

◎ 陆松年 陈志宏 相振群 著

泰山世界地质公园

古老侵入岩系年代格架

TAISHAN SHIJIE DIZHI GONGYUAN
GULAO QINRUYANXI NIANDAI GEJIA

五嶽獨尊

昂頭天外

地質出版社

泰山世界地质公园古老 侵入岩系年代格架

陆松年 陈志宏 相振群 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

简 介

《泰山世界地质公园古老侵入岩系年代格架》专著是《泰山地区古老侵入岩系精细年代构造格架》研究报告的公开出版物。全书汇集了作者在研究期间对泰山世界地质公园内古老侵入岩系所获得的锆石、斜锆石 U-Pb 同位素测年的原始数据和结果,以及作者对侵入岩系同位素年代格架的基本认识,可供区域地质调查工作者、地质科学研究人员、研究生及高年级大学生在地质调查、研究和学习过程中参考。

图书在版编目(CIP)数据

泰山世界地质公园古老侵入岩系年代格架/陆松年,
陈志宏,相振群著. —北京:地质出版社,2008.10

ISBN 978-7-116-05848-4

I. 泰... II. ①陆…②陈…③相… III. 泰山-侵入岩-
年代测定(考古) IV. P588.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 152517 号

责任编辑:王 璞 孙亚芸

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

咨询电话:(010)82324512(邮购部);(010)82324572(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:850 mm × 1168 mm $\frac{1}{32}$

印 张:3.125

字 数:84 千字

印 数:1—600 册

版 次:2008 年 10 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:28.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05848-4

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

位于鲁西山区西北隅的泰山是我国著名的风景游览区，长期以来以“五岳之首”享誉海内外。泰山 1982 年被列入国家重点风景名胜区，1987 年列入联合国世界自然及文化遗产地双名录。2005 年 9 月 19 日，泰山被国土资源部批准为国家级地质公园，嗣后即开展了世界地质公园的申报工作，并于 2006 年 9 月 18 日在英国北爱尔兰贝尔法斯特国际会议上被联合国教科文组织评为世界地质公园。

泰山，古称岱山，又称岱宗，位于山东省中部，主峰玉皇顶海拔 1532.8m，山势雄伟壮丽，气势磅礴，名胜古迹众多。数千年来，历朝历代的帝王权臣往往会赶往这里进行封禅告祭，尊崇她为江山永固的象征。许多名士文人在此留下了上千处抒发情怀的名诗绝句、题咏石刻，成为中国历代书法艺术的珍贵遗产。同时泰山又是佛、道两教重地，庙宇、道观中传出的阵阵经声、飘逸的袅袅香烟令游人心驰神往。泰山不仅文化历史积淀深厚，而且独特的地质历史也十分古老，现代科学研究表明，泰山具有极高的历史文化价值、独具风格的美学价值和世界意义的地质科学价值。泰山是鲁西太古宙花岗岩—绿岩带出露的经典地区，雁翎关岩群内有我国最早发现的科马提岩，泰山景区内出露有鲁西三期古老侵入岩体，并多处保存有太古宙末期深成岩之间的侵入和被侵入关系，这些罕见的地质现象极大地提升了泰山在全球地质科学中的地位，增强了泰山申请世界地质公园的竞争力。

为进一步深化泰山地区前寒武纪地质研究，丰富泰山国家地质公园的科学内涵，促进世界地质公园的申报工作，由泰山风景名胜区管理委员会和国土资源部天津地质矿产研究所协商，在泰山地区合作开展前寒武纪地质的长期和深入研究工作。首轮合作研究自

2006 年 1 月至 2007 年 6 月，期限为一年半，研究项目名称为“泰山地区古老侵入岩系精细年代格架研究 (Highly precise geochronology of the oldest intrusive complex in Taishan area, Shandong Province)”，由泰山风景区管理委员会提供相应研究经费和野外许可工作的条件，天津地质矿产研究所承担完成该项目具体研究工作并提供相关研究工作的数据资料。

