

首钢 地质

1993

首钢地质勘探公司

首钢地货

首钢地质勘探公司

1993 年总第 10 期

目 录

矿产与地质

- 秘鲁马尔科纳铁(铜)矿床地质概况 (1)
- 秘鲁库斯科省和阿普马科省铁矿概况 (3)
- 西驼古金矿床地质特征及成因研究 韩国香(4)

岩土工程

- 钻孔局部超径的几种处理方法 谭策纵(12)
- 平坦地区大比例尺测图的图根高程测量 黄山松(16)
- 液化评价与处理 BASIC 程序简介 李 强(21)
- 岩石点荷载试验在某电站工程勘察中的应用 杨 刚(24)

技术与方法

- 化学分析中的增压溶样技术 陈中义(27)
- 灰岩中氧化镁的预测计算方法 苏锡泉(34)

综合信息

- 我国八种非金属矿被列为发展重点 (36)
- 技术项目选择应考虑的问题 (36)
- 企业营销价格策略八种 (37)
- 企业决策的思考方法 (38)
- 美国企业家经营成功的秘诀 (39)

小资料

- 熔剂灰岩与水泥灰岩的差异 解海燕(39)

会议简讯

- 《全国岩土钻掘工程设备与学术会议》在上海召开 (41)
- 《93 年冶金地质信息网工作会议》在廊坊召开 (41)

秘鲁马尔科纳铁(铜)矿床地质概况

(首钢地质勘探公司赴秘鲁考察团)

马尔科纳铁矿区位于秘鲁利马以南 503 公里处,西经 $74^{\circ}55'$ ~ $75^{\circ}18'$ 南纬 $15^{\circ}08'$ ~ $15^{\circ}26'$ 。铁矿体分布面积达 150Km^2 ,即东西长 15Km,南北长 10Km。海拔 +800m 标高,地势起伏不大,无任何植被,地形地貌上属于滨海干漠地带,由于受东部安第斯山的阻挡影响,秘鲁海滨终年无雨或少雨,气温常年在 10° ~ 30°C 之间。秘鲁全国有铁矿 70 个,分布在 17 个省内,总储量为 47.57 亿吨,其中以马尔科纳为最大,占总储量的 30%。

马尔科纳铁矿开发历史较长,自 1870 年发现以来,1925 年才进行采矿经济研究,1937 年投入地质勘探工作,1953 年美国资方联合组成马尔科纳矿业公司正式开采,1975 年秘鲁政府收回国有,成立了秘鲁铁矿公司,1992 年 10 月出让给首钢。在马尔科纳铁矿历史上总共开采出矿石量达 2.9 亿吨,其中主要是由马尔科纳公司开采出 2.2 亿吨,秘鲁铁矿公司开采不过 0.7 亿吨,历史上最高年产量是 73—74 年的年产 1700 万吨,矿石主要出口日本,南朝鲜和美国。

一、地质概况

秘鲁位于南美洲中西部的安第斯地槽褶皱带,主要地质构造线走向 NNW—SSE,也是世界上环太平洋金属成矿带之一,它经历了古生代晚期的海西运动和中生代晚期的安第斯运动,安第斯山褶皱带边缘恰处于大洋及大陆板块的汇聚带,具有一个向东倾斜的俯冲带,由东至西依次划分为四个构造单元即:东科迪拉带、中科迪拉带、西科迪拉带和滨海带。马尔科纳铁矿区位于西科迪拉带与滨海——海岸岩基带之间。

马尔科纳矿区以西出露着早前寒武纪的洛马斯群,年龄为 19—20 亿年的变质岩石,主要为片麻岩和深成花岗岩片麻岩,已达到变角闪岩相——角闪岩相。在这些变质岩基底上,早古生代时期沉积了马尔科纳层——第一含矿层,年龄为 4.3—3.9 亿年,经变质后主要为片岩、角页岩、千枚岩、大理岩、白云岩、变长石砂岩等,变质程度相当于绿片岩相。在这层之上,到中生代晚侏罗纪时期,又有火山——沉积物形成,称为赛里托斯层(第二含矿层),年龄约 1.37 亿年,主要为火山凝灰岩、安山熔岩、杂砂岩、砾岩、夹薄层灰岩等组成。下白垩纪科帕拉层主要为板岩、砂岩、凝灰岩、安山岩、流纹岩等分布于矿区之外,第三纪的皮斯科层在矿区分布较广,主要为白色火山灰互层粘土岩(斑脱岩)、砂岩、石膏质砾岩等组成。第四纪主要沉积物是砂砾层和沙丘。

矿区内外火成岩主要为圣尼古拉斯花岗闪长岩(3.9 亿年)和海岸岩基——阿雷基帕花岗岩体(0.6—1 亿年)两期。该期岩体与成矿体密切相关。

矿区构造主体上由马尔科纳层在滨海一带构成一个 NW—SE 向的背斜构造,又经第二期褶皱后,两翼分别是向 NE 及 SW 倾斜,背斜中间则分布着前寒武纪的洛马斯群变质杂岩,晚古生代的圣尼古拉斯花岗闪长岩则侵入于背斜核部,赛里托斯层则呈角度不整合或断层接触于马尔科纳层之上。在马尔科纳矿区,卫片上则清晰地呈现出环形构造,马尔科纳铁矿则分布在环形构造弧圈的南缘。

矿区内并未见到花岗闪长岩体与围岩的直接接触关系和铁矿赋存在接触带上的地质证据。相反却有大量铁矿体赋存在远离圣尼古拉斯花岗闪长岩,而矿体分布在无岩体出露的环形构造内包括马尔科纳层与赛里托斯层宽达几公里的范围,至少表明深部可能存在着尼古拉斯潜伏岩体或较新的花岗岩岩体。在矿体或上下盘围岩中,却有大量的矽卡岩类矿物,如方柱石、透辉石、透闪石、阳起石、绿帘石、蛇纹石、滑石等矿物。矿石的矿物成份主要是磁铁矿、镜铁矿,在氧化带中变为赤铁矿。硫化物主要是黄铁矿、磁黄铁矿,还有后来形成少量黄铜矿。

