



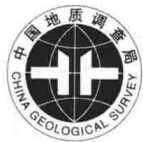
中国地质调查成果
CGS 2017-069

也门塔伊兹省

Dhi Samir铜镍矿床的 成矿条件及找矿远景

◎ 左力艳 裴荣富 帅开业 著

地质出版社



中国地质调查“公益性地质调查成果集成与工作部署（项目编号：121201004000150012）”项目资助

也门塔伊兹省 Dhi Samir 铜镍矿床的成矿条件及找矿远景

左力艳 裴荣富 帅开业 著

地质出版社

• 北 京 •

内 容 提 要

本书对也门塔伊兹省Dhi Samir铜镍矿床的成矿地质背景、含矿岩体特征、矿化特征、含矿岩体岩石地球化学特征、成岩成矿年代、蚀变特征、成矿流体、区域成矿潜力与找矿预测等方面进行了系统研究,揭示出Dhi Samir铜镍矿床与大多数岩浆型铜镍硫化物矿床不同,赋矿岩体为煌斑岩类。初步总结出该矿床及区域上时空分布特点与成矿机制,认为成岩成矿事件主要发生在地壳,而岩体与矿体都来源于深部地幔(EI端员)源区的同一岩浆房,为此岩浆房共(源)岩浆分异补余的产物,为在该区域找矿提供了理论依据。同时,以Dhi Samir铜镍矿床矿化特征和成矿控制因素为找矿依据,结合物化探异常及地表岩石、矿物特征,指明了Dhi Samir铜镍矿床的找矿方向,并对区域成矿潜力进行了评价,指示出了找矿标志。

本书可供从事地质科研、矿产勘查及境外地质矿产相关工作的地质工作者、高等院校地质专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

也门塔伊兹省Dhi Samir铜镍矿床的成矿条件及找矿远景 / 左力艳等著. —北京:地质出版社, 2017.6
ISBN 978-7-116-09583-0

I. ①也… II. ①左… III. ①铜矿床—成矿条件—也门②镍矿床—成矿条件—也门③铜矿床—找矿—也门④镍矿床—找矿—也门 IV. ①P618.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第069127号

责任编辑:肖莹莹
责任校对:李 玫
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083
咨询电话:(010) 66554528(邮购部); (010) 66554571(编辑室)
网 址: <http://www.gph.com.cn>
传 真: (010) 66554576
印 刷:北京地大彩印有限公司
开 本: 787 mm × 1092 mm ¹/₁₆
印 张: 7.25
字 数: 140千字
版 次: 2017年6月北京第1版
印 次: 2017年6月北京第1次印刷
定 价: 35.00元
书 号: ISBN 978-7-116-09583-0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

也门共和国(也门)位于阿拉伯半岛的西南角,西邻红海,南为亚丁湾,北与沙特阿拉伯接壤,东与阿曼相邻,陆地面积包括Socotra Archipelago在内为527970km²。也门历史源远流长,可追索到3000年前,是古老的文化中心之一。也门许多地区发现金属及其冶炼炉具、模具、陶瓷物件,是古代采矿和金属冶炼最有力的证据。也门地质结构复杂,除油气资源以外,蕴含有丰富的黄金、铜、镍、银、锌、铅、铁等金属矿藏,以及石膏、岩盐、石英砂、石灰岩、花岗岩等非金属矿藏,但矿产资源的勘查开发程度不高,多依靠外国公司,是一个极具潜力的矿产资源大国。

四通资源公司在也门共和国取得Al Hamurah勘探区1883km²的勘查权。为了查清该区铜、镍、铁等矿产资源潜力,四通资源公司组织考察组于2007年10月24日至11月10日对也门共和国塔伊兹省Al Hamurah地区的资源情况进行了考察。考察过程中得到了也门石油矿产部的支持和也门Hoodoil公司的大力协助,也门石油矿产部派员参加了考察。考察工作针对原罗马尼亚工作过的Dhi Samir铜镍矿区A、B、C矿块进行详细评价;对Dhi Samir铜镍矿区A、B、C矿块以北的D、E、F矿化体及外围岩体进行普查评价。此外,在勘查权范围内开展以铜、镍、铁、钛、贵金属等为目标资源潜力评价。2008—2009年重点对Al Hamurah区内4个矿点开展相关工作,其中包括Dhi Samir铜镍详查区、Al Sakkat铜镍矿区、Al Manarah铜镍矿区、At Turbah磁铁矿和Ash Sharaf等矿区利用物探(磁法、电法扫面、电测深)进行了较详细的工作。区域上铜镍矿床根据岩体走向及矿化特征分为两段:Dhi Samir矿段和Al Shakkat-Al Manarah矿段,呈北西—南东向的条形地带,面积约7km²(6.896km²),Dhi Samir详查区面积约1km²。采用地质、钻探、坑探、地表采样等工程,配合物探高精度磁法测量和激电测量,对原罗马尼亚控制的矿体深部和两侧延长方向进行控制和验证,同时进行资源量评估。

