

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2020.01.005

引用格式:任明军,周俊兰,秦伟,等. 皖南歙县砚石板岩矿床地质特征及安全性研究[J].华东地质,2020, 41(1):36-44.

皖南歙县砚石板岩矿床地质特征及安全性研究

任明军¹,周俊兰²,秦伟¹,施建斌³,杨晓勇²

(1. 安徽省地质矿产勘查局 332 地质队,黄山 245000 ;2. 中国科学技术大学,合肥 230026;
3. 江苏省地质矿产局第五地质大队,徐州 221004)

摘要:通过详实的野外地质调查,查明了皖南歙县双河口地区砚石板岩矿床的赋矿地层及成矿地质条件。砚石矿是层控型浅变质沉积岩矿床,赋存于新元古代大谷运组上段黑色板岩中。通过系统的室内岩矿鉴定和分析测试,查明了砚石的矿物组成、结构构造及砚石板岩的化学组成。通过野外放射性测量,判定该天然矿石放射性辐射属于安全等级,为皖南地区砚石资源开发提供了科学依据。

关键词:砚石板岩矿床;矿物组成;岩石化学;放射性测量调查;皖南歙县

中图分类号:P588.343

文献标识码:A

文章编号:2096-1871(2020)01-036-09

近些年来,随着社会经济的进一步发展,人们的物质文化需求越来越高。作为文房四宝之一,歙砚深受人们的喜爱。然而,砚石老坑已经告罄,砚石资源的保障及开发利用等问题亟需解决。2016 年,安徽省地质勘查基金管理中心设立了“安徽省歙县双河口砚石板岩矿普查”项目,以期进一步解决砚石资源保障问题。笔者以该项目成果为基础,通过详实的野外地质调查,对皖南歙县砚石板岩矿床的成矿地质条件及其安全性进行研究,为砚石资源的进一步勘查工作提供参考。

1 区域地质背景

研究区大地构造位于扬子板块东南缘,江南造山带北东倾伏端(图 1),属历口基底构造区,基底构造线呈 NE 向^[1-3]。江南造山带长期以来备受地学界关注,皖南大地构造格局及其构造演化存在多种观点^[4-18],如张彦杰等^[18]认为皖赣相邻区地质发展史大致可分为晋宁期、加里东期、印支期和喜山期 4

个阶段,其中晋宁期是主造山期,经历了“扬子板块东南缘裂开—初始洋盆发展—洋盆收缩闭合—碰撞造山”全过程,奠定了江南造山带东段构造格架的基础。

研究区地层属扬子地层区江南地层分区^[19-23],主要出露青白口系和南华系。构造线以 NE 向为主,主要断裂有 NE 向旌德断裂和汪满田韧、脆性断裂。旌德断裂长>30 km,宽 2~3 km,切割了前震旦系、震旦系、许村岩体和七都岩体,由多条平移正断层及复合岩墙群组成,具多期活动性。汪满田韧、脆性断裂呈北东 45°走向,长约 10 km,宽 20~100 m,倾向东南,倾角中等—陡立。

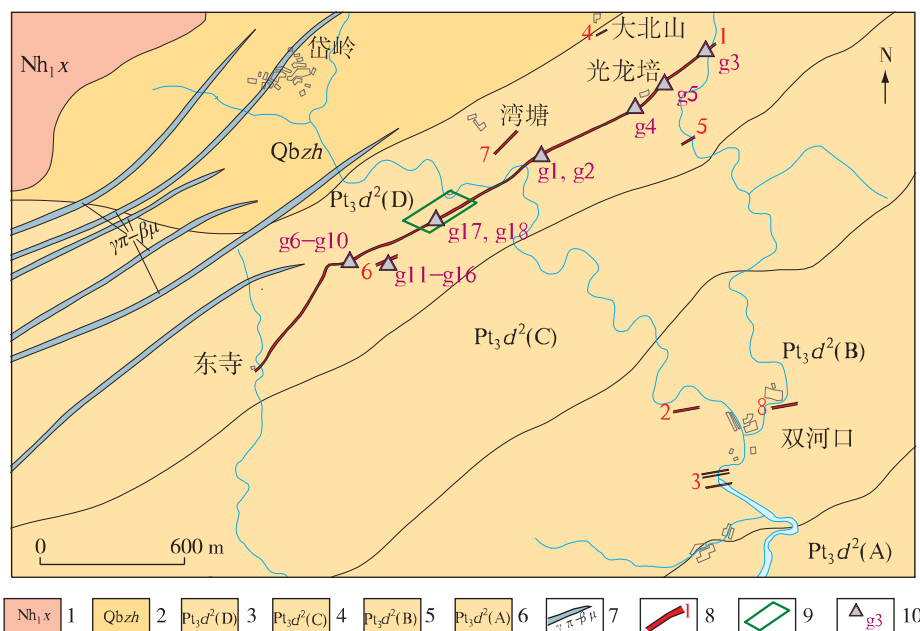
受加里东期及印支期构造运动影响,研究区南东侧形成 NE 向绩溪复向斜。燕山期出现了绩溪陆相伸展盆地,堆积了白垩纪陆相红层碎屑岩建造。西南部外围基底发育青白口纪许村黑云母花岗闪长岩,北部和东部外围发育晚侏罗世旌德花岗闪长岩体和石屋花岗斑岩。

