

贵州省务川县瓦厂坪铝土矿浅部矿体地质特征

周 启 喻万松

中电投贵州遵义产业发展有限公司务川铝矿分公司, 贵州 遵义 564305

摘 要:瓦厂坪铝土矿位于黔北“务正道”铝土矿成矿带中,属强烈切割的中山山岳地貌。矿区浅部矿体位于鹿池向斜东翼7#~17#勘探线之间,走向长度1000 m,倾向延伸110~187 m。矿体产于中二叠统梁山组,主要覆盖于碳酸盐岩山体下,矿体呈层状产出,产状与围岩一致。平均铅厚2.55 m,埋深0~187 m,倾角11~26°。F1、F2两个断层进入浅部矿体后逐渐消失。

关键词:铝土矿 浅部矿体 地质特征 黔北

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2016.04.008

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SHALLOW OREBODY IN THE WACHANGPING BAUXITE DEPOSIT IN GUIZHOU PROVINCE

ZHOU Qi, YU Wan-song

Wuchuan Aluminum Mining Branch, Guizhou Zunyi Industrial Development Co., Ltd., SPIC, Zunyi 564305, Guizhou Province, China

Abstract: The Wachangping bauxite deposit is located in the Wuchuan-Zhengan-Daozhen bauxite metallogenic belt in Northern Guizhou Province, which belongs to middle mountain landform with intense dissection. The shallow orebody is on the eastern wing of the Luchi syncline between No. 7 and No. 17 exploration lines, with a length of 1000 m along the strike and 110–187 m in the direction of dip. The ore occurs in the Middle Permian Liangshan Formation, overlaid by the carbonate rock mountain body. The orebody is in bed form, in consistent occurrence with the wallrocks, with 2.55 m in average vertical thickness, 0–187 m in buried depth and 11–26° in dipping angle. The faults F1 and F2 enter and evanesce in the orebody.

Key words: bauxite deposit; shallow orebody; geological characteristics; Northern Guizhou Province

0 引言

瓦厂坪铝土矿位于黔北务川-正安-道真铝土矿成矿带中,属强烈切割的中山山岳地貌。瓦厂坪铝土矿矿山矿井采用平硐、上山开拓方式,走向长壁后退式采矿方法,综合机械化开采工艺。由于采用走向长壁综采工艺,浅部采场边沿矿段很难布置正规综采工作面进行回采,部分资源量未得到充分利用^[1]。研究浅部矿体特征,采用适当的采矿方法,对资源的充分利用具有积极意义。本文以矿区一采场浅部矿体为例,从矿体赋存状态、矿石质量、顶底板岩石力学特征、构造发育特点、地形地貌几个方面进行分析阐述,为采

矿方法的研究选择提供第一手资料。

1 矿区地质特征

1.1 地层

矿区为沉积岩分布区,无火成岩、变质岩出露。出露地层从老到新依次为下中志留统韩家店群($S_{1-2}hj$),上石炭统黄龙组(C_2h),中二叠统梁山组(P_2l)、栖霞茅口组(P_2q+m),上二叠统吴家坪组(P_3w),长兴组(P_3c),下三叠统夜郎组(T_{1y})及第四系(Q)。矿区缺失泥盆系、下石炭统、下二叠统地层^[2]。

1.2 构造

收稿日期 2015-11-27,修回日期 2016-01-21。编辑 李兰英。

作者简介:周启(1965—),男,现从事矿山地质、地质矿产勘查工作,通信地址 贵州省遵义市务川县浞水镇中电投务川铝矿分公司,E-mail//407100829@qq.com

矿区地表未发现断层,在6个钻孔中发现有矿层重复,证明有断层存在。但这些断层规模小,主要是逆断层,断距一般3~10m,往往未延伸至地表便已消失。

矿区的一级褶皱为鹿池向斜^[3]。该向斜轴向20~25°,枢纽向北北东倾伏,略呈波状起伏,总体倾角10°左右。矿区位于向斜南端翘起部位,向斜自北而南逐渐收缩变窄。向斜两翼明显不对称:东翼倾角较缓,倾向290~320°;西翼岩层倾角较陡,自地表向深处从20°变至30°,具渐变性,西翼岩层倾向105~120°。向斜轴面在0#勘探线以南略向西倾斜,倾角约80°,0#勘探线以北轴面逐渐变成直立。

