

湖北随州柳林一带寒武纪早世筓竹寺期岩相古地理特征及重晶石矿和钒矿找矿远景

徐志涛

湖北省地质局第八地质大队, 湖北 襄阳

收稿日期: 2023年1月11日; 录用日期: 2023年2月21日; 发布日期: 2023年2月28日

摘要

随州市柳林一带寒武系庄子沟组是区域上重晶石和钒矿的重要赋矿层位, 柳林一带该地层中已经发现了柳林重晶石矿、青山寨钒矿。对该地区庄子沟组(寒武纪早世筓竹寺期)的矿产赋存时空特征和分布规律进行总结, 对重晶石和钒矿的沉积环境及岩相古地理特征进行研究, 预测找矿远景位置。

关键词

随州市柳林地区, 庄子沟组, 寒武纪早世筓竹寺期, 重晶石, 钒矿, 找矿远景

Liulin Area Suizhou Hubei Lithofdcies and Paleography Characteristics of the Qiongzhusi Period in the Early Cambrian and Prospecting Prospects for Barite and Vanadium Deposits

Zhitao Xu

Eighth Geological Brigade of Hubei Geological Bureau, Xiangyang Hubei

Received: Jan. 11th, 2023; accepted: Feb. 21st, 2023; published: Feb. 28th, 2023

Abstract

The Cambrian Zhuangzigou Formation in Liuling horizon for barite and vanadium deposits in the

文章引用: 徐志涛. 湖北随州柳林一带寒武纪早世筓竹寺期岩相古地理特征及重晶石矿和钒矿找矿远景[J]. 地球科学前沿, 2023, 13(2): 184-191. DOI: 10.12677/ag.2023.132017

region, Liuling barite ore and Qingshanzhai vanadium ore have been found in this stratum in Liulin area. Summarize the spatial and temporal characteristics and distribution rules of mineral occurrence in Zhuangzigou Formation in this area, study the sedimentary environment and lithofacies palaeogeography characteristics of barite and vanadium ore, prospecting prospective position prediction.

Keywords

Liulin District Suizhou City, Zhuangzigou Formation, Early Cambrian Qiongzhusi Period, Barite, Vanadite, Prospecting Potential

Copyright © 2023 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

随州市柳林一带是重晶石和钒矿的聚集区，区域内已经发现受寒武系庄子沟组层控型的柳林重晶石矿和青山寨钒矿。目前柳林矿区累计查明重晶石可信储量 8517 千吨，保有推断资源量 3754 千吨。青山寨矿区累计查明钒矿控制 + 推断资源量 751 千吨(V_2O_5 金属量 7754 吨)。两矿种平面上南北相距约 4 公里，前人对区域上重晶石矿和钒矿进行了勘查，区域内仅开展了就矿找矿的工作。未对两矿种的沉积环境差异、沉积建造差异、沉积岩相古地理的差异进行对比研究。两矿种在成矿环境上、成矿物质供应源上、成矿岩相古地理上有什么差别？作者通过对两矿种的勘查报告进行对比研究，以沉积环境和岩相古地理环境分析等为基础手段，为该区找矿远景及预测具体找矿部位提供一些粗浅认识，为今后深部接替资源勘查和部署找矿工作等抛砖引玉。

2. 区域地质背景

2.1. 大地构造位置

柳林地区位于秦岭褶皱系东段南侧，随 - 应复向斜内次级构造 - 大狼山倒转复背斜南西翼和覃家门复式向斜北东翼，向南距离襄 - 广深大断裂带约 6 km。

2.2. 地层

柳林一带出露古近纪公安寨组，白垩纪寺沟组，志留纪兰雷公尖组，志留纪兰家畈组，奥陶纪高家湾组，寒武纪立秋湾组、双尖山组、庄子沟组和杨家堡组，震旦纪陡山沱组，南华纪耀岭河组、武当(岩)群地层。赋矿地层为寒武系庄子沟组。