在收集以往国外公司资料及前人研究成果的基础上,综合详细的野外地质工作与室内研究,重点对Dhi Samir铜镍矿床的成矿地质背景、含矿岩体特征、矿化特征、含矿岩体地球化学特征、成岩成矿年代、蚀变特征、成矿流体、区域成矿潜力与找矿预测等方面开展工作,并取得了如下主要成果:

(1) 经过野外勘查及科学研究发现,也门Dhi Samir铜镍矿床与大多数岩浆型铜镍硫化物矿床不同,一般铜镍硫化物矿床与镁铁—超镁铁质岩有关,而Dhi Samir铜镍矿床的赋矿岩体为煌斑岩类,国内外尚无相关报道。而对于煌斑岩而言,与之相关的矿床主要为金刚石和金矿床,或者其他类型矿床,但产出铜镍矿床至今还没有相关文献报道。

(2) 研究表明,与铜镍矿体有关的暗色岩石为钠质—弱钾质钙碱性煌斑岩,主要为闪斜

煌（斑）岩。岩石具有富碱、富铁、富钛的特征，明显富集大离子亲石元素，略亏损高场强元素，呈现Ta、Nb的明显负异常及Ti的弱亏损。稀土元素分配曲线呈现平坦右倾的轻稀土富集型，具有微弱的负Eu异常。岩石具有低 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 高 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 的特征。

(3) 利用煌斑岩锆石LA-ICPMS U-Pb同位素测年法获得也门Dhi Samir矿区煌斑岩岩体成岩年龄为602Ma，形成于新元古代时期。该区煌斑岩形成于板内环境，为泛非造山运动后期伸展环境下的岩浆作用。矿石磁黄铁矿Re-Os同位素等时线法测得，Dhi Samir铜镍矿床成矿年龄为578Ma，成岩成矿事件同为泛非造山运动构造热事件的产物。

(4) 通过流体包裹体和C、H、O、S、Pb、Re-Os等同位素地球化学研究认为，Dhi Samir铜镍矿床成矿流体为低盐度、富CO₂的中温热液体系，成矿流体以岩浆水为主，有部分变质水加入；成矿物质来源于岩浆，为造山作用的产物，而岩浆起源于下地壳。

(5) 综合研究认为，赋矿岩体煌斑岩与矿体的成岩成矿事件主要发生在下地壳，而它们都来源于地壳深部（E I 端员）源区的同一岩浆房，为此岩浆房共（源）岩浆分异补余的产物。Dhi Saimr铜镍矿床属于岩浆熔离成矿+热液叠加成矿模式，并建立Dhi Saimr铜镍矿床成矿模型。同时，以Dhi Saimr铜镍矿床矿化特征和成矿控制因素为找矿依据，结合物化探异常及地表岩石、矿物特征，指明Dhi Saimr铜镍矿床的找矿方向，并对区域成矿潜力进行了评价，指示出了找矿标志。

本书共分七章，其中第一章到第六章为作者在博士后工作站四通资源公司的工作成果，第七章的图片数据资料为公司成果。中国地质调查局发展研究中心规划研究室主任、项目负责人张万益对该书的编写和出版给予了有益指导和大力支持。在站期间深得中国地质科学院裴荣富院士和四通资源公司首席地质科学家帅开业教授[原中国地质大学（北京）副校长]两位恩师的亲身指导，对本书的最终撰写和出版起到决定性作用。项目实施过程中得到四通资源公司总裁卢放、副总裁单文华，以及也门项目管理负责人刘世华的大力支持。岩石鉴定过程中得到中国地质科学院杨岳清研究员的指导。参与野外工作的有，杨凤岐、朱日威、章烈猛、兰戈、刘鹏、刘传涛、穆罕默德·阿姆丹·阿布杜拉、中冶地勘岩土工程总公司唐山有限责任公司全体钻探人员等。中国地质科学院矿产资源研究所同位素实验室和探针室、中国地质科学院地质研究所大陆动力学实验室、中国地质大学（北京）流体包裹体实验室等承担了部分样品的分析测试工作。同时，在野外工作过程中，也门有关政府部门和当地热情好客的人民给予了友好协助。

书中综合、引用了许多国外公司资料和前人工作成果，本书是多年来在此研究区域所有地质工作成果的初步总结。书中引用的部分资料的出处因不明晰而未能给予标注，特在此表示歉意。

由于作者学识水平有限，书中尚存在诸多不足有待修正和提高。不当或谬误之处，敬请读者批评指正。

作者
2017年6月

目 录

前 言

1 绪 论	1
1.1 国家概况	1
1.2 地理环境及交通	1
1.3 自然资源	2
1.4 政治、经济与文化概况	3
1.5 以往地质工作程度	5
1.6 工作方法和技术要求	8
2 区域地质背景	19
2.1 大地构造位置	19
2.2 区域地层分布	20
2.3 区域构造	20
2.4 区域变质岩	22
2.5 区域岩浆岩	25
3 Dhi Samir 矿区地质	27
3.1 勘查区地理位置及交通	27
3.2 矿区地质概况	27
3.3 矿区构造控制	28
3.4 含矿岩体分布与矿化蚀变特征	29
3.5 含矿岩体岩石学特征及定名	34
3.6 含矿岩体岩石地球化学特征	35
4 成岩成矿年代学研究	41
4.1 成岩年代学研究	41
4.2 成矿年代学研究	43
4.3 构造背景分析	45
5 成矿环境及物质来源	47
5.1 成矿流体特征	47

