维普资讯 http://www.cqvip.com

冀西石湖金矿中石英脉的热释光特征与其含金性研究

敖　翀[1,2]，李胜荣[1,2]，曹　烨[1,2①]，张华锋[1,2]，李真真[1,2]，刘小滨[1,2]

（1. 中国地质大学（北京）地质过程与矿产资源国家重点实验室；

2. 中国地质大学（北京）岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室）

摘要：介绍了石英热释光测量方法在石湖石英脉型金矿找矿试验中的应用，结合峰型（单峰、双峰）、峰点温度和发光强度，本区石英脉的热释光曲线可分为 4 种类型，其中两峰发光强度相当，且强度值较小的双峰型曲线对应含金性较好的石英。石英热释光的发光强度、峰点温度和金品位等值线图表明，发光强度较低的石英脉含金性较好，峰点温度的低值—中值区为有利矿段，石英脉含金性较好。

关键词：冀西；石湖金矿床；石英脉；热释光；含金性

中图分类号：P574.1+9　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001－1277(2008)07－0007－05

自然界中的许多矿物，如石英、方解石、长石、锆石、磷灰石等都具有热释光现象。从 17 世纪起，人们发现矿物在黑暗中加热时产生瞬时发光的现象。然而，热释光成为矿物材料甚至找矿的一种研究方法并获得广泛应用还是在不久以前，即当人们懂得这种现象的本质之后。近年来，在计算机上对热释光曲线进行解谱已经成为热释光研究和应用的一种重要手段。通过在计算机上对发光曲线进行拟合，把热释光材料展示的合成发光曲线分解成一个个的组成峰，可以得到与热释光材料成因相关联的激活能、频率因子等动力学参数，进而研究热释光材料的发光机理和成因模型[1]。随着研究的深入，热释光的应用逐步扩展至更多的方面。近 10 年来，运用热释光测量方法找金矿已取得一定成果，表明含矿石英与非矿石英的热释光在强度和峰的位置方面的不同，展现出该方法在找矿方面也有着令人鼓舞的应用前景。热释光之所以能够被用来寻找某些矿种，其前提是含矿岩石与非矿岩石的热释光存在差异，也就是岩石中某种成矿元素的含量不同其热释光是有差别的[2]。本文对河北西部的石湖金矿进行了研究，以寻求不同含金量的石英脉的热释光是否具有不同的表现特点。

1　矿区地质概况

石湖金矿位于太行山区河北省石家庄市灵寿县西北部山区，行政区划属灵寿县陈庄镇所辖。地理坐标为 E114° 03′ 15″—114° 04′ 21″，N38° 38′ 04″—38°40′19″，其大地构造位置在华北地台太行隆起区之东南部。矿区出露有太古宙的阜平杂岩，主要为角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩，夹少量浅粒岩、大理岩、斜长角闪岩和角闪磁铁石英岩（见图 1）。

区内构造发育，主体构造格局为阜平运动形成的近 EW 向复式褶皱和断裂构造，其次为燕山期形成的 NNW、SN、NE 和少量 EW、NW 向褶皱和断裂构造等，其中 EW 向深部断裂构造为主要的控岩和导矿构造，SN、NW 向断裂构造为主要的控矿与容矿构造[3]。

区内出露的岩浆岩以燕山期中酸性花岗岩类为主，其中以麻棚岩体和赤瓦屋岩体出露面积最大，麻棚岩体达到 64.5 km^2，岩体的产出受北冶—麻棚—杨家庄深大断裂明显控制。岩体与围岩阜平群地层呈侵入接触，据原冶金工业部第一地质勘查局 520 队 K－Ar 法同位素测年分析，该岩体的生成年龄为 145Ma[4]，应为晚侏罗世岩浆活动产物。岩体的成因类型为 I 型花岗岩，其成岩物质来自下地壳或上地幔[5~8]。

金矿化受断裂构造尤其脉带内次级构造的控制，具有分支复合现象。101 号脉是石湖金矿的主体矿脉，硅化蚀变破碎带长 3 300m，宽 4.5～50m，走向近南北，倾向东，倾角 60°～80°。在 101 号矿带中，共圈定矿体 8 个，其中主矿体 2 个，即 101－2 和 101－4。两矿体均呈似板状或透镜状，向南侧伏，侧伏角 30°；形态复杂，沿东走向和倾向不太连续，走向长 35～430m；最大倾斜延伸 420m，最厚 5.71m，最薄 0.27m；

