

中国东部新构造

谭忠谔 张启富 袁正新 等著

新华书店

中国地质大学出版社

PDG

序 言

新华夏系是在20年代末、30年代初,由李四光教授研究亚洲大陆濒太平洋地区地质构造时建立而命名的一个超巨型的构造体系。它概括的面积极其广阔,因其包括了古华夏系与中华夏系,而其成生发展的时间又是最新的,故称之为新华夏系。

新华夏系主要由巨大的三条隆起带和三条沉降带构成。它们大致互相平行,呈北北东方向(北 18° — 25° 东)伸展,明显地与阴山、秦岭和南岭三个巨型东西构造带,在北纬 40° — 42° 、 32° — 34° 和 23° — 25° 的地位,互相复合。新华夏系在中国大陆的西界,北起贺兰山,向南延经过岷山东端与龙门山脉相连,再向南与川滇南北带相接。在这一连线以西和以东的构造型式与主要构造带展布的方向(除东西带和南北带以外),是迥然不同的。以西的构造带,以走向北北西、北西和北西西并呈现反“多”字型 and 反“S”型构造为主;以东的构造带,则以走向北北东、北东和北东东并呈现“多”字型与“S”型构造为主。新华夏系是分布这一线以东的、燕山运动开始形成的、活动频繁的构造体系。

在新华夏系展布的广阔领域内,老的、很老的构造体系都有,构造体系复合现象复杂;各时代地层齐全,不同时代火成岩活动以及新老变质作用形成的变质岩带均有所见;矿产资源丰富,过去曾称为太平洋金属矿带者,实际即新华夏系隆褶带的一部分。因此,对新华夏系的详细研究,不拘在地质理论上,或者矿产勘探和资源开发上,都具有重大意义。50年代初期,李四光教授即根据地质力学的理论,研究新华夏系所取得的认识,推断在这个体系的沉降带内的某些段落中将有油气藏存在。经过40年来的地质工作,特别是石油普查勘探工作,不仅证明了构造体系这个概念是符合客观地质实际的,而且对整个新华夏系各条沉降带内的若干段落中含有丰富油气藏的预测,也得到了验证。

本书是作者经过多年的野外实际工作,室内鉴定与实验分析并搜集了大量实际资料基础上,“以地质力学观点为指导,以研究构造体系发生发展及其控岩控矿规律为主线,把重点剖析与综合分析结合起来”,把形变与形成(后者包括物质变质作用)联系起来,编制了一系列图件,取得了许多新认识,写成了这部专著。这是地质力学工作的重要成果,甚称可喜。在研究新华夏系结合找矿方面,作者也取得了突出的成绩,如预测赣南木梓园隐伏钨矿床(与江西908地质队合作)和豫西夜长坪多金属隐伏矿床(与河南地质四队合作)等等,都是十分成功的实例。本书对新华夏系的发生发展和变化过程均有论述,并提出了一定的依据,但对该体系的形成和变化过程的力学机制、乃至动力来源问题的研究,尚须作进一步的工作,对此尚有一定的困难。

这部著作,是多年来地质力学研究工作中涉及面较广的作品,是大有进展之作。我们以此来纪念李四光教授百岁生日,想李老在九泉之下也将引以为慰。

孙殿卿

1989年5月8日

引 言

本书是在中国地质科学院“六五”期间下达的“中国东部燕山运动的活动规律及其与成岩成矿物质分配律的研究”项目的科研报告的基础上编写而成的。该项目由谭忠福、张启富、袁正新负责，并于1988年1月通过了由中国地质科学院组织的以地质力学研究所所长崔盛芹教授为首同行专家的评审。参加该报告评审的还有：地质力学研究所崔鸣铎研究员、地矿部石油地质综合大队张绍维高级工程师、地质研究所王永勤、刘训、张德全副研究员和地科院科技处李兆华高级工程师等。他们在评审中对报告提出了许多宝贵意见，并建议以专著——《中国东部新华夏系》的形式公开出版交流。今年10月26日是李四光教授诞辰一百周年，孙殿卿教授来信要我们尽早出版《中国东部新华夏系》一书，以纪念李四光教授百岁诞辰。据此，我们在该报告的基础上撰写了本书，以寄托我们对这位卓越的科学家、社会活动家、地质力学的创始人李四光教授的深切怀念。

中生代以来，中国东部（东经 102° 以东地区）和东亚濒太平洋地区的地质构造格局发生了巨大的变革，形成了一系列北东—北北东向的构造隆起带和沉降带，构成了一个巨型“多”字型构造，控制着该区中生代以来的沉积建造、岩浆活动、成矿作用以及晚近时期的地势轮廓。李四光教授把这种独特的构造型式称为新华夏构造体系。

新华夏系构造展布于亚洲濒太平洋地区，它介于北纬 5° — 60° 之间，东西宽逾2000km，是世界大陆边缘巨大构造体系之一。李四光教授称其为陆地的波浪，在东亚岛弧一带达到了澎湃的状况。新华夏系构造主要由走向北北东（北 18° — 25° 东）的三条巨型隆起褶带和沉降褶带组成。其最东一条隆起褶带就是东亚大陆边缘濒太平洋的强烈隆起带，我们称为第三隆起带。它是由一串岛链（千岛群岛、日本群岛、琉球群岛和我国的台湾岛等）组成的弧形构造。该隆起带以东，有一条深海沟与之平行延伸，成为大陆地壳与大洋壳的分界线，这就是新华夏系的东部边界。这一隆起带之西，是由鄂霍茨克海、日本海、东海和南海所淹没的第三沉降带。再往西，又有一个隆起带出现，这就是人们常称的第二隆起带，它包括朱格尔山脉、锡霍特山脉、长白山、狼林山脉和辽东半岛，经淮阳丘陵地带直至东南沿海一带的武夷、戴云诸山脉。该隆起带的西面为第二沉降带，由松辽、华北、江汉等平原和北部湾等大型构造盆地构成。该沉降带西侧，是由大兴安岭、太行山脉和武陵—雪峰诸山脉组成的第一隆起带。往西，越过这一隆起带，是由呼伦贝尔—巴音和硕、陕甘宁和四川盆地构成的新华夏系的第一沉降带。

新华夏系是地质力学的重要组成部分。早在1929年，李四光教授在《东亚一些构造型式及其对大陆运动问题的意义》一文中就比较详细地描述了东亚这类主干构造走向大致平行大陆边缘的构造山脉和盆地的排列（当时称之为“多”字型构造体系），并探讨了其形成的力学成因。事实上，在中国境内，尤其是中国东部的“多”字型构造就其发生时期来看，可以从晚近期追索到古生代或前古生代。为区别它们，李四光在他后来的许多著作中，特别是在《地质力学概论》中，明确地把发生在古生代的北 45° 东左右的“多”字型构造称之为华夏系构造，而把发生在中新生代时期的北 18° 到 25° 东的“多”字型构造称之为新华夏系构造。

