

'93 ISGMT

北京国际黄金矿山
技术研讨会论文集

金矿开采

中国黄金总公司

中国黄金学会

万国学术出版社

'93 ISGMT

北京国际黄金矿山
技术研讨会论文集

金矿开采

中国黄金总公司

中国黄金学会

万国学术出版社

(京)新登字 141 号

金矿开采

中国黄金总公司 编著
中国黄金学会

*

万国学术出版社出版
(北京朝内大街 137 号, 邮编 100010)

万国学术出版社发行
核工业部咨询开发公司印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 35.375 字数 741 000

1993 年 3 月第 1 版 1993 年 3 月第 1 次印刷

印数 0001—1040

ISBN 7-80003-252-7/TD.8

定价: ¥100.00 元

’93 北京国际黄金 矿山技术研讨会

前 言

1993 年 6 月 15 至 17 日在中国北京五洲大酒店召开的北京国际黄金矿山技术研讨会是由中国黄金总公司和中国黄金学会联合举办的。召开这次研讨会的目的是为了广泛开展国际黄金采矿技术交流,增进各产金国专家、学者和企业家之间的了解和友谊,以便进一步加强中国黄金工业界与世界各国的技术合作。

研讨会论文集的主题:

1. 黄金矿山地质
2. 黄金矿山外围及深部找矿勘探
3. 生产勘探设备及使用
4. 岩金矿床地下采矿方法
5. 地下采矿设备及其使用
6. 砂金矿床地下采矿方法
7. 黄金矿山井下安全技术
8. 黄金矿山经营管理

论文集共有论文 70 篇,英文、中文版各一卷。

最后,让我对组委会委员、论文作者、译者、编辑以及为这卷论文集付出辛勤劳动的工作人员表示衷心的感谢。

’93 北京国际黄金矿山技术研讨会主席

目 录

前言	iii
中国黄金工业现状及展望	1
徐大铨	
夹皮沟金矿区隐伏矿体找矿标志及深部预测	6
董第光、姜忠义、王义文、金昌珍	
美国怀俄明地区太古代金矿化	10
W. Dan Hausel	
论金矿床形成演化特点及其预测意义	12
范永香	
有关伊斯帕尼奥拉岛多米尼加共和国和海地矿业活动的最新资料	18
Gerald M. Ellis	
湘西金矿东部地区找矿评价标志及成矿远景预测	26
陈梦熊、张振儒、阵容美	
试论内蒙金厂沟梁金矿地质成因	33
褚金锁、吴云峰	
应用 Scintrex 仪器找金的六种方法	38
加拿大 Scintrex 有限公司	
河西金矿区北西向控矿构造的研究及外围找矿勘探	41
林祖光	
利用白蚁冢和土壤找金	48
R. Poulin, C. F. Gleeson	
河南灵宝枪马金矿床 410 脉矿化富集规律及深部成矿预测	62
章增凤、王可勇、范永香、卢作祥	
巨型中温热液金矿床勘探区的选择标准兼论二阶段富集作用成矿的涵义	70
C. Jay Hodgson	
广东省河台金矿韧性剪切带控金机理及寻找深部矿体的研究	72
吴学益、夏 勇、王子江、吴为民	
前寒武纪岩石圈演化中的金矿床	77
V. A. Glebovitsky, Yu. M. Sokolov	

山区大比例尺综合航空物探在金矿区外围找矿预测中的应用	79
王继伦	
澳大利亚北部地区 Tennant Creek 金矿区与金矿化有关的变形事件时间的确定	86
丁晋全、Chris Giles	
澳大利亚北部 Tanami 地区金矿化作用的地质背景	88
丁晋全、Chris Giles	
四道沟金矿成矿地质条件及找矿远景初探	90
李 力	
陕西煎茶岭金矿床地质特征及矿床成因	94
罗才让、张蓉、刘雁、徐宗南	
金矿床的深部预测	101
朱泰天	
红花沟金矿床成因矿物学和围岩蚀变特征及其在深部成矿预测中的应用	107
王建国、于明旭、刘辉、关子川	
加强地质综合研究是矿山扩大资源的有效途径	117
寸 主、李晓琰	
论黄金矿山低品位矿石的取舍决策问题	123
陈在芳	
中国岩金地下矿山采矿科技的发展	129
刘华生、高振生	
为改善中华人民共和国山东省焦家金矿恶劣地压状况而设计的一种可替代	137
的充填系统	
D. Dawes, L. P. H. Greenhalgh	
尾矿的充填料产率的优化	149
Q. Liao, E. G. Thomas	
絮凝剂对无侧限抗压强度的影响	163
Q. Liao, E. G. Thomas	
上向分层块石充填法的试验研究	188
黄志伟、刘德茂	
巴西的黄金工业	195
Eduardo Camilher Damasceno, Eldon Azevedo Masini, Roberto Goulart Madeira	
倾斜矿房梯段式连续回采充填法在山东省蚕庄金矿的应用	208
邓培蒂、侯大德、杨长安	

