

# 河南石炭系本溪组古生物学划分对比方法研究

王令全, 王军强, 马晓辉, 徐长钊, 张坤, 崔蓓蕾, 付治国

(河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院,河南许昌 461000)

[摘要] 河南省是我国第二产铝大省,而铝土矿所在地层层位石炭系本溪组划分长期以来争议不定。本文通过对河南本溪组地层层位的岩性组合、动植物化石组合及其孢粉组合等特征进行了较系统的分析对比,得出以下几点认识:(1)豫北鹤壁本溪组是一个跨滑石板阶和达拉阶的岩石地层单位;(2)河南省焦作本溪组上界应与达拉阶上界大致接近;(3)豫西地区本溪组应属于跨滑石板阶、达拉阶及马平阶三个不同时代的岩石地层单位;(4)嵩箕北区本溪组生物群属晚石炭世之产物;(5)嵩箕中区本溪组生物群更比嵩箕北区的年代晚。综上所述,河南铝土矿所在地层-本溪组含铝岩系为一“穿时”性清楚且典型的岩石地层单位,如果以目前石炭世的划分方法,河南省本溪组既有晚石炭世早期,亦有晚石炭世中期,是一个同相异期的岩石地层组合。

[关键词] 铝土矿 本溪组 化石组合 孢粉组合 地层单位 成矿时代 河南省

[中图分类号] P539 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2012)01-0049-9

Wang Ling-quan, Wang Jun-qiang, Ma Xiao-hui, Xu Chang-zhao, Zhang Kun, Cui Bei-lei, Fu Zhi-guo. Stratigraphic subdivision and correlation of the Carboniferous Benxi Formation in Henan Province using paleontology [J]. Geology and Exploration, 2012, 48(1): 0049-0057.

## 0 引言

河南省为我国第二产铝大省,也是华北地台本溪组铝土矿发现最早的地区之一。华北地区铝土矿统称“G”层铝土矿,广泛分布于河南省中西部广大地区(以下简称河南本溪组),其层位位于石炭系本溪组(含铝岩系)中上部,其成矿时代目前主要有两种不同观点,一种认为属晚石炭世(杨式溥等,1980),另一种认为属中石炭世。而在整个华北地区,河南铝土矿所在层位及其岩层组合,可以与辽宁、山西、山东等省的“G”层铝土矿相对比,但其化石组合依不同地区又有很大差异,本文就此问题进行探讨。

## 1 河南省石炭系地层组合及对比

### 1.1 地层组合

本溪组( $C_2b$ ):以富铁铝质为特征,由下至上呈明显的铁-硅-铝-炭沉积规律,厚度变化比较大(程学志,1990),一般厚0.50~68.34 m,平均15 m左右,以下详见“含铝岩系地层组合及对比”部分。

太原组( $C_2t$ ):是一套海陆交互相煤系地层,它与上覆二叠系山西组和下伏本溪组地层均呈整合接触。沉积较平衡,组合稳定。按其主要岩性特征从下至上可划分为四层:

$C_2t^1$ -生物灰岩,灰、深灰、黑色,微晶结构,下部质纯,上部富含燧石团块或条带,夹粉砂质页岩、泥岩或煤线,厚1~35 m,该层在豫中或豫北较稳定,是与本溪组地层分界标志,在三门峡、渑池、新安等地多有缺失。

$C_2t^2$ -中、粗粒石英砂岩,灰、灰白、灰黄色,砂状结构,厚层状构造,成分单一,主要由石英砂组成,且分选性好,胶结物多为硅质,还有少量钙、泥质,并常含石英砾石,局部夹粉砂质页岩,厚0~25 m,在豫西三门峡一带直接覆于本溪组之上。

$C_2t^3$ -砂质页岩、砂岩、粉砂质粘土岩、页岩、炭质页岩及煤层,灰、灰黄、灰白、黄褐至黑色,呈互层状产出,层理清楚,多呈平行层理,富云母片、褐铁矿结核,夹1~4层灰黑色生物灰岩透镜体,在豫西上部、下部所夹灰岩趋于稳定,呈层状。该层厚7~50 m。

[收稿日期] 2011-04-29; [修订日期] 2011-07-06; [责任编辑] 郝倩倩。

[第一作者] 王令全(1963年—),男,1996年毕业于中国地质大学地质系,高级工程师,长期从事矿产地质勘查及管理工作。E-mail: 715684359@qq.com。

$C_2t^4$ -生物灰岩, 灰、深灰色, 含燧石团块或条带, 顶部为燧石层(硅质页岩), 褐灰色, 单层厚0.5 m左右, 是与上覆地层山西组分界标志, 厚0.5~13 m。

## 1.2 地层对比

河南石炭系地层在区域上(图1)从南到北厚度呈薄-厚-薄的变化规律(张源有, 1982; 吴国炎等, 1985, 1996; 翟东兴等, 2002; 陈旺, 2007)(40~80~40 m)。

南部靠近秦岭古陆的宜阳-宝丰一带和黄河以北的沁阳-焦作一带地层厚度相对较薄, 厚度差亦较小; 而中部的嵩箕地区周围则相对厚度大, 平均在80m左右, 厚度差亦较大, 特别是铝土矿产出层位本溪组地层厚度变化率在29%~95%之间。太原组海陆交互相地层中的灰岩及灰岩夹层从南到北逐渐

增多, 由2~3层增加至4~5层, 在嵩箕地区最多达6层; 煤层(线)层数亦随灰岩层数的增加而增多。从东到西沿地层走向厚度变化不大, 岩性组合略有差别。在三门峡-新安一带, 太原组缺失底部灰岩层, 由砂质岩层直接覆于本溪组之上, 且有三层稳定的灰岩层, 单层厚一般2~5 m。由下至上砂岩、页岩、煤线、灰岩组合共重复三次, 代表三次清楚的沉积韵律。

## 2 河南石炭纪生物群、重要化石及生物地层分带

河南石炭纪的生物群存在两个明显不同的生物群内容, 本溪组以产植物化石为主, 主要为蕨类植物及部分裸子植物, 基本不存在海相化石; 而太原组以产丰富的蜓类、腕足类、珊瑚类及海百合化石为特征,

