

贵州罗甸玉矿区滑石矿的发现及其成因探讨

黄 勇^{1,2}, 陈能松¹, 白 龙², 刘 豪³, 刘国付³, 张欧邦³, 刘 俊³

(1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北 武汉 430074; 2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081;
3. 贵州盛世玉业股份有限公司, 贵州 贵阳 550081)

[摘 要] 罗甸滑石矿是贵州首次发现的白滑石矿, 矿体呈似层状、透镜状产于辉绿岩体与围岩的接触带内, 与罗甸玉共生。罗甸滑石为低铝、低铁质矿石, MgO 含量接近滑石的理论值, 结晶细、质纯、白度高, 具有较高的开发利用价值, 填补了贵州没有优质滑石矿的空白。罗甸滑石矿与罗甸玉矿的地质背景及其空间产出部位相同, 并且具有相似的稀土元素组成及配分模式, 揭示二者为相同成因, 属于接触交代型矿床。

[关键词] 滑石矿; 成因; 罗甸; 贵州省

[中图分类号] P619.25⁺3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2019)-02-0120-08

世界上的滑石产地主要有日本、美国和中国(Prochaska, 1989)。中国也是著名的优质滑石产出国(江德玉, 2000), 其优质的纯滑石主要产自辽宁、山东和广西, 其中, 辽宁滑石为粉红色、纯白色, 山东滑石为浅绿色、烟紫色, 广西滑石为淡黄绿色。江西是主产沉积型黑滑石矿的重要省份(Li et al., 2013), 我国西南地区的滑石矿资源相对贫乏, 主要矿石类型为黑滑石矿。

贵州的滑石矿质量较差, 以沉积型黑滑石矿为主, 另有少量中低温热液型矿, 分布于织金-贵阳-凯里一线以北的梵净山、沿河、遵义、织金等地(谢宏, 2012)。沉积型矿体呈层状产于中二叠统栖霞组第二段, 矿石由黑色含有机质页片状滑石粘土岩构成; 热液型矿体呈细脉状和网脉状产于板溪群超基性侵入岩中。此前, 贵州尚无白滑石矿报道, 近几年, 笔者等在黔南罗甸地区首次发现滑石矿, 它是罗甸玉矿的共生矿产, 质纯, 白度高, 是典型的白滑石矿, 它的发现结束了贵州没有优质滑石矿的历史。

滑石矿的成因有区域变质、热液交代和风化沉积三大类型(吴基球等, 2008)。罗甸滑石矿与

罗甸玉矿均产于辉绿岩体的外接触带, 属于接触交代型矿床, 具有重要的研究意义。

1 区域地质背景

罗甸滑石矿位于右江盆地北缘之贵州罗甸玉矿区(图1), 出露地层为泥盆系-三叠系, 其中, 泥盆系为滨岸相-台盆相沉积, 石炭系为台缘斜坡相沉积, 二叠-三叠系为深水盆地相陆源碎屑重力流沉积、钙屑浊流沉积和悬浮沉积。

研究区经历了华力西期-喜山期的构造演化历史。华力西期, 研究区处于扬子西南缘裂陷构造环境, 地幔柱活动形成了著名的峨眉山大火成岩省(胡瑞忠等, 2005; 黄文龙等, 2013; Usuki et al., 2015; Deng et al. 2016; Li et al., 2016), 本区辉绿岩床即处于其外带, 是其重要的物质组成。岩床侵入于二叠系四大寨组第二段燧石灰岩的层间, 部分地段侵入于四大寨组第一段与第二段之间, 岩体厚44~297 m, 并与地层协调褶皱。印支-燕山期, 发育了不同组合类型的构造形迹, 构造线主要呈北东向和北西向, 次为近东西向; 北东向

