

辽西凌源热水汤地区中生代含蝶螈化石地层新知

张立军^{1,2},王丽霞²

(1. 东北大学资源与土木工程学院 辽宁 沈阳 110004; 2. 辽宁省国土资源厅化石管理处 辽宁 沈阳 110032)

摘 要:在辽西凌源热水汤地区新发现一套夹于中酸性和酸性火山岩中的含蝶螈等化石的沉积层,可以称之为热水汤层。该层所产蝶螈化石特征类似于内蒙宁城县山头乡道虎沟地区海房沟组的初螈类,其伴生植物化石组合显示介于中侏罗世海房沟组至早白垩世义县组之间的特征,其时代置于中侏罗世晚期较为合适。同时,将热水汤层及其上覆、下伏酸性和中酸性火山岩一并划归髻髻山组。

关键词:髻髻山组;中侏罗世晚期;含蝶螈化石地层;凌源热水汤

热水汤地区位于凌源市北约 15 km。2003 年 8 月,笔者在实施辽宁省省院校合作工程专项计划项目“辽西晚中生代有尾两栖类系统发生及其生存环境研究”时,在热水汤开发区无白丁营子东山一带发现一含蝶螈类化石沉积夹层,该沉积夹层位于一套中酸性火山岩系之间。在 1968 年建平幅(1/20 万)区域地质调查报告中,该套地层自下而上被划分为金刚山组、吐噜噜组。最新的 1/25 万建平幅则将其划为张家口组。我们通过初步的野外工作,基本查清了该套地层层序,自下而上分为海房沟组、髻髻山组。蝶螈类、昆虫及植物等化石产于中侏罗世晚期髻髻山组沉积夹层。这对蝶螈类的起源、早期演化及其相关的环境及生态等研究、以及热水汤地区中生代地层划分与对比无疑具有重要的意义。

1 区域地层简介

凌源市热水汤地区及其周边包括建平县九座窑、老松台、四节梁和内蒙古宁城县姚力营子、贾家沟及五化营子以东的地区,位于宁城盆地东南部。中生代地层主要有中侏罗统海房沟组、髻髻山组及下白垩统义县组(图 1),其西宁城山头乡地区尚发育上侏罗统土城子组。

海房沟组(J_2h):分布于凌源市万元店东北至建平县小苏子沟一带,为一套灰—灰白色砂岩、粉砂岩,夹黑色炭质页岩、薄煤层或煤线和膨润土。底部以灰褐色复成分砾岩为主,厚约 140 m,以角度不整合或断层关系与片麻岩或花岗岩接触。其上被髻髻山组整合覆盖。在该组中上部页岩中,含较多的动、植物化石。植物有 *Equisetites lateralis* (Phillips) Morris, *E. ferganensis* Seward, *Coniopteris simplex* (L. et H.) Harris (= *C. tatungensis* Sze), *C. hymenophylloides* Brongniart [= *C. quinqueloba* (Phillips) Seward], *Ginkgoites* ex gr. *Sibiricus* (Heer) Seward, *Baiera* sp. 及动

物化石 *Ferganoconcha sibirica* Tsehern. 等(据建平幅 1/20 万地质图说明书,1968)。这一生物组合面貌与整个辽西地区中侏罗统海房沟组生物组合特征完全可以对比。

髻髻山组(J_3t):分布于热水汤周边地区,南起万元店孤山子,向北经热水汤、三楞山后至四节梁北西,向东可延伸至九座窑、老松台以东。岩性以浅灰色流纹集块火山角砾岩、浅紫色英安岩为主,夹紫灰色安山岩及含角砾流纹岩及凝灰熔岩。在无白丁营子东山剖面上,该组夹有一层厚逾 100 m 的碎屑沉积及膨润土层,在沉积岩夹层中含蝶螈化石和少量昆虫以及较丰富的植物化石。该组呈整合覆于中侏罗统海房沟组之上,厚度几十米至数百米。其上与义县组呈广泛的区域性不整合接触。

