

铝土矿资源量估算新方法探讨

李建全¹, 席善峰¹, 李书文¹, 欧阳兆灼², 赵 钦¹, 王中宇¹, 冯建涛¹

1. 河南省地质矿产勘查开发局第四地质勘查院, 河南 郑州 450001;

2. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034

摘 要: 偃龙铝土矿(洛阳部分)是豫西地区通过整装勘查新发现的大型铝土矿床. 在偃龙铝土矿勘查工作的基础上, 通过深入研究铝土矿在垂向和横向上存在矿物和矿产方面的相变特征, 在铝土矿的矿体圈定和连接方面提出了铝土矿与其共生矿产在走向和倾向上呈渐变过渡关系的新认识. 基于该认识确定了一种新的铝土矿资源量的估算方法.

关键词: 偃龙铝土矿; 资源量估算; 相变; 河南省

DISCUSSION OF A NEW METHOD FOR THE ESTIMATION OF BAUXITE RESOURCES

LI Jian-quan¹, XI Shan-feng¹, LI Shu-wen¹, OUYANG Zhao-zhuo², ZHAO Qin¹, WANG Zhong-yu¹, FENG Jian-tao¹

1. No. 4 Institute of Geological Exploration, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration, Zhengzhou 450001, China;

2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China

Abstract: The Yanlong large-scale bauxite deposit is newly found in western Henan Province by the integrated exploration. Based on the exploration, with study of the phase transformation of bauxite mineral and ore, this paper proposes a new idea about the orebody delineation and connection, i.e. the bauxite ore and co-existing minerals show gradual transition in both strike and dip directions. This knowledge results in a more scientific and reasonable estimating method for bauxite resources.

Key words: Yanlong bauxite deposit; resources estimation; phase transformation; Henan Province

0 引言

铝土矿是铝工业建设和发展的决定因素, 我国铝工业是产业关联较高的产业, 铝生产量、消费水平与 GDP 的相关系数分别达到 0.980 和 0.933^[1]. 近年来, 国家对铝土矿的勘查投入了大量工作, 也取得了一系列成绩, 在黔北务-正-道地区、贵州大竹园地区、豫西偃龙地区相继发现了大型、超大型铝土矿^[2-4]. 而铝土

矿资源量/储量估算关系着矿产资源规划、矿山资源设计和生产经营风险, 因此铝土矿资源量的估算必须科学、准确、合理. 本文以豫西偃龙地区铝土矿勘查为基础, 探讨铝土矿及相关矿产资源的综合评价及综合利用方法, 为合理勘查评价以及开发利用铝土矿系列矿产资源提供科学依据, 最终提出铝土矿资源量估算的一种新方法.

收稿日期: 2016-10-11; 修回日期: 2017-03-01. 编辑: 张哲.

基金项目: 中央地勘基金河南省地质勘查基金项目[编号 52(预查), 8(普查)].

作者简介: 李建全(1982—), 男, 硕士, 地质矿产勘查工程师, 从事地质勘查工作, 通信地址 河南省郑州市高新区科学大道 81 号, E-mail//375159702@qq.com

1 矿物相变特征

豫西铝土矿含矿层系除铝土矿主矿产之外, 共生矿产还有耐火黏土矿、铁矾土矿、硫铁矿等, 其铝矿物主要为硬水铝石(一水硬水铝石)、勃姆石(一水软铝石)和三水铝石硬水铝石^[5-10]。黔北务正道铝土矿铝矿物与豫西基本一致, 其矿物组合主要为一水软铝石(土状一半土状铝土矿), 一水硬铝石(致密状铝土矿和豆鲕状铝土矿), 偶见三水铝石和高岭石(碎屑状铝土矿)^[2]。