* 收稿日期:2019-02-25 修订日期:2019-06-26 责任编辑:谭桂丽

基金项目:安徽省地质勘查基金管理中心“安徽省歙县双河口砚石板岩矿普查(编号:2016-2-7)”项目资助。

第一作者简介:任明军,1962 年生,男,高级工程师,主要从事固体矿产勘查工作。

通信作者简介:杨晓勇,1964 年生,男,教授,矿床地球化学专业。



1. 休宁组; 2. 镇头组; 3. 大谷运组上段 D 层; 4. 大谷运组上段 C 层; 5. 大谷运组上段 B 层; 6. 大谷运组上段 A 层; 7. 复合岩墙群; 8. 砚石矿体及编号; 9. 龙潭矿区; 10. 采样位置及样品编号

图 2 歙县双河口砚石板岩矿区地质简图及采样位置

Fig. 2 Regional geological map and sampling locations of the inkstone mine in Shuanghekou, Shexian County

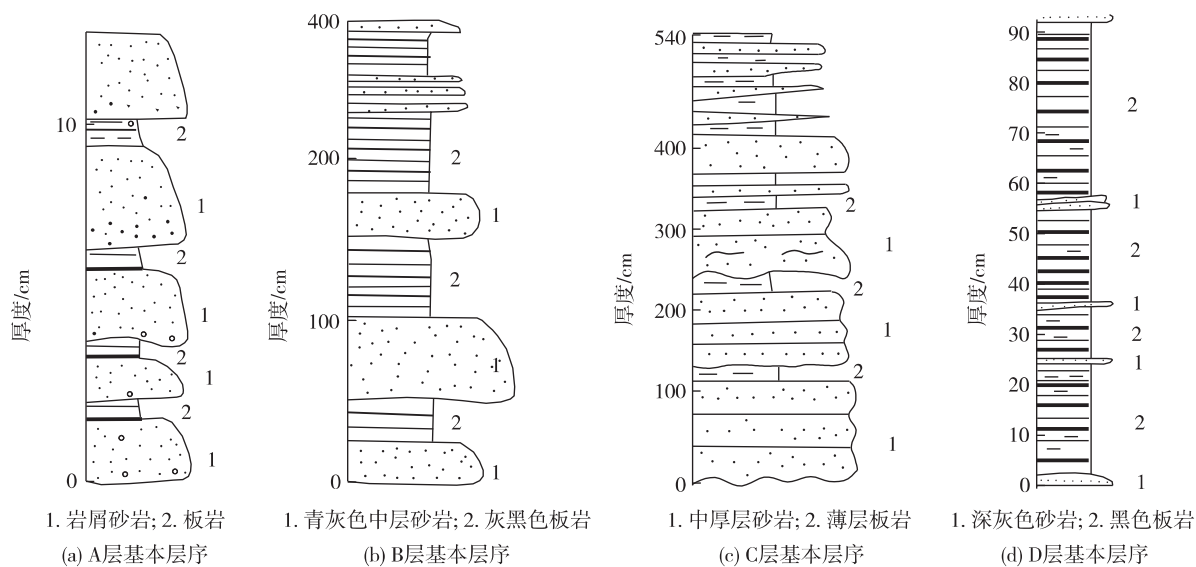


图 3 歙县双河口地区大谷运组上段基本层序示意图

Fig. 3 Sketch sequences of the upper segment of the Daguyun Formation in Shuanghekou district, Shexian County

为砚石, 质量不佳。

岩屑砂岩呈灰绿色-灰黑色, 细粒砂状结构, 颗粒支撑结构, 孔隙式胶结, 块状构造。主要由碎屑物和胶结物组成, 碎屑物主要为石英、岩屑和长石, 碎屑含量约 25%; 胶结物多为泥质。碎屑多呈定向

