

金川矿区深部找矿方向探讨

江荣伏^{1,2}

(1. 吉林大学, 长春 130061; 2. 金川集团有限公司, 金昌 737104)

[摘要]在金川所做的研究表明,金川矿区深部矿化富集除与岩体有关外,还与成矿后的构造—热液关系密切,构造—热液使部分初始成矿物质产生活化,并在褶皱、断裂的低压扩容部位再次聚集。经钻孔验证,发现了新的工业矿体(相当于一个中型镍矿),提出了今后找矿的方向和有色矿山缓解资源危机的有效途径。

[关键词]金川 构造—热液改造 硫化铜镍矿床

[中图分类号]P618.41;618.63 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)05-0035-04

0 前言

由于多年来资源的高强度消耗和矿山地质探矿投入的严重不足,目前,我国2/3的有色金属矿山,特别是作为有色金属工业支柱,为共和国建设做出巨大贡献的国有矿山,已进入开采的中、晚期,面临严重的资源危机。

金川硫化铜镍矿床(以下简称金川矿床)经过40多年的地质勘探、基建勘探、生产勘探等工作,共探明4个矿区。经过40多年的生产,消耗了部分矿产资源。低品位矿石量占相当大的比例,且局部已经出现了资源危机。并且随着开采深度的加大,矿体厚度急剧变小,带来难以大规模开采、回采难度加大、采矿成本增幅较大、深井开采地压控制等岩石力学与工程问题等,因此,拥有世界第三大硫化铜镍矿床的金川集团有限公司,非常重视地质找矿和资源综合利用工作,并取得良好的效果。

不断提高对矿床地质特征的认识,加紧对地勘、开采过程中所收集的地质资料进行二次开发,进一步掌握深部控矿因素和成矿规律,利用先进手段和方法,开展综合信息预测,开展资源综合利用和矿区深部及外围的新一轮找矿,是金川集团有限公司乃至全国有色金属矿山企业解决资源危机和提高整体效益的有效途径。

1 金川矿床地质特征

1.1 含矿岩体规模、形态、产状

含矿岩体以10°交角不整合侵位于前长城系白家咀子组中,岩体直接与大理岩、混合岩和片麻岩接触。

含矿超基性岩体长约6.5 km,宽20 m至500余米,倾斜延伸数百米至千余米,最大延伸超过1100 m,岩体东西两端被第四系覆盖,中部出露地表,上部已遭剥蚀。矿体总体走向NW50°,倾向SW,倾角50°~80°。岩体受后期NEE向压扭性断裂错断,分成相对独立的4段,自西向东分为Ⅲ、Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ矿区,各矿区岩体的规模、形态、产状都有差别,含矿性亦不相同(图1,表1)。

1.2 含矿岩体的主要矿物成分,侵入期次及岩相划分

金川镍矿含矿岩体为一复式侵入体,岩体至少分4期先后侵入成岩成矿。每期岩体的侵入部位、出露面积、岩体体积、矿物粒度、结构、物质相及含矿性见表1。

1.3 矿床类型、矿体类型、矿石类型及主要矿物成分

金川矿床为岩浆深部熔离—复式贯入型矿床,矿体按成因分为岩浆就地熔离型矿体、岩浆深部熔离—贯入矿体、晚期贯入矿体、接触交代矿体、热液叠加矿体和构造—热液矿体6类。

金川矿床的主要矿石类型有星点状矿石、局部海绵状矿石、海绵状矿石、半块状矿石、块状矿石、星云状矿石等。主要造岩矿物为橄榄石、辉石、少量斜长石、角闪石和蚀变矿物蛇纹石、绿泥石,主要副矿物有尖晶石、磁铁矿和钛铁矿。主要矿石矿物有磁

