

地质与矿产

枣庄桃花山水泥用灰岩矿地质特征及矿床成因

王继芳,杜显彪,黄坤朋,王志亮,唐洪敏

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:桃花山水泥用灰岩矿矿床位于枣庄市峰城城区,赋存于寒武纪九龙群张夏组地层中,呈层状产出,共分2个矿层,含5个夹石层。矿区分东、西2个矿段,西矿段矿石质量较好,无夹层;东矿段局部存在高镁、高碱夹石层。矿床平均有益、有害组分为CaO 52.75%,MgO 1.70%,R₂O 0.269%,矿床属海相沉积矿床。

关键词:水泥用灰岩矿;地质特征;矿床成因;桃花山;山东枣庄

中图分类号:P619.225

文献标识码:B

引文格式:王继芳,杜显彪,黄坤朋,等.山东枣庄桃花山水泥用灰岩矿地质特征及矿床成因[J].山东国土资源,2016,32(2):43-49.WANG Jifang, DU Xianbiao, HUANG Kunpeng, etc. Geological Characteristics and the Origin of Limestone for Cement in Taohuashan Area in Zaozhuang City[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(2): 43-49.

桃花山水泥用灰岩矿已勘探完毕,为一中型矿山,矿石质量优良。矿区位于枣庄市峰城城区南西约16 km处,行政区划属峰城区榴园镇,面积5.12 km²。区内交通便利。

不发育,仅在西南边缘局部见有石英闪长玢岩,为中生代燕山期侵入岩,呈岩床状产出,侵入于馒头组地层中,规模较小,厚度约0.5 m,对矿层未造成影响^[1]。

1 成矿地质背景

矿床位于华北板块鲁西隆起区鲁中隆起枣庄断隆峰城凸起的中北部。区域上出露的地层有寒武纪长清群、寒武—奥陶纪九龙群、奥陶纪马家沟群及第四纪山前组。区内断裂构造较为发育,按走向主要分为NE和近EW向2组,多为高角度正断层。岩浆岩在区内西部和南部见有出露,主要为新太古代花岗闪长岩和元古代二长花岗岩^[3-4]。

矿区地层主要为寒武纪长清群朱砂洞组、馒头组,九龙群张夏组、崮山组和炒米店组,为一浅海相碳酸盐岩夹陆源碎屑岩沉积建造,岩石多裸露地表,岩层总体走向65°~115°,倾向335°~25°,第四系分布于矿区四周山脚下及沟谷处。其中张夏组为该区赋矿层位。矿区内断裂构造发育,按其走向可分为NE向和近EW向两组,其中以NE向断层为主体,大都为倾向SE的正断层(图1)。发育在矿区北部F2和西南边缘F6,是区内规模较大的断层,控制了矿区地层的展布,对矿层影响较大。矿区内岩浆岩

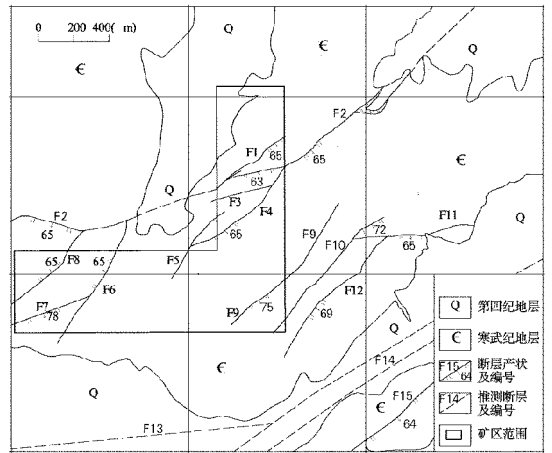


图1 桃花山矿区构造纲要图

2 矿床地质特征

2.1 矿床地质概况

该矿床矿体赋存于寒武纪九龙群张夏组地层中,呈层状、似层状产出,总体走向近EW,倾向340°~25°,倾角一般为7°~17°。矿体直接裸露地表,主

收稿日期:2015-05-27;修订日期:2015-07-18;编辑:陶卫卫

作者简介:王继芳(1969—),男,山东成武人,工程师,主要从事矿产勘查工作;E-mail:2006_wjf@163.com

要由 2 个山体组成。根据矿体地貌形态和矿体分布特征分为东、西 2 个矿段,西矿段矿体独立存在,与周围矿体不连续,仅由地表工程控制,沿走向控制长度 525 m,沿倾向控制长度 340 m,矿体厚度为 33.70~156.80 m,平均 105.10 m,矿石质量较好,无夹层。东矿段以地表及深部钻探工程控制,控制程度较高,沿走向控制长度 530 m,沿倾向控制长度 1 140 m,矿体厚度为 44.43~174.00 m,平均 122.03 m,局部存在高镁高碱夹石层^[2]。

该矿床共分 2 个矿层,自下而上编号依次为①,

②,分别与张夏组下灰岩段和上灰岩段相对应,其中②矿层为区内主要矿层,其资源量占总资源量的 66.27%,①矿层占总资源量的 33.73%。由于在矿层中部断层发育,造成矿层局部不连续,并对矿层产状也有一定影响(图 2),其中,西矿段矿层产状相对较陡,倾向 0°~25°,倾角 13°~17°;东矿段矿层产状较为平缓,倾向 340°~360°,倾角 7°~13°。矿石品级以 I 级品为主,少量为 II 级品,矿床平均有益、有害组分为 CaO 52.75%,MgO 1.70%,R₂O 0.269%。

