

丰宁银矿岩体控矿规律及其意义

姚玉增, 巩恩普, 刘海波, 梁俊红

(东北大学地质系, 沈阳 110004)

[摘要] 丰宁银矿为与隐爆作用有关的银矿床, 是近年来冀北地区发现的重要矿床类型, 工业矿体的产出严格受隐爆角砾岩体控制, 具体表现为矿体多于熔浆角砾岩与震碎角砾岩的内接触带产出, 矿体厚度和工业矿体银的品位也受角砾岩体控制。该规律对矿床的深部矿化远景评价及该区找矿均具有一定的指导意义。

[关键词] 丰宁银矿 控矿规律 隐爆角砾岩体 找矿

[中图分类号] P618.52 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)02-0045-05

丰宁银矿位于华北地台北缘中段, 是近年来冀北地区发现的与隐爆作用有关的贵金属矿床, 工业矿体的产出严格受隐爆角砾岩体控制。文章以规模最大的Ⅰ号银矿体为研究对象, 系统总结了隐爆角砾岩体对工业矿体的控制作用, 并探讨了该规律对矿床深部开采及探矿的指导作用。

1 成矿地质背景

矿区地层出露简单, 主要为下元古界红旗营子群, 岩性为石墨黑云斜长片麻岩、石榴石黑云斜长片麻岩、角闪斜长变粒岩夹大理岩透镜体, 主要分布在碱厂沟以西、二道沟及营房东山一带, 受岩体侵入而支离破碎。变质岩系含 Ag、Mo、Pb、Zn 等元素丰度值分别比维氏克拉克值高 7.05 倍、6.01 倍、3.71 倍和 3.25 倍, 其中石墨角闪斜长变粒岩 Ag 的丰度是维氏值的 35 倍, 是矿床形成的良好矿源层^[1-2]。

区内岩浆岩主要有华力西期石英闪长岩、华力西期粗粒钾长花岗岩和燕山期细粒钾长花岗岩 3 种, 丰宁银矿即赋存于华力西期干沟门中粗粒花岗岩体西南缘, 与下元古界红旗营子群接触带部位, 二者整体控制了银矿床的产出。

区域断裂构造发育, 东西向康保—围场、丰宁—隆化深大断裂及北东向上黄旗—乌龙沟深大断裂控制了该区的地质构造格架。据卫片解译, 矿区内环形构造发育, 矿床即处于环形构造与线性构造相交

汇部位(图 1)。矿区内断裂构造包括 NNE、NEE 和 NW 向 3 组, 对矿床形成较为重要的有: ①上黄旗—乌龙沟超壳断裂。该断裂全长 450km, 宽数十米至 2km, 总体走向 25°, 倾向 SE 或 NW, 形成于晚太古代, 强烈活动于燕山期, 其浅部为脆性, 而深部则以韧性剪切为特征。断裂内岩石破碎强烈, 并有中、酸性脉岩贯入, 是区内重要的含银多金属流体的形成和运移活动带。②南台子—哈拉海湾断裂。该断裂

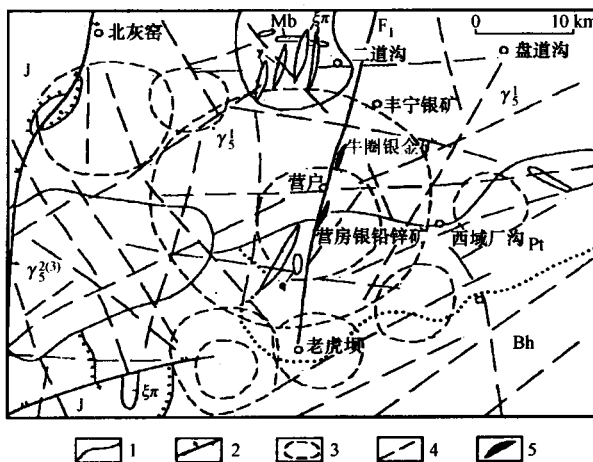


图 1 丰宁银矿区遥感地质解译图
(据华北有色 514 队, 1990)

J—陆相火山岩; Pt—变质岩; Mb—混合岩; Bh—斑状混合岩; γ_2^1 —细粒花岗岩; γ_3^1 —粗粒花岗岩; $\xi\pi$ —正长斑岩脉; q—石英脉; 1—地质界限; 2—实测断层; 3—环形构造; 4—线性构造; 5—矿体