同时把那些发生时期更晚的北东向构造称之为华夏式构造。这对于揭示我国东部地区的构造演化特征、矿产分布规律与区域地壳运动方式起了重要的指导作用，在理论和实践上都具有重大意义。松辽、华北、江汉盆地油田的突破，赣南木梓园隐伏钨矿床、豫西夜长坪隐伏大型多金属矿床等预测成功，都充分说明新华夏系在找矿实践中是行之有效的。

60年代以来，广大地质工作者在广泛实践的基础上，对新华夏系提出了许多补充资料和新认识，特别是70年代后期，在孙殿卿和吴磊伯两位教授指导下，以中国地质科学院地质力学研究所为主编制的《中华人民共和国及其毗邻海区构造体系图（1:250万）》，据其形成时间和表现特征，将中国东部新华夏系进一步划分为早期新华夏系（成生发展于晚三叠世至侏罗纪晚期，以北35°东走向的斜列式“S”形构造带为主要特征）、晚期新华夏系（主要成生发展于白垩纪至老第三纪中期，以走向北20°东左右的斜列式压扭性断裂构造和断陷盆地为主要特征）、挽近新华夏系（主要发生于挽近期，以北北东向的岛弧为主体）。从而丰富和深化了新华夏系的内容，为新华夏系的深入研究起到了立典作用。

作者在前人研究的基础上，特别注意把地球物质的物理运动与地球化学运动有机结合起来，深入开展对新华夏系的研究。这也是我们多年来在中国东部，特别是在中国东南部地区开展新华夏系对成岩成矿的控制及隐伏矿床预测研究的实践中所总结出来的一条重要经验。例如，新华夏系广泛控制着燕山期岩浆岩及其有关矿产的分布，这是众所周知的事实。但是，为什么同是新华夏系的成分，有的控制燕山期岩体，有的又不控制？为什么同是受新华夏系控制的岩体，有的成矿有的则不成矿？为什么同是受控于新华夏系的成矿岩体，有的部位成矿有的部位则不成矿？而且其成矿特点又各有差异？显然，这不仅取决于新华夏系活动的特性，而且还取决于燕山期岩浆岩的成矿专属性。为了回答这些问题，我们开展了“中国东部燕山运动的活动规律及其与成岩成矿物质分配律的研究”，旨在通过以地壳结构和地壳组成相结合的方法，来补充、丰富和提高新华夏系理论在找矿实践中的可靠程度和精确水平。

在技术方法上，作者以研究构造体系发生发展及其控岩控矿规律为主线，采用重点剖析与综合分析相结合，野外调研与实验模拟相结合的方法，把对形成与形变、建造与改造、现状与历史、物质与运动、地质构造与地球化学、地球物理，构造演化与矿产分布关系等方面的研究有机结合在一起，配合有关数学地质、电算模拟与其它实验模拟工作，进而编制一系列图件和完成系统的研究工作。

通过多年来的研究，笔者在如下几方面取得了重要的进展和新的认识：

第一，从构造形变应力场（包括断裂带、隆起带和拗陷带等构造形迹所反应的古应力场和现今构造应力场）、地球物理场（包括重、磁场和地热场）、地球化学场（包括成岩成矿的化学成分和元素分布）等方面论证了新华夏系的存在，系统总结了新华夏系的表现特征。

第二，通过对中国东部中生代沉积作用、岩浆活动、构造变动和成矿作用等方面的大量实际资料的研究，证明了中国东部新华夏系是自西向东发展和逐渐迁移的。全面总结了我国东部大地构造演化特点和地壳变迁规律。

第三，探讨了新华夏系形成的动力学机制，并吸收了板块构造的理论，提出了后部拗陷带—中间隆起带—前锋构造带“三位一体”的新华夏系构造滑移体制，解释了中国东部新华夏系和东部地壳自西向东演化和变迁的原因，深化了新华夏构造体系的概念。

第四，揭示了新华夏系控岩控矿的规律。指出“前锋构造带”是应力集中带，也是热效应反应强烈的地带，有利于高温热液矿床的形成。“中间隆起带”是过渡带，各种地质作用

较和缓,有利于中、低温热液矿床的形成。“后部拗陷带”是构造上的强烈拗陷带,有利于沉积矿床,特别是油气矿床的形成。并对中国东部,特别是华南地区内生矿床成矿带和油气分布规律进行了首次划分和探讨,为矿床预测指明了方向。

在该项目的研究过程中,有些研究成果,如《中国东部新华夏系的演化规律及其成因机制的初步探讨》、《华南中生代以来花岗岩活动规律与新华夏系构造带的迁移》、《从中国东部中生代以来大地构造演化特点谈地壳运动与地幔运动的内在关系》、《中国东部新华夏系的演化与成因模式》、《东南沿海地区中生代热动力变质带的分布规律及其构造控制》、《燕山地区燕山运动的特征和活动规律》等等,曾先后在庆祝中国地质学会成立60周年纪念的国际地质讨论会、第27届国际地质大会、国际地质力学讨论会和地质矿产部“六五”重大成果交流会等一些国内外重要学术会议上宣读、展示和交流,或以论文形式在《地质学报》和《中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊》等学术刊物上发表。

对于该项成果,同行专家在评审中一致认为:“它深刻地揭示了新华夏系的特点和活动规律,明显地深化了对新华夏系的研究程度,从而丰富了有关构造体系的基本概念,为发展地质力学做出了贡献……,是一部迄今最为系统的有关新华夏系的重要专著……。在总体上达到国内同类研究的先进水平,其中在对中国东部及邻区中生代以来陆内与陆缘构造演化与控矿规律的研究方面,颇具特色与创见,可与国际上同类研究水平相媲美。”

原报告共10章约80万字。在本书撰写过程中,作者根据评审中提出的意见,对原报告进行了认真的压缩、提炼。现书除引言和结语外,共分5章23节,约35万字。

参加本项目研究工作和本书编写工作的人员,除署名作者谭忠福、张启富、袁正新、王承辉、芮柏、吴桂捷和陈明是之外,还有:张树淮、张开明、刘超美、武育宁、宋国云、陈生、汤质华、黄新耀、黄富强、李家彪、龚家财、郭真民、陈开平、彭松柏、陶明、余凤鸣和邹达仁、邓飞、王惠玲、杨明、于桂香等同志。全书初稿完成以后,最后由谭忠福研究员和张启富副研究员统一修改定稿。

