

地质找矿科技成果系列丛书之一

基础地质

国土资源部科技与国际合作司

二〇一二年九月

地质找矿科技成果系列丛书

编委会

主 编：徐绍史

副主编：徐德明 汪 民

编委会主任：钟自然

编委会副主任：姜建军 彭齐鸣 李金发

编 委：（以姓氏笔画为序）

王 昆	王宗起	付 英	白星碧	刘跃进	许大纯
张金昌	连长云	罗立强	郭珍旭	高锦曦	韩子夜
韩和平	熊盛青	谭永杰	鞠建华		

执行编委：（以姓氏笔画为序）

马 岩	马 梅	文 波	王少波	邓 玲	韦延光
兰井志	冉恒谦	史长义	任玉峰	刘凤山	刘 刚
刘 佳	吕振福	孙文泓	孙建华	朱勃霖	齐 华
何凯涛	宋 元	张成强	张学君	张明华	张振华
张振海	张 强	张辉旭	李永胜	李 冰	李 杰
李超岭	李 颖	杨少平	杨日红	杨红霞	杨 玲
屈文俊	岳铁兵	范继涛	柳群义	胡小平	胡 平
胡 欣	赵财胜	赵恒勤	赵春锋	徐志刚	徐 浩
秦绪文	耿树方	聂洪峰	袁桂琴	贾文龙	贾其海
郭宪璞	高林志	黄学雄	黄洪波	葛晓立	谢文卫
谢秀珍					

前 言

为贯彻落实《找矿突破战略行动纲要（2011—2020 年）》（国办发〔2011〕57 号）和“找矿突破战略行动动员部署电视电话会议”精神，保障找矿突破战略行动总体目标的实现，切实依靠科技进步推动找矿突破，加快科研成果转化，充分发挥已有科技成果在找矿突破中的支撑引领作用。

在找矿突破战略行动办公室统筹部署下，我们启动了《地质找矿科技成果系列丛书》编写工作。经各省、自治区、直辖市国土资源主管部门、中国地质调查局、武警黄金指挥部、部其他直属单位、有关学会、协会和高等院校推荐，有关院所组织专家严格把关和专家筛选，编委会审定，科技与国际合作司汇编形成了《地质找矿科技成果系列丛书》。该丛书主要包括：基础地质（21 项）、矿产地质（91 项）、地球物理勘查技术（47 项）、地球化学勘查技术（20 项）、遥感勘查技术（23 项）、地质钻探勘查技术（82）、岩矿测试分析技术（37 项）、矿产资源综合利用技术（90 项）、地质信息技术（25 项）、地质矿产标准规范（166 项）等 10 个方面共 602 项科技成果。

我们深信，《地质找矿科技成果系列丛书》将有助于从事一线工作的地勘人员了解地质找矿科技成果，应用于地质找矿突破，更好地支撑找矿突破战略行动。

藉此机会，我们衷心感谢为《地质找矿科技成果系列丛书》辛勤工作、无私奉献的科技人员和科技管理人员，期望有关单位结合实际情况按照成果汇编中的项目开展科技成果推广活动，并对《地质找矿科技成果系列丛书》不足之处提出批评建议。

内容摘要

本书收录的成果是从国土资源部所属行业征集的“十一五”期间基础地质科技成果，共计 21 项。这些方面的研究得到了科技部、中国地质调查局、国土资源部专项、国家自然科学基金委以及中石油、中石化的资助，多数成果获得了国家级、省部级奖励，在国内外相关领域产生了一定的影响：有的在学术上取得了创新性成果，得到了国内外科技界的认可；有的在指导找矿、寻找油气资源起到了引领作用，获得了良好经济效益和社会效益；有的为国土资源行业发展提供了强有力的支撑作用，并将发挥潜在的效应。

本书包括三部分内容：区域地质与成矿作用，区域地质编图、填图与地层及基础地质支撑技术。涉及地质学、地球物理学、地球化学同位素地质新理论、新技术方法。其中“区域地质构造与成矿作用”包含 10 项成果，涉及我国重要的成矿带、成油气区，包括青藏高原及其周缘造山带、天山造山带、秦岭造山带、华南造山带及柴达木盆地、塔里木盆地和松辽盆地。这些成果在基础地质理论方面取得了突破性进展，改变了前人的认识，在寻找固体矿产、能源矿产方面做出了成功的预测，扩大了资源储量，新增了油气藏并圈定出了资源的远景区。“区域地质编图、填图与地层”包含 7 项成果，涉及中亚和全球，为进一步深化对亚洲地质构造、矿产资源、油气资源的形成背景、生态环境形成的地质条件以及地质灾害的研究奠定了基础，为我国地质工作全面走出去开创了良好的开端。另外，对研究程度较低的青藏地区开展的 1:25 万地质填图采用新方法，大大提高了测区地质研究程度；1:5 万大比例尺地质填图为二叠系 - 三叠系界限金钉子剖面落户我国提供了高精度图件。通过对中国华北、扬子和塔里木板块新元古代典型剖面的地层年代学研究，改变了我国现行使用了 80 年的中国元古代地层年表。“基础地质支撑技术”包含 4 项内容，涉及同位素测年技术、非传统同位素示踪技术、深部地球物理数据库和 1:25 万区域地质调查技术要求。远程实时控制 SHRIMP II 锆石年代学分析技术能够满足多个科学家异地实时进行协同实验、研究，该技术已推广到

了多个国家和地区，形成了良好的国际和国内声誉，取得了社会效益和经济效益。基本建立了 Fe、Cu、Zn、Mg、Mo 等非传统稳定同位素示踪技术，并在矿床成因研究方面取得了进展；深部地球物理探测数据库的建立汇集了上世纪 80 年度至今 119609 MB 数据量，对深化我国深部地质工作和数据资源的二次开发打下了坚实的基础。1:25 万区域地质调查技术要求对该比例尺的地质调查工作确立行业规范和标准。

本书在编辑过程中不免出现一些错误，或出现一些不恰当的编排，请批评指正。读者可通过各个成果联系方式与作者进行讨论和交流，以获取更详细的资料和成果，共同为实现找矿突破作出贡献。

目 录

1. 青藏高原地体拼合、碰撞造山及隆升机制	(1)
2. 秦岭成矿的构造区划与铅锌、银、铜、金资源评价技术研究	(4)
3. 柴达木盆地西部古近纪沉积边界重建及重大油气发现	(6)
4. 大庆探区外围中-新生代盆地群演化与油气远景	(8)
5. 松辽盆地火山岩储层地质理论	(10)
6. 盆山结合带深部结构与油气远景研究	(12)
7. 山东省大地构造相研究	(16)
8. 华南中生代构造演化与动力学过程	(19)
9. 构造体系控油作用研究	(21)
10. 青藏高原新生代构造-岩相古地理研究	(23)
11. 1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系——地质图与大地构造图简介	(25)
12. 1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系——非能源矿产（固体矿产）成矿图简介 ...	(28)
13. 1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系——能源矿产（石油、天然气、煤）成矿 图简介	(33)
14. 1:500 万国际亚洲地质图	(37)
15. 造山带区域地质调查理论与方法研究	(40)
16. 全球二叠系—三叠系界线金钉子剖面分布区 1:5 万地质填图成果	(43)
17. 中国中-新元古代年代地层新标定	(45)
18. 离子探针远程共享控制系统	(47)
19. 非传统稳定同位素示踪技术的研发及应用	(50)
20. 深部地球物理探测数据共享与对比研究	(53)
21. 1:25 万区域地质调查技术要求研制	(61)

青藏高原地体拼合、碰撞造山及隆升机制

一、内容概述

本研究成果是在国土资源部中国地质调查局、科技部和自然科学基金委等单位的支持下 6 个基础研究项目的综合成果集成，获得 2011 年度国家自然科学二等奖。该成果以“大陆动力学”为龙头，“造山的高原”为主导，“多洋盆/多地体/多俯冲/多岛弧增生/多碰撞造山”为主线，建立和完善青藏高原的特提斯地体构架，探究新特提斯蛇绿岩的深部成因，再造大型剪切带（断裂）体系；确立青藏高原高压/超高压变质带及其大地构造背景，重塑碰撞造山的变形构造体制及造山类型，揭示青藏高原地体拼合、碰撞造山及高原隆升机制。为逐步建立青藏高原大陆动力学理论体系、提高地质调查水平以及服务资源环境效应奠定基础。取得的主要成果如下：

1. 青藏高原地体“始－古特提斯”地体构架及地体边界的重建

厘定了“东－西昆仑”库地 SSZ 型和阿尼玛卿 MORB 型两带蛇绿岩组合，确定古特提斯洋盆时代为 308 ± 5 Ma；确定青藏北缘“北阿尔金”红柳沟蛇绿岩的完整组合，并首次厘定出形成于洋内俯冲带的异剥橄榄岩 + 辉石岩 + 辉长岩的堆晶岩组合，推测北阿尔金山存在 SSZ 型蛇绿岩，锆石 SHRIMP 年龄为 479 ± 8 Ma；提出祁连山－阿尔金造山带早古生代经历洋壳闭合→活动陆缘增生→弧/陆碰撞→陆壳深俯冲过程；提出青藏中部阿尼玛卿和金沙江古特提斯洋盆的双向俯冲极性，在青藏高原拉萨地体中发现由蛇绿岩和高压榴辉岩组成的古特提斯缝合带，修改青藏高原南部地体格架，对古特提斯洋盆的展布及演化、拉萨地体的解体以及青藏高原地体格架得重新认知起重要作用。

2. 确定青藏高原特提斯高压/超高压变质带体系及形成的大地构造背景

确认祁连－阿尔金地体南北侧两条不同性质 HP/UHP 变质带，形成于 450－500Ma 之前，前者为大洋俯冲，后者为大陆或大洋－大陆深俯冲的产物；首次发现南部拉萨地体中 100 km 长的松多高压（超高压）榴辉岩带，其变质温压（ $T = 750^{\circ}\text{C}$ ， $P = 2.7\text{GPa}$ ），并发现柯石英假象。榴辉岩原岩为典型大洋玄武岩，变质年龄 262 ± 5 Ma，结合北部存在的二叠纪岛弧火山岩。MOR 型榴辉岩带为古特提斯大洋深俯冲的证据，为拉萨地体裂解提供科学依据；提出始特提斯－古特提斯构造域的多地体、多洋盆、多岛弧的构架为大洋和大陆深俯冲提供了条件，提出柴北缘超高压变质地体形成与折返的斜向挤出机制。

3. 雅鲁藏布江缝合带中蛇绿岩铬铁矿和橄榄岩中发现地幔超高压矿物，提供铬铁矿可能来自地幔深部（形成深度 >300km）的重要证据。

发现西藏罗布莎铬铁矿和橄榄岩中地幔矿物群及超高压矿物柯石英（斯石英假象）和被铁钛矿包裹的原位金刚石；表明蛇绿岩铬铁矿和地幔岩可能为深地幔成因。长期以来，铬铁矿成因被认为是浅部地幔成因（< 30 km）。蛇绿岩铬铁矿中发现来自地幔深部的超高压矿物，提供了铬铁矿可能深部成因的重要信息，该发现有可能改变传统的蛇绿岩铬铁矿形成于俯冲带上的浅部环境（<50 km 深度）的认识以及有关蛇绿岩地幔橄榄岩成因的概念。

4. 建立青藏高原大型走滑剪切带（断裂）体系以及在青藏高原隆升中的作用

发现北祁连南缘大型右行走滑剪切带（380 – 395 Ma）及祁连南缘大型左行走滑剪切带（244 – 250 Ma）；确定阿尔金左行走滑形成时限至少在 220 – 250 Ma 之前，不同于前人形成于新生代的认识。阿尔金左行走滑位移量至少 400 km；确定西昆仑中部的康西瓦走滑剪切带具有两类不同剪切指向性质，早古生代为右行走滑（428 – 445 Ma），印支期为左行走滑（250 – 223 Ma），60 – 40 Ma 以来与阿尔金左行走滑断裂相连，形成中亚最大的走滑断裂。阿尔金断裂走滑作用控制青藏高原北部隆起、扩张及挤压性盆 – 山体系的形成。并阐明 2001 年东昆仑 8 级大地震的同震破裂构造和探讨了地震形成机理；青藏高原西缘的喀喇昆仑右行走滑剪切带的韧性 – 脆性演化历史，形成时间大约 20 – 27 Ma，20 – 10 Ma 为缓慢冷却和高温剪切变形阶段，10 – 8 Ma 为快速冷却过程，之后伴随强烈隆升及山脉的崛起。获得喀喇昆仑断裂的累积位移量为 250 – 300 km，长期的平均滑移速率为 10 mm/yr；亚洲/印度碰撞以来的斜向碰撞与大规模走滑断裂活动及激活有关，使青藏高原物质向东及南东逃逸，形成云南侧向挤出地体、掸邦侧向挤出地体和印支挤出地体。

5. 青藏高原地壳/地幔结构和青藏高原形成的深部驱动力

在青藏高原实施了 8000 km 长的天然地震探测剖面，包括格尔木 – 唐古拉 – 嘎拉剖面，共和 – 玉树剖面，乌图美仁 – 若羌剖面，以及叶城 – 狮泉河剖面。这些剖面几乎穿过了青藏高原所有地体，并通过了主要地体边界，获得地壳和地幔速度图象及地震波各向异性，通过天然地震探测剖面的地质构造解析，提出印度岩石圈板片向北的陆内超深俯冲、周缘克拉通的陆内浅俯冲、腹地深地幔热结构以及超岩石圈的“右旋隆升”及物质向东挤出的动力学模式。

二、应用范围及应用实例

本成果以地学多学科交叉及新技术为手段，通过宏观与微观、定性与定量、浅部与深部相结合的方法，获取了大量的翔实资料和数据，提出了许多新的观点和系统认识，特别

是青藏高原北部超高压变质带和新特提斯蛇绿岩中深地幔矿物和金刚石的发现可作为本成果最大的亮点。

出版的成果《造山的高原－青藏高原地体拼合、碰撞造山及隆升机制》是运用当代先进的地质学理论，结合青藏高原地质构造的具体情况、理论与实际紧密结合的力作。经得起科研实践检验，启发了人们研究思维，有效指导科研工作。在开展青藏高原基础地质和矿产地质调查研究中发挥重要的引领作用，并成为某些大学编制研究生课程教材重要素材。

三、推广转化方式

该系列研究在国内外发表了大量研究论文，并引起了国际同行的广泛关注。1995－2007 年发表项目有关论文（著）202 篇（第一作者 166 篇），其中 SCI 论文 82 篇。国际 SCI 论文 32 篇。培养了一批青藏高原的领军和骨干人才，培养了博士后 5 名，博士研究生 8 名，硕士研究生 6 名。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联 系 人：杨经绥，许志琴，王涛

通讯地址：北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码：100037

联系电话：68999698，68999663，68999672

电子邮件：yangjingsui@yahoo. com. cn；taowang@cags. ac. cn

秦岭成矿的构造区划与铅锌、银、铜、金资源评价技术研究

一、内容概述

秦岭造山带是中国华北与扬子板块经过古生代俯冲-增生造山作用和中生代碰撞造山作用共同形成的一条叠合型造山带。地质作用复杂，构造样式各异，矿床种类繁多，是我国重要的金、银、铅锌、钼、铜多金属矿产地。2006~2011年，在科技部“十一五”科技支撑计划课题《西秦岭成矿地质背景与铅锌、银、铜、金资源评价技术研究》的资助下，以中国地质科学院矿产资源研究所王宗起研究员带领的科研团队通过“研究所-大学-企业”协同攻关的形式，对秦岭造山带的成矿地质背景和铅锌、银、铜、金资源评价技术进行了系统研究，取得了诸多新进展并实现了区域找矿突破，为造山带的区域地质找矿提供借鉴。

按照增生造山模式，在秦岭造山带内鉴别出了白水江群、大坝河群及汉阴、安康北侧吕河一带的梅子垭群等原划志留系为增生杂岩，从而将其与南侧的勉略蛇绿岩带合并厘定了南秦岭增生杂岩带。通过分析增生杂岩带内基质和岩块的岩性组合、组分特征、形成构造环境及其相互接触关系，利用基质沉积微相分析和古生物，结合碎屑锆石同位素定年技术和变质变形分析方法，总结出一套确定混杂带形成特征和时代的系统理论和方法，并在占据秦岭造山带重要构造位置的宽坪群、二郎坪群、白水江群、碧口群、关家沟组、西乡群、三化石群、洞河群及安康一带耀岭河群和郧西群等长期以来最有时代争议的疑难或变质哑地层中取得了新的时代证据，从而修定了这些地层的结构和形成时代，为造山带变质

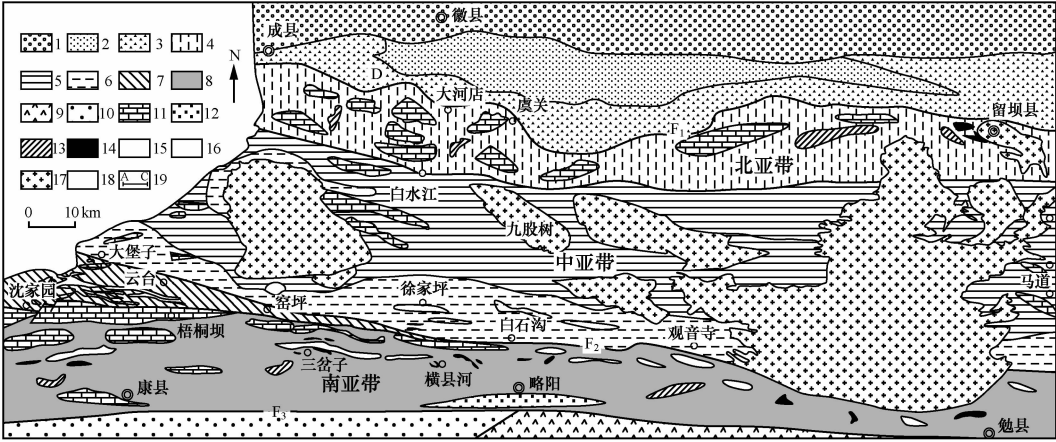


图1 南秦岭“白水江岩群”混杂带地质简图

哑地层的结构组成及形成时代研究提供了研究范例（图 1）；在此基础上提出了有别于前人的区域地层划分和对比新方案，从而修编了秦岭造山带地质图，为创新性研究造山带区域地层的研究和总结提供了新思路。目前，该成果已得到广大地质科技人员的认同，部分成果已被正在修编的《陕西省区域地质志》以及《西北地质综合研究》等科研项目报告所采纳。同时，该成果被评为中国地质学会 2009 年度十大地质科技进展之一。

根据增生和碰撞造山作用的新理论以及大地构造相划分原则，系统总结并提出了造山带内不同种类混杂岩的野外甄别标志和室内外具体研究方法，开拓了造山带大地构造研究思路，为秦岭造山带结构与造山作用类型研究提供了新依据，同时在秦岭造山带内识别并划分出了 13 个主要构造单元。自北而南依次为华北南缘陆坡带、北秦岭弧后杂岩带、北秦岭岛弧杂岩带、中秦岭弧前盆地系、南秦岭增生混杂带、南秦岭岛弧杂岩带、南秦岭弧前盆地系、南秦岭弧后盆地系、南秦岭弧后陆坡带、南秦岭-龙门山前陆褶冲带、三叠纪残余海盆、中-新生代走滑拉分 and 断陷盆地以及基底断块。

