

文章编号: 1009-6248(2007) 04-0001-06

东昆仑德尔尼矿床中矿床(体)的 叠加成矿作用研究

宋忠宝¹, 王轩², 任有祥¹, 栗亚芝¹, 王凯¹, 陈向阳¹, 陈博¹,
王升勤¹, 高永宝¹, 李丽¹

(1. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054;
2. 陕西省国土资源规划与评审中心, 陕西 西安 710054)

摘要: 德尔尼大型钴铜矿床是一个以海底喷流-沉积成矿为主体, 以后期叠加成矿为特色的复合成矿作用的矿床。其叠加成矿作用, 则以钴矿(化)体的“套鞋状”产出和磁黄铁矿的“薄层外壳”为标志, 以赋矿超基性岩与工业矿体接触处发生的蚀变作用、星点状磁铁矿的消失或净化, 以及镍元素带入为支撑点体现出来的, 它昭示了超基性岩体在叠加成矿过程中对德尔尼矿床成矿作用的某种贡献。

关键词: 德尔尼铜矿; 矿床成因; 海底喷流-沉积; 叠加成矿

中图分类号: P618.41 **文献标识码:** A

1 概况

德尔尼矿床的成因存在着 3 种观点: 与超基性岩有关的深部熔离-贯入或构造侵位说(章午生, 1981, 1995; 章午生等, 1996)、与花岗岩类有关的热液成矿说(段国莲, 1998, 1996), 以及与火山岩有关的海底喷流-沉积说(阿延寿, 2001; 王玉柱等, 1997)。笔者通过野外考察和室内研究后认为: 德尔尼矿床是一个以海底喷流-沉积成矿为主体, 以后期叠加成矿为特色的复合成矿作用的矿床(宋忠宝等, 2006)。造成德尔尼矿床成因存在不同观点的主要问题还是矿床或矿体的形成有无叠加成矿作用发生, 笔者针对这一问题进行探讨。

2 矿床(体)的叠加成矿

文献资料研究及矿床实际考察显示, 德尔尼矿床在成矿上不仅向矿床地质学家昭示其海底喷流-沉积成矿的某些典型特征(矿与上覆板岩的特定空间关系代表了海底喷流-沉积成矿的真实状况, 矿化的碳质板岩与广泛产出的复理石板岩从宏观到微观明显不同, 现今赋存矿床及工业矿体的超基性岩属矿床形成后侵位并捕掳了矿床及上覆矿化的碳质(砂)板岩。(宋忠宝等, 2006), 而且还展示了该矿床(体)叠加成矿诸多信息。这诸多叠加成矿信息在文献资料, 尤其是矿床勘查初期的报告中犹具“原创性”(青海省计委地质局第三地质队, 1971, 原地质部西北地质科学研究所, 1966, 1970 等报告)被当作“矿化期”中的“矿化阶段”来对待, 但若以当今成矿理论之视觉观之, 则应被看作“叠加成矿”作用。现将该矿床(体)叠加成矿之信息逐一列述。

收稿日期: 2007-06-12; 修回日期: 2007-09-19

基金项目: 青海省威斯特铜业有限责任公司“青海省玛沁县德尔尼铜矿外围普查找矿”

作者简介: 宋忠宝(1963-), 男, 研究员, 主要从事岩石矿床及同位素年代学研究。通讯地址: 710054, 西安市友谊东路 438 号, 西安地质矿产研究所; 电话: 029-87821955; E-mail: xaszhongbao@cgsg.gov.cn。

2.1 钴矿(化)特征及其与成矿的关系

在德尔尼矿床的勘探初期,金属钴原是被当作矿床矿体中的伴生组分对待的,但随着勘查程度的深入,矿石分析成果积累,却发现钴元素在矿体中的分布独具特色:从矿体边部向中心,钴含量递减,尤以矿体边缘的磁黄铁矿边壳含量颇高。基于此,原西北地质科学研究所(1970)以0.03%的钴含量在当时已基本被圈定的 号工业矿体中单独圈钴矿体。由图1可知,在 号矿体中出现一“夹石层”(G)。这一信息就告诉人们,以 号矿体为代表的德

