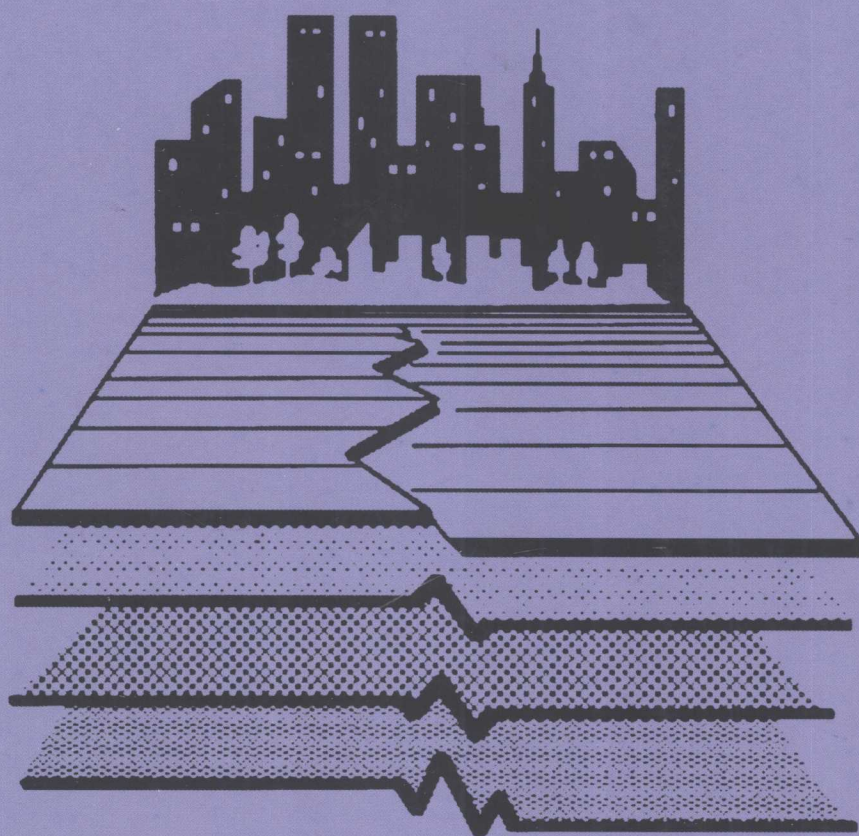


建筑抗震能力快速 判定方法

国家建筑工程质量监督检验中心组织 编译



地震出版社

建筑抗震能力快速判定方法

国家建筑工程质量监督检验中心组织 编译

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑抗震能力快速判定方法/国家建筑工程质量监督检验中心组织编译.

—北京:地震出版社,2009.10

ISBN 978-7-5028-3623-8

I. 建… II. 国… III. 建筑结构-抗震设计 IV. TU352.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 177221 号

地震版 XT200900163

建筑抗震能力快速判定方法

国家建筑工程质量监督检验中心组织 编译

责任编辑:王 伟

责任校对:宋 玉 孙铁磊 庞亚萍

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路9号

邮编:100081

发行部:68423031 68467993

传真:88421706

门市部:68467991

传真:68467991

总编室:68462709 68423029

传真:68467972

工程图书出版中心:68721991

E-mail: 68721991@sina.com

经销:全国各地新华书店

印刷:九洲财鑫印刷有限公司

版(印)次:2009年10月第一版 2009年10月第一次印刷

开本:889×1194 1/16

字数:778千字

印张:27

印数:0001~2000

书号:ISBN 978-7-5028-3623-8/TU (4242)

定价:80.00元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

序

关注住所的安全就是关爱自己的生命。本书展示的房屋抗震能力评价方法无论对专业和非专业人士都是十分有益的。凭借这一方法可以对房屋的地震安全性做出初步的判断，并将有助于进一步的鉴定和加固，保障房屋抗御地震的能力。

