文章编号: 1009-3850(2003)04-0027-07

湘西北慈利-大庸地区上震旦统一下寒武统 沉积特征及层序地层划分

李忠雄^{1,2},王 剑²,段太忠³,高永华⁴

(1. 中国地质大学 资源学院,湖北 武汉 430074; 2. 成都地质矿产研究所,四川 成都
610082; 3. Colorado School of Mines, Golden, CO 80401-1887; Present address: Marathon Oil
Company, Houston, TX 77056-2725; 4. 中国地质大学,北京 100037)

摘要:通过对各类层序界面的识别,以沉积特征、副层序和体系域与结构转换面等层序分析,进行露头层序地层 学研究,将湘西北慈利-大庸地区台缘斜坡相区上震旦统一下寒武统划分为11个III级层序,其中上震旦统7个、 下寒武统4个,主要是II型层序。在区域层序地层对比、分析的基础上初步讨论了露头层序地层分析中存在的 问题。

关 键 词: 上震旦统一下寒武统; 沉积特征; 层序地层划分; 慈利-大庸地区; 湘西北 中图分类号: P512.2 文献标识码: A

湘西北慈利-大庸地区在晚震旦世一寒武纪时 期属于扬子陆块东南被动大陆边缘,经历了晚震旦 世一早寒武世早期扬子陆块由拉张向热沉降转换, 以及早寒武世晚期一早奥陶世的成熟被动大陆边缘 的演化过程^[1~3]。自晚震旦世以来,该区主要是碳 酸盐台地边缘和斜坡沉积区,同时也是著名的汞、 金、铅、锌、磷成矿区域,具有良好的岩石地层、生物 和岩相古地理研究基础,是开展层序地层学和海平 面变化研究的理想地区。

研究区内上震旦统一寒武系地层系统采用的是 李四光教授(上震旦统陡山沱组、灯影组)、湖南区调 队、湖南地质研究所和贵州区调队(下寒武统牛蹄塘 组、杷榔组、清溪洞组)的命名方案(图1)。由于本 区上震旦统灯影组顶部和下寒武统牛蹄塘组底部迄 今为止尚未发现小壳化石,且灯影组和牛蹄塘组之 间未发现不整合证据,因此将寒武系底界暂置于牛蹄塘组底部,该界线大致与滇东筇竹寺组底界相当。

1 沉积特征

工作剖面主要为慈利牛皮溪-丛木坪、大庸田 坪、大庸四都坪3条剖面(图2),另以慈利南山坪、 慈利古洞溪、大庸三岔为3条补充剖面。

区内上震旦统主体由碳酸盐岩组成,横向上局 部发生了明显的相变。陡山沱组底部由发育桔壳构 造的厚层碳酸盐岩组成,俗称"碳酸盐帽",为潮坪沉 积环境;下部由陆棚、斜坡(陆坡)相的碳泥质白云 岩、角砾状白云岩和硅质白云岩组成;中上部由开阔 台地和浅海陆棚相的砂屑白云岩、鲕粒白云岩、颗粒 白云岩、碳泥质白云岩和硅质条带白云岩夹泥(页) 岩组成,大庸四都坪地区陡山沱组上部则相变为深

收稿日期: 2003-06-30

第一作者简介:李忠雄,1964年生,在职博士生,副研究员,从事沉积与地层古生物学研究。

项目资助:国家自然科学基金及重点项目(40072038、49972046、40032010·B)。



图 1 慈利地区牛皮溪-丛木坪上震旦统一下寒武统沉积特征及层序地层划分

1. 泥(页)岩; 2. 碳质页岩; 3. 硅(铁、磷)质页岩; 4. 粉砂质页岩; 5. 含砾砂岩; 6. 冰碛岩; 7. 碳泥质灰岩; 8. 碳泥质白云岩; 9. 硅质条带(结核)白云岩; 10. 纹层状灰岩; 11. 砂屑白云岩; 12. 鲕粒白云岩; 13. 砾屑白云岩; 14. 叠层石白云岩; 15. 云质灰岩或灰质云岩; 16. 化石 Fig. 1 Sedimentary environments and sequence stratigraphic division of the Upper Sinian — Lower Cambrian strata in the Niupixi-Congmuping zone of the Cili region, northwestern Hunan