5.2 成矿流体来源 51

5.3 成矿物质来源 53

5.4 矿床成因及成矿模式 55

6 区域成矿与找矿预测 58

6.1 区域成矿潜力 58

6.2 找矿预测 61

6.3 找矿标志 63

7 结 论 64

参考文献 66

附 录 69

Geochemical of Ore-bearing Lamprophyre from the Cu-Ni Deposit in
Dhi Samir, Yemen 69

附 图 87

附 图 I 岩石显微照片 87

附 图 II 工作过程照片及图件 91

附 图 III 工作区照片 100

1 绪 论

1.1 国家概况

也门共和国（阿拉伯语: **الجمهورية اليمنية**，英语: **Yemen Republic**），位于阿拉伯半岛西南端，其北部与沙特阿拉伯接壤，南濒阿拉伯海、亚丁湾，东邻阿曼，西隔曼德海峡与非洲大陆的埃塞俄比亚、索马里、吉布提等相望。也门国土面积55.5万km²，有约2000km的海岸线，海上交通十分便利。位于西南的曼德海峡是国际重要通航海峡之一，沟通印度洋和地中海，是欧亚非三大洲的海上交通要道，战略位置极为重要。位于阿拉伯海亚丁湾的亚丁是历史上有名的港口之一。1990年5月由阿拉伯也门共和国（北也门）和也门民主人民共和国（南也门）合并组成。也门拥有3000多年文字记载的历史，是阿拉伯世界古代文明摇篮之一。也门是世界上经济最不发达国家之一，粮食不能自给，约1/2依靠进口。在夏季有着沙漠中常见的沙尘暴，而因过度放牧，沙漠化日渐严重。该国的棉花质量好，每年有大量出口，咖啡种植面积也很大，占重要地位。近年，政府致力于减少预算赤字和政府开支，努力控制通货膨胀，稳定物价。

全国总人口约为3000万人。也门行政区划为20省和1个直辖市：萨那、亚丁、塔兹、拉哈吉、荷台达、阿比洋、伊卜、夏卜瓦、扎马尔、哈达拉毛、哈贾、马哈拉、贝达、萨达、马哈维特、马里卜、焦夫、阿姆兰、达利阿、索科特拉和萨那市。也门共和国首都为萨那(Sana'a)市，是也门政治、经济、文化中心，人口约200万。萨那是伊斯兰历史名城，是人类最早定居地之一。也门的居民绝大多数都是阿拉伯人，有极少部分非洲人。生活在也门的阿拉伯人以部落为基本单位，全国共有190多个部落，其中150多个位于山区。哈希德、巴基尔、哈卡和穆德哈基是四个最主要的部落，其中，又以哈希德部落为全国最强、知名度最高。该部落集中于萨那、哈贾、萨达三省，人口逾百万，由50多个中小部落组成，是一个集政治、经济、军事、宗教四位一体的强大实体，其地位和重要性非常突出。

1.2 地理环境及交通

也门南部属热带干旱气候，一年分凉热两季，4~10月为热季，平均气温37℃；11~3月为凉季，平均气温为27℃。年降雨量为50mm。亚丁气温较高，热季气温高达41.8℃，凉季气温最低17.5℃，年均降雨量94.7mm。北部气候种类较多，东面缓坡伸向鲁卜哈利沙

漠，是沙漠和半沙漠地区，气候干燥，炎热少雨；中央高原，海拔1500~4000m，气候凉爽；丘陵地区，气候温和，雨量充沛，年降水量在1000mm以上，多雨季集中在3~5月和7~9月；西部红海沿岸是帖哈麦地区，气候炎热而潮湿，夏季气温一般在35~40℃，湿度一般为80%~90%，年降水量在400mm以下。也门是阿拉伯半岛降水量最多的地区。

也门是阿拉伯半岛地势最高的国家，故有“阿拉伯屋脊”之称。西部和东南部山地面积广大，哈杜尔舒艾卜峰海拔3760m，为全国最高峰；东北部是沙漠和半沙漠地区；沿海有狭窄平原；高原与沿海平原之间为丘陵地带。

也门是个多山的国家，没有铁路和高速公路。山路陡峭，尤其是每年三、四月和七、八月，容易爆发山洪。也门共有6个国际机场，分别位于：萨那、亚丁、塔兹、荷台达、穆卡拉和赛永，最主要的机场为萨那机场和亚丁机场，机场设施普遍落后。也门航空（YEMENIA）是也门唯一的国有航空公司，直接通航的国际航线不多，主要集中在阿拉伯半岛和欧洲、非洲以及亚洲的部分国家。2008年，也门航空与沙特阿拉伯投资者合资组建了FELIX航空公司，主要经营也门的国内航空运输，可达国内主要省会城市。FELIX现已开通多条国际航线，可达周边几个国家的城市。FELIX航空公司召开董事会，研讨也门航空公司2015—2020年发展战略规划。也门海岸线长逾2200 km，有7个港口。主要港口包括亚丁、荷台达和穆卡拉。亚丁港是世界闻名的天然良港，有30个泊位，可停靠万吨级货轮；除了普通货物码头，还有油轮码头和集装箱码头，是也门货物吞吐量最大的港口。荷台达港年吞吐量150万t；穆卡拉港年吞吐量35万t。

