

# 贵州遵义二叠纪锰矿气液喷口群的发现及地质意义

汪洋<sup>1</sup>, 刘志臣<sup>1,2,3</sup>, 陈登<sup>1,2,3</sup>, 钟月丽<sup>1</sup>, 秦先进<sup>1</sup>

(1. 贵州省地矿局 102 地质大队, 贵州 遵义 553003; 2. 贵州省锰矿资源预测评价科技创新团队, 贵州 贵阳 550003; 3. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

**[摘要]**在通过对遵义市锰矿整装勘查区及周边所有探矿工程资料整理、分析研究的基础上, 结合野外大比例尺专项地质填图、剖面实测和测试的成果。将贵州遵义二叠系锰矿与华南古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿理论进行详细对比, 认为遵义锰矿总体是“内生外成”, 成锰物质主体来自地幔, 遵义锰矿属“古天然气渗漏沉积型锰矿床”, 借鉴古天然气渗漏沉积型锰矿床的成矿理论和研究方法, 运用遵义锰矿裂隙槽盆地结构的划分、同沉积断裂的识别和中心相、过渡相和边缘相判别标志, 在断陷盆地中喷溢口及附近, 发现矿石及其顶底板具有古天然气渗漏沉积型锰矿床独有的结构构造、同位素、生物组合等特征。研究认为遵义成锰盆地至少存在 5 个气液渗漏喷溢口, 分布于Ⅲ级断陷盆地内, 每一个喷溢口构成一个相对独立的气液渗漏喷溢沉积成矿系统, 遵义锰矿床是形成由若干个气液渗漏喷溢沉积成矿子系统构成的沉积成矿系统。贵州遵义二叠纪锰矿成矿的气液渗漏喷溢口的发现, 对遵义锰矿“内生外成”成因研究提供了宏观地质证据, 为建立深部锰矿找矿预测模型提供了重要依据, 为研究遵义锰矿的古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿系统具有重要意义。

**[关键词]** 贵州遵义; 二叠纪锰矿; 盆地; 气液渗漏喷溢口; 意义

**[中图分类号]** P618.32 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2018)02-0081-07

## 0 引言

遵义锰矿为中国著名锰矿区之一, 是贵州首次发现具有工业价值的锰矿床, 自 1941 年首次发现以来, 遵义锰矿取得了重要的找矿成果, 先后发现了铜锣井、深溪、永安 3 个大型锰矿床, 以及共青湖、转龙庙、小金沟等 10 余个中(小)型锰矿床, 总保有资源/储量为 1.54 亿吨, 已成为贵州二叠纪锰矿资源最富集地区, 并且具有巨大的找矿潜力。但目前有关于遵义锰矿成因及其成矿模式研究不同学者之间存在较大争议, 有风化沉积

成因说(刘巽锋等, 1989; 魏泽权等, 2011); 有海底火山热水成因说(陶平等, 2005; 韩忠华等, 2007; 刘平等, 2008); 有海底热液喷流沉积成因说(杨瑞东等, 2009, 2018; 程玛莉等, 2011; 刘志臣等, 2013, 2015)。近年来, 随着华南古天然气渗漏沉积型锰矿床类型的发现和研究, 认为该类型锰矿的形成与古天然气渗漏成因有关, 菱锰矿体是南华裂谷盆地形成过程中, 在一系列次级拉张、断陷盆地中发生古天然气渗漏沉积的产物, 发现了目前最古老的冷泉碳酸盐岩, 建立了南华纪裂谷盆地古天然气渗漏沉积成锰模式, 并系统创立了古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿理论和研究方

**[收稿日期]** 2018-04-15 **[修回日期]** 2018-04-30

**[基金项目]** 中国地质调查局《中国矿产地质与成矿规律综合集成和服务》(121201103000150020) 及其二级项目《贵州锰矿成因与成矿规律》(DD20160346), 贵州省锰矿资源预测评价科技创新人才团队(黔科合平台人才[2018]5618), 贵州省遵义锰矿整装勘查找矿预测及与技术运用示范项目(0747-1861SITCN150), 贵州省地质矿产勘查开发局地质科研项目(黔地矿科合[2016]3号)联合资助。

**[作者简介]** 汪洋(1990—), 男, 助理工程师, 学士, 从事矿产地质勘查工作。

**[通讯作者简介]** 刘志臣(1982—), 男, 高级工程师, 博士研究生, 长期从事矿产地质勘查工作。

法(周琦等, 2007a, 2007b, 2007c, 2012, 2013, 2016), 在运用成矿理论指导找矿实践中, 新发现武陵山巨型锰矿成矿带, 先后发现4个世界级隐伏超大型锰矿床和多个大中型锰矿床, 使贵州锰矿资源量跃居亚洲第一位, 实现我国锰矿地质找矿有史以来最大突破。本文在通过对遵义锰矿整装勘查区内所有钻孔原始资料整理、分析研究的基础上, 结合野外大比例尺专项地质填图、剖面实测和测试分析的成果, 将贵州遵义二叠系锰矿与华南古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿理论进行详细对比, 在开展的遵义锰矿成矿地质背景研究, 详细划分出了裂陷槽盆地结构, 总结的同沉积断裂识别特征和锰矿中心相、过渡相和边缘相判别标志(刘志臣等, 2018), 对锰矿层及其顶底板岩相、结构构造、地球化学特征的分析, 以及矿石 C、O、