义县组(k_1y):广泛分布于无白丁营子以西,向北经贾家沟至姚力营子,向东经四节梁、李杖子至老松台以北地区。岩性较为复杂,主要为中基性火山岩及流纹质熔结凝灰岩、斑状安山岩,安山质火山角砾岩及凝灰角砾岩等,下部夹相当于大新房子层的砂岩、砂砾岩、砂岩、粉砂岩和页岩。在无白丁西山相当大新房子层厚逾 60 m,含狼鳍鱼及植物化石 *Thalites riccioides* Wu, *Ctenis* sp., *Anomozamites* sp., *Czekanowskia setacea* Heer, *phoenicopsis angustifolia* Heer, *Leptostrobus sinensis* Sun et Zheng, *Liaoningocladus boii* Sun, Zheng et Mei 等(郑少林鉴定)。这些动植物化石为义县组所常见。岩层总厚数百米至近千米。

2 热水汤地区中侏罗统海房沟组、髻髻山组地层剖面

为了控制含蝶螈化石的确切层位,我们在凌源市万元店大巴勿苏至热水汤无白丁营子东山测制了不同比例尺的海房沟组、髻髻山组剖面(图 2),其中髻髻山组热水汤含化石沉积层(17~36)分层较细。剖面分层自上而下描述如下。