按照现代区域成矿及板块构造作用与不同成因类型矿床及其组合类型的成因联系，对秦岭地区矿床成因类型进行了系统梳理和修正，结合成矿和找矿多重信息，提出了新的构造-成矿区带划分方案，总结出构造单元构造属性与矿床成因组合类型之间的亲和关系。划分出南、北秦岭岛弧 VMS 型 Cu Ag Pb Zn 多金属成矿带；中、南秦岭弧前盆地系统及增生杂岩带的造山带型 Au、Pb Zn 及 Ag Pb Zn 多金属成矿带等Ⅳ、Ⅴ级成矿带。并首次梳理出南秦岭增生岩浆弧的斑岩-矽卡岩型 Cu Mo、Cu Au 矿带。通过在山柞矿集区，经 6 个钻孔验证，找到了池沟-冷水沟斑岩型 Cu - Au 矿床，预获远景资源量可达 10 ~ 15 万 t 以上。这为在秦岭造山带寻找斑岩型铜矿床提供了理论支撑和实际范例。

建立了斑岩-矽卡岩型矿床成矿模型和找矿模式，提出了相应的找矿标志，进而建立了秦岭中高山地区不同的矿种、矿床类型和成矿环境等所采取的矿床快速勘查评价技术方法组合，并评价了其有效性。在西秦岭凤太、柞山、勉略宁 3 大矿集区内圈定了 4 处找矿靶区、2 处普查基地，经过工程验证，共获得铜远景资源量 13 万 t，新增铅锌资源量 20 ~ 30 万 t。这些新的发现，改变了人们以往对秦岭造山带结构认识和区域找矿思路。同时，扩大了区内已有矿床储量并延长了部分老矿山的寿命，也为该区矿山企业带来了良好的经济效益。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联系人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码：100037

联系电话：68999672 68999668

电子邮件：taowang@cags.ac.cn yaopei@ cags.ac.cn

柴达木盆地西部古近纪沉积边界重建及 重大油气发现

一、内容概述

历经近十年的持续研究和探索为柴达木盆地油气资源勘探部署和新区、新领域的选区提供了可靠的理论依据，取得了重大油气勘探突破，发现了昆北油田，探明石油地质储量一亿吨。

通过详细的山前构造解析研究和同位素热年代学研究，建立了新生代柴达木盆地沉降与周缘山脉隆升的耦合关系，重建了古近纪古柴达木盆地西北和西南部的沉积边界，提出青藏高原北部现今的盆岭地貌格局是早更新世末快速隆升事件的产物。

通过对东昆仑山隆升及其山前推覆构造研究，提出东昆仑山是晚第三纪以来才隆升起来的山脉，在此之前并不存在，当时柴达木盆地与其南部的古近纪盆地是连通的，柴达木盆地南缘昆北地区古近纪时期并非盆地边缘，发育有较好的暗色岩系。揭示了大规模由南向北的逆冲推覆作用，使昆北山前地区推覆体下盘掩盖有大量新生代湖相沉积。提出推覆形成的有利油气储藏的圈闭构造是该区油气勘探的新区，这一认识已在油气勘探中被2007年11月切6井打出日产 38.6 m^3 的工业油流所证实。

系统地研究了阿尔金山新生代隆升过程及其与柴达木盆地新生代的耦合关系，提出阿尔金山的快速隆起始于渐新世末—早中新世，在此之前柴达木与塔里木盆地总体上是一个统一的连通盆地，当时柴达木盆地西北缘阿尔金山前并不是盆地的边缘；通过详细的构造解析研究，提出柴西地区新生代地层具有双变形层结构，建立了柴西地区新生代的双变形层模型。指出深、浅变形层的变形特征不同，深部变形层底部与基底之间发育大型的基底滑脱构造。提出柴西地区具有深、浅双层油气圈闭构造的特征，浅层一般发育有单向逆冲的断层传播褶皱，深层普遍发育有断层转折褶皱。基于上述成果预测的有利油气勘探区带在近年的勘探生产中得到了证实，发现石油储量6200万t，实现了年产油3万t以上；在深层发现约300亿立方天然气储量，获得了深层勘探的突破。

二、应用范围及应用实例

基于上述大量的研究，结合油气成藏的生、储、盖等条件的综合分析研究分别对昆北地区和柴西北区进行了油气资源有利勘探区带的预测。

(1) 提出昆北逆冲推覆片体和切克里克-扎哈坳陷为昆北地区的有利勘探目标区，这一预测已被 2007 年 11 月切 6 井打出日产 38.6 m^3 的工业油流所证实，获得昆北地区油气勘探的重大新发现，新增油气储量近 7000 万 t；

(2) 提出柴西北区三个有利区带预测：①南翼山-油泉子地区的深层 ($E_{13}-E_{23}$) 和浅层 (N_1) 为最有利勘探区带；②红沟子-咸水泉、小梁山和尖顶山的深层 ($E_{13}-E_{23}$) 和浅层 (N_2) 为较有利勘探区带；③以红沟子为中心及其周边阿尔金山前地区为深层 (J) 和浅层 (N_{1-2}) 的有利勘探区带。这些预测已被油田的勘探实践所证实。在 4 个目标发现石油储量 6200 万 t，实现了年产油 3 万 t 以上；在深层 (E_{32}) 发现约 300 亿立方米的天然气储量，获得了深层勘探的突破，取得了良好的经济效益。其中：

三、推广转化方式

直接指导油气勘探企业和相关单位在柴达木盆地昆北地区进行油气资源勘探。

技术依托单位：吉林大学

联 系 人：刘永江

通讯地址：吉林省长春市建设街 2199 号

邮政编码：130061

联系电话：0431 - 88502617

电子邮件：yongjiang@jlu.edu.cn

大庆探区外围中-新生代盆地群演化与油气远景

一、内容概述

《大庆探区外围中-新生代盆地群演化与油气远景》为国家一轮油气选区专项项目研究成果，项目总体目标是在大庆探区外围盆地中优选有利油气勘探战略目标区；实现基础地质理论、石油地质理论和油气勘探新领域与新层系的突破，为大庆百年油田建设提供理论与技术支撑。

主要成果：

(1) 系统论证了东北及邻区中-新生代盆地形成的区域构造背景。提出东北地区不存在晚古生代区域变质事件和晚古生代区域性花岗岩浆侵入事件；晚古生代为一个相对稳定的构造单元，提出“佳木斯-兴蒙地块”的新认识，明确了该地块的范围、边界带及时空演化特征。

(2) 明确提出东北地区以松辽盆地和海拉尔盆地为代表的中-新生代含油气盆地之下存在一个规模较大的晚古生代海相-陆相沉积盆地。晚古生代沉积岩系没有遭受区域变质，主体处于成岩演化阶段，其中暗色泥岩发育，具有良好的生烃潜力，是东北地区极具前景的油气资源勘查新层系。

(3) 建立了东北地区显生宙花岗岩演化的时空格架，重新厘定了中-新生代盆地地层层序、充填序列；以北东向的嫩江-开鲁断裂和南北向的嘉荫-牡丹江断裂为界，将东北地区中-新生代盆地分为西部（以海拉尔盆地为代表）、中部（以松辽盆地为代表）和东部（以三江盆地为代表）三大盆地群，系统总结了各盆地群的盆地类型、构造层特点、石油地质特征及其时空演化规律。

(4) 研究证明，东部盆地群以三江盆地为代表的 8 个中生代盆地在早白垩世早期曾是一个统一的近海大陆边缘沉积盆地，首次提出“大三江盆地”的概念；系统论证了大三江盆地的形成背景、形成时限、岩相古地理特征及后期的破坏与改造过程，为重新评价东部盆地群下白垩统油气资源量提供了重要依据。

(5) 采用基于 DCT（离散余弦变换）的欧拉反褶积技术及界面异常反演等技术等对长达 5000 km 的重、磁、电剖面数据进行了处理解释，揭示了主要控盆断裂的位置、产状及深部隐伏构造特征；利用基于 DCT 的匹配滤波技术和重力小子域及三方向小子域方法对该区构造单元及盆地结构进行了解释，揭示出众多传统布格重力异常方法未能显示的信息，大大提高了区域构造单元、重要构造带及盆地结构的识别精度。发现了多处隐伏的地质异常区。

(6) 针对东北地区中-新生代盆地群特点，提出了油气盆地评价和优选的原则与方法，研

发了多参数和基于 GIS 空间数据分析为基础的新的盆地油气远景预测评价系统。该系统包括：

①基础地质框架下的油气远景评价方法；

②盆地模拟油气远景评价方法。

通过地史、热史、生烃史、排烃史和运聚史模拟盆地形成演化过程中油气的形成和运聚过程,计算有机质成熟度,计算生烃量、预测油气分布,是一种油气地质条件动态分析方法。

③多参数油气地质条件评价。

主要包括多参数和基于 GIS 空间数据分析的盆地油气远景预测方法。

在综合评价各盆地群石油地质条件和油气资源前景的基础上,对有利盆地进行了优选排序。

项目成果获吉林省 2011 科学技术进步一等奖。

二、应用范围及应用实例

项目提出的东北地区上古生界油气勘探新层系已作为国家第二批油气资源战略选区专项内容开展研究,在项目确定的中-新生代优选盆地内,经油田和地勘单位钻探检验,已获得重要油气发现:

1. 优选盆地获得油气突破

在项目优选排序第一位的方正-汤原盆地,经大庆油田钻探已分获日产 13.8 t 和 96 t 工业油流;在优选排序第二位的大杨树盆地 2 口井已见明显的油气显示;在优选排序第三位的东三江盆地,经黑龙江省第一区调所钻探,2 口井已获高纯度 CO₂ 气;在优选排序第五位的漠河盆地已钻遇高纯度天然气。特别是方正盆地获得的高产工业油流,实现了大庆探区外围盆地油气勘探的突破。

2. 钻探揭示上古生界具有良好的油气勘探前景

大庆油田于 2010 年在扎鲁特盆地针对上古生界油气勘探实施了 1300 m 的钻探,钻遇单层厚度大于 100 m 的上二叠统陆相泥岩,95 件泥岩的 TOC 均在 1.0 左右,显示出上古生界具有良好的油气勘探前景。

三、推广转化方式

项目提出的东北地区晚古生代存在一个相对稳定的统一构造单元:佳-蒙地块、上古生界未发生区域变质、潜在烃源岩发育,以及隐伏盆地油气勘探新领域的发现等成果,受到国家、行业和企业专家、领导的高度重视。成果已被广泛应用。

技术依托单位:吉林大学

联系人:张兴洲

通讯地址:长春市建设街 2199 号

邮政编码:130061

联系电话:13039309966

电子邮件: xzzhang@jlu. edu. cn

松辽盆地火山岩储层地质理论

一、内容概述

1. 主要研究内容

针对国家需求，立足松辽盆地的地质优势，基于盆缘 20 余处露头剖面、盆内 200 余口深探井岩心和岩屑，结合录井、测井和地震资料，综合运用地质-地球物理-地球化学方法，建立火山岩断陷地层序列，研究火山岩的岩性岩相、储集空间及其分布规律，探索火山岩的储集能力和如何进行储层预测，构建火山岩油气勘探的储层理论支撑体系。

2. 主要发现点

发现点一：盆地火山岩的岩性和岩相

尽管火山岩的岩性和岩相以往国内外研究很多，但针对火山岩储层的研究却很少，相关分类基本没有考虑与火山岩储集空间的联系。研究发现，成岩方式是影响储集空间的决定性因素，即，冷凝固结的火山熔岩类其储集空间受埋深影响很小；而压实固结的火山碎屑岩类其储集空间随埋深变化与沉积岩相似。据此将火山岩类分为 4 类 25 种，并由此建立了油田行业地质录井规范，自 1999 年以来在大庆油田推广应用。按火山物质来源、成岩方式、特征岩性与结构构造、相序相率和储集空间类型，将火山岩相划分为 5 相 15 亚相，发现其中 4 种亚相有利于储层发育，使火山岩油气勘探目标有效集中。通过火山岩储层建模、量化表征研究，建立了火山机构-岩相-储层的量化模式，为储层地震解译提供了地质约束。

发现点二：火山岩储层特征和分布规律

研究发现，当埋深超过 3000 m 后，火山岩物性普遍好于常规的沉积岩，成为主力储层。通过火山岩储集空间类型、特征、成因、控制因素和分布规律研究，识别出 3 类 13 种储集空间；建立了断裂/节理-孔缝洞-岩相之间的关系；揭示了成岩作用、岩浆期后热流体作用（引爆角砾岩化）和断裂/节理对储层改造的过程和机理；总结出火山岩储层发育的基本规律为：断裂交汇部位控制火山口、火山机构控制岩相组合、岩相/亚相控制储层；指出古火山口附近是火山岩有效储层的集中发育区带，并据此建立了火山机构-岩相-储层的地质-测井-地震综合识别模式。

发现点三：松辽盆地火山岩断陷的地层序列

地层序列的建立是认知盆地和油气勘探的前提和基础。松辽盆地 1959 ~ 1999 年勘探的主要目标为 T_4 反射层以上的拗陷层序，对含火山岩的断陷序列统称为“侏罗系”。如

何认识陷序列当时约勘瓶颈问题。通井-震，明了陷序精细格8陷序列关系，将1999前录井称“侏罗”一套细组九段，1999来田推广，勘莫了。还，伏陷序列上覆-拗陷序走向、充样式序列组存显著差异，此出向陷上覆向拗陷属于两期、两，强指出了鄂霍茨克缝序列形，入认识供了思路。

3. 科学价值

①证了具有，②指出了有利育，③揭示了陷期充征背景。勘世性难题，核心问题。前我勘井功率处于领先；已明千亿；实了“找”战略性突破。此起到了撑指。

二、应用范围及应用实例

已到田勘开实践。我们从上证了具备，时指出了育时空规律，明了形有利（勘向）。田勘供了，推了我勘进。田境块塔察格也有适性，境关勘也具有指意义，勘将会极影响。

田表，前我勘井功率处于领先；2002来已经勘明千亿量亿量；实了“找”战略性突破；经济效益巨（净值千亿）、社会效益。此出了贡献，步于勘开使预精细识别显著，由此而创直接经济效益可千。

三、推广转化方式

可服务模式，直接于各关田勘开。

依托：吉林

联系人：王璞珺

通讯址：长春市设街2199号

邮政编码：130061

联电话：0431-88502620

电邮件：WangPJ@jlu.edu.cn

盆山结合带深部结构与 油气远景研究

一、内容概述

1. 主要成果进展

(1) 成功实验了中国西部典型盆山结合带浅深兼顾的深反射地震采集技术

2007~2009年在中国西部盆山结合带开展了“浅-深兼顾的深反射地震采集技术”实验工作，集成三年的实验成果，总结提出一套深地震反射剖面探测技术。高质量地完成了中国西部西南天山-塔里木盆地、西秦岭-临夏盆地深反射地震剖面的数据采集工作。实际工作证明此项组合技术适用于探测中国西部典型盆山结合带深部结构。

(2) 成功实验了中国西部典型盆山结合带浅深兼顾的深反射地震剖面处理技术

本项目在获得高质量深反射地震剖面数据同时，加强了反射地震剖面数据处理研究，开展了一系列的技术实验。在无射线层析成像静校正、起伏地表叠前时间偏移、长排列剖面无拉伸动校正等技术试验中取得突破，经实际资料处理结果检验，这些技术的运用提升了深反射地震剖面数据的成像质量。

(3) 揭露出中国西部典型盆山结合带地壳精细结构和盆山深部关系

西南天山-塔里木盆地反射地震剖面揭露出塔里木盆地西南缘仍发育有稳定平坦的结晶基底与巨厚沉积盖层，西南天山上地壳一系列南向的逆冲构造沿着一个共同的滑脱面仰冲在塔里木盆地西南缘，塔里木盆地地下地壳向西南天山楔入，塔里木盆地与西南天山的岩石圈地幔相向汇聚。剖面显示塔里木盆地莫霍面较为平坦，西南天山的莫霍面略深，盆山结合带部位存在2~3 km的错断。

西秦岭-临夏盆地反射地震剖面结合若尔盖盆地-西秦岭反射地震剖面揭露西秦岭造山带及临夏盆地的地壳结构和深部关系。上地壳的弱反射反映了沉积盖层的面貌，下地壳连续北倾的强反射向北一直延续到西秦岭造山带的合作附近，与临夏盆地地下地壳南倾的反射交汇，揭示出扬子与华北两个大陆板块在西秦岭造山带下的汇聚碰撞行为。剖面显示在临夏盆地地下Moho界面加深可能记录了一个已经解体的但早期曾是大型造山带的山系根部。

(4) 大地电磁剖面实验研究获得了西秦岭-临夏盆地地壳电性结构

大地电磁成果剖面显示电性结构呈明显的纵向分层、横向分块的特点,中下地壳普遍存在高导层。西秦岭北缘断裂带、北祁连南缘断裂带在电性结构模型中均表现为电性梯度带或低阻异常带。以主要断裂带为界,电性结构的横向分区与构造上的板块划分有明显的一致性,各个板块的电性结构存在明显差异。

(5) 构造变形研究厘定了临夏盆地构造属性及其与秦岭和祁连造山带关系

完成的闪长质火山岩、花岗岩闪长岩、钾质花岗岩等 30 件全岩元素地球化学测试表明这些岩石可能形成于增厚地壳条件下。

完成的 8 件锆石 U/Pb 地质年代学测试结果表明临夏盆地的基底由加里东期花岗岩组成。西秦岭造山带中的花岗岩闪长岩形成于 235.8 ± 1.5 Ma,侵入其中的安山岩脉形成于 228.9 ± 0.7 Ma,与区域上分布的安山岩形成年龄相似;这些花岗岩闪长岩和安山岩具有典型的大陆岛弧岩浆的地球化学特征,代表着印支期大陆岛弧;这些数据表明,临夏盆地可能构建在两侧造山带之上的山间盆地。

(6) 开发了用于骨干深地震反射剖面解释专用的基底速度层析成像技术与类线条图像识别特殊处理技术

针对穿越中国西部典型盆山结合带的实验资料,实验开发了用于深地震反射剖面解释需要的 0~5 km 浅层基底速度成像的反射波走时层析速度分析技术和时间剖面的类线条图识别解释技术,建立了上述两条剖面的 0~5 km 地壳断面速度结构、类线条解释图,突出造山带与盆地的深部地壳构造格架。

(7) 建立了中国西部典型盆山结合带地壳尺度构造格架与深部构造关系,探讨了对油气远景的影响

获得的浅部反射结构特征与 0~5 km 构造填绘剖面有很好的对照关系,直观地给出了地表构造向下延伸与深部形变特征。天山逆掩带下中生代—古生代地层中蕴藏着丰富的油气,资源远景可观,目前已经在中生界中发现较大规模的气田。西秦岭北侧逆掩的临夏盆地作为一个山间盆地,新生界沉积不厚,但其下覆的中古生界地层变形并不强烈,具有油气远景。

2. 主要方法技术

针对盆山结合地带复杂的地表条件和地震地质条件试验了浅-深结合的地震数据采集技术、数据处理技术及解释的特殊处理技术,达到了较好的效果,取得了预期目的,如下几个方面值得总结:

