

冀中平原历史地貌研究与白洋淀成因的探讨

王若柏¹, 苏建锋

(中国地震局第一监测中心, 天津 300180)

摘要: 使用 1926 年出版的顺直地形图做历史地貌研究, 发现冀中平原、白洋淀流域存在大量的特殊地貌单元“碟形洼地”。研究这些特殊洼地的个体形态、群体分布规律, 特别是使用数字高程模型 (DEM) 分析这些洼地, 发现“碟形洼地”可能是分布在第四纪松散沉积物上撞击坑的遗迹。初步推测这种地貌可能是全新世中期以后不久一次规模巨大的陨石雨撞击的结果, 白洋淀更可能是一些较大的撞击坑在地表流水的侵蚀、后经人工改造逐步形成的。陨石雨的撞击导致了重大的史前环境灾害, 这可能涉及到全新世中-后期自然环境的变化等一系列重大科学问题。

关 键 词: 白洋淀流域; 碟形洼地群; 陨石雨; 环境灾害

中图分类号: P931 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2008)04-0501-06

白洋淀是平坦广袤的河北平原中唯一常年的积水洼地, 但其形成的原因一直是地质、地理学科中有争议的问题^[1, 2]。白洋淀最终的成“淀”是古代、主要是宋代大规模的人工筑堤围堰的结果, 这一认识基本上一致。但人工筑堤蓄水前, 白洋淀是否存在大规模的洼地、湖盆却存在较大的争议。不论白洋淀成因有多少种说法, 必须存在积水洼地, 否则那儿的来的水都不会长期被保存下来。

近年来基于冀中平原、白洋淀流域区历史地貌研究, 提出的古代陨石雨撞击之说, 一开始就有不小的争议^[3, 4]。这一地区是中原腹地, 存在天外来客的撞击, 而且是在史前并不久远的时期。但陨石撞击不仅应保存有撞击的特殊的构造, 相应地层内也应有撞击残留物质等, 但是这方面证据并不充足, 仅凭白洋淀一个积水洼地不能说明任何问题。但是换一个角度而言, 如果说整个冀中平原、白洋淀流域区和其特殊的地形、地貌可能是古代陨石雨撞击后留下的遗迹, 就将有許多值得讨论的地方。

1 冀中平原、白洋淀流域区基本特征

白洋淀古称白羊淀, 又名西淀, 形态十分特殊。它拥有 143 个大大小小的积水淀泊和与之相连的纵横交织的 3 700 多条沟濠, 这些特征与人们一般印象中的湖泊有很大的出入。近年来历史地貌的研究发现, 白洋淀这种特殊的地形地貌与整个

冀中平原、白洋淀流域区是一致的, 仅仅白洋淀由于水塘和沟谷的规模较大, 而更加出名而已。因此讨论和研究白洋淀的成因, 不应仅局限于白洋淀本身, 也不应仅研究湖区沉积物组合、沉积演化史等, 应当从整个冀中平原、白洋淀流域区的历史地貌的形成和演化来进行讨论。

从地理、地貌学的类型上而言, 冀中平原与白洋淀流域区一致, 是个十分特殊的地区。河北平原上拥有黄河和永定河(下游汇入海河)两大水系, 分别占据着平原的南、北。白洋淀流域区就在这两大水系的夹持之中, 规模虽小, 却相对独立, 不受上述两大水系的影响, 甚至规模宏大的黄河之水也未能影响到它。在小流域区内发育有古阳河、唐河、南、北瀑河等。与永定河和黄河流域相比较, 短小、多弯是其共同特点, 自成系统注入白洋淀。白洋淀等大小不等星罗棋布的湖泊、沼泽和湿地, 构成了平原地表水密度最高的地区。

除此之外, 这一地区还有许多地质地貌现象也难于解释。比如小流域区外围的滹沱河, 其下游河道并没有沿地面自然降低的方向、向北东方向延伸, 而是向东流去, 在饶阳一带甚至偏向南, 再转向北东, 汇流成子牙河, 包围白洋淀流域区, 显示清楚的环型地貌。如历史上黄河多次改道北流, 在黄河迁徙北流时, 从不进入冀中平原、白洋淀地区。包括历史有准确记载的北宋(960~1127 A. D.)时

