ICS 73·020;73·060·99
D 12

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0204—2002

稀土矿产地质勘查规范

Specifications for rare earth mineral exploration

2002-12-17发布　　2003-03-01实施

中华人民共和国国土资源部　发布

图书在版编目(CIP)数据

中华人民共和国地质矿产行业标准. DZ/T 0204—2002,稀土矿产地质勘查规范/中华人民共和国国土资源部发布. -北京:地质出版社,2003.3
ISBN 7-116-03798-5

Ⅰ.中… Ⅱ.中… Ⅲ.① 地质勘探-行业标准-汇编-中国② 矿业-地质勘探-行业标准-汇编-中国 ③ 稀土矿物-地质勘探-行业标准-汇编-中国 Ⅳ.P62-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 020289 号

ZHONGHUA RENMIN GONGHEGUO DIZHI KUANGCHAN HANGYE BIAOZHUN
XITU KUANGCHAN DIZHI KANCHA GUIFAN

责任编辑:陈　磊
责任校对:李　玫
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083
电　　话:(010)82324508(邮购部);(010)82324577(编辑室)
网　　址:http://www.gph.com.cn
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传　　真:(010)82310759
印　　刷:北京朝阳区小红门印刷厂
开　　本:880 mm×1 230 mm 1/16
印　　张:3
字　　数:81 千字
印　　数:1—2 500 册
版　　次:2003 年 3 月北京第一版·第一次印刷
定　　价:26.00 元
ISBN 7-116-03798-5/P·2366

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　勘查的目的任务 …… 1
3.1　预查 …… 1
3.2　普查 …… 1
3.3　详查 …… 1
3.4　勘探 …… 1
4　勘查研究程度 …… 1
4.1　地质研究程度 …… 1
4.2　矿石质量研究 …… 3
4.3　矿石选(冶)和加工技术条件研究 …… 3
4.4　矿床开采技术条件研究 …… 4
4.5　综合勘查综合评价 …… 5
5　勘查控制程度 …… 6
5.1　勘查类型的确定 …… 6
5.2　稀土矿床勘查类型划分 …… 6
5.3　矿床控制程度的确定 …… 7
6　勘查工作及质量要求 …… 7
6.1　测量工作 …… 7
6.2　地质填图 …… 7
6.3　物探、化探工作 …… 8
6.4　探矿工程 …… 8
6.5　化学样品的采集、加工、化验分析 …… 8
6.6　矿石选(冶)试验样品的采集与分析、试验 …… 10
6.7　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验 …… 10
6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写 …… 10
6.9　其他 …… 10
7　可行性评价 …… 10
7.1　概略研究 …… 10
7.2　预可行性研究 …… 11
7.3　可行性研究 …… 11
8　矿产资源/储量分类及类型条件 …… 11
8.1　资源/储量分类依据 …… 11
8.2　矿产资源/储量类型条件 …… 12
9　矿产资源/储量估算 …… 13
9.1　矿产资源/储量估算的工业指标 …… 13

9.2 矿产资源/储量估算的一般原则 …… 14
9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求 …… 14
9.4 矿产资源/储量分类结果 …… 15
附录 A（规范性附录） 固体矿产资源/储量分类 …… 16
附录 B（资料性附录） 稀土矿产资源/储量规模划分标准 …… 17
附录 C（资料性附录） 确定勘查类型的主要因素及工程间距的确定 …… 18
C.1 稀土内生矿床勘查类型划分 …… 18
C.2 风化壳离子吸附型稀土矿床勘查类型划分 …… 19
C.3 勘查工程间距的确定 …… 19
附录 D（资料性附录） 矿体圈定和矿产资源/储量估算方法 …… 21
D.1 矿体的圈定和连接 …… 21
D.2 矿产资源/储量估算方法 …… 21
附录 E（资料性附录） 稀土精矿、稀土氧化物、稀土化合物质量标准 …… 23
E.1 稀土精矿产品质量标准 …… 23
E.2 高稀土铁矿石质量标准 …… 24
E.3 高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准 …… 24
E.4 分组稀土氧化物富集物 …… 25
E.5 其他稀土化合物的质量标准 …… 27
附录 F（资料性附录） 稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能 …… 29
F.1 稀土矿石类型 …… 29
F.2 稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能 …… 29
F.3 内生型稀土矿石和风化壳离子吸附型稀土矿石 …… 29
附录 G（资料性附录） 稀土元素的性质和用途 …… 33
G.1 稀土元素的分组 …… 33
G.2 稀土的性质和用途 …… 33
G.3 稀土元素的地球化学特征 …… 34
附录 H（资料性附录） 稀土矿主要矿物及矿床类型 …… 36
H.1 稀土元素在自然界的存在形式及主要矿物 …… 36
H.2 稀土矿床类型 …… 37
附录 I（资料性附录） 稀土矿床工业指标制订原则及一般工业指标 …… 39
I.1 矿床工业指标制订原则 …… 39
I.2 制订共（伴）生矿产指标的原则 …… 39
I.3 一般工业指标 …… 40

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

前　言

本标准是在原全国矿产储量委员会1993年1月储发(1993)第19号文颁发的《稀土矿地质勘探规范》(试行)的基础上，考虑到社会主义市场经济对稀土矿产地质勘查工作的要求及与国际接轨等因素修订而成的，并增加了稀土矿产预查阶段、普查阶段、详查阶段的勘查要求。

本标准自实施之日起，代替1993年《稀土矿地质勘探规范》(试行)，作为稀土矿产地质勘查工作的质量标准。

本标准附录A是规范性附录。

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

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家有色金属工业局地质勘查总局江西有色地质勘查局。

本标准起草人：杨子江、张祖林、黄定堂、曹新海、王定生、程群喜、舒顺平、张云蛟。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

稀土矿产地质勘查规范

1 范围

本标准为稀土矿产地质勘查工作规定了勘查的目的任务、勘查研究程度；勘查类型及工程密度、深度；勘查工作质量；可行性评价及矿产资源/储量估算等要求。

本标准适用于稀土矿产地质勘查各阶段和矿产资源/储量估算；也适用于验收、评审稀土矿产地质勘查成果；还可作为矿业权转让、稀土矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

2 规范性引用文件

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

DZ/T 0033—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 预查

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。

3.2 普查

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，以及进行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。

3.3 详查

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，并为制订矿山总体规划、项目建议书提供资料。

3.4 勘探

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，通过应用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程以及可行性研究，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、矿山建设设计等方面提供依据。

矿产勘查最终目的是为矿山建设设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必需的地质资料，以减少开发风险和获得最大的经济效益。

4 勘查研究程度

4.1 地质研究程度

4.1.1 预查阶段

全面收集地质、矿产、物探、化探、遥感、重砂、探矿工程等各种有关信息及研究成果，通过(1∶50 000)～(1∶25 000)比例尺的路线地质踏勘，初步查明与稀土成矿有关的地层、构造、岩浆岩、区域变

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

质作用等成矿地质条件。对风化壳离子吸附型稀土矿床[1)]，还应初步查明区域地貌类型、特征及与风化壳发育程度的关系。对预查区内有找矿远景的物探、化探异常、矿(化)点，用极少量工程进行揭露，如发现矿体，应初步查明有用矿物成分、品位等；初步查明矿石结构构造和自然类型，并与地质特征相似的已知矿床从基本特征、成矿地质条件等方面进行类比、预测，提出供普查的矿化潜力较大地区，为进一步开展普查工作提供依据。

4.1.2 普查阶段

对选定的普查区，通过(1∶25 000)～(1∶50 000)比例尺的地质填图和露头检查，应大致查明区内与稀土矿成矿有关的地层、构造、岩浆岩、区域变质作用等成矿地质条件及主要矿产。对风化壳离子吸附型矿床，还应大致查明区域地貌类型、第四纪地质等，以及风化壳在山脚、山腰、山头的分布与发育情况和保存程度等与成矿的关系。

对发现的矿化地质体及矿体，通过(1∶10 000)～(1∶2 000)比例尺地质填图和有效的物探、化探、遥感、重砂等方法手段及数量有限的取样工程，大致控制主要矿体特征、分布范围、数量、规模、产状；地表要用取样工程稀疏控制，深部要有工程证实，不要求系统工程网度；大致查明矿石的物质组成，矿石质量，大致划分出轻、中、重稀土和稀土总量所占比例，并进行相应的综合评价；对风化壳离子吸附型稀土矿床，要大致查明风化带(壳)的发育情况或风化、半风化、弱风化、原岩的分带(层)。对物探、化探异常进行Ⅰ—Ⅱ级验证。

4.1.3 详查阶段

4.1.3.1 区域地质

基本查明与稀土成矿有关的地层、构造、岩浆岩、区域变质作用等成矿地质条件及主要矿产。对风化壳离子吸附型稀土矿床还应基本了解区域第四纪地质、地貌类型，以及微地貌特征及风化壳发育程度的关系。

4.1.3.2 矿区(床)地质

通过(1∶10 000)～(1∶2 000)地质填图，基本查明成矿地质条件，描述矿床的地质模型。基本查明地层时代、层序、岩相；含矿层位或容矿层位的岩性、岩相、岩石地球化学背景及含矿性和分布特征；基本查明与稀土成矿有关的岩浆岩种类、规模、形态、产状、形成时代或沉积-喷发旋回及与成矿关系，风化壳离子吸附型矿床应研究成矿母岩稀土的物质组分和赋存状态；基本查明主要构造性质、产状、控矿构造因素及矿化富集的构造条件，以及成矿后构造的破坏影响程度；基本查明与成矿有关的变质(混合岩化)作用，围岩蚀变特征和与矿化的关系；基本查明风化带(壳)：对内生矿床，应研究风化带的发育程度、范围、深度、分带性、矿物组合和变化规律及稀土元素的表生富集、贫化作用；对风化壳离子吸附型矿床，基本查明其分布范围内的地貌类型、微地貌特征、第四纪地质等，基本查明风化壳在山脚、山腰、山头(顶)的分布情况；风化、半风化、弱风化、原岩等的发育与保存程度等与成矿的关系。

4.1.3.3 矿体地质

通过系统取样工程和有效的物探、化探工作，控制矿体的总体分布范围，基本控制主矿体的矿体特征、空间分布，基本圈定并连接矿体；基本查明主矿体数量、赋存部位、分布范围、规模、形态、产状、厚度、品位，以及轻、中、重稀土及变化规律，矿体中夹石及顶底板岩性的分布情况，断层、岩浆岩、岩脉、硅化裂隙带及风化球对矿体的影响程度。

4.1.4 勘探阶段

4.1.4.1 矿区(床)地质

通过(1∶10 000)～(1∶2 000)(必要时可用1∶500)比例尺地质填图，加密各种取样工程和相应的工作，详细查明成矿地质条件及内在规律，建立矿床的地质模型。详细查明地层、层序、岩相；着重研究

---

1) 淋积型矿床与离子吸附型稀土矿床，应大体相当，均属风化壳型矿床，建议改为风化壳离子吸附型稀土矿床(简称离子型矿床，以下同)更为确切。

含矿层位或容矿层位的岩性、岩相、岩石的矿物组分、沉积环境、沉积建造、岩层对比标志及岩石地球化学背景，了解其含矿性、分析其变化规律；阐明它们与矿床形成和矿体空间分布的关系；详细查明控矿及破坏矿体的主要构造性质、规模、产状、形态、分布规律和生成顺序。对矿体破坏较大的断层、破碎带要有加密工程控制；详细研究与成矿有关的岩浆岩岩性、岩相(系)、岩石地球化学特征；详细查明岩体(系)形态、产状、规模、形成时代或沉积-喷发旋回，阐明演化特点，及其与成矿的关系。风化壳离子吸附型稀土矿床还应详细研究成矿母岩稀土的物质组分和赋存状态；详细研究与成矿有关的变质(混合岩化)作用的性质、强度、规模、变质(混合)岩性特点及岩(相)带分布，阐明其与成矿的关系。详细研究围岩蚀变的种类、强度、规模、矿物组合、分带性及其对矿化富集、贫化的作用。对内生矿床详细研究风化带(壳)的发育程度、范围、深度、分带性、矿物组合和变化规律及稀土元素的表生富集、贫化作用；对风化壳离子吸附型稀土矿床、研究其分布范围内的地貌类型、微地貌特征、第四纪地质等，着重研究风化壳在山脚、山腰、山顶的发育与保存程度和风化、半风化、弱风化、原岩等分层、厚度变化等与成矿的关系。提出找矿方向及找矿标志。

4.1.4.2 矿体地质

内生矿床用加密系统取样工程详细查明和研究矿体的空间特征和赋存规律，详细查明矿体的赋存部位、分布范围、数量、规模、形态、产状、矿石品位、质量、矿石物质组成、夹石分布等特点，以及断层或岩浆岩对矿体的穿插破坏情况，正确圈定并连接矿体。风化壳离子吸附型稀土矿床，用加密取样、详细查明矿体的赋存部位、范围、数量、规模、形态、产状、矿石品位、质量、夹石等；详细研究硅化断裂带、脉体(带)及风化球对矿体的影响程度并圈定其集中分布范围；详细查明沟谷冲(坡)积层下的矿体及其特征。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

对预查中已发现的矿体，应初步查明矿石品位、矿物成分、化学成分、矿石结构构造及矿石自然类型。

4.2.2 普查阶段

通过有限的样品分析，大致查明矿石矿物、脉石矿物种类、矿石品位、矿石主要有用组分、物质成分、结构构造特征、矿石自然类型及有益有害组分等情况，大致评价矿石的经济价值，为能否工业利用提供依据。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石矿物、脉石矿物种类、含量、共生组合及矿石结构构造特征；基本查明矿石品位、化学成分、主要有用组分、轻、中、重稀土及含量、有益、有害组分种类、含量、赋存状态和分布规律；基本划分矿石自然类型和工业类型，为矿山建设的项目建议书和预可行性研究提供依据。

4.2.4 勘探阶段

4.2.4.1 矿石的物质组分及赋存状态

详细查明矿石的矿物成分、化学成分、主要有用组分或品位、轻、中、重稀土含量、矿石矿物、脉石矿物、结构、构造及其有益有害组分的赋存状态和分布规律。内生矿床应详细研究矿石矿物和脉石矿物的种类、含量、粒级、嵌布关系、生成顺序、共生组合及其稀土元素占有率和配分值。风化壳离子吸附型矿床，还应详细研究全风化、半风化、弱风化矿石稀土元素的主要赋存相态及其变化规律。

4.2.4.2 矿石类型划分

依据矿石的有用组分、结构、构造、风化程度等划分矿石自然类型，结合矿石加工技术性能和用途等划分矿石主要的和次要的工业类型，并研究其分布范围和所占比例。

4.3 矿石选(冶)和加工技术条件研究

4.3.1 预查阶段

不做具体要求，可以通过少量矿石进行类比研究，做出是否可选的预测。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

4.3.2 普查阶段

对已发现的矿产，应与邻区同类型已开采矿山，从矿石物质组成、主要矿石矿物、脉石矿物、结构构造、嵌布特征、粒度大小、有害组分及影响选(冶)条件等因素进行全面的对比，并就矿石加工选冶的性能做出概略评述。无可类比的或新类型矿石应进行可选(冶)性试验或实验室流程试验，为是否值得进一步工作提供依据。

