

辽东湾海岸侵蚀病害模式及其等级分布

于德海¹, 姜谔男¹, 宋战平²

(1. 大连海事大学道路与桥梁工程研究所, 辽宁 大连 116026;

2. 西安建筑科技大学土木工程学院, 西安 710055)

摘要:为查清辽东湾海岸侵蚀的发育类型及等级分布规律, 选择辽东湾典型海岸段为重点研究区域, 结合现场调查及相关资料, 对辽东湾海岸侵蚀情况进行了细致研究, 结果表明, 辽东湾海岸侵蚀按病害模式来分, 可分为冲磨蚀型、浪坎坍塌型、块状崩落型、岩溶凹陷型、界面滑移型5种类型; 按蚀淤程度划分, 可分为严重侵蚀、强侵蚀、侵蚀、微侵蚀、稳定5种等级。其中, 沙质海岸侵蚀模式以浪坎坍塌型为主, 基岩海岸侵蚀模式主要表现为块状崩落型和岩溶凹陷型, 粉沙淤泥质海岸侵蚀模式以冲磨蚀型为主。这有助于辽东湾海岸带减灾、防灾目标的实现, 为海岸侵蚀灾害的进一步研究打下基础。

关键词:辽东湾; 海岸侵蚀; 病害模式; 侵蚀等级

中图分类号: X43

文献标志码: A

文章编号: 1674-4764(2012)S2-0089-04

Disease pattern and grade distribution of coast erosion in Liaodong bay

YU Dehai¹, JIANG Annan¹, SONG Zhanping²

(1. Institute of Road and Bridge Engineering, Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning 116026, China;

2. College of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: To identify distribution and development of coast erosion in Liaodong bay, erosion situations of typical coastal zone are studied on the basis of field investigation data. The results show that according to erosion landform features, coast erosion in Liaodong bay can be divided into five patterns: washing and abrasion type, wave collapse type, block avalanche type, karst depression type, interface slip type; according to degree of corrosion and siltation, coast erosion in Liaodong bay can be divided into five grades: serious erosion, intensive erosion, erosion, micro-erosion, stability. Sandy coast is eroded mainly in wave collapse type, rocky coast is eroded mainly in block avalanche type and karst depression type, and silty mud coast is eroded mainly in washing and abrasion type. Investigation on disease pattern and grade distribution of coast erosion is helpful to prevention of coastal zone in Liaodong bay.

Key words: Liaodong bay; coastal erosion; disease pattern; erosion grade

海岸带作为特殊的海洋空间组成部分, 承载着丰富的土地资源、港口资源、旅游资源及生态地质资源。近年来, 随着全球海平面上升以及人类对海岸带开发力度的日益增强, 海岸侵蚀逐渐成为威胁海岸带生存和生活环境的主要因素。辽东湾是渤海的三大海湾之一, 以其独特的地理位置、地质环境背景和对气候变化的敏感性, 已成为我国海岸侵蚀灾害较为严重的区域。一些学者针对该地区海岸侵蚀原因和机理、海岸侵蚀演变模型、侵蚀等级评价以及灾害防护、防治对策等方面开展了许多重要工作^[1-7], 但对辽东湾海岸侵蚀病害模式的分类研究尚没有充分认识。因此, 针对上述问题, 选择辽东湾典型海岸段为重点调查区域, 根据实地观测资料, 总结描述辽东湾海岸侵蚀现状及等级, 并根据岸坡发育特征、规模、断面形态等因素对海岸侵蚀病害模式新行分类, 该研究将有助于辽东湾海岸带减灾、防灾目标的实现, 为海岸侵蚀灾害的

