

建筑抗震设计禁忌

与疑难问题对策 (第二版)

(按规范 GB 50011—2010)

郭继武 李建军 ● 编著

中国建筑工业出版社

建筑抗震设计禁忌与疑难问题对策 (第二版)

(按规范 GB 50011—2010)

郭继武 李建军 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑抗震设计禁忌与疑难问题对策/郭继武, 李建军
编著. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 11
ISBN 978-7-112-13638-4

I. ①建… II. ①郭…②李… 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 (2011) 第 199438 号

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010) 已颁布实施。为了进一步学习、领会新规范内容, 本书采用以“禁忌”的提示方法介绍新规范的主要内容及抗震基础理论知识。全书共 8 章, 内容包括: 抗震设计的基本要求, 场地、地基与基础, 地震作用与结构抗震验算, 钢筋混凝土框架房屋, 钢筋混凝土抗震墙房屋, 钢筋混凝土框架-抗震墙房屋, 多层砌体房屋, 底部框架 抗震墙砌体房屋。

为了更好地理解书中所叙述的概念和规范有关条文, 列举了一些有代表性的实例, 供读者参考。

本书可供土建设计、施工、监理科技人员和大专院校土建专业师生学习新规范的参考。

* * *

责任编辑: 郭 栋
责任设计: 张 虹
责任校对: 刘梦然 姜小莲

建筑抗震设计禁忌与疑难问题对策 (第二版)

(按规范 GB 50011—2010)

郭继武 李建军 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

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 $\frac{3}{4}$ 字数: 550 千字

2011 年 11 月第二版 2011 年 11 月第二次印刷

定价: 50.00 元

ISBN 978-7-112-13638-4
(21398)

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

我国新版《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 已于 2010 年 12 月 1 日实施。新版抗震规范较 2001 版规范在技术水平上有了较大的提高和发展,内容更加充实和完善。反映了近十年来我国建筑抗震设计经验和科研成果。

为了满足广大读者学习新规范的参考,参照新规范有关内容,我们对本书第一版进行了修订。

本书第二版与第一版比较,主要有以下内容作了增删和修改:

1. 将原场地类别 I 类场地分为 I_0 和 I_1 两个亚类场地;场地类别等效剪切波速分界由 140m/s 修改为 150m/s。

2. 调整了场地土液化判别标准贯入锤击数临界值 N_{cr} 计算公式,将原来 N_{cr} 随深度的折线变化改为对数曲线变化。并对公式系数来源作了推演和讨论。

3. 介绍了结构抗震性能设计的概念和计算方法。

4. 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计算方法,并补充了竖向地震影响系数取值的规定。

5. 修改了框架、框架-抗震墙和抗震墙结构内力调整系数,补充了框架结构楼梯间的抗震设计要求。

6. 取消了内框架房屋的相关内容;修改了多层砌体房屋层数和高度的限值、抗震横墙间距、底层框架-抗震墙砌体房屋的结构布置、墙体抗剪承载力验算。

7. 补充完善了各类结构抗震构造措施。

在修订本书时,注意了保持第一版的特点,即仍采用以“禁忌”提示方式讲解抗震基本理论知识和新版规范有关条文内容。叙述时力求内容由浅入深、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新版规范有关条文内容,书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。

全书共 8 章,内容包括:抗震设计的基本要求,场地、地基与基础,地震作用与结构抗震验算,钢筋混凝土框架房屋,钢筋混凝土抗震墙房屋,钢筋混凝土框架-抗震墙房屋,多层砌体房屋,底部框架-抗震墙砌体房屋。

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

我国《建筑抗震设计规范》提出的“三水准”抗震设防目标，以及为实现这个目标所采取的“二阶段设计法”，已为地震所证明是正确的。例如，发生在2008年的四川汶川“5·12”大地震，通过有关单位专家对震后房屋应急评估显示，严格按照现行建筑抗震设计规范设计、施工和使用的建筑，在遭受到比当地地震烈度高1度左右的地震作用下没有出现倒塌破坏，有效地保护了人民生命安全。我国《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001实施已近8个年头了，最近对它进行了修订，并由住房和城乡建设部于2008年8月1日发布、实施。《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008也已颁布实施。为了进一步学习、领会修订后的2008年版规范内容，我们采用对建筑抗震设计中的一些问题以“禁忌”的提示方法，介绍规范的主要内容以及学习规范所需要的基础理论知识。

全书共8章，内容包括：抗震设计的基本要求，场地、地基和基础，地震作用与结构验算，钢筋混凝土框架房屋，钢筋混凝土框架-剪力墙房屋，钢筋混凝土剪力墙结构房屋，多层砌体房屋，底部框架-剪力墙房屋和多层内框架房屋。