山东省焦家金矿机械化上向进路充填法试验研究	217
胡修章、赵国彦、彭钢	
管径对宾汉体砂浆输送阻力影响的研究	226
孙凯年、寿国华	
下向分层胶结充填采矿法在中国一些黄金矿山的应用	232
肖国清	
中国岩金矿床留矿法开采述评	243
姚香、吴肇元、杨新德	
河北省金厂峪金矿留矿法的实践	256
许求保	
缓倾斜薄矿脉机械化水平分层削壁充填采矿法的试验研究	263
宋育仁、周学增、陈志毅、肖凤元、韩志型	
削壁充填采矿法及干式充填采矿法在急倾斜薄及极薄岩金矿脉中的应用	274
姚香、武昭龙	
辽宁省五龙金矿急倾斜薄矿脉采矿方法的研究	286
傅长怀、杨新德	
湖南省湘西金矿二次回采试验研究	294
包东曙等	
湖南省湘西金矿炼厂保安矿柱开采的岩石力学研究	303
马光、方理刚、曾小石、高元宏、周汉国	
河南省文峪金矿留矿全面法开采的地压控制	312
王志宏、王义民、刘雨田	
阶段崩落采矿法在陕西省太白金矿的应用	322
任新民、李荣福	
SHP 型混凝土抛射机在黄金矿山的应用	327
顾延元	
锚杆预控顶抛掷爆破采矿法	335
刘 力	
河北省金厂峪金矿大直径深孔采矿技术	343
孙忠铭	
山东省三山岛金矿岩体稳定性研究	348
曹宪启、张秋、田治友、王文泽、谭金胜、付洪岭	

山东省三山岛金矿水文地质条件与防治水技术的研究	355
黄树勤、陈勤树、谭红军、郑长成	
湖北省鸡冠嘴金矿综合防治水初探	360
段志波、俞定禄	
现代采金船在中国的应用	369
华子元	
多年冻土爆破解冻的试验研究	377
王兆林	
论斗链式采金船主驱动载荷的特性与挖斗架下放角度的关系	390
王孟尝	
T-330P-1 型推土机裂土剥离的试验研究	399
王志学	
砂金矿最大利润的现代化开采	408
Jack Kao	
加拿大育空地区 Sixty Mile 河低品位大型冲积砂矿的勘测与开采	409
Greg Hakonson	
内蒙古自治区转经召砂矿露天小型机械化采矿的经验	415
王 浩	
中国北方砂金露天机械开采技术现状及展望	422
邢万方、赫白、程树泉、王浩、秦立起	
利用核示踪剂评价溜槽的黄金选矿回收率	433
R. Clarkson	
陕西省安康金矿船采技术管理与挖潜增效经验	452
魏奇峰、黄玉山	
竖井掘进管理的前景	459
F. J. Bayley	
美国 Newmont 黄金公司的计算机矿石控制系统	481
J. Harry Tu	
增产奖励是一种生产手段	491
J. B. McKenzie	
全球黄金市场的过去、现在和将来	492
K. A. Crisp	

金矿含氰尾矿堆可用于种植农作物	504
<i>R. A. Verches</i>	
多级风机站可控式通风方法在山东省黄金矿山的应用	510
方绍祖	
中国黄金矿山通风技术现状及展望	519
金明伟	
用无毒溶剂堆浸贵金属	524
<i>G. V. Sedelnikova, G. S. Krylova, A. V. Narseev</i>	
计算机辅助选矿	526
<i>J. Leung, Cheng Chang Qing</i>	
金-砷精矿的细菌冶金	531
<i>R. Y. Aslanukov, G. V. Sedelnikova, O. B. Voronina, E. E. Savari</i>	
高效吸附槽	532
<i>L. P. H. Greenhalgh, R. P. Riley</i>	
北美黄金工业的金矿管理与财务结构	554
<i>Alan. R. Hill</i>	
编译后记	555