排列, 长轴方向与岩层面一致, 单层厚 10~50 cm。粉砂岩呈灰黑色, 粉砂结构, 块状构造, 主要由粉砂碎屑和石英组成, 单层厚 2~10 cm。板岩呈灰黑色, 变余粉砂泥质结构, 板状构造, 板理厚 5~20 cm; 主要由粉砂级碎屑、石英、绢云母和泥质组成。该层部分

板岩可作为砚石板岩,颗粒较粗,质量不佳。

(2)大谷运组上段 B 层。青灰色中层砂岩与黑色板岩互层,厚 533.6 m。砂岩单层厚 10~30 cm,部分单层厚<10 cm 或>50 cm,有明显砂、细砂递变层,粒序不明显,底部有时见冲刷构造。板岩厚 10~20 cm。青灰色中层砂岩夹深灰色薄层砂岩、灰黑色-黑色板岩韵律等厚互层,层面平直(图 3(b)),具薄层韵律砂岩与板岩互层,截面呈灰黑相间条带。该层部分区段以灰黑色板岩为主,夹少量含粉砂绢云板岩的区段可作为砚石板岩矿层,厚 0.58~4.00 m。

(3)大谷运组上段 C 层。浅灰色中厚层砂岩夹薄层深灰色粉砂质板岩,厚 311.72 m。砂岩单层厚 30~40 cm,板岩厚 0.5~10 cm。见单层砂岩夹板岩或数层砂岩夹 1 层板岩,总体砂岩含量占优势(图 3(c))。该段含少量砚石板岩层。砂岩呈灰黑色,砂状结构,块状构造,主要由石英和长石组成,见少量黄铁矿化,呈星点状分布。粉砂质板岩呈灰黑色-黑色,变余粉砂结构,板状构造,主要由粉砂级长石和石英组成,多呈 1~2 cm 层厚夹在砂岩中。

(4)大谷运组上段 D 层。以粉砂质板岩为主,夹少量粉砂岩,厚 430.92 m。该层为黑色薄-中层板岩、条纹状板岩夹灰色薄-厚层砂岩。深灰色薄-中层板岩、含粉砂质板岩的板理面平整,延伸长。该段主要由绢云母和绿泥石组成,细微粒砂质。单层厚 10~15 cm,以 12~13 cm 层厚为主。粉砂岩呈灰黑色,粉砂状结构,块状构造,主要由粉砂级碎屑和石英组成,见少量石英细脉穿插其中。该段砚石板岩发育,1 号主矿体即位于该层,部分地段(龙潭砚石矿)曾被开采利用。

2.1.2 镇头组

镇头组分布在矿区北西部,面积约 1.3 km²。岩性为紫灰、深灰色中-厚层沉凝灰岩夹砂砾岩,底部为砾岩、含砾凝灰质砂岩、凝灰质砂岩。底部砾岩可分为粗砾和细砾,粗砾以次棱角状长条形黑色板岩为主,凝灰质粗砂胶结;细砾以凝灰色粗砂岩、板(泥)岩砾为主,明显压扁拉长。上部为灰黑色、深灰色砂岩与板岩互层,砂岩夹板岩或板岩夹砂岩,发育波状层理、透镜状层理和脉状层理。

2.1.3 休宁组

休宁组分布在矿区北西角,面积约 0.26 km²。底部为一套紫红色、青灰色的杂砾岩、石英砾岩、砂砾岩和含砾砂岩,其上为紫红色砂岩、青灰绿色凝

灰质砂岩、凝灰质粉砂质泥岩、鲕状凝灰岩和沉凝灰岩,发育平行层理、交错层理;下部为青灰绿色沉凝灰岩、紫红色凝灰质砂岩,单层以中厚-厚层为主,含大量火山物质;中部为紫红色凝灰质砂岩、粉砂岩夹少量浅灰色沉凝灰岩,见小型交错层理、波状层理;上部为青灰绿色中-厚层状凝灰质砂岩、含锰砂岩及粉砂质泥岩韵律层,发育平行纹理和板状交错层理。

2.2 构造

2.2.1 皱褶

矿区位于汪满田大型倒转扇形背斜倒转翼,大谷运组倒转,倒转背斜轴面倾向南东,倾角陡。岩层以折曲滑动变形为主,主构造线呈 NE 向,区域变质为亚-低绿片岩相。

2.2.2 断裂

矿区断裂较少,仅局部地区见断裂破碎,规模较小。

2.2.3 节理

矿区裂隙、节理发育程度一般,主要有 NE 向和 NW 向节理。沿 NE 向板理面发育顺层节理,常见板理错动擦痕。受汪满田大型倒转背斜影响,NE 向节理为呈北东 60°~70°走向的顺层节理,节理面平直,裂隙宽大多<1 mm。NE 向节理十分发育,成组或平行产出,平均节理率为 4 条/m,形成的板理层厚分别为 5~10 cm、20~30 cm 和 40 cm 以上,以 20~30 cm 层厚居多,延伸长。NE 向节理对砚石矿成材率影响较小,更利于砚石矿开采。NW 向节理较发育,规模一般较小,延长 1~3 m,节理面较平直,裂隙宽<5 mm。NW 向节理斜切板岩,影响砚石矿成材率。