周锡元

2009年9月

中文版说明

2006 年美国要求美国各个州强制执行联邦政府应急事务管理局 (FEMA) 主持编制的“建筑潜在震害快速观察判定手册 (FEMA154)”。众所周知,美国的法律是由各个州分别制定和实施的,而这项规定为什么由联邦政府统一执行呢?主要原因如下:

- (1) 美国是个多地震的国家,地震是不分州的。
- (2) 美国政府需要掌握全国房屋的抗震水平,为提高抗灾能力、制定减灾计划提供可靠的基础数据。
- (3) 抗震专家和科研院所的数量和力量是有限的,远远不能满足普遍调查的需要,必须要靠大量的非专家人员参与调查工作。
- (4) FEMA154 不仅汇集了当代抗震研究的最高水平,同时又将复杂的理论计算分析转化成非抗震专家可以操作、使用的工具,为上述工作的开展提供了必要的技术支持。

近年来,美国已经对全国大部分地区进行了房屋抗震能力的调查工作,并在此基础上提出了抗震措施和计划。世界上许多多地震的国家,例如印度、土耳其、日本、新西兰等也纷纷制定了适合本国的普及性技术标准,并在政府主持下开展了本国的房屋抗震能力判定工作。

FEMA154 为什么如此重要呢?这要从评价房屋抗震能力的流程说起。这个流程的基本步骤是:划分潜在震源区→用概率方法确定潜在震源区发生地震的概率和最大可能的震级→统计各地区地震动衰减规律(包括烈度、峰值加速度、加速度反应谱)→场地土类别及地震动计算(给出场地峰值加速度和加速度反应谱)→不同结构类型及地震动计算(给出结构各层各质点的峰值加速度和加速度反应谱、层间地震力)→评价房屋的抗震能力。从这个流程可见,评价房屋的抗震能力是一件十分复杂的工作,需要专家进行分析,每一步都需要用计算机程序进行计算。如果没有快速判定方法,要大面积地、普遍地进行全国房屋抗震能力的调查判定基本上是不可能的。

FEMA154 的关键技术是将前述各步骤的复杂计算变成了分数,再根据建筑现场的各种因素制成分数表,调查人员通过建筑抗震能力分数表为建筑物的抗震能力打分,再由分数确定建筑的抗震能力。在分数表中,调查人员只要按照分数表的要求,针对地震区、场地土类型、结构类型、建筑平面立面特征等选择相应的分数填写到数据采集表中就可以了。因此,非专家、非科研院所(例如建设工程质量监督站)就能操作。将各种因素得到的分数相加,就得到了建筑的总分数。总分数表示建筑的抗震能力。各地政府可以根据当地的经济、技术力量确定一个总分数下限,当建筑的总分数高于下限分数时,表示此建筑有抗震能力,可不必再进行抗震能力评定和加固;当总分数低于下限分数时,表示该建筑抗震能力不足,应该进行进一步的研究和加固。下限分数由当地政府制定,避免了我国地震烈度划分中遇到的各种

问题。

有了 FEMA154 这样的普及性规范，就可以花很少的钱、高水平地、迅速地、详细地了解全国房屋的抗震能力，从而制定出合理的抗震规划。

这项工作的基础数据不仅仅用在提高我国的抗震能力方面，还可用在其他方面。例如：①建筑总资产的分布、统计与分析，②制定国家和地区的建设发展计划，③为保险公司提供保险费率的依据，④地震、风灾、洪水等各种巨灾模型的建立等都有重要的意义。

汶川地震中，房屋倒塌是造成人员伤亡的主要原因。我国的地震有“南北呼应”、“时空填空”、“迁移”等特点，今后在其他地区还有可能发生中等到强烈地震的可能，如果不及时地、大范围地掌握房屋的抗震能力，采取必要的措施，仍然会造成较多的人员伤亡和财产损失。因此，我国也应该借鉴 FEMA154 的思路、方法，尽快制定适合我国国情的“中国建筑抗震能力快速判定方法”。依靠广大非专家、非研究院所的力量，调查我国的房屋抗震能力，得到准确、用途广泛的基础数据。

