

山西晚古生代 含煤地层和古生物群

孔宪斌 许志龙 李淑兰 常江弟 刘登军
赵修松 张遵信 廖卓庭 朱怀诚 编著

山西科学技术出版社

序

山西煤炭资源储量之丰,开采之盛、产量之高及其晚古生代含煤地层研究程度之深,堪称为北方诸省之首。早在本世纪二十年代,就有许多中外学者对太原西山月门沟煤系(太原组与山西组的合称)进行了考察和研究,并发表了一些重要的论著。本世纪三、四十年代,日本帝国主义出于侵华战争的需要和进行资源掠夺,亦派员对本区石炭、二叠纪含煤地层进行了诸如煤田地质调查之类的勘探工作。

新中国建国之后,随着国家经济建设的迅速发展和煤田地质勘探、矿山建设事业的飞跃前进,与之密切相关的地层和古生物群的研究也取得了许多突破性的进展和丰硕成果。继《华北月门沟群植物化石》和《中国晚古生代陆相地层》等研究论著问世之后,地质、煤炭、科研及大专院校等许多单位和学者相继在山西做了许多有益的工作,发表了数量众多的关于石炭、二叠纪地层、古生物的论文,其中较重要者如:《太原西山含煤地层沉积环境》、《山西晚古生代沉积环境与聚煤规律》、《中国平朔矿区含煤地层沉积环境》、《晋东南地区晚古生代含煤地层和古生物群》、《华北地区古生物图册》等,都从不同的方面或对地层,或对生物群作了较为详尽的研究,这为提高本区石炭、二叠纪含煤地层和古生物群的深入研究创造了良好的条件。时至今日,全面地、系统地对本区晚古生代地层和古生物群进行总结和综合研究,提到议事日程上来就显得十分必要了。

正是基于这个目的,本书作者积累了多年的工作成果和前人多年工作之大量基础勘探资料,又通过多次新的野外地质考察和标本

采集,选择了 29 条有代表性的地层剖面进行了长达四年的研究,完成了本书,这实是一件十分有意义的工作。

本书作者不仅详尽讨论了包括岩石地层单位、各门类化石组合(带)、各主要化石标志和全区煤层对比在内的许多生产实践中所迫切需解决的问题,同时对各门类化石作了较为详尽的描述和讨论,并在此基础上对其古生态特征和所处的古气候条件等也作了理论性的探讨。此外,对相关的古环境和化石埋葬条件亦进行了相应的分析,对含煤岩系的划分及与国内外类似地层的对比关系等,也作了适当的讨论。很明显,此一工作较成功地将前人的工作与作者本人的研究有机地综合在一起,并进行了总结。此举对有关学科理论探讨和生产实践都有较大的意义,这种多方面的综合性研究是值得赞赏的。

李星学

一九九六年二月

目 录

前言	(1)
上篇 山西晚古生代含煤地层	(3)
第一章 地层分区	(3)
第二章 年代地层单位	(4)
第三章 岩石地层单位	(5)
第四章 古生物组合(带)特征	(7)
一、古植物	(7)
二、蕨	(29)
三、牙形刺	(33)
四、腕足类等	(37)
五、孢粉	(39)
第五章 主要标志层、煤层的对比	(41)
第六章 古生物地理、古气候及古生态	(58)
第七章 与其它地区的对比	(65)
附地层剖面	(67)
1. 太原西山七里沟(67); 2. 太原晋祠柳子沟(72); 3. 太原东山观家峪沟(75);	
4. 大同同忻区 1705 孔(78); 5. 朔县担水沟(79); 6. 朔南 1816 孔(82); 7. 山阴马	
营门石门—偏岭梁头村(87); 8. 原平轩岗小立石(89); 9. 保德扒楼沟(94); 10. 和	
顺南窑(98); 11. 沁水杏峪—阳城八甲口(103); 12. 霍县王庄(108); 13. 柳林三川	
河(110); 14. 离石—中阳区新建煤矿(115); 15. 娄烦河杨树底(116); 16. 柳林成	
家庄(118); 17. 孝义宜兴 8-3 号钻孔(124); 18. 阳泉水泉沟(130); 19. 寿阳韩庄	
34 孔(133); 20. 沁源小聪峪村(136); 21. 沁源 2064 孔(137); 22. 沁源 2027 孔	
(139); 23. 蒲县乔家湾 2302 孔(140); 24. 乡宁甘草山(143); 25. 乡宁台头(150);	
26. 潞安矿区长治勘探区钻孔(153); 27. 陵川附城老金沟(156); 28. 左云南 1604	
孔(160); 29. 垣曲窑头—王茅(162)	

下篇 古生物系统描述

一、古植物	刘陆军、赵修祜、常江林(166)
二、筴	张遵信(197)
三、腹足类	潘华璋(239)
四、喙壳纲	陈楚震(240)
五、双壳纲	陈楚震(240)
六、珊瑚类	赵嘉明(241)
七、腕足类	廖卓庭、陈秀琴(242)
八、牙形刺	李润兰(250)
九、孢粉	朱怀诚(255)