尔尼矿床之矿体形成经过了两次成矿作用:其一是海底喷流-沉积成矿,构成了以铜钴为主的成矿主体;其二则是钴元素的叠加成矿。这种叠加成矿作用是沿工业矿体边部向早先形成的原 Cu、Zn 矿体之内部进行的,从而构成了以钴矿床为参照系非钴“夹石层”。如从整体工业矿体(、 、 、 号)的角度考察,原青海省计委地质局第三地质队(1971)则更准确地把钴在矿体中的分布形象地称作“套鞋状”。

2.2 德尔尼矿床原生矿石的造矿矿物

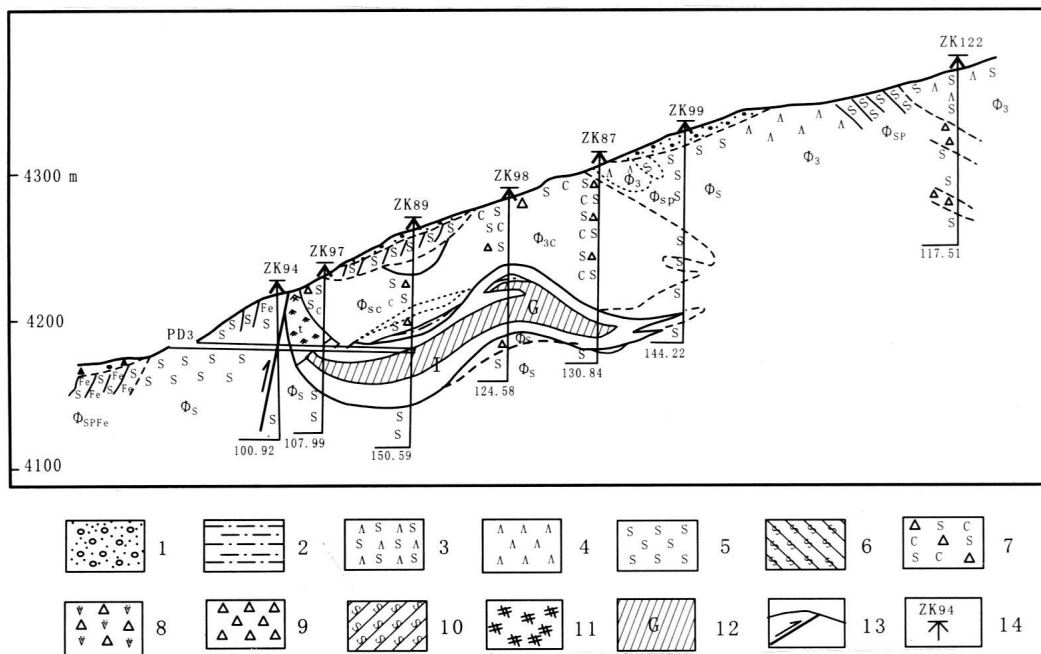


图1 德尔尼矿床15勘探线 号矿体剖面图(据西北地质科学研究所,1970修编)

Fig.1 Geological section of No. 15 prospecting line in Deerni deposit

1. 第四系; 2. 板岩(B); 3. 橄榄岩及蛇纹岩($\Phi_3 + \Phi_3$); 4. 橄榄岩(Φ_3); 5. 蛇纹岩(Φ_3); 6. 片状蛇纹岩(Φ_p); 7. 碳酸盐角砾状蛇纹岩(Φ_c); 8. 角砾状蛇纹岩(Φ_a); 9. 破碎带; 10. 铁染片理化蛇纹岩(Φ_{spFe}); 11. 铁帽(t); 12. 对钴矿体的“夹石核”(即:铜钴矿体); 13. 逆断层; 14. 钻孔。(示钴矿体[空白处]及夹石核[G],它们共同组成该矿床的 号矿体)

勘查研究显示,在德尔尼矿床原生矿石的造矿矿物中,其他诸如黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、磁铁矿等都是两个阶段或两个阶段以上的矿物产出,而唯有作为主要造矿矿物的磁黄铁矿却仅为一次生成(章午生,1981),非但如此,这种一次生成的磁黄铁矿在矿体空间生成部位上亦与众不同,图2所示,原生矿石自然类型的空间分布是:块状和条带状黄铁矿矿石构成了矿体的主体部分,而块状和条带状磁黄铁矿矿石围绕着矿体主体展现在其边部,构成

