

陆架海灾害地质因素分类*

李 凡 于建军

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

摘要 对灾害地质因素给出了定义,并提出了一个成因分类法。其原则是根据灾害地质因素的成因分成6个类型,再据其对海洋工程的危害程度、直接或诱发性的特征划分两类。表中所列内容主要为目前在中国陆架海区已经发现的,但其分类原则也适合其他海区。

关键词: 灾害地质因素,成因分类,陆架海

当前陆架区灾害地质因素(Geohazard factories)名称既不统一,又无明确定义。因此,在讨论灾害地质因素之前有必要先讨论其名称和定义。

早期的海洋工程地质灾害调查中,曾经把活动性断层、高压浅层天然气、埋藏古河道、海底滑坡、载气沉积物层等都列为灾害地质因素,Trabant 指出^[6],灾害(Hazard)这个词太重了,有些因素,如埋藏古河道,埋藏古湖泊等虽然能够对海洋工程产生影响,但是只要采取措施就不能构成灾害。对于这些,Trabant 称为 Constraint

因素(作者曾转译为障碍性因素)。然而他又认为,称灾害地质因素可以引起人们的警惕,以便能够慎重选择施工场地,或采取措施避免损失^[6]。另一些学者认为,上述因素与海洋工程构筑物的地基稳定性有关,故称之为不稳定因素(Unstability factories)^[6]。

现实情况是海底存在一些地质因素能够给海洋工程的施工、安全和维护等带来一些危害,

* 本文在中国海洋地质灾害防治学术研讨会上宣读过。

收稿日期 1993年9月9日

而另一些只能给它们带来麻烦和困难。但是,对于后者若不采取措施势必也能造成损失,酿成灾害。因此,作者建议,对于各种海洋工程具有直接危害或潜在性危害的,或者能够产生障碍的各种地质因素(包括地貌因素)统称灾害地质因素。

灾害地质学是一门新兴的边缘学科。有关灾害地质因素的研究虽有约 30a 的历史,但至今尚没有一套科学的分类方法。1980 年 G. B. Carpent 对美国大西洋外陆架灾害地质因素进行了系统研究,将它们分为两种类型^[3],一类是对海洋石油工程具有很大危险性的,如浅层高压天然气、活动性断层、海底滑坡等;另一类是虽能产生危险,但采取措施即可减轻或避免损失,如埋藏古河道等,即上文所说的障碍性因素。1981 年, J. M. Robb 对美国大西洋林登科尔和南汤姆斯峡谷的海区进行灾害地质调查,将大陆坡上的滑塌(Slump)、滑坡和沉积物的蠕变(Creep)称为潜在性灾害地质因素(Potential hazards)^①。我国学者虽然有人部分地涉及到其分类问题,但至今尚没有人系统地论述。实际上,对于一门学科来说,有关的科学分类法对于促进该学科的发展是有一定促进作用的。灾害地质因素的分类也是势在必行。

随着人类经济活动的发展,涉及到灾害地质因素的范围逐渐扩大。除了海上石油平台以外,尚有油气管线、海底电缆及其他海底通讯设施。因此灾害地质因素的研究不仅包括了埋藏在海底以下的各种灾害地质因素,而且也包括海底表面能够给海洋工程带来危害和障碍的地貌因素。

1989 年,作者对南海西部灾害地质因素进行了系统调查,并根据灾害地质因素危害的对象及存在部位,将其分为“地表”灾害地质因素和“地下”灾害地质因素两大类。前者指对海底油气管线和通讯设备产生危害的各种地貌因素,如水下活动性沙丘、潮流沙脊、麻坑、陡坡等,同时也包括海底滑坡、泥流或碎屑流等存在于海底表面的地质因素。后者指埋藏在海底以下不同深度地层中的各种灾害地质因素,它的

主要危害对象是石油平台及其他具有桩腿或导管架等埋入沉积物层中的构筑物。其次,根据它们对海洋工程所能引起的灾害程度,进一步划分为危险因素和障碍因素两个亚类,类似于上述 Carpent 的划分。第三,又根据其对工程设引起灾害的直接程度分为直接的和潜在的灾害质因素。前者系指它们本身的存在对海洋工程设施便能构成直接的危害或障碍,例如高压浅层天然气、潮流沙脊等能够对石油平台、油气管线的安全和施工构成危害或障碍,后者指经过一定条件,如外力作用或内力作用的诱导方能构成灾害或障碍,例如暴风浪周期性压力引起的海底滑坡,地震动引起的沙土液化等。

