

中南工业大学 青年优秀论文选集(1)

● 中南工业大学青年科技工作者协会 编

● 中南工业大学出版社



序 言

青年科协献给校庆四十周年的礼物——《中南工业大学青年优秀论文选集》(第1卷)正式出版了,这是一件可喜可贺的事情。她是对我校青年科技工作者学术成绩和水平的检阅,象征着学校事业后继有人,兴旺发达。希望这个青年自己的学术园地,成为激励青年人才茁壮成长的肥沃土壤。

中南工业大学从创办伊始,已走过整整四十年的历程。过去,老一辈科技工作者在极其困难的条件下,奋发图强,顽强拼搏,使学校由小变大,由弱变强,为培养有色金属科技人才,发展有色金属科技事业建立了不可磨灭的功勋。今天,经过四十年,尤其是近十余年来的建设,学校教学与研究条件显著改善,已经成为一所在国内外有较大影响的全国重点大学。我们完全有理由相信,年轻一代科技工作者一定能接好老一辈科技工作者的班,为学校再上新台阶作出应有的贡献。

再过八年,我们就要步入21世纪了。应该清醒地认识到,在未来的竞争中,我们学校的前途既存在着利用当前有利时机,领先深化改革创一流的机会,也存在着坐失良机而落伍的现实可能。这场竞争的成败,在很大程度上取决于年轻一代科技工作者在今后几年中的状况。可以说,学校的未来寄于青年一代身上,我们青年科技工作者要有高度的历史责任感和时代紧迫感,勇敢地肩负起培养社会主义建设人才,提高教学、科研水平,更好地为人民服务等发展学校的各项重担。

要接好老一辈科技工作者的班,光靠年龄优势是不够的。年轻一代科技工作者必须努力提高自身素质,珍惜老一辈科技工作者留下的精神财富,以他们为榜样,学习他们那种对祖国无限挚爱的赤子之心;学习他们矢志不渝,执着追求的精神;学习他们一丝不苟、严谨求实的科学作风;学习他们不畏艰难,勇于攻关的坚强韧劲;学习他们脚踏实地,埋头苦干的高尚风范;学习他们不求名利,无私奉献的高贵品格。在各自的工作岗位上,创造出无愧于时代的光辉业绩。

刘业翔

1992年10月25日

目 次

· 矿冶学院 ·

小金山地区穆棱组含金底砾岩的古沉积环境与找矿方向初探·····	戴塔根 刘让璜 (1)
漏失处理对策·····	彭振斌 (7)
豫西板山坪大理岩的剪切变形实验研究 ·····	周 翊 (11)
鲁西南伸展构造动力学特征研究 ·····	刘代志 (16)
采区上方地表及浅部岩层动态变形模型 ·····	寇新建 (24)
矿井环境系统数模及计算机模拟研究 ·····	吴 超 (31)
矿物表面电性与浮选行为预测的溶液化学原理 ·····	胡岳华 (38)
聚合物表面活性剂甲基苯胺树脂的合成和浮选特性的研究 ·····	钟 宏 (46)
硫化矿浮选矿浆电化学原理及工艺设计 ·····	冯其明 (54)
氨性硫化硫酸盐浸金机理的研究 ·····	姜 涛 (62)
从浸出液直接制取胶态 Sb_2O_5 ——直接水解平衡及影响因素 ·····	康恩琦 (71)
氧化铝生产流程中脱硫工艺与理论 ·····	李小斌、彭志宏、龙远志、陈谦德 (77)
双极多室电解槽水溶液模拟研究 ·····	杨建红 (82)
轧制过程有限元分析中的摩擦条件 ·····	罗春晖 (91)
增塑挤压法制备 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 超导线材的临界电流密度 ·····	王蔚国、周美玲、吴衡宁、陈中春、左铁镛 (98)
TiAl 有序合金中的位错网络及其对合金室温延性的影响 ·····	曲选辉、黄伯云、吕海波、黄培云 (104)
多极块速凝固及粉末热固结技术制备粉末冶金耐热铝合金的研究·····	王 云 (10)
准晶合金中晶体相向准晶相的转变·····	蒋向阳 (117)

· 机电学院 ·

轧机齿轮联轴器磨损分析·····	吴运新 (122)
------------------	-----------

板材轧机驱动系统分析方法.....	谭 青 (131)
不确定性系统的 H_{∞} 控制和 μ 综合方法研究	吴 敏 (138)
中南 1 号工业机器人中两级计算机通信技术.....	邓路明、罗三定 (147)
非冯·诺依曼命令型语言: 函数语言.....	邢 琳 (153)
BS2000 的存贮管理	黄烟波 (158)
工业企业组织结构设计方法变革的思考.....	任燮康 (164)
基于关联分析的组合预测方法.....	向文光 (168)
实物型投入产出直接消耗系数的修改方法研究及其应用.....	勒晓阳 (175)

• 文理学院 •

裂纹任意形状刚楔插入问题的数值分析.....	文丕华 (180)
弯曲相空间的量子化过程.....	殷志云 (191)
非晶合金 $Pd_{77.5}Cu_6Si_{16.5}$ 晶化与电子结构的关系 杨兵初、韦 敏、程怀玉、赖永玲 (199)	
偏钒酸盐的制备和性质.....	黄可龙、李云海、汪 浩 (205)
析气电极上气泡滑移促进的传质.....	李新海 (211)
学科交叉现象辨析.....	古祖雪、李昌佳 (215)