[收稿日期] 2006-02-08; **[修订日期]** 2006-03-27; **[责任编辑]** 曲丽莉。

[基金项目] 辽宁省博士启动基金项目(编号: 2001102025)资助。

[第一作者简介] 姚玉增(1972 年—), 男, 2001 年毕业于东北大学, 获博士学位, 讲师, 现主要从事矿床地球化学和勘查技术方面的教学和研究工作。

是上黄旗—乌龙沟深大断裂的次级断裂,广泛生成碎斑糜棱岩、眼球糜棱岩和糜棱岩,后期叠加有脆性变形,韧性构造岩被改造成脆性断层角砾岩。③牛圈—老虎坝断裂。该断裂与上黄旗—乌龙沟断裂近平行产出,长8km,走向 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$,倾向SE,宽10~34m,具先压扭后张扭多期活动特点,严格控制着角砾岩体的产状和形态。

2 矿床地质特征

矿区共圈出矿体26个,其中金矿体16个,银矿体10个,走向NNE,倾向SE,倾角 $31^{\circ} \sim 65^{\circ}$,矿体长度40~750m,厚度0.73~8.1m,倾斜延深一般350m,最大410m。矿体在地表露头总长470m,分3段:北段85~80线,长274m;中段78~76线,长90m;南段75~74线,长43m,在深部1300~1250m标高连为一体。金银矿化在空间上具有明显的分带,金矿体主要出露于1200m标高以上且规模较小。银矿体为该矿床的主要工业矿体,其中I号银矿体规模最大,占全区矿石总量的90%以上,呈脉状产出,剖面上呈反“S”状,大约以 30° 向南侧伏(图2),文章即以I号银矿体为主要研究对象,研究隐爆角砾岩体对工业矿体的控制作用。

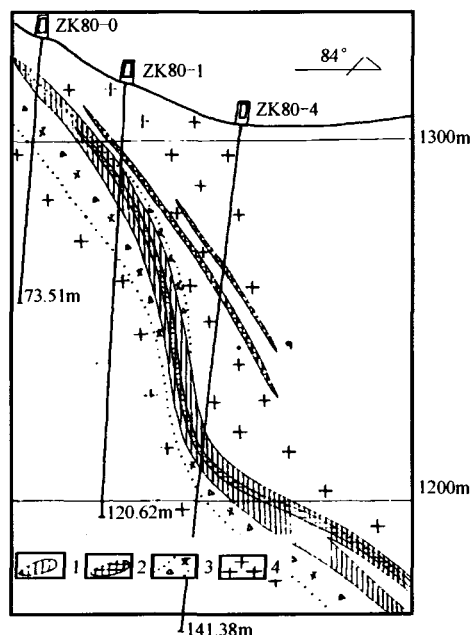


图2 丰宁银(金)矿床80°勘探线剖面简图

(据华北有色514队,1990)

1—贫矿体;2—富矿体;3—隐爆角砾岩;4—粗粒花岗岩

矿石结构主要有交代溶蚀结构、交代残余结构、包含结构、固溶体分离结构、共生边结构、压碎结构、

再生长结构等。矿石构造主要有填充网脉状(在角砾间隙内)、细脉状、浸染状、环带状、角砾状、流动状构造和块状构造等。

丰宁银矿矿化阶段可以划分为氧化物期、硫化物期、表生期。与矿化作用关系密切相关的硫化物成矿期可以划分为3个阶段:第一阶段硫化物种类少,主要为黄铁矿、毒砂等,多呈自形的细粒浸染于脉石矿物中;第二阶段晶出的矿物明显增多,除黄铁矿和毒砂外,黄铜矿、辉铜矿率先晶出,方铅矿、闪锌矿、辉银矿和自然银—金系列矿物在此阶段大量晶出,是银金矿化的主要时期;第三阶段黄铁矿与石英、萤石等形成线形硅化和银金矿化,常交代中期晶出的硫化物而形成交代包含结构。

3 丰宁银矿角砾岩体特征

3.1 丰宁银矿隐爆角砾岩特征

隐爆角砾岩的划分方案有多种且不统一^[3-6],为研究方便,根据丰宁银矿隐爆角砾岩体的实际地质情况,将隐爆角砾岩划分为震裂岩、震碎角砾岩、熔浆角砾岩和气爆角砾岩4种。