二、铁矿远景展望

马尔科纳铁矿体总计 117 个。历史上曾根据生产需要、矿体规模、采选条件和经济合理程度而进行过不同的地质勘探工作。随着生产开采的发展,保有的可采储量逐渐减少,矿山急需在近期内进行地质勘探,期望增加可采储量及可能储量,以满足矿山生产开采的要求。目前,全区还有近半数矿点(异常)未曾勘探,约有四分之一的矿点勘探程度较低,这些均是增长远景储量的对象。另外矿石开采对象仅限于马尔科纳层中的铁矿,赛里托斯层中铁矿基本尚未开采,其原因主要是:铁矿石在砂岩中交代而成,略具条带状构造,平均品位稍低约为 46.22%,磁铁矿颗粒较细,黄铁矿含量较高,在氧化带中变成大量硫酸盐类矿物。矿石高硅高硫、高碱(K_2O+Na_2O)使选矿工艺流程复杂,回收率低,故在开发赛里托斯层中的铁矿时应先考虑选、冶技术问题。

三、铜矿远景预测

铜矿分布在马尔科纳铁矿区内东北部,面积 12Km^2 ,当地群采已有三十年历史,铜矿主要产在侏罗系赛里托斯层中,含矿围岩为大理岩、凝灰质砂岩、安山岩、粗安岩、斑状安山岩脉等。围岩蚀变主要是阳起—透闪石化、绿泥—绿帘石化、绢云母化、矽化。矿石矿物为磁铁矿、镜铁矿(赤铁矿)、黄铁矿(褐铁矿、黄钾铁矾)、黄铜矿、孔雀石、黄铜矿、氯铜矿等。脉石矿物为阳起石、绿泥石、绢云母、石英、方解石、石膏等。铜矿脉主要形成于 $NW290^\circ-300^\circ$ 、 $NE20^\circ-40^\circ$ 、SN 向、EW 向,往往在两组成矿前断裂交汇处能形成较厚的矿柱。一般情况下铜矿体在断裂带中形成厚度 0.1—2m 的矿化带,长度在 20—300m 之间。矿脉延深较大,据目前老铜中见到的较大矿脉延深 100 米尚未尖灭,矿化带严格受构造控制,矿化带两侧围岩影响较小,根据已采样结果表明:品位变化在 1—20% 之间,平均品位 2%,氧化带深度 87m 土。铜矿成因类型属中高温热液破碎蚀变充填交代型矿床。

据不完全统计:全区有 50—70 条铜矿脉或矿化带。由于沙漠覆盖,地表出露不全,仅能凭藉老铜观察,及对本区矿山中 NW、N 段详查,构造控矿明显,成矿规律比较清楚,破碎蚀变带范围大,铜矿品位多,找矿标志清楚,估算出本区铜矿储量已达到中型矿床规模,具有一定工业远景。

秘鲁库斯科省和阿普里马科省铁矿概况

(首钢地质勘探公司赴秘鲁考察团)

秘鲁东南部的铁矿位于库斯科省和阿普里马科省境内,南纬 $13^{\circ}40'$ — $14^{\circ}30'$,西经 $71^{\circ}00'$ — $73^{\circ}30'$ 。库斯科省在首都利马东南方向,直距 900 公里,铁矿分散在库斯科城的东南方 150Km 到西南 180Km 一带约东西长 200Km,南北宽 60Km 的范围内,该矿区处于东科迪拉山脉中,海拔 3800—4600 米,河谷切割较深,故交通十分困难。

本区的地质工作开始于 60—62 年,1970 年加拿大赖特公司对阿普里马科省的铁矿床进行初步可行性研究,1972 年日本尔图公司在本区进行过研究工作,1977 年秘鲁铁矿公司杜宁曾在本区进行过野外地质考察,并对前人资料综合整理过。基础地质研究程度很差,缺乏区域地质和矿山地质图件。

一、地质概况

本区地层主要分布着中生代中白垩纪费罗班巴层,以深兰色厚层状石灰岩为主,并夹有泥质灰岩和板岩,局部地区可见到菱铁矿(含铁 20%)。

费罗班巴层的下伏地层是下白垩纪马拉层,以石英砂岩为主并含有劣质薄煤层;费罗班巴层的上覆地层是上白垩纪——第三纪火山岩。铁矿的生成是由酸性侵入岩体,如:花岗岩、花岗闪长岩等侵入到费罗班巴层的石灰岩中,发生接触交代变质作用,有选择性地针对围岩进行交代而形成矽卡岩铁矿。本区侵入岩可划分为三个时期:

第一期:辉长岩、辉绿岩

闪长岩

第二期:花岗闪长岩 } 铁矿主要成矿阶段。
英云闪长岩 }

第三期:二长岩——铜矿主要成矿阶段

铁矿体经常赋存在接触带上,或距接触带不远的石灰岩中,矿体产状随接触带变化而变化,全区内大致有三组成矿构造方向:NE 5° (印加),NW 280° (乌拉尼奥),NW 320° (万卡班巴)。

矿体的形状常呈板状和不规则囊状,矿体内部呈条带状构造,矿体长度数百米到一千米以上,厚度数十米到一百米以上,延深在百米以上。矿体往往成群成带出现,由大小不等的矿体组成的矿带,有的可以延长达数公里。

二、铁矿分布概况

铁矿分布在两个省接壤相邻的四个县境内。这些铁矿分布范围是沿着 NWW—SEE 的方向,约在东西长 200Km,南北宽 60Km,总面积 1200Km² 之内。其中主要集中庆东区库斯科省的琼毕维利卡斯县和帕卢罗县的因佩利奥小区、卡帕克玛尔卡、卢戈内斯——克卡乔、印加、阿克卡、贝利列等,西区集中于阿普里马科省安达乌艾拉斯县——艾伊拉换斯县的万卡班巴、罗未尔达、阿乌坎帕。两区的铁矿品位均在 60% 以上,储量约 30 亿吨。

由于本区铁矿虽有较大远景,但是由于交通十分困难,地质勘探程度很低,据前人地质工作意见,若要勘探清楚本区铁矿储量需 20 年时间。本区铁矿又分散在几千平方公里的范

围内矿体不具成层性,矿点之间难以联系在一起,无法集中开采,加上铁矿中含硫(0.04—0.4%)和含铜(0.01—0.78%),必须做选矿处理,加之地势条件高差达4600米,因此对矿区的开发均是不利因素,从目前情况而言,尚不具备开发条件。

