

北京西山白垩纪岩石地层划分

郑桂森 李安宁

(北京市地质调查所)

摘要 笔者在北京西山坨里一大灰厂一套白垩纪地层进行1:5万区调时,发现原辛庄组与芦尚坟组下部的紫色岩层是出露于不同构造部位的同一层位;原辛庄组建组剖面顶底不全。因此,本文废弃辛庄组,解体芦尚坟组,将这套地层由底至顶划分为东狼沟组、大灰厂组、坨里组、夏庄组。

1933年,谢家荣先生在北京西山坨里一大灰厂一带,建立了本区白垩纪地层系统^[1],自底至顶有鬃髻山组、大灰厂系、辛庄系、坨里组、芦尚坟组、夏庄组。

此后几十年中,有不少单位和专家来本区调查研究^[2-7],对地层划分及时代归属各说不一,主要关键问题是辛庄组,有人认为它应在坨里组之下;又有人认为在坨里组之上;也有人认为它属于芦尚坟组的一部分。

笔者在第二轮1:5万石景山幅、良乡幅区调中,详细调查了上述问题,研究了地层剖面层序、岩石组合、岩相变化、顶底关系和区域构造。发现原辛庄组与芦尚坟组下部的紫色岩层是出露于不同构造部位的同一层位;在剖面结构、岩石组合、岩相变化上与坨里组紧密相关;原辛庄组命名地的辛庄组底部被断层切割、顶部被第三系长辛店组砾岩覆盖;在丰参二孔中大灰厂组之上不存在与辛庄组相当的层位。因此,建议废弃辛庄组,解体芦尚坟组。把这套地层由底至顶划为东狼沟组、大灰厂组、坨里组、夏庄组(表1)。

1 岩石地层单位划分及特征

1.1 东狼沟组(K_1dl) 指角度不整合于八宝山推覆断层及其推覆体之上、含有热河生物群化石分子的火山—沉积岩系,地表出露于大灰厂一带,在丰参二孔570m以下见及,厚380~500m,组名源于陈恺、熊永克^[2](1935)的“东狼沟集块岩系”,辛庄村北显示其层序特征如下。

上覆地层:大灰厂组黄绿色—黑色页岩

—————整合接触—————

东狼沟组第二段(K_1dl^2)	94m
12 灰色—黄色凝灰质砂岩、砾岩夹沉凝灰岩	4m
11 灰紫色气孔杏仁状橄榄玄武岩	6m
10 紫色玄武岩	18m
9 紫色沉火山角砾岩	4m
8 紫色玄武岩及灰绿色气孔状玄武岩	11m
7 含火山岩块火山角砾岩	11m

6 沉角砾凝灰岩	15m
5 紫色玄武岩与灰绿色气孔杏仁状玄武岩	27m
~~~~~喷发不整合~~~~~	
东狼沟组第一段(K ₁ dl ¹ )	301m
4 灰色沉火山角砾岩夹沉角砾凝灰岩	206m
3 灰色沉火山角砾岩夹细砾岩及砂砾岩	16m
2 灰色复成分砾岩夹岩屑细砂岩	52m
1 紫灰色复成分砾岩夹粉砂岩	27m
~~~~~角度不整合~~~~~	

下伏地层:蓟县系雾迷山组白云岩(Jxw)

该组含有热河生物群化石分子,在大灰厂西本组第二段顶部凝灰质砂岩及凝灰岩中,萧宗正^[6]等采获下列化石:腹足类 *Trochispira donglanggouensis* (sp., nov.), 介形虫: *Cypridea unicostata*, 双壳类: *Ferganoconcha subcentralis*, 鱼类: *Sinamia* sp. 等,并用这些化石论证了该组时代为早白垩世。在该处东狼沟组不整合于石炭系变质砂页岩之上,向西南至羊圈头本组不整合于奥陶系马家沟组之上。作者于本组第二段第二及第三层玄武岩中各采了一个同位素年龄样品,经北京铀矿地质研究所用 K-Ar 全岩稀释法测定,获得了 105.3±2.71Ma 和 100.14±2.35Ma 的年龄数据,支持了该组归属早白垩世的意见。