(1) 采集技术

总结了我国西部盆山结合带深地震反射剖面探测试验技术,研究并形成技术实施参数。

(2) 精细处理与特殊处理技术

针对盆山结合带特殊的地震地质条件,试验研究了相应的特殊处理技术,运用了起伏

地表叠前时间偏移、无射线层析成像静校正、多域去噪、高精度交互速度分析等技术，形成了适合于盆山结合带的反射地震资料特殊处理流程。

起伏地表叠前时间偏移：本项目实验的起伏地表的叠前时间偏移技术（PSG_MIG）是建立在起伏地表基础上的，通过对中国西部典型盆山结合带浅-深地震反射剖面数据试验，该方法更好地使绕射波收敛，同相轴更聚焦，断层清楚，断点干脆。

无射线层析成像静校正技术：该技术主要优点是对浅层横向速度不均匀体的速度反演比较精确，可以避开浅层高速体的干扰，不存在所谓射线法的阴影区问题，从而可以较好地解决浅部地质体横向速度不均匀性造成的静校正问题。

多域去噪：盆山结合带地区反射地震资料存在多种噪音，本项目进行了多域组合去噪处理，取得了较好的效果。

高精度交互速度分析：本项目实验研究采用速度谱结合交互速度分析的方法，首先利用速度谱方法得到初始叠加速度，再以此叠加速度为中心进行扫描，交互速度分析，最终得到较精确的均方根速度，取得了很好的效果。

（3）资料解释的特殊处理技术

针对中国西部典型盆山结合带的反射地震剖面资料，实验用于地震反射剖面解释需要的类线条图像识别技术和0~5 km 浅层速度层析成像技术，取得了很好的效果。

利用反射地震记录中的初至时间求取的0~5 km 浅层速度层析成像结果得到了精细的近地表速度在纵向和横向上的变化。显示了盆地和山地的近地表速度结构截然不同，为构造解释提供依据。

利用类线条图技术能够实现自动提取剖面中的主要格架，避免了人为因素的影响，使复杂的地震剖面变得简单、直观，有利于对剖面进行构造解释。

二、应用范围及应用实例

本项目研究对油气勘探具有重大意义。

西南天山-塔里木盆地浅-深反射地震剖面的浅部与 TA9402 剖面反射波组特征相似。与 TA9402 剖面相比，新获得的剖面品质较好，波组较之清楚，且能够从深部来说明浅部变形动力学，以及油气系统形成的过程。

若尔盖盆地-西秦岭造山带的地震反射剖面揭示的深部构造与浅层构造相互联系及其对油气生成与储存的影响：若尔盖盆地发育有双重基底，即3.0 s左右的中生代盆地基底和6.5~7.0 s的结晶基底。3.0左右为 $T_{22}-T_{32}$ 和 D_3-T_{21} 构造层的分界面，盆地内大部分区域 $T_{22}-T_{32}$ 底界面埋深在4.5~9.2 km范围内； D_3-T_{21} 底界面埋深在6.2~11.8 km范围内。盆地 $T_{22}-T_{32}$ 和 D_3-T_{21} 底界面埋深最浅的地方在黄河北侧，若尔盖盆地最北端即西秦岭造山带前缘。反射剖面显示三叠纪地层强烈变形，推测其最大厚度在3.0 s，约10 km，山区略薄，油气储、盖条件不好。分析综合研究结

果，本项目提出该区进一步油气勘探应聚焦在三叠纪地层之下的古生界地层。为油气战略勘探提出了建议。

三、推广转化方式

本项目主要通过发表学术论文和参加国内外学术会议交流的方式进行推广。

本项目资助下公开发表论文 14 篇，国际会议摘要 7 篇，并有 10 人次以作报告和展板方式赴美国参加国际会议和国内学术会议交流。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联 系 人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码：100037

联系电话：68999672 68999668

电子邮件：taowang@cags.ac.cn yaopei@ cags. ac. cn

山东省大地构造相研究

一、内容概述

《山东省大地构造相研究》是在系统收集山东省内 1:5 万、1:20 万和 1:25 万区调资料基础上,详细分析论述了山东大陆的物质组成与状态、时空结构与格局、动态行为与深部过程、力学体系与动力机制等基本科学问题,揭示了大陆与大洋相互作用、岩石圈层相互作用以及大陆形成演化历史的大地构造相问题。对山东所涉及的陆块区、造山系及叠覆区构造相采用不同研究方法和划分标准。在陆块区构造相划分中,按 TTG 和 GMS 组合以及表壳岩的火山-沉积记录不同,可分为鲁西陆块大相与渤海陆块大相,与Ⅱ级构造单元相对应,其下为Ⅲ级构造相单元,涵盖了基底与盖层二部分。造山系构造相划分为秦祁昆造山系相系(Ⅰ级),可进一步分为大别-苏鲁结合带大相(Ⅱ级)、胶南-威海陆缘岩浆弧相和苏鲁高压-超高压变质相(Ⅲ级)构造相单元。叠覆区构造相划分是晚三叠世以来形成叠加在早期构造之上的陆内造山带、构造岩浆岩带和火山-沉积盆地,其新生代岩浆作用、裂谷盆地、断陷盆地具有继承性,作为Ⅳ级构造亚相的划分依据。把山东省大地构造相划分为 3 大相系(Ⅰ级)、6 个大相(Ⅱ级)、19 个相(Ⅲ级)、60 个亚相(Ⅳ级)和 135 个岩石构造组合(Ⅴ级)。

山东省大地构造相研究不但为丰富和发展大地动力学理论提供了范例,而且为研究、阐明成矿规律奠定了理论基础。该报告系统总结了大地构造相与成矿作用的关系,探讨了各种矿床与大地构造相的成因联系。成矿作用也是一种地质作用,各种矿床都是在地质演化过程中某种特定构造环境下形成的。不同级别的大地构造相单元制约了相应级次的成矿区(带),大地构造相(亚相)单元既是成矿系统、成矿作用的构造环境,又是成矿系统的载体,报告对大地构造相与成矿的关系进行了系统总结,提出了二次造山事件对山东金矿的制约作用。山东金矿成矿动力学背景是中生代构造体制转折、岩石圈的减薄和软流圈物质上涌引发剧烈的岩浆活动。在鲁东地区,中生代造山运动产生四期构造-岩浆组合。①与金矿有关的造山早期玲珑片麻状花岗岩组合;②与金矿有关的造山中后期郭家岭花岗闪长岩-花岗岩组合(主成矿期);③与多金属成矿作用有关的造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合;

④后造山 A 型崂山晶洞过碱性碱长花岗岩-正长花岗岩组合。所有这些构造相的认识,都将影响着人们今后对金矿形成和理论探讨。

该成果不仅是对山东省大地构造相研究成果的系统总结和升华,实际上也是对山东省构造-地层、构造古地理、区域岩浆岩及变质地质的全面总结,而且对全国大地构造相的研究和编图将起推动作用。

二、应用范围及应用实例

1. 全国各省市大地构造相编图学习借鉴

2010 年,山东省大地构造相编图研究作为全国 3 个示范重点省之一,编制 1:50 万沉积岩区、侵入岩区、火山岩区、变质岩区和大型变形构造六大要素工作底图及山东省 1:50 万大地构造相图在全国进行了推广应用;完成的《山东省大地构造相研究报告》受到李廷栋院士、莫宣学院士和叶天竺局长的肯定,并由地质出版社出版。全国除甘肃省、青海省外的其它省份均得到了借鉴参考。

2. 山东省矿产资源潜力评价预测底图应用

根据大地构造相最基本的岩石构造组合编图方法,编制了金、铁、煤、铜、铅锌等矿产预测底图 195 幅,山东省成矿区带划分底图 1 张。为山东省矿产资源潜力评价提供了基础性图件资料。

3. 提供物化遥编图底图

为山东省矿产资源潜力评价项目的地球化学、地球物理、遥感技术解译提供了底图。

4. 地质勘查项目立项附图

山东省大地构造相图和相应的 1:25 万、1:50 万建造构造图已被国土资源部列为大调查项目立项的必备图件,在全省乃至全国范围内得到了推广。

三、推广转化方式

(1) 全国示范推广。

2010 年,山东省大地构造相编图研究在全国进行了推广应用,全国除甘肃省、青海省外的其它省份均得到了借鉴参考。编制的《山东省大地构造相研究报告》作为全国性的报告编制范本得到了借鉴。

(2) 在金矿、铁矿等成矿地质背景研究方面得到了广泛应用。

解释回答了为什么胶东产金、鲁西赋铁的基础地质问题。胶东地区中生代有二次重要的碰撞造山事件,印支造山作用主要表现为扬子板块向华北板块俯冲,形成苏鲁高压-超高压变质带及同造山花岗岩及后造山高碱正长岩;燕山造山作用在胶东地区表现为四期构

造-岩浆组合和三次伸展。可分为造山早期玲珑片麻状花岗岩组合 (J_3)、造山中期郭家岭花岗闪长岩-花岗岩组合 (K_1)、造山晚期伟德山闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩组合和后造山 A 型崂山晶洞过碱性碱长花岗岩-正长花岗岩组合。胶东地区金矿形成的动力学背景是中生代构造体制转折和岩石圈减薄,起因为华北板块与扬子板块碰撞及太平洋板块的俯冲机制有关。

鲁西铁矿则与造山中期辉长岩-闪长岩组合有关 (K_1)。

(3) 由地质出版社出版的《山东省大地构造相研究报告》已为越来越多的人所认知,对构造相与成矿关系的认识得到了接受。

技术依托单位:山东省地质科学实验研究院

联 系 人:李洪奎

通讯地址:济南市历山路 52 号山东地科院

邮政编码:250013

联系电话:0531-86568982

电子邮件:lhklhk126@126.com; lihongkui00@126.com

华南中生代构造演化与动力学过程

一、内容概述

(1) 基于湖南南部 $D-T_2$ 海相地层的叠加褶皱构造与初始破裂结构面的滑动矢量分析, 建立了两期挤压构造应力场: 早期 NE—SW 向挤压代表了三叠纪碰撞造山作用的远程响应, 晚期 NWW—SEE 至近 W—E 向挤压与侏罗—白垩纪陆内造山作用相关, 是对古太平洋板块向华南大陆俯冲作用的远程响应。这个研究结果为华南地区早中生代陆内造山过程的研究提供了全新的思路。

基于雪峰山地区沅麻盆地的野外调查和构造测量, 建立了晚侏罗世以来 5 期构造应力场及其转换历史。它们是: 中侏罗世—早白垩世早期 NWW—SEE 挤压, 形成大规模 NNE—SSW 走向逆冲及褶皱构造; 早白垩世中期 NW—SE 引张, 形成一系列 NE—SW 走向伸展构造, 奠定了盆地的雏形格; 早白垩世晚期 NW—SE 挤压, 导致盆地发生构造反转, 并形成大量 NNW—NNE 走向左行走滑断层及弱褶皱构造; 晚白垩世—渐新世初近 S—N 引张, 盆地再次发生断陷, 形成 E—W 走向伸展构造; 渐新世末 NE—SW 挤压, 盆地内形成 NNE—SSW 走向右行走滑断层系, 同时造成盆地整体隆升剥蚀, 致使新生代地层缺失。这个应力场演替历史为华南地区晚中生代大地构造演化提供了扎实的构造地质学基础。

(2) 首次确认了湖南衡山变质核杂岩构造, 系统调查了该变质核杂岩西缘拆离带的结构和运动学特征, 获得了拆离构造形成的锆石 U—Pb 年龄, 从而确定了华南晚中生代从挤压构造体制为主向区域伸展构造体制为主的转换时代。

华南大陆中生代大地构造研究的一个关键科学问题是: 晚中生代从挤压构造应力机制向伸展构造应力机制转换的时代。本项研究对衡山变质核杂岩的西缘拆离带进行了详细的野外调查和构造测量, 系统测量了该拆离带韧性剪切和脆性变形的几何学和运动学要素, 并系统采集了拆离带中钠长石样品, 开展了钠长石中锆石 U—Pb SHRIMP 年代学测试分析工作, 从而确定了伸展拆离变形的起始时代约为 137 Ma。这个结果对于深入研究华南地区早白垩世中晚期大规模地壳伸展作用及其伴随的岩浆作用和成矿作用, 具有重要的理论指导意义。

(3) 通过锆石 U—Pb 年代学测试分析, 确定了东南沿海长乐—南澳构造带早白垩世二期构造—岩浆事件, 为华南大陆晚中生代陆缘造山作用的挤压—伸展时代提供了重要的年代学制约。

长乐-南澳构造带位于华南大陆的东南缘，是揭示晚中生代洋-陆相互作用和陆缘构造演化过程的关键构造带。本项目在大量野外调查的基础上，运用锆石 U-Pb 测年手段和球化学分析方法，对构造带中的混合岩、片麻状花岗岩、粒状花岗岩、花岗岩脉等进行了系统的年代学测试和地球化学测试分析，从而首次确定了该构造带属于华南大陆晚中生代陆缘造山带。结果显示，造山作用可能起始于中-晚侏罗纪，并持续到早白垩世早期（145 ~ 135 Ma），表现为由强烈的混合岩化作用和深熔作用形成的片麻状花岗岩、花岗片麻岩等；而早白垩世晚期（130 ~ 115 Ma）岩浆岩体以含石榴子石花岗岩为主，粒状结构，代表了造山后伸展环境下的地壳熔融产物。这项研究工作提升了华南大陆东缘晚中生代造山作用研究水平，为太平洋板块西缘晚中生代洋-陆构造作用过程提供了重要的地质依据。

二、应用范围及应用实例

本项目属于基础地质理论研究范畴，所获得的研究成果以学术论文的形式发表在国内外核心期刊上。目前尚没有开展具体的应用实例。下列几方面必将指导华南地区的找矿突破。

- （1）华南早白垩世伸展拆离构造的发现和深入研究指导湖南地区钠长石和铀矿找矿。
- （2）挤压-伸展转换时期是矿体富集和成矿的关键时期。这样的时期包括：中、晚侏罗世、早白垩世中晚期等。

三、推广转化方式

以学术论文和学术交流的形式推广本项研究成果。目前已在国内外核心期刊上发表学术论文 10 余篇，重要的学术成果将在国际期刊上发表。

技术依托单位：地质力学研究所

联系人：余佳 张岳桥

通讯地址：北京市海淀区民族大学南路 11 号

邮政编码：100081

联系电话：68412309/68412311

电子邮件：gmkjch@163.com

构造体系控油作用研究

一、内容概述

以地质力学理论为指导,建立了西北地区主要含油气盆地构造体系格局及其控盆、控带、控藏的特点,总结了构造体系控油规律和六种控油构造型式反映了最新成果和重要认识,对区带的勘探和深入科研工作具重要指导价值和实践意义。

(1) 首次系统划分西北地区主要盆地及周边构造体系类型。①纬向构造体系(天山隆起构造带、昆仑隆起构造带、准南昌吉坳陷带、伊宁-吐哈坳陷带、塔里木的库车坳陷带、沙雅隆起、阿-满坳陷带、中央隆起带、叶城-和田坳陷带)。②西域构造体系(东准噶尔复杂隆起构造带、博罗霍洛-祁连复杂隆起构造带及巴楚-祁曼塔格构造带,及其相伴、夹持多个坳陷带)。③歹字型构造体系(帕米尔歹字型、阿尔金构造带—青藏歹字型头部外围折带)。④扎伊尔北东向构造隆起带(准噶尔弧形带成份)。⑤新西域系(河西系)。⑥贺兰山字型西翼反射弧。⑦经向构造体系。

(2) 提出了西北地区构造体系演化六大特征。构造体系演化阶段性、构造体系演化继承性、构造迁移性、构造活动差异性、构造活动转换性、构造变形复杂性。

(3) 总结出西北地区构造体系联合、复合六种类型(斜接、反接、截接、叠加、包容、改造)。

(4) 系统地研究了西北地区盆山耦合关系,建立四种盆山耦合型式:逆冲型、逆冲—走滑型、走滑型及断超型

(5) 深化了构造体系控盆作用的认识。一级构造体系负向构造及负向构造复合控制盆地形成和演化。多年研究和勘探成果表明:①西北地区以西域系和纬向系为主导及其复合控制各大型盆地的形成和演化,如塔里木、准噶尔、柴达木和走廊等盆地。②早古生代原型盆地形成主要受控于纬向系和西域系,形成裂陷、克拉通、挠曲克拉通等盆地类型。③晚古生代原型盆地形成,除纬向系和西域系控制外还有扎伊尔东向构造带,阿尔金构造及贺兰山字型控制,如准噶尔、柴达木、走廊东部等盆地。全区形成广泛浅海—海陆交互相克拉通内坳陷盆地。④中生代盆地形成,是多构造体系复合和联合作用的产物。形成了前陆盆地,山间前陆盆地及断坳盆地等。

(6) 指出西北地区古生界油气资源潜力大,是重要勘探领域。西北地区自震旦纪以来发育一套深海—浅海相及海陆交互相碳酸盐岩和碎屑岩建造,厚度大、分布广,且没有发生区域性变质;发育两套烃源岩,即寒武—奥陶系和石炭—二叠系,其烃源岩厚度分别为200~1000 m和200~700 m,有机质丰度较好,有机质演化 R_o 为0.8%~3.5%。油气资

源量用类比法估算为 320×10^8 t 油当量；储集条件较好，即有碳酸盐岩又有碎屑岩储层，具有多时代多层系，因此，发育多套生、储、盖组合，即：震旦-奥陶系、寒武-泥盆系、石炭-二叠系，和古生界与中生界组合。

在选区评价上进一步提出：①构造体系控油源区分布：二级构造体系负向复合控制烃源区分布，如准噶尔盆地：玛湖坳陷、乌伦古坳陷、中央坳陷、昌吉坳陷等。塔里木盆地：库车坳陷、阿-满坳陷、西南坳陷、且末-若羌坳陷等。柴达木盆地：柴西坳陷、柴北坳陷、柴东坳陷。吐哈盆地：吐鲁番坳陷、哈密坳陷等。②构造体系控制油气聚集带（古隆起、古斜坡）：盆地内二级构造体系正向复合控制油气聚集带。有利的油气远景区主要有：塔里木盆地的沙雅隆起、中央隆起区、麦盖提斜坡、孔雀河斜坡；准噶尔盆地的陆缘隆起、西部隆起、中央隆起、东部隆起等。

二、应用范围及应用实例

目前，在本项目所划分的一级油气远景区内，在塔里木盆地地下古生界发现多个大油气田，上古生界也发现多个油气田，麦盖提斜坡玉北 1 井获得重大突破，发现玉北油气田；沙雅隆起的哈拉哈塘凹陷奥陶系碳酸盐岩再次获得突破，扩大了沙雅隆起的含油气面积；塔河油田正以年产量 50 万 t、储量 1 亿吨的速度快速发展。根据构造体系控油和控藏理论，塔里木盆地北部奥陶系具有大型油气田形成条件，勘探实践显示，沙雅隆起奥陶系特大型油田已初见端倪。在准噶尔盆地石炭-二叠系发现大中型油气田多个，特别是克拉麦里大气田的发现，开辟了准噶尔盆地石炭系的大场面。在柴达木盆地于石炭系发现原油显示和多处见沥青；在走廊地区于石炭系多处见沥青显示等，为新层位、新领域油气发现提供了科学依据。