Sr 等同位素特征的对比, 遵义锰矿总体是“内生外成”, 成锰物质主体来自地幔, 认为遵义锰矿属“古天然气渗漏沉积型锰矿床”, 遵义锰矿借鉴古天然气渗漏沉积型锰矿床的成矿理论和研究方法, 在找矿勘查中取得了重要的进展。通过对遵义锰矿矿石结构构造、物质组成、厚度变化和地球化学特征等方面综合研究, 发现本区和黔东大塘坡锰矿区古天然气渗漏喷溢口群的发现相当类似(刘雨等, 2015), 在遵义锰矿断陷盆地中, 至少存在5个气液喷溢口, 一个喷溢口有各自的中心相、过渡相和边缘相组成, 构成整个喷溢系统, 本文发现遵义锰矿是由多个气液喷溢系统构成的沉积成矿系统。因此, 喷溢口的发现对遵义锰矿成矿作用研究、成矿模式的完善, 以及深部找矿勘查具有重要的意义。

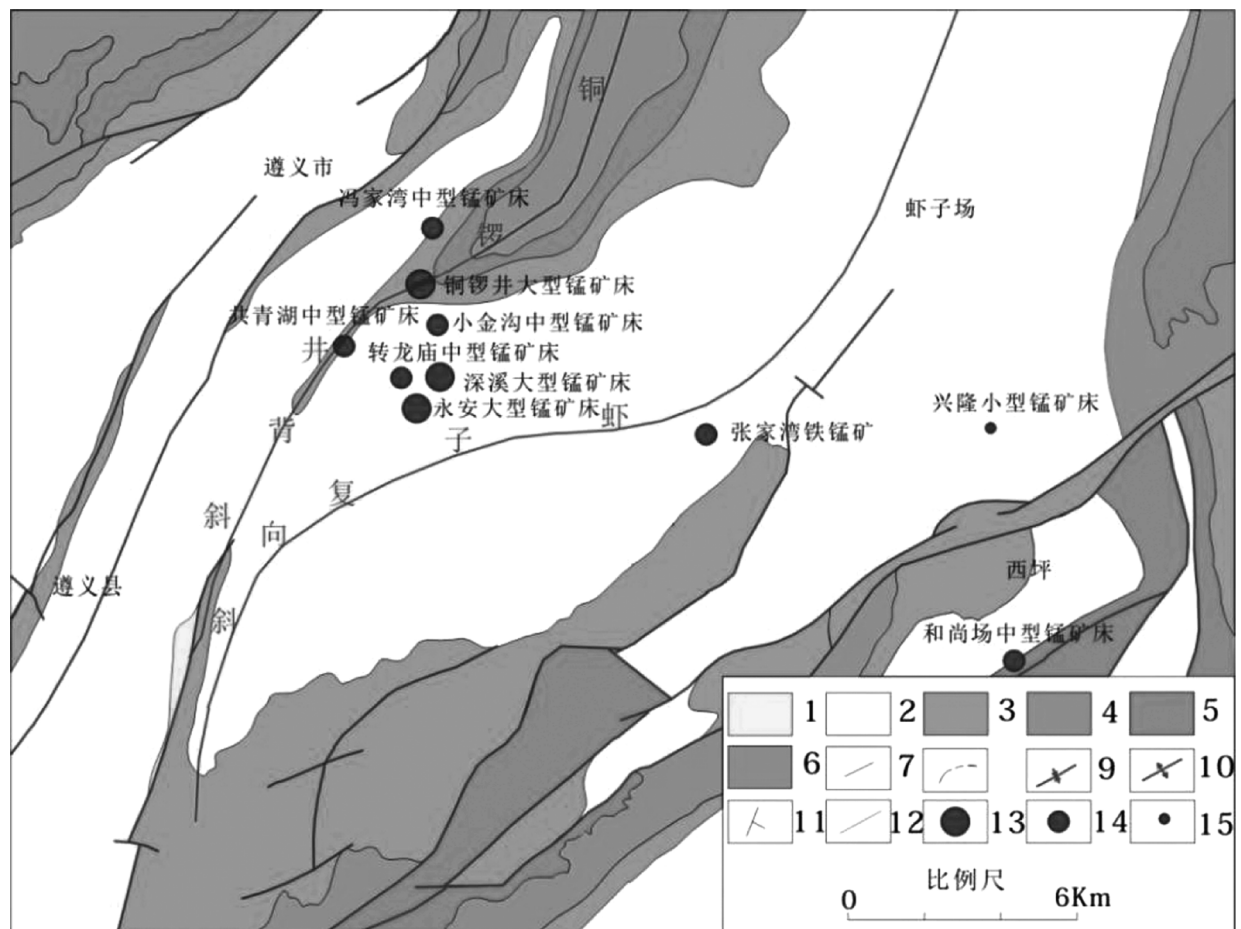


图1 遵义锰矿区域地质简图(据刘志臣等, 2015, 修编)

