现 代 地 质
GEOSCIENCE
Journal of Graduate School, China University of Geosciences
第6卷 第1期 1992年3月
Vol. 6 No. 1 March 1992

湖南桃林与剥离断层有关的铅锌及萤石矿化作用

李先福

（武汉化工学院）

提 要 研究表明，湖南桃林铅-锌-萤石矿床是一个与第三纪剥离断层有关的热液充填型“（断）层状矿床”。从金属矿质的来源，到矿体规模和空间分布，以及成矿的物化条件等明显受剥离断层构造的控制。

关键词 剥离断层 碎裂糜棱岩 铅锌萤石矿化 湖南桃林

引 言

湖南桃林铅锌萤石矿床位于江南古陆（变质杂岩核）的中段北缘，是我国重要的锌铅矿产地之一。野外地质调查表明：矿区内主体构造为桃林剥离断层，呈北东—北东东方向展布，长约13km，宽数米至数百米，且从东向西分别切割幕阜山花岗岩基，元古代基底浅变质岩和晚白垩—老第三纪红色砂砾岩层。50年代初，原中南地质局405队沿着幕阜山（桃林）花岗岩体与围岩接触破碎带进行了大规模的普查勘探工作，发现了著名的桃林铅锌及萤石矿田[1]。自东向西分别由邱平坳、杜家冲、银孔山、上塘冲、官山和断山6个工业矿床组成，其中上塘冲和银孔山两矿体占总储量的60%以上（图1）。

本文利用当代地质构造分析在金属矿区应用的新理论和新方法[1,2,3]，从桃林矿床的金属矿质来源、矿体空间展布、矿化期次以及成矿物化条件等方面，来探讨铅锌、萤石矿化与伸展构造体制下的剥离断层之间的密切联系。

1 桃林剥离断层的构造解析

发育于幕阜山花岗杂岩核边缘的桃林含矿断裂带是由3条主要的分支剥离断层组成，且向深部（南）收敛成一近水平的大型犁式滑脱正断层（图1，2）。

收稿日期：1991年2月25日

1) 中南地质局405队，1956，湖南临湘县桃林铅锌矿床地质勘探报告。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.1 杜家冲—邱平坳剥离断层（D. F_1）

该剥离断层展布于桃林矿田东部眼球状花岗质糜棱岩（γ_{5m}）与绢云绿泥构造片岩（Ms）内，是杜家冲、邱平坳两矿床主矿体的赋存部位，总体走向近东西，倾向北，倾角 30°～55°（图 2C）。野外观察表明：D. F_1 由一套眼球状花岗质糜棱岩的破碎角砾岩组成，其角砾大小混杂，棱角明显，胶结物为含铅锌的硫化物、石英及萤石。

1.2 上塘冲—银孔山剥离断层（D. F_2）

此断层是桃林矿田最重要的 1 条含矿断层，自北东的忠防水库向南西延伸至银孔山、上塘冲矿区，并在花岗岩（γ_{5m}）与围岩（Pt）接触带部位与剥离断层 D. F_1 复合。根据上塘冲矿床井下观测，该控矿断层内部，从下到上可分为 5 个亚带（图 3）。

硅化带：覆盖于眼球状花岗质糜棱岩之上，厚数米至 20m。由灰白色致密块状的燧石和结晶细小的石英岩组成，其中偶见小的糜棱岩角砾及浸染状锌、铅、铜矿化，据此，推断其成因为碎粉的花岗质糜棱岩经强烈的硅化而成。

