



Reprint 924

香港海平面的長期變化

李健威

第三屆珠江三角洲區域環境遙感研討會

2010年11月10-11日

香港海平面的长期变化

李健威

香港天文台

摘 要

全球变暖的其中一个后果是引至海平面上升。根据政府间气候变化专门委员会 2007 年发表的第四次评估报告，全球海平面在 1961 至 2003 年间平均每年上升了 1.8 毫米，上升速度在 1993 至 2003 年间加快，约每年 3.1 毫米。香港是华南沿岸的一个海港城市，南部与南海相接，海港的发展亦受海平面的变化所影响。本文利用香港维多利亚港(维港)岸边的测潮站观测所得的资料分析本港海平面的长期变化，并与遥感卫星测量所得的南海水位变化互相比较。结果显示，维港的海平面在 1954 至 2009 年间出现显著上升的情况，平均每年上升了 2.6 毫米，略高于全球海平面的上升速度。而在过去 20 年间，维港的海平面高度出现较大波动，水位在 1990 至 1999 年间急速上升后出现下降情况，近年再次回升。利用遥感卫星测量所得的南海水位亦出现类似的变化。

1. 引言

受全球变暖影响，海水上层受热膨胀，两极冰冠及雪山冰川融化，引致海平面上升。海平面上升对沿岸地区造成的影响除了加剧海岸侵蚀、沿海地区泛滥、风暴潮水浸和海水倒灌等自然灾害之

外，亦会改变地表水质和地下水特性。根据政府间气候变化专门委员会(IPCC) 2007 年发表的第四次评估报告，全球海平面在 1961 至 2003 年间平均每年上升了 1.8 毫米，上升速度在 1993 至 2003 年间加快，约每年 3.1 毫米，并预料到 21 世纪末全球平均海平面会上升 0.18 至 0.59 米。

从定点观测，海平面是处于一个不断改变的状态，由潮汐和气象因素迭加所造成。潮汐推动力主要来自月球和太阳的引力，受地球自转、地球与月球和太阳的相对运动、月球和地球轨道面的倾斜角度，以及这些天体之间的变动距离等因素所影响。气象因素主要来自大气压力和风应力。大气压力减少会引致海平面上升。在海面发挥作用的风应力与风速的平方大约成正比，向岸风会把海水往岸推高，而离岸风则把水位拉低。在极端情况下，例如台风吹袭引发风暴潮时，海平面可上升至超出潮位 3 米以上。

此外，沿岸区域的海平面亦受海流活动、海岸线地形、海床及河口水文等因素影响。华东沿岸的冷流在冬季把较冷的海水经台湾海峡送到华南沿岸，黑潮海流的支流在春季横过吕宋海峡，把较暖的海水由太平洋引入南海，而海南海流则在夏季把温暖的海水送到华南海域的东北部沿岸。对香港的海平面而言，香港东部海域受这些海流活动的影响较大，而西部水域，由于位处珠江口，主要受河口的淡水和沉积物分布所影响。

本文利用位于维多利亚港(维港)岸边的测潮站观测所得的潮汐资料分析本港海平面的长期变化，并与遥感卫星测量所得的南海情况作比较。

2. 潮汐观测

在 1954 至 1985 年期间，设于维港南岸的北角测潮站提供了每小时潮汐记录，该站于 1985 年迁往东面约 500 米的鲗鱼涌，继续观测维港的潮汐。图 1 所示为该两测潮站的位置。经过比较，北角和鲗鱼涌的潮汐记录并无明显差别(*Ip & Wai, 1990*)，因此，合并两站的数据可以提供一组长期的香港潮汐观测数据作研究之用。