1.2 大灰厂组(K₁dh) 专指整合于东狼沟组之上的一套含有大量热河群生物化石的黄绿色—黑色页岩,地表出露于大灰厂一带,在丰参二孔中418~570m 见及,厚30~150m。大灰厂西南剖面层序特征如下。

上覆地层:坨里组第一段(K₁t¹)黄色砂砾岩

—————整合接触—————

大灰厂组(K ₁ dh)	28m
11 灰黄色厚层状泥质粉砂岩夹页岩	5m
10 灰黑色页岩,底部为一层15cm 的粘土岩	2m
9 黑色炭质页岩夹灰黑色薄层状粉砂岩及黄色页岩,含化石	4m
8 土黄色薄层状粉砂质泥岩	4m
7 灰色页岩夹黄绿色粉砂质页岩,含化石碎片	2m
6 灰黄色粉砂质泥岩	4m
5 灰黑色炭质页岩夹黄绿色钙质页岩	1m
4 灰色页岩,含化石碎片	2m
3 黄绿色页岩	1m
2 灰黑色炭质页岩夹薄层状粉砂岩	2m
1 灰黑色页岩	1m

—————整合接触—————

下伏地层:东狼沟组凝灰质砂砾岩、砂岩

该组含有丰富的热河生物群化石分子,据洪友崇等^[4]研究,在大灰厂北黑色钙质页岩中产鱼化石: *Lycoptera davidi* (Sauvage), 叶肢介 *Eosestheria dahuichangensis* Wang, 双壳类 *Nakamuraia*

北京西山白垩纪地层划分沿革表
Table 1 Historical review of the stratigraphic division of the Cretaceous in the Western Hills, Beijing

时代	作者	年代	地层	北京地区	华北地区	其他地区	对比	备注
E2c	谢家荣 (1933)	1933	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组
K ₂	陈永龙 (1935)	1935	大灰厂组	大灰厂组	大灰厂组	大灰厂组	大灰厂组	大灰厂组
			木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组
			绿色页岩	绿色页岩	绿色页岩	绿色页岩	绿色页岩	绿色页岩
			木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组
K ₁	谢家荣 (1937)	1937	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			地里组	地里组	地里组	地里组	地里组	地里组
			辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组
			木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组
K	陈永龙 (1936)	1936	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组
			地里组	地里组	地里组	地里组	地里组	地里组
			辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组
J ₃	谢家荣 (1937)	1937	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			地里组	地里组	地里组	地里组	地里组	地里组
			辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组
			木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组
J ₂	陈永龙 (1936)	1936	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组
			地里组	地里组	地里组	地里组	地里组	地里组
			辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组
J ₁	谢家荣 (1937)	1937	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			地里组	地里组	地里组	地里组	地里组	地里组
			辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组
			木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组	木岭台组
J ₀	陈永龙 (1936)	1936	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组	长辛店组
			夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组	夏庄组
			地里组	地里组	地里组	地里组	地里组	地里组
			辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组	辛庄组

chingshanensis, 腹足类 *Viviparus* sp., 孢粉组合以裸子植物占优势, 其中以松柏类为主; 另据萧宗正等^①研究该组介形类化石是一个以 *Cypridea amisia* Wolburg-*Cypridea uncostata* Galeeva 为代表的组合, 鱼化石: *Lycoptera tokunagia*, *L. longicephelus*, *L. sp.* 等, 上述化石产于晚侏罗世至早白垩世。

1.3 坨里组(K_1t) 本组分布广, 由地表露头和钻孔揭露其岩性是一套黄色、黄褐色、紫色粗碎屑及细碎屑岩, 按岩性组合自下而上可分为三个岩性段。第一段(K_1t^1)分布于大灰厂—后甫营一带, 整合于大灰厂组之上, 是一套黄色砾岩、砂岩层, 丰参二井中324~422m 所见岩性与之相当, 厚100m 左右; 第二段分布在坨里—张庄一带, 与谢家荣先生1933年所建坨里组相当, 厚200~300m, 丰参二井80~324m 所见岩层与之相当; 第三段指分布于辛庄、晓幼营、上万、辛开口、青龙头、岗上一带, 包括原辛庄组和芦尚坟组下部的紫色砂砾岩层, 厚400m 左右。由辛开口剖面、沙窝—岗上剖面和丰参二井324~422m 显示的该组层序特征如下。

