



多层砖房的地震破坏 和抗裂抗倒设计

杨玉成 杨 柳 高云学 等著



多层砖房的地震破坏 和抗裂抗倒设计

中国科学院工程力学研究所

杨玉成 杨 柳 高云学著

地震出版社

1981

内 容 提 要

本书总结了我国近十多年来历次破坏性地震中多层砖房的震害经验，在对大量实际资料进行统计分析的基础上，得出了在不同烈度区多层砖房的震害与抗震强度系数的关系，提出了按抗裂、抗倒双重设防准则进行设计的方法，供地震区进行房屋抗震设计和抗震鉴定之用。全书共七章，第一章为震害现象；第二章为动力特性；第三章和第四章为抗震强度系数的统计分析和破坏机理的探讨；第五章和第六章为抗裂抗倒设计的方法和增强抗震能力的措施；第七章为现有房屋的抗震鉴定和加固。

读者对象为从事土建工程的技术人员和从事地震工程的科研、教学工作者，也可供地震区非专业人员阅读。

多层砖房的地震破坏和抗裂抗倒设计

杨玉成 杨 柳 高云学 著

*

地 震 出 版 社 出 版

北 京 复 兴 路 63 号

北 京 印 刷 二 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

787×1092毫米 1/16 14.5印张 350千字

1981年 4月第1版 1981年 4月第1次印刷

印数：0·001—12,000

统一书号：13180·98 定价：1.50 元

前 言

多层砖房是我国目前房屋建筑的主要结构类型之一，一般作为居住、办公、学校和医院等民用与公共建筑。自五十年代以来，在我国许多城镇中，这类房屋修建的数量最多、分布最广，在今后相当一段时期内多层砖房仍将是多数城镇民用建筑的主要结构类型。但是，这类房屋建筑，由于是用脆性材料的粘土砖和砂浆砌筑的，在未经合理的抗震设计时，其抗震性能一般来说是较差的。最近十多年来，在历次破坏性地震中，多层砖房遭到不同程度的破坏，尤其是在唐山地震中，多层砖房大量倒塌，危及人民生命，造成了极为严重的损失。因此，认真总结多层砖房的震害经验，正确认识并尽可能提高其抗震能力，是急待解决的问题。

唐山地震的沉痛教训，纠正了对目前建造的多层砖房容易开裂而不易倒塌的片面认识，从而提出了多层砖房应按抗开裂和抗倒塌的双重准则进行设防的要求。同时，从唐山地震的大量震害现象进行工程抗震分析，也给多层砖房按小震不裂大震不倒的双重设防准则进行设计提供了经验。事实上，在唐山市区有 $1/4$ 的多层砖房裂而未倒。这说明按一定标准进行抗震设计的多层砖房，可以经受住 X 度强的地震打击而不倒塌；同时，在唐山、海城等地震的Ⅷ、Ⅸ度区，都存在着一定数量的基本完好或轻微损坏的房屋，这些房屋是对多层砖房进行抗裂设计的实践依据。

在总结唐山地震和搜集近十多年来历次破坏性地震多层砖房的震害经验及其测试结果的基础上，我们进一步着重研究了多层砖房的抗裂和抗倒这两个问题。通过四百多幢受震房屋的一千多层次七万多段砖墙体的抗震强度与震害的统计分析，得出了多层砖房在不同烈度区的抗裂设计地震荷载系数和高烈度区的抗倒设计地震荷载系数，以及多层砖房砖墙体抗裂和抗倒能力的比值；并对多层砖房的破坏机理和若干工程抗震问题进行了分析；提出了多层砖房按抗裂抗倒双重设防准则进行设计的方法、参数和鉴定表。

本书可供地震区建造抗震房屋，进行抗震设计和鉴定的人员使用。同时，在这里提供了多层砖房在十多个地震中，特别是在唐山强烈地震的震中区不同土质条件下的宏观工程反应，及其沿近于等震线主轴方向的衰减，以期作为地震工程学研究地震特性的宏观基础材料。为了贯彻地震工作以预防为主方针，开展群众性的防震抗震工作，对于其他人员了解有关多层砖房的震害现象及其抗震性能，也是有裨益的。

本书由杨玉成执笔，杨柳起草第四章第四节和第五章第二节，并参加第三章和第七章的计算，第三、第四和第五章的修改；高云学起草第一章第三节和第五章第四节，并参加第一章和第四章第一、第三两节的修改；朱玉莲和杨亚玲参加部分章节的计算。

