

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

太行五台区、燕山区、阴山东段的早前寒武纪地层年代、划分及对比

王 启 超

(河北区域地质调查队, 廊坊市)

据原岩建造差异, 华北地台北部的早前寒武纪地层可划分为西部的稳定地层区及东部的活动地层区。通过地层或构造不整合关系, 主要变质热事件等, 将两区地层分别厘定为中太古界阜平超群, 又分为陈庄群与湾子群(稳定区)。中太古界迁西群(活动区)。地层上限年龄均为 2800Ma。上太古界五台超群又分为龙泉关群、石咀群及台怀群(稳定区)。上太古界遵化群、单塔子群及朱丈子群(活动区)。地层上限年龄均为 2500Ma。并对上述地层进行了对比。对稳定区的下元古界滹沱超群则调整为高凡群、豆村群、东冶群和郭家寨群。其中高凡群上限年龄为 2350Ma, 东冶群上限年龄为 1850Ma, 郭家寨群上限年龄(长城系下限年龄)为 1700Ma。

本文涉及的地区包括华北地台北部的河北、内蒙古集宁与山西太原以东的早前寒武纪地层出露区。早前寒武纪地层是指中、上太古界和下元古界, 这套地层在本区层序齐全, 尤以太行五台区剖面连续, 界面清晰, 为全国断代研究程度最高地区之一, 可作为全国相应地层进行对比的标准。故根据长期野外观察和研究的认识及对大量同位素年龄值的分析和解释, 对早前寒武系划分对比提出了新的方案。

一、地层标准层序

早前寒武纪地层同样反映了地壳发育的不均衡性, 大致以丰宁——赞皇一线为界, 根据受构造控制的地层建造差异, 可划分为西部的稳定地层区及东部的活动地层区(图 1)。两区地层岩性特征分别以碎屑岩—碳酸岩为主及以火山岩—火山碎屑岩相对发育而区别。但在 2500Ma 年左右, 于北纬 40°—41° 出现切割上述不同地层区, 叠加其上的东西向强烈变质带, 为地层对比带来了较大的困难。现对两地层区典型地段, 即太行(北段)五台区及燕山东段(冀东及承德区)的标准层序简述如下:

(一) 太行(北段)五台区

1. 中太古界阜平超群: 主要为各种片麻岩(黑云斜长片麻岩居多, 次为角闪斜长片麻岩)、浅粒岩及较少的斜长角闪岩, 夹若干层富铝浅粒岩、大理岩(可递变为斜长角闪岩)等组成, 可划分为陈庄群及湾子群(差别见后述), 前者厚 3000—4700m, 后者为 3400—

表 1 同位素地质年龄表

Table 1 Isotopic Ages

地区	采样地点	地质简况	测试对象	方 法	地质年龄 (Ma)	测 定 者	资料来源
五 台 山 区	山西五台县城北	豆村群南台组	板岩全岩	Rb-Sr 等时线	1851±11(初始值 0.715±0.008)	中国科学院地球化学研究所	徐朝雷提供测定结果报告
	山西五台县东庄	侵入于台怀群的光明寺花岗岩体	锆石	U-Pb—致线	2522±17—16	刘敦一	[1]
	山西代县峨口	侵入于石咀群的峨口花岗岩体	锆石	U-Pb—致线	2520±30	刘敦一	[1]
	山西繁峙县东山东底村附近	石咀群黑云变粒岩	锆石	U-Pb—致线	2502±2	刘敦一	[1]
	山西五台县耿镇七月村	侵入于龙泉关群内的花岗岩体	锆石	U-Pb—致线	2560±6	刘敦一	[1]
	山西繁峙县东山东底	石咀群金刚库组	角闪片岩全岩	Rb-Sr 等时线	2350±140(初始比 0.7015±0.0009)	刘敦一	[1]
	山西繁峙县峨口南和南峪口	石咀群	角闪片岩、白云母片岩等全岩	Rb-Sr 等时线	2392±46(初始比 0.7015±0.0006)	中国科学院地球化学研究所	«五台山早前寒武纪地质»审稿
	繁峙县口泉	石咀群金刚库组	变粒岩全岩	Rb-Sr 等时线	2255.4±1712(初始比 0.706±0.00137)	中国地质科学院地质研究所	«五台山早前寒武纪地质»审稿
	代县上苑一后口前剖面	高凡群	千枚岩、板岩全岩	Rb-Sr 等时线	2175 ⁺⁵¹ —52 ⁻⁵² (初始比 0.0056)	中国地质科学院地质研究所	«五台山早前寒武纪地质»审稿
	繁峙县口泉一庄旺一金石剖面	石咀群	变粒岩、角闪片岩、大理岩全岩	Rb-Sr 等时线	2522 ⁺¹²³ —124 ⁻¹²⁴ (初始比 0.71292±0.00279)	中国地质科学院地质研究所	«五台山早前寒武纪地质»审稿
		高凡群	千枚岩	Pb-Pb 等时线	2419±48	中国科学院地球化学研究所	徐朝雷函告
	五台县刘定寺村东	豆村群青石村组顶部	基性熔岩内锆石	U-Pb—致线	2366 ⁺¹⁰³ —94 ⁻⁹⁴	刘敦一	[2]

表 1(续)