1.3 矿体规模

矿体产于二叠系中统梁山组中部^[4],整个矿区为一个主矿体。主矿体之上或下偶尔出现有透镜状小矿体。主矿体轮廓与向斜构造相吻合,南西端闭合,向北东逐渐叉开。矿体中无规律地分布7个大小不等、形状不同的无矿天窗。矿体属大型规模,走向长3300m,最大宽度2850m,向南西随向斜轮廓逐渐变窄。探获铝土矿石各级资源储量共3890×10⁴t。

1.4 矿体特征

矿体呈层状产出,产状与围岩一致。向斜轴部宽缓、变化自然。东翼倾角较缓(15~25°),延伸较宽。西翼倾角较陡(30°左右),延伸较窄。向斜不对称,轴部略偏西。整个矿体在剖面上的形态见图1。

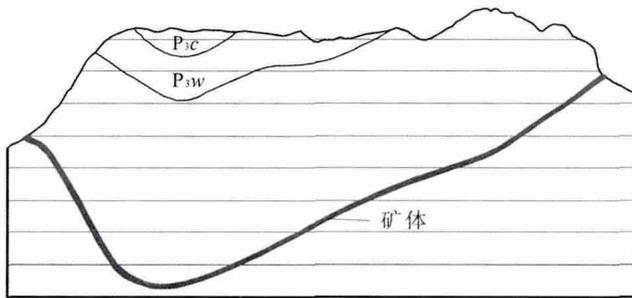


图1 瓦厂坪铝土矿山矿体剖面形态图

Fig.1 Profile of the orebody in Wachangping bauxite deposit

矿区矿体厚度总体较稳定,一般厚2m左右,约占见矿工程40%左右。最小真厚0.81m,最大真厚7.47m,矿体平均真厚2.16m。

2 浅部矿体特征

2.1 位置及范围

浅部矿体位于鹿池向斜东翼7#~17#勘探线之间,走向长度1000m,倾向延伸(L)最小110m,最大187m,

平均L=147m。该块段上覆碳酸盐岩体厚度(H)不一,埋深0~187m,在回风顺槽位置最大埋深187m,最小埋深155m,平均H=147m。块段面积114473m²。平面位置详见图2。

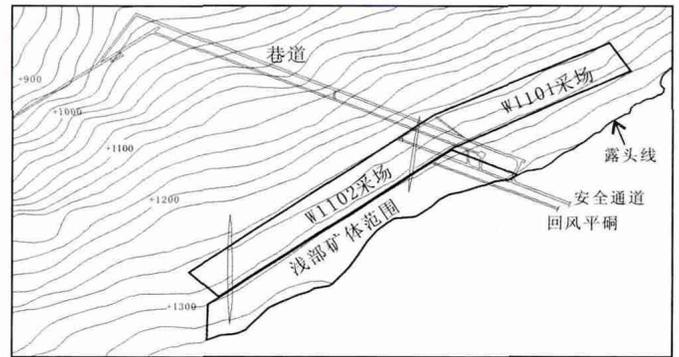


图2 浅部矿体平面位置图

Fig.2 Planar map of shallow orebody

2.2 矿体赋存状态

矿层为中二叠统梁山组(P₂l),该组总厚6.20~15.90m。自下而上可分为3个岩性段:下段为绿泥石岩段,厚0.50~7.0m,一般1~3m;中段为铝质岩段,厚2~10.50m,一般3~6m;上段为有机质碎屑岩-碳酸盐岩段,厚2~4m,一般3m左右。