[收稿日期] 2018-12-06 **[修回日期]** 2019-03-25

[基金项目] 贵州省科技厅重大科技专项“罗甸玉开发利用关键技术研究产业化”项目(黔科合重大专项字[2014]6003)。

[作者简介] 黄勇(1962—), 男, 研究员, 在读博士, 从事区域地质矿产调查与研究。E-mail: huangyongdkxy@163.com。

[通讯作者] 陈能松(1956—), 男, 教授, 博士生导师, 从事岩石学教学与研究。E-mail: chennengsong@163.com。

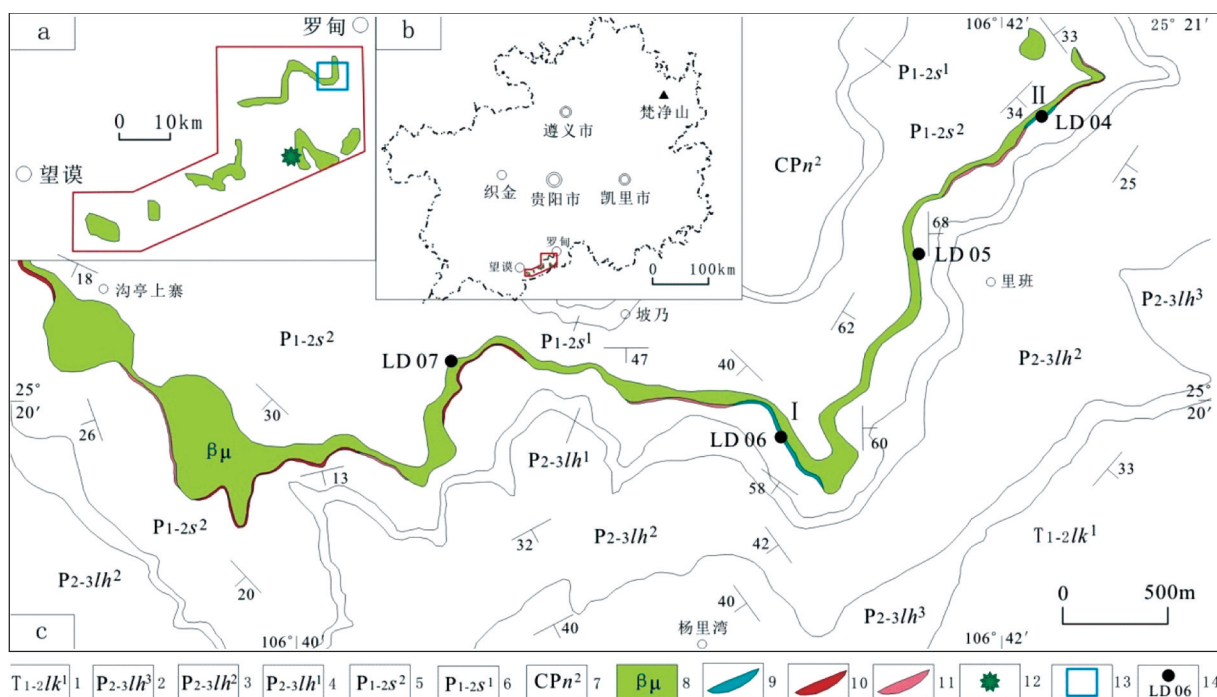


图1 罗甸玉矿床位置(a,b)及滑石矿区地质图(c)

Fig. 1 Location of Luodian nephrite deposit and geological map of the talc mineral area

1—乐康组第一段;2—领薨组第三段;3—领薨组第二段;4—领薨组第一段;5—四大寨组第二段;6—四大寨组第一段;7—南丹组第二段;8—辉绿岩;9—滑石矿化带;10—软玉矿化带;11—大理岩化带;12—罗甸玉矿床;13—罗甸滑石矿区;14—采样点及编号

褶皱普遍被北西向褶皱叠加,形成穹窿构造和不规则的裙边褶皱,早期阶段受南东方向的应力挤压产生了北东向褶皱及逆冲断层,晚期阶段遭受南西方向的应力挤压兼左行走滑作用,形成了北西向褶皱及相关走向断层和斜交断层。喜山运动使部分区域性断裂复活并发生南北向左行走滑。

滑石矿区位于床井穹窿南东翼的北西向构造叠加部位,区域上,床井穹窿北东轴长22 km、北西轴长16 km,由北北西向的尚隆向斜、床井背斜、交拗背斜、纳冗向斜、巴麻背斜和北东东向的纳绕背斜叠加而成,矿床受巴麻背斜控制。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区出露地层有石炭—二叠系南丹组第二段、中下二叠统四大寨组第一至二段、中上二叠统领薨组第一至三段、中下三叠统乐康组第一段,辉绿岩体侵入于四大寨组第二段燧石灰岩中。

南丹组第二段:深灰、灰黑色厚层块状砾屑灰岩与厚层生物屑泥晶灰岩互层,夹少量薄层硅质

岩,灰岩中偶含白云岩团块。厚342 m。

四大寨组第一段:薄层泥质粉砂岩、硅质岩、粉砂质粘土岩及泥灰岩,偶夹灰岩透镜体。厚47 m。

四大寨组第二段:薄至中厚层泥—微晶灰岩、燧石团块灰岩,夹薄层含生物屑灰岩、硅质岩及少量厚层块状生物屑灰岩,顶部夹5~10 m厚层含砾砂屑生物屑灰岩。有基性岩浆侵入,为软玉和滑石矿的赋矿层位。厚281 m。

领薨组第一段:含凝灰质细砂岩、粉砂岩、粘土岩、硅质岩、泥晶灰岩,近底部夹薄层沉凝灰岩。厚128~151 m。

领薨组第二段:下部为薄层硅质岩夹薄层泥晶灰岩;上部为中厚层微—泥晶灰岩、砂屑灰岩,夹薄层燧石条带。厚101~161 m。

领薨组第三段:中下部为薄层硅质岩、含凝灰质生物屑灰岩与沉凝灰岩互层,上部为薄层粉砂岩、粘土岩,近顶部夹5~15 m块状角砾状灰岩。厚62~272 m。

乐康组第一段:底部为含砂质粘土岩、硅质粘土岩;下部为薄至厚层微—泥晶灰岩夹少量粘土岩;上部为薄层泥—微晶灰岩夹粘土岩及少量“蠕虫状”砾屑灰岩。厚343~386 m。

2.2 岩浆岩

区内岩浆岩主要为辉绿岩,岩体呈岩床状产出,出露宽 180~400 m,厚 49~58 m,与罗甸玉以及滑石矿的关系密切。笔者在 LD04 点和 LD06 点采了 7 件样品,薄片鉴定结果表明,岩体由细粒辉长辉绿岩、细粒辉绿辉长岩、细粒辉长岩、细-微粒辉绿玢岩、杏仁状辉绿玢岩和杏仁状细粒辉绿岩构成,主要矿物成分为斜长石(45%~68%)、辉石(15%~40%),次要成分有副矿物(2%~10%)、石英(<3%)、方解石(<2%)。全岩分析结果显示(表 1),SiO₂ 43.80%~47.10%,平均 45.90%,处于基性岩范畴;TiO₂ 2.48%~2.93%,平均 2.76%,属于高钛辉绿岩;Al₂O₃ 12.90%~14.44%、TFe₂O₃ 12.92%~15.00%、MgO 4.60%~7.53%、CaO 6.60%~9.24%;富钠(K₂O/Na₂O=0.23~0.86);全碱(Na₂O+K₂O)含量 3.91%~5.05%,硅-碱图投点于碱性系列(图 2);里特曼指数(δ)3.15~5.97,属钙碱性岩-碱性岩系列;Mg[#]=38.53~51.89,低于原始岩浆的 Mg[#]值(68~75)(Frey et al.,1978;Wilson 1989),表明岩浆经历了明显的分异演化。