三、推广转化方式

研究期间发表论著 4 部：《塔里木盆地构造体系控油研究》、《准噶尔-吐哈盆地构造体系控油作用研究》、《柴达木盆地构造体系控油作用研究》和《学习李四光的创新精神发展地质力学理论》。证书发表论文 29 篇，会议论文 19 篇。多次参与中石油、中石化油气勘探部署研讨，参与“十一五”油气重大专项的研究和学术研讨工作。参与西北油田分公司、塔里木油田分公司、国土资源部油气研究中期联合油气勘探选区的学术交流。展现构造体系控油的研究成果和认识。

技术依托单位：地质力学研究所

联系人：余佳 王宗秀

通讯地址：北京市海淀区民族大学南路 11 号

邮政编码：100081

联系电话：68412309/ 68475279

电子邮件：gmkjch@163.com

青藏高原新生代构造-岩相古地理研究

一、内容概述

该成果是中国地质调查局于 2006 ~ 2010 年实施的“青藏高原基础地质调查成果集成和综合研究”计划项目下设工作项目“青藏高原新生代地质作用过程与第四纪环境演变综合研究”成果。主要成果是：

(1) 系统整理和综合分析了青藏高原及邻区 1:25 万区域地质图 177 幅, 深入研究和引用了 965 条地质剖面 (其中引用图幅报告地质剖面 512 条, 引用科研地质剖面 438 条, 本项目精细实测地质剖面 15 条), 采集和测试了火山岩测年、磷灰石 (锆石) FT、粒度分析、磁性地层、磁化率、岩石地球化学分析、粘土矿物分析、分子化石、孢粉、介形虫、轮藻、放射虫等微体化石各类样品共 13376 件, 充分吸纳了国内外对青藏高原关于古新世—始新世沉积作用、岩浆作用和构造作用等最新科研成果资料。以此为基础, 全面地完成了青藏高原及邻区古近纪—新近纪四个时段 (古新世—始新世、渐新世、中新世、上新世) 的构造岩相古地理研究和报告的编写。

(2) 通过对青藏高原新生代 98 个残留盆地沉积充填序列、成盆构造背景的综合分析, 将青藏高原新生代地层区划为 5 个地层区, 为南疆—西昆仑地层区、柴达木—祁连—西秦岭地层区、羌塘—川西地层区、扬子西缘地层区和冈底斯—喜马拉雅—恒河地层区, 进一步细分为 13 个地层分区, 对各分区沉积序列和沉积相分布与演化进行了较深入分析。

(3) 系统建立了各个地层区和分区的岩石地层和年代地层格架, 对代表性盆地内的典型剖面进行了较精细的岩石地层、生物地层、磁性地层和年代地层等多重地层划分对比研究, 详细恢复了沉积相和盆地充填序列, 为今后青藏高原重要区带的新生代地层立典型剖面建立奠定了坚实的基础。

(4) 在遵循“等时地层格架”内编图的原则下, 青藏高原及邻区古近纪—新近纪构造岩相古地理图编图, 以 MapGis 软件系统为平台, 以全区 1:25 万地质图拼图为基础, 通过对大量典型剖面对比研究、1:150 万构造岩相古地理实际材料图编制、沉积相平面分布图、相关地质要素勾绘, 以及对各时期海、古陆、隆起区及河、湖分布格局的恢复, 首次完成了本区古新世—始新世、渐新世、中新世、上新世构造岩相古地理图编制。编图方法先进、实用, 满足了项目目标任务要求。

(5) 本报告从盆-山相互作用的角度, 总结对比了不同构造-地层单元盆地沉积充填序列和盆地构造活动性质, 从物源、沉积充填序列、沉积-构造匹配等角度分析了盆地发育的构造背景和沉积相演变对控盆构造的响应, 从构造隆升-构造地貌演化-沉积响应的耦

合关系方面，揭示了不同盆地类型的发育、发展及与高原隆升之间的耦合关系。

二、应用范围及应用实例

青藏高原新生代构造-岩相古地理研究，是在全面综合青藏高原 1:25 万区域地质调查和前人科学研究中关于新生代沉积作用、岩浆作用和地质构造等成果的基础上，并通过野外对典型剖面对比研究，首次完成的古-始新世、渐新世、中新世和上新世四个时段构造岩相古地理图（1:3000000）。通过编图，系统识别出青藏高原新生代 98 个残留盆地，在对典型盆地沉积充填序列、多重地层划分对比研究和成盆构造背景综合分析的基础上，将青藏高原新生代地层区划为 5 个地层区和 13 个地层分区，详细恢复了各分区沉积相和盆地充填序列。通过综合集成研究，对藏南新特提斯海盆古新世-始新世的构造属性及其海水退出过程取得了新认识：渐新世晚期藏南新特提斯残留海消亡，表现在沿雅江两侧东西向分布的海相地层，海水东浅西深，反映碰撞和地壳抬升自东向西迁移。从构造隆升-构造地貌演化-沉积响应的耦合关系方面，结合构造热年代学分析，揭示了不同盆地类型的发育、沉积演化与高原隆升间的耦合关系，划分出三大隆升阶段和 60 ~ 50 Ma、45 ~ 34 Ma、25 ~ 17 Ma、12 ~ 8 Ma、5 Ma 以来五个强构造隆升期。通过对高原新生代各世构造岩相古地理演化与隆升耦合关系的详细分析，提出了高原从古近纪的东高西低格局，通过幕式不均衡隆升，于中新世中期高原铸就了西高东低的地貌格局，高原经历了重大地貌反转的创新性认识。

这项编图成果能应用到如下方面的科学研究与找矿：

（1）为全面揭示印度与欧亚大陆碰撞方式和青藏高原新生代隆升过程从岩相古地理图演化角度奠定了坚实基础。

（2）为开展青藏高原新生代盆地沉积矿产与能源提供了详实的基础地质成矿背景资料。

（3）划分的 60 ~ 50 Ma、45 ~ 34 Ma、25 ~ 17 Ma、12 ~ 8 Ma、5 Ma 以来五个强构造隆升期和青藏高原新生代经历了重大地貌反转的创新性为青藏和东亚新生代气候与环境演变研究提供了详实的地质演化背景资料。

三、推广转化方式

在该项青藏高原新生代各世构造岩相古地理成果基础上，建议继续深化新生代青藏高原隆升过程的精细解剖、气候与环境演变对隆升的响应和青藏高原新生代盆地沉积矿产与能源形成机理与赋存规律的调查研究。

技术依托单位：中国地质大学（武汉）

联系人：张克信 王东

通讯地址：湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号中国地质大学地调院

邮政编码：430074

联系电话：0086 - 027 - 67883027（张克信） 18986291730（张克信）

电子邮件：kx_zhang@cug.edu.cn（张克信）

1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系

——地质图与大地构造图简介

一、内容概述

2002~2012 年,由中国地质科学院负责、中国地质科学院地质研究所参加,与俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦和韩国合作,编制了《1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系》。编图面积约 3300 万 km^2 (约为我国陆地面积 960 万 km^2 的 3.44 倍,见图 1)。编图图种包括:同比例尺的地理图、地质图、大地构造图、非能源矿产(固体矿产)成矿图和能源矿产(石油、天然气、煤)成矿图五种。这是当今世界首套 1:250 万洲际的地质图系。通过五国十年来对编图区内地质构造和矿产资源的共同研究和综合集成,全面提高和深化了对全区地质、成矿特征的认识,解决了一些相邻各国之间任何一国都无法解决的重要地质、矿产问题,不仅具有重要的科学理论意义,而且在实施“358”找矿目标中具有现实的实际应用价值。由于这套“图系”成果内容丰富,应用目标明确,但是应用范围和推广方式各有不同,因此分为 3 项(“之一”基础地质、“之二”固体矿产、“之三”能源矿产)分别介绍。本篇重点介绍科技保障“之一”——基础地质:地质图、大地构造图的主要成果。

1. 《1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图》

地质图是展现表层地质现象的写实性图件。该图全面显示了编图区内的地层、岩浆岩、断裂带等基础地质的分布、时代和性质等特征。首次将全区的地质和岩浆等进行了系统的统一对比和划分,从而使五国首次对全区基础地质的各项内容取得了统一认识,为编制大地构造和进行成矿特征的研究奠定了基础。图上表示的地层一般都划分到统,大中型盆地(主要是中生代和新生代)中的地层多数划分到组,这为寻找和研究石油、天然气、煤等找矿提供了地层分布和地质时代基础资料;也为寻找与地层有关的沉积矿产和“层控”矿产提供了区域成矿背景资料。图上表示的岩浆岩(包括侵入岩和喷出岩),一是按岩性特征分为酸性中酸性、中性、基性(铁镁质)、超基性(超铁镁质)、碱性和基性—超基性杂岩,二是表示出了每个岩体的地质时代(按地层时代表示到系或统的地质年代)。这些都为寻找与岩浆及其热液有关的不同矿种和不同类型的“内生”矿产提供了区域成矿条件和找矿方向的基础资

料。图上表示的断层，一是显示了断裂规模，二是表示了断层性质（正断层、逆断层、逆掩逆冲断层、走滑平移断层等）。这为在造山地区寻找有利的成矿远景区提供了“宏观”目标。对于找“内生”矿产来说，运用“断裂系统控矿和找矿”的指导思想开展找矿工作是野外第一线地质人员最容易做到的简便易行的找矿方法。这是因为，断裂作用既提供了岩浆及其成矿热液活动和上升的通道，也提供了岩体和矿体储存的空间，不同方向和不同时代产生的断裂交叉地区这种通道和空间更多、更大。因此在野外找断裂带和断裂交汇区是很有效地找矿方法。

断裂带对于寻找油气资源同样具有重要作用。实践证明，在大、中型盆地的边缘地带，如果有山脉向盆地方向逆冲或推覆时，在盆内的边缘区一般都会圈闭有良好的油气藏，形成大、中型乃至超大型油气田。所以断裂系统对于实现“358”找矿目标具有“响导”性作用。

2. 《1:250 万中亚北亚东亚及邻区大地构造图》

此图以板块构造为基础结合编图区地质历史发展演化历程的实际情况，即按“板块构造与本区地质发展演化阶段相结合”的指导思想，五国共同开展了综合集成研究和构造编图工作。

此图重点表示了编图区内6个方面的基本内容：①全区从太古宙到第四纪的重要发展演化阶段；②各阶段的稳定区（陆块）、活动区（造山带）和过渡带；③不同发展阶段和不同环境的岩石组合类型及其特点（即，陆壳环境、洋壳环境、过渡壳环境中不同的岩石组合类型）；④不同环境中的岩浆岩（侵入岩及喷出岩）特征和时代；⑤不同发展阶段形成的不同性质和不同深度（分为近表层、上-中地壳、下地壳、上地幔）的断裂带；⑥按上述⑤项特征的综合集成研究进行的一、二、三级构造单元分区。

从上述6项基本内容中清楚看出：无论找什么“大类”的矿产（“内生”的、“外生”的、变质的、油气田等）都能够从中获取到有用的背景资料。如，稳定的陆块区是寻找沉积矿产的良好区域，造山带是寻找“内生”矿产背景区，过渡带是寻找“层控-热液富集型”矿产的良好区域，洋壳环境中形成的岩石组合和下地壳-上地幔断裂带是寻找与基性-超基性杂岩相伴的铬、钴、铂、铜、镍、金矿的重要背景区等等。所以构造图既是基础地质中按照一定的理论观点编制的“上层建筑”图件，也是为找不同种类矿产提供理论性背景资料的图件，对实现“358”找矿目标有重要参考作用。

二、应用范围及应用实例

不同比例尺的地质图是地质工作不同工作阶段的必备图件。该图属于小比例（1:250万）图件，适用于两个方面：①进行国内外（尤其是邻国）地质构造的对比，从大范围全面了解和认识我国地质特征；②作为全国和大区域地质找矿战略部署的基础图件和区域

成矿及找矿地质背景的基础资料。

三、推广转化方式

(1) 进行多种方式（报刊、杂志、采访等）的宣传报道；

(2) 会议交流。通过会议交流进行详细介绍和研讨，以及问题解答等。

“1:250万中亚北亚东亚及邻区地质图系”（4张），可于2013年内全部印刷出版发行，提供给全国各行业和参加“358”找矿的部门及单位广泛使用，届时必将促进全国地质找矿工作的大发展。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联 系 人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京百万庄大街26号中国地质科学院地质研究所

邮政编码：100037

联系电话：68999672 68999668

电子邮件：taowang@cags.ac.cn yaopei yi@cags.ac.cn

1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系 ——非能源矿产（固体矿产）成矿图简介

一、内容概述

此成矿图是 2002 ~ 2012 年中、俄、蒙、哈、韩五国合作编制的四种专业图件（地质图、大地构造图、非能源矿产成矿图、能源矿产成矿图）之一（图 1）。这是当今世界首张 1:250 万洲际的固体矿产成矿图。该图以“图系”中的大地构造图为底图，显示成矿作用的构造地质背景。图上表示了 81 个矿种的主要矿床（矿床规模大、中、小的标准按五国统一的划分标准，不是我国的划分标准）共 6104 个。其中按国家和地区划分为：中国境内 1810 个，俄罗斯 2013 个，哈萨克斯坦等中亚五国共 1692 个，蒙古国 322 个，韩国 267 个。

这些宝贵的矿床资料中的国外资料，即使用高价也很难买全。所以如果“走出去”勘查开发时，具有很重要的参考乃至直接应用价值。

图上表示的金属矿床均划分了类型（五国统一划分的类型，不只是我国通常划分的成因类型）包括岩浆型、矽卡岩型等等 11 大类）。在全面展示的地质构造背景和丰富的矿床资源的基础上，经过五国进行成矿特征的综合分析，划分出了五个级别的成矿带分区，即（从低级别到高级别）：成矿超省、成矿省、成矿带（区）矿结和矿区。可以说，本图虽然比例尺较小（1:250 万），但其展现的成矿作用和成矿特征的丰富内容足可以深入了解和认识全图（尤其是相邻各国）与我国成矿规律之间的内在关联。因此可成为实现 358 区域找矿目标的重要参考资料。

在系统总结全国成矿特征和矿床时、空分布规律的基础上，现提出实现 358 找矿目标的具体地点如下：

根据五国十年来合作研究的成果（尤其是蒙古国的重要成矿带向东、向西都分别延伸到了我国境内），我们提出新的找矿指导思想，即“以地球动力学演进的理论为指导开展大兴安岭地区和东准噶尔地区的找矿工作。

1. 大兴安岭地区（附图 2 “东部区”的我国境内）

该区的范围北起黑龙江畔、南至北纬 42°（围场—喀喇沁旗）、西起中俄—中蒙边境—二连浩特、东抵松辽盆地西缘。



图1 中亚、北亚、东亚及邻区成矿规律图

从新元古代末期—早寒武世的塔河—额尔古纳—呼伦湖—蒙古中央俯冲带开始，由北向南依次为：晚奥陶世—早志留世俯冲带（呼玛—加格达奇—免渡河—贝尔湖俯冲带）、晚泥盆世—早石炭世俯冲带（二连—贺根山—索伦山—黑河俯冲带）、二叠纪西拉木伦双向俯冲带、白乃庙—温都尔庙晚寒武世—奥陶纪（向华北陆块）俯冲带和狼山—白云鄂博中元古代（向华北陆块）俯冲带。在中元古代到古生代这6次有规律的动力系统演化的基础上，上叠（叠加）了晚侏罗世—早白垩世（ J_3-K_1 ）蒙古—鄂霍次克裂谷带和白垩纪—古近纪松辽（盆地）裂谷带与大兴安岭—太行山重力梯级带。所以本区从中元古代以来至少经历了8次重要的动力系统演进的反复作用。

在这些有利的区域地质条件下，本区最重要的成矿矿种是铜、铅、锌、金、银，其次

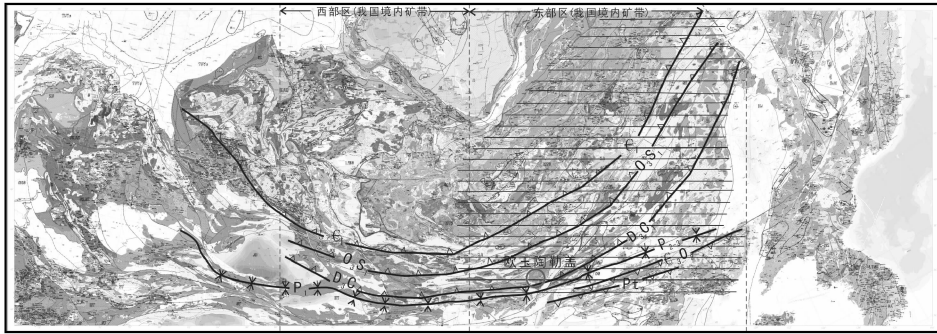


图2 中国北部及邻区成矿规律图

是铁、钼、钨、锡、铀和铌钽。最主要的矿床类型是斑岩型、海相火山-热液型、热液交代型和热液脉型，其次为块状硫化物型、矽卡岩型。在局部地区可能赋存细碧-角斑岩型矿床。上述各类矿床的成矿时代均以晚古生代（即“华力西期”）和侏罗—白垩纪（燕山期）为主。区内最有利的成矿聚集区（找矿“靶区”）是成矿作用前已经形成的不同时代、不同性质和不同方向的断裂交汇在一起形成的“断裂汇集区”。

2. 东准噶尔—东天山—北山地区（附图2西部区的我国境内）

范围：约东经89°以东、北纬47°以南到吐鲁番—哈密盆地北缘，向东延伸为中蒙国界以南、北纬42°以北，直至甘肃北山到东经100°地区。

在此区域内（即，东准噶尔—东天山—北山）与成矿作用有关的动力系统演化进程和区域地质特征主要表现在古生代时期。从西准噶尔到东准噶尔都分布有奥陶纪蛇绿岩与早志留世下部（布龙组）的硅质岩组合，构成了本区早古生代阿尔曼太蛇绿岩带和俯冲（缝合）带，此带向东发展成为了蒙古阿尔泰的重要构造—成矿带。由此俯冲带往南、即北天山—东准噶尔东南缘，泥盆纪—早石炭世，形成了东准噶尔卡拉麦里—红石山蛇绿岩和俯冲（缝合）带。此带向东穿越蒙古南部到达二连—贺根山—索伦山。由于动力系统的不断演变，形成本区泥盆纪、石炭纪和早二叠世都发育了具有不同性质和特点的火山—碎屑岩组合，它们都是区内有利的成矿层位或围岩。从三塘湖往东到甘肃北山南部地区，以及红柳河（柳园）经玉石山直至西拉木伦河，发育晚古生代末期华北陆块与西伯利亚陆块最后拼合碰撞的西拉木伦双向俯冲带。本区古生代时期共出现了4次重要的动力系统演变，打造了区内活动陆缘的火山—碎屑岩组合、碳酸盐岩组合和志留纪、泥盆纪、石炭纪、以及二叠纪的侵入岩，均很发育，从而为成矿作用提供了十分有利的区域地质条件。

在上述有利的区域地质环境中，成矿时代以志留纪和晚古生代为主。古生代的成矿特征在许多方面与大兴安岭地区相似。如：成矿主要矿种是铜、铅锌、金、镍，其次是钴、钼、银、钨、锡；主要矿床类型是斑岩型、矽卡岩型、岩浆型、海相火

山热液型、热液交代型和热液脉型。这些不同类型矿床的成矿时代，晚泥盆世—石炭纪是成矿高峰期；部分矿床形成在奥陶—志留纪。但在北山地区，由于存在中元古代和早古生代活动陆缘的火山-沉积组合岩系，所以在北山中-新元古代和早古生代也是重要的成矿期。