进一步研究打下基础, 对区域海洋可持续发展具有一定的现实意义。

1 地理环境

辽东湾位于渤海的东北部, 是渤海中最大的海湾, 海湾长轴为东北-西南向, 西南部与渤海中部的开阔海域相连接, 两面为冀辽沿海陆域, 海湾形似倒“U”字。辽东湾沿岸主要河流有辽河、双台子河、大凌河、小凌河、六股河和复州河等, 年径流量约 88 亿 m³。径流有明显的季节性差异, 多集中在 7、8、9 三个月, 8 月份最高, 1 月份最低, 有时甚至无径流。辽河年输泥沙量约 5 500 万吨, 六股河、复州河年输泥沙量约 20 万吨以上, 大、小凌河亦向海湾输入大量泥沙。辽东湾地质上属燕辽沉降带, 湾西侧属燕山山地, 地层主要为花岗岩类; 而湾东侧属千山山地, 地层组成以石英岩、板岩为主。

2 海岸侵蚀病害模式

通过现场调查、照片解译和分析研究,归纳总结了辽东湾海岸侵蚀灾害存在的几种典型侵蚀模式及其海岸演化过程,具体如下。

2.1 冲磨蚀型

冲磨蚀型是指在潮水、海浪冲刷及其他外部营力的作用下,海岸坡岩土体逐渐被冲刷、磨蚀以及搬运,从而使海岸缓慢后退的一种侵蚀现象。它是稳定性相对较好的海岸中存在的一种侵蚀方式。这种侵蚀模式一般发生在地形较缓的海岸坡上,侵蚀过程通常具有缓慢性及持久性,侵蚀规模一般较小。冲磨蚀型海岸的侵蚀模式如图 1 所示。

大连市金州区龙王庙岸段属于冲磨蚀型海岸,海岸演变主要受侵蚀作用的影响。该岸段侵蚀长度约 1 500 余 m,滩面较窄,潮侵频率大,波浪作用和潮流搬运强烈,造成滩面下蚀,海岸线后退,基底流失。近年来,由于护岸堤的建设,海岸侵蚀现象逐渐稳定下来,但龙王庙岸段尚未达到平衡,海岸将继续以冲磨蚀型侵蚀后退为主,如图 2 所示。

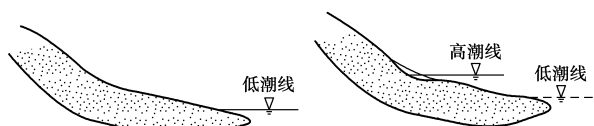


图 1 冲磨蚀型侵蚀模式示意图

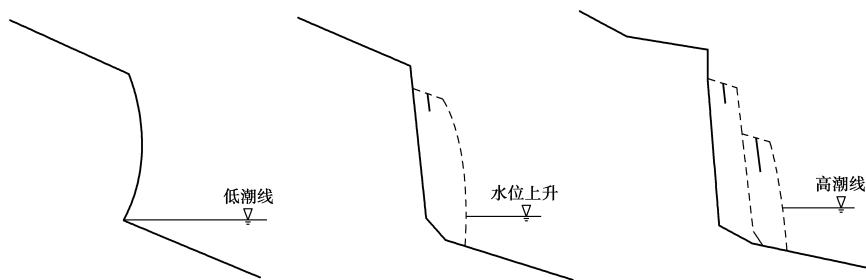


图 3 浪坎坍塌型侵蚀模式示意图

营口市腾房身沙质海岸段是遭受此种模式侵蚀最为严重的区域之一。调查结果显示,该地区 1.5 km 的沙质岸段受蚀后退,海岸侵蚀后退距离达 4.8 m,年平均侵蚀宽度为 0.9 m,侵蚀陡坎平均高度 4.5 m,最高可达 9.8 m。海岸在海水冲刷、侧蚀作用下,常发生条带状或窝状的坐落或倾倒,坍塌后的岩土体脱离了坡体,坍塌体的垂直运动位移通常大于水平运动位移。这种模式的海岸侵蚀危害较大,导致沿海公路破坏,农田、防护林和贴岸建筑等受到严重威胁,如图 4。

2.3 块状崩落型

块状崩落型是指在陡坡型岩质海岸中,通常发育有大小不一、产状各异的节理裂隙。这些结构面在海水、波浪长期冲刷或其它外部营力的作用下,逐渐被侵蚀软化,导致海岸沿着不利结构面发生块状崩落的现象。这种类型的侵蚀一般发生在岩质海岸的强风化或强裂隙带内,大小规模不等,



图 2 冲磨蚀型侵蚀实例

2.2 浪坎坍塌型

浪坎坍塌型主要是指海岸在潮水冲刷、浪蚀等作用下,由于海水的冲刷强度高于海岸岩土体的抗冲刷能力,导致冲刷线附近的岩土体发生局部下错或坍塌,并且随着海水的周期性涨落,冲刷水位线也会随之上下波动,从而使垂直方向上的岩土体又会发生类似破坏,最终表现为阶梯状陡坎,且破坏高度与波浪爬高有明显的对应关系,它的显著特点是垂直位移大于水平位移。这种类型的海岸侵蚀后退速度快、分布范围广、涉及岸线长,一般发生在地形较陡的海岸内。同时,这种海岸侵蚀模式具有突发性,特别容易发生在海平面急剧变化期,是辽东湾沙质海岸一种最常见的侵蚀方式。浪坎坍塌型海岸的侵蚀模式如图 3 所示。

且具有突发性。块状崩落型侵蚀的演进模式见图 5。



图 4 浪坎坍塌型侵蚀实例

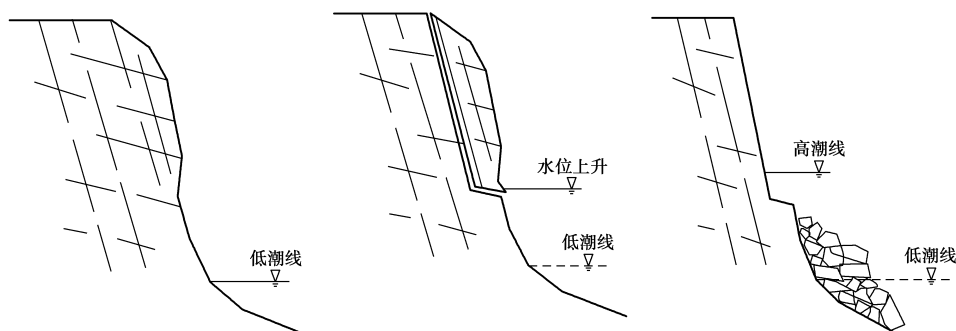


图 5 块状崩落型侵蚀模式示意图

旅顺大艾子口海岸段侵蚀长度约 1 500 m,平均侵蚀宽度 3.0 m,最大侵蚀宽度 8.0 m,侵蚀总面积约 4 600 m²。该岸段以基岩海岸为主,由于风浪和潮汐作用强烈,岩体风化严重,发育有大量的节理裂隙,岩性软弱破碎,常出现规模大小不等的崩塌,崩塌体多以块状、角砾状为主,具有显著的崩落侵蚀特征,其侵蚀状况如图 6。



图 6 块状崩落型侵蚀实例

2.4 岩溶凹陷型

岩溶凹陷型是指由于海岸下伏空洞或溶洞,使得岩体在自重及水压力的作用下,发生局部凹陷的一种侵蚀模式。由于易崩解的海岸底部软岩或可溶岩在海水长期作用下,基底不断被侵蚀或淘蚀,导致下部岩层形成凹槽或凹洞,其内凹的深度可达数米。上部硬岩外凸,成为悬壁梁,而坚硬的岩体通常发育有近直立的裂隙,易发生拉裂破坏,从而导致局部塌陷的现象。这种侵蚀现象在软质基岩海岸是十分常见的,容易出现渐进式的侵蚀破坏,其演进过程见示意图 7。

大连开发区金石滩海岸线全长约 15 km,侵蚀岸段 5.6 km,侵蚀总面积约 0.05 km²,以基岩海岸为主,主要发育石灰岩等可溶性岩类,岩溶凹陷型侵蚀模式较为显著。滨海岸边的石灰岩长期受海浪冲刷掏蚀,形成海蚀崖等海蚀地貌,而海岸底部的溶隙、溶孔除了受潮水的强烈冲刷外,还要承受巨大的潮汐压力,使岩溶裂隙逐渐加长、加宽,形成下伏溶槽或溶洞,导致上部岩体悬空,悬空岩体在自重及水压力的作用下容易产生岩溶塌陷,其侵蚀状况如图 8。

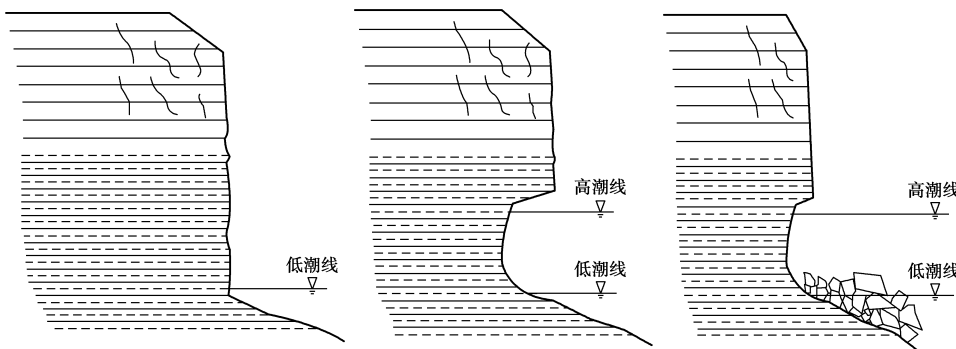


图 7 岩溶凹陷型侵蚀模式示意图

2.5 界面滑移型

界面滑移型是指在海水作用、风暴潮及其他因素的影响下,海岸岩土体沿着软弱结构面或滑动面朝海向发生整体滑移的海岸侵蚀形式。这种侵蚀模式一般需具备以下几个条件:有明显的基-覆界面,可形成滑动面;由于海水的作用,基-覆界面较易发生软化;前缘临空或海岸前缘被掏蚀。界面滑移型演进过程见示意图 9。

大连城山头海岸段侵蚀长度约为 2.0 km,平均侵蚀宽度 2.0 m,最大侵蚀宽度 5.0 m,侵蚀总面积约 4 000 m²。海岸地貌以海蚀崖、岩滩、砾石滩为主,局部小海湾内有粉砂淤泥质滩发育,并伴有潮流冲刷槽、侵蚀洼地等微地貌。在波浪等外营力作用下,岸边堆积体常沿着基-覆界面发生整体性滑移,海岸滑坡时有发生,界面滑移型海岸侵蚀较为强烈,如图 10 所示。



图 8 岩溶凹陷型侵蚀实例

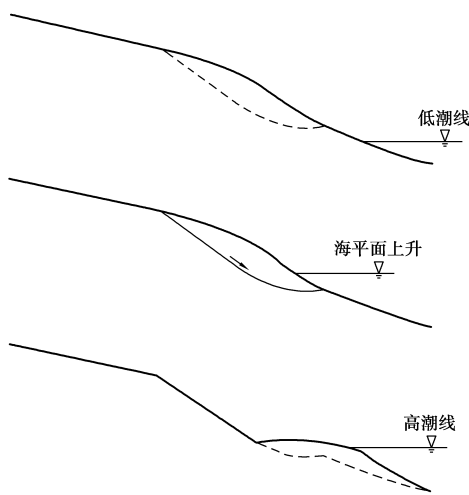


图 9 界面滑移型侵蚀模式示意图



图 10 界面滑移型侵蚀实例

3 海岸侵蚀等级分布

通过对辽东湾海岸侵蚀灾害的实地调查发现,营口市岸段侵蚀范围与强度稍有减缓,但仍属于侵蚀严重地区;大连市部分岸段趋于稳定,其他岸段海岸侵蚀范围和强度仍在不断增大;鲅鱼圈岸段侵蚀程度较为严重,早年相对稳定的滩肩陡坎,因海水冲刷的不断加剧,连年大幅度蚀退。侵蚀严重岸段除受地质岩性相对脆弱、海平面上升和频繁风暴潮等自然因素影响外,人工采砂对海底自然平衡的破坏,海岸工程修建对环境动力条件的改变,以及上游泥沙拦截使得入海

泥沙量减少等也是导致海岸侵蚀速率增加的主要原因。

依据海洋灾害调查技术规程^[8]以及海岸蚀淤程度,可将辽东湾海岸侵蚀情况划分为严重侵蚀、强侵蚀、侵蚀、微侵蚀、稳定 5 种侵蚀等级。据现场调查结果,绥中县小庄子镇至新立屯和营口腾房身为严重侵蚀岸段,长度约 15.8 km,约占辽东湾调查海岸总长度的 2.3%;葫芦岛六股河口至刘台子和营口白沙湾为强侵蚀岸段,长度约 13.4 km,占 2.0%;盖州团山、田崴子、鲅鱼圈月亮湖、大连营城子等岸段为侵蚀岸段,长度约 43.5 km,占 6.4%;大连城山头、金石滩、柏岚子、星海公园、兴城老滩等岸段为微侵蚀岸段,长度约为 35.2 km,占 5.2%;熊岳河至仙人岛、浮渡河至大咀子、将军石至仙峪湾、皮口至唐家咀、小平岛至龙王塘、碧流河至花园口等岸段为稳定岸段,长度约 574.1 km,占 84.1%。其中,调查岸段的沙质海岸侵蚀模式以浪坎坍塌型为主,基岩海岸侵蚀模式主要为块状崩落型及岩溶凹陷型,粉砂淤泥质海岸侵蚀模式以冲磨蚀型为主,详见表 1。

表 1 辽东湾海岸侵蚀等级及模式

编号	侵蚀等级	岸段位置	海岸类型	所在行政区	主要模式
1	严重侵蚀	小庄子镇至新立屯	沙质海岸	绥中	浪坎坍塌型
2	严重侵蚀	腾房身	沙质海岸	盖州	浪坎坍塌型
3	强侵蚀	六股河口至刘台子	沙质海岸	葫芦岛	浪坎坍塌型
4	强侵蚀	白沙湾	沙质海岸	营口	浪坎坍塌型
5	侵蚀	团山	沙质海岸	盖州	冲磨蚀型
6	侵蚀	田崴子	沙质海岸	盖州	浪坎坍塌型
7	侵蚀	月亮湖	沙质海岸	鲅鱼圈	浪坎坍塌型
8	侵蚀	营城子	沙质海岸	大连市	冲磨蚀型
9	微侵蚀	城山头	基岩海岸	大连市	界面滑移型
10	微侵蚀	金石滩	基岩海岸	大连市	岩溶凹陷型
11	微侵蚀	柏岚子	粉砂淤泥海岸	旅顺	冲磨蚀型
12	微侵蚀	星海公园	基岩海岸	大连市	块状崩落型
13	微侵蚀	老滩	沙质海岸	兴城	冲磨蚀型
14	稳定	熊岳河至仙人岛	沙质海岸	营口	
15	稳定	浮渡河至大咀子	沙质海岸	瓦房店	
16	稳定	将军石至仙峪湾	沙质海岸	瓦房店	
17	稳定	皮口至唐家咀	沙质海岸	普兰店	
18	稳定	小平岛至龙王塘	粉砂淤泥海岸	大连市	
19	稳定	碧流河至花园口	粉砂淤泥海岸	庄河	

4 结论

1) 辽东湾海岸侵蚀按病害模式来分,可分为冲磨蚀型、浪坎坍塌型、块状崩落型、岩溶凹陷型、界面滑移型 5 种类型;按蚀淤程度划分,可分为严重侵蚀、强侵蚀、侵蚀、微侵蚀、稳定 5 种等级。其中,严重侵蚀岸段约占调查海岸总长度的 2.3%,强侵蚀岸段约占 2.0%,侵蚀岸段约占 6.4%,微侵蚀岸段约占 5.2%,稳定岸段约占 84.1%。

(下转第 98 页)