DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ / T 0202-2002

铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范

Specifications for bauxite，smelter-grade magnesite exploration

2002-12-17 发布　　2003-03-01 实施

中华人民共和国国土资源部　发布

目　　次

前言
1　范围
2　规范性引用文件
3　勘查的目的任务
4　勘查研究程度
4.1　地质研究
4.2　矿石质量研究
4.3　矿石加工技术条件研究
4.4　矿床开采技术条件研究
4.5　综合勘查、综合评价
5　勘查控制程度
5.1　勘查类型的确定
5.2　勘查工程间距
5.3　矿床控制程度的确定
6　勘查工作及质量要求
6.1　地形及工程测量
6.2　地质填图
6.3　水文地质、工程地质、环境地质工作
6.4　探矿工程
6.5　化学样品的采集、加工、化验分析
6.6　矿石加工技术性能试验样品的采集与分析、试验
6.7　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写
6.9　计算机技术及其他新技术的应用
7　可行性评价工作
7.1　概略研究
7.2　预可行性研究
7.3　可行性研究
8　资源／储量分类及类型条件
8.1　资源／储量分类
8.2　资源／储量类型条件
9　资源／储量估算
9.1　资源／储量估算的工业指标
9.2　资源／储量估算的方法和一般原则
9.3　资源／储量估算参数的确定
9.4　资源／储量分类结果表
附录A（规范性附录）　固体矿产资源／储量分类
附录B（规范性附录）　铝土矿石品级标准
附录C（资料性附录）　铝土矿、菱镁矿矿床类型
C.1　铝土矿矿床类型
C.2　菱镁矿矿床类型
附录D（资料性附录）　铝土矿、菱镁矿矿石类型
D.1　铝土矿矿石类型
D.2　菱镁矿矿石类型
附录E（资料性附录）　铝土矿、菱镁矿矿体厚度稳定程度划分标准及类型系数

附录 F（资料性附录）　铝土矿、菱镁矿矿体规模划分标准及类型系数
附录 G（资料性附录）　铝土矿、菱镁矿矿床勘查类型工程间距参考
附录 H（资料性附录）　铝土矿床一般工业指标
附录 I（资料性附录）　堆积型与红土型铝土矿参考工业指标
附录 J（资料性附录）　冶镁菱镁矿主要参考工业指标
附录 K（资料性附录）　工业加工技术及应用对铝土矿、冶镁菱镁矿矿石的质量要求
K.1　工业加工技术对铝土矿石的质量要求
K.2　工业应用对菱镁矿矿石的质量要求
附录 L（资料性附录）　铝土矿用作电熔刚玉和高铝水泥原料时的质量要求—企业标准

前　言

本标准是根据 GB／T 17766—1999《固体矿产资源／储量分类》和 GB／T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》对《铝土矿地质勘探规范》（1984.3）和《菱镁矿地质勘探规范》（冶镁部分）（1988.4）等两个规范进行修订的，并合并改为《铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范》。

本标准从 2003 年 3 月 1 日起实施。2003 年 3 月 1 日起所有报批的铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查报告及审查批准决议书、审查意见书，均应符合本标准的规定。

本标准从生效之日起，同时代替全国矿产储量委员会制定的于 1984 年 3 月试行的《铝土矿地质勘探规范》和 1988 年 4 月试行的《菱镁矿地质勘探规范》（冶镁部分）。

本标准包括正文和附录两部分。本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录，附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J、附录 K、附录 L。都是资料性附录。

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。

本标准由国家有色金属工业局河南地质勘查局负责起草。

本标准主要起草人：姚公一、王志光、张录星、崔毫、吴国炎、周祖光。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范

1　范围

本标准规定了我国铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查工作的内容及要求，包括勘查的目的任务、勘查研究程度、勘查控制程度、勘查工作质量要求、可行性研究工作、资源／储量分类及类型条件、矿产资源／储量估算等。

本标准适用于铝土矿、冶镁菱镁矿各勘查阶段的工作部署，可作为验收、评审铝土矿、冶镁菱镁矿资源／储量及地质勘查报告的总体要求，还可作为铝土矿、冶镁菱镁矿矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、计算矿产资源／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。

GB／T 13908—2002　固体矿产地质勘查规范总则

GB／T 17766—1999　固体矿产资源／储量分类

3　勘查的目的任务

3.1　铝土矿、冶镁菱镁矿勘查的最终目的是为矿产资源规划、矿山建设设计提供矿产资源／储量和开采技术条件等必要的地质资料，以减少矿山企业的生产经营风险，并尽可能获得最大的社会经济效益。

3.2　铝土矿、冶镁菱镁矿勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

3.2.1　预查是通过对成矿远景区资料的综合研究、类比及初步野外地质观测，极少量的槽、井探工程验证，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。

3.2.2　普查是对矿化潜力较大地区，采用中—大比例尺地质填图和数量有限的槽、井探及钻探工程进行勘查，相应进行可行性评价的概略研究，对普查区的含矿性做出初步评价，估算资源量，提出是否有进一步详查的价值。若有详查价值，则应圈出详查区范围。

3.2.3　详查是使用大比例尺地质填图和系统的槽、井、钻（坑）探工程等有效方法手段，对详查区进行较详细的勘查，并通过预可行性研究，估算矿产资源／储量，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为进行勘探工作和制定矿业开发规划、项目建议书提供依据。

3.2.4　勘探是对具有工业价值并拟近期开采利用的矿床通过加密各种采样工程，进行详细勘查、研究，为可行性研究或矿山建设在确定生产规模、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺、矿山总体布置、产品方案等方面提供依据。

4　勘查研究程度

4.1　地质研究

4.1.1　预查阶段

全面收集区域地质矿产资料，概略了解区域地质构造的基本轮廓和有关矿产信息，对预查区的成矿地质条件进行类比分析。对不同类型的矿床，应有所侧重。对沉积型铝土矿应侧重区域地层、构造、含矿系的层位、岩性、岩相古地理等；对堆积型铝土矿还应初步了解区域的第四纪地质及地貌特征；对镁质碳酸盐岩层中的菱镁矿床应侧重调查地层、构造、岩石、变质作用等；对与超基性岩有关的菱镁矿床则应重点了解超基性岩的特征、蚀变特征和风化壳的发育程度等。

对预查中发现的矿层、矿化体露头应开展剖面性地质工作，布置极少量槽、井探工程加以揭露和追索，采集代表性样品以初步了解矿层的分布范围、面积大小、矿体厚度、产状、矿石成分、品位、结构构造和自然类型，提出能否转入普查阶段的依据，对预查区的找矿远景做出初步预测。对能圈出预测矿产资源范围、有估算资源量的必要参数（长、宽、厚）的地段，采用实测或类比的体重值，估算预测的资源量（334）?。

4.1.2 普查阶段

在预查工作或研究已往资料的基础上，对可供普查的矿化潜力较大的地区，通过中一大比例尺的地质填图,大致查明其成矿地质条件和铝土矿、菱镁矿点的分布规律及成矿远景；对矿层（体）的露头及浅部运用少量槽、井探工程加以追索和控制，对其深部关键部位用稀疏钻（坑）探工程进行探查，从而大致控制矿层（体）的总体产状、形态、长度、厚度、可能的延深和空间位置；大致查明成矿控制因素；对沉积型铝土矿侧重含矿岩系的岩相古地理特征对成矿的控制作用,对堆积型铝土矿还应侧重第四纪岩溶发育程度和地貌对铝土矿的控制作用；大致查明对矿体起破坏作用的断裂破碎带的性质、产状和分布范围。查明是否有进一步工作价值的矿床或矿层，为详查工作提供依据。

4.1.3 详查阶段

对区域成矿地质条件和矿产分布规律应有较全面的了解；基本查明矿区地层层序、含矿岩系的层位、岩性、厚度、标志层、岩相古地理特征、变化规律及其对矿床的控制作用；基本查明与矿床有关的岩浆岩类型、岩性、产状、形态、规模、相带、时代、岩石地球化学特征、风化壳的类型、分带及其对矿床的控制作用；基本查明对形成红土型和堆积型铝土矿床有重要作用的第四纪地质与地貌特征；对成矿的控制因素、矿床分布和富集规律有了基本认识。

应基本查明矿体（层）的数量、连接对比条件、分布范围、产状、厚度、规模、形态特征、品位及其变化特征；基本确定矿体连续性；基本查明矿体中的夹石、无矿天窗及顶底板围岩的岩性、厚度和分布情况，为是否进一步勘探提供依据。

4.1.4 勘探阶段

4.1.4.1 区域地质：在系统收集区域地质矿产调查及勘查成果资料的基础上，结合勘查区各勘查阶段所获得的新资料，通过综合研究，阐明区域成矿地质条件、主要控矿因素，对铝土矿和菱镁矿及其主要共、伴生矿床的区域成矿远景做出评价，并指出今后的找矿方向。

4.1.4.2 矿区地质：查明矿区地层、构造、岩性，详细划分含矿岩系的层序，研究其岩性特征及相变规律；查明铝土矿含矿系底盘古风化侵蚀面的形态特征及其对成矿的控制作用。对菱镁矿还须详细研究与成矿有关的侵入岩种类、规模、产状、形态、岩相变化、风化壳的发育程度及其与成矿的关系。研究主要构造的性质、规模、形态、产状及分布规律，查明构造对成矿的控制作用及成矿后破坏影响程度。研究与成矿有关的变质作用，查明其与成矿的关系。

4.1.4.3 矿体地质：通过系统的加密探矿工程及相应地质工作，查明勘探区内矿体的数量、赋存部位、分布范围、顶底板岩性；查明主要矿体的规模、形态、产状、内部结构、厚度、品位及其变化规律，确定矿体的连续性；查明主矿体内的无矿地段和夹石规模、形态、产状及分布规律；查明主矿体底部界线的起伏变化规律。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

对预查中发现的矿体应采集代表性样品，大致了解矿石品位、矿物成分、化学成分、结构构造、矿石自然类型及共伴生有益组分。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石的矿物成分、化学成分、矿石品位及其空间变化特征，矿石结构构造特征和矿石自然类型，矿石中有用组分、共生或伴生有益组分及其利用的可能性。初步评价矿石的工业利用价值。

4.2.3 详查阶段

通过系统的探矿工程样品，基本查明矿石的矿物种类、含量、共生组合及矿石结构构造特征，矿石的化学成分、有益有害组分的种类、含量、赋存状态和分布特征，划分矿石的自然类型和工业类型。为矿山建设项目建议书和预可行性研究提供相应的依据。

4.2.4 勘探阶段

详细查明矿石矿物组分和化学成分，并划分矿石自然类型、工业类型和品级。查明矿石矿物组分的种类、含量、粒度、嵌布特征及其共生关系；研究伴生有用、有害组分的种类、含量及其赋存状态和分布规律。

在研究矿石化学成分时，对铝土矿要求查明Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、TiO_2、烧失量等的含量、赋存状态及其变化规律，并计算其铝硅比值；当矿石中伴生有黄铁矿、白铁矿时，应研究硫的含量及其变化情况；对用做电熔刚玉、高铝粘土及高铝水泥的铝土矿石还应查明CaO、MgO、K_2O、Na_2O、CO_2等成分的含量和变化情况。对菱镁矿则要求查明MgO、CaO、SiO_2、Al_2O_3和Fe_2O_3（或FeO）等成分的含量、赋存状态和变化规律。

