < 5.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, 极强富水 $q > 5.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$; ②按天然泉水流量分为弱富水 $Q < 1.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, 中等富水 $1.0 \text{ L/s} \cdot \text{m} < Q < 10.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, 强富水 $10.0 \text{ L/s} \cdot \text{m} < Q < 50.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$, 极强富水 $Q > 50.0 \text{ L/s} \cdot \text{m}$ 。				

附录 F（资料性附录） 确定勘查工程间距的方法

F 1 用地质统计学法确定矿产勘查的工程间距

F 1 1 在新勘查区（或已勘查完毕，需进行矿产资源储量评估地区），可将区内按不同网度划分各种网形。计算每一结点（孔位）的估计方差，再计算每一网度（形）的平均估算方差。将每一网度（形）所花费的金额与平均估计方差进行对比（图 F 1），该图最优勘查网度在 300m~200m 之间。当找到最佳勘查网（形）后，再利用每一结点上 $\sigma 2F$ ，绘制 $\sigma 2E$ 等值线图，在估计方差较高的区域，利用 F 1 2 所述方法，适当加密钻孔。一旦全部孔位确定后，应在相对收益较高地段优先施工。

图 F 1 最优勘探网度的选择

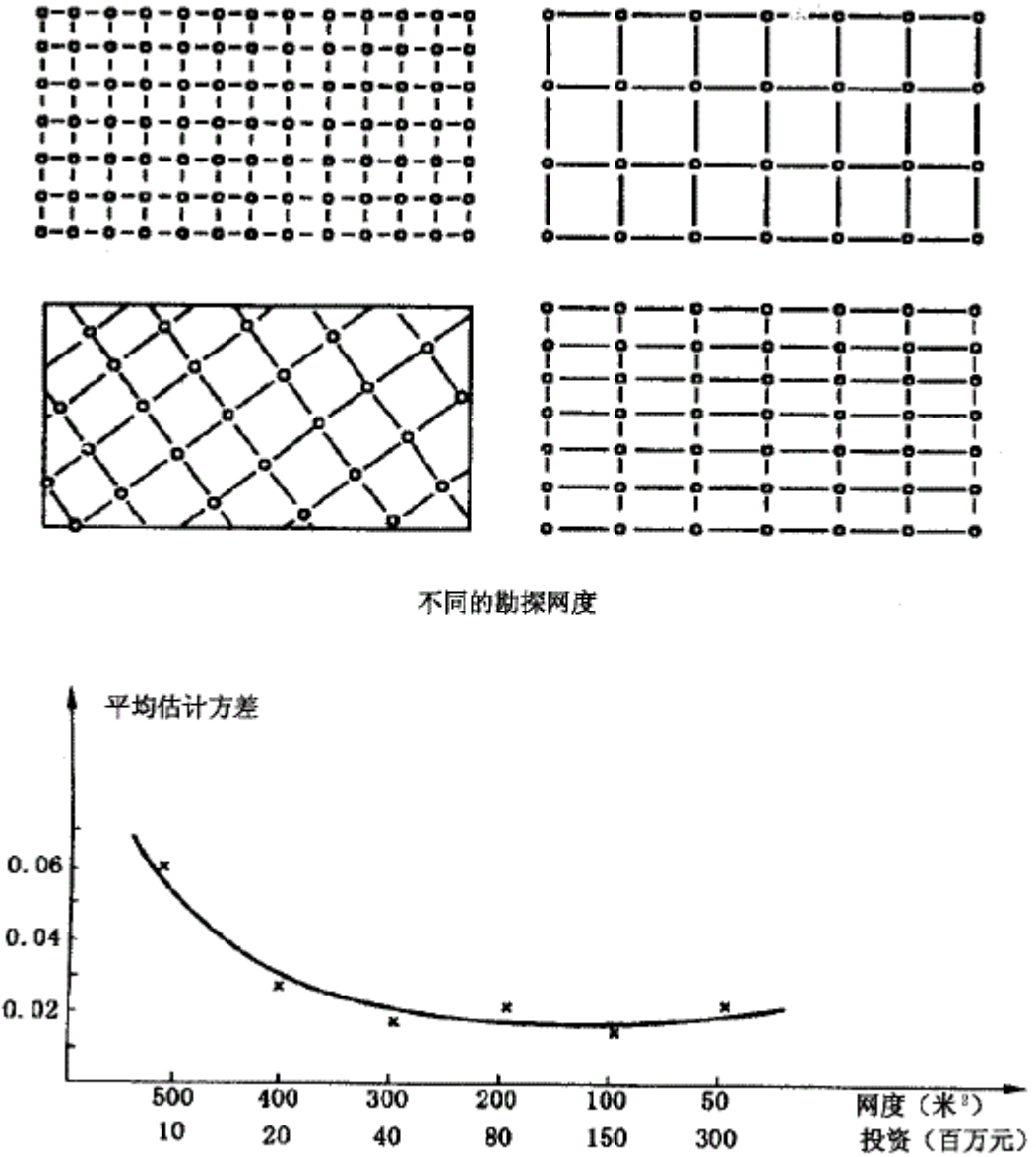


图 F.1 最优勘探网度的选择

F 1 2 勘查区内已有 n 个钻孔施工完毕，为提高矿产资源储量估算精度、减少风险，或为了增加矿产资源储量，要在 n 个钻孔的基础上再增加几个钻孔（图 F 2），可用估计方差 σ^2_E 确定最佳孔位。

图 F 2 利用 σ^2_E 确定的最佳孔位

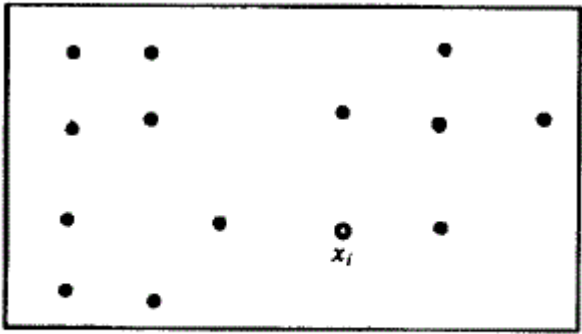


图 F.2 利用 σ^2_E 确定的最佳孔位

- 计算当钻孔数为 n 时的估计方差 $\sigma^2_E (n)$ 。
- 计算增加一个新孔 x_i 后，每一钻孔的估计方差 σ^2_E 。
- 计算每一钻孔的相对收益；sunny

$$G(x_i) = \frac{(-\dot{\sigma}_E^2 + \dot{\sigma}_E^2 \times 100)}{\dot{\sigma}_E^2 \%}$$

$\dot{\sigma}_E^2$ ——指 σ^2_E （编者注）

- 绘制全区等相对收益线图，当 x_i 位置与该等相对收益线图的最高点吻合，则 x_i 即为最佳孔位；否则，改变 x_i 的位置。
- 已完工钻孔。新设计钻孔再计算，直至吻合。
- 以同样方法确定其余钻孔 x_i 的位置。

F 1 3 一定方向上区域化变量（有用组分）变异函数的变程值（或略小于该值），可作为该方向上最大工程间距。

F 2 SD 法确定矿产勘查工程间距

SD 法是动态分维几何学储量计算法的简称。以动态分维几何学和最佳结构地质变量为基础，以断面构形替代空间构形为核心，用 spline 函数拟合的点列函数曲线，对其求解和积分，整个运算过程贯穿了动态的“搜索”和“递进”原理。

