

文章编号 :!" 786# : (!"#)!"9!"6;

金川铜镍矿床的地球物理深部结构与成因模式*

姜 枚# 谭捍东 ,钱 辉# 张立树# 李庆庆# 彭 森 ,王 伟#

(# 中国地质科学院地质研究所,北京 #""56;! 中国地质大学,北京 #""85)

摘 要 在甘肃省金川矿区利用磁法、可控源音频大地电磁法及地震 γ 波层析方法进行了深部探测,几种方法综合研究确定了到达! 7" < 以上高阻高速体的岩浆源特征,指出了岩浆上涌到达浅部向两侧扩展的近水平的透镜状分支,作为可能的深部含矿超基性岩体与钻孔已见矿体位置相吻合,为金川铜镍矿床的成因模式提供了地球物理依据。建议在进一步研究中应重视探测产状平缓、近水平的高速、低阻体。

关键词 地球物理,金川铜镍矿,地震层析,音频大地电磁,成因模型

中图分类号 :! : 5# ;! : #8\$;! : #8÷5

文献标志码 %

!"#\$%&()*+, ""\$'-. /-/. " *Q 1"O-0 2#, "+#34(O%*O)#\$\$\$. 50 6+, "\$#(-

>!% ? *@# A4% BCD E F AG+ % B(# AI B% ? /(3H#A+ GDFGD# A

1-, ? *(E CK L% ? L@#

M# +D@D@P?@EFCAR(D@%S@-QEP?@E(S) 3@S@NAT@D#"" 56AR(DM RJ(DCWD@N(CDP?@E@S@NA
T@D#"" 85AR(DY

78-. *)-

@@&Z#E C@ED[(NSC (@KH@D>(LS)H@ <(D@P?DNH1 EX@O@H@D@ <F@D@S <@D@K@S@E@D@E)@9
NH@S@G@K@E@<F@D@E@)H(S <@D@K@D@K 1 [O@N@K(S@E@F@&@J@Q] 4J@S@E@&@D@N@ @N@CS@N@N@K@E@D
O@C@E@X@<@D@E@N@&@&@K@O@J(FJ' @N@X@D@D@K@J(FJ)@E@S@O@S@I@C@S@O@N@S@N@E@P@O@<F@<C@N@H@S@E@E@O@K@O
E@P@E@! 7" <AN@H@F@D@D@F@O@C@O@)O@C@S@<@E@O@N@Q@E[&@O@D@K@N@&@K@E@D@N@E@O N@K@N@E@E@ <N@Q@E[
D@C@)S@E@('E@D@)@D@S@)C \ C@S@)N] 4J@R@S@O@C@C@O@&@N@N@)@S@E@N@O@S@S@&@E[@D@O@K@&@E@&@&@D@F@H@O@T

金川铜镍矿床处于华北地台南缘,龙首山隆起带南侧,中元古宙含硫化物超镁铁质深成岩中。岩体侵入于古元古界,呈扁豆状、透镜状展布,长1.5km,走向N60°E,倾向S。主要岩性为二辉橄榄岩、二辉岩、纯橄岩等,蛇纹石化较强。超镁铁质岩体中赋存着规模较大的(Cu)矿体,个主要(Cu)矿体共占侵入体总体积的15%。矿石以网脉状硫化物矿为主,其次为浸染状和块状硫化物矿石。矿石矿物以磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿为主,矿石品位较富,并伴生有金、铂等。金川矿区,自上世纪五六十年代开始进行了地球物理探测,随后又不断补充地面和航空磁测、地面重力测量等工作,1980年以来完成了可控源音频大地电磁法、相位激发极化法、三维地震层析方法以及部分二维反射地震探测等多种方法,这些方法从目前看是成熟与有效的。同时,金川矿区通过半个世纪的地质勘查与研究,对于金川矿床的形成机制与成矿模式的认识基本趋于一致。这些有利条件为金川矿区物探资料的地质推断及深部找矿提供了方便与依据。因此,本文将作者近年在该区实际探测资料与前人地质研究成果相结合,分析了金川铜镍矿区深部地球物理特征及其与矿床成因的相关问题,给出了新认识,并对金川矿区深部找矿进行探索,这对该类型矿区的进一步找矿也是有意义的。