对矿床的近矿围岩和夹层、脉岩应采取适当数量的样品了解其矿物成分和化学成分，以便考虑开采贫化或为综合利用提供资料。

4.3 矿石加工技术条件研究

4.3.1 预查阶段

对矿石加工技术条件研究不做具体要求。

4.3.2 普查阶段

对发现的矿体，应与邻区、同类型矿山进行类比研究，通过矿石的物质组成、结构构造，有用、有害组分的对比分析，对矿石加工选冶的可能性做出概略评述。

4.3.3 详查阶段

应通过实验室加工技术性能试验，对矿石工业利用性能做出评价。对铝土矿，应进行初步可溶性试验，以基本查明矿石中Al_2O_3的可溶性及赤泥沉降性能，若老矿区外围已有类似矿石的生产技术工艺资料并可进行对比时，则可少做或不做。对菱镁矿，应进行可选性试验，对新类型或组分复杂的矿床还应进一步做实验室流程试验。

4.3.4 勘探阶段

对铝土矿进行详细可溶性试验，以查明各种矿石类型和品级在拜尔法、烧结法、联合法、选矿拜尔法等氧化铝生产中的技术条件。

对菱镁矿应进行实验室流程试验，对新类型或组分复杂的矿床，必要时进行实验室扩大连续性试验。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 预查阶段

收集有关资料，初步了解区域水文地质、工程地质和环境地质条件。

4.4.2 普查阶段

顺便了解、收集区域和普查区内的水文地质、工程地质、环境地质资料，为详查工作提供设计依据。根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概略评价。对拟选的详查区，应适当进行水文地质工作，了解主要含水层和隔水层的岩性、分布、厚度和地下水的埋深、水质水量等水文地质条件，初步了解矿体顶、底板围岩和矿石的稳定性，了解环境地质情况，为能否进一步开展勘查工作提供依据。

4.4.3 详查阶段

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、发育程度和分布规律；基本查明地表水体分布范围、水位、流速、流量、水质、水深、水量、历年最高洪水位及淹没范围；基本查明地下水的补、径、排条件及地表水和含水层间的水力联系；基本查明矿床主要充水因素及其水文地质条件的复杂程度，必要时初步预测矿坑涌水量，评价其对矿床开发的影响程度；调查可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

依据矿层、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、矿石力学性质；基本查明构造发育程度和岩体风化、蚀变程度及深度，基本查明软岩和软弱夹层分布规律及其工程地质特征。研究开采影响范围内的岩、矿石稳固性和露采边坡的稳定性。初步划分矿床工程地质类型、确定工程地质条件的复杂程度。

基本查明矿区岩、矿石、地下水中对人体有害的元素、放射性、有害气体的成分、含量状况；搜集地震、泥石流、滑坡等自然灾害的有关资料，预测矿山开采时可能产生的环境地质问题。

综合矿区水、工、环地质条件，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：搜集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料；在调查研究区域水文地质条件的基础上，查明矿区地下水的补给、径流和排泄条件；查明含水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件、裂隙或岩溶发育程度、渗透系数、水头高度、水质、水温、水量、动态变化，各含水层的水力联系，隔水层的岩性、厚度、产状、分布、稳定性和隔水性；查明矿区地表水体的分布、与地下水的水力联系和对矿床开采的影响；查明矿坑的充水因素、进水方式及途径；划分矿床水文地质类型和确定水文地质条件复杂程度；建立水文地质模型，结合矿床可能的开拓方案计算首采区第一开采水平的涌水量，预测下一开采水平或最低开采水平的涌水量；对矿床疏干、排水、矿山供水问题进行评价，指出供水水源方向。

4.4.4.2 工程地质：在研究矿区地层、岩性及地质构造的基础上，划分岩（土）体工程地质岩组，查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质、产状和分布；测定矿石和近矿围岩的体积质量（体重）、块度、湿度、松散系数、安息角、抗压和抗剪强度、硬度系数、含矿率、含泥率等，评价其稳定性，远离矿体顶、底板 10m～30 m 范围的围岩只做大致研究；查明各类结构面（断层、裂隙、节理、软弱夹层等）的发育程度、分散和组合特征；调查岩石强风化带发育深度及分布。位于老矿山或已勘查矿区附近的地质构造条件类似的矿床，应充分利用和研究已有矿山开采技术条件方面的资料，少做或不做物理力学性质的测试。结合矿山工程建设的需要，对露天采场边坡的稳定性做出初步评价，预测矿山开采时可能发生的主要工程地质问题。

4.4.4.3 环境地质：收集矿区及邻近地区有关地震活动历史情况和新构造活动特征等资料，参考全国地震烈度分区，对矿区的稳定性做出评述。调查矿区内自然灾害地质现象和地表及地下水的质量、矿石放射性活度及其他有害物质的含量，结合水文、工程地质条件，对矿床开采前的地质环境质量做出评价。对矿床开采中和开采后可能造成的地质环境的破坏程度进行预测，提出防治意见。

根据水文地质、工程地质和环境地质条件，划分矿床开采技术条件类型，并做出总体评价，为矿山建设设计提供依据。

4.5 综合勘查、综合评价

为了最大限度的综合开发、利用矿产资源，在勘查铝土矿、菱镁矿的同时，对于达到一般工业指标要求，又具有一定规模的共、伴生矿产，如沉积铝土矿床中的耐火粘土、熔剂灰岩、硫铁矿、铁矾土、煤层、伴生镓、锂等，红土型铝土矿中的钴土矿等，菱镁矿床中的白云岩、滑石、石棉、透闪石等，超基性岩型菱镁矿床中的镍、钴、铬、蛇纹岩和铂族元素等，应进行综合勘查和综合评价。

4.5.1 预查阶段

在收集区域地质矿产资料过程中，应初步了解与铝土矿、菱镁矿有关的矿产信息。对预查阶段发现的矿层、矿化体要大致了解其共、伴生矿产的种类。

4.5.2 普查阶段

对发现的可能具有工业价值且具有一定规模的共、伴生矿产应了解其种类、质量、赋存部位、大致规模。

4.5.3 详查阶段

主要利用勘查主矿产的探矿工程，基本查明有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分的种类、分布、矿体规模、物质组分、赋存状态、共伴生关系并进行资源/储量估算和综合评价。

4.5.4 勘探阶段

对共、伴生矿产，除详查阶段的要求外，还应研究其分布规律、富集规律，并按有关矿种勘查规范和伴生有用组分综合利用的规定，估算其资源/储量，并做出综合评价。

5 勘查控制程度

5.1 勘查类型的确定

5.1.1 划分矿床勘查类型的目的

综合运用以往地质勘查经验，针对不同矿床勘查的难易程度，正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，有效地控制和圈定矿体，估算各类资源/储量。

5.1.2 影响矿床勘查类型的主要地质因素和类型系数

铝土矿、菱镁矿的勘查难易程度主要取决于矿体规模大小、矿体形态复杂程度、矿体厚度稳定程度、矿体内部结构复杂程度及构造影响程度等五个主要地质因素。品位的变化对铝土矿、菱镁矿矿体的勘探控制和研究影响不大，只要上述诸因素予以查明，品位问题也即相应地得到解决，故不属于主要地质因素。为了量化这些因素对矿床勘查类型划分的影响，特提出类型系数的概念：即对上述五个主要地质因素，根据其规模大小、复杂程度或影响大小分别赋予一定的对应值，即类型系数；根据每个矿床的五个地质因素类型系数之和即可确定属何种勘查类型。

在影响勘查类型的五个地质因素中，一般来说，矿体的厚度稳定程度比较重要，故所赋予的类型系数值要大些，即权值占30%；构造因素的影响程度相应要小些，其权值占10%；其余三个因素的权值各为20%。但对个别特殊地区的矿床，如黔中地区受构造影响较大的铝土矿床，则可在说明地质依据后，适当调整有关因素的权值。

5.1.2.1 矿体按规模分为大、中、小三类，其具体划分标准和类型系数见附录F。

5.1.2.2 矿体形态按复杂程度分为三类，其判别标准和类型系数如下：

a） 简单：矿体形态为层状、似层状，矿体连续，矿体平面形态较规则，矿体边界有弯曲但不大，类型系数为0.6；

b） 中等：矿体形态为透镜状、扁豆状，矿体连续或稍有间断；矿体平面形态边界弯曲，无矿区成港湾状伸入矿体内部，但深度不超过矿体长度的三分之一，类型系数为0.4；

c） 复杂：矿体形态为小透镜体或漏斗状、不规则状，矿体连续性差，矿体平面形态边界极弯曲，沿一边或两边分叉成树枝状、不规则状，类型系数为0.2。

5.1.2.3 矿体厚度按稳定程度，分为稳定、较稳定、不稳定三类，其量化判别标志和类型系数见附录E。

5.1.2.4 矿体内部结构复杂程度，根据矿体有无夹层及无矿天窗分成三类，其判别标准和类型系数如下：

a） 简单：矿体内部无夹层或极少夹层，平面上局部偶见有无矿天窗出现，面含矿系数大于0.9，类型系数为0.6；

b） 中等：矿体内局部有夹层，平面上有少数无矿天窗出现，面含矿系数为0.8～0.9，类型系数为0.4；

c） 复杂：矿体内普遍有夹层或多层矿、平面上无矿天窗和表外矿频繁出现，面含矿系数小于0.8，矿体连续性差，类型系数为0.2。

5.1.2.5 构造影响程度，根据褶皱、断裂构造对矿体产状及形态的影响大小分成三类，其判别标准和类型系数如下：

a） 影响小：矿体呈单斜产出，倾角平缓，基本无断层破坏及褶皱影响，类型系数为0.3；

b） 影响中等：矿体产状略呈波状起伏，倾角中等，内部有断层或小岩脉穿插，影响不严重，类型系数为0.2；

c） 影响大：矿体呈不规则褶曲，倾角陡；断层发育，将矿体切割成断块状，使矿体遭受严重破坏，类型系数为 0.1。

5.1.3 矿床勘查类型划分

根据上述五个地质因素类型系数之和确定，划分为三种勘查类型（表 1）。

表 1 矿床勘查类型及矿床实例一览表

勘查类型	复杂程度	类型系数和	矿床特征	矿床实例
Ⅰ	简单	3.0～2.5	规模一般为大型，个别中型 形态简单的层状、似层状矿体 厚度较稳定，一般变化系数＜40% 内部结构简单，无夹层或无矿天窗 构造简单	铝土矿： 山西克俄、贵州猫场、河南贾沟 菱镁矿： 辽宁海城
Ⅱ	中等	2.4～1.9	规模一般以中型为主，个别大型 形态较简单的大透镜状矿体 厚度变化较大，一般变化系数 40%～80% 内部结构较简单，有少量无矿天窗 构造较简单或虽有破坏，但影响不大	铝土矿： 山西白家庄、贵州九架炉、河南支建 菱镁矿： 辽宁小圣水寺、 辽宁青山怀
Ⅲ	复杂	1.8～1.0	规模通常为中型以下或小矿体 形态多为复杂的小透镜体或漏斗状矿体 厚度变化大，变化系数一般＞80% 内部结构复杂，多夹层和无矿天窗 构造破坏、影响一般较大	铝土矿： 河南张窑院 2 号矿体、贵州燕垅老虎石、山东北焦宋 菱镁矿：四川桂贤