本书在写作过程中得到所内外同志的大力协助，提供了许多工作成果和原始资料；国家地震局王志新同志对本书稿提出了宝贵意见，在此一并致谢。

目 录

第一章 多层砖房的地震破坏	(1)
第一节 概述	(1)
一、结构类型	(1)
二、震害程度	(1)
第二节 乌鲁木齐地震	(6)
第三节 东川地震	(9)
第四节 阳江地震	(10)
第五节 通海地震	(14)
第六节 海城地震	(16)
一、概况	(16)
二、海城镇和Ⅶ、Ⅷ度区	(17)
三、营口市	(23)
四、鞍山市	(25)
第七节 唐山地震	(25)
一、概况	(25)
二、唐山市区	(30)
三、唐山市东矿区	(37)
四、滦县	(37)
五、昌黎	(38)
六、秦皇岛市	(38)
七、天津市	(39)
八、北京市	(40)
第八节 其他地震	(40)
一、邢台地震	(40)
二、溧阳地震	(41)
三、昭通地震	(41)
四、和林格尔地震	(42)
五、龙陵地震	(42)
第九节 不同地震烈度区的多层砖房震害指数	(43)

第二章 动力特性的测定	(44)
第一节 自振周期.....	(44)
第二节 阻尼.....	(46)
第三节 基本振型.....	(48)
第三章 砖墙体抗震强度的统计分析	(50)
第一节 砖墙体抗震强度的计算方法.....	(50)
一、基本假定	(50)
二、砖墙体抗震强度系数	(52)
三、统计分析的方法	(54)
四、离散的原因和砌筑砂浆标号的确定	(56)
第二节 抗震强度系数与震害的关系.....	(58)
一、乌鲁木齐、东川、阳江和曲溪的多层砖房墙体抗震强度系数与震害的关系.....	(58)
二、海城地震区的多层砖房墙体抗震强度系数与震害的关系	(67)
三、唐山市各类地基土上的多层砖房墙体抗震强度系数与震害的关系	(73)
四、沿近于唐山地震等震线主轴方向多层砖房墙体抗震强度系数的开裂临界值的衰减—— 开裂临界值与震中距的关系	(81)
第三节 统计分析结果的工程应用.....	(89)
一、工程设计用的技术参数.....	(89)
二、对未统计的结构类型抗震能力的估计	(92)
第四章 刚性多层砖房破坏机理的探讨	(94)
第一节 多层砖房的破坏类型.....	(94)
一、刚性多层砖房的剪切型破坏	(94)
二、刚性多层砖房的倾覆型破坏	(96)
三、非刚性多层砖房的弯曲型破坏	(97)
第二节 剪切型破坏的多层砖房地震反应分析.....	(98)
一、结构的简化模型和基本参数	(98)
二、计算用的地震记录	(100)
三、线弹性地震反应中各楼层最大地震荷载的分布	(101)
四、墙体初开裂的地震最大加速度与抗震强度的关系	(103)
五、开裂墙体的滑移及其与最大加速度的关系	(105)
第三节 剪切型破坏的多层砖房破坏机理探讨.....	(108)
一、振型实测和地震记录	(108)
二、剪切破坏的试验研究	(108)
三、初开裂与强度的关系	(111)
四、倒塌原因和抗倒能力	(112)
五、对剪切型破坏机理的认识	(113)

第四节 多层砖房倾覆型破坏的原因和防止	(113)
一、倾覆型破坏的原因	(113)
二、纵横墙间的连接强度系数	(114)
三、倾覆型破坏的防止	(115)
第五章 多层砖房的抗震设计	(116)
第一节 多层砖房的双重设防准则和设计方法	(116)
一、双重设防准则及其设计地震荷载系数	(116)
二、多层砖房墙体抗震强度的设计	(117)
三、用双重设防准则来分析唐山地震区多层砖房的抗震能力	(119)
第二节 结构的整体性和连接强度的计算方法	(123)
一、结构的整体性	(123)
二、纵横墙间咬搓砌筑的连接强度	(123)
三、砖墙体中连接钢筋的抗震作用	(124)
四、钢筋混凝土圈梁的抗震作用	(125)
五、双重设计对连接强度的要求	(126)
第三节 扭转效应的工程实用计算方法	(127)
一、产生扭转的原因	(127)
二、近似计算的方法	(128)
三、震害实例的计算结果及其分析	(130)
四、对在工程设计中考虑扭转作用的建议	(133)
第四节 有利于多层砖房抗震的场地	(134)
一、基岩上的多层砖房	(134)
二、软土地基上的多层砖房	(135)
第六章 增强多层砖房抗震能力的措施	(140)
第一节 带有钢筋混凝土构造柱的多层砖房	(140)
一、构造柱的抗震作用	(140)
二、带构造柱多层砖房的设计计算方法	(144)
三、不同计算方法的比较	(146)
四、对构造柱的构造要求	(147)
第二节 加筋砖砌体	(147)
一、在砖墙体中设置水平钢筋或钢筋混凝土薄带	(147)
二、在砖墙体外加钢筋网水泥或混凝土面层	(148)
第三节 改变多层砖房的破坏形式以减弱强烈地震的作用	(150)
第七章 现有房屋的抗震鉴定和加固	(152)
第一节 抗震鉴定	(152)
一、判别多层砖房抗震性能的方法	(152)