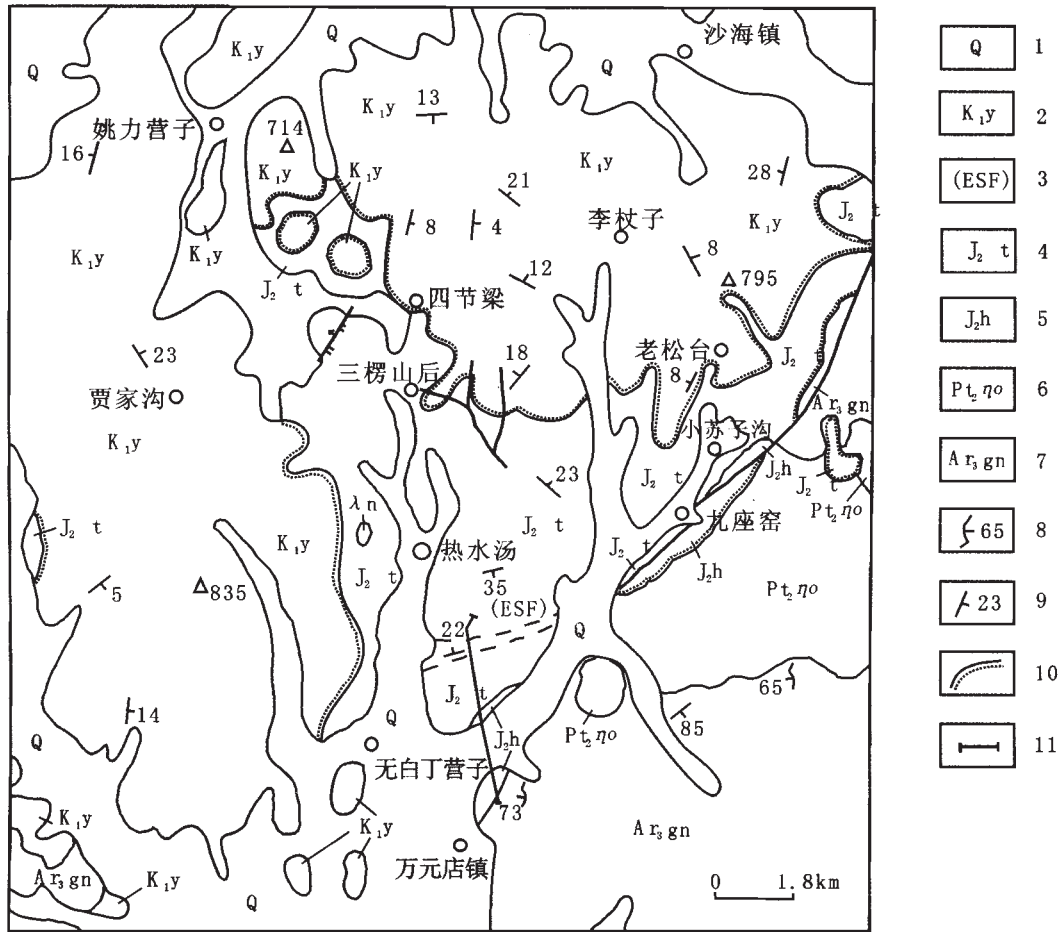


图 1 辽宁凌源市热水汤地区地质略图

(据 1/20 万与 1/25 万地质图修订)

Fig. 1 Geologic map of Reshuitang Area, Lingyuan

(modified from 1:200000 and 1:250000 geologic maps)

1—第四系 (Quaternary) 2—义县组 (Yixiang fm.) 3—火山喷发沉积相 (volcanic eruption facies) 4—髫髻山组 (Tiaojishan fm.) 5—海房沟组 (Haifanggou fm.); 6—中元古代石英二长岩 (Mesoproterozoic quartz monzonite); 7—新太古代片麻岩 (Neoproterozoic gneiss); 8—片麻理产状 (gneissosity occurrence); 9—岩层倾向及倾角 (dip and dip angle); 10—不整合 (nonconformity); 11—剖面线 (section line)

髫髻山组：

厚度 > 204.7 m	1.98 m
37. 灰白色流纹质火山角砾岩 > 5.0 m	24. 绿灰—黄绿色厚层状含砂膨润土, 含植物碎屑 1.98 m
36. 褐灰色含砾凝灰质粗砂岩 4.0 m	23. 灰白色薄层凝灰质页岩夹凝灰质粉砂岩及黄绿色含砂砾膨润土, 局部岩层被揉皱 (中间掩盖 132 m) 1.00 m
35. 灰白色中薄层凝灰质中细粒砂岩 2.0 m	在剖面线西约 30 m 处, 22 层之上为 22-1, 黄褐色中厚层火山岩质中粗砾砂岩 厚 2.0 m
34. 灰白色、黄褐色中厚层含砾凝灰质中粗粒砂岩 2.5 m	22. 灰色中薄层凝灰质粉砂岩, 夹灰色薄层凝灰质页岩, 具水平层理, 含蝶螈类、昆虫及植物 4.87 m
33. 绿灰色含砂膨润土 2.0 m	21. 灰白色厚层含砾凝灰质砂岩、粉砂岩, 含植物碎片 7.07 m
32. 褐灰色中厚层含砾凝灰质粗砂岩 1.0 m	20. 灰色薄层凝灰质粉砂岩夹微薄层凝灰质页岩及膨润土 3.41 m
31. 灰白色中薄层凝灰质粗砂岩 0.3 m	19. 灰白色膨润土化中薄层含砾凝灰质砂岩夹凝灰质粉砂岩 1.22 m
30. 灰白色薄层膨润土夹褐灰色薄层凝灰质中细粒砂岩 0.3 m	剖面线之西约 60 m 处, 该层之下和 18 层之上为凝灰质粉砂岩夹凝灰质页岩、膨润土、中细粒砂岩, 厚 3.76 m, 细分为 18-(20)~18-(1): 18-(20). 灰白色中薄层凝灰质粉砂岩, 含较多植物碎片 21 cm
29. 灰—灰白色厚层复成分砾岩 28.1 m	18-(19). 灰绿色中薄层含砂膨润土及较多黑云母 15 cm
28. 灰白色厚层砂砾岩 2.81 m	
27. 灰白色中薄层长石岩屑砂岩 1.69 m	
26. 浅绿、灰褐色薄层至微薄层膨润土, 具水平层理, 夹厚约 2~20 cm 膨润土, 浅灰色细砂岩 26.6 m	
25. 灰色厚层状中细砾复成分砾岩, 含硅化木 <i>Protoginkgoxylon</i> sp. 等	