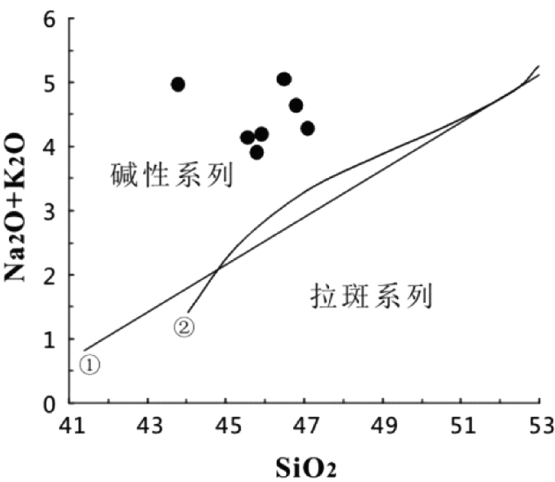


图 2 罗甸辉绿岩 SiO₂-(K₂O+Na₂O)图解

Fig.2 SiO₂ vs. (K₂O+Na₂O) diagram of Luodian diabase

①据 MacDonald et al.,1964;②据 Hyndman 1985

前人在邻区罗甸取得辉绿岩的锆石 U-Pb 年龄为 255±0.62 Ma(韩伟等,2009),在邻区罗暮辉绿岩床中新发现二长闪长岩脉,并获得岩脉的锆石 U-Pb 年龄为 255.2±3.1 Ma(黄勇等,2017),岩床和岩脉的形成时代均为二叠纪乐平世吴家坪期,可能与海西期峨眉山玄武岩浆喷发活动相关。

表 1 罗甸辉绿岩的主量元素含量(wt%)

Table 1 Major element (wt%) compositions of diabase in Luodain area

样号	LD04B2	LD04B3	LD04B4	LD061B	LD062B1	LD062B2	LD063B
SiO ₂	46.50	45.80	43.80	46.80	45.92	47.10	45.57
TiO ₂	2.93	2.78	2.83	2.76	2.48	2.90	2.64
Al ₂ O ₃	13.75	13.10	13.15	13.35	14.44	13.55	12.90
Fe ₂ O ₃	5.52	3.92	2.78	5.14	5.89	11.07	6.54
FeO	7.55	9.72	9.12	8.87	7.08	3.12	6.56
MnO	0.21	0.23	0.16	0.23	0.21	0.20	0.19
MgO	5.08	5.78	5.81	5.80	5.40	4.60	7.53
CaO	6.63	9.06	7.99	8.18	9.24	7.86	6.60
Na ₂ O	4.12	2.89	3.23	3.30	3.36	2.90	2.22
K ₂ O	0.93	1.02	1.74	1.34	0.83	1.38	1.92
P ₂ O ₅	0.75	0.68	0.70	0.67	0.63	0.67	0.66
LOI	4.24	2.58	6.15	2.53	3.33	3.39	5.34
Total	99.76	99.20	98.90	100.64	100.34	100.36	100.21
TFe ₂ O ₃	13.91	14.72	12.92	15.00	13.76	14.54	13.83
Mg [#]	41.98	43.75	47.11	43.37	43.74	38.53	51.89
δ	4.45	3.25	5.97	4.19	3.78	3.15	3.38
K ₂ O/Na ₂ O	0.23	0.35	0.54	0.41	0.25	0.48	0.86
Na ₂ O+K ₂ O	5.05	3.91	4.97	4.64	4.19	4.28	4.14

2.3 变质岩

区内仅发育接触变质岩,断续分布于辉绿岩体与四大寨组灰岩的外接触带内,岩石类型主要有方解石大理岩、含硅灰石透闪石石英岩、透闪石岩及滑石岩。方解石大理岩具粒状变晶结构、纤维状结构,主要矿物为方解石(>95%),含少量褐铁矿(1%~2%);含硅灰石透闪石石英岩具粒状、纤维状变晶结构,主要矿物为石英(80%),次有透闪石和硅灰石(10%~15%)、方解石(5%)及粘土矿物(<3%);透闪石岩具粒状变晶结构、纤维状结构,主要矿物成分为透闪石(80%~95%)、次为方解石(5%~10%)、石英(<5%)等;滑石岩具显微鳞片变晶结构,主要矿物为滑石(70%~99%)、次为方解石(8%~30%)及石英(<2%)。内接触带的变质作用不明显,常见绿泥石化、绿帘石化、绢云母化和碳酸盐化等热液蚀变现象。相对而言,岩床上接触带的变质作用较强,变质带较宽,是滑石和软玉矿体的产出部位;岩床下接触带的变质作用较弱,偶见大理岩化和绢云母化(LD07点),尚未发现滑石和透闪石玉矿体。

3 矿化带及矿体特征

矿区西段以软玉矿化带为主,东段以滑石矿化带为主(见图1)。矿化带沿岩体上覆外接触带展布,沿走向可细分出滑石矿化带、软玉矿化带、

大理岩化带,由于接触变质作用受较多因素制约,岩体接触带的部分地段甚至没有发生热接触变质作用,而由含砂屑粉-微晶灰岩直接与辉绿岩体接触(LD05点)。总体上看,矿化带和大理岩化带的厚度不稳定,平面上具膨大、收缩和尖灭再现的现象。在LD06点,滑石矿化带长650 m,出露宽10~14 m,其NW的大理岩化带长515 m,出露宽8~11 m。在LD04点,滑石矿化带长193 m,出露宽7~13 m,其SW为大理岩化带,长549 m,出露宽5.7~10 m;其NE为软玉矿化带,长256 m,出露宽5.5~9 m。