地区	采样地点	地质简况	测试对象	方 法	地质年龄 (Ma)	测 定 者	资料来源
太行山	平山孟家庄	陈庄群南营组	锆石	U-Pb 一致线	2700—2900	刘敦一	[1]
	阜平县西槽口	陈庄群索家庄组	锆石	U-Pb 一致线	2800 ⁺²³⁰ —150	刘敦一	[1]
	阜平县西槽口	陈庄群索家庄组	全岩	Rb-Sr 等时线	2850±	中国地质科学院地质研究所	据沈其韩、伍家善等口述,未公布,但未提出质量问题
	阜平上堡	石咀群板峪口组黑云变粒岩、云母片岩	锆石	U-Pb 一致线	2557 ⁺⁶⁴ —49	刘敦一	[1]
	灵邱县木去顶	侵入于台怀群内的石英闪长岩	锆石	U-Pb 一致线	2510 ⁺²⁰ —18	中国地质科学院地质研究所	山西省变质地质图说明书
	内邱县杏树台砬铁矿	上赞皇群石家栏组	斜长角闪岩全岩	Rb-Sr 等时线	2339±92(初始比0.70374±0.00028)	中国地质科学院宜昌地质矿产研究所	河北地质十一队邵振国提供
	井陘县南掌村北西	甘陶河群南掌组	片理化安山玄武岩全岩	Rb-Sr 等时线	1850±37(初始比0.71563±0.00338)	中国地质科学院宜昌地质矿产研究所	河北地质十一队邵振国提供
	井陘县蒿亭村附近	甘陶河群蕊苳组	变质安山玄武岩全岩	Rb-Sr 等时线	1868±175(初始比0.70343)	中国地质科学院宜昌地质矿产研究所	宜昌地矿研究所叶伯丹提供
	井陘县南掌组附近	甘陶河群南掌组	变质安山玄武岩全岩	Rb-Sr 等时线	1700	中国地质科学院地质研究所	乔秀夫提供
	井陘县吴家窑及获鹿东焦	东焦群变质角砾岩、砂岩、千枚岩,底部具磷矿体	磷灰石	U-Pb一致线、 Pb-Pb 等时线	一致线为 1810 Pb-Pb 等时 线为 1802±68	中国地质科学院宜昌地质矿产研究所	河北第一区队调
	迁安县曹庄	迁西群(或曹庄群)	斜长角闪岩全岩	Sm-Nd 等时线	3520±110(初始比 0.50807±0.00013)	江博明	黄晋提供 最新成果已降为 3470Ma
	迁安县曹庄	迁西群(或曹庄群)	斜长角闪岩全岩	Sm-Nd 等时线	3500±8	黄荃	[3]

迁西县郭家沟		迁西群英云闪长片麻岩		锆石	U-Pb—致线	2440 ⁺³⁰ ₋₃₆	R. T. Pidgeon	[4]
迁西县太平寨清河旁		迁西群紫苏花岗岩质麻粒岩		锆石	U-Pb—致线	2570 ⁺¹²⁹ ₋₇₀	R. T. Pidgeon	[4]
迁西县三屯营一带		迁西群		全岩	Sm-Nd 等时线	2488±190	江博明、张宗清	[5]
迁西县三屯营一带		迁西群		全岩	Rb-Sr 等时线	2480±70	江博明、张宗清	[5]
青龙县湾子、金鸡沟		遵化群斜长角闪岩、黑云斜长变粒岩		全岩	Rb-Sr 等时线	2552±45 (初始比 0.7011±0.0003)	钟富道	[5]
蓟县常州沟村旁		遵化群王厂组		变粒岩、混合岩全岩	U-Pb、Rb-Sr、Sm-Nd	2450	C. J. Allegre	[5]
滦县张庄、司家营、北大贾庄、栗庄及抚宁榆关		单塔子群		全岩	Rb-Sr 等时线	2620.9±133.8 (初始比 0.7022)	中国科学院地质研究所同位素室	[5]
滦县司家营		单塔子群变粒岩、绿帘黑云变粒岩全岩		全岩	Rb-Sr 等时线	2523±139 (初始比 0.7014±0.0048)	沈其韩、张宗清	[5]
滦县司家营		单塔子群		全岩	Rb-Sr 等时线	2497±817 (初始比 0.7028±0.0027)	沈其韩、张宗清	[5]
青龙炸兰丈子、半壁山、王丈子一带		朱丈子群白云母石英片岩、绢云石英片岩、含黑云母白云母钠长片岩等		全岩	Rb-Sr 等时线	2389±73 (初始比 0.7019±0.0038)	罗修权、沈其韩	第二届全国同位素地球化学讨论会论文摘要
冀东		迁西群麻粒岩		麻粒岩内单矿物	Rb-Sr 等时线	1680	江博明	国际太古代地壳演化讨论会论文摘要
迁安县曹庄		迁西群		黑云变粒岩全岩	Sm-Nd 等时线	1700	黄萱	[3]
宣化北部		桑干群麻粒岩		全岩	Rb-Sm 等时线	2790±155 (初始比 0.703164±0.001015)	高励	华北陆台北缘西段地质及成矿作用讨论会论文摘要
宣化北部		遵化群斜长角闪岩		锆石	U-Pb—致线	2454.6 ^{+103.4} _{-111.3}	北京铀矿地质研究所	华北陆台北缘西段地质及成矿作用讨论会论文摘要
内蒙古自治区白云西矿、东矿		白云鄂博群内次生脉		方铅矿	粗铅法	1650	苏联科学院地球化学和分析化学研究所	苏泳军、吴冰

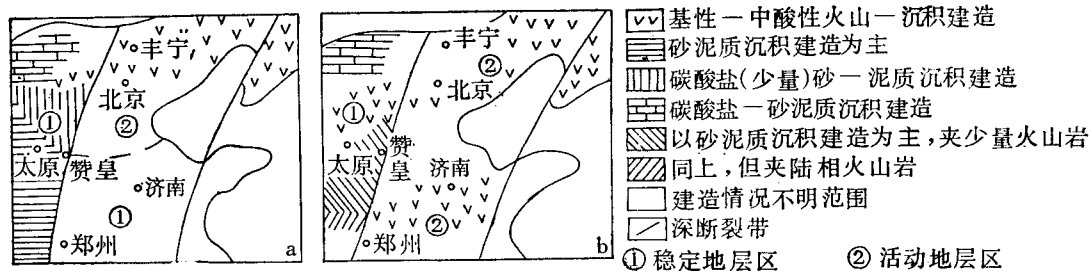


图 1-a 中太古代华北地台构造—建造示意图(部分地段)

