

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2024.04.005

山西省孟县牛郎湾村一带饰面用大理岩矿 矿床地质特征及质量评价

祁国林¹,高少阳¹,李小波¹,魏儒友¹,田德志²

(1. 中国冶金地质总局三局,太原 030021;

2. 中国冶金地质总局第三地质勘查院,太原 030021)

摘要: 山西省孟县牛郎湾大理岩矿位于阜平穹状隆起西南缘七东山倒转向斜的北翼,赋矿地层为古元古界滹沱群七东山组二段;矿体以紫红色角砾状大理岩为主,另有少量青灰色大理岩,矿体顶、底板为灰白色大理岩;矿区共圈定4个大理岩矿体,矿体长度为2000~3350 m,厚度5~20 m;矿体产状倾向170°~190°,倾角24°~35°。大理岩样品经过物理试验检测,均达到且优于行业规范要求的技术指标;样品经放射性预检测,达到A类产品的技术指标;石材荒料率统计表明,矿区大理岩荒料块度 $\geq 1.0\text{ m}^3$ 的约占71%, $< 1\text{ m}^3$ 的约占29%;矿区饰面石材的资源储量丰富,具有较好的经济价值和开发前景。

关键词: 牛郎湾大理岩矿;饰面石材;矿体地质特征;七东山组二段;石材质量评价;孟县;山西省

中图分类号: P613;P619.223 **文献标识码:** A

0 引言

大理岩是一种以方解石和白云石为主要矿物的变质岩类,多为接触变质和区域变质作用的产物。饰面用大理岩作为一种饰面石料,因其质地细腻,色调清雅鲜艳,防火、防腐、耐久等多种优点,广泛地用于各类建筑物中。随着城市经济的发展,城市建筑和民用建筑对饰面大理岩的需求越来越多,品质的追求越来越高,应用领域越来越广泛。市场的需求促使地质矿产勘查部门要加强对饰面用大理岩矿的地质调查、矿床勘查评价、产品品质鉴定。本文将对山西省孟县牛郎湾一带饰面用大理岩矿的地质特征和石材质量进行阐述与评价。

1 矿区地质简述

大理岩矿的地理位置为孟县县城330°方向直距

39 km处的下社乡牛郎湾村一带,位于太行山支脉系舟山脉的东北端,乌河由南向北从矿区东部流过,在矿区以北的夫城口村附近汇入滹沱河。矿区内多为中低山区,沟谷发育,谷壁裸露,多陡立呈“V”字型;地形呈西高东低态势,西部最高点海拔1498 m,东部乌河的河床为最低点,海拔578 m,相对高差为920 m。

矿区所在区域的大地构造单元为华北断块(I)吕梁—太行断块(II)五台山块隆(III)的阜平穹状隆起(IV)西南缘,西与系舟山掀斜向斜(IV)相接^[1](图1)。

1.1 地层

矿区内出露地层由老到新分别为:新太古界五台群鸿门岩岩组、古元古界滹沱群七东山组、中寒武统馒头组和第四系全新统沱阳组。

(1)新太古界五台群鸿门岩岩组(Ar_3W^2h)。仅在矿区东北部的乌河两侧有小面积出露。岩性主要为长石石英岩、黑云绿帘斜长角闪片岩、绿帘黑云钠长角闪片岩夹薄层磁铁石英岩、斜长角闪岩夹十字石石榴石黑云片岩等^[2]。变质程度达绿片岩相,原

收稿日期: 2024-04-01; 改回日期: 2024-09-16; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 祁国林(1987—),男,工程师,从事地质矿产勘查与环境地质调查工作。通信地址:山西省太原市小店区龙城大街107号,中国冶金地质总局三局地质科研楼。邮政编码:030021。E-mail:727540319@qq.com