1.3 自然资源

也门是一个典型的资源型国家，石油和天然气是其最主要的自然资源。从20世纪80年代开始，也门石油的工业化生产和出口就是其国民经济的支柱产业；2009年，也门的天然气形成工业化生产并实现出口，主要出口中国、加拿大和韩国。

也门的非石油资源也比较丰富，金属矿主要有金、银、铅、锌。根据也门地质矿产调查局的调查，在哈贾、哈德拉毛、萨达、焦夫、阿比洋等省和萨那地区的30多处发现大量黄金矿藏。其中，在哈贾省Alharka地区黄金矿可达3900万t，每吨矿石黄金含量为65g；哈德拉毛省的Madn谷地约有67.8万t金矿，每吨含金量约15g；在西部平原发现的金矿含金量为每吨12~32g；萨那地区为3~5g。其他地区尚无详尽资料，不过地质调查粗略估计，这些地区的矿石含金量同样是较高的。据专家称，也门金矿主要位于前寒武纪时代丰富的火山岩地区。也门政府正与一些国外公司合作进行相关物探，黄金资源吸引许多潜在投资者。非金属矿主要有石膏和无水石膏、建筑和装饰用石材、岩盐等。由于缺乏准确翔实的基础地质勘查资料，加之经济落后和引资力度不足等原因，也门的非石油矿产资源开发基本处于起步阶段。也门水资源紧缺，主要依靠地下水。一些地方由于过度开采地下水，水资源紧张的趋势进一步加剧。

1.4 政治、经济与文化概况

1.4.1 政治概况

也门国旗是一面红白黑三色横条组成的旗帜，红色象征革命和胜利，白色象征神圣与纯洁，黑色象征过去的黑暗时代。也门国徽启用于1990年，是一只头向左方、展翅欲飞的高贵圣洁的白色雄鹰，雄鹰胸前有一个盾徽，上面绘着雄伟的马里布水坝，这是也门人民引以为豪的建设成就，大坝上挺立也门盛产的咖啡树，雄鹰双翼下飘扬着两面呈弧形交叉的也门国旗，雄鹰爪下的饰带上用阿拉伯文写着“也门共和国”。

也门实行民主共和制，也门人民是权力的来源和主体，通过选举投票直接行使政治权力。2014年2月10日，也门宣布将国家由共和制变为联邦制。也门的政治体制建立在政治多元化和多党制基础之上，通过大选实现政权的和平交替。也门在南北统一后于1991年5月经全民公决通过了统一宪法。1994年也门内战结束以来，政局基本保持稳定，社会治安形势持续好转，经济日益恢复。也门政局稳定，经济运行平稳，主要经济指标良好。也门继续加大打击恐怖和极端势力的力度，治安状况得到改善。1994年9月28日议会通过宪法修改案，取消总统委员会，改为总统制。议会由原阿拉伯也门协商议会和民主也门最高人民委员会组成。部长会议（内阁）行使行政权。2001年2月，也门再次举行全民公决，通过宪法修正案，将总统任期由5年延至7年，并赋予总统解散议会的权力。议会是国家立法机构，负责制定财政预、决算和经济社会发展大纲等国家大政方针；对政府工作进行指导和监督。也门有46个政党，主要政党有：①全国人民大会：执政党。②“伊斯兰改革集团”：主要反对党之一，成立于1990年9月，是也门统一后成立的最大反对党。1993年4月也门大选后成为执政党之一。1994年7月也门内战后变为第二大党。成员主要来自部落、商界和宗教界。③“也门社会党”：主要反对党之一。其他在野政党还有也门人联盟、也门统一集团、自由人宪政党、阿拉伯复兴社会党等。

1990年统一后，也门政府重申恪守过去南、北双方分别同各国签署的一切协议和国际条约，遵守联合国宪章和阿拉伯国家联盟宪章；奉行和平、不结盟政策；坚持睦邻友好、和平共处、不干涉内政，主张以和平方式解决国与国之间的争端与分歧。也门已同100多个国家建立了外交关系。近年来重要出来访有：2008年，时任我国国家副主席习近平、全国人大常委会副委员长司马义·铁力瓦尔地先后访问也门。2010年时任也门外长科尔比访华，2013年也门总统哈迪访华。近年来，中国与也门传统友好合作关系稳步向前发展。2012年9月，时任外交部部长杨洁篪出席在纽约举行的也门之友小组第四届部长级会议。2013年1月时任外交部副部长翟隽访问也门，3月中方出席在伦敦举行的也门之友小组第五届部长级会议，9月外交部部长王毅出席在纽约举行的也门之友小组第六届部长级会议。2014年6月时任也门外长科尔比来华出席中阿合作论坛第六届部长级会议，9月时任外交部亚非司司长陈晓东作为王毅外长代表出席在纽约举行的也门之友小组第八届部长级会

