摘要

北香矿区位于著名锡多金属成矿带---丹池成矿带上，是丹池成矿带上的一个重要构造隆起区，成矿地质背景良好。

近两年来，为了彻底评价研究区内的矿产资源，预测矿体，在研究区进行了大量的地、物、化等勘查工作。由于在进行矿产资源预测时，任何单一的一种矿产资源信息都不能确切的指示矿产资源的存在，而多种信息的综合则可以较好的指示矿产资源的存在，应用多元信息进行矿产资源预测可以取得更好的效果，以排除单一信息的多解性。因此，有必要对北香矿区进行多元信息分析及靶区圈定，以期能够推动该区矿产资源的评价工作，优选成矿靶区，为下一阶段的探矿工作指明方向。

本文结合生产实际需要，在分析、研究前人资料的基础上，经现场地质调查、收集大量地质资料，采集岩、矿石标本和样品，通过对北香矿区较深入地成矿地质条件分析，控矿因素及成矿多元信息集成（地、物、化）的研究，进而对地质、物探、化探信息进行分析、提取和综合，取得了如下成果：

(1)指明了北香矿区的矿床产出模式，应与大厂矿田大福楼矿床、长坡-铜坑矿床一样为“上脉下层”的产出模式。

(2)提出北香矿区矿床受岩性与构造双重控制，成矿地质条件好，深部找矿潜力大。

(3)通过地质实地调研，发现并厘定了北香地区两组同沉积断层：北西向的南华~路逢断层、口益~花照断层和北东向的大山塘~拉十四断层。通过对比分析提出同沉积断层控制北香地区容矿构造的生成、矿体空间分布、形态特征，也控制着泥盆系沉积相。北西向同沉积断层及其上盘一系列次级断裂带又是一个对矿化富集与矿体定位起着重要作用的剥离断层系统。

(4)本次研究通过实验性对比剖面后选择了化探新方法：电吸附。物、化探测量结果表明在北香矿区确实存在明显的异常，且物、化探异常位置叠加良好，特别是物探异常，显示深部异常比浅部异常更明显，同时也为本文矿床产出模式的提出提供了有力证据。

(5) 在总结找矿标志的基础上，结合成矿地质条件分析，叠加物、化探信息分析，在北香矿区共圈定找矿靶区四处：其中Ⅰ级找矿靶区一处：Ⅰ1；Ⅱ级找矿靶区三处：分别为：Ⅱ1、Ⅱ2、Ⅱ3，Ⅰ1号靶区通过工程验证，已见到了层状、似层状矿体，说明这次多元地学信息分析预测是合理有效的。

关键词：多元地学信息分析、靶区圈定、北香矿区、广西河池

Abstract

The Beixiang ore field lies in the famous Tin-polymetallic producing dirstrict---The Nandan-Hechi metallogenetic belt,is the important structure swell up region for The Nandan-Hechi metallogenetic belt. The metallogenic condition of Beixiang ore field is well,

In the last two years , for evaluating the mineral resources and predicting mineral bodys in the research area thoroughly,we have carried on many research work with a great deal of Geology,the Earth physics,Geochemistry method etc to explore mineral. Mean while, we also have predicted the mineral resources.As none of a single mineral information can indicate the existence of mineral resource accurately,the comprehensive mineral information can indicate better.Applying the comprehensive mineral information to metallogenic prediction can get a better result and get rid of bias and multidissolution existing in single information. Based on the superiority of comprehensive mineral information in metallogenic prediction , it is necessary to do research on mineral area of Bei Xiang with comprehensive information of metallogenic prediction so as to delineate the potential mineral target area ,promote the evaluation work,lead the exploreation mineral way of next step.

This paper thesis was selected on the basis of previous datas,combined with practise through work such as geological survey , collect samples of rocks ,structural geochemistry surey ,relevant chemical analysis over mineralization field of BeiXiang.Major study conclusions and results have been summarized as follows according to understanding of previous achievement research and analyses to the information from geology, geophysics and geochemistry.

(1)Pointe out that the minaral bodys of Beixiang ore field producing model is "nervation on the top ,layer on the down" similar to DaFuLou 、ChangPo-TongKen of DaChang ore field.

(2) Bring forward Beixiang ore field is controled by both lithology and structure , The metallogenic condition of Beixiang ore field is well,and potentialities in prospectiing for underlying bedded ore bodies is prosperous in the depth.and also conclude the signature of ore prospecting.

(3) Though the present survey, we have discovered and confirmed that two groups of trending syn-sedimentary faults in Beixiang ore field, they are NW of Nanhua ~Lufeng Faults, Kouyi~Huazhao Fauls and NE of Dashantang~lashisi Faults.

The trending syn-sedimentary faults not only controll form of the host structure 、distribution of mineral body space, general pattern of geological structures & characteristics, but also controll the sedimentary facies of Devonian system. NW trending syn-sedimentary faults and series of uper plate secondary faults belong to peel fault system which play a important

role in enrichment regularities of mineralization and location of mineral body .

(4) We apply a new method of geochemistry named electric absorption prospecting method, it is one of the newly developed prospecting method for concealed deposit searching. The indicators of measuring for geophysics and geochemistry explorations show that there are obvious abnormity, the geophysics and geochemistry explorations abnormity almost lie in the same place, especially the the geophysics abnormity show a stronger abnormity in the depth and provide a good evidence for mineral model of Beixiang ore field .

(5) Four prospecting targets named as I1 which was in grade I, II1、II2、II3 which were in grade II, all of them were outlined on the basis of combination of geological data and signature of ore-forming elements and geophysical anomalies. The target I1 have passed by engineering verification, have already seen a layer form mineral body. The results show using comprehensive mineral information to predict mineral bodys is reasonable and valid.

Key words: Research of multi- geological- information ;Outlining of targets area; Beixiang Metallogenetic Area; Hechi Guangxi

研究生学位论文独创性声明和版权使用授权说明

独创性声明

本人声明：所呈交的论文是我个人在喻亨祥教授指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得桂林工学院或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。对论文的完成提供过帮助的有关人员已在论文中作了明确的说明并致以了谢意。

学位论文作者（签字）：_____

签字日期：_____

版权使用授权说明

本人完全了解桂林工学院关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：按照学校要求提交学位论文的印刷本和电子版本；学校有权保存学位论文的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务；学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；在不以赢利为目的前提下，学校可以公布论文的部分或全部内容。（保密论文在解密后遵守此规定）

学位论文作者（签字）：_____

指导教师签字：_____

签字日期：_____

前言

一、论文选题依据与意义

随着地质学的进步以及找矿难度的增加，找矿工作逐渐由直接找矿转向理论找矿、信息找矿(王国娟，崔振奎，1995 年)。实践证明，仅用单一的手段和信息来预测和寻找矿床已难以奏效，必须充分利用地质、遥感、物化探、地质异常理论等多元地学信息进行综合分析，从三维乃至四维空间去揭示地质体的特征，全方位、多角度地对同一地质问题进行多方面的研究，从中找出其内在的联系和规律，为找矿提供有力的证据和资料。由于矿床的形成过程就是金属元素和非金属元素的迁移和富集的地球化学过程，因此，它能反映矿床及成矿作用的矿产信息，不仅包括了地质学范畴内成矿相关信息，还包括所有的地球化学和地球物理信息，以及由它们控制并经过长期外力作用形成的地貌和地球物理信息(刘燕君等，1994 年)。由此可见，矿产信息具有多元性的特征，因而，任何一种技术和手段都不可能准确无误地预测矿床的存在、规模、形态等。多元信息综合分析的方法也正是在此基础上发展起来的。

多元地学信息就是能够反映矿床形成、分布规律和控制因素的地质、地球物理、地球化学等一系列方法所获得的有关信息。其基本出发点是，力图从矿产勘查的成矿预测宏观结构和每个研究环节上，优化预测系统，提高矿产预测的成功率。其核心思想是，通过合理地进行地质、物探、化探等综合信息解译揭示其成矿规律，通过各种控矿信息的有机关联和综合对比，深化对成矿规律的认识，以进行成矿的预测。其理论方法的要点是，强调通过综合信息解译和编制综合信息成矿预测图，提取控矿信息，从具体控矿条件出发去预测找矿靶区：强调以地质体为单元，定性研究与定量分析相结合，通过直接成矿信息和间接找矿信息的有机关联和合理转换，达到用间接信息进行矿产预测的目的。其实现方式为：以地质成矿理论为指导，以地、物、化找矿方法为手段对矿区进行成矿远景综合性评价。该方法是找矿勘探的前缘科学，对指导找矿具有非常重要的意义。

北香矿区位于著名锡多金属成矿带---丹池成矿带上，是丹池成矿带上的一个重要构造隆起区，成矿地质背景良好，北香矿区早在明清时期就已发现并对其进行开采，但由于受资源量的限制，始终没有成为一个规模矿山。随着新中国的成立，国家在上世纪 60 年代到 90 年代都不间断地投入了一定的地质探矿工作，但找矿效果都不是太理想。

近两年来，为了彻底评价研究区内的矿产资源，预测矿体存在，我们在研究区进行了大量的地、物、化等勘查工作。本人从 2002 年 8 月起参与了“广西河池市北香地区银锌锡多金属矿详查”项目室内、室外及编写生产报告的全过程。基于多元信息综合分析的特点和优势，与项目结合，运用多元地学信息提取，圈定有利成矿靶区，提高成矿的预测的准确性，为进一步找矿指明方向，这也就是本人论文的选题的目的与依据。

二、国内外研究现状

目前，多元地学综合分析处于逐渐完善的阶段，正在由定性分析的阶段向定量分析阶段过渡。在国内外，利用包括遥感技术在内的多元信息综合处理的方法进行矿产的预测已取得了一定成效。据有关资料报道，在国外利用遥感数据与由物化探技术提供的地表、地下信息的相关关系进行矿产勘探的多元信息综合定量研究，被认为是今后地质矿产勘探的新动向。澳大利亚奥林匹克坝金矿的发现、科罗拉多州中部的成矿预测研究、美国坎奈等人在缅因州铜银矿化带的综合研究、莱昂等人在内华达州的钥矿和北欧北部的硫化物矿化区的研究等都充分地显示出多元信息综合定量化研究的先进性和可行性。

在国内，多元信息的综合研究也已在许多地区的不同研究项目中得到应用。许多地质学者，如赵鹏大、王世称、朱裕生等，在这方面做了大量卓有成效的工作，并取得了一定的实际效果，积累了很多方法和经验教训，为进一步研究综合信息分析与预测奠定了坚实的基础。新疆博罗霍东北山和四川松潘地区的找矿应用研究取得了较好的进展；黄山地区多元地学信息的成矿预测研究(陈建平等，1995 年)，以物探数据处理为优势的综合研究(王世称等，1995 年)；以数学地质分析为优势的综合研究(赵鹏大等，1991 年，1995 年)；以图象处理为优势的综合研究(刘君燕等，1994 年)等，目前在国内处于领先水平，某些方面达到国际先进水平。

三、以往地质工作评述

六十年代，广西地质局第八地质队首先在北香地区进行了磷矿普查，发现锡铅锌矿化点后于 1965 年进行锡多金属普查，至 1967 年提交了锡多金属普查报告，分别在北香和寨坪一带划出了两个矿化带。

七、八十年代，广西有色二一五地质队曾在北香至下大莫间进行过小比例尺（1：20 万）区域化探次生晕和重砂扫面，并在本区出现的异常和矿化地段进行了探槽和浅钻孔探矿，主要工作均布置在下大莫～北香背斜近核部的北翼地段。

九十年代后，广西地质七队又进入该区进行了工作，也布置了一些钻孔，主要是在二一五队工作基础上进行了部分加密。

四、取得的成果和认识

本文以北香地区成矿地质背景为基础，应用地质学、构造地质学、地球化学、地球物理等学科的新技术、新方法和新理论，通过系统地收集和分析多元地学信息，将各种地学信息提取综合，确定有利找矿靶区，取得了如下主要成果：

(1)指明了北香矿区的矿床产出模式，应与大厂矿田大福楼矿床、长坡-铜坑矿床一样为“上脉下层”的产出模式。

(2)提出北香矿区矿床受岩性与构造双重控制，成矿地质条件好，深部找矿潜力大。

(3)通过地质实地调研，发现并厘定了北香地区两组同沉积断层：北西向的南华~路逢断层、口益~花照断层和北东向的大山塘~拉十四断层。通过对比分析提出同沉积断层控制

北香地区容矿构造的生成、矿体空间分布、形态特征，也控制着泥盆系沉积相。北西向同沉积断层及其上盘一系列次级断裂带又是一个对矿化富集与矿体定位起着重要作用的剥离断层系统。

(4)本次化探采用新方法：电吸附。电吸附找矿法是一种针对寻找隐伏矿而研制的找矿新方法。物、化探测量结果表明在北香矿区确实存在明显的异常，且物、化探异常位置叠加良好，特别是物探异常，显示深部异常比浅部异常更明显，同时也为本文矿床产出模式的提出提供了有力证据。

(5) 在总结找矿标志的基础上，结合成矿地质条件分析，叠加物、化探信息分析，在北香矿区共圈定找矿靶区四处：其中Ⅰ级找矿靶区一处：Ⅰ1；Ⅱ级找矿靶区三处：分别为：Ⅱ1、Ⅱ2、Ⅱ3,Ⅱ1 号靶区通过工程验证，已见到了层状、似层状矿体，说明这次多元地学信息分析预测是合理有效的。

四、本文主要工作量

本人作为项目组成员之一，从 2003 年到 2006 年在研究区内进行了大量的野外调研，采样和室内整理工作，于 2006 年 10 月到 2007 年 3 月编写本论文。本次研究主要工作量见下表：

项　目	单位	总量
1/5 千地质简测	Km^2	2
1/1 万工程地质草图	Km^2	17．93
TEM（100×100M）	Km^2	5
化探电吸附 Sn、Zn、Pb、Sb、Ag、Au	点	568
成矿元素分析 Sn、Zn、Pb、Sb、Ag、	件	200
光薄片鉴定	件	20

第1章 研究区区域地质背景

1.1 区域地理环境

北香矿区位于广西河池镇北邻，属于河池市拔贡乡北香自然村(图 1-1)，地理位置北纬 24° 44′ 30″ ～24° 47′ 15″，东经 107° 46′ ～107° 49′，研究区面积为 17.93km²。

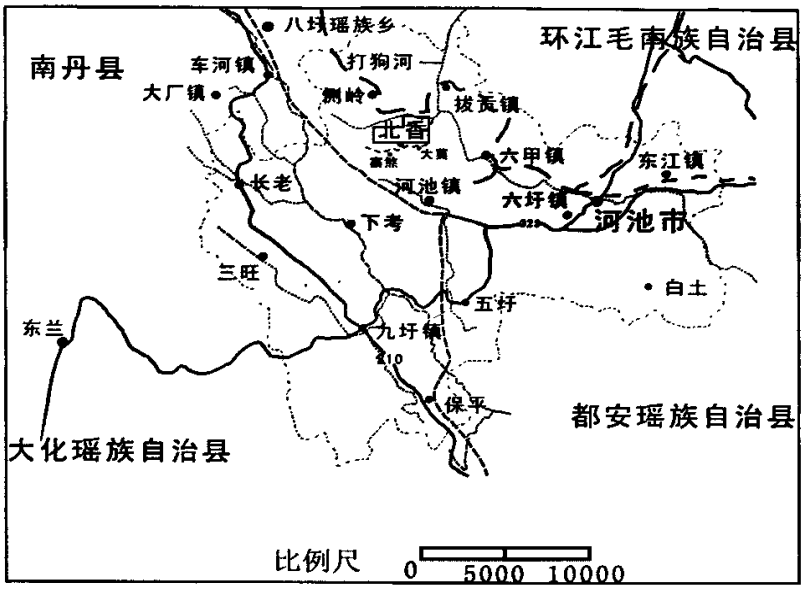


图 1—1 北香矿区交通位置图

研究区属于华南凤凰山系南侧岩溶石山，处于岩溶峰丛地貌区，北香为岩溶谷地，第四系覆盖较厚。勘查区内地形起伏明显，缓坡及谷地为浮土覆盖，地表植被发育亚热带杂草灌木。气候为亚热带气候，年平均气温 20～25° C，年降雨量在 1000～1500mm，雨水充沛，主要集中在春夏两季。

研究区内最高标高为 802.2 米，居地标高约为 280 米左右，最大高差在 500 米左右。自然经济以农为主，林业为次，主要农作物有稻米、玉米、蔬菜等，经济作物有花生、大豆。居民以汉族为主，居民主要从事农业，生活水平中等。区内生产、生活用水主要为泉水，用水、用电比较方便。

1.2 区域地质背景

1.2.1 区域地层

区域内地层出露完好，从下到上分别为泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系和第四系。各地层特征简述如下：

1、第四系（Q）

本区第四系由坡积、残积和冲洪积的松散沉积物组成。不整合覆盖在各时代基岩之上，厚 0—50m。

(1)冲洪积层：分布于侵蚀低地和河谷两岸。上部为粘土、砂质粘土;下部由燧石、硅质岩、砂岩或灰岩的块砾及粘土组成，厚3-10 m，最厚50 m，是砂锡矿床的主要赋矿层。

(2)坡、残层：分布于缓坡和山岭上。由下伏基岩风化的碎块和粘土组成，表层为腐殖土。厚0—6m。

2、三叠系（T）

本区内三叠系发育较好，主要广泛分布于各向斜中，为一套滨浅海相的陆源碎屑沉积。

上统（T_3）：上部为泥岩、页岩夹少许砂岩；底部为长石石英细砂岩、粉砂岩。产双壳类和菊石化石,厚117--227 m。

中统（T_2）上部以泥岩、页岩为主，夹砂岩和深灰色泥质灰岩；下部以砂岩、细粒长石石英砂岩为主，夹泥岩、页岩及少量泥质灰岩；底部常有20---60m厚的页岩、泥岩和夹少量粉砂岩，间夹熔岩和凝灰岩。化石以双壳类、菊石较富，并有少量腕足类、腹足类化石。厚528--659 m。

下统（T_1）:以青灰至深灰色钙质泥岩、页岩及泥灰岩为主，夹少量含钙质粉砂岩，细砂岩、硅质岩及含锰和含炭质页岩。以水平层理为主，有波状层理，上部有时见斜层理，底部以砂岩与上二叠统分界。厚88—429m。

3、二叠系

上、下统均出露完好，主要是一套浅海相碳酸盐岩，分布于各向斜周边。

上统(P_2)：深灰色岩夹黑色页岩、硅质岩、钙质粉砂岩和少量凝灰岩，底部为深灰色粉砂岩及钙质页岩，厚30—455m。

下统（P_1）:茅口阶（P_{1m}），以灰至深灰色、灰黑色中至厚层状灰岩为主，夹角砾岩状灰岩、白云岩和泥质灰岩、硅质岩等。产蜓类、珊瑚、腕足类化石，厚 59-537m。栖霞阶（P_{1q}），上部为深灰色至灰黑色薄层至中厚层状燧石灰岩，夹少量页岩和白云岩；下部以浅灰砂岩为主，夹页岩炭质页岩、硅质岩，化石以蜓类为主，有腕类、珊瑚和菊石等,厚127-306m。

二叠系与石炭系呈整合接触，局部为平行不整合接触。

4、石炭系（C）

分布于大厂、芒场、北香、五圩、罗富等隆起区外围背斜的翼部。在地貌上形成陡峻的中高山，是本区分布最广的地层，分上、中、下三统。

上统（C_3）以深灰至灰白色含燧石结核的灰岩为主，夹少量灰岩、白云岩，

上部夹一层角砾状灰岩。产丰富的蜓和珊瑚化石。厚270-350m。

中统（C_2）上部为薄层状砂岩，厚40 m；下部以深色至灰黑色含燧石结核的的灰岩为主，白云岩甚少，产蜓、珊瑚和腕足类经石。厚240-586m。

下统（C_1）大塘阶（C_{1d}）上部为深灰至黑色页岩、含燧石灰岩、泥灰岩等；下部为深灰至灰黑色页岩、泥岩夹砂岩、灰岩和硅质岩，局部锰含量较高，底部都为浅灰色细砂岩，

厚132—269m，岩关阶（C_{1Y}），上部为灰黑色至黑色页岩、泥岩夹碳质泥岩和灰岩、砂岩、硅质岩及含锰硅质岩；底部为灰色细砂岩和粉砂岩有底砾岩，底砾岩由石英、长石组成。产珊瑚、马丁贝等化石。厚124-233 m。

与下伏泥盆系呈平行不整合接触。

5、泥盆系(D)

