

河北省地质矿产勘查开发局

创新思维与找矿实践

——用现代构造理论指导河北找矿

刘鹤峰 马友谊 郝跃生 刘志刚 韩淑玲
贺喜 兴江然 张维宸 李川平 宋立军 等著

地质出版社

创新思维与找矿实践

——用现代构造理论指导河北找矿

河北省地质矿产勘查开发局

刘鹤峰 马友谊 郝跃生 刘志刚 韩淑玲 等著
贺喜 兴江然 张维宸 李川平 宋立军

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书系统总结了我国 20 多年来地质工作的现状,分析了目前地质工作面临的问题,指出解决矿产资源问题只有加强地质勘查,地质勘查工作必须紧紧依靠科学指导下的野外实践,地质工作是一门实践性极强的科学。

本书运用板块构造观点,采用遥感技术对中生代以来的构造应力场和构造应变场划分为 7 期,系统研究了韧性剪切带、逆冲推覆构造、拆离滑脱带、环形构造,初步厘定了活动断裂的有序性与无序性概念,全面论述了河北省的构造地质条件,对河北省的重要矿产资源铁、煤、金、多金属、地热等优势矿产资源进行了找矿预测,指出今后的找矿方向研究。

本书可供矿产地质、构造地质、遥感地质的野外地质工作者,以及地质类高等院校的本科生和研究生阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

创新思维与找矿实践:用现代构造理论指导河北找矿/
刘鹤峰等著. —北京:地质出版社, 2006. 1

ISBN 7-116-04683-6

I. 创... II. 刘... III. 构造地质学-应用-找矿
-研究-河北省 IV. P624

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 150121 号

CHUANGXIN SIWEI YU ZHAOKUANG SHIJIAN

责任编辑:郝梓国 柳青

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

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324573 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zhs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本: 889 mm × 1194 mm^{1/16}

