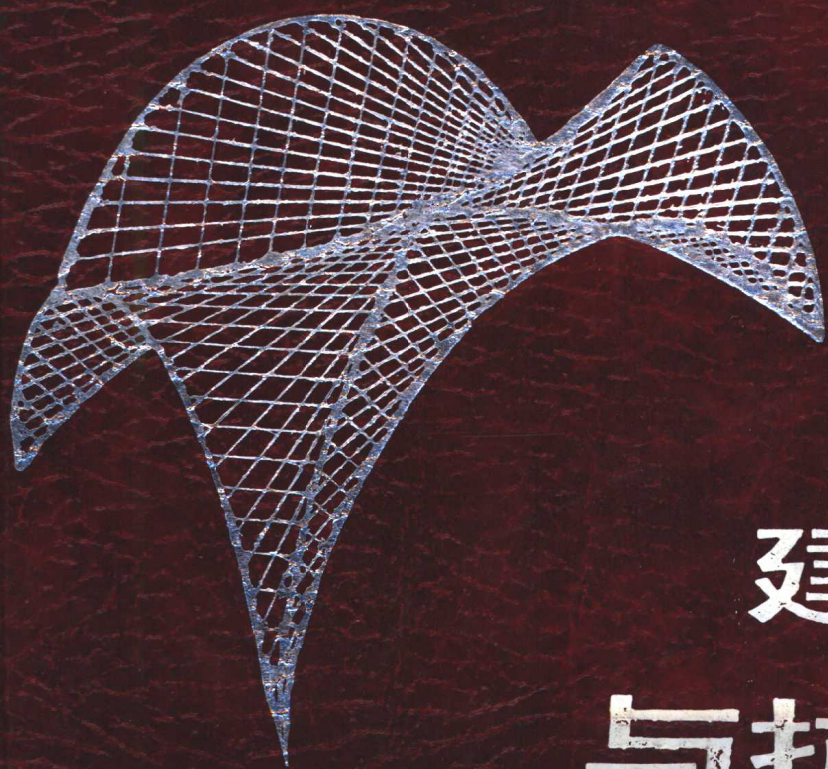




建筑体型 与抗震设计

建 筑 体 型 与 抗 震 设 计

[美] C·阿诺德 著
R·里塞曼

何广麟 何广汉 译

中国建筑工程出版社

作者依据亚、欧、美、非等洲的建筑抗震资料，对建筑体型与抗震设计的各主要方面作了论述，提出了设计方案和办法。本书的特点是：着重于概念的阐述，避免传统的数学分析，并用图表形式来分类归纳。

本书可供土建设计、科研人员及大专院校有关专业师生参考。

CHRISTOPHER ARNOLD
ROBERT REITHERMAN
**BUILDING CONFIGURATION AND
SEISMIC DESIGN**

John Wiley & Sons, Inc
New York-1982

* * *
建筑体型与抗震设计

何广麟 何广汉 译

*
中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*
开本：850×1168毫米 1/16 印张：18½ 字数：446 千字

1987年12月第一版 1987年12月第一次印刷

印数：1—11,690册 定价：6.95元

ISBN7—112—00223—0/TU·159

统一书号：15040·5249

建 筑 体 型
与
抗 震 设 计

译者的话

Christopher Arnold与Robert Reitherman等合著的这本书是颇具特色的一本有价值的著作。作者在大量的亚、欧、美、非等洲建筑抗震史料的基础上,以形象的方式就建筑体型与抗震设计各个重要方面(诸如体型对抗震性能的影响,凹角体型、竖向收进、强度与刚度的间断性、毗邻问题等),从实践到理论进行了全面系统的研究和剖析,并提出了各种建筑抗震问题的解决办法。这表明世界上一些发达国家早已注意从建筑体型方面进行抗震问题的研究。这对处于多震地区的我国来说,尤其具有很大的现实意义和参考价值。

