

中国大陆侏罗纪以来六大动力体系和资源预测

耿树方 刘 平 王振洋 剧远景

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

提要: 本文阐述了笔者在近几年参加“中国岩石圈三维结构”研究和中、俄、蒙、哈、韩合作编制 1:250 万“亚洲中部及邻区地质图系”工作中获得的一些新认识和新观点, 概略地说主要包括四点: ①地球自转和公转产生的惯性离心力和从高纬度向低纬度的挤压力是永久性的、永恒的, 是为其他“后生”的各种动力体系“垫底”的, 因此笔者称其为“本底动力体系”; ②在“本底动力体系”基础上侏罗纪以来新产生、并影响中国大陆及海域的动力体系, 除东部的太平洋海底扩张动力体系和西(西南)部印度洋海底扩张动力体系外, 还有尚未引起重视的北部蒙古—鄂霍次克中生代继承性的动力体系与北冰洋海底扩张动力体系; ③在东(东南)、西(西南)和北面各方向的动力体系向中国大陆及海域“联合”挤压下, 按“扇形力原理”(一端受挤压时, 另一端被拉张)打造了中国东部及海域软流圈物质上涌, 正是由于软流圈物质上涌的强大动力体系导致了在中国东部中生代岩圈剧变和构造、岩浆、裂谷、成矿、地震、火山等等复杂的地质与成矿作用; ④为什么太平洋、印度洋(以及大西洋)海底扩张最强烈的区域主要出现在赤道两侧的南、北纬度 60° 范围内(其中又以南、北纬度 30° 内更为强烈)? 究其原因, 是由于地球自转与公转的离心力和由高纬度向低纬度的挤压力(总之是“本底动力体系”)在赤道及其两侧最集中、最强大而引发的。因此, 著名地质学家李四光先生以地球自转和公转的动力体系理论为基础创建的地质力学理论和构造体系学说, 中国地质学家绝不应忘记、更不能放弃, 而是要把李四光先生的理论和学说与当代动力学理论和全球构造学说有机结合起来, 取长补短, 创建出能够确切揭示中国重大基础地质问题的真谛和切实解决重要成矿与找矿问题实际的新理论。

笔者将以上的新认识和新观点应用于地质、找矿的新思路和新方法, 主要也有四点: ①以温度 100°C 和深度 4.25 km 为“底界面”, 寻找和优选地热勘查开发区; ②以不同时代、不同方向和不同性质的动力体系所形成的断裂系统控矿(特征)为依据, 寻找“内生”矿产的勘查“靶区”; ③以深部热力和动力作用对油气田形成的重要意义为依据, 按“三步走”的方法寻找新的油气勘查开发区; ④以 10~20 km 深处的温度值和岩石有效弹性为依据, 并结合新生代活动断层特点, 作为地震预测预报的依据和方法之一。

关键词: 侏罗纪以来; 中国大陆及周边; 六大动力体系; 资源预测

中国分类号: P541; P612

文献标志码: A

文章编号: 1000-3657(2009)03-0490-14

笔者在参加“中国岩石圈三维结构”研究和编制 1:250 万“亚洲中部及邻区地质图系”工作中不断发现和认识到: 中国大陆及周边侏罗纪以来所受到的动力体系的影响和制约是多来源、多方面的, 除了东部大陆边缘受太平洋板块俯冲作用的影响和西部受印度板块与欧亚板块碰撞作用的影响外, 还有另外三个尚未被广泛重视的动力体系、以及由这五大动力体系联合打造的更重要的第六大动力体系——中国东部软流圈物质上涌动力体系。正是这第六动力

体系才是真正直接制约中国东部大陆及海域侏罗纪以来构造、岩浆、沉积、成矿等等(包括地震)各种地质—成矿作用的主体动力。而动力学的核心, 其实质是地球内部热能(地温)聚集到一定程度(如达到“饱和”状态)转换成为动能时, 导致了地壳强烈构造变动、岩浆侵入和喷出等等, 由此形成了阶段性的构造—岩浆—成矿作用旋回。所以表层的任何构造、岩浆、成矿作用的发生, 都有其深部动力活动的根源。换句话说: 深部动力作用(热能—动能转换)是因, 表

收稿日期: 2009-02-25; **改回日期:** 2009-04-20

基金项目: 中国地质调查局基础地质综合研究项目(1212010811064)资助。

作者简介: 耿树方, 男, 1934 年生, 研究员, 一直从事区域地质、成矿规律研究和地质矿产编图工作。

层地质-成矿作用是果。因此,为了全面了解和深入认识表层各种地质及成矿作用特征,必须研究深部动力作用机制。这就是笔者关注和试图全面阐述侏罗纪以来中国大陆及周边动力学特点的原因所在。

1 侏罗纪以来中国大陆及周边动力学特点

侏罗纪以来,中国大陆及周边受六大动力体系的影响和制约(图1)。

首先是地球自转和公转的永久性(永恒的)动力体系:

在地球始终不停地由西向东(北半球)逆时针自转和公转运动中,产生了两种永久性的动力:一是自转的惯性离心力,二是由自转引发的从高纬度(北极)向低纬度(赤道)挤压的挤压力。著名地质学家李四光先生根据地球自转和公转的动力体系独创了地质力学和构造体系理论。当前虽然板块构造理论应用于世界各国(包括中国),但是地球自转和公转产生的动力体系在地球动力学研究中是绝对不可忽视的。在地球自转和公转中产生的惯性离心力中,其离心力的大小与线速度之间呈正相关关系,即线速度越大,离心力也相应增大。根据计算^[1],赤道(纬度 0°)的线速度值最大,高达 1670 km/h 。北纬 30° 的线速度为 1447 km/h ;北纬 60° 线速度为 837 km/h ,大约相当于赤道线速度的二分之一。在中国境内,由南向北:北纬 10° 的南沙群岛地区线速度为 1596 km/h 左右, 20° 的海口市地区为 1521 km/h 左右, 30° 地带的西起拉萨、东至宁波,为 1447 km/h 左右, 40° 地带的西起喀什、经酒泉—呼和浩特—北京—秦皇岛—丹东地区为 1244 km/h 左右, 50° 地带的满洲里—黑河地区,线速度减少为 1040 km/h 左右。

由上述线速度值从低纬度向高纬度不断减小的事实清楚看出:在低纬度地区(如赤道两侧的南、北纬 30° 之间的地带),地壳承受的离心力(即拉张力)要比高纬度地区地壳承受的离心力大得多(如北纬 60° 地带的离心力约相当于赤道地区的 $1/2$)。

此外,地球围绕太阳由西向东(逆时针)的公转同样也要产生离心力,而且由于地球离太阳的远近不同,其线速度值的大小也不同。如每年1月当地球离太阳最近时(1.471 亿 km),地球的线速度为 303 km/s ,而每年7月地球离太阳最远时(1.521 亿 km),地球的线速度降低为 29.3 km/s 。线速度值大,

同样离心力也大。

由于地球自转和公转所产生的离心力和挤压力是永久的,是“垫底”的,所以本文将离心力称为“本底离心力”;将从高纬度向低纬度的挤压力称为“本底挤压力”。其他各种动力的产生、发展和消亡,都以这两种不同性质的“本底动力”为基础(“垫底”)。对于中国大陆及周边来说,侏罗纪以来,在“本底动力”基础上在不同的区域先后产生了5个新的动力体系。