本区域带上泥盆系发育最好，分布广。大厂、麻阳、芒场、北香、五圩、罗富等隆起区和背斜部位均有大片出露。地貌上构成浑圆状中低山和低缓山丘。是本区主要赋矿地层，研究程度较高，分层变细。

上统（D_3）：

同车江组（D_3T）：为一套浅海相陆源碎屑沉积，部分地区在其底部见有海底火山碎屑沉积。

灰黑色薄层状泥岩，泥灰岩夹厚层状粉砂岩、粉砂质泥岩和页岩。见交错层理、斜层理等。厚200m。

灰黑色薄层状泥岩，泥灰岩夹灰岩、钙质细砂岩。页岩部分地区夹有凝灰岩和凝灰质熔岩等。厚80-110m。

五指山组(D_3W)：大扁豆灰岩，扁豆体呈浅灰至深灰色，形状不规则，其大小一般为3-5cm个别呈大团块。其成分主要由碳酸盐组成，深色扁豆体含硅质。基质部分为泥质泥灰质和硅质，呈灰黑色。厚度不稳定，一般为0-20m。

小扁豆灰岩，扁豆体大多呈灰白色，少数颜色较深，呈深灰色，扁豆形状不规则，有的呈豆荚状，有的呈“网状” 斑状，其大小多为1—3cm，主要由碳酸钙组成，深色扁豆体含硅质。基质由泥质泥灰质和硅质组成，呈灰黑色至黑色。厚90-110m。

细条带灰岩，大部分由硅质岩和碳酸盐岩条带组成。也有部分泥质和泥灰质条带。颜色黑白相间，条带构造十分明显。条带宽度大多为毫米级，也夹有厘米级的宽条带，层内有星散状或条带状黄铁矿产出，厚10-15m

宽条带灰岩，条带宽1-3cm，也有少许细条带，主要是碳酸盐与泥质条带或碳酸盐与泥灰质、硅质条带，颜色为深灰色与浅灰色相间。层面不平，弯弯曲曲，层内有星散状或条带状黄铁矿产出，该层厚15-20m。

榴江组(D_2L)：该层在成矿带内很稳定，岩性和厚度变不很大。主要由灰黑至黑色隐晶细粒结构的硅质岩组成夹硅质灰岩和硅页岩。具纹层状和条带状构造。组成成分主要为石英，其次有少量泥质和碳酸盐，炭质含量也较高，本层含碳酸盐结核，有浸染状和顺层产出的细粒黄铁矿，厚60-100m。

中、下统泥盆统以罗富地区出露较全，研究程度较高，本区底部出露石英砂岩，其他地区均未见及，现据罗富剖面进行描述：

中统(D_2)

罗富组(D_{2l})，灰黑色至黑色钙质泥岩，白云质泥岩、泥质灰岩及页岩、炭质泥岩，局部夹少量硅质岩。碳质含量高，并含 1%-8%(体积分数)的褐铁矿。厚约 190m。

纳标组(D_{2nb})，黑灰至黑色泥岩、页岩为主，夹碳质泥岩、泥质灰岩、粉砂岩、粉砂质泥岩和细砂岩，含碳质 1%-2%（质量分数），含褐铁矿 1%-3%，厚约 279m。

下统（D_1）

塘丁组（D_{1t}）深灰色至黑色，薄至中厚层泥岩。页岩夹粉砂质泥岩、粉砂岩和碳质泥岩，局位有碳质富集形成条带，厚约 145m。

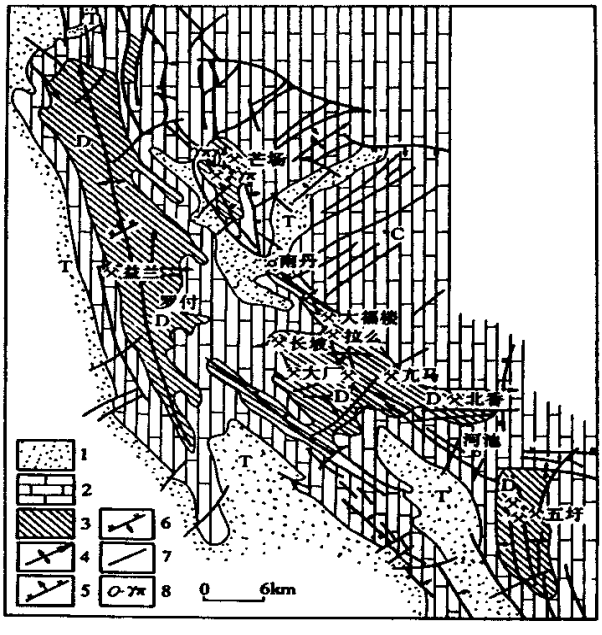
益兰组（D_{1y}）以深灰至灰黑色（少量紫灰色、褐灰色）泥岩。页岩为主，夹浅灰到深灰色泥质粉砂岩。细砂岩，一般下部砂岩增多。砂岩中局部见波痕，化石丰富，厚约 43m。

那高岭组（D_{1n}）灰色粉砂岩为主，夹细砂岩、泥质粉砂岩、黑色砂质泥岩，砂岩为中厚层，局部含铁质较高，上部见斜层理和波痕，化石少。厚 411 m。

莲花山组（D_{1lh}），以灰白色细粒石英砂岩为主，夹泥质粉砂岩、砂质泥岩及少量页岩。砂岩为中厚层至厚层状，局部铁质较高，常见斜层理，上部产双壳类化石，下部见植物原碎片化石。未见底，厚度大于 290m。

1.2.2 区域构造

北香是丹池成矿带中的重要组成部分，丹池成矿带隶属华南板块内杨子陆块与华南活动带之间过渡带中的江南地块西南部位。位于紫云—垭都—南丹—都安深大断裂的中部。该深大断裂形成于早古生代，在其后的历次构造运动中多次复活，它不仅控制了断裂带两侧的晚古生代和中生代岩相、生物群的分布，而且还控制了岩浆岩的活动与分布。其地质简图如



1—三叠系；2—石炭-二叠系；3—泥盆系；4—背斜轴；5—正断层；6—逆断层；7—断层；8—花岗斑岩

图 1-2　丹池地区地质简图（据徐钰，1988 资料修改）

区域上丹池成矿带南北两侧存在两条巨大的东西向复杂构造带。

北带：该带东西向长近千公里，宽数十公里至上百公里，表现为一系列的断裂褶皱及花岗岩体呈东西向的断续分布，具体位置为西起河池、向东经柳城、钟山、韶关直至定南，大厂矿田及其外围北香五圩等矿点均属于该带范围。该构造带可能始于元古代，以后历次构造运动均有继承活动，是丹池成矿带控矿的重要构造带。

南带：该带西自德保，向东经武鸣、横县、罗定、博罗至惠来长达近千公里，宽数十公里，表现为一系列断裂褶皱及花岗岩体呈东西向展布，其活动始于早古生代或更早，以后又多次复活，也是重要的控岩控矿构造带，丹池成矿带的南延—大明山金铅锌多金属成矿区就在该带上。

丹池成矿带内部构造以北西—南东向较紧密的线状褶皱、断裂为主体，并有北东—南西向和东西向、南北向的构造发育，组成复杂的网格构造，这些构造有近似等距分布。由于应力活动持续时间长，局部应力场变化较大，褶皱形变幅度大、断裂发育，为丹池成矿带的岩浆活动提供了有利条件。

在北西—南东的主体构造带上，东西向和南北向构造叠加部位，地壳向上隆起显著，形成成矿带内的隆起区，如大厂、芒场、五圩、北香、罗富等，在隆起区内，岩浆活动强烈（多为隐伏岩体），对本区同生矿床起了叠加改造作用。

1、褶皱构造

本区构造活动强烈，持续时间长，造成区内褶皱构造形态极为复杂，但总体的构造线仍以北西—南东向为主，其次东西向、南北向次之，其它方向的褶皱仅为局部地方见到，规模小、形态幅度也小。以下分别作简单叙述：

（1）北西～南东向褶皱：该方向褶皱是丹池成矿带的最主要构造，分布广泛，基本上遍布至整个矿带。构造线方向为北西 310°～330°，呈较紧密的线状延展，长宽比大于 10，如丹池大背斜及矿田内的大厂背斜，背斜中心核部多以中下泥盆统组成，两翼依次出露上泥盆系至三叠纪地层。两翼常呈不对称状，一般北东翼平衡，倾角 20°～50°；西南翼陡峻，倾角 45°～70°，有直立甚至倒转，在整个丹池成矿带上，多处见有倒转现象，褶皱轴面倾向北东，背斜两翼的次级褶皱相对发育，构成复杂的复式褶皱，倒转翼断裂构造更为发育。

在丹池成矿带上的各隆起区段，东西向和南北向构造极为发育，北西—南东向的褶皱受到影响，轴部部分改变了方向，两翼也局部受到了错动，如大厂背斜在龙头山以南轴向 310°，其西北端长坡地段受东西向背斜的影响，轴向改变为 290°左右。

丹池背斜长近 100 公里，宽 10—16 公里，由泥盆系至二迭系组成，翼部有较多次级褶皱发育。但均与大背斜轴向基本一致。由于大背斜枢纽呈波状起伏，有人将其分为芒场背斜（北段）、车河背斜（中段）和河池背斜（南段）。大背斜西南翼地层倾角较陡，局部直立甚至倒转，东北翼地层倾角较缓。丹池大断裂纵贯大背斜的轴部。该背斜和大断裂与次

级北东向断裂交汇处控制了银多金属矿田的分布。

（2）东西向褶皱：该组褶皱以丹池成矿带的南段出露较好，规模不大，其特点是，在轴向方向上延续性都不是很好。出露较好的是丹池构造带上的几个隆起区内，如芒场罗富、大厂的大福楼、北香、五圩等地。褶皱呈短轴或穹隆构造，轴面近于直立，丹池带北东侧褶皱轴面向北侧、西南面则轴面多为近于直立，略向南倾。

（3）南北向褶皱：南北向褶皱呈断续出露，主要有矿带南段五圩褶皱，中段的大厂背斜和龙箱盖背斜，北段的芒场背斜，西部的罗富背斜等。均为短轴背斜，长宽比相差不到一个数量级，褶皱轴面近直立，有的略向东倾。核部地层较老，一般由 D_{1-2} 组成，转折端形态大多为圆弧形，个别为尖棱或箱状。

2、断层构造

与褶皱构造一样，丹池成矿带断裂构造非常发育，形态分布、活动特征复杂，按构造线展布方向可以分为北西—南东向，北东—南西向，东西向和南北向几个系统。其特点均以陡倾断层为主。

（1）北西—南东向：实际上该系统断裂是以丹池大断裂为主的纵贯全区的断裂构造，包括其两侧发育着一系列的方向一致的次级断裂，以丹池背斜的核部及近核部位为断裂构造最发育的部位，断裂面倾向北东，倾角 40°—75°。断层面沿走向和倾向均显波状弯曲，上盘向上逆错动的同时，水平上并向东南错移，明显表现出压扭性逆断层性质。该系统断裂常平行产出，构成叠瓦式断裂构造。

丹池大断裂长约百公里，沿断层线的地层缺失明显，实际上是由多条断续出现的断裂所构成的破碎带所组成（有些地方如南丹县拉所附近断层面很清晰），沿其走向弯弯曲曲，在隆起区段如龙箱盖、五圩、芒场等被改造成近南北向。

该组断裂的断裂面上具有不同产状的擦痕，反映断层多期次活动的特征，结合从普遍被北东向断裂切割特征看，北西向构造是多次复活，性质变异的断裂，应属在晚古生代就开始有所活动的最早的断裂构造系。

（2）北东向：北西向断裂系统发育，特别是丹池成矿带上的隆起区段和丹池断裂带的北东盘，其发育仅次于北西向断裂系统。其断面倾向北西、南东，倾角较陡，在 75°—80° 之间。断裂常出现追踪现象，尖灭再现现象较为普遍，一般为平移断层或张性滑移断层，并且常横切北西向的褶皱和断裂，具有多次活动的张扭性和压扭性特征，但水平和垂直断距都不大，往往是断裂带出现的层位越高，张开越宽，断裂带内往往充填白色、浅红色巨晶方解石。

（3）东西向：相对而言，东西向断裂是区内最不发育的断裂系统，只是在东西向褶皱的转折端较发育；丹池矿带南段比较发育，但规模不大，走向不到 5 公里。其走向与东西向的背斜轴平行，常出现于背斜的转折部位，一般为逆断层，平面上多出现在丹池带的东侧。东西向断裂向西延伸往往与北西向断裂复合。该组断裂区内出露规模较大的有四条，

均出现在北香隆起区内，它们和北香穹窿的东西向褶曲轴向一致，长1～4公里，倾向南、倾角变化较大，在45°—85°，断裂带内多发育有锡铅锌多金属矿化，局部富集达到工业矿体，断裂向西延伸转为北西走向，构造带宽度变窄、矿化减弱。

（4）南北向：南北向断裂十分发育，其控岩、控矿特征表现相当明显。主要分布于隆起区段和丹池成矿带的北段，规模相对较大，走向几公里～十几公里，多数向东倾，倾角一般大于65°，其特点可以归纳为如下几点：

a 常由许多小断裂组合而成断裂带或断裂群；

b 断裂总体延长较长，倾角较陡，甚至于直立，如大厂东岩墙的南北向断裂长达9公里，产状90°∠80°；

c 南北向断裂带活动时间长，往往是印支期开始活动，直到燕山期达到高峰，矿液充填经历多次活动，因此常见南北向断裂切穿以上各组方向断裂的现象。

d 南北向断裂带中充填大量的玢岩脉、石英脉、花岗斑岩脉、构造角砾岩或成矿物质，断裂两侧常见明显的南北向陡直的劈理，表明为张性断裂特征。

（5）层间错动断裂构造：这是本矿田内分布极广泛的一种断裂构造。在各矿区内每一个不同岩性层的分界，甚至单层之间常可见到沿层错动的断裂构造，它们是各种褶皱造成的配套产物，在背斜顶部形成虚脱剥离构造。层间错动断裂的产状因所处褶皱构造及构造部位不同而不同，总的特征是与地层产状一致或相近，这种断裂不易见到地层的重复或缺失，但断层特征明显，通常具有断层镜面、擦痕、拖曳牵引褶皱、上下盘羽状裂隙、动力蚀变及应力矿物等形成。

隆起区及北香内部构造特征：丹池构造带中的隆起区是丹池成矿带上的最为重要的构造区段，目前已发现的矿床均产于该带上的隆起区内，从南到北隆起区有五圩、北香、大厂、芒场、麻阳，隆起区不是丹池背斜上简单的枢纽起伏，而是有着与其它地段不同的沉积作用（环境）、构造活动及岩浆活动特征。例如隆起区广泛发育泥盆区地层，发育南北向、东西向、北东—南西向构造，岩浆活动频繁而复杂，而丹池带上的其它地段则明显不同于这些特征，因此隆起区尤如丹池成矿带这条藤上的果实，从外表到内容均有明显的差异。北香就是丹池带上这样一个特殊的隆起区。

产生北西—南东向紧密线状构造的水平挤压和造成北东—南西向断裂水平错动的动力，都不是形成隆起构造的主要原因，诸隆起是东西向和南北向构造合力引起的。具体地说，东西向和南北向构造主要表现为穹隆或短轴背斜，穹状隆起导致岩浆上升，而岩浆上升又驱动断块隆起，相得益彰，从而形成了这些隆起区段。

1.2.3 区域岩浆岩

大厂矿带内岩浆活动强烈，主要表现为燕山晚期中酸岩浆的侵入活动。岩浆岩在地表出露不多，主要以隐伏岩体的形式产出，地表仅见断续的岩脉，隐伏岩体顶侧少量岩枝、岩床等。岩浆活动对矿带内锡多金属矿床的形成起了重要作用。

区域的岩浆岩包括黑云花山岗岩、花岗斑岩、石英闪长玢岩、英安玢岩、白岗岩和少量辉绿岩玢岩等。岩浆岩的产状严格受构造控制。

1、黑云母花岗岩

在拉么龙箱盖和芒场大山揭露出隐伏的黑云母花岗岩岩株由等粒黑云母花岗岩、似斑状黑云母花岗岩组成，侵入泥盆地层中。用 K-Ar 法测定，拉么等粒黑云母花岗岩的年龄为 107Ma，似斑状黑云花岗岩为 91Ma,(李璞等，1963)，属燕山晚期产物。龙箱盖花岗岩岩株顶板等高线图沿东西、南北两个方向延展，呈一个近等轴形状的图形，表明岩浆侵入受南北向龙箱盖逆断层和东西向背斜构造的控制。

2、花岗斑岩

呈岩脉（墙）状分别产于大厂和芒场大山隐伏黑云母花岗岩体上方。龙箱盖和铜坑—长坡—巴力—龙头山两条花岗斑岩脉均沿南北向断层侵位于泥盆—石炭纪地层中。前者长约 2 公里，倾向东，倾角 75°；后者长约 8 公里，宽 5-15m，倾向东，倾角 65°--70°。花岗斑岩脉在地表断续产出，形成脉带。

3、石英闪长玢岩和英安玢岩

在铜坑—长坡—巴力—龙头山矿区西边，这两种岩脉呈岩墙状近南北产出，长约 7km，宽 2-12m，倾向东，倾角 65°--70° 岩性变化不大，有石英闪长玢岩、英安玢岩、辉绿玢岩，走向均近南北，表明它们严格受南北向断裂控制。

4、白岗岩和石英斑岩：分布于龙箱盖隐伏的黑云母花岗岩岩株边上，沿断裂和层间断裂充填形成岩脉、岩床或岩枝，规模较小。

在丹池成矿带内，燕山晚期产出的各种岩浆岩，其分布局限于隆起区段，除上述大厂和芒场两个隆起区已发现有隐伏的黑云母花岗岩岩株产出之外，成矿带西部罗富背斜隆起区、大厂东南部的北香背斜隆起区，在地表有石英脉（床）出露，卫星照片、布格重力异常判读深部极可能有花岗岩岩存在。在非隆起区段没有发现岩浆岩，可见本区岩浆活动是沿隆起构造上升侵位的。

1.2.4 区域矿产及成矿地质条件

该区正处于丹池成矿带内,丹池地区地处广西北部，属河池地区管辖，为一呈北西向延长地带，长约 100km，宽约 30km，是我国著名的锡---多金属成矿带。其主要矿产分布如图 1-3 所示。

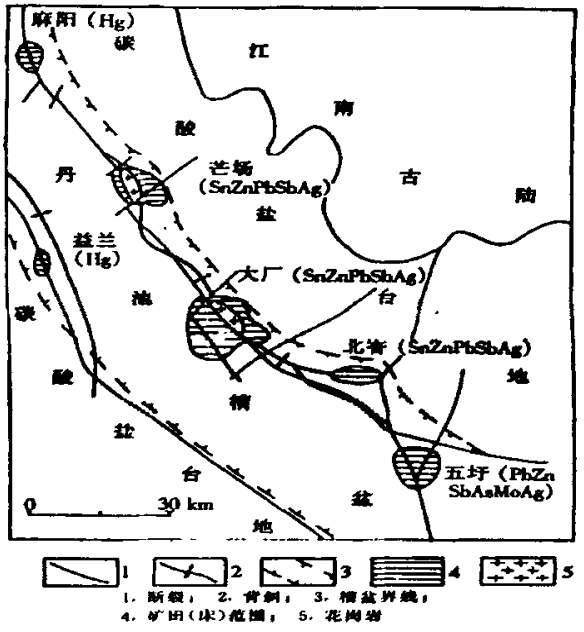


图 1-3　丹池矿产分布示意图（据广西有色 215 地质队资料修改）

在大地构造上，丹池锡--多金属矿成带位于江南古陆南缘、右江再生地槽北部边缘的丹池褶断带，属古特提斯构造域和太平洋构造域的复合部位。

区内晚古生代及中生代地层发育，尤以泥盆纪地层独具特色，出露地层总厚大于7000m。自古生代以来长期活动的同沉积断裂--北西向丹池大断裂和丹池复背斜纵贯整个矿带，构成了本区的主要构造格架。这样为早期的同生沉积成矿作用创造良好条件。此外，北东向断裂和褶皱亦较发育。在两组方向构造交汇部位，具有控岩(岩浆岩)、控矿（锡—多金属矿床）和一定的控相（沉积相）特征（陈洪德 1989）。

中酸性岩浆岩常以岩墙、岩脉、岩枝状出露地表，深部多处见隐伏花岗岩呈岩株、岩瘤状产出，并呈带状沿北西向丹池大断裂分布。晚期的燕山期花岗岩为该矿产的富集和改造提供了热液和矿物来源，这样为多期成矿提供了有利条件。

