

· 问题讨论 ·

宁夏中卫县下河沿太原组生物地层 ——兼论石炭—二叠系分界

王永栋 沈光隆 吴秀元

(西北大学地质系)

(中科院南京古生物所)

摘要 本文将宁夏中卫县下河沿原上石炭统太原组划分为上、下二个段。太原组上段(剖面18—31层),含蕨科以 *Pseudoschwagerina* 带及 *Sphaeroschwagerina* 带的属种为代表,牙形石 *Streptognathodus* 属为主,植物为东方鳞木类繁多,裸子植物花粉占优势。以上古生物面貌应属于早二叠世。太原组下段(剖面1—17层),含蕨科 *Medocris*, *Pseudostaffella*, 牙形石 *Idognathodus dellicatus*, *I. olaviformis* 等为主;植物以 *Neuropteris pseudovata* 及 *Spherophyllum oblongifolium* 最繁盛,其时代呈现浓厚晚石炭世特征。据上述情况,本区石炭—二叠系的界线应置于太原组上、下段之间,这条界线比我国传统的划界位置低一些,而与目前国际上普遍采用的界线已趋于一致。

1 前言

中卫县地处宁夏回族自治区中部,卫宁平原的西侧,在区域地质构造中位于北祁连加里东褶皱带的东段(图1)。本区上石炭统地层为一套海陆交互相沉积,以往工作者自下而上将其划分为土洼组、羊虎沟组、太原组。其中太原组在华北地区分布广泛,是重要的含煤地层,前人多以该组上部海相灰岩(相当于太原西山的东大窑灰岩)的消失、纯陆相地层的发育作为石炭—二叠系的分界线。从岩石地层角度来看,这个界线的上、下地层代表着两个不同的沉积旋回,亦便于野外填图使用,但从生物地层和年代地层考虑,它比国际上统一使用的石炭—二叠系的界线则偏高,这种情况对于国内外地层、生物区系和古地理的分析与对比有诸多困难。为了求得全球生物地层划分的一致,近几年来我国生物地层学家^[1-4]提出许多不同的界线划分方案,但至今尚未取得一致意见。

笔者等在宁夏中卫县下河沿一带进行生物地层工作期间,对原上石炭统太原组剖面又进行了观察研究,并补采了较丰富的蕨、牙形石、植物及孢粉等化石资料。通过综合分析并参照国内、外大多数学者的意见,将中卫下河沿的原上石炭统太原组分为上、下两个段,并仍沿用太原组一各,其时代则分别归属早二叠世和晚石炭世,石炭—二叠系界线置于上、下段之间。这一新的划分方案与近年来北祁连地区石炭—二叠纪界线研究成果基本一致^[1]。

2 石炭—二叠系地层剖面描述

中卫县下河沿(矿区)窑沟剖面,位于中卫县西南20km,其地理坐标为东经105°5',北纬37°

25'。现将该剖面地层自上而下描述如下(图 2)。

上覆地层:下二叠统大黄沟组杂色砂岩

假整合

下二叠统下部 太原组上段(P₁t)

- 31. 灰色页岩,中部夹灰白色薄层长石石英砂岩 11.1m
- 30. 灰色厚层灰岩,产筳:*Eoparafusulina belli* (Chen),*Schwagerina moelleri aeounlis* Schellwien Sch. *exuberata macra* Shamov, *Sch. mulliuscula* Rui et Hou, *Sch. paramoelleri* Rauser, *Sch. thompsoni* Needham, *Sch. cucumeriformis* Rui et Hou, *Rugosofusulina* sp., *Quasifusulina* sp., *Sphaeroschwagerina* sp., *Ozawainella praestella* Rauser, *Schubertella paramelonica* var. *minor* Suleimanov 和牙形石:*Streptognathodus wabaunsensis* Gunnell, *Str. gracilis* Stauffer et Plummer, *Str. simplex* Gunnell. 0.8m