参考文献

英文摘要

图版说明及图版

前 言

山西石炭、二叠纪地层研究具有百余年的悠久历史,尤以太原附近地层剖面完整,出露良好,动植物化石丰富,自十九世纪八十年代以来,中外地质古生物学者接踵而至。早在1882年,李希霍芬(Richtshofen, F. V.)首先将太原附近的古生代地层,按其岩性不同,自老而新分为四个层序:1. 石炭纪石灰岩(Kohlenkalk), 2. 太原层(Taiyuan Schichten), 3. 含煤建造(Steinkohlenführende Schichten)及 4. 煤系以上岩层(Ueberkohlen Schichten)。据弗累希(Frech, F.)的有关化石资料认为太原层的时代为下石炭统晚期。1907年,维理士(Willis, B.)将上述李希霍芬的2—4层合并一起,称为“山西系”。1922年,李四光将山西系的范围缩小,只代表下部太原层和上部含煤建造,根据有孔虫化石,认为其时代不会早于中石炭统,也不会晚于上二叠统。同年,那琳(Norin, E.)在发表的《山西太原地层详考》中,将太原西山的“沉积杂岩(相当维理士广义的山西系)划分为三个部分:最下的部分命名为“月门沟煤系”,又以北岔沟砂岩(实为七里沟砂岩)为界,下部称太原系,时代为早石炭世晚期,上部为山西系,时代为石炭—二叠纪;第二部分为骆驼脖砂岩以上地层,称石盒子系,时代为二叠纪;第三部分为石千峰山关头村一带的石盒子系以上的暗红色砂岩、泥灰岩,称石千峰系,时代为二叠—三叠纪。1924年,那琳又写了一篇论文,专门讨论“石盒子系”和“石千峰系”的岩性和沉积环境。1926年,李四光、赵亚曾分别研究了筴和腕足类化石后认为,以庙沟灰岩下的煤层底为界,其下为本溪系,时代为中石炭世,其上为太原系,时代为晚石炭世。山西系上、下界线同前述一致。1927年,赫勒(Halle, J. G.)在《山西中部古生代植物化石》中,在那琳采自太原附近的植物化石的研究结果发表后,引起中、外地质古生物学者的极大注意。嗣后,太原附近晚古生代地层剖面不只成为我国石炭、二叠纪含煤地层最标准的地层剖面,而且也是世界上石炭、二叠纪地层著名的剖面之一。当时,赫勒对那琳创立的“月门沟煤系”重新厘订,认为其下限即太原系的下限止于晋祠砂岩之底,不包括本溪系,其上“山西系”的上、下界线与那琳的一致,其时代分别为晚石炭世和石炭、二叠纪;并将“石盒子系”分为下、上两部分,下石盒子系时代为早二叠世早期,上石盒子系为早二叠世晚期;石千峰系的时代为晚二叠世。1956年,李星学、盛金章《太原西山的月门沟系并论太原统和山西统的上、下界限问题》一文,阐述了太原西山月门沟系的含义和太原统与山西统的上、下界线,认为太原统的时代属晚石炭世,山西统的时代属早二叠世或石炭—二叠纪,石盒子系的时代为早二叠世,石千峰系的时代为晚二叠世。同年,刘鸿允、应思淮等又将本溪统和月门沟系地层划分为两个统五个组。下部本溪统(C_2),分为“铁铝岩组”和“畔沟组”,上部月门沟统(C_3),分为晋祠组,太原组和山西组。山西组与太原组的分界线为七里沟砂岩底,据其中所夹东大窑灰岩中含筴和腕足类化石、并联系海水进退、沉积韵律等特征,认为山西组应属于晚石炭世。1958年,杜宽平等依据东大窑灰岩中发现大量晚石炭世筴类化石,主张把刘鸿允等划分的山西组一分为二,东大窑灰岩及其以下的部分划归晚石炭世太原统,其上部为山西组,即自北岔沟砂岩底至骆驼脖砂岩底。同年,赵一阳提出:山西统与下石盒子统同属早二叠世,合并为一个统,仍称山西统,代表华北早二叠世沉积;故自下而上划分为中石炭世本溪统,晚石炭世太原统(包括晋祠组和北岔沟组),早二叠世山西统(包括南峪沟组和骆驼脖组),晚二叠世石盒子统。1959年,杜宽平、沈玉蔚和胡希廉等赞同赵一阳的意见,但胡希廉等将太原统北岔沟组

改称玉门沟组,山西统南峪沟组改称北岔沟组。在太原西山地区工作的煤田地质勘探 148 队支持杜宽平(1958)的意见,并将太原统划分为晋祠组(C_3^1)、毛儿沟组(C_3^2)和东大窑组(C_3^3)。1959 年,召开了“全国地层会议山西现场会议”和“第一届全国地层会议”,通过资料介绍和充分讨论协商,对多数问题取得了基本一致的意见。主要成果反映在杨敬之等(1962)《中国的石炭系》和李星学(1963)《中国晚古生代陆相地层》中。同时,李星学发表了《华北月门沟群植物化石》,全面地论述了华北地区晚古生代各岩组植物组合特征,划分出本溪组中的维斯发期植物群,太原组中的早期华夏植物群,山西组和下石盒子组中的中期华夏植物群(又分为 A、B 两期)以及上石盒子组和石千峰组中的晚期华夏植物群(又分为 A、B 两期)。在全面总结晚古生代陆相地层并结合上述古植物研究成果,李星学(1963)认为,华北晚古生代地层可分为中石炭世本溪群,晚石炭世太原群,早二叠世早期山西组,早二叠世晚期下石盒子组、晚二叠世早期上石盒子组和晚二叠世晚期石千峰组。

1975 年在太原召开的“华北区二叠系专题会议”,对太原西山地区山西组的上、下限基本上统一于 1959 年地层会议多数人的意见,即山西组下限为北岔沟砂岩底,上限为骆驼脖砂岩底,但在太原西山以外地区山西组的上、下限与太原西山对比,存在着较大的分歧,对山西组的时代归属产生了两种不同意见,一种意见认为山西中南部的山西组下界在海相层(K_5 、 K_6 灰岩)之上,时代为早二叠世。另一种意见(山西区调队意见)将 K_5 、 K_6 灰岩划归到山西组, K_5 灰岩含大量的晚石炭世蕨类及腕足类化石,因此山西组的时代应为晚石炭世。会议最终处理意见是山西组仍归属早二叠世; K_5 、 K_6 灰岩归入晚石炭世太原组。而二叠系的顶界线问题在会议上基本得到了解决,即石千峰组(狭义)即孙家沟组之上界为二叠系的顶界,刘家沟组、和尚沟组为早三叠世。1983 年,山西省地矿局区域地质调查队王柏林、张志存等,在编写《山西石炭系》时,将晋东南陵川附城剖面的附城灰岩(K_5)与太原西山剖面山西组的舌形贝页岩相比,根据该附城灰岩(K_5)所含蕨、牙形刺均为晚石炭世的动物化石,故将山西组时代归属于晚石炭世。潘随贤、许惠龙等(1987)将石炭系和二叠系的界线划在太原西山太原组的晋祠段和毛儿沟段之间,将太原组的中上部划归二叠系。随着山西晚古生代煤田的大规模地质勘探工作进行,山西全省或区域性煤田地层及古生物科研工作也获得丰富的成果,先后出版了《华北地区古生物图册, (一)》(1985),《中国平朔矿区含煤地层沉积环境》(2)(1987),《太原西山含煤地层沉积环境》(1987),《晋东南地区晚古生代含煤地层和古生物群》(1987)等。中国煤田地质局 1986 年进行的“华北晚古生代聚煤规律与找煤”课题的一部分,“华北晚古生代聚煤规律与找煤”(山西省部分)的成果于 1990 年 8 月完成,并于 1992 年正式出版《山西晚古生代沉积环境与聚煤规律》专著,书中建立了 17 条主干地层古生物剖面,阐明了山西晚古生代地层层序、岩石特征、生物组合及剖面间的对比关系,基本统一了山西全省晚古生代含煤地层的划分与对比,首次在太原组上部建立了山坨段。

本课题*研究的古生物标本和地层资料主要是在“华北晚古生代聚煤规律与找煤”(山西省部分)1987—1990 年山西煤田地质局主办课题进行期间,在拾余各主干剖面上获得的,部分古生物地层资料是 1992 年本课题确定后,在乡宁台头,太原东山等地实地工作中采集的。山西煤田地质局下属的 115 队,114 队,144 队,148 队,综普队等单位也提供了钻孔地层资料和古生物标本,一并予以研究。