课题组研究人员于 2006 年 4 月和 7 月、2007 年 4 月先后 3 次前往泰山地区开展野外地质调查工作，对泰山地区（主要是泰山地质公园）的早前寒武纪主要花岗岩类野外地质产出特征及其岩石组成等开展了较为详细的调查研究。项目研究工作充分利用北京离子探针中心的高灵敏度高分辨率离子探针质谱 (SHRIMP)、西北大学激光烧蚀等离子体质谱 (LA-ICP-MS)、天津地质矿产研究所热电离质谱 (ID-TIMS) 等先进仪器设备和技术条件，以锆石（及斜锆石）U-Pb 同位素年代学测定为手段，准确确定泰山地区主要类型侵入岩的形成地质时代，建立其形成演化的精细年代学构造格架；并主要通过锆石阴极发光和激光拉曼技术以及激光多接收电感耦合等离子质谱仪，研究锆石的成因特点，合理解释年代测定结果的地质意义。

项目研究工作主要完成人员为陆松年研究员、陈志宏研究员和相振群助理研究员，李怀坤研究员和王惠初研究员参加了部分野外工作。研究工作期间，项目负责人陆松年研究员代表泰山地质公园于 2006 年 5 月、9 月和 12 月分别在中国云台山第一届世界地质公园发展研讨会 (Lu et al., 2006)、英国北爱尔兰贝尔法斯特联合国教科文组织的第二届世界地质公园大会、香港冈瓦纳国际讨论会，以及 2007 年 6 月南非第一届国家地质公园大会上介绍了泰山花岗岩-绿岩带研究成果，为扩大泰山地质公园在国际上的影响和申报世界地质公园的成功做出了一定贡献。

众所周知，山东鲁西地区是我国研究太古宙花岗岩-绿岩带经典地区之一，鲁西山区是指郑庐断裂带昌邑-大店主断裂以西地带。德国地质学家李希霍芬最早将该区出露的变质岩命名为“泰

山系”，该名称一直沿用至 20 世纪 50 年代中期。50 年代末期原北京地质学院建立了“泰山群”，下分 4 个组。1962 年程裕淇、沈其韩等在“泰山群”出露最佳地段——新泰雁翎关地区，进行了深入研究，肯定了雁翎关组和山草峪组，嗣后地层系统几经变动，“泰山群”更名为“泰山岩群”，包括“孟家屯岩组”、“雁翎关岩组”、“山草峪岩组”和“柳杭岩组”，但对各岩组之间的关系仍有不同认识。除变质表壳岩外，鲁西变质深成岩占有庞大的面积，约占全区露头面积的 95%（曹国权，1996）。江博明、程裕淇、沈其韩、庄育勋等（1988，1991，1995）做过深入系统的研究，取得了一系列新认识。前人工作成果表明，泰山岩群分布地区的古老侵入岩均侵入于泰山岩群，按照曹国权等划分，古侵入体可归纳成三期：

 傲徕山期花岗岩类 2450 ~ 2400Ma

 中天门期闪长岩类 2600 ~ 2500Ma

 新甫山期英云闪长岩 - 奥长

 花岗岩 - 花岗闪长岩类 (TTG)

 2700 ~ 2600Ma

但对上述三期侵入岩类的时间序列及精细年代格架仍存在分歧，如庄育勋等（1995，1997）认为中天门期闪长岩类侵位时间晚于傲徕山期花岗岩类，而不是早于傲徕山期。

在前人工作基础上，项目组以泰山世界地质公园内前寒武纪古侵入体为主要研究对象，开展了系统的锆石、斜锆石的 U - Pb 测定，获得了一批精度较高的同位素测年数据，建立了古侵入岩系的年代格架。这一批数据和作者对年代格架的认识已在多次国内、外学术会议上进行过交流，为让更多的地学工作者了解和应用这批成果，作者对研究报告进一步整理后予以公开出版。