需要特别指出的是：西起准噶尔盆地东缘，东到松辽盆地西缘，沿中蒙国境线两侧，是一条近东西方向以晚古生代为主的巨型重要成矿带（包括东准噶尔和大兴安岭）。在此成矿带区域内，蒙古超大型的斑岩型铜金矿欧玉陶勒盖距我国边境线只有85 km 里左右。而在中国境内，我们建议国家在这条带上迅速加大投入，并进行统一部署。

我们认为该成矿带成矿远景的规模完全可与藏南冈底斯成矿带相比。此矿带都在以少数民族为主的边疆地区，所以加速资源勘查和开发具有多层意义。在此成矿带内，预计每年可以探得中-大型（乃至超大型）矿床3~5个。若能实现这个建议，很有可能实现“南有青藏，北有兴蒙，两条“巨龙”，并驾齐驱，破解“瓶颈”，民富国兴”的目标！

二、应用范围及应用实例

适用于全国和“走出去”寻找固体矿产（尤其是“内生”矿产）的重要基础资料。应用实例：蒙古国欧玉陶勒盖斑岩型铜金矿床（见图2，亚洲第一超大型斑岩铜金矿）

三、推广转化方式

（1）用多种方式（报刊、杂志、采访）广泛宣传报道；

（2）会议交流：详细介绍和研讨成果材料，解答问题；

（3）与有关省（区）地勘部门（如新疆、甘肃、内蒙古）或者国有、民营矿业集团合作，开展“中国北方巨型成矿带（含大兴安岭和东准噶尔）找矿勘查与研究”项目，中国地质科学院地质研究所负责其中的区域成矿条件研究和咨询工作，切实实现“产研结合”。

“1:250万中亚北亚东亚及邻区地质图系”（4张），可于2013年内全部印刷出版发行，提供给全国各行业和参加“358”找矿的部门及单位广泛使用，届时必将促进全国地质找矿工作的大发展。

在西伯利亚陆块（板块）与华北—塔里木陆块（板块）之间的古亚洲洋区域内，地球动力系统演进历程概况：

（1）向西伯利亚陆块俯冲的主要俯冲带：①额尔齐斯—蒙古中央—呼伦湖—额尔

古纳—塔河俯冲带 (1); ②阿尔曼太—蒙古阿尔泰—贝尔湖—免渡河—加格达奇—呼玛俯冲带 (O_3S_1); ③卡拉麦里—南蒙古—二连—贺根山—索伦山—黑河俯冲带 (D_3C_1)。

(2) 向华北 (中朝) 陆块 (板块) 俯冲的主要俯冲带: ①狼山—白云鄂博俯冲带 (Pt_2); ②温都尔庙—白乃庙俯冲带 (O_2)。

(3) 向西伯利亚陆块与华北 (中朝) 陆块双向俯冲 (古亚洲洋闭合): 北天山—北山—西拉木伦河双向俯冲带 ($P_1 \rightarrow P_{2-3}$)。

(4) 蒙古—鄂霍次克中生代残留洋盆闭合后, 陆壳伸展作用形成的大陆裂谷系, 导致了 $J_3 - K_1$ 双峰式火山系和构造—岩浆—成矿带的上叠 (叠加)。

技术依托单位: 中国地质科学院地质研究所

联系人: 王涛 姚培毅

通讯地址: 北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码: 100037

联系电话: 68999672 68999668

电子邮件: taowang@cags.ac.cn yaopei yi@cags.ac.cn

1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系—— 能源矿产（石油、天然气、煤）成矿图简介

一、内容概述

此成矿图是 2002 ~ 2012 年中、俄、蒙、哈、韩五国合作编制的四种专业图件（地质图、大地构造图、非能源矿产成矿图、能源矿产成矿图）之一（图 1）。这是当今世界首张 1:250 万洲际的能源矿产成矿图。由于石油、天然气是化石矿产，因此传统的找油—气和编图工作主要都注重于研究沉积盆地和烃源岩系的各方面特征。而编制本图的指导思想，除“以沉积盆地为基础”外，提出了一些新思路和新原则，即：①以“热力—动力学理论”为指导，从深部地质作用的角度出发寻找新的油—气田；②以不同地质发展阶段的盆—山耦合构造为地质依据作为编制该图的底图；③将煤和油—气结合在一起，作为天然气的重要来源之一；④将（隐伏的）岩浆岩和放射性元素（主要是铀）作为沉积盆地中的“热异常”来源，促进烃源岩系演化；⑤将地球动力系统的拉张裂解和挤压推覆作为（初期）增大烃源岩系规模和（后期）促进油—气成藏的重要条件之一。这五条新思路和新原则获得了能源大国俄罗斯和哈萨克斯坦的完全赞同，因而俄、蒙、哈、韩四国一致同意由我国负责汇总和统一编制全图。本图表示了全区主要油—气田 1264 个、主要煤田 1623 个。其中按国家和地区划分为：中国油—气田 454 个（含小型）、煤田 1005 个（含小型），俄罗斯油—气田 376 个（大、中型）、煤田 308 个（大、中型），蒙古国油—气田 3 个、煤田 163 个，中亚五国油—气田 430 个，煤田（仅哈萨克斯坦）133 个，韩国油—气田 1 个、煤田 14 个。

这些宝贵的能源矿产资料中的国外资料，即使用高价也很难买全。所以如果“走出去”勘查开发时，具有很重要的参考乃至直接应用价值。

从这张图上可以发现和总结出油—气成藏的若干特征和时空分布规律，以热力—动力学理论为指导的“深部地质作用在油—气成藏过程中的重要性”，是其中的重要规律之一。即：

1. 在烃源岩系形成阶段，深部伸展力（拉张力）作用的重要意义

众所周知，烃源岩系是油—气成藏的物质基础和前提。所以沉积盆地中的烃源岩系分布范围越广、沉积厚度越大，越有利于形成大型巨大型油—气田。但是单一的“原型坳陷（凹陷）盆地”的坳陷深度一般都不太深，如果在坳陷的基础上发生了拉张裂陷（伸展）作用，形成了“坳—裂—坳三层叠加盆地”，则可生成巨厚的烃源岩系，并有良好的盖层，

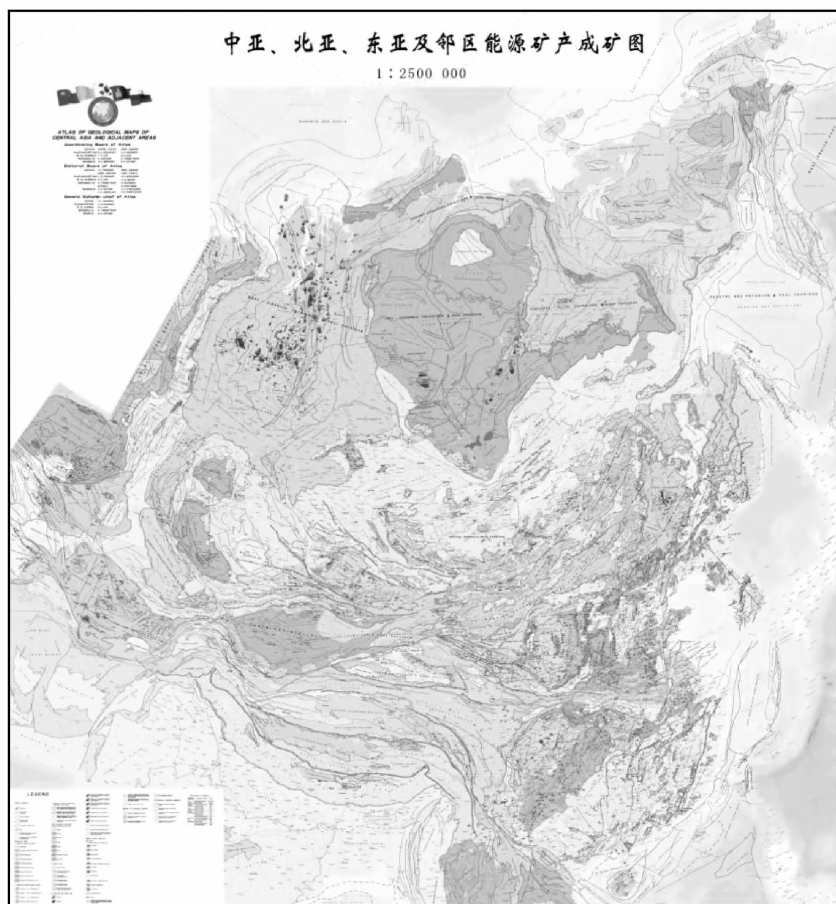


图1 中亚、北亚、东亚及邻区能源矿产成矿图

从而为形成大型巨大型油-气田奠定了更雄厚的物质基础和良好的储藏条件（附图2）。

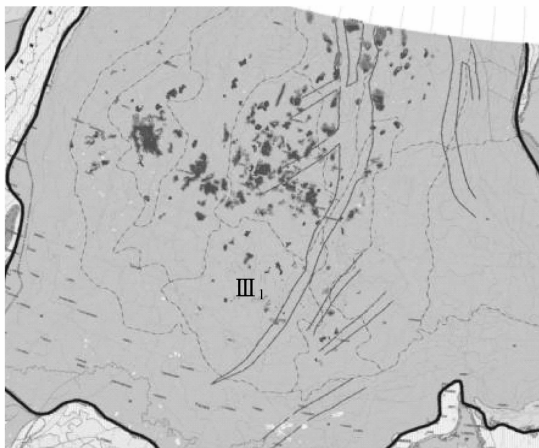
2. 在烃源岩系演化成为油-气阶段，深部热力作用的重要意义

碳、氢物质从烃源岩系中分解出来演化成为天然气或石油时，都必须以一定的温度条件为基础（如同鸡蛋必须在适合的温度下才能够孵化出小鸡一样）。

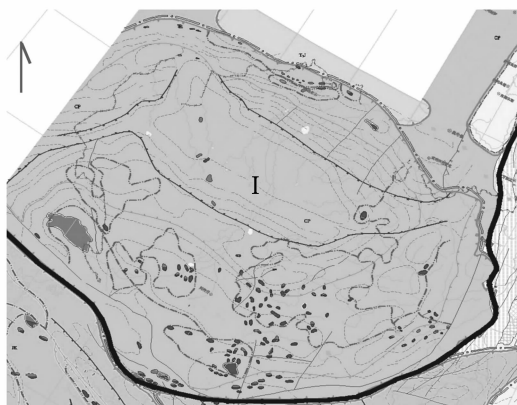
如，烃源岩系演化成为天然气需要约 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度，演化成为石油需要的温度条件约为 $65^{\circ}\text{C} \sim 149^{\circ}\text{C}$ 。这样的温度条件，如果按正常的地温梯度（ $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ）计算，在 2500 m 左右的深度只能出现少量石油“显示”，而达不到构成“油田”的油量。但是如果有深部“异常”热力（如，岩浆热力或放射性物质衰变热力等）作用时，在 2500 ~ 3500 m 的深度就可以成藏大型油-气田，从而可以大大减少石油开采成本和加快开发进程（附图3）。

3. 在油-气成藏阶段，深部挤压力作用的重要意义

在巨厚的烃源岩系已演化成油-气的基础上，有赖于适当的挤压力持续稳定的作用，



附图 2a 西西伯利亚“坳-裂-坳”盆地使分散的油-气运移、富集到相应的储油圈闭区（无论是构造圈闭或是岩性圈闭、地层圈闭等）内，从而形成具有工业价值的油-气田（附图 4）。



附图 2b 哈萨克斯坦“坳-裂-坳”盆地

依据上述，在油-气勘查中需要首先查明盆地的以下基础地质问题，优选具有下述特征的盆地：是坳-裂-坳类型的盆地；地温梯度（热流值）高、有隐伏岩体或放射性元素、煤系地层等；地盆周边的挤压（逆冲）构造强烈等。在此基础上再选择适合的圈闭区（尤其应首先选择挤压构造区域）开展开发工作，这样做将会获得既好又快又省的良好找矿效果。

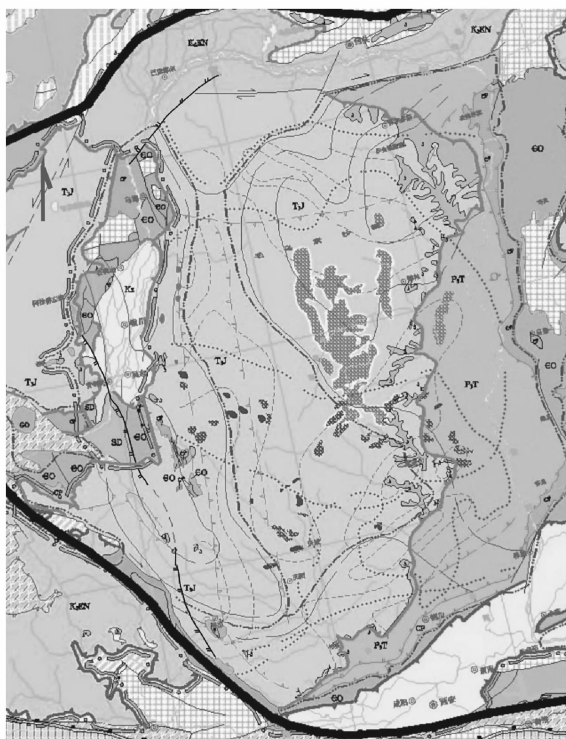
二、应用范围及应用实例

适用于全国（乃至各国）寻找新油-气田的部门和单位。

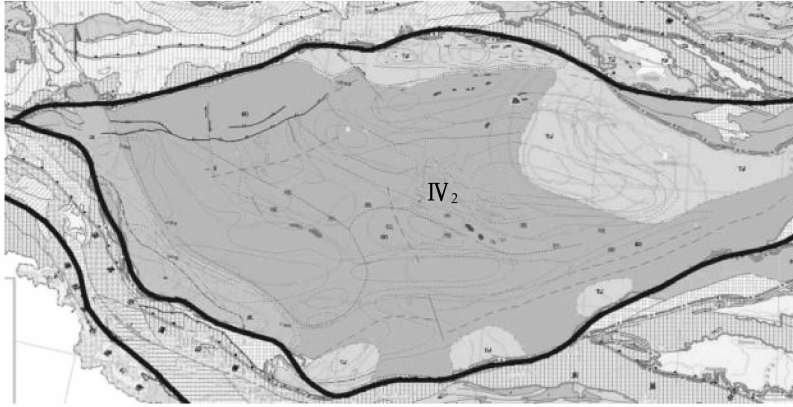
应用实例：俄罗斯和哈萨克斯坦各大盆地中的重要油-气田（国外的实例和经验为我们所用）。

三、推广转化方式

（1）以多种方式（报刊、杂志、采访等）广泛宣传报道。



附图 3 鄂尔多斯沉积岩系中含有微量



附图4 塔里木北缘、西南缘和东南缘都有向盆地内逆冲的断裂带

(2) 会议交流、与油-气勘查部门和单位开会交流与研讨，并详细介绍图件内容和解答问题。

“1:250 万中亚北亚东亚及邻区地质图系”（4 张），可于 2013 年内全部印刷出版发行，提供给全国各行业和参加“358”找矿的部门及单位广泛使用，届时必将促进全国地质找矿工作的大发展。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联 系 人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码：100037

联系电话：68999672 68999668

电子邮件：taowang@cags.ac.cn yaopei yi@cags.ac.cn

1:500 万国际亚洲地质图

一、内容概述

1:500 万国际亚洲地质图（IGMA5000）是在世界地质图委员会（CGMW）旗下，由中国地质调查局立项，中国地质科学院地质研究所组织实施，CGMW 副主席任纪舜院士为总联系人的大型国际合作项目。该项由 CGMW 南亚和东亚分会负责，联合北欧亚分会、中东分会、海底图分会以及中国、法国、俄罗斯、哈萨克斯坦、蒙古、朝鲜、韩国、日本、伊拉克、伊朗、巴基斯坦、印度、缅甸、老挝、泰国、越南、柬埔寨、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾等亚欧 20 个国家地质调查和研究单位近 100 名科学家共同编制完成的。

国际亚洲地质图是目前第一幅全面反映亚洲及相邻海域的地质图件。该图图幅范围：西起欧洲比利牛斯山和阿尔卑斯山，含欧洲大部 and 非洲东部；东抵马里亚纳海沟，包括西北太平洋和菲律宾海；北起北冰洋，包括北美洲北端；南到爪哇海沟，包括北印度洋和大洋洲西北部，清楚地展示了亚洲与全球其他大陆和海洋的地质关系。

该图是目前世界上资料最新、最全的国际亚洲地质图。图件编制是按国际统一标准分工负责，先由参与编图的各国学者编制各自国家或地区的地质草图，然后由编辑组统一汇总、编制而成，是首次通过国际合作对亚洲大陆及其相邻大陆和海域进行系统性编图总结。在编图过程中，各国学者一般都使用了各个国家或地区的最新的地质图件和资料，并融入了针对亚洲一些关键时段和地区的地层、岩石和构造等专题研究成果，重新厘定了若干地层、岩石等地质体的时代，统一并解决了亚洲一系列地层划分对比和岩石分类不一致等问题，其内容已比过去的图件大大更新，更为真实地反映了亚洲地质构造特征。

国际亚洲地质图是在统一思想指导下，按统一标准和规范编制而成。地层划分以最新国际地层表（2009）的划分方案为依据，并融入了最新研究成果，其中根据最新特别是中国南方新元古界地层的研究成果，将新元古界进行了四分，即自下而上分为：冷家溪群（1000 ~ 820 Ma）、板溪群（820 ~ 780 Ma）、南华系（780 ~ 635 Ma）和震旦系（Ediacaran）（635 ~ 542 Ma）。显生宙地层划分和数据库建设的最小单位为统。元古界早期划分到系。太古宙划分到界。火成岩分类以国际地科联（IUGS）（1986）火成

岩分类学委员会推荐的火成岩分类方案作为划分依据，在 IGMAS000 上，火山岩被分成：酸性、中性、基性（超基性）和碱性，以及它们的过渡类型，如中-酸性、中-基性和双模式火山岩等；侵入岩被分为：酸性、中性、基性、超基性和碱性 5 类，其中酸性岩，即花岗岩类进一步划分为碱性花岗岩、花岗岩（包括正长花岗岩、二长花岗岩等）、花岗闪长岩、英云闪长岩（包括斜长花岗岩等）和紫苏花岗岩等岩石大类，时代划分到世。在 IGMAS000 上，地层的变质程度在图面上也予以表示，其中按温度划分为：高绿片岩相，高绿片岩相-角闪岩相，角闪岩相，角闪岩相-麻粒岩相和麻粒岩相，并用不同的花纹予以表示；按压力分为，高压（蓝片岩）和超高压（含柯石英榴辉岩）变质岩。断层，在 IGMAS000 图上，按国际通用原统一划分为以下断裂类型：正断层（实测、推测），逆断层（实测、推测），走滑断层（实测、推测），性质不分断层（实测、推测），以及海域洋脊、俯冲带和转换断层等。在海域增加了洋壳、磁异常条带，其中边缘海还增加了新生界沉积等厚线 and 前新生代理藏基底岩石等有关内容。除上述地质内容外，IGMAS000 还表示了代表古洋残片蛇绿岩套中的超基性岩和蛇绿混杂岩，第四纪特殊成因类型（沙漠、黄土等），中生代火山口，冲击构造和具有代表性的钻孔等。

