

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

数字图象处理在微体古生物 方面应用的初步尝试

邝生爱 聂泽同

宋志敏

(武汉地质学院北京研究生部) (武汉地质学院)

本文选择了西藏阿里地区二叠纪几个筳及非筳有孔虫化石作为研究对象。在显微镜下薄片鉴定的基础上,再应用电子计算机数字图象处理新技术,对化石照片数字化,输入计算机作图象增强及信息萃取等处理,从而去掉原照片中的干扰因素,使原照片中的清晰度增强,突出化石某些重要鉴定特征。尤其是假彩色处理图象效果更加明显。它不仅可以提高化石鉴定的准确性,尤其建立新属、种时,可提高其可靠程度。此方法尚在尝试,但对微体古生物有孔虫类化石的鉴定,已显示了一定的应用意义。

古生物化石的鉴定,对于确定地质年代,进行地层划分、对比及生物地理分区,都是十分重要的基础工作。传统的鉴定方法,无疑相当重要,然而应用电子计算机数字图象处理新技术,对于研究微体古生物化石亦显示了一定优越性。现仅对有孔虫化石作一些初步尝试。即选择所需要的有孔虫化石进行薄片黑白照象。其照片通过图象处理后,可增加原照片的清晰度,突出化石的某些重要特征,从而提高化石鉴定的准确性。

本文是在杨遵仪教授直接关怀、指导下完成的,在此表示深切谢意。

一、材料的选择及处理效果的研究

本文选择了西藏阿里地区二叠纪有孔虫化石作为研究对象。本次选择了十个有孔虫化石个体作为试验:

1. *Rogosomaclaya tibetica*^[1] [B-1] P₁ 轴切面
2. *Aulalina aulaensis*^[2] [C-49] P₁ 纵切面
3. *Colaniella* sp. [V-95]₁₃ P₂ 纵切面
4. *Colaniella* sp. [V-7]₄ P₃ 横切面
5. *Colaniella* sp. [V-17]₂ P₂ 纵切面
6. *Colaniella* sp. [V-14]₉ P₂ 纵切面
7. *Tetrataxis* sp. [N-27]₁ P₁ 纵切面
8. *Dagmarita* sp. [G-48]₃ P₁ 纵切面
9. *Verbeekina verbeekini* [B-87] P₁ 轴切面
10. *Palaeotextularia* sp. [C-24]₆ P₂ 纵切面

通过对以上十个有孔虫化石个体的图象处理,可从以下三方面来研究处理的效果:

1. 选择基本构造比较复杂的瓣类化石,图象处理后,了解各种内部构造在图象上的反映。
2. 选择内部构造不十分清晰,然而却是十分重要的鉴定特征,通过图象处理,增加了清晰度。
3. 选择与已知属种有区别的特殊化石照片,处理后,特征突出,为建立新属种提供可靠的依据。

二、数字图象处理的过程及方法

处理过程是: 先将有关孔虫化石的黑白照片数字化,成为数字图象,其图象亮度等级可以是128级或256级。然后,用电子计算机进行图象处理,其设备可以是通用电子计算机或专用图象处理机。处理程序可以自编或专门的图象处理应用软件。在此,我们使用了专用图象处理机S101的图象处理操作系统(IPOS)^[3],完成了数字化及处理工作。

处理的方法是: 对每一个有孔虫的数字图象作统计分析,输出图象直方图。并审视图象,确定所需增强的构造特征。然后,结合统计分析中图象的特征,采取各种增强措施,编出处理命令程序流。在实施各条命令时,选择适当的参数,以控制增强的效果,得到满意的图象。最后,对图象监视器屏幕上的黑白(或彩色)图象摄影或将图象存入计算机(或磁带),以供再使用或再次处理。

在处理试验中,下面一些具体方法往往是有效的:

1. 假彩色密度分割

这一方法属于彩色增强。它通过圆柱状的彩色空间,所产生的假彩色表,为不同的象元密度级规定不同的彩色。只要选择适当的明亮度、饱和度、色度以及彩色级各种参数,就能得到希望的彩色图象。

2. 分段线性密度变换

依据图象的直方图分布,和增强的要求,在亮度值坐标轴上选取控制点,分段完成线性的密度变换。从而可以增强弱信息,或压抑强信息,以致突出我们所需要的特征。

3. 跟踪球线性变换

这也是一种线性密度变换,只是用跟踪球来控制 $y = Ax + B$ 的变换过程。其中 x 是原图象值, y 是新图象值。不断地滚动跟踪球,改变参数 A 和 B 得到变换后的不同图象,从中选取所满意的。

