

非洲地质经济

FEIZHOU DIZHI JINGJI

——纪念天津华北地质勘查局“走出去”10周年论文集

主 编：陈 江



执行主编：段焕春

副 主 编：王 军 杨 伦 贾旭忠

宋小军 闫培忠

地 质 出 版 社

非洲地质经济

——纪念天津华北地质勘查局“走出去”10周年论文集

主 编：陈 江

执行主编：段焕春

副 主 编：王 军 杨 伦 贾旭忠

宋小军 闫培忠

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书分2个部分:地质、矿产、工程篇和地质经济篇,共收录了59篇文章,主要汇编了非洲地质和经济方面的论文,此外还收录了编译类、调研类、工作体会类文章,内容涵盖地质矿产与成矿规律研究、金矿勘查和开采方法、工程勘察施工技术、地质经济等。

本书可供在非洲从事地质找矿、工程施工、经济活动等有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

非洲地质经济:纪念天津华北地质勘查局“走出去”10周年论文集 / 陈江主编. —北京:地质出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-116-05896-5

I. 非… II. 陈… III. 地质经济—非洲—文集 IV. F440.61-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 182541 号

责任编辑:柳 青等

责任校对:王素荣

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) 82324508 (邮购部); (010) 82324573 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:20 彩图:8 面

字 数:634 千字

印 数:1—1000 册

版 次:2009 年 1 月北京第 1 版·第 1 次印刷

审图号:GS(2008)3130 号

定 价:128.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05896-5

(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)

非洲地质经济

——纪念天津华北地质勘查局
“走出去” 10 周年论文集

编辑委员会

顾问：陈毓川 毛景文 邓 军

主任：陈 江

副主任：田德利 段焕春 朱向东 郭春奎

主编：陈 江

执行主编：段焕春

副主编：王 军 杨 伦 贾旭忠 宋小军 闫培忠

委员：（按姓氏拼音排序）

郭鹏志 梁立民 林晓辉（特邀） 刘俊昌

秦正永（特邀） 肖成东 薛运清 姚慧敏

杨兆才 张宝华

英文翻译：吕秋霞

序 一

党的“十七大”明确提出“实现人均国内生产总值到二〇二〇年比二〇〇〇年翻两番”的战略目标,要实现这一目标,需要矿产资源的有力支持。我国矿产资源的主要特点是人均拥有量低,资源结构性矛盾突出。关系国民经济命脉,用量大的铁、铜、铝、锰等大宗矿产贫矿和难选矿多,后备储量严重不足,国内供需差距不断加大,进口量持续增长,对外依存度不断提高。积极推进我国重要矿产资源勘查开发“走出去”,是长期、稳定、安全地利用境外矿产资源,实现重要矿产资源的全球配置,解决国内供需矛盾的重要措施;也是贯彻“十七大”提出的坚持对外开放的基本国策,把“引进来”和“走出去”更好地结合起来,在经济全球化条件下参与国际经济合作和竞争的重要举措。

非洲的矿产资源种类多,储量大,分布集中,便于开采,黄金和金刚石产量居世界首位,铬、钴、钛、钽、锆、锂和金刚石储量占世界总储量的绝大部分,黄金、白金、铀、铝土、铜、锡及石油和天然气储量也很大。非洲不仅拥有丰富而独特的矿产资源,而且自 20 世纪 90 年代以来,非洲许多国家通过修改矿业法、减少政府干预、国有企业私有化、对外开放、对外商实行国民待遇、对矿业实施鼓励政策、降低税收等措施,不断改善矿业投资环境。在国际关系中,中国与非洲不仅有着较好的交往历史,而且在中非高峰论坛活动中也占有先机。

天津华北地质勘查局建局 56 年,先后划归重工业部、冶金部、中国有色总公司和属地天津管理,相继为邯钢、宣钢、临钢和济南钢厂提供了河北省西石门、百洛河、近北庄,山西省晋南塔儿山,山东金岭和历城等铁矿资源,为鞍钢、武钢、太钢、包钢等钢铁企业探明了一批耐火粘土、石灰石、硅石、白云石、萤石等非金属矿产,评价和勘探了矾山磷矿、寿王坟北湾子铜矿、小寺沟铜钼矿、撒岱沟门钼矿、周杖子铅锌矿、青杨沟铅锌矿、中条山外围铜矿、湖田铝矿、霍各乞铜矿、炭窑口多金属矿、大井锡铜多金属矿、安乐锡矿、峪耳崖金矿、大营子金矿、牛圈子银矿、洞子沟银金矿、张麻井铀钼矿、大草坪钼矿、安妥岭钼矿等有色金属矿产地,现都已建成我国北方重要的有色金属矿山。

天津华北地质勘查局立足国内,放眼世界。1999 年开始开发国际市场,华北地质勘查总院承担智利圣地亚哥市迈普铜矿矿区普查,517 队进驻阿拉伯联合酋长国,至今整整 10 个年头。自 2000 年中标阿拉伯联合酋长国扎伊尔慈善机构援助苏丹水井工程开始,正式进入非洲市场,之后相继在非洲 10 多个国家开展地质调查、普查、勘探和开发工作。目前在非洲获探矿权面积超过 1 万平方千米,已建日处理矿石 1000 吨黄金矿山 1 座,是最早“走出去”勘查、开发和利用境外矿产资源的地勘单位之一。