坨里组第三段(K_1t^3) (辛开口剖面) 顶部被黄土覆盖	>369m
18 灰紫色巨厚层—块层状复成分砾岩夹深灰色中层状泥质细砂岩和透镜状含砾砂岩	48m
17 灰绿色—黄色中厚层状复成分砾岩夹灰—灰紫色中薄层状含砾泥质细砂岩, 顶部夹含砾粗砂岩	28m
16 灰紫色巨厚层状复成分砾岩与中薄层中细粒泥质砂岩互层, 底部为一层黄色中厚层状砂砾岩	86m
15 上部为巨厚层状复成分砾岩, 下部为黄色厚层状复成分砾岩与泥质砂岩互层	21m
14 灰紫色厚层状复成分砾岩与砂岩互层, 近顶部为灰紫色巨厚层状复成分砾岩夹中薄层状含砾砂岩及泥质砂岩	71m
13 上部为灰紫色砂砾岩及含砾砂岩, 中部为杂色巨厚层状复成分砾岩与砂岩, 下部为黄色中薄层砂砾岩及粗砂岩互层	81m
12 灰紫色中厚层—巨厚层状复成分砾岩与灰紫色中层状含砾粗砂岩互层	34m
—————整合接触—————	
第二段(K_1t^2) (沙窝—岗上剖面)	218m
11 灰紫色中层状含砾粗砂岩与含砾细砂岩互层, 下部夹砾岩透镜体	44m
10 灰紫色中层状砂砾岩与灰白色中厚层状砂砾岩互层	30m
9 黄色中薄层细—粉砂岩与灰紫色中厚层状砾岩互层, 夹砂砾岩	33m
8 灰紫色中厚层状含砾粗砂岩与土黄色薄层泥质粉砂岩互层, 底为复成分砾岩	18m
7 土黄色中厚层状含砾粗砂岩、含砾细砂岩与含砾粗砂岩互层, 夹薄层砾岩	40m
6 灰紫色中厚层状复成分砾岩与灰黄色中薄层状泥质粉砂岩互层	50m
5 土黄色厚层状复成分砾岩, 夹砂砾岩透镜体及薄层含砾细砂岩	3m
—————整合接触—————	
第一段(K_1t^1) (丰参二井)	98m
4 黄色砾岩与灰、褐灰色中细粒砂岩夹褐棕色泥质粉砂岩	22m
3 褐色粉砂质泥岩夹褐棕色粉砂岩及中砂岩, 含钙质结核	27m
2 黄色砾岩、含砾砂岩及深灰、绿灰色细砂岩夹黑灰色粉砂岩, 见叶肢介化石碎片, 粉砂岩中富炭屑	21m
1 上部褐色粉砂质泥岩、棕灰色泥岩夹灰色粗砂岩, 中下部是黑灰色粉砂质页岩夹灰	

① 萧宗正等, 1989年, 北京中生代地层及古生物群研究。

色粉砂—细砂岩,底部为灰绿色砾岩 28m

—————整合接触—————

下伏地层:大灰厂组(K₁dh) 灰色—灰黑色粉砂岩、页岩

该组剖面顶部被黄土覆盖,在青龙头水库见有与夏庄组整合接触关系。

据王自强等⁽³⁾研究,在大灰厂北第一段黄色砂砾岩中含双壳类:*Nakamurania chingshanensis*, *Sphaerium inflotum*, *Ferganoconcha Yanshanensis*, 腹足类:*Probaicalia gerassimori*, 叶肢介:*Eosestheria* sp., 介形虫:*Cypridea* eff, *unicostata* 等,在公主坟一带第二段中含植物化石,如 *Vitmia doludenkoi*, *Acanthopteris onychioides* 等,在土洞、岗上第三段中采到 *Acanthopteris gothani*, *Otza- mites denticulatus* 等;这套化石组合具早白垩世中晚期特点。

