

韩同林的“冰臼论”是对花岗岩类岩石 “负球状风化”的误解

施雅风^{1,2)}

1) 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州, 730000;

2) 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京, 210008

内容提要: 韩同林著《发现冰臼》英文书名 *Moulin Discovered*, 将花岗岩类地区大量出现与节理有关的小型臼状地形统称为冰臼, 即 Moulin, 并指为古冰盖的遗迹, 以之反推所有臼状地形区均是两、三百万年前全球泛冰盖所遗留的地质现象。笔者假韩著中丰富图片与记述, 对照文献研究, 认为冰川区罕见, 只有死冰区可能存在的冰臼不可能生成上述臼状地形。这种空间尺度为厘米级至米级的臼状地形, 应是花岗岩类地区与节理有关的负球状风化 (Negative spheroidal weathering) 与风、水协力作用的结果。少量臼底堆积热释光测年证明, 这一过程是冰期后即不超过 10 ka 的时段里进行的。韩同林大力宣传其错误的冰臼论, 影响读者盲目相信过于夸大的第四纪冰川分布范围, 并导致旅游部门广泛布置第四纪冰川景点, 对社会舆论和旅游文化产生了不良误导作用。

关键词: 冰臼 (moulin) 论; 小型臼状地形; 负球状风化; 花岗岩类岩石

韩同林先生著《发现冰臼》一书, 英文书名 *Moulin Discovered*, 封面上还有两行醒目的文字: “中国地质学界石破天惊的重大发现, 远古冰川时期的奇特地质现象”。此书 18 万字, 2004 年华夏出版社发行, 新华书店经销。笔者研究冰川多年, 怀疑该书标题的正确性, 打开阅读, 得知有相当一批地质学者 (孙殿卿、周慕林、曹照垣、吴锡浩、段万侗等) 支持“冰臼论”。迫使笔者较深入研究这个问题, 又得知《地质论评》、《热带地理》、《第四纪研究》等期刊, 已有多篇文章讨论这个问题, 除吕洪波等 (2005, 2006, 2007, 2008a)、Lu Hongbo 等 (2007) 赞成是冰川成因外, 绝大多数学者不赞成冰川成因, 但对其形成过程又各有不同认识 (李孟华, 谢小康, 1999; 杨超群, 2001; 李洪江等, 2001; 李德文等, 2003; 章雨旭, 2005; 周尚哲, 2006; 吴忱, 2007; 孙洪艳等, 2007)。而吕洪波等也并未将韩同林的所有“冰臼”都看作冰川成因, 也不赞成是二、三百万年前形成的。遗憾的是有不少旅游部门欢迎“冰臼论”, 认为有利招揽游客。对如此自然现象的认识与解释问题, 涉及经济利害, 增加了研究者的顾虑。科学研究目的是追求真理, 造福人群, 应只问是非, 不计利害; 而对旅游部门来讲, 对景点成因的非科学宣传, 既误导了游客, 而被识者发现批评, 也危害了自

己。一个高尚的科学家更应虚心取长补短, 改正错误, 将认识升高一个台阶。

1 “冰臼论”不适合解释地面 小型臼状地形

《发现冰臼》一书中所谓“冰臼群” (图 1a) 分布于河北、北京、内蒙古、山东、山西、浙江、安徽、福建、广东、香港、海南、重庆、四川、西藏、新疆等广大地区, 基岩大部分为花岗岩, 小部分为陆相红层、石英砂岩等。

上述臼状地形个体很小, 宽度与深度都从几厘米到几米, 最大的长度不超过 30m, 深度不超过 25m, 形态呈圆形或近圆形, 口小、肚大、底平、部分有缺口, 下面摘抄几个地点资料。

(1) 河北丰宁县喇嘛山佛珠洞景点 $41^{\circ}22'N$, $116^{\circ}29'E$, 海拔 900~1100m。一处南北向花岗岩山脊长 100m, 宽 10m 多, 两侧有近圆形臼状凹坑 9 个, 宽长 1~4m, 深 0.2~2m, 大坑底部有积水, 泥沙堆积, 还生长灌木, 乔木。西喇嘛山南坡上分布着 4 个巨大山坡石臼, 最上一个, 长 13m, 宽 8.8m, 深 16m, 近圆形, 西南向开口, 臼底有较厚堆积。最下一个石臼口宽 20m, 深过 25m, 向南开口, 口小肚大, 口底多泥沙碎屑并生长高大乔木。图 1b 所示 2