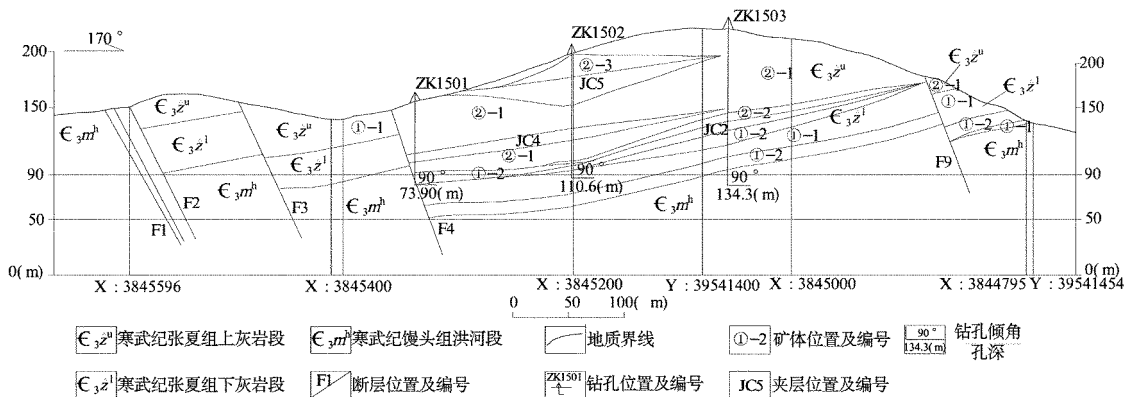


图 2 桃花山水泥灰岩矿第 15 勘探线剖面图

2.2 ①矿层特征

①矿层赋存于张夏组下灰岩段地层中,位于矿床下部,在全矿区分布面积最大,其产状和地层产状相一致。其中,西矿段由 3 条探槽进行控制,沿走向控制长度 525 m,沿倾向控制长度 340 m,该矿层占总资源量的 14.66%。矿层赋存标高+90 m~+176 m。厚度 7.80~57.10 m,平均 35.20 m,厚度变化系数 71.32%,属厚度较稳定型矿层。东矿段由 5 条探槽和 7 个钻孔进行控制,沿走向控制长度 530 m,沿倾向控制长度 1 140 m,该矿层占总资源量的 20.93%。矿层赋存标高+90 m~+219 m。厚度 1.17~44.43 m,平均 27.23 m,厚度变化系数 51.89%,属厚度较稳定型矿层。

①矿层矿石有益、有害组分较为稳定(表 1,表 2),其中西矿段全部为 I 级品,有益组分 CaO 含量平均 51.75%,组分变化系数 2.71%,属稳定型;有害组分 MgO 含量平均 2.43%,组分变化系数 54.27%,属较稳定型,有害组分 R₂O 最高含量平均 0.214%,组分变化系数 37.54%,属稳定型。东矿段以 I 级品为主,有益组分 CaO 含量平均 52.10%,组分变化系

数 3.13%,属稳定型;有害组分 MgO 平均 2.19%,组分变化系数 50.37%,属较稳定型,有害组分 R₂O 平均 0.192%,组分变化系数 28.69%,属稳定型。按矿石品级类型①矿层可划分为 2 个亚矿层,分别为①-1(I)、①-2(II),其中①-1为 I 级品,分布全区,为①矿层的主要亚矿层,占其总资源量的 60.55%;①-2为镁质 II 级品,主要分布在该矿段东南部,占该矿层资源量的 39.45%,呈似层状产于①-1亚矿层下部。①矿层矿石自然类型单一,仅有鲕粒灰岩矿石一种(表 1,表 2)。

2.3 ②矿层特征

②矿层赋存于张夏组上灰岩段地层中,位于矿床中上部及顶部,在区内分布较广,地表出露面积最大,其产状和地层产状相一致。其中,西矿段由 4 条探槽进行控制,沿走向控制长度 470 m,沿倾向控制长度 260 m,该矿层占总资源量的 14.03%。矿层赋存标高+108 m~+214 m。厚度 25.90~99.70 m,平均 69.90 m,厚度变化系数 45.76%,属厚度较稳定型矿层。东矿段由 4 条探槽和 6 个钻孔进行控制,沿走向控制长度 400 m,沿倾向控制长度 730 m,该矿

层占总资源量的49.78%。矿层赋存标高+90 m~+236 m。厚度为62.73~136.00 m,平均94.80 m,厚度变化系数28.04%;属厚度稳定型矿层。