为了更好地理解书中所叙述的概念和规范有关条文，结合问题列举了一些有代表性的实例，供读者参考。

本书第1~4章由郭继武编写，第5~8章由李建军编写。

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。

目 录

第 1 章 抗震设计的基本要求	1
【禁忌 1-1】 不熟悉建筑抗震设防目标的要求	1
【禁忌 1-2】 不了解小震、大震的烈度是怎样确定的	2
【禁忌 1-3】 不熟悉建筑抗震设防分类	3
【禁忌 1-4】 不了解各抗震设防类别建筑的抗震设防标准的要求	4
【禁忌 1-5】 忽视不同建筑场地时各抗震设防类别建筑的抗震 设防标准的要求	4
【禁忌 1-6】 不重视地震区地基基础的设计要求	4
【禁忌 1-7】 忽视山区建筑场地和地基基础设计的要求	5
【禁忌 1-8】 不重视建筑抗震概念设计的要求	5
【禁忌 1-9】 不能确定什么类型的建筑属于不规则的建筑	5
【禁忌 1-10】 不了解设计不规则的建筑结构时应注意哪些问题	6
【禁忌 1-11】 不了解设置防震缝有何要求	7
【禁忌 1-12】 不知道什么是抗撞墙? 设置抗撞墙应注意哪些问题	7
【禁忌 1-13】 不知道怎样确定多层和高层钢筋混凝土房屋适用的最大高度	8
【禁忌 1-14】 不了解怎样划分钢筋混凝土房屋的抗震等级	8
【禁忌 1-15】 不知如何选择技术和经济合理的结构体系	10
【禁忌 1-16】 不清楚利用计算机进行结构抗震分析应符合哪些要求	11
【禁忌 1-17】 不了解抗震设计对非结构构件有哪些要求	11
【禁忌 1-18】 不掌握抗震结构对材料性能与施工有何要求	12
【禁忌 1-19】 不了解建筑抗震性能设计	13
第 2 章 场地、地基与基础	15
【禁忌 2-1】 不知什么是建筑场地? 建筑场地的类别是怎样划分的?	15
【禁忌 2-2】 不了解建筑场地评定及有关规定	18
【禁忌 2-3】 不了解可不进行天然地基基础抗震承载力验算的范围	19
【禁忌 2-4】 不了解如何进行天然地基地震承载力验算	19
【禁忌 2-5】 忽视《抗震规范》有关基础底面应力分布的规定	20
【禁忌 2-6】 新、旧《地基规范》地基承载力名词混用, 作用于基础上的荷载效 应组合不清	40
【禁忌 2-7】 不注意《地基规范》根据土的抗剪强度指标确定地基承载力特征值 计算公式的适用条件	40

【禁忌 2-8】	不能正确选用“柱下交叉条形基础节点分配荷载的修正公式”进行计算	41
【禁忌 2-9】	不知道什么样的地基土须进行液化判别和处理	43
【禁忌 2-10】	不了解饱和砂土和粉土初步判别为不液化或可不考虑液化影响条件的含义	43
【禁忌 2-11】	不了解标准贯入试验判别法公式的含义	47
【禁忌 2-12】	不了解什么是液化指数及地基液化等级	49
【禁忌 2-13】	不能正确选择地基抗液化措施	52
【禁忌 2-14】	不清楚哪些建筑的桩基不需进行抗震验算	54
【禁忌 2-15】	不知怎样进行低承台桩基抗震验算	54
【禁忌 2-16】	不熟悉地震作用下按单桩承载力特征值确定桩数	55
第 3 章 地震作用与结构抗震验算		69
【禁忌 3-1】	不熟悉各类建筑结构地震作用的有关规定	69
【禁忌 3-2】	忽视各类建筑结构抗震计算方法的有关要求	69
【禁忌 3-3】	不了解重力荷载代表值的意义	70
【禁忌 3-4】	不熟悉单质点弹性体系的地震反应	70
【禁忌 3-5】	不了解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	74
【禁忌 3-6】	不熟悉水平地震作用基本公式的来源	75
【禁忌 3-7】	不了解地震系数 k 的含义	75
【禁忌 3-8】	不了解动力系数 β 的含义	76
【禁忌 3-9】	不了解水平地震影响系数 α 的含义	77
【禁忌 3-10】	不熟悉水平地震影响系数 α 的确定方法	77
【禁忌 3-11】	不熟悉按插值方法确定场地类别分界附近的设计特征周期	80
【禁忌 3-12】	不会计算多质点弹性体系的自由振动	83
【禁忌 3-13】	不会计算多质点体系地震反应	89
【禁忌 3-14】	不熟悉按振型分解反应谱法计算多质点体系水平地震作用	91
【禁忌 3-15】	不掌握如何计算多质点体系水平地震作用效应	92
【禁忌 3-16】	不熟悉按底部剪力法确定水平地震作用	94
【禁忌 3-17】	不了解水平地震作用等效重力荷载系数 $\xi=0.85$ 的来源	97
【禁忌 3-18】	忽视对水平地震作用下结构地震内力的调整	98
【禁忌 3-19】	不熟悉地震作用反应时程分析法的原理	99
【禁忌 3-20】	不熟悉竖向地震作用计算方法	105
【禁忌 3-21】	不理解水平和竖向地震作用的等效重力荷载系数公式相同,但它们的取值却不同	108
【禁忌 3-22】	不熟悉按能量法计算结构的基本周期	108
【禁忌 3-23】	不熟悉按折算质量法计算结构的基本周期	109