2.3 岩浆岩

矿区岩浆岩分布于矿区西北部,主要由辉绿玢岩和花岗斑岩组成的许村复合岩墙群,许村复合岩墙群穿过许村岩体后侵入于大谷运组。岩墙群在矿区呈 NE 向展布,延长 1~2 km,大致平行排列,宽一般 2~7 m,少数宽 10 m 以上,倾向 135°~150°,倾角 50°~70°。岩脉为辉绿玢岩单脉和花岗斑岩单脉及由辉绿玢岩和花岗斑岩组成的复合岩脉^[24]。野外调查发现,花岗斑岩侵入于辉绿玢岩中,说明辉绿玢岩形成时间早于花岗斑岩。其他脉岩多为单点或单工程所见,规模不大,多呈 NE 向展布。

2.4 矿体特征

砚石板岩矿体为呈深灰色薄-中层板状含粉砂质绢云板岩,板理面平整,矿体延伸长,板状构造。主要矿物为绢云母、石英、长石、绿泥石和细微粒砂质。板理单层厚 10~15 cm,以 12~13 cm 层厚为主,倾角陡立。砚石矿体呈层状,产状与岩层产状一致。1 号主矿体产状为 $151^{\circ}/\angle 87^{\circ}$,矿体主体倾向南东。此外,砚石板岩层数多、规模大。

双河口矿区共发现 8 个矿体,其中主要矿体 1 个(1 号矿体),次要矿体 7 个(2 号—8 号矿体)。矿体产于大谷运组上段,其中 1 号、4 号、5 号、6 号和 7 号矿体赋存于大谷运组上段 D 层,2 号、3 号和 8 号矿体赋存于大谷运组上段 B 层。2 号—8 号矿体均为单工程控制,矿体岩石类型和结构构造与 1 号主矿体相同,矿体长 >200 m,厚 2~7 m;矿体总体倾向南东,倾角 $78^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

1 号矿体出露于矿区北东段光龙培—中部湾塘—南西端东寺地区,由深灰色、灰黑色薄-中层含粉砂质绢云板岩组成。板理单层厚 10~18 cm,以 12~13 cm 层厚为主,由薄-中层板岩构成板岩层系。不同地段矿体厚度不同,地表沿走向矿体厚度为 2.08~20.05 m,平均厚度为 8.35 m,厚度变化系数为 56.27%。矿体走向北东 60° ,倾角近直立,主体倾向南东,北东段略倾向北西(产状 $322^{\circ}/\angle 82^{\circ}$),南西段略倾向南东(产状 $151^{\circ}/\angle 87^{\circ}$),出露标高 $+760\sim +420$ m。

2.5 矿石类型及特征

该矿区砚石的矿石类型为板岩类黑色含粉砂质绢云板岩。

2.5.1 矿物组成

砚石矿石的典型矿物组合是绢云母+石英+长石,绿泥石含量一般 $\leq 10\%$,其他不透明矿物(金属矿物等)含量 $< 5\%$ 。绢云母粒径 < 0.05 mm,雏晶—显微鳞片变晶定向分布,集合体呈细小团粒状,含量为 $40\%\sim 75\%$ 。石英含量为 $20\%\sim 40\%$,分为 2 种类型:一类为碎屑物石英,多呈次棱角状,粒度一般 0.04 mm;另一类为微粒石英,是重结晶的产物,粒度一般 0.01~0.03 mm,呈他形粒状,分布较均匀。长石(斜长石)粒径 < 0.05 mm,含量 $20\%\sim 40\%$,颗粒呈压扁透镜状,具定向排列,部分重结晶或边部被绢云母交代,多散布于绢云母之

间,极少量呈镶嵌状。黏土矿物含量约 10% ,以绢云母和绿泥石为主,粒径 < 0.05 mm,分布于其它矿物之间,呈粒状或片状(图 4)。金属矿物呈杂乱状分布在岩石中,含量约 5% ,且颗粒相对较大,粒径 < 0.1 mm,多数粒径 < 0.05 mm,含黄铁矿、黄铜矿和钛铁矿,以钛铁矿为主(图 5)。



