北衙矿产资源开发和特异地质现象保护*

Development of Mineral Resources and Conservation of Peculiar Geological Phenomena in Beiya District, Western Yunnan

蔡新平 徐兴旺 梁光河 张宝林 王 杰 肖骑彬

（中国科学院地质与地球物理研究所，北京 100029）

Cai Xinping, Xu Xingwang, Liang Guanghe, Zhang Baolin, Wang Jie and Xiao Qibin

（Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China）

摘 要 介绍了北衙矿区的开发历史、矿产资源和开采现状，列举了矿区内主要的特异地质现象：古溶洞、洞穴火山、爆破及隐爆岩筒、热水喀斯特、古砂金矿、铁矿浆、各类斑岩中的深源包体、雨蚀羊毛石、现代溶洞、落水洞、小石林等，论述了这些特异现象的地质意义，提出了将其作为地质遗迹进行研究和保护的 4 项措施。

关键词 北衙 金矿 洞穴火山作用 特异地质现象 保护

云南大理北衙地区，不仅是一个特大金矿靶区，而且也是一个极具科学价值的地质博物馆，蕴含许多奇特和罕见的地质现象，有许多谜一般的现象至今还难以破解。由于缺乏认识及单纯对经济利益的追求，地表大规模的扒皮似的无序开采，这些宝贵的地质现象正在迅速的消失，有些可能已永远消失。金矿要开，环境和宝贵的地质现象要保护，两者可否兼得？

1 北衙金矿的地理及区域地质位置

北衙金矿矿区位于大理白族自治州鹤庆县北衙、黄坪乡，洱源县焦石硐乡三乡交界处，为一高山中狭长盆地，南北长 7 km，东西宽 3 km，面积 20 km^2。昆明至大理铁路已经通车，大理至丽江的快速道从矿区边通过，大理至鹤庆县的公路穿矿区而过，交通十分方便。

矿区区域构造地质位置恰好位于三江构造带、扬子板块和松潘甘孜地块的交汇区的扬子地台西缘一侧，其大地构造位置属扬子地台与三江构造带的俯冲－仰冲叠合带的扬子上构造层。区内与金矿成矿有关的富碱斑岩是藏北－藏东－金沙江－哀牢山喜山期构造岩浆岩带的组成部分（蔡新平等，1991）。

2 北衙金矿的开发史

明朝万历至清朝嘉庆年间，北衙—水井一带盛行采铅炼银，老硐和古炉渣遍布，其中经过勘探的古炉渣就有 50 万吨。对这些古炉渣的分析表明，古人主要是炼银，铅在炉渣中富集，一度成为土法炼铅的重要原料。从最近发现多个古代陶金遗迹——溜金槽推测，古人已经发现并开采砂金。

1956 年建成北衙铅矿，炼铅的主原料在早期是古炉渣，后来从兰坪采购铅矿石。1957－1959 年，地勘部门对铅锌矿进行了勘查工作，在红泥塘西坡和笔架山，提交 C1+C2 级高铁铅锌矿石 400 万吨，但因矿石为低品位难选难冶的氧化矿石，只能作为冶铅熔剂和水泥配料被利用，估计已开采矿石 50 万吨。1982

* 中国科学院“创新工程”重大项目（KZCX1-Y-03）和云南省省院合作项目（YNKY98-08）联合资助
第一作者简介 蔡新平，男，1944 年生，研究员，博士生导师，主要从事区域成矿与隐伏矿床定位预测研究。

－1985 年，武警黄金十三支队在该区开展金矿普查，获金远景储量 1880 kg，认为矿体小而分散，无工业价值。1988－1991 年，中科院地质所“国家紧缺矿种”攻关项目“三江金矿成矿规律及靶区优选”科研课题进入该区，追踪粗铅含金信息，查明了该区的主要金矿石类型－铁金矿，建立了金的成矿模型，提交科研预测储量 Au 68.83 t、Ag 839.28 t 和相关的选矿试验报告。1992—1999 年，西南有色 310 队在笔架山西坡、万硐山、红泥塘完成 C+D 级，金储量 3.4 t 勘探，平均品位 5.38 g/t.。发现第三系古砂矿，控制表内金储量 3.7 t。1994 年北衙金矿 50 t 级选厂建成投产。1998 年云南省地矿局第三地质大队兼并北衙金矿后，开始大规模利用古砂矿堆浸提金。1998 年云南省科委投资 170 万元，设立“北衙金矿成矿预测和找矿研究”课题，由中科院地质所负责，西南有色地勘院和昆明理工大学参加。2001 年完成科研报告和成矿预测。

