

驳施雅风“冰臼”“负球状风化”成因论

韩同林

中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

内容提要:施雅风院士最近撰文指出笔者等近年来在中国东部发现的若干“冰臼”并非冰川遗迹,而是花岗岩经“负球状风化”而成。然而,他所谓的“负球状风化说”与当地的气候环境条件和客观存在的事实完全相悖。冰臼是地表负地形之一,现今是“堆积区”而不是“侵蚀区”,以现代常见的侵蚀作用产生冰臼的所谓“风说”、“壶说”、“风雨说”、“差异风化说”、“负球状风化”等,都是不可能的。这些假说是对过去业已形成冰臼群进行不同成因推断,是对冰臼群成因的最大误解。冰臼只能由大量冰川融水沿冰川裂隙自上向下,以滴水穿石的方式形成滚流水钻,强烈冲击下伏基岩产生。从河流水动力学特点上看,急流旋涡主要产生水平力为主,而冰臼的形成主要是垂直力才有可能产生,因此河流水也是无法产生冰臼的。

关键词:冰臼;壶穴;克什克腾世界地质公园;青山;负球状风化

1 关于冰臼发现现状

冰臼,是一种基岩表面的凹坑,以口小肚大底平为特征,亦称壶穴或认为是壶穴之一种(吕洪波等, 2008b),近来有人称为岩臼(孙洪艳等, 2007)或混同于锅穴(周尚哲, 2006),是古冰川作用形成的,是古冰川曾经存在过的有力证据和历史见证(韩同林, 2004)。冰臼,自1997年在河北丰宁县首次发现以来,在广大冰臼爱好者、媒体和当地政府有关部门的共同努力下,在全国各地都有大量发现(韩同林^①; 韩同林等, 1998, 1999, 2007; 韩同林, 2001, 2004; 李乃胜等, 2003; 吕洪波等, 2005, 2006)。“冰臼”已成为众多百姓茶余饭后的热门话题、众多媒体争相报道的热点新闻,是当地政府有关部门发展旅游经济的重要资源,也是进行科普教育和提高当地百姓科学素质与水平的重要素材。冰臼的发现不但证明了以我国著名地质学家李四光教授为首创立的中国第四纪冰川学说的正确性和远见卓识,也进一步展示了中国东部中低山区不但有第四纪冰川发育,而且规模巨大。中国东部第四纪时期不但有广泛分布的山谷冰川,还有规模巨大的冰帽和冰盖分布。人们不禁会问:一个小小的冰臼,为何会引起如此轰动效应呢?究其原因,主要是:其一,冰臼本身具有极大的奇特性和奥秘感;其二,冰臼的发现具有极高科

学价值和学术意义;其三,冰臼具有极高的观赏性和极大的视觉冲击力。但是也应当看到,由于冰臼在中国自发现至今,还不过短短的十多年,研究尚欠深入,不同研究者存在不同认识和意见,分歧尚无法统一。目前对冰臼的成因认识可以归纳为:“冰说”(韩同林^②; 韩同林等^③; 韩同林等, 2001, 2002; 韩同林, 2004; 吕洪波等, 2008a)、“风说”(崔之久, 1999)、“壶说”(陈华堂等, 1999; 朱昭宇, 2000; 杨超群, 2001; 热带地理编辑部, 2002)、“差异风化说”(章雨旭, 2005; 孙洪艳等, 2007)等等,最近由《地质论评》刊出的施雅风院士的论文甚至提出了“负球状风化”说(施雅风, 2010)(简称“负说”,下同)。其它有关各种假说,在《发现冰臼》一书中已有详细讨论,在此不多赘述。现就施雅风(2010)提出“负球状风化说”的有关形成机理、形成时代、冰臼概念作简要答复,不妥之处请批评指正。

2 关于“负球状风化”产生“小型球状地形”的机理

施雅风(2010)指出:“负球状风化”一词,首先被 P. A. Wagner(1913)用于研究南非 Rhodesia 花岗岩负球状风化与节理关系,……,作者据之应用于本文的。关于南非 Rhodesia 花岗岩是否因负球状风化结果产生“穴状地形”,因未能到达现场考察而取