表1 各矿层主要化学成分

| 矿层编号 | 项目 | 组分含量(%) | | | | | | | | | | | |
|------|------|---------|-------|------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | R ₂ O | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | LOS | SO ₃ | Cl ⁻ | fSiO ₂ |
| ② | 最低 | 45.93 | 0.34 | 0.05 | 0.013 | 0.063 | 0.54 | 0.17 | 0.13 | 37.66 | 0.04 | 0.01 | 0.06 |
| | 最高 | 55.11 | 5.57 | 0.73 | 0.037 | 0.767 | 6.26 | 1.63 | 0.58 | 44.05 | 0.52 | 0.062 | 5.62 |
| | 平均 | 53.08 | 1.42 | 0.29 | 0.021 | 0.311 | 2.44 | 0.69 | 0.34 | 41.74 | 0.20 | 0.032 | 1.47 |
| | 变化系数 | 3.39 | 71.48 | 60.16 | 14.20 | 57.21 | 54.86 | 50.60 | 34.68 | 3.12 | 61.88 | 38.61 | 82.58 |
| ① | 最低 | 48.08 | 0.35 | 0.05 | 0.014 | 0.064 | 1.32 | 0.38 | 0.33 | 41.40 | 0.09 | 0.01 | 0.23 |
| | 最高 | 54.94 | 5.02 | 0.47 | 0.037 | 0.507 | 3.06 | 1.01 | 0.56 | 44.76 | 0.52 | 0.05 | 2.58 |
| | 平均 | 52.15 | 2.20 | 0.173 | 0.019 | 0.192 | 2.02 | 0.60 | 0.43 | 43.51 | 0.23 | 0.027 | 1.14 |
| | 变化系数 | 3.11 | 51.04 | 34.66 | 12.06 | 32.27 | 27.18 | 30.56 | 14.76 | 6.24 | 53.90 | 29.25 | 51.16 |
| 矿床 | 最低 | 45.93 | 0.34 | 0.05 | 0.013 | 0.063 | 0.54 | 0.17 | 0.13 | 37.66 | 0.04 | 0.01 | 0.06 |
| | 最高 | 55.11 | 5.57 | 0.73 | 0.037 | 0.767 | 6.26 | 1.63 | 0.58 | 44.76 | 0.52 | 0.062 | 5.62 |
| | 平均 | 52.75 | 1.70 | 0.25 | 0.019 | 0.269 | 2.34 | 0.67 | 0.36 | 42.14 | 0.21 | 0.031 | 1.40 |
| | 变化系数 | 3.41 | 66.77 | 58.58 | 13.88 | 55.42 | 51.90 | 48.07 | 31.77 | 4.40 | 59.83 | 36.61 | 79.55 |

表2 各亚矿层主要化学组分

| 矿层编号 | 亚矿层 编号(品级) | 组分平均含量(%) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------|-----------|------|------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | R ₂ O | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | LOI | SO ₃ | Cl ⁻ | fSiO ₂ |
| ② | ②-1 | 53.11 | 1.57 | 0.253 | 0.022 | 0.275 | 2.23 | 0.75 | 0.37 | 42.16 | 0.018 | 0.028 | 1.38 |
| | ②-2 | 50.39 | 3.27 | 0.367 | 0.030 | 0.397 | 2.56 | 0.62 | 0.29 | 41.35 | 0.022 | 0.033 | 1.52 |
| | ②-3 | 50.86 | 2.32 | 0.680 | 0.035 | 0.715 | 2.48 | 0.77 | 0.31 | 41.59 | 0.021 | 0.035 | 1.56 |
| | Ⅱ | 50.77 | 2.86 | 0.457 | 0.032 | 0.489 | 2.52 | 0.64 | 0.30 | 41.49 | 0.022 | 0.034 | 1.53 |
| | 矿石 | 53.08 | 1.42 | 0.286 | 0.025 | 0.311 | 2.44 | 0.69 | 0.34 | 41.74 | 0.20 | 0.032 | 1.47 |
| ① | ①-1 | 52.62 | 1.86 | 0.180 | 0.015 | 0.195 | 1.84 | 0.65 | 0.46 | 43.71 | 0.022 | 0.026 | 1.12 |
| | ①-2 | 50.74 | 3.23 | 0.161 | 0.022 | 0.183 | 2.28 | 0.53 | 0.39 | 43.02 | 0.024 | 0.029 | 1.39 |
| | 矿石 | 52.15 | 2.20 | 0.175 | 0.017 | 0.192 | 2.02 | 0.60 | 0.43 | 43.51 | 0.23 | 0.027 | 1.14 |
| 矿床 | I | 53.12 | 1.45 | 0.242 | 0.019 | 0.261 | 2.12 | 0.69 | 0.39 | 42.43 | 0.020 | 0.027 | 1.31 |
| | Ⅱ | 50.75 | 3.07 | 0.288 | 0.026 | 0.314 | 2.46 | 0.58 | 0.54 | 41.82 | 0.022 | 0.033 | 1.46 |
| | 矿石 | 52.75 | 1.70 | 0.248 | 0.021 | 0.269 | 2.34 | 0.67 | 0.36 | 42.14 | 0.21 | 0.031 | 1.40 |