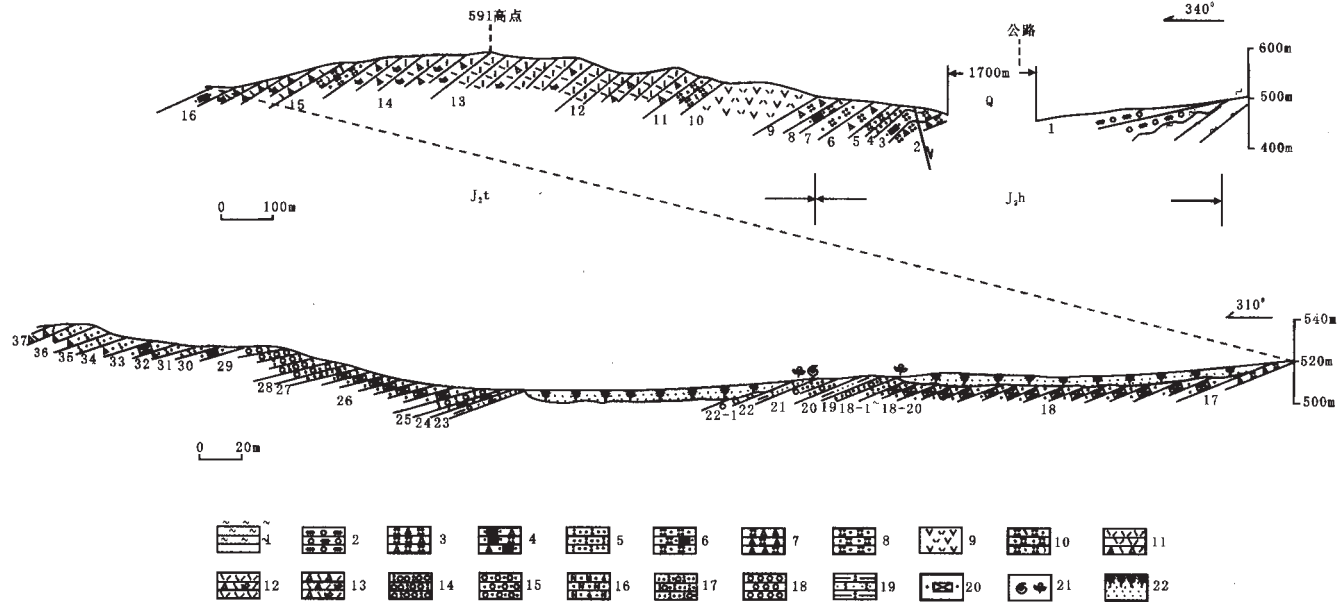


图 2 凌源万元店大巴勿苏—热水汤无白丁营子东沟中侏罗统海房沟组、髻髻山组剖面图

Fig. 2 The Dabawusu-Yingzidonggou section of Middle Jurassic Haifanggou and Tiaoqishan formations in Lingyuan

1—片麻岩 (gneiss) ; 2—含巨砾复成分砾岩 (boulder-bearing polymictic conglomerate) ; 3—含角砾凝灰岩 (breccia tuff) ; 4—膨润土化沉凝灰角砾岩 (bentonitic tuff breccia) ; 5—凝灰质中粒砂岩 (tuffaceous medium-grained sandstone) 6—沉凝砂岩夹膨润土化沉凝灰岩 (tuff sandstone interbedded with bentonitic tuff) ; 7—沉凝灰角砾岩 (tuff breccia) ; 8—沉凝灰岩 (sedimental tuff) ; 9—英安岩 (dacite) ; 10—玻屑晶屑凝灰岩 (vitric crystal tuff) ; 11—流纹岩夹流纹质火山角砾岩 (rhyolite interbedded with rhyolitic-volcanic breccia) ; 12—流纹岩夹流纹质含集块火山角砾岩 (rhyolite interbedded with agglomerate-bearing volcanic breccia) ; 13—流纹质火山集块角砾岩 (rhyolitic-volcanic agglomerate breccia) ; 14—复成分砾岩 (polymictic conglomerate) ; 15—砂砾岩 (sandy conglomerate) ; 16—长石岩屑砂岩 (feldspathic litharenite) ; 17—含砾凝灰质砂岩 (gravel-bearing tuff-sandstone) ; 18—火山岩质砾岩 (volcanic conglomerate) ; 19—凝灰质页岩与凝灰质粉砂岩 (tuffaceous shale and tuffaceous siltstone) ; 20—膨润土 (bentonite) ; 21—动植物化石 (animal and plant fossils) ; 22—表土 (surface soil)