西驼古金矿床地质特征及成因研究

韩国香

一、矿区地质概况

北京市密云县西驼古金矿位于华北地台燕山褶皱带北缘,赤城——古北口——平泉深大断裂之南侧,区内主要出露太古界密云群阳坡地组和长城系长城统黄崖关组及串岭沟组,二者呈不整合接触。区内主要岩性为片麻岩、砂岩及砂质板岩等。受构造和岩浆作用片麻岩类表现为强烈的破碎蚀变,经常出现碎裂岩、糜棱岩及构造岩。矿物成份斜长石基本全部绢云母化,暗色矿物全部蚀变成黑云母、绿泥石。砂岩类表现为局部破碎,矿物拉长定向,绢云母矿物增多。本区断裂构造主要有NW、NE向两组,NW向为金矿化的主要导矿、容矿构造。矿区混合岩化作用不强烈,以长英质、伟晶质注入为主,形成极不均匀的条痕、条带状混合岩。区内岩浆活动较频繁,分布较广,期次较多,主要为燕山期脉岩,基本沿着构造方向展布。含金石英脉皆晚于其它岩脉,属期后热液产物。

金矿化与硅化密切相关,多分布在含金硫化物石英脉以及其破碎带中。

二、矿石类型

本区主要矿石类型分为:含金硫化物石英脉根据矿石受构造作用的程度又分为,石英碎裂岩、石英碎斑岩、石英糜棱岩;含金硅化石英角砾岩,此类岩石为含金硫化物石英脉型矿石经多次构造作用,又混入部分围岩的成分和后期的脉岩类成分。金属矿化非常发育,黄铁矿、褐铁矿、方铅矿、黄铜矿等呈星点状、团块状、网脉状分布在矿石中,构成具工业价值的金矿体;含金石英脉型糜棱岩含矿性一般,主要以黄铁矿化为主,多分布在西驼古地区;含金构造角砾岩,发育黄铁矿,没有强烈的蚀变现象和其它金属矿化。

上述各种矿化类型空间关系密切,均是在含金硫化物石英脉形成之后又迭加了构造作用,热液作用以及氧化作用、加速了金的迁移、富集过程。

三、矿石矿物的化学、物理特征

矿石矿物的化学成分对于研究矿床的成因类型,不同的成矿阶段,成矿物质来源,成矿地质环境,成矿机制等有着重要的意义。

本区经历了沉积变质变形,构造岩浆作用和热液充填—交待等多种迭加综合地质作用,尤其是热液多阶段的迭加与控矿构造的多次活动,形成不同的矿石类型、矿物成分、结构构造和元素组合。为了进行对比,对各类岩石及岩石中的部分单矿物进行了光谱分析和中子活化分析。从所测试的样品发现:西驼古矿体富含Au、As、Pb、W、Ni、Cu、Co、Ba、含量超出地球克拉克值的几倍至几十倍,尤其是Pb、As元素更为突出,超出地球丰度的20~50倍。矿体

中黄铁矿的元素组合以 As、Pb、Cu、Ag、Co、Ba 含量高为特征。矿脉中黄铁矿的 Co/Ni 比值为 0.2485,而石英脉中黄铁矿 CO/Ni 值为 8.93,与岩浆热液和火山作用金矿化特征值相接近。另外在不同的矿石中黄铁矿的 As 含量具一定的差异,在本矿区矿脉中的黄铁矿 As 含量为 288PPM,而石英脉中黄铁矿的 As 含量仅为 25.05。因此,可根据黄铁矿中 As 含量的高低作为金矿的找矿标志,同时可根据 Ba 的含量做为石英是否含金的标志(表 1)。

石英的 Rb、Sr 平均含量对比表 表 1

矿 石 类 别 元 素	矿 区	西驼古矿区		东驼古矿区	
		矿脉中 完整石英脉石英	矿脉中石英	含金硫化物石英脉	碎裂石英岩
Rb		0.255	71.8	147.88	3.17
Sr		0.134	422	537.55	49.72
Ba		3.22	2290	353.45	318.68

因为本区矿脉中的石英以 Pb、Ag、Au、As、Bi、Ba 为特征元素组合,而石英脉中的石英则以 Pb、Ag、Bi、Cu 组合为特征。

通过对本区岩石、矿物的稀土元素含量分析,得出以下几种稀土模式:

1. **霏细岩、二长岩、正长岩的稀土模式**霏细岩、正长岩及二长斑岩均为同源岩浆派生体,无论在矿脉中还是在地层中其稀土元素模式均呈现明显右倾斜的负铕异常,为轻稀土(LERR)富集型($Sm/Nd < 0.333$)(图 1、图 2)。

2. **石英的稀土模式** 通过对东西驼古岩矿体石英脉中石英的稀土元素分析发现:赋存于岩层石英脉中的石英稀土型式呈平坦的具明显正铕异常的类型,而矿脉中的石英 REE 则呈明显的右倾斜,富铕异常(图 3,图 4)。

3. **黄铁矿的稀土模式**西驼古片麻岩中的黄铁矿呈 LREE 亏损型,石英脉中的黄铁矿呈贫 La 富 Nd 的右倾斜倒“V”字型,矿脉中的黄铁矿稀土型式呈折线状上升的左倾斜,三者为不同期次的岩浆演化产物(图 5、6)。

4. **矿体中各种矿石、岩石的稀土模式**矿体中各种矿石类型的稀土分布型式基本均呈轻微负铕异常的右倾斜状,富轻稀土特征,曲线较规整一致(图 7、8)。含有大量沉积岩角砾成份的角砾岩和沉积岩类其 ΣREE 含量明显的高于其它类型的矿石,说明其物质来源与形成时代的差别。