图 4 砚石扫描电镜下白云母显微照片

Fig. 4 Micrograph of muscovite from the inkstone mine under scanning electron microscopy

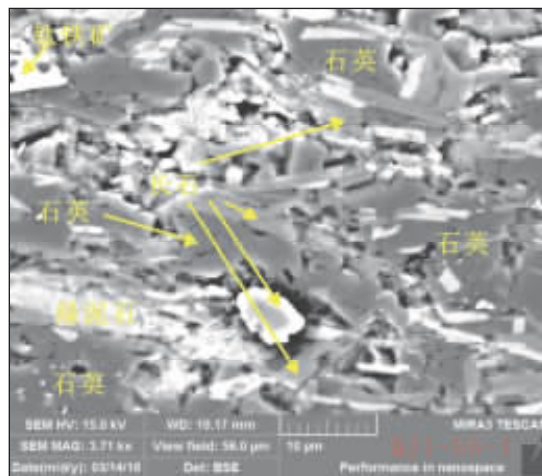
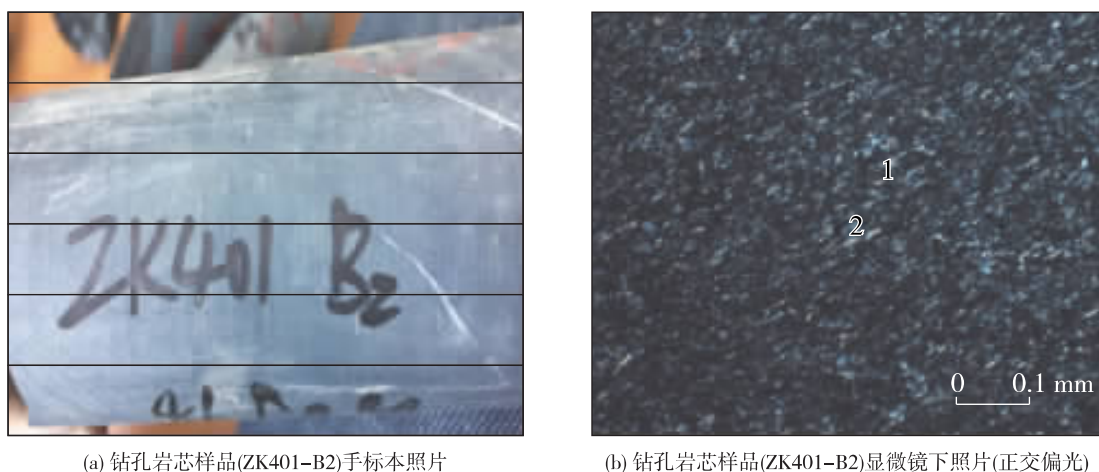


图 5 扫描电镜下砚石主要矿物组成

Fig. 5 Major mineral composition of inkstone mine under scanning electron microscopy

2.5.2 矿石结构构造

矿石为变余泥质显微鳞片变晶结构、变余含粉砂质泥质结构(图 6),板状构造、显微千枚状构造。敲击后,岩石断口常呈刀锋状或贝壳状。



(a) 钻孔岩芯样品(ZK401-B2)手标本照片

(b) 钻孔岩芯样品(ZK401-B2)显微镜下照片(正交偏光)

1.绢云母+绿泥石;2.石英粉砂

图 6 黑色含粉砂质绢云板岩手标本及显微照片

Fig. 6 Hand specimen and microphotograph of grayish-black metamorphic silty stone (inkstone)

3 砚石化学成分

砚石化学成分分析样品主要采自 1 号矿体不同地段勘查工程所采标准样或试雕样,敲取小块作为分析样品。所采样品岩石均为含粉砂质绢云板岩,具体采样位置见图 2。

3.1 测试方法

样品测试在澳实分析检测(广州)有限公司实验室完成。测试方法为:试料用无水四硼酸锂熔融,以硝酸铵为氧化剂,加氟化锂和少量溴化锂作助熔剂和脱模剂。在熔样机上于 1 150~1 250 °C 熔融,制成玻璃样片。在 X 射线荧光光谱仪上进行测量,除镍、铜、铈和锆用康普顿射线作内标校正基体效应外,其余各分析元素均用理论系数校正元素间的吸收—增强效应,根据荧光强度计算主要成分和次要成分含量。所用仪器为荷兰产 PANalytical PW2424,参考《DZ/T 0130.3—2006 地质矿产实验室测试质量管理规范》^[25] 第 3 部分“岩石矿物样品化学成分分析”规定的要求,具体分析方法见文献^[26]。

