

doi:10.3799/dqkx.2015.016

中国构造—地层大区划分新方案

张克信^{1,2},潘桂棠³,何卫红^{1,4},肖庆辉⁵,徐亚东^{1,4},张智勇⁵,陆松年⁶,邓晋福⁷,冯益民⁸,李锦轶⁹,赵小明¹⁰,邢光福¹¹,王永和⁸,尹福光³,郝国杰⁶,张长捷¹²,张进⁹,龚一鸣^{1,4}

- 1.中国地质大学生物地质与环境地质国家重点实验室,湖北武汉 430074
- 2.中国地质大学地质调查研究院,湖北武汉 430074
- 3.成都地质矿产研究所,四川成都 610082
- 4.中国地质大学地球科学学院,湖北武汉 430074
- 5.中国地质调查局,北京 100037
- 6.天津地质矿产研究所,天津 300170
- 7.中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083
- 8.西安地质矿产研究所,陕西西安 710054
- 9.中国地质科学院地质研究所,北京 100037
- 10.武汉地质矿产研究所,湖北武汉 430223
- 11.南京地质矿产研究所,江苏南京 210016
- 12.沈阳地质矿产研究所,辽宁沈阳 110032

摘要:中国大陆是由泛华夏陆块群、劳亚和冈瓦纳2个大陆边缘、3个大洋(古亚洲洋、特提斯洋和太平洋)洋陆转换逐渐集合长大而成的。在中国大陆增生过程中,经历了多个大洋岩石圈板块构造向大陆岩石圈构造转换、增生、碰撞聚集,形成了以华北、塔里木、扬子为核心的3个陆块(地台)区、8个造山系(阿尔泰—兴蒙、天山—准噶尔—北山、秦—祁—昆、羌塘—三江、冈底斯、喜马拉雅、华夏、台东)镶嵌组成的复式大陆。在造山系中,还包含了大洋消亡、陆陆碰撞形成的6个对接带(额尔齐斯—西拉木伦、南天山、宽坪—佛子岭、班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连、雅鲁藏布、江绍—郴州—钦防)。根据中国大陆的上述地史演化特点,提出按陆块区(地台区)、造山带区和对接带区不同的大地构造环境和大地构造演化阶段、造山带区洋—陆转化时间、生物古地理区系、地层类型与地层序列等9条原则进行全国构造—地层大区综合区划新方案。上述3大陆块区、6大对接带和8大造山系构成了中国大陆的17个构造—地层大区。

关键词:陆块;造山系;对接带;地层序列;构造—地层大区;地层学。

中图分类号:P54

文章编号:1000—2383(2015)02—0206—28

收稿日期:2014—10—16

New Division of Tectonic-Strata Superregion in China

Zhang Kexin^{1,2}, Pan Guitang³, He Weihong^{1,4}, Xiao Qinghui⁵, Xu Yadong^{1,4}, Zhang Zhiyong⁵, Lu Songnian⁶, Deng Jinfu⁷, Feng Yimin⁸, Li Jinyi⁹, Zhao Xiaoming¹⁰, Xing Guangfu¹¹, Wang Yonghe⁸, Yin Fuguang³, Hao Guojie⁶, Zhang Changjie¹², Zhang Jin⁹, Gong Yimin^{1,4}

- 1.State Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
- 2.Institute of Geological Survey, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
- 3.Chengdu Institute of Geology and Minerals Resources, Chengdu 610082, China
- 4.School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China
- 5.China Geological Survey, Beijing 100037, China
- 6.Tianjin Institute of Geology and Minerals Resources, Tianjin 300170, China
- 7.School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

基金项目:中国地质调查局项目(Nos.12120113012500,1212011220529,12120114001301,12120113023200)。

作者简介:张克信(1954—),教授,博士生导师,从事地层学、沉积学和造山带地质研究.E-mail: kx_zhang@cug.edu.cn

引用格式:张克信,潘桂棠,何卫红,等,2015.中国构造—地层大区划分新方案.地球科学——中国地质大学学报,40(2):206—233.

8. Xi'an Institute of Geology and Minerals Resources, China Geological Survey, Xi'an 710054, China
 9. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China
 10. Wuhan Institute of Geology and Minerals Resources, Wuhan 430223, China
 11. Nanjing Institute of Geology and Minerals Resources, Nanjing 210016, China
 12. Shenyang Institute of Geology and Minerals Resources, Shenyang 110032, China

Abstract: As a whole, the continent of China is grouped by Pan-Cathaysian blocks, Laurasia and Gondwana continental margins and 3 oceans (Paleo-Asian Ocean, Tethys Ocean and Pacific Ocean). In detail, the continent of China is grew up by 3 blocks or platforms (North China, Tarim and Yangtze) and 8 orogenic belts (Altai-Inner Mongolia-Daxinganling, Tianshan-Junggar-Beishan, Qinling-Qilian-Kunlun, Qiangtang-Sanjiang, Gangdisê, Himalaya, Cathaysia, Eastern Taiwan) during the process of disappearing of oceanic crusts and the colliding-growing of continental crusts. In the orogenic belts, 6 convergent crustal consumption zones (Ertix-Xar Moron, South Tianshan, Kuanping-Foziling, Bangonghu-Shuanghu-Nujiang-Changning-Menglian, Brahmaputra, Jiangshao-Chenzhou-Qinfang) have been subdivided. Correspondingly, the strata of the continent of China are subdivided into 17 tectonic-strata superregions which tectonically belong to 3 blocks or platforms, 6 convergent crustal consumption zones and 8 orogenic series. This division is mainly based on 9 key aspects, including the difference of tectonic environment and tectonic evolution among blocks, convergent crustal consumption zones and orogenic belts, the timing when the oceanic crusts transferring into continental crusts, the feature of paleobiogeograph and the types of strata, etc..

Key words: block; orogenic belt; convergent crustal consumption zone; strata sequence; superregion; stratigraphy.

地层区划是指依据地层记录特征、属性在空间上的差异性和在时间上的阶段性所进行的空间划分。中国地层区划的历史可以追溯到20世纪初李四光和尹赞勋等编制的中国区域地层表的工作(王鸿祯,1978),其可谓是中国地层区划的先行。中国系统的地层区划始于1959年的第一届全国地层会议。黄汲清首次比较全面地论述了中国地层区划的目的、意义和一至三级地层区划,将中国划分为10个地层区(或称地层大区,一级),59个地层分区(二级)和118个地层小区(三级)(黄汲清,1962)。王鸿祯(1978)在总结第一届全国地层会议以来地层和地质工作成果的基础上,对中国进行了系统的地层区划,将中国划分为15个地层区(或称地层大区,一级),80个地层分区(二级),并将15个地层区归纳为3类大区(大陆区、陆间区和陆缘区)。全国地层多重划分对比和《中国地层典》等综合性岩石地层研究工作中也对中国地层区划给出了不同的划分意见(高振家等,2000;程裕祺等,2009)。任纪舜和肖藜薇(2001)从全球构造的角度,基于中国的构造发展阶段,分阶段(南华纪—震旦纪、寒武纪—志留纪、泥盆纪—二叠纪、三叠纪—白垩纪早期、白垩纪中期—新近纪)对中国进行了地层区划。汪啸风和陈孝红(2005)主要从地层发育序列与生物群面貌角度,从南华纪至第四纪分纪对中国进行了系统的地层区划与地层划分对比。

地层区划对地层学和地质学研究的意义可概括

为以下4个方面(龚一鸣和张克信,2015):有利于从地层记录的时间与空间解读的结合上全面把握地层记录的特征与属性,促进全球和地区性高分辨率时间坐标的建立和融合;有利于从全国一盘棋的角度规划和部署地层工作和相关地质工作,如分区地层对比表和古生物图册的编制,分区岩石地层清理和分区层型剖面的建立等;有利于合理规划全国的区域地质调查和矿产普查工作;有利于有针对性地选择地质科学的研究和教学实践区域,从统一性与差异性的结合上探索和把握中国地质和区域地质发展的特点和规律。由于地层是各种地质作用、地质过程、地质记录和地质现象的载体,加之我国地域辽阔,地层记录丰富多彩,有针对性和客观的地层区划不仅能促进层学工作的系统深入开展,对地质科学研究、生产和教学与人才培养均具有重要的指导作用。

1 区划原则

根据研究对象和目的的不同,地层区划可分为综合地层区划和断代地层区划。综合地层区划是指通过对一个国家或地区整个地质历史时期形成的地层记录进行综合分析对比后所进行的地层空间划分。断代地层区划是指对一个国家或地区某一地质发展阶段(如晚古生代泥盆纪、加里东构造阶段等)内形成的地层记录进行综合分析对比后所进行的地层空间划分。综合地层区划涉及的时空范围更广,

表 1 华北、扬子和塔里木构造—地层大区(陆块区)地层特征对比

Table 1 Comparison of tectonic-strata features between North China, Yangtze and Tarim blocks

对比点	华北(VI)	扬子(X)	塔里木(V)
基底开始发育时代	3 800 Ma	3 000 Ma 左右	>2 800 Ma
基底主要特征	1 800 Ma 前由阴山—冀北、晋冀、鲁西、渤海东和陕豫皖 5 个陆块及其之间的洋壳消减汇聚而成统一的古大陆, 经历了古中太古代陆核孕育→新太古代岩浆弧→古元古代基底形成阶段	黄岭背斜核部存在约 3 000 Ma 的陆核遗迹, 长城纪大红山群代表哥伦比亚超大陆裂解的构造岩浆事件, 中元古界为被动大陆边缘沉积, 新元古代早期总体表现为扬子周边弧—盆系空间配置, 在 820~760 Ma 洋壳消减、弧—陆碰撞形成统一的古大陆	包含塔里木、敦煌和阿拉善, 2 500~2 300 Ma 双峰式岩浆岩指示伸展体制; 库鲁克塔格兴地岩群等 2 000~1 800 Ma 构造岩浆事件是哥伦比亚超大陆汇聚的响应。中元古界主体为富含叠层石的碳酸盐岩台地, 新元古代早期阿克苏岩群中蓝闪片岩代表了新元古代造山事件, 之后转化为相对稳定的陆块区
盖层开始发育时代	1 800 Ma	820~760 Ma	820~760 Ma
盖层主要特征	长城纪(18 Ga)进入稳定地台发展阶段。长城纪—新元古代发育陆内与陆缘裂谷; 长城纪裂谷事件是哥伦比亚超大陆裂解作用的构造响应。蓟县纪—中奥陶世以陆表海碳酸盐岩沉积为主; 晚奥陶世—早石炭世大部隆起为剥蚀区; 晚石炭世—早二叠世为海陆交互陆表海; 中二叠世转为陆相沉积, 中生代构造岩浆事件是卷入西太平洋构造域的标志	青白口晚期—南华纪早期出现碰撞后上叠裂谷盆地, 南华纪冰成岩广布陆块区。Z-O ₂ 为陆表海—斜坡, O ₃ -S 扬子东南部为前陆盆地; 其余为陆表海, D-T ₂ 为陆表海—斜坡; 上扬子区 P ₂₋₃ 出现由地幔柱引发的陆内拉张性基性火山岩喷发, T ₃ -J ₂ 扬子西北部为前陆盆地; 其余为陆内盆地, 约从 J 开始, 扬子东部卷入西太平洋构造域, J ₃ -K ₁ 发育拉张环境火山沉积断陷盆地; K ₂ -Q 发育断陷—坳陷盆地	青白口晚期—南华纪发育裂谷, 南华纪发育冰成岩, 灯影期—中三叠世为稳定碳酸盐岩台地。早二叠世广泛发育玄武岩和基性岩墙群, T ₃ 南缘发育滞后弧陆相火山岩; 白垩纪总体为一套含膏岩红色碎屑岩建造; 塔西南晚白垩世受海侵影响沦为滨浅海, 一直持续到渐新世末期结束海相, 新近纪全区进入河湖相建造

表 2 由 6 个对接带地层(洋盆地系统)构成的构造—地层大区特征对比

Table 2 Comparison of 6 tectonic-strata superregions in convergent crustal consumption zones

对比点	额尔齐斯—西拉木伦(II)	南天山(IV)	宽坪—佛子岭(VII)	江绍—郴州—钦防(XI)	班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连(XIV)	雅鲁藏布(XVI)
岩石组合特征	蛇绿岩、俯冲增生杂岩, 放射虫硅质岩、浊积岩、洋内弧和基底残块, 蓝片岩	蛇绿带、俯冲增生杂岩带、放射虫硅质岩、浊积岩、榴辉岩—蓝片岩带及增生弧	大洋 N-MORB、E-MORB 和 OIB 型玄武岩、俯冲增生杂岩、洋岛—海山、浊积岩、榴辉岩、增生弧	蛇绿岩、增生杂岩、洋岛海山、浊积岩、增生岩浆弧、高压榴辉岩、增生弧	蛇绿岩、洋岛海山、浊积岩、放射虫硅质岩、增生杂岩、基底残块、高压—超高压变质岩	蛇绿岩、增生杂岩、放射虫硅质岩、浊积岩、基底残块、高压—超高压变质岩
主要蛇绿岩分布地点	洪古勒楞、阿尔曼泰、布尔根、温都尔庙、索伦山、西拉木伦、开山屯	榆树沟、达鲁巴依、库米什、黑英山、阿尔腾斯河、古洛沟; 红柳河、洗肠井	宽坪、信阳龟山、淮阳、佛子岭	陈蔡、弋阳周潭、新余县城南	龙木错—双湖—日土—改则、尼玛—安多、丁青—碧土、昌宁—孟连	泽当、大竹卡、朗县、拉昂错—牛库
蛇绿岩测年值	626~275 Ma	735~329 Ma	943~400 Ma	900~446 Ma	505~116 Ma	215~125 Ma
深海相地层中的化石	西段 O-S 放射虫; 东段含 O 和 P 放射虫	D ₃ -C ₁ 放射虫	O 疑源类、几丁虫和虫颤; D 孢子、疑源类和几丁虫	Є 疑源类; Є-P 放射虫	D-K ₁ 放射虫	J-E ₂ 放射虫
洋关闭时代	西段 C ₁ 末; 东段 P ₁ 末	C ₁ 末	D	东段 O ₃ ; 西南段 P	K ₁ 末	E ₂

往往是跨板块、跨区域、跨代甚至跨宙, 关注的地层特征和属性更综合、更多样, 地层区划工作的目的更具有全局性和战略性。地层区划的级别主要涉及一

至四级, 包括地层大区、地层区、地层分区和地层小区(黄汲清, 1962; 王鸿祯, 1978, 1999; 任纪舜和肖藜薇, 2001; 龚一鸣和张克信, 2015)。本文以潘桂棠等

表3 由8个造山带地层构成的构造—地层大区特征对比
Table 3 Comparison of 8 tectonic-strata superregions in orogenic belts

对比点	阿尔泰—兴蒙(I)	天山—准噶尔—北山(III)	秦—祁—昆(VIII)	羌塘—三江(IX)
所属构造域	古亚洲洋构造域北带;J-Q 东部为西太平洋构造域	古亚洲洋构造域南带	特提斯洋构造域的北缘;J-Q 东部为西太平洋构造域	特提斯洋构造域北带
洋盆阶段地层特征	Pt ₃ -P 蛇绿混杂岩、增生 杂岩、岩浆弧、弧后盆地及 裂离地块等所组成的地 层建造	Pt ₃ -P 蛇绿混杂岩、增生 杂岩、岩浆弧、弧后盆地及 裂离地块等所组成的地 层建造	Pt ₃ -T ₁ 蛇绿混杂岩、增生 杂岩、岩浆弧、弧后盆地、裂离 地块等所组成的地层建造	D-T ₂ 蛇绿岩混杂岩、增生 杂岩、岩浆弧、弧后盆地、 裂离地块等所组成的地 层建造
洋盆阶段生物特征	西伯利亚生物大区(如安 加拉和图瓦贝生物群)(凉 水生物)	华夏生物大区与西伯利 亚生物大区混生区(暖水 和凉水生物混生)	华夏生物大区(暖水生物)	华夏生物大区(暖水生物)
主要蛇绿岩分布地带	新林、贺根山、太平沟—依 兰—穆棱	唐巴勒、达尔布特、卡拉麦 里、巴音沟—米什沟、康古 尔塔格、红石山—蓬勃山、 小黄山、月牙泉	肃南—天祝、北祁连、红柳 沟—拉配泉、阿帕—茫崖、党 河南山、拉脊山、柴北缘、祁 曼塔格、库地—祁曼于特、昆 中清水泉、昆南布青山、阿尼 玛卿、商县—丹凤、勉县—略 阳等	炉霍—道孚、甘孜—理塘、 西金乌兰—金沙江、哀牢 山、乌兰乌拉—北澜沧江、 南澜沧江
主要裂离地块	阿尔泰、额尔古纳、兴安 岭、锡林浩特、松嫩、佳 木斯	准噶尔—吐哈、伊宁—中 天山、旱山—明水	阿中、中祁连—湟源—陇山、 全吉、柴达木、东昆仑、化隆、 北秦岭、大别、苏鲁	甜水海、巴颜喀拉、中咱— 中甸、北羌塘、昌都—兰 坪、临沧
洋陆转换时间	西段 C ₁ ;东段 P ₃	C ₁	祁连—阿尔金:O ₃ 末;祁曼 塔格:S ₁ 末;西昆仑:T ₁ 末; 东昆仑—阿尼玛卿:T ₁ 末; 秦岭南商县—丹凤带:D ₃ 末; 秦岭勉县—略阳带:T ₁ 末	T ₂ 末(上三叠统区域广泛 不整合)(甘孜—理塘 T ₃ 晚期)
陆内阶段地层特征	断陷—坳陷、拉分盆地地 层序列	陆内裂谷、压陷、断陷—坳 陷、拉分盆地地层序列	陆内裂谷、压陷、断陷—坳 陷、拉分盆地地层序列	陆内裂陷、压陷、坳陷、拉 分盆地地层序列
对比点	冈底斯(XV)	喜马拉雅(XVII)	华夏(XII)	台东(XIII)
所属构造域	特提斯洋构造域南带	特提斯洋构造域南带	特提斯洋与西太平洋构造域 转换部位	西太平洋构造域
洋盆阶段地层特征	岩浆弧、弧后、弧间和弧背 盆地及裂离地块等所组 成的地层建造	被动大陆边缘和裂离地 块海相地层系统,C-P 发 育冰水事件	发育新元古代—奥陶纪的蛇 绿岩混杂岩、增生杂岩、洋 岛—海山、岩浆弧等及与地 块边缘相关的地层建造;P ₃ - T ₁ 六万大山—大容山岩浆 弧;P ₃ -T ₁ 五指山岩浆弧;J- K 大南澳蛇绿混杂岩、俯冲 增生杂岩等与洋陆转化阶段 相关的地层建造	奇美火山弧和弧前盆地; 南海弧后盆地
洋盆阶段生物特征	冈瓦纳生物大区(C-P 为 冷水生物)	冈瓦纳生物大区(C-P 为 冷水生物群)	华夏生物大区(暖水生物)	华夏生物大区(暖水生物)
主要蛇绿岩分布地带			广东信宜贵子、福建政和— 大埔、台湾大南澳、海南江 边—邦溪	
主要裂离地块	冈底斯	喜马拉雅、保山	云开、罗霄、武夷、东南沿海、 海南等	
洋陆转换时间			O ₃ -S(福建政和—大埔、广 东信宜);T ₂ 末(海南江边— 邦溪);K ₁ 末(台湾大南澳)	
陆内阶段地层特征	新生代盆地	新近纪小型断陷盆地	D 不整合覆盖于不同时代地 层之上,自 D 以来的地层序 列与扬子构造—地层大区基 本相同	

(2009)中国大地构造一级单元划分为基本框架,主要按如下 9 条原则对中国大陆进行地层的综合区划:(1)地层类型不同,如史密斯地层与非史密斯地层(国际上称洋板块地层(Ocean Plate Stratigraphy,简称 OPS))类型,非史密斯地层含洋盆地层和活动陆缘地层类型,活动陆缘地层又细分为俯冲增生楔地层、弧前地层、火山弧地层、弧间和弧后地层类型等(张克信等,2003,2014a).(2)克拉通区按基底与盖层发育演化阶段不同(表 1).(3)造山带和对接带区按洋—陆转化的时间不同(表 2,表 3).(4)地层序列与地层接触关系不同.(5)古地理格局与古环境条件不同.(6)生物群与生物古地理区系不同(殷鸿福,1988;王鸿祯等,1990).(7)大地构造相时空分布与演化序列不同(张克信等,2014b).(8)地层的变形和变质特征不同.(9)地层区划的边界识别标志要明确,如构造—地层大区的边界通常以对接带、深大断裂、构造大相、地层类型、生物大区等的边界来划定;地层区的边界通常以结合

带、深大断裂、构造相、地层类型、生物区(省/域)等的边界来划定;地层分区的边界通常以构造亚相、生物分区、沉积体系、大型断裂等的边界来划定;地层小区的边界通常以生物小区、沉积相的相变、大型断裂等的边界来划定.