3　北衙矿产资源知多少

新的科研成果表明，北衙地区是一个与喜马拉雅期富碱斑岩活动有关的中、低温热液复合式多金属成矿区，以金为主，伴生铜铅锌有色金属和铁锰黑色金属。各种类型不同级别的金矿找矿靶区共 17 个，金矿资源量超过 120 t，其中古砂金可达 50 t。复合式铁铅锌矿矿石量不少于 1000 万吨，其中铁金属量大于 500 万吨，铅金属量不少于 20 万吨，锌不少于 10 万吨。矿区铜矿化十分发育，现已初步查明原生铜矿赋存在富碱斑岩中，万洞山凡是钻进在斑岩中的钻孔，均发现了几米至几十米的浸染状铜金矿化，但由于钻孔一般都很浅，目前对深部矿化斑岩的规模和铜品位的变化趋势不明，仅次生和叠加热液蚀变的古砂矿中的伴生铜已可达 20 万吨。根据地震勘探资料，北衙边山和北衙坝子深部分布有大范围的斑岩体，因此本区深部有可能发现有具工业价值的铜（金）矿床。

4　北衙特异的地质现象与金矿

4.1　古溶洞、洞穴火山及洞穴成矿作用

三叠纪末本区开始迅速隆升，在喜山期岩浆活动到来之前，侏罗纪到白垩纪的漫长地质时期，本区三叠系灰岩中的喀斯特化已相当发育。当岩浆和热液遭遇喀斯特洞穴时，就发生了奇特罕见的洞穴火山作用。在洞穴中可以直接发生原生的成矿作用，也可以在早期的洞穴矿化堆积物中形成叠加热液蚀变矿化（改造富集）。这就是岩浆热液洞穴成矿作用。

如果洞穴内已有沉积物充填，岩浆以侵入的方式进入洞穴沉积物中，沉积物遭受挤压变形和发生低温热液蚀变，如果岩浆和热液遭遇的是充水的洞穴，就会发生强烈的热水气爆作用，类似火山喷发，如果不能喷出地表，就会形成各种隐爆现象。同位素测年证明岩浆活动多达 4 期，喀斯特化也是多阶段发展，早期的原生矿床在遭受表生改造后形成砂矿，或在地表水、地下水的淋漓搬运下转入洞穴沉积，形成次生矿床，而次生矿体又可遭受更晚期的热液蚀变改造，发生再富集作用。

以上描述的地质过程及其伴随的各种现象，不再是猜测或想象，它们全都可以在北衙地区找到证据。到目前为止，在全国还是独一无二的，国外虽由类似的现象报道，但远没有北衙地区丰富。

4.2　爆破和隐爆岩筒

与气液爆破和隐爆作用有关的各种现象在北衙地区十分丰富，红泥塘、笔架山、锅盖山、万洞山、陈家庄等均可以观察到不同形态或不同发育（剥蚀残留）阶段的爆破隐爆构造和相关的岩石结构。爆破、隐爆岩筒或角砾岩较易识别，但有一种特殊的碎裂岩，以往没有引起重视，也不知其成因，它成泥粒状、砂粒状、豆粒状，在北衙地区地表，特别是在塌陷的喀斯特洞穴内的充填物中分布十分广泛。根据它们的分布，可以圈定隐伏的爆破构造的位置和范围，是探查发生过岩浆气液活动的喀斯特洞穴的重要指示标志。

4.3　热水喀斯特作用和古灾害地质

古火山气液爆破”泥石流”、热水角砾岩和热水碎流岩中的喷气锥、喷气漏斗、阻积坝等现象是北衙地质现象的一绝。

北衙万洞山地区有一种独特的角砾岩，以往区域和矿区地调填图，均将其划归为老第三系，称其为“ 丽江组砾岩 ”。但凡与丽江组砾岩作过对比观察的人，都感觉不对头，可又不知其所以然。只有在破解了北衙地区特殊的洞穴岩浆气液爆破作用后，这一特殊的砾岩的成因才有更为确切的答案。

