

Geological Characteristics and Prospecting Direction of Qinglong Iceland Ore Deposit, in Jilin Province

Zhibin Chen

China Building Materials Industry Geologic Exploration Center Liaoning Branch, Shenyang Liaoning
Email: congrevezzb@163.com

Received: Mar. 10th, 2020; accepted: Mar. 23rd, 2020; published: Mar. 30th, 2020

Abstract

Iceland spar is a very important optical nonmetallic material. Qinglong Iceland spar deposit in Jilin Province is an important source of Iceland spar in China. Its regional geological background and geological characteristics are different from those of other Iceland spar deposits in China. In this paper, the temporal and spatial distribution characteristics and metallogenic process are summarized for the peripheral prospecting and prediction.

Keywords

Jilin Province, Qinglong Area, Iceland Spar, Geological Characteristics, Prospecting Direction

吉林青龙冰洲石矿地质特征及找矿方向

陈志斌

中国建筑材料工业地质勘查中心辽宁总队, 辽宁 沈阳
Email: congrevezzb@163.com

收稿日期: 2020年3月10日; 录用日期: 2020年3月23日; 发布日期: 2020年3月30日

摘 要

冰洲石是一种十分重要的光学非金属材料, 吉林青龙冰洲石矿床是我国重要冰洲石产地, 其区域地质背景, 矿床地质特征等均与国内其他冰洲石矿床相异, 现总结其时空分布特点、成矿条件过程, 为外围找矿预测方向。

关键词

吉林, 青龙, 冰洲石, 地质特征, 找矿方向

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

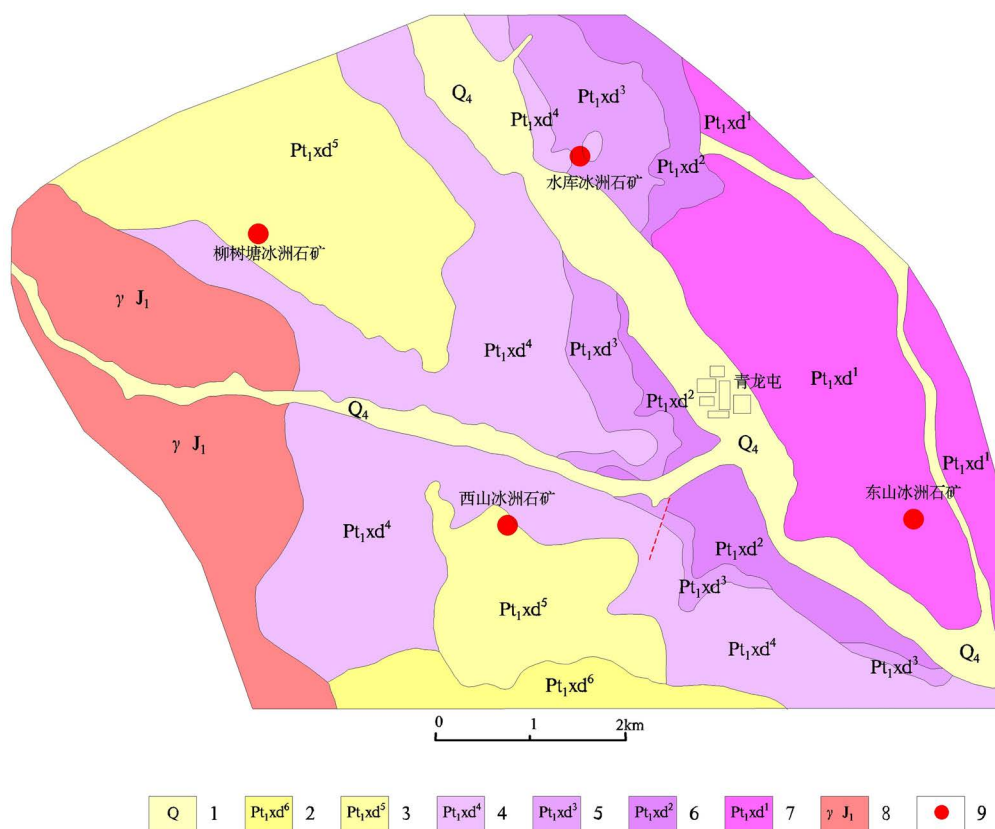
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