1.4 夏庄组(K₂x) 指分布于夏庄西、常乐寺、大苑村以东至朝阳山、刘太庄一线,包括原芦尚坟组上部的黄色砂岩、页岩和原夏庄组,岩性组合是一套黄绿色砂页岩、泥灰岩,夹有少量砾岩,上部紫色粉砂岩中夹多层1~3mm 的石膏层,厚600m 左右,剖面测于芦尚坟—刘太庄,层序如下。

上覆地层:第三系长辛店组(E₂ch)砾岩

~~~~~角度不整合~~~~~

夏庄组第二段(K<sub>2</sub>x<sup>2</sup>) 296m

14 土黄色中层泥质粉砂岩夹1~3mm 厚的石膏层,顶部为一层0.5m 厚的含细砾岩屑粗砂岩 17m

13 黄色泥质、粉砂质泥岩、页岩夹1~3mm 的膏岩层,底部为含细砾砂岩 27m

12 黄绿色—灰绿色薄层状泥质粉砂岩夹薄层及透镜状泥灰岩,底部为1m 厚的中粒砂岩和钙质粉砂岩 29m

11 上部为土黄色细砂岩及页岩,下部是灰紫色厚层状复成分砾岩与土黄色厚层状含砾粗砂岩 13m

10 黄色中厚层状中粗粒砂岩及泥质粉砂岩 18m

9 黄色中厚层—中薄层状泥质粉砂岩夹黄色中粒砂岩,顶部为杂色泥质页岩 54m

8 黄色及灰绿色薄层状泥质粉砂岩、泥岩夹细砂岩,底部为褐色厚层状含砾粗砂岩及细砂岩,含植物化石碎片 89m

7 上部灰白色薄层状泥灰岩、杂色泥页岩夹细砂岩,下部灰黄色中薄层状泥质粉砂岩夹黄色中层状砂岩,底为一层厚2m 的复成分砾岩 48m

—————整合接触—————

第一段(K<sub>2</sub>x<sup>1</sup>) 297m

6 土黄色、杂色薄层状粉砂岩夹页岩,底为一层粗砂岩 53m

5 黄色中厚层状含砾粗砂岩夹浅黄色细砂岩及粉砂岩 43m

4 灰黄色中薄层状细砂岩与粉砂岩互层,底部夹黑色页岩 12m

3 灰紫色及杂色中厚层状粗砂岩与复成分砾岩互层 12m

2 灰黄色中薄层细砂岩与粉砂岩夹灰紫色粉砂岩及黄绿色页岩,底部含透镜状含砾粗砂岩 121m

1 黄色、黄绿色细砂岩、粉砂岩、泥岩组成韵律层,夹钙质页岩及粗砂岩,底部为厚层复成分砾岩 56m

—————整合接触—————

下伏地层:坨里组第三段灰紫色复成分砾岩、砂岩及粉砂岩

该组含有大量生物化石,其生物组合面貌与热河生物群完全不同。据洪友崇等<sup>[4]</sup>研究,在芦尚坟本组一段中含昆虫类 *Xishania fusiformis*, *Fangshaia punctata*; *Proscytinopterus Lushangfenensis*, *Xishanocarabus parvus*, *Discus lushangfenensis*, 在夏庄西第二段采到双壳类: *Xishanoconcha xiazhuangensis*, 腹足类为: *Pseudarinia gigata*-*Zaptychius turritus*-*Mesocochliopa auriformis* 组合,介形类为: *Cypridea*-*Candona*-*Timiriasevia* 组合,耿良玉<sup>[7]</sup>于此处采到 *Cyprinotus (Heterocypris) xishanensis* sp. nov, *Cyproisgigas* sp. nov 等,王自强<sup>[3]</sup>等在刘太庄和朝阳山采到 *Cissite* cf. *Parvifellius*, *Conites* sp. 等,这些化石及化石组合表明夏庄组为早白垩世晚期至晚白垩世早期。本文把夏庄组时代暂归属于中白垩世。