4. 其它

还有直方图均衡化,对数变换,比例扩张等增强手段也能收到一定的效果。

值得指出的是,每一个方法并不能满足对一个图象所有结构特征增强的要求,往往是突出了某些信息,就减弱了另一些信息。因此,还可以采取综合的处理方法。综合的过程,可以是不同方法按一定的流程编排,完成一次顺序处理。也可以是将各种增强的图象叠加或逻辑运算,最后得到一个结构特征显示比较好的图象。另外,还有一些方法以及图象色彩的选择问题,在此不一一叙述。

三、图象处理实用意义的初步探讨

应用电子计算机数字图象处理,对于有孔虫化石的薄片照象的改善,有着明显的效果。在古生物薄片鉴定中,有时一些属种比较重要,但又由于保存环境,重结晶程度,次生物质充填等诸因素的影响,增加了对化石基本构造的观察和鉴定的困难。另外,对于某些构造特殊的化石,为了能更突出与相近似属种的区别。采用数字图象处理新技术,具有图象增强和信息萃取等特点。因此,我们试图通过这一新技术,获得有孔虫的各种增强了的黑白图象及具有多色调的假彩色照片。便于更好地反映出有孔虫的基本构造及属种特征,企图增加鉴定的准确性。

由于版面所限,现仅举本文作者所定的两个新属: 西藏皱马克莱鲢 *Rogosomaclaya tibetica* 及有孔虫类欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis* 等的图象为例,说明图象处理前后的效果:

(一) 黑白图象处理

1. 西藏皱马克莱鲢 *Rogosomaclaya tibetica*

它与马克莱鲢属 *Maclaya* 的主要区别是前者旋壁构造致密层具有褶皱,这一特征是建立新属皱马克莱鲢的重要依据。

1) 图象处理前: 原照片中由于次生堆积物的干扰,使得整个图象中构造特征不够清晰。(图版 I-1)。

2) 黑白图象处理后: 由于采用了增强措施,选择了适当的参数,去掉了次生堆积物的干扰因素,使得皱马克莱鲢轮廓清晰,结构清楚,图象干净,黑白分明。

如图版 I-2, 3, 黑白图象处理后,本属的重要特征——旋壁构造的致密层褶皱,呈黑线明显突出;其它特征如蜂巢层、副隔壁、拟旋脊、列孔、初房等也一目了然。

2. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*

它的特征是早期绕旋,后期平旋,平旋部分具隔壁及瘤状次生堆积物,用以区别于其它相近属种。

1) 图象处理前: 见图版 I-4。原照片中整个房室内部充填物色调较深,使主要特征不够清晰。

2) 黑白图象处理后: 见图版 I-5。房室内次生堆积的干扰完全排除,房室干净、黑白分明,突出了副隔壁、次生瘤状堆积物等主要特征,初房及早期绕旋构造亦清晰可见。

3. 古串珠虫 *Palaeotextularia* sp., 及柯兰尼虫 *Colaniella* sp.

1) 图象处理前: 见图版 I-6, 8, 原照片由于次生物质干扰,内部构造模糊不清,尤其是 *Palaeotextularia* sp., 影响了对有孔虫特征的观察,为进一步鉴定增加了困难。

2) 黑白图象处理后: 见图版 I-7, 9, *Palaeotextularia* sp., *Colaniella* sp. 房室中次生堆积物的干扰被排除,使得房室干净,照片对比度加强,黑白分明。*Palaeotextularia* sp. 旋壁及隔壁构造十分清晰,初房亦显示出来,为准确鉴定提高了可靠条件。

(二) 假彩色图象处理

上述黑白图象处理已显示了电子计算机数字图象处理的优越性,而假彩色图象处理,效果更加明显。可根据我们的需要,选用并改换各种参数,得到不同彩色的图象,以便突出主要特征,使属种鉴定增加准确性。还可采用综合处理方法,将不同增强方法编成一个流程顺序处理。

现仅举西藏皱马克莱鲢及欧拉欧拉虫的假彩色图象处理为例说明其效果:

1. 西藏皱马克莱鲢 *Rogosomaclaya tibetica*

彩色图象处理后,虽采用参数不同,得到不同的彩色图象,但都突出了该属的重要特征。如:

1) 图版 II-1, *Rogosomaclaya tibetica* [GO'HIST'-NTLMPS], 本图象选用了某种参数,突出了旋壁构造的致密层褶皱,可看出致密层褶皱以粉红色调显示,与其它构造色调明显区别。本图象还用了综合处理方法,从而使该属所有构造特征都显示较好。如副隔壁以深绿色调显示,拟旋脊以黑色调显示。而列孔、初房亦以不同色调显示,清晰可见。

2) 图版 II-2, *Rogosomaclaya tibetica* [GO'TLMPS] 本图象选用了另一种参数,只增强了旋壁构造特征信息,压抑了其它信息。所以致密层褶皱以明显的粉红色调显示,其它特征不清晰。

3) 图版 II-3, *Rogosomaclaya tibetica* [GOPLIMPS] 本图象又变换了参数,得出了不同的彩色图象。突出了旋壁致密层褶皱、副隔壁及拟旋脊。而列孔、初房不显。致密层褶皱以草绿色调显示,副隔壁以蓝色调显示,拟旋脊以粉红色调显示。

2. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulensis*

彩色图象处理后,由于选择的参数不同,得到不同的彩色图象,现仅选用四张彩色图象说明处理效果。

1) 图版 II-4, *Aulalina aulensis* [G3'PS]

本图象采用了假彩色处理后,突出了该属的全面特征。如:副隔壁及次生瘤状堆积物以紫红色调显示;该属的早期绕旋、后期平旋特征亦清晰可见。初房以红圈显示。

2) 图版 II-5, *Aulalina aulensis* [G3'PS]

本图象变换了参数,色调改变了,但该属重要特征仍显示清楚。副隔壁以桔红色调显示,次生瘤状堆积物以蓝色或桔红色为主的色调显示,初房以淡蓝色调显示。

3) 图版 II-6, *Aulalina aulensis* [G3'TLMPS]

本图象选用综合处理方法,增加了所需要的重要特征的信息,其它信息被压抑。图中突出了蓝色调为主的次生瘤状堆积物。

4) 图版 II-7, *Aulalina aulensis* [G3'TLMPS]

本图象又变换了参数,图中只突出了以浅粉色调为主的副隔壁。由此可见,选用参数不同,处理方法不同得出彩色图象不同,突出其构造特征亦不相同。因此,可根据鉴定的需要,采用不同的方法。

以上仅通过两例有孔虫的彩色图象处理及四例有孔虫的黑白图象处理,可以得出应用电子计算机数字图象处理新技术,尤其是彩色图象处理,对于有孔虫化石的鉴定,起到了明显的效果,不仅可以准确无误地鉴定化石,尤其对于建立新属种时,可以提高其可靠程度。

这种方法虽尚在尝试,但它们在微体古生物有孔虫类化石中,已显示了一定的应用意义。值得进一步探讨,其应用范围,将更加广阔。

参 考 文 献

- [1] 聂泽同、宋志敏, 1983, 西藏阿里地区日土县下二叠统茅口阶龙格组的笔类新资料。地球科学。第 1 期。57 页—68 页。图版 V—VI。
- [2] 聂泽同、宋志敏, 1985, 西藏阿里地区日土县早二叠世茅口期的有孔虫动物群。青藏高原地质文集第 17 辑, 199 页—222 页。图版 I—IV。
- [3] 张琴译, 1980, 美国斯坦福 STC/I'S 101 系统的图象处理操作系统 (IPOS/101): 用户手册。

图 版 说 明

化石薄片均保存在武汉地质学院北京研究生部。产地层位不注明者, 均为西藏阿里地区多玛县欧拉下二叠统茅口阶龙格组。

图 版 I

1. 西藏皱马克莱笔 *Rogosomaclaya tibetica*, 轴切面, $\times 27$; 登记号: [B-1]; 未经图象处理的照片。
2. 西藏皱马克莱笔 *Rogosomaclaya tibetica*, 轴切面, $\times 22$; [GOPLIM] 经过黑白图象处理的照片。
3. 西藏皱马克莱笔 *Rogosomaclaya tibetica*, 轴切面, $\times 22$; [GO'HIST'NTLM] 经过黑白图象处理的照片。
4. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*, 轴切面, $\times 41$; 登记号: [C-49]₁; 未经图象处理的照片。
5. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*, 轴切面, $\times 43$; [G3'TLM] 经过黑白图象处理的照片。
6. 古串珠虫 *Palaeotextularia* sp., 纵切面, $\times 20$; 登记号: [C-24]₆; 未经图象处理的照片。
7. 古串珠虫 *Palaeotextularia* sp., 纵切面, $\times 20$; 经过黑白图象处理的照片。
8. 柯兰尼虫 *Colaniella* sp., 纵切面, $\times 39$; 西藏阿里地区普兰县西兰塔, 上二叠统上部长兴阶。登记号: [v-17]₁₀。未经图象处理的照片。
9. 柯兰尼虫 *Colaniella* sp., $\times 40$; 西藏阿里地区普兰县西兰塔, 上二叠统上部长兴阶。经过黑白图象处理的照片。