滑石矿体呈似层状、透镜状沿辉绿岩体接触带并贴近岩体边界产出,厚度变化较大,延深不详,其产出部位与罗甸玉相同。I号矿体为独立的滑石矿体(LD06点),矿体呈层状、似层状产出(图3),长350~650 m,厚0.22~2.50 m,产状 $235^{\circ}\angle 58^{\circ}$,其中偶含未交代彻底的方解石大理岩和石英岩扁豆体(图4a)。II号矿体与软玉矿体共生(LD04点),同处接触带的底界位置,SW为滑石矿体,NE为软玉矿体,相距约30 m,其中,滑石矿体呈似层状、透镜状产出(图4b,c),长170~193 m,最大厚度达6.0 m,产状 $110^{\circ}\angle 30^{\circ}$,内含少量透镜状及不规则状脉石英;软玉矿体有6层,夹于浅灰白色薄至中厚层方解石大理岩、石英大理岩及透闪石化大理岩中,呈似层状、透镜状,断续延伸长约256 m,单矿体厚5~30 cm,产状 $120^{\circ}\angle 32^{\circ}$,玉石类型以青白玉为主,伴有少量花斑玉。

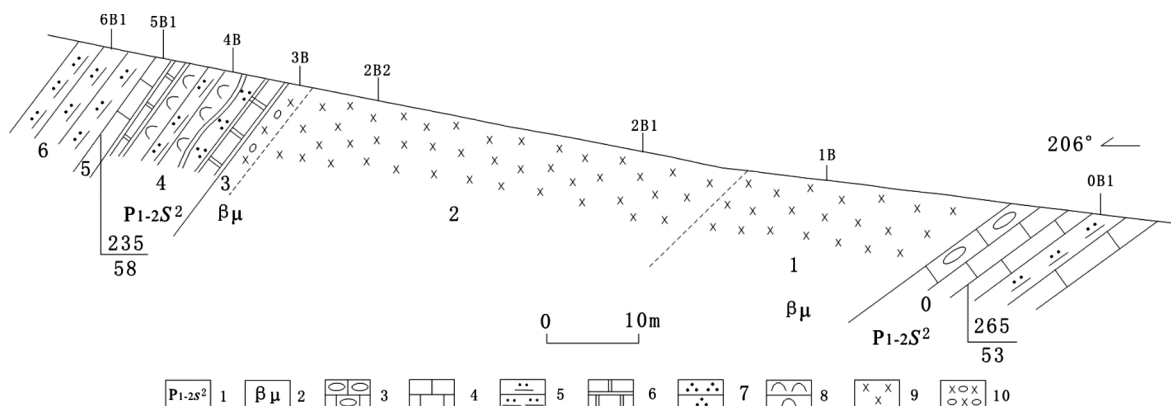


图3 罗甸 LD06 采样剖面

Fig. 3 LD 06 sampling section in Luodian area

1—中下二叠统四大寨组第二段;2—辉绿岩体;3—砾屑灰岩;4—泥晶灰岩;5—硅质岩;6—大理岩;7—石英岩;8—滑石岩;9—辉绿岩;10—杏仁状辉绿岩

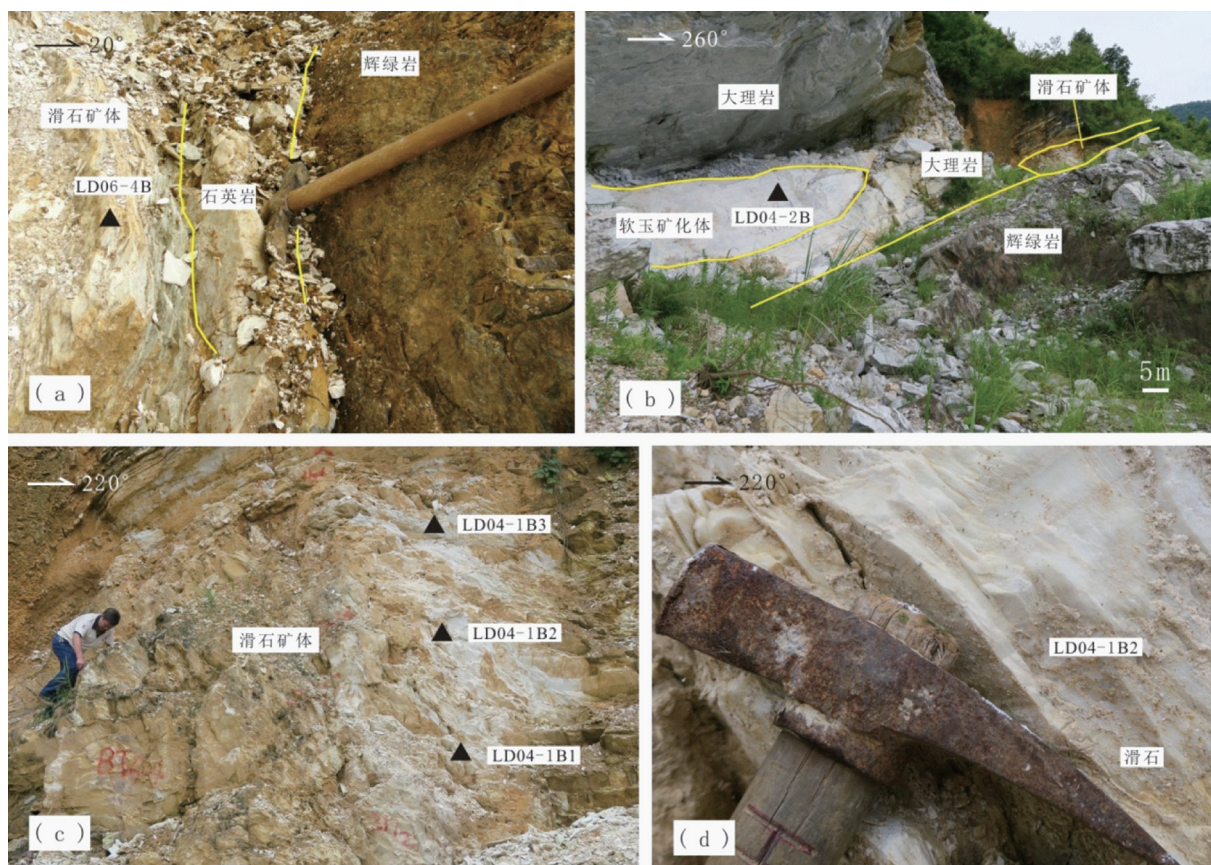


图4 滑石矿体露头照片

Fig. 4 Outcrop photos of the talc orebodies

4 矿石特征

本次共采集滑石薄片鉴定样4件(LD06-4B, LD04-1B1, LD04-1B2, LD04-1B3), X射线粉晶衍射分析样1件(LD06-4B), 主量元素分析样4件(LD06-4B, LD04-1B1, LD04-1B2, LD04-1B3), 微量元素分析样1件(LD06-4B)。为了对比研究滑石矿与软玉矿的成因关系, 采集了1件软玉矿样品(LD04-2B)。样品数量的确定充分考虑了矿体厚度的变化, 具有一定的代表性。LD06点矿体厚约1 m, 采了1件样品; LD04点的滑石矿体厚约6 m, 按间距共采了3件样品。采样方法为打块法, 全部采集新鲜岩石。薄片鉴定由贵州省地质调查院岩矿鉴定中心完成; X射线粉晶衍射分析由中国科学院矿床地球化学国家重点实验室完成, 样品研磨至325目, 取200 mg粉末用于Empyrean型粉晶X射线衍射仪测定; 岩石化学及地球化学样品的制样及检测由澳实分析检测(广州)有限公司完成, 样品破碎后缩分出300 g研磨至200目, 利用ME-ICP61四酸消减法电感耦合

等离子体发射光谱测定多元素含量、ME-MS81熔融法电感耦合等离子体质谱测定稀土元素含量、ME-XRF26d X荧光光谱仪熔融法完成岩石主微量15项精密分析, 测试方法见文献(范羽等, 2016)。

