文章编号:1009-2772(2004)04-0001-04

广东大亚湾海域潜在的地质灾害类型及其分布规律

张锦炜,刘广虎,王功祥,马胜中
(国土资源部广州海洋地质调查局,广州 510760)

摘 要:根据大量地质—地球物理实测资料,分析了大亚湾海底潜在地质灾害因素,特别是基底断层、沙波、浅埋基岩、陡坎、异常堆积区等与海洋工程关系密切的地质灾害的类型、分布特征、形成机制及危害性,为海洋开发与海底工程设计提供科学依据。

关键词:海底;地质灾害;大亚湾海域
中图分类号:X4 **文献标识码**:A

21 世纪是"海洋开发的时代",人类对海洋开发日趋频繁,海洋已经成为人类可持续发展的新的最重要的基地。海洋灾害地质学是随着近海油气资源的开发、海底矿产资源的勘探开发和各种海洋工程的迅速发展而发展起来的一门边缘学科。以其理论与实践紧密结合,获得了广泛的应用,成为海洋开发工程中减灾防灾的有力手段。

我国海洋地质灾害的研究和防治始于 20 世纪 70 年代初。30 年来,取得了一系列成果,特别是原地质矿产部广州海洋地质调查局在联合国开发计划署(UNDP)的援助下高质量地完成了 1∶20 万南海珠江口盆地 6.9×10^4 km^2 的海洋工程地质调查项目就是一个很有代表性的实例。

广东大亚湾是我国海岸带上新崛起的一颗明珠,已成为国际财团瞩目的投资热土,这里不但是华南最重要的核电基地和油港,也将要建成为我国南方最大的石油化工城。为此广州海洋地质调查局近几年来在大亚湾进行了 1∶10 万比例尺的海洋地质环境综合评价项目,我们根据项目所实测的地质—地球物理资料,并结合以前在本区所作的大量地质—地球物理实测资料,对大亚湾海底主要的地质灾害进行了研究。

收稿日期:2004-02-18

作者简介:张锦炜(1977—),男,工程师,从事海洋地质研究工作.

1 海底地质灾害分类原则

关于海底地质灾害分类方法很多(李凡,1991;刘守全 等,1997),按其空间分布可分为:一是存在于海底表面的,诸如各种活动的水下沙丘、沙坡、潮流沙脊群、强烈的海底侵蚀与堆积、大面积的滑动和崩塌、各种沟谷地貌等;二是存在于海底以下浅地层中的,诸如古河道、古湖泊、浅断层及活动性断层、浅层气、泥丘、力学性质极不均衡的地质体等等。按其产生灾害的程度可分为危险性因素和限制性因素两种,前者是指直接对工程产生危害的因素,在其影响的范围内一般不能进行工程建设,如高压浅层气、"鸡蛋壳"地层等,后者是指对海洋工程产生一定限制的因素,不会产生直接危害,在施工中采取相应措施就可避免的,如古河道、不平坦的海底等,如果按触发机理又可分为水动型、地动型和人工触发型等 3 类;按存在状态还可分为静态的与动态的两种,所有这些,不管其分类如何,都会对海洋工程和人身安全构成威胁。由于海洋地质灾害学只是近 30 年才兴起的学科,对地质灾害类型的划分尚无大家公认的统一方法,本文采用冯志强等(1994)的划分方案。潜在地质灾害主要是指对于人类生活及海洋工程建设具有潜在危险或重要影响的不利地质条

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

件。基于这一观点,将潜在地质灾害类型分为两大类:一类为活动性地质灾害,这类地质灾害在内外营力的诱发和作用下,自身具有活动和破坏能力,对海上工程设施及自然环境可造成直接的破坏,如浅层气、活动断层、活动沙波、天然地震、风暴潮以及滑坡等;另一类潜在地质灾害类型是自身并不具有活动能力,但它的存在会对某些海洋工程建设起制约作用,一些工程建设应当避让的地质体或地质现象,若忽视它的存在,会给工程带来隐患甚至破坏,这一类潜在地质灾害类型称之为限制性地质条件,如古河道、古潜山、水下陡坎和浅埋基岩等。

在大亚湾海域发现属于活动性地质灾害类型的有沙波、断层和海岸侵蚀,属于限制性地质条件的有浅埋基岩、基底断层、陡坎和埋藏脊等。

2 活动性地质灾害类型

(1) 海岸侵蚀

依据遥感图像的解释成果及实地踏勘证实,大亚湾北部湾顶的白寿湾—霞涌圩及石桥港等地、东西两岸及中央列岛的基岩海岸均发育侵蚀海岸。由于潮汐、海浪和海流对海岸的长期侵蚀作用,对于沙泥质海岸,可使海岸线向陆地方向推移,若是基岩海岸则往往会形成海蚀洞穴、海蚀阶地等海蚀地貌。

