



焦家金矿床深部矿体地质特征及深部成矿预测

鲍中义, 钮涛, 高书剑, 孙瑞刚, 李树统

(山东省第六地质矿产勘查院, 山东 招远 265400)

摘要:焦家金矿床位于焦家断裂带中段, 属典型的“焦家式”金矿, 截至2008年底焦家金矿床累计探获资源储量234 564 kg。该文通过对深部矿体地质特征论述, 并与中浅部矿体进行对比, 总结深部成矿规律, 利用焦家断裂控制的矿体具有等距斜列、尖灭再现规律, 对深部矿体进行了预测。

关键词:金矿; 地质特征; 断裂带; 成矿预测; 矿体深部; 焦家金矿床; 山东莱州

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

0 引言

焦家断裂带已探明特大型金矿床3处, 大中型矿床7处, 各矿床均受控于该断裂。焦家深部详查是山东省第六地质矿产勘查院自筹资金, 独立完成的深部找矿项目, 是继寺庄金矿后, 探获的又一特大型金矿。

矿区位于莱州市东北28 km处, 属莱州市金城镇管辖。北起64线, 南至176线, 南北长约1 400 m, 位于焦家金矿床深部, 标高在-400~-1 400 m (图1)。焦家详查区共圈出4个矿体群89个矿体, 矿床共探获资源量: 矿石量2 920.45万t, 金金属量105 t。I号主矿体是详查工作的重点, 详查区内共施工钻孔69个, 见矿钻孔62个, 见矿率90%。该文通过对I号主矿体进行了深浅部对比, 总结了焦家带成矿规律, 为今后深部找矿提供了理论指导。

1 主要矿体地质特征

矿床位于焦家断裂带的中段, 区内第四系广泛分布, 以主裂面为界, 东侧为玲珑超单元二长花岗岩和郭家岭超单元斑状花岗闪长岩, 西侧为马连庄超单元变辉长岩^[1]。

1.1 I号矿体地质特征

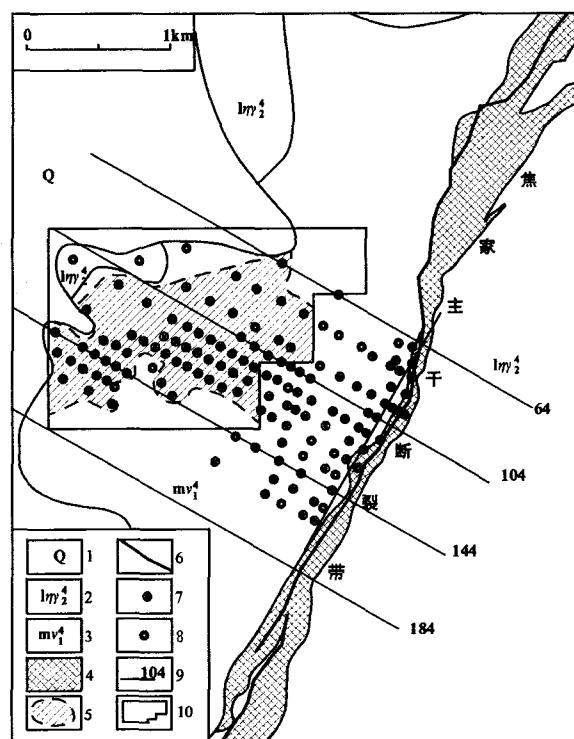


图1 焦家金矿床地质简图

1—第四系; 2—玲珑超单元二长花岗岩; 3—马连庄超单元变辉长岩; 4—蚀变带; 5—I号主矿体位置; 6—主裂面; 7—见矿钻孔; 8—未见矿钻孔; 9—勘探线及编号; 10—深部详查区范围

将紧靠主裂面之下(局部之上)的黄铁绢英岩化碎裂岩带和黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带内控制的矿体

收稿日期: 2009-02-17; 修订日期: 2010-01-05; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 鲍中义(1979—), 男, 山东招远人, 助理工程师, 主要从事地质勘查工作; E-mail: gybzy2005@126.com。