特别感谢美国政府提供的“建筑潜在震害快速观察判定手册（FEMA154）”、“建筑潜在震害快速观察判定说明文件（FEMA155）”和“既有建筑抗震评价指南（FEMA310）”。

特别感谢这三个文件的副主编 Charles Scawthorn 提供的手册英文版。

FEMA154 和 FEMA310 由国家建筑工程质量监督检验中心李中锡翻译，FEMA155 由李季和李中锡翻译。该中心总工程师邸小坛为技术指导，龚郁杰对英文作了校对工作，此外，何星华、申月红、王从新、杨宏宇、梁杰、徐显毅、田欣、芦瑶作了中文校对工作。

国家建筑工程质量监督检验中心

2009 年 8 月 20 日

目 录

上 篇

建筑潜在震害快速观察判定手册 (FEMA154 第二版)

第 1 章 介绍	3
1.1 背景	3
1.2 判定程序的目的、概况与范围	4
1.3 说明文件 FEMA155	5
1.4 FEMA154 与其他 FEMA 系列建筑文件之间的关系	5
1.5 RVS 检查结果的应用	6
1.6 怎样使用本手册	6
第 2 章 快速观察判定的计划与管理	7
2.1 判定工作步骤	7
2.2 预算与成本估计	8
2.3 进现场前的计划	9
2.4 数据采集表的选择与审核	9
2.4.1 地震区的确定	10
2.4.2 主要抗震规范使用日期的确定及其他考虑因素	11
2.4.3 下限分数的确定	13
2.5 排查人员的资质与培训	13
2.6 进场前数据的收集与审核	13
2.6.1 审核员的文件	13
2.6.2 建设管理部门的文件	14
2.6.3 Sanborn 图	15
2.6.4 市政基础数据库	18
2.6.5 以前的研究	18
2.6.6 土质的信息	18
2.7 施工文件的查阅	20
2.8 建筑现场检查	20
2.9 质量核查与数据的录入	22
第 3 章 完成数据采集表	23
3.1 前言	23
3.2 建筑基本信息的审核与填写	24
3.2.1 楼层总数	25
3.2.2 竣工时间	25
3.2.3 排查人员鉴定	25

3.2.4 总建筑面积	25
3.3 画平面与立面草图	25
3.4 土类型的确定	26
3.5 确定和登记建筑用途	26
3.5.1 用途	27
3.5.2 使用荷载	29
3.6 非结构物潜在坠落风险的识别	29
3.7 抗侧向荷载体系的识别与基本结构分数的确定	30
3.7.1 RVS 方法考虑的 15 种结构类型和相应的基本结构分数	30
3.7.2 抗侧向荷载体系的识别	37
3.7.3 建筑内部的检查	40
3.7.4 多组抗侧向荷载体系的建筑的检查	41
3.8 抗震性能的识别与记录分数的修正	41
3.8.1 中层建筑	42
3.8.2 高层建筑	42
3.8.3 竖向不规则建筑	42
3.8.4 平面不规则建筑	44
3.8.5 规范制定前	46
3.8.6 规范基准期后	46
3.8.7 C、D、E 类土	46
3.9 最终分数的确定	47
3.10 建筑物的拍照	48
3.11 注释	48
第 4 章 RVS 结果的应用	49
4.1 RVS 分数的解释	49
4.2 RVS 下限分数的选取	49
4.3 以前使用的 RVS 方法	50
4.4 RVS 其他可能的应用	50
4.4.1 RVS 分数用作为建筑减灾计划的基础	51
4.4.2 RVS 数据在房产开发中的应用	51
4.4.3 RVS 数据用于震后建筑安全评价的计划	51
4.4.4 应用 RVS 方法所需的条件	52
第 5 章 快速观察判定应用实例	53
5.1 第 1 步：预算与成本估计	53
5.2 第 2 步：进场前的计划	53
5.3 第 3 步：选择与熟悉数据采集表	54
5.4 第 4 步：排查人员的资质与培训	57
5.5 第 5 步：进场前数据的收集与审核	57
5.6 第 6 步：施工文件的审核	58
5.7 第 7 步：建筑物的现场判定	58
5.8 第 8 步：将 RVS 现场数据输入到建筑 RVS 数据库中	66
附录 A 地震区分布	67
附录 B 数据采集表与快速参考指南	73