对于侵蚀海岸,在进行近岸工程建筑设计时应引起足够的重视,应根据海岸侵蚀的动力学规律和海平面变化历史及今后发展趋势进行详细调查和有效的防护,尤其要考虑在大风浪期间海浪和潮流共同作用的强度。大亚湾北部湾顶填海区的海堤由于长期的风浪流的作用,现已出现多处崩塌,这就是海岸侵蚀对工程建筑造成危害的有力证明。

“温室效应”使全球海面呈上升趋势,到 2030 年广东海平面将上升 30 cm(据黄镇国等),已成为当今世界十分关注的环境恶化和未来 30 年内产生严重威胁的灾害。海平面上升意味着海岸线将向陆地方向推移,这也将会加剧海岸的侵蚀强度;因此,在进行近岸工程设计时,也应对由于海平面上升而引起的对工程建筑不利的影响进行详细的调查研究。

(2) 沙波

沙波是海浪作用下海底沙堆积而成的丘状堆积体。关于陆架上沙波的成因,目前较为流行的有潮流、风暴流、沿岸流和残留沉积说,普遍为人们所接受的则是潮流说,沙波区现存的区域位置、分布特征和形状结构是全新世海平面上升以来变化了的水动力条件下的产物,沙波的现状和迁移规律主要与所在区内海底底流有关,是现代海洋水动力和沉积作用达到平衡的产物,当这种平衡状态被打破时,特别是在风暴潮的作用下,海底沉积物发生搬运,沙波的形态和分布都会发生变化而产生移动,形成活动性沙波。

不活动的海底沙波只是由于地形起伏不平给海底管线铺设造成障碍,与活动性沙波和沉积物流一样具有很大的破坏力,因此,预报水下沙波的活动强度和运动方向成为海底灾害地质研究的主要内容。当波浪在海底引起的最大轨道流速大于沙的起动流速时,沙开始移动,大于扬动流速时,大量的沙发生跃移和悬浮,这时沙波可以发生快速移动。沙波的运移变化会造成海底的淘蚀或堆积,底沙的淘蚀会使海底管线失去支撑而断裂,影响浅基建筑物基础的稳定性,底沙的堆积会掩埋海底设施,同样危及工程的安全。

利用测深和旁侧声纳图像可分辨海底沙波波长、波高,浅地层剖面可判断其内部结构,测深资料显示海底反射波呈连续锯齿状起伏,声纳图像显示明显的有规律的隆起或垅状地貌特征或者形成斑状地貌,在浅地层剖面上砂质结构的海底对其下形成反射屏蔽。海底二次反射波较强。大亚湾海域发现惟一的一处海底沙波,位于大星山南面,面积约 5.5 km^2。沙波波长在 1.2～1.8 m 左右,波高小于 0.5 m,属微型沙波。地质取样资料揭示,该沙波以中、粗砂为主。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(3) 基底断层

在大亚湾湾口以南海域的单道地震反射剖面上判别出了多处断点,依据这些断点的性质、错断层位及断距等方面的特征,发现在大亚湾口外存在着一条基底断层。该断层为正断层,长约 12 km,NE 走向,倾向 SE,视倾角约 60°,断距 20～24 m,距离海底约 30～34 m,断点处基岩以上晚更新世以来的沉积层未见错断。

以前在珠江口盆地海洋工程地质调查(1∶20 万)中,在香港特别行政区水域的东南部发现了一组近于平行的 NEE 向基底断裂,在地震剖面上为一组密集的断裂带,切割深度较大,其断距在浅部较小,而深部较大(50～100 m),使基底地形成断阶和地堑式结构[2]。担杆列岛北侧也已证实有一条由两条基底正断层组成的断裂带,此带沿 NEE 方向延伸。从以上已经发现的断层的地理位置、错断层位和大亚湾湾口发现的断点性质分析,它们的性质相似,方向一致,应属同一断裂带的断层。

对于该断裂带的认识,在 20 世纪 80 年代末以前以推测为主,如刘以宣对华南沿岸区域断裂做了系统分析,并首次将之命名为"华南滨海断裂带"。认为该断裂带宽达 100 km,由若干条斜列的互相平行的断层组成,北面一条称为滨海断裂带,南面一条为陆架北缘断裂带。

