ICS73.020;73.060.40

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

代替DZ/T0202—2002铝土矿部分

矿产地质勘查规范铝土矿

Specificationsforbauxitemineralexploration

2020-04-30发布

2020-04-30实施

目 录

前言 1
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 5
3.1原矿rawore 5
3.2净矿netore 5
3.3全巷重量四分法quarter-samplingbyweightonwholepitting 5
4 勘查目的及勘查阶段 6
4.1勘查目的 6
4.2勘查阶段 6
4.2.1勘查阶段划分 6
4.2.2各阶段的目的任务 6
4.2.2.2详查 6
4.2.2.3勘探 7
5勘查工作程度 8
5.1勘查控制基本要求 8
5.1.1资料收集利用 8
5.1.2勘查类型 8
5.1.3勘查工程间距 9
5.1.4勘查工程部署 9
5.1.5勘查深度 10
5.1.6综合勘查、综合评价 11
5.1.7放射性检查 11
5.2普查阶段要求 11
5.2.1成矿地质条件 12
5.2.2矿体特征 12
5.2.3矿石特征 13
5.2.4矿石加工选冶技术性能 13
5.2.5矿床开采技术条件 13
5.2.6资源量估算 13
5.3详查阶段要求 14
5.3.1成矿地质条件 14
5.3.2矿体特征 14
5.3.3矿石特征 14
5.3.4矿石加工选冶技术性能 15
5.3.5矿床开采技术条件 15

5.3.5.1水文地质条件 15
5.3.6资源量比例 17
5.4勘探阶段要求 18
5.4.1成矿地质条件 18
5.4.2矿体特征 18
5.4.3矿石特征 19
5.4.4矿石加工选冶技术性能 19
5.4.5矿床开采技术条件 20
5.4.5.1水文地质条件 20
5.4.6资源量比例 22
5.5供矿山建设设计复杂和小型矿床的勘查工作程度要求 23
6 绿色勘查要求 24
6.1基本要求 24
6.2勘查设计 24
6.3勘查施工 24
6.4环境恢复治理与验收 25
7 勘查工作及质量 26
7.1勘查测量 26
7.2地质填图 26
7.3水文地质、工程地质、环境地质 26
7.4物探、遥感 27
7.5探矿工程 27
7.5.1槽探(剥土)、井探、浅钻 27
7.5.2坑探 27
7.5.3钻探 28
7.5.4探矿工程影像资料 29
7.6岩矿鉴定取样、制样与鉴定 29
7.7化学分析样品的采取、制备与测试 29
7.7.1基本要求 29
7.7.2样品的采取 29
7.7.3样品的制备 33
7.7.4样品的测试 33
7.7.5分析质量检查 34
7.8矿石加工技术性能试验样品的采集与试验 36
7.9岩(矿)石物理技术性能测试样品的采集与测试 38
7.10原始资料保存、编录、综合整理和报告编写 40
8 可行性评价 41
8.1基本要求 41
8.2概略研究 41
8.3预可行性研究 41

8.4可行性研究 42
9 资源储量类型条件 43
9.1资源量 43
9.1.1资源量类型划分 43
9.1.2推断资源量 43
9.1.3控制资源量 44
9.1.4探明资源量 44
9.2储量 44
9.2.1储量类型划分 45
9.2.2可信储量 45
9.2.3证实储量 45
9.2.4资源储量类型调整 45
10 资源储量估算 46
10.1工业指标 46
10.1.1工业指标的确定 46
10.1.2工业指标的主要内容 46
10.2资源量估算基本要求 46
10.3储量估算的基本要求 49
10.4资源储量类型确定 49
10.5资源储量估算结果 49
附录A 铝土矿矿床勘查类型划分 50
附录B 铝土矿矿床勘查类型基本工程间距 53
附录C 铝土矿矿床类型 54
附录D 铝土矿矿石类型 57
附录E 铝土矿矿物组成 58
附录F 铝土矿矿石品级标准 60
附录G 铝土矿矿石产品质量要求 61
附录H 工业加工技术对铝土矿矿石的质量要求 62
附录I 铝土矿矿床规模划分标准及铝土矿矿山生产建设规模分类 66
附录J 堆积型铝土矿全巷重量四分法采样方法和要求 67
附录K 资源量和储量类型及其转换关系 71
附录L 铝土矿矿床一般工业指标 72
附录M 堆积型铝土矿资源量估算特殊处理 74
附录N 国外红土型铝土矿 76

前言

本标准按照GB/T1.1—2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替DZ/T0202—2002《铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范》铝土矿部分。与DZ/T0202—2002铝土矿部分相比，主要技术内容变化如下：

——增加了“术语和定义”(见3);

——取消了预查阶段，并删除了其相关要求，修改了各勘查阶段的目的任务(见4);

——勘查研究程度与勘查控制程度融合为勘查工作程度，增加了允许存在过渡勘查类型、资料收集利用的要求，修改了综合勘查、综合评价要求，修改了勘查深度(见5);

——增加了主要矿体的确定标准(见5.1.2.1)、确定勘查类型的“三条线原则”(见5.1.2.6);——修改地质研究为成矿地质条件，修改了各勘查阶段的工作内容和要求(见5.2,5.3,5.4);

——增加了“供矿山建设设计复杂和小型矿床的勘查工作程度要求”(见5.5);

——增加了“绿色勘查要求”(见6);

——增加了堆积型铝土矿全巷重量四分法采样方法和要求(见7.7.2.3,见附录J);——修改了可行性评价工作具体要求(见8);

——修改了“资源储量类型条件”(见9);

——修改了沉积型铝土矿基木勘查类型工程间距(见附录B);

——增加了铝土矿石产品质量要求，删除并代替铝土矿用作电熔刚玉和高铝水泥时的质量要求——企业标准(见附录G);

——增加了“铝土矿矿床规模划分标准及铝土矿矿山生产建设规模分类”(见附录I);——增加了“堆积型铝土矿资源量估算特殊处理”(见附录M);

——增加了国外红土型铝土矿矿床特征、工业指标等内容(见附录N)。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

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

本标准起草单位：自然资源部矿产资源储量评审中心、广西壮族自治区矿产资源储量评审中心、广西壮族自治区第四地质队、广西壮族自治区二七四地质队、山西省地质矿产科技评审中心。

本标准主要起草人：李青、李庆华、宋开本、卢光辉、陆景宇、高利民、刘炳胜、黄行、黄国有、黄俊、陆建辉、刘武文、徐文忠、乐兴文、黎修旦、李玉权、李忠阳、姚双秋、覃全光、史建儒、王学文、向磊、徐海棚、黄如兰、李亚、龙明周、谢娜倩。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：——DZ/T0202—2002。

矿产地质勘查规范铝土矿

1 范围

本标准规定了我国铝土矿地质勘查的目的及勘查阶段、勘查工作程度、绿色勘查要求、勘查工作及质量、可行性评价、资源储量类型条件、资源储量估算等方面的要求。

本标准适用于铝土矿各勘查阶段的地质勘查及其成果评价工作。

2 规范性引用文件

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

GB/T12719矿区水文地质工程地质勘探规范

GB/T13908固体矿产地质勘查规范总则

GB/T17766固体矿产资源储量分类

GB/T18314全球定位系统(GPS)测量规范

GB/T18341地质矿产勘查测量规范

GB/T25283矿产资源综合勘查评价规范

GB/T33444固体矿产勘查工作规范

GB51060有色金属矿山水文地质勘探规范

DZ/T0033固体矿产地质勘查报告编写规范

DZ/T0078固体矿产勘查原始地质编录规程

DZ/T0079固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求

DZ/T0130(所有部分)地质矿产实验室测试质量管理规范

DZ0141地质勘查坑探规程

DZ/T0227地质岩心钻探规程

DZ/T0336固体矿产勘查概略研究规范

DZ/T0338(所有部分)固体矿产资源量估算规程

DZ/T0339矿床工业指标论证技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1原矿rawore

一般指堆积型或红土型铝土矿，由风化自然形成的铝土矿矿块(粒)和泥质、砂质、岩屑等组成的混合体。

3.2净矿netore

指原矿经筛洗等工序分选出的符合矿石质量要求的矿块(粒)。

3.3全巷重量四分法quarter-samplingbyweightonwholepitting

由全巷采样法改进形成的一种常用于堆积型铝土矿的采样方法。

4 勘查目的及勘查阶段

4.1勘查目的

发现和评价可供进一步勘查或开采的铝土矿矿床(体),为勘查或开发决策提供相关地质信息，最终为矿山建设设计提供必需的地质资料，以降低矿床勘查开发的投资风险，获得合理的经济效益。

4.2勘查阶段

4.2.1勘查阶段划分

勘查工作按GB/T17766、GB/T13908划分为普查、详查和勘探三个阶段，一般应按阶段循序渐进地进行，即使合并或者跨阶段提交勘查成果，也宜参照勘查阶段要求分步实施。

4.2.2各阶段的目的任务

4.2.2.1普查

在区域地质调查、研究的基础上，通过有效的勘查手段，寻找、检查、验证、追索找矿线索(矿点、含矿地质体等),发现铝土矿矿体，并通过稀疏取样工程控制和测试、试验研究，初步查明矿体(床)地质特征以及矿石加工选冶技术性能，初步了解开采技术条件。开展概略研究，估算推断资源量，做出是否有必要转入详查的评价，并提出可供详查的范围。

4.2.2.2详查

在普查的基础上，通过有效的勘查手段、系统取样工程控制和测试、试验研究，基本查明铝土矿矿床地质特征、矿石加工选冶技术性能以及开采技术条件，为矿区规划、勘查区确定等提供地质依据。开展概略研究，估算控制资源量和推断资源量，做出是否有必要转入勘探的评价，并提出可供勘探的范围；也可开展预可行性研究，估算可信储量，做出是否具有经济价值的评价。

4.2.2.3勘探

在详查的基础上，通过有效的勘查手段、加密取样工程控制和测试、深入试验研究，详细查明铝土矿矿床地质特征、矿石加工选冶技术性能以及开采技术条件，为矿山建设设计确定矿山生产规模，产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺，以及矿山总体布置等提供必需的地质资料。开展概略研究，估算探明、控制、推断资源量；也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信储量和证实储量。

5勘查工作程度

5.1勘查控制基本要求

5.1.1资料收集利用

各勘查阶段均应全面收集区域地质资料，特别是勘查区及周边地质、物探、遥感、矿产、探矿工程、取样测试、试验资料，以及最新研究成果等，并在充分研究的基础上加以利用。

5.1.2勘查类型

5.1.2.1勘查过程中应合理确定勘查类型，以正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距和部署勘查工程，对矿床进行有效控制，对矿体的连续性进行有效查明。

5.1.2.2矿床勘查类型应根据主要矿体，即作为未来矿山主要开采对象的一个或多个矿体的特征确定。勘查阶段一般根据矿体的资源量规模确定主要矿体，将资源量(一般为主矿产，必要时考虑共生矿产)从大到小累计超过勘查区总资源量60%的一个或多个矿体确定为主要矿体。

5.1.2.3普查阶段矿体的基本特征尚未查清，难以确定勘查类型，但有类比条件的，可与同类矿床类比，初步确定勘查类型：详查阶段应根据影响勘查类型的主要地质因素确定勘查类型；勘探阶段应根据影响勘查类型的主要地质因素的变化情况验证勘查类型，经验证不合理的，应调整勘查类型。

5.1.2.4一般根据矿体规模大小、矿体厚度稳定程度、矿体形态复杂程度、矿体内部结构复杂程度、构造对矿体影响程度五个主要地质因素，将矿床划分为简单型(I类)、中等型(II类)、复杂型(III类)三种勘查类型，允许有过渡类型存在。主要地质因素划分标准和矿床勘查类型划分参见附录A。

5.1.2.5确定勘查类型时，应从矿体的整体规模入手，根据各矿体的地质特征确定各矿体的勘查类型，根据主要矿体的特征和空间相互关系确定矿床的勘查类型。当主要矿体的勘查类型不同时，应综合考虑各主要矿体特征和矿床整体控制研究程度的要求，合理确定矿床勘查类型。对于规模巨大且不同地段勘查难易程度相差较大的矿床(体),可分段(区)确定勘查类型。

5.1.2.6原则上某一矿体确定为某种勘查类型(III勘查类型除外),应能以相应勘查类型的基本勘查工程间距连续布置3条以上勘查线且每条线上有连续2个以上工程见矿。

5.1.3勘查工程间距

5.1.3.1矿床勘查时应充分考虑矿床自身特点，根据勘查类型合理确定勘查工程间距，满足不同勘查阶段对查明矿体连续性的要求。铝土矿矿床勘查类型基本勘查工程间距参见附录B。

5.1.3.2探明资源量、推断资源量的勘查工程间距，一般分别在基本勘查工程间距的基础上加密和放稀1倍，但不限于1倍，以满足相应勘查研究程度及矿体连续性的要求为准则。在实际勘查过程中，详查和勘探阶段应通过类比、地质统计学分析、工程验证等方法，论证工程间距的合理性，并视情况进行调整。

5.1.3.3当沉积型铝土矿矿体沿走向或倾向的变化不一致时，工程间距应适应其变化；沉积型铝土矿矿体出露地表时，地表勘查工程间距宜适当加密，以深入研究成矿控矿规律，指导深部勘查。

5.1.4勘查工程部署

5.1.4.1沉积型铝土矿一般地表用槽探、井探和浅钻工程揭露，深部以岩芯钻探为主，地形陡峻处可用坑探揭露。堆积型和红土型铝土矿一般用井探工程。当沉积型铝土矿在矿体和矿石特征基本查明，红土型铝土矿矿体和矿石特征基本查明且无须计算含矿率，进行加密取样时，如果

采取岩粉(屑)样进行分析能够达到勘查目的，可以采用空气反循环钻探进行取样，但应深入研究矿与非矿的变化，严格控制取样间隔。

5.1.4.2勘查工程的布置应由已知到未知、由浅而深、先稀后密，各阶段工程布置应考虑后续勘查工作的衔接。勘查过程中，应先开展地质填图、物探、遥感等面性工作，以指导、优化探矿工程的布置和施工。探矿工程施工应尽量减少对生态环境的影响，力求一工程多用，兼顾水文地质和工程地质的需要。

5.1.4.3根据矿体沿走向、倾向的变化规律，勘查工程的布置应从实际出发进行调整(根据实际需要可选用正方形、矩形、菱形、三角形、梅花形等几何网格布置)。

5.1.4.4一般情况下，普查阶段采用有限的取样工程进行控制，详查阶段采用系统的(按一定的勘查工程间距并有规律的)取样工程进行控制，勘探阶段在详查阶段系统控制的基础上合理地加密进行控制。