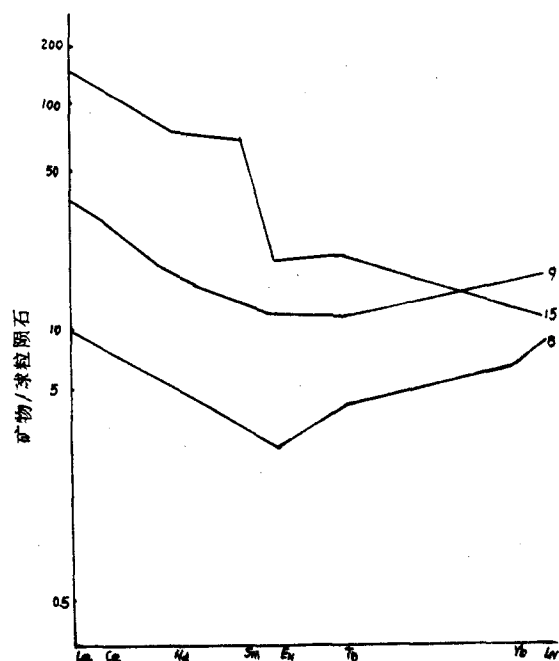


图1 霏细岩中重矿物球粒陨石标准化 REE 型式图

8—I号矿脉中霏细岩碎块中重矿物

9—民采I霏细岩中重矿物

15—钻孔 ZK9-1 霏细岩中重矿物

* 重矿物一指以黄铁矿和褐铁矿为主,石英为少量的混合矿物。

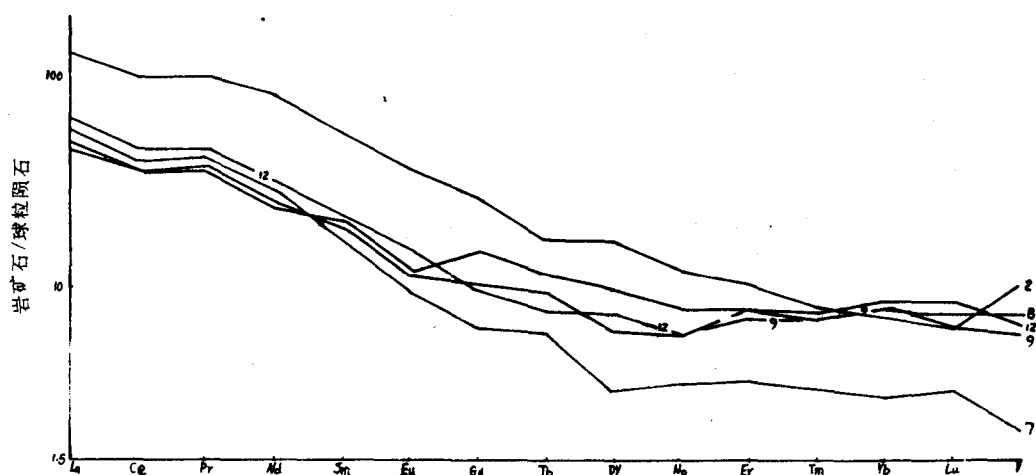


图2 围岩中的正长岩与矿体中正长岩球粒陨石标准化 REE 分布型式

2—矿脉中的正长斑岩

9—围岩中的正长斑岩

7—矿脉中正长岩

12—西驼古矿体中的二长斑岩

8—矿脉中的正长岩

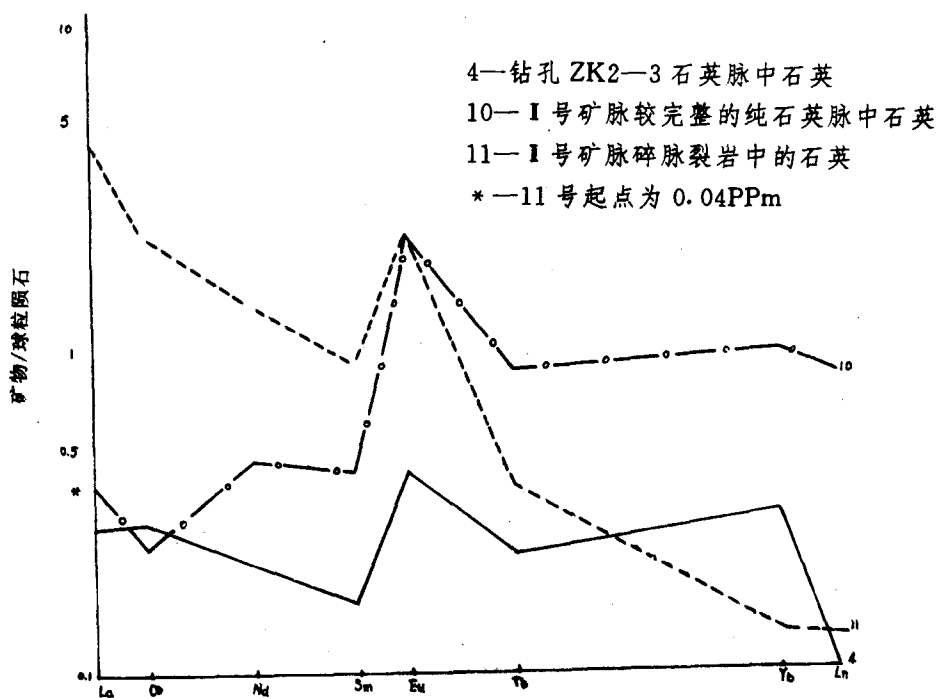


图 3 西驼古不同类型石英球粒陨石标准化 REE 型式图

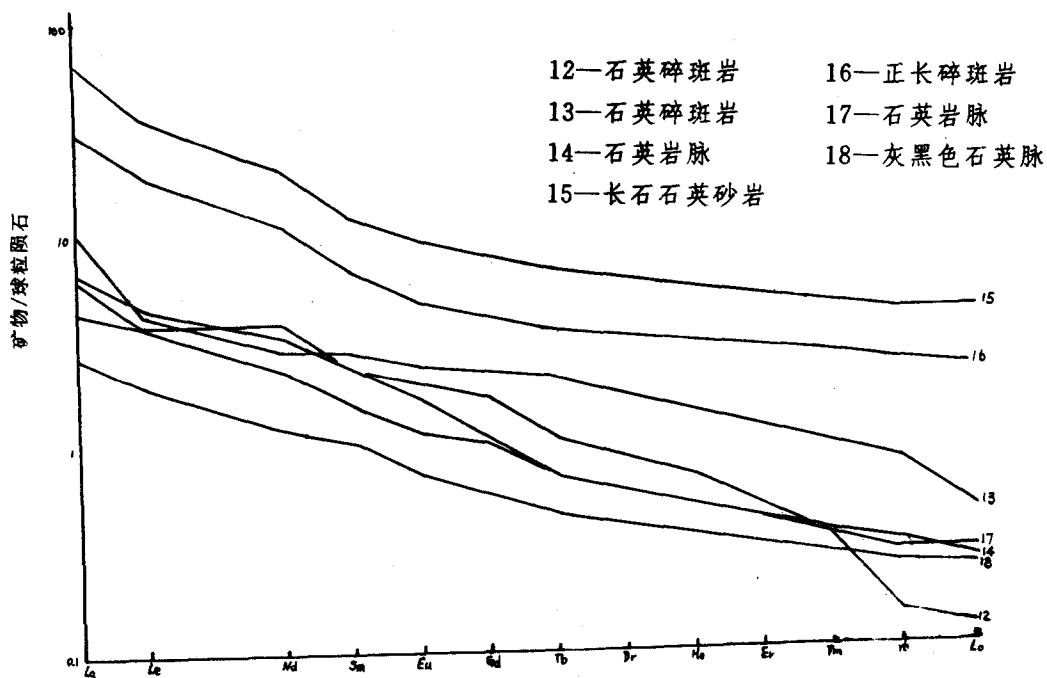


图 4 东驼古矿体矿石中石英球粒陨石标准化 REE 分布型式

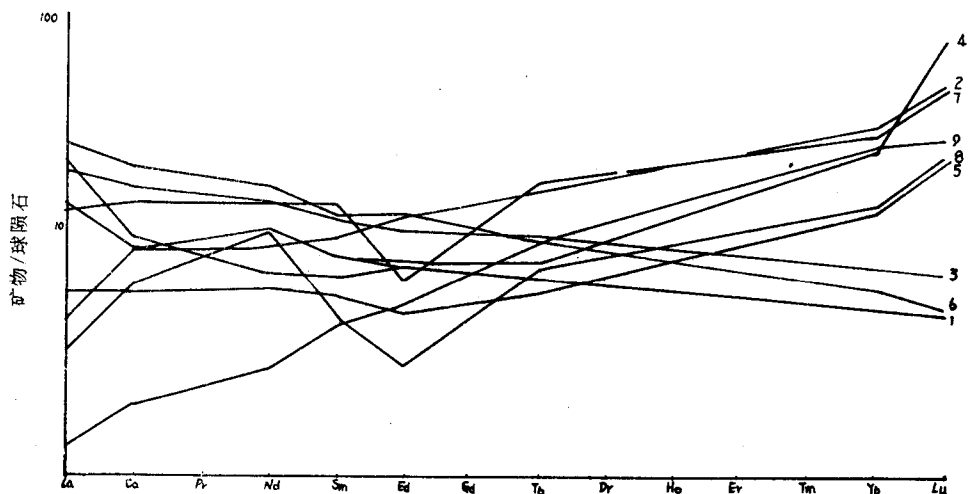


图5 东驼古矿体矿石中黄铁矿球粒陨石标准化 REE 分布型式

- | | |
|------------|-----------|
| 1—石英碎裂岩 | 6—长石石英砂岩 |
| 2—石英碎裂岩(他) | 7—正长碎斑岩 |
| 3—石英碎裂岩(自) | 8—石英岩脉 |
| 4—石英岩脉(自) | 9—灰黑色石英脉 |
| | 5—石英岩脉(他) |