图 1 矿区地形地貌

Fig. 1 Topographic photo of the deposit

岩为中酸性火山岩和火山碎屑岩类。矿区北部的新太古界位于区域阜平穹状隆起的边缘,其西部被系舟山古生界所覆盖,矿区新太古界可与五台山区的五台群相对比^[3-5]。

(2) 古元古界滹沱群七东山组一段(Pt_1q^1)。分布于矿区的北部,与下伏的新太古界五台群为角度不整合关系。岩性主要为长石石英岩、薄板状大理岩、透闪石大理岩、二云石英片岩和黑云角闪片岩等。其中,黑云角闪片岩的原岩为基性火山岩^[2-3,6-8]。据杜利林等^[9]的测试结果,滹沱群的初始沉积大约始于 2180 Ma,其中的基性火山岩夹层形成于 2087 Ma $\pm$ 9 Ma,这与本矿区七东山组一段沉积时代大致相当。

(3) 古元古界滹沱群七东山组二段(Pt_1q^2)。与七东山组一段为整合接触。岩性为灰白色大理岩、紫红色角砾状大理岩夹青灰色大理岩^[2-3]。其中,紫红色角砾状大理岩和青灰色大理岩为饰面用大理岩矿体。

① 灰白色大理岩:呈层状大面积分布于勘查区南部及中部,灰白色,细粒粒状变晶结构。矿物成分主要为细粒方解石、白云石及少量白云母、石英等,岩石具透闪石化,变余粒状结构,块状构造。大理岩裂隙发育,岩石露头因风化而表面粗糙,颜色暗淡。地层产状 $160^\circ \sim 195^\circ \angle 24^\circ \sim 36^\circ$,局部倾角可达 52° 。

② 紫红色角砾状大理岩:分布于勘查区中部,呈

层状,岩石呈浅紫红色,角砾成分以白云石大理岩为主,次为石英岩、脉石英等,角砾呈棱角状、次棱角状,角砾大小一般 1~4 cm,个别 10~15 cm,大小混杂无序分布,含量 10%~35%;胶结物矿物成分以细粒白云石和方解石为主,次为石英、玉髓、绿泥石、蛇纹石、云母和透辉石等,岩石为细粒状,粒状变晶结构,角砾构造和块状构造。厚度 35~124 m。

③ 青灰色大理岩:分布于矿区北部,呈层状。岩石呈青灰色,细粒粒状变晶结构,变余层理构造。

七东山组二段以碳酸盐岩为特征,是继一段之后的连续沉积,沉积时间不晚于 1958 Ma $\pm$ 10 Ma^[9],即古元古代中期的产物。

(4) 中寒武统馒头组二段(ϵ_2m^2)。仅在矿区西北出露,呈角度不整合覆盖于滹沱群之上。岩性为紫红色粉砂质页岩夹薄层粉砂岩、细砂岩和生物碎屑灰岩^[2]。

(5) 第四系全新统沱阳组(Qht)。分布于矿区东部的乌河河谷中,主要为现代河床、河漫滩的砂砾石堆积。

1.2 构造

矿区位于区域性褶皱七东山倒转向斜的西段北翼^[3],为未倒转翼,岩层延展稳定,产状为 $171^\circ \sim 195^\circ \angle 25^\circ \sim 35^\circ$ (图 2);向斜的南翼(矿区以南)岩层已经发生倒转,产状为 $200^\circ \angle 40^\circ \sim 54^\circ$ 。

滹沱系形成于古元古代中期的陆内拉伸裂谷环境^[7],并在吕梁期构造运动中期发生区域变质-变形,七东山组岩石产生程度不同的变质,形成大理岩和片岩类岩石组合。吕梁运动中期,均才片麻状花



图 2 吕梁期七东山倒转同斜向斜的北翼

Fig. 2 Photo of the North limb of Qidongshan reverse syncline

岗岩侵位,七东山向斜被不断压缩成为同斜褶皱,其南翼产生倒转,褶皱的西段轴向呈SWW向;向斜的东段(七东山—佛堂村—邀童来村一线)由于受到东侧的新太古代结晶地质体的阻挡和干扰,东段的向斜轴向南偏转呈NNW走向^[2-3]。

在矿区中未见到具一定规模的断裂构造。

1.3 岩浆岩

矿区范围内未见各类侵入岩产出,只在滹沱系七东山组一段的上部见有基性火山岩夹层,火山岩的原岩为玄武岩类,均已产生绿片岩相变质,岩石地球化学显示出板内玄武岩的特点,推测为古元古代裂谷环境火山活动的产物^[7]。

