

# 海南岛白沙陨石坑的 遥感图像解译与验证

王道经 李 健

据著名的冲击构造学家 E. M. Shoemaker 估计,在地球演化史中产生的直径大于 10km 的陨石冲击构造不少于 1500 个,较小的陨石冲击构造数量更多,但因长期复杂的地质作用的破坏和改造,幸存者甚少。全球已发现的陨石冲击坑约 130 个,有的受剥蚀而残缺不全,另一些为后期沉积物掩埋,由钻探发现不能直接观测,只有少数保存和出露都较好,如美国亚里桑那州的梅特奥尔(Meteor)陨石坑和爱沙尼亚的卡利(Kaali)陨石坑等,其成坑时代很新、规模小、冲击能量不大、冲击形成物种类不丰富。

1992 年初,我们在解译海南岛的遥感图像时,发现白沙盆地中有一处酷似陨石冲击坑的环形影像,随后进行了实地考察,获取了大量的陨石冲击证据,确认是一个保存良好的陨石冲击坑。

## 一、白沙陨石坑的影像特征

白沙陨石坑位于海南省白沙黎族自治县境内,中心地理座标:东经 109°30'、北纬 19°12'。在卫星遥感图像中表现为一孤立的淡红色圆形色块,无环形、放射状水系,也未见明显的环形和线性构造,不同于构造—岩浆活动形成的环形构造,也不是穹窿或构造盆地的影像特征。借助于 1/10 万航空侧视雷达图像的详细解译,终于识别出它的冲击构造属性。在航空侧视雷达图像上,白沙陨石坑清晰地显示为在低缓丘陵区背景上突出的“环形镶边坳陷”,即由环形山脊围绕的碗形洼地(照片 1),其直径 3.7km。环形山脊连续性较好,在其北半部外缘有明显的向外辐射的“刘海”状纹饰;呈现出陨石冲击坑的坑唇和溅射

覆盖层组合的影像特征。推测是一颗陨石由南向北倾斜撞击地球所形成的陨石冲击坑。

## 二、野外验证

上述影像所代表的地面景观确是一个遭受过剥蚀的陨石冲击坑(图 1),其底盘岩层是下白垩统鹿母湾群上亚群紫红色长石石英砂岩夹页岩,一般倾向南西,倾角 20°~25°,组成低缓丘陵。地面高程一般为 200~360m。唯有构成陨石坑坑唇的环形山耸立,山脊多在 400m 以上,北半环高于南半环。坑唇环形山具有二元结构:海拔 380m 以下是层理清

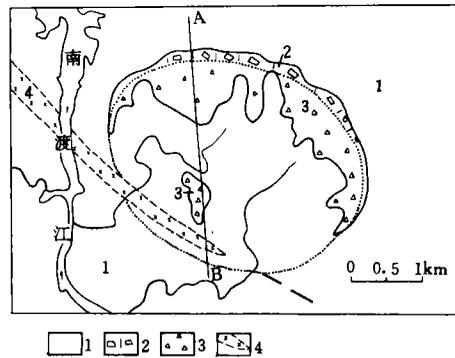


图 1 海南岛白沙陨石坑地质简图

底盘组合:1—下白垩统紫红色长石石英砂岩;  
冲击组合:2—溅射覆盖层;3—冲击角砾岩;  
贯入组合:4—二长斑岩。圆点线为侧视雷达图像显示的陨石坑坑唇;粗断线为成坑前断层;  
AB 线为地质剖面线位置。

楚的紫红色砂岩组成的底盘,岩石受冲击震裂,但无明显位移,木本植物生长茂盛;海拔 380m 以上是由灰白色冲击变质岩石块堆垒而成的溅射覆盖层。其中岩块大小悬殊,因强渗漏不蓄水,仅生长茅草等草本植物。山脊越

高,溅射覆盖层保存越厚。在陨石坑内,冲击角砾岩也多分布在北半部。在陨石坑南部受剥蚀最深的部位(低于250m),见一沿成坑前北西向断层贯入的二长斑岩脉,岩石新鲜,显微镜观察未发现任何受冲击的变质变形现象,因而认为二长斑岩脉的贯入时间晚于成坑年代。如图2所示,北侧掩盖在冲击角砾岩之上的溅射物是从坑唇上滚落下来的