第2章 研究区地质特征

2.1 地层

北香研究区出露的地层为泥盆系和石炭系地层。在地貌上泥盆系表现为剥蚀的盆地，石炭系表现为陡峻的高山。

2.1.1 泥盆系

在该研究区泥盆系也只有出露中泥盆统和晚泥盆统，它们又可分为四组，由老到新其岩性分述如下：

1、中泥盆统罗富(D_{21})

又有文献把其命名中泥盆统为组东岗岭组(D_2d)：中泥盆统罗富组第一段(D_{21}^1)：泥岩夹少量页岩、泥岩、含粉砂质结核及泥灰、泥岩互层。含三叶虫、及腕足类化石；中泥盆罗富组第二段(D_{21}^2)：灰黑色至黑色炭质泥灰岩夹灰岩及以少量页岩，含炭质高，本区的脉状、似层状矿主要赋存在该段中。化石含有三叶虫及腕足类化石；中泥盆统罗富组第三段(D_{21}^3)：页岩、结核状泥岩夹泥质灰岩透镜体。此段的泥页岩常常具有球状风化现象（见附相片1-2），且在该段中石英脉比较发育；中泥盆统罗富组第四段(D_{21}^4)：结晶灰岩、燧石生物碎屑灰岩及泥灰岩。有一定的大理岩化和黄铁矿化。含有层孔虫化石。

2、晚泥盆统榴江组(D_3l)

隐晶细粒结构的硅质岩，偶夹少量硅质泥岩和页岩，岩石中解理发育，岩石比较破碎。具有纹层状和条带状构造其硅的含量要低于大厂矿田的硅质岩。

3、晚泥盆统五指山组(D_3w)

从新到老依次出现有大扁豆灰岩、小扁豆灰岩、细条带灰岩、宽条带灰岩。该岩性同丹池带上，其他地方出露的五指山组类似。化石丰富，牙形刺带化石齐全，菊石、介形虫及腕足类等化石。但风化程度没有大的强烈。但在该层内未发现有矿体出现。

4、晚泥盆统同车江组(D_3t)

为一套浅海相陆源碎屑沉积。部分地区在其底部见有海底火山碎屑沉积。灰黑色薄层状泥岩，泥灰岩夹厚层状粉砂岩、粉砂质泥岩和页岩见交错层理、斜层理和泥裂等。以及底部见黑色碳质页岩、灰黑色薄层状泥岩、泥灰岩夹灰岩、钙质细砂岩，页岩部分地区夹有凝灰岩和凝灰质熔岩等。

2.1.2 石炭系

石炭系分布比较广，出露比较齐全，但在同沉积断裂边上（南华村）有缺失。只见有上统。

上统（C_3）以深灰至灰白色含燧石结核的灰岩为主，夹少量灰岩、白云岩，上部夹一层角砾状灰岩。产丰富的蜓和珊瑚化石。

中统（C_2）上部为薄层状砂岩；下部以深色至灰黑色含燧石结核的的灰岩为主，产蜓、

珊瑚和腕足类经石。

下统（C_1）大塘阶（C_{1d}）上部为深灰至黑色页岩、含燧石灰岩、泥灰岩等；下部为深灰至灰黑色页岩、泥岩夹砂岩、灰岩和硅质岩，局部锰较高，底部都为浅灰色细砂岩，岩关阶（C_{1y}），上部为灰黑色至黑色页岩、泥岩夹碳质泥岩和灰岩、砂岩、硅质岩及含锰硅质岩；底部为灰色细砂岩和粉砂岩有底砾岩，底砾岩由石英、长石组成。产珊瑚、马丁贝等化石。

2.2 构造

研究区正位于丹池带的北西—南东向构造带的转折端上，东西向和南北向构造叠加部位，地壳向上隆起显著，形成成矿带内的隆起区。通过工作研究，发现并厘定了两组北西、北东向同沉积断层，对研究区起着控制构造格局作用，后面将进行详细阐述。

北香研究区经历过多次构造运动，构造较为复杂，主要表现为以两条北西向的同沉积断裂（南华——路逢断裂、口益——花照断裂）间夹一个短轴北香背斜构成主构造线方向，刚好与丹池断裂方向协调一致，以及北东向大山塘—拉十四同沉积断裂和一组近南北向的断裂贯穿整个研究区。

2.2.1 北香背斜

是车河背斜南部倾伏端骤然上翘形成的短轴背斜，轴向近东西，西部在与车河背斜相连部位转向北西。背斜轴部地层为中泥盆统东岗岭组，翼部石炭系。一般北翼缓，倾角约20°，南翼陡倾角25°-75°。轴部纵向次级褶皱和近东西向断裂发育，东部被近南北向走滑断裂切割，据航资料、重力异常推断深部存在隐伏花岗岩。背斜近轴部的北翼，顺轴向方向有锡－贵金属－多金属矿床分布。

2.2.2 断层构造

南北向断裂：为较后期的断裂，一般断在石炭系中（见相片1-1），规模不大，且常有分枝，走向为近南北，倾角皆近直立，其构造角砾岩呈一定的定向排列，主要表现为压扭性质，带内没有见矿化现象，为后期的破坏性走滑断裂。

同沉积断裂：本次发现的北西向同沉积断层为两条、北东向一条，如图2-1中的F_{I}、F_{II}、F_{III}，断层规模较大、形态展布完好，均穿越本矿区。在断层上盘附近，发现多处同沉积角砾岩见（相片1-4），最大一处出露范围有85m×350m。

南华——路逢及口益——花照两条同沉积断裂，走向大致都为300°，其倾角近直立，延伸有7—8公里；北东向拉怀—拉十四同沉积断裂走向约35～40°，持续时间较北西向更晚。同沉积断层形成时间长，且经过了多次活动，从早泥盆统到石炭系都有活动，其断裂带内有明显的黄铁矿化，明显控制着该区的矿床分布，查明是本矿区的控矿容矿构造。以下对该两组同沉积断层进行分析。

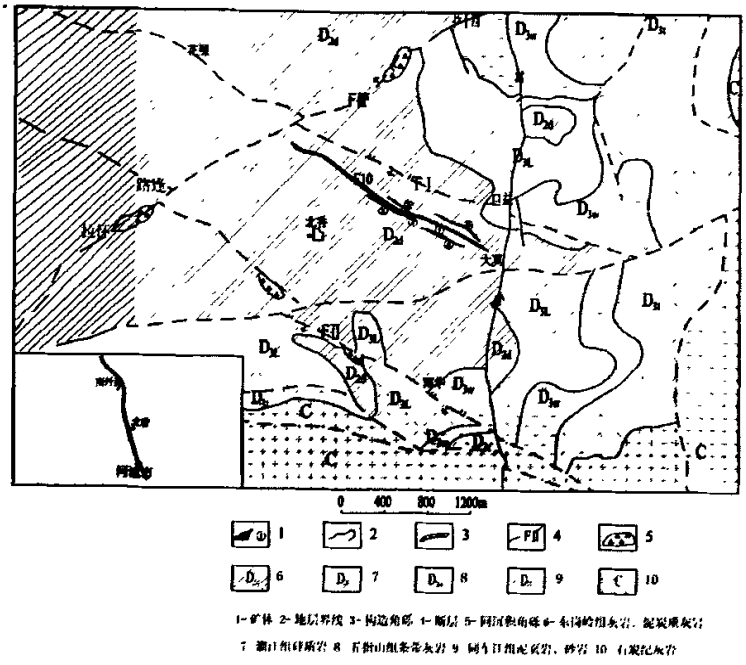


图 2-1 北香银多金属矿床地质简图

其发育特征是：

(1)所有的同沉积角砾岩均在中泥盆统东岗岭组中发现，尤其是东岗岭组的中上段中厚层灰岩、泥灰岩中，说明加里东运动中期正是本区同沉积断裂活动的鼎盛时期；(2)角砾岩层与正常沉积灰岩互层；(3)角砾的时代不同，以东岗岭组各种灰岩为主，还有极少量的早期时代沉积层中的砂岩、页岩(表现为砾中砾现象)等，前者多表现为塑性，呈杏仁状、水滴状，没有磨圆度；后者为具有一定的磨圆和风化，特别是页岩风化尤强，表现为外部搬运带入的角砾特征；(4)绝大多数的角砾与胶结物成分一致；(5)角砾大小相差悬殊，杂乱无章(局部见不明显的定向排列)，最大者见到 50cm×126cm,小者直径在 0.2cm 以下；(6)角砾中还有角砾；(7)角砾岩中发现有珊瑚等化石。因此，该断层组确定为同沉积断层。

该组同沉积断层具有如下共同特征：(1)断层均发育于中生代碳酸岩系中，特别是在中泥盆统断层同沉积特征表现得最为完善，断距宽，形成多处有一定规模的同沉积角砾岩，到二叠系及以后地层则仅表现为线状，没发现有同沉积角砾岩，走向上局部有平移；(2)断层带沿走向相对平直，产状近于直立，倾角约在 75～85°，北西向断层倾向 SW，北东地层老，南西地层新，表现出正断层特征，沿断面断距最大处(在南华附近)约 100 米，往北西渐与丹池同沉积大断层汇合，往南东为后期东西向组和南北向组大构造所破坏；北东向断层倾向 SE。(3)在泥盆系，断层带中角砾岩非常发育，角砾大小差异大，定向性差，形态不一，成分各异，胶结物成分与角砾成分大多相同，角砾岩致密，表现为同沉积特征；而在

二叠系中角砾岩不发育(未见同沉积角砾)，且角砾表现为大小极其悬殊，成破碎松散状，有时为方解石胶结，表现为后期构造破碎带中角砾岩特征；(4)断层面在二叠系中表现为剪切线状，常呈分支状出现，沿断面倾向可观察到上盘下掉，而在泥盆系中极难观察到断面特征；(5)断裂带贯穿整个北香矿区；(6)沿断裂带方解石脉、石英脉较为发育，但未见有岩脉或岩墙侵入(见图 2-2)。

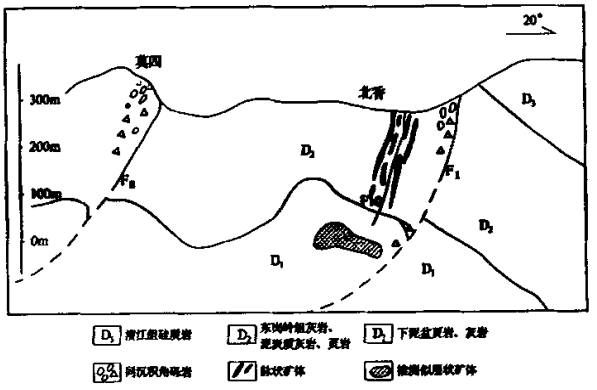


图 2-2　北香矿区同生沉积断层剖面示意图

F_I同沉积断层：发育良好地段在口益～花照，特别是在花照一带表现最明显，往南东方向至大莫村为东西向的后期断裂岜腊～岜向断裂所破坏，往北西直贯至丹池大断裂，南东段覆盖较厚，仅是地形上有所表现，断面极难观测，北西侧可较好观察到断裂带特征。F_I走向长大于 8 公里，基本上呈单支破碎带出现，仅在花照见到有局部分支现象，总体走向 300°，倾向 SW，不明显，倾角 80～85°，分支处北支稍缓。沿中泥盆统下段(目前矿区出露的最早地层)至二叠系产出，同沉积角砾岩仅在拉岜附近见小规模的发育于东岗岭组中厚层灰岩、泥灰岩中。在北香一带，断层上盘 300～400 米处发育一条宽 100 多米的断层破碎带 F_{10}(即北香背斜北翼)，破碎带走向与 F_I平行，长 1000 多米，倾向 SW，倾角约 80～85°，破碎带中石英、方解石脉发育，目前铅、锌、锡、锑、银矿体主要产出在该构造破碎带中。因此 F_{10}明显受 F_I控制，F_I控制着矿区次级构造，同时也是矿区内的控矿构造，其上下盘岩石中发育特征的明显不同以及晚期地层中有小规模剪切断裂等现象说明该同沉积断裂具有活动时间长、多期持续活动的特点。

F_{II}同沉积断层：在整个矿区中均发育完好，从南东侧南华水库起往北西过路逢、拉岜直至汇合丹池大断层均能观察到断层发育，断层的北西侧在枫木北侧与丹池大断裂汇合，南东侧在南华水库为后期东西向的南华～大山塘大断层所破坏，走向长约 9km，一般呈单支出现，但在路逢西侧二叠系中见有分支复合现象，二支最大间距约 80 米，断层总体走向 NW310°，倾向 SW 倾角约 85°，整个断层带多处被后期断层(东西向、北东向及南北向)所错断。断层产出于中泥盆统至二叠系碳酸盐岩中，在路逢南、寨熬及南华西侧的中泥盆系

东岗岭中段泥灰岩、灰岩中，均发现有较大规模的同沉积角砾岩，其中南华西侧同沉积角砾岩规模巨大，出露达85m×350m。断层带中有石英、方解石脉发育。从断层构造特征看，该断层与F_1断层应属同一组(甚至可能曾经是一条)同沉积断层，具有相同的发育、发展及活动特点，在本区同样起着控矿作用。

F_{III}同沉积断层：断层从拉怀到拉十四，纵惯整个研究区，在拉怀和拉十四处断面发育良好，往北西向倾伏，倾角为70°-80°，同时在拉怀和拉十四西南处见有同沉积角砾岩，，错断F_1、F_{II}同沉积断层，错距在80m左右，矿化不强，只见零星黄铁矿化，是否具有控矿作用有待进一步查明。

2.3 岩浆岩

北香矿区在地表没见有岩浆岩出露，仅在拉十四的南面，见有两条220°走向的石英脉，宽有0.5m—1m，长有5—6m；还有在拉岜的北东面见有较多的细小石英脉。布格重力异常（—110）和航磁异常（-35△）中心正对该区隆起的中心部位，经研究推测其深部其可能象芒场一样发育有与成矿有关的隐伏花岗岩体。

2.4 变质作用

该区的变质作用并不发育，主要表现为一些弱的中高温的热液变质作用。在铅锌矿体裂隙带里，主要表现为硅化、方解石化、黄铁矿化、绿帘石化和绢云母化．在中泥盆统东岗岭组第四段具有较强烈的大理岩化。

第3章 矿床地质特征

3.1 含矿脉带（含矿层）地质特征

研究区内含矿脉带（含矿层）分布广泛，数量众多，规模较大的主要有 F_{10}、F_3（见图 3-1）。在北香一带，F_1断层上盘 300～400 米处发育一条宽 100 多米的断层破碎带 F_{10}，位于北香背斜北翼，破碎带走向与 F_1平行，平均走向 110°，延长约 1100 米，倾向 SW，倾角约 50～85°，破碎带中石英、方解石脉发育。目前已发现的铅、锌、锡、锑、银矿体主要产出在该构造破碎带中，其中具有工业价值的主要有 1～6 号矿体，六个矿体沿走向大致平行产出，在主矿脉体两侧往往产出有小矿脉。另一条规模较大的断层破碎带 F_3发育于 F_{10}的南东向方向约 650 米的北香背斜核部，走向大致与 F_{10}平行，长约 600 米，倾向 NE，破碎带中石英、方解石脉发育，矿化较弱，垂直方向上与 F_{10}构成“Y”字形。

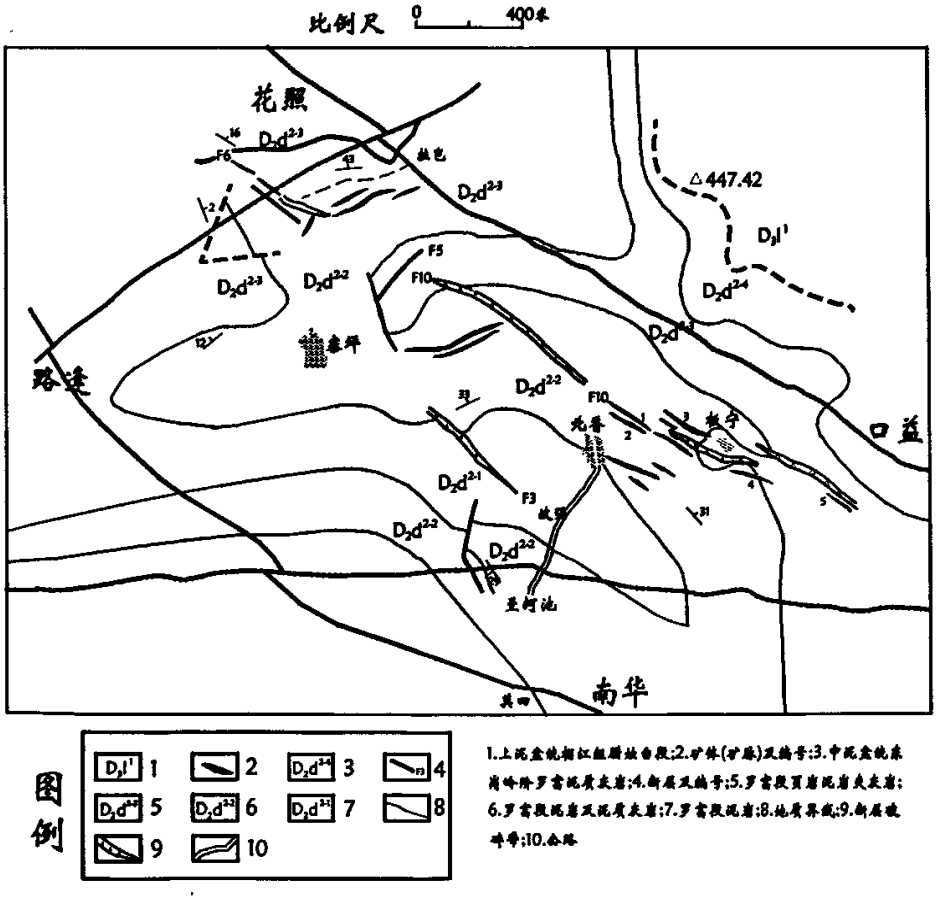


图 3-1　广西河池北香矿区地质简图

3.2 矿体特征

北香矿区目前揭露了六条矿脉，均产于北香～下大莫背斜的北翼近核部，矿体赋存于中泥盆统东岗岭组第三段泥质、炭质灰岩夹泥灰岩中，矿体主要呈脉状、细脉状、网脉状，一般倾向南，地表倾角 85° 左右，往下变缓至 65° 左右，多数沿断裂裂隙分布，局部发现个别矿体呈薄层状赋存于灰岩层间(见后面图版)。矿体由多条细脉复合分支所组成，呈雁行分布，相距 5～30 米。走向上延续性良好，1 号矿脉东西延长约 400 米，最短的矿脉 2 号、4 号矿脉延长约 200 米；垂直方向上，向下延深可达 100 米。多数由 3 条细脉复合分枝及脉旁的多条网状细脉所构成，厚度最大处达 4.8 米，平均厚度在 3.6 米左右。（据广西有色 215 地质队内部资料）

(1)1 号矿体：位于 F_1 同沉积断裂上盘，F_{10} 破碎带的北西端，呈脉状产出，主矿体由两条以上矿脉组成，并呈分枝复合，两侧见有多条网脉，为矿床中可利用组分最多的矿体。围岩为中泥盆统东岗岭组灰岩、泥灰岩。矿体平均走向 110° ，倾向南西，倾角 52° ～79° 矿体范围在 9#--27#线之间，标高 105—279m，高差 174m，沿走向长度 400m，平均厚度 4.31m。总体上，矿体浅部较为厚大，往深部逐步变小至尖灭。

(2)2 号矿体：位于 F_1 同沉积断裂上盘，F_{10} 破碎带的北西端，呈脉状产出，主矿体由三条以上矿脉组成，并呈分枝复合，两侧见有多条网脉。该矿体以锌矿化为主，其它组分含量相对较少。矿体围岩为中泥盆统东岗岭组灰岩、泥灰岩。矿体平均走向 110° ，倾向南西，倾角 62° ～85° ，矿体范围在 13#--25#线之间，标高 160—274m，高差 114m，沿走向长度 195m，平均厚度 3.49m。总体上，矿体呈楔状，即浅部较为厚大，往深部逐步变小至尖灭。

（3）3 号矿体：位于 F_1 同沉积断裂上盘，F_{10} 破碎带的中部，呈脉状产出，

主矿体由四至五条以上矿脉组成，并呈分枝复合，两侧见有多条网脉。该矿体以锌、银为主，其它组分含量少。矿体围岩为中泥盆统东岗岭组灰岩、泥灰岩。矿体平均走向 104° ，倾向南西，倾角 52° ～76° ，矿体范围在 19#--37#线之间，标高 50—277m，高差 227m，沿走向长度 420m，平均厚度 1.45m。总体上，矿体呈板状，但浅部较为厚大，往深部逐步变小。