一水硬铝石经过水化可变成三水铝石, 脱水可变成 α 刚玉, 可被高岭石、黄铁矿、菱铁矿、绿泥石等交代。一水软铝石形成于酸性介质, 主要产在沉积铝土矿中, 其特征是与菱铁矿共生。它可被一水硬铝石、三水铝石、高岭石等交代, 脱水可转变成一水硬铝石和 α 刚玉, 水化可变成三水铝石。因此铝土矿含矿层系的铝矿物呈现相变特征, 且不同矿产的铝矿物含量高低呈现渐变过渡关系(图1)。

前人对高岭石、铝土矿共生及相变的热力学讨论^[11], 得出如下结论: 在常温常压下, 铝土矿物能与石英自发反应生成高岭石, 而且三水铝石与石英反应生成高岭石比勃姆石与石英反应生成高岭石容易得多。在常温常压下, 勃姆石是最稳定的化合物, 硬水铝石和三水铝石都能自发转变为勃姆石, 表现在自然界3种矿物可以共生。根据热力学计算, 在常温常压下硬水铝石会自发相变为勃姆石, 其变化趋势远大于硬水铝石相变为三水铝石。说明硬水铝石可能是原生的。三水铝石、一水软铝石及一水硬铝石之间的相互转变在岩石学研究中也直接观察到^[12]。

2 矿产相变特征

在评价铝土矿资源量时, 对其共生的矿产铁矾土矿、耐火黏土矿、硫铁矿等常常进行综合评价。

铝土矿, 主要矿物组分为一水硬铝石, 其次为高岭石等, 呈块状、豆鲕状、致密状结构。

铁矾土矿, 其定义即铁高(Fe_2O_3 7%~17%)的硬质黏土和含铁高的铝土矿(铝硅比小于2.6的铝土矿), 主要由一水硬铝石、一水软铝石、赤铁矿、高岭石族、水云母族等矿物组成^[13], 其矿物组成与铝土矿一致。铁矾土的结构构造与铝土矿一致, 有致密状、微晶结构、块状、豆鲕状构造。

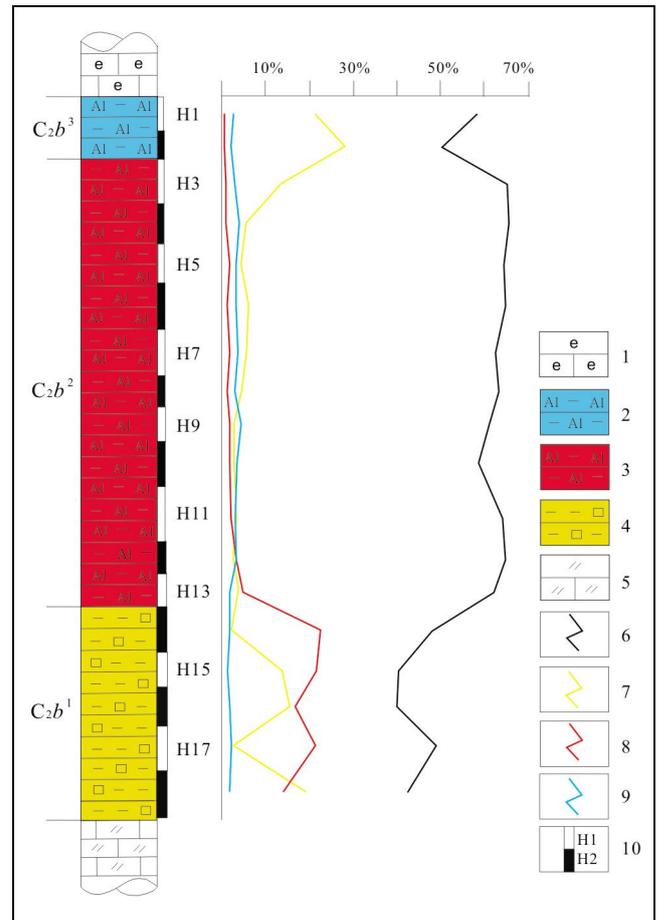


图1 ZK0006含矿层系主要化学成分含量曲线图

Fig. 1 Content curves of major elements in the aluminiferous rock sequence from drill hole ZK0006