附录 C 设计与施工图的审核	77
附录 D 抗震体系的外部判定与建设年代	78
D.1 介绍	78
D.2 怎样寻找和发现问题	78
D.3 建设年代的识别	78
D.4 结构类型的识别	87
D.5 外露建筑材料的特点	93
附录 E RVS 建筑类型的抗震性能和特点	97
E.1 介绍	97
E.2 木框架 (W1, W2)	97
E.2.1 特点	97
E.2.2 典型震害	100
E.2.3 常用加固技术	102
E.3 钢框架 (S1, S2)	102
E.3.1 特点	102
E.3.2 典型震害	105
E.3.3 常用加固技术	105
E.4 轻金属 (S3)	106
E.4.1 特点	106
E.4.2 典型震害	108
E.5 有混凝土剪力墙的钢框架 (S4)	108
E.5.1 特点	108
E.5.2 典型震害	109
E.6 无筋砌体填充墙的钢框架 (S5)	110
E.6.1 特点	110
E.6.2 典型震害	111
E.6.3 常用加固技术	112
E.7 混凝土抗弯框架 (C1)	112
E.7.1 特点	112
E.7.2 典型震害	115
E.7.3 常用加固技术	115
E.8 混凝土剪力墙 (C2)	115
E.8.1 特点	115
E.8.2 典型震害	116
E.8.3 常用加固技术	117
E.9 无筋砌体填充墙的混凝土框架 (C3)	117
E.9.1 特点	117
E.9.2 典型震害	118
E.9.3 常用加固技术	119
E.10 立墙平浇结构 (PC1)	119
E.10.1 特点	119
E.10.2 典型震害	120
E.10.3 常用加固技术	121

E. 11 预制混凝土框架 (PC2)	122
E. 11.1 特点	122
E. 11.2 典型震害	125
E. 11.3 常用加固技术	125
E. 12 钢筋砌体结构 (RM1 和 RM2)	125
E. 12.1 特点	125
E. 12.2 典型震害	126
E. 12.3 常用加固技术	126
E. 13 无筋的砌体结构 (URM)	127
E. 13.1 特点	127
E. 13.2 典型震害	130
E. 13.3 常用加固技术	132
附录 F 地震与建筑抗震	134
F. 1 地震的特点	134
F. 2 美国的地震	135
F. 3 地震影响	137
F. 4 建筑抗震	142
参考文献	143

中 篇

建筑潜在震害快速观察判定说明文件 (FEMA155 第二版)

第 1 章 介绍	147
1.1 背景	147
1.2 修订 FEMA154 手册的动因	147
1.3 FEMA154 修订项目的目的和技术路线	148
1.4 FEMA154 的可能修订范围	148
1.5 本报告的组成	149
第 2 章 FEMA154 用户及其反馈表	150
2.1 介绍	150
2.2 广泛使用 FEMA154 概览	150
2.3 自愿用户调查表的编制和分发	151
2.4 自愿用户调查表回应汇总	154
2.5 用户研讨会	155
第 3 章 有关 FEMA154 可能修订的思考	157
3.1 介绍	157
3.2 原 FEMA154 快速观察判定方法	157
3.3 技术特征修订的思考和结论	160
3.4 对新改进的思考和结论	160
3.4.1 内部检测	160
3.4.2 非结构体系和非建筑物结构	161