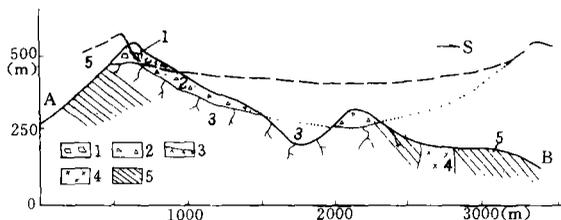


图2 海南岛白沙陨石坑地质剖面图

1. 溅射覆盖层;2. 冲击角砾岩;3. 底盘震裂带;4. 贯入二长斑岩;5. 下白垩统紫红色长石石英砂岩。断线为推测的冲击角砾岩顶面;点线为推测的陨石坑底。

### 三、陨石冲击证据

所寻获的多种冲击形成物,经室内初步鉴定,有冲击变质岩、冲击角砾岩、击变玻璃、继形玻璃、矿物冲击纹理(微页理)及镶嵌结构和大颗粒的“玻璃陨石”(雷公墨)等。

冲击变质岩:貌似细粒块状“火成岩”,是一种带有暗绿色斑点的浅灰色岩石,由底盘紫红色长石石英砂岩受冲击后瞬间高温高压和缺氧的条件下发生不均衡熔融和重结晶所形成,遍布于溅射覆盖层和冲击角砾岩中。斑点多数1~3mm,近球形,少数为长达1~2cm的纺锤形,其中心常见被方解石、粘土充填的孔洞。薄片具变斑状结构和变余砂状结构,变斑晶为斜长石,基质由奥长石微晶和白云母(多硅白云母?)组成,并有少量次生矿物绿泥石及残余石英屑。兼具“火成岩”和沉积岩的特征。

冲击角砾岩:分布于陨石坑内,可大致分为他生(回落)角砾岩和自生(原地)角砾岩。

前者主要由冲击破碎的岩石抛向高空再落回陨石坑内的溅射巨砾、岩块以及一些中细角砾岩,角砾成份全为冲击变质岩。后者是岩石受冲击破碎未经明显位移的角砾岩,基本上保持原来的紫红色砂岩外貌,被具有流动构造的冲击熔融物胶结。

击变玻璃:靶区岩石受冲击熔融而又迅速冷却形成的玻璃。如果被溅射到空中再落下,可沿用中国古称“雷公墨”或“冲击玻璃弹”。我们在白沙陨石坑外2km处寻得一直径4.5cm的“冲击玻璃弹”(照片2)。在坑唇堆积的冲击变质岩中见有熔壳状玻璃包裹着击变岩(照片3),是冲击熔融的极好物证。在击变岩薄片,常见石英、长石受冲击高压作用而形成保持矿物晶形的继形玻璃或称假象冲击玻璃(Theomorphic glass)(照片5、6)。

矿物的冲击纹理(微页理)和镶嵌结构:陨石坑中,无论是冲击角砾岩还是底盘震裂带岩石中,长石、石英因受冲击导致折射率、重折率降低和波状消光、镶嵌状消光的现象极为普遍,并出现冲击纹理及微裂隙。长石的冲击纹理发育极好,多平行于(010)和(001)面,纹理间距一般1~4 $\mu\text{m}$ ,不同的矿物颗粒,冲击纹理发育程度不同(照片4),有些仅表现为脆性碎裂,成镶嵌结构。石英冲击纹理主要优选方位平行 $\{10\bar{1}3\}$ ,其次平行于 $\{10\bar{1}2\}$ ,其他方位较少,同长石一样,石英颗粒也全碎裂,镶嵌结构常见。

多硅白云母和云母键带:在击变岩中发现呈扇形的多硅白云母较多,一般出现在高压相石英(锥光呈二轴晶)或硅氧玻璃外围(照片7),在薄片中还见有云母键带(照片8)。

冲击成坑的年代,尚待确定。据前人对海南岛雷公墨的裂变径迹测年数据分析,成坑年代约距今0.7Ma,即第四纪中更新世。

这次初步研究,得到陈国达、欧阳自远两位教授的支持和指导及白沙农场的帮助,谨致谢忱。  
(下转第32页)

