

云南省鹤庆小天井锰矿赋矿地层的 时代及其找矿意义

张翼飞¹⁾, 杨学雄²⁾, 王 岩^{3)*}

1) 云南省自然资源厅, 云南昆明 650204;

2) 云南省地质矿产勘查院, 云南昆明 650051;

3) 中国地质科学院矿产资源研究所 自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037

摘 要: 云南省鹤庆小天井锰矿长期存在赋矿地层时代的争论, 找矿至今无大的进展。笔者在鹤庆小天井锰矿主矿体的顶板和底板均采到牙形刺化石, 顶板获 *Clarkina leveni leveni* (Kozur, Pjatakova et Mostler)(莱文克拉科刺)、*Clarkina liangshanensis*(Wang)(梁山克拉科刺)、*Clarkina bitteri*(Kozu)(比特克拉科刺)、*Xaniognathus elongatus* Sweet(细长梳颚刺)4 个种的克拉科刺带化石。这 4 个种的牙形刺为晚二叠世吴家坪期中期 *Clarkina leveni leveni* 带; 底板获得 *Diplognathodus* sp. A(双颚齿刺未定种 A), 其时代属中晚二叠世(P₂₋₃), 该化石在中国主要见于中二叠统茅口组上部, 上二叠统相应地层也有见及。基于这些牙形刺化石特征, 确定了鹤庆锰矿赋矿地层时代为晚二叠世, 应归属上二叠统吴家坪组, 解决了对含锰矿地层时代的争论。同时, 钻孔深部取出的岩矿芯和地表观察均证实, 原含锰矿上部的“飞来峰”灰岩(T_{2b})与下伏的含锰矿地层为整合接触关系, 说明该区不存在推覆构造形成的飞来峰。本区含锰矿地层时代已清楚, 对该区进一步寻找锰矿的地层也从原“上三叠统松桂组(T_{3sg})”转向上二叠统吴家坪组寻找新的锰矿产地。值得注意的是, 小天井锰矿中有蜡硅锰矿, 这是与火山有关的一种锰矿石, 应重视火山沉积盆地中远离喷发区的火山沉积边缘小盆地寻找锰矿。

关键词: 小天井锰矿; 飞来峰; 牙形刺; 晚二叠世

中图分类号: P536 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2024.111102

Age and Prospecting Significance of the Ore-bearing Strata in the Xiaotianjing Mn Deposit, Heqing, Yunnan Province

ZHANG Yifei¹⁾, YANG Xuexiong²⁾, WANG Yan^{3)*}

1) Department of Natural Resources of Yunnan Province, Kunming, Yunan 650204;

2) Yunnan Institute of Geology and Mineral Resources Exploration, Kunming, Yunan 650051;

3) MNR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources,
Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037

Abstract: There has long been controversy over the stratigraphic age of the ore-bearing formations in the Xiaotianjing manganese mine in Heqing County. We collected gondolella fossils from both the roof and floor of the main orebody in the Xiaotianjing manganese deposit. In the roof, four species of *Clarkina*-bearing fossils were identified: *Clarkina leveni leveni*, *Clarkina liangshanensis*, *Clarkina bitteri*, and *Xaniognathus elongatus* Sweet, belonging to the *Clarkina leveni leveni* zone of the middle Wujiapingian age of the Late Permian. From the floor, *Diplognathodus* sp. A was obtained, which dates to the Middle–Late Permian (P₂₋₃). This fossil is mainly found in the upper part of the Maokou Formation of the Middle Permian in China and also occurs in corresponding

本文由中国地质调查局“中国矿产地志”项目(编号: DD20221695; DD20190379)、“战略新兴产业地质调查工程”项目(编号: DD20230034)

