

文章编号:1009-3850(2014)01-0014-06

## 四川黑水-平武地区三叠系菠茨沟组锰赋矿层 沉积环境及找矿潜力

许远平<sup>1,2</sup>, 刘贤桂<sup>2</sup>, 孙崇波<sup>2</sup>, 何政伟<sup>1</sup>, 李志坚<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 四川省冶金地质勘查局水文工程大队, 四川 成都 611730)

**摘要:**四川黑水-平武地区位于扬子地块北西缘之可可西里-松潘前陆盆地之松潘边缘海成锰盆地,系四川省重要铁锰成矿带之一。研究区内的三叠系菠茨沟组中已发现了一批大、中型锰矿床。研究区菠茨沟组具有碎屑岩型与碳酸盐型两种沉积类型,锰矿层均产在钙质岩石与碎屑岩交替变化部位。研究表明,陆棚浅海及水下洼地为锰矿沉积的有利环境,极薄层状钙质岩石与碎屑岩沉积相的频繁演替是野外重要的找矿标志。黑水县下口地区和平武县虎牙地区为研究区最有利的锰矿找矿预测靶区。

**关键词:**黑水;平武;锰矿;菠茨沟组;沉积环境;找矿预测

中图分类号:P618.32

文献标识码:A

黑水-平武地区位于四川省北部(图1)。自20世纪50年代始,研究区内陆续有锰矿、铁锰矿的发现,进入21世纪后,锰矿勘探取得较大进展,如笔者所在的勘探团队于2004~2007年间在黑水县下口锰矿普查中探获锰矿石(332+333+334)资源量2348万吨,属大型锰矿。前人进行的地质勘查和一系列科研工作表明<sup>[1-5]</sup>,该地区是四川主要的锰成矿带,含矿地层为三叠系菠茨沟组。“四川省矿产资源潜力评价”项目将本区域划分为平武虎牙-黑水下口Mn-Fe-(Au)矿远景区(图2)。

至目前为止,尽管菠茨沟组在远景区内连续出露,有找矿突破的地区却仅集中于远景区南西端的黑水下口锰矿靶区和北端松潘西沟-平武火烧桥锰矿靶区。这固然与远景区中段地形恶劣、地质工作难度大有关,但更与对菠茨沟组控矿因素的研究不足有关。为此,中国地质调查局下达了“四川黑水瓦布梁子地区锰矿远景调查”项目(编号:1212011220417)。本论文是该项目研究的部分成果。