3.4.3 调查的实施和 GIS 数据库	161
3.4.4 电子工具	162
第4章 地震风险	163
4.1 背景	163
4.2 第二版 FEMA154 地震风险的量化	164
4.2.1 地面运动参数的选择	164
4.2.2 475 年对 2475 年地面运动的使用	164
4.2.3 地震区的确定	164
第5章 建筑分类	166
5.1 介绍	166
5.2 第一版 FEMA154 中的结构分类体系	166
5.3 结构分类体系的修订	166
第6章 基本结构风险分数和修正因子	169
6.1 介绍	169
6.2 基本结构风险分数的推导	170
6.2.1 结构分数 S 的定义	170
6.2.2 方法概述	170
6.2.3 推导基本结构风险分数的步骤	173
6.2.4 各地震区加速度反应谱中值的确定	174
6.2.5 基本结构风险分数计算举例	175
6.2.6 第二版 FEMA154 中各类建筑的基本结构风险分数	180
6.3 第一版和第二版 FEMA154 中 BSH 分数的比较	181
6.4 分数修正因子的推导	181
6.4.1 中、高层建筑的分数修正因子	182
6.4.2 平面和竖向不规则的分数修正因子	183
6.4.3 建于基准期后和规范前的建筑的分数修正因子	184
6.4.4 C、D、E 类土的分数修正因子	184
6.5 下限分数	185
附录 A: FEMA154 选用综述	186
附录 B: FEMA154 自愿用户调查表中的具体意见	188
B.1 对表中问题的回应	188
B.1.1 关于手册的问题	188
B.1.2 有关方法的问题	189
B.1.3 关于经验和用途的问题	191
B.1.4 有关用户研讨会的问题	192
B.1.5 另外一个问题	192
B.2 致谢	192
附录 C: FEMA154 用户研讨会议记录	194
C.1 第一天 (下午 1:00 ~ 5:30)	194
C.1.1 欢迎词和介绍	194
C.1.2 项目概要	194
C.1.3 原 FEMA154 概要	194
C.1.4 快速观察判定法的需求和使用	195

C. 1. 5 使用 FEMA154 的经验	195
C. 1. 6 使用 FEMA154 过程中的难题	198
C. 1. 7 结果概要：用户反馈	198
C. 2 第二天（上午 8：00 ~ 下午 5：00）	199
C. 2. 1 修订建议概要	199
C. 2. 2 快速观察判定的概念、框架和建筑分类	199
C. 2. 3 地震风险地图	200
C. 2. 4 基本结构风险分数和性能修正因子	201
C. 2. 5 分数体系的一般讨论	202
C. 2. 6 快速观察判定法和实施	202
C. 2. 7 手册的修订（编排和样式）	203
C. 2. 8 研讨会总结和建议	203
附录 D：PDA 设备在 RVS 方法中的应用	204
D. 1 概况	204
D. 2 PDA 在快速观察判定中的应用	204
D. 3 PDA - PC 界面	204
D. 4 数据管理	206
附录 E：结构风险分数和修正因子的确定（根据第一版 FEMA155 附录 B）	207
B. 1 确定结构分数 S	207
B. 2 扩展到非加利福尼亚建筑的结构	211
B. 3 基本结构风险分数计算举例	213
B. 4 性能修正因子	219
附录 F：下限分数的选择标准（根据第一版 FEMA155）	223
参考文献	224

下 篇

既有建筑抗震评价指南（FEMA310）

第 1 章 通用条款	229
1. 1 适用范围	229
1. 2 基本要求	230
1. 3 定义	233
1. 4 符号说明	235
1. 5 参考文献	237
第 2 章 评价要求	239
2. 1 概况	239
2. 2 调查等级的要求	239
2. 3 现场核验	240
2. 4 性能水平	241
2. 5 地震区	242
2. 6 建筑类型	245