图 1-b 晚太古代华北地台构造—建造示意图(部分地段)

(据罗耀星, 1981, 太古代地层的综合对比一文的插图略加修改)

Fig. 1-a Diagrammatic map showing the structure-formations of the middle Archaean North China platform (part of sectors). 1-b Diagrammatic map showing the structure-formations of the late Archaean North China platform (part of sectors). (Modified from the text-figure in the paper "Integrated Correlation of the Archaean Strata" written by Luo Yaoxing, 1981)

5000m。

2. 上太古界五台超群: 自下而上划分为(1)龙泉关群: 同下伏阜平超群各群间为角度不整合关系, 由黑云(角闪)斜长片麻岩、黑云变粒岩、斜长角闪岩及不稳定的透闪大理岩、斜长角闪岩、浅粒岩组成。厚 3400—5000m; (2) 石咀群: 同下伏龙泉关群等亦呈角度不整合接触。除了底部具不稳定的长石石英岩(局部含砾)、黑云变粒岩及透闪大理岩层外, 向上主体部分可再划分为自斜长角闪岩至黑云(或角闪)变粒岩的两个火山-沉积旋回, 下旋回中部在局部地段岩层内含石榴石、十字石或蓝晶石。厚 2800—5380m; (3) 台怀群: 同下伏石咀群为角度不整合关系。底部为变质砾岩、石英岩、绢云石英片岩, 主体为绿色片岩及少量绢云石英片岩。厚 2000m。

3. 下元古界滹沱超群: 包括(1)高凡群: 同下伏台怀群、石咀群为角度不整合关系。为厚层石英岩、千枚状粉砂岩至千枚岩, 局部含碳质。厚 1000m; (2) 豆村群: 同下伏五台超群属角度不整合关系, 为变质砾岩、(长石)石英岩、板岩或千枚岩, 向上结晶白云岩逐渐增多, 并夹有基性火山岩。厚 2000—3600m; (3) 东冶群: 结晶白云岩夹少量变砂、泥质岩。厚 3345—5490m。 (4) 郭家寨群: 以高角度不整合覆于东冶群之上, 为砂质板岩、千枚岩、长石石英岩、变质砾岩等反旋回组成的磨拉石建造。厚度大于 900m。

(二) 冀东及承德区

1. 中太古界迁西群: 主要由斜长二辉麻粒岩、黑云紫苏斜长麻粒岩组成。中部具石榴浅粒岩(或浅色麻粒岩)、紫苏黑云斜长片麻岩、辉石斜长角闪岩组合标志层; 上部具石榴紫苏黑云变粒岩、辉石斜长角闪岩、磁铁角闪岩组合标志层。厚 2750m。

2. 上太古界遵化群、单塔子群和朱文子群。(1)遵化群: 由(透辉)斜长角闪岩、黑云角闪斜长片麻岩及黑云变粒岩构成一个大型火山-沉积旋回, 中下部局部递变为相应的麻粒岩相岩石, 具重要变质铁矿。厚 2730—7300m; (2)单塔子群: 承德地区层序基本连续,

自下而上为燕窝铺组: 斜长角闪岩与角闪斜长片麻岩; 白庙组: 各种片麻岩(或变粒岩); 凤凰咀组: 斜长角闪岩、角闪片岩夹大理岩; 刘营组: 黑云变粒岩。总厚 5419—5958m。冀东滦县一带的原滦县阳山组、司家营组相当前二组, 青龙一带的原双山子群鲁丈子组与下白城组相当于后二组, 但不含大理岩; (3) 朱丈子群: 同下伏单塔子群呈角度不整合。主要为变质砾岩、黑云斜长变粒岩、石榴二云片岩。厚 1058m。

二、同位素地质年龄

同位素地质年龄(表 1)的正确厘定为进行划分的重要依据。但需要结合地质特征对已有年龄值去伪存真进行筛选, 再予以地质解释。

(一) 关于阜平超群、迁西群和桑干群: 江博明、黄萱对迁安曹庄迁西群的斜长角闪岩, 在法国和美国分别测得的 Sm-Nd 等时年龄为 3520 ± 110 和 $3500 \pm 8\text{Ma}$ (初始比 0.5080 ± 0.00013 及 0.50822 ± 0.00014), 无论年龄、初始比都在 (2σ) 范围内一致, 重现良好, 可作为该群的下限年龄。其黑云奥长微斜混合岩的模式年龄 (DM) 则为 2900Ma 。高励等对冀西的桑干群变质岩测得 $2790 \pm 155\text{Ma}$ 的 Rb-Sr 等时年龄 (初始比 0.70316 ± 0.001015)。刘敦一等对阜平超群陈庄群测得 2800 ± 20 及 $2700\text{—}2900\text{Ma}$ 的 U-Pb 不一致线年龄, 样品虽被认为属碎屑锆石, 但位于该群顶部和底部岩层的不同层位而年龄接近一致, 锆石经受高角闪岩相和后期多次叠加变质。同一地点及层位又获得过 2850Ma 的 Rb-Sr 等时年龄值¹⁾, 说明上述 2800Ma 左右的所有数值均反映上述各地层的变质年龄或其上限年龄。