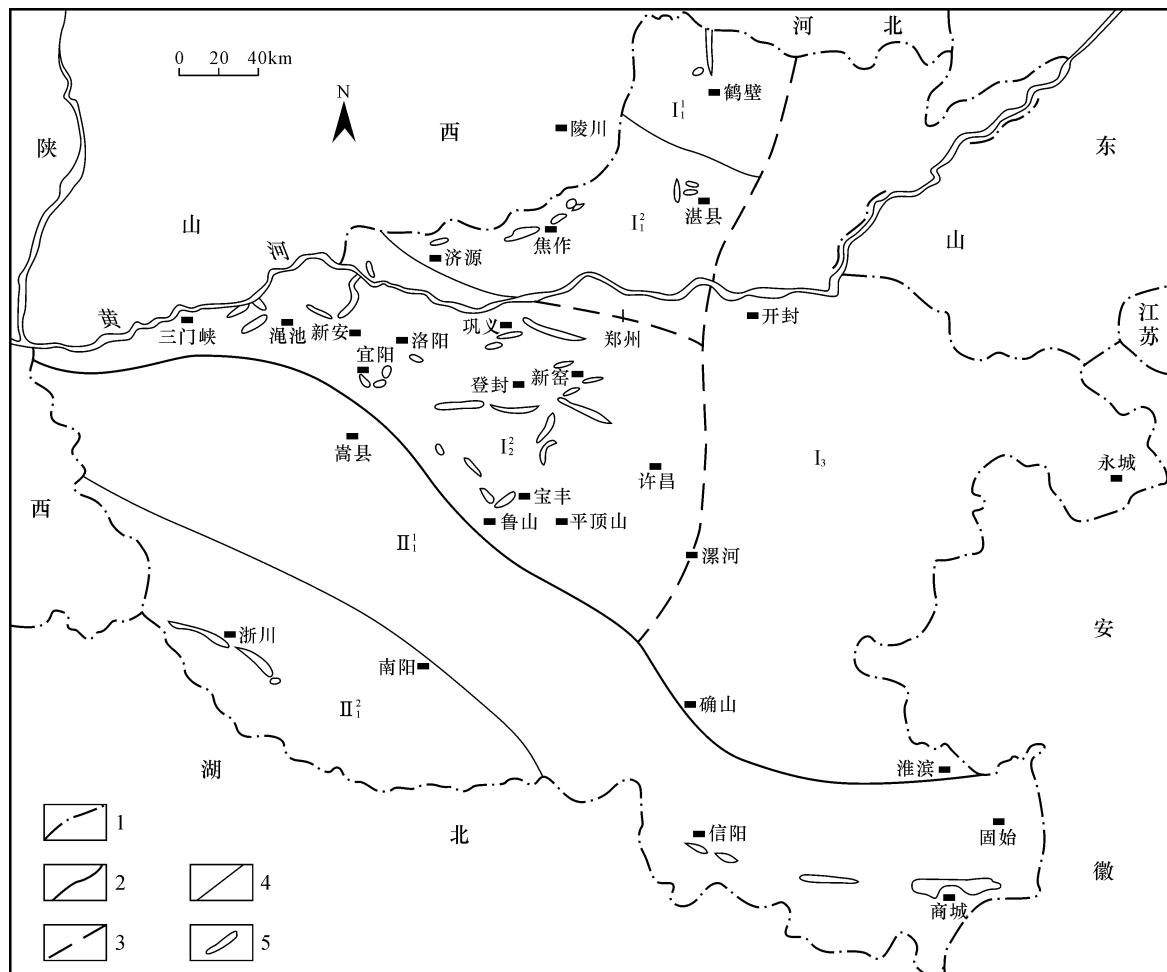


图1 河南省石炭系沉积区划分及露头分布图<sup>①</sup>

Fig. 1 Map showing depositional area subdivision and Carboniferous outcrop distribution in Henan Province<sup>①</sup>

1-省界; 2-沉积区界(I-华北沉积区; II-南方沉积区); 3-沉积分区界(I<sub>1</sub>-山西分区; I<sub>2</sub>-豫西分区; I<sub>3</sub>-华北平原分区; II<sub>1</sub>-秦岭分区); 4-沉积小区界(I<sub>1</sub><sup>1</sup>-鹤壁小区; I<sub>1</sub><sup>2</sup>-焦作小区; I<sub>2</sub><sup>1</sup>-新渑小区; I<sub>2</sub><sup>2</sup>-嵩箕小区; II<sub>1</sub><sup>1</sup>-北秦岭小区; II<sub>1</sub><sup>2</sup>-南秦岭小区); 5-石炭系露头  
1-provincial boundary; 2-depositional area boundaries(I-North China depositional area; II-South China depositional area); 3-sub-depositional area boundaries(I<sub>1</sub>-Shanxi division; I<sub>2</sub>-Western Henan division; I<sub>3</sub>-North China plain division; II<sub>1</sub>-Qinling division); 4-sedimentary boundaries(I<sub>1</sub><sup>1</sup>-Hebi district; I<sub>1</sub><sup>2</sup>-Jiaozuo district; I<sub>2</sub><sup>1</sup>-Xinmian district; I<sub>2</sub><sup>2</sup>-Songqi district; II<sub>1</sub><sup>1</sup>-North Qinling district; II<sub>1</sub><sup>2</sup>-Southern Qinling district); 5-Carboniferous outcrops

表现两个岩组的生物群差异极为显著(王鸿祯等,1980)。

## 2.1 本溪组生物群

该组产植物化石 17 属 29 种,主要有:(1) *Neuropteris gigantea*; (2) *Linopteris brongniartii*; (3) *Linopteris neuropterooides*; (4) *Conchphgllum richthofenii*; (5) *Rhodea* sp. (*cf.* *R. Chinghaien*); (6) *Sphenopteris* sp. (*ch. s. marchalii*); (7) *Lepidodendron Posthumii*; (8) *L. szeianum*; (9) *L. incertum*; (10) *Cathaysiodendron incertum*; (11) *Lepidodendron cf. tachingshanense*; (12) *Pecopteris* sp.; (13) *Asterophyllites* sp.; (14) *Lepidodendron Ocnlusfelis*; (15) *Stigmaria ficoides*; (16) *Cardiocarpus* sp.; (17) *Ullmannia* sp. 等,前 10 种为该组植物化石的重要代表。产动物化石蜓类 7 属 12 种,腕足类 2 属 2 种,瓣腮类 9 属 9 种,腹足类 2 属 2 种,主要有:(1) *Fusulina* sp.; (2) *F. bocki*; (3) *Fusulinella* sp.; (4) *Pseudostaffella* sp.; (5) *Brudyina aff. nautiliformis*; (6) *B. minima*; (7) *Climalatrmina Longissimoidea*; (8) *C. sp.*; (9) *Cribrostomlln* sp.; (10) *Phillipsiidae*; (11) *Cribrogenerina* sp.; (12) *Palaeo trstularia* sp.; (13) *Glohiualvulina* sp.; (14) *Paromphalus* sp.; (15) *Euomphalus* sp.; (16) *Neocypriacadinia aff. Sinensis*; (17) *Edmondia* sp.; (18) *Cardiomorpha* sp.; (19) *Wilkingia* sp.; (20) *Parallelodon* sp.; (21) *Solemya (Janlia)* sp.; (22) *Sanguinolites* sp.; (23) *Auiculopecten* sp. 等,前 11 种为该组动物化石的重要代表。