陡山沱组：下部主要为灰、深灰色绢云千枚岩夹结晶灰岩透镜体上部为黄褐 - 淡黄色泥质白云岩。

杨家堡组：下段为厚层硅质白云岩。上段为厚层硅质岩。

柳林重晶石矿区庄子沟组：[1] [2] [3] [4] 下部下层为含磷钒硅质板岩，含磷结核硅质板岩、含磷结晶白云岩、含磷结核重晶石硅质板岩和含磷结核重晶石结晶白云岩，结核状磷块岩矿层、钒矿层、磷钒复合矿层。下部上层为重晶石矿层。中部为黑 - 灰黑色含炭硅质板岩。上部为黑 - 灰黑色含炭石英绢云板岩夹灰岩透镜体。

青山寨钒矿矿区庄子沟组：[5] [6] 上部为炭质板岩，下部为含炭硅质板岩夹薄层硅质岩，钒矿赋存于

该组底部。

双尖山组：下部为灰 - 深灰色条带状结晶灰岩，深灰 - 灰黑色条纹状结晶泥质白云岩。中部为灰色绢云千枚岩与结晶灰岩互层。上部为黄绿色绢云千枚岩。

立秋湾组：为一套以基性熔岩为主的火山岩地层，其底部为灰绿色、黄褐色块状变辉斑玄武岩，间夹黄灰色绢云板岩。

2.3. 构造

柳林一带构造线总体呈北西 - 南东向，褶皱及断裂构造线方向均呈 NW-SE 向展布。区内断裂构造则是在褶皱作用的基础上产生的刚性破裂，对矿层的连续性产生一定程度的破坏和错动位移。褶皱多呈台阶式弯曲，陡立翼上次级褶皱相当发育，平缓翼上常有弯曲。褶皱严格地控制着沉积型矿床矿体的空间形态，且对矿层厚度改造较大。具体表现为在挤压性环境下矿体厚度变薄尖灭，舒张环境下矿体厚度膨化增大。

柳林重晶石矿体位于覃家门复式向斜北东翼上，矿体空间形态曲折蜿蜒，总体倾向南西。青山寨钒矿位于覃家门复式向斜南西翼上，呈紧密的次级向斜展布，深部矿体总体倾向北东。覃家门复式向斜不是成矿期的控矿构造，是成矿期后破坏矿体空间连续性和改变矿体局部厚度及导致矿体局部灭失的构造。

2.4. 岩浆岩及蚀变

青山寨矿区北东部出露有辉长岩，侵入岩体压占及破坏了赋钒矿地层北东部的空间展布；柳林重晶石矿区出露有变钠长(斑)岩脉、变基性岩脉及变正长岩脉。侵入岩脉多顺层或斜交地层，脉宽 0.1~17.40 m，长小于 1~800 m。脉岩多遭受绢云母化，方解石化、白云石化及硅化蚀变，长石多蚀变为绢云母。

区域上辉长岩是成矿期后因地球壳处于拉张应力环境下导致岩浆岩侵入地层中占位，先张后压的应力环境又导致各种蚀变发生。岩浆侵入及蚀变与矿产资源的形成无关联，侵入岩侵占了矿体的空间，破坏了矿体的完整性。

柳林一带地质矿产及构造纲要见图 1。

3. 柳林重晶石矿区

3.1. 矿体、矿石特征

矿区重晶石矿体呈层状、似层状产出。矿石矿物成分为粗粒重晶石、细粒重晶石，次要矿物为石英、炭质等[1]。矿石中 BaSO_4 含量 50%~95%， SiO_2 含量 1.18%~11.94%， CaO 含量 0.01%~2.54%。