大约在 20 Ma 前地质历史时期，万洞山西侧的大山东坡（陈家庄西山坡），发生了巨大的岩浆气液爆破，起初的隐爆爆破作用在地表和浅部形成了范围广泛的各种级别的碎裂岩，浅部灰岩地层为震裂震碎结构，越往下粒级越细，直到形成泥砾结构。再后来，深部的热液大量聚集后猛烈上涌，于是就形成了能量巨大的热液泥石流，托载上部的大小不一的碎裂岩块，向山坡下涌来。翻滚的泥石流，由于饱含气体，成沸腾状，于是出现了类似在五大连池地区玄武岩火山中罕见的喷气叠锥、喷气漏斗等奇特现象（魏海泉，1991；魏海泉等，1991）。当涌流的能量减弱并遇到阻挡后，在涌流的前方就形成了阻积坝——由角砾岩杂乱堆积的石坝。现在在万洞山地区所看到的所谓“ 丽江组砾岩 ”中的种种特殊结构构造，均可以据此得到合理的解释（徐兴旺等，1998；2001）。作为一种推测，金沙江古河道很可能就是在此时期，由于泥石流阻塞而被迫改道。

4.4 “ 古砂金矿 ”矿床怎样形成和保存

北衙有一种特殊的“ 古砂金矿 ”，其蕴藏量达 50 t，既有古河床相特征，又有古风化壳和古残坡积特征，还有洞穴堆积特征。在南方热带气候条件下，加之氧化铁矿的混染，颜色呈红褐色，因此有人称其为“ 红土型金矿 ”或“ 红色粘土型 ”金矿（陈根文等，1999）。可以肯定它不是单一成因，但其绝大部分产在“ 丽江组砾岩 ”岩盖之下却是其共有的重要特征。当把这套角砾岩当作第三系丽江组地层时，其成因的确难以解释，在认识到这套角砾岩是古热水“ 泥石流“ 后，这种混合特征就完全可以理解了。正是这套古泥石流覆盖了当时的山坡、山间洼地和古河床，使当时形成的残坡积砂矿、喀斯特洞穴堆积古砂矿、河床相古砂矿被保存了下来，避免了后来的风化剥蚀命运。

4.5 铁矿与金矿的关系是一个谜

北衙的金赋存在铁矿中，铁金矿是主要的原生金矿类型。到现在还不了解铁与金是共生关系还是后来热液在早期形成的铁矿中交代沉淀。笔者发现在斑岩与灰岩接触带内外有残余的矽卡岩型磁铁矿，金在磁铁矿中含量微乎其微，但当它们被交代或次生氧化为赤铁矿后，往往就含金了。在洞穴的碎屑岩底部砾岩中，在古风化壳的砾岩中，都有大量独立的磁铁矿砾石，说明早期岩浆活动曾经广泛发育高温矽卡岩型成矿作用。在离岩体较远的灰岩层间和其它方向的裂隙乃至洞穴中充填的都是赤铁矿，近地表进一步氧化后成为褐铁矿。这些铁矿有的金含量很高，有的含金很少。铁矿脉细的几公分，厚的几米到几十米。取样分析表明金品位与铁矿厚度无关，与产状之间也没有相关性，褐铁矿中金含量更是不均匀。在喀斯特洞穴充填的褐铁矿中总体上看金含量相对升高，往往能发现富金矿体，但有些含金量也很低。特富的金矿发现在笔架山和桅杆坡的东坡的赤铁矿脉中，矿脉厚几十公分到一两米，颜色鲜艳，风暴品位高达到 208 g/t。80 年代中期发现该矿脉后，很短时间内即采掘一空，据说曾经从该处采走了几百公斤黄金。该区斑岩体规模不大，但却产出以低温充填为主、巨量的铁矿石。铁从何来？金与铁的关系？至今仍然是个谜。

4.6 铁矿浆之谜

北衙古喀斯特洞穴中有巨厚的铁矿充填，已是不争的事实。有报道火山爆发时可以有铁矿浆涌出。北衙洞穴火山爆发时曾经喷出过铁矿浆吗？在洞穴中采集到具枕状构造的大块铁矿石，具浆体重力溅落现象磁铁矿砾石。是否有铁矿浆，还是一种猜测，还需要收集更充分的证据。