小金山地区穆棱组含金底砾岩的古沉积 环境与找矿方向初探

戴塔根 刘让璜

(地质系)

摘 要 小金山地区赋存于晚侏罗世穆棱组底部的砾岩金矿,其矿体规模、形态和分布范围受古地理环境控制。不同地段的砾岩在砾石成分、相对含量、砾石形态等统计参数、砾石产状、含金砾岩层的厚度等特征表明,含金砾岩是水下冲积扇的产物,而这些冲积扇沿一主水系分布。据此,对本区砾岩型金矿的找矿方向进行了探讨。

关键词 小金山;砾岩金矿;沉积环境;砾石;冲积扇

黑龙江省穆棱盆地内小金山地区广泛分布有晚侏罗世穆棱组(J_3m)地层,其底部常有一厚度不等的砾岩。砾岩中含有金,并常构成工业矿体(床),但矿体的厚度、规模、形态、品位及分布范围变化极大,详细研究该类型矿床的古地理环境及富集规律,总结找矿方法与探讨找矿方向无疑是有重要意义的。

本文是该区研究工作的初步总结,是前阶段工作的继续深入,所得结论与前人略有差别,但不一定正确,有待于实践检验。然而,由于我国对该类型矿床研究不多,作者以该文献给有关同行专家,以期起抛砖引玉的作用。

1 区域地质概况

小金山地区位于黑龙江省穆棱县境内,地处东北地洼区老爷岭地穹佳木斯地洼南部的鸡西坳陷带穆棱盆地西南缘。该盆地是一个侏罗纪的地洼断陷盆地,其南侧受密—敦深大断裂的控制,北侧为古老的结晶基底所制约。该区经过晚元古代以来长期相对稳定以后,于中、晚侏罗世进入地洼活动期,形成了以北东向为主的断裂构造,发生了中、酸性火山活动为主的岩浆活动,从而导致了北东—西南向斜列展开的两个断陷盆地——鸡西盆地和穆棱盆地。

区内出露的基底地层是下元古界麻山群的混合花岗岩和变粒岩等,上覆盖层是中生界和新生界陆相碎屑岩和火山岩,其中分布最广的是上侏罗统鸡西群的含煤碎屑岩和中酸性火山岩等。该套地层自下而上划分为滴道组,城子河组和穆棱组。穆棱组由三套岩性组成:

下部层一主要为砾岩,直接覆盖在麻山群基底之上。砾石成分主要为混合花岗岩、伟晶岩与脉石英及燧石等。胶结物为砂质和铁质及少量硅质,厚度0~20m。

中部层——由含砾粗砂岩、砂岩、粉砂岩和泥岩组成,以含砾粗砂岩、砂岩、粉砂岩

和泥岩组成, 以含砾粗砂岩为主, 厚约 320m。

上部层——由中细粒砂岩、粉砂岩和泥岩夹煤层组成, 厚约 400m。

2 含砾岩的沉积学特征

研究表明, 该区穆棱组底部含砾岩是晚侏罗世期间穆棱盆地内沿着一主水系不同地段的分支水系入口处古冲积扇的沉积产物, 具有以下主要特征:

(1) 从东到西沿小金山、西楼、平岗、二站一带, 砾岩呈不连续块体出露 (图 1)。大体上呈北东向断续条带状沿盆地边缘分布。向西南追索到新立一带即相变为含砾粗砂或砂岩。往北东延伸不远亦相变为含砾砂岩等。其分布范围有一定的局限性。



图 1 区域地质略图

$\gamma\delta^2$ 元古代混合花岗岩闪长岩;
Pt_{1x} 麻山群西麻山组变粒岩;
J_{3m} 侏罗系穆棱组碎屑岩;
K_{1h} 白垩系穆棱组碎屑岩;
E_{2b} 第三系八虎力组碎屑岩;
 βN_2 第三系高位玄武岩;

(2) 与下伏麻山群结晶基底呈角度不整合接触关系, 受基底地形的控制。

(3) 该套地层显示了下粗上细的退积型正旋回沉积层序: 底部粗砾岩、粒径变化范围很大, 从粘土级到巨砾级都有。在小金山和平岗等地可见到最大砾径达 2 米以上的混合花岗岩巨砾。砾石最大扁平面的产状与整个砾岩层产状相近, 且略显定向排列。砾岩层中常夹砂岩透镜体。往上为砂砾岩与细砾层互层, 常夹炭质粉砂岩与泥岩, 偶见韵律性层理的原生沉积构造。最上部为细砂岩与粉砂岩等细碎屑沉积。

(4) 含砾岩胶结物中未见动植物化石。

(5) 砾岩层在平面上常呈扇形、喇叭形或新月形产出。

(6) 对小金山、西楼、平岗和二站等地的含砾岩样品的粒度分析, 获得了一些有规律性的结果: 砾石含量占全样总重量的 63.9%~79.8%, 砾石成分中混合岩、混合花岗岩和石英等占砾石总量 90% 以上。砾石圆度系数为 0.83~2.20, 属次尖棱一次滚圆级, 且粒度越细滚圆度越差 (表 1)。砂屑成分亦以花岗岩屑、石英和长石为主。黑云母等片状物常呈厚片状集合体出现。可见砾岩成分和紧邻物源区的母岩很接近, 且成熟度很低。粒度概率曲线 (图 2) 中, 只出现滚动和跳跃两个总体, 滚动组分高达 70~99%, 粗截点为 -1Φ 和 -2.5Φ 。跳跃组分粒径大, 且表现为两段直线, 说明其沉积物搬运介质为急湍环境。从图算粒度参数 (表 2) 可见, 小金山样品的分选系数 (S_o) 值为 11.33, 而二站仅为 2.36, 反映出中间部分的分选性相差悬殊。但标准偏差 (σ) 值都很接近, 为 2.25~