印 张: 12.5 图版: 8 页

字 数: 367 千字

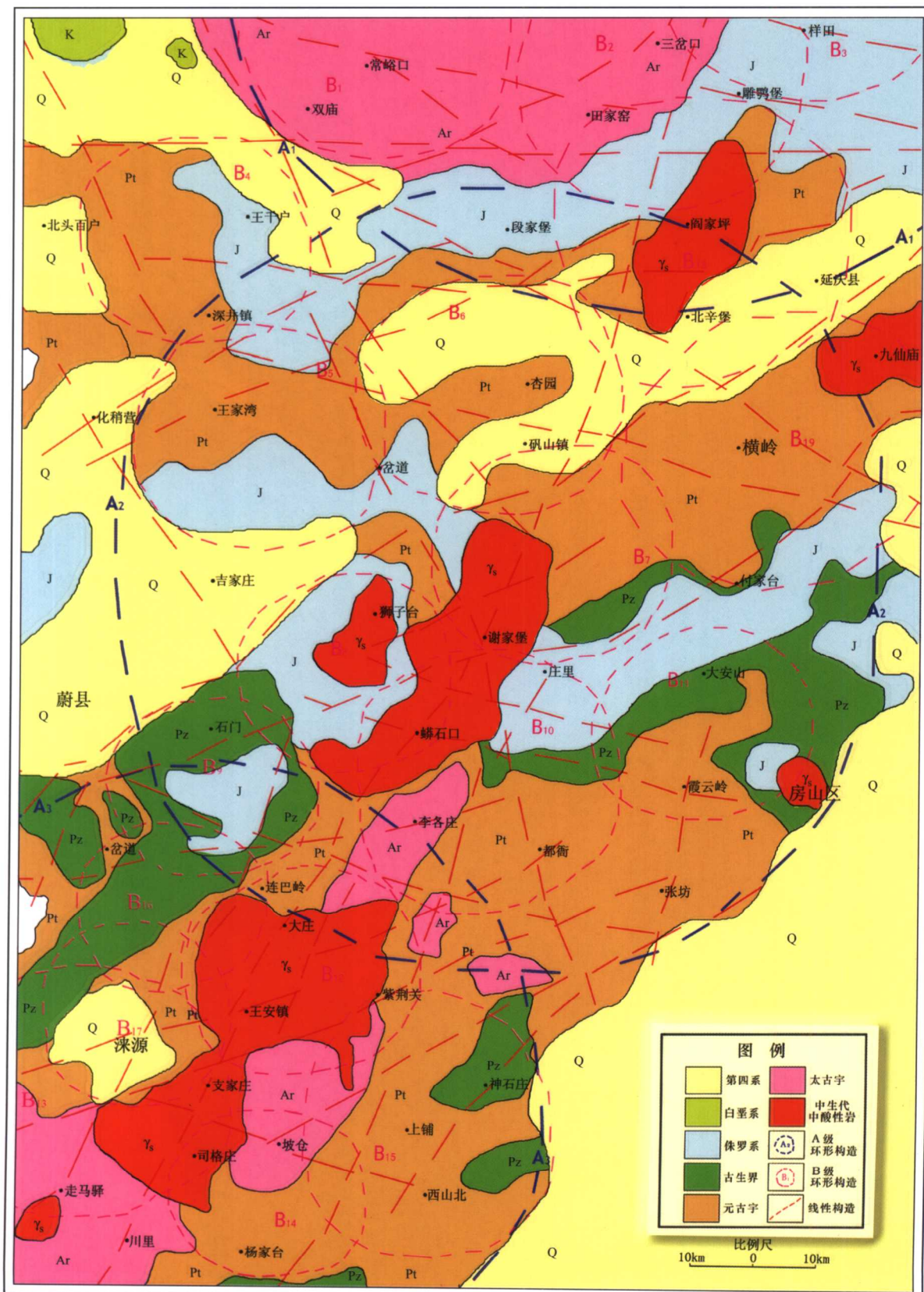
印 数: 1—1600 册

版 次: 2006 年 1 月北京第一版·第一次印刷

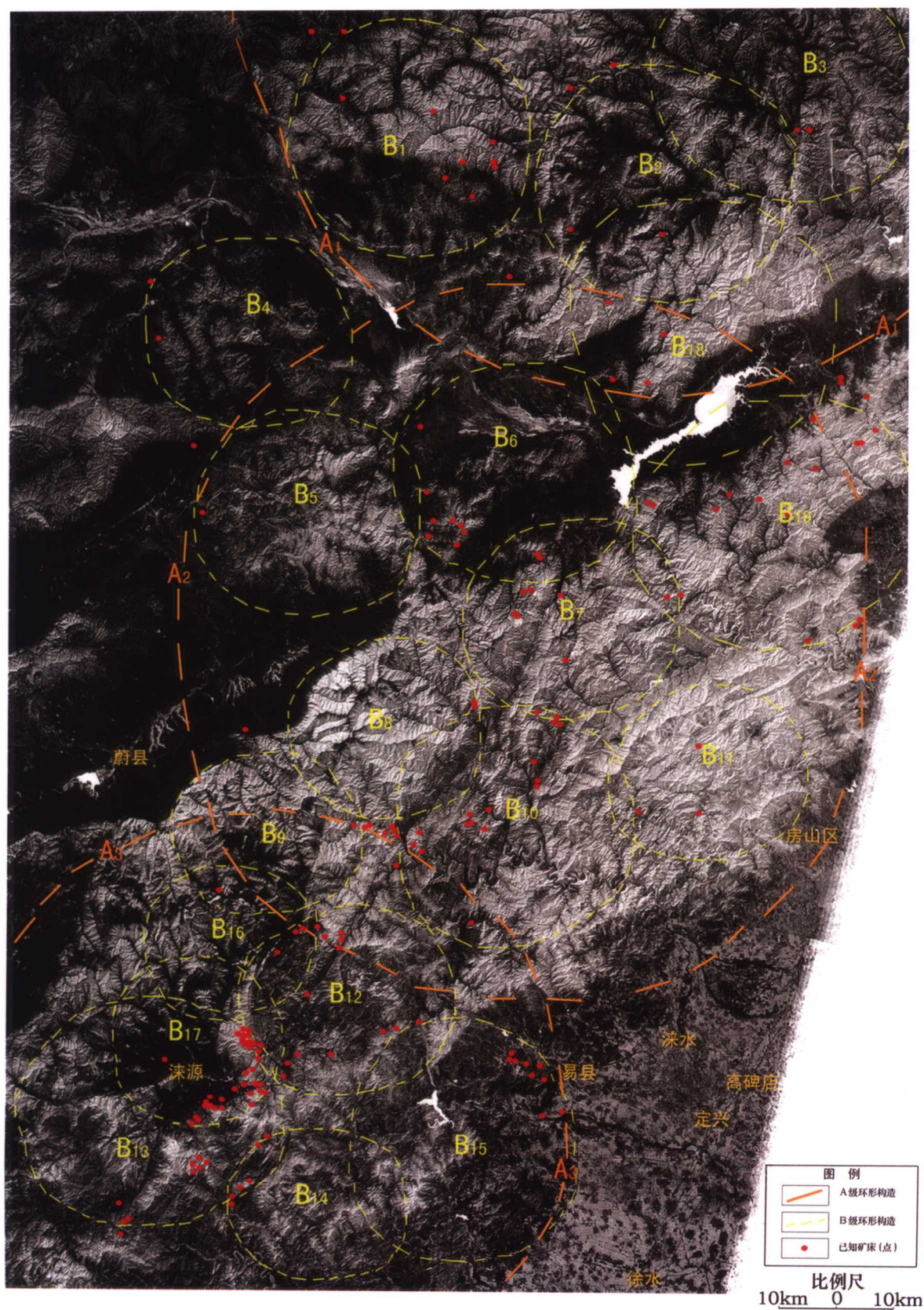
定 价: 58.00 元

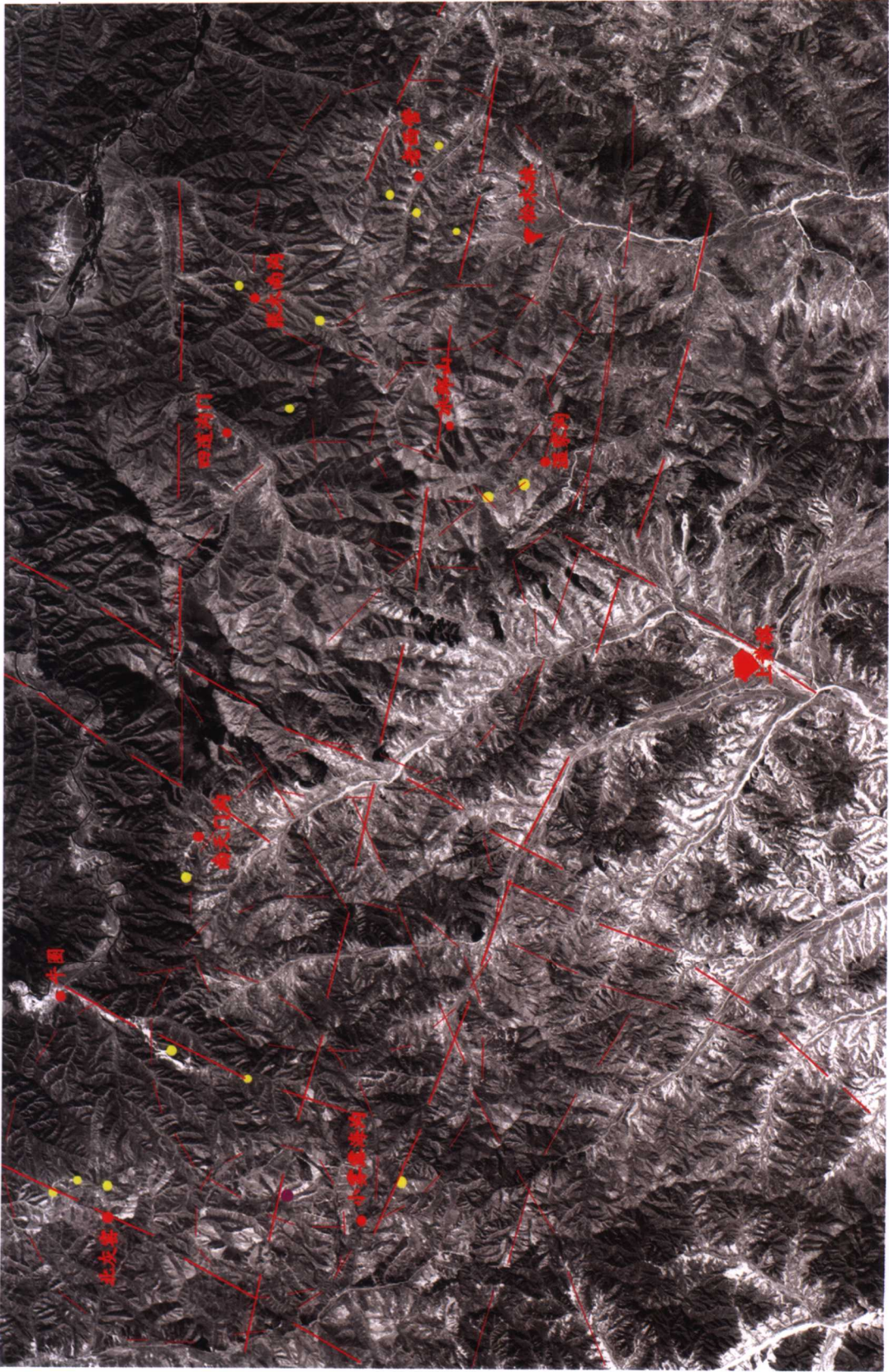
ISBN 7-116-04683-6/P · 2639

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)