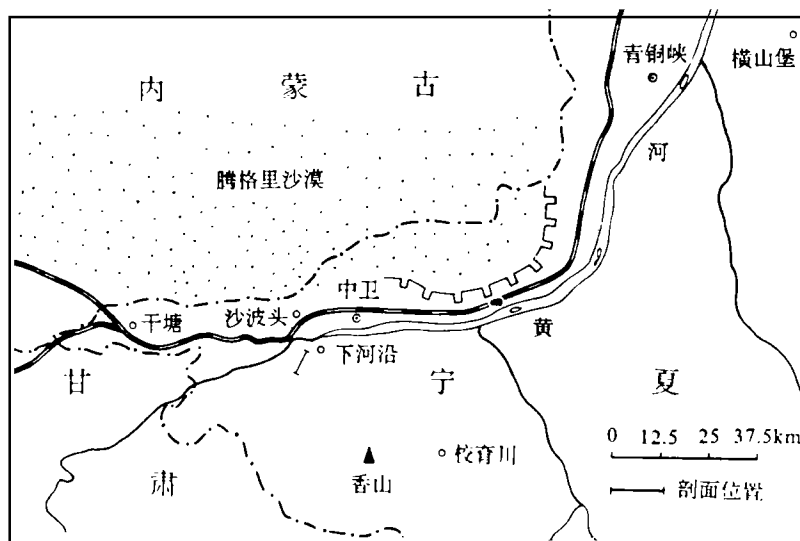


图 1 宁夏中卫县下河沿剖面位置图

Fig. 1 Location of the Xiaheyan section, Zhongwei County, Ningxia

- 29. 黑色页岩,见植物化石碎片 5.0m
- 28. 黄褐色薄层石英细砂岩夹泥质粉砂岩 12.2m
- 27. 灰白色粉砂质页岩,夹薄层菱铁矿,产孢粉化石 5.6m
- 26. 灰白色薄层长石石英粗砂岩 8.0m
- 25. 灰白色块状灰岩,产筳:*Schwagerina paramoelleri*, *Sch. thompsi*, *Sch. nobilis* Lee, *Sphaeroschwagerina subrotunda*, *Robustoschwagerina tumida* (Licharev), *Schubertella paramelonica* var. *minor*, *Sch. sphaerica* var. *compacta* Suleimnov, *Sch. kingi* Dunbar et Skinner, *Ozawainella angulata* (Colini), *Boultonia simplicata* Sheng et Wang 2.7m
- 24. 黄绿色粉砂质页岩,中部夹黄褐色薄层石英细砂岩,产植物化石:*Cathaysiodendron* sp., *Pecopteris candolleana* Brong., *Tingia carbonica* (Shenk), *Cordaites principalis*

(Germ.)

- 23. 灰白色中厚层石英粗砂岩,具铁质结核 7.0m
- 22. 灰白色块状灰岩,沿走向变薄或尖灭,产筭: *Quasifusulina longissima Schubertella gracilis*, *Sch. sphaerica* var. *compacta*, *Sch. sphaerica* var. *soaffloides* *Sch. amushanensis* Sheng, *Pseudofusulina* sp. *Ozawainella praestella*, *Boultonia cylindrica* 及牙形石: *Streptognathodus elongatus* Gunnell, *Str. simplex* Gunnell 1.8m