由于北角及鲗鱼涌测潮站均建于填海土地上，需要监察土地沉降的情况，以调整所观测的潮汐数据。沉降监察结果显示，北角测潮站的沉降速度在 50 年代大约为每年 6 毫米，在 80 年代则减至大约每年 2 毫米。而鲗鱼涌测潮站的沉降速度在 80 年代大约为每年 6 毫米，在接近 21 世纪初则减至大约每年 2 毫米 (*Mott MacDonald, 1990*)。

3. 数据分析

本研究采用了夏威夷大学海平面中心研发的海平面数据处理软件 (*Caldwekk, 1998*)，根据每小时潮汐记录计算出年平均海平面。计算过程中采取两个滤波步骤，移除与潮汐相关的周期性变化。第一步是移除每小时潮汐记录内的主要全日潮及半日潮数据成分，第二步是移除记录内剩余的高频数据。

1954 至 1957 年的北角海平面数据因应当时验潮器的重设而进行了调整。而 1958 至 2009 年的北角 / 鲎鱼涌海平面数据则按照沉降监察结果进行了调整。

4. 结果及讨论

图 2 所示为北角 / 鲎鱼涌的年平均海平面数据。

1954 至 2009 年间，北角 / 鲎鱼涌的年平均海平面上升速度为每年 2.6 毫米，与 2009 年海平面公报内南海海平面近 30 年的平均上升速度每年 2.7 毫米相若(国家海洋局, 2010)，但较 IPCC 2007 年第四次评估报告中的 1961 至 2003 年间全球平均海平面上升速度每年 1.8 毫米略高。

虽然在整个时段(1954 至 2009 年)而言，海平面有上升趋势，但期间亦有颇大波动。1954 至 1987 年间，北角 / 鲎鱼涌的年平均海平面大致呈下降趋势，平均每年下降 2.0 毫米。而年平均海平面于 1987 至 1999 年间以每年 22.1 毫米的速度急升，但在 1999 至 2007 年间则以平均每年 14.2 毫米的速度下降，2007 后再以平均每年 58.7 毫米的速度回升。

与 1993 至 2009 年间卫星高度计提供的海洋测量结果比较，自 90 年代起在鲎鱼涌观测所得的海平面变化趋势与南中国海的海平面变化颇为相似。由法国和美国联合研制的 TOPEX/Poseidon(T/P) 卫星，能够测量全球海平面相对于地球中心点的高度。T/P 卫星于

1993 至 2001 年间提供了准确度达 4 至 5 厘米的海平面数据。自 2002 年起, Jason-1 卫星接替 T/P 卫星, 继续提供海平面数据, 2009 年再由 Jason-2 卫星接替。

图 3 所示为科罗拉多大学提供来自上述卫星测量所得南海于 1993 至 2009 年间的年平均海平面距平, 数据显示该海域的年平均海平面于 1993 至 2001 年间平均每年上升 11.1 毫米, 2001 至 2004 年间则以平均每年 17.6 毫米的速度急降, 2004 至 2009 年间再以平均每年 17.0 毫米的速度上升。

图 4 所示为 1993 至 2009 年卫星测量所得南海海平面与鲎鱼涌海平面经移除趋势后的年平均变化。尽管鲎鱼涌的海平面数据以本地的验潮器基准点为参考基准, 并没有考虑区域性的地壳活动, 但过去十多年间, 其年际变化与卫星测量所得的南海海平面变化甚为相近, 显示维港附近海域与南海的海平面变化大致上是相乎的。

5. 总结

1954 至 2009 年间, 北角 / 鲎鱼涌年平均海平面的上升速度为每年 2.6 毫米, 与中国国家海洋局所报告的南海平均海平面的长期上升速度(每年 2.7 毫米)相若, 但略高于政府间气候变化专门委员会第四次评估报告中的 1961 至 2003 年间全球平均海平面上升速度(每年 1.8 毫米)。