上列生物群的属种在本溪组地层非常罕见,因而不意味出现的普遍性。恰恰相反,上述不同门类不同属种的生物化石在空间分布上具有明显的分区聚集特点,并且分区界线一般较为清楚。分区的情况是:(1) 鹤壁以北地区:以含 *Fusulina*、*Fusulinella*、*Pseudostaffella*、*Brudyina minima*、*Climalatrmina Longissimoidea*、*Cribrogenerina* 等海相化石为主,仅含少量 *Neuropteris gigantea*、*Linopteris brongniartii* 等植物化石;(2) 焦作地区:以含大量的瓣腮类为特点,含少量腕足类和 *Neuro Pteris*、*Linopteris* 等植物化石(王清光等,1984);(3) 广大豫西地区:包括三门峡、渑池、新安、偃师、巩义、登封、新密、禹州、宝丰、鲁山等地,以产 *Sphenopteris*、*Rhodea*、*Conchphgllum richthofenii*、*Pecopteris*、*Asterophyllites*、*Lepidodendron Posthumii*、*L. szeianum*、*Lepidodendron Ocnlusfelis*、*L. incertum*、*Cathaysiodendron incertum* 等植物化石为主,至今尚未找到

任何门类的动物化石,这些植物化石在豫西地区同样存在较明显的地理分布现象:如渑池底坞产 *Rhodea*、*Sphenopteris*、*Pecopteris*、*Asterophyllites*、*Conchphgllum richthofenii*、*Cardiocarpus*、*Ullmannia* 等化石,登封费庄产 *Conchphgllum richthofenii*、*Sphenopteris*、*Pecopteris*、*Cladophlepis lobannularia* 等化石,登封大冶则产 *Lepidodendron Posthumii*、*L. szeianum*、*L. incertum*、*Cathayiodendron incertum* 等化石。总的看自北往南,即自博爱柏山-渑池底坞-登封费庄-登封大冶,植物化石的种类由草本植物群趋向大叶座的鳞木属,由以 *Neuropteris gigantean*、*Linopteris neuropterooides* 为代表的欧美植物群趋向以 *Lepidodendron Posthumii*、*L. incertum*、*Cathayiodendron incertum* 为代表的华夏植物群。

生物的生长繁殖主要受时间和生态环境的制约(沈光隆等,1990)。上述本溪组动植物化石分区聚集的特点,表明河南省本溪组的沉积环境是不一致的,其大致反映了浅海、半咸水及潮上等三个不同的生物生态环境。同时从植物群的深化表明,本溪组在不同地区接受沉积的时间是先后不一的。

## 2.2 太原组生物群

该组产化石丰富,尤其动物化石,产蜓类、腕足类、瓣腮类、珊瑚类、苔藓虫类、有孔虫类、海百合等动物化石,以及蕨类、裸子类等植物化石。主要有:*Triticites Schwagerina*, *Pseudoschwagerina Pmoelleri*, *Ozawainella Quasifusulina Schubertea* *Rugosofusulina Schwagerina globosa*, *Scrubertella Rugoso fusulina*, *Schwagerina globosa*, *Pseudofusulina*, *Schwagerina valida*, *S. vulgaris "Dictyolostus" taiyuunfuensis*, *Chorisrites Schellwienella*, *Echinoconchus*, *Chonetes Latesinuata*, *Marginifera cf. involata*, *Eomarginifera Pusilla* *Schuchertella*, *Chovetinella cf. flamingi*, *Pernopacten Pseudomonotis*, *Caninia Dorophyllum*, *Lophocarinophllum Powpora cf.*, *Porosa Cribrogenerina cf.*, *Propnaericica Tetrataxis Lepidodendron Posthumii*, *L. szeianum*, *L. oculus-felis*, *Cordaites Calloperidium Koreiense* 等。

侯鸿飞、杨式溥等在对中国石炭系进行总结时,分别以贵州盘县滑石板村、达拉村及威宁鸭子塘赵家山的典型剖面为准,将代表中晚石炭世的地层,建立了三个阶六个蜓类化石带,自下而上为:(1) 滑石板阶,蜓类为 *Pseudostaffella* 带,并以 *Pseudostaffella* 的出现做为滑石板阶的下界;(2) 达拉阶,包括两个蜓,下带 *Profusulinella* 带,上带 *Fusulina Fusulinella* 带;(3) 马平阶,划分为三个蜓带,自下而上为 *Monotiparus* 带, *Triticites* 带及 *Zellia - Pseudoschwagerina*

带。因此看来,河南石炭纪地层中的蜓类化石与贵州西部的蜓群不完全相同,首先,河南本溪组上部出现的 *Pseudostaffella* 按层位关系大致相当于贵州西部 *Pseudostaffella* 带的上部,而在贵州西部 *Pseudostaffella* 的出现是作为滑石板阶的开始;其次,河南缺失 *Profusulinella* 带的层位;最后,河南太原组地层内的 *Pseudoschwagerina* 带与贵州西部相应的化石带大致可以对比,但河南太原组出现大量的 *Pseudofusulina* 更高层位的蜓群;因此,河南太原组一部分可能相当于贵州西部马平阶的中上部,另一部分则可能相当于俄罗斯阿舍利阶上部的希汉层或贵州龙岭组的下部。

鉴于上述,并根据河南石炭系地层中蜓的垂直分布,自下而上拟分五个蜓化石带。

- (5) *Pseudofusulina* 带
- (4) *Pseudoschwagerina* 带
- (3) *Rugosofusulina*—*Quasifusulina* 带
- (2) *Fusulina*—*fusulinella* 带
- (1) *Pseudostaffella* 带

### 3 河南“G”层铝土矿的层位对比及成矿时代归属

#### 3.1 本溪组地层组合及对比

##### 3.1.1 地层组合特征

河南本溪组地层即为含铝岩系,其岩性自下而上分为五层:

$C_2 b^1$ —铁质粘土岩,紫红色、黄褐色,夹赤(褐)铁矿,俗称“山西式”铁矿。在深部为黄铁矿、菱铁矿、含绿泥石岩,底部常有一层很薄的绿、黑、白、黄等杂色粘土岩,呈包卷状、叶片状紧贴在底板风化面上,在局部地区夹硅质岩、砂砾岩透镜体,厚0.5~20 m。

$C_2 b^2$ —粘土矿或铝土岩,呈灰、灰白、灰黑、褐红色,泥质结构,豆鲕状、砾状结构,层理不明显,是粘土矿的主要层位。局部夹铝土矿透镜体,在深部常夹炭质页岩或煤层,含植物化石,是“G”层铝土矿的直接底板,厚0.5~26 m。

$C_2 b^3$ —铝土矿,灰、灰白、灰黄色,鲕状、豆状、豆鲕状、碎屑状、致密块状结构,局部夹粘土矿或铝土岩,层理不明显,在宝丰一带有时可见粉红色的水纹层。该层即“G”层铝土矿,厚0~58 m。