中国大陆是由泛华夏陆块群、劳亚和冈瓦纳等多个大陆边缘、多个大洋(如古亚洲洋、特提斯洋、太平洋和泛大洋等)洋陆转换逐渐集合增生而成的(潘桂棠等,1997,2009,2015).洋陆转换过程中岛弧增生、弧—弧碰撞、弧—陆碰撞是大陆生长的主要方式.在中国大陆增生中,经历了多个大洋岩石圈板块构造向大陆岩石圈构造转换、增生、碰撞聚集的过程,形成了以华北、塔里木、扬子为核心的 3 个陆块(地台)区、8 个造山带(阿尔泰—兴蒙、天山—准噶尔—北山、秦—祁—昆、羌塘—三江、冈底斯、喜马拉雅、华夏、台东)镶嵌组成的复式大陆.在造山带中,还包含了大洋消亡、陆陆碰撞所形成的 6 个对接带(额

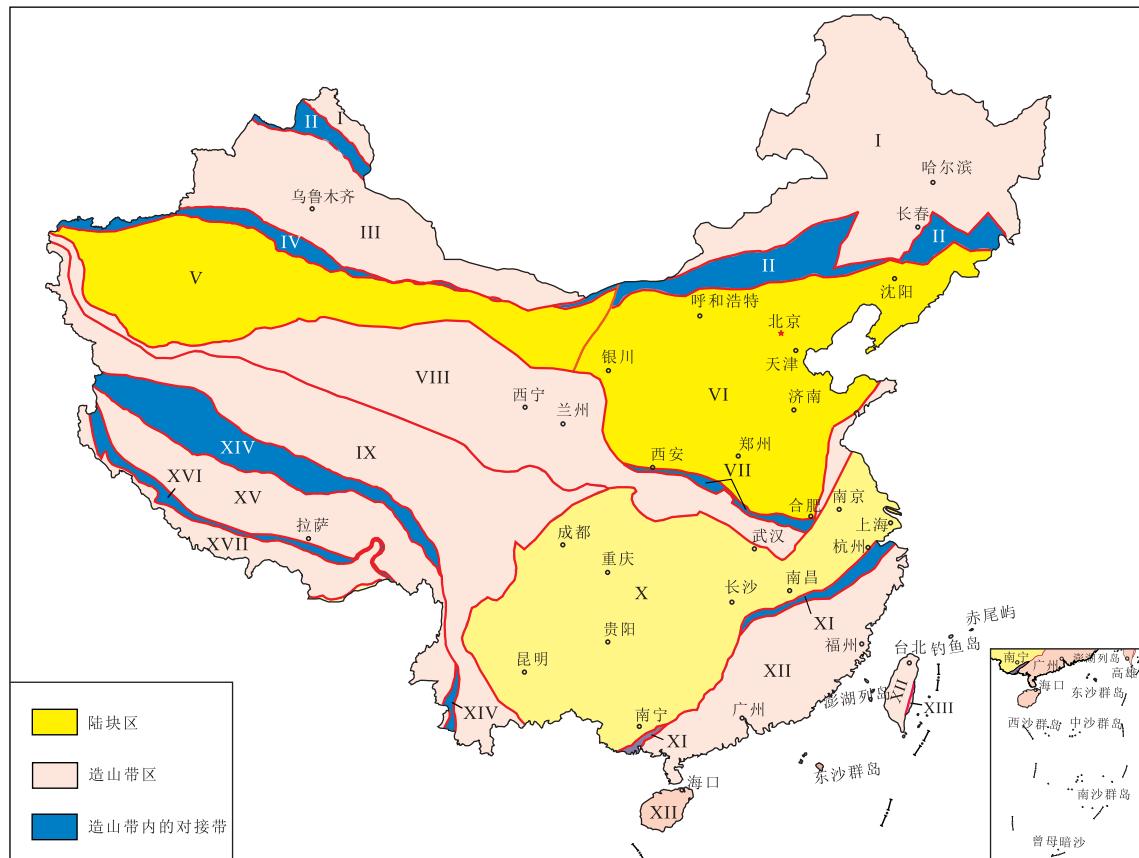


图 1 中国构造—地层大区区划

Fig.1 Division of strata superregions of China

I.阿尔泰—兴蒙;II.额尔齐斯—西拉木伦;III.天山—准噶尔—北山;IV.南天山;V.塔里木;VI.华北;VII.宽坪—佛子岭;VIII.秦—祁—昆;IX.羌塘—三江;X.扬子;XI.江绍—郴州—钦防;XII.华夏;XIII.台东;XIV.班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连;XV.冈底斯;XVI.雅鲁藏布;XVII.喜马拉雅;据张克信等(2014b)修改

尔齐斯—西拉木伦、南天山、宽坪—佛子岭、班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连、雅鲁藏布、江绍—郴州—钦防)(潘桂棠等,2009;叶天竺等,2010;张克信等,2014a).上述3大陆块区、6大对接带和8大造山系构成了中国大陆的17个一级构造—地层大区(图1,表1,表2,表3)(张克信等,2015).需要说明的是,本文第二作者潘桂棠认为雅鲁藏布缝合带所代表的洋达不到对接带一级的构造—地层大区标准,应将冈底斯、雅鲁藏布和喜马拉雅3个大区合并为1个大区,即“冈底斯—喜马拉雅”构造—地层大区.17个构造—地层大区的特征简述如下.

2 各构造—地层大区特征简介

2.1 阿尔泰—兴蒙构造—地层大区(I)

阿尔泰—兴蒙构造—地层大区大致呈东—西向展布于额尔齐斯—西拉木伦对接带(是古亚洲洋最终闭合线)构造—地层大区的北侧(图1),是古亚洲洋构造域的北带,属西伯利亚板块南部大陆边缘增生区,新元古代—古生代其主要发育活动陆缘和裂离地块地层系统.该大区西段阿尔泰地区震旦纪—早寒武世沉积了喀纳斯岩群边缘海碎屑岩半深海相的浊积岩系,中奥陶世泥盆纪为岩浆弧与弧背盆地建造,其南缘泥盆纪—早石炭世为弧前盆地建造.早石炭世末阿尔泰地区随其南侧的古亚洲洋闭合进入陆内阶段.

该大区东段各期建造发育良好,据建造特征经历了4个大地构造演化阶段:(1)新元古代—寒武纪陆缘增生阶段:新元古代额尔古纳地块与兴安地块被弧后洋盆所隔,产有628 Ma 嘎仙超基性岩(余宏全等,2012);额尔古纳南缘发育古弧盆系沉积;松嫩地块东缘发育张广才岭群古弧盆系沉积;佳木斯—兴凯地块为隆升环境.新元古代晚期—早古生代早期,额尔古纳地块与兴安地块沿鄂伦春—头道桥断裂碰撞拼贴,环宇—新林蛇绿混杂岩增生到额尔古纳地块南缘(杨文麟等,2014).额尔古纳与中蒙古图瓦等地块具有相同的早古生代演化历史,是西伯利亚陆块南部增生大陆边缘的一部分(葛文春等,2005).兴凯运动使额尔古纳、松嫩、佳木斯、兴凯等地块经历角闪岩相—麻粒岩相区域变质,地块克拉通化.东北地区普遍分布的年龄范围530~450 Ma(峰值年龄为500 Ma)的花岗岩(周建波等,2009)和佳木斯地区分布的年龄约500 Ma的变质麻粒岩(Wilde *et al.*, 1997, 1999, 2000, 2003)均为兴凯运动的产物.(2)奥陶纪—早石炭世多岛洋俯冲消减阶

段:早一中奥陶世,额尔古纳—兴安地块与松嫩地块陆间洋沿黑河—嫩江一线向NW方向俯冲,形成多宝山岛弧和海拉尔—呼玛弧后盆地;佳木斯地块西缘为被动陆缘环境,松嫩地块东缘广泛发育与俯冲作用相关的奥陶纪花岗质岩石和弧背盆地沉积(李锦铁等,1999;赵寒冬,2009;杨文麟等,2014),是松嫩地块与佳木斯地块陆间洋的向西俯冲的产物.额尔古纳—兴安地块与松嫩地块在泥盆纪前处于分隔状态,因 *Tuvaella-Tannuspirifer* 动物群在前泥盆纪未见于松嫩地块(唐克东等,2011).额尔古纳—兴安地块与松嫩地块陆间洋盆从早泥盆世开始向NW方向俯冲消减,至早石炭世晚期最终碰撞成陆,期间发育海相—海陆交互相—陆相沉积(黑龙江地质矿产局,1993;杨文麟等,2014),并沿大兴安岭北东向展布年龄为340~310 Ma的俯冲—碰撞型花岗岩(周建波等,2009).(3)晚石炭世—二叠纪洋—陆转化阶段:该时期随着古亚洲洋由北向南逐渐关闭,至晚二叠世林西组沉积时期大兴安岭弧背盆地全部转为陆相沉积.晚石炭世佳木斯地块与兴凯地块陆间洋壳沿今敦密断裂一线开始消减,早二叠世开始碰撞,中二叠世晚期完成拼贴.佳木斯地块东缘及东南缘宝清—密山地区分布峰期年龄为288 Ma的火山岩和268 Ma的碰撞型花岗岩(孟恩等,2008),桦楠隆起区分布254~270 Ma的碰撞型花岗岩(吴福元等,1999;黄映聪,2009),以及中二叠世哲斯组腕足类动物群的古生物地理区研究(王成文等,2008),均表明本区洋陆转换时为中二叠世.(4)中新生代向濒太平洋构造域转换阶段:晚三叠世—早侏罗世,漠河地区受蒙古—鄂霍茨克洋关闭的影响形成前陆盆地充填序列(吴河勇等,2003;张顺等,2003);完达山地区为弧前盆地;张广才岭、太平沟、三江盆地及兴凯湖等地受滨太平洋构造域的影响,开始进入裂陷盆地演化阶段;东北地区中西部则受太平洋板块向欧亚板块俯冲挤压的影响,侏罗纪出现了兴蒙压陷盆地群.中侏罗世—新生代,整个中国东北全部进入濒太平洋构造域演化阶段,广泛发育火山沉积裂陷盆地(骆满生等,2014).古近纪中国东部遭受太平洋板块西向俯冲挤压相伴的右行走滑剪切,形成始新世—渐新世北东向拉分盆地,如依兰、伊通、敦化等盆地(任建业和李思田,2000;李宏伟和许坤,2001;万天丰和朱鸿,2002).

该大区古亚洲洋的洋—陆转换从西往东具穿时现象,西部的新疆—甘肃一带的洋陆转换发生在早、晚石炭世之间,内蒙东部及以东的洋陆转换主要发

生在中、晚二叠世之间。古亚洲洋最终的闭合总体呈现了“西早东晚，北早南晚”的渐次特征。

2.2 额尔齐斯—西拉木伦构造—地层大区(II)

额尔齐斯—西拉木伦对接带位于西伯利亚板块和准噶尔构造带及华北板块的转换部位,与古亚洲洋的演化密切相关(王鸿祯,1985; Tang, 1990; Sengor *et al.*, 1993; 潘桂棠等,2009)。该大区东西向长达4 000 km呈窄带状分布(图 1),南北宽20~180 km,主体由新元古代—古生代洋盆地层系统构成,由洋壳残片(蛇绿岩带)、俯冲增生杂岩带,洋内弧,基底残块,蓝片岩等与洋盆演化直接相关的物质建造组成,是古亚洲洋北支最终闭合消失的对接带(成守德和徐新,2001;潘桂棠等,2009;李益龙,2012)。

该大区洋壳时代为震旦纪晚期—早石炭世早期(561~352 Ma):新疆洪吉勒楞蛇绿岩 SHRIMP U-Pb 年龄为 472±8.4 Ma(张元元和郭召杰,2010);新疆玛因鄂博蛇绿岩 U-Th-Pb 年龄为 437±12 Ma(张越等,2012);阿尔曼泰蛇绿岩 Sm-Nd 年龄分别有 479±27 Ma(刘伟和张湘炳,1993)、561±41 Ma(黄萱等,1997)和 503±7 Ma(肖文交等,2006),Ar-Ar 坪年龄为 467±2 Ma(何国琦和邵济安,1983),SHRIMP 年龄为 489±4 Ma(简平等,2003);温都尔庙蛇绿岩和洋内弧锆石 SHRIMP 年龄范围为 497~429 Ma(刘敦一等,2003; Jian *et al.*, 2008; 李承东等,2012);布尔根蛇绿混杂岩中拉斑玄武岩 SHRIMP 锆石年龄是 352 Ma(吴波等,2006)。

本大区西段在早石炭世末期完成洋陆转化(吴波等,2006;王玉往等,2011)。晚泥盆世江孜尔库都克组的火山岩主要呈中性,为钾玄岩系列,基性火山岩所占的比例很少,说明此时岛弧已经演化到成熟阶段(张招崇等,2007)。晚石炭世—中二叠世,本大区西段为后造山伸展环境,如巴塔玛依内山组陆相火山岩和广泛发育的伸展 A 型花岗岩,盆地类型由弧背型演化为陆内裂陷型(徐增连等,2014)。

本大区东段洋陆转化发生在早—中二叠世之交。早二叠世早期向北俯冲的古亚洲洋板片发生后弯形成索伦蛇绿岩(Jian *et al.*, 2008)。内蒙古中、东部中二叠世晚期放射虫的分布表明该时期华北与西伯利亚陆块间仍存在半深海区,两大陆块的最终拼合发生在中二叠世末(尚庆华,2004)。分布于索伦至锡林浩特一线的哲斯组海相沉积是两大陆块拼合地带的残余海盆建造(徐增连等,2014)。晚二叠世华北与西伯利亚两侧的双壳类、叶肢介、植物群落等在大兴安岭地区发生混生现象(张永生等,2012),表明古

亚洲洋构造域进入陆内阶段。

2.3 天山—准噶尔—北山构造—地层大区(III)

天山—准噶尔—北山构造—地层大区位于额尔齐斯—西拉木伦对接带以南,南天山对接带以北(图 1)。该地层大区主体由古生代多条蛇绿混杂岩带和多个岩浆弧、弧后盆地及裂离地块等所组成。这些裂离地块(如准噶尔—吐哈、伊宁—中天山、明水等)主体为晋宁期(ca. 850 Ma)造山事件中相对稳定的地块。其中伊宁地块具有相当于南华纪裂谷和南沱期冰碛层的沉积记录。蛇绿混杂岩带如唐巴勒—达尔布特(C-D)、克拉玛依(D-C₁)、卡拉麦里(Nh-C₁)、巴音沟—米什沟(O-C₁)、康古尔塔格(D-C₁)和红石山—蓬勃山(D₃-C₂)等,均存在蛇绿岩、增生杂岩、洋岛—海山及蓝片岩等组合,代表了多个南华纪—石炭纪弧后、弧间或弧前洋盆成生与消亡的产物(冯益民,1986;肖序常等,1992;张弛和黄萱,1992;徐学义等,2006;潘桂棠等,2009,2015;李锦铁等,2013;朱志新等,2013)。西准噶尔唐巴勒蛇绿岩的全岩 Sm-Nd 测年为 447±56 Ma(张弛和黄萱,1992),斜长花岗岩榍石 Pb-Pb 年龄 508±20 Ma(肖序常等,1992)。达尔布特蛇绿岩中辉长岩 Sm-Nd 年龄为 395 Ma(张弛和黄萱,1992),辉长岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为 391 Ma(辜平阳等,2009)。克拉玛依蛇绿岩辉长岩锆石 SHRIMP 年龄为 414.4±8.6 Ma 和 332±14 Ma(徐新等,2006)。西准噶尔吾尔喀什尔地区萨吾尔山组上亚组的安山岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为 391±3 Ma,安山岩据地球化学特征产于洋壳附冲环境(翁凯等,2013)。东准噶尔卡拉麦里蛇绿岩辉长岩长石 Ar-Ar 坪年龄为 737±1 Ma(何国琦等,2001)、辉长岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年为 329.9±1.6 Ma(汪帮耀等,2009)。北天山巴音沟蛇绿岩中斜长花岗岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 324.8±7.1 Ma(徐学义等,2006)。东天山康古尔塔格蛇绿岩中辉长岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄是 494 Ma(李文铅等,2008)。北山红石山蛇绿岩辉长岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 363±3 Ma,安山岩为 320±3 Ma,高铝玄武岩为 304±2 Ma(李锦铁等,2013)。

本区广泛发育晚石炭世—二叠纪双峰式火山—沉积岩系、富碱中酸性侵入岩和含铜镍矿的幔源基性—超基性侵入杂岩,显示出早—晚石炭世之交洋陆转换后的碰撞后上叠裂谷特征(潘桂棠等,2009,2015;赵军等,2013;朱志新等,2013;张克信等,2015)。

2.4 南天山构造—地层大区(IV)

该大区是古亚洲洋南支最终闭合消失的对接带

(图1),东西长达2 000 km、南北宽5~80 km,向西经吉尔吉斯转北西向与乌拉尔缝合带相接;主体由新元古代—古生代洋盆地层系统构成,由洋壳残片(蛇绿岩带)、俯冲增生杂岩带、榴辉岩—蓝片岩带及增生弧等与洋盆演化相关的物质建造组成(潘桂棠等,2015)。

南天山北缘榆树沟蛇绿混杂岩中麻粒岩锆石的核部 SHRIMP U-Pb 年龄为 452~640 Ma(周鼎武等,2004), 锆石 U-Pb 年龄为 440 Ma(王润三等,1998), 斜长花岗岩和斜长岩锆石 U-Pb 年龄分别为 439.3±1.8 Ma 和 435.1±2.8 Ma(杨经绥等,2011). 榆树沟蛇绿岩中两个麻粒岩相变质基性火山岩样品锆石 U-Pb 年龄分别为 392±7 Ma 和 390±11 Ma(周鼎武等,2004). 独库公路 975 km 处分布深海一半深海浊积岩和硅质岩,含早—中泥盆世和早石炭世放射虫,有大量蛇绿岩残块混杂其中(李玮等,2007). 达鲁巴依蛇绿岩中辉长岩获锆石 Pb-Pb 年龄 590±11 Ma, 玄武岩锆石 Pb-Pb 年龄 600±11 Ma(杨海波等,2005). 刘羽等(1994)、李玮等(2007)、舒良树等(2007)在西南天山地区蛇绿混杂岩带的硅质岩中发现大量放射虫化石,时代为晚泥盆世—早石炭世. 东部牛圈子蛇绿岩锆石年龄为 446.5±4.0 Ma(武鹏等,2012)、Rb-Rs 同位素年龄为 463±18 Ma(任秉琛等,2001); 红柳沟蛇绿岩中辉长岩锆石 SHRIMP 年龄为 479±8 Ma(杨经绥等,2008). 上述与洋壳残片相关的一系列测年数据,表明新元古代 Rodinia 超大陆裂解阶段南天山洋形成,并演化到早石炭世消亡. 这与塔里木陆块北部新元古代—古生代被动大陆边缘沉积地层序列,在晚石炭世—早二叠世转化为前陆盆地的大地构造背景一致. 晚石炭世—中二叠世,在南天山霍拉山一带沉积了艾克提克组(C_2)灰岩夹碎屑岩沉积、康克林组(C_2P_1)滨浅海相沉积和巴立克立克组(P_{1-2})灰岩,其中艾克提克组底部夹有薄的煤层,与下伏克兹尔塔格组(D_3)不整合接触(周洪瑞等,1998; 金玉玕等,2000),表明南天山洋完成了洋陆转换,进入陆内阶段.