3.2 砚石化学特征

双河口矿区砚石全岩化学成分分析结果如表 1 所示。岩石 SiO_2 含量平均值为 63.13%, Al_2O_3 含量为 16.98%, Fe_2O_3 含量为 6.77%, FeO 含量为 4.81%, K_2O 含量为 3.69%, Na_2O 含量为 1.94%, CaO 含量为 0.33%, MgO 含量为 2.22%, P_2O_5 含

量为 0.13%, TiO_2 含量为 0.86%, MnO 含量为 0.11%, SO_3 含量为 0.19%,表明砚石富硅和铝,与绩溪县洪坑砚石矿的全岩化学成分大致相当^[27]。

将该矿区砚石、绩溪洪坑石、婺源大畈石和婺源龙尾石传统歙砚石与江西玉山石和九江石^[27] 砚石进行对比后发现,相对于江西玉山和九江砚石,该矿区砚石、绩溪洪坑石、婺源大畈石和婺源龙尾石传统歙砚石 SiO_2 和 Al_2O_3 含量较高, CaO 和 MgO 含量较低。

4 砚石放射性环境安全评价

通过地表剖面、工程和钻孔岩芯 γ 能谱测量进一步了解砚石的放射性。仪器为 XTG—2000M 四道 γ 能谱仪,板岩放射性测量结果见表 2。通过系统分析,发现该区总体放射性辐射水平不超标,符合放射性安全范围。

板岩的铀含量平均值为 3.19×10^{-6} ,钍含量平均值为 15.26×10^{-6} ,钾含量平均值为 3.41%,空气吸收剂量率为 59.18 nGy/h。放射性核素(^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K)比活度平均内照射指数和外照射指数分别为 0.20 和 0.46,均小于《GB 50325—2010 民用建筑工程室内污染控制规范》^[28] 和《GB 6566—2010 建筑材料放射性核素限量》^[29] 要求的限值(分别为 1.0 和 1.3)。由放射性核素浓度推算公众照射所致居民年吸收剂量平均值为 0.17 mSv,低于《GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[30] 中规定的公众持续受照年剂量限值

表 1 皖南歙县砚石化学成分组成

Table 1 Chemical compositions of inkstone mine in Shexian, southern Anhui

矿体 编号	样品编号	岩 性	化学成分/%													
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO	SO ₃	烧失量	总量
1 号	QJ1-B1-1(g1)	粉砂质绢云板岩	61.37	16.64	7.14	5.54	3.23	2.24	1.55	2.53	0.14	0.85	0.18	0.44	4.09	100.51
	QJ1-B5-1(g2)	粉砂质绢云板岩	61.45	17.60	7.10	5.59	3.58	2.19	0.66	2.46	0.12	0.88	0.11	0.32	3.69	100.27
	TC1-B1-1(g3)	粉砂质绢云板岩	65.72	16.35	6.25	4.58	3.45	1.92	0.19	2.19	0.11	0.80	0.10	0.01	3.08	100.27
	TC2-1(g4)	粉砂质绢云板岩	65.46	15.71	6.83	5.27	3.09	2.08	0.20	2.25	0.12	0.81	0.13	0.25	3.12	99.84
	TC7-3(g6)	粉砂质绢云板岩	63.32	16.83	6.90	4.49	3.80	1.78	0.19	2.18	0.11	0.81	0.10	0.01	3.49	99.63
	TC7-4(g7)	粉砂质绢云板岩	62.70	17.07	6.88	5.41	3.70	1.92	0.28	2.41	0.12	0.84	0.10	0.16	3.37	99.65
	TC7-17(g8)	粉砂质绢云板岩	63.25	16.46	7.11	3.53	3.43	1.98	0.44	1.95	0.34	0.77	0.11	0.01	3.78	99.74
	TC5-B3-1(g5)	粉砂质绢云板岩	63.49	16.77	6.89	5.18	3.38	2.11	0.19	2.48	0.13	0.81	0.11	0.01	3.37	99.84
	TC7-6(g9)	粉砂质绢云板岩	64.64	16.82	6.57	3.87	3.75	1.97	0.17	1.94	0.09	0.79	0.10	0.01	3.41	100.37
	TC7-16(g10)	粉砂质绢云板岩	65.64	15.82	5.87	4.47	3.01	2.66	0.25	1.96	0.12	0.74	0.13	0.19	2.72	99.20
平均值			63.70	16.61	6.75	4.79	3.44	2.09	0.41	2.24	0.14	0.81	0.12	0.23	3.41	99.96
6 号	TC10-B1-1(g11)	粉砂质绢云板岩	61.83	17.76	6.67	4.34	4.19	1.66	0.15	2.15	0.13	0.99	0.08	0.24	4.08	100.04
	TC10-B1-2(g12)	粉砂质绢云板岩	61.39	17.66	7.76	5.20	3.92	1.54	0.17	2.40	0.13	0.95	0.17	0.01	3.92	100.13
	TC10-B4-1(g13)	粉砂质绢云板岩	62.40	17.72	6.50	4.20	4.14	1.66	0.13	2.12	0.12	0.98	0.07	0.30	4.04	100.28
	TC10-B5-1(g14)	粉砂质绢云板岩	61.45	17.76	6.98	4.81	4.07	1.64	0.15	2.26	0.11	0.93	0.11	0.01	3.63	99.20
	TC10-B6-2(g15)	粉砂质绢云板岩	61.99	18.03	6.93	5.32	4.13	1.80	0.17	2.34	0.11	0.95	0.09	0.22	3.56	100.43
	TC10-B7-1(g16)	粉砂质绢云板岩	62.16	17.68	6.33	4.46	4.17	1.64	0.13	2.16	0.12	0.97	0.07	0.40	4.11	100.06
平均值			61.87	17.77	6.86	4.72	4.10	1.66	0.15	2.24	0.12	0.96	0.10	0.20	3.89	100.02
龙潭 矿段 (1 号)	ZK7-1(g17)	粉砂质绢云板岩	62.57	17.54	6.35	4.83	4.15	1.92	0.61	2.17	0.14	0.81	0.12	0.19	3.52	100.22
	ZK7-2(g18)	粉砂质绢云板岩	64.99	15.71	6.87	5.32	3.24	2.09	0.17	2.12	0.10	0.77	0.11	0.49	3.04	99.79
	平均值		63.78	16.63	6.61	5.08	3.70	2.01	0.39	2.15	0.12	0.79	0.12	0.34	3.28	100.01
矿床平均值			63.13	16.98	6.77	4.81	3.69	1.94	0.33	2.22	0.13	0.86	0.11	0.19	3.54	99.99