议。2014年, 双边贸易额51.38亿美元, 其中我国出口22.01亿美元, 进口29.37亿美元; 我国从也门进口原油352.91万t。我国对也门出口商品主要是纺织品、机电产品、贱金属、粮油产品等, 我国自也门进口商品主要是原油。2017年6月5日, 也门决定与卡塔尔断交。

1.4.2 经济概况

也门是世界上经济最不发达的国家之一。1991年海湾战争和1994年内战使国民经济严重倒退。1995年, 也门政府开始经济、财政和行政改革。1996—2000年, GDP年均增长5.5%, 财政收入逐年增加。2001年财政首次实现盈余。2005年, 也门政府进一步出台削减燃油补贴、降低进口关税等经济改革措施, 力求调整经济结构, 改善投资环境, 减轻政府财政负担, 取得了一定成效, 使也门经济运行基本平稳, 主要经济指标良好。

也门经济发展主要依赖石油出口收入。已探明的石油可采储量约60亿桶, 天然气可采储量约5000亿m³。也门未参加任何石油组织, 因而不受国际石油组织配额限制, 在生产上较具自主性。政府极为重视石油的勘探和开采, 力图通过开发石油和矿产资源克服经济困难。受益于国际市场的高油价, 2005年, 也门石油出口收入达31亿美元, 占财政收入的60%以上。

此外, 外援对推动也门经济发展也发挥了重要作用。自1997年以来, 从西方国家和国际金融组织获取援助和优惠贷款近30亿美元, 被免除或重新安排债务70多亿美元。2002年10月, 第三届也门捐赠国会议在巴黎举行。美、英、法、世界银行、国际货币基金组织等34个国家和国际地区组织在会上允诺于2003—2005年间向也门提供总额为23亿美元的经济援助。2003年10月, 欧盟承诺在2003—2006年间向也门援助9170万欧元。此外, 世界银行及阿拉伯国家的基金会亦向也门提供了共约10亿美元。也门还是美国和欧盟等西方国家在该地区的主要受援国, 美、英、德、意、法、荷、日等西方国家每年向也门提供的双边援助大都在3000万美元左右。汇率: 1美元=214里亚尔。

工业有纺织、石油、化工、制铝、制革、水泥、建材、卷烟、食品及加工工业。20世纪80年代中期开始开采石油。2000年也门发电量为32亿千瓦时。全国有可耕地166万公顷, 已耕地面积约127万公顷。农业人口约占全国人口的75%。农产品主要有棉花、咖啡、高粱、谷子、玉米、大麦、豆类、芝麻、卡特、烟叶等。粮食不能自给, 一半依靠进口, 棉花和咖啡可供出口。外贸实行进口许可证制度, 运输工具、机械设备等国内建设所需物资以及大量轻工产品均需进口。出口产品主要有石油、棉花、咖啡、烟叶、香料和海产品等。主要贸易伙伴有中国、美国、阿联酋、意大利、沙特等。2005年, 也门大幅降低进口关税, 小麦、面粉等81种商品免税进口, 另有4千余种商品平均出口税率从25%降至5%。手工业有腰刀、卡特、咖啡、摩卡咖啡。

1.4.3 文化生活

也门的官方语言为阿拉伯语, 英语仅在涉外政府部门和其他领域小范围应用。宗教在也门的国家生活中占有极其重要的地位, 国家的一切活动、社会组织以及风俗习惯都直接

或间接地受宗教信仰的影响。伊斯兰教为国教。也门99%的居民信奉伊斯兰教，什叶派的宰德教派和逊尼派的沙斐仪教派各占50%。伊斯兰教众每天5次祈祷，由教长通过高音喇叭“吓L”，颂诵“古兰经”，表示虔诚。教众对公历星期五（回历礼拜天）的礼拜活动非常重视，不论男女老少都前往附近的清真寺祷告。也门作为正统的伊斯兰国家，禁止销售和饮用各类酒，不吃猪肉，禁止对也门女人拍照。也门人迎宾待客习惯给客人熏香和喷香水。也门人相见时，一般先互相致意问候，然后拥抱亲吻面颊一至三次，或者握手后互吻手背一两次，或者握手后吻自己的手背一次，以表示对客人的尊敬。也门还有个传统礼节就是吻足礼。晚辈拜望长辈，或即将出远门与长辈告别时，先以双手拥抱住对方，吻长辈的脸部，然后跪下再吻长辈的大腿、小腿，以至脚背。认为这样表示晚辈对长辈的尊敬和祝福。也门人社交习俗总的特点可以用这样几句话来概括：也门友人会交道，极其热情又礼貌；迎宾总要夹道迎，击鼓鸣枪舞腰刀；待客礼节更特殊，熏香喷香服务到；国民多为穆斯林，笃守信仰重宗教；忌用左手禁饮酒，了解这些很重要。同世界大部分地区一样，也门人把婚礼当作欢乐的庆典和重要的社交活动，但也门的婚俗至今保留着许多古老的阿拉伯传统和特有的习惯。在也门的传统家族里，娶嫁不由己，基本由父母做主。父母是一家之主，尤其是父亲拥有绝对的权威。