本项目的研究经费主要由山东省泰山风景管理区管理委员会提供，在项目研究过程中，还得到了中国地质调查局有关研究项目的经费资助。

研究工作除得到泰山风景管理区管理委员会的经费资助外，泰

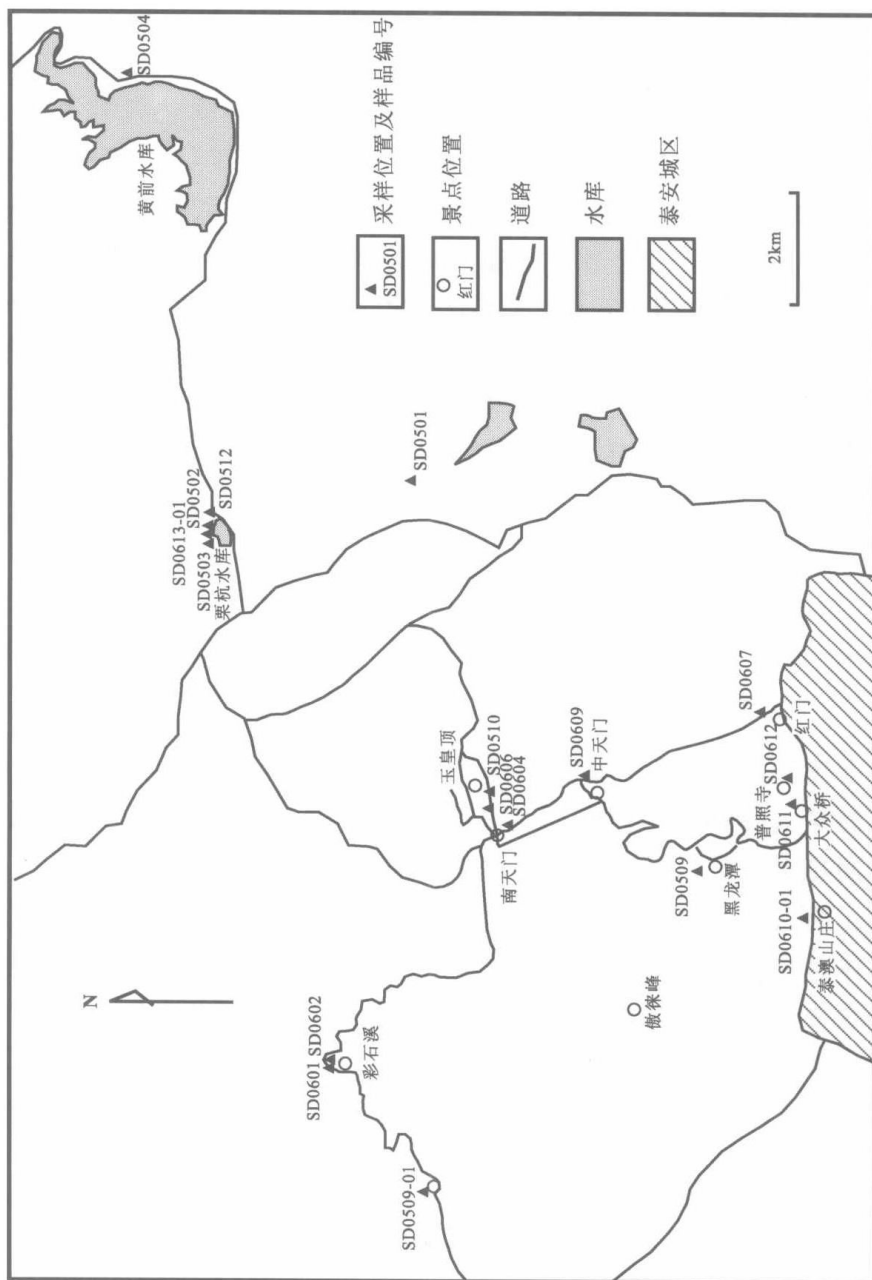


图0-1 采样位置图

安市人民政府白玉翠副市长，泰山管委会谭业刚主任、许光明和万庆海副主任，中国地质调查局基础调查部庄育勋主任，天津地质矿产研究所金若时所长及于海峰副所长等对研究工作给予了极大的关怀，为我们创造了有利的工作环境，泰山管委会牛健、郑元两位处长还陪同野外考察和采样。山东科技大学吕朋菊教授及山东地调院王世进总工对我们的野外工作进行了指导，在此对上述有关领导及专家表示衷心的感谢。此外，刘敦一、李惠民、万渝生、吴福元、柳小明等对我们的测试工作提供了积极的支持与帮助，在此也表示深深的谢意。