(二) 关于五台超群、遵化群、单塔子群和朱丈子群: 前两者的年龄下限仅据下伏地层 2800Ma 的变质年龄推知。不少学者认为具 2560Ma (U-Pb) 不一致线年龄的五台兰子山岩体, 上覆地层为石咀群的板峪口组, 从而以 2560Ma 反映原五台群的下限年龄。但通过进一步工作, 发现地层的岩性由变质砂砾岩和板岩组成, 具泥裂、交错层及镜铁矿胶结物转石等, 其层序特征均接近于滦沱超群豆村群大石岭组, 而不象属角闪岩相的石咀群, 故该年龄值并非石咀群的下限年龄。由于侵入于五台超群上部台怀群内的石英闪长岩及花岗岩, 已测有 2510 ± 20 及 $2521 \pm 17\text{Ma}$ 锆石 (U-Pb) 年龄, 故对五台超群的年龄上限以确定为 2500Ma 左右为宜。在冀东遵化群内已有 $2552 \pm 45\text{Ma}$ 的 Rb-Sr 等时年龄 (初始比 0.7011 ± 0.0003), 而在蓟县常州沟遵化群的 Sm-Nd、U-Pb、Rb-Sr 年龄均接近 2450Ma , 单塔子群的 Rb-Sr 等时年龄有 2620.9 ± 133.8 、 2523 ± 139 、 $2497 \pm 317\text{Ma}$ 等数值, 朱丈子群的 Rb-Sr 等时年龄为 $2389 \pm 73\text{Ma}$ (初始比 0.7014 ± 0.0038)。凡此都说明 2500Ma 左右可反映这些地层的变质年龄。尚需指出, 迁西群的 Sm-Nd 法最大年龄仅见于角闪岩相岩层中, 而对其麻粒岩相, 国内外学者在高纯度实验室无论采用 Sm-Nd、U-Pb、Rb-Sr 法测得的年龄大多在 2500Ma 左右。R. T. Pidglon 对所测锆石做过矿物学研究, 发现在具有退变质现象的岩石内, 锆石也不具退变引起的环带, 其年龄值比相邻并未遭受退变麻粒岩内的锆石略高一些。这可能说明, 麻粒岩相是于 2500Ma 左右, 在一定构造部位

1) 尚未正式公布, 但未发现测试质量问题。

表 2 太行五台区、燕山区、阴山东

Table 2 Stratigraphic Division and Correlation of the Early Precambrian in the Tai-

时代	地质年龄 (Ma)	构造稳定区								
		太行五台分区					阴山分区			
		超群	群	五台小区	阜平小区		赞皇小区	群	怀安 浑源小区	宣化化德 小区
早 元 古 代	—1700±—	滹 沱 超 群	郭家寨群	雕王山组		东焦群	东焦群		化 德 群	
	黑山背组									
	西河里组									
	东冶群		天蓬脑组		甘 陶 河 群	牛山组				
			北大兴组			蒿亭组				
			瑶池村组			蒿亭组				
			河边村组			南寺组				
			纹山组			南寺组				
			青石村组			南寺掌组				
	豆村群		大石岭组		南寺掌组	南寺掌组				
南台组										
四集庄组										
—2350±—	高凡群	羊蹄沟组 洪寺组								
—2500±—	五 台 超 群	台怀群	鸿门岩组		台怀群	柏枝岩组		红 旗 营 子 群	红 旗 营 子 群	
柏枝岩组			柏枝岩组							
石咀群		滑车岭组		石咀群	水堡组					
		文溪组			龙家庄组					
		庄旺组			上堡组					
		金刚库组			板峪口组					
		板峪口组			榆树湾组					
		榆树湾组			跑泉厂组					
龙泉关群		跑泉厂组		龙泉关群	跑泉厂组					
晚 太 古 代	—2800±—	阜 平 超 群	湾子群	红土坡组		下 赞 皇 群	北寨组 放甲铺组		桑 干 群	恒山杂岩 ? 洞沟河组 ? 化家营组 水地庄组 西葛峪组
	四道河组									
	木厂组									
	漫山组									
	南营组									
	团泊口组									
	陈庄群		索家庄组							
3500±										

表中所采用的每个分区、小区、邻区每套地层系统出处,在即将出版的河北地质志内均有详细说明。

hang-Wutai Region, Yanshan Region and the Eastern sector of the Yinshan Mountains

构造活动区				邻 区										
燕山分区				晋中西部		内蒙古南部		山东		豫北	辽宁			
群	冀东小区	承德小区	密云小区	吕梁山	中条山	白云鄂博	乌拉山	鲁西	鲁东		辽东	辽西		
朱文子群	梓罗台组 张家沟组			黑茶山群	担山石群	白 云 鄂 博 群	渣 尔 泰 群				辽 河 群	屯 子 峪 群		
				野鸡山群	中 条 群									
				岚河群										
				上吕梁群?	上绛县群	三 合 明 群	胶 东 群						登 封 群	上鞍山群
				下吕梁群	下绛县群									
单塔子群	下白城组	刘营组	四合堂群	山神庙组 宋营子组 阳坡地组	大槽组 沙厂组	界河口群	涑水群	泰山群			中鞍山群	建平群		
	鲁文子组	凤凰咀组												
	司家营组	白庙组												
	阳山组	燕窝铺组												
遵化群	三门店组		密云群			乌拉山群	召林沟组 排林湾组							
	龙湾组													
	王厂组													
	?													
迁西群	三屯营组						集宁群				下鞍山群			
	上川组													