18 - (18) . 灰—灰白色薄至微薄层凝灰质页岩与微薄层绿灰色凝灰质粉砂岩及细砂岩, 纹层—水平层理发育, 含植物化石 *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas, *Anomozamites* sp. 等 22 cm
 18 - (17). 灰白色薄层状凝灰质粉砂岩, 含植物碎片 10 cm
 18 - (16). 浅绿灰色薄层状含砂膨润土, 黑云母片含量较多 13 cm
 18 - (15). 灰白色薄层凝灰质粉砂岩及凝灰质页岩, 具水平层理, 粉砂岩具球状风化 10 cm
 18 - (14). 浅绿灰色中薄层凝灰质细砂岩, 含较多的植物茎干印痕 43 cm
 18 - (13). 灰白色中薄层凝灰质粉砂岩局部具水平层理含蝶螈类、昆虫及植物化石: *Equisetites* sp., *Coniopteris burejensis* (Zal.) Seward, *C. hymenophylloides* (Brongniart) Seward, *C. simplex* (L. et H.) Harris, *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas, *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama, *Ctenis* cf. *chinensis* Hsü, *Anomozamites angulatus* Heer, *Anomozamites* sp., *Pterophyllum* sp., *Sphenobaiera colchica* (Prynada) Delle, *Czekanowskia rigida* Heer, *C. setacea* Heer, *Ixostrobus lepidus* (Heer) Harris, *Stenorachis beipiaoensis* Sun et Zheng, *Phoenicopsis angustissima* Prynada, *Phoenicopsis* sp., *Pityocladus zalainoerensis* Chang, *Pityostrobus* sp., *Pityospermum* sp., *Podozamites* sp., *Taeniopteris* sp. 等. 45 cm

18 - (12). 灰白色薄层含砂、黑云母膨润土 4.5 cm
 18 - (11). 灰白色薄层凝灰质粉砂岩, 下部夹 1 cm 厚膨润土 42 cm
 18 - (10). 灰白色含砂膨润土 16 cm
 18 - (9). 灰白色薄层凝灰质粉砂岩夹薄层粉砂质页岩及白色薄层凝灰质细砂岩透镜体, 粉砂岩具水平层理, 顶部有球状风化 33.5 cm
 18 - (8). 灰色薄层凝灰质细砂岩, 微显水平层理 2 cm
 18 - (7). 灰白色薄层凝灰质粉砂岩 2.5 cm
 18 - (6). 灰白色薄层含膨润土细砂岩 7 cm
 18 - (5). 灰白色薄层状凝灰质粉砂岩, 分 4 个小层, 单层厚 1 cm, 局部含中粒长石石英、少量黑云母 5 cm
 18 - (4). 绿灰色膨润土化薄层长石砂岩, 矿物成分以长石为主, 含石英粒及黑云母片 6 cm
 18 - (3). 灰色薄层凝灰质粉砂岩 5 cm
 18 - (2). 灰白色中层凝灰质细砂岩, 成分以岩屑为主, 极少量长石与黑云母, 凝灰质胶结, 具不稳定透镜状层理 5 cm
 18 - (1). 灰色沉凝灰页岩, 水平层理发育, 含植物碎片、昆虫、蝶螈等化石 22 cm
 18. (掩盖约 180 m) 据周围挖膨润土坑推测, 覆土层之下应为膨润土 24.44 m