中国黄金工业现状及发展

徐大铨

中华人民共和国冶金工业部副部长

中国国家黄金管理局局长

摘 要

本文概述了中国黄金工业发展历史与现状。中华人民共和国成立后，四十多年来，中国黄金工业取得了长足发展。特别是改革开放十四年来，中国黄金工业成就显著。现在中国拥有黄金矿山数百座，行政管理、生产建设、科研设计、物资供应、对外联系机构齐全，队伍精良，具备了发展基础。

文章还阐述了发展中国黄金工业的设想。

一、历史和现状

中国是世界上最早生产和使用黄金的国家之一，早在四千多年以前的商代，中华民族就开始生产和使用黄金，明清两代黄金生产进入鼎盛时期。近代中国由于受帝国主义的侵略和内部战乱的影响，黄金生产处于瘫痪状态。

中华人民共和国的建立，为我国黄金工业的发展开辟了广阔的前景，从此，中国的黄金工业开始步入工业化生产的轨道。在党和国家领导下，经过中国人民四十多年的艰苦努力，特别是改革开放十四年来，我国黄金工业的面貌发生了历史性的变化，取得了显著成就。1991年底，全国已建成大中小型黄金矿山和冶炼厂数百座，以及专业化黄金设计研究院所，高等院校。1988年，组建了国家黄金管理局，并赋予对黄金资源的勘探、开发和生产建设实行统一管理的职能。各省、自治区、直辖市及各产金市县，相继成立了黄金管理机构。黄金行业已发展成为具有生产建设、科研设计、技术培训、物资供应、对外贸易等机构比较齐全，相互配套的工业化体系，在我国的国民经济中发挥着日益重要的作用。

四十多年来，我国黄金工业的发展大致经历了三个阶段。一是生产恢复阶段（1949—1957年），这阶段我们先后恢复了旧中国遗留下来的一批矿山的生产，如夹皮沟金矿、五龙金矿、东南金矿等。当时黄金工业的规模和黄金产量都十分有限。二是初步发展阶段（1958—1975年），随着国民经济情况的好转和对外贸易的需要，国家对黄金发展给

予了应有的重视，成立了中国黄金矿产公司，制定了一系列鼓励黄金生产的有关政策，首次在全国范围内实现了黄金行业化管理。与此同时，相应增加了黄金工业固定资产投入，先后建成了五龙金矿、金厂峪金矿、招远金矿、红花沟金矿、张家口金矿等一批大中型矿山，并在珲春金矿建成了我国自行设计的250升采金船，在全国范围内掀起了国营、集体和个体共同采金的热潮，黄金生产规模迅速扩大，产量不断提高。三是黄金大发展阶段（1976—现在），这一时期黄金工业开始步入稳定协调发展阶段。特别是改革开放十四年来，黄金工业以前所未有的速度迅猛发展。国家黄金管理局对黄金行业实行统一管理，固定资产投入逐年增加，基本建设和生产规模不断扩大，黄金产量稳步上升，采、选、冶技术获得了较大突破。自1976年到1991年的16年间，黄金产量年递增率超过11%。使我国成为世界主要产金国之一，并取得了良好的经济效益和社会效益。

二、成就与问题

中国黄金资源丰富，除上海市外，大陆的二十九个省、市、自治区都有黄金资源。目前已发现的矿点5000余处，总储量居世界前列。

目前中小型黄金矿山占黄金矿山总数的80%以上，产量占总产量的65%以上。

中国已经发现了几乎世界上所有类型的岩金矿床，但主要矿床类型是石英脉型，破碎带蚀变岩型，火山岩型和微细浸染型，矿体多为脉状，形态复杂，产状很不稳定，围岩不稳固，适合露天开采的少。