国际亚洲地质图是第一份建有空间数据库的亚洲地质图。该图是在 ArcGIS 平台上建立一套集数据采集、数据编辑、数据应用和数据发布的综合系统，实现了制图编辑，输出成图，以及网络发布数据共享。图面上对不同地质图元实体，分别用点、线、面三种空间要素表示，图面元素之间通过拓扑建立空间关系，通过坐标系统和真实世界建立联系。数据库设计则按上述三种不同类型图元，依其地质属性内容分别建立属性表，通过关系数据库（属性库）反映地质体的特征。各类属性表按其属性内容划分出若干数据项，用于存储各类地质实体的基本地质信息数据，如地质体时代及时代依据、名称、岩石类型及组合特征，以及能反映其形成环境和地质背景的相关数据信息等等，同时考虑到制图与后期应用的需要也设计了一些属性项，如“Symbol”和“Label”用于存储图示信息，并设计了 ArcGIS 环境下的各类符号库。开发了 1:500 万国际亚洲地质图的 ArcGIS 环境下的数据库应用系统，包括数据库的查询和检索，为使用者提供了空间和属性检索功能。

二、应用范围及应用实例

地质图是一切地质工作的基础性图件。特别是小比例尺地质图件，是通过已有资料的综合研究编制而成，它能在更大区域范围内全面反映地质构造概况、矿产资源特点、自然地理现状。它是地质科学及相关学科专业人员进行研究与交流必不可少的工具，更是各国政府及相关部门进行总体规划、资源开发、环境保护、灾害防治、工农业生产合理部署等必不可少的图件资料和依据，并可用于编制亚洲 1:500 万或 1:1000 万

小比例尺各类地质专业及应用系列图件,包括亚洲大地构造图、灾害图、变质岩图、岩浆岩图,1:500 万国际亚洲金属、非金属矿产图、油气资源图及油气资源潜力预测图的底图,具有广泛的应用范围。

该图虽还没有出版,其中国部分已被用于编制 1:500 万中国变质地质图、晚古生代以来岩相古地理图的底图,编制 1:1000 万亚洲成矿图主要参考图件。

三、推广转化方式

该成果为基础性公益型研究成果,主要以出版图、电子版、网络发布等方式提供各相关单位和个人使用。

技术依托单位:中国地质科学院地质研究所

联 系 人:王涛 姚培毅

通讯地址:北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码:100037

联系电话:68999672 68999668

电子邮件:taowang@cags.ac.cn yaopeiyi@cags.ac.cn

造山带区域地质调查理论与方法研究

一、内容概述

青藏高原造山带首批 1:25 万区域地质调查与造山带填图理论与方法试点项目（青海 1:25 万冬给措纳湖幅区调和东昆仑造山带填图方法研究），创造性地建立了造山带混杂岩区非史密斯地层理论和方法，提高了测区地质研究程度，开辟了造山带 1:25 万地质填图的新理论、新方法和新途径。在青海东昆仑造山带完成的“1:25 万冬给措纳湖幅”和“东昆仑造山带填图方法研究”主要成果如下：

（1）通过系统调查和详细解剖，系统地建立了测区沉积岩、火山岩、侵入岩、变质岩和混杂岩填图单位。特别是测区混杂岩的调查结果突出：将测区混杂岩区划分为三大混杂岩带、13 个超岩片和 53 种岩片，并进行了细致的物质组成、时代厘定、构造环境、变形和变质特征调查。

（2）在测区沉积地层中新发现大量化石，进行了系统的生物地层划分对比研究，首次在布青山蛇绿混杂岩带发现早二叠世放射虫硅质岩，并建立了放射虫组合带，在昆中蛇绿混杂岩带中发现震旦—奥陶纪疑源类化石，为这两个带重要岩片的时代确定提供了可靠依据。首次在测区发现大量二叠纪礁灰岩，为阐明本区构造古地理格局及其演化奠定了基础。

（3）对测区不同时代蛇绿岩带进行了系统厘定，自北至南分别为加里东期乌妥蛇绿岩带、前晋宁期清水泉蛇绿岩带、海西期塔妥蛇绿岩带和海西期布青山蛇绿岩带。布青山蛇绿岩形成于大洋构造环境，为强烈亏损的 N 型地幔，清水泉和乌妥蛇绿岩则形成于与岛弧有关的拉张环境，为富集型地幔。多期蛇绿岩带的厘定为正确建立测区构造演化阶段提供了重要依据。

（4）确立了测区内存在前晋宁期变质侵入岩、加里东期侵入岩、海西—印支期侵入岩及燕山期侵入岩四期岩浆侵入活动。特别是对侵入岩取得了一批可信度较高的锆石 U—Pb 年龄数据。对不同造山旋回的侵入岩进行了较系统的岩石学、岩石化学、地球化学研究，阐明了不同造山旋回侵入岩成分特征及演化。

（5）在不同尺度变质变形关系调查研究基础上，对测区变质岩填图取得如下进展：①综合应用锆石 U—Pb、角闪石和白云母 Ar—Ar 定年技术，将加里东末期的区域变质和同期的挤压冲断变形年代限定于 428 ~ 426 Ma 之间；②研究了测区典型超岩片的矿物（特别是石榴石成分环带剖面）世代和微区矿物化学变异，识别出超岩片经历了晋宁和加里

东两期区域变质作用；③重塑了测区蛇绿混杂岩带不同时代变质岩块的区域变质作用 P-T 轨迹。

(6) 对测区构造进行了系统调查研究，特别是系统调查了三叠系前陆盆地褶皱叠加变形，二叠—侏罗系紧闭倒转褶皱和叠瓦状断裂组合，正花状构造，新生代堑垒式正断层组合等陆内造山作用的特点，并对新构造、高原隆升及生态环境效应等进行了调查研究。

(7) 以时间演化和大地构造背景为主线，根据不同演化阶段、不同部位出现的构造古地理单元和物质建造类型，对测区大地构造相进行了精细深入划分，共划分出 7 大相类、21 种相，揭示了东昆仑造山带东段造山带形成、物质组成及演化过程。

(8) 地质图要素齐全，主图对造山带沉积地层、混杂岩、蛇绿岩、侵入岩、火山岩、脉岩、变质岩和构造等方面填图单位划分合理、填绘详实、图面表达真实自然。主图面信息量大，图面结构合理，层次明晰，可读性强；主图框外的镶图不仅有效地反应了专题研究成果，丰富和充实了主图面内容，也增强了图面综合信息量，使地质图内容内涵更为深刻。

在青海东昆仑造山带完成的“东昆仑造山带填图方法研究”，主要创新性成果是：

①据“1:25 万冬给措纳湖幅”的造山带填图试验，首次系统提出了 1:25 万造山带混杂岩区填图方法，即“构造岩片四维裂拼复原原理”和“混杂岩岩片物态、时态、相态、位态和变形、变质历程分析法”。

②首次将大地构造相的理论与方法成功地应用到 1:25 万造山带填图中，完成了我国第一张实测的 1:25 万造山带大地构造相图——“1:25 万冬给措纳湖幅大地构造相图”。这一划分方案为我国中西部多期次造山带 1:25 万区域地质调查大地构造相的划分研究具有重要的指导意义。

③在我国 1:25 万造山带地质图图面表达上，突破了传统的以岩石地层单位“组”和“群”的表达方法，主要对造山带蛇绿构造混杂岩创造性地发展和运用了“非史密斯地层”和“非威尔逊构造旋回”的理论与方法，大量采用了能真实细致刻画混杂岩组成的“基质”和各类“岩片（块）”为非正式填图单位，丰富和充实了主图面内容，不仅增强了图面综合信息量，使地质图内容内涵更为深刻，而且图面结构合理，层次明晰，可读性强。

二、应用范围及应用实例

该项目运用当代新的地学理论、技术和方法，特别是创造性地建立了造山带非史密斯地层理论和方法，对图幅内构造混杂岩进行了调研和填图，取得了引人瞩目的新发现、新认识、新成果，这些成果不仅明显提高了测区的工作程度，而且显著提高了地质研究程度。2001 年 3 月在北京由中国地质调查局组织评审鉴定，被评为优秀级（94 分）。评审委员会的评价为：“为造山带 1:25 万区域地质调查开辟了新的方法和途径，对于造山带非史密斯地层区的 1:25 万区域地质填图具有示范意义”。本项目提出的造山带非史密斯地层

区“构造岩片四维裂拼复原方法”等填图方法已被中国地质调查局主持编制的《青藏高原艰险区 1:25 万区域地质调查技术要求》采纳推广应用。该项目的部分成果获 2004 年湖北省自然科学一等奖 1 项。在 2011 年国土资源部审报通过评审的国家科技进步奖特等奖“青藏高原地质理论创新与找矿重大突破”中，本图幅填图成果是从青藏高原区域地质调查方面审报该特等奖的报奖佐证材料之一。中国地质调查局 2011 年 12 月对我国 1996 年以来 15 年来完成的优秀图幅为基础，优中选优，经过评选，全国 12 个 1:25 万图幅获一等奖，“1:25 万冬给措纳湖幅”位列一等奖第一名。

三、推广转化方式

该项成果在业内产生很好的示范和引领作用，本项目提出的造山带混杂岩区“构造岩片四维裂拼复原方法”和造山带混杂岩剖面野外测制等填图方法被中国地质调查局发布的“青藏高原艰险区（B 类区）1:25 万区域地质调查技术要求”和“1:25 万区域地质调查技术要求”所采纳。并在中国地质调查局 1999 ~ 2005 年实施的青藏高原空白区 1:25 万造山带填图中被广泛引用。我校工作团队依托该项目，先后发表科研论文 110 余篇，其中 SCI 收录 15 篇、EI 收录 51 篇，参加国际学术研讨会 3 次，国内全国型学术研讨会 1 次；共宣读学术论文 10 篇，撰写会议论文摘要 46 篇。本项目还资助完成学士论文 7 篇，硕士论文 6 篇，博士论文 3 篇，其中 1 篇博士论文被评为全国优秀博士论文。充分体现了产、学、研相结合，通过生产实践，既出成果，又出人才的原则。

技术依托单位：中国地质大学（武汉）

联 系 人：张克信 王东

通讯地址：湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号中国地质大学地调院

邮政编码：430074

联系电话：0086-027-67883027（张克信） 18986291730（张克信）

电子邮件：kx_zhang@cug.edu.cn（张克信）

全球二叠系—三叠系界线金钉子剖面分布区 1:5 万地质填图成果

一、内容概述

根据国际地层委员会对全球金钉子剖面的基本要求，高精度大比例尺区域地质图是建立全球金钉子剖面的基础图件。1995 年我国浙江长兴煤山剖面成为全球二叠三叠系金钉子剖面唯一候选地，但煤山地区没有大比例尺地质图，阻碍了这一地质历史重量级金钉子剖面落户中国的进程。为此，中国地调局于 1999 年给中国地质大学（武汉）下达了针对将全球二叠三叠系金钉子剖面落户中国煤山的 1:5 万区域地质填图任务。中国地质大学（武汉）精心组队开展了煤山地区地质填图和专题研究工作，保质保量完成了预定任务，取得如下重要成果：

（1）项目在全面优质完成野外地质路线调查和实测地质剖面的基础上，完成各类岩石和化石切片、微体化石分析、宏体化石采集和鉴定、岩石地球化学分析、第四纪测年、古地磁测试、粒度分析、分子化石分析、碳氧同位素测试等共 3336 件，超额完成了项目计划任务，取得了大量数据和丰富翔实的资料。

（2）对图区 24 个组级岩石地层单元进行了岩石地层、生物地层、生态地层、层序地层、年代地层、事件地层、化学地层等多学科综合研究，查清了各地层单元的发育及时空分布特点。新发现了 90 余属种化石，划分了 28 个化石带。在全球 PTB 金钉子剖面上新增 4 个早三叠世牙石带。重要的地层单位均有 3 条剖面控制，重要地层剖面的测制精度达到厘米级（比例尺 1:10），极大提高了测区地层划分对比精度。

（3）针对煤山剖面开展了 1:1 万高精度大比例尺区域地质填图，首次在煤山剖面殷坑组建立孢粉组合带，为陆相 PTB 层型研究提供了可靠对比依据，在多重地层综合划分对比基础上使二叠系三叠系界线地层真正实现了高精度的区域追索填图，为同类工作提供了范例。

（4）查明了测区地质构造，识别出褶皱构造 15 个，断裂构造 112 条。对其几何学和动力学特征进行了系统的野外调查和室内综合分析。

（5）本项目的研究专题取得了重大进展，系统在煤山剖面建立了国际层型标准序列，在层型剖面地层研究方面精度达到万年级，为向国际地层委员会和国际地科联申报煤山剖面为国际金钉子剖面提供了必不可少的基础资料。

由中国地调局组织的该项目成果评审专家组认为：该项目是科研与地质调查相结合的

范例，立项起点高，工作设计合理，项目实施科学，超额完成了任务，取得了多项具有突破性的成果，为全球二叠—三叠系界线剖面和国际二叠—三叠系界线层型剖面的最后确定做出了贡献，是一项优秀的区域地质调查成果，达国际领先水平。

二、应用范围及应用实例

本项目在全球 PTB 金钉子剖面上新增 4 个早三叠世牙形石带，已被国际广泛采用，成为国际标准牙形石带。首次在煤山剖面殷坑组下部建立孢粉组合带，为陆相 PTB 层型研究提供了可靠对比依据。

该项区调成果为 2002 年国家自然科学二等奖（奖项名称：“全球二叠三叠系界线层型研究”（获奖号 2002-Z-104-2-01-04）的获得提供了重要的区域地质调查成果。由于煤山剖面全球层型及大比例尺高精度地质填图工作，当地政府以煤山金钉子剖面为核心建立了国家级地质遗迹保护区和金钉子博物馆，本项目成果为积极协助国家级地质遗迹保护区的建设，并使其成为我国乃至国际地学研究、知识普及教育园地建立做出了重要贡献。

中国地质调查局 2011 年 12 月对我国 1996 年以来 15 年来完成的优秀图幅为基础，优中选优，经过评选，全国 10 个 1:5 万图幅获一等奖，“1:5 万煤山幅”位列一等奖第一名。

三、推广转化方式

(1) 向国际申报煤山剖面为全球金钉子剖面提供了必不可少的大比例尺地质图。

(2) 新发现了 90 余属种化石，划分了 28 个重要化石带或组合带，其中在煤山金钉子剖面新增重要的国际牙形石带 4 个，全面建立并完善了煤山剖面国际层型标准牙形石序列。

(3) 首次在金钉子剖面殷坑组下部建立孢粉 *Lundbladispora-Taeniaesporites* 组合，并建立了与牙形石 *I. isarceca* 带的对比关系，为陆相 PTB 层型研究提供了可靠的对比依据。

(4) 使金钉子剖面二叠—三叠系界线层所处地层研究真正实现了高精度的区域追索填图，重要地层剖面的测制精度达到厘米级，极大提高了地层划分对比精度。全面建立了测区志留纪—三叠纪的沉积相序和层序地层序列。将新兴的分子地层学手段应用于第四纪红土地层研究和环境分析，为古气候变化提供了新依据。为同类研究与大比例地质填图工作提供了范例。

技术依托单位：中国地质大学（武汉）

联系人：张克信 王东

通讯地址：湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号中国地质大学地调院

邮政编码：430074

联系电话：0086-027-67883027 18986291730

电子邮件：kx_zhang@cug.edu.cn

中国中-新元古代年代地层新标定

一、内容概述

通过对中国华北、扬子和塔里木板块新元古代典型剖面火山凝灰岩夹层进行锆石 SHRIMP 测年研究，建立以 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年为基础的中-新元古代年代地层框架；同时结合其他地层学研究方法，建立了中国中-新元古代地层划分的区域和全球性对比标志，进一步完善中国中-新元古代年代地层系统；通过中国中-新元古界代表性地层剖面，揭示影响新元古代地球系统演化的重大地质事件。

自 SHRIMP II 引进中国以来，因首次获得燕山地区下马岭组斑脱岩中锆石精确的 SHRIMP U-Pb 测年数据 (1368 ± 12 Ma) 和华南地区前寒武纪变质基底的精确定年。中国中-新元古代地层柱的年代地层标定发生重大改变，特别是改变了现行的中国使用了 80 年的中国元古代地层年表；同时引起一次晚前寒武纪年代地层格架的变革，是前寒武纪地层学研究的颠覆性进展。

最为突出以下 2 个方面：1) 我国中-新元古代地层的标准剖面（晚前寒武纪地层对比标尺），因精确的 SHRIMP U-Pb 测年数据，改变了中国地层表“中-新元古代”年代地层标定，也引起了中国地质学家重新思考前寒武纪的构造格局；2) 江南古陆变质基底地层火山凝灰岩（斑脱岩）锆石 SHRIMP U-Pb 年龄冲击了整个江南造山带地层对比。首次在一个剖面上获得斑脱岩精确的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄，将“武陵运动”或“四堡运动”限定在 20 Ma 中的构造事件。通过整个江南造山带（浙、皖、赣、湘、黔、桂等省）的地层凝灰岩（斑脱岩）中锆石 U-Pb 研究，依据 SHRIMP 锆石 U-Pb 大量的数据（860 ~ 780 Ma），确定了江南古陆变质基底地层均为新元古代地层，而非元古代地层；该成果将对于整个江南造山带找矿地层的地质划分和地层对比起到重要的作用，而从全球构造分析，也证明“江南造山带”与全球格林威尔造山带体系无关。

二、应用范围及应用实例

成果应用的范围：涉及中国地层（年代）表的重新标定、基础地质图件的变更和前寒武纪层控矿床限定；

已推广应用情况：在全国地层委员会直接指导下新年表的标志和新一轮地质志修编中广泛应用；

效果：影响到全国范围内的地层标定和前寒武纪地层划分和对比；

应用前景：直接影响层控矿床地层的时代和构造解译；

市场预期：对基础地质的影响深远（包括中国地层年表、全部的基础地质图件、地质教科书等）。

三、推广转化方式

宣传报道：华北地台下马岭组的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄成果曾获得 2007 年度中国地质科学院十大进展之一；

会议交流：六次野外现场会（全国地层委员会组织三次）和（中国地质调查组织全国地质志修编项目成员三次）。

人员培训和技术咨询：通过现场会进行野外识别和成果确认。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联系人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京市西城区百万庄 26 号

邮政编码：100037

联系电话：68999672/68999668

电子邮件：taowang@cags.ac.cn yaopei yi@cags.ac.cn

离子探针远程共享控制系统

一、内容概述

受科技部国家科技基础条件平台建设项目的资助，北京离子探针中心和中国计量科学研究院、吉林大学合作完成的“离子探针远程共享控制系统（SHRIMP Remote Operation System, SROS）”，实现了基于 Internet 公共网络环境下，实时远程控制 SHRIMP II 对待测锆石样进行年龄测定的功能，达到了亲临北京离子探针中心进行实验的效果，能够满足多个科学家异地实时进行协同实验、研究的需要，促进了离子探针的开放、共享。