磁铁矿主要与蛇纹石化的程度和分布有关,而磁性矿物不可能均匀稳定的存在与分布。在地面磁测 ΔZ 平面图

○ 几种主要方法的结果分析

1.1 航空和地面磁测

航空磁测给出了金川矿区区域磁场 ΔT 磁异常的背景资料,异常呈N60°E~N30°E方向延伸,并与上世纪六七十年代完成的 ΔZ 地面磁测结果相吻合,清楚地反映了金川矿区含矿超基性岩体分布方向和分布范围。但磁异常并非完整地与岩体重合,原因是含矿超基性岩体中磁性矿物分布不均匀。磁性矿物分布是受超基性岩中的矿物成分特别是磁性矿物的生成温度、多期热液活动的作用,蛇纹石化及氧化作用等种种因素的影响。在金川矿区,主要磁性矿物是磁铁矿,其次是钛磁铁矿及弱磁性的磁黄铁矿,(Cu)硫化物的磁性很低^{①②}(甘肃省地质矿产局第六地质队 Q15:67\$18.9, <1045 (<=> 042)。

<http://www.kcdz.ac.cn/>

<http://www.kcdz.ac.cn/>

<http://www.kcdz.ac.cn/>

质构造与矿体产出具有一定的规律性与稳定性,另一方面反映了这些物探方法对该区地质体探测的有效性和相似性,这种关系说明了地质与地球物理所反映的一致性并具有深刻内涵。

2.1.3 高阻高速体分析

根据矿区岩石和矿石标本的物性测定,表明它们的密度与电阻率差异较大,其中镁铁质岩石和各类矿体的密度最大,变化于 $2.8 \sim 3.5 \text{ g/cm}^3$,其次是各类花岗岩岩石和变质岩,密度变化于 $2.5 \sim 2.7 \text{ g/cm}^3$,再次是各类砂岩、页岩和砾岩,密度变化于 $2.2 \sim 2.4 \text{ g/cm}^3$;平均电阻率以富含 FeS_2 硫化物的矿石最低,变化于 $1 \sim 10 \Omega \cdot \text{m}$,其次为砾岩、泥岩和各类片麻岩,变化于 $10 \sim 100 \Omega \cdot \text{m}$,再次是各类花岗岩和大理岩,变化于 $100 \sim 1000 \Omega \cdot \text{m}$,最高电阻率是未蚀变或风化的超镁铁质岩石,通常变化于 $1000 \sim 10000 \Omega \cdot \text{m}$ 。从岩石与矿石物性数据概况可以看出,金川矿区物性变化的规律是明显的。镁铁质岩石是处于高密度与高电阻率范畴中。在可控源音频大地电磁电阻率剖面上凸出的高阻体与地震层析剖面上具有分层结构的透镜状高速体,两者大致对应,虽然分布范围有一点差异,然而它们所反映的地质体应该是同一地质体。而金川矿区物性特征表明,既是高电阻率又是高密度的地质体,看来只能是岩浆岩体。因此,有理由认为剖面上高电阻率“凸出”和高速的“透镜状”是由从深部上侵的以超镁铁质岩为

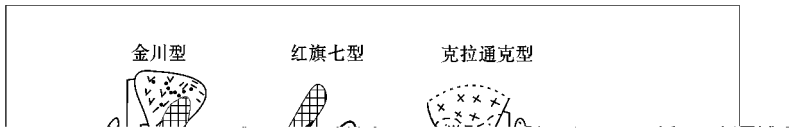


图1 组合成矿模式示意图(据汤中立等, 1987)

图1展示了三种组合成矿模式：金川型、红旗七型和克拉通克型。金川型模式显示了一个具有复杂内部结构的矿体，红旗七型模式显示了一个较为简单的矿体，而克拉通克型模式则显示了一个具有放射状结构的矿体。