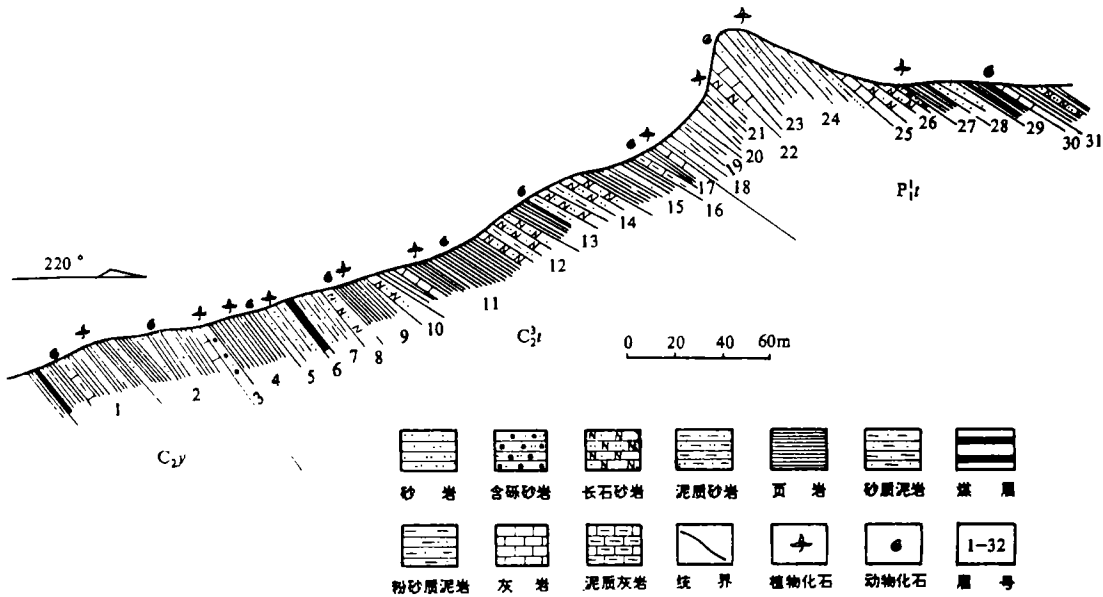


图2 中卫县下河沿窑沟太原组剖面图

Fig. 2 Section of the Taiyuan Formation at Yaogou, Xiaheyan, Zhongwei County

- 21. 灰白色厚层状粉砂质页岩夹煤线,产植物化石: *Bothrodendron kuianum* Lee, *Cathay-siodendron acutangulum* (Halle), *Lepidodendron oculus-felis* (Abb.), *L. posthumii* Jongm. et Gothan, *Lepidophylloides* sp., *Lepidostrobus* sp., *Lepidostrobohyllum* sp., *Stigmara ficoides* Sternberg, *Calamites cistii* Broung, *Annularia stellata* (Schloth.), *Pinnularia* sp. 及孢粉化石 13.2m
- 20. 灰白色中厚层石英砂岩,顶部具铁质结核 3.5m
- 19. 灰褐色粉砂质粘土,上部夹薄层石英细砂岩 10.5m
- 18. 灰白色薄层中粒石英砂岩,交错层理发育 18.4m

整合

上石炭统上部 太原组下段(C₂²)

- 17. 黑色炭质页岩夹灰岩透镜体,产孢粉化石 1.4m
- 16. 深灰色泥晶灰岩,产筭: *Ozawainella angullata*, (Colani), *Mediocris* sp., 牙形石: *Streptognathodus elongatus* Gunnell, *Str. gracilis* Stauf. et Gunn 0.7m
- 15. 灰色页岩夹薄层石英细砂岩,顶部具白色粘土和中厚层长石石英细砂岩 16.5m
- 14. 灰白色中厚层长石石英细砂岩夹薄层泥质粉砂岩 14.3m
- 13. 下部为黑色炭质页岩,上部为深灰色粉砂质页岩夹泥质灰岩一层,含孢粉化石 13.5m
- 12. 灰白色薄层状长石石英细砂岩夹粉砂质粘土,产植物化石碎片 14.2m

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 11. 灰白色页岩,底部夹三层土黄色泥质灰岩条带。页岩中产植物化石: <i>Lepidodendron</i> sp., <i>Pecopteris candolleana</i> Brong., <i>Odontopteris</i> sp., <i>Neuropteris pseudovata</i> Gothan et Sze | 34. 0m |
| 10. 灰白色厚层状长石石英砂岩,含碳屑 | 5. 9m |
| 9. 黄绿色页岩。底部具薄煤层;中部夹泥质灰岩条带;上部具灰白色粘土。产植物化石: <i>Lepidodendron oculus-felis</i> (Abb.), <i>Odontopteris</i> sp. 及孢粉化石 | 12. 6m |
| 8. 灰白色薄层长石石英粗砂岩夹薄层泥质粉砂岩,粉砂岩中产植物化石: <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (Germ. et Kaulf.), <i>Pecopteris</i> sp. <i>Neuropteris pseudovata</i> Gothan et Sze | 1. 7m |
| 7. 黄绿色粉砂质页岩,产植物化石碎片 | 10. 0m |
| 6. 煤层(俗名三分子煤),产孢粉化石 | 2. 7m |
| 5. 灰绿色粉砂质页岩,中部夹灰岩透镜体,页岩中产植物化石: <i>Thallites</i> sp., <i>Sphenophyllum oblongifolium</i> (Germ. et Kaulf.) | 12. 5m |
| 4. 黑色纸片状页岩夹灰岩透镜体,产蕨: <i>Ozawainella</i> sp., <i>Pseudostaffella?</i> sp. 及牙形石: <i>Idiognathodus delicatus</i> Gunnell, <i>Id. caviiformis</i> Gunnell. | 16. 7m |
| 3. 灰白色厚层含砾石英粗砂岩,产植物化石 <i>Lepidodendron oculus-felis</i> (Abb.) | 2. 6m |

————— 整 合 —————

上石炭统羊虎沟组(C_{2y})

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2. 灰白色薄层石英细砂岩与灰黑色页岩互层,中上部夹灰岩透镜体产蕨: <i>Pseudostaffella</i> , 牙形石: <i>Idiognathodus delicatus</i> Gunnell, <i>Id. claviiformis</i> Gunnell, <i>Id. magnificus</i> Stauffer et Plummer, <i>Streptognathodus excelsus</i> (Stauffer et Plummer) | 29m |
| 1. 黑色页岩夹薄层石英砂岩,底部具薄煤层,中部夹厚约1米的泥灰岩。黑色页岩中产植物化石: <i>Rhodopteridium</i> sp., 泥灰岩中含牙形石: <i>Neognathodus symmetricus</i> (Lane) | 28. 3m |