二、应用范围及应用实例

2006 年以来，北京离子探针中心对 SHRIMP II 远程共享技术进行了成熟的应用，先后在湖北宜昌、巴西圣保罗大学、加拿大安大略省地质调查局、南京大学、意大利米兰 Bicocca 大学、台北中研院、郑州市科技情报所和香港大学建立了 SROS 远程工作站；在澳大利亚 Curtin 理工大学和澳大利亚 ASI 公司（用于远程共享“中心”于 05 年购买但尚滞留在厂家的第二台 SHRIMP II 仪器）建立了 SRO II S 远程服务器系统，并签订了远程共享合作协议。位于世界各地的 SHRIMP 远程工作站及服务器系统目前已进入常规运转阶段，截至 2011 年 12 月 31 日，SROS 系统先后完成实际远程锆石样品测试工作 11810.50 小时，协助世界各地的科学家成功开展了锆石样品远程定年工作，获得了国内外用户一致好评，取得了显著的社会效益和经济效益。

SROS 远程服务器系统在澳大利亚科廷（Curtin）大学和堪培拉 ASI 公司的 SHRIMP II 仪器上的推广应用，开创了远程共享国外大型科学仪器资源的先河，为我国学界提供了更多的 SHRIMP 机时。中国学者可以从北京离子探针中心的网络虚拟实验室操作位于澳大利亚的两台 SHRIMP 仪器分析自己的样品并实时获得实验数据。自 2007 年 9 月以来，已共享科廷大学 SHRIMP 机时 9122.50 小时；共享堪培拉 ASI 公司 SHRIMP 机时 1475 小时，有效缓解了国内 SHRIMP 机时严重不足的局面。国际同行赞誉说：“SHRIMP 远程共享控制系统是中国人开创的一项先进技术”，“让二次离子探针资源共享的理念已得到愈来愈

多人的认同”。

案例一：世界第一个 SHRIMP II 远程控制工作站在宜昌建立，取得如亲临北京离子探针中心实验室一样的实验效果

2005 年 8 月，世界上第一个离子探针质谱计远程控制工作站在宜昌建立。同年 8 月 31 日，宜昌地质矿产研究所的工作人员通过远程控制系统，实时操作位于北京的 SHRIMP II 仪器，设定分析参数、选择样品分析位置、输入样品名称、进行全套数据测试。宜昌操作者和北京本地实验辅助人员实时进行声像同步交流，而当一个样品点分析完成时，分析结果同时在两地打印输出。首次实验成功后，宜昌地矿所的研究人员已多次应用该系统在宜昌远程控制中心操控离子探针质谱计，进行分析工作，取得了大量宝贵的科学数据。

案例二：与巴西同测锆石年龄，实现了 SHRIMP II 的国际远程共享和控制

我国引进离子探针质谱计不久，巴西著名构造地质学家科尔·丹尼就来北京在这台仪器上取得了 15 个锆石的年龄结果，这些结果在他主持的《南美地壳演化》重大项目中起到了关键作用，促使巴西圣保罗大学同位素地质实验室成为在国外的第一个远程控制工作站，并于 2005 年 9 月 19 日首次远程测试一组巴西锆石样品。境外首次实验获得成功，充分证明了这项研究成果的可靠性和实用性，显示了广阔的应用前景，标志着我国离子探针质谱计远程控制技术实现了国际互联网中的远程共享和控制。

微束平台计划下一步对位于巴西圣保罗大学新购的 SHIRMP II 进行远程操作适应性改造，将其纳入微束仪器共享平台之中，为我国地质学家提供更多宝贵机时。

案例三：在北京遥控澳大利亚科廷理工大学的 SHRIMP II，开创我国成功共享国外大型科学仪器资源的先例

2007 年 9 月 8 日，由微束仪器共享平台建立的澳大利亚 Curtin 理工大学 SROS 服务器系统正式开通面向中国地质学家的远程实验，在位于北京离子探针中心的网络虚拟实验室便可直接控制 Curtin 理工大学的离子探针质谱计进行锆石定年，首次实现了我国科学家对国外大型科学仪器的远程控制和共享，开创了通过 SROS 系统远程共享国外科学仪器资源的先例。此举不仅缓解北京离子探针中心 SHRIMP 的实验机时压力，让我国一些科学家样品测试日期提前，而且两国科学家共同参与远程实验，提高了实验研究的水平。

案例四：成立南京大学远程示范教学中心，揭开 SROS 系统用于远程教学新篇章

2008 年 5 月，基于 SROS 技术应用的北京离子探针中心南京大学远程示范教学中心在南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室落成，使南京大学成为国内高校中目前惟一一家可以远程测定锆石年龄的单位。大型仪器远程控制技术在教学领域中的推广应用，解决了大型仪器资源数量少、空间分布有限等问题，使其所代表的先进技术手段能够在更广泛的社会范围内得到普及，对于拓展和提高年轻科

研工作者和学生的视野和研究水平有着重大的意义，使远程教育体系中远程实验这一重要环节得以实现。

三、推广转化方式

推广合作对象：国际、国内各科研院所及高校。

推广合作内容：技术服务及研究合作。北京离子探针中心提供 SROS 软件使用权，负责安装、调试、技术支持及人员培训；合作方需提供入网 SHRIMP 仪器（建立服务器系统）或工作站专用场所及电脑等硬件设施（建立远程工作站）。通过大型仪器远程共享建立稳定的合作关系，在双方共同感兴趣的课题上开展合作研究。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所北京离子探针中心

联 系 人：王晨、王涛

通讯地址：北京市西城区百万庄大街 26 号

邮政编码：100037

联系电话：68992230，68999672

电子邮件：wch@bjsims.cn，taowang@cags.ac.cn

非传统稳定同位素示踪技术的研发及应用

一、内容概述

同位素示踪技术是矿床学研究的重要手段，近代许多成矿理论的革命和找矿突破均得益于同位素示踪技术的应用。近年来，随着同位素分析测试技术的突破性进展，Fe、Cu、Zn、Mg、Mo 等矿化元素同位素的高精度测试成为现实，从而使得运用同位素手段对成矿物质来源进行直接示踪成为可能。这必将为矿床学研究注入新的活力，并有可能带来革命性变化。

近年来，在国家自然科学基金委员会、科技部、部科技司和中国地质调查局的支持下，以朱祥坤研究员及其团队率先在我国开辟了这一研究领域，从这些新兴同位素体系测试方法的建立、同位素示踪体系参照系的构筑、同位素分馏理论研究、以及典型矿床中同位素分布演化规律总结等方面进行了系列研究，为今后的找矿勘查工作提供了新的技术支撑。

(1) 同位素测试方法的建立：在国内首次建立了铁、铜、锌、镁、钼、钛、硒等非传统稳定同位素高精度测试方法。所建方法包括样品的化学纯化和同位素质谱测定两部分。由于地质样品往往具有复杂的化学成分，在进行同位素高精度分析之前，需要对样品进行纯化。经过反复实验，分别建立了适用于无机和有机样品的消解与纯化方法。在此基础上，通过对基体效应、浓度效应、酸度效应、干扰信号等多方面的系统研究与评估，建立了铁、铜、锌、镁、钼、钛、硒同位素的多接收器等离子体质谱测定方法，所建方法的精度达到国际同类实验室的领先或先进水平。这些新方法的建立，将为我国的地质调查工作和找矿评价突破提供更有力的技术支撑。

(2) 非传统稳定同位素示踪体系参照系构筑：对不同地质体同位素组成进行了调查和资料总结，初步描绘了铁、铜、锌、钼等同位素的地质分布特点，为这些新同位素体系的地质示踪提供了参照系。

(3) 非传统稳定同位素分馏理论研究：①开展了非传统稳定同位素体系在氧化-还原、结晶-沉淀、吸附-淋滤、生物作用等过程中同位素质量分馏的实验研究；②研究了铁、铜、锌等同位素在不同矿物对间的质量分馏，对同位素分馏系数提出了制约；③对变质作用过程中铁同位素的地球化学行为进行了研究，发现在绿片岩相-低角闪岩相区域变质作用条件下，单矿物间可以发生同位素交换，但全岩样品基本保持原岩的铁同位素特征。这方面的研究成果不仅丰富和发展了同位素地球化学理论，同时为这些新同位素体系在地学中的应用奠定了必要的理论基础。

(4) 非传统稳定同位素体系在成矿作用研究中的应用：研究主要对不同类型矿床中铁、铜、锌等同位素的基本分布特征进行了调查。并在此基础上，对一些关键的成矿作用过程中铁、铜、锌同位素的演化规律进行了研究：①对华北地区（鞍本、冀东、五台、吕梁等）条带状铁矿开展了铁同位素组成分布特征和演化规律的研究，为成矿环境和成矿物质来源提出了制约；②对华南新元古代新余式铁矿和福禄组铁建造开展了铁同位素组

成的研究，并与太古宙条带状铁建造进行了对比，对其沉积环境进行了制约；③通过对铜陵、大冶等地区矽卡岩矿床的研究，总结了流体出溶和矿化过程中铁、铜同位素的演化规律，初步构筑了铁、铜同位素示踪该类矿床成矿作用的理论模型；④通过对攀枝花钒钛磁铁矿的研究，总结了岩浆作用过程中铁同位素的演化规律，并对攀枝花矿床的成矿机理提出了制约；⑤对白云鄂博进行了比较系统的铁、镁同位素研究，深化了对复杂矿床成因的认识；⑥对川黔滇地区会泽、板板桥、天桥等铅锌矿进行了比较系统的锌同位素研究，总结了锌同位素的变化规律，阐述了锌同位素变化的控制因素，探讨了锌同位素组成变化的地质意义。

(5) 基本原理：运用所建立的新方法，在系统掌握这些新的同位素体系在自然界不同物质中的分布特征基础上，结合同位素分馏基本理论和非传统同位素在成矿作用过程中的分布特征和变化规律，从矿化元素本身对成矿物质来源和成矿作用过程进行示踪。

(6) 技术特点：利用新兴的同位素体系对成矿作用等重大地质问题进行直接的示踪是本技术的特点所在。

(7) 技术指标：所建方法的精度均已达到国际同类实验室的领先或先进水平。

二、应用范围及应用实例

非传统同位素示踪技术在地学中有着广泛的应用，在地幔过程、岩浆演化、成矿作用、环境变化、太阳系早期演化等研究领域，均显示了很好的应用前景。下面介绍课题组在成矿作用研究方面的几个应用实例：

1. 前寒武纪条带状铁建造的沉积环境研究

华北地区（鞍山、冀东、五台、吕梁等）条带状铁矿呈现明显的铁的重同位素富集，表明当时海水中的 Fe 只有少部分沉淀，暗示条带状铁建造的沉积环境相对还原，即当时大气圈的氧逸度比较低；华南新元古代新余式铁矿和福禄组铁建造具有与太古宙条带状铁建造相似的铁同位素特征，指示其沉积环境的氧化还原状态与太古宙相近，说明新元古代铁建造沉淀时的水体没有和大气充分交换，即水体仍处于被冰川部分覆盖的状态。

2. 宣龙式铁矿的形成机理

宣龙式铁矿是以赤铁矿为主的矿床，对其成因一直以来都存在争议，主要有蓝藻成因和铁细菌成因两种观点。如果是蓝藻细菌，很小面积就可以将铁完全氧化，铁同位素不会发生分馏；而如果是铁细菌作用，只会发生部分的氧化，导致铁同位素发生分馏。宣龙式铁矿呈现出铁的重同位素富集的特征，说明其为部分氧化作用的结果，是铁细菌作用的产物，不支持蓝藻成因。

3. 白云鄂博矿床成因

白云鄂博 Fe-REE-Nb 矿床是世界著名的巨型多金属矿床。对其矿床形成机制的认识存在很大分歧，争论的焦点在于铁的物质来源和赋矿层 H₂。白云质大理岩成因（水成或火成）。白云鄂博地区含铁沉积建造与世界其他地区含铁沉积建造的 Fe 同位素组成类似（ $\delta^{56}\text{Fe} > 0$ ），与白云鄂博铁矿的 Fe 同位素组成差别较大，白云鄂博铁矿床的 $\delta^{56}\text{Fe}$ 集中在 0 附近，与白云鄂博地区灰绿岩、世界不同地区火成岩和岩浆型铁矿（攀枝花铁矿）的 Fe 同位素组成特征一致，表明白云鄂博铁矿可能不是沉积成因的，更有可能与岩浆作

用有关； H_8 白云岩相对于腮林忽洞微晶丘富集铁和镁的重同位素，不支持微晶丘成因。 H_8 白云岩的 $\delta^{26}\text{Mg} - \text{DSM3}$ 部分落在地幔岩范围，部分落在地幔岩和沉积白云岩之间，不支持正常白云岩沉积成因，更倾向于火成碳酸浆成因观点。

4. 新桥矿床成因

新桥矿床的成因一直以来就存在较大的争议（同生沉积、岩浆热液、叠加改造型），争议的原因在于以胶状黄铁矿为主的层状矿体显示出某些同生沉积的特点。新桥矿床矽卡岩和最早生成的金属矿物均相对岩体富集铁的轻同位素，而围岩相对岩体富集铁的重同位素，指示了流体富集铁的轻同位素的特征不是由于围岩组分的加入所导致的，含矿流体主要来自岩浆；新桥矿床包括胶状黄铁矿在内的含铁矿物的铁同位素组成呈现出系统的时空演化规律，并且其变化规律符合同位素分馏的基本理论，表明其为同一热液体系的产物，新桥矿床为岩浆热液型矿床。

5. 弓长岭富铁矿成因

对于弓长岭富铁矿的成因主要有贫矿经热液改造、原始沉积以及菱铁矿变质分解三种观点。课题组从铁同位素的角度对该富铁矿的形成过程进行了示踪示范研究。弓长岭富铁矿呈现明显的重同位素富集，暗示了菱铁矿（富集铁的轻同位素）分解作用不是富铁矿形成的主要原因；富矿样品的 Fe 同位素组成与全铁含量呈负相关关系，并且相对贫矿，铁同位素组成的变化范围较小，表明在原岩沉积的过程中铁质发生了富集，受后期变质热液活动的影响发生进一步富集。

三、推广转化方式

研究成果将主要以公开发表论文和报告的形式进行推广。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联系人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京百万庄大街 26 号

邮政编码：100037

联系电话：68999672 68999668

电子邮件：taowang@cags.ac.cn yaopeiyi@cags.ac.cn

深部地球物理探测数据 共享与对比研究

一、内容概述

自 1980 年以来,为研究中国岩石圈结构、构造、动力学和形成演化,原地质矿产部和国土资源部所属单位地球物理工作者,先后执行深部地质计划、前沿科技计划以及其它专项计划,西起青藏高原,东迄东海,南起南海,北至新疆和黑龙江,开展了深部地球物理探测,获得了大量探测资料。

所建立的数据库首次摸清了国土资源部深部地球物理探测状况和深部地球物理探测数据的保存状态,改变了长期以来我部深部探测与数据保存状况不清的状态。该库中还建成了 11 条中国地学断面数字图形数据库(断面长 21315km),经查询国内外未见先例,具有创新性。在我国率先建立了方法齐全的深部地球物理探测数据库管理系统。实现了图形化操作;用户可快速查询统计信息,为管理部门和科研机构提供了技术支撑。同时参考多种数据格式、标准,制定了七个深部地球物理探测方法的数据入库技术规定和数据标准格式;并经部国际合作与科技司以国土资国科函[1999]047 号文件颁发、试行。为协调、抢救与收集数据打下基础。

按照其资助来源与资料收录等情况,分别归纳、列入以下表中:已收集录入数据库的国土资源部为主资助的深部地球物理探测概况,总计:60 个探测工程,111 条测线,剖面总长度 52348 km,总字节数据量 119609 MB。这些工程的信息及其资料,均已按有关数据入库技术规定,收集、整理和录入我们建立的深部地球物理探测七个专业方法数据子库。其中,大部分工程的资料,已提交部科技成果管理办公室收存;其余工程资料,暂存中国地质科学院地质研究所。

其它数据信息包括:国土资源部为主资助、资料损失的深部地球物理探测概况,总计:3 个工程、3 条测线,剖面总长度 3501 km。这些工程的资料已经不能抢救入库。其它部门为主资助、与我部有关的单位承担或参加的深部地球物理探测概况,总计 14 个工程、43 条测线,剖面总长度 5845 km。这些工程非原地矿部或国土资源部为主资助,原则上不承担向我部数据库提交资料的义务。经部合作科技司协调,这些工程资料有可能汇集入库。另有我部为主资助执行的深部地球物理探测概况信息,这些工程属于 2000 年以后"十五"计划实施的,总计 5 个工程。

表 1 已收集录入库的国土资源部为主资助的深部地球物理探测情况表

深地震反射探测									
序号	项目、课题 (或工程)	承担单位 与负责人	保存与 提交单位	剖面长 度 (km)	物理 点数	测线 数目	数据量 (MB)	施测 年份	资料概况
1	中美合作 INDE-PTH-I (西藏帕里-萨马达)	中国地质科学院。赵文津	地科院 INDE-PTH 项目组	105	512	2	4000	1992	已提交部成果办公室。以 SEGY 格式录入光盘, 可读取
2	中美合作 INDE-PTH-II (西藏康马-当雄)	同上	同上	250	950	9	11000	1994	同上
3	中美合作 INDE-PTH-III (德庆-龙尾错)	同上	同上	50	/	3	2000	1998	已提交部成果办公室
4	格尔木-额济纳旗地学断面 (北祁连-花海盆地)	中国地质科学院岩石圈中心。高锐	地科院地质所	94	525	1	1196	1993	已提交部成果办公室。重新处理并以 SEGY 格式录入光盘, 可读取。
5	满洲里-绥芬河地学断面 (萨尔图-哈尔滨)	原长春地质学院。杨宝俊	中石油大庆物探公司	129	/	5	195	1993	已提交部成果办公室。为处理成果光盘。原始记录磁带保存在大庆物探公司
6	新疆地学断面南段: 其满喀肉克-策勒	中国地质科学院地质研究所。高锐	地科院地质所	112	243	2	4182	1998	已提交部成果办公室。以 SEGY 格式录入光盘, 可读取
7	灵璧-奉贤地学断面: HQ-13 线	原地矿部华东石油地质局。陈沪生等	中石化第六物探大队	463	/	1	32821	1983	以 SEGY 格式录入光盘, 可读取
8	东秦岭陆壳反射剖面 (河南叶县-邓州, 邓州-湖北南漳)	原地矿部中勘院。袁学诚	地科院物探所	291	/	2	11000	1990	项目负责人表示: 数据已交地调局发展研究中心。
合计			1494	2230	25	66394			