①山东省第六地质矿产勘查院, 山东省莱州市焦家金矿床深部详查报告, 2008年。

划为I号矿体群。I号矿体是矿床的主矿体,其资源储量占总量的79%。

I号矿体最大走向长1160 m,平均854 m;最大倾斜长2470 m,平均1591 m。深部矿体(由54个钻孔控制)最大走向长960 m,平均750 m;最大倾斜长1370 m,平均870 m。最大控制垂深1120 m,最低见矿工程标高为-1080 m。矿体呈似层状、大脉状,具分枝复合、膨胀夹缩和无矿天窗等特点,产状与主裂面基本一致,走向30°,倾向NW,深部矿体倾角在16°~30°间变化。-850 m标高以下倾角逐渐变缓,由30°左右变至缓处(112ZK₆₀₄的-960 m)的16°,矿体厚大部位位于由陡变缓转折点下部,即倾角较缓部位(144,152线)。

矿体北东侧(76线以北)已基本尖灭,148线以北向深部也已基本尖灭,148—184线走向长540 m范围向深部仍具延续趋势。

1.1.1 矿体厚度及变化

矿体单工程厚0.91~37.82 m,平均10.95 m,厚度变化系数78%,属厚度稳定型矿体^[2]。

对54个见矿钻孔的矿体厚度频率进行了统计,1~6 m的占33.33%,6~16 m的占48.15%,16~26 m的占14.81%,大于26 m的占3.70%,6~26 m的占62.96%。从厚度频率上看,I号矿体属厚度较大的矿体。

1.1.2 矿体品位及变化

矿体单工程品位 $(1.01\sim11.97)\times10^{-6}$,特高品位处理前的平均品位为 4.27×10^{-6} ,处理后的平均品位为 3.74×10^{-6} ,特高品位处理前、后的品位变化系数分别为189%和116%,属有用组分分布不均匀型矿体和有用组分分布较均匀型矿体。

圈入矿体的品位大于 1.00×10^{-6} 样品共460件,在 $(1.00\sim110.04)\times10^{-6}$ 范围内变化,变化系数为189%。经统计计算,低于 4.00×10^{-6} 的样品频率为70.22%, $(4.00\sim16.00)\times10^{-6}$ 的样品频率为26.30%, $(16.00\sim26.00)\times10^{-6}$ 的样品频率为2.61%,大于 30.00×10^{-6} 的样品频率为0.87%, $(1.00\sim10.00)\times10^{-6}$ 的样品频率为90.00%^[3]。从上述频率值可以看出,矿体以低品位矿石为主,这与其平均品位 4.27×10^{-6} 是相符的。

1.1.3 深部矿体厚度与品位关系

高品位样品均分布在厚度较大的部位,矿体厚度较小的工程中也少有高品位样品,通过单工程矿

体品位厚度相关性分析,其相关系数为0.46,说明品位厚度呈正相关关系。

1.1.4 深部与浅部主矿体特征对比

(1)矿体产状对比。中浅部矿体倾角30°~70°,其中112线以北,-250 m标高以上地段为40°~70°,并呈自上而下由陡变缓趋势;深部矿体倾角16°~30°,-850 m标高以下倾角逐渐变缓,自上而下也呈由陡变缓趋势。

(2)矿体的厚度对比。浅部矿体平均厚度5.5 m,厚度变化系数为103%,属较稳定型矿体,深部矿体平均厚度10.95,厚度变化系数78%,属厚度稳定型矿体。浅部与深部厚度之比为1:1.99,深部较浅部明显增厚且矿体趋于稳定。

(3)矿体的品位对比。中浅部矿体平均品位 6.18×10^{-6} ,品位变化系数为205%,深部矿体平均品位 3.74×10^{-6} ,品位变化系数为189%,均属有用组分分布不均匀型矿体,但仍能看出,由浅而深品位变化程度由大到小。

1.2 矿石的组成

1.2.1 矿石矿物成分

根据宏观、微观观测,矿石矿物成分由金属矿物、非金属矿物组成,其中金属矿物主要有自然金和金属硫化物,金属硫化物以黄铁矿为主,黄铜矿、方铅矿、闪锌矿次之,磁黄铁矿等少量,其含量在1%~5%之间变化,最高达10%;非金属矿物主要有石英、绢云母、长石等。

矿石矿物按共生组合及生成关系,可划分为3个矿物共生组合。原生残留矿物:斜长石、钾长石、石英及绢云母等;蚀变矿物:绢云母、微粒石英、钾长石、碳酸盐岩类矿物、绿泥石及黄铁矿等;热液矿物:黄铁矿、石英、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、绢云母及银金矿等。