和科技部科技基础资源调查专项“中国战略性新兴产业矿产资源数据整编及图集编纂”课题(编号: 2022FY101702)联合资助。

收稿日期: 2024-08-10; 改回日期: 2024-10-22; 网络首发日期: 2024-11-13。责任编辑: 张改侠。

第一作者简介: 张翼飞, 男, 1935 年生。教授级高级工程师。长期从事区域地质、矿床地质研究。E-mail: ynzhangyifei@126.com。

*通信作者: 王岩, 女, 1983 年生。博士, 研究员。主要从事重要矿产成矿规律研究及区划工作。E-mail: wangyan@mail.cgs.gov.cn。

formations of the Upper Permian. Based on the characteristics of these gondolella fossils, the stratigraphic age of the ore-bearing formations in the Xiaotianjing manganese deposit was determined to be the Late Permian and should be attributed to the Upper Permian Wujiaping Formation. Meanwhile, both the rock cores obtained from deep drilling and surface observations confirmed that the “klippe” limestone (T_{2b}) originally located above the manganese-bearing formations is in conformable contact with the underlying manganese-bearing formations, indicating that there is no tectonic nappe forming the “klippe” in this area. With the stratigraphic age of the manganese-bearing formations in this area now clarified, further manganese ore prospecting has shifted to the Late Permian Wujiaping Formation. It is noteworthy that there is cerussite in the Xiaotianjing manganese ore, which is a type of manganese ore related to volcanism. Attention should be paid to prospecting for manganese ore in small volcanic sedimentary basins located on the volcanic sedimentary margins far from the eruption zones within volcanic sedimentary basins.

Key words: Xiaotianjing Mn deposit; klippe; gondolella; Late Permian

1 关于鹤庆小天井锰矿地层时代长期争论的概况

位于鹤庆县城 231°方向平距 6 km 处的小天井锰矿, 自 20 世纪 80 年代发现至今, 经不同地勘单位的研究, 基本上形成两种认识:

第一种认识: 认为锰矿产出于上三叠统松桂组(T_{3sg})。如 1966 年出版的 1:200 000 云南省鹤庆幅区域地质调查报告(云南省地质局第一区域地质测量大队, 1966), 将鹤庆小天井锰矿出露的地层划入上三叠统松桂组(T_{3sg}), 并将该区马厂地区的灰岩列为中三叠统北衙组(T_{2b}), 认为大量处于地形高处的“中三叠统北衙组(T_{2b})”是推覆在上三叠统松桂组(T_{3sg})之上的“飞来峰”。

2011—2013 年, 由中国地质大学(武汉)地质调查研究院完成了 1:50 000 剑川县幅、鹤庆幅、甸尾幅、松桂幅区域地质调查工作(中国地质大学(武汉)地质调查研究院, 2014), 对鹤庆小天井锰矿地区的地层划分, 大体采用了与 1:200 000 区调报告大同小异的认识, 并于 2014 年正式提交了以上 4 个图幅的 1:50 000 区域地质调查报告。

多家地勘单位在鹤庆小天井一带开展了锰矿找矿工作。1960 年大理州地质队对小天井锰矿进行过评价; 1972 年云南省地质局第七地质队, 对鹤庆小天井锰矿进行过普查评价; 1979 年西南有色地质勘查局三一〇队在小天井锰矿地区开展锰矿找矿, 1982 年转为详查, 1989 年底提交了《云南省鹤庆县小天井锰矿详查地质报告》(彭张翔等, 1989); 2005—2006 年, 中国冶金地质总局昆明地质勘查院, 承担了云南省鹤庆锰矿小天井矿段危机矿山工作, 于 2008 年 6 月提交了《云南省鹤庆锰矿接替资源勘查报告》; 2009 年 4 月—2010 年 3 月, 云南省有色地质局三一〇队, 受鹤庆锰业有限责任公司委托, 开展了小天井矿段深部及外围的找矿勘查工作, 未发现有一定规模的工业矿体。以上各单位均将小天

井锰矿的地层归为上三叠统松桂组(T_{3sg})(魏蓉花等, 2009)。

第二种认识: 将小天井锰矿的赋矿地层归为上二叠统, 认为鹤庆小天井锰矿形成于晚二叠世。赋含锰矿的碎屑岩及火山岩夹火山凝灰岩地层, 相当于区域上的上二叠统龙潭组, 其上的“中三叠统北衙组形成的飞来峰”属于上二叠统长兴组(图 1)。