1、地质工作取得了重大进展

多年来，困扰我国黄金工业发展的主要原因之一是地质资源不清，探明储量少。1975年以前，我国累计探明的黄金储量大部分已被利用或占用，可供建设利用的后备资源很少，一些老矿山也相继发生了资源危机。1976年以后，我们逐步增加了黄金地质勘探的投入，在“七五”期间，又增设了黄金地质勘查基金，由国家按黄金产量拨款用于黄金工业的地质勘查，调动全国各行各业的地质勘探队伍找黄金；加强地质科研，应用现代技术找矿探矿；充分发挥现有矿山在矿区外围探矿找矿的积极性，对矿山自探储量实行优惠政策；集中力量寻找大矿、富矿和适合于露天开采的矿床，对138个大中型重点矿区加速勘探。经过三个五年计划的努力，基本改变了黄金资源不能满足生产建设，制约黄金工业发展的局面。并且发现了一批具有前景的大中型矿区。在矿床类型上，先后找到了破碎带蚀变岩型矿床，如山东半岛的新城金矿，焦家金矿等；斑岩型金矿床，如黑龙江的乌拉嘎金矿；细脉浸染型金矿床，如广西的高龙、贵州的紫木函、烂泥沟金矿等，在矿床类型和找矿前景方面取得了突破，改变了千百年来中国以采砂金和石英脉型矿床为主的历史。

2、基本建设成效显著

1975年以前，主要是恢复和改造旧中国遗留下来的一些老矿山，新开的基本建设项目很少，黄金矿山的布局仅限于山东、河南、黑龙江、河北、陕西、辽宁、内蒙古和吉林等八个省区。1975年以后，国家逐步增加了黄金工业的固定资产投入，首先建成了张家口、招远、珲春等一批大中型骨干矿山。从第六个五年计划开始，在全国范围内开展了大规模的黄金基本建设，在全国已经形成和正在形成十个产金基地。基本建设的成功，奠定了我国黄金工业的基础，使黄金产量大幅度上升，行业结构、布局也发生了很大变化。

3. 科学技术取得了丰硕成果

几十年来，特别是改革开放十四年来，在开展大规模基本建设的同时，我们下大力气抓了科学研究和技术进步，国家增加了科研和技术改造资金的投入，完成了近千项科研课题、试验项目和技术改造项目，适时引进、消化、国外的先进技术、工艺和设备，在黄金地质、采、选、冶等技术和工艺方面不断取得新的进展和突破，新技术、新工艺、新设备，不断应用于黄金生产和建设，提高了黄金工业的生产力水平和现代化水平，改变了落后面貌，推动了黄金工业发展。

在地质领域，结合我国矿床的特点，深入进行地质构造和成矿理论的研究，在成矿规律和找矿前景方面取得了一批重要成果，将物化探技术、遥感技术、电算技术、数学地质等应用于黄金找矿探矿，在我国先后找到了破碎带蚀变岩型、斑岩型、微细粒浸染型等大中型矿床，为黄金工业发展提供了可靠的资源保障。

在岩金开采技术方面，解决了缓倾斜薄脉矿，围岩破碎矿体的开采技术问题，因地制宜地采用了干式充填，胶结充填，全尾砂充填，VCR等采矿方法，坑内凿岩、爆破、搬运及充填技术水平不断提高；坑内无轨运输设备、微型铲装设备、液压凿岩设备等得到了应用和推广。这些都提高了劳动生产率、降低了矿石的损失和贫化、保证了作业的安全。

在砂金开采技术方面，60年代，首先在琿春金矿建成了我国自行设计的250升大型采金船，80年代引进了荷兰300升采金船，采金船开采技术和工艺不断完善和发展。目前，我国设计制造的庞大的采金船队正在全国各地作业，开采砂金。80年代初开始，我们开始发展和推广砂金露天机械化开采技术。除此之外，砂金过采区复田技术的研究和应用也取得了较好的效果。

在选、冶技术方面，70年代以前，基本是采用单一的浮选或重选工艺，70年代以后，我们逐步完善了选、冶工艺，因地制宜地推广了重选、浮选、氰化配合使用的选、冶工艺。提高了选、冶回收率。近十年来，氰化提金工艺得到迅速发展，我们先后研究和推广了锌粉置换工艺，低品位氧化矿石堆浸工艺，全泥氰化炭浆提金工艺，引进了国外的先进技术和设备，提高了我国的黄金选、冶技术和工艺水平。离子交换树脂矿浆提金技术、硫脲法提金技术、高砷、高碳矿石提金技术、微细粒金提取技术、金的溶剂萃取技术等都取得了较好的研究成果和经验，有些项目正在与国外合作研究和试验。

