

文章编号:1673-9469(2008)01-0029-03

不同设计使用年限建筑结构作用的取值

钟芳林,张建军

(邯郸职业技术学院 建工系,河北 邯郸 056001)

摘要:按现行建筑结构设计规范的思想,给出不同设计使用年限建筑的结构重要性系数,来调整结构荷载效应取值。依据现行抗震规范设防水准,给出不同设计使用年限建筑的多遇和罕遇地震动参数,计算建筑结构地震作用取值,为工程设计提供参考。

关键词:结构重要性系数;设计基准期;重现期;烈度;地震峰值加速度;水平地震影响系数最大值

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Action value for building structures of different design working life

ZHONG Fang-lin, ZHANG Jian-jun

(Civil Engineering Department, Handan Polytechnic College, Handan 056001, China)

Abstract: The structure's importance factor of buildings of different design working life to adjust loading effect value based upon the current building structure design criterion were given. Seismic motion parameter of buildings of different design working life was proposed by according to current earthquake-resistant level. The method is available for engineering designs.

Key words: importance factor of structure; design reference period; recurrence period; intensity; earthquake peak acceleration; maximum value of horizontal earthquake influence coefficient

现行建筑结结构可靠度设计统一标准^[1]第1.05条,给出建筑结构设计使用年限分别为5年、25年、50年和100年四个档次。现行建筑工程质量管理条例^[2]要求设计文件应注明工程合理使用年限。建设方也可根据使用,提出不同于统一标准规定的设计使用年限,以期获得好的投资收益。然而现行荷载规范^[3]和抗震规范^[4]所给出的建筑结构作用取值,均是按照设计基准期为50年给出的。这仅与统一标准中设计使用年限为50年的建筑相对应,而其它设计使用年限的建筑,上述两规范均未明确给出与之相对应的结构作用取值,给从事结构设计人员带来不便。

按照现行规范,与设计使用年限相关的结构作用大致分两类,第1类为非抗震建筑,不考虑地震作用,按承载力极限状态的荷载效应设计计算;第2类为抗震建筑,考虑地震作用,按结构构件承载力验算和结构弹性变形验算的多遇地震作用和结构弹塑性变形验算的罕遇地震作用两种情

况计算结构上的作用。下面就以上两类三种结构作用给出不同使用年限下的取值和计算方法。

1 非抗震建筑承载力极限状态下的荷载效应取值

按荷载规范第3.2.2条,承载力极限状态设计表达式

$$\gamma_0 S \leq R \tag{1}$$

表1 γ_0 的取值
Tab.1 The value of γ_0

安全等级	设计使用年限			
	5	25	50	100
一级	0.99	1.045	1.1	1.21
二级	0.9	0.95	1.0	1.1
三级	0.81	0.86	0.9	0.99

式中不等号左边为结构荷载效应,右边为结构抗力。其中 R 为结构构件抗力的设计值; S 为

收稿日期:2007-12-22

作者简介:钟芳林(1963-),男,河北邯郸人,硕士,副教授,从事结构设计和教学工作。

荷载效应组合的设计值,该值是按设计基准期为50年确定的; γ_0 结构重要性系数,该系数与结构的安全等级和设计使用年限有关。通过 γ_0 的不同取值,对 S 进行调整,可获得对应不同使用年限下结构荷载效应的值。

2 地震作用取值

现行抗震规范地震作用计算的基本方法是反应谱法,其值受多因素影响,其中地震影响系数最大值 α_{\max} 为主要因素, α_{\max} 取值随设计基准期的不同而变化。确定地震作用取值,首先应计算出不同设计基准期对应的 α_{\max} ,再用抗震规范的反应谱法确定地震作用的取值。