(1)在中国北部,蒙古—鄂霍次克中生代继承性动力体系

在近东西向古亚洲构造带的广大区域内,西起斋桑湖、东至鄂霍次克海口,南起大青山—阴山、北至贝加尔湖区,分散分布着碰撞(对接)期后的中三叠世—中侏罗世($245\sim 161\text{ Ma}$)“碰撞期后”花岗岩类,并在蒙古东部(约东经 95° 以东)—大兴安岭地区产生了晚侏罗世—早白垩世($161\sim 99.6\text{ Ma}$)大陆裂谷,发育了双峰式火山岩系,从而形成了蒙古—大兴安岭中生代(J_3-K_1)火山岩带叠加在古生代构造—岩浆带之上。从其演化进程和仍然呈近东西方向的展布特点,显示出了它的动力来源属于古生代动力体系的继承和延续。

(2)在中国南部,太平洋海底扩张、板块俯冲动力体系

在中国南部,除粤南—闽南和海南岛地区仍然存在由晚古生代末期延续的动力体系“尾声”而导致的晚三叠世—早侏罗世(T_3-J_1)大陆裂谷型双峰式火山岩和侵入杂岩(包括花岗岩类与局部少量的基性—超基性杂岩)外,从中侏罗世开始产生了由于太平洋海底扩张而引发的菲律宾板块和太平洋板块相继俯冲新的动力体系。对于中国东南部来说,由于菲律宾板块距大陆较近,所以对中国大陆俯冲力的强度远比太平洋板块大得多。实际上,太平洋板块俯冲直接制约的是西太平洋北部的日本列岛—千岛群岛和阿留申群岛,而西太平洋南部的琉球群岛—台湾岛和菲律宾群岛以及中国东南部,则是直接受着菲律宾板块俯冲的制约。根据福建沿海长乐—东山岛构造变质带和台湾岛大南澳变质岩系的形成时代,菲律宾板块向大陆俯冲挤压的起始时限应为中侏罗世初期(176 Ma 左右),其后逐渐加强,到晚侏罗世—早白垩世达到了强力俯冲挤压的鼎盛期。由此导致在江绍断裂以东地带中侏罗世—晚白垩世构造—岩浆活动具有以下特点:①中侏罗世—晚侏罗

世中期(175~150 Ma)以深成侵入的花岗岩类大岩基为主,而晚侏罗世后期—早白垩世(150~100 Ma)则以火山岩、次火山岩和中—浅成小侵入体的花岗岩类为主;②前期阶段(175~150 Ma)的大岩基仍按其基底呈近东西方向展布为主(如桂东—粤南—闽南花岗岩带),而强挤压期阶段(150~100 Ma)的中—小岩体和火山岩、次火山岩的展布,则转换为与菲律宾板块俯冲带方向基本一致的北东—北北东方向为主;③岩浆活动和形成时代具有从南(广东、赣南、闽西)向北(闽东北、浙东)由老渐新的特点。因此俯冲后期阶段的晚白垩世中—浅成小岩体、火山岩和次火山岩,主要出现在浙东地区。

(3)在中国西部,印度洋海底扩张、板块俯冲和陆陆碰撞动力体系

约在晚白垩世后期(82 Ma左右)印度洋海底迅速扩张。由于印度洋海底的强烈扩张引发出其周边陆续发生了三大地质事件:

①印度尼西亚俯冲带和印度尼西亚群岛的形成。其强力俯冲期约发生在晚白垩世末期至早中新世中期($K_2^3-N_1^1$, 70~15 Ma);

②导致印度板块被不断向北推挤,并在雅鲁藏布江大拐弯的喜马拉雅东部构造结地区形成了初始碰撞期的晚白垩世后期(79 Ma左右)花岗岩^[9]。由此开始了印度板块与欧亚板块陆陆碰撞的发展演化历史。其中最强力碰撞期当属新近纪西瓦利克碰撞带的形成期(24~2.6 Ma);

③由于印度洋海底不断的强力扩张,导致了非洲大陆沿岸拉张裂隙,从而产生了东非大裂谷、红海和波斯湾。从新近纪(N)以来至今,仍在不停地缓慢拉张,乃至未来可能生成新的洋盆和海槽。

(4)北极地区北冰洋海底扩张动力体系

在北极地区东经约 140°和 165°~170°地带分别有罗蒙诺索夫海岭和门捷列夫海岭,在二者之间形成了马卡罗夫海盆,说明北冰洋同样存在海底扩张动力体系。由该动力体系与地球自转的“本底挤压力”动力系统对西伯利亚板块(地台)的联合作用,制约了俄、蒙及中国北部中生代近东西向的继承性构造—岩浆活动和成矿作用特征。

(5)由于上述动力体系从不同方向对中国大陆的挤压,在中国东部,形成了中生代软流圈物质上涌的动力体系

从 20 世纪 70 年代板块构造学说引入中国后,

地质界普遍认为,由于太平洋板块向中国大陆俯冲引发了中国东部中生代强烈的构造—岩浆活动和相应的成矿作用。但是通过“中国岩石圈三维结构”项目多专业的综合集成研究结果^[9]表明:在东亚至西太平洋地区深度 75~250 km 地带存在一个巨型的低速异常带,此带东西宽 2500~4000 km,南北长约 12000 km(图 2-a、2-b),形成了巨大的软流圈。由于深部软流圈物质的流动和上涌、壳幔物质交换打造了中国东部一系列岩石圈结构和浅层构造特征。诸如,岩石圈呈现出下新上老结构、犬牙交错和块体镶嵌结构、岩石圈地幔“蘑菇云”构造,并形成了东部中生代裂谷带、东亚造山带等等。

至于太平洋板块俯冲对中国东部的影响范围究竟有多大?邓晋福、刘翠等对华北陆块(地台)的模拟结果证明^[9]:太平洋板块俯冲对中国北方大陆的影响范围不超过 200 km。袁学诚以多种深部地球物理资料为依据系统阐述和论证岩石圈地幔蘑菇云构造及其深部成因时,首先明确指出^[9]:“中生代以来中国东部发生的岩石圈巨变不是如通常所说的那样是由于太平洋板块向中国大陆的俯冲所造成,而是由于软流圈物质上涌对岩石圈地幔的改造而引发的一个重大地质事件。除了东北吉辽地区有太平洋板块的俯冲外,中国东部其他地区都没有太平洋板块俯冲的证据”。

此外,袁学诚^[9]还提出:“由于软流圈物质上涌使岩石圈地幔成为新生地幔与残剩地幔并存的蘑菇云构造,蘑菇云构造使岩石圈变得活动,使稳定的克拉通地壳重新获得动力,使地壳减薄,地震活跃,岩浆活动频繁,构造变形剧烈,地表拉张,并形成广袤的西太平洋边缘海……蘑菇云地幔的动力来自核幔边界的质量异常,西太平洋地区大地椭圆体正异常与印度洋地区负异常孪生,它们各由核幔边界的隆升与凹陷所产生,并共同形成一个封闭的地幔流”。

以上述论述和“图 1”都清楚地说明:亚洲东部和西太平洋广大区域的软流圈物质上涌是一个独立的重要动力体系。以往由于对深部地质结构及其动力来源和动力效应研究程度不高,对深部地质结构了解不够,因此对中国东部中生代构造—岩浆活动、成矿作用和新构造运动、地震、火山事件等等,都笼统地统一归入到了“由于太平洋板块俯冲的结果”中。如今需要以岩石圈深部研究资料和软流圈物质上涌新的动力体系为基础,对中国东部大陆及海域