矿体呈层状产出,产状与围岩一致,赋存稳定,倾角较缓,最大26°,最小11°。局部地段由于地层垮落牵引,矿体倾角为4°,一般16~20°。

2.3 矿体厚度变化

通过地表探槽、巷道顺槽刻槽取样和钻孔取样资料对比分析计算,采场内矿体厚度总体较稳定,最小铅厚0.93m,最大铅厚超过3.85m,矿体铅厚平均2.55m。通过84组取样(矿体厚度)计算对比,厚度小于1m的有3组,占取样工程的3.57%;1.0~1.5m的有8组,占取样工程的9.52%;1.5~2.0m的有21组,占取样工程的25%;2.0~2.5m的有11组,占取样工程的13.1%;2.5~3.0m的有21组,占取样工程的25%;3.0~3.5m的有13组,占取样工程的15.48%;大于3.5m的有7组,占取样工程的8.33%。

3 矿石特征

3.1 矿石类型

矿石自然类型:按结构构造划分为土状一半土状、碎屑状、致密块状、豆鲕状4种矿石类型;按主要有用矿物成分划分为一水硬铝石型铝土矿。

矿石工业类型:全矿区Fe₂O₃平均含量为5.99%,S

含量为 1.12%。按矿石中 Fe₂O₃、S 含量划分, 其工业类型为含铁高硫型铝土矿石。

3.2 矿石矿物成分

矿石中主要有用矿物为一水硬铝石, 占矿物总量 60%~90%。另有少量一水软铝石、胶铝石, 偶见三水铝石。其次为黏土矿物, 包括伊利石、蒙脱石、高岭石等, 占矿物总量 1%~25%。其中以高岭石、蒙脱石为主, 伊利石含量很少。当硬铝石及锐钛矿含量很高时, 黏土矿物总量仅 1%~3%, 再次为绿泥石、角闪石、斜长石、褐铁矿、赤铁矿、纤铁矿、黄铁矿、石英、白云石、方解石、石膏等, 占矿物总量 1%~18% 不等, 其中角闪石普遍出现, 但含量仅 0.5% 左右, 而黄铁矿、褐铁矿含量变化最大。重矿物占矿物总量 1%~2%, 以锐钛矿为主, 含量 8%~11% 不等, 与硬铝石含量呈正相关。偶见磁铁矿、电气石、锆石、金红石等重矿物存在。铝土矿矿石矿物成分主要特征见表 1。

表 1 铝土矿矿石矿物成分表

Table 1 Mineral composition of the bauxite ore

矿物类别	铝矿物	黏土矿物	铁矿物	重矿物	碳酸盐矿物	硅酸盐矿物
主要	一水硬铝石	高岭石 绿泥石 蒙脱石	黄铁矿 纤铁矿 褐铁矿	锐钛矿		石英
次要	一水软铝石 胶铝石 三水铝石	伊利石	赤铁矿 铁绿泥石	锆石 电气石 金红石	白云石 方解石	角闪石 斜长石

3.3 矿石的物理性质

为探明矿石的物理性质, 在勘探阶段和巷道掘进过程中共采矿石工程试验样 25 件, 现将测试结果统计如表 2。

3.4 矿石的化学成分

矿石中含有 Al、Si、Fe、Ca、Mg、K、Na、Ti、V、Be、Ga、S、Mn、Cr、Zr、Cu、Sn、Pb、Zn、Ni、Co、Li、Ba 等 20 余种元素, 其中以 Al、Si、Fe、Ti、S、Ca、Mg 等为主要元素。矿石中的主要化学成分为 Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂ 和挥发份, 此 5 种组分之和占矿石组分 95%~98%, 而其中

前 3 项之和一般为 78%~82%。

根据勘探阶段钻孔资料和采场内刻槽取样矿石化验结果统计得出, 矿体中 Al₂O₃ 的含量为 52.89%~78.46%, SiO₂ 的含量为 0.81%~12.85%, Fe₂O₃ 的含量为 0.96%~15.46%, S 的含量为 0.023%~9.19%。矿石主要组分见表 3。

表 3 矿石主要组分含量统计表

Table 3 Composition of ore

项目	厚度/m	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	S	A/S
最大值	3.85	78.46	12.85	15.46	9.19	96.0
最小值	0.93	52.89	0.81	0.96	0.023	2.3
平均	2.55	67.53	5.47	5.59	1.67	12.35