除此之外，在环境监测与保护、资源综合利用、分析化验、计算机控制与管理等方面也取得了较大的进展。

尽管我国黄金工业取得了很大成就，但与世界产金大国相比，无论在技术、管理以及黄金产量方面，仍然存在着较大差距，面临着不少困难和问题，主要表现在如下几个方面。

(1) 地质资源问题。经过十几年的努力，虽然已经缓解了资源不足的矛盾，但目前仍然不能满足生产和建设的需要，特别是一些老矿山，急待解决后备资源以延长矿山服务年限；目前提交的储量与实际揭露情况相比，普遍存在着储量减少，品位负变现象；虽然在我国已经发现了几乎世界上所有的金矿床类型，但尚没有找到象一些产金大国发现的特大型矿床。适合露天开采的矿床少，由于技术和经济方面的原因，有相当一部分探明储量目前尚不能利用。

(2) 企业规模结构不合理。由于黄金工业的发展历史和我国资源分布的特点等原因，

目前中小型企业偏多，大中型企业少。

(3) 采矿工艺、设备有待进一步改进，如缓倾斜薄矿脉开采方法、充填采矿工艺和设备等。对微细粒金矿石，含砷、含碳金矿石、低品位金矿石的选、冶技术等尚存在着一些难题。

三、发展目标与措施

随着改革开放和国民经济的发展，国家对黄金的需求日益增大，我国黄金工业仍应保持较高的发展速度。

奋斗目标：未来十年，中国黄金工业要上新台阶。到“八五”末期，形成以国营大中型企业为主体，适度规模经营、稳定发展的黄金工业格局；在全国范围内形成十个产金基地；把黄金工业发展成科研设计、生产建设、物资供应、对外贸易等协调配套、独立完整的工业体系。黄金产量年递增速度超过 10%。

发展战备。为了实现上述发展目标，黄金工业总的发展战略是：加强行业管理，增强企业活力，狠抓地质资源，适度强化开采，建立规模经济，注重投入产出，依靠科技进步，提高综合效益，全面提高素质，持续稳定发展，以经济效益为中心，狠抓企业管理和科技进步，全面提高企业的现代化管理水平。

在投资政策上，实行“三个优先”，即优先发展国营金矿，优先开发外部建设条件好和金矿石品位高的矿山，优先对老矿山进行改造和扩建。

在发展布局上，要以老产金地区为依托，采取逐步展开的发展方式，扩大老产金区的生产规模，积极开发新产金区，形成十个具有相当规模的新老产金区。这十个产金地区是：(1) 以胶东为中心的山东产金区；(2) 以小秦岭为中心的豫陕产金区；(3) 以千山、长白山为中心的河北内蒙产金区；(4) 以承德、赤峰、朝阳地区为中心的冀蒙辽三角产金区；(5) 以燕山、大青山为中心的河北、内蒙产金区；(6) 以黑龙江流域为中心的黑龙江、内蒙砂金产金区；(7) 以嘉陵江上游为中心的陕、甘、川三角砂金产金区；(8) 以长江中下游为中心的鄂、赣、皖有色共生金（包括铁帽型金矿在内）产金区；(9) 以微细粒浸染型金矿为主的滇、桂、黔产金区；(10) 以天山、阿勒泰山为中心的新疆产金区。

为实施我国黄金工业的发展目标，重要措施是：

1、进一步加强黄金地质工作。要加强对新开发区的找矿，更要加强对老矿区的勘查工作。因后者新增储量可得到及时利用，可延长老矿区的服务年限。由于找矿和勘探难度增加，除了采用常规方法以外，还要在找矿手段与成矿理论上有新的突破，才能取得良好的效果。

2、加快矿山建设。按照九十年代我国黄金工业十年发展规划，将分批分期对老矿区进行技术改造和扩建，为此，要采取切实有效的措施。并要按照地质资源勘查程度，精心做好科研、项目可行性研究、工程设计、建设工程施工等系统组织工作，务求顺利建成投产，发挥投资效益。