经受叠加变质的产物。

(三) 关于**滦沱超群及化德群(白云鄂博群)**: 其年龄下限亦据下伏地层 2500Ma 的变质年龄推知。最近中国地质科学院地质研究所报道了豆村群上部青石村组辉绿岩内, 锆石的 U-Pb 年龄为 2366Ma。但考虑到该群已见较多类型的叠层石, 而叠层石只是在 2200Ma 以来才进入繁盛时期, 且为年龄 2500Ma 花岗岩体所侵入的石咀群迄今所获的全岩 Rb-Sr 等时年龄又全在 2350Ma 左右(在五台区为 2350 ± 139 、 2392 ± 46 、 2304 ± 171 , 在太行区为 2339 ± 92 Ma 等)。因此 2350Ma 左右的年龄很可能是高凡群变质事件的反映, 实际代表豆村群的下界年龄, 而豆村群中 2366Ma 年龄值有可能偏高。最近中国科学院贵阳地球化学研究所, 如山西区域地质调查队测得的, 高凡群千枚岩 Pb-Pb 等时年龄为 2419 ± 48 Ma。由于在五台区的豆村群及太行区的甘陶河群分别有 1851 及 1850 ± 37 (初始比为 0.71563 ± 0.00588)、 1868 ± 175 Ma (初始比 0.70343) 的 Rb-Sr 等时年龄, 而太行区变质轻微的东焦群底部磷灰石的 U-Pb 年龄也只有 1810Ma (Pb-Pb 等时年龄为 1802 ± 68 Ma), 可以认为东冶群或甘陶河群的变质年龄约为 1850Ma 左右。乔秀夫等测得过 1700Ma 左右的甘陶河群变玄武岩的 Rb-Sr 等时年龄, 钟富道对五台区滦沱超群内的 K-Ar 年龄进行过等时线处理, 得出 1680Ma 的变质年龄。此外冀东迁西群的麻粒岩相地层内, 江博明、钟富道在法、澳分别测有 1680Ma, 1740Ma 的 Rb-Sr 矿物等时年龄, 黄萱(在美)测有 1700Ma 的 Sm-Nd 全岩(黑云变粒岩)等时年龄。宜昌地质矿产研究所对平谷上镇长城系常州沟组底部的胶磷矿, 测有 1635Ma 的 U-Pb 不一致线与 Pb-Pb 等时线相吻合的年龄¹⁾。这些年龄值都说明郭家寨群或东焦群的变质年龄及长城系的年龄下限不会超过 1700Ma。在冀西北同化德群相连接的白云鄂博群内, 与热液萤石呈共生关系的方铅矿具 1650Ma 的 Pb-Pb 年龄。根据上述长城系与滦沱超群分界年龄如为 1700Ma, 虽未见未变质的长城系下部地层直接覆于化德群或白云鄂博群之上, 但两者紧邻分布, 则后者年龄上限也以 1700Ma 左右为宜。

三、地层的划分与对比

地层的划分与对比详见表 2。

(一) **中、上太古界的分界**: 中太古界与上太古界之间的界线暂置于阜平超群与五台超群之间, 亦即迁西群与遵化群之间, 理由如下:

1. **区域性地层和构造不整合**: 特别是构成褶皱体系的不整合, 是确定前寒武系地层单位界线的重要条件。区内龙泉关群与阜平超群为角度不整合接触, 遵化群与迁西群为构造不协调关系。在褶皱体系方面(图 2, 3), 阜平超群及迁西群下部以穹状和短轴褶皱为特征, 上部见有长轴褶皱, 地层整体形态略具卵形, 外缘呈弯曲弧形展布, 距心愈远, 变形变质程度愈弱, 说明当时构造状态处于陆核形成阶段。而龙泉关群及石咀群或遵化群等则围绕古陆核向外增生, 其褶皱形态呈弧形线状。可见五台超群或遵化群的构造已以水平运动为特征, 与迁西群、阜平超群属于地壳的不同发展阶段。

1) 据该所叶伯丹函告, 通过补测样品, 新取得的 Pb^{207}/Pb^{204} - Pb^{206}/Pb^{204} 等时年龄为 $1666^{+76.6}_{-88.7}(2\sigma)$ Ma。

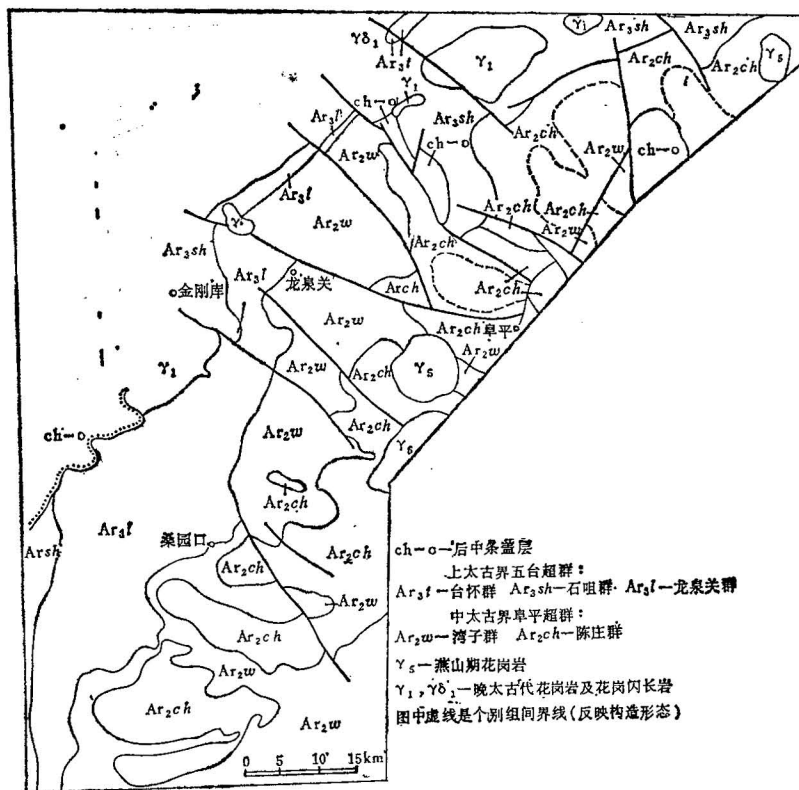


图 2 太行山北段太古界地质简图

Fig. 2 Geological sketch of the Archean in northern sector of the Taihang Mountains