代多条的北流路线,也只是到达这一区域的边缘,再转向东,穿过德州—沧州这一走廊,进入海河。

从地貌分区主要特征上说,冀中平原、白洋淀流域区完全不同于黄河流域和永定河流域,这两个河流域规模虽然相差很大,但是都表现为平坦、广袤冲积平原的基本特征。冀中平原却不是这样,历史地形、地貌的研究表明它并不平坦,不大的平原上坑塘洼淀广布,沟谷壕塹纵横。白洋淀仅是这种

地形地貌的一部分。但是这种特殊的地貌现象以往并没有引起人们的注意,而大量有规律的分布于冀中平原的“碟形洼地”^[5]也没有人探讨其成因。

图 1模拟了陨石雨降落的方向,从冀西北高空向南东、偏东方向俯瞰白洋淀,卫星倾斜图像远处显示支离破碎的淀塘、积水洼地(深色)被大小不一的沟谷连接的情况,近处仍可看到一些洼地和水塘的残迹。



图 1 从冀西北高空俯瞰白洋淀 (资料来自 google earth)
Fig 1 Looking down at Baiyangdian Lake from upper air in Northwest H ebei Province

2 数字高程 (DEM) 分析方法的应用

前述的地貌景观在 20 世纪 20 年代出版的顺直地形图和 50 60 年代的航空照片上保留有明显的痕迹。研究工作中以 1: 5 万的顺直地形图作为基础资料,使用了数字高程 (DEM) 的方法,参照航、卫片做历史地貌研究。从这一新的视角审视冀中平原、白洋淀流域区,获得了关于白洋淀成因与前人完全不同的认识。

2 1 形洼地的个体形态

1) 碟形洼地在顺直地形图和航片上表现为一种特殊的接近圆状的洼地,中部低洼,多为居民点,居民点四周有环状或不规则状水塘,再向外侧有放射状沟谷系统。洼地充填有水,一般规模不大,不包括周边的放射状沟谷,直径多数在 1~ 2 km 以内。洼地平面形态上酷似碟状,现场考察时仍可看到水塘和沟谷的部分残余。奇特的是这些放射状沟谷的平面形态表现为内宽外窄的形态,说明流水

是从外部向中心流动。图 2 和图 3 就是两处比较典型的碟形洼地在上世纪早期和中期的地貌,分别位于清苑县白城村和高阳县小百尺村。

这种形态的地貌在冀中平原、白洋淀流域区十分典型,顺直地形图上几乎到处都有,构成了这一地区特殊的地貌现象。现在乘飞机从空中鸟瞰,仍可观察到平原上有一部分村庄四周被放射状的阴影区域包围,阴影地段历史上应该是水塘和沟谷,后被填埋,这就是碟形洼地的遗迹。

2) 仔细研究顺直地形图和航空照片,发现碟形洼地全部是规模较大的居民点,自然村落,甚至是乡、县所在地。例如肃宁、望都、蠡县、高阳、容城等县城都多少保留这种洼地痕迹。而明显为近代建筑物 (例如军营、车站、仓库等) 和较小的居民点,都没有这种地貌表现。这规律表明洼地是自然力形成的,是古代先民的宜居之地,因此有较久远的人文历史。野外调查也发现证实了这一点,例如白城村的大型的积水洼地被称为“石菩洼”,有关

2 3 数字高程模型 (DEM) 分析的应用

顺直地形图是中国最早使用现代测量技术、按正规的大地测量规范出版的地形图。由于中国的现代化建设是 1950 年代后开始的, 该图能更好地反映近百年前华北平原的地形、地貌的原始遗迹。

地理信息系统 (GIS) 是获取和分析地理空间数据的重要工具, 其中数字高程模型 (DEM) 在研究历史地貌分析中具有重要的作用。借助于这一现代计算机技术, 对近 100 年前的冀中平原、白洋淀流域区的地形信息进行分析研究。重建冀中平原、白洋淀流域的历史地貌场景, 揭示碟形洼地的原始形态, 探索洼地的成因。应用这种方法、将碟形洼地恢复到原始形态, 并且与现代地貌环境和撞击时代相近的撞击坑进行对比, 发现两者之间有着非常相似的特征。