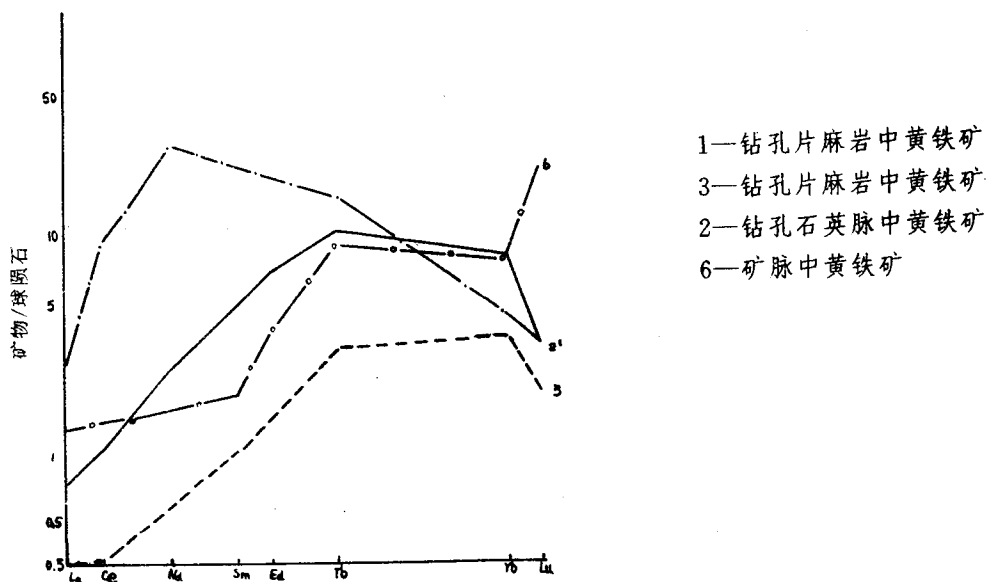


图6 西驼古矿体不同类型黄铁矿球粒陨石标准化 REE 型式图

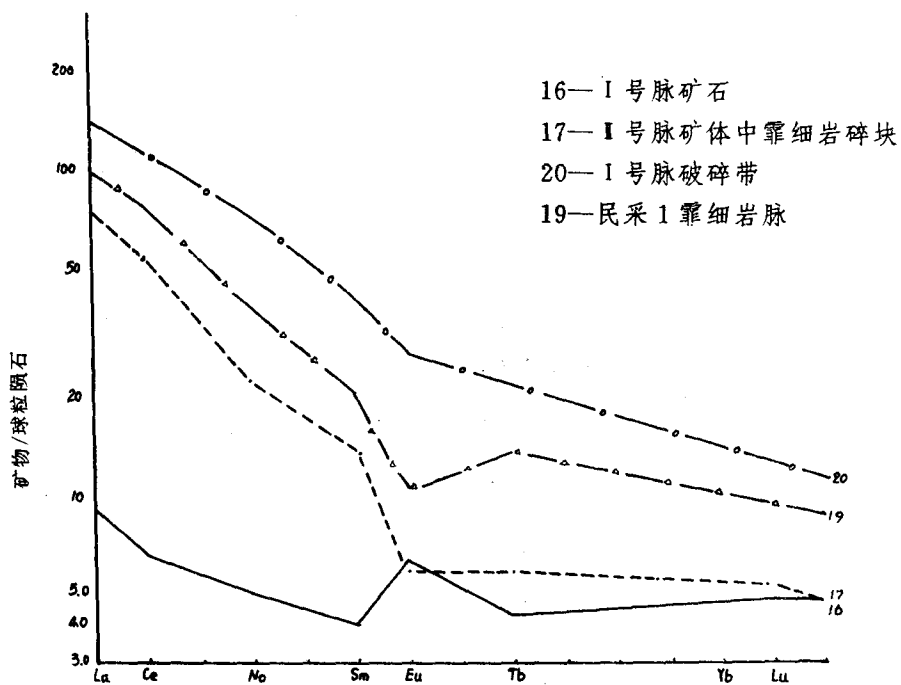


图7 西驼古矿脉不同矿石的球粒陨石标准化REE型式图

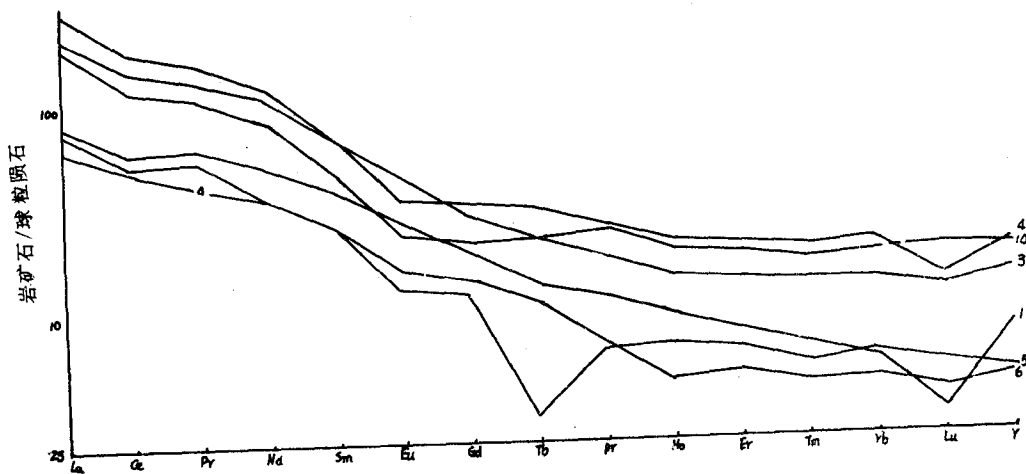


图8 东驼古矿脉各种杂岩球粒陨石标准化REE分布式

- | | |
|---------------|----------------|
| 1—东驼古矿体石英脉糜棱岩 | 6—东驼古矿体构造角砾岩 |
| 3—东驼古砂泥质板岩 | 10—西驼古矿体中绢云母片岩 |
| 4—绿泥石化硅化角砾岩 | 5—硅化石英碎粒岩 |

(二)西驼古矿区岩石、矿物的物理性质

1. 矿物的热电性能

黄铁矿的热电系数在矿体中自下而上依次出现负值带→混合带→正值带,负值属空穴导电型N型,正值为电子导电型为P型。早期黄铁矿热电系数值较大,导电型为P型,而晚期热电系数值正好与其相反,导电型为P、N混合型。依此可了解、判断矿体的剥蚀深度、成因标志和成矿段。东西驼古矿体中黄铁矿,方铅矿样品的热电系数具一定的差别,表现出西驼古矿体全部为负值,按热电性能应属岩浆热液型矿床的尾部;而东驼古矿体的热电系数为P、N混合型,说明东驼古矿体属岩浆热液与次火山热液型成因,其剥蚀深度在中尾部,成矿阶段早于西驼古矿体,

2. 石英天然热发光特征

通过对本区不同层位的各类石英脉进行石英热发光测试发现:东西驼古矿体的热发光特征差别很大,西驼古矿体的矿脉、片麻岩中的石英发光特征相似,曲线总积分强度为0.754~0.571 伦琴,发光温度为400℃以上;而东矿体的热发光特征正与其相反,曲线总积分强度为29.8 伦琴,温度为240℃~270℃(图9、10)这些特征表明:岩层与矿体中的石英脉是同期次的产物。