2.5 塔里木构造—地层大区(V)

该大区包括塔里木、敦煌—北山和阿拉善(图1). 塔里木阿克塔什塔格新太古 TTG 片麻岩中 3.6 Ga 信息指示了陆核的遗迹, 2.5~2.3 Ga 双峰式岩浆岩指示基洛兰超大陆的伸展体制, 库鲁克塔格的古元古代兴地岩群等 1.8~2.0 Ga 构造岩浆事件是哥伦比亚超大陆汇聚的响应, 新元古代早期阿克苏岩群中的蓝闪片岩表明了塔里木地区在晋宁期(ca. 850 Ma)造山事件中转化为相对稳定的大陆块(陆松年等, 2015; 潘桂

棠等, 2015). 新元古代南华纪裂谷、南沱期冰碛层和灯影期—中三叠世稳定台地等, 总体与扬子构造—地层大区相似(潘桂棠等, 2015; 张克信等, 2015).

青白口纪, 塔里木的库鲁克塔格和铁克里克地区沉积了一套砂岩、粉砂岩夹冰碛砾岩、砂砾岩建造(贾承造等, 2003), 属被动陆缘沉积. 南华纪—震旦世该地区发育夭折裂谷盆地, 如库鲁克塔格、柯坪、铁克里克裂谷. 西南天山—霍拉山和柯坪地区南华系为一套浅—深海相的碎屑岩和大陆冰川堆积的紫红色冰碛岩、砂岩, 震旦系其以紫红色砂岩为主, 玄武岩夹层与海相沉积一起反映了裂谷发展过程(周肖贝等, 2012; 张克信等, 2015). 库鲁克塔格地区南华纪—震旦纪主要为一套海洋冰川沉积及火山岩, 夹深海泥页岩和硅质岩. 铁克里克地区南华系以山麓冲积物开始, 向上逐渐变为纹层状泥岩等, 反映了裂谷初期的磨拉石建造和随后水体加深的过程; 震旦系该地区主要包括冰海相和碳酸盐岩浅海相. 寒武纪本区为碳酸盐岩陆表海, 西南天山—霍拉山地区沉积了一套硅质岩、含磷硅质岩、富有机质黑色页岩、灰岩和白云岩等; 柯坪地区主要发育灰岩和白云岩. 库鲁克塔格一带主要是一套碳酸盐岩、硅质岩和页岩沉积, 出现深水放射虫硅质岩及中基性火山喷发; 塔里木主体发育稳定的台地相碳酸盐岩沉积. 奥陶纪塔里木主体、柯坪及库鲁克塔格一带以碎屑岩建造为主(李俊飞等, 2012), 属碎屑岩陆表海盆地(邹亚锐等, 2014). 中—晚志留世西南天山—霍拉山地区为混积陆表海盆地, 主要是碎屑岩与碳酸盐岩互层建造. 早—中泥盆世塔里木陆块大部分隆起, 晚泥盆世发生新海侵, 海水自西向东推进, 在铁克里克、库鲁克塔格、柯坪和塔里木内部形成混积陆表海, 为碎屑岩—灰岩建造(李俊飞等, 2012). 石炭纪西南天山—霍拉山转变为残余海盆, 发育中酸性火山岩和陆源碎屑复理石建造, 早二叠世末残余海盆封闭(汤良杰, 1994). 中二叠世, 西南天山—霍拉山、铁克里克、柯坪和塔里木进入周缘前陆盆地演化阶段, 以砂砾岩、暗色泥岩夹煤层建造为主(汤良杰, 1994). 中—新生代塔里木总体以挤压背景为主, 形成一系列压陷盆地, 主要为碎屑岩建造(张克信等, 2013b; 骆满生等, 2014).

敦煌—北山地区青白口纪为被动陆缘盆地的陆源碎屑—碳酸盐岩建造组合. 南华纪—震旦纪北山地区发育冰碛岩, 震旦纪晚期其发育中基性火山岩, 为夭折裂谷盆地. 寒武纪—志留纪, 北山地区为弧后陆棚滨浅海碳酸盐岩建造(何世平等, 2005). 晚泥盆世—二叠纪北山地区大致沿石板山—大奇山—神螺

山一带形成横贯本区南部的陆内裂谷带,初期为粗碎屑复理石建造,随着进一步的裂陷,出现中酸性火山喷发活动;晚石炭世该区沿裂谷带火山活动增强,以酸性、中酸性火山喷发为主,同时有细碎屑岩及碳酸盐岩沉积(甘肃省地质矿产局,1997);早二叠世该裂谷发展到鼎盛阶段,出现大量基性火山喷发,晚二叠世裂谷演化结束。三叠纪北山地区进入前陆盆地演化阶段,以含砾粗砂岩为主的山麓相及山麓—浅湖相碎屑岩建造为主。侏罗纪—新生代,本区以断陷和压陷盆地河湖相碎屑岩建造为主。

阿拉善南华纪—震旦纪为夭折裂谷盆地,以烧火筒组、韩母山组碳酸盐岩—碎屑岩建造为主。龙首山该时期碎屑流沉积发育(吴茂炳等,2007),为大陆裂谷作用的沉积响应。早古生代阿拉善整体处于隆升剥蚀区。李锦轶等(2012)通过对宁夏牛首山西南麓泥盆系与下伏寒武系香山群之间角度不整合面和其上的泥盆纪—石炭纪地层序列、物源与古流向变迁研究,认为华北陆块与阿拉善地块拼合发生在晚奥陶世与早泥盆世之间。石炭纪晚期,受北部天山—兴蒙造山系洋壳向南俯冲的影响,阿拉善地块北部的巴丹吉林和阿拉善右旗—迭布斯格地区转变为弧后陆棚,为碎屑岩—碳酸盐岩建造(张克信等,2015)。二叠纪本区进入断陷盆地演化阶段,接受陆相碎屑岩和中酸性火山岩建造(张克信等,2015)。本区侏罗纪形成一系列断陷盆地河湖相碎屑岩建造(吴茂炳等,2007)。新生代以挤压构造背景为主,形成一系列压陷盆地河湖相红色碎屑岩沉积(宋博文等,2014)。

2.6 华北构造一地层大区(VI)

华北大区受天山—兴蒙造山系和祁连—秦岭—大别—苏鲁造山系所围限,其结晶基底为太古界—古元古界,其上为中元古界—新生界沉积盖层(王鸿祯,1985)(表 1)。华北陆块在 18 Ga 前由阴山—冀北、晋冀、鲁西、渤海东和陕豫皖 5 个陆块及其之间的洋壳消减汇聚而成统一的古大陆,经历了古中太古代陆核孕育→新太古代岩浆弧→古元古代基底形成阶段,在中元古代(18 Ga)进入稳定地台发展阶段(陆松年等,2015)。

中元古代—古生代华北克拉通普遍接受了稳定的盖层沉积,岩浆活动较弱。其南、北缘受到秦岭造山带和中亚造山带的影响(倪志耀等,2004; Zhang et al., 2007)。中—新元古代华北南缘和北缘发育陆缘与陆内裂谷,如中元古代早期的燕山、吕梁、豫西等裂陷槽。长城纪裂谷事件是哥伦比亚超大陆裂解作用的构造响应。中元古代华北东部广大地区长期

处于隆升—剥蚀期;进入新元古代,芹峪运动引发了华北西部沉降由盛转衰继而隆升,东部由长期隆升转入大规模沉降的构造转换,完成了裂陷—沉降中心从西部向东部的转移,东部地区开始了大规模的沉降(段吉业等,2002)。蓟县运动导致华北陆块主体抬升,缺失了南华纪—寒武纪第一世长达约 200 Ma 的沉积(张克信等,2015)。从寒武纪第二世南皋期始,华北全域沉降并接受广泛海侵,海水自东而西侵入,形成几乎广布全华北的南皋期—中奥陶世巨厚的碳酸盐岩夹碎屑岩建造(张允平和李景春,2010; 郝奕玮等,2014)。该阶段华北陆块南北缘均为被动陆缘。中奥陶世以后,由于受到南侧特提斯洋和北侧古亚洲洋板块汇聚俯冲与陆缘增生作用,使得华北陆块整体抬升,经历了约 140 Ma 的剥蚀夷平,从而缺失了晚奥陶世—早石炭世的沉积(余和中等,2005)。早石炭世末期,海水从北东方向侵入,向西南方向扩展,华北沉积了晚石炭世—早二叠世陆交互陆表海含煤碎屑岩夹灰岩沉积建造(郝奕玮等,2014)。中二叠世初华北与西伯利亚对接碰撞和华北陆块南侧受汇聚作用而抬升导致大规模海退,中二叠世华北陆块主体进入陆相沉积阶段(刘波等,1999; 段吉业等,2002; 余和中等,2005)。

晚二叠世,华北以北的兴蒙造山带形成(孟祥化和葛铭,2002),贺兰山—鄂尔多斯地区为前陆盆地,其他地区为坳陷盆地。早—中三叠世,随着古秦岭洋的俯冲消减和关闭,华北南缘挤压造山作用增强,华北地区自南向北逐步发育前陆盆地和坳陷盆地。三叠纪扬子陆块与华北陆块呈“剪刀式”碰撞,形成了秦岭—大别山造山带(刘少峰等,1999),由于南北边界的挤压,华北主体陆内压陷—坳陷盆地发育,广泛接受河湖相沉积(郝奕玮等,2014)。

侏罗纪以来华北东部构造岩浆事件是卷入西太平洋构造域的产物(翟明国,2010)。该阶段经历燕山和喜山运动多期次、多幕式的演化过程,构造格局转变巨大,克拉通经过强烈的破坏与重建,在华北地区广泛形成了坳陷—断陷、裂陷和拉分盆地(骆满生等,2014; 徐亚东等,2014)。

2.7 宽坪—佛子岭构造一地层大区(VII)

该大区是华北与扬子之间大洋消亡的产物(图 1),发育宽坪和淮阳—佛子岭俯冲增生杂岩、洋岛—海山、榴辉岩等组合,东西延长千余公里、宽 20 余公里。变铁镁质岩、拉斑玄武岩、斜长角闪岩具大洋 N-MORB、E-MORB 和 OIB 型玄武岩特征(潘桂棠等,2015)。对接带的南侧发育晚奥陶世—志留纪同俯

冲—同碰撞岩浆岩组合。该对接带长期分割了华北与扬子陆块,至少有0.8~1 Ga期间被大洋分隔,其大洋可能为哥伦比亚超大陆解体之后发育的泛大洋(潘桂棠等,2015)。该大洋南华纪—泥盆纪期间向南俯冲形成俯冲增生杂岩带,可划分为北带和南带。宽坪岩群为北带代表,主要由洋盆、洋内弧、弧前盆地和海山等建造组成;南带主要由以二郎坪火山岩为代表的火山岛弧组成(潘桂棠等,2015;张克信等,2015)。约泥盆纪末该大洋消失;石炭纪—中二叠世淮阳—佛子岭和宽坪一带为残余海盆。三叠纪宽坪—佛子岭发育前陆盆地。晚侏罗世—白垩纪淮阳—佛子岭一带发育断陷盆地。新生代宽坪—佛子岭发育压陷盆地。

宽坪岩群被划分为谢湾岩组、广东坪岩组、四岔口岩组,其间均为断层接触,与北、南相邻地层陶湾岩组、二郎坪岩群亦均呈断层关系;宽坪岩群的三个岩组只代表3种岩类,不反映层序关系(高振家等,2000;张思敏等,2014),是由形成于不同时代、不同构造环境的岩石单元通过构造作用混杂叠置而成的混杂岩地体(第五春荣等,2010)。二郎坪岩群为一套浅变质中基性火山岩夹碎屑岩及碳酸盐岩系,包括大庙岩组和火神庙岩组。其中大庙岩组包括原二进沟组,在南召地区上与粉笔沟组断层接触,西峡地区上与小寨组整合接触,分布于河南西峡、桐柏及陕西洛南一带(高振家等,2000)。SHRIMP锆石U-Pb年代分析揭示,宽坪岩群变基性火山岩形成于震旦纪(611 ± 13 Ma)(闫全人等,2008);变质碎屑锆石年齡为早古生代(陆松年等,2006)。在陕西商洛地区陶湾群郭岭组、三岔口组、风脉庙组和垢神庙组等多个层位中发现疑源类、几丁虫和虫颤等微体化石,其时代主要为早奥陶世(王宗起等,2007)。在河南省西峡地区二郎坪岩群火神庙组粉砂质板岩中发现丰富的陆生植物孢子、少数疑源类和极少数几丁虫化石,时代均为中泥盆世(高联达等,2006)。

2.8 秦—祁—昆构造—地层大区(VIII)

该大区位于康西瓦—木孜塔格—玛心—勉县—略阳结合带以北,塔里木陆块、华北陆块以南的带状区域,自西向东包括西昆仑、阿尔金、祁连、柴达木、祁曼塔格、东昆仑、秦岭、大别—苏鲁(图1)。属特提斯洋构造域北部边缘。新元古代秦—祁—昆地区主要发育被动陆缘—裂谷建造地层系统;寒武纪—早三叠世秦—祁—昆地区发育活动陆缘多岛弧盆系(含裂离地块)地层系统;从北部的祁连—阿尔金到南部的西昆仑—东昆仑—秦岭,持续了约290 Ma(C_T_1)的活动

陆缘多岛洋演化,洋陆转换时间从北向南迁移:祁连—阿尔金—祁曼塔格为晚奥陶世末,西昆仑—东昆仑—秦岭为早三叠世末(张克信等,2015)。

阿中、柴达木、大别—苏鲁等裂离地块古元古代晚期(2 000~1 800 Ma)构造热事件表现为深熔作用、变质作用和岩浆侵入;各地块中均表现为晋宁期基底和ca. 850 Ma的过铝质钙碱性岛弧型花岗岩侵位,以及基底之上双峰式裂谷火山岩(ca. 800 Ma),其上的南华系白杨沟群(北祁连)、湟源群下部(中祁连)、欧龙布鲁克全吉群等冰川海相沉积,均可与塔里木的特瑞爱肯冰碛层及扬子南沱冰碛层对比,显示其与扬子陆块的亲缘性(陆松年等,2015)。

本大区广泛分布以蛇绿混杂岩为特征的活动陆缘洋盆(弧后、弧间和弧前盆地)地层系统。西昆仑造山带蛇绿岩主要分布在科岗、库地、祁曼于特、康西瓦和苏巴什(邓万明,1995;王元龙等,1997;王志洪等,2000;肖文交等,2000;刘石华等,2002;袁超等,2002;郝杰等,2003;肖序常等,2003;计文化等,2004;张传林等,2004;潘桂棠等,2013);阿尔金造山带蛇绿岩主要分布在红柳沟—拉配泉和阿帕—茫崖(刘良等,1998;杨经绥等,2002;西安地质矿产研究所,2003,1:25万苏吾什杰幅区域地质调查报告;许志琴等,2007;修业群等,2007;张志诚等,2009;扬子江等,2012;潘桂棠等,2013,2015);祁连造山带蛇绿岩主要分布在北祁连、肃南一天祝、党河南山、拉脊山(夏林折等,1995;史仁灯等,2004;相振群等,2007;曾建元等,2007;黄增保等,2010;孟繁聪等,2010;夏小洪和宋述光,2010;汪双双等,2012);东昆仑—阿尼玛卿造山带蛇绿岩主要分布在祁曼塔格、昆中清水泉、昆南布青山、阿尼玛卿(杨金中等,1999;王秉璋等,2000;边千韬等,2001;陈亮等,2001;张克信等,2001;陆松年,2002;朱云海等,2002;杨经绥等,2004;张智勇等,2004;李怀坤等,2006;任军虎等,2009;张祥信等,2009;崔美慧等,2011;刘占庆等,2011);秦岭造山带蛇绿岩分南、北两带(李春昱等,1978;张国伟等,1995,2001):北部商县—丹凤带蛇绿岩从西向东主要出露在武山(余君鹏等,2010)、关子镇(杨钊等,2006)、岩湾—鹦鸽咀(陈隽璐等,2008)、松树沟(张传林等,2000);南部勉县—略阳带蛇绿岩从西向东主要出露在康县—琵琶寺—南坪(赖绍聪等,2003;闫全人等,2007)、三岔子(赖绍聪和秦江锋,2010)、鞍子山(张宗清等,2002)和随州大洪山等地。

西昆仑主要经历了6个阶段的盆地发育:震旦

纪陆缘裂陷盆地、寒武纪—奥陶纪多岛弧盆、晚泥盆世—石炭纪裂谷、二叠纪—三叠纪弧后—弧后前陆盆地、侏罗纪—白垩纪断陷盆地、晚白垩世—古近纪混积陆表海和新近纪压陷盆地(柳坤峰等,2014;骆满生等,2014;张克信等,2015)。

阿尔金青白口纪发育混积陆表海,寒武纪—奥陶纪发育小洋盆,奥陶纪之后与祁连和华北焊结为一体,进入陆内稳定发展阶段,晚石炭世阿尔金为混积陆表海,侏罗纪—白垩纪发育小型断陷盆地,新生代发育与阿尔金断裂走滑活动相关的拉分盆地(张克信等,2015)。

祁连经历了青白口纪混积陆表海和南华纪裂谷阶段之后,寒武纪—奥陶纪为多岛洋演化阶段,横向上从北向南依次为走廊弧后盆地、走廊南山弧、北祁连洋盆(蛇绿混杂岩)、中祁连弧、党河南山—拉脊山弧间盆地(蛇绿混杂岩)、南祁连弧。志留纪,祁连北部全面完成了洋陆转换进入陆相,与华北焊结为一体;南部边缘在晚古生代仍维持海相,至三叠纪晚期进入陆相,在南缘的宗务隆—同仁隆务峡—夏河甘家一线,石炭纪出现裂谷,二叠纪发育到小洋盆,晚二叠世晚期关闭。祁连南部侏罗纪—白垩纪发育小型断陷盆地,新生代在山前发育压陷盆地(姜高磊等,2014;宋博文等,2014;张克信等,2015)。

柴达木寒武纪仅在滩间山和柴北缘发育碳酸盐岩台地,奥陶纪发育弧后盆地(滩间山群);早古生代末柴达木与祁连焊合一起进入陆内演化阶段。志留纪—中泥盆世全区隆起。晚泥盆世柴达木在伸展构造背景下沿滩间山和柴北缘一带形成含中酸性火山岩的裂陷盆地砂砾岩建造(牦牛山组)。石炭纪柴达木为碳酸盐岩—碎屑岩混积陆表海;晚石炭世—二叠纪柴达木为碳酸盐岩陆表海。晚三叠世由于受控于鄂拉山弧后陆缘裂陷影响,柴达木和柴北缘地区发育了陆内裂陷盆地。侏罗纪—早白垩世柴达木发育断陷盆地。新生代柴达木在印度板块与欧亚大陆碰撞造山的大规模挤压构造背景下发育大型压陷盆地(姜高磊等,2014;骆满生等,2014;宋博文等,2014;张克信等,2015)。

东昆仑总体上经历了新元古代—早三叠世洋盆和与活动陆缘演化相关的多岛弧盆系阶段和中三叠世以后的陆内演化阶段。洋盆和与多岛弧盆系阶段从北向南依次为祁漫塔格—夏日哈岩浆弧(O-S)、祁漫塔格蛇绿混杂岩带(O-S)、北昆仑岩浆弧(Pt₃, O-S,C-T)、乌鲁塞赤河弧间盆地(C-P)、鄂拉山陆缘弧(T₃)、赛什塘—兴海蛇绿混杂岩(P)、东昆仑南