薄层状外壳。这种“薄层状外壳”虽无人对其与钴元素在矿体中呈“套鞋状”产出作成分上之对比,但他们均成生于矿体边部却是事实,且有成生联系。最有力的证据是,本矿床中罕有出现的含钴矿物——钴镍黄铁矿、硫铁镍钴矿均与磁黄铁矿有关,前者“毫无例外地与磁黄铁矿共生”,而后者则“存在于磁黄铁矿集合体中”,且“常与钴镍黄铁矿共生”(章午生,1981)。显而易见,德尔尼矿床钴的叠加成矿作用与磁黄铁矿“薄层外壳”的生成应当是同

一作用的不同表现。即在德尔尼矿床的成矿作用中，以磁黄铁矿“薄层外壳”为典型标志的矿化作用伴随着钴元素的叠加成矿，从而使金属元素钴这个在矿床勘查初期被勘查者仅当作伴生组分，而到了初勘结束时竟达到了“远景储量”为 2.85 万 t 的大型钴矿床。那么，与钴元素叠加于矿体同时进行的磁黄铁矿矿化发生于何时呢？虽然不能准确确定，但依据章午生（1981）在其专著中写道“磁黄铁矿沿

蛇纹岩片理贯入，形成平行条带构造”表明，磁黄铁矿的生成在蛇纹岩片理化的同时或稍后这一相对时间间隔内。

2.3 与叠加成矿有关的地质作用

在叠加成矿作用的同时或其前后，至少还有 3 种地质作用发生过，它们是：①镍元素问题；②矿与赋矿超基性岩接触界线上的蚀变现象；③星点状磁铁矿的“净化”现象。

表 1 德尔尼矿床中元素在矿体、围岩中的含量（%）

Tab. 1 The content of elements in the orebodies and wall rocks of Deerni deposit（%）

		Cu	Ni	Cr	Co	Ga	Sr	Ba	Pb	备注
超基性岩	样品数	609	609	609	609	609	609	609	609	所有样品均为光谱分析结果
	变化范围	0.000 2 ~ 0.5	0.001 ~ 1	0.004 ~ 0.7	0.001 ~ 0.5	0 ~ 0.003	0 ~ 0.003	0 ~ 0.02	0 ~ 0.003	
	平均含量	0.004 7	0.211	0.188	0.008 6	0.000 012	0.00 034	0.00 013	0.000 042	
板岩夹砂岩	样品数	127	127	127	127	127	127	127	127	
	变化范围	0.001 ~ 0.3	0.004 ~ 0.25	0.01 ~ 0.3	0.001 ~ 0.01	0 ~ 0.01	0 ~ 0.03	0 ~ 0.07	0 ~ 0.1	
	平均含量	0.013	0.021	0.044	0.0032	0.004	0.012	0.031	0.0034	
基性熔岩	样品数	28	28	28	28	28	28	28	28	
	变化范围	0.005 ~ 0.04	0.01 ~ 0.1	0.01 ~ 0.07	0.002 ~ 0.03	0.002 ~ 0.01	0 ~ 0.03	0 ~ 0.03	0 ~ 0.005	
	平均含量	0.021	0.032	0.043	0.006 8	0.006 3	0.01	0.011	0.001 4	
矿石	样品数	38	38	38	38	38	38	38	38	
	变化范围	0.2 ~ 3	0.002 ~ 0.1	0 ~ 0.07	0.003 ~ 0.05	0 ~ 0.01	0 ~ 0.01	0 ~ 0.1	0 ~ 0.01	
	平均含量	0.97	0.025	0.015	0.019	0.002 1	0.004	0.008 5	0.003 8	

注：据原西北地质科学研究所，1970。

2.3.1 镍元素问题

由表 1 可知，德尔尼矿区的超基性岩 Ni 平均含量为 0.211%、板岩夹砂岩 0.021%、基性火山岩^① 0.032%，以及矿石 0.025%。分析这些数据可知，镍在超基性岩中的含量远远超过矿石中的含量，而后者却与砂板岩及基性火山岩含量同属一个量级，由此至少可知，超基性岩对成矿的镍元素的贡献十分有限。然而矿床之矿石矿物分析结果却显示出矿石中的镍“大部分以分散状态存在于磁黄铁矿中，部分镍以钴镍黄铁矿和硫铁镍钴矿出现”（章午生，1981）。很显然，像钴一样镍元素同样参与了以磁黄铁矿“薄层外壳”为典型标志的叠加成矿作用过程，