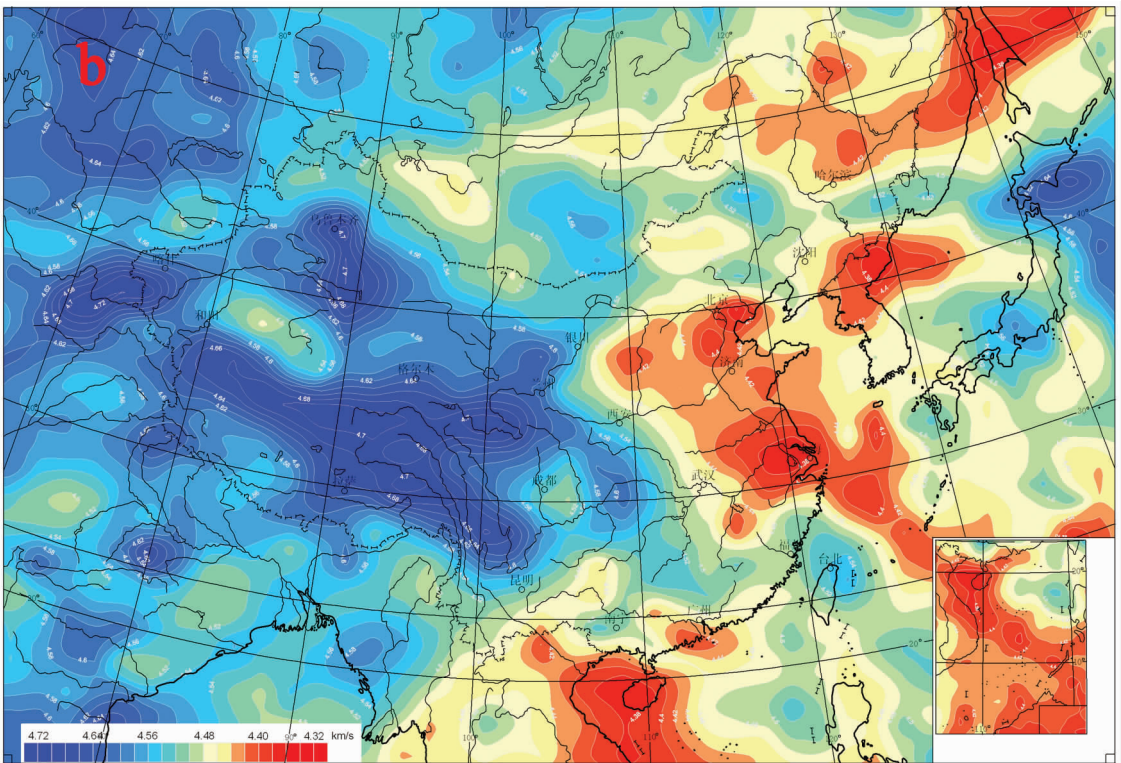
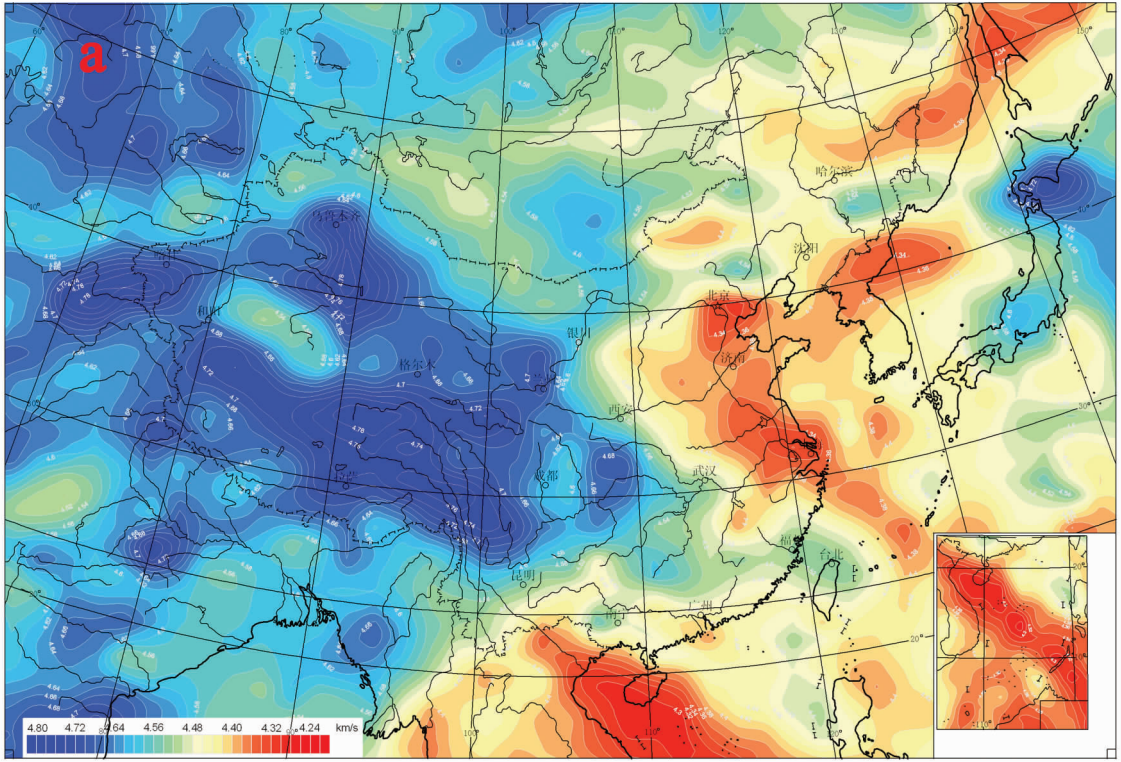


图 2 深度 150 km 处(a)和 200 km 处(b)的 Vs 速度分布
(据朱介寿等^[4], 2003)

Fig.2 The Vs velocity distribution at 150 km (a) and 200 km (b) in depth
(after Zhu Jieshou et al., 2003)

地质与成矿特征进行再研究和再认识。

通过对中国大陆及周边六大动力体系的分析阐述和“图 1”展现出的各动力体系的主要运动方向及其俯冲、碰撞的主体时限,可以初步得出以下三点不够成熟和不够完善的结论:

第一,从侏罗纪(尤其是中侏罗世)以来,在“本底动力”基础(基底)上中国大陆深部承受着来自三大洋底扩张动力体系的联合挤压。首先是太平洋底扩张(从中侏罗世开始)挤压中国东南部(菲律宾板块俯冲)和东部与东北部(太平洋板块俯冲);接着有北冰洋底扩张(可能从晚侏罗世开始)挤压中国北部;进而又有印度洋底扩张(可能从早白垩世后期开始)挤压中国西南部(印度尼西亚板块俯冲)和西部(印度板块碰撞欧亚板块)。这对于中国东部及西太平洋沿岸来说,由于深部(300~600 km 深度)四面受到挤压,从而形成了“扇形力原理”——一端(深部)受挤压,另一端(地壳)被拉张开。即:深部因受强力挤压而推动深部物质大量上涌,由此形成了宽 2500~4000 km、长约 12000 km 的巨大低速体,导致了(由下往上)熔浆熔融原始地幔、形成新旧交互的“蘑菇云”岩石圈地幔,壳幔物质交换形成下新上老的岩石圈结构和软硬块体镶嵌的岩石圈结构,地壳拉张、构造变动、岩浆侵入和喷出等等,彰显出“东亚造山带”的特征。

据此可以得出结论:中国东部中生代(确切地说应该是侏罗纪以来)以来(至今)复杂的构造-岩浆-成矿作用是由于软流圈物质上涌的动力体系直接打造的结果。而软流圈物质之所以在中国东部和西太平洋沿岸大量上涌,则是由于三大洋(太平洋、印度洋和北冰洋)底扩张挤压力在深部联合推挤的结果。这可能是在全球区域内所独有的中生代多个动力体系的汇聚区。因此,中国东部中生代地球科学重大前沿问题的关注点和轰动效应,应与青藏高原“比翼齐飞”。

