

沙角地区的现代浪蚀地貌断面的初步研究

罗章仁
(地理学系)

摘 要

沙角地区的现代浪蚀地貌断面由经常性的较强的风浪和台风浪共同作用而形成。前者主要塑造浪蚀穴和浪蚀平台，后者除了对浪蚀穴和浪蚀平台起作用外，还塑造了浪蚀洞，并对浪蚀崖起作用。沙角地区的浪蚀地貌断面的例子说明：浪蚀穴和浪蚀平台顶部的高程为平均高潮位加经常性的较强的风浪浪高（2米）之半。

一、概 况

沙角地区位于珠江口伶仃洋漏斗湾顶（图1）。伶仃洋漏斗湾湾口向南，偏南风浪，由大海传入海湾，使伶仃洋湾顶沙角及附近岛屿的南岸受到较强的波浪作用，在该区的基岩（主要是石英岩与片麻石英岩）及基岩风化壳——网纹红土组成的海岸形成了一系列的现代浪蚀地貌，主要有：浪蚀平台、浪蚀穴、浪蚀洞、浪蚀崖及其上的涡状浪蚀壁穴等。

所谓现代浪蚀地貌，指冰后期以来的波浪侵蚀作用所形成的地貌，虽然地貌的形成具有继承性，但其地貌形态是自冰后期以来的波浪侵蚀作用所直接塑造的，而且至今还在继续其演变过程。

沙角地区旗山、狮子山附近的片麻石英岩片理面倾角约45~60°，该处岸线大体东西向，浪蚀平台面属切平构造面，因而浪蚀平台与浪蚀穴的高程是波浪作用高程的反映。在凤凰山以东，沿岸有网纹红土岸段，同样有浪蚀平台和浪蚀穴、浪蚀崖的分布。从整体看，网纹红土的土质较均一，抗蚀性能大体均匀一致。由于网纹红土的抗浪性能较差，波浪易于在其上侵蚀形成各种浪蚀地貌。故现在在网纹红土上发育的浪蚀地貌，很明显地可以认为是现代波浪作用的结果，而且在网纹红土上发育的浪蚀地貌，在高度分布上直接反映现代浪蚀作用的高度。有意义的是：在网

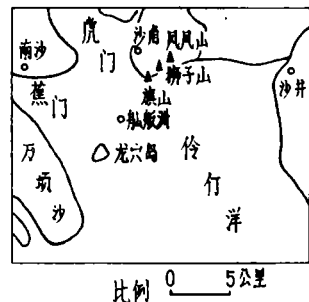


图1 沙角地区位置图

本文1983年5月收到

本文引用的波浪高度资料由杨干然、应秩甫等测量、计算。地貌断面水准测量由作者、刘美南、林英杰进行。

纹红土岸段的浪蚀平台和浪蚀穴的高程，恰恰与在石英岩岸段的浪蚀平台和浪蚀穴的高程相同。因此可以认为：沙角地区浪蚀地貌的高程，是由波浪作用的高程决定的，所以，它们的高程与波浪作用的各种高程有直接的、紧密的关系。

我们通过对本区具有代表性的狮子山东南的浪蚀地貌断面进行测量，并结合部分波浪及潮位的实测资料进行分析，绘成典型的波浪侵蚀地貌断面图（图2）。

二、沙角狮子山东南现代浪蚀地貌断面

对地貌断面来说，各种地貌的高程是十分重要的。图2表示的高程从当地的平均海面零点起标，各种地貌代表性的高程如下：

- 浪蚀平台 - 0.4~1.6米
- 浪蚀穴 1.6~1.8米
- 浪蚀洞洞口 1.6~2.6米
- 最高的涡状浪蚀壁穴 4.3米

本区最显著的浪蚀地貌为浪蚀平台和浪蚀崖，它们主要出现于岬角或近似于平直的岸段。石英岩岸段的浪蚀平台宽度为5~25米，网纹红土岸段的浪蚀平台宽度为20~30米或更宽。浪蚀穴在石英岩岸段分布不连续，只在岩石节理发育的岸段出现，在网纹红土岸段，浪蚀穴在较长的岸段连续分布。在浪蚀崖壁上，

有涡状浪蚀壁穴，形状近似半圆。浪蚀洞在沙角附近较少、规模亦较小，洞口一般高1~1.5米，宽度1米或更小，长（深）度仅数米；龙穴岛和舢板洲的浪蚀洞较多，规模较大，尤以龙穴岛的为甚。其中，龙穴岛东南有一个洞的洞口高2米，宽1.5米，长约30米，洞内最高处达3—4米；另一洞发育有支洞，洞最高处达4~5米，顶部岩石已穿，出现“天窗”。