5.1.4.5勘查时应注意控制勘查范围内矿体的总体分布范围和相互关系。对出露地表的矿体边界应有工程控制；对较大的基底起伏、无矿带，破坏矿体及影响开采的构造、岩溶、老窿，以及矿区边界构造等的产状、规模应有工程控制；对能随主矿体同时开采的小矿体应适当控制；对拟地下开采的矿床，应重点控制主要矿体的两端、上下界线和延伸情况；对拟露天开采的矿床，应系统控制矿体四周边界和采场底部矿体边界；对主要盲矿体，应注意控制其顶部边界。

5.1.5勘查深度

5.1.5.1矿产勘查工作应科学合理地确定勘查深度。沉积型铝土矿矿床的勘查深度一般不超过800m,水文地质复杂的不超过600m。堆积型和红土型铝土矿矿床勘查深度应达到矿体最低赋存标高之下的基岩面。

5.1.5.2有类比条件的，鼓励通过类比确定勘查深度，不具备类比条件的，通过论证确定勘查深度。勘查深部矿体应加强开采技术条件研究。

5.1.6综合勘查、综合评价

5.1.6.1各勘查阶段均应对矿床进行综合勘查、评价。具体要求按GB/T25283执行。

5.1.6.2详查和勘探阶段，对于资源量规模达到中型及以上的同体共生或异体共生矿产，应与主矿产统筹考虑，并按该共生矿产的勘查规范进行相应评价，其勘查工作程度，详查阶段一般应达到相应矿产勘查规范规定的详查工作程度要求，勘探阶段视具体情况确定；对资源量规模为小型的共生矿产，视控制主矿产的工程对其控制情况和需要进行加密控制，并按该共生矿产的勘查规范进行评价。

5.1.6.3对伴生矿产，一般利用控制主要矿产的工程进行控制，对达到综合评价参考指标且在当前技术经济条件下能够回收利用的伴生矿产，应研究提出综合回收利用方案；对虽未达到综合评价参考指标或未列人综合评价参考指标，但可在矿石加工选冶过程中单独出产品，或可在某一产品中富集达到计价标准的伴生矿产，应研究提出综合回收利用途径，并进行相应评价。

5.1.6.4沉积型铝土矿共生矿产有：耐火黏土”、熔剂灰岩、硫铁矿(或山西式铁矿)、铁矾土、煤矿等。对于共生的高铝黏土和达到耐火黏土工业指标的低铁型铝土矿，一般按优矿优用的原则圈定和评价。红土型铝土矿共生矿产有：钴土矿、刚玉类宝石。

5.1.6.5铝土矿伴生矿产有镓、锂等。

5.1.7放射性检查

勘查过程中应进行放射性检查，存在放射性异常时应按要求采样测试。当矿体或围岩中核素含量超过允许限值又不能被回收利用，可能影响人体健康及环境保护且无法采取有效措施防治时，不宜转人后续工作。

5.2普查阶段要求

5.2.1成矿地质条件

在基础地质研究的基础上，通过比例尺为1:10000～1:5000的地质填图，遥感解译、露头检查，数量有限的工程揭露，研究成矿地质规律，对比已知矿床，探讨矿床成因，总结找矿标志，初步查明地层、构造特征，划分含矿岩系的层序，研究其岩性特征及相变规律；初步查明铝土矿含矿岩系底盘古风化侵蚀面的形态特征及其对成矿的控制作用。铝土矿矿床类型(参见附录C),对其成矿地质条件分析研究时应有所侧重：

1)黏土，旧称粘土。

a)沉积型铝土矿侧重地层、构造和含矿岩系的层位、岩性、岩相古地理。

b)堆积型铝土矿侧重地层和含矿岩系的层位、岩性、岩相古地理、第四纪地质及地貌特征。

c)红土型铝土矿侧重与成矿有关的岩体岩性、分布范围、第四纪地质及地貌特征。

5.2.2矿体特征

5.2.2.1通过矿点检查、必要的取样工程等，对勘查区内的找矿线索逐一进行验证、检查、追索和评价，发现矿体。

5.2.2.2对发现的矿体，特别是主要矿体，地表及浅部运用少量槽探(剥土)、井探或浅钻等工程稀疏控制，沉积型铝土矿深部关键部位还应用稀疏钻(坑)探工程进行证实，不要求系统控制，但应尽可能兼顾与后续勘查工程布置的合理衔接。当矿体出露地表时，应根据需要开展比例尺为1:2000～1:1000的矿床地质填图。通过控制研究，对矿体的连续性做出合理推测，初步查明勘查区内矿体的总体分布范围和主要矿体的数量、产状、形态、长度、厚度、可能的延深和空间位置；初步查明成矿控制因素。

5.2.2.3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基底地层及褶皱的控矿作用、第四纪岩溶发育程度和地貌对铝土矿的控制作用；初步查明对矿体起破坏作用的断裂性质。

5.2.3矿石特征

通过稀疏工程的取样鉴定、测试、分析，并与地质特征相似的已知矿床进行类比，初步查明矿石的矿物组成、化学成分、结构、构造、矿石矿物的嵌布特征及有用、有益、有害组分的含量和赋存状态等矿石特征。初步查明矿石的自然类型和工业类型。堆积型铝土矿还应初步查明各粒级净矿石特征。

5.2.4矿石加工选冶技术性能

在矿石工艺矿物学研究基础上，一般开展可选性试验。对易选矿石可进行类比研究；对较易选矿石一般进行类比研究，必要时进行可选性试验；对新类型矿石和难选矿石一般进行可选性试验，必要时进行实验室流程试验。初步查明勘查区内矿石的加工选冶技术性能。

5.2.5矿床开采技术条件

收集、研究区域和勘查区的水文地质、工程地质和环境地质资料，与开采技术条件相似的矿山进行类比，对开采技术条件复杂的矿床，适当布置水文地质、工程地质工作。以勘查区地表水体分布特征、主要充水含水层的分布及其特征、地下水埋深及其与矿体的相对位置、构造破碎带和软岩的分布情况、矿体顶底板围岩稳固性和露天开采场边坡岩(土)层的稳定性、地质环境现状等为重点，初步查明勘查区的水文地质、工程地质、环境地质条件，初步划分水文地质和工程地质勘查类型。

5.2.6资源量估算

发现矿体时，在符合地质规律的前提下，按初步确定的勘查类型和与其相应的推断资源量的勘查工程间距(无类比条件且无法确定勘查类型时，可按II勘查类型),估算推断资源量。

5.3详查阶段要求

5.3.1成矿地质条件

对区域成矿地质条件和矿产分布规律应有较全面的了解。

在普查的基础上，通过比例尺为1:10000～1:2000(必要时为1:1000)的勘查区地质填图，系统的槽、井、钻(坑)探工程等有效方法手段，对勘查区进行较详细的勘查，基本查明勘查区地层层序和含矿岩系的层位、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特征、风化壳的类型、风化壳风化程度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应有基本认识。

5.3.2矿体特征

确定矿床勘查类型，采用合理的勘查工程间距、有效的勘查技术方法手段、系统的取样工程对矿体进行控制，基本查明矿体的数量、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，堆积型铝土矿还应基本查明含矿率及其变化特征；研究矿体赋存规律，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。

5.3.3矿石特征

5.3.3.1通过系统工程的取样鉴定、测试、分析，基本查明矿石的矿物组成、含量、粒度、嵌布特征、共生组合及结构、构造特征，基本查明

矿石的化学成分及有益、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、工业类型和品级。

5.3.3.2铝土矿矿石类型划分参见附录D,矿物组成参见附录E,矿石品级划分参见附录F,铝土矿矿石产品质量要求参见附录G。

5.3.4矿石加工选冶技术性能

5.3.4.1在矿石工艺矿物学研究基础上，一般开展实验室流程试验。对易选矿石视情况进行类比研究、可选性试验，必要时进行实验室流程试验；对较易选矿石视情况进行可选性试验、实验室流程试验；对新类型矿石和难选矿石一般进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验。基本查明区内主要工业类型矿石的加工选冶技术性能，对矿石工业利用性能做出评价，推荐矿石的加工选冶工艺流程。工业加工技术对铝土矿矿石的质量要求参见附录H。

5.3.4.2一般开展实验室流程选矿试验及不同加工选冶方法或两种以上联合加工选冶工艺流程的研究和对比。

5.3.4.3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；已有类似矿石的生产技术工艺资料并可进行类比时，可少做或不做。

5.3.4.4堆积型铝土矿一般还进行原矿可洗性能试验和矿石抗压性能试验；有类比条件的可进行类比研究。

5.3.5矿床开采技术条件

5.3.5.1水文地质条件

5.3.5.1.1收集、研究气象、水文资料，开展区域和勘查区的水文地质调查，开展必要的抽放水试验、渗水试验和水样测试等工作。

5.3.5.1.2区域水文地质调查范围一般应包括勘查区所在水文地质单元，勘查区水文地质调查范围应包括矿床疏干排水可能影响的范围、地面变形破坏区、矿山废弃物堆放场及其可能污染区。

5.3.5.1.3研究区域内各水文地质单元边界，区域地下水类型、分布特征和补给、径流、排泄条件，区域强含水层与矿床充水含水层的关系。

5.3.5.1.4基本查明勘查区含(隔)水层的岩性、厚度、产状、分布特征及埋藏条件，含水层的富水性，含水层间的水力联系；基本查明勘查区地下水的补给、径流、排泄条件，动态变化特征，矿体分布地带地下水埋深及其与矿体的相对位置。

5.3.5.1.5基本查明勘查区构造破碎带、节理、风化裂隙带及岩溶的发育情况及其对矿床充水的影响，地表水体的分布及其对矿床充水的影响及地下水、地表水水质。

5.3.5.1.6基本查明矿床充水条件，主要充水含水层、露天采场的岩(土)层渗透(导水)性，勘查区开采的自然排水条件和露天开采场地表汇水条件。

5.3.5.1.7地下开采且水文地质条件复杂的矿床，应结合地质勘探工程研究主要充水含水层的水压、渗透性和富水性，研究顶板隔水层的分布、厚度、隔水性，研究顶板间接含水层、采空区积水对矿床充水的影响。

5.3.5.1.8预测主要矿体开采矿坑正常和最大涌水量。对勘查区水文地质条件复杂程度进行初步评价，初步确定矿床水文地质勘查类型。指出矿床开采的主要水文地质问题和矿山供水水源方向。

5.3.5.2工程地质条件

5.3.5.2.1开展勘查区工程地质调查，对勘查区主要岩(土)体[矿体及顶底板围岩、露天开采场边坡岩(土)层]进行控制性采样与物理力学性质测试。

5.3.5.2.2划分工程地质岩组，基本查明各工程地质岩组的工程地质特征；基本查明构造破碎带、裂隙发育带、风化带、岩溶发育情况及分布，分析其对顶底板围岩稳固性、露天开采场边坡稳定性的影响；基本查明软岩、软弱夹层的分布；基本查明岩(土)体的完整性、主要结构面的组

合关系；初步确定矿体及顶底板围岩稳固性、露天开采场边坡岩土层的稳定性。

5.3.5.2.3对工程地质条件复杂程度进行初步评价，初步确定矿床工程地质勘查类型。指出矿床开采的主要工程地质问题。

5.3.5.3环境地质条件

5.3.5.3.1开展勘查区环境地质调查。重点调查、收集岩石中有害组分含量。

5.3.5.3.2调查分析区内及相邻地区的地震活动，依照GB18306—2015《中国地震动参数区划图》等，初步评价区域稳定性、地震基本烈度。

5.3.5.3.3调查滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷等地质灾害的分布和特征；调查、收集岩、土、水中对人体有害组分和含量；调查勘查区土地、森林植被、人居状况、供水水源等环境条件；按要求开展放射性检查。

5.3.5.3.4对地质环境质量现状做出初步评价。指出矿床开采的主要地质环境问题。

5.3.5.4供矿山设计开采的小型详终矿区

供矿山设计开采的小型详终矿区的开采技术条件勘查研究程度应达到勘探程度要求。

5.3.6资源量比例

5.3.6.1确定的勘查深度以上，一般探求控制资源量和推断资源量，控制资源量一般应不小于总资源量的30%,控制资源量一般应集中分布在可能首先或先期开采的地段。作为矿山建设设计依据的详查(最终)报告，控制资源量占查明资源量的比例一般应不少于50%,且开采技术条件查明程度及矿石加工选冶技术性能研究程度应满足矿山建设设计要求。

5.3.6.2在确定的勘查深度以下，一般不进行深入工作，可对成矿远景做出评价。

5.4勘探阶段要求

5.4.1成矿地质条件

5.4.1.1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，对主要共生、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。

5.4.1.2在详查的基础上，视需要修测勘查区地质图、矿床地质图，必要的加密控制工程及详细的地质研究，详细查明地层、构造、岩浆岩特征，根据矿床类型不同，研究应有侧重点。

a)地层：研究地层的岩性特征、厚度、产状，划分地层层序、岩性组合、岩相分带、标志层，确定含矿层位；研究岩石、岩相的物质组成和物理化学性质与成矿的关系。沉积型铝土矿还应研究沉积环境与成矿的关系，研究含矿岩系底盘古风化侵蚀面的形态特征及其对成矿的控制作用；堆积型铝土矿和红土型铝土矿还应研究第四纪地质及地貌特征。

b)构造：研究大地构造特征；研究与矿有关的主要构造的规模、形态、产状、性质、空间分布范围、发育的先后次序，以及小构造的发育程度；详细查明构造对成矿的控制作用及成矿后破坏影响程度。

c)岩浆岩：红土型铝土矿研究与成矿有关的岩体特征及与成矿的关系。

5.4.1.3根据勘查区的地质背景，运用成矿理论，研究、分析成矿有利的地质条件，阐述其与成矿的关系。

5.4.2矿体特征

5.4.2.1在详查系统工程控制的基础上，采用有效的勘查技术方法和手段，对矿体进行必要的加密控制及取样分析测试，详细查明勘查区内矿体的数量、赋存部位、分布范围和主要矿体的相互关系。

5.4.2.2详细查明主要矿体的规模、形态、产状、空间位置、内部结构、厚度、品位及其变化规律，确定矿体的连续性；详细查明主矿体内的无矿地段和夹石的种类、岩性、规模、形态、厚度、产状及分布规律。

5.4.2.3详细查明顶底板围岩的岩性、厚度和分布情况，主矿体底部界线的起伏变化规律及矿床的次生富集现象和富集规律。

5.4.2.4研究控制、破坏、影响矿体的主要构造的规模、形态、产状、性质、断层断距(落差)等特征，以及构造对矿体的控制、破坏和影响情况。

5.4.3矿石特征

5.4.3.1详细查明矿石的矿物组成、含量、粒度、嵌布特征、共生组合及结构、构造特征。

5.4.3.2详细查明矿石化学成分，有用、有害组分的种类和主要有用组分的含量及其变化情况、分布规律，同时查明Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_2、S等的赋存状态。不同类型矿床的化学成分研究应有所侧重：

a)沉积型和堆积型铝土矿应查明Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、S、烧失量(LOI)等的含量及其变化规律，同时查明Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、S等的赋存状态，计算铝硅比值(A/S);当矿石中伴生黄铁矿、白铁矿时，应查明S的含量及其变化情况；对用作电熔刚玉，高铝黏土及高铝水泥的铝土矿石还应查明TiO_2、CaO、MgO、K_2O、Na_2O、CO_2等成分的含量和变化情况。

b)红土型铝土矿应查明Al_2O_3、SiO_2、Fc_2O_3、TiO_2、烧失量等的含量及其变化规律，同时查明Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、S等的赋存状态，计算铝硅比值。