图 版 II

1. 西藏皱马克莱笔 *Rogosomaclaya tibetica*, 轴切面, $\times 27$; [GO'HIST'NTLMPS] 彩色图象处理后的照片。
2. 西藏皱马克莱笔 *Rogosomaclaya tibetica*, 轴切面, $\times 27$; [GO'TLMPS] 彩色图象处理后的照片。
3. 西藏皱马克莱笔 *Rogosomaclaya tibetica*, 轴切面, $\times 24$; [GOPLIMPS] 彩色图象处理后的照片。
4. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*, 轴切面, $\times 44$; [G3'PS] 彩色图象处理后的照片。
5. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*, 轴切面, $\times 44$; [G3'PS] 彩色图象处理后的照片。
6. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*, 轴切面, $\times 44$; [G3'TLMPS] 彩色图象处理后的照片。
7. 欧拉欧拉虫 *Aulalina aulaensis*, 轴切面, $\times 44$; [G3'TLMPS] 彩色图象处理后的照片。

A PRELIMINARY TEST OF USING DIGITAL IMAGE PROCESSING IN MICROPALAEONTOLOGY

Kuang Shenai, Nie Zetong and Song Zhimin

(Beijing Graduate School, Wuhan College of Geology)

Abstract

Application of computer for image processing to the identification of microfossils makes the picture, especially the unclear structure, clearer. Such identification is more precise, reliable and especially important in establishing new genera and species.

Two genera, *Rugosomaclay* and *Aulanina*, selected for study are shown in both black-white and color digital image processing.

Rugosomaclay: Rugae of tectum in spirotheca are prominent.

Aulanina: Septa and tumourous accumulations are prominent.

These prominent features are the main factors in establishing the two genera. The preliminary study has shown its significance in micropalaeontological study. So it is worth to make more tests.

The method and procedure of digital image processing

Procedure: digitize the picture of foraminifera and process it in computer or computer for images processing. Program may be edited by oneself or specific image processing software applied. We use image processing operating system IPOS/101 of (STC/I²S) 101 system to digitize and process.

Method: statistically analyze every digital image of foraminifera, to produce histogram; the structural characteristics should be found out and enhanced. Then, adopting various measures, edit processing directive flowchart. In using various directives, choose proper parameter to control the effect strengthened and get a satisfactory image. Lastly, take a photo of the black-white or color image on the screen of the image monitor, or save the image in computer (or on the tape).

In processing experiment, the methods, such as pseudocolour density division, plim linear mapping, and track ball linear mapping are all useful. The strengthening measures such as logarithmic mapping, histogram equalization and scale are effective too.

It's worth to point out that no measure can suit all conditions of the enhanced structural feature. It gives prominence to some information but always weakens the other. Therefore, a comprehensive processing method may be adopted. A program processing of the comprehensive process may be edited in certain flowchart with different methods, and the addition of the enhanced image or logical operation may be accomplished. A better photo of the structural feature will be taken at last.

作 者 更 正

我们写的“论岩浆深部分异在硫化铜镍矿床成岩成矿作用中的意义”一文,在誊抄过程中由于疏忽,将闪长岩的同位素年龄 342.3 百万年错抄为 243.3 百万年(见本刊第 59 卷,第 2 期,第 141 页倒 3 行),特此更正。

作者 方华

由于我的笔误,在我写的:“高温地热储热流体的物理状态及井孔水热动力分析与计算”一文(见本刊第 59 卷,第 1 期)中,有如下标注等错误,特此更正:

页 数	行 数	误	正
76	图 2	W_1	W_{11}
	正 8	W_1	W_{11}
	正 10	W_1	W_{11}
77	倒 1	W_1	W_{11}
78	正 1	W_1	W_{11}
	倒 14	W_1	W_{11}
	倒 7	W_1	W_{11}
80	正 10	滚动	流动
81	正 11	W_1	W_{11}
	正 12	W_1	W_{11}
82	正 9	静水头	静正位
85	正(右)14	W_1	W_{11}
	正(右)19	为下	为正
	正(右)27	“上、下标注”应另起一行	

作者 胡循森