收稿日期：2008－02－10

基金项目：高等学校学科创新引智计划资助（B07011）

作者简介：敖　翀（1983—），男，湖北荆州人，硕士研究生，矿物学、岩石学、矿床学专业；北京市海淀区学院路 29 号，中国地质大学（北京）S0501 信箱，100083

①通讯作者

维普资讯 http://www.cqvip.com

品位最高342.7g/t,最低1.79g/t,平均10.12g/t。两个矿体矿石量142万t,金金属量13 720kg。在其他平行小矿体中探明石量14万t,金金属量521kg。

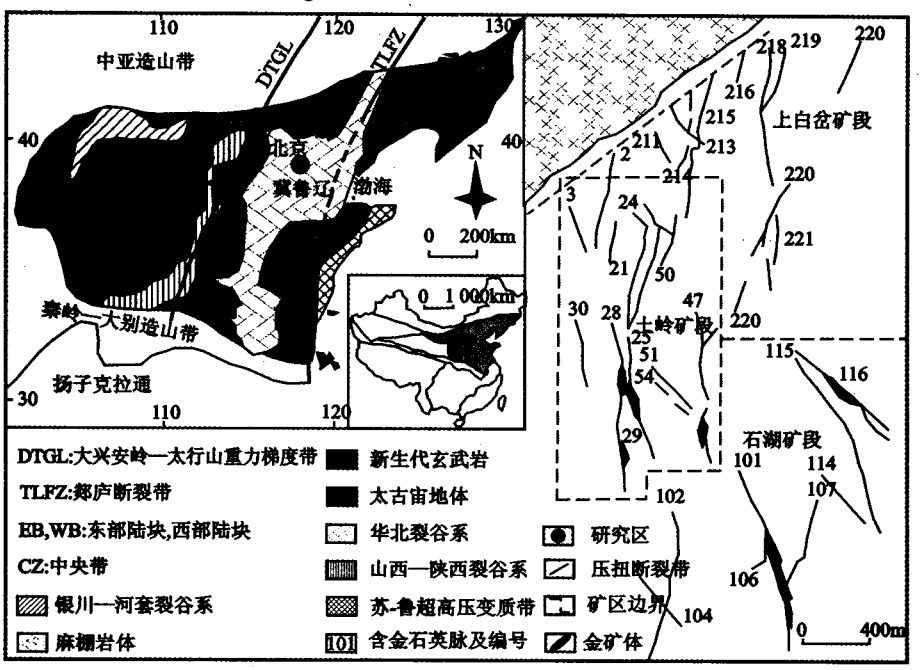

图1 冀西石湖金矿区地质略图[6-8]

2 石英的热释光特征

2.1 石英的热释光原理

石英是金矿床中最重要的脉石矿物。石英的化学组成和晶体结构高度稳定,用低灵敏度的研究方法很难得出提供地质成因信息的晶体结构参数的微小变化,前人研究表明,石英热释光的灵敏度很高,峰值稳定性能良好。由于U、Th的放射性辐照,使石英晶体中的价电子接受能量从价带进入导带。导带电子在晶体中运移时可以与晶格中的空穴结合,而被其捕获,使之处于热释光受激状态。加热样品时,陷入电子可以释放出来,产生发光现象。因此,热释光是陷入晶体结构中亚激发态电子的释放[9]。

一般来说,时代愈老的石英,俘获电子陷入较深能级陷阱,时代愈新的石英则相反,前者需要加热到较高的温度时,才能出现热释光峰,后者只需要加热到较低的温度就可出现热释光峰,峰形也较为简单[10,11]。导致石英热释光的缺陷主要是Al^{3+}代替Si^{4+},然后Na^+、K^+离子进入结构空隙引起的杂质缺陷。研究表明,石英中的Al^{3+}、K^+和Na^+离子含量增高,可使石英的热释光强度增大[12,13]。