②矿层矿石组分以Ⅰ级品为主,Ⅱ级品主要分布在东矿段。其矿石质量见表1、表2,其西矿段全部为Ⅰ级品有益组分CaO含量平均53.58%,组分变化系数2.70%,属稳定型;有害组分MgO平均1.10%,组分变化系数69.95%,属较稳定型,有害组分R₂O平均0.283%,组分变化系数41.20%,属较稳定型。东矿段以Ⅰ级品为主,少量Ⅱ级品,有益组分CaO含量平均为53.04%,变化系数2.65%,属稳定型;有害组分MgO含量1.89%,变化系数71.54%,属较稳定型,有害组分R₂O平均0.315%,变化系数59.44%,属较稳定型。按矿石品级类型②矿层可划分为3个亚矿层,分别为②-1(Ⅰ)、②-2(Ⅱ)、②-3(Ⅱ)。其中②-1亚矿层为Ⅰ级品,分布全区,为②矿层的主要亚矿层,占其总资源量的85.20%;②-2亚矿层为镁质Ⅱ级品,占该矿层资源量的8.69%,呈似层状赋存于该矿段东南部;②-3亚矿层为碱质

Ⅱ级品,占该矿层资源量的6.11%,呈透镜状赋存于该矿段中部,各亚矿层特征见表2。②矿层矿石自然类型底部以薄层灰岩、泥斑灰岩为主,中上部为云斑灰岩、含泥斑藻灰岩、藻灰岩,少量生物碎屑灰岩。

2.4 矿石质量

2.4.1 矿石成分

矿石主要由碳酸盐矿物及少量的粘土矿物和微量的硅酸盐矿物、氧化铁质组成。碳酸盐矿物94%~99%,以方解石为主,少量白云石,泥质。方解石褐灰色或无色,为泥晶—微晶或细粉晶状。在镜下,多见他形粒状,粒径在0.30~0.001 mm之间。多具不同程度的重结晶现象,晶粒间多保留原泥晶斑点。在正交镜下闪突起明显,高级白干涉色。在圆状粒屑表面形成栉壳状构造。亮晶方解石可见菱形节理,少量方解石为白云石交代。在矿石中方解石含量80%~97%。白云石颜色灰白,他形—半自形粒

状,少量呈自形菱形体,粒径 0.01~0.20 mm,不均匀分布。有时具栉壳状构造,常有泥质和铁质附着,闪突起明显,高级白干涉色。在矿石中含量一般 4%~7%,少量可达 12%。

矿石化学组分主要是 CaO 和烧失量(CO₂↑), 次为 MgO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, Na₂O, SO₃, Cl⁻ 等。各矿层矿石化学组分及变化系数见表 1,各亚矿层矿石平均化学组分见表 2。由表 2 可见,①、②矿层平均化学组分均达到 I 级品,CaO 含量 45.93%~55.11%,平均 52.75%,MgO 含量 0.34%~5.57%,平均 1.70%,R₂O 含量 0.063%~0.767%,平均 0.269%,SiO₂ 0.54%~6.26%,平均 2.34%,Cl⁻ 含量 0.01%~0.062%,平均 0.03%,LOS 含量 37.66%~44.76%,平均 42.14%,fsio₂(石英质)含量 0.016%~5.62%,平均 1.40%,矿石质量较好,可达 I 级品要求。

2.4.2 矿石结构、构造

矿石的主要结构有鲕粒结构、藻屑结构、生物碎屑结构、泥—微晶结构、球粒结构和粉晶结构等。鲕粒结构中鲕粒按结构可分为正常鲕、变晶鲕、变形鲕、薄皮鲕、复鲕和假鲕 6 种,以正常鲕为主,变晶鲕次之,正常鲕具放射状和同心圈层结构,变晶鲕又分为方解石变晶鲕粒和白云石化变晶鲕粒。生物碎屑结构岩石中的生物碎屑,都已被亮晶或泥晶方解石交代,但保留了生物残骸的外形。生物碎屑含量 30%~50%。其中动物碎屑主要为介形虫的碎片,植物碎屑以蓝藻为主,集合体构成团粒状。藻屑结构:矿石含藻屑 20%~40%,其余为基质或其他生物屑。藻屑集合体呈树枝状、团粒状,由泥晶方解石构成。

2.4.3 矿石中主要有有益有害组分

矿石中主要有有益组分为 CaO, SiO₂, Al₂O₃ 和 Fe₂O₃,有害组分为 MgO, K₂O, Na₂O, SO₃, fSiO₂ 及 Cl⁻ 等。其含量及变化系数详见表 1。

矿石中 CaO 含量一般 48%~54%,最高 55.11%,最低 45.93%,平均 52.76%,其中①矿层 CaO 平均含量 52.05%,②矿层 53.16%。沿倾向 CaO 含量变化曲线见图 3。从图 3 中可见①矿层曲线为 NW 平缓,向 SE 下滑,含量明显降低;②矿层曲线平直,含量基本稳定。由表 3 可知沿走向自 SE 向 NE①矿层 CaO 含量基本稳定,仅北东部略低,②矿层 CaO 含量普遍降低。