2.1 多遇地震影响系数 α_{\max} 的取值

抗震规范所给的多遇地震动参数 α_{\max} 值,是按设计基准期为50年给出的。其水准为50年一遇的地震烈度,在50年内超越概率为63.2%。对不同设计使用年限的多遇地震,定义为该设计基准期限内的众值烈度,其重现期等于设计基准期。通过计算不同设计基准期内的众值烈度在50年期限内超越概率 P ,进而计算出其相应的地震烈度 I ,依据该烈度计算出地面运动加速度 A_{\max} 后计算相应的地震影响系数最大值 α_{\max} 。下面依据文献[4-6]给出各参数的计算公式。

重现期为 T_k 年的地震烈度在 $T=50$ 年内的超越概率为

$$P(I \geq i|T) = 1 - e^{-T/T_k} \quad (2)$$

依据公式(2)令 $T_k = 5, 25, 50, 100$, $T = 50$ 计算超越概率为1, 0.865, 0.632, 0.394。

50年内概率分布为 $F_{III}(I)$ 的地震烈度 I 为

$$I = W - (W - I_k) [-\ln F_{III}(I)]^{1/k} \quad (3)$$

式中 $F_{III}(I)$ —50年内发生地震烈度 I 的概率分布, $F_{III}(I) = 1 - P(I \geq i|50)$; W —地震烈度上限值, $W = 12$ (我国采用12度划分的地震烈度表^[5]); I_k —烈度概率密度分布的众值,比50a超越概率为10%的地震烈度低1.55度; K —分布形状系数,可按表2取值。

表2 分布形状系数

Tab.2 The factor of distribution shape

6度	7度	8度	9度
9.7932	8.3339	6.8713	5.4028

依据公式(3)代入相应参数,可以计算得到基本烈度为6、7、8和9,设计基准期为5年、25年、50

年和100年的多遇地震烈度,见表3。

表3 多遇地震烈度

Tab.3 Multi-event seismic intensity

基本烈度	设计基准期			
	5年	25年	50年	100年
6	2.45	3.9	4.45	4.96
7	3.37	4.88	5.45	5.97
8	4.23	5.86	6.45	6.98
9	5.02	6.82	7.45	8.00

烈度为 I 的地震地面运动峰值加速度 A 为

$$A = 10^{(I \log 2 - 0.1072)} \quad (4)$$

依据公式(4)代入表3计算结果得基本烈度为6、7、8和9,设计基准期为5年、25年、50年和100年的多遇地震地面运动峰值加速度如表4

表4 多遇地震地面运动峰值加速度

Tab.4 Motion peak acceleration of ground in earthquake

基本烈度	设计基准期			
	5年	25年	50年	100年
6	4.27	11.66	17.07	24.31
7	8.08	23.00	34.14	48.95
8	14.66	45.36	68.27	98.58
9	25.34	88.23	136.54	199.89

地面运动加速度为 A 的地震影响系数最大值 α_{\max} 为

$$\alpha_{\max} = k\beta_{\max} \quad (5)$$

式中 β_{\max} 为放大系数,取值2.25; $k = A/g$, g 取值 10m/s^2 。

依据公式(5)代入表4计算结果,得出基本烈度为6、7、8、9,设计基准期为5、25、50、100年的多遇地震影响系数最大值 α_{\max} 如表5。

表5 多遇地震影响系数最大值

Tab.5 The maximum value α_{\max} of influence coefficient

基本烈度	设计基准期			
	5年	25年	50年	100年
6	0.01	0.03	0.04	0.05
7	0.018	0.05	0.08	0.11
8	0.033	0.1	0.16	0.22
9	0.057	0.2	0.32	0.45

2.2 罕遇地震影响系数 α_{\max} 的取值

抗震规范所给的罕遇地震作用取值是按设计基准50年给出的,其在50年内超越概率:7度为1.2%,8度为1.5%,9度为2.8%。罕遇地震烈度为50年内超越概率取上述值所对应的地震烈度。对于不同设计使用年限(对应不同设计基准)的罕遇地震烈度,应为各自的设计基准期(即设计使用年限)内超越概率(参照设计基准期50年标准)分别为7度1.2%,8度1.5%,9度2.8%所对应的地