《非洲地质经济》共收录了 59 篇论文。是华勘人在熟悉前人资料和现场调研的基础上,用第一手资料和自己的认识,对非洲的地质矿产、地质勘查、水文地质、工程地质和商务经验等工作进行的总结。既对整个非洲地质、构造和矿产进行了总体论述,也对包括克拉通上的绿岩带建造、中非铜矿带、津巴布韦大岩墙等非洲大陆前寒武纪几个重要的含矿建造上的部分矿床地质特征、成矿规律和找矿远景进行了探讨,提出了许多富有创新的观点。论文集还编译了《卢菲利成矿带和谦比西成矿带的新认识》等新成果,对苏丹 Block 20 的开发过程和现状进行了详尽的论述,对部分国家的投资政策、环境和商机进行了介绍,是地勘单位和矿业公司了解

非洲矿业开发、工程勘察和商务环境的实用参考书。

《非洲地质经济》既是一本论文集,也是一部有使用价值的参考书。我相信,本论文集的出版将为《中非合作论坛北京峰会宣言》和《中非合作论坛——北京行动计划(2007~2009年)》的实施,推进我国矿业对外开放和走出去,一定会起到积极作用。本书的作者们不畏艰辛、勇于奉献,为我国地质经济的发展作出了贡献。在论文集问世之际,特向他们致以衷心的祝贺,同时祝愿天津华北地质勘查局在境外的地质勘查取得新突破,矿业开发取得更大的规模和效益!

A handwritten signature in black ink, appearing to read '王震' (Wang Zhen), with a stylized flourish at the end.

2008年12月

序 二

进入 21 世纪以来,随着经济全球化的深入发展与非洲国家自强能力的不断提高,世界大国、国际组织以及整个国际社会对非洲的认识与重视得到了明显的抬升。近年来,非洲政治经济形势发生了一系列的变化,其主要表现为总体政局日趋稳定,经济持续增长;非盟在世界政治经济格局中发挥着越来越重要的影响;国际社会对非洲的重视与投入不断增加;非洲各国谋求和平与发展的愿望显著加强。八国集团的鹰谷峰会、中非、印非、日非和非盟峰会和论坛的相继举办,以联合国和世界货币基金组织为首的国际组织针对促进非洲经济发展的一系列措施的实施,表明非洲这片热土正在成为一个全球极具潜力的引人注目的新兴的发展区域。

2006 年 11 月 3 日至 5 日,中非合作论坛峰会在北京举行。在这次中非峰会上,中非领导人充分交换了意见,达成了许多重要共识。《中非合作论坛北京峰会宣言》和《中非合作论坛——北京行动计划(2007~2009 年)》,则是凝聚了双方的共识的纲领性文件,也是促进中资企业进入非洲市场的政策导向。

天津华北地质勘查局在响应国家“走出去”战略的号召下,顺应经济大势从区域经济向全球化经营的发展潮流,立足于“两个市场,两种资源”和“建立专业化、集团化和国际化”的发展战略,致力于把优势产业从国内市场向国际市场转移的工作。自 2000 年以来,经历了一个探索、实践到发展的过程,目前,华勘在非洲业务已经涵盖了对外承包工程、对外贸易、对外投资和对外承包工程项目下的劳务出口等各种形式,累计涉外项目投资总额已达到 1.2 亿元。从事海外业务的员工已达到 400 多人,营业额已超过 2 亿元。特别是在苏丹市场形成了集矿业勘探与开发、水井施工、桩基施工、工程勘察、国际贸易等业务为一体的综合开发局势。此外,华勘还对非洲近 20 个国家进行了重点考察和研究工作,在海外经济的管理体制与机制、资质建设、平台建设、人脉建设、联合体协作和人才培养上取得了长足的进步,积累了丰富的经验,有力地推动了对非业务的发展。

从宏观形势来看,非洲总体经济水平相对落后,但是有丰富的矿产资源和旖旎如画的热带风光,有纯朴的民风与广阔的市场,还有中非源远流长的友谊与良好的吸引外资政策。中非论坛后,我国对非投资总量已达到上百亿美元,进入非洲企业超过上千家,中非贸易额已超过 700 亿美元,开发非洲已逐步成为推动我国经济与企业发展强大动力。我国有资金技术管理的优势且具较大的矿产资源市场,而非洲要促进经济发展并具有丰富的铁、铜、镍、金、铀等矿产和石油资源,这种优势互补和共赢合作将为以勘探与开发地质矿产资源为主业的华勘局提供了光明的前景和广阔的市场。

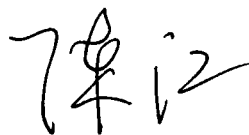
从华勘局自身来看,从新世纪初开始,华勘局经济逐步进入了持续、稳定、健康发展的上升期。截至 2004 年,全局当年社会市场结算收入达到了 3.16 亿元,比上年度增长 65.0%。在此基础上,2005 年实现结算收入 4.56 亿元,同比增长 38.6%;2006 年实现结算收入 5.36 亿元,同比增长 11.9%;2007 年实现结算收入 8.60 亿元,同比增长 60.4%。2008 年实现结算收入 12.4 亿元,同比增长 44%。2008 年比 2004 年同比增长 292%,翻了两番。不论是绝对量还是增长速度,呈现出了跨越式发展的态势。经济的快速持续发展需得到科技软实力的长久支撑,《非洲地质经济》给大家提供了一个冷静思考、总结提炼天津华勘局核心技术的平台。