构造角砾岩带：由绢绿构造片岩及花岗质糜棱岩破碎角砾组成，角砾一般大小 30～50 cm，其胶结物为硫化物、石英及萤石（图 4—1）破裂隙内白色充填物。

碎裂岩带：由厘米级绢云绿泥构造片岩的大小混杂的角砾组成，胶结物为金属矿物及萤石，此带是该矿床工业矿体最主要的赋存部位（图 4—2）。

网状裂隙带：构造片岩碎裂呈网脉状，脉状，但其片理产状基本保持了原空间位态。此带岩石的碎裂特点决定了它发育有网脉状矿化（图 4—3，4）。

碎粉岩带：位于剥离断层顶板，由绢绿构造片岩强烈辗碎而成，其内部及再向上的岩石中具极弱的细脉浸染型矿化。

1.3 断山—官山剥离断层（D. F_3）

位于矿田西部，自大崇山向南西（深部）延伸，至官山、断山一带与剥离断层 D. F_1，D. F_2 复

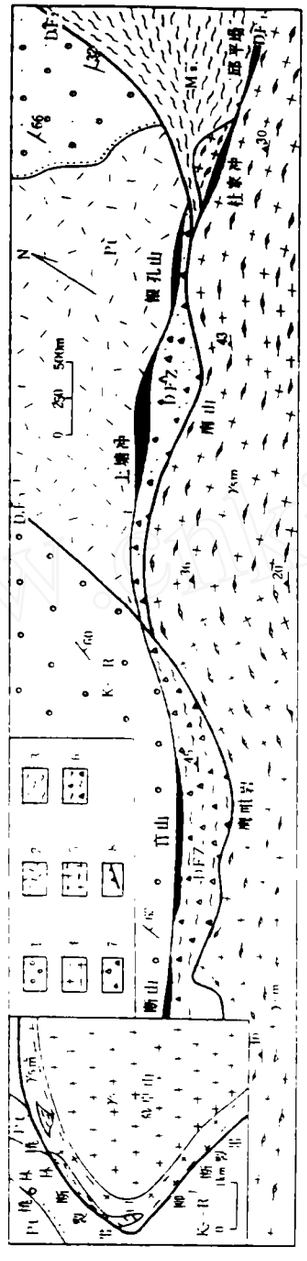


图 1 湖南桃林矿田地质构造简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Taolin ore area of Hunan

1—上白垩-下白垩系红色砂砾岩（K_2-E）；2—元古界冷家溪群基底浅变质岩（Pt）；3—构造片岩（Ms）；4—燕山期块状花岗岩（γ_5）；5—眼球状花岗质糜棱岩；6—碎裂的构造片岩；7—碎裂的花岗质糜棱岩和构造角砾岩；8—剥离断层（D. F）