目 次

前 言

第一章 泰山地区早前寒武纪基本地质特征	1
第一节 太古宙花岗岩 - 绿岩带的一般特征	2
第二节 鲁西花岗岩 - 绿岩带的一般特征	3
一、新太古代绿岩带	3
二、新太古代花岗岩	4
第三节 泰山及邻区花岗岩 - 绿岩带的组成及年代格架	5
一、新太古代早期前绿岩陆壳	5
二、新太古代晚期绿岩建造	6
三、新太古代晚期大众桥期角闪辉长岩 - 英云闪长岩系	7
四、傲徕山期二长花岗岩系列	7
五、古元古代中天门期闪长岩 - 花岗闪长岩系列	8
六、摩天岭期二长花岗岩	9
七、红门期辉绿岩	9
第二章 泰山地区古侵入体及孟家屯岩组石榴石英岩岩石学特征	11
第一节 泰山岩群孟家屯组石榴石英岩岩石学特征	11
第二节 英云闪长岩 - 奥长花岗岩 - 花岗闪长岩质 (TTG) 片麻岩组合岩石学特征	13
一、闪长片麻岩 (基底片麻岩) (SD0613 - 01)	13
二、彩石溪一带斜长角闪岩 (SD0601) 及其中的长英质淡色脉体 (SD0602)	14
三、约 2.6Ga 的英云闪长岩和奥长花岗岩	15

第三节	花岗岩 - 二长花岗岩 - 正长花岗岩组合 (GMS)	
	岩石学特征	16
第四节	中元古代辉绿玢岩	19
第三章	泰山岩群孟家屯岩组的地质年代学	20
第一节	孟家屯组石榴石英岩锆石 U - Pb 同位素年代	
	测试结果	20
第二节	孟家屯岩组同位素年龄地质意义讨论	23
第四章	泰山地区 TTG 片麻岩的锆石 U - Pb 同位素	
	地质年代学	25
第一节	闪长质片麻岩的锆石 U - Pb 同位素年代学	25
第二节	斜长角闪岩及其中长英质淡色脉体锆石 U - Pb	
	同位素年代学	30
第三节	约 2.6Ga 的英云闪长岩和奥长花岗岩锆石 U - Pb	
	同位素年代学	35
第五章	花岗岩 - 二长花岗岩 - 正长花岗岩 (GMS) 岩类	
	同位素地质年代学	45
第一节	玉皇顶花岗岩锆石 U - Pb 同位素年代学	45
第二节	黄前水库英云闪长岩锆石 U - Pb 同位素年代学	52
第三节	小金口花岗闪长岩锆石 U - Pb 同位素年代学	55
第四节	徂徕山二长花岗岩锆石 U - Pb 同位素年代学	58
第五节	于科花岗闪长岩锆石 U - Pb 同位素年代学	64
第六节	玉皇顶片麻状石英闪长岩锆石 U - Pb 同位素	
	年代学	67
第七节	大众桥片麻状石英闪长岩锆石 U - Pb 同位素	
	年代学	70
第八节	中天门二长闪长岩锆石 U - Pb 同位素年代学	73
第九节	普照寺型细粒闪长岩锆石 U - Pb 同位素年代学	76
第六章	中元古代辉绿玢岩斜锆石 U - Pb 同位素年代学	81
结 语		84
参考文献		89

第一章 泰山地区早前寒武纪 基本地质特征

现代大陆地壳的 75% 以上在太古宙末期就已经形成 (Taylor, 1993)。在全球范围内, 距今 2800 ~ 2500Ma 期间, 壳幔大规模分异 (Jahn et al., 1988), 先发生了多期次的英云闪长岩—奥长花岗岩—花岗闪长岩岩浆侵入事件, 之后已有的地壳组分在交代、重熔作用下产生二长花岗岩岩浆, 使陆壳进一步成熟并大规模克拉通化, 这就是大陆增生分异超级事件 (CADS) (Moorbath and Taylor, 1981)。在此事件中, 陆块拼合、焊接, 形成较大的克拉通。