研究工作中将顺直地形图全面数字化, 剔除现代和人工地物图层, 仅保留能代表原始自然地形的

元素, 最主要是等高线。为了提高 DEM 分析成果的可视性, 在处理时注意对原图等高线的点位合理加密, 以便使由线生成高程点的总体密度得到保证。由于研究区地形比较平坦, 在保证原始地形不改变的前提下, 适当放大等高线的高差。这种分析直观地描绘出了洼地的基本形态, 也反映了后期破坏、改造的结果, 从而揭示了碟形洼地的真实面目。

图 5 中显示高阳县小百尺村 (左图) 和清苑县白城村 (右图) 约 100 年前撞击坑遗迹的形态。用 DEM 方法恢复撞击坑残迹的面貌, 可以清楚地看到撞击坑的洼地和四周隆起的形态和 (坑唇和外围抛射物) 被侵蚀、改造后遗留的环状残丘。图 6 则显示了冀中平原、白洋淀流域区中部, 高阳县一带区域的原始地貌状况, 显示了平原上分布有大量碟形洼地的景观。图中河流地形偏高是由于自然堤和 DEM 分辨率偏低造成的。

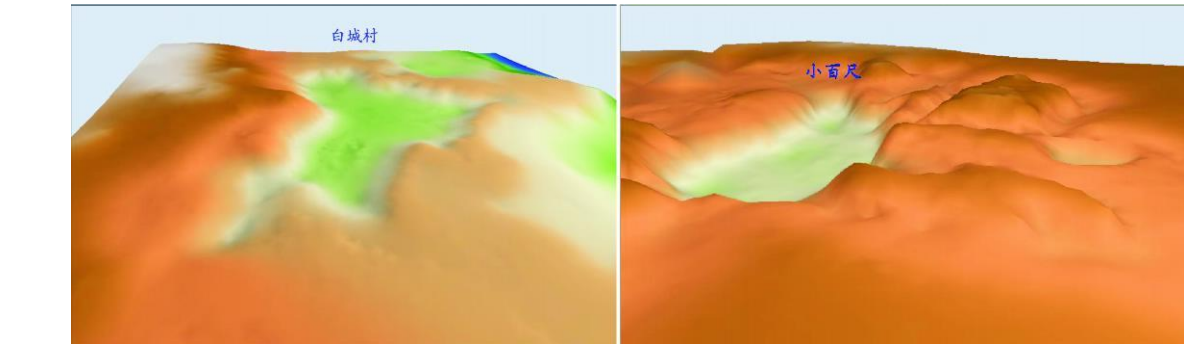


图 5 白城村 (左图) 和小百尺村 (右图) 的 DEM 分析结果
Fig 5 DEM analysis for Baicheng Village (left) and Xiaobaichi Village (right)

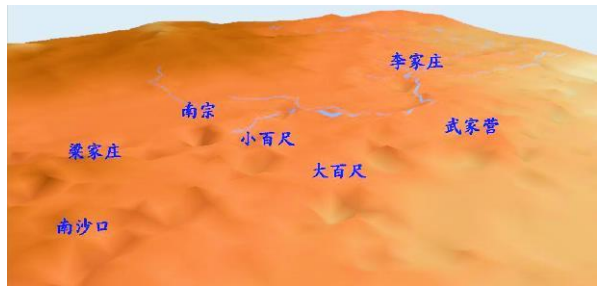


图 6 高阳县附近历史地貌的 DEM 结果
Fig 6 DEM analysis around Xiaobaichi Village, Gaoyang County

上述的分析和研究让我们推论出如果大量的碟形洼地就是天外来客留下的撞击坑的残迹, 那么可能说明冀中平原、白洋淀流域区存在一次规模重大的陨石雨撞击灾害, 并且撞击发生的时间并不

久远。

3 白洋淀撞击成因的初步探讨

碟形洼地的发现和研究具有重要意义, 将这种洼地的复原图 (DEM 分析图) 与年代相近的撞击坑对比, 可以获得一些重要的启示。例如澳大利亚 Henbury 小型撞击坑群的地貌景观与之非常接近 (图 7)。Henbury 撞击坑群拥有 13 个撞击坑, 最大者直径 0.157 km, 撞击发生在 5 000 a B.P. 年左右。除了环境比较干燥外, 这一撞击坑群的地形、地貌完全可以和冀中平原、白洋淀流域区的碟形洼地对比。只是白洋淀流域区后期受到地表水侵蚀、淤积和人类活动的改造, 仅仅保留了残迹。



