

忻州师范学院专题研究项目成果

五台山及其邻区 陆壳演化特征研究

郑庆荣 著



山西出版传媒集团
山西人民出版社

忻州师范学院专题研究项目成果

五台山及其邻区 陆壳演化特征研究

郑庆荣 著



山西出版传媒集团
山西人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

五台山及其邻区陆壳演化特征研究 / 郑庆荣著. --
太原: 山西人民出版社, 2015.8
ISBN 978-7-203-09145-5

I. ①五… II. ①郑… III. ①五台山—地壳运动—研究 IV. ①P548.225.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第169976号

五台山及其邻区陆壳演化特征研究

著 者: 郑庆荣

责任编辑: 何赵云

装帧设计: 刘彦杰

出 版 者: 山西出版传媒集团·山西人民出版社

地 址: 太原市建设南路21号

邮 编: 030012

发行营销: 0351-4922220 4955996 4956039 4922127 (传真)

天猫官网: <http://sxrmcbs.tmall.com> 电话: 0351-4922159

E-mail: sxskecb@163.com 发行部

sxskecb@126.com 总编室

网 址: www.sxskecb.com

经 销 者: 山西出版传媒集团·山西人民出版社

承 印 厂: 山西臣功印刷包装有限公司

开 本: 890mm × 1240mm 1/32

印 张: 8.875

字 数: 200千字

印 数: 1-1000册

版 次: 2015年8月 第1版

印 次: 2015年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-203-09145-5

定 价: 26.00元

如有印装质量问题请与本社联系调换

总 序

经历了约 1000 年的发展嬗变,现代大学逐步形成了集人才培养、科学研究和社会服务三大基本功能于一身的发展模式。中国的现代大学虽然只有百余年历史,但发展迅速,已经成为实施科教兴国和人才强国战略的主力军。在新的历史时期,大学主动融入社会主义现代化建设事业中,努力实现与经济社会发展的良性互动是中国高等院校的必然选择和神圣使命。

基于这样的背景,忻州师范学院积极探索深度融入地方经济社会发展、不断增强服务社会能力的转型发展之路。作为一个地方性本科院校,我院选择了以“相互作用大学”为代表的地方大学与地方经济共生模式,改变大学以自我需求与利益考虑为中心的思想,树立以社区公众、企业和政府的需要与利益为导向的价值理念,努力在服务地方上下功夫。以此为基础,我院明确提出了科研工作的重大战略转向,即“三个面向”:面向地方经济社会文化发展、面向基础教育教学改革、面向高等师范院校教学改革。

作为落实“三个面向”战略的一部分,2012 年我院设立了“专题研究项目”,每年遴选资助 20 项针对忻州地方经济社会文化发展的研究课题,每项课题的研究成果为专著和咨询报告,这就是本系列专著的由来。希望通过这一系列的研究成果,能够促进忻州经

济社会发展,促进忻州文化传承创新,促进忻州师范学院与忻州地方的共同发展。

忻州师范学院

2015.6.26

前 言

古老的华北克拉通记录着地球演化过程中的各种信息。这些信息或者书写在天书般的沉积地层之中,或者蕴藏在不同质地的岩浆岩体之中,或者镌刻在地壳之上形成各种构造形迹。识别和判读各种信息是认识地球了解地球的基本方法。然而,选择一个既全面又多样,同时又易于解读地球信息的区域是非常重要的。五台山及其邻区就是这样一个理想之地。这里地层出露齐全,岩浆活动频繁,构造形迹典型,矿产资源丰富,历来是中外地质学者关注的热点。自 1871 年德国人李希霍芬首次穿越恒山、五台山来此考察地质以来,一百多年来许多地质工作者在此展开研究,取得了丰富的成果,为人类认识地球起到巨大作用。

本书研究围绕五台山及其邻区陆壳演化特征,综合分析其沉积建造序列、岩浆建造序列和构造演化序列。通过地层序列的厘定和分析,建立本区陆壳形成演化框架,以沉积间断和地层特征,确定陆壳形成阶段,分析陆壳演化的重大事件;通过岩浆建造序列的厘定和分析,了解各地质时期的岩浆活动特征,重点分析有争议地区的岩浆活动情况,探讨其构造背景,分析动力背景转换及构造活