* 本成果部分经费得到中国科学院古生物与古人类学科基础研究特别支持费的资助,编号:9108。

上篇 山西晚古生代含煤地层

第一章 地层分区

山西省石炭、二叠世地层发育完好,出露齐全,动植物化石丰富,是华北地层区最具代表性地区之一。地层层序自下而上为:上石炭统本溪组(铁铝岩段和半沟段),上石炭统一下二叠统太原组(上石炭统晋祠段、下二叠统西山段和山坨段),下二叠统山西组及下石盒子组,上二叠统上石盒子组及石千峰组(狭义)。各组段均为整合接触。与下伏中奥陶统峰峰组或上马家沟组以假整合接触,而与上覆下三叠统刘家沟组以整合接触。

山西地层表编写组(1979)依据太古界至新生界的综合特征,山西地层分属于阴山—努尔虎地层分区、山西地层分区、伊克昭盟—陕甘宁地层分区、汾渭地层分区及豫西地层分区。为了着重研究晚古生界地层,依据其地层发育状况、岩性岩相特征,含煤性、古生物特点及古构造特征等,山西晚古生代地层可分为3个小区(程保洲主编1992):

1. 大同一怀仁小区(I) 指右玉、怀仁一线以北地区。本小区本溪组铁铝岩不发育,灰岩局部可见;太原组不含灰岩及海相动物化石,煤层厚度大、含煤系数高达22—41%;缺失上二叠统石千峰组(图1)。

2. 宁武—临汾小区(Ⅰ) 指垣曲—夏县一线以北至第一小区南界广大地区。本小区本溪组灰岩发育较好,含丰富动物化石;太原组灰岩层数多,化石丰富;含煤系数为4.5—35%,其北部煤层发育较好;山西组含有海相泥岩及少量动物化石;上石盒子组除轩岗一带外,均无煤层或煤线发育;在山阴—原平一线以东和太原以北地区缺失下石盒子组上部至石千峰组沉积。本小区历来为研究山西晚古生代地层的重点地区。

3. 垣曲—夏县小区(Ⅱ) 指垣曲—夏县以南的山西南部地区。本小区本溪组不发育或缺失,多数地区仅有下部铁铝岩沉积;太原组灰岩不发育,含煤系数低,仅为3—4%,山西组的煤层多不可采,上石盒子组含煤;动植物化石较少。

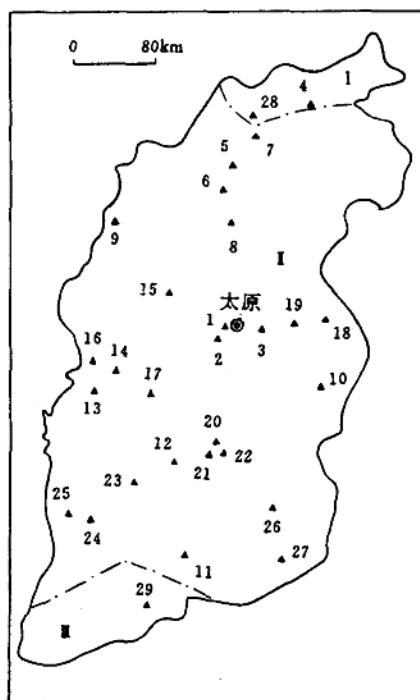


图1 山西石炭、二叠纪地层分区
(据程保洲等,1992)
数字编号为地层剖面号

第二章 年代地层单位

1989年7月17日国际地层委员会表决通过的《IUGS 1989 全球地层表》，是国际地层委员会主席 J. W. Cowie 等根据地层委员会各分会、各界线工作组、各委员会等资料编制。石炭纪分下系和上系，上石炭系又分为 Serpukhovian (上部), Bashkirian, Moscovian 和 Gzhelian 四部分；二叠系二分，下二叠统又分为 Asselian, Sakmarian, Artinskian, Roadian 四部分和 Wordian 下部，上二叠统可分为 Wordian 上部, Capitanian 和 Changhsingian (表 2-1)。

英国剑桥大学 W. B. Harland 等的《地质时代表 1989》中，石炭纪和二叠纪都采用二分 (表 2-2)。

表 2-1 《IUGS 1989 全球地层表》

三叠系			
二叠系	上二叠统	Tatarian	Changhsingian
		Kazanian	Capitanian
		Kungurian	Wordian
	Roadian		
	下二叠统	Artinskian	
		Sakmarian	
		Asselian	
石炭统	上石炭统	Stephanian	Gzhelian
		Westphalian	Kasimovian
			Moscovian
			Bashkirian
	Namurian	Serpukhovian	
	下石炭统	Visean	
		Tournaisian	

表 2-2 《地质时代表 1989》

二叠纪	Zechstein	长兴期 Changxingian
		龙潭期 Longtanian
		卡皮丹期 Capitanian
		沃德期 Wordian
		乌菲姆期 Ufimian
	Rotliegendes	空谷期 Kungurian
		阿丁斯克期 Artinskian
		萨克马尔期 Sakmarian
		阿赛尔期 Asselian
石炭纪	宾夕法尼亚亚纪	格泽里世 Gzhelian
		卡西莫夫世 Kasimovian
		莫斯科世 Moscovian
		巴什基尔世 Bashkirian
	密西西比亚亚纪	谢尔普霍夫世 Serpukhovian
		韦宪世 Visean
		杜内世 Tournaisian

王鸿祯、李光岑(1990)编制的《中国地层时代表》是根据全国地层委员会有关文件，结合近年来地层研究新进展而定的。古生代采用中国的阶名(表 2-3)：

近年来，各国研究二叠纪地层工作者对二叠系的阶名的选择，大致采用俄罗斯、美国和中国的名称，上二叠统采用吴家坪阶和长兴阶，而不采用龙潭阶名称。

本书采用的晚古生代年代地层单位是(自老至新)：上石炭统滑石板阶、达拉阶和马平阶，下二叠统龙吟阶、栖霞阶和茅口阶，上二叠统吴家坪阶和长兴阶(表 2-4)。上述阶名的层型剖面都位于华南地层区海相沉积。

本文以牙形刺 *Streptognathodus barskovi* 作为首要类群，以它的始现作为山西二叠系

的底界, 筳类 pseudoschwagerinid 分子作为辅助类群, 此二类化石的始现都位于太原西山庙沟灰岩和山西其它地区剖面的庙沟灰岩底。这一条界线可与国际上以牙形刺 *Streptognathodus barskovi* 和 *Sphaeroschwagerina vulgaris*-*Pseudoschwagerina fusiformis* 带之底作为洲际二叠系底界位置相一致。