3、深化黄金工业的改革。为改变黄金矿山因小而全、区域分散等所带来的效益低的状况，推动生产要素优化组合与资源的重新合理配置，拟组建全国性的黄金企业集团，企业集团实行自主经营、自负盈亏，自我制约、自我积累、自我发展。

4、加强科研工作。当前我国黄金矿山的破碎蚀变岩型矿床的采矿方法，以及微细粒浸染型原生金矿石、高砷高碳金矿石，多金属硫化物金矿石的选、冶工艺技术尚未得到有效解决。我们除组织国内科研力量攻关外，也准备与外国同行进行合作研究，并引进成熟的、符合我国国情的工艺技术。

5、开展国际交流与合作。改革开放以来，我国黄金行业与外国黄金工业界交往逐年增加，近十四年来，海外专家、学者、企业界人士多次来华考察金矿、专业技术交流、讲课与商务洽谈。我国每年都派往国外金矿企业进行考察学习、技术交流和商务活动。

我国黄金企业还先后引进了坑内地质钻机、采、装、运等设备，砂金选矿工艺设备，矿用大型推土机以及岩金选、冶炭浆工艺设备，这些交流与引进，有利于提高我国黄金工业的工艺技术与生产水平。

今后，根据我国黄金工业发展规划要求，将进一步扩大国际交流与合作，引进国外先进工艺与设备，使我国黄金工业技术水平提高到新水平。

我相信，在改革开放的大潮中，中国的黄金工业必将充满生机和活力。

(由陈莉达译成英文，袁如海译校)

夹皮沟金矿区隐伏矿体找矿标志及深部预测

董第光 姜忠义

王义文 金昌珍

(吉林有色地质勘查局 604 队) (吉林有色矿产地质研究所)

摘 要

本文根据 604 队在夹皮沟地区多年找矿实践经验,总结了该区隐伏矿体找矿的宏观地质标志、地球化学探矿标志、地球物理探矿标志,以及评价石英脉含金性的同位素、热释发光和包体成分等多方面的微观找矿标志,并据此提出了该区的综合找矿模式。综合运用这些标志在三道岔、二道沟、夹皮沟本区和板庙子等多处取得成功。夹皮沟金矿区资源潜力较大,论文指出了该区深部和外围找矿的主要方向。

夹皮沟金矿区位于华北地台北缘东段,属辉南—桦甸—和龙金矿成矿带中段。金矿成矿与地台边缘晚太古宙花岗—绿岩带、地台边缘剪切带、后期多期次构造—岩浆活动叠加改造有关。

区内隐伏矿体占 85% 以上,显示了研究和寻找隐伏矿体在整个地质工作中的重要性。区内存在三种不同时期、不同规模、不同性质、不同产状的控矿构造,其中以平行地台边界线的北西—北东东向控矿构造为主,另有后期的南北向、北东向控矿构造叠加。金矿以石英脉型为主,最近发现并肯定了蚀变岩型、破碎带型、细脉带型等的工业价值。

一、宏观地质找矿标志

1. 晚太古宙花岗—绿岩带的下部层是金矿带范围标志,也是一种顺层找矿、选择靶区的标志;在下部层范围内剪切带是矿带和矿床标志;剪切带中的脆—韧性断裂带是矿床(体)标志,高兴—红旗岭—苇子,板庙子—菜仓子—小车沟—小北沟—头道岔,夹皮沟本区主蚀变带,岭东大朝阳沟一带的脆—韧性断裂带中都有金矿富集。

2. 高兴—马家店五台期花岗岩(γ_1)加里东晚期花岗岩(γ_2)、燕山期花岗岩(γ_3)和各种脉岩所圈定的范围是矿带标志;基性脉岩及中酸性—弱碱性脉岩系统深部是矿床(体)标志。如二道沟金矿与苏长岩有关、板庙子金矿体赋存在辉绿岩脉上下盘或中间,菜仓子 15 号矿体赋存在煌斑岩脉上盘,四道岔 402、八家子、816、828、大线沟 205 等矿体皆赋存在花岗斑岩或长石斑岩上下盘中。但脉岩上下盘同一标高,往往不同时出现矿体,如八家子矿床,上盘有矿体,同一标高下盘无矿体,下盘有矿体,同标高上盘无矿体。地表发现脉岩系统。虽然没有见到矿化,但深部往往也有隐伏矿体出现。地表脉岩厚度变大处,深部往往是矿体富集有利空间。例如板庙子矿床 18 线附近辉绿岩脉地表厚度变大,深部隐伏有板庙子地区规模最大的 303—7 号矿体。