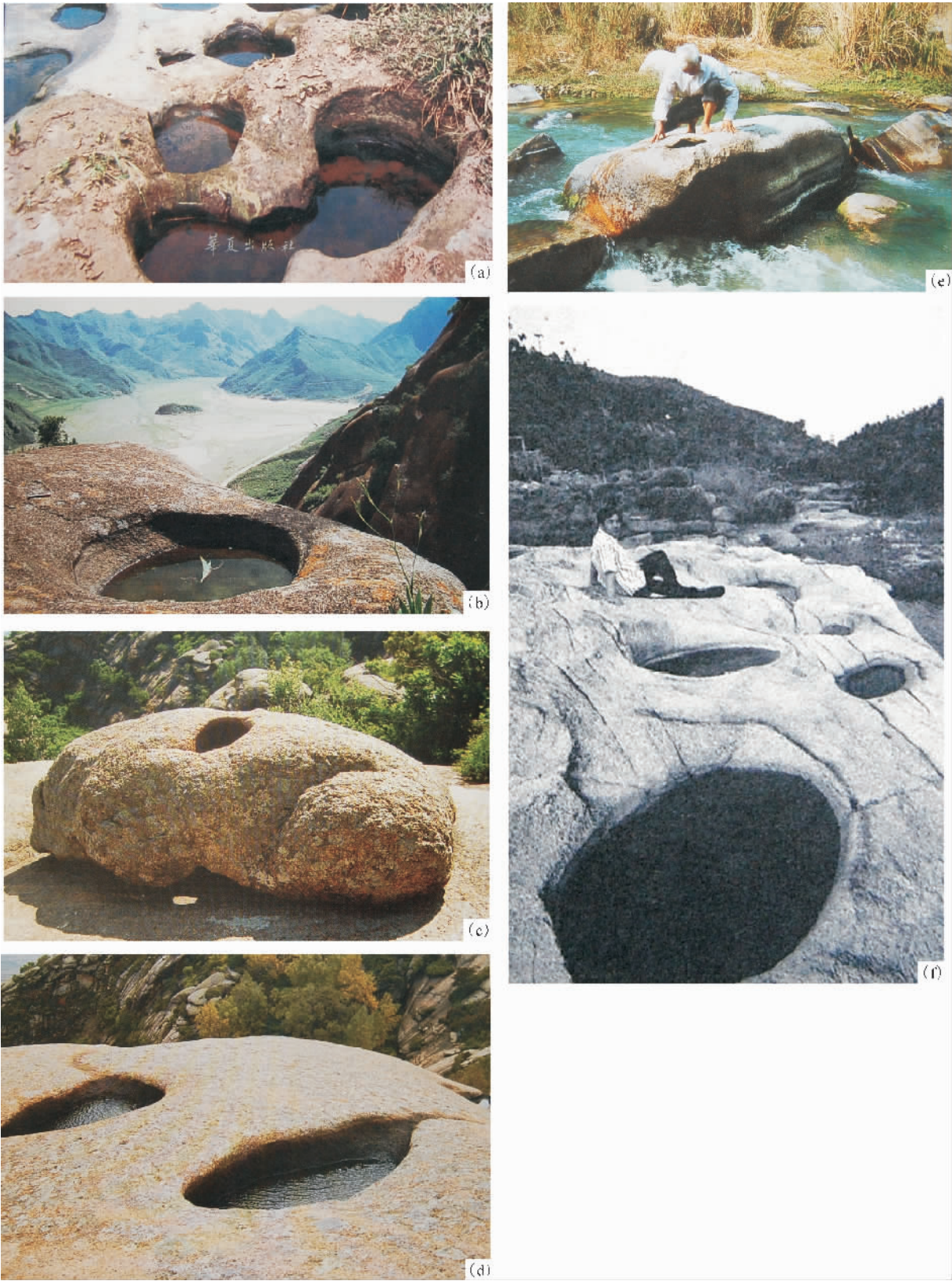


图 1 韩同林《发现冰臼》一书(韩同林,2004)中的冰臼:(a)《发现冰臼》一书封面,实地在四川夹江红色砂岩河谷中,有数千这样白状地形;(b)河北丰宁花岗岩区佛珠洞山地高处二个白状地形,彩图第 10 页;(c)、(d)内蒙古克什克腾旗青山的白状地形,彩图第 3、4 页;(e)广东揭西石肚溪俗名“茶煨炉”状花岗岩漂砾表面圆形坑,彩图第 10 页;(f)广东饶平县青岚溪圆形“厕潭”群体特征,第 85 页