作者通过合著本书,在建筑师与工程师通力合作,相互沟通建筑与结构专长方面做出了典范,这对我国建筑教育与建筑设计的改革也颇有教益。

本书适用于建筑设计和施工方面的科研、设计、管理人员,以及大专院校建筑学专业与结构专业的师生(包括研究生)。

书中保留了原著中的计量单位,并在书末附有单位换算关系表,供读者参考。

最后,译者虽力图沟通各自专长,密切配合,但因水平有限,时间仓促,谬误之处在所难免,敬请广大读者指正。

前 言

建筑体型（建筑尺寸、外形及其构件）对建筑物的抗震性能有显著的影响。这一概念已为工程师们所接受，而且对这一性能起决定作用的一些原理也已为人们所通晓。但是这些原理尚未有效地加以应用，地震区采用危险而昂贵的体型仍屡见不鲜。这有多方面的原因：有的建筑师们没有意识到他们的设计决断对于抗震的重要性，因而未能征求工程师们的意见；有的可能征集到良好的意见，但由于某种原因而未予采纳；有的确实求教于他们的工程师但未能得到明确而有说服力的建议，这是因为不是所有的工程师都擅长于讲解的技艺；最后，因为工程师通常受雇于建筑师，可能在提意见方面存有疑虑：即提劝告意见会被认为是对其雇主创造才能的一种抑制或非难。因此，这些重要原理之所以未能予以应用，或许就由于这两种职业不能相互商量以及其契约关系的缘故。

现有的大量有关体型影响的资料均趋向于取这样的形式：或对较大争论问题在论文中予以评论或作为熟练结构工程师们的常识。这份资料的意图绝不是以强调设计限制的方式去影响熟练的建筑师，而是要加深理解从而使有才华的设计人员能提出独创的解决办法。抗震工程的一些教科书均力图采用数学分析而不对设计的基本原理进行评述，对体型问题往往也强调一下，然后就以一页左右的制约性条例。草草了结。

本书的宗旨不是要更多地限制设计人员的自由，而是用简单的非数学术语来阐明房屋的建筑设计对其抗震能力的影响，以填补现有的空白，并提供能使设计人员完满进行抗震设计的一些资料。本书不能取代工程师的建议与合作，但通过增进建筑师对抗震问题的理解，就可使建筑师与工程师的共同努力更具成效。此外，本书还提供了旨在使工程师熟悉建筑师需求的一些资料，因此它是写给两方面读者的。

由于要体现设计人员的构思方法，所以资料是以概念方式而不是以解析方式表示的。本书在注意采用清晰的阐述方法和广泛使用图表方面，均不同于传统的工程教科书。后者是仅仅针对那些能享用数学语言的同事和学生而编写的。本书从讨论那些对建筑性能有重大意义的地面运动情况着手，然后阐明建筑对这种运动的反应，继而对影响建筑性能的体型决定进行了综述。

体型决定则是抗震设计中建筑学方面的一个焦点。考虑到由于体型方面的许多影响因素难免要接受一个非最佳的抗震体型，于是在后面的章节中对一般的体型问题及其解决办法作了评述，下面三章专门研究：体型的由来，与抗震设计有关的建筑类型，以及抗震设计的意向。本书以抗震设计中主要体型问题的若干结论和图表结尾。四个附录论及到：设计过程中的抗震问题，两个抗震设计实例的研究，体型的定义，以及大量带注释的文献目录。

本书总的宗旨是在研究人员和设计人员的活动领域之间发挥桥梁作用，并将目前分散和难以找到的资料加以鉴别，编辑成一份有用的资料。

C·阿诺德

(CHRISTOPHER ARNOLD)