## 2 关于取消辛庄组、解体芦尚坟组的讨论

1933年谢家荣先生<sup>[1]</sup>把辛庄村至大灰厂村之间的一套紫红色砾岩、砂岩、粉砂岩命名为辛庄系,层位于大灰厂组之上。辛庄组由此而来。1958年,彭世福先生把辛开口一带整合于坨里组之上的一套紫色砾岩、砂岩、粉砂岩对比为辛庄系,层位当然置坨里组之上,由此产生了辛庄组层位究竟是在蛇里组之上还是其下的争论。1961年,北京地质局、北京地质学院对这套地层采用谢氏划分方案,图面处理上把辛开口一带的辛庄组与坨里组之间画为断层接触。后来许多学者都对彭氏的意见表示支持<sup>[3][4][5]</sup>。作者依据第二轮1:5万区调资料,参考前人成果,从岩石地层划分角度,提出取消辛庄组、解体芦尚坟组,把这套地层自底至顶划分为:东狼沟组、大灰厂组、坨里组、夏庄组。各组特征如前文所述。这样划分的主要依据是:

### 2.1 原辛庄组建组剖面无顶无底

在谢氏当年的建组剖面上,作者发现其辛庄组底部被 NE 向延伸的黄庄—高丽营断裂切割而与大灰厂组呈断层接触,而非是整合于大灰厂组之上,顶部被始新世长辛店组砾岩角度不整合覆盖,因此,建组剖面并不能确定其层位在大灰厂组之上或坨里组之下。因此,按要求不够建组条件。

### 2.2 大灰厂组之上不存在与辛庄组相当的层位

在后甫营东至大灰厂一带,大灰厂组黑色页岩之上为一套黄绿色砾岩及砂岩,向西至羊圈头一带超覆于东狼沟组之上,王自强等将其划归坨里组底部<sup>[3]</sup>,作者赞同这一观点,并把它作为坨里组第一段;在丰参二井中大灰厂组黑色页岩、粉砂岩之上(孔深324~422m)为一套灰黄色、灰褐色砂砾岩、粗砂岩组合,与大灰厂一带地表露头所见岩性一致,因此大灰厂组之上不存在与辛庄组紫色岩层相当的层位。

### 2.3 辛庄组与芦尚坟组下部紫色岩层是整合于坨里组之上的同一层位

坨里一大灰厂一带为一轴向 NE50°方向延伸宽缓向斜构造,核部位于北洛平至西王佐一带。辛庄组的命名地位于该向斜北西翼辛庄一带。由辛庄向南西方向追索,这套紫色岩层断续出露,至辛开口一带与彭氏所确定的辛庄组连为一体,由此向南东方向延伸至上洞、马家坟、岗上、张庄一带与芦尚坟组下部紫色砂砾岩、粉砂岩相接,因此向斜北西翼的辛庄组与南西转折端的彭氏辛庄组和南东翼的芦尚坟组下部紫色岩层是分布于不同构造部位上的同一层位,同时作者发现在辛开口一带不存在分割坨里组与上覆紫色岩层的 NE 向断层,两套岩层呈渐变过渡的整合接触关系,确如彭氏所言,这套紫色岩层整合于坨里组之上。

### 2.4 发育于不同地段的这套紫色岩层具有相同的岩石组合、物质组成和相似的古生物化石

详细的野外填图,证实在辛庄、辛开口、上洞、岗上和张庄等地这套紫红色岩层均由砂砾岩、砂

岩和粉砂岩构成。但是在砾石粒径和含量上又显示了由辛开口向北东和南东方向变小和减少的规律,而且由辛开口向岗上、张庄方向这种变化尤为明显。在上述地点的砾石统计结果表明,这套岩层的物质组成完全一致,均以中性火山岩为主,酸性岩和基性岩居次,并可见有石灰岩、白云岩和燧石砾石。据前人<sup>[3]</sup>资料,这套紫色岩层含古生物化石以植物为主,如在上洞一带采获 *Acanthopteris gothani*, *Dryopteris sinensis*, 岗上采获 *Sphenopteris sp.* 等,且以含量少为特点。

### 2.5 辛庄组、芦尚坟组下部与坨里组剖面结构和相序相同

作者对辛庄、岗上一带这套紫红色岩层剖面观察发现,它们具有相同的剖面结构,均由砾岩或砂砾岩→粗砂岩或粉砂岩,时而夹有含砂砾岩;在砂岩层面上发育冲刷面,呈凹凸不平状,或使砂岩变成透镜状;这种特点与沙窝一岗上剖面所见谢氏所建坨里组一致。把上述地段紫色岩层和坨里组剖面分层用马尔科夫链原理进行分析,它们相序构成完全一致,这不但说明了辛庄组与芦尚坟组下部紫色岩层具有相同的岩石组合、岩层叠置关系,而且说明了这套岩层与坨里组是不可分割的,它们都是冲洪积扇环境中重力流→牵引流的沉积产物。