表 2-3 《中国地层时代表》

二叠系	晚二叠世	长兴期(阶)
		龙潭期(阶)
	早二叠世	茅口期(阶)
		栖霞期(阶)
		未名
石炭系	壶天世(统)	马平期(阶)
		达拉期(阶)
		滑石板期(阶)
	丰宁世(统)	德坞期(阶)
		大塘期(阶)
		岩关期(阶)
		未名

表 2-4 本文采用的地层时代表

二叠系	上统	长兴阶	石千峰组(狭义)	
		吴家坪阶	上石盒子组	
	下统	茅口阶	下石盒子组	
		栖霞阶	山西组	
		龙吟阶		
石炭系	上统	马平阶	太原组	山圪段
		达拉阶		西山段
			本溪组	晋祠段
				半沟段
				铁铝岩段

第三章 岩石地层单位

山西晚古生代岩石地层单位自下而上分为本溪组、太原组、山西组、下石盒子组、上石盒子组和石千峰组(狭义), 现分别叙述如下:

1. 本溪组 原名本溪系, 系李四光、赵亚曾 1926 年创立, 标准地点在辽宁本溪市西约 6 公里的新洞沟和蚂蚁沟之间。山西的本溪组平行不整合于中、下奥陶统或寒武系之上, 并以奥陶系或寒武系侵蚀面为底, 其顶界置于太原组晋祠砂岩或相当岩层之底。厚 0—60m, 总的变化趋势是北、中部厚, 南部薄, 最南部的垣曲—夏县小区仅发育底部的铁铝岩, 厚 0—10m。早在 1957 年, 刘鸿允将太原西山本溪组划分为下部铁铝岩组及上部半沟组。1987 年, 潘随贤等建议以最下部一层灰岩之底为界, 下部称铁铝岩段, 上部称半沟段。

铁铝岩段以鸡窝状黄铁矿或灰、灰白色铝质岩、铝质泥岩为主; 半沟段主要为黑、灰色泥岩、粉砂岩、细砂岩, 夹薄煤层及 1—6 层灰岩。太原—阳泉以北地区灰岩层数少, 但厚度大, 至北部大同一怀仁小区仅发育一层, 厚度最大可达 5m。太原、阳泉等地灰岩层数, 一段为 2—4 层, 太原东山局部可达 6 层, 厚度变小, 泥质含量增高。阳城—乡宁地区以南, 缺少灰岩沉积。煤层多不可采, 在北部多为薄煤层, 中部较厚, 南部多为煤线。

2. 太原组 原名太原系, 系翁文灏、Grabau 1922 年创名(1925 年发表), 标准地点在太原附近。此后, 不少中外学者对太原系的含义进行过多次厘订。本文的太原组系指本溪组之上至最高一层石灰岩。在太原西山其顶界置于山西组底部的北岔沟砂岩或相当岩层之底。厚为 50—140m。总的变化趋势是南厚北薄。在垣曲—夏县小区由于受中条古隆起的影响, 缺失下部沉积, 厚度仅 20—50m。根据岩性、岩相及沉积旋回并结合古生物特征, 太原组可以划

分为3个岩性段(程保洲主编,1992):

1) 晋祠段 层型剖面在太原市晋祠镇附近,自晋祠砂岩底至下煤组之底。岩性以细砂岩、粉砂岩及泥岩为主,夹薄煤层及1—4层灰岩。生物群以 *Triticites* 带分子富集为特征。灰岩层在晋西北保德一带较发育,最多可见4层,其中2层较稳定,多为厚层状,含少量燧石结核,厚1.4—1.7m。北部大同一怀仁山区灰岩缺失,中部一般只见一层泥质含量较高的灰岩,厚约1m。南部仅局部地区可见一层泥质灰岩或泥灰岩,厚0.4—1.3m。煤层多不可采,一般厚0.2—0.7m。

2) 西山段 层型剖面在太原西山,自下煤组底至东大窑灰岩之顶界。岩性以砂岩、砂质泥岩、泥岩为主,夹多层灰岩及主要可采煤层(下煤组)。

灰岩层在南部地区较发育。最北部大同一怀仁小区未见灰岩。向南至朔县、偏关、浑源及宁武一带,下部出现1—3层海相泥岩及泥灰岩沉积。宁武、轩岗一线以南地区,下部灰岩发育较好,上部亦出现海相泥岩及泥灰岩。太原—阳泉一线以南地区灰岩发育齐全,有4—5层含泥灰岩及灰岩,下部灰岩多含燧石结核或燧石条带。晋东南地区灰岩最为发育,最多可见6层,亦含燧石结核或燧石条带。主要煤层有4层,其中庙沟灰岩以下的1—2层煤层(下煤组)为主要可采煤层,全区稳定,一般厚10—20m。

3) 山圪段 主要发育于晋东南地区,层型剖面位于晋城市南岭乡以东1km处的小东沟村附近。自陵川附城灰岩之底至山圪灰岩(或小东沟灰岩)之顶,厚约15m。本段岩性为泥岩、砂质泥岩、细砂岩夹灰岩,上部山圪灰岩变化较大,在长治以北的左权、武乡、襄垣一带相变为硅质岩;在长治、高平、陵川、晋城、阳城和沁水等地,时为硅质岩时为泥灰岩。

3. 山西组 原名山西系,系维里士1907年创名,当时维里士将李希霍芬(1882)在山西太原地区建立的2层(*Taiyuan Schichten*)、3层(*Steinkohlenführende Schichten*)和4层(*Ueberkohlen Schichten*)合并,命名为山西系。那琳(1922年)将“太原系”和“山西系”的层位重新厘订,并将二者合并称为“月门沟系”。

本文的山西组系指太原西山北岔沟砂岩底至骆驼脖砂岩底。厚20—120m,总的变化趋势是南厚北薄。岩性主要为砂岩、粉砂岩、砂质泥岩,夹海相泥岩及煤层。平鲁—朔县—五台以北地区岩性多为中粗粒石英砂岩、粉砂岩夹泥岩及煤层,砂岩厚度大、层数多,一般厚3—30m。向南至太原—阳泉一线,砂岩层数明显减少,厚度一般为1—10m。南部地区砂岩层数很少,一般仅1—5层。本组中、下部出现含有 *Lingula* sp. 和 *Dictyoclostus* sp. 碎片的海相泥岩。主要煤层有3层,舌形具页岩及相当层位之下的煤层为主要可采煤层,在北、中部最发育,厚6—15m,向南变薄,至晋东南一般小于1m。中煤层在大同地区最厚可达7.23m,至晋东南变薄,多不可采。上煤层在晋东南最发育,厚约3m,层位稳定,俗称“香煤”。

4. 下石盒子组 为那琳(1922)命名的“石盒子系”的下部。当时,那琳将山西太原地区“月门沟系”之上的地层,命名为“石盒子系”和“石千峰系”。1927年,赫勒研究了那琳采自太原附近的植物化石后,对那琳1922年所测剖面作了修正,并将“石盒子系”分为上、下两部分。