4.3.3 详查阶段

对矿石的加工选冶性能进行试验和研究，应基本查明主要矿石类型的可选(冶)性能。一般矿石进行可选性能试验或实验室流程试验；对生产矿山附近的，有类比条件的易选矿石可以进行类比评价，不做可选(冶)试验；对难选矿石或新类型矿石，应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)性能试验。为详细评价各类稀土矿石的选(冶)和加工技术性能。可类比的易选矿石应进行实验室流程试验，一般矿石在实验室流程试验基础上进行实验室扩大连续试验，如矿石物质组分复杂，综合利用价值又较高，或新类型矿石、难选矿石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 预查阶段

收集、分析区域水文地质、工程地质资料，初步了解该区水文地质、工程地质及环境地质条件。

4.4.2 普查阶段

寻找的矿产与地表(下)水关系密切时，应收集区域水文地质，工程地质及环境地质资料，大致了解矿区地表水体分布，地下水类型及补给、排泄条件，矿床主要充水因素；大致了解矿体(层)顶、底板及围岩的稳定性；大致了解环境地质状况，对下一步工作确定水文地质、工程地质工作提供依据，为是否可以进一步开展地质工作提供依据。

4.4.3 详查阶段

4.4.3.1 水文地质条件

在研究区域水文地质条件的基础上，收集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料。基本查明矿区含水层、隔水层、构造破碎带、风化带、岩溶等水文地质特征，发育程度和分布规律；基本查明矿区内地表水体分布及其与矿床主要充水含水层的水力联系，并评价其对矿床充水的影响；基本查明地下水补给、排泄条件，矿床主要充水因素，选择代表性的泉、井、钻孔、生产矿井进行流量、水位、水温、排水量的动态观测，预测矿坑涌水量，评价对矿床开采的影响程度；初步划分矿床水文地质类型及确定水文地质条件复杂程度；调查研究可供利用的供水水源的水量、水质，指出供水水源方向。

4.4.3.2 工程地质条件

基本查明矿区岩、土体结构类型。根据矿体(层)围岩类型及矿石特征，初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石的力学性质，研究其稳定性能；基本查明矿区内断层、破碎带、节理、裂隙、风化带、软弱夹层的分布，评价对矿体及其顶、底板和近矿围岩稳固性的影响；对露天开采采场，要控制矿体四周边界及露天采场底部矿体的边界，对边坡的稳定性提出评价意见；调查老窿及采空区的分布，充填和积水情况；初步划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度。

有关各项水文地质、工程地质工作要求，按 GB/T 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

4.4.3.3 环境地质条件

基本查明岩石、矿石和地下水(含热水)中对人体有害元素，放射性及其他有害气体成分，含量等情况，指出可能污染环境的因素；收集地震、泥石流、滑坡、山洪、岩崩等自然地质灾害的有关资料分析其对矿山生产的影响；预测矿床开采对地质环境、生态环境的破坏和影响，并提出防治建议。

根据上述水文、工程、环境地质条件初步划分矿床开采技术条件类型，为矿山建设项目建议书提供依据。

4.4.4 勘探阶段

4.4.4.1 水文地质条件

详细查明矿床开采范围内含水层、隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件、含水层的水力联系、主要隔水层的稳定性和隔水程度；主要充水含水层富水性；裂隙、溶洞的发育程度、分布规律；主要构造破碎带、断裂带、裂隙带、岩溶发育带的发育程度、分布规律、含水性、导水性和相互联系；地下水的补给、径流、排泄条件；查明含水层的水温、水质、水量及动态变化；地表水体的分布、水文特征及其与地下水的水力联系；老窿采空区的分布与积水程度。收集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料，包括多年降雨量和最高洪水位，合理确定水文地质边界条件，分析矿床充水因素、充水方式和途径。确定矿床水文地质条件的复杂程度，划分矿床水文地质类型；进行钻孔简易水文地质观测及抽水试验；计算首采地段第一开拓水平的正常和最大矿坑涌水量，估算最低开采水平的涌水量；对矿床开采的防水措施、矿坑排水、排供结合及综合利用提出建议；指出生活和工业用水水源方向。水文地质条件简单的矿床，上述研究内容可适当从简，以满足地质勘探和矿山建设设计需要为原则。

4.4.4.2 工程地质条件

详细查明矿区岩、土体结构类型。详细查明断层、破碎带、节理、裂隙、风化带的性质、特征、发育程度、分布规律及其对矿床开采的影响，测定岩石、矿石的物理力学性质；预测可能产生的工程地质问题，指出不良工程地质岩(层)组的分布地段，对矿体顶底板及近矿围岩的稳定性做出评价。适于露天开采的矿床，查明非矿盖层的岩性、发育程度、产状、厚度和分布范围，对露天采场边帮稳定性做出初步评价。调查研究老窿、采空区、岩溶的分布、充填和积水情况，并圈出其界线。在详细研究矿区(床)工程地质特征的基础上，划分矿区(床)工程地质类型，对矿山建设和生产可能造成严重影响的岩溶以及可能形成滑坡、塌陷的工程地质条件需进行专门调查并做出相应的说明。

有关各项水文地质、工程地质工作要求，按 GB/T 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

4.4.4.3 环境地质条件

详细查明并研究放射性等有害物质及有害气体的强度、含量、分布与变化规律。指出可能污染环境的因素，并对原生环境质量进行评价，对次生环境质量进行预测；如：采选冶废水、废气排放、采矿废石及尾砂堆放与处置，并提出预防建议；对地震活动区应分析有关地震资料、研究新构造活动的特征、阐明矿区地震地质情况和对区域稳定性的影响。调查矿区(床)内各种灾害地质现象(岩崩、滑坡、山洪、泥石流等)，预测矿床开采对地质环境、生态环境的破坏和影响。并提出防治建议。

有关环境地质调查与评价按 GB/T 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

根据上述水文地质、工程地质、环境地质条件、划分矿床开采技术条件类型：简单型、中等型、复杂型等三类，做出水文、工程、环境方面的总体评价，为矿山建设设计提供依据。

4.5 综合勘查综合评价

4.5.1 预查阶段

如发现工业矿体，应初步了解与稀土矿体共生、伴生矿产的种类及其地质特征。

4.5.2 普查阶段

如发现具有工业价值和经济效益的共生、伴生矿产，应大致查明其种类、含量、赋存特点，并研究其综合利用的可能性。

4.5.3 详查阶段

应基本查明矿床详查地段具有工业利用价值的共生矿产和伴生矿产有用组分的种类、含量、赋存状态、分布特点及其与主元素的相互关系并进行综合评价，确定其工业利用的可能性。

4.5.4 勘探阶段

4.5.4.1 详细查明矿床中的同体共生矿产和主矿体上、下盘(紧密叠置)围岩中的异体共生矿产，应进行综合勘查，其勘探研究程度，应达到该矿种的规范要求。勘查单位应取得工业部门或投资者关于共生组分的工业指标，并估算矿产资源/储量。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

4.5.4.2 详细查明离主矿体较远不能综合勘探的异体共生矿产，应对其赋存部位、分布范围、矿体规模、形态、产状、品位和厚度变化等进行详细研究，必要时参照(4.5.4.1)内容进行。

4.5.4.3 对矿床的伴生有用组分应详细查明其种类、含量、分布、赋存状态、加工技术试验中的转移、富集方向及在产品中的分布和回收情况，详细进行综合评价研究，勘探时应系统采组合样品，了解其含量与分布并分别估算矿产资源/储量。

4.5.4.4 共、伴生组分矿产资源/储量类型视主元素勘探研究程度而定，参与储量估算的共生矿产、伴生组分的样品均应做内外部检查。稀土矿床伴生有用组分评价应按相关矿种指标进行。

5 勘查控制程度

5.1 勘查类型的确定

5.1.1 勘查类型划分的原则

划分勘查类型是为了正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，有效地圈定和控制矿体，肯定矿体的连续性，应遵循如下原则：以最少的投入，获取最大效益的原则；应从需要、可能、效益等多方面权衡来考虑，并非工程越密越好；从实际出发的原则；每个矿床都有自身的地质特征，必须从影响各自矿床勘查难易的主要因素出发，选择勘查类型；以主矿体为主的原则。勘查类型划分应以一个或几个主矿体为主，大矿体可据不同地段勘查的难易程度，分段确定勘查类型。

5.1.2 勘查类型划分的依据

划分矿床勘查类型和确定勘查间距时，应依据主矿体规模、形态及内部结构、矿床的构造影响程度、主矿体厚度稳定程度和有用组分分布均匀程度等五个主要地质因素来确定。用每个矿床相对应的上述五个地质因素类型系数值之和，来确定勘查类型。在影响勘查类型的五个因素中，主矿体之规模，所赋予的类型系数值要大些，占30%；风化壳离子型矿床由矿体的形态复杂程度所赋予的值也占30%。构造对矿体形状有影响，所赋予的值要小些占10%；构造对矿体的影响程度在风化壳离子吸附型稀土矿床中由矿体的矿化连续性(含矿率%)替代和有用组分均匀程度所赋予的值要小些，各占10%；其他各个因素各占20%(见附录C)。

5.2 稀土矿床勘查类型划分

5.2.1 内生矿床

5.2.1.1 简单(第Ⅰ类型)：五个地质因素类型系数之和为2.6～3.0。矿体规模大，形态简单，厚度稳定至较稳定，稀土组分分布均匀至较均匀，断层、脉岩对矿体影响小或无影响。如白云鄂博主、东矿铁铌稀土矿床和东矿顶板白云岩型铌稀土矿床(体)。

5.2.1.2 中等(第Ⅱ类型)：五个地质因素类型系数之和为1.8～2.5。矿体规模大至中等，形态较简单，厚度较稳定，稀土组分分布均匀至不均匀，断层、脉岩对矿体影响明显或偶有断层破坏矿体。如白云鄂博西矿V_2号铁铌稀土矿体和庙垭铌稀土矿体。

5.2.1.3 复杂(第Ⅲ类型)：五个地质因素类型系数之和小于1.8。矿体规模小、中等，形态较简单至复杂，厚度不稳定，稀土组分分布较均匀至不均匀，断层、岩脉对矿体影响大或常有断层、脉岩破坏矿体。如牦牛坪稀土矿和郗山稀土矿。

5.2.2 风化壳离子吸附型稀土矿床

5.2.2.1 简单(第Ⅰ类型)：矿体规模大，矿化连续，形态简单至较简单，厚度稳定，稀土组分分布均匀至较均匀。五个地质因素类型系数之和为2.6～3.0。如江西河岭稀土矿。

5.2.2.2 中等(第Ⅱ类型)：矿体规模中等至大，矿化较连续，形态简单至较简单，厚度较稳定，稀土组分分布较均匀至不均匀。五个地质因素类型系数之和为1.8～2.5。如南桥稀土矿和仁居稀土矿。

5.2.2.3 复杂(第Ⅲ类型)：矿体规模小至中等，矿化不连续，形态较简单至复杂，厚度不稳定，稀土组分分布较均匀至不均匀。五个地质因素类型系数之和小于1.8。如姑婆山稀土矿、南塘稀土矿、云台稀土矿等。

5.3 矿床控制程度的确定

5.3.1 预查阶段

应圈出预测矿产资源范围或圈出可供普查的矿化潜力较大地区，当有估算资源量的必要参数时，估算预测的矿产资源量。

5.3.2 普查阶段

依据普查所获得的地质矿产资料及国内外市场情况，进行概略研究，研究有无投资机会，是否值得转入详查，并采用一般工业指标估算资源量。

5.3.3 详查阶段

在详查区内，根据系统工程取样资料，有效的物探、化探资料以及实测的各种参数，用一般工业指标圈定矿体，选择合适的方法估算相应类型的资源量，或经预可行性研究，分别估算相应类型的储量，基础储量、资源量。为是否进行勘探决策、矿山总体设计、矿山建设项目建议书的编制提供依据。控制的预可采储量应满足矿山最低服务年限的要求。

5.3.4 勘探阶段

对勘探区除矿床地质研究要达到勘探阶段的要求外，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，有效的物探、化探资料及各种实测的参数，用一般工业指标圈定矿体，并选择适合的方法，详细估算相应类型的资源量；进行了预可行性研究或可行性研究的，可根据当时的市场价格论证后所确定的，由地质矿产主管部门下达的正式工业指标圈定矿体，详细估算相应类型的储量、基础储量和资源量，为矿山初步设计和矿山建设提供依据。探明的可采储量，应达到矿山首期建设设计返还本息的要求。内生矿床的勘探深度应根据主要矿体的埋深特点，当前开采技术经济条件和生产规模等确定，对地下开采的矿床要加密系统取样工程控制主矿体的两端、上、下界线并研究延深情况，对主要的盲矿体应注意控制顶部边界；对适于露天开采的矿床，要对主矿体四周和露采底板进行加密系统工程控制和基岩面起伏情况研究。对首采地段主矿体上、下盘具工业价值的小矿体应一并勘探，对延深不大的矿体，应一次勘探完毕；对于延深或延长大的矿体，可分段、分期勘探。风化壳离子吸附型稀土矿床分布面积较广时，可分段，分期勘探。

矿床控制程度或勘探研究程度不仅取决于工程控制程度，还取决于地质研究程度。因此，在矿区勘探过程中，应加强地质综合研究。

6 勘查工作及质量要求

6.1 测量工作

地形测量和地质勘查工程测量应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准点进行。测量的精度要求按 DZ/T0091《地质矿产勘查测量规范》执行。对于边远地区小矿，周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统(GPS)提供的当地数据，建立独立坐标系统测图。

6.2 地质填图

6.2.1 精度和质量要求

6.2.1.1 内生矿床地质填图精度要求，参照同比例尺地质填图规范要求执行。大比例尺地质填图目的是为矿产勘查、矿山建设设计服务，比例尺的选择应以矿床的自身特点，以稀土矿体规模、形态的复杂程度为依据。对矿体分布地段和覆盖区的重要地质界线必须采用相应的工程揭露控制，所有地表工程和地质观测点均须用全仪器法测定位置，见矿工程要测量坐标。对于薄矿体(层)、标志层及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。风化壳离子吸附型矿床的地质填图，可适当放稀点、线距，风化壳边界应有一定数量的地质点控制。

6.2.1.2 勘探线地质剖面图必须实测，其比例尺可等于或大于矿区、矿床(体)地形地质图比例尺。

6.2.1.3 勘探阶段必须精测地形地质图，详查阶段精测地形地质图或简测地形地质图。普查阶段通过适当比例尺的地质填图和露头检查，对区内地质特征的查明程度应达到相应比例尺的精度要求，成矿地

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

质条件达到大致查明程度，预查阶段可选择几条路线，进行适当比例尺的路线地质踏勘。

6.2.1.4 在条件适宜地区充分利用各种遥感地质资料，提取尽可能多的矿化、蚀变信息，提高工作效率和成图质量。

6.2.2 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，应符合相应比例尺规范的要求和相适应的勘查阶段对矿区水文地质、工程地质、环境地质工作的要求。专门水文地质工作及岩、矿石物理力学性质测定样的测试都应满足有关规定、规范的要求。

6.3 物探、化探工作

6.3.1 根据勘查区矿床的地质、矿化特征及矿区的自然地理条件，深入研究，并掌握矿体(或隐伏矿体)和围岩、基岩面及风化壳下的构造和裂隙带的地球物理、地球化学特征，以便选择有效的物探、化探方法进行综合勘查。对矿化引起的异常，视不同勘查阶段进行适当的工程验证，勘查报告中应阐述工作质量与成果，并附必要的综合性图件，其比例尺一般应与地质图相适应。物探、化探工作质量、精度按有关规范、规程执行。