1= mudstone (shale); 2= carbonaceous shale; 3= siliceous (ferruginous, phosphatic) shale; 4= silty shale; 5= gravelly sandstone; 6= tillite; 7= carbonaceous-muddy limestone; 8= carbonaceous-muddy dolostone; 9= siliceous banded (nodular) dolostone; 10= laminated limestone; 11= dolarenite; 12= oolitic dolostone; 13= dolorudite; 14= stromatolitic dolostone; 15= dolomitic limestone or lime dolostone; 16= fossil



图 2 慈利-大庸地区上震旦统一下寒武统柱状对比图

1. 页(泥)岩; 2. 碳(硅)质页岩; 3. 粉砂质页岩; 4.硅质岩; 5. 砂岩、粉砂岩; 6. 灰岩; 7. 白云岩; 8. 泥质条带灰岩; 9. 粉砂屑 灰岩; 10. 藻纹层 白云岩; 11. 硅质条带白云岩; 12. 颗粒白云岩; 13. 角砾状白云岩; 14. 桔壳状白云岩; 15. 鲕粒(状)白云岩

Fig. 2 Columnar correlation of the Upper Sinian— Lower Cambrian strata in the Cili-Dayong region, northwestern Hunan 1= shale (mudstone); 2= carbonaceous (siliceous) shale; 3= silty shale; 4= siliceous rocks; 5= sandstone and siltstone; 6= limestone; 7= dolostone; 8= muddy banded limestone; 9= silty limestone; 10= algal-laminated dolostone; 11= siliceous banded dolostone; 12= grainy dolostone; 13= brecciated dolostone; 14= orange dolostone; 15= oolitic dolostone

陆棚缺氧滞流环境中形成的碳质页岩夹薄层泥灰岩 组合。

灯影组下部由台地、潮坪相的鲕粒白云岩、叠层 石白云岩、砂屑白云岩和纹层状白云岩组成;灯影组 上部由台地潮坪相的纹层状白云岩、碳质白云岩组 成,在大庸四都坪地区则相变为陆棚边缘、盆地相的 碳硅质页岩、硅质岩组合。

牛蹄塘组由浅海陆棚、陆棚边缘相的碳质页岩、 硅质页岩和硅质岩组成。

把榔组由浅海陆棚相的灰色页岩、粉砂质页岩、 钙质页岩和粉砂岩组成,大庸田坪地区则相变为一 套细碎屑岩和碳酸盐岩组合,仍为浅海陆棚环境。

清虚洞组由浅海陆棚、开阔台地相的泥质条带 灰岩、泥晶灰岩、硅质条带灰岩夹页岩、粉砂质页岩 组成。

2 层序地层划分

目前仍然根据 Van Wagoner 等⁴ 提出的层序 地层学基本概念、基本理论进行研究。层序地层系 统本质上是由不同级别的层序所构成的地层系统; 层序(III级层序)是层序地层系统的基本单位。 II级 层序的划分主要依据地层接触关系、沉积相序的演 变、副层序的叠置方式,以及地球化学特征等标志。 其中以暴露面、平行不整合面或不整合面为基础的 层序界面的确定至关重要。

1. 层序界面

本区上震旦统至下寒武统中,发育的层序界面 主要是岩性和结构转换面,其特征是层序之间看似 整合、无间断、无剥蚀,但界面上下岩石成分和结构 发生突然变化,反映两种环境沉积物在水下的直接 接触,这个界面可能代表了一种水下沉积间断,此类 层序界面属 II型层序界面。由于受古地理环境的控制,本次研究并未在区内陡山沱组与南沱组冰碛岩 之间、牛蹄塘组与灯影组之间发现平行不整合剥蚀 间断面的证据。

2. 层序类型

根据岩性组成和结构差异,研究区可划分出 A—N型14种副层序类型(图3)。在沉积旋回和微 相分析的基础上,通过层序地层分析,将区内上震旦 统一下寒武统沉积地层划分为11个III级层序 (图2),其中,上震旦统(含下震旦统顶部)7个,下寒 武统4个III级层序中绝大多数发育海侵体系域 (TST)和高位体系域(HST),而低位体系域(LST)、 陆棚边缘体系域(SMST)和凝缩段(CS)发育不完 整。