第二,从“图 1”中可以清楚地看到:太平洋、印度洋和大西洋海底扩张的各种结果:海盆、海岭、海沟、岛屿、岛弧、俯冲带、碰撞带、裂谷等等,均一目了然。但是一切现象和结果都无一例外地展布在北纬 60°与南纬 60°之间,并在北纬 30°与南纬 30°之间更胜一筹。这是为什么?这个问题只有从地球自转和公转产生的“本底挤压力”和“本底离心力”的动力体系中寻求答案。即,由于两极的本底挤压力向低纬度区

运动,并在赤道及其两侧离心力最大,因此在上述三大洋底深部区域内的动力最大,相应地三大洋壳表层拉张力也最大,由此导致了洋底扩张、熔浆喷发、海山、海岭、海盆、火山岛屿、岛链等多次形成,就成为了必然结果。

据此可以得出结论:从地球形成之日起,无论产生何种新的构造理论和构造学说(包括当前盛行全球的板块构造理论和学说),只要涉及到“地球动力学”的内容,那么地球自转的“本底动力体系”就是绝对不可忽视的,而且它是其他一切“后生”动力体系的基础(基底)、是“垫底的”。这就是本文首次提出的“本底动力”(分为“本底挤压力”和“本底拉张力”)的原因。对于中国来说,就是绝对不能忘记和不能放弃李四光先生独创的地质力学理论和经向构造、纬向构造等构造体系学说,而是要把由地球自转和公转创建的地质力学理论与当代新的构造理论有机结合起来、互相取长补短,从中国地质构造和成矿特征的实际出发,创建出能够切实解决中国地质、矿产重大关键问题的新理论,从而为世界地质科学做出应有的贡献。如,中国大陆前侏罗纪地质发展演化历史所形成的以近东西方向为主的构造-岩浆带(即纬向构造体系),难以用侏罗纪以来的大洋板块理论进行全面解释,而若用地球自转和公转的“本底挤压力”动力体系来阐述,则各种地质-成矿问题即可迎刃而解。

第三,侏罗纪以来在地球自转公转的“本底动力”基础上产生的 5 个新生动力体系,其实是晚古生代末期—早中生代地球内部的高热能在地球发展演化历程中不断聚集、运移、热能-动能转换、向地壳浅层与表层阶段性的释放能量,从而构成了不同区域、不同时代的区域性动力体系。它们之间既有能量此消彼长和时代相互衔接的内在联系,又有在某个时代以某区域为主的各自特征,以此来维持地球内部各地区的能量相对平衡和地壳表层绝大部分地区的相对稳定。

据此可以得出结论:从元古宙到古生代全球多次大汇聚和大离散(包括全球性的和局部区域性的)的动力源,其实质都是地球自转和公转的“本底动力”及其内部的高热能转换为强动能,阶段性的向表层释放能量的表现,从而形成了不同地质时期的构造-岩浆(活动)旋回。而当今存在的地震带和火山喷发点,实际上是如同高压锅盖的高压伐一样,起着

使地球内部能量保持相对平衡的能量释放“调节器”的作用,以确保全球的相对稳定(如同高压锅确保高压锅相对安全一样)。因此地震、火山等局部地区的重大地质灾害是不可避免的,地质工作者的责任和义务就是要潜心研究出预测灾害和防范灾害的有效措施与方法。

2 依据各动力体系联合打造的岩石圈结构特征进行地质事件和矿产资源预测

为了揭示一些重大地质事件的起因和科学地开发利用地下资源,可以充分应用现今已知的地球深部能量信息(主要是温度,即热能信息)进行地质事件与资源预测。

(1)地震的起因及其发生的地质环境预测

人人皆知地震会给国家和人民生命财产造成巨大损失,汶川大地震的惨重后果历历在目。那么为什么这么强烈的地震会发生在汶川地区,而非其他地区?地震专家们普遍解释为是由于龙门山断裂带受印度板块向欧亚板块碰撞的动力导致了龙门山断裂的逆冲造成的恶果。如果再进一步“追根求源”问:在青藏高原的许多重要断裂带距离两个板块碰撞带比龙门山断裂带近的多,为什么“碰撞力”偏偏要“舍近求远”地跑到龙门山去释放能量?这个问题,通过分析解读图3和图4就可以得到确切答案。

从图3-a中可以看到:龙门山断裂带在10 km的深处,其温度为220~240°C;深度到20 km(图3-b)时,其温度达到了425~475°C。在图4中显示了在15 km深度区岩石已经有了弹性。岩石有了弹性就是有了可塑性,因此当稍有力的作用时,岩石就可以被推覆、滑动。在这样温度和岩石物理性质都发生了变化的状态下,如果近地表存在新生代断裂带、并且其空间位置与深部的上述状态互相吻合在一起时,就会发生地震。看看曾发生过地震的一些地区与图3-a、3-b和图4相对照(如滇西、青藏、新疆西部、华北),都符合上述规律。因此,将地球一定深度的地温(如10~20 km深处地温达220~470°C)、岩石有效弹性层厚度(如在10~20 km深处岩石产生了弹性和塑性)、并与地表新生代断裂带的空间位置和展布方向基本吻合时,可以作为浅层(10~25 km)地震预测的有效方法之一。

(2)地热资源预测

图5展示出了温度100°C的埋藏深度。如果以在4.25 km的深度内温度达到了100°C作为寻找地热的“底界面”时,在图5中显示出了寻找地热的区域范围。如在东部区:齐齐哈尔—哈尔滨—长春区、北京—天津—石家庄—太原区、山东半岛—南京—杭州—福州—广州—香港—澳门—海南省东部带;在西部区:青藏高原整体和新疆西部喀什—阿克苏等地区。

在这些地区的表层存在有新生代断层时,即可以从中优选地热勘查区。

图6-a和图6-b以 V_s 速度显示了寻找地热的区域:图6-a显示5 km深度的低速体稳伏在阿尔山、开封、涪陵和乌鲁木齐以东地区。在这些地区如果是沉积盆地,可以寻找石油、天然气和地浸砂岩铀矿;若是非盆地且表层有新生代断裂时,可以作为地热勘查的优选区。

图6-b展现了15 km深处的低速体隐伏区——青藏高原北部,其中温泉恰在低速体的中心点。由此可以说,青藏高原北部是一个巨大的地热库。早在2005年12月袁学诚和笔者曾经指出^①:在青藏高原地下15~20 km深处存在“岩浆房”,高地温梯度使藏北石油产生大量裂解气而导致石油黏稠度增高,增加了开采难度。所以藏北地区的地热和天然气资源的经济意义要远大于石油。

(3)与岩浆和热液作用有关的“内生”矿产预测

为了研究中国岩石圈三维结构特征,笔者在2002年4月试编了“中国岩石圈构造中—浅层分区边界示意图”,2006年4月4日《中国国土资源报》公布了“我国重点金属成矿区带勘查部署示意图”,将此“勘查部署示意图”中的16个矿带叠置在“边界示意图”上(图7),从图中可以清楚地看出:16个成矿带中除2个(10号与14号)没有落在“边界线”上之外,其他14个都与相应的“边界线”基本吻合。这不是偶然的巧合,而是断裂构造为岩浆、热液—成矿提供了良好的活动通道和储矿空间所致。而不同性质、不同时代、不同深度和不同规模的断裂构造是不同的动力体系在地壳浅层的显现之一。所以,按“断裂系统控制内生矿产空间展布特征”的原则进行找矿“靶区”预测,其实质是以动力体系的制约作用之一为依据进行找矿预测。据此,笔者通过总结中、俄、蒙、哈、韩合作编制的1:250万《亚洲中部及邻区非能源矿产成矿规律图》^②而编制的“断裂系统特征与