Fig. 1 Geological sketch of Zunyi manganese mining area

- 1—侏罗系; 2—三叠系; 3—二叠系; 4—志留系; 5—奥陶系; 6—寒武系; 7—地层界线; 8—不整合地层界线; 9—背斜;
- 10—向斜; 11—地层产状; 12—断层; 13—大型锰矿床; 14—中型锰矿床; 15—小型锰矿床

# 1 区域地质背景

贵州遵义二叠纪锰矿区处于扬子地块南缘冲褶带上(贵州省区域地质志,1987),区内主要地层为古生界寒武系(C)、奥陶系(O)、二叠系(P)、中生界三叠系(T)、侏罗系(J)和新生界第四系(Q),含矿岩系为二叠系茅口组三段( $P_2m^3$ ),主要由一套浅灰、暗灰至灰黑色的含黄铁矿的粘土岩、含锰粘土岩、碳酸锰矿石及浅灰绿色绿泥石蒙脱石粘土岩所组成。其下伏为二叠系茅口二段( $P_2m^2$ )硅质灰岩建造层,其上覆为二叠系龙潭组( $P_3l$ )深灰色含植物根茎化石粘土岩。矿石自然类型主要为碳酸锰矿石,在近地表地带多为氧化锰矿石。

本区在中二叠世栖霞早期地壳逐渐沉降,海水由南向北大面积扩展,之后伴随着峨眉山地幔柱的抬升,受东吴运动的构造影响,中二叠世茅口期地壳区域性上升,其南北向的拉张作用造成整个华南地块发生规律性的裂解,出现很明显的沉积岩相分异(桑惕等,1986;朱洪发等,1989)。古

特提斯洋周缘的陆块均由沉积浅海碎屑岩到碳酸盐岩相地层,以碳酸岩台地相为主,古特提斯海域随着全面而强烈的裂陷,早二叠晚期至晚二叠早期是研究区裂陷和地块水平运动最强烈的时期(刘红军等,2001)。板内上拱引起的地壳差异升降导致裂陷槽的形成,在裂陷槽中形成大小不一的断陷盆地,处于较深水环境中,为成矿造就了独特的构造古地理格局。随着黔中裂陷槽盆地(I级)进一步裂解,形成了遵义次级裂谷盆地(II级)和水城次级裂谷盆地(II级),其中遵义次级裂谷盆地(II级)控制和形成了遵义锰矿成矿带,内部由3个III级断陷盆地(地堑)和2个III级隆起(地垒)和若干个IV级断陷盆地组成(图2)(刘志臣等,2018)。由于裂陷作用,使地壳同沉积断层垂向发育,沟通了来自深部壳幔源的无机成因天然气、锰、硅的气液,沿同沉积断层上升到次级断陷(地堑)盆地发生沉积成锰作用,3个III级断陷盆地分别控制形成了铜锣井-深溪、转龙庙-谢家坝、张家湾-兴隆、和尚场-五龙溪锰矿成矿亚带(刘志臣,2018)。