5.4.3.3研究、划分矿石的自然类型、工业类型和矿石品级。

5.4.3.4矿体的近矿围岩和夹层应采取适当数量的样品了解其矿物组成和化学成分，以便考虑开采贫化或为综合利用提供资料。

5.4.4矿石加工选冶技术性能

5.4.4.1在详细研究矿石工艺矿物学的基础上，一般开展实验室扩大连续试验。对易选矿石可进行实验室流程试验；对较易选矿石可进行实验室流程试验，必要时开展实验室扩大连续试验；对难选矿石视情况进行实验室流程试验、实验室扩大连续试验，必要时可进行半工业试验或工业试验。详细查明矿石加工选冶技术性能，为矿山建设设计推荐合理的矿石加工选冶工艺流程。

5.4.4.2一般采集详细可溶性试验样品(或称为采大样，样品平均品位应略低于矿区平均品位)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，确定最终氧化铝生产流程。

5.4.4.3堆积型铝土矿应进行原矿可洗性能试验和矿石抗压性能试验。

5.4.5矿床开采技术条件

5.4.5.1水文地质条件

5.4.5.1.1开展勘查区水文地质测量，水文地质孔组试验和水质采样测试、老窿及勘查坑道水文地质调查等工作。水文地质测量范围应包括矿床开采坑道排水降落漏斗范围和主要充水水源补给范围。

5.4.5.1.2详细查明勘查区含(隔)水层的岩性、厚度、产状、分布特征及埋藏条件，含水层的富水性，含水层间的水力联系。

5.4.5.1.3详细查明勘查区地下水的补给、径流、排泄条件，动态变化特征，地下水埋深及其与矿体的相对位置。

5.4.5.1.4详细查明勘查区构造破碎带、风化裂隙带的位置、规模、产状、充填与胶结程度及其对矿床充水的影响。

5.4.5.1.5详细查明勘查区岩溶发育特征、地下河管道分布特征；详细查明勘查区地表水体的分布范围、汇水面积、水位、流量、流速、动态变化特征。

5.4.5.1.6详细查明勘查区地下水、地表水水质；详细查明矿床充水水源及其与矿体的分布位置关系，充水方式，主要充水含水层、露天开采

场岩(土)层的渗透(导水)性，矿床开采的自然排水条件和露天开采场地表汇水条件。

5.4.5.1.7预测首采区(第一开采水平)正常和最大矿坑涌水量；对勘查区水文地质条件复杂程度进行评价，确定矿床水文地质勘查类型。预测矿床开采时可能出现的主要水文地质问题并提出防治建议，为矿山工业和生活用水提供方向。

5.4.5.1.8地下开采且水文地质条件复杂的矿床，应结合地质勘探工程研究主要充水含水层的水压、渗透性和富水性，研究顶板隔水层的分布、厚度、隔水性，研究顶板间接含水层、采空区积水对矿床充水的影响。

5.4.5.1.9对水文地质条件特别复杂的矿床，可根据实际需要另外进行专门的水文地质工作。

5.4.5.2工程地质条件

5.4.5.2.1开展勘查区工程地质测量，测量范围应包括矿床开采区和开采可能引发地质灾害的影响区。

5.4.5.2.2系统测试勘查区岩(土)体[矿体、夹石及顶底板围岩、露天开采场边坡岩(土)层]的物理力学性质，划分工程地质岩组。地下开采且井巷围岩稳固性差的矿床，物理力学性质采样测试应按GB/T12719适当提高要求。

5.4.5.2.3详细查明各工程地质岩组的工程地质特征；详细查明构造破碎带、裂隙发育带、风化带、溶洞等岩溶现象的发育程度和分布及其对顶底板围岩稳固性、露天开采场边坡稳定性的影响；详细查明岩(土)体的完整性，主要结构面的组合关系。

5.4.5.2.4详细查明软岩、软弱夹层的岩性、厚度和分布；测定矿体及顶底板围岩、露天开采场边坡岩(土)层的物理力学参数[体积质量(体重)、硬度、湿度、块度、抗压强度、抗剪强度、松散系数、休止角、节理密度、RQD值等]。

5.4.5.2.5地下开采矿床，应结合地下水水压研究矿体顶板稳固性，研究顶板软弱层的分布、厚度、力学强度。

5.4.5.2.6预测评价矿床开采坑道系统顶底板围岩稳固性、露天开采场边坡稳定性。对工程地质条件

复杂程度进行评价，确定矿床工程地质勘查类型。预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

5.4.5.3环境地质条件

5.4.5.3.1开展勘查区环境地质调查，调查范围应包括矿床开采对地质环境影响的范围。

5.4.5.3.2全面调查分析区内及相邻地区的地震活动，并参考GB18306—2015《中国地震动参数区划图》等，评价区域稳定性、地震基本烈度。

5.4.5.3.3调查勘查区内滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷等地质灾害的分布和特征；调查、收集勘查区岩、土、水中对人体有害的组分和含量。

5.4.5.3.4调查勘查区土地、森林植被、人居状况、供水水源等环境条件；调查、收集勘查区地下水、地表水质量。

5.4.5.3.5对碳酸盐岩裸露的堆积型矿床，应结合地质环境评价要求调查岩溶地下水的流向、地下河的分布特征。

5.4.5.3.6对地质环境质量现状做出评价。预测矿床开采对勘查区环境可能造成的破坏和影响，并提出预防建议。

5.4.6资源量比例

应综合矿业权人、矿山开采设计单位、冶炼、加工设计单位的意见推荐首采区。资源量及其比例要求如下：

a)勘查区勘查深度以上，探求探明资源量、控制资源量和推断资源量。矿床查明的资源量应保证首期，兼顾中期，储备后期，首采区内原则

上应为探明资源量和控制资源量，保证矿山建设还贷期的还本付息的需要。按该原则，一般探明资源量和控制资源量之和应占总资源量的50%以上，其中探明资源量比例最低为10%～20%。

b)在确定的勘查深度以下，一般不进行深入工作，有成矿远景时，估算推断资源量，但不参与资源量比例统计。

c)鼓励按照“保证首采区还本付息、矿山建设风险可控”的原则，通过论证，合理确定各级资源量的比例。

5.5供矿山建设设计复杂和小型矿床的勘查工作程度要求

5.5.1复杂矿床是指III勘查类型矿床中，在基本勘查工程间距基础上加密后仍难以探求探明资源量或用基本勘查工程间距仍难以探求控制资源量的矿床。复杂的大中型矿床，在基本工程间距基础上加密控制后仍不能探求探明资源量的，可只探求到控制资源量，提交详终报告，作为矿山建设设计的依据。

5.5.2详终程度、供矿山建设设计的一般小型矿床的矿体特征和矿石质量特征的勘查控制研究程度应达到详查程度，除此之外，其他方面的勘查控制研究程度均应达到勘探程度要求。铝土矿矿床规模划分标准及铝土矿矿山生产建设规模分类参见附录I。

5.5.3详终报告作为矿山建设设计的地质依据，应充分考虑地质风险，一般不宜建设大中型矿山。

6 绿色勘查要求

6.1基本要求

6.1.1应将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于矿产勘查设计、施工、验收、成果提交的全过程，实施勘查全过程的环境影响最小化控制。

6.1.2依靠科技和管理创新，最大限度地避免或减轻勘查活动对生态环境的扰动、污染和破坏。倡导采用能够有效替代槽探、井探的勘查技术手段；鼓励采用“一基多孔、一孔多支”等少占地的勘查技术。

6.1.3应对施工人员进行环境保护知识、技能培训，增强环境保护意识，切实落实绿色勘查要求。

6.2勘查设计

6.2.1勘查设计应充分体现并明确提出绿色勘查要求。

6.2.2勘查设计前，应进行实地踏勘，对勘查活动可能造成的生态环境影响及程度做出预判。

6.2.3勘查设计中，应统筹勘查目的任务与生态环境保护之间的关系，采用适宜的勘查方法、技术手段、设备、工艺和新材料，合理部署勘查工程，并对场地选址、道路选线、物料堆存、废弃物处理、各项工程施工、环境恢复治理等勘查活动各环节的绿色勘查工作做出明确的业务技术安排，制定明确的预防控制措施和组织管理措施。

6.3勘查施工

6.3.1勘查施工过程中，应严格按照勘查设计落实绿色勘查要求。优化工程设计时，应充分考虑绿色勘查要求。

6.3.2应对车辆、人员通行及工程占地等对土壤植被的损毁，机械运行排放的废气污染，设备运行产生的光噪干扰，挖坑埋置检波器和激发

放炮造成的破坏，开挖土石造成的滑塌或坡面泥石流，以及泥浆(废水、废渣、废油料等)、生活垃圾、废弃物引起的污染等进行有效管控。

6.4环境恢复治理与验收

6.4.1勘查工作或阶段工作结束，针对勘查活动造成的生态环境影响，应根据国家法律法规、强制性标准和恢复治理设计要求，结合地方社会经济发展需求，及时开展生态环境恢复治理，最大限度地消除勘查活动对生态环境造成的负面影响。

6.4.2项目竣工验收应将绿色勘查要求落实情况作为重要考核内容。

7 勘查工作及质量

7.1勘查测量

7.1.1凡参与资源量估算相关的各种地质剖面、探矿工程等均应进行定位测量。控制测量、地形测量和工程测量的精度要求，应按GB/T18314和GB/T18341执行。

7.1.2矿产勘查测量应采用全国统一的坐标系统和国家高程基准。平面坐标系统采用2000国家大地坐标系、高斯一克吕格投影，高程系统采用1985国家高程基准。

7.2地质填图

7.2.1根据不同勘查阶段的地质研究程度要求、矿体规模、矿体厚度以及构造复杂程度等因素进行不同比例尺地质填图。

7.2.2地质草图可以使用草测地形底图或已有较小比例尺地形图放大并经实地修测后的地形底图；地质简测图可以使用简测或精测地形底图；地质正测图应使用精测地形底图。

7.2.3地质填图应以地质观察为基础，地质点应布设在地质界线上或有特殊意义处，并准确展绘到图上。对有特殊意义的地质现象，必要时应放大表示。

7.2.4在条件适宜地区应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。

7.2.5地质填图工作要求和精度按DZ/T0078执行。

7.3水文地质、工程地质、环境地质

7.3.1勘查区各项水文地质、工程地质、环境地质工作的数量和质量，应符合GB51060和GB/T12719中对相应勘查阶段的要求。

7.3.2前期已开展的各项水文地质、工程地质、环境地质工作，质量符合现行规范要求的工作成果可直接利用。

7.4物探、遥感

7.4.1物探地质工作一般在沉积型铝土矿矿床勘查中作为辅助手段使用，通过有效的物探方法或方法组合，推断和解释地质构造和矿体的大致位置及分布，以指导工程布置。鼓励开展定量物探方法及其应用研究，在能够保证资源量估算的地质可靠程度前提下，可以参与相应的资源量估算。物探工作及质量要求参照GB/T33444、DZ/T0080—2010《煤炭地球物理测井规范》、DZ/T0280—2015《可控源音频大地电磁法技术规程》、DZ/T0305—2017《天然场音频大地电磁法》等执行。

7.4.2遥感工作一般在堆积型铝土矿的普查阶段作为辅助手段使用，初步圈出含矿洼地分布范围。遥感地质工作及质量要求参照GB/T15968—2008《遥感影像平面图制作规范》、GB/T33444等执行。

7.5探矿工程

7.5.1槽探(剥土)、井探、浅钻

7.5.1.1主要用于控制矿体在地表(浅部)的实际位置，揭露地表重要的地质界线。控制矿体的工程要揭露出其顶底板。槽探(剥土)、井探施工质量应符合GB/T33444、DZ/T0078等的要求。

7.5.1.2采用便携式钻探等替代槽探、井探，应能达到替代目的，必要时应使用群钻；对覆盖层较厚(大于3m)的矿体，当槽探、井探、便携式钻探等难以达到目的时，应采用浅钻代替；浅钻代替槽探应施工浅钻剖面。浅钻穿矿孔径应满足取样要求，具体参考DZ/T0227执行。

7.5.2坑探

在地形有利的条件下，为勘查和评价某些复杂的矿床或必须采取某些大样时，应在矿床的上部或首采区采用坑探手段，以更加有效地揭露各种复杂的地质现象，查明矿体和矿石质量特征。坑探工程的布设应以探矿目的为主，并尽可能考虑为未来矿山建设生产所利用，同时应尽量与已完工、已布设和将要布设的其他探矿工程相衔接。坑探工程质量要求按DZ0141等执行。

7.5.3钻探

7.5.3.1钻探(含坑内钻，下同)应坚持一孔多用的原则。

7.5.3.2岩芯钻探用来探索深部矿体和地质构造情况。取芯钻孔的矿芯采取率、矿体顶底板3m～5m内的围岩采取率以及标志层的岩(矿)芯采取率应大于80%,厚大矿体内部矿芯采取率连续5m低于80%时，应及时采取补救措施。一般岩石的岩芯采取率不应低于80%,软岩和破碎岩石的岩芯采取率不应低于65%。

7.5.3.3钻探的穿矿孔径应能满足取样要求，以保证取样有代表性，一般穿矿孔径不小于75mm,当沉积型铝土矿有用组分较均匀时，勘探阶段可采用不小于56mm的穿矿孔径。采用的钻探工艺应能保持矿石的原有结构特点和完整性，避免矿芯粉碎贫化。

7.5.3.4认真测量钻孔顶角和方位角，做好钻孔测斜、孔深校正、简易水文地质观测、原始记录、封孔及岩芯保管等工作。钻孔质量不符合要求，对矿体圈定或资源量估算有较大影响时，应及时设法补救。封孔质量不符合规程或勘查设计要求时需返工重封。

7.5.3.5当沉积型铝土矿或不需计算含矿率的红土型铝土矿，其矿体和矿石特征已基本查明，采用空气反循环钻探工艺，采取岩粉(屑)样进行取样分析能够达到勘查目的或更有效时，加密取样钻孔，可以采用空气反循环钻探工艺对矿体进行控制，但应深入研究矿与非矿的变化，严格控

制取样间隔。采用空气反循环钻探工艺施工的钻孔，在保证取样代表性的情况下，可采用缩分法采样。

7.5.3.6岩芯钻探工程施工及工程质量要求按DZ/T0227执行，岩(矿)芯的现场管理和保管按DZ/T0032—1992《地质勘查钻探岩矿心管理通则》、DZ/T0078执行；空气反循环钻探质量按相关规范执行。