$C_2 b^4$ —铝土岩或粘土岩,灰、深灰色,豆鲕状结构,薄层状构造,有时相变为劣质铝土矿或粘土矿,常是“G”层铝土矿的直接顶板,厚0.5~13 m。

$C_2 b^5$ —炭质页岩或煤层(线),黑色、黄褐色,常

夹灰白色粘土岩,在深部常为亮煤层,局部相变为粉砂质粘土岩,厚0~5 m。

##### 3.1.2 顶、底板界线及接触关系

含铝岩系的顶板为太原组底部的  $C_2 t^1$  生物灰岩,界线清楚,为整合接触,但由于沉积环境的不同,在局部地段亦有变化,如在豫西三门峡-新安一带则缺乏  $C_2 t^1$  生物灰岩,由  $C_2 t^2$  砂岩直接超覆于本溪组地层之上,呈明显的相变关系。有人认为该层相当于晋祠砂岩层,但在实际剖面中凡有  $C_2 t^1$  生物灰岩存在,砂岩层总是直接覆盖其上。含铝岩系的底板为奥陶系马家沟组角砾状灰岩或白云质灰岩,在宜阳-宝丰一带则为寒武系白云岩或白云质灰岩,均呈平行不整合接触(施和生,1989;赵锡岩等,2002)。

##### 3.1.3 地层对比

(1) 不同地区本溪组的岩性岩相颇为相似,但厚度变化大,受古岩溶和古地理沉积环境的影响明显(温同想,1996;杨振军等,2005;袁跃清,2005;赵锡岩等,2002)。

(2) 箕山北坡和陕县杨庄矿区的本溪组下部,即铁质粘土岩的中上部,可见到砂砾岩层(或硅质岩),砾石大者达3~5 cm,呈浑圆状,硅质胶结,厚1~3 m,透镜状产出。

(3) 本溪组中部常夹炭质页岩或煤层,如焦地ZK50孔、贾沟CK3650孔、大洼ZK91孔均见薄煤层,厚10~60 cm;费庄矿区ZK1613孔见厚4.24 m的炭质页岩,页理清楚,含植物化石。

(4) 豫北沁阳-焦作一带本溪组(王清光等,1984)的岩性组合有较大变化,它主要由铁质粘土岩、绿泥石粘土岩、粘土矿,夹2~3层粉砂质粘土岩组成。有时可见中-细粒石英砂岩,最厚时可达10 m左右。粘土矿位于本溪组顶部,厚度较稳定。

(5) 从含矿性来看,黄河以南以铝土矿为主,伴生有粘土矿;黄河以北以硬质粘土矿为主,局部为铝土矿(施和生,1989;杜大年,1995)。

#### 3.2 本溪组的古生物地层对比

##### 3.2.1 动植物化石组合及其时代归属

历年来在河南本溪组地层中采到不少植物化石及动物化石。产植物化石的层位主要有二:一是“G”铝土矿之下,“G”层铝土矿与下层铝土矿或铁质粘土岩之间的炭质页岩或薄层状粘土矿(刘长岭,1984);二是“G”层铝土矿之上,顶部煤线之下的薄层状铝土矿或粘土岩;前者以产真蕨纲和裸子蕨纲植物化石为主,后者以产石松纲植物化石为主;动物化石仅见于焦作、鹤壁以北,分布范围有限。

1956年业治铮、王文达、1958年赖荣华等均在巩义市“G”层铝土矿之下的铝土页岩(俗称K<sub>3</sub>)中,发现*Lepidodendron Oculus-felis*、*Stigmaria ficoides*、*Alethopteris*等植物化石。1958年许晓峰在六河沟于同一层位中也发现上述化石,并认为这些化石是早期华夏植物群的重要分子,时代归晚石炭世。1964年,河南区测队煤田127队在鹤壁大峪村本溪组铝土页岩上部的灰岩层中采到*Fusulina*、*Fusulinella*、*Pseudostaffell*等蜓化石,并在上述化石层位之下发现*Lepidodendron*、*Ovulus-felis*等植物化石,故认为*Lepidodendron*、*Ovulus-felis*不能作为确定晚石炭世地层的依据,时代归中石炭世。1973年,山西区测队石炭二叠系专题组与天津地矿所协作,通过研究认为:山西长治-沁水一线以南地区岩石组合相当于辽南太子河流域本溪组下段的地层,应归属于太原组底部,即属晚石炭世早期。1979年,河南区测队二分队在渑池底坞七峰峪本溪组上部铝土矿层所夹的铝土页岩中采到*Conchophyllum richthofenii*、*Sphenophyl-lum*、*Alloiopterus*、*Sphenopteris*、*Pecopteris*、*Alethopteris?*等植物化石,时代归中石炭世。1981年崔毫、吴国炎等在渑池底坞河东坡采石场“G”层铝土矿之下石盒子组薄层状粘土矿中采到*Rhodea* (*cf.* *R. Chinghaiensis*)、*Sphenopteris* (*cf.* *S. marchalii*)、*Pecopteris*、*Asterophyllites*、*Cardiocarpus*、*Ullmannia* 等植物化石(吴国炎,1984),局科研所席运宏等认为其中的*Rhodea*很似青海须羊齿、栉羊齿,为中石炭世早期的植物类型,时代归中石炭世早期。1981年,河南区测队在1/50万河南省地质图说明书中则认为:广布于豫西分区及太行小区的本溪组地层,据生物面貌及层位关系其时代应归属中石炭世晚期。

1983年,河南省地调二队在登封费庄ZK1613孔本溪组两层铝土矿间所夹的炭质页岩中采到*Conchophyllum richthofenii*、*Sphenopteris*、*Pecopteris*、*Cladophlebis*、*Lobannulavia*等植物化石,时代就属中石炭世晚期。最近的发现是上世纪末耿国胜、付治国等在登封大冶石嘴门“G”层铝土矿之上的薄层状铝土矿中采到*Lepidodendron Posthumii*、*L. szeianum*、*L. incertum*、*Cathaysioderon incertum*、*Lepidodendron cf. tachingshanense*、*L. ocnlus-felis*等华夏植物群的代表分子(耿国胜等,1984;孙清森等,1986),时代归属晚石炭世。

值得指出,*Conchophyllum richthofenii*是我国地方性属种,自发现至今的一百余年来,它仅大量出现于本溪组及相当的沉积岩中,在甘肃永昌西部的峪儿红剖面的B<sup>7</sup>层,大致相当于羊虎沟组的中石炭世

地层中也有该属的发现,这说明*Conchophyllum richthofenii*在中石炭世晚期有相当的标准性,它作为中石炭世晚期植物组合的一个代表分子是恰当的。*Conchophyllum richthofenii*在河南境内出现两处:一处是渑池底坞,另一处是登封费庄,均产于本溪组铝土矿层的页岩夹层之内,植物组合基本相似。两地相距约130km,在豫西地区的大范围内基本可以对比。

### 3.2.2 本溪组的孢粉组合及其时代特征

我们在偃师夹沟、登封大冶、费庄及巩义市竹林沟等地的本溪组地层内采集60多个孢粉样品,岩性主要是粘土岩、铝土岩、煤、炭质页岩等,经中国地质科学院高联达鉴定,其中15个样品含有孢子和花粉,少数样品孢子保存较好,含量较丰富。