最后应特别指出的是,在本项目立项的初期,承蒙当时地矿部张同钰副部长、邹家允副部长、孙殿卿教授、中国地质科学院李廷栋院长、孟继声副院长、王泽九副院长和现任中国地质大学(武汉)毕孔彰书记等领导的关怀,专门听取了谭忠福等同志关于立项设想的汇报,并作了重要指示。在项目研究过程中,又受到地质力学所所长孙殿卿教授的指导和帮助以及我所吴保禄、饶家光副所长和科技处谢崇裕处长、李有亮高级工程师及地质力学研究室熊成云、汤吉方副研究员的关心和支持。在本书的出版过程中,又先后得到了梁约翰、虞哲蓉、段万军、张玉青等同志的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

应当指出,本书是集体劳动的成果。书中所总结和论述的一些规律,只能反映当前中国东部及邻区的地质构造研究程度和作者对它的认识水平。由于该项目研究工作涉及范围大,资料多,学科多,加之笔者水平所限,书中难免存在错误和缺点,敬请读者批评指正。

目 录

引 言	(I)
第一章 新华夏系的形成	(1)
第一节 新华夏系形成的地质构造背景	(1)
第二节 中生代主要地壳运动和新华夏系的形成	(4)
第三节 新华夏系的格局和划分	(11)
第二章 新华夏系的表现形式及其基本特征	(16)
第一节 地貌表现	(16)
第二节 中国东部大陆区主要线性构造的卫相表现	(21)
第三节 中国东部航磁异常的特征	(24)
第四节 中国东部区域重力场的特征	(26)
第五节 中国东部区域地热场特征	(28)
第六节 中国东部地震活动的特征	(31)
第七节 中国东部及邻区现今构造应力场	(38)
第八节 中国东部及邻区巨型隆起构造带及其特征	(40)
第九节 中国东部及邻区巨型沉降构造带及其特征	(59)
第十节 中国东部及邻区巨型断裂带及其特点	(82)
第三章 新华夏系的变迁规律	(89)
第一节 中生代沉积作用的东西变迁	(89)
第二节 中生代岩浆侵入活动的东西变迁	(91)
第三节 中生代火山喷发活动的变迁	(99)
第四节 中生代构造形变的东西变迁	(105)
第五节 中生代成矿作用的变迁特点	(111)
第四章 新华夏系的演化历程及其形成的动力学机制	(118)
第一节 新华夏系的演化历史	(118)
第二节 新华夏系演化的动力学机制	(127)
第五章 新华夏系成岩成矿的构造模式及其对矿床分布的控制	(134)
第一节 新华夏系滑移体制与成岩成矿构造模式	(134)
第二节 新华夏系对中国东部内生矿产分布的控制	(137)
第三节 新华夏系对中国东部中生代油气形成与分布的控制	(179)
结 语	(202)
主要参考文献	(204)

CONTENTS

Introduction	(1)
Chapter 1 The Formation of Neocathaysian Structural System	(1)
Section 1 Structural Background of Formation of Neocathaysian Structural System.....	(1)
Section 2 Principal Crust Movement in Mesozoic-Cenozoic and the Formation of Neocathaysian Structural System.....	(4)
Section 3 The Framework and Classification of Neocathaysian Structural System.....	(11)
Chapter 2 The Forms and Primary Characteristics of Neocathaysian Structural System	(16)
Section 1 Geomorphic Features in East China.....	(16)
Section 2 Satellite Images Features of Main Linear Structures in East China	(21)
Section 3 The Characteristics of Airborne Magnetic Anomaly in East China	(24)
Section 4 The Characteristics of Regional Gravity Field in East China	(26)
Section 5 The Characteristics of Regional Geothermal Field in East China	(28)
Section 6 The Characteristics of Seismic Activity in East China.....	(31)
Section 7 The Present Structural Stress Field in East China and the Adjacent Areas	(38)
Section 8 The Characteristics of Huge Upwarped Structural Zones in East China and the Adjacent Areas.....	(40)
Section 9 The Characteristics of Huge Subsided Structural Zones in East China and the Adjacent Areas.....	(59)
Section 10 The Characteristics of Deep Fault Zones in East China and the Adjacent Areas.....	(82)
Chapter 3 The Migration Regularity of Neocathaysian Structural System	(89)
Section 1 The Migration of Sedimentation in the East-West Direction in Mesozoic-Cenozoic	(89)
Section 2 The Migration of Magmatic Intrusion in the East-West Direction in Mesozoic	(91)

Section 3	The Migration of Volcanism in the East-West Direction in Mesozoic-Cenozoic.....	(99)
Section 4	The Migration of Structural Deformation in the East-West Direction in Mesozoic-Cenozoic	(105)
Section 5	The Migration of Mineralization in the East-West Direction in Mesozoic	(111)
Chapter 4	The Evolution of Neocathaysian Structural System and Its Dynamic Mechanism	(118)
Section 1	The Evolution of Neocathaysian Structural System.....	(118)
Section 2	The Dynamic Mechanism of Evolution of Neocathaysian Structural System.....	(127)
Chapter 5	Structural Model of Diagenesis and Mineralization of Neocathaysian Structural System and Its Controlling Regularities over the Distribution of Ore Deposits.....	(134)
Section 1	The Slip System and Structural Model of the Diagenesis and Mineralization of Neocathaysian Structural System.....	(134)
Section 2	The Control of Neocathaysian the over Distribution of Endogenic Ore Deposits	(137)
Section 3	The Control of Neocathaysian over the Formation and Distribution of Petroleum and Gas in Mesozoic-Cenozoic.....	(179)
Conclusion		(202)
References		(204)

第一章 新华夏系的形成

第一节 新华夏系形成的地质构造背景

新华夏系是在中生代以前中国东部构造格架的基础上建立和发展起来的构造体系。因此,当我们研究新华夏系构造的成生发展时,首先必须了解中国东部中生代以前的古老构造的区域地质背景。

一 中国东部前中生代地层岩相发育特征

大量的地层岩相资料表明,中生代以前中国东部地区地层岩相的发育,已经明显受到阴山-天山和秦岭-昆仑两条纬向构造带的控制。也就是说,这些纬向构造带的存在,隔断了东部地区古生代地层岩相的发育,因而使得该区域可明显分为东北北部区、华北及东北南部区和华南区三个不同的地层岩相发育区。