图7 澳大利亚 Henbury小型撞击坑群(据美国国家地理)

Fig 7 A impact crater group in Henbury, Australia

同样把冀中平原的碟形洼地的群体与1976年吉林陨石雨撞击坑的分布情况进行对比。两者在分布特征、总体走向方面也很相似,图4总体分布更像一次大型陨石雨降落的一个部分。因此推测这次史前陨石雨范围可能要大得多,向西可能延伸至晋北,向东更可能延伸到渤海湾南部一带。

包括地球在内的近地行星研究发现,一个典型的撞击坑多为圆形或接近圆形,规模大小不等,坑的边部有相对隆起的坑唇和外围的抛射物质堆积,并多以群体分布。因此推测,白洋淀地区撞击坑形成之后进一步改造成“碟形洼地”,可能经历了撞击坑形成、地表水侵蚀和人工改造等长时间的演变。很明显,这种中部积水,四周隆起包围的自然地貌比较适合史前人类的居住。随着生产力的发展,外围侵蚀和开挖了一系列“路沟(当地语)”——放射状沟谷,最后形成碟形洼地。

地貌学的研究工作认为现代水系的基本形态是全新世中期前(约7 000~6 000 a B. P.)形成的。碟形洼地作为基本地貌单元,受地表水影响应该十分敏感。但未受到完全的破坏,并有部分基本特征得到了保留,形成的时间应更晚一些。此外,巨大的陨石雨撞击是惊天动地的灾难事件,历史上却没有文字的记载,因此可以推定发生在史前。这样综合分析结果,这次规模巨大的撞击事件最有可能的是在5 000~4 000 a B. P.这段时间内发生^[3]。

白洋淀湖区全新世的沉积历史和地质环境史的研究一直是探索白洋淀成因的重点,这一方面的研究虽然没有得出令人信服的结论,但是积累大量的资料却给我们一些有益的启示。比如全新统地层大量研究成果都证实本地区黑色淤泥层多呈不

连续的薄层状分布,因此许多的学者认为中全新世前白洋淀不存在大面积的湖相沉积^[1,2],而历史资料研究也表明白洋淀最终形成大规模的积水湖泊是人工筑堤的结果。这说明全新世早-中期冀中平原、白洋淀流域区不存在大规模的积水洼地,也就是说白洋淀大面积成湖的历史比较短暂,最早不会早于中全新世。这些研究成果也为冀中平原、白洋淀流域区撞击成因提供了间接的佐证。

综上所述,我们可以给出白洋淀成因的一种全新的解释。大约在全新中期以后不久,最可能是在5 000~4 000 a B. P.间,冀中平原、白洋淀流域区发生了一次规模巨大的陨石雨撞击灾害。从碟形洼地的分布的形态和地理位置推测,陨石雨的撞击范围可能从晋北到冀中,向东再一直延伸到渤海湾南部一带。晋北到冀西北一带的山区撞击坑不易保留,而东侧渤海湾南部的撞击坑被黄河北流的洪水所淤积,但是在冀中一带平原松散的沉积物上却留下了大量的呈点状分布的撞击坑。分布甚广的撞击坑呈群体状分布于冀中一带,许多地方大量的撞击坑串接在一起,大量的坑唇和外围的抛射物相互叠加,形成了多层次的环形堤坝。它们不仅限制了区内流水的外泄,也阻挡了黄河等外水的入侵,最终形成了白洋淀小流域区。

这些撞击坑经地表水的侵蚀成为积水洼地,逐步形成了古人聚居的地方。冀中平原东侧众多相对较大的撞击坑经人类多次改造,一些撞击坑连成一体,积水的面积扩大,形成现代白洋淀湖区。

4 问题与讨论

通过历史地貌的研究,提出冀中平原、白洋淀流域区存在着大量撞击坑的遗迹。白洋淀最终形成可能与一次陨石雨撞击有关,而且撞击事件发生的时代为距今并不太遥远的全新世中后期。如果这一认识成立,巨大的陨石雨撞击会造成重大的环境灾害,一定会对远古时代的自然和人文环境造成巨大影响,这将涉及到一些科学问题。