9年来,我们始终把非洲作为开展外经工作的最重要领域,虽然在非洲市场上取得了一定的成绩,但要清醒地认识到华勘局海外经济还处在一个初级发展阶段,还处在一个运营水平和经济总量亟待提高的阶段,发展中还存在许多不足之处,比如:商务、专业技术、管理人才质与量的严重不足;点多范围广和重点项目“落地”不足;不同国别的政策法规研究不全面;现有项目还需要大幅度提高管理水平;风险管理、融资能力还有待加强等制约发展的问题。

《非洲地质经济》正是为了解决华勘局在非发展中的问题与不足,促进高投入、高风险的地质工作与创造良好经济效益的紧密结合,提高我们的管理水平、技术水平和项目运作能力而编辑出版的。我希望本论文集能成为华勘人在开展非洲业务中,解放思想、创新思路的舞台;成为总结经验、讲述经历的园地;成为发表见解、献计献策的论坛;成为技术交流、提高理论水平的平台。

《非洲地质经济》是华勘局外经工作者在实践中的心得和认识,不论是技术研究还是经济管理方面的见解和水平还很有限,希望在业内和学术界能起到抛砖引玉的作用,为推动我国对非经济的发展起一臂之力。俗话说“万事开头难”,“学无止境”,我想只要有了好的开始和这种永不满足的学习精神,我们华勘局,以及我们国家在非洲的事业一定会大有发展。

谨以此论文集的出版向天津华北地质勘查局“走出去”10周年献礼!



2008年12月27日

前 言

《非洲地质经济》为纪念天津华北地质勘查局“走出去”10 周年而作。它凝结了华勘人走进非洲,历经 9 年,在水文地质、地质勘查、工程施工、商务工作等方面的经验与智慧。20 世纪末,华勘人实施“走出去”的发展战略,依靠自身的专业和产业优势,从地质勘查技术服务和水文地质、工程地质工程项目起步,进而拓展了地质勘查、矿产开发、工程勘察以及相关领域的商务活动。本着友好互利、合作双赢的原则,先后实现地质、水文、工程类合作项目几十个,取得了较好的经济效益和社会效益,同时也树立了中国华勘的品牌。华勘人敢于迎难而上,不畏艰险、不惧困难,踏查在灼热的撒哈拉荒漠,作业在毒虫蛰伏的热带雨林,探究在人迹罕至的崇山峻岭,坚定的足迹遍及非洲的苏丹、埃塞俄比亚、尼日尔、阿尔及利亚、赞比亚、刚果(金)、刚果(布)、津巴布韦、马达加斯加、莫桑比克、马拉维、安哥拉、厄立特里亚、毛里塔尼亚 14 个国家。华勘人秉承了发展国家间友谊、造福当地人民的对外宗旨,用勤劳、汗水和骄人业绩续写了中非友好的篇章,在广袤的非洲大地播撒着真诚,收获了友谊,赢得了尊重。

本论文集是一本地质与经济方面的偏重专业性的论文集,同时还收录了编译类、调研类、工作体会类文章。全书总共收录 59 篇文章,大体分为地质、矿产、工程篇和地质经济篇。

地质、矿产、工程篇共计收录 31 篇文章,其中地质矿产类 21 篇,地质工程技术类 10 篇。

地质、矿产类论文从非洲板块的太古宙克拉通以及克拉通之间元古宙活动带的主要地层、构造和矿产等宏观区域地质特征,到比里姆造山带、津巴布韦大岩墙、莫桑比克马尼卡绿岩带、中非铜矿等成矿带和马达加斯加、刚果(布)、马拉维等国家的矿产地质特征,到阿尔及利亚 Akilet Deilel 和 Haggor 金矿、苏丹 Block 20 金矿、津巴布韦 Connemara 金矿和 Rutala 铬铁、刚果(金)绿纱铜钴矿等具体矿床地质特征等,在文集中均有涉猎。从行政区划上,主要涉及东非、南部非洲、北非和中非,对西非涉足相对较少。这些论文是在汇集整理前人成果资料的基础上,新投入了地、物、化、遥等方法手段,运用了成矿系列、板块边缘成矿、造山带成矿、绿岩带成矿、韧性剪切带等成矿理论对所在国(或某一矿点)的成矿规律、矿产远景进行了论述和评价,取得了许多新认识。论文对于开发所在国矿产资源,发展所在国矿业经济具有重要指导意义。

地质工程技术类论文主要内容包括:关于苏丹水资源现状的研究,结合华勘局多年来在苏丹打水井和大坝勘察实践,对苏丹水资源现状、水资源管理正面临诸如流域退化、泥沙淤积、建设能力、能源开发等问题进行了深入探讨,提出了所在国未来发展对水资源日益增长需求的解决办法;关于开发非洲地热资源的机遇与挑战,介绍了非洲地热储量情况,开发利用前景及开发应对措施;关于水井施工过程的控制,作者通过在苏丹北达尔富尔省等地区 4 年打井施工中记录的原始数据分析,阐述了过程控制中,诸如前期准备、钻探施工、终孔换浆、物探测井、井管安置、充填滤料、专项洗井及抽水试验过程中影响工程质量的主要因素和关键控制点,对实践具有极大的指导价值;关于苏丹 Shereik 大坝勘察施工研究成果,是华北有色工程勘察院在苏丹承担的尼罗河上 6 个水电站大坝坝址的勘察工程之一,克服了尼罗河河面宽、水流急、施工难度大等困难,采用传统的施工方法基本查清了未来水电站大坝场地的地质条件,为大坝的设计提供了准确详细的基础地质资料;关于刚果(金)加丹加省 LS 铜矿区矿坑涌水量的预测研究,利用现有的地质探矿孔进行了水文地质抽水试验,补做水文地质工作,成功地对矿坑涌水量进行了初步预测,得出 LS 铜矿床属水文地质条件简单—中等的矿区的结论;关于井下电视