阐述这种意见者, 首推 1988 年 12 月云南省地矿局第三地质大队段彦学(1988)编写的《鹤庆、丽江晚二叠世锰矿踏勘简报》。《鹤庆锰矿含矿地层时代和找矿方向的讨论》(段彦学, 1992)、《云南省区域矿产总结》(张翼飞, 1993)及《云南省岩相古地理图集》(王祖关等, 1995)等文献和图集都认定鹤庆小天井锰矿地层的时代为晚二叠世。

2 地层时代的重新鉴定

新资料较充分反映出小天井锰矿赋存在晚二叠世地层中。依据如下:

(1)1966 年 1:200 000 鹤庆幅区测报告验收决议书中指出: “矿区的马厂东山一带, 作为‘飞来峰’构造的中三叠统北衙组缺乏确切的化石依据, 定为飞来峰和推覆构造的资料不够充分”。

(2)小天井锰矿区, 有一编号为 ZK7-1 的钻孔。2007 年, 张翼飞、黎功举到小天井锰矿对危机矿山找矿工作进行监审时, 对该钻孔岩心进行了仔细观察, 结果发现, 该孔原认为是从“飞来峰”中三叠统北衙组(T_{2b})石灰岩上开孔往下钻锰矿层(矿区认为是上三叠统松桂组(T_{3sg})), 但两者为清楚的整合过渡关系(图 2), 岩心无任何蚀变, 地层无构造破碎现象, 层理清晰, 不存在挤压推覆糜棱岩化等现象, 肯定了含锰地层上部的北衙组(T_{2b})灰岩并非“飞来峰”。

(3)李志群等(2016)在阐述鹤庆锰矿小天井矿段地层构造时, 称北衙组(T_{2b1})为飞来峰, 但与下伏

含锰的地层(上三叠统松桂组)在矿段地表两者为整合接触关系。而含锰矿地层现已由牙形刺带化石证实为晚二叠世地层,其上的飞来峰灰岩,必属上二叠统,因而进一步说明飞来峰构造在小天井矿段不存在。与下伏地层(含锰矿层的上三叠统松桂组)在地表为整合接触关系,进一步证实小天井锰矿区“飞来峰”的构造是不存在的。

(4)云南省地质勘查基金 2022 年设立了“云南省鹤庆县新锋-小马厂锰矿调查评价”项目,要求对鹤庆小天井锰矿的成矿规律开展进一步的调查研究。项目负责人杨学雄 2022 年在小天井锰矿巷道

(PD2490、PD2510)内主矿体(KTI)顶板灰色薄层硅质灰岩中采到微体化石牙形刺,经云南省地质调查院王伟鉴定(杨学雄等, 2024),有 *Clarkina leveni leveni* (Kozur, Pjatakova et Mostler)(莱文克拉科刺)、*Clarkina liangshanensis*(Wang)(梁山克拉科刺)、*Clarkina bitteri*(Kozu)(比特克拉科刺)、*Xaniognathus elongatus* Sweet(细长梳颚刺)。这 4 种牙形刺,时代为晚二叠世吴家坪中期 *Clarkina leveni leveni* 带。另在主矿体(KTI)底板灰色块状角砾灰岩中采集到 *Diplognathodus* sp. A(双颚齿刺未定种 A),其时代属中晚二叠世(P₂₋₃)。

