

## 摘 要

雄黄是我国特有的砷矿资源，单一的雄黄矿是一种很少见的矿床，前人对雄黄矿床的特征和成矿条件研究很少。本文首次在总结石门雄黄矿床地质特征的基础上，对矿区及其外围进行了成矿预测研究，并提出了可供地质详查的范围。文章注重成矿理论与勘查生产实践相结合，将读研期间所掌握的知识直接服务于地质项目，取得了很好的成效。

本次研究工作是在充分收集前人地质工作成果的基础上，认真总结了石门雄黄矿床的地质特征，并通过对所获地质、遥感、物探、化探等各方面信息的综合研究与深入分析，对石门雄黄矿区及其外围进行成矿预测，为地质勘查工作提供可靠的靶区和理论指导，并提出在本区域寻找雄黄矿应以前人地质资料的二次开发为基础，实行综合找矿的思路，可以减小投资风险，极大地提高找矿效果。

本文对于了解石门雄黄矿床的地质特征、控矿因素及矿床成因，继而进行成矿预测，运用综合找矿方法寻找新的雄黄矿资源具有理论指导意义。通过研究，文中提出了 17 个成矿预测远景地段，包括 4 个 I 级远景区、5 个 II 级远景区和 8 个 III 级远景区，其中有 3 个 I 级远景区为地质调查工作时钻孔所证实，预测的矿石资源量达 20 万吨，对于扩大我国砷矿资源储备、延长老矿山的的服务年限、促进地方经济发展具有重要的现实意义。

**关键词** 雄黄，雌黄，石门，中低温，热泉，成矿预测

## ABSTRACT

The realgar is a peculiar arsenic ore resources to our country and the single realgar ore mineral deposit is very rare. There were very little research about the characteristic of the realgar mineral deposit and condition of mineralizing. In this paper based on the summarizing of geological characteristic of Shimen realgar mineral deposit, the mineralization prediction of the mining area and its periphery was researched and the useful area which is suitable for geological detailed surveying was proposed for the first time. This article paid attention to the combination of mineralization theory and practical perambulation, applied the theory knowledge in the real project directly, and obtained well effect.

This study summarized the geological characteristic of Shimen deposit based on the fully collecting of the predecessor's achievements, predicted the mineralization for the mining area and its periphery and supplied reliable mineralization target area and played as guidance for company to do further geological perambulation, by synthetic researching and thorough analyzing many kinds of information which are the geology information, the remote sensing information, the physical prospecting information and the chemical prospecting information. In order to reduce the risk of investment and enormously enhance the prospecting effect, we proposed that searching realgar mine should base on the further development of predecessor's achievement and apply synthetical prospecting methods.

This article is singificative for understanding the Shimen deposit's geological characteristics, understanding the controlling factors of

mineralization, predicting the mineralization location and for applying synthetical prospecting methods to searching new realgar mine resource. In this paper, 17 advantageous areas were indicated, which including 4 first class mineralization areas, 5 second class mineralization areas and 8 third class mineralization areas. Among these areas 3 first class areas have been confirmed by drilling projects during geological investigation period, and have been predicted the amount of ore would be reach 200,000 tons. This achievement has important practical significance for enhancing the reserve of arsenide, for extending the life of the old mine and promoting the economy development of the local government.

**KEY WORDS** realgar, orpiment, Shimen, low-middle temperature, themal spring, mineralization prediction

## 附图

图号	图 名	原图比例尺
1	湖南石门雄黄矿区域地质图	1:100000
2	湖南石门雄黄矿区及外围地形地质与研究程度图	1:2000
3	石门雄黄矿区及外围西部地形地质图	1:2000
4	石门雄黄矿区外围东部柷桥地段地形地质图	1:2000
5	湖南石门雄黄矿区综合地层柱状图	1:1000
6	湖南石门雄黄矿区及外围成矿预测图	1:10000
7	石门雄黄矿区西外围 A—A' 实测地质剖面图	1:2000
8	石门雄黄矿区东外围 B—B' 实测地质剖面图	1:2000
9	石门雄黄矿区外围 203 线地质剖面图	1:1000
10	石门雄黄矿区外围 98 线地质剖面图	1:1000
11	石门雄黄矿区外围 206 线地质剖面图	1:1000

## 原创性声明

本人声明，所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了论文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得中南大学或其他单位的学位或证书而使用过的材料。与我共同工作的同志对本研究所作的贡献均已在论文中作了明确的说明。

作者签名：舒国文 日期：20年4月20日

## 关于学位论文使用授权说明

本人了解中南大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留学位论文，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以采用复印、缩印或其它手段保存学位论文；学校可根据国家或湖南省有关部门规定送交学位论文。

作者签名：舒国文 导师签名：胡祥明 日期：20年4月20日

# 第一章 绪论

## 1.1 研究目的、意义

雄黄、雌黄是提炼砷的主要矿石矿物，也可用作中药，属于国家经济建设急需且经济价值较高的矿种，广泛应用于医药、农药、冶金、防腐、制革、玻璃、军用毒药、弹头、烟火等行业。

雄黄是我国特有的砷矿资源，其它国家尚未发现单一的工业矿床。截至 2003 年底，我国已探明的雄黄矿保有储量为 40.15 万吨，矿石平均品位 16.06%。雄黄富矿资源主要分布在湖南石门磺厂、云南南华龙潭及西藏昌都等地，其次分布于广西河池、贵州思南、惠水、河南卢氏及陕西宁陕等地。石门雄黄矿是我国目前发现的质量最佳的特大型雄—雌黄矿床，也是我国药用雄黄的生产基地<sup>[1]</sup>。

湖南石门磺厂雄黄矿是世界著名的特大型雄—雌黄矿床，据史书记载，矿区采矿历史悠久，距今已有 1500 余年。建国后建设成国有矿山，现已具备探、采、选的综合生产能力。由于矿山长期连续生产，特别是近三十年来市场需求旺盛，采矿业飞速发展，目前唯一生产的一号窿矿体已采至 -370 米标高，垂深达 550 米，斜深达 800 余米。矿山现已处于回采阶段，探明储量所剩无几，资源濒临枯竭。为了延长矿山寿命，保证我国药用雄黄和外贸出口创汇的需要，对有利成矿地质条件的一定范围进行成矿预测研究、在老矿区及其外围寻找新的雄黄矿接替资源已迫在眉睫。

本次研究工作主要目的是：在充分收集前人地质工作成果的基础上，对石门雄黄矿区周边具备雄黄成矿条件的一定范围，通过对搜集的遥感解译信息、物化探信息和各种地质信息进行综合分析，总结出石门雄黄矿床的地质特征，对矿区及其外围进行成矿预测，为今后的地质勘查工作提供较可靠的靶区和理论指导，以减小投资风险，提高找矿效果。本研究工作直接为地质勘查服务。

单一的雄黄矿是一种很少见的矿床，前人对其特征的总结和成矿地质条件的研究成果不多。开展本项研究工作，对于了解雄黄矿床的地质特征、控矿因素及矿床成因，继而进行成矿预测，运用多种地质工作手段寻找新的雄黄矿资源具有较深的理论指导意义；对于扩大我国砷矿资源储备、延长老矿山的的服务年限、促进地方经济发展都具有十分重要的现实意义。

## 1.2 研究区的范围、交通位置及自然地理经济概况

### 1.2.1 研究区范围

本次研究范围为石门雄黄矿区及其外围：西起慈利县国太桥乡对凹峪，东至石门县白云乡枫桥，东西长约 14.5 公里，南北宽约 2.2 公里。地理坐标为：东经  $110^{\circ} 58' 45'' \sim 111^{\circ} 09' 15''$ ，北纬  $29^{\circ} 38' 00'' \sim 29^{\circ} 39' 15''$ 。研究区面积约 31 平方公里。

### 1.2.2 交通位置

研究区位于石门县城西偏北约 30~45 公里，行政辖属湖南省常德市石门县白云乡和张家界市慈利县国太桥乡，省道 S303 线由东向西横贯该区，枝柳铁路和长石铁路在石门县城交汇，交通非常便利（图 1-1）。

### 1.2.3 自然地理经济概况

本区地处武陵山脉北西部的低山~丘陵区，山脉近东西走向，地势西高东低，最高海拔 444.5 米，最低 161 米，一般相对高差 200 米。区内水系发育，溪流呈梳状分布，流经工作区的小河主要有黄水，向北 7 公里汇入澧水支流溇水河，地表水体主要有位于东端的南溪水库及一些小塘坝。

区内岩石风化强烈，表土覆盖较厚。植被发育，通视条件差。

本区属亚热带湿润季风气候，全年平均气温  $16.7^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 1367 毫米。

区内有高压电线通过，能源丰富。居民主要种植水稻，副业有柑桔、油茶及林业。劳动力有富余，年轻者多外出沿海城市打工。区内有石门雄黄矿和白云水泥厂等企业，但地方经济欠发达。

## 1.3 课题来源及完成的主要工作量

本研究课题来源于一个国土资源大调查项目。2002 年，笔者考入中南大学攻读工程硕士的同时，原所在单位（中化地质矿山总局湖南地质勘查院）承担了一个国土资源大调查项目——“湘西北高效益非金属矿评价”（以下简称地质调查项目）。笔者作为该项目的技术负责人，从立项到完成调查成果全程主持了项目技术工作，因而得以以该地质调查项目为基础，将所掌握的矿床实际情况及调查评价时所作的地质工作资料充分运用到本研究课题中来，再结合论文编撰期间在中南大学进一步深造所学习到的新的地质勘查技术和理论、方法，通过有针对性的选题和资料搜集，在导师和其他有关专家的指导下，查阅和分析了大量的地质及矿山生产资料和科技文献资料，进行认真总结和综合研究，完成了本课题。

本次研究工作的主要过程是：全面搜集前人地质资料和矿山生产资料，充分利用地质调查项目取得的找矿成果（如采用地质、物探、化探、遥感及计算机信息处理等手段获得的各种数据信息资料），进行深入全面的研究和总结，对研究

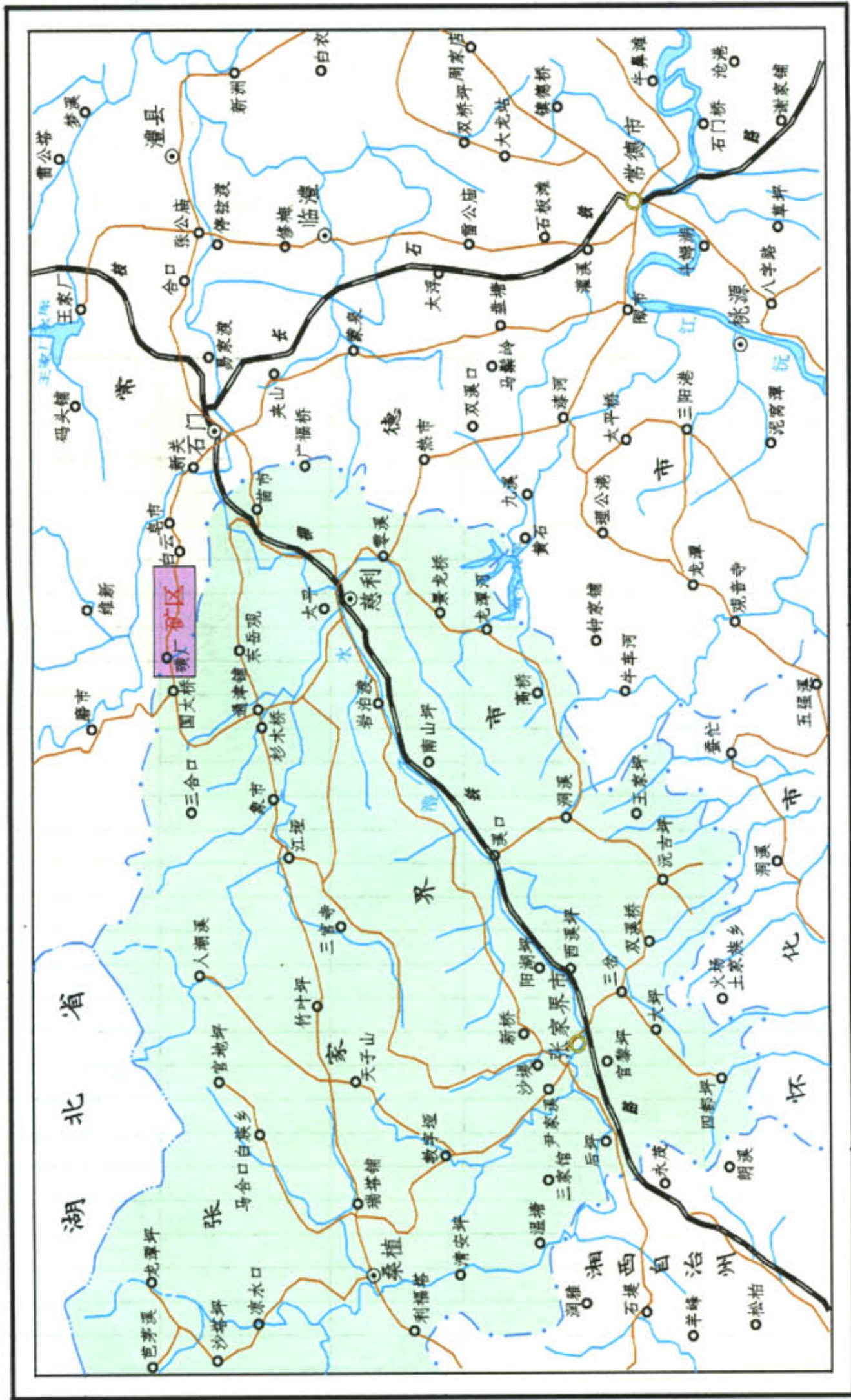


图 1-1 石门雄黄矿区交通位置图 (1:800000)



区进行大中比例尺雄、雌黄成矿预测,圈定三级成矿远景区,并对 I 级远景区进行资源量预测,为寻找隐伏矿体,扩大雄黄、雌黄矿资源/储量提供依据。

笔者在主持该地质调查项目时,借助国家财政拨款和所在单位的技术力量,根据中国地质调查局下达的项目任务书和经评审认定的设计书,以中国地质调查局地质调查项目管理制度和国家及行业的现行技术标准、规范、规程为依据,认真组织开展项目野外工作,对评价区实施了地质测量、遥感、化探、物探、槽井探和钻探等勘查手段,于 2003 年 12 月提交了地质调查评价报告。针对石门雄黄矿区的地质调查及本次研究所完成的主要工作量见表 1-1<sup>[2]</sup>。

表 1-1 完成主要工作量一览表

项 目		单位	地质调查 完成工作量	本次研究 完成工作量
地质填图	1:2000 修测	km <sup>2</sup>	4.54	
	1:10000 简测	km <sup>2</sup>	18	13
地质剖面测量	1:1000	m	5357.6	
遥感地质解译	1:50000	km <sup>2</sup>	1200	
	1:10000	km <sup>2</sup>	40	
化 探	1:10000 岩石测量	km <sup>2</sup>	18	
	1:2000 岩石测量	km <sup>2</sup>	0.92	
	1:50000 土壤测量	km <sup>2</sup>	4.9	
物 探	1:2000 激电中梯	km <sup>2</sup>	1.448	
	激电测深	点	19	
槽 探		m <sup>3</sup>	1895	
浅 井		m	173	
钻 探		m	1206.74	
采样与分析	基本分析	件	78	
	组合分析	组	10	
	体重测试	件	32	
	全分析	件	12	
	岩矿鉴定	件	30	
实地调查	矿山	个		1
	矿点	个		6
	地勘与科研单位	个		4
	主管部门	个		3
收集查阅 资料	地质报告	份		3
	研究报告	份		2
	工作总结	份		2
	矿山开采资料	份		32
	有关论文	篇		16
综合研究 编制资料	研究论文	篇		1
	附图	张		11

此前的地质调查工作历时三年,共投入国拨地质调查经费 170 万元<sup>[2]</sup>;本次研究从 2004 年 10 月始,至 2005 年 9 月止,历时近一年,共投入经费 2.5 万元。

#### 1.4 研究区已有工作基础

以往对石门雄黄矿区研究程度较高,对矿区外围研究程度相对较低。

石门雄黄矿(史称磺厂雄黄矿)发现至今已有 1500 多年,近代地质调查工作始于 1920 年杨轮邦、刘文耀,后于 1936 年有田奇隼、1948 年有中南第三地质调查所黎盛斯、1951 年有刘基盘等到过矿区做过调查,均著有专题报告。但由于当时一号窿只开采到-40 米标高,故他们的工作只对-40 米以上的矿体作出了初步评价。

1958~1959 年和 1961~1962 年,湖南省地质局 403 队先后两次对一号窿进行矿床远景、控矿地质因素和成矿规律研究,由于矿床控矿因素复杂,未取得预期效果;1963~1964 年,该队再次进入矿区开展详查地质工作,于 1965 年提交了《湖南省石门界牌峪地区雄黄矿详细普查报告》,初步认识出构造与岩性的双重控矿作用;1976~1979 年,应湖南雄黄矿要求,403 队又一次进入矿区开展地质工作,于 1980 年提交了《湖南省石门县界牌峪矿区雄黄详细普查地质报告》,但地质效果不理想,没有增加工业储量;1979 年,中南矿冶学院地质系对矿区一号窿附近进行了 1:1000 地质测量工作;1983~1984 年,403 队又对一号窿周围开展了物化探工作;1985~1986 年再次对一号窿进行了地质测量;1988~1989 年,403 队开展了全区 1:5 万、1:1 万化探普查工作,共圈出 17 个以 As 为主的异常区;1990~1991 年,403 队和地矿部物探所一起采用钻探手段择优进行化探异常查证工作,同时还开展了壤中汞气测量、地温测量及井中无线电透视测量等工作;1995~1998 年,湖南化工地质勘查院在一号窿周围及视桥地段开展普查找矿工作,主要是以收集前人成果进行综合研究为主,辅以适量的钻探工程验证化探异常,提交了《湖南省石门县磺厂雄黄矿区及外围普查地质报告》;2000~2002 年,中化地质矿山总局湖南地质勘查院在湘西北地区开展以雄黄矿为主的地质调查工作,通过实施地质、遥感、化探、物探、槽井探和钻探等勘查手段,于 2002 年 12 月提交了《湖南省湘西北高效益非金属矿评价报告》。

此外,1987~1989 年化学工业部化学矿产地质研究院开展了“湖南石门雄黄矿找矿标志研究”工作并提交了科研报告;1989~1991 年,南京大学地球科学系和中国地质大学教授带研究生进入矿区开展地质调查及采样试验研究;1995~1997 年,化学工业部化学矿产地质研究院开展了“湖南石门雄黄矿床成矿条件及找矿方向研究”并提交了科研报告。

前人对石门雄黄矿床的地质特征虽有一定的认识,但对于矿床的控矿因素、

物质来源、成矿机理等问题的认识并不统一，对矿床的成因也提出了较多的观点，主要有低温热液论、热泉成矿论、构造导矿论、深源论等，甚至有人提出“火山颈论”，前人一直没有对该矿床的成矿模式进行系统总结和归纳，也没有作出有价值的成矿预测。

虽然前人各类地质及研究工作存在对象不一、程度不一、范围不一、认识不一等问题，但还是为本次研究工作提供了丰富的成果资料，所以，笔者认为在石门雄黄矿区及其外围开展成矿预测研究工作具备较好的科研基础。

## 1.5 取得的成果与认识

本次研究在笔者多年地质实践的基础上，通过在中南大学进一步的理论学习，全面收集了区内已有的地质资料，对石门雄黄矿床的地质特征进行了认真总结，对老矿区及其外围进行了成矿预测。

笔者通过综合分析和研究遥感、化探、物探、地质等多种找矿信息，对前人成果资料进行二次开发与利用，在研究区范围内提出了 17 个成矿预测远景区，包括 4 个 I 级远景区（一号窿近外围、樟树湾、二号窿、枫桥等地段，均具有较大资源潜力，预测为 I 级远景区）、5 个 II 级远景区（三号窿、兔儿山、花果山、牛奶场、雄黄矿农场等地段，成矿条件有利，预测为 II 级远景区）和 8 个 III 级远景区（一些有物化探异常存在的地段预测为 III 级远景区），其中有 3 个 I 级成矿远景区（樟树湾、二号窿、枫桥）为地质调查工作时钻孔所证实，预测的矿石资源量达 20 万吨。

本次研究还提出了樟树湾一二号窿地段和枫桥地段具有开展详查地质工作的价值，其他 II 级远景区（如三号窿、兔儿山、牛奶场及雄黄矿农场等地段）也有必要开展普查地质工作，采用钻探工程进行验证。

总而言之，通过本次研究工作，认识到该区雄黄矿床属低温热泉岩溶隐爆充填交代矿床，矿体形态复杂，受构造和岩性双重控制，并与岩溶角砾和热液硅质岩密切相关。研究成果为今后地质勘查提供了找矿靶区和工作方向。

## 第二章 区域地质成矿背景

### 2.1 大地构造位置

研究区在大地构造位置上位于扬子板块与江南元古代古岛弧的弧后盆地的交接地带，扬子江中下游东西构造带的西段，适为与新华夏系第三隆起带交接的部位<sup>[3]</sup>。

### 2.2 区域地层

湘西北地区，晚元古代扬子板块和江南古岛弧的碰撞拼贴，结束了沟—弧—盆地质演化历史，进入盖层沉积阶段。基底地层为元古界浅变质岩、碎屑岩建造；上震旦统为碳酸盐岩、含磷质页岩和硅质岩；下寒武统以砂页岩为主；中、上寒武统至下奥陶统主要为碳酸盐岩建造。研究区域内出露地层主要为盖层沉积，震旦系以来的地层除石炭系外均有发育。

区域地层总体上沿褶皱轴呈北东或近东西向带状分布（附图1）。震旦系仅见上统硅质白云岩，零星出露于区域南侧；寒武系下统以炭质板状页岩为主，上统为白云岩、白云质灰岩，仅在石门雄黄矿区附近有分布，是雄黄矿的主要容矿层位；奥陶系较发育，属华中—西南区沉积类型特征的介壳灰岩相区，也是雄黄赋矿层位之一；志留系以杂色页岩为主，非常发育；泥盆系只有中上统砂岩、灰岩假整合于志留系之上；石炭系不发育；二叠系分布广泛，超覆于不同时代的老地层之上，由浅海相碳酸盐类岩石、硅质岩、炭质页岩及陆相碎屑岩和煤层组成；三叠系极为发育，下部以碳酸盐岩为主，上部主要为碎屑沉积；侏罗系零星分布，多为内陆淡水湖泊沼泽相碎屑沉积；白垩系也只在小盆地中零星出露，与下伏地层不整合接触；第三系为陆湖相沉积，为一套红色岩层为主间夹灰绿色膏盐层的红层，仅分布于区域东侧；第四系为陆相松散沉积物，类型复杂，主要分布在区域东部的洞庭平原上。