动深度;通过构造演化序列的厘定和分析,反映各个形成演化阶段的区域动力学背景,探讨华北板块动力学转换过程,划分陆壳演化的阶段,进而建立五台山及其邻区陆壳演化模式。

研究过程中重视野外考察与室内测试分析结合,分别对区内地层沿7条剖面进行了考察,其中穿越性考察3条:峨口—豆村剖面,主要观察太古界地层;河边—豆村剖面,主要观察元古界地层;奇村—分水岭,主要观察太古界、古生界、中生界地层。实测剖面4条,并分别建立地层柱状图:原平芦庄剖面,实测建立寒武奥陶系地层柱状图;宁武新堡红土沟剖面,实测建立石炭二叠系地层柱状图;宁武刘家沟—二马营剖面,主要建立三叠系地层柱状图;宁武陈家半沟剖面,主要建立侏罗系地层柱状图。

分别对系舟山断裂带及周边岩体水峪钾长花岗岩体、居士山二长岩体、土岭口花岗岩体、瓦扎坪花岗岩体、戎家庄花岗岩体进行了考察;对五台山北麓断裂及周边的莲花山黑云母花岗岩、凤凰山角闪花岗岩体、王家会片麻状花岗岩进行了考察;对云中山断裂及周边的云中山花岗岩体、悬钟村黑云母花岗岩体进行了考察。

选择系舟山断褶带北缘的居士山岩体进行了详细的研究,在其附近新发现了茶房口岩株群,采取填图、采样、室内岩石学、岩石地球化学、年代学、稀土微量元素地球化学的测试和分析,证实居士山岩体为吕梁期的产物,纠正了前人认为是燕山期产物的认识。

对横跨滹沱河河谷的繁峙玄武岩进行了详细调查,实测了塔西沟剖面并系统采样进行岩石学、岩石地球化学、稀土微量元素地球化学的测试和分析,对滹沱河河谷南北两侧玄武岩进行了观察对比,确证了岩浆溢流通道在滹沱河裂陷带,裂谷深度深达地幔。

在丰富翔实的考察成果基础上,总结了五台山及其邻区陆壳演化模式,将演化过程分为3个阶段和细分为7个演化期。同时获得了一些重要认识:一是提出建立五台山及其邻区陆壳演化模式原则和途径。即建造连续的原则、改造鲜明的原则、动力背景一致的原则和地层接触关系的剖析,沉积建造与岩浆建造的剖析,形变特征、形变序列与成生联系的剖析三种途径。二是提出中生代吕梁山北段隆起的时限应该不晚于中侏罗世大同组时期的认识。三是纠正了前人认为居士山岩体是中生代燕山期产物的错误认识,论证了居士山岩体与茶房口岩株群属于同源产物,居士山岩体与新发现的茶房口岩株群形成于1786-1797Ma时期,应属于吕梁期的产物。推测应属于同一岩体的分枝,可称为茶房口—居士山岩体。四是野外考察找到了繁峙玄武岩熔浆流动方向的证据,为溢流通道位置的确定提供了确证。岩石地球化学分析还显示:繁峙玄武岩具有大陆裂谷型火山岩的特征,岩石中发育橄榄石包裹体,表明岩浆来源于上地幔。

本书的研究过程收集和利用了许多前人的研究成果与资料,在书中已经一一注明,这些成果及资料为本书研究提供了巨大的帮助,在此表示由衷的感谢!研究思路和野外考察及分析测试得到了许多老师和同志们的帮助。特别感谢太原理工大学刘鸿福教授、周安朝教授、曾凡桂教授、孙二虎博士、张和生博士、吕义清博士、张新军博士等在研究过程和野外考察中的帮助。特别感谢国土资源部太原矿产资源监督监测中心李建新高工、陈建国高工和中国冶金地质勘查总局第三地质中心实验室刘翠花高工在分析测试中给予的大力支持。

本书研究是在山西省高等学校人文社会科学重点研究基地项目(2012330)资助和忻州师范学院专题研究项目(ZT201201)资助下完成的,在此表示感谢!

作者水平有限,书中定有不妥之处,敬请批评指正!