收稿日期:2010-05-26;改回日期:2010-06-13;责任编辑:章雨旭。

作者简介:韩同林,1937年生。研究员。主要从事第四纪地质和新构造研究。通讯地址:100037,北京阜外百万庄26号中国地质科学院地质研究所;Email:han_tonglin@sina.com。

得实际认识,笔者暂无法加以评说。但是,施雅风(2010)以此试图用“负球状风化”来解释我国目前大量发现的冰臼群成因,显然是欠妥的,理由如下:

2.1 区域气候、环境条件是以物理风化为主

区域气候、环境条件是以物理风化为主,极少产生属于化学风化的高岭土或粘土,不存在大量施雅风(2010)所述的“被流水或风力向外迁移”的物质——高岭土。因此也就无从形成“小型臼状地形”。

施雅风(2010)提出,如“图3所示,也是负球状风化剥落产生的”,“负球状风化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”。施雅风(2010)中所指的图3冰臼,分布于内蒙古中部,克什克腾旗世界地质公园的青山上,约北纬 $45^{\circ}15'$,东经 $117^{\circ}46'$,海拔800~1500m左右。该区年平均气温约 4°C ,年平均降水量约350~400mm左右,年蒸发量在1000mm以上(地图出版社,1984)。

众所周知,克什克腾旗的青山,地处我国中温带亚干旱地区,这一地区的风化作用主要是以物理风化(或称机械风化)占绝对地位。实际采样研究结果表明,风化产物以岩屑为主,化学风化极其微弱。花岗岩中的长石和云母矿物极少形成高岭土或粘土。施雅风(2010)所述“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”形成所谓的“小型臼状地形”,是臆想的。完全违背该区客观实际存在的基本事实和当地的气候和环境条件,因此是错误的。

2.2 区域降水量不足

区域所能提供的最大降水量,也无法满足施雅风(2010)中提出的所谓“负球状风化剥落与风、水等协力作用”把臼中物质向外迁移提供足够的水动力。

施雅风(2010)所述的冰臼分布区——内蒙古克什克腾世界地质公园青山山脊,冰臼的大小一般在1.0~3.5m,深0.3~1.0m左右,最大口径长为10m,宽5m,深3.5m(孙洪艳等,2007)。该区的年平均降雨量仅在350~400mm左右,因为冰臼位于山脊而无法获得额外水源。如果该区每年降水即使分三次完成(这是假设,一般是不太可能的),平均每次降水也不过为100多毫米,全部落入深度为0.3m的一般冰臼中,也只能充满其三分之一左右。由于每次降水无法充满整个冰臼,也就不可能满足施雅风(2010)所谓的“负球状风化剥落”的物质被流

水向外迁移的水动力,也就无从谈及由所谓的“负球状风化剥落与风、水等协力作用”形成“小型臼状地形”的可能。

2.3 臼状负地形是现代堆积区

地面上存在的所谓“小型臼状地形”,即负地形,今天是地表的“堆积区”(或沉积区),而不是“侵蚀区”,臼中应该是以堆积(或沉积)为主,而不可能是侵蚀为主。

因此所谓的“小型臼状地形”,即负地形,不存在通过“负球状风化剥落”形成的可能。大量的实际调查发现,施雅风(2010)所述的“负球状风化剥落”形成的“小型臼状地形”中,有很多在夏季常有少量积水(但水一般都不满出)(图1a),水中常有较多残枝、败叶,有的已腐烂、发臭。正如章雨旭(2005)所述“多数臼形穴中有大半白水,有些积水深色,表明有较高有机质含量”是完全一致的,臼中或多或少存在物理风化产生的岩屑堆积。到了冬季冰臼中残存的水则冻结成冰,有的还见较多风吹雪及一些残枝、败叶堆积其上,底部可见岩屑物质分布(图1b)。有的冰臼保存较多风尘粉沙堆积,表面生长着各种奇花异草或乔木灌木,底部见有较多寒冻作用形成的岩石碎屑物质,夏季降水也从不充满冰臼(图1c)。有的冰臼还见到重达几吨的巨大冰川漂砾落入其中(图1d),底部有较多岩屑堆积,夏季降水也不充满冰臼。充分说明,所谓“小型臼状地形”在地表应属于负地形,是地表的“堆积区”(或沉积区),而不是“侵蚀区”。施雅风(2010)所谓“负球状风化剥落”形成的“小型臼状地形”,在客观上是不存在的。认真调查就不难发现,所谓的“负球状风化剥落与风、水等协力作用”的结果,不但不能使“小型臼状地形”加深和扩大,恰恰相反,“小型臼状地形”在风、雨、雪等外力协同作用下,不断为一些风成粉沙、残枝、败叶等物质所充填而变浅,生长奇花异草或乔木灌木。冰臼现今属于负地形,是雨、雪等外力作用进行堆积的地区,怎么可能通过风、雨、雪等外力进行侵蚀作用产生冰臼呢?