图版 II



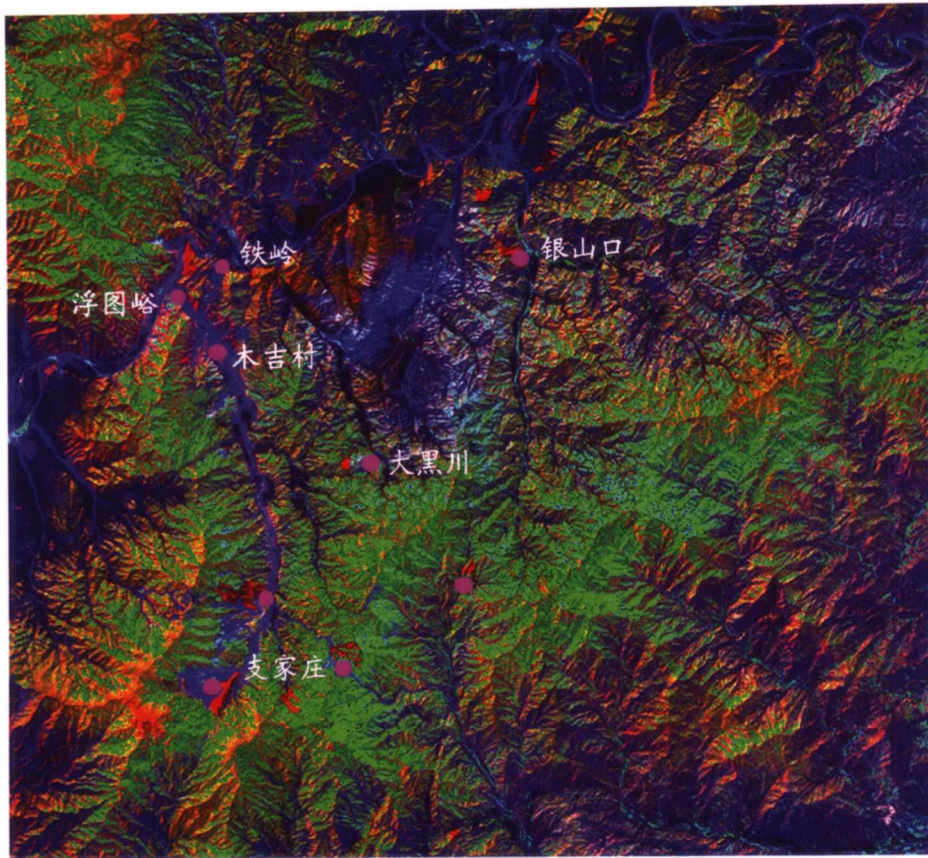


图版 III

该图像为上黄旗地区牛圈—老西营一带的 TM8 波段影像图
 (黄点和紫点注记是矿床、矿化点的产出位置)

比例尺
 3km 0 3km

图版IV

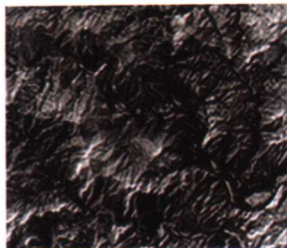


河北省涞源县浮图峪—银山口一带4-3/4+3、5/7、3/7的彩色合成图像
(红色斑块为矿化、蚀变，紫色注记为已知矿床的位置)