二、结构体系属性的鉴定	(153)
三、墙体抗震强度的鉴定	(154)
四、二次判别	(158)
第二节 抗震加固和修复	(159)
一、抗震加固和修复的标准	(160)
二、增强房屋整体性的加固措施	(160)
三、砖墙体的修复和加固措施	(162)
四、其他部件的修复和加固措施	(165)
第三节 计算示例	(165)
一、墙体抗震强度的计算	(165)
二、在剪切和扭转共同作用下墙体抗震强度的计算	(173)
三、有构造柱墙体的抗震强度计算	(175)
四、纵横墙间连接强度的计算	(176)
参考文献	(180)

附表

1. 乌鲁木齐市多层砖房震害实例	(182)
2. 东川地震多层砖房震害实例	(185)
3. 阳江地震多层砖房震害实例	(186)
4. 通海地震多层砖房震害实例	(191)
5. 海城地震多层砖房震害实例	(192)
6. 唐山地震多层砖房的震害与抗震强度系数	(198)

第一章 多层砖房的地震破坏

第一节 概 述

一、结构类型

多层砖房一般系指以砖墙作为主要承重结构的刚性房屋，它的楼盖和屋盖可以是钢筋混凝土的、木的或砖的。我国多层砖房的层数，大多为二、三层，在大中城市建造有四、五层的砖房，六层及六层以上的数量较少，最高有达九层的。

多层砖房的建筑结构类型，按建筑布置分有：内廊式、外廊式、单元式、墩式等，平面形式可组合成矩形、梯形、槽形、L形等。按楼（屋）盖结构形式分有：

砖混结构——楼盖和屋盖均为现浇或装配式钢筋混凝土梁、板，也有用钢筋混凝土密肋砖板的；

砖混木结构——钢筋混凝土楼盖、木屋盖。木屋盖又分采用三角形木屋架、人字木屋架、硬山搁檩或木梁板等结构，屋面用平瓦、小青瓦、石棉瓦、瓦楞铁、焦泥等；

砖木结构——木楼盖、木屋盖；

砖拱结构——楼盖和屋盖之一或两者均采用大砖拱或小梁砖拱。

目前我国大量建造的多层砖房，是砖混结构和砖混木结构。这两种房屋，也可统称为多层砖混结构房屋。砖木楼房，大都是五十年代和解放前建造的老旧房屋。

多层砖石房屋，是多层砖房和多层石房的统称。多层石房的墙体是用料石或毛石砌筑的。多层房屋中，也有砖石混用的墙体，如外墙用石，内墙用砖。

多层砖房按结构的承重体系分有：

横墙承重——房屋的每开间都设置横墙，楼（屋）盖均由横墙支承；

纵墙承重——楼（屋）盖主要由内外纵墙支承，横墙不承重或只个别横墙承重。填充墙可以是刚性的（如砖）、半刚性的（如焦渣砖、泡沫砌块）或非刚性的（如灰板条）。楼（屋）盖的结构布置，可以采用长向板或大梁、短向板或木屋架；

纵横墙承重——纵横墙混合承重，是指隔一开间或隔二、三开间设置承重横墙的房屋。

横墙和纵横墙承重的砖混或砖拱房屋，结构体系一般是刚性的；纵墙承重的房屋，结构的横向体系可以是刚性的，也可以是非刚性的，要视结构的动力反应而定；砖木结构的房屋，一般是非刚性的。

二、震害程度

1. 房屋的震害程度分类

多层砖房的震害现象是多种多样的，有墙体的震害、楼（屋）盖的震害、地基和基础的震害。从整幢房屋的震害程度来看，可归纳为倒平、倒塌、严重破坏、中等破坏、轻微损坏和基本完好六类。各类的震害情况如下：