含量单位 %。

3.5 矿石品位及品级

按《铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范》(DZ/T0202-2002) 中附录 B “铝土矿品级标准”(GB3497-83) 规定, 浅部矿体的矿石品级为 ~ 级品, 即 Al₂O₃ > 62%, 铝硅比 ≥ 7, 占矿石总量 95% 左右; Al₂O₃ 含量 54%~62%, 铝硅比 3~7 的 ~ 品级的矿石, 占矿石总量不到 5%。

3.6 浅部资源量

估算公式为: $Q=S \cdot D \cdot d$

其中 Q 为铝土矿储量, S 为矿体水平投影面积, 在工程平面布置图上直接圈算, 用 CAD 软件直接读取数据, S 为 114 473 m²; D 为矿体铅垂厚度, 钻孔探槽揭露矿体铅厚 2.53 m, 巷道顺槽揭露矿体铅厚 2.58 m, 平均 2.55 m; d 为矿石平均体重, 沿用于勘探报告中矿石平均体重 2.76 t/m³。计算得出浅部矿体矿石量 80.5661 × 10⁴ t。

4 浅部地层岩石组合

4.1 浅部地层及地形地貌

浅部矿体主要覆盖于碳酸盐岩山体下, 埋深 0~187 m。露头线附近地形是悬崖和陡坡, 为典型的“下软

表 2 铝土矿矿石的物理性质

Table 2 Physical properties of the bauxite ore

统计值	抗拉强度 /MPa	块体密度 / (g/cm ³)	干块体密度 / (g/cm ³)	真密度 / (g/cm ³)	含水率 /%	吸水率 /%	膨胀率 /%	单轴抗压试验		普氏系数	抗剪断强度试验		液限 WL /%	塑限 WP /%
								天然/MPa	高径比		C/MPa	φ/(°)		
最大值	0.63	2.68	2.67	2.83	13.4	10.00	29.90	7.8	2	0.78	0.75	27.6	31.1	19.6
最小值	0.21	2.63	2.58	2.60	3.8	7.50	21.90	2.6	1.3	0.26	0.36	26.1	17.6	11.2
平均值	0.32	2.66	2.63	2.67	7.19	8.57	27.33	4.71	1.54	0.47	0.53	26.79	23.79	15.14

上硬”、“高陡危岩”地貌.大面积分布的易崩、易滑地带.地质历史上曾经发生过滑坡、崩塌和错落等地质灾害,目前在悬崖和陡坡上仍有稳定性较差岩块存在.在雨水和风化营力的作用下将有可能产生新的错落或掉块.古滑坡和古崩塌物堆积在悬崖下侧或陡坡下部,其规模几十至上千立方米.这些堆积物块度悬殊,结构松散,稳定性差.

悬崖下之缓坡部位分布的是下中志留统韩家店群($S_{1-2}hj$)地层,厚度大于 200 m;中二叠统梁山组(P_2l)出露于悬崖与缓坡转换部位,厚 3~16 m,与下伏韩家店群($S_{1-2}hj$)或黄龙组(C_2h)呈假整合接触,此层随鹿池向斜形态呈“U”字形分布于矿区东、南、西三面悬崖之下;中二叠统栖霞茅口组(P_2q+m)构成矿区高山台地主体,总厚 450~580 m,本层为矿区地表出露的主要层位,出露于矿区高山台地悬崖上下位置,呈窄带状“U”字形分布,出露面积约占矿区面积 50%左右.悬崖缓坡详见图 3.



图 3 悬崖缓坡露头线

Fig.3 Outcrop of ore bed at the gentle slope of cliff

4.2 岩石物理力学性质

1)老顶板:为中二叠统栖霞组(P_2q)底部的深灰—黑灰色中厚层—厚层细晶灰岩、泥质灰岩夹深灰—黑色薄层生物碎屑泥灰岩,含少量燧石,层间泥质、炭质较多,泥质物常包围较纯灰岩团块而形成瘤状、球状构造的特征较为明显.摩氏硬度 3.5~4.5,抗压强度(R_c) 30~60 MPa,抗物理风化能力较强,但抗化学溶蚀能力弱.