本文的下石盒子组系指太原地区自骆驼脖砂岩之底至桃花泥岩之顶的一段沉积。厚59—180m,一般为80—100m,总的分布趋势是南厚北薄。岩性以黄绿、灰黄、灰绿色砂岩及泥岩为主,夹局部可采煤层,顶部夹1—2层紫斑泥岩。北部地区砂岩较发育,单层厚度大。向南,砂岩层数、厚度减少。顶部桃花泥岩在晋中、晋南地区发育较好,北部大同一怀仁小区多

不发育。本组下部含薄煤层或煤线,在中部和南部地区发育较好,但多不可采。据山西区域地质测量队(1975—1982)的资料,本组按其岩性约略可分为上、下两部分,下部为黄绿、灰绿、灰黑色页岩及薄层砂岩互层、夹有煤线;上部以黄绿色页岩及砂岩为主,夹紫红或杂色泥岩。

5. 上石盒子组 为那琳 1922 年命名的“石盒子系”的下部。本文系指自桃花泥岩之顶至本组顶部燧石层(即那琳称为的骨髓层)上砂岩之底的一段沉积。厚 172—517m。岩性以杂色(暗紫、杏黄为主)砂岩、砂质泥岩及泥岩为主,中、上部夹 1—4 层薄层状硅质岩。南部垣曲—夏县小区及宁武煤田中部轩岗一带夹有煤线。据山西区域地质测量队(1975—1982)的资料,本组按其岩性,约略可以划分为下、中、上 3 部分:1. 下部以黄绿色砂岩、杏黄色砂质泥岩、砂质页岩和页岩为主,其下部暗紫色砂质泥岩时有出现,中、上部紫红色砂质页岩和页岩明显出现。2. 中部为黄白、黄绿色砂岩、黄绿色砂质泥岩和页岩,紫红色砂质泥岩、砂质页岩和页岩明显增多。以一层白、黄白色厚层砂岩作为底砂岩,该砂岩在阳泉狮脑峰山发育良好,由多层砂岩夹砂质泥岩组成,层位稳定,被命名为“狮脑峰砂岩”。3. 上部为黄绿、灰白色砂岩、暗紫红、黄绿色砂质泥岩、砂质页岩和页岩组成。底部为一层灰白色含砾砂岩,阳泉一带称为“含水砂岩”。顶部时见含黑、红色燧石泥岩。与上覆石千峰组为连续沉积。

6. 石千峰组(狭义) 原名石千峰系,系那琳 1922 年命名,标准剖面地点在太原石千峰山。1959 年,中国科学院山西地层队刘鸿允、刘宪亭、王水等对宁武盆地出露的“石千峰系”自下而上划分为:孙家沟组、刘家沟组和和尚沟组。李星学(1963)在总结我国晚古生代陆相地层时,以“石千峰组”代替“石千峰系”,其涵义仍包括宁武剖面的三个部分。1975 年,在沁水盆地发现三叠纪重要代表分子肋木后,刘家沟组和和尚沟组应隶属于早三叠世。本文的石千峰组仅相当于刘鸿允等划分的孙家沟组的地层。

本组以一层黄、黄绿色厚层—巨厚层含砾砂岩与下伏的上石盒子组分界。岩性为砖红、暗紫、紫红色泥岩、砂质泥岩,黄绿、灰绿色不同粒度的长石砂岩、长石质硬砂岩及长石石英砂岩等。中、上部夹 0—5 层层状、透镜状淡水灰岩或钙质结核。岩性、岩相变化大,自北向南淡水灰岩层数增多。总厚 66—186m,一般为 100—150m。

第四章 古生物组合(带)特征

山西晚古生代含煤地层中动、植物化石十分丰富,如蕨、牙形刺、腕足类、双壳类、古植物等,其中以蕨、牙形刺和古植物最为重要;植物化石中真蕨、种子蕨类占主导地位,石松类和楔叶类植物也十分丰富,银杏类、苏铁类亦常见及,除植物大化石外,还有一定数量的孢粉化石。

一、古植物

山西石炭、二叠纪植物群,百余年来经过中外古植物学者的研究,特别是 T. G. Halle (1927)、李星学(1963)等工作,为华夏植物群组合序列的建立打下了坚实的基础。以太原东、西山石炭、二叠纪地层中的植物化石建立的植物组合序列早已闻名于世,对我国乃至东亚地区华夏植物群的研究有极重要的作用,因而该区地层被视为华夏植物区的代表性剖面。

山西石炭、二叠纪植物群及其组合(带)的研究,近十余年来取得一些新进展,主要有:1. 本溪组植物化石,以往均视为欧美植物群的一部分。近年来在太原东山本溪组中发现华夏植物群分子:*Lepidodendron posthumii*, *Cathaysiodendron nanpiaoense*, *Tingia* sp. 等。此外,在豫西北及甘肃东部和宁夏南部本溪组中都有一些华夏植物群典型分子的出现。因此,我国大多数古植物学者认为本溪组植物化石应属于华夏植物群,华夏植物群形成的时期不是以往认为的太原期,而是本溪期,甚至可能还更早一些。2. 随着石炭系和二叠系界线在山西太原和陵川附城地区置于庙沟灰岩或松窑沟灰岩之底,原来认为的代表 Stephanian (斯蒂芬期)的 *Neuropteris ovata*-*Lepidodendron posthumii* 组合应主要代表赤底期初期(Early Rotliegendes)的植物面貌。其主要分子,如 *N. ovata*, *Cathaysiodendron nanpiaoense* 等可以下延至斯蒂芬期。程保洲等(1992)将太原组的晋祠段和西山段的界线置于太原西山剖面庙沟灰岩之下的 9# 煤层之底。经初步研究,在此界线上、下,植物化石的组成亦有一些差异。3. 随着古植物研究工作不断深入发展,发现古植物某些分子在地层剖面上、下伸延的现象经常出现,甚至某些被视为主要代表分子亦是如此,如以往被视为下石盒子组的主要代表分子 *Cathaysiopteris whitei*, 近年来在山西组中出现,甚至在上石盒子组底部亦有其踪迹。然而大多数古植物学者都认为,植物化石组合的划分应着眼于其总的面貌,各别分子、甚至某些代表分子在地层中上下延伸是不足为奇的。

根据山西石炭、二叠纪植物的地质分布情况(表 4-1),可以自上而下划分为 8 个植物组合:

PFA VII *Ullmannia bronii*-*Yuania magnifolia* 组合

PFA VI *Gigantonoclea hallei*-*Psymophyllum multipartitum*-*Lobatannularia heianensis* 组合