此外，根据卫星自 1993 年起提供的海洋测量数据，显示南海海平面于其过去十多年间的年际变化与维港附近海域的变化大致上相乎。

参考文献

- 1 国家海洋局(2010). *2009 年海平面公报*.
- 2 Caldwell P. (1998). *Sea Level Data Processing on IBM-PC Compatible Computers Version 3.0*. Joint Archive for Sea Level of the National Oceanographic Data Centre and University of Hawaii Sea Level Centre.
- 3 Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Climate Change 2007: The Physics Basis*.
- 4 Ip, S.F. & Wai, H.G. (1990). *An application of harmonic method to tidal analysis and prediction in Hong Kong*. Technical Notes (Local) No. 55. Royal Observatory.
- 5 Mott MacDonald Hong Kong Ltd. (1990). *Territorial Land Drainage and Flood Control Strategy Study Phase I Task 2 Report*. Drainage Services Department.
- 6 Wong W.T., K.W. Li & K.H. Yeung, 2004. Long Term Sea Level Change in Hong Kong. Hong Kong Meteorological Society Bulletin 13, 24-40.

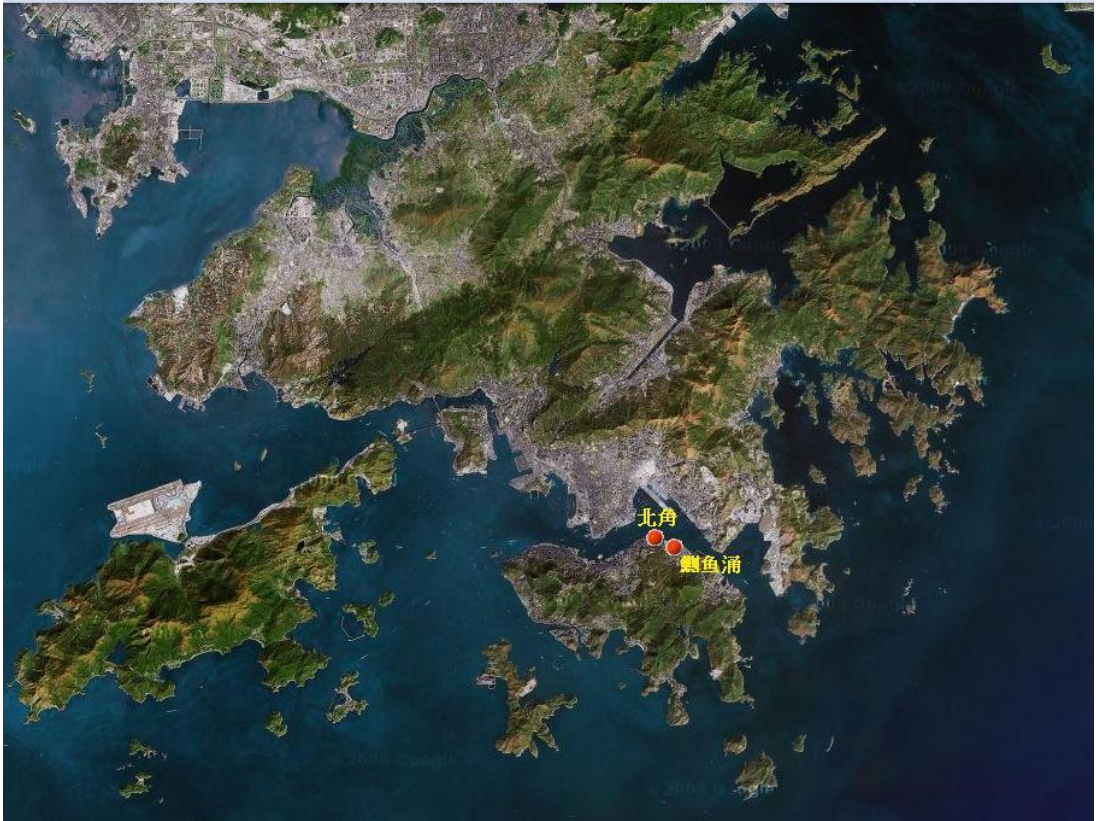


图 1 北角 / 鲎鱼涌测潮站的位置

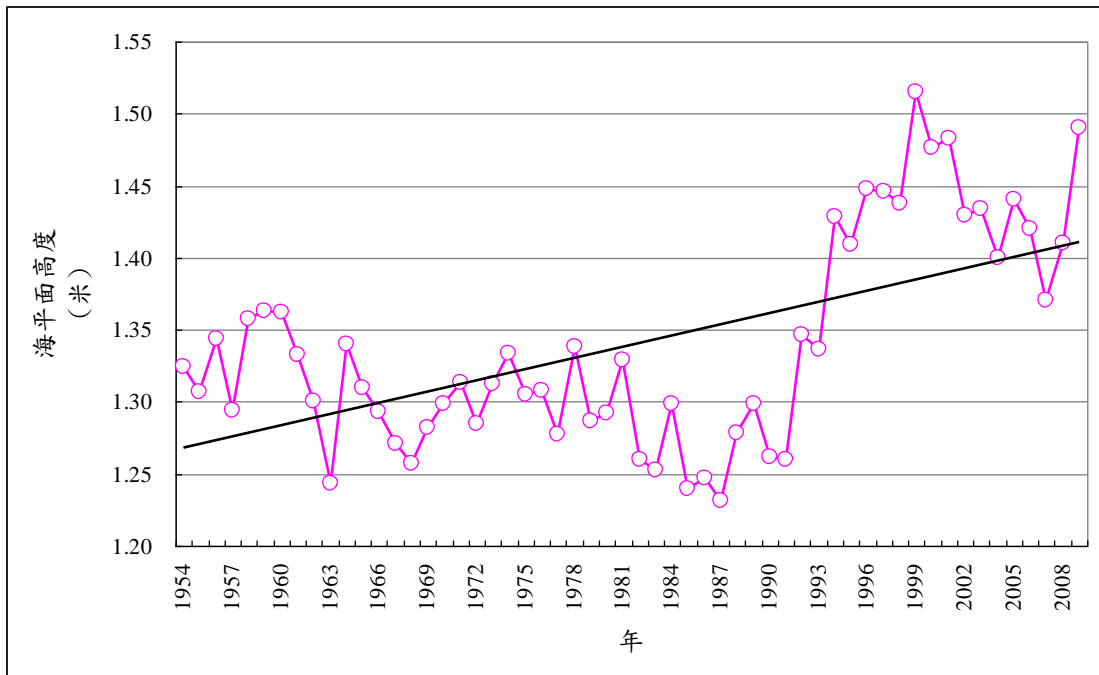


图 2 北角 / 鲎鱼涌 1954 至 2009 年间的年平均海平面数据

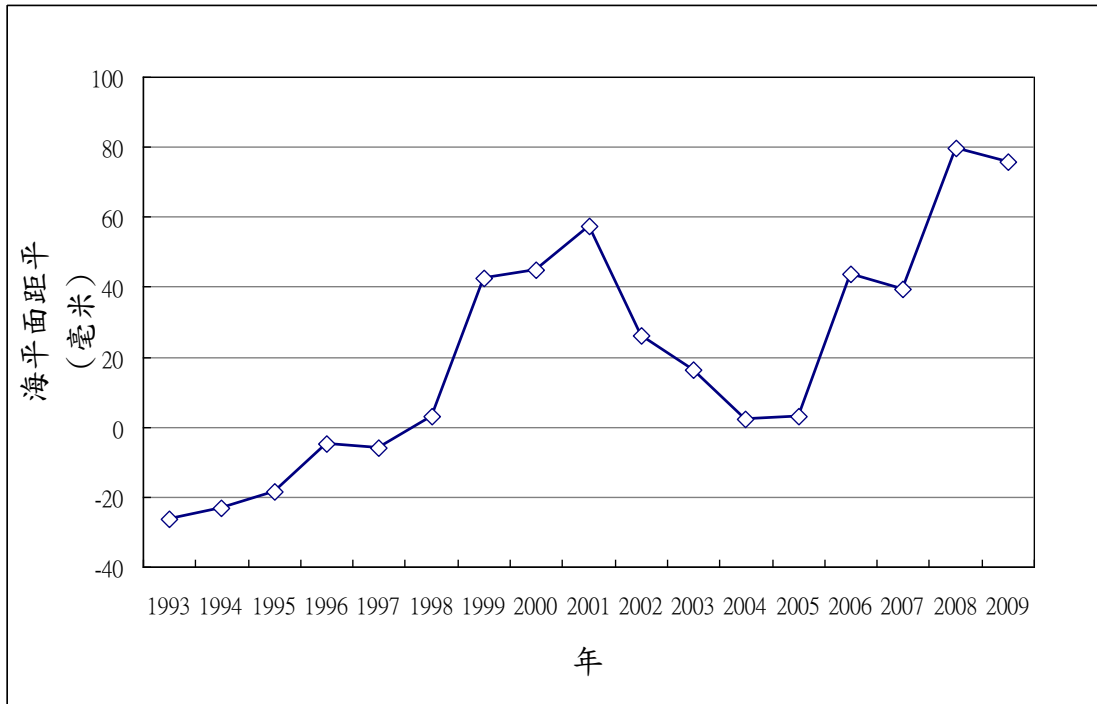


图 3 卫星测量所得南海于 1993 至 2009 年间的年平均海平面距平

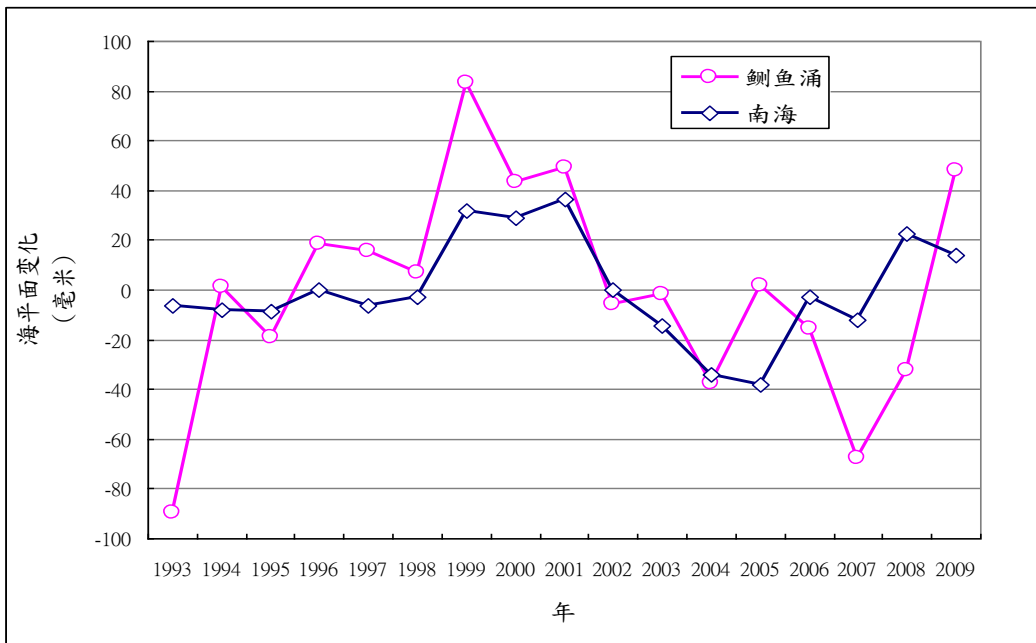


图 4 1993 至 2009 年卫星测量所得南海海平面与鲷鱼涌海平面经移除成趋势后的年平均变化