矿石中 MgO 含量相对偏低,一般为 1.30%~

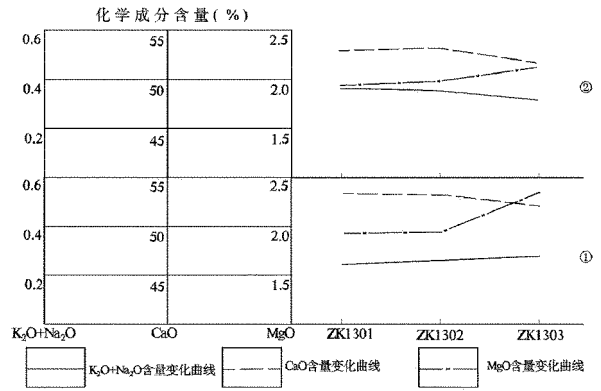


图 3 矿层中主要化学成分含量沿倾向变化曲线图

2.50%,最高 5.02%,最低为 0.35%,平均 1.76%,其中①矿层 MgO 含量平均为 2.25%,②矿层 1.49%。沿倾向 MgO 含量变化曲线见图 3,从图 3 中可见①矿层含量为北西部平稳,向南东逐渐增高,曲线明显上扬,②矿层亦如此,但其平均含量较①矿层稍高。沿走向①矿层 MgO 含量为中间低、两端高,②矿层向 NE 含量略有升高(表 3)。

表 3 A—A' 纵剖面矿层化学成分对比表(%)

| 工程编号 | TC3 | | ZK1302 | | ZK1502 | |
|------------------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | ① | ② | ① | ② | ① | ② |
| CaO | 52.89 | 53.99 | 52.51 | 52.62 | 51.26 | 51.61 |
| SiO ₂ | 1.84 | 2.905 | 2.02 | 2.41 | 2.25 | 2.63 |
| Al ₂ O ₃ | 0.522 | 0.625 | 0.690 | 0.69 | 0.710 | 0.766 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.359 | 0.284 | 0.420 | 0.316 | 0.520 | 0.360 |
| MgO | 1.73 | 1.94 | 1.61 | 2.01 | 3.42 | 2.53 |
| K ₂ O+Na ₂ O | 0.197 | 0.267 | 0.240 | 0.335 | 0.358 | 0.407 |
| Cl ⁻ | 0.034 | 0.035 | 0.030 | 0.024 | 0.030 | 0.025 |
| SO ₃ | 0.158 | 0.153 | 0.270 | 0.211 | 0.460 | 0.257 |
| fSiO ₂ | 1.38 | 1.38 | 1.70 | 1.23 | 1.16 | 1.69 |
| LOS | 41.91 | 41.69 | 41.95 | 41.72 | 42.11 | 42.45 |

矿石中 R₂O 含量 0.063%~0.767%,平均 0.021%,其中①矿层 R₂O 0.063%~0.767%,平均 0.311%,②矿层 0.064%~0.507%,平均 0.199%,沿倾向 R₂O 含量变化曲线见图 3。从图 3 中可见①矿层曲线较为平缓,向 SE 呈上升趋势,但含量均在 0.4%以下。②矿层曲线为北西高南东低。沿走向①矿层 R₂O 含量向 NE 明显上升,②矿层含量较①矿层总体稍高(表 3)。

矿石中 SiO₂ 含量 0.54%~6.26%,平均 2.34%。在组合分析的 83 件样品中, SiO₂ 含量<4%的 66 件,约占 80%。SiO₂ 含量①、②矿层普遍较低,分别为 2.02%, 2.44%。

矿石中 Al₂O₃ 含量 0.17%~1.63%,平均 0.67%。

矿石中含量普遍较低。①矿层中 Al_2O_3 相对偏低, 平均为 0.60%, 组分变化系数 30.56%; ②矿层平均为 0.69%, 变化系数 50.60%, 属稳定—较稳定型。

矿石中 Fe_2O_3 含量 0.13%~0.58%, 平均 0.36%。 Fe_2O_3 含量在各矿层中分布较均匀。沿走向自 EW 至 NE①, ②矿层 Fe_2O_3 含量明显升高(表 3)。

矿石中 Cl^- 含量 0.010%~0.062%, 平均 0.031%。其中①矿层平均 0.027%, ②矿层 0.032%。全区 Cl^- 含量总体偏高, 沿倾向 Cl^- 含量变化曲线见图 4, 从图中可见①矿层呈宽缓的倒“V”形波状起伏, ②矿层为中间低、两端高的正“V”字形波状起伏; 沿走向①, ②矿层 Cl^- 含量为 SW 偏高, 向 NE 逐渐趋于平稳(表 3)。

矿石中 SO_3 含量最小 0.04%, 最大 0.52%, 平均 0.21%, 其中①矿层平均 0.23%, 变化系数 53.90%; ②矿层平均 0.20%, 变化系数 61.88%。由表 2 可知, 沿走向自南西向 NE①矿层 SO_3 含量略有升高, 对矿石质量无明显影响, ②矿层含量较①矿层总体有所降低。

矿石中 $fSiO_2$ 含量 0.06%~5.62%, 平均 1.40%。其中①平均矿层 1.14%, 变化系数 51.16%, ②矿层平均 1.47%, 变化系数 82.58%。沿倾向 $fSiO_2$ 含量变化曲线见图 4。从图中可见①矿层曲线为中间高, 两端低, 呈宽缓的倒“V”形波状起伏, 含量变化较大。②矿层曲线呈直线上升趋势。