2.98。全部属于分选很差级范围，西楼和平岗的砾石偏度 (S_k) 为 0.12~0.15，属不对称正偏态。小金山和二站偏度达 0.53~0.80，属不对称极正偏。表明沉积物以粗组分为主。峰态 (K_g) 值除西楼为 0.77 属宽峰态以外，其余皆接近 1，属中等峰态，且频率曲线都为多峰状 (图 3)，以上均说明沉积物进入新环境前未经明显改造。在砾岩胶结物中，重砂矿物成分复杂，种类较多，主要有锆石、锡石、钛铁矿和硫化物等。其中锆石含量最多，且其含量多少与金的富集呈粗略的正消长关系。例如，小金山锆石含量相对较多，金品位亦相对较高；二站锆石含量低，金亦较贫。硫化物的种类较多，常见的有方铅矿、黄铜矿、黄铁矿、辰砂、硫砷铅矿等。在黄铁矿和脉石英颗粒中见自然金连生体。硫砷铅矿晶体中金含量达 7.87% (图 4)。

表 1 砾石百分含量及形态分析统计表

参 数 \ 地 点	小金山	西 楼	平 岗	二 站
砾石含量 (%)	63.9	72.2	72.6	79.8
平均粒度 (M_p)	-2.03	-3.13	-3.67	-3.40
圆度系数 (K_o)	0.83~1.20	1.22~1.89	1.44~2.20	1.59~2.08
扁度系数 (K_p)	0.80~0.60	0.60~0.57	0.59~0.71	0.44~0.66
伸长系数 (K_s)	0.34~0.54	0.08~0.32	0.33~0.44	0.29~0.46

表 2 图算粒度参数统计表

参 数 \ 地 点	小金山	西 楼	平 岗	二 站
分选系数 (S_o)	11.33	6.20	3.91	2.36
标准偏差 (σ)	2.25	2.98	2.47	2.29
偏 度 (S_k)	0.80	0.12	0.15	0.53
峰 态 (K_g)	1.02	0.79	1.08	0.98

鉴于矿体绝大部分均产于底砾岩中，产状和层理一致，空间分布上呈条带状不连续块体产出，平面上呈扇形、喇叭形或新月形等扇面体，原生沉积构造发育程度和碎屑分选程度相对优于山麓洪积扇。概率曲线中跳跃总体为两段直线，表现为滨岸沉积特点。所以，笔者认为本区的砾岩金矿乃是水下冲积扇成因类型矿床。

在平岗矿区，含金砾岩的巨砾多集中在矿区北部，岩层大致以南东 120° 方向呈扇形展布，往南砾径变小。在腰楼和北青沟等地，矿体皆呈扇面体状，且扇头指向偏北。对小金山金矿地表露头的砾石产状统计表明，恢复后的原始产状指示的流水方向具多向性，流向平均值为 127.7° (图 5)。这表明古冲积扇的近源河流流向大致为 NW-SE 方向。

3 古地理环境分析

侏罗系沉积建造特征反映出本区晚侏罗世处于地洼活动激烈期。受到密-敦深大断裂和古老结晶基底双重控制的鸡西凹陷带，北侧剧烈抬升或成为山体，沿着山体延伸方向发育一山前河流，形成了现在可见的、即沿小金山-西楼-二站方向分布的砾岩。此后，西南部抬升速度大于东北部（或东北部沉降加速），导致整个晚侏罗世地层由西南向东北逐渐增厚（图 6）。小金山地处穆稜盆地西南缘地貌反差大的地段，具有高差大，坡度陡，物源区紧邻盆地的地貌背景条件。加之其基底地层为混合岩等。硬度大而性脆，经受了长期的各种构造破坏和风化剥蚀，容易提供大量的碎屑物质。特别值得指出的是，其中的原生金矿化为砾岩金矿的形成提供了物质基础。