1.2.2 金矿物特征及赋存形式

(1)成色。金矿物成色为726.60~903.40,平均826.80;自然金成色802.60~903.40,平均847.30;银金矿成色726.60~798.50,平均776.80。依据其质量分数值,其中自然金71%,银金矿29%。自然金中Au:Ag为5.92:1;银金矿中Au:Ag为4.01:1。自然金和银金矿总的Au:Ag为5.24:1。

金矿物成色较高,反映其成矿深度较深、成矿温度为中偏高,从矿石微观观察结果可看出,金矿物绝大部分集中在一个成矿阶段内,从均方差41.74,偏

离系数-0.28来看,金矿物成色相差较小,反映出金矿物在生成时间上较接近、成矿阶段较单一。

(2)粒度与形态。深部金矿物粒度以细粒、微粒为主,中粒级少量,粗粒、巨粒级无。金矿物形态以角粒状为主、麦粒状、枝叉状、长角粒状、浑圆粒状次之,尖角粒状、针状、片状少量。

(3)赋存形式。金的赋存以晶隙金为主,其次为包体金,裂隙金少量。其中晶隙金为73.66%,裂隙金3.72%,包体金22.62%。矿床深部与中浅部相比,晶隙金比例大致相当,包体金含量有所增加,而裂隙金含量有所减少,但整体上无显著差异。

1.2.3 矿石组构

常见的矿石结构以晶粒状结构为主,其次有碎裂结构、填隙结构、包含结构、交代残余结构、交代假象结构、文象结构和乳滴状结构等。矿石以浸染状、脉状、细脉浸染状以及斑点状构造为主,其次为角砾状及交错脉状构造。

1.3 成矿作用及成矿阶段划分

在构造热液期内,成矿是多阶段的,根据控矿构造和热液脉体的相互关系及其与金的成矿关系,将热液成矿期划分为4个阶段:①黄铁矿-石英阶段;②金-石英-黄铁矿阶段;③金-石英-多金属硫化物阶段;④石英-碳酸盐阶段,该矿化阶段因构造活动微弱及热液已大部分上升,蚀变矿化作用进入尾声。第三阶段为主要成矿阶段,成矿热液沿着启开或新生断裂裂隙上升,矿化作用主要发生于主裂面之下的黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带内和黄铁绢英岩化碎裂岩带内,其次发生于黄铁绢英岩化花岗岩带内。黄铁绢英岩化碎裂岩带内矿化作用方式以交代为主、充填为次;黄铁绢英岩化花岗岩带内则以充填方式为主。多金属硫化物在黄铁绢英岩化碎裂岩内主要呈细粒浸染状分布,在黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带内主要以细脉浸染状、细脉短脉状分布,在黄铁绢英岩化花岗岩带内主要以脉状分布。第四阶段构造活动持续时间长,矿液组分沉淀充分。

1.4 矿石类型

矿石自然类型全部为原生矿石。依据矿石物质成分、结构构造、矿物组合特征、蚀变碎裂程度等因素,将原生矿石划分为3个成因类型。

(1)细粒浸染状黄铁绢英岩化碎裂岩型。矿石呈灰绿—灰黑色,其原岩多为黄铁绢英岩,受应力作

用发生破碎,再经受后期蚀变矿化作用,形成碎裂结构、碎斑结构,并伴以填隙、包含结构,以细粒(黄铁矿)浸染状、稠密浸染状构造为主。脉石矿物主要是石英与绢云母,少量方解石;金属矿物以黄铁矿为主,含少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿。是多期次蚀变矿化作用产物。对I号主矿体各矿石类型所占比例进行了统计,其结果该类型占35.4%。

(2)浸染状-细脉状-脉状黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩型。矿石呈灰白色、灰色、淡肉红色,变余碎裂结构,斑杂状构造,黄铁矿呈细粒浸染状与硅化石英呈细脉状、脉状分布,构成细脉浸染状、脉状构造。脉石矿物以石英、长石、绢云母为主,少量方解石,金属矿物以黄铁矿为主,少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿。经受了多期次蚀变矿化作用。对I号主矿体矿石类型统计结果表明,该类型所占比例为61.88%。