饮食：也门人最爱吃的佳肴要属烤全羊了，其最为珍贵的部分是羊头。主食是阿拉伯大饼，用餐惯以右手取食，他们习惯喝茶，也乐于喝咖啡，在喝茶时总在茶水里加入咖啡豆壳。

科教：全国中小学实行免费教育。小学实行义务教育制度，并致力于扩大基础、技术、职业教育。有小学和初中9517所（其中宗教小学、初中623所），高中3003所（其中宗教高中615所），公立大学7所，私立大学8所。萨那大学建于1970年，下设9所学院，1个语言中心，在6个地方设有分院。亚丁大学下设9所学院，是一所综合性大学。2005年3月，作为也门“基础教育国家战略”的一部分，也门政府启动了“发展基础教育项目”，世界银行、荷兰、英国和也门政府分别出资。

就医：实行免费医疗制度。全国有医院101家、床位8984张；设有床位的卫生中心146家，床位1308张，不设床位的卫生中心500家，初级卫生站1420家，母婴中心155家，床位175张，药房1420家。

1.5 以往地质工作程度

1.5.1 区域地质工作情况

与测区相关的主要区域地质工作为:Robertson Group 公司根据陆地卫星MSS资料 and 不同时期的地质及航磁资料编制了Ta'izz幅1:250000地质图和航磁异常图，对区域内的地层、构造、岩浆活动、变质作用等区域地质问题及区域地球物理（航磁）特征进行了较系

统总结。

1978年11月至1979年11月底, GEOMIN(矿产与地质合作公司-罗马尼亚社会主义者共和国)在工作区作过比例尺为1:2500区域地球化学测量,采用的方法岩石地球化学及(沟系)冲积物测量,面积约有800km²。测量结果用1:100000比例尺图作了趋势面分析图和剩余异常图,为在该区寻找找矿靶区提供了基础资料。

1.5.2 矿产地质工作

区域上的矿产地质调查工作缺乏,但对Hamurah地区的铜镍矿作了大量有益的工作。

在 Al Hamurah 矿化作用的前期观测中,最先是由发展顾问联盟(开罗)在1957年做的,在其提交的资料中对矿化的基性岩脉进行了描述,其长1200m,宽30~40m。矿化由铁锈聚块(铁帽)组成,其中有辉铜矿、孔雀石、蓝铜矿,赤铜矿和crizochole也能见到。从铁帽上采集的样品显示Cu含量0.43%~0.58%(其中一个样品Cu含量10.14%),Ni 2%和Co 1.5%。考虑到这些结果,也门阿拉伯共和国请求联合国组织对Al Hamurah 矿化带设计一项更详细的研究计划。在1968年,Elas Dahlstrom 研究了 Al Hamurah 的硫化物矿点,认为铜、镍和钴的品位被 D.C.A.(发展顾问联盟)过分渲染,因此矿脉意义不大。

在1970年由来自加拿大勘探公司的 A.P.Hutchinson 重新开始对Al Hamurah 矿化带的调查,其调查结果表明铁帽产于前寒武纪地层,这套地层由云母片岩、石英长石片岩和由于花岗岩和伟晶岩侵入而产生的角闪石片麻岩组成。矿化带位于垂直的裂缝并估计其为长1200m、宽35m。

在1970年,一队捷克斯洛伐克地球物理学者在 Al Hamurah作了各种不同的测量,概略说明一些南北向展布的异常,浸到东部;在大部分的情形下,这些异常与出露的表生蚀变相一致。在这些地表测量的基础上,最后确定矿化作用沿走向延伸1000m,向深部延伸100m。YOMINCO(也门石油矿产资源公司)同样也作了地球物理研究,并得出金属硫化物在深部延伸上相同的结论。

1975年, Grolier M.Y.、Overstreet W.C.、Muhamad Mukard Ibrahim 等开展了地质研究,并在也门阿拉伯共和国各地采集的样品的地球化学和放射性测定,考虑到已获得的遥感资料解译,估计Al Hamurah 矿化作用长达1200m、宽35m,矿化矿物有磁黄铁矿、黄铜矿、dyagenite(digenite方辉铜矿?)、黄铁矿和磁铁矿。

在1977年5月4~20日期间,西亚经济委员会的V.Zotov 和 M.Soubra检查了已获得的资料并得出结论,尽管捷克斯洛伐克的结论是积极肯定的,然而要正确地估算该地区矿石储量是困难的。

早在1979年, GEOMN(矿产与地质合作公司-罗马尼亚社会主义者共和国)对Ta'izz省南部的前寒武纪地层作了大量的地质学、地球化学和地球物理学研究,并同时开展了钻探工作,研究工作表明, Al Manarah、Al Shakkat和Al Harnurah矿化区呈NW-SE 展布并与已确定的6km长的构造带相吻合。基性岩脉厚40~50m,矿化(体)厚度在2~18m 之间。有

用矿物的含量变化较大，Cu: 0.01%~1.045%、Pb: 0~0.15%、Zn: 0.01%~1.09% 、Ni: 0.01%~1.04%。

1980年和1981年，GEOMIN在Al Hamurah、Al Manarah、Al Shakkat 和 Al Hamurah施工了钻孔。在这一阶段的工作中，采取化学分析样品并进行了矿物学研究的储量计算。