6.3.2 详查、勘探阶段应对代表性工程和地质剖面进行放射性伽马顺便检查。

6.3.3 各项地球物理、地球化学的测试数据应准确、可靠、各项改进、创新的计算程序必须经有资质的专家评审，认可后方可使用。物探、化探异常的地质解译，必须有对该类稀土矿床有勘查经验的地质专家参与。

6.4 探矿工程

6.4.1 槽探

对浅部矿体覆盖层小于 3 m 的可使用探槽、浅坑、必须挖至基岩新鲜面。槽探主要用于揭露地表地质界线，矿体和矿化带的空间位置及与围岩界线。

6.4.2 井探

对内生矿床主要作为槽探的辅助工程，一般覆盖层大于 3 m 可采用浅井。对风化壳离子吸附型稀土矿床则是揭露矿体的主要手段，采样编录后要及时进行质量检查、回填。

6.4.3 钻探

6.4.3.1 对稀土内生矿床矿心及顶底板 5 m 范围内的岩石及标志层等不得低于规程规定的矿心采取率要求(一般平均采取率不低于 80%)或勘查设计的要求。厚大矿体内部的矿心采取率，低于上述要求的不得连续超过 5 m。超出 5 m 时，应立即采取补救措施，否则工程不予验收，应当报废。钻孔进出矿体应测顶角、方位、丈量孔深。钻孔实际出矿点偏离设计出矿点的垂直勘探线距离，应视矿床具体情况而定。钻孔一般均应测井。对岩矿心应入库保护、编码、有序排列，妥善保存。

6.4.3.2 对风化壳离子吸附型矿床，可用少量钻孔了解基岩物质成分与矿床的关系，不得使用冲洗液，应保持矿石原有结构和矿心的完整性。

6.4.4 坑探

一般使用脉内沿脉坑道，用于矿床首采区或主要储量区。坑道布置以探明矿体情况为主。当矿体厚度大于坑道规格时，应按设计规定的间距用穿脉坑道揭穿矿体厚度，坑道设计应考虑未来矿山生产利用。坑探工程质量按 DZ/T 0141—94《地质勘查坑探规程》执行。

对老窿、旧矿坑应尽可能进行清理、编录取样。

6.5 化学样品的采集、加工、化验分析

6.5.1 基本分析样品

6.5.1.1 取样原则：对工程揭露的矿体、矿体带和勘探线上的矿化露头均按矿石类型和围岩(顶底板 3 m～5 m)分别连续取样。

6.5.1.2 取样方法：对槽、井、坑(窿)和矿化露头用刻槽法连续取样，取样规格视稀土矿化均匀程度经试验后确定。内生矿床的样槽断面一般为 10 cm×5 cm，风化壳离子吸附型矿床一般为 5 cm×3 cm。

取样长度一般为 1 m，厚大而品位均匀的矿体可采用 2 m。穿脉坑道的样品在坑壁的腰线上连续采取，沿脉坑道的样品在掌子面或顶板垂直矿体走向采取，样品走向间距视矿化均匀程度而定。岩矿心取样，用锯开法沿岩心长轴锯取 1/2。采样具体要求参照相关规范执行。

6.5.2 光谱全分析样品

为确定组合分析和化学全分析项目，在矿体不同空间部位、不同矿石类型或品级及某些围岩，蚀变带取样。样品可从基本分析副样中提取或单独采取。

6.5.3 组合分析样品

目的是系统了解矿石中伴生有用、有害组分的含量及其分布状况。风化壳离子吸附型矿床稀土浸取量(或浸取率)和稀土元素分量列入组合分析，其他元素根据光谱分析和化学全分析结果，结合矿床元素共生组合规律而定。

a) 稀土浸取量样品

在单工程中粘土化层组合，全风化和半风化含矿层分别按上、中、下分段组合；

b) 稀土元素分量样品

按不同岩性、岩相和不同矿体(段)、矿石类型及品级分别组合，组合样从基本分析副样中提取。

6.5.4 矿石化学全分析样品

为了全面查定矿床的物质组分和各类矿石的详细化学成分，应在矿石光谱全分析成果基础上，按矿石类型组合样品或单独采取具代表性的样品进行矿石化学成分的全分析。每种矿石类型一般作二至三个。

6.5.5 物相分析样品

对内生矿床是了解风化矿石与原生矿石中有关组分在不同矿物相中的分配值、分配率，为选矿试验提供依据。样品分别在不同的自然分带的有关基本分析副样中抽取或对不同分带的矿石专门采集，分析应及时进行。物相分析结果应与化学分析、岩矿鉴定(甚至选矿)的成果互相验证才可使用。

6.5.6 单矿物分析样品

查明稀土元素的赋存状态、分布规律、含量及其与主元素的关系，为单矿物计算其矿产资源/储量提供依据。样品应采自矿体。采样时应注意样品的矿物组合类型及同一矿物的不同世代、不同结晶粒度、色调等代表性。样品质量，可根据分析项目多少、单矿物挑选难易程度而定，一般送样质量 1 g～10 g。

6.5.7 赋存状态研究样品

风化壳离子吸附型矿床按不同矿石类型，分别采取代表性样品，样品质量 30 kg～50 kg。

比活度测定样品：样品在 REO 的产品中提取，送有关部门进行比活度(α)测定(贝可[勒尔]每千克，Bq/kg)。

6.5.8 样品加工

样品加工按照切乔特公式 $Q=Kd^2$ 进行。

内生矿床和风化壳离子吸附型矿床 K 值一般采用 0.2～0.5。在无成功经验数据借鉴对比时，需经试验确定。样品加工全过程总损失率不得大于 5%，样品的缩分误差不得大于 3%。

采样、加工必须严格执行规范、规程要求，不得混样、错号、严禁选择性采样。

6.5.9 化验分析

6.5.9.1 样品测试必须由获得国家或省级资质和计量认证的三级至一级测试单位承担。

6.5.9.2 内部质量检查：基本分析、组合分析、物相分析的结果应分批、分期做内部检查分析，了解偶然误差。送基分样时，同时在副样中抽取一定比例的样品同时送验，以检查各批次样品化分质量，具有可比性。内检样由副样中按原分析样品总数的 10%提取，编密码送原分析实验室进行试验，内检合格率应为 80%。

6.5.9.3 外部质量检查：外检样品由原实验室 从正样中按原分析样品总数的 5%提取，当矿床样品总

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

数较少时，外检样品数量不少于30件。外检的合格率应为90%。

系统误差处理：发现系统误差，即累计30个检查样品中有75%的分析结果偏高或偏低，必须选择有经验、有权威的分析单位，做仲裁分析，查明原因，妥善处理。稀土元素误差允许范围按DZ/T 0130—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

6.6 矿石选(冶)试验样品的采集与分析、试验

6.6.1 矿石加工技术条件试验研究程度由矿产勘查投资(单位)人决定。样品采集前矿产勘查(单位)人应与试验单位共同编制采样设计书，经矿产勘查投资(单位)人批准后实施。实验室选矿流程试验样品和扩大连续试验的采取与试验工作，一般由勘查部门负责完成；半工业试验由地勘单位与工业部门配合进行。

6.6.2 加工选(冶)试验样品的采取，要考虑矿石类型、品级、组构特征和空间分布的代表性，能分采的应分类型采集，否则可采混合样。实验室流程试验、扩大连续试验及半工业试验的样品采集时还要考虑到开采时矿石的贫化。当矿石中有共、伴生有用组分时，采样时应一并考虑其代表性，以便试验时了解其赋存状态及综合回收的工艺流程。样品采集和加工选(冶)试验的各环节质量，必须符合《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》等相关技术规程、规范的要求。

6.7 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

为了估算矿产资源/储量和研究矿床开采技术条件，在详查、勘探中必须测定岩石、矿石和矿体顶底板围岩的物理技术性能。测定项目应有：矿石、岩石的体积质量(体重)、湿度、松散系数，内生矿床还应测定矿岩块度、孔隙率和含泥率等，对矿体顶底板围岩与矿石的稳定性测定硬度、抗压、抗剪、抗拉强度及安息角等。各项采样方法、质量要求按《金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编写

6.8.1 原始地质编录、综合整理：矿产勘查各阶段，各项工作中原始地质编录及资料综合整理，工作质量应严格按DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》和DZ/T 0079—93《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究规定》执行。原始地质编录(槽、井、钻、坑、老窿等)要在现场进行，应及时、准确、客观、齐全；综合整理要运用新理论、新方法、全面、深入地分析研究，特别是对规律性的研究，用以指导矿产勘查工作。

6.8.2 报告的编写：矿产勘查各阶段报告由文字说明书、附图、附件、附表组成，必须清楚、清洁、齐全，文字报告中还必须包括相应的概略研究、预可行性研究和可行性研究评价。复制上交的附图除必要的综合图件外，还必须包括参与储量估算有关的和有特殊地质意义的坑道素描图、钻孔柱状图。在市场经济条件下如投资者要求某项专题研究、方法研究报告，按经济效益原则予以提供。矿产勘查报告内容、质量应符合DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》的要求。

6.9 其他

鼓励运用新理论、新方法、新技术和鼓励使用计算机辅助野外采集系统，凡能用计算机成图、成表的资料，应按标准化表格内容的要求填写，并存盘、入库。各项工程、采样、测试、编录的质量问题及矿体，矿石质量的异常变化，应如实在各种勘查报告中一一反映。

7 可行性评价

7.1 概略研究

概略研究是对矿床开发经济意义的概略评价，通常是在收集分析稀土矿产资源国内外总的趋势和市场供需状况的基础上，对比已知同类矿床，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，从而为矿床进一步勘查或开发有无投资机会，为制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，也可只进行概略研究。由于概略研究一般缺乏准确参数和评价所必需的详细资料，所估算的资源量只具内蕴经济意义。

7.2 预可行性研究

预可行性研究是对矿床开发经济意义的初步评价，预可行性研究通常应有详查或勘探后采用工业指标探获的、控制的或探明的矿产资源/储量，实验室规模的加工选(冶)试验资料；需要比较系统地对国内外稀土矿产资源/储量、生产和消费进行调查和初步分析；并对国内外市场的需求量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿产地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似企业选择适合评价当时市场价格的技术经济指标，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备以及生产成本等。通过初步经济分析，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、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性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项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究的内容与可行性研究相同，只是详细程度次之。投资估算的误差一般在25%左右。

预可行性研究应在详查工作的基础上进行。

7.3 可行性研究

可行性研究是对矿床开发经济意义的详细评价，通常依据勘探所获得的探明的矿产资源/储量及相应的加工选(冶)性能试验结果；可行性研究首先对国内外稀土矿产资源/储量、生产、消费要认真调查、统计和分析；并对国内外市场的需求量、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、法律和政府的经济政策等各种因素的影响。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、总体布局和环境保护等方面进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案进行比较，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。所采用的成本数据精度高，误差一般在10%左右，具有很强的时效性。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济数据可靠性，能满足投资有关各方审查、评价的需要。圈定并估算不同的矿产资源/储量类型，从而得出拟建工程项目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，为上级主管部门或有关部门投资决策、编制和下达设计任务书，确定工程项目建设计划提供依据。

可行性研究应在勘探工作的基础上进行。

8 矿产资源/储量分类及类型条件

8.1 资源/储量分类依据

8.1.1 储量

储量是指基础储量中的经济可采部分。经过详查和勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的矿产资源，在进行了预可行性研究或可行性研究，或编制年度采掘计划当时，经过了对经济、开采、选冶、环境、法律、市场、社会和政府等诸因素的研究及相应修改，结果表明在当时是经济可采或已经开采的部分。扣除了设计和采矿损失，能实际采出的数量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段的不同，储量又可分为可采储量、探明的预可采储量及控制的预可采储量三个类型。

8.1.2 基础储量

基础储量是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求(包括品位、质量、厚度、开采技术条件等)。经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的和探明的矿产资源，在进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于经济的和边际经济的，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.1.3 资源量

资源量是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源和开展矿产勘查工作自普查至勘探，地质可靠程度达到了推断的至探明的，但可行

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

性评价工作只进行了概略研究，由于技术经济参数取值为经验数据，未与市场挂钩，区分不出其真实的经济意义以及经过预查后预测的矿产资源，统归为资源量。

8.2 矿产资源/储量类型条件

8.2.1 可采储量(111)

探明的经济基础储量的可采部分。是指在达到勘探阶段要求的勘探地段内，依据系统工程和加密工程取样资料及经过验证是有效的物探、化探资料，详细圈定了矿体的三维空间，肯定了矿体的连续性，排除了多解性；详细查明了矿床地质特征、矿石的物质组成、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果；对共、伴生组分进行了综合勘查、综合评价，并对可供综合回收的共、伴生矿产进行了圈定。已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。计算的可采储量及可行性评价结果可信度高，可供矿山建设设计利用。

8.2.2 预可采储量(121)

探明的经济基础储量的可采部分。在达到勘探阶段要求的勘探地段内，地质可靠程度达到了上列(111)探明的程度，与其区别是仅作了预可行性研究，表明当时开采是经济的。在扣除了开采、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那部分矿产资源储量后，即为预可采储量(121)。预可采储量的地质可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3 预可采储量(122)

控制的经济基础储量的可采部分。在达到详查程度的详查地段内，依据达到基本控制工程间距的系统工程取样资料和经验证是有效的物探、化探资料，圈定了矿体的三维空间，基本确定了矿体的连续性，排除了大的多解性；基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件、提供了矿石加工选(冶)性能条件的试验成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明，当时开采是经济的。计算的预可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

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，其地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同(111)所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.5 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(121)预可采储量。与其差别在于它是未扣除设计、采矿损失的预可采储量。

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，预可行性研究认定为经济的，条件同(122)预可采储量所述。与其差别在于它是未扣除设计，采矿损失的预可采储量。

8.2.7 探明的(可研)边际经济基础储量(2M11)

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，如(111)所述那样，经过可行性研究，在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有技术、经济等条件改善后才可变为经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的，也可以是勘探区中的一部分，在可采储量周围或在其间分布。未扣除设计、采矿损失的原地矿产资源。计算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.8 探明的(预可研)边际经济基础储量(2M21)

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，如(111)所述。预可行性研究证实，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济改善后可变成经济的。其分布特征同(2M11)，没有扣除设计和采矿损失的原地矿产资源。计算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.9 控制的边际经济基础储量(2M22)

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，如(122)所述。预可行性研究证实，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术、经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于

(2M11),计算的基础储量可信度较高,可行性评价结果可信度一般。

8.2.10 探明的(可研)次边际经济资源量(2S11)

在勘探地段内,地质可靠程度达到探明的勘探程度,如(111)所述。可行性研究证实,在确定当时开采是不经济的,必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后,才能变成经济的。计算的资源量和可行性评价结果可信度高。

8.2.11 探明的(预可研)次边际经济资源量(2S21)

在勘探地段内,地质可靠程度达到探明的勘探程度,如(121)所述。预可行性研究的结果表明,在确定当时开采是不经济的,需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后,才能变成经济的。计算的资源量可信度高,可行性评价结果的可信度一般。

8.2.12 控制的次边际经济资源量(2S22)

在详查地段内,地质可靠程度为控制的,如(122)所述,预可行性研究结果表明,在确定当时开采是不经济的,需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后,才能变成经济的。计算的资源量可信度较高,可行性评价结果可信度一般。

8.2.13 探明的内蕴经济资源量(331)

在勘探地段内,达到探明的勘探程度,未进行可行性研究或预可行性研究,仅进行了概略研究,经济意义介于经济的至次边际经济的范围内,计算的资源量可信度高,可行性评价的可信度低。

8.2.14 控制的内蕴经济资源量(332)

在详查地段内,达到了详查阶段控制的程度,可行性评价仅做了概略研究,经济意义介于经济的至次边际经济的范围内。计算的资源量可信度较高,可行性评价结果可信度低。

8.2.15 推断的内蕴经济资源量(333)

在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段即在普查地段内,地质可靠程度为推断的,资源量只根据有限的数据计算的,其可信度低。可行性评价仅做了概略研究,经济意义介于经济的至次边际经济的范围内。可行性评价结果可信度低。

8.2.16 预测的资源量[(334)?]