(3)细脉-网脉状、脉状黄铁绢英岩化花岗岩型。矿石呈淡肉红色、灰白色,变余花岗结构,黄铁矿与灰色硅化石英呈脉状、细脉网脉状分布,构成脉状、细脉网脉状构造。脉石矿物以长石、石英为主,少量绢云母等,金属矿物以黄铁矿为主,偶见黄铜矿。矿石也是多期次矿化作用产物。统计结果表明,该类矿石占I号矿体总量的4%左右。

矿石中的金,主要以银金矿和自然金等独立矿物形式赋存于金属硫化物中,少量赋存于脉石矿物中,通过矿石组合分析,其平均含硫量为1.28%,矿石工业类型属低硫型金矿石。

2 成矿远景预测

2.1 赋矿规律

(1)胶西北金矿集区3条I级控矿断裂,规模大,变形过程复杂,切割深,是导致该区形成大型金矿的关键因素之一,是矿床定位的空间。目前该区探明的金矿床,仅是3大断裂浅部赋存的金资源量的一部分。深达十余千米的大型剪切带,其深部赋存的金资源量可能为浅部资源量的几倍甚至十几倍。所以在胶西北金矿集区开展深部第二成矿空间找矿,很有前景^[4]。

(2)受成矿期控制构造右行扭动的影响,断裂走向或倾向均产生引张段与收缩段的交替出现。引张段易于成矿热液流动、存储、沉淀成矿;收缩段不易成矿热液流动、存储,不易成矿。构造的多次活

动,往返复合叠加,在产状变化部位,形成了金矿体,富金矿体。矿体在走向上多呈斜列状产出,而在倾斜方向上形成了尖灭再现规律,矿体在排列形式上呈叠瓦规律。

(3)NNE—NE向构造与近EW向断裂的复合部位是矿床形成的有利空间,控制构造沿走向及倾向产状变化及蚀变岩膨大复合地段是矿体赋存的有利部位^[5]。焦家金矿床的主矿体赋存于走向拐弯和倾角明显变化地段。矿区64线处为蚀变带走向拐弯转折点,以北走向340°,以南走向5°,I号矿体主要赋存于转折点以南的64—160线、-500~-1080m标高范围内,并紧靠主裂面分布。

2.2 成矿预测

焦家断裂控制的矿体具有的等距斜列、尖灭再现规律,事实上这些矿体是受垂直或近似于垂直主构造走向,具有大致平行、等距、规模大致相等的构造体所控制。构造体多呈扁豆体状、囊状产出,其沿倾斜方向长度远大于走向,一般走向与倾斜之比为1:3.5,略有SW侧伏趋势,构造体中间肥厚,其内岩石破碎程度高,蚀变较强,为矿体提供了有利的赋存空间^[6,7]。

焦家金矿床I号主矿体2个相对独立的区域是由单工程相连,该工程品位低、厚度小,详查报告中将2个区域划为同一矿体。但从目前资料看,应为2个矿体,现将浅部定为I-1号矿体,深部为I-2号矿体。

I-1号矿体位于64~136线,平均走向长约600m,倾斜长1970m,控矿标高从地表至-900m范围内,走向长与倾斜长之比为1:3.28,从形态上看略有SW侧伏之趋势。I-2号矿体位于I-1号矿体右侧下方,其走向长约420m,已控制倾斜长约510m,处在-890~-1100m标高范围内,向深部有继续延伸趋势(图2)。

I-1号矿体与I-2号矿体亦是受2个相互平行斜列的构造体控制,两构造体规模大致相同,推测2矿体规模也相同。依据I-1号矿体规模,目前控制的I-2号矿体,应是其矿头部分,I-2号矿体沿倾斜方向将有近1000m的延续空间,依据其矿体头部位、厚度值,预测深部矿体资源储量将超过100t,深部找矿前景巨大。

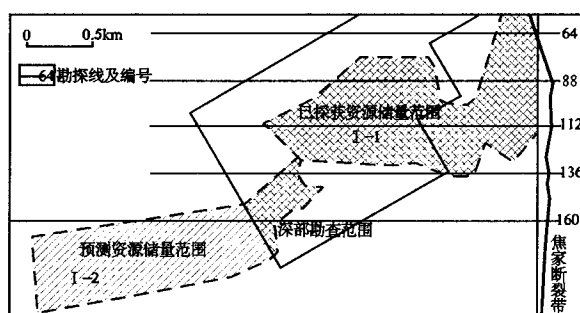


图2 I-2号矿体资源储量预测图

3 结论

焦家金矿床深部I号矿体是矿床的主矿体,其走向30°,倾向NW,矿体主要呈似层状、脉状,最低见矿工程标高为-1080m。矿体以低品位原生矿石为主,矿体主要受控矿断裂右行扭动的影响,在走向上多呈斜列状产出,在倾向上表现为尖灭再现的规律。NNE—NE向构造与近EW向断裂的复合部位是矿床形成的有利空间。依据I号矿体头部位、厚度,推测深部矿体向深部有继续延伸的趋势,深部找矿前景巨大。