根据上述分类原则,作者曾经对南海西部和南黄海的灾害地质因素进行分类,并根据各种灾害地质因素的组合,对上述调查区的工程地质灾害进行了综合评价^[1,3]。上述分类的优点是突出了灾害地质因素的性质和危害对象,缺点是没能反映出其间的内在联系和成因。

1990 年,作者曾经根据对中国陆架海区的灾害地质资料,对上述分类作了补充修改,提出了中国陆架海灾害地质因素分类^{[1]②},然而,该分类仍没克服上述缺点。

研究表明,许多灾害地质因素有着相似的成因和一定的内在联系,互相伴生。一种因素的存在有可能成为寻找另一种因素的线索。例如,大型的麻坑群可能作为寻找浅层高压天然气的地貌标志^[1],河口三角洲区又可能同时发现碎屑物流、沼气、坍塌等多种灾害地质因素。因此深入研究它们的成因及其内在联系,对于全面寻找和正确认识某一调查区的灾害地质特征,并给予正确的工程地质评价具有重要意义。为此,本文以灾害地质因素的成因为基础,同时考虑到对海洋工程的危害程度、直接的或诱发性的特征,对海底表面的和埋藏在海底的各种灾

① J. M. Robb, 1981, Geology and potential hazards of the continental slope between Lindenkol and South Toms Canyons, off Shore mid-Atlantic U. S., Woods Hole, Mass

② 李 凡, 1992. 中国陆架海灾害地质研究, 待刊。

害性地貌、地质因素进行分类(表 1)。

表 1 陆架海区灾害地质因素分类

Tab. 1 Classification of geohazard factors in continental shelf

侵蚀堆积成因	海底	危险因素: 侵蚀沟壑, 强淤积厚层大于 5m, 淤泥层, 烂泥层, 蛋壳式地层, 潮流脊
		潜在危险因素: 滑坡, 活动性水下沙丘, 沉积物蠕变层, 碎屑沉积物流, 陡坡
		障碍因素: 小型海底沙丘、沙坡, 凹凸地, 残留古河道, 侵蚀残丘, 麻坑(成因与孔隙水压力有关), 陡坡, 边缘沟
	埋藏	危险因素: 蛋壳式地层
		障碍因素: 古河道、古湖泊、古三角洲、古沙丘、盐丘、坍塌、古滑坡、沙土液化层
新构造运动成因	海底	潜在危险因素: 滑坡、碎屑沉积物流
		障碍因素: 断层崖、边缘沟、暗礁
	埋藏	潜在危险因素: 地震、活动性断层
		障碍因素: 死断层、浅埋基岩
火山成因	海底	危险因素: 活火山
		障碍因素: 死火山、玄武岩侵蚀残丘
生物成因	海底	潜在危险因素: 麻坑(与浅层高压天然气有关)、泥火山
		障碍因素: 生物岩礁、麻坑(与沼气有关)
	埋藏	危险因素: 浅层高压天然气
		障碍因素: 沼气及载气沉积层、碳酸盐岩隆
冰川成因	海底	障碍因素: 残留冰碛丘、冰碛湖、冰蚀沟谷
	埋藏	障碍因素: 埋藏冰碛丘、冰碛湖、冰川河
人工成因		沉船、炸弹、水雷、大型埋藏金属体

表 2 灾害地质因素的共生组合

Tab. 2 Intergrowth composition of geohazard factors

海区	灾害地质因素
现代及埋藏古三角洲区	高压浅层天然气, 沼气, 碎屑沉积物流, 蛋壳式地层, 滑坡, 坍塌, 麻坑, 底槽, 沙土液化层, 强淤积厚软泥层(包括烂泥湾)
古冲积平原, 特别是毗邻大河发育的陆架区	残留的及埋藏的古河道、古湖泊、古三角洲, 埋藏沙丘, 沙土液化层, 盐丘(只出现在干燥区)
强潮流区	潮流沙脊、侵蚀沟壑、侵蚀陡崖、侵蚀台地、碎屑沉积物流
高能海岸浅海区	活动性沙丘、沙丘、滑坡、海底侵蚀、碎屑沉积物流
新构造运动及地震、活火山活动带	地震、滑坡、活火山锥、死火山锥、玄武岩侵蚀残丘、活动性断层、断层、陡崖、陡坡
基岩港湾式海岸浅海区	暗礁、埋藏礁
现代及古热带浅海区	生物礁、岩隆
大陆坡	海底峡谷、浊流、滑坡、坍塌、沉积物蠕变、边缘沟、海底扇
冰缘海区	残留的及埋藏的冰碛丘、冰碛湖、冰碛河、冰蚀谷
现代或历史上重要经济、军事活动海区	沉船、炸弹、水雷、大型埋藏金属体