鲁西泰山地区是中国早前寒武纪地质研究的经典地区之一, 美国地质学家维尔斯和布莱克威尔德首先提出泰山地区主要由太古宙火成变质岩组成, 并称为“泰山杂岩” (Wills et al., 1907)。Jahn et al. (1988) 和王世进 (1991) 将原被划为变质地层的层状变质岩系 (董一杰等, 1965^①; 应思淮, 1980) 确定为变质英云闪长质侵入体, 称之为望府山片麻岩, 并提出了该区在早前寒武纪先后发育泰山岩群绿岩建造、新太古代新甫山 (包括望府山片麻岩) TTG 质花岗岩、中天门基性—中酸性侵入岩、古元古代傲徕山二长花岗岩的地质演化框架。庄育勋等 (1997) 通过详细的野外地质调查和岩石学、地球化学、同位素年代学工作, 建立了泰山地区地质演化框架: 新太古代早期表壳岩形成 (2840 ~ 2820Ma) → 新太古代早期望府山期英云闪长岩侵位和高角闪岩相变质变形改造 (>2700Ma) → 新太古代晚期绿岩建造形成和高绿片岩相—低角

① 山东地质局 805 队董一杰等. 1965. 泰安县幅 1/5 万区调报告.

闪岩相变质变形改造 (2700 ~ 2600Ma) → 新太古代晚期大众桥期基性 - 中酸性岩侵位 (2560 ~ 2530Ma) → 新太古代晚期傲徕山期二长花岗岩侵位 (2560 ~ 2514Ma) → 古元古代初期中天门期中性 - 中酸性岩侵位 (2519 ~ 2490Ma) → 古元古代初期摩天岭期二长花岗岩侵位 (2490Ma) → 古元古代晚期红门期辉绿岩侵位 (2100 ~ 1800Ma)。

泰山是鲁西早前寒武纪地质研究历史最悠久、地质现象最丰富的地区。因此,对该区早前寒武纪地质演化的研究对揭示花岗 - 绿岩带的形成演化历史,查明中国东部早前寒武纪陆壳裂解、拼合、焊接的机制以及地球动力学有着十分重要的科学意义。

第一节 太古宙花岗岩 - 绿岩带的一般特征

花岗岩 - 绿岩是太古宙极为重要的岩石组合,其大部分由花岗岩类和片麻岩类岩石组成 (占 80% ~ 90%),二者围绕或局部侵入绿岩,即以镁铁质火山岩占优势的表壳岩。这一组合最明显的特征是它们在世界范围内都具有相似性。绿岩序列主要由具枕状构造的镁铁质火山岩组成,在有些绿岩序列中钙碱性火山岩的丰度随层位上升而增大,而下部层位含有丰富的科马提岩和科马提质玄武岩。沉积岩一般在上部层位最丰富,主要是杂砂岩。许多矿床出现在太古宙绿岩带中,其中最重要的是铜、镍、铁、金和铬。

花岗岩 - 绿岩带中的花岗岩侵入体通常有两类组合:一为英云闪长岩 - 奥长花岗岩和花岗闪长岩,即 TTG 组合或 TTG 岩套,以富钠为特征,一般认为是基性下地壳重熔的产物;另一类为花岗岩 - 二长花岗岩 - 正长花岗岩,称为 GMS 组合,以富钾为特征,由 TTG 再重熔或杂砂岩重熔形成,二者的形成时代与绿岩相近,或晚于绿岩的形成时代。