4 致谢

在论文的编写过程中得到姜洪利高级工程师的指导和帮助,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 李士先,刘长春,安郁宏,等.胶东金矿地质[M].北京:地质出版社,2005.
- [2] 李德亭,张华东.胶东焦家金矿床深部隐伏矿体勘探及评价[J].西部探矿工程,2002,14(3):36-37.
- [3] 庞绪成,顾雪祥,唐菊兴,等.山东焦家金矿深部盲矿体定位预测研究[J].成都理工大学学报,2005,32(6):5-11.
- [4] 杨之利,张旭,姜洪利.山东省莱州市寺庄金矿床地质特征[J].山东国土资源,2007,23(5):6-10.
- [5] 崔书学.焦家断裂带南延问题及南延段找矿前景分析[J].山东国土资源,2007,23(10):7-10.
- [6] 王龙振,赵海,刘国富,等.新城金矿床I号矿体深部探矿方案探讨[J].有色金属(矿山部分),2002,54(1):17-19.
- [7] 李惠,张文华,刘宝林.山东新城金矿床的叠加晕模式[J].地质找矿论丛,1998,13(1):1-12.

Geological Characteristics of Ore Bodies in Deep Part and Its Predication of Ore – forming in Jiaojia Gold Deposit

BAO Zhongyi, NIU Tao, GAO Shujian, SUN Ruigang, LI Shutong

(No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: Jiaojia gold deposit locates in the middle part of Jiaojia fault belt. It belongs to typical Jiaojia type gold deposit. The total gold reserve which had been obtained in this deposit is 234. 564t by the end of 2008. Throgh analysis on geological characteristics of the ore bodies in deep part, contrasting with the ore bodies in middle and shallow parts, summarizing the rule of metallogeny in deep part, using the rule that ore bodies controlled by Jiaojia fault belt has equidistant oblique column and pinch – out reproduction, ore bodies in deep part have been predicated in this paper.

Key words: Gold deposit; fault belt; geological characteristics; ore – forming predication; deep part of ore bodies; Jiaojia gold deposit; Laizhou in Shandong province

2009 年山东省 17 市国土资源局来稿统计

济南市 共计 137 篇。其中市局论文 8 篇, 信息 1 篇; 槐荫分局论文 9 篇, 信息 56 篇; 历城分局论文 1 篇, 信息 10 篇; 长清分局论文 2 篇, 信息 21 篇; 高新区分局论文 1 篇; 章丘论文 3 篇; 平阴论文 4 篇, 信息 16 篇; 济南论文 1 篇, 信息 3 篇; 商河信息 1 篇。

青岛市 共计 195 篇。其中市局论文 2 篇; 崂山分局论文 1 篇, 信息 41 篇; 城阳分局信息 50 篇; 胶州论文 1 篇, 信息 7 篇; 即墨论文 6 篇, 信息 6 篇; 平度论文 8 篇, 信息 13 篇; 胶南论文 2 篇, 信息 31 篇; 莱西论文 3 篇, 信息 24 篇。

淄博市 共计 158 篇。其中市局论文 2 篇, 信息 7 篇; 张店分局信息 13 篇; 淄川分局论文 14 篇, 信息 38 篇; 临淄分局信息 5 篇; 高新区分局信息 1 篇; 博山分局论文 1 篇, 信息 5 篇; 桓台论文 1 篇; 沂源论文 5 篇, 信息 66 篇。

枣庄市 共计 71 篇。其中市局论文 2 篇, 信息 14 篇; 薛城分局论文 3 篇; 山亭分局论文 5 篇, 信息 17 篇; 峄城分局信息 8 篇; 台儿庄分局信息 8 篇; 滕州论文 2 篇, 信息 12 篇。