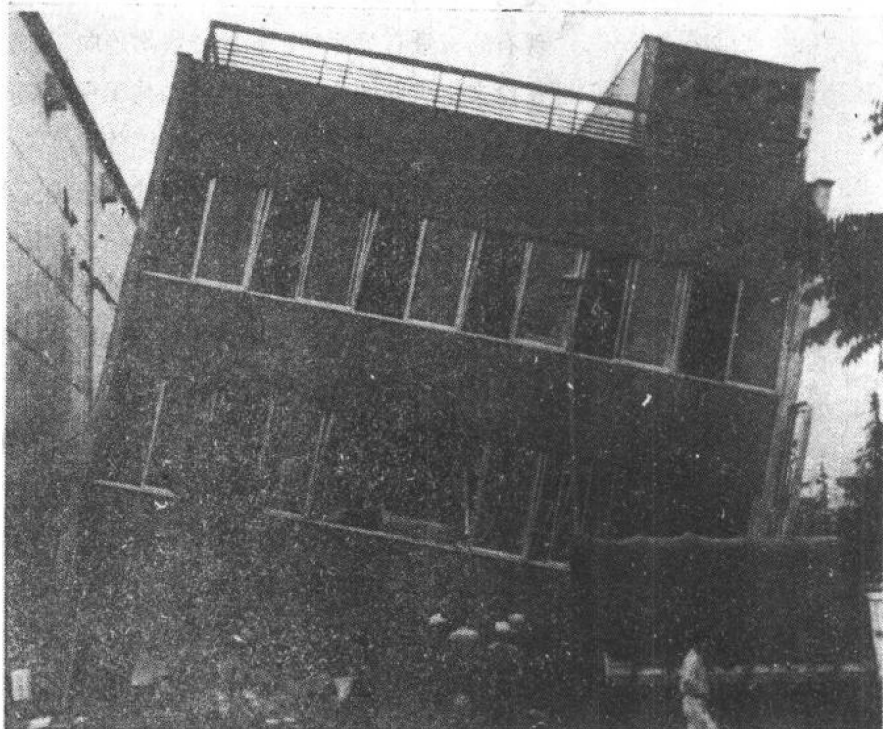
R·里塞曼

(ROBERT REITHERMAN)

圣马蒂诺，加利福尼亚

瑞特屋市，加利福尼亚

1982年9月



宫城县海域地震的图片
——地震的记录及其教训

目 录

译者的话

前 言

1. 绪 论 1

认识的发展 2

体型的性质 4

体型的重要性 5

体型与规范 6

参考文献 10

2. 地面运动 12

地面运动的性质 13

地面运动的测定 17

参考文献 24

3. 建筑对地面运动的反应 25

惯性力 26

周期与共振 27

阻尼 31

延性 32

扭转 33

强度与刚度 34

抗震体系 36

隔板 38

剪力墙和支撑框架 41

抗弯框架 44

非结构构件 44

结论 46

参考文献 46

4. 体型对抗震性能的影响 48

绪言 49

尺度 51

高度 53

平面尺寸 54

比例 55

对称性 57

分布与集中 60

结构平面密度 60

拐角 66

周边抗力 67

冗余度 68

参考文献 70

5. 简单体型中值得注意的不规则性 71

周边强度和刚度的变异 72

核心井筒位置, 虚假对称 80

参考文献 84

6. 凹角体型 85

定义 86

问题 86

损害实例 87

解决办法 93

参考文献 98

7. 竖向收进的体型 99

定义 100

问题 102

建筑规范处理收进的办法 105

1958年SEAOC收进分组委员会 105

解决办法 107

参考文献 108

8. 强度与刚度的不连续 109

- 一般问题 110
- 柔层 110
- 解决办法 115
- 不连续的剪力墙 117
- 柱体刚度的变异 124
- 弱柱, 强梁 126
- 剪力墙和框架的相互作用 129
- 非结构的改善处理 133
- 参考文献 136

9. 毗邻问题: 碰撞 137

- 问题 138
- 解决办法 140
- 参考文献 141

10. 体型的由来 142

- 绪言 143
- 决定因素 145
- 办公建筑体型的发展 152
- 参考文献 156

11. 抗震设计与建筑类型 157

- 绪言 158
- 低层办公楼 160
- 中、高层办公楼 161
- 低层多户住宅 162
- 高层住宅 163
- 高层住宅 164
- 低层医疗建筑 165
- 中、高层医疗建筑 166
- 低层教育建筑 167
- 高层教育建筑 168
- 低层商业建筑 169
- 单层商业建筑 170

单层工业建筑	171
大跨屋盖建筑	172
消防站, 车辆修配站	173
有完整书库的中高层图书馆	174
12. 抗震设计的意向	175
绪言: 历史上的先例	176
完美的体型: 雅典智慧女神神殿	177
罗马的大型穹顶: 万神殿	178
地震中幸存的建筑: 伊斯坦布尔的Santa Sophia	179
侧向抗力的表现: 哥特式大教堂	182
日本的木结构	184
对称性: Nervi设计的飞机库	186
当今与未来的意向	188
参考文献	195
13. 结论与提要	196
参考文献	205
附录1 设计过程中的抗震问题	206
绪言	207
设计纲领	207
概略设计	208
初步设计与设计的发展	209
契约文件	210
建造	210
管理	211
附录2 抗震设计的实例研究	212
绪言	213
加州Loma Linda退伍军人管理署医院	213
东京帝国旅馆	219
参考文献	225
附录3 体型的定义	227
附录4 文献目录	249