### 2.3 区域构造

湘西北地区褶皱构造和断裂构造都很发育。

区域地质构造主要表现为武陵山线型紧密褶皱带，明显由基底构造和盖层构造两大部分组成，两者显示着明显的依控关系。基底构造性质与格局，不但控制

着盖层的发育，而且控制着盖层褶皱和断裂的发育与变形特征差异，一定程度上影响着其后含矿岩系的发育和不同时期雄黄矿、工业雄黄矿床的形成。雪峰运动使湘西北地区转化为稳定的盖层沉积阶段，盖层构造又可分为加里东—华力西、印支、燕山、喜马拉雅构造旋回及相应的构造层<sup>[4]</sup>。

研究区所在的湘北东西向构造带大致由一系列的近于平行展布的东西向长条状、脊状背斜与屈状向斜以及与轴向近于一致的压扭性断裂组成，构成了本区构造的基本骨架。该东西向构造带定型于燕山晚期，主要由震旦~侏罗系地层构成的紧密褶皱带。其中的磺厂背斜及其发育的东西向压扭性断裂，控制着本区雄黄矿（化）的分布（图 2-1）。

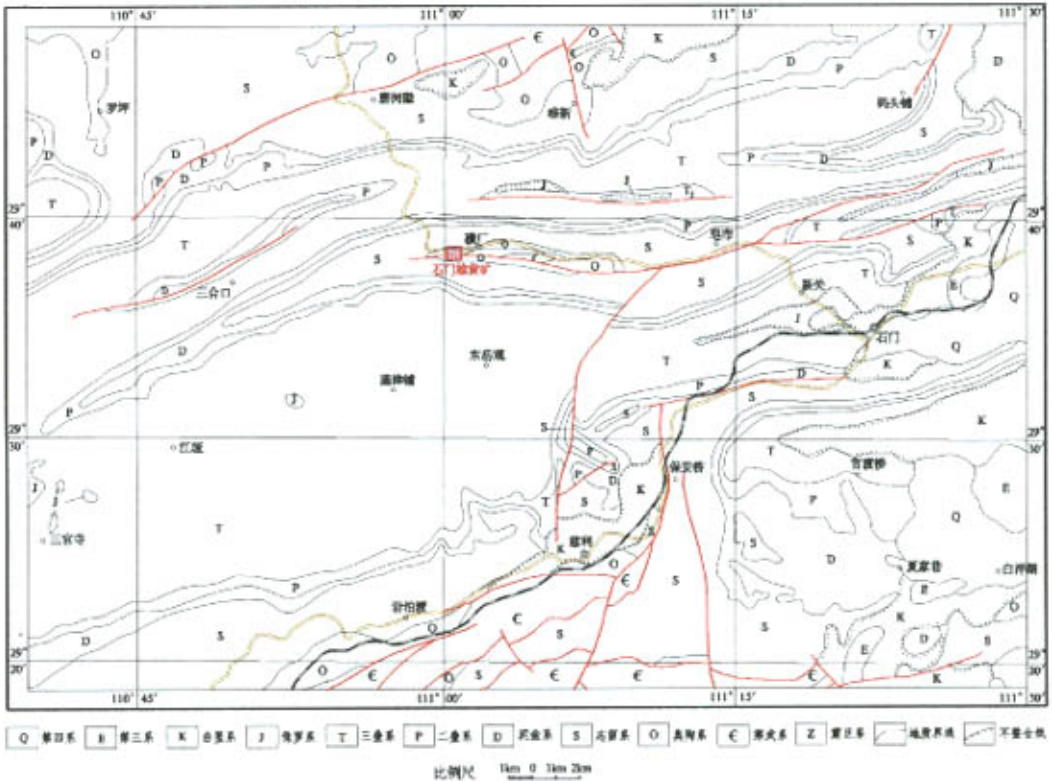


图 2-1 石门雄黄矿区域地质简图

## 2.4 岩浆岩

区域内没有大的岩浆岩体分布，仅见少量热液岩脉出露，主要有重晶石脉、方解石脉和石英脉。沿一些断裂破碎带有硅质岩发育，在石门矿区及外围热液硅质岩与雄黄成矿有一定联系。

## 2.5 区域矿产

区域矿产资源丰富，主要有磷、铁、煤、砷、岩盐、钼、镍、钒、金刚石、砂金、石膏、高岭土、白云石等 30 余种，以沉积型矿产为主。

区域内震旦系上统为本区重要的含磷层位，赋存有大型的磷块岩矿床；寒武系上统—奥陶系下统白云质灰岩是砷矿的主要容矿层位；寒武系下统炭质板状页岩是沉积型钼镍钒矿的特有产出层位；泥盆系中上统赋存着我国南方重要的宁乡式铁矿；二叠系底部赋存有湘北的重要煤层，即“黔阳煤段”，其上部赋存有优质高岭土矿层；第三系赋存有大型的岩盐矿床；在第四系沉积物中，在沅水下游产有著名的金刚石砂矿、砂金矿，澧水下游产大型石膏矿<sup>[1]</sup>。

### 第三章 矿区地质特征

#### 3.1 地层

研究区地层主要沿磺厂背斜呈东西向带状分布，寒武系上统分布于背斜核部，其倾角较平缓，倾角在  $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$  之间，两翼分别由奥陶系～志留系下统地层组成，倾角由核部至两翼逐渐增大，在  $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$  之间，部分地区地层出现直立或倒转。区内地层多为整合接触，但在背斜两翼局部地段由于断层的破坏而使地层发生缺失、错动。本区雄黄矿床赋存于寒武系上统耗子沱群及奥陶系下统南津关组地层中。

根据 1988 年版《湖南省区域地质志》中地层划分与命名<sup>[5]</sup>，结合 1:2000 地质填图修测工作，本区内出露的地层自老至新主要有<sup>[3]</sup>（附图 2、3、4、5）：

寒武系上统耗子沱群：出露不全，区域资料厚 470m，自下而上分为两组：

①下组（ $\epsilon_{3hz}^1$ ）：区内未见出露，系磺厂雄黄矿床工业矿体的主要容矿层位，据一号窿及前人钻孔资料，厚度大于 215.39 米。

本组按岩性大致分为三段：下段为深灰～灰色、细～中粒白云岩，块状、纹层状构造，含硅质，较坚硬，夹有浅灰色中～薄层状白云岩；中段为灰白～灰色、细～中粒白云岩，中厚～厚层状，质纯，性脆，厚约 100 米；上段为灰色～浅灰色、微细粒白云岩，厚层状，局部含少量硅质团块，厚约 50.06 米。

②上组（ $\epsilon_{3hz}^2$ ）：主要沿磺厂背斜核部断续分布，为白云质灰岩夹灰岩，灰色～灰白色，隐晶质或细粒结构，部分具假鲕状结构，厚层状，见贝壳状断口。厚度 13.56～46.00 米。

奥陶系下统：总厚 212.73～462.93 米，与下伏寒武系呈整合接触关系。自下而上连续分为下南津关组、上南津关组、分乡组、红花园组、大湾组和牯牛潭组。

①下南津关组（ $O_{1n}^x$ ）：又可分为四段（ $O_{1n}^{x-1}$ 、 $O_{1n}^{x-2}$ 、 $O_{1n}^{x-3}$ 、 $O_{1n}^{x-4}$ ）：

$O_{1n}^{x-1}$ ：下部为含生物化石结晶灰岩，灰白色，细～中粒结构，厚层状；上部为泥质波纹状灰岩，灰色～浅灰色，细粒隐晶质结构，中厚层状，具泥质波纹状层理，夹薄层页岩，含星点状黄铁矿化。厚度 10.02～34.65 米。

$O_{1n}^{x-2}$ ：灰黑色眼球状页岩与灰色泥质波纹状灰岩及泥质条带状灰岩互层，沉积韵律明显。厚度 8.07～13.66 米。

$O_{1n}^{x-3}$ ：泥质波纹状灰岩、泥质条带状灰岩夹少量黄绿色页岩，泥质波纹具缝合线状特征。厚度 23.34～41.50 米。

$O_{1n}^{x-4}$ ：泥质波纹状灰岩、泥质条带状灰岩及页岩，灰色，薄～中厚层状，泥

晶~隐晶质结构, 波纹状或条带状构造。厚度 10.58~36.48 米。本段底部有 2~3 米厚的含钾粘土质页岩, 含  $K_2O$  在 8~10% 之间, 层位、厚度、品位均较稳定, 为区内含钾矿层。

②上南津关组 ( $O_{1n}^s$ ): 也可分为四段 ( $O_{1n}^{s-1}$ 、 $O_{1n}^{s-2}$ 、 $O_{1n}^{s-3}$ 、 $O_{1n}^{s-4}$ ):

$O_{1n}^{s-1}$ : 含生物碎屑结晶灰岩, 灰色~深灰色, 细~中粒结构, 部分为假鲕粒结构, 中厚层状, 含较多生物化石碎屑。厚度 7.50~26.51 米。

$O_{1n}^{s-2}$ : 灰岩, 灰色, 厚层~块状, 细粒、微粒或隐晶质结构, 含少量玉髓及燧石团块颗粒, 中上部夹薄层状白云质灰岩透镜体。厚度 29.10~50.50 米。

$O_{1n}^{s-3}$ : 灰岩夹白云质灰岩及灰质白云岩, 灰色~灰白色, 隐晶质结构, 中厚层状, 灰质白云岩呈薄层状相间分布, 底部含少量的硅质结核, 顶部夹一层不稳定的鲕状灰岩。厚度 27.86~58.96 米。

$O_{1n}^{s-4}$ : 含生物化石结晶灰岩, 灰色, 细粒结构, 局部过渡为隐晶质结构、假鲕状结构, 中厚层状, 下部为泥质波纹状灰岩, 中上部夹不稳定的页岩, 顶部含少量燧石结核。厚度 27.09~57.07 米。

③分乡组 ( $O_{1f}$ ): 页岩夹透镜状灰岩, 页岩为粘土质及钙质页岩, 深灰~灰黑色, 风化后为灰绿色、黄绿色。厚度变化大, 由西向东增厚, 在竹巷口一带最厚达 45 米, 夹三层以上结晶灰岩透镜体。厚度 10.71~45.00 米。

④红花园组 ( $O_{1h}$ ): 分为两段 ( $O_{1h}^1$ 、 $O_{1h}^2$ ):

$O_{1h}^1$ : 下部为灰岩夹白云质灰岩, 深灰色, 厚层~块状, 细粒结构, 含少量燧石结核或条带; 上部为结晶灰岩, 灰色, 中粗粒结构, 夹薄层状含泥质灰岩及粘土质页岩。厚度 22.58~36.64 米。

$O_{1h}^2$ : 灰岩, 灰色, 细、微粒结构, 薄层~中厚层状, 含燧石条带及结核, 夹 1~2 层页岩。厚度 15.58~19.11 米。

⑤大湾组 ( $O_{1d}$ ): 页岩, 灰~灰绿色, 风化后呈黄褐色, 由粘土质及钙质页岩夹硅质岩薄层组成。厚度 1.50~6.43 米。

⑥牯牛潭组 ( $O_{1g}$ ): 分为两段 ( $O_{1g}^1$ 、 $O_{1g}^2$ ):

$O_{1g}^1$ : 结晶灰岩, 灰色~深灰色, 中~粗晶结构, 厚层状, 局部含少量的硅质结核及泥质条带, 下部含星点状海绿石。厚度 8.16~16.21 米。

$O_{1g}^2$ : 结晶灰岩, 灰色, 细晶结构, 薄层状, 夹有 1~2 层不稳定页岩, 普遍含海绿石, 局部含泥质及生物碎屑。厚度 10.64~19.91 米。

奥陶系中统: 本统岩层厚度由西向东变厚, 总厚为 139.89~164.90 米, 与奥陶系下统为整合接触。分为宝塔组 ( $O_{2b}$ ) 和临湘组 ( $O_{2l}$ )。

①宝塔组 ( $O_{2b}$ ): 分为两段 ( $O_{2b}^1$ 、 $O_{2b}^2$ ):

$O_{2b}^1$ : 泥质灰岩, 黄绿~灰绿色、紫红色等杂色, 薄层状, 局部为肉红色致



密结构的泥灰岩，层理清楚，有时具瘤状、龟纹状构造。厚度 12.73~19.60 米。

$O_{2b}^2$ : 泥质灰岩夹泥灰岩，紫红色，微粒及碎屑结构，薄~中厚层状泥质灰岩夹浅肉红色致密灰岩，局部夹黄绿色薄层状泥灰岩，厚度 79.17~91.74 米。

②临乡组 ( $O_{2L}$ ): 分为两段 ( $O_{2L}^1$ 、 $O_{2L}^2$ ):

$O_{2L}^1$ : 瘤状灰岩，肉红色、淡紫红色、灰色，微粒~隐晶结构，中厚层状，具明显瘤状构造，含泥质。厚度 36.59~42.20 米。

$O_{2L}^2$ : 泥质灰岩，灰黄~灰绿色，致密结构，薄~中厚层状，局部呈瘤状构造。厚度 11.40~13.36 米。

奥陶系上统五峰组 ( $O_{3w}$ ): 黑色炭质页岩夹薄层硅质岩及硅质页岩，风化后呈灰白色、灰黄、灰紫等颜色，含少许粉砂质，层理清晰，局部有石英细脉，厚度 2~3.43 米。

志留系下统龙马溪组 ( $S_{1L}$ ): 由杂色页岩夹砂质页岩、硅质页岩、炭质页岩等组成，底部为黑色炭质页岩。本组粉状黄铁矿化较普遍。厚度不详，与下伏奥陶系呈假整合接触。

第四系 ( $Q$ ): 分布在河溪两岸及平缓低洼地带，角度不整合于下伏老地层之上，分为古河床冲积层 ( $Q_4^{al}$ ) 和现代河床冲积层 ( $Q_4^{bl}$ ):

$Q_4^{al}$ : 古河床冲积层，下为砾石砂砾层，上为黄褐色粉质粘土。砾石成分单一，以砂岩为主。厚度 0~10 米。

$Q_4^{bl}$ : 现代河床冲积层，由卵石、砾石、细砂、粘性土等组成。砾石成分复杂，有砂岩、页岩、灰岩等。厚度 0~15 米。

## 3.2 构造

本区以东西向磺厂背斜为主体构造<sup>[3][6]</sup>，与轴向一致的压扭性断裂和北西、北东向的两组扭裂发育，其构造组合显示了东西构造带的基本特征（附图 2）。

### 3.2.1 褶皱

整个研究区处于一个磺厂复式背斜中。该背斜延伸 80 余公里，总体上轴向南西西—东西—北东东向。寒武系上统一奥陶系碳酸盐构成背斜轴部。轴部地层较平缓，倾角  $20^\circ \sim 40^\circ$ ，向两翼倾角增大至  $40^\circ \sim 60^\circ$ ，局部呈直立倒转，横剖面形态似“箱状”。背斜枢纽呈波状起伏。寒武系、奥陶系地层向西倾没于老屋场，国太桥一带；往东延至春红坡以东地段，背斜抬升，枢纽昂起，与志留系下统地层呈断层接触。该背斜不同地段具有不同特征，现分别对研究区西部磺厂雄黄矿区地段和东部枳桥地段描述如下：

磺厂雄黄矿区地段的磺厂背斜轴向北东  $80^\circ \sim 85^\circ$ （附图 3），由老屋场东

延, 枢纽逐渐昂起, 两翼奥陶系地层分布逐渐加宽, 轴部为寒武系上统地层。近轴部之南翼与北翼发育  $F_1$ 、 $F_3$  两条压性断层, 两盘低序次褶皱与断裂发育, 硅化强烈, 砷矿化分布普遍。两断层于老屋场一带收敛, 形成发育的东西向断裂带, 次级褶皱发育, 主背斜形态不清。由于磺厂背斜枢纽的急剧下降, 形成磺厂构造鼓包并发生反“S”形弯曲, 在反“S”形弯曲向北突出的部分, 成为良好的构造封闭空间, 此为一号窿矿床生成与富集的良好构造条件。

视桥地段的磺厂背斜轴向近东西向 (附图 4), 春红坡以西主背斜形态清楚, 两翼地层沿背斜轴呈带状分布, 南翼地层产状较缓, 北翼相对较陡; 其东段因北东向、近东西向和北西向的几组断层非常发育, 主背斜受到严重破坏, 形态很不规整, 尤其在老发源桥一带, 背斜因近南北向  $F_{124}$  的横切, 其东侧主要为志留系页岩覆盖。该地段沿北东向挤压断裂发育有较大面积的硅质岩和雄黄矿化角砾岩。

此外, 工作区内在磺厂背斜翼部, 或由压扭性断裂派生, 次级褶皱较发育, 主要有:

①  $F_{78}$  断层拖褶皱: 分布于本区最西端南家峪, 发育于  $F_{78}$  断层北盘奥陶系中上统及志留系页岩中, 轴向约  $NE85^\circ$ , 向西与  $F_{78}$  断层呈小角度相交。

② 楠树坪褶皱: 分布于对凹峪—笔架垭一带, 发育于志留系地层中, 由一次级背斜和向斜构成, 被  $F_{80}$  断层割切。

③ 老屋场拖褶皱: 分布于三号窿至豹子峪一带, 分为两个背斜和一个向斜。

④  $F_1$  断层拖褶皱: 一般发育于断层之南盘, 主要有: 印家垭—象鼻山—雀儿山拖褶皱、二号窿拖褶皱、牛奶场拖褶皱等。

⑤  $F_3$  断层拖褶皱: 有田家院子拖褶皱、歇气垭—荷花园拖褶皱等。

⑥  $F_{131}$  断层拖褶皱: 分布于雷家包—龙家院,  $F_{131}$  断层南盘, 由下奥陶统地层组成, 轴向近东西。

### 3.2.2 断裂

磺厂背斜断裂构造发育, 通过总结前人研究成果及遥感解译成果, 主要有以下五个断裂系统<sup>[4]</sup>:

#### ① 压扭性断裂

断裂沿磺厂背斜断续分布, 走向与主背斜轴向近于一致, 结构面力学性质以压性为主兼扭性。发育于背斜北翼的断层一般北倾, 发育于南翼则南倾, 形态特征表现为正断层性质, 与背斜组合, 在横剖面上似“地垒构造”。断面沿走向、倾向均具舒缓波状, 断盘岩石遭挤压破碎, 具角砾岩化、糜棱岩化, 角砾岩发育地段常具构造透镜体, 局部具有片理化。断层两侧派生的次级褶皱与断裂发育。背斜东西两端沿断裂硅化强烈, 热液硅质岩发育, 矿化断续分布。断裂具有多期

活动的特点。主要代表有：

F<sub>1</sub> 断层：分布于研究区西段磺厂背斜近轴部之南翼，走向东西，长约 3.2 千米，断面呈舒缓波状，倾向南，倾角 60° ~ 85°。断距各处不一，歼灭山断距仅 20 米左右，向东西延伸，断距则加大。在歼灭山~磺厂中学一段，断裂破碎带宽达 10 米，角砾岩、构造透镜体发育，压性特征清楚。矿区西段沿断裂分布有热液硅质岩，雄黄矿化沿断裂呈断续分布。

F<sub>3</sub> 断层：分布于研究区西段磺厂背斜之北翼，长约 3100 米，走向近东西，西段向南西偏转，断面北倾，倾角 55° ~ 65°。上盘下降，特征为正断层。断层面呈舒缓波状，角砾岩不发育，沿断裂硅化与矿化均不显著，断层旁侧派生褶皱与断裂发育，与主干断裂呈锐角相交，指示断层呈反时钟扭动。

#### ②纵张性、张扭性断裂

该组断裂包括 NEE 向、NWW 向及 EW 向张裂，以前者为主。

NEE 向断裂如分布在一号窿矿床之上部的 F<sub>10</sub> 断层，走向 70° ~ 80°，倾向北，倾角 70° ~ 80°，局部倒转，断面具舒缓波状。断层破碎带最宽约 15 米，有热液硅质岩分布，雄黄矿化、方解石化强烈，局部具炭化。

#### ③横张性、压扭性断裂

该组断裂包括 NE 向、NW 向及 SN 向张裂。

NE 向断裂，走向 20° ~ 30°，断面较平直，局部具舒缓波状，角砾岩常呈糜棱岩化，断盘一般呈反时钟扭动，该断裂主要发育于背斜的东段。如 F<sub>127</sub>、F<sub>124</sub>、F<sub>123</sub>、F<sub>117</sub>、F<sub>121</sub>、F<sub>134</sub>、F<sub>132</sub> 等。沿断裂未见矿化分布，硅化较弱。该组断裂在一号窿坑道中走向常偏东，一般北东 30° ~ 45°，断面平直，具糜棱岩化，常被方解石充填，脉中见雄黄矿化。

NW 向断裂，走向 320° ~ 340°，断面较平直，角砾岩不发育，断盘一般呈顺时针扭动，常切割主背斜与东西向断裂，主要断层有 F<sub>80</sub>、F<sub>21</sub>、F<sub>133</sub> 等，其中 F<sub>80</sub> 断层两盘低序次派生褶皱与断裂较发育。

SN 向断裂，规模都较小，走向南北或略偏东 5° ~ 10°。断层破裂面延伸短，不平整，呈锯齿状。断层角砾岩形态不规则，有的呈“坨状”，沿断裂分布，角砾大小不一，排列无定向。沿该组断裂发育的角砾岩中有可能见雄黄矿化。

#### ④层间剪切断裂

该组断裂主要发育于磺厂矿区东、西两段，走向近 EW，产状与地层产状基本一致。断面沿走向、倾向都较平直，断盘岩石遭挤压破碎，局部见糜棱岩化，角砾岩发育地段见构造透镜体，局部具有片理化，断裂两侧派生的褶皱与断裂发育。沿此断裂硅质岩、角砾岩发育，矿化断续分布。

#### ⑤褶皱轴部逆冲断层

该组断层主要发育于一号窿矿床+80米标高段附近褶皱轴部,走向近EW,倾角一般大于 $60^{\circ}$ ,向南倾斜,形态特征表现为逆断层性质。断裂带常充填有黑色泥炭质物,有时见有雄黄矿化,断层角砾岩较发育。

### 3.2.3 节理

前人对磺厂矿区一号窿矿床节理进行过统计测量,总结其特征如下:节理平直、光滑、延展性好,绝大部分为剪节理,节理的优势方向与区域断裂走向、岩脉走向、含矿节理及矿体走向均有很好的 consistency,说明本区节理与断层、岩脉、矿体及地貌有密切的成因联系。节理主要发育于碳酸盐地层中,一般被方解石充填,在一些方解石脉中见有星点状雄黄矿化。按照方解石脉的产状和性质,可分为<sup>[3]</sup>:

第一组:走向为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ,方解石脉比较平直,常成组发育,裂隙面具反时针扭动特征。该组裂隙在矿区最为发育,在一号窿该组方解石脉中普遍有星点状雄黄矿化。

第二组:走向 $330^{\circ}$ 左右,方解石脉比较平直,成组产出,裂隙两盘扭动方向不清。该组与第一组常互相割切。

第三组:走向 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ,方解石脉平直,沿走向常呈尖灭侧现,左行斜列,同时切割上述两组裂隙,不如上两组发育。