必须注意，在划分铝土矿和菱镁矿矿床勘查类型时，对每一个具体矿床的地质特征需要有一个认识过程，要从实际出发，合理判定影响勘查难易程度的主要地质因素；其次，要遵循以主矿体为主的原则，

有的矿床由多个矿体组成，勘查类型划分应以一个或几个主矿体为主。对于大型矿床也可依据不同地段勘查的难易程度，分段确定勘查类型。

5.2 勘查工程间距

5.2.1 勘查工程的布置

常以一定几何形态的网格来控制矿体。根据矿体沿走向、倾向的变化规律性，勘探网可选用正方 形、矩形、菱形等，并以不同的工程密度估算相应类型的矿产资源／储量。

勘查工程的布置应该由浅而深、先稀后密，在不断研究矿床地质特征的基础上，从实际出发，灵活掌握。

5.2.1.1 预查阶段的勘查工程，一般布置在矿体（层）的露头上或浅埋区，仅以极少量的取样丁程进行揭露，以便对预查区的找矿潜力进行评价，并圈定可供普查的区域。

5.2.1.2 普查阶段通常布置稀疏的取样工程，以初步查明是否有具进一步工作价值的矿体。对已发现的矿体（点）进行大致控制，掌握其实测和推测的规模、长度、厚度及可能的延伸，首先是地表或浅部的延展情况。

5.2.1.3 详查阶段勘查工程布置是在普查工作的基础上，初步查明矿体分布之后，布置系统工程进行

控制。工程间距视不同勘查类型而定。该工程间距是进行高级别勘查的基本网度，也是估算控制的矿产资源／储量的工程密度。

5.2.1.4　勘探阶段工程的布置，是在详查阶段后对所圈定控制的资源／储量基础上，根据需要进一步加密勘查工程，其工程间距为估算探明的矿产资源／储量的工程密度。根据开采设计需要，矿区的不同地段可以有不同的工程间距。

5.2.2　勘查工程间距的确定

5.2.2.1　确定因素：与不同的矿床勘查类型有关，亦即与矿体本身的主要地质因素有关（规模、形态、内部结构、厚度变化及构造影响等），类型越简单，则工程间距越大，反之亦然。

5.2.2.2　确定原则：以矿区内的主要矿体为主，注意从实际出发，灵活掌握，一般情况下，地表工程的间距应比深部工程加密一倍。

5.2.2.3　确定方法：对于勘探工程数量较多的矿床，可运用地质统计学或其他数理方法确定最佳工程间距；对于一般的中、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，应进行不同勘查工程间距验证，试验确定最佳的工程间距。

5.2.2.4　不同类型铝土矿和菱镁矿矿床的勘查工程间距要求见附录 G。

5.2.3　勘查方法和手段的选择

根据实际情况而定，一般地表用槽探或浅井工程揭露，深部以岩心钻探为主，地形陡峻处可用坑探揭露。

5.3　矿床控制程度的确定

5.3.1　矿床控制程度的确定原则

是以最小的投入，获取最大的效益。矿床勘查控制程度与所投入的工程数量、密度紧密相关，但并非工程越多、越密越好，应从需要、可能、效益等多方面综合权衡来考虑，确定不同勘查阶段的控制程度，矿床勘查的垂直深度一般不超过 200 m～300 m。

5.3.2　预查阶段

对发现的矿体，可根据极少量取样工程所揭露的地质资料，估算预测的矿产资源量（334）?，并能为区域远景提供宏观决策的依据。

5.3.3　普查阶段

除初步查明矿体地质特征外，由稀疏的取样工程数据，并根据地质成矿规律等估算推断的矿产资源量（333）和预测的资源量（334）?，为矿山远景规划提供资源依据。

5.3.4　详查阶段

应基本查明矿床（体）的地质特征，做出是否具有工业价值的评价。如果具有工业价值，应圈出勘探地段的范围并根据系统采样工程估算控制的矿产资源／储量。

5.3.5　勘探阶段

除矿床地质研究要达到勘探阶段的要求外，由经加密后的工程圈定的首采区内估算的探明储量应达到矿山首期建设返还本息的要求。

对适于露天开采的矿床，要控制、圈定主矿体四周边界和露天采场底部边界。

6　勘查工作及质量要求

6.1　地形及工程测量

地形测量和地质勘查工程测量，应采用全国统一的坐标系统和最新的国家高程基准点。在少数地区（如边远山区）无法按上述要求进行测量时，可采用全球卫星定位系统，建立独立坐标系统测图，但必须说明假定坐标及高程的依据。测量的精度要求，应执行 DZ／T 009《地质矿产勘查测量规范》。

6.2　地质填图

各种比例尺的地质填图，都应以地质观察为基础，其精度要求按相应比例尺地质填图规范执行。

预查阶段进行（1∶50 000）路线地质踏勘；普查一勘探阶段要进行地质填图，以正规地形图为底图填制矿区（床）地形地质图，其比例尺，普查阶段（1∶10 000）～（1∶50 000）；

详查阶段（1∶2 000）～ （1：10 000）；勘探阶段（1∶1 000）～（1∶2 000）。对于矿体厚度薄、分布面积广的红土型铝土矿床，地形地质图可与设计部门协商，一般选用比例尺（1∶2 000）～（1∶5 000）。地质点要布设在界线上或有特殊意义的地方。对于薄矿体（层）及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。地形地质图及勘探线剖面图必须实测。

6.3 水文地质、工程地质、环境地质工作

矿区水文地质、工程地质和环境地质工作，应符合 GB 12719—91《矿区水文地质工程地质勘探规范》等相应勘查阶段的规定规范要求。

6.4 探矿工程

铝土矿、菱镁矿地质勘查中通常采用槽探、浅坑、井探、坑探和岩心钻探等探矿工程。

槽探、浅坑、井探工程主要用于揭露地表地质构造界线和系统控制矿体在地表及近地表浅部的实际位置。控制矿体的工程要揭露出其顶底板。槽井探和浅坑工程应掘至基岩新鲜面。

当矿体产状陡、地形条件又有利的情况下，也可使用少量坑探工程，用以探明矿体情况和验证钻探成果并考虑将来可为矿山生产所利用。坑探工程质量按 DZ / T 0141—94《地质勘查坑探工程规程》执行。

岩心钻探用以探索深部矿体和地质构造情况。其工程质量按《岩心钻探规程》执行。对矿体及其顶底板（包括耐火粘土、铁矿等共生矿产）5 m 内的矿心、岩心采取率不得低于 80％。在矿层中钻进时，回次进尺一般不大于 1 m。若连续两个回次采取率低于 80％时，应立即采取补救措施。岩层分层采取率不得低于 65％。

钻孔在钻进过程中，必须按《岩心钻探规程》的规定准确地测定顶角和方位。同时做好简易水文观测、孔深校正、原始记录和岩（矿）心保管等工作。钻孔完工后要按照地质设计要求进行封孔，并埋设好孔口标志。封孔质量不符合规程或设计要求时需返工重封。

全部探矿工程必须及时取样、编录和整理。

6.5 化学样品的采集、加工、化验分析

6.5.1 化学样的采集

揭露和圈定矿体的全部探矿工程必须采样化验。

对于沉积型铝土矿床，在槽探、浅坑、井探、坑探工程中采取化学分析样品一般采用刻槽法。刻槽断面规格根据矿石物质组分均匀程度一般采用（5 cm×3 cm）～（10cm× 5 cm）。矿心取样，沿矿心长轴劈取二分之一作为样品。采样长度一般 0.5 m～1 m，不同矿石类型应分别取样。当矿体物质组分均匀，矿石类型单一或矿体厚度大时，采样长度可适当放大。

对于红土型和堆积型铝土矿，一般以全巷法或剥层法取样并筛选，用净矿作化验样品并计算含矿率。同时，对原矿也采取适当样品进行化验。全巷法或剥层法采样，其样品体积应不小于 0.2 m^3～0.5 m^3，样长一般不大于 1 m。当矿体厚度大、矿石块度小，且分布均匀时，也可采用断面为（20 cm×l0 cm）～（20 cm× 20 cm）的刻槽法，采样长度一般 0.2 m～1 m。但需要有全巷法或剥层法予以检查验证。

对于菱镁矿床，在槽井探、浅坑、坑探工程中采取化学样品一般采用刻槽法。刻槽断面规格 10 cm × 5 cm 或 5 cm× 3 cm。矿心取样，沿矿心长轴劈取二分之一作为样品。采样长度一般应考虑可采厚度和夹石剔除厚度。

6.5.2 化学样品的加工

样品的加工缩分严格按公式$Q=Kd^2$进行。

其中：

Q——样品质量（重量）（kg）；

d——样品破碎后最大颗粒直径（mm）；

K——缩分系数（经验系数）。

根据矿石质量变化均匀程度，铝土矿、菱镁矿样品缩分系数 K 值一般采用经验数据 0.1～0.2。加工中样品损失率应小于 5％，缩分误差小于 3％。

6.5.3 化学样品的化验分析

6.5.3.1　基本分析样

目的是确定主要有用、有害组分的含量，用于圈定矿体。铝土矿一般分析项目为Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、TiO_2、、烧失量，当S、MgO、CaO等含量超过允许含量时应列为基本分析项目；若作电熔刚玉和高铝耐火材料时，当CaO、MgO、Na_2O、K_2O含量大于允许含量时应列入基本分析项目；若作高铝水泥原料时，当MgO、K_2O、Na_2O超过允许含量时，应列入基本分析项目。冶镁菱镁矿基本分析项目为MgO、CaO、SiO_2。

6.5.3.2　全分析样

目的是了解各种矿石类型或品级的铝土矿中的各种元素或组分的含量，全分析包括光谱全分析和化学全分析，而化学全分析项目可根据光谱全分析结果确定。各种矿石类型全分析样一般为 1 件～2 件。化学全分析样品采自组合分析的副样或单独采集有代表性的样品。

6.5.3.3　组合分析样

目的是确定在已圈出的矿体中，某一地段内的伴生有用组分或有害组分的含量及其分布。铝土矿的组合分析样，分析项目根据全分析结果确定，一般基本分析样中已做的项目可以不做。但当需研究有用有害组分与主要组分的相互关系时也可同时进行分析。组合样品的采集应考虑矿石类型及伴生有用组分、有害组分的变化大小，以单工程、一个勘探线剖面或一个地质块段中的矿石类型相同的几个工程组合成一个样品，样品组合方法应根据基本分析样的采样长度按比例用其副样进行组合。根据组合样分析结果，计算具有工业价值的伴生有用组分的储量。菱镁矿的组合分析样，应按矿体、分矿石类型和品级、单工程或块段，从破碎程度相同的基本分析副样中采取。从每件副样中采取的质量（重量）应与其采样长度成正比。组合分析项目为Al_2O_3、Fe_2O_3、烧失量。分析项目可根据需要酌情增减。