3.2. 赋矿地层沉积岩建造

根据矿区赋矿地层岩性组合可以确定矿区庄子沟组(赋重晶石矿)为炭硅质页岩建造 + 硅质岩建造 + 碳酸盐岩建造。

3.3. 赋矿地层沉积环境

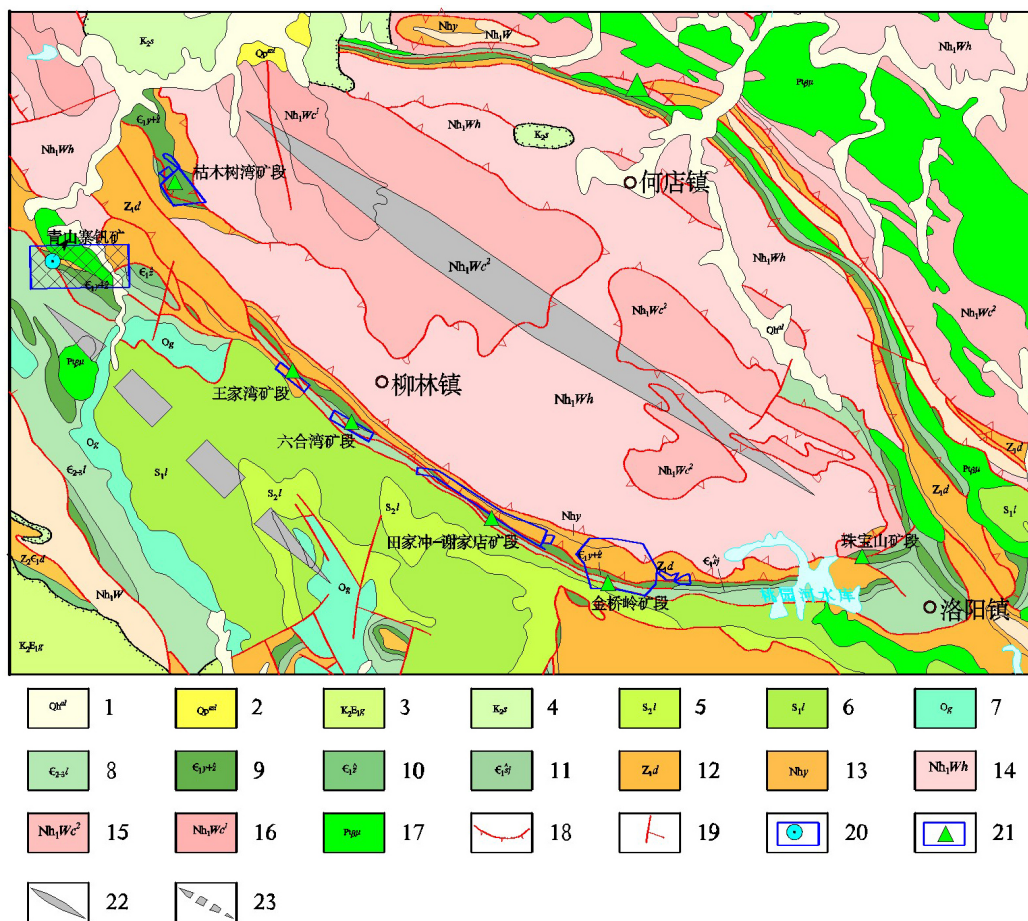
寒武纪早世筇竹寺期大地构造环境为被动大陆边缘裂陷盆地。判别赋重晶石矿地层沉积环境为半深海相，以还原环境为主氧化次之的化学环境。

3.4. 重晶石矿床成因

柳林重晶石矿属于沉积型矿床。

以往普遍认为其形成于大陆边缘裂谷盆地环境, [7]钡来源于古陆上 Ba 金属的硅酸盐和磷酸盐化合物, 如钡长石、钡冰长石、钡十字石、钡铝石等, 分散于碱性长石和云母等矿物的 Ba, 由于风化分解, Ba^{+2} 呈离子状态, 形成真溶液搬运到陆棚与海盆交界处, 与海水中的 SO_4^{2-} 结合, 形成 $BaSO_4$ 。但是, 成矿物质(钡)来源供给的稳定性存在有缺陷。