早震旦世晚期到晚震旦世早期,由南沱组和陡 山沱组底部地层组成,副层序主要为 D、I 型。底界 面为 I 型层序界面,为南沱组冰碛岩的底界面(图上 未出露)。沉积体系域发育低位体系域(LST)、海进 体系域(TST)、高位体系域(HST)和凝缩层(Cs)。 低位体系域(LST)由厚层冰碛岩组成,为冰浅海沉 积环境;海进体系域(TST)厚度不均,在大庸四都 坪、田坪等地由0.5~2m厚的含砾粗砂岩、粗砂岩组 成,发育交错层理和沙纹层理,为冰滨海沉积环境; 高位体系域(HST)由陡山沱组底部中厚层泥粉晶白 云岩组成,发育方解石或硅质皮壳构成的桔壳构造, 即所谓的"碳酸盐帽",为潮上带局部暴露环境沉积, 该"碳酸盐帽"在整个湘西北发育较为普遍,凝缩层 (Cs)较厚,由陡山沱组底部的灰绿到深灰色页岩构 成,为潮下低能环境沉积。

小州下低肥小好

2. 层序 IIb

晚震旦世早期,由陡山沱组下部地层构成,副层



图 3 慈利-大庸地区上震旦统一下寒武统副层序类型

1. 页岩; 2. 粉砂质页岩; 3. 含磷碳质页岩; 4. 钙质页岩; 5. 硅质岩; 6. 粉砂岩; 7. 细砂岩; 8. 灰岩; 9. 白云岩; 10. 泥晶(条带)灰岩; 11. 纹层 状灰岩; 12. 纹层状(泥晶)灰岩; 13. 燧石条带(透镜体)灰岩; 14. 粉、砂屑灰岩; 15. 叠层石灰岩; 16. 豆粒、鲕粒、核形石灰岩; 17. 角砾状灰 岩; 18. 砾屑灰岩

Fig. 3 Sketches of the Upper Sinian— Lower Cambrian parasequence types in the Cili-Dayong region northwestern Hunan 1= shale; 2= silty shale; 3= phosphatic-carbonaceous shale; 4= calcareous shale; 5= siliceous nocks; 6= siltstone; 7= finegrained sandstone; 8= limestone; 9= dolostone; 10= micritic (banded) limestone; 11= laminated limestone; 12= laminated (micritic) limestone; 13= cherty banded (lenticular) limestone; 14= silty and sandy limestone; 15= stromatolitic limestone; 16= pisolitic oolitic and oncolitic limestone; 17= brecciated limestone; 18= calcirudite

1. 层序 III。

序主要为 F、G、I、M 型。底界面为 II 型层序界面, 为碳泥质白云岩与页岩之间的岩性结构转换面。发 育海进体系域(TST)、高位体系域(HST)和凝缩层 (Cs)。海进体系域(TST)由厚度较大的灰黑色薄层 状碳泥质白云岩组成,为浅海陆棚沉积环境;高位体 系域(HST)由中厚层状含硅质团块、透镜体及条带 之泥晶、粉晶白云岩组成,为碳酸盐台地潮坪环境; 凝缩层(Cs)为灰黑色薄层、极薄层含碳泥质白云岩 组成,为浅海缺氧滞流沉积环境。

3. 层序 III。

晚震旦世早期,由陡山沱组中部地层构成,副层 序主要为G、I型。底界面为II型层序界面,为含硅 质结核粉晶白云岩与极薄层碳泥质白云岩之间的岩 性及结构转换面。海进体系域(TST)由深灰色纹层 状含硅质结核的粉晶白云岩组成,为浅海陆棚环境 沉积;高位体系域(HST)由灰色厚层状粉晶白云岩 组成,为碳酸盐台地沉积环境;凝缩层(Cs)由深灰色 薄层、极薄层碳泥质白云岩组成,为浅海缺氧滞流盆 地沉积。

IIL 和 IIL 两套层序在大庸四都坪、田坪地区则 显示为水体较深的大陆斜坡碳酸盐岩滑塌重力流沉 积,滑塌构造和包卷变形构造非常发育,体系域由低 位体系域(LST)、海进体系域(TST)和高位体系域 (HST)组成。