从孢子花粉特征看,本区本溪组的孢子花粉基本上属于同一孢粉组合,组合中以鳞木类的具环孢子含量丰富,在一些样品中占孢子花粉总量30%~45%左右(刘长岭,1984),主要有:*Lycospora pusilla* (*Ibrahim*) *Somers*、*Lycospora rotunda* (*Bharadwaj*) *Somers*、*Crdssispora Kosankei* (*Potonie and Kremp*) *Bharadwaj*、*Densosporites anulatus* (*Loose*) *Smith and Butterworth*、*Gulisporites cochlearius* *Imgrund*等;蕨类植物孢子在许多样品中占25%~55%左右,主要有:*Dictyotriletes*、*Bireticulatus* (*Ibrahim*) *Smith and Butterworth*、*Knoxosporites hageni* *Potonie and Kremp*、*Verrucosporites microtuberosus* (*Loose*) *Smith and Butterworth*、*Verrucosporites Kaipingensis* *Imgrund*、*Reticulatisporites*、*Pseudomuricatus Peppers*、*Microreticulatisporites mobilis* *Knoxi*、*Iriquitrites spinosus* *Kosanke*、*Ahrensisporites guerickei* (*Horst*) *Potonie and Kremp*、*Granulatisporites granulatus* *Ibranim Raistrickia* spp.、*Reinschospora triangularis* *Kosanke*。单裂缝孢子占10%~20%左右,它们主要有:*Laevigatosporites vulgaris* (*Ibrahim*) *Alperm and Doubinger*、*Punctatosporites granifer* (*Potonie and Kremp*) *Alperm and Doubinger*、*Striatosporites major* *Bharadwabi*等。属于种子蕨和裸子植物花粉占总含量的1%~15%左右,常见有:*Florinites inutus* *Bharadwaj*、*Kosankeisporites* spp.、*Pityosporites* spp.等。

除上述外,样品中还见有:*Spinospirites spinosus* *Alpern*、*Leiotiletes adnatoides* *Potonie and Kremp*、*Punctatisporites minutus* (*Ibrahim*) *Potonie and Kremp*、*Calamospora Liquida* *Kosanke*、*Calamospora microrugosa* (*Ibrahim*) *Schopf Wilsoh and Bentall*、*Cyclogranisporites microgranus* *Bharadwaj*、*Verrucosporites verrucosus* (*Ibrahim*) *Ibrahim*、*Convolutispora* spp.、*Tripatites* sp.、*Laevigatosporites* spp. ,

以及 *Florinites spp.* 和一些双气囊花粉(表1)。

本区本溪组中的孢子虽不很丰富,但几乎所有的属种在中国北方石炭纪中部都有出现,并广泛分布。

*Torispoa secures* (Balme) Alpern and Doubinger 在西欧、北美石炭纪广泛分布,西欧从维斯发(Westphalian)C期开始出现,至石炭纪末期消失,在华北地区,即山西中石炭统本溪组铁铝岩组开始出现,一直到上石炭统太原组都有分布,有的还可以延续至二叠纪,但从世界上看则是石炭纪典型的属。在河北开平煤田、内蒙清水河煤田中、上石炭统均有出现。

*Dictyotrites bireticulatus* (Ibrahim) Smith and Butteworth 在西欧主要出现在维斯发(Westphalian),晚石炭世斯蒂番(Stephalian)也有出现。在中国,它出现可能略早,但主要出现在中石炭统本溪组上段和上石炭统太原组下段地层,特别是华北地区中石炭统本溪组上段以 *Dictyotrites bireticulatus* (Ibrahim) Smith and Butteworth 建立了孢子带,该种在太原组上段消失。在河北开平煤田,主要出现于上石炭统

开平组(煤12)中,在华北广大地区,中石炭统本溪组下段铁铝层很少发现。

*Gulisporites cochlearius imgrund* 是从河北开平煤田上石炭统发现并建立的华夏植物群特有的分子,华北地区从上石炭统太原组下段开始出现,在下二叠统山西组含量丰富,在山西、内蒙、河南上石炭统太原组很常见,在太原组之下本溪组一般很少发现,该种在豫西的含铝岩系中是比较常见的。

*Lycospora* 是广泛于西欧、俄罗斯、和北美,是石炭纪典型属,在中国石炭纪含量丰富,与西欧、俄罗斯和北美不同的是在二叠纪石盒子组也常见到该属。

*Densosporites anulatus* (Loose) Smith and Butterworth 以及该属的一些种都主要限于石炭纪,在华北地区中、上石炭统都有出现。

*Crassispora kosankei* (Potonie and Kremp) Bharadwaj 在西欧、俄罗斯和北美是石炭纪典型分子,在华北地区中、上石炭统分布广泛。

*Reinschospora triangularis* Kosanke 和 Ahrensis-

表1 河南中西部本溪组地层孢子和花粉分布表

Table 1 Spores and pollen distribution in the Benxi Formation of central-south Henan Province