第3章 排查阶段(1级)	246
3.1 概况	246
3.2 建筑基准期	246
3.3 清单的选择与应用	248
3.4 进一步评价的要求	250
3.5 1级分析	251
3.5.1 概况	251
3.5.2 地震剪力	252
3.5.3 强度与刚度的快速核验	255
3.6 低地震区清单	257
3.7 结构清单	258
3.7.1 结构类型 W1: 轻型木框架的基本结构清单	259
3.7.1S 结构类型 W1: 轻型木框架的附加结构清单	260
3.7.1A W1A 型基本建筑结构清单: 多层、多户的木框架	261
3.7.1AS 结构类型 W1A: 多层、多户住宅木框架的附加结构清单	262
3.7.2 W2 型基本结构清单: 商业和工业用木框架	263
3.7.2S 结构类型 W2: 商业和工业用木框架的附加结构清单	264
3.7.3 S2 型基本结构清单: 有刚性密肋梁的抗弯钢框架	265
3.7.3S 结构类型 S1: 有刚性密肋梁的附加结构清单	267
3.7.3A S1A 型基本结构清单: 有柔性密肋梁的抗弯钢框架	267
3.7.3AS 结构类型 S1A: 有柔性密肋梁的抗弯钢框架的附加结构清单	269
3.7.4 S2 型基本结构清单: 有刚性密肋梁的钢支撑框架	270
3.7.4S 结构类型 S2: 有刚性密肋梁的钢支撑框架的附加结构清单	271
3.7.4A S2A 型基本结构清单: 有柔性密肋梁的钢支撑框架	272
3.7.4AS 结构类型 S2A: 有柔性密肋梁的钢支撑框架的附加结构清单	273
3.7.5 S3 型基本结构清单: 轻钢框架	275
3.7.5S 结构类型 S3: 轻钢框架的附加结构清单	276
3.7.6 S4 型基本结构清单: 有混凝土剪力墙的钢框架	276
3.7.7 结构类型 S5: 具有填充砌块剪力墙和刚性密肋梁的钢框架基本结构清单	278
3.7.7S 结构类型 S5: 具有填充砌块剪力墙和刚性密肋梁的钢框架附加结构清单	279
3.7.7A 结构类型 S5A: 具有填充砌块剪力墙和柔性密肋梁的钢框架基本结构清单	280
3.7.7AS 结构类型 S5A: 具有填充砌块剪力墙和柔性密肋梁的钢框架 附加结构清单	281
3.7.8 结构类型 C1: 混凝土抗弯框架基本结构清单	282
3.7.8S 结构类型 C1: 混凝土抗弯框架附加结构清单	283
3.7.9 结构类型 C2: 有刚性密肋梁的混凝土剪力墙基本结构清单	285
3.7.9S 结构类型 C2: 混凝土剪力墙附加结构清单	286
3.7.9A 结构类型 C2A: 有柔性密肋梁的混凝土剪力墙基本结构清单	287
3.7.9AS 结构类型 C2A: 有柔性密肋梁的混凝土剪力墙附加结构清单	288
3.7.10 结构类型 C3: 有刚性密肋梁填充砌体剪力墙的混凝土框架基本结构清单	289
3.7.10S 结构类型 C3: 有填充砌体剪力墙和刚性密肋梁的混凝土框架 附加结构清单	291
3.7.10A 结构类型 C3A: 有柔性密肋梁和填充砌体墙的混凝土框架基本结构清单	291