之后,随着珠江口盆地海洋工程地质调查的开展,逐步在不同海域发现了该断裂带,包括香港东南[2]、担杆岛北侧、高栏岛南以及在大亚湾口以南的发现,对该断裂带有了进一步的了解。从地理位置上,该断裂带呈"S"型发育在华南沿海近岸海域,但未见与陆域的断裂相连。为了突出该断裂带的发育位置,我们认为该断裂带称之谓"近岸断裂带"更为合适。

3　限制性地质条件

(1) 浅埋基岩

浅埋基岩及其露头这种现象常发育在基岩海岸。对于工程建设,基岩是很好的承力层,是坚固的基础,但若基岩面起伏不平,高低差异较大,由于其与围岩岩性的不均一,就会产生承载力的差异。有的基岩面与陡坎、滑坡或断层等伴生,具有较大的潜在危害;因此,对于近岸管线的铺设与防护、石油平台的拖航与坐底、锚地与航道等皆为重大的灾害性隐患,须避开或清除。

大亚湾海域不规则浅埋基岩主要分布在东、西两岸的近岸区域和中央列岛的岛屿区,在湾口及大星山附近也有零星分布,总面积约为 150 km^2。不规则浅埋基岩面起伏都在 8 m 以上,最大起伏可达 50 m,局部地方有的出露海底成为暗礁,它们在高潮时淹没,低潮时可见白色的浪花,对船只的安全航行构成了威胁。

(2) 埋藏脊

由于埋藏脊与其围岩的岩性有较大的差异,承载力也不均匀,所以对其上的工程设施安全不容忽视。

大亚湾海域发现两条 NNE 走向的埋藏脊,分布在中央列岛北端的鹅洲和鸡心岛之间。物探剖面上,这两条埋藏脊以丘状凸起为特征,内部见不连续的弱反射。

这两条埋藏脊都发育在距海底 10 m 的地层中,是晚更新世的陆相沉积,从反射形态和内部反射特征分析,埋藏脊的沉积物应为砂质沉积;因此,这两条埋藏脊可能是发育在中央列岛北延基底上的古沙堤。

(3) 航道沟

航道是水路交通的通道,它对当地经济的发展起着重要的作用。但它对于某些海上工程则具有明显的制约作用,如海底电缆、海底输油管线的铺设是一个很大的障碍等;因此,对于这些海洋工程来说,在施工前查明航道的宽度、走向等是必要的。

大亚湾海域有两条航道:一条分布在哑铃湾内;另一条在中央列岛的东面。航道的水深比两侧水深深 4～7 m,为人工开凿的航道。

(4) 异常堆积区

在大亚湾核电站东南发现了一异常沉积区,面积在 2 km^2 左右。声纳图像显示该异常区具有凹凸地的特征,从地理位置上分析,该异

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

常区位于湾内且靠近岸边,据此推测,该异常区可能是由一些抛掷物(如石块等)沉于海底形成的。是否与大亚湾地下古城有什么联系需要进一步证实。

(5) 陡坎

陡坎是限制性地质条件之一。它是海底电缆、水下管线铺设等海洋工程应当避让或必需处理的不利条件。

大亚湾的海岸部分为花岗岩海岸,岸边水下陡坎较为发育,多属于侵蚀性陡坎。中央列岛所有岛屿水下都发育有陡坎,在大鹏澳的南北两岸和大亚湾东岸的岬角(如长咀角、玻沙山角等)处也是岸边水下陡坎发育的区域。岸边水下陡坎的发育受控于沿岸地形,所以陡坎的高度和坡度变化较大。

4 结论

影响海底不稳定性的因素很多,归结起来有两个,一是应力增加,二是强度减小,或者是两者结合的结果。

造成应力增加的因素有:地壳的构造运动、地震或火山的喷发、海流的冲刷、波至切应力的作用。

造成强度减小的因素是快速沉积,沉积速率超过孔隙水排放速度时,超孔隙压力增大造成的沉积物强度的减小。此外还有孔隙气产生、孔隙压力增大造成的沉积物强度的减小、潮位变化在近岸带砂中所产生的渗透压力也会暂时提高沉积物中的孔隙压力、在强潮区引起局部的斜坡不稳定性,以及波浪周期性荷载在沉积物中所产生的孔隙水压力。

对付地质灾害主要以预防为主,要使防治地质灾害取得良好效果,应首先查明各种地质灾害的成因、分布和发育规律,并对一些具有较大潜在危险的地质灾害进行必要的监测、预报,以便防避或制定抑制灾害形成和发育的有效措施;对于渐发性的地质灾害则要加强灾害生成规律的研究。