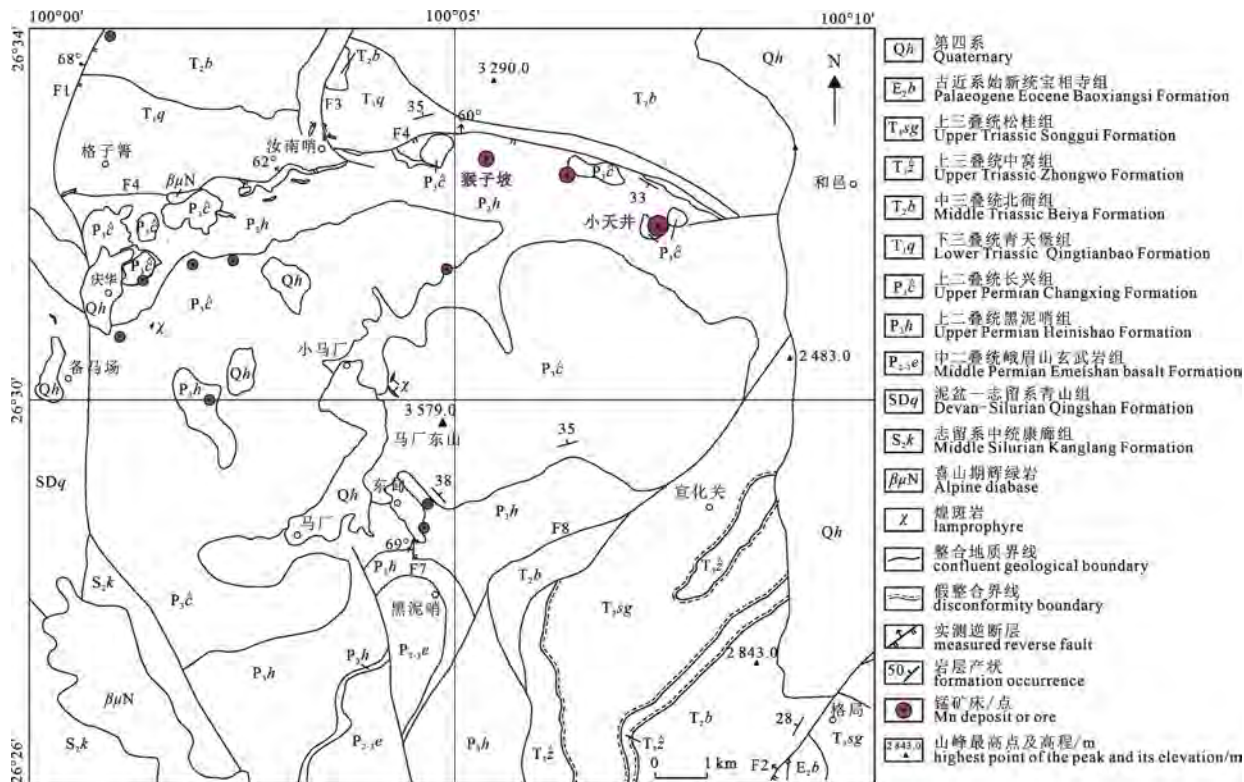


图 1 鹤庆小天井锰矿区域地质简图
Fig. 1 Geological schematic map of the Xiaotianjing Mn deposit in Heqing county



图 2 小天井锰矿 ZK7-1 灰岩与泥岩接触带
Fig. 2 ZK7-1 zone of contact between limestone and mudstone in the Xiaotianjing Mn deposit

(5)据段彦学(1992)研究,在黑泥哨一带及其以北汝南哨以南地区,由 1:200 000 鹤庆幅区调报告中原先定的“飞来峰”构造是不存在的。石灰岩下面的含锰碎屑岩与其上的碳酸盐并非推覆构造接触,而是连续沉积,根据地层中所采化石,原划的“飞来峰”灰岩及其下含锰碎屑岩均属上二叠统。在所谓推覆构造之上“飞来峰”灰岩中发现了 *Palaeofusulina* 蠕类动物群化石。

(6)杨学雄在承担云南省地勘基金“云南省鹤庆县新峰-小马厂锰矿调查评价”项目时,通过测制黑泥哨—马厂东山剖面(PM001),也观察到含锰碎屑岩黑泥哨组(P_3h)与其上原划为“飞来峰”(T_2b)灰岩为连续过渡关系(图 3),说明“飞来峰”(T_2b)灰岩与下伏含锰地层从该区东北小天井到西南黑泥哨一带均为连续整合接触。