2)直接顶板:为中二叠统梁山组(P_2l)顶部的白云质灰岩、泥质灰岩、泥灰岩、炭质泥岩,厚 2~3 m,一般抗压强度(R)30~60 MPa,抗剪强度(C')34.1~40.0 MPa,

抗风化能力较弱.

3)伪顶板:为中二叠统梁山组(P_2l)上部的炭质泥岩和铝土岩.黑色炭质泥岩中炭质含量很高,一般厚度 0.1~0.2 m,质极软,性脆,污手,抗压强度 $R=5\sim 18.1$ MPa.岩石抗物理风化能力极弱,暴露在空气中容易产生崩解,在采掘工程中难以保留.

铝土岩主要呈褐灰色,结构为块状、碎屑状、豆状,一般厚度 0.2~0.5 m,个别达 1.0 m;在溶蚀区被浸染成黄褐色、褐色,层理不清晰,无明确的节理方向,力学性质不稳定,易碎.岩石抗风化能力弱,暴露在空气中容易产生崩解.

4)伪底板:为中二叠统梁山组(P_2l)下部褐灰—浅灰色中厚层致密块状铝土岩,厚 0~7 m,大部分厚 1~3 m,平均厚 1.5 m 左右,岩石抗压强度 $R=8.1\sim 128$ MPa.层理清晰,含大量植物化石,有两组“X”型共轭节理,力学性质不稳定,易沿节理方向断(破)裂,岩石抗风化能力弱,容易崩解、泥化.

5)直接底板:为中二叠统梁山组(P_2l)底部深灰—灰黑色薄至中厚层状铝土质泥岩,顶部含少量豆状、碎屑状燧石,厚度与其上覆块状铝土岩呈相互消长关系,厚 0~3.5 m,平均厚约 2.5 m.物理性质与上覆块状铝土岩相近,层理清晰,有两组“X”型共轭节理,力学性质不稳定,易沿节理方向断裂.

6)老底板:为上石炭统黄龙组(C_2h)灰岩和下中志留统韩家店群($S_{1-2}hj$)顶部页岩.黄龙组灰岩为浅灰、灰白色、浅肉红色中—粗晶白云质灰岩,其底部局部可见原生角砾,该层分布零星,厚 0~7 m.

韩家店群($S_{1-2}hj$)页岩为灰绿、黄绿、黄灰色页岩,夹紫红色页岩、粉砂质页岩,总厚大于 400 m.顶底板岩石物理力学性质详见表 4.

5 浅部构造特点

5.1 断层

矿区地表未见断层,在回风顺槽出现的 2 条断层延伸到浅部矿体中.现将断层情况分述如下.

断层 F1:在回风顺槽 229°方向 61 m 处和运输顺槽东北段 49°方向 66 m 处揭露出来.其中回顺产状 280°∠65°,垂直断距 9 m;运顺产状 265°∠40°,垂直断距 9.2 m.为逆断层.上盘为下中志留统韩家店群($S_{1-2}hj$)上部的灰绿色、紫红色泥(页)岩,下盘为中二叠统梁山组(P_2l)泥灰岩、炭质泥岩、铝土岩、铝土矿等.断面两侧附近节理、裂隙发育,岩石破碎.该断层进入浅部矿体后逐渐消失.

表4 瓦厂坪铝土矿岩石工程试验样测试结果统计表
Table 4 Rock engineering test statistics for the Wachangping bauxite deposit

序号	岩性	统计值	块体密度 (g/cm^3)	饱和单轴抗压试验		抗剪强度试验	
				极限强度/MPa	高径比	C'/MPa	$\varphi'/(^\circ)$
1	灰岩	最大值	2.72	182.80	2.30	7.63	40.10
		最小值	2.61	18.90	0.90	1.52	34.10
		平均值	2.68	81.68	1.99	4.59	37.21
2	白云质灰岩	最大值	2.70	80.90	2.20	4.58	37.10
		最小值	2.68	43.20	2.00	2.75	35.80
		平均值	2.69	69.05	2.05	3.94	36.58
3	泥质灰岩	最大值	2.74	78.80	2.10	4.35	37.60
		最小值	2.61	21.70	2.00	1.56	34.30
		平均值	2.67	42.08	2.08	2.64	35.60
4	泥岩	最大值	2.75	44.90	2.10	2.63	35.60
		最小值	2.70	10.90	1.60	0.86	33.60
		平均值	2.73	25.85	1.85	1.61	34.63
5	页岩	最大值	2.81	29.60	2.20	2.13	34.80
		最小值	2.64	2.70	0.70	0.43	33.30
		平均值	2.71	19.58	1.73	1.57	34.38
6	铝土岩	最大值	3.00	128.00	2.20	6.28	38.30
		最小值	2.62	8.10	1.30	0.75	32.80
		平均值	2.78	39.03	1.83	2.38	34.78