第二节 鲁西花岗岩 - 绿岩带的一般特征

鲁西的泰山岩群是迄今为止我国保存较好、发育比较完全的典型新太古代绿岩带地区之一（程裕淇等，1991；徐慧芬等，1992；曹国权，1996）。鲁西绿岩带泛指郯庐断裂带以西的泰山岩群，发育在鲁西的花岗岩 - 绿岩区内，遭到中低级变质相系角闪岩相 - 绿片岩相变质，基性火山岩（雁翎关组）未受到明显的混合岩化，保留着令人注目的科马提岩，主要由细粒片状斜长角闪岩、绿泥阳起片岩和蛇纹滑石透闪片岩组成。这套绿岩是片麻状花岗岩区中的残留物，呈北西走向零星分布于鲁西山区，是鲁西地块最早具有明显定向分布的前寒武纪岩石单元。该套绿岩被 $(2699.43 \pm 30/-28)$ Ma 的片麻状花岗闪长岩侵位，说明鲁西绿岩生成年龄早于 27 亿年。曹国权认为（1995）鲁西绿岩建造在 27 亿年以前处于裂谷型海槽的大地构造环境。

新太古代晚期，鲁西发育了两大岩类，即 TTG 质片麻类岩石和二长花岗岩，它们占据了鲁西前寒武纪岩区面积的 80% 以上。TTG 岩石成为鲁西地块上最引人注目的前寒武纪侵入岩，约占基岩面积三分之一，主要分布在鲁西的西部和西南部山区。二长花岗岩和黑云母二长花岗岩是鲁西地块分布面积最大的侵入岩，约占鲁西基岩面积的一半，主要分布在鲁西地区的中部和东部。

值得注意的是，对鲁西花岗岩 - 绿岩带的组成及年代格架仍存在不同认识，现综合江博明、侯贵廷等人的资料，简介鲁西花岗岩 - 绿岩带的一般地质特征。

一、新太古代绿岩带

绿岩带代表了前寒武纪地壳发展过程中的一种特有的火山 - 沉积岩系。鲁西地块泰山期的绿岩带泛指郯庐断裂带以西的泰山岩群，发育在鲁西地块的花岗 - 绿岩区内，遭到中低级变质相系角闪岩相 - 绿片岩相变质，基性火山岩（雁翎关组）未受到明显的混

合岩化，保留着令人注目的科马提岩。主要由细粒片状斜长角闪岩、绿泥阳起片岩和蛇纹滑石透闪片岩组成。这套绿岩是片麻状花岗岩区中的残留物，以单斜形式呈北西走向零星分布鲁西山区，是鲁西地块最早具有明显定向分布的前寒武纪岩石单元。该套绿岩被 $(2699.43 \pm 30/-28)$ Ma 的片麻状花岗闪长岩侵位，说明鲁西绿岩生成年龄早于 27 亿年。绿岩建造表明鲁西地块在 27 亿年以前处于裂谷型海槽的大地构造环境（曹国权，1996）。

二、新太古代花岗岩

1. 望府山期基底片麻岩

新太古代早期望府山期的鲁西陆壳主要由青山斜长角闪岩和望府山灰色片麻岩（主要包括条带状英云闪长质角闪黑云斜长片麻岩和粗粒角闪斜长片麻岩）组成，绝大多数为高级角闪岩相表壳岩，在孟良崮地区出现了极少数的麻粒岩相矿物组合（曹国权，1996；庄育勋等，1997）。该套岩石在鲁西是变质变形程度最高的岩石，具有条带状构造，发育早期的紧闭揉流褶皱。青山斜长角闪岩的 Sm - Nd 等时线年龄为 28 亿年左右（Jahn et al. , 1988），望府山灰色片麻岩的锆石 U - Pb 年龄为 27 亿年左右（庄育勋等，1997；Lu et al. , 2006）。这表明望府山期英云闪长质变质深成侵入体的原始岩浆侵位在 27 亿年以前，并在 27 亿年左右发生变质和变形作用。

2. 新甫山期 TTG 片麻岩

该期侵入岩主要为片麻状 TTG 类侵入岩（包括英云闪长岩、花岗闪长岩和奥长花岗岩），片麻理发育，主要分布在鲁西地块的中西部，呈北西走向分布，约占基岩面积的三分之一，是鲁西地块上最显著的地质体。这些新太古代晚期的 TTG 类侵入岩与泰山岩群绿岩带呈侵入接触，构成了著名的鲁西花岗岩 - 绿岩区。TTG 类岩石侵入到泰山岩群绿岩内，表明 TTG 类侵入岩形成于绿岩建造之后（王世进，1990a, 1990b, 1991；曹国权，1995）。TTG 类侵入岩沿早期形成的望府山期片麻岩的片麻理和条状顺层侵入，经强