1. 东北北部区

该区包括阴山-天山纬向构造带以北的我国东北北部地区,相当于新华夏系隆起褶皱带和沉降褶皱带的北段范围。

在该区范围内,前寒武系和古生界零星出露于大兴安岭和吉林、黑龙江东部山地。它们大多残留于花岗岩体内,或零星出露于中生代地层掩盖区,主要由一套变质岩系所组成。大量的深部钻探表明,其基底部分地区属前寒武系,另一部分地区则属于上古生界。

前寒武纪和下古生代地层主要为浅变质的海相碎屑岩。上古生代地层则为海相、海陆交替相的火山沉积岩系,反映了当时火山喷发活动相当强烈,同一时代的岩层在不同地区,往往表现出岩性、岩相、岩石组合以及厚度等方面明显变化,反映了它们沉积构造环境的动荡不定。

在沉积建造类型上,该区古生代沉积属于地槽型沉积建造,包括复理石建造、细碧角斑岩建造和硬砂岩建造等。从古生代本区各地具有大致相同的沉积建造看来,该区在中生代以前已经是一个统一的整体。

2. 华北及东北南部区

该区包括阴山-天山纬向构造带和秦岭-昆仑纬向构造带之间的广阔华北及东北南部区,相当于新华夏系隆起褶皱带和沉降褶皱带中段的范围。

该区内的前震旦系变质岩系,主要出露于南、北两个纬向构造带展布区及它们之间的隆起地区。其原岩为沉积岩及海底火山喷发岩;其中以太古界的火山岩最为发育。震旦系分布较广,在本区南、北两个纬向构造带两侧都有巨厚的沉积,属于海相碎屑岩、火山岩和碳酸

盐岩等建造。该区古生界的分布范围比震旦系更广，离南北两个纬向构造带更远，说明此时这两个纬向构造带已逐渐隆起，控制着古生代地层的展布，寒武系和奥陶系以浅海相灰岩、白云岩和砂页岩为主；志留系至下石炭统，其东部缺失，西部变为滨海—浅海相灰岩、白云岩和砂页岩沉积；中石炭统至下二叠统，东部以陆相含煤沉积为主夹海陆交互相地层，西部则以浅海相与海陆交互相为主，包括铝土页岩建造、滨海含煤建造和砂页岩建造等，它们平行不整合于中奥陶统之上；上二叠统至三叠系，本区则以陆相碎屑沉积为主。綜上古生代沉积建造特征，它们均属于地台型沉积建造。

3. 华南区

该区包括秦岭—昆仑纬向构造带或淮阳山字型以南的我国东南部地区，即相当于新华夏系构造带南段范围。

区内前震旦系分布零星，虽然各地名称不一，但均以变质岩系为主，它们是一套具有复理石建造和含铁硅质岩建造的地槽型沉积。据现有的同位素年龄资料，这套地层年代约早于800Ma。最近我所在黄陵背斜的崆岭群测得2500—2890Ma的U-Pb一致曲线同位素年龄，证明该区有晚元古代地层的存在。

本区的震旦系和下古生代地层以“江南古陆”为界表现有明显差别。“江南古陆”以北的长江中下游地区均以砂页岩建造和石灰岩建造为主，属地台型沉积；“江南古陆”以南的华南地区则以复理石、笔石页岩等建造为主，属地槽型沉积。上古生代自泥盆纪至三叠纪，均为砂页岩建造、石灰岩建造、滨海含煤建造以及铝土页岩建造等，属地台型沉积；至晚三叠世，本区遭受印支运动，全区褶皱隆起。

二 中国东部前中生代构造体系发育特征

中国东部前中生代主要展现以纬向构造体系和华夏构造体系为主导的构造格局。同时在某些特定部位发育有南北构造带、“山”字型和弧形构造带等，造成一幅复杂的构造应变图案。

1. 纬向构造带

在中生代前，中国东部存在有三条纬向构造带，其北部的阴山—天山纬向构造带，分布在北纬41—43°之间，在太古代已具雏型，表现为由前寒武纪地层组成一系列巨大的东西向复背斜，此外，其区域性片理和片麻理走向亦呈东西向。据现有资料，其复背斜核部的鞍山群，同位素年龄大于2400Ma。大约在1800或1900Ma至800Ma期间，是这条纬向带重要发展时期。前古生代形成的隆起褶皱带，分隔了华北地区和东北北部地区古生代沉积。

中部秦岭—昆仑纬向构造带，分布在北纬32—36°之间。该纬向构造带，在震旦纪出现雏型，表现为巨大的东西向拗陷槽地、拗褶和隆褶并存；早古生代进入重要发展时期，不仅形成了巨厚的古生代地层，而且使其沉积相在南北方向上发生明显分异，即在其南部形成了厚度大的火山岩建造、碎屑岩建造和碳酸盐岩建造，北部则主要形成了岩相变化不大的碎屑岩建造和碳酸盐岩建造；古生代末期至中生代早期是这条构造带形成隆起褶皱带的主要时期。

南部的南岭纬向构造带，分布在北纬23—26°之间，它较之北边两个纬向带，在空间分布上相对松散，在时间上相对较晚。该纬向构造带在早古生代形成雏型，奥陶纪至志留纪表现为—明显的纬向隆起带。晚古生代时期主要表现为海底隆起，对沉积岩相有一定控制作用，甚至在中生代时期还在继续发展，表现为花岗岩的强烈侵入活动，形成了五条大型纬向花岗岩带，并全面上升形成隆起褶皱带。

总之, 这些纬向构造带是规模巨大、影响地壳颇深, 长期反复强烈活动的构造带; 它们从北往南, 在中国东部地区大体以相隔纬度 8° 呈明显的等距离分布。从成生发展时期看, 北部形成较早, 往南逐渐变新, 表现为由北往南依次变新的规律。

2. 北东向构造带

在中国东部地区, 中生代以前形成的北东向构造十分明显, 常表现为巨大隆起带。最主要的有长白山-千山隆起带、云雾山-五台山-关帝山隆起带、昆仑山-泰山隆起带、嵩山隆起带、赞皇-中条山隆起带、华夏隆起带、武夷山隆起带、云开大山隆起带和怀玉山-九岭山-越城岭隆起带。它们大致呈东、西两排雁行排列。西排由云雾山-五台山-关帝山隆起带、赞皇-中条山隆起带、嵩山隆起带组成; 东排由长白山-千山隆起带、昆仑山-泰山隆起带、武夷山隆起带、云开大山隆起带组成。有人认为, 中国东部的北东向构造, 特别是华夏系集中分布在华南和东北地区, 而华北地区并不明显。事实上, 中朝地台总体上呈北东向展布, 只是表现不明显而显得松散而已。