推测作为矿体围岩——超基性岩中的镍参与了这一成矿作用过程。

2.3.2 矿与赋矿超基性岩接触带上的蚀变现象

在德尔尼矿床的文献资料再次开发研究中，最使作者感到迷惑的是围岩蚀变成果。一是被前人当作该矿床重要蚀变类型的碳酸盐化和蛇纹岩化，在研究者论及它的找矿价值时，却有点闪烁其词。例如，对碳酸盐化，既然认为它在成矿中那么重要，且以较长篇幅述其特征，但在应用于找矿时，却淡淡地说：“在本区作为一种找矿标志是有一定依据”，而“本区蛇纹石化的直接找矿意义较小”（章午生，1981）。这种在成矿研究中认定“重要”的实践之又

①原称作“安山岩”者，现已核定为玄武岩，故统称基性火山岩（笔者注）。

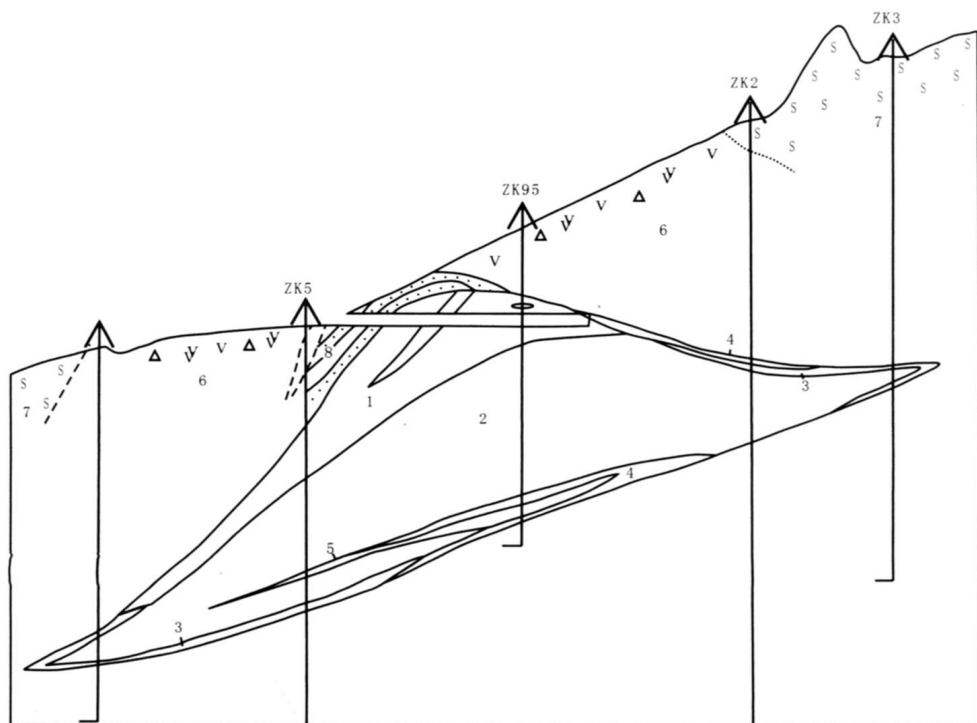


图2 第13线剖面 矿体矿石自然类型分布略图 (据原青海省第三地质队, 1971)

Fig.2 Schematic diagram showing distribution of natural types of ores in No. 13 orebody of No. 13 prospecting line

1. 块状黄铁矿矿石; 2. 条带状黄铁矿矿石; 3. 块状磁黄铁矿矿石; 4. 条带状磁黄铁矿矿石;
5. 夹石; 6. 角砾状超基性岩; 7. 蛇纹岩; 8. 砂板岩

围岩蚀变而在找矿基本给予否定的思维方式确使笔者不解; 二是对其他蚀变作用, 诸如滑石化、绿泥石化、钠闪石化、次闪石化等蚀变作用, 却因其产出规模小, 分布范围不广, 与矿体空间关系不密切等缘由而使先前的研究者把它们作为“其他蚀变作用”置于描述状态。限上述题目之故, 笔者仅就这后一迷惑之处加以讨论。

资料研究显示, 被称为“其他蚀变作用”的蚀变现象在德尔尼矿床(体)中主要发育在两个部位: 其一在工业矿体与赋矿超基性岩(包括碳酸盐化蛇纹岩、片状蛇纹岩、角砾状蛇纹岩等)接触界线围岩一侧; 其二是像碱性闪石(钠闪石)、斜绿泥石、碳酸盐、蛇纹岩、石英等作为黄铁矿-磁黄铁矿矿中的脉石矿物(原西北地质科学研究所, 1966)。故此, 认为被前人视为产出规模小, 分布范围不广的这些蚀变作用确实与工业矿体主体矿之形成“关系不密切”(章午生, 1981), 但却与以磁黄铁矿一次成生为明显标志的钴元素叠加成矿有着直接关系, 至少