【禁忌 3-24】	不熟悉按顶点位移法计算结构的基本周期	111
【禁忌 3-25】	不熟悉按矩阵迭代法计算结构的周期和振型	113
【禁忌 3-26】	不掌握结构抗震验算方法	123
【禁忌 3-27】	不了解怎样进行结构抗震性能设计计算	127
第 4 章 钢筋混凝土框架房屋		129
【禁忌 4-1】	不重视钢筋混凝土框架结构地震作用的计算	129
【禁忌 4-2】	忽视反弯点法计算框架内力和侧移的适用范围	129
【禁忌 4-3】	不熟悉按 D 值法计算框架内力和侧移	133
【禁忌 4-4】	不知如何验算框架的弹性侧移	140
【禁忌 4-5】	不知如何验算框架的弹塑性侧移	141
【禁忌 4-6】	不熟悉在重力荷载作用下框架内力的计算	150
【禁忌 4-7】	对重力荷载作用下框架梁端弯矩为何调幅概念不清	150
【禁忌 4-8】	不了解框架梁、柱控制截面的内力不利组合	156
【禁忌 4-9】	忽视框架梁的抗震设计要求	167
【禁忌 4-10】	不了解设计框架柱时应注意哪些问题	170
【禁忌 4-11】	不知怎样设计框架节点	174
【禁忌 4-12】	忽视梁、柱端部及节点核心区箍筋配置的要求	177
【禁忌 4-13】	忽视框架梁、柱纵向受力钢筋锚固和接头的要求及箍筋锚固的要求	179
【禁忌 4-14】	不重视框架结构砌体填充墙应符合哪些要求	181
第 5 章 钢筋混凝土抗震墙房屋		182
【禁忌 5-1】	不了解水平荷载下钢筋混凝土抗震墙结构的计算假定	182
【禁忌 5-2】	不熟悉整体墙的计算方法	183
【禁忌 5-3】	不熟悉整体小开口墙的计算方法	185
【禁忌 5-4】	不熟悉双肢墙的计算方法	193
【禁忌 5-5】	不熟悉对称三肢墙的计算方法	230
【禁忌 5-6】	不熟悉多肢墙的计算方法	231
【禁忌 5-7】	不熟悉壁式框架的计算方法	244
【禁忌 5-8】	对抗震墙结构类型判别式物理意义不甚理解	247
【禁忌 5-9】	不知为什么要调整抗震墙各墙肢截面的组合内力? 怎样调整	249
【禁忌 5-10】	不掌握怎样确定抗震墙的厚度	250
【禁忌 5-11】	不会验算抗震墙墙肢正截面承载力	251
【禁忌 5-12】	不会验算抗震墙墙肢斜截面承载力	253
【禁忌 5-13】	不掌握验算连梁的承载力	254
【禁忌 5-14】	不了解当抗震墙连梁不满足最小截面尺寸条件时应如何处理	254
【禁忌 5-15】	不知什么是抗震墙的边缘构件? 它的作用是什么	255
【禁忌 5-16】	不知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?	255
【禁忌 5-17】 不知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	256
第 6 章 钢筋混凝土框架-抗震墙房屋	257
【禁忌 6-1】 不了解钢筋混凝土框架-抗震墙结构的应用范围	257
【禁忌 6-2】 不了解钢筋混凝土框架-抗震墙结构的布置原则	257
【禁忌 6-3】 不熟悉如何选择框架-抗震墙结构的计算简图	258
【禁忌 6-4】 不清楚如何计算框架-抗震墙结构的基本周期	259
【禁忌 6-5】 不清楚按微分方程法计算框架-抗震墙结构内力和侧移	259
【禁忌 6-6】 不熟悉按表格计算框架-抗震墙结构内力和侧移	265
【禁忌 6-7】 不知怎样调整框架-抗震墙结构的地震剪力	280
【禁忌 6-8】 不掌握怎样确定框架-抗震墙结构中框架柱的内力	280
【禁忌 6-9】 不掌握如何确定框架-抗震墙结构中各片墙的内力	280
【禁忌 6-10】 不熟悉什么是抗震墙的等效荷载	281
【禁忌 6-11】 不注意框架-抗震墙结构的抗震构造措施	282
第 7 章 多层砌体房屋	296
【禁忌 7-1】 不了解多层砌体房屋层数和总高度的限制	296
【禁忌 7-2】 不熟悉房屋最大高宽比的限制	297
【禁忌 7-3】 不知为何要限制抗震横墙的间距	297
【禁忌 7-4】 不知为何要限制房屋局部尺寸	297
【禁忌 7-5】 不了解多层砌体房屋结构的布置	298
【禁忌 7-6】 不了解多层砌体房屋水平抗震作用的计算	298
【禁忌 7-7】 不会计算多层砌体房屋楼层地震剪力	298
【禁忌 7-8】 不知怎样确定楼层横向地震剪力在各墙体上的分配	299
【禁忌 7-9】 不知怎样确定楼层纵向地震剪力在各墙体上的分配	304
【禁忌 7-10】 不了解如何确定同一道墙上各墙段的地震剪力	304
【禁忌 7-11】 不会验算墙体横截面地震承载力	305
【禁忌 7-12】 不了解普通砖和多孔砖墙体地震承载力验算	305
【禁忌 7-13】 不了解砌体强度正应力影响系数公式是怎样推导的	307
【禁忌 7-14】 不知怎样计算配有钢筋混凝土构造柱的墙体受剪承载力	308
【禁忌 7-15】 不知怎样计算配有水平钢筋烧结普通砖墙体的截面抗震受剪承载力	309
【禁忌 7-16】 不知怎样验算混凝土小砌块墙体截面抗震受剪承载力	309
【禁忌 7-17】 不重视多层砖砌体房屋抗震构造措施	310
【禁忌 7-18】 不重视多层小砌块房屋抗震构造措施	316
第 8 章 底部框架-抗震墙砌体房屋	325
【禁忌 8-1】 不了解底部框架-抗震墙砌体房屋的应用范围	325