应当指出, 这些北东向构造带的成生时期各不相同。相对而言, 其北部的形成较早, 如云雾山-五台山-关帝山北东向隆起带形成于太古界或下元古界, 东北地区的北东向隆起带则形成于海西期, 而华北地区的隆起带成生时期可能更早。而其南部, 北东向隆起带一般形成较晚, 如怀玉山-九岭山-越城岭、武夷山和云开大山等隆起带, 均形成于早古生代末期。因此, 北东向构造带有由北往南逐渐变新和逐渐变弱的趋势。另据郭令智教授的研究, 华南地区的北东向构造带, 自西向东, 由江南古陆的雪峰期褶皱带经武夷-云开加里东褶皱带到东南沿海的海西印支褶皱带, 同样表现为逐渐变新和逐渐增强的趋势。这种由北向南, 由西向东的变化规律, 与纬向构造带的变化规律完全一致。

3. 南北向构造

这种构造在中国东部的南部地区较为发育, 它集中沿南岭纬向带分布。由西往东, 有川滇带、川黔带、湘中带和湘赣带等。在北方, 这种构造带规模较小, 分布也零散。因此, 从总体上看, 这个构造带有南强北弱, 西强东弱的特点。

这种构造带的成生时期不尽相同, 川滇带至少在震旦纪初期就已出现, 整个震旦纪时期, 表现为一个南北向的槽地, 控制了震旦纪的巨厚沉积, 寒武纪开始隆起, 三叠纪的印支运动形成隆起带。川黔带似乎也是在震旦-寒武纪开始出现雏形, 晚古生代-三叠纪是隆起带的形成时期。湘中带的发育历程虽然目前还不十分清楚, 但许多地质资料表明, 它很可能形成于印支期。总之, 南方的这些南北向构造带显示有由西往东逐渐变新的趋势。

北方的一些南北向构造带大部分成生于海西-印支期, 比南方的一些主要南北构造带生成晚一些。

这些构造带不仅对中国东部不同时期的沉积建造起了重要的控制作用, 而且对岩浆建造也有重要的控制作用, 如黑龙江东部带、滇西带和川滇带以及湘赣带都控制了重要的岩浆岩带的形成。同时也表明, 这个构造带波及地壳深度较大, 也是长期反复活动的巨型构造带。

4. “山”字型构造体系和弧形构造带

在中国东部发育的主要“山”字型构造体系计有祁吕贺兰山字型(东翼)、淮阳山字型、广西山字型和粤北山字型等, 它们大多成生于古生代, 定型于印支期。在空间分布上与纬向构造带相伴生, 弧顶指向南。

规模较大的弧形构造带见于中蒙边境, 称为中蒙边缘弧形构造(东翼)。它斜贯我国东部的大兴安岭山脉北段, 并与那里的北东向构造带常重复复合在一起, 其形成于古生代末。

三 前中生代构造的动力作用方式和方向

上述构造特征表明,中国东部前中生代构造的动力作用方式和方向如下:

① 纬向构造带主要由一系列规模巨大的拗陷带、隆起带、断裂带、热动力变质带和花岗岩带组成,花岗岩带常常和巨型隆起褶皱带,特别是强烈挤压隆起带共生,显示了沿纬向分布的压性结构面特征,反映它们是由南北方向的挤压应力作用所形成。从纬向构造带发生、发展的历史来看,这种南北方向挤压作用长期广泛存在。

② 北东向构造带主要由一系列规模巨大的隆褶带组成,这些隆褶带沿南北方向还呈现出雁行排列,反映了中国东部地区的南北向不均衡挤压作用,从而导致中国大陆相对向南、其东侧太平洋地块相对向北的扭动趋势。

③ 南北向构造带,在中国东部主要是褶皱带,显示了东西方向的挤压作用。

④ 山字型和弧形构造带则同样反映了中国东部地区由北向南的不均衡挤压作用。

因此,中国东部中生代以前的构造所反映的动力作用方式,主要是由地球自转角速度变化引起的惯性力所形成的纬向带和经向带两种基础构造带的统一应力场相协调。在发展过程中因挤压作用力不均衡出现各种弧形构造和山字型构造。在中国东部也因亚洲大陆与太平洋块体不均一,而出现相对扭动,导致华夏构造的产生。

必须指出,这种发展历史悠久、较为广泛分布和呈现严格等距离特点及自北而南,由老变新的有规律性变化的巨型纬向带的演化规律,证明中国东部地壳演化是一个长期的、整体的、定向的渐变发展过程。这一事实显然与板块构造观点及古地磁资料相矛盾。

第二节 中生代主要地壳运动和新华夏系的形成

自三叠纪以来,中国东部先后发生过三次重要的地壳构造运动,即印支、燕山和喜马拉雅运动。三者在表现形式上虽各具特色,但在发展特征上却紧密相连。黄汲清教授等将这三期运动归并,在发展阶段上统称为阿尔卑斯期旋回。

一 印支运动及其特点

印支运动在华南乃至中国东部地区是一次划时代的构造运动。它不但改变了前中生代中国东部以纬向构造为主,经向构造为辅的构造格局,而且还开创了以东北—北北东为主的新华夏系生成发展的新阶段。现有资料证明,印支运动可划分为三个构造幕。但这期构造运动影响最强烈的地区,主要局限于秦岭及其以南地区。经过这期运动,形成了三江、松潘-甘孜、秦岭、桂西等印支地槽褶皱系和华南“后加里东地台”上广泛的“地台”盖层褶皱带。

发生于早、中三叠世之间的印支运动第一幕,张文佑(1943)将平而关群(T_2)与罗楼群北泗组(T_1)之间的平行不整合命名为桂西运动。此期构造运动强度不大,影响范围有限,在其命名地点的广西地区也不具普遍意义,中、下三叠统之间不少地区仍为连续沉积。它主要表现为升降运动,使东南沿海及华南部分地区早三叠世海相地层沉积后隆起为陆。在华南地区,这期构造又集中分布在以雪峰山-九岭山-天目山为主体和以云开大山为主体的北东向华夏系构造隆起带的周边地区。在这些地区,它同样表现为升降运动,并造成粤、湘、赣、闽等省区缺失中三叠统沉积。在岩浆活动方面,从岩体同位素年龄值为215—230Ma的大量出现,也充分说明了这期构造运动的存在。如湘西和湘中地区分布的关帝庙花岗岩(218—222

Ma)、瓦屋塘花岗岩(226Ma)、崇阳坪花岗岩(217Ma)等,它们都沿前述北东向隆起带东南侧的北东向或东西向断裂带分布。在赣西北武功山区表现为强烈的变质作用和混合岩化,形成同位素年龄值为222Ma的武功山片麻岩。云开大山北东向隆起带的周边地区也形成有同位素年龄值为217—222Ma的花岗岩体和动力变质岩及混合岩等。