依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量见矿工程资料,确定具有矿产资源潜力的地区,并和已知矿床类比而估算的资源量,各项参数都是假设的,属于潜在矿产资源,有无经济意义尚不确定。可作为区域远景宏观决策的依据。

9 矿产资源/储量估算

9.1 矿产资源/储量估算的工业指标

9.1.1 稀土矿产资源/储量估算的工业指标是圈定矿体、估算矿产资源/储量、评价矿床工业价值的标准和依据。矿产预查、普查阶段矿产资源/储量估算可参照《矿产工业要求参考标准》中的一般标准确定。详查、勘探阶段工业指标则应严格执行国家规定程序。在勘查工作基本结束时,通过多个方案试圈比较(应结合预可行性研究和可行性研究进行)确定,推荐矿体形态完整、资源回收率高、有开采效益的指标方案,制订工业指标时还应尽可能考虑投资者的要求。

9.1.2 矿床工业指标的主要内容包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、米百分值。

a) 边界品位是圈定矿体时区分矿石和废石的最小单元,单样最低品位;

b) 最低工业品位是圈定矿体时单工程(或样品段)中同一矿体应达到的平均品位。规定探矿工程(或样品段)的最低工业品位,目的在于保证矿床品位能达到工业开发所要求的平均品位,采用地质统计学方法,用计算机估算矿床储量时,只用边界品位和矿床平均品位估算储量和资源量;

c) 矿床平均品位是矿床应达到的、能使矿床开发利用既有经济效益又能充分利用合理保护资源

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

的品位标准；

d) 最低可采厚度是由开采方式和方法所确定的、矿体应达到的最小真厚度；

e) 夹石剔除厚度是允许圈入矿体中的夹石的最大真厚度。大于该厚度的无矿段必须作为夹石剔除；

f) 米百分值是指最低工业品位和最低可采厚度的乘积。当矿体厚度小于最小可采厚度，但品位高时，可用该值衡量是否应当被圈为矿体。当矿体厚度和品位的乘积大于该值时，可圈入矿体。

9.2 矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1 矿产资源/储量估算必须在充分综合研究矿床地质条件，控矿因素的基础上，严格按投资者认可同意的工业指标圈定矿体，估算矿产资源/储量。预查，普查时可用我国稀土矿山数十年开采经验总结出的一般工业指标进行圈算（见附录 I）；详查、勘探所用指标应结合预可行性研究或可行性研究，依据当时的市场价格论证确定、投资者认可下达的工业指标进行圈算。

9.2.2 根据矿体形态、产状和勘查工程控制程度，选择合理的矿产资源/储量估算方法。常用的方法有断面法（水平断面法和平行垂直剖面法）、地质块段法和地质统计法和最近出现的 SD 法等（见附录 D）。

9.2.3 对稀土内生矿床应按矿体、矿产资源/储量类别、矿石类型、品级划分矿块（段）、分别估算矿石量、平均品位[w(REO)，%]和稀土氧化物量（REO，吨）。对风化壳离子吸附型矿床还应根据稀土配分成果计算轻（LREO＝La_2O_3＋……＋Nd_2O_3）、中（MREO＝Sm_2O_3＋Eu_2O_3＋Gd_2O_3）、重（HREO＝Tb_2O_3＋……＋Lu_2O_3＋Y_2O_3）稀土氧化物量及 Y_2O_3、Eu_2O_3 等计价元素的氧化物分量储量。其中储量用扣除设计、采矿损失的可实际开采的数量表示。基础储量、资源量用未扣除设计、采矿损失的数量表示。相应的矿产资源/储量估算图件上应标明各类矿产资源/储量在地质空间的分布。

9.2.4 达到工业要求（以投资者下达的工业指标为准）的共生组分，应分别圈定矿体估算矿产资源/储量，已查明赋存状态，可以综合回收，有经济效益的伴生组分，应分别估算矿产资源/储量。

9.2.5 参与矿产资源/储量估算的各项取样工程、样品测试质量均应符合有关规范、规程及规定的要求。

9.2.6 估算矿产资源/储量时，应扣除截至野外勘查工作结束时采空区的矿产资源/储量。

9.2.7 矿产资源/储量估算单位，矿石量为万吨，稀土氧化物量为吨。

9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1 面积测定

可用几何图形法、坐标法等多种方法求得。选择任何一种方法皆应测定两次以上，且两次的差值不得大于 2%，取其平均值。或 GIS 系统求取面积。几何图形法要求图形尽可能简单。矿产资源/储量估算图件的比例尺视矿体规模而定，一般为（1∶1 000）～（1∶500）。

9.3.2 平均品位计算

9.3.2.1 单工程（或样品段）平均品位计算：当样品长度相近时，用算术平均法求得；当样品长度不相近且品位不均匀时，需用样长加权平均法求得。

9.3.2.2 特高品位处理：一般品位值高于矿体（床）平均品位六至八倍的样品称为特高品位，确定特高品位时，当矿体品位变化大时，取上限值，变化小时取下限值。处理特高品位前，首选应对被视为特高品位的样品副样进行第 2 次内检分析，当两次分析的结果在允许误差范围内确定为特高品位时，用第一次的结果作为待处理的特高品位值。处理方法是，用特高品位参加其所影响到的块段或单工程平均品位计算，用计算出的块段或单工程（矿体厚度较大时）平均品位，代替该样品品位参与块段或单工程平均品位的正常计算。如果特高品位呈有规律分布，且可以圈出高品位带时，则可将高品位带单独圈出，分别计算储量，不再进行特高品位处理。

9.3.2.3 矿块平均品位计算：一般用算术平均法求得。当矿体厚度与品位有明显相关性或工程分布不均匀时，用厚度加权或工程控制的面积加权计算。

9.3.3 矿块平均厚度计算

一般用算术平均法求取平均厚度，但厚度的选取要视计算方法而定。用纵投影面积时，应计算平均水平厚度；用水平投影面积时，应计算平均铅垂厚度；用真面积计算时，应计算平均真厚度。对于厚度变化很大的矿床，遇到特大厚度，应先进行特大厚度的处理，然后再求平均厚度。当工程分布很不均匀时，可据影响长度或面积加权计算。

9.3.4 矿石体积质量(体重)

应分矿石类型或品级采集体积质量(体重)样。致密块状矿石采集小体积质量(体重)样即可。不同矿石类型不得少于30块；当不同矿石类型矿石体积质量(体重)相近时，全矿区可用总的平均体积质量(体重)计算矿产资源/储量，否则应使用不同类型矿石各自的平均体积质量(体重)。当矿石极为松散或裂隙发育时，采用大体积质量(体重)计算矿产资源/储量。一般不同矿石类型或品级测定二至四个大体积质量(体重)样品，用于校正小体积质量(体重)或直接参与储量计算。大、小体积质量(体重)样均需测定矿石湿度，当湿度小于2%时可不校正。以湿体积质量(体重)计算矿石量，干体积质量(体重)计算稀土氧化物资源/储量。

9.4 矿产资源/储量分类结果

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、预可行性研究和可行性研究结果，对勘查工作所获得的矿产资源/储量进行分类。矿产资源/储量估算工作结束后，应按资源/储量估算结果，制定矿产资源/储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿产资源/储量。矿产资源/储量表应在说明矿石量、稀土氧化物量、平均品位的同时，反映出矿产资源/储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源/储量的编码。

提倡和鼓励运用新技术、新方法。对于矿产资源/储量估算的新方法或新研制的软件，必要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。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

附 录 A
（规范性附录）
固体矿产资源/储量分类

表 A.1 固体矿产资源/储量分类表

<table>
<tr><td rowspan="3">经 济 意 义</td><td colspan="4">地质可靠程度</td></tr>
<tr><td colspan="3">查明矿产资源</td><td>潜在矿产资源</td></tr>
<tr><td>探明的</td><td>控制的</td><td>推断的</td><td>预测的</td></tr>
<tr><td rowspan="4">经济的</td><td>可采储量(111)</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="9"></td></tr>
<tr><td>基础储量(111b)</td></tr>
<tr><td>预可采储量(121)</td><td>预可采储量(122)</td></tr>
<tr><td>基础储量(121b)</td><td>基础储量(122b)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">边际经济的</td><td>基础储量(2M11)</td><td></td></tr>
<tr><td>基础储量(2M21)</td><td>基础储量(2M22)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">次边际经济的</td><td>资源量(2S11)</td><td></td></tr>
<tr><td>资源量(2S21)</td><td>资源量(2S22)</td></tr>
<tr><td>内蕴经济的</td><td>资源量(331)</td><td>资源量(332)</td><td>资源量(333)</td><td>资源量(334)?</td></tr>
</table>

注：表中所用编码(111～334)，第1位数表示经济意义，即1＝经济的，2M＝边际经济的，2S＝次边际经济的，3＝内蕴经济的，? ＝经济意义未定的；第2位数表示可行性评价阶段，即1＝可行性研究，2＝预可行性研究，3＝概略研究；第3位数表示地质可靠程度，即1＝探明的，2＝控制的，3＝推断的，4＝预测的。b＝未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附 录 B
（资料性附录）
稀土矿产资源/储量规模划分标准

表 B.1 稀土矿产资源/储量规模划分标准表

矿床名称	储量单位	矿床规模		
		大型	中型	小型
稀土原生矿	REO 万吨	≥50	5～50	<5
风化壳矿床	铈族稀土氧化物总量 万吨	≥10	1～10	<1
	钇族稀土氧化物总量 万吨	≥5	0.5～5	<0.5

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

附 录 C
（资料性附录）
确定勘查类型的主要因素及工程间距的确定

C.1 稀土内生矿床勘查类型划分

C.1.1 矿体延展规模：分为大、中、小三类，其具体划分及类型系数列表 C.1。

表 C.1 矿体规模划分及类型系数表

矿体规模	长度 m	沿倾向延深 m	类型系数
大	≥600	≥300	0.9
中	600～300	300～100	0.6
小	<300	<100	0.3

C.1.2 矿体形态复杂程度：

a) 简单，类型系数 0.6，矿体形态为层状、似层状、板状、大透镜状，产状稳定，内部结构简单，内部无夹石或很少夹石，基本无分枝复合；

b) 较简单，复杂程度属中等，类型系数 0.4，矿体形态为似层状、透镜状、规则脉状，局部有分枝复合现象，产状较稳定，内部结构较简单，内部有夹石；

c) 复杂，类型系数 0.2，矿体形态有脉状、带状、小透镜状、网脉状、网脉浸染状，具分枝复合现象，膨大缩小，尖灭侧现，产状不稳定或极不稳定，内部结构复杂或极复杂。

C.1.3 构造影响程度：

a) 小，类型系数 0.3，矿体基本无断层破坏或岩脉穿插，构造对矿体形状影响很小；

b) 中等，类型系数 0.2，偶有断层破坏或岩脉穿插矿体，构造对矿体形状影响明显；

c) 大，类型系数 0.1，有或常有断层，岩脉破坏矿体，对矿体错动距离大，严重影响矿体形态。

C.1.4 矿体厚度稳定程度：按厚度变化系数及矿体类型系数大致分稳定、较稳定和不稳定三种，列于表 C.2。

表 C.2 矿体厚度稳定程度表

稳定程度	厚度变化系数 %	类型系数
稳定	<50	0.6
较稳定	50～100	0.4
不稳定	>100	0.2

C.1.5 稀土组分分布均匀程度：根据稀土主元素品位变化系数划分为均匀、较均匀、不均匀三种，相应的类型系数列于表 C.3。

表 C.3 有用组分分布均匀程度

均匀程度	品位变化系数 %	类型系数
均匀	<60	0.6
较均匀	60～120	0.4
不均匀	>120	0.2

C.2 风化壳离子吸附型稀土矿床勘查类型划分

C.2.1 矿体延展规模：按面积分为大、中、小三类及类型系数列于表 C.4。

表 C.4 矿体规模及类型系数表

矿体规模	矿体面积 km^2	类型系数
大	≥1	0.9
中	0.1～1	0.6
小	<0.1	0.3

C.2.2 矿体的矿化连续性：按其含矿率[2)]分为连续、较连续、不连续三种。

a) 连续，其含矿率为>90%，相应的类型系数为 0.3；

b) 较连续，其含矿率在 90%～70%，相应的类型系数为 0.2；

c) 不连续，其含矿率为<70%，相应的类型系数为 0.1。

C.2.3 矿体形态复杂程度：

a) 简单(矿体边界模数 F_r[3)]>0.6)，似层状，成片连续分布，偶有夹石或风化球，相应的类型系数为 0.9；

b) 较简单(矿体边界模数 F_r0.3～0.6)，似层状至透镜状，成片连续至较连续分布，常有夹石或风化球，相应的类型系数为 0.6；

c) 复杂(矿体边界模数 F_r<0.3)，透镜状，较零散分布，类型系数为 0.3。

C.2.4 厚度稳定程度：

a) 稳定，厚度变化系数为<60%，类型系数为 0.6；

b) 较稳定，厚度变化系数 60%～120%，类型系数为 0.4；

c) 不稳定，厚度变化系数>120%，类型系数为 0.2。

C.2.5 稀土组分分布均匀程度：

a) 均匀，品位变化系数<30%，类型系数为 0.3；

b) 较均匀，品位变化系数 30%～60%，类型系数为 0.2；

c) 不均匀，品位变化系数>60%，类型系数为 0.1。

C.3 勘查工程间距的确定

C.3.1 勘查工程的布置原则

C.3.1.1 一般是以一定的几何形态的网格控制矿体，并根据工程密度估算不同类别的矿产资源/储

2) 含矿率$=\dfrac{\text{矿体面积}}{\text{风化壳面积}}\times 100\%$

3) $F_r=\dfrac{A_r}{A}=\dfrac{2\left(L+\frac{S}{L}\right)}{A}$

式中：

F_r——边界模数；

A_r——与矿体水平投影面等面积之矩形周长(m)；

A——矿体水平投影面边界长总长度(m)；

L——矿体沿走向的最大长度(m)；

S——矿体水平投影面积(m^2)。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

量。勘查工程间距，系指用勘查工程控制矿体的实际距离，内生矿床地表槽、井探工程间距比深部勘查工程加密一倍。勘探工程的布置应视矿体在山头、山腰、山脚的分布规律、采用相对均衡的工程间距。

C.3.1.2 应根据矿体地质特征和矿山建设的需要，参考同类矿床勘查的经验进行。地表应以槽井探浅钻工程为主，深部应以岩心钻探为主，当地形有利或矿体形态复杂，钻探难以控制，需要验证或需要采集选矿大样时，也可用坑探工程。管条状和形态极复杂的矿体以坑探为主。若钻探所获地质成果与坑探验证成果相近，不宜投入较多的坑探工作量。坑探以沿脉配合穿脉进行。