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

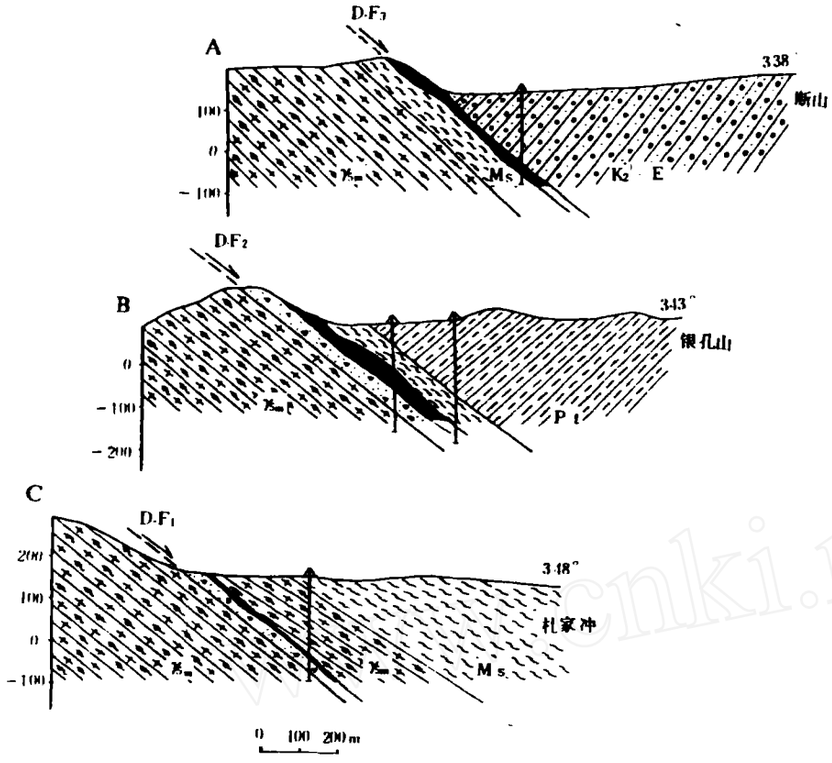


图 2　桃林各矿床地质构造剖面图

Fig. 2　Structural cross section of three deposits of Taolin

示发育在不同层位的 3 条剥离断层，分别控制 3 种类型的矿体：

断山式——A 剖面；上塘冲式——B 剖面；杜家冲式——C 剖面。图例同图 1

合。在平面上也呈一凹面向北西的犁式正断层；在剖面上（图 2A），D. F_3 的下盘为绢绿构造片岩，上盘为晚白垩—老第三纪红色砂砾岩层。由于受一系列多米诺式正断层切割，因此，造成 K_2－E 红层呈抬斜断块式倾斜。断层带由上、下盘围岩角砾组成，铅锌硫化物及萤石矿脉先后充填于角砾间裂隙中。

2　与剥离断层有关的矿化作用

2.1　金属矿质来源

据王育民等[4]的测试数据(表 1)，剥离断层带内构造片岩和眼球状花岗质糜棱岩中 Pb，Zn，Cu 含量比同类未变形岩石冷家溪群板岩和块状花岗岩的平均含量少得多。尤其是元古代基底板岩经糜棱岩化后，金属含量明显亏损，表明桃林铅锌矿床的金属矿质是来自剥离断层滑脱带糜棱状岩石，特别是绢绿构造片岩。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

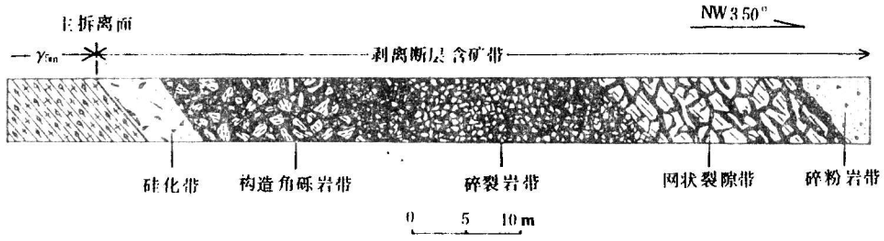


图 3 剥离断层内部结构分带示意图

Fig. 3 Sketch map of textural zoning in denudational fault of Taolin Shangtangchong deposit

(上塘冲矿床 160 m 中段 7 号穿脉)