坡俯冲增生杂岩带(Pt₃-T₁)、木孜塔格—布青山蛇绿混杂岩带(ε,P-T₁)和玛多—玛沁俯冲增生杂岩带(P-T)(张克信等,2001,2015;姜高磊等,2014)。

秦岭一大别的演化过程可划分为 4 个阶段:(1)新元古代至早古生代:以商丹缝合带为中心的商丹洋扩张—消亡;勉略洋以北的北秦岭为火山弧和弧背盆地;南部以勉略一大洪山缝合带为标志的勉略一大洪山洋约于新元古代开启;南秦岭主要为陆缘裂谷与台地—台盆相间发育阶段;大别—苏鲁经历了陆缘裂谷—台地台盆发育阶段。(2)晚古生代:南部的勉略洋继续演化,于二叠纪末关闭;北部的商丹带为隆起区,更北部的北秦岭主要是残余海盆演化阶段;南秦岭为弧后陆坡与台地台盆并存发育阶段;大别—苏鲁未保留沉积,可能为隆起区。(3)三叠纪:因华南与华北沿秦岭一大别陆—陆碰撞造山,造成了南秦岭和北秦岭及秦岭一大别造山带南北两侧的前陆盆地;(4)侏罗纪—第四纪:全区进入山间零星分布的断陷盆地和山前压陷盆地发育阶段(张思敏等,2014;骆满生等,2014;徐亚东等,2014;张克信等,2015)。

2.9 羌塘—三江构造—地层大区(IX)

该大区位于康西瓦—南昆仑—略阳结合带以南、班公湖—双湖—昌宁对接带之北东和扬子陆块西侧(图 1)。

其中包含了甜水海、巴颜喀拉、中咱—中甸、北羌塘、昌都—兰坪、崇山—临沧等裂离地块,获得宁多岩群中 3 981 Ma 的碎屑锆石信息,并出现 1 020~970 Ma 碎屑锆石年龄峰值,以及南华纪木座组冰海碎屑岩沉积,显示其与扬子陆块的亲缘性(潘桂棠等,2013,2015)。

泥盆纪之前,该区主体属于大洋环境;之后随着特提斯洋向东南、东北方向的俯冲,该区开始发育一系列活动陆缘沉积盆地,形成多岛弧盆系。羌塘—三江地区由西北往东南分布的 3 条蛇绿混杂岩带和增生杂岩带(西金乌兰—金沙江;乌兰乌拉—澜沧江;炉霍—道孚、甘孜—理塘和哀牢山)(钟大赉,1998;简平等,1998,2003;莫宣学和潘桂棠,2006),分别代表该区 3 列弧后盆地的存在,该地区发育蛇绿岩、增生杂岩、洋岛—海山及榴闪岩和蓝片岩等组合。中三叠世羌塘—三江地区相继通过弧—弧和弧—陆碰撞完成洋陆转换。上三叠统底界羌塘—三江地区在区域上为广泛分布的不整合面,标志其进入陆内演化阶段(潘桂棠等,2013,2015;孔令耀等,2014)。侏罗纪羌塘—三江地区发育残留海盆和前陆盆地。白垩纪以来本区快速隆升,发育陆内小型压陷和拉分盆

地(张克信等,2010b,2013b,2015;孔令耀等,2014;骆满生等,2014;宋博文等,2014)。

2.10 扬子构造—地层大区(X)

黄岭背斜核部花岗片麻岩中 >30 Ga信息代表了陆核的遗迹。中元古代早期的大红山群等代表了哥伦比亚超大陆裂解的构造岩浆事件。中元古代中晚期东川群、神龙架群等为被动大陆边缘沉积记录,新元古代早期的会理群、梵净山群、冷家溪群、双桥山群、双溪坞群等总体表现为扬子周边弧—盆系空间配置;在ca. 820 Ma洋壳消减、弧—陆碰撞形成统一的古大陆(王鸿祯,1985;潘桂棠等,2013,2015;陆松年等,2015)。青白口晚期—南华纪早期(820~750 Ma)扬子地区出现碰撞后上叠裂谷盆地,南沱期冰碛岩广布陆块区(王剑等,2001;潘桂棠等,2009,2015)。震旦纪—中奥陶世扬子地区为陆表海—被动陆缘斜坡。晚奥陶世—志留纪扬子东南部为前陆盆地,其余为陆表海。泥盆纪—中三叠世扬子地区为陆表海—被动陆缘斜坡;上扬子区中—晚二叠世出现由地幔柱引发的陆内拉张性基性火山岩喷发(刘宝珺和许效松,1994;马力等,2005;何卫红等,2014)。晚三叠世—中侏罗世扬子北西部为前陆盆地,其余为陆内拗陷、压陷盆地。约从侏罗纪开始,扬子东部卷入西太平洋构造域,晚侏罗世—早白垩世为拉张环境火山沉积断陷盆地发育鼎盛期;晚白垩世—第四纪该地区发育断陷—坳陷盆地(韦一等,2014;徐亚东等,2014;张宗言等,2014)。

2.11 江绍—郴州—钦防构造—地层大区(XI)

江绍—郴州—钦防构造—地层大区呈北东走向,北东起杭州湾外大陆架,纵跨浙、赣中、湘东,南西至钦州湾,总体呈S状弧形展布于扬子构造—地层大区与华夏构造—地层大区之间(图1),为扬子陆块与华夏造山带之间华南洋最终消亡的地带(对接带)(王鸿祯,1985;潘桂棠等,2009,2015;张克信等,2015)。该带发育江绍—萍乡蛇绿混杂带(潘桂棠等,2015);陈蔡岩群中存在被肢解的蛇绿岩、增生杂岩、洋岛海山等岩石组合(潘桂棠等,2015);新近发现超高压榴闪岩,并获得榴闪岩变质年龄为451~454 Ma(邢光福等,2013);以及增生岩浆弧和残余盆地等(潘桂棠等,2009,2015;何卫红等,2014)。华南洋沿该带发生过两期俯冲消减事件:向北俯冲消减形成绍兴—金华增生弧,绍兴桃红英云闪长岩SHRIMP锆石U-Pb年龄913 Ma、西裘花岗闪长岩为905 Ma、平水细碧角斑岩为890~1023 Ma、高镁闪长岩为802~853 Ma,金华罗店岛弧型杂岩的锆

石SHRIMP年龄为830 Ma,樟树敦蛇绿岩之上的高镁安山岩年龄为788 Ma。华南大洋向南(或东南)俯冲形成江西东乡—新余增生杂岩带:周潭组斜长角闪岩(洋岛拉斑玄武岩)锆石年龄为443 Ma、新余县城南斜长角闪岩(层状辉长岩)锆石SHRIMP年龄为477~447 Ma和斜长花岗岩为478~446 Ma(潘桂棠等,2009,2015)。晚奥陶世—志留纪,扬子与华夏沿江绍—郴州—钦防对接带焊合为统一的“华南陆块”。因此,晚古生代华夏大区和扬子大区沉积盆地类型大体一致,主要为台地、陆表海、陆棚或者被动陆缘(钦防、海南和上扬子南缘富宁—那坡除外)(何卫红等,2014)。

2.12 华夏构造—地层大区(XII)

华夏构造—地层大区位于江绍—郴州—钦防对接带的东南(图1),新元古代—早古生代主要为与活动大陆边缘相关的弧前、弧后等边缘海地层序列;信宜—贵子坑发育新元古代弧前俯冲增生杂岩(彭松柏等,2006)。晚奥陶世—志留纪期间该大区大部分地区完成了洋陆转换,钦防(志留纪)和武夷—云开地区(晚奥陶世—志留纪)为残余海盆地地层序列;罗霄、六万大山—大荣山、武夷和信宜—贵子坑地区主要为砾岩—砂岩—页岩—千枚岩组合,扇型浊积岩、滑塌沉积、颗粒流沉积以及大、中、小型同生褶曲等各类重力滑动构造十分发育,为深海一半深海建造(罗璋,1990;何卫红等,2014)。海南地区为弧后盆地地层序列。泥盆纪地层大范围(除钦防外)角度不整合或者平行不整合覆盖了华南(扬子、江绍—郴州—钦防、华夏),标志着华南整体进入陆内演化阶段。华夏与扬子的地层系统在泥盆纪前迥然不同(表5),自泥盆纪以来的地层序列两者趋同(刘宝珺和许效松,1994;马力等,2005;何卫红等,2014)。

本大区中—新生代大地构造演化经历了三叠纪特提斯海构造阶段和侏罗纪—第四纪的西太平洋构造阶段。早—中三叠世,地壳抬升,海平面主体下降,海水向西、西南逐步退出,华夏地层大区进入混积陆表海演化阶段;晚三叠世逐步结束海相沉积历史,转为海陆交互陆表海沉积阶段;侏罗纪—白垩纪,以政和一大浦断裂为界,华夏地层大区西部发育断陷盆地,东部早期形成多期次、大面积分布的火山岩,进入弧内裂陷盆地演化阶段,晚期为断陷盆地(唐婷婷等,2014)。进入新生代,中国东部大陆边缘系统总体受到来自印度、菲律宾和太平洋板块向欧亚板块下部俯冲碰撞的作用,在大陆边缘形成一系列边缘海盆地和断坳盆地(徐亚东等,2014)。

表 5 沿江绍—郴州—钦防对接带两侧扬子与华夏南华纪—志留纪地层特征对比

Table 5 Comparison of Nanhuan-Silurian strata composition between Yangtze and Cathaysian superregions

序号	对比点	扬子构造—地层大区	华夏构造—地层大区
1	岩石组合	碳酸岩盐建造为主;含火山物质稀少	板岩、片岩、千枚岩等(原岩为浊积岩);含大量火山物质(凝灰质)
2	物源	来自扬子本区	来自扬子区外的活动大陆边缘
3	化石组合	底栖类为主	浮游类为主
4	厚度	小	巨大
5	沉积环境	滨浅海为主	半深海—深海为主
6	变质程度	无	浅变质
7	构造形变	弱变形	强变形,表现为强劈理化、同斜—紧闭褶皱和叠瓦状逆冲—走滑断层组合
8	地壳特征	为陆壳基底	有洋壳发育,含洋壳残片
9	地层类型	史密斯地层(成层有序)	非史密斯地层为主,主要为活动陆缘地层系统和洋盆地层系统,发育附冲增生杂岩
10	盆地类型	陆表海—陆棚—被动陆缘斜坡	活动陆缘与洋盆
11	不整合	泥盆纪地层统一不整合覆盖于前泥盆系之上	泥盆纪地层统一不整合覆盖于前泥盆系之上

2.13 台东构造—地层大区(XIII)

该大区属西太平洋构造域。该大区以位于花莲—台东断裂带以东(包括海岸山脉及东南外海的绿岛和兰屿地区)为菲律宾海板块的前缘部分,即吕宋岛弧的北延部分(黄辉和叶寿生,1996;耿威等,2013)。由于吕宋岛弧和欧亚板块东南边缘的弧陆碰撞,负荷庞大的增生楔造成洋壳岩石圈弯曲下沉,火山岛下洋壳拉张裂开减薄,整体形成一系列小裂谷或凹陷,大约30 Ma时由于碰撞运动,奇美火山在水下500 m左右开始喷发,火山喷发停止后,积累了巨厚的火山产物。台东主要由中新世以来的复理石地层和下伏的火山岩系组成,并包括与板块碰撞相关的吉利蛇绿岩混杂体。上新世至更新世的蓬莱运动,本区海岸山脉发生逆冲叠瓦构造,于洋壳之上发生沉积作用,主要由新近纪地层组成,中新世台东底部为奇美岩浆杂岩,是以安山岩类为主的火山建造;中新世台东都峦山组火山集块岩、凝灰岩、凝灰质沉积物;上新世—早更新世台东大港口组沉积碎屑岩,夹少量火山碎屑岩;上新世台东利吉组蛇绿混杂堆积;更新世卑南山组砾岩等台东地区形成纵谷,发育上新—更新世大港口组沉积碎屑岩;中更新世台东卑南山组砾岩、米崙组砾岩、砂页岩(潘桂棠等,2009,2015)。

2.14 班公湖—怒江—昌宁—孟连构造—地层大区(XIV)

龙木错—双湖、昌宁—孟连、班公湖—怒江构造带和南羌塘盆地,共同组成了原特提斯—古特提斯大洋连续演化、持续增生至最终消亡的对接带(图1)。对接带东西长达3 000 km、南北宽10~200 km;主体由5个蛇绿混杂岩带和增生杂岩带、3个增生弧和基底残块、3个高压—超高压变质带及增生弧盆系所组成(潘桂棠等,2009,2013)。

洋壳形成时代:自寒武纪(ca. 505 Ma)至早白垩世(116 Ma),放射虫硅质岩时代为泥盆纪—早白垩世;混杂岩块的最早时代为奥陶纪。俯冲增生时代:弧前增生最早时代为奥陶纪(450 Ma)、蓝片岩时代最早为420 Ma(李才等,2002),深俯冲榴辉岩时代为260~238 Ma(李才等,2006;潘桂棠等,2015)。龙木错—双湖带果干加年山蛇绿混杂岩中堆晶辉长岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄为461 Ma、431 Ma、438 Ma(李才等,2007,2008);昌宁—孟连带南汀河蛇绿混杂岩中堆晶辉长岩和辉长岩的LA-ICPMS锆石U-Pb年龄为473 Ma、443 Ma(王立全等,2013),这2套蛇绿混杂岩代表了该大区早期统一的古特提斯洋的存在。本大区沉积盆地演化可划分为4个阶段:(1)寒武纪—泥盆纪特提斯洋盆向北俯冲阶段;(2)石炭纪—二叠纪特提斯洋盆双向俯冲阶段;(3)三叠纪—早白垩纪特提斯洋盆俯冲消亡阶段;(4)晚白垩世以来陆内演化阶段(罗亮等,2014)。

二叠纪,班公湖—怒江—昌宁—孟连地区的古生物地理区系有如下特点:北部以暖水型生物为主,南部以冷水型生物为主,中部/大洋区则是冷、暖生物混生区(殷鸿福,1988),中部大洋区发育深水复理石中的石炭纪—二叠纪冰水坠石,南部冈底斯—喜马拉雅带发育滨浅海相含砾砂板岩,更南部印度陆块区发育陆相冰碛岩。北羌塘地块石炭纪—二叠纪的古地磁纬度为20°N,冈底斯带及拉萨地块石炭纪—二叠纪的古地磁纬度为20°S,二者相距至少4 000 km(潘桂棠等,2009,2015)。

2.15 冈底斯构造—地层大区(XV)

冈底斯构造—地层大区位于雅鲁藏布江对接带和班公湖—怒江—昌宁—孟连对接带之间(图1)(潘桂棠等,2009;张克信等,2014b)。震旦纪—寒武

纪冈底斯主体为隆起剥蚀区,仅在班戈—腾冲、隆格尔—工布江达和下察隅地区发育陆缘裂谷地层系统,构成了冈底斯的变质基底。奥陶纪—志留纪冈底斯属于冈瓦纳大陆北部边缘,大部分为隆起剥蚀区,仅在措勤—申扎地区奥陶纪发育深水硅泥质岩建造,中志留世冈底斯地区发育浅水碳酸盐岩为主的台地相。泥盆纪冈底斯地区与前期相比,沉积区扩大,在狮泉河—申扎—嘉黎、措勤和隆格尔—工布江达地区以浅海碳酸盐岩建造为主,在班戈—腾冲一带以浅海相碳酸盐岩为主夹碎屑岩建造(王立全等,2013)。从石炭纪起,冈底斯由被动陆缘转化为活动陆缘,对应班公湖—双湖—怒江洋盆开始局部向南俯冲消减。东北部班戈—腾冲地区以及南部隆格尔—工布江达和冈底斯一下察隅地区发育陆缘裂谷。在嘉黎以北一波密—然乌一带,主要发育一套含大量中基性—中酸性系列火山岩的碎屑岩—碳酸盐岩组合。石炭纪一二叠纪嘉黎以北火山岩主要是变玄武岩、变安山玄武岩、变安山岩、英安岩、流纹岩及相关的火山碎屑岩等,是北部的古特提斯洋向南俯冲的产物。在当雄—羊八井北东向断裂以西至隆格尔一带,隆格尔—工布江达具有粗碎屑岩—含砾细碎屑岩组合,夹大量火山碎屑岩的火山—沉积序列。在冈底斯一下察隅地区具有深水硅质岩的复理石夹中基性火山岩建造,同样表现陆缘裂谷的火山—沉积序列,伴生的火山碎屑岩组合指示冈底斯地区明显的拉张作用(王立全等,2013;潘桂棠等,2013;吴旗等,2014)。三叠纪—始新世,由于受班公湖—怒江特提斯洋向南与雅鲁藏布新特提斯洋向北的双向俯冲,冈底斯地区大部分区域处于隆升状态,并发育巨型岩浆弧带,岩浆弧带之上发育以弧背、弧间和弧内裂陷盆地为主的地层序列(王立全等,2013;张克信等,2010a;吴旗等,2014)。

2.16 雅鲁藏布构造—地层大区(XVI)

雅鲁藏布(蛇绿构造混杂岩带)是印度板块与亚洲板块之间的新特提斯洋关闭形成的一条对接带(图1)(Patriat *et al.*, 1984)。寒武纪阶段,雅鲁藏布对接带为冈瓦纳大陆边缘裂谷。奥陶纪除仲巴—札达微地块发育有奥陶纪稳定型沉积外,其余多为混杂岩。雅鲁藏布江蛇绿岩的形成时代为中晚三叠世—早白垩世(潘桂棠等,1997,2013;王立全等,2013)。印度—欧亚发生碰撞,并沿着雅鲁藏布江发生对接的时间存在多种不同的观点,如:70 Ma、65 Ma、55 Ma、50 Ma、45 Ma 和 40~34 Ma 等(张克信等,2013a)。印度与欧亚碰撞不是在某个时间点完

成的,其碰撞持续时间约 25 Ma。沿该带古新世—始新世海相地层具有明显的沉积相带分异,从东向西,半深海—深海沉积沿江孜—萨嘎—郭雅拉—桑麦一线分布;东部的江孜为半深海斜坡扇沉积建造,西部为半深海—深海含放射虫硅质岩和混杂岩建造;海水东浅西深,沉积环境呈东部相对稳定,西部为活动型的特点,反映古新世—始新世洋壳向北俯冲与陆—陆碰撞造成了地壳的抬升和新特提斯洋沿雅鲁藏布江缝合带闭合,地壳抬升首先开始于东侧,闭合的时间从东向西变新,海水是从东向西退出的(张克信等,2010a, 2010b, 2013a; Zhang *et al.*, 2008, 2013)。

2.17 喜马拉雅构造—地层大区(XVII)

该大区寒武纪—始新世一直位于印度次大陆北部被动大陆边缘(图1),发育了一套几乎连续沉积的被动大陆边缘海相地层系统(潘桂棠等,2013;王立全等,2013)。三叠纪喜马拉雅地区在定日—岗巴地区形成了同沉积伸展断层,向北呈逐渐加深,与北侧雅鲁藏布洋盆相连。侏罗纪定日—岗巴地区在拉岗轨日被动陆缘盆地由于持续拉张发育多层玄武岩、安山玄武岩和安山岩,晚侏罗世其在浪卡子县多久乡卡东桥以及西藏措美县古堆日玛曲雄一带的地层夹有基性—中基性火山岩。白垩纪—始新世喜马拉雅地区自南到北的海相地层系统依次可划分为:滨浅海相带、内陆棚相带、外陆棚相带和大陆斜坡相带(潘桂棠等,2013;王立全等,2013)。约 40 Ma 新特提斯残留海全面向西退去,从而全面结束了该带的海相沉积地层(李祥辉等,2000;魏玉帅等,2006)。该带并连同冈底斯陆缘弧的大部分地区被构造抬升为剥蚀区,印度与欧亚板块沿雅鲁藏布江带完成了全面碰撞,进入陆内演化阶段。该带的札达、普兰、木斯塘和吉隆盆地均为形成于约 10 Ma 左右的南—北向小型陆相断陷盆地,是该带隆升到足够高度后构造垮塌的产物(张克信等,2010b, 2013b; Xu *et al.*, 2012)。

3 结论

(1) 本文提出 9 条地层区划原则:①地层类型不同,如稳定型(克拉通区史密斯地层)与活动型(造山带区非史密斯地层);②克拉通区基底与盖层发育演化阶段不同;③造山带洋—陆转化的时间不同;④地层序列与地层接触关系不同;⑤古地理格局与古环境条件不同;⑥生物群与生物古地理区系不同;⑦大地构造相时空分布与演化序列不同;⑧地层的变

形和变质特征不同;⑨地层区划的边界识别标志明确与否。

(2)按上述 9 条原则,对中国大陆进行了一级构造—地层大区综合区划,划分出构造—地层大区 17 个:阿尔泰—兴蒙、额尔齐斯—西拉木伦、天山—准噶尔—北山、南天山、塔里木、华北、宽坪—佛子岭、秦—祁—昆、羌塘—三江、扬子、江绍—郴州—钦防、华夏、台东、班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连、冈底斯、雅鲁藏布、喜马拉雅。

(3)中国造山带区分布面积比稳定的陆块区广,且造山带区演化历程长而复杂。因此,完整的中国地层区划,需充分考虑洋板块地层或造山带非史密斯地层。

致谢:本文撰写得到了李廷栋、殷鸿福、陈毓川、刘宝珺、莫宣学、叶天竺、陈克强等专家的悉心指导。中国地质调查局发展研究中心、西安地质调查中心、成都地质调查中心、沈阳地质调查中心、天津地质调查中心、武汉地质调查中心、南京地质调查中心、全国 30 个省(市、自治区)地质调查院专家学者们提供了大量基础资料,并进行过多次有益的研讨,对本文的形成起到了奠基和指导,在此深表感谢!