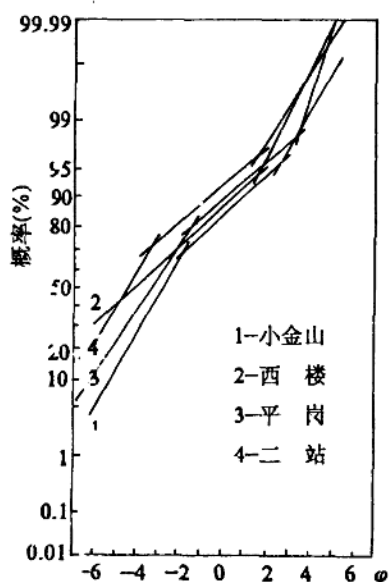


图 2 含金砾岩粒度概率曲线图

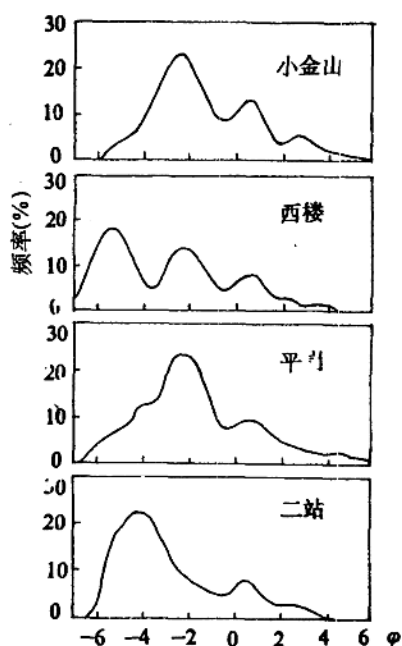


图 3 含金砾岩粒度频率曲线图

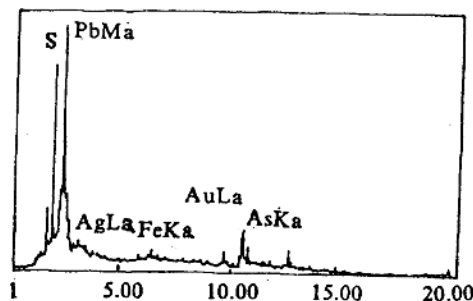


图 4 碲碲铅矿能谱图（西楼含金砾岩中）

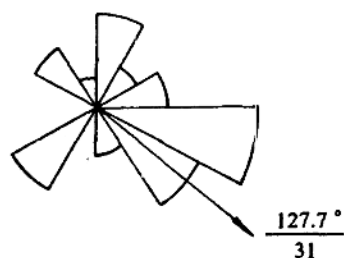


图 5 小金山砾石产状玫瑰图

本区含金砾岩的沉积层序为退积型正旋回层序,表明当时碎屑源的供给速度低于湖盆下陷的速度,这为金的保存提供了良好的外界条件。

4 成矿规律与找矿方向

本区含金砾岩的成分与基底母岩成分相近。重矿物中的硫化物含金,并有黄铁矿和脉石英颗粒中金的连生体,而矿区附近的基底地层中石英脉十分发育,局部地段的石英脉型金矿化亦得到证实,由此可见,金矿的成矿物质主要来源于古老结晶基底。当然,与之毗邻的山麓冲积扇,也可能是金矿化的重要

物质供给地。因为据现代沉积环境研究,水下冲积扇往往和山麓冲积扇相伴而生。对于金的富集,上游地段的山麓扇可以说是水下扇的“中转站”。

水下冲积扇型金矿富集的最有利部位是扇顶,特别是扇顶的水下主河道部位,这是由于水下扇的水营力变化规律和金的比重大及高化学稳定性所决定的。据前人对现代滨岸水下扇研究得出的沉积模式,可以推测本区金的富集机制:当强大的洪水沿坡急泻入主河道或湖后,水力扩散,能量骤减,携带的粗大碎屑首先沉积于扇顶部位。由于岸坡较陡,在消耗部分能量以后,饱含碎屑的洪水仍继续保持较高的流速沿斜坡向前运动,携带的粗碎屑物质继续在扇中呈指针状或网状分布。由于金的比重大,因此总是和粗碎屑一起最先沉积下来,并呈向底部运移的趋势,富集成为今天所见的水下扇型砾岩金矿。由于洪水流出山口后的坡度及长度和岸下坡度,岸外水深的变化,水下河道的发育程度和基底地形的不同,各期洪水的强度不一,以及其它诸因素的影响,从而使得具体的富集部位和程度不同,但在扇顶地段富集则是普遍规律。

综上所述,小金山地区穆棱组砾岩金矿的形成,包含有两个特定的基本条件:一是具有水下冲积扇发育的古地理环境;二是具有能提供大量含金碎屑物质的近矿基底母岩。佳木斯-牡丹江一带分布有众多的中、新生代地洼型断陷盆地,其中的古水下冲积扇较发育,研究并确定古冲积扇沉积环境和位置、探索金矿化的可能性及富集规律,是寻找小金山型砾岩金矿的主要方向。在研究区内,有必要对小金山-二站一带进行古水系恢复及冲积扇亚相的专门研究,以微地貌、沉积特征及与水动力关系研究为重点,以扇顶及含金性研究为目标,进一步查明砾岩的分布特征及金的富集规律,可望有新的发现。此外,在冲积扇的源头指向的矿区外围古老变质岩系中找原生金矿,也是值得重视的方向。

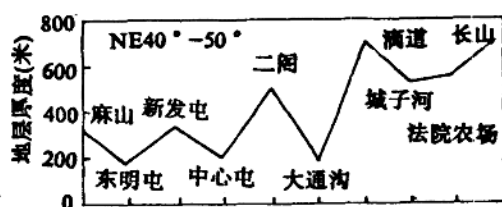


图6 鸡西拗陷带城子河组厚度变化曲线图

参考文献

- (1) 陈国达, 薛谋等. 1/400万中国大地构造图(按地洼学说编制). 北京: 地图出版社, 1977

(2) 张振儒等, 金矿研究, 长沙: 中南工业大学出版社, 1989, 178~184

(3) 戴塔根, 中南矿冶学院学报, 1991, 22 (5), 500

(4) 朱海虹等, 云南断陷湖泊环境与沉积, 北京: 科学出版社, 1989

作者简介 戴塔根, 男, 40岁, 博士, 教授, 地质系副系主任。1976年大学毕业于中南矿冶学院地质专业, 1982年获硕士学位, 1987-1988年赴澳大利亚作博士论文, 1989年获工学博士学位。现已发表学术论文20篇, 负责或主要参加科研项目10项。目前主要从事地球化学领域的研究。