罗甸滑石矿的工业类型属于块滑石型。矿石呈白色(图4d), 具显微鳞片变晶结构, 块状构造, 表观白度 ≥ 80 , 4件样品的滑石含量分别为70%、90%、92%、99%, 平均含量87.8%, 次要矿物有方解石(8%~30%)、石英(<1%)。其中, 滑石呈显微鳞片状变晶, 结晶粒度<0.10 mm(一般<0.03 mm); 方解石为半自形-它形粒状变晶, 结晶粒度<0.10 mm; 石英为显微粒状变晶, 结晶粒度0.02~0.10 mm。主量分析结果(表2), SiO_2 含量60.10%~62.17%, 平均61.22%; Fe_2O_3 含量0.01%~0.09%, 平均0.04%; MgO 含量29.40%~30.10%, 平均29.73%; CaO 含量0.77%~2.25%, 平均1.39%。依据《矿产资源工业要求手册》中的滑石含量标准, 矿石品位远高于最低工业品位(50%), 有害组分很低, 多数样品达到特级品标准, 个别为Ⅱ级品; 按照《矿产资源工业要求手

册》中的化学组分含量标准 (SiO₂ 含量 ≥ 36%, 罗甸滑石矿同样属于高品位矿石,其品级达到Ⅱ
MgO 含量 ≥ 27%, Fe₂O₃ 含量 ≤ 2. 0%, 白度 ≥ 60), 级-Ⅰ级品标准。

表 2 罗甸滑石矿及软玉矿主量元素含量 (wt%)
Table 2 Major element (wt%) compositions of talc ore and nephrite ore in Luodian area

样号 岩性	LD04-1B1 滑石矿	LD04-1B2 滑石矿	LD04-1B3 滑石矿	LD06-4B 滑石矿	LD04-2B 软玉矿
SiO ₂	62. 17	60. 61	60. 10	62. 00	56. 00
TiO ₂	0. 04	0. 05	0. 03	0. 01	0. 04
Al ₂ O ₃	0. 47	0. 90	0. 52	0. 25	2. 36
Fe ₂ O ₃	0. 09	0. 02	0. 01	0. 04	0. 05
FeO	0. 51	0. 27	0. 25	0. 44	0. 24
MnO	0. 02	0. 01	0. 01	0. 02	0. 02
MgO	29. 40	30. 10	29. 40	30. 00	20. 50
CaO	1. 10	1. 43	2. 25	0. 77	13. 75
Na ₂ O	0. 02	0. 02	0. 02	0. 12	1. 32
K ₂ O	0. 04	0. 04	0. 04	<0. 01	0. 05
P ₂ O ₅	0. 04	0. 05	0. 03	0. 01	0. 01
BaO	0. 01	0. 01	0. 01	0. 02	0. 02
Cr ₂ O ₃	0. 01	0. 01	0. 01	<0. 01	<0. 01
SrO	0. 01	0. 01	0. 01	<0. 01	<0. 01
LOI	5. 28	5. 91	6. 50	5. 37	5. 05
Total	99. 21	99. 44	99. 19	99. 05	99. 41