[收稿日期]2003-06-26; **[修订日期]**2003-07-15; **[责任编辑]**余大良

[作者简介]江荣伏(1963年-),男,1985年毕业于中南大学,获学士学位,在职博士研究生,高级工程师,主要从事矿山地质工作。

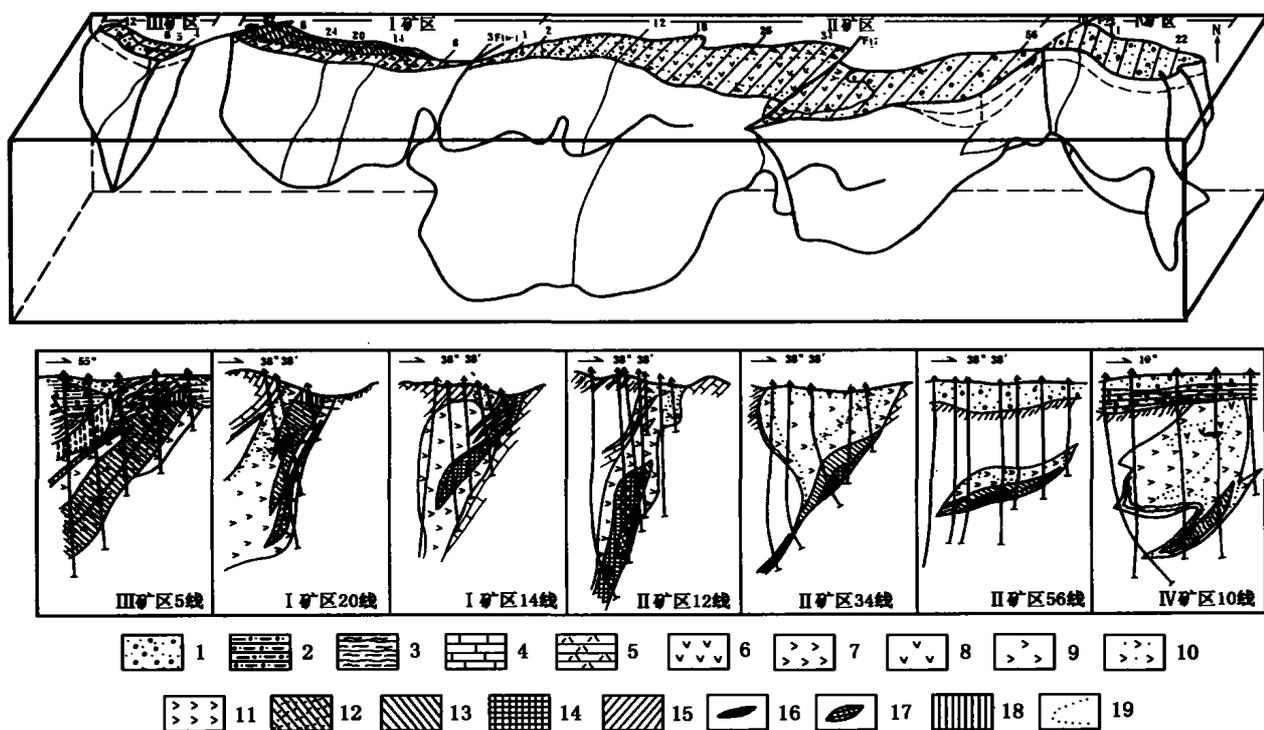


图1 金川含矿镁铁岩立体形态及主要横断面示意图

1—第四系冲、洪积物;2—第四系砂砾岩;3—混合岩;4—大理岩;5—斜长角闪岩;6—第1期含二辉橄橄岩;7—第1期二辉橄橄岩;8—第2期含二辉橄橄岩;9—第2期二辉橄橄岩;10—第2期斜长二辉橄橄岩;11—第2期橄橄二辉岩;12—熔离型贫矿;13—深熔—贯入型贫矿;14—深熔—贯入型富矿;15—接触交代型矿体;16—晚期贯入型矿体;17—铂富集体;18—氧化矿(化)带;19—岩相界线