矿脉中的细粒石英是经过多次矿化迭加的产物。同时发光强度与金的品位呈正相关,发光温度低,峰形呈单峰曲线是矿体尾部特征,说明西驼古金矿化与晚期硫化物石英脉具成因的联系,其成矿温度在250℃左右。

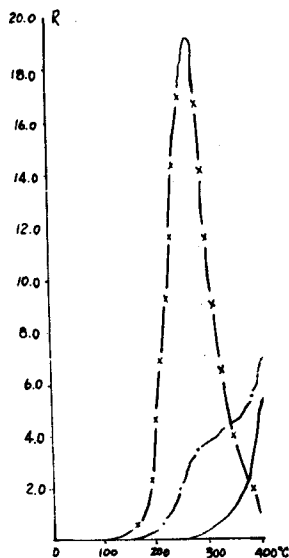


图9 西驼古矿点:

片麻岩中石英脉天然热发光曲线

Ⅱ号矿脉纯石英天然热发光曲线

Ⅰ号矿脉细粒石英天然热发光曲线

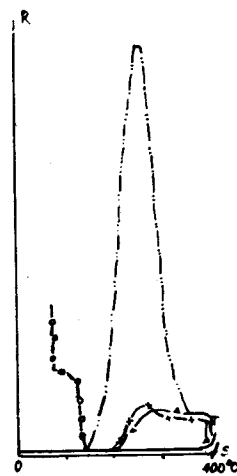


图10 东驼古矿点:

1---石英糜棱岩天然热发光曲线($R=0.174$)

2-·-石英碎裂岩天然热发光曲线($R=0.243$)

3——Ⅰ号脉中石英天然热发光曲线($R=0.127$)

4-·-正长碎斑岩天然热发光曲线($R=7.641$)

5-x-石英脉天然热发光曲线($R=1.734$)

6-o-硅化石英岩天然热发光曲线($R=0.027$)

7-△-长石石英岩天然热发光曲线($R=1.354$)

8·····石英脉天然热发光曲线($R=0.177$)

东驼古矿体发光特征较为复杂,分为高温低强度、低温高强度、中温中强度、不发光、中温高强度五种发光特征。具体表现在:受到强烈破碎的石英发光弱或不发光;较完整的石英脉石英具中温中强发光,曲线峰值呈较宽阔的形态,硅化石英岩的石英发光温度为 100℃,发光曲线呈直线型高强度,但又很快趋于不发光状态。正长碎斑岩中石英脉其发光特征与西驼古矿脉中的细粒石英非常接近。上述情况表明,东驼古总体发光强度弱(0.027~0.243 伦琴)是含金石英的一种特征,同时也是矿体剥蚀为中尾部的又一显示,也反应出矿体的形成世代与西驼古矿体间的差异。

