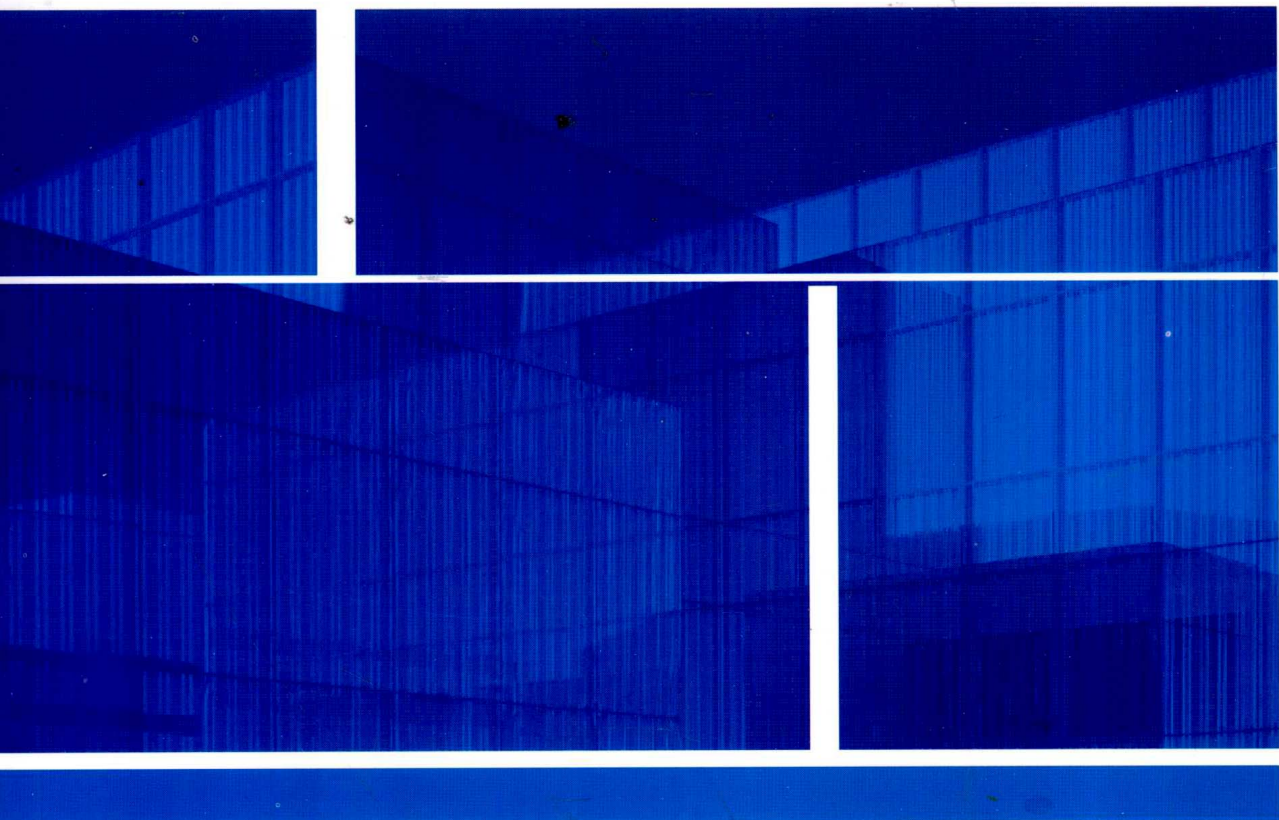


| 土木工程疑难释义丛书 |



建筑抗震疑难释义

附解题指导（按**规范GB 50011—2010**编写）

（第二版）

郭继武 编著

中国建筑工业出版社

土木工程疑难释义丛书

建筑抗震疑难释义（第二版）

附 解 题 指 导

按规范 GB 50011—2010 编写

郭继武 编著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑抗震疑难释义/郭继武编著. —2 版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2010. 11
(土木工程疑难释义丛书)
ISBN 978-7-112-12570-8
I. ①建… II. ①郭… III. ①建筑结构—抗震设计
IV. ①TU352. 104

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 201141 号

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010) 于 2010 年 12 月 1 日开始实施。为了满足教学需要, 为工程界广大读者学习新规范提供参考, 参照新规范有关内容对本书第一版进行了修订。

本书第二版仍包括两部分。第一部分采取问答形式, 叙述建筑抗震设计中的一些基本理论和难点, 并对新版《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010) 的有关条文和公式的意义作了说明和推演。在第一部分中包括: 抗震设计的一般原则, 场地、地基与基础, 地震作用和地震作用效应, 以及各种常用建筑结构的抗震设计等。