Fig. 1 The “moulins” (glacial potholes) in the book “*Moulin Discovered*”: (a) front cover, on the red sandstone, Jiajiang valley, Sichuan; (b) colour figures, page 10, on the granite high land of the Fozhudong mount, Fengning county, Hebei Province, (c),(d) colour figures, page 3,4, on granite, top of the Qingshan mount, Hexigten Qi, Inner Mongolia; (e) colour figures, page 10, rounded pit on granite, Shidu valley, Jiexi county, Guangdong Province; (f) page 85, rounded toilet-pit-liked pits, Qinglan valley, Raoping county, Guangdong Province

个臼形坑位于山地高处(韩同林等,2004)。另据韩同林等(1999),喇嘛山有“冰臼”14个,间隔较远。

(2)内蒙古赤峰市克什克腾旗青山景点,位于赤峰市西北 160 km 的西大坑乡, $43^{\circ}15'N$, $117^{\circ}46'E$, 海拔 800~1500m, 已经联合国教科文组织批准为世界地质公园之一,这里 1:5 万区域地质调查报告指明青山花岗岩时代为晚白垩世, 锆石 U-Pb 年龄测定 107.9~110.9Ma, 岩性为酸性侵入岩, 主要矿物成分为钾长石 40%~55%, 石英 22%~25%, 黑云母 3%~8%, 发育两组垂直节理, 一组水平节理, 节理对臼状地形有控制作用。臼状地形的长轴方向与垂直节理方向几乎一致, 孙洪艳等(2007)称这里臼形为“岩臼”, 臼口长径 1.0~3.5m, 深 0.3~1.0m, 向低的部位有出水口。最大的岩臼长 10.3m, 宽 5m, 深 3.5m, 内长有白桦树与灌丛, 偶见有小砾石。在山顶南部平缓起伏花岗岩面上, 约 1000m² 范围内, 有岩臼 200 多个, 相当密集, 韩同林(2004)称之为冰臼, 他看到的总数在 1000 以上(图 1c,d)。

(3)广东揭西坪上镇石肚溪, $23^{\circ}23'N$, $115^{\circ}52'E$, 海拔 36~300m。沿西南向东北流的石肚溪河谷, 花岗岩基岩上有许多巨大的漂砾, 漂砾表面有圆形坑, 如图 1e 所示。初步统计石肚溪圆形坑总数超过 350 个, 最大的口径超过 3m, 深 2.5m, 坑中普遍分布磨圆砾石, 有的还落入有棱角的漂砾。上述圆形坑, 韩同林(2004)称为“冰臼”, 广东学者都认作“壶穴”(Pothole), 穴中普遍有磨圆砾石, 更是流水成因重要证据(李孟华等, 1999; 杨超群, 2001)。

(4)广东潮州市饶平县樟溪镇青岚溪上游, 海拔 30~100m, 花岗岩河谷中分布大小不等的圆形坑, 因形似老百姓使用的“便坑”, 当地人称为“厕潭”, 大小以 1~2m 居多, 最大的 5~6m, 最小的 10cm 多, 如图 1f 所示。韩同林均称之为“冰臼”以及其它韩认为的冰川地形。当地旅游部门深信韩同林的解释, “厕潭”即“冰臼”, 是古冰川遗迹, 立时树起“南国冰臼公园”的牌匾, 并投入近 50 万元建园资金。韩同林于 2001 和 2002 年先后 3 次前往协助, 据管理人员讲, 每年有数万人参观, 仅门票收入就

有数十万元, 不到 2 年就把建园资金全部收回(韩同林, 2004)。

(5)西藏羊八井挡果果南山花岗岩基岩 5600m 高度上大冰川漂砾上有许多凹坑发育, 大小在 0.1~0.6m, 深 0.1~0.3m 左右, 有的凹坑呈明显口小肚大特征, 坑中有积水。韩回京将照片与资料交第四纪冰川学家孙殿卿院士及周慕林教授审阅, 他们一致认为是冰川融水冲蚀下覆岩石形成的冰臼(韩同林, 2004)。对照郑本兴(2006), 悉羊八井西约 10km 的硫磺山有丰富的古冰川沉积, 冰碛垅上起 5600m 高度, 下至 4620m 冰碛台地, 可分出 3 次冰期沉积, 看来郑本兴(2006)与韩同林(2004)观察的不是同一个地方。