7.5.4探矿工程影像资料

所有探矿工程均应拍照保留施工开始前和施工现场恢复前后的现场影像资料，以及施工采取的样品、岩(矿)芯等影像资料，并编号说明，制成光盘，作为原始资料加以保存。

7.6岩矿鉴定取样、制样与鉴定

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

7.7化学分析样品的采取、制备与测试

7.7.1基本要求

7.7.1.1样品的采取应具有代表性。采样方法应根据采样目的，结合勘查手段、矿体规模和厚度、矿石结构和构造、矿物粒度大小等因素确定；采样规格应通过试验或类比确定，样品质量应满足测试需要；严禁避贫就富或避富就贫选择性采样。

7.7.1.2化学分析、内检、外检，均应由取得计量认证资质的实验室进行。外检应由取得国家级计量认证资质的实验室承担。

7.7.2样品的采取

7.7.2.1定性半定量全分析

目的是了解矿(岩)石的元素(组分)组成及其大致含量。普查阶段，详查阶段和勘探阶段矿石性质有较大变化时，应在矿体的不同空间部位、不同矿石类型(或品级)的矿石中及某些围岩、蚀变带等可能的含矿岩石中，单独采取或从基本分析副样中抽取定性半定量全分析样，采用适宜的分析方法进行定性半定量全分析，为确定化学全分析、组合分析，甚至基本分析项目提供依据。主要矿体的不同矿石类型采取不少于1件。

7.7.2.2化学全分析

目的是为准确查明矿石中的各种组分(痕量除外)及其含量，各组分分析结果的总含量应接近100%。从普查阶段开始，通常在定性半定量全分析的基础上，对主要矿体，分矿石类型(或品级)单独采取或从组合分析副样中抽取有代表性的化学全分析样品，采用适宜的分析方法进行化学全分析，为研究矿石的物质成分、化学性质，确定基本分析和组合分析项目提供依据。主要矿体，分矿石类型(或品级)从组合分析副样中抽取或单独采取代表性样品2件～3件。

7.7.2.3基本分析

目的是查明矿石中有用组分和某些有害组分含量及其变化情况，其分析结果是圈定矿体、估算资源量的主要依据。

沉积型铝土矿，在槽探(剥土)、井探、坑探工程中采取化学分析样品一般采用刻槽法，断面规格一般采用10cm×3cm,根据矿石物质组分均匀程度可采用10cm×5cm或5cm×3cm。钻探的岩(矿)芯取样采用1/2切(锯)芯法，采样长度一般为0.5m～1m,不同矿石类型、不同回次岩芯直径或采取率相差很大时应分别取样。当矿体物质组分均匀、矿石类型单一或矿体厚度大时，采样长度可适当加长。

堆积型铝土矿一般用全巷法或全巷重量四分法取样，全巷重量四分法采样方法和要求参见附录J。

红土型铝土矿，采样方法可通过试验根据矿石特点确定。当矿体厚度大、矿石粒度小，且分布均匀时，可采用断面规格为20cm×10cm或20cm×20cm的刻槽法，采样长度一般为0.2m～1m,辅以数量有限的全巷法或剥层法予以检查验证。矿块大小悬殊、分布杂乱的，可用全巷法或剥层法取样，样品体积应为0.2m³~0.5m³,样长一般不大于1m;也可参照堆积型铝土矿用全巷重量四分法进行取样。采出的原矿经筛选和洗矿，计算含矿率，用净矿石作化验样品；原矿也应采取适当数量样品进行基本分析。

揭露和圈定矿体的全部探矿工程应及时采样化验。采样后应有样品布置、采样过程、采样效果的代表性影像资料或照片，应提交采样登记台账。

7.7.2.4组合分析样

目的是系统查明矿石中伴生有用、有益、有害组分和某些共生组分的含量及其在矿体中的分布规律，其分析结果是评价伴生有用组分和某些共生组分的综合利用价值，有益、有害组分对矿石加工选冶性能和矿产品质量的影响程度，估算伴生矿产和某些共生矿产的资源量等的依据。

组合分析样应按矿体、矿石类型和伴生有用、有害组分的变化大小从基本分析副样中抽取，一般按工程或块段，也可视情况按剖面、中段，甚至矿体，依样长代表的真厚度比例进行组合(钻探工程取样，按工程组合时，也可依样长比例组合)。

单个组合分析样品质量一般为200g～400g,其中1/2作为副样保存，1/2作为正样送测试。

7.7.2.5物相分析

目的是查明矿石中有用、有益、有害组分的赋存状态、含量和分配率，其分析结果是划分矿石自然类型和工业类型，评价矿石质量，研究矿床自然分带的依据。样品的采取要求如下：

a)物相分析一般自地表向下取样，直至确定原生带，但当有用组分的赋存状态不同对原生矿石的加工选治技术性能影响较大时，也需在原生带内取样。

b)物相分析样品一般应专门采取，符合分析质量要求时，也可在基本分析副样中抽取。采样与分析必须及时进行，以免样品氧化影响质量。

7.7.2.6单矿物或人工精矿分析

目的是为了查明稀散元素和贵金属元素的赋存状态、分布规律、含量及其与主金属元素的关系。

单矿物或人工精矿分析的样品一般在实验室内用各种物理分选方法获得。采集地点和数量应按实际需要确定。用作估算矿产资源量时，可按工程或块段采集组合样。一般送样质量：单矿物为2g～20g,人工精矿为30g~50g。

7.7.2.7硅酸盐分析(岩石化学分析)

目的是研究区内元素迁移规律、岩石成因及岩相，以研究岩石与成矿的关系。岩石或矿体围岩的硅酸盐样品经薄片鉴定认为具有代表性时方可进行硅酸盐分析。研究物质的带进或带出情况时，应以相同体积的氧化物质量进行对比，在进行分析前需测定样品的体积质量。

7.7.2.8岩石有害组分分析

目的是查明围岩和夹石中的有害组分及其含量，评价矿山开采过程中其对生态环境可能造成的影响，制定相应的防治措施。

详查阶段应按围岩和夹石的岩性，采取一定数量的岩石有害组分分析样，对岩石中有害组分进行分析，为确定围岩和夹石中可能对环境造成影响的有害组分提供依据。勘探阶段应针对含有害组分的围岩和夹石，选择围岩和夹石种类多、代表性强的加密钻孔，对各种含有害组分的围岩和夹石进行岩石有害组分分析，为评价围岩和夹石中有害组分对环境的影响提供依据。

7.7.2.9三水铝测试分析样

目的是了解堆积型和红土型铝土矿黏土中的三水铝含量及其分布情况。详查、勘探阶段时进行，在井探工程的矿体胶结物和矿体底板中分别采取，两者分开为单独样品。采样时以随机多点的方式在矿体中的泥质或矿体底板中的黏土分别挖取3kg～5kg原样，混合均匀后取1kg晒干，过1mm筛后取筛下泥质200g～400g作为样品。主要矿体各采取1件～2件。

7.7.3样品的制备

样品的加工缩分应遵循切乔特经验公式，即

$Q=Kd^2$ (1)

式中：

Q——缩分后样品的最低可靠质量，单位为千克(kg);

K——缩分系数，根据矿石质量变化均匀程度，一般取0.1～0.3,样品加工中损失率应小于5%,缩分误差小于3%;

d——样品破碎后最大颗粒直径，单位为毫米(mm)。

7.7.4样品的测试

7.7.4.1定性半定量全分析

分析项目一般不需确定，必要时可要求实验室用几种不同光谱半定量分析仪器检测或同时送几个不同实验室，以取得更多的元素和氧化物半定量结果。

7.7.4.2化学全分析

分析项目为Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、TiO_2、MgO、CaO、K_2O、Na_2O、Ga、S、P_2O_5、烧失量。可根据光谱全分析结果，结合勘查区实际情况增加相关分析项目。

7.7.4.3基本分析

分析项目一般为Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、TiO_2、烧失量。当MgO,CaO含量超过允许含量时应列为基本分析项目；当S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，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，当MgO、K_2O、Na_2O超过允许含量时，应列入基本分析项目。沉积型铝土矿S列入基本分析项目。堆积型铝土矿TiO_2可只列入组合分析项目。

7.7.4.4组合分析

分析项目根据基本分析、定性半定量全分析、矿石化学全分析结果，结合矿床地质特征及矿石加工选冶技术性能确定。基本分析样中已做的项目可以不做，但为了解伴生组分与主要组分之间的关系，或需要用组合分析结果划分矿石类型时，某些基本分析项目也应列入组合分析项目。分析项目为TiO_2、Ga、S(基本分析项目已列全硫的，组合分析列有效硫)、P_2O、CaO、MgO、K_2O、Na_2O、CO_2、Li_2O、REO、Sc_2O_2、Nb_2O_5、Ta_2O_5、有机碳等，可根据需要增减。

7.7.4.5三水铝测试分析

分析项目为Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3、烧失量、三水铝石相的Al_2O_2、可溶出SiO_2等，可根据需要增减。

7.7.5分析质量检查

7.7.5.1化学分析的内检主要是为检查样品制备测试的偶然误差，外检主要是为检查化验分析的系统误差。凡参加矿体圈定、资源量估算的基本分析、组合分析结果，均需进行内检和外检。物相分析结果应酌量进行内检和外检；矿石化学全分析、硅酸盐分析以及明显低于边界品位的样品，一般不进行内检和外检，必要时可进行少量检查。对于分析结果反常或异常的样品，除检查采样、样品制备质量外，还应专门进行内检，外检视具体情况确定。

7.7.5.2化学分析质量及内检和外检分析结果误差处理办法按DZ/T0130执行。DZ/T0130内检和外检分析结果允许误差计算公式如下：

Ye=C×(14.37X-61*)-7.659)……(2)

式中：

Yc——内检和外检样品中某组分的相对偏差允许限，数值用“%”表示，当Yc的计算值大于30%时，一律按30%执行，矿石分析中主要成矿元素低于边界品位以下一般不计偏差；

C——相对偏差允许限系数，SiO_2为0.67,Al_2O_3、TiO_2、Fe_2O_3、CaO、MgO、K_2O、Na_2O、S、CO_2、P_2O_3、烧失量为1.00;

X——内检和外检样品中某组分的平均质量分数，数值用“%”表示。

7.7.5.3基本分析、组合分析结果的内检应分批、分期进行，其内检样品由送检单位在各种类型(品级)矿石中含量在边界品位(或伴生组分评价指标)附近及以上的相应分析样品(以下简称“应抽检样品”)的粗副样(小于0.85mm,即—20目)中抽取，编密码送原分析实验室进行复测。基本分析内检样品的数量应不少于基本分析应抽检样品总数的10%,当应抽检样品数量较多(2000个样品以上)或大量测试结果证明质量符合要求时，内检样品数量可适当减少，但不应少于5%;组合分析内检样品的数量应不少于组合分析应抽检样品总数的5%。

7.7.5.4送检单位收到内检结果后，应通知原测试单位从内检合格批(期)次样品的正余样中抽取外检样品，编码送外检单位进行外检。基本分析、组合分析外检样品数量一般为参加资源量估算的原分析样品总数的5%。当参加资源量估算的原分析样品数量较多(2000个样品以上)时，外检样品比例可适当降低，但不应少于3%。

7.7.5.5各批(期)次内检合格率不应低于90%,否则应判定相应批(期)次内检合格率不符合要求，须抽取同批(期)次同样数量未验证过的样品再次内检。再次内检后，若合格率仍不符合要求，则相应批(期)次原分析结果全部无效，对此应及时查找原因，并根据具体情况进行处理。对于任何内检超差的样品均应分析超差原因，并视情况进行复检，复检结果证明原分析结果错误的应予改正。

7.7.5.6各批(期)次外检合格率不应低于90%,否则应判定相应批(期)次外检合格率不符合要求；原分析结果较外检分析结果75%以上偏高或偏低，即认为存在系统误差。外检样品合格率不符合要求或存在系统误差时，应扩大一倍外检样品数量重新外检。重新外检后，若外检样品合格率仍不符合要求或仍存在系统误差时，原测试单位和外检单位应共同查找外检超差或产生系统误差的原因，视情况对相应批(期)次原分析结果进行处理，确系原分析原因，必要时应采取补救措施或返工。一般，仅个别批(期)次存在系统误差，且相应批(期)次外检合格率符合要求，在不至于对矿体圈定和资源量估算产生较大影响的情况下，其原分析结果可以采用。

7.7.5.7当外检合格率不符合要求或原分析结果存在系统误差，而原测试单位和外检单位不能确定误差原因，或者对误差原因有分歧时，应由原分析(基本分析、组合分析)单位和外检单位协商确定仲裁单位，进行仲裁分析。仲裁分析样品由原分析单位从原分析样品的正余样中抽取，数量一般不少于外检样品数量的20%,且不应少于10件。当仲裁分析结果证明原分析结果错误时，应予纠正；若存在系统误差且必须校正时，应将存在系统误差的批次样品全部返工，或者加倍数量进行仲裁分析，取得充分可靠的依据，求出校正系数，对有系统误差的分析结果进行校正。

7.8矿石加工技术性能试验样品的采集与试验

7.8.1 送试验单位进行矿石加工选冶技术性能试验研究的样品采集前，应与试验单位密切配合，必要时征求项目开发咨询设计单位意见，共同编制采样设计书，经矿产勘查投资人批准后实施。

7.8.2 采取矿石加工选冶技术性能试验样品时，应考虑矿石类型、品级、结构、构造和空间分布的代表性。当矿石中有共生、伴生有用组分时，应一并考虑采样的代表性，以便试验时了解其综合回收的工艺流程。采集实验室流程试验、实验室扩大连续试验及半工业试验样品时，还

应考虑开采时废石混入及矿石贫化的影响。当不同类型和品级的矿石不可能或不需要分别开采或分别选矿时，可只采取混合矿样(矿样中各品级和类型矿石所占比例应有代表性),进行混合矿样的加工选冶技术性能试验。

7.8.3为矿山建设设计提供依据的矿石加工选冶技术性能试验，一般应在对整个勘查区矿石已开展过相应试验研究工作，且已基本查明矿石加工选冶技术性能的基础上进行。试验矿样通常在首采区采取。

7.8.4视矿石性质不同，对矿石进行不同加工选冶方法或两种以上方法联合加工选冶工艺流程的研究和对比，推荐矿石的加工选冶工艺流程。不同试验流程如下：

a)可选性试验着重探索和研究各类型、品级矿石的可选性及主要有用组分的可利用性。

b)实验室流程试验应通过工艺条件、流程结构及开路、闭路试验，对主要有用组分的可利用性、伴生有用组分综合回收及有害组分去除的可能性做出评价，择优推荐工艺流程和工艺条件.