倒平——整幢房屋一塌到底；或上部数层倒平；或房屋大部分倒塌，残垣只占全楼的1/4以下（照片1.1、1.2和1.3）。

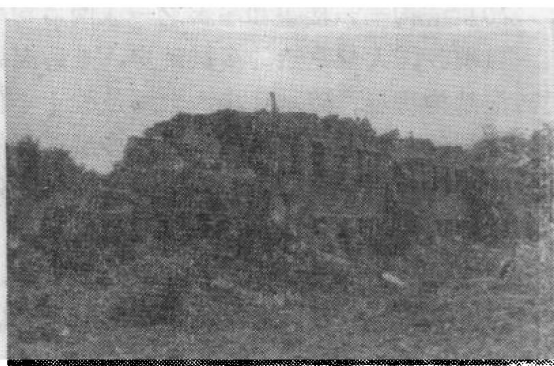
倒塌——外纵墙全部倒塌；或采用木屋盖的房屋顶层大部分倒塌；或房屋倒塌部分约占



照片1.1 五层的开滦总医院门诊楼倒平



照片1.2 五层的河北煤矿设计院办公楼（西段）上部二层倒平，塌落在第三层顶板上



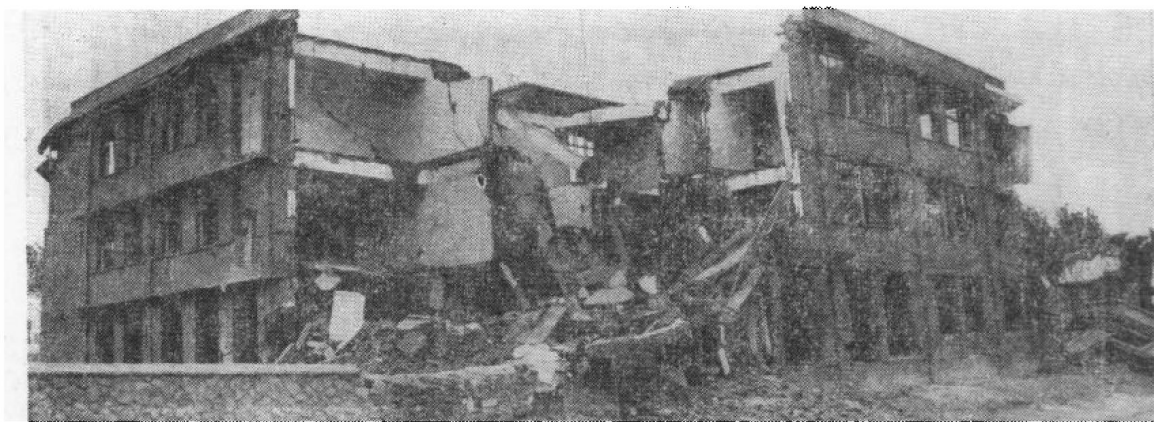
照片1.3 四层的河北矿冶学院住宅，残存一、二层



照片1.4 唐山铁道学院住宅，外纵墙全部倒塌



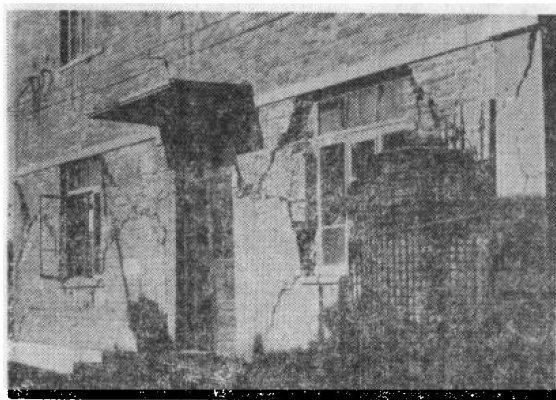
照片1.5 海城变压器厂办公楼东半部上层倒塌



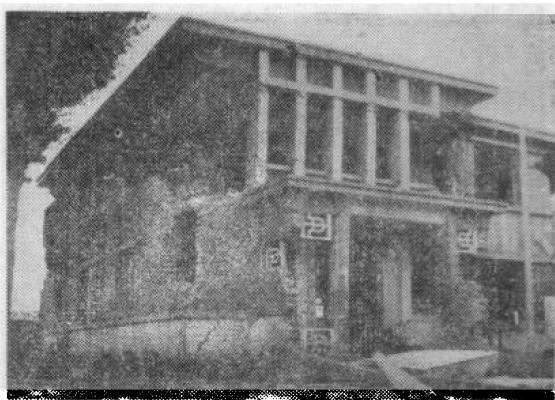
照片1.6 唐山纸花厂“L”形平面的角部和东端倒塌

全楼的1/4以上（照片1.4、1.5和1.6）。

严重破坏——房屋的主体结构破坏严重，墙体开裂，并有明显的滑移、错位或酥碎，甚至局部掉角和个别墙板塌落（照片1.7和1.8）。这类房屋，须经大修方可使用，或已无修复价值。



照片1.7 海城农电站办公楼，底层墙体严重破坏



照片1.8 唐山艺术学校严重破坏，墙角大块掉落

中等破坏——房屋的主体结构或其连接部位多处发生明显的裂缝；或填充墙、附属建筑等破坏严重、甚至倒塌（照片1.9）。这类房屋，经局部修复、补强或加固处理后，仍可使用。

轻微损坏——主体结构基本完好，墙、板只有局部轻微的裂纹或构造裂缝；非主体结构局部可有明显的破坏。轻微损坏的房屋，不影响正常使用，只需稍加修理。

基本完好——主体结构及填充墙、隔墙、屋顶小烟囱等基本完好，个别门窗洞口、墙角、砖券、饰物和突出部分等偶有轻微裂缝，抹灰层局部开裂或小块掉落。也包括完好无损的房屋。