潮水位的各种特征值如图2所示。

有些专著指出潮汐海岸波浪作用面高程，指出大潮高潮面高程具有特殊的意义⁽¹⁻⁴⁾，这对分析浪蚀地貌断面的作用，还是很不够的。我们以实测的资料为基础进行初步分析。

三、现代浪蚀地貌作用的分析

浪蚀地貌断面的塑造过程，在网纹红土岸段进行得较为迅速，能观察到较多的现象。波浪对红土作用，在波浪破碎消能带形成平台，在其最上部形成凹槽——浪蚀穴。当浪蚀穴继续加深，达到穴以上的凸出的土体的自重超过土体的粘着力和摩擦力时，凸出部分的土体随即崩塌。这样，浪蚀穴变平，陡崖后退，形成新陡崖，浪蚀平台向陆推进，海岸后退。以后又重复上述过程。石英岩岸也经历着大体相同的过程，但是其速度

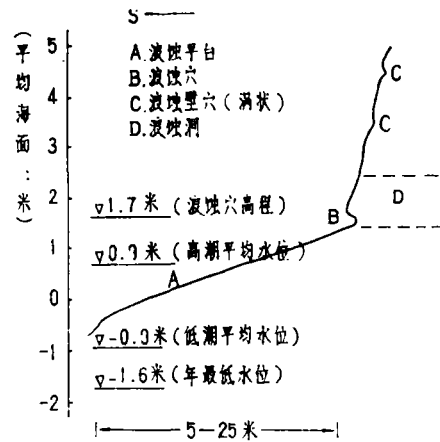


图2 沙角狮子山东南浪蚀地貌断面图

慢得多,且浪蚀作用在其上的选择性较强,还可以产生海蚀洞等。下面对各种浪蚀地貌形成作用进行分析。

1. 浪蚀穴由经常性的较强的波浪作用形成,其高程由经常性的较强的波浪高程和平均高潮位高程决定

浪蚀穴是经常性的较强的波浪作用的最后的消能带,也就是说,浪蚀穴的高程与经常性的较强的波浪作用的高程相同。本海区的浪蚀穴的高程为1.6~1.8米,这一高程与本海区的一般的大潮高潮位一致。在潮汐海岸,浪蚀穴的高程组成为如下的组合,即:

平均高潮位高程加经常性的3—5级偏南风浪浪高之半。用下式表示

$$H_h = H + \frac{1}{2}h$$

式中: H_h ——浪蚀穴高程(米); H ——本海区实测年平均高潮位,实测值0.7米; h ——实测3—5级风浪浪高(米)。

在沙角地区,全年偏北风的频率稍大于偏南风,但北风为离岸风,风浪对沙角南岸的作用不强,偏南风为迎面风,风浪作用较强。每年5~8月期间,超过一半的天数吹偏南风,由于海陆风中的海风与偏南风方向一致,故这期间的偏南风较强,有半数以上的天数吹3~5级的偏南风,而且在时间上使偏南风浪作用较为经常性。

据实测资料,沙角附近海域3~5级偏南风,可形成平均波高达1.5~2.0米的波浪,其中1/3大波平均波高达2~2.6米,1/10大波平均波高达3米。因此,取3—5级偏南风的平均波高即 $h=2$ 米是合理的。代入上式得:

$$H_h = 0.7 + \frac{1}{2} \times 2 = 1.7(\text{米})$$

可见,水准测量实测的浪蚀穴高程与由波浪和潮位实测资料计算得的波浪作用的高程是一致的。这证实了上述关于有潮海岸浪蚀穴高程组成的分析。

从对广州七星岗、大鹏湾秤头角等处的红色岩系浪蚀穴和浪蚀平台定性调查的结果看,上述关于浪蚀穴高程计算公式是适用于具有类似沙角地区风浪状况的潮汐海岸的。直至今,由于对浪蚀地貌进行的精确的水准高程测量和进行关于地貌高程与潮位关系的研究还不多,今后需要在进行更多的定量测量实例的基础上,继续进行深入的研究。

2. 浪蚀平台前后缘高差大,与潮水位的升降的影响有关

在有潮海岸,波浪作用的高程,除了浪高这一要素的大小的影响之外,还有潮水位升降这一因素的影响,潮水位升降使波浪作用的高程随之升降,波浪作用主要消能带也就随之升降,因而浪蚀平台的高差较大。

3. 台风浪浪蚀作用强,作用高程幅度大

台风浪具有巨大的能量,据查核,沙角地区台风浪浪高可达4~5米。上述浪蚀地貌断面显示的浪蚀作用高差达4.7米,都应当包括在台风浪作用范围内。可以认为,台风浪起如下三方面的作用。