4. 层序 III4

晚震旦世早期,由陡山沱组上部地层构成,副层 序主要为F、H、I型。底界面为II型层序界面,为具 纹层结构的粉晶白云岩与极薄层碳泥质白云岩之间 的岩性及结构转换面。海进体系域(TST)由灰黑色 中薄层状具纹层结构的粉晶白云岩组成,为浅海陆 棚环境沉积;高位体系域(HST)由深灰色中厚层状 含硅质结核与团块灰质白云岩、白云质灰岩及亮晶 鲕粒灰岩组成,为碳酸盐台地潮坪及浅滩沉积环境; 凝缩层(Cs)由深灰色薄层、极薄层碳泥质白云岩组 成,为浅海缺氧滞流盆地沉积。

5. 层序 IIIb

晚震旦世晚期,由灯影组下部地层构成,副层序 主要为F、H型。底界面为II型层序界面,为含硅质 结核、透镜体粉晶白云岩与厚层亮晶鲕粒灰岩之间 的岩性及结构转换面。体系域由海进体系域(TST) 和高位体系域(HST)构成。海进体系域(TST)由深 灰色中薄层状含硅质结核与透镜体的泥质白云岩和 细晶白云岩组成,为碳酸盐台地沉积;高位体系域 (HST)由深灰色中厚层状含硅质结核白云岩组成, 为碳酸盐台地潮坪沉积环境。

6. 层序 III6

晚震旦世晚期,由灯影组中部地层构成,副层序 主要为H、K、L型。底界面为II型层序界面,为深 灰色薄层状白云岩与中厚层状含硅质结核白云岩之 间的岩性及结构转换面。海进体系域(TST)由深灰 色薄层状白云岩组成,为潮下浅海环境沉积;高位体 系域(HST)由深灰色中厚层状亮晶鲕粒白云岩、砂 屑白云岩、叠层石白云岩及泥粉晶白云岩组成,为碳 酸盐台地浅滩及滩间海沉积环境。

7. 层序 IIb

晚震旦世晚期,由灯影组上部地层构成,副层序 主要为 E、F、J 型。底界面为 II 型层序界面,为具纹 层结构的泥粉晶白云岩与中厚层状硅质结核泥质白 云岩之间的岩性及结构转换面。海进体系域(TST) 由灰色纹层状泥粉晶白云岩夹硅质条带、鲕粒白云 岩组成,为浅海陆棚到台地沉积环境;高位体系域 (HST)由灰色中厚层状粉晶白云岩组成,局部夹含 磷硅质条带和团块并发育纹层构造,为碳酸盐台地 潮坪沉积环境。在大庸四都坪地区,层序 III7 则显 示为一套厚度巨大的硅质岩、硅磷质页岩组合,为陆 棚边缘、盆地相沉积。副层序不易进一步划分,体系 域由海进体系域(TST)和高位体系域(HST)组成。

8. 层序 IIIs

早寒武世早期,以牛蹄塘组为代表,副层序主要 为A型。底界面为II型层序界面,为牛蹄塘组硅磷 质页岩与灯影组碳酸盐和硅质岩沉积之间的岩性转 换面。海侵体系域(TST)由牛蹄塘组底部薄层状、 透镜状、眼球状灰黑色硅质磷块岩、磷结核和黑色鳞 片状炭质页岩组成,代表海平面快速上升时的较深 水沉积物,为浅海陆棚沉积环境,海侵体系域的底界 面可作为海进面,与层序界面重叠。高位体系域 (HST)由数十米黑色碳质页岩组成,发育浸染状黄 铁矿,代表海水较深、缺氧的陆棚边缘沉积环境。

9. 层序 III,

早寒武世中期,以杷榔组为代表,副层序主要为 A、B、C型。底界面为 II 型层序界面,为杷榔组底部 薄层状、条带状及透镜状灰黑色含碳泥质粉晶云岩 夹灰岩透镜体与下伏黑色碳质页岩之间的岩性转换 面。海侵体系域(TST)由杷榔组下部灰黑色含碳泥 10. 层序 III.o