烈的塑性变形作用产生片麻理构造。新甫山期侵入岩的同位素年龄表明，该期侵入岩的侵位时代为 25 亿 ~ 26 亿年（王世进，1991）。该期侵入岩被后期的傲徕山期二长花岗岩侵入。

3. 傲徕山期二长花岗岩

傲徕山期侵入岩主要是片麻状二长花岗岩和片麻状黑云母二长花岗岩，主要出露在鲁西地块中东部，是鲁西地块的另一重要的侵入岩，约占鲁西基岩面积的一半（王世进，1990，1991；曹国权，1996）。傲徕山期侵入岩与新甫山期侵入岩一样呈北西向巨大岩基产出。同位素年龄为 2560 ~ 2450Ma，为新太古代晚期的岩浆活动产物（Jahn et al. , 1988）。新甫山期和傲徕山期的侵入岩广泛侵位于鲁西地区，导致泰山岩群绿岩呈残缺的孤岛零星分布在大面积的侵入岩中。

第三节 泰山及邻区花岗岩 - 绿岩带的组成及年代格架

泰山作为鲁西花岗岩 - 绿岩带的一部分，出露了大范围的早前寒武纪花岗质深成侵入体，前人对泰山曾进行过深入系统的研究，获得相当数量的同位素地质年龄数据，初步建立了年代格架。现主要根据庄育勋等 20 世纪 90 年代新资料，介绍他们对泰山花岗岩 - 绿岩带年代格架的认识。显然这一认识与第二节中介绍的观点存在一定的差异。

一、新太古代早期前绿岩陆壳

新太古代早期前绿岩陆壳主要由青山斜长角闪岩和望府山条带状英云闪长质角闪黑云斜长片麻岩、粗粒角闪斜长片麻岩（简称望府山片麻岩）组成。青山斜长角闪岩厚数米、数十米，沿走向延长 4 ~ 5km，以稳定岩层残存于望府山片麻岩之中，局部在形成条带的构造变形过程中产生石香肠构造。望府山片麻岩的条带状构造是新太古代早期望府山英云闪长岩经高角闪岩相变质作用后，在

下地壳挤压环境下发生近水平面状韧性剪切作用形成的。前人将望府山片麻岩和青山斜长角闪岩层所构成的层状变质岩系称为泰山变质杂岩。以层状构造为特征的泰山变质杂岩表现为包络面为北东向的开阔褶皱。而在这层状岩系中还出现有更早期的紧闭揉流褶皱。青山斜长角闪岩与望府山片麻岩一起遭受高角闪岩相变质作用。除泰山地区构成新太古代早期前绿岩陆壳的泰山变质杂岩之外, 向南东方向的化马湾、南涝坡、万山庄、孟良崮等地亦发育类似的变质岩系(曹国权, 1996)。江博明等在青山斜长角闪岩中获得了 (2840 ± 160) Ma 的 Sm - Nd 全岩等时线年龄, $I_{Nd} = 0.50194 \pm 0.00019$, $E_{Nd} = +3.8 \pm 0.5$; 亦获得 (2767 ± 45) Ma 的 Rb - Sr 全岩等时线年龄, $I_{Sr} = 0.7004 \pm 0.0002$ (Jahn et al., 1988)。庄育勋等在青山斜长角闪岩获得的 Sm - Nd 全岩等时线年龄为 (2826 ± 12) Ma, $I_{Nd} = 0.50902 \pm 0.00001$ 。上述年龄结果表明, 青山斜长角闪岩的原岩大致形成于 2840 ~ 2820Ma, 并在 2770Ma 左右经历变质改造。江博明等在望府山片麻岩获得 (2700 ± 35) Ma 和 (2593 ± 162) Ma 的 Sm - Nd 全岩等时线年龄, $I_{Sr} = 0.7012 \pm 0.0008$ (Jahn et al., 1988)。庄育勋等采于望府山粗粒角闪斜长片麻岩的样品中的锆石, 采用双带源逐层蒸发法测定 3 个颗粒分别获得年龄为 (2714 ± 3) Ma, (2685 ± 4) Ma, (2714 ± 3) Ma。泰山北麓的此套岩系中相同方法测定的 3 个单颗粒锆石年龄为 (2708 ± 8) Ma, (2711 ± 5) Ma, (2701 ± 4) Ma (张锡明等, 1995)。