2.2 测试结果

本次测试由笔者在中国地质大学(北京)成因矿物实验室完成。测试仪器为北京核仪器厂生产的FJ-427A1型微机热释光剂量仪。测量流程为:将样品粉碎至40~60目,然后用浓度为10%的盐酸浸泡24h,待其中的碳酸盐矿物清除干净后,在温度为40℃的烘干箱中烘干,挑出石英单矿物且纯度达99%以上,用精度为0.001g的电子天平称取2mg样品,将其均匀的平铺于热释光剂量仪中进行测试。设定初始温度为40℃,最高加热温度480℃,升温速率1℃/s,预热时间为5s,测量时间470 s,退火时间20s。测试结果列于表1。

在180m、220m、260m、300m、400m、480m和560m 7个中段采集了71个石英脉样品,由于采样条件的限制,240m、440m和520m 3个中段没有采集样品。其中23个样品的热释光曲线为双峰型,占32%,其余为单峰型,没有多峰型曲线。

3 讨 论

3.1 石英的热释光曲线特征

结合峰型(单峰、双峰)、峰点温度和发光强度,该矿区石英的热释光曲线按其形态可分为如下4个类型(见图2):

(1)仅在低温区(<200℃)出现一个尖锐的高峰,发光强度大,最高达10 000μC以上,以200m中段29线的样品为代表,该类石英取自晚期石英-方解石脉,释光曲线表明该类石英属低温浅成石英,电子陷阱的能级深度不大,但捕获电子的数量较多。

(2)热释光曲线特点是具有很强的中低温峰和高温峰的双峰形曲线,以180m中段11线样品为代表,其192℃的低温峰处的发光强度达8 470μC,而

维普资讯 http://www.cqvip.com

329℃的高温峰的发光强度仅为 1 305μC。该样品采自矿区靠近麻棚岩体和石英闪长玢岩脉的石英脉，曲线显示该类石英受到明显的后期热液改造。

表 1　石湖金矿区含金石英脉热释光特征参数

海拔标高/m	勘探线	热释光特征/℃ 低温	中温	高温	发光强度/μC	海拔标高/m	勘探线	热释光特征/℃ 低温	中温	高温	发光强度/μC
180	5		267		2 657	260	27			272	740
180	7		255		18 135	260	29		251	293	831/935
180	9		220		8 391	260	31		241		6 780
180	11	192		329	8 470/1 305	300	9			262	5 552
180	13	192	243		1 780/2 334	300	11		218		4 190
180	15		278	315	631/846	300	13		249		1 557
180	15.5		255		1 780	300	15		232		1 150
180	17		236		1 662	300	17		259		595
180	19			269	1 630	300	21		234	302	1 807/975
180	19.5		236		4 675	300	23		257		1 474
180	21		242	294	1 238/1 696	300	25		262		2 010
180	23		206		4 466	300	29		251	262	1 646/1 813
180	25		252		1 433	400	0		257		2 319
180	29.5			273	2 769	400	1		224		33 452
180	31.5		232		5 828	400	3		237	293	1 232/1 382
220	3		227		1 601	400	5			290	866
220	5			268	820	400	7		241		4 266
220	7		220		3 474	400	9		237		1 340
220	9		246		1 190	400	11		244		3 200
220	15		236		2 335	400	13		228		2 807
220	17		237	293	4 054/1 871	400	15		225	261	2 612/2 847
220	19		259		519	400	19		230		11 537
220	23		224		5 151	400	21		231	301	547/1 527
220	25		222		2 183	400	23			290	3 316
220	29	168			11 789	400	25		238	304	1 991/3 154
220	31		212		4 816	480	11		224	269	1 176/1 276
260	5	183			5 739	480	13		230	259	785/769
260	7		245		1 278	480	15		231	262	7 479/7 059
260	9	184			4 088	480	23			263	2242
260	11		236	304	1 717/1 086	560	5		208	235	6 519/5 585
260	17		245		905	560	7		228	267	1 997/1 636
260	19		266		592	560	7.5		218	266	1 160/987
260	21		251	314	2 746/1 271	560	9		223		3 412
260	21.5		252	288	919/1 149	560	11			263	791
260	23		251	314	2 746/1 271	560	13		235	307	1 138/1 633
260	25		245		2 228						