第二部分为“解题指导”, 其中列举了一些有代表性的例题。目的在于通过解题使读者更好地理解、掌握第一部分内容。在解题过程中, 力求解题步骤清晰, 说明详尽。

本书适合作为高等院校土建类专业学生课外学习的参考书, 也可作为工程技术人员学习新规范的参考。

* * *

责任编辑: 郭 栋 万 李

责任设计: 张 虹

责任校对: 姜小莲 赵 颖

土木工程疑难释义丛书

建筑抗震疑难释义 (第二版)

附解题指导

按规范 GB 50011—2010 编写

郭继武 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京凌奇印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23½ 插页: 2 字数: 572 千字

2010 年 12 月第二版 2010 年 12 月第四次印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-12570-8

(19805)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

第二版前言

《建筑抗震疑难释义》(第一版)出版发行已有七个年头了。《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)于2010年12月1日开始实施。为了满足教学需要和工程界广大读者学习新规范的参考,参照新规范有关内容对本书第一版进行了修订。

本书第二版与第一版比较,主要有以下内容进行了修改:

1. 修订了建筑工程抗震设防分类,将中小学建筑划分为重点设防类(即乙类)。
2. 将原场地类别Ⅰ类场地($v_s > 500\text{m/s}$)分为Ⅰ₀和Ⅰ₁两个亚类;等效剪切波速分界由140m/s修改为150m/s。
3. 调整了场地土液化判别公式,将液化临界值随深度的变化由原来的折线形式改为对数曲线形式,并对公式系数来源作了推演和讨论。
4. 补充了结构抗震性能化设计的概念。
5. 改进了地震影响系数曲线(反应谱)的阻尼调整系数和形状参数;补充和完善了竖向地震作用的计算方法,并补充了竖向地震影响系数取值的规定。
6. 补充了8度(0.30g)现浇钢筋混凝土结构房屋的最大适用高度。
7. 修改了与“强柱弱梁”、“强剪弱弯”原则有关的框架内力调整相关规定,补充了框架结构楼梯间的抗震设计要求。
8. 取消了内框架砖房的相关内容;修改了多层砌体房屋层数和高度的限值、抗震横墙间距等设计要求。
9. 补充了底层框架-抗震墙房屋的结构布置和过渡层的设计要求、上部为混凝土小砌块墙体的相关要求、墙体受剪承载力验算以及底框部分框架柱的专门要求等规定。
10. 修改了单层钢筋混凝土柱厂房可不进行抗震验算的范围,补充完善了柱间支撑节点验算要求。
11. 修改了各种类型结构抗震构造措施。

在修订本书时,注意了保持第一版的特点,即力求内容由浅入深、循序渐进、理论联系实际;尽量对规范有关条文、公式、计算系数的来源加以推演和说明。

为了使读者更好地掌握书中的基本理论知识和规范有关条文内容,书中在“解题指导”中列举了有代表性的例题,在解题过程中,力求步骤清晰,说明详尽。

在编写本书时,参考和引用了公开发表的一些文献和资料,谨向这些作者表示感谢。

由于编者水平所限,书中可能存在疏漏之处,请读者不吝指正。

第一版前言

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)业已公布实施。为了配合教学和广大读者学习规范的需要,我们编写了这本《建筑抗震疑难释义》。本书内容包括两部分:

第一部分采取问答的形式,叙述建筑抗震设计中的一些基本理论和难点。并对《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)中的有关条文、公式和计算系数的意义及其来源作了推证和说明。在这一部分中包括:抗震设计的一般原则,场地、地基基础,地震作用和地震作用效应,以及各种常用建筑结构的抗震设计及抗震措施。其中,钢筋混凝土抗震墙结构的内力和侧移计算部分,对于双肢墙和对称三肢墙,书中采用了以墙肢轴力作为未知数的微分方程解法,并编制了计算用表。按这种方法建立微分方程具有概念清楚、计算参数少等优点,应用也很方便;对多肢墙给出了精确解法。