(4)4 号矿体：位于 F_1 同沉积断裂上盘，F_{10} 破碎带的中部，呈脉状产出，主矿体由三条以上矿脉组成，并呈分枝复合，两侧见有多组与之平行的细脉。围岩为中泥盆统东岗岭组灰岩、泥灰岩。矿体平均走向 106° ，倾向南西，倾角 62° ～83° 。矿体范围在 31#--41#线之间，标高 95—274m，高差 179m，沿走向长度 240m，平均厚度 1.86m。总体上，矿体呈板状。

(5)5 号矿体：位于 F_1 同沉积断裂上盘，F_{10} 破碎带的南东端，呈脉状产出，为整个矿带中延伸最长的矿体，矿体两侧见有多组与之平行的细脉。该矿体贫锡富银，为矿床中银品位最高的矿体。围岩为中泥盆统东岗岭组灰岩、泥灰岩。矿体平均走向 106° ，倾向南西，

倾角 60°～85°，矿体范围在 35#--59#线之间，标高 5—274m，高差 269m，沿走向长度 560m，平均厚度 3.08m。总体上，矿体呈板状。

（6）6 号矿体：于 F_1 同沉积断裂上盘，F_{10} 破碎带的南东端，呈脉状产出，矿体两侧见有多组与之平行的细脉。该矿体以锡矿化为主，矿体规模在矿床中最小，锡平均品位最高。围岩为中泥盆统东岗岭组灰岩、泥灰岩。矿体平均走向 109°，倾向南西，倾角 65°～76°，矿体范围在 31#--49#线之间，标高 182—271m，高差 89m，沿走向长度 421m，平均厚度 1.76m。矿体呈板状。

3.3 矿石特征

3.3.1 矿石矿物成分

北香矿床矿物组成较为复杂，矿石类型有两种，一种以锌为主的锌锡矿石，分布于矿区中带，矿石矿物主要为闪锌矿和锡石；另一种以铅为主的铅锑矿石，矿石矿物主要为脆硫锑铅矿和方铅矿，分布于锌锡矿两侧。

矿石金属矿物有：铁闪锌矿、黄铁矿、脆硫锑铅矿、毒砂、方铅矿、锡石及少量黄铜矿、辉铋矿、黝锡矿、磁黄铁矿、硫锑铅矿、辉锑矿等；脉石矿物有：方解石、石英、绿泥石、锰方解石、菱锰矿等；次生矿物有：褐铁矿、软锰矿、黄钾铁盐、白铅矿、臭葱石、菱锌矿、水砷锌矿等。

3.3.2 矿物结构

矿石构造有块状、脉状、细脉状、网脉状、角砾状构造等；矿石结构有粒状结构、自形晶结构、半自形晶结构、碎裂结构、交代结构等。块状矿石中金属矿物含量在 50%以上，其中黄铁矿和毒砂约占 15%，其它由闪锌矿、方铅矿、脆硫锑铅矿、锡矿物等组成。

3.3.3 矿物主要金属含量

表 3-2　广西河池市北香矿床各组分品位表

矿体号	锡（%）	锌（%）	铅（%）	锑（%）	银（g/t）
1 号	0.857	1.694	1.355	0.479	380
2 号	0.426	2.669	0.55	0.396	＜10
3 号	0.073	3.222	1.194	0.517	128-560
4 号	0.11	1.896	0.995	0.517	26-164
5 号	＜0.10	3.425	1.706	0.679	280-578
6 号	1.808	3.249	微量	微量	＜10

分析者：桂林地矿院测试中心

矿床中矿体为多金属矿体，主要金属元素为 Sn、Zn、Pb、Sb 和 Ag，各组分含量见表 4-1。其中，锡品位为 0.226～1.0%，最高 1.884%；锌品位为 0.57～4.669%，最高 9.759%；铅品位为 0.5～4.5%，最高 10.91%；锑品位为 0.2～1.5%，最高 3.466%；铜品位一般在 0.5%以下；各矿体矿石中均含有一定量的银，以 5 号矿体含量最高。

3.4 成矿期成矿阶段划分

根据野外地质观察、矿物共生组合，结合室内研究成果，北香银锌锡多金属成矿作用可划为两个成矿期（见附图相片 1-6）和三个成矿阶段，热液成矿期的锡石—硫化物阶段是最主要的成矿阶段。

3.4.1 喷流热水沉积成岩成矿期

形成层纹条带状及结核状硫化物矿石，矿物组合以磁黄铁矿-黄铁矿-石英为主。矿石矿物主要为黄铁矿、铁闪锌矿、磁黄矿，少量黄铜矿；脉石矿物以石英为主。

3.4.2 热液改造成矿期

1、锡石-硫化物阶段（II），为矿区工业矿体的富集的主要阶段，主要矿石矿物为锡石、毒砂、黄铁矿、铁闪锌矿、方铅矿等；脉石矿物为石英及少量方解石。

2、硫盐阶段（III），以硫盐发育为特征，主要矿物为脆硫铅锑和硫锑铅矿，其次为黄铁矿、铁闪锌矿；脉石矿物以方解石为主，少量石英（见附相片 1-17、1-18、1-20）。

3.5 围岩蚀变特征

北香矿区的蚀变作用并不发育，矿体切穿赋矿岩层，近矿体围岩具有绿泥石、方解石（锰方解石）及硅化等蚀变，主要表现为一些中低温的热液蚀变作用，在铅锌矿体裂隙带里,主要表现为硅化、黄铁矿化、绿帘石化和绢云母化,在中泥盆统东岗岭组第四段局部具有较强烈的大理岩化。其中硅化、碳酸盐化、绿泥石化为一套中温蚀变组合与成矿关系密切，一般分布在矿体及其的周围。

第4章 多元地学信息分析

多元地学信息就是能够反映矿床形成、分布规律和控制因素的地质、地球物理、地球化学等一系列方法所获得的有关信息。多元地学信息分析是通过合理地进行地质、物探、化探等综合信息解译，将各种控矿信息的有机关联和综合对比，深化对成矿规律的认识，以进行成矿的预测。其理论方法的要点是，强调通过综合信息解译和编制综合信息成矿预测图。从具体控矿条件出发去预测找矿靶区：强调以地质体为单元，定性研究与定量分析相结合，通过直接成矿信息和间接找矿信息的有机关联和合理转换，达到用间接信息进行矿产预测的目的。其实现方式是：以地质成矿信息为基础，运用物、化探找矿信息进一步优选进而圈定成矿靶区。

4.1 地质信息

4.1.1 成矿地质条件

4.1.1.1 岩性条件

泥盆系是北香矿床的赋矿层位,岩石中含有机质和硫,其中成矿元素有不同程度的初始富集[9],且具备有利成矿和构造变形的脆塑性相间的岩石组合，泥盆系富含有炭质的各种页岩、灰岩、硅质岩、泥岩岩性差异大,当构造应力作用时,极易于破碎而形成断裂裂隙或产生层间滑动,有利于矿液运移和沉定,矿田中主要的赋矿层岩石脆性大,裂隙发育,孔隙度高,也有利于成矿;岩层中有机质易于脱水变质而产生空间,并且这些空间裂隙连通性好,这些均为成矿流体的迁移和储集提供了良好条件（见相片 1-9 至 1-12）。

4.1.1.2 构造条件

北香正处于北西—南东向丹池构造带的中段，与次级的北东东—南西西和北西向及东西向构造的交汇部位，其中北西西组向断裂构造是主要的赋矿构造。同丹池构造带上的其它矿床一样，（如大厂矿区、麻阳矿区、芒场矿区），北香矿区具有显著的地壳上隆、形成明显的隆起区，其表现为近东西向短轴背斜隆起，背斜轴向北西西—南东东，两翼北翼缓，南翼陡，近核部甚至发生直立或倒转，背斜轴向东侧伏，西侧为丹池大断裂所断，东侧为另一条的南北向（北北东向）的坡老街～旧河池断裂所断，南侧为南华水库～大山塘近东西向断层所隔，形成一个向北开口的近楔形短轴背斜体。背斜轴部发育断裂，两翼均发育次级褶皱和东西向、南北向次级断裂，矿体就是发育于轴部断裂裂隙中(见图 2-1)。

丹池构造带中的隆起区是丹池成矿带上的最为重要的构造区段,目前已发现的矿床均产于该带上的隆起区内,从南到北隆起区有五圩、北香、大厂、芒场、麻阳隆起区，这些隆起不是丹池背斜上简单的枢纽起伏,而是有着与其他地段不同的沉积作用(环境)、构造活动及岩浆活动特征，而深大断裂和岩浆的上侵（郜兆典 1998）使丰富的含矿物质上升，北香矿床区域上正处于丹池成矿带上的地壳隆起区，丹池构造带与东西向、北东向构造的交汇部位、北香背斜两侧发育次级褶皱和东西向、南北向次级断裂,其中已发现锌铅锑(锡)细)

网脉状及层间矿(化)体,同时北西向的同沉积断层为北香提供良好的导矿条件，因此北香具有良好的成矿构造条件。

4.1.1.3 *岩浆条件*

布格重力异常（-110）和航磁异常（-35△）中心正对应于北香背斜，深部极有可能发育与成矿有关的隐伏岩浆岩体，类似与大山矿区的隐伏岩体，这就具备了为成矿提供部分物源与热动力的可能性。

4.1.2 控矿规律

4.1.2.1 *地层对矿体的控制*

丹池成矿带中大至矿田小至矿化点,无论是锡多金属矿还是铅锌矿或汞矿点,如大厂、芒场、五圩和北香均无例外地受泥盆系的严格控制（见图 4-1），大中型以上矿体如大厂 100#、91#、92#、大福楼 21#、22#均呈似层状赋存于泥盆系中,矿体的形态产状与地层产状基本一致,有些矿体中可见矿层与地层同步褶皱具同生沉积特征,小型矿体(矿脉)呈脉状穿切地层,但也是分布于泥盆系中，可见泥盆纪地层控制着矿床的空间分布。

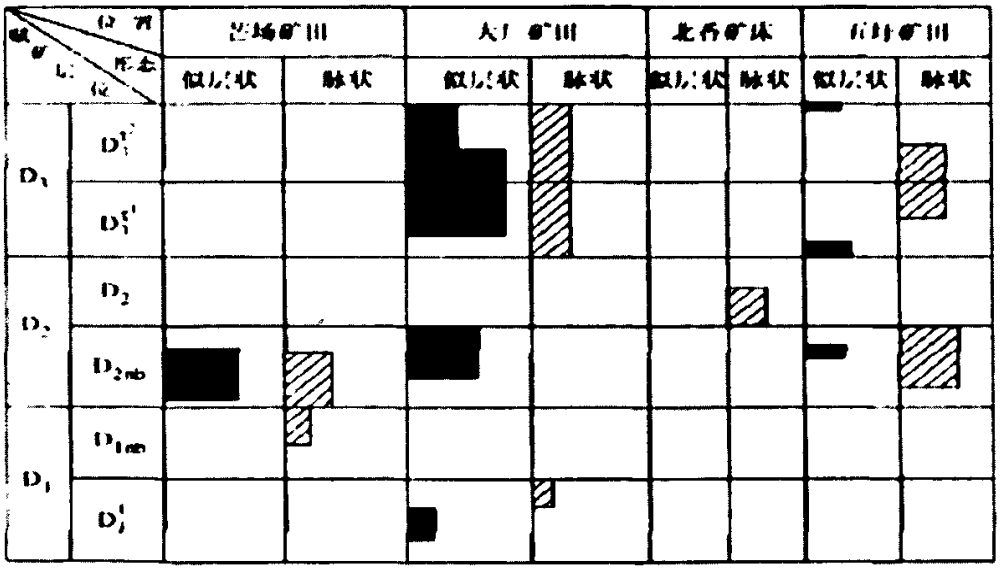


图 4-1 丹池锡多金属成矿带内主要矿田(床)与泥盆系关系图 (据张国林 1988 资料修改)

4.1.2.2 *同沉积断层对矿床的控制*

北香矿区内发现的同沉积断层共 2 组（前面已述）,其中 F_{I}、F_{II},断层规模较大、形态展布完好,走向北西,均穿越该矿区。北香矿区同沉积断层对矿区内后期构造、矿化富集、矿体定位、分布特征及地层沉积作用均起着十分明显的控制作用，主要表现在：目前矿区内发现的 1～6 号矿体均赋存于 F_{10} 断裂破碎带中，F_{10} 断裂破碎带正平行处于二条同沉积断层间靠 F_{I} 一侧，宽 100 多，破碎带走向与 F_{I} 平行，长 1000 多米，倾向 SW，倾角约 80～85

°，破碎带中石英、方解石脉发育，因此 F_{10} 明显受 F_1 控制；F_1 控制着矿区次级构造，同时也是矿区内的控矿构造。

综上所述：北香矿区北西向同沉积断裂对矿床的空间分布、产状起主要控制作用,其次一级北西向断裂则是矿床的主要赋存构造,矿床的形成受地层、岩性和构造双重控制。北香矿床具有与大厂长坡矿床和大福楼矿床相似的成矿条件、控矿因素，即泥盆纪地层与北西向同沉积断裂共同控矿，矿体空间产出模式应与大厂长坡矿床和大福楼矿床一样都具有“上脉下层”（上部为脉状矿体，下部产出为层状、似层状矿体）的特点。

4.1.3 地质信息分析

通过地质信息提取，分析笔者认为，北香研究区具有良好的成矿条件，找矿潜力巨大：

(1)北香正处于丹池成矿带上的地壳隆起区、北西向的丹池构造带与东西向、北东向构造的交汇部位；本次工作新发现的北西向同沉积断裂控制隆起内次级构造、矿体的发育和产出形态，口益—花照同沉积断裂的上盘次级构造破碎带中已发现锌铅锑（锡）细--网脉状及层间矿（化）体，在民窿及探矿坑道中已发现了“五花肉”型的似层状矿体。从构造格局与矿化部位及形态来看北香具有良好的成矿条件。

(2)北香矿区北西向同沉积断层的发现给北香矿区找矿勘查工作开拓了新的思路，对今后找矿勘探具有重大指导意义。

A、北香同沉积断层对矿区内后期构造、矿化富集、矿体定位、分布特征及地层沉积作用均起着十分明显的控制作用(图 2-2)。矿区内 1～6 号矿体赋存于 F_{10} 断裂破碎带中，F_{10} 断裂破碎带正平行处于二条同沉积断层间靠 F_1 一侧，其展布特征、活动特点明显受同沉积断层的控制(前面已叙述)，同沉积断层的上下盘同一岩层具有较为明显差异，如南华一带中泥盆系东岗岭组上段泥灰岩(第四岩性段)在断层下盘厚度约为 26 米，而上盘达到 40～50 米，且上盘发育同沉积角砾，下盘则为正常沉积，局部地区甚至缺失地层。

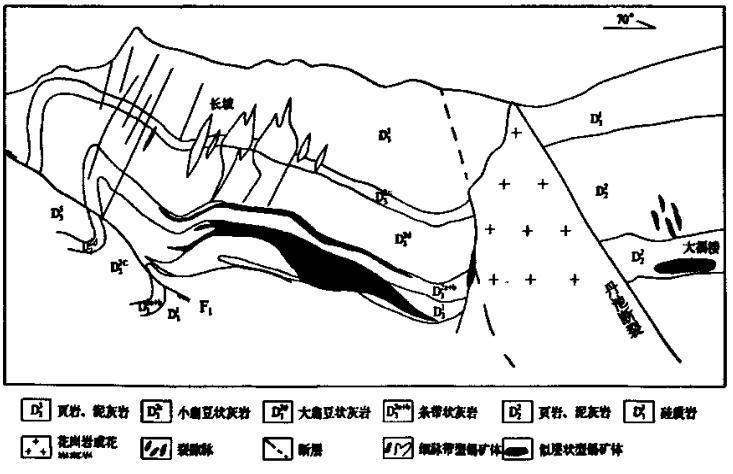


图 4-2　大厂西矿矿---丹池带地质剖面示意图

B、北香与大厂矿田同处于丹池构造带中，大厂矿田控矿构造 F1、丹池断裂(图 4-2)控制着矿田内矿床的空间产出部位、矿化富集以及岩浆岩体和地层分布等特征，长坡、巴里-龙头山及大福楼、茶山、拉么等均无一例外地产于北西向的同沉断裂 F1、丹池断裂带中、与北东向断裂交汇处。与大厂矿田比较可明显看出(表 4-1)，其同沉积断层特征、控矿特点与大厂矿田同沉积断层非常相似，北香目前发现的矿体矿化规律与大厂矿田上部脉状矿体具有明显的相似性，北香矿区今后找矿应围绕该组同沉积断层上盘，特别是与北东向、南北向断裂交汇的部位；再者，大厂矿田矿床具有上部脉状矿体、往下逐渐变为层状矿体的特征(如长坡、铜坑、大福楼等矿床)，因此，北香矿床脉状矿体的下部，也很可能存在类似的层状、似层状矿体，因此，北香地区仍有较好的找矿前景。

表 4-1　北香矿床与大厂矿田控矿构造对比

	大厂矿田	北香矿床
控矿构造	丹池断层、F1 同沉积断层(图 4-2) 大厂背斜	F_I、F_{II}同沉积断层(图 2-2) 北香背斜
发育特点	断层发育于背斜的近核部，活动时间早、持续时间长，断面常难以观察到，延长上曲折分枝	断层发育于短轴背斜的近核部，活动时间早、持续时间长，断面常难以观察到，延长上曲折，局部见分枝
控矿特征	控制矿体的空间分布及产状，矿体主要赋存于第二条同沉积断层(F1)上盘，与北东东向断层交汇处，似层状矿体目前在断层下盘未有发现	控制矿体的空间分布及产状，矿体主要赋存于第二条同沉积断层(F_I)上盘北西向断裂破碎带中，似层状矿体目前尚未有发现

(3)北香目前矿床矿体特征与大厂矿田大福楼的 0#脉状矿体极为相似,矿床成因及矿石特征与大厂矿田脉状矿体相同,主要矿物组合(铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、脆硫锑铅矿、毒砂、方铅矿、锡石)，主要成矿元素组合等也与大厂矿田矿物组合!成矿元素组合相似,因此,在中泥盆统中段与上段间、中泥盆统与上泥盆统间的层间滑动面具有可能找到类似于大福楼的 21#、22#层状、似层状矿体。

4.2 地球物理信息

地球物理是找寻矿体的方法和手段，利用岩、矿石的物性差异，在成矿地质信息的基础上选择有效的地球物理方法，能够有效地判定某一区域内的矿化信息，进而为勘探工程布置和找矿方法的选择提供线索和依据。

4.2.1 研究区岩石矿物物理特征

通过野外现场观测，在选择物探方法时，在野外共采集标本 50 余块，标本采集以地表和巷道内出露的各类岩矿石为主，兼顾整个测区出露的岩层。经室内加工后进行了电参数的电

阻率和极化率的测量，其结果见表 4-2

表 4-2 研究区岩石矿物物性表

岩石标本	块数	极化率 η (%)	电阻率 ρ (Ωm)	备注
黄铁铅锌矿石	10	8~18	100～200	
黄铁矿化岩石	8	5~15	500～1500	
含碳泥灰岩	6	3~12	200~1000	
灰　岩	10	0.1~1.5	5000～10000	
硅质岩	8	0.5~1.8	5000～10000	
砂页岩	7	0.9~2.8	1000～5000	

以上为岩矿石标本室内测量结果，其电性参数与野外露头测量的结果基本吻合。各类岩矿石之间电性参数（视电阻率与视极化率）存在明显的电性差异：在含矿岩石（岩层）上具有较低电阻率及较高极化率特征，具备应用电法工作的前提。

根据上述岩矿石的地球物理特征及工作性质，本次选择的物探工作方法为瞬变电磁法（TEM 法）。（说明：TEM 法它是利用不接地回线或接地线源向地下发送一次脉冲电磁场，在一次电磁场的激励下，地下导体内部受感应产生涡旋电流，在地表接收其脉冲信息。是一种较成熟的物探方法，在此就不再说明其方法与原理了）

4.2.2 地球物理异常分析

为了更好地从平面上确定引起异常的异常体的位置，且在不同深度获取异常的强度、异常体的大小等信息，特抽取各测点的第 10 道、第 20 道、第 30 道归一化的感应电动势值，其平面等值线图分别见图 4-3、图 4-4 和图 4-5。