(以下省略)

3 太原组化石组合特征及地质时代

中卫下河沿窑沟剖面含动、植物化石较丰富,本文对蕨、牙形石、植物及孢子花粉组合特征进行了研究,并以此为基础讨论地质时代。

3.1 蕨

太原组上段产有较多的蕨类化石,主要有:*Sphaeroschwagerina subrotunda*, *Robustoschwagerina tumida*, *Schwagerina paramoelleri*, *Sch. thommpsoni*, *Sch. nobilis*, *Quasifusulina longissima*, *Schubertella paramelonica* var. *minor*, *Sch. sphaerica* var. *compacta*, *Sch. sphaerica* var. *soafflloides*, *Sch. kingi*, *Sch. gracilis*, *Sch. amushanensis*, *Pseudofusulina* sp., *Ozawainella paraestella*, *O. angulata*, *Boultonica simplex*, *B. cylindrica* 等。上述蕨类大多属于 *Schwagerininae* 和 *Pseudoschwagerininae* 亚科,壳体中等至大,隔壁二层式,具蜂巢层。*Schwagerinidae* 科的一些原始分子如 *Montiparus* 和 *Eotriticites* 等,在剖面中尚未发现。根据 *Robustoschwagerina tumida*, *Sphaeroschwagerina* 以及较多的 *Quasifusulina* 和 *Schwagerina* 存在判断,这一蕨类动物群相当于华北地区太原组中上部的 *Pseudoschwagerina* 带或 *Sphaeroschwagerina* 带,而其层位与俄罗斯地台的 *Asselian* 阶蕨类组合一致。

另外,据王志浩^[4]对太原西山及晋东南等地牙形石的补充研究,山西一带的 *Pseudoschwagerina* 带或 *Sphaeroschwagerina* 带的层位属于牙形石 *Streptognathodus barskovi* 带,并可与我国华南和俄罗斯乌拉尔地区同名牙形石带对比,被归于下二叠统底部。值得注意的是,刘志才、张逸信^[5]在中卫县上河沿剖面(距本剖面仅 4km)太原群中上部建立了 *Sphaeroschwagerina* 带,也对应于华北等地的 *Sphaeroschwagerina* 带并被归于下二叠统。

在太原组下段的灰岩中,笔筒化石相对较少,仅鉴定出 *Ozawainella angulata*, *Mediocris* sp. (第 16 层)和 *Ozawainella* sp., *Pseudostaffella* sp. (第 4 层)4 个种。*Mediocris* 和 *Pseudostaffella* 两属的时代面相较老,其上限可延到上石炭统马平阶下部。

3.2 牙形石

太原组上段的牙形石有 *Streptognathodus wabausensis*, *Str. gracilis*, *Str. simplex* 及 *Str. elongatus*, 其组成比较单调,但以 *Streptognathodus* 属的富集为特征。上述分子见于美国上宾夕法尼亚系弗吉利阶(Virgilian)上部和下二叠统狼营阶(Wolfcampian)中下部,也可与乌拉尔及顿巴斯地区格热尔阶(Gzhelian)上部及阿舍利阶(Asselian)牙形石对比。在我国,上述分子主要分布于华北地区太原组中上部(西山段或毛儿沟段庙沟灰岩以上)及华南马平阶中上部,与太原组下段(华北地区晋祠段)面貌较老的分子有一定区别^[6]。由于窑沟剖面中尚未分析出 *Streptognathodus barskovi*, 因而前述的笔筒对确定太原组上段地质时代具有关键作用。

窑沟剖面太原组下段牙形石有 *Streptognathodus elongatus*, *Str. gracilis*, *Idiognathodus delicatus*, *Id. claviformis*, 其中后两种的出现层位较底。据国内外资料, *Idiognathodus delicatus*, *Id. claviformis* 在地层分布上一般位于密苏里阶(Missurian)和弗吉利阶(Virgilian)及以下层位,是上石炭统上部的常见分子,在下二叠统中极少发现。因而,太原组下段地质时代应归上石炭统,这与同层中笔筒化石的时代一致。