2 矿体地质特征

2.1 饰面大理岩矿体特征

饰面用大理岩矿体赋存于七东山组二段中,矿体主要为紫红色角砾状大理岩和青灰色大理岩。矿层的上、下盘岩石为灰白色大理岩,矿层的地表露头岩石多已风化。矿区共圈定4条大理岩矿体,编号分别为I号—IV号(图3)。

I号矿体。岩性为紫红色角砾状大理岩,呈条

带状分布在2线—32线间,矿体主要由10个钻孔和地表勘探剖面揭露、控制。大理岩矿体的形态为层状、似层状。厚度12~20 m,平均厚16 m。走向延长控制3350 m,最大倾向延深193 m,矿体倾向175°~188°,倾角一般24°~31°。赋存标高578~1430 m,最大埋深320 m,最小埋深10 m。

II号矿体。岩性为青灰色大理岩,呈条带状分布在2线—28线间,矿体主要由6个钻孔和地表勘探剖面揭露、控制,矿体形态呈似层状、透镜状。厚度5~26 m,平均厚15 m。走向延长控制2700 m,最大倾向延深678 m,矿体倾向171°~191°,倾角一般为24°~34°。赋存标高578~1210 m,最大埋深280 m,最小埋深10 m。

III号矿体。岩性为青灰色大理岩,呈条带状分布在2线—22线间,矿体主要由地表勘探剖面揭露、控制,矿体形态呈似层状、透镜状。厚度10~20 m,平均厚15 m。走向延长控制2000 m,最大倾向延深240 m,矿体倾向171°~195°,倾角一般24°~36°。赋存标高765~1430 m,最大埋深280 m,最小埋深10 m。

IV号矿体。岩性为青灰色大理岩,呈条带状分布在10线—32线间,矿体主要由1个钻孔和地表勘探剖面揭露、控制,矿体形态呈似层状、透镜状。厚度8~16 m,平均厚12 m。走向延长控制2600 m,最大倾向延深110 m,矿体倾向170°~191°,倾角一般24°~34°。赋存标高1005~1450 m,最大埋深160 m,最小埋深10 m。

2.2 节理裂隙发育特征

经过观察和统计,矿区大理岩的节理按方向可分为4组:①近EW向(产状165°~192°∠20°~45°和10°~350°∠35°~80°);②NE向(产状15°~70°∠22°~85°、297°~346°∠80°~215°和105°~155°∠54°~76°);③NW向(产状215°~255°∠26°~83°);④SN向(产状80°~90°∠51°~80°、260°~275°∠38°~83°)。其中,近EW向和NE向节理组较为发育,NW向和SN向节理组发育较弱。近EW向和NE向节理的密度为3~5条/m²。在饰面大理岩矿体顶、底板的灰白色大理岩中节理更为发育,密度可达12~20条/m²。

3 饰面石材质量评价

在《饰面石材矿产地质勘查规范(DZ/T 0291—

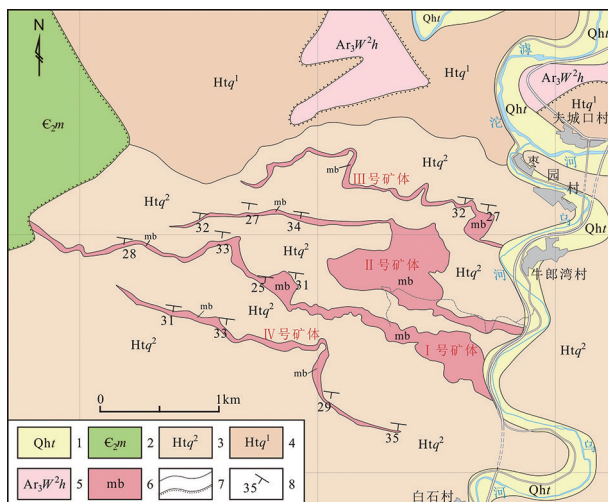


图3 牛郎湾村一带地区地质图

Fig. 3 Geological map of Niulanwan area

1. 第四系全新统沱阳组;
2. 寒武系馒头组:紫红色粉砂质页岩夹粉砂岩、细砂岩;
3. 古元古界滹沱群七东山组二段:灰白-白色大理岩;
4. 古元古界滹沱群七东山组一段;
5. 新太古界五台岩群鸿门岩岩组;6. 大理岩矿体;
7. 地质界线和不整合地质界线;8. 地层产状