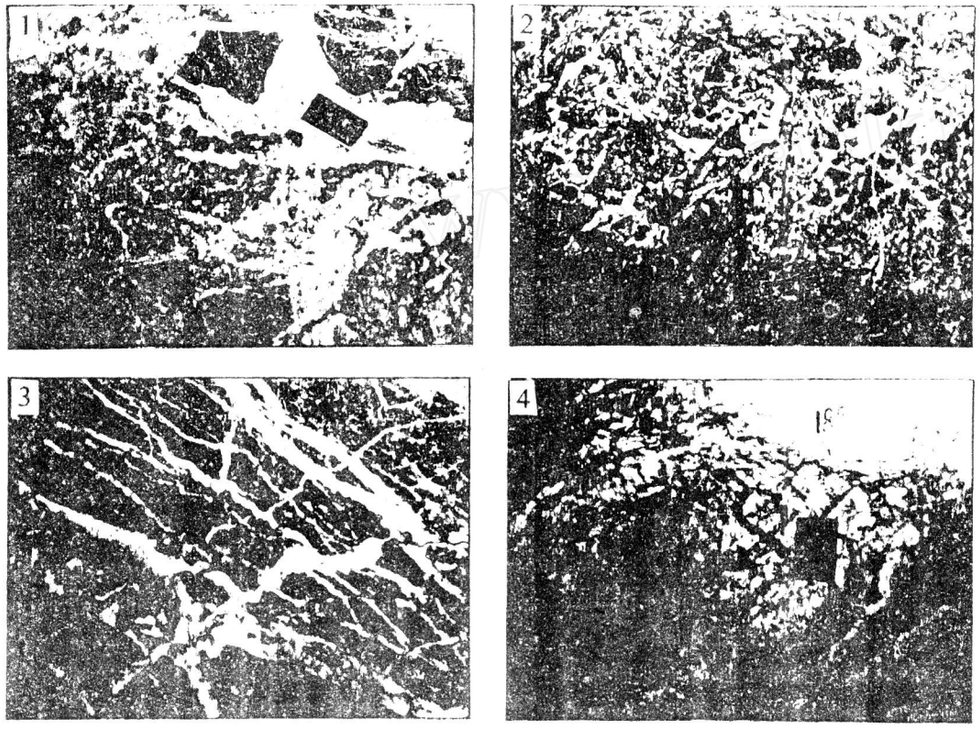


图 4 桃林剥离断层破碎带的矿化特点

Fig. 4 Mineralization characteristics in denudational fault of Shangtangchong

黑色——绢绿构造片岩角砾；白色——铅锌矿及萤石；上塘冲矿床 160m 中段

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　桃林矿床各构造单元岩石中金属含量对比表（单位：ppm）

Table 1　Comparison of metal elements abundance in the rock of different structural units of Taolin deposits

构造单元 / 金属元素	剥离断层下盘块状花岗岩 (γ_3)	剥离断层韧性剪切滑脱带		剥离断层上盘基底浅变质岩 (Pt)
		花岗质糜棱岩 (γ_{3m})	绢绿构造片岩 (Ms)	
Cu	9.0	6.7	18.0	100.0
Pb	25.0	19.0	20.0	134.0
Zn	63.2	57.0	5.0	63.0

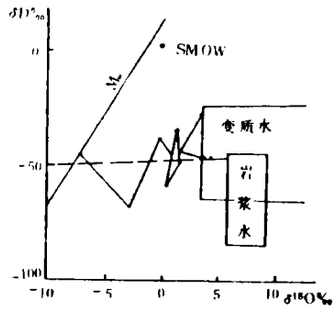


图 5　桃林矿区成矿溶液之 δD—δ_{18}D 关系图

Fig. 5　Relationship map of δD and δ_{18}O mineralization liquor of Taolin deposits (from Wang yumin et al., 1988)

2.2　含矿热液性质

据矿脉中石英、方解石等矿物内液体包裹体 δD 与 $\delta^{18}O$ 的测试结果（图 4），桃林矿床的含矿热液主要是来源于大气降水，其次为变质水。此研究表明：剥离断层上盘极发育的、通达地表的脆性断裂系为地表水向下运移、循环提供了良好条件，而剥离断层下盘岩石的糜棱岩化及退变质作用提供的小部分热液，也参与成矿作用。

2.3　矿体规模及其空间分布型式

桃林矿田现已查明的工业矿化是产在 3 条剥离断层带内碎裂的糜棱岩中（图 2），根据其赋存部位（层位）的不同，我们将 6 个在平面上呈串珠状展布的主矿体分为 3 类：杜家冲式、上塘冲式和断山式，其形态特征对比于表 2。此外，每一容矿剥离断层从下盘到含矿角砾岩带再到上盘的矿化特征，也明显地与断层带及附近岩石的碎裂岩化和扩容作用有关（表 3）。总之通过上述讨论，不难发现：

表 2　桃林矿床 3 类主矿体地质特征对比简表

Table 2　Comparison of geological characteristics in three kinds of main orebody of Taoli.. ore area