3.3 植物

窑沟剖面植物化石较丰富,多是我国华北及西北地区太原组和山西组的常见分子,由于以往缺失典型动物化石的佐证,其具体层位分布尚欠精确。在窑沟剖面太原组上段,主要植物有 *Lepidodendron posthumii*, *Lep. oculus-felis*, *Cathaysiodendron acutangulum*, *C. nanpiaoense*, *Bothrodendron kuianum*, *Lepidostrobophyllum* sp., *Lepidophylloides* sp., *Lepidostrobus* sp., *Stigmara ficoides*, *Cordaites principalis*, *Calamites cisti*, *Annularia stellata*, *Pinnularia* sp., *Pecopteris candolleana*, *Tingia carbonica* 等,且以东方型鳞木类为主,如 *Lepidodendron oculus-felis*, *Lep. posthumii*, *Cathaysiodendron nanpiaoense* 等。其中, *Lep. oculus-felis* 不仅在整个太原组均有分布,而且在北祁连一带的羊虎沟组、山西组及大黄沟组都有发现^[1],说明其地质历程较长,不具重要的对比意义。而 *Lepidodendron posthumii*, *Bothrodendron kuianum*, *Cathaysiodendron nanpiaoense*, 无论是在北祁连或华北山西一带^[7]都是从太原组的上段开始出现的。另外, *Tingia carbonica*, *Annularia stellata* 的分布情况与此相似,多发现于下二叠统中。

太原组下段植物化石相对单调,主要有 *Lepidodendron oculus-felis*, *Pecopteris candolleana*, *Neuropteris pseudovata*, *Sphenophyllum oblongifolium*, *Cordaites* sp., *Odontopteris* sp. 以及 *Thallites* sp. 等。其中以 *Neuropteris pseudovata* 最引人注目,它与西欧维斯发 D 期的代表分子 *N. ovata* 十分相似。这类植物在中国的分布层位较西欧高得多,致使 Gothan 和斯行健^[8]在最初将它们当成一个新种看待。据 Mosbrugger^[9]对我国山西保德一带类似标本角质层的研究,证明中国的 *N. pseudovata* 与西欧的 *N. ovata* 不是同一植物。除西欧地区外,该种植物在中东一带

上石炭统确有存在^[10]。在美国和加拿大, *N. ovata* 主要分布于 Stephanian 阶外, 还延至下二叠统下部。Laveine 等^[11]认为这种植物是维斯发期以后由西欧迁入中国大陆的, 所以它在中国的分布层位比西欧高。无论在中卫下河沿还是在北祁连其它地区, 如山丹王家湾剖面、肃南小青沟剖面^[1], *Neuropteris pseudovata*, *Sphenophyllum oblongifolium* 等在太原组下段较繁盛, 至上段仅残存或消失。结合该段同层产出的蕨、牙形石, 可以确定太原组下段应为上石炭统上部沉积。