C.3.1.3 对于风化壳离子吸附型稀土矿床一般采用勘探线与地形相结合的方法，地形较平坦，沟谷不发育时可采用勘探网法；勘探线应尽量垂直山脊走向，当山脊较长且走向变化明显时，应分段取不同方向的勘探线；勘查工程的布置应视矿体在山头、山腰、山脚的分布规律，采用相对均衡的工程间距。地形很复杂的部位，应适当加密控制。

C.3.2 施工原则

应按照由已知到未知，由表及里、由浅入深、由稀到密的原则进行，基准孔、参数孔、沿走向和倾向的主导剖面应优先施工。

C.3.3 勘查各阶段工程间距(密度)

C.3.3.1 预查阶段：勘查工程极少，无间距要求。

C.3.3.2 普查阶段：勘查工程是根据验证异常和初步控制矿体的需要布置的有限取样工程，工程间距无明确要求，一般以一至三条剖面稀疏控制矿体。

C.3.3.3 详查阶段：是在普查时对矿体初步查明之后，布置系统取样工程对矿体加以控制。工程间距是根据勘查类型来确定。该工程间距是进行高级别勘查的基本网度，也是计算控制的矿产资源/储量的工程密度。

C.3.3.4 勘探阶段：是对详查中系统取样工程间距加密后的工程密度是计算探明的矿产资源/储量的工程密度。探明的、控制的矿产资源/储量其勘查工程间距(密度)相互间原则上成倍数关系，勘查工作程度越高，网度越密。

C.3.4 勘查工程的确定

勘查工程间距的确定与矿床勘查类型有关，亦与矿体五种主要地质因素有关。对于勘查工程数量较多的矿床，可运用地质统计学法、SD法或其他数理方法确定最佳工程间距；对于一般中小型矿床有类比条件时，运用传统的类比法确定最佳工程间距；对于大型矿床，应进行不同勘查手段的工程验证，确定最佳工程间距。

C.3.5 工程间距表

在总结我国稀土矿床勘查经验和探采比的基础上，根据矿床的不同勘查类型、不同地质可靠程度的矿产资源/储量，按类比法确定的工程间距列出表C.5供参考。勘查方法和手段应根据矿床类型矿体产状和地形条件而定，选择经济的、有效的勘查方法及手段。

表C.5 矿床勘查类型工程间距参考表

勘查类型	控制工程间距 m			
	内生矿床		风化壳离子吸附型稀土矿床	
	走向 (°)	倾向 (°)	密度 个/km^2	网度 m×m
简单(第Ⅰ类型)	200～240	100～200	60～80	(200×80)～(160×80)
中等(第Ⅱ类型)	120～200	80～120	100～140	(160×60)～(120×60)
复杂(第Ⅲ类型)	80～120	60～100	210～310	(120×40)～(80×40)

附 录 D
（资料性附录）
矿体圈定和矿产资源/储量估算方法

D.1 矿体的圈定和连接

D.1.1 矿体的圈定和连接应在充分研究矿床地质特征、成矿控制因素的基础上，严格按照上级主管部门审批投资者认可下达的工业指标进行。

D.1.2 在单项工程中用等于或大于边界品位的样品圈定矿体，小于最低可采厚度而品位较高时，可按米百分值圈定，以该工程为截止点圈连矿体。等于或大于剔除厚度的非矿部分应作夹石单独圈出。

D.1.3 在圈定矿产资源/储量时，单工程中若有连续多个样品大于边界品位而低于最低工业品位，允许带入相当于夹石剔除厚度的样品，其余的应单独圈出作为边际经济资源量。

D.1.4 见矿工程间一般用直线连接矿体，在掌握矿体形态变化规律时，可用自然趋势曲线连接，但工程间矿体厚度不应大于相邻两工程实际最大见矿厚度。

D.1.5 相邻两工程的平均品位均低于最低工业品位而等于或大于边界品位时，应单独圈出，计算边际经济资源量。

D.1.6 矿体外推，在有充分依据的情况下，可科学地确定外推长度。当无规律可循时，一般按网度的1/2尖推或1/4平推。当采用米百分值时，一般不得外推。

D.1.7 稀土多组分共生矿体，可以任选一个最佳边界品位或综合工业品位圈定矿体。指标由主管部门或投资者下达。

D.1.8 在确定矿体边界的基础上，根据勘查工程的控制程度（即探明的、控制的、推断的和预测的）圈定并划分矿产资源/储量类型。再结合预可行性研究或可行性研究结果，依据GB/T 17766—1999《固体矿产资源/储量分类》标准详细划分并圈出各类型的资源/储量。

D.2 矿产资源/储量估算方法

D.2.1 传统矿产资源/储量估算方法

D.2.1.1 垂直剖面法是在勘探线矿产资源/储量估算剖面图上进行的，其在两勘探线间（或一勘探线的外推部分）按矿体、矿石类型和矿产资源/储量类别及地质上的对应关系来划分矿产资源/储量估算块段，其特点能较好地反映出矿床的地质特征、矿体在三维地质空间沿走向及倾向的变化规律。凡是用勘探网进行勘探的矿床都可以用这一方法来估算矿产资源/储量。

D.2.1.2 水平断面法和垂直剖面法类似，对于按一定的勘探工程间距，以穿脉、沿脉坑道及坑内水平钻孔为主勘探的矿床，一般采用水平断面法来估算矿产资源/储量。

D.2.1.3 地质块段法通常在矿体垂直纵投影图或水平投影图上进行，当勘探工程分布不规则，或用垂直剖面法不能正确地反映剖面间矿体的体积变化时；或厚度、品位变化不大的层状或脉状矿体，一般可用地质块段法来估算资源/储量。

D.2.2 地质统计学估算矿产资源/储量的方法

有条件时，应积极采用地质统计学方法估算矿产资源/储量。矿产资源/储量估算应在品位数据结构分析、区域化变量的变异函数计算和研究、正确确定矿产资源/储量估值参数及选择估值方法的条件下进行。

常用的地质统计学估算储量的方法有克里格法、距离反比法、SD法等。提倡和鼓励运用新技术、新方法。用于估算矿产资源/储量的新方法或新研制的计算机软件必须是国务院地质矿产主管部门组织

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

专家鉴定，验收并认可后，方可使用。

SD 法：是以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，以 Spline 函数及分维几何学为工具的估算方法，立足于传统的断面法，并做了改造。它适用于不同矿床类型、矿体规模、产状、不同矿产勘查阶段，还可对估算的成果作精度预测。

附 录 E
(资料性附录)
稀土精矿、稀土氧化物、稀土化合物质量标准

E.1 稀土精矿产品质量标准

稀土精矿共五种,高稀土铁矿石一种,其产品品级、牌号、适应性和标准(参见表 E.1 和表 E.2)如下:

a) 氟碳铈镧矿精矿 REO63—REO30 八个牌号中的 F、CaO、TiO_2、TFe 含量由供方提供分析数据,但不做参考依据;

b) 氟碳铈矿—独居石混合精矿质量标准适用于经选矿所得的氟碳铈矿—独居石混合精矿,其中一级品产品杂质 P、CaO 含量只提供数据,不做考核依据;

c) 独居石精矿质量标准适用于砂矿经选矿干燥后的独居石精矿;

d) 磷钇矿精矿质量标准适用于砂矿经选矿干燥后的磷钇矿精矿;

e) 氟碳铈矿精矿表 E.1 中,以 G 为牌号的是中国稀土公司高品位氟碳铈矿精矿标准,以品级划分产品标准的为包头钢铁稀土公司将含氟碳铈矿、氟碳钙铈矿等为主的原生稀土矿经选矿富集得到的稀土精矿标准,专供出口国际市场用。

表 E.1 稀土精矿产品质量标准

精矿名称	产品品级或牌号	w(REO)(不小于)%	w(配分)(不小于)%					w(杂质)(不大于)%				
	牌号							F	TiO_2	P_2O_5	CaO	TFe
氟碳铈镧矿精矿	REO68	68						7	0.5	1.0	不规定	不规定
	REO63	63										
	REO60	60										
	REO55	55										
	REO50	50										
	REO45	45										
	REO40	40										
	RED35	35								1.5		
	RED30	30										
氟碳铈矿—独居石混合精矿	品 级							F		P	Ca	TFe
	一级品	60						7		5	5	7
	二级品	55						7				9
	三级品	50						7				10
	四级品	45						8				10
	五级品	40						9				10
	六级品	35						10				15
	七级品	30						12				18

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

表 E.1(续)

精矿名称	产品品级或牌号	w(REO)(不小于)%	w(配分)(不小于)%					w(杂质)(不大于)%				
独居石精矿	品 级	$REO+ThO_2$							TiO_2	ZrO_2	SiO_2	
	一级品	65.0							1.0	1.5	2.5	
	二级品	63.0							1.5	2.0	3.0	
	三级品	60.0							2.5	2.5	3.5	
	四级品	58.0							3.0	3.0	4.5	
磷钇矿精矿	品 级	Y_2O_3							TiO_2	ZrO_2	SiO_2	
	一级品	33.0							3.0	1.2	4.0	
	二级品	30.0							5.0	1.5	5.0	
	三级品	28.0							7.0	1.8	5.5	
	四级品	25.0							9.0	2.0	6.0	
	五级品	23.0							11.0	2.5	6.5	
氟碳铈矿精矿	牌 号						Eu_2O_3				Ca	
	G-1	60					0.15	8			6	6
	G-2	55					0.15	10			8	12
	G-3	50					0.15	10			8	14
	品 级		La_2O_3	CeO_2	Pr_6O_{11}	Nd_2O_3	Eu_2O_3	HREO				
	一级品	60	22	45	4	15	0.15	3				
	二级品	55	22	45	4	15	0.15	3				
	三级品	50	22	45	4	15	0.15	3				
	四级品	30	22	45	4	15	0.15	3				

E.2 高稀土铁矿石质量标准

表 E.2 适用于供冶炼稀土富渣的高稀土铁矿石;需方若对高稀土铁矿石中的 Nb_2O_3、MnO、F 等有特殊要求时,由双方商定;高稀土铁矿石的粒度为 0 mm～200 mm,其中大于 200 mm 的不超过 10%。

表 E.2 高稀土铁矿石质量标准

矿石名称	品 级	化学成分	
		w(REO)%	w(TFe)%
高稀土铁矿石	特级品	≥12.2	≥24
	一级品	≥9.2	≥24
	二级品	≥7.2	≥24

E.3 高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准

高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准参见表 E.3。

表 E.3 高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准

级别	w(REO)（不小于）%	高钇混合稀土氧化物				富铕混合稀土氧化物[a]			
		产品牌号	w(配分)（不少于）%	w(杂质)（不大于）%		产品牌号	w(配分)（不小于）%		w(杂质)（不大于）%
			Y_2O_3	Al_2O_3	ThO_2		Eu_2O_3	Y_2O_3	ThO_2
特级	94	特 HY_2O_360	60	0.3	0.05	特 Ceu_2O_310	1.0		0.05
		特 HY_2O_355	55			特 CEu_2O_309	0.9	8.0	
		特 HY_2O_350	50			特 CEu_2O_308	0.8		
		特 HY_2O_345	45			特 CEu_2O_307	0.7		
		特 HY_2O_340	40			特 CEu_2O_306	0.6		
						特 CEu_2O_305	0.5		
一级	92	Ⅰ Y_2O_360	60	0.3	0.05	Ⅰ CEu_2O_310	1.0	8.0	0.05
		Ⅰ Y_2O_355	55			Ⅰ CEu_2O_309	0.9		
		Ⅰ Y_2O_3	50			Ⅰ CEu_2O_308	0.8		
		Ⅰ Y_2O_3 45	45			Ⅰ CEu_2O_307	0.7		
		Ⅰ Y_2O_340	40			Ⅰ CEu_2O_306	0.6		
						Ⅰ CEu_2O_3 05	0.5		
二级	90	Ⅱ Y_2O_360			0.05	Ⅱ CEu_2O_310	1.0	8.0	0.05
		Ⅱ Y_2O_355				Ⅱ CEu_2O_309	0.9		
		Ⅱ Y_2O_350				Ⅱ CEu_2O_308	0.8		
		Ⅱ Y_2O_345				Ⅱ CEu_2O_307	0.7		
		Ⅱ Y_2O_340				Ⅱ CEu_2O_306	0.6		
						Ⅱ CEu_2O_305	0.5		

注：产品牌号“C”表示富集物。

a) YO 配分档次：8%～10%、>10%、>15%、>20%、>30%、>40%、
参考化学成分，配分：$La_2O_310\%～40\%$；$Pr_6O_{11}2.5\%～9.0\%$；$Nd_2O_38.0\%～33.0\%$；$Sm_2O_32.0\%～9.0\%$；$Gd_2O_31.5\%～8.0\%$；$Tb_4O_70.2\%～1.0\%$。

E.4 分组稀土氧化物富集物

共四种分组氧化物富集物，其产品牌号，标准适用性和标准参见表 E.4、表 E.5、表 E.6 和表 E.7。

E.4.1 镧铈氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的镧铈氧化物富集物、供深加工和冶金、农业微肥、石油催化剂等用。其产品化学成分应符合表 E.4 规定。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

表 E.4 镧铈氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分			
	不小于			不大于
	w(REO)/%	$w(La_2O_3)/w$(REO)	$w(CeO_2)/w$(REO)	$w(ThO_2)$/%
C(La、Ce)080	85.00	80.00	2.00	0.05
C(La、Ce)070	85.00	70.00	2.00	0.05
注：如需方对产品质量有特殊要求时，由双方议定。				

E.4.2 镨钕氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的镨钕氧化物，供深加工和玻璃、陶瓷、磁性材料等用。其产品化学成分应符合表 E.5 规定。

表 E.5 镨钕氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分				
	不小于			不大于	
	w(REO)/%	$w(Pr_6O_{11})/w$(REO)	$w(Nd_2O_3)/w$(REO)	$w(ThO_2)$/%	$w(Sm_2O_3)$/%
$C_{(Pr,Nd)}$ 0-70	95.00	17.00	70.00	0.05	1.00
$C_{(Pr,Nd)}$ 0-65	94.00	15.00	65.00	0.05	1.00
$C_{(Pr,Nd)}$ 0-60	92.00	13.00	60.00	0.05	
注：如需方对产品质量有特殊要求时，由双方议定。					

E.4.3 钐铕钆氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的钐铕钆氧化物富集物，供深加工和磁性、荧光材料及电子工业等行业用。其产品化学成分应符合表 E.6 规定。

表 E.6 钐铕钆氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分				
	不小于				不大于
	w(REO)/%	$w(Sm_2O_3)/w$(REO)	$w(Eu_2O_3)/w$(REO)	$w(Gd_2O_3)/w$(REO)	$w(ThO_2)$/%
$C_{(Sm,Eu,Gd)}$ 0-10	95.00	35.00	10.00	35.00	0.05
$C_{(Sm,Eu,Gd)}$ 0-08	95.00	35.00	8.00	35.00	0.05
$C_{(Sm,Eu,Gd)}$ 0-05	92.00	38.00	5.00	28.00	0.05
注：如需方对产品质量有特殊要求，由双方议定。					

E.4.4 重稀土氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的重稀土氧化物富集物，供深加工和冶金等用。其产品化学成分应符合表 E.7 规定。