1—生物碎屑灰岩(bioclastic limestone); 2—耐火黏土矿(refractory clay); 3—铝土矿(bauxite); 4—硫铁矿(pyrite); 5—白云质灰岩(dolomitic limestone); 6— Al_2O_3 含量曲线(content of Al_2O_3); 7— SiO_2 含量曲线(content of SiO_2); 8— Fe_2O_3 含量曲线(content of Fe_2O_3); 9— TiO_2 含量曲线(content of TiO_2); 10—采样位置及编号(sampling position and code)

耐火黏土矿, 指耐火度大于 1580°C , 由 0.005 mm 以下的高岭石族、铝的氢氧化物及少量水云母组成的黏土, 其矿物组成与铝土矿、铁矾土矿一致(表1)。在铝土矿含矿层系及实际钻孔见矿情况中, 其变化情况属于相互渐变过渡关系(图2)。

因此铝土矿、耐火黏土矿、铁矾土等共生矿产在垂向和横向上呈现相变关系, 即铝土矿沉积成矿时, 在沉积环境或沉积相无变化或无大的变化前提下, 铝土矿向在垂向上和横向上可以逐渐相变过渡为耐火黏土矿、铁矾土矿等其他共生矿产^[14]。

①河南铝土矿偃龙煤田(洛阳部分)铝土矿成矿地质条件研究. 2016.

表1 铝土矿与其共生矿产特征比较表

Table 1 Characteristics of bauxite and co-existing minerals

矿产	矿物组分	评价指标	开发利用
铝土矿	主要矿物为一水硬铝石,其次是高岭石、伊利石和叶腊石	$Al_2O_3 \geq 40\%$, $A/S \geq 1.8$	提炼铝
耐火黏土矿	主要矿物为高岭石、一水硬铝石,其次是伊利石、叶腊石,少量珍珠陶土	$Al_2O_3 \geq 30\%$, $Fe_2O_3 \leq 3.5\%$, 耐火度 $\geq 1630^\circ C$, 烧失量 $\leq 15\%$	冶金耐火材料
铁矾土矿	主要矿物为一水硬铝石,其次为高岭石	$Al_2O_3 \geq 35\%$, $Fe_2O_3 \leq 19\%$	炼钢熔剂,水泥原料配料,陶瓷辅助原料

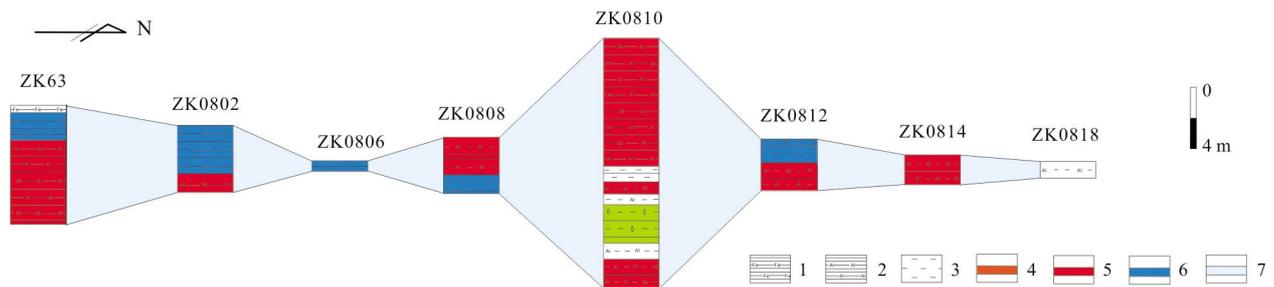


图2 偃龙铝土矿 08 勘探线含矿层系内铝土矿、耐火黏土矿、铁矾土矿的相变现象

Fig. 2 The phase transformation of bauxite, refractory clay and ferruginous bauxite along No. 8 exploration line