3 关于冰臼的形成时代

关于冰臼的形成时代,笔者在《发现冰臼》一书中第10章已作了专门的讨论。主要从冰臼形成与第四纪早期全球最大冰川发育同期,和冰臼的产生与第四纪最早沉积物形成时代相一致而进行推断的(韩同林,1991,2004)。

依据全球冰川气候具有全球性的特点,冰川气

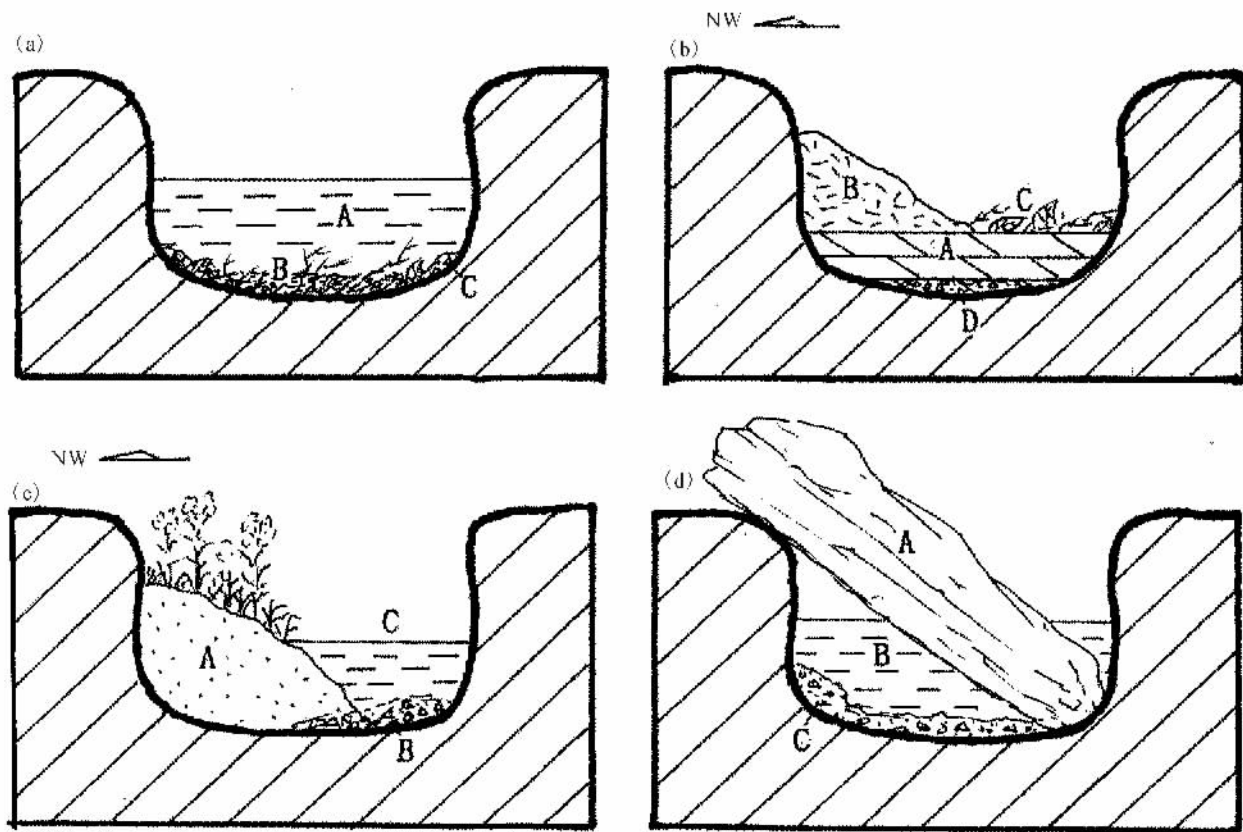


图 1 内蒙古克什克腾世界地质公园青山山顶冰臼示意剖面图

Fig. 1 Sketch profiles of the glacial potholes at the top of Mount Qingshan in the Hexigten World Geopark, Inner Mongolia

- (a) 夏季降水(A)从未充满过深约 0.3m 的冰臼,臼底常有较多残枝、败叶(B)和物理风化形成的岩屑堆积(C)。
 (b) 夏季残存的雨水,冬季结成冰(A),冰上常见有风吹雪(B)及残枝败叶(C),冰下有物理风化形成的岩屑(D)。
 (c) 风成粉砂堆积物(A)上,常生长奇花异草(或乔木、灌木);臼底有物理风化形成的岩屑(B)堆积,夏季降水(C)也从充满冰臼。
 (d) 可见落入重达数吨的巨大冰川漂砾(A),夏季降水(B)也从充满冰臼,臼底有较多物理风化形成的岩屑堆积物(C)。
 (a) The rainfalls in summer(A) never overflowed the glacial pothole with about 0.3 m depth, at the bottom of the pothole there are some broken branches, fallen leaves(B) and lithic fragments formed by physical weathering(C).
 (b) Remanet rainfall turned into ice(A) in winter, snow(B) and broken branches, fallen leaves(C) can often be seen on the ice, and lithic fragments formed by physical weathering(D) under the ice.
