外文翻译

海洋及海岸管理

评估中国黄河三角洲湿地的“沿海挤压”:一个案例研究

北京师范大学水环境模拟与环境学院国家重点实验室，北京100875;2 .北京师范大学地理学院，北京100875

关键词:沿海 挤压型 黄河三角洲(YRD) 沿海湿地 边坡 防渗

全球沿海湿地正受到海平面持续上升(SLR)的威胁，而它们通过向陆地迁移的潜在适应能力往往受到自然或人为屏障的阻碍。海洋和陆地的挤压加剧了湿地的流失，造成了严重的生态后果。为了解决中国黄河三角洲沿海湿地的这一问题，本研究采用基于afuzzy-system model (FSM)的海岸挤压评价方法(Torio and Chmura, 2013)来评估未来SLR情景下的海岸挤压潜力。将边坡和地表抗渗性海岸挤迫指数综合起来，生成综合海岸挤迫指数(CCSI)，作为一个统一的度量标准，它考虑到这两个因素是海岸挤迫的主要因素。利用置信加权CCSI的分布在三个选定的研究地点确定了脆弱区域，并对三个代表性年份的结果进行了统计分析。将1989年、2000年和2010年的数据进行比较，以说明近几十年来的历史变化。由于长三角地区地形以平坦为主，斜坡对海岸挤压作用不显著，而地表防渗作用起主导作用。因此，2000年3个研究点的海岸挤压潜力明显高于1989年和2010年，因为同时发生的土地覆盖变化导致地表抗渗性经历了先增后减的变化。这三个研究地点在2000年的平均海岸挤迫潜势，对假设的单反情况也较为敏感，并以1.5米单反为显著峰值。本研究展示了长三角及该地区滨海湿地挤压的评估结果，为气候变化和人类活动日益增加的威胁下的滨海湿地保护工作提供了重要参考。

介绍：

面对不断上升的海平面以及其他自然和人为的压力，沿海湿地可以越境进入邻近的高地，增加生存的可能性(Kirwan andMegonigal, 2013)。然而，它们潜在的向陆地迁移可能会受到自然屏障的限制，而更多的人为屏障表现为陡峭的地形或不透水的表面，最终导致受影响的沿海湿地被挤压到一个不断缩小的区域，即，《海岸挤压》(coastal squeeze, Doody, 2013)。在国际上，海岸挤压问题日益受到关注，有几次尝试在地方尺度上评估海岸挤压的潜力，以协助政策制定和制定适应战略。Schleupner(2008)通过基于gis的空间分析，评估了法国马提尼克岛滨海湿地(包括海滩、红树林等)的海岸挤压风险，并确定了受海岸挤压影响最脆弱的旅游目的地。根据向陆迁移机会和泥沙淤积预算，定性地将海岸挤压风险划分为低、中、高三个等级。Torio和Chmura(2013)采用模糊系统模型(FSM)定量评价了地形和人工岸线保护结构对潮汐湿地海岸挤压作用。利用模糊逻辑方法，提出了一种海岸挤压指数(CSI)，该指数随海岸景观的变化而不断变化，作为考虑斜坡和不透水表面对海岸挤压影响的综合指标。开发的CSI进一步用于评估美国缅因州和加拿大新布伦瑞克沼泽地的海岸挤压潜力。. dickinson(2016)利用卫星图像分析了佛罗里达州西南部沿海地区包括盐沼和红树林群落在内的生态系统覆盖的历史变化。对湿地面积变化进行了定量分析，认为海平面上升(SLR)和高速公路是造成海岸挤压的主要原因。在潮间带的变化过程中，也进行了其他局部尺度的海岸挤压相关研究(Jackson和McIlvenny, 2011)。红海龟栖息地的丧失(Mazaris等，2009)等。Mills et al.(2015)在区域尺度上比较了澳大利亚昆士兰Moreton Bay地区防御和撤退之间的适应成本，以保持海岸挤压下海岸生态系统的稳定性。Torio(2015)在局部尺度评估的基础上，进一步将其扩展到大陆尺度，考察了北美沿海挤压的相对威胁。Enwright et al.(2016)确定了美国墨西哥湾北部沿海湿地向陆地迁移的走廊，并强调了在海岸挤压缓解规划中更强的向陆地迁移的本地尺度的重要性。作为区域经济中心,中国第二大油田(胜利油田)位于同时,globalecosystem服务热点网站托管主要停留在中间在东Asian-Australasianflyway数百万迁徙鸟类的综合起来很多人保护下,黄河三角洲(三角洲)isstruggling为了平衡经济发展和保护自然环境和生态系统。近年来，SLR和人类活动的加剧，如油气开采、上游坝建设、土地复垦、建造海堤等，造成了严重的地面沉降，减少了水沙供应，加剧了海岸侵蚀(Liu et al.， 2016;Ma等，2014;Syvitskiet, 2009;(Jin et al.， 2016;Kuenzer et al.， 2014)。然而,据我们所知,这个问题ofcoastal挤压导致单反和损失率的影响,尤其是那些改变地形和表面im-perviousness在周边地区的沿海湿地,已经没有了,一个适当的评估已成为必须解决的conserva-tion宝贵的沿海湿地三角洲。