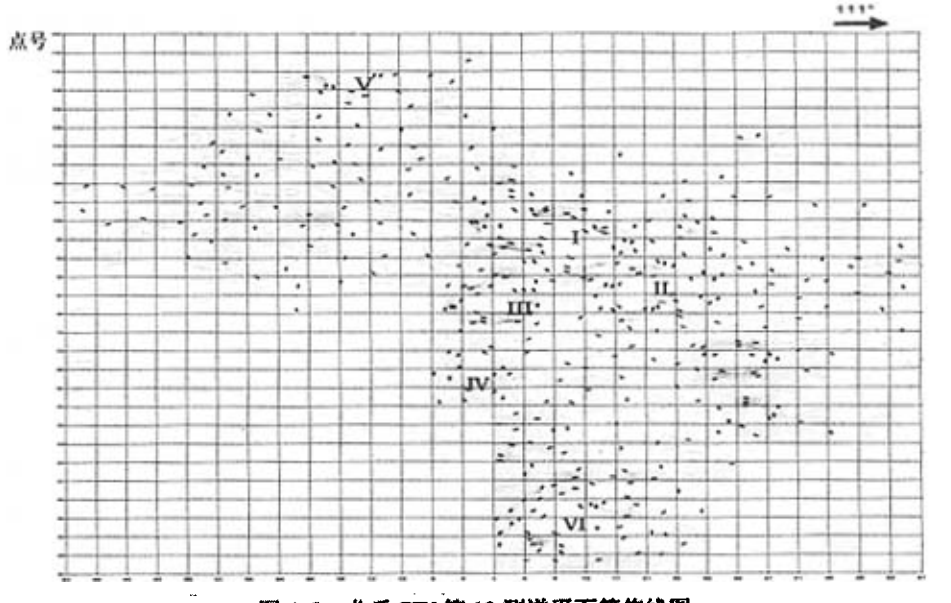


图 4-3　北香 TEM 第 10 测道平面等值线图

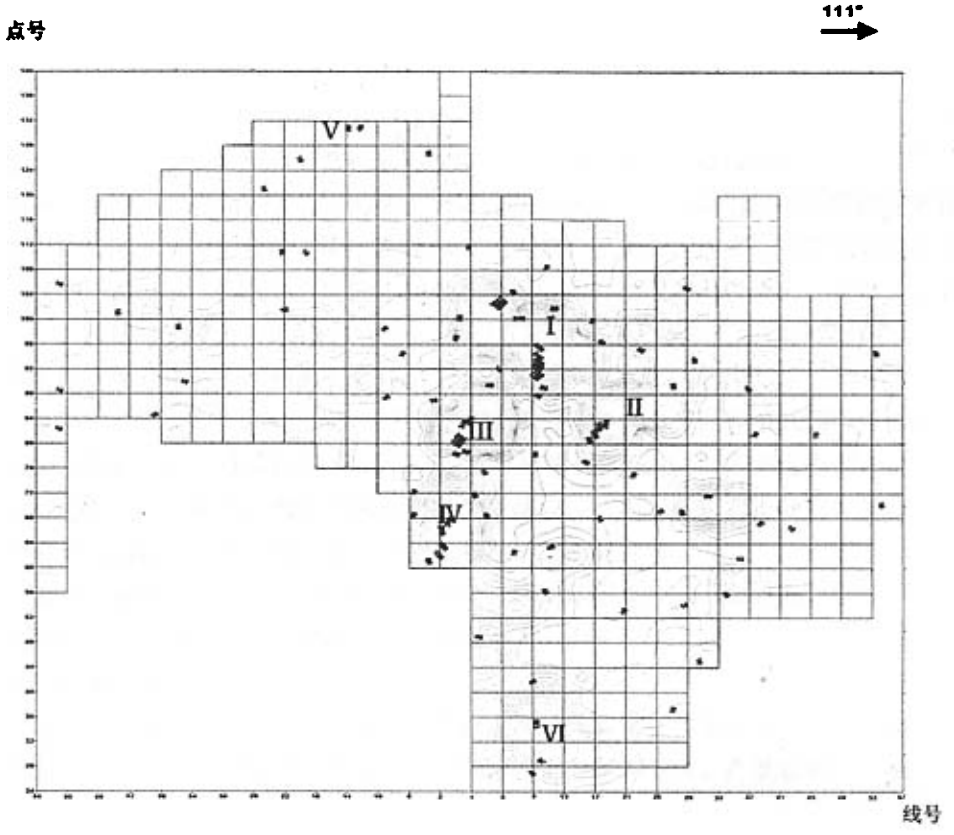


图 4-4　北香 TEM 第 20 测道平面等值线图

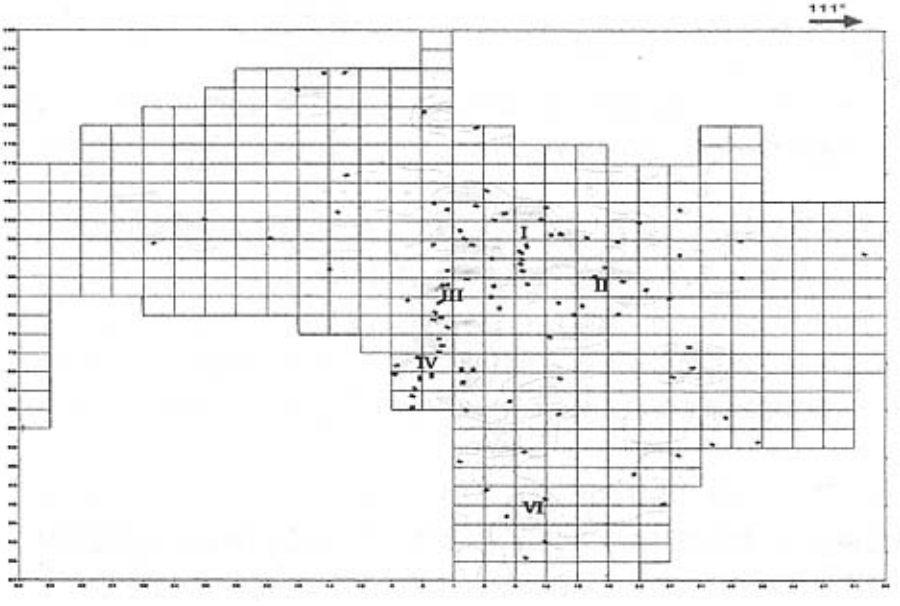


图 4-5　北香 TEM 第 30 测道平面等值线图

从平面等值线图4-3、图4-4、图4-5可以看出，在该测区主要有6处异常，现分析如下：

Ⅰ号异常位于1～17线的92～104点之间，其中心投影位于地面的94/15点左右。但从早期测道异常和晚期测道异常位置对比来看，晚期道异常中心偏移到98/11点左右。该异常规模较大，在晚期道感应电位值仍然较高，衰减较慢，说明引起该异常的异常体延深较大，其延伸方向为北西向，倾角为40°～50°左右。值得指出的是，尽管该异常区范围较大，但并不是由单一异常体引起的，因为从各测线的多测道图可以看出，异常并不是连续的，由于测量网度较大，为100×100m，所以在平面上这些规模有限的异常就叠加到一起，形成了较宽的异常范围。推测Ⅰ号异常为多个规模有限的矿化体引起。

Ⅱ异常位于17～25线的80～88点之间。从图4.3~4.5平面等值线图中可以看出，晚期道异常中心位置已经偏移到25线附近，而且异常强度减弱；而多测道电位图也可以看出往南测点电位衰减较慢，而往北测点的电位衰减较快，因此，引起该异常的异常体总体上是往东南方向倾伏，且延深有限。推测Ⅱ号异常为矿化异常。

Ⅲ号异常位于2～5号线的80～84号点之间。从图4.3~4.5平面等值线图中可以看出，晚期道异常仍较强，因此，尽管该异常范围不大，但延深较大，异常体产状较陡，推测该异常为矿致异常。

Ⅳ号异常位于1～8号线的64～72号点之间。该异常在早期测道反应并不是很强，而晚期测道反应较强，说明该异常体有一定的埋深，且延深较大，产状较陡，可能为矿化异常。

Ⅴ号异常位于14～18线的128～132号点之间，异常没有封闭，但从异常的强度和电位的衰减程度来看，该异常体规模不大且埋深有限，推测为一孤立的矿化体。

Ⅵ号异常位于5～13线的32～40点之间，该异常有一定的规模，但在晚期道衰减较快，说明该异常体在平面投影有一定范围，但埋深有限，推断为较浅部的矿化体引起的异常。

另外，位于29～37线的68～72点之间有一规模有限、但有一定埋深的异常，该异常也应可能为矿致异常。

从多测道图上还可以看出一些小的异常点，如：40线的102号点，36线的102号点，32线的114号点和98号点，20线的98号点，12线的90号点，7线的54号点，39线的94号点，35线的58号点等均有异常反应，由于这些异常比较零星，异常所反映的异常体规模均较小，同时地表检查并未发现有矿化现象，结合本区的化探资料并未发现有成形的化探异常，我们推测以上所述这些零星的物探异常是局部黄铁矿或碳质泥岩引起的，成矿意义不太。

在测区圈定了6个有一定规模的异常区，已在平面图上标明为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ，推断都为矿致异常，这些异常区都是进一步工作与验证的主要地段，特别是Ⅲ、Ⅳ号异常，地面无任何矿体露头或构造标志，为隐伏的未知异常，且反映的深度较深，极有可

能是深部的似层状、层状矿体引起的异常需重点注意。

4.3 地球化学信息

此次研究工作投入了化探新方法的试验和找矿应用，投入的化探新方法有：土壤吸附相态汞、吸附烃和电吸附三项工作，电吸附测了 Cu、Sn、Sb、Zn、Pb、Ag 等元素。研究工作分前期方法有效性剖面试验工作和后期选择的方法进行局部扫面，方法有效性试验表明，吸附烃在本区已知矿上的表现不是很明显(在此不进行详细讨论)，而电吸附异常相对表现完好，因而最终选择了电吸附进行测区内重点部位的扫面测量。以下进行电吸附工作结果的讨论。

4.3.1 工作原理和方法

电吸附方法用于寻找金属矿产是一种直接指标，它所提取的元素是主成矿元素和伴生元素，根据异常元素的组合可以直接反映深部的矿种，如果是金矿则金的异常突出，如果是铅锌矿则铅锌异常突出，如果是铜矿则铜的异常突出等等。在金属矿勘探中，电吸附方法具有两种形式：一是利用地表土壤中的吸附态次生晕进行找矿；二是利用基岩裂缝吸附态次生异常进行找矿。无论是上述哪种形式，它们的异常均存在一个共同的异常找矿模式。我们通过大量的工作发现，电吸附方法的异常模式主要是以顶部晕为主。

4.3.1.1 电吸附异常的深部来源

国内一些地质专家研究表明矿体周围仍然存在成岩作用、岩浆作用、变质作用、构造变形作用、新的成矿作用及其残浆沸腾作用，矿体在这些地质作用的侵蚀下派生出来的流体含有大量与矿体具有直接关系的元素，将遵循应力差、温度差、盐度差和密度差的轨迹，在相对封闭的地质环境中作侧向和垂向运移。迁移至浅层的成矿元素及伴生元素容易被有机质、铁锰氧化物及胶质体氢氧化物等地球化学“障”阻挡而形成富集，另外，还可以被高岭石、含水高岭土和其它粘土矿物吸附而富集，形成后生地球化学异常。说明矿体异常的形成经过岩层水的侵蚀→含矿流体→含矿扩散流体→矿体异常形成的演化过程（图 4-6)。地表的矿体异常可以通过电吸附方法来获得，从而达到找矿的目的，过去很多试验结果表明电吸附方法可以捕获到这种矿体异常。

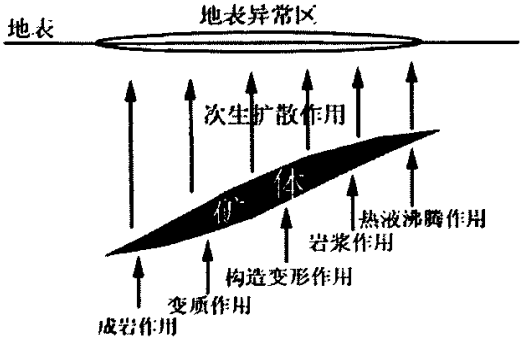


图 4-6 电吸附异常演化示意图

4.3.1.2 电吸附元素晕形成机制

岩石演化作用形成电吸附晕，一些地质学家指出：岩石演化过程中外力对岩石的作用会改变体系内的能量系统，因此矿体在其周围的成岩作用、岩浆作用、变质作用下会导致矿体的温度场效应。这种温度场效应造成岩石温度的变化，尤其是当温度升高时会加速矿体中的矿质元素的溶解，形成容易迁移的含矿流体。另外岩石演化过程中的变形增加了岩石矿物的应变场能，增加了岩石表面面积，大大的扩大了岩石矿物的溶解面。克里克等人对亚利桑那州卡桥峰岩石矿物进行氧同位素研究时获得岩石矿物变形时的温度比未变形时的温度高 50～150℃。说明岩石矿物变形作用更有利于矿体溶解形成矿质流体，流体在扩散迁移时就能形成电吸附异常。

4.3.1.3 水—岩交代反应与后生流体扩散浓缩富集因素

矿体围岩应力场的变化相伴随着热液交代及扩散浓缩富集成晕作用。尽管对金属晕的成因存在着许多不同的认识，但是对水在成岩成晕过程的重要性却早已成为人所共知的事实。鉴于此，很多学者对成晕流体的起源、成分、运移和运移过程中的物理化学性质等一系列问题进行了系统研究。特别是自二十世纪七十年代初国际地球化学和宇宙协会（IAGC）水地球化学委员会对水岩相互作用等一系列问题进行了重点研究，大大促进了人们对水岩作用、岩石矿物从溶和隐伏矿产资源成晕的深入了解。

对金属元素的运移、富集成晕，人们主要把它归因为配合物的分解，其主要控制因素为温度、压力、溶液中的络合物的饱和程度、络合物类型及其稳定程度、pH、Eh、饱和溶液的稀释作用。其中溶液中的矿质浓度是关键因素，在成矿后形成的矿质溶液中，随着外界条件变化，金属元素向地表迁移扩散导致金属晕的大规模形成。因此在初始的后生成晕溶液中是那种机理导致溶液浓度的变化，这是一个很值得讨论的问题。溶液中浓度的变化途径主要为：①初始溶液中具有某种金属的高含量，当它经过矿体与矿体发生水岩交代反应使其含量发生变化，而经过水岩交代反应的溶液中与矿体有关的成矿元素和伴生元素的含量会升高，原来溶液中的高含量金属元素反而降低。这种情况在自然界中普遍存在。②后生矿质溶液在运移的过程中，通过水岩反应释放一定数量的矿质，或释放了能影响化学反应进程的相应组分，于是导致了矿体周围的矿质晕的形成。③水岩反应中流体向地表扩散、浓缩的作用会导致地表的矿质晕形成，从而更有利于开展电吸附测量和研究。

4.3.1.4 工作方法

野外工作和室内处理分析两步，野外工作就是取样过程，土壤样采样要求在地表 30cm 以下（视人文干扰而定）没有遭受人文干扰的原地风化层，最好是 B 层以下的统一层位，这样才有可比性，原岩样与一般原生晕的采样方法完全一样。

室内加工要求在常温下把采集到的样品加工至-60～+120 目的粒度，然后由分析人员进行分析测试。

4.3.2 地球化学异常特征

本次完成化探土壤电吸附测量约 4km²，采样网度 200×50m，在矿化有利地段加密为 100×25m。用电吸附方法测定 Cu、Pb、Zn、Ag、Sb、Sn6 个元素。根据测区样品分析数据统计，确定各元素的背景值、异常下限和异常三级浓度分带值。计算方法为使用直方图法，应用这种方法时，首先统计绘制元素各含量的频率直方图；然后根据正态分布(或对数正态分布)特点，确定众数(Mo)用其代表背景值；确定均方根差(离差) σ 并以计算背景上限(或称异常下限 Ca)，同样可以使用下列公式：

$$\sigma=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{K}(Xi-\bar{X})^2 Fi}{\sum_{i=1}^{K}Fi}}$$ (X_i为组中值，F_i为频数，$\bar{X}$为算术平均数　σ 均方根差(离差))

$$Mo=L+\frac{f-f_{-1}}{(f-f_{-1})+(f-f_{+1})}\times i$$ (公式中，Mo 众数，L 为众数组的下限值，i 为众数组的组距)

异常下限：Ca= mo+σ　(Ca：异常下限)

数据统计测量结果见表 4-3。

表 4-3 各元素异常下限及背景值

元素	背景值	均方差	异常下限	异常外带	异常中带	异常内带
Pb	86.1	14.1	100	100～110	111～120	>120
Ag	104.8	15.3	120	120～130	131～140	>140
Sb	2.5	2.0	5	5～15	16～24	≥25
Sn	37.7	25.9	70	70～90	91～110	>110
Cu	11.9	11.0	25	24～34	35～44	≥45
Zn	44.4	14.8	60	60～70	71～80	>80
Pb、Ag、Sb 累乘晕衬度值	0.8	0.6	1.5	1.5～4.4	4.5～8.9	≥9

注：除 Ag 为×10^{-9}外，其它元素为×10^{-6}

(1)Pb 异常特征（图 4-7）

本区 Pb 异常较发育，出现大、小异常多处，其中有两处异常规模较大，编号为Ⅰ、Ⅱ号。

Ⅰ号异常为本区面积最大的异常，分布于测区中东北侧，北香—下大莫背斜的北翼。异常呈不规则带状沿 SE—NW 方向展布，横贯整个测区，异常 SE 端和 NW 端逐渐收缩，

浓度逐渐降低，但均未封闭，异常多处出现分叉现象。异常长度大于2000m，最宽处约400m，最窄处约50m。异常具有明显的浓度分带性，出现外、中、内带，异常具有多处浓集中心，但主要分布于13～10线和21～29线之间。已发现的1～3号矿体群基本处于该异常中或附近。

II号异常分布于测区中部，北香—下大莫背斜北翼近核部，东北侧紧靠I号异常。异常呈不规则条带状，轴向SE—NW，长度大于1600m，宽度一般在150m左右。异常具有明显的浓度分带性，出现外、中、内带，浓集中心主要分布于10～25线之间。

其它还有若干规模较小的异常和点异常，找矿意义较小。

(2)Ag异常特征（图4-8）

本区Ag异常也较发育，出现大、小异常多处，其中有4处异常规模相对较大，编号为I、II、III、IV号。

I号异常为本区规模最大的异常，分布于测区的中东北侧，北香—下大莫背斜北翼近核部。呈不规则带状沿SE—NW方向展布，NW端异常未封闭，延伸到测区之外，现控制长度大于2000m，宽度一般在250m左右，最宽处达600m左右。异常具有明显的浓度分带性，出现外、中、内带，浓集部位主要处于29～10线之间和26～42线之间。1～3号矿体群基本处于该异常东北侧边缘，异常主要分布于上述矿体群与7号矿体之间。

II、III、IV号异常规模较小，找矿意义也相对较小，不细述。

(3)Sb异常特征（图4-9）

本区Sb异常较为零散，主要散布于测区的整个东北部，其中有两处异常规模相对较大些，编号为I、II号。

I号异常分布于测区中东北部，下北香—大莫背斜的北翼，呈不规则状沿SE—NW方向展布，横贯整个测区，现控制长度大于2000m，宽度50m到400m不等。异常主要发育外带，局部出现外、中、内带，浓集部位主要分布于1～26线之间。1～6号矿体群分布于该异常中或附近。

II号异常分布于测区中部，北香—下大莫背斜北翼近核部，东北侧紧邻I号异常。异常呈近似“烟斗状”，“烟斗”头部具明显浓度分带性，出现外、中、内带，浓集部位位于2～10线之间。

其它还有若干异常，因规模较小，浓度较低，找矿意义不太大。

(4)Sn异常特征（图4-10）

本区Sn异常较为零散，主要散布于测区中东北部和东南部，其中有两处异常规模相对较大些，编号为I、II号。

I号异常分布于测区西北部的西南侧，下北香—大莫背斜的核部及北翼，呈一端宽一端窄的不规则弧形状展布，异常弧的西北端未封闭。异常弧轴向长度大于1300m，宽度100m至500m左右。异常具有明显的浓度分布性，出现多次浓集中心，浓集部位主要分布于7

号矿体两侧和34～42线之间。

II号异常分布于测区的东南端，呈圆形状，直径约400m左右，异常具有浓度分带性，但主要发育外带异常。

其它还有若干规模较小的异常，找矿意义相对较小。

(5)Cu异常特征（图4-11）

本区Cu异常较为零散，主要散布于测区的中东北部和东南部，中东北部的异常多呈孤立状分布于已知矿体群的周围。东南侧（即13线和1线西南端）有一处异常规模相对大些，呈不规则短带状，轴向SE—NW，长度大于500m，宽度约300m，异常具明显的浓度分带性，出现外、中、内带。