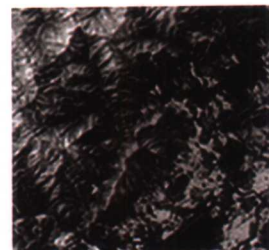




1 神仙山环形构造



2 C135 环形构造



3 C137 环形构造



4 C148 环形构造



5 C115 环形构造



6 C128-C129-C130
环形构造



7 C106 环形构造



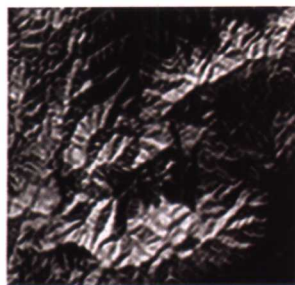
8 C75 环形构造



9 C69 环形构造



10 C68 环形构造



11 C32 环形构造

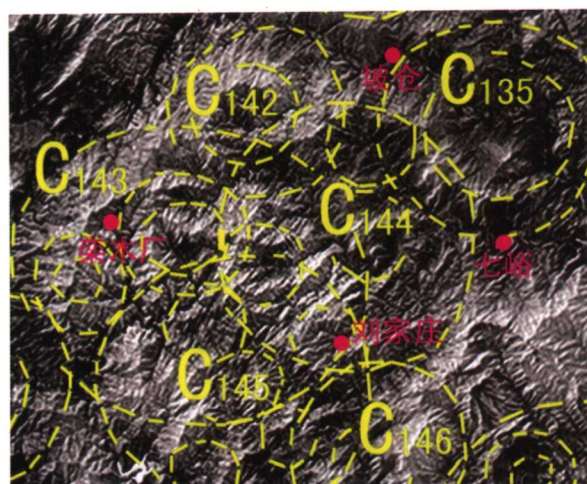


12 C88 环形构造

图版VI



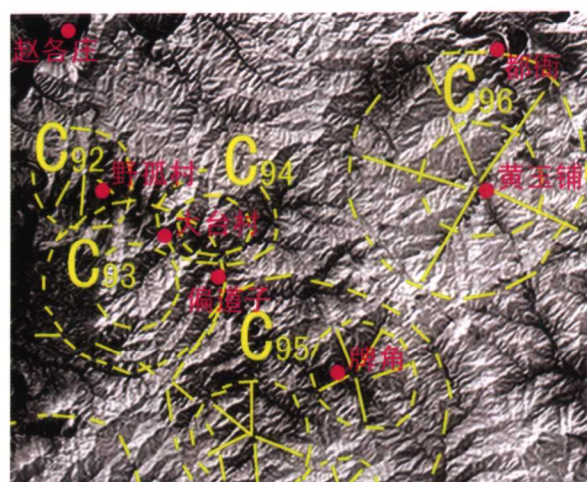
1



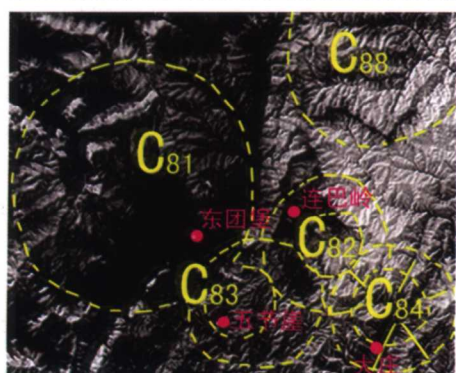
3



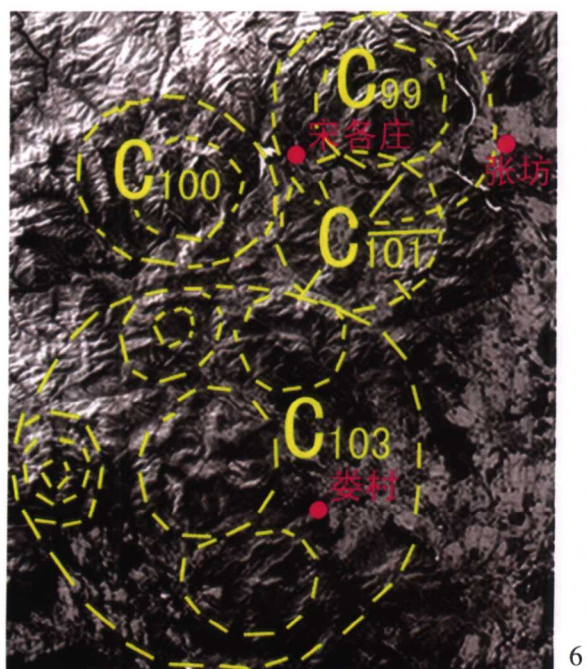
2



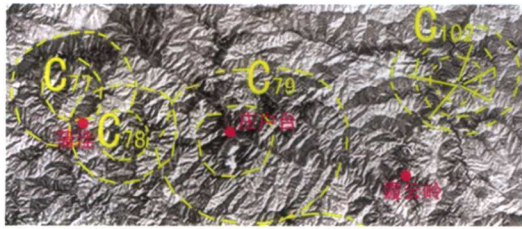
5



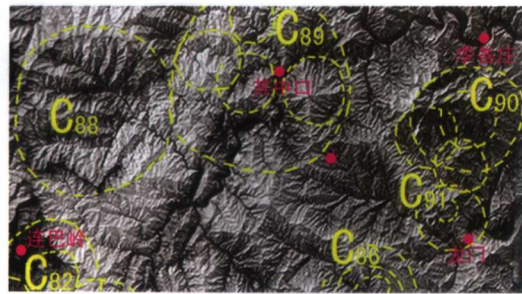
4



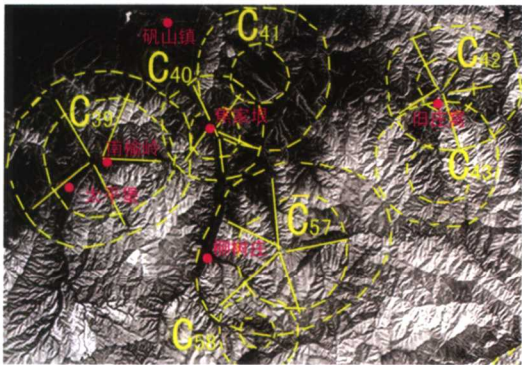
6



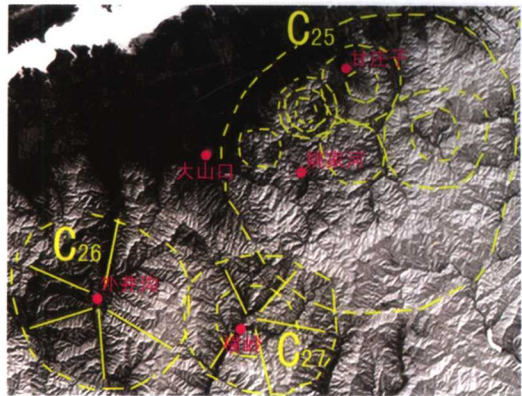
1



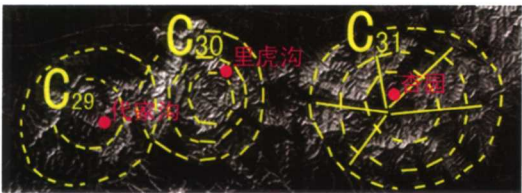
2