【禁忌 8-2】 不了解底部框架-抗震墙砌体房屋抗震设计要求 325

【禁忌 8-3】 不熟悉底部框架-抗震墙砌体房屋水平地震作用和层间剪力的计算 326

【禁忌 8-4】 不熟悉底部框架-抗震墙砌体房屋层间地震剪力的调整 327

【禁忌 8-5】 不了解地震剪力在底部框架和抗震墙之间的分配 330

【禁忌 8-6】 不了解地震倾覆力矩在底部框架和抗震墙之间的分配 331

【禁忌 8-7】 不会计算底层框架平面内转动刚度 332

【禁忌 8-8】 不会计算底层抗震墙平面内转动刚度 333

【禁忌 8-9】 不会计算底部两层框架、抗震墙平面内转动刚度 335

【禁忌 8-10】 不熟悉底部框架-抗震墙砌体房屋应采取哪些抗震构造措施 335

附录 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组 338

参考文献 352

第1章 抗震设计的基本要求

【禁忌 1-1】 不熟悉建筑抗震设防目标的要求

20 世纪 70 年代以来,世界不少国家的抗震设计规范都采用了这样一种抗震设计思想:在建筑使用寿命期限内,对不同频度和强度的地震,要求建筑具有不同的抗震能力。即对于较小的地震,由于其发生的可能性大,当遭遇到这种多遇地震时,要求结构不受损坏,这在技术上和经济上都是可以做到的;对于罕遇的强烈地震,由于其发生的可能性小,当遭遇到这种地震时,要求结构不受损坏,这在经济上是不合算的。比较合理的做法是,应允许损坏,但在任何情况下结构不应倒塌。

基于国际上这一趋势,结合我国具体情况,我国 1989 年颁布的《建筑抗震设计规范》GBJ 11—89 就提出了与这一抗震思想相一致的“三水准”设计原则。

第一水准:当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇的地震(简称小震)影响时,一般不受损坏或不需修理可继续使用。

第二水准:当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时,可能损坏,经一般修理或不需修理仍可继续使用。

第三水准:当遭受高于本地区抗震设防烈度预估的罕遇地震(简称大震)影响时,不致倒塌或发生危及生命的严重破坏。

在进行建筑抗震设计时,原则上应满足三水准抗震设防目标的要求,在具体做法上,为了简化计算,89 版《抗震规范》采取了二阶段设计法,即:

第一阶段设计:按小震作用效应和其他荷载效应的基本组合验算构件的承载能力,以及在小震作用下验算结构的弹性变形,以满足第一水准抗震设防目标的要求。

第二阶段设计:按大震作用下验算结构的弹塑性变形,以满足第三水准抗震设防目标的要求。

至于第二水准抗震设防目标的要求,89 版《抗震规范》是以抗震措施来加以保证的。

概括起来,“三水准,二阶段”抗震设防目标的通俗说法是:“小震不坏,中震可修,大震不倒”。

我国抗震设计规范所提出的“三水准”抗震设防目标,以及为实现这个目标所采取的二阶段设计法,已为震害所证明是正确的。例如,发生在 2008 年四川汶川“5·12”大地震,通过有关单位专家对此次所完成的震后房屋应急评估显示,严格按照现行建筑抗震设计规范设计、施工和使用的建筑,在遭受比当地设防烈度高 1 度左右的地震作用下(即地震作用比规定大 1 倍左右,相当于罕遇地震)没有出现倒塌破坏,有效地保护了人民的生命安全。