测试日期:2007 年 11 月 8 日

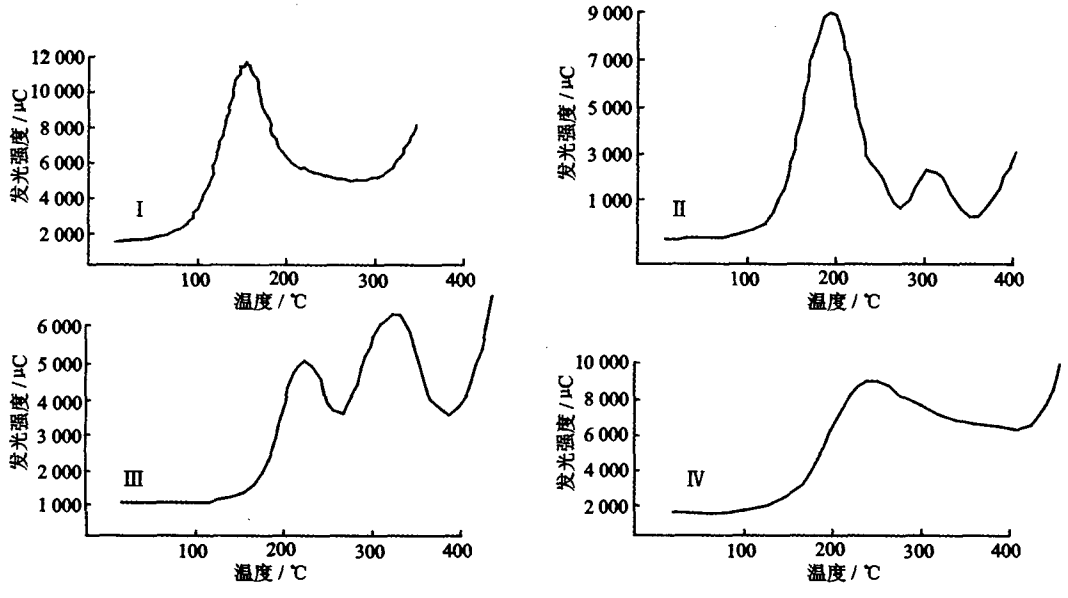

图 2　石湖金矿区石英热释光曲线类型图

维普资讯 http://www.cqvip.com

(3)具有中温峰和高温峰的双峰型曲线,两峰的发光强度相当,其强度值较小,多数小于3 000μC,个别可达5 000~7 000多μC。此类石英取自含矿的多金属硫化物-黄铁矿石英脉。

(4)具有中温峰的单峰型曲线,峰点温度多在200℃~260℃之间,发光强度变化较大,从1 000μC到大于10 000μC均有出现,此类石英取自不含矿的早期石英脉。

一般认为,随时间推移,石英晶体不断接收和积累外界辐射剂量。故年轻的石英出现明显的低温峰,而后才出现中温峰和低温峰。因此根据以上4种不同类型的发光曲线的形态特征再结合野外实际观察判断,第Ⅰ类型石英为成矿作用最晚阶段的产物,第Ⅳ类型石英则生成最早,第Ⅱ、Ⅲ类石英居于两者之间。

3.2 石英的热释光参数填图

区别何种石英脉的含金性优劣,热释光曲线特征可提供一定的地质信息。在石湖金矿区热释光曲线特征总是大致相同,因此在深部找矿和地表普查找矿工作中,第Ⅲ类型曲线石英可以作为有利的矿物标志。将石英热释光的发光强度和峰点温度进行等值线垂直纵投影,再将金品位一般具有第Ⅲ类发光曲线的石英属含金石英脉,而且在整个矿区的不同标高该类石英的热释等值线图与之进行对比(见图3、图4)。