6.5.3.4　多元素分析样

菱镁矿应分别在不同矿体、矿石类型、品级的组合分析副样中采取 3 件～5 件样品，分析项目为P_2O_5、SO_3、H_2O、CO_2、MnO、K_2O、Na_2O、B_2O_3；、$Ti0_2$、Sr、Ba、V等。

6.5.3.5　内、外检样的抽取

用做储量计算的基本分析结果应做内、外部检查。内部检查目的是确定基本分析中可能产生的偶然误差，并及时消除不允许的偶然误差。检查样品应由送样单位的地质人员从基本分析样的副样中（徐注：粒径＜1㎜的粗副样）（在各种矿石类型、品级及含量在边界品位附近的矿石样品中）编密码抽取，送原分析单位进行验证，不得用分析单位复份分析的自检样代替。内检样数量一般应占基本分析样品数的 7%～10%。外部检查目的是了解基本分析单位工作中有无系统误差。外检样亦编密码，附原分析方法的说明，送指定的水平较高的实验室进行检验。外检样品数量一般为基本分析样品的 3%～5%，外检样品总数不得少于 30 个。

6.5.3.6　内、外检质量检查

化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理办法按 DZ / T 0130—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。规范确定的矿石允许误差计算公式如下：

$$Y=\begin{cases} C\times 20x^{-0.60} & x\geqslant 3.08 \\ C\times 12.5^{-0.182} & x<3.08 \end{cases}$$

式中：

Y——计算相对误差（%）；

C——修正系数，铝土矿中SiO_2为 0.67，$A1_2O_3$、TiO_2、Fe_2O_3、CaO、MgO、K_2O、Na_2O、S、CO_2 P_2O_5、、烧失量为 1.00；

菱镁矿中MgO为 0.67，CaO、SiO_2、$A1_2O_3$，、Fe_2O_3、CO_2、烧失量为 1.00；

x——测定结果浓度值（%）。

6.6　矿石加工技术性能试验样品的采集与分析、试验

6.6.1　矿石加工技术性能试验样品的采集必须具有代表性，并考虑开采的贫化率。一般应按矿石类型、品级分别采取。如为了解不同矿石类型、品级混合处理的可能性，要采混合样。采样时应按各种矿石类型、品级的储量比例采取。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。采取样品要与有关单位协商并编制采样设计。加工技术性能试验的各环节必须符合有关规范、规程的要求。

6.6.2 在铝土矿的地质勘查中，在预查阶段对矿石加工技术性能试验不做具体要求，可通过少量矿石进行类比研究，初步做出矿石加工技术性能的判断和预测；普查阶段，一般进行矿石加工技术性能的对比研究，做出是否可作工业原料的评价；在详查、勘探阶段，应进行实验室加工技术性能试验，根据矿石铝硅比值Al_2O_3品位高低，采用烧结法、拜尔法或联合法进行可溶性试验。

a） 初步可溶性试验：一般在详查阶段或勘探初期进行。目的是研究矿石中的Al_2O_3的可溶性及型赤泥沉降性能。实验样品可按矿石类型、品级用基本分析副样进行组合，也可单独采取，样品质量为 1 kg～5 kg。要求对矿石的矿物成分、化学成分进行研究，按常规技术加工方法进行浸出试验和赤泥沉降试验。根据实验结果对Al_2O_3，的可溶性和赤泥沉降性能进行评价，为进一步试验提供资料。为预可行性研究提供依据。

b） 详细可溶性试验：一般是在勘探阶段进行。目的是对各种矿石类型和品级在氧化铝生产中的各项技术条件（如氧化铝的拜尔法生产中的磨矿粒度、加入石灰量、溶液的苛性比、苛性碱浓度、Al_2O_3浸出时间、压力和温度，或者在氧化铝的烧结法生产中的磨矿粒度、石灰和碳酸钠的加入量、烧结温度、浸出时间和温度、浸出液苛性比等）进行系统的试验，对Al_2O_3的浸出率和赤泥沉降性能进行研究，同时也要研究有用伴生组分的回收利用等。样品总质量为 300 kg～500 kg。通过试验研究，提出对矿石合理的加工技术方法的评价资料，为矿山设计提供依据。

c） 对矿石物质成分复杂、综合利用价值高或没有利用过的新矿石类型，详细可溶性试验工作应在勘探之前进行，以便对矿床能否经济合理开发利用做出评价。

d） 对于红土型和堆积型铝土矿，应先进行原矿可洗性能试验，如果含铁高还要作手选除铁试验。

6.6.3 在菱镁矿地质勘查中的可选性试验，一般应在详查阶段进行，以确定矿石能否供工业利用，样品质量为 50 kg～500 kg。实验室流程试验，一般应在勘探阶段进行，对新类型或组分复杂的矿床应在详查阶段进行，对易选矿石可作为矿山设计依据，对一般矿石，可为预可行性研究提供依据，样品质量为 500 kg～1000 kg。对新类型或组分复杂的矿石，必要时还应在勘探阶段进行实验室扩大连续性试验，为可行性研究提供依据。样品质量一般为数吨。

6.7 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.7.1 为了计算矿产资源／储量和研究矿床开采技术条件，在详查阶段和勘探阶段必须测定岩石、矿石和矿体（层）顶底围岩的物理力学性能，采样和试验项目一般包括：矿石的体积质量（体重）、湿度、块度孔隙度、松散系数；矿体（层）顶底板围岩和矿石的稳定性、硬度、安息角以及抗压、抗剪、抗拉强度，采样方法、数量和质量要求按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

体积质量（体重）样应按矿石类型或品级分别采取，分布上要有代表性。小体积质量（体重）样应在野外封蜡测试，每种矿石类型或品级的样品不少于 30 个。对疏松或多裂隙孔洞的矿石（如砂状、蜂窝状铝土矿石）还应每种矿石类型或品级测定 2 个～5 个大体积质量（体重）样品（对结构致密的矿石大体积质量（体重）样可以少做），用以校正小体积质量（体重）值。体积质量（体重）样体积：小体积质量（体重）一般为 60 cm^3～120 cm^3；大体积质量（体重）不小于 0.125 m^3。测定矿石体积质量（体重）同时要测定品位，必要时还要测定湿度和孔隙度。

6.7.2 采集岩矿鉴定样品的目的是研究岩石和矿石的结构、构造、矿物成分及其共生组合，确定岩石、矿石名称，为研究矿床提供资料。在预查阶段和普查阶段不作具体要求，可视其需要采集一定数量的岩矿样进行鉴定、研究；详查阶段，应系统采集各类岩石、矿石样品和古生物标本等，通过鉴定、分析、测试，建立典型实物资料，作为统一分类（层）和命名的依据；勘探阶段，每个勘探区在实测和研究地层剖面工作中，选择 1 条～2 条具有代表性的剖面，根据地层、岩性和矿石类型系统地采集岩矿鉴定样进行鉴定与研究。对于矿石除了在代表性剖面中采集外，还应在各类勘探工程中根据不同自然

类型、工业类型和品级进行采集。样品应尽量新鲜和具代表性。一般要求一式两块，一块送实验室鉴定，一块作为标本保存和陈列，标本规格为 3 cm× 6 cm ×9 cm。

对于铝土矿，由于矿石矿物种类繁多，光性特征近似，矿物颗粒细小，且常被铁质污染等特点，要求在镜下鉴定的同时应配合化学分析、差热分析、粉晶分析、单矿物分析，有条件时还可用电子探针、电子显微镜和红外光谱等手段进行鉴定研究。

6.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编写

6.8.1 地质勘查各阶段的原始地质编录、资料综合整理工作质量按 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。

原始地质编录必须在现场及时认真地进行，客观、准确、齐全地反映地质现象和工作实际情况。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理。

资料综合整理，必须坚持室内与室外、地表与地下地质特征、宏观与微观相结合的原则。通过综合整理，把野外和实验室所获得的丰富感性认识上升到理性认识。

6.8.2 地质报告的具体编制按 DZ／T 0033—2002《固体矿产勘查／矿山闭坑地质报告编写规范》执行。地质报告的编写必须在取全取准第一性资料并符合相应阶段工作程度的基础上进行。地质报告必须客观、真实、准确地反映该工作阶段所取得的各项资料，做到内容齐全，简明扼要、层次清楚、数据正确，图表清晰美观，结论依据充分。

6.9 计算机技术及其他新技术的应用

在地质勘查过程中提倡使用计算机技术和 3S 技术（GPS—全球定位系统、GIS—地理信息系统、VS—地质三维可视化系统）进行野外原始数据采集、室内资料综合整理及勘查报告编制的数字化处理，并提交相应的电子版资料。

7 可行性评价工作

7.1 概略研究

是指对矿床开发经济意义的概略评价，所估算的资源量只具内蕴经济意义。通常是在收集分析该矿产资源国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的普查或详查、勘探地质资料，类比已知矿床，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。概略研究可采用总利润、投资利润率、投资收益率、投资回收期等经济评价指标，对矿床进行静态的经济评价。

7.2 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。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数量，实验室规模的加工选冶试验资料；需要比较系统地对国内、外该矿种的资源形势，如储量、生产、消费进行调查和初步分析，结合国内、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，初步确定矿床的开发条件；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，初步研究并提出未来矿山采选方案及参数的确定，如项目建设规模、产品种类、矿体总体建设轮廓、采矿方式和工艺技术的原则方案等；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、矿山服务年限及生产规模，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，圈定并估算不同的资源量和储量类型。

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。

预可行性研究的投资估算误差一般在 25％左右。一般采用内部收益率、净现值、净现值指数和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的企业经济分析，并进行矿床开发的国民经济评价。

7.3 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。通常依据勘探所获得的探明的矿产资源数量及相应的加工选冶性能试验结果，首先需要对国内、外铝土矿、菱镁矿的资源／储量、生产、消费进行认真调查、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，进一步确定矿床开发条件。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、矿石加工工艺及主要技术经济计算、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、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格确定矿山建设投资、矿山服务年限、生产规模、产品产量及产值、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。一般采用内部收益率、净现值、净现值指数和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的企业经济分析。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，其工作深度都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，得出拟建项目是否应该建设、如何建设的基本认识以及矿床开发的国民经济意义。

通过可行性研究的论证和评价，为有关部门投资决策、编制和下达设计任务书、确定工程项目建设计划等提供依据。

8 资源／储量分类及类型条件

8.1 资源／储量分类

8.1.1 储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的工作精度；进行了预可行性或可行性研究；经济上表现为在生产期内，每年的平均内部收益率高于国家或行业基准收益率，即每年开采矿产品的平均价值足以满足投资回报的要求；用扣除了设计和采矿损失的可实际开采数量表述。储量是基础储量中的经济可采部分。根据矿产勘查阶段和可行性评价阶段的不同，储量又可分为可采储量（111）、预可采储量（121）及预可采储量（122）三个类型。

