

我国典型海岛主要地质灾害类型及防治措施

李萍^{1,2}, 刘杰^{1,2}, 徐元芹^{1,2}, 高伟^{1,2}

(1. 海洋沉积与环境地质国家海洋局重点实验室, 国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266061;
2. 青岛海洋科学与技术国家实验室海洋地质过程与环境功能实验室 青岛 266061)

摘要: 文章通过对 82 个海岛地质灾害普查资料分析, 总结了我国典型海岛的主要地质灾害类型和分布特征。我国海岛主要存在滑坡、海岸侵蚀、海水入侵、湿地退化、水土流失、沙滩泥化等多种地质灾害类型, 其中以滑坡、海岸侵蚀、海水入侵和滨海湿地退化最为典型, 分布较广。针对海岛主要地质灾害提出了滑坡崩塌、海岸侵蚀、海水入侵、滨海湿地退化等具体的防治措施, 这样有利于海岛资源和环境的保护, 也可为海岛防灾减灾提供理论支持。

关键词: 海岛; 地质灾害; 海岸侵蚀; 海水入侵; 生态环境; 防治措施

中图分类号: P736 文献标志码: A 文章编号: 1005-9857(2018)05-0060-05

Main Geological Disasters in Typical Islands and Preventive Measures in China

LI Ping^{1,2}, LIU Jie^{1,2}, XU Yuanqin^{1,2}, GAO Wei^{1,2}

(1. Key Laboratory of Marine Sedimentology and Environmental Geology, First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China; 2. Laboratory for Marine Geology, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: Based on the survey data of 82 islands, the main geological disaster types and distribution characteristics of typical islands in China were summarized. There are many types of geological disasters in islands, such as landslides, coastal erosion, saltwater intrusion and coastal wetland degradation, beach surface erosion, beach mudding, et al. Landslides, coastal erosion, saltwater intrusion and coastal wetland degradation are very typical and widely distributed. According to the main geological disasters of island, some specific measures were put forward, such as preventing landslides and collapses, coastal erosion, saltwater intrusion and coastal wetland degradation, which would be beneficial to the protection of the island resources and environment, and provide theoretical support for the disaster prevention and reduction of island.

Key words: Islands, Geological disasters, Coastal erosion, Saltwater intrusion, Ecological environment, Preventive measures

收稿日期: 2017-09-20; 修订日期: 2018-04-08
基金项目: 海洋公益性行业科研专项(201005010); 国家自然科学基金委员会—山东省人民政府海洋科学研究中心联合资助项目(U1606401).
作者简介: 李萍, 研究员, 博士, 研究方向为海洋地质灾害

近20余年来,我国沿海经济快速发展,海岸带和海岛开发活动异常迅猛,海岛生态环境受到严重威胁,发生地质灾害的几率在提高,例如沙滩退化、崩塌和滑坡等地质灾害,既破坏原来的生态环境和地貌景观,也给海岛人民的生命财产造成损失,并影响海岛保护和海岛经济的持续发展。本研究依托海洋行业公益专项“我国典型海岛地质灾害监测及预警示范研究”课题的调查资料,总结了我国海岛典型地质灾害类型与分布特征,提出因地制宜采取可行的具体防治措施,既有利于海岛资源和环境的保护,也可以为海岛防灾减灾提供理论支持。

1 海岛地质灾害类型

海岛地质灾害系指对海岛人民生命财产造成的直接损失,或对海岛生态环境和地貌景观造成的严重破坏,并影响海岛经济社会发展和间接造成损失的分布于岛陆、岛岸、环岛近岸海域的地质现象和地质作用^[1]。目前还没有针对海岛地质灾害进行的分类,通常把海岛地质灾害纳入海洋地质灾害分类体系中。海洋地质灾害研究历史不太长,迄今为止尚未形成一个公认的统一分类方案。比较典型的分类方案有按成因分类,按灾害发生部位结合危害程度划分,有按赋存部位及危害对象、对海洋工程影响程度以及成因和发展趋势相结合划分,这些分类各有所长^[2-5]。

海岛因其四面环海,既有岛陆又有岛岸和近岸海域。相应的海岛地质灾害,既包含了陆地上的地质灾害,也包含了海岸带和海底地质灾害。本研究参考已有海洋地质灾害分类,结合海岛自身的特点,按照地质灾害分布位置,把海岛地质灾害分为岛陆地质灾害、岛岸地质灾害和近岸海底地质灾害类型。整体看,岛岸地质灾害类型最多,主要有滑坡、海岸侵蚀、海水入侵、湿地退化、滩面冲蚀、风沙灾害、港湾淤积、沙滩泥化,岛岸也是受灾害影响最严重区域。岛陆地质灾害主要有滑坡、地面沉降、地面塌陷、断层、地裂缝和水土流失。近岸海底地质灾害主要有海底滑坡、浅层气、沙土液化、软土地基、海底陡坡陡坎、潮流沙脊、活动沙波、珊瑚礁退化和地震。

2 典型海岛主要地质灾害类型与分布

依托海洋行业公益专项“我国典型海岛地质灾害监测及预警示范研究”课题,选取了82个海岛开展了岛陆和岛岸地质灾害普查工作,15个典型海岛开展了海底地质灾害调查和主要地质灾害的监测工作。调查发现,我国海岛岛陆、岛岸主要存在滑坡、海岸侵蚀、海水入侵、湿地退化、沙滩泥化、地面沉降、断层、风沙灾害、港湾淤积、滩面冲蚀等地质灾害^[6]。典型海岛附近海底还存在海底滑坡、海底陡坡陡坎、海底侵蚀、潮流沙脊、活动沙波、浅层气、海底淤积和珊瑚礁退化7个种类。

本次调查的82个海岛,按照海岛物质组成,基岩岛有73个,泥沙岛有8个,珊瑚岛有1个。岛陆岛岸地质灾害中滑坡、海岸侵蚀、海水入侵、湿地退化4种灾害分布最广,占调查海岛灾害点数的95.1%,其他灾害类型零星出现^[6]。滑坡是基岩岛常见的灾害类型,主要分布在岛岸和岛陆,出现于80.5%的调查岛屿上灾害点达381个,占全部地质灾害的66.3%。其次是海岸侵蚀,在基岩岛和泥沙岛岛岸都有分布,出现于42.7%的调查岛屿上,占全部地质灾害的24.0%。再次为海水入侵(含咸潮入侵),在基岩岛和泥沙岛岛岸都有分布,出现于19.5%的调查岛屿上,占全部地质灾害的2.8%。滨海湿地退化在基岩岛和泥沙岛岛岸都有分布,出现于9.8%的调查岛屿,占全部地质灾害的2.1%。其他地质灾害类型分布的海岛数量和灾害点数较少。

根据调查的15个海岛周边海底地质灾害分布情况看,潮流沙脊、活动沙波在15个海岛海底均有分布,冲刷槽出现在6个海岛近海海底,海底滑坡出现在4个海岛海底,浅层气和陡坡陡坎分别出现在3个海岛的海底,海底淤积和珊瑚礁退化分别出现在1个海岛的海底区域。由15个海岛周边海底地质灾害类型分布的情况可见,由水动力侵蚀形成的海底地质灾害类型最为发育,这主要是与海岛所处海洋环境有关。海岛孤悬海外,最先承受海浪和潮流的冲击,而岛体在海水中具有自然的束流作用,造成海岛周边特别是在群岛的狭窄水道中,潮流流速大,波浪作用强,水动力条件尤其强烈,从而导致

水动力成因的海底侵蚀地质灾害最为发育。

3 海岛主要地质灾害防治措施

根据海岛地质灾害普查结果,笔者针对滑坡崩塌、海岸侵蚀、海水入侵和滨海湿地退化 4 种发育较多分布较广的地质灾害,提出了相应的防治措施。

3.1 滑坡崩塌防治措施

海岛滑坡总体规模都相对较小,但滑坡体的物质组成和滑坡类型较为多样,既有土质滑移形成的,也有岩石崩塌造成的;既有自然侵蚀风化造成的,也有人工削坡或强降雨引发的。这些滑坡或威胁环岛公路,或威胁其周边的人工建筑物,或破坏自然景观,造成水土流失等次生灾害。

(1)工程治理,减小灾害发生隐患。滑坡、崩塌灾害的工程治理措施主要包括:刷方减载,减小滑坡滑动力;削坡处理,减小坡度,剥除表层风化体;清除危石,在发生崩塌之前将近乎脱离基岩的危石和孤石清除,需要周期性清除;回填压脚,在滑坡体坡脚处提供足够的自重力,增加滑坡抗滑力,提高稳定性;岩体锚固,当边坡具有下倾的不利结构面,或具备大裂隙时,可用锚索或锚杆加固,同时起到护坡和抗滑的作用;注浆加固,将水泥砂浆或化学浆注入滑动带附近的岩土中,提高岩土抗剪强度^[7]。

(2)积极防御,保障生命财产安全。对于滑坡、崩塌灾害要防治结合,对于灾害环境复杂、变形较大等治理难度很大的滑坡崩塌灾害体,要积极地采取防御措施,避让、远离灾害体,并可修建一些防御工程,具体包括:修建落石槽,用一定宽度和深度的沟槽来承接落石,避免落石直接降落到需要保护的区域;修建挡土墙、挡石墙、拦石网等支挡建筑物,保护下部区域;当灾害体下方有交通线路或其他建筑物时,可建造棚洞等遮拦结构进行防护。

(3)间接防治,缓解滑坡崩塌灾害。滑坡、崩塌灾害的治理需要标本兼治,将工程措施与生态措施等其他措施相结合,注重自然生态环境的保护,缓解滑坡崩塌灾害。滑坡、崩塌灾害的发生与坡面植被的破坏有一定关系。植被具有护坡和防止水土流失的功能,植物深根具有锚固作用,浅根具有加筋作用,所以在采用工程措施治理滑坡崩塌的同时,应注意植被保护,充分发挥植被护坡的作用。

(4)加强滑坡崩塌灾害监测与预警。滑坡、崩塌等重力作用引发的地质灾害成因复杂,具有潜在性和突发性,应对地质灾害体进行长期监测,包括应力、应变、位移、倾斜等的监测,掌握地质体演变过程及地质灾害防治效果,积极预防灾害的进一步发生^[8]。对有监测基础并可能在极端气候条件下发生滑坡和崩塌的已有灾害点,应开展预警业务化工作。

3.2 海岸侵蚀防治措施

海岸侵蚀在普查的 82 个海岛中,出现在 35 个海岛共 138 处灾害点。是排名第二的灾害类型。海岸侵蚀在基岩岛、冲积岛和火山岛都有发生。风暴潮产生的高潮位和强力风浪是海岛海岸侵蚀的首要作用力,入海泥沙减少是冲积岛海岸侵蚀的主要原因,海平面上升加剧了海岸侵蚀,人类活动如在海岛兴建码头、跨海大桥(坝)、围填海、滨海挖沙等改变海岛周边水动力环流场,使得不合理的海岸建筑物对海岸产生巨大的破坏作用,从而易引发海岸侵蚀。

(1)建设结构性防护工程,消减海洋动力,保护海岛海岸。波浪、潮流、风暴潮等是造成海岸侵蚀的主要海洋动力,为了防止海岛岸线后退、消减海洋动力,建设各类海岸防护工程是最常见的海岸防护手段^[9]。依据不同岸段的环境特征,建造护岸、丁坝、防波堤、人工岬角等海岸侵蚀防护工程,以使造成海岸侵蚀的动力因素在达到岸外海区之前就可以消减,这些护岸工程可以单独建造,也可以进行多种形式的相互组合,达到更好的防护效果。

(2)人工养滩防护海岸侵蚀,包括海滩填沙养护、生物防护等。目前,人工补沙养滩作为一个有效的防护砂质海岸侵蚀的措施,越来越多地被用来保护现有的海滩或恢复被侵蚀破坏的海滩^[10]。与其他防护工程相比,这种方法更加自然,对生态环境影响很小,可以长效地防治海岸侵蚀。由于人工补充的海滩砂仍将受到海浪的冲刷,所以应定期给海滩补沙,保持输沙平衡。随着护岸理念的不断转变,生物护滩逐渐兴起,其主要是通过岸滩上或水下种植某些植物,达到促淤造滩的目的。这种措施一般适用于侵蚀强度不大的海岛海岸,或与其他

防护工程配合使用,依据当地的环境特点,选择种植红树林、海草等生物。

(3)合理规划有序开采,尽量减少近岸采砂。近岸采砂会导致海岸严重侵蚀,尤其是在滩面和近滨部位采砂,危害最为严重。所以人们在海岛开发建设中要合理、有序地开采海砂资源,杜绝不合理的开发利用,禁止在对海岸演化起关键作用的海域开采,尽量减少近岸采砂。

(4)减少不合理的海岛海岸工程建设。不合理的海岸工程建设造成的负面环境效应也是引发海岛海岸侵蚀的重要人为因素,如河流建闸会导致入海泥沙量减少,沿海围垦、码头建设等会改变局部海岸动力环境等。同时有些设计不合理的长突堤、长丁坝等护岸工程,从长期来看会造成岸段下游由于缺乏泥沙来源而侵蚀后退。

3.3 海水入侵防治措施

海水入侵在普查的82个海岛中,有15个海岛出现,是排在第三位的地质灾害。海岛的主要淡水补给源依靠大气降雨,受自然环境影响,海岛降雨普遍比周边陆地少,并且基岩岛和冲积岛储存降雨的能力普遍较弱。这就造成海岛水文地质条件非常脆弱,若人类对淡水的年开采量超过年降雨量,就容易造成海水入侵。受径流、潮汐以及河口地形影响,咸潮入侵易发生在河口区海岛。

(1)加强地下水资源管理,限制地下淡水开采量。加强地下水资源管理、限制和减少海岛地区地下淡水开采量是防治海水入侵的一种有效的方法^[11]。海岛地区淡水资源非常宝贵,必须做到合理开采,保持地下水水位,对于海水入侵严重的海岛地区,应限制地下淡水开采量,严禁乱打井、打深井,涵养地下水水源,从根本上控制和缓解海水入侵灾害。另外,在海岛区可以将传统垂直抽水井改变为水平集水方式,如水平集水廊道或辐射井等井型,这样可以有效减小由抽水引起的地下水盐度快速上升,从而一定程度上减缓海水入侵。

(2)修建各种阻碍海水入侵的屏障,有效抵御海水入侵。通过建立各种工程屏障或水力屏障来阻隔海水,可以有效抵御海水入侵,这种方法属于一种防御性措施,主要包括建立水力帷幕、防潮堤

坝、地下水坝、地下水库等。水力帷幕是在咸淡水界面之间形成水力屏障,阻碍海水入侵。水力帷幕可分为注水帷幕、抽水帷幕以及两者相结合的抽注水帷幕。在易受海水侵入的海岛海岸带修建防潮堤可以防御风暴潮,改善由风暴潮造成的海水入侵问题。同时还可在防潮堤坝内侧建立淡水水库,提高淡水水位,逼迫已入侵的海水倒退,是一项防治海水入侵的有效措施。

(3)人工补给地下水,恢复抬升地下淡水水位。人工补给地下淡水,可以提高海岛滨海地区地下淡水的水位和流速,从而改善海水入侵状况,是一种防治海水入侵的补源恢复性措施,主要有地下水回灌、拦蓄补源等方法。同时,在淡水资源严重缺乏的海岛地区,可以实施引调客水工程,通过修建调水工程引调岛外淡水资源,一方面解决供水不足问题;另一方面可以对海水入侵地区进行回灌补源,减少地下水开采量。

(4)生态修复,改善海水入侵地区的生态环境。海水入侵的生态修复措施主要包括:恢复原有湿地、滩涂,建设人工湿地等生态型海水入侵防治工程,使地表淡水有效渗入地下,起到蓄积淡水、淡化地下水水质、提高地下水水位的作用;海滩养护,维护陆地和海洋之间的连接系统,同时恢复海岸植被缓冲带,蓄养水源;发展生态农业和养殖业,进行适应性耐盐作物培育,利用地下微咸水浇灌耐盐作物,在潮间带可进行抽咸养殖,降低地下咸水水位,防治海水入侵。

3.4 滨海湿地退化防治措施

湿地退化在普查的82个海岛中,出现在5个海岛上,在基岩岛和冲积岛都有发生,其成因主要是由于湿地开垦和改造、滥采滥捕、污染加剧、外来物种入侵等人为因素造成的,其次是海平面上升及其引发的灾害造成的。

(1)以保护为主适度开发,减少对湿地面积的不合理占用。湿地的退化是随着人们对湿地的不合理的开发利用而出现的,对滩涂的开发利用和大面积的围填海工程大大缩减了湿地的面积,造成湿地丧失和湿地景观破碎化。因此,在对海岛的开发与利用中,要处理好滨海湿地的开发与保护的关

系,本着保护为主、适度开发的原则,合理规划建设港口、道路,减少养殖、围垦等对滨海湿地的占用,对于滨海湿地退化严重的区域,可考虑拆除对湿地的不合理占用,恢复原有湿地面积。

(2)加强淡水资源管理,满足湿地生态环境需水量。在整个湿地生态系统中,水资源作为重要因素决定湿地生态结构及功能,导致滨海湿地退化的一个重要原因是淡水资源不足。海岛地区淡水资源有限,随着对淡水资源开发力度的不断加强,滩涂湿地的萎缩退化不断加剧。因此,海岛地区应加强淡水资源管理,合理规划淡水资源的开发利用,满足湿地生态环境需水量,同时限制和减少海岛地区地下淡水开采,控制海水入侵,因为海水入侵也是造成滨海湿地退化的一个重要因素。

(3)减轻湿地污染,恢复水质和底质环境。湿地水质和底质污染也会引起湿地植被退化和湿地景观变化。随着工业化和城镇化的加快,滨海地区的工业废水、养殖废水、生活废水被大量排入海中,造成滨海湿地水质和底质污染,逐渐引发湿地植被、景观及生态功能的退化。所以在海岛开发利用中,要注重环境保护,减少入海污染物的排放量,保持滨海地区水体质量,逐渐恢复被污染的湿地的水体和底质质量。

(4)恢复湿地的生态系统,提升湿地生物多样性水平。滨海湿地的生物资源包括陆生生物和水生生物,大量的鱼类、鸟类、底栖动物和浮游生物生活在滨海湿地中,这些生物对维持滨海湿地的生态功能起着非常重要的作用。滨海湿地的生物恢复,主要是人工选育、培植、引入相关生物物种,优化群落结构,控制与恢复群落演替。近年来,随着经济的发展,近海鱼类捕捞强度不断增大,生物多样性受到威胁,渔业资源衰退。因此,在滨海湿地还可以通过控制捕捞、增殖放流等措施来恢复滨海湿地的渔业资源。

4 结语

我国海岛主要存在滑坡、海岸侵蚀、海水入侵、

湿地退化、滩面冲蚀、地面沉降、风成沙丘、断层、泥石流、港湾淤积、沙滩泥化等多种地质灾害类型,其中以滑坡、海岸侵蚀、海水入侵和滨海湿地退化最为典型。海岛地质灾害主要是自然因素与人为因素共同作用的结果,且人为因素所占比重越来越大。由于旅游开发、港口建设、过度开采地下水和人工养殖等人为活动的增加,海岛崩塌、滑坡等地质灾害的现象呈上升趋势,岛岸侵蚀愈发严重,海水入侵不断加剧,湿地面积不断减小。加强海岛主要地质灾害类型的监测和形成机理研究,提高防灾减灾安全意识,针对不同的地质灾害种类采取切实可行的防治措施,将会更好地保护海岛的生态环境,使其能够可持续发展。

参考文献

- [1] 杜军,李培英.海岛地质灾害风险评价指标体系初建[J].海洋开发与管理,2010,27(11):80—82.
- [2] 李绍全.海岸带地质灾害的属性及分类[J].海洋地质动态,1996(6):1—3.
- [3] 冯志强,冯文科,薛万俊,等.南海北部地质灾害及海底工程地质条件评价[M].南京:河海大学出版社,1996:25—32.
- [4] 李培英,李萍,刘乐军,等.我国海洋灾害地质评价的基本概念、方法及进展[J].海洋学报,2003,25(1):122—134.
- [5] 李培英,杜军,刘乐军,等.中国海岸带灾害地质特征及评价[M].北京:海洋出版社,2007:53—443.
- [6] 徐元芹,刘乐军,李培英,等.我国典型海岛地质灾害类型特征及成因分析[J].海洋学报,2015,37(9):71—83.
- [7] 罗丽娟,赵法锁.滑坡防治工程措施研究现状与应用综述[J].自然灾害学报,2009,18(4):158—164.
- [8] 唐亚明,张茂省,薛强,等.滑坡监测预警国内外研究现状及评述[J].地质论评,2012(3):533—541.
- [9] 刘孟兰,郑西来,韩联民,等.南海区重点岸段海岸侵蚀现状成因分析与防治对策[J].海洋通报,2007,26(4):80—84.
- [10] 杨燕雄,张甲波.治理海岸侵蚀的人工岬湾养滩综合法[J].海洋通报,2009,28(3):92—98.
- [11] 黄磊,郭占荣.中国沿海地区海水入侵机理及防治措施研究[J].中国地质灾害与防治学报,2008,19(2):118—123.