第二部分为配合读者更好地理解第一部分基本理论和规范条文内容,列举了一些有代表性的例题。在解题过程中,力求解题步骤清晰,说明详尽。

编写本书时,参考了一些公开发表的文献,谨向这些作者表示感谢。

由于编者水平所限,书中可能存在疏漏之处,请读者指正。

目 录

第一部分 疑难释义

第 1 章 抗震设计的基本要求	2
1.1 什么是地震烈度? 什么是地震烈度表?	2
1.2 《中国地震烈度表》(GB/T 17742—2008) 中“平均震害指数”的含义是什么?	6
1.3 什么是地震等烈度线?	6
1.4 什么是地震基本烈度? 什么是地震烈度区划图?	8
1.5 地震烈度区划图是怎样编制的?	8
1.6 建筑抗震设防分类是根据哪些因素划分的?	8
1.7 建筑工程抗震设防分为哪几个类别?	8
1.8 各抗震设防类别建筑的抗震设防标准是什么?	9
1.9 建筑抗震设防目标是什么?	9
1.10 什么是小震和大震?	10
1.11 什么是建筑抗震性能设计	12
1.12 什么是建筑抗震概念设计?	14
1.13 抗震设计时对场地、地基和基础有何要求?	14
1.14 如何选择对抗震有利的建筑平面、立面和竖向剖面?	14
1.15 设计不规则的建筑结构时应注意哪些问题?	16
1.16 什么情况可采用隔震与消能减震设计?	17
1.17 设置防震缝有何要求?	17
1.18 什么是抗撞墙? 设置抗撞墙应注意哪些问题?	17
1.19 怎样确定多层和高层钢筋混凝土房屋适用的最大高度?	17
1.20 怎样划分钢筋混凝土房屋的抗震等级?	18
1.21 怎样选择技术和经济合理的结构体系?	21
1.22 利用计算机进行结构抗震分析应符合哪些要求?	21
1.23 抗震设计对非结构构件有哪些要求?	22
1.24 抗震结构对材料性能与施工有何要求?	22
第 2 章 场地、地基与基础	24
2.1 什么是建筑场地有利、一般、不利和危险地段?	24
2.2 建筑场地类别是怎样划分的?	24
2.3 怎样对建筑场地不良地质进行工程评价?	26
2.4 什么是土的卓越周期?	27
2.5 用哪些物理量描写强震地面运动特征?	32
2.6 哪些建筑可不进行天然地基与基础抗震承载力验算?	33

2.7	怎样验算天然地基抗震承载力?	33
2.8	怎样确定调整后地基土抗震承载力 f_{aE} ?	34
2.9	什么是土的液化?	35
2.10	影响土的液化因素有哪些?	36
2.11	什么是土的液化初步判别法?	37
2.12	土的液化初步判别式的含义是什么?	38
2.13	什么是土的液化标准贯入试验判别法?	40
2.14	怎样对液化地基进行评价?	42
2.15	地基抗液化措施有哪些?	44
2.16	哪些建筑的桩基不需进行抗震验算?	45
2.17	怎样进行低承台桩基抗震验算?	46
第3章	地震作用与结构抗震验算	48
3.1	为什么不应称“地震荷载”而应称“地震作用”?	48
3.2	地震作用与一般荷载有何不同?	48
3.3	怎样确定地震作用?	48
3.4	怎样建立单质点弹性体系在地震作用下的运动方程?	49
3.5	怎样解运动微分方程?	50
3.6	什么是位移反应谱、速度反应谱和加速度反应谱? 它们之间有何联系?	53
3.7	什么是三坐标反应谱?	54
3.8	为什么说地震时作用在质点上的惯性力可以理解为能反映地震影响的等效荷载?	55
3.9	水平地震作用 F_{Ek} 基本公式是怎样推导的?	56
3.10	什么是地震系数 k ? 怎样确定它的数值?	56
3.11	什么是放大系数 β ? 怎样确定它的数值?	57
3.12	《抗震规范》中地震影响系数 α 的含义是什么?	59
3.13	怎样确定地震影响系数 α 值?	59
3.14	怎样确定地震动峰值加速度?	62
3.15	怎样确定地震动反应谱特征周期	62
3.16	什么是多质点体系?	63
3.17	怎样计算两个质点弹性体系的自由振动?	63
3.18	怎样计算多质点体系的自由振动?	68
3.19	什么是主振型的正交性?	72
3.20	什么是振型矩阵、广义质量和广义刚度?	74
3.21	怎样按振型分解反应谱法分析多质点体系自由振动?	76
3.22	怎样计算多质点体系地震反应?	78
3.23	怎样按振型分解反应谱法计算多质点体系水平地震作用?	81
3.24	按振型分解反应谱法求出水平地震作用后如何计算体系的地震作用效应?	83
3.25	怎样按底部剪力法求水平地震作用?	83
3.26	等效重力荷载系数 $\xi=0.85$ 是怎样确定的?	86
3.27	为什么要调整水平地震作用下结构地震内力? 怎样调整?	86