种名	偃师夹沟 ZK1074					登封费庄				登封大冶		巩义市		巩义市夹沟		登封大冶	
	26	37	45	46	1	5	6	7	8	2	8	2	7	1	2	1	2
Calamospora mvrugosa(Ibrahim) S. W. et B.	15.0	11.5	7.5	4.0	2.0	—	2.0	1.0	5.0	2.5	1.5	1.0	0.5	1.0	—	4.5	
Dictyotrites bireticulatus(Ibrahim) Smith et Butt.	3.0	2.5	—	1.0	—	1.5	1.0	—	3.5	—	1.0	2.5	1.5	—	—	—	
Knoxopores hageni potonie and Kremp	2.5	4.0	—	—	—	—	1.0	1.5	1.5	3.0	1.5	—	2.0	1.0	—	1.5	
Crassispora kosankei(P. et K.) Bharadwaj	10.0	7.0	4.0	6.0	—	—	—	1.5	3.0	1.5	3.5	4.0	2.5	1.5	—	—	
Triqvitrates spinosus Kosanke	3.5	2.5	—	7.0	3.0	—	—	2.5	4.0	4.0	1.5	2.0	1.0	—	—	4.5	
Lycospora pusilla(Ibrahim) Somers	16.5	4.0	2.5	11.0	9.5	8.0	2.5	1.5	—	1.0	2.5	3.5	1.0	4.0	—	3.5	
Verrucosporites microtuberosus(Loose) S. et B.	2.0	1.5	1.0	4.5	2.5	1.0	3.0	1.5	2.5	3.0	2.0	2.5	—	1.0	—	0.5	
Verrucosporites kaipingensis Imgrund	4.5	—	3.0	2.0	14.5	7.0	6.5	4.0	3.5	4.5	10.5	3.5	—	4.5	—	5.5	
Microreticulatisporites nobilis Knox	1.5	2.0	3.5	—	—	4.0	0.5	3.0	10.0	1.5	0.5	7.5	16.0	2.5	—	4.5	
Reticulatisporites pseudomurisatus Peppers	0.5	1.0	10.0	7.5	—	7.0	5.5	—	4.0	—	—	5.5	7.5	2.0	—	7.5	
Densosporites anulatus(Loose) S. et K.	4.0	7.5	7.0	2.5	3.5	3.5	8.5	1.0	—	11.0	4.0	7.0	3.5	2.5	—	—	
Ahrensisporites gueickei(Horst) P. et K.	2.5	—	7.5	8.0	2.5	5.0	7.0	8.5	—	3.5	10.5	7.5	—	—	—	9.0	
Lycosporarotunda(Bharadwaj) Somers	4.0	7.0	8.5	10.5	3.5	7.0	—	—	10.5	7.0	—	2.5	1.5	7.0	—	2.5	
Gvlisporites cochlearis Imgrund	3.5	2.0	8.0	7.5	2.5	3.0	4.5	7.5	1.0	7.0	4.0	5.5	7.5	4.0	—	2.5	
Granulatisporites granulatus Ibrahim	0.5	—	13.5	13.0	11.0	7.0	8.0	—	15.0	9.5	11.5	1.5	6.5	7.5	—	8.5	
Raistrickia spp.	4.0	1.5	7.5	2.5	7.5	9.5	4.0	8.5	2.5	1.5	9.5	—	—	10.0	—	7.5	
Torispoa secures(Balme) Alpern et Doubinger	4.0	2.5	1.0	1.5	7.0	2.5	3.0	7.0	—	4.5	3.0	—	7.0	2.5	—	7.0	
Reinschospora triangularis Kosanke	1.5	—	1.5	0.5	1.0	—	—	—	—	—	—	1.5	—	0.5	—	—	
Laevigatosporites vultaris(Ibrahim) A. et D.	5.5	12.0	11.5	12.0	2.5	1.5	7.5	5.5	7.0	3.5	4.0	12.0	13.0	14.5	—	11.0	
Punctatosporites granifer potonie et Kremp	0.5	1.5	3.5	4.5	5.0	7.0	11.0	10.5	—	2.5	7.5	11.0	10.0	11.5	—	12.0	
Florinites minutus Bharadwaj	2.0	3.5	4.0	5.5	10.0	2.5	7.0	—	3.5	4.0	7.5	11.0	15.0	10.0	—	7.5	
Kosankeisporites spp.	—	—	3.0	2.5	5.5	1.5	1.0	—	—	2.0	7.5	4.5	5.0	7.5	—	—	
Striatosporites major Bharadwaj	0.5	1.0	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	—	—	—	—	
Chailedonitis spp.	—	2.0	1.0	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Pltyosporites sp.	4.0	—	1.0	0.5	—	—	—	2.0	—	—	1.0	0.5	1.5	—	—	2.0	

*porites guerickei* ( Horst ) Potonie and Kremp 都只限于石炭纪的孢子属,在华北地区从本溪组开始,上石炭统太原组出现,二叠系则完全消失,含量一般以本溪组较多,上述两种不能划分中、上石炭统。

*Striatosporites major Bharadwaj* 在德国鲁尔煤田和普发尔兹煤田发现的种,俄罗斯和北美没有发现,在中国山西、内蒙上石炭统太原组发现该种,在德国它主要出现在晚石炭世期蒂番阶,西欧和中国均未发现早于晚石炭世地层,因此该种的出现是具有地层意义的。

河南含铝岩系至今还没有出现华北地区中石炭统本溪组典型分子,如:*Hadrohercos steron*、*Felix and Burbridge*、*Convolutispora ventusta Hoffmeister*、*Staplin and Mally*、*Anapiculatisporites minor* ( Butterworth and Williams ) Smith and Butterworth、*Cirratri radites saturnii* ( Wilsom and Coe ) Schopf、Wilson and Bentall、*Reticulatisporites Polygonalis* ( Ibrabim ) Smith and Butterworth *Reticulatispo rites reticulates Ibrahami*、*Raistrickia saetosax* ( Loose ) Smith and Butterworth 和 *Densosporites reticulates Cao* 等。

*Thymospora* 在华北地区从中石炭统上段开始,上石炭统太原组较多,还可上延至下二叠统山西组。

综合上述,豫西地区含铝岩系发现的孢子大部分从中石炭统本溪组开始出现,但主要出现在华北太原组中,具有明显的时代特征。

### 3.2.3 层位对比

河南本溪组分布广泛,各地岩性较相似,若不建立化石层位概念,仅以岩性及其组合判断,则将被认为同一时期沉积产物。早期两种学术观点将铝土矿含矿层位分别划归中石炭世或晚石炭世,非此即彼,或必居其一。根据本次对含铝岩系中所产植物化石及孢子花粉的系统对比研究,得出河南省本溪组地层具有明显穿时性的结论(表2)。

(1) 鹤壁地区:煤田127队和河南区测队相继在鹤壁煤田和鹤壁大峪村本溪组上部薄层灰岩内采到 *Fusulina*-*Fusulinella* 带及 *Pseudostaffella* 带等蜓化石,但是产化石的层位偏高,该层以下自下而上尚有:紫红色含铁页岩夹鸡窝状铁矿、浅灰色铝土页岩、灰色砂岩、灰黑色砂质页岩等厚约 12m 的本溪组中下部地层中未找到生物化石。杨式溥等在研究贵州西部石炭系时,是把 *Pseudostaffella* 的出现作为滑石板阶的起始(Г. И. 布申斯基,1984),并用它作为下石炭统分界的标志之一。本区与贵州西部的蜓类动物群有所不同,但 *Pseudostaffella* 带的层位至少相当于贵州西部 *Pseudostaffella* 带的上部,如此,该区的

本溪组是一个跨滑石板阶和达拉阶的岩石地层单位。

(2) 焦作地区:河南地矿局地质二队在博爱柏山等地本溪组下中部的粉砂质粘土岩、粘土质砂岩中采到 *Neuropteris gigantea*、*Linopteris neuropterooides* 等在欧美维斯发期地层中普遍存在的植物群组合,其层位可能相当于达拉阶上部。同时,在该区覆于本溪组之上的厚层生物屑灰岩中采到 *Quasifusulina Ozawainella* 等蜓化石,说明该区太原组的起始与马平阶的底界大致接近,那么本溪组上界应与达拉阶上界大致接近。

(3) 潼池、新安地区:河南区测队和河南冶金地质勘探公司相继在潼池坞本溪组“G”层铝土矿之下采到 *Conchophyllum richthofenii*、*Rhodea* ( cf. *R. chinghaiensis* )、*Sphenopteris* ( cf. *R. marchalii* )、*Pecopteris*、*Asterophyllites*、*Alloipteris*、*Alethopteris*、*Sphenophylum*。这些化石和产出与靖远组纳缪尔 B 期及青海克鲁克群下部的植物分子很有相似之处;但覆于本溪组之上的太原组底部的生物屑灰岩却含 *Schwagerina*、*Quasifusulina* 等蜓化石(吴国炎,1984,1985),表明其上界较焦作地区为高。所以从总体来看,该区本溪组应属于跨滑石板阶、达拉阶及马平阶三个不同时代的岩石地层单位。