需要说明, (1) 有些灾害地质因素是多种成因的, 例如: 滑坡可以由地震引起, 也可以由风暴对海底沉积物作用产生, 前者可归入构造运动型, 后者则归入侵蚀-堆积型。麻坑的形成可

能与海底埋藏的天然气或沼气的外溢有关, 也可能产生高速沉积环境中的孔隙水外溢^[6]等, 故在分类表中有的一种灾害地质因素分属两种成因类型。这样划分可以提醒我们对其成因进

行深入研究,以便达到正确评价、寻找对策之目的。(2)个别灾害地质因素的名称应用不广,或概念上易于混淆,需予说明。例如:“蛋壳式”地层,指地层中沉积物的物理性质在垂向上有突然变化,即上部由砂或粉砂构成硬层,像是一种硬“壳”,下部则为含水量很大的软泥,这种地层常发生在河口三角洲区,东海陆架区也有发现。它们能使桩腿突然下陷,危害极大。坍塌(Slump)类似于同生断层,是在沉积过程中由于沉积物的物理性质明显变化造成的一种沉积物层错动。它不同于构造运动引起断层,也不同于大规模的滑坡(Landslide)。它的规模较小,危害性亦小。残留古河道与埋藏古河道不同,是指沉溺的河道,亦称溺谷,出露于海底。由于那里沉积速率小,使原来的河形保存较明显。它在海底地形上构成不同规模的凹凸地^[2],常对海底管线或水下电缆工程构成障碍。(3)表中主要包括了中国陆架海区目前发现的各种灾害地质因素,但是分类原则也适用于世界上其他陆架区及大洋中的灾害地质研究,例如太平洋中分布的众多活火山则属火山型潜在性危险因素。表中带括号的为在中国陆架海区暂未发现的。此外尚空一些位置有待于今后的发现补充。

外尚空一些位置有待于今后的发现补充。

表1仅列出了各种灾害地质因素的成因类型,为了进一步反映它们之间的内在联系,有利于调查工作的全面深入,下面列出其共生组合(表2)。显然,该表只反映一般规律,并非每类海区中,所列各种因素一定全部出现。

参考文献

- [1] 李凡, 1990. 海洋科学集刊 31: 25~51.
- [2] 李凡、于建军、姜秀珩等, 1991. 海洋地质与第四纪地质 11(4): 11~23.
- [3] Carpent, G. B. and J. C. McCarthy, 1980. Hazards Analysis on the Atlantic Outer Continental Shelf, 12th Annual O. T. C. Proceedings 1: 419-424.
- [4] Newton, R. S., R. C. Cunningham and C. E. Schubert, 1980. Mud Volcanoes and Pockmarks Seafloor Engineering Hazards of Geological Curiosities; 12th Annual O. T. C. Proceedings 1: 425-436.
- [5] Prior, D. B. and J. M. Colenan, 1990. 海底斜坡的不稳定性. 林振宏、杨作升编, 海洋出版社, 109~137.
- [6] Trabant, P. K., 1984, Applied High-resolution Geophysical Methods, D. Reidel Publishing CO. 181.

CLASSIFICATION OF GEOHAZARDS FACTORS ON CONTINENTAL SHELF

Li Fan and Yu Jianjun

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Received: Sep. 9, 1993

Key Words: Geohazards factors, Classification of contributing factors, Continental shelf

Abstract

According to genesis, geohazards factors were divided into six main types as follows: eroded and accumulated, (new) structure movemental; volcanic, biogenic, glacial and artificial types, in which each type further divided into some subtypes based on the location and effect of geohazards factors. Although classification table only include geohazards factors being discovered in the China Sea continental shelf, these principles of classification, however, is also applicable for other sea areas in the world. Therefore, the content of

classification remain to be supplemented and improved.