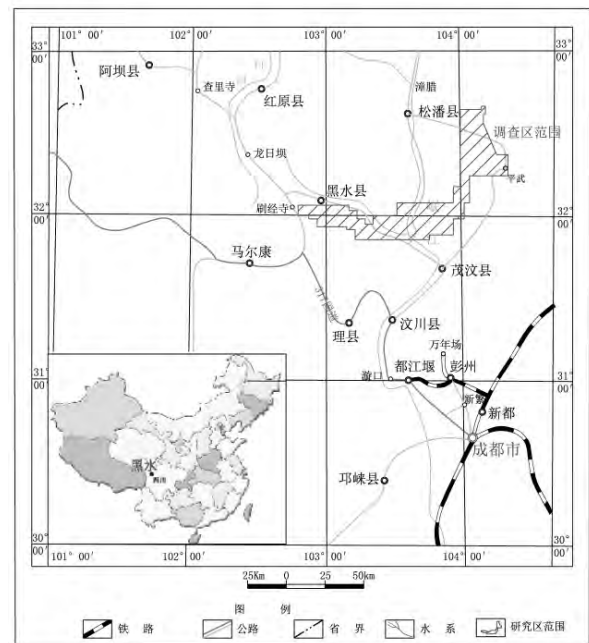


图1 交通位置图

Fig. 1 Location of the Heishui-Pingwu region in western Sichuan

收稿日期:2013-12-12

作者简介:许远平(1963-)男,高级工程师。主要从事地质矿产勘查和评价工作

资助项目:中国地质调查局地质调查项目(1212011220417)资助

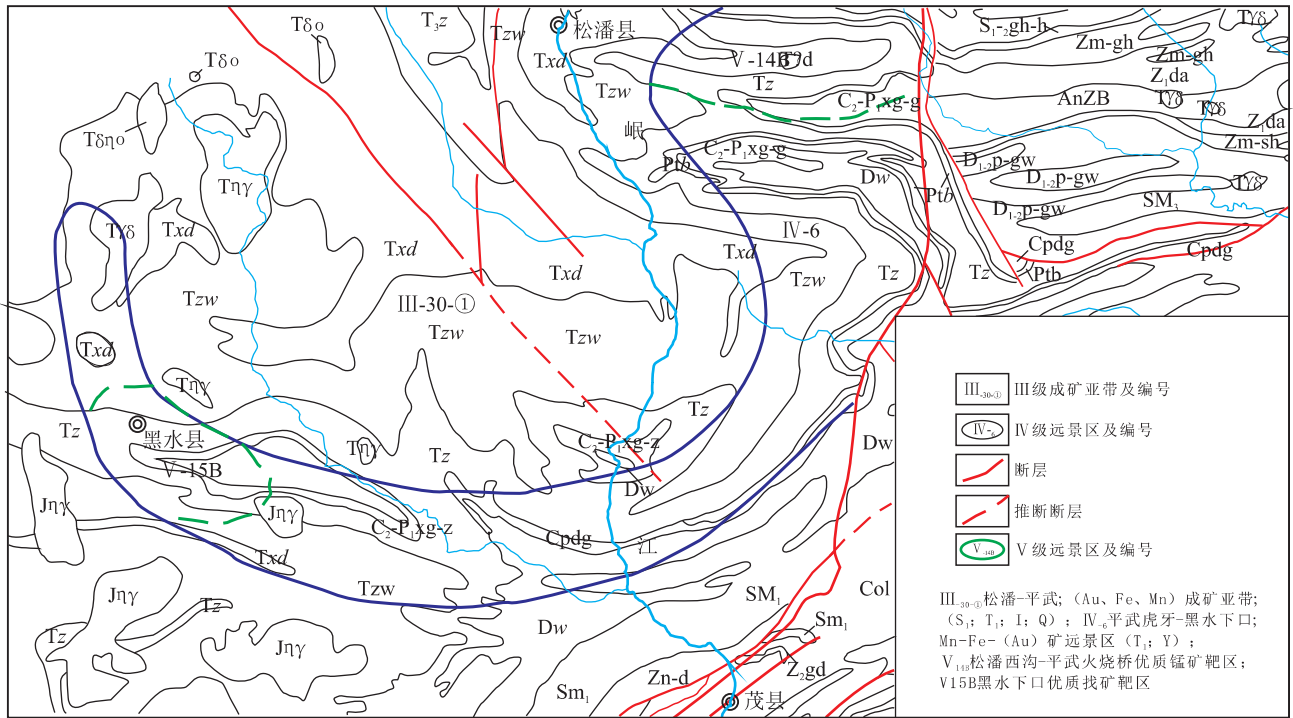


图2 成矿区带划分图

Fig. 2 Division of the metallogenic zones

### 1 区域地质背景

研究区位于扬子地块北西缘可可西里-松潘前陆盆地之松潘边缘海成锰盆地<sup>[6]</sup>,系四川省重要铁锰成矿带之一。

研究区地层属巴颜喀拉地层区玛多-马尔康地层分区金川小区。出露地层有:泥盆系危关组(Dw)岩性为黑色千枚岩夹少量粉砂岩;石炭系西沟组(Cx)岩性为灰黑色薄层状结晶灰岩夹黑色千枚岩;二叠系三道桥组(Ps)岩性为灰白色结晶灰岩或白云岩、深灰色绢云钙质粉砂岩、灰黑色千枚岩;二叠系-三叠系波茨沟组(P<sub>3</sub>T<sub>1</sub>b)岩性为钙质粉砂岩、含锰粉砂岩或薄层状结晶灰岩;上三叠统杂谷脑组(T<sub>3</sub>z)为灰黑色砂质板岩和变质砂岩;侏倭组(T<sub>3</sub>zw)灰黑色薄-中层状粉砂质板岩、钙质板岩、钙质粉砂岩及新都桥组(T<sub>3</sub>xd)深灰黑色板岩(或千枚岩)。其中波茨沟组(P<sub>3</sub>T<sub>1</sub>b)为本区含锰岩系(图3)。区域褶皱构造带属松潘-金汤-甘孜弧形构造,区域构造多属印支运动发展起来的线型-紧密褶皱,研究区位于较场-石大关-摩天岭弧形构造带。其中,四美沟-瓦布梁子复背斜和摩天岭复式构造控制了黑水-平武地区含锰层位的空间分布,是区内主要控矿构造。

