

风暴潮等级和灾情的定量表示法

冯利华

(浙江师范大学地理系 金华 321004)

提要 根据风级和震级的计算原理,提出了风暴潮等级和灾度的概念。风暴潮等级是描述一次风暴潮大小的定量指标,风暴潮灾度是描述一次风暴潮造成社会损失大小的定量指标。这两个指标从理论和应用方面来说都具有许多优点,概念明确,简单易行。

关键词 风暴潮,特征量,等级,灾度

风暴潮是最严重的一种海洋灾害,对沿海人民生命和财产构成巨大的威胁。但是到目前为止,还没有反映不同地区风暴潮大小和灾情程度的定量指标。相比而言,台风和地震已具有反映其大小的定量指标——风级和震级,其中地震还具有反映其灾情程度的定量指标——烈度,而台风引起的风暴潮的大小和灾情程度只能定性地描述为“特大风暴潮”和“损失惨重”等。为此,拟根据风级和震级的计算原理,提出反映不同地区风暴潮大小和灾情程度的两个定量指标,以供商榷。

1 风暴潮等级的定量表示法

在等级的定量计算中,特征量的选择至关重要。

在计算风力等级时,英国学者蒲福 1805 年选用了最能反映风力大小本质的特征量——风速,把风力分为 13 个等级(0~12 级)^[1]。风力等级 F 与风速 V (m/s) 的关系可以近似地表示为:

$$F = 1.12 V^{2/3} \quad (1)$$

在计算地震等级时,美国学者里克特和古登堡 1935 年选用了最能反映地震大小本质的特征量——地震释放的能量,建立了地震等级 M 与能量 E (J) 之间的关系^[2]:

$$\lg E = 11.8 + 1.5 M \quad (2)$$

从风力等级和地震等级的计算来看,它们都遵循着两条原则:(1)所选用的特征量反映事物的本质;(2)所计算的等级简单易记。因此,在建立风暴潮等级时,也必须遵循这两条原则。

就原则(1)而言,最能反映一次风暴潮大小本质的特征量是一次风暴潮的增水值和风力,因为它们形成风暴潮规模和破坏程度的根源。我们说 8007 号

台风(1980 年 7 月 22 日在广东徐闻登陆)引起的风暴潮等级比 8923 号台风(1989 年 9 月 15 日在浙江台州登陆)引起的风暴潮等级大,实际上主要是指 8007 号台风引起的风暴潮的增水值和风力比 8923 号台风引起的风暴潮的增水值和风力大。由于风力的大小决定于气压差,而气压的测量精度相对较高,为此,拟选用风暴潮的增水值和最低中心气压作为计算风暴潮等级的特征量。

在原则(2)中,表示一次风暴潮等级的数字越简单,那么它就越容易被人记忆和传递,因为象一次台风的风速 $V = 32.7 \sim 36.9$ m/s、一次地震的能量 $E = 6.3 \times 10^{16}$ J、一次风暴潮的增水值 $H = 5.94$ m 和最低中心气压 $P = 968$ hPa,对于一般人来说,这些数字太大、太复杂,即使是专业人员也不易掌握和记忆。但是,当把风速 $V = 32.7 \sim 36.9$ m/s 转换成风级 $F = 12$ 级、能量 $E = 6.3 \times 10^{16}$ J 转换成震级 $M = 8$ 级时,这些等级就广为人们接受和传递了。这里一个重要的原因就是这些等级把一些复杂数字折算成了具有一定含义的简单数字。事实上,风速和能量、风级和震级都是一些数字代码,但它们的重要区别在于后者是一个通俗易懂的概念。为此,本文也拟采用这些简单数字来表示风暴潮的等级。