第四组:在一号窿寒武系白云岩中沿走向见断续线状方解石脉发育,有时呈菱形状结环,显示了压性的特征。

上述一、二组方解石脉为一对“X”型扭裂隙控制,与第四组配套,显示东西向构造的特点。

## 3.3 硅质岩与角砾岩

区内没有大的岩浆岩活动,只有部分热液类岩脉分布,主要为硅质岩,其次是一套与矿化有关的角砾岩<sup>[4]</sup>。

### 3.3.1 硅质岩

硅质岩集中分布在磺厂背斜东西两端,而以西端更为发育,呈带状断续展布,多产于山顶和山脊处。由于其抗风化力较强,常形成陡峭的地形呈帽盖状。区内硅质岩有两种,即热液硅质岩和硅质角砾岩。

热液硅质岩系含高浓度 $\text{SiO}_2$ 的热水溶液,沿一定的构造通道迁移,充填、交代围岩的产物。岩石呈灰色、深灰色、灰黑色,夹杂褐红色、灰白色等。具交代残余结构、粉砂结构,以块状构造为主,致密坚硬。矿物成分主要为石英、玉髓,其次为高岭石、方解石、白云石、重晶石、褐铁矿、炭质及其它粘土矿物,少量

的黄铁矿、萤石、绢云母、绿泥石等。一般含  $\text{SiO}_2$  89.09~94.32%。风化后岩石呈褐色、茶褐色、土黄色，风化面多铁质，节理裂隙面常有铁锰质被膜，疏松多孔。

硅质角砾岩则以角砾状构造为主，角砾均已硅化，胶结物亦多为硅质，其成因和矿物成分与热液硅质岩近似。

硅质岩为成矿前期热液活动的产物，在硅质岩的边部及硅质角砾岩胶结物中常见轻微雄黄矿化。

### 3.3.2 角砾岩

矿区碳酸盐地层中广泛分布着一套与矿化有关的角砾岩。其中除了普遍发育的构造角砾岩外，还有一种与热液有着直接或间接关系的外观形似的“角砾岩”，常称之为“坨状角砾”<sup>[3]</sup>。关于其地质特征及成因，有如下几点认识：

①按一号窿矿床“角砾岩”的地质特征及成因可分为构造角砾岩与非构造角砾岩。非构造角砾岩不能一概称之为“坨状角砾岩”。应划分为：同生角砾岩、热液岩溶塌陷角砾岩、气液“侵入状”角砾岩、热液岩溶角砾岩。

②两类角砾岩中，除同生角砾岩外，其他几种角砾岩可不同程度的指示矿体。

③热液角砾岩与气液“侵入状”角砾岩是早期构造运动角砾化作用与后期热液活动作用的结果。除同生角砾岩外，其它几种角砾岩的形成均为多种因素作用的结果。

④由于热液岩溶使上覆地层失去支撑坍塌，气液使岩石上冲，在此过程中形成各种不同规模的断裂、褶皱与空穴，为矿液的沉淀提供良好的储矿空间。

## 第四章 矿床地质

### 4.1 矿体形态与产状

通过总结前人成果和本次研究工作认识,研究区的工业雄黄矿体均为隐伏矿体,目前已控制的有一号窿(I号)、二号窿(II号)、樟树湾(III号)、枫桥(IV号)等四个矿体,全为盲矿体。矿体分布位置参见附图2,矿体基本特征<sup>[2][3]</sup>见表4-1。

表 4-1 石门雄黄矿区及外围矿体地质特征一览表

地名	矿体号	形态、产状与规模	矿石类型	平均品位 As (%)	矿体赋存地层 (容矿围岩)	主要控矿因素
一号窿	I	矿体形态复杂,总体为一弯曲管状。矿体产状上缓下陡。垂深550多米,直径一般10~90米不等	块状矿石、角砾状矿石、浸染状矿石均有。	块状: >40 角砾状: 10~40 浸染状: 4~10	奥陶系下统下南津关组结晶灰岩、寒武系上统白云岩。	上部主要受 $F_{10}$ 断裂及次级褶皱控制;中部受筒状角砾岩控制;下部受岩溶管道控制。
二号窿	II	矿体近似透镜状。总体产状向北东缓倾斜。推测长、宽均约40米、钻孔控制厚1.68米。	浸染状矿石为主。	9.12	上南津关组破碎灰岩。	受 $F_{24}$ 分枝张性断裂与次级背斜联合控制。
樟树湾	III	矿体呈透镜状。向北西缓倾斜。推测矿体长约80米,宽60米,钻孔控制平均厚6.27米。	角砾状矿石为主、次有浸染状矿石。	16.85	上南津关组破碎灰岩或白云质灰岩。	受非构造角砾岩控制。
枫桥	IV	矿体呈似层状。向南缓倾斜。推测矿体长150米,宽100米,钻孔控制平均厚2.42米。	角砾状矿石、浸染状矿石。	10.39	上为下南津关组断裂破碎带灰岩,下为硅质角砾岩。	受北东向断裂和硅质角砾岩控制。

#### 4.1.1 一号窿矿体 (I号矿体)

一号窿为古矿窿,位于研究区西部江家坡以南,S303省道穿过窿口。窿口标高海拔178米,现已开采至-370米,纵向延深达550米,横剖面直径最大为90余米。一号窿矿体为区内唯一开采的也是规模最大的工业矿体,目前工业矿体储

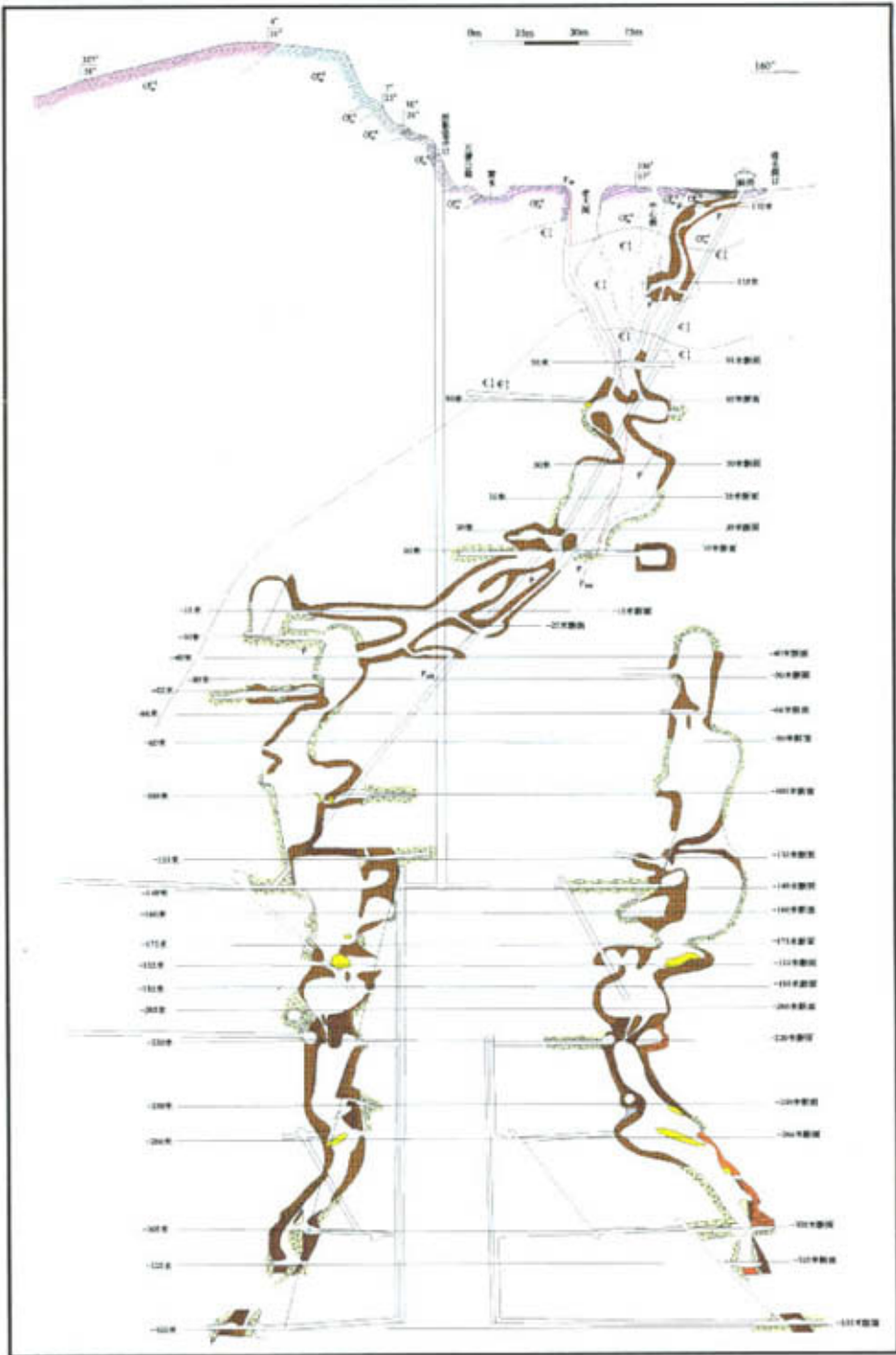


图 4-1 湖南石门雄黄矿区一号窿复合地质剖面图

量已近枯竭，正处于回采阶段。

一号窿形态复杂，总体为一上缓下陡的弯曲管状（图 4-1），按其控矿因素可将矿体划分为三段：上部（地表至-50 米）为不规则脉状、透镜状、囊状，由  $F_{10}$ （窿内为  $F_{105}$ 、 $F_{109}$ ）和次级褶皱控制，产状较缓，矿石以角砾状、块状、浸染状构造为主，矿体与围岩呈渐变关系；中部（-50~-266 米）呈藕节状，产状近乎直立，矿石以块状、角砾状构造为主；下部（-266 米以下）为不规则管状，产状陡倾，矿石构造以块状为主。

一千多年的采矿活动，八十多年的地质工作，几乎都是以一号窿矿体为工作对象，因而前人对该矿体的地质研究程度很高。本次研究以该矿体作为重点对象。

#### 4.1.2 二号窿矿体（II号矿体）

二号窿也是一个老矿窿，位于老矿区一号窿南西侧之雀儿山以东的黄河河西岸。因矿石品位低、涌水量大等原因于 1958 年停采废弃。前人曾对窿道内开展过地质调查与测量工作，但一直没有在窿道外布置探矿工程，也没有对该矿床进行资源/储量估算<sup>[7]</sup>。

笔者在主持地质调查工作时，在前人工作基础上，通过开展大比例尺物化探工作进行预测，认为二号窿地段是除一号窿以外的首个 I 级成矿远景区，经采用钻探进行验证，在地表以下 47.60 至 49.50 米处揭露到由浸染状矿石组成的工业矿体（附图 9）。见矿标高 157.20~155.30 米（窿道内见矿标高大约为 130 米）。

矿体赋存于  $F_1$  断层南盘，次级背斜轴部发育的热液硅质岩之下部，容矿围岩为奥陶系下统上南津关组破碎灰岩。矿体可能受  $F_{24}$  断裂的次级断层与次级背斜构造联合控制。

因单孔控矿，对矿体的产出状态很难作出准确评价，根据钻孔中揭露的情况，结合窿道地质测量成果，推测矿体呈近似的透镜状或圆饼状，产状较缓，倾向北东，倾角  $28^\circ$ 。以见矿钻孔为中心，推测矿体半径为 20 米，平均厚度为 1.68 米。

矿石矿物主要为雄黄，多呈浸染状分布于角砾状灰岩之胶结物中，少部分呈皮壳状。矿石平均品位含 As 9.12%。

#### 4.1.3 樟树湾矿体（III号矿体）

樟树湾矿体位于研究区西部象鼻山以北，廖家沟以南，属于 I 级成矿预测远景区。笔者通过对物化探成果进行分析、预测，在地质调查时以钻孔进行验证，结果有 ZK9801（附图 10）和 ZK202-1 先后控制到本矿体，埋深 31.20~45.21 米，见矿标高约 202 米。

该矿体赋存于奥陶系下统上南津关组破碎白云质灰岩或破碎灰岩中，矿体受位于一个次级背斜中的岩溶角砾岩控制。

根据钻孔中揭露的情况，结合前人资料分析，可推测其形状为近似的透镜状，



产状较缓，倾向北西，倾角约  $15\sim 20^\circ$ 。矿体走向长为 102 米，沿倾向推测宽约 60 米，平均厚度 6.27 米。

矿石矿物主要为雌黄，约占 55%，其余为雄黄。矿石多呈角砾状构造，也有呈网脉状或浸染状者，矿石矿物产于角砾岩之胶结物中。矿石平均品位含 As 16.85%。

#### 4.1.4 枳桥矿体（IV号矿体）

枳桥矿体位于研究区东端猪槽垭以南，晒谷塌以北，属于四个 I 级成矿远景区之一。地质调查时由钻孔 ZK205-1、ZK206-1、ZK206-2、ZK207-1 及 ZK209-1 控制，埋深 29.55~76.40 米（附图 11），见矿标高为 161.40~209.90 米。

本矿体赋存在奥陶系下统下南津关组  $F_{121}$  断裂破碎带中。矿体位于志留系页岩盖层以下的硅质角砾岩之上部，受断裂构造控制明显。 $F_{121}$  断裂呈北东走向，是本矿床形成的重要热液运移通道，也是枳桥矿体的主要控矿构造。该断裂破碎带较宽，主要由硅质岩、角砾岩及硅质、钙质、炭泥质、雄黄等胶结物组成，硅化、方解石化、炭化等蚀变强烈，雄黄矿化普遍，在有利部位形成工业矿体。

推测矿体形态为似层状，倾向南南东，倾角  $36\sim 42^\circ$ 。矿体沿走向延长约 210 米，沿倾向推测最宽约 110 米，控制厚度 1.50~3.64 米，平均厚度 2.42 米。

矿石矿物主要为雄黄，少见雌黄。矿石矿物常与方解石、炭泥质等胶结物一起，胶结灰岩角砾组成角砾状构造，有时则呈星点状或皮壳状出现在灰岩角砾裂隙或方解石网脉中，呈浸染状构造。经钻孔取样分析，矿石品位一般含 As 5.18~14.20%，平均含 As 10.39%。

## 4.2 矿石特征

全区矿石的矿物组成较简单，有用矿石矿物主要为雄黄，其次为雌黄；脉石矿物主要有方解石、白云石，次为石英、玉髓、炭泥质物、微量高岭石、黄铁矿、辉锑矿等。矿物生成顺序见下页表 4-2<sup>[4]</sup>。

### 4.2.1 有用矿物及特征

雄黄 (realgar): 化学式为  $As_4S_4$ ，含 As 70.1%，含 S 29.9%。单斜晶系。晶体呈短柱状或板状，晶面具纵纹，通常呈它形粒状或半自形板状晶集合体。桔红色，条痕淡桔红色。半透明。贝壳状断口，解理及裂纹发育，性脆易碎。晶面呈金刚光泽，断口呈树脂光泽。硬度 1.5—2。实测比重 3.52。薄片中具有多色性，呈桔黄—桔红色，常交代方解石、石英及粘土矿物，亦常包含方解石、石英、黄铁矿。雄黄常与方解石、石英伴生于脉中或呈细脉状、皮壳状、星点状充填于粘

土岩、灰岩裂隙或构成大量的胶结物。雄黄与方解石同时生成并晚于其它脉石矿物<sup>[2][8]</sup>。

雌黄 (orpiment): 化学式为  $As_2S_3$ , 含 As 60.91%, 含 S 39.09%。单斜晶系。晶体呈短柱状、板状或片状, 一般呈半自形、自形扁柱状、片状或针状集合体。柠檬黄色, 条痕鲜黄色。透明。金刚光泽至油脂光泽, 解理平行 {101} 极完全, 薄片具挠性。硬度 1—2。实测比重 3.42。薄片呈浅柠檬黄—浅黄绿色。常与方解石、石英、雄黄伴生。雌黄的生成晚于雄黄, 其形成条件与雄黄极为相似, 二者常共生在一起<sup>[2][8]</sup>。

矿石的矿物组合也较简单, 常见的有单一雄黄 (I 号矿体中的块状矿石)、雄黄—方解石 (II 号矿体)、雄黄—雌黄—方解石 (III、IV 号矿体) 等。

表 4-2 矿物生成顺序表

矿物名称	成矿期前	成矿期	成矿期后
白云石			
石英、玉髓			
方解石			
雄黄			
雌黄			
高岭石			
黄铁矿			
辉锑矿			

#### 4.2.2 脉石矿物及特征

方解石: 三方晶系。白色, 常呈自形或半自形晶, 具菱形完全解理, 聚片双晶发育, 往往含许多乳浊状杂质 (其中有炭泥质)。广泛穿插交代白云岩、灰岩, 成为最常见的裂隙充填网脉, 亦在矿床中与雄、雌黄伴生成角砾状、团块状或生成晶洞。因此, 方解石在矿体生成之前就有生成, 在成矿过程中, 也可不断生成, 在矿体生成后又大量沉淀出来。

白云石: 三方晶系。多呈灰白色, 他形或半自形晶, 解理发育。除构成原生白云岩主要成份外, 常见白云石成脉状穿插或不规则分布于矿石中, 也有的在角砾状构造矿石中呈胶结物出现。白云石的生成比方解石、石英要早。

石英、玉髓: 白色或乳白色, 呈脉状, 普遍穿插白云岩, 有时呈角砾之胶结物。比白云石生成要晚, 有时呈团块状交代白云石, 或被雄黄或雌黄所包裹。

黄铁矿: 等轴晶系。浅黄铜黄色, 金属光泽。常呈细小颗粒状星散分布于白云岩、灰岩中, 分布在挤压裂隙或破碎裂隙中, 与炭泥质伴生者, 有细小颗粒状

或小团块状的，其生成与高岭石相近。

高岭石：三斜晶系。瓷白色，土状光泽。较软。镜下无色透明，呈半自形或他形片状晶，鳞片状集合体，直径 0.01 毫米左右，这种颗粒的聚团和炭、铁质一起充填交代白云石裂隙破碎带的白云石晶粒，或者与炭泥质、黄铁矿一起充填在矿体壁上，构成挤压裂隙带中的充填物。还有的以细分散状分布在矿体近旁的浅灰色白云岩中。因此，高岭石的生成比方解石、雄黄、雌黄早，比白云石稍晚，与石英生成时间相近。

辉铋矿：斜方晶系。铅灰色，金属光泽，柱状晶形，常呈毛发状集合体，有时包含在雄黄或方解石中，有的在方解石晶洞中成堆附着在方解石晶面上或含于方解石晶体中，与细小扁柱状雄黄晶体伴生。其生成略晚于雄黄，略早于雌黄。

#### 4.2.3 矿石化学组份

矿石主要有用组分为单一的 As。根据化工部化学矿产地质研究院及中化地质矿山总局湖南地质勘查院取样分析，各矿体平均品位见表 4-3。

表 4-3 矿体平均品位一览表

矿体号	矿石类型	一般品位(As%)	平均品位(As%)
I	块状矿石	43.39~68.04	56.40
	角砾状矿石	12.70~39.00	21.46
	浸染状及细脉状	3.00~14.92	6.86
II	浸染状矿石	9.12	9.12
III	角砾状矿石	13.80	15.33
IV	角砾状矿石	11.10	10.39
	浸染状矿石	8.81	

注：a. I 号矿体样品由化工部化工地质中心实验室魏志润等测试，1996 年。

b. II、III、IV 号矿体样品由化工地质矿山局第二十实验室龙玉国等测试，2003 年。

矿石中杂质组成以 CaO、MgO、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等为主，其含量高低取决于脉石矿物多寡和矿体赋存围岩岩性。各类矿石主要化学成份参见表 4-4。

表 4-4 各类矿石代表性化学组份 (%)

矿石类型	As	S	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
块状	55.13	37.05	0.31	-	0.04	0.65	3.45	0.93	0.02	0.06	2.28
角砾状	13.12	8.65	12.51	-	2.63	1.03	33.69	0.40	0.12	0.09	25.35
浸染状	8.68	6.86	19.64	0.32	0.38	3.18	28.34	0.07	0.24	0.01	-

由化工部化工地质中心实验室魏志润等测试，1996 年。

矿石中伴生的有益组分有 Sb、Hg、Au、Ag、Ni、Bi、Mo、Tl 等，含量均很低，目前尚无综合利用价值（表 4-5）。

表 4-5 矿石样组合分析结果表（ppm）

样号	组合方式	矿石类型	As	S	Au	Ag	Ni	Sb	Hg	Bi	Mo	Tl
ZH1	II 号矿体	浸染状	91900	50200	0.01	0.14	0.73	195.4	27.20	0.28	0.79	3.24
ZH2	ZK202-1	角砾状	138900	80700	0.02	0.09	6.38	423.1	15.36	0.13	2.75	4.92
ZH3	ZK9801	角砾状	167400	101400	0.06	0.28	-	260.5	40.14	-	4.05	-
ZH4	ZK205-1	角砾状	113200	61300	0.03	0.41	2.70	124.3	26.10	0.15	1.54	7.35
ZH5	ZK206-1	浸染状	86500	40900	0.03	0.35	5.10	13.50	19.50	0.09	0.27	6.40
ZH6	ZK206-2	角砾状	128300	60700	0.05	0.68	0.92	74.70	10.09	0.20	0.93	4.27
ZH7	ZK207-1	角砾状	107900	59100	0.04	0.32	11.20	210.6	29.70	0.05	1.95	4.35
ZH8	ZK209-1	浸染状	83800	45700	0.06	0.49	4.02	16.75	14.05	0.43	0.72	11.92
ZH9	III 号矿体	角砾状	151800	93000	0.02	0.17	0.95	350.3	7.99	0.06	3.45	17.36
ZH10	IV 号矿体	角砾状 浸染状	104300	50700	0.05	0.34	2.33	75.24	11.27	0.15	1.03	4.07

由化工地质矿山局第二十实验室龙玉国、陈容等测试，2003 年。

## 4.3 矿石结构构造

### 4.3.1 矿石结构

矿石结构主要有自形晶板状结构、半自形晶细粒状结构、他形粒状集合体结构等。

自形晶板状结构：形成较早，往往发育于晶洞中，呈较完整的板状或柱状单晶体，半透明，解理及裂纹发育。单晶一般长约 5~50 毫米。随着矿山生产的深入，目前已很少见此种结构（图 4-2）。

半自形晶细粒状结构：自形晶结构经后期改造或进一步成矿作用，晶体受到破坏，重结晶或再成矿，形成细粒状集合体的半自形晶结构。

他形粒状结构：由他形粒状集合体组成，系交代充填成矿过程后期形成，见不到原生晶体，只见有不规则的粒状雄、雌黄分布，杂质含量相对较多。

### 4.3.2 矿石构造

矿石构造主要有块状构造、角砾状构造、浸染状构造和细脉状构造。

块状构造：矿石呈桔红色或猪肝色，主要由雄黄组成，局部有少量雌黄，脉

石矿物含量极少，为方解石、炭质物及微量石英。块状构造的矿石仅一号窿产出（图 4-3）。

角砾状构造：由雄黄或雌黄胶结破碎的灰岩、白云岩、硅质岩或方解石角砾而呈角砾状构造，矿石呈桔红色、桔黄色、灰色、灰黑色、白色等花斑色，取决于角砾成份和胶结物杂质（图 4-4、4-5）。