研究区岩浆活动不发育,在研究区外围有少量

印支晚期的花岗岩。

### 2 波茨沟组研究进展

#### 2.1 概况

本次工作在1 000 km<sup>2</sup>的1:50 000区域地质矿产填图的基础上,重点加强了对波茨沟组的剖面研究,共测制了1:500比例尺的剖面5条,1:2 000比例尺的剖面9条,选择其中具有代表性的6条剖面对比(图4)。

#### 2.2 波茨沟组特征及沉积相

研究区内波茨沟组的地层厚度、岩性组合横向变化较大,详细情况见表1。

上述剖面研究表明,横向上波茨沟组在研究区东北部平武地区多为灰岩、砂岩、千枚岩等,地层厚度为196~436 m;在研究区西南部黑水地区则多为钙质粉砂岩、千枚岩等,地层受褶皱影响,厚度变大,一般500 m左右。反映出两个地区沉积环境存在差异,平武地区碳酸盐较发育,而黑水地区主要为碎屑物质占优势。但无论平武地区还是黑水地区,锰矿层均产在钙质(或至少含钙质)岩石与碎屑岩交替变化的层位,且岩石多呈薄层状韵律互层,反映一种变化迅速但又规律重复的沉积。

纵向上,平武地区波茨沟组总体上以灰岩→碎屑岩(变质为千枚岩)→灰岩的沉积演变为主,但对比火烧桥和杨柳坝两条典型剖面,其微细变化却有

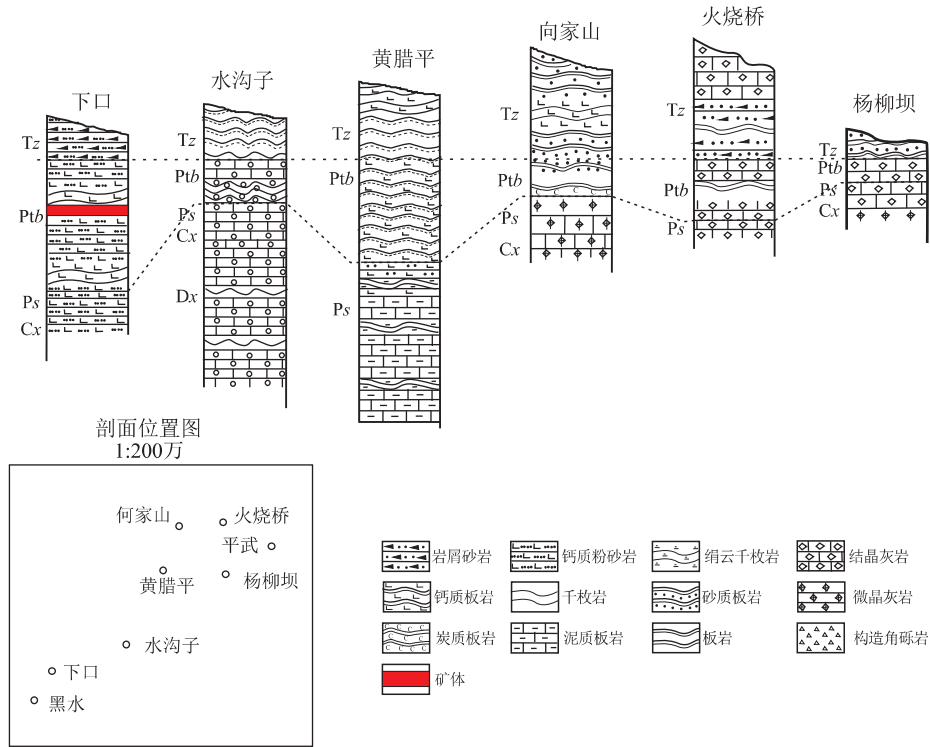


图3 研究区博茨沟组柱状对比图

Fig. 3 Correlation of the stratigraphic columns in the Bocigou Formation

表1 研究区代表性剖面特征简表

Table 1 Characteristics of the representative sections in the study area

剖面名称	厚度(m)	岩性组合	是否含矿	古地理环境
下口	556	薄层钙质粉砂岩、千枚岩	是	水下洼地
水沟子	188	厚层结晶灰岩、炭质千枚岩	否	水下隆起
黄腊坪	273	钙质板岩	否	水下隆起
杨柳坝	156	厚层结晶灰岩	否	水下隆起
火烧桥	264	薄层结晶灰岩、千枚岩	是	水下凹陷
向家山	196	薄层灰岩、砂岩等	是	水下凹陷