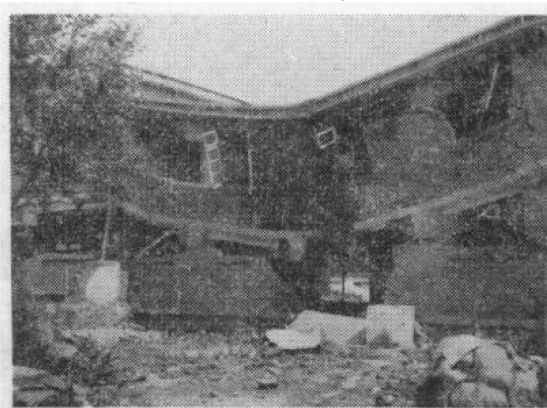
2. 墙体的震害程度分类

多层砖房的震害，主要是砖墙体的剪切破坏。按其震害程度可分为五类：

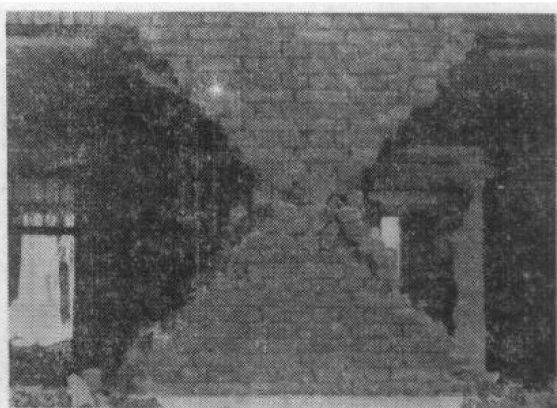
倒塌——墙体大块掉落直至整片墙体坍塌（照片1.10和1.11）；



照片1.9 海城赵家堡青年楼，主体完好，土坯内隔墙和屋顶小烟囱倒塌



照片1.10 底层窗间墙倒塌



照片1.11 墙体交叉裂缝两侧楔块掉落

严重破坏——整个墙体出现交叉或斜向裂缝，并有明显的滑移、错位现象，也包括墙体酥裂，局部掉角（照片1.12）；

中等破坏——墙体出现贯通的交叉或斜向裂缝（照片1.13和1.14）；

轻微损坏——墙体表皮开裂或因局部应力集中而产生短裂缝（照片1.15）；

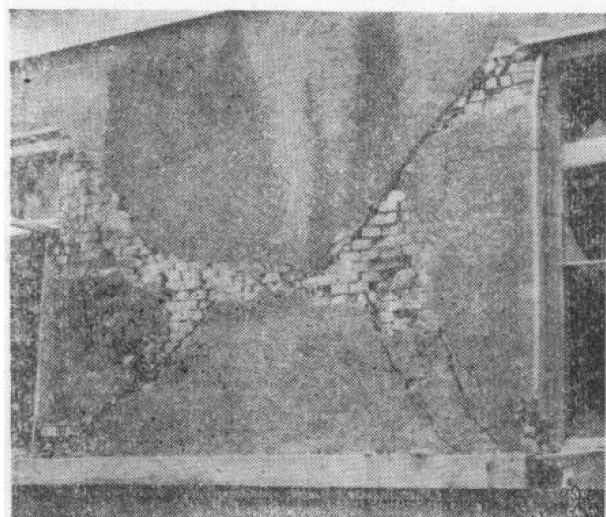
基本完好——也包括完好无损的墙体。

3. 倒塌率和破坏率

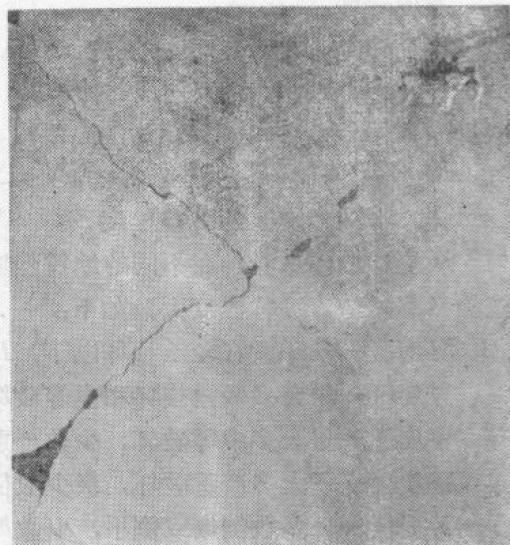
在统计某一地区多层房屋的倒塌率和破坏率时，一般将倒平和倒塌的多层砖房幢数（或建筑面积）与该地多层砖房的总数之比称为倒塌率；破坏程度在中等和中等以上的多层砖房与多层砖房总数之比称为破坏率。

4. 震害指数

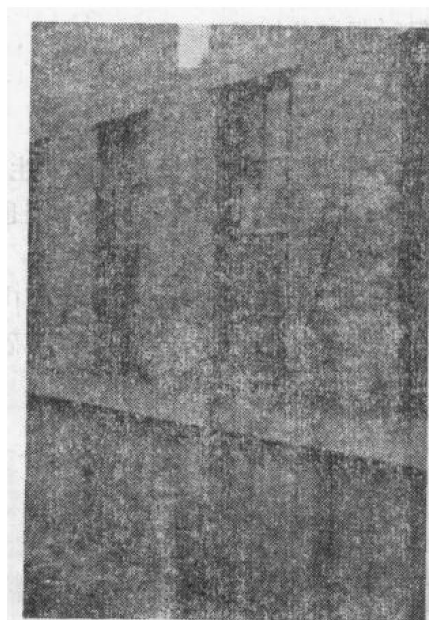
在同一个小区内，多层砖房的平均震害程度，用震害指数来表示。用下式计算小区的平均震害指数（ I ）：