浸染状构造：雄黄或雌黄呈小团块状、星点状或细网脉状分布于围岩裂隙中或层面上，这种矿石俗称“麻子黄”，常产于主矿体边部及地表浅部矿化地带，品位较低。

细脉状构造：雄黄呈细脉状交织或穿插在灰岩或白云岩裂隙中，或沿裂隙面分布。形成细脉状构造。细脉宽 0.1~1.0cm。这种矿石品位也较低，往往只形成矿化。



图 4-2 结晶状雌黄矿石



图 4-3 块状雄黄矿石



图 4-4 角砾状雄黄矿石

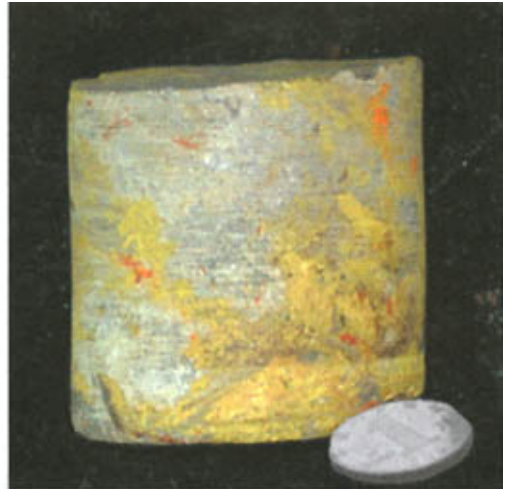


图 4-5 角砾状雌黄矿石

## 第五章 矿床控矿因素及矿床成因

通过综合分析湖南省地质局 403 队和化工部化学矿产地质研究院等单位对一号窿矿床的普查与研究成果, 结合中化湖南院调查评价工作得出的认识, 对石门雄黄矿床的成矿控制条件与矿床成因类型总结如下:

### 5.1 成矿物质来源

石门雄黄矿的赋矿围岩主要是寒武系上统和奥陶系下统的白云岩及白云质灰岩。区域化探资料显示, 本区碳酸盐岩中, As、Ba、Sb、Hg 等微量元素含量比地壳同类岩石克拉克值要高<sup>[10]</sup>, 为成矿物质来源于此套地层提供了有力的证据。寒武纪~奥陶纪, 本区域为盖层沉积阶段, 主要形成碳酸盐岩沉积, 此时期也是区域地球化学元素第一次大的分异演化时期<sup>[28]</sup>, As、Ba、F、Mn、Mo、Pb、Sb、W、CaO、MgO 等元素衬值高, 变异系数大<sup>[29]</sup>, 为在区域内形成 As、Ba、F、Mo、Sb 矿化准备了矿源层条件, 也就是说, 雄黄成矿的主要物质 As 是来自寒武系和奥陶系地层中的碳酸盐岩石中, 并不是来自深部岩浆分异或其他岩浆岩体, 因为在本区域范围内没有大的岩浆活动, 也没有深源岩体分布。

此外, 从雄、雌黄硫同位素组成分析<sup>[9][11]</sup>(表 5-1),  $\delta_{S^{34}}\%$  值为 +10.6~+19.0, 平均为 +15.91, 与现代海水的  $\delta_{S^{34}}\%$  值 (+20 左右) 相近, 显示海相蒸发沉积岩特征, 成矿溶液不可能来自深源, 而是来自富含硫酸盐的地下热泉的渗滤。如矿区周边的现代温泉中含 As 及较多的  $H_2S$  也是佐证, 大量聚集的重晶石及其中的硅质团块均是渗流热泉成因<sup>[12][13]</sup>的标志。

表 5-1 雄雌黄矿物硫同位素组成分析结果表

样号	矿物名称	硫同位素组成 $\delta_{S^{34}} (\%)$	产出特点	备注
199	雄黄	18.50	玫瑰红色, 块状	
141	雄黄	19.00	玫瑰红色, 块状	
123	雄黄	18.20	玫瑰红色, 块状	
203	雌黄	10.60	黄色, 晶簇状, 与方解石共生	
217	雌黄	15.00	黄色, 晶簇状, 与方解石共生	
124	雌黄	16.40	黄色, 晶簇状, 与方解石共生	
*	雄黄	16.05		12 个样平均
*	雌黄	15.04		13 个样平均

前六个样品由化工部化工地质中心实验室测试, 1989 年; 后两个样品数据来自涂光炽, 《中国层控矿床地球化学》, 1987 年。

## 5.2 矿床控矿因素

石门雄黄矿化及工业矿体整体上沿磺厂复式背斜碳酸盐岩地层中的东西向断裂分布,矿床的形成和富集主要受构造、岩性和岩溶作用的控制,其中构造为主要因素,岩性条件有重要影响,古岩溶作用提供了有利的容矿空间<sup>[2]</sup>。

### 5.2.1 构造控矿

区内雄黄矿化的形成,是构造运动的产物<sup>[14]</sup>。燕山早期的宁镇运动形成了一系列东西向的一级线性褶皱和逆掩走向断裂构造,并伴生北北东和北北西两组剪切断裂;燕山晚期构造运动形成了北东东构造,并与早期东西向构造联合、重接,形成向北西凸出的弧形构造;喜山运动形成了北北东向的横向断裂,对前期构造形迹施加改造和破坏。各期构造活动均伴生有中低温热液活动。南部的花垣—大庸—慈利基底深大断裂及西部的北东向鄂湘黔断裂、东部的北西向常德—安仁断裂等,从宏观上控制了区域热液活动。其旁侧的次级构造交汇部位,是热液活动的通道和储聚部位。石门太平重晶石矿、慈利飞马黄铁矿、闪锌矿、桃源热水坑钼矿化、桃源太平桥铅锌矿以及石门磺厂雄黄矿的早期富集成矿均是这期热液活动的产物。燕山晚期~喜山期形成了北东东及北北东向构造,以热泉式卤水渗滤交代活动为主,成矿(特征)元素主要为 As、Sb、Hg 等,在石门磺厂至热水溪一带分布的现代温泉就是北北东向断裂控制这类热液活动的佐证。喜山运动提供了热液再次活动的动力。磺厂雄黄矿床主要在这一阶段形成。

研究区控矿构造主要是在 NW—SE 方向应力场形成的,特别是规模较大的 F<sub>1</sub>、F<sub>3</sub> 断裂,同时形成了一系列 NE 向的拖褶皱与次级断层。地质构造对矿液的起了导流与聚集作用<sup>[15]</sup>。由于褶皱作用等,使地下低温热泉朝着磺厂背斜核部运移聚积,而区内发育的次级短轴背斜(倾伏端)、断裂直接控制了矿体赋存部位。断裂构造是岩溶发育的先导,也是热泉矿液上升的通道之一,再加上岩溶隐爆作用,可在断裂带内扩大空间,从而提供储矿场所。因此断裂构造在成矿过程中起了主要的控制作用。

### 5.2.2 岩性控矿

雄黄矿化(体)大都赋存于寒武系上统耗子沱群、奥陶系下统南津关组等地层中,赋矿岩性主要是白云岩及灰质白云岩。通过化探分析,本区碳酸盐岩中,微量元素 As、Ba、Sb、Hg、Cu 等含量同地壳同类岩石相比较,特别是 As 和 Ba,其原始丰度大大高于克拉克值,这与寒武系、奥陶系地层是主要的矿源层的事实是统一的。

关于岩性与成矿的关系,认为白云质岩石比灰岩更有利于雄黄成矿<sup>[16]</sup>。根据许多热液矿床对碳酸盐岩的选择作用的实际资料以及理论性研究,证明碳酸盐岩

的不同溶解度是影响矿床生成的介质条件。矿液与碳酸盐围岩发生交代作用时,使其矿液本身的 PH 值发生变化。只有当 PH 值变化到某一定值(一般是弱酸或弱碱环境)时,才能有金属矿物大量结晶析出成矿。热液就是通过溶解碳酸盐岩中的  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{MgCO}_3$  来演化成弱酸或弱碱性的。现代研究证明,在同温同压条件下,  $\text{MgCO}_3$  的溶解度比  $\text{CaCO}_3$  大 23.45 倍,热液选择溶解白云岩中的  $\text{MgCO}_3$  作为沉淀剂比溶解灰岩中的  $\text{CaCO}_3$  更为容易,因而在白云质岩石中更容易形成大而富的矿体。

岩石的物理性质与成矿也有一定关系。赋矿围岩白云岩及灰质白云岩由于岩石性脆,在一定构造应力作用下,比灰岩更容易破碎,因而白云岩比灰岩更易成矿,能为成矿提供储矿空间。岩石的孔隙结构对矿液的运移也有影响,据涂光炽先生研究<sup>[17]</sup>,该区各类岩石的渗透率均小于一个达西,碳酸盐岩连通孔隙率一般在 0.23~5.05%之间,而硅化、矿化岩石有明显增大趋势。

另外,在每个已知矿化(体)部位以上,都有一层以上的粘土页岩层或硅质岩分布,页岩层或硅质岩为不透水层,在一定构造封闭环境下,对热液矿液的聚集起了很好的屏蔽遮挡作用,从而为成矿提供了有利的地质环境。

### 5.2.3 古岩溶作用

通过对一号窿的研究,认为矿床的成因除岩性、构造以外,尚与古岩溶作用有关。在构造有利的复合部位的碳酸盐岩,经地下水的渗滤、溶蚀作用,角砾岩进一步发育、破碎裂隙进一步扩大,含矿热液(热泉)沿构造裂隙上涌,由于上覆盖层的屏蔽作用,使热液气压不断增高,从而使支撑角砾岩块的细小白云岩基质先于较大岩块溶解,逐渐形成网络状溶解空间,最后互相连通形成较大的不规则的岩溶洞穴,这个过程称之为岩溶隐爆<sup>[30]</sup>。岩溶作用沿构造复合带断续分布,构成很好的容矿空间,后经热液充填交代,从而形成雄黄矿床。一号窿及樟树湾矿体中大量存在的角砾状构造矿石及岩溶角砾岩就是古岩溶作用的最好证据。

## 5.3 矿床成因

石门雄黄矿床的成因历来是各家工作单位或研究者个人争论的焦点。原化工部化学矿产地质研究院、湖南省地质局 403 队、中化湖南院等单位通过大量的实验测试,总结出了一些很有价值的资料,笔者经综合分析,提出本区雄黄矿床的成矿模式如下:

燕山期大规模造山运动使本区下古生界巨厚岩层普遍褶皱并遭受剥蚀,岩溶化作用沿碳酸盐岩层的断裂部位发展。天水沿地层孔隙下渗与深部上升的热液在地层中循环运移,萃取地层中成矿元素 As、Sb、Au 等沿基底断裂、盖层中断裂



迅速上升。地热增温作用和深部热液使成矿流体发生沸腾作用<sup>[18]</sup>，从而使酸性挥发组分，如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等向外逸散，导致成矿元素浓度和 PH 值增大。由于含氧大气水的加入，经氧化作用使含  $\text{H}_2\text{S}$  的成矿溶液酸度升高，即 PH 值降低，致使成矿溶液变成地表高浓度  $\text{SiO}_2$  酸性溶液，形成热泉<sup>[19]</sup>。在低温（ $100\sim 170^\circ\text{C}$ ）、弱酸性、弱还原的物化环境下，热泉携带成矿物质上涌，沉淀出硅华（热液硅质岩）阻塞了通道，加上盖层屏蔽，使聚气增加，气液爆破导致岩石破裂形成矿化爆破角砾岩（岩溶隐爆）<sup>[31]</sup>。在低压（ $5\sim 20\text{Mpa}$ ）环境下，随着 PH、Eh 值改变，引起热泉中成矿元素大量堆积，在适宜的容矿部位，矿质以充填作用为主，兼有交代作用形成雄雌黄矿体。

雄黄、雌黄、辉锑矿等都是低温热液成矿或热泉沉积物的标志性矿物<sup>[20]</sup>，已知工业矿体普遍伴生岩溶角砾岩和热液硅质岩，工业矿体均沿磺厂背斜轴及东西向断裂构造带分布，矿体全部产出于寒武系及奥陶系碳酸盐岩中，矿石主要呈块状、角砾状、浸染状等构造，这些矿床特征无不为其上述成矿模式提供了有力的佐证。

从标准低温矿物及雄、雌黄矿物的生成温度判断，矿床是在  $130\sim 160^\circ\text{C}$  左右的低温条件下生成的<sup>[2][21]</sup>。硅质岩的形成温度更低。

综合前述，本区雄黄矿床成因类型归纳为低温热泉岩溶隐爆充填交代矿床。

## 第六章 成矿预测

### 6.1 成矿预测的基本思路与方法

通过搜集前人形成的关于本区域各类地质资料和相关信息,对本人主持的地质调查评价工作中采用地质、遥感、物探、化探等多种技术手段获取的找矿成果进行综合分析和综合研究,总结出石门雄黄矿在地壳中富集成矿的规律和控矿因素,对矿区外围雄黄成矿远景区进行预测<sup>[22]</sup>。

### 6.2 外围找矿预测与评价

#### 6.2.1 预测范围

本次预测范围为石门雄黄矿区之东西两端外围,也就是呈东西向延展的磺厂背斜构造主体范围(附图6)。西部主要包括樟树湾、二号窿、三号窿、兔儿山等地段,面积约5平方公里;东部主要包括枳桥、雄黄矿农场等地段,面积约6平方公里。

#### 6.2.2 预测依据

##### 6.2.2.1 遥感解译成果<sup>[2]</sup>

本次研究中运用遥感技术手段的理论基础:遥感技术以电磁波理论为基础,是当代高新技术的主要代表,具有宏观性强、信息量丰富、时效性好等特点,在地质找矿中发挥着重要的作用。雄黄矿床是成矿热液、构造活动作用于成矿围岩(矿源层)及在特定物理化学因素作用和导矿构造的控制下,成矿物质储聚于较为封闭的几何空间内形成的。含矿物质、导矿和容矿构造与成矿元素的迁移和沉淀是成矿的重要条件,在成矿过程中,必然存在一个热源体,对其形成或定位、侵位空间地质体的物质结构予以改造并施加影响,其夺取空间的形式和机制,无论是原地充填、浸染、交代,抑或沿断裂、节理、裂隙上侵,都将产生较强的光谱敏感性。这种光谱特性属电磁波范畴,是一种特殊的地球物理异常场,在卫星遥感数据上可以得到或隐或现的表现。

20世纪80年代及90年代,原湖南省遥感站进行了包括本研究区在内的1:50万卫片(TM)遥感地质解译,对区内的地层、构造进行了修测。2000年湖南省遥感中心采用遥感地质解译作为新的技术手段,利用包括美国第V颗陆地卫星TM专题绘图仪于1998年09月接收的卫星数据和国家测绘总局测绘研究所提供

的 1:25 万(分幅)地理底图等资料,采用人机交互解译以及图像平面对目视判读等解译方法,为本区成矿预测研究从遥感解译的角度提供了依据。

1、区域地层:基于不同岩性的地层在影像上呈现的特征不同,在影像解译过程中主要依据岩性划分地层岩组单元。按照岩石地层单元划分要求,并结合区内地层特征及不同岩性地层所表现出的不同影像标志,将区域内地层划分为 16 个遥感影像地层岩组单元,它们分别是耗子沱群( $\epsilon_{3hz}$ )、王村群( $O_{wq}$ )、大庸群( $O_{dq}$ )、五峰组( $O_{3w}$ )、龙马溪群( $S_{1L}$ )、洛塔群( $S_{2L}$ )、云台观组( $D_{2y}$ )、写经寺组( $D_{3yj}$ )、仁村坪群( $P_{rq}$ )、杨家溪群( $P_{yq}$ )、大冶组( $T_{1d}$ )、嘉陵江组( $T_{1j}$ )、巴东组( $T_{2b}$ )、接龙桥组( $J_{1j}$ )、沅陵群( $K_{yq}$ )及第四系(Q)。上述地层岩组单元和区测地层单位具有一定的对应关系,且解译结果与区测结果吻合很好。

2、区域构造:根据遥感对构造的解译结果以及各构造形迹的组合关系,认为区域构造格架以东西向构造为主,并叠加了新华夏系构造以及北西向构造痕迹。东西向构造形迹主要由东西走向的褶皱及压性、压扭性断裂组成,系区域性石门—华容—临湘东西向褶皱断带的组成部分。新华夏系构造形迹是区域性桑植~石门早—晚期新华夏系褶皱断裂带的组成部分,此二种构造形迹的重接与联合,形成了著名的湘西北“弧形构造”。北西向构造除东西向构造伴生的北西~北北西向剪切外,尚还存在一组北西向断裂,它们自成体系,规模宏大,区域上归属常德—安仁深断裂。

3、研究区地层:研究区内地层主要是寒武系上统至奥陶系的灰岩、白云岩、白云质灰岩及灰质白云岩碳酸盐沉积,在南北两侧有少量志留系龙马溪组的页岩、砂质页岩等碎屑岩出露。碳酸盐岩在影像上呈浑圆的块状图案,中等色调,风化较强烈,沿小溪及冲沟耕地众多,植被茂盛;碎屑岩在影像上呈尖棱的梳状纹影,沟谷众多且截割深,岩石多裸露。碳酸盐岩和碎屑岩在影像上界线清晰,易于判读。碳酸盐岩中尚发育有硅质岩,其在影像上色调相对背景色稍深,影纹上表现为柔和的背景上呈突变的尖脊形态,相对而言大都呈凸起的正地形,且多分布在浑园山包顶部。

4、研究区构造:经解译,研究区存在近东西向、北东向、北西向和北北东向等几组构造。

近东西向构造由褶皱和断裂组成,包括磺厂背斜及磺厂断裂。其中以磺厂复式背斜为主,呈较对称的东西向展布,其间还发育了一组轴向相同的小向斜和小背斜,是可能成矿的有利构造。

北东向构造以断裂为主,褶皱未见,走向约  $NE50^\circ$ ,斜向切割近东向构造。主要有荷花园—磺厂—黎家湾断裂带和兔儿山断裂组,使志留系龙马溪组和奥陶系地层呈断层接触关系。

北西向构造也仅见断裂,走向约  $NW300^\circ-310^\circ$ ,斜向切割近东西向构造,

往往与北东向断裂相伴出现,共同组成X型构造。主要有樟树湾—磺厂—牛奶场断裂、张家坡断裂组、田家院子—兔儿山断裂及笔架垭—广口湾断裂组。

北北东向构造以规模较大的张性、隐伏断裂为其特征,褶皱未见。常规地质填图难以发现这类断裂。但在遥感影像图上,这种断裂比较清楚,大都以锯齿状影纹,断续出现的异常线显示出来。主要有磺厂北北东向断裂组和兔儿山北北东向断裂组,二者特征相似,走向约NE20°,分别由两条相互平行的断裂组成,相距约300m。

总之,遥感解译为本区成矿预测研究提供了与常规地质相一致的地层岩性和构造基础,与常规地质工作相比,大大缩短了工作时间,减小了资金和人力投入,为缩小预测区范围、选定预测区重点提供了依据。

#### 6.2.2.2 地质依据

进行成矿预测的地质依据是多方面的,但考虑到本区雄黄矿的控矿因素和矿床特征,主要的地质依据不外乎来自地层和构造<sup>[3][23]</sup>:

##### 1、地层控矿性

根据区域构造活动旋回、沉积岩相特征、区内遥感解译地层出露情况,并参考区域化探成果,认为地层的控矿性具如下特征:

寒武系~奥陶系:雪峰运动以后,本区转化为较稳定的盖层沉积阶段,占主导地位的是碳酸盐岩沉积。据区域化探资料,寒武纪~奥陶纪是本区地球化学元素第一次大的分异演化时期,除B、Cd、Nb、Sr、U、Zr、Na<sub>2</sub>O、SiO<sub>2</sub>外,其余元素均高于本区平均水平,特别是As、Ba、F、Mn、Mo、Pb、Sb、W、CaO、MgO等元素衬值高,变异系数大,为在本区域形成As、Ba、F、Mo、Sb矿化准备了矿源层条件。

志留系:志留系以沉积灰绿色、紫红色页岩、粉砂质页岩为主,处于弱还原—弱氧化的滨—浅滩—潮坪—泻湖相沉积环境。因此,在志留系地层中,Cd、Mo、Hg、Sb、Au、Ag等亲硫元素亏缺,而反映高盐度、气候潮湿、炎热的指示元素如B、Ba、F、K<sub>2</sub>O、CaO、MgO等相对富集。根据区域化探资料志留系元素衬值曲线、变异系数曲线等,大多数元素的衬值为0.7~1.1,变异系数为10%~30%,属低含量均匀型元素。这反映区内处于构造岩浆活动不发育、沉积环境平稳、沉积物质来源单调、地球化学元素分异不显著的地史发展阶段,造成区域志留系As、Sb等各种矿化贫乏。

泥盆系:主要为滨岸—前滨沉积环境,大量接受来自南部“江南古陆”的陆源碎屑沉积。水动力强,搅拌淘洗充分,沉积了成熟度高、质纯的石英砂岩。由于遭受海水高能量的长期洗刷,大部分元素被迁移,低于区域背景值,对As、Sb成矿不利。

二叠系~三叠系：据区域岩相古地理研究，早二叠纪早期~晚期，为滨海沼泽相成煤建造—浅海相硅质岩、碳酸盐建造；晚二叠纪早期—中三叠纪晚期，为潮坪—滨陆交互的黑色炭质页岩、硅质岩夹煤线建造—浅海台地相碳酸盐建造—潮坪~湖相陆源碎屑建造。在此时期，岩相古地理条件多变，构造活动频繁，地史发展复杂。说明在此阶段存在热液活动的可能性。

侏罗系—白垩系：中侏罗纪末开始的燕山期主幕宁镇运动，是区内最大的一次褶皱造山运动，并伴有中低温热液活动。本区的雄黄矿化主要形成于此阶段。燕山运动的构造形迹控制了白垩纪的拗陷盆地沉积。本阶段地球化学特征不明显。

综上所述，研究区域内主要控矿地层是寒武~奥陶系，其它地层没有形成雄黄矿化（体）的物质来源。成矿的热液活动有二叠纪~三叠纪及侏罗纪~白垩纪两个阶段。

## 2、构造控矿性

分析本区已知矿体的控矿构造，认为一级的深大断裂是区内的导矿构造，控制着热液硅质岩与雄黄矿化的分布，二级派生构造控制着雄黄矿床的生成，其中发育的更次级断裂、褶皱或岩溶构造，是重要的容矿构造，控制着矿体的富集。成矿最有利的构造体系是深大断裂（或基底断裂）与盖层褶皱的联合控制体系。

从地质构造的角度预测，东西向构造（断裂）与北北东向构造（断裂）的交汇部位（构造结），是寻找雄黄矿化（体）的有利地段。背斜倾伏端的虚脱空间则为雄黄成矿提供了储聚场所，其他如断裂的挟持构造、背斜核部、背斜与断裂交汇部位、断裂的拖褶曲等等，都是成矿预测研究中值得注意的成矿有利的构造部位<sup>[24]</sup>。