目前, 随着对海底热水(喷流)研究的深入, [8] [9] [10] [11]认为海底火山喷发带来了持续稳定的 Ba 和 H_2S 物质, 在适宜环境中, H_2S 氧化为 SO_4^{2-} , 在特定的 Eh, Ph 等物化条件下 Ba 与 SO_4^{2-} 结合, 呈胶体或真溶液的形式运移至陆棚和半深海交界处, 形成 $BaSO_4$ 沉淀。海底热水(喷流)沉积成矿从成矿物质来源、成矿环境及成矿地质条件三方面找证据支撑。重要依据是区域上寒武系庄子沟组中已经发现有钼、重晶石等规模大、品位高的矿床, 矿体(层)底板中伴有磷元素的富集。喷流沉积观点认为地层建造中硅质岩是海底热水喷流的沉积记录, 大量硅质是海底火山从地球深部带出的。庄子沟组下部赋存的重晶石矿体(层)与下伏杨家堡组硅质岩密切的时空展布关系为矿物质来源及供应等提供了理想的解释[12] [13]。



1、第四系冲积物; 2、第四系残坡积物; 3、古近纪公安寨组; 4、白垩纪寺沟组; 5、志留纪兰雷公尖组; 6、志留纪兰家畷组; 7、奥陶纪高家湾组; 8、寒武纪立秋湾组; 9、寒武纪杨家堡组和庄子沟组并层; 10、寒武纪庄子沟组; 11、寒武纪双尖山组; 12、震旦纪陡山沱组; 13、南华纪耀岭河组; 14、南华纪武当(岩)群变火山岩岩组; 15、南华纪武当(岩)群变沉积岩岩组; 16、南华纪武当(岩)群变沉积岩岩组下段; 17、辉绿玢岩; 18、顺层滑脱带; 19、断层; 20、青山寨钼矿及采矿证范围; 21、柳林重晶石矿(段)及采矿证范围; 22、大狼山复背斜轴部; 23、覃家门向斜轴部。

Figure 1. Outline map of geology minerals and structure in Liulin Area Suizhou City

图 1. 随州市柳林一带地质矿产及构造纲要图

4. 青山寨钒矿区

4.1. 矿体、矿石特征

矿区钒矿体呈层状、似层状。矿石中钒元素为粘土吸附，呈游离分散状态，一般无钒单矿物出现。矿石中 V_2O_5 品位在 0.76%~1.11%。脉石矿物主要为石英、绢(水)云母、高岭石、泥质物、胶磷矿、炭质，少量长石、赤铁矿等，副矿物有黄铁矿、黄铜矿、锆石、白钛石等。矿石的主要化学成分为 SiO_2 ，另有少量 Fe、Cu、Ni、Mo、Co 等。

4.2. 赋矿地层沉积岩建造类型

根据岩性组合可以确定矿区庄子沟组(赋钒矿)地层为碎屑 - 泥岩建造。

4.3. 赋矿地层沉积环境

判别赋钒矿地层沉积环境为浅海陆棚相，以氧化环境为主还原次之的化学环境。

4.4. 钒矿床成因

青山寨钒矿属于沉积型矿床。

钒多以伴生组分赋存于沉积的铁矿床中，钒元素被粘土质胶体吸附，富集于鲕状赤铁矿石、铝土矿中。含矿的炭硅泥质岩组合具有喷流热水沉积岩石组合的特点，矿石中伴有 Fe、Cu、Ni、Mo、Co 等，显示出喷流沉积矿床成矿物质复杂、深源、多源的特点[6] [14] [15]，其成因与喷气硅质沉积有密切成因联系。海底热水(喷流)带来丰富的成矿物质，浅海陆棚相的沉积环境，氧化 - 还原条件，适宜的水动力条件，粘土物质的交替供给保障了吸附富集成矿。