1) 震裂岩:角砾岩性主要为粗粒花岗岩,在1150m中段局部见少量细粒花岗岩,总体长度超过1000m,在 F_1 断裂上盘发育规模较下盘大。花岗岩在应力作用下矿物颗粒发生破碎,碎裂结构,块状构造,裂隙内充填有破碎岩粉和熔浆胶结物,角砾间无明显位移,具可拼贴性。角砾棱角明显,砾径大,一般大于10cm;胶结物质含量少,多小于10%,出露于隐爆角砾岩体的最边部。

2) 震碎角砾岩:呈带状分布,范围大体等同于震裂岩,宽10~80m,角砾成分主要为围岩(粗粒花岗岩),在 F_1 断裂上盘的发育程度明显高于下盘,分布范围更靠近熔浆角砾岩。由于更靠近隐爆中心,遭受的隐爆作用更为强烈,由震裂岩经进一步碎裂而成。角砾棱角较为明显,位移不大,部分角砾出现圆化现象。砾径相对较小,多小于10cm;胶结物含量较高,一般10%~50%,多为熔浆物质和破碎的隐晶质岩粉,呈侵入状胶结而成。

3) 熔浆角砾岩:分布在 F_1 断裂的中心部位,是构成角砾岩体的主体。由于处于隐爆作用最强的中心部位,角砾砾径多小于2cm,成分复杂,有岩屑(粗粒花岗岩、细粒花岗岩、凝灰质岩屑和先期形成的硅质角砾岩等)、晶屑(石英、长石、萤石、黑云母和硫化物,如黄铁矿等)和浆屑(凝灰质、微晶质玉髓等),其中以岩屑和晶屑为主要角砾成分。胶结物

含量大多超过角砾含量,呈基底式胶结,岩石坚硬致密。角砾岩组构造复杂,角砾的棱角较为分明,时见火焰石及熔浆角砾;角砾岩多出现强烈硅化,重结晶形成梳状、粒状、纤维状和条带状构造,重结晶形成的粗粒玉髓有拉长现象,稍具定向排列,局部范围内可见流动构造;受后期热液及地质作用影响,角砾岩多发生强烈的蚀变作用。

4) 气爆角砾岩:是一种较为特殊的角砾岩,胶结物主要是富氟气体结晶物——萤石(图3)。之所以把气爆角砾岩单独划分,作者认为是在某次隐爆作用的初期,由于构造、扩容及流体压力增高等因素,富含 HF、H₂O 和 CO₂ 等气体的气相挥发组分优先逃逸,产生气体隐爆作用。这些气相组分渗透性强,在隐爆作用形成空间的上方和边部富集,故此大面积面状或脉状萤石化蚀变往往指示了某次隐爆作用的大体范围。气爆角砾岩的角砾成分较为复杂,多是粗粒花岗岩,也有早期形成的熔浆物质;角砾有大有小,由于气相组分及液相组分的熔蚀和流化作用,棱角不甚明显,胶结物和角砾的比例也不固定。萤石的颜色也不相同,有紫色、绿色和无色3种,据研究,其对隐爆作用的期次和隐爆流体的演化具有一定的指示意义^[7-8]。

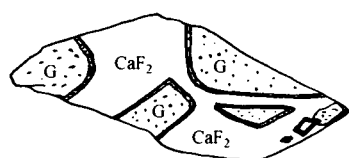


图3 丰宁银矿气爆角砾岩示意图
CaF₂—萤石;G—花岗质角砾

3.2 隐爆角砾岩体的空间展布特征

丰宁银矿区隐爆角砾岩体严格受 F₁ 断裂控制,大体为脉状或透镜状平行产出,属比较典型的裂隙式隐爆作用。隐爆角砾岩体与碎裂粗粒花岗岩及压碎角砾岩呈侵入接触,界限明显,走向 356°~28°,倾向南东,倾角 50°~70°,已揭露长度 750m,揭露厚度 10~40m,一般厚度为 20m,延伸 350~650m。主脉体平面上呈“S”形,剖面上呈反“S”形,在走向和倾向上均存在膨缩分枝现象(图2)。据钻探资料^①,隐爆角砾岩体最厚的部位出现在 79~74 勘探线附近,整体的形状呈现向南侧伏的蘑菇状。