湖南有色金属地质研究所

湖南有色金属地质研究所, 位于湖南省长沙市, 主要从事有色金属地质研究工作。该所成立于1958年, 是湖南省地质研究所的重要组成部分。多年来, 该所承担了多项国家、省、部级科研项目, 取得了丰硕成果。在矿产地质、水文地质、工程地质等方面均有突出贡献。该所拥有先进的科研设备和雄厚的技术力量, 为湖南省有色金属工业的发展做出了重要贡献。

该所下设多个研究室, 包括矿产地质研究室、水文地质研究室、工程地质研究室等。每个研究室都配备了专业的研究人员和先进的仪器设备。该所还设有多个野外工作队, 负责承担野外地质调查和勘探工作。该所与多家高等院校和科研机构建立了合作关系, 共同开展科学研究和技术开发工作。

漏失处理对策

彭振斌

(地质系)

摘 要 本文简述了漏失的危害和造成的损失。回顾了近年来国内外漏失处理的基本情况,介绍了一些国家具有一定特色的堵漏技术、堵漏方法,特别是我国近年的进展及使用效果好的,取得了较显著效益的几类堵漏技术。文章还着重阐述了今后漏失处理的一些设想,例如采用强有力的措施预防漏失的发生,开发研制新型随钻堵漏剂、增加测试方法、提高测试技术,使处理漏失真正做到有的放矢等。

关键词 漏失处理;堵漏方法

漏失是一种在钻进过程中冲洗液或堵漏浆液渗入地层的现象。它是在钻进过程中最普遍最常见而损失常常是很严重的一大难题,在任何地层,任何钻进深度,任何种类,任何地质年代的岩石都可能发生。

1 漏失的危害

在钻进过程中发生漏失造成的经济损失是很大的,据石油钻井的有关资料介绍,各国每年为此而耗费的材料,损失的钻机日以及报废的油井的价值可达百万美元以上,岩芯钻探虽然没有石油钻井的经济损失大,但每年的损失也是很惊人的,所以漏失对钻进工作的危害是极大的,综合起来有以下几个方面:

(1) 因漏失而贻误了钻进时间。在钻进过程中由于发生漏失,往往不能再维持正常钻进,必须停钻处理,这样贻误少则几小时,多至几天甚至几十天钻进时间。

(2) 浪费钻进冲洗液。由于漏失而损耗冲洗液,要满足循环或维持冷却钻头,携带岩粉必须补充冲洗液,这样少则几立方米,多则几十立方米,这样浪费了大量的粘土和泥浆处理剂。

(3) 增加堵漏费用。

①增加堵漏时间,不管采用什么方法、技术处理漏失,至少也需要几小时,目前常规的堵漏技术一般需要几十小时,如果漏失较大,处理技术不当,这样堵漏及浪费的时间多至几十天甚至更长。

②消耗大量的堵漏材料,如石油钻井的川东雷13井在2118~2973m发生漏失,耗用1165t水泥堵漏而无效;西南有色314队在汤丹矿区90年施工3000多米,因漏失而消耗套管3000多米,55t水泥、堵漏剂、惰性材料以及4000多吨黑泥、300多吨粘土粉等。

③消费配合堵漏所需的辅助材料和有关费用。

(4) 漏失改变了冲洗液性能。由于漏失而改变冲洗液的性能和处理漏失而破坏冲洗液的性能,由此而往往又导致其它钻孔事故发生。

(5) 漏失常常会引起孔内情况复杂。

①由于漏失，液压下降，失掉了对孔壁的侧压力，亦常常会在易塌地层，发生严重的坍塌掉块事故。

②由于漏失而造成孔内无冲洗液或冲洗液很少，这样降低了钻具的润滑作用，特别是金刚石钻进容易造成事故。

2 近年来漏失处理回顾

为了处理漏失，国内外几十年来持续地进行了广泛而深入地研究，出现了大量的堵漏技术及方法，堵漏材料和堵漏浆液，特别是近年来进展较大，其总的方针是防、堵并重，综合治理。据有关资料介绍仅美国堵漏浆液配方就有 500 多种，并总结了行之有效的九项堵漏技术；独联体在近年来也研究了具有一定特色的五项堵漏新工艺，罗马尼亚也总结了四种处理漏失的方法；我国近年来可以粗略地将处理漏失分为调整冲洗液性能、堵塞或固结漏失通道、边漏边钻或下套管隔离漏失层等几种方法，其堵漏技术多达十种之多，原有的水泥、惰性材料、化学浆液、絮凝堵漏等在漏失处理方面继续发挥作用，并在施工工艺和有关技术方法上有进一步的改进，特别是近年来出现了一些使用效果好而具有一定特色的堵漏技术。