3.28	什么是地震作用反应时程分析法？	88
3.29	在什么情况下须考虑竖向地震作用？	90
3.30	怎样计算竖向地震作用？	90
3.31	怎样按瑞利（Rayleigh）法计算结构基本周期？	93
3.32	怎样按折算质量法计算结构基本周期？	94
3.33	怎样按顶点位移法计算结构基本周期？	95
3.34	怎样按矩阵迭代法计算结构周期和振型？	96
3.35	《抗震规范》对计算地震作用有哪些规定？	101
3.36	怎样进行结构抗震验算？	102
第4章	钢筋混凝土框架结构	107
4.1	怎样计算钢筋混凝土框架结构水平地震作用？	107
4.2	怎样按反弯点法求框架内力？	107
4.3	怎样按改进的反弯点法求框架的内力？	109
4.4	怎样求框架的弹性侧移？	117
4.5	怎样求框架弹塑性侧移？	118
4.6	怎样计算重力荷载作用下框架的内力？	122
4.7	为什么对框架梁端弯矩调幅？怎样调幅？	122
4.8	怎样确定框架梁、柱控制截面的内力不利组合？	123
4.9	框架结构的布置应注意哪些问题？	127
4.10	设计框架结构梁、柱的基本要求是什么？	127
4.11	设计框架梁时应注意哪些问题？	128
4.12	设计框架柱时应注意哪些问题？	131
4.13	怎样设计框架节点？	135
4.14	梁、柱端部及节点核芯区的箍筋配置有哪些要求？	138
4.15	框架梁、柱纵向受力钢筋的锚固和接头有何要求？箍筋锚固有何要求？	140
4.16	框架结构的砌体填充墙应符合哪些要求？	142
第5章	钢筋混凝土抗震墙结构	143
5.1	什么是钢筋混凝土抗震墙结构？应用范围如何？	143
5.2	什么是双肢墙？什么是多肢墙？	143
5.3	什么是短肢抗震墙？什么是一般抗震墙？	144
5.4	为什么在地震区高层建筑不应采用全部为短肢墙的抗震墙结构？	144
5.5	在布置抗震墙时应注意哪些问题？	144
5.6	计算双肢墙内力和侧移时通常采取哪些假定？	144
5.7	怎样建立双肢墙的微分方程？	144
5.8	怎样解双肢墙微分方程？	148
5.9	怎样计算双肢墙的内力？	149
5.10	怎样计算双肢墙的侧移和等效刚度？	176
5.11	怎样计算各片抗震墙的地震剪力？	178
5.12	怎样计算对称三肢墙的内力、侧移和等效刚度？	182

5.13	怎样建立多肢墙的微分方程组?	183
5.14	怎样解多肢墙微分方程组?	186
5.15	怎样求多肢墙其余内力(除墙肢轴力 N_i 外)?	189
5.16	怎样计算多肢墙的侧移?	190
5.17	为什么要调整抗震墙各墙肢截面的组合内力? 怎样调整?	191
5.18	怎样确定抗震墙的厚度?	191
5.19	怎样验算抗震墙墙肢正截面承载力?	192
5.20	怎样验算抗震墙墙肢斜截面承载力?	194
5.21	怎样验算连梁的承载力?	195
5.22	当抗震墙连梁不满足最小截面尺寸条件时应如何处理?	195
5.23	什么是抗震墙的边缘构件? 它的作用是什么?	196
5.24	在什么情况下应采用约束边缘构件? 怎样确定约束边缘构件的尺寸和配筋?	196
5.25	在什么情况下采用构造边缘构件? 怎样确定构造边缘构件的尺寸及配筋?	197
第6章	钢筋混凝土框架-抗震墙结构	198
6.1	什么是框架-抗震墙结构? 在什么情况下宜采用这种结构?	198
6.2	框架-抗震墙结构的布置应注意哪些问题?	198
6.3	怎样选择框架-抗震墙结构的计算简图?	199
6.4	怎样计算钢筋混凝土框架-抗震墙结构的水平地震作用?	200
6.5	怎样按微分方程法求解框架-抗震墙结构的内力和侧移?	200
6.6	怎样用图表计算框架-抗震墙结构的内力和侧移?	206
6.7	怎样调整框架-抗震墙结构中框架的地震剪力?	221
6.8	怎样确定框架-抗震墙结构中框架柱的内力?	221
6.9	怎样确定框架-抗震墙结构中各片抗震墙的内力?	221
6.10	什么是抗震墙的等效荷载?	222
6.11	框架-抗震墙结构中抗震墙应采取哪些构造措施?	224
第7章	多层砌体房屋	225
7.1	多层砌体房屋抗震设计应符合哪些规定?	225
7.2	怎样计算多层砌体房屋水平地震作用?	227
7.3	怎样计算楼层水平地震剪力?	228
7.4	怎样确定楼层横向地震剪力在各墙体上的分配?	228
7.5	怎样确定楼层纵向地震剪力在各墙体上的分配?	234
7.6	怎样确定同一道墙各墙段的地震剪力?	234
7.7	怎样验算墙体横截面抗震承载力?	235
7.8	砌体强度正应力影响系数 ζ_N 的公式是怎样推导的?	237
7.9	钢筋混凝土构造柱的作用是什么?	239
7.10	各类多层砖砌体房屋构造柱设置部位有哪些要求?	240
7.11	多层砖砌体房屋构造柱的截面尺寸、配筋和连接都有哪些要求?	241
7.12	钢筋混凝土圈梁的作用是什么?	241
7.13	多层砖砌体房屋圈梁设置部位有哪些要求?	242