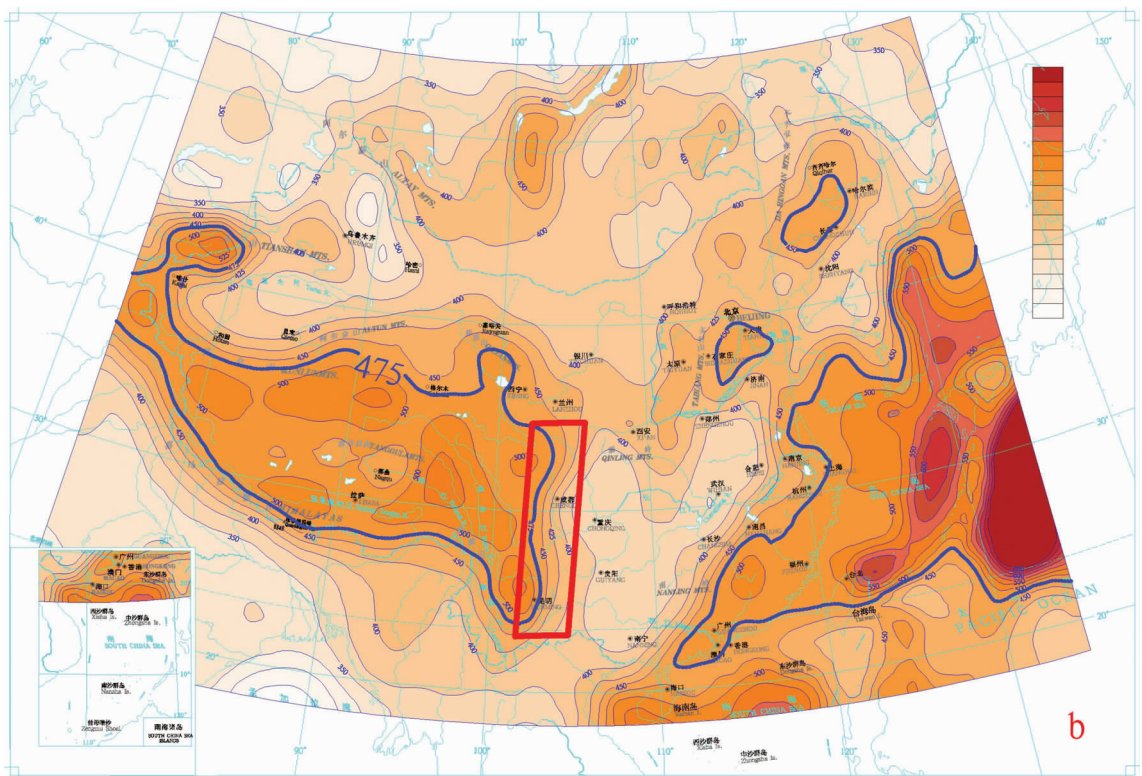
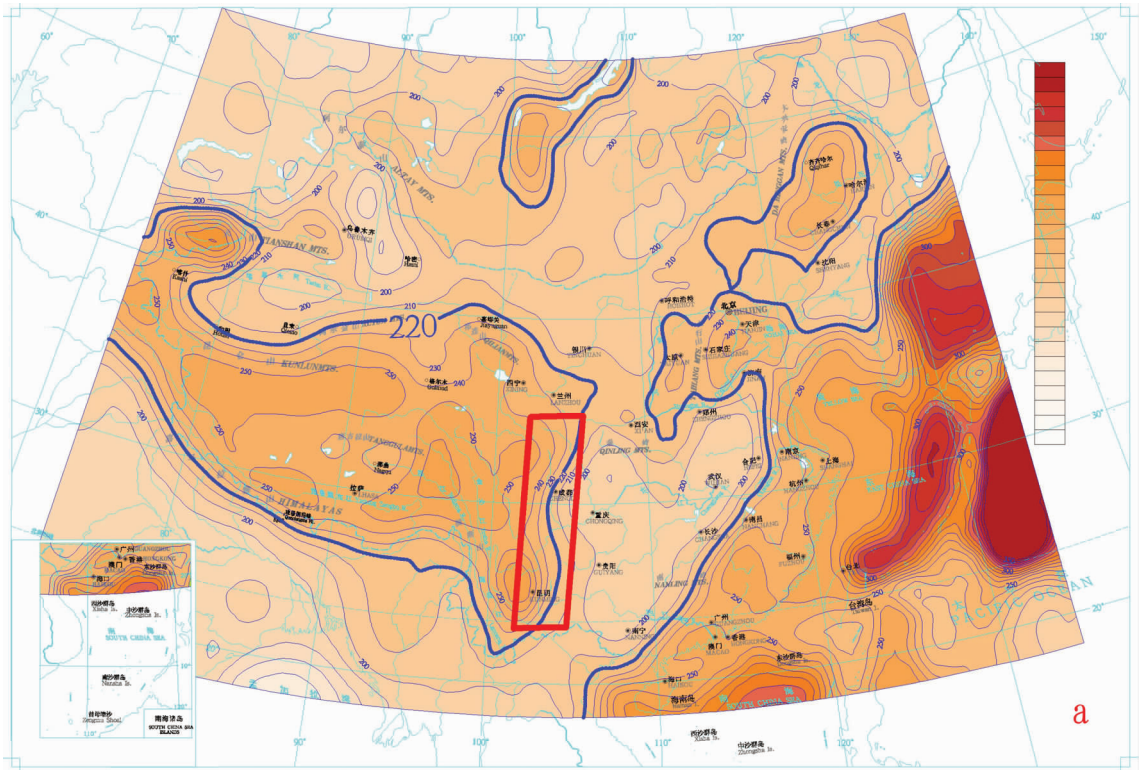


图3 龙门山地区发生大地震的温度(据汪洋^[4]2005,修改)

Fig.3 Earthquake temperature around the Longmen Mountain (modified after Wang Yang, 2005)
a-10km in depth, 220~240°C;b- 20 km in depth, 425~475°C

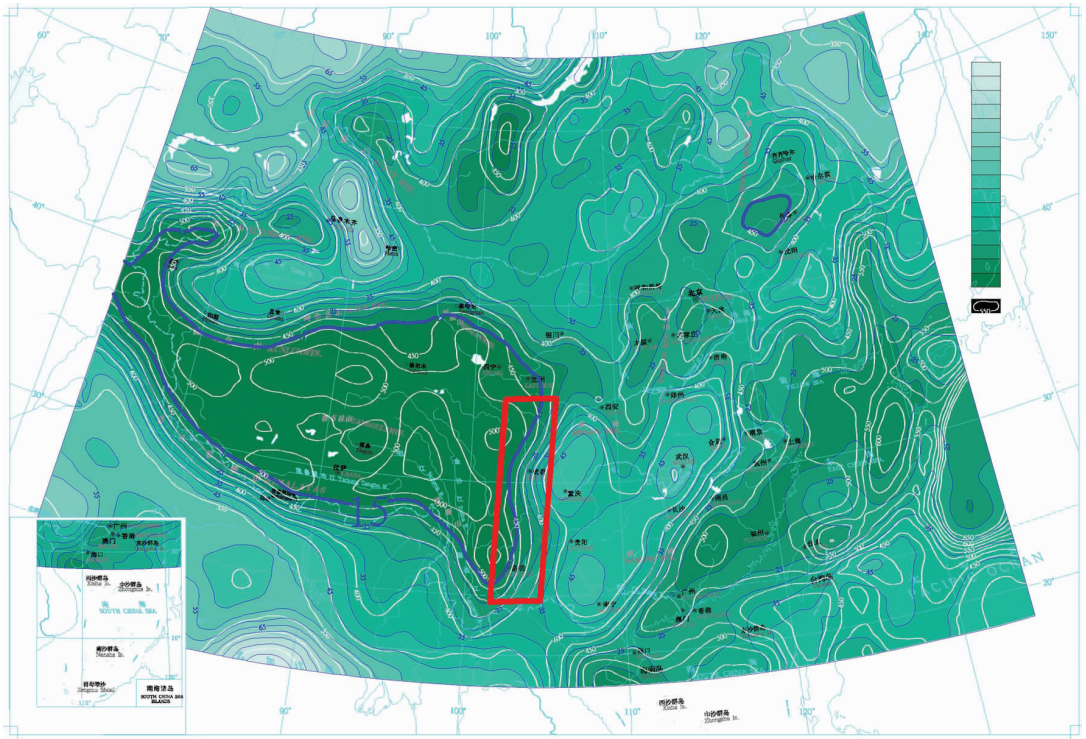


图 4 龙门山地区在 15km 深处岩石的有效弹性

Fig.4 The effective elasticity of rocks at the depth of 15km in the Longmen Mountain