表 3 罗甸滑石矿及软玉矿微量元素含量 (×10⁻⁶)
Table 3 Trace element (×10⁻⁶) compositions of talc ore and nephrite ore in Luodian area

样品号 岩性	LD06-4B 滑石矿	LD04-2B 软玉矿	样品号 岩性	LD06-4B 滑石矿	LD04-2B 软玉矿
K	<0. 01	0. 05	Eu	0. 06	0. 20
Sr	8	48	Gd	0. 44	1. 12
Ca	0. 57	9. 48	Tb	0. 08	0. 15
Na	0. 02	0. 93	Dy	0. 39	1. 05
Mg	18. 95	12. 65	Ho	0. 10	0. 20
Al	0. 14	1. 24	Er	0. 23	0. 48
Mn	185	135	Tm	0. 03	0. 05
Zn	8	8	Yb	0. 19	0. 34
Cr	18	18	Lu	0. 03	0. 05
Fe	0. 38	0. 22	Y	2. 7	7. 8
Co	2	1	ΣREE	6. 03	17. 22
Sc	1	1	LREE/HREE	3. 05	4. 01
Ni	2	2	(La/Yb) _N	4. 53	10. 55
Cu	<1	3	δEu	0. 42	0. 53
La	1. 2	5. 0	Hf	<0. 2	0. 2
Ce	0. 9	2. 1	Ta	0. 1	0. 1
Pr	0. 36	0. 94	Th	0. 70	0. 50
Nd	1. 6	4. 4	U	0. 28	0. 49
Sm	0. 42	1. 14			

注:K、Ca、Na、Mg、Al、Fe 单位为%。测试单位:广州澳实矿物实验室

滑石的化学式为 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, 其 SiO_2 、 MgO 的理论值分别为 63.5%、31.7% (余志伟, 2001), 罗甸滑石矿的 SiO_2 及 MgO 含量 (见表 2) 接近其理论值, 反映其纯度很高; 致色元素 Cr 含量很低 (18×10^{-6}) (表 3), 这是罗甸滑石矿的净度和白度高的主要原因。应用 X 射线粉晶衍射分析技术 (迟广成等, 2014), LD06-4B 样品的 X 射线粉晶衍射分析结果显示, 滑石矿的主要矿物为滑石, 次为石英 (图 5), 与镜下鉴定特征一致。

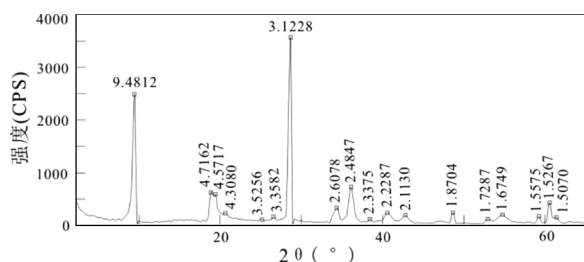


图 5 滑石岩 X 射线衍射图谱

Fig. 5 X-ray diffraction pattern of the talc rock in Luodian area

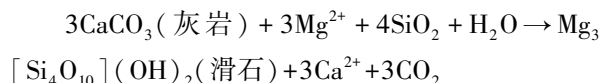
5 成因探讨

滑石矿床一般划分为超镁铁岩型 (Talc related to ultramafics)、镁质碳酸盐型 (Mg-carbonate-hosted talc)、变质岩型 (Metamorphic talc)、含铁建造型 (Talc related to banded iron formations) 和次生型 (Secondary talc deposits) 5 种 (Prochaska, 1989), Prochaska (1989) 认为前 4 种类型形成于变质条件下, 并且只有超镁铁岩型和镁质碳酸盐型具有经济意义。于是, 有人将滑石矿的成因划分为热液蚀变型和热液交代型两种 (余志伟, 2001), 前者由超镁铁岩经热液蚀变而成, 后者由含硅热液交代白云岩而成。

国内的滑石矿成因主要分为低温热液交代型和变质热液交代型, 前者以桂中古零和镇圩滑石矿为代表, 赋矿地层为下石炭统岩关组, 由含硅质条带、燧石结核的白云质灰岩构成, Mg 和 Si 来自地层, 是大气降水被低温加热后溶解地层中的 Mg 和 Si 并发生交代作用成矿 (蔡伊等, 2014)。后者以广西龙胜滑石矿、辽宁桓仁滑石矿及胶东西部滑石矿为代表, 其中, 广西龙胜滑石矿的赋矿地层为丹洲群合桐组第三段, 由白云石大理岩、硅质岩构成, 属于区域变质热液交代成因 (李桥, 2014); 辽宁桓仁滑石矿的赋存层位为辽河群大石桥组第

三段, 容矿岩石为硅化、透闪石化白云石大理岩 (李芑, 2006); 胶东西部滑石矿为变质热液交代作用而成 (苏旭亮等, 2015)。国外尚有岩浆热液交代型, 以韩国的 Hwanggangri 滑石矿为代表, 容矿岩石为白云石大理岩, 流体来自花岗岩体 (Shin et al., 2002)。

我国西南地区以黑滑石矿为主, 可分为区域变质、热液交代和风化沉积 3 大成因类型 (吴基球等, 2008)。罗甸滑石矿受接触变质带控制, 不属于传统定义的热液交代型矿床; 另一方面, 容矿岩石 (四大寨组第二段灰岩) 的镁含量甚微, LD15B1 样品测试结果显示, 灰岩中的 MgO 含量仅为 0.11%, 因而不属于镁质碳酸盐型滑石矿。在 LD06 点的滑石矿体中发现交代残余的方解石大理岩 (而不是白云石大理岩), 说明成矿没有经历白云石大理岩化过程, 其中变质形成的石英岩呈扁豆状顺层产出, 属于燧石条带的变质残余物, 因此滑石成矿过程中所需的 Mg 可能来自辉绿岩体, Si 来自围岩, 化学反应式如下:



这一过程与罗甸玉的成矿机理极其相似, 罗甸玉的成矿物质 Mg 曾被推测来自下伏南丹组的不均匀白云质团块 (黄勇等, 2018), 但是, 南丹组中的白云质团块在区域上并不稳定, 同时也未发现就近成矿的例证, 因而 Mg 仍然可能来源于基性岩 (黄勇等, 2012), Si 和 Ca 则来自近矿围岩。从 LD04 点的矿体产出特征上看, 滑石矿体与软玉矿体处于相同的空间部位, 二者相距约 30 m。该点软玉矿呈白色、灰白色, 具显微鳞片变晶结构, 主要矿物为透闪石 (80%), 次要矿物有方解石 (10%)、白云石 (6%) 和石英 (4%), 透闪石结晶粒度 $< 0.03 \text{ mm}$; SiO_2 、 MgO 、 CaO 含量分别为 56.0%、20.5%、13.75% (见表 2), 低于透闪石理论值 (分别是 59.169%、24.808%、13.805%) (张晓晖, 2001; 周征宇等, 2008)。该点软玉矿与罗甸玉的其他矿床 (点) 相比, 品质较差、规模较小, 但却是软玉矿体与滑石矿体共生在一起的极不多见的露头点, 为判定二者为同一成因提供了地质证据。此外, 罗甸滑石矿具有罗甸玉相似的稀土元素组成及配分模式 (图 6), 相对富集轻稀土, 具强烈的 Eu 负异常和 Ce 负异常, 也揭示二者具有相同成因, 属接触交代型矿床。

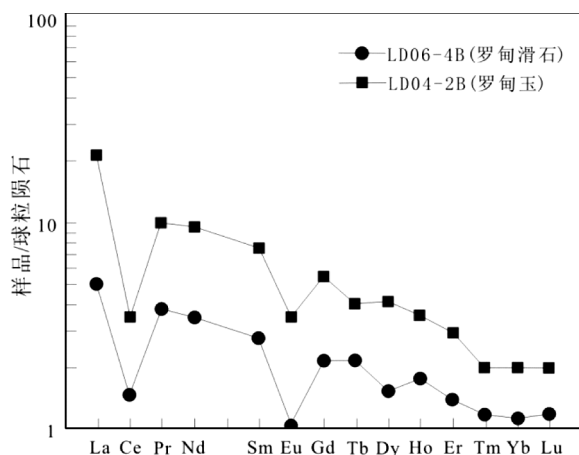


图6 罗甸滑石及软玉稀土元素球粒陨石
标准化分布型式图

Fig. 6 Chondrite-normalized REE patterns of talc
and nephrite in Luodian area

6 结论

(1) 罗甸滑石矿是贵州首次发现的白滑石矿,其细度、净度和白度高,属优质滑石资源,具有重要的开发利用价值。

(2) 罗甸滑石矿产于辉绿岩体与燧石条带灰岩的接触带内,空间上与罗甸玉矿处于同一部位,二者的成矿机理相同,属于接触交代型矿床。

(3) 罗甸滑石矿与罗甸玉矿的矿带分布具有一定的规律,互为消长关系,在软玉矿体集中分布区,很难出现滑石工业矿体;在滑石矿体偏集地段,则软玉矿体的规模通常较小。

(4) 罗甸滑石矿的关键成矿元素 Mg 可能来自辉绿岩体。

致谢:感谢韩颖平高级工程师、郝家棚高级工程师和邓小杰工程师完成地质填图工作。

[参考文献]

- 蔡伊,张乾,王大鹏,张永斌,孟中能. 2014. 华南碳酸盐岩型滑石矿床的研究进展—以桂中古零和镇圩矿床为例[J]. 矿床地质, 33(增刊): 657-658.
- 迟广成,肖刚,伍月,陈英丽,王海娇,胡建飞. 2014. X射线粉晶衍射仪在大理岩鉴定与分类中的应用[J]. 岩矿测试, 33(5): 698-705.
- 范羽,周涛发,张达玉,袁峰,范裕,任志. 2016. 皖南地区青阳—九华山复式岩体的成因[J]. 岩石学报, 32(2): 419-438.
- 胡瑞忠,陶琰,钟宏,黄智龙,张正伟. 2005. 地幔柱成矿系统:以峨