在1982年和1983年，GEOMIN用一个平硐和数个钻孔对Al Hamurah 的矿化作用的深部情况进行调查。

1984年，GEOMIN交出一份详细的地质报告，总结了几年来在Al Hamurah地区所做的勘查工作，认为这个地区辉长岩-煌斑岩岩脉的矿化值得重视，尤其在南部1350~1400m海拔高度，Cu、Ni含量已经达到低品位工业价值，需要作进一步的研究工作，包括选矿试验和可行性研究。报告认为，Al Hamurah 矿化属于低品位类型，为热液成因。

1997年2月，也门矿产资源及地质调查公司（YMRGSC）和Felix矿业有限公司（FML）获得勘探许可进入这一地区工作。但仅限于资料收集和综合研究，同时根据GEOMIN的资料编制了1：20000矿区外围地质图。

表 1.1 GEOMIN 用于报告的完成工作量

工作量	
坑探工作	700m
钻探工作	1555m
实验室分析	
基本分析	620件
化学全分析 (硅酸盐)	20件
控制化学分析	72件
显微镜分析	120件
光谱分析 (地球化学)	1270件
小体重测定	20件
实验室阶段选矿试验样采样	1件
地质报告	1份

上述工作，对勘查区所在区域的区域地质构造特征及各类基性、超基性岩体分布概况进行了基本厘定；对区域地球物理特征（主要是航磁）给出了基本格局；对矿体的分布、规模、形态、产状等有了较为清晰的了解；对Cu、Ni元素的质量及其变化及其他有益元素的含量有了初步了解；对铜、镍矿床远景及找矿前景有了初步认识。

在GEOMIN提交的地质报告中还对Dhi Samir铜镍矿区（A、B、C段）的Cu、Ni、Ti等有益元素进行了储量计算：

(1) $\text{Ni} \geq 0.5\%$ 部分镍金属量29407.98t, 平均品位0.818%, 其中:C1级(相当于332资源量) 2273.58t(伴生铜金属量1205.46t, 平均品位0.4336%; 伴生钛金属5409.82t, 平均品位1.9459);C2级(相当于333资源量) 10177.50t(伴生铜金属量5396.74t, 平均品位0.4336%; 伴生钛金属24219.35t, 平均品位1.9459);P1级(相当于334资源量) 16956.90t(伴生铜金属量8996.69t, 平均品位0.4336%; 伴生钛金属40340.01t, 平均品位1.9459)。

(2) $0.1 \geq \text{Ni} < 0.5\%$ 部分镍金属量22735.04t, 其中C1级(相当于332资源量) 1532.70t, 平均品位0.2231%, (伴生铜金属量2195.18t, 平均品位0.3196%), C2级(相当于333资源量) 10177.50t, 平均品位0.212%~0.3232%(伴生铜金属量12796.18t, 平均品位0.3083%~0.3955%; 伴生钛金属155251.20t, 平均品位3.5934-5.1182%), P1级(相当于334资源量) 16956.90t, 平均品位0.212%(伴生铜金属量17588.98t, 平均品位0.3083%; 伴生钛金属211489.94t, 平均品位3.707%)。

GEOMIN对Dhi Samir铜镍矿区的矿产评价工作基本达到了普查程度。

此外, GEOMIN还对Dhi Samir铜镍矿区外围作了一些探索性的工作, 在Dhi Samir铜镍矿区的Al Shakkat施工了5个钻孔, 其中一个钻孔见矿厚度超过5m, Ni品位为0.6%和Cu 0.6%。

中国四通资源公司于2007年10月~11月组织专家组, 对勘查区进行了较系统的踏勘检查和取样, 发现该区除铜镍矿资源外, 尚有铁矿及石墨矿的资源潜力。

1.6 工作方法及技术要求

1.6.1 测量工作

测量工作包括1:2000地形测绘、物化探剖面线布测、剖面线测量、探矿工程的布测与定测、地质填图中重要地质点的定测等。

(1) 坐标及高程系统确定

本区附近无已知控制点成果, 因此采用假定坐标系和假定高程系。

(2) 采用的技术标准

《全球定位系统(GPS) 测量规范》(CH2001-1992);

《地质矿产勘查测量规范》(GB/T18341-2001);

《1:500、1:1000、1:2000地形图图式》(GB/T7929-1995)

(3) 首级控制

根据本区小面积带状特征, 拟定用GPS E级作为首级平面控制, 高程采用GPS拟合高程。

选点埋石:GPS(E) 级点要结合测区实际, 可采取居中布设或沿测绘区域外围布设。首级控制点必须埋石, 设置固定标志, 可埋设预置标石或现场挖坑浇灌混凝土。

观测与计算:GPS(E) 级点采用广州中海达化仪器有限公司双频GPS接收机观测, 并采用该公司商业软件进行平差计算, 坐标与高程计算结果均取位到0.002m。

(4) 图根加密控制

图根点直接在GPS(E) 级点下加密, 可采用光电测距导线与全站仪极坐标法施测。图根点的密度以满足碎部测量和工程点位置测量为原则。

标志设置: 用于测图的图根点可采用临时标志, 地上打入木桩即可; 用于施测坑道口、钻孔位置、探槽端点等工程的图根点必须埋设永久性固定标志, 以保证下一步工程测量的开展。