华北地区,此期构造运动表现微弱,既无确切的地层接触关系,也无大量的岩体侵入,但隶属于新华夏系第二隆起褶带的胶东隆起及其周缘则见有此期岩体侵入,如江苏东海县房山镇的角闪黑云斜长片麻岩(226Ma),山东文登县的昆仑关花岗岩残留体(217Ma)等。由此可见,该区仍有隶属于此期运动的岩体存在。在东北地区,伴随这期构造运动的花岗岩活动和其他有关地质作用则比较强烈,其证据是有大量岩体和有关地质体的同位素年龄介于215—230Ma之间。这些岩体主要分布在吉、黑东部隆起褶带,其次是大兴安岭隆起褶带,但其岩体规模较小。

印支运动第二幕发生于中、晚三叠世之间,它是印支运动最主要的一期构造运动。其影响范围较广,特别是华南地区表现强烈,以褶皱为主,伴有以北东向为主的压性断裂生成,同期岩浆活动发育,在空间上与印支运动第一幕形成的花岗岩侵入体分布相近,但其分布范围稍有扩大,它们常与后者构成多次活动的复式岩体。在沉积方面,受此次构造运动影响,不仅形成了华南和扬子地区上三叠统之下的角度不整合或假整合关系,而且改变了早、中三叠世以海相沉积为主的特征而代之以晚三叠世的陆相、河湖—沼泽相含煤沉积。并新生了较多与北东向断裂有生成联系的含煤盆地,如广东的小坪组,湘东—赣西的安源组,福建的文宾组等多属此类盆地沉积。在秦岭及其以南的扬子地区,此类含煤盆地多延续至早侏罗世,两者呈假整合接触或连续沉积。以往认为下扬子地区中、上三叠统之间为不整合接触,李毓尧、朱森等(1935)曾据此命名为金子运动,但尔后证明是假整合接触。在鄂东南地区,上三叠统蒲圻组连同其上覆侏罗系地层呈北东向展布,而下伏大冶组、嘉陵江组(T_1)则呈近东西向展布,两者在空间分布和沉积特征上存在显著差异,无疑它是受此期构造运动的影响和控制,此带可能为不整合接触。总之,鄂东—云开大山隆起带及其周边地区,此期构造运动影响强烈。

在华北和东北地区,目前仍未见确切的早、中三叠世沉积,此期构造运动仍表现得很微弱,既无确切的地层接触关系,也无大量的岩体侵入。

印支运动第三幕发生于晚三叠世末—早侏罗世初,它是仅次于金子运动(Ⅱ幕)的一次构造运动,影响遍及中国东部及其邻区,但各区强弱表现明显不同。

东北地区,这期构造运动影响甚微,早侏罗世沉积与下伏三叠纪地层多呈整合或假整合接触。此期构造运动所成构造格局,控制了早侏罗世及其以后沉积,新生或复活了较多北东—北北东向断裂,形成众多长条状或串珠状含煤火山岩沉积盆地。伴有较为强烈的中酸性火山活动和花岗岩侵入,在新华夏系“一隆”●及“二隆”上都有分布,但以“二隆”为主,如吉林通化龙头黑云母花岗岩(190Ma)、浑江蚂蚁河黑云母花岗岩、伊春市东黑云母花岗岩(199Ma)、辽宁营口黑云母花岗岩(198Ma)、黑龙江尚志县亮河村黑云母斜长花岗岩(199Ma)等。

在华南地区,此期构造运动的表现特征与东北地区近似,但强度稍强。在鄂东—云开大山隆起带,下侏罗统与上三叠统多呈微角度或角度不整合接触,在其两侧则多为假整合或续覆不整合接触。在晚三叠世,粤中、粤北、湘赣、下扬子狭长海湾中,两者多呈继承性连超

● 详见本章第三节。

整合关系或假整合接触。扬子地区除西部龙门山前缘地带为角度不整合外,其他地区也多为假整合接触。华北地区也以假整合接触为主,表明其强度较弱。同期形成的花岗岩侵入体在华北分布较少,华南较多,但主要集中于鄂东至云开大山隆起带及其两侧,而在新华夏系“一隆”及其以西地区分布较少。这些岩体的同位素年龄值介于196—205Ma之间,如赣东北上犹县营前黑云母石英二长岩(202Ma)、宁乡县流沙河花岗岩(200Ma)。

由上不难看出,印支运动具有如下特征:

① 从沉积作用及其特征反映,印支运动在强度上以第二幕为主,第三幕为次,第一幕最弱。发生于中、晚三叠世之间的金子运动是导致中国东部大部分地区由海相沉积转为陆相沉积的一次划时代构造运动,它在秦岭纬向带及其以南表现明显。印支运动第三幕在阴山纬向带及东北地区相对活动较强,它控制了尔后的侏罗纪沉积和火山活动,形成了众多含煤火山岩沉积盆地。

② 印支期是中国东部众多构造体系的成生、发展定型期,或为其再次活动期。以北东向构造为主体的华夏系构造虽成生发展较早,但最后定型于此构造阶段,习称晚期华夏系构造,它几乎遍布于除纬向带以外的整个中国东部地区,如龙门山、华南及东南沿海、华北、东北诸地的北东向构造带均属之。此外,如淮阳山字型构造带、秦岭及阴山纬向带,前者为此阶段定型,后两者均于此期有过强烈活动。

③ 从中国东部不同地区花岗岩类岩体同位素频率统计曲线分析,各区峰值变化不尽相同(图 1-1)。其中华南及东北地区,年龄值介于195—230Ma间的印支期花岗岩类岩体各呈

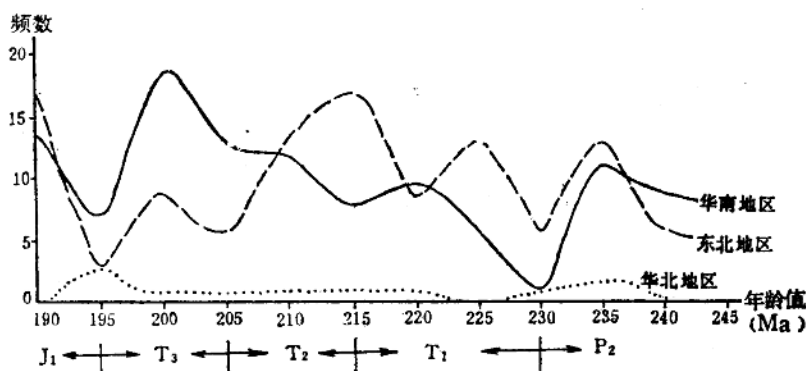


图 1-1 中国东部印支期花岗岩同位素年龄频率图

现有三个高峰,与印支运动三幕相对应,其两端谷部均处于195及230Ma处,两者的差异在于:东北地区最大峰值落于印支主幕215Ma年龄值上;而华南地区的花岗岩活动自早至晚有越来越强的变化趋势,其最高峰值落在印支晚幕的200Ma年龄值上。华北地区花岗岩活动微弱,其频率变化曲线平稳。