丰宁银矿属地表露头矿,1230m 以上的工业矿体已经露天开采完毕,故该次研究主要针对 1190m

和 1150m 两个地下中段。角砾岩体在空间上具有明显的分带规律:平面上,从隐爆中心向边部,依次分布熔浆角砾岩→震碎角砾岩→震裂角砾岩→粗粒花岗岩(围岩);剖面上,1190m 中段熔浆角砾岩体分布较 1150m 范围大,但震碎角砾岩范围要小得多,估计在角砾岩体上部,隐爆中心相对集中所致。气爆角砾岩出露范围较为局限,在空间上也没有明显的规律,多发育于熔浆角砾岩边部或震碎角砾岩中。

由于隐爆作用的关系,角砾岩体在 F₁ 断裂的上盘明显较下盘发育。在隐爆角砾岩体及工业矿体形成后曾遭受后期的断裂构造改造,内充填有动力变质作用形成的高岭土化断层泥。

4 隐爆角砾岩体对工业矿体的控制作用

隐爆角砾岩体与矿体产出之间的时空及成因上的联系已引起国内外广大地质工作者的重视^[3-13]。已有文献报道的多是隐爆角砾岩筒控矿,角砾岩体对矿床的控制作用表现在以下几个方面:①全筒式矿化;②环筒式矿化;③环状、放射状脉型矿化;④岩筒内外构造破碎带式矿化;⑤岩筒内捕虏体层间充填交代式矿化;⑥岩筒内外接触带式矿化;⑦多种矿化类型规律组合复合式矿化^[3]。丰宁银矿隐爆角砾岩体为比较典型的裂隙式隐爆作用的结果,其控矿规律具有一定的特殊性。该次工作按震裂花岗岩、震碎角砾岩和熔浆角砾岩进行了划分(图4),并就矿化与各类角砾岩体之间的关系进行了对比研究。

4.1 角砾岩体对矿体空间位置的控制

丰宁银矿隐爆角砾岩体与工业矿化之间有着较为密切的联系:工业矿化并不是富集在熔浆角砾岩体的中心部位,也不赋存在震碎或震裂花岗岩中,而是往往赋存在熔浆角砾岩与震碎角砾岩的内接触带部位(图4)。具体表现为:①在 1190m 中段,矿体可以大体分为两个部分,北段熔浆角砾岩非常发育,矿体严格受熔浆角砾岩体的控制,震碎角砾岩出露范围较为局限,而震裂角砾岩出露的范围较大;在南段,熔浆角砾岩体发育程度较低,震碎角砾岩、震裂角砾岩也不太发育,矿体出露范围也较为有限。②1150m 中段,在 77[#] 勘探线以北,熔浆角砾岩体发育,厚度稳定,含有大量的硫化物,是工业矿化的良好部位,两侧对称发育有震碎角砾岩及震裂花岗岩;