1—铁质泥岩(ferruginous mudstone); 2—铝质泥岩(aluminous mudstone); 3—泥岩(mudstone); 4—铁矾土矿(ferruginous bauxite); 5—铝土矿(bauxite); 6—耐火黏土矿(refractory clay); 7—含铝岩系(aluminized rock series)

在偃龙(洛阳部分)铝土矿资源量估算的实际工作中,常出现同一样品既属于铝土矿又属于耐火黏土矿,或同一样品既属于铁矾土矿又属于铝土矿或耐火黏土矿等现象.如 ZK5504-H5 样品,化验分析结果既符合铝土矿的边界品位又符合耐火黏土的边界品位; ZK5108-H2、ZK5108-H3 样品,化验分析结果既符合铁矾土矿的边界品位,又符合耐火黏土矿的边界品位,亦符合铝土矿的边界品位.

3 铝土矿资源估算方法

无论是豫西地区偃龙铝土矿(洛阳部分)地区,还是贵州务-正-道地区、大竹园地区等,铝土矿资源量估算方法及选择依据、资源量估算范围、工业指标、资源量分类和块段划分原则、资源量参数的确定及共生/伴生资源量的估算,可以按照常规的方法和要求进行确定.本文主要讨论铝土矿资源量估算的矿体圈定原则和连接等问题.

3.1 矿体圈定方法

3.1.1 矿体圈定的原则

1)矿体的圈定必须遵循地质规律,避免“见矿连矿”.如在铝土矿的含矿层系中一个钻孔的铝土矿、耐

火黏土矿层位和相邻钻孔的铝土矿、耐火黏土矿层位上下关系相反时,不允许两个钻孔的铝土矿含矿层位直接相连.

2)铝土矿、耐火黏土矿、硫铁矿、铁矾土和菱铁矿在含矿地质体中处于上下层关系及“相变”关系,同一样品或一组样品工业指标符合 2 种矿产或 3 种矿产的边界品位时,按照铝土矿为主要矿种,以“达标成型”的标准分别依次圈定耐火黏土矿、硫铁矿、铁矾土和菱铁矿,按照伴生组分的指标要求和可经济利用的原则,判定本区主要伴生组分有 Ga.

3.1.2 矿体边界的圈定

1)在充分研究矿床地质特征、成矿控制因素的基础上,依据各单工程中样品分析结果,按照边界品位指标和夹石剔除厚度指标初步确定矿体边界与矿体中的夹石.

2)依据单工程最低工业品位和最低可采厚度指标,调整矿体边界和矿石与夹石的界线.

3)当连续出现多个介于边界品位与最低工业品位的样品,并且厚度大、成片出现时,应单独圈定低品位矿体.

4)单工程中无论是铝土矿,还是其伴生矿产,只要有一种矿产达到边界品位和最低可采厚度要求时,就

可圈入矿体. 但当单工程中达一种矿产的指标要求, 而周围单工程同一层位达不到该矿产的指标要求时, 应单工程圈定矿体; 若单工程中达2种或3种矿产的指标要求, 而周围单工程的某一矿产成规模, 则舍弃单工程圈定某一矿产矿体, 应规模圈定其他矿产矿体.

5) 为便于矿体连接对比, 尤其是铝土矿, 当单工程中一种组分达到边界品位要求, 而厚度较小(低于可采厚度)时, 仍以矿体对待(资源量估算时, 内插厚度可采边界).

3.2 矿体的连接

3.2.1 相邻工程之间的连接

相邻工程之间的连接应遵从地质规律, 一般采用直线对应连接. 若在相邻两个工程(钻孔)中都见有铝土矿和耐火黏土矿(铁矾土矿/硫铁矿), 铝土矿和耐火黏土矿(铁矾土矿/硫铁矿)的赋矿层位上下关系一致, 则相邻工程对应矿体用直线连接(图3a).