综上所述,辛庄组建组剖面顶底不全,不具备建组条件;芦尚坟组下部紫色岩层与辛庄组是同一层位,且整合于坨里组之上,从岩石组合、剖面结构、相序构成上与坨里组密不可分,上部黄绿色岩层与夏庄组关系密切<sup>①</sup>。因此作者按《中国地层指南及说明书》(1981)和《1:5万沉积岩区填图方法指南》(1991)关于组的定义和划分要求,把辛庄组取消,芦尚坟组解体,分别归入坨里组和夏庄组。

本文撰写过程中得到了田本裕、鲍亦冈及陈克强高级工程师的支持指导。参加野外工作的还有李伟、茹祥德等同志,特此一并致谢。

## 3 参考文献

- [1] 谢家荣,1933,北平西南长辛店一坨里一带地质报告(英文)。中国地质学会志,12卷。
- [2] 陈恺、熊永先,1935,北平西山之逆掩断层(英文)。中国地质学会志,14卷。
- [3] 王自强、王璞,1979,北京西山坨里一大灰厂地区晚期中生代地层古生物简报。地层学杂志,第3卷,第1期。
- [4] 洪友崇、王思恩等,1982,京西晚期中生代地层和古生物的研究。地质学报,第2期。
- [5] 陈正邦,1986,对北京西山大灰厂一坨里地区白垩系辛庄组所处层位的讨论。地质论评,第33卷,第1期。
- [6] 萧宗正、杨洪连等,1983,京西大灰厂东狼沟组新知。地质论评,第35卷,第2期。
- [7] 耿良玉,1984,北京西山夏庄组介形虫记述。古生物学报,第23卷,第6期。

## LITHOSTRATIGRAPHIC DIVISION OF THE CRETACEOUS IN THE TUOLI-DAHUICHANG AREA, WESTERN HILLS, BEIJING

Zheng Guisen and Li Anning

### Abstract

In this paper, the Cretaceous in the Tuoli-Dahuichang area, Western Hills, Beijing, is lithos-

① 郑桂森、李安宁,1992年,北京坨里一长辛店白垩纪断陷沉积盆地的发展演化,北京地质,第1期。

stratigraphically divided in ascending order into the Donglanggou Formation, Dahuichang Formation, Tuoli Formation and Xiazhuang Formation. It expounds the theory and grounds for rejecting the Xinzhuang Formation and disintegrating the Lushangfen Formation. Besides, it is confirmed that the Donglanggou Formation is represented by an association of pyroclastic rocks, sedimentary rocks and basalt. The isotope ages of  $105.3 \pm 2.71$  Ma and  $100.14 \pm 2.35$  Ma were obtained for the first time.

## 上 期 更 正

本刊1994年第1期第84页第7行中,“矿物成分等四方面的变化特征”,应为“矿物成分变化等四方面的特征”。第88页第27行中,“O线”应为“D线”。