矿体类型 / 地质特征	容矿构造	代表矿床	矿体顶盘岩性 / 矿体底盘岩性	容矿岩性	矿体形状	矿体规模（占总储量百分比）	矿体侧伏方向
断山式	断山—官山剥离断层 ($D.F_3$)	断山矿床 官山矿床	红色砂砾岩 / 绢绿构造片岩	砂砾岩和构造片岩碎裂岩	似层状—扁透镜状	20%	北西西
上塘冲式	上塘冲—银孔山剥离断层 ($D.F_2$)	上塘冲矿床 银孔山矿床	绢绿构造片岩 / 眼球状糜棱岩	碎裂的构造片岩及糜棱岩	似层状—板岩	70%	北西西
杜家冲式	杜家冲—邱平坳剥离断层 ($D.F_1$)	杜家冲矿床 邱平坳矿床	眼球状糜棱岩 / 眼球状糜棱岩	碎裂的花岗质糜棱岩	扁透镜状	10%	北西西

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3　上塘冲剥离断层内各带矿化特征对比

Table 3　Comparison of mineralization characteristics of different texture—zoning in denudational faults of Shangtangchong

构造分带	下拆离盘	剥离断层含矿带						上拆离盘
		主滑脱面	硅化带	构造角砾岩带	碎裂岩带	网状裂隙带	碎粉岩带	
矿化类型	微脉状		浸染状	角砾状为主，脉状，网脉状	角砾状	网脉状，脉状，角砾状	浸染状	微脉状
矿石构造			浸染状	角砾状为主	角砾状	网脉状为主	浸染状	
矿化强度	极弱		弱	强	最强	强	弱	极弱

（1）桃林矿田铅—锌—萤石主矿化只发生在剥离断层主滑脱面之上碎裂岩带内，因而，矿体形态、产状及矿石构造、矿化类型等明显地受其控制。

（2）由于 3 条重要的含矿剥离断层大致沿北东—北东东方向发育，并且自东向西逐渐切入更高层位。因此，本矿田 3 种类型的工业矿体在空间上表现出“左行斜列”的分布型式；根据断层下拆离盘拉伸线理（定向的黑云母、条带状石英及长石眼球体等）的统计资料，该断层拆离方向为北西西 285°。因此，3 类矿体也均表现为北西西方向侧伏。

2.4　矿物组合及其空间分布

与剥离断层有关的桃林矿床最重要的矿石矿物为闪锌矿、方铅矿、萤石、黄铜矿，常见的脉石矿物为石英、重晶石、黄铁矿、绿泥石，次生矿物有白铅矿、铅矾、孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿、赤铁矿等。它们相对于剥离断层的空间分布位置见表 4。矿田内最具特征性的矿物组合的分布见表 5。由此可见：

表 4　湖南桃林与剥离断层有关的矿床矿物组合及其空间分布

Table 4　Mineral association and its spatial distribution over the area of Hunan Taolin associated with denudational fault

位置		矿物组合
断层上盘	剥离断层之上及两侧	孔雀石＋蓝铜矿＋赤铁矿＋铅矾＋石英
	多米诺式正断层	褐铁矿＋石英±黄铁矿＋重晶石±萤石±次生矿物
	蚀变、交代的糜棱状岩石	石英＋重晶石＋萤石＋绿泥石＋黄铁矿±方铅矿±闪锌矿±黄铜矿
	剥离断层碎裂岩带	闪锌矿＋方铅矿＋萤石＋重晶石＋黄铁矿±黄铜矿＋石英＋绿泥石
断层下盘	蚀变、交代的糜棱状岩石	绿泥石＋黄铁矿＋黄铜矿＋闪锌矿＋方铅矿±萤石＋石英±铜的氧化物±重晶石
	眼球状花岗质糜棱岩层	绿泥石＋石英＋黄铁矿±黄铜矿±萤石±重晶石

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 5　湖南桃林矿田特征性矿物组合的纵向分布

Table 5　Typical mineral association and its distribution from west to east of Taolin deposits, Hunan

位　置	矿物组合
矿田西部盲山、断山矿床	方铅矿－闪锌矿－重晶石－石英
矿田中部银孔山、上塘冲矿床	闪锌矿－方铅矿－萤石－石英
矿田东部邱平坳、杜家冲矿床	方铅矿－闪锌矿－石英

（1）剥离断层碎裂岩带是一重要的氧化－还原界面（两种性质的流体混合地带），其上出现大量的重晶石（$BaSO_4$ 中 S^{+6}）、铜铅氧化物及铁帽等，表明含矿热液具氧化性质；而其下岩石中绿泥石（具 Fe^{2+}）、黄铁矿增多，反映成矿热液具还原性质。