2. 区域变质作用类型不同: 如去掉后期叠加的麻粒岩相影响, 阜平超群及迁西群基本均属高角闪岩相的均衡单相变质, 其初始变质均为区域热动力变质类型。而龙泉关群为高至低角闪岩相, 遵化群除部分地段相同外, 尚见沿走向近距离由高角闪岩相递变为麻粒岩相, 这种变质作用的不均一或多相变质, 应属区域深成变质类型。两种情况都可能反映地壳发展的转折阶段。

3. 混合岩化及岩浆活动的成因演化不同: 阜平超群或迁西群属于区域重熔型混合岩,脉体多为斜长花岗质,无论其物质组分及脉体形态均受地层控制,属就地取材产物,成面状分布。而五台超群的龙泉关群、石咀群及遵化群、单塔子群则主要为再生交代型混合岩,除局部见英云闪长质脉体外,以钾质交代为主,属半原地或异地来源,成带状分布;侵入交代型的花岗质岩体亦广为分布。同样亦表现了地质发展上的突变。

4. 沉积及岩浆的分异程度不同: 阜平超群或迁西群 (以及冀西的桑干群) 均以沉积或岩浆的分异性差, 即地层的可分性差为特征。只能利用富铝浅粒岩、大理岩 (或不纯的碳酸岩类斜长角闪岩) 等标志层组合划分地层, 这些标志层可做为地层对比的良好标志。五台超群及遵化群及其以上的地层则显示明显的火山-沉积旋回, 可以根据明显的岩性差异进行组一级的划分。

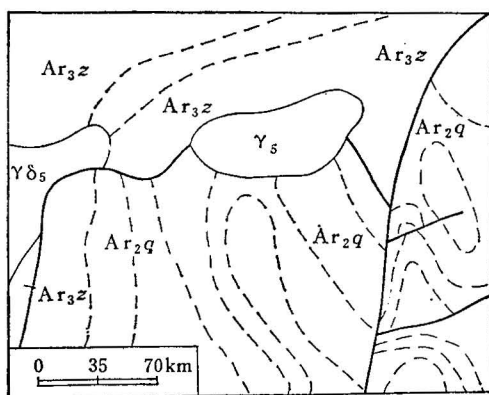


图 3 迁西太古界地质简图

Fig. 3 Geological sketch of the Archean in Qianxi, Hebei

Ar_{3z} 遵化群 (Zunhua Group); Ar_{2q} 迁西群 (Qianxi Group); $\gamma\delta_5/\gamma$, 燕山期侵入体 (Intrusive mass in the Yanshan age); 虚线是组间界限(示构造)

5. 微量元素等地球化学特征上的差异: 由于地壳运动发展的周期性和阶段性, 使得沉积岩中元素的分配随着时间的不同而有变化。龙泉关群的所有微量元素含量, 几乎都比阜平超群的高, 说明其物质组分来源于各种岩石, 属多源物质成分, 表现为元素地球化学的某些重要改变 (表 3)。

表 3 阜平超群(陈庄群、湾子群)与龙泉关群微量元素含量对比表

Table 3 Comparison between the Contents of Trace Elements in the Fuping Supergroup (Chenzhuang Group and Wanzi Group) and the Longquanguan Group

元素及含量 (ppm)	Cu	V	Zr	Co	Sr	Cr	Ni	Mn	Ga	Ti	B	Be	Ba
地层													
龙泉关群	7	39	70	7	135	10	7	75	8	1700	5	2	50
湾子群	7	67	168	9	185	15	8	398	30	1238	55	52	46
陈庄群	43	63	323	17	378	38	22	509	11	4064	12	4	349

冀东地区尚缺少统计资料, 但据由基性火山岩变质的斜长角闪岩铁镁氧化物特征曲线看¹⁾, 阜平超群与迁西群之间, 龙泉关群与遵化群之间, 其起伏轮廓及升降幅度都有明显的相似性 (尤其两地区的主要含铁层位, 南营组与三屯营组更为相似)。

6. 区域重磁异常不同: 根据伍家善所报道的贺绍英的研究成果²⁾, 阜平超群属于平缓的重磁异常, 呈近东西向分布。而五台超群则有低缓的重磁负异常和局部高磁线状异常,

1) 河北区域地质调查队, 1986, 河北省、北京市、天津市区域地质志, 第一册 83—88 页、110—113 页、156 页、161 页。

2) 伍家善、刘敦一, 1982, 太行—五台山区太古代与元古代分界问题。前寒武地质简讯, 第 8 期, 第 12—14 页。

呈近北东向分布。两种分布特征不同的区域地球物理场代表不同地质历史阶段,是不同构造时期地球物理场分异和转化的结果。冀东迁西群与遵化群至单塔子群之间的差别与上述变化也有明显的相似性。

(二) 中太古界的划分与对比: 在位于构造活动区的冀东,由于层序不全,研究程度也低,尚未能对中太古界做进一步的划分。但在地壳稳定的太行区,可将阜平超群划分为陈庄群与湾子群,两者的主要差别是大理岩层由薄变厚,由杂变纯,而角闪质岩则由多变少,并导致 Zr、Sr、Cr、Ni、Ti、Cu、Ba 等微量元素含量由高变低,而 B、Be 则增高 3.4—12 倍(表 2),这主要是反映了原岩建造的差异。在褶皱形态上陈庄群主要为穹状与短轴状,湾子群多为长轴状。最近,河北地质,矿产局十三地质大队区域地质调查分队通过一比五万区域地质调查,发现了两群间的角度不整合接触关系¹⁾,例如在灵寿西草门一带上覆的湾子群漫山组浅粒岩产状为 $280^{\circ}\angle 16^{\circ}$,下伏的陈庄群南营组产状为 $35^{\circ}\angle 70^{\circ}$,湾子群漫山组在灵邱西北部一带还超覆在陈庄群的团泊口组、南营组不同层位上,同时还发现两套地层间有厚 2—15cm 反映为古风化壳的黑云母富集带。在阴山区,天津地质矿产研究所将本文所称桑干群,根据原岩建造、构造环境等的差异所划分的下集宁群(相当瓦窑口组及右所堡组)及上集宁群(下白窑组即孔慈岩系)。它们分别相当于陈庄群与湾子群。