PFA V *Gigantonoclea lagreliei*-*Fasciapteris hallei*-*Lobatannularia ensifolia* 组合

PFA V *Emplectopteris triangularis*-*Cathaysiopteris whitei*-*Sphenopteridium pseudogermanicum* 组合

PFA IV *Emplectopteris triangularis*-*Taeniopteris mucronata*-*Lobatannularia sinensis* 组合

PFA III *Neuropteris ovata*-*Lepidodendron posthumii* 组合

PFA II 未名组合

PFA I *Neuropteris gigantea*-*Linopteris neuropteroides*-*Conchophyllum richthofenii* 组合

现从老至新将各组合的组成及特征分别叙述如下:

PFA I *Neuropteris gigantea*-*Linopteris neuropteroides*-*Conchophyllum richthofenii* 组合

本组合包括的植物化石主要采自本溪组,计有 12 属 26 种,其中石松植物门 2 属 7 种:*Lepidodendron worthenii*, *Lep. subrhombicum*, *Lep. galeatum*, *Lep. yanbeiense*, *Lep. minutum*, *Lep. liulinense*, *Cathaysiodendron nanpiaoense*; 楔叶植物门 2 属 5 种:*Sphenophyllum oblongifolium*, *Sph. ? (Tristachya?) sp.*, *Calamites cf. cistii*, *C. taiyuanensis*, *C. carinatus*; 蕨叶目 2 属 2 种:*Tingia* sp., *Conchophyllum richthofenii*; 真蕨植物门和种子蕨植物门 5 属 11 种:*Rhacopteris dubia*, *Pecopteris cf. lamuriana*, *Neuropteris gigantea*, *N.*

otozamites, *N. kaipingiana*, *N. pseudogigantea*, *N. rectinervis*, *Linopteris brongniartii*, *L. neuropteroides*, *L. cf. obliqua*, *Recicalesopteris yuanii*; 银杏植物门 1 属 1 种: *Dicranophyllum latum* 等。

从上述名单中可以看出,本组合是以鳞木属、脉羊齿属和网羊齿属为主,以及贝叶属等时限较短,分布较广,特别是以 *Neuropteris gigantea*, *Linopteris neuropteroides* 和 *Conchophyllum richthofenii* 等为主要代表分子。在这个植物组合中,保存不少欧美植物群分子,也出现很多华夏植物群分子,如 *Lepidodendron subrhombicum*, *Lep. galeatum*, *Cathaysiodendron nanpiaoense*, *Tingia* sp., *Conchophyllum richthofenii*, *Neuropteris otozamites*, *N. kaipingiana* 及 *Recicalesopteris yuanii* 等。此外,在欧洲始现于维斯发期的偶羽羊齿 *Paripteris* (*Neuropteris*) *gigantea* 等,在我国西北及南方出现于纳谟尔期,甚至韦宪期,因而我国一些古植物学者认为这类植物是华夏植物群分子,后来迁徙到欧洲的。华夏植物群分子在本植物组合中占有很大的比重,故我国不少古植物学者认为本植物组合应为华夏植物群的形成初期的植物面貌。

PFA I 未名组合

本组合植物化石主要采自太原组晋祠段,包含 15 属 27 种,其中石松植物门 2 属 5 种: *Lepidodendron posthumii*, *Lep. szeianum*, *Lep. oculus-felis*, *Lep. pearforme*, *Cathaysiodendron nanpiaoense*; 楔叶植物门 3 属 8 种: *Sphenophyllum oblongifolium*, *Sph. ? verticillatum*, *Sph. jinyangense*, *Calamites cistii*, *C. aff. schützeiformis*, *C. suckowii*, *Annularia pseudostellata*, *A. radiata*; 瓢叶目 1 属 1 种 *Tingiostachya* sp.; 真蕨植物门和种子蕨植物门 8 属 14 种,包括 *Pecopteris arborescens*, *P. cyathea*, *P. atromarginata*, *Lobatopteris shanxiensis*, *Neuropteris ovata*, *N. plicata*, *N. houxiensis*, *N. pingshanensis*, *Cyclopteris orbicularis*, *Alethopteris huiana*, *A. hallei*, *Odontopteris chui*, *Callipteridium* sp. 和 *Caulopteris shanxiensis*; 苏铁植物门 1 属 1 种 *Nilssonia nobilis*; 科达纲 1 属 2 种 *Cordaites principalis*, *C. schenkii*, 以及未定名的种子。

由于晋祠段主要出现于山西中、北部地区,为不厚的海陆交替相岩层,所含植物化石不多,就已知情况来看,其植物面貌与太原组西山段的相似,不过其属种及植株数量较贫乏。本组合植物发掘和研究不够,故暂不命名。

PFA II *Neuropteris ovata*-*Lepidodendron posthumii* 组合

本组合的植物化石主要采自太原地区太原组西山段及其它地区相当地层中。1963 年,李星学创立本植物组合时,是代表华北地区太原组(包括当前的太原组晋祠段及西山段)的植物化石,但其植物化石大部分来自太原组中上部,即西山段,故本文将此组合代表太原组西山段的植物化石。本植物组合内容较丰富,其中石松植物门有 3 属 8 种: *Lepidodendron posthumii*, *Lep. szeianum*, *Lep. difforme*, *Lep. oculus-felis*, *Lep. peariorme*, *Cathaysiodendron incertum*, *Stigmara ficoides*, 楔叶植物门有 4 属 11 种: *Sphenophyllum emarginatum*, *Sph. oblongifolium*, *Sph. jinyangense*, *Calamites suckowii*, *C. cistii*, *C. carinatus*, *Annularia cf. pseudostellata*, *A. stellata*, *A. orientalis*, *A. radiata*, *Macrostachya* sp., 瓢叶目 3 属 3 种: *Tingia hamaguchii*, *Paratingia datongensis*, *? Tingiostachya* sp.; 真蕨植物门和种子蕨植物门 10 属 18 种: *Sphenopteris neuropteroides*, *Sph. cf. tenuis*, *Pecopteris cf. hemiteroides*, *P. arborescens*, *P. cf. unita*, *P. atromarginata*,

Lobopteris shanxiensis, *Asiopteris huaiensis*, *Neuropteris ovata*, *N. plicata*, *N. houxianensis*, *N. pingshouensis*, *Cyclopteris orbicularis*, *Alethopteris* cf. *huiana*, *A. hallei*, *Odontopteris chui*, *Callipteridium koraiense*, *Caulopteris shanxiensis*; 苏铁植物门仅 1 属 1 种 *Nilssonia nobilis*; 科达纲 1 属 2 种: *Cordaites principalis*, *C. schenkii*, 以及一些裸子植物的种子化石和木化石 *Dadoxylon sahnii*, *D. taiyuanense*, *D. ningwuense* 等。