早寒武世晚期,以清虚洞组下部为代表,副层序 主要为 B、I、G 型。底界面为 II 型层序界面,为灰色 细粉晶灰岩与粉砂质页岩、页岩之间的岩性转换面。 海侵体系域(TST)由灰色、深灰色细粉晶灰岩、条纹 状含炭泥质粉晶灰岩夹灰黑色页岩组成,为潮下低 能滞留盆地沉积;高位体系域(HST)由中厚层夹薄 层灰色细粉晶灰岩与深灰色层纹状含灰质泥质云岩 互层组成,为潮下至浅海陆棚环境。凝缩层(Cs)由 黑色、深灰色碳质页岩和粉砂质页岩组成,由炭质页 岩和粉砂页岩构成一个向上变浅的副层序,为浅海 滞流缺氧环境沉积。

11. 层序 III₁₁

早寒武世晚期,以清虚洞组上部为代表,副层序 主要为F、G、N型。底界面为II型层序界面,为深 灰色粉晶泥质灰岩与粉砂质页岩之间明显的岩性转 换面。海侵体系域(TST)由深灰色纹层状粉晶灰 岩、泥质粉晶灰岩组成,为潮下至浅海陆棚环境沉 积。高位体系域(HST)由深灰色中薄层硅质条带粉 晶灰岩、泥质粉晶灰岩和含砾屑粉晶灰岩组成,为台 地至浅海陆棚沉积。

4 问题讨论

Read 将北美阿巴拉契亚地区寒武系划分出 4 个层序,并区分出19个 III级旋回,其中下统 9 个、中 统 4 个、上统(含下奥陶统底部)6个^[5]。孟祥化等 将华北地台寒武系(仅沧浪铺晚期以上沉积)划分出 8 个 III级层序^[4],史晓颖等则将华北地台东部寒武 系划分为17个 III级层序,并提出我国寒武系总共可 划分为20个 III级层序,并提出我国寒武系总共可 划分为20个 III级层序,并提出我国寒武系总共可 划分为20个 III级层序的观点^[7]。于炳松等将塔里 木地台北部寒武系划分为19个 III级层序,其中下统 7个、中统 5 个、上统 7 个^[8]。杨家驪等以川黔湘交 境地区寒武系为基础将扬子地块寒武系划分为16个 III级层序(74个副层序),其中下统 7 个、中统 3 个、 上统 6 个^[9];许效松则将扬子地块寒武系划分为 4 个沉积层序^{10]};而蒲心纯等则认为扬子地块寒武系 可划分成 6 个沉积层序,以反映全球 II 级超周期中 更次级的相对海平面变化^[4],王尚彦等将湘黔交境 台地相中晚寒武统地层划分为 7 个 III级层序^[1]。 笔者根据湘西北慈利-大庸地区下寒武统的实际情 况将其划分为 4 个 II级层序。

前寒武系地层层序及层序级别的划分情况更加 复杂, 历来是老地层中层序地层研究的一个难题。 许效松将扬子地块震旦系地层以冰碛层为界划分为 两个沉积层序, 层序界面均为 I型不整合界面^[10]。 陈孝红等将湘西沅陵等地的上震旦统地层(含寒武 系底部)划分为 4 个沉积层序, 每个层序的平均时间 间隔约为50M a, 相当于超层序(II 级层序)的时限范 围, 层序界面有 I、II 两种类型^[12]。王自强等将峡 东地区新厘定的震旦系(相当于原来的震旦系上统) 地层划分为14个 II 级层序(含寒武系底部一个 II 级 层序), 每个层序时限大致在7.7~11 M a之间^[13], 大 致相当于王鸿祯等所限定的层序组级别^[14]。笔者 则将湘西北慈利地区的上震旦统地层(含南沱组冰 碛岩地层)划分为 7 个 II 级层序。

以上情况表明,目前露头层序划分标准不统一 的问题非常普遍,这也是 III级层序划分难以在大范 围内(数百公里)进行等时对比的主要原因。为了促 进露头层序地层学的发展,避免因标准不统一造成 的混乱,使露头层序地层划分在大范围内(数百公 里)的对比成为可能,有必要对露头层序地层学在应 用过程中产生的问题进行深入研究。首先,建立一 套完整、统一、准确的露头层序地层学术语系统并明 确其适用范围,避免矛盾的进一步产生。其次, II级 层序在大范围内(数百公里)进行对比时必须以生物 地层学研究为基础,即依靠化石对比来确立等时地 层格架。同时深入探讨在缺少地震地层学资料的情 况下,如何确定大范围内沉积层序内各组成单元的 空间形态及变化特征。第三,深入研究不同级别层 序(或旋回)的划分标志及时限问题,充分考虑老地 层(特别是前寒武系地层)的实际情况,扩大露头层 序地层学的应用范围。