④ 在空间展布上,印支运动各期强度中心集中于三个北东向隆起带上,自西至东,它们分别为龙门山-吕梁山-大兴安岭隆起带;云开大山-湘赣-鄂东-下扬子-吉黑东部和北部朝鲜隆起带;台湾-琉球-日本古大陆边缘印支褶皱带。就目前所知,除东带详情有待进一步探索外,西带宽度较窄,中带宽度较大,且各带印支第一幕的活动强度中心比较偏西,随着时间的推移,其强度中心逐步向东有所迁移。

⑤ 中国东部印支运动的强度和表现特征,在南北各地存在有明显差异,这主要受控于

各地区基底的大地构造属性。一般较刚性的稳定地区，印支运动强度较弱，如华北（中朝地台）地区，西部三叠系为稳定型陆相沉积，为大区域拗陷，各期地层之间为整合或有短暂间断，表现为继承性盆地；而晋中盆地以东此期沉积则不很发育，以隆升为主，同期岩浆活动微弱。华南及东北地区，基底偏于塑性，各期印支运动表现就较强烈，岩浆活动发育。

综上所述，印支第二幕是印支运动最强烈的一幕，它导致了海水退却，形成了统一的中国东部大陆，被认为是“地壳构造发展史上的一个伟大的转折点”。从而结束了被纬向带分割的局面，开始了新华夏系成生发展的新的构造历史时期。

二 燕山运动及其特征

燕山运动是一次规模更大的构造运动，是在印支运动的基础上继承和发展起来的。它的影响范围遍及整个中国东部，也波及东亚濒太平洋地区。根据现有资料综合，我们把这期构造运动划分成早、晚两期共五个幕次（表 1-1）。但也有划分为早、中、晚三期的意见。从目前中国东部大部分地区的岩浆建造只能划分出早、晚两期的现状出发，我们划分早、晚两期是比较合理的。有关幕次划分，虽然各地未必都有表现，但从整个中国东部来说，分成五幕渐趋一致。

表 1-1 中国东部燕山运动期、幕划分简表

期 次	幕 次	地 质 年 代	终 止 时 间	活 动 强 度
燕 山 晚 期	V	E	晚白垩世末—早第三纪前	强
	IV	K ₂	早白垩世末—晚白垩世前	较 弱
	III	K ₁	晚侏罗世末—早白垩世前	极 强
	II	J ₃	中侏罗世末—晚侏罗世前	较 强
燕 山 早 期	I	J ₂	早侏罗世末—中侏罗世前	弱
		J ₁		

1. 东北地区

该区西部的新华夏系第一沉降褶带（以下简称一沉）内，燕山 I 幕无明显表现，早、中侏罗世沉积为连续整合关系，但燕山 II、III、IV、V 幕均较强，表现为各期地层呈角度不整合接触，其中 J₃、K₁ 尚伴有中酸性火山活动，早白垩世沉降幅度较大，且随时间的推移，沉降和沉积中心自西向东侧向迁移明显。在新华夏系“一隆”和“二隆”上，燕山各幕运动均有明显反映，各期地层呈明显角度不整合接触，多期中酸性火山活动极强，花岗岩侵入也很剧烈。但“一隆”与“二隆”的地层发育情况并不尽相同，在“一隆”上，除侏罗纪断陷盆地型含煤火山岩沉积盆地广为发育外，白垩纪沉积则极不发育；而在“二隆”上，则侏罗、白垩系同等发育。应当指出，东北地区的侏罗、白垩纪盆地均属断陷型盆地，但燕山早期与晚期盆地并不是叠合型继承性盆地。这就表明，燕山主幕（III 幕）构造运动在东北地区是强烈而明显的。在东北的锡霍特阿林及其以东地区，燕山早期运动不强，而以燕山晚期运动为主。

东北地区燕山期花岗岩类侵入活动各期均有发育。其中：早、中侏罗世以大规模酸性岩浆侵入为主，多呈岩基状产出。与燕山运动主幕（III 幕）有关的花岗岩类分布普遍，以中、小型侵入体为主，它们呈北北东向分布于新华夏系一、二两隆起褶带上，其岩性主要有花岗岩、黑云母花岗岩、角闪花岗岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩等，其活动明显受新华夏系北北

东向构造所控制。燕山晚期岩体在该区出露不多，但与燕山Ⅳ幕运动有关的岩体仍较普遍，并以花岗岩、文象花岗岩、花岗斑岩为主。

2. 华北地区

该区西部新华夏系“一沉”中，燕山运动Ⅰ、Ⅱ两幕无明显表现，西缘凹陷为连续整合关系，盆地中部及其以东则渐变为假整合接触。燕山运动Ⅲ、Ⅳ两幕则表现明显，早白垩世志丹群上下均为不整合接触，且夹有较多的粗屑建造，显示出明显的沉积差异。在该区的太行-吕梁隆起带上，燕山运动Ⅰ、Ⅱ两幕均有较强反映，且显示有西弱东强的特点。在该隆起带上，中生代地层呈不整合或假整合接触，晋东北灵邱一带，中、晚侏罗世还伴生有中性火山活动。属于“二沉”的华北盆地，燕山运动Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ幕均有反映，且以Ⅲ、Ⅴ两幕为主，沉积差异和构造形变明显。新华夏系“二隆”（包括朝鲜地区），除燕山运动Ⅰ幕外，其他各次运动均较强烈，且伴有基、中、酸性火山活动，同期沉积多局限于断陷盆地之中。总之，燕山运动在华北地区反映明显，其中，燕山运动Ⅲ幕表现最强。在“华北地台”北缘的阴山纬向带情况与华北区近似，但前者各幕强度比后者要大，且有东强西弱的变化规律，同期火山活动也很强烈。其中，早侏罗世火山活动有自西向东，岩性由基性→中性→酸性呈有规律变化。就燕山地区而论，燕山早期火山活动随时间推移，岩性由基性（ J_1 ）→中酸性（ J_2 ）→酸、酸碱性（ J_3 ）变化，构成了一个完整的喷发旋回。这不仅与早、中、晚侏罗世沉积各自构成的沉积旋回和总体构成的燕山早期旋回相适应，而且在构造形变上，也与由早、中侏罗世的北东向→晚侏罗世的北北东向构造变化旋回相适应。燕山晚期运动在本区表现稍弱。