8.1.2 基础储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的工作精度；进行了预可行性或可行性研究；其经济意义属于经济的或边际经济的，也就是在生产期内，每年的平均内部收益率在零以上的那部分资源。基础储量又可分为两部分。经济基础储量是年均内部收益率高于国家或行业基准收益率，即经预可行性或可行性研究属经济的，未扣除设计和采矿损失的那部分资源；又可分为三个类型，与储量中的三个类型呈对应关系，即探明的（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）。另一部分为边际经济基础储量，即年均内部收益率介于国家或行业基准收益率与零之间的那部分资源；也有三个类型，即探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）、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。第一部分经过普查至勘探工作程度，地质可靠程度达到了推断的至探明的工作精度，但可行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，区分不出其真实的经济意义，统归为资源量，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）；第二部分是对详查或勘探成果进行预可行性、可行性研究后，其年均内部收益率呈负值，在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本才能变成经济的那部分次边际经济的资源，也分为三个类型，即探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）、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）；第三部分是经过预查，依据已有资料分析、类比而估计的资源量，即预测的资源量（334）?，属于潜在矿资源。

8.2 资源／储量类型条件

8.2.1 探明的矿产资源／储量

是指在矿区勘探范围内，依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已确定，资源／储量估算所依据的数据详尽、可信度高的矿产资源。按其经济意义和可行性研究程度又可分为九种类型：

a） 可采储量（111）：在勘探地段内，已详细确定了矿体的三维空间；矿石的物质组成、工艺矿物学特征、矿石质量都已详细查明；开采技术条件和影响开采的各种因素也已详细查明；对共、伴生矿产进行了圈定；矿石加工技术性能试验的成果可供矿山建设设计利用。已进行了可行性研究，包括对矿床的开采、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矿产资源后剩余的被证实为在当时开采是经济的矿产资源／储量。可供矿山建设设计利用。估算的储量和可行性评价的可信度高。

b） 探明的（可研）经济基础储量（111b）：它所达到的地质可靠程度、可行性评价阶段和经济意义的分类同 a）所述，与其惟一的差别在于本类型用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

c） 预可采储量（121）；在勘探地段内，地质可靠程度达到了上列 a）的程度，但仅作了预可行性研究，是采用适合当时市场价格的指标及各项参数直接估算而不是依据评价当时的市场价格进行估算。因此，投资估算的精度误差较大。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，通常不能供矿山建设设计利用。预可采储量的地质可信度高，但可行性评价结果的可信度一般。

d） 探明的（预可研）经济基础储量（12lb）：它所达到的地质可靠程度、可行性评价阶段和经济意义的分类同 c）所述，与其惟一的差别在于它是未扣除设计、采矿损失的矿产资源。

e） 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经可行性研究，按评价时的市场价格估算为边际经济的，即开采这部分矿产资源，其年均内部收益率在生产期内大于零，但小于国家或行业基准收益率。用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

f） 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经预可行性研究，用适合当时市场价格的指标估算为边际经济的，即年均内部收益率大于零，小于国家或行业基准收益率。用没有扣除设计和采矿损失的数量表述。

g） 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经可行性研究，证实其依据评价当时的市场价格估算为次边际经济的，即年均内部收益率小于零呈负值的那部分矿产资源。

h） 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经预可行性研究，其为次边际经济的，即开采时年均内部收益率小于零呈负值的那部分矿产资源。

i） 探明的内蕴经济资源量（331）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；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矿产资源。

8.2.2 控制的矿产资源／储量

是指在矿区详查范围内，依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，资源／储量估算所依据的数据较多、可信度较高的矿产资源。按其经济意义和可行性研究程度又可分为五种类型：

a） 预可采储量（122）：在详查地段内，依据达到基本控制间距的系统工程取样资料，已基本上圈定了矿体的三维形态；基本查明了矿石物质组成、矿石质量，进行了矿石工艺矿物学的研究；对矿石中的共伴生有用组分进行了综合勘查、综合评价；对易选矿石的可选性进行了类比，对一般矿石作了实验室流程试验，对新类型或难选矿石作了实验室扩大连续试

验，其成果可供评价矿石是否具有工业价值。对上述资料作了如 c）所述的预可行性研究，结果表明开采是经济的。在扣除了因各种因素影响而不能开采的那部分储量后即为预可采储量。可用于论证项目建设的必要性、建设条件的可行性及经济效益的合理性。这类预可采储量的地质可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

b） 控制的经济基础储量（122b）：它所达到的地质可靠程度、可行性评价阶段和经济意义的分类同 a）所述，与其惟一的差别在于它是未扣除设计、采矿损失的矿产资源。

c） 控制的边际经济基础储量（2M22）：在详查地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经预可行性研究证实，用适合当时市场价格的指标进行估算时，年均内部收益率大于零，小于国家或行业基准收益率；是没有扣除设计和采矿损失的矿产资源。

d） 控制的次边际经济资源量（2S22）：在详查地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度和可行性评价程度，惟预可行性研究的结果表明其开采时，年均内部收益率小于零呈负值。

e） 控制的内蕴经济资源量（332）：在详查地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；可行性评价程度很低，仅进行了概略研究，尚无法确定其经济意义。

8.2.3 推断的矿产资源／储量

是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿产的地质特征以及矿体（层）的展布特征、矿石质量、品位等，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。矿体（层）的连续性是推断的，矿产资源量估算所依据的数据有限、可信度较低。按其经济意义和可行性研究程度只有一种类型。

推断的内蕴经济资源量（333）：在普查地段内，对矿体在地表或浅部沿走向有工程稀疏控制，沿倾向有工程进行了解，并结合成矿地质背景、矿床成因类型和有限的取样数据推断的矿产资源。可行性评价程度同 8.2.2e）所述，尚无法确定其经济意义。

8.2.4 预测的矿产资源／储量

是指对具有较大矿化潜力地区通过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出来的矿产资源。按其经济意义和可行性研究程度只有一种类型。

预测的资源量（334）?：依据区域地质研究成果和极少量工程资料，确定具有较大矿化潜力的地区，通过与已知矿床的类比所估算的资源量。各项计算参数都是假设的，属潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

9 资源／储量估算

9.1 资源／储量估算的工业指标

9.1.1 工业指标的确定

工业指标是在当前技术经济条件下，圈定矿体、进行矿产资源／储量估算的主要技术经济参数和标准，是评价矿床工业价值的依据。

铝土矿、菱镁矿预查、普查阶段可采用附录 H、附录 I、附录 J 中的一般工业指标进行资源／储量估算。详查、勘探阶段所采用的工业指标，由投资方（业主）会同地勘单位根据国家发布的资源地地质矿产信息，结合对矿床开发经济意义的概略研究或预可行性研究成果，在有关规范给出的品位区间内，确定指标方案。

9.1.2 工业指标的主要内容

9.1.2.1 边界品位：应用于单样，是矿与非矿的界线。

9.1.2.2 最低工业品位：应用于块段或应用于矿段。

9.1.2.3 最低可采厚度（以真厚度为准）。

9.1.2.4 夹石剔除厚度（以真厚度为准）。

9.1.2.5 剥采比（剥离比、剥离率、剥离系数）：系指矿床露天开采时，剥离的废石量与采出的矿石量之比。在计算和评价剥采比时，应考虑共生矿产的综合开采。当矿区确定了露采边坡角后，其境界剥采比另定。

9.1.2.6 边界含矿率、矿块平均含矿率等。

9.1.2.7　有害杂质含量要求：在下达具体矿区工业指标时提出。

9.2　资源／储量估算的方法和一般原则

9.2.1　估算方法

9.2.1.1　铝土矿、菱镁矿资源／储量估算，当前应用的一般方法为地质块段法，亦有垂直剖面法和最近地区法等方法。伴生有益组分的估算方法主要是以主矿种矿石量为基础的普通估算法。

9.2.1.2　在资源／储量估算中，提倡推广使用国内外先进的储量计算方法和计算机软件，但提交报告时，其新方法和新软件应事先获得有关主管部门的认定。

9.2.2　估算的一般原则

9.2.2.1　在进行铝土矿和菱镁矿资源／储量估算时，应根据矿床地质构造特征和矿山开采设计需要，按矿体、资源／储量类型划分块段，分别估算。

9.2.2.2　对具有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分应分别进行资源／储量估算。

9.2.2.3　资源量和储量是按地下实有矿石量估算的，不考虑将来开采时的贫化、损失量，但应扣除采空区的矿石量并圈定其范围。

9.2.2.4　矿体的圈连应遵循矿床自身的地质规律，并结合矿产资源储量估算的一般原则。矿体任意位置圈连的厚度，不得大于相邻地段工程实际控制的矿体厚度。

9.2.2.5　参与资源／储量估算的各项工作成果质量必须符合有关规定的要求。

9.2.2.6　矿石储量单位以“万吨”表示。

9.3　资源／储量估算参数的确定

9.3.1　参与资源／储量估算的参数包括面积、品位、厚度、体积质量（体重）等。详查、勘探阶段所用参数应是实际测定的，其分布、数量均应有代表性，数据要准确可靠。

9.3.2　矿体面积一般用求积仪或几何图形法计算求得。使用计算机辅助制图的，其面积也可以在计算机上求得。对面积值应进行检验，检验结果需符合有关规定。

9.3.3　品位：单工程平均品位以样长加权求得；块段平均品位以所涉及工程矿体厚度加权求得；矿体平均品位以块段矿石量加权求得。

9.3.4　厚度：一般以算术平均法求得。当矿区出现大厚度工程（大于矿体平均厚度三倍）时，应根据具体情况慎重处理。

9.3.5　体积质量（体重）：一般以算术平均法求得。对红土型和堆积型铝土矿应采集大体积质量（体重）样以校对小体积质量（体重）平均值（红土型和堆积型铝土矿应分块段计算平均含矿率并参与资源／储量估算）。

9.4　资源／储量分类结果表

根据矿体的经济意义、可行性评价程度和地质可靠程度，对勘查工作所获得的铝土矿、菱镁矿资源／储量进行分类，并按分类计算结果制定资源量和储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿床资源／储量数量。资源量和储量分类结果表应在说明勘查工作所获得的铝土矿、菱镁矿矿石量、平均品位的同时，反映出资源／储量的经济意义、可行性评价程度和地质可靠程度，并标明资源／储量的编码。

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" colspan="2"></td><td rowspan="8"></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><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>基础储量（121b）</td><td>基础储量（122b）</td></tr>
<tr><td>边际经济的</td><td>基础储量（2M11）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td>基础储量（2M21）</td><td>基础储量（2M22）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">次边际经济的</td><td>资源量（2S11）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>资源量（2S21）</td><td>资源量（2S22）</td><td></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>
<tr><td colspan="5">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。</td></tr>
</table>

附 录 B
（规范性附录）
铝土矿石品级标准（GB3497—83）

表 B. 1 铝土矿石品级标准

品级	品位		用途
	铝硅比值（A / S）（不小于）	w（Al_2O_3）（不小于）%	
Ⅰ	12	73	研磨料、高铝水泥、氧化铝
		69	氧化铝
		66	氧化铝
		60	氧化铝
Ⅱ	9	71	氧化铝、高铝水泥
		67	氧化铝
		64	氧化铝
		50	氧化铝
Ⅲ	7	69	氧化铝
		66	氧化铝
		62	氧化铝
Ⅳ	5	62	氧化铝
Ⅴ	4	58	氧化铝
Ⅵ	3	54	氧化铝
Ⅶ	6	48	氧化铝（三水铝石）