断层 F2: 该断层在 W1102 回风顺槽和运输顺槽均被揭露。首次被揭露见于回风顺槽 229° 方向 690 m 处, 产状 $282 \angle 30^\circ$, 水平断距 14 m, 垂直断距 7 m, 为逆断层, 经推断南北延伸各 100 m 左右。上盘为韩家店群 ($S_{1-2}hj$) 上部的灰绿色、紫红色泥(页)岩和黄龙组 (C_2h) 灰白色中—粗晶白云质灰岩; 下盘为梁山组 (P_2l) 泥灰岩、炭质泥岩、铝土岩、铝土矿等。断面两侧附近节理、裂隙发育, 岩石破碎。断面附近的上盘裂隙中有少量水流出。该断层还在 W1102 运输顺槽 580 m 处被揭露, 产状 $270 \angle 40^\circ$, 垂直断距 4 m。上盘为韩家店群 ($S_{1-2}hj$) 上部的灰绿色、紫红色泥(页)岩, 下盘为梁山组 (P_2l) 泥灰岩、炭质泥岩、铝土岩、铝土矿等。断面两

侧附近节理、裂隙发育, 岩石破碎。该断层进入浅部矿体后逐渐消失。

5.2 褶皱

在矿区鹿池向斜形成过程中, 两翼形成许多次级褶皱。沿走向在巷道掘进中得到充分证实, 顺槽掘进中发现有明显起伏, 倾角在 5° 左右, 剖面上矿体也有明显变化, 最小倾角 11° , 最大 26° , 一般 $16 \sim 20^\circ$ 。

5.3 节理裂隙

巷道掘进地质编录地层层序清楚, 层理清晰, 节理裂隙不发育。

6 结论

1) 探明了瓦厂坪铝土矿浅部矿体区域的地层层序及岩性, 由浅至深主要为灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩、泥岩、铝土矿体、页岩、铝土岩, 并通过实验测定了上述岩层岩石样本的物理力学参数。

2) 探明了浅部矿体的地质特征, 综合分析了瓦厂坪矿山浅部矿体地质特征, 矿层倾角总体变化平缓, 最大 26° , 最小 11° , 一般在 $16 \sim 20^\circ$ 之间, 矿体厚度变化总体上为渐变过程, 最小铅厚 0.93 m, 最大铅厚超过 3.85 m, 平均铅厚平均 2.55 m。

3) 对浅部矿体内的矿石质量进行的测定得出, Al_2O_3 的含量为 $52.89\% \sim 78.46\%$, 平均 67.53% , A/S 为 $2.3 \sim 96$, 平均 12.4; 矿石的硬度 $f=3 \sim 4$, 最大达到 5.4; 矿石质量优良, 矿层赋存稳定, 构造较简单。今后需要加强矿体顶底板岩石分类组成及力学性质、次生构造(裂隙)、边坡稳定性等方面的研究。

参考文献:

- [1] 文舰. 贵州铝矿山现状及发展对策[J]. 轻金属, 2004(5): 6-9.
- [2] 金中国, 向贤礼, 黄智龙, 等. 黔北务川瓦厂坪铝土矿床元素迁移规律研究[J]. 地质与勘探, 2011(6): 957-966.
- [3] 赵远由. 贵州省务川县瓦厂坪铝土矿床地质特征[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2007.
- [4] 潘庆英, 游桂芝. 贵州省务川县瓦厂坪铝土矿区水文地质特征分析[J]. 西部探矿工程, 2014(7): 127-131.