对 2022 年杨学雄在鹤庆小天井锰矿区主矿体 KTI 顶底板岩层中采到的一批牙形刺鉴定成果深入研究分析,又重新审视段彦学(1992)的文献,参考《中国地层典:二叠系》(程裕淇等,2000)及《中国牙形刺生物地层》(王成源等,2016),对照了牙形刺带化石在二叠系中的分布情况,本文认为鹤庆小天井锰矿区的上三叠统松桂组(T_3sg)不同于《云南省岩石地层》(张远志等,2008)在鹤庆吉地坪标准地层剖面中的上三叠统松桂组(T_3sg)。

3 结论——确定地层时代对于锰矿找矿方向的意义

整理了在小天井锰矿层上下获得的牙形刺最新成果,又确定了小天井赋存锰矿地层上覆的“飞来峰”构造不存在,提出以下两点新认识:

(1)鹤庆小天井地区的含锰矿地层及原划的

“飞来峰”灰岩都是晚二叠世地层,两者为整合过渡关系;锰矿层顶板获得的 *Clarkina leveni leveni* 带化石时代为(P_3^1);而锰矿层底板岩层中牙形刺鉴定时代为 P_{2-3} 。顶板牙形刺时代略新于底板化石的时代说明含锰地层为正常地层层序。含锰矿地层相当于吴家坪阶,其上“飞来峰”石灰岩相当于长兴阶。本次新老成果的汇总也回答了原 1:200 000 鹤庆幅区调报告验收决议书中指出的问题——“矿区马厂东山一带作为‘飞来峰’构造的中三叠统北衙组缺乏确切化石依据,定为‘飞来峰’构造的资料不充分”。

(2)鉴于小天井锰矿区地层时代已确定为晚二叠世、推覆构造的“飞来峰”已不存在,该区寻找锰矿的地层应该重新认识,及早调整寻找锰的目标地层。首先应该寻找该区含锰地层较完整的晚二叠世地层剖面,测制剖面要详细观察、认真分层,填出符合地质规律的 1:50 000 地质矿产图,分析成锰盆地的总体轮廓。此处含锰盆地恐不是从小天井往西经武君山到猴子坡近东西向的含锰盆地,应重新考虑上二叠统的分布情况。从小天井锰矿起大致呈北东—南西向的上二叠统分布地区,应是有利的成锰矿地段。据小天井锰矿资料,“飞来峰”(现认为是长兴阶)之下的上二叠统吴家坪阶才是主要的锰矿层,值得对原划“飞来峰”分布区小天井南西一带首先开展找锰工作。

(3)鹤庆小天井锰矿石以其含锰品位高、含磷、铁、硫低便于加工利用而扬名。该产出于晚二叠世火山沉积盆地远离喷发区的边缘聚锰小盆地,在沉积建造上锰矿层上部硅质岩与钙质层的互层带(硅钙层),与锰矿沉积密切相关。小天井锰矿有用锰矿物中有蜡硅锰矿,在国内一些大的锰矿山尚未