(1) 各种地质灾害因素,如大型活动断层、滑坡等,由于无法控制这些地质灾害因素,工程必须绕道而行;

(2) 对于较小的、不具活动能力的限制性地质条件,可以采取措施予以清除,如用爆破的方式清除航道底部出露或浅埋基岩;

(3) 对一些规模小、处于能量积累过程中的地质灾害因素,可以采取人工方法,诱使其提前发生,减小能量,增强稳定性;

(4) 有的海洋工程由于施工快,工期短,即使在地质灾害因素区域内施工也不会立即发生地质灾害。关键是预先查清灾害的类型、规模及活动性,尽量缩短工期;

(5) 对一些小规模的地质灾害因素,在施工期较短的情况下可采用加固的方法,使工程顺利进行;

(6) 本区内的基岩海岸、岸坡普遍较陡,多悬崖、倒石堆和卵石滩,局部还有崩塌,这些在工程建设中应加以重视。

参考文献:

[1] 冯志强,冯文科,薛万俊. 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. 5—123.

[2] 刘光鼎,李唐根,等. 中国海区及邻域地质地球物理特征[M]. 北京:科学技术出版社,1992.

[3] 刘守全,莫 杰. 海洋地质灾害研究的几个基本问题[J]. 海洋地质与第四纪地质,1997,17(4):36—40.

[4] 冯文科,薛万俊,杨达源. 南海北部晚第四纪环境[M]. 广州:广东科技出版社,1988. 56—58.

[5] 刘以宣. 华南沿海的活动断裂[J]. 海洋地质与第四纪地质,1985,5(3):12—21.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

ABSTRACTS

TYPES AND DISTRIBUTION OF POTENTIAL GEOLOGICAL HAZARDS IN DAYA BAY AREA, GUANGDONG PROVINCE

ZHANG Jin-wei , LIU Guang-hu , WANG Gong-xiang , MA Sheng-zhong
(Guangzhou Marine Geologic Survey , Guangzhou 510760 ,China) ,2004 ,20(4) :1-4

According to numbers of geologic-geophysical survey results ,the authors analyzed some characteristics of the potential geological hazards ,namely basement fault ,sand wave ,shallow baserock ,escarp ,and abnormal accumulation zone. The distribution ,formation mechanism and their hazardness are discussed in detail ,which will do great scientific favor to the marine development and seafloor engineering in this area.

Key words : seafloor potential geologic hazards ; active hazards ; restrictive hazards ; Days Bay

ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF SAND DUNES (WAVES) IN THE CONTINENTAL SHELF

ZHUANG Zhen-ye[1] , LIN Zhen-hong[1] , ZHOU Jiang[2] , LIU Zhi-jie[1] , LIU Yi-fei[1]
(1 Ocean University of China ,Qingdao 266003 ,China ;2 Tianjin Normal University ,Tianjin 300074 , China) , 2004 , 20 (4) :5-10

In the formation mechanism ,sand dunes (waves) in the continental shelf are similar and also different from fluvial sand waves. The former is formed by multidirectional tidal currents ,directional ocean current and occasional storm waves ,while the latter is due to unidirectional water flows. The bottom current at 20～100 cm/ s is the dynamic factor for the development of sand dunes ,and the multidirectional currents and occasional wave flow often restrict the intensity of dune development and also the speed of migration. In the shallow area of the continental shelf (water depth is under 18 m) ,due to the influence from the breakers ,the dune size is in weak negative correlation with the water depth ,and in deep water area ,the influence of water depth is very little. Sand transportation is the material condition for the dune development in the continental shelf ,especially in fine and medium sand seafloor areas. Within such grain size areas ,the dune size is in weak positive correlation with the grain size. Gentle and wide topographic feature also has a certain action on the development of sand dunes.

Key words : sand dune ; dynamic mechanism ; environment ; continental shelf

PETROLIFEROUS SYSTEMS AND PETROLEUM EXPLORATION TARGETS IN THE SOUTH YELLOW SEA BASIN

ZHANG Jing ,WANG Wei-feng
(College of Earth 's Resources and Information ,University of Petroleum (East China) ,Dongying 257061) , 2004 , 20 (4) :20-23

The South Yellow Sea basin is China 's only offshore petroliferous basin whose oil and gas flows have not come up to the industrial standard ,and whoes petroleum potential has become a public interest. In light of former cognitions and new research results and also according to the method of petroleum system ,the basic unit of system is proposed to have a single center of oil generating depression. Six sags of

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net