注：根据铝土矿其他指标，分为不同矿石类型：

① 三氧化二铁：

低铁型 Fe_2O_3（质量分数） 3%以下；

含铁型 Fe_2O_3（质量分数） 3%～6%；

中铁型 Fe_2O_3（质量分数） 6%～15%；

高铁型 Fe_2O_3（质量分数） 15%以上。

② 硫：

低硫型 S（质量分数）0.3%以下；

中硫型 S（质量分数）0.3%～0.8%；

高硫型 S（质量分数）0.8%以上。

附 录 C
（资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿床类型

C.1 铝土矿矿床类型

C.1.1 沉积型铝土矿矿床

该类矿床多产于碳酸盐岩侵蚀面上，少数产于砂岩、页岩、玄武岩的侵蚀面上或其组成的岩系中。含矿岩系自上而下由页岩、砂页岩、不稳定灰岩、薄煤层、粘土岩（矿）、铝土矿、含铁粘土岩、铁矿（赤铁矿、菱铁矿）或黄铁矿等组成。矿体形态、规模及矿石物质组分等均受含矿岩系基底岩性和古地形的控制，据此又可划分为两个亚类。

a） 产于碳酸盐岩侵蚀面上的一水硬铝石铝土矿矿床。含矿岩系呈假整合覆盖于灰岩、白云质灰岩或白云岩侵蚀面上。矿体呈似层状、透镜状和漏斗状。单个矿体长一般数百米至两千余米，个别的仅数十米，宽二百米至千余米。产状一般平缓，部分受后期构造影响而变陡。矿层厚度变化稳定—很不稳定。一般厚 1 m～6 m。古地形低凹处矿体厚度增大，质量也好，岩溶漏斗极发育地区矿体厚度很不稳定，最厚可达 50 余米（漏斗中部）；古地形凸起处厚度变薄，质量变差，甚至出现无矿“天窗”。矿床规模多为大、中型，该类铝土矿矿石储量占全国总储量的 84%。该亚类铝土矿矿石结构呈土状（粗糙状）、鲕状、豆状、碎屑状等。矿石颜色多为白色、灰色，也有红色、浅绿色及杂色等。矿物成分以一水硬铝石为主，其次为高岭石、水云母、绿泥石、褐铁矿、针铁矿、赤铁矿、一水软铝石，微量的锆石、锐钛矿、金红石等，有时有黄铁矿、菱铁矿和三水铝石。主要化学组分w（Al_2O_3）为 40%～75%、w（SiO_2）为 4%～18%、w（Fe_2O_3）为 2%～20%、w（S）<0.8%～8%、硅铝比值为 3～12。伴生有用元素镓质量分数 0.007%～0.011%。共生矿产有耐火粘土、铁矿、硫铁矿、熔剂灰岩、煤矿等。该类矿床以低铁低硫型矿石为主，如贵州小山坝、林歹；河南小关、张窑院；山西克俄、白家庄；山东沣水等，是我国目前工业开采利用的主要对象。该类矿床也有以高铁型铝土矿石和高硫型铝土矿石为主的矿床，前者如陕西府谷、贵州大豆厂等，后者如山东湖田南（深部）、四川大佛岩、贵州猫场、广西平果（沉积矿）等。

b） 产于砂岩、页岩、泥灰岩、玄武岩侵蚀面或由这些岩石组成的岩系中的一水硬铝石铝土矿矿床：矿体呈层状或透镜状，单个矿体一般长数百米至千余米。厚度较稳定，一般厚 1 m～4 m。矿床规模多为中、小型。矿石储量占全国总储量的 6%。该亚类铝土矿矿石结构呈致密状、角砾状、鲕状、豆状等。矿石颜色呈灰、青灰、浅绿、紫红及杂色等。矿物成分主要为一水硬铝石，其次为高岭石、蒙脱石、多水高岭石、绿泥石、菱铁矿、褐铁矿、黄铁矿等。主要化学组分w（Al_2O_3）为 40%～70%、w（SiO_2）为 8%～20%、w（Fe_2O_3）为 2%～20%、w（S）＜0.8%～3%，铝硅比值 2.6～9，一般 3～5，属中、贫矿石。伴生有用元素镓质量分数 0.005%～ 0.01%。共生矿产有半软质粘土和硬质粘土矿等。该类矿床的矿石类型以中、高铁型铝土矿居多，如湖南李家田、山东王村、四川新华乡等矿床。

该类矿床目前我国只有少量开采，主要作为配矿使用。

C.1.2 堆积型铝土矿矿床

该类矿床系由原生沉积铝土矿在适宜的构造条件下经风化淋滤，就地残积或在岩溶洼地（或坡地）中重新堆积而成的。在风化淋滤过程中有害组分硫被淋失，矿石由高硫铝土矿转变为高铁铝土矿，从而提高了矿床工业利用价值。矿石呈大小不等的块砾及碎屑夹于松散红土中构成含矿层（矿体）。矿体形态复杂，呈不规则状，多随基底地形而异，长数百米至两千余米，宽数十米至千余米。含矿层厚度 0.5 m～10 m，变化较大。含矿率一般 0.4 t / m^3～1.2 t / m^3。矿体规模多为中、小型，矿石储量占全国总储量的 8.5%。

矿石结构呈鲕状、豆状、碎屑状。矿石颜色为灰色、褐红色、杂色等。矿物成分以一水硬铝石为主，其次为高岭石、针铁矿、赤铁矿、三水铝石、一水软铝石等。化学成分w（$A1_2O_3$）为 40%～65%、w（SiO_2）为 2%～12%、w（Fe_2O_3）为 16%～25%、w（S）＜0.8%，铝硅比值 4～15，矿区平均铝硅比值一般大于 10。伴生有用组分镓质量分数 0.006%～0.009%。

该类矿床全为一水硬铝石铝土矿。矿石类型以高铁型铝土矿为主。

该类矿床因矿石与红土混杂，需经选洗才能利用。矿石特征是含Fe_2O_3高，铝硅比值高，宜用拜尔法生产氧化铝。矿床产状平缓，覆盖薄，宜露采。属此类矿床的有广西平果（堆积矿）、云南广南（堆积矿）等。

C.1.3 红土型铝土矿矿床

我国的红土型铝土矿矿床（即风化残余型或玄武岩风化壳型）产于玄武岩风化壳中，由玄武岩风化淋滤而成。玄武岩风化壳一般自上而下分为红土带、含矿富集带、玄武岩分解带，再下为新鲜玄武岩。含矿富集带位于风化壳的中上部，与上、下两带均为过渡关系，由红土与块砾状铝土矿组成。

含矿富集带（含矿层）多分布于残丘顶部，呈斗篷状或不规则状，产状平缓。单个含矿层面积一般 0.1 km^2～4 km^2，厚度一般 0.2 m～l m，含矿率 0.1 t / m^3～0.6 t / m^3。矿体规模多为小型。该类矿床储量占全国总储量的 1.6 %。

矿石呈残余结构，如气孔状、杏仁状、斑点状、砂状等。矿石颜色为灰白色、棕黄色、褐红色等。矿物成分以三水铝石为主，其次为褐铁矿、赤铁矿、针铁矿、伊丁石、高岭石、一水软铝石及微量石英、蛋白石、钛铁矿等。化学成分w（$A1_2O_3$）为 30%～50%、w（SiO_2）为 7%～10%、w（Fe_2O_3）为 18%～25%、铝硅比值 4～6，伴生及共生矿产有镓及钴土矿。

该类矿床属三水型铝土矿。矿石类型属高铁低硫型铝土矿。

该类矿床覆盖薄，宜露采。国外多为大型一特大型矿床，质量也好，为国外铝工业的主要矿源之一。目前我国已知矿床均为小型，且矿石质量也差，仅小规模开采利用。属此类矿床的有海南蓬莱、福建漳浦等矿床。

C.2 菱镁矿矿床类型

C.2.1 镁质碳酸盐岩层中的晶质菱镁矿床

此类矿床主要产于古元古界，少数产于太古宇、中新元古界（长城系、震旦系）、中泥盆统和三叠系。

我国古元古界菱镁矿矿床产于辽东一带辽河群和胶东一带粉子山群厚大的镁质碳酸盐建造中，矿体围岩多为白云石大理岩，少数为滑石绿泥片岩、绢云母片岩、黑云母片岩或千枚岩等。区域变质程度为绿片岩相至铁铝榴石角闪岩相。近矿围岩蚀变有菱镁矿化、硅化、滑石化和白云石化等。矿体多呈似层状、透镜状。矿体产状基本与围岩一致，少数矿体与围岩层理有交角。有的矿体沿走向突变为白云石大理岩。矿体与围岩的界线清楚，也有的为不规则状或渐变过渡。矿体走向长 1000 m～5000 m。单层矿体厚 5 m～300m。有的矿体中常有大小不等的白云石大理岩包体或菱镁矿化白云石大理岩包体。常见矿石构造有条带状、放射状（菊花状）、块状、斑点状、斑纹状等。矿石矿物以晶质菱镁矿为主，杂质矿物有白云石、滑石、透闪石、石英、绿泥石和炭质物等，有的含微量黄铁矿、黄铜矿、赤铁矿和磷灰石等。菱镁矿粒度从小于l mm至大于 5 mm，一般为 2 mm～30mm。矿石可分为：纯菱镁矿型、高硅型和高钙型等。矿石主要化学组分含量为：w（MgO）34.90%～47.27%，w（CaO）0.47%一 14.30%，w（SiO_2）0.28%～4.70%，w（Fe_2O_3）0.15%～0.76%、w（Al_2O_3）0.06%～0.73%。少数矿床有可煅烧高纯镁砂的特级品矿石。此类矿床是我国最重要的菱镁矿矿床，如辽宁大石桥至海城一带菱镁矿矿床（海城、桦子峪、青山怀、小圣水寺等）和山东掖县粉子山菱镁矿矿床。

我国太古宇菱镁矿矿床产于太行山东麓赞皇群变质岩系的白云石大理岩中，区域变质程度属铁铝榴石角闪岩相。围岩蚀变有方柱石化、葡萄石化、绿帘石化、硅化、碳酸盐化、绿泥石化、绢云母化、黑云母化、白云母化、钾长石化和钠长石化等。矿体呈似层状、透镜状，局部有分枝或呈不规则团块状。主矿体走向长一般为 1 000 m左右，厚 3.62 m～17.60 m，平均厚 7.68 m。矿石矿物以晶质菱镁矿为主，其次为白云石，含少量石英、长石、偶见黄铜矿、黄铁矿、赤铁矿和孔雀石等。矿石主要化学组分储量为：w（MgO）14.68%～45.76%，w（CaO）0.62～3.49%，w（SiO_2）1.07～1.75%，w（Fe_2O_3）1.77～3.59%。矿石含铁较高，铁主要以（Mg、Fe）CO_3形式存在。矿床规模一般为中小型，如河北邢台县补透、大河菱镁矿矿床。

我国震旦系菱镁矿矿床产于大巴山等地区震旦系微晶白云岩中。矿体呈似层状、透镜状，其边缘常有不规则分枝。矿体一般长 50 m～500 m，厚 2 m～10 m。矿石矿物以晶质菱