表 E.7 重稀土氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分			
	不小于		不大于	
	w(REO)/%	$w(Y_2O_3)/w$(REO)	$w[(La\text{-}Nd)_2O_3]/w$(REO)	$w(ThO_2)$/%
Cy_2O_3-75	95.00	75.00	1.50	0.05
Cy_2O_3-70	95.00	75.00	1.50	0.05
Cy_2O_3-65	95.00	65.00	1.50	0.05
Cy_2O_3-60	92.00	60.00	3.00	0.05
注：如需方对产品质量有特殊要求时，由双方议定。				

E.5 其他稀土化合物的质量标准

其他稀土化合物的质量标准参见表 E.8。

表 E.8 其他稀土化合物质量标准

产品名称	牌号	w(主要成分)(不小于)%	w(非稀土杂质)(不大于)%	技术标准
氯化稀土	RECl3-48	REO 48	SO_4^{-2} 0.1，Fe_2O_3 0.07 BaO+SrO<0.8 CaO+MgO<3.0 P_2O_5<0.01	GB 4149-84
	RECl3-45	REO 45		
	RECl3-48	REO48；CeO_2 配分 45	SO_4^{-2} 0.03 NH_4Cl<1.3～4.0	GB 4148-84
	RECl3-45	REO45；CeO_2 配分 45		
富铕氯化稀土	3-1	REO 48 La_2O_3 配分 40		甘 QB/YBY6.3-84
	LaCl3-1			沪 Q/YB608-85
	3-2	REO 45		甘 Q/YBY6.3-84
	LaCl3-2	La_2O_3 配分 40		沪 Q/YB608-85
	5-1	REO45；Eu_2O_3 0.15～0.174		甘 Q/YBY6.5-84
	5-2	REO45；Eu_2O_3 0.175～0.199		
	5-3	REO45；Eu_2O_3 0.2		
碳酸稀土	$RE_2(CO_3)_3 \cdot nH_2O$-1	REO 70	Fe_2O_3<0.05、 SiO_2<0.05 CaO<1.0 SO_4^{-2}<0.1	甘 Q/YBY6.9-84
	$RE_2(CO_3)_3 \cdot nH_2O$-2	REO 60		
硝酸稀土	21-1	REO 38		甘 Q/YBY6.21-84

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

表 E.8(续)

产品名称	牌　号	w(主要成分)(不小于)%	w(非稀土杂质)(不大于)%	技术标准
镨钕富集物	15-1	Nd_2O_3 配分 80		Q/YBY6.15-84
	15-2	Nd_2O_3 配分 75		
	15-3	Nd_2O_3 配分 65		
钐铕钆富集物	14-1	Eu_2O_3 10		甘 Q/YBY6.14-84
	14-2	Eu_2O_3 8		
	RE-1	Eu_2O_3 8		QBT-221-83
氢氧化稀土	17-1	CeO 61		甘 Q/YBY6.16-84
	17-2	CeO 72		
氟化稀土	REF3-1	REO83;CeO_2 配分 40		XB/T209-95
	A-8	CeO 配分 99		沪 Q/YB535-85
	C-1	REO80;CeO_2 配分 40		沪 Q/YB540-85
	“739”	REO90;CeO_2 配分 80		甘 Q/YB6-10-84
	“771”	REO80;CeO_2 配分 48		甘 Q/YBY6-11-84
	“797”	REO90;CeO_2 配分 48		甘 Q/YBY6-12-84
镨　黄	Py-1	Pr_6O_{11} 4		沪 Q/YB618-87

附 录 F
（资料性附录）
稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能

F.1 稀土矿石类型

据稀土矿床中其他有用组分是否符合工业指标、矿床规模是否在小型以上（含小型）及被利用的程度，可将稀土矿石分为单一稀土矿石、共生稀土矿石；按稀土的赋存状态，分为内生型稀土矿石、离子吸附型矿石；按风化程度，可分为全风化稀土矿石、半风化稀土矿石、原生稀土矿石。

F.2 稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能

稀土的回收技术主要有浮选法、重选法、磁选法和联合工艺法等。影响稀土回收的主要因素有稀土元素的赋存状态，稀土矿物的结构、构造、嵌布特征、脉石矿物的种类和特征等。依据获得稀土精矿产品的回收率高低，矿石可选性可分为易选、较易选、较难选和难选。

F.3 内生型稀土矿石和风化壳离子吸附型稀土矿石

F.3.1 内生型稀土矿石

F.3.1.1 单一稀土矿石的特征和选矿性能

示例1：郁山矿

a） 原生石英重晶石碳酸岩脉型稀土矿石

试样中含稀土氟碳酸盐矿物9.43%（氟碳铈矿为主，氟碳钙铈矿次之）；菱钙铈钠矿、碳酸锶铈矿、铈磷灰石、独居石、褐帘石等占3.34%；碳酸盐、重晶石、石英等占78.37%；少量白云母、萤石、长石、霓辉石、钠铁闪石、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、钍石、富钠烧绿石等。氟碳铈矿粒径0.02 mm～5 mm，其中0.04 mm～0.5 mm的占93.9%。矿石稀土品位[w(REO)]4.25%，主要为稀土单矿物，呈分散状态的稀土极少。经矿石浮选稳定性试验，获稀土精矿，产率为7.22%，含REO41.59%，REO回收率为70.49%；尾砂含REO1.16%。矿石较易选。

b） 弱风化石英重晶石碳酸岩脉型稀土矿石

试样中稀土矿物含量为23.14%，主要为氟碳铈矿、氟碳钙铈矿，次之为风化稀土；风化矿物含量为39.98%，有赤铁矿、褐铁矿、软锰矿、硬锰矿、水针铁矿、铅矾、铅铁矿等。含石英、蛋白石、玉髓16.08%，含重晶石24.44%，少量长石、云母、黄铁矿、方铅矿、金红石、电气石等。矿石稀土品位[w(REO)]12.55%。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度－200目占65.38%，经一次粗选、两次扫选、一次精选，获稀土精矿，产率20.64%，含REO55.48%，REO回收率90.88%，重晶石精矿，含$BaSO_4$90%以上；尾矿含REO1.16%。矿石易选。

c） 原生稀土矿石

取含矿片麻岩、含矿正长岩、石英重晶石碳酸岩稀土矿石按比例和质地均匀性组合成试样。矿石含稀土矿物1.27%（以氟碳酸盐稀土矿物为主，独居石次之），长石57.75%，石英12.61%，方解石10.57%，辉石与闪石5.91%，云母4.83%，重晶石2.54%，其他为萤石、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿等。矿石稀土品位[w(REO)]0.89%，氟碳铈矿REO占91.75%，独居石REO占8.25%，氟碳铈矿粒径大于0.04 mm的占72.54%。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度－200目占62.5%，经一次粗选、两次精选，获稀土精矿，产率1.53%，含REO33.82%，REO回收率62.29%。矿石较易选。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

d) 弱风化稀土矿石

试样取自地表，组合条件同 c)。矿石中含稀土矿物 1.96%（氟碳铈矿占 95.04%，独居石占 4.96%），长石 61.36%，石英 11.38%，方解石与重晶石 7.78%，云母 6.2%，辉石与闪石 4.1%，赤铁矿与褐铁矿 4.58%，其他为磁铁矿、黄铁矿、萤石等。矿石稀土品位[w(REO)]1.4%，氟碳铈矿粒径大于 0.04 mm的占 76.19%。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度－200 目占 67.45%，经一次粗选、一次精选，以石蜡皂加煤油作捕收剂，获稀土精矿，产率 1.58%，含 REO43.03%，REO 回收率 48.49%；采用重选-磁选工艺，获稀土精矿，产率 1.29%，含 REO42.14%，REO 回收率 43.97%。矿石较难选。

示例 2：牦牛坪矿

a) 原生霓石碱长花岗岩型稀土矿石

试样中含稀土矿物 1.74%，以氟碳铈矿为主，极少量独居石、硅钛铈矿、磷钇矿、褐帘石等，脉石矿物主要为长石、石英、霓辉石、重晶石，少量黑云母、磷灰石、钠铁闪石、萤石，金属矿物有少量褐铁矿、赤铁矿、磁铁矿、锐钛矿等。氟碳铈矿粒径 0.074 mm～0.991 mm 的占 81.47%，矿石含 REO1.18%。采用重选-浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度－200 目占 80%。获稀土精矿，产率 1.22%，含 REO63.11%，REO 回收率 65.25%；尾矿含 REO0.42%。矿石较易选。

b) 原生稀土矿石

试样由半风化的伟晶状重晶霓辉石型、方解石碳酸岩型（含 Mo、Pb、Bi）、霓石碱长花岗岩型三种稀土矿石组成。混合样比例分别为 75%、10%、15%。矿石含稀土矿物 4.57%（以氟碳铈矿为主），方铅矿 0.81%，重晶石 33.44%，脉石矿物主要为长石、石英、方解石、钠铁闪石、霓辉石、黑云母等。矿石含稀土（REO）3.7%，以稀土单矿物为主，其稀土（REO）占 96.6%，除氟碳铈矿外，尚含极少量氟碳钙铈矿、硅钛铈矿、磷钇矿。重晶石中的稀土（REO）占 1.44%，其他脉石矿物中的稀土（REO）占 1.96%。稀土矿物粒径大于 0.074 mm 的占 93.59%。采用重选-浮选工艺对矿石进行小型选矿工艺试验，磨矿细度－200 目占 80%，重选粗选，中矿再选的合并稀土粗精矿用浮选，以一次粗、中矿返回粗选，一次精选，获稀土精矿，产率 4.08%，含 REO66.69%，REO 回收率 71.42%；重晶石精矿产率为 9.6%，含 $BaSO_4$ 95.48%，$BaSO_4$ 回收率为 25.93%；尾矿含 REO1.14%。采用浮选工艺，用第二药制剂，获稀土精矿，产率 4.04%，含 REO66.71%，REO 回收率 72.19%；重晶石精矿，产率 10.43%，含 $BaSO_4$ 95.48%，$BaSO_4$ 回收率为 29.11%；尾矿含 REO1.08%。两种工艺表明，矿石较易选。

示例 3：白云鄂博主东矿

a) 铁矿下盘原生白云岩型稀土矿石

试样中稀土矿物以独居石为主（含 5.56%），次为氟碳铈矿（含 1.4%），另含赤铁矿 7.12%，磁铁矿 1.8%，少量铌铁矿；脉石矿物主要为白云石和铁染白云石。稀土矿物粒径一般小于 0.02 mm。矿石含 REO4%，w(Nb_2O_5) 为 0.068%。采用重选-浮选工艺对矿石进行可选性试验，获稀土精矿，产率 5.77%，含 REO35.6%，REO 回收率 52.49%；含铌铁精矿，产率 4.88%，含 Nb_2O_5 0.483%，含 SFe 61.37%，含 REO1.4%，Nb_2O_5 回收率 34.2%，SFe 回收率 31.54%，REO 回收率 1.77%。矿石较易选。

b) 铁矿上盘原生白云岩型稀土矿石

矿石特征与下盘白云岩相似，REO 含量为 3.5%。稀土矿物以氟碳铈矿为主，稀土（REO）占 67.1%，独居石稀土（REO）占 32.9%。矿物粒径小于 0.075 mm 的占 86.46%。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度－200 目占 95%，获稀土精矿，产率 6.72%，含 REO37.04%，REO 回收率 71.83%；含铌铁精矿，产率 9.19%，含 SFe59%，SFe 回收率 58.04%。矿石较易选。

F.3.1.2 共生稀土矿石的特征和选矿性能

示例1:白云鄂博主东矿

a) 原生铁铌稀土矿石

由矿区各种类型矿石组成平均试样,稀土矿物主要为氟碳铈矿,次为独居石;铁矿物主要为赤铁矿,次为磁铁矿,少量针铁矿;含铌矿物有铌铁矿、烧绿石、易解石、钛铁金红石;脉石矿物有萤石、钠辉石、钠闪石、氟磷灰石、蒙脱石和少量石英、重晶石、方解石、金云母。氟碳铈矿与独居石的比为6∶4;氟碳铈矿的粒径为0.001 mm～0.05 mm,独居石为0.001 mm～0.06 mm,多数小于0.04 mm。矿石含REO7%～7.65%,Nb_2O_5 0.125%～0.13%,TFe24.19%～29.27%。采用浮选-选择性团聚分选工艺对矿石进行最佳化选矿试验,获稀土精矿,产率2.52%,含REO68.57%,REO回收率25.25%;铁精矿,产率34.69%,含TFe65.3%,TFe回收率81.09%;萤石精矿,产率7.41%,含CaF_2 87.11%,CaF_2 回收率33.95%。采用手弱磁选-浮选-强磁选-浮选工艺,获稀土精矿产率8.5%,含REO68.18%,REO回收率19.65%;铁精矿,含TFe65.47%,TFe回收率73.55%;萤石精矿,含CaF_2 85.99%,CaF_2 回收率16.61%。两种工艺表明,矿石稀土较难选至难选。

b) 氧化铁铌稀土矿石

试样由氧化萤石型、钠辉石型、钠闪石型、白云石型、云母型矿石按比例组成。矿石含氟碳铈矿5.1%～5.5%,独居石2.3%～2.4%,含磁铁矿、赤铁矿、假象—半假象赤铁矿、褐铁矿共计43.1%～46.8%,含萤石15.2%～18.6%和少量铌铁矿。脉石矿物有钠辉石、钠闪石、长石、石英、白云母、方解石、黑云母、金云母、重晶石等。矿石含REO5.21%～5.49%,Nb_2O_5 0.086%～0.14%,TFe33.57%～35.19%。采用弱磁选、强磁选-浮选工艺对矿石进行选矿试验,磨矿细度－200目占89.52%～91.98%,获稀土精矿,产率1.69%,含REO61.44%,REO回收率18.81%;稀土(次)精矿,产率2.31%,含REO39.52%,REO回收率16.7%;铁精矿,产率43.9%～46.15%,含TFe60.54%,TFe回收率79.19%～80.31%。矿石稀土较难选。

示例2:庙娅矿

a) 原生碳酸盐化正长斑岩型铌稀土矿石

试样中稀土矿物以独居石为主,含量2%,含氟碳铈矿0.2%;金属矿物有铌铁矿0.2%,铌金红石0.3%,磁黄铁矿、黄铁矿5%,褐铁矿3%,少量赤铁矿、闪锌矿、黄铜矿、铜蓝等;脉石矿物有钾长石32%～36%,方解石、白云石25%,钠长石10%,绢云母10%～15%,磷灰石3%,石英2%。主要有用组分粒径:氟碳铈矿0.01 mm～0.05 mm,铌铁矿0.01 mm～0.03 mm,铌金红石0.02 mm～0.1 mm。矿石含REO1.55%,Nb_2O_5 0.733%,S1.81%,P_2O_5 2.5%,K_2O 5.24%。采用浮选-重选-磁选工艺对矿石进行选矿试验,磨矿细度－200目占94.25%,获稀土精矿,产率2.75%,含REO38.29%,REO回收率67.96%;铌精矿,产率0.228%,含Nb_2O_5 18.04%,Nb_2O_5 回收率22.75%;硫精矿,产率2.96%,含S33.24%,S回收率56.78%;磷精矿,产率2.86%,含P_2O_5 28.89%。P_2O_5 回收率33.08%。矿石稀土较易选。

b) 原生含碳方解石碳酸岩型铌稀土矿石

试样中有一定数量的正长斑岩和白云岩碳酸盐岩等矿石。稀土矿物以氟碳铈矿为主,含量2%～3%,含氟碳钙铈矿少于0.1%,含独居石小于0.5%;金属矿物褐铁矿5%,黄铁矿、白铁矿1%,少量铌铁矿、铌金红石、β-褐钇铌矿、方铅矿、闪锌矿、软锰矿;脉石矿物中方解石、铁白云石、白云石占71%,绢云母8%,钾长石5%,石英3%,钠长石、磷灰石、萤石、黑云母等2.3%。氟碳铈矿粒径0.005 mm～0.02 mm,80%以上呈集合体,粒径0.5 mm～1 mm。矿石含REO1.34%,Nb_2O_5 0.105%,S0.54%。采用重选-浮选-重选-磁选工艺对矿石进行可选性试验,获稀土精矿,产率1.15%,含REO42.72%,REO回收率36.66%;铌精矿,产率0.058%,含Nb_2O_5 19.63%,Nb_2O_5 回收率15.87%;硫精矿,产率