这二组断裂究竟是什么性质的断裂构造？有人说是追踪的张性与压扭性二组断裂，也有人认为是属于铲状断裂性质，目前从深部地球物理资料还很难做出判断，无法对上述某种看法给予肯定与支持。但是这组近水平的断裂在金川矿区深部确实是存在的，另一是它们在成岩成矿中的作用，在层析剖面深7000m左右处，水平延伸高速体小分支南端与具有分层结构的透镜状高速体相连，北端向北延伸至低速带，按其长度也超出了视电阻率剖面中高阻带范围，接近金川矿区低阻的含金属硫化物的矿体（图中绿色示意体）。深部这种地球物理特征给我们留下了解释的空间，正如本文“8节所论述的，与向上凸出高阻体相对应的具有分层结构的高速体是上侵岩浆体，它们来自更深部的岩浆房，那么水平断裂则是沟通了岩浆中分异的产物，使其有序地向外分流，并提供了其活动的通道与赋存的空间，而这个逼近矿体的高速体小分支只能被解释为岩浆分溢出来而充

填在断裂中的小含矿岩体（枝）。显然，水平断裂在成岩成矿中起到了重要作用。金川矿区深部地球物理资料不但揭示了深部存在水平断裂，

<http://www.kcdz.ac.cn/>

其提供了地球物理的依据。

(!)由深部上涌的含矿岩浆,在"##! \$### %深度上向北扩散,与此处低电阻率的异常重合,这正是值得注意的高速、低阻体范围。目前已知存在产状较陡的矿体,也许在岩浆侵入沿陡断裂成矿之前,还有呈水平状产出的矿体,值得去探测。

(&)深部高阻、高速度体上部具有分层结构的“大透镜体”显示了岩浆体的分异特征,而且,与含矿岩浆一起均来自深部的岩浆源。超镁铁质岩体及其铜镍矿基本上分布在该断裂带附近。依据这种关系,应利用业已完成的剖面进行深部找矿,并可向东继续开展工作,以期获得新成果。

志 谢 !## !!##年在金川矿区进行的地震层析、音频大地电磁测深的过程中得到了金川铜镍矿集团公司领导和各方负责的大力支持,同时得到项目负责杨经绥研究员、汤中立院士、许志琴院士、长安大学闫海卿教授等多方指导和帮助,在此向他们表示衷心感谢。另外,该项野外施工由华北石油局第四物探大队和西南石油局第二物探大队承担,在此向刘正军总工、杨继友总工及其团队表示真诚的谢意。

参考文献/References

甘肃省地质矿产局第六地质队(\$")(白家咀子硫化铜镍矿床地质

[*](北京:地质出版社)
李献华,苏犁,宋彪,等(!##)(金川超镁铁侵入岩+, -.*/错石O1/2年龄及地质意义[3](科学通报,):#)\$#(钱辉,姜枚,等(!##(天山准格尔地区地震层析成像与地壳结构[3](地震学报 &&))\$4(汤中立(\$'#(金川硫化铜镍矿床成矿模式[3](现代地质)():44)5(汤中立(\$'\$(金川含铂硫化铜镍矿床成矿模式[3](甘肃地质,(!)\$#)19)(汤中立,杨杰东,徐士进,陶仙聪,李文渊(\$'!(金川含矿超镁铁岩的+%67定年[3](科学通报, &&\$#):\$'1!#(汤中立(\$'4(金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿模式及地质对比[*](北京:地质出版社(\$&#\$(汤中立(\$'5(中国岩浆硫化物矿床的主要成矿机制[3](地质学报, &&):!&&)&(汤中立,钱壮志,等(!##5(中国铜镍铂岩浆硫化物矿床与成矿预测[*](北京:地质出版社)
杨合群(\$'\$(论金川硫化铜镍矿床成因[3](中国地质科学院院报,!!:\$&&\$4(张恒磊,刘天佑,朱朝吉,等(!##(高精度磁测找矿结果以青海尔林格矿区为例[3](物探与化探 &A\$)195(9, <=>?(\$'8(*; @A@F@B@G@H@I; A7% @A@F@B@G@H ; DZUG @B@G@H: D@B@F@E@D@A@K % @A@E