郑庆荣于五台山栖仙阁迎宾馆

2014年4月30日

目 录

第一章 五台山及其邻区区位特点与研究意义	1
一、区位特点	1
二、研究意义	2
三、研究现状	5
四、学术指导思想与研究内容	13
五、进展认识与展望	15
第二章 区域地质概况	20
一、地形地貌	20
二、地球物理场特征	22
三、地层分布	27
四、区域构造格局	27
五、岩浆岩分布	30
第三章 地层沉积特征及古地理环境分析	31
一、太古界地层建造序列	32
二、元古界地层建造序列	51
三、古生界地层建造序列	61
四、中生界地层建造序列	74

五、新生界地层建造序列	90
六、地层建造重要认识	94
 第四章 岩浆岩特征及构造背景分析	95
一、前寒武纪岩浆建造特征	96
二、中生代岩浆建造特征	126
三、新生代岩浆建造特征	132
四、岩浆活动的构造背景	142
五、岩浆活动重要认识	170
 第五章 构造演化特征及动力学背景分析	172
一、基地构造特征	172
二、中生代构造特征	181
三、新生代叠加裂谷带	188
四、动力背景演变分析	191
五、研究区构造演化重要认识	199
 第六章 五台山及其邻区陆壳演化模式建立	202
一、模式建立的原则与途径	202
二、基地形成阶段	206
三、盖层发育阶段	210
四、改造破坏阶段	215
五、重要认识	216
 参考文献	219
附录	232

第一章 五台山及其邻区 区位特点与研究意义

一、区位特点

(一)自然地理位置

五台山及其邻区地处山西中北部，位于我国三级阶梯的第二阶梯黄土高原东部，区内盆岭相间排列，从东向西依次为太行主峰五台山、忻定盆地、吕梁山北端的云中山、管涔山，神池五寨黄土丘陵区、河保偏沿黄峁状丘陵区。区内气候属典型的季风大陆性半干旱气候，其特点是四季分明，夏季短暂，炎热多雨，冬季漫长，寒冷干燥，春季较长，风沙盛行，秋季较短，天气温和。山区受自然地理垂直分异影响，局部会形成小气候，五台山、云中山、系舟山、恒山及管涔山大多形成夏季凉爽的避暑胜地，地形雨的产生会增加局部降水量，植被发育，区内森林公园大多分布于此。

(二)构造位置特点

五台山及其邻区位于山西板内造山带的中北部，主体行政隶属于山西省忻州市辖区。东邻华北平原，西与鄂尔多斯盆地隔河相望，南北为同属汾渭大陆裂谷系的晋中盆地和大同盆地。区内基本构造格架由北东至北北东向的复合构造带组成。

本区在大地构造上处于特殊位置，东部为太行山板内造山带，

东北部紧靠燕山板内造山带的南端,北部与华北北缘板内活动带相距不过百余公里,西部是华北克拉通稳定地块鄂尔多斯盆地。因此,本区的沉积地层、岩浆活动和构造演变特征受周边地质环境影响明显,形成颇具特色的大陆构造格局。东部的五台山—恒山背斜被新生代断陷盆地——忻定盆地切穿,西部为中生代残留构造盆地——宁静盆地与偏关—神池块坪雁状排列。本区基本特点为:地层出露较齐全,构造形迹复杂,岩浆活动频繁,成矿作用明显。区内五台山—恒山区域地质调查为中国现代地质研究的启蒙地之一,同时也是中国早前寒武纪地质研究的经典地区之一,区内宁静盆地保留了中生界从三叠系到侏罗系的连续沉积,是研究华北陆壳中生代演化的重要地区,新生代滹沱新裂陷是研究新构造运动的地区之一,总之研究区具有重要的地质科学研究价值。

二、研究意义

(一)沉积地层序列的研究意义

本区地层出露较齐全,从太古界、元古界、古生界、中生界直到新生界,均有出露,这些地层较完整地记录了陆壳演变的信息,为研究华北板块演变提供了良好的证据,同时也为不同区域间的对比奠定了基础。特别值得关注的是本区五台山—恒山地区分布的太古界地层阜平岩群、五台群、滹沱群是我国研究早前寒系地质的良好科研基地和天然实验室。它们为研究地球早期演化历史和板块构造起源提供了直接证据。另一个值得关注的是中生代残留构造盆地——宁静盆地,中生界从三叠系到侏罗系连续沉积,是山西板块中生代最为齐全的地层序列,为研究华北陆壳中生代的演化提供了证据。而区内元古界地层也携带了元古代华北板块裂陷槽的信息;古生界寒武奥陶系反映了陆表海相古地理环境,石炭二叠