SD 分数维和结构地质变量是动态分维几何学的两个基本内容。前者是地质变量复杂性的表述，后者是地质变量可微性的表述。由此产生 SD 储量计算和精度计算。

SD 精度具有度量地质可靠程度和确定勘查工程间距的功能，按照对精度的要求计算工程间距。

SD 法确定矿产勘查的工程间距 h 的公式为：

$$h = \sqrt{\frac{\sum L_j}{N - K}} h_2$$

式中： h_2 ——勘探线平均间距；
 L_j ——第 j 条线两 endpoint 工程间的总距离；

K——勘探线数；
N——根据要求的精度求取所需的工程数。

$$N = \frac{\beta \eta'}{1 - \alpha \eta'}$$

1-75

式中： η' ——要求达到的精度值；

α 、 β ——初始递进计算 SD 精度过程中求取的系数值。

SD 精度 (η)，据地质可靠程度划分的区间 (见图 F 3)：

- a) 探明的 $\eta \geq 80\%$ ；
- b) 控制的 $45\% \leq \eta < 65\%$ ；
- c) 推断的 $15\% \leq \eta < 30\%$ ；
- d) 预测的 $\eta < 10\%$ 。

图中的几个可靠程度待定区间属何精度，需结合矿床地质复杂程度来定，简单者可归于高精度类，复杂者归于低精度类。

图 F 3 SD 精度与地质可靠程度关系应用图

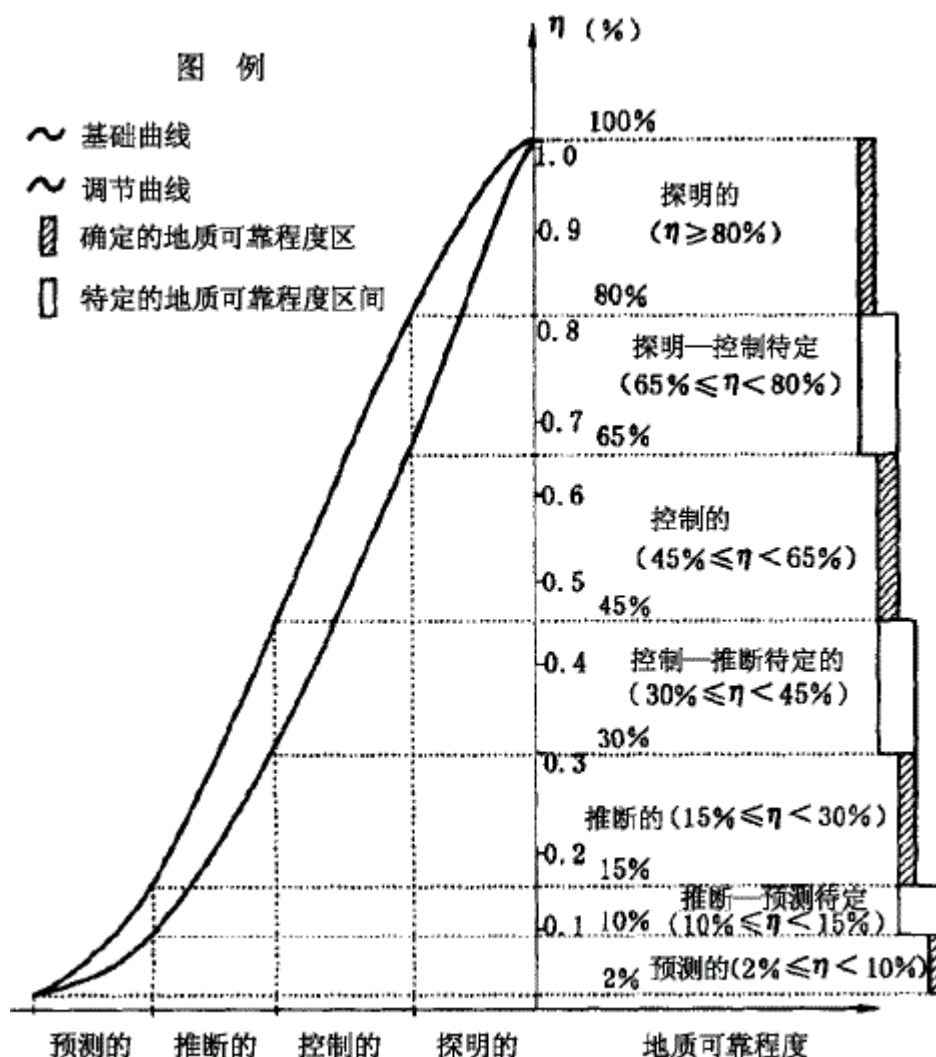


图 F.3 SD 精度与地质可靠程度关系应用图

附录 G（资料性附录） 勘查类型划分和工程间距

G 1 矿体形态复杂程度分为三类：

- a) 简单：形态较规则，底板平坦且坡度小，少分支复合的层状矿体。
- b) 较简单：形态较规则—不规则，分支复合较多，底板不平坦的似层状矿体。
- c) 复杂：形态不规则—很不规则，分支复合多，底板极不平坦或以岩溶为基底的矿体。