与中国东部其他地区相比，华北地区花岗岩类侵入活动相对较弱。它们大都与燕山运动Ⅲ幕关系密切；在空间上，则多集中分布于燕山及胶东地区。其中燕山地区已发现有多期岩浆活动发育，其早期岩体，年龄值多在182—185Ma之间，岩性为花岗岩、黑云母花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩、含辉石闪长岩等，并具有自岩体中心到边缘由酸性向中性过渡的特征；该区与燕山运动Ⅲ幕有关的岩体较多，岩性与前述相似，仍属中酸性岩类。而在燕山晚期，整个华北地区花岗岩类侵入活动显著减弱。

3. 华南地区

从沉积特征和地层接触关系分析，本区燕山运动以Ⅲ幕影响最广、强度最大，燕山Ⅰ、Ⅳ两幕次之，Ⅰ、Ⅴ两幕最弱。本区侏罗系、白垩系两者沉积地域不同，盆地不相连，分属两套不同的沉积建造，充分显示了燕山主幕运动的影响。新华夏系第二隆起褶皱带东部，即东南沿海一带，燕山期火山活动强烈，自中侏罗世开始，各期都有火山活动，其早期以中性为主，晚期则以酸性为主。

华南地区花岗岩类分布广泛，与燕山运动Ⅰ、Ⅱ幕有关的燕山早期岩体多集中于新华夏系“二隆”南段西侧，即鄂东-幕阜山-万洋山-云开大山隆起带及其以西地区，如诸广山-九峰岩体、九嶷山岩体以及贵东、大东山、万洋山、西华山、瑶岗仙等岩体，其岩性大都为黑云母花岗岩，其同位素年龄值多集中于170—190Ma。燕山主幕运动所导致的花岗岩浆活动在本区极为强烈，它不仅形成了大量的花岗岩类岩体，而且还伴生有强烈的火山活动和成矿作用，相应形成了东南沿海火山岩带和许多内生金属矿床。但其岩浆活动的集中部位与前期相比略有东移，即它们主要集中分布在丽水-海丰断裂带以西，南昌-赣州-韶关至吴川-四会断裂带以东地区。其同位素年龄多介于135—160Ma之间。

燕山晚期岩体在华南地区已显著减少，其中与燕山运动Ⅳ幕有关的岩体多侵入到上侏罗

统和下白垩统，或在早期岩体中呈补充侵入体产出，两者具有明显的侵入关系，其年龄介于100—135Ma间。与燕山运动V幕有关的岩体，大多集中分布于东南沿海一带，其他地区则很少出露。这些岩体大多为浅成岩体，其同位素年龄介于69—106Ma间。

综上所述，中国东部燕山运动具有如下总体特征和变化规律：

① 燕山运动在中国东部共划分为两期五幕。早期相当于侏罗纪，包括燕山运动I、II、III幕；晚期相当于白垩纪至老第三纪初，包括燕山运动IV、V两幕。燕山早期沉积区位于本区西部的新华夏系第一沉降褶皱带内，其沉积物属大、中型河湖相碎屑岩及泥质岩沉积；而“一沉”以东则多为断陷型河湖中、小型沉积盆地，其中大多有中酸性火山岩建造。在燕山晚期，本区沉积区东移，新华夏系“一沉”开始萎缩封闭，“二沉”成生发展而至定型，同期火山活动带进一步东迁至沿海地区。因此，在中国东部，燕山早、晚期沉积特征差异明显，相应构造形变、岩浆活动等方面也有明显差异。在燕山运动五个幕次中，以燕山运动III幕表现最强，构成了燕山运动的主幕。其次为II、IV两幕，而I、V两幕相对较弱，分布范围也较有限，但燕山运动V幕在华北、东北地区 and 新华夏系“三沉”和岛弧地带表现明显，运动强度相对较大。

② 燕山期是中国东部及东亚濒太平洋区新华夏构造体系的主要成生发展定型期，它形成了分布于各区的地层不整合，也导致了强烈的花岗岩侵入、火山活动和大量内生金属矿产的形成。其构造线为北东—北北东向。燕山运动主幕使大兴安岭、太行山、武陵—雪峰山一带褶皱隆升。在大兴安岭地区还伴有较强的断裂和火山活动，新华夏系“一隆”大体于此期发展定型。在东部新华夏系“二隆”地区，则在隆升的背景上伴有较强的断裂变动和岩浆活动，形成了许多北北东向构造岩浆成矿带。燕山晚期，新华夏系“一隆”以褶皱改造为主；新华夏系“二隆”则以断裂改造为主。岩浆侵入、火山活动与成矿作用仍很发育，并相继发展定型。

③ 燕山运动伴有大规模的岩浆活动，既有以中酸性为主体的大面积火山喷溢，也有大面积的多期花岗岩浆侵入。它们在很大程度上受控于新华夏系构造，因此，其岩浆活动强度也反映了燕山运动各幕的活动强度。从中国东部燕山期花岗岩类岩体同位素年龄频率曲线图（图1-2）看，中国东部不同地区的花岗岩体的年龄峰值相似，且两端低谷部位的时限恰好与燕山期的上限（65—70Ma）和下限（195Ma）相吻合，其主峰呈驼峰状，均位于燕山主幕时限的前后，但华南地区相对偏早，时限为130—150Ma；华北及东北地区近相一致，时限为118—130Ma。从而在总体上反映了燕山运动随时间推移，由弱变强，又由强变弱的变化规律。

④ 在空间展布上，燕山运动的规模和强度自西向东不断增强，且随时间推移，其强度中心逐步东迁。如前所述，燕山早期运动的强度中心集中于新华夏系“一隆”和“二隆”西部。“一隆”以褶皱变形为主，“二隆”西部，如华南的鄂东—云开大山一带，以断裂和岩浆活动为主。燕山晚期，强度中心东迁，“一隆”只有较弱的褶皱改造，断裂和岩浆活动仍不强烈，“二隆”虽仍以断裂和岩浆活动为主，但强度中心已东迁至武夷山—戴云山隆起带及其两侧。此时，东南沿海地区，燕山运动达到了高峰，火山活动产物、各类中小型盆地中的类磨拉石建造、燕山晚期花岗岩带和各类北东—北北东向巨型及大型断裂变质带分布极广，东北地区的东部及朝鲜一带也大致相似。东亚陆壳边缘，即现今岛弧及其内侧，于燕山晚期其构造运动亦渐趋强化。

最后应着重指出，燕山运动是新华夏系构造发展到高潮的一次构造运动。此时中国东部