（2）在矿田从东向西分布的 3 类主矿体中，具有 3 种代表性矿物组合，说明桃林矿田的矿化先后顺序，可能是从东（杜家冲式矿体中相对富集铅、锌、铜）到西（断山式矿体中重晶石大量发育），这也许与控制它们的 3 条剥离断层发育的先后有关。

2.5　矿化的多期性

根据桃林工业矿体的矿石结构构造、矿物共生组合及矿脉间的穿插关系，可将本区矿化初步分为 3 期（图 6）。

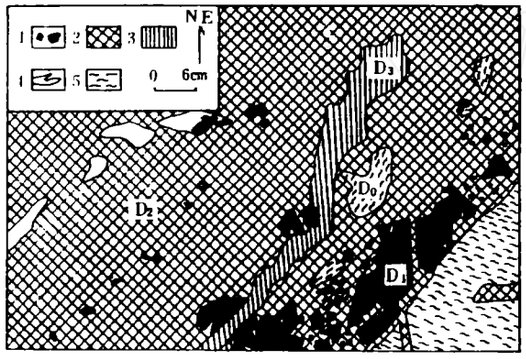


图 6　示桃林矿床 3 期矿化特征（据图 4－4 照片局部放大）

Fig. 6　The three stage mineralization characteristics in Taolin deposits (from Fig. 4－4)

1－方铅矿、闪锌矿；2－萤石脉；3－重晶石脉；4－石英脉；5－绢绿构造片岩角砾

D_0：块状花岗岩和冷家溪群浅变质岩经断层的韧性剪切变形形成花岗质糜棱片麻岩和构造片岩，其中黑云母矿物多退变质成绿泥石。

D_1：糜棱状岩石脆性破裂呈大小不等的角砾，含铜、铅、锌的矿脉充填于裂隙空间。

D_2：铅锌铜矿石再次破裂，被萤石矿脉胶结，因此，野外常见闪锌矿、方铅矿等呈角砾状散布于萤石脉两侧。

D_3：大量的重晶石脉切割、穿插铅－锌－萤石矿脉。

上述多期矿化特征表明：

（1）深部糜棱状岩石经历了一个由还原水溶液到上部脆性破裂带氧化水溶液分界面的过程，这一物化条件突变带很可能是造成成矿物质沉淀的重要原因。

（2）剥离断层作用造成其附近岩石破裂，并为矿液沉淀提供了极有利场所。当上拆离盘向下持续滑动时，近水平的氧化－还原界面也可能以同样的速率下移，这就可在主滑脱面之上连续发生矿化，形成诸如上塘冲式大矿体。

（3）断层带内多期变形结构及成矿物质沉淀、富集特征表明矿化显然与剥离断层作用

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

是同构造期的。

2.6 异常地热梯度

据已有的包体测温资料，桃林矿床的成矿温度为 130～380℃，如果矿体上盘上白垩－下第三系红层厚度按 600～200 m 计算，则成矿时地热梯度高达 120℃/km。这是由于剥离断层作用把下盘“热”的岩块拆离到地表与上盘“冷”的岩块并置在一起形成的。正是因有异常地热梯度驱动，流体才得以运移、循环，从而在上拆离盘中形成一个与大气降水相连通的氧化热液循环系统；而下盘具还原性质的流体，在断层带碎粉岩遮挡下形成一个还原环境的热液系统。通过两系统的循环，分散在滑脱带内绢绿构造片岩和花岗质糜棱岩（矿源层）中的金属 Pb，Zn 被活化，并随之迁移。因此，在断层破碎带两个系统的混合地带促使成矿物质的沉淀富集。