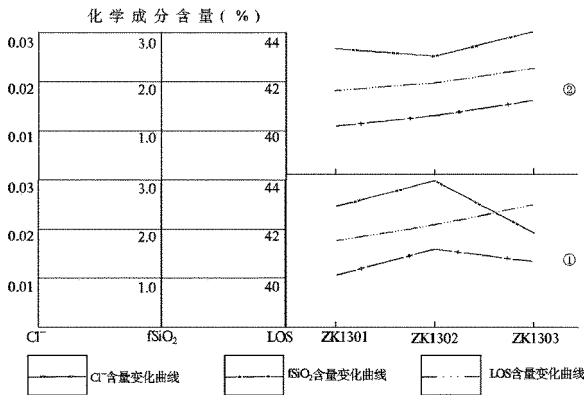


图 4 矿层中主要化学成分含量沿倾向变化曲线图

矿石中 LOS 含量 37.66%~44.76%, 平均 42.14%。其中①矿层平均 43.151%, 变化系数 6.24%, ②矿层平均 41.74%, 变化系数 3.12%。沿倾向 LOS 含量变化曲线见图 4。从图中可见①矿层曲线呈直线上升趋势, 含量明显增高。②矿层曲线亦如此, 但其含量较①矿层平均稍低。由表 4 可知, 沿

走向自 SW 向 NE 矿层中 LOS 含量基本稳定。

表 4 各矿石类型化学组分

| 矿石类型 | 比例 (%) | 组分含量 (%) | | | | | |
|--------|--------|----------|-------|------------------|-------------------|------------------|-------|
| | | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | R ₂ O | |
| 鲕粒灰岩 | 26.78 | 最低 | 48.10 | 0.53 | 0.13 | 0.018 | 0.148 |
| | | 最高 | 54.94 | 5.02 | 0.40 | 0.037 | 0.437 |
| | | 平均 | 52.76 | 1.91 | 0.21 | 0.022 | 0.232 |
| 含泥斑藻灰岩 | 11.64 | 最低 | 45.06 | 0.54 | 0.15 | 0.018 | 0.168 |
| | | 最高 | 55.11 | 3.75 | 0.40 | 0.030 | 0.430 |
| | | 平均 | 53.00 | 1.69 | 0.28 | 0.018 | 0.298 |
| 云斑灰岩 | 43.38 | 最低 | 45.93 | 0.34 | 0.05 | 0.013 | 0.063 |
| | | 最高 | 54.94 | 5.57 | 0.73 | 0.037 | 0.767 |
| | | 平均 | 50.32 | 2.21 | 0.27 | 0.034 | 0.304 |
| 藻灰岩 | 8.59 | 最低 | 48.80 | 0.38 | 0.11 | 0.013 | 0.123 |
| | | 最高 | 54.94 | 3.06 | 0.53 | 0.032 | 0.562 |
| | | 平均 | 51.87 | 1.42 | 0.28 | 0.023 | 0.303 |
| 薄层灰岩 | 5.84 | 最低 | 48.46 | 0.52 | 0.06 | 0.012 | 0.072 |
| | | 最高 | 54.62 | 3.94 | 0.40 | 0.030 | 0.43 |
| | | 平均 | 51.62 | 1.84 | 0.26 | 0.015 | 0.275 |
| 生物碎屑灰岩 | 3.77 | 最低 | 48.48 | 0.35 | 0.12 | 0.014 | 0.134 |
| | | 最高 | 54.93 | 2.55 | 0.39 | 0.032 | 0.422 |
| | | 平均 | 53.24 | 0.82 | 0.21 | 0.013 | 0.223 |

2.5 矿石类型和品级

矿石工业类型为水泥用灰岩, 自然类型为鲕粒灰岩、含泥质斑块藻灰岩、云斑灰岩、薄层灰岩、生物碎屑灰岩和藻灰岩等。其中鲕粒灰岩和云斑灰岩是最主要的矿石类型, 各类型矿石化学组分见表 5。

表 5 各品级矿石岩性构成 (%)

| 矿石品级 | 鲕粒灰岩 | 含泥斑藻灰岩 | 云斑灰岩 | 生物碎屑灰岩 | 薄层灰岩 | 藻灰岩 |
|------|-------|--------|-------|--------|------|------|
| I | 22.53 | 8.29 | 38.61 | 2.65 | 3.86 | 8.59 |
| II | 4.25 | 3.35 | 4.77 | 1.12 | 1.98 | |

云斑灰岩分布在②矿层中下部及顶部均有出现。岩石呈青灰色, 部分黄灰色, 含灰色斑块, 粉泥晶结构, 块状构造。矿物成分主要为方解石, 含量 78%~96%, 平均 90%。次为白云石, 含量 3%~32%, 平均 13%。方解石原始状态为泥晶结构, 成岩后期经重结晶变为粉晶结构, 同时产生白云岩化。方解石粒径 0.03~0.25 mm, 大者 0.52 mm。白云石粒径一般 0.20~0.35 mm, 大者 0.45 mm。

鲕粒灰岩主要分布于①矿层中, 在②矿层中有少量分布。矿石呈青灰色, 鲕状结构, 块状构造。鲕粒大小 0.50~3.0 mm, 含量 40%~75%, 多为正常鲕, 少数为变晶鲕, 薄片鲕, 内核核心大多由生物残骸构成, 后又多为方解石和白云石交代充填。矿物成分主要为泥晶方解石, 含量 80%~96%, 平均 90%, 次为白云石及少量泥质。胶结物为泥晶、亮晶方解石