【禁忌 1-2】 不了解小震、大震的烈度是怎样确定的

根据地震危险性分析,一般认为,烈度概率密度函数符合极值Ⅲ型分布(图1-1),即:

$$f_{\text{III}}(I) = \frac{k(\omega - I)^{k-1}}{(\omega - I_m)^k} e^{-\left(\frac{\omega - I}{\omega - I_m}\right)^k} \quad (1-1)$$

其分布函数

$$F_{\text{III}}(I) = e^{-\left(\frac{\omega - I}{\omega - I_m}\right)^k} \quad (1-2)$$

式中 I ——地震烈度;

ω ——地震烈度上限值,取 $\omega = 12$ 度;

I_m ——众值烈度,即烈度概率密度函数曲线上的峰值(称为众值)所对应的烈度,根据我国有关

单位对华北、西南、西北 45 个城镇的地震烈度概率分析,基本烈度与众值烈度之差的平均值为 1.55 度。若已知某地区基本烈度为 8 度,则 $I_m = 8 - 1.55 = 6.45$ 度;

e ——无理数, $e = 2.718$;

k ——形状参数。

现来确定形状参数 k 。由于不少国家以 50 年内超越的地震强度作为设计标准。为简化计算考虑,统一按这一概率水准来确定形状参数。

根据地震烈度概率分析,我国基本烈度大体上为设计基准期 50 年内超越概率 10% 的烈度,现以某地区基本烈度为 8 度为例说明形状参数 k 的确方法,由于基本烈度 8 度区的众值烈度 $I_m = 8 - 1.55 = 6.45$ 度,并注意到这时 $F_{\text{III}}(I) = 0.9$ 。将上列数据代入式(1-2),得:

$$F_{\text{III}}(8) = e^{-\left(\frac{12-8}{12-6.45}\right)^k} = 0.9$$

经简化后得

$$e^{-(0.721)^k} = 0.9$$

对上式等号两端取自然对数,得:

$$-0.721^k = -0.10536$$

对上式等号两端取常用对数,经计算得 $k = 6.878$ 。

1. 小震烈度

从概率意义上讲,小震应是发生频率最多的地震。即烈度概率密度函数曲线上峰值所对应的烈度,也称众值烈度。因此,采用众值烈度作为小震烈度是适宜的。如上所述,对于基本烈度为 8 度区的众值烈度即小震烈度可取 6.45 度。不超越众值烈度的概率可由式(1-2)计算,其中取 $I = I_m$, 于是

$$F_{\text{III}}(I) = e^{-\left(\frac{\omega - I_m}{\omega - I_m}\right)^k} = e^{-1} = 0.368 = 36.8\%$$

而超越概率为

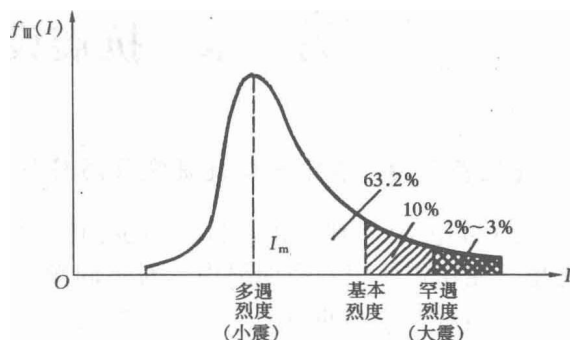


图 1-1 烈度概率密度函数

$$1 - F_{\text{III}}(I) = 1 - 0.368 = 0.632 = 63.2\%$$

2. 大震烈度

地震的发生无论在时间、地点和强度上都具有很大的随机性。强烈地震给人们生命和财产造成极其严重的损失。因此，确定在设计基准期内防止建筑倒塌的大震烈度时，应慎重对待。从概率上讲大震应为小概率事件，89 版《地震规范》取超越概率 2%~3% 的烈度作为大震的概率水准。

下面求大震烈度。现仍以基本烈度 8 度区为例，设取超越概率 2% 烈度作为大震的概率水准，这时 $F_{\text{III}}(I) = 0.98$ ， $I_m = 6.45$ 度， $k = 6.878$ 。将这些数据代入式(1-2)，得：

$$F_{\text{III}}(I) = e^{-\left(\frac{12-I}{12-6.45}\right)^{6.878}} = 0.98$$

对上式等号两端取自然对数，得

$$-\left(\frac{12-I}{5.55}\right)^{6.878} = -0.0202$$

对上式等号两端取常用对数，即可求得 8 度区的大震烈度为 $I = 8.853$ 度。

【禁忌 1-3】 不熟悉建筑抗震设防分类

根据国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008（以下简称《分类标准》）规定，建筑抗震设防类别划分，应根据下列因素的综合分析确定：