从风力和地震等级公式的结构来看,它们是用幂函数或对数函数来表示特征量和等级之间的关系。为此,风暴潮等级公式拟采用对数函数关系来进

第一作者:冯利华,出生于 1955 年,教授,主要从事灾害学的研究工作。

收稿日期:2000-09-11;修回日期:2000-10-30

行计算:

$$N = a \lg H / P + b \quad (3)$$

式中 N 为风暴潮等级 (级); H 为风暴潮的增水值 (m); P 为台风登陆时的最低中心气压 (hPa); a, b 为待定参数。

通过分析国内外大量风暴潮的增水值 H 和最低中心气压 P 的分布情况, 拟定当 $H = 6 \text{ m}, P = 920 \text{ hPa}$ 时, $N = 9$ 级; 当 $H = 2 \text{ m}, P = 980 \text{ hPa}$ 时, $N = 4$ 级。代入(3)式, 得到 $a = 10, b = 31$, 那么

$$N = 10 \lg H / P + 31 \quad (4)$$

同时拟定: 当 $N \geq 8$ 级时为巨型风暴潮; 当 $6 \leq N < 8$ 级时为大型风暴潮; 当 $4 \leq N < 6$ 级时为中型风暴潮; 当 $2 \leq N < 4$ 级时为小型风暴潮; 当 $N < 2$ 级时为微型风暴潮。

表 1 是某些风暴潮的增水值、最低中心气压和根据(4)式计算的风暴潮等级表。从中可以看到, 1989 年 9 月 15 日, 浙江台州出现了 3.9 级的风暴潮 (小型风暴潮), 1980 年 7 月 22 日, 广东徐闻出现了 8.9 级的风暴潮 (巨型风暴潮), 而 1969 年 8 月 17 日, 美国墨西哥湾沿岸出现了 10.2 级的风暴潮 (巨型风暴潮)。统计表明, 地球上的风暴潮等级一般小于 10 级。

2 风暴潮灾情的定量表示法

和地震等级与烈度一样, 风暴潮等级和灾情程度也是两个不同的概念, 前者是一次风暴潮所具有的自然力量, 后者是一次风暴潮所造成的社会损失, 因此必须用两个概念来加以描述。在确定风暴潮灾情程度中, 与建立风暴潮等级一样, 也必须遵循前述的两条原则。

一次风暴潮所造成的社会损失最终可以归结为

表 1 某些风暴潮的特征量和等级表

Tab.1 Characteristic value and magnitude of some storm surges

中央气象台编号	国际名称	发生地区	增水值 (m)	最低中心气压 (hPa)	风暴潮等级 (级)
	Camille	美国墨西哥湾沿岸	7.50	910	10.2
8007	Joe	雷州半岛及海南岛	5.94	961	8.9
5612	Wanda	浙、沪、苏沿海	5.02	923	8.4
9018	Dot	闽江口地区	3.84	975	7.0
8616	Wayne	雷州半岛及海南岛	3.52	963	6.6
9417	Fred	浙江、福建沿海	2.94	960	5.9
8114	Agnes	浙、沪、苏沿海	2.14	955	4.5
8923	Vera	浙江台州沿海	1.82	980	3.9
8609	(无名)	广西沿海	1.17	996	1.7

人员死亡和财产损失两部分。财产损失包括直接经济损失和间接经济损失, 由于间接经济损失难以估算, 故只考虑直接经济损失。这样在风暴潮灾情计算中, 拟选用人员死亡和直接经济损失这两个比较容易获取、又能反映风暴潮灾情程度的特征量, 其公式结构为:

$$G = a \lg DE + b \quad (5)$$

式中 G 为反映风暴潮灾情程度的指标, 即灾度 (度); D 为死亡人数 (人); E 为直接经济损失 ($\times 10^4$ 元); a, b 为待定参数。

根据大量风暴潮灾情的分析, 拟定当 $D = 20\ 000$ 人、 $E = 50 \times 10^8$ 元时, $G = 8$ 度; 当 $D = 2\ 000$ 人、 $E = 50 \times 10^8$ 元时, $G = 6$ 度。代入(5)式, 得到 $a = 1, b = -2$, 那么

$$G = \lg DE - 2 \quad (6)$$

同时拟定: 当 $G \geq 8$ 度时为巨灾; 当 $6 \leq G < 8$ 度时为中灾; 当 $4 \leq G < 6$ 度时为小灾; 当 $2 \leq G < 4$ 度时为微灾。