(6)Zn异常特征（图4-12）

本区Zn异常发育不佳，多呈孤立的异常散布于测区的东北部和东南部，与已知矿体群似乎没有什么关系。东南侧即13线西南端有一处异常规模相对稍大些，异常西南侧未封闭，异常具明显的浓度分带性，出现外、中、内带。

(7)Pb、Ag、Sb累乘晕衬度值异常特征（图4-13）

表因电吸附方法所测定的元素属于活动态组分，即部分提取，其浓度一般较低，为了提高异常的清晰度和消除个别元素的分析误差及干扰异常，在圈定异常时可采用累乘晕的衬度值来表示。具体做法是首先对所测定元素进行相关分析，把相关性较密切的一组元素含量进行相乘，然后除以各元素背景值的乘积，即得出累乘晕的衬度值。经统计，用公式

$$r=\frac{\sum_{i=1}^{n}XiYi-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}Xi\sum_{i=1}^{n}Yi}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{n}Xi^2-(\sum_{i=1}^{n}Xi)^2/n][\sum_{i=1}^{n}Yi^2-(\sum_{i=1}^{n}Yi)^2/n]}}$$ 计算，其中 x_i、y_i为各元素分析值，本区各元素的相关系数见表5-2，从表中可知，Pb与Ag关系最密切，与Sb的关系也相对较密切，因此，以这3个元素的累乘晕衬度值来圈定异常。

表4-4 元素相关系数表

	Cu	Pb	Sb	Sn	Ag	Zn
cu	1					
Pb	0.169933	1				
Sb	0.050801	0.310757	1			
Sn	0.291761	0.282428	0.072101	1		
Ag	0.120505	0.553382	0.312225	0.268749	1	
zn	0.093985	0.288319	0.162767	0.0851	0.083118	1

根据Pb、Ag、Sb累乘晕衬度值共圈定一处规模较大和3处规模相对较小的异常，编号分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号。

Ⅰ号异常分布于测区的中东北部，北香—下大莫背斜的北翼，呈不规则状沿 SE—NW 方向展布，横贯整个测区，长度大于 2000m，宽度 200m 至 700m 左右不等。异常具明显的浓度分带性，出现外、中、内带，异常出现多处浓集中心，但主要分布于 26～29 线之间。异常基本圈定本区主要矿化带的范围，1～6 号矿体群位于其中或附近。异常基本反映了Ⅰ、Ⅱ号 Pb 异常和Ⅰ、Ⅱ号 Sb 异常及Ⅰ号 Ag 异常的综合特点。

其它Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号异常规模较小，找矿意义不太大。

综上所述，本区电吸附异常具有如下特点：

（1）本区 Pb、Ag 异常较发育，Sb、Sn 异常次之，这 4 个元素的主要异常与本区的主要矿化带在空间上具有密切的关系；Cu、Zn 两元素的异常发育不佳，多呈孤立的异常出现，在空间中与主要矿化带关系不密切。

（2）在测区东北部，Pb、Ag、Sb3 个元素的主要异常分布位置比较吻合，基本圈定本区主要矿化带的范围，而 Sn 异常除部分与上述元素异常重叠外，主要分布于上述元素异常的外围，即元素异常具有一定的水平分带特点。这预示本区的矿化也可能存在与上述成矿元素相对应的水平分带，即 1～6 号矿体群以铅、银、锑矿化为主，外围以锡矿化为主。

4.3.3 地球化学异常分析

根据上述各元素异常发育特点结合地质情况，把本区分为 3 个综合异常区带（图 4-14）。

(1) Ⅰ号化探综合异常区

位于测区中东北部，横贯整个测区，主要为 Pb、Ag、Sb 组合异常，异常带轴向 SE—NW，长度大于 2000m，宽度 500m 左右。各元素异常具有明显的浓度分带性。异常带处于北香—下大莫背斜的北翼近核部，地层为中泥盆统东岗岭组第二段泥岩、炭质灰岩夹泥灰岩，已发现的 1～6 号矿体群及钻孔（广西有色 215 地质队实施）中发现的一系列小盲矿脉位于其中或附近，无疑，该综合异常带为上述矿体群的综合反映。值得注意的是各元素的异常浓集部位主要分布于 1～3 号矿体群与 7 号矿体之间，考虑到 1～3 号矿体的倾向为 SW，7 号矿体的倾向与上相反，为 NE，上述元素异常浓集带似乎是这些矿体上盘晕的综合反映，但也不排除其深部有盲矿体存在的可能性，值得进一步工作。该综合异常带以铅、银、锑矿化为主，是本区最有找矿意义的远景区。

(2) Ⅱ号化探综合异常区

位于测区中西南部，以 Sn 异常为主，局部出现 Ag、Pb、Cu 等元素异常，各元素异常均具有明显的浓度分带性。该综合异常区处于北香—下大莫背斜核部，地层为中泥盆统东岗岭组一段泥岩夹少量页岩、泥岩、含粉砂泥质结核及泥灰岩、泥岩互层，7 号矿体位于其中，无疑，该综合异常区为 7 号矿体的反映。值得注意的是 Sn 异常以及其它元素异常的浓集部位均位于 7 号矿体的两侧，其深部是否有与 7 号矿体相平行的盲矿脉存在，值得进一步研究。该异常区可能以锡矿化为主，是本区具有一定找矿意义的远景区。

(3)Ⅲ号综合异常区

分布于测区的东南端，以 Sn、Cu、Zn、Pb 为主的组合异常，各元素异常均具有明显的浓度分带性。异常区地层为上泥盆统榴江组硅质岩。推断该综合异常区可能是锡、铜、锌矿化引起。

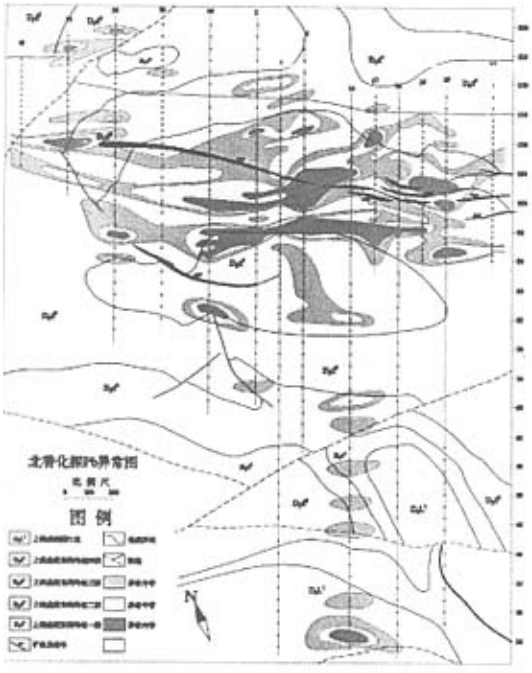


图 4-7

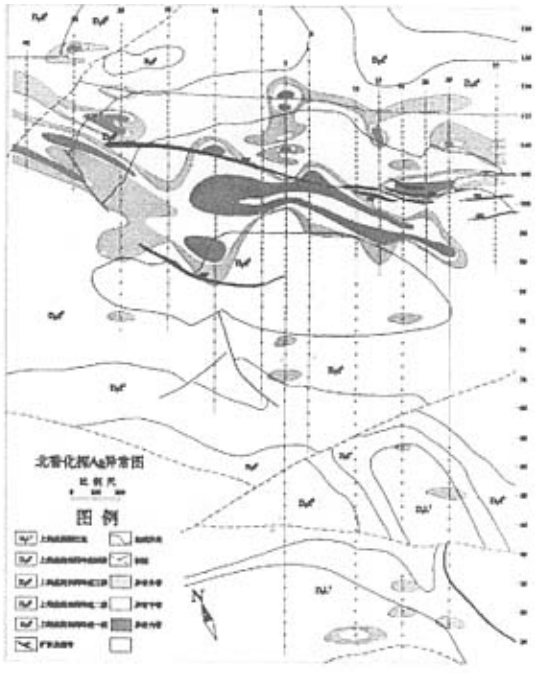


图 4-8

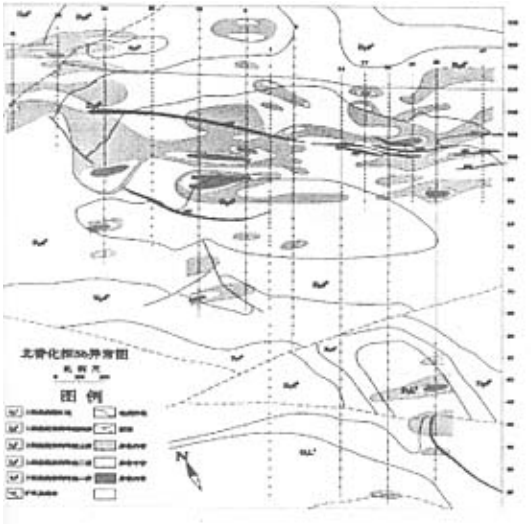


图 4-9

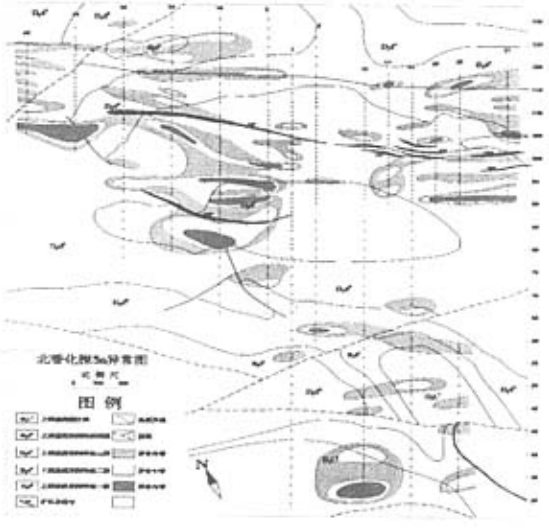


图 4-10

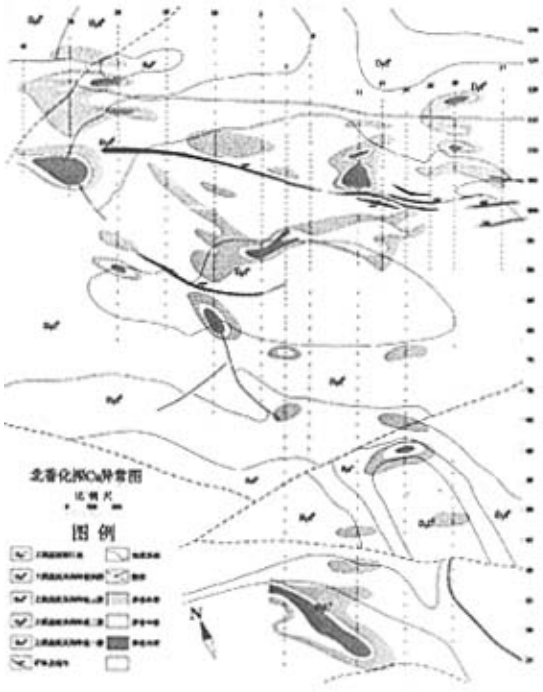


图 4-11

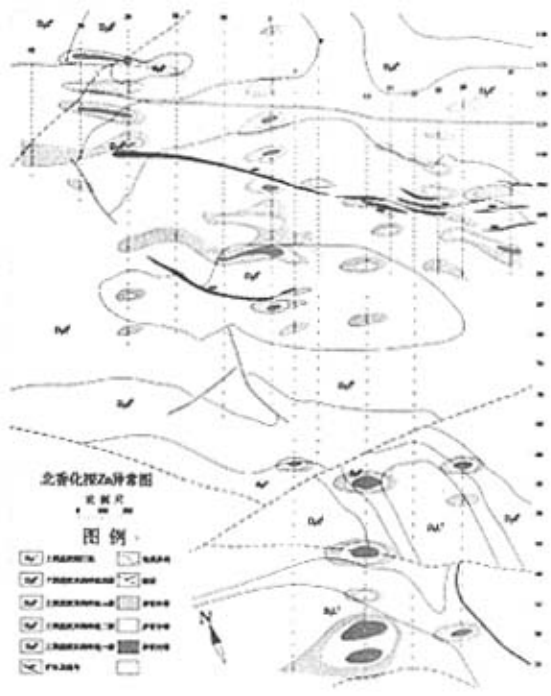


图 4-12

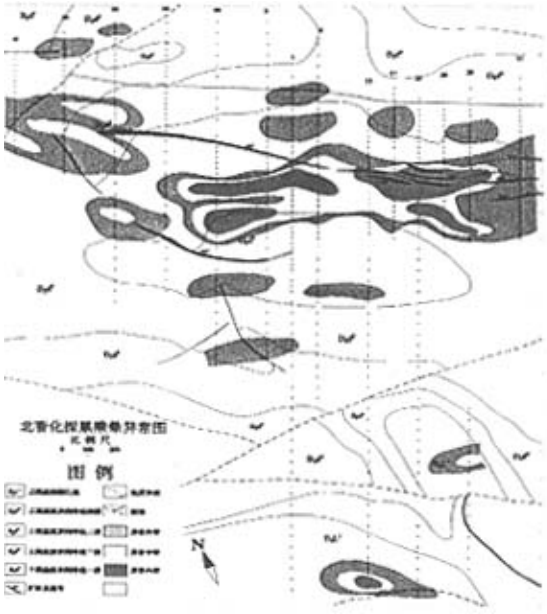


图 4-13

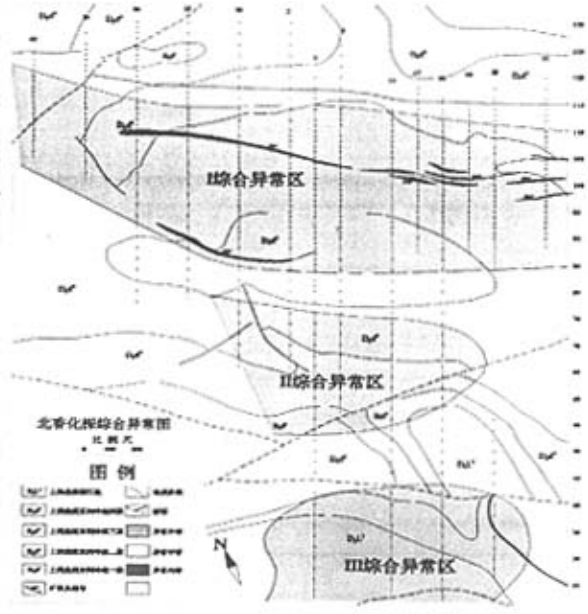


图 4-14

4.4 找矿潜力评价及找矿标志的确定

4.4.1 找矿潜力评价

北香矿区所处的地质构造位置是北西—南东向丹池构造带的中段，与次级的北东东—南西西和北西向及东西向构造的交汇部位，北香具有显著的地壳上隆、形成明显的隆起区，隆起区是丹池成矿带上的最为重要的构造区段。结合物、化探找矿信息分析，发现具形成异常明显、范围大。目前所发现的矿体极像丹池带上其它矿床（特别是大厂矿田）浅表部的脉状矿体，综合地质、物探、化探等信息分析，笔者认为北香矿区具有良好的成矿条件，北香地区找矿前景巨大，表现为如下几个方面：

(1)北香正处于丹池成矿带上的地壳隆起区、北西向的丹池构造带与东西向、北东向构造的交汇部位；本次工作新发现的北西向同沉积断裂控制隆起内次级构造、矿体的发育和产出形态，口益—花照同沉积断裂的上盘次级构造破碎带中已发现锌铅锑（锡）细—网脉状及层间矿（化）体，在民窿及探矿坑道中已发现了“五花肉”型的似层状矿体。从构造格局与矿化部位及形态来看北香具有良好的成矿条件。

(2)布格重力异常（-110）和航磁异常（-35△）中心正对应于北香背斜，深部极有可能发育与成矿有关的隐伏岩浆岩体，类似与大山矿区的隐伏岩体；瞬变电磁法测量结果显示，除在1～6矿体上方有良好的异常外，在背斜核部及第二条同沉积断裂南华—拉怀断裂的上盘也出现了良好的深部异常，显示良好的找矿前景。

(3)化探新方法Sn、Zn、Pb、Sb、Ag、Cu等测量结果显示，二条同沉积断层上盘集中出现多个元素异常，三处综合异常中心对应于背斜轴部、同沉积层断层上盘，异常总面积五平方公里，异常带中多处发现锌、铅及黄铁矿矿化，同时在该区段中隆起核部以及两条北西向的同沉积断层与向北向的断层交汇处都有良好的异常。这与物探异常大体吻合。显示深部可能赋存有规模较大的矿体，这就为上面分析地质信息时提出的北香矿区矿体产出模式应为与与大厂矿田大福楼矿床、长坡-铜坑矿床一样为“上脉下层”的产出模式，提供了有力的依据。

(4)北香发现的矿体赋矿层位、矿体特征与大厂矿田0号矿体极为相似，构造条件与大厂西矿带相同，矿床成因及矿石特征与大厂矿田脉状矿体相同，主要矿物组合（铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、脆硫锑铅矿、毒砂、方铅矿、锡石）、主要成矿元素组合等也与大厂矿田相同，北香南北两侧发育着从中泥盆统到石炭纪地层，根据大厂矿田的成矿规律以及北香矿体与大厂矿田成矿规律的相似性推断，在北香背斜两翼之深部极应能找到类似大厂91#、92#矿体（上泥盆统硅质岩及条带灰岩中）、105#矿体（中泥盆统中、下段之间）、100#矿体（中泥盆统灰岩），并且在中泥盆统中段与上段间、中泥盆统与上泥盆统间的层间滑动面中也可能找到富大的似层状矿体。

(5)丹池成矿带已知大型锡多金属矿床如芒场、长坡、铜坑、龙头山、大福楼等上部有大脉型矿体，其深部均有大型层状、似层状矿体。北香矿床目前发现的近似以上各矿床

上部大脉型矿体，目前探矿坑道中已多处发现有所谓的“五花肉”型矿体（即层状、似层状矿体），因此其深部可能存在有大型层状、似层状矿体。

4.4.2 找矿标志

（1）地层标志：泥盆纪地层是丹池地区赋矿层位，特别是其中的硅质岩（D_3）、条带灰岩（D_3^2）、生物礁灰岩（D_2^1）以及下泥盆统中的条带状页岩和含炭质灰岩互层的层位。因此，在这些层位具有一些金属硫化物甚至于矿化可以作为寻找层状似层多金属矿床的标志。

（2）围岩蚀变：与大厂矿田一样，北香地区成矿围岩蚀变极弱，仅出现碳酸岩化、硅化及弱的绿泥石化、黄铁矿化，但这些蚀变是良好的找矿标志。

（3）构造标志：北西向和北东向构造控制着整个矿带的矿化分布，因此在该系统内的隆起区、次级北西向、北东东向(东西向)断裂破碎带、北香背斜中心、重要断层交汇部位及泥盆系地层构成的倒转背斜等均是找矿的重点。

（4）岩浆岩标志：虽然北香目前未发现有花岗岩体，但是隐伏花岗岩体仍然是寻找晚期脉状矿体的重要标志，特别是隐伏岩体小岩突外侧及隐伏大岩体外突部位以及近围岩的电气石化长英岩化组合及硅化绢云母化、黄铁矿化或磁黄铁矿化、碳酸盐化组合，更是找矿有利部位。

（5）物探标志：布格重力异常及航磁异常、瞬变电磁法（TEM）出现趋势性的低阻异常，为隐伏多金属矿床找矿标志。

（6）化探标志：化探次生晕出现 Sn、Pn、Zn、As、Hg、Cu、W 异常或锡重砂异常是重要的找矿标志，电吸附土壤样出现 Sn（$>90\times10^{-6}$）、Zn（$>70\times10^{-6}$）、Pb（$>110\times10^{-6}$）、Sb（$>16\times10^{-6}$）、Ag（$>130\times10^{-9}$）异常，原岩中出现 Sn（$>10\times^{10-6}$）、Zn（$>15\times^{10-6}$）、Pb（$>18\times10^{-6}$）、Sb（$>20\times10^{-6}$）、Ag（$>0.01\times10^{-6}$）电吸附异常，原岩或土壤样出现吸附烃综合异常，吸附相态汞出现环状异常，原岩吸附烃及土壤电吸附多元素综合异常区应确认为矿体引起。