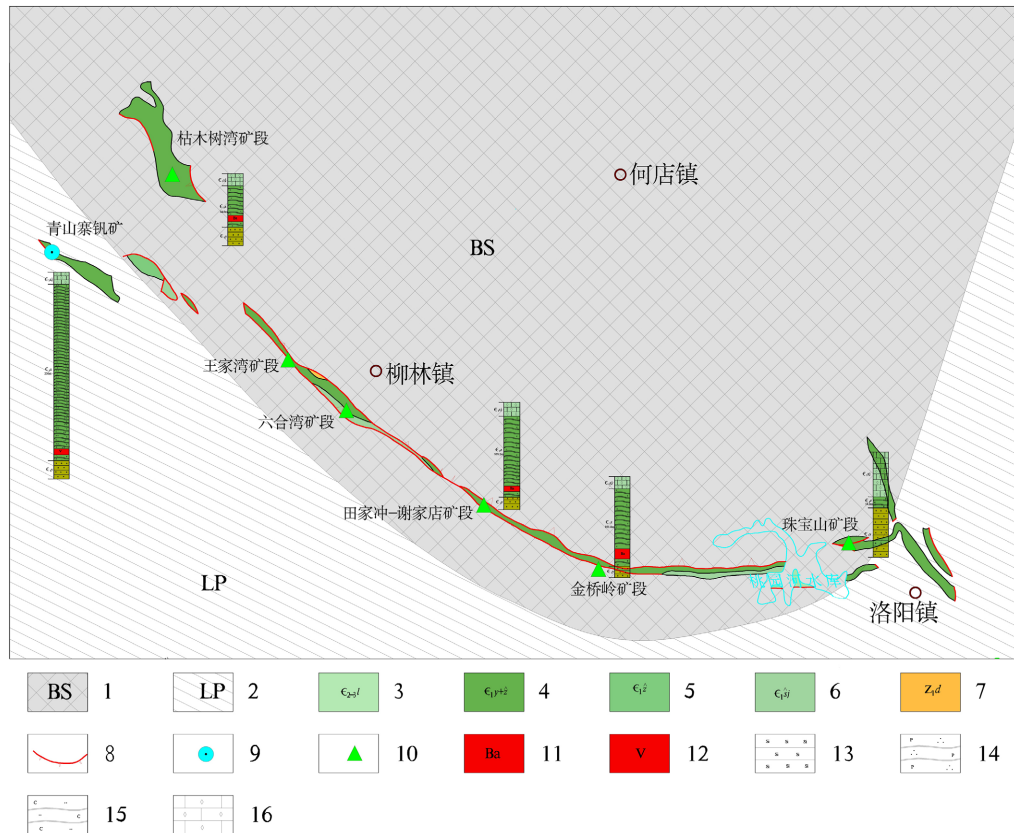
5. 柳林一带寒武纪早世筲竹寺期岩相古地理和沉积建造

5.1. 赋矿地层空间展布

柳林重晶石矿区由北西从枯木树湾矿段、王家湾矿段、六合湾矿段、田家冲矿段、谢家店矿段、金桥岭矿段、到南东珠宝山矿段，赋矿地层(庄子沟组)露头断续出露，柳林向北至何店一带庄子沟组地层皆于后期地壳抬升伴随挤压中被完全剥蚀，直接出露扬子地台基底南华纪耀岭河组和武当(岩)群地层；柳林重晶石矿带以南地层受到近南北向挤压，赋矿地层从王家湾矿段至珠宝山矿段整体呈倾向南西 - 南东的单斜产出(即大狼山倒转复背斜南西翼或覃家门复向斜北东翼)；枯木树湾矿段位于大狼山倒转复背斜和覃家门复向斜北西端，受到褶皱构造影响，赋矿地层整体向南西倾斜；该矿段南西约 4.3 km 处的青山寨钒矿区位于覃家门复向斜南西翼，赋矿地层(庄子沟组)整体向北东倾斜。

5.2. 沉积建造及岩相古地理

柳林重晶石矿勘查成果显示，矿区深部矿体变薄至缺失的空间(排除构造影响)，地层中往往钒矿化强烈，赋矿地层岩性组合以泥岩 + 硅质岩 + 碳酸盐岩为主；青山寨钒矿勘查成果显示，矿区矿石中钒钡两元素直接呈现一种反相关的关系，赋矿地层岩性组合以碎屑岩 + 泥岩为主。依据矿区勘查剖面及钻探成果，作者综合研究后编绘了随州市柳林一带寒武纪早世筲竹寺期岩相古地理和沉积建造图(见下图 2)。从图面可以直观看到，柳林重晶石矿赋矿地层位于寒武纪早世筲竹寺期半深海相半氧化 - 还原环境内，青山寨钒矿赋矿地层位于寒武纪早世筲竹寺期浅海陆棚相氧化环境内。岩相古地理和沉积建造及沉积环境是核心控矿条件。