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 17. 灰白色中厚层中细砾火山角砾岩夹薄层沉凝灰岩 | 2. 12 m |
| 16. 浅紫灰色厚层流纹质含集块火山角砾岩, 顶部夹灰白色薄层膨润土 | 15 m |
| 15. 浅绿灰色中薄层玻屑晶屑凝灰岩夹绿灰色薄层沉凝灰岩 | 4. 5 m |
| 14. 灰紫色厚层流纹质火山集块角砾岩 | 14 m |
| 13. 紫灰色厚层流纹岩夹黄灰色流纹质含集块火山角砾岩 | 15 m |
| 12. 灰白色中薄层流纹岩夹浅黄灰色流纹质火山角砾岩 | 12 m |
| 11. 灰白色中厚层玻屑晶屑凝灰岩, 上部夹灰白色沉凝灰岩 | 4. 5 m |
| 10. 浅紫灰色厚层英安岩 | 12 m |

整合

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| 海房沟组: | 厚度 > 36. 1 m |
| 9. 褐灰、浅灰色中厚层沉凝灰角砾岩, 偶含硅化木 | 1. 5 m |
| 8. 褐灰、灰白色膨润土化含细砂沉凝灰岩 | 0. 8 m |
| 7. 灰白色沉凝灰岩 | 1. 5 m |
| 6. 灰白色中厚层凝灰质角砾岩 | 1. 5 m |
| 5. 灰白色沉凝灰岩夹紫灰色膨润土化沉凝灰岩 | 0. 8 m |
| 4. 褐灰色中薄层凝灰质中粒砂岩 | 0. 6 m |
| 3. 灰白、灰紫色膨润土化沉凝灰角砾岩夹多层膨润土和细砂岩 | 1. 5 m |
| 2. 灰白色中厚层含角砾凝灰岩 | 2. 9 m |
| 第四纪掩盖 | 宽 1700 m |
| 1. 褐灰色中厚层含巨砾中粗砾复成分砾岩夹灰白色砂砾岩和粗砂岩 | > 25 m |

角度不整合

下伏岩层: 太古宇片麻岩

3 生物地层年代

我们在热水汤层采集的化石有以下几个门类: 蝶螈类、昆虫及较多的植物化石。热水汤层的蝶螈化石, 已被有关学者鉴定为天义初螈^[1, 2]。经高克勤教授初步研究, 认为尚不能断定热水汤的蝶螈类与产于道虎层的天义初螈在何水平上相似。因此, 我们只认为热水汤层的蝶螈类与宁城山头乡一带海房沟组中的道虎沟层所产的初螈类类似。此外, 对其新报道的道虎沟辽西螈及其根据新的地层工作^[3], 将内蒙古道虎沟化石层与辽宁钟健辽西螈^[4]的产出层位联系起来, 我们也认为值得商榷。

我们知道, 蝶螈类化石在我国产出的最低层位是内蒙古宁城山头乡道虎沟层, 其所含的植物、昆虫及叶肢化石相当于中侏罗统的海房沟组^[5-7], 地层及同位素测年工作也支持这一观点^[8, 9], 道虎沟层的时代已争议不大。热水汤层初螈类化石的发现无疑拉近了它与道虎沟层的距离, 那么热水汤层是否就相当于道虎沟层呢? 由于热水汤层的昆虫化石较为破碎, 主要有蜻蜓目(Odonata)、鞘翅目(Coleoptera)和直翅目(Orthoptera)等成员, 无法进一步鉴定。因此, 我们主要根据植物化石进行进一步的时代论证。

植物化石各大类群组成如下:

有节类: *Equisetites* sp.;

真蕨类: *Coniopteris burejensis* (Zal.) Seward, *C. hymenophylloides* (Brongniart) Seward, *C. simplex* (L. et H.) Harris, *Eboracia lobifolia* (Phillips) Thomas, *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama,