及少量海绿石、氧化铁质等。

依据工业指标,将矿石分为 I 级品和 II 级品 2 个品级类型。I 级品矿石约占 84.53%。自然类型主要为鲕粒灰岩、藻灰岩、云斑灰岩,次为薄层灰岩、生物碎屑灰岩、泥斑藻灰岩。主要分布在①矿层、②矿层中部,少量分布在②矿层顶部。I 级品和 II 级品大致呈互层状分布,局部呈斜交和过渡状。II 级品矿石约占 15.47%。自然类型主要为云斑灰岩、泥斑藻灰岩,次为鲕粒灰岩、薄层灰岩,主要分布在②矿层底部,少量分布在①矿层顶部及②矿层中部。各品级矿石主要化学组分含量见表 5。

2.6 矿体围岩和夹石特征

矿体直接裸露地表,矿体底板为寒武纪长清群馒头组洪河段,底板岩性为砂质灰岩和钙质砂岩等,产出稳定,产状平缓,厚度 25 m 左右。化学组分含量 CaO 13.25%~38.14%,MgO 1.70%~2.88%,K₂O+NaO 1.026%~4.168%,Cl⁻ 0.016%。

矿床内共有 5 个夹石层,即编号 JC1,JC2,JC3,JC4,JC5(表 6)。

JC1 夹层分布于张夏组下灰岩段底部,呈透镜状产出,仅见于 TC13 中,厚度 9.30 m,夹石量 13 800 m³。岩性为鲕粒灰岩。该夹层仅 MgO 较高,CaO,R₂O 均符合 I 级品的要求。JC2 夹层分布于张夏组下灰岩段顶部,呈透镜状产出,见于 15 线的 ZK1501、ZK1502 中,厚度 4.33~7.39 m,平均厚度 5.86m。夹石量 71 303 m³。岩性为鲕粒灰岩。该夹层仅 MgO 较高;CaO,R₂O 均符合 I 级品的要求。

JC3 夹层分布于张夏组上灰岩段底部,呈透镜状产出,夹于②-1 亚矿层中,仅见于 ZK1303 中,平均厚度 5.97 m。夹石量 24 334 m³。岩性为含泥质条带薄层灰岩。该夹层仅 MgO 较高,CaO,R₂O 均符合 I 级品的要求。

JC4 夹层分布于张夏组上灰岩段中部,呈透镜状产出,夹于②-1 亚矿层中,见于 15 线的 ZK1502, ZK1503 中,厚度 7.68~10.44 m,平均厚度 9.06 m。夹石量 4 200 m³。岩性为云斑灰岩。该夹层仅 MgO 较高;CaO,R₂O 均符合 I 级品的要求。

JC5 夹层分布于张夏组上灰岩段中上部,呈似层状产出,夹于②-1,②-3 亚矿层之间,见于 13 线~15 线及两侧,其地表出露厚度较小,钻孔深部揭露厚度较大,为 2.00~24.62 m,平均 13.14 m。夹石量

708 508 m³。该夹层仅 R₂O 较高;CaO,MgO 均符合 I 级品的要求。

由表 6 可见,JC1,JC2,JC3,JC4 仅 MgO 较高;JC5 仅 R₂O 较高,其他组分均符合矿石要求。由于其在组分上具有互补性,所以夹石中 CaO,MgO 的平均组分含量达到了 I 级品矿石的质量要求,仅 R₂O 的平均组分含量较高,但与矿石加权平均后达到了 I 级品矿石的质量要求。由此可见,夹石与矿石通过搭配和均化,可生产出普通硅酸盐水泥,使资源得到充分、合理的利用。总体夹层赋存于东矿段①、②矿层中,呈似层状、透镜状产出,总夹石量为 822 145 m³。西矿段尚未发现夹层。矿床开发剥采比为 0.05:1。

表 6 夹层主要化学成分

| 夹层编号 | 主要化学成分含量(%) | | | 夹层性质 | 规模 | 平均厚度(m) | 夹石量(m ³) |
|---------|-------------|------|------------------------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| | CaO | MgO | K ₂ O+Na ₂ O | | | | |
| JC1 | 50.56 | 4.06 | 0.112 | 高镁夹层 | 走向 105m 倾向 43m | 9.30 | 13800 |
| JC2 | 49.34 | 4.01 | 0.391 | 高镁夹层 | 走向 200 m 倾向 370m | 5.86 | 71303 |
| JC3 | 49.94 | 3.95 | 0.247 | 高镁夹层 | 走向 95m 倾向 170m | 5.97 | 24334 |
| JC4 | 50.54 | 3.77 | 0.334 | 高镁夹层 | 走向 210 m 倾向 285m | 9.06 | 4200 |
| JC5 | 50.84 | 2.00 | 0.916 | 高碱夹层 | 走向 280 m 倾向 390 m | 13.14 | 708508 |
| JC 汇总 | 49.89 | 2.54 | 0.847 | 高镁+高碱夹层 | | | 822145 |
| I+II+JC | 52.60 | 1.74 | 0.298 | 矿石+夹石 | | | 16175619 |