参考文献:

- [1] 叶红专, 蒲心纯. 黔东湘西寒武纪碳酸盐台地边缘的演化及构造性质讨论[A]. 岩相古地理文集(6)[C]. 北京: 地质出版社, 1991, 163-180.
- [2] 蒲心纯 周浩达, 王熙林, 等. 中国南方寒武纪岩相古地理与成

矿作用[M].北京:地质出版社, 1993, 61-102.

- [3] 夏文杰, 杜森官, 徐新煌, 等. 中国南方震旦系岩相古地理与成 矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1994. 1-23.
- [4] VAN WAGONER J C. POS AMENTIER H W, MICHUM R M et al. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions [A]. Wilgus C K, Hasting BS, Michum R M et al. Sea Level Changes: An Integrated Approach [C]. Tulsa: SEPM Special Publication, 1988, 42: 39–45.
- [5] READ J F. Controls on evolution of Cambrian Ordovician passive margin, U. S. Appalachians [A]. Controls on Carbonate platform and Basin Development [C]. Tulsa: SEPM Special Publication. 1989, 44: 147—165.
- [6] 孟祥化,葛铭,等. 沉积盆地与建造层序[M].北京:地质出版 社,1993.1-253.
- [7] 史晓颖,陈建强,梅仕龙.华北地台东部寒武系层序地层年代 格架[J].地学前缘,1997,4(3-4);161-173.

- [8] 于炳松 陈建强 林畅松. 塔里木地台北部寒武纪一奥陶纪层 序地层及其与扬子地台和华北地台的对比[J]. 中国科学(D 辑), 2001, 31(1): 17-26.
- [9] 杨家,徐世球,肖诗宇,等.川黔湘交境寒武纪层序划分[J].
 地球科学,1995,20(5):485-495.
- [10] 许效松.扬子板块晚元古代至早古生代沉积层序和海平面变 (化 A].中国地质科学院成都地质矿产研究所所刊(13)[C].
 北京:地质出版社.1991.105-122.
- [11] 王尚彦,扬家,林启祥,等.湘黔交境中晚寒武世白云岩相
 区层序地层研究[J].地球科学,1999,24(6):590-594.
- [12] 陈孝红, 汪啸风, 毛晓冬. 湘西地区晚震旦世黑色岩系地层层 序沉积环境与成因[J]. 地球学报, 1999, 20(1): 87-95.
- [13] 王自强 高林志, 尹崇玉. 峡东地区震旦系层型剖面的界定与
 层序划分[J]. 地质论评, 2001, 47(5): 449-458.
- [14] 王鸿祯 史晓颖. 沉积层序及海平面变化旋回的分类级别[J].
 现代地质, 1998, 12(1): 1-10.

Sequence stratigraphic division of the Upper Sinian – Lower Cambrian strata in the Cili-Dayong region, northwestern Hunan

LI Zhong-xiong^{1, 2}, WANG Jian², DUAN Tai-zhong³, GAO Yong-hua⁴

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 3. Colorado School of Mines, Golden, CO 80401–1887. Present address: Marathon Oil Company, Houston, TX 77056–2725); 4. China University of Geosciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The Cili-Dayong region in northwestern Hunan lay on the passive continental margin of the southeastern Yangtze landmass during the Late Sinian to Cambrian. The bulk of the Upper Sinian strata are represented by the carbonate rocks, while the Lower Cambrian strata consist dominantly of a variety of shales and limestones. The above-mentioned strata within the platform-margin to slope facies zones are divided in this study, on the basis of sequence boundary, depositional characteristics, parasequences, systems tracts and transitional surfaces and outcrop sequence stratigraphy, into eleven third-order type 2 sequences, including seven for the Upper Sinian strata and four for the Lower Cambrian strata. Other aspects of outcrop sequence stratigraphic analysis are dealt with as well.

Key words: Upper Sinian—Low er Cambrian strata; depositional characteristics; sequence stratigraphic division; Cili-Dayong zone; northwestern Hunan