 (c) Flowers and grasses(or arbors, bushes) often grow on the aeolian silts accumulation (A); lithic fragments formed by physical weathering(B) accumulated at the bottom; the rainfalls in summer(C) never overflowed the glacial pothole.
 (d) Huge glacial boulder weighted several tons(A) can be seen falled into the glacial pothole; the rainfalls in summer(B) never overflowed the glacial pothole; lithic fragments formed by physical weathering(C) accumulated at the bottom

候来临时,冰川的发展是自两极向赤道方向推进的基本规律,只有全球最大冰川发育的时期,冰川才有可能到达地球的低纬度和低海拔地区,即冰臼产生于全球最大的冰川发育的时期—第四纪早期的青藏大冰盖期(韩同林,1991),和第四纪最早沉积物形成时代相一致,即形成于距今约 2~3 Ma 的第四纪早期。施雅风(2010)引用李洪江等(李洪江等,2001)样品取自河北丰宁县喇嘛山、内蒙古巴林左旗的七锅山、克什克腾旗的青山等三处冰臼底部的“沉积

物”,并进行了热释光的测试,结果为: 2.44 ± 0.19 ka BP, 2.63 ± 0.28 ka BP 和 3.93 ± 0.32 ka BP。但是,实际调查表明,李洪江等从冰臼中所采取的“沉积物”样品,实际上是冰臼形成以后的堆积物,与冰臼本身的形成无任何关系。所测年代只能代表冰臼形成后沉积物开始堆积的年代,而不是冰臼产生的年代。