7.14	多层砖砌体房屋圈梁截面尺寸和配筋都有哪些要求？	243
7.15	楼、屋盖构件的搭接长度和连接有何要求？	243
7.16	横墙较少多层砖砌体房屋应采取哪些抗震加强措施？	244
7.17	砌体房屋后砌的非承重隔墙与承重墙的连接有何要求？	245
7.18	多层砌体房屋楼梯间抗震设计有何要求？	245
7.19	在地震区多层砌体房屋基础设计应注意哪些问题？	245
7.20	什么是混凝土小砌块房屋中的芯柱？	245
7.21	小砌块房屋中哪些部位应设置芯柱？其数量有何规定？	246
7.22	怎样确定芯柱的截面、混凝土强度等级和配筋？	246
7.23	小砌块房屋中替代芯柱的钢筋混凝土构造柱，应符合哪些要求？	246
7.24	小砌块房屋中圈梁设置位置、截面尺寸、混凝土强度等级和配筋应符合 哪些要求？	247
7.25	小砌块房屋中墙体交接处、芯柱与墙体连接处应采取哪些措施？	247
7.26	在什么情况下小砌块房屋中要设置钢筋混凝土带？在构造上有何要求？	247
第8章	底部框架-抗震墙房屋	248
8.1	什么是底部框架-抗震墙房屋？	248
8.2	底部框架-抗震墙房屋抗震设计应符合哪些规定？	248
8.3	怎样确定水平地震作用和层间地震剪力	249
8.4	怎样进行底部框架-抗震墙房屋层间地震剪力的调整？	250
8.5	地震剪力在底部框架和抗震墙之间如何分配？	253
8.6	地震倾覆力矩在层部框架和抗震墙之间如何分配？	254
8.7	怎样计算底层框架平面内转动刚度？	255
8.8	怎样计算底层抗震墙平面内转动刚度？	257
8.9	怎样确定底部两层框架、抗震墙平面内转动刚度？	258
8.10	底部框架-抗震墙砌体房屋应采取哪些抗震构造措施？	258
第9章	单层钢筋混凝土柱厂房	262
9.1	厂房结构布置应符合哪些要求？	262
9.2	厂房天窗架的设置应当注意哪些问题？	262
9.3	厂房屋架的设置应注意哪些问题？	262
9.4	厂房柱设计应注意哪些问题？	263
9.5	厂房围护墙应符合哪些要求？	263
9.6	砌体围护墙应在什么部位设置圈梁？	263
9.7	圈梁的构造应符合哪些要求？	263
9.8	单层厂房的基础梁和墙梁有何要求？	264
9.9	单层厂房抗震计算的原则是什么？哪些情况可不进行抗震计算？	264
9.10	单厂横向抗震计算时有哪些基本假定？	264
9.11	怎样确定单厂结构计算简图及等效重力荷载代表值？	264
9.12	怎样计算排架的横向基本周期？	267
9.13	怎样计算排架水平地震作用？	269

9.14	怎样考虑单厂空间工作和扭转影响对排架地震作用的调整?	270
9.15	怎样进行排架内力分析及调整?	271
9.16	怎样进行排架内力组合?	272
9.17	怎样按“柱列法”进行单层厂房纵向抗震计算?	272
9.18	怎样按“修正刚度法”进行单层厂房纵向抗震计算?	276
9.19	怎样按“拟能量法”进行单层厂房纵向抗震计算?	279
9.20	怎样进行天窗架的纵向抗震计算?	285