### 6.2.2.3 化探依据

研究区原有化探工作已达一定程度，为本次研究提供了一些重要信息。湖南省地质局 403 队曾于 1988~1989 年在石门雄黄矿区及其外围先后开展过汞气测量、1:200000 及 1:50000 水系沉积物测量和 1:10000 岩石测量。2000 年开展地质调查时又以 1:10000 岩石测量所圈定的 17 个 As 异常分布范围成果图为参考依据，在兔儿山、樟树湾小区开展了 1:2000 岩石测量工作，在枳桥小区开展了 1:50000 土壤测量工作，取得了这些地段的中小比例尺化探异常资料。

#### 1、汞气异常

403 队在研究区开展的汞量测量成果表明：区内各类岩石、矿石中汞的含量远高于地壳的丰度值，说明矿区处于汞的高背景带，矿化硅质岩及矿石汞含量比其它岩石高出数倍至十几倍（表 6-1），从表中可以看出，矿体及矿化硅质岩是引起本区 Hg 气异常的主要来源<sup>[3]</sup>。

表 6-1 各类岩(矿)石中砷、汞含量表(ppm)

岩(矿)石名称	矿 石			岩 石			
	块状	角砾状	浸染状	矿化硅质岩	硅质岩	角砾岩	碳酸盐岩
Hg	6.53	10.39	12.69	28.80	3.54	2.09	0.62
As	569700	209700	62300	5825	154	3.50	4.00
地壳中 Hg 丰度	雄黄 0.22~150.00			雌黄 0.10~3.00			0.04

数据来源：湖南省地质局 403 队，1981 年。

对雄黄矿区部分地段和化探异常区土壤中汞气测量，发现有一号窿、二号窿、象鼻嘴、印加垭、樟树湾、三号窿、张家坡及视桥等几个地段汞气异常，特别是一号窿、二号窿、张家坡及视桥异常，面积大、形态规整、异常强度大，浓集中心及内、中、外带明显。一号窿矿体上方土壤中存在清晰的汞气异常强度大，具有明显的浓集中心和浓集梯度，其内带（汞气值 24ng/L）、中带（24~12ng/L）、外带（12~6ng/L）分带明显。浓集中心与一号窿浅部矿体及附近硅质岩分布相吻合。

## 2、原生晕

据 403 队所做 1:10000 岩石测量，在研究区圈定地表原生晕共 17 处(图 6-1)，总结于表 6-2。从表中可以看出，过去已知及推断的矿床(点)都在异常范围之内，特别是本区分布较广的硅质岩，大多数被 As 异常所圈定，两者的分布态势基本一致；异常群总体呈东西向带状和不规则面状分布，与区内构造、地层走向基本一致；各异常均具多元素组合特征，主要有 As、Hg、Sb、Au、Ba、Sr 等元素。异常强度大，峰值高，衬度值也高，一般可达几十至上百倍，大部分异常具明显分带，浓集中心明显；异常面积一般在 0.021~0.185km<sup>2</sup>，大部分与土壤汞气测量所圈出异常基本吻合。

化工部化学矿产地质研究院分析了一号窿 8 个中段主要元素含量，Ba、Sr、Ti、Mn 在矿床上部含量高，异常出现在矿头和上方，向下降低。Hg、Au 在 182 米中段含量高，向下逐渐降低，且有低、中、高、低的变化趋势。Pb、Cu 含量低，从上到下比较稳定，变化小。Sb 的垂直变化特别明显，80 米中段以上从几到几十 ppm，80~—135 米中段含量为数百 ppm，—135 米中段以下为数千 ppm，在—370 米中段 Sb 为  $13577.78 \times 10^{-6}$  已达到工业品位。将一号窿不同中段的样品进行统计，采用格里戈良法计算，其原生晕轴向分带从上向下为<sup>[25]</sup>：Ba-Ti-Mn-Hg-Sr-Cu-Pb-As-Sb，其中 Ba、Ti、Mn 为前缘元素，Sr、Hg、Au 为矿上元素，Sb 为矿下元素<sup>[4]</sup>，符合矿床实际情况。

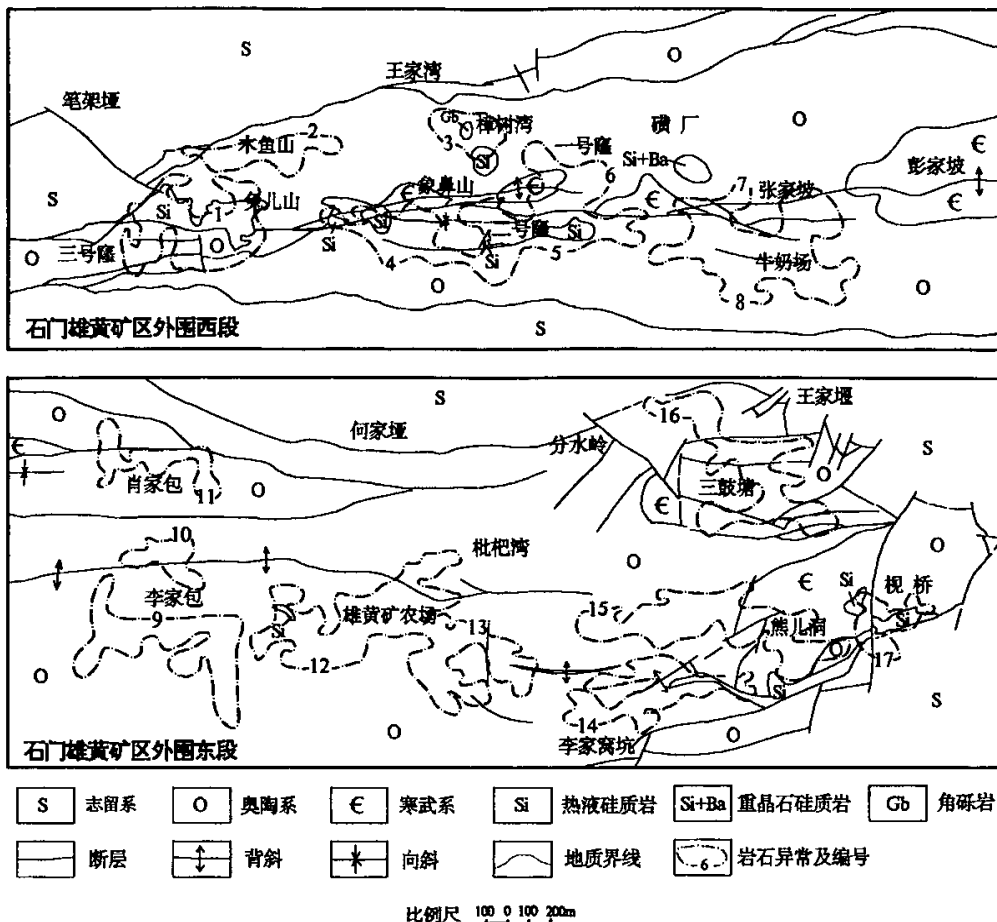


图 6-1 石门雄黄矿区及外围岩石测量综合异常图

笔者参与的调查评价工作选择了兔儿山及樟树湾等小区开展 1:2000 岩石测量工作,共圈出异常 7 个,其中兔儿山小区 5 个,樟树湾小区 2 个。异常总体呈北东向—近东西向的带状分布,与矿区构造线相一致。

在兔儿山小区的 III 号异常和 V 号异常,异常强度大,As 含量高,As-Hg-Sb-Ba 元素组合表现为矿化异常组合特征。是本区最有找矿希望的异常之一,应采用探矿工程进行异常验证,以期探获工业矿体(图 6-2)。

表 6-2 研究区 1:10000 原生晕特征一览表

异常编号	异常位置	元素组合	面积 (km <sup>2</sup> )	异常强度	峰值	异常规模	衬度	分带性	异常形态
1	三号窿	As-Hg-Ba (Pb-Cu-Sr-Sb)	0.14	613.8	30800	85.9	55.2	内-中-外	不规则面状
2	木鱼山	As-Hg(Sb)	0.073	178.2	980	13.01	16.0	中-外	条带状
3	樟树湾	As-Hg(Sb)	0.059	383	2085	22.6	34.5	中-外	椭圆状
4	象鼻山	As-Hg	0.0512	1201.2	2026	46.13	39.5	中-外	椭圆状
5	二号窿	As-Hg-Ba(Sr)	0.021	3391.2	20000	67.8	355	中-外	不规则面状
6	一号窿	As-Hg-Ba (Sb-Sr)	0.152	755.7	12400	114.87	68.0	内-中-外	椭圆状
7	张家坡	As-Sb-Hg-Cu -Ba(Pb-Sr)	0.147	963.5	23437	141.63	86.8	内-中-外	面状
8	牛奶场	As-Hg	0.092	638	6400	58.7	57.4	内-中-外	不规则面状
9	李家包南	As-Hg-Sb-Au	0.098	1223	26250	119.85	110.1	内-中-外	东西不规则带状
10	李家包北	As-Hg	0.057	277.6	550	15.82	25.0	中-外	透镜状
11	肖家包	As-Hg	0.089	105.9	331	9.42	9.5	中-外	条带状
12	农场(西)	As-Hg-Sb-Au	0.08	330	2840	26.4	29.7	中-外	条带状
13	农场(东)	As-Hg-Sb-Au	0.185	660	7920	112.1	59.4	内-中-外	面型港湾状
14	李家窝坑	As-Hg-Sb-Au	0.109	490.2	9600	53.4	48.9	内-中-外	条带状
15	熊儿洞	As-Hg-Sb	0.161	1300	19562	209.3	117.0	内-中-外	长条状
16	三鼓塘	As-Hg-(Sb)	0.082	573.1	17900	46.8	51.6	中-外	等轴状
17	枳桥	As-Hg-Sb-Au -Ba(Pb)	0.066	664	4660	40.0	54.4	内-中-外	椭圆状

注: a. 背景值采用无矿化地段排除大于 $\bar{X}+3\sigma$ 后的均值;

b. 采用成矿元素 As 编号, 含量单位 $\times 10^{-6}$ ;

c. 衬度值=异常均值/背景值;

d. 括号中元素为次要相关元素组合。



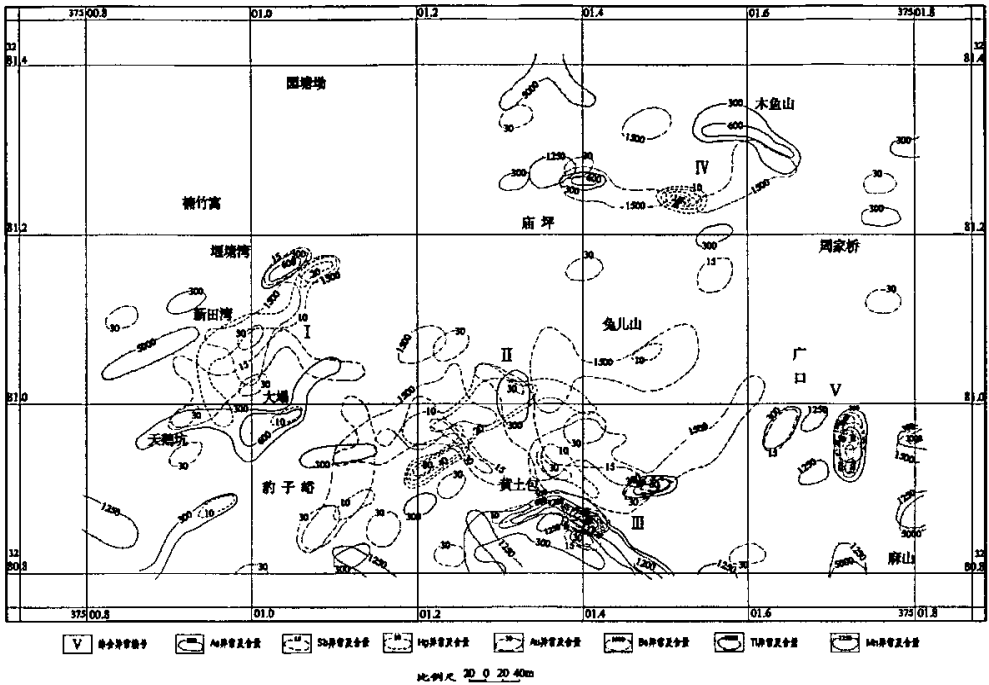


图 6-2 石门雄黄矿区外围兔儿山地段原生晕异常图

在樟树湾小区，VI号异常和VII号异常，呈近东西向带状展布稳定，与矿区构造线相一致，断续出现具矿化特征的 As-Hg-Sb-Ba 元素组合的浓集中心，宜对该异常进行综合研究，选择成矿构造有利地段开展异常验证（图 6-3）。

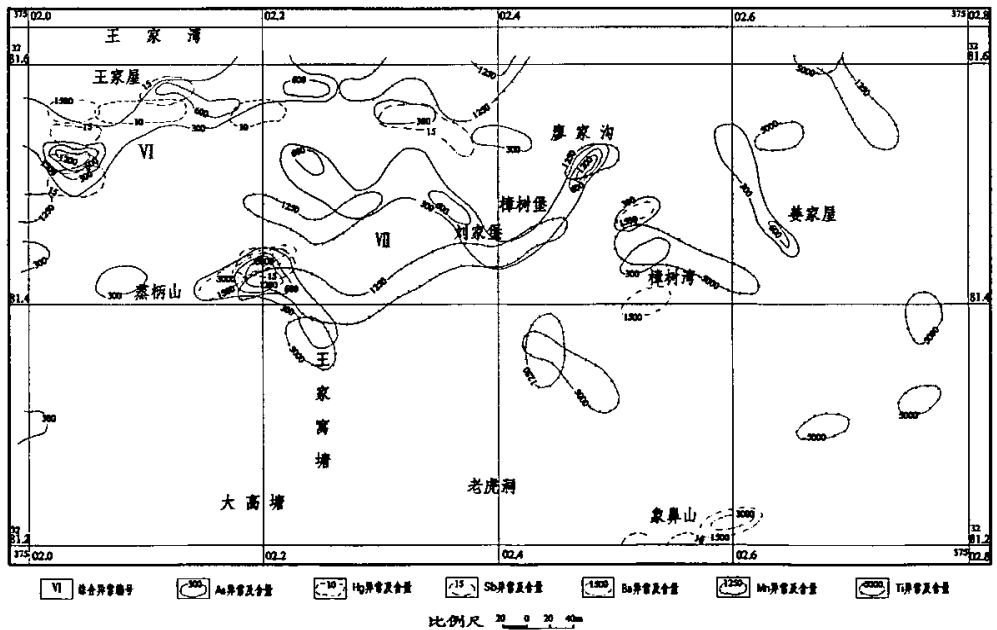


图 6-3 石门雄黄矿区外围樟树湾地段原生晕异常图

### 3、次生晕

地质调查时在枳桥小区实施了 1:50000 土壤测量,共圈定次生晕异常 4 个(图 6-4),均呈近东西向的带状分布,与矿区构造线相一致。

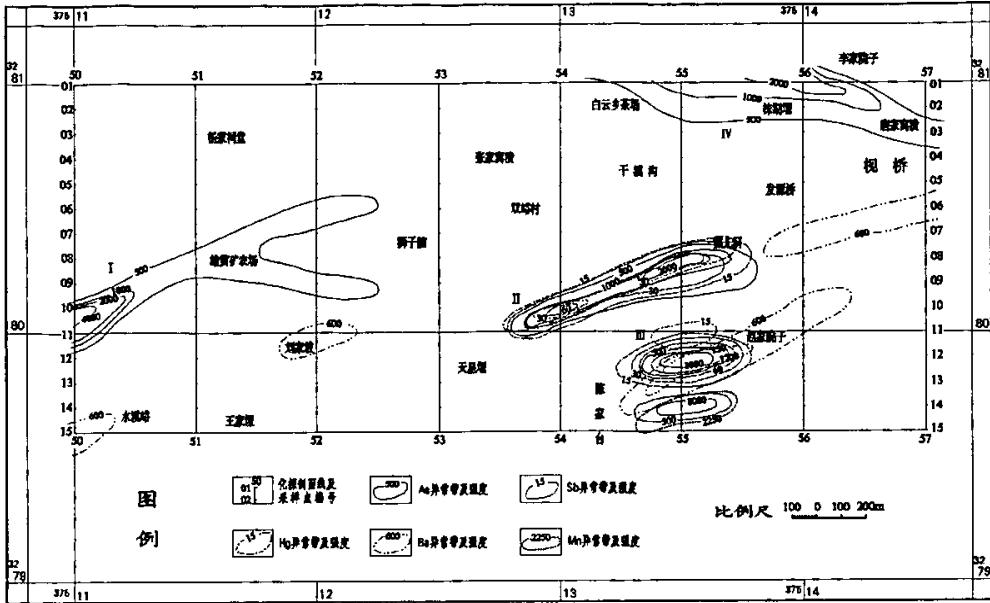


图 6-4 石门雄黄矿区外围东部地段次生晕异常图

异常分带清晰,各元素异常重叠性好。其中以分布于天星堰—熊儿洞一带的 II 号异常和分布于陈家台—赵家院子一带的 III 号异常具强度大,分带性好,且具 As-Hg-Sb 及 As-Hg-Ba-Mn 多元素组合的特征,认为 II、III 号异常为构造裂隙带通过的地段,存在矿化体的可能性大,有必要在此二小区内进一步开展大比例尺的物探工作或进行钻探工程验证。

#### 6.2.2.4 物探依据<sup>[2]</sup>

1990~1991 年间,403 队和原地矿部物探所一起对石门雄黄矿区一号窿周围开展过物探工作。分别采用电法剖面测量、浅层地温测量及钻孔电磁波测量等方法,发现了一些异常,通过分析研究,总结出在研究区内局部地段存在良好的物性前提,通过选择后运用上述方法能取得好的找矿效果。

根据前述的几种依据进行初步预测,地质调查时在遥感和化探工作成果的基础之上圈出了新的物探范围,包括兔儿山、樟树湾、二号窿和枳桥四个小区,前三个小区均位于石门雄黄矿区外围西段(一号窿以西),枳桥小区则位于矿区外围东端。通过总结前人的物探工作经验,采用双频激电法开展物探工作,进行中梯测量的激电测深。

#### 1、地温异常

前人开展过石门雄黄矿区浅层土壤测温试验,根据矿区具体地质、地球化学特征及不同岩性、植被、位置等因素综合考虑,确定 $\geq 14.50^{\circ}\text{C}$ 为矿区正温异常, $\leq 13.50^{\circ}\text{C}$ 为负温异常。经测定,在一号窿及其它一些原生晕区均存在明显的地温差,以负异常为主的最低值为 $12^{\circ}\text{C}$ ,正温异常主要分布在页岩及一号窿矿体尾部投影范围内,其峰值为 $16.8^{\circ}\text{C}$ 。根据一号窿矿体地温异常特征,认为地温正负异常成对出现时,即可能指示矿床存在。

## 2、无线电波透视异常

为了确定矿体的空间位置,提高地质勘查见矿率,前人进行了无线电波透视法测量。根据实测曲线推算,该区碳酸盐岩石为高阻低吸收介质,而矿体较围岩呈低阻反应,故矿体可出现较明显的“阴影”异常,这为本区开展无线电波透视测量提供了前提物性条件。在一号窿坑道内,在不同中段,选择不同矿石类型,采用不同频率进行试验,结果是矿体存在部位均出现明显的负异常(阴影),透视推断矿体范围与实际范围基本吻合。

## 3、激电测量的物性前提

通过对石门雄黄矿区钻孔的井旁激电测深和兔儿山小区的中梯激电有效性实验表明,本测区内灰岩和硅质岩属高电阻率、低极化率地质体;页岩、泥质灰岩属中电阻率、中极化率地质体;浮土和断层破碎带属低电阻率、中极化率地质体;雄黄矿体及矿化围岩属低电阻率、高极化率地质体。从物理特性来说,采用激电方法观测完全具有直接找矿的物性前提,但由于其矿体规模有限,且全部是盲矿体,观测信号较弱,故本测区物探工作实际上还是以追寻控矿构造的间接找矿方式为主。利用测区内的视电阻率 $\rho_s$ 异常的分布特点可以确定断层破碎带的存在部位和走向。而利用激发极化的视幅频率 $F_s$ 异常的分布特点能进一步确定断层破碎带中雄黄矿化(体)的赋存部位。

根据一号窿矿体主要受断层破碎带控制这一特点,物探工作的目的就是确定测区内断层破碎带的分布和产状以及成矿的有利部位,为钻探定位提供指导性依据。由于测区内的地层分布均为白云岩、石灰岩,而矿体、断层破碎带和白云岩、石灰岩之间的导电性差异十分明显,所以在测区内开展物探工作将会取得明显的地质效果。调查评价时采用中梯装置的激发极化法进行面积性测量,然后利用 $\rho_s$ 、 $F_s$ 等值线平面图圈定出断层破碎带及成矿(极化体)有利部位的平面位置,再利用激电测深确定极化体的埋深和产状,为钻探验证提供依据。

## 4、物探平面异常解释

①兔儿山地段共圈定 10 个物探异常(图 6-5)。其 II 号异常为三级异常,与 I、III、IV、V 四个二级异常一起构成东部异常群,反映了该地段地质构造复杂,矿化程度较高,特别是 II、III、IV 号异常紧密相邻,很可能是由一个地质体所产

生。虽然该地有中极化率的浮土地层和高压输电线路的辐射等干扰因素，但该异常幅值大，很可能是矿致异常，而非干扰所致。

该区VI号异常为三级异常，地处测区西南部构造复杂地带，范围宽，幅值大，虽有浮土地层和高压输电线路的辐射干扰，但该异常似非干扰所致，很可能为矿致异常。

该地段其余VII、VIII、IX、X号异常皆为一级异常，幅值小，无大的实际意义。

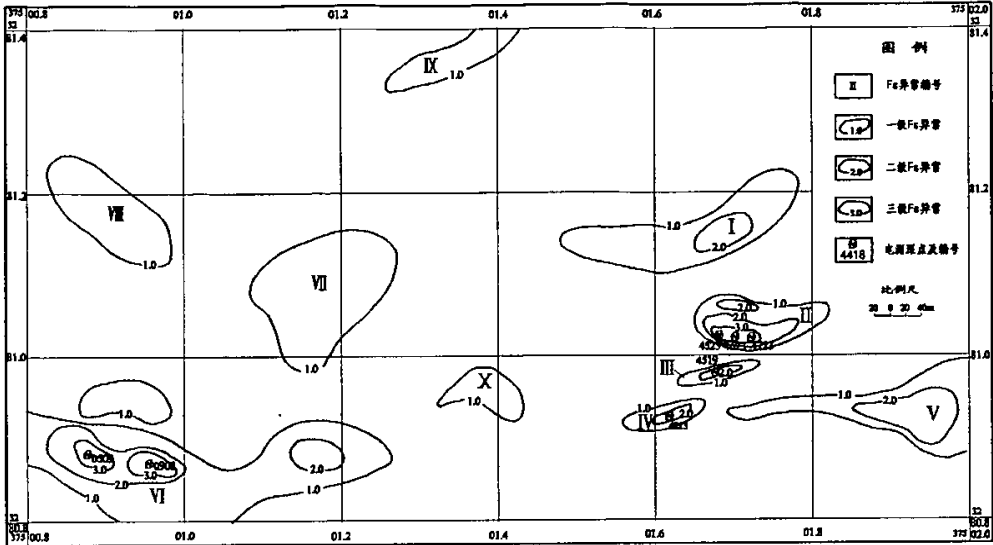


图 6-5 石门雄黄矿区外围西部免儿山地段物探异常图

②二号窿地段共圈定 4 个物探异常 (图 6-6)。其 I 号异常为三级异常，范围宽，幅度大，地处断层带上，亦无明显干扰因素，应为矿致异常。由于异常中心地处陡坎部位，地形影响太大，产状不易判断；II 号异常为二级异常，地处断层带上，地表可见多种矿化现象，周围无明显干扰因素，该异常可能为矿致异常，其地质体有向西北倾斜的趋势。