3 讨论与结语

湖南桃林地区元古代末形成冷家溪群浅变质岩基底后，燕山期发生了大规模的幕阜山花岗岩浆侵入，至晚白垩—早第三纪又发育了一套陆相红色砂砾岩沉积盖层，基底岩石和花岗岩为桃林矿床提供了物质条件。早第三纪以来，本区地壳又发生了一次重要的伸展作用，表现为桃林剥离断层的发育及铅锌、萤石的矿化作用。据初步研究，该矿化主要受先后发生的 3 条剥离断层控制（图 7）。

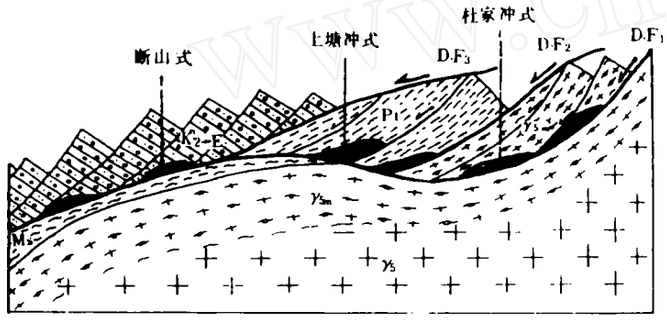


图 7 桃林矿床剥离断层控矿模式

Fig. 7 The ore—controling model of denudational faults in the lead-zinc-fluorite deposits of Taolin

K_2—E——红色砂砾岩；Pt——冷家溪群基底浅变质岩；γ_5——燕山期块状花岗岩；γ_{5m}——眼球状花岗质糜棱岩；Ms——构造片岩；D. F——控矿剥离断层

开始是切入花岗岩内的杜家冲—邱平坳剥离断层（D. F_1）的发育，从而在断层破裂扩容带内两种性质的流体混合地带，形成沿 D. F_1 展布，总体形态为“似层状”，并以角砾状、网脉状矿化为特征的杜家冲式工业矿体。随着重力均衡调节作用，断层面逐渐上弯，因而，在 D. F_1 上盘相继发生了上塘冲—银孔山剥离断层（D. F_2），断山—官山剥离断层(D. F_3)和成矿作用，形成上塘冲式和断山式矿体。

剥离断层对成矿的控制作用是由其所处的构造体制和本身特点所决定的。目前，国内外许多大型金属矿床的形成都与它有密切的联系[5]。因此，对它的研究，特别是在大比例尺

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成矿预测和矿产勘查中具有重要的理论和实践意义。

本文在成文过程中，曾得到付昭仁副教授、宋鸿林教授、单文琅教授和李紫金教授等的指导；陈彰瑞、崔南方、石和彬、余研等同志及桃林矿床地测处亦给予了很大帮助，谨致谢意。

参 考 文 献

1 宋鸿林等. 剥离断层、板块内近水平的剪切带与伸展构造. 地球科学，1987，12 (5)

2 Spencer J E, Welty J W. Possible controls of base—and precious—metal mineralization associated with Tertiary detachment faults in the lower Colorado River trough, Arizona and California. Geology, 1986, 14 (5): 195～198

3 小J·威尔金斯等著. 李春明译. 与滑脱断层有关的矿化模式. 国外地质科技，1988，(2)：69～77

4 王育民等. 湖南铅锌矿地质. 北京：地质出版社，1988

5 李先福. 剥离断层及其热液成矿作用. 地质与勘探，1991，27 (1)

LEAD—ZINC—FLUORITE MINERALIZATION ASSOCIATED WITH DENUDATIONAL FAULTS IN TAOLIN ORE AREA, HUNAN

Li Xianfu

(*Wuhan Institute of Chemical Technology*)

Abstract

Based on the latest structural study of Hunan Taolin ore, we have proved that the Lead-Zinc-fluorite deposit is a "layered deposit" associated with Eogene denudational faults. While the source of useful metals, the scale and distribution of the orebody, the mineral association and zoning, the mineralization sequence, the ore structural and physico-chemical conditions, etc., all of these have been demonstrated to be controled by the characteristics of the denudational faults in the background of the extentional structure.

Key words: denudational faults, cataclastic mylonite, Lead-Zinc-fluorite mineralization, Taolin, Hunan Province

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net