c)实验室扩大连续试验应对实验室流程试验推荐的一个或数个流程，在串组为连续的、类似生产状态的操作条件下进行试验，并在动态中实现工艺流程试验条件的稳定，获得稳定的试验指标。

d)半工业试验应利用专门试验厂(车间),按生产操作状态进行工业模拟试验，获得接近生产状态下的试验成果。

e)工业试验应利用现有生产车间或生产型设备，进行局部或全流程的生产试验，获得生产状态下的试验成果。

7.8.5矿石加工技术性能试验样品的采集应具有代表性，并考虑开采的贫化率。详查及以上阶段，对能分采分选的矿石类型，应分别采集具有代表性的样品，进行矿石加工选冶技术性能试验；当不同品级和类型的矿石不可能或不需要分别开采或分别选矿时，可只采取混合样品(样品中各品级和类型矿石所占比例应有代表性),进行混合矿样的加工选冶技术

性能试验。当矿石中有共生、伴生有用组分时，采样时应一并考虑其代表性。加工技术性能试验的各环节应符合有关规范、规程的要求。

7.8.6根据矿石铝硅比值和Al_2O_3品位高低，采用烧结法、拜尔法、联合法进行可溶性试验，可溶性试验分为两种。

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Al_2O。的可溶性及其赤泥沉降性能。试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1kg~5kg。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。根据试验结果对Al_2O,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Al_2O_2生产中的各项技术条件(如Al_2O_3在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Al_2O_3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)进行系统试验，对Al_2O。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300kg～500kg。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。

7.8.7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工作之前进行，以便对矿床能否经济合理开发利用做出评价。

7.9岩(矿)石物理技术性能测试样品的采集与测试

7.9.1为了估算矿产资源量和研究矿床开采技术条件，在详查阶段和勘探阶段应测定岩石、矿石和矿体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、湿度、块度、孔隙度、松散系数；

矿体顶底板围岩和矿石的稳定性、硬度、休止角、抗压强度、抗剪强度、抗拉强度。采样方法、数量和质量要求按相关规定执行。

7.9.2体积质量样应按矿石类型或品级分别采取，分布上要有代表性。小体积质量样应在野外封蜡测试，每种矿石类型的样品不少于30个。对疏松或多裂隙孔洞的矿石(如砂状、蜂窝状铝土矿矿石)还应每种矿石类型或品级测定2个～5个大体积质量样，用来校正小体积质量值；对结构致密的矿石，大体积质量样可以少做。小体积质量样体积一般为60cm³~120cm³;大体积质量样体积不小于0.125m³。测定矿石体积质量的同时要测定品位，必要时还要测定湿度和孔隙度。普查阶段确实不具备采样条件时，体积质量样的数量可根据实际情况确定。

7.9.3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(矿)石名称，为研究矿床提供资料。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，另一块作为标本保存和陈列，标本规格为3cm×6cm×9cm。不同勘查阶段岩矿鉴定样品要求如下：

a)普查阶段，不做具体要求，可视其需要采集一定数量的岩矿样进行鉴定、研究。

b)详查阶段，应系统采集各类岩(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。

c)勘探阶段，每个勘查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。

7.9.4由于铝土矿具有矿石矿物种类繁多，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、红外光谱、X衍射分析、扫描电镜一能谱分析和重矿物挑选等手段进行鉴定研究。

7.10原始资料保存、编录、综合整理和报告编写

7.10.1所有探矿工程均应拍照保留施工开始前和施工现场恢复后的现场影像资料，以及施工采取的样品、岩(矿)芯等影像资料，并编号说明，制成光盘，作为原始资料加以保存。

7.10.2勘查各阶段，必须在现场及时进行原始编录，客观、准确、齐全地反映能够观察到的地质现象；各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理；各工作项目结束后，应及时提交原始资料和综合资料，并做到图件清晰、文字简练、文图表相符。采用计算机技术进行野外编录，应对修改过程进行严格控制。工作质量按DZ/T0078和DZ/T0079执行。

7.10.3矿产地质勘查报告编写要内容齐全、重点突出、数据正确，质量符合DZ/T0033的要求。

8 可行性评价

8.1基本要求

8.1.1在普查、详查和勘探各阶段，均应进行可行性评价，并与勘查工作同步进行、动态深化，以使矿产勘查工作与下一步勘查或矿山建设紧密衔接，减少矿产勘查、矿山开发的投资风险，提高矿产勘查开发的经济、社会及生态环境综合效益。

8.1.2可行性评价根据研究深度由浅到深划分为概略研究、预可行性研究和可行性研究三个阶段。

8.1.3可行性评价应视研究深度的需要，综合考虑地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，分析研究矿山建设的可能性(投资机会)、可行性，并做出是否宜由较低勘查阶段转入较高勘查阶段、矿山开发是否可行的结论。

8.2概略研究

8.2.1通过了解分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性的简略研究，做出矿床开发是否可能、是否转入下一勘查阶段的结论。具体按DZ/T0336执行。

8.2.2概略研究可以在各勘查工作程度的基础上进行。

8.3预可行性研究

8.3.1通过分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性的初步研究，得出储量数据，做出矿山建设是否可行的基本评价，为矿山建设立项提供决策依据。

8.3.2预可行性研究应在详查及以上工作程度基础上进行。

8.4可行性研究

8.4.1通过分析项目的地质、采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性的详细研究，得出储量数据，做出矿山建设是否可行的详细评价，为矿山建设投资决策、确定工程项目建设计划和编制矿山建设初步设计等提供依据。

8.4.2可行性研究一般应在勘探工作程度基础上进行。

9 资源储量类型条件

9.1资源量

9.1.1资源量类型划分

资源量分类按GB/T17766执行。按照地质可靠程度由低到高，资源量分为推断资源量、控制资源量和探明资源量。

9.1.2推断资源量

推断资源量是经稀疏取样工程圈定并估算的资源量，以及控制资源量或探明资源量外推部分。矿体的空间分布、形态、产状和连续性是合理推测的。数量、品位或质量是基于有限的取样工程和信息数据来估算的，地质可靠程度较低。地质可靠程度的具体条件如下：

a)初步控制矿体的形态、总体产状和空间位置。

b)初步控制控矿和破坏矿体的较大褶皱、断裂、破碎带的性质、产状和分布范围；大致控制主要岩浆岩、含矿岩系、夹石、无矿带岩石的岩性、产状及其分布变化规律。

c)初步查明影响矿石加工选冶技术性能的有用、有害组分及其赋存状态、分布变化规律和矿石类型(品级)。

9.1.3控制资源量

控制资源量是经系统取样工程圈定并估算的资源量。矿体的空间分布、形态、产状和连续性已基本确定。数量、品位或质量是基于较多的取样工程和信息数据估算的，地质可靠程度较高。地质可靠程度的具体条件如下：

a)基本控制矿体的形态、产状、空间位置。

b)基本控制对矿体有控制或破坏作用，影响中段(或水平)开拓的较大褶皱、断裂、破碎带的性质、产状和分布范围；初步控制主要岩浆岩、含矿岩系、夹石、无矿带岩石的岩性、产状及其分布变化规律。

c)基本查明影响矿石加工选冶技术性能的有用、有害组分及其赋存状态、分布变化规律及矿石类型(品级);需要分采且地质条件允许的，矿石类型(品级)及其空间范围已基本圈定。

9.1.4探明资源量

探明资源量是在系统取样工程基础上经加密工程圈定并估算的资源量。矿体的空间分布、形态、产状和连续性已确定。数量、品位或质量是基于充足的取样工程和详尽的信息数据来估算的，地质可靠程度高。其地质可靠程度的具体条件如下：

a)详细控制矿体的形态、产状和空间位置。

b)详细控制影响中段(或水平)采准的较大褶皱、断层、破碎带的性质、产状和分布范围；基本控制主要岩浆岩、含矿岩系、夹石、无矿带岩石的岩性、产状及其分布变化规律。

c)详细查明影响矿石加工选冶技术性能的有用、有害组分及其赋存状态、分布变化规律及矿石类型(品级);需要分采且地质条件允许的，矿石类型(品级)及其空间范围已详细圈定。

9.2储量

9.2.1储量类型划分

根据地质可靠程度，按照采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等转换因素的确定程度由低到高，储量可分为可信储量和证实储量。资源量和储量类型及其转换关系参见附录K.1。

9.2.2可信储量

经过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价，基于控制资源量估算的储量；或某些转换因素尚存在不确定性时，基于探明资源量估算的储量。

9.2.3证实储量

经过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价，基于探明资源量估算的储量。

9.2.4资源储量类型调整

勘查过程中，当矿床(体)勘查类型发生变化，勘查控制研究程度不符合相应资源量的类型条件时，应对资源量类型进行调整。估算储量的，还应通过可行性评价对储量类型进行相应调整。

10 资源储量估算

10.1工业指标

10.1.1工业指标的确定

普查阶段可采用矿床一般工业指标，参见附录L。详查阶段和勘探阶段，原则上应采用论证制定的矿床工业指标。矿床工业指标的论证制定按DZ/T0339执行。

10.1.2工业指标的主要内容

10.1.2.1边界品位：应用于单样，是矿与非矿的界线。

10.1.2.2最低工业品位：应用于块段或矿段。

10.1.2.3最小可采厚度(真厚度),单位为米(m)。

10.1.2.4夹石剔除厚度(真厚度),单位为米(m)。

10.1.2.5剥采比：在计算和评价开采设计的剥采比时，应考虑共生矿产的综合开采。当勘查区确定了露天开采边坡角及露天开采境界时，境界内外分别圈定，并计算剥采比。

10.1.2.6边界含矿率、矿区(段)平均含矿率。

10.1.2.7有害杂质含量要求：在下达具体工业指标时提出。

10.1.2.8地质统计学方法应采用矿块指标体系。

10.2资源量估算基本要求

10.2.1参与矿体圈定和矿产资源量估算的各项工程质量、采样测试分析质量应符合有关规范、规程要求。凡符合有关规范、规程要求的工程，采样测试分析结果均应参与矿体圈定和资源量估算。

10.2.2鼓励采用计算机应用技术，建立数据库和三维地质模型，估算资源量。

10.2.3几何图形法估算资源量基本要求如下：

a)资源量估算应在充分研究矿床地质特征和成矿控矿因素的基础上，遵循地质规律，按照工业指标和圈矿规则正确圈定矿体。

b)矿体圈连应符合地质规律，矿体与地质体的关系应符合地质认识。矿体圈连时，应先连接地质界线，再根据主要控矿地质特征、标志层特征连接矿体。通常应采用直线连接，在充分掌握矿体的形态特征时，也可采用自然曲线连接。无论采用何种方式连接，工程间推定的矿体厚度不应大于工程控制矿体的实际厚度。在依据不充分时，应采取稳妥的原则。

c)矿体圈定应从单工程开始，按照单工程—剖面—平面或三维矿体顺序，依次圈连。对于厚度大且连片的低品位矿应单独圈出。矿体内不同矿石类型(品级)的矿石，可能分采分选或对资源量估算有较大影响时，应分别圈出。

d)矿体外推应合理，有规律时按规律外推，无规律时沿矿体延伸方向外推。估算资源量应沿矿体走向或倾斜的实际距离尖推或平推。当见矿工程与相邻工程控制矿体的实际勘查工程间距大于推断资源量的勘查工程间距或见矿工程外无控制工程时，按推断资源量的勘查工程间距1/2尖推或1/4平推推断资源量；当见矿工程与相邻工程控制矿体的实际勘查工程间距不大于推断资源量的勘查工程间距时，若相邻工程未见矿化?,则按实际勘查工程间距1/2尖推或1/4平推推断资源量，若相邻工程达到矿化，则按实际勘查工程间距2/3尖推或1/3平推推断资源量。当矿体厚度呈渐变趋势时，也可内插资源量估算边界。边缘见矿工程外的外推范围应根据地质变量的变化特征、影响范围确定，一般按推断资源量勘查工程间距1/2尖推或1/4平推推断资源量。当相邻工程分别揭露到铝土矿及耐火黏土矿，且处于同一含矿层位中时，可分别按1/2平推处理，确定资源量估算边界。

e)探明资源量和控制资源量原则上不应以外推的界线为界，但沿脉坑道上、下介于推断资源量和控制资源量勘查工程间距之间的取样工程见

矿时，或者见矿工程连线两侧，当介于推断资源量和控制资源量勘查工程间距之间的取样工程见矿且矿体厚度和品位变化不大(厚度稳定、品位

2)沉积型铝土矿一般将矿石化学质量符合要求，但厚度小于最小可采厚度的工程作为矿化工程；堆积型铝土矿一般将矿石质量符合要求，但含矿率为100kg/m³~200kg/m³的工程作为矿化工程。

均匀或较均匀)时，可平推基本勘查工程间距1/4的控制资源量。

f)出现大厚度工程(大于矿体平均厚度3倍),先进行大厚度的处理(通常用该工程所影响块段的

平均厚度代替该工程厚度，也可根据实际情况酌情处理),然后再求块段平均厚度；当连续出现大厚度工程时，可单独圈定块段，不再进行单工程的大厚度处理。

g)应按矿体，分资源量类型，必要时分矿石工业类型或品级估算资源量。

堆积型铝)土矿资源量估h算特殊处理参见附录M。

10.2.4采用地质统计学方法(简单克里格法、普通克里格法、泛克里格法、对数正态克里格法、中位数指示克里格法、多重指示克里格法等)或距离幂次反比法估算资源量时，可按传统资源量估算方法圈定矿体，建立地质模型，估算出矿体的资源量，也可以合理确定矿化边界品位，先圈出矿化域，建立地质模型，再通过估值计算出工业品位矿块、低品位矿块和废石块，圈出矿体。

10.2.5应按矿体，分资源量类型，必要时分矿石工业类型或品级估算资源量。伴生矿产一般也应分块段估算资源量。

10.2.6达到综合评价参考指标的伴生组分，经矿石加工选冶试验或生产实际确定当前不能回收利用的，不要求估算资源量。

10.2.7矿石或净矿石资源量单位一般以“万吨(10^4t)”表示，小数点后保留两位有效数字。

10.2.8资源量估算方法的选择与运用具体按DZ/T0338执行。

10.3储量估算的基本要求

分析研究采矿、加工、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素(简称转换因素),通过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价，认为矿产资源开发项目技术可行、经济合理、环境允许时，探明资源量、控制资源量扣除设计损失和采矿损失后方能转为储量。

10.4资源储量类型确定

应根据矿床不同矿体、不同地段(块段)的勘查控制研究程度，客观评价分类对象的地质可靠程度，并结合可行性评价的深度和结论，确定矿产资源储量类型，具体按GB/T17766执行。

10.5资源储量估算结果

10.5.1资源储量估算结果应以文、图、表的方式，按保有、动用(有动用量时)和累计查明，主矿产和共生、伴生矿产，不同矿石工业类型(或品级),将不同资源储量类型反映清楚。必要时，沉积型铝土矿增加一个层次，以便按不同埋深(<300m,300m～<500m,500m～<700m,≥700m)分矿石品级、资源储量类型进行统计。

10.5.2资源储量估算结果表包括矿区资源储量汇总表和各矿体资源储量估算结果表。反映的内容主要有矿石量(堆积型和红土型铝土矿应同时反映原矿石量、净矿石量),矿体(或矿床)平均厚度，体积质量(沉积型铝土矿),含矿率(堆积型和红土型铝土矿),矿石(或净矿石)的Al_2O_3、Fe_2O_3、SiO_2平均品位，烧失量，铝硅比值，矿石品级，资源储量类型等。