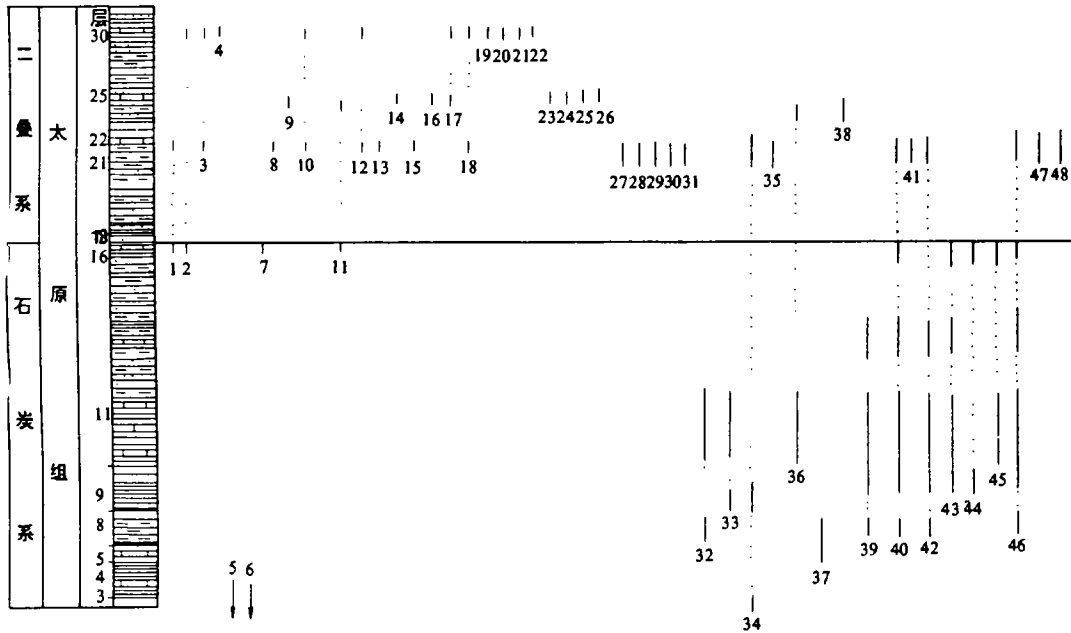


图 3 中卫县下河沿地区石炭—二叠纪生物群分布

Fig. 3 Distribution of the Permian-Carboniferous biotas in the Xiaheyan area, Zhongwei county
 牙形石: 1—*Streptognathodus elongatus* 2—*Str. gracilis* 3—*Str. simplex* 4—*Str. wabaunsensis* 5—*Idiognathodus delicatus* 6—*Id. claviformis* 蕨科化石: 7—*Mediocris* sp. 8—*Boultonia cylindricata* 9—*B. simplicata* 10—*Eoparafusulina bella* 11—*Quasifusulina angulina* 12—*Q. praestella* 13—*Q. longissima* 14—*Robustoschwagerina tumida* 15—*Schubertella gracilis* 16—*Schub. kingi* 17—*Schub. paramelonica* var. *minor* 18—*Schub. sphaerica* 19—*Schwagerina cucumeriformis* 20—*Sch. exuberata* 21—*Sch. moelleri aequalis* 22—*Sch. nulliuscula* 23—*Sch. nobilis* 24—*Sch. paramoelleri* 25—*Sch. thompsoni* 26—*Sphaeroschwagerina subrotunda* 植物: 27—*Annularia stellata* 28—*Bothrodendron kuianum* 29—*Calamites cisti* 30—*Cathaysiodendron acutangulum* 31—*Cordaites principalis* 32—*Neuropteris pseudovata* 33—*Odontopteris* sp. 34—*Lepidodendron oculus-felis* 35—*Lep. posthumii* 36—*Pecopteris candolleana* 37—*Sphenophyllum oblongifolium* 38—*Tingia carbonica* 孢子花粉: 39—*Laevigatosporites ovalis* 40—*Gulisporites cochlearium* 41—*G. discersus* 42—*Florinites junior* 43—*Triquirites bransonii* 44—*Torispora securis* 45—*Thymospora pseudothiessenii* 46—*Vesicaspora wilsonii* 47—*Cycadopites cymbatus* 48. *Knoxisporites notos*

3.4 孢粉

下河沿窑沟剖面太原组内的孢粉化石可划分为两个组合带。太原组下段含蕨类植物孢子占 51.8~63.8%, 且以单缝孢 *Laevigatosporites* (25.5~39.9%) 为主, 裸子植物花粉占 36.2~48.2%, 包括单气囊和双气囊花粉。组合中的常见分子有 *Laevigatosporites minutus*, *L. ovalis*, *L.*

medius, *L. desmoinensis*, *Lycospora rotunda*, *punctatisporites minutus*, *P. hians*, *Florinites junior*, *F. mediapudense*, *Ahrensiporites guerickei*, *Cyclogranisporites aureus*, *Triquitrites bransonii*, *Gulisporites cochlearius*, *Torispora securis*, *Thymospora pseudothiessenii*, *Columinisporites*, *Raistrickia*, *Calamospora* 以及 *Endosporites* 等。其中,单缝孢 *Laevigatosporites* 及 *Torispora*, *Thymospora*, *Columinisporites* 等,组成了颇为发育的“单缝孢群”。在西欧捷克、萨尔—洛林地区及大布列颠等地,单缝孢群的发育被视为维斯发阶和斯蒂芬阶的界线特征。*Torispora* 在西欧从维斯发 C 期始现并延至斯蒂芬期。*Thymospora* 也是维斯发晚期和斯蒂芬期的主要分子。

Punctatisporites minutus 发现于北美斯蒂芬期的密苏里阶,*P. hians* 在宁夏横山堡羊虎沟组至太原组分布。另外,曾在纳缪尔期至维斯发期繁盛的分子,如 *Crassispora*, *Ahrensiporites*, *Densosporites*, *Dictyotriletes*, *Triquitrites*, *Simozonotriletes*, *Stenozonotriletes*, *Rotaspora* 等,在本组合仅少量存在,甚至消失。从孢粉组合看,太原组下段宜视为晚石炭世晚期(斯蒂芬期)沉积。