历史地理研究认为河北平原中部存在从新石器晚期到春秋时代的古文化遗址空缺区^[6],考古学界一直热烈讨论新石器时代晚期文化发展的“断层”和中华文明为什么起源于黄河中-下游地区^[7],地质环境学家注意到全新世中后期巨大的环境突变和小冰期影响^[8-10],黄河下游史前洪水灾害和迁徙改道问题一直是水利史和灾害史等学

科学研究的重点^[11]等等。这一系列问题,从发生的地点、时间和灾害发生的性质来说,用本文研究提出的说法完全可以做出比较圆满的解释。另外、规模巨大的陨石雨撞击灾难更可能对当时的地理环境和史前文化发展产生巨大的影响。史前没有文字的记载,但其它的一些文化载体,例如神话“女娲补天,大禹治水”等是否源于这些重要的灾害呢^[12],是应深入研究的问题。

华北平原是第四纪研究比较深入的地区,迄今尚未发现明显的直接或间接撞击残留物,因此推测陨石雨撞击是彗星的碎片,这种认识还需进一步研究和考证。因此冀中平原、白洋淀流域区撞击成因的确定最终的结论有赖于撞击残余物质的探寻。

致谢:研究工作得到河北省国土资源厅环境地质处肖桂珍、魏风华同志大力支持,北京大学韩慕康教授对研究工作一直给予了帮助,谨致谢忱。

参考文献:

[1] 何乃华,朱宣清. 白洋淀形成原因的探讨 [J]. 理学与国土研究, 1994 10 (1): 50~ 55

[2] 吴忱,徐清海. “演变阶段”与“成因”不能混为一谈——也谈白洋淀的成因 [J]. 湖泊科学, 1998, 10 (3): 91~ 96.
[3] 王若柏. 白洋淀流域特殊地貌——撞击成因与相关问题的探讨 [J]. 地学前缘, 2004, 11 (2): 587~ 588
[4] 宫进忠. 诘问白洋淀陨击假说 [J]. 地学前缘, 2004, 11 (4): 588.
[5] 王若柏,何肇雄,万文妮,等. 一种特殊的地貌现象——碟形洼地群和其成因的探索 [J]. 地质论评, 2004, 50 (4): 391~ 396.
[6] 谭其骧. 西汉以前的黄河下游河道 [J]. 历史地理, 1981, (创刊号): 48~ 64
[7] 俞伟超. 良渚文化与龙山衰变的奥秘 [J]. 文物天地, 1992, (3): 9~ 11.
[8] 靳桂云,刘东生. 华北北部中全新世降温气候事件与古文化变迁 [J]. 科学通报, 2001, 46 (20): 1725~ 1729
[9] 张玉兰. 从微体古生物研究探讨良渚文化突然消亡原因 [J]. 地理科学, 2007, 27 (3): 376~ 379
[10] 朱江玲,刘鸿雁,王红亚. 河北坝上地区湖泊沉积物记录的中全新世干旱气候 [J]. 地理科学, 2007, 27 (3): 380~ 384
[11] 水利部黄河水利委员会. 黄河水利史述要 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1984
[12] 王若柏,谢觉民. “女娲补天”神话源自于史前一次陨石雨撞击灾害 [N]. 光明日报, 2004- 06- 18

Historic Landform in Central Hebei Plain and Causes of Fomation of Baiyangdian Lake

WANG Ruo-Bai SU Jian-Feng

(First Crustal Monitoring and Application Center, China Earthquake Administration, Tianjin 300180)

Abstract On the basis of the Shunzhi Relief Map published in 1926, the historic landform in the North China Plain is studied and a large quantity of special geomorphic units—dish-shaped pits are discovered in the Baiyangdian drainage area. In studying the individual appearance and total distribution of these special pits, especially by the digital elevation model (DEM), the authors have realized that the “dish-shaped pits” might be the remains of impact craters on the Quaternary loose deposit and inferred primarily that an impact event of a large-scale meteorite shower might have occurred in this area. After long-time erosion by surface water and artificial transformation gradually, some larger craters finally formed the Baiyangdian Lake. The impact of meteorite shower resulted in a prehistoric huge astrogeological disaster, which produced significant effects on the prehistoric environment and culture development since then.

Key words Baiyangdian drainage area, dish-shaped pit group, meteorite shower, environment disaster