(1) 随钻 801 体系新型堵漏剂。

以中南工业大学等单位合作研究的随钻 801 体系新型堵漏剂，目前已有三套品种（即随钻 801、NFD8012、NFDF8012），它们分别在有色、煤田、地质、核工业、冶金、石油等行业的二百多个单位几百个钻孔几千次的应用，证明该体系的堵漏剂可以在钻进中随漏随堵，随堵随钻，停钻堵漏时间少，不需候堵时间；堵漏成功率高、见效快，适用于处理多种漏失类型；堵漏浆液不影响冲洗液的性能，它既能堵漏又能作为冲洗液的处理剂，且具有防塌、护壁、润滑、絮凝等作用，用量少，堵漏成本低；使用方法简单方便等优点。经过近年的推广应用，取得了显著的社会和经济效益，是一类值得推广应用的多功能处理剂。

(2) 高吸水性树脂对水的吸收力一般都达本身的几十倍，最高达 5300 倍，利用它们作为堵漏剂，现场施工方便，用量少，具有较好的堵漏效果。

(3) 凝胶堵漏。

以高聚物为主体材料，配合交联剂，生成半透明，具有很好粘弹性的凝胶体堵塞漏层，它对孔壁漏失通道状态有良好的适应性；具有较强的抗稀释和抗腐蚀性能，具有良好的流动增阻建墙性能；具有再堵性能等。

(4) 高失水性堵漏剂

地矿部探矿工艺研究所研制的 DTR 堵漏剂是一种具有良好渗滤性材料，它堵漏见效快，复盖面广，施工安全，操作方便，成本低，易存放，运输方便。

(5) 瞬凝水泥等堵漏水泥新品种。

中南工业大学、上海洋泾水泥厂等单位合作研制的“S”型瞬凝水泥，采用干粉灌注堵漏，它具有凝结时间短、早期强度高并能产生微膨胀的新型水泥，已在许多单位应用，取得了较好的效果。

(6) 空气泡沫钻进技术。

空气、泡沫钻进在近年得到了较快的发展,它不仅适用于干旱缺水地区,而且是严重漏失、坍塌、难取芯等低压地层及含水层钻进提高效率和质量的有效方法。

(7) 其它

除上述几种类型堵漏技术外,我国近年来出现了液体套管、堵漏片、堵漏停、泡沫粉堵漏、U型超细水泥等等。

3 漏失处理技术的对策探讨

尽管近年来堵漏技术有较快的发展,但我国的漏失治理还是比较落后的,特别是近年的勘探工作据调查有60%是在复杂地层中钻进约有30%是漏失地层,所以如何处理漏失地层,是我们钻探工作者面前一大艰巨任务,笔者谈谈自己的看法。

(1) 采用强有力的措施预防漏失发生

漏失发生前采用预防措施是解决漏失问题最经济的办法,因为大多数钻孔漏失是由钻进和冲洗液措施不当引起的,这都可以通过改善措施而获得预防,其预防方法综合如下:

①减少冲洗液静液柱压力;

②降低冲洗液当量循环密度;

③调整冲洗液的粘度、切力、减少流动阻力,采用最小的又可能保持钻孔清洁的泥浆泵量,降低循环速度;

④避免开泵过猛、下钻过快;

⑤采取一切有效措施确保孔眼规则,防止环空堵塞循环;

⑥适当控制钻进速度;

⑦设计合理的孔身结构;

(2) 增加测试方法,提高测试技术,使处理漏失真正做到有的放矢。

确定漏层位置 and 了解漏失情况是成功处理漏失最重要的一步,所以要做到有的放矢处理漏失,提高堵漏成功率就必须加强测试技术。

(3) 开发、研究新型堵漏材料和工艺技术

①研制、推广应用新型随钻堵漏剂,在目前使用的随钻801体系基础上开发研制出价格更低、成功率更高、适应范围更广的该类型堵漏剂,并能在全国范围内推广应用。

②开发研制非爆破性膨胀物质作为封堵漏失的混合物,独联体在这方面已有成功的经验,将它用于钻井堵漏是一个课题,它本身或配合有其它方法将对于严重漏失治理会有较大的突破。

③开发研究廉价的填充堵漏材料,利用岩土工程上注浆的某些材料和方法加以改进用来处理漏失是一大措施。

④继续完善空气、泡沫钻进技术,使之在处理漏失,对付复杂地层上显示出更大的效力。

⑤加强综合治理漏失的研究。

⑥采用国内外现有的堵漏材料、堵漏浆液,研制出新的施工工艺和技术来提高其效力。

⑦不断改进、完善现在有的堵漏技术和方法。例如大裂隙、溶洞先采用某些方法使之变为小裂隙（如先填充或先破坏它们），再改用处理小裂隙的方法进行堵漏，效果一般会很有效。如湖南省煤田六队在湖南省娄底市恩口矿区，过去在这里施工发生漏失，曾采用许多处理漏失的方法或技术，成功率都不高，1992年3月在6602号孔施工时，又象过去一样发生了漏失，而且漏失孔段从开孔一直到160多米，并有大的裂隙和溶蚀现象（因为其地层为灰岩），采用边填充边堵漏方法，即先用海带（从市场购来的食用海带），一捆一捆地投入钻孔，再从钻孔灌入由 NFDF8012 堵漏剂加锯末加稻草加泥浆配制的稠堵漏浆液，这样轮换投，灌直至孔口，然后用水泵进行循环加压（压力可增至 4MPa），如果加压后孔内堵漏体损失较多，还应继续投、灌、再加压。6602 号孔这样堵漏一次成功，而且该孔一直至 640.36m，终孔也未发生漏失。