在 8007 号台风 (于广东徐闻登陆) 引起的风暴潮中, 人员死亡 414 人, 直接经济损失 50×10^8 元, 根据(6)式计算, 可得这次风暴潮的灾度为 5.3 度, 属于中灾, 在 9417 号台风 (于浙江瑞安登陆) 引起的风暴潮中, 人员死亡 1 216 人, 直接经济损失 135.2×10^8 元, 因此灾度为 7.2 度, 属于大灾, 而在孟加拉湾沿岸, 1970 年 11 月 13 日发生了一次震惊世界的风暴潮灾害, 夺去了恒河三角洲一带 300 000 人的生命, 若直接经济损失按 200×10^8 元计算, 那么灾度高达 9.8 度, 属于巨灾。统计表明, 地球上的风暴潮灾度一般小于 10 度。

从风暴潮等级和灾度的关系来看, 一般地说, 风

暴潮等级越高, 风暴潮灾度越大, 但两者之间并不成比例关系, 因为风暴潮灾度除了与一次风暴潮的等级有关以外, 还与灾区的人口密度、经济发达程度和防灾抗灾能力有关。因此, 大小相同的一次风暴潮发生在不同的地区, 会出现不同的灾度。

3 结语

由上可知, 尽管风暴潮研究由来已久, 但至今还没有一个既能准确反映不同地区风暴潮大小和灾情程度、又能为普通百姓接受而传递的定量指标。为此, 本文提出了风暴潮等级和灾度的概念。风暴潮等级是描述一次风暴潮大小的定量指标, 而风暴潮灾度是描述一次风暴潮造成社会损失大小的定量指标。利用这两个指标来分别描述风暴潮大小和灾情程度, 从理论和应用方面来说都具有许多优点: (1) 风暴潮等级和灾度公式的结构简单, 计算简便; (2) 风暴潮等级和灾度的数字简单, 便于普通百姓的理解和记忆, 能够准确地传递风暴潮信息; (3) 所选用的 4 个特征量都是

最能够反映风暴潮大小和灾情程度本质的特征量, 并且在风暴潮过后就能够比较容易地获取; (4) 风暴潮灾度对国内和国际间的抗灾救灾工作具有一定的指导作用; (5) 在风暴潮预报中, 可以用风暴潮等级和灾度进行风暴潮大小和灾情程度的预警和预报; (6) 有了风暴潮等级和灾度, 对于新近出现和行将出现的一次风暴潮, 人们就能够根据已有的记忆, 进行风暴潮大小和灾情程度的联想和推测。

风暴潮等级和灾度是两个定量评价风暴潮大小和灾情程度的简易指标, 概念明确, 简单易行。在风暴潮损失越来越严重的今天, 使描述风暴潮大小和灾情程度的术语逐步规范化、定量化和普及化, 这对于防灾减灾来说无疑具有积极的意义。

参考文献

- 1 吴和庚、张志明. 气象学. 北京: 水利电力出版社, 1986. 22~24
- 2 徐果明、周蕙兰. 地震学原理. 北京: 科学出版社, 1982. 325~352

METHODS OF QUANTITATIVE EXPRESSION OF MAGNITUDE AND DISASTER CONDITION OF STORM SURGE

FENG Li-hua

(Department of Geography, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004)

Received: Sep., 11, 2000

Key Words: Storm surge, Characteristic value, Magnitude, Disaster degree

Abstract

According to the calculating principle of wind scale and earthquake magnitude, the concepts of magnitude and disaster degree of storm surge are put forward. Magnitude of storm surge is a quantitative target for describing one storm surge scale, and disaster degree of storm surge is a quantitative target for describing one social loss caused by storm surge. They have a great many merits in regard to theory and application. Their concepts are explicit and their applications are easy.

(本文编辑:张培新)