在太原组上段孢粉组合以裸子植物花粉占优势,最高含量可达 80%,其中单气囊花粉以 *Florinites* 为主,双气囊花粉明显增加,占 29.4%,常见分子有 *Pityosporites westphalensis*, *Vesicasporea*, *Limitisporites*, *Illinites* 等,还有苏铁类的单沟花粉,如 *Cycadopites cymbatus*。蕨类植物孢子中,单缝孢含量下降,*Laevigatosporites* 仅为 6.8%,三缝孢子以 *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Gulisporites*, *Convolutispora* 及 *Knoxisporites* 等为主。另外,从太原组上段起裸子植物花粉含量开始增高,这也是各地二叠纪的共性特征之一。但由于二叠纪较典型的具肋条花粉,如 *Vittatina*, *Striatopodocarpites*, *Striatites*, *Protohyposporites*, *Lueckisporites* 等尚未在该段中出现,其时代应为早二叠世早期。

另外,山西一带太原组的孢粉也可以分为两个组合^[6,12],下部组合以 *Laevigatosporites* 占优势,组合显示晚石炭世面貌;上部组合中,单气囊及双气囊花粉明显增加,其主要分子可与中卫下河沿对比外,还发现了较多的华夏分子,如 *Gulisporites cochlearius* 等二叠纪占优势的分子,大多从太原组底部就已发现,并成为上组合的主要分子。因而,将中卫下河沿二叠系的底界划在太原组上、下两个组合带之间更为合理些。

4 石炭—二叠系界线问题

石炭—二叠系界线是国际上长期争论而至今尚未完全解决的问题之一。在俄罗斯、美国、日本、奥地利等许多国家,均将蕨类 *Pseudoschwagerina* 带之底作为二叠系的底界。中国学者常以南方马平组(或船山组)与栖霞组之间的沉积和生物间断,把马平组(或船山组)上部 *Pseudoschwagerina* 带的顶界作为石炭系的上界,以栖霞组下部 *Schwagerina tschernyse-hewi* 带或 *Parafusulina* 带的 *Misellina* 亚带作为二叠系的底界,这条石炭—二叠系界线比国际上流行的界线偏高。

吴望始^[13]综述了国际石炭—二叠系界线工作组的意见,趋向在蕨类 *Schwagerina vulgaris*—*Schwagerina fusiformis* 带(可能与 *Pseudoschwagerina uddeni* 带相当)之底,或 *Schwagerina molleri*—*Pseudofusulina fecunda* 带之底的两种意见之间选择。王志浩^[4]在总结了石炭—二叠系牙形石的分布后,主张以牙形石 *Streptognathodus barskovi* 的首次出现作为二叠系的底界,且这条界线大致与蕨类 *Pseudoschwagerina uddeni*, *P. texana* 和 *P. beedi* 及菊石 *Svetlanoceras* 和 *Juresanites* 首次出现的层位相当。王志浩选择的这条界线,在我国相当于 *Pseudoschwagerina* 带的

底界,大体对应于前苏联 Asselian 阶上部的底界。

宁夏中卫下河沿窑沟剖面石炭—二叠系界线附近生物群的分布如图3所示。从化石组合及层位分布特征看,中卫下河沿窑沟剖面太原组上、下段二分性较为明显。在太原组下段,蕨类以晚石炭世面相较老的分子为主,如 *Mediocris*, *Pseudostaffella* 等,牙形石以 *Idiognathodus delicatus* *Id. claviformis* 为主,多为上石炭统的分子,很少出现于下二叠统,植物以 *Neuropteris pseudovata* 及 *Sphenophyllum oblongifolium* 繁盛为特征,孢粉则以 *Laevigatosporites* 占优势。太原组上段,蕨类动物群相当于华北地区太原组中上部的 *Pseudoschwagerina* 带或 *Sphaeroschwagerina* 带,且与牙形石 *Streptognathodus wabarscovi* 层位相当而归于下二叠统,该段牙形石以 *Streptognathodus* 属的富集为特征;植物则以华夏植物区的东方鳞木类繁盛、孢粉以裸子植物花粉占优势为特征。另外,在山西的太原组中上部除裸子植物花粉含量较高外,还伴有典型的华夏区的孢粉分子,不少二叠纪属种为该段的优势分子。

5 结语

综上所述,可以确认中卫县下河沿窑沟剖面上,太原组上、下段所含蕨、牙形石、植物及孢粉的属种及组合面貌,具有明显的时代差异性,界线上、下的岩性也截然不同。如界线之上第18层为长石石英粗砂岩,而其下的第17层是黑色页岩夹灰岩透镜体,二者横向延伸稳定,可以作为野外填图及地层对比的标志。