作者简介 彭振斌，男，40岁，教授，探工教研室主任。1977年大学毕业于中南矿冶学院地质系探矿工程专业，1981年获得工学硕士学位。现已发表学术论文38篇，承担科研项目21项，申请专利4项。曾获第六届全国发明展览铜牌奖，省部级科技进步二等奖和四等奖，市科技进步一等奖和二等奖。目前主要从事探矿工程领域的研究。



豫西板山坪大理岩的剪切变形实验研究

周 翊

(地质系)

摘 要 本文通过对豫西板山坪大理岩的剪切变形实验,发现在不同的变形条件下,大理岩表现出不同的显微构造和组构特征。据此,我们可以划分出大理岩的三个不同的变形域:(1)双晶化域,以双晶作用为主,发育一组变形 c 双晶,形成靠近 σ_1 方向而偏离 σ_1 方向分布的C轴强点极密;(2)晶内平移滑动域,以晶内塑性变形为主,发育波消光、亚晶,形成核-幔构造,C轴组构表现为具有三个点极密分布组构图边缘有特殊意义的位置上;(3)颗粒边界迁移域,以超塑性变形为主,颗粒完全动态重结晶细粒化,C轴组构为很弱的点极密带一不完整环带分布的形式,晶内变形特征不明显。

关键词 大理岩;剪切变形实验;显微构造;组构

在传统的岩石变形实验研究中,大部分实验都存在一个很大的局限性,即在共轴变形的条件下进行。然而,自然界中的岩石变形大都涉及到强烈的非共轴(或旋转)变形,因此,为了能真实准确地解释天然岩石的变形机制,还需要获得大量的非共轴变形的资料。本文试图通过对豫西板山坪大理岩的剪切变形实验,了解大理岩在单剪变形条件下产生的显微构造和组构特征,研究其形成机制和演化规律。

1 实验工作

实验装置采用活塞圆筒式三轴高温高压压力器;其原理与 Griggs 装置相似,用叶腊石管作围压介质。轴压由压机(主机)施加,围压由外接油泵通过高压油管与压力容器相联。试样大小为 $\phi 17 \times 40 \text{ mm}$ ⁽¹⁾。

实验样品是把厚约 2mm 的大理岩片夹于直径 17mm、长 40mm 的花岗岩圆柱中沿与轴向呈 35° 的方向上预先切开的预切面中,组成一个三明治式的集合体试样,如图 1 所示。在温度 $25 \sim 850^\circ \text{C}$ 、围压 $200 \sim 300 \text{ MPa}$ 、应变速率 $10^{-4} \sim 10^{-6} / \text{s}$ 的条件下进行实验(表 1)。实验用的大理岩试样采自豫西东秦岭造山带核部的板山坪大理岩。

剪切变形条件是通过选择围压值来获得的,当围压达到 200MPa 或者 250MPa 时,足以使得大理岩薄片与花岗岩接触面上的摩擦阻力大大超过在大理岩层内的流动阻力(阻止颗粒变形的内力),其结果是在大理岩薄片而发生韧性剪切变形 ⁽²⁾。根据 Nadai 提出的原理 ⁽³⁾,对各向同

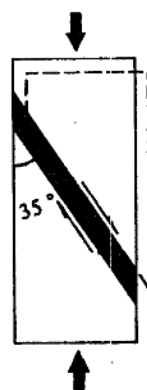


图 1 实验试样示意图
黑色部分为大理岩,
白色部分为花岗岩

性的材料, 其所受到的有限单剪变形 γ 可用其所受到的纯剪变形 ε 来描述, 即所受到的单剪变形量必等于一定量的纯剪变形 (缩短百分量), 其大小可用自然应变 $\bar{\varepsilon}_m$ 来表示:

$$\gamma_s = 2 \sinh \bar{\varepsilon}_m \quad (1)$$

$$\bar{\varepsilon}_m = \frac{1}{\sqrt{3}} [(\bar{\varepsilon}_1 - \bar{\varepsilon}_2)^2 + (\bar{\varepsilon}_2 - \bar{\varepsilon}_3)^2 + (\bar{\varepsilon}_3 - \bar{\varepsilon}_1)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

其中: $\bar{\varepsilon}_{1,2,3}$ 为对数主应变。在本项实验中, 绝大多数实验的剪切应变都大于 1 ($\lambda > 1$)。

表 1 板山坪大理岩试样剪切变形的实验数据

试样	温度 (℃)	剪切应变速率 (S ⁻¹)	围压 (MPa)	剪切应力* (MPa)	剪切带厚度 (mm)	剪切应变 (γ)	变形域
CW-2	25	2.07×10^{-5}	250	345	2.17	0.94	
CW-2-1	200	1.25×10^{-5}	300	310	2.1	1.49	TW
CW-2-4	300	9.42×10^{-6}	250	252	2.4	1.41	TW
CW-2-3	400	1.18×10^{-6}	300	214	2.08	1.73	TW
CW-2-2	400	1.11×10^{-5}	200	245	2.21	1.59	TW
CW-2-7	500	4.39×10^{-6}	250	171	1.94	1.51	TW
CW-2-5	600	1.03×10^{-5}	200	143	2.26	1.94	TW
CW-2-6	650	1.23×10^{-4}	250	160	2.34	1.12	TW-ICS
CW-2-8	700	6.64×10^{-5}	250	110	2.02	1.34	ICS
CW-2-9	700	1.48×10^{-5}	200	98	2.16	2.47	ICS
CW-2-11	800	3.42×10^{-5}	200	83	1.86	1.45	GBM
CW-2-13	800	1.31×10^{-5}	200	72	2.11	1.08	GBM
CW-2-15	850	4.02×10^{-6}	200	51	2.42	2.1	GBM