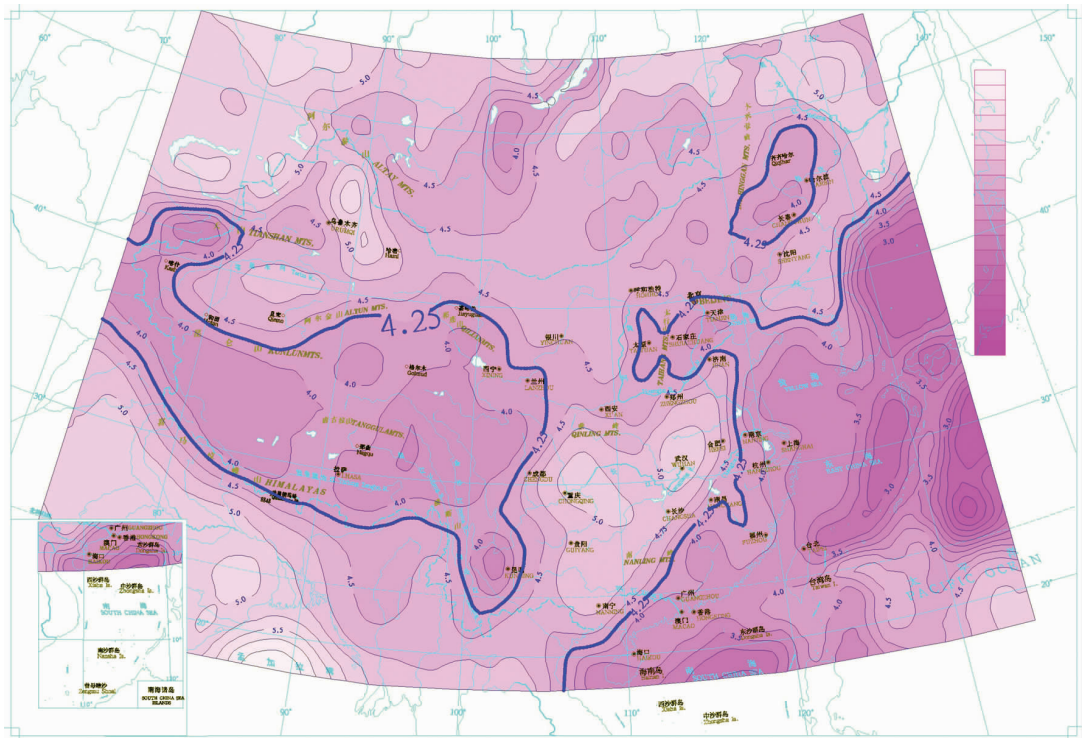


图 5 中国大陆 100°C 等温面的埋藏深度

(据汪洋^[9],2005,修改)

Fig.5 The buried depth of the 100°C isothermic surface of Chinese continent

(modified after Wang Yang, 2005)

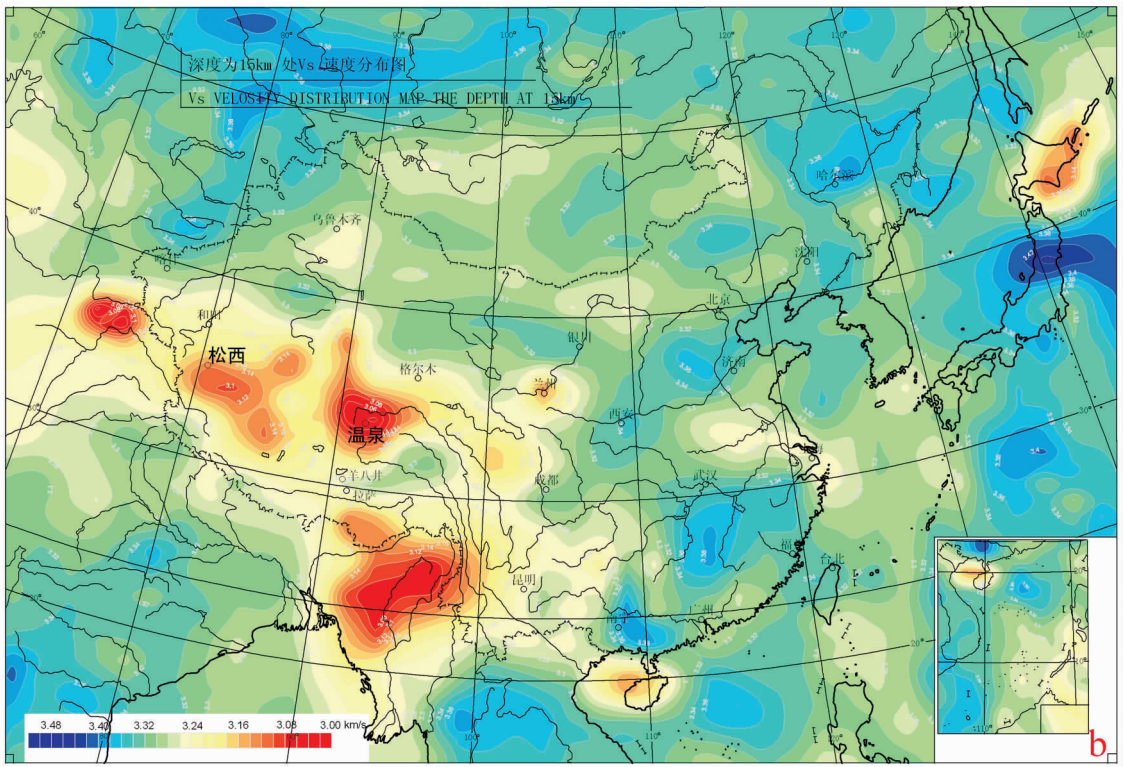
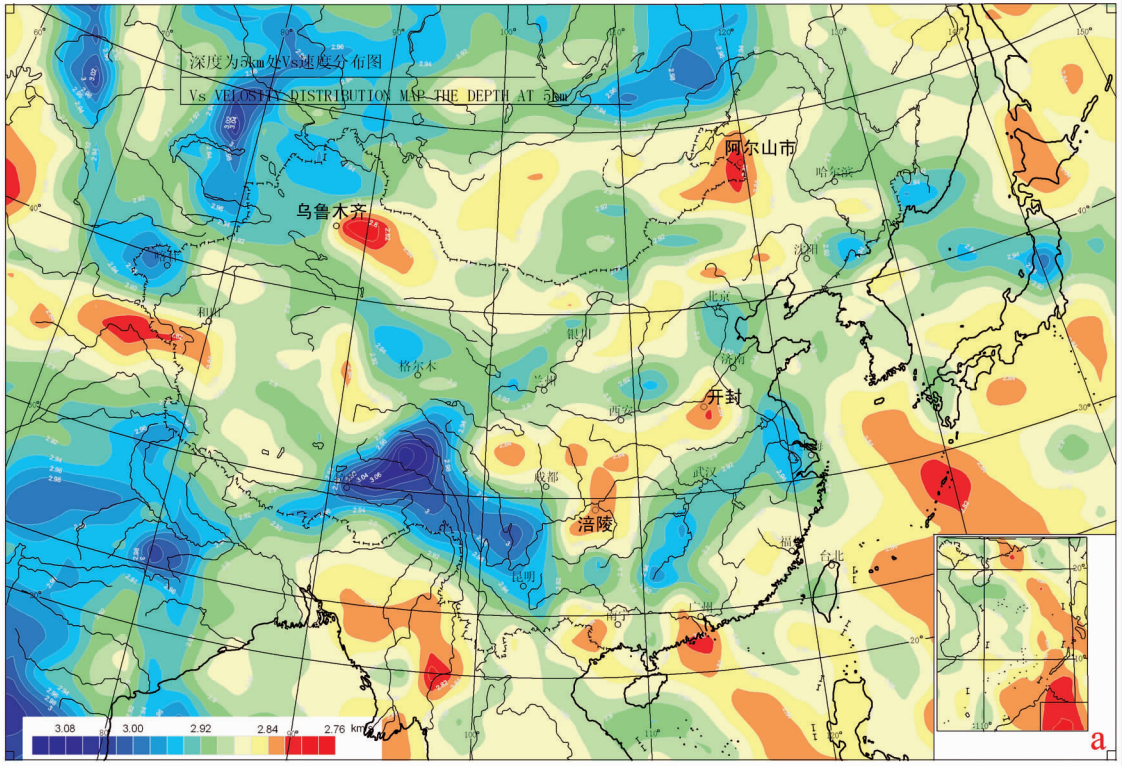