(4) 偃师、巩义地区:本次在偃师夹沟本溪组底部的含铁粘土岩及“G”层铝土矿内发现主要属于晚石炭世的孢粉组合。同时覆于本溪组之上的太原组底部的生物屑灰岩含 *Pseudoschwagerina* 带及 *Schwagerina* 化石,表明本溪组上界较潼池、新安地区为高。

(5) 登封、新密地区:本次在登封费庄本溪组下部的炭质页岩中采到 *Conchophyllum richthofenii*、*Sphenopteris*、*Pecopteris*、*Cladophlcis*、*Lobannularia* 等化石,属维斯发阶的植物化石。但同时,又在登封大冶“G”层铝土矿之上的薄层状铝土矿中采到 *Lepidodendron Posthum*、*L. Szeianum*、*L. incetum*、*Cathaysiodendron incertum*、*Cathaysiodendron sp.* 等华夏植物群化石,并在其上覆太原组底部的生物屑灰岩中采到 *Rseudoschwagerinananamoelleri*、“*Dictyoclostus*”*taiyuanfuensis* 等动物化石。在大冶和费庄两地所采孢粉样品的分析结果,则具晚石炭世明显的时代特征。生物门类不同其出现的时限也不同。但总的看,该区本溪组地层仍应是一个跨达拉阶和马平阶的岩石地层单位,从出现 *Pseudoschwagerina moelleri* 蜻化石来看,其上界较偃师、巩义地区为高。

(6) 宝丰、鲁山地区:据 1:20 万 I - 49 - X XII (鲁山幅)资料,秦岭区测队在宝丰殷庄石炭系地层内,自相当于太原组底部的第一层生物屑灰岩开始,

表 2 河南本溪组产植物化石部位的层位对比

Table 2 Stratigraphic correlation of the plant fossil-bearing the Benxi Formation in Henan Province

年代地层单位			植物群组合	博爱柏山		渑池底坞		登封费庄		登封大冶									
统	阶																		
均天匀 (C <sub>2</sub> )	斯蒂番阶		<i>Neuropteris ovata</i> <i>Lepidodendron Posthumii</i> 组合								铝土矿								
	维斯发阶		<i>Neuropteris gigantean</i> — <i>Linopteris brongniartii</i> — <i>Conchophyllum Vichthofeuii</i> 组合	本溪组	粘土矿 铁质粘土岩		豆状铝土矿 杂色砂质页	本溪组	铝土矿 粘土矿 铁质粘土岩 粘土矿	本溪组	铝土矿								
					粉粘 砂土 质质 粘粉 土砂 岩岩	<i>Neuropteris gigantean</i> <i>Linopteris</i> <i>Neuropterooides</i>													
	纳缪尔阶	A	<i>Eleutheropgillum mirabile</i> — <i>Lepidodendron Aolungpylukense</i>		中粒石英砂岩	薄层 状 粘 土 矿	<i>Conchophyllum richthofenii</i> <i>Rhodea sp</i> (cf. <i>R. cniughaiensis</i> ) <i>Spheuopteris sp</i> (cf. <i>s. marchalii</i> )	炭质 页岩	<i>Conchophyllum richthofenii</i>	本溪组	薄层 状 铝 土 矿								
		B																	
	丰宁统 (C <sub>1</sub> )	A	<i>Linopteris spp.</i>																

自下而上采到 *Pseudoschwagerina* 带和 *Pseudofusulina* 带的蜓化石, 其中 *Pseudofusulina* 大量繁盛, 与贵州龙岭组的化石特征极为相似, 因此, 秦岭区测队在该区确定的石炭系地层其上部可能有一部分相当于俄罗斯阿舍利阶上部的希汉层或贵州龙岭组的下部, 如此该区的石炭系层位是很高的, 是迄今河南已发现的石炭系层位最高的地区。

#### 4 结论

根据古生物地层对比, 河南本溪组地层自东北向西南, 即自鹤壁、焦作至登封、新密一直到宝丰、鲁山等地层位逐步抬高, 年代逐步变新。这种岩石地层界面穿越古生物地层带界限, 致使同一岩石地层单位在不同地区年代不同的现象, 这种“穿时”现象是清楚而典型的。大致是渑池、新安以北跨滑石板阶与达拉阶, 偃师、巩义以南跨达拉界与马平阶。换言之, 河南本溪组(铝土矿产出层位)是同相异期的岩组, 其时限范围较大, 既有中石炭世沉积, 也有晚石炭世沉积。这是早期地层划分的结果。2005年, 国土资源部统一采用二分法将华北地区本溪组、太原组合并划归为晚石炭世, 从根本上解决了年代地层单位的悬疑问题, 其在找矿勘探实践中亦产生了方便、准确的作用。

#### [注释]

河南省地质矿产厅第二地质调查队. 1990. 河南省铅土矿成矿规律和找矿方向研究 [R].

#### [References]

- Chen Wang. 2007. Ore-forming conditions of bauxite deposits in western Jiyuan, Henan [J]. Geology and Prospecting, 43 (1): 26–31 (in Chinese with English abstract)
- Cheng Xue-zhi. 1990. Henan material composition and mineral bauxite combination type [J]. Henan Geology, 8 (4): 12–18 (in Chinese with English abstract)
- Du Da-nian. 1995. Henan bauxite formation [J] Henan metallurgy, 2 (4): 5–15 (in Chinese with English abstract)
- Geng Guo-sheng, Fu Zhi-guo. 1984. Bauxite era ascriptive perspective of Songqi district [J]. Henan Geology, 2 (1): 62–68 (in Chinese)
- Liu Chang-ling. 1984. high-alumina clay type of ore deposits in Shanxi and Henan [J]. Geology and Prospecting, 20 (9): 11–17 (in Chinese)
- Shen Guang-long, Li Ke-ding. 1990. The new progress about China carboniferous strata among biological boundaries [J]. Advances in Earth Science, 5 (4): 1–8 (in Chinese with English abstract)
- Shi He-sheng. 1989. Metallogenetic characteristics of the bauxite in western Henan [J] Geotectonica Et Metallogenesis, 13 (4): 280–282 (in Chinese with English abstract)
- Sun Qing-sen, Zhu Guo-tang. 1986. The bauxite bed geological characteristics and age ascription of Feizhuang in Henan Dengfeng [J]. Henan Geology, 4 (1): 23–26 (in Chinese)
- Wang hong-zhen, Liu Ben-pei. 1980. Geology history course [M]. Beijing: geological publishing house; 179–180 (in Chinese)