在本研究中，我们采用CSI和Torio和Chmura(2013)提出的评估方法来评估未来单反情景下YRD滨海湿地的海岸挤压潜力。folo - lowingtorio和Chmura(2013)研究了邻近高地边坡和透水面对潜在湿地迁移的影响，并利用模糊sigmoidfunction开发了适合YRD的CSI。发达CSI进一步用于评价potentialof沿海挤出三个代表站点在三角洲的沿海wetlandsselected下,也就是说,南部和北部地区的那河三角洲国家级自然保护区(YRDNNR)以及XinhuTown《河口地区,东营市,识别脆弱区在三个研究地点。

三年的代表性研究结果，即相比,1989年,2000年和2010年,也说明沿海的historicalchanges挤出研究网站,提供重要参考,沿海湿地保护工作在实现了气候变化和人类活动的威胁,例如,计划缓解措施,如在vulnerableareas管理调整。

本文的组织结构如下:方法阐述了inSec。2. 具体介绍了inSec的研究地点和数据来源。2.1和第2.2节分别描述了提取潜在运移高地、边坡和地表不透水性的方法。CSI的发展和不确定性分析分别记录在sec2.4和sec2.5中。第3节给出了主要的结果，并进行了相关的讨论。最后对本文的主要研究成果进行了总结，并对今后的螺杆模具提出了建议。

方法：

研究地点：

YRD位于中国山东省东北部(118°03′e - 119°20′e和37°20′n - 38°20′n，见图中插图)。1).三角洲位于宁海附近(118°24′e, 37°36′n)，北起桃尔河河口，南至志脉沟河口，2000年总面积为5175平方公里(Fan et al.， 2006)。由于黄河携带大量泥沙，三角洲以每年2.2公里的速度向大海延伸，陆地面积每年增加3240公顷。长三角地区自然资源丰富，中国第二大油田胜利油田位于长三角地区。三角洲的工业化和城市化始于石油的外溢，并在近年来不断加剧。与此同时，长江三角洲还包含着重要的湿地生态系统，是多种鸟类的栖息地，包括数百万只候鸟，其中许多候鸟受到保护。

国家自然保护区由国务院于1992年10月设立，占地15.3万公顷，其中核心区5.8万公顷，缓冲区1.3万公顷，实验区8.2万公顷。作为湿地型保护区，保护新形成的湿地生态系统和珍稀濒危鸟类。保护区分为两个区:目前所处的南区黄河入海口，总面积104,500公顷，北区位于原入海口(1976年以前)，总面积48500公顷。2014年，国家自然保护区95949.9公顷湿地被确定为国际拉姆萨尔湿地。

我们选择三个代表站点从三角洲沿海湿地,即YRDNNR的南部和北部地区(以下简称南方地区和北方地区),以及asXinhu镇在《河口地区,研究东营市,网站定位沿海挤压下的潜在假设未来单反场景。长三角沿海植被湿地主要分布在南部和北部地区，是沿海挤压环境中最重要的区域。新湖镇位于东营市西部，与滨州市接壤，地理位置上与南区、北区相分离。同时，它又是一个石油、天然气、卤水资源丰富的地区，工业活动较为集中，在土地利用和土地覆被特征上与南区和北区形成鲜明对比。