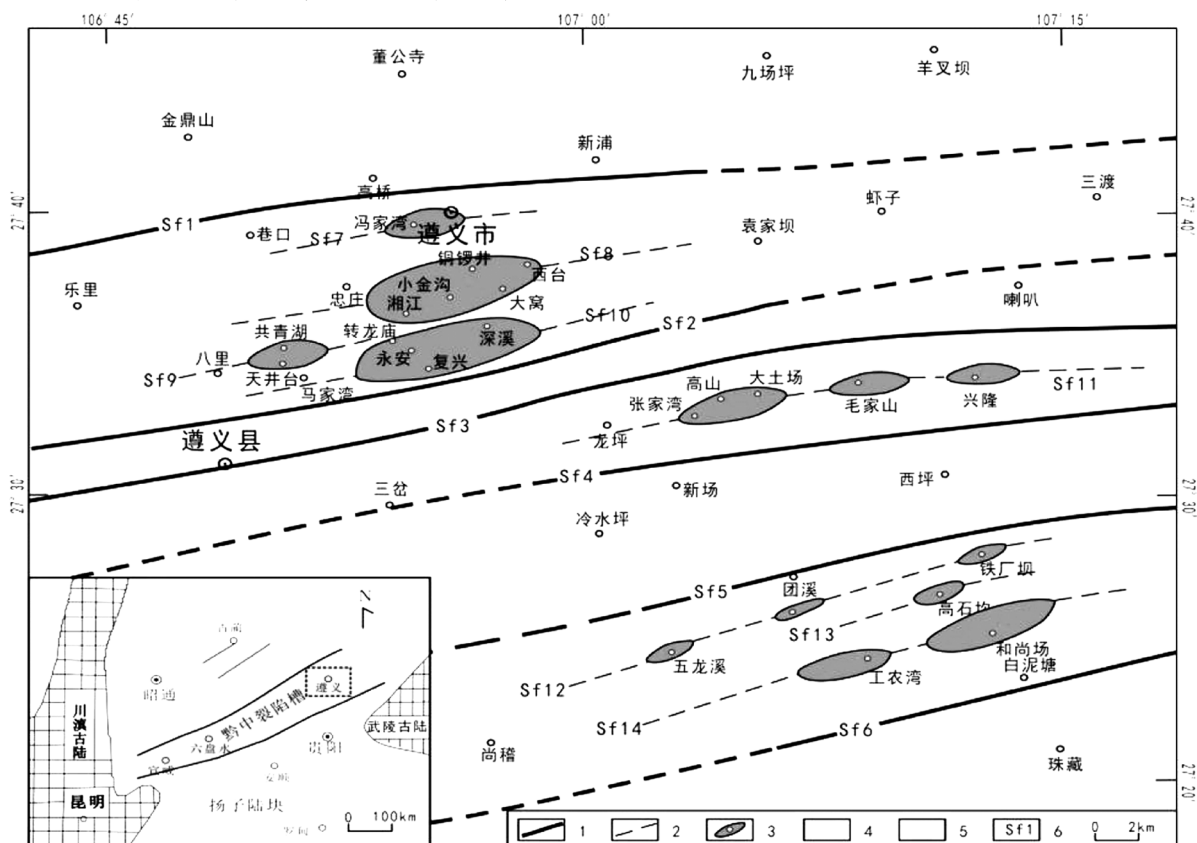


图2 遵义地区二叠晚期遵义裂谷盆地结构与构造古地理(据刘志臣等,2018,修编)

Fig. 2 Zunyi rift valley structure and tectonic-paleogeography of late Permian in Zunyi area

- 1—控制Ⅲ级断陷(地堑)盆地和隆起(地垒)的同沉积断裂;2—控制Ⅳ级断陷盆地的同沉积断裂;3—Ⅳ级断陷盆地及控制的矿床;
- 4—Ⅲ级断陷(地堑)盆地范围;5—Ⅲ级隆起(地垒)范围;6—同沉积断层编号

## 2 气液渗漏喷溢主要标志

遵义锰矿分布于由同沉积断裂控制形成的断陷盆地内,为受同沉积断裂控制的古天然气渗漏沉积型锰矿床(刘志臣等,2018),其形成过程为深部无机成因天然气与同源的锰质沿同沉积断层上升到断陷(地堑)盆地中,发生天然气渗漏喷溢沉积成锰而形成菱锰矿体。燕山和喜马拉雅运动之后,原生碳酸锰矿石和锰矿胚层岩石暴露地表,形成了氧化锰矿石。遵义锰矿主要有以下气液渗漏喷溢标志:

### 2.1 同沉积断层

研究区在同沉积断裂中发现带状展布的角砾状硅质岩、硅化岩的沉积岩相突变带(刘志臣等,2018),在断陷盆地中同沉积断裂位于断陷盆地中心的渗漏喷溢口及附近的中心相区,锰矿石特殊的喷溢沉积构造(如:斑杂状构造、变形纹理构造等)。

### 2.2 结构构造

喷溢口附近的锰矿石见软沉积变形纹理、斑杂状构造、角砾状构造,在锰矿层下部,矿石具微细纹层构造,中部见有搅动构造,在含矿岩系中下部的含锰粘土岩及岩土岩中见磨圆较好硅质角砾,显示在锰矿形成过程中,具有气液喷溢的特征(见图3)。另外,分布在Ⅲ级断陷盆地四周边缘的角砾状硅化岩,也表明在茅口晚期曾经发生过气液的强烈喷溢事件(刘志臣等,2018)。特别是底板炭硅质灰岩中见底劈构造和软沉积变形纹理,且炭质含量较高,可能为深部无机成因天然气喷溢形成;特别值得一提的是,黔东大塘坡锰矿中心相是出现被沥青充填的气泡状构造的菱锰矿石的关键标志(周琦等,2013),而遵义锰矿尚未发现沥青球,一方面是研究区古天然气喷溢规模没有大塘坡锰矿规模大,大多与锰反应后形成菱锰矿;另一方面是研究区断陷盆地水体深度没有大塘坡锰矿深,大部分天然气上升溢出水面,无大量残留在盆地中形成沥青球。