表1 含矿岩体侵入期次、部位、体积、含矿性一览表

| 侵入期次 | 第一期 | 第二期 | 第三期 | 第四期 |
|-----------|------------------------------|----------------------------|--|--------------------|
| 侵入部位 | 主要发育于西段岩体中上部,与其下的第二期侵入相呈侵入接触 | 4个矿区皆很发育,在岩体西段直接伏于第一期侵入相之下 | 分布于I、II矿区第二期侵入相的下侧部,与第二期侵入相呈侵入接触或混合、渐变接触 | 沿岩体原生构造裂隙或其它构造裂隙贯入 |
| 裸露面积 | 0.1km ² | 1.2km ² | 局部零星裸露地表 | |
| 占岩体总体积百分比 | 25.3% | 67.7% | 5.6% | |
| 矿物粒度 | 0.25~5.10mm | 0.51~6.34mm | 0.47~5.20mm | |
| 平均矿物粒度 | 1.41mm | 2.59mm | 1.69mm | |
| 结构 | 中细粒结构 | 中粗粒结构 | 中粒结构 | |
| 物质相 | 含二辉橄橄岩、二辉橄橄岩、橄橄二辉岩 | 含二辉橄橄岩、二辉橄橄岩、橄橄二辉岩、二辉岩 | 纯橄橄岩、含二辉橄橄岩 | 98%以上的金属硫化物构成 |
| 含矿性 | 矿体体积占侵入相体积的50.6% | 矿体体积占侵入相体积的35.8% | 全部构成海绵状富矿石 | 全部构成块状矿石 |

黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、黄铁矿、黄铜矿、马基诺矿等。

2 矿区深部成矿规律及找矿方向探讨

金川矿床的形成,经历了岩浆侵入、结晶分异、岩浆贯入、构造变形、热液叠加改造等成岩成矿过程。这些过程对成矿起着重要的控制作用,它们是进一步找矿的重要基础和基本前提。

通过对龙首矿(属I矿区)开采40多年来积累的地质资料的综合研究、龙首矿控矿因素分析、矿化富集规律研究等,认识到了构造与热液流体对成富矿、特富矿的重要性。重新认识金川矿区成矿控制因素,总结矿化富集规律,在矿区深边部开展地质找矿至关重要。据此提出了龙首矿深部找矿方向和找矿靶区,经2001年地质找矿钻孔验证,取得了40多年来矿区地质找矿的重大突破。发现了新海绵状富

矿体、接触交代稠密浸染状富矿体、块状特富矿体等,总地质储量 263 万 t,铜、镍平均品位分别为 1.28% 和 2.33%,铜、镍金属分别为 3.4 万 t 和 6.1 万 t,相当于一个中型镍矿床,同时还伴生了钴、铂、钯、金、银、铍、铀、钒、钨等 20 多种稀贵金属。缓解了龙首矿中采区的资源危机。

此外,还发现了新的含矿超基性岩体,该岩体与上盘主岩体呈雁行排列,且在 11 行勘探线发现了海绵状贫、富矿体,具有良好的找矿前景。

2.1 岩浆岩与成矿的关系

金川超基性岩,既是成矿母岩,又是主要矿体的围岩。超基性岩对成矿的控制作用表现在两方面,一是为成矿提供物质来源,据含矿岩体稀土元素分配型式分析及同位素示踪,该岩体的物质来源于地幔,是岩浆及其流体将深源成矿物质带到成矿区并与地壳浅部流体混合。另一方面,含矿岩浆在上迁的过程中发生铜镍硫化物熔离与聚集(汤中立,1995)。实验证明,在 1100℃ 高温状态下可发生硫化物—硅酸盐熔离作用。来自上地幔的富镁贫钛拉斑玄武岩浆(徐章华等,2000)沿深大断裂侵入地壳深部,由于温度、压力的降低,物理化学条件的变化,首先晶出橄榄石、磁铁矿,使熔浆中的 MgO、FeO 含量降低,而 Al₂O₃、CaO、SiO₂ 相对增加,从而降低了金属硫化物的溶解度,使金属硫化物从熔体中熔离出来,在中间岩浆房可能形成 4 层结构(岩浆、含矿岩浆、富矿岩浆、矿浆),这些分层岩浆依次上侵,后 3 层分别形成贫矿、富矿和特富矿。