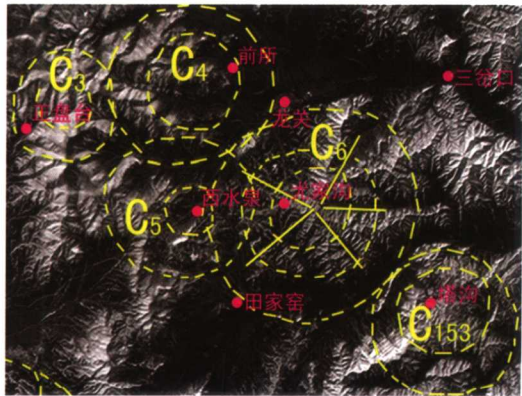
3



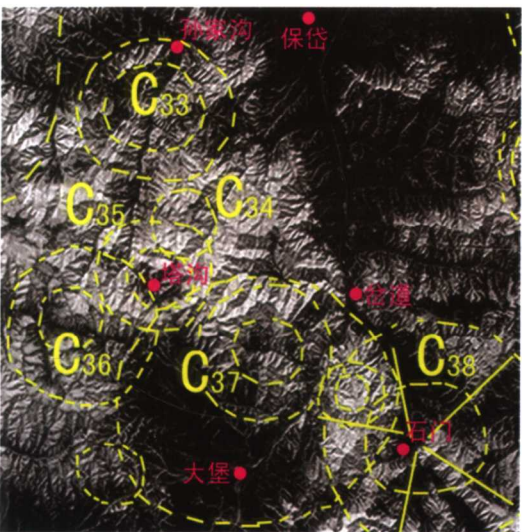
4



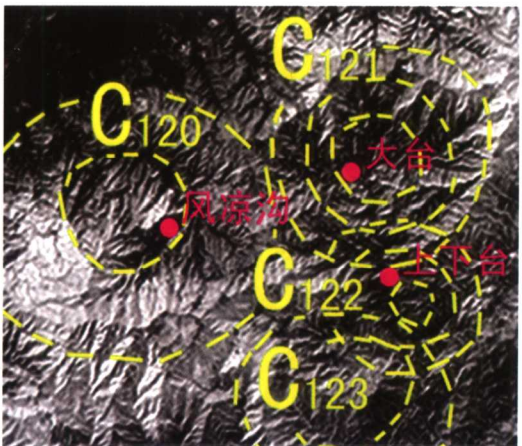
5



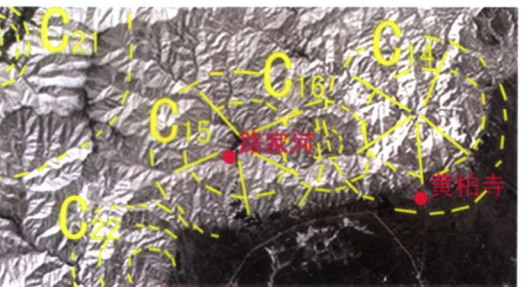
8



6

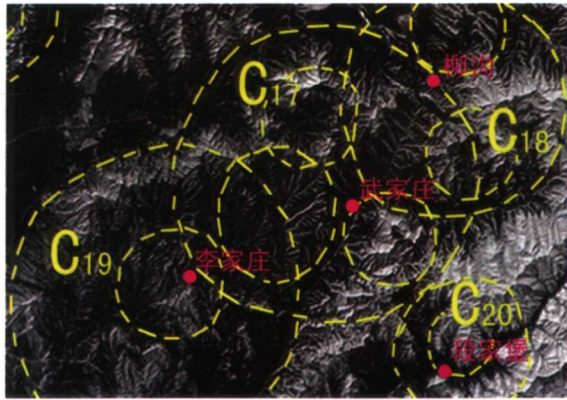


9

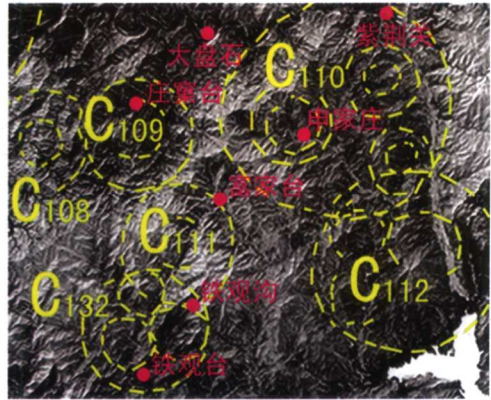


7

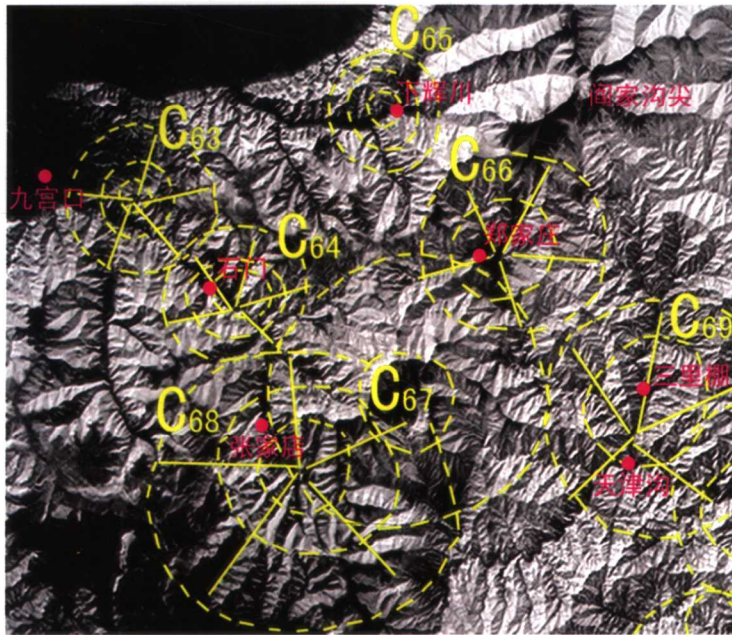
图版VIII



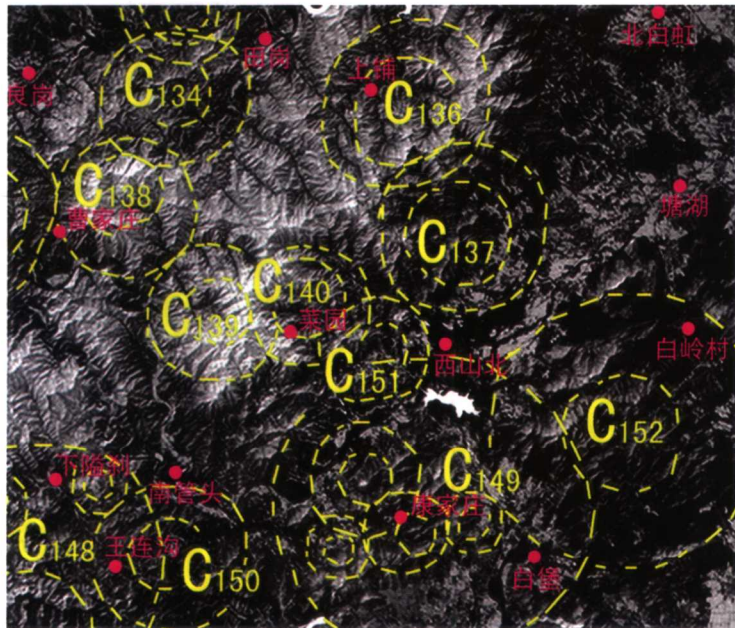
1



4



2



3

序

进入 21 世纪，我国正处在由工业化初期向工业化中期的过渡阶段，能源和矿产资源消耗呈明显上升趋势，资源供应形势严峻。这一方面是因为现有大多数老矿山后备资源不足，影响矿产品的持续供应；另一方面，是随着找矿难度加大和矿产勘查成本提高，新发现矿床的不断减少，后备矿产资源基地难以为继。为解决当前和今后一段时期内我国矿产资源供应不足的重大“瓶颈”，保障国民经济和社会的可持续发展，需要调动一切积极因素，加大勘查资金投入，充分发挥现有地质队伍的作用，运用新的成矿理论和方法技术，全面加强矿产资源的勘查工作，努力实现地质找矿的新突破。摆在我们面前的《创新思维与找矿实践——用现代构造理论指导河北找矿》一书，就是基层地质工作者运用新思维和新方法探索深部找矿、就矿找矿的优秀成果。