本地段 III、IV 号异常为一级异常，幅值小，对成矿预测的意义不大。

③樟树湾地段共圈出 4 个物探异常 (图 6-7)。I 号异常为三级异常，异常范围宽，幅度大，当地基本上无干扰因素，该异常当为矿致异常。其异常形态反映矿体具有向东南倾斜的趋势。

该地段 II、III、IV 号异常皆为一级异常，幅值小，意义不大。

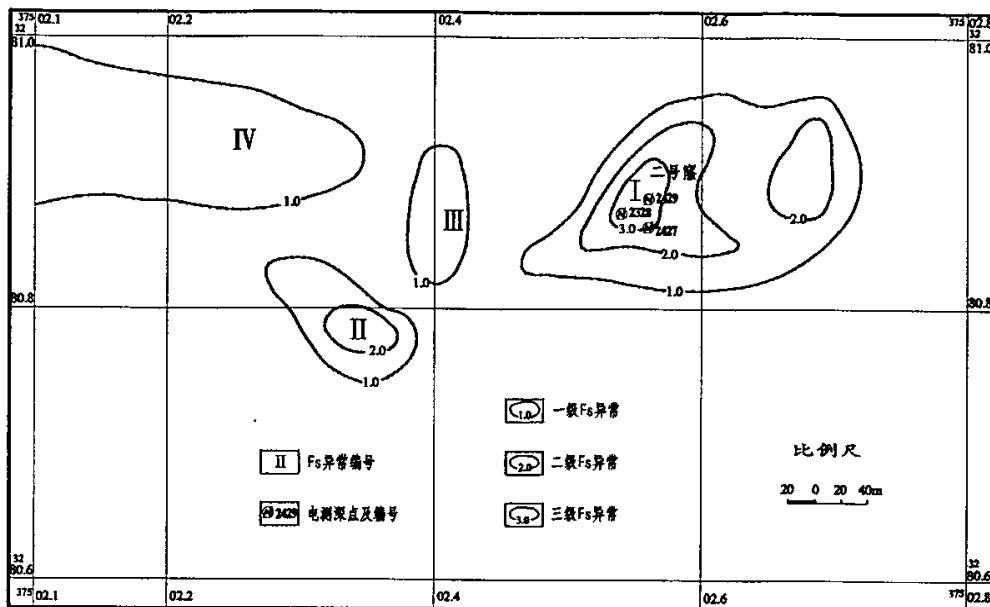


图 6-6 石门雄黄矿区外围西部二号窿地段物探异常图

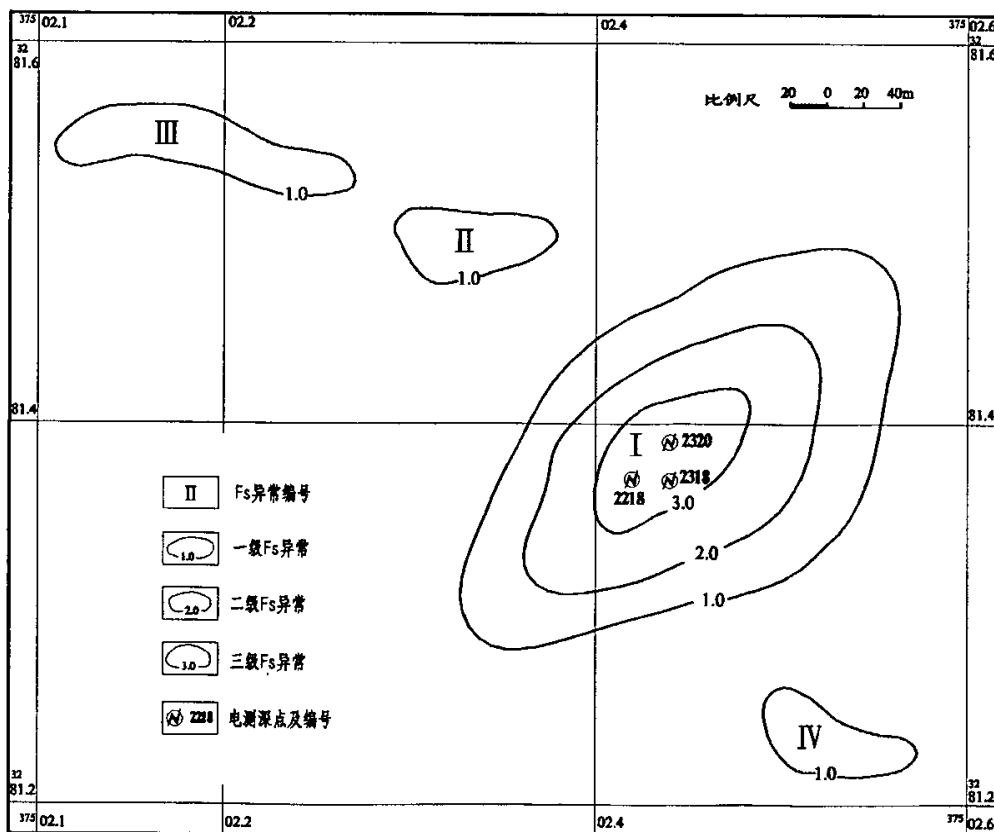


图 6-7 石门雄黄矿区外围西部樟树湾地段物探异常图

④ 视桥地段共探获 2 个物探异常 (图 6-8)。I 号异常为三级异常, 其异常范围宽, 形态规则, 地处两个断层的交叉点上, 附近无任何干扰因素, 该异常为矿致异常的可能性极大。其等值线西端密、东端稀, 反映出矿体有向东倾斜的趋势。该地段 II 号异常为一级异常, 幅值小, 不能为成矿预测提供有用信息。

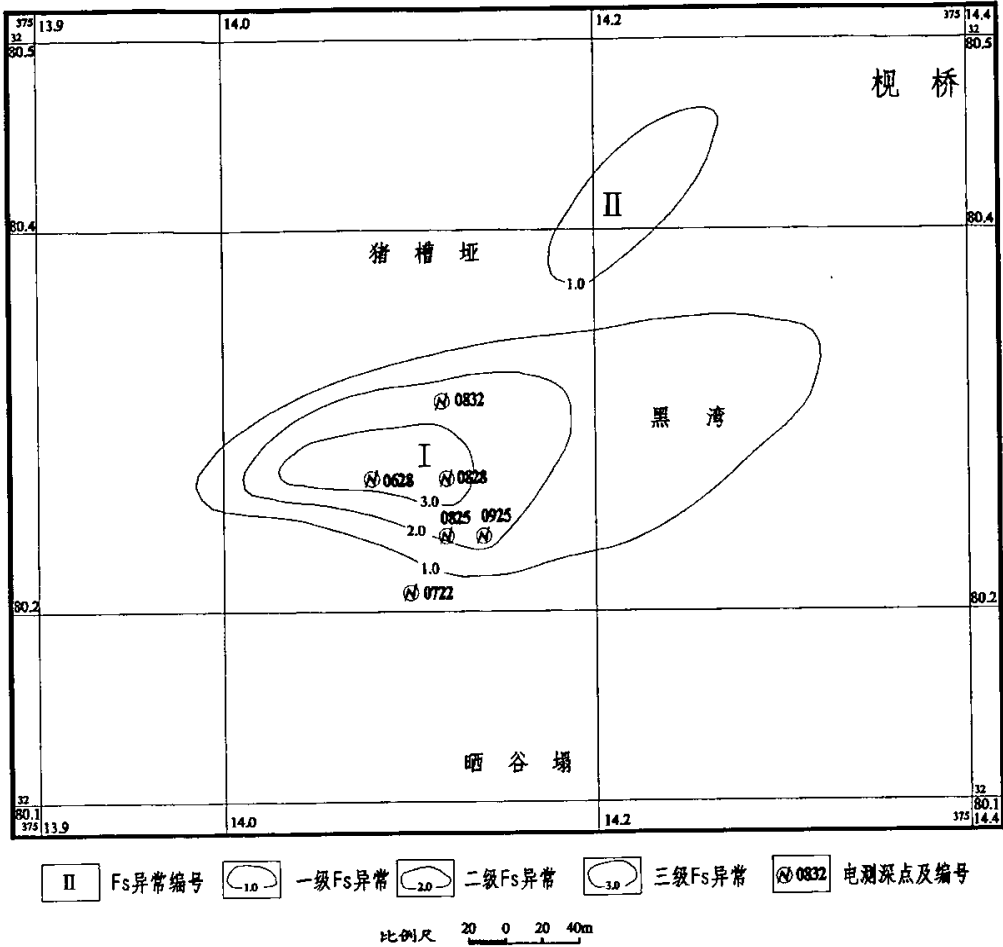


图 6-8 石门雄黄矿区外围东部视桥地段物探异常图

### 5、电测深结果解释

调查评价工作中共完成物探电测深点 19 个, 现择其有代表性的对成矿解释有利的测深点叙述如下:

① 兔儿山 45 线 19 点 (图 6-5 中的 4519 点): 位于兔儿山 III 号异常中心, 其  $\rho_s$  测深曲线大致为 HG 型, 在 8 米深度和 40~65 米深度两次出现低阻异常, 而 Fs 曲线在 8 米深度以上和 65 米深度以下为较高极化率, 说明 8 米以上可能是浮土层, 40~65 米深度之间则可能存在断层破碎带和矿化现象。

② 兔儿山 46 线 23 点 (图 6-5 中的 4623 点): 位于兔儿山 II 号异常中心, 其

$\rho_s$  测深曲线为 G 型, 用反射系数 K 法可知其 40 米深度左右存在一地层分界面, 其  $F_s$  曲线则反映 65~150 米深度范围内存在较高极化率地质体。

③二号窿 24 线 29 点 (图 6-6 中的 2429 点): 位于二号窿 I 号异常中心, 其  $\rho_s$  测深曲线为 H 型, 显示出 33 米深度左右存在低电阻率地质体; 其  $F_s$  曲线在 40~100 米深度范围内存在高值异常, 可能该范围内存在高极化率的雄黄矿体。

④樟树湾 23 线 18 点 (图 6-7 中的 2318 点): 位于樟树湾 I 号异常中心, 其  $\rho_s$  测深曲线为 G 型, 用反射系数 K 法可知其 39 米深度左右存在地层分界面; 其  $F_s$  曲线在 25~60 米深度范围内略现高值异常, 可能该范围内存在高极化率矿化现象。

⑤枳桥 6 线 28 点 (图 6-8 中的 0628 点): 位于枳桥 I 号异常中心的西端, 其  $\rho_s$  测深曲线为 H 型, 显示出 30~90 米深度左右存在低电阻地质体; 其  $F_s$  曲线在 15 米深度左右出现高值异常, 可能该处存在高极化率地质体;  $F_s$  曲线在 60 米深度出现低值异常, 表明 60 米深度左右存在低极化率地层。

⑥枳桥 8 线 25 点 (图 6-8 中的 0825 点): 位于枳桥 I 号异常中心之东南部, 其  $\rho_s$  曲线为 GG 型, 在 10 米和 60 米深度左右两次出现高电阻跳变, 表明存在两个地层分界面; 其  $F_s$  曲线在 30~60 米深度上出现高值异常, 预示着该范围内可能存在高极化率地质体。

⑦枳桥 8 线 28 点 (图 6-8 中的 0828 点): 位于枳桥 I 号异常中心东部, 其  $\rho_s$  测深曲线呈现为一个复杂的形态, 依次在 10 米以上, 20~40 米, 70~90 米深度上呈现低电阻率异常, 反映该范围内存在低电阻率地质体; 其  $F_s$  曲线在 20 米左右和 50 米深度以下两次出现高极化率异常, 预示着可能存在两层高极化率矿体或矿化带。

⑧枳桥 8 线 32 点 (图 6-8 中的 0832 点): 位于枳桥 I 号异常中心东北部, 其  $\rho_s$  测深曲线为 H 型, 显示出 20~60 米深度左右内有低电阻率地质体; 其  $F_s$  曲线在 10~20 米深度范围出现高值异常, 可能该范围内存在高极化率的雄黄矿体。

## 6.2.3 预测结果

### 6.2.3.1 预测成矿远景区

根据地层的控矿性认为在寒武系~奥陶系地层中寻找雄黄矿化(体)最为有利; 根据构造的控矿性认为成矿有利地段是东西向构造与北北东向构造的交汇部位, 并且要有背斜的倾伏端或岩溶构造存在。这种特定的地层和构造因素, 是雄黄成矿的充要条件<sup>[26]</sup>。地层岩性必须保证矿质来源这一充分条件, 这是成矿的前提, 构造结则是促进矿质迁移富集的必要条件。基于此, 综合分析区内地层、构造特征, 并结合物化探成果、已知矿床的矿化标志、围岩蚀变特征、硅质岩、角砾岩标志等, 预测研究区西部的一号窿西外围(兔儿山、三号窿、樟树湾、二号

窿、张家坡等地)及东部的枳桥两地段是成矿最有利的远景区,共提出4个I级远景区、5个II级远景区和8个III级远景区(详见附图6),在此基础上,通过地质调查时钻探验证及资源量预测,认为研究区西段的一号窿近外围樟树湾—二号窿远景区和研究区东段的枳桥远景区为有进一步详查价值的范围(图6-9)。

### 1、研究区西段成矿远景区

本远景区位于研究区西段一号窿近外围的近东西向构造磺厂背斜核部,大面积出露寒武系、奥陶系地层。区内断裂构造发育,主要为平行背斜轴向的东西向压性、压扭性断裂及其伴生的北北东、北北西向两组剪切断裂。沿东西向断裂带的两侧,分布有较多的岩溶角砾岩和硅质岩,地表普遍发育大量炭化及白云岩化现象,其中白云岩化与矿体关系较密切。区内遥感影像上呈现三个环形影像,分别是兔儿山环形影像、二号窿环形影像及牛奶场环形影像,它们是热液蚀变在影像上的反映。

根据化探原生晕推断解释,在一号窿近外围的兔儿山、樟树湾两地段分别存在As含量高、异常强度大的As-Hg-Sb-Ba矿化元素组合浓集中心。另外,据物探(电法)结果进一步推断在兔儿山、樟树湾、二号窿等地段均存在成矿有利的构造或高级化率的地质体。

综上所述,预测在研究区西段存在雄黄矿成矿最有利的靶区如下:

①一号窿地段,为目前老矿山的生产矿体所在地,由于千多年来的开采与污染,其周围As的矿致异常与人为异常都较高。由于一号窿矿床历史悠久、规模特大,尽管目前已采至—370米标高,资源濒临枯竭,但不排除在其周围近距离内还存在卫星矿体或向下部进一步延伸的可能性,将此地段预测为首个I级远景区(I-1)。

②二号窿地段,位于一号窿南西近外围,有硅质岩成片出露,有北东向断层与东西向F<sub>24</sub>断层在此交汇,物探异常明显。预测为I级远景区(I-2)。

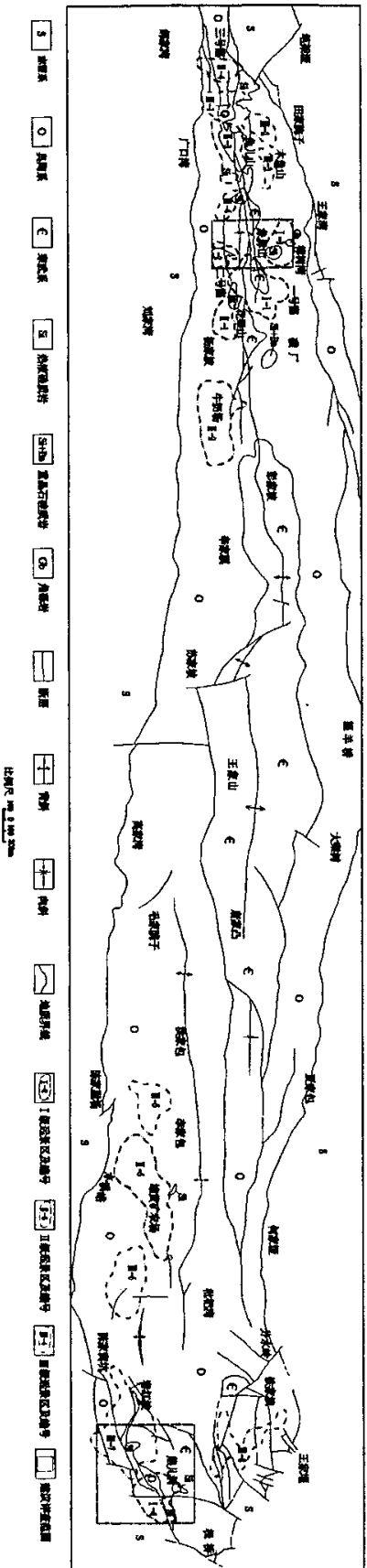
③樟树湾地段,位于一号窿北西近外围,有角砾岩、硅质岩分布,物、化探成果指示存在明显的矿致异常。预测为I级远景区(I-3)。

④花果山地段,位于一号窿东部近外围的磺厂背斜轴部,有寒武系地层及硅质岩出露,有化探异常分布,有近东西向断层通过,预测为II级远景区(II-1)。

⑤牛奶场地段,位于一号窿东部外围的磺厂背斜轴部偏南侧,东西向的F<sub>1</sub>断层与一组北西向断层交汇处。地表有寒武系和奥陶系地层出露,并有硅质岩、重晶石脉分布。预测为II级远景区(II-2)。

⑥三号窿—兔儿山地段,位于一号窿西部外围,与一号窿矿区非常相似,都位于东西向复式背斜轴部,有寒武系和奥陶系灰岩展布,更重要的是同样具备燕山期不同走向断裂构造相互耦合、共同复合交汇的特征。主要的区别是北东向断





裂构造规模较小。因此,预测三号窿—兔儿山地段具有与一号窿近似的成矿远景。预测为II级远景区(II—3和II—4)。

⑦其他如豹子峪、木鱼山、雷打岩、印家埡等四个地段,均有或多或少的地质或物化探信息指示有成矿的可能性,但证据不足,有待进一步工作和研究,暂定为III级远景区。

## 2、研究区东段成矿远景区

①枳桥地段位于研究区东端,西起黄家坡,东至枳桥,南起水溪峪—赵家院子一带,北至1829省道。地理坐标为:东经 $111^{\circ}07'00''\sim 111^{\circ}09'15''$ ,北纬 $29^{\circ}38'00''\sim 29^{\circ}38'45''$ ,面积约5平方公里。本地段构造位置处于磺厂背斜东部倾没端,出露地层有寒武系上统、奥陶系下、中统及志留系下统,地表大面积覆盖硅质岩。构造发育,主要是东西向的走向断裂及其伴生的北东、北西向两组剪切断裂,构成较规则的菱形。另外北北东向仁和平—慈利隐伏大断裂从该区通过。遥感图像上显示了三个环形影像,分别是东岭、熊儿洞及李家湾。

从水系沉积物测量结果来看,其元素组合与磺厂雄黄矿已知矿体基本一致,元素NAP系列为: Hg (21.11) —Li (19.68) —Sr (10.67) — $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (10.45) —  $\text{K}_2\text{O}$  (8.08) —Sb (3.97) —As (3.96) —Au (3.69) —Cs (1.70)。

从化探成果中的次生晕推断解释认为,在枳桥—熊儿洞地段存在强度大、分带性好的矿致异常,物探(电法)结果进一步推断在枳桥地段存在成矿有利的构造或高极化率的地质体。因而预测该地段是找矿远景最好的靶区之一,为I级远景区(I—4)。

②雄黄矿农场地段,位于研究区东部外围的雄黄矿农场附近,靠近磺厂背斜轴部之南翼,预测区近东西向展布。地表有奥陶系地层出露,并有硅质岩、重晶石脉分布,化探As异常浓集中心明显,且局部地表可见雄黄矿化。预测本地段为II级成矿远景区(II—5)。

③另有李家包、春红坡、樟木湾、三鼓塘等四个地段,也有地质上的有利因素或者物化探异常指示有雄黄成矿的可能性,但把握不大,只能划为III级远景区,供以后研究或者找矿时作为靶区。

### 6.2.3.2 预测资源量

根据前述综合方法掌握的资源信息,为确保研究成果的可靠性,提高预测的准确程度,本次研究仅对区内三个I级成矿远景区进行资源量预测。

预测步骤:通过以钻探为主的综合方法获得三个I级成矿远景区各矿体的有关参数,预测出矿体的形态和产状,再根据工业品位和最小可采厚度预测矿体规模,从而对这三个远景区的三个矿体进行资源量估算。

工业指标:参考《矿产工业要求参考手册》(1987年修订版),并结合石门雄

黄矿目前生产所采用的实际指标,充分考虑单一雄黄矿种难以富集成矿的特性,确定本次预测的矿床工业指标为<sup>[27]</sup>:

边界品位: As 4% (AsS 6%);

工业品位: As 7% (AsS 10%);

最低可采厚度: 1 米;

夹石剔除厚度: 1 米。

预测资源量: 通过采用算术平均法进行估算,得到三个远景区雄—雌黄矿石预测的资源量(334)为 207252 吨,折合砷资源量 27264 吨。资源量的分布情况如下:

二号窿远景区: 矿石资源量 8064 吨,折合砷资源量 735 吨。

樟树湾远景区: 矿石资源量 90288 吨,折合砷资源量 15214 吨;

枫桥远景区: 矿石资源量 108900 吨,折合砷资源量 11315 吨。

资源量预测结果详见表 6-3。

表 6-3 石门雄黄矿区外围 I 级远景区资源量预测表

远景区	矿体号	推长 (m)	推宽 (m)	平均厚 (m)	体积 (m <sup>3</sup> )	平均 体重 (t/m <sup>3</sup> )	预测矿石 资源量 (t)	平均品位 As (%)	预测 As 资源量 (t)
二号窿	II	40	40	1.68	2688	3	8064	9.12	735
樟树湾	III	80	60	6.27	30096	3	90288	16.85	15214
枫 桥	IV	150	100	2.42	36300	3	108900	10.39	11315
合 计							207252		27264