4.7 爆破角砾岩筒中的砾石成分与隐爆深度

当岩浆气液在深部向上引爆形成隐爆角砾岩筒时，你能知道它的隐爆点的深度吗？北衙的爆破岩筒为你提供了探索研究的线索。红泥塘爆破角砾岩筒的砾石成分十分复杂，可以识别出三叠系底部砂岩、二叠系玄武岩、浅变质片岩、千枚岩、板岩、碳酸盐岩、角斑岩，但没有更深变质程度的岩石。显然最老的岩石是古生界的岩石，最可能是泥盆系岩石。根据区域地层厚度，其爆破深度就可以大致估算出来（蔡新平等，1991）。陈家庄爆破角砾岩的成分要简单的多，大量的是砂岩和二叠系玄武岩，显然它的爆破部位非常浅，所以表现的爆破威力也特别大，影响范围达数平方公里，在卫片上可以看到一个巨大的环形构造，

它是热水泥石流的发源地。六合斑岩岩筒中除了上中地壳中的各种浅、中变质岩石外，还发现了大量的麻粒岩乃至榴辉岩包体，同时还发现了幔源高压矿物集合体或单矿物，其深度已达到壳幔边界。

4.8　碱性斑岩、煌斑岩中的深源包体与岩浆起源

产于北衙锅盖山、笔架山东坡的碱性斑岩体内含深源包体，与六合角砾岩筒不同（蔡新平，1992），包体成分相对简单，以幔源和下地壳成分为主，没有上部地壳的岩石成分；北衙的煌斑岩较为发育，从煌斑岩中采集的标本中发现了许多特殊的矿物，其中有一类矿物集合体很可能是上地壳岩石熔融交代的残余，特别是其中高压相矿物的发现，对研究岩浆起源和板块构造的动力学机制具有重要意义。

4.9　雨蚀羊毛石——酸雨和喀斯特化的早期现象

北衙的锅盖山北坡，灰岩表面呈现特殊的侵蚀结构，如同一屡屡山羊毛，其成因与酸雨的侵蚀关系密切，称其为雨蚀羊毛石。类似现象国外也有报道，认为是喀斯特化早期现象。北衙地区古代曾经大范围采矿冶炼银铅锌矿，古炉渣漫山遍野，达百万吨之巨。推测千百年来的冶炼活动，在北衙地区曾造成局域酸雨环境，使暴露在地表的灰岩表面发生酸雨雨蚀作用。

4.10　现代溶洞、落水洞、小石林

北衙边山地区现代溶洞发育，坝子里有多处落水洞，山洪进入坝子很快就消失得无影无踪，地震勘探已发现多处隐蔽的落水洞和掩盖的喀斯特塌陷漏斗。坝子北段有一片小石林颇具观赏价值。

5　北衙金矿开采的现状

早期的坑道开采对地表现象破坏不大，局部的地表民采，揭露了一些有价值的地质现象，整体上对地质环境没有造成大的破坏。但近几年该区开展大规模的古砂矿露采，特别是对万洞山东部坡和坝子采取大揭盖式的开采后，许多重要的地质现象消失，特别是无规则的洞采及采后的回填，使一些宝贵的地质现象被彻底挖掉，或者在揭露后又被回填掩埋。

6　北衙探矿采矿和环境保护对策

（1）对北衙地区的丰富的特异地质现象展开系统的科学考察，填一份较大比例尺的地质景观图，在图上标示出有重要科学研究和观赏价值的地质现象。

（2）制定开采规划，尽可能保护有价值的地质现象，对某些难于保存的现象，采集标本，留下照片素描或录像。

（3）对在开采中揭露的有价值的地质现象在作适当清理后，停止继续采掘，不要回填。

（4）加紧科学研究，特别是对介于地下侵入和地表喷发之间的洞穴火山作用、成矿作用开展研究，获取系统的科研成果。

参　考　文　献

蔡新平，季成云，应汉龙，等．1991. 滇西北衙金矿矿床特征、成因及找矿远景预测．中国金矿地质地球化学研究(第一集). 北京：科学出版社．134～151.

蔡新平. 1992. 扬子地台西缘新生代富碱斑岩中的深源包体及其意义. 地质科学，2

陈根文，任治机. 1999. 红土型金矿研究中的几个问题及在云南的找矿方向. 有色金属矿产与勘查，8（3）

魏海泉，孙善平，李家振. 1991. 火山喷发的物理作用—火山地质学的前沿课题. 地科学情报， 1：24～31

魏海泉. 1991. 火山灾害类型、预测与防治. 地质灾害与防治，（2）2.

徐兴旺，蔡新平，等. 1998. 流体的构造作用与成矿. 矿床地质，（增刊）：1067～1070

徐兴旺，蔡新平，等. 2001. 流体构造动力学及其研究现状与进展. 地球科学进展，16（3）.