Cladophlebis sp.;

苏铁类: *Ctenis* cf. *chinensis* Hstü;

本内苏铁类: *Anomozamites angulatus* Heer, *Anomozamites* sp.,

Pterophyllum sp.;

茨康类: *Czekanowskia rigida* Heer, *C. setacea* Heer, *Phoenicopsis angustissima* Prynada, *Ixostrobus lepidus* (Heer) Marris, *Phoenicopsis* sp.;

银杏类: *Sphenobaiera colchica* (Prynada) Delle, *Stenorachis beipiaoensis* Sun et Zheng;

松柏类: *Pityocladus* sp. *Pityocladus zalainoerensis* Chang,

Pityostrobus sp., *Pityospermum* sp., *Podozamites* sp.;

分类不明植物: *Taeniopteris* sp.

以上共计 23 种, 归 18 个属。其中比较有时代意义的是真蕨类: *Coniopteris burejensis*, *C. hymenophylloides*, *C. simplex*, *Eboracia lobifolia*, *Onychiopsis elongata* 等 3 属 5 种。按以往的资料分析, 如果前 4 种同时出现在同一岩层中, 其时代基本可以认为是中侏罗世的。但是, 根据近年来的研究, 这 4 种化石完全可上延至晚侏罗—早白垩世的义县组下部。第 5 个种 *Onychiopsis elongata*, 以往被认为是欧洲早白垩世威尔登期的重要分子, 它也出现于义县组下部。应该特别指出, *Onychiopsis elongata* 在东亚地区完全可以出现在中晚侏罗世, 如日本的中侏罗世的哥野层(Utano Formation)中^[10]。在那里该种不仅有丰富的营养叶, 而且有典型的实羽片, 其时代是通过海相动物群印证的。此外, 有些植物化石也见于义县组下部, 如 *Czekanowskia rigida*, *C. setacea*, *Stenorachis beipiaoensis*, *Pityocladus zalainoerensis* 等。虽然有的属种可以上延至义县组, 但是, 由于义县组所含的本内苏铁类和苏铁类面貌特殊, 迄今未发现如 *Ctenis chinensis*, *Anomozamites angulatus*, *Pterophyllum* sp. 之类化石出现。加之热水汤地区这套火山岩系的岩性特征与义县组有较大区别, 并被义县组大新房子层不整合覆盖, 所以它与义县组属于不同时期的火山喷发堆积物。

那么, 热水汤层会不会是内蒙古宁城道虎沟地区的海房沟组相当层位的同期沉积层呢? 从植物组合的角度看, 可能性不大。因为道虎沟地区海房沟组的植物化石特别丰富, 虽然目前尚没有一部植物群方面的专著和更多的论文加以报道, 但那里的植物化石标本到处流传。然而至今未发现 *Onychiopsis elongata* (尽管它曾见于中侏罗世)。另外, 道虎沟地区至少有 5 层小型叶肢介, 昆虫化石也很丰富, 热水汤层迄今未见。此外, 道虎沟层是一套正常的河湖相沉积, 其下不整合于前寒武古老的岩系之上, 其上被相当于髻髻山组火山岩系覆盖, 地层层位、岩相、岩性特征及整个动、植物群面貌与热水汤层都有较明显的区别。

如上所述, 热水汤层既不同于道虎沟层, 又与义县组的大新房子层有较大的区别。综合分析, 热水汤层植物组合显示介于中侏罗世海房沟组及义县组之间的特征, 由于初螈类化石的发现, 再结合热水汤地区中生代地层层序, 热水汤层归入髻髻山组较为合理, 时代应为中侏罗世晚期。

4 结 论

(1) 基本查清了热水汤地区中生代地层层序,自下而上分为海房沟组、髫髻山组,其上被义县组角度不整合覆盖。

(2) 初步确定含初螈类、昆虫及植物等化石的热水汤层是髫髻山组沉积夹层,这对螈类的起源、早期演化和生存环境的研究具较重要科学意义。

(3) 从生物群总体分析,螈类特征类似于道虎沟初螈类,植物化石组合显示介于中侏罗统海房沟组至义县组之间的植物组合面貌,再结合热水汤地区中生代地层层序,将其时代置于中侏罗世晚期较为合适。