上述 5 例地表臼状(圆形穴, 凹形坑等)地形, 韩同林均称之为“冰臼”(Moulin), 其形成过程, 按韩的设想如图 2 所示, 是冰川融水以圆柱状水体穿过厚厚的冰层, 再侵蚀下伏花岗岩类基岩, 形成“冰臼”。Moulin 源于法文, 本义指磨坊, 因 moulin 中水流响声恰似磨坊而得名(吕洪波等, 2008b)。

笔者虽在现代冰川与第四纪冰川区工作多年, 但确实不清楚 Moulin 形成发育具体过程, 参考《简明不列颠百科全书》中译本(中国大百科全书出版社, (1985)《冰川瓠穴 Moulin》)条目说: 冰川表面由冰融水凿穿的圆洞状竖井, 其冰后期, 又叫冰川磨臼, 瑞士卢塞恩一个冰川瓠穴深达 8m, 冰川瓠穴与河流瓠穴形成过程大致相同, 但前者多见于山顶和陡坡, 后者呈线状排列, 多见谷底。这里中文名称“瓠穴”相当于英文 Pothole, 《哥伦比亚百科全书》英文第 6 版(2005 年) Pothole 条 “In geology, cylindrical pit formed in rocky channel of a turbulent stream. It is formed and enlarged by the abrading action of pebbles and cobbles that are carried by eddies, or circular water current of a stream. Potholes are most commonly found at the bottoms of rivers and in plunge pools below cataracts, sometimes potholes in a rock outcrop indicate the former site of a rapid or cataract. Potholes are often found on formerly glaciated

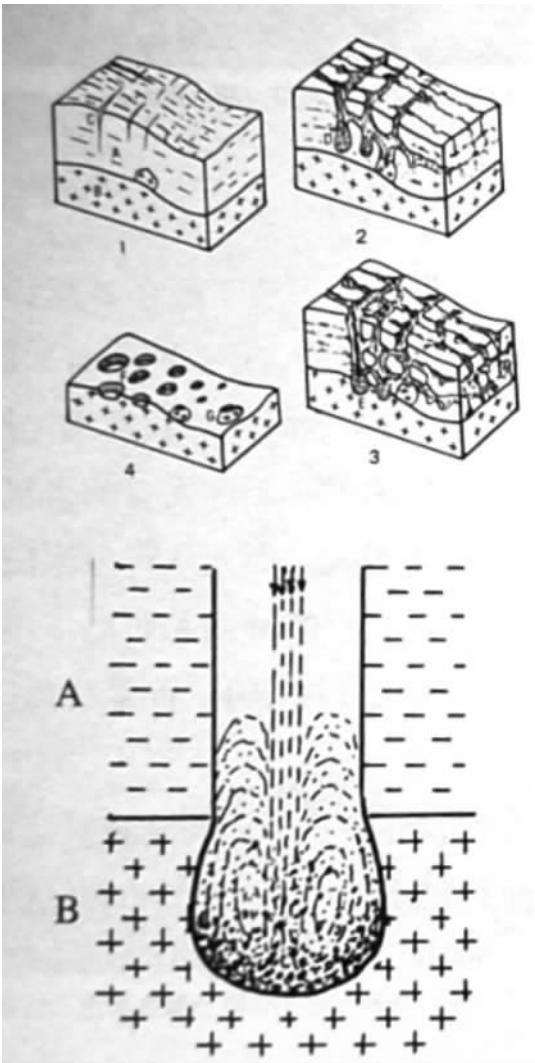


图 5. 冰臼群形成过程示意图

1. 基岩冰床上覆盖厚厚的冰层及其上的冰川裂隙;
2. 冰川融水进入冰川裂隙后形成圆柱体水钻;
3. 圆柱体水钻穿透冰层进入基岩产生冰臼;
4. 冰川消融后冰臼群在基岩水床上的分布特征:
A - 冰层; B - 冰床基岩;
C - 冰川裂隙; D - 圆柱体水钻;
E - 圆柱体水钻产生冰臼;
F - 冰臼群; G - 冰川漂砾上的冰臼