References

- Bian, Q.T., Lu, X.Q., Li, D.H., et al., 2001. Geochemistry and Formation Environment of the Buqingshan Ophiolite Complex, Qinghai Province, China. *Acta Geologica Sinica*, 75(1): 45—55 (in Chinese with English abstract).
- Bureau of Geology and Mineral Resource of Gansu Province, 1997. Stratigraphy (Lithostratigraphic) of Gansu Province. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Bureau of Geology and Mineral Resource of Heilongjiang Province, 1993. Regional Geology of Heilongjiang Province. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese with English abstract).
- Chen, J.L., Xu, X.Y., Wang, Z.Q., et al., 2008. Geological Features and SHRIMP U-Pb Zircon Age of the Yanwan-Yinggezui Ophiolitic Mélange in the Taibai Area, West Qinling, China. *Geological Bulletin of China*, 27(4): 500—509 (in Chinese with English abstract).
- Chen, L., Sun, Y., Pei, X.Z., et al., 2001. The ^{40}Ar - ^{39}Ar Ages of the Dur'ngoi Ophiolites: Evidence of Ancient Tethys Ocean Basin in North Tibet. *Chinese Science Bulletin*, 46(5): 424—426 (in Chinese).
- Cheng, S.D., Xu, X., 2001. On Compiling of Map of Tectonics of Xinjiang and Neighbouring Areas. *Xinjiang Geology*, 19(1): 33—37 (in Chinese with English abstract).
- Cheng, Y.Q., Wang, Z.J., Huang, Z.G., 2009. China Stratigraphic Canon. Overview. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Cui, M.H., Meng, F.C., Wu, X.K., 2011. Early Ordovician Island Arc of Qimantag Mountain, Eastern Kunlun: Evidences From Geochemistry, Sm-Nd Isotope and Geochronology of Intermediate-Basic Igneous Rocks. *Acta Petrologica Sinica*, 27(11): 3365—3379 (in Chinese with English abstract).
- Deng, W.M., 1995. Geological Features of Ophiolite and Tectonic Significance in the Karakorum-West Kunlun Mts. *Acta Petrologica Sinica*, (Suppl.1): 98—111 (in Chinese with English abstract).
- Di, W.C.R., Sun, Y., Liu, L., et al., 2010. The Disintegration of Kuanping Group in North Qinling Orogenic Belts and Neo-Proterozoic N-MORB. *Acta Petrologica Sinica*, 26(7): 2025—2038 (in Chinese with English abstract).
- Duan, J.Y., Liu, P.J., Xia, D.X., 2002. The Preliminary Research on Tectonic Pattern and Tectonic Evolution of Mesoproterozoic-Paleozoic in North China Plate. *Geoscience*, 16(4): 331—338 (in Chinese with English abstract).
- Feng, Y.M., 1986. Genetic Environments and Original Types of Ophiolites in West Junggar. *Bulletin of Xi'an Institute Geology and Minerals Resources, Chinese Academy of Geological Sciences*, 13: 37—45 (in Chinese).
- Gao, L.D., Wang, Z.Q., Wang, T., et al., 2006. Discovery of Devonian Spores in the Huoshenmiao Formation of the Erlangping Group in the Xixia Area, Henan, China. *Geological Bulletin of China*, 25(11): 1287—1294 (in Chinese with English abstract).
- Gao, Z.J., Chen, K.Q., Wei, J.Y., 2000. China Lithostratigraphy Dictionary. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Ge, W.C., Wu, F.Y., Zhou, C.Y., et al., 2005. Emplacement-age of the Granite and Its Constrains on the Tectonic Nature of the Erguna Block in the Northern Part of the Daxing'anling. *Chinese Scinence Bulletin*, 50(12): 1239—1247 (in Chinese).
- Geng, W., Zhang, X.H., Wen, Z.H., et al., 2013. A Review on Response of Arc-Continent Collision in Coastal Range, Eastern Taiwan Island. *Geological Review*, 59(1): 129—136 (in Chinese with English abstract).
- Gong, Y.M., Zhang, K.X., 2015. Basic and Frontiers in Stratigraphy. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Gu, P.Y., Li, Y.J., Zhang, B., et al., 2009. LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Gabbro in the Darbut Ophiolite, Western Junggar, China. *Acta Petrologica Sinica*, 25(6):

- 1364—1372(in Chinese with English abstract).
- Hao,J.,Liu,X.H.,Fang,A.M.,et al.,2003.Dismembering of the Kuda Ophiolite in Western Kunlun and Its Discussion.*Progress in Natural Science*,13(10):1116—1120 (in Chinese).
- Hao,Y.W.,Luo,M.S.,Xu,Z.L.,et al.,2014.Division of Sedimentary Basins and Its Tectonic Evolution in North China from Newproterozoic to Mesozoic.*Earth Science—Journal of China University of Geosciences*,39(8):1230—1242 (in Chinese with English abstract).
- He,G.Q.,Li,M.S.,Jia,J.D.,et al.,2001.A Discussion on Age and Tectonic Significance of Ophiolite in Eastern Junggar, Xinjiang.*Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*,37(6):852—858 (in Chinese with English abstract).
- He,G.Q.,Shao,J.A.,1983.Determination of Early Paleozoic Ophiolite in Southeastern Inner Mongolia and Their Geotectonic Significance.In:Tang,K.D.,ed.,Plate Tectonics of Northern China(1).Geological Publishing House, Beijing,243—250 (in Chinese with English abstract).
- He,S.P.,Zhou,H.W.,Ren,B.C.,et al.,2005.Crustal Evolution of Palaeozoic in Beishan Area, Gansu and Inner Mongolia,China.*Northwestern Geology*,38(3):6—15 (in Chinese with English abstract).
- He,W.H.,Tang,T.T.,Yue,M.L.,et al.,2014.Sedimentary and Tectonic Evolution of Nanhuan-Permian in South China.*Earth Science—Journal of China University of Geosciences*,39(8):929—953 (in Chinese with English abstract).
- Huang,H.,Ye,S.S.,1996.Lithostratigraphic of the Taiwan Province, China Geological Publishing House, Wuhan (in Chinese).
- Huang,J.Q.,1962.Preliminary Suggestions of China Stratigraphic Regionalization.Science Press,Beijing,168—179 (in Chinese).
- Huang,X.,Jin,C.W.,Sun,B.S.,et al.,1997.Study on Age of Armantai Ophiolite,Xingjiang,by Nd-Sr Isotope Geology.*Acta Petrologica Sinica*,13(1):85—91(in Chinese with English abstract).
- Huang,Y.C.,2009.Paleozoic Metamorphism and Tectonic Evolution of Jiamusi Block(Dissertation).Jilin University,Changchun (in Chinese with English abstract).
- Huang,Z.B.,Zhang,Y.K.,Lü,J.R.,et al.,2010.Geochemical Features and Tectonic Setting of the Shuidongxia,Ophiolite in North Qilian.*Gansu Geology*,19(2):1—7 (in Chinese with English abstract).
- Ji,W.H.,Han,F.L.,Wang,J.C.,et al.,2004.Composition and Geochemistry of Subashi Ophiolitic Mélange in the Western Kunlun and Its Geological Significance.*Geological Bulletin of China*,23(12):1196—1201 (in Chinese with English abstract).
- Jia,C.Z.,Zhang,S.B.,Wu,S.Z.,2003.Stratigraphy of the Tarim Basin and Adjacent Areas (Volume I).Science Press,Beijing (in Chinese).
- Jian,P.,Liu,D.Y.,Kröner,A.,et al.,2008.Time Scale of an Early to Mid-Paleozoic Orogenic Cycle of the Long-Lived Central Asian Orogenic Belt,Inner Mongolia of China:Implications for Continental Growth.*Lithos*,101(3—4):233—259. doi:10.1016/j.lithos.2007.07.005
- Jian,P.,Liu,D.Y.,Zhang,Q.,et al.,2003.SHIRIMP Dating of Ophiolite and Leucocratic Rocks within Ophilite.*Earth Science Frontiers*,10(4):439—456 (in Chinese with English abstract).
- Jian,P.,Wang,X.F.,He,L.Q.,et al.,1998.Geochronology of Ophiolitic Rocks from the Ailaoshan Suture,Yunnan Province, Southwestern China: Implications of Palaeotethyan Evolution.*Geology and Mineral Resources of South China*,1:1—11 (in Chinese with English abstract).
- Jiang,G.L.,Zhang,S.M.,Liu,K.F.,et al.,2014.Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins in Qilian-Qaidam-East Kunlun Area.*Earth Science—Journal of China University of Geosciences*,39(8):1000—1016 (in Chinese with English abstract).
- Jin,Y.X.,Fan,Y.N.,Wang,X.D.,et al.,2000.China Stratigraphic Canon-Carboniferous. Geological Publishing House,Beijing (in Chinese).
- Kong,L.Y.,Yao,H.Z.,Xu,Y.D.,et al.,2014.Evolution of Sedimentary Basins in Qiangtang-Sanjiang,from Paleozoic to Mesozoic.*Earth Science—Journal of China University of Geosciences*,39(8):1217—1229 (in Chinese with English abstract).
- Lai,S.C.,Qin,J.F.,2010.Zircon U-Pb Dating and Hf Isotopic Composition of the Diabase Dike Swarm from Sanchazi Area, Mianlue Suture—Chronology Evidence for the Paleo-Tethys Oceanic Crust Subduction.*Journal of Earth Sciences and Environment*,32(1):27—33 (in Chinese with English abstract).
- Lai,S.C.,Zhang,G.W.,Pei,X.Z.,et al.,2003.Geochemistry and Tectonic Significance of Ophiolite and Oceanic Island Volcanic in Kangxian-Pipa Temple-Naping in South Qinling.*Science in China (Series D)*,33(1):10—19(in Chinese).
- Li,C.,Dong,Y.S.,Zhai,Q.G.,et al.,2008.Discovery of Eopaleozoic Ophiolite in the Qiangtang of Tibet Plateau:Evidence from SHRIMP U-Pb Dating and Its Tectonic Implications.*Acta Petrologica Sinica*,24(1):31—36 (in Chinese with English abstract).
- Li,C.,Li,Y.T.,Lin,Y.X.,et al.,2002.Sm-Nd Dating of the

- Protolith of Blueschist in the Shuanghu Area, Tibet. *Geology in China*, 29(4):355—359 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q.G., Chen, W., et al., 2006. Ar-Ar Chronometry of the Eclogite from Central Qiangtang Area, Qinghai-Tibet Plateau. *Acta Petrologica Sinica*, 22(12):2843—2849 (in Chinese with English abstract).
- Li, C., Zhai, Q.G., Chen, W., et al., 2007. Geochronology Evidence of the Closure of Longmu Co-Shuanghu Suture, Qinghai-Tibet Plateau: Ar-Ar and Zircon SHRIMP Geochronology from Ophiolite and Rhyolite in Guoganjianian. *Acta Petrologica Sinica*, 23(5):911—918 (in Chinese with English abstract).
- Li, C.D., Ran, H., Zhao, L.G., et al., 2012. LA-MC-ICPMS U-Pb Geochronology of Zircons from the Wenduermiao Group and Its Tectonic Significance. *Acta Petrologica Sinica*, 28(11):3075—3714 (in Chinese with English abstract).
- Li, C.Y., Liu, Y.W., Zhu, B.Q., et al., 1978. Tectonic Evolution History of Qinling and Qilian Mountain. *Northwestern Geology*, (4):1—12 (in Chinse).
- Li, H.K., Lu, S.N., Xiang, Z.Q., et al., 2006. SHRIMP U-Pb Zircon Age of the Granulite from the Qingshuiquan Area, Central Eastern Kunlun Suture Zone. *Earth Science Frontiers*, 13(6):311—321 (in Chinese with English bstract).
- Li, H.W., Xu, K., 2001. The Dextral Strike-Slip Faulting of Tan-Lu, Fault Zone and The Structural Oil Fields Distribution in Liaohe Basin. *Earth Science Frontiers*, 8(4):467—470 (in Chinese with English abstract).
- Li, J.F., Fang, W., Kong, W.T., et al., 2012. Tarim Basin Paleozoic Sedimentary Facies Evolution. *Energy and Energy Conservation*, (9):111—112 (in Chinese).
- Li, J.Y., Niu, B.G., Song, B., et al., 1999. Crust Formation and Evolution of Northern Changbai Mountain. Geological Publishing House, Beijing, 15—18 (in Chinese).
- Li, J.Y., Qu, J.F., Zhang, J., et al., 2013. New Developments on the Reconstruction of Phanerozoic Geological History and Research of Metallogenic Settings of the Northern China Orogenic Region. *Geological Bulletin of China*, 32(2—3):207—219 (in Chinese with English abstract).
- Li, J.Y., Zhang, J., Qu, J.F., 2012. Amalgamation of North China Craton with Alxa Block in the Late of Early Paleozoic: Evidence from Sedimentary Sequences in the Niushou Mountain, Ningxia hui Autonomous Region, NW China. *Geological Review*, 58(2):208—214 (in Chinese with English abstract).
- Li, W., Hu, J.M., Gao, W., et al., 2007. Discovery of a Devonian-Lower Carboniferous Radiolarian Assemblage in the Korgan Area, South Tianshan Mountains. *Geology in China*, 34(4):584—591 (in Chinese with English abstract).
- Li, W.Q., Ma, H.D., Wang, R., et al., 2008. SHRIMP Dating and Nd-Sr Isotopic Tracing of Kangguertage Ophiolite in Eastern Tianshan, Xinjiang. *Acta Petrologica Sinica*, 24(4):773—780 (in Chinese with English abstract).
- Li, X.H., Wang, C.S., Hu, X.M., et al., 2000. The Pengqu Formation: A New Eocene Stratigraphical Unit in Tingri Area, Tibet. *Journal of Stratigraphy*, 24(3):243—248 (in Chinese with English abstract).
- Li, Y.L., Zhou, H.W., Xiao, W.J., et al., 2012. Superposition of Paleo-Asian and West-Pacific Tectonic Domains in the Eastern Section of the Solonker Suture Zone: Insights from Petrology, Geochemistry and Geochronology of Deformed Diorite in Xar Moron Fault Zone, Inner Mongolia. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 37(3):433—450 (in Chinese with English abstract).
- Liu, B., Qian, X.L., Wang, Y.H., 1999. Tectono-Sedimentary Evolution of North China Plate in Early Paleozoic. *Scientia Geologica Sinica*, 34(3):347—356 (in Chinese with English abstract).
- Liu, B.J., Xu, X.S., 1994. Altas of Sedimentary-Facies and Paleogeography in South China. Sciences Press, Beijing, 74—113 (in Chinese).
- Liu, D.Y., Jian, P., Zhang, Q., et al., 2003. SHRIMP Dating of Adakites in the Tulingkai Ophiolite, Inner Mongolia: Evidence for the Early Paleozoic Subduction. *Acta Geologica Sinica*, 77(3):318—327 (in Chinese with English abstract).
- Liu, K.F., Wang, Y.H., Jiang, G.L., et al., 2014. Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins of West Kunlun Area. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8):987—999 (in Chinese with English abstract).
- Liu, L., Chen, Z.C., Wang, Y., et al., 1998. The Evidence Sm-Nd Isochron Age of Arkin the Mangya Early Paleozoic Ophiolite. *Chinese Science Bulletin*, 43(8):880—883 (in Chinese).
- Liu, S.F., Zhang, G.W., Cheng, S.Y., et al., 1999. Evolution of Flexural Basins and Process of Collision Orogeny in East Qinling-Dabie Shan, and Its Adjacent Regions. *Scientia Geologica Sinica*, 34(3):336—346 (in Chinese).
- Liu, S.H., Kuang, W.L., Liu, J.S., et al., 2002. Signification about the Ophiolite's Geochemistry Characteristics and Its Tectonic Significance in the Northern Belt of West Kunlun. *World Geology*, 21(4):332—339 (in Chinese).
- Liu, W., Zhang, X.B., 1993. The Characteristics and Geological Significance of Ulungur-Zhaisangpo. In: Tu, G.Z., ed., *New Improvement of Solid Geosciences in Northern Xingjiang*. Science Press, Beijing, 217—228 (in Chinese).