观测: 图根点用5"级全站仪以方向法观测水平角一个测回, 以中线法观测垂直角一个测回, 边长观测一个测回(两次读数), 其高程以三角高程测定。

计算: 图根点采用简易平差法计算, 坐标与高程成果计算取位到0.001m。

(5) 工程点位置放样及定测

所有坑道口、钻孔位、探槽端点等工程控制点, 采用全站仪实施放样, 并在其施工后以全站仪进行一个测回定测。

(6) 碎部测量

本区地形地质图采用1:2000比例尺, 采用50cm×50cm正方形分幅, 全部以全站仪数字化测绘。

本区除按常规测绘地形地物外, 还应尽量对布设的地质点进行测量。地貌以等高线配合高程注记点表示, 一般地区高程点的注记在分布均匀的情况下, 图上每平方米不得少于10个; 对地形起伏较大、地貌破碎的地段, 则应适当增加高程点注记, 高程点注记到0.1m。

1.6.2 地质填图

填图工作有Dhi Samir 1:2000地质测量(精测) 6.896km², 在Rujaymah勘查区安排1:10000比例尺地质填图(草测) 12km²; 在Dhi Samir-Al Manarah铜镍矿化带安排1:2000地质填图(草测) 6km²;

填图方法采用穿越法为主, 辅以追索法。

技术要求参照《固体矿产勘查原始地质编录规程》(DD2006-01) 执行。

为更好地指导该地区地质找矿工作, 提高填图质量及效率, 在包括上述地区的70km²范围内作遥感解译。同时可考虑采用数字填图技术。

(1) 1:500实测剖面

用于研究矿区地层、岩体、构造及矿体的基本特征, 划分填图单元, 统一技术要求。设计剖面1条, 剖面位置大致与8号勘探线一致, 长500m。

(2) 1:1000实测勘探线剖面

用于了解矿体与围岩之间的界线、矿体中各种矿石的自然类型和工业品级的界线、各

种岩石之间的界线、各种构造线；了解矿体形态、矿石的自然工业品位、构造控制和构造破坏等。设计工作量10条，即15、11、7、3、0、4、8、12、16、20号勘探线，每条长870m，总长8700m。

(3) 1:2000地质测量（正测）

通过地质填图，基本查明矿区地层层序、分布特征；基本查明岩浆岩种类、规模、形态产状及与成矿有关的岩性、岩相分布特点；基本查明主要构造性质、产状，基本查明控矿构造因素及矿化富集的构造条件，以及成矿后构造的破坏影响程度；基本查明与成矿有关的变质与蚀变特征及与矿化的关系；研究地表矿体的产状及其变化。

(4) 1:10000遥感解译

此次预查工作应充分应用遥感地质解译成果，以提高靶区选择的可靠性，指导整个普查工作布置和实施。遥感工作主要是遥感影像制图、遥感地质解译、遥感异常提取。利用遥感解译图提取与成矿关系较为密切的异常，为编制成矿规律图和进行矿产预测提供资料。

1:10000遥感解译范围

1) E44°14'01.463" N13°17'13.151"

2) E 44°14'00.438" N13°22'38.651"

3) E 44°17'53.159" N13°22'39.326"

4) E 44°17'54.098" N13°17'13.822"

面积约70km²。

遥感影像制图:遥感影像图采用QUICKBIRD图像数据编制。

遥感地质解译:在正式进行野外工作前完成解译工作。遥感地质解译工作重点是：区域构造格架解译，辅助地质填图解译，已知成、控矿地质体、地质构造追索圈定，与成、控矿相关的遥感线、环状特征影像提取等。线、环状影像解译的重点是：线性体特征、线性体之间的时空结构、演化特点和与成、控矿地质作用之间的关系；环状影像特征，环状影像之间的相互交切、包容、叠置、移位等时空演变特点，与成矿、控矿地质作用关系以及隐伏岩体圈定等。遥感地质解译图中的全部地质体、地质界线必须从遥感图像中提取，图中与已有地质资料一致的、新解译的遥感实测界线（有可视化遥感影像为依据的界线）和遥感推测界线，必须采用不同线划区别表示。

(5) 1:500实测地质剖面

用于研究矿区地层、岩体、构造及矿体的基本特征，划分填图单元，统一技术要求。设计剖面3条，在Al Shakkat布置2条，其中Ⅱ剖面长900m，沿北西-南东方向布置，端点坐标为（E44°15'45.8"，N13°21'02.1"）和（E 44°16'07.5"，N 13°20'42"），方向133°35'37"；Ⅲ剖面长800m，沿南西-北东方向布置，与103线重合，端点坐标为（E44°15'53.3"，N13°20'46.2"）和（E44°16'11.9"，N13°21'05.1"）方向43°35'37"。在Rujaymah布置1条（Ⅳ剖面），沿北西-南东方向布置，端点坐标为（E 44°15'32.1"，N 13°18'37.72"）和（E