2015)》^[10]附录 C 中,对饰面石材提出了一般工业要求,包括饰面石材质量的一般要求(装饰性能、放射性水平、荒料质量和饰面石材物理性能)、板材率一般要求和开采技术条件一般要求等 3 方面的内容。

矿区各矿体岩石新鲜面的颜色为浅紫红色或青灰黑色,矿物粒度大(粒径为 1~4 cm),色斑、色线较为均匀。色斑、色线反差较小,可作为室外装饰材料,符合饰面石材对色斑、色线的质量要求,为饰面石材的 A 类产品。

3.1 石材装饰性能评价

矿区中可用于饰面石材的大理岩分为紫红色角砾状大理岩和青灰色大理岩 2 种类型,其中以紫红色角砾状大理岩为主。

(1)紫红色角砾状大理岩(图 4)。浅紫红色,显微变晶结构,角砾状构造。角砾成分以白云石大理岩为主,次为石英岩、脉石英等,含量 10%~35%;角砾呈棱角状和次棱角状,砾径一般 1~4 cm,个别 10~15 cm,大小混杂无序分布。胶结物为白云石、黏土质和铁质。白云石主要呈灰白色,以及浅黄、浅褐、浅绿色,晶体呈透明度较好的粒状,粒度多为 0.03~0.5 mm,个别粗大者可达 1 mm,矿物间呈齿状紧密镶嵌,少量晶体明显重结晶;黏土质呈黄绿-黄褐色的薄膜,不均匀分布于白云石晶体之间;铁质分为氧化铁质和磁铁矿:氧化铁质质点<0.005 mm,主要以浸染状和粉末状分布于白云石晶体中或晶体间,部分呈条纹状产出,氧化薄膜呈浅褐红色;磁铁矿晶体呈黑色,不透明,粒度 0.01~0.05 mm,分布零星,多已褐铁矿化。此种大理岩矿物细腻,角砾混杂其间,抛光面色泽和花纹俱佳,具有良好的装饰功能,适于做饰面石材。

(2)青灰色大理岩(图 5)。为矿区内的次要石材类型,主要分布于 I 号矿体的底部,地表风化颜色为青灰-灰白色,新鲜面为青灰-青黑色。岩石为显微变晶结构,层状构造。矿物成分主要为白云石。

3.2 石材加工品质评价

从矿区内采取标准样 1 组(规格:300 mm×70 mm 和 100 mm×70 mm)、基本样 47 件(规格:100 mm×70 mm);同时选取 5 件基本样做了工艺磨光样(规格:70 mm×70 mm)。石材样品经切割抛光后,光泽度为 90;没有缺棱、缺角现象存在;平均每块板上有 10 mm×20 mm 的色斑 1~2 块;长度约为 50 mm 的色线 1~2 条。

3.3 石材物理性能评价

牛郎湾矿区的饰面大理岩属于白云石大理岩,



图 4 紫红色大理岩

Fig. 4 Photo of the purple red marble



图 5 青灰色大理岩

Fig. 5 Photo of the gray green marble

评价工作中采集了白云石大理岩样品进行岩石物理性能测试。检测结果显示,干燥大理岩样品的压缩强度(抗压强度)为 88.8~190.3 MPa($n=15$),平均 139.1 MPa;水饱和大理岩样品的压缩强度(抗压强度)为 41.5~113.4 MPa($n=15$),平均 77.5 MPa;大理岩样品的弯曲强度(抗折强度)为 75~118 MPa($n=9$),平均 100.33 MPa;大理岩样品的吸水率为 0.09%~0.68%,平均 0.38%;大理岩样品的体积密度(体重)为 2.88~2.94 g/cm³($n=5$),平均值为 2.91 g/cm³(表 1)。