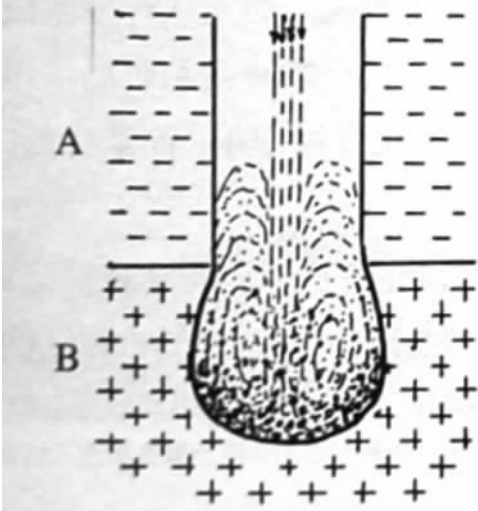


图 6. 冰川融水形成圆柱体滚流水钻示意剖面图

A - 冰层; B - 基岩; 箭头示冰川融水垂直向下冲蚀基岩面产生冰臼

图 2 韩同林(2004)说明的冰臼形成过程示意(抄自《发现冰臼》P. 113,图 5,6): (上)冰臼群形成过程;(下)冰川融水形成圆柱体滚流水钻示意

Fig. 2 The sketch showing formation process of Moulin by Han Tonglin, 2004, cited from page 113, “Moulin Discovered”, Upper: formation process of Moulin; lower: sketch showing cylindric water-drill formed by melt water of glacier

regions where whirling columns of glacial meltwater sank well-like holes, or moulins through the ice. Notable potholes are found in Ausable Chasn, N. Y. and Shelbume Fall, Masss” (<http://www.encyclopedia.com/html/pl/pothole.asp>). 请注意, 这里所说的 moulin 是冰川融水沉入井状穴中, 与《简明不列颠百科全书》中“竖井”的概念一致。

上述两种百科全书对经典式 moulin(冰臼)形态的描述与韩同林实际论述如上文 5 例代表《发现冰臼》一书中所叙, 大相迳庭, 不同处主要有 2 点:
moulin 是冰川融水垂直潜蚀冰层而成, 由于冰

层间和冰川底部与基岩间都有流水道, 以致大量融水流失; 冰川是流动的, 要使得 moulin 长期对准基岩上局限于某一点侵蚀是困难的, 只有在不流动的死冰区, 才可能出现融水能穿过所有冰层长期对准基岩局部某一点进行侵蚀的现象。这种侵蚀基岩点, 肯定不会多, 如美国宾夕法尼州 Archbald Pothole 38 英尺(注 1 英尺=30.48 cm)深, 最大胸径达 42×14 英尺, 底部 17×14 英尺, 能容纳 35 辆救火车, 这里是 15 ka 前威斯康星冰期大冰盖存在过的地方。这种地方确实有 moulin 发生, 并经过冰后期长时间保存下来。本文引述的小型臼状地形都不够冰盖下 moulin 的规格。

(2) 两种百科全书认定 moulin 是圆洞形井状或竖井状,深度远大于宽度与长度,对比韩同林所述冰臼几乎都是浅坑式的或圆形内凹平底穴,没有竖井式的。

从上述2点,笔者判别,韩书中臼状地形不是 moulin,不能用 moulin 的发育观念来说明小型臼状地形的形成。那么花岗岩类中的小型臼状地形是什么动力形成的呢?

2 负球状风化可能是花岗岩类基岩中臼状穴发育的主要动力

负球状风化(Negative spheroidal weathering)一词笔者取自 Clayton(1969)编著的“*Weathering*”一书,书中亦称为负球状剥落(Negative spheroidal exfoliation)此词首先被 Wagner(1913)用以叙述南非 Rhodesia 南部花岗岩地区与节理有关凹形地面曲率被剥蚀(Flaking)放大的过程,凹面开始时很浅,逐渐深化呈深袋状以至穴状,大小从1英尺至50英尺,这类穴状地形有些是孤立的,有些几乎占领整个地面。为什么花岗岩能产生这种节理?花岗岩是地下深处强大压力下的熔岩冷却而成,冷却时产生三组节理,当岩体上升接近地面或暴露时,压力松弛,物理的、化学的、生物的风化作用,就沿着节理发展,3组节理风化汇合就呈现球状层层剥落,正球状风化遗下以石英为主的孤立岩块,称为核心石(Corestone)或石蛋,这主要是物理的热胀冷缩与冻裂作用结果,较大的核心石表面也可以发生小型臼状穴,如图1c所示,也是负球状风化剥落产生的。核心石位置经过移动,如在冰川区就容易被认为冰川漂石。负球状剥落中的化学风化是长石,云母矿物转化为高岭土或粘土,再被流水或风力向外迁移。前地质矿产部地质辞典办公室(2003)出版的《地质大辞典》称球状风化以化学风化为主,物理风化为辅,……主要发生在花岗岩,辉长岩和厚层砂岩中。