(三) 上太古界的划分与对比: **1. 地层划分:** 在五台超群中,由于各群间均呈清晰的角度不整合接触,在变质深度上龙泉关群主要为高角闪岩相,石咀群为低角闪岩相,而台怀群基本上为高绿片岩相,变化明显。在原岩建造上,三个群大致依次为沉积建造、火山-沉积建造、火山建造,具有明显差别。仅着重对冀东各群的区别与划分论述于下:

(1) 遵化群与单塔子群的关系: 迁西标准地点的迁西群不含主要铁矿,而迁安水厂一横山一带原被统称的迁西群,从其岩性组合、层序、线状褶曲形态、变质程度、变质作用和、混合岩化成因类型、侵入体类型、磁场特征,并含有主要铁矿层位等特征分析,实际上代表迁西古陆核东翼的层位稍高的一套地层,取名遵化群。遵化群与东、南相邻的单塔子群(双山子群、滦县群)之间的关系。从空间展布上看,原滦县群呈弧形围绕并切割遵化群¹⁾,青龙一带的原双山子群也以北北东向的线状褶曲切割遵化群的弧形弯曲部位¹⁾,均属构造不协调关系。当地遵化群属麻粒岩相—高角闪岩相变质,尚具有英云闪长质混合岩化及侵入体²⁾。单塔子群则为低角闪岩相—高绿片岩相,仅见钾质交代及花岗岩。两者之间呈现突变,各自构成一个基性至中性火山岩—沉积碎屑岩的大型火山沉积旋回。遵化群的磁场波动起伏剧烈,滦县群则表现稳定²⁾,前者的视磁化率也显著高于后者,剩余磁化强度则高出一倍以上。

(2) 单塔子群与朱丈子群的关系: 二者间呈角度不整合接触,朱丈子群底部有较厚的变质砾岩,超覆于单塔子群不同层位上。

2. 区域地层对比: 以下主要论述太行和冀东两区相当地层单位的可比性。

(1) 龙泉关群与遵化群的对比: 两者可能为同时异相,代表上太古界底部,其对比在地质年龄及中、上太古界的分界和对比两节中已述及。

1) 河北地质矿产局 13 地质大队区域调查分队,1987,赤瓦屋—麻棚测区(1:50000)区调野外工作总结(评审稿)。

2) 河北区域地质调查队,1986,河北省、北京市、天津市区域地质志,第 7 册第 126—142 页及第 7 册第 69—78 页、第 105—109 页(评审稿)。

(2) 石咀群与单塔子群的对比: 两者的岩性组合、层序相似, 且均由两个火山-沉积旋回组成。属于下旋回的石咀群金刚库组及单塔子群白庙组, 不仅均有相当稳定的变质铁矿层, 且均伴生可能属火山岩成因, 出现于固定层位的超基性似层状岩群。在重磁特点上亦具明显可比性, 如贺绍英指出: “无论五台地区的五台群及深县一带的单塔子群分别为 50km 及 20km 的北东东向重磁低值带, 以及局部伴生有强磁异常”¹⁾, 并认为前者是由花岗岩质岩石所引起, 后者则为磁铁石英岩带的反映。

(3) 台怀群与朱丈子群的对比: 两者在地质年龄上具有可比性(表 1)。虽然朱丈子群是以碎屑岩为主, 不能直接与主要由中基性火山岩组成的台怀群对比, 但以后者的层序及空间变化分析, 它在五台区底部为变质砾岩、石英岩、绢云石英片岩, 下部为各种绿色片岩、绢云石英片岩夹大型铁矿层, 上部为各种绿色片岩。向东至太行北段的灵邱老炭沟一带, 除底部仍有变质砾岩(厚 133m)外, 其上的绢云石英片岩、绢云石英岩、黑云石英片岩等碎屑沉积厚达 1200m, 始见绿色片岩并即为具 2510Mau-Pb 年龄值的石英闪长岩所侵没。至燕山东段的青龙一带, 朱丈子群的底部变质砾岩厚 50—170m, 而其上的碎屑岩(黑云变粒岩、石榴二云片岩等)厚 888m, 顶部亦含大型变质铁矿, 更高层位则被侵蚀。从上述可知五台区台怀群底部的碎屑岩向东不远即已明显变厚, 至青龙唯一的变化也只是铁矿层之下缺少绿色片岩, 但以具很细粒、富含硅酸铁的铁矿层(难选矿)而显示其共性, 两者的对比是合理的。

此外, 从地壳演化过程和古地理演变角度也可提供一些对比的根据。

1. 地理分布特征: 龙泉关群及遵化群均仅见于局部地区, 石咀群、单塔子群分布最为广阔, 台怀群、朱丈子群亦仅在个别地段出露。

2. 砾岩出现部位: 砾岩开始大规模出现, 具有一定的地质阶段意义。龙泉关群及遵化群均未见及, 石咀群也只是局部地段见有稀疏砾石, 真正出现较厚的变质砾岩则在台怀群及朱丈子群, 很可能反映当时的大陆地块的规模和地形起伏的程度, 两者具有共性。

3. 中酸性岩浆侵入活动及混合岩化作用: 混合岩化作用波及的最高层位分别为石咀群及单塔子群, 而台怀群及朱丈子群均未见到。中酸性岩浆交代侵入, 在龙泉关群及遵化群开始出现, 石咀群及单塔子群最为发育, 台怀群、朱丈子群则均微弱, 也可以说明这些相关地层受到相似构造环境的控制。