① 华北有色地质勘查局 514 地质大队、河北省丰宁县四岔口乡牛圈银矿床勘探地质报告,1990。

在 77[#]勘探线以南,熔浆角砾岩体具分枝尖灭现象,而工业矿体也随之分叉,部分工业矿体延至震碎角砾岩中,但矿体厚度较薄,工业价值不十分明显。

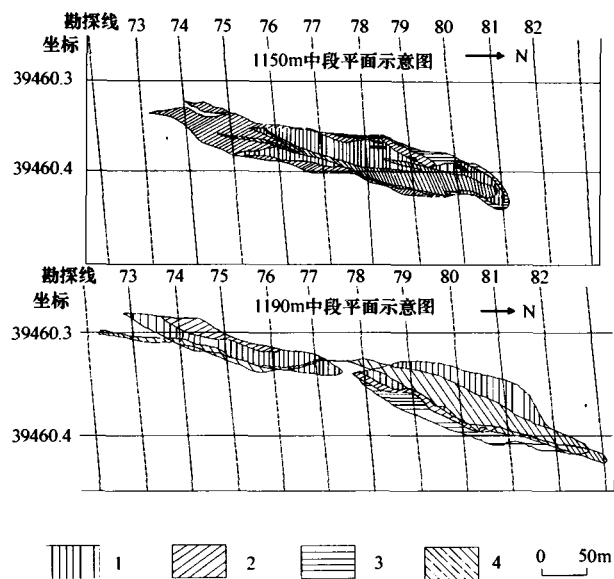


图4 河北丰宁银矿中段平面示意图

1—熔浆角砾岩;2—震碎角砾岩;3—震裂角砾岩;4—工业矿体

4.2 角砾岩体对矿体厚度的控制

角砾岩体厚度是隐爆作用强度的综合表征,厚度大的部位往往也是复式角砾频繁发育的部位。角砾岩体厚度越大,说明该部位隐爆作用越强;复式角砾频繁发育,指示该部位曾遭受多次隐爆作用的复合和叠加。隐爆作用使得花岗岩破碎严重,孔隙发育,在岩浆上侵过程中成为热液的良好运移通道,加之构造扩容、流体沸腾等因素影响,改变了成矿流体赋存的物理化学条件,非常有利于成矿元素的沉淀和富集。图4是现有矿山开拓工程揭露的角砾岩体的出露状况,并非隐爆角砾岩体的全部,但矿体厚度与角砾岩体,特别是熔浆角砾岩体厚度之间的关系还是很明显的,熔浆角砾岩体厚度越大,工业矿体的厚度就越大,它们大体呈正相关关系。

4.3 角砾岩体对矿体品位的控制

丰宁银矿区 I 号银矿体的厚度呈“上厚下薄”的趋势,矿体的品位也是上富下贫。前人研究认为 I 号银矿体的厚度变化系数为 184%,工业品位变化系数为 100%,属不均匀型,厚度与银品位之间的相关系数为 0.433^[14]。该次研究共采集岩化样品 260 余件,分析化验 140 余件^[15],详细研究了矿体厚度与银品位之间的相关关系,结果表明工业矿体厚度变化系数为 86%,属较均匀型;银品位变化系数为 110%,属不均匀型,二者之间的相关系数为

0.618($\gamma_{0.05} = 0.165$; $\gamma_{0.01} = 0.215$),虽然相关系数并不大,但角砾岩体厚度与银品位之间的正相关关系还是很明显的,角砾岩体空间形态和产状控制了工业矿体的品位。

5 地质意义

上述研究表明,丰宁银矿隐爆角砾岩体直接控制了工业矿体的产出,该规律对丰宁银矿的深部探矿和该区找矿实践具有一定的指导意义,主要表现为:

1) 熔浆角砾岩与震碎角砾岩的内接触带部位是工业矿体产出的良好部位,今后的深部探矿及开采过程中应充分注意这一点。

2) 丰宁银矿区富银矿体主要出露于隐爆角砾岩体厚度较大的部位。

3) 熔浆角砾岩体向下有收缩趋势,但收缩较为缓慢,矿体的深部矿化远景良好。

4) I 号银矿体产出于矿区的北区,南区为营房矿区。现有开拓工程表明,在 1190m 和 1150m 中段的南侧均有规模较小、呈侵入状的工业矿体,这是原来勘探工作中未发现的,并且大有向南延伸之势,说明南区与北区矿体之间存在着密切的时空及成因联系,应该加强对南区与北区过渡地段的勘探工作。

[参考文献]

- [1] 魏晓英. 河北丰宁营房—牛圈银矿床构造控矿特征和成因探讨[J]. 地质找矿论丛, 2000, 15(3): 261-266, 281.
- [2] 任耀武. 红旗营子群研究——冀北铅锌银矿床的矿源层[J]. 华北地质矿产杂志, 1997, 12(1): 44-51.
- [3] 刘家远. 岩浆隐爆破构造与贵重、有色金属成矿[J]. 新疆地质, 1996, 14(3): 238-246.
- [4] 唐菊兴. 含金热液隐爆角砾岩的特征及研究意义[J]. 成都理工学院学报, 1995(3): 59-64.
- [5] 周家志. 浙西火山岩区隐爆岩与铀矿化[J]. 华东地质学院学报, 1996(3): 211-216.
- [6] 李生元, 马小兵. 晋东北隐爆岩及其对金银的控矿意义[J]. 地质找矿论丛, 199(4): 8-14.
- [7] 刘凤山, 郭家辉. 河北牛圈热泉型银(金)矿床成因[J]. 贵金属地质, 1996, 5(1): 48-58.
- [8] 杨敏之. 冀北银矿床类型、矿床地质地球化学、地史—演化模式及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 2000(3): 193-203.
- [9] 沈远超, 曾庆栋, 刘铁兵, 等. 山东平邑卓家庄金矿地质特征及成矿预测[J]. 地质与勘探, 2000, 36(4): 20-23.
- [10] 翟裕生. 矿田构造学概论[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1984: 265-285.
- [11] 刘连登, 李颖, 兰翔. 论角砾/网脉—斑岩型金矿[J]. 矿床地质, 1999, 18(1): 29-35.
- [12] 胡承琦, 冯佐海, 王林江, 等. 中酸性隐爆角砾岩、次火山(超浅成)岩与成矿的关系——以广西贵港新民—吉塘铜银矿区