10.5.3国外红土型铝土矿(参见附录N),资源储量估算结果的文、表也可参考国内红土型铝土矿的反映内容，矿石质量指标一般还反映可溶出Al_2O_3和可反应SiO_2。

附录A 铝土矿矿床勘查类型划分

铝土矿矿床勘查类型按矿体规模大小、矿体厚度稳定程度、矿体形态复杂程度、矿体内部结构复杂程度、构造对矿体影响程度五个主要地质因素划分标准及类型系数见表A.1至表A.5。矿床勘查类型及矿床实例见表A.6。

表A.1矿体规模大小划分标准及类型系数表

矿床类型	矿体规模	长度 m	延深或宽度 m	类型系数
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

表A.2矿体厚度稳定程度划分标准及类型系数表

矿床 类型	矿体厚度 稳定程度	厚度变化系数 %	大厚度工程 率%	厚度频率曲线形态	类型系数
沉积型、 堆积型、 红土型	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

表A.3矿体形态复杂程度划分标准及类型系数表

矿床 类型	矿体形态 复杂程度	矿体形态特征	类型 系数
沉积型	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	0.6
	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，无矿区呈港湾状伸入矿体内部，但深度不超过矿体长度的三分之一	0.4
	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	0.2

表A.3矿体形态复杂程度划分标准及类型系数表(续)

矿床类型	矿体形态复杂程度	矿体形态特征	类型系数
堆积型、红土型	简单	矿体连片，平面形态较规则，边界线较圆滑	0.6
	中等	矿体中心附近能连片，平面形态较规则或不太规则，边界线弯度较大	0.4
	复杂	矿体较零散，矿体平面形态不规则，边界线弯度大	0.2

表A.4矿体内部结构复杂程度划分标准及类型系数表

矿床类型	矿体内部结构复杂程度	矿体内部结构特征	类型系数
沉积型、堆积型、红土型	简单	矿体内部无夹层或极少夹层，平面上局部偶见无矿天窗，“石芽区”很少(堆积型),面含矿系数大于C.9	0.6
	中等	矿体内局部有夹层，平面上有少数无矿天窗，“石芽区”较少(堆积型),面含矿系数为0.8～0.9	0.4
	复杂	矿体内普遍有夹层或多层矿，平面上无矿天窗和低品位矿较多，“石芽区”多(堆积型),面含矿系数小于0.8,矿体连续性差	0.2

表A.5构造对矿体影响程度划分标准及类型系数表

矿床类型	构造对矿体影响程度	构造特征	类型系数
沉积型、堆积型、红土型	小	矿体呈单斜产出，倾角平缓，基本无断层破坏及褶皱影响	0.3
	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	0.2
	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	0.1

表A.6矿床勘查类型及矿床实例一览表

勘查类型	类型系数之和	矿床特征	矿床实例
简单型 (I类)	3.0～2.5	规模一般为大型，个别为中型；形态为简单的层状，似层状；厚度较稳定，一般变化系数小于40%;内部结构简单，无夹层或无矿天窗；构造简单	山西石且河、贵州猫场、河南贾沟沉积型铝土矿
中等型 (II类)	2.4～1.9	规模一般以中型为主，个别为大型；形态较 简单的大透镜状；厚度变化较大，一般变化 系数为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	山西白家庄、贵州九架炉、河南支建沉积型铝土矿；广西那豆、新圩堆积型铝土矿

表A.6矿床勘查类型及矿床实例一览表(续)

勘查类型	类型系数之和	矿床特征	矿床实例
复杂型 (III类)	1.8～1.0	规模通常为中型或小型；形态多为复杂的小透镜体或漏斗状；厚度变化大，变化系数一般大于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	河南张窑院2号矿体、贵州燕垅老虎石、山东北焦宋沉积型铝土矿；广西也荷3号矿体堆积型铝土矿；福建漳浦、海南蓬莱红土型铝土矿
注1:影响铝土矿勘查类型的五个主要地质因素中，一般矿体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%;构造对矿体影响程度相应要小些，其权值占10%;其余3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矿床，则可在说明地质依据后，适当调整有关因素的权值。 注2:地质因素赋值因存在一定的人为因素，用类型系数之和来确定矿床类型仅作为参考，实际工作中应把握好矿床特点以使矿床类型划分尽量接近实际。除了根据类型系数之和分为简单、中等、复杂三种类型外，鉴于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在，如类型系数为两个类型之间附近值时，也可以有“I—II类”(2.3~~2.6)、“II—III类”(1.7～2.0)等过渡类型。			

附录B 铝土矿矿床勘查类型基本工程间距

铝土矿矿床勘查类型基本工程间距见表B.1。

表B.1铝土矿矿床勘查类型基本工程间距

矿床类型	矿床勘查类型	基本勘查工程间距(圈定控制资源量的勘查工程间距)m	
		沿走向(或长度方向)	沿倾斜(或宽度方向)
沉积型	I	200	200
	II	100～140	100～140
	III	50～100	50～100
堆积型	I		
	II	100	100
	III	50	50
红土型	I		
	II		
	III	50	50

附录C 铝土矿矿床类型

C.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、黏土岩(矿)、铝土矿、含铁黏土岩、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。

C.1.1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。单个矿体一般长200m～3000m,个别仅为50m,宽200m～1000m。产状一般平缓，部分受后期构造影响而变陡。矿体厚度变化稳定一很不稳定。一般厚度为1m～6m。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50m(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，该类铝土矿矿石资源储量约占全国总资源储量的80%。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)为0.02%～8%,铝硅比值为3～12。伴生有用元素镓，w(Ga)为0.007%～0.011%。共生矿产有耐火黏土、铁矿、硫铁矿、熔剂灰岩、煤矿等。该类矿床有的以低铁低硫型矿石为主，如贵州小山坝，河南小关，山西石且河、克俄铝土矿等；有的以中铁型铝土矿石为主，如山西贺家圪台、苏佳吉铝土矿等；有的以高铁型铝土矿石为主，如陕西府谷、贵州大豆厂铝土矿等；有的以高硫型铝土矿石为主，如重庆大佛岩、贵州猫场、广西平果(沉积型)铝土矿等。

C.1.2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200m～1000m。厚度较稳定，一般厚度为1m～4m。矿床规模多为中小型。矿石资源储量不足全国总资源储量的3%。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)为0.003%～3%,铝硅比值为2.6～9.0,一般为3~5,属中、贫矿石。伴生有用元素镓，w(Ga)为0.005%～0.010%。共生矿产有半软质黏土和硬质黏土矿等。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、四川新华乡铝土矿等矿床。该类矿床主要作为配矿。

C.2堆积型铝土矿矿床

该类矿床在我国主要分布在桂西地区，云南、贵州和陕西等省少数地区也有发现；与广西接壤的越南北部也存在大量的堆积型铝土矿资源。该类矿床分布于岩溶区洼地或洼地中的缓坡，矿体产于第四系，基底主要以石炭系和二叠系碳酸盐岩为主，少量为上泥盆统碳酸盐岩，基底面凹凸不平。矿体多随基底面起伏，长为200m～2000m,宽为30m～1000m。矿体厚度为0.5m～30m,矿体肉眼基本分不出层状(有些单工程中多层矿现象实际是含矿率或品位不均匀人为分层采样所致)。原矿由大小不等的矿块(粒)无规律混杂在较松散或半固结状态的红土中，矿块(粒)差异非常大，大的矿块一般为1cm～100cm,少量甚至可达200cm～300cm,小的为0.1cm～1cm。含矿率一般为400kg/m^3~1200kg/m^3。矿床多为矿体群存在，总体规模达到大中型，单矿体一般为中小型。该类铝土矿矿石资源储量约占全国总资源储量的16%。矿床形成原因大多认为是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。化学成分为：w(Al_2O_3)为40%～65%,w(SiO_2)为2%～12%,w(Fe_2O_3)为16%～25%,w(S)小于0.8%,铝硅比值为4～15,勘查区平均铝硅比值一般大于10。伴生有用组分镓，w(Ga)为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，宜露天开采。属此类矿床的有广西平果(堆积型)、云南广南(堆积型)铝土矿等。

C.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，下部为新鲜玄武岩。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。

矿体或含矿富集带多分布于残丘顶部，呈斗篷状或不规则状，产状平缓。单矿体面积一般为0.1km²~4km²,厚度一般为0.2m～1m,含矿率为100kg/m³~600kg/m³。矿体规模多为小型。该类矿床储量约占全国总资源储量的1%。

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：$w(Al_2O_3)$为30%～50%,$w(SiO_2)$为7%～10%,$w(Fe_2O_3)$为18%～25%,铝硅比值为4～6,共生矿产有钴土矿、红宝石、蓝宝石，伴生矿产有镓。

我国该类型矿床的单矿体以小型为主，泥质较多，需经选洗才能利用，仅小规模开采利用。属此类矿床的有海南蓬莱、福建漳浦铝土矿等矿床。

附录D 铝土矿矿石类型

D.1自然类型

D.1.1按结构分为土状(粗糙状)、致密状、豆状、鲕状、碎屑状、角砾状等铝土矿矿石，按构造分为块状、杏仁状、斑点状、气孔状等铝土矿矿石。

D.1.2按颜色分为白色、灰色、黑色、红色、浅绿色等铝土矿矿石。

D.1.3按主要的铝矿物组成，分为下列几种矿石类型。

a)一水型铝土矿矿石：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为一水硬铝石铝土矿矿石、一水软铝石一一水硬铝石铝土矿矿石和一水软铝石铝土矿矿石三种。

b)三水型铝土矿矿石：主要由三水铝石组成。

c)混合型铝土矿矿石：由一水硬铝石、一水软铝石和三水铝石混合组成。如三水铝石一一水软铝石铝土矿、一水软铝石一三水铝石铝土矿矿石和比较少见的一水硬铝石—一水软铝石一三水铝石铝土矿矿石等，

我国已知铝土矿矿石以一水硬铝石铝土矿矿石为主，也有少量的三水型铝土矿矿石和混合型铝土矿矿石。

D.2工业类型

在划分矿石自然类型的基础上，按矿石中Al_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；高铁铝土矿矿石、中铁铝土矿矿石、含铁铝土矿矿石、低铁铝土矿矿石；高硫铝土矿矿石、中硫铝土矿矿石、低硫铝土矿矿石等。

附录E 铝土矿矿物组成

根据矿物的化学成分，铝土矿矿物组成主要有含铝矿物、黏土矿物、含铁矿物和其他矿物，具体见表E.1。

表E.1铝土矿主要组成矿物一览表

分类	矿物名称	分子式或化学结构式	质量分数%		备注
			Al_2O_2	SiO_2	
含铝矿物	一水硬铝石(diaspore) 别名：硬水铝石	$Al_2O_3·H_2O$	85	—	沉积型和堆积型铝土矿主要矿物，红土型铝土矿中含量少。Al_2O_2常被TiO_2.SiO_2、Fe_1O_2、Ga_2O_2、Nb_2O_3、Ta_2O_3、TR,O,等类质同象替代
	一水软铝石(bochmite) 别名：勃姆石、水铝石、薄水铝石	$Al_2O_3·H_2O$	85	——	三种类型的铝土矿中都有，含量少。Al_2O_3常被Fe_2O_2、TiO_2、Cr_2O_2、Ga_2O_2等类质同象替代
	三水铝石(gibbsite) 别名：水铝氧石、氢氧铝石	$Al_2O_2·3H_2O$	55	一	红土型铝土矿主要矿物，沉积型和堆积型铝土矿中含量少。Al_2O_3常被TiO_2、SiO_2、Fe_2O_3、Nb_2O_3、Ta_2O_3、Ga_2O_2等类质同象替代
	刚玉(corundum)	Al_2O_2 三种同质异相：α-Al_2O_2、3-Al_2O_2,γ-Al_2O	100	—	红土型铝土矿中偶见，Al常被Cr+、T*、Fe*、Fe^{2}+、Mn^{2}*、V+等类质同象替代，交代后颜色不同而形成红宝石、蓝宝石等
黏土矿物	高岭石(kaolinite) 别名：观音土、白鳝泥	$Al_2[Si_2O_3](OH)$	39.5	46.5	Al和Si含量变化很大
	蒙脱石(montmorillonite) 别名：微品高岭石、胶岭石	(Na,Ca)(Al,Mg):[(Si,Al),O_0](OH)$_2$·nH_2O	12～25	55～65	Al和Si含量变化很大。Si可被Al及少量的Ti和Fe*替代；Al可被Fe^{3}+、Mg、Mn,Zn、Li、Cr等替代
	伊利石(illite) 别名：水白云母、单热石	K~Al_2[(Al,Si)Si_1O](OH):·nH_2O			Al和Si含量变化很大
	倾绿泥石(chamosite)	$(Fe,Mg)_2(Fe^{2}+,Fe+)_2[AlSi_2O](OH)$,			

表E.1铝土矿主要组成矿物一览表(续)

分类	矿物名称	分子式或化学结构式	质量分数%		备注
			Al_2O_3	SiO_2	
含铁矿物	黄铁矿 (pyrite)	FeS_2	—	—	
	菱铁矿 (siderite)	$FeCO_2$	—	—	
	针铁矿 (goethite)	a—FeO(OH)	—	—	铝土矿中的褐铁矿主要矿物是针铁矿
	磁铁矿 (magnetite)	Fe_3O_4	—	—	
	赤铁矿 (hematite)	Fe_2O_3	—	—	
	钛铁矿 (ilmenite)	FeTiO	—	—	
	伊丁石 (iddingsite)	$MgO·Fe_2O_3·4H_2O$	—	—	
其他矿物	石英 (quartz)	SiO_2	—	100	
	蛋白石 (opal)	$SiO_2·nH_2O$	—	90～95	
	锐钛石 (anatase)	TiO_2	—	—	Ti可被Fe、Sn,Nb,Ta以及含Y族为主的稀土元素及U、Th等类质同象替代
	金红石 (rutile)	TiO_2	—	—	

附录F 铝土矿矿石品级标准

铝土矿矿石品级标准按YB/T5057—93《铝土矿石技术条件》执行，品级划分应符合表F.1的要求。

表F.1铝土矿矿石品级标准表

品级	品位		用途举例
	铝硅比值	Al_2O_3质量分数 %	
I	≥12	≥73	刚玉型研磨材料、高铝水泥、氧化铝
		≥69	氧化铝
		≥66	氧化铝
		≥60	氧化铝
II	≥9	≥71	高铝水泥、氧化铝
		≥6?	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
N	≥5	≥62	氧化铝
V	≥4	≥58	氧化铝
W	≥3	≥54	氧化铝
NI	≥6	≥48	氧化铝
注1:I至VI级品适用于一水硬铝石型矿石；W级品适用于三水铝石型矿石。 注2:根据铝土矿其他质量指标，分为不同矿石类型。①Fe_2O_2:低铁型，w(Fe_2O_2)小于3%;含铁型，w(Fe_2O_2)为3%～<6%;中铁型，w(Fe_2O_3)为6%～<15%;高铁型，w(Fe_2O_2)大于或等于15%。②S:低硫型，w(S)小于0.3%;中硫型，w(S)为0.3%～0.8%;高硫型，w(S)大于0.8%。			