显著的差异。含矿的火烧桥剖面岩性为薄层的结晶灰岩夹千枚岩,在矿体附近,结晶灰岩与千枚岩呈厚度为10 cm左右的韵律反复出现,反映当时沉积环境反复变迁,促使成矿物质多次分散、集中,构成多个沉积旋回,有利于成矿。而不含矿的杨柳坝剖面上则仅在中-厚层结晶灰岩中夹少量黑色千枚岩(结晶灰岩单元厚2~5 m,千枚岩仅有10~20 cm),其沉积环境的演替速度缓慢,代表当时为较为稳定的海相沉积环境,陆源成矿物质注入少,不利于成矿。黑水地区的博茨沟组以薄层钙质粉砂岩为主,同时绿泥石粉砂岩与含锰粉砂岩往往呈韵律互层,也反映出沉积环境较为动荡,陆源碎屑周期性注入沉积盆地,随之带来大量矿源物质,为富集成矿提供了可能。在出产优质锰矿的下口剖面上,

博茨沟组厚度巨大,去掉褶皱重复地层后的总厚度达556 m,仅含矿的中段就厚达159.2 m,接近一些不含矿地层的整组厚度。地层中沉积韵律极发育,在含矿层相邻层位,一些地层韵律厚度小于1 cm。而在水沟子剖面上,由于主体位于水下隆起,故含矿性不好,但其中较发育的炭质板岩反映其有过一段较深水沉积时期(由于其上下层位灰岩均较发育,横向上也没有其它古隆起阻碍,故由水体滞流引起缺氧的可能性较小,而更倾向于解释为海侵所致)当其出现短暂的深水环境时,紧邻该炭质层,出现了厚度不大(总厚度仅5 m)的由灰岩与碎屑岩(变质为千枚岩)组成的韵律层,且在其中的两者薄层状互层位置出现了微弱的锰矿化,充分体现了沉积环境对成矿作用的制约。最近的研究表明,这一

制约与锰元素地球化学行为是相关的:当水体中氧含量发生变化时,锰即以不同形式沉淀,所以动荡的沉积环境有利于溶液中锰元素发生聚集-沉淀-聚集-再沉淀过程<sup>[7]</sup>。

综合来看,在横向上,研究区菠茨沟组沉积环境变化较大,沉积基底有较大的起伏,导致各处地层厚度相差较大。地层的含矿性方面,呈薄层状层理的灰岩或细碎屑岩(及其变质形成的千枚岩)为成矿有利岩性组合,在此前提下,菠茨沟组厚度越大,矿体厚度越大,矿石质量越好,越有利于寻找工业锰矿体。

### 2.3 菠茨沟组沉积环境演化

晚二叠世-早三叠世,伴随着扬子陆块拉张裂隙,研究区演化为松潘-边缘海盆地的一部分,紧邻上扬子陆块北西缘,接受来自陆地的风化剥蚀产物。由于峨眉山玄武岩之上多数缺失早-中三叠世沉积,因此不排除有一部份峨眉山玄武岩风化剥蚀成为研究区菠茨沟组物源的可能<sup>[18,9]</sup>。

在下口剖面上,菠茨沟组覆于以钙质碎屑沉积为主的三道桥组之上,三道桥组中的砾屑灰岩不发育,显示缺乏碳酸盐斜坡环境,其沉积环境是相对平缓的陆架海,且陆源碎屑供给充足,抑制了碳酸盐生成。剖面向上,可能水体有加深,岩石普遍为含钙质细碎屑岩,之后演变为含锰地层,且由下向上,反映滞流还原环境的黄铁矿逐渐出现且渐次增多,地层颜色加深。含锰层位中,先是出现锰矿化层(含锰1%~5%),至菠茨沟组二段,沉积环境水体达到形成锰矿体的理想深度(比铁成矿深度深,研究区仅见锰矿体,未发现铁矿体),形成下口大型锰矿,其水深总体仍为陆架海,与欧洲侏罗纪 Liassic Marls 锰矿类似。菠茨沟组三段,水体持续加深,不再适合锰矿的成矿作用。至杂谷脑组沉积期,岩石沉积标志显示沉积环境有了较大的改变,该组由底部夹少量泥质岩变质的千枚岩,向上演变为具粒序层的岩屑杂砂岩,可能已属于大陆斜坡环境了。