四、西驼古金矿床成因研究

金的银嵌类型与载金矿物种类直接影响到金的含量(表 2、表 3)。

金的嵌布类型

表 2

类 型 载金矿物 颗粒百分数%	包体金		晶隙金		裂隙金		合 计
	颗粒数	百分数	颗粒数	百分数	颗粒数	百分数	百分数
黄铁矿							
褐铁矿	29	31.52			23	25	56.52
石 英	5	5.43			10	10.87	16.30
闪锌矿	3	3.26					3.26
褐铁矿与石英			17	18.48			18.48
石英与闪锌矿			5	5.43			5.43
合 计	42	46.73	22	23.91	33	35.87	100

载金矿物光谱分析金、银含量表

表 3

Au、Ag 含量 矿物名称	Au (g/T)	百分含量	Au (g/T)	百分含量
黄铁矿	38.21	13.92	>10	>7.69
褐铁矿	93.89	34.20	>10	>7.69
方铅矿	136.7	49.79	>100	>76.9
石 英	5.74	2.09	>10	>7.69
合 计	274.54	100	>130	100

凡金矿赋存地段蚀变均发育,本区蚀变大致分为早、中、晚期,即:硅化→黄铁矿化→硅化、多金属硫化物→绿泥石化→高岭土化,碳酸盐化、褐铁矿化,蚀变的相互迭加对成矿有利。东西驼古矿体均以某种蚀变占主导地位,其中具硅化,黄铁矿化是两矿体的共性。根据不同矿石

类型的包体均一法测温 and 矿物共生组合特征、脉体的穿插关系、矿石构造、矿物形成世代和蚀变交代关系等,将矿区分为四个成矿阶段即:早期金矿物—石英—简单硫化物阶段,主要以石英和自形晶—它形晶黄铁矿为主,伴随少量金矿物形成。金颗粒细小,形成温度为 $167^{\circ}\text{C}\sim 225^{\circ}\text{C}$;中期金矿物—石英—多金硫化物阶段,以早期矿物遭受构造作用及热液作用的又一次迭加而形成,蚀变作用增强,多种金属硫化物在此期间形成,同时伴随大量的金矿物形成,是矿床的主要成矿期;晚期金矿物—石英—碳酸盐阶段,是继中期后的又一次热液作用迭加的产物。主要形成石英细脉脉体和碳酸盐,切穿交代前两阶段形成的岩石矿物,同时也有少量的金矿物形成;表生期主要以氧化作用为主,以褐铁矿,高岭土化,孔雀石等矿物为特征。

五、金的成矿条件及物质来源

构造条件是金的导矿、控矿的重要因素。矿床的金均富集于微裂隙石英脉和断裂构造带中。多期次、继承性构造迭加,为热液活动提供了良好的地质场所,使矿化加强有利于金矿的富集。本区构造以单斜为主,断裂和裂隙发育,主要以NNW向和近SN向,NNW向最为发育,分布广,规模大几十~几百米,均呈平行出现,断裂活动复杂,具多次继承性特点,是本区最主要的含矿构造。岩浆期后热液活动是形成金矿的另一控矿因素,本区金矿化点与构造和岩浆期后热液蚀变极为密切,构造和热液的多次迭加地段,金矿化更强,因此,矿化的温度与断裂构造作用及活动期次紧密相关。

结束语

本矿区构造活动发育,NNW向断裂是成矿的有利地段。成矿温度为中低温型。矿体四个成矿阶段的中期为主成矿期。根据稀土模式对比、蚀变特征可看出东西驼古矿体特征有些差异,它们是遭受了同一地质作用不同阶段的热液作用产物。因此,本区找矿标志应注意构造发育地段,尤其是多组构造交汇、迭加部位。同时也应注意中酸性岩体以及其派生的不同类型岩脉的产出部位及附近围岩的蚀变类型,对指导在京北地区寻找金矿仍有重要的理论意义和实际意义。

(参考文献从略)

钻孔局部超径的几种处理方法

谭策纵

钻孔局部超径是指钻孔某一段发生孔径扩大到超过钻进的正常孔径的一种现象。这种现象通常发生在水敏、枯散、易溶地层的钻进过程中。局部超径本身不属事故,但引发出来的孔内事故却是多种多样,如冲洗液上返到超径下喉颈部位后,流速变慢,孔壁被钻杆“扫膛”敲打,岩粒掉落滞留在超径喉颈处积聚,导致向孔内送水时,回转阻力增加,这时会引发卡

钻、埋钻和烧钻事故；钻杆在局部超径处，因失去孔壁的限导，挠度加大，钻杆因弯曲交变应力过大而折断，同时还造成孔钻孔弯曲后，在超径处出现丛眼现象。因此，对局部超径孔必须及时处理，才能保证安全钻进。处理的方法通常有三种：

一、隔离法

所谓隔离法即是下套管或下飞管方法，用套管或飞管将超径孔段隔离起来。

1. 套管隔离

套管隔离一般用于钻孔中浅部孔段的局部超径，按要求套管要座落在超过局部超径孔段的底部。但是往往出现钻孔局部超径后，孔内的坍塌物不可能及时被冲洗液排走，它沉积于孔底，很难使套管的下端顺利下入到位，为此在下套管前，应事先在套管的下端连接有类似管靴的薄壁合金钻头，当套管不继续下时，可从套管上端接钻杆，通过泵送冲洗液，用机器或人力扭动套管，借助合金钻头拨动沉积物，随冲洗液排走，套管即随之下沉。不扭动套管，也可以另用小一级钻具下入孔内，在冲洗液冲动下，沉积物从套管口排出，通过人力扭动套管自然下沉到位。

2. 飞管隔离

飞管，也有称之为埋头套管，它的管口是不出露于地面，主要用来隔离钻孔深部位的局部超径。

飞管的下法可以根据地下水位的高低和有无地下水位而定。

(1). 当地下水位高时，采用投入法来下飞管，也就是说将飞管直接从孔口投入，如图 1 所示。作法是：下飞管前，在最底的一根管的端头，堵上木塞 4，将计划要隔离超径孔段的飞管全部连接到孔内后，然后松开套管夹板，让飞管在孔内自由下坠。因为下端管口已堵，孔内的水不能进入到管内，增加了水对飞管的浮力，托住其下坠速度，不致造成飞管墩坏。投完后，接着用小一级钻头扫孔，先扫通木塞，然后扫井，随着冲洗液冲排孔底沉积残留物，飞管自动下沉，达到隔离的目的。

(2). 当地下水位低或无地下水位时，如果直接从孔口投入飞管，势必造成飞管被墩弯、断裂，为此，采用图 2 所示的用钻杆送入法下飞管。作法是：将计划所下飞管最上一根管头，车制成反扣，并与同径的变扣接手连接，变扣接手其上端是正扣与钻杆连接，其下端是反扣与飞管头连接。当钻杆将飞管送入后，然后开正车回转，钻杆和变扣接手从管头脱开，将钻杆提上飞管留于孔内，再下小一级钻具进行扫孔、钻进。