东营市 共计 179 篇。其中市局论文 1 篇, 信息 8 篇; 东营分局论文 2 篇, 信息 6 篇; 垦利论文 12 篇, 信息 137 篇; 利津论文 4 篇, 信息 8 篇; 广饶论文 1 篇。

烟台市 共计 16 篇。其中市局信息 1 篇; 牟平区分局信息 5 篇; 长岛论文 3 篇; 福山区分局论文 2 篇; 蓬莱信息 1 篇; 莱州论文 1 篇; 招远论文 1 篇, 信息 2 篇。

潍坊市 共计 119 篇。其中市局论文 4 篇, 信息 54 篇; 临朐论文 8 篇, 信息 6 篇; 昌邑信息 3 篇; 青州信息 3 篇; 寿光信息 6 篇; 昌乐信息 12 篇; 安丘论文 4 篇, 信息 8 篇; 诸城论文 1 篇, 信息 7 篇; 高密论文 3 篇。

济宁市 共计 107 篇。其中市局论文 5 篇, 信息 31 篇; 任城区分局信息 2 篇; 邹城论文 1 篇, 信息 7 篇; 金乡论文 5 篇, 信息 17 篇; 曲阜论文 3 篇, 信息 1 篇; 梁山论文 1 篇, 信息 23 篇; 汶上论文 1 篇, 信息 2 篇; 兖州论文 4 篇, 信息 3 篇; 嘉祥论文 1 篇。

泰安市 共计 92 篇。其中市局论文 3 篇, 信息 28 篇; 泰山区分局论

文 4 篇, 信息 9 篇; 岱岳区分局论文 1 篇, 信息 1 篇; 肥城论文 4 篇, 信息 23 篇; 东平论文 1 篇; 新泰论文 1 篇, 信息 14 篇; 宁阳信息 3 篇。

威海市 共计 131 篇。其中市局论文 1 篇, 信息 21 篇; 文登论文 16 篇, 信息 89 篇; 荣成信息 2 篇; 乳山信息 2 篇。

日照市 共计 78 篇。其中市局论文 10 篇, 信息 21 篇; 岚山分局信息 24 篇; 山海天分局论文 1 篇, 信息 9 篇; 莒县论文 8 篇, 信息 5 篇。

莱芜市 共计 257 篇。其中市局论文 15 篇, 信息 43 篇; 市区分局论文 9 篇, 信息 51 篇; 莱城分局论文 5 篇, 信息 77 篇; 钢城分局论文 2 篇, 信息 54 篇; 高新区分局信息 1 篇。

临沂市 共计 98 篇。其中市局论文 12 篇, 信息 26 篇; 蒙阴论文 1 篇, 信息 7 篇; 沂水信息 4 篇; 费县论文 2 篇, 信息 1 篇; 苍山论文 2 篇; 平邑论文 1 篇, 信息 6 篇; 临沭论文 2 篇, 信息 29 篇; 郯城信息 5 篇。

德州市 共计 54 篇。其中市局信息 14 篇; 平原论文 3 篇; 禹城信息 2 篇; 齐河信息 29 篇; 临邑信息 1 篇; 宁津信息 4 篇; 庆云信息 1 篇。

聊城市 共计 143 篇。其中市局信息 43 篇; 东昌府分局论文 4 篇, 信息 45 篇; 阳谷论文 1 篇; 东阿论文 4 篇, 信息 1 篇; 莘县论文 3 篇, 信息 29 篇; 茌平论文 1 篇, 信息 7 篇; 冠县论文 1 篇; 高唐信息 4 篇。

滨州市 共计 194 篇。其中市局论文 3 篇, 信息 21 篇; 滨城分局论文 1 篇, 信息 1 篇; 惠民信息 8 篇; 阳信信息 11 篇; 邹平论文 8 篇, 信息 22 篇; 博兴论文 1 篇, 信息 38 篇; 无棣论文 1 篇, 信息 37 篇; 沾化论文 1 篇, 信息 41 篇。

菏泽市 共计 112 篇。其中市局论文 8 篇, 信息 34 篇; 鄄城论文 1 篇; 成武论文 3 篇; 野城论文 2 篇, 信息 2 篇; 东明论文 4 篇, 信息 2 篇; 巨野论文 1 篇, 信息 13 篇; 单县论文 1 篇, 信息 10 篇; 曹县信息 27 篇; 定陶信息 4 篇。