在苏丹水电大坝勘察中应用,探索利用性能优良的井下电视系统,极大地提高了钻孔孔内的地质信息提取率,弥补岩心采取率的不足,同时可对岩石裂隙进行原位分析、评价;关于数字化在刚果(金)绿纱矿区地形测绘中的应用研究,结合在刚果(金)绿纱矿区利用全站仪与先进的GPS-RTK技术相结合进行全野外数据采集、使用多用途数字测绘与管理系统软件成图的工作实际,就数字化地形测图的优越性、数字化成图的具体作业程序以及作业过程中应注意的事项作了详尽的阐述,总结了数字化测图的具体方法和经验,并针对基础测绘薄弱的非洲国家开展测绘生产时遇到的资料缺、控制点精度低等问题,提出了具体建议。此外,文集还吸纳了金属矿产勘查中的物探方法选择、陡帮在露天金矿开采中的应用、露天爆破新技术研究等实际操作经验总结方面的论文。针对所在国家地区的地质条件、自然气候条件,创新了水文工程、地质工程作业施工方面的技术方法,对于提升水文地质工程施工水平具有重要借鉴和指导意义。

经济管理篇共计收录28篇文章,涉猎内容广泛,研究角度新颖。本篇主要内容包括:市场调研类:莫桑比克、阿尔及利亚、苏丹等国的地质经济市场调研,侧重从自然资源、经济状况、法律法规、矿产资源的政策及地质情况进行了阐述,为开发非洲矿业经济的后继者提供帮助;刚果(金)矿产资源投资时机的探讨,全面介绍了刚果(金)资源现状和能源矿产资源开发政策,分析了进入刚果(金)矿业投资时机的选择,提出了具体实施建议;苏丹玻璃制造业投资前景评估,是在充分调研的基础上,从政局和政策、本国及周边玻璃市场、生产条件、原材料供给、建设成本、预期回报以及不确定因素等层面进行了较全面的评估,得出对苏丹玻璃投资属于市场前景广阔,有风险但高收益的项目的结论。商务运作类:国际承包工程人员保险分析、海外项目承包工程中的风险规避、从国内实践窥视对外工程承包合同、援外水井成套项目报价编制实例简析、浅析对外承包工程外汇风险及防范、中国企业对苏丹投资政策分析、我国出口商在信用证方式下的风险及防范等,作者都是在深入研究相关资料的基础上,结合自己的实际商务活动实践,从不同侧面得出的亲身经验总结。经营管理类:跨国矿业经营组织方式及存在风险浅析、母公司对境外投资企业财务管理初探、对国外承包工程的物资保障与管理的探讨、国际化经营与非洲人力资源开发与合作等,针对海外子企业如何建立起有效经营组织和完善的风险评估体系,如何防范财务风险、加强境外投资企业财务控制,海外物质材料保障的实际操作,构建国际化经营的核心员工队伍,熟悉并掌握好国家外经外贸优惠政策等问题,阐述了作者的独到见解。此外本篇还收录了诸如华勘海外事业发展分析、苏丹华勘哈马迪资源有限公司组建历程等文章,如实地反映了我们海外创业的经验教训,希望能给读者以借鉴与启发。

论文集征稿工作始于2007年8月,截至2008年7月共收到论文70余篇。经过华勘局科技处初选,华勘地矿、工程、工业、国际事业部和各编委的审查,最终选定59篇编入本论文集。

本论文集在编辑过程中得到了中国地质科学院陈毓川院士、毛景文研究员,中国地质大学邓军教授等知名专家学者的关心、关注、支持和具体指导,陈毓川院士还在百忙中抽出时间为本书作序。本书还特邀了中国地质调查局华北地调中心林晓辉副研究员、秦正永教授等专家作为编委,参与了本书的审查、修改、编辑等工作。本书的出版得到了天津华北地质勘查总院、天津地质勘查局地质研究所等单位的大力支持和赞助,编辑委员会在此谨表示诚挚的感谢。

毕竟天津华北地质勘查局是以地质勘查生产为主的地勘单位,进入非洲时间相对较短,在非洲工作的国家数量有限,对非洲的了解还很肤浅,加之编者水平所限,存在疏漏和错误在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编辑委员会