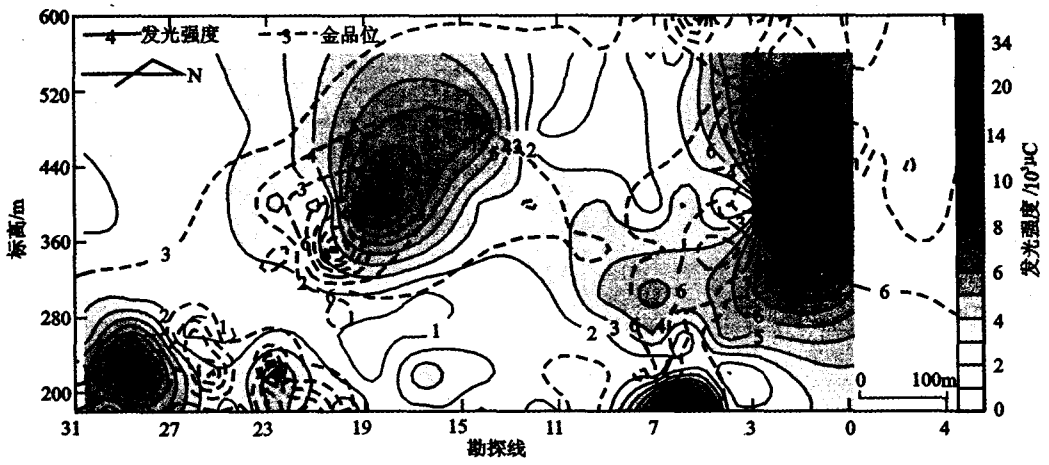

图3 石湖金矿区金品位-石英热释光发光强度等值线图

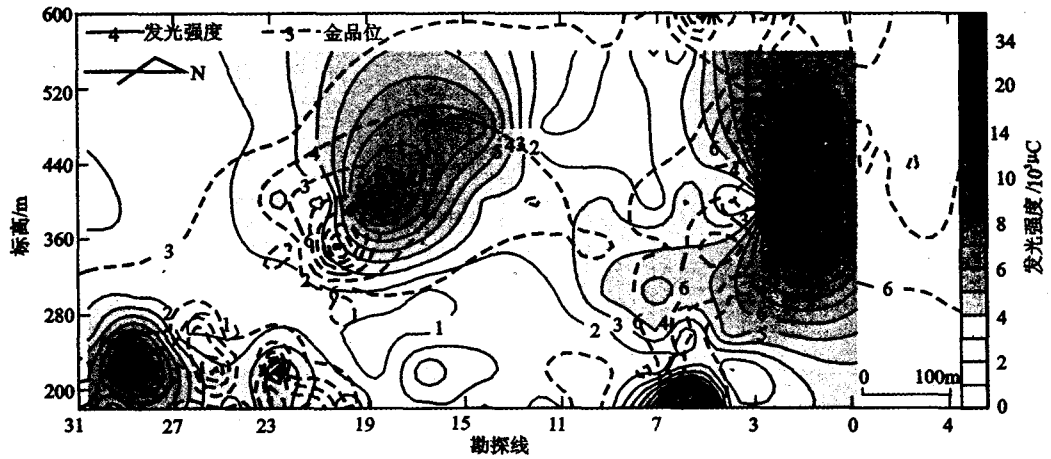

图4 石湖金矿区金品位-石英热释光峰点温度等值线图

热释光发光强度等值线图(见图3)表明在发光强度较低的石英脉含金性较好,一般为2 000~6 000μC,过低和过高均为不含金石英脉。图4表明,峰点温度为低值和中值区为有利矿段,石英脉含金性较好,如210m标高的29线、23线,峰点温度低于200℃,而350m标高的19线和480m标高3线,峰点温度大于250℃,低于290℃。据此,200m中段3线以北,19线至31线的深部可能为找矿远景区,而7线至15线之间的深部区域可能不太理想。

4 结 语

矿物学填图是成因矿物学理论在找矿勘探中的

维普资讯 http://www.cqvip.com

重要手段之一[14]，笔者将石英热释光曲线的曲线类型、发光强度和峰点温度等参数值和石英脉的含金性进行对比发现，两峰发光强度相当，且强度值较小的Ⅲ型双峰曲线对应含金性较好的石英。在此基础上，以勘探线为横坐标，标高为纵坐标，将发光强度和峰点温度值进行垂直纵投影，结果表明，发光强度的低值区，峰点温度的低值—中值区指示有利矿段，石英脉含金性较好。

[参考文献]

[1] 高永华，李胜荣，罗军燕，等. 热释光计量仪在鱼耳石成因矿物学研究中的应用[J]. 现代仪器，2006 (3)：67－69.

[2] 全亚荣，李兆麟，翟伟，等. 热释光测量在河台金矿找矿上的应用[J]. 中山大学学报(自然科学版)，2001，40(1)：77－80.

[3] 张亚雄，陈松岭，彭省临，等. 河北灵寿县土岭—石湖金矿田控矿构造研究[J]. 大地构造与成矿学，1996，20(1)：71－80.