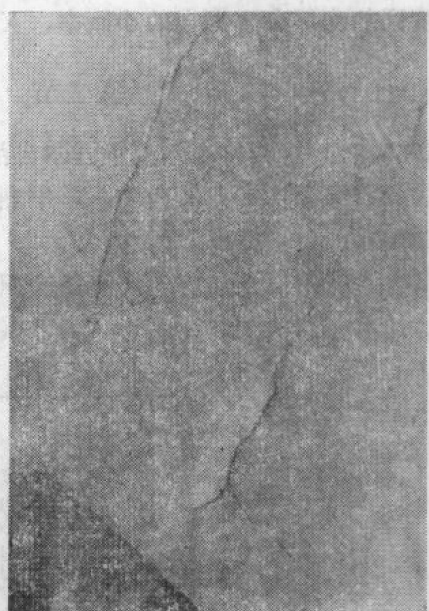
照片1.12 墙体严重破坏，交叉裂缝滑移错位



照片1.13 墙体中等破坏的交叉裂缝



照片1.14 墙体单向斜裂缝



照片1.15 墙表面抹灰层开裂

$$I = \sum i n_i / N$$

式中， i ——表示震害类别的指数。相应于上述六类震害的指数值，分别为：

倒平	$i = 1.0$
倒塌	$i = 0.8$
严重破坏	$i = 0.6$
中等破坏	$i = 0.4$

轻微破坏 $i = 0.2$

基本完好 $i = 0$

n_i ——表示 i 类破坏房屋的幢数;

N ——该区内多层砖房的总幢数, 即

$$N = \sum n_i$$

5. 不同烈度区的震害程度

从统计总体来看, 在不同的地震烈度区^[1], 按砖石结构规范设计施工但未采取抗震措施的多层砖房, 震害程度大致如下:

Ⅶ度区——一般在轻微损坏以下, $I < 0.1$;

Ⅷ度区——大多轻微损坏和中等破坏, $I = 0.1 - 0.3$;

Ⅸ度区——大多中等破坏, 少数严重破坏, $I = 0.3 - 0.5$;

Ⅹ度区——大多严重破坏, 极少数倒塌, $I = 0.5 - 0.7$;

Ⅺ度区——多数倒塌或倒平, 少数严重破坏, $I = 0.7 - 0.9$;

Ⅻ度区——大多倒平和倒塌, $I > 0.9$ 。

由于多层砖房的抗震能力可以有较大的差异, 因此, 在同一地震烈度区内, 上述震害的多种现象, 可能会同时出现。而且在实际震例中, 某些房屋的震害不一定与其烈度相对应, 如Ⅶ度区的房屋会有倒塌的小概率, Ⅹ度区也有仅遭轻微损坏的例子。

第二节 乌鲁木齐地震*

1965年11月13日, 在新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市以东20多公里的博格多山区发生了6.7级地震。震源深度40—50公里, 震中烈度为Ⅷ度。等震线图见图1.1。乌鲁木齐地震也称博格多山地震。

乌鲁木齐市位于乌鲁木齐河谷冲积地上, 地势南高北低, 东西为高地, 市区有红山和妖魔山。地基土为黄土和亚粘土, 表土层厚约10米左右, 下为卵石和碎石, 有的地区有砂卵石

