

对“论水库要素与水库地震的关系”¹⁾的讨论

常宝琦

(广东省地震局)

光耀华同志的论文“论水库要素与水库地震的关系”(以下简称“光文”),对笔者提出的水库综合影响参数E与水库地震最大震级M的关系,用几种经验回归方程和灰色系统的关联度进行了分析。证明E与M的关系比其它表示水库要素的参数(最大库深 H_{max} 、相应库容 v 、水库面积 w)与M的相关性和关联度都要高。笔者认为“光文”的分析方法和结论都是正确的。

最近,胡聿贤教授(胡聿贤等,1988)²⁾指出,当两个(或多个)变量都是随机量时,用传统的最小二乘法进行回归,即把一个变量看作是随机量,而另一个变量视为确定量(或反过来)进行回归,得不到两变量之间的唯一结果。在E与M的回归也同样存在这个问题。

为简单起见,本“讨论”以“光文”的线性回归为例。如以M为变量(随机量)、以E为自变量(确定量)对“光文”所列30个水库地震震例进行回归得(见图1直线1):

$$M = 1.394 + 0.952E \pm 0.938 \quad (1)$$

如果以E为随机量,M为确定量,则得(见图1直线2):

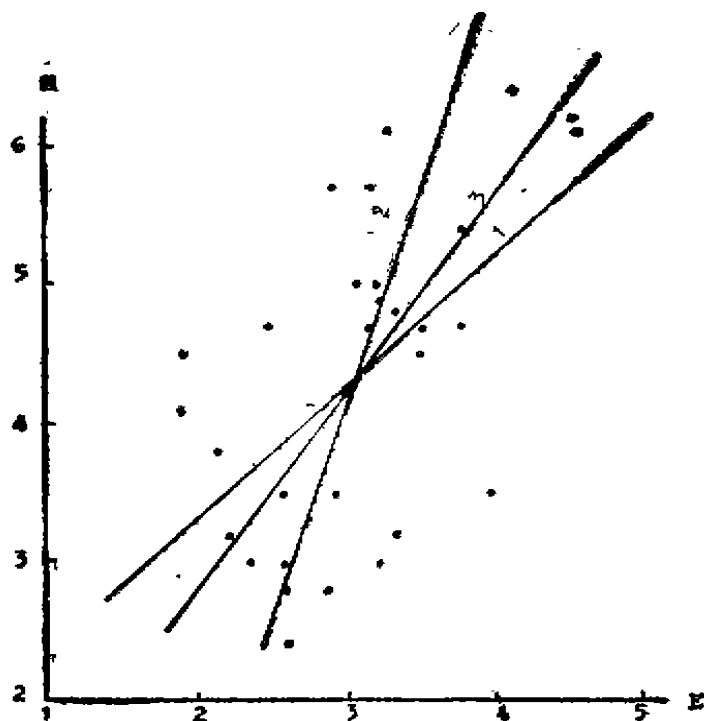


图1 M~E三种回归关系

Fig. 1 Three types of regressive relations of M~E

1) 原文发表在“华南地震”Vol. 8, No. 4, 1988, PP79—85.

2) 胡聿贤、霍俊荣, 具有随机误差的变量之间的回归关系, 地震工程与工程振动 8卷4期, 1988,

表 1

水库诱发地震震级及预测震级对比

Fable 1 Contrast between the magnitude of reservoir induced earthquake and predictive magnitude