富矿体主要赋存于纯橄榄岩和含二辉橄榄岩中。

2.2 热液流体与成矿的关系

金川矿体特别是一些富矿体、特富矿体,热液流体的作用十分明显,这无论在矿物组成还是结构构造特点或是同位素示踪结果均表明这一点主要表现在如下几个方面:深部富矿、特富矿中镍、铜含量均有增加,但铜及铂族金属含量增加更加显著;矿石矿物中贵金属及铂族矿物种类和数量均有增加;首次发现深部矿体中分布有辉锑矿(低温热液矿床的典型特征矿物);深部矿体中交代结构构造发育。

2.3 构造与成矿的关系

构造不仅控制含矿岩体的侵位,还对矿化再次富集和矿体空间定位有重要的控制作用。金川岩(矿)体受断裂控制明显,深部与 F₁ 有成生联系的断裂对新的隐伏岩(矿体)的控制作用随着深部工程的开展已初现端倪,现已发现,金川矿区深部主岩

体的东南侧往往有新的岩(矿)体发现,深部矿体常常也位于岩体的下分枝,这其中的内在的根本原因是什么?需进一步研究。除此之外,岩体受断裂控制构造对成矿的控制还表现在以下几方面:

1) 含矿岩体侵位的断裂为张性断裂,其断面起伏不平,在断面下凹的部位,是金属硫化物因重力分异而沉淀聚集有利地段,因而形成厚大的富矿体。

2) 由于结晶分异作用,在含矿岩体中形成与岩体产状近于一致的似层状构造。后期构造运动中,当岩体(走向 NW)受到 NW-SE 方向的挤压,在岩体中形成一些 NE 向的小背斜,这此小背斜对矿化再次富集有重要作用。一方面,在“顺层”压应力作用下,原似层状矿体产生褶皱,矿层产生塑性流动,在矿层褶皱成背斜的部位,矿层厚度增大;另一方面,岩体中初始成矿物质在后期构造应力作用下产生活化,并随着构造—变质热液缓慢迁移,岩体中小褶皱的转折部位是低压扩容区,成矿物质易于在这些地段再次聚集而形成富矿体。

3) 岩体中原生硫化物矿体在后期构造变动中产生新的变化。当矿体中出现挤压带,如挤压片理化带,成矿物质便从这一高压区迁出,形成无矿段(带);若矿体中产生张裂带,成矿物质便向这一低压扩容区聚集,形成富矿段(带)。

4) 与原生似层状矿体高角度斜交的逆平移断层,在其平移过程中对矿体产生拖拽,使之旋转,形成富矿柱。最为明显的例子是在 I 矿区 6 勘探线,近东西向断层下盘的倾斜矿层旋转成高 300 余米的矿柱,由于矿层的旋转搓碾,产生破碎,构造—变质热液携带成矿物质在此再叠加,形成富矿柱(Cu、PGE 均高)。

2.4 地层与成矿的关系

矿区地层中有白云质大理岩或镁质橄榄石大理岩,当含矿岩浆侵位并与这些富镁质碳酸盐岩接触时形成以透辉岩、透闪石—阳起石等为主的镁质夕卡岩,并在该夕卡岩及其附近的大理岩中形成以磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿等为主的具有较大工业价值的接触交代型贫、富矿体。

2.5 推覆构造与成矿的关系

龙首山隆起北界与潮水凹陷相接的 F₁ 断裂确定为深大断裂,是金川含矿岩体的导岩构造。构造背景分析及大地电磁测深剖面表明,它在 10 km 左右深处即向南西收敛,呈上陡下缓的铲状构造面(汤中立,1996),并非是过去意义上的深达地幔的所谓深大断裂,而是深达地幔的低角度拆离断层