# 边兆祥

(1912~1988)

郝志诚 杨正贵

边兆祥,河北省唐县西山阳村人。我国著名地质学家。1936年毕业于北京大学地质系后,曾任前经济部中央地质调查所技佐、技士。1946年起任中山大学地质系副教授,1949~1950年任广西大学博物系教授,1950~1958年任唐山铁道学院、北京地质学院教授。1958年起任成都地质学院教授、博物馆馆长、名誉馆长。他还曾任中国古生物学会理事、四川省地质学报副主任编辑、四川煤田地质学会理事长等职。

边兆祥专长区域地质和古生物地层学研究。早年足迹遍及皖南、湖南、滇东、贵州、宁夏贺兰山、广东等地,对煤田、铝土矿、铁矿地质进行的勘查成果显著,在地层古生物研究方面也建树甚多。如1938年在云南官山和安宁八街地层中发现沟鳞鱼化石,确定了泥盆系的存在;1943年在贺兰山首次采到寒武纪三叶虫,为李四光先生提出的祁吕山字形构造脊柱提供了证据;1946年在广州北部又获沟鳞鱼化石,继而提出泥盆系有多层含鱼的见解。60年代在四川广元,偕同地质部博物馆胡承志发现沙溪庙组恐龙化石,为我国恐龙家族增添了马门溪龙广元种,广元亦因此成为四川盆地重要古脊椎动物化石产地;70

年代在四川龙门山,会同朱夔玉发现箭石化石,填补了我国三叠纪缺少箭石化石的空白。

边兆祥著作甚丰,发表学术著作近百篇,如:《中国泥盆纪含鱼地层时代之探讨》、《沟鳞鱼在广东北部的发现》、《贺兰山地质》、《云南宜良嵩明间大煤山煤田地质》、《滇缅公路沿线地质》、《四川龙门山晚三叠世真箭石目一新科—中国箭石科》(与朱夔玉合作)、《中国的鱼粪石》、《宇宙会膨胀吗》。此外,还遗存部分未正式发表的文著:如《地球的构造发展》、《宇宙的概念》、《恐龙绝灭之谜》、《地壳的构造发展规律及中国区域大构造的几个问题》等。

边兆祥长期潜心于地质教育事业,坚持教书育人,治学严谨,既重视基础地质和专业基础理论的教学,更讲求野外实践工作能力的培养。他为建设有特色的地质博物馆、建立学生地质实习基地,培养全面发展的本科生、研究生等方面,都付出了辛劳。他主讲过《地学史》、《古生物学》、《中国地层学》、《中国地质学》、《普通地质学》、《工程地质学》等课程,他还为研究生开设多门选修课,即使年事已高,仍风尘仆仆于山野林间,指导他们进行野外工作。

边兆祥锲而不舍的风范,精微独到、严谨有序的工作方法以及学术方面的卓著奉献,都将永远铭刻在同仁和后辈心中。

(成都地质学院)

(上接第24页)

## 主要参考文献

- 袁宝印 1981 海南岛雷公墨(玻璃陨石)起源问题的初步探讨 地质科学(4)
- 林文祝 欧阳自远 1991 核爆炸玻璃、撞击玻璃和玻璃陨石源岩 地质科学(2)
- Melosh, H. J. 1989 Impact Cratering—A Geologic process. New York. Oxford.
- Масайтис, В. л. и др. 1980 Геология астроблеч. Недра Ленингр. отделения.

照片说明:(见第33页)

1. 白沙陨石坑侧视雷达图像
2. 冲击玻璃弹(雷公墨)
3. 熔壳状击变玻璃(原大)
4. 冲击角砾岩中长石的冲击纹理 10×25(+)
5. 击变岩中的长石(G)10×25(-)
6. 照片5中的同一颗长石继形玻璃(G)10×25(+)
7. 击变岩中的多硅白云母 10×25(+)
8. 击变岩中的云母键带(m)10×25(+)

(中国科学院长沙大地构造研究所)