本研究所使用的数据主要由边坡、不透水面和土地覆被数据组成。我们从CGIAR-CSI网站(srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp)下载了90 m分辨率的SRTM DEM数据。在ArcGIS 10.2中，通过将图像投影到Albers圆锥等高线区域，并将垂直基准面与1985年国家高程基准面进行标定等基本预处理，利用下载DEM数据进行坡度计算。

(2)不透水表面。我们使用了来自美国地质勘探局网站(http://landsatlook.usgs.gov/viewer.html)的Landsat TM和ETM + 1级产品。陆地卫星图像具有高分辨率和多种格式。利用无云量YRD的高质量陆地卫星图像作为提取不透水表面的主要数据

(3)土地利用数据。利用inHua等(2016)的土地利用数据，提取三个研究点的植被分布区高程范围。

潜在迁移高地、斜坡和不透水表面

我们从每年的土地利用数据中提取盐沼作为当年YRD的植被分布区域。在ArcGIS 10.2中，将土地利用数据层覆盖在DEM数据层上，得到各研究点植被分布区域的高程变化。选取95%置信区间和原始范围的分位数，剔除SPSS22.0中的零星异常点，得到最终的高程范围(可视2)。

利用各站点植被分布区相对于当前海平面(h1)的高程范围(表2)，利用DEM数据对植被分布区上限以下区域进行剔除(称为Marsh0)。.我们首先设定最高单反为2.5米，淹没区域称为Marsh250。用Marsh0减去marsh250得到潜在的迁移高地(以下简称“高地”)(图3)。我们进一步考虑了0.5 m、1.0 m、1.5 m、2.0 m和2.5 m的单反，以比较不同单反场景下不同的潜在迁移高地。

研究场地的坡度是用burrough和McDonell(1998)的公式计算DEM数据的3×3移动网格。Landsat图像由7个光谱波段组成:可见光波段1、2和3分别为蓝绿色、绿色和红光;波段4为近红外波段，与植被生物量有关;波段5和7为中红外波段;波段6为热红外波段，可与地物的热辐射能力相对应(USGS,1998)。鉴于透水面相对较高的热辐射能力，Xu(2008)提出利用波段6与波段4的比值来区分透水面与植被区，然后在红外光谱和可见光光谱中进一步脱胺波段来排除剩余的砂、土和水体，即，波段5和1 2或3。上述多波段综合使用，得到归一化差分不透水表面指数(NDISI)，定义如下:

NDISITIR (VIS NIR MIR)/3TIR (VIS NIR MIR)/3

其中TIR为波段6(热红外);VIS表示可见光谱中三个波段中的任意一个(波段1 ~ 3)，本研究采用波段2(绿色);近红外代表波段4(近红外);miris波段5(中红外)。

由于水的反照率比不透水表面的反照率低，因此产生的噪声将对NDISI结果产生不利影响。为了减轻这种影响，我们用inXu(2008)提出的修正正态水指数(MNDWI)代替了可见波段。在下载的陆地卫星5或7幅卫星图像上执行上述操作环境5.0中的YRD产生了NDISI。原则上，NDISI值表示地表的不透水性，即， NDISI值越高，表面越不透水，反之亦然。然而，计算出的NDISI值在- 1到1之间变化，为了促进CSI的发展，似乎有必要对其进行适当的归一化，将其限制在0到1之间。为了达到这个目的，我们采用了下面的标准化，其中，en\_imperandimperre表示归一化的NDISI和原始的NDISI, emax\_imperandmin\_imper\_ndisi表示这三年的结果中NDISI的最大值和最小值。inFig所示。4b，当地图颜色由绿色变为红色时，asso-ciated归一化NDISI的取值范围为0到1，即，从最不透水到最不透水。值得注意的是，在北区的老河口附近，高防渗斑块是一致的。然而，在仔细观察了陆地卫星图像后，我们发现这些斑块是沉积羽状物(图4a)。因此，我们将相关的归一化NDISI调整为非常接近于0的值，并更新了地表不透水性地图(图)。4 b)。南区沿黄河河道也作了类似的调整。我们还重新采样了30米重解方面的防渗数据，以匹配90米分辨率的坡度数据，以达到一致的网格大小。