镁矿为主，含有白云石，有的含方解石和微量蛇纹石。个别矿床矿石中含有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、滑石和石英等，次生矿物有褐铁矿、白铅矿、菱锌矿和异极矿等。矿石属高钙型。矿石主要化学组分含量为：w（MgO）33.37%～43.64%，w（CaO）4.54%～16.83%，w（酸不溶物）0.66%～1.38%。个别矿床矿石中含 w（Pb）0.1%～0.3%，w（Zn）1%～2%。矿床规模很小，少数可达小型，如四川汉源县桂贤、团宝山菱镁矿矿床。

C.2.2 超基性岩中的风化淋滤型隐晶质菱镁矿矿床

此类矿床是超基性岩（蛇纹岩）岩体经受含CO_2地表水的化学风化作用后，其硅酸盐岩矿物分解产生的镁质碳酸盐，迁移至风化壳裂隙中形成的。超基性岩风化壳深一般数十米，具有垂直分带现象，一般自上而下为：赭石带、绿高岭石带、绿高岭石蛇纹岩带、硅化淋滤蛇纹岩带、碳酸盐化蛇纹岩带。菱镁矿矿带位于碳酸盐化蛇纹岩带中，一般距地表 10 m～30 m，或直接出露于地表。矿带长 1 000 m左右，宽 40 m～50 m，最宽 300 m～400 m，厚 10 m～50 m。矿体呈不规则的透镜状、似层状，倾角很小，呈水平或近水平状。矿体规模较小，一般厚数米。矿体与围岩的界线不规则，也不明显。矿石隐晶质菱镁矿为主，杂质矿物有蛋白石、石髓和褐铁矿，偶有次生的石英、方解石细脉或绿高岭石等。矿石质量不好。其主要化学组分含量为：w（MgO）36.68%～41.42%，w（CaO）1.81%～2.49%，w（SiO_2）2%～ 11%、w（$A1_2O_3$＋Fe_2O_3）1.49%。矿床规模小型，矿石需经选矿后方能利用，如内蒙古达茂旗乌珠尔铬铁矿中共生的菱镁矿、乌拉特中旗察汗奴鲁铬铁矿中共生的菱镁矿。

另外，在西藏班戈错、杜佳里湖、扎布耶茶卡湖有第四纪湖相菱镁矿矿床，主要矿体产于湖滨阶地中，将来也可能利用。

附 录 D
（资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿石类型

D.1 铝土矿矿石类型

D.1.1 自然类型

D.1.1 1 按结构构造分为土状（粗糙状）、致密状、豆状、鲕状、碎屑状、角砾状铝土矿等，还有砂状、杏仁状、斑点状、气孔状铝土矿等。

D.1.1.2 按颜色分为白色、灰色、黑色、红色、浅绿色铝土矿等。

D.1.1.3 按主要的铝矿物成分分为下列几种矿石类型：

a） 一水型铝土矿：主要由一水硬铝石（硬水铝石）、一水软铝石（软水铝石）组成。一水型铝土矿又可分成一水硬铝石铝土矿、一水软铝石—一水硬铝石铝土矿和一水软铝石铝土矿三种；

b） 三水型铝土矿：主要由三水铝石组成；

c） 混合型铝土矿：由一水硬铝石、一水软铝石和三水铝石混合组成。如三水铝石—一水软铝石土矿、一水软铝石—三水铝石铝土矿和比较少见的一水硬铝石——水软铝石——三水铝石铝土矿等。

我国已知铝土矿以一水硬铝石铝土矿为主，也有少量的三水型铝土矿和混合型铝土矿。

D.1.2 工业类型

在划分矿石自然类型的基础上，按矿石$A1_2O_3$含量、铝硅比值、工业用途、提取氧化铝的方法及杂质Fe_2O_3、S含量划分矿石工业类型。如高铝耐火材料、电熔刚玉、高铝水泥、拜尔法生产氧化铝或烧结法生产氧化铝和联合法生产氧化铝的矿石及高铁铝土矿、低铁铝土矿、高硫铝土矿、低硫铝土矿等等。

D.2 菱镁矿矿石类型

D.2.1 自然类型

D.2.1.1 矿石按菱镁矿结晶程度划分为晶质菱镁矿矿石和隐晶质菱镁矿矿石（晶体粒度小于1μm）两大类。

D.2.1.2 矿石按矿物组合划分为：

a） 纯菱镁矿型矿石，主要由菱镁矿组成，其他杂质很少，但有时含较多炭质物；

b） 高硅型矿石，除主要矿物菱镁矿外，还有较多的滑石、透闪石、石英、蛋白石或玉髓等；

c） 高钙型矿石，除主要矿物菱镁矿外，含较多的白云石、方解石或透闪石，还有部分钙赋存于菱镁矿中；

d） 高硅高钙型矿石，除主要矿物菱镁矿外，含较多的石英、蛋白石、玉髓、白云石、滑石或透闪石等；

e） 高铝高硅型矿石，除主要矿物菱镁矿外，含较多的绿泥石或炭质、泥质物等；

f） 高铁型矿石，铁以固溶体（Mg、Fe）CO_3形式赋存于菱镁矿或铁菱镁矿中，或者以赤铁矿、磁铁矿、黄铁矿或褐铁矿等形式存在。

D.2.1.3 按矿石的构造特征划分为：块状矿石，条带状矿石，片状矿石，斑点状矿石，斑纹状矿石，豆状（球粒状）矿石，皮壳状（葡萄状）矿石，放射状（菊花状）矿石，残余叠层石状矿石。

D.2.1.4 按菱镁矿粒度划分为：微细粒（＜0.3 mm＝，细粒（0.3 mm～2.0 mm），中粒（2.0 mm～5.0 mm），粗粒（5.0 mm～20.0 mm），巨粒（＞20 mm）。

D.2.1.5 按矿石风化程度划分为：原生矿石、风化矿石。

D.2.2 工业类型

在划分菱镁矿自然类型的基础上，按矿石的采、选、加工的不同方案和矿石质量的差异，具体划分各矿床的矿石工业类型和品级。

附　录　E
（资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿体厚度稳定程度划分标准及类型系数

表 E. 1 铝土矿、菱镁矿矿体厚度稳定程度划分标准及类型系数表

矿　种	稳定程度	量化判别标志			类型系数
		厚度变化系数 %	大厚度工程率 %	厚度频率曲线形态	
铝土矿	稳　定	＜40	0	单峰，频率集中	0.9
	较稳定	40～80	0～2	单峰但厚度频率变动域较宽	0.6
	不稳定	＞80	＞2	峰值不显著或多峰	0.3
菱镁矿	稳　定	＜40	0	单峰频率集中	0.9
	较稳定	40～100	0～2	单峰但厚度频率变动域较宽	0.6
	不稳定	50～120	＞2	峰值不显著或多峰	0.3

附　录　F
（资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿体规模划分标准及类型系数

表 F.1　铝土矿、菱镁矿矿体规模划分标准及类型系数表

矿　种		规　模	长　度 m	延深或宽度 m	类型系数
铝土矿	沉积型	大	＞1400	＞1000	0.6
		中	1400～1000	1000～400	0.4
		小	＜1000	＜400	0.2
	堆积型	大	＞3000	＞400	0.6
		中	3000～1500	400—300	0.4
		小	＜1500	＜300	0.2
	红土型	大			
		中	≥4000	≥2000	0.4
		小	＜4000	＜2000	0.2
菱镁矿		大	＞2000	＞300	0.6
		中	2000～500	300～100	0.4
		小	＜500	＜100	0.2

附 录 G
（资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿床勘查类型工程间距参考

表 G.1 铝土矿、菱镁矿矿床勘查类型工程间距参考表

矿种	类型	矿床勘查类型	控制的工程间距 m	
			沿走向	沿倾向
铝土矿	沉积型	Ⅰ	200	200
		Ⅱ	140	140
		Ⅲ	100	100
	堆积型	Ⅰ		
		Ⅱ	100	100
		Ⅲ	50	50
	红土型	Ⅰ		
		Ⅱ		
		Ⅲ	50	50
菱镁矿	沉积变质型	Ⅰ	300	100～150
		Ⅱ	200	100
		Ⅲ	50～100	50～100

附 录 H
（资料性附录）
铝土矿床一般工业指标

表 H.1 铝土矿床一般工业指标

项目		一水硬铝石型	
		沉积型矿床	
		露 采	坑 采
边界品位	铝硅比值	1.8～2.6	1.8～2.6
	w（Al_2O_3）%	≥40	≥40
块段最低工业品位	铝硅比值	≥3.5	≥3.8
	w（Al_2O_3）%	≥55	≥55
最低可采厚度 m		0.5～0.8	0.8～1.0
夹石剔除厚度 m		0.5～0.8	0.8—1.0
剥采比 m^3/m^3		10～15	

附　录　Ⅰ
（资料性附录）
堆积型与红土型铝土矿参考工业指标

表Ⅰ.1 堆积型与红土型铝土矿参考工业指标

项　　目		广西某地堆积型	海南某地红土型
		一水硬铝石型	三水铝石型
边界品位	铝硅比值（A／S）	2.6	2.1～2.6
	w（Al_2O_3）%	≥40	≥28
块段最低工业品位	铝硅比值（A／S）	≥3.8	
	w（Al_2O_3）%		
有害组分最大允许含量 w_B / %	S	≤0.3	
	CaO+MgO	≤1.5	
	CO_2	≤1.3	
	P_2O_5	≤0.6	
	有机物	暂不限	
最低可采厚度 m		≥0.5	≥0.2
夹石剔除厚度 m		≥0.5	
剥采比 m^3/m^3			12～15
边界含矿率 kg/m^3		≥200	≥30
矿区（段）平均含矿率 kg/m^3		≥300	

附 录 J
（资料性附录）
冶镁菱镁矿主要参考工业指标

表 J.1 冶镁菱镁矿主要参考工业指标

项 目	矿 石 级 别				
	特级品	一级品	二级品	三级品	四级品
w（MgO）%	≥47	≥46	≥45	≥43	≥41
w（CaO）%	≤0.6	≤0.8	≤1.5	≤1.5	≤6.0
w（SiO_2）%	≤0.6	≤1.2	≤1.5	≤3.5	≤2.0
最低可采厚度 m	2～4				
夹石剔除厚度 m	1～2				