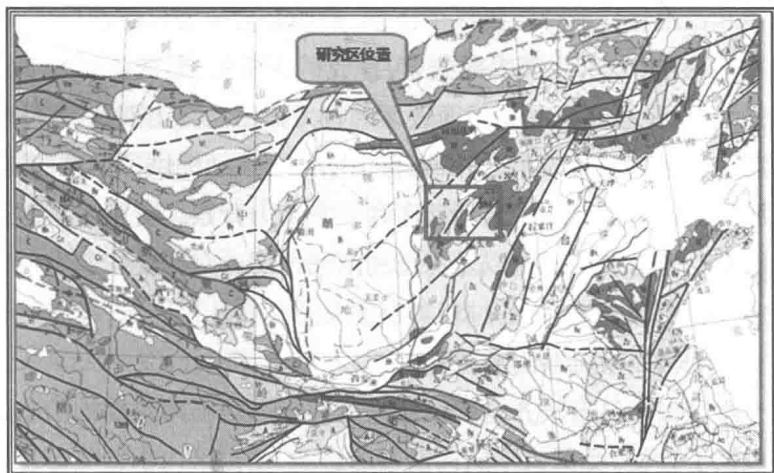


图 1-1 研究区构造位置图

系反映了海陆交互成煤环境；新生界的保德红土、静乐红土反映了第三纪干热的高原环境，第四系黄土携带着我国地貌格局变化进而引起气候变化的信息，盆地内第四系河湖沉积反映了新生代裂谷断陷的信息。这些地层均为研究各个地质时期陆壳演化提供了信息，是研究本区陆壳演化的基础。综上所述，本区沉积序列较完整，各个地质时期特色鲜明，系统地进行沉积地层序列的研究，有助于提高对华北陆壳演化的认识水平。

（二）岩浆活动序列的研究意义

本区岩浆活动频繁，五台期太古界变质岩中有相当一部分为从超基性到中性中酸性岩浆岩变质而成的正变质岩，表明在陆壳形成初期火山活动和岩浆侵入的频繁，也正是多期次的岩浆活动为陆壳增生、加厚、拼贴提供了条件，为华北克拉通基底的结晶成形提供了物质基础。区内存在广泛分布的吕梁期岩浆岩体具有规模大、期次多、岩性复杂的特点，这为研究吕梁期古陆壳拉张、再拼合、重结晶提供了条件，规模大、分布广泛的基性岩墙为研究古裂

陷槽和古地幔柱的存在提供了证据。燕山期岩浆岩虽然规模不大,但在区内东部、东北部成群分布,且成矿作用强,形成许多金属矿床,同时也是研究华北克拉通破坏的有力证据。喜山期裂谷扩张,引起的基性玄武岩溢出,为研究喜山期深部活动提供了信息。进一步厘清上述各期次的岩浆活动序列及其动力背景,有助于了解陆壳演变受区域背景制约以及深部的活动情况,对研究华北克拉通形成、演变、改造、破坏的过程具有重要意义。

(三)构造演化序列的研究意义

本区由于具有较齐全的地层出露,为识别不同时期的构造形迹提供了方便。受周边不同构造带的影响,使得区内构造变形复杂多变,但总体来讲,各期构造格局鲜明,易于识别。著名的铁堡不整合为五台群与阜平群的分界面,代表了太古界一次重要的构造运动——阜平运动的主幕,是研究古陆壳变动的一个重要证据。五台运动的不同期次由甘泉不整合和探马石不整合反映。反映吕梁运动不同期次的有小营河不整合和红石头不整合。这些重要不整合面为陆壳基底形成阶段的构造演化提供了信息。进入盖层发展阶段后,沉积地层的不同特征使古生代以来的构造形迹更易于识别,受燕山运动的挤压作用使本区形成以北东向为主的断裂褶皱呈雁行状排列的格局,而喜山期新构造运动则表现为以拉张为主的张性断裂和裂谷盆地,叠加在燕山运动形成的构造格局之上。由此可见,不同时期具有不同鲜明特点的构造演化序列,对研究华北板块的大陆动力学背景转换具有重要意义。