第5章 多元地学信息靶区圈定

在对北香地区多元地学信息分析基础上，对本区进行靶区预测与圈定工作。

5.1 靶区圈定区域

以靶区所处的地质环境、异常特征和潜在的找矿价值，特将区内靶区划分为 I 、II 级两类。I 级为已见矿靶区，可进一步开展工程验证及评价工作，II 级靶区为所处地质条件有利，信息量丰富，有望找到矿体的地段。

在物、化探信息分析基础上，综合找矿标志与成矿地质条件分析，目前在北香矿区共圈定找矿靶区四处：其中 I 级找矿靶区一处：I1；II 级找矿靶区三处：分别为：II1、II2、II3（见附图 1）。

5.2 各靶区圈定及其各信息特征

5.2.1 I 级找矿靶区—I1

I1 靶区位于北香的自然村，呈北西向长方形，西起 0 号勘探线，往东出北香矿区，面积约 450×1100m^2。

5.2.1.1 地质特征

靶区处于丹池断裂的北东侧，丹池大背斜南段北东翼北香穹窿背斜轴部，周边出露地层为大厂地区的赋矿层位：中、上泥盆统罗富组、榴江组，岩性为泥质、泥炭质、生物碎屑灰岩、条带灰岩、泥质页岩、结核状泥岩、结晶灰岩及硅质岩等，靶区中心以中泥盆东岗岭组泥岩与泥灰岩互层为主。

靶区正处于北西—南东向丹池构造带的中段、研究区内新发现的口益～花照同沉积断层的上盘，其中北西向组(300° 左右)断裂破碎是主要的赋矿构造。同丹池构造带上的其它矿床一样，I1 靶区具有显著的地壳上隆、形成明显的隆起区，其表现为近东西向背斜褶皱，背斜轴向北西西—南东东，两翼北翼缓，南翼陡，近核部甚至发生直立或倒转，背斜轴向东侧状。背斜轴部发育断裂，两翼均发育次级褶皱和东西向、南北向次级断裂。矿体就是发育于轴部断裂裂隙中。

5.2.1.2 矿化蚀变特征

靶区内目前发现了六条矿脉，均产于北香背斜近核部的北东翼断裂裂隙带中，矿体赋存于中泥盆统罗富组第三段泥质、炭质灰岩夹泥灰岩中，矿体主要呈脉状、细脉状、网脉状，倾向南，倾角 85° 左右，多数沿断裂裂隙分布，局部发现于灰岩层间呈薄层状。矿体多数由多条细脉复合分支所组成，呈雁行分布，相距 5～30 米，走向上延续较好。矿体切穿赋矿岩层，近矿体围岩具有绿泥石化、方解石化、硅化及绢云母化。矿石类型可分为两类：一种以锌为主的锌锡矿石，分布于靶区中带、矿石矿物主要为闪锌矿和锡石；另一种是以铅为主的铅锑矿石，分布于锌锡矿两侧，矿石矿物以脆硫锑铅矿和方铅矿为主。我们对靶区内矿脉进行了成矿元素及伴生组分的初步测定，结果如下表 5-1，从表中我们可以

看出几点明显特征：①本区内锌多金属硫化物 Zn、Pb、Sb、Ag 等元素含量均达到或接近工业品位；②伴生元素 Bi、Ga、In 除了个别 Bi 含量稍高外，均未见到可以综合利用的伴生组分；③Ag 含量普遍高，个别极高（达 3315.95×10-6），应该引起我们对北香乃至于丹池带上找银的高度重视；④Sn 含量低，是否是因为矿体分带性所引起，值得探索，特别是对该靶区内深部隐伏矿体的寻找。

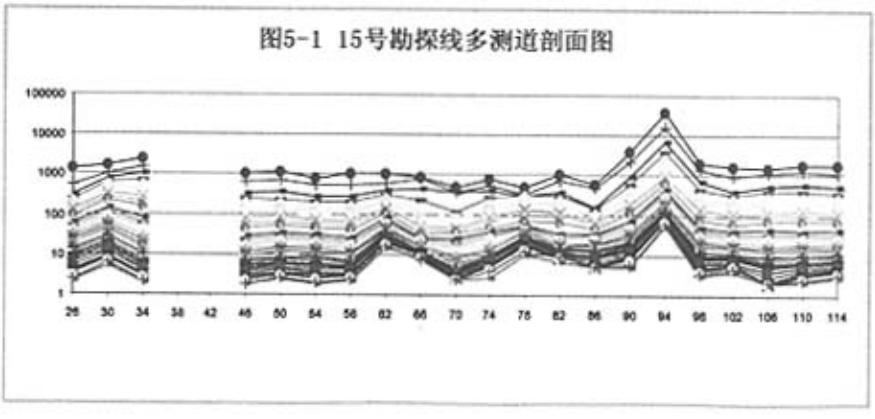
表 5-1 北香异常区矿体成矿元素及伴生组分含量表

矿脉编号	单位（%）					单位（$\times10^{-6}$）				
	Sn	Cu	Zn	Pb	Sb	Ag	Au	Bi	Ga	In
2	0.4	0.23	7.38	1.35	0.80	246.88	0.15	15.0	2	8.0
4	0.8	0.024	4.93	9.28	4.42	60.61	0.034	<0.3	<0.5	1.5
5	<0.01	0.46	4.15	4.30	2.46	3315.95	0.036	<0.3	<0.5	0.5
3	0.81	0.20	19.60	14.57	6.77	378.34	0.29	250.0	3	15
3	0.8	0.048	11.42	15.96	8.05	544.82	0.41	2.0	1.5	1.5

分析者：桂林地矿院测试中心

5.2.1.3 物探异常特征

瞬变电磁测量显示，此区异常展布方向与已知矿体走向一致，呈北西向，在矿体上方低道次显示较好异常，高道次异常明显偏向矿体的倾伏方向(南侧)，并且异常强度比已知矿体 1～6 号上方更强，说明矿体的主体应在目前矿体南方下侧，其重点勘探线如图 5-1 至 5-3 所示：15 号勘探线的 88 号点至 96 号点；19 号勘探线的 74 号点至 90 号点；23 号线的 82 号点至 102 号点（在 82 号点至 102 号点有一个底值区，推测可能为不同的矿层引起）都显示了较强的异常。由于北香村有民宅较多，深部异常中心最强部位正落于村子北侧，考虑村落各种干扰因素，异常中心可能有干扰叠加。因此，正常异常中应位于已知 17 号勘探线已知矿南部。



注：横坐标代表点号；纵坐标代表测道异常值，本次测量共为 40 个测道（以下的多测道图代表形式一样）

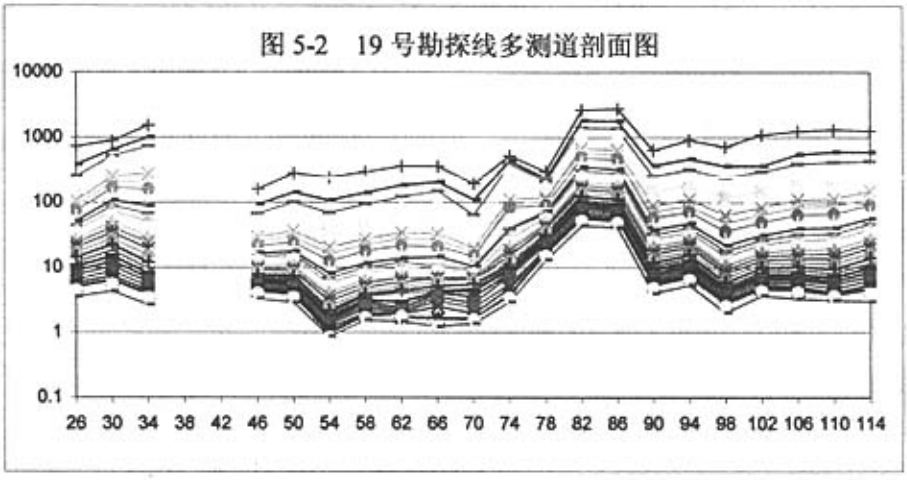


图 5-2　19 号勘探线多测道剖面图

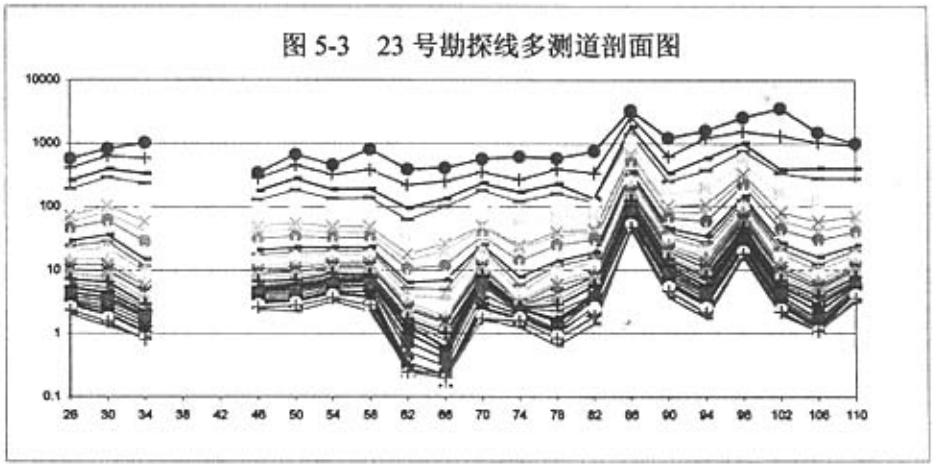


图 5-3　23 号勘探线多测道剖面图

5.2.1.4　化探异常特征

靶区出现电吸附 Pb、Ag、Sb 组合异常，横贯整个测区，异常带轴向 SE—NW，长度大于 2000m，宽度 500m 左右。各元素异常具有明显的浓度分带性，异常带为上述矿体群的综合反映。值得注意的是各元素的异常浓集部位主要分布于 1～3 号矿体群南侧，考虑到 1～3 号矿体的倾向为 SW，上述元素异常浓集带似乎是这些矿体上盘晕的综合反映，但也不排除其深部有盲矿体存在的可能性，值得进一步工作。异常带以铅、银、锑矿化为主，是本区最有找矿意义的远景区。

5.2.1.5　综合评述

该靶区已见到矿化体，其成矿可能性很大，物、化探异常中心处于矿化体偏南(矿化体倾向)，可能为矿化体的深部延伸或脉状矿体下部层状矿体引起，通过与大厂矿区大福楼矿

床包括产出形态、矿物组合、赋矿层位等对比，指出在1~6号矿体深部下泥盆统寻找层状似层状矿，该层状矿应类似于大福楼矿床中同一层位产出的21#、22#矿体。物化探测量结果表明，1~6号矿体倾向的深部确实存在有比上部脉状矿更好的异常，同时在验证坑道中也已发现有细脉、微脉似层状矿体，说明本次多元地学信息分析是有效的，达到了预测矿产资源的目的。

5.2.2 II级找矿靶区—II1

靶区II1位于波强附近，面积约500×800m^2，往寨坪仍有低缓的异常趋势。

5.2.2.1 地质特征

靶区正处于北香穹窿背斜轴部，周边出露地层为大厂地区的赋矿层位：中、泥盆统罗富组第二段，岩性为泥质、泥炭质、生物碎屑灰岩、泥质页岩、结核状泥岩、结晶灰岩等，靶区中心以地表为第四系覆盖。

靶区正处于北西—南东向北香背斜的核部、测区内新发现的口益～花照同沉积断层的上盘，异常中心是第二组北西向组(300° 左右)断裂破碎F3最发育的中段，F3断层中见有明显锡铅锌矿化，因此该断裂破碎带也是主要的赋矿构造。北香背斜其表现为近东西向背斜褶皱，背斜轴向北西西—南东东，两翼北翼缓，南翼陡，近核部甚至发生直立或倒转，背斜轴向东侧状。背斜轴部发育断裂，两翼均发育次级褶皱和东西向、南北向次级断裂。该靶区就位于这出露范围有限的北香背斜核部。

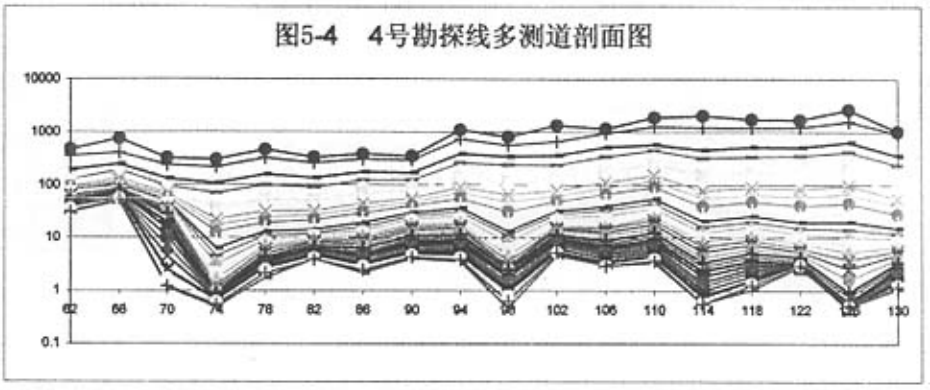
5.2.2.2 矿化蚀变特征

靶区内目前发现了含矿F_3断裂破碎带，F_3基本上产于北香背斜核部中心位置，探槽中锡铅锌品位虽然均未达到工业品位，但矿化已非常明显，锡、铅、锌最高含量分别达到0.08%、0.75%、0.87%。在波强东侧采石场见有方解石脉极为发育，并且有弱的绿泥石化、硅化。

虽然地表矿化蚀变特征所提供的深部线索有限，但由于该靶区地质位置十分有利于成矿，因此该靶区意义特别重大。

5.2.2.3 物探异常特征

靶区南部及中心各出现一个瞬变电磁异常中心，即图5-4中62～70号点和78～94号点(北部102～110号点是北香异常的北西延长)，异常峰值仅比I1靶区内的瞬变电磁异常峰值略低，但比北香1～6号矿体上方异常值明显偏高。并且该异常附近没有其它干扰因素存在，推断该异常可能矿致异常。



5.2.2.4 化探异常特征

电吸附以 Sn 异常为主，局部出现 Ag、Pb、Cu 等元素异常，各元素异常均具有明显的浓度分带性。值得注意的是 Sn 异常以及其它元素异常的浓集部位均 F3 断裂破碎带的两侧。该异常区可能以锡矿化为主，是本区具有一定找矿意义的远景区。

5.2.2.5 综合评价

II1 靶区成矿条件良好，具有物探、化探综合异常，异常中心出现贯穿异常区的含矿断裂破碎带 F_3，因此推断该靶区深部成矿可能性很大。

5.2.3 II 级找矿靶区—II2

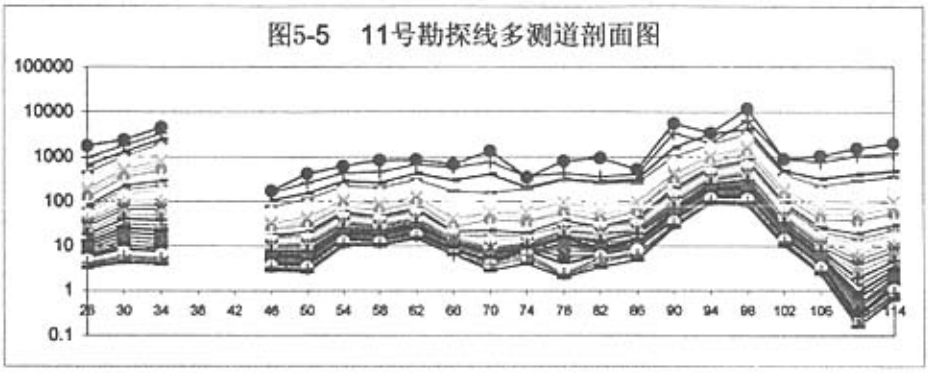
靶区 II2 位于莫四村东侧偏北，2 号至 27 号勘探线 52～66 号点之间。

5.2.3.1 地质特征

II2 靶区位于南华～路逢同沉积断层上盘，出露地层为上泥盆统榴江组硅质岩和中泥盆罗富组中上段灰岩、泥灰岩。靶区的东南侧在中泥盆东岗岭中上段灰岩、泥灰岩地层中出现 150×300m^2 典型同沉积角砾岩，该同沉角砾岩中甚至发现少许黄铁矿胶结物。异常区内探槽中及异常南侧出现有明显的黄铁矿化，铅锌含量也明显偏高，同时方解石化非常发育。

5.2.3.2 物探异常特征

异常中心出现一个峰值适中的瞬变电磁异常，范围 200×300m^2，多测道图中 20 道与 30 道平面等值线图显示异常趋势比低测道的更好些，说明该异常具有一定的深度，图 5-5 中 52～66 点异常为该异常的反映。



5.2.3.3 化探异常特征

电吸附异常以 Sn、Cu、Zn、Pb 为主的组合异常，各元素异常均具有明显的浓度分带性。推断该综合异常区可能是锡、铜、锌矿化引起。

5.2.3.4 综合评价

II2 靶区具有地质、物探及化探综合异常，靶区成矿条件良好，推测该综合异常为深部硫化物引起。结合物、化探异常，对比大厂矿田的巴力—龙头山矿床的地质特征,发现该部位与大厂矿田的巴力—龙头山矿床的 100 号矿体产出位置有很大的相似性。

5.2.4 II 级找矿靶区—II3

靶区 II3 出现在拉岜至纳毛之间，东西长 180 米，南北 400 米。

5.2.4.1 地质特征

II3 靶区出现位置正处于北香背斜轴的北西端，口益～花照同沉积断层与大山塘～拉十四同沉积断层的交汇处，含矿构造破碎带 F10 及 F3 也交汇于该区附近，靶区中心为北香背斜北东缓翼中次级向斜核部，向斜核部出露地层为中泥盆统罗富组第三段页岩、结核状泥岩夹泥质灰岩透镜体，南北两侧出露罗富组第二段泥岩、炭质灰岩夹泥灰岩。靶区内构造裂隙发育，裂隙走向以北西向和东西向为主，围岩中见方解石细脉发育，在靶区东部见铅锌石脉矿化，旧坑道中也探采到铅锌矿化体(由于是多年旧硐，本次工作未能进硐勘查)，从地表构造及旧硐废碴看，靶区内矿化以铅锌为主，矿化体内 Pb+Zn 在 2～5%之间，矿化体走向为东西向。

5.2.4.2 物探异常特征

II3 靶区中心出现瞬变电磁异常，异常第 20 道峰值达到 180μ v/A,范围 200×200m^2，往南直至波强异常区一直出现低缓异常。

5.2.4.3 化探异常特征

化探电吸附 Sn、Pb、Zn、Ag、Cu 出现低缓的综合异常，异常中心在 II3 靶区的西南或西北部。

5.2.4.4 综合评价

II3 靶区构造条件良好，有铅锌矿化，出现物化深部异常，推测深部可能有铅锌矿体。

结语

本文以北香地区成矿地质背景为基础，应用地质学、地球化学、地球物理学等学科的技术，方法和理论，研究北香矿区的成矿地质条件和成矿规律，集地(质)、化(探)、物（探）等多元地学信息为一体，从多方位来解读北香矿区的成矿规律，运用多元地学信息预测成矿，在系统总结了综合找矿信息的基础上，圈定靶区，为下一步找矿指明方向。本次研究工作取得了如下主要成果和认识：

1、北香正处于丹池成矿带上的地壳隆起区、北西向的丹池构造带与东西向、北东向构造的交汇部位；成矿地质条件好，是寻找银锌锡多金属矿床的良好地段。

2、通过地质实地调研，发现并厘定了北香地区两组同沉积断层：北西向的南华~路逢断层、口益~花照断层和北东向的大山塘~拉十四断层。

同时提出同沉积断层控制北香地区容矿构造的生成、矿体空间分布、形态特征，也控制着泥盆系沉积相，北西向同沉积断层及其上盘一系列次级断裂带又是一个对矿化富集与矿体定位起着重要作用的剥离断层系统。

3、在对北香矿区岩性、矿体产出构造部位、矿石矿物组合及矿体空间分布特征进行系统分析对比，发现北香矿区地质特征与大厂矿田的大福楼矿床、长坡-铜坑矿床均存在极大的相似性，其矿床产出模式应与大厂矿田大福楼矿床、长坡-铜坑矿床相同，为“上脉下层”产出模式。