第二部分 解题指导

【例题 1-1】	地震烈度分布函数表达式中形状参数 k 值的确定。	288
【例题 2-1】	根据土的剪切波速和场地覆盖层厚度确定场地类别。	288
【例题 2-2】	无土的剪切波速资料时场地类别的确定。	288
【例题 2-3】	按初步判别法判别土的液化之一。	289
【例题 2-4】	按初步判别法判别土的液化之二。	289
【例题 2-5】	求地基液化指数和确定液化等级。	290
【例题 3-1】	反应谱特征周期 T_g 的确定。	292
【例题 3-2】	按三坐标反应谱确定结构位移、速度和加速度反应及反应谱特征周期和地震动峰值加速度。	293
【例题 3-3】	单层钢筋混凝土框架水平地震作用计算。	294
【例题 3-4】	求框架振动圆频率和主振型。	295
【例题 3-5】	验算结构主振型的正交性。	296
【例题 3-6】	按振型分解反应谱法求框架水平地震作用和内力。	297
【例题 3-7】	按底部剪力法求框架水平地震作用和内力。	298
【例题 3-8】	按时程分析法求结构的地震位移、速度和加速度反应。	299
【例题 3-9】	按折算质量法求体系的基本周期之一。	303
【例题 3-10】	按折算质量法求体系的基本周期之二。	303
【例题 3-11】	按迭代法确定三层框架结构自振周期和主振型。	304
【例题 4-1】	用反弯点法求框架内力。	309
【例题 4-2】	验算在横向地震作用下框架层间弹性位移并计算地震内力。	311
【例题 4-3】	按力矩分配法求框架内力。	315
【例题 4-4】	框架梁的剪力和柱轴力的确定。	318
【例题 4-5】	求框架内力不利组合。	320
【例题 5-1】	利用结构对称性求三肢墙墙肢轴力。	327
【例题 5-2】	用精确法求多肢墙墙肢轴力。	328
【例题 5-3】	抗震墙结构顶点侧移的计算。	331
【例题 6-1】	钢筋混凝土框架-抗震墙结构抗震计算。	332
【例题 7-1】	多层砖房抗震计算。	345
【例题 7-2】	两跨单层不等高厂房抗震计算。	351
【例题 7-3】	两跨单层等高厂房纵向抗震计算。	360
参考文献		363

第 一 部 分

疑 难 释 义

第 1 章 抗震设计的基本要求

1.1 什么是地震烈度？什么是地震烈度表？

地震烈度是指地震时在一定地点引起的地面震动及其影响的强弱程度。相对震中而言，地震烈度也可以把它理解为地震场的强度。

用什么尺度衡量地震烈度？在没有仪器观测的年代，只能由地震宏观现象，如人的感觉、器物的反应、地表和建筑物的影响和破坏程度等，总结出宏观烈度表来评定地震烈度。我国早期的《新中国地震烈度表》（1957）就属于这种宏观烈度表。由于宏观烈度表未能提供定量指标，因此不能直接用于工程抗震设计。随着科学技术的发展，强震仪的问世使人们有可能用记录到的地面运动参数，如地面运动加速度峰值、速度峰值来定义地震烈度，从而出现了含有物理指标的定量烈度表。由于不可能随处取得地震仪记录，因此，用定量烈度表评定地震现场的地震烈度还有一定困难。比较好的方法是将两种烈度表结合起来，使之兼有两种功能，以便工程应用。

1999 年由国家地震局颁布实施的《中国地震烈度表》（GB/T 17742—1999），就属于将宏观烈度与地面运动参数建立起联系的地震烈度表。所以，该烈度表既有定性的宏观标志，又有定量的物理标志，兼有宏观烈度表和定量烈度表的两种功能。

《中国地震烈度表》（GB/T 17742—1999）自发布实施以来，在地震烈度评定中发挥了重要作用。由于国家经济发展，城乡房屋结构发生了很大变化，抗震设防的建筑比例增加。因此，由中国地震局对《中国地震烈度表》（GB/T 17742—1999）进行了修订，并由国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会联合发布了新的《中国地震烈度表》（GB/T 17742—2008），见表 1-1。

中国地震烈度表（GB/T 17742—2008）

表 1-1

地震烈度	人的感觉	房屋震害			其他震害现象	水平向地震动参数	
		类型	震害程度	平均震害指数		峰值加速度 (m/s ²)	峰值速度 (m/s)
I	无感	—	—	—	—	—	—
II	室内个别静止中的人有感觉	—	—	—	—	—	—
III	室内少数静止中的人有感觉	—	门、窗轻微作响	—	悬挂物微动	—	—
IV	室内多数人、室外少数人有感觉，少数人梦中惊醒	—	门、窗作响	—	悬挂物明显摆动，器皿作响	—	—