附录G 铝土矿矿石产品质量要求

铝土矿矿石产品质量要求，按GB/T24483—2009《铝土矿石》执行。铝土矿矿石按矿床(矿石)类型分为沉积型(一水硬铝石)、堆积型(一水硬铝石)及红土型(三水铝石)三大类型，每种类型按化学成分划分牌号。铝土矿矿石的化学成分应符合表G.1的要求。

表G.1铝土矿矿石的化学成分要求

矿床(矿石)类型	牌号	铝硅比值	质量分数%					
			Al_2O	Fe_1O_3	S	CaO+MgO	TiO_2	水分
沉积型(一水硬铝石)	CLK12-70	≥12	≥70	≤5	≤0.30	≤1.5	____	≤7
	CLK8-65	≥8	≥65	≤8	≤0.50	≤1.5		
	CLK6-62	≥6	≥62	≤9	≤0.50	≤1.5	—	
	CLK5-60	≥5	≥60	≤10	≤0.50	≤1.5		
	CLK3.5-55	≥3.5	≥55		≤0.80			
堆积型(一水硬铝石)	DLK15-60	≥15	≥60	≤20	≤0.10	≤1.5	____	≤8
	DLK11-55	≥11	≥55	≤25	≤0.10	≤1.5	____	
	DLK6-50	≥6	≥50	≤28	≤0.10	≤1.5	—	
	DLK4-45	≥4	≥45	≤28	≤0.10	≤1.5	____	
红土型(三水铝石)	HLK7-50	≥7	≥50	≤18	____	_____	≤2	≤8
	HLK4-45	≥4	≥45	≤18	____	_____	≤2	
	HLK3-40	≥3	≥40	≤25	—	—	≤3	

用作高铝水泥的铝土矿矿石质量要求；$w(Fe_2O_3)$小于或等于2.5%,$w(TiO_2)$小于或等于3.5%,$w(R_2O)$(一价金属氧化物)小于或等于1.0%,w(MgO)小于或等于1.0%。

用作研磨材料的铝土矿矿石质量要求；$w(Al_2O_3)$大于或等于70%,$w(Fe_2O_3)$小于或等于5%,$w(TiO_2)$小于或等于4.5%,w(CaO+MgO)小于或等于1.0%,铝硅比值大于或等于12。

附录H 工业加工技术对铝土矿矿石的质量要求

H.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，然后将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、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($Na_2O·Al_2O_3$)、铁酸钠($Na_2O_3·Fe_2O_3$)、硅酸二钙($2CaO·SiO_2$)和钛酸钙($CaO·TiO_2$)。因铝酸钠溶于水或稀碱液，铁酸钠水解为NaOH和$Fe_2O_3·H_2O$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Al_2O_3和Na_2O进入溶液，而有害杂质硅酸二钙、钛酸钙和$Fe_2O_3·H_2O$等不溶性残渣进入赤泥，从而达到分离的目的。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Al(OH)3,焙烧后成为无水氧化铝产品。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，采用高温高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、过滤后进行焙烧得到无水氧化铝成品。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，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。

H.2铝土矿物质组分在氧化铝生产中的作用和要求

H.2.1铝硅比值(A/S):矿石铝硅比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，矿石铝硅比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，铝硅比值直接影响矿石中Al_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Al_2O_3生产费用和热耗的50%以上，而矿石铝硅比值又直接决定熟料质量和生产1tAl_2O_3的熟料需要量。就烧结法而言，在一定范围内矿石铝硅比值高，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($Na_2O·Al_2O_3·2SiO_2$)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。

H2.2氧化铁(Fe_2O_3);对于烧结法，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$Na_2O·Fe_2O_2$,该化合物有降低烧结温度的作用，烧结温度在1200℃~1300℃时，所得到的熟料粒度均匀，易湿磨溶出，在1300℃以上则熟料质硬，难湿磨溶出。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，导致熟料密结圈，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$Fe_2O_3·H_2O$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。烧结法一般要求矿石中Fe_2O_3含量为7%～10%为宜。

H.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产生作用，生成Na_2S及FeS,而Na_2S氧化为Na_2SO_4,1kg硫将损失3.3kg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,以碳钠矾($2Na_2SO_4·Na_2CO_3$)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,溶出率及产能下降，成本增加。在拜尔法溶出过程中，硫含量高将使碱耗增加。

H2.4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$Na_2O·Al_2O_3·2SiO_2$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$CaO·TiO_2$,保证熟料中Al_2O_3和Na_2O的溶出率。氧化钛含量增加，熟料中Al_2O_3含量相对减少，熟料折合比增加。因为一般矿石中TiO_2含量较低(2%~4%),所以不对TiO_2含量提出具体要求。

H.2.5氧化镁(MgO):矿石中MgO含量高时，将使熟料中Al_2O_3产率相对降低，从而影响技术经济指标。由于铝土矿石中MgO含量较低，一般为1%左右，所以不对MgO含量提出具体要求。

H2.6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。H.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$Na_2O·Ga_2O_3$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，电解得到金属镓。

H.3矿石中杂质在电熔刚玉生产中的作用和要求

H.3.1氧化硅(SiO_2):SiO_2含量高时，炉内熔体黏度增加，流动性变差，扩散能力低，电极端部易被黏住，易形成悬料，影响熔化和电能输送。同时熔料熔化层易结壳，阻碍CO逸出，当CO在熔体内大量积聚时，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。

H.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。

H.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超过一定量时将增加刚玉的脆性。

H.3.4氧化钙(CaO):产品中含少量CaO将增加刚玉脆性，当w(CaO)大于2.0%且小于或等于2.5%时，将会降低刚玉的磨琢性能。

H.3.5氧化镁(MgO):产品中含w(MgO)为1%时，将降低刚玉磨琢性能10%,增加刚玉脆性15%。

H.4矿石中杂质在生产高铝水泥中的作用和要求

H.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($2CaO·Al_2O_3·SiO_2$),它是不活泼的稳定体，消耗Al_2O_3,造成水泥质量降低。

H.4.2氧化铁(Fe_2O_3):Fe_2O_3与配料中石灰作用，生成$CaO·Fe_2O_3$,凝固很慢，使水泥早期强度降低。**H.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%。

H.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作用生成稳定的尖晶石，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

$Na_2O·Al_2O_3$及$K_2O·Al_2O_3$,对水泥起腐蚀作用，降低水泥强度。一般要求w(MgO)小于1%,w(K_2O+Na_2O)小于0.5%。

H.5矿石作为耐火黏土利用时的质量要求

铝土矿矿石作为耐火黏土利用时的质量要求，按DZ/T0206—2020《矿产地质勘查规范高岭土、叶蜡石、耐火黏土》执行。

附录I 铝土矿矿床规模划分标准及铝土矿矿山生产建设规模分类

I.1铝土矿矿床规模划分标准

铝土矿矿床规模划分标准见表1.1。

表11铝土矿矿床规模划分标准表

矿床规模	探求的资源储量 10^4t
大型	≥2000
中型	500～<2000
小型	<500
注：探求的资源储量，沉积型铝土矿为矿石量，堆积型和国内红土型铝土矿为净矿石量.	

1.2铝土矿矿山生产建设规模分类

铝土矿矿山生产建设规模分类见表I.2。

表1.2铝土矿矿山生产建设规模分类表

矿种	矿山生产建设规模 10^4t/a			最低生产建设规模 10*t/a
	大型	中型	小型	
铝土矿	≥100	<100～30	<30	6

附录J 堆积型铝土矿全巷重量四分法采样方法和要求

堆积型铝土矿采用全巷重量四分法采样，前期应选择少量工程与全巷法进行取样效果对比，本地区矿石特征相似的同类型矿床如已通过对比取得数据，可少做或不做。

全巷重量四分法采样按照矿体含矿率、矿石质量及原矿黏性的变化情况分段采取为不同样品；多层矿或夹层大于0.5m的工程应分层采样；如果含矿率、矿石质量及黏性变化不大的井探工程，可一个工程的同一矿体作一个样品采取。每个勘查区应有2%～5%的工程按样长1m分段采样以了解垂向矿石质量变化情况。普查阶段一般应抽取少量工程的样品进行分粒级分析，以了解勘查区不同粒级矿石质量差异，全巷重量四分法采样流程主要包括样品的分堆、过筛、洗矿、晒干、称重、计算、配分等步骤。

分堆：井探施工至目估矿体后，按含矿率、矿石质量及原矿黏性(弱、中、强)的不同，分段采样；如果该井探工程矿体的含矿率、矿石质量或黏性变化不大，一般一个工程采取一个样品。不同样品的原矿分开堆放。

过筛和原矿称重：首先将单个样品原矿全部过5cm筛网，得出大于或等于5cm和小于5cm两部分原矿，分别称重、记录。在大于或等于5cm粒级的原矿中，根据矿块的颜色和结构、构造特征随机敲取30块以上，质量为5kg,作为待洗样品；然后将小于5cm的原矿按其质量进行四等分，取其中一份先后过3cm、1cm筛网，得出3cm～<5cm、1cm～<3cm和小于1cm三个粒级原矿，分别对3cm～<5cm、1cm～<3cm粒级原矿称重、记录，并均匀采取5kg原矿(不足5kg者则全取)作为待洗样品；对于小于1cm粒级原矿，经多次拌匀、对角缩分，最后对角采取25kg作为待洗样品。

洗矿、晒干、净矿称重和计算：各粒级原矿用高压水枪冲洗和人工搓洗的方式将黏土去除，用0.1cm筛网回收大于或等于0.1cm粒级的净矿石，得到大于或等于5cm、3cm~<5cm、1cm~<3cm,0.1cm~

<1cm四个粒级净矿石。晒干后称重，得出各粒级的净矿石质量，计算各粒级含矿率和单样含矿率。

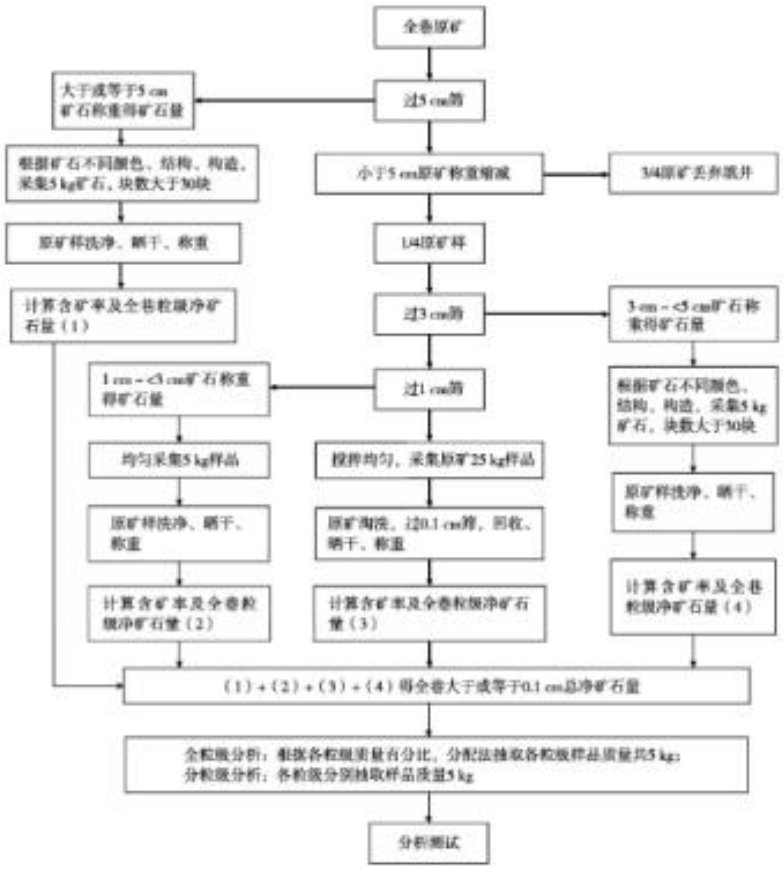
配分：根据勘查区矿石质量或勘查阶段的不同，分为两种情况。

——全粒级分析：将大于或等于5cm、3cm～<5cm粒级的净矿石破碎至1cm后，四个粒级净矿石按质量百分比抽取，混合成质量为5kg的基本分析样送实验室测试。全粒级分析为堆积型铝土矿的主要分析方式。

——分粒级分析：将大于或等于5cm、3cm～<5cm、1cm～<3cm、0.1cm～<1cm四个粒级分别抽取5kg(不足5kg者则全取),每个粒级单独作为一个基本分析样。分粒级分析一般在普查阶段用于了解不同粒级的净矿石质量，或勘查区只有部分粒级的净矿石质量达到要求时进行。

堆积型铝土矿全巷重量四分法采样流程见图J.1,采样过程如过筛、称重、计算、配分等数据登记情况参见示例1(桂西某勘查区的“堆积型铝土矿筛分采样原始质量登记表”)。

另外，当样长小于或等于2m时(单工程矿体厚度小于或等于2m,或含矿率、矿石质量和原矿黏性的变化分段采样导致样长小于或等于2m),为了保证能得到足量的净矿样品，一般用全巷法采样。全巷法采样时，小于5cm粒级原矿不缩减全部过筛，小于1cm粒级原矿不缩减全部洗矿，其他和全巷重量四分法采样相同。



图J.1堆积型铝土矿全巷重量四分法采样流程图

示例：

堆积型铝土矿筛分采样原始质量登记表

工程编号：　　样号：　　日期：　　年　月　日　　第　页

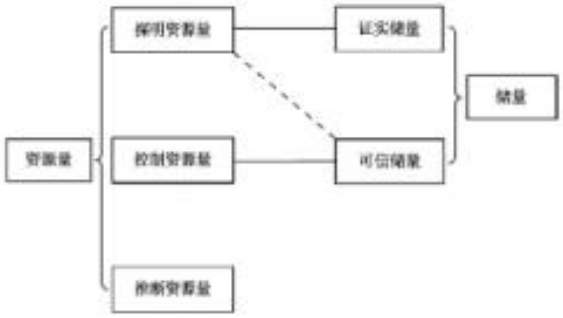
矿石粒级cm	矿石质量kg									化学采样					备注
	每次质量						小计	原矿质量	净矿质量	样长m	含泥质量kg	去泥质量kg	含矿系数%	各粒级样质量kg	
≥5	103	96	97	89			385	385	374.2		5.0	4.86	97.2	1.92	
	57	61	64	63	56	58	359								1/4称重
	62	60	59	62	58	57	358								
							717	2868							
3～<5	26	38					64	256	237.6		5.0	4.64	92.8	1.22	
1～<3	19	27					46	184	164.5		5.0	4.47	89.4	0.84	
<1							607	2428	199.1		25.0	2.06	8.2	1.02	
总计	原矿质量kg			3253			净矿质量kg		975.4	样品质量kg			5.00		
	采样体积m^3			1.598			体积质量kg/m^1		2036	含矿率kg/m^1			610		