据同位素测试资料,海西早期(350Ma)的基性脉岩(与槽区边缘的红旗岭、源河川基性岩体年龄相当)、印支期(200~2300Ma)的中酸性~弱碱性脉岩对金矿成矿专属性较明显。

3. 矿床之间等距性间隔分布标志:一般相隔 1.5km 左右出现一个矿床,因此在相应间隔处深部,是重点靶区。矿体横向平行对应富集标志:当发现某处矿体时,就可在平行对应处寻找矿体。菜坨子 2—6 线的 15 号矿体、21 号矿体、26 号矿体系横向平行对应。夹皮沟本区主蚀变带(韧性变形带)内赋存有北东东走向的平行对应矿体,但也同时存在南北走向的平行对应矿体,如 10 号矿体、11 号矿体、新 6 反倾斜脉、东山青脉等平行对应。矿体深部尖灭后再现或平行上侧现和平行下侧现标志,夹皮沟本区八人斑脉尖灭后,深部紧接再现出规模较大的新四号脉,二道沟矿床 2—5 号脉组至深部 300m 标志尖灭后,平等下侧观 0~新 1 号脉组,头尾几乎是同一标志,构成二道沟矿床上下两个富集标高(600m~300m,300m~0m)。大型三道岔金矿床开始只发现 4—6 号脉系统,在深部勘探追索 4—6 号脉过程中,发现深部平行上侧现占储量 95%左右的 1—3 号隐伏矿体。

4. 矿体垂深方向相对富集标高标志:二道沟矿床存在上下两个富集标高。另外该矿区(带)规模最大的脆~韧性断裂带中(指原北西主断裂),仅在 4m~0m 标高范围内见到了规模小的工业矿体,而其两侧平行的规模小的脆~韧性断裂中,在 840~0m 标高范围内,皆有工业矿体出现,有的矿体规模较大。从这点可以认为,该矿区(带)规模过大的脆~韧性断裂中找矿,应注意 0m 标高以下,可能脆性变弱,韧性变强,有利成矿,可能会出现较大的工业矿体,而其两侧规模较小的脆~韧性断裂中,找矿主要注意 0m 标高以上空间。此外,脆~韧性断裂带的规模,与金矿类型上有一定关系。北西向主断裂与旁侧次级断裂之间在同一标高上有一个横向排列模式,即破碎带型—蚀变岩型—细脉带型—复脉带型—石英单脉型,如二道沟地区的 4 号带—3 号带—2 号带—二道沟庙岭、菜坨子地区、小东沟地区、小北沟地区皆有此种现象。

5. 不同期控矿构造叠加交汇区是金矿富集最有利地段标志,也是找矿最佳远景区标志,在高兴至夹皮沟本区的 40km 长的矿带东端,即大线沟~三道岔~夹皮沟本区地段,同时存在三种控矿构造叠加交汇,故两个大型金矿床和多个重要中型金矿皆分布在该段,该地段长度占整个矿带的五分之一左右,而探获的金矿储量占 80%以上。

6. 矿床中心至边缘的金矿矿化类型变化标志:二道沟庙岭矿床较为明显,6—5 线为矿床中心部位,矿体头部为石英单脉型矿体其旁侧有蚀变岩型,在脉岩中还有浸染型矿体,该矿体延深到一定深度后变为单脉型,再深部又向复脉型转变,走向上南延至 22 线附近,变为蚀变岩型和细脉带型,北延至 15~31 线(庙岭),变为复脉型、细脉带型蚀变岩型共存,故运用这种标志可以追索矿床中心部位。

7. 控矿构造走向拐弯和倾角陡缓变化有利金矿富集标志:四道岔 402 矿床含矿系统长达几公里,唯独在 15 线附近走向发生拐弯,在此处深部探明该地区规模最大、金品位最高的 7—8 号脉(矿柱);矿体在倾角陡缓突然变化处,矿体厚度变大,金品位增高。