冰洲石又称为光学方解石、复晶石, 作为特殊光学非金属矿, 可应用于航空、航天、星际观测、空间测距等方向, 具十分重要的战略价值, 首次发现于冰岛[1] [2] [3]。国内现存冰洲石矿床有限, 吉林青龙冰洲石矿(图 1)即为其中之一。



1: 第四系砂、砾石、河床堆积; 2: 新东村岩组第六段; 3: 新东村岩组第五段; 4: 新东村岩组第四段; 5: 新东村岩组第三段; 6: 新东村岩组第二段; 7: 新东村岩组第一段; 8: 角闪黑云斜长花岗岩; 9: 矿床及矿点位置及名称。

Figure 1. Geological sketch of Qinglong iceland ore deposit, Jilin province

图 1. 吉林青龙冰洲石矿地质简图

前人[4] [5] [6]将国内冰洲石矿种主要划分为暗色火成岩建造有关的矿床[7] [8], 碳酸盐岩有关的矿床[9] [10]。各类成因矿床均具特殊的成矿矿物组合[4]。而吉林青龙冰洲石矿[11]则兼具两者成矿特征又有所不同(见表 1)。

Table 1. Comparison of metallogenic characteristics of the Bingzhou stone deposit
表 1. 冰洲石矿床成矿特征对比表

类型	围岩岩性	矿物组合	矿体形态	围岩蚀变	成矿方式
碳酸岩	中厚层灰岩、白云质灰岩、	方解石(冰洲石)	方解石脉的膨大、分支复合、尖灭端晶洞中	蚀变很弱, 有重结晶泥化、脱钙	与大气降水有关的热溶液对围岩直接溶解、搬运、结晶
暗色火成岩	基性、超基性-碱性喷发岩、凝灰岩、流纹岩	绿泥石、玉髓、玛瑙、沸石、石英、方解石(冰洲石)	矿巢形式存在于气孔状、杏仁状玄武岩中	硅化、绿泥石化、沸石化	火山喷发作用和大气降水提供 CO ₂ , 再与地层析出的 Ca 结合
碳酸盐变质-热液型	变质岩地区的大理岩	石英、玉髓、沸石、方解石(冰洲石)	方解石脉的膨大、分支复合处的晶洞中	石英-沸石化、沸石化、硅化、高岭石化	岩浆作用有关的热溶液对大理岩溶解、搬运、结晶(测分泌)

2. 区域背景

青龙冰洲石矿位于华北地台北缘东段和龙地块, 属延边成矿亚带、天宝山-长仁矿带[12][13], 区域出露地层主要为鞍山群岩系、辽河群岩[14]系等古老变质岩系(见表 2), 包括角闪黑云斜长片麻岩、条带状大理岩及石墨化、硅化大理岩和沸石化大理岩。由于燕山期酸性花岗岩侵入, 造成大理岩同化混染。

Table 2. Regional stratigraphy of Qinglong area
表 2. 青龙地区区域地层表

地层	代号	厚度(m)	岩性	分布
第四系	Q ₄	0~10	近代堆积, 河床沉积, 砂、砾石	河流两侧
	APt ₂ ³	>800	浅色长英质片岩, 暗色矿物含量少, 长石、石英相间成片麻状构造	矿区南部
辽河群	Apt ₂ ²	640	灰-白色厚层大理岩, 糖粒状, 含少量石墨, 夹片麻岩及云母片岩。混染花岗岩在本层中侵入。	在山脊上, 冰洲石矿点赋存其中, 有压碎方解石大理岩, 沸石化方解石大理岩, 矽化大理岩。
	Apt ₁ ²⁻³	1885	角闪黑云斜长片麻岩, 条带状注入片麻岩, 眼球状注入片麻岩及黑云母片岩, 混合岩化作用弱于第二段	
鞍山群(中)	Apt ₁ ²⁻²	100~300	灰白-白色大理岩, 中粒结构, 局部有黄铁矿侵染, 层位稳定, 厚度变化不大, 横贯全区可作为本区标志层	水库矿点既位于该段北端
	Apt ₁ ²⁻¹	193	与鞍山群下部组成不整合接触, 包括有条带状注入片麻岩、黑云母斜长片麻岩, 沸石化片麻岩, 眼球状注入片麻岩, 云母片岩, 石英片岩, 夹大理岩扁豆体	
鞍山群(下)	Apt ₁ ¹	1183	南西倾斜复式单斜层, 个别有褶皱, 由混合片麻岩, 混合花岗岩, 糜棱岩化片麻岩, 角闪黑云斜长片麻岩	矿区东部

区内侵入岩较发育, 与冰洲石矿形成有关的主要为海西期花岗岩[15], 其主要岩性为角闪黑云斜长花岗岩, 混染斜长岩, 混染含石英斜长岩。海西期花岗岩侵入或顺层贯入辽河群中部大理岩内, 与大理岩发生同化和混染作用, 形成混染花岗岩, 同时侵入和顺层贯入鞍山群。此种混染花岗岩与矿床的形成一定的积极因素, 特别给冰洲石矿的形成提供了有利条件。

区内断裂比较发育, 较大有青龙-头道沟断裂, 梨树沟断裂。青龙断裂为古洞断裂的次级构造, 梨

树沟断裂是青龙断裂的次级构造，走向北西西，矿区即位于梨树沟的西延部分。本地区的冰洲石矿都是产生在断裂破碎带中，后期热液活动，促使大理岩侧向分泌碳酸钙，形成有工业价值的冰洲石矿体。

3. 矿床地质演化

赋存冰洲石矿床的和龙地块和龙地区位于华北板块北缘东段，经历了三个主要演化阶段[16] [17]:

第一阶段：太古宙花岗-绿岩地体的形成-古元古代露台破裂形成陆内裂谷阶段，该阶段早期为裂陷阶段及晚期稳定发展阶段，先后形成不同的沉积建造。

第二阶段：晚元古代-古生代华北板块与西伯利亚板块-佳木斯地块的叠接消减和对碰撞形成吉黑造山带及北东向的拗陷带，充填滨海相-浅海相陆缘碎屑岩沉积，至早古生代的寒武-志留纪，裂陷盆地继续发育、接受碳酸盐沉积。为冰洲石含矿建造形成阶段。

第三阶段：中生代滨太平洋陆缘-陆内造山作用(古亚洲构造域转化为滨太平洋构造域，两大构造体系的叠加作用造成了本区以南北向挤压为主，东部太平洋板块正面俯冲转为侧向剪切，形成区域内以北东向断裂构造为主体北西向断裂为次级构造的构造格局。矿床控矿构造于此阶段形成。

4. 矿床特征

青龙冰洲石矿，含有多条矿脉，主要为西山冰洲石矿，其次为东山、水库，再次为柳树塘矿点。

西山冰洲石矿位于青龙村南西，该冰洲石矿床主要赋存于辽河群中部大理岩[14]裂隙中，其下伏层位为鞍山群中部组，其间为角度不整合接触，沿裂隙有混染花岗岩顺层贯入。该裂隙贯穿鞍山群及上覆辽河群。西山矿床发现有 13 条矿脉，其大小不同，矿脉集中在破碎带内，大致相互平行。矿脉以某采场为界，东侧矿脉走向为 NEE-SWW，西侧为 NWW-SEE，其节理性质为剪切节理(见图 2)，相交于该采场位置，采场深部赋存发育较好的晶洞。另在矿脉交叉拐弯处，晶体质量较好(见表 3)，矿脉的膨大部分也有晶洞存在，呈断续出现形成串珠状。根据节理的性质和受力情况，其多以逆断层形式出现，矿脉倾角较陡，近于直立。矿脉向下延伸，一般不超过 15~20 m。此点与冰岛冰洲石情况一致。

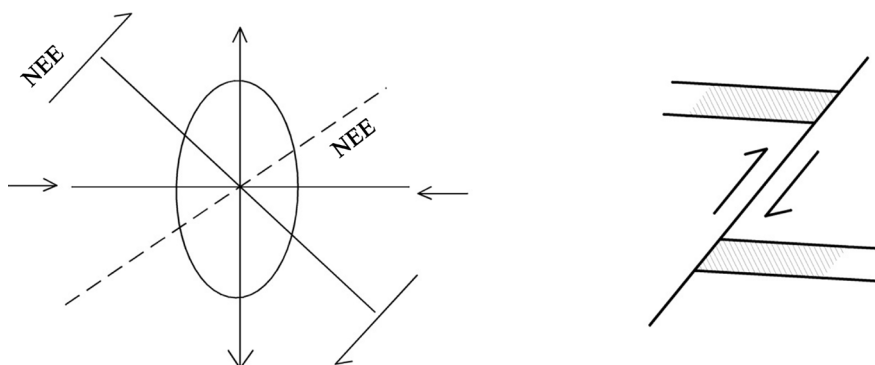


Figure 2. Country rock joint Demonstration of Qinglong Iceland spar ore deposit
图 2. 青龙冰洲石矿矿床围岩节理分解图

5. 矿脉特征

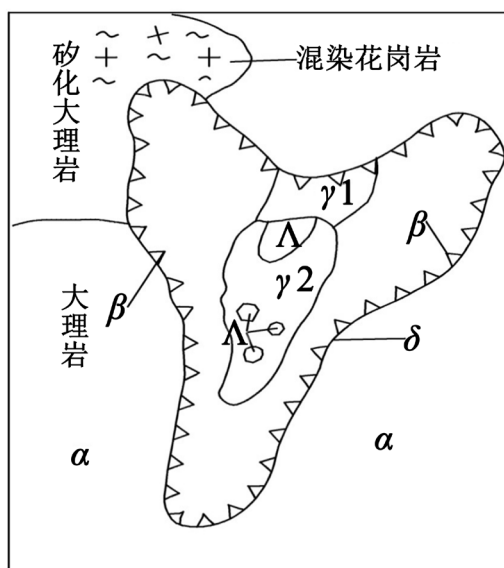
青龙冰洲石矿一共发现 13 条矿脉(见表 3)，其中 3 条为含冰洲石方解石脉(No. 8、9、10)，其余 10 条为含矿破碎带。矿脉由酸性物质，粘土物质(黄色，白色钙质和灰绿色非钙质)，大理岩，混染花岗岩破碎岩块组成。矿脉中有晶洞出现，含有光学冰洲石。部分矿脉中含有石英、沸石，其常结合形成石英沸石岩。

Table 3. List of Qinglong Bingzhou stone ore body characteristics

表 3. 青龙冰洲石矿体特征一览表

矿带编号	矿脉长度(m)	矿脉最大宽度(m)	矿脉一般宽度(m)
No. 1	7.50	0.70	0.20
No. 2	10.00	1.00	0.30
No. 3	11.50	0.50	0.50
No. 4	37.50	0.40	0.40
No. 5	217.50	11.00	2.00~2.50
No. 6	28.00	4.95	4.95
No. 7	29.50	1.00	1.00
No. 8	17.50	1.00	1.00
No. 9	13.00	1.50	1.00
No. 10	13.00	2.00	2.00
No. 11	91.00	4.00	1.00
No. 12	18.50	2.00	2.00
No. 13	17.25	1.10	1.00

含冰洲石方解石脉都较宽，在方解石脉中发育有晶洞，冰洲石晶体发育其中(见图 3)，另有细小方解石脉，发育在蚀变混染花岗岩破碎带中，方解石脉与围岩界线清晰。



α: 混染花岗岩、矽化大理岩; δ: 石英-沸石岩; β: 晶芽或晶簇; γ_{1,2}: 粘土; Λ: 冰洲石晶体

Figure 3. Diagrammatic sketch of Characteristics Iceland sar geode and ore nest

图 3. 冰洲石矿晶洞、矿巢特征示意图

矿脉围岩蚀变与矿化

矿脉围岩蚀变主要有以下 4 种:

1) 沸石-石英岩化: 为土黄色或红色, 主要分布在冰洲石晶洞附近, 比较坚硬, 常常形成沸石化方解石大理岩, 沸石成网状交代方解石。

2) 矽化: 主要产在辽河群中部组大理岩内, 使大理岩坚硬, 一般是沿大理岩的层理或节理穿插, 与矿化的关系不密切。

3) 糜棱岩化: 主要分布在破碎带附近, 为大理岩压碎产物, 主要见于坑道及开采场附近。

4) 高岭土化: 主要分布在破碎带附近, 为破碎带的产物, 有黄色、白色、红色, 具有滑腻感。高岭土化地表可见, 延伸至地下, 显然这是地表水与地下水共同作用或热液作用的结果, 基本发育在沿矿脉和混染花岗岩侵入体附近分布。