二、新太古代晚期绿岩建造

新太古代晚期绿岩建造以泰山岩群为主体, 主要岩性为细粒片状斜长角闪岩、绿泥阳起片岩、蛇纹滑石透闪片岩和黑云变粒岩等, 与之时空上相伴出现有变质超基性侵入体(蛇纹岩、阳起石岩、滑石绿泥透闪片岩等)。绿岩建造呈北西向带状展布, 变质超基性侵入体呈北西向岩脉侵入于新太古代早期前绿岩陆壳岩石(泰山变质杂岩)中或赋存于泰山岩群之中。在泰安市大河水库和玉皇顶北西等地都见沿北西向呈脉状展布的蛇纹岩、阳起石岩、滑

石绿泥透闪片岩侵入于褶皱包络面呈北东向的新太古代早期望府山片麻岩和青山斜长角闪岩组成的泰山变质杂岩中。泰山岩群及相关的侵入岩遭受到低角闪岩相—高绿片岩相变质和变形作用。在此阶段的末期发育北西向扫帚峪英云闪长岩，并随之被糜棱岩化。

三、新太古代晚期大众桥期角闪辉长岩—英云闪长岩系

根据野外地质产状、接触关系以及岩石学特点，大众桥期角闪辉长岩—英云闪长岩深成侵入岩系列依次发育麻塔角闪石岩→金牛山角闪辉长岩→大众桥石英闪长岩→卧牛英云闪长岩→线峪英云闪长岩→李家泉英云闪长岩。它们侵入于泰山变质杂岩和泰山岩群之中。该深成侵入岩系列呈北西向展布的巨大岩基，遭受低绿片岩相变质和构造变形改造，并在定位后局部经历北西向的糜棱岩化。庄育勋等从泰安市大众桥一带的大众桥石英闪长岩中，获得 (2542 ± 2) Ma, (2534 ± 2) Ma, (2556 ± 2) Ma 等 3 个锆石蒸发法 U—Pb 年龄。对大河水库以南的卧牛石英云闪长岩 3 个颗粒测定结果分别为 (2536 ± 2) Ma, (2509 ± 2) Ma, (2523 ± 12) Ma。江博明等在大众桥期角闪辉长岩—英云闪长岩深成侵入岩系列的线峪英云闪长岩中获得了 (2555 ± 5) Ma 的锆石 U—Pb 一致线年龄 (Jahn et al., 1988)。上述同位素年龄资料表明，大众桥期角闪辉长岩—英云闪长岩深成侵入岩系列的侵位时间应在 2560 ~ 2530 Ma。

四、傲徕山期二长花岗岩系列

傲徕山期二长花岗岩系列明显侵入于大众桥期角闪辉长岩—英云闪长岩深成侵入岩系列及更早的陆壳岩石之中 (庄育勋等, 1995)。傲徕山期二长花岗岩系列由玉皇顶斑状二长花岗岩、虎山粗粒片麻状二长花岗岩、傲徕山中粒片麻状二长花岗岩和调军顶细粒片麻状二长花岗岩等组成。傲徕山期二长花岗岩系列与大众桥期角闪辉长岩—英云闪长岩深成侵入岩系列均呈北西向巨大岩基和谐产出。江博明等 (1988) 在此岩石系列中获得了 (2490 ± 50) Ma 的 Rb—Sr 全岩等时线年龄, (2450 ± 140) Ma 的 Sm—Nd 等时线年