4. 铁矿赋存层位及矿石类型变化: 在冀东由于地壳活动性强, 因而由火山活动供给铁质来源并与之共生的类阿尔戈马型铁矿在遵化群、单塔子群及朱丈子群均具大型规模。而处于地壳稳定区的太行五台区则仅在石咀群始具中型铁矿, 台怀群始含大型铁矿。在矿石特征上下部群的颗粒粗, 中部群的颗粒细而易选, 上部群的不仅粒很细, 且杂质难选, 两区也是共同的。

需要指出, 以上划分与对比有的仅属探讨性质, 尚难排除迁西群或桑干群大部或部分老于阜平超群。由于龙泉关群在岩相建造上同阜平超群具有较大的共性, 有的将中、上太古界的分界暂置于龙泉关群及石咀群间。笔者过去长期亦曾持此种认识, 但尚须进一步

1) 贺绍英, 1983, 从重力、磁场特点看冀东、晋北早、中前寒武系地质构造, 国际前寒武纪地壳演化讨论会论文摘要汇编, 第 40 页。

研究。

(四) 上太古界与下元古界的分界问题 国际前寒武纪地层分会将太古界上限置于 2500Ma, 据前述年龄资料, 将其界线确定在五台超群与溥沱超群间比较适宜。如前所述, 从古构造环境、原岩建造、沉积及生物化石方面也都是可行的。

但需指出, 这里将高凡群上移划入溥沱超群, 是因该群变质深度仅达到次绿片岩相(千枚岩), 已有的 $2419 \pm 48\text{Ma}$ Pb-Pb 年龄只能反映为地层生成年龄。还由于高凡群之下有明显的角度不整合, 而且岩性组合、变质深度以及岩石化学、地球化学特点 ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值为 1.48, 稀土总量为 202.18, Eu/Eu^* 为 0.58), 同下伏的台怀群都有明显的差异, 具有更多的元古代特征。

至于下元古界的对比, 主要是五台区豆村群、东冶群与甘陶河群的对比及五台区郭家寨群同太行区东焦群的对比, 笔者等以前有详述^[6], 此处不再重复。

王鸿祯教授在百忙中审阅了本文并给以修改, 在此表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 刘敦一, R. W. Page, W. Compston, 伍家善, 1984, 太行山——五台山区前寒武纪变质岩系同位素地质年代学研究。中国地质科学院院报, 第 8 号, 第 57—79 页。
- [2] 伍家善、刘敦一、金龙国, 1986, 五台山区溥沱群变基性熔岩中锆石 U-Pb 年龄。地质论评, 第 32 卷, 第 2 期, 第 178—182 页。
- [3] Huang Xuan, Bi Ziwei and Donald J. Depaolo, 1986, Sm-Nd isotope study of early Archean rock, Qianan, Hebei Province, China. *Geochimica et Cosmochimica Acta* Vol. 50, pp.625—631.
- [4] Pidgeon, R. T. 1980, 冀东太古界麻粒岩相岩石中锆石的同位素年龄。地质论评, 第 26 卷, 第 3 期, 第 198—202 页。
- [5] 孙大中主编, 1984, 冀东早前寒武纪地质。第 15 及 24—34 页, 天津科学技术出版社。
- [6] 王启超、张建中、王建民, 1984, 论溥沱超群与长城系的关系。前寒武纪地质, 第 2 号, 溥沱群与长城系关系论文集, 第 13—16 页, 地质出版社。

THE STRATIGRAPHICAL AGES, DIVISION AND CORRELATION OF THE EARLY PRECAMBRIAN IN THE TAIHANG-WUTAI AREA, THE YANSHAN AREA AND THE EASTERN SECTOR OF THE YINSHAN MOUNTAINS

Wang Qichao

(Hebei Regional Geological Survey Party, Langfang)

Abstract

According to whether the protolith formation is composed mainly of sedimentary clastic rocks-carbonate rocks or of volcanic rocks-pyroclastic rocks, the Precambrian strata in the region may be divided along the Fengning-Zanhuang line into the stable stratigraphic area in the west and the active stratigraphic area in the east. An integration of the isotopic age data obtained by various methods available and combined with geological factors indicate that there were five significant metamorphic thermal events in the early Precambrian of the region, which took place respectively at 2800 Ma (between the Fuping Supergroup and Wutai Supergroup or between the Qianxi Group and the Zunhua Group), 2500 Ma (between the Taihuai Group and the Gaofan Group or after the formation of the Zhuzhangzi Group), 2350 Ma (between the Gaofan Group and the Doucun Group), 1850 Ma (between the Dongye Group and the Guojiazhai Group), and 1700 Ma (between the Guojiazhai Group and the Changcheng System). According to the geological ages, stratigraphical or structural unconformable relationships and the history of the crustal evolution, the above-mentioned strata may be divided into three large stratigraphic units—the Middle and Upper Archaean and the Lower Proterozoic—and units at the group level therein, and a group-level stratigraphical correlation between the stratigraphic areas has been made. On that basis the stratigraphic system of the stable stratigraphic area has been adjusted to comprise the Middle Archaean Fuping Supergroup (including the Chenzhuang Group and Wanzi Group), Upper Archaean Wutai Supergroup (including the Longquanguan Group, Shizui Group and Taihuai Group), Lower Archaean Hutuo Group (including the Gaofan Group, Doucun Group, Dongye Group and Guojiazhai Group). The Strata of the active stratigraphic area have been adjusted to include the Middle Archaean Qianxi Group and the Upper Archaean Zunhua Group, Dantazi Group and Zhuzhangzi Group. Among them, some divisions (e.g. the boundary of the Middle and Upper Archaean is placed below the Longquanguan Group) and correlations (e.g. the correlation between the Fuping Supergroup and the Qianxi Group) are exploratory in nature.