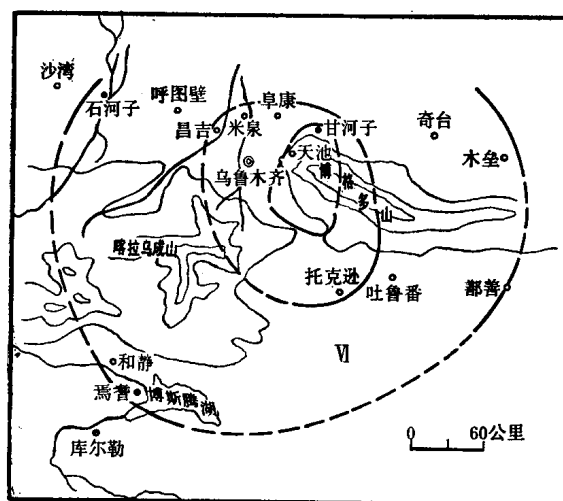


图1.1 乌鲁木齐地震等震线图

* 本节使用了工程力学研究所卢荣俭、吕敏申等同志的工作成果。

层或基岩露头。有两条第四纪前的老断层横贯市区中部（见图1.2）。

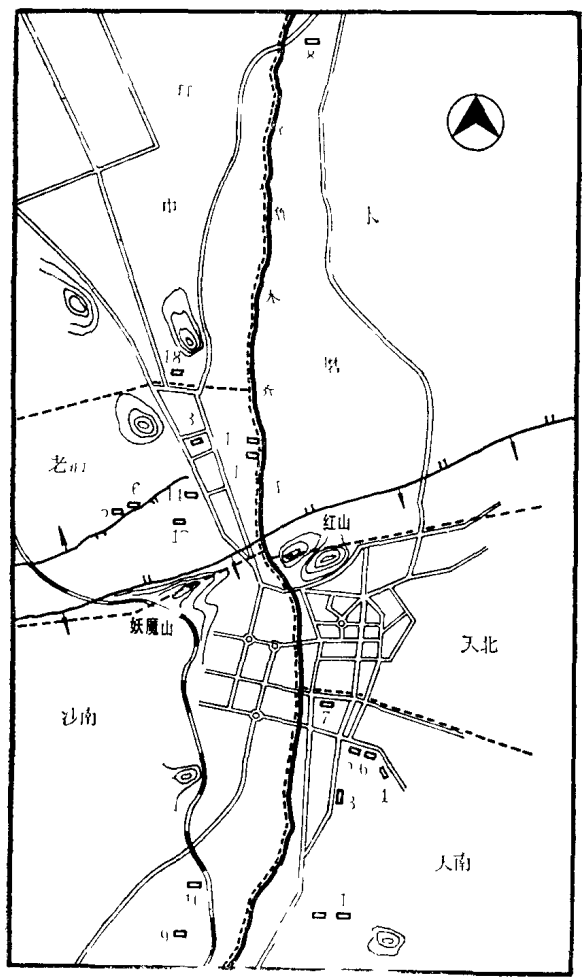


图1.2 乌鲁木齐市地震调查分区图

乌鲁木齐市是新中国成立以来，遭到破坏性地震袭击的第一个大城市，有千余幢多层砖房经受了地震的检验。该市解放前建的房屋主要是土木结构平房，多层砖房在五十年代才开始建造，有砖混、砖混木(人字架)和砖拱三种结构类型，外墙厚一般为37厘米，屋顶有较厚的保温层，部分房屋按Ⅶ度设防。

地震后，全市多层砖房的破坏率高达16.5%，其中严重破坏的占2%。由表1.1可见，多层砖房的破坏率比全市房屋平均破坏率高近1倍，这是乌鲁木齐市房屋震害的一个特点。

在表1.1中列出了全市6个调查区中房屋的破坏率（以建筑面积计）。震害调查的分区位置，见图1.2。各区房屋的破坏率有较大的差异，是该市地震破坏的第二个特点。其中以老满区破坏最重，多层砖房的破坏率高达41.2%，新市区最轻为7.6%。老满区房屋的破坏率高，是否与老断层有关，这在我国地震工程界是有争议的。从该区多层砖房的抗震性能来看，一般要比新市区差。还有些房屋，由于地基土产生不均匀沉降，而加重了上部结构的震害。

表1.1 乌鲁木齐市各区房屋破坏率统计表

分 区		天 南	天 北	水 磨 沟	沙 南	老 满 区	新 市	全 市
各类房屋	建筑面积(千m ²)	673	1127	556	799	564	1976	5695
	破坏率(%)	16.6	11.3	5.9	8.0	17.0	4.1	9.3
	严重破坏率(%)	3.3	0.8	0.4	0.6	3.6	0.2	1.1
多层砖房	建筑面积(千m ²)	181	326	88	194	219	597	1605
	破坏率(%)	34.6	17.9	19.4	12.5	41.2	7.6	16.5
	严重破坏率(%)	6.2	0.6	1.8	0	8.0	0	2.0

表1.2列出了不同层数的各类房屋的破坏率。由表1.2可见，乌鲁木齐市房屋震害的第三个特点是，土木结构的房屋反而比砖混结构的震害轻。土木结构的破坏率为5.3%，砖混结构的房屋破坏率为18.4%。这虽与土木结构绝大多数是平房有关，但单从平房来比较，刚性较大的砖混和砖拱结构的房屋，比刚性较小的土木、砖木和空旷房屋，破坏率也要高1倍以

上。

表1.2 乌鲁木齐市不同层数的各类房屋破坏率比较

结构 类型	一 层			二 层			三 层			四 层			各类房屋总计		
	建 筑 面 积 (千m ²)	破 坏 率 (%)	严 重 破 坏 率 (%)	建 筑 面 积 (千m ²)	破 坏 率 (%)	严 重 破 坏 率 (%)	建 筑 面 积 (千m ²)	破 坏 率 (%)	严 重 破 坏 率 (%)	建 筑 面 积 (千m ²)	破 坏 率 (%)	严 重 破 坏 率 (%)	建 筑 面 积 (千m ²)	破 坏 率 (%)	严 重 破 坏 率 (%)
土 木	2400	5.1	1.0	17	40.3	7.9							2417	5.3	1.0
砖混木	816	3.8	0.2	445	15.4	2.3	206	16.9	1.5	4	0	0	1465	9.2	1.0
砖 混	242	13.7	1.0	186	17.3	2.3	354	24.2	2.1	160	14.0	0	942	18.4	1.5
大砖拱	156	9.7	0.7	62	25.5	8.2	121	21.4	2.1	43	0	0	382	14.9	2.3
小砖梁拱				2	0	0	30	45.2	0				32	42.2	0
空 旷 房	457	5.1	0										457	5.1	0
按层 总计	4071	4.8	0.7	712	14.4	2.8	765	20.7	1.7	207	10.8	0	5695	9.3	1.1