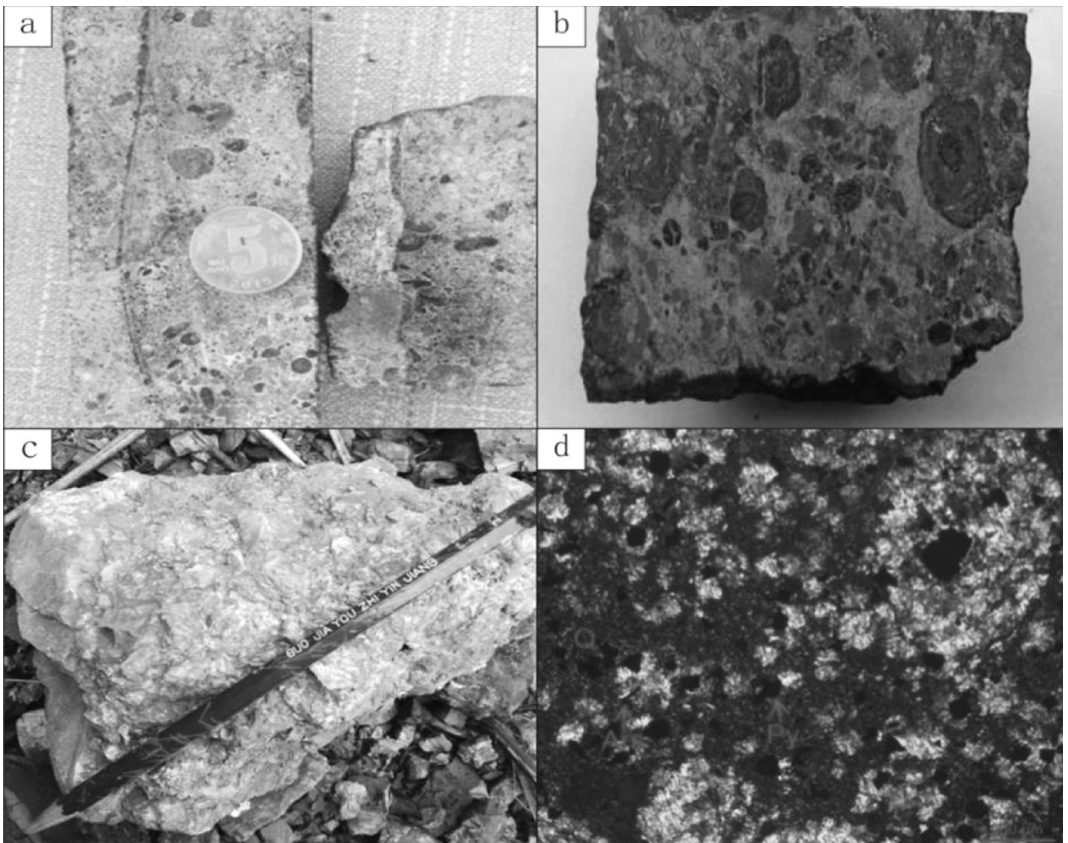


图3 遵义锰矿结构构造主要标志

Fig. 3 Main marks of structure of Zunyi manganese deposit

a—角砾状锰矿石;b—斑杂状构造锰矿石;c—角砾状硅化岩 d—锰矿石岩矿鉴定镜下图(Rds 菱锰矿、Q 石英、Py 黄铁矿)

### 2.3 稳定同位素

锰矿石的碳、氧同位素特征,其中, $\delta^{13}C_{PDB}$ 含量为 $-4.92‰\sim-16.3‰$ ,平均为 $-11.2‰$ ,明显负偏, $\delta^{18}O_{SMOW}$ 变化范围为 $21.8‰\sim 24.5‰$ ,证明锰质应来自深源(刘志臣等,2015),可证实二叠纪遵义锰矿的形成与海洋中天然气渗漏的背景密切相关,为古天然气沉积渗漏的产物。南华纪大塘坡锰矿床沉积菱锰矿具有明显的碳稳定同位素负偏移的特征,其 $\delta^{13}C_{PDB}$ 值在 $-8.14‰\sim-10.38‰$ 之间,菱锰矿中所含黄铁矿的硫同位素表现出明显的正偏移,具有异常高的正值(周琦等,2007)。

### 2.4 生物标志

黔中裂隙槽盆地内为较深水环境,沉积了含

硅质条带泥晶灰岩、硅质灰岩、硅质岩及锰质岩等,生物化石以放射虫、海绵骨针为代表,见菊石、海百合,与古代及现代气液喷溢口生物群类似(Bostrom K.,1983;Ohta S, Kim D.,2001)。黔中裂隙槽盆地之外及盆地内地垒位置以较纯的浅水泥晶灰岩、生物屑泥晶灰岩为主,生物化石以粗枝藻组合和蜓-有孔虫组合等为主(刘志臣,2018)。

### 3 气液渗漏喷溢口特征

在遵义锰矿的复兴、转龙庙、深溪、铜锣井等矿床中均发现了典型的气液渗漏喷溢沉积构造,通过对遵义市锰矿整装勘查区内所有钻孔原始资料整理、分析研究的基础上,结合大量的野外调查发现,本区喷溢口特征十分明显,具体特征如下:

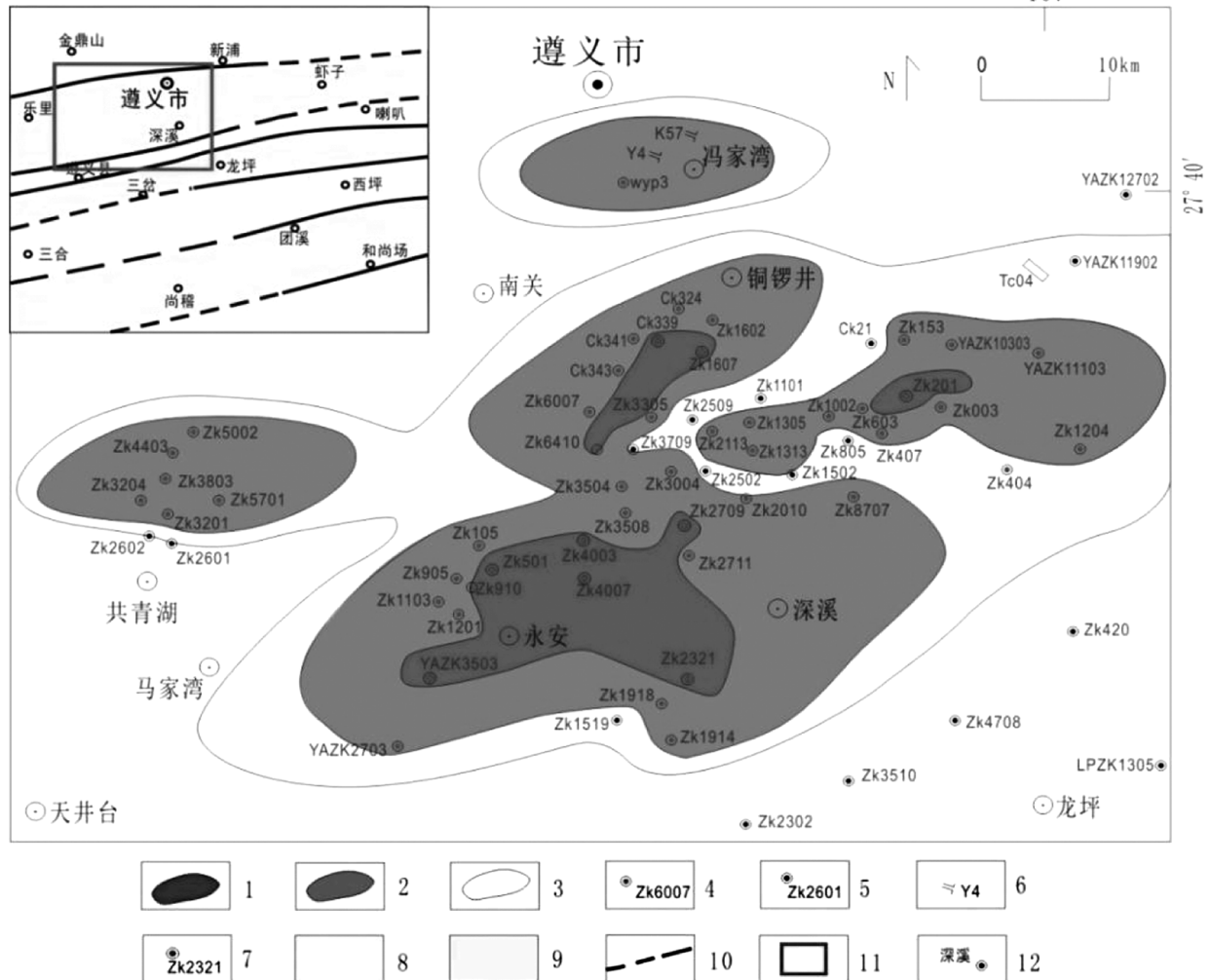


图4 遵义锰矿气液渗漏喷溢口群分布示意图

Fig.4 Diagram of gas-liquid seepage spouts of Zunyi manganese deposit

- 1—中心相;2—过渡相;3—边缘相;4—见矿钻孔;5—未见矿钻孔;6—坑道见矿点;7—见斑杂状、角砾构造锰矿钻孔;
- 8—地垒;9—地堑;10—控制Ⅲ级断陷(地堑)盆地同沉积断裂;11—遵义锰矿范围;12—地名

(1) 喷溢口中心锰矿石主要为软沉积变形纹理、角砾状、斑杂状构造。主要分布在复兴锰矿 ZK2321、永安锰矿区 YAZK3503、转龙庙锰矿区 ZK501、深溪锰矿区 ZK603 及 ZK201, 另外在铜锣井矿区 CK339 及 ZK1607 也有分布。形成了三个最重要的沉积成矿中心, 再加上共青湖及冯家湾, 遵义成锰盆地至少存在“三大两小”五个喷流口, 构成了罕见的喷溢口群(图 4)。喷流口长轴方向近水平展布, 目前遵义锰矿发现的主要锰矿床大多分布于这个区域, 其中包括著名的铜锣井及深溪大型锰矿床。

(2) 喷溢口中心与含矿岩系厚度中心及矿体厚度中心重合。通过对本区钻孔含矿岩系及矿体厚度的统计分析, 并绘制等值线图, 发现遵义成锰盆地含矿岩系厚度及矿体厚度统一存在五个厚度

中心, 分别位于永安-转龙庙、深溪-大窝、铜锣井、冯家湾及共青湖地区。空间分布位置与五个气液渗漏喷溢口位置完全重合(图 5)。其中 ZK501 及 ZK2321 为本区矿体厚度最大的两个钻孔, 矿体均大于 5 m。

(3) 遵义成锰盆地菱锰矿品位也存在五个高值区域(图 5c), 其空间分布位置与气液渗漏喷溢口位置完全重合, 喷溢口中心的 ZK2321、ZK501、ZK3501 分别达到了 28.68%、25.95%、33.33%, 对比可以发现, 气液渗漏喷溢口范围几乎与富锰建造范围一致。