空间上的密切伴生或共生关系。

2.3.3 星点状磁铁矿的“净化”问题

“星点状磁铁矿”是超基性岩类岩石在自变质作用过程中从岩石中分析出来的磁铁矿矿物, 因其在肉眼条件下几不可辨, 而只能在显微镜下辨认, 故得其名——星点状磁铁矿。在被超基性岩整体包裹的德尔尼矿床之矿体与围岩接触带上, 从事过多年超基性岩研究的西北地质科学研究所的研究者发现并忠实地描述了他们所观察的事实和现象。现援引如下:

“全蛇纹石化片状斜辉辉橄岩中星点状磁铁矿在靠近矿体时, 完全没有, 而稍离矿体, 磁铁矿星点显然增加到与岩体中其他岩石一样多。”

这一在德尔尼矿床历经几十年积累的文献资料中并不多见的信息, 向人们展示什么呢, 作者试解读如下:

(1) 据德尔尼矿床的勘查历程和资料来源判断, 这一星点状磁铁矿被净化的事实当时矿床勘查初期

的号矿体, 因为原西北地质科学研究所1966年报告——《青海果洛德尔尼铜矿地质特征的研究》内容主要反映的是当时先发现的号矿体。

(2) 这是发生在全蛇纹石化片状斜辉辉橄岩与工业矿体接触带上规模不大但却清晰的星点状磁铁矿消失或被净化的一次蚀变作用, 其发生时间当在斜辉辉橄岩自变质作用并析出星点状磁铁矿之后。

(3) 由于这种星点状磁铁矿被净化现象发生在靠近矿体时完全没有或消失, 而矿体边部又为磁黄铁矿“薄层外壳”所环绕, 故这种星点状磁铁矿被净化或消失的最大可能是为磁黄铁矿成生时所吸收。因为众所周知, 黄铁矿变为磁黄铁矿的过程在成分上就是铁元素增加的过程。为了表明这一点, 本文援引章午生(1981)关于黄铁矿和磁黄铁矿在德尔尼矿床中的平均成分如下。

黄铁矿(94个单矿物测定)平均成分: Fe46.18%、S37.96%、Se0.0039%, 微量元素Ga、In、Ni、Ti、Ge、Au、Ag等。虽然前人有着关于磁黄铁矿交代黄铁矿而成生的大量照片和文字解说, 但在矿体边部形成磁黄铁矿外壳时, 从围岩中汲取少量Fe元素不也是“就地取材”吗? 果如此。则这又是超基性岩对工业矿床在叠加成矿时的贡献之一。究竟如何, 尚需矿床成矿理论研究者更加关注!

3 结论

归结以上, 作者认识性结论是, 德尔尼矿床是一个以海底喷流-沉积成矿为主体, 以后期叠加成矿为特色的复合成矿作用的矿床。其叠加成矿作用, 则以钴元素的“套鞋状”产出和磁黄铁矿的“薄层外壳”为标志, 以赋矿超基性岩与工业矿体接触处发生的蚀变作用、星点状磁铁矿的消失或净化, 以及镍元素带入为支撑点体现出来的, 它昭示了超基性岩体在叠加成矿过程对德尔尼矿床成矿作用的某种贡献!

参考文献 (References):

宋忠宝, 王凯, 任有祥, 等. 德尔尼铜矿成因探讨[A]. 矿床学研究面向国家重大需求新机遇与新挑战——第八届全国矿床会议论文集[C]. 北京: 地质出版社, 2006.
章午生, 德尔尼铜矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1981.

杨经绥, 郑新华, 王希斌, 等. 德尔尼Cu-Co-Zn硫化物矿床的成因探讨新进展——兼论矿床围岩是蛇绿岩地幔橄榄岩而不是超基性火山岩[J]. 地学前缘, 1999, 6(1): 179-180.

章午生. 块状硫化物矿床的一个特殊类型——德尔尼铜矿[J]. 甘肃地质学报, 1995, 4(2): 22-31.