深地震测深

续表

序号	项目、课题 (或工程)	承担单位 与负责人	保存与 提交单位	剖面长 度 (km)	物理 点数	测线 数目	数据量 (MB)	施测 年份	资料概况
1	格尔木 - 额济纳旗地学断面: 格尔木 - 额济纳旗	原中国地质科学院 562 大队 崔作舟	国土资源部实 物地质资料中 心	1470	367	5	51	1992	已提交部成果办公室。 录入光盘, 可读取
2	阿勒泰 - 台湾地学断面: 黑水 - 邵阳, 南部 - 富顺, 绵阳 - 重庆	同上	同上	1970	1536	3	109.4	1986	同上
3	满 - 绥地学断面 (西段): 满洲里 - 林甸	原长春地质学院 杨宝俊	辽宁省地震局	650	522	1	49.4	1992	同上
4	满 - 绥地学断面 (东段): 黑龙江林甸 - 绥芬河	原地矿部第二综合物探大队 徐新忠	西安第二综合物探大队	650	326	1	62.4	1992	同上
5	阿 - 台地学断面: 邵阳 - 泉州	原地矿部第二综合物探大队 张宝善	同上	1060	381	3	134.9	1986	同上
6	阿 - 台地学断面: 花石峡 - 简阳, 金川 - 唐克	原地矿部第二综合物探大队 徐新忠	同上	1200	260	3	114.6	1987	同上
7	同上: 敦煌 - 都兰	同上	同上	780	680	1	60	1989	同上
8	同上: 可可托海 - 阿克塞	同上	同上	1170	569	2	97.3	1988	同上
9	秦岭 (河南伊川 - 湖北十堰)	原地矿部第二综合物探大队 张宝善	同上	300	71	1	21.7	1985	同上
10	大别山 (江西安义 - 安徽庄墓)	原安徽省地矿局董树文	国土资源部实 物资料中心	420	410	2	32.4	1994	同上
11	中法合作 (西藏佩估错 - 普莫雍错)	原中国地质科学院 562 大队 崔作舟	同上	480	136	1	15	1981	同上
12	中法合作 (西藏色林措 - 雅安多)	同上	同上	490	122	1	15	1982	
13	青海沱沱河 - 格尔木	同上	同上	340	130	1	14.6	1983	
14	川滇南北构造带北段: 丽江 - 新市镇, 拉鲊 - 泸定长河坝, 盐源 - 新市镇	同上	同上	1100	925	3	57	1984	已提交部成果办公室。 录入光盘, 可读取

续表

序号	项目、课题 (或工程)	承担单位 与负责人	保存与 提交单位	剖面长 度 (km)	物理 点数	测线 数目	数据量 (MB)	施测 年份	资料概况
15	西藏嘎拉 - 安多 非纵剖面	原中国地质科学 学院 562 大队 崔作舟	同上	500	97	1	4	1982	记录剖面
16	灵璧 - 奉贤地学 断面: HQ-13 线	原地矿部华东 石油地质局 陈沪生	中石化第六物 探大队	570	570	1	197	1984	3 炮记录剖面
17	中美 INDEPTH - Ⅲ: 德庆 - 龙尾 错	地科院。赵文 津 等	地科院 INDE- PTH 项目组	400	/	1	/	1998	原始资料已 提交部成果 办
18	中法合作阿 - 祁 项目: 共和 - 玉 树地震调查与深 部构造研究	地科院地质所 姜枚	地科院地质所	3000	600	10	/	1998	原始资料保 存于地科院 地质所
19	新疆地学断面: 泉水沟 - 奎屯	地科院地质所 高锐	地科院地质所	1970	360	4	33.6	1997	其中主测线 1200km. 原 始资料光盘 已经提交部 成果办公室。
合 计				18520	8062	45	1069.3		

宽频带地震台阵观测

1	中法合作项目西 藏定日 - 唐古拉 山口剖面	原地科院矿床 所 姜枚	地科院地质所	765	22	1	3600	1992	用 360MB/5" 磁 光盘保存, 无硬件设备, 无法读取。1 -2 工程备有 640 MB 挑选 数据, 可读 取。数据格 式: CEIS, M88, H58。 已提交部成 果办公室。
2	中法合作项目唐 古拉山口 - 青海 锡铁山剖面	同上	同上	615	57	1	9800	1993	用 180MB/3" 磁 光盘保存, 无法读取。 备存数据可 读取。数据 格式: CEIS, H310。已提 交部成果办 公室。
3	中法合作阿 - 祁 项目: 新疆若羌 - 青海茫崖天然 地震探测及深部 构造研究	地科院地质所 姜枚	同上	800	54	3	28000	1995-96	2GB/4 mm 磁 带。备存数 据可读取。 数据格式: CEIS, H310。 已提交部成 果办公室。

续表

序号	项目、课题 (或工程)	承担单位 与负责人	保存与 提交单位	剖面长 度 (km)	物理 点数	测线 数目	数据量 (MB)	施测 年份	资料概况
4	中法合作阿 - 祁 项目: 共和 - 玉 树地震调查与深 部构造研究	同上	同上	1200	66	2	/	1998	原始资料保 存于地科院 地质所
5	中美合作项目 IN- DEPTH - I、II: 亚东 - 谷露	地科院赵文津 等	地科院 INDE- PTH 项目组	345	56	2	2600	1994	已提交部成 果办 公 室。 650 MB/CD - R 光 盘。 数 据 格 式: SEGY
6	中 美 合 作 INDE- PTH - III	同上	同上	800	/	2	/	1998 - 2000	原始资料已 提交部成果 办
7	新疆地学断面西 昆仑 - 塔里木盆 地	地科院地质所 高锐	地科院地质所	150	19	1	7000	1997 - 99	已提交部成 果办 公 室。 650 MB/CD - R 光 盘。 数 据 格 式: SAC
合 计				4675	274	12	51000		

大地电磁测深

1	秦巴项目 QB - 1: 洛阳 - 十堰	原地矿部第一 综合物探大队 蒋洪堪, 战双 庆	一物	300	12	1	32	1985 - 87	已提交部成 果办 公 室。 已录入光盘, 可读取。
2	安徽六安 - 江西 瑞昌	同 上; 董 大 奎, 赵金水	一物	300	15	1	42	1990 - 91	同上
3	阿 - 台断面: 大 足 - 泉州	同 上; 蒋 洪 堪, 战双庆	一物	1500	62	1	174	1986 - 88	同上
4	青海甘德 - 甘肃 民乐	同上; 赵金水	一物	630	38	1	109	1993	同上
5	湖北麻城 - 江西 九宫山	同 上; 蒋 洪 堪, 战双庆	一物	200	10	1	28	1986 - 87	同上
6	格尔木 - 额济纳 旗断面	原长春地质学 院 朱 仁 学, 胡祥云	吉林大学	800	28	1	103	1993 - 94	同上
7	满洲里 - 绥芬河 断面	同 上; 朱 仁 学, 程庆云	同上	1300	30	1	56	1991 - 92	同上

续表

序号	项目、课题 (或工程)	承担单位 与负责人	保存与 提交单位	剖面长 度 (km)	物理 点数	测线 数目	数据量 (MB)	施测 年份	资料概况
8	INDEPTH - MT: 100 线 (雪古拉 - 亚 东), 200 线 (达孜 - 巴木错), 300 线 (雪古拉 - 当雄)	中国地质大学 (北 京)。陈 乐寿, 魏文博	地大 (北京)	705	50	3	146	1995	同上
9	500 线 (德庆 - 龙 尾 错), 600 线 (那曲 - 格尔木)	同上; 魏文博	地大 (北京)	1000	105	2	450	1998 - 99	已录入光盘, 可读取。
10	灵璧 - 奉贤 (HQ - 13)	原地矿部华东 石 油 地 质 局 陈沪生	六物	507	45	1	/	1984	已录入光盘。 因不知格式, HQ - 13 线的 45 个测点资 料不能读取。 部分 21 个测 点资料取自 打印材料
合 计				7242	395	13	1140		

深部重力测量

1	亚东 - 格尔木地 学断面重力路线 补点及岩石圈重 力构造	原长春地院孟 令顺, 地科院 岩石圈中心 高锐	同左	1619	150	4945	74	1987	已提交部成 果办 公 室。 录 入 光 盘, 可读取。
2	阿勒泰 - 泉州重 磁场研究	原地矿部航遥 中心。王懋基	同左	4280	864	4700	1791	1988	同上
3	满洲里 - 绥芬河 地学断面重力测 量及地壳构造研 究	原长春地院刘 万崧, 石宝林	吉林大学	1330	291	5580	420	1991	同上
4	格尔木 - 额济纳 旗地学断面岩石 圈结构与重力研 究	原长春地院孟 令顺, 地科院 岩石圈中心 管烨	同左	880	199	2332	70	1992	同上
5	阿尔干 - 茫崖重 力测量与深部构 造的研究	原长春地院孟 令顺, 地科院 岩石圈中心 高锐	同上	460	79	/	27	1992	同上
6	新疆叶城 - 西藏 狮泉河重力剖面 与地壳结构	原长春地院孟 令顺, 姜喜荣	吉林大学	1070	107	/	27	1988	同上

续表

序号	项目、课题 (或工程)	承担单位 与负责人	保存与 提交单位	剖面长 度 (km)	物理 点数	测线 数目	数据量 (MB)	施测 年份	资料概况
7	中法喜马拉雅科学考察 - 重力测量 (羊八井 - 聂拉木)	原长春地院孟令顺, 申江胜	同上	950	70	/	23	1982	同上
8	INDEPTH - II 高精度重力测量及深部地壳构造研究	原长春地院孟令顺, 地科院岩石圈中心高锐	同左	337	951	/	242	1994	同上
9	亚东 - 格尔木断面东拉 - 尼木重力测量	同上	同上	125	25	/	16	1987	录入光盘, 可读取。
10	灵璧 - 奉贤 (HQ - 13) 地学断面	原地矿部华东石油局 陈沪生	六物	465	187	3120	42	1986 - 89	录入光盘, 可读取。
合 计				11516	2923	20677	2732		

深部磁力测量

1	亚东 - 格尔木地学断面地体划分与断面构造的磁场解释	中国地质大学 (北京) 余钦范	同左	1619	267	1700	65	1987	已提交部成果办公室。录入光盘, 可读取。
2	格尔木 - 额济纳旗地学断面走廊城岩石圈结构的磁场解释	同上	同左	900	161	2332	62	1992	同上
3	青藏高原北缘构造研究 (阿尔干 - 茫崖)	同上	同左	450	79	/	27	1992	同上
4	阿勒泰 - 泉州地学断面重磁场研究	原地矿部航遥中心。王懋基	同左	4227	855	4650	1567	1988	同上
5	满洲里 - 绥芬河地学断面磁异常特征及深部构造解释	原长春地院李春华, 焦新华	同左	1225	434	5580	253	1991	同上
6	中国东部灵璧 - 奉贤 (HQ - 13) 地学断面	原地矿部华东石油地质局 陈沪生	六物	480	188	3120	130	1986 - 89	录入光盘, 可读取。
合 计				8901	1984	17382	2104		

大地热流测量: 迄今共收集热流数据 1246 个 (共分布于 1161 个钻孔); 其中, 新收集 338 个; 数据量总计 700 KB; 收集范围遍及全国。

注: 合计: 60 个探测工程, 111 条测线, 剖面总长度 52348 km, 总字节数据量 119609 MB.

二、应用范围及应用实例

该数据库面向科技人员，便于普及。对于深化我国深部地质工作具有重要意义。该数据库作为我国深部地球物理探测资料的集成，已经应用于后续开展的国土部科技专项"三维岩石圈结构研究"，以及近期开展的国家专项"深部探测技术与试验研究"等重大科研项目的研究中。作为地学研究的基础资料已经为多所大学、研究机构的学生及科研人员提供数据支持。

三、推广转化方式

该成果可在地质构造、矿集区成矿背景和深部地质调查研究领域中推广应用。其部分成果列表已在中国地质科学院数据网（data.cags.ac.cn）上进行数据发布与共享。

技术依托单位：中国地质科学院地质研究所

联系人：王涛 姚培毅

通讯地址：北京百万庄大街 26 号中国地质科学院地质研究所

邮政编码：100037

联系电话：68992877，68999672

电子邮件：guanye@cags.ac.cn，taowang@cags.ac.cn

1:25 万区域地质调查技术要求研制

一、内容概述

由中国地质调查局委托，在中国地质调查局总工办和基础部的主持下，由中国地质大学（武汉）地调院张克信具体负责为 1999 年启动的国土资源大调查中的 1:25 万区域地质调查研制了两个技术要求和一部区域地质调查野外工作手册：《DD2003 - 01 青藏高原艰险区（B 类区）1:250000 区域地质调查技术要求》、《DZ/T 0246 - 2006 1:250000 区域地质调查技术要求》和《青藏高原区域地质调查野外工作手册，中国地质大学出版社，2001》。

主要成果是：

（1）规定了 1:250000 区域地质调查的性质、目的任务、调查内容、技术方法、工作程度与精度要求、资料综合整理、图件编制、地质调查报告与图幅说明书编写、质量管理、评审验收和最终成果提交办法。

（2）对 1:250000 区域地质调查工作程序及相关要求作了规定，其工作程序一般遵循立项论证、资料收集及野外踏勘、设计编审、组队、野外调查、资料整理、图件编制、编写报告、质量管理、成果验收、资料归档等程序。并强调指出这些程序之间不是彼此独立进行的，而是互为关联的一个整体，如质量管理，各阶段图件编制，新理论、新技术、新方法应用要贯穿于整个项目过程中。

（3）对 1:250000 比例尺地质填图的工作底图和地质图的地理底图作了统一规定：野外实测为主的 1:250000 地质填图区，应以符合精度要求的 1:100000 地形图为工作底图；对修测和片区一修测为主的 1:250000 地质填图区，应以符合精度要求的 1:50000 地形图为工作底图。1:250000 比例尺地质图的地理底图采用国家基础地理信息中心所建的 1:250000 数字地理底图数据库数据，从而使地质数据与地形特征结合，以数值形式存储，为建立我国 1:250000 区域地质图数据库奠定基础。

（4）强调地质填图必须以野外观察为主要手段，以野外观察取得的资料为基础资料，应实事求是地准确地观察记录野外地质现象。地质填图人员应亲自进行室内常规的镜下岩矿鉴定工作，取全、取准野外和室内分析的各项原始地质资料。同时应以当代地球科学系统观和国内外成熟的先进地质理论为指导，运用行之有效的新方法，通过宏观与微观相结合的地质观察研究，不断提高地质填图质量和研究程度。

（5）规定了野外地质路线调查、剖面测制内容及精度要求。

（6）对遥感技术、地球物理和地球化学资料在 1:25 万区域地质填图中的应用、精度要求及其应提交的成果等分别作了明确规定。

（7）对室内资料综合整理、质量监控、图件编制、报告编写、最终成果提交等内容和相关要求作了规定。

(8) 对设计书、区域地质调查报告和图幅说明书编写提纲, 1:25 万区调填图中有关专项调查内容, 各类样品采集与测试登记表等均以附件形式表述。

二、应用范围及应用实例

(1) 首先明确了新一轮 1:250000 区域地质调查的目的任务与若干基本准则。1:250000 区域地质调查是基础性、公益性、战略性的国土资源调查中的一项基础地质工作, 其目的任务是以详实的地质观察研究为基础, 通过填制 1:250000 比例尺的地质图, 查明区内地层、岩石 (沉积岩、岩浆岩、变质岩、混杂岩)、古生物、矿物、构造以及其他各种地质体的特征, 并研究其属性、形成时代、形成环境和发展历史等基础地质问题, 为矿产资源、土地资源、海洋资源普查, 为水文、工程、环境地质、灾害地质、农业地质和城市地质勘查, 为地学教学和国际地学前沿研究等提供基础地质资料; 为国家国土资源规划、管理、保护和合理利用提供地学基础性资料和依据, 同时为社会公众提供公益性的区域地质信息。

(2) 考虑到我国西藏大部分和新疆、青海、内蒙古尚有部分地区未开展过中比例尺 (1:200000) 区域地质调查, 其它省、市、自治区虽均已全面进行过 1:200000 区域地质调查, 但随着近年地学理论、方法和技术的不断更新, 原我国中比例尺填图成果和相关技术方法已显陈旧, 亟需更新; 又考虑到我国的中比例尺地形图和数字地理底图数据库数据, 已由过去的 1:200000 改为按国际 1:250000 分幅进行的实际情况, 将 1:250000 比例尺地质图定位于我国新一轮中比例尺区域地质调查的基础地质图件。其目的是通过 1:250000 区域地质填图, 使全国在新一轮中所开展的不同调查程度、不同地域的 1:250000 图幅, 基本上都能按新理论、新技术和新方法要求, 达到相近的区域地质调查水平。

(3) 编制中部分引用了我国已有的有关标准、规范及技术要求包含的条文, 并引用了我国 1996 ~ 2003 年启动的 200 多幅 1:250000 区域地质调查填图及填图方法研究的初步成果。

(4) 高度重视了 RS、GIS、GPS 等高新技术应用, 尤其要充分发挥遥感技术在填图工作中的先导与基础作用, 全面提高区域地质调查的高科技含量和调查的质量与效率, 在保证填图精度的前提下, 有效地减少野外实地地面路线调查工作量, 在提高图幅整体调查水平和专题研究的基础上, 注重隐伏地质信息的调查。

(5) 根据自然地理条件、地质条件复杂程度和以往研究程度的差异性, 对新一轮中比例尺调查中的 1:250000 区调分为三类:

①对青藏高原、大兴安岭等中、大比例尺填图空白区, 或对原仅进行过中比例尺填图, 但原填图资料已显陈旧 (指迄今约二十年前的填图成果) 的地区, 为实测区;

②对近十年所完成的 1:200000 区调, 或已有部分大比例尺 (主要指 1:50000) 填图成果 (一幅 1:250000 图幅中已完成约 1/2 以下 1:50000 填图面积) 的地区, 为修测区;

③对一幅 1:250000 图幅中已完成约 1/2 以上 1:50000 填图面积, 并作过 1:50000 片区总结工作的地区, 在片区总结成果基础上进一步针对图幅中的主要问题, 采取片区-修测。

以上三类测区在统一技术要求下, 均按 1:250000 国际分幅进行测制。并按本《1:250000 区域地质调查技术要求》编写和提交正规报告和图件及有关成果数据。

(6) 对青藏高原艰险区进一步细划, 做出艰险区划图; 并具体拟定艰险区各岩类

区或地质体，特别是一些特殊地质体和地域（如蛇绿混杂岩区、复理石区、冰土和冰雪永久覆盖区、荒漠区等）地质调查内容。对中国地质调查局 1999 ~ 2002 年在青藏高原空白区选择的四个地质走廊带（西昆仑—阿尔金—东昆仑东西向地质走廊带、可可西里—羌塘—冈底斯南北向地质走廊带、喜马拉雅—冈底斯东西向地质走廊带和西昆仑西段—喜马拉雅西段南北向地质走廊带）的 1:25 万区调和地质走廊带之外的“面积性调查”地区的 1:25 万区调的调查内容和精度要求分别给予确定。

（7）明确了区调填图与科学研究的关系：即按照大地构造单元、重要成矿区带和重要的经济区，面向国家、社会以及地学界关注的重大科学问题，针对地学领域的一些重大基础地质问题，合理部署地质填图工作。在填图过程中围绕需要解决的重大地质问题，开展专题研究工作。通过地质填图和专题研究相结合，提高区域地质调查与研究水平，在解决重大基础地质问题方面获得新突破，取得新成果。

三、推广转化方式

《DD2003 - 01 青藏高原艰险区（B 类区）1:250000 区域地质调查技术要求》、《DZ/T 0246 - 2006 1:250000 区域地质调查技术要求》和《青藏高原区域地质调查野外工作手册，中国地质大学出版社，2001》已经中国地质调查局发布在全国实施多年，对我国近 10 年的 1:250000 区域地质调查起到了规范和成果提升作用。

技术依托单位：中国地质大学（武汉）

联 系 人：张克信 王东

通讯地址：湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号中国地质大学地调院

邮政编码：430074

联系电话：0086 - 027 - 67883027 18986291730

电子邮件：kx_zhang@cug.edu.cn