1、半深海相；2、浅海陆棚相；3、寒武纪立秋湾组；4、寒武纪杨家堡组和庄子沟组并层；5、寒武纪庄子沟组；6、寒武纪双尖山组；7、震旦纪陡山沱组；8、顺层滑脱带；9、青山寨钒矿；10、柳林重晶石矿(段)；11、重晶石矿层；12、钒矿层；13、硅质岩；14、含磷硅质板岩；15、含炭泥质-粉砂质板岩；16、结晶灰岩。

Figure 2. Lithofacies paleogeography and sedimentary construction map of the early cambrian Qiongzhusi Period in Liulin District Suizhou City

图 2. 随州市柳林一带寒武纪早世筇竹寺期岩相古地理和沉积建造图

6. 柳林一带寒武纪早世筇竹寺期重晶石矿和钒矿成矿模式

从区域地质矿产背景、大地构造环境，赋矿地层沉积建造恢复寒武纪早世筇竹寺期岩相古地理，结合已有矿床勘查成果等，综合并总结柳林一带寒武纪早世筇竹寺期重晶石矿和钒矿成矿模式见图 3。

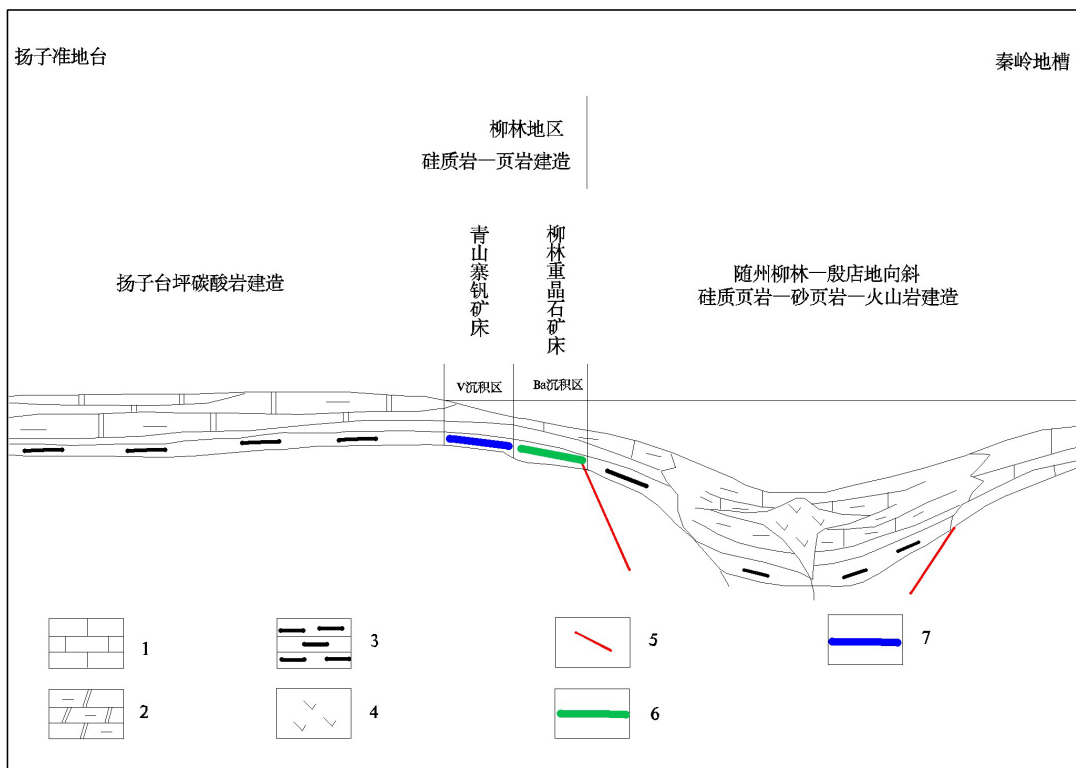
7. 柳林一带早寒武世筇竹寺期成矿环境模式

依据赋矿地层岩性组合、赋矿地层中伴生矿石矿物，利用岩相古地理和沉积建造及成矿模式，推断柳林一带寒武纪早世筇竹寺期钒矿成矿环境为浅海陆棚相，氧化环境。重晶石矿成矿环境为半深海相，半氧化-还原环境。成矿模式见图 4。