4 对施雅风引用百科全书中 Moulin(冰臼)^①概念的答复

冰臼一词,是笔者引用地质出版社出版的《地质辞典》一书中的定义,其原意是指“由冰川内或冰川下的急流冰水携带石块快速旋转冲击,使下覆的岩层产生旋涡状深坑,称冰臼”(地质辞典办公室,1978,50页)。后经广泛调查和进行模拟实验结果,证实急流旋涡的水动力学特点是不可能产生冰臼,而应该由冰川表层融水沿冰川裂隙自上向下以滴水穿石形成滚流“水钻”的方式强烈冲蚀基岩产生的。笔者也一再强调,冰臼形成于冰川退缩阶段,即冰川已进入无上源补给阶段,与施雅风(2010)强调的“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”是完全一致的。此后又翻阅了其它一些相关辞典,尽管不同辞典给予不同名称,如“欧穴”、“壶穴”、“竖井”等,并且规模大小也有很大不同,但它们在形态特征及空间分布上都基本一致。即均基本垂直地表和具近圆形特征。形态上酷似我国古代用于舂米的石臼,故名“冰臼”。冰臼一词十分形象,且切合实际,一直为我国广大地学工作者广泛接受和应用。1997年以前从未听说过有人对冰臼一词提出过任何异议。目前尽管不同研究者对冰臼成因提出各种各样的不同认识,并提出不同的名称,但所指的是同一地貌单元。如果按命名的优先法则,理应采纳最先使用的名称,即冰臼。而不应该不同名称满天飞。更不应该以规模大小差别和“深度一定要大于宽度与长度,呈竖井式”等想象的条件来约束冰臼(施雅风,2010)。实际上在我国目前发现的冰臼中呈“竖井式”的冰臼已不在少数,如施雅风(2010)图3右图,冰臼口径宽不过0.15m,而深度却超过0.5m,图4冰臼,口宽约0.2m,而深度也在0.5m以上。象这种“竖井式”的冰臼,在福建的磐安县、福安县和长乐县可以说比比皆是。施先生所谓“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圆形内凹平底穴,没有竖井式的”,与客观事实不符,施先生在自己引文中就有“西喇嘛山南坡上分布着4个巨大的山坡冰臼,最上一个,长13m,宽8.8m,深16m,……最下一个石臼口宽20m,深过25m”,这些巨大冰臼都完全符合施先生的竖井式。让人百思不得其解的是,施先生为何只承认“美国宾夕法尼亚州深38英尺(11.6m)最大胸径42×14英尺(12.8×4.3m),

底部17×14英尺(5.2×4.3m)……这里是15000年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,并经过冰后长期时间保存下来”,而不承认规模更大、数量更多中国喇嘛山分布的冰臼是古冰盖形成的呢?

5 结语

事实胜于雄辩,相信历史自会作出公证的结论。在广大冰臼爱好者、媒体和当地政府有关部门的共同努力下,谁都无法阻挡“冰臼论”继续发展和前进的脚步!

黄镇国先生说得好(热带地理“争鸣栏目”,2001),学术争论“应该百家争鸣,而不宜旁及哲学、人员、思维、学风、文风等过激言词。学术研究,纸上得来终觉浅,绝知此事须躬行”。

愿以一位科学诗人的一段诗,与施雅风院士和各位同行共勉:“谬说在科学舞台上喧嚣时,实践的权威不会长久地沉默,耐不住长久的沉默,火山的岩浆才喷涌而出”。应该相信科学、真理最终战胜谬说。

致谢:在本文撰写过程中,章雨旭研究员提供了很多有关参考资料和支持并与笔者就若干问题进行了激烈的争论;邵微女士帮助进行了文字处理;吕洪波教授审阅文稿并提出宝贵的修改建议;在此一并表示衷心的感谢!

注 释 / Notes

- ① 韩同林. 1998. 世界奇观冰臼群在广东揭西县首次发现. 揭岭, (增刊2~3).
- ② 韩同林. 1999. 是“冰臼”不是“壶穴”——与对冰臼成因有争议者商榷. 揭岭, (1~2): 14~20.
- ③ 韩同林, 郭克毅, 劳雄, 陈汉清. 2000. 再论是“冰臼”不是“壶穴”——与对冰臼成因有争议者商榷之二. 揭岭, (1): 37~45.
- ④ 编者注:据吕洪波,章雨旭(2008b)考证,“Moulin”源自法文,原义“磨坊”,指的是冰体内的落水洞,因其响声如磨坊而得名。冰臼的英文名应当用“glacial pothole”,即冰川壶穴。在吕洪波,章雨旭(2008b)一文中,吕洪波建议汉语中保留“冰臼”一词;章雨旭建议废弃“冰臼”、“岩臼”等词,在成因未清或无需区分时均称为“壶穴”(pothole),若论证了成因或有必要区分时,可在“壶穴”前加缀成因,如“冰川壶穴”、“河成壶穴”、“差异风化壶穴”等。