2.4。CSI的发展

Torio和Chmura(2013)利用模糊s形函数将海岸挤压的潜势与地表的不渗透性联系起来，形成各自的CSI。在本研究中，由于整个YRD的地形都是先占主导地位的平坦地形，且三个研究点的潜在迁移高地的最大坡度仅为5.41°，因此使用该偏置坡度数据集拟合的模糊s形函数将在不现实的坡度CSI中重新出现。因此，我们对fromTorio和Chmura(2013)边坡采用了模糊sigmoidid函数，只对地表不透水性采用了模糊sigmoid函数。模糊乙状结肠函数读取,表面变量模糊紧缩;midpointdenotes外界以为中点分布的表面imperviousnessthroughout研究期间的研究地点;spreadparameterdenotesthe未知参数模糊乙状结肠传播功能。斜率的模糊乙状结肠函数的表达式是相似的

然后，我们使用jenks(1967)的分类将每个研究点潜在迁移高地的坡度分布和地表不透水性分为三类(图5)。确定斜率表面的dis-tributions不通透性被用来计算一般的规范化NDISI三年研究地点在三个不同的类,这是进一步用“fuzzysigmoid函数(表3)。值得注意的是,每个类的平均值wasbased上界的类,和三个站点的平均mediumclass整个三年(0.44)被认为asthemidpointin Eq。(3)挤压潜在的0.5。式(3)中的pread-parameterin进一步确定，假设最大不透水性，即，对应一个非常接近1的位相，例如，0.95。resultantspreadparameterwas6.29。将derivedmidpoint和spreadparameter代入式(3)，得到表面不透水性CSI。如上所述，CSIfor坡度由(Torio and Chmura, 2013)中值(11.5°)和展函数(3.95)的模糊s形函数表示。

然后，我们将计算得到的边坡和地表不渗透性CSI综合起来，并采用两者中较大的值来表示感兴趣点的对应CSI (CCSI)。在ArcGIS中进行上述模糊操作，计算了三个研究点潜在迁移高地的CCSI

2.5。不确定性分析

正如inTorio和Chmura(2013)所述，本研究采用的“浴缸”式的in-undation模型来模拟单反场景，只有在适当处理了相关的不确定性时才是合适的。在他们的研究中,我们建立了一个基于蒙特卡洛模拟的不确定性模型在ArcGIS占定位潜在的信心迁移高地鉴于DEM不确定性和范围ofelevation植被分布区(图6)。结果un-certainty模型是一个地图的分布概率,单个像素的淹没民主党eleva-tion指定范围。将概率(置信水平)乘以计算的CCSI，得到置信加权的CCSI。不确定性模型的细节可以在orio和Chmura(2013)中找到，为了简洁起见，这里不再重复。

3.结果与讨论

图7为YRD处的坡度分布图。如上所述，YRD非常平坦，以绿色为主，零星的红色斑块表示坡度较小的区域。整个YRD的最大坡度仅为8.67°，潜在运移高地的最大坡度仅为5.41°。

标准化NDISI在南区的分布情况如图所示。8. 虽然标准化的NDISI值在1989年至2000年间显著增加，但在随后的十年中又回落了。地表不透水性的变化历史与土地覆被的变化是一致的。据报道，从1995年到1999年，自然湿地和人工湿地的面积都显著减少(Liu et al.， 2010)。然而，自2000年以来，许多农田变成了水体和人工湿地。,2016)。这些变化在一定程度上解释了先增加后减少的表面防渗性。还请注意，在各种地图中，只有彩色区域是潜在的迁移高地。

图9为地表不透水性和坡度CSI。结果表明，3个研究点近3年的潜流上移最大坡度(5.41°)为0.05的微弱挤压潜流，证实了坡度对YRD沿岸挤压潜流的贡献最小。表4显示了三个研究地点在这三年的平均ccsisi。与地表不透水性变化相一致，平均CCSI在2000年上升到0.8以上，2010年回落到0.1以下

将2000年南区0.5 m、1.0 m、1.5 m、2.0 m、2.5 m单反以下的不确定度分析结果(置信水平)绘制在图中。10. 置信水平的分布随着SLR的增加而逐渐向内陆移动，表明不同SLR情景下潜在移民高地的移动。平均信度随单反的增加呈稳步下降趋势。