续表

地震 烈度	人的感觉	房屋震害			其他震 害现象	水平向地震动参数	
		类型	震害程度	平均震害 指数		峰值加速度 (m/s^2)	峰值速度 (m/s)
V	室内绝大多数、室外多数人有感觉，多数人梦中惊醒	—	门窗、屋顶、屋架颤动作响，灰土掉落，个别房屋墙体抹灰出现细微裂缝，个别屋顶烟囱掉砖	—	悬挂物大幅度晃动，不稳定器物摇动或翻倒	0.31 (0.22~0.44)	0.03 (0.02~0.04)
VI	多数人站立不稳，少数人惊逃户外	A	少数中等破坏，多数轻微破坏和/或基本完好	0.00~0.11	家具和物品移动；河岸和松软土出现裂缝，饱和砂层出现喷砂冒水；个别独立砖烟囱轻度裂缝	0.63 (0.45~0.89)	0.06 (0.05~0.09)
		B	个别中等破坏，少数轻微破坏，多数基本完好				
		C	个别轻微破坏，大多数基本完好	0.00~0.08			
VII	大多数人惊逃户外，骑自行车的人有感觉，行驶中的汽车驾乘人员有感觉	A	少数毁坏和/或严重破坏，多数中等和/或轻微破坏	0.09~0.31	物体从架子上掉落；河岸出现塌方，饱和砂层常见喷水冒砂，松软土地土地裂缝较多；大多数独立砖烟囱中等破坏	1.25 (0.90~1.77)	0.13 (0.10~0.18)
		B	少数中等破坏，多数轻微破坏和/或基本完好				
		C	少数中等和/或轻微破坏，多数基本完好	0.07~0.22			
VIII	多数人摇晃颠簸，行走困难	A	少数毁坏，多数严重和/或中等破坏	0.29~0.51	干硬土上出现裂缝，饱和砂层绝大多数喷砂冒水；大多数独立砖烟囱严重破坏	2.50 (1.78~3.53)	0.25 (0.19~0.35)
		B	个别毁坏，少数严重破坏，多数中等和/或轻微破坏				
		C	少数严重和/或中等破坏，多数轻微破坏	0.20~0.40			

续表

地震 烈度	人的感觉	房屋震害			其他震 害现象	水平向地震动参数	
		类型	震害程度	平均震害 指数		峰值加速度 (m/s ²)	峰值速度 (m/s)
Ⅸ	行 动 的 人 摔 倒	A	多数严重破 坏或/和毁坏	0.49~0.71	干硬土上多处 出现裂缝,可见 基岩裂缝、错动, 滑坡、塌方常见; 独立砖烟囱多数 倒塌	5.00 (3.54~7.07)	0.50 (0.36~0.71)
		B	少数毁坏, 多数严重和/或 中等破坏				
		C	少数毁坏和/ 或严重破坏, 多数中等和/或 轻微破坏	0.38~0.60			
Ⅹ	骑自行车的 人会摔倒,处 不稳状态的人 会摔离原地, 有抛起感	A	绝 大 多 数 毁坏	0.69~0.91	山崩和地震断 裂出现,基岩上 拱桥破坏;大多 数独立砖烟囱从 根部破坏或倒塌	10.00 (7.08~14.14)	1.00 (0.72~1.41)
		B	大多数毁坏				
		C	多数毁坏和/ 或严重破坏	0.58~0.80			
Ⅺ	—	A	绝 大 多 数 毁坏	0.89~1.00	地震断裂延续 很大;大量山崩 滑坡	—	—
		B		0.78~1.00			
		C					
Ⅻ	—	A	几乎全部毁坏	1.00	地面剧烈变化, 山河改观	—	—
		B					
		C					

注:表中给出的“峰值加速度”和“峰值速度”是参考值,括号内给出的是变动范围。

现将新地震烈度表的内容和查表时应注意的事项简述如下:

1. 地震烈度评定指标

新的烈度表规定了地震烈度的评定指标,包括人的感觉、房屋震害程度、其他震害现象、水平向地震动参数。

2. 地震烈度等级

地震烈度仍划分为 12 等级，分别用罗马数字 I、II、…、XII 表示。

3. 数量词的界定

数量词采用个别、少数、多数、大多数和绝大多数，其范围界定如下：

- (1) 个别为 10% 以下；
- (2) 少数为 10%~45%；
- (3) 多数为 40%~70%；
- (4) 大多数为 60%~90%；
- (5) 绝大多数为 80% 以上。