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

0.314%，含 S37.54%，硫回收率 21.85%。矿石稀土较难选。

F.3.2 风化壳离子吸附型稀土矿石

F.3.2.1 矿石特点

该类矿石，主要为全风化型，其次为半风化型。矿石主要由高岭石、埃洛石等粘土矿物(20%～70%)和石英、钾长石、云母等残留岩矿物和少量难风化稀土矿物、副矿物组成；矿石结构松散，湿度较大，渗透性能一般较好。

F.3.2.2 矿石的选矿性能

原地浸提稀土工艺：在详查、勘探阶段，在有条件进行“原地浸析法开采”时做扩大性试验规模，并研究其开采技术条件。由湿法原地提取离子型稀土不论选用哪种提取剂，不论规模大小、品位高低，其主要的提取工艺程序都是：提取过滤、澄清除去杂质、分离提纯稀土、产品和废液处理等，目前生产多采用×××提取工艺。离子型稀土矿床的“原地浸提稀土工艺”，是近年来我国稀土矿床地质勘查和选冶工艺的新技术、新工艺，它是一种成本低、产量大、经济效益好，而且它是社会效益和环境生态效益高的新的提取稀土新工艺，它克服了过去“他浸工艺”的“搬山运动”及环境生态效益差的缺点。新工艺要进一步研究和推广。一般混合稀土氧化物，其质量要求是：$w(REO)>92\%$、$w(Al_2O_3)<0.3\%$、$w(ThO_2)<0.01\%$，供参考。该类矿石属易采选矿石。

对离子型稀土矿床的勘查必须对未来开采的水土保持、环境保护提出相应的评价意见和保护措施。

附 录 G
(资料性附录)
稀土元素的性质和用途

G.1 稀土元素的分组

稀土元素是元素周期表中第ⅢB族的16个元素总称,即La-Lu镧系元素(57～71)和钇(Y,39)。

根据文献资料,稀土元素的分组有以下两种:二分组,即铈组和钇组,铈组稀土(La－Eu),用ΣCe表示,称轻稀土(组)或铈族稀土(组),钇组稀土(Gd－Lu＋Y)用ΣY表示,称重稀土(组)或钇族稀土(组);三分组:即轻稀土组、中稀土组和重稀土组。由于研究对象与内容不同,通常有下面三种分法:

轻稀土组(La－Nd,另一分组相同),用LREE表示。

中稀土组(Sm－Ho或Sm－Gd),用MREE表示。

重稀土组(Er－Lu或Tb－Lu＋Y),用HREE表示。

G.2 稀土的性质和用途

G.2.1 稀土的性质

稀土是典型的金属,银白色或灰色,金属光泽,硬度较大,导电性不良,具延展性。稀土元素化学性质活泼,其活泼性仅次于碱土金属。常温下,稀土金属需保存在煤油中。按稀土金属的活泼性次序排列,由镧－镥递减,即镧最活泼。

轻稀土金属燃点很低,如铈为165℃,镨为290℃,钕为270℃,并在燃烧时放出大量的热。

稀土能与许多元素化合。当和氧作用时,一般生成稳定性很高的RE_2O_3型氧化物,与水作用可放出氢气,与酸作用反应更激烈,但与碱几乎不发生反应。

稀土及其合金具有大量吸氢的能力,如镧镍合金($LaNi_5$)是良好的储氢材料。

G.2.2 稀土的用途

稀土最早的应用局限于汽灯纱罩、打火石、电弧碳棒、玻璃着色等。随着科学技术的发展人们逐渐认识了稀土的性质,使其应用领域日益广泛,用量逐渐扩大,以至成为现代工业的重要物质:

a) 冶金工业:稀土元素可作合金剂、还原剂、去硫脱氧剂等,在冶炼钢铁时加入少量稀土氧化物,可净化钢铁中杂质,改变其物理化学性能;

b) 石油化工工业:催化裂化是炼油工业中重要的加工方法,原油直接蒸馏仅得15%～20%汽油,而稀土裂化取得的汽油可达原油的80%,还可产出丙烯、丁烯等重要化工原料;

c) 玻璃陶瓷工业:稀土在玻璃陶瓷中的应用,近年发展较快。铈、镨、钕、铒等稀土可做玻璃的脱色剂和着色剂,制成的玻璃器具,具有透明度高,色彩鲜艳的特点;稀土在陶瓷制作中可作釉料,使陶瓷产品具有呈色均匀、光泽明亮、鲜艳柔和的特点。稀土还可制作特种陶瓷如热敏电阻器、光电陶瓷等;

d) 电气工业:钇、铽、铥等可制造最新式电子计算机中存储数码的记忆装置;铕、钇、钆、铽等稀土氧化物具有发光效率高、色彩鲜艳、稳定性好的特性,既是制造探照灯、弧光灯、电机等零件的重要原料,也是制造彩色电视机、高强度照明用红色荧光粉、投影电视白色荧光粉的荧光材料。在目前研究开发利用的超导领域,稀土也是重要的材料之一,如钇钡铜氧系、镧铜系超导材料离不开稀土;

e) 原子能工业:钇具有中子俘获截面小比重轻,可做核反应堆的结构材料;而钐、铕、钆的中子俘

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

获截面大，可做核反应堆的控制棒或停堆棒，还可做屏蔽材料。

此外，稀土在农业、医药、轻纺、环保等领域也有广泛用途。

G.3 稀土元素的地球化学特征

稀土元素的主要地球化学参数见表 G.1。

表 G.1 稀土元素的主要地球化学参数表

原子序数	元素名称	原子量	电子构式	电[a]负性	地壳[b]中重量克拉克值 10^{-6}	常见价态	离子半径 10^{-10} m	能量系数	离子电位	配位数	在自然界的同位数
57	镧	138.906	$4f^0 5d^1 6s^2$	1.1	39	+1 +3	1.39 1.061	0.43 4.01	2.83	6.8	^{138}La, ^{139}La
58	铈	140.15	$4f^1 5d^1 6s^2$	1.05	43	+3 +4	1.034 0.92	4.02 7.30	2.90 4.35	6.8 6	^{136}Ce, ^{138}Ce, ^{140}Ce, ^{142}Ce
59	镨	140.908	$4f^3 5d^0 6s^2$	1.1	5.7	+3 +4	1.013 0.90	4.04 7.33	2.96 4.44	6.8 6	^{141}Pr
60	钕	144.24	$4f^4 5d^0 6s^2$	1.1	26	+4 +3	0.995	4.05	3.02	6 6.8	^{142}Nd, ^{143}Nd, ^{144}Nd, ^{145}Nd, ^{146}Nd, ^{148}Nd, ^{150}Nd
61	钷	(147)	$4f^5 5d^0 6s^2$	1.1		+3	0.979	4.06	3.06	6.8	^{145}Pm
62	钐	150.36	$4f^6 5d^0 6s^2$	1.1	6.7	+2 +3	0.964	4.08	3.11	6.8	^{144}Sm, ^{147}Sm, ^{148}Sm, ^{149}Sm, ^{150}Sm, ^{152}Sm, ^{154}Sm
63	铕	151.965	$4f^7 5d^0 6s^2$	1.1	1.2	+2 +3	1.09 0.950	1.78 4.09	1.83 3.16	8.1 6.8	^{151}Eu, ^{153}Eu
64	钆	157.25	$4f^7 5d^1 6s^2$	1.1	6.7	+2 +3	0.938	4.09	3.20	8 6.8	^{152}Gd, ^{154}Gd, ^{155}Gd, ^{156}Gd, ^{157}Gd, ^{158}Gd, ^{160}Gd
65	铽	158.925	$4f^9 5d^0 6s^2$	1.2	1.1	+3 +4	0.84	4.11 7.43	3.25 4.76	6.8 6	^{159}Tb
66	镝	162.50	$4f^{10} 5d^0 6s^2$	1.2	4.1	+3	0.908	4.12	3.30	6.8	^{156}Dy, ^{158}Dy, ^{160}Dy, ^{161}Dy, ^{162}Dy, ^{163}Dy, ^{164}Dy
67	钬	164.930	$4f^{11} 5d^0 6s^2$	1.2	1.4	+3	0.894	4.13	3.36	6.8	^{156}Ho
68	铒	167.26	$4f^{12} 5d^0 6s^2$	1.2	2.7	+3	0.881	4.14	3.41	6	^{162}Er, ^{164}Er, ^{166}Er, ^{167}Er, ^{168}Er, ^{170}Er
69	铥	168.934	$4f^{13} 5d^0 6s^2$	1.2	0.3	+3	0.869	4.15	3.45	6	^{169}Tm
70	镱	173.04	$4f^{14} 5d^0 6s^2$	1.2	2.7	+2 +3	0.858	1.82 4.16	2.15 3.50	6.8 6	^{168}Yb, ^{170}Yb, ^{171}Yb, ^{172}Yb, ^{173}Yb, ^{174}Yb, ^{176}Yb
71	镥	174.967	$4f^{14} 5d^1 6s^2$	1.2	0.8	+2 +3	0.848	4.17	3.54	6 6	^{175}Lu, ^{176}Lu
39	钇	88.906	$4d^1 5s^2$	1.3	24	+3	0.893	4.13	3.36	6	^{89}Y

a “电负性”引自《地球化学表》，科学出版社，1985 年。

b 引自高等学校教材《地球化学》黎彤值，地质出版社，1988；其他引自陈德潜、陈刚《实用稀土元素地球化学》冶金工业出版社，1990 年。

镧系元素在地壳中的分布量从镧到镥呈波浪式下降的趋势，这与它们的稳定性大小有关。镧系元素还有一特殊现象——“镧系收缩”，即随原子序数的增加，三价离子半径从镧到镥随之缩小，这为镧系元素的分离工艺提供了依据。镧系元素的碱性从镧到镥也逐渐降低，这是其在自然条件下发生分馏作用的主要原因。

稀土元素在地壳中的平均丰度值约为0.015 3%。在各类岩石中的分布见表G.2。花岗岩和碱性岩是稀土的主要母岩，各类稀土矿床均与其密切相关。稀土是典型的亲石元素，与其地球化学性质相近的元素有Ca^{2+}、Mn^{2+}、Fe^{2+}、Th^{4+}、U^{4+}、Zr^{4+}、Hf^{4+}、Sr^{2+}、Ba^{2+}等，它们常发生类质同象置换。

表G.2　稀土在各类岩石中的丰度

岩石类型	$w(RE_2O_3)$ %
碱性岩	0.021
花岗岩	0.025
中性岩	0.013
基性岩	0.085
超基性岩	0.000 45

在自然条件下，稀土多呈三价状态，形成RE_2O_3型化合物，钐、铕、镱可还原呈二价状态，它们可置换钙、铅、锶而存在于斜长石、萤石、磷氯铅矿和菱锶矿中。铈、铽、镨在表生条件下可氧化呈四价状态，形成方铈石等配合物是稀土元素迁移的最主要形式。

稀土元素在地壳中主要以参加矿物的晶格和类质同象置换形式赋存于岩石、矿(石)物中。在岩浆作用中稀土元素趋向于晚期富集。在伟晶作用中，不同成因类型的伟晶岩、稀土元素的富集特点不同。在气成热液阶段，稀土元素主要聚集于钠长岩和碳酸岩中，形成重要的稀土矿床。在热液作用阶段，稀土主要呈复杂的碳酸盐配合物被碱性溶液搬运。在表生作用下，稀土元素一般不大容易较长距离迁移，多为就地富集。在某些沉积岩中稀土含量偏高，如在磷块岩中为0.0n%～0.n%，但未见稀土独立矿物，稀土含量与磷具同步消长关系，稀土可能呈类质同象置换胶磷矿中的钙而赋存在胶磷矿的晶格中。在变质作用中，稀土也可能富集成矿。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

附 录 H
(资料性附录)
稀土矿主要矿物及矿床类型

H.1 稀土元素在自然界的存在形式及主要矿物

稀土元素在自然界的存在形式有下列三种:独立矿物、类质同象、离子状态。三种存在形式都有可能富集成具有工业价值的矿床。

H.1.1 主要矿物

自然界的稀土矿物种类繁多。据统计,稀土独立矿物约 170 种,加上含稀土矿物[4)]合计超过 250 种。在我国各类稀土矿床中,主要的稀土矿物 20 余种,共分四类(表 H.1)。

表 H.1 我国稀土矿床中主要稀土矿物表

分类	矿物名称	英文名称	化学分子式	$w(RE_2O_3)$/%	
				分析值	理论值
碳酸盐、氟碳酸盐	氟碳铈矿	Bastnaesite	$Ce[(CO_3)F]$	74.89	74.77
	氟碳钙铈矿[b]	Parisite	$Ce_2Ca[(CO_3)_3F_2]$	60.30～63.37	60.89
	氟碳钡铈矿[b]	Cordylite	$Ba(Ce、La)_2(CO_3)_3F_2$	47.31～52.19	51.55
	直氟碳钙钇矿[a]	Synchysite-(y)	$(Y、Dy)(Ca(CO_3)_2F)$	35.35	
	黄河矿[b]	Huanghoite	$Ba(Ce、La、Nd)(CO_3)_2F$	35.40 —39.71	39.39
	镧石	Lanthanite	$Ce_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$	54.65	54.21
	碳钙铈矿[c]	Calcioancylite	$Ce(Ca、Sr)[(CO_3)_2(OH)] \cdot H_2O$	48.72	
	碳铈钠石[b]	Carbocernaite	$(Sr、RE、Ba)(Ca、Na)(CO_3)_2$	21.98	
磷酸盐	独居石	Monazite	$Ce[PO_4]$	65.13	69.73
	磷钇矿	Xenotime	$Y[PO_4]$	62.02	61.40
	水磷铈石	Rhabdophane	$Ce[PO_4]H_2O$	63.68	64.88
氧化物	褐钇铌矿	Fergusonite	$YNbO_4$	39.94	
	易解石	Aeschynite	$(Ce、Th、Y)(Ti、Nb)_2O_6$	29.36	
	黑稀金矿	Euxenite	$(Y、U)(Nb、Ti)_2O_6$	20.82	
	铈铌钙钛矿	Loparite	$(Na、Ce、Ca)(Ti、Nb)O_3$	28.71	

4) 丁孝石、白鸽等,1989 年,南岭花岗岩及其风化壳的稀土元素赋存状态和分配研究,即含稀土矿物就是指 $RE_2O_3=0.5\%～5\%$ 的副矿物,如榍石、锆石、磷灰石和萤石等。