参 考 文 献 / References

- 陈华堂,丘世钧,黄山,范小平. 1999. 揭西丰顺“冰臼群”成因商榷. 热带地理, 19(4): 376~380.
- 崔之久,李洪江,南凌,李德文. 1999. 内蒙古、河北巨型壶穴与赤峰风道的发现. 科学通报, 44(13): 1429~1434.
- 地图出版社. 1984. 中华人民共和国地图集(缩印本). 北京: 地图出版社.
- 地质辞典办公室. 1978. 地质辞典(一), 普通地质与构造地质. 北京:

地质出版社.

韩同林. 1991. 西藏大冰盖. 北京: 地质出版社.

韩同林, 劳雄, 郭克毅. 1998. 河北省丰宁县喇嘛山冰臼群的发现及意义. 中国区域地质, 17(1): 103.

韩同林, 劳雄, 郭克毅. 1999. 河北内蒙古发现罕见冰臼群. 地质论评, 45(5): 456~462.

韩同林, 劳雄, 郭克毅. 2000. 关于南国冰臼群成因的商榷. 热带地理, 20(1): 72~80.

韩同林, 劳雄, 郭克毅. 2001. 关于南国冰臼群成因商榷之二. 热带地理, 21(2): 189~195.

韩同林. 2001. 广东饶平首次发现大量古冰川遗迹. 地质论评, 47(4): 382.

韩同林. 2004. 发现冰臼. 北京: 华夏出版社.

韩同林, 陈尚平, 杜又常, 魏建钢, 赵南兴, 吴焕九. 2007. 浙江上虞发现罕见第四纪石冰川地貌及冰川遗迹. 地质论评, 53(2): 289~294.

李洪江, 崔之久, 赵亮. 2001. 内蒙、河北山区壶穴的成因探讨. 地理学报, 56(3): 192~199.

李乃胜, 石学法, 赵松龄, 于洪军. 2003. 崂山地质与冰川研究. 北京: 海洋出版社.

吕洪波, 杨超. 2005. 山东新泰青云山发现第四纪冰川遗迹. 地质论评, 51(6): 608.

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, 任晓辉, 许民, 欧阳江城. 2008a. 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, 章雨旭. 2008b. 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.

热带地理“争鸣栏目”. 2001. 关于“冰臼”“壶穴”之争专家笔谈. 热带地理, 21(3): 282~289.

热带地理编辑部. 2002. 中国科学院院士施雅风谈“冰臼”与“壶穴”. 热带地理, 22(1): 1~2.

施雅风. 2010. 韩同林的“冰臼论”是对花岗岩类岩石“负球状风化”的误解. 地质论评, 56(3): 349~354.

孙洪艳, 田明中, 武法东. 2007. 克什克腾旗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.

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.

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.

朱昭宇. 2000. 广东揭西河谷地貌与风化层特征初步观察. 热带地理, 20(4): 331~336.

An Argument with Academician SHI Yafeng on the Genesis of “Glacial Potholes” Formed by Granite Negative Spheroidal Weathering

HAN Tonglin

Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

Abstract: Academician SHI Yafeng recently published a paper titled “*Comments on the moulin argument provided by Mr. Han Tonglin, a misunderstanding of granite negative spheroidal weathering*” on the journal of *Geological Review*, related the origin of the glacial potholes, which found in eastern China by writer and others, to the so-called “negative spheroidal weathering”, instead of glacial traces. But the “negative spheroidal weathering” origin is in direct contrast to the Climatic environmental conditions and the facts. Glacial potholes are the surfacial hollows and thus are not ideal sites for erosion but the sites for sedimentation in the modern time. Potholes can not be formed by wind, rivers, as well as so-called “negative spheroidal weathering”.

Key words: Glacial pothole; moulin; negative spheroidal weathering; mount Qingshan, Hexigten World Geopark, Inner Mongolia