前述内蒙古克什克腾旗青山景点已开放为世界地质公园,韩同林早就宣传这里“冰臼群堪称世界第一”,对于臼状地形的生成原因,田明中等^①、孙洪艳等(2007)认为是“由于岩石的差异风化以及风、水等综合物理和化学作用形成的”。章雨旭(2005)观察,发表短文,说他看到多数臼形穴中有大半臼积水,有些积水深色,表明有较高有机质含量,臼形穴分布于山脊或山顶,表明非远古地质时代产物,是“近现代差异风化”的产物。李洪江等(2001)取得喇嘛山、七锅山、青山3个发育在中粗粒花岗岩地面白

状穴底部沉积物样品,请国家地震局地质研究所进行热释光测年,分别为 $2.44 \pm 0.19\text{ka}$, $2.63 \pm 0.28\text{ka}$ 与 $3.93 \pm 0.32\text{kaBP}$ 。放宽估算,臼穴开始下凹时间不会超过10ka。这意味着所有样品都是冰后期产物,前述章雨旭(2005)论点完全正确,但没有深入联系花岗岩岩性特征也没有形态描述。因此,笔者建议:“花岗岩类地区臼状地形是近现代负球状风化与风、水等协力作用的结果。”以这样的假说(hypothesis)替代肯定是错误的韩同林“冰臼论”,应是合理的。

3 结论和余论

花岗岩类基岩地面常有小型厘米至米级尺寸,圆形或近圆形臼状或穴状地形,韩同林称之为冰臼(Moulin),撰著《发现冰臼(*Moulin Discovered*)》一书,认定冰臼是古冰盖遗迹,并据之反推臼状地形分布区就是古冰盖存在区,这个古冰盖甚至是第四纪初,二、三百万前覆盖全球四分之三地面的泛大冰盖(韩同林,2004)。这个学说已经迷惑了部分地质学家和旅游部门,产生一定危害性。作者由怀疑到研究,结论是花岗岩类地面小型臼状地形是近现代(冰后期)负球状风化(或剥落)与风、水等协力作用结果,负球状风化(Negative spheroidal weathering)是外来词,首先被 Wagner(1913)用于研究南非 Rhodesia 花岗岩负球状风化与节理关系,后被 Clayton(1969)引入“*Weathering*”一书,作者据之应用于本文。这种小型臼状地形非 moulin 过程所能解释,moulin 在冰川区就很罕见,在非冰川区更不可能。因而韩同林的冰臼论是完全不适用的。在韩同林宣传他老家所在广东揭西发现世界罕见的冰臼群后,广东学者纷起反对认为是常态流水侵蚀所成的壶穴(Pothole),而韩则力辩是冰臼而非壶穴。从前述哥伦比亚百科全书 Pothole 条,包含广泛内容,水成的与冰川有关的都在内,广东各河谷低处臼状地形确实是快速流水携带砂砾冲刷所成,称为壶穴(Pothole)是对的,而饶平县青岚溪当地人称的“厕潭”小型穴状小地形,实不宜称为冰臼,误导游客,应尽快将“南国冰臼公园”牌匾改名为“壶穴地形公园”(较广义)或“负球状风化潭状地形公园”(较狭义)。并且,据吕洪波等(2008b),即使认定这些臼是冰川成因的,其英文名称也不应为 moulin,而应为 glacial pothole。

注 释 / Note

① 田明中,孙洪艳,武法东,孙继民,顾国君. 2005. 克什克腾世界地

质公园地质遗迹的科学价值. 第六届世界华人地质科学研究讨论会暨中国地质学会二零零五年学术年会论文摘要, 211~215.