二、充填法

充填法是用水泥浆或砂充填入钻孔的局部超径的空间，待凝固化后，透孔形成完整的孔壁，如图 3。

用充填法来处理钻孔局部超径，应选择 425[#] 以上标号的硅酸盐水泥或地勘 R 型、H 型水泥。水泥质量的好坏，直接影响新孔壁的强度和钻孔可施工期。使用地勘水泥，还要按季节不同来选择。夏天，应选用 H 型水泥，因为它固化后早期强度较低，灰浆可泵期长，对灌注中深或深孔有利。相反 R 型水泥适合于冬天，它固化后早期强度增高率来得快，因此，可用于灌注浅孔。两种水泥的净浆强度可见参表 1。水泥浆中还要按水泥的重量添加 0.005% 醇胺类和 0.05% 氯化钠来作为快干早强剂。

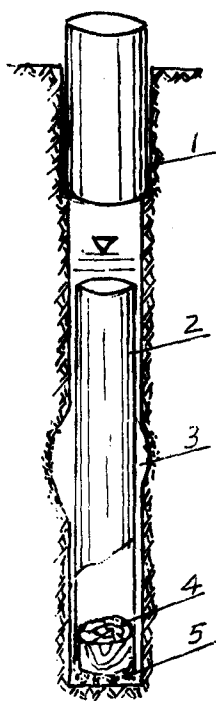


图1 有水下飞管
1—套管;2—飞管;
3—局部超径;
4—木塞;5—坍塌物

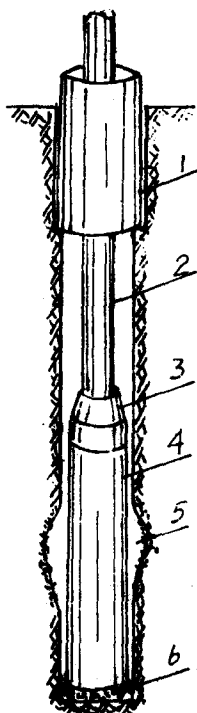


图2 无水下飞管
1—套管;2—钻杆;
3—变扣接手;4—型管;
5—局部超径;6—坍塌物

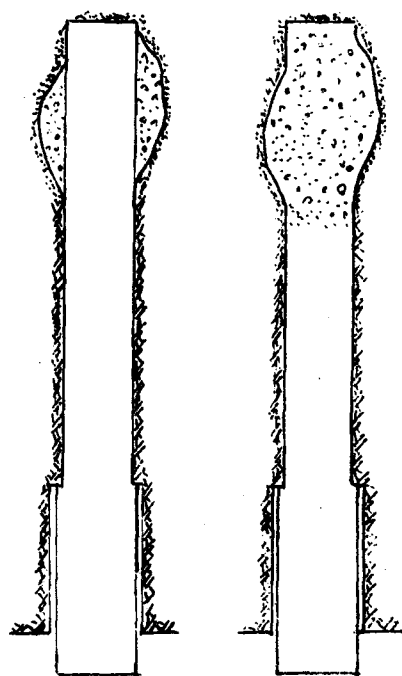


图3
充填后钻孔 透孔后钻孔

净浆强度试验数据

表1

型号	水灰比	温度℃	抗压强度 MPa				抗折强度			
			4h	8h	1d	28d	4h	8h	1d	28d
H	0.5	20±2	—	31.4	44.1	56.6	—	3.43	4.41	6.67
R	0.5	20±2	11.8	22.6	46.6	46.6	1.77	3.14	3.92	6.14

一袋干水泥(50Kg)加入水搅拌后,能产生出多少水泥浆体积,这对灌注超径孔段需用多少水泥的用量计算是很重要,经过整理后的公式应该是:

$$V=15.873+50m(L)$$

式中:V——一袋水泥搅拌后水泥浆的体积(L);

L——单位(公升)

M——水灰比。

计算时,先按超径段钻孔容积,再增加 25% 的水泥损失率,然后以这个总容积与一袋干水泥生成的水泥浆体积 V 之比,就可计算实际所用水泥的袋数。

向孔内灌送水泥浆时,若孔浅、无地下水位且孔底干净,可以在搅拌后直接从孔口填入;若孔深、有地下水位、坍塌物不多,只能用钻杆泵送;若坍塌物多时,在用钻杆泵送水泥浆前,先用清水扫孔,当扫孔到底后,在水泵不打的瞬间,迅速将吸水笼头从水源箱移到事先搅拌好的水泥浆箱中,让水泵改换抽吸水泥浆,一边泵送,一边回转钻具并伴随向上提动,当水泥浆全部灌完,又再将水笼头移回到水源箱中,泵入替浆水,最后将钻杆、钻具提出孔外,待凝 48~72h 之后进行透孔。

必须指出:用充填法获得的人工新孔壁,其强度还是有限,一般能维持施工期约 7~10 天。

三、小规程钻进法

出现钻孔局部超径后,不用隔离法和充填法,采用改变钻进规程,也能使一个已经超了径的钻孔安全钻进到终孔。改变钻进规程,即将钻进的转数,轴压和泵量改小,它与常规钻进规程比较从表 2 中可见:

常规钻进规程与小规程钻进对比表

表 2

条 参 数 值 规 程	钻孔口径(mm)	常 规 规 程	小 规 程
钻压(KN)	Φ91 Φ75 Φ60	8.82~11.76 7.35~8.33 5.88~6.86	6.37~8.82 4.41~5.39 2.94~3.92
转数(r/min)	Φ91 Φ75 Φ60	500~650 650~900	300~350 300~350 300~350
泵量(L/min)	Φ91 Φ75 Φ60	50~60 46~56 35~40	35~45 30~40 20~30

众所周知,小轴压,可以减少钻杆受压时的弯曲挠度,避免弯曲后钻杆回转对孔壁的“扫膛”敲打;低的转数可以降低钻杆回转所形成的离心力对孔壁的刮擦;小泵量,能减弱冲洗液上返过程中对孔壁的冲刷。因此,小规程用于局部超径钻进可以大大减小引发性孔内事故。不足的是影响钻进效率下降到 30~50% 左右。

总之,一般情况下钻孔的局部超径使用上述方法都能比较顺利地完地质钻进至终孔。

(参考文献从略)