- 眉山地幔柱为例[J]. 地学前缘, 12(01): 42-54.
- 黄文龙,刘希军,时毓,廖帅,郭琳. 2013. 百色地区巴马辉绿岩型金矿成矿源区探讨[J]. 矿物学报, (S2): 96-97.
- 黄勇,郝家棚,白龙,张国祥. 2012. 贵州省冗里软玉矿的发现及意义[J]. 岩石矿物学杂志, 31(4): 612-620.
- 黄勇,陈能松,戴传固,韩颖平,白龙,邓小杰. 2017. 罗甸玉矿区基性岩床内中性岩的锆石 U-Pb 定年及意义[J]. 贵州地质, 34(2): 90-96.
- 黄勇,郝家棚,韩颖平,白龙,邓贵标,邓小杰. 2018. 罗甸玉勘查技术与资源评价研究[M]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 江德玉. 2000. 我国滑石工业现状及发展前景[J]. 非金属矿, 23(5): 5-9.
- 李芑. 2006. 辽宁省桓仁地区滑石矿床地质特征[J]. 中国非金属矿工业导刊, (5): 60-61.
- 李桥. 2014. 浅谈广西龙胜滑石矿地质特征、成因及找矿方向[J]. 中国高新技术企业, (6): 120-121.
- 苏旭亮,刘俊,王帅,赵闯,张学明,王虎,于洋. 2015. 胶东西部滑石矿地质特征及找矿前景分析[J]. 中国非金属矿工业导刊, (3): 28-31.
- 吴基球,文忠和,李竞先. 2008. 我国黑滑石资源及其应用状况[J]. 中国非金属矿工业导刊, (4): 12-17.
- 谢宏. 2012. 贵州滑石矿床类型及找矿标志[J]. 中国非金属矿工业导刊, (3): 57-59.
- 余志伟. 2001. 江西滑石矿成矿条件及成因分析[J]. 华东地质学院学报, 24(1): 19-21.
- 张晓晖,吴瑞华,王乐燕. 2001. 俄罗斯贝加尔湖地区软玉的岩石学特征研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 3(1): 12-17.
- 周征宇,廖宗廷,陈盈,李玉加,马婷婷. 2008. 青海软玉的岩石矿物学特征[J]. 岩矿测试, 27(1): 17-20.
- Deng Y F, Chen Y, Wang P, Essa K S, Xu T, Liang X F and Badal J. 2016. Magmatic underplating beneath the Emeishan large igneous province (South China) revealed by the COMGRA-ELIP experiment[J]. Tectonophysics, 672-673: 16-23.
- Li C X, Wang R C, Lu X C and Zhang M. 2013. Mineralogical characteristics of unusual black talc ores in Guangfeng County, Jiangxi Province, China[J]. Applied Clay Science, 74: 37-46.
- Li H B, Zhang Z C, Santosh M, Lu L, Han L, Liu W and Cheng Z G. 2016. Late Permian basalts in the northwestern margin of the Emeishan Large Igneous Province: Implications for the origin of the Songpan-Ganzi terrane[J]. Lithos, 256-257: 75-87.
- Shin D and Lee I. 2002. Carbonate-hosted talc deposits in the contact aureole of an igneous intrusion (Hwanggangri mineralized zone, South Korea): geochemistry, phase relationships, and stable isotope studies[J]. Ore Geology Reviews, (22): 17-39.
- Usuki T, Lan C Y, Tran T H, Pham T D, Wang K L, Shellnutt G J and Chung S L. 2015. Zircon U-Pb ages and Hf isotopic compositions of alkaline silicic magmatic rocks in the Phan Si Pan-Tu Le region, northern Vietnam: Identification of a displaced western extension of the Emeishan Large Igneous Province[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 97: 102-124.

(下转第 136 页)

Geological Characteristics and Its Prospecting Potential of the Gaozeng Manganese Deposit in the Congjiang Area, Guizhou Province

LIU ling, QIN Ying, SHI Qing-peng, JIANG Tian-rui, LEI Zheng-quan

(1. 101 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Kaili 556000, Guizhou, China; 2. Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China; 3. 103 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Tongren 554300, Guizhou, China.)

[**Abstract**] The Gaozeng manganese deposit located in Bapa syncline, which is a part of the Northwest limb of the regional Leigongshan syncline, and its dominant fault structures are NE and NNE-trending. The Gaozeng manganese deposit belongs to marine carbonate-type, and is the only one middle scale manganese deposit discovered in the Qiangdongnan area. Ore bodies are stratiform or stratoid, hosted in the black shales of the first part of Datangpo Formation, Nanhua System. The natural type of ores is manganese carbonate, and the ores display massive and banded textures. Based on ore industry type, two kinds of ores are discovered: phosphorus and iron-depleted and manganese-enriched ores. Comparing 111 manganese deposit with “Datangpo” manganese deposit in Songtao area, Tongren City, Eastern Guizhou Province, the ore-hosting horizon, ore body characteristics, mineral composition, chemical composition, ore structure and ore type of Gaozeng manganese deposit are the same as those of “Datangpo Type” manganese deposit, but the deposit size is quite different from that of “Datangpo Type” manganese deposit, and Gaozeng manganese deposit is deposited in a manganese basin. The characteristics of facies zoning are not obvious. Based on the analysis of the characteristics of Manganese-Forming basin, depositional environment and metallogenic conditions, the Gaozeng manganese deposit still has great prospecting potential in deep and peripheral areas.

[**Key Words**] manganese deposits; ore deposit characteristics; prospecting potential; Congjiang

(上接第 127 页)

Discovery and Its Genesis of Talc Ore in Luodian Nephrite Mineral Area in Guizhou Province

HUANG Yong, CHEN Neng-son¹, BAI Long, LIU Hao, LIU Guo-fu, ZHANG Ou-bang, LIU Jun

(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;
2. Geological Surveying Academy of Guizhou Province, Guiyang 550081, Guizhou, China;
3. Guizhou ShengShi Jade Industry Co., Ltd, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[**Abstract**] Luodian talc ore is the white talc ore first found in Guizhou, the ore bodies are bedded and lenticular occurs in the contact zone between the diabase body and the surrounding rock, belong to the paragenetic minerals of Luodian nephrite. Luodian talc ore is low alumina and low iron, that the MgO content is close to the theoretical value of talc. Luodian talc ore with its fine crystal, pure quality and high whiteness, has high exploitation value. It fills the void that there is no talc ore of high quality in Guizhou before. Luodian talc deposit and Luodian nephrite deposit have same geological background and formed position as well as similar REE composition and pattern. It shows that these two deposits possess same genesis, which is contact metasomatic deposit.

[**Key Words**] Talc ore; Genesis; Luodian; Guizhou Province