三年内，在0.5 m、1.0 m、1.5 m、2.0 m和2.5 m单反下，潜在移民高程的置信加权CCSI分布如图所示。11. 总的来说，从1989年到2010年，随着每个研究点的植被分布区域向低海拔方向移动(表2)，相应的高地也随之扩大建议在2010年选择更合适的地区来容纳内陆移民。inFig所示。当颜色由绿色变为红色时，挤压电位由最低变为最高。与此同时，信心指数较高的脆弱区域(红色)逐渐向内陆移动。不同的单反场景中,总体沿海挤压潜在的三个研究地点在2000年差异增加随着单反在0.5米- 1.5米的范围,和趋势反转超出1.5,大概是由于当地分布的置信水平相对于ofCCSI分布。而在1989年和2010年，这三个研究点的挤压潜力值较低，在不同的单反情景下，其分布基本保持不变。

图中给出了三个研究点在不同单反情景下的平均海岸挤压潜力。12. 与总体分布的变化一致，2000年三个研究点的平均海岸挤压势均为1.5 m，南区最高为0.64 m。相比之下，1989年和2010年的挤压潜力要小得多，范围在0到0.08之间。这种对比可能是由于上面讨论的表面不渗透性的变化造成的。

值得指出的是，人口密度和城市化水平较高的新湖镇，其平均沿海挤压潜力在三个研究点中竟然不是最大的。丰富的水体，例如蜿蜒穿过城镇的四条河流，以及广泛分布的浅海和盐池，可能在一定程度上导致了挤压潜力的降低(图13)。

如上所述，在整个地形中占主导地位的平坦地形使得斜坡对海岸挤压的作用不那么重要。因此，我们探索完全忽略边坡的影响，只考虑表面不透水性对海岸挤迫的贡献(称为信心加权海岸挤迫指数(CSII))。图中给出了三个研究点在不同单反场景下三年的平均CSII值以及相应的CCSI值。这种差别几乎看不出来。我们进一步减去confidence-weighted推测CSII从con-fidence-weighted测评中心使用栅格计算器,并发现differenceto是整个域始终接近于零,确认thatneglecting地形的贡献的评估coastalsqueeze predominantlyflat地区像三角洲是合法的。

结论：

本研究采用byTorio和Chmura(2013)提出的基于模糊系统模型的海岸挤压评价方法，对三个研究地点(即:

。。。

在1989年、2000年和2010年假定的未来单反情景下，对黄河三角洲南区和北区以及东营市河口区新湖镇进行了研究。本研究的主要发现如下

黄河三角洲地形以平坦为主，坡度对海岸挤压作用不显著，而地表防渗作用起主导作用。信心加权海岸挤迫指数的不透水性分布与信心加权海岸挤迫综合指数的分布基本一致，表明今后对长三角地区或地形相似地区的评价是可行的。

2)在代表近30年的3年中，2000年3个研究点的海岸挤压潜力明显高于1989年和2010年，因为同时发生的土地覆盖变化导致地表抗渗性经历了先增大后减小的变化过程。台单反的场景中,沿海紧缩可能在2000年threestudy网站也倾向于更加敏感assumedSLR场景和特色突出的峰值在1.5单反,沿海挤压潜在的分布在很大程度上仍在1989年和2010年不同的单反场景依旧。

研究区除土地覆盖变化外，水体分布对海岸挤压潜力也有较大影响。在三个研究地点中，人口密度较高、城镇化水平较高的新湖镇滨海平均挤压潜力出乎意料地不是最大的，这主要是由于河流、浅海、盐塘等水体分布广泛。

作为初步评估，我们只使用了公开可用的SRTM DEM(90 m分辨率)和Landsat TM和ETM+ (30 m分辨率)数据。未来人们将对结合高分辨率激光雷达和土地利用数据的更准确评估感兴趣。

确认

国家重点基础研究计划(973计划)(批准号:2013CB430402)、中央高校基础研究基金(批准号:2015kjjcb20)资助。并与高伟伦先生就不确定性模型的建立进行了有益的探讨。作者感谢两位匿名审稿人对早期版本的手稿提出的建设性意见和建议。