[4] 喻学惠，任健业，张俊霞. 太行山中段铜金成矿条件及找矿方向[M]. 北京：地质出版社，1996：10－111.

[5] 张亚雄，胡祥昭. 麻棚岩体特征及其与金矿成因关系研究[J]. 中南矿冶学院学报，1994，25(3)：275－281.

[6] 刘　伟，戴塔根，傅文杰，等. 冀西石湖金矿成矿流体特征[J]. 中国地质，2007，34(2)：335－340.

[7] 刘　伟，戴塔根，傅文杰，等. 冀西石湖金矿矿体赋存规律及深部找矿前景[J]. 地质与勘探，2007，43(3)：25－30.

[8] 汤艳杰，张宏福，英基丰，等. 太行山地区中、新生代玄武质岩浆的源区特征与时空演化[J]. 岩石学报，2006，22(6)：1 657－1 664.

[9] 陈光远，孙岱生，殷辉安. 成因矿物学找矿矿物学[M]. 重庆：重庆出版社，1984：11－32.

[10] 吴尚全. 夹皮沟变质热液金矿床中石英的天然热释光发光研究[J]. 矿物岩石，1984，4(1)：29－34.

[11] 范宏瑞. 石英热释光测量方法在金矿找矿上的应用[J]. 黄金科技动态，1990(4)：16－18.

[12] 邵克忠，李胜荣. 石英热发光性在祁雨沟(式)金矿床研究中的意义[J]. 河北地质学院学报，1989，12(2)：127－13.

[13] 李胜荣，陈光远，邵伟，等. 胶东乳山金矿田成因矿物学[M]. 北京：地质出版社，1993.

[14] Chen Guang yuan，Sun Dai sheng，Shao Wei，et al. Atlas of Mineralogical Mapping in East Jiao dong Gold Province [M]. Beijing：Geological Publishing House，1996：3－95，119－125.

Study on thermoluminescence characteristics of quartz veins and their gold potentiality at Shihu gold deposit in Western Hebei

Ao Chong[1,2]，Li Shengrong[1,2]，Cao Ye[1,2]，Zhang Huafeng[1,2]，Li Zhenzhen[1,2]，Liu Xiaobin[1,2]

(1. *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources，China University of Geosciences(Beijing)*；
2. *Key Laboratory of Lithospheric Tectonics and Lithoprobing Technology of Ministry of Education，China University of Geosciences(Beijing)*)

Abstract：Application of thermoluminescence measurement of quartz in Shihu gold deposit in prospecting is introduced in this paper. Considering peak type (single-peak，double-peak)，peak point temperature and luminescence intensity，thermoluminescence curves of quartz are classified into 4 types. Double-peak type curves that have equivalent luminescence intensity and relatively low intensity correspond to quartz veins bearing better gold potentiality. Some isograms about gold grade and luminescence intensity，peak point temperature of quartz thermoluminescence indicate that quartz veins which have lower luminescence intensity and little-middle peak point temperature correspond to better gold potentiality.

Keywords：Western Hebei；Shihu gold deposit；quartz vein；thermoluminescence；gold potentiality

(编辑：宿晓静)

广西那能金矿地质找矿取得重大突破

2008 年上半年，中国黄金集团公司各生产矿山进一步加快地质探矿步伐，无论是工程施工进度，还是新增资源储量都顺利完成了上半年任务，其中那能金矿取得了地质找矿的重大突破。

那能金矿是广西公司控股的云南云龙公司所属的矿山，在地表氧化矿开采结束后，中国黄金集团公司要求广西公司在该矿深部开始进行地质找矿工作。广西公司积极快速地在该矿展开探矿工作，尤其是在 2007 年底该探矿效果不太理想情况下，他们及时总结分析成矿地质条件，研究已经完成的探矿结果，及时调整探矿思路和手段，加强工程施工和取样加工化验的管理，精心组织，科学安排，截至 2008 年上半年累计完成探矿工程 4 600m，并取得了重大突破，仅该矿的二、三号矿体估算新增资源储量约 15t，加上另外几个矿体的资源储量，预计那能金矿的资源储量将超过 20t，成为中国黄金集团公司又一个新探明的大型金矿床。　　(转自中国黄金集团公司网)