参 考 文 献 / References

- 地质矿产部地质辞典办公室. 2003. 地质大辞典. 北京: 地质出版社.
- 韩同林, 劳雄. 1999. 河北、内蒙古中低山区发现罕见的冰臼群. 地质论评, 15(5): 456~462.
- 韩同林. 2004. 发现冰臼(*Moulin Discovered*). 北京: 华夏出版社, 1~190.
- 李德文, 崔之久, 李洪江, 南凌. 2003. 华北北部花岗岩风化穴形成机制与环境意义. 南京大学学报(自然科学), 39(1): 120~128.
- 李洪江, 崔之久, 赵亮. 2001. 内蒙、河北山区壶穴的成因探讨——兼论壶穴的成因分类. 地理学报, 56(2): 223~231.
- 李孟华, 谢小康. 1999. “冰臼”与“壶穴”之争. 热带地理, 19(4): 381~384.
- 吕洪波, 任晓辉, 许民, 欧阳江城. 2008. 壶穴差异风化或风蚀作用成因质疑. 地质论评, 54(2): 192~198.
- 吕洪波, 任晓辉, 杨超. 2006. 赤峰等地第四纪大陆冰川的地貌证据. 地质论评, 52(3): 379~385.
- 吕洪波, 杨超. 2005. 山东新泰青云山发现第四纪大陆冰川遗迹. 地质论评, 51(5): 608.
- 吕洪波, 章雨旭. 2008. 壶穴、锅穴、冰臼、岩臼等术语的辨析与使用建议. 地质通报, 27(6): 917~922.
- 孙洪艳, 田明中, 武法东. 2007. 克什克腾世界地质公园青山花岗岩

- 臼的特征及成因研究. 地质论评, 53(4): 486~491.
- 吴忱. 2007. “冰臼”是古地貌面上的流水侵蚀遗迹——壶穴——就韩同林《发现冰臼》一书中的资料谈华北北部的“冰臼”. 地理与地理信息科学, 23(3): 74~77.
- 杨超群. 2001. 冰臼与壶穴之争述评. 热带地理, 21(1): 86~93.
- 章雨旭. 2005. “冰臼”成因争鸣——以克什克腾旗青山岩臼群为例. 地质论评, 51(6): 680, 712.
- 郑本兴. 2006. 念青唐古拉山系第四纪冰川. 见: 施雅风. 主编. 中国第四纪冰川与环境变化. 石家庄: 河北科学技术出版社, 374~406.
- 中国大百科全书出版社. 1985. 简明不列颠百科全书. 北京: 中国大百科全书出版社, 750.
- 周尚哲. 2006. 锅穴一定是第四纪冰川的标志吗? 第四纪研究, 26(1): 117~125.
- Clayton K M. 1969. *Weathering*. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1~304.
- Douglas E C. 1975. On the interpretation of potholes. *Creation Research Society Quarterly*, 12(1): 25~31.
- Lu Hongbo, Yan Shiyong, Zhang Yue. 2007. Quaternary glacio-erosional landforms in Laoshan Mountain and their constraints on the origin of Jiaozhou Bay, Qingdao, east of China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 25 (2): 139~148.
- Wagner P A. 1913. Negative spheroidal weathering and jointing in a granite of Southern Rhodesia. *Trans. Geol. Soc. S. Africa*, 15: 155~164.

Comments on the Moulin Argument Provided by Mr. HAN Tonglin, a Misunderstanding of Granite Negative Spheroidal Weathering

SHI Yafeng^{1,2)}

1) *Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, 730000;*

2) *Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008*

Abstract: In a book titled “*Moulin Discovered*” (English version), Mr. Tonglin Han classified all small granite potholes, hollows and depressions developed along the joints as moulins. He recognises all these moulins are the relict landforms of paleo-icesheet and deducted that all moulins were formed by global pan-icesheets occurred 2~3 million years ago. The present paper, based on the abundant photos and descriptions of these moulins from Han’s book, together with comparison with literatures, argues that moulins, commonly occurred at dead-ice region as potholes, are rare in glacial regions. This type of pothole-like landforms in the scales between centimeter and meter should be the results of negative spheroidal weathering in granite rocks, and related to the geological structure of joints and co-work of winds and water dynamics. Thermoluminescence dating on some materials from the bottom of the moulins indicates that these deposits are younger than 10 ka of the postglacial age. Han has forcefully spreads his wrong “moulin” theory, which has misled readers to blindly believe larger distribution of Quaternary glaciers in China, influenced some tourism administrations setting up numerous sites as Quaternary glacier sceneries, and has wrong affected our social cultures today.

Key words: moulin argument; small pothole-like depression; negative spheroidal weathering; granite rocks