6. 晶洞、矿巢分布特征

在较大的矿脉以及矿脉的交叉处、转折端、矿脉膨大部位或菱形节理处发育有晶洞或矿巢(见图 3)。晶洞被物质充填, 洞内有合格冰洲石晶体。

最外部大理岩与晶洞直接接触, 界线清楚, 附近有混染花岗岩与矽化大理岩(α)。其次为石英-沸石岩(δ): 厚度 1~2 cm, 分布不连续, 胶结方解石, 有时呈网状, 可作为直接找矿标志, 石英-沸石岩与冰洲石晶洞关系密切。晶洞内部为柱状或棒状方解石晶芽或晶簇(β)。晶体相互挤压形成感应面, 一般呈偏三角面体, 晶体透明-半透明。晶洞内散落有灰绿色(非钙质)粘土(γ_2)和黄褐色(钙质)粘土(γ_1), 该粘土具有滑腻感, 在机械上对晶体起到了保护作用。而具有光学价值的冰洲石晶体(Δ)即赋存于灰绿色(非钙质)的粘土中。另外, 在晶洞附近有海西期形成的混染花岗岩出现, 说明冰洲石矿床的形成与蚀变混染花岗岩关系密切。

7. 晶体质量

晶体一般为菱面体和扁三角面体, 也有不规则形状连晶。晶体外部为原矿时, 表面多附有粘土或钙质外壳。晶体有时为板状或短柱状、棒状, 在晶洞内具有梳状构造。冰洲石晶体的化学组分较纯净, 能够满足光学要求。

晶体颜色多为浅黄色, 柠檬黄色, 无色, 浅紫色, 浅紫色的透明度好, 质量也较好(见表 4)。晶体的透明度也很好, 无论块度大小透明度都很好。

Table 4. Table of analysis results of the ice ore mineral composition

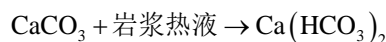
表 4. 冰洲石矿石成分分析结果表

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	FeO
含量%	0.00	0.52	0.00	0.01	0.00	0.15
成分	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	灼减
含量%	55.46	0.17	0.05	0.50	0.07	43.17

晶体内部的缺点较少, 有机械双晶, 生长层, 气泡, 棉, 裂隙(镜面裂隙、壳状裂隙、彩虹裂隙), 针状包裹体, 晶内云雾、管等。

8. 矿床成因及成矿规律

从地质特征看, 初步认为该矿床为低温热液侧分泌矿床[18][19]。矿床的形成过程与蚀变混染花岗岩相关, 当酸性岩浆上升时携带的气水热液-挥发分等与大理岩发生同化作用, 促使辽河群或鞍山群大理岩发生同化-混染作用, 过程中促使大理岩重新结晶, 或成为二次变质, 析出 CaCO₃ 此为和龙冰洲石矿的有利条件。



当岩浆热液活动后期，温度下降时



冰洲石矿是浅成、低温热液的产物，其矿床的形成主要受晶体形成环境的制约。首先，须具备一大一小适中、封闭良好的结晶空间。围岩及晶洞顶板要坚硬致密、透水性差，可作为封闭层、保护层。其次，需要纯洁、丰富、稳定的成矿物质来源，变质大理岩的测分泌过程是冰洲石晶体可生长的决定性条件。最后，稳定的构造条件可以为冰洲石晶体的生长提供物质循环的运移通道，并保证晶体生长的稳定性、持续性。同时，适宜的温度、压力、PH值、CO₂也是矿床形成的不可或缺的基本条件。

9. 矿床的找矿标志

9.1. 地层标志

根据已发现矿床，青龙村附近大理岩内均有冰洲石矿脉发现，其在辽河群大理岩内的矿脉发育最好，矿床资源远景较好。可见区域内的辽河群中部(Apt²)大理岩是重要的找矿标志之一。獐项、龙井以南地层发育地区为有利找矿方向。