从上列植物名单中可以看出, 华夏植物群自维斯发期(代表植物组合为 PFA I)形成以来, 经过斯蒂芬期, 到当前时期得到初步发展, 其主要特征为东方型鳞木类植物占据了重要位置, 华夏植物群特有的 *Tingia*、*Paratingia* 等属经常出现, 真蕨植物门和种子蕨植物门的 *Pecopteris*、*Neuropteris* 和 *Sphenopteris* 等属的分异度和出现的频率较高, 出现一些地方性的种。

PFA IV *Emplectopteris triangularis*-*Taeniopteris mucronata*-*Lobatannularia sinensis* 组合

本植物组合的组成分子主要采自太原地区山西组及其它地区相应地层中。如将晋东南地区陵川附城剖面中黄水沟砂岩至山坨灰岩及相当地层对比为太原地区山西组的一段地层的话, 则 PFA III 组合中的重要分子 *Lepidodendron posthumii*、*Cathaysiodendron incertum* 上延至本植物组合中, 虽然其数量很少。当前植物组合包括石松植物门 4 属 11 种: *Lepidodendron liulinense*, *Lep. oculus-felis*, *Lep. posthumii*, *Lep. emarginatum*, *Lep. acutangulum*, *Lep. taiyuanense*, *Lep. hejinense*, *Cathaysiodendron incertum*, *C. nanpiaoene*, *Lepidophloios sinensis*, *Asolanus aphelus*, 另有根部及生殖部分化石 *Stigmaria ficoides*, *St. rugolusa*, *Lepidostrobophyllum shanxiense*, *Lepidostrobus* sp.; 楔叶植物门 4 属 18 种, 其中楔叶目有 *Sphenophyllum emarginatum*, *Sph. kawasakii*, *Sph. oblongifolium*, *Sph. verticillatum*, *Sph. scopulatum*, *Sph. minor*, *Sph. thonii*, *Sph. spathulatum*, *Sph. xishanense*, *Sph. xiangyuanense*, 木贼目有 *Calamites suckowii*, *C. cistii*, *Annularia stellata*, *A. orientale*, *A. cf. papilioformis*, *A. macularis*, *Lobatannularia sinensis*, *L. cf. ensifolia*; 瓢叶目 1 属 3 种 *Tingia gerardii*, *T. hamaguchii*, *T. palmafolia*; 真蕨植物门和种子蕨植物门有 14 属 46 种之多, 其中主要的分子为 *Sphenopteris tenuis*, *Sph. firmata*, *Crossotheca cathaysiana*, *Pecopteris affinis*, *P. hemiteloides*, *P. linsiana*, *P. arcuata*, *P. orientalis*, *P. robusta*, *Cladophlebis nystroemii*, *C. ozakii*, *Asiopteris huaiensis*, *Alethopteris hallei*, *A. norinii*, *Odontopteris subcrenulata*, *Mariopteris hallei*, *Emplectopteris triangularis*, *Emplectopteridium alatum*, *Callipteridium koraiense*, *Taeniopteris mucronata*, *T. serrulata*, *T. multinervis*, *T. nystroemii* 等; 科达纲 1 属 4 种: *Cordaites principalis*, *C. schenkii*, *C. sandalimorpha*, *C. baodeensis*, 以及球果化石 *Cordaitanthus volkmanii*, *C. curtus*。此外, 本组合中还有一些分散保存的裸子植物种子和球果及木化石 *Dadoxylon* (*Cordaites*) *sahnii*, *D. rhodeanum*, 分类位置不定植物 *Tongshania dentata* 等。

从上列植物名单中可以看出, 本植物组合的鳞木目植物仍然很发育, 但某些种如 *Lep. posthumii*, 基本消失, 为另外一些种代替。楔叶植物门中, 特别楔叶属的分异度很高。真蕨植物的门和种子蕨植物门进一步发育, 属种数量多, 分布广, 其中楔羊齿属, 栉羊齿属, 延羊齿属和带羊齿属分异度很高。前一植物组合中一些分子, 如 *Neuropteris ovata* 等, 基本消失, 始现一些属种, 如 *Emplectopteris*, *Emplectopteridium*, *Lobatannularia* 等属及 *Taeniopteris mu-*

cronata, *T. multinervis*, *Sphenophyllum thonii* 等种, 可视为本植物组合的重要分子或代表分子。

PFA V *Emplectopteris triangularis*-*Cathaysiopteris whitei*-*Sphenopteridium pseudogermanicum* 组合

本植物组合的组成分子主要采自太原地区下石盒子组下部及其它地区相当地层中。其中石松植物门 2 属 13 种, 另有根部及球果化石 2 属 2 种, 主要的为 *Lepidodendron qinyuanaense*, *Lep. tieni*, *Lep. pingluense*, *Lep. houxianense*, *Lep. qinshuiense*, *Lep. xingyuense*, *Lepidophloios sinensis*; 楔叶植物门 6 属 34 种, 主要的为 *Sphenophyllum laterale*, *Sph. kawasakii*, *Sph. costae*, *Sph. scopulatum*, *Sph. neofimbriatum*, *Sph. spathulatum*, *Sph. lingchuanense*, *Calamites cruciatus*, *C. undulatus*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Annularia gracilescens*, *A. papilioformis*, *A. rigida*, *A. punctata*, *Lobatannularia lingulata*, *L. ensifolia*; 瓢叶目 3 属 12 种, 主要的为 *Plagiozamites oblongifolius*, *Tingia carbonica*, *T. ? trilobata*, *T. partita*, *Yuania gigantea*, *Y. chinensis*; 真蕨植物门和种子蕨植物门有 20 属 70 种之多, 主要的为 *Sphenopteridium pseudogermanicum*, *Sph. shanxiense*, *Sphenopteris tenuis*, *Sph. nystroemii*, *Sph. qingshuiheensis*, *Sph. maliankouensis*, *Chansitheca palaeosilvana*, *Pecopteris candolleana*, *P. hirta*, *P. feminaeformis*, *P. tuberculata*, *P. arcuata*, *P. orientalis*, *P. anderssonii*, *P. echinata*, *Cladophlebis manchurica*, *Lixotheca (Cladophlebis) permica*, *Rhomboidopteris yongwolensis*, *Alethopteris hallei*, *A. ascendens*, *Compsopteris wongii*, *Odondopteris subcrenulata*, *Mariopteris hallei*, *Emplectopteris triangularis*, *Emplectopteridium alatum*, *Callipteridium tachingshanense*, *C. koraiense*, *Callipteris conferta*, *Cathaysiopteris whitei*, *Taeniopteris serrulata*, *T. multinervis*, *T. fuchengensis*, “*T. aduncata*”; 苏铁植物门有 4 属 6 种, 主要的为 *Nilssonia huabeiensis*, *Pterophyllum cutelliforme*, *P. shanxiense*, *Primocycas chinensis*; 科达纲有 1 属 3 种以及裸子植物的种子和果球化石、木化石等。