8. 石英脉标志:矿床或矿体皆由多期不同的石英脉叠加而成,当发现不含石英脉时,不能放过,其走向上,延深上都有含金石英脉出现的可能性。

9. 不同金属矿物组合标志:矿带(区)两端,单一的细粒灰色黄铁矿与金关系密切,单一的粗晶灰白色黄铁矿不含金;矿带中段,见到黄铁矿、黄铜矿、方铅矿多金属矿物组合,含金最好,单一的金属矿物组合不一定含金;矿带东端,出现黄铁矿、黄铜矿、方铅矿及磁铁矿、白钨矿等金属矿物组合,含金更高,出现单一的方铅矿或单一的黄铁矿一般不含金。

二、物探异常标志

航磁负异常带与低重力异常带位置相吻合是含矿带的标志。航磁负异常带中局部出现正异常,又称“负中正”。低重力异常带中局部重力升高,又称“局部高”,是矿床(体)标志;联剖正交点带是断裂系统标志或含金断裂系统标志;激发电位异常是深部金属硫化物或金矿体标志;正磁异常呈线型分布,是铁矿体或基性脉岩标志;付万成高级工程师曾总结“二高、一低、一边”的矿床(体)标志,即激发电阻高,化探次生晕异常高、低电位率、正磁异常边部。

三、化探异常标志

区化分散流 Au、Ag、Cu、Pb 等元素的综合异常是矿带(床)标志;化探次生晕 Au、Ag、Cu、Pb、Ba、Mn、Sr、Mo、As、Mg 等元素综合异常,是表露矿体标志;Au、Ag、Cu、Pb 综合低缓异常上有 Ba、F、I、Hg、As 异常叠加时,是深部隐伏矿体(床)标志;化探原生晕 F、Hg、Ba 在隐伏矿体头部发育;Au、Sb、Ag、Pb 在隐伏矿体上部发育;Ag/Au>1;Cu、Co、Ni、Mn 在隐伏矿体中部发育;Ag/Au 比值在 1 左右波动;Mo、Sr、V、Ti 在隐伏矿体尾部发育;Ag/Au<1;Au 在隐伏矿体头尾部皆发育;隐伏矿体上方土壤中气汞量异常明显;矿区内从正常场至含金石英脉,Au 的含量按几何级数富集,即正常场中 0.00ppm,近矿围岩中 0.0ppm,蚀变带中 0. nppm,矿体中 nppm。

四、微观标志

硫同位素分馏标志;从矿带(区)来看,矿带东端夹皮沟本区附近出现温度较高的金属矿物组合,如白钨矿、磁铁矿等,其 $\delta_{S^{34}}$ 平均值是 +4.6~+5.9‰,矿带中段小北沟至小东沟一带, $\delta_{S^{34}}$ 平均值是 +6.4~+6.9‰,矿带西端板庙子一带, $\delta_{S^{34}}$ 平均值是 +8.95‰,显示了从西至东的硫重至硫轻变化规律;大型金矿床三道岔,矿化强度中心(又称矿床中心)的硫轻,向上至隐伏矿体头部,向下至隐伏矿体尾部,硫逐渐变重,至地表断裂中硫最重,周围围岩中硫最轻,近矿围岩比远矿围岩硫稍重,应用硫重至硫轻变化规律,可以寻找隐伏矿床(体)矿化强度中心或矿带(区)成矿最富集中心。

自然金与石英关系密切,石英的热释发光曲线(含金与不含金的石英热释发光曲线不同)和石英中二氧化碳的相对光密度($D_2/D_0>0.1$ 时,石英含金高)可以作为评价石英含金性的标志;石英包裹体中成分标志;含金石英脉包裹体中 CO_2 和 H_2O 含量是不含金石英脉的几倍,同时 CO 含量,前者增高,后者低 H_2 的含量,前者低,后者高。

找矿标志在实际找矿中运用时,一定要注意综合使用,特别是宏观的地质规律与物化探异常的配合问题,是当前寻找深部隐伏矿体的关键。

五、矿区(带)找矿模式

在成矿模式和找矿标志研究基础上,总结矿区(带)找矿模式如下: