

建筑结构抗震设计

魏 琏 编著

万国学工业出版社

1991 北京



建筑结构抗震设计

魏 琏 编著

万国学工业出版社

1991 北京

内 容 提 要

本书共十二章,约三十万字。全书结合新的《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89),论述了建筑结构抗震设计的基本原则,新规范贯彻“小震不坏,大震不倒”的二阶段新抗震设计方法的主要内容。本书以对比阐述的方法介绍了从78规范到新规范的主要变动,补充与发展,如地震作用、截面抗震验算公式、多层砖房与钢筋混凝土房屋抗震设计方法等,书中特别注意了结构抗倒塌的构造措施和罕遇大震下薄弱层的抗倒塌弹塑性层间变形验算,以引起设计人员的注意。本书还辟专章论述了水平地震作用下不对称建筑的抗震设计方法,建筑结构在地震作用下的弹性、弹塑性变形计算方法和相应的结构抗震变形验算要求,以及时程分析法建筑抗震设计的基本内容,这些都是近十余年来国内外地震工程界有关最新科研成果的结晶与体现。本书注意理论与实际相联系,给出了若干工程实例的全过程抗震设计计算,对于初习抗震设计者和初入门的结构抗震研究人员尤有参考价值。

本书可供建筑结构抗震设计人员了解和掌握新的《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89),进行建筑抗震设计参考应用,也可作为有关研究部门和大专院校进行研究和教学参考之用。

建 筑 结 构 抗 震 设 计

魏 珪 编 著

责任编辑:皮声掇、张自平、李晓勇

万国学术出版社 出版

(北京西直门外北京展览馆剧场)

中国人民解放军7212印刷厂 印刷
沈阳市建筑科技

开本:850×1168毫米 1/32 字数:326千字

印张:12 1/2 插页:2

1991年3月第一版 1991年3月第一次印刷

印数:3000 定价:12.00元

ISBN7—80003—141/TU·18

序 言

新的《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)已于1989年3月由建设部批准颁布于1990年1月1日起开始施行。新规范与《工业与民用建筑抗震设计规范》(TJ11—78)相比有了许多重大的变动和发展,在我国抗震设计史上首次采用了三个设防水准,二阶段的新的抗震设计方法,这对于保证建筑物的抗震性能,特别是提高建筑抗御罕遇大震不倒塌的能力,是一个突破性的进步。设计技术的难度也相应有所增加。在这种形势下,广大设计人员迫切要求了解和掌握新规范的基本精神和内容以及它们和78规范有关规定的差异、变动、发展、依据和应用。本书就是为此目的以对比阐写的方法来介绍新的《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)的一本专著,希望它对广大读者正确地掌握新规范并运用于工程抗震设计的实践有所裨益。

本书首先论述了新规范贯彻始终的“小震不坏,中震(设防烈度或基本烈度)可修,大震不倒”的基本抗震设计原则,介绍了新规范各个方面的有关规定,内容与方法,并给出相应的解释和说明,主要包括多遇小震烈度地震作用下各类结构截面抗震承载力验算,重点阐述多层砖房和钢筋混凝土房屋的截面抗震设计以及罕遇大震烈度地震作用下寻找结构薄弱层和薄弱层弹塑性层间变形抗倒塌验算的方法,并详细介绍了新规范以罕遇大震下防倒塌为目标的各种抗震构造措施,充分体现和表达了新规范抗震设计不仅要做到确保结构在小震作用下维持在弹性范围内工作,尤其要做到结构在预估的罕遇大震作用下不致倒塌,这在建筑结构抗震设计技术发展史上无疑是一项重大的突破。

本书花了一些篇幅来论述水平地震作用下不对称建筑的抗震计算方法和抗震设计应注意之点,理论研究证明,反应谱振型分解

法对于这类建筑仍然是适用的，当假设各层楼盖在自身平面内为无限刚时，结构总自由度数为楼层总数 n 的 3 倍，因此，结构的总振型数为 $3n$ 个而不是一般对称或平面结构的 n 个；任一振型的总振型位移数也是 $3n$ 个，而不是一般对称或平面结构的 n 个，与此相应，书中明确指出，当采用振型分解法计算不对称建筑时，每一楼层质心处任一振型有三个地震作用，即沿 x 和 y 方向的二个水平地震力和一个绕该楼层质心处的地震扭矩，而不是一般对称或平面结构只有一个沿地震输入方向的水平地震力，且其中的地震扭矩是不可忽略的外来地震作用因素。因此现行某些在不考虑扭转耦连振型的假定前提下，只在各楼层考虑一个沿地震作用方向的水平地震力的方法在新规范颁布后不应再继续使用。

地震作用下建筑结构的变形计算方法是以往抗震设计专著中很少涉及的内容，但这却是改进抗震设计，保证结构在地震作用下不受或少受损坏，防止结构在罕遇大震下倒塌的必要抗震设计技术和内容。本书论述了建筑在地震作用下变形计算的基本原则，提供了结构在地震作用下弹性和弹塑性变形的计算方法以及新规范关于抗震变形验算的要求，这对读者掌握新规范抗震设计方法是有裨益的。

本书还介绍了时程分析法的一般原理，基本内容和应用该法于建筑抗震设计时的一些具体规定与方法。时程分析法是60年代初才问世的一项新的动态抗震计算方法。有些设计人员对它还比较陌生，因而本书不吝笔墨对时程分析法主要内容，诸如怎样正确地选用适宜的输入地震波，分别对应于小震和大震烈度的地震波加速度峰值的确定以及怎样根据小震和大震验算的不同要求采用合理的计算模型等均作了较详细的叙述，相信这会有助于读者掌握这一分析结构在地震作用下全过程地震反应的新的强有力的抗震计算方法。

鉴于新规范许多新的规定和内容都要求采用专门的抗震设计软件在计算机上计算才能施行，建设部抗震办公室于1987年给中

目 录

第一章 总论	
§ 1-1 引言	1
§ 1-2 抗震设计的基本原则	3
§ 1-3 73规范怎样体现“小震不坏与大震不倒”	6
§ 1-4 新规范中的小震烈度与大震烈度	10
§ 1-5 建筑物重要性分类	15
§ 1-6 近震和远震	16
§ 1-7 抗震概念设计	18
§ 1-8 78规范与新规范抗震设计方法的比较	28
第二章 地震作用	
§ 2-1 引言	33
§ 2-2 规范反应谱	33
§ 2-3 多质点平面体系地震作用——基底剪力法	38
§ 2-4 振型分解法	43
§ 2-5 竖向地震作用	46
第三章 截面抗震强度验算	
§ 3-1 引言	51
§ 3-2 结构失效概率 P_f 与可靠指标 β	53
§ 3-3 结构抗震可靠指标 β 与失效概率 P_f 分析	61
§ 3-4 新规范截面抗震验算表达式	67
第四章 多层砖房抗震设计	
§ 4-1 引言	72
§ 4-2 结构选型、布置与一般规定	73
§ 4-3 多层砖房抗震强度验算	79
§ 4-4 砖墙截面抗震验算承载力抗震调整系数 γ_{RE} 的讨论	88
§ 4-5 抗震构造措施	91

第五章 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震设计

§ 5-1 引言	96
§ 5-2 钢筋混凝土房屋高度限制与结构选型	97
§ 5-3 结构抗震等级	98
§ 5-4 一般规定	99
§ 5-5 计算要点	105
§ 5-6 框架结构抗震构造措施	115
§ 5-7 抗震墙结构构造措施	123
§ 5-8 框架-抗震墙结构构造措施	126
§ 5-9 钢筋接头与锚固	126
§ 5-10 抗震变形验算	127

第六章 水平地震作用下不对称建筑的抗震计算

§ 6-1 引言	129
§ 6-2 不对称建筑的震害特征	130
§ 6-3 78规范和其他有关规定	131
§ 6-4 新规范的有关规定	133
§ 6-5 转动惯量 J_i 的计算	139
§ 6-6 钢筋混凝土多高层建筑抗震设计程序 (SDCB.90.1) 简介	142
§ 6-7 算例	144

第七章 水平地震作用下建筑结构的变形计算与验算

§ 7-1 引言	157
§ 7-2 地震作用下建筑结构变形计算的基本原则	158
§ 7-3 单质点结构在水平地震作用下的弹性变形	159
§ 7-4 平面多质点结构在地震作用下的变形	160
§ 7-5 水平地震作用下不对称多层建筑变形计算	163
§ 7-6 多层及高层建筑顶点变形的简化算法	164
§ 7-7 地震作用下结构弹塑性变形计算	167
§ 7-8 多遇小震作用下结构抗震变形验算	170
§ 7-9 罕遇大震作用下弹塑性层间变形验算	171
§ 7-10 塑性内力重分布法	176

§ 7-11建筑物层屈服强度及大震下薄弱层弹塑性变形验算 (EQWS.90.1) 程序简介	183
第八章 时程分析法	
§ 8-1 引言	185
§ 8-2 什么是时程分析法	187
§ 8-3 时程分析法抗震设计	194
§ 8-4 恢复力特征	199
§ 8-5 结构时程分析计算模型	201
§ 8-6 罕遇大震下时程分析法算例	207
§ 8-7 时程分析应用举例	214
§ 8-8 时程法抗震设计地震波的选用程序(EQSS.90.1)简介 ..	215
§ 8-9 大震下多高层等效剪切型结构弹塑性时程分析计算 (EPAI.90.1) 程序简介	216
§ 8-10平面结构时程法弹塑性地震反应分析程序 (PFEP.90.1) 简介	217
第九章 多层砖房抗震计算实例	
§ 9-1 引言	219
§ 9-2 新规范计算多层砖房基本公式	220
§ 9-3 对称多层砖房抗震计算实例	224
§ 9-4 不对称多层砖房抗震计算实例	228
§ 9-5 墙体极限抗剪强度系数	233
§ 9-6 不对称多层砖房抗震设计程序 (JQX1.90.1) 简介	234
第十章 钢筋砼框架房屋抗震计算实例 (按新规范基底剪力法)	
§ 10-1 引言	236
§ 10-2 层刚度及基本自振周期计算	237
§ 10-3 水平地震作用标准值计算	241
§ 10-4 多遇小震作用下框架效应计算	244-1
§ 10-5 框架重力荷载效应计算	245
§ 10-6 截面抗震承载力验算	246
§ 10-7 按78规范计算结果和比较	257

第十一章 钢筋砼框架房屋抗震计算实例

(按新规范振型分解法)

§ 11-1 引言	269
§ 11-2 信息表填写	271
§ 11-3 周期与振型计算结果	273
§ 11-4 考虑楼板作用时计算结果	276
§ 11-5 内力组合与配筋计算结果	279
§ 11-6 多遇小震下框架变形计算	290
§ 11-7 罕遇大震下框架弹性层间变形验算	293

第十二章 框架-抗震墙结构抗震计算实例

(按89规范)

§ 12-1 引言	296
§ 12-2 基本数据	297
§ 12-3 结构自振周期、振型与振型地震作用	299
§ 12-4 位移计算结果	307
§ 12-5 设计内力组合与截面抗震验算	313
附录一 带孔剪力墙化为壁式框架的方法	319
附录二 带刚域杆的单元刚度矩阵与固端力公式	322
附录三 框架的近似计算 (D值法及分层法)	333
附录四 钢筋砼梁柱及抗震墙屈服强度计算公式	352
附录五 钢筋砼框架层屈服抗剪强度的计算方法	358
附录六 有关抗震设防的规定	369
附录七 全国重点抗震城市名称	376
附录八 关于设防烈度	377

第一章 总 论

§ 1-1 引 言

中国是世界上遭受地震灾害最严重的国家之一。不论历史上还是现代，地震在中国造成的死亡人数和经济损失在世界上都是居于首位。

世界地震史上死亡人数最多的一次地震是1156年我国的陕西华县 8 级地震，死83万人；世界近代地震史中，死亡人数最多的一次地震也发生在中国，即1976年河北唐山 7.8 级地震，死24万余人。

表1-1列出了20世纪的世界灾难性地震共20次，共死亡101万人，其中发生在中国 2 次，占10%，但死亡人数占44.2%，见表1-1。20世纪以来，死亡人数超过10万人的大地震有 4 次，其中 2 次在中国。

20世纪70年代，是世界上地震灾害最严重的10年，全世界死亡于地震的达 42.2 万人，中国占62%；伤残 38.8 万人，中国占56%，与此同时，在这 10 年中，日本 14 次地震死 129 人，美国 12次地震死65人。

地震在我国造成的经济损失也十分巨大，据建国以来11次 7 级以上地震的不完全统计，房屋倒塌 1 亿平方米，直接经济损失达数百亿元之巨。

地震对于中国人民带来如此严重的灾害，其原因是地震的震级大，震源浅，重现期长且活动范围广，难以预测其烈度，从近 30 余年的经验看，由于科学技术水平的限制，基本烈度的确定是不够准确的，表1-2 列出了我国一些 6 度区发生高于及远高于 6 度强震的实例，就是一个充分的证明。

20 世纪的灾难性地震

表 1-1

序号	时 间	地 点	死 亡 人 数
1	1906.1.13	美国·旧金山	500
2	1908.12.28	意大利	85,000
3	1920.12.16	中国·宁夏	200,600
4	1923.9.1	日本·关东	140,000
5	1935.5.31	印度·奎达	50,000
6	1939.1.24	智利	30,000
7	1939.12.27	土耳其·埃尔津詹	100,000
8	1950.8.15	印度·阿萨姆	30,000
9	1964.3.27	阿拉斯加	117
10	1970.5.31	秘鲁	50,000
11	1972.4.10	伊朗·德黑兰	5,000
12	1972.12.22	尼加拉瓜·马那瓜	6,000
13	1976.2.4	危地马拉	23,000
14	1976.6.26	印尼·伊里安查亚	2,000
15	1976.7.28	中国·唐山	242,000
16	1976.8.17	菲律宾·棉兰老	8,000
17	1977.3.4	罗马尼亚·布加勒斯特	1,541
18	1978.9.16	伊朗·塔巴斯	25,000
19	1980.11.23	意大利南部	2,913
20	1985.9.19	墨西哥	9,000

6° 区发生强震实例表

表 1-2

序号	时 间	地 点	震 级	震 中 烈 度
1	1966.3.8	河北邢台	6.5	8 度
2	1966.3.22	河北邢台	7.2	9~10 度
3	1969.7.26	广东阳江	6.4	8 度
4	1974.4.22	江苏溧阳	5.4	7 度
5	1979.7.9	江苏溧阳	6.0	8 度
6	1975.2.4	辽宁海城	7.3	9 度
7	1976.7.28	河北唐山	7.8	11 度
8	1981.4.26	内蒙博克图	5.6	7 度
9	1981.8.13	内蒙丰镇	5.8	7 度强
10	1982.3.20	新疆布尔津	5.2	7 度弱
11	1986.1.28	广东阳江	5.0	7 度弱
12	1986.2.9	黑龙江龙镇	5.0	7 度
13	1986.3.1	黑龙江北安	5.3	7 度

除了上述我国地震活动的特点外，造成我国地震灾害特别严重的内因是中国长期以来经济不发达，建筑材料强度及结构性能较差，加之大批的工程又未考虑抗震设防，因而抗震能力很低，难以抵御强烈地震的震撼而产生严重破坏或倒塌。正确地认识上述中国地震活动的特点以及我国经济力量的现状，区别不同建筑物的不同功能与要求，以及材料构件的构成等，充分运用现代抗震科学技术的成就，采用合理的，既安全又经济的抗震设计方法，来改善建筑物的抗震性能，是减轻城乡地震灾害的关键措施之一。

§ 1-2 抗震设计的基本原则

当一位结构工程师面临一项结构的抗震设计任务时，首先要把握的基本原则是什么呢？

如所周知，当我们设计一般的结构时，往往要求结构在规定的荷载作用下处于或基本处于弹性阶段工作，结构既有强度安全储备，而变形又在使用许可范围之内。譬如，设计楼板或大梁时，在竖向静载及活载的作用下，除了强度必须满足设计要求外，其挠度也必须小到许可的程度，使之从使用上，外观上均能满足要求；又如设计高塔结构时，设计者将考虑在大风作用下结构依然保持在弹性状态工作。总之，可以这样归纳，结构抗御一般的荷载作用时，设计者须遵循的基本原则是使结构在予期荷载作用下保持在或基本保持在弹性范围内工作，结构内力的分析与设计一般采用弹性分析法。在实际生活中，按照这样原则设计出来的结构，如果没有遇到特别的意想不到的情况，人们极少看到它们会在予期的荷载作用下出现严重破坏，过度变形等不正常状态。

地震作用则颇不相同，地震本身的随机性很强，在某一个地区，在某一基准使用期内，可能出现的最大地震烈度是一个随机变量，事先是无法予知的。烈度不同时，结构的弹性地震力将成

倍地变化。因而要对不同烈度的地震作用都把结构设计成处于弹性状态工作,这对大多数结构是不可能的,由于强烈地震的发生是一种罕见的自然现象,这样做在经济上也是不合理的。因而结构的抗震设计与结构抗御其他荷载作用的设计是不同的,应寻求符合于地震作用这一特殊情况的结构设计基本原则。

近几十年来结构抗震设计方法的研究与进展,尤其是各国历次大地震对人类造成的严重灾害的经验教训,使得世界各国地震工程学者及工程抗震设计人员逐步取得了较为一致的认识。概括地用形象语言来描述,即遵循“小震不坏,大震不倒”的设计原则。即允许结构在大震作用下超越弹性阶段,产生一定的破坏,有时甚至是严重的破坏,但不倒塌。可以认为这已成为世界各国公认的结构抗震设计准则,并在各国规范中有所体现。

美国建筑物抗震设计暂行条例(1978年)在总则中指出:本条例目的在于为承受地震运动的建筑物制定设计与施工的准则,以期减少伤亡及提高重要设施在地震时和地震后保持正常使用的能力。对设计地震运动考虑如下:

本条例所选取的设计地震运动,建筑物在正常使用期间所遭受的地震运动是不大可能超过的。凡按该地震运动进行抗震设计并遵照以下各章有关骨架和材料的各项技术要求施工的建筑物及其部件。虽然在地震地面运动作用下有可能遭到损坏,但导致建筑物倒塌的可能性是很小的。

日本修正建筑标准法(1980年7月14日公布,1981年6月1日生效)总则中规定:本抗震设计方法的目的是使建筑物几乎没有损伤地抵御在建筑物使用期间可能发生几次的中等地震运动;而在遭遇建筑物使用期间可能发生不大于一次的剧烈地震运动时,不致于倒塌也不发生人身伤亡。

希腊抗震规范(1978年,草案)总则中规定,(a)在建筑物的有效使用期间,即使在极少可能的强地震发生的情况下,也要保证建筑物不至于倾覆、倒塌或遭到彻底的破坏,(b)在建

筑物的有效使用期间，在很可能发生的比较强的地震情况下，要避免发生暂时丧失使用功能或修复费用过高的情况。

秘魯抗震设计规范（1977年）在抗震设计标准中指出，遭受轻微地震时无损害，遭受中等地震时，结构有轻微损坏的可能性，遭受严重地震时，虽有重要的结构破坏，但建筑物不大可能倒毁。

我国近十年来历次地震震害的教训，深刻地表明在抗震设计中贯彻“小震不坏，大震不倒”的抗震设计思想具有多么重大的意义。

1975年2月4日海城7.3级大地震，尽管做出了准确的地震预报，避免了一场严重的人命丧亡，但是2000多万平方米的房屋严重破坏与倒塌，使得生产几乎全部陷于瘫痪。地震造成的直接经济损失，连同救灾费和恢复重建费花了10多亿元。

1976年7月28日唐山7.8级大地震，由于实际发生的地震烈度远远高于该地区的基本烈度。致使地震发生瞬息，城镇居民住房几乎夷为平地，伤亡惨重，各类建筑大批倒塌，生产完全停顿，直接经济损失达100亿元以上。

实践证明，在地震区，无论有无地震预报，也无论预报准确与否，结构的抗震设计应考虑“小震不坏，大震不倒”的设计原则。这是必要的，也是可行的。

“工业与民用建筑抗震设计规范（TJ11—78）”（或简称78规范）〔1〕通过将基本烈度下的弹性地震力乘以结构系数 C （其值为0.25~0.5，随不同材料，型式结构而异）加以折减，实质上反映了“小震不坏”的要求，但对于大震不倒则无明确的规定与体现。新的“建筑抗震设计规范”（GBJ11—89）（或简称新规范）〔2〕通过吸取国内外最新的科研成果，总结震害经验与使规范内容得到更新与发展，确定采用三水准的设防要求。概括地说即“小震不坏，设防烈度*（一般为基本烈度）可修，大震不倒”

* 关于设防烈度，可见本书附录八。

可具体阐述如下。

1. 第一水准，建筑物在遭遇频度较高强度较低的多遇地震时，建筑不坏不须修理，结构服从弹性状态，可按弹性线性理论进行分析，用弹性反应谱求地震作用，按强度要求进行截面设计。

2. 第二水准，建筑物遭遇基本烈度地震影响时，允许结构部分达到或超过屈服极限（对脆性结构可能发生裂缝），依靠结构的塑性耗能能力，使结构保存下来，并且能修复使用，必要时结构抗震设计中，可按变形要求进行校核，控制结构的破坏程度。

3. 第三水准，避免在预估的罕遇的强烈地震时结构倒塌或发生危及生命的严重破坏，应该按防止倒塌的要求进行抗震设计包括薄弱层的弹塑性层间变形验算及抗震构造措施的制订。

简言之，新规范明确采用了“小震不坏，大震不倒”这一世界公认的结构抗震设计的基本原则，并在具体设计规定中加以实施。对于第二水准新规范一般不要求进行验算，仅作为控制破坏程度加以叙述，因而称为三水准、二阶段抗震设计方法。

§ 1-3 78规范怎样体现“小震不坏与大震不倒”

我国工业与民用建筑抗震设计规范（TJ11—78）在总则第1条写道：为了贯彻执行地震工作要以预防为主方针，保障人民生命财产的安全，使工业与民用建筑物经抗震设防后，在遭遇相当于设计烈度的地震影响时，建筑物的损坏不致使人民生命和重要生产设备遭受危害，建筑物不需修理或经一般修理仍可继续使用。

从文字叙述看，规范没有对结构抗御小震，大震的问题分别予以明确论述，但实际上，这样的设计原则，在某种程度上包含了这样的含义，试作以下分析。

78规范规定高度不超过50米，重量及刚度沿高度的分布较均匀，以剪切变形为主的结构在地震作用下的基底剪力（即总水平地震荷载）由下式计算：

$$Q_0 = C\alpha_1 W \quad (1-1)$$

式中 α_1 ——对应于基本烈度，相应于结构基本周期 T_1 的地震影响系数；

C ——结构影响系数；

W ——质点重量。

上式可改写成

$$Q_0 = CQ_{e0} \quad (1-1)a$$

$$Q_{e0} = \alpha_1 W \quad (1-1)b$$

式中， Q_{e0} 为弹性地震基底剪力， C 为结构影响系数，对不同材料与类型的结构取值范围在0.25~0.50之间*。设 Q_{e0} 对应的基本烈度为 I_0 ，则 Q_0 可视为由于引入 C 值而对应于较低烈度 \tilde{I}_0 地震作用时的弹性地震力。显然结构在这较低烈度 \tilde{I}_0 对应的弹性地震力的作用下，将处于弹性阶段工作，因为规范规定结构的截面设计是按式(1-1)地震力进行的，并保有一定的安全度，由此可见，78规范隐含了小震不坏的内容，具体是指在比基本烈度降低了的，弹性地震力为 CQ_{e0} 时所对应的烈度的地震作用下，结构不产生破坏而不是指在相应于基本烈度的地震作用下，结构还能保持在弹性阶段工作，这一点是必须弄清楚的。由于 C 值对于不同结构类型是变化的。因而不同结构类型所对应的小震烈度与降低烈度值也是不一样的。

另一方面，78规范通过强度设计及构造措施，要求结构在遭遇相当于设计烈度（一般即为该地区基本烈度）的地震影响时，只产生大致相当于轻微或中等程度的破坏，这就表明，这样设计出来的结构，在一旦遭遇高于基本烈度的大震作用时，尚能具有一定的潜力抗御地震的作用，在某一定限度内的大震作用下不致倒塌，但无法进行定量的估计。

现在，让我们来进一步分析78规范的设计要求所对应的小震

* 见后文表1-3或[1]。

烈度与基本烈度之间的数量关系。

以单质点结构为例，设基本烈度为 I_0 ，则78规范地震力如式(1-1)时，其中的结构系数 C 对中频结构可用钮马克等能量准则表示如下：

$$C = \frac{1}{\sqrt{2\mu_\alpha - 1}} \quad (1-2)$$

按78规范说明的解释，结构影响系数 C 主要考虑结构塑性变形的影响，参见图1-1。

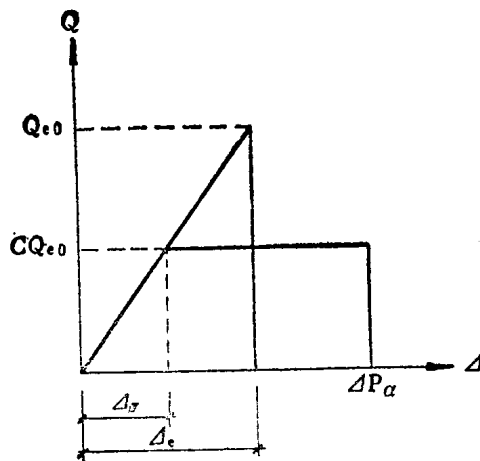


图 1-1

式(1-2)中， $\mu_\alpha = \Delta p_\alpha / \Delta_y$ 为对应于规范规定破坏程度的结构的许可延性

Δp_α ——结构许可弹塑性位移；

Δ_y ——结构屈服位移。

由此可见，如果结构遭遇低于基本烈度 I_0 的烈度为 \tilde{I}_0 的地震作用，并设其弹性地震力 $\tilde{Q}_{e0} = CQ_{e0}$ ，则结构将处于弹性阶段工作，由此可见 \tilde{I}_0 为现行规范隐含的“小震不坏”的小震烈度。