从上列繁多的植物化石可以看出, 华夏植物群已经发展到比较繁盛时期, 它一方面继承了前期植物组合某些特点, 另一方面又增添了不少新的内容。鳞木目植物仍然发育, 除了东方型鳞木外, 还存在茎干纤细的鳞木, 如 *Lepidodendron pingluense*, *Lep. huoxianense* 等。楔叶植物门各属的分异度很高。瓢叶目中 *Tingia* 属经常出现, *Plagiozamites* 和 *Yuania* 两属为本期始现分子。真蕨植物门及种子蕨植物门种类繁多, *Sphenopteridium pseudogermanicum* 仅存于本组合中, *Emplectopteris triangularis* 和 *Emplectopteridium alatum* 仍然繁盛, *Cathaysiopteris whitei* 发展到顶盛阶段, 但大羽羊齿类中的单网羊齿属尚未出现。此外, 引人注目的苏铁植物 *Nilssonia*, *Pterophyllum*, *Primocycas* 及银杏植物 *Sphenobaiera* 等开始出现, 为本组合增加了新的色彩。

PFA VI *Gigantonoclea lagreliei*-*Fasciapteris hallei*-*Lobatannularia ensifolia* 组合

本组合的植物化石主要来自太原地区下石盒子组上部 and 上石盒子组下部及其它地区相当地层, 亦即“桃花泥岩”上、下岩层中。本植物组合的面貌和 PFA V 基本相同, 石松植物门鳞木目植物仍然存在, 但开始衰退, 楔叶植物门的楔叶目、真蕨植物门的栉羊齿类、楔羊齿类, 延羊齿类, 美羊齿类及带羊齿类等继续繁荣, 苏铁、银杏植物和科达继续发育。特别引人注目的是大羽羊齿类的单网羊齿属 (*Gigantonoclea*) 和栉羊齿类的束羊齿属 (*Fasciapteris*) 开

始出现, *Emplectopteris* 和 *Emplectopteridium* 两属逐渐衰退、消失, *Cathaysiopteris whitei* 尚有残余植株生存。

PFA VII *Gigantonoclea hallei*-*Psymphyllum multipartitum*-*Lobatannularia heianensis* 组合

本组合植物化石主要采自上石盒子组中、上部地层中。其中, 石松植物门仅鳞木属 1 种 (*Lepidodendron oculus-felis*) 及其根部、球果化石。楔叶植物门 5 属 14 种, 主要的为 *Sphenophyllum koboense*, *Sph. sino-coreanum*, *Asterophyllites longfolius*, *Annularia papilioformis*, *A. shirakii*, *Lobatannularia ensifolia*, *L. heianensis*, *L. multifolia*, 瓢叶目有 *Tingia crassinervis*, *Yuania striata*, *Y. gigantea*, *Discinities orientalis*; 真蕨植物门和种子蕨植物门 18 属 49 种, 主要的有 *Sphenopteris tenuis*, *Sph. norinii*, *Sph. qingshuiheensis*, *Sph. maliankouensis*, *Pecopteris norinii*, *P. tenuicostata*, *Fasciapteris hallei*, *F. recta*, *F. regularis*, *Rhomboidopteris yongwolensis*, *Neuropteridium coreanicum*, *Alethopteris ascendens*, *Compsopteris wongii*, *C. contracta*, *Mariopteris dentata*, *Callipteridium? laceratifolia*, *Gigantonoclea lagrelii*, *G. hallei*, *Taeniopteris tingi*, *T. nystroemii*, *T. cf. densissima*, *T. szei* 等; 苏铁植物门有 1 属 1 种 (*Pterophyllum striatum*) 和生殖部分化石 *Cycadeoidispermum petiolatum* 和 *Dioonocarpus ovatus*; 银杏植物门有 4 属 7 种, 主要的为 *Sphenobaiera spinosa*, *Sph. striata*, *Saportaea nervosa*, *Rhipidopsis lobata*, *Rh. pani*, *Psymphyllum multipartitum* 等, 松柏植物门仅有 1 属 1 种, 即 *Walchia bipinnata*, 此外, 尚有裸子植物的种子化石、木化石及分类位置不明植物 *Chiropteris reniformis*, *Pelourdea reflexa*, *Norinia cucullata* 和 *Nystroemia pectiniformis* 等。

从上列植物名单可以看出, 本植物组合反映华夏植物群发展到又一个繁盛时期, 其主要特征表现为真蕨植物门和种子蕨植物门植物仍然占有相当大的比重, 栉羊齿类 (*pecopterides*) 最多, 且以东方栉羊齿组和联合栉羊齿组的分子最发育, 束羊齿 (*Fasciapteris*) 属较前有很大发展, 出现新分子 *F. recta*, *F. dentata* 等, 特别是华夏植物群重要代表 *Gigantonoclea* 属中, 出现具二级侧脉的 *G. hallei*, 可视为本植物组合的首要代表分子。另一方面, *Sphenopteris*、*Alethopteris* 等属的分子减少, *Emplectopteris*, *Emplectopteridium*, *Cathaysiopteris* 等属全部消失。本植物组合的另一个特点是鳞木目植物大大衰退, 楔叶目和木贼目植物的种数也减少, 但出现 *Lobatannularia heianensis*, *L. multifolia* 等种。本植物组合第 3 个特点是银杏和松柏植物较前显著发展, *Sphenobaiera*, *Rhipidopsis*, *Saportaea*, *Psymphyllum* 和 *Walchia* 等属为新分子; 本植物组合第 4 个特点是具有经常出现的、特别的但分类位置不明的植物 *Chiropteris*、*Pelourdea* 等属的数种植物。

PFA VIII *Ullmannia bronii*-*Yuania magnifolia* 组合

本植物组合为王自强、王立新 (1987) 创立, 其植物化石采自石千峰组 (狭义) 或孙家沟组, 现择其要点叙述于后。产于山西柳林和临县的本植物组合的化石有: 藻类 *Algites jun-duensis*, 楔叶植物门: *Sphenophyllum* spp., *Calamites* sp., *Phyllothea* sp. *Asterophyllites equisetiformis*; 瓢叶目有 *Yuania magnifolia*, *Discinities? fimbriata*, *D. sunjiagouensis*; 真蕨植物门有 *Sphenopteris* spp., *Pecopteris* cf. *arcuata*, *Cladophlebis* sp., 种子蕨植物门有 *Callipteris lobulata*, *C. martinsii*, *C. papillosa*, *scytophyllum sunjiagouense*, *Peltaspermum dafengshanense*, *Tatarina? mirabilis*, *T. cf. sinuosa*, *Phyllododerma* (*Aequistomia*)