绪言	250
抗震设计中的体型	250
以往地震中一些具体建筑的性能	259
研究报告	270
规范	276
 附录5 单位换算关系表	 281

1. 绪 论

认识的发展

查看一下世界地震相对频率及其分布图(图1-1)就知道地震在全球的实际影响范围。除北欧外,地震发生率低的大多数其他地区均是杳无人迹的,例如,格陵兰、西伯利亚、加拿大北部、澳大利亚大部、亚马孙河流域、撒哈拉和南极洲。

多数历史上主要的建筑型式都已在地震区内出现过并幸存了下来,但这并不表明这些地区逐渐形成的建筑就自觉地体现了抗震设计的原理。地震因素不还象我们所熟悉的气候上种种决然反应那样,导致当地结构型式完善而有效的发展。

其所以如此,就在于直至本世纪人们对地震自然特性还远远不了解。在此以前,地震往往会被认为是神的作用,预防办法则是祈祷而不是采取建筑与工程上的措施。至1906年的旧金山地震,建筑设计会影响其抗震性能的观念才开始形成。至1923年的东京地震,主要依据经验方法的一些抗震设计原理才牢固地建立起来。在东京震害以后,抗震工程的研究在世界上就得到了工程和地质方面的某些极大关注,而解析法则获有高度的发展。

在美国,抗震设计的研究集中在加利福尼亚州,并受到一系列断续事件的推行。例如,圣他·巴巴里(1925年)长滩(1933年),克尔恩郡(1952)等次地震事件,都幸运地未酿成巨大灾害的冲击,但却向社会人士及官员提醒了问题的严重性。一个热心的工程小组,几乎全靠他们自己的财源进行,研究工作而且研究计划很大,可以进行若干独创性的调查研究。1964年的阿拉斯加地震导致了主要借助于联邦基金来恢复地震灾害。此后,这种研究工作状况就开始有所改变,关于地震效应的一些重要研究都是由联邦和州进行财政支助的。

1971年的圣弗兰多地震显著地改变了这种情况。根据通常规范设计的新建筑虽未形成巨大的灾害,但却受到严重的损坏(图1-2)。这就引起了对美国抗震设计全部依据的巨大关心,尤其使国家支助的减轻地震危害性的研究计划得到了加强。

抗震设计的研究现在是国家的一项主要工作,并且随着不断的研究,抗震设计的实践水平也日臻完善。这就起了提高专业人员责任心和扩充他们所期待了解的知识的作用。随着知识范围的这种更迭,产生了影响整个设计领域的关于专业人员职责与义务的新观念。当设计与施工日趋制度化时,使用者就要求提供防止那些他们无法控制的危及生命安全或造成不适感的随机性事故的保护设施。该项控制则取决于制度规定,并且专业人员和法院也越来越强调这种职责观点。