河北省的地质工作历史悠久，地质研究程度较高，成矿地质条件优越，已发现和开发了煤、石油、地热、铁、金、铅、锌、钼等大量矿产资源，为本省和全国的经济建设做出了历史性贡献。河北省地质矿产勘查开发局编著的这一新作基本上总结了本省多年的找矿经验，尤其是构造控矿的研究成果。本书进一步阐明了河北省自中生代以来为典型的板内造山运动的观点，划分了印支期以来的七个主要变形阶段，初步确定河北省自中生代以来的盖层构造格局是在挤压体制与伸展体制频繁交替发生的过程中形成的。在断裂构造方面，注重研究了韧性剪切带、拆离滑脱带、逆冲推覆构造、基底剥离断层、活动断层等的变形特征及控矿作用。特别是利用卫星遥感图像信息拓宽了构造研究视野，实现了构造观测的点、线、面之间的有机结合。本书列举了大量的不同矿种和矿床类型的实例，剖析了它们的构造控矿特征，强调了深部构造与浅部构造的因果关联，并重视构造新类型的研究。可见，这是一部从构造地质学入手，分析河北省区域成矿条件，总结板内构造控矿特征，颇有特色的科研找矿专著。

本书的另一特色是强调地质工作必须理论联系实际。地质学是一门实践

性和理论性都很强的科学，特别是野外和现场实践是建立地质理论的源泉。从目前我国地质研究的现状来看，理论与实践的密切结合是一个有待于认真解决的重要问题，本书对此做了很好的回答。

找矿难度不断加大，地质工作面临新的挑战。我们要积极发展创新思维，本书用不少实例说明思维更新是找矿突破的关键。国内外的矿床发现历史也一再证明，很多重要矿床的发现都是突破旧思维、旧认识的结果。本书作者认为，运用地球系统科学来统领地质研究，有助于拓宽视野，启发创新思维。从这部著作中传递的种种信息，我很高兴地感觉到，地质工作的春天正在一步步走来，矿产勘查的新发展指日可待。

我祝贺这一专著的问世，希望它为同行们提供有益的借鉴，发挥应有的作用，也期盼河北的地质找矿工作能取得重大进展。

翟裕生
2006.1.8

前 言

河北省古属冀州，故简称冀，因位于漳河以北而得名河北。在东经 $113^{\circ}11'$ ~ $119^{\circ}52'$ ，北纬 $36^{\circ}05'$ ~ $42^{\circ}37'$ 之间，陆地面积 18.88 万 km^2 。地处华北东部，东临渤海。北宋沈括（1031 ~ 1095）所著《梦溪笔谈》有“余奉使河北，边太行而北，山崖之间，往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者，……此乃昔之海滨。……凡大河……，悉是浊流……其泥岁东流，皆为大陆之土，此理必然”的记载，这是我国古代最早记述地质现象的文献之一。沈括记述的范围，包括了河北省的西部。

河北省西北部高原拥峙、山峦重叠，东部平原坦荡、辽阔无垠；高原和山地约占全省总面积的 $\frac{3}{5}$ ，地形显示西高东低、北高南低，河流水系自西向东蜿蜒曲折展布。河北省地貌类型多样，相对高差悬殊，大地貌单元排列井然有序，可分为坝上高原、燕山-太行山山地、河北平原、渤海湾及海岸带 4 个大区。河北省水系主要属海河水系，包括北运河、永定河、大清河、子牙河和南运河等 5 大支流，汇合后注入渤海，流域面积 12.46 万 km^2 。滦河水系发源于冀北山地，直接流入渤海，流域面积 4.64 万 km^2 。北部少量水系属辽河流域以及部分内陆河流域。河北省属于温带大陆性季风气候，冬日寒冷少雪；春季干燥、风沙盛行；夏日炎热多雨；秋季晴朗，寒暖适中。多年平均降水量 500 mm 左右，多年平均蒸发量 950 ~ 1150 mm。

本书是在大量前人工作的基础上，充分利用河北省 140 年来，特别是新中国成立以后几代地质工作者积累起来的丰富的地质、矿产、物探、化探、遥感、地震等资料，吸收、消化了现代构造地质学中以活动论思维为主导思想的新理论、新观点和新思维，全面总结了河北省构造地质研究的最新成果。通过大量野外实际资料的收集、分析和整理，应用陆地资源卫星遥感技术和当代大陆动力学的全新理论对河北省的板内构造和现代活动构造及其成矿特征进行了深入细致的研究，本书自始至终紧紧围绕活动论思维这一主线开展研究工作，对板内控矿构造及其找矿实例尽可能选择典型加以描述，以期推动河北省的地质找矿突破。本书重建了河北省板内构造的新格局，首次系统地归纳了现代活动构造在河北省的分布状态和活动规律，在地质找矿、重大工程布局、城市地质和地震预报研究中必将产生积极影响，在构造地质应用方面取得了明显进展。成果主要表现在以下几个方面：

(1) 首次明确提出河北省自中生代以来为典型的板内构造运动的观点，构造运动显示了陆内造山带性质。自中生代印支期起划分了 7 个主要变形阶段。通过构造变形的实际资料分析，恢复了各阶段的构造应力场性质，探讨了构造应变场状态，包括板内缩短率、缩短量、缩短速度、扩张速度、变形时间、应变速率等一系列重要问题，初步确定本区自中生代以来盖层构造格局是在挤压体制与伸展体制频繁交替发生的过程中形成的。

(2) 详细讨论了韧性剪切带在河北省的分布特点，明确指出韧性剪切带在河北省变质岩区带有普遍意义。目前全区已经发现的较大规模的韧性剪切带百余条，根据变质相等特点划分为 3 个区域：①冀东地区按构造变质相分为麻粒岩相、角闪岩相和绿片岩相韧性剪切带；②太行山区自太古宙一元古宙划分为顺层推覆型、剪切推覆型、拆离滑脱型和叠加改造型韧性剪切带；③冀北地区的韧性剪切带往往与区域深大断裂发育有关，一般表现为早期韧性变形、晚期脆性变形为主，带有明显的叠加改造变形特点。

(3) 在断裂构造变形研究方面，过去只注意垂直切层的脆性断裂构造类型，而没有认识到大规模的低缓角度的近水平方向运动的层状破裂面的广泛存在，本次工作详细论证了盖层中这类构造的存在证据，明确提出了河北省沉积盖层中普遍发育 3 个层圈状拆离滑脱带构造，它们是：①老基

底与不同盖层之间的不整合面；②新元古界青白口系下马岭组之中；③寒武系和奥陶系中的部分层位。大量的野外观察表明，这种大规模的水平层状运动的主导变形机制以大陆伸展构造变形作用为主，是河北省板内构造变形中的一种重要构造类型，应当引起注意。

(4) 系统总结、研究了本区近年来发现的 30 余条逆冲推覆构造，初步认为逆冲推覆构造是陆内造山带普遍现象，是河北省乃至华北板块内浅层构造中最重要的构造形式之一，其主导变形机制主要为挤压构造体制。推覆构造与滑覆构造往往相伴发生，其组合形式多样，产出位置多位于隆缘和盆缘附近，并以薄皮构造为主。归纳总结出河北省 4 个大型逆冲推覆构造带。逆冲推覆构造及其构造带的厘定对于寻找河北省盲矿体具有重要的研究价值。