2008年12月

目次

序 一	陈毓川
序 二	陈江
前 言	

· 地质、矿产、工程篇 ·

非洲前寒武纪主要矿产地质特征及分布规律	段焕春 林晓辉(3)
非洲前寒武纪构造轮廓和地层格架概述	秦正永 宋小军 林晓辉 等(16)
苏丹哈马迪金矿区成矿地质背景及成矿条件分析	张道忠 杨昌正 吕秋霞(27)
哈马迪金矿成矿规律及成矿作用浅析	赵 鹏 李振山 梁 晖 等(33)
苏丹 Hamadi 金矿控矿因素初步探讨	李振山 赵 鹏(38)
陡帮开采在华勘哈马迪金矿露天采场的应用	穆顺要(43)
露天爆破新技术在哈马迪金矿的试验与应用	张计武(46)
苏丹 Block 20 地区金矿地质特征及找矿远景	杨昌正 张道忠 薛运清(50)
苏丹 Block 20 地区遥感影像特征及其成矿关系	李长江 段洪芳(55)
刚果(金)加丹加群铜钴矿带控矿地质特征	宋小军 李向前 秦正永 等(61)
刚果(金)绿纱铜钴矿床地质特征浅议	辛建伟 王纪昆 陈志国 等(71)
卢菲利成矿带和谦比西成矿带的新认识	林晓辉 秦正永 宋小军(77)
刚果(金)加丹加省某铜钴矿区物探方法找矿应用条件和效果	蔡运胜 张宝华(87)
刚果(金)加丹加省 LS 铜矿区矿坑涌水量初步预测	宋小军 姚慧敏(91)
数字化在刚果(金)绿纱矿区地形测绘中的应用	陈立桢 王新来 王晓辉 等(96)
津巴布韦区域矿产地质特征	王道忠 邵长亮(100)
津巴布韦 Rutala 铬铁矿地质特征及成矿预测	肖成东 段焕春 王道忠 等(106)
津巴布韦 Connemara 金矿床地质特征及找矿标志	李如满 柳凤娟(111)
马拉维钛砂矿地质特征	孙双海 杨富仙(115)
非洲莫桑比克马尼卡绿岩带找矿潜力分析	王 军 李会恺(120)
马达加斯加地质与矿产简介	薛运清 樊秉鸿 刘文杰(124)
刚果(布)主要矿产及地质特征	刘 峰 段焕春 李如满(130)
西非地质和矿产的基本特征	段焕春 林晓辉 秦正永(136)
阿尔及利亚西部廷杜夫省 Akilet Deilel 金矿成矿地质条件及找矿方向	严茂文 刘 峰 张 泰 等(146)
阿尔及利亚西 Haggor 地盾绿岩型金矿成矿地质特征及找矿方向	张 泰 梁立民 严茂文 等(153)
苏丹 Shereik 大坝勘察施工及研究	张建锋 陈 斌(161)
井下电视在苏丹水电勘察中的实践与技术改进方向探讨	陈华北 王风华 唐英杰 等(166)
在苏丹达尔富尔地区水井施工中的过程控制与实践	曾宪军 宋小军 李文彬(169)
苏丹水资源现状:挑战与前景之浅析	李文彬 姚慧敏 贾旭忠 等(174)
开发非洲地热资源的机遇与挑战	李学瑛(180)

金属矿产勘查中物探方法的选择	刘俊昌 李金铭 康同乐 等(184)
----------------------	--------------------

· 经济管理篇 ·

创建苏丹华勘哈马迪资源有限公司的历程	杨士道 赵勇峰 吕秋霞 等(191)
刚果(金)矿产资源投资时机的探讨	姚慧敏 王 军 宋小军(196)
进入苏丹 Block 20 纪实	吕秋霞 杨士道(202)
华勘海外业务发展浅析	李克达 许振海 高 雷 等(206)
华勘国际化经营与非洲人力资源开发、合作	刘洪卫 陈学军(209)
苏丹玻璃制造业投资前景评估	姚慧敏 王 军 范国臣 等(212)
开发非洲地矿业的机遇与挑战	孙双海 彭俊蓉(218)
基于生命周期理论的矿业企业发展研究——兼浅析华勘公司地矿产业	曹 敏 魏晓英 邵长亮(224)
母公司对境外投资企业财务管理初探	邓凯萍(230)
浅析对外承包工程外汇风险及防范	聂胜录(234)
我国出口商在信用证方式下的风险及防范措施	陈海莹 卜立伟(239)
跨国矿业经营组织方式及存在风险浅析	董旭光(243)
关于国际承包工程人员保险的分析	刘小龙 宋 超 王 玮 等(246)
海外项目承包工程中的风险规避	孙晓明 杨向红(250)
在提升经营水平中加快海外经济的发展	周 荣 宋丽华 张 进(254)
从国内实践窥视对外工程承包合同	宋丽华 周 荣(259)
对外援助成套项目浅析	吕秋霞(263)
对国外承包工程的物资保障与管理的探讨	周克勋(267)
援外水井成套项目报价编制实例简析	贾旭忠 曾宪军 李文彬(271)
浅析我国对苏丹农业投资的发展	李柏松(276)
浅析对苏丹市场的综合开发	李 磊 彭俊蓉(279)
充分利用外经贸优惠政策,促进外经贸工作快速发展	王呈仓 曹金艳(282)
关于非洲贸易工作的思考	陆淑荣 李学瑛(285)
莫桑比克市场调研	贾旭忠 曹孟宇(289)
华勘在苏丹发展餐饮业之我见	陶连运 陶湜晟(293)
中国企业对苏丹投资政策分析	张梓林 曹金艳(297)
国际商务谈判的礼貌语用策略	席 丹 杨向红(301)
论英语在工程中的应用	赵丹丹 宋 超 刘小龙 等(304)
图版	