图6 5 km(a)和15 km(b)深度的低速体隐伏区
(据朱介寿等^[4] 2005,修改)

Fig.6 Concealed area of the low velocity body at the depth of 5 km (a) and 15 km (b)
(modified after Zhu Jieshou, 2005)

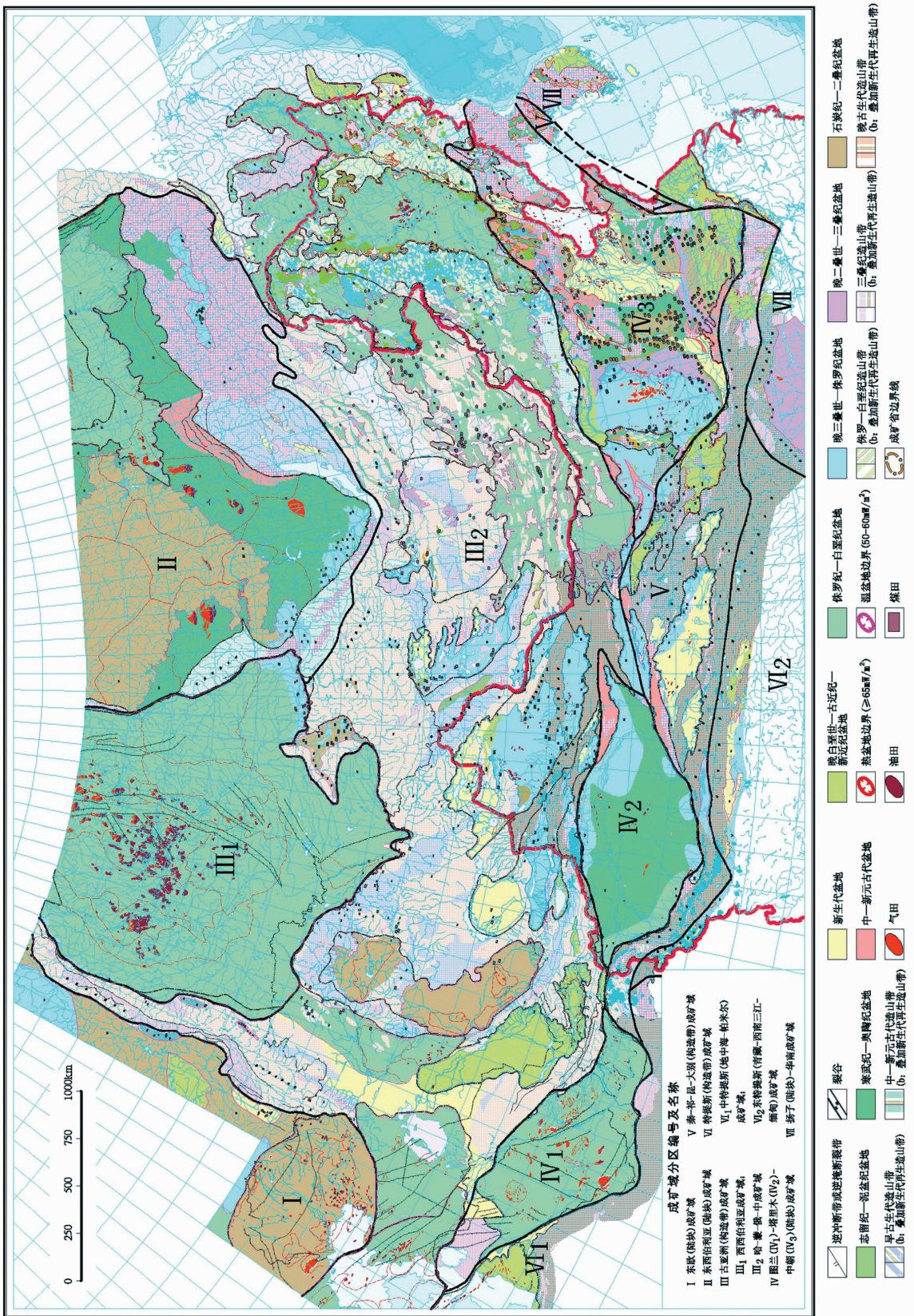


图 9 亚洲中部及邻区能源矿产成矿分区略图

Fig.9 Distribution of energy mineral resources in metallogenic provinces of Central Asia and adjacent areas

成矿聚集区(带)关系略图”(图 8),提出了以下 4 种有利于成矿的断裂系统控矿部位(即找矿预测“靶区”):

①在同向动力体系叠加作用下,有利于形成聚矿区(带);表现为不同时代的断裂同向叠加;

②在异向动力体系作用下,也有利于形成聚矿区(带);表现为不同时代、不同方向的断裂分布在同一地区;

③在异向动力体系交汇地区,更有利于形成聚矿区(带);表现为不同时代的断裂互相交汇;

④不同性质(拉张、挤压、平移走滑等)的动力体系交汇地区,也有利于形成聚矿区(带)。

如果在上述不同类型的断裂系统区内发现的矿产地很少或者“只见星星,未见月亮”的状况时,说明本区的地质工作程度不够,只要加强勘查工作力度,在地下数百米的地带一定会发现具有工业价值的矿床(如大兴安岭、北山、西昆仑、中昆仑和西秦岭等地的断裂发育地区)。因为大到矿带、小到矿体和矿脉,都与不同规模、不同性质的断裂带、断层乃至裂隙,有密切的空间关系。实际上断裂构造对成矿既有控制作用,也有对矿床矿体的后期破坏作用。有些矿山在开采过程中发现矿体突然中断不知去向,乃是被断层断开发生了位移所致。因此按“断裂系统控矿”的原则作为找矿方法之一是行之有效的途径。

(4)对沉积盆地中的石油、天然气和地浸砂岩铀矿预测

笔者通过汇总和统一编制五国合作的 1:250 万《亚洲中部及邻区能源矿产成矿规律图》^[7]、研究石油天然气成藏特征,总结出了“烃源岩系只是形成油气田的物质基础,成藏构成油气田必须具备适合的热力条件和动力条件。如同鸡蛋必须有适合的温度条件才能孵化出小鸡、大米必须有适合的水量和温度条件才能做出米饭一样”新的理论观点(图 9)。