(5) 应用不同时相、不同波段、不同种类的陆地资源卫星遥感资料，采用计算机图像处理技术，对河北省的线性构造和环形构造进行了全面系统的目视解译，其中以太行山北段为重点解译区，解译确定了 3 个 A 级、19 个 B 级、166 个 C 级环形构造，这些环形构造在已往的构造地质图中基本没有体现。本次工作对于由隐伏岩体引起的环形影像进行了较系统论述，特别是对成矿远景区带的隐伏岩体进行了较详细解译。

(6) 活动构造在遥感图像上显示十分清楚，具有直接的解译定位标志。重点研究了活动构造的分区和区域构造稳定性评价。在遥感图像上解译出大量北西西向活动断裂，明确指出北西西向构造对水系地貌产生直接的控制作用。过去认为形成时代较老的东西向构造，在遥感图像上也具有明显的继承性活动构造特点。首次提出了活动断裂的有序性与无序性的概念，尝试性地指出破坏性地震的发生往往与活动断裂的无序性有关的观点。研究表明，应用卫星遥感图像确定活动性构造具有较好的适用性和可靠性。地应力测量和地形变测量资料与遥感图像资料相结合，是活动构造由定性走向定量研究的重要方法手段。本课题特别注重包括地震、地裂缝、地面沉降、温泉、深部地震层析 (CT)、地应力和地形变等资料的收集和使用。在活动构造详细遥感解译的基础上，对河北省的构造稳定性分区做出初步评价。

(7) 地震层析成像 (CT) 技术确定的岩石圈厚度和软流圈上涌状态，是河北省板内构造二级构造单元划分的重要依据，构造单元的活性差异主要受到深部构造的控制。浅部构造受到深部构造的控制。深部构造运用地幔热柱理论可以得到比较合理的解释，垂直运动表现为地幔热柱对流，水平运动表现为物质的横向拆离，既有拉张伸展，又有挤压缩短；大范围的板块构造运动以水平运动为主，垂直运动为辅。

(8) 目前为止，人类研究地球及其矿产资源几乎全部集中于地球的表层——上地壳，因此，尽管深部构造控制浅部构造，深部构造的研究有助于对浅部构造的认识，但是大量的地质学直接研究对象和找矿实践仍然限于浅部。本书首次提出河北省的区域构造格局不是以深断裂为主体的构造面貌，特别是中生代以来，构造格局的突出特点是广泛发育的层圈式拆离滑脱带、逆冲推覆构造、剥离断层、变质核杂岩、韧性剪切带、铲式断裂、勺状断裂、脆性断裂和褶皱等丰富多彩的陆内造山带构造变形，深断裂只是构造形式的一种。在板内构造运动系统中，水平运动占有突出重要的地位，这种认识是今后一段时间内地质找矿实现重大突破必须加以深入研究的内容，是基本理论用于找矿实践概念更新的着眼点，具有重要的现实意义。

(9) 对于重点叙述的逆冲推覆构造、韧性剪切带、拆离滑脱带、活动断裂等构造类型列举了大量找矿实例。典型矿床实例的描述选择了不同矿种和不同控矿构造，目的在于启发我们在今后的找矿过程中必须重视构造新类型的研究。思维创新是找矿突破的关键。历史一再证明，很多重要矿床的发现都是思维创新和认识上首先突破，而后才实现找矿突破。同时指出，在开展深部找矿和就矿找矿过程中，脚踏实地的野外观察，不断加强综合分析、开展多元地学信息的系统集成是实现找矿突破的关键。地热作为一种新能源矿产，具有广泛的应用前景，本课题总结了我省几个著名的地热田地热异常特征，详细论证了地热与活动构造之间的密切相关性。对河北省的优势矿产资源进行了找矿预测分析，重点叙述了煤、铁、金、铜、多金属、地热等找矿远景预测区。

岩石圈和软流圈的划分是板块构造理论的基本原则之一，故其界线的确定对丰富板块构造理论和岩石圈的定义具有重要意义。岩石圈具有坚硬的刚性，软流圈则是较热、较软、略具塑性的岩层。二者的区分主要依据：首先是温度的差别，二者之间以地幔固相线为界；其次为地震波的传播速度与 Q 值，岩石圈的地震波速度和 Q 值较高，而软流圈的地震波速度和 Q 值均较低；第三是软硬程度不同，岩石圈具一定的弹性，其粘度远低于软流圈。在板内地区，如华北平原和邻近海域岩石圈厚度分别为 (80 ± 2) km 和 (70 ± 5) km，即向海域变薄（滕吉文等，1982；冯锐等，1987）。过去把大陆地壳分为沉积层、花岗岩质层和玄武岩质层以及将海洋地壳分为沉积层和玄武岩质层的看法，是对实际情况的过分简单化。大量的地震测深剖面，结合重力场、电场、热场、磁场以及地质构造、岩石组分等资料，特别是我国 IUGG（国际大地测量与地球物理联合会）地学断面委员会在全国提出了 11 条地学断面，深刻揭示出地壳和上地幔结构的复杂性与分区特征。研究表明，地壳和上地幔实际上是复杂的层状断块类型，它被许多局部地震界面分开（且为厚度不等的若干薄层和主层），在空间上又为延伸范围不等的断裂所交错，表现出垂向上的分层性和横向上的分块性特点。整个中国东部，由地表到上地幔深部都处在复杂力系作用和深层过程的错综交替部位，它不但受到岩石圈板块运动的控制和深部物质运移上涌的作用，而且受到上地幔，特别是软流圈物质及其不同密度区之间地幔对流和地壳底部产生的黏滞性拖曳力作用的制约。地球内部各层圈及其力源体系既是为人类提供重要物质的源泉，又是地震灾害、火山喷发，乃至生物存亡及生息的策源地，因此，这就迫使人们必须对地球整体的深部过程，各层圈之间的相互作用和力源体系有一个新的思考，板块构造的驱动机制问题可能与这些问题的合理解释有直接关系（滕吉文，2002）。

1 全球构造地质新进展

20 世纪中叶，尤其是板块构造学问世以来，构造地质学在固体地球科学领域引导和推动了其他学科的发展与突破。20 世纪 60 年代初，随着人类社会的发展和科学技术的进步，传统的地球科学理论与实践受到极大的挑战和冲击，活动论思维的板块构造理论应运而生，它吸收了多学科的成果，首先从海洋地质入手并实现重大突破，为解决重大的地球科学问题提供了一种全新的指导思想。正是由于板块学说的兴起，活动论思维不断深入人心，人们逐渐认识到，地球科学的国际间合作尤为重要，发展日益广泛。20 世纪 60 年代以来的国际上地幔计划、国际地球动力学计划、国际地学断面计划和国际岩石圈计划均对地球科学发展产生极为深刻的影响。