- (1) 建筑破坏造成的人员伤亡、直接和间接经济损失及社会影响大小。
- (2) 城镇的大小和地位、行业的特点、工矿企业的规模。
- (3) 建筑使用功能失效后，对全局的影响范围大小、抗震救灾影响及恢复的难易程度。
- (4) 建筑各区段的重要性显著不同时，可按区段划分抗震设防类别。
- (5) 不同行业的相同建筑，当所处地位及地震破坏所产生的后果和影响不同时，其抗震设防类别可不相同。

《分类标准》规定，建筑工程应根据其使用功能的重要性和地震灾害后果的严重性分为以下四个抗震设防类别：

- (1) 特殊设防类：指使用上有特殊设施，涉及国家公共安全的重大建筑工程和地震时可能发生严重次生灾害等特别重大灾害后果，需要进行特殊设防的建筑。简称甲类。
- (2) 重点设防类：指地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的生命线相关建筑，以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果，需要提高设防标准的建筑。简称乙类。
- (3) 标准设防类：指大量的除 1、2、4 款以外按标准要求进行设防的建筑。简称丙类。
- (4) 适度设防类：指使用上人员稀少且震损不致产生次生灾害，允许在一定条件下适度降低要求的建筑。简称丁类。

《分类标准》指出，划分不同的抗震设防分类并采取不同的设计要求，是在现有技术和经济条件下减轻地震灾害的重要对策之一。2008《分类标准》进一步突出了设防类别划分是侧重于使用功能和灾害后果的区分，并更强调对人员安全的保障。

《分类标准》对一些行业的建筑设防标准作了调整。例如，教育建筑中，幼儿园、小学、中学的教学用房以及学生宿舍和食堂的抗震设防类别不应低于乙类。该分类标准列出了主要行

业甲、乙、丁类建筑和少数丙类建筑的示例,可供查用。

【禁忌 1-4】 不了解各抗震设防类别建筑的抗震设防标准的要求

建筑抗震设防标准是衡量建筑抗震设防要求的尺度,由建筑设防烈度和建筑使用功能的重要性确定。抗震设防烈度是指,按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。一般情况下,抗震设防烈度可采用中国地震烈度区划图的基本烈度。对已编制抗震设防区划图的城市,也可采用批准的抗震设防烈度。

《分类标准》规定,各抗震设防类别建筑的抗震设防标准,应符合下列要求:

(1) 标准设防类:应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用。达到在遭遇高于当地抗震设防烈度的预估罕遇地震影响时不致倒塌或发生危及生命安全的严重破坏的抗震设防目标。

(2) 重点设防类:加强其抗震措施;但抗震设防烈度为 9 度时,应按比 9 度更高的要求采取抗震措施;地基基础的抗震措施,应符合有关规定。同时,应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用。

对于划分为重点设防类而规模很小的工业建筑,当改用抗震性能较好的材料且符合抗震设计规范对结构体系的要求时,允许按标准设防类设防。

(3) 特殊设防类:应按高于本地区抗震设防烈度提高一度采取抗震措施;但抗震设防烈度为 9 度时,应按比 9 度更高的要求采取抗震措施。同时,应按批准的地震安全性评价的结果且高于本地区抗震设防烈度确定其地震作用。

(4) 适度设防类:允许比本地区抗震设防烈度的要求适当降低其抗震措施,但抗震烈度为 6 度时不应降低。一般情况下,仍应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用。

抗震设防烈度为 6 度时,除《抗震规范》具体规定外,对乙、丙、丁类建筑可不进行地震作用计算。

【禁忌 1-5】 忽视不同建筑场地时各抗震设防类别建筑的抗震设防标准的要求

《抗震规范》3.3.2 条规定,建筑场地为 I 类时,甲、乙类建筑应允许仍按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施;丙类建筑应允许按本地区抗震设防烈度降低 1 度的要求采取抗震构造措施;但抗震设防烈度为 6 度时,仍按本地区抗震的要求采取抗震构造措施。

《抗震规范》3.3.3 条规定,建筑场地为 III、IV 类时,对设计基本地震加速度为 $0.15g$ 和 $0.30g$ 的地区,除《抗震规范》另有规定外,宜分别按抗震设防烈度为 8 度 ($0.20g$) 和 9 度 ($0.40g$) 时各抗震设防类别建筑的要求,采取抗震构造措施。

这里需要特别说明,抗震构造措施不同于抗震措施。对 I 类场地,仅降低抗震构造措施,不降低抗震措施中的其他要求。如内力调整,对于丁类建筑,其抗震措施已降低,不再重复降低。