对比沉积厚度较大而不含矿的黄腊坪剖面,厚达272.64 m的菠茨沟组为单调的钙质板岩,向上杂谷脑组显示的沉积环境也变化不大,剖面上未见典型的浊流沉积构造。表明其沉积环境可能长期位于古隆起部位,成矿潜力不佳。

## 3 岩相古地理环境与成矿专属性研究

通过各地质剖面对比研究,表明沉积环境、沉

积相和构造对锰矿的沉积富集起决定性作用。

### 3.1 岩相古地理环境对沉积锰矿的控制

#### (1) 沉积相对锰矿的控制

平武地区菠茨沟期沉积锰矿的岩相古地理环境为陆棚碳酸岩-铁锰质岩相,黑水地区为陆棚碳酸盐岩-碎屑岩-铁锰质岩亚相<sup>[1]</sup>,两者为锰矿的主要和次要沉积相。

#### (2) 岩相和古地形变化与锰矿的关系

在纵向上,位于菠茨沟组上段碳酸盐岩向碎屑岩过渡的部位,含矿岩性为含铁锰质绿泥千枚岩、片岩、铁矿、锰矿、灰岩。在横向上,平武地区位于松潘边缘海虎牙凹陷地带,黑水地区位于瓦钵梁子水下凹陷带,而两者之间为相对隆起的卓尼突起地段,将此二者相对隔离,沉积环境有差异,锰矿石质量亦有差异。锰矿床产出的位置多数处于水下凹陷带内,即岩相古地形为边缘海近古陆一侧相对凹陷的地带部位。

#### (3) 水下隆起对锰矿的控制

平武地区大坪、老队部、火烧桥等锰矿床位于虎牙凹陷带内,黑水地区下口、三支沟、瓦钵梁子等锰矿床产于瓦钵梁子凹陷带内,两者之间的卓尼突起带目前尚未发现锰矿。且平武、黑水两地的锰矿石质量明显存在差异,反映了水下隆起对锰矿的形成有抑制作用。

### 3.2 构造对沉积锰矿的控制

(1) 锰矿的分布主要受控于同生断裂构造。虎牙断裂对虎牙凹陷带的形成起控制作用,平武地区的锰矿形成与此二断裂有关系并受其控制,虎牙断裂附近为锰矿的矿化集中区。

(2) 次级构造对含矿地层的分布、锰矿体的产出形态起控制作用。平武地区的菠茨沟组分布受磨子坪倒转复向斜、虎牙背斜、浑水沟倒转复向斜、花海子复背斜的控制,黑水地区受瓦钵梁子背斜的控制。

## 4 研究区锰成矿潜力与靶区预测

### 4.1 研究区锰成矿潜力

四川黑水-平武地区位于扬子板块北西缘的龙门山拗陷带,扬子板块构造演化与锰矿的形成关系密切。

扬子板块北西缘的龙门山拗陷带的形成与构造演化带来构造岩浆活动频繁,沉积环境反复变迁,促使成矿物质多次分散集中,构成一个继承性的多旋回成矿带,加之二叠纪的峨眉山玄武岩事件

从地壳或更深的幔源带来大量的锰质,经海水运移至松潘边缘海东侧近古陆一侧,并与由陆源带来的锰质相互混合,由此改变了物理化学条件,在古陆边缘容易形成锰矿。目前已发现了黑水下口和平武大坪两个大型锰矿床。因此研究区锰矿找矿潜力较大。

#### 4.2 找矿靶区预测

平武地区位于松潘边缘海虎牙凹陷地带,黑水位于瓦钵梁子水下凹陷带,两个地区具有锰成矿有利的古地理环境,并已经发现了平武大坪和黑水下口两个大型锰矿床,具有成矿事实支撑,本项目也发现一批较好的找矿线索。因此,平武虎牙地区和黑水下口地区为寻找工业锰矿的有利地段,根据本次工作成果划分了两个预测靶区,详见表2。