- Wang Qing-guang, Wang Zhi-hong. 1984. Found marine facies fossils and their era partition in Benxi group clay of Jiaozuo [J]. Henan Geology, 2(2):35–42 (in Chinese)
- Wen Tong-xiang. 1996. Henan carboniferous bauxite geological characteristics [D]. Jour Geol &min Res North China, 11(4):492–578 (in Chinese with English abstract)
- Wu Guo-yan, Yao Gong-yi, Wang Zhi-liang. 1996. Henan bauxite bed [M]. Beijing: metallurgical press;145–168 (in Chinese)
- Wu Guo-yan. 1984. The analysis on the bauxitea (clay) era with sedimentary facies in Henan midwest area [J]. Geology and Prospecting, 20(4):7–13 (in Chinese)
- Wu Guo-yan. 1985. The research about carboniferous to lithofacies-paleogeographic for bauxite control action in western Henan[J]. Geology and Prospecting, 21(12):183–211 (in Chinese with English abstract)
- Yang Shi-pu, Hou Hong-fei, Gao Lian-da, Wang Zheng-ji, Wu Xiang-he. 1980. The carboniferous system of china [J]. Acta geologica sinica, 53(3):167–175 (in Chinese with English abstract)
- Yang Zhen-jun, Liu Guo-fan, Ma Geng-jie Li Ming. 2005. Henan western bauxite mineralization geological conditions and prospecting prospects [J]. Mineral resources and geology, 19(3):96–102 (in Chinese with English abstract)
- Yuan Yue-qing. 2005. Genesis of bauxite deposit in Henan [J] Mineral resources and geology, 19(1):52–56 (in Chinese with English abstract)
- Zhai Dong-xing, Liu Guo-ming, Chen De-jie, Zhang Qiao-me, Zhao Xi-yan. 2002. Deposit geology and metallogenetic regulation of Shan-Xin bauxite belt Henan province. [J] Geology and Prospecting, 38(4):41–44 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Yuan-you. 1982. Material source and chemical deposit differentiation of Henan western bauxite [J]. Geology and Prospecting, 18(10):1–8 (in Chinese)
- Zhao Xi-yan, Zhai Dong-xing, Zhang Qiao-me, Liu Zhong-jie. 2002. Henan western bauxite mineralization epoch[J]. Mineral Resources and Geology, 22(2):95–97 (in Chinese with English abstract)
- Г. И. Bushinski. 1984. Bauxite geology [M]. Beijing: Geological Publishing House;212–263 (in Chinese)
- [附中文参考文献]
- Г. И. Бушинский. 1984. Алюминиевые месторождения [M].北京:地质出版社;212–263
- 陈 旺,2007.豫西济源西部铝土矿成矿地质环境[J].地质与勘探, 43(1):26–31
- 程学志. 1990. 河南铝土矿的物质组成及矿物组合类型 [J]. 河南地质, 8(4):12–18
- 杜大年. 1995. 河南铝土矿的生成 [J]. 河南冶金, 2(4):5–15
- 耿国胜,付治国. 1984. 对嵩箕地区铝土矿时代归属的看法 [J]. 河南地质, 2(1):55–56
- 刘长岭. 1984. 山西、河南高铝粘土的矿床类型 [J]. 地质与勘探, 20(9):11–17
- 沈光隆,李克定. 1990. 中国石炭系中间界线生物地层研究新进展 [J], 地球科学进展. 5(4):1–8
- 施和生. 1989. 豫西铝土矿的成矿学特征 [J]. 大地构造与成矿学, 13(4):280–282
- 孙清森,朱国堂. 1986. 河南登封费庄铝土矿床地质特征及时代归属 [J]. 河南地质, 4(1):23–26
- 王鸿祯,刘本培. 1980. 地史学教程 [M]. 北京:地质出版社;179–180
- 王清光,王志宏. 1984. 焦作本溪组粘土岩中发现海相化石及其时代划分 [J]. 河南地质, 2(2):37–39
- 温同想. 1996. 河南石炭纪铝土矿地质特征 [D]. 华北地质矿产杂志 11(4):492–578
- 吴国炎,姚公一,王志亮. 1996. 河南铝土矿床 [M]. 北京:冶金出版社;145–168
- 吴国炎. 1984. 河南省中西部地区铝(粘)土矿层的时代与沉积相浅析 [J]. 地质与勘探, 20(4):7–13
- 吴国炎. 1985. 河南省中西部地区中石炭世岩相古地理对铝土矿的控制作用研究 [J], 地质与勘探, 21(12):183–211
- 杨式溥,侯鸿飞,高联达,王增吉,吴祥和. 1980. 中国的石炭系 [J]. 地质学报, 53(3):167–175
- 杨振军,刘国范,马庚杰,李铭. 2005. 豫西铝土矿成矿地质条件及找矿前景 [J]. 矿产与地质, 19(3):96–102
- 袁跃清. 2005. 河南省铝土矿成因探讨 [J]. 矿产与地质, 19(1):52–56
- 翟东兴,刘国明,陈德杰,张巧梅,赵锡岩. 2002. 河南省陕—新铝土矿带矿床地质特征及其成矿规律 [J]. 地质与勘探, 38(4):41–44
- 张源有. 1982. 豫西铝土矿物质来源和化学沉积分异作用 [J]. 地质与勘探, 18(10):1–8
- 赵锡岩,翟东兴,张巧梅,刘中杰. 2002. 豫西铝土矿成矿时代初探 [J]. 矿产与地质, 22(2):95–97

## Stratigraphic Subdivision and Correlation of the Carboniferous Benxi Formation in Henan Province Using Paleontology

WANG Ling-quan, WANG Jun-qiang, MA Xiao-hui, XU Chang-zhao, ZHANG Kun, CUI Bei-lei, FU Zhi-guo  
(NO. 2 Geoexploration Party of Henan Bureau of Geoexploration and Mineral Development, Xuchang, Henan 461000)

**Abstract:** Henan Province is the second largest aluminum-producing province in China, where the bauxite occurs in the Carboniferous Benxi Formation. However, stratigraphic division of the Benxi Formation remains controversial for a long time. This paper presents a comprehensive analysis about lithological association, zoolite and plant fossil assemblage and sporo-pollen assemblage. The conclusions are as follows. (1) The Benxi Formation in Hebi of North Henan Province is a lithostratigraphic unit that spans across the Huashiban stage and Dalat stage. (2) The upper limit of the Benxi Formation in Jiaozuo City is near the upper limit of the Dala stage. (3) The Benxi Formation in West Henan Province is a lithostratigraphic unit cutting across the Huashiban stage, Dalat stage and Maping stage. (4) The biological group in the Benxi Formation of the North Songqi area is the product of the late Carboniferous epoch. (5) The biological group in the Benxi Formation of the central Songqi area is later than that in the north Songqi area. To sum up, the aluminiferous Benxi Formation in Henan Province is an obviously diachronous and typical lithostratigraphic unit. According to the current subdivision method of Carboniferous epoch, it formed both in the early and middle stage of the late Carboniferous. It is a lithostratigraphic assembly with homophase but different periods.

**Key words:** bauxite, Benxi Formation, fossil association, sporo-pollen association, stratigraphic unit, metallogenetic epoch, Henan Province