(低角度正断层),这样的低角度拆离断层并非就是一条,而是一个断层系统,后来该早期低角度拆离断层被改造成为逆冲断层,表现为推覆构造。这种对现今龙首山地区逆冲断层的新认识,有利于面上找矿及深部找矿工作的部署。只要在龙首山陆缘带上能够准确的确定这种由早期低角度拆离断层改造成的逆冲断层,同时在这样的断层上分布有超基性岩,那么就有可能找到金川式铜镍矿床。

4 结语

1)金川矿区深部矿化多富集在含矿岩体下盘或下分枝及超基性岩体侵位时其底板下凹部位,具体来说,矿体一般位于岩体中下部的北东侧、岩体下尖灭端或岩体下部近底盘位置,因此,对未得到有效控制的岩体分枝特别是下分枝进行进一步工作应是主攻找矿方向之一。

2)金川矿区海绵陨铁状富矿一般聚集在超基性岩体底板下凹的部位,在这一地段,矿体不仅厚度大,沿倾向也延伸稳定,在底槽两侧的凸起部位,矿体厚度明显变薄。

3)横跨褶皱的转折部位是矿体增厚或矿化再次聚集的有利地段。

4)区域性大断裂 F_1 、 F_2 对岩(矿)体定位有明显的控制作用,深部地球物理资料也表明金川深部存在低阻体,进一步找矿要考虑区域性大断裂的影

响因素。

5)后期断裂活动对成富矿特别是特富矿有决定性作用。含矿流体的形成及在扩容部位沉积,与断裂活动息息相关,金川矿区内的与原生似层状矿体斜交的张裂带,是构造—变质热液矿化流体叠加、成矿物质再次聚集的有利部位。

6)我国有色金属矿山在深部、外围和新类型、新矿种等方面仍有巨大找矿潜力,今后应进一步掌握成矿规律,开展综合信息矿产预测;制定矿山找矿总体规划,加大矿山地质找矿力度和投入;采用新技术和新方法;建立有色矿山资源科技创新体系和矿产资源耗竭补偿制度;才能较好地完成矿山二轮找矿这项长期、艰巨而又紧迫的工作。此外,还应开展科技攻关,提高资源综合利用水平,提高有色矿山企业的整体效益。

[参考文献]

- [1] 汤中立,李文渊. 金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿模式及地质对比[M]. 北京:地质出版社,1995.9
- [2] 王京彬. 我国有色金属矿山资源状况与建议[J]. 世界有色金属,2001,(12):32~35.
- [3] 陈毓川. 中国矿床成矿模式[M]. 北京:地质出版社,1993,98~102.
- [4] 瞿裕生,邓平,李晓波. 区域成矿学[M]. 北京:地质出版社,1999,3.
- [5] 朱文凤,梁有彬. 金川铜镍硫化物矿床铂族元素的赋有状态及分布规律[J]. 地质与勘探,2002,36(1):26~28.

DISCUSSION ON EXPLORATION ORIENTATION IN THE DEPTH OF JINCHUAN MINING AREA

JIANG Rong - fu^{1,2}

(1. Jilin University, Changchun 130061; 2. Jinchuan Group Co. Ltd, Jinchang 737104)

Abstract: The most non-ferrous metals mines in China have entered into the middle and later stage of development and faced with serious resources crisis. Based on research works, it has been found that mineralization and enrichment in depths of the Jinchuan mining area are closely associated with the post-mineralization structure. Tectonic-hydrothermal events made parts of the initial mineralizing materials active and re-accumulate at the low pressure and expanding portions of the fold or fault. A new industry orebody equal to a medium scale nickel mine testified by drilling holes has been discovered. Those provide an exploration orientation for the future for Jinchuan Mine, and effective way to alleviate resources crisis of non-ferrous metals mines.

Key words: Jinchuan, exploration orientation, Jinchuan Mine