(1) 台风浪对经常浪蚀形成的浪蚀穴和浪蚀平台起迭加作用

台风浪能量虽大,但由于次数少,通常较强的台风在本海区登陆每年不足一次,故台风浪没有改变经常性的浪蚀作用形成的地貌,没有使浪蚀平台和浪蚀穴的基本面貌及

高程起根本性的改变, 只起修饰的作用。

(2) 台风浪是浪蚀洞生成的主要动力

沙角地区的浪蚀洞底部的高程, 一般与浪蚀平台顶部及浪蚀穴的高程相当, 如沙角地区南岸; 或者与沙堤、砾石堤顶的高程相当, 如龙穴岛的一些浪蚀洞底部即为砾石堤顶。经常性的较强的波浪作用高程一般都低于堤顶高程与洞口底部高程, 可见经常性的较强的波浪作用不能形成这些浪蚀洞。

浪蚀洞是强的台风浪作用而形成。就高度位置而言, 它处于台风浪的波峰和波谷之间。当波峰到达时, 巨大的波能(包括水和压缩空气的能量)冲击海岸, 砂、砾石磨蚀岩石, 节理等岩石相对软弱处因受打击受到破坏; 当波谷出现时, 水急剧退落, 原来充满水的缝隙中的碎屑受到退水的冲刷和拉力作用而离去。随着暴风浪波峰波谷的交替振动, 相对软弱处的岩石受到冲击压力和拉力的交替作用, 导致该处的岩石被掏挖, 逐渐发展成浪蚀洞。当然, 象在龙穴岛等处规模巨大的浪蚀洞可能不仅仅是现代(冰后期以来)波浪作用形成的, 或具有继承性, 但事实上它现在还受到台风浪的作用。

(3) 台风浪在浪蚀崖上形成涡状浪蚀壁穴

台风浪卷起的砂粒与块石打击浪蚀崖, 可在崖上形成涡状浪蚀壁穴。最高浪蚀壁穴的高程, 可近似地认为是波浪作用的最高界限。但严格地说, 台风浪作用的最高界限应当更高一些。

总括起来, 沙角地区的浪蚀地貌断面是由经常性的波浪和台风浪的作用而形成的。其中, 经常性的波浪作用形成浪蚀平台和浪蚀穴, 较强的台风浪作用形成浪蚀洞和浪蚀壁穴, 两种波浪对浪蚀崖都起作用。

四、沙角地区现代浪蚀地貌断面的研究意义

1. 指出了决定潮汐海岸波浪作用高程的要素的组合关系及浪蚀地貌断面的形成规律。

分析浪蚀作用高程, 对揭示潮汐海岸浪蚀作用高程和浪蚀地貌高程及浪蚀地貌形成的规律, 有重要的理论意义。

2. 有助于浪蚀遗迹的研究。对浪蚀遗迹的研究, 曾为第四纪古地理的研究, 尤其是为海面升降和海岸变迁的研究提供了丰富的资料。但是, 由于浪蚀遗迹是昔日的浪蚀地貌经过一段时间的破坏之后的残留, 许多特征往往因受到长时期破坏而消失, 故对许多浪蚀遗迹的现象有种种不同的认识, 成为争论不休的问题。对于浪蚀遗迹的研究, 除了对遗迹本身详细分析, 并用相关沉积等方法进行研究之外, 对现代浪蚀地貌断面的研究, 认识浪蚀地貌的组合关系, 将能起“以今论古”、帮助认识浪蚀遗迹的作用。

3. 具有实用价值。现代浪蚀地貌是波浪对海岸作用的结果, 通过对浪蚀地貌断面的研究, 可以推断波浪作用的强弱及波浪要素值, 从而为有关生产建设提供参考依据。例如, 从浪蚀穴的高程推断经常性的波浪波高, 从最高的浪蚀痕迹——最高的浪蚀壁穴推断波浪作用可能达到的最大高度等。在有波浪实测资料的地区, 推断数字可作参考补充; 在无实测波浪资料的地区, 推断数值可作验证波浪计算成果的参考。

參 考 文 獻

- [1] 曾昭璩, 地理學報, 23 (1957), 2.
- [2] О. К. Зенкович, Основы Учения О Развитии Морских Берегов, Издательство Академии Наук ССР, Москва, 1962, 635.
- [3] О. К. Леонтьев, Основы Геоморфологии Морских Берегов, Издательство Московского Университета, 1961, 217.
- [4] Robert M. Sorensen, *Basic Coastal Engineering*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1978.

A Preliminary Study of Recent Wave Erosion Landforms of Shajiao

Luo Zhangren

Abstract

The section of wave erosion landforms of Shajiao is formed by the joint action of more constant and stronger wind waves and storm waves. The wind wave mainly makes sea holes and wave-cut platforms, but the storm wave produces marine caves besides the action on the sea hole and wave-cut platform and works upon marine cliff. It has been recognized by the example of Shajiao that the altitude of the top of sea hole and wave-cut platform are equal to the level of average high tide plus the half of the wave height which frequently acted and stronger (2 meters).