3.7.10AS 结构类型 C3A: 有柔性密肋梁和填充砌体剪力墙的混凝土框架 附加结构清单	293
3.7.11 结构类型 PC1: 有柔性密肋梁的预制/立墙平浇混凝土剪力墙框架 基本结构清单	294
3.7.11S 结构类型 PC1: 有柔性密肋梁的预制/立墙平浇混凝土剪力墙的 附加结构清单	295
3.7.11A 结构类型 C3A: 有柔性密肋梁和填充砌体墙的混凝土框架基本结构清单	296
3.7.11AS 结构类型 PC1A: 有刚性密肋梁的预制平浇混凝土剪力墙附加结构清单	298
3.7.12 结构类型 PC2: 有剪力墙的预制混凝土框架基本结构清单	298
3.7.12S 结构类型 PC2: 有剪力墙的预制混凝土框架附加结构清单	300
3.7.12A 结构类型 PC2A: 无剪力墙的预制混凝土框架基本结构清单	301
3.7.12AS 结构类型 PC2A: 无剪力墙的预制混凝土框架附加结构清单	302
3.7.13 结构类型 RM1: 有柔性密肋梁的钢筋砖承重墙基本结构清单	303
3.7.13S 结构类型 RM1: 有柔性密肋梁的钢筋砖承重墙附加结构清单	304
3.7.14 结构类型 RM2: 有刚性密肋梁的钢筋砖承重墙基本结构清单	305
3.7.14S 结构类型 RM2: 有刚性密肋梁的钢筋砖承重墙附加结构清单	306
3.7.15A 结构类型 URMA: 有刚性密肋梁的无筋砖承重墙基本结构清单	307
3.7.15AS 结构类型 URMA: 有刚性密肋梁的无筋砖承重墙附加结构清单	308
3.7.16 一般基本结构清单	309
3.7.16S 一般附加结构清单	313
3.8 场地地质风险与地基清单	318
3.9 非结构清单	319
3.9.1 基本非结构构件清单	319
3.9.1S 附加非结构构件清单	322
第4章 评价阶段 (2级评价)	325
4.1 概况	325
4.2 2级分析	325
4.2.1 概况	325
4.2.2 LSP 与 LDP 分析程序	326
4.2.3 LSP 和 LDP 的数学模型	328
4.2.4 LSP 和 LDP 的可接受标准	329
4.2.5 墙平面外的力	332
4.2.6 特别程序	332
4.2.7 非结构构件的要求	337
4.3 用于结构体系的程序	343
4.3.1 概况	343
4.3.2 构造	345
4.3.3 材料状况	350
4.4 用于抗侧力体系的程序	354
4.4.1 抗弯框架	355
4.4.2 剪力墙	365
4.4.3 支撑框架	377
4.5 用于密肋梁的程序	380

4.5.1	概况	381
4.5.2	木密肋梁	387
4.5.3	金属面板密肋梁	388
4.5.4	混凝土密肋梁	389
4.5.5	预制混凝土密肋梁	389
4.5.6	水平支撑	389
4.5.7	其他密肋梁	390
4.6	用于连接的程序	390
4.6.1	用于法向力的锚固	390
4.6.2	剪力传递	392
4.6.3	竖向构件	393
4.6.4	构件的相互连接	396
4.6.5	面板连接	397
4.7	用于场地地质风险与基础的程序	398
4.7.1	场地地质风险	398
4.7.2	基础条件	399
4.7.3	基础承载力	399
4.8	用于非结构构件的程序	400
4.8.1	隔墙	401
4.8.2	天花板体系	402
4.8.3	灯具的固定件	403
4.8.4	装饰层与玻璃	403
4.8.5	砌筑的饰面板	405
4.8.6	金属螺栓连接体系	406
4.8.7	混凝土砌块和砖砌块与体系的连接	406
4.8.8	女儿墙、檐口、装饰与附件	407
4.8.9	砌体烟囱	407
4.8.10	楼梯	407
4.8.11	建筑中的物品与家具	408
4.8.12	机电设备	408
4.8.13	管道	409
4.8.14	下水管	410
4.8.15	危险材料	411
4.8.16	电梯	411
第5章	详细评价阶段 (3级)	413
5.1	概况	413
5.2	适用程序	413
5.2.1	用于抗震重建设计的条款	413
5.2.2	用于新建建筑的设计条款	414
5.3	详细设计程序的选择	414

上 篇

建筑潜在震害快速观察判定 手 册

(FEMA 154 第二版)

翻 译 李中锡
技术指导 邸小坛