G 2 根据矿体规模分为大、中、小（表 G 1）

表 G 1 矿体规模

规模	长度 m	平均宽度 m
大	>10000	≥200
中	10000~3000	200~40
小	<3000	>20

G 3 按矿体宽度稳定程度划分为较稳定、不稳定、很不稳定（表 G 2）。

表 G 2 矿体宽度稳定程度

稳定程度	宽度变化系数%
较稳定	<50
不稳定	50~80
很不稳定	>80

G 4 按有用组分分布均匀程度划分为较均匀、不均匀、很不均匀（表 G 3）。

表 G 3 有用组分分布均匀程度

分布均匀程度	品位变化系数 %
较均匀	<100
不均匀	100~150
很不均匀	>150

G 5 表 G 4 适用于冲积河漫滩、河床、支谷砂矿。若河谷曲折较大，应在转折处加密勘查线；若为面状矿体可缩小表中线距和孔距的比率。

表 G 4 勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 m				推断的
	探明的		控制的		
	线距	工程间距	线距	工程间距	
I			400~800	20~40	
II			200~400	40~20	
III			100	10~20	

G 6 表 G 5 适用于残积、坡积、洪积、岩溶充填砂矿矿床和人工堆积砂矿矿床。

表 G 5 残坡积砂矿勘查工程间距表

勘查类型	勘查工程间距 m				推断的
	探明的		控制的		
	长轴	短轴	长轴	短轴	
I			200	100	
II			100	100	
III			50	50	

附录 H（资料性附录）松散碎屑物粒度分析的分级标准

为了砂矿地质勘查中松散碎屑物的命名和砂矿采、选的需要，对组成砂矿的松散碎屑物的粒度分析，按表 H 1 标准进行。采掘船开采允许的巨砾粒度按附录 D 要求。

表 H 1 松散碎屑物粒度分析的分级标准

碎屑物名称		分极
		粒径 mm
砾石	巨砾	>100
	粗砾	100~50
	中砾	50~20
	中细砾	20~10
	细砾	10~2.0
沙	粗砂	2.0~0.5
	中砂	0.5~0.25
	细砂	0.25~0.10
	粉砂	0.10~0.01
泥质	粘土	0.01~0.005
		<0.005

附录 I（资料性附录） 特商品位确定标准

砂矿床以单工程作为衡量特高品位的单位,以矿体内所有工程品位计算的品位变化系数表示有用组分的均匀程度。特高品位的确定是看单工程品位是否超过规定的矿体平均品位的倍数（表 I 1），具体应结合矿体品位变化系数确定其下限值。

表 I 1 特商品位确定标准表

矿体品位变化系数（V）	有用组分分布的均匀程度	特高品位的下限值为矿体平均品位的倍数
<100	较均匀	6
100~150	不均匀	7
>150	极不均匀	8

注：品位变化系数（V）的公式如下：

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} - 1 \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (n < 50 \text{ 时})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (n > 50 \text{ 时})$$

式中：V——品位变化系数；
 σ ——品位均方差；
 $\bar{x}$ ——品位算数平均值；
 x_i ——单工程品位；
n——矿体内工程数。

附录 J（资料性附录） 一般工业指标

表 J 1 金红石及钛铁矿砂矿一般工业指标参考表

砂矿名称	边界品位 kg/m ³	最低工业品位 kg/m ³	可采厚度 m	夹石剔除厚度 m
金红石（矿物）	1	2	0.5	（剥采比≤4）
钛铁矿（矿物）	10	15	≥0.5~1	≥0.5~1