(4) 热水汤地区海房沟组、髫髻山组地层发育特征与道虎沟和小苏子沟地区相当层位可相对比,反映了宁城盆地东南缘中侏罗世沉积特征的基本一致性。

致谢:文中所述植物化石均由沈阳地质矿产研究所郑少林研究员鉴定,在此表示感谢!

参考文献:

[1] Gan Ke-qin, Shubin N H. Earliest known crown-group salamanders[J].

Nature, 2003, 422: 424—428.

[2] 王原. 内蒙古中生代有尾两栖类一新种 道虎沟辽西螈[J]. 科学通报, 2004, 49(8): 814—815.

[3] 张立军, 高克勤, 王丽霞. 辽西义县组螈类化石新发现[J]. 地质通报, 2004, 23(8): 799—801.

[4] 董枝明, 王原. 辽宁西部早白垩世一新的有尾两栖类[J]. 古脊椎动物学报, 1998, 36(2): 159—172.

[5] 郑少林, 张立军, 巩恩普. 共生有生殖器官的 *Anomozamites* 的新发现[J]. 植物学报, 2003, 45(6): 667—672.

[6] 任东, 尹继才. 内蒙古自治区中侏罗世表翼蛉化石一新种(脉翅目: 翼蛉科)[J]. 动物分类学报, 2002, 27(2): 274—277.

[7] 沈炎彬, 陈丕基, 黄迪颖. 内蒙古宁城县道虎沟叶肢介化石群的时代[J]. 地层学杂志, 2003, 27(4): 311—313.

[8] 任东, 高克勤, 郭子光, 等. 内蒙古宁城道虎沟地区侏罗纪地层划分及时代探讨[J]. 地质通报, 2002, 21(8—9): 584—591.

[9] 季强, 陈文, 王五力, 等. 中国辽西中生代热河生物群[A]. 见: 陈文, 编. 同位素地质年代学之道虎沟化石层同位素年代学研究[C]. 北京: 地质出版社, 2004. 139—150.

[10] Kimura T, Ohana T. Middle Jurassic and some Late Liassic plants from the Toyora Group, Southwest Japan(1)[J]. Bulletin of the National Science Museum Series(Geology & Paleontology), 1987, 13(2): 41—76.

MESOZOIC SALAMANDER FOSSIL-BEARING STRATA IN RESHUITANG AREA NEAR LINGYUAN, WESTERN LIAONING

ZHANG Li-jun^{1,2}, WANG Li-xia²

(1. Institute of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China;

2. Office of Fossil Administration, Liaoning Bureau of Land and Resources, Shenyang 110032, China)

Abstract: New salamander fossil-bearing beds were found from a suite of acid-intermediate and acid volcanic rocks in Reshuitang area near Lingyuan, Western Liaoning Province. The fossil beds are inferred as to Reshuitang Bed. The salamander fossils are similar to those of *Chunerpeton* from the Haifanggou Formation exposed at Daohugou, Ningcheng County, Inner Mongolia. The plant fossil assemblage shows their feature situated between Middle Jurassic Haifanggou and Early Cretaceous Yixian Formations. Its age refers to the late stage of Middle Jurassic. Therefore, the Reshuitang Bed, together with the overlying and underlying acid and acid-intermediate volcanic rocks, is included into the Tiaoqishan Formation.

Key words: late Middle Jurassic; Tiaoqishan Formation; salamander fossil-bearing strata; Reshuitang; Lingyuan

作者简介:张立军(1966—),男,高级工程师,东北大学在读博士生,从事地层古生物研究工作,通讯地址 沈阳市北陵大街29号辽宁省国土资源厅化石处,邮政编码 110032, E-mail//syzlj@126.com