今天，构造地质学的研究对象已不再局限于地壳的浅层次了，而是扩展到对中下地壳、岩石圈、软流圈、地幔乃至地核的研究。经典板块构造学说问世后，之所以受到地学界的广泛青睐，主要原因之一是它成功地解释了海底磁条带和海底构造演化。因此，有人说把板块构造学说视为地学领域的一场革命是不过分的。然而，板块构造理论能够成功地解决海洋地质问题，是否也可以合理地解决大陆地质问题呢？20 世纪 80 年代以后，人们提出板块构造要“运用到大陆上来”的口号，各国学者都以自己的研究工作来检验板块构造学说的可靠性。结果表明，板块构造学说不能完全合理地解释大陆地质问题。因此，先后出现了诸如逆冲推覆构造、大陆裂谷、铲式断层、箕状构造、走滑断层、地体和层圈构造等新的研究热点。应该说，这些热点问题的涌现是对板块构造学说的修正和发展，而绝非否定。

近 20 年来，构造地质学得到空前的繁荣和迅速发展。人们已经认识到，脆性断层—脆韧性变形—韧性变形是地壳垂向上由表部到深部的反映。事实表明，大陆构造中挤压体制和伸展体制具有同等重要的意义。构造地质研究中的热门课题层出不穷，如逆冲推覆构造、伸展构造、变质核杂岩和地幔热柱理论等等，仅就断层性质和产状而言，已由过去正断层、逆断层、平移断层的简单几何性质分类，演变为由变形性质划分的脆性断层和韧性断层，大量曲面形态复杂的铲式断面、滑脱断面和逆掩断面的研究表明断层产状相当复杂，这大大加深和丰富了区域构造的整体认识。

近年来,全世界地学界把主要科学目标瞄准了地球大陆动力学,美国已率先实施《1990~2020年大陆动力学计划》,拟定了8大学科目标。大陆构造是大陆动力学的核心领域,涉及到盆地和造山带的形成演化、大陆岩石圈三维层块结构、大陆下地壳的热状态、大陆地震成因和地壳运动的动力来源等一系列重大课题。

从认识论来说,板块构造学说兴起以来,构造地质学的思维方式发生了根本性转变,多数地质学家已经形成如下共识:第一,以水平运动为主导的活动论思维是分析构造现象的根本思想;第二,地壳乃至岩石圈是层圈式结构,各分层界面(莫霍面、康式面、不整合面、岩性界面等)常常是活动性构造界面,各分层构造是不协调的,横向是不均一的;第三,构造现象是极其复杂的,地壳中不独有脆性变形,其韧性变形、固态流变、水平拆离滑脱、逆冲推覆等构造现象占有相当重要地位;第四,构造的挤压体制、伸展体制和走滑体制在构造地质演化中常常是频繁交替发生的,而绝非一成不变。

从方法论来说,现代构造地质研究已经摆脱由单纯的断裂和褶皱的几何形态描述阶段。在几何学提供数据资料的基础上,进行岩石形成和形变的运动学分析,最终查明岩石变形变位的动力学机制。在这一过程中,构造现象的几何形态、位态是构造分析的运动学基础,而构造现象的宏观微观特征以及周边和深部构造环境是构造分析的动力学基础。高温高压试验测试技术已经向高精度方向发展,由下地幔候选矿物高温高压下的状态方程、弹性、流变性质、元素配分、运输性质等来限定下地幔中部及核-幔边界地震波速的不连续和横向不均匀性,探讨上、下地幔是否化学分层和对流分层,这些研究仍然是当前下地幔物质高温高压研究的主流和前沿(龚自正等,2005)。地质科学面对一个体积庞大、成分和结构复杂,又经历了漫长演化历史的地球。近年来,地质学的认识思维和方法论方面也取得了新的飞跃,如整体论、系统论、控制论、信息论,以及复杂性理论的提出和应用,将极大地促进地球科学知识的扩大和深化。钱学森院士指出,地球是一个开放而又复杂的巨系统。近30年来,地质科学领域一系列新理论新成果的推出,都可以看成是系统论思维与现代高科技相结合的例证:如板块构造理论体系的提出、地幔柱学说的建立、层控矿床理论的形成以及沉积盆地演化动力学等等,代表了现代地质学的新高度,也体现了地球科学思维和认识方法论的新水平(赵伦山,2005)。事实上,地球系统科学概念的提出是1983年,美国NASA下属的一个委员会的文件中,提到地球系统和地球系统科学两个名词,提出要把地球各组成部分与相互作用作为一个系统来研究,并于1988年出版《地球系统科学》一书。该书强调从整体出发,将大气圈、水圈、岩石圈和生物圈看作是有机联系的地球系统,发生在该系统中的各种时间尺度的全球变化是地球系统各分量(层圈)相互作用的结果,是3大基本过程(物理、化学、生物学)相互作用的结果,以及人与环境(生命与非生命)相互作用的结果,并首次提到将人类活动作为与太阳和地核并列的、能引发地球系统变化的驱动力——第三驱动因素(陈泮勤,2003)。地球上的诸多事物是互相联系的,单一学科研究只探索和阐述其某一部分或某一侧面,而高度集成的地球系统科学则能从整体上揭示地球演化和地质过程的机理,阐明过去认为互不相干而其实是有内在联系的各种现象。经过10多年的研讨,现在比较公认,地球系统科学是地球科学发展的新阶段和更高层次。它的提出是20世纪后半叶经济全球化和科学技术迅猛发展的产物,也与人类要善待地球、可持续发展观念的兴起有关,它预示着地球科学的一场革命性突破正在来临。以研究成矿规律为目的的矿床学的发展与走向,也必然会从地球系统科学的观念和方法中得到启示,从而显著提高矿床学的研究水平(翟裕生,2004)。

从技术手段来说,航空航天遥感科学的诞生,特别是世界各国陆地资源卫星(美国TM、法国SPOT、中国-巴西1号、2号等)发射和数据的成功应用,为区域构造的宏观整体研究提供了可能,多波段、多时像的遥感图像可以将纷繁复杂的构造现象以影像图片形式迅速展现在研究者面前,完全改变了传统地质观察只能由点到面、由局部到整体的认识过程,不同时间像和不同波段的遥感图像可以使我们认识地质现象的整体性和宏观性成为可能,大大提高了构造地质的研究视野。高电压透