表 J 2 砂锡矿一般工业指标参考表

项目	用化学分析法确定品位(锡石中锡)	用淘洗法确定锡石含量(锡石纯度:Sn 的质量分数) 60%)
边界品位	Sn 的质量分数 0.02%	锡石 100~150g/m ³
最低工业品位	Sn 的质量分数 0.04%	锡石 200~300g/m ³
可采厚度 m	≥0.5	) 0.5
夹石剔除厚度 m	≥2	) 2
注 1: 化学分析法确定品位多用于残坡积砂矿。		
注 2: 淘洗法确定锡石含量用于河流砂矿。		

表 J 3 金砂矿一般工业指标参考表

项目	露天开采						
	全面开采					分别开 采	地下开 采
	采金船开采				水枪开 采		
	南方		北方（含高寒地区）				
	50L~100L	150L~300L	50L~100L	150L~300L			
混合砂 边界品 位 g/m ³	0.05~0.07	0.04~0.06	0.06~0.08	0.05~0.07	0.1	0.3~0.5	
混合砂 块段最 低工业 品位 g/m ³	0.16~0.18	0.14~0.16	0.18~0.20	0.16~0.18	0.3	0.16~1.0	
最小可 采宽度 m	30~35	40~60	30~35	40~60.20			
无矿地 段（夹 石）剔 除宽 度 m	30~35	40~60	30~35	40~60			
矿体最 低可采 矿砂量 万 m ³	150~450	900~2000	100~300	600~1400			
砂矿层 边界晶 位 g/m ³							1
砂矿层 块段最							3

低工业 品位 g/m ³							
砂矿层 采幅高 度 m							1.3~1.5

表 J 4 稀有金属与稀土金属砂矿一般工业指标参考表

项目	绿柱石（手 选）	铌铁矿、褐钨 铌矿	锆英石	独居石	磷钇矿
边 界 品 位 g/m ³	600	5~50	1000~1500	100~200	30~50
最低工业晶 位 g/m ³	2000~2500	20~250	4000~6000	200~250	≥50
矿块最低工 业品位 g/m ³				280~500	
矿床最低晶 位 g/m ³				500	
可采厚度 m	1	≥0.5	≥0.5	≥0.5	1
夹石剔除厚 度 m		2（剥采比 1： 1）		1~2	2

附录 K（资料性附录）矿产资源储量规模划分标准

表 K 1 砂矿储量规模划分标准

矿种名称	矿物及单位	规模		
		大型	中型	小型
金红石	矿物万 t	≥ 10	2~10	< 2
钛铁矿	矿物万 t	≥ 100	20~100	< 20
锡矿	金属万 t	≥ 4	0.5~4	< 0.5
金矿	金属 t	≥ 8	2~8	< 2
铌	矿物 t	≥ 2000	500~2000	< 500
钽	矿物 t	≥ 500	100~500	< 100
锆英石	矿物万 t	≥ 20	5~20	< 5
独居石	矿物 t	≥ 10000	1000~10000	< 1000
磷钇矿	矿物 t	≥ 5000	500~5000	< 500

附录 L（资料性附录）砂矿成因类型及形态类型

L 1 砂矿成因类型

L 1 1 分类

根据砂矿的形成条件和堆积物的成因划分为残积砂矿、坡积砂矿、洪积砂矿、冲积砂矿、冰川砂矿、冰水砂矿、风成砂矿和人工堆积砂矿等八种。

L 1 2 残积砂矿

原生矿石或含有矿化的岩石，经物理风化或化学风化产生的残积物。松散堆积物和有用的金属矿物就地沉积，有用矿物未经磨蚀，常见有用金属矿物与脉石矿物连生体。残积砂矿若向坡下位移则过渡为坡积砂矿，矿体规模大小不等。

L 1 3 坡积砂矿

砂矿产于山坡靠近原矿源地的坡积物内。构成砂矿的碎屑沉积物与原地已有一定位移，金属矿物颗粒略有磨蚀，堆积物无分选，可见金属矿物与脉石矿物连生体，矿体规模通常不大。坡积砂矿的前缘有时向洪积砂矿过渡。