假如预防地震效应的设施确实可以被隔离开并委托给工程师,那么建筑师就没有理由去关心地震的征兆。的确,甚至象在加利福尼亚这样的地震频

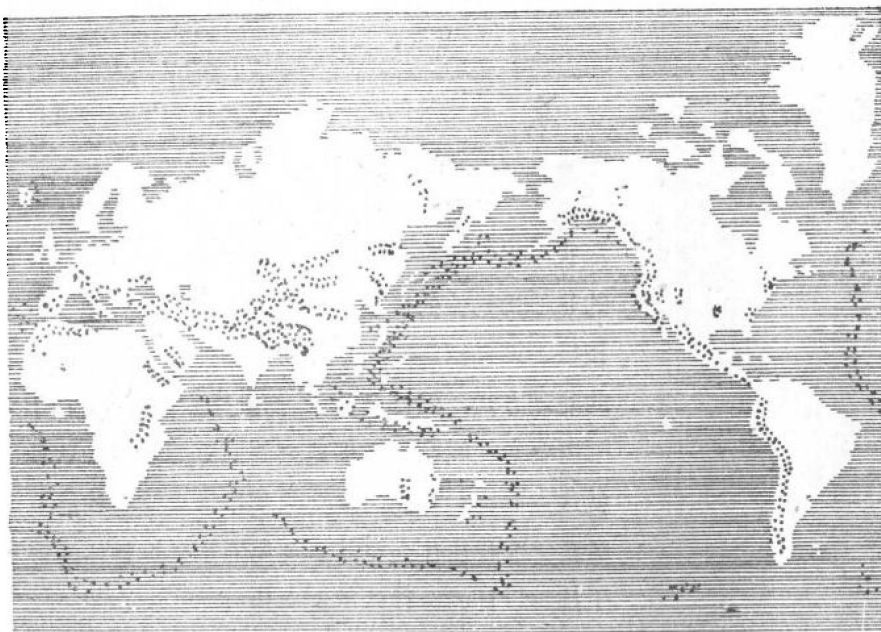


图 1-1 20世纪中叶的世界地震分布图

繁区，对抗震设计相对淡漠的工作方式正趋于成为建筑师的职业的特征。这种冷淡归因于对建筑师任务的不同理解：其一是抗震设计实际上是工程师的事，而给建筑师一种无需他关心的概念。工程师鼓励建筑师这种想法的倾向助长了这种理解，因为它增加了工程师的神秘性，即工程师有能力对付建筑师一无所知的神秘力量。每当工程师抱怨建筑师的设计给他带来抗震设计的困难时，他仍然欢迎魔术般的才智所造成的业务机会，借助这种才智他就可以使建筑师安全地推行他的设计构思。建筑师对抗震设计的罔然无知，对某些工程师说来是一种麻烦，而对另外一些工程师说来则是一种收入的来源。