- 为例[J]. 地质与勘探,1999,35(7):1-6.
- [13] 张北廷. 支家地银矿区隐爆角砾岩特征及其与成矿的关系 [J]. 地质与勘探,1994,30(1):20-22.
- [14] 董旭明. 丰宁地区成矿地质条件及找矿靶区预测[D]. 沈阳: 东北大学,2004.
- [15] 姚玉增,巩恩普,梁俊红,等. R型因子分析在处理混杂原生晕样品中的应用——以河北丰宁银矿为例[J]. 地质与勘探,2005,41(2):51-55.

ORE - CONTROLLING REGULARITY AND ITS IMPLICATION OF CRYPTOEXPLOSIVE ROCKS IN THE FENGNING SILVER DEPOSIT

YAO Yu - zeng, GONG En - pu, LIU Hai - bo, LIANG Jun - hong
(Geology Department, Northeastern University, Shenyang 110004)

Abstract: Fengning silver deposit is an important ore deposit of cryptoexplosive type discovered in the North Hebei province in recent years. Ore bodies are strictly controlled by cryptoexplosive breccia bodies, and mostly occurred in the inner contact zone between molten and smashed breccias. Thickness of ore bodies and silver grade are controlled by breccia bodies. This regularity is indicative to the deep ore prospecting and ore - finding.

Key words: Fengning silver deposit, ore - controlling regularity, cryptoexplosive breccia body, ore prospecting

我国矿业权有偿取得制度变革历程

据报载,1986年发布的《中华人民共和国矿产资源法》,首次提出了有关矿业权的条款和内容:“勘查矿产资源,必须依法登记,开采矿产资源,必须依法申请取得采矿权。国家保护合法的探矿权和采矿权不受侵犯。”同时,还规定了国家对矿产资源勘查实行统一的登记制度,国家对矿产资源开采实行审批和发证制度,国家对矿产资源实行有偿开采,明确规定了各部门、地方的监督管理职能。

在《矿产资源法》颁布实施的10年时间里,随着我国经济体制改革的深化和矿业经济利益主体多元化,我国矿政管理出现严重的条块分割现象,国家对矿产资源的所有权被虚化,造成了国家资产大量流失,矿业权人的经济利益得不到保护,矿业投资环境恶劣。

1996年,国家修订《矿产资源法》,对我国矿业权法律制度进行了修改和完善,明确规定“国家实行探矿权采矿权有偿取得制度”,建立了适应社会主义市场经济体制和符合国际通行做法的探矿权、采矿权有偿取得制度。

1998年2月,《矿产资源法》的三个配套法规《矿产资源勘查区块登记管理办法》、《矿产资源开采登记管理办法》、《探矿权采矿权转让管理办法》同时发布施行,标志着我国矿业权制度初步建立。

2003年6月,国家出台了《探矿权采矿权招标投标拍卖挂牌管理办法(试行)》,推动了市场对矿产资源优化配置的基础作用进程。

2005年9月,国家出台了《关于规范勘查许可证采矿许可证权限有关问题的通知》,进一步规范了探矿权、采矿权登记审批管理办法,要求严格按照规划和法定的权限出让探矿权、采矿权。

2006年1月,为了完善探矿权采矿权招标投标拍卖挂牌管理办法,国土资源部出台了《关于进一步规范矿业权出让管理的通知》。它从分类管理入手,根据矿产资源的自然属性和地质勘查工作程度,按勘查风险程度不同,分类出让探矿权、采矿权。