地质、矿产、工程篇

非洲前寒武纪主要矿产地质特征及分布规律

段焕春¹, 林晓辉²

(1. 天津华北地质调查局, 天津 300181; 2. 天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘 要:本文主要从构造作用、岩浆作用、变质作用、沉积作用和成矿作用等方面,简要论述了非洲大陆前寒武纪几个重要的含矿建造,包括克拉通上的绿岩带建造、中新元古代比里姆成矿带和中非铜矿带、布什维尔杂岩、津巴布韦大岩墙和金伯利岩;并认为非洲前寒武纪最主要的成矿期有 3 个,新太古代—古元古代是非洲大陆克拉通的主要成矿期,主要形成了绿岩带型、含金古砾岩型、层控浸染型、非层控型等金矿床,还有少量与岩浆活动有关的砂卡岩型、热液型金矿床。布什维尔杂岩和津巴布韦大岩墙中的矿产也是该期的产物。中新元古代成矿期形成比里姆成矿带和中非铜矿带,主要形成金、铁、锰、铜、钴等大型层控矿床。泛非运动伴随着造山花岗岩的侵入,产生了构造、热液及与花岗岩化有关的稀有矿产,特别是伟晶岩脉矿产。其次,本文还将非洲一些重要的前寒武纪矿床分为贵金属、有色金属、铁锰矿、宝石矿床和其他等几个大类,简要地介绍了这些矿床的成矿地质特征和分布特征。特别是对一些著名的、重要的矿床,进行了详细的介绍。

关键词:非洲;矿产;地质;建造;前寒武纪

非洲矿产资源丰富,它集中了大陆 70% 以上的矿产。据新近国际矿业统计资料,非洲的铂、锰、铬、钒、铌等矿藏蕴藏量占世界总储量的 80% 以上,磷酸盐、钽、黄金、钻石、锆、钴和钽等矿藏占一半以上,

铀、钽、铯、铝矾土、氟石、锆、石墨和铅等矿藏也占 30% 以上,其中至少有 17 种矿产的蕴藏量在世界位居第一(图 1)。随着我国“走出去”战略的实施,了解非洲大陆上重要的矿产资源具有重要的意义。

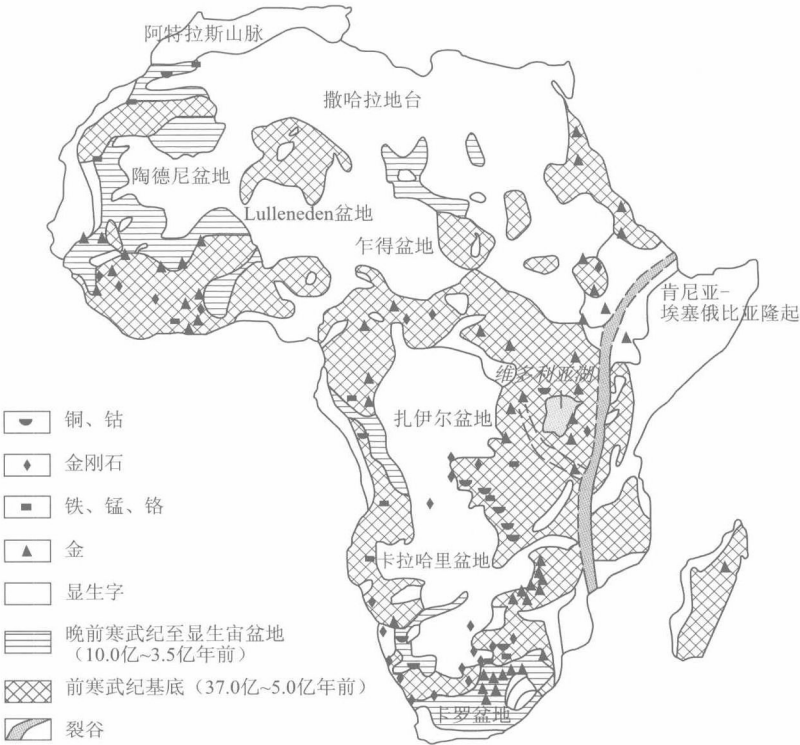


图 1 非洲前寒武纪主要矿产分布图
Fig. 1 The distribution map of Precambrian of Africa

第一作者简介:段焕春(1966—),男,江西彭泽人,博士学位,教授级高级工程师。长期从事地质勘查和矿床研究工作,现任天津华北地质调查局总工程师。E-mail:duanhc@126.com。

非洲大陆地质构造古老,在其演化发展过程中,经历了多期、多阶段的构造作用、岩浆作用、变质作用和沉积作用,发育了多个重要的含矿建造,其中最为重要的含矿建造包括太古宙—古元古代绿岩带含金建造、新太古代—古元古代含金、金刚石砂砾岩建造、新太古代含铁建造(BIF)、中新元古代含铜(钴)砂页岩建造及含锰建造等,造就了一批重要的金属、非金属矿床,包括金、铜、铬、铂族、锰、铁、镍、钒、钛、铀、石墨、金刚石等。许多矿床虽然属于显生宙,但在构造上与前寒武纪基底的构造带活动有关,前寒武纪构造带常成为含矿热液的通道。

1 重要成矿构造及岩石

非洲前寒武纪的矿床在空间分布上具有一定的规律性,许多元古宙大型超大型矿床都分布在古陆或克拉通边缘或附近的大断裂带及大陆裂谷带中,如与津巴布韦大岩墙有关的铬铁矿和南非布什尔德杂岩体中的铬铁矿、铜—镍硫化物矿、钒钛磁铁矿和铂矿床等都是产在东非裂谷带上,南非卡拉哈里锰矿也产在南非克拉通发生构造—岩浆活化时张开的裂谷中,而中非铜矿带也是与裂谷有关的矿床。除平面上呈线性分布外,还具有弧形或环形分布的特征。其中,以下面介绍的几种构造和岩石在前寒武纪的成矿中具有重要的意义。