4. 评定烈度的房屋类型

用于评定烈度的房屋，包括以下三种类型：

- (1) A 类：木构架和土、石、砖墙建造的旧式房屋；
- (2) B 类：未经抗震设防的单层或多层砖砌体房屋；
- (3) C 类：按照Ⅶ度抗震设防的单层或多层砖砌体房屋。

5. 房屋破坏等级及其对应的震害指数

房屋破坏等级分为：基本完好、轻微破坏、中等破坏、严重破坏和毁坏五类，其定义和对应的震害指数见表 1-2。

建筑破坏级别与震害指数

表 1-2

破坏等级	震害程度	震害指数 d
基本完好	承重和非承重构件完好，或个别非承重构件轻微损坏，不加修理可继续使用	$0.00 \leq d < 0.10$
轻微破坏	个别承重构件出现可见裂缝，非承重构件有明显裂缝，不需要修理或稍加修理即可继续使用	$0.10 \leq d < 0.30$
中等破坏	多数承重构件出现轻微裂缝，部分有明显裂缝，个别非承重构件破坏严重，需要一般修理后可使用	$0.30 \leq d < 0.55$
严重破坏	多数承重构件破坏较严重，非承重构件局部倒塌，房屋修复困难	$0.55 \leq d < 0.85$
毁 坏	多数承重构件严重破坏，房屋结构濒临崩溃或已倒塌，已无修理可能	$0.85 \leq d < 1.00$

6. 地震烈度评定

(1) 评定地震烈度时，I 度~V 度应以地面上以及底层房屋中的人的感觉和其他震害现象为主；VI 度~X 度应以房屋震害为主，参照其他震害现象，当用房屋震害程度与平均震害指数评定结果不同时，应以震害程度评定结果为主，并综合考虑不同类型房屋的平均震害指数；XI 度和 XII 度应综合房屋震害和地表震害现象。

(2) 以下三种情况的地震烈度评定结果，应作适当调整：

- 1) 当采用高楼上人的感觉和器物反应评定地震烈度时, 适当降低评定值;
 - 2) 当采用低于或高于Ⅶ度抗震设计房屋的震害程度和平均震害指数评定地震烈度时, 适当降低或提高评定值;
 - 3) 当采用建筑质量特别差或特别好房屋的震害程度和平均震害指数评定地震烈度时, 适当降低或提高评定值。
- (3) 当计算的平均震害指数值位于表 1-1 中地震烈度对应的平均震害指数重叠搭接区间时, 可参照其他判别指标和震害现象综合判定地震烈度。
- (4) 农村可按自然村, 城镇可按街区为单位进行地震烈度评定, 面积以 1km^2 为宜。
- (5) 当有自由场地强震动记录时, 水平向地震动峰值加速度和峰值速度可作为综合评定地震烈度的参考指标。

1.2 《中国地震烈度表》(GB/T 17742—2008) 中 “平均震害指数”的含义是什么?

由于建筑种类不同, 结构类型各异, 故如何评定某一地区房屋的震害程度, 作出比较符合实际情况的数量统计, 以便正确地应用地震烈度表评定出宏观烈度, 这是一个十分重要的问题。

《中国地震烈度表》(GB/T 17742—2008) 采用“平均震害指数”确定房屋的宏观烈度。所谓平均震害指数, 是指同类房屋震害指数的加权平均值, 即

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^5 d_i n_i \quad (1-1)$$

若令 $\lambda_i = \frac{n_i}{N}$, 则平均震害指数又可写成:

$$D = \sum_{i=1}^5 d_i \lambda_i \quad (1-2)$$

式中 d_i ——房屋破坏等级为 i 的震害指数;

n_i ——房屋破坏等级为 i 的房屋幢数;

N ——房屋总幢数;

λ_i ——破坏等级为 i 的房屋破坏比, 即破坏等级为 i 的房屋幢数与总幢数之比。

由式 (1-2) 可见, 平均震害指数亦可定义为破坏等级为 i 的房屋破坏比与其相应的震害指数的乘积之和。

求出平均震害指数后, 即可由表 1-1 查得地震烈度。

1.3 什么是地震等烈度线?

对应于一次地震, 在其波及的地区内, 根据烈度表可以对该地区内每一地点评定出一个烈度。我们将烈度相同的区域的外包线, 称为等烈度线或等震线。理想化的等震线应该是一些规则的同心圆。但实际上, 由于建筑物的差异、地质、地形的影响, 等震线多是一