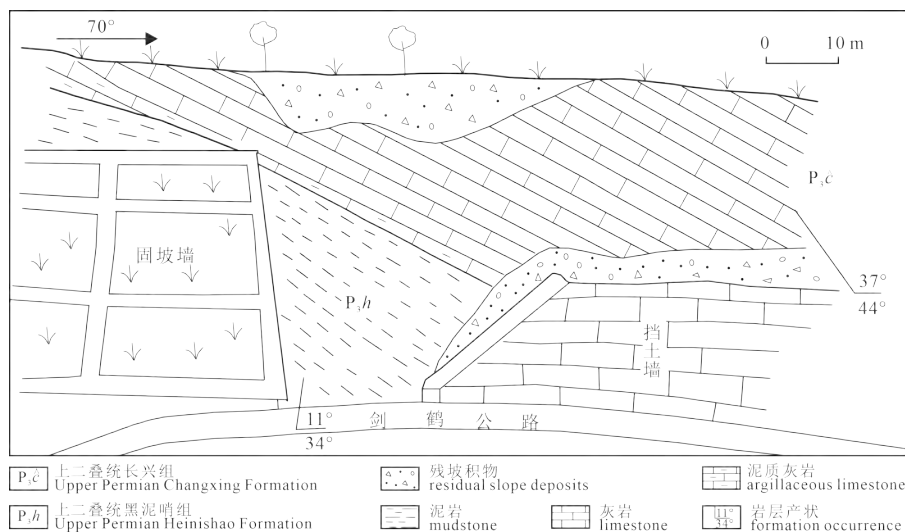


图 3 鹤庆马厂东山上二叠统黑泥哨组与长兴组接触界线素描图(杨学雄, 2022)

Fig. 3 Sketch of the contact boundary between the Upper Permian Heinishao Formation and Changxing Formation, Machangdongshan, Heqing (from YANG, 2022)

发现,日本福岛县德泽矿山有蜡硅锰矿,为火山成因的锰矿。新疆和静县莫托沙拉铁锰矿床中有蜡硅锰矿,属火山沉积矿床。云南澜沧县驻坝乡河边寨村锰矿中也出现有蜡硅锰矿,对锰矿石分析达到优质锰矿标准,该锰矿也与火山沉积盆地环境有关。

除了鹤庆火山沉积盆地边缘应该重视找锰外,还有丽江火山沉积盆地、宁浪火山沉积盆地都属晚二叠世火山沉积盆地,对寻找与火山有关的锰矿也应给予关注;云南昆阳群中的一些锰矿化带也值得进一步研究。

三叠系是云南锰矿的一个重要层位(如滇东南法郎组中的锰矿),但二叠系对于西南地区的锰矿找矿也很重要(如遵义式锰矿)。无疑,在滇西地区增加了一个新的含锰层位,将有助于打开锰矿找矿的新窗口。

致谢: 陈毓川院士对云南的基础地质与找矿工作,长期支持,不遗余力,不但多次到个旧、金顶、北衙、会泽等著名矿区考察,也到宁蒗余家村等十分偏僻的小矿点去指导工作,为推动云南的矿业发展鞠躬尽瘁。作为云南地矿工作的老兵,谨以本短文向陈毓川院士表示敬意。本文在中国地质科学院矿产资源研究所王登红研究员的鼓励和支持下完成,成文时间较短,不当之处请读者多加指正,在此感谢王登红研究员和“中国矿产地志”项目办公室给予的指导。对于云南省地质勘查基金管理中心同意使用该区最新资料,鹤庆锰矿给予在矿山工作的支持,在此一并感谢!

Acknowledgements:

This study was supported by China Geological Survey (Nos. DD20221695, DD20190379, and DD20230034), and Investigation of Technological Basic Resources (No. 2022FY101702).

参考文献:

- 程裕淇,金玉玕,2000. 中国地层典·二叠系[M]. 北京:地质出版社:24.
- 段彦学,1988. 鹤庆、丽江一带晚二叠世锰矿踏勘简报[R]. 大理:云南省地矿局第三地质大队.
- 段彦学,1992. 鹤庆锰矿含矿地层时代和找矿方向的讨论[J]. 云南地质,11(4): 355-361.
- 彭张翔,王辑升,1989. 云南省鹤庆县小天井锰矿详查地质报告[R]. 大理:西南有色地质勘查局三一〇队.
- 李志群,梁秋原,刘文佳,等,2016. 云南省锰矿成矿规律及资源潜力[M]. 北京:地质出版社:64-73.
- 魏蓉花,杨枝斌,雷阳艾,等,2009. 云南鹤庆锰矿成矿规律控矿因素新认识[J]. 云南地质,28(4): 415-419.
- 王成源,王志浩,2016. 中国牙形刺生物地层[M]. 杭州:浙江大学出版社:113-116.
- 王祖关,江能人,谭雪春,等,1995. 云南省岩相古地理图集[R]. 昆明:云南省地质矿产局地质科学研究所.
- 云南省地质局第一区域地质测量大队,1966. 中华人民共和国区域地质调查 1:200000 鹤庆幅说明书[R]. 曲靖:云南省地质局第一区域地质测量大队.