表 H.1(续)

分类	矿物名称	英文名称	化学分子式	$w(RE_2O_3)$/%	
				分析值	理论值
硅酸盐	褐帘石	Orthite	$(Ca、Ce)_2(Al、Fe)_3[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$	23.12	
	硅钛铈矿	Chevkinite	$Ce_4Fe_2Ti_3[Si_2O_7]_2O_8$	46.24	
	硅铍钇矿	Gadolinite	$Y_2FeBe_2[SiO_4]_2O_2$	51.51	55.40
	羟硅铈钙石	Britholte	$Ce_3Ca_2[(SiO_4、PO_4)_3](F、OH)$	61.91	62.00
	绿层硅铈钛矿	Rinkolite	$CeNa_2Ca_4Ti[Si_4O_{15}F_3]$	18.55	
	羟硅铍钇矿[d]	Yberisilite	$(\Sigma Ce、\Sigma Y)_2Be_2Si_2O_8(OH)_2$	54.574	

a 《赣南×××型稀土矿成矿规律研究》报告。

b 《白云鄂博矿物学》科学出版社,1986 年。

c 《地质地球化学》1985 年增刊(总 139 期)。

d 《稀有元素地质概论》地质出版社,1982 年;其余为《稀有元素矿物鉴定手册》科学出版社,1972 年。

H.1.2 类质同象

自然界中大量稀土元素是呈类质同象赋存于其他矿物中,尤其是分散在含 Ca 的造岩矿物中。稀土元素的类质同象多是不等价置换的。值得注意的是部分矿物中含有较高的稀土元素并非都是类质同象,而是可能含有稀土独立矿物的细微包裹体。分散在某些工业矿物中的稀土元素具有综合利用的价值。

H.1.3 离子状态

在风化壳中稀土元素可以被胶体矿物——蒙脱石、多水高岭石、铁和锰的氢氧化物所吸附,在风化壳中富集。当它们被吸附在粘土中时,可以用 EDTA 或 HCC 将大部分稀土元素淋洗出来,pH 值对粘土吸附稀土元素有明显的影响。同时,稀土元素被粘土矿物吸附的能力随原子序数的增加和半径的减小而减弱,即 ΣCe 被吸附的能力大于 ΣY。

呈离子状态被粘土矿物吸附的稀土元素,可以富集成规模巨大的离子吸附型矿床。

H.2 稀土矿床类型

H.2.1 矿床的成因类型

H.2.1.1 超基性—基性岩系列包括超基性岩型、碳酸岩型、基性岩型。

H.2.1.2 碱性岩系列包括霓霞正长岩型、正长岩—碳酸岩型、伟晶岩型、热液脉型。

H.2.1.3 花岗岩系列包括花岗岩型、伟晶岩型、石英脉型。

H.2.1.4 变质岩系列包括混合岩型、碳酸岩型。

H.2.1.5 风化壳系列包括花岗岩风化壳型、混合岩风化壳型、火山岩风化壳型。

H.2.1.6 机械沉积系列包括碎屑岩型、残坡积型、冲积型、滨海砂矿。

H.2.1.7 化学—生物化学沉积系列包括磷块岩型、铁质岩型、有机岩型。

我国已有稀土矿床主要是与黑色、稀有金属等共生或伴生的内生矿床,其次为风化壳离子吸附型矿床,砂矿则甚少。

H.2.2 矿床的工业类型

H.2.2.1 铁铌稀土型矿床

矿床的产出主要在中元古界的一套浅海相浅变质岩系中。白云鄂博铁铌稀土矿是其典型代表。矿

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

床分布于白云鄂博群组成的近东西向狭长向斜构造内。矿体呈层状、似层状、透镜状产于白云岩中，矿体规模巨大，常与铁、铌共生或伴生。矿床蚀变强烈，广泛发育萤石化、霓石化、钠闪石化等。主要矿石矿物有磁铁矿、赤铁矿、铌铁矿、易解石、独居石、氟碳铈矿等；主要脉石矿物为萤石、重晶石、白云石、钠闪石、金云母等。稀土元素成矿率85%以上。稀土矿物呈细小粒状集合体嵌布于白云石粒间或呈浸染状、细脉浸染状和囊状集合体产出。属难选—较难选矿石。矿床的矿石类型复杂，主要类型有块状、条带状铁铌稀土矿石，萤石型、霓石型、白云石型、钠闪石型、黑云母型铁铌稀土矿石，白云岩型铌稀土矿石等。矿床综合利用价值巨大，是我国重要的铁铌稀土共生工业矿床类型。目前对矿床成因还存在不同意见。

H.2.2.2 碱性岩—热液(脉)型稀土矿床

矿床的产出与碱性岩、碱性花岗岩的侵入密切相关。矿体位于侵入体内外接触带或岩脉内。如都山碱性岩-碳酸岩脉型稀土矿床，牦牛坪霓石碱长花岗岩、重晶霓辉石脉型稀土矿床。

都山碱性岩-碳酸岩脉稀土矿床产于前震旦系泰山系群片麻岩中含霓辉石石英正长岩内外接触带。矿体主要为含稀土的石英重晶石碳酸岩脉和细脉带，以外接触带为主。主矿体长500 m～600 m、宽(斜深)为400 m～500 m，厚度变化大，为0.2 m～16 m。脉体分枝复合、膨缩变化频繁，有时沿走向过渡为细脉带状或细脉浸染状。围岩发生显著的碱质交代，有钠长石化、霓辉石化和钠铁闪石化，同时可见面型碳酸盐化、重晶石化、萤石化等。矿石矿物主要为氟碳铈矿，其次为氟碳钙铈矿、独居石等，矿石品位[w(REO)]为1.55%～4.92%。主要脉石矿物为碳酸盐、重晶石和硫化物等。稀土元素成矿率90%左右。稀土矿物粒度细微，－200目解离度较高，属较易选稀土矿石，同时可综合回收重晶石。矿石类型主要为石英重晶石碳酸岩型，其次有霓辉花斑岩型、霓辉石型、铈磷灰石型稀土矿石等。

H.2.2.3 碱性岩—碳酸岩型铌稀土矿床

矿床产于碱性岩—碳酸岩杂岩体中。如庙娅铌稀土矿床。该矿床含矿杂岩体规模大，长、宽较稳定，产状与围岩一致。岩浆与围岩的同化混染作用强烈，脉状充填亦较复杂。含矿正长岩类规模较大者为混染正长岩、正长岩，其次为正长斑岩；碳酸岩中较大矿体为方解石碳酸岩、黑云母碳酸岩，其次为铁白云石碳酸岩和含碳方解石碳酸岩。矿床蚀变类型有碳酸盐化、黄铁矿化、微斜长石绢—白云母化等。正长岩稀土矿化因碳酸岩的穿插交代而相对富集。矿体规模变化较大，主矿体长数百米至千余米，延深数十米至数百米，厚数米至50余米。主要矿石矿物有铌铁矿、独居石、氟碳铈矿、氟碳钙铈矿等，主要脉石矿物有正长石、方解石、白云石、黑云母、黄铁矿、磷灰石等。矿石稀土含量中—低，平均品位[w(REO)]为1.25%～2.77%。稀土元素成矿率30%以上。独居石呈散粒、团块集合体或条带状产出，粒径0.005 mm～0.1 mm；氟碳铈矿呈不规则碎屑状、粒状集合体与炭质混杂充填于白云石、长石粒间或与长石交织嵌布，亦有呈细脉状充填于裂隙中，粒径为0.01 mm～0.1 mm。矿石可选性较差。主要矿石类型有碳酸盐正长斑岩型、铁白云石碳酸岩型和含碳方解石型铌稀土矿石。

H.2.3 风化壳离子吸附型稀土矿床

H.2.3.1 花岗岩风化壳离子吸附型稀土矿床：从富ΣCe—富ΣY都有，规模大，品位低，分布广，易采选，是主要的工业类型。如江西龙南等地。

H.2.3.2 混合岩风化壳离子吸附型稀土矿床：该类矿床与H.2.3.1很类似，仅以原岩成因而有差异，以ΣCe为主，品位变化常不均匀，稀土元素大多来自黑云母、斜长石或钾长石中的类质同象物，因而ΣCe常大于ΣY，且Eu可能出现不同程度的富集。

H.2.3.3 火山岩风化壳离子吸附型稀土矿床：以ΣCe为主，规模大、品位低、易采选，是主要的工业类型，与陆相火山岩(带)有关。如江西寻邬、河岭等地。

附 录 I
（资料性附录）
稀土矿床工业指标制订原则及一般工业指标

I.1 矿床工业指标制订原则

I.1.1 矿床工业指标是正确计算和评价矿床的矿产资源/储量的标准和基础。制订方法有价格法、方案法、类比法、地质统计学方法等。方案法虽然工作量大但由于其可靠实用而被常常采用；地质统计学方法易于进行多方案比较，选择最佳方案。工业指标制订应结合预可行性或可行性研究进行。制订工业指标的时间应在野外地质勘探工作基本结束，评价矿床所需的绝大部分原始数据，测试结果已经取得的条件下进行。

I.1.2 制订矿床工业指标一般作法是，地质勘查部门以一般参考指标为基础，根据矿床地质特征确定三至四套试圈指标，以此分别进行矿床圈定和矿产资源/储量试算，形成包括各套方案试算结果、相应的图纸资料在内的工业指标建议书，并将建议书提交负责该项目可行性（或预可行性）研究的工业部门或设计研究部门作为矿山开发可行性研究的资源基础。矿山设计研究部门在进行可行性或预可行性研究的同时，负责工业指标，各试圈方案的比较工作（可行性研究委托书应包含此内容）。通过资源利用、矿体完整程度、矿床开发经济效益等方面的综合比较，择优确定工业指标方案，并编制工业指标推荐报告，上报上级主管部门批准，投资者认可后正式下达。用地质统计学方法建立矿床模型、制订工业指标时，应给工业指标制订单位提供记录有钻孔测量信息、样品化验分析数据及有关原始资料的软盘或光盘。

I.1.3 制订多组分矿床的工业指标时，应以工业价值占重要地位的组分为主要研究对象，兼顾其他有益组分。对有价值的共生有益组分应同时制订并推荐圈定矿体、估算矿产资源/储量的工业指标。

I.1.4 对矿石中含有的伴生有益组分，应根据矿床的地质特征、矿石选冶试验结果来确定并推荐评价指标。有时尚需对有害组分的最大允许含量做出规定。

I.2 制订共（伴）生矿产[5]指标的原则

I.2.1 稀土矿床共（伴）生矿产的主要类型

我国稀土矿床已知有铁、铌、铅、钼、钪、硫、磷、萤石、重晶石、钾长石、高岭石、云母、石英等共（伴）生矿产。同体共生矿主要组分（或共生组分）有三种基本类型：①主要组分都达到工业品位；②部分达到工业品位；③都达不到工业品位。

I.2.2 制订共（伴）生矿产指标的原则

I.2.2.1 同体共生矿的各主要组分的最佳边界品位一般是分别制订的，任一组分达到边界品位都可以圈定矿体。

I.2.2.2 第②③类共生矿一般需制订综合工业品位，作为衡量矿产综合经济价值的标准，它是矿体（块）最低综合工业品位要求，根据矿床的可行性或预可行性研究结果，矿床具有工业价值时，取工业价值所占比例分别＞5%～10%的组分制订综合工业品位。工程或矿块达到综合工业品位要求的列为经济的储量，达不到的列为边际经济的储量或资源量。

I.2.2.3 伴生矿物矿产需分离提取的要做（可行性或预可行性研究）经济核算，一般要规定块段平均品位的下限；在主矿产选矿过程中自然富集的矿物，最低品位应高于尾矿品位；在选矿的尾矿和细泥中富集，能经济合理地回收时，可降低品位要求。

5）《矿产综合勘探与评价》国家矿产储量委员会，1988年。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

I.2.2.4 伴生元素矿产是在主矿产加工过程中自然发生富集回收的，一般根据冶炼中可以回收的含量标准，折算为矿石中的含量，作为最低含量标准。

I.3 一般工业指标

据我国已有稀土矿详查，勘探矿区所采用的工业指标，结合矿石选矿、开发利用情况，提出稀土矿产矿床工业指标，以及共、伴生矿产指标的制订原则和一般工业指标(表 I.1)、实例，供地质普查、详查和勘探初期参考。

表 I.1 稀土矿床一般工业指标

工业指标	矿床类型		
	原生矿	离子吸附型矿	
		重稀土	轻稀土
边界品位[w(REO)] %	0.5～1.0	0.03～0.05	0.05～0.1
最低工业品位[w(REO)] %	1.5～2.0	0.06～0.1	0.08～0.15
最低可采厚度/m	1～2	1～2	1～2
夹石剔除厚度/m	2～4	2～4	2～4

品位指标的要求：矿床规模较大，开采技术条件、矿石可选性、外部建设条件较好的矿床，可采用“下限值”；反之采用“上限值”。对于离子吸附型矿，还应视矿石浸取率和其计价元素的含量而定。当计价元素比例高时，取“下限值”，低时取“上限值”；当易选、浸取率高时，可采用“下限值”，当难选、浸取率低时，可采用“上限值”。对小于最低可采厚度的富矿体用米百分值。

最低可采厚度、夹石剔除厚度的要求：一般是缓倾斜、低品位、大规模采矿方法，可采用“上限值”；陡倾斜、高品位、小规模采矿方法，则采用“下限值”。

稀土元素常共生在一起，分离困难，可按稀土元素总量估算储量和资源量。具体矿床实例见表 I.2。

表 I.2 稀土矿床一般工业指标实例

项目			边界品位	工业品位	矿区平均品位 g/m³	块段平均品位 g/m³	富矿品位 m	可采厚度 m	夹石剔除厚度 m
轻稀土	含氟碳铈矿、独居石的原生矿床 $w(Ce_2O_3)$		1%	2%				≥2	≥2
	独居石砂矿（矿物）		(100～200)g/m³	(300～500)g/m³				≥1	≥1
重稀土	含钇伟晶岩和碳酸岩矿床 $w(Y_2O_3)$（磷钇矿、硅铍钇矿）			0.05%～0.1%				≥1～2	≥2
	磷钇矿砂矿（矿物）		30g/m³	(50～70)g/m³				≥0.5	≥2
风化壳离子吸附型稀土矿 w(REO)		重稀土	0.05%	0.08%				≥1	≥2
		轻稀土	0.07%	0.1%					

表 I.2(续)

项目		边界品位	工业品位	矿区平均品位 g/m³	块段平均品位 g/m³	富矿品位 m	可采厚度 m	夹石剔除厚度 m
内蒙古某大型含铌-稀土-铁矿床	铁矿体(含铌)中的稀土矿	没有具体工业指标要求,不单独圈定稀土矿体,根据铁矿中的稀土含量计算储量						
	铁矿体内的夹层 w(REO)	≥1%	≥2%				3	3
	铁矿上下盘含稀土白云岩(即围岩)w(REO)	≥1%	≥2%				8	4
江西某风化壳离子吸附型轻稀土矿床 w(REO)	花岗斑岩型	0.07%	0.1%				1	4
	熔岩型	0.05%	0.08%				1	4
江西某风化壳离子吸附型重稀土矿床 w(REO)		0.03%	0.05%			0.1%	1	
广东某海滨独居石砂矿床 w(REO)	经济的	250g/m³		500g/m³	300g/m³		1	1～2
	边际经济的	100g/m³						

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载