8. 勘查深度

经统计，柳林重晶石矿区目前枯木树湾矿段最低勘查标高为海拔+100 m 以上；王家湾矿段勘查最低标高为海拔+0 m 以上；六合湾矿段勘查最低标高为海拔-50 m 以上；田家冲-谢家店矿段勘查最低标高为海拔-63 m 以上；金桥岭矿段勘查最低标高为海拔-30 m 以上。

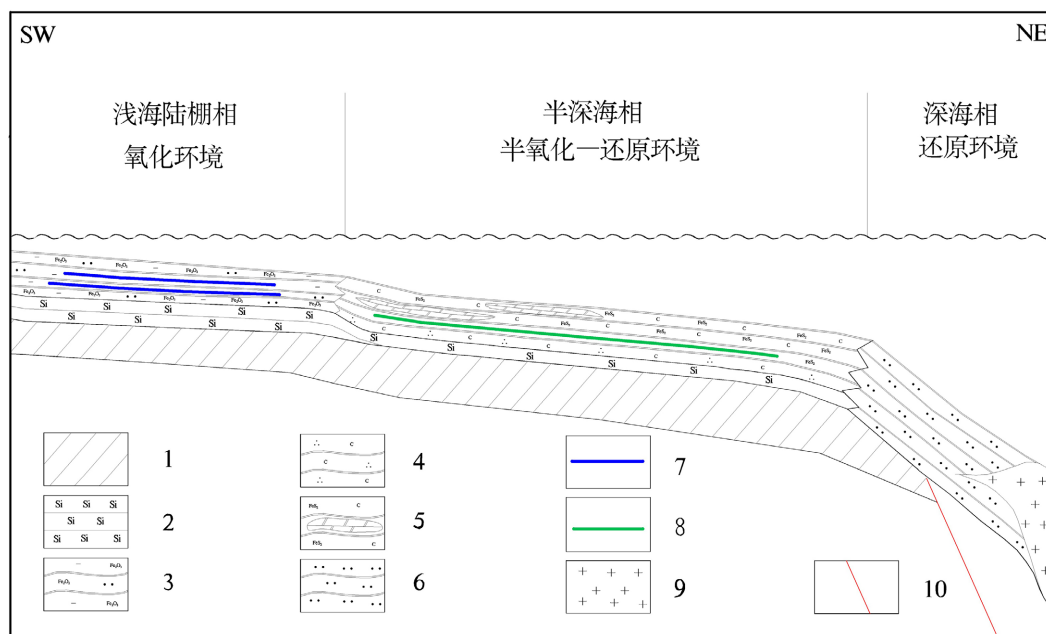
青山寨钒矿区目前勘查程度为普查，受选矿工艺落后和开采利用破坏生态环境的双重影响，矿区深部基本没有投入勘查工作。



1、灰岩；2、泥质白云岩；3、硅质页岩；4、火山喷发物；5、断层；6、重晶石矿；7、钒矿。

Figure 3. Schematic diagram of Qiongzhusi barite and vanadium mineralization

图 3. 筇竹寺期重晶石矿和钒矿成矿模式示意图



1、扬子地台基底；2、硅质岩；3、泥质-粉砂板岩；4、含炭硅质板岩；5、炭质板岩夹白云岩透镜体；6、硅质泥质板岩；7、钒矿体；8、重晶石矿体；9、火山喷发物；10.断层。

Figure 4. Early cambrian Qiongzhusi metallogenic environment model map

图 4. 早寒武世筇竹寺期成矿环境模式图

9. 深部找矿远景

柳林重晶石矿区王家湾矿段至金桥岭矿段深部海拔 0 m 至-70 m 以内具有较好的找矿远景, 更深部向斜(覃家门复式向斜)转折端, 可能处于张应力环境中, 有存在厚度较大的重晶石矿体的远景。