1.1 太古宙克拉通

根据 Condie K C^[1],全世界共划分了25个太古省,非洲就占了10个,这10个太古省几乎占了非洲大陆总面积的57%。主要分布在中部非洲以南的南非、津巴布韦、博茨瓦纳、坦桑尼亚、刚果(金)、乌干达、苏丹、几内亚、利比里亚、塞拉利昂、埃塞俄比亚等国。非洲的许多重要矿产,如金、铜、铁、铀、铬和锰以及一些重要的稀有金属和非金属矿产,大多与太古宙或古元古代克拉通中的绿岩带有关。克拉通上的绿岩带以低到中级(?)火山的和沉积的地层为主,岩性主要为一套中深变质的镁铁质到长英质火山岩、火山碎屑岩系,上部较多沉积岩,周围以英闪岩到奥长花岗岩和花岗岩类深成岩体和片麻岩为主。由于绿岩带在探讨地球早期演化,地壳、地幔的发展过程,以及岩石成因等方面都具有重要的意义,而且对寻找金、铜、镍和铀等都具有重要的现实意义。因此,受到地质学家的广泛关注,这方面的论著很多,这里便不再赘述。

值得一提的是,马达加斯加是非洲大陆分离出的地体,其基底构造属于太古宙克拉通,通过华勘局在该国的工作,证实了该国发育非洲大陆克拉通型

矿产。

1.2 比里姆造山带

比里姆造山带(Birimian orogenic belt)是西非重要的古元古代成矿带。该带中产有丰富的矿产资源,如金、锰、铁、锌、银、铜等,尤以金、锰、铁较为丰富,著名的加纳金矿便位于该带。该带属于岛弧—岛弧的碰撞或岛弧—微大陆的碰撞所引起的俯冲—汇聚边缘,出露独特的火山—沉积岩系比里姆岩系。比里姆岩系是金、金刚石、铁矿、锰、铝土矿的寄主岩石,已找到的远景区围绕比里姆及塔库瓦岩系接触带,介于塔库瓦上、下部位,或其附近的主剪切带中。金以石英脉、硫化物网脉状产出,或像南非那样的砾岩型金矿床。其成矿期与造山作用一致,可分为3个阶段:前造山期矿床、同造山期矿床和晚造山期矿床。前造山期矿床有层状电气石岩金矿床(如马里卢洛金矿床)、层状铁铜矿床(如塞内加尔的弗利梅矿床)、锰矿床(如加纳的恩苏塔锰矿床)、锌—银硫化物矿床(如上沃尔特的帕科亚锌银矿床)。同造山期矿床主要是金矿床,有两种类型,一是产在上比里姆岩系拉伸带中的浸染状金—硫化物矿床(如科特迪瓦的约雷金矿床),二是产在上比里姆岩系拉伸带中的含金古砂矿(如塔克瓦斑基特砾岩)。晚造山期矿床是西非克拉通的重要成金时期,西非的大多数金矿都是在这—时期形成的。该期的金矿床有两种类型,一是浸染状含金毒砂和含金石英脉型金矿床(如加纳的阿森特金矿),是该区最为重要的金矿床类型;二是含有自然金和Cu-Pb-Zn-Ag-Bi共生组合的石英细脉型金矿床。比里姆岩系还是重要的含锰岩系,含锰岩石仅限于比里姆岩系的特定层位,容矿岩石学是原始层状岩系的整合透镜体。其典型的含锰岩石为灰色、黑色板岩、千枚岩和硬砂岩,属碳质岩石。其矿石条带明显,为灰色、黑色板岩、千枚岩和硬砂岩,夹玄武质火山岩,少量长英质岩流。矿物为蔷薇辉石、锰铝榴石、软锰矿、硬锰矿、菱锰矿。

塔库瓦金矿带也是世界重要的金矿带。砾岩型金矿出现于接近塔库瓦系底部的砾岩中,金呈40~80微米的细粒状,赋存于含有大卵石和大量赤铁矿的薄层中,形成于冲积扇中段前沿的网状河环境。也发现了有矿化的河流区有砂金矿床。金来源于下伏比里姆岩系的原生脉金。

1.3 中非铜矿带

中非铜矿带(copper-ore belt of the central African)地跨赞比亚、刚果(金)和刚果(布)等几个国家,并西南延伸到纳米比亚、博茨瓦纳马翁的矿化带上,构成了长800千米以上,宽60~100千米的铜

矿带。它是世界上最大的铜矿资源产区之一,在赞比亚境内就形成了长 220 千米、宽 65 千米的铜带。现已探明赞比亚铜矿石储量已 12 亿吨,平均品位 2.5%。该铜矿带中还伴生了钴。其钴资源储量达 236 万吨(刚果(金)储量 200 万吨,赞比亚储量 36 万吨)^[2],共占非洲钴资源量的 97%。

中非铜矿带形成于中新元古代,其层控型铜-钴矿床位于已经发生区域变质的新元古代厚层浅海沉积岩为主的区域性不整合面之上,为砂页岩型沉积铜矿床。区内地层主要由新元古代加丹加超群组成,其下伏为基巴拉超群(11 亿~13 亿年)。加丹加群由下部罗安群和中上部孔德龙古群组成。铜矿产于下罗安群的黑色页岩中,可分为两层。下层由 11.0 亿~7.6 亿年的复理石和早期磨拉石组成,上层是含矿的磨拉石。铜矿化沿着矿化带断续发育,矿床和矿化显示地区 500 余处。构造位置属于两个克拉通之间的坳拉槽内阿利非弧形褶皱带。根据其地质特征和地理位置又可分为刚果(金)铜矿亚带、赞比亚铜矿亚带和赞比亚西北省穹窿区铜矿带。