参考文献：

Burrough公共广播,麦克唐奈,,1998年。地理信息系统原理。牛津大学出版社，纽约。

迪金森D.M.,2016年。佛罗里达西南部红树林和其他湿地历史海岸挤压的空间分析。女士论文。佛罗里达海湾海岸大学。

杜迪,摩根大通,2013年。英格兰东南部沿海的拥挤和有管理的重新调整，确实如此它告诉我们关于未来的事情吗?海洋海岸。马纳格。<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.05.008>

新墨西哥州Enwright,格里菲斯,K.T.、Osland M.J.,2016年。随着海平面上升，沿海湿地向陆地迁移的障碍和机会。前面。生态。环境。14307 - 316。粉丝,H。黄,H。

曾庆红,T。,2006年。人类活动对黄河三角洲近期演化的影响。j .海岸。22号决议919 - 929。

陆,X。王,L。,2016年。黄河三角洲湿地近40年演变动力因素的定量分析。Ecologica 36岁,924 - 935。

华,Y。崔,B。他,W。Cai, Y。,2016年。确定三角洲淡水湿地的潜在恢复区域。生态。印度的。71年,438 - 448。

杰克逊,交流McIlvenny, J。,2011年。苏格兰北部岩石海岸的海岸挤压和一些可能的生态影响。J.实践，marbiol。Ecol. 400, 314-321.http://dx.doi.org/10.1016/j.j imac .2011.02.012.

jenkss, G.F.,1967年。统计映射中的数据模型概念。《国际制图年鉴》

金,Y。杨,W。,太阳,T。杨,Z。李,M。,2016年。滨海围垦活动对湿地生态系统健康的影响:以黄河三角洲为例。海洋海岸。等。123年,44-52。

科文,马丁Megonigal,摩根大通,2013年。潮汐湿地在面对人类冲击和海平面上升时的稳定性。504年自然,53-60。http://dx.doi.org/10.1038/nature12856.Kuenzer, C。

Ottinger, M。刘,G.H.,太阳,B。Baumhauer, R。、Dech年代。,2014年。基于地球观测的黄河三角洲海岸带监测:中国第二大产油区40多年的动态。达成。Geogr。55岁,92 - 107. - http: / /dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.015。

刘,Y。张,J。,妈,Y。山,K。,2010年。1995 - 1999年黄河东部自然保护区湿地景观格局变化。j:。生态。21日,2904 - 2911。

妈,Z。梅尔维尔,科学博士刘,J。陈,Y。杨,H。任,W。张,Z。Piersma, T。2014年,李,B。,。重新思考中国的新长城。科学(80 -)。346年,912 - 914。

mazari,公元Matsinos, G。Pantis, J.D.,2009年。评估海岸挤压对海龟筑巢的影响。海洋海岸。等内容,52岁,139 - 145。

米尔斯,M。莱昂,耶稣基督桑德斯,M.I.钟,J。刘,Y。,O’mara J。洛夫洛克,刚建成时、Mumby P.J.、Phinn年代。Possingham,惠普,2015年。在海平面上升挤压海岸的情况下协调发展和保护。Conserv。列9(5)，361-368。

Schleupner C。,2008年。海岸挤压的评估及其对马提尼克岛的影响。海洋海岸。51等。,383 - 390. - http: / /dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.01.008。

Syvitski, M j.p。。凯特纳，a.j.。奥弗伊姆，我。赫顿，e.w.h.。汉农，m.t.。,

Brakenridge, G。R。，J。,Vörösmarty, C。斋藤，Y。Giosan, L。,2009。向人类伸出援助之手。Nat. Geosci. 2, 681 - 686。

钍s.a.,。塑造了海平面上升的影响。PhDThesis。麦吉尔大学。钍s.a.Chmura, g.l.。,ofac。评估潮汐湿地的海岸挤压。

J . Res海岸。。29、好处是什么—奥地利。http://dx.doi.org/10.2112/jcoastres-d-12-00162.1.USGS、。

徐,H .,2008年。快速提取不可避免的表面信息的新遥感指数。Geomat。Inf滑雪板。武汉联盟33(11)1150 - 1153。

徐,X。，李，X。陈，M。，李，X。段，X。朱，G。Zhe, F。Z。,16。加强沿海地区的陆地-海洋-人类互动:案例研究的示范。海洋海岸。马纳格，133,28 - 36。http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.09.006。