由表 1 可见,测试数据均达到了饰面用大理岩矿(白云石大理岩)的物理性能要求的指标,大部分数据优于《饰面石材矿产地质勘查规范(DZ/T 0291—2015)》^[10]的相应指标。

表 1 白云石大理岩的物理性能试验结果
Table 1 Physical test results of dolomitic marble

项目	压缩强度(干燥)/MPa		压缩强度(水饱和)/MPa		弯曲强度/MPa		吸水率/%		体积密度/g/cm ³	
	区间	平均	区间	平均	区间	平均	区间	平均	区间	平均
牛郎湾白云石大理岩	88.8~190.3	139.1	41.5~113.4	77.5	75~118	100.33	0.09~0.68	0.38	2.88~2.94	2.91
白云石大理岩 ^[10]	≥52.0		≥52.0		≥7.0		≤0.50		≥2.80	

表 2 矿石放射性检测结果
Table 2 Radioactive measurement of the marble ore

样品名称	样品编号	放射性比活度 C/(Bq/kg)			内照射 指数 I _{Ra}	外照射 指数 I _r	使用范围
		²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K			
大理岩	FS01	83.51	0.33	1292.84	0.42	0.53	符合 A 类产品指标,石材使用不受以限制
	A 类				同时满足 I _{Ra} ≤1.0 和 I _r ≤1.3		不受限制
GB 6566—2010 建筑材料放射 性核素限量 ^[11]	B 类				同时满足 I _{Ra} ≤1.3 和 I _r ≤1.9		不可用于 I 类民用建筑的内饰面,但可用于 II 类民用建筑物、工业建筑内饰面及其他一 切建筑的外饰面
	C 类				I _r ≤2.8		只可用于建筑物的外饰面及室外其他用途

3.4 石材放射性预评价

在矿内区采集大理岩放射性检测样品 1 件,委托检测中心进行检测,测试仪器为低本底多道 γ 能谱仪(表 2)。

由表 2 可见,牛郎湾矿区大理岩矿的镭-226 放射性比活度²²⁶Ra=83.51 (Bq/kg),内照射指数 I_{Ra}=0.42,外照射指数 I_r=0.53。按照国家标准《建筑材料放射性核素限量(GB6566—2010)》和行业标准《饰面石材矿产地地质勘查规范(DZ/T 0291—2015)》的指标^[10-11],矿区大理岩石材为 A 类石材,产品的使用范围不受限制。

3.5 石材荒料率评价

评价工作在 I 号矿体和 II 号矿体分别设置 2 个试采位置,利用 2 次试采数据评价矿区大理岩矿的荒料率。

按饰面石材荒料的小料规格^[10]100 cm×50 cm×40 cm(长度×宽度×高度)试采并进行荒料统计。I 号矿体试采点试采荒料 5 块(表 3),荒料率为 11.45%;II 号矿体试采点试采荒料 2 块(表 4),荒料率为 8.70%。

根据试采荒料率统计结果,矿区中的规格荒料大致可分为 2 个类别:<1 m³,1.0 m³ 以上。各级规格荒料的比例大致为:荒料块度<1 m³ 的约占 29%;1.0 m³ 以上的约为 71%。

表 3 I 号矿图解荒料率统计结果
Table 3 Statistical plot of raw material rate of No. 1 ore body

荒料 编号	矩形边长/m		叠合图两平行断面的距离 (荒料的高度)/m	荒料体积/m ³	试采荒料体积/m ³	荒料率/%
	长	宽				
V①荒	0.5	0.5	2.0	0.50	40.00	11.45
V②荒	0.9	0.7	2.0	1.26		
V③荒	1.1	0.6	2.0	1.32		
V④荒	1.0	0.5	2.0	1.00		
V⑤荒	0.5	0.5	2.0	0.50		

表 4 II 号矿图解荒料率统计结果
Table 4 Statistical plot of raw material rate of No. 2 ore body

荒料 编号	矩形边长/m		叠合图两平行断面的距离 (荒料的高度)/m	荒料体积/m ³	试采荒料体积/m ³	荒料率/%
	长	宽				
V①荒	0.85	1.1	2.0	1.87	0.00	8.70
V②荒	0.80	1.0	2.0	1.60		