该矿带中的铜钴矿床成因一般认为:①铜、铁、钴等金属是由碎屑或化学沉积形成的;②金属来源于上部地层中的火山物质,也来自和基性侵入岩同源的地壳深部,由同沉积断层沟通,造成盆地矿化卤水循环,并交代黄铁矿而成。铜矿带的多金属和钴、镍等铂族金属伴生,说明矿液与镁铁质岩同源。其成矿作用分为两期,在晚罗安时期,在早期成岩过程中,由蒸发硫酸盐经细菌还原产出的硫与沉积铁化合形成原生黄铁矿化,与早期孔德龙古期第一次裂谷作用有关的基性岩浆活动伴有热液作用,为罗安群带入金属元素。第二次裂谷作用发生于孔德龙古晚期巨砾层沉积之后,它使盆地北部深降了 8000 米,富含火山碎屑的下孔德龙古群在压实脱水成岩过程中为盆地提供了第二期富含金属卤水,卤水的温度约 200~250℃,其中的金属可能呈有机质和氯的配合物交代成岩早期的黄铁矿形成层状铜钴硫化物矿化。

1.4 大断裂内侵入体中的矿床

非洲前寒武纪与大断裂有关的侵入体有 3 种类型,一是津巴布韦大岩墙,二是布什维尔德层状基性-超基性杂岩,三是马绍纳兰德、乌姆孔多和沃特贝格拉克岩。以前两者含矿性较好。津巴布韦克拉通大约在 25 亿年前,发生了一期大陆破碎作用,形成许多大断裂,岩浆沿这些断裂侵入形成了岩墙群,被称为津巴布韦大岩墙(Large Zimbabwe dyke)。大岩墙平均宽约 8 千米^[3],从津巴布韦经奥兰治自由邦延伸到埃塞俄比亚约 3800 千米。如果算上苏丹

的巨大基性侵入体和埃及的 3 个碳酸岩体,那么将再延伸 2000 千米。形成岩墙的岩浆一般是大型基性-超基性层状杂岩、碳酸岩和碱性侵入体,被认为来自于地幔对流室。这些大型层状侵入体和大型岩墙中常伴生 Fe、Cr、Cu、Ni、Pt 等矿化作用。一般其底部是铬铁矿层,向上为橄榄岩、辉岩、斜长辉岩和苏长岩层,最后是石英辉长岩。沿着大断裂分布的碳酸岩中也赋存许多矿产,如 Nb、P、U、Ce、Zr 等矿化。埃及与橄榄岩有关的碳酸岩和赞比亚的恩孔比瓦碳酸岩,其年龄在 6.80 亿~0.25 亿年^[4],含浸染状烧绿石和独居石矿化。在布什维尔德杂岩东北边的斯皮特兹科普和帕拉波洛碳酸岩,其年龄为 13.1 亿年,发育浸染状铜矿化。其中的帕拉波洛已开采了富铜矿(主要是黄铜矿)、方铀钍矿、斜锆石和磁铁矿石矿化等矿床。

布什维尔德杂岩是世界最大的火成岩体之一,它侵入于 Pretoria 群碎屑岩中,构成一个倾斜平缓、延伸宽广的椭圆形状岩盆,该岩盆东西宽约 500 千米,南北延伸约 250 千米,面积约 65 000 平方千米。上覆 Roodiberg 群火山岩,被认为是代表稳定条件下的产物。该侵入体下部是花岗岩,并被两个纯橄榄岩到苏长岩、侵入岩和铁质闪长岩组成的叶状边缘带包围。其花岗岩比基性岩和超基性岩年轻得多,而且也不是岩浆分异的产物。因此,一般认为二者不是同源的产物。中部为花岗岩、微花岗岩、霏细岩和花斑岩。上部是花岗岩,结晶分异程度较高,出露于岩盆中部。而东西两端两个边缘舌状带则由纯橄榄岩、苏长岩、斜长岩和铁闪长岩组成。经 Rb-Sr 年龄测定,约 2054 百万年^[5]。该杂岩贮藏着丰富的岩浆矿床,以浸染状和团粒状的 Cr-Ni-Pt-Cu 矿化为特征,典型矿床有斜长岩中的含铝和钛的磁铁矿层状和筒状矿体、梅雷恩斯库矿脉和古铜辉岩岩筒中的铂和镍、苏长岩和斜长岩铬铁岩层中的铬铁矿等。

1.5 金伯利岩

金伯利岩(kimberlite)是一种含金刚石、镁铝榴石、铬铁矿等标型矿物,以及钛矿物和深源捕虏体,不含长石的偏碱性超基性岩。该岩石由大量橄榄石粗晶和其他上下地幔组分(包括石榴子石粗晶及钛铁矿粗晶),及含橄榄石、磷灰石、金云母、方解石、蛇纹石、透辉石、钙镁橄榄石、尖晶石、钙钛矿和钛铁矿等矿物为主要组分的原生基质组成。属超浅成相,具角砾状、块状构造,斑状结构。一般呈筒状或裂隙状,前者在平面图上呈卵形或大致圆形,直径最小者 15 米,大的可达 1.6 千米,具有陡峻的边部,向深部逐渐尖削。金伯利岩的分布有 3 个明显的特点:①主要分布于前寒武纪地台和地盾区;②往往成