- Liu, Y., Wang, N.W., Yao, J.X., 1994. New Data of Radiolaria and Its Significance in the Kuqa Area, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 12(4): 344—350 (in Chinese with English abstract).
- Liu, Z.Q., Pei, X.Z., Li, R.B., et al., 2011. LA-ICP-MS Zircon U-Pb Geochronology of the Two Suites of Ophiolites at the Buqingshan Area of the A'nyemaqen Orogenic Belt in the Southern Margin of East Kunlun and Its Tectonic Implication. *Acta Geologica Sinica*, 85(2): 185—194 (in Chinese with English abstract).
- Lu, S.N., 2002. Preliminary Study of Precambrian Geology in the North Tibet-Qinghai Plateau. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Lu, S.N., Chen, Z.H., Xiang, Z.Q., et al., 2006. U-Pb Ages of Detrital Zircons from the Para-Metamorphic Rocks of the Qinling Group and Their Geological Significance. *Earth Science Frontiers*, 13(6): 303—310 (in Chinese with English abstract).
- Lu, S.N., Hao, G.J., Wang, H.C., et al., 2015. The Instructions for the Tectonic Map of Chinese Metamorphic (1: 2 500 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese, in press).
- Luo, L., An, X.Y., Wu, N.W., et al., 2014. Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins in Bangonghu-Shuanghu-Nuijiang-Changning-Menglian Suture Zone. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1169—1184 (in Chinese with English abstract).
- Luo, M.S., Lu, L.Q., Jia, J., et al., 2014. Evolution of Sedimentary Basins in China during Mesozoic. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 954—976 (in Chinese with English abstract).
- Luo, Z., 1990. The Geological Features and Tectonic Evolution in Bobai-Cenxi Deep Fault Zone, Guangxi. *Guangxi Geology*, 3(1): 25—34 (in Chinese with English abstract).
- Ma, L., Chen, H.J., Gan, K.W., et al., 2005. Tectonics and Marine Origin Petroleum Geology of South China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Meng, E., Xu, W.L., Yang, D.B., et al., 2008. Permian Volcanisms in Eastern and Southeastern Margins of the Jiamusi Massif, northeastern China: Zircon U-Pb Chronology, Geochemistry and Its Tectonic Implications. *Chinese Science Bulletin*, 53(8): 956—965 (in Chinese).
- Meng, F.C., Zhang, J.X., Guo, C.M., 2010. Constraints on the Evolution of the North Qilian Ocean Basin: MOR-Type and SSZ-Type Ophiolites from Dachadaban. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 29(5): 453—466 (in Chinese with English abstract).
- Meng, X.H., Ge, M., 2002. Research on Cyclic Sequence, Events and Formational Evolution of the Sino-Korea Plate. *Earth Science Frontiers*, 9(3): 31—46 (in Chinese with English abstract).
- Mo, X.X., Pan, G.T., 2006. From the Tethys to the Formation of the Qinghai-Tibet Plateau: Constrained by Tectono-Magmatic Events. *Earth Science Frontiers*, 13(6): 43—51 (in Chinese with English abstract).
- Ni, Z.Y., Zhai, M.G., Wang, R.M., et al., 2004. Discovery of Late Paleozoic Retrograded Eclogites from the Middle Part of the Northern Margin of North China Craton. *Chinese Science Bulletin*, 49(6): 585—591 (in Chinese).
- Pan, G.T., Chen, Z.L., Li, X.Z., et al., 1997. Geological-Tectonic Evolution in the Eastern Tethys. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Pan, G.T., Wang, L.Q., Zhu, W.P., et al., 2013. The Instructions of Tectonic Map in Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Areas (1: 1 500 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Pan, G.T., Xiao, Q.H., Lu, S.N., et al., 2009. Subdivision of Tectonic Units in China. *Geology in China*, 36(1): 1—28 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G.T., Xian, Q.H., Yin, F.G., et al., 2015. The Instructions of Tectonic Map in China (1: 2 500 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese, under press).
- Patriat, P., Achache, J., 1984. India-Eurasia Collision Chronology Has Implications for Crustal Shortening and Driving Mechanism of Plates. *Nature*, 311(5987): 615—621. doi:10.1038/311615a0
- Peng, S.B., Jin, Z.M., Fu, J.M., et al., 2006. The Geochemical Evidences and Tectonic Significance of Neoproterozoic Ophiolite in Yunkai Area, Western Guangdong Province, China. *Acta Geologica Sinica*, 80(6): 814—825 (in Chinese with English abstract).
- Ren, B.C., He, S.P., Yao, W.G., et al., 2001. Rb-Sr Isotope Age of Niuquanzi Ophiolite and Its Tectonic Significance in Beishan District, Gansu. *Northwestern Geology*, 34(2): 21—27 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J.H., Liu, Y.Q., Feng, Q., et al., 2009. LA-ICP-MS U-Pb Zircon Dating and Geochemical Characteristics of Diabase-Dykes from the Qingshuiquan Area, Eastern Kunlun Orogenic Belt. *Acta Petrologica Sinica*, 25(5): 1135—1145 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J.S., Xiao, L.W., 2001. Tectonics and Stratigraphic Regionalization of China. *Journal of Stratigraphy*, 25(Suppl.): 361—369 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J.Y., Li, S.T., 2000. Spreading and Dynamic Setting of Marginal Basins of the Western Pacific. *Earth Science Frontiers*, 7(3): 203—213 (in Chinese with English abstract).

- Sengor, A.M.C., Natal'in, B.A., Burtman, V.S., 1993. Evolution of the Altai Tectonic Collage and Paleozoic Crustal Growth in Eurasia. *Nature*, 363 (6435): 299—307. doi:10.1038/364299a0
- Shang, Q.H., 2004. The Discovery and Significance of Permian Radiolarians in the Northern and Middle Inner Mongolia, Northern Orogenic Belt. *Chinese Science Bulletin*, 49(24): 2574—2577 (in Chinese).
- She, H.Q., Li, J.W., Xiang, A.P., et al., 2012. U-Pb Ages of the Zircons from Primary Rocks in Middle-Northern Daxing'anling and Its Implications to Geotectonic Evolution. *Acta Petrologica Sinica*, 28 (2): 571—594 (in Chinese with English abstract).
- Shi, R.D., Yang, J.S., Wu, C.L., et al., 2004. First SHRIMP Dating for the Formation of the Late Sinian, Yushigou Ophiolite, North Qilian, Mountains. *Acta Geologica Sinica*, 78 (5): 649—657 (in Chinese with English abstract).
- Shu, L.S., Wang, B., Zhu, W.B., 2007. Age of Radiolarian, Fossils from the Heiyingshan, Ophiolitic Mélange, Southern Tianshan, Belt, NW China, and Its Tectonic Significance. *Acta Geologica Sinica*, 81(9): 1161—1168 (in Chinese with English abstract).
- Song, B.W., Xu, Y.D., Liang, Y.P., et al., 2014. Evolution of Cenozoic Sedimentary Basins in Western China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1035—1051 (in Chinese with English abstract).
- Tang, K.D., 1990. Tectonic Development of Paleozoic Foldbelts at the North Margin of the Sino-Korean Craton. *Tectonics*, 9 (2): 249—260. doi:10.1029/TC009i002p00249
- Tang, K.D., Shao, J.A., Li, Y.F., 2011. Songne Massif and Its Research Significance. *Earth Science Frontiers*, 18(3): 57—65 (in Chinese with English abstract).
- Tang, L.J., 1994. Evolution and Tectonic Patterns of Tarim Basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, (6): 742—754 (in Chinese with English abstract).
- Tang, T.T., He, W.H., Wang, C.G., et al., 2014. Evolution of Mesozoic Sedimentary Basins in Wuyi-Yunkai Area. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39 (8): 1140—1154 (in Chinese with English abstract).
- Wan, T. F., Zhu, H., 2002. Tectonics and Environment Change of Meso-Cenozoic in China Continent and Its Adjacent Areas. *Geoscience*, 16(2): 107—120 (in Chinese with English abstract).
- Wang, B.Y., Jiang, C.Y., Li, Y.J., et al., 2009. Geochemistry and Tectonic Implications of Karamaili Ophiolite in East Junggar of Xinjiang. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 29 (3): 74—82 (in Chinese with English abstract).
- Wang, B.Z., Zhang, Z.Y., Zhang, S.Q., et al., 2000. Geological Features of Lower Paleozoic Ophiolite in Kuhai-Saishitang Region Eastern Section of Eastern Kunlun. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 25(6): 592—598 (in Chinese with English abstract).
- Wang, C.W., Jin, W., Zhang, X.Z., et al., 2008. New Understanding of the Late Paleozoic Tectonics in Northeastern China and Adjacent Areas. *Journal of Stratigraphy*, 32 (2): 119—136 (in Chinese with English abstract).
- Wang, H.Z., 1978. Discussion of Stratigraphic Regionalization in China. *Acta Stratigraphica Sinica*, 2(2): 81—104 (in Chinese).
- Wang, H.Z., 1985. Atlas of the Palaeogeography of China. Map Press, Beijing (in Chinese).
- Wang, H.Z., 1999. On the International Stratigraphical Chart and Stratigraphic Regionalization of China. *Geoscience*, 13(2): 190—193 (in Chinese with English abstract).
- Wang, H.Z., Yang, S.F., Zhu, H., et al., 1990. Palaeozoic Biogeography of China and Adjacent Regions and World Reconstruction of the Palaeocontinents. In: Wang, H.Z., Yang, S.N., Liu, B.P., eds., *Tectonopalaeogeography and Palaeobiogeography of China and Adjacent Regions*. China University of Geosciences Press, Wuhan, 35—86 (in Chinese).
- Wang, J., Liu, B.J., Pan, G.T., 2001. Neoproterozoic Rifting History of South China Significance to Rodinia Break-up. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 21 (3): 135—145 (in Chinese with English abstract).
- Wang, L.Q., Pan, G.T., Ding, J., et al., 2013. Geological Map of the Tibetan Plateau and Adjacent Regions (1:1 500 000) and the Explanatory Notes. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Wang, R.S., Wang, Y., Li, H.M., 1998. Zircon U-Pb Age and Its Geological Significance of High-Pressure Terrane of Granulite Facies in Yushugou Area, Southern Tianshan, Mountain. *Geochimica*, 27(6): 522—527 (in Chinese with English abstract).
- Wang, S.S., Liu, M.Q., Liu, Y.Q., et al., 2012. Geochemical Features and Tectonic Setting of the Wushaoling Ophiolite Melanges, North Qilian, Mountains. *Geology and Exploration*, 48(5): 1000—1008 (in Chinese with English abstract).
- Wang, X.F., Chen, X.H., 2005. Stratigraphic Subdivision and Correlation of Each Geologic Period in China. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Wang, Y.L., Li, X.D., Bi, H., et al., 1997. The Geological Characteristics and Geological Setting of the Kudi Ophiolite in West Kunlun. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 27(3): 65—70 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Y.W., Wang, J.B., Wang, L.J., et al., 2011. Discovery

- of Tuerkubantao Ophiolitic Mélange in Xinjiang and Its Significance. *Earth Science Frontiers*, 18(3): 151—165 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. H., Li, J. L., Hou, Q. L., et al., 2000. Geology, Geochemistry and Genesis of the Kuda Ophiolite, Western Kunlun, China. *Scientia Geologica Sinica*, 35(2): 151—160 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Z. Q., Gao, L. D., Wang, T., et al., 2007. The Discovery of New Microfossils in Taowan Group, Western Qinling and Its Constraints on Age of the Stratum. *Science in China (Ser. D)*, 37(11): 1467—1473 (in Chinese).
- Wei, Y., Zhang, Z. Y., He, W. H., et al., 2014. Evolution of Sedimentary Basins in the Upper Yangtze during Mesozoic. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1065—1078 (in Chinese with English abstract).
- Wei, Y. S., Wang, C. S., Li, X. H., et al., 2006. Provenance Analysis of Paleogene Gyachala Formation in Southern Tibet: Implication for the Initiation of Collision between India and Asia. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 26(3): 46—55 (in Chinese with English abstract).
- Weng, K., Xu, X. Y., Ma, Z. P., et al., 2013. U-Pb Zircon Dating and Geochemical Research of Devonian Volcanic Rocks in Urkashgar of Western Junggar. *Acta Geologica Sinica*, 87(4): 515—524 (in Chinese with English abstract).
- Wilde, S. A., Dorsett-Bain, H. L., Lennon, R. G., 1999. Geological Setting and Controls on the Development of Graphite, Sillimanite and Phosphate Mineralisation within the Jiamusi Massif: An Exotic Fragment of Gondwana Land Located in North-Eastern China. *Gondwana Research*, 2(1): 21—46. doi: 10.1016/S1342-937X(05)70125-8
- Wilde, S. A., Dorsett-Bain, H. L., Liu, J. L., 1997. The Identification of a Late Pan-African Granulite Facies Event in Northeastern China: SHRIMP U-Pb Zircon Dating of the Mashan Group at Liu Mao, Heilongjiang Province, China. In: Qian, X. L., You, Z. D., Halls, H. C., eds., Precambrian Geology and Metamorphic Petrology. Proceedings of the 30th IGC; Precambrian Geol. Metamorphic Petrol. VSP International Science Publishers, Amsterdam, 17: 59—74.
- Wilde, S. A., Wu, F. Y., Zhang, X. Z., 2003. Late Pan-African Magmatism in Northeastern China: SHRIMP U-Pb Zircon Evidence from Granitoids in the Jiamusi Massif. *Precambrian Research*, 122(1—4): 311—327. doi: 10.1016/S0301-9268(02)00217-6
- Wilde, S. A., Zhang, X. Z., Wu, F. Y., 2000. Extension of a Newly Identified 500 Ma, Metamorphic Terrane in North East China: Further U-Pb SHRIMP Dating of Mashan Complex, Heilongjiang Province, China. *Tectonophysics*, 328(1—2): 115—130. doi: 10.1016/S0040-1951(00)00180-3
- Wu, B., He, G. Q., Wu, T. R., et al., 2006. Discovery of the Buergen Ophiolitic Mélange Belt in Xinjiang and Its Tectonic Significance. *Geology in China*, 33(3): 476—486 (in Chinese with English abstract).
- Wu, F. Y., Sun, D. Y., Lin, Q., 1999. Petrogenesis of the Phanerozoic Granites and Crustal Growth in Northeast China. *Acta Petrologica Sinica*, 15(2): 181—189 (in Chinese with English abstract).
- Wu, H. Y., Yang, J. G., Huang, Q. H., et al., 2003. Sequence and Age of the Mesozoic Strata in the Mohe Basin. *Journal of Stratigraphy*, 27(3): 193—197 (in Chinese with English abstract).
- Wu, J., Xu, Y. D., An, X. Y., et al., 2014. Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins in Gangdese Area, Tibetan Plateau. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1052—1064 (in Chinese with English abstract).
- Wu, M. B., Liu, C. Y., Zheng, M. L., et al., 2007. Jurassic Depositional-Tectonic Evolution in the Yabulai Basin, Western Inner Mongolia, China and Direction of Petroleum Exploration. *Geological Bulletin of China*, 26(7): 857—863 (in Chinese with English abstract).
- Wu, P., Wang, G. Q., Li, X. M., et al., 2012. The Age of Niujuanzhi Ophiolite in Beishan Area of Gansu Province and Its Geological Significance. *Geological Bulletin of China*, 31(12): 2032—2037 (in Chinese with English abstract).
- Xia, L. Q., Xia, Z. C., Xu, X. Y., et al., 1995. Dynamics of Tectonic-Volcano-Magmatic Evolution from the North Qilian Mountains, China. *Northwest Geoscience*, 16(1): 1—28 (in Chinese).
- Xia, X. H., Song, S. G., 2010. Forming Age and Tectono-Petrogenesis of the Jiugequan Ophiolite in the North Qilian Mountain, NW China. *Chinese Science Bulletin*, 55(15): 1465—1471 (in Chinese).
- Xiang, Z. Q., Lu, S. N., Li, H. K., et al., 2007. SHRIMP U-Pb Zircon Age of Gabbro in Aoyougou in the Western Segment of the North Qilian Mountains, China and Its Geological Implications. *Geological Bulletin of China*, 26(12): 1686—1691 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, W. J., Hou, Q. L., Li, J. L., et al., 2000. The Anatomy on the Tectonic Facies and the Accretional Process of the Multi-Islands in Western Kunlun. *Science in China (Ser. D)*, 30(Suppl. 1): 22—28 (in Chinese).
- Xiao, W. J., Windley, B. F., Yan, Q. R., et al., 2006. SHRIMP Zircon Age of the Aermantai Ophiolite in the North

- Xinjiang Area, China and Its Tectonic Implications. *Acta Geologica Sinica*, 80(1):32—37(in Chinese).
- Xiao, X.C., Tang, Y.Q., Feng, Y.M., et al., 1992. The Tectonism of Northern Xinjiang and Its Adjacent Region. Geological Publishing House, Beijing, 104—123(in Chinese).
- Xiao, X.C., Wang, J., Su, L., et al., 2003. A Further Discussion of the Kuda Ophiolite, West Kunlun, and Its Tectonic Significance. *Geological Bulletin of China*, S22(10):745—750(in Chinese with English abstract).
- Xing, G.F., Jiang, Y., Chen, Z.H., et al., 2013. The First Discovery of Caledonian, Garnet Amphibolite in Qinhang Suture. *Resources Survey & Environment*, 34(4):1(in Chinese).
- Xiú, Y.Q., Yu, H.F., Liu, Y.S., et al., 2007. Geology and Zircon U-Pb Age of Pillow Basalt at Qiashikan soy in Northern Altun Tagh, W China. *Acta Geologica Sinica*, 81(6):787—794(in Chinese with English abstract).
- Xu, X., He, G.Q., Li, H.Q., et al., 2006. Basic Characteristics of the Karamay Ophiolitic Mélange, Xinjiang, and Its Zircon SHRIMP Dating. *Geology in China*, 33(3):470—475(in Chinese).
- Xu, X.Y., Xia, L.Q., Ma, Z.P., et al., 2006. SHRIMP Zircon U-Pb Geochronology of the Plagiogranites from Bayingou Ophiolite in North Tianshan, Mountains and the Petrogenesis of the Ophiolite. *Acta Petrologica Sinica*, 22(1):83—94(in Chinese with English abstract).
- Xu, Y.D., Liang, Y.P., Jiang, S.S., et al., 2014. Evolution of Cenozoic Sedimentary Basins in Eastern China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8):1079—1098(in Chinese with English abstract).
- Xu, Y.D., Zhang, K.X., Wang, G.C., et al., 2012. Extended Stratigraphy, palynology and Depositional Environments Record the Initiation of the Himalayan, Gyirong Basin (Neogene China). *Journal of Asian Earth Sciences*, 44:77—93.doi:10.1016/j.jseas.2011.04.007
- Xu, Z.L., Luo, M.S., Yang, W.L., et al., 2014. Paleozoic Sedimentary Basins Evolution of Ertix-Xar Moron Suture. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8):1099—1118(in Chinese with English abstract).
- Xu, Z.Q., Yang, J.S., Li, H.B., et al., 2007. The Plateau Originating from Orogen: The Coherence of the Terranes and Collisional Dynamics in the Tibet Plateau. Geological Publishing House, Beijing(in Chinese).
- Yan, Q.R., Wang, Z.Q., Chen, J.L., et al., 2007. Tectonic Setting and SHRIMP Age of Volcanic Rocks in the Xieyuguan, and Caotan'gou Groups: Implications for the North Qinling Orogenic Belt. *Acta Geologica Sinica*, 81(4):488—500(in Chinese with English abstract).
- Yan, Q.R., Wang, Z.Q., Yan, Z., et al., 2008. Origion, Age and Tectonic Implications of Metamafic Rocks in the Kuaping Group of the Qinling Orogenic Belt, China. *Geological Bulletin of China*, 27(9):1475—1492(in Chinese with English abstract).
- Yang, H.B., Gao, P., Li, B., et al., 2005. The Geological Character of the Sinian, Dalubai Ophiolite in the West Tianshan, Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 23(2):123—126(in Chinese with English abstract).
- Yang, J.S., Shi, R.D., Wu, C.L., et al., 2008. Petrology and SHRIMP Age of the Hongliugou Ophiolite at Milan, North Altun, at the Northern Margin of the Tibetan Plateau. *Acta Petrologica Sinica*, 24(7):1567—1584(in Chinese with English abstract).
- Yang, J.S., Wang, X.B., Shi, R.D., et al., 2004. The Dur'ngoi Ophiolite in East Kunlun, Northern Qinghai-Tibet Plateau: A Fragment of Paleo-Tethyan, Oceanic Crust. *Geology in China*, 31(3):225—239(in Chinese with English abstract).
- Yang, J.S., Wu, C.L., Shi, R.D., 2002. Sheeted Dike Swarm in Hongliugou, Northwest of the Altun Region: Evidence for Seafloor Spreading. *Geological Bulletin of China*, 21(2):69—74(in Chinese with English abstract).
- Yang, J.S., Xu, X.Z., Li, T.F., et al., 2011. U-Pb Ages of Zircons from Ophilite and Related Rocks in the Kumishi Region at the Southern Margin of Middle Tianshan, Xinjiang: Evidence of Early Paleozoic Oceanic Basin. *Acta Petrologica Sinica*, 27(1):77—95(in Chinese with English abstract).
- Yang, J.Z., Shen, Y.C., Li, G.M., et al., 1999. Basic Features and Its Tectonic Significance of Yaziquan Ophiolite Belt in Eastern Kunlun Orogenic Belt, Xinjiang. *Geoscience*, 13(3):309—314(in Chinese with English abstract).
- Yang, W.L., Luo, M.S., Wang, C.G., et al., 2014. Neoproterozoic-Paleozoic Sedimentary Basins Evolution of Xing-Meng, Orogenic Belt. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8):1155—1168(in Chinese with English abstract).
- Yang, Z., Dong, Y.P., Liu, X.M., et al., 2006. LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Gabbro in the Guanzizhen Ophiolite, Tianshui, West Qinling, China. *Geological Bulletin of China*, 25(11):1321—1325(in Chinese with English abstract).
- Yang, Z.J., Ma, H.D., Wang, Z.X., et al., 2012. SHRIMP U-Pb Zircon Dating of Gabbro from the Binggou Ophiolite Mélange in the Northern Altyn, and Geological Implication. *Acta Petrologica Sinica*, 28(7):2269—2276(in Chinese with English abstract).
- Ye, T.Z., Zhang, Z.Y., Xiao, Q.H., et al., 2010. The Investigation Tectonical Standards of Mineralization Geologic