## 第七章 结束语

### 7.1 概括性小结

事实上,在对石门雄黄矿区及其外围进行地质调查工作时,笔者就根据当时所取得的各种地质信息进行过初步总结与预测,但鉴于当时地质勘查生产任务紧,勘查研究程度低,工作重点放在完成任务书要求的实物工作量上,没有对全区进行较深入的成矿预测研究,所以找矿效果不明显。通过在中南大学进一步学习后,地质研究所的教授们科学的教学方案和新颖的勘查理论,使本人在多年实际工作中积累的经验得以上升到理论的高度,从而拓宽了找矿思路,通过对前面地质调查工作的回顾和进一步研究,笔者认为在石门雄黄矿区及其外围尚有广阔的找矿前景,如果把以往所作的各种地质工作成果进行搜集和总结,用全面、系统、新颖的观点去思考,先研究矿床特征,分析各种成矿信息,再总结矿床成因,提出成矿模式,最后作出成矿预测,提出找矿靶区,是有很强的实际意义的。现在回头思考,当时确实限于理论水平,研究程度不高,没有进行认真系统的成矿研究,也没有得到导师的支持与指导,在地质调查评价时确实存在一定的局限性、主观性与片面性。这也反映了我国现阶段在地质勘查生产中缺乏高层次理论指导的普遍问题。

本次研究在导师的指导下,通过全面收集区内各方面已有地质资料,开展综合研究,运用遥感、化探、物探、地质等综合找矿手段,对搜集的资料进行二次开发与利用,提出了17个成矿预测远景区,包括4个I级远景区、5个II级远景区和8个III级远景区,其中有3个I级远景区为地质调查工作时钻孔所证实,预测的矿石资源量达20万吨,对于扩大我国铊矿资源储备、延长老矿山的服役年限、促进地方经济发展具有重要的现实意义。

本次研究还提出了樟树湾一、二号窿地段和枫桥地段是值得开展详查地质工作的首选范围,其他II级远景区(如三号窿、兔儿山、牛奶场及雄黄矿农场等地段)也有开展普查地质工作的价值,有必要采用钻探工程进行验证。

总而言之,通过本次研究工作,认为研究区内雄黄矿虽然矿床成因复杂,矿体均隐伏地下深处,找矿难度大,但是区内局部地段成矿地质条件优越,找矿前景较好,尤其是运用地质、物探、化探、遥感、钻探等多种勘查手段相结合的综合找矿方法,层层推进,不断缩小靶区,可最大限度地节省资金,能取得比较好的勘查效果。

## 7.2 存在问题

① 由于本次研究是在地质调查工作的基础上开展的, 研究范围较大, 比例尺较小, 对雄黄矿成矿预测的精度不高, 所提出的资源量仅为预测的资源量(334), 没有对一号窿现有的资源危机直接开展深入研究与大比例尺预测, 亦即没有为生产矿山提供直接的接替资源。

② 本次研究工作没有进行专门的采样分析测试, 而是充分利用了前人工作成果, 在研究成矿物质来源方面和成矿预测结果方面较大程度上受到前人成果的制约。

③ 受时间和资金的约束, 本次研究只重点调查了石门雄黄矿一个矿山和矿区外围的六个矿化点, 没有对其他地区的雄黄矿山进行调查对比归纳, 文中所提出的矿床特征、控矿因素及矿床成因可能不具代表性。

## 7.3 今后工作建议

① 以往有多家地质生产、教学与科研单位在磺厂矿区做了大量的地表地质、物探、化探、钻探等工作, 这些资料对本区进一步开展地质勘查工作是极其宝贵的, 在今后的工作中要遵循循序渐进的原则, 实行综合找矿的思路, 深入进行全面系统的收集、整理和分析, 进行各类资料的二次开发工作, 既可博采众长、集思广益, 又能避免重复工作, 节约大量勘查投入, 提高找矿效果。

② 在研究区内下一步的地质工作, 建议以本文提出的两个详查区为重点, 有条件时可对其他Ⅱ级以上预测远景区进行深部工程验证。

③ 本次研究工作中开展了地质测量和生产矿山及老窿实地调查。由于矿山地质工作薄弱, 在生产过程中极少开展有意义的生产勘探, 对一号窿资源量的认识还一直停留在湖南省地矿局403队于上世纪八十年代作出的评测上。但笔者认为, 一号窿矿床历史悠久、规模特大、质量上乘, 尽管目前已采至-370米标高, 资源濒临枯竭, 但不排除在其周围近距离内还存在卫星矿体或向下部进一步延伸的可能性, 在下一步地质工作中须引起重视, 加强一号窿深边部勘探工作, 同时建议矿山加强边采边探, 总结规律, 以进一步扩大一号窿的资源储量, 延长矿山服务年限。

## 参考文献

- [1] 化工部化学矿产地质研究院. 中国雄黄资源调查. 内部资料, 1998
- [2] 中化地质矿山总局湖南地质勘查院. 湖南湘西北高效益非金属矿评价报告. 内部资料, 2003
- [3] 湖南省地质局四〇三队. 湖南省石门县界牌峪矿区雄黄矿详细普查地质报告. 内部参考资料, 1980
- [4] 化工部化学矿产地质研究院. 湖南石门雄黄矿床成矿条件及找矿方向研究. 内部资料, 1997
- [5] 湖南省地质矿产局. 湖南省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1988
- [6] 叶云树. 磺厂雄黄矿床地质特征及找矿方向. 湖南地质, 1990, 9 (2): 54~61
- [7] 化工部化学矿产地质研究院. 湖南石门雄黄矿区二号窿地质测量工作总结. 内部资料, 1996
- [8] 潘兆樽. 结晶学及矿物学. 北京: 地质出版社, 1985
- [9] 化工部化学矿产地质研究院. 湖南石门雄黄矿找矿标志研究. 内部资料, 1989
- [10] 周志权. 湖南界牌峪雄黄矿区热液岩溶成矿作用初步探讨. 中国岩溶, 1986, 5 (2): 71~77
- [11] 涂光炽. 中国层控矿床地球化学. 北京: 科技出版社, 1987, 第2卷
- [12] 姜齐节, 刘东升. 渗流热卤水成矿作用的意义与矿床成因标志(摘要). 矿床地质, 1983
- [13] 张景荣, 陆建军, 王蔚. 论湖南石门雄黄砷一(金)矿床的古热泉成因. 地质评论, 1994, 40 (5): 429~435
- [14] 吴湘滨. 构造与成矿. 中南大学, 内部教学讲义, 2004
- [15] 李培铮. 现代成矿理论导论. 中南大学, 内部教学讲义, 2003
- [16] 黄道郴, 罗林, 叶云树. 黄厂雄黄矿床成矿作用若干问题的研究. 化工矿产地质, 1995, 17 (3): 165~174
- [17] 涂光炽. 矿床的多成因问题. 地质与勘探, 1979, 第6期
- [18] 赖应箴. 地热增温在层控成矿作用中的影响和意义. 广东地质, 1986, 4 (4)
- [19] 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学. 北京: 地质出版社, 1985
- [20] 陈国达. 关于多因复成矿床的一些问题. 大地构造与成矿学, 2000, 24

(3): 199~201

- [21] 何知礼. 包体矿物学. 北京: 地质出版社, 1982
- [22] 胡详昭. 矿产资源评价及预测模型. 中南大学, 内部教学讲义, 2003
- [23] 卢作祥, 范永香, 刘辅臣. 成矿规律和成矿预测学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989
- [24] 徐开礼, 朱志橙. 构造地质学. 北京: 地质出版社, 1984
- [25] 阮天健, 朱有光. 地球化学找矿. 北京: 地质出版社, 1985
- [26] 闻广. 成矿专属性与成矿继承性. 矿床地质, 1983, 3 (1)
- [27] 全国矿产储量委员会办公室. 矿产工业要求参考手册. 北京: 地质出版社, 1987. 384~386
- [28] White, D.F.. Diverse origins of hydrothermal ore fluids. *Economic Geology*, 1974, V. 69 (6)
- [29] Barnes, H.L.. *Geochemistry of hydrothermal deposits*. (editor), 1979, second edition
- [30] D.F.White. Thermal springs and epithermal ore deposits. *Economic Geology*, 1985, V. 15: 99~154
- [31] Harris P.G., Kennedy W.Q.and Scarte C.M.. Volcanic versus plutonism-the effect of chemical composition. Liverpool: Mechanism of igneous intrusion, Galley Press, 1970

## 致 谢

笔者在中南大学在职攻读工程硕士期间，在校导师胡详昭教授从学习上和思想上都给予了本人极大的关怀和帮助，企业导师杨瑞士研究员级高工则从工作上和生活上给予本人提供支持和便利；本文就是在胡教授和杨研究员的精心指导下完成的，在论文选题、研究思路、工作方法和室内工作等方面均得到了胡教授的悉心指导，在野外实践、资料搜集、成果整理方面得到了杨研究员的大力支持。二位导师多次对论文初稿进行认真审阅，提出了修改意见，使论文得以最终完成。导师渊博的知识、严谨的治学态度、敏锐的学术思想、平易近人的生活作风使我受益匪浅，这不仅为我顺利完成学业提供了保证，也为我今后的学习和工作打下了坚实的基础。在此，对二位导师在学业上的辛勤培育、耐心指导以及生活中无微不至的关怀致以最衷心的感谢！

论文中参考利用了大量前人成果和发表资料，均在参考文献中列出；在论文编写期间，得到了中化地质矿山总局湖南地质勘查院游国均高工的帮助；得到了石门雄黄矿业有限公司领导和专家的支持；得到了中化地质矿山总局地质研究院熊先孝教授级高工的协助；论文选题前后，刘正庚博士后指点过本人搜集查阅资料；论文完成初稿后，匡立新博士提出了宝贵的修改意见；中南大学图书馆、笔者所在单位档案室、石门雄黄矿资料室、湖南国土资源信息中心为本人查阅资料提供了极大的便利；论文所附图件除少数由笔者自绘外，大多由笔者同事彭蓉辉高级工程师电脑绘制。以上人员和单位为本文的完成提供了巨大的帮助和支持，在此一并表示最诚挚的谢意！

最后，特别感谢中南大学研究生院、中南大学地学与环境工程学院、地质研究所以及中化地质矿山总局湖南地质勘查院的各级领导、所有老师和同事们对本人的培养、帮助和关怀。



## 攻读硕士学位期间主要的研究成果

### 参加科研活动与工程实践

2002 年主持国土资源大调查项目“湖南湘西北高效益非金属矿评价（项目编号：200010300103）”技术工作；参与中央财政补助经费矿产勘查项目立项与设计。

2003 年主持国家矿产资源补偿费矿产勘查项目“湖南省沅陵县北溶重晶石矿普查”技术工作；全面负责中化地质矿山总局湖南地质勘查院 ISO 质量体系认证工作。

2004 年主持所在单位地质项目立项、设计、质量验收和成果审查；参与国家矿产资源补偿费矿产勘查项目立项与设计；参与“石门雄黄矿中低品位矿石回收工程”立项、设计及项目实施。

2005 年主持国家化工地质勘查项目“湖南省资兴市上里洞铅锌矿预查”全面工作；开展非金属矿深加工项目前期工作；主持编制“年产 5 万吨化学级工业硅项目建议书”上报中国化工集团总公司。

### 发表学术论文

[1] 胡祥昭, 袁海明, 舒国文. 广西龙胜铅锌矿床控矿因素及矿化富集规律. 见: 戴塔根, 编. 2005 年湖南矿物岩石地球化学论丛. 长沙: 中南大学出版社, 2005 年. 175~177

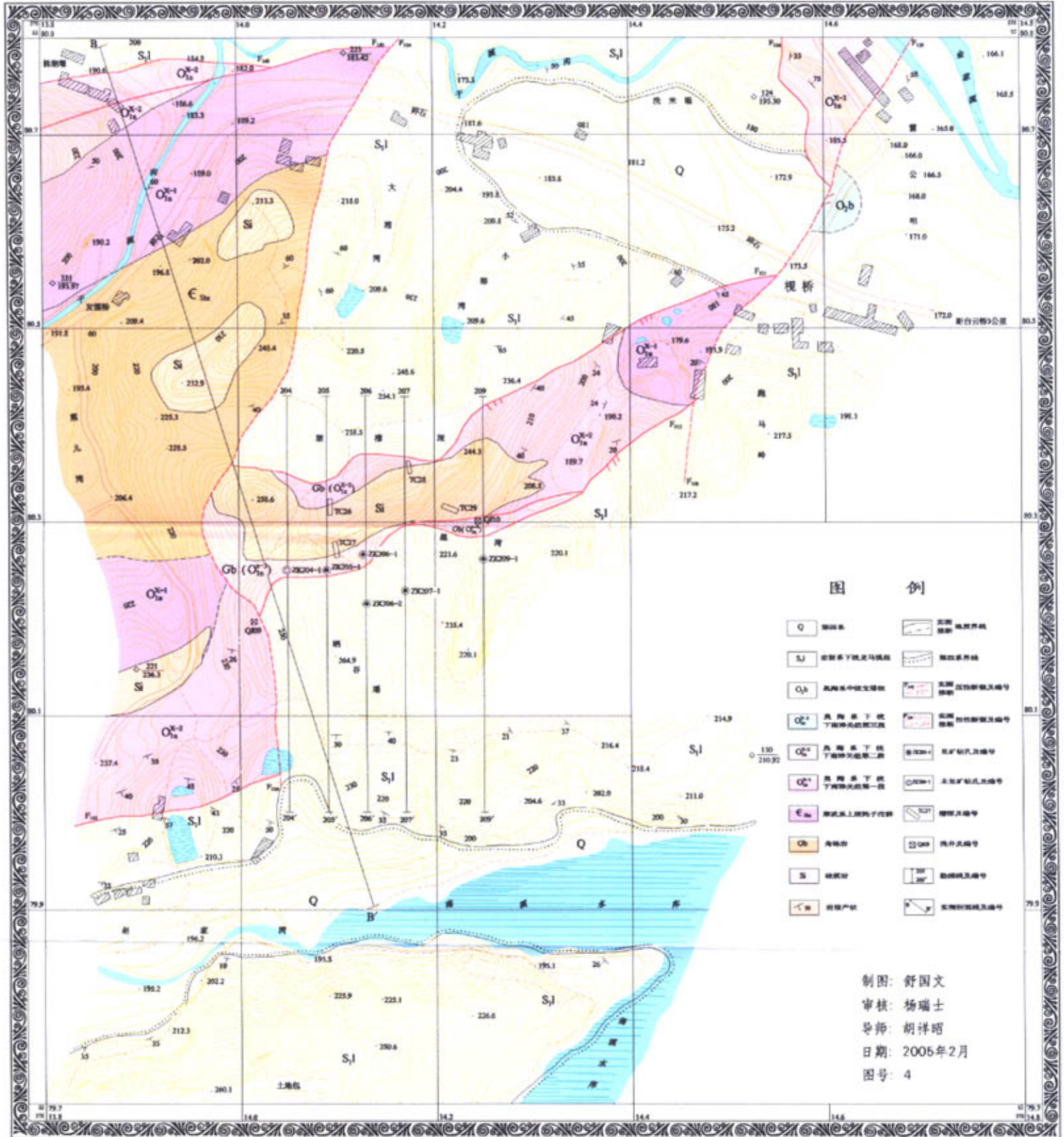
[2] 胡祥昭, 舒国文, 袁海明. 广西龙胜铅锌矿床成矿构造特征及找矿标志研究. 见: 戴塔根, 编. 2005 年湖南矿物岩石地球化学论丛. 长沙: 中南大学出版社, 2005 年. 190~192





# 石门雄黄矿区外围东部视桥地段地形地质图

比例尺 1:20,000



## 图例

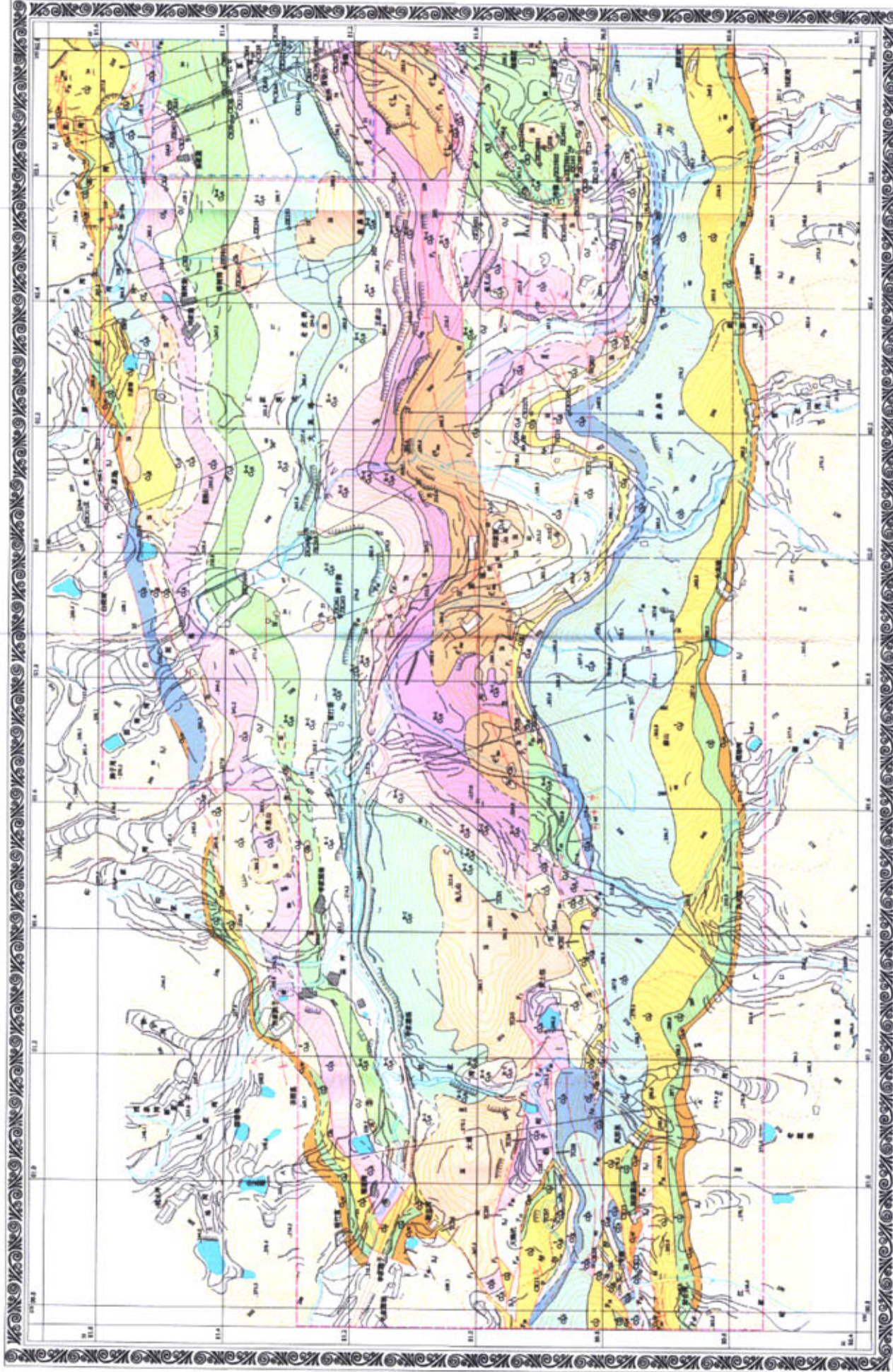
- |                              |               |   |         |
|------------------------------|---------------|---|---------|
| Q                            | 第四系           | — | 主要地质界线  |
| S <sub>1</sub>               | 寒武系下统泥盆马统     | — | 二级地质界线  |
| O <sub>2b</sub>              | 奥陶系中统笔架山组     | — | 主要断层    |
| O <sub>2a</sub>              | 奥陶系下统下高家山组    | — | 次要断层    |
| O <sub>2a</sub> <sup>1</sup> | 奥陶系下统下高家山组第一层 | — | 主要矿体及编号 |
| O <sub>2a</sub> <sup>2</sup> | 奥陶系下统下高家山组第二层 | — | 次要矿体及编号 |
| O <sub>2a</sub> <sup>3</sup> | 奥陶系下统下高家山组第三层 | — | 矿体及编号   |
| E <sub>3a</sub>              | 震旦系上统狮子山组     | — | 矿体及编号   |
| G <sub>b</sub>               | 高家山组          | — | 矿体及编号   |
| —                            | 公路            | — | 桥墩及编号   |
| —                            | 桥梁            | — | 桥墩及编号   |
| —                            | 道路产状          | — | 实际产状及编号 |