(四)综合研究意义

在前人多角度广泛研究成果的基础上,结合新的野外调查和室内分析测试成果,进行以“沉积地层为格架,岩浆活动为指征,构造演变为背景”的相互印证和综合分析,进一步总结“五台山及其

邻区陆壳演化模式”，有助于提高对山西板块形成演变的认识，有助于提高对华北克拉通形成、演化、破坏过程的了解。总结区内构造演变规律对发展与完善大陆动力理论，充实板内造山机制，丰富盆—山耦合理论，以及厘清不同时期构造——岩浆活动与成矿环境之间关系都具有一定的理论和实际意义。

总之，选择五台山及其邻区进行深入研究，综合分析区域“沉积—岩浆—构造”序列，形成“五台山及其邻区陆壳演化模式”，对提高陆壳演变的认识，完善大陆动力学理论，认识成矿作用与矿产分布以及地质灾害防治都具有重要意义。

三、研究现状

(一)陆壳研究现状

大陆地壳至少有 4.2Ga 的年龄，已成为地球 90%历史的唯一博物馆，但一些重大的谜团仍有待解决(肖庆辉,1993)^[1]。陆壳的生成和演化与板块构造的关系至今不清，是板块构造研究中的重大前沿课题。以研究岩石圈组成、结构、运动和演化为对象的大地构造学，受科技手段和研究方法的局限，实际上重点研究的是大陆地壳表层几千米之内区域的组成结构、运动和历史演化(万天丰,2004)^[2]。不难理解，目前有关陆壳的研究即是围绕大地构造学理论而展开的。造山带与沉积盆地是地壳岩石圈形成演化的主要地质记录，是大陆结构中紧密相关的两个基本构造单元，20 世纪 90 年代以来，造山带与沉积盆地已成为当代大陆动力学研究的基本内容(周安朝,2002)^[3]。目前有关陆壳的研究现状可从三个方面概况：一是大地构造学理论的进展，二是大陆造山带的研究，三是沉积盆地的研究。

1.大地构造学理论的进展

19 世纪传统地质学形成发展初期,建立在矿物学、岩石学、地层古生物学和构造地质学等基础地质学科之上的“地槽—地台”说是大地构造学说思想的传统和经典理论,(巫建华、刘帅,2008)^[4],美国学者霍尔(J.Hall)1859 年提出地槽的概念、1883 年,美国的丹纳(J.D.Dana)在研究北美构造时也得到同样的概念。随后,卡尔宾斯基、奥格、布勃诺夫、施蒂勒等人也对地槽进行深入研究,地槽的概念也在不断完善。目前地槽一般理解为:地槽是地壳上具有强烈活动的狭窄长条状地带,早期强烈差异下降接受巨厚沉积,后期强烈褶皱上升形成巨大山系。时间上一般指古生代以来曾经有过强烈活动的地带(黄邦强等,1984)^[5]。地台的概念是奥地利地质学家修斯(E.Suess)1885 年提出的,他认为地台是地壳上稳定的,自形成后不再遭受褶皱变形的地区,地貌平坦,故称为地台。卡尔宾斯基也注意到地台的存在,阿尔汉格尔斯基 1923 年指出了“地台具有双层结构”。通常,把寒武纪以前结束活动转化为稳定的地区,称为地台;把古生代以来结束活动转为稳定地区称为褶皱带(巫建华、刘帅,2008)^[4]。具有鲜明垂直运动论和大陆固定论的槽台说一直盛行了一百多年。

20 世纪初,德国气象学家魏格纳(A.L.Wegener)创建了大陆漂移说。1962 年美国地质学家赫斯(H.H.Hess)提出了海底扩张说,并得到了海深地质学、地球物理学和古地磁学的论证,为板块构造说的诞生奠定了基础。20 世纪 60 年代中期,威尔逊(Wilson)、摩根(Morgan)、勒皮雄(Le Pichon)等人提出了以水平运动论和活动论为特征的板块构造说。板块构造说解决了许多地质疑问,引起了地球科学界的一场革命,成为当代大地构造学术的主导思想,得到地球科学各领域的广泛应用,也极大地推动了地球科学理论的发展。

20 世纪 80 年代末以来,岩石圈研究不断深入,对大陆岩石圈