- Background. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Yin, H.F., 1988. Paleobiogeography of China. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Yu, H.Z., Lü, F.L., Guo, Q.X., et al., 2005. Proto-Sediment Basin Types and Tectonic Evolution in the Southern Edge of North China Plate. *Petroleum Geology & Experiment*, 27(2): 112—117 (in Chinese with English abstract).
- Yu, J.P., Xiao, L., Li, Z., et al., 2010. Tectonic Geochronology of Ophiolite in Yuanyangzhen Town of Wushan County, Gansu Province. *Gansu Geology*, 19(1): 21—26 (in Chinese with English abstract).
- Yuan, C., Sun, M., Li, J.L., et al., 2002. Tectonic Background of the Kuda Ophiolite, Western Kunlun: New Constraints from Boninite Series Rocks. *Geochimica*, 31(1): 43—48 (in Chinese with English abstract).
- Zeng, J.Y., Yang, H.R., Yang, H.Y., et al., 2007. The Dongcaohe Ophiolite from the North Qilian Mountains: A Fossil Oceanic Crust of the Paleo-Qilian Ocean. *Chinese Science Bulletin*, 52(7): 825—835 (in Chinese).
- Zhai, M.G., 2011. Cratonization and the Ancient North China. *Scientia Sinica Terra*, 41(8): 1037—1046 (in Chinese).
- Zhang, C., Huang, X., 1992. The Ages and Tectonic Settings of Ophiolites in West Junggar, Xinjiang. *Geological Review*, 38(6): 509—524 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, C.L., Dong, Y.G., Yang, Z.H., 2000. Two Ophiolite Belts in the Qinling Orogen and Their Constraints on the Tectonic Evolution of the Qinling-Dabie Orogen. *Acta Geologica Sinica*, 74(4): 313—324 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, C.L., Yu, H.F., Shen, J.L., et al., 2004. Zircon SHRIMP Age Determination of the Giant-Crystal Gabbro and Basalt in Kuda, West Kunlun: Dismembering of the Kuda Ophiolite. *Geological Review*, 50(6): 639—643 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, G.W., Meng, Q.R., Lai, S.C., 1995. Structure and Tectonics of the Qinling Orogenic Belt. *Science in China (Series B)*, 25(9): 994—1003 (in Chinese).
- Zhang, G.W., Zhang, B.R., Yuan, X.C., et al., 2001. The Qinling Orogenic Belt and Geodynamical. Science Press, Beijing (in Chinese).
- Zhang, K.X., Feng, Q.L., Song, B.W., et al., 2014a. Non-Simithian Strata in the Orogen. *Earth Science Frontiers*, 21(2): 36—47 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K.X., He, W.H., Xu, Y.D., et al., 2014b. Subdivision and Identification of Sedimentary Tectonic Facies. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1—14 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K.X., He, W.H., Xu, Y.D., et al., 2015. Instructions of Sedimentary Tectonic Map of China (1:2 500 000). Geological Publishing House, Beijing, (Pending version) (in Chinese).
- Zhang, K.X., Wang, G.C., Cao, K., et al., 2008. Cenozoic Sedimentary Records and Geochronological Constraints of Differential Uplift of the Qinghai-Tibet Plateau. *Science in China (Series D)*, 51(11): 1658—1672. doi: 10.1007/s11430-008-0132-2
- Zhang, K.X., Wang, G.C., Hong, H.L., et al., 2013a. The Study of the Cenozoic Uplift in the Tibetan Plateau: A Review. *Geological Bulletin of China*, 32(1): 1—18 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K.X., Wang, G.C., Lou, M.S., et al., 2013b. Cenozoic Tectonic Lithofacies Paleogeographic Map with Instructions in the Tibetan Plateau and Adjacent regions (1:3 000 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Zhang, K.X., Wang, G.C., Ji, J.L., et al., 2010a. Paleogene-Neogene Stratigraphic Realm and Sedimentary Sequence of the Qinghai-Tibet Plateau and Their Response to Uplift of the Plateau. *Scientia Sinica Terra*, 40(12): 1632—1654 (in Chinese).
- Zhang, K.X., Wang, G.C., Luo, M.S., et al., 2010b. Evolution of Tectonic Lithofacies Paleogeography of Cenozoic of Qinghai-Tibet Plateau and Its Response to Uplift of the Plateau. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 35(5): 697—712 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, K.X., Wang, G.C., Xu, Y.D., et al., 2013. Sedimentary Evolution of the Qinghai-Tibet Plateau in Cenozoic and Its Response to the Uplift of the Plateau. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 87(2): 555—575. doi: 10.1111/1755-6724.12068
- Zhang, K.X., Yin, H.F., Zhu, Y.H., et al., 2001. Geological Survey Theory, Method and Practice of Mélange Zone in Orogenic Belt. China University of Geosciences Press, Wuhan, (in Chinese).
- Zhang, K.X., Yin, H.F., Zhu, Y.H., et al., 2003. Smith Strata and Non-Smith Strata. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 28(4): 361—369 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, S., Lin, C.M., Wu, C.D., et al., 2003. Tectonic Characteristics and Basin Evolution of the Mohe Basin, Heilongjiang, Province. *Geological Journal of China Universities*, 9(3):

- 411—419(in Chinese with English abstract).
- Zhang, S. H., Zhao, Y., Song, B., et al., 2007. Cratonic Granitic Plutons from the Northern Margin of the North China Block: Implications for a Late Paleozoic Active Continental Margin. *J. Geol. Soc.*, 164(2): 451—463. doi: 10.1144/0016-7649/2005-190
- Zhang, S.M., Jiang, G.L., Liu, K.F., et al., 2014. Evolution of Neoproterozoic-Mesozoic Sedimentary Basins in Qinling-Dabie Orogenic Belt. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1185—1119 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, X.X., Chen, B.H., Ma, B.J., et al., 2009. Geological and Geochemical Characteristics of the Kezhitage Ophiolitic Mélange in the Eastern Kunlun. *Geotectonica et Metallogenia*, 33(2): 313—319 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y., Xu, X.Y., Chen, J.L., et al., 2012. Geological Characteristics and LA-ICP-MS Zircon U-Pb Age of Mayinelm Ophiolite in Altay Orogenic Belt. *Geological Bulletin of China*, 31(6): 834—842 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y.P., Li, J.C., 2010. Tectonic Framework and Main Characteristics of North China and Its Northward Areas in Late Paleozoic-Early Mesozoic Period. *Geology in China*, 37(4): 916—930 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y.S., Niu, S.W., Tian, S.G., et al., 2012. The Discovery of Conchostracean Fossils in the Upper Permian Linxi Formation of Linxi Area, Inner Mongolia, and Its Geological Significance. *Geological Bulletin of China*, 31(9): 1394—1403 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y.Y., Guo, Z.J., 2010. New Constraints on Formation Ages of Ophiolites in Northern Junggar and Comparative Study on Their Connection. *Acta Petrologica Sinica*, 26(6): 421—430 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z.C., Guo, Z.J., Song, B., 2009. SHRIMP Zircon Dating of Gabbro from the Opiolite Mélange in the Northern Altyn Tagh and Its Geological Implication. *Acta Petrologica Sinica*, 25(3): 568—576 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z.C., Zhou, G., Yan, S.H., et al., 2007. Geology and Geochemistry of the Late Paleozoic Volcanic Rocks of the South Margin of the Altai Mountains and Implications for Tectonic Evolution. *Acta Geologica Sinica*, 81(3): 344—358 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z.Q., Zhang, G.W., Tang, S.H., et al., 2002. The Age of Anzishan, Granulites in the Mianlue Suture Zone Qinling Orogen. *Chinese Science Bulletin*, 47(22): 1751—1755 (in Chinese).
- Zhang, Z.Y., He, W.H., Wei, Y., et al., 2014. Evolution of Mesozoic Sedimentary Basins in the Lower Yangtze. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 39(8): 1017—1034 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Z.Y., Yin, H.F., Wang, B.Z., et al., 2004. Presence and Evidence of Kuhai-Saishitang Branching Ocean in Copulae between Kunlun-Qinling Mountains. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 29(6): 691—696 (in Chinese with English abstract).
- Zhao, H.D., 2009. Paleozoic Igneous Rock Assemblages and Tectonic Evolution in Southern Xiaoxing'anling-Northern Zhangguangcailing, Northeastern China (Dissertation). China University of Geosciences, Beijing (in Chinese with English abstract).
- Zhao, J., Zhang, Z.H., Zhang, H., et al., 2013. Geochemistry, Petrogenesis and Tectonic Settings of the Lower Permian Series Volcanic Rocks from Western Awulake Mountain, Xinjiang. *Acta Geologica Sinica*, 87(4): 525—541 (in Chinese with English abstract).
- Zhong, D.L., 1998. Paleo-Tethyan Orogenic Belt in the West of Sichuan and Yunnan. Science Press, Beijing (in Chinese).
- Zhou, D.W., Su, L., Jian, P., et al., 2004. Zircon U-Pb SHRIMP Ages of High-Pressure Granulite in Yushugou Ophiolitic Terrane in Southern Tianshan, and Their Tectonic Implications. *Chinese Science Bulletin*, 49(14): 1411—1415 (in Chinese).
- Zhou, H.R., Zhang, C.H., Wang, Z.Q., et al., 1998. Study on Integrated Stratigraphy of Paleozoic of South Tianshan Orogen. *Xinjiang Geology*, 16(4): 291—298 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, J.B., Zhang, X.Z., Ma, Z.H., et al., 2009. Tectonic Framework and Basin Evolution in Northeast China. *Oil and Gas Geology*, 30(5): 530—538 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, X.B., Li, J.H., Fu, C.J., et al., 2012. A Discussion on the Cryogenian-Cambrian Tectonic-Sedimentary Event and Tectonic Setting of Northern Tarim Basin. *Geology in China*, 39(4): 901—911 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, Y.H., Zhang, K.X., Wang, G.C., et al., 2002. The Evolution of Ophiolites, Magmatite and Tectonic Magmatic from East Kunlun Composite Orogenic Belt. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Zhu, Z.X., Dong, L.H., Wang, K.Z., et al., 2013. Tectonic Division and Regional Tectonic Evolution of West Tianshan, Organic Belt. *Geological Bulletin of China*, 32(2—3): 297—306 (in Chinese with English abstract).
- Zou, Y.R., Ta, J.G.L., Xing, Z.Y., et al., 2014. Evolution of Sedimentary Basins in Tarim during Neoproterozoic-Paleozoic. *Earth Science—Journal of China University*

of Geosciences, 39(8): 1200—1216 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 边千韬,罗小全,李涤徽,等,2001.青海省阿尼玛卿带布青山蛇绿混杂岩的地球化学性质及形成环境.地质学报,75(1):45—55.
- 甘肃省地质矿产局,1997.甘肃省岩石地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 黑龙江省地质矿产局,1993.黑龙江省区域地质志.北京:地质出版社.
- 陈隽璐,徐学义,王宗起,等,2008.西秦岭太白地区岩湾—鹦鹉咀蛇绿混杂岩的地质特征及形成时代.地质通报,27(4):500—509.
- 陈亮,孙勇,裴先治,等,2001.德尔尼蛇绿岩⁴⁰Ar—³⁹Ar年龄:青藏最北端古特提斯洋盆存在和延展的证据.科学通报,46(5):424—426.
- 成守德,徐新,2001.新疆及邻区大地构造编图研究.新疆地质,19(1):33—37.
- 程裕祺,王泽九,黄枝高,2009.中国地层典·总论.北京:地质出版社.
- 崔美慧,孟繁聪,吴祥珂,2011.东昆仑祁漫塔格早奥陶世岛弧:中基性火成岩地球化学、Sm-Nd同位素及年代学证据.岩石学报,27(11):3365—3379.
- 邓万明,1995.喀喇昆仑—西昆仑地区蛇绿岩的地质特征及其大地构造意义.岩石学报(增刊1):98—111.
- 第五春荣,孙勇,刘良,等,2010.北秦岭宽坪岩群的解体及新元古代N-MORB.岩石学报,26(7):2025—2038.
- 段吉业,刘鹏举,夏德馨,2002.浅析华北板块中元古代—古生代构造格局及其演化.现代地质,16(4):331—338.
- 冯益民,1986.西准噶尔蛇绿岩生成环境及其成因类型.中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,13:37—45.
- 高联达,王宗起,王涛,等,2006.河南西峡地区二郎坪群火神庙组中发现泥盆纪孢子化石.地质通报,25(11):1287—1294.
- 高振家,陈克强,魏家庸,2000.中国岩石地层词典.武汉:中国地质大学出版社.
- 葛文春,吴福元,周长勇,等,2005.大兴安岭北部塔河花岗岩岩体的时代及对额尔古纳地块构造归属的制约.科学通报,50(12):1239—1247.
- 耿威,张训华,温珍河,等,2013.台湾东部海岸山脉对弧陆碰撞的响应.地质论评,59(1):129—136.
- 龚一鸣,张克信,2015.地层学基础与前沿.武汉:中国地质大学出版社.
- 辜平阳,李永军,张兵,等,2009.西准噶尔布特蛇绿岩中辉长岩LA-ICP-MS锆石U-Pb测年.岩石学报,25(6):1364—1372.
- 郝杰,刘小汉,方爱民,等,2003.西昆仑“库地蛇绿岩”的解体及有关问题的讨论.自然科学进展,13(10):1116—1120.
- 郝奕玮,骆满生,徐增连,等,2014.华北陆块新元古代—中生代沉积盆地划分及其构造演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1230—1242.
- 何国琦,李茂松,贾进斗,等,2001.论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义.北京大学学报(自然科学版),37(6):852—858.
- 何国琦,邵济安,1983.内蒙古东南部(昭盟)西拉木伦河一带早古生代蛇绿岩建造的确认及其大地构造意义.见:唐克东主编,中国北方板块构造文集(1).北京:地质出版社,243—250.
- 何世平,周会武,任秉琛,等,2005.甘肃内蒙古北山地区古生代地壳演化.西北地质,38(3):6—15.
- 何卫红,唐婷婷,乐明亮,等,2014.华南南华纪—二叠纪沉积大地构造演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):929—953.
- 黄辉,叶寿生,1996.台湾省岩石地层.武汉:中国地质大学出版社.
- 黄汲清,1962.中国地层区划的初步建议.北京:科学出版社,168—179.
- 黄萱,金成伟,孙宝山,等,1997.新疆阿尔曼太蛇绿岩时代的Nd-Sr同位素研究.岩石学报,13(1):85—91.
- 黄映聪,2009.佳木斯地块古生代变质作用与构造演化(博士学位论文).长春:吉林大学.
- 黄增保,张有奎,吕菊蕊,等,2010.北祁连水洞峡蛇绿岩地球化学特征及构造环境.甘肃地质,19(2):1—7.
- 计文化,韩芳林,王炬川,等,2004.西昆仑于田南部苏巴什蛇绿混杂岩的组成、地球化学特征及地质意义.地质通报,23(12):1196—1201.
- 贾承造,张师本,吴绍祖,2003.塔里木盆地及周边地层(上册).北京:科学出版社.
- 简平,刘敦一,张旗,等,2003.蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的SHRIMP U-Pb测年.地学前缘,10(4):439—456.
- 简平,汪啸风,何龙清,等,1998.中国西南哀牢山蛇绿岩同位素地质年代学及大地构造意义.华南地质与矿产,1:1—11.
- 姜高磊,张思敏,柳坤峰,等,2014.祁连—柴达木—东昆仑新元古—中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1000—1016.
- 金玉玕,范影年,王向东,等,2000.中国地层典——石炭系.北京:地质出版社.
- 孔令耀,姚华舟,徐亚东,等,2014.羌塘—三江古生代—中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1217—1229.
- 赖绍聰,秦江锋,2010.勉略缝合带三岔子辉绿岩墙锆石U-Pb年龄及Hf同位素组成——古特提斯洋壳俯冲的年代学证据.地球科学与环境学报,32(1):27—33.

- 赖绍聪,张国伟,裴先治,等,2003.南秦岭康县—琵琶寺—南坪构造混杂带蛇绿岩与洋岛火山岩地球化学及其大地构造意义.中国科学(D辑),33(1):10—19.
- 李才,董永胜,翟庆国,等,2008.青藏高原羌塘早古生代蛇绿岩——堆晶辉长岩的锆石 SHRIMP 定年及其意义.岩石学报,24(1):31—36.
- 李才,李永铁,林源贤,等,2002.西藏双湖地区蓝闪片岩原岩 Sm-Nd 同位素定年.中国地质,27(4):355—359.
- 李才,翟庆国,陈文,等,2006.青藏高原羌塘中部榴辉岩 Ar-Ar 定年.岩石学报,22(12):2843—2849.
- 李才,翟庆国,陈文,等,2007.青藏高原龙木错—双湖板块缝合带闭合的年代学证据——来自果干加年山蛇绿岩与流纹岩 Ar-Ar 和 SHRIMP 年龄制约.岩石学报,23(5):911—918.
- 李承东,冉皞,赵利刚,等,2012.温都尔庙群锆石的 LA-MC-ICPMS U-Pb 年龄及构造意义.岩石学报,28(11):3705—3714.
- 李春昱,刘仰文,朱宝清,等,1978.秦岭及祁连山构造发展史.西北地质,4:1—12.
- 李怀坤,陆松年,相振群,等,2006.东昆仑中部缝合带清水泉麻粒岩锆石 SHRIMP U-Pb 年代学研究.地学前缘,13(6):311—321.
- 李宏伟,许坤,2001.郯庐断裂走滑活动与辽河盆地构造古地理格局.地学前缘,8(4):467—470.
- 李俊飞,方伟,孔维韬,等,2012.塔里木盆地古生界沉积相演化特征.能源与节能,9(9):111—112.
- 李锦轶,牛宝贵,宋彪,等,1999.长白山北段地壳的形成与演化.北京:地质出版社,15—18.
- 李锦轶,曲军峰,张进,等,2013.中国北方造山区显生宙地质历史重建与成矿地质背景研究进展.地质通报,32(2—3):207—219.
- 李锦轶,张进,曲军峰,等,2012.华北与阿拉善两个古陆在早古生代晚期拼合——来自宁夏牛首山沉积岩系的证据.地质论评,58(2):208—214.
- 李玮,胡建民,高卫,等,2007.新疆南天山库尔干一带泥盆纪—早石炭世放射虫组合的发现.中国地质,34(4):584—591.
- 李文铅,马华东,王冉,等,2008.东天山康吉尔塔格蛇绿岩 SHRIMP 年龄、Nd-Sr 同位素特征及构造意义.岩石学报,24(4):773—780.
- 李祥辉,王成善,胡修棉,等,2000.朋曲组—西藏南部最高海相层位一个新的地层单元.地层学杂志,24(3):243—248.
- 李益龙,周汉文,肖文交,等,2012.古亚洲构造域和西太平洋构造域在索伦缝合带东段的叠加:来自内蒙古林西县西拉木伦断裂带内变形闪长岩的岩石学、地球化学和年代学证据.地球科学——中国地质大学学报,37(3):433—450.
- 刘波,钱祥麟,王英华,1999.华北板块早古生代构造—沉积演化.地质科学,34(3):347—356.
- 刘宝珺,许效松,1994.中国南方岩相古地理图集.北京:科学出版社,74—113.
- 刘敦一,简平,张旗,等,2003.内蒙古图林凯蛇绿岩中埃达克岩 SHRIMP 测年:早古生代洋壳消减的证据.地质学报,77(3):318—327.
- 柳坤峰,王永和,姜高磊,等,2014.西昆仑新元古代—中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):987—999.
- 刘良,车自成,王焰,等,1998.阿尔金茫崖地区早古生代蛇绿岩 Sm-Nd 等时线年龄证据.科学通报,43(8):880—883.
- 刘少峰,张国伟,程顺有,等,1999.东秦岭—大别山及邻区挠曲类盆地演化与碰撞造山过程.地质科学,34(3):336—346.
- 刘石华,匡文龙,刘继顺,等,2002.西昆仑北带蛇绿岩的地球化学特征及其大地构造意义.世界地质,21(4):332—339.
- 刘伟,张湘炳,1993.乌伦杏—斋桑泊构造杂岩带特征及其地质意义.见:涂光炽编.新疆北部固体地球科学新进展.北京:科学出版社,217—228.
- 刘羽,王乃文,姚建新,1994.新疆库车地区放射虫新资料及其意义.新疆地质,12(4):344—350.
- 刘战庆,裴先治,李瑞保,等,2011.东昆仑南缘阿尼玛卿构造带布青山地区两期蛇绿岩的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其构造意义.地质学报,85(2):185—194.
- 陆松年,2002.青藏高原北部前寒武纪地质初探.北京:地质出版社.
- 陆松年,陈志宏,相振群,等,2006.秦岭岩群副变质岩碎屑锆石年龄谱及其地质意义探讨.地学前缘,13(6):303—310.
- 陆松年,郝国杰,王惠初,等,2015.中国变质岩大地构造图说明书(1:2 500 000).北京:地质出版社(待版).
- 罗亮,安显银,吴年文,等,2014.班公湖—双湖—怒江—昌宁—孟连新元古代—中生代沉积盆地演化地球科学——中国地质大学学报,39(8):1169—1184.
- 骆满生,卢隆桥,贾建,等,2014.中国中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):954—976.
- 罗璋,1990.广西博白—岑溪断裂带地质特征与构造演化.广西地质,3(1):25—34.
- 马力,陈焕疆,甘克文,等,2005.中国南方大地构造和海相油气地质.北京:地质出版社.
- 孟恩,许文良,杨德彬,等,2008.佳木斯地块东缘及东南缘二叠纪火山作用:锆石 U-Pb 年代学、地球化学及其构造意义.科学通报,53(8):956—965.
- 孟繁聪,张建新,郭春满,2010.大盆大坂 MOR 型和 SSZ 型蛇绿岩对北祁连洋演化的制约.岩石矿物学杂志,29(1):1—10.