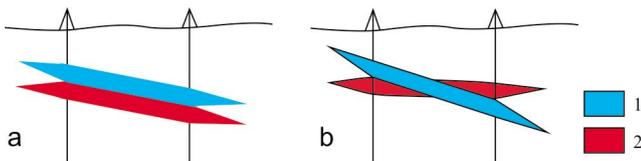


图3 矿体的连接

Fig. 3 Connection of ore bodies

1—耐火黏土矿(refractory clay); 2—铝土矿(bauxite)

若在相邻两个工程(钻孔)中都见有铝土矿和耐火黏土矿(铁矾土矿/硫铁矿), 但铝土矿和耐火黏土矿(铁矾土矿/硫铁矿)的赋矿层位上下关系不一致, 则应单工程(钻孔)各自圈定铝土矿和耐火黏土矿, 不应该见矿工程连工程(图3b), 否则易出现穿层现象.

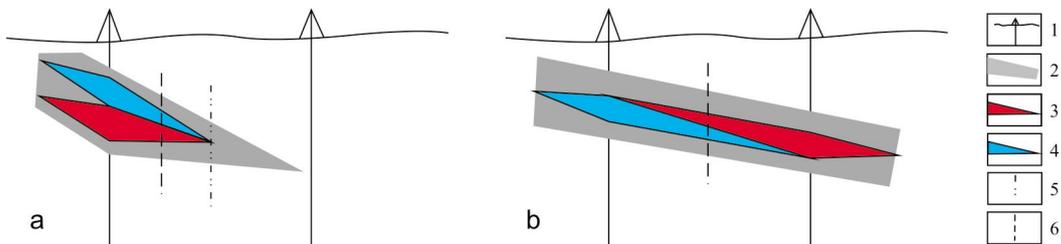


图4 矿体的外推

Fig. 4 Extrapolation of ore bodies

1—钻孔(drill); 2—含矿层系(aluminized rock series); 3—铝土矿(bauxite); 4—耐火黏土矿(refractory clay); 5—矿体尖推边界线(pinchout extrapolation border); 6—矿体平推边界线(parallel extrapolation border)

3.2.2 矿体的外推

若一单工程见铝土矿的含矿层系, 且经分析见有铝土矿(耐火黏土矿/铁矾土矿/硫铁矿), 而相邻工程不见铝土矿的含矿层系, 则见矿工程1/2尖推到不见铝土矿的含矿层系的钻孔(图4a). 在估算资源量时, 垂直矿体倾斜方向的地质剖面上按1/4平推.

若为一单工程见铝土矿的含矿层系, 且经分析见有铝土矿(耐火黏土矿/铁矾土矿/硫铁矿), 而相邻工程亦见铝土矿含矿层系, 则按照各种矿体成层状分布的特征, 不出现穿层的要求, 见矿工程直接尖推到相邻工程(图4b). 在估算资源量时, 垂直矿体倾斜方向的地质剖面上按1/2平推.

若一见矿单工程与相邻见矿单工程的实际工程间距小于相应类别基本工程间距, 按实际工程间距垂直矿体倾斜方向的地质剖面上按1/2平推; 当实际工程间距大于相应类别基本工程间距时, 按一个基本工程间距垂直矿体倾斜方向的地质剖面上按1/2平推.

若一见矿工程见矿厚度小于最低可采厚度0.8 m(硫铁矿和铁矾土为0.7 m, 硫铁矿为1 m)的工程, 矿体不再外推尖灭点, 按内插法求出最低可采厚度点作为资源量估算边界.

若相邻见矿两工程之间出现破矿断层, 根据断层产状和性质, 两侧矿体分别外推至断层线位置作为矿体的边界.

若某一见矿单工程, 外推(334)?时附近有断层, 且断层与见矿单工程间距不超过单工程理论外推距离的2倍时, 可将(334)?距离外推至断层边界.