4、通过对北香矿区进行地质信息分析，并与丹池带典型矿床矿体赋矿岩层及控矿因素进行统计对比，提出北香矿区矿床受岩性与构造双重控制，成矿地质条件好，深部找矿潜力大。

5、基于对野外岩矿物性的测试分析和化探实验性剖面结果，本区物化探信息分析采用物探 TEM 法、化探电吸附新方法作为提取主要手段。物、化探测量结果表明在北香矿区确实存在明显的异常，且物、化探异常位置叠加良好，特别是物探异常，显示深部异常比浅部异常更明显，同时也为本文矿床产出模式的提出提供了有力证据。

6、在系统总结找矿信息的基础上（地质、物、化探等 6 种找矿标志），结合成矿地质条件分析，叠加圈定的物、化探异常信息，运用多元地学信息分析，通过计算机 GIS 平台，在北香矿区共圈定找矿靶区四处：其中 I 级找矿靶区一处：I1；II 级找矿靶区三处：分别为：II1、II2、II3（见附图 1），I1 号靶区于 2005 至 2006 年度通过工程验证，在 1 号矿脉的的下部已见到了层状、似层状矿体（相片 1-4、1-5），说明这次多元地学信息预测是合理有效的，对以后的找矿具有一定的指导性意义。

.通过本次研究工作，笔者深深体会到，提高地质人员的业务素质，将理论知识和实践相结合，通过生产实践使理论知识得到深刻理解和消化吸收是十分必要的。只有通过学习新理论、新技术、新方法，运用综合找矿方法来指导野外生产工作，充分发挥地质理论的优势、技术方法的优势和成矿信息处理的优势，是当前寻找隐伏矿，发现新矿床的重要途

径。

关于北香矿区的预测研究，由于笔者的水平有限，时间仓促、经费有限，还存在许多不足之处：如目前在北香矿区矿床成因研究方面，对一些地质现象做了推测及判断，对该区的成矿作用的物质来源没有做测试分析，对其成因仍须作进一步分析研究，；对是否存在深部的花岗岩体同样有待进一步证实等，只有这样才能更好的把握其成矿规律，为今后的找矿提供更确切的理论依据。

致谢

本论文从开始到完成，得到了喻亨祥教授和何国朝高工的无私帮助，所有设计思路以及具体工作均在喻老师的指导下进行，在此表示深深感谢。同时，特别惠谢何国朝高工对本文的精心指导。另外，在工作中，还得到桂林矿产地质研究院的周奇明高工、徐诗春工程师、徐庆鸿高工等同志的大力协助。此外感谢女友刘莎在我的日常学习中、生活中给予的无私帮助。审稿阶段喻亨祥教授给予了无私细心的指导，对本论文的最后定稿起到了决定性作用，在此表示特别的感谢。另外还对桂林矿产地质研究院在我野外工作中给与了大力支持并对部分样品的测试提供了经费的支持表示由衷的感谢，最后还要感谢我的家人是他们的默默奉献使我顺利完成三年的学习。

时光匆匆，转眼三年又要过去了，回顾这紧张而又艰难的学习历程，真可谓感慨万千。三年来，得益于老师的教诲、朋友的关心和帮助以及家人的理解和支持，才使本人的学业得以顺利完成，在这三年里，本人不仅学到了丰富的专业知识，而且变得更加理智和成熟。再次感谢关心和支持我的老师、同学和朋友们。

本文是在大量前人工作基础上对矿区进行的探讨的，由于工作水平有限，论文难免有错误之处，敬请批评指正。

参考文献

[1] 余阳先，秦德先等，大厂长坡一铜坑锡多金属矿床地质特征[J]，矿产与地质，2004，5(18)455～459

[2] 何国朝，广西河池北香银多金属矿床同沉积断层发现[J]南方国土资源，2004，11（23）52～54

[3] 韩发、孙海田，Sedex型矿床成矿系统[J]，地学前缘，1999，3（6）139～153

[4] 雷良奇，广西大厂超大型锡—多金属矿的成矿机理[M]，广西师范大学出版社，1998

[5] 张起钻，广西大厂超大型锡多金属矿床同位叠加成矿作用[J]，有金属矿产与勘查，1999，8（6）482～529

[6] 张起钻，广西大厂锡多金属矿田100号矿体地质特征及成矿机理探讨[J]，矿产与地质，1999，13（74）324～329

[7] 周奇明，电吸附找矿方法寻找隐伏金矿的研究[J]，矿产与地质,1996,10(3)

[8] 何国朝，广西河池北香银多金属矿床同沉积断裂的厘定及其控矿意义[J]地质与勘探 2005，8（4）

[9] 蔡明海,梁 婷等，广西丹池成矿带构造特征及其控矿作用[J]地质与勘探[J]地质与勘探 2004，6（40）5～10

[10] 蔡明海,梁 婷等 桂西北丹池成矿带花岗岩地球化学特征及其构造环境[J]大地构造与成矿学，2004，8（28）306～313

[11] 赵财胜，广西大厂锡矿成因研究综述[J]，世界地质，2000，19（3）

[12] 姚晓梅，丁悌平，广西大厂锡多金属矿床硅质岩和层状矿体氧硅同位素研究[J]，地球学报，1994，1-2：124～130

[13] 毛景文、宋叔和、陈毓川，桂北地区为成岩系列和锡多金属矿床成矿系列[M]，北京科学技术出版社，1988

[14] 陈毓川，黄民智、徐珏等，大厂锡石---硫化物多金属成矿带地质特征及成矿系列[J]地质学报，1985，59（3）228-240

[15] 韩发、哈钦森，大厂锡多金属矿床热液喷气沉积的证据---含矿建造及热液沉积岩，矿床地质1990，第9卷，第4期，309-324

[16] 秦来勇,秦德先，广西大厂细脉带锡矿体富集规律及隐伏矿体预测[J]华南地质与矿产，2005，第1期，24-30

[17] 何国朝、秦来勇、伍静等，广西河池市北香银-锌多金属矿床地质特征[J]，矿产与地质，2005，20（6）：608-611

[18] 张国林、蔡宏渊，广西大厂锡多金属矿床成因探讨[J]地质论评，1987，33（5）：426—436

[19] 王钟，广西大厂锡多金属矿田综合找矿模型[J]桂林冶金地质学院学报，1994，14(3)：312—319

[20] 涂光炽，试论非常规超大型矿床物质组成、地质背景、形成机制的某些独特性[J]，中国科学

（D辑），1988，28（增刊）1-6

[21] 涂光炽，中国层控矿床地球化学［M］，科学出版社，1984.1

[22] 雷良奇，大厂长坡锡多金属矿床成因［J］矿床地质，1986，5（3）

[23] 李人科、络良羽、李泽世等，广西锡矿［M］，地质出版社，1993

[24] 邓金灿等，广西巴力---龙头山100号锡多金属矿床成矿物理化学环境研究［J］，矿产与地质，2001，15（83）：167-171

[25] 王桂琴，宋慈安、罗先熔，长坡锡多金属矿床原生带状分布及其形成机制[J]矿产与地质，2001，15（85）：324—328

[26] 廖宗廷，周祖翼等，广西大厂泥盆系浊积岩和硅质岩的特征［J］，地质找矿论丛，1994，19（2）：1-9

[27] 雷良奇，大厂层状含锡硫化物矿化特征及成因分析［J］，广西地质，1986.2

[28] 郑庆鳌、杨涤生，云南个旧锡多金属成矿演化与成矿模式［J］，有色金属矿产与勘查，1997，6（2）：82—87

[29] 王登红，陈毓川，陈文等，广西南丹大厂超大型锡多金属矿床的成矿时代[J],地质学报，2004，1（78）：132-137

[30] 高计元，大厂锡石多金属硫化物矿床铅同位素演化及其矿床成因的意义［J］，地质地球化学，1999，27（2）38-43

[31] 陈毓川，黄民智，大厂锡矿地质［M］，地质出版社，1993

[32] 陈洪德，广西丹池晚古代沉积盆地的演化及控矿作用［J］，成都地质学院学报，1988，15（4）：68-78

[33] 黄汲青，中国及邻区特提斯海的演化［M］，地质出版社，1987

[34] 王东坡、何起祥，大陆裂谷沉积特征及含矿性［J］，世界地质，1987，6（5）：205-221

[35] 周怀阳、徐克勤、叶俊，广西大厂层控锡石硫化物多金属矿床的地质特征及形成机制的探讨[J]，南京大学学报（自然科学版），1987，3：533-544。

[36] 曾允孚、刘大均，华南右江盆地的沉积构造演化［M］，地质出版社，1993

[37] 徐新煌、蔡建明、陈洪德等，广西丹池矿带锡—多金属矿床地球化学特征及成矿作用［J］，成都地质学院学报，1991，18（4）：12-25

[38] 周奇明、赵有方，利用室内电提取法寻找隐伏矿床的试验［J］物探与化探，2001，25（3）

[39] 韩发、赵汝松、沈建忠、Richard W.Hutchinson等，大厂锡金属矿床地质及成因［M］，地质出版社，1997

[40] 章振根、李锡林、林学农、莫少剑，大厂矿田地质地球化学及成矿作用研究报告（中国科学院地球化学研究所内部报告），1985年

[41] 蔡宏渊,张国林，试论广西大厂锡多金属矿床海底火山热泉(喷气)成矿作用［J］，矿产地质研究院学报.1983,1(4):13~21

[42] 张平，长坡锡矿床成矿规律与隐伏矿体的找矿勘探［J］，地质与勘探，1983 (3):30~34

[43] 陈毓川、王登红，广西大厂层状花岗质岩石地质、地球化学特征及成因初探［J］.地质论评，1996，42(6):523－－530.

[44] 李锡林，章振根.大厂矿田分散元素的分布特征及地球化学［J］地质与勘探，1981 (7):19－25

[45] 涂光炽..锡和铅锌成矿作用的若干问题［J］地质与勘探，1984 (3):7-10

[46] 陈骏，论华南层控锡矿的地质特征与形成机制［J］，地质论评. 1988：34 (6):524-531

[47] 蒋少涌，陈洪德.大厂锡多金属矿床地质及成因[M].北京:地质出版社,1997:1-213

[48] 廖宗廷.大厂花岗岩 Sn、Cu、Zn 的分配规律及成矿性评价[J]. 同济大学学报,1994,22(2)

[49] 许跃初，刘雨，孔树林，广西大厂矿田矿床地质条件与成矿模式研究[J]，矿业快报，2007 1(1):74-83

[50] 秦德先,谈树成,范柱国，黎应书等，个旧--大厂地区地质构造演化[J]，矿物学报第 24 (2):117-123

[51] 庄永秋,王任重等.云南个旧锡多金属矿床[M].北京:地震出版社,1996.108-124

[52] 严云秀，叶绪孙，广西中生代花岗岩成因及其成矿专属性的初步探讨[J]，地球化学,1982(2):173-181

[53] 陈洪德,曾允孚,李考全.丹池晚古生代盆地的沉积和构造演化[J].沉积学报,1989,7(4):85-96

[54] 涂光炽.关于超大型矿床的寻找和理论研究[J].矿物岩石地球化学通讯,1989,3:163-168

[55] 罗德宣,张起钻,廖宗廷.大厂锡矿田海底热水沉积!后期岩浆热液 叠加改造成矿的依据[J].矿产与地质,1993,7(5):313-319

[56] 裴荣富,毛景文.锡矿床研究新进展述评[J].矿床地质,1989,8(2):91-94

[57] 侯增谦,莫宣学.现代海底热液成矿作用研究及发展方向[J].地学前缘,1996,3(3/4):263-27

[58] 陈先沛,高计元,陈多福等.热水沉积作用的概念和几个岩石学标志[J].沉积学报，1992,10(3):124-132

[59] 秦来勇,何国朝等，广西北香银多金属矿床成矿地质条件与找矿潜力分析[J].地质与勘探.2007，43 (1)：32-36

[60] 陈骏,周怀阳,吴厚泽等.广西大厂沉积-热液叠加型锡矿床的成矿模拟实验[J].桂林冶金地质学院学报,1989,9(4):380-385

[61] 涂光炽.与花岗岩类有关的成矿作用[J].中国科学院地球化学研究所年报.1984

[62] 韩发，沈建忠，哈钦森 RW，大厂锡多金属矿床同生成因的标志矿物[J].1993,12(4):330-337

[63] 韩发,赵汝松,等.大厂锡多金属矿床地质及成因[M].北京:地质出版社,1997

[64] 邹兆典.深断裂控岩控矿问题探讨[J]，广西地质,1998,11(2):1-5

[65] Huctchinso R W . Volcanogenic sulfide dedeposits and their metallogenic significance[J]. EconGeol, 1973,68(8):223-246

[66] Willner A P. Tourmalinites from the stratiform peraluminous metamorphic suite of the Central Namaqua mobile belt(South Africa) [J].Mineralium Deposita,1992,27:304-313

[67] Bertine K K Keene J B. Submarine barite-opal rocks of hydrothermal origin[J],Science,

1975, 188:150-152

[68] Bralia A, eta. Arevaluatio of the Co/Ni ration in pyrite asgeochemical tool in ore genesis problems [J] Mineralium Deposita, 1979, 4(3):202-209

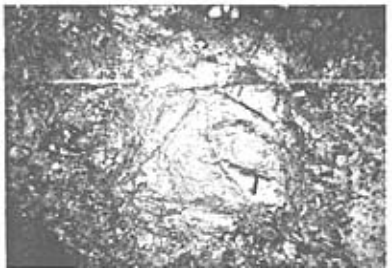
[69] Talor S R, et al. The continental crust: Composition and evolution.Blackwell Scientific Publication, 1985.

[70] McClay K R. Extensional fault system in sedimentary basins: a review ofanalogue model studies. Marine and Petroleum Geology, 7(1):53-69.

[71] M.S.Roddy. k-metasomatism and detachment-related mineralization,Harcuvar Mountains, Arizona. Geo-logical Society of America Bulletin ,1988,vol.100.

[72] Viereck L G, et al. The principles for the source composition of mantle-derived igneous rocks and the nature of the mantle source region of the Emeishan basalts. Acta Geological Sinica.

图版 1



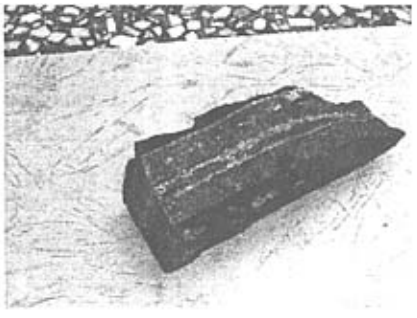
照片 1-1 泥岩球状风化 板宁村北



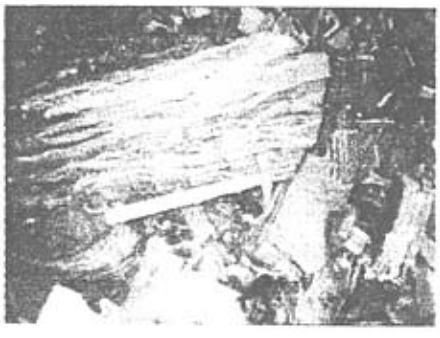
照片 1-2 北香地区断在石炭系中断层崖



照片 1- 3 同沉积角砾岩 波强西

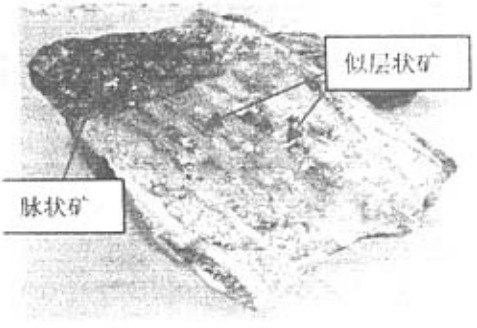


照片 1-4 1 号靶区工程验证见的似层状、层状矿体



照片 1-5

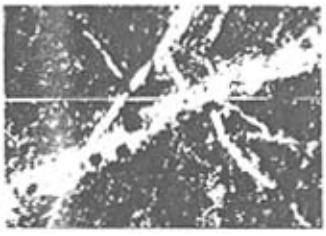
靶区 I1 工程验证见的似层状、层状 1 号矿体



照片 1-6

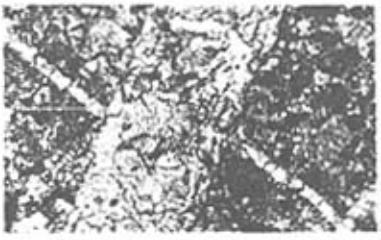
靶区 I1 脉状矿与似层状矿的两期矿石 2 号矿体

图版2



薄片 1-7（单偏光，10×4）

石英脉多期活动特征



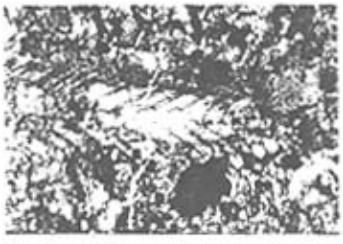
薄片 1-8（单，10×4）

两组方解石脉



薄片 1-9（单，10×4）

生物碎屑化石



薄片 1-10（单，10×4）

生物化石及鲕粒



薄片 1-11（正交，10×4）

生物碎屑被方解石交代



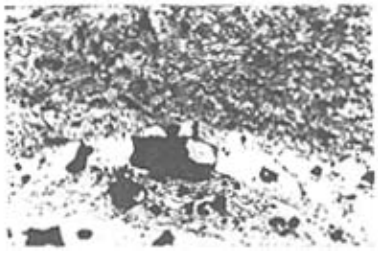
薄片 1-12（正交，10×4）

生物羽状化石



薄片 1-13

方解石脉中矿体



薄片 1-14

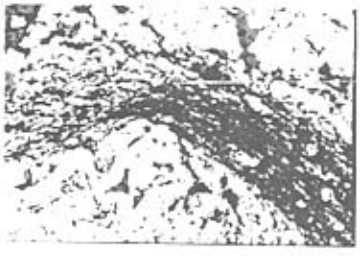
石英脉与矿脉共生及围岩流动构造

图版3



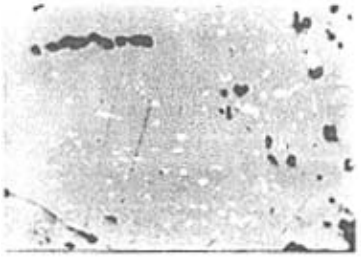
光片 1-15（单10×4）

细层状脆硫锑铅矿中自形黄铁矿



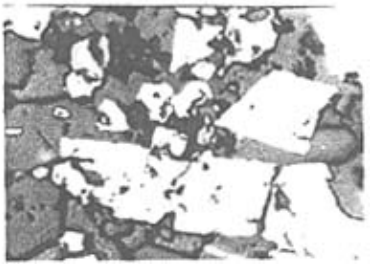
光片 1-16（单10×4）

黄铁矿流动构造



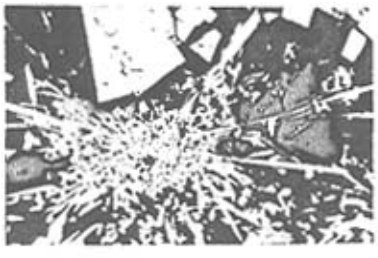
光片 1-17（单10×4）

脆硫锑铅矿交代闪锌矿



光片 1-18（单10×4）

闪锌矿交代条砂



光片 1-19（单10×4）

放射（针）状脆硫锑铅矿



光片 1-20（单10×4）

脆硫锑铅矿交代黄铁矿

个人简历、申请学位期间的研究成果及发表的学术论文

一、 个人简历

伍静，男，瑶族，1978年8月16日出生，湖南永州人，1998-2002年就读于桂林工学院资源勘查工程专业；2002.7-2004.9在桂林矿产地质研究院工作，2004 年考取桂林工学院构造地质学专业，攻读硕士学位。

二、 申请学位期间参加的科研项目

1. 国家项目：

（1）中央财政补助地方勘查项目，<广西河池市北香地区银锌锡多金属矿普查>

2. 横向项目：

(1) 2003.7-2004.11 西藏当雄县拉握铅锌铜多金属矿综合找矿研究，负责了地质填图及化探新方法的找矿工作，并在硕士导师的指导下参与了整个报告编写。

（2）2004.12-2005.2 作为项目第一负责人完成了柳州华锡集团铜坑矿区的GIS图形建库属性挂接项目。

（3）2006.5-2006.11 作为项目技术负责完成了钦州那必锰矿详查并编写了报告(在普查的基础上工作)，并通过了广西国土资源厅的评审

三、申请学位期间发表的论文

伍静，喻亨祥，广西田林县利周那坪银铅锌矿地质特征，中国科技信息

刘延勇，喻亨祥，何国朝，伍静，刘建军，西藏当雄县拉屋铜锌矿床吸附烃测量找矿试验，桂林工学院学报，2005/04。

广西河池市北香矿区多元地学信息综合靶区圈定图

100 0 100 200 300 400m