依据这一新的理论观点揭示了深部动力作用和热力作用对油气成藏三大阶段所起的制约作用。即:

①在烃源岩系形成阶段,拉张(裂解)力的作用:使盆地裂隙深度增大,从而使烃源岩系增厚、烃类物质更丰富(如西伯利亚、滨里海、渤海湾、松辽等等裂陷盆地);②在烃源岩演化成为油气阶段“异常”热力作用的意义:温度 50℃ 以上即可生成以甲烷(CH₄)为主的天然气(如沁水盆地、准噶尔盆地的煤层气);温度 65℃ 以上即可演化为高成熟度(辛烃以上)的石油;

③在油气成藏阶段,持续稳定的挤压力的重要作用:持续稳定的挤压力作用使油气运移-聚集到适合的圈闭区,从而形成具有工业价值的油气田(如塔里木、鄂尔多斯、柴达木、吐鲁番—哈密盆地等等)。

此外,深部本身就是天然气的重要来源之一。尤其是当盆地中存在火山岩系时(特别是玄武岩),不仅是储气层,同时也是深部气体向浅层携带的“载体”。

依据上述事实 and 规律,笔者按深部热力、动力作用对油气资源的制约特征,提出了寻找新油气田“三步走”的方法:第一步:查明盆地是不是“坳-裂-坳”或者“裂-坳”类型?第二步:查明盆地基底时代和热流值强度,包括盆地内有无岩浆活动、隐伏岩体、煤或煤系地层、烃源岩系中是否有含铀、钍的矿物?第三步:查明盆地周边是否有向盆地方向挤压(逆掩、逆冲、推覆)的构造活动?

对于现在已有的盆地,可以直接应用“第三步”进行寻找新油气田的预测,即,首先在盆地周边寻找向盆地方向挤压的(逆掩、逆冲、推覆)构造区,进而在这类构造区内开展勘查工作,可以获得既好又快又省的良好效果。如准噶尔盆地南缘、吐-哈盆地西南缘、塔里木盆地西南缘、柴达木盆地西南缘、四川盆地西缘和北缘等地,都是周边的“山”向盆地方向挤压的构造区,在挤压带的下盘应是找油气的良好地带。

参考文献(References):

- [1] 北京教育研究中心. 全日制普通高级中学教科书(必读)地理上册[M]. 北京:人民教育出版社, 2005:15.
Beijing Educational Research Center. Geography Textbook for Full-time Senior Middle School (Book I) [M]. Beijing: People's Education Publishing House, 2005:15(in Chinese).
- [2] 耿全如, 等. 印度与亚洲碰撞时代再讨论[C]//亚洲大陆深部地质作用与浅部地质-成矿响应学术研讨会论文集摘要(集). 2008 年 8 月(乌鲁木齐).
Geng Quanru, et al. Re-discussion on the collision epoch between India and Asia [C]//Abstracts of contributions to the Symposium on the Deep Geological Action and Shallow Geological-Metallogenic Response in Asian Continent held in Urumqi in August 2008.
- [3] 朱介寿, 等. 中国华南及东海地区岩石圈三维结构及演化[M]. 北京:地质出版社, 2005.
Zhu Jieshou, et al. The 3-D Structure of Evolution of the Lithosphere in South China and the East Sea Area [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005(in Chinese).
- [4] 邓晋福, 等. 中国华北地区岩石圈三维结构及演化 [M]. 北京:地质出版社, 2007.
Deng Jinfu, et al. The 3-D Structure of Evolution of the

- lithosphere in North China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007(in Chinese).
- [5] 袁学诚. 再论岩石圈地幔蘑菇云构造及其深部成因 [J]. 中国地质 2007, 34(5):737-758.
- Yuan Xuecheng. Mushroom structure of the lithospheric mantle and its genesis at depth revisited[J]. *Geology in China*, 2007, 34(5):737-758(in Chinese with English abstract).
- [6] 陈廷愚, 耿树方, 陈炳蔚, 等. 1:250 万亚洲中部及邻区非能源矿产成矿规律图. 俄罗斯全俄地质研究所, 2008.
- Chen Tingyu, Geng Shufang, Chen Bingwei, et al. Metallogenic Regularity Map of Nonenergy Resources in Central Asia and Neighboring Areas (1:2500000), All-Russia Institute of Geology, 2008.
- [7] 耿树方, 易龙荣, 范本贤, 等. 1:250 万亚洲中部及邻区能源矿产成矿规律图[M]. 北京:地质出版社, 2008.
- Geng Shufang, Yi Longrong, Fan Benxian, et al. Metallogenic Regularity Map of Energy Resources in Central Asia and Neighboring Areas (1:2500000)[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008.

Six major dynamic systems since Jurassic in China's mainland and resource prognosis

GENG Shu-fang, LIU Ping, WANG Zhen-yang, JU Yuan-jing

(*Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*)

Abstract: In this paper, the authors present some new points of view from the recent Three-Dimensional Structure of the Lithosphere in China and the Geological Map Series of Central Asia and Adjacent Areas completed by experts from China, Mongolia, Kazakhstan and South Korea. First, the inertial centrifugal force of the rotation and revolution of the earth and the extrusion force generated from the high latitudes to low latitudes are permanent and eternal and function as the context of other factors, and so these two forces are referred to as the background. Second, with the exception of the sea-floor spreading of the power system in the eastern Pacific and Indian Ocean, China's mainland and marine power systems formed since Jurassic, which include the northern part of Mongolia - Okhotsk Mesozoic succession of power systems and the power system of the Arctic Ocean sea-floor spreading, have not aroused sufficient attention. Third, according to "fan-power principle" (squeezing at one end accompanied by extension at the other end), the joint pressure of the power system from the east, west and north to China's mainland and the sea caused upwelling of the asthenosphere materials in China's eastern part and sea waters, which, under the strong Chinese power system, consequently led to the dramatic changes in Cenozoic lithosphere and tectonics in eastern China as well as the occurrence of magmatism, rift valley, earthquakes, volcanoes and other complex geological and mineralization phenomena. Finally, the reason why the most strong spreading units of the sea-floor in the Pacific Ocean and the Indian Ocean (and the Atlantic) lie mainly within the latitudes of 60° on both sides of the equator seems to be the effects of the centrifugal force of the rotation and revolution of the earth and the extrusion force from the high latitudes to low latitudes (i.e., mostly "at the end of the power system") on both sides of the equator. Therefore, Instead of forgetting or giving up Li Siguang's contribution to the theories of the rotation and revolution of the earth and the power system structural geology, geologists should incorporate his theory with contemporary theories to explore the spirit of basic geological and metallogenic problem and to resolve these important problems effectively for the purpose of developing a new and practical theory for mineral exploration.

The authors' new understanding and points of view can be applied to geology and exploration. First, they help to search for the hot, dark and quiet zone lying on the interface with the temperature of 100 °C and the depth of 4.25 m. Second, they can also help to explore the central area of the endogenous ore deposits on the basis of the ore-controlling fault systems formed in different periods, in different directions and of different natures of the power system. Third, they help to follow the "three-step" approach to prospecting for new oil and gas zones with the help of the effects of deep heat and power on the formation of oil and gas fields. Finally, they make it possible to forecast earthquakes with the help of the outside temperature of 10-20 km in depth and the effective elasticity of rock, combined with the characteristics of the new generation of active faults.

Key words: since Jurassic; Chinese mainland and adjacent areas; six major mechanic systems; resource prognosis

About the first author: GENG Shu-fang, male, born in 1934, senior researcher, long engages in the study of regional geology and metallogenic regularity as well as the compilation of geological and ore resource maps.