3 矿床成因

该矿床为海相沉积矿床。从矿石类型、矿层厚度及沉积韵律分析,矿床是在比较稳定的潮下高能环境中沉积的。在高能环境中,过饱和海水中的碳酸钙围绕着呈悬浮状态的质点——泥质矿物、先晶出的方解石等,沉淀出泥晶方解石,并继续在海水作用下翻滚悬浮,继续有泥晶方解石产出,并在其上结晶沉淀,形成了鲕粒。当鲕粒直径达到了一定大小,其质量足以克服海水的机械能量时,便在海底堆积下来。鲕粒之间则又沉淀了泥晶方解石。当海水能量相对减弱,不能使较大的颗粒处于悬浮状态时,泥质矿物相互吸附凝集,形成了钙、泥质斑块,在潮下高能环境中,海水在不同时期有规律地相对增高和降低,经成岩作用,分别形成了鲕状灰岩和泥斑灰岩、云斑灰岩、藻灰岩。

该矿床属海相化学沉积矿床,矿体产状与地层相一致,其产出部位明显受一定的地层层位及岩性控制。矿石 I 级品主要赋存于张夏组下灰岩段和上灰岩段底部及中上部,II 级品主要赋存于张夏组上灰岩段中下部,夹石层赋存于张夏组上灰岩段中部呈似层状、透镜状产出^[5]。在整个鲁西甚至华北地区张夏组灰岩均是较好的水泥灰岩矿找矿和赋矿层位,其矿石质量普遍较好,有极个别地区夹石层稍多,剥采比稍大。如曲阜柴山灰岩矿、邹城凫山石灰岩矿、安丘北石岭水泥石灰岩矿、济南凤凰山水泥用灰岩矿和淄博青云寺水泥灰岩矿等均赋存在该层位,其成因相同^[6,9]。

由此可知张夏组鲕粒灰岩形成的陡坎与薄板状灰岩形成的缓坡是找矿的明显地貌标志,鲕粒灰岩、薄板灰岩和含泥斑藻灰岩是找矿的明显岩性标志。

4 综合评价

该矿床矿石质量优良, CaO 52.75%, MgO 1.70%, K₂O+Na₂O 0.269%, 尤其是 K₂O+Na₂O 含量低,为生产低碱水泥创造了条件。有害组分含量 SO₃ 0.21%, Cl⁻ 0.031%。矿床 II 级品矿石量约占总资源/储量的 20.4%,在未来矿山开采时,可以与 I 级品矿石合理搭配使用。矿床中的夹石,也可以与矿石搭配使用,以充分合理有效地利用矿产资源。

该区地表岩石质量明显好于深部, MgO, K₂O+Na₂O 较低,可能是地表岩石长期遭受风化淋滤 Mg, K, Na 等元素易流失所致,因此也造成地表工程和深部勘探工程对应较差。建议缺少深部工程矿段今后在矿山开采中采用边探边采的方法。

参考文献:

- [1] 张增奇,刘明渭.山东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1995.
- [2] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M].济南:山东科学技术出版社,2006.
- [3] 张增奇,刘书才,杜圣贤,等.山东省地层划分对比厘定意见[J].山东国土资源,2011,27(9):1-9.
- [4] 张增奇,张成基,王世进,等.山东省地层侵入岩构造单元划分对比意见[J].山东国土资源,2014,30(3):1-23.
- [5] 杜圣贤,张瑞华,张贵丽,等.山东张夏—崮山地区华北寒武系标准剖面上寒武统研究新进展[J].山东国土资源,2007,23(10):1-6.
- [6] 查镇宝,黄辉明.江西省南城县上塘水泥用灰岩矿区地质特征及矿床成因和找矿标志[J].中国西部科技,2011,(31):11-12.
- [7] 陈莉萍.凤凰山水泥用灰岩矿地质特征及资源储量前景[J].科技视界,2014,(3):8-11.
- [8] 王锋.宁夏青龙山北段石灰岩矿床特征浅析[J].科技资讯,2014,(29):18-20.
- [9] 石栋文,李明,孙玉森.瓦房店市磨盘山水泥石灰岩矿床地质特征[J].科技信息,2012,(6):15-18.

Geological Characteristics and the Origin of Limestone for Cement in Taohuashan Area in Zaozhuang City

WANG Jifang, DU Xianbiao, HUANG Kunpeng, WANG Zhiliang, TANG Hongmin
(Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Taohuashan limestone for cement deposit locates in Yicheng district of Zaozhuang city. It occurs in Zhanxia formation of Cambrian Jiulong group and shows layered type. It is divided into two strata, and including five middle ages bands. Mining areas can be divided into east and west part. Ore quality in west part is good without interlayer; while high magnesium and high alkali interlayers occurred in east part. Beneficial and harmful components are as follows: the average rate of CaO is 52.75%; the average rate of MgO is 1.70%, and the average rate of R₂O is 0.269%. This deposit belongs to marine facies sedimentary deposit.

Key words: Cement with limestone mining; geological characteristics; genesis; Taohuashan area; Zaozhuang city in Shandong province