序号	水库名称	Hmax (m)	V (10 ⁸ m ³)	W (Km ²)	E	实发 震级 M _实	预测震 级, M 预(用 式(1))	误差系 数, D(M 预-M _实)/M _实 %	预测震 级, M 预(用 式(2))	误差系 数, D(M 预-M _实)/M _实 %	预测震 级, M 预(用 式(3))	误差系 数, D(M 预-M _实)/M _实 %
1	Aswan	84	164000	6200	3.18	5.5	4.42	-19.84	4.55	-17.27	4.46	-18.91
2	Blowering	95	1628	44.5	2.60	3.5	3.87	10.57	2.86	-18.29	3.61	3.14
3	Canalles	132	678	16.3	3.17	4.7	4.41	-6.17	4.52	-3.83	4.44	-5.53
4	Eucumbene	106	4761	145	3.23	5.0	4.47	-10.60	4.70	-6.00	4.53	-9.40
5	Hoover	191	36703	593	3.08	5.0	4.34	-13.20	4.29	-14.20	4.32	-13.60
6	Jocassee	107	1431	30	2.24	3.2	3.53	10.31	1.81	-43.44	3.08	-3.75
7	Kariba	122	175000	6572	4.58	6.1	5.75	-5.74	8.64	41.64	6.51	6.72
8	Keben	182	31000	680	3.99	3.5	5.19	48.29	6.92	97.71	5.64	61.14
9	Kerr	54	1505	60	2.15	3.8	3.44	-9.47	1.54	-69.47	2.95	-22.37
10	Koyna	100	278	115	4.14	6.4	5.34	-16.56	7.36	15.00	5.86	-8.44
11	Kremasta	120	4760	180	4.55	6.2	5.73	-7.58	8.56	38.06	6.46	-4.19
12	Kurobe	186	199	3.5	3.26	4.9	4.50	-8.16	4.79	-2.24	4.57	-6.73
13	Monicouag	96	10423	207	1.91	4.1	3.21	-21.71	0.84	-79.51	2.59	-36.83
14	Marathon	60.3	41	2.4	3.53	4.7	4.75	1.06	5.57	18.51	4.96	5.53
15	Nurek	285	11000	74	1.92	4.5	3.22	-28.44	0.87	-80.67	2.61	-42.00
16	Oroville	204	4400	63	2.92	5.7	4.17	-26.84	3.79	-33.51	4.07	-28.80
17	Saffie Rud	80	1800	56	2.49	4.7	3.78	-20.00	2.54	-45.96	3.44	-26.81
18	Shasta	153	5610	119	3.24	3.0	4.48	49.33	4.73	57.67	4.54	51.33
19	Talbing	142	935	19.4	2.85	3.5	4.20	21.71	3.88	10.86	4.12	17.71
20	Uki	63.6	8611	320	2.39	3.0	3.67	22.33	2.24	-25.33	3.30	10.00
21	Warraganba	104	2053	75	3.80	5.4	5.01	-7.22	6.36	17.78	5.36	-0.74
22	新丰江	97	11500	390	3.29	6.1	4.53	-25.74	4.87	-20.16	4.62	-24.26
23	丹江口	92	20896	862	3.79	4.7	5.00	6.60	6.33	34.68	5.35	13.83
24	南水	81.3	11218	39.4	2.63	2.4	3.90	62.50	2.94	22.50	3.65	52.08
25	前进	50	17	0.8	2.62	3.0	3.89	29.67	2.92	-2.67	3.63	21.09
26	柘林	62	7171	387	3.35	3.2	4.58	43.13	5.05	57.81	4.70	46.88
27	佛子岭	74.4	488	13	3.51	4.5	4.74	5.33	5.52	22.67	4.94	9.78
28	南冲	45	15	1	2.90	2.8	4.15	48.57	3.73	33.21	4.05	44.64
29	参窝	50.3	790	52.6	3.35	4.8	4.58	-4.58	5.05	5.21	4.70	-2.08
30	乌溪江	129	2060	41.9	2.62	2.8	3.89	38.93	2.92	4.29	3.63	29.64

$$M = -4.74 + 2.922E \pm 1.163$$

(2)

如果把M和E都作为随机量进行一致加权最小二乘回归(见图1直线3):

$$M = -0.204 + 1.465E \pm 0.853$$

(3)

显然,式(3)的标准差0.853小于式(1)、(2)的标准差0.971和1.163。

此外,表1列出了用上述三种回归方法所得结果,从表1可知,用式(1)、(2)、

(3) 分别计算预测震级的误差系数在 $<10\%$ 情况下的成功率分别为33%、20%和43%，在误差系数 $<20\%$ 情况下的成功率为53%、43%和57%，显见，式(3)仍比式(1)、(2)要好。

当然，根据“文光”，最好的回归式为三项式，其与一致加权最小二乘回归的成功率的趋势也与上述相同。

很明显，决定水库地震最大震级的不只是水库要素这一参数，随着其它合理参数的参与，水库地震最大震级的预测估计会有进一步的改善。

DISCUSSION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE KEY ELEMENT OF RESERVOIR AND ITS EARTHQUAKE

Chang Baoqi

(Seismological Bureau of Guangdong Province)

(上接第86页)

province and by the directional method. From the variation of B-value, the critical size of focal body of Xingfung-Jiang earthquake $M=6.1$ is originally obtained and the relations of B-value with small seismic depth, focal mechanism, stress are discussed. It is proposed that the distribution function of statistical quantity B is a two-dimensional function which bears relation to stress and median intensity, simultaneously, the B-value is variable in the direction.