记录：　　采样：　　**计算；**　　复核：

附录K 资源量和储量类型及其转换关系

K.1资源量和储量类型及其转换关系

资源量和储量类型及其转换关系见图K.1。



图K.1资源量和储量类型及其转换关系示意图

K.2资源量和储量的相互关系

K.2.1资源量和储量之间可相互转换。

K.2.2探明资源量、控制资源量可转换为储量。

K2.3资源量转换为储量至少要经过预可行性研究，或与之相当的技术经济评价。

K.2.4当转换因素发生改变，已无法满足技术可行性和经济合理性的要求时，储量应适时转换为资源量。

附录L 铝土矿矿床一般工业指标

铝土矿矿床一般工业指标见表L.1至L.3。

表L.1沉积型铝土矿矿床一般工业指标

项目		沉积型矿床(一水硬铝石型)	
		露天开采	坑采
边界品位	铝硅比值	1.8～2.6	1.8～2.6
	Al_2O_2%	40	40
最低工业品位	铝硅比值	3.5	3.8
	Al_2O_2%	55	55
最小可采厚度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	
注1:边界品位中的铝硅比值：一般采用2.6;在1.8～2.6之间取值时，应保证每个块段的Al_2O_2含量大于或等于 55%,铝硅比值露天开采大于或等于3.5,坑采大于或等于3.8,并进行说明。 注2:矿体倾角较大时，最小可采厚度采用上限。			

表L.2堆积型铝土矿矿床一般工业指标

项目		堆积型矿床(一水硬铝石型)
边界品位	铝硅比值	2.6
	Al_2O_3 %	40
最低工业品位	铝硅比值	3.8
	Al_2O_2 %	

表L.2堆积型铝土矿矿床一般工业指标(续)

项目		堆积型矿床(一水硬铝石型)
有害组分最大允许含量 %	S	0.3
	CaO+MgO	1.5
	CO_2	1.3
	P_2O_2	0.6
	有机物	暂不限
最小可采厚度 m		0.5
夹石剔除厚度 m		0.5
边界含矿率 kg/m'		200
矿区(段)平均含矿率 kg/m'		300

表L.3红土型铝土矿矿床参考工业指标

项目		海南某地红土型(三水铝石型)
边界品位	铝硅比值	2.1～2.6
	Al_2O_2 %	28
最小可采厚度 m		0.2
剥采比 m^3/m^3		12～15
边界含矿率 kg/m^3		30

附录M 堆积型铝土矿资源量估算特殊处理

M.1工业指标运用

依据Al_2O_3含量、铝硅比值、含矿率及最小可采厚度圈定矿体。四项指标均达标为矿；当含矿率大于100kg/m³,而小于200kg/m³时，其他三项指标都达标为矿化，其他指标凡有一项未达标则为非矿。

M.2矿体零点边界线

根据井探工程施工结果、样品分析结果及地质填图，矿体零点边界线分为实测和推断两种。当矿体边部工程为有矿工程时，地质填图时可见的且经实测的矿体自然边界即为实测矿体零点边界；当边部工程为矿化工程时，取有矿工程与矿化工程连线的2/3处为推断矿体零点边界；当边部工程为无矿工程时，取有矿工程与无矿工程连线的中点为推断矿体零点边界。

M.3矿体块段划分

根据矿体形态、厚度、含矿率、矿石质量、勘查工程间距及资源储量类型等划分矿体块段，划分的原则如下：

a)在相同资源储量类型的矿体内，将相邻工程同一矿石品级划为同一块段，不同矿石品级工程的中点连线为矿石品级边界线。

b)在相同资源储量类型及相同的矿石品级块段内，把矿体厚度、含矿率大致相近的见矿工程划为同一块段。

M.4多层矿的处理

M.4.1由于矿石分布不均匀导致单工程在垂向出现多层矿现象，在进行资源量估算时：

a)出现多层矿的井探工程的次要矿层厚度较大、矿石质量较好，主要矿层与次要矿层之间的夹层厚度与次要矿层厚度之比较小(一般小于3),可视为同一矿体，中间的夹层作为夹石处理，可采用压缩法计算矿体厚度、平均含矿率和品位，进行资源量估算。

b)出现多层矿的井探工程的主要矿层与次要矿层间夹层厚度过大，夹层厚度与次要矿层厚度之比较大(一般大于或等于3),或次要矿层矿石品级较低且矿体厚度不大时，一般仅利用该工程的主要矿层参与资源量的估算。

c)次要矿层在多个工程出现并连片分布，则单独圈定矿体进行资源量估算。

M.4.2参加资源量估算的工程有多层矿现象的，采用何种处理方法应在报告中说明，并统计采用该处理方法的工程数量和其占勘查区工程总数的比例。

M.5净矿石量估算

堆积型铝土矿矿床的块段或矿体净矿石量估算公式为

$Q=S\times Mg\times K/1000$……(M.1)

式中：

Q——块段或矿体净矿石量，单位为吨(t);

S——块段或矿体水平投影面积，单位为平方米(m^2);

Mx——块段或矿体平均铅垂厚度，单位为米(m);

K——块段或矿体的含矿率，单位为千克每立方米(kg/m^3)。

M.6石芽区资源量

石芽区是指堆积型铝土矿矿体平面分布2500m^2(50m×50m)范围内地表有石芽出露但出露面积小于625m^2的区域。石芽区块段的矿体面积，扣减石芽出露地表的面积后，资源量估算方法与其他块段基本相同，但资源储量类型一般比正常矿体块段资源储量类型降低一级(例如相同条件下，正常矿体块段估算为控制资源量，而石芽区块段则为推断资源量)。

附录N 国外红土型铝土矿

N.1矿床特征

红土型铝土矿矿床大多分布在赤道两侧的热带、亚热带地区，是目前世界上分布最广、探获资源储量最多的矿床类型。探获资源储量最多的依次为几内亚、越南、印度尼西亚、澳大利亚、巴西、牙买加等国。

几内亚红土型铝土矿：含矿岩系为风化残积物一硅铝铁风化壳，上部为铁矾土(铁帽)层，下部为铝土矿矿体。铝土矿矿体厚度一般小于或等于18m,主要有两种矿石类型，一种是块状铝土矿，另一种是土状铝土矿。块状铝土矿位于铁矾土下部，颜色为褐红色带浅灰色，内夹土状铝土矿和铁质结核，局部夹薄层褐黄色铁质黏土。土状铝土矿位于块状铝土矿下部，呈棕红色、砖红色，泥质一豆状结构，局部夹铁质结核和薄层褐黄色铁质黏土。矿体产于硅铝铁风化壳中上部，呈层状，层位稳定且连续性好，矿体长1000m～10000m,宽300m～2000m。矿体厚度3m～20m,主要矿物为三水铝石，Al_2O_3含量为35%～60%,Fe_2O_3含量高，SiO_2含量低。

越南红土型铝土矿：主要分布在越南南部的西原地区，赋存于玄武岩表面风化壳中，大致展布于海拔

2500m～2950m、1000m～1100m,600m～900m三个台阶，风化壳厚1m～15m,最厚达60m,平均

为5.20m。铝土矿矿体垂向上分为5层；最上部为疏松红土，不含矿或含少量零星矿块，厚0.5m～2m;第二层为铝土矿层，分3种不同结构、构造的矿石(多孔状、皮壳状铝土矿层厚0.5m～2m,球状结构夹孔渣碎片铝土矿层厚1m～4m,泥土矿铝土矿层厚0.5m～1m);第三层为杂色黏土层；第四层为半风化一全风化基岩；第五层为玄武岩基岩。矿体厚1m～8m,原矿Al_2O_3含量大于35%。大于2mm的净矿石含矿率约为41%以上，净矿石中块状约为21%,渣状为30%,球状及蜂窝状为35%,小条状为14%,其他为蚯蚓和珊瑚状等。净矿石的矿物组成，三水铝石为59.70%～79.90%,高岭石为1.00%～3.40%,石英为0.3%,铝针铁矿为7.7%～29%,钛铁矿为0.2%～0.8%。净矿石Al_2O_2含量为35.30%~64.47%,SiO_2含量一般为2.08%～3.48%,Fe_2O_2含量为17.10%～21.82%。

印度尼西亚红土型铝土矿：主要分布在西加里曼丹省西海岸带，由北面Tayan至南部肯达旺的AirRupas,矿带长约268km,东西宽50km～100km,中间横穿东西向的施赫瓦

纳山脉(海拔200m~1000m)。铝土矿体垂向上分为4层：最上部为腐殖层及红土，不含矿或含少量零星矿块，厚度小于或等于7.8m;第二层为铝土矿层，由不规则铝土矿混杂于红土层中，含矿率为36%～64%,矿块呈皮壳状、蜂窝状、多孔状、砾状，该层厚3.20m～36m;第三层为红土层，含少量矿块，下部含半风化的中一基性岩类、花岗岩类的碎块，厚1m～6m,最厚可达30m;第四层为半风化一全风化基岩，主要为中一基性岩类，花岗岩类。该矿带11个矿床单个平均厚度为2.28m～4.80m,Al_2O_3含量为31.10%～50.27%,SiO,含量一般为2.30%～6.90%(最高为12.20%),铝硅比值为5.04～17.35。基底为玄武岩的铝土矿与基底为花岗岩的铝土矿相比，前者矿石质量明显更好，后者矿石质量差或达不到质量指标。

国外红土型铝土矿多为大型-特大型矿床，矿床埋藏浅，开采技术条件简单或中等，易露天开采，为铝工业的主要矿源之一。大多数矿床的矿石呈矿块(粒)和黏土混杂，其中有些只有矿块(粒)矿石质量符合要求，黏土达不到矿石质量要求，只能利用净矿(与堆积型矿相似),评价时需计算含矿率，如越南第一梅铝土矿；有些矿床的矿块(粒)和黏土都符合矿石质量要求，原矿可以使用(挖取破碎即可),评价时不需计算含矿率，如印度尼西亚西加里曼丹11号矿体、几内亚博凯多数矿床。也有少部分矿床的矿块(粒)间黏土少而褐铁矿多，胶结在一起，这些矿床常出现在高海拔地区，大多使用原矿。

N.2勘查工程手段

矿石需筛洗去除泥质才可利用，评价时需计算含矿率，用井探工程进行揭露。矿块(粒)和泥质都能达到矿石质量要求，不需筛洗可直接利用的矿石，评价时不需计算含矿率，勘查工程手段主要是岩芯钻探，现也有采用空气反循环钻探(RC钻)取岩粉(岩屑)作为样品，样长一般为1m。

N.3矿体规模大小划分

国外红土型铝土矿矿体厚度一般较大，与国内矿体不同，推荐的矿体规模大小划分见表N.1。

矿床类型	矿体规模	矿体平面展布情况	
		长度方向 m	宽度方向 m
红土型	大	>3000	>1000
	中	1000～3000	500～1000
	小	<1000	<500

表N.1国外红土型铝土矿矿体规模大小划分表(推荐)

N.4勘查工程间距

国外对红土型铝土矿的勘查，不同国家、公司以及不同勘查区布置的工程间距差异较大。国内勘查单位在国外勘查该类型矿床时，多是参考国内铝土矿的勘查工程间距，然后根据当地实际情况适当调整。目前较合理的工程间距见表N.2.。

表N.2国外红土型铝土矿合理的工程间距参考表

矿床类型	矿床勘查类型	基本勘查工程间距(圈定控制资源量的勘查工程间距)	
		长度方向 m	宽度方向 m
红土型	I	200～300	200～300
	III	100～150	100～150
	III	50	50
注：一般取下限值，超大型矿床(为大型矿床资源储量5倍以上)取上限值。			

N.5矿石的化学成分研究

基本分析项目为可溶出Al_2O_3、可反应SiO_2、Fe_2O_3、TiO_2,为了解矿石中Al_2O_3和SiO_2的可溶出

率，勘查过程中还进行一定数量的Al_2O_3和SiO_2基本分析或组合分析。

N.6工业指标

国外红土型三水铝土矿开采矿山一般不像我国有明确的工业指标。对于氧化铝的生产，可溶出Al_2O_3和可反应SiO_2两个指标比较重要，前者指标越高越好，后者反之。从印度尼西亚和柬埔寨两国一

些矿山的情况看，可溶出Al_2O_3一般占全部Al_2O_3的80%～90%。由于各国红土型铝土矿的矿石质量、开采技术条件不同，采用的工业指标差异较大，仅列部分矿山作为参考，见表N.3。

表N.3国外部分红土型铝土矿矿床参考工业指标

项目		印度尼西亚西加里曼丹某地红土型铝土矿(三水铝石型)	柬埔寨某地红土型铝土矿(三水铝石型)
边界品位	铝硅比值		2.6
	可溶出Al_2O_2 %	≥25	≥24(2.6<A/S<8时)≥20(A/S≥8时)
	可反应SiO_2 %	≤12	
	Fe_2O_2 %	≤12	
单工程最小可采厚度 m		≥1.0	≥0.5
夹石剔除厚度 m			0.5
块段最低铝硅比值			3.8
注；印度尼西亚西加里曼丹某地红土型铝土矿不考虑铝硅比值是因为该矿床单样的铝硅比值一般都大于3。			

参考文献

[1]GB/T15968—2008遥感影像平面图制作规范

[2]GB18306—2005中国地震动参数区划图

[3]GB/T24483—2009铝土矿石

[4]GB/T33444—2016固体矿产勘查工作规范

[5]GB51060—2014有色金属矿山水文地质勘探规范

[6]DZ/T0032—1992地质勘查钻探岩矿心管理通则

[7]DZ/T0080—2010煤炭地球物理测井规范

[8]DZ/T0130—2006地质矿产实验室测试质量管理规范

[9]DZ/T0206—2020矿产地质勘查规范高岭土、叶蜡石、耐火黏土

[10]DZ/T0275.1—2015岩矿鉴定技术规范第1部分：总则及一般规定

[11]DZ/T0280—2015可控源音频大地电磁法技术规程

[12]DZ/T0305—2017天然场音频大地电磁法

[13]DZ/T0340—2020矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求

[14]YB/T5057—93铝土矿石技术条件

[15]《矿产资源工业要求手册》编委会.矿产资源工业要求手册(2010修订版).北京；地质出版社，2014

[16]张起钻，等.桂中高铁三水铝土矿成矿规律与勘查评价技术综合研究报告.南宁：广西壮族自治区地质矿产勘查开发局，2017

[17]张起钻，等.桂西铝土矿勘查与研究，南宁：广西壮族自治区地质矿产勘查开发局，2010

[18]张忠伟，张如放，等，东盟各国主要成矿区(带)地质矿产特征调查研究报告.南宁：广西地质学会，2017