(4) 含矿岩系中所夹的凝灰岩(绿泥石粘土岩), 也主要分布于五个气液渗漏喷溢口附近, 越靠近喷溢口厚度越厚, 向外逐渐减薄或尖灭。

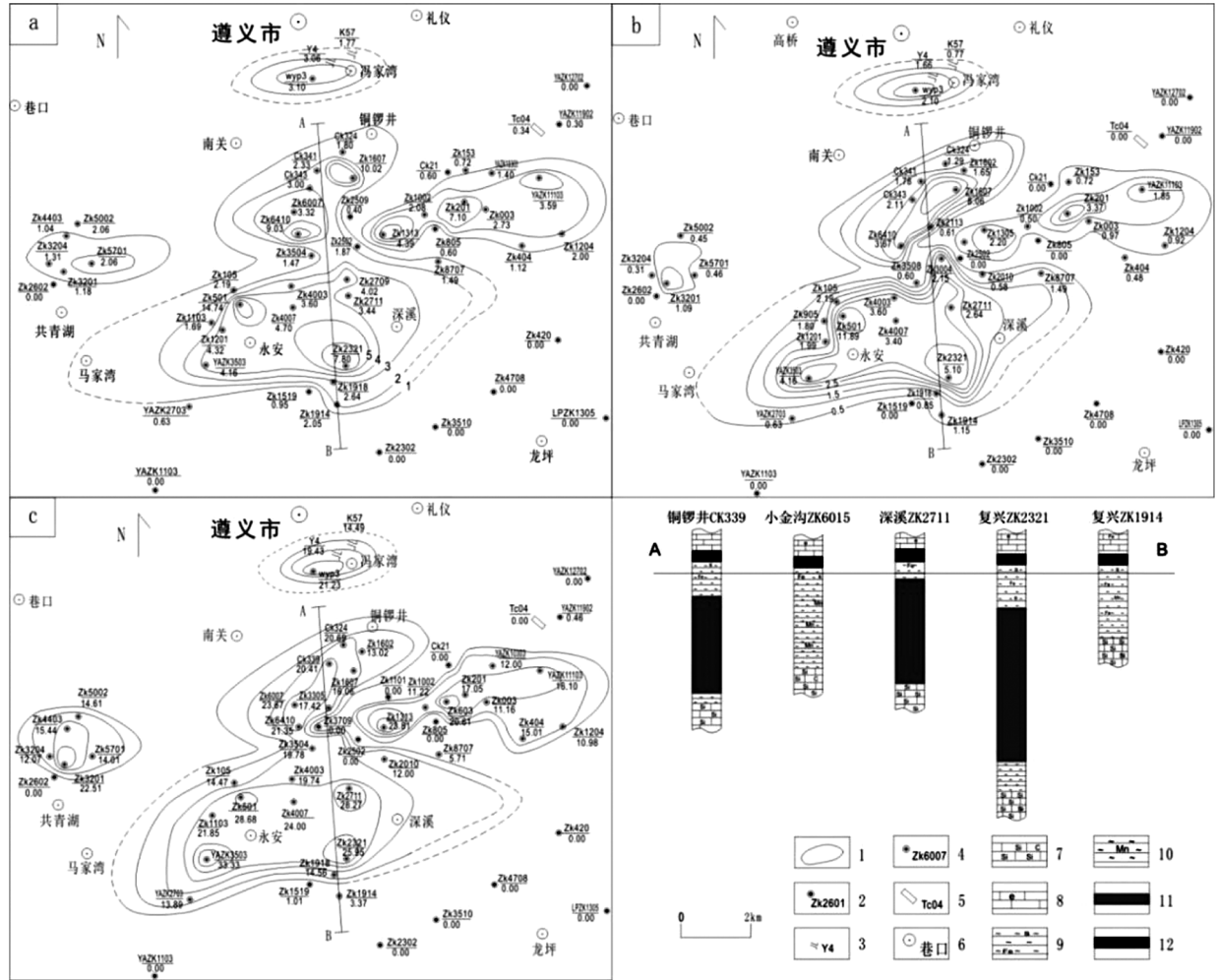


图 5 遵义锰矿含矿岩系、矿体及品位等值线图

Fig. 5 Contour map of ore-bearing rock series, orebody and grade of Zunyi manganese deposit

a-含锰岩系厚度等值线图;b-矿体厚度等值线图;c-矿体品位等值线图

- 1—等值线;2—为见矿钻孔;3—坑道;4—见矿钻孔;5—探槽;6—地名;7—硅质灰岩;8—生物灰岩;
- 9—含黄铁矿粘土岩;10—含锰粘土岩;11—锰矿层;12—煤层

## 4 渗漏喷溢口发现意义

(1)本区与南华纪古天然气渗漏沉积型锰矿床特征对比,认为贵州遵义二叠纪锰矿床类型属于“古天然气渗漏沉积型锰矿床”,遵义锰矿床是形成于由若干个气液渗漏喷溢沉积成矿子系统构成的沉积成矿系统,喷溢口群的发现为古天然气渗漏沉积成矿系统理论提供了最直接有力的证据。

(2)贵州遵义二叠纪锰矿成矿的气液渗漏喷溢口的发现,对遵义锰矿“内生外成”成因研究提供了宏观地质证据,为建立深部锰矿找矿预测模型提供了重要依据,为遵义锰矿深部找矿重大突破打下坚实的基础。

**致谢:**本文是贵州遵义锰矿国家整装勘查的综合研究成果之一。感谢贵州省地质矿产勘查开发局总工程师周琦研究员的指导;感谢贵州省地矿局102地质大队谯文浪、王劲松、崔忠强、戴文坤、骆红星、范耀宏、董圣伟和中国地质大学(武汉)颜佳新、陈蝶、刘珂、蔡家骅等为本文做出的贡献。

### [参考文献]

Bostrom K. 1983. Genesis of Ferromanganese Deposits - Diagnostic Criteria for Recent and Old Deposits [M]. New York: Plenum Press, 73-483.