* —— 给出的是差异剪切应力 TW——双晶域 ICS——晶内滑移域 GBM——颗粒边界迁移域

2 实验结果

对剪切变形实验后的试样进行微观观察和研究后, 发现在不同的温度、应力条件下, 其显微构造和组构特征是不相同的, 反映了不同的变形机制作用的结果。据此, 可以划分出三个变形域。

(1) 双晶化域 (TW) 这是一个以双晶滑移为主要变形机制的变形域, 变形在温度 $< 600^\circ\text{C}$ 、剪切应力 $> 100\text{MPa}$ 的范围内进行 (试样 CW-2-1, CW-2-3, CW-2-5)。

在该域内, 方解石颗粒的变形大都表现为发育一组变形 c 双晶 (图 2 (a)), 这与共轴变形实验的结果⁽²⁾ (大多数发育两组共轭 c 双晶) 有明显的区别。组构测量表明, 其 C 轴组构均为点极密型, 极密部靠近剪切带中压扁面的法线方向, 而偏离主压应力 σ_1 方

向分布, 随着温度的增高, 并有被拉向剪切面极点的趋势〔图 3 (a)、(b)、(c)〕。

(2) 晶内平移滑动域: 随着温度的增高 ($> 600^{\circ}\text{C}$), r 和 f 滑移取代 c 双晶滑移, 使得晶内平移滑动作用成为主要的变形机制。

在该域内变形试样 (CW-2-6, CW-2-8, CW-2-9) 主要表现出遭到晶内塑性变形作用的特征, 发育波消光, 在颗粒边界发生动态重结晶, 形成核—幔构造〔图 2 (b)〕。其 C 轴组构为三个点极密分布在组构图边缘: 极密 II 分布在大致与压扁面平行的不完整环带中近边缘的地方; 极密 III 则靠近方向分布〔图 3 (d)、(e)〕。

(3) 颗粒边界迁移域 在温度 $> 800^{\circ}\text{C}$ 条件下变形的试样 (CW-2-11, CW-2-15), 其变形特征明显不同于前两个变形域。主要表现为由于颗粒边界迁移引起的动态重结晶、颗粒细粒化。颗粒近等轴状、晶内塑性变形特征极少见, 而 c 双晶不发育〔图 2 (c)〕。组构测量显示方解石 C 轴的优造方位明显减弱, 表现为一个很弱的 C 轴点极密, 且位于垂直剪切带边界斜交、靠近挤压方向的不完整大圆环带〔图 3 (f)〕。

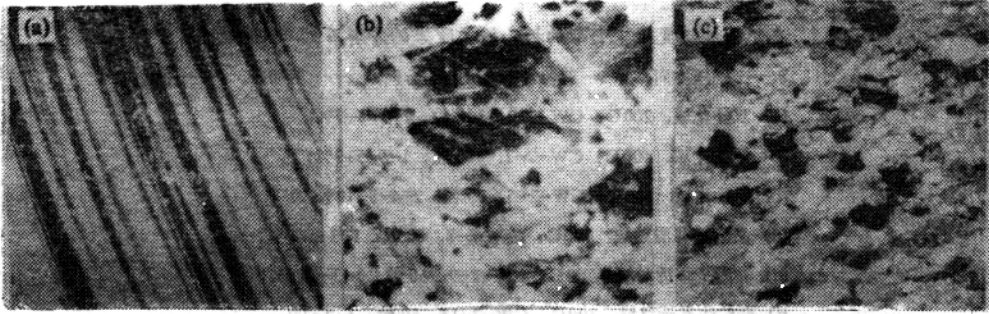


图 2 在不同的流变域中变形的板山坪大理岩的显微构造特征

(a) 双晶化域, 发育一组变形 c 双晶, CW-2-3, (+) $\times 126$;

(b) 晶内平移滑动域, 形成核—幔构造, 幔中发育波消光, CW-2-8, (+) $\times 50$;

(c) 颗粒边界迁移域, 动态重结晶细粒化, 近等轴状, 晶内变形特征不发育, CW-2-13, (+) $\times 200$ 。

3 讨论与小结

双晶化域是一个在低温高应力条件下变形的变形域, c 双晶在低温条件下即可达到其临界分解剪切应力而具有较大的活动性^{〔4〕}, 因此, c 双晶滑移是主要的变形机制, 以广泛发育的变形 c 双晶为特征, 并且形成一个具有明显的点极密从靠近 σ_1 的位置上向着 σ_3 方向分布的 C 轴组构图。我们知道, 在低温条件下应变过程中的 C 轴重新定向到取决于 c 双晶作用^{〔4〕}, 而且随温度增高, c 双晶滑移由有几个方向逐渐转为靠近或平行剪切带边界的方向上的滑移, 因此, C 轴组构就从带有弱的大圆环带分布的点极密型〔图 3 (a)〕转变为极密程度增高的单一点极密型〔图 3 (b)、(c)〕, 而且点极密被拉向剪切带边界法线方向的趋势越来越明显。这与观察到的双晶纹走向与颗粒长轴方向呈小角度斜交, 且近于平行剪切带边界的结果是一致的。