- 杨学雄,洪钟明,赵庆红,等,2024. 云南省鹤庆县新锋一小马厂锰矿调查评价报告[R]. 昆明:云南省地质矿产勘查.
- 张翼飞,1993. 云南省区域矿产总结[R]. 昆明:云南省地矿局.
- 张翼飞,荆舟,李光勋,等,1996. 中国矿床发现史·云南卷[M]. 北京:地质出版社:69-71.
- 张远志,2008. 云南省岩石地层[M]. 北京:中国地质大学出版社.
- 中国地质大学(武汉)地质调查研究院,2014. 1:50000 剑川县幅、鹤庆县幅、甸尾幅、松桂幅区域地质调查报告[R]. 武汉:中国地质大学(武汉)地质调查研究院.

References:

- CHENG Yuqi, JIN Yuxuan, 2000. Chinese Stratigraphic Code: Permian System[M]. Beijing: Geological Publishing House: 24(in Chinese).
- DUAN Yanxue, 1988. Brief Report of Late Permian Manganese Exploration in Heqing and Lijiang[R]. Dali: Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources Team No. 3(in Chinese).
- DUAN Yanxue, 1992. Discussion on ore-bearing strata age and prospecting direction of Heqing Manganese Deposit[J]. Geology of Yunnan, 11(4): 355-361(in Chinese).
- Institute of Geological Survey, China University of Geosciences (Wuhan), 2014. 1:50000 Regional Geological Survey Report of Jianchuan County, Heqing County, Dianwei County and Songgui County[R]. Wuhan: Institute of Geological Survey, China University of Geosciences (Wuhan)(in Chinese).
- PENG Zhangxiang, WANG Jisheng, 1989. Detailed Geological Report of Xiaotianjing Manganese Mine in Heqing County, Yunnan Province[R]. Dali: Southwest Bureau of Nonferrous Geological Survey Team No. 310(in Chinese).
- LI Zhiquan, LIANG Qiuyuan, LIU Wenjia, et al., 2016. The Mineralization Law and Resource Potential of Manganese Deposits in Yunnan Province[M]. Beijing: Geological Publishing House: 64-73(in Chinese with English abstract).
- The First Regional Geological Survey Brigade of Yunnan Geological Bureau, 1966. Description of Regional Geological Survey of the People's Republic of China 1:200000 Heqing[R]. Qujing: The First Regional Geological Survey Brigade of Yunnan Geological Bureau(in Chinese).
- WEI Ronghua, YANG Zhibin, LEI Yang'ai, et al., 2009. The new knowledge of metallogenetic reues and ore- controlling factors of Heqing Mn deposit, Yunnan[J]. Geology of Yunnan, 28(4): 415-419(in Chinese with English abstract).
- WANG Chengyuan, WANG Zhihao, 2016. Conodont Biostratigraphy in China[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press: 113-116(in Chinese).
- WANG Zuguan, JIANG Nengren, TAN Xuechun, et al., 1995. Lithofacies Paleogeographic Atlas of Yunnan Province[R]. Kunming: Institute of Geological Science, Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources(in Chinese).
- YANG Xuexiong, HONG Zhongming, ZHAO Qinghong, et al., 2024. Survey and Evaluation Report on the Manganese Ore Deposit at Xiaomachang, Xinfeng No.1 Primary School Area, Heqing County, Yunnan Province[R]. Kunming: Yunnan Geological and Mineral Exploration Bureau(in Chinese).
- ZHANG Yifei, 1993. Summary of Regional Mineral Resources in Yunnan Province[R]. Kunming: Yunnan Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources(in Chinese).
- ZHANG Yifei, JING Zhou, LI Guangxun, et al., 1996. History of Ore Deposit Discovery in China: Yunnan Volume[M]. Beijing: Geological Publishing House: 69-71(in Chinese).
- ZHANG Yuanzhi, 2008. Petrostratigraphy in Yunnan Province[M]. Beijing: China University of Geosciences Press(in Chinese).