9.2. 岩浆、岩石标志

岩浆以酸性或碱性岩浆最为有利，特别是含蚀变混染花岗岩更为有利。岩石应当为富含CaO成分的岩石-大理岩，有利于冰洲石的形成。

9.3. 构造标志

成矿前的构造仍然是十分重要的一个因素，必须有发育的破碎带，给岩浆热液的流通形成通道，有利于岩浆热液的活动，在两组构造裂隙交叉的地方最为有利，可造成良好的容矿空间，有利于晶体的形成。

9.4. 围岩蚀变

石英、沸石、玉髓等低温矿物依然是直接的找矿标志，在石英、沸石、玉髓发育的位置，多具有方解石、晶芽、晶洞或其外围等。在有冰洲石矿化的地段，寻找黄褐色或浅黄褐色粘土中包裹的优质冰洲石是不可忽视的重要方向。

10. 结论

通过比较，吉林青龙冰洲石矿同时具有暗色火成岩、碳酸盐岩相关冰洲石矿形成特点。

其含矿建造为辽河群中部大理岩系，矿床的形成受NEE、NWW向构造控制，构造裂隙的膨胀转折端为含冰洲石晶洞发育的主要位置，晶洞由外向内依次为混染花岗岩-矽化大理岩、石英-沸石岩、方解石晶簇、冰洲石晶体(含散落)。

经过理论研究，吉林青龙冰洲石矿为低温热液测分泌矿床。长仁獐项村-勇泉坪、八浦江鹿场-伊泉村一带，獐项村-明岩村-伊泉村一带等[14]区域上，受一定程度蚀变混染影响，具有较发育的构造破碎带的大理岩区为找矿远景区，石英化、沸石化、玉髓化、高岭土化等低温矿物为有力找矿标志。预测冰洲石晶体远景储量不少于300kg。

参考文献

- [1] Eiriksson, H.H. (1920) The Spar-Mine at Helgustadir, Iceland. *Transactions of the Institution of Chemical Engineers*,

59, 56-63.

- [2] Kristjansson, L. (2003) A Little Known History of Helgustadir: Type Locality of Iceland Spar. *Matrix*, **11**, 95-107.
- [3] Walker, G.P.L. (1959) Geology of the Reydarfjordur Area, Eastern Iceland. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **114**, 367-393.
- [4] [苏]基耶夫连科, [苏]安德鲁先科. H. И.冰洲石矿床的普查与勘探[M]. 北京: 中国工业出版社, 1962.
- [5] 曹俊臣. 层控冰洲石地球化学[M]//涂光炽. 中国层控矿床地球化学: 第二卷. 北京: 科学出版社, 1987: 260-285.
- [6] 税哲夫, 朱立军, 李明琴, 等. 碳酸盐岩中冰洲石矿成矿模式及经济技术开发研究[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1999.
- [7] 内蒙古地质局乌拉特中旗地质调查队. 内蒙古河宝桃李海冰洲石矿普查报告[R]. 1959.
- [8] 内蒙古地质局赤峰地质队. 内蒙古小布朗苏冰洲石矿普查报告[R]. 1963.
- [9] 贵州地质局 117 地质队. 贵州麻山地区冰洲石矿详细普查报告[R]. 1983.
- [10] 广东地质局 657 地质队. 广东百富冰洲石矿普查报告[R]. 1974.
- [11] 吉林延边地质大队延龙队光学原料踏勘组. 吉林和龙县青龙冰洲石矿普查报告[R]. 1960.
- [12] 邵建波. 吉林省成矿地质背景概述[J]. 吉林地质, 2013, 32(3): 1-8.
- [13] 李成, 曲建. 关于吉林省和龙地区矿产资源勘查的研究[J]. 地球, 2014, 33(9): 157.
- [14] 李孝文, 于永斌, 马洪涛, 等. 延边地区青龙村岩群变质特征及变质作用[J]. 吉林地质, 2017, 36(3): 1-6.
- [15] 周静. 吉林省青龙村地区超基性岩地球化学特征及其构造意义[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2017.
- [16] 关键. 吉林东南部贵金属及有色金属成矿规律研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2005.
- [17] 雷聪聪. 吉林延边和龙地区中生代构造演化[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2015.
- [18] 翟裕生, 姚书振, 蔡克勤. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 2011.
- [19] 金志升. 贵州麻山冰洲石矿床成因的初步研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1997, 3(6): 163-165.