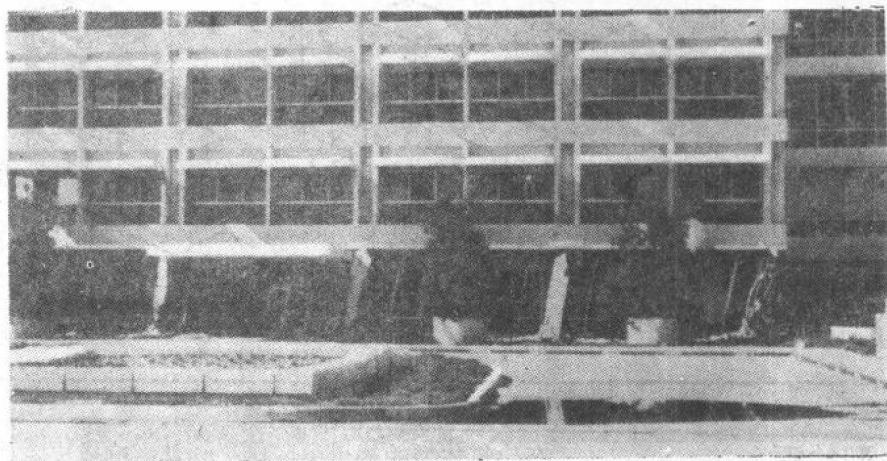


图 1-2 1971年加利福尼亚圣弗兰多地震后的Olive View 医院

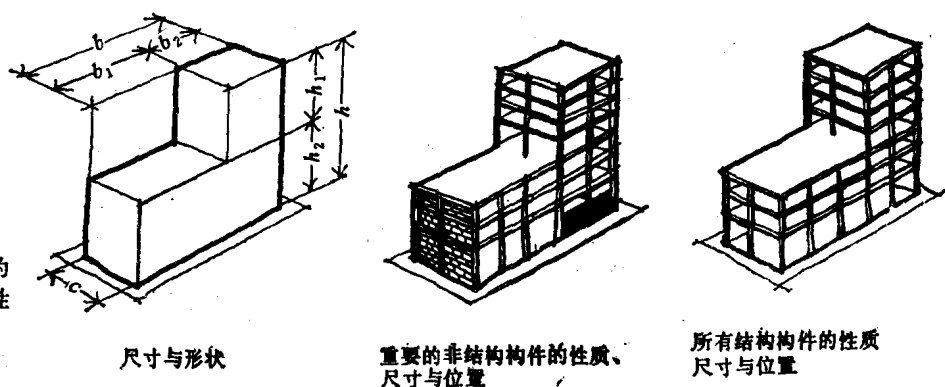
体型的性质

在影响建筑的抗震性能以及作为工程师进行各种业务工作的原始资料方面建筑师能做什么？

答案是建筑师设想并支配建筑的体型。体型的定义一般为建筑的尺寸和形状，但本书也包括结构构件的性质、尺寸与位置，以及可能影响结构性能的非结构构件的性质、尺寸与位置（图1-3）。这些包括诸如墙体、立柱、楼板、设备核心井筒与楼梯等构件，也包括内隔墙的数量与型式以及对外墙的处理方式：保持呈实体，抑或穿眼，开孔以利于采光和通风。由于体型的这三组要素之间在抗震性能方面的复杂关系，这种引伸的体型定义是必要的。就这点而论，我们的定义已超越了建筑型式的概念，而建筑型式的概念就象雕塑体那样往往会将其本身局限于建筑整体的形状和性质。附录3叙述了对于抗震设计的一种体型定义的方法。

体型以及形成体型的外形要素，起源于建筑规划。它们可以概括成对建筑内的活动领域、服务设施、家具以及它们所需要的设备和空间的一种描述。与交通方式相联系。活动领域引起了对某些装置和某种空间分隔的需要。由活动空间的组合与交通得出一定的尺寸，终而得出建筑的体型。但是还有其它一些有时对体型起支配作用的决定性因素，例如几何形状，地质情况，地区气候，城市设计要求以及建筑风格上的关连等。最终的体型选择是一种决断过程的结果，这种决断过程是以某种方式平衡这些各不相同的要求与影响，并将矛盾归结为单一的结果。第X章较充分地考察了体型由来的过程。

图 1-3 本书所取引伸的
体型定义包括三种不同性质
的问题



体型的重要性

在建筑体型的构思中，建筑师就影响或决定了可能采用的建筑抵抗体系的种类，就最广义来说，甚至决定了它们的有效程度。此外，许多工程细部的破坏导致严重损坏或倒塌，就是由于体型的失败。换言之，地震力在某些

特定的结构材料或连接处引起过分应力的这种体型，无论用于建筑整体或是用于建筑细部，都是要失败的。

这并不说明体型是首要的，而细部工程设计和施工技术则是次要或无关紧要的。它们是一些明显地关系到建筑可靠性和效率的作用因素。但它却意味着设计者关于体型的最初想法是很重要的，因为在初步设计阶段，也许甚至在进行任何工程讨论之前，他要作出对日后工程分析与细部设计有重大意义的决策。

抗震设计于是就成为建筑与工程方面共同的职责。地震袭击整体建筑并不区分那些构件是建筑师构思的，那些是工程师设计的。在抗震设计中建筑师是一个完全的参与者，并且体型的重要性早就被那些研究地震中建筑性能的工程师们所公认。

诚然，随着对建筑性能的不断研究并获得越来越多的实验数据，这个问题的性质也就愈加受到重视。最近为军事部门提供建筑设计条例的一本刊物指出（1）：

“建筑对侧向力的固有抗力，大量是由它的基本的平面布置决定的……”

“工程师们正认识到建筑的形状，对称性，以及初步设计阶段得出的建筑总体布置是比较重要的，或者它们造成的差异比精确定出规范规定的力所产生的差异更大……”

结构工程师 William Holmes 1976年的文章（2）：

“长期以来已证实，体型以及结构抗震体系的简明性与直接性，如果不比实际侧向设计力重要的话，则也是同等重要的”。

在强调体型的重要性方面 Henry Degenkolb 是断然有力的，但他也认识到抗震设计仅仅是对建筑形状诸多影响中的一个（3）。

“假如我们从一个不良的体型着手，则工程师所能做到的就是提供绷带——他尽可能地改善一个根本上就拙劣的解决方案。反之，如果我们从一个良好的体型与合理的结构设计着手，即使一个拙劣的工程师都不能过分地损害它的极限功能。上面的这种说法仅仅略带点夸张。假如所有的结构都具有规则的形状，则许多问题就会得到解决，但是地段的规模与布局的经济性，有效利用空间的各种设计条件要求，以及美学上合意的比例等，都要求结构工程师提供各种形状的安全可靠的建筑物。”

问题的性质已由尼加拉瓜建筑师 José Francisco Terán 作了很好的说明，他研究过1972年马拉瓜地震的影响^{〔4〕}。

“问题在于建筑是应当按照满足功能、社会、美学诸方面的要求进行设计而后再就结构可靠性方面予以补充，还是象马拉瓜这样的地震区，特殊的稳定性和整体性问题应该支配设计，而型式要素诸如质量、对称和调谐等则