- (5):453—466.
- 孟祥化,葛铭,2002.中朝板块旋回层序、事件和形成演化的探索.地学前缘,9(3):125—140.
- 莫宣学,潘桂棠,2006.从特提斯到青藏高原形成:构造—岩浆事件的约束.地学前缘,13(6):43—51.
- 倪志耀,翟明国,王仁民,等,2004.华北古陆块北缘中段发现晚古生代退变榴辉岩.科学通报,49(6):585—591.
- 潘桂棠,陈智梁,李兴振,等,1997.东特体斯地质构造形成演化.北京:地质出版社.
- 潘桂棠,王立全,张万平,等,2013.青藏高原及邻区大地构造图及说明书(1:1 500 000).北京:地质出版社.
- 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等,2009.中国大地构造单元划分.中国地质,36(1):1—28.
- 潘桂棠,肖庆辉,尹福光,等,2015.中国大地构造图说明书(1:2 500 000).北京:地质出版社(待版).
- 彭松柏,金振民,付建民,等,2006.云开地区新元古代蛇绿岩的地球化学证据及其构造意义.地质学报,80(6):814—825.
- 任秉琛,何世平,姚文光,等,2001.甘肃北山牛圈子蛇绿岩铷—锶同位素年龄及其大地构造意义.西北地质,34(2):21—27.
- 任军虎,柳益群,冯乔,等,2009.东昆仑清水泉辉绿岩脉地球化学及LA-ICP-MS锆石U-Pb定年.岩石学报,25(5):1135—1145.
- 任纪舜,肖藜薇,2001.中国大地构造与地层区划.地层学杂志,25(增刊):361—369.
- 任建业,李思田,2000.西太平洋边缘海盆地的扩张过程和动力学背景.地学前缘,7(3):203—213.
- 尚庆华,2004.北方造山带内蒙古中、东部地区二叠纪放射虫的发现及意义.科学通报,49(24):2574—2577.
- 余宏全,李进文,安向平,等,2012.大兴安岭中北段原岩锆石U-Pb测年及其与区域构造演化关系.岩石学报,28(2):571—594.
- 史仁灯,杨经绥,吴才来,等,2004.北祁连玉石沟蛇绿岩形成于晚震旦世的SHRIMP年龄证据.地质学报,78(5):649—657.
- 舒良树,王博,朱文斌,2007.南天山蛇绿混杂岩中放射虫化石的时代及其构造意义.地质学报,81(9):1161—1168.
- 宋博文,徐亚东,梁银平,等,2014.中国西部新生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1035—1051.
- 唐克东,邵济安,李永飞,2011.松嫩地块及其研究意义.地学前缘,18(3):57—65.
- 汤良杰,1994.塔里木盆地构造演化与构造样式.地球科学——中国地质大学学报,(6):742—754.
- 唐婷婷,何卫红,王成刚,等,2014.武夷—云开中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1140—1154.
- 万天丰,朱鸿,2002.中国大陆及邻区中生代—新生代大地构造与环境变迁.现代地质,16(2):107—120.
- 汪帮耀,姜常义,李永军,等,2009.新疆东准噶尔卡拉麦里蛇绿岩的地球化学特征及大地构造意义.矿物岩石,29(3):74—82.
- 王秉璋,张智勇,张森琦,等,2000.东昆仑东端苦海—赛什塘地区晚古生代蛇绿岩的地质特征.地球科学——中国地质大学学报,25(6):592—598.
- 王成文,金巍,张兴洲,等,2008.东北及邻区晚古生代大地构造属性新认识.地层学杂志,32(2):119—136.
- 王鸿祯,1978.论中国地层分区.地层学杂志,2(2):81—104.
- 王鸿祯,1985.中国古地理图集.北京:地图出版社.
- 王鸿祯,1999.关于国际(年代)地层表与中国地层区划.现代地质,13(2):190—193.
- 王鸿祯,杨式溥,朱鸿,等,1990.中国及邻区古生代生物古地理及全球古大陆再造.见:王鸿祯,杨森楠,刘本培编,中国及邻区构造古地理和生物古地理.武汉:中国地质大学出版社,35—86.
- 王剑,刘宝珺,潘桂棠,2001.华南新元古代裂谷盆地演化——Rodinia超大陆解体的前奏.矿物岩石,21(3):135—145.
- 王立全,潘桂棠,丁俊,等,2013.青藏高原及邻区地质图及说明书(1:1 500 000).北京:地质出版社.
- 王润三,王焰,李惠民,1998.南天山榆树沟高压麻粒岩地体锆石U-Pb定年及其地质意义.地球化学,27(6):522—527.
- 汪双双,刘明强,柳益群,等,2012.北祁连乌鞘岭蛇绿混杂岩地球化学特征及其构造环境.地质与勘探,48(5):1000—1008.
- 汪啸风,陈孝红,2005.中国各地质时代地层划分与对比.北京:地质出版社.
- 王元龙,李向东,毕华,等,1997.西昆仑库地蛇绿岩的地质特征及其形成环境.长春地质学院学报,27(3):65—70.
- 王玉往,王京彬,王莉娟,等,2011.新疆吐尔库班套蛇绿混杂岩的发现及其地质意义.地学前缘,18(3):151—165.
- 王志洪,李继亮,侯泉林,等,2000.西昆仑库地蛇绿岩地质、地球化学及其成因研究.地质科学,35(2):151—160.
- 王宗起,高联达,王涛,等,2007.北秦岭陶湾群新发现的微体化石及其对地层时代的限定.中国科学(D辑),37(11):1467—1473.
- 韦一,张宗言,何卫红,等,2014.上扬子地区中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1065—1078.
- 魏玉帅,王成善,李祥辉,等,2006.藏南古近纪甲查拉组物源分析及其对印度—欧亚大陆碰撞启动时间的约束.矿物岩石,26(3):46—55.
- 翁凯,徐学义,马中平,等,2013.西准噶尔吾尔喀什尔地区泥盆纪火山岩锆石U-Pb年代学和地球化学研究.地质学

- 报,87(4):515—524.
- 吴波,何国琦,吴泰然,等,2006.新疆布尔根蛇绿混杂岩的发现及其大地构造意义.中国地质,33(3):476—486.
- 吴福元,孙德有,林强,1999.东北地区显生宙花岗岩的成因与地壳增生.岩石学报,15(2):181—189.
- 吴河勇,杨建国,黄清华,等,2003.漠河盆地中生代地层序及时带.地层学杂志,27(3):193—197.
- 吴旌,徐亚东,安显银,等,2014.冈底斯新元古代—中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1052—1064.
- 吴茂炳,刘春燕,郑孟林,等,2007.内蒙古西部雅布赖盆地侏罗纪沉积—构造演化及油气勘探方向.地质通报,26(7):857—863.
- 武鹏,王国强,李向民,等,2012.甘肃北山地区牛圈子蛇绿岩的形成时代及地质意义.地质通报,31(12):2032—2037.
- 夏林圻,夏祖春,徐学义,等,1995.北祁连山构造—火山岩浆演化动力学.西北地质科学,16(1):1—28.
- 夏小洪,宋述光,2010.北祁连山肃南九个泉蛇绿岩形成年龄和构造环境.科学通报,55(15):1465—1471.
- 相振群,陆松年,李怀坤,等,2007.北祁连西段熬油沟辉长岩的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及地质意义.地质通报,26(12):1686—1691.
- 肖文交,侯泉林,李继亮,等,2000.西昆仑大地构造相解剖及其多岛增生过程.中国科学(D辑),30(增刊):22—28.
- 肖文交,Windley,B.F.,阎全人,等,2006.北疆地区阿尔曼太蛇绿岩锆石 SHRIMP 年龄及其大地构造意义.地质学报,80(1):32—37.
- 肖序常,汤耀庆,冯益民,等,1992.新疆北部及其邻区大地构造.北京:地质出版社,104—123.
- 肖序常,王军,苏犁,等,2003.再论西昆仑库地蛇绿岩及其构造意义.地质通报,22(10):745—750.
- 邢光福,姜杨,陈志洪,等,2013.钦杭结合带首次发现加里东期榴闪岩.资源调查与环境,34(4):F0002.
- 修业群,于海峰,刘永顺,等,2007.阿尔金北缘枕状玄武岩的地质特征及其锆石 U-Pb 年龄.地质学报,81(6):787—794.
- 徐新,何国琦,李华芹,等,2006.克拉玛依蛇绿混杂岩带的基本特征和锆石 SHRIMP 年龄信息.中国地质,33(3):470—475.
- 徐学义,夏林圻,马中平,等,2006.北天山巴音沟蛇绿岩斜长花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及蛇绿岩成因研究.岩石学报,22(1):83—94.
- 徐亚东,梁银平,江尚松,等,2014.中国东部新生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1079—1098.
- 徐增连,骆满生,杨文麟,等,2014.额尔齐斯—西拉木伦对接带古生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1099—1118.
- 许志琴,杨经绥,李海兵,等,2007.造山的高原—青藏高原的地体拼合和碰撞动力学.北京:地质出版社.
- 闫全人,王宗起,陈隽璐,等,2007.北秦岭斜峪关群和草滩沟群火山岩成因的地球化学和同位素约束、SHRIMP 年代及其意义.地质学报,81(4):488—500.
- 闫全人,王宗起,闫臻,等,2008.秦岭造山带宽坪群中的变铁镁质岩的成因、时代及其构造意义.地质通报,27(9):1475—1492.
- 杨海波,高鹏,李兵,等,2005.新疆西天山达鲁巴依蛇绿岩地质特征.新疆地质,23(2):123—126.
- 杨经绥,史仁灯,吴才来,等,2008.北阿尔金地区米兰红柳沟蛇绿岩的岩石学特征和 SHRIMP 定年.岩石学报,24(7):1567—1584.
- 杨经绥,王希斌,史仁灯,等,2004.青藏高原北部东昆仑南缘德尔尼蛇绿岩:一个被肢解了的古特提斯洋壳.中国地质,31(3):225—239.
- 杨经绥,吴才来,史仁灯,2002.阿尔金山米兰红柳沟的席状岩墙群:海底扩张的重要证据.地质通报,21(2):69—74.
- 杨经绥,徐向珍,李天福,等,2011.新疆中天山南缘库米什地区蛇绿岩的锆石 U-Pb 同位素定年:早古生代洋盆的证据.岩石学报,27(1):77—95.
- 杨金中,沈远超,李光明,等,1999.新疆东昆仑鸭子泉蛇绿岩的基本特征及其大地构造意义.现代地质,13(3):309—314.
- 杨文麟,骆满生,王成刚,等,2014.兴蒙造山系新元古代—古生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1155—1168.
- 杨钊,董云鹏,柳小明,等,2006.西秦岭天水地区关子镇蛇绿岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年.地质通报,25(11):1321—1325.
- 扬子江,马华东,王宗秀,等,2012.阿尔金山北缘冰沟蛇绿混杂岩中辉长岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义.岩石学报,28(7):2269—2276.
- 叶天竺,张智勇,肖庆辉,等,2010.成矿地质背景研究技术要求.北京:地质出版社.
- 殷鸿福,1988.中国古生物地理学.武汉:中国地质大学出版社.
- 余和中,吕福亮,郭庆新,等,2005.华北板块南缘原型沉积盆地类型与构造演化.石油实验地质,27(2):112—117.
- 余君鹏,肖林,李增,等,2010.甘肃武山鸳鸯镇蛇绿岩构造年代学特征及其构造意义探讨.甘肃地质,19(1):21—26.
- 袁超,孙敏,李继亮,等,2002.西昆仑库地蛇绿岩的构造背景:来自玻安岩系岩石的新证据.地球化学,31(1):43—48.
- 曾建元,杨怀仁,杨宏仪,等,2007.北祁连东草河蛇绿岩:一个早古生代的洋壳残片.科学通报,52(7):825—835.

- 翟明国,2011.克拉通化与华北陆块的形成.中国科学:地球科学,41(8):1037—1046.
- 张弛,黄萱,1992.新疆西准噶尔蛇绿岩形成时代和环境的探讨.地质论评,38(6):509—524.
- 张传林,董永观,杨志华,2000.秦岭晋宁期的两条蛇绿岩带及其对秦岭一大别构造演化的制约.地质学报,74(4):313—324.
- 张传林,于海锋,沈家林,等,2004.西昆仑库地伟晶辉长岩和玄武岩锆石 SHRIMP 年龄:库地蛇绿岩的解体.地质论评,50(6):639—643.
- 张国伟,孟庆任,赖绍聰,1995.秦岭造山带的结构与构造.中国科学(B辑),25(9):994—1003.
- 张国伟,张本仁,袁学诚,等,2001.秦岭造山带与大陆动力学.北京:科学出版社.
- 张克信,冯庆来,宋博文,等,2014a.造山带非史密斯地层.地学前缘,21(2):36—47.
- 张克信,何卫红,徐亚东,等,2014b.沉积大地构造相划分与鉴别.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1—14.
- 张克信,何卫红,徐亚东,等,2015.中国沉积大地构造图说明书(1:2 500 000).北京:地质出版社(待版).
- 张克信,王国灿,洪汉烈,等,2013a.青藏高原新生代隆升研究现状.地质通报,32(1):1—18.
- 张克信,王国灿,骆满生,等,2013b.青藏高原及邻区新生代构造—岩相古地理图及说明书(1:3 000 000).北京:地质出版社.
- 张克信,王国灿,季军良,等,2010a.青藏高原古近纪—新近纪地层分区与序列及其对隆升的响应.中国科学:地球科学,40(12):1632—1654.
- 张克信,王国灿,骆满生,等,2010b.青藏高原新生代构造岩相古地理演化及其对构造隆升的响应.地球科学——中国地质大学学报,35(5):697—712.
- 张克信,殷鸿福,朱云海,等,2001.造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践.武汉:中国地质大学出版社.
- 张克信,殷鸿福,朱云海,等,2003.史密斯地层与非史密斯地层.地球科学——中国地质大学学报,28(4):361—369.
- 张顺,林春明,吴朝东,等,2003.黑龙江漠河盆地构造特征与成盆演化.高校地质学报,9(3):411—419.
- 张思敏,姜高磊,柳坤峰,等,2014.秦岭一大别新元古代—中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1185—1191.
- 张祥信,陈必河,马宝军,2009.东昆仑可支塔格蛇绿混杂岩的地质地球化学特征.大地构造与成矿学,33(2):313—319.
- 张越,徐学义,陈隽璐,等,2012.阿尔泰地区玛因鄂博蛇绿岩的地质特征及其 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄.地质通报,31(6):834—842.
- 张允平,李景春,2010.华北及其以北地区晚古生代—早中生代构造格架主体特点.中国地质,37(4):916—930.
- 张永生,牛绍武,田树刚,等,2012.内蒙古林西地区上二叠统林西组叶肢介化石的发现及意义.地质通报,31(9):1394—1403.
- 张元元,郭召杰,2010.准噶尔北部蛇绿岩形成时限新证据及其东、西准噶尔蛇绿岩的对比研究.岩石学报,26(2):421—430.
- 张志诚,郭召杰,宋彪,2009.阿尔金山北缘蛇绿混杂岩中辉长岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其意义.岩石学报,25(3):568—576.
- 张招崇,周刚,闫升好,等,2007.阿尔泰山南缘晚古生代火山岩的地质地球化学特征及其对构造演化的启示.地质学报,81(3):344—358.
- 张宗清,张国伟,唐索寒,等,2002.秦岭勉略带中鞍子山麻粒岩的年龄.科学通报,47(22):1751—1755.
- 张宗言,何卫红,韦一,等,2014.下扬子中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1017—1034.
- 张智勇,殷鸿福,王秉璋,等,2004.昆秦接合部海西期苦海—赛什塘分支洋的存在及其证据.地球科学——中国地质大学学报,29(6):691—696.
- 赵寒冬,2009.东北地区小兴安岭南段—张广才岭北段古生代火成岩组合与构造演化(博士学位论文).北京:中国地质大学.
- 赵军,张作衡,张贺,等,2013.新疆阿吾拉勒山西段下二叠统陆相火山岩岩石地球化学特征、成因及构造背景.地质学报,87(4):525—541.
- 钟大赉,1998.滇川西部古特提斯造山带.北京:科学出版社.
- 周鼎武,苏梨,简平,等,2004.南天山榆树沟蛇绿岩地体中高压麻粒岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及构造意义.科学通报,49(14):1411—1415.
- 周洪瑞,张传恒,王自强,等,1998.南天山造山带综合地层学研究.新疆地质,16(4):291—298.
- 周建波,张兴洲,马志红,等,2009.中国东北地区的构造格局与盆地演化.石油与天然气地质,30(5):530—538.
- 周肖贝,李江海,傅臣建,等,2012.塔里木盆地北缘南华纪—寒武纪构造背景及构造—沉积事件探讨.中国地质,39(4):901—911.
- 朱云海,张克信,王国灿,等,2002.东昆仑复合造山带蛇绿岩、岩浆岩及构造岩浆演化.武汉:中国地质大学出版社.
- 朱志新,董连慧,王克卓,等,2013.西天山造山带构造单元划分与构造演化.地质通报,32(2—3):297—306.
- 邹亚锐,塔吉古丽,邢作云,等,2014.塔里木新元古代—中生代沉积盆地演化.地球科学——中国地质大学学报,39(8):1200—1216.