震烈度。可以依据相关文献,计算出已知设计基准期内超越概率的烈度的地震重现期 T_k ,再依据上文的公式(2)~(5)分别求出 $P(I \geq i | 50)$ 、 I 和 A ,最后得罕遇地震的影响系数最大值 α_{max} 。

设计基准期为 T_j 年内的,超越概率为 $P(I \geq i | T_j)$ 的烈度的地震重现期为

$$T_k = RP(I \geq i) = \frac{-T_j}{\ln[1 - P(I \geq i | T_j)]} \quad (6)$$

式中 T_k - 重现期; T_j - 设计基准期; $P(I \geq i | T_j)$ - 设计基准期 T_j 年内的超越概率。

依据公式(5),令 $T_j = 5, 25, 50$ 和 $100, P(I \geq i | T_j) = 1.2\%、1.5\%$ 和 2.8% ,计算不同基本烈度下的罕遇地震重现期如表 6。

表 6 罕遇地震重现期

Tab.6 Return period of rare earthquake

基本烈度	设计基准期			
	5 年	25 年	50 年	100 年
7 度 1.2%	414	2 071	4 142	8 283
8 度 1.5%	331	1 654	3 308	6 617
9 度 2.8%	176	880	1 761	3 522

依据公式(2)将表 6 计算结果代入 T_k 并令 $T = 50$ 计算出基本烈度分别为 7, 8, 9 的罕遇地震在 50 年内的超越概率如表 7, 表 8, 表 9。

表 7 基本烈度为 7 度时的超越概率

Tab.7 The exceedance probability of intensity of 7 degree

		T_k			
		414	2 071	4 142	8 283
		0.114	0.024	0.012	0.006

表 8 基本烈度为 8 度时的超越概率

Tab.8 The exceedance probability of intensity of 8 degree

		T_k			
		331	1 654	3 308	6 617
		0.140	0.030	0.015	0.008

表 9 基本烈度为 9 度时的超越概率

Tab.9 The exceedance probability of intensity of 9 degree

		T_k			
		176	880	1 761	3 522
		0.247	0.055	0.028	0.014

采用表 7 结果,运用公式(3)~(5)分别计算出不同设计基准期内超越概率为 1.2% 的地震烈度,地面运动峰值加速度 A 和地震影响系数最大值如表 10(用于 7 度区)。

采用表 8 结果,运用公式(3)~(5)分别计算出不同设计基准期内超越概率为 1.5% 的地震烈度 I ,地面运动峰值加速度 A 和地震影响系数最大值 α_{max} 如表 11(用于 8 度区)。

表 10 7 度区地震影响系数最大值

Tab.10 The maximum effect coefficient in 7 degree earthquake areas

设计基准期	I	A	α_{max}
5 年	6.92	94.56	0.213
25 年	7.81	175.23	0.394
50 年	8.14	220.26	0.496
100 年	8.45	273.05	0.614

表 11 8 度区地震影响系数最大值

Tab.11 The maximum effect coefficient in 8 degree earthquake areas

设计基准期	I	A	α_{max}
5 年	7.79	172.82	0.389
25 年	8.67	318.03	0.716
50 年	8.99	397.00	0.893
100 年	9.26	474.24	1.067

采用表 9 结果,运用公式 3~4 分别计算出不同设计基准期内超越概率为 2.8% 的地震烈度 I ,地面运动峰值加速度 A 和地震影响系数最大值 α_{max} 如表 12(用于 9 度区)。

表 12 9 度区地震影响系数最大值

Tab.12 The maximum effect coefficient α_{max} in 9 degree earthquake areas

设计基准期	I	A	α_{max}
5 年	8.4	263.75	0.593
25 年	9.33	502.49	1.131
50 年	9.65	627.26	1.411
100 年	9.94	766.90	1.726