表 2 歙县双河口砚石板岩矿区板岩 γ 能谱测量估算及伽马吸收剂量率

Table 2 Gamma absorption dose rate of the Shuanghekou inkstone mine in Shexian

类型	U/ 10^{-6}	Th/ 10^{-6}	K/%	AU/(Bq·g ⁻¹)	ATh/(Bq·g ⁻¹)	AK/(Bq·g ⁻¹)	空气吸收剂量率/(nGy·h ⁻¹)
板岩	3.19	15.26	3.41	0.04	0.06	1.07	59.18

(1.0 mSv)。通过以上分析可知,该区砚石放射性辐射环境安全。

5 结论

(1)皖南歙县双河口矿区砚石矿赋存于大谷运组上段黑色板岩中,受地层层位控制,岩石类型为黑色含粉砂质绢云板岩,矿床成因类型为层控型浅变质沉积型矿床。

(2)皖南歙县双河口矿区砚石放射性辐射属于安全等级。

参考文献

[1] 唐永成,曹静平,支利庚,等.皖东南区域地质矿产评

价[M].北京:地质出版社,2010.

- [2] 翁望飞,王德恩,闫峻,等.安徽省休宁—歙县地区金多金属矿床找矿预测地质模型[J].华东地质,2017,38(3):184-193.
- [3] 张定源,张晓东,方捷,等.安徽省黄山市桃溪地区裂隙带基本特征及找矿意义[J].华东地质,2016,37(3):190-197.
- [4] 樊光明.皖浙赣区段的加里东构造旋回的确定及其意义[J].地学前缘,1997,4(3/4):222.
- [5] 陈冠宝,陶正,石永红,等.皖南浅变质岩地区的构造格局和演化[J].安徽地质,1994(增刊):4-13.
- [6] 王志洪,卢华复.中国东南大陆岩石圈演化研究中的有关问题综述[J].高校地质学报 1997,3(1):118-127.
- [7] 朱德来.皖浙赣断裂带(安徽段)的控岩控矿作用[J].安徽地质,2011,21(1):9-13.