表2 预测找矿靶区特征一览表

Table 2 Prognosis of the exploration targets of manganese deposits

靶区名称	地理位置	面积(km <sup>2</sup> )	已发现矿床	预测依据
黑水下口	黑水县色尔古一芦花镇	500	下口(大型)、徐古、三支沟、四美沟、瓦布梁子等	位于扬子地台北西缘,平武虎牙-黑水下口 Mn-Fe-(Au) 矿远景区南西部,沉积环境为水下洼地,有利于锰质沉积,富集成矿。区内菠茨沟组连续性较好,厚度一般 150~500m,岩性以碎屑岩和灰岩为主,已发现下口等一批大中型矿床。成矿地质环境十分有利,找矿潜力大
平武虎牙	平武县虎牙乡	450	大坪(大型)、火烧桥、老队部等	位于扬子地台北西缘,平武虎牙-黑水下口 Mn-Fe-(Au) 矿远景区北东部,沉积环境为水下凹陷,利于锰质搬运、沉积,富集成矿。区内菠茨沟组延伸稳定,厚度一般 100~400m,矿化带长度达 20km 以上,岩性以灰岩为主。陆续发现大坪等一批大中型矿床。成矿环境较好,找矿潜力大

## 5 结论

研究区位于扬子地块北西缘之可可西里-松潘前陆盆地松潘边缘海成锰盆地,系四川省重要铁锰成矿带之一,已发现了黑水下口、平武大坪等一批大、中型锰矿床。在本文预测的两个找矿靶区内,成矿条件优越,已知矿床研究程度较高,成矿主要受地层和沉积相控制,找矿标志清晰,具有进一步寻找大型锰矿的有利条件。

致谢:

本次研究工作得到了四川省冶金地质勘查局李仕荣、杨永鹏教授及四川省地质矿产勘查开发局区调队彭东教授的悉心指导,在此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 侯宗林,薛友智,等. 扬子地台周边锰矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1997.
- [2] 侯宗林,薛友智,等. 中国南方锰矿地质[M]. 成都:四川科学技术出版社,1996.
- [3] 彭张翔. 关于扬子准地台西缘富锰矿的几个问题[J]. 地质与勘探,1990,26(10):14-18.
- [4] 李刚,何刚,李家海,等. 四川省平武县大坪铁锰矿地质特征及找矿潜力[J]. 四川地质学报,2012,32(9):84-87.
- [5] 李敏同,刘贤桂,李志坚,等. 四川黑水地区锰矿成矿特征及找矿前景分析[J]. 四川地质学报,2012,32(9):78-83.
- [6] 潘桂棠,等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质,2009,36(1):1-28.
- [7] 唐云凤,伊海生. 滇东南地区斗南沉积型锰矿床矿物相继沉积模式[J]. 中国地质,2011,38(2):451-461.
- [8] 黄世坤. 我国原生锰矿床的沉积建造及形成环境[J]. 地质与勘探,1990,26(9):6-11.
- [9] 毛景文,周振华,丰成友,等. 初论中国三叠纪大规模成矿作用及其动力学背景[J]. 中国地质,2012,39(6):1437-1471.

## **Sedimentary environments and exploration prospects of the manganese-bearing strata in the Triassic Bocigou Formation in the Heishui-Pingwu region , western Sichuan**

XU Yuan-ping<sup>1,2</sup> , LIU Xian-gui<sup>2</sup> , SUN Chong-bo<sup>2</sup> , HE Zheng-wei<sup>1</sup> , LI Zhi-jian<sup>2</sup>

(1. *College of Earth Sciences , Chengdu University of Technology , Chengdu 610059 , Sichuan , China*; 2. *Hydrographic Engineering Party , Sichuan Bureau of Metallurgical Geological Exploration , Chengdu 611730 , Sichuan , China*)

**Abstract:** The Heishui-Pingwu region in western Sichuan is located in the Songpan marginal sea manganese-bearing basin as one of the key iron-manganese metallogenic zones in Sichuan on the northwestern margin of the Yangtze landmass , where a number of large- to medium-sized manganese deposits are hosted in the Triassic Bocigou Formation. The Bocigou Formation consists of clastic rocks and carbonate rocks and the manganese ores tend to be hosted in the transitional parts of calcareous rocks and elastic rocks. The shelf-shallow sea and submarine depressions are interpreted as the favourable environments for the deposition of manganese ores. The frequent evolution of sedimentary facies are considered as important prospecting criteria in the field. The Xiakou district in Heishui and Huya district in Pingwu are delineated as the exploration targets of manganese deposits.

**Key words:** Heishui; Pingwu; manganese deposit; Bocigou Formation; sedimentary environment; prognosis