程玛莉,魏怀瑞,刘坤,等. 2011. 贵州二叠系锰矿沉积特征及成矿时代探讨[J]. 贵州大学学报:自然科学版,28(1):53-58.

Elderfiel H, Schlitz A. 1996. Mid-ocean ridge hydrothermal fluxes and the chemical composition of the ocean[J]. *Annu Rev Earth Planet Sci*, (24):191-224.

Edmond J. M, von Damm K. 1983. Hot springs on the ocean floor [J]. *Sci. Am.*, (248):70-85.

贵州省地质矿产局. 1987. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社. 210-256.

韩忠华,潘家州. 2007. 浅析贵州二叠系锰矿与峨眉山玄武岩之关系[J]. 贵州地质,24(3):197-201.

刘红军. 2001. 扬子地块西缘古特提斯盆地演化与含锰建造盆特征[J]. 矿物岩石,21(3):109-117.

刘平,廖友常,殷科华,等. 2008. 与火山活动有关的热液沉积锰矿——以贵州二叠纪锰矿为例[J]. 中国地质,35(5):992-1006.

刘平,廖友常,韩忠华,等. 2005. 茅口晚期黔中台沟相锰矿地质特征及控矿条件[J]. 贵州地质,22(1):31-38.

刘志臣,张远国,陈登,等. 2013. 贵州遵义锰矿区“白泥塘层”硅质岩地球化学特征及其地质意义[J]. 矿物学报,33(4):665-670.

刘志臣,王聪,张远国,等. 2015. 贵州遵义锰矿床地球化学特征

及成因分析[J]. 矿物学报,35(4):481-488.

刘雨,周琦,袁良军,等. 2015. 黔东南大塘坡锰矿区古天然气渗漏喷溢口群发现及地质意义[J]. 贵州地质,32(4):250-255.

刘志臣,吴发刚,骆红星,等. 2016. CSAMT法在贵州遵义锰矿整装勘查中的运用[J]. 物探与化探,40(2):342-348.

刘志臣,颜佳新,陈登,等. 2016. 贵州遵义深溪大型隐伏锰矿床的发现及成因探讨[J]. 地质论评,62(s):217-218.

刘志臣,颜佳新,陈登,等. 2017. 贵州遵义锰矿国家整装勘查区地质找矿主要进展及潜力预测[J]. 贵州地质,34(2):63-70.

刘志臣,周琦,颜佳新,等. 2018. 二叠纪黔中裂陷槽遵义次级裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用[J]. 古地理学报,(已录用).

Ohta S, Kim D. 2001. Submersible observations at the hydrothermal vent communities on the Iheya Ridge, Mid Okinawa Trough, Japan [J]. *Journal of oceanography*, 57:663-677.

Rona P A. 1983. Hydrothermal Processes at Sea Floor Spreading Centers [M]. New York: Plenum Press, 1-98.

桑惕,王立亭,叶念曾. 1986. 贵州晚二叠世岩相古地理特征[J]. 贵州地质, (2):3-49.

陶平,杜昌乾,马荣,等. 2005. 贵州及邻区二叠系锰矿地质特征及成矿作用探讨[J]. 贵州地质,22(2):103-108.

杨瑞东,王伟,鲍森,等. 2007. 贵州水城-纳雍一带中二叠世茅口组顶部锰矿沉积及矿床成因分析[J]. 矿物岩石地球化学通报,26(s1):409-410.

杨瑞东,程玛莉,魏怀瑞. 2009. 贵州水城二叠系茅口组含锰岩系地质地球化学特征与锰矿成因分析. 大地构造与成矿学,32(4):613-619.

杨瑞东,程玛莉,高军波,等. 2018. 贵州二叠系茅口组顶部锰矿沉积特征及矿床成因研究. 地质学报,92(4):804-816.

朱洪发,秦德余,刘翠章. 论华南孤峰组和大隆组硅质岩成因、分布规律及其构造机制[J]. 石油实验地质,1989. (4):341-348.

周琦,杜远生,王家生,等. 2007a. 黔东南地区南华系大塘坡组冷泉碳酸盐岩及其意义[J]. 地球科学——中国地质大学学报,32(3):339-346.

周琦,杜远生,颜佳新,等. 贵州松桃大塘坡地区南华纪早期冷泉碳酸盐岩地球化学特征[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2007b. 32(6):845-852.

周琦,杜远生,覃英,等. 2007c. 贵州省松桃县大塘坡南华纪早期古天然气渗漏构造的发现及其地质意义[J]. 地球科学,32(增刊):33-40.

周琦,杜远生. 2012. 古天然气渗漏与锰矿成矿——以黔东南地区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[M]. 北京:地质出版社,1-120.

周琦,杜远生,覃英. 2013. 古天然气渗漏沉积型锰矿床成矿系统与成矿模式——以黔湘渝毗邻区南华纪“大塘坡式”锰矿为例[J]. 矿床地质,32(3):457-466.

周琦,杜远生,袁良军,等. 2016. 黔湘渝毗邻区南华纪武陵裂谷盆地结构及其对锰矿的控制作用[J]. 地球科学,41(2):177-188.