制图: 舒国文  
 审核: 杨瑞士  
 导师: 胡祥昭  
 日期: 2005年2月  
 图号: 4



# 石门雄黄矿区及外围西部地形地质图

比例尺 1:50,000



图例

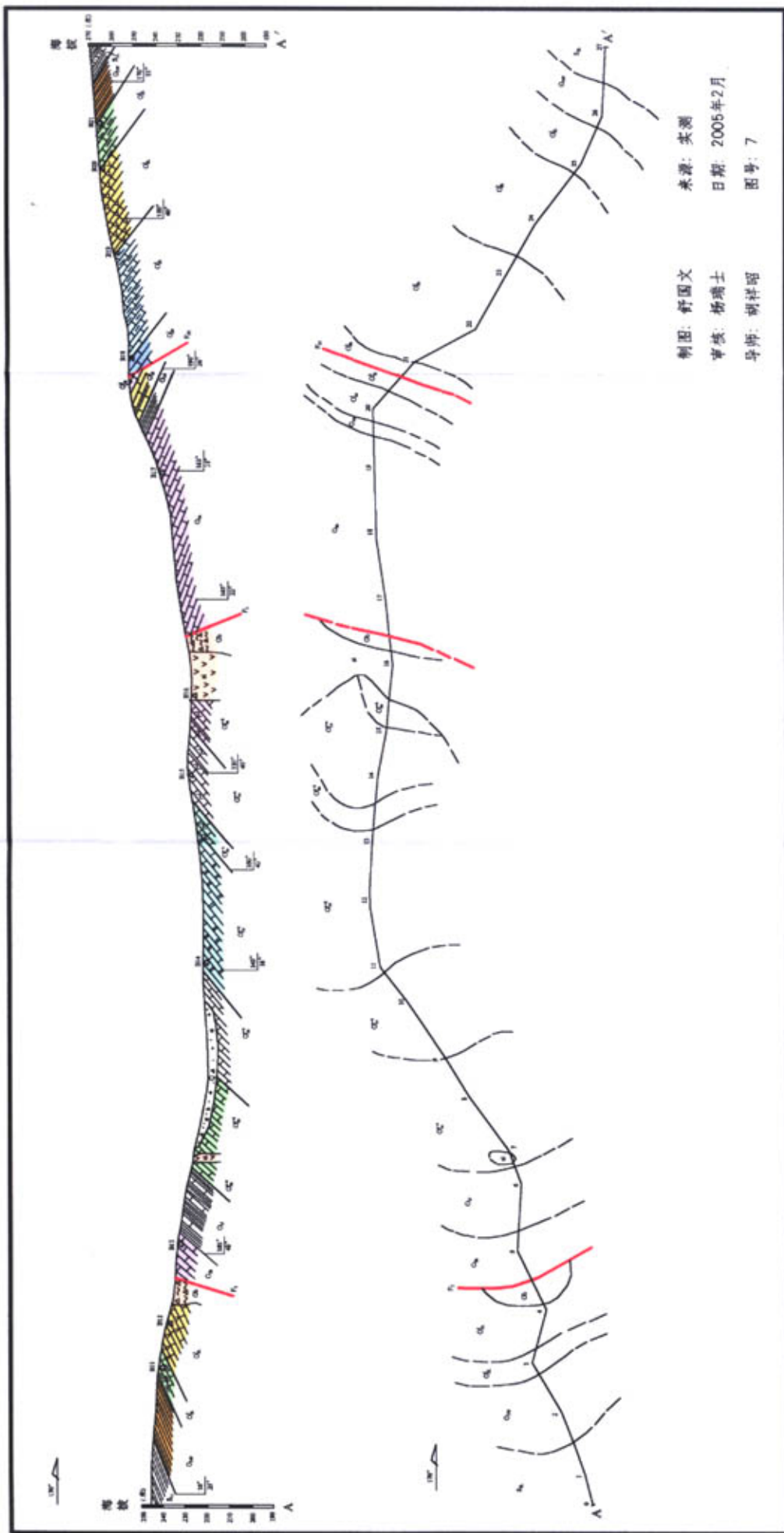
0	DEM	DEM
1	DEM	DEM
2	DEM	DEM
3	DEM	DEM
4	DEM	DEM
5	DEM	DEM
6	DEM	DEM
7	DEM	DEM
8	DEM	DEM
9	DEM	DEM
10	DEM	DEM
11	DEM	DEM
12	DEM	DEM
13	DEM	DEM
14	DEM	DEM
15	DEM	DEM
16	DEM	DEM
17	DEM	DEM
18	DEM	DEM
19	DEM	DEM
20	DEM	DEM
21	DEM	DEM
22	DEM	DEM
23	DEM	DEM
24	DEM	DEM
25	DEM	DEM
26	DEM	DEM
27	DEM	DEM
28	DEM	DEM
29	DEM	DEM
30	DEM	DEM
31	DEM	DEM
32	DEM	DEM
33	DEM	DEM
34	DEM	DEM
35	DEM	DEM
36	DEM	DEM
37	DEM	DEM
38	DEM	DEM
39	DEM	DEM
40	DEM	DEM
41	DEM	DEM
42	DEM	DEM
43	DEM	DEM
44	DEM	DEM
45	DEM	DEM
46	DEM	DEM
47	DEM	DEM
48	DEM	DEM
49	DEM	DEM
50	DEM	DEM
51	DEM	DEM
52	DEM	DEM
53	DEM	DEM
54	DEM	DEM
55	DEM	DEM
56	DEM	DEM
57	DEM	DEM
58	DEM	DEM
59	DEM	DEM
60	DEM	DEM
61	DEM	DEM
62	DEM	DEM
63	DEM	DEM
64	DEM	DEM
65	DEM	DEM
66	DEM	DEM
67	DEM	DEM
68	DEM	DEM
69	DEM	DEM
70	DEM	DEM
71	DEM	DEM
72	DEM	DEM
73	DEM	DEM
74	DEM	DEM
75	DEM	DEM
76	DEM	DEM
77	DEM	DEM
78	DEM	DEM
79	DEM	DEM
80	DEM	DEM
81	DEM	DEM
82	DEM	DEM
83	DEM	DEM
84	DEM	DEM
85	DEM	DEM
86	DEM	DEM
87	DEM	DEM
88	DEM	DEM
89	DEM	DEM
90	DEM	DEM
91	DEM	DEM
92	DEM	DEM
93	DEM	DEM
94	DEM	DEM
95	DEM	DEM
96	DEM	DEM
97	DEM	DEM
98	DEM	DEM
99	DEM	DEM
100	DEM	DEM

编制 傅志文  
 审核 傅志文  
 制图 傅志文  
 日期 2006-8-27  
 图号 3



# 石门雄黄矿区西外围 A—A' 实测地质剖面图

比例尺 20 0 20 40m

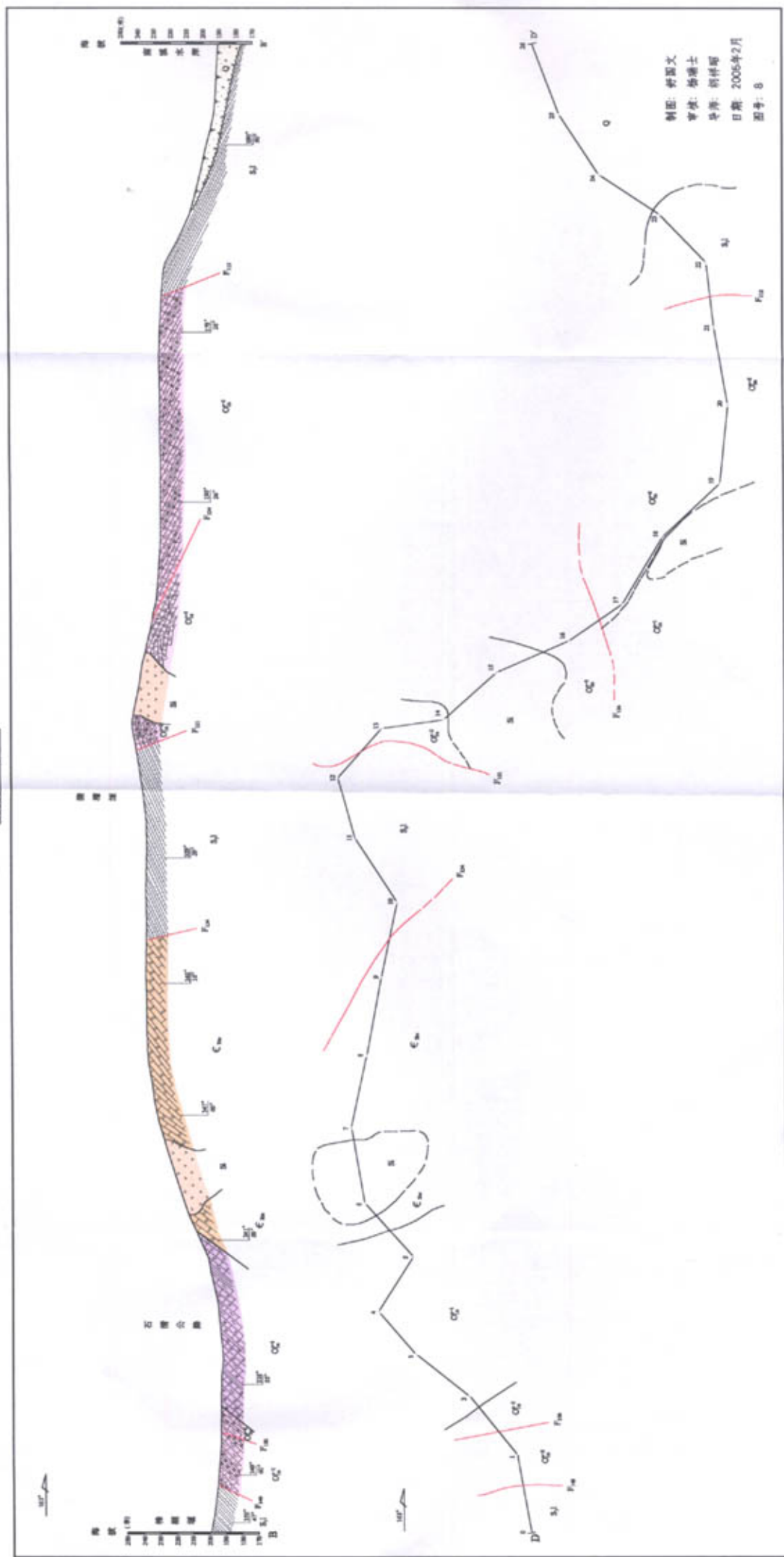


制图: 舒国文  
 审核: 杨瑞士  
 导师: 胡祥昭

来源: 实测  
 日期: 2005年2月  
 图号: 7

# 石门雄黄矿区外围东部视桥地段B—B' 实测地质剖面图

比例尺 20 0 20 40m

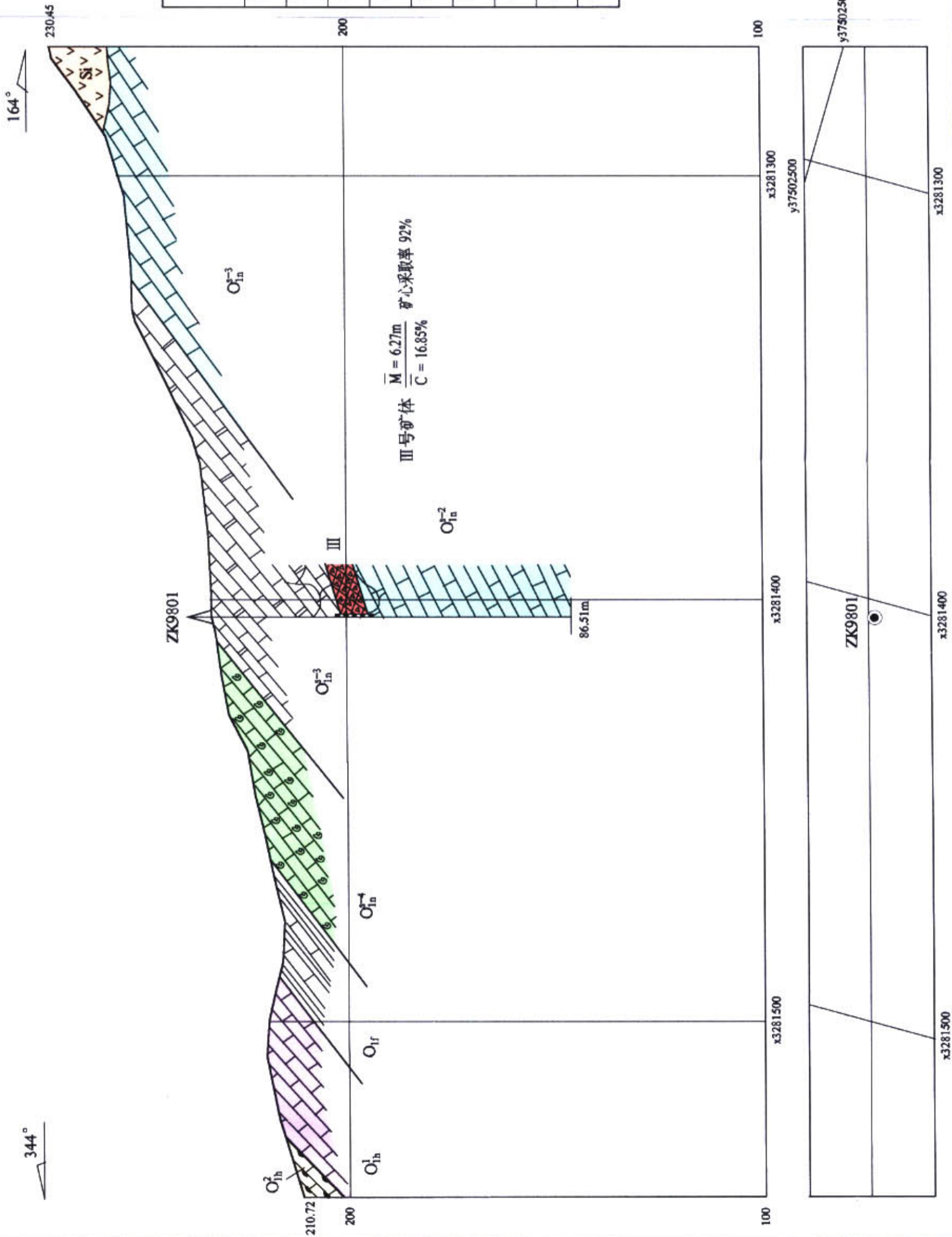






# 石 门 雄 黄 矿 区 外 围 9 8 线 地 质 剖 面 图

比例尺 10 0 10 20米



取样及分析结果表

样号	取样孔深 (m)		样长 (m)	厚度 (m)	分析结果 (%)	
	自(m)	至(m)			As	AsS
ZK9801-H01	30.20	31.20	1.00	1.00	3.40	4.95
ZK9801-H02	31.20	32.28	1.08	1.01	16.88	24.12
ZK9801-H03	32.28	33.17	0.89	0.84	23.09	32.99
ZK9801-H04	33.17	34.04	0.87	0.82	13.25	18.93
ZK9801-H05	34.04	34.92	0.88	0.83	21.78	31.12
ZK9801-H06	34.92	35.92	1.00	0.94	14.57	20.82
ZK9801-H07	35.92	36.92	1.00	0.94	16.39	23.41
ZK9801-H08	36.92	37.87	0.95	0.89	12.53	17.90
ZK9801-H09	37.87	39.90	1.03	0.97	3.26	4.65

制图: 舒国文

审核: 杨瑞士

导师: 胡祥昭

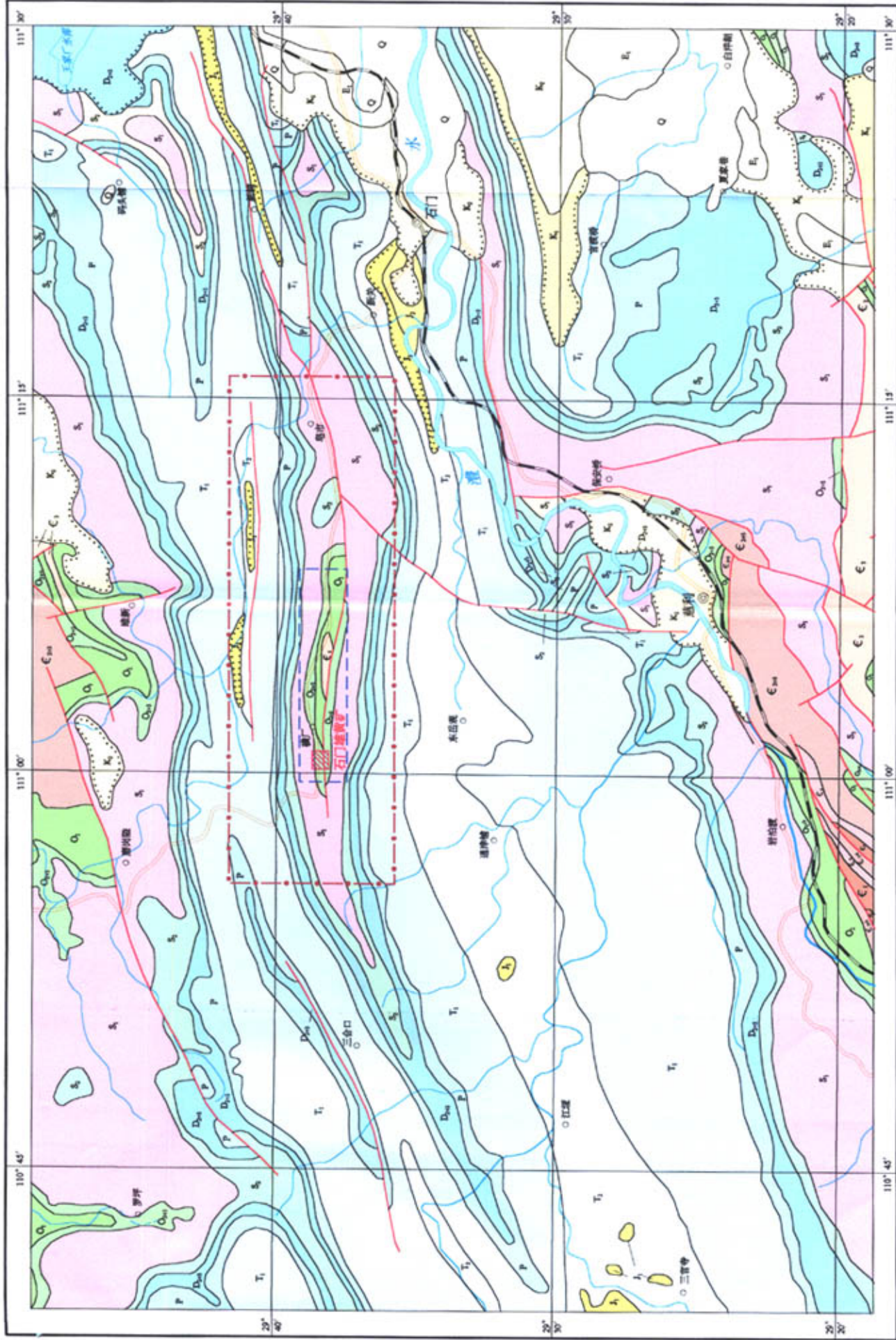
日期: 2005年3月

图号: 10



# 湖南石门雄黄矿区地质图

比例尺 1:100,000

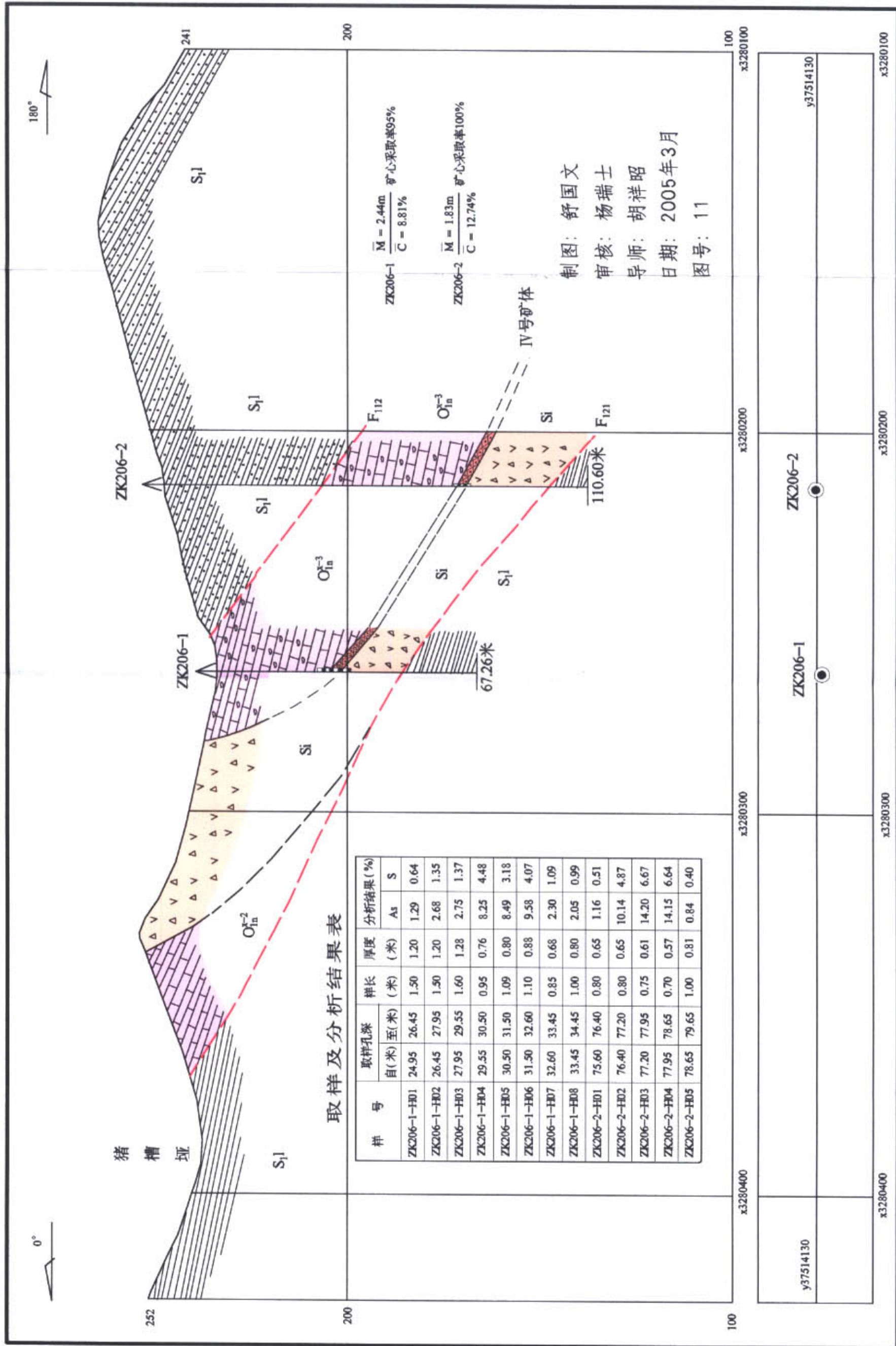


Q	第四系
T <sub>1</sub>	第三系下统
T <sub>2</sub>	第三系上统
K <sub>1</sub>	白垩系下统
K <sub>2</sub>	白垩系上统
J <sub>1</sub>	侏罗系下统
J <sub>2</sub>	侏罗系上统
T <sub>1</sub>	三叠系下统
T <sub>2</sub>	三叠系中统
T <sub>3</sub>	三叠系上统
P	二叠系
D <sub>3</sub>	泥盆系中上统
S <sub>1</sub>	志留系中统
S <sub>2</sub>	志留系下统
O <sub>1</sub>	奥陶系上统
O <sub>2</sub>	奥陶系中统
O <sub>3</sub>	奥陶系中上统
C <sub>1</sub>	奥陶系下统
E <sub>1</sub>	寒武系上统
E <sub>2</sub>	寒武系中统
E <sub>3</sub>	寒武系中上统
E <sub>3</sub>	寒武系下统
Z <sub>1</sub>	震旦系上统
(Symbol)	地质界线
(Symbol)	不整合线
(Symbol)	断层
(Symbol)	生产矿区
(Symbol)	成矿预测区
(Symbol)	过渡区



# 石门雄黄矿区外围206线地质剖面图

比例尺 10 0 10 20米



取样及分析结果表

样号	取样孔深		样长 (米)	厚度 (米)	分析结果(%)		
	自(米)	至(米)			As	S	S
ZK206-1-H01	24.95	26.45	1.50	1.20	1.29	0.64	
ZK206-1-H02	26.45	27.95	1.50	1.20	2.68	1.35	
ZK206-1-H03	27.95	29.55	1.60	1.28	2.75	1.37	
ZK206-1-H04	29.55	30.50	0.95	0.76	8.25	4.48	
ZK206-1-H05	30.50	31.50	1.09	0.80	8.49	3.18	
ZK206-1-H06	31.50	32.60	1.10	0.88	9.58	4.07	
ZK206-1-H07	32.60	33.45	0.85	0.68	2.30	1.09	
ZK206-1-H08	33.45	34.45	1.00	0.80	2.05	0.99	
ZK206-2-H01	75.60	76.40	0.80	0.65	1.16	0.51	
ZK206-2-H02	76.40	77.20	0.80	0.65	10.14	4.87	
ZK206-2-H03	77.20	77.95	0.75	0.61	14.20	6.67	
ZK206-2-H04	77.95	78.65	0.70	0.57	14.15	6.64	
ZK206-2-H05	78.65	79.65	1.00	0.81	0.84	0.40	

ZK206-1  $\bar{M} = 2.44m$   
C = 8.81% 矿心采取率95%

ZK206-2  $\bar{M} = 1.83m$   
C = 12.74% 矿心采取率100%

制图: 舒国文  
审核: 杨瑞士  
导师: 胡祥昭  
日期: 2005年3月  
图号: 11

x3280400	x3280300	x3280200	x3280100
y37514130	ZK206-1	ZK206-2	y37514130
x3280400	x3280300	x3280200	x3280100