总之,石炭—二叠系界线置于太原组上、下段之间是较为适宜的。从生物地层角度既位于蕨化石 *Pseudoschwageria* 带或 *Sphaeroschwagerina* 带底部,大体相当于 Asselian 阶底部,且与牙形石 *Streptognathodus barskovi* 的首次出现层位基本一致。这条界线比我国传统的石炭—二叠系界线略低一些,从而与国际上目前普遍采用的界线方案趋于一致。

本文中蕨科化石由兰州大学李克定副教授鉴定,并经中国科学院南京地质古生物研究所张遵信研究员复查;王志浩副研究员鉴定牙形石。孢粉分析由中国科学院兰州地质研究所杜金娥、来常玉完成。兰州大学佟再三副教授及彭德成、王军、刘化清等参加了野外工作,陈小刚清绘插图,一并致衷心感谢。

6 参考文献

- [1] 沈光隆、吴秀元、李克定,1993,北祁连地区石炭—二叠系界线问题。甘肃地质学报,2卷,2期。
- [2] Li Xingxue, Shen Guanglong, Wu Xiuyuan, and Sun Bainian, 1991, Successional changes of Late Carboniferous autochthonous clastic swamp taphonomic phytocomunities from Xiaheyan, Zhongwei, Ningxia. In: Jing Yugan, Wang Jungeng, Xu Shanhong (Eds.), *Papaeoecology of China*, Vol. 1, Nanjing University Press.
- [3] Wang yongdong, Shen Guanglong, 1992, Late Carboniferous biostratigraphy in Zhongwei of Ningxia, NW China. 29th Int. Geol. Cong., Abst., V. 2, Kyoto Japan.
- [4] 王志浩, 1991, 中国石炭—二叠系界线地层的牙形刺——兼论石炭—二叠系界线。古生物学报, 30卷, 1期。
- [5] 刘志才、张遵信, 1992, 宁夏的蕨。古生物学报, 31卷4期。
- [6] 程保洲, 1992, 山西晚古生代沉积环境与聚煤规律。山西科学技术出版社, 43-50页。
- [7] 张泓, 1987, 植物大化石在太原西山煤田石炭—二叠纪地层中的纵向分布。煤炭科学技术, 第6期。
- [8] Gothan, W. and Sze H. C., 1933, Über "Mixoneura" und Ihr Vorkommen in China. Mem. Inst. Geol. Acad. Sinica, 13.

- [9] Mosbrugger, 1989, The Permian Taphoflora of Baode (NW Shanxi, China) — A Preliminary Report. XI Cong. Int. Strat. Geol. Carb., Compte Rendu 3.
- [10] Remy, W., 1964, Zur Untergliederung des Stephanien und Autunien Gnenue Stephanien/Autunien. V Cong. Int. Strat. Geol. Carb., Paris, Compte Rendu 1.
- [11] Laveine, J., Zhang Shanzhen and Lemoigne, Y., 1989, Global Palaeobotany, as exemplified by some Upper Carboniferous Pteridosperms. Bull. Soc. Belge. Geol., 98(2).
- [12] 廖克光, 1987, 太原西山煤田石炭二叠纪孢粉组合及比较。煤炭科学技术, 第6期。
- [13] 吴望始, 1991, 初析石炭系和二叠系的界线位置。古生物学报, 30卷1期。

BIOSTRATIGRAPHY OF THE TAIYUAN FORMATION AT XIAHEYAN, ZHONGWEI COUNTY, NINGXIA — WITH A DISCUSSION OF THE CARBONIFEROUS-PERMIAN BOUNDARY

Wang Yongdong, Shen Guanglong and Wu Xiuyuan

Abstract

In this paper the authors divide the Upper Carboniferous Taiyuan Formation at Xiaheyan, Zhongwei, Ningxia, into the upper and lower members. In the upper member (beds 18-31) fusulinids are represented by elements of the *Pseudoschwagerina* Zone and *Sphaeroschwagerina* Zone, conodonts are mainly represented by elements of the genus *Streptognathodus*, and plants are dominated by pollen of gymnosperms and *Lepidodendron*. The above-mentioned fossils are of Early Permian age. The lower member (beds 1-17) contains fusulinids *Medocris* and *Pseudostaffella*, conodonts *Idognathodus dellicafus* and *I. olaviformis* and plants *Neuropteris pseudovata* and *Spherophyllum oblongifolium*, which shows the features of Late Carboniferous-Permian boundary be placed between the upper and lower members of the Taiyuan Formation. This boundary is a bit lower than the traditional one of China, but tends to be in agreement with the boundary that is generally adopted in the world now.