【禁忌 1-6】 不重视地震区地基基础的设计要求

《抗震规范》3.3.4 条规定,地基和基础设计应符合下列要求:

(1) 同一结构单元的基础,不宜设置在性质截然不同的地基上;

(2) 同一结构单元不宜部分采用天然地基部分采用桩基；当采用不同基础类型或基础埋深显著不同时，应根据地震时两部分地基基础的沉降差异，在基础、上部结构的相关部位采取相应措施。

(3) 地基为软弱黏性土、液化土、新近填土或严重不均匀土时，应根据地震时地基不均匀沉降和其他不利影响，采取相应的措施。

【禁忌 1-7】 忽视山区建筑场地和地基基础设计的要求

《抗震规范》3.3.5 条规定，山区建筑场地和地基基础设计应符合下列要求：

(1) 山区建筑场地勘察应有边坡稳定性评价和防治方案建议；山区建筑场地应根据地质、地形条件和使用要求，因地制宜设置符合抗震设防要求的边坡工程。

(2) 边坡设计应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的要求；其稳定性验算时，有关的摩擦角应按设防烈度的高低相应修正。

(3) 边坡附近的建筑基础应进行抗震稳定性设计。建筑基础与土质、强风化岩质边坡的边缘应留有足够的距离，其值应根据设防烈度的高低确定，并采取措施避免地震时地基基础破坏。

【禁忌 1-8】 不重视建筑抗震概念设计的要求

在强烈地震作用下，建筑物的破坏过程是十分复杂的，目前对它还没有充分的认识。因此，要进行精确的抗震设计还有困难。20 世纪 70 年代以来，人们提出了“建筑抗震概念设计”。所谓“建筑抗震概念设计”是指，根据地震震害和工程经验等所形成的基本设计原则和设计思想，进行建筑和结构总体布置并确定细部构造的过程。

《抗震规范》3.4.1 条规定，建筑设计应根据抗震概念设计的要求，明确建筑形体的规则性。不规则的建筑应按规定采取加强措施；特别不规则的建筑应进行专门研究和论证，采取特别的加强措施；严重不规则的建筑不应采用。

【禁忌 1-9】 不能确定什么类型的建筑属于不规则的建筑

《抗震规范》规定，混凝土房屋、钢结构房屋存在表 1-1 所列举的某项平面不规则类型或表 1-2 所列举的某项竖向不规则类型；以及类似的不规则类型，就称为不规则建筑。

平面不规则主要类型

表 1-1

不规则类型	定义和参考指标
扭转不规则	在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移（或层间位移），大于该楼层两端弹性水平位移（或层间位移）平均值的 1.2 倍（图 1-2）
凹凸不规则	结构平面凹进的尺寸，大于相应投影方向总尺寸的 30%（图 1-3）
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化，例如，有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的 50%，或开洞面积大于该层楼面面积的 30%，或较大的楼层错层

注：“规定的水平力”是指采用振型组合后的楼层地震剪力换算的水平作用力。

竖向不规则主要类型

表 1-2

不规则类型	定义和参考指标
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的 70%，或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的 80%，（图 1-4）除顶层或出屋面小建筑外，局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的 25%
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件（柱、抗震墙、抗震支撑）的内力由水平转换构件（梁、桁架等）向下传递
楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的 80%