- [8] 余心起,江来利,许卫,等. 皖浙赣断裂带的界定及其基本特征[J]. 地学前缘, 2007, 14(3):102-113.
- [9] 陈芳,杜建国,许卫,等. 钦杭成矿带皖浙赣相邻区成矿地质背景对比[J]. 金属矿山, 2013, 43(3): 111-115.
- [10] 周新民,邹海波,杨杰东,等. 安徽歙县伏川蛇绿岩套的 Sm-Nd 等时线年龄及其地质意义[J]. 科学通报, 1989(16):1243-1245.
- [11] 颜铁增,许兴苗,朱朝晖,等. 安徽伏川蛇绿岩带发现微古植物化石及时代意义[J]. 资源调查与环境, 2007, 28(1):28-32.
- [12] 杨建明,王希斌,鲍佩声. 安徽歙县蛇绿岩地球化学特征及形成构造环境[J]. 岩石矿物学杂志, 1993, 12(3): 232-242.
- [13] 赵建新,李献华,MOCCULLOCH M T,等. 皖南和赣东北蛇绿岩成因及其构造意义:元素和 Sm-Nd 同位素制约[J]. 地球化学, 1995(4):311- 326.
- [14] 赵崇贺,何科昭,莫宣学,等. 赣东北蛇绿混杂岩带的特征及其构造意义[C]//蛇绿岩与地球动力学研讨会论文集, 1996:208-212.
- [15] 李献华,周国庆,赵建新. 赣东北蛇绿岩的离子探针锆石 U-Pb 年龄及其构造意义[J]. 地球化学, 1994, 23(2):125-131.
- [16] 徐先兵,汤帅,李源,等. 江南造山带东段新元古代至早中生代多期造山作用特征[J]. 中国地质, 2015, 42(1): 33-50.
- [17] 邓国辉,刘春根,冯晔. 赣东北—皖南元古代造山带构造格架及演化[J]. 地球学报, 2005, 26(1): 9-16.
- [18] 张彦杰,廖圣兵,周效华,等. 1:5万平里幅、江潭幅、瑶里幅、虹关幅区域地质调查报告[R]. 南京:中国地质调查局南京地质调查中心, 2009.
- [19] 安徽省地质矿产勘查局. 安徽省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1997.
- [20] 安徽省地质矿产勘查局. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1987.
- [21] 安徽省地方志编纂委员会. 安徽省志·地质矿产志[M]. 北京:方志出版社, 2015.
- [22] 安徽省地质矿产勘查局 327 地质队. 1:20 万旌德幅区域地质调查报告[R]. 合肥:安徽省地质矿产勘查局 327 地质队, 1965.
- [23] 安徽省地质矿产勘查局 332 地质队. 1:5万七都幅区域地质调查报告[R]. 黄山:安徽省地质矿产勘查局 332 地质队, 1995.
- [24] 唐红峰,周新民,支利庚. 皖南许村晚元古代复合岩墙群的发现及其意义[J]. 科学通报, 1997, 42(1):64-66.
- [25] 中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0130.3—2006 地质矿产实验室测试质量管理规范[S]. 北京:地质出版社, 2006:28-45.
- [26] 殷晓,迟广成,周国兴,等. X 射线荧光光谱分析板岩化学成分[J]. 辽宁化工, 2016, 45(4):409-412.
- [27] 华东冶金勘查局屯溪地质调查所. 安徽省绩溪县洪坑地区金牛场—到溪矿段砚石板岩矿普查地质报告[R]. 屯溪:华东冶金勘查局屯溪地质调查所, 2014.
- [28] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 50325—2010 中华人民共和国国家标准:民用建筑工程室内环境污染控制规范[S]. 北京:中国计划出版社, 2013.
- [29] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 6566—2010 建筑材料放射性核素限量[S]. 北京:中国标准出版社, 2010.
- [30] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京:中国标准出版社, 2004.

Geological characteristics and safety study of the inkstone slate deposit in Shexian County, southern Anhui Province

REN Ming-jun¹, ZHOU Jun-lan², QIN Wei¹, SHI Jian-bin³ YANG Xiao-yong²

(1. 332 Geology Team, Anhui Geological & Mineral Resources Exploration Bureau, Huangshan 245000, China;

2. School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

3. No. 5 Geological Brigade, Jiangsu Geological & Mineral Exploration Bureau, Xuzhou 221004, China)

Abstract: Through a detailed field geological survey, this paper investigated the strata and minerogenic conditions of the inkstone slate mine in Shuanghekou district of Shexian in southern Anhui Province. The inkstone deposit is a stratabound-type metamorphic-sedimentary deposit occurring in black slates of the upper Daguyun Formation of Neoproterozoic era. A systematic indoor rock-mineral determination and analytical test reveal the mineral composition, structure and chemical constitutions of the inkstone slates. In addition, field radioactive measurements show that radiation of the natural ore is at a safe level, thus providing scientific basis for the exploration of inkstone resources.

Key words: inkstone mine resources; mineral composition; petrochemistry; radioactive measurement; Shexian, Anhui Province