附 录 K
（资料性附录）
工业加工技术及应用对铝土矿、冶镁菱镁矿矿石的质量要求

K.1 工业加工技术对铝土矿石的质量要求

K.1.1 从铝土矿矿石中提取氧化铝的方法

工业上提取金属铝是先从铝土矿中提取氧化铝，然后用氧化铝电解成金属铝。氧化铝的生产方法有碱法、酸法、电热法。目前我国均使用碱法生产氧化铝。根据氧化铝生产的流程不同，碱法又分为烧结法、拜尔法和联合法。

a） 烧结法：一般把铝土矿、碱粉、石灰（或石灰石）按一定比例混合磨细之后，在高温（1200℃～1300℃）下烧结，各组分互相作用后生成铝酸钠（$Na_2O \cdot A1_2O_3$）、铁酸钠（$Na_2O_3 \cdot Fe_2O_3$）、硅酸二钙（$2CaO \cdot SiO_2$）和钛酸钙（$CaO \cdot TiO_2$）。因铝酸钠溶于水或稀碱液，铁酸钠水解为 NaOH和$Fe_2O_3 \cdot H_2O$沉淀，而硅酸二钙和钛酸钙则不溶于水或稀碱液，故用稀碱液（赤泥洗液）溶出烧结熟料时，可以使其中有用成分$A1_2O_3$和Na_2O进入溶液，而有害杂质硅酸二钙、钛酸钙和$Fe_2O_3 \cdot H_2O$等不溶性残渣则进入赤泥，从而达到了分离的目的。得到的铝酸钠溶液（粗液）中，还含有一定量的SiO_2，经脱硅处理后成为料浆，通过碳酸分解,可得$A1(OH)_3$，焙烧后成为无水的氧化铝产品。烧结法能合理地处理铝硅比值较低的矿石。

b） 拜尔法：在压煮器内，用苛性碱溶液，采用高温压煮法制得铝酸钠溶液，加上新制的氢氧化铝晶种，在降温和搅拌的条件下进行分解，可获得氢氧化铝沉淀，经洗涤、过滤后进行焙烧而得无水的氧化铝成品。此法多用于处理铝硅比值较高的矿石。

c） 联合法：为了使用价格便宜的苏打补偿拜尔法苛性碱的损失，以降低成本，而在采用拜尔法处理高品级铝土矿的同时，采用烧结法处理中低品级铝土矿和拜尔法赤泥的方法。此法对不同品级矿石皆能处理。

K.1.2 铝土矿物质组分在氧化铝生产中的作用和要求

K.1.2.1 铝硅比值（A／S）：矿石A／S值在碱法生产氧化铝中是一项十分重要的技术经济指标，它决定了氧化铝的生产方法。在生产方法已定型的工厂中，矿石A／S值直接影响工厂的生产能力、总回收率、原料、燃料消耗及产品的直接费用。对拜尔法来说，A／S值直接影响矿石中$A1_2O_3$的溶出率和碱耗。对烧结法而言，熟料烧结是关键，熟料的生产费用和热耗均各占氧化铝生产费用和热耗的 50％以上，而矿石A／S值又直接决定熟料质量和生产每吨氧化铝的熟料需要量。就烧结法而言，在一定范围内矿石A／S值高，烧结温度范围就宽，热耗低；反之，烧结温度范围窄，熟料质量不稳定，熟料窑易结厚窑皮并形成“结瘤”，操作困难，而且熟料烧结过程的中间产物硅铝酸钠（$Na_2O \cdot A1_2O_3 \cdot 2SiO_2$）不能完全分解，造成$Al_2O_3$和$Na_2O$的标准溶出率降低，赤泥率、碱耗、熟料折合比、原料、燃料及成本增加，熟料窑生产能力及运转率下降。

K.1.2.2 氧化铁：对烧结法而言，Fe_2O_3是具有双重性的杂质，其含量过低过高都有害。Fe_2O_3主要与Na_2O作用生成$Na_2O \cdot Fe_2O_3$，该化合物有降低烧结温度的作用，烧结温度在 1200℃～1300℃时，所得的熟料粒度均匀，易于湿磨溶出，在 1300℃以上则熟料质硬，难于湿磨溶出。研究证明，矿石中Fe_2O_3含量过低，则熟料不能成球，操作困难；但Fe_2O_3含量过高，烧结时会出现大量液相，在降低烧结温度的同时降低了烧结温度范围，导致熟料窑结圈，操作困难。熟料中Fe_2O_3与碱作用生成铁酸钠，水解为苛性钠与$Fe_2O_3 \cdot H_2O$沉淀，后者以固相进入残渣成为赤泥。Fe_2O_3含量越高，则赤泥量越大，使赤泥分离与洗涤作业复杂，由于赤泥吸附，洗涤不净造成碱与Na_2O损失。综合上述，烧结法一般要求矿石中Fe_2O_3含量以 7％～10％为宜。

K.1.2.3 硫（S）：硫是烧结法生产氧化铝中十分有害的杂质。原料、燃料及生产用水等带入的硫，在烧结法过程中将和碱作用，生成Na_2S及FeS，而Na_2S氧化为Na_2SO_4，每 1 kg硫将损失 3.3 kg碱，在溶出时Na_2SO_4含量超过 7％时，使熟料窑结圈严重，不能正常运转，蒸发碳分母液时，Na_2SO_4以碳钠矾（2 $Na_2SO_4 \cdot Na_2CO_2$）析出，使蒸发器表面结垢，传热效率下降，管道容器堵塞，影响生产的正常进行。矿石含硫量高，烧结时易结圈，碱耗、煤耗

增加，熟料折合比增加，Al_2O_3溶出率及产能下降，成本增加。在拜尔法熔出过程中，硫含量高将使碱耗增加。

K.1.2.4 氧化钛（TiO_2）：少量氧化钛可以提高熟料中Na_2O的溶出率，降低烧结温度，提高赤泥水泥的强度。然而在溶出过程中，因为矿石中氧化铝水合物往往被TiO_2薄膜包围，阻碍碱液与氧化铝水合物接触，又阻碍Al_2O_3溶出。为了保证熟料烧结中间化合物$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$能完全分解，在配料中CaO和$TiO_2$含量相同，使熟料中$TiO_2$全部形成$CaO \cdot TiO_2$，保证熟料中的$Al_2O_3$和$Na_2O$的溶出率。氧化钛含量增加，熟料中$Al_20_3$含量相对减少，熟料折合比增加。因为一般矿石中氧化钛含量较低（2%～4%），所以不对氧化钛含量提出具体要求。

K.1.2.5 氧化镁（MgO）：矿石中氧化镁含量高时，将使熟料中氧化铝产率相对降低，从而影响技术经济指标。由于铝土矿矿石中 MgO 含量较低，一般为 1%左右，所以不对 MgO 含量提出具体要求。

K.1.2.6 氧化钠（Na_2O）和氧化钾（K_2O）：实践证明，Na_2O和K_2O的存在，对降低碱耗是有益的，其含量不限。

K.1.2.7 镓（Ga）：矿石Ga的质量分数一般为 0.005%～0.01%，在生产过程中以$Na_2O \cdot Ga_2O_3$形式在溶液中积累，抽取溶液用石灰乳法除去杂质氧化铝，富集后制得$NaGaO_2$溶液，电解得金属镓。

K.1.3 矿石中杂质在电熔刚玉生产中的作用和要求

K.1.3.1 氧化硅（SiO_2）：SiO_2含量高时，炉内熔体粘度增加，流动性变差，扩散能力低，电极端部易被粘住，易形成悬料，影响溶化和电能输送。同时熔料熔化层易结壳，阻碍CO逸出，当CO在熔体内大量积聚，可能造成喷炉事故。SiO_2含量高，炉料配铁量增加，使炉温降低，影响硅铁沉降。如果加铁不足，还原后的硅铁比重小和感磁性弱，造成部分硅铁颗粒分散于刚玉结晶中。上述两种情况所得到的刚玉，均能产生铁斑，降低产品质量。

K.1.3.2 氧化铁（Fe_2O_3）：Fe_2O_3能和还原出的硅与钛结成铁合金沉到炉底，使刚玉与硅铁杂质分离，同时硅与钛还原更容易进行。如果铁的含量低，在生产过程中可加铁屑。当铁的含量超过一定限度时，还原氧化铁将增加电耗。

K.1.3.3 氧化钛（TiO_2）：产品中含少量TiO_2可增加磨琢性能，但TiO_2超过一定数量将增加刚玉的脆性。

K.1.3.4 氧化钙（CaO）：产品中含少量 CaO 将增加刚玉脆性，当 w>（CaO）>2.0%～2.5%时，将会降低刚玉的磨琢性能。

K.1.3.5 氧化镁（MgO）：产品中含 w>(MgO）为 1%，将降低刚玉磨琢性能 10 %，增加刚玉脆性 15 %。

K.1.4 矿石中杂质在生产高铝水泥中的作用和要求

K.1.4.1 氧化硅（SiO_2）：烧结时SiO_2与石灰及氧化铝作用生成铝硅酸二钙（$2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$），它为不活泼的稳定体，消耗$Al_2O_3$，造成水泥质量降低。

K.1.4.2 氧化铁（Fe_2O_3）：Fe_2O_3与配料中石灰作用，生成$CaO \cdot Fe_2O_3$，凝固很慢，使水泥早期强度降低。

K.1.4.3 氧化钛（TiO_2）：水泥中有适量的TiO_2可以提高水泥早期强度。但是过量的TiO_2在水泥凝固中有使水泥变得不稳定的作用。铝土矿中w（TiO_2）一般要求小于 4%。

K.1.4.4 氧化镁（MgO）、氧化钠（Na_2O）和氧化钾（K_2O）：在烧结过程中，MgO与Al_2O_3作用生成惰性的尖晶石，造成Al_2O_3损失。Na_2O、K_2O在烧结过程中与Al_2O_3作用生成$Na_2O \cdot Al_2O_3$及$K_2O \cdot Al_2O_3$，对水泥起腐蚀作用，降低水泥强度。一般要求w（MgO）＜1%，w（K_2O+Na_2O）＜0.5%。

K.1.5 矿石作为高铝耐火粘土利用时的质量要求，按 DZ／T 0206—2002《高岭土、膨润土、耐火粘土类矿产地质勘查规范》执行。

K.2 工业应用对菱镁矿矿石的质量要求

用菱镁矿生产金属镁主要采用氯化镁熔盐电解法，但制取无水氯化镁的方法有多种，我国目前是采用菱镁矿颗粒料直接氯化生产氯化镁，然后在温度约 700℃左右时将熔融的氯化镁进行电解，即得到粗镁。在制取氯化镁时，钙、硅、铝和铁的氧化物均为有害杂质。这些杂质

（钙、铝、铁氧化物）大部分生成氯盐，不但多消耗氯气，而且增加了环保治理设施；而二氧化硅除部分生成氯盐外，其余均以固态物质留于炉内。由于炉内杂质不断积累改变炉况，使生产不能正常进行，从而缩短了炉运行周期，增加清渣工作量。所以要求冶镁菱镁矿矿石中的钙、硅、铝、铁的含量要低。

附 录 L
（资料性附录）
铝土矿用作电熔刚玉和高铝水泥原料时的质量要求—企业标准

表 L.1 铝土矿用作电熔刚玉原料时的质量要求

项　　目	第二砂轮厂	第四砂轮厂
w（$A1_20_3$） %	≥85	≥80
w（Fe203） %	＜5	＜6
w（SiO_2） %	＜5.6	
w（TiO_2） %	3.5～6.5	＜5.5
w（CaO） %	＜0.4	
w（CaO+MgO） %		＜1.2
w（烧失量） %	＜0.5	＜1
铝硅比值（A / S）	≥15	≥12
进厂块度 mm	＜250	20～300
烧失率 %		＜4
注 1：一水硬铝石型铝土矿。 注 2：熟料。 注 3：供矿品位。		

表 L.2　铝土矿用作高铝水泥原料时的质量要求

项　　目	郑州水泥厂	浙江萧山炼铁厂
w（$A1_2O_3$） %	＞72	＞70
w（SiO_2） %	＜6	＜6
w（Fe_2O_3） %	＜2	＜1.5
w（TiO_2） %		＜4
铝硅比值（A / S）	＞7	＞7
注 1：一水硬铝石型铝土矿。 注 2：生料。 注 3：供矿品位。		