青山寨钒矿区向东至柳林重晶石矿区金桥岭矿段南部约 3 公里以内, 重晶石矿灭失且地层逐步相变为碎屑岩组合的部位可能存在有隐伏的钒矿体。

10. 结论

柳林一带寒武系庄子沟组沉积型钒矿和重晶石矿成矿地质时代相近, 沉积环境和古地理环境的逐渐变化导致两矿种紧紧相邻和少量异体共生。

1) 柳林一带重晶石矿成矿在寒武纪早世筇竹寺期半深海相半氧化-还原环境下, 钒矿体成矿在寒武纪早世筇竹寺期浅海陆棚相氧化环境下。

2) 钒矿和重晶石矿成矿环境之间存在有明显化学障。

3) 柳林一带两矿种空间上距离约 4 公里, 即从重晶石矿带向南约 4 公里宽的带状范围是找重晶石矿和钒矿的共同远景区域。考虑覃家门复式向斜构造挤压影响因素, 今后王家湾至金桥岭一带深部找隐伏矿的带状范围应缩小在 2 公里以内。

参考文献

- [1] 徐志涛, 杨潇, 陈长江, 高新一, 等. 湖北省随州市柳林矿区田家冲——金桥岭矿段重晶石矿资源储量核实报告(截至 2014 年 6 月底) [R]. 2014.
- [2] 徐鹏, 马春燕, 方子樊, 等. 湖北省随州市柳林矿区古木树湾、王家湾、六合湾矿段重晶石矿资源储量核实报告(截止 2013 年 5 月底) [R]. 2013.
- [3] 戴绍杰, 涂泳质, 李飞, 等. 湖北省随州市柳林矿区田家冲——谢家店矿段重晶石矿资源储量核实报告(截至 2014 年 8 月底) [R]. 2014.
- [4] 谢家涛, 彭大志, 等. 湖北省随州市曾都区青山寨矿区钒矿地质普查报告[R]. 2006.
- [5] 吕向志, 王春梅, 等. 湖北省矿产资源潜力评价(湖北省随州-京山地区柳林式沉积型重晶石矿预测) [Z]. 2011.
- [6] 邓志会, 张恒献, 胡殿波. 河南淅川县青龙嘴钒矿矿床地质特征与矿床成因研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(13): 5004.
- [7] 褚有龙. 中国重晶石矿床成因类型[J]. 矿床地质, 1989(4): 91-96.
- [8] 黎敦朋, 罗坤, 肖爱芳, 孔令添, 陈宪. 福建李坊重晶石矿床热水喷流沉积的证据[J]. 现代地质, 2019, 33(3): 477-485.
- [9] 杨瑞东, 魏怀瑞, 鲍淼, 王伟, 王强. 贵州天柱上公塘-大河边寒武纪重晶石矿床海底热水喷流沉积结构、构造特征[J]. 地质评论, 2007(5): 675-680.
- [10] 彭军, 厦文杰, 伊海生. 湖南新晃贡溪重晶石矿床地质地球化学特征及成因分析[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 1999(1): 92-96.
- [11] 方维萱, 胡瑞忠, 苏文超, 漆亮, 肖加飞, 蒋国豪. 大河边-新晃超大型重晶石矿床地球化学特征及形成的地质背景[J]. 岩石学报, 2002, 18(2): 247-255.
- [12] 李文炎, 余洪云. 中国重晶石矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [13] 刘家军, 冯彩霞, 谢徽. 南秦岭毒重石-重晶石成矿带特征与成因意义[C]//第二届全国成矿理论与找矿方法学术研讨会, 2004.
- [14] 王松涛, 宋海林, 张进平, 吴振. 陕西南南县楼房沟钒矿床地质特征、成因分析及找矿标志[J]. 矿产与地质, 2012, 26(6): 456-457.
- [15] 徐志涛, 罗勇, 胡明, 杨潇, 冯久林. 杨家堡矿区庄子沟组底部黑色岩系中钒矿成因探讨[J]. 资源环境与工程, 2018, 32(1): 8-12.