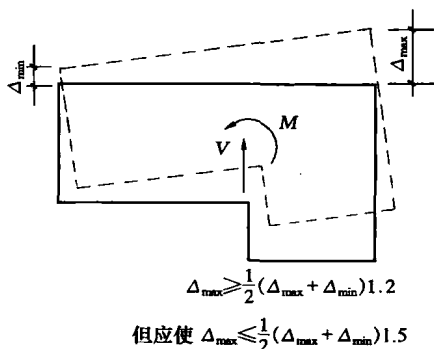


图 1-2 结构扭转不规则

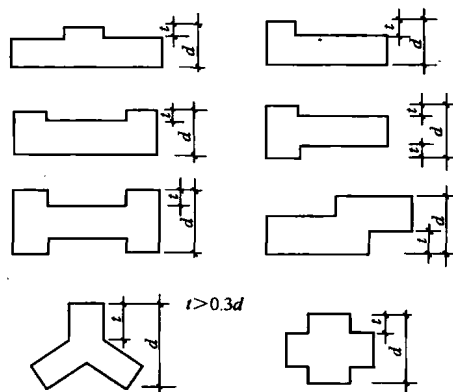


图 1-3 建筑平面凹凸不规则

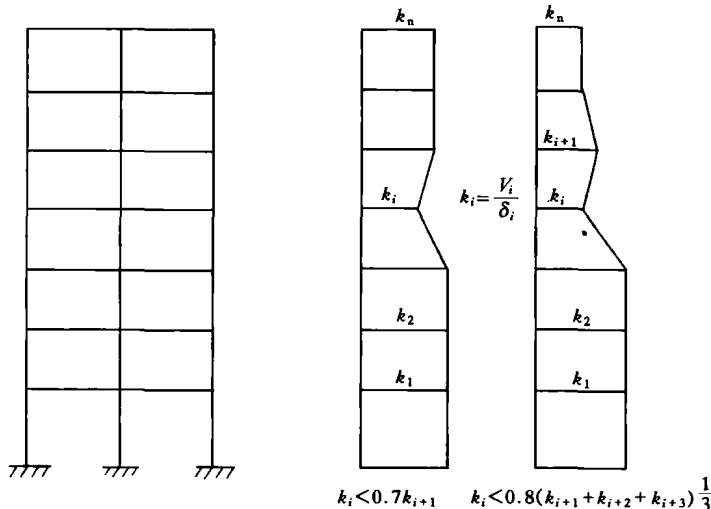


图 1-4 侧向刚度不规则

【禁忌 1-10】 不了解设计不规则的建筑结构时应注意哪些问题

不规则的建筑结构，应按下列要求进行水平地震作用计算和内力调整，并应对薄弱部位采取有效的抗震构造措施：

1. 平面不规则而竖向规则的结建筑构，应采用空间结构计算模型，并应符合下列要求：

(1) 扭转不规则时, 应计及扭转影响, 且楼层竖向构件最大的弹性水平位移和层间位移分别不宜大于楼层两端弹性水平位移和层间位移平均值的 1.5 倍, 当最大层间位移远小于规范限值时, 可适当放宽。

(2) 凹凸不规则或楼板局部不连续时, 应采用符合楼板平面内实际刚度变化的计算模型, 高烈度或不规则程度较大时, 宜计入楼板局部变形的影响。

(3) 平面不对称且凹凸不规则或局部不连续, 可根据实际情况分块计算扭转位移比, 对扭转较大的部位应考虑局部的内力增大系数。

2. 平面规则而竖向不规则的结建筑构, 应采用空间结构计算模型。刚度小的楼层的地震剪力应乘以不小于 1.15 的增大系数, 其薄弱层应进行弹塑性变形分析, 并应符合下列要求:

(1) 竖向抗侧力构件不连续时, 该构件传递给水平转换构件的地震内力应根据烈度高低和水平转换构件的类型、受力情况、几何尺寸等, 乘以 1.25~2.0 的增大系数。

(2) 楼层承载力突变时, 薄弱层抗侧力结构的受剪承载力不应小于相邻上一楼层的 65%。

3. 平面不规则且竖向不规则的建筑物, 应根据不规则类型的数量和程度, 有针对性地采取不低于本条禁忌 1、2 款要求的各项抗震措施。特别不规则的建筑, 应经专门研究, 采取更有效的加强措施或对薄弱层部位采取相应的抗震性能设计方法。

4. 体形复杂、平立面特别不规则的建筑, 可按实际需要在适当部位设置防震缝, 形成多个较规则的抗侧力结构单元。防震缝应根据抗震设防烈度、结构材料种类、结构类型、结构单元高差情况, 留有足够的宽度, 其两侧的上部结构应全部脱开。

当设置伸缩缝和沉降缝时, 其宽度应符合防震缝的要求。

【禁忌 1-11】 不了解设置防震缝有何要求

体形复杂、平立面特别不规则的建筑物, 可按实际需要在适当部位设置防震缝。《抗震规范》规定, 防震缝最小宽度应符合下列要求:

(1) 框架结构房屋的防震缝宽度, 当高度不超过 15m 时, 可采用 100mm; 超过 15m 时, 6 度、7 度、8 度和 9 度分别每增加高度 5m、4m、3m 和 2m, 宜加宽 20mm。

(2) 框架-抗震墙结构房屋其防震缝宽度, 可采用框架结构房屋规定数值的 70%, 但不宜小于 100mm。

(3) 抗震墙结构房屋其防震缝宽度, 可采用框架结构房屋规定数值的 50%, 但不宜小于 100mm。

(4) 防震缝两侧结构类型不同时, 宜按需要较宽防震缝的结构类型和较低房屋高度确定缝宽。

【禁忌 1-12】 不知道什么是抗撞墙? 设置抗撞墙应注意哪些问题

8、9 度框架结构房屋的防震缝两侧结构高度、刚度或层高相差较大时, 可根据需要在缝两侧沿房屋全高各设置垂直于防震缝的抗撞墙, 它可以减少防震缝两侧碰撞的破坏。每一侧抗撞墙的数量不宜少于两道, 宜分别对称布置, 墙肢长度可不大于层高的 1/2, 框架的内力应按设置和不设置抗撞墙两种计算模型的不利情况取值; 抗撞墙的抗震等级可同