3 结语

本文给出了不同设计使用年限下建筑结构作用的取值表。设计人员可依据工程情况直接查用,取得建筑结构作用参数。当设计使用年限不同于表中所列时,建议值可通过表 1 值内差获得,地震动参数可用本文的方法计算取得。另外还可用本文的方法对不同设计使用年限建筑结构作用取值进行对比,通过费用 - 效益的工程决算分析确定最优的设防标准和设计方案。

参考文献:

[1] GB50068 - 2001, 建筑结构可靠性设计统一标准 [S].
 [2] GB50009 - 2001, 建筑结构荷载规范 [S].
 [3] GB50011 - 2001, 建筑抗震设计规范 [S].
 [4] 龚思礼. 建筑抗震设计手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
 [5] 沈聚敏. 抗震工程学 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
 [6] 高晓亡. 地震作用的概率模型及其统计参数 [J]. 地震工程与工程震动, 1985, (5): 26 - 28.

(责任编辑 刘存英)

不同设计使用年限建筑结构作用的取值

作者: [钟芳林](#), [张建军](#), [ZHONG Fang-lin](#), [ZHANG Jian-jun](#)
作者单位: [邯郸职业技术学院](#), [建工系](#), [河北](#), [邯郸](#), [05600](#)
刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) [ISTIC](#)
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): [2008](#), [25](#) (1)

参考文献(6条)

1. [GB 50068-2001](#). [建筑结构可靠度设计统一标准](#)
2. [GB 50009-2001](#). [建筑结构荷载规范](#)
3. [GB 50011-2001](#). [建筑抗震设计规范](#)
4. [龚思礼](#). [建筑抗震设计手册](#) 2002
5. [沈聚敏](#). [抗震工程学](#) 2004
6. [高晓亡](#). [地震作用的概率模型及其统计参数](#) 1985(05)

本文读者也读过(10条)

1. [谷军](#). [余瑜](#). [陈元金](#). [Gu-Jun](#). [Yu-Yu](#). [Chen Yuan-jin](#) 有关设计使用年限问题的探讨[期刊论文]-[重庆建筑](#)2006(10)
2. [丁子文](#). [余祖国](#). [Ding Ziwen](#). [Yu Zuguo](#) 某设计使用年限100年建筑结构设计[期刊论文]-[甘肃科技](#)2010, 26(4)
3. [李亚明](#). [周晓峰](#). [吴景松](#). [焦瑜](#). [宋剑波](#). [张月楼](#). [LI Ya-ming](#). [ZHOU Xiao-feng](#). [WU Jing-song](#). [JIAO Yu](#). [SONG Jian-bo](#). [ZHANG Yue-lou](#) 中国航海博物馆中央帆体新型杂交结构设计[期刊论文]-[建筑钢结构进展](#)2007, 9(5)
4. [孙朝骥](#). [张明雄](#) 泸州市“三馆”结构优化设计[会议论文]-2003
5. [顾旖萍](#). [GU Yi-ping](#) 增层改建工程结构设计[期刊论文]-[山西建筑](#)2010, 36(16)
6. [汤阳](#). [蒋秀根](#). [剧锦三](#). [Tang Yang](#). [Jiang Xiugen](#). [Ju Jinsan](#) 基于不同概率分位值的荷载特征值取值方法及其比较[期刊论文]-[中国农业大学学报](#)2006, 11(2)
7. [蒋国旺](#) 平面不规则的某高层建筑物结构设计[期刊论文]-[中外建筑](#)2006(2)
8. [刘冬柏](#). [毛土明](#). [LiU Dongbo](#). [Mao Tuming](#) 建筑结构“设计使用年限”的几个问题讨论[期刊论文]-[中外建筑](#) 2010(6)
9. [赵泽](#). [Zhao Ze](#) 混凝土结构耐久性提高措施[期刊论文]-[安徽建筑](#)2009(1)
10. [萧蕤](#) 关于建筑结构设计使用年限的标准化问题[期刊论文]-[上海标准化](#)2005(5)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200801008.aspx