L 1 4 洪积砂矿

砂矿产于间歇性水流作用形成的洪积物内。由于水流作用的周期性和不稳定性，砂矿矿物和碎屑物的分选性和磨圆程度较差，常形成品位较富的砂矿透镜体或夹层，矿体连续性较差。

L 1 5 冲积砂矿

砂矿产于河谷冲积物内。沉积物在常期水流作用下，磨圆程度高，分选性好，物质成分复杂。砂矿矿物表面光滑，边缘棱角少，偶尔可在凹面上见到残存的氧化铁被膜。砂矿矿物多分布于冲积物下部靠近基岩顶面处，或风化基岩的裂隙中。此类砂矿分布广，在我国这一类型的砂金矿是目前探采的主要对象。

L 1 6 人工堆积砂矿

古代或近代开采废弃的低品位矿石，以及选矿废弃的尾砂，冶炼后的炉渣等，往往构成一定规模的人工堆积物。此类砂矿形态不一，规模多为小型。

L 1 7 冰川砂矿、冰水砂矿和风成砂矿在我国尚无典型实例。

L 2 砂矿形态类型

L 2 1 分类

由于砂矿产生的地貌部位不同，根据其产出条件可分为河床砂矿、河漫滩砂矿、阶地砂矿、支谷砂矿、岩溶充填砂矿。

L 2 2 河床砂矿

产于现代河流的河床、沙洲、浅滩上的砂矿，沉积物以粗碎屑为主，砂和粘土较少，常见巨砾，砂矿层之上常无泥沙层覆盖。产于河床部位的砂矿，常富集于基岩顶面附近；沙洲和浅滩部位的砂矿常富集于上部层位中，且有用矿物非常细小。此类砂矿一般形成于水系较大的河流。

L 2 3 河漫滩砂矿

产于河漫滩部位的砂矿。河漫滩沉积物中有较厚的泥沙层和砂矿层。上部泥沙层主要为

不含有用矿物的粘土、沙和少量粗碎屑物，下部砂矿层则由含有用矿物的砂、砾石、角砾、碎石及少量粘土组成。砾石磨圆度和分选性较好，成分复杂，而角砾和碎石成分一般较单一，大多与基岩相同。有用矿物粒度不等，表面较光滑，常富集于粒度较粗的砂砾层下部或基岩顶面的碎石层中。被现代河漫滩掩埋的超河漫滩（一级阶地）的含有用矿物砂矿层常比河漫滩砂矿更富。此类砂矿分布最广，在砂金矿种上多呈大、中型砂矿。目前，为我国各砂金省区主要的探、采对象。

L 2 4 阶地砂矿

产于河谷斜坡或坡下的阶地砂矿。其成因类型较复杂。常与构造变动引起的河谷升降有关，多数是早期沉积的河漫滩砂矿因河谷抬升而被侵蚀残存的部分，因而沉积物的组成和结构具有河漫滩沉积物的特点。目前，在我国已探明的此类矿床规模不大。

L 2 5 支谷砂矿

产于细谷、支沟等间歇性水流的沟谷及片流的沟坡、沟顶处，其成因类型有残积、坡积、洪积、冲积或其间的过渡类型。泥沙层与砂矿层一般无明显界线，碎屑物成分复杂，磨圆度较差，砂矿矿物粒度较大，分布很不均匀，但品位较富，与原矿关系密切。由于埋藏浅、含水少等原因，历史上曾是主要探采对象。

L 2 6 岩溶充填砂矿

产于岩溶发育地区的岩溶漏斗、溶洞或以岩溶为基底的砂矿。其成因类型可以是冲积，也可以是洪积。沉积物厚度变化较大，分选不好、磨圆度差，有用矿物常富集在堆积物底部。矿体规模不等，形态多样。由于底板标高相差悬殊，开采较困难。

注：属于第三纪及第三纪以前的古砂矿矿床未纳入上述分类。