章午生, 陈杰. 超基性岩中含铜、钴块状硫化物矿床——德尔尼铜矿成因新认识[J]. 青海地质, 1996, 5(1): 37-52.

阿延寿. 青海德尔尼硫化物矿床成因的新认识[J]. 青海地质, 2001, 10(1): 40-44.

王玉往, 秦克章, VAMSD 矿床系列最基性端员——青海省德尔尼大型铜钴矿床的地质特征和成因类型[J]. 矿床地质, 1997, 16(1): 1-10.

段国莲. 论德尔尼黄铁矿型铜钴矿床的成矿规律[J]. 化工矿产地质, 1996, 18(2): 92-100.

段国莲. 论德尔尼黄铁矿型铜-钴矿床的地质特征及其与塞浦路斯铜矿的区别[J]. 化工矿产地质, 1998, 20(4): 287-294.

祝新友, 姜福芝, 王玉往. 超镁铁岩的REE特点及其对青海德尔尼铜钴矿的成因意义[J]. 有色金属矿产与勘查, 1996, 5(3): 162-168.

SONG Zhongbao, WANG Kai, REN Youxiang, et al. Opportunity and challenge of mineral deposit research: Meeting the demand of developments——Proceedings of 8th national conference of mineral deposits, China [C]. Geological Publishing House, Beijing, 2006.

ZHANG Wusheng. Deerni copper deposit geology [M]. Geological Publishing House, Beijing, 2001.

YANG Jingsui, ZHENG Xinhua, WANG Xibing, et al. New recognition on the origin of Deerni large Cu-Co-Zn sulfide deposit-rock deposit is ophiolite mantle peridotite and not super-volcanic rocks [J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6(1): 179-180.

ZHANG Wusheng. A specific type of massive sulphide deposits-Deerni copper deposit [J]. Acta Geologica Gansu, 1995, 4(2): 22-31.

ZHANG Wusheng, CHEN Jie. New recognition on the origin of the Deerni copper deposit-A Cu-Co-bearing massive sulfide deposit in ultrabasic rocks[J]. Qinghai Geology, 1996, 5(1): 37-52.

A Yanshou. New recognition on the origin of Deerni sulfide deposit in Qinghai province [J]. Qinghai Geology, 2001, 10(1): 40-44.

WANG Yuwang, QIN Kezhong. The extremely basic

member of VAMSD deposit series, the Deerni large Cu-Co deposit of Qinghai province: Its geological characteristics and genetic type [J]. The Mineral Deposits, 1997, 16 (1): 1-10.

DUAN Guolian. Metallogenetic regularity of the pyrite-type copper/cobalt deposit in Deerni region [J]. Geology of Chemical Minerals, 1996, 18 (2): 92-100.

DUAN Guolian. Geological characteristics of Deerni pyrite

type copper/cobalt deposit and its difference from Cyprus copper deposit [J]. Geology of Chemical Minerals, 1998, 20 (4): 287-294.

ZHU Xinyou Jiang Fuzhi Wang Yuwang. The REE characteristics of ultramafic rocks and their significance to the genesis of the Durngoi copper deposit, Qinghai [J]. Non-ferrous Metals and Mineral Exploration, 1996, 5 (3): 162-168.

Superimposed Mineralization of Deerni Co-Cu Deposit, East Kunlun Mountains, NW China

SONG Zhong-bao¹, WANG Xuan², REN You-xiang¹, LI Ya-zhi¹, WANG Kai¹, CHEN Xiang-yang¹, CHEN Bo¹, WANG Sheng-qin¹, GAO Yong-bao¹, LI Li¹

(1. *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China;*

2. *Shaanxi Provincial Centre of Planning and Approving of Land and Resources, Xi'an 710054, China*)

Abstract: The Deerni large Co-Cu deposit was mainly formed by submarine exhalative-sedimentation and also enriched by late-stage superimposed mineralization. The superimposed mineralization is indicated by occurrence of Co orebodies in the shape of overshoes and pyrrhotite thin shell. Also, it is characterized by alteration, disappearance or purification of sparsely disseminated magnetite and participation of Ni in the contact sites of ore-bearing ultrabasic rocks and industrial orebodies, with the criteria of Co overshoes and. All these phenomena indicate that the ultrabasic rocks have made certain contribution to the mineralization of the Deerni deposit.

Key words: Deerni Co-Cu deposit; ore deposit genesis; submarine exhalative-sedimentation; superimposed mineralization