4 结语

牛郎湾饰面用大理岩矿区初步估算查明资源量约 $10 \times 10^6 \text{ m}^3$, 矿产储量为大型, 饰面用大理岩石材符合行业标准《饰面石材矿产地质勘查规范(DZ/T 0291—2015)》^[10] 的各项技术指标。根据《装饰石材露天开采工程设计规范(GB 50970—2014)》^[12] 中对装饰石材矿山建设规模的要求, 在牛郎湾矿区可以建设生产规模为 $3.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{年}$ 的石材生产企业, 矿山服务年限 15~20 年的中型矿山, 促进地方经济的发展。

参考文献:

- [1] 山西省地质矿产局. 山西省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989.
- [2] 全国地质资料馆网. 1:25 万地质图忻州市幅 J49C002004 地质图数据[DB/OL]. 北京:全国地质资料馆/国家地质图数据库, 2003[2013-06-27]. <http://219.142.81.86/igserver/ogc/kvp/TAS10C52000J49/WMTSServer>
- [3] 徐朝雷, 徐有华, 张平. 太行山区龙华河群的建立与否定[J]. 地球科学:武汉地质学院学报, 1985, 10(4):151-158.
- [4] 刘成如, 徐朝雷. 五台山区五台群地层新认识及五台板块运动探讨[J]. 华北国土资源, 2019(6):16-20.
- [5] 续世朝. 论恒山—五台山区五台群构造岩石地层划分[J]. 华北国土资源, 2014(5):60-63.
- [6] 苗培森, 张振福, 张建中, 等. 五台山区早元古代地层层序探讨[J]. 中国区域地质, 1999, 18(4):405-413.
- [7] 杜利林, 杨崇辉, 任留东, 等. 山西五台山区滹沱群变质玄武岩岩石学、地球化学特征及其成因意义[J]. 地质通报, 2009, 28(7):867-876.
- [8] 李建荣. 对五台山区滹沱群地层层序的重新厘定[J]. 华北国土资源, 2013(5):99-101.
- [9] 杜利林, 杨崇辉, 王伟, 等. 五台地区滹沱群时代与地层划分新认识:地质学与锆石年代学证据[J]. 岩石学报, 2011, 27(4):1037-1055.
- [10] 中华人民共和国自然资源部. DZ/T0291—2015 饰面石材矿产地质勘查规范[S]. 北京:地质出版社, 2015.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB6566—2010 建筑材料放射性核素限量[S]. 北京:地质出版社, 2010.
- [12] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50970—2014 装饰石材露天开采工程设计规范[S]. 北京:中国计划出版社, 2014.

Geological characteristics and quality evaluation of decorative marble ore deposit in Niulangwan village, Yuxian county, Shanxi province

QI Guolin¹, GAO Shaoyang¹, LI Xiaobo¹, WEI Ruyou¹, TIAN Dezhi²

(1. The Third Bureau of China Metallurgical Geology Bureau, Taiyuan 030021, Shanxi Province, China;

2. The Third Geological Exploration Academy of China Metallurgical Geology Bureau,

Taiyuan 030021, Shanxi Province, China)

Abstract: The marble ore deposit in Niulangwan village is located at North limb of Qidongshan reverse syncline in Southwest margin of Fuping dome uplift and occurs in the second member of Palaeozoic Qidongshan formation of Hutuo Group. The ore is mainly composed of brecciated bluish red marble and small amount of bluish gray marble. The top and bottom plate rock are gray marble. Four ore bodies have been delineated with length 2000~3350 m and thickness 5~20 m dip ping in $170^{\circ} \sim 190^{\circ}$ direction at angle $24^{\circ} \sim 35^{\circ}$. Physical test results of the marble samples meet or exceed the industrial specification. Statistic results of the raw material rate show that marble block with size more than or equal to 1.0 m^3 is 71%, that with size less than 1.0 m^3 29%. Resources of facing stone in the area is abundant with good economic and development prospect.

Key Words: Marble ore deposit in Niulanwan village; decorative stone; geological characteristics; the second member of Qidondshan formation; quality evaluation; Yuxian county; Shanxi province