多层砖混结构房屋在乌鲁木齐地震中的震害，除个别房屋的预制楼板的板缝开裂外，主要是砖墙体的震害。一般是在横墙和纵墙的窗（门）间墙上，沿砖砌体的灰缝产生交叉或斜向裂缝。在同一条轴线上，宽墙面比窄墙面更容易产生这类裂缝。门窗口上下角多见八字形裂缝或倒八字形缝，在顶层的门窗上口或屋盖下水平裂缝较多。立面上有局部突出的房屋，突出的墙体，常易损坏。在平面上凹凸交接处，也易产生裂缝。当采用抗震缝时，可以减轻或防止交接处的震害。典型的裂缝分布见图1.3和图1.4。图 1.3 为电影译制厂遭到严重破坏的两层宿舍；图1.4为该厂遭到中等破坏的办公楼，它们的建筑平面，参见附表 1。

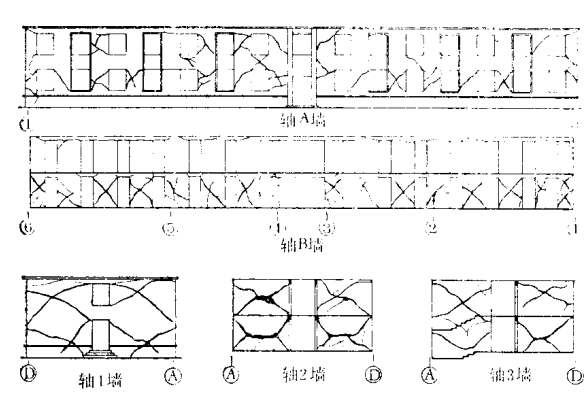


图1.3 新疆电影译制厂宿舍墙体裂缝图

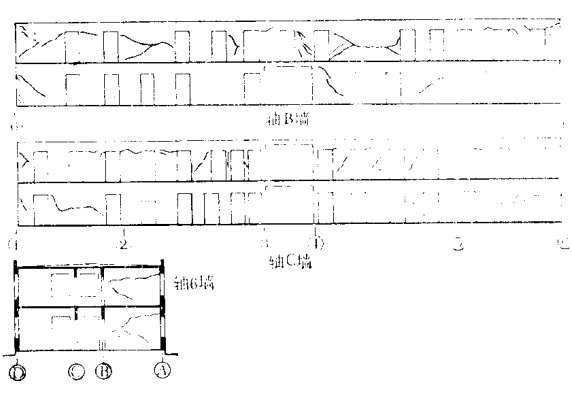


图1.4 新疆电影译制厂办公楼墙体裂缝图

多层砖混木结构房屋的震害，从表1.2中可见，破坏率略比砖混结构低，是与这类房屋大多采取了抗震措施有关。但因人字木屋架无下弦杆，又与砖墙没有可靠的连接，顶层很易遭致破坏，常见震害为屋架错位，顶层纵墙外闪，纵横墙交接处产生竖向裂缝，屋檐处墙体产生水平裂缝，并偶有女儿墙倒塌等现象。当有抗震圈梁时，可以减轻或防止此类震害现象的发生。附表 1 所列，友谊医院门诊楼和蒙族师范学校教学楼，前者无圈梁，顶层墙体遭到中等破坏，后者有圈梁，顶层基本完好，明显地反映出圈梁对采用人字木屋架房屋顶层的抗

震效果。

多层砖拱房屋，虽然在拱体上和墙体上都可能发生裂缝，但由表1.1和1.2可见，其破坏率却要比砖混房屋低，这与一般砖拱房屋的墙体砌筑质量较好有关。有些房屋的砖拱，震前已存在裂缝，震后只不过略有发展，并没产生严重震害。拱体上的裂缝，一般为通长的纵向裂缝。小梁砖拱的破坏率要比大砖拱高。

第三节 东川地震

1966年2月5日，云南省东川市北部，发生了6.5级地震。震中位置在走向近南北的小江深大断裂与其分支——新村断裂的交汇地段猴子坡、犀牛山、绿毛塘一带。震源深度约10公里，震中烈度为Ⅸ度。东川市区新村为Ⅷ度。汤丹距小江断裂较远，为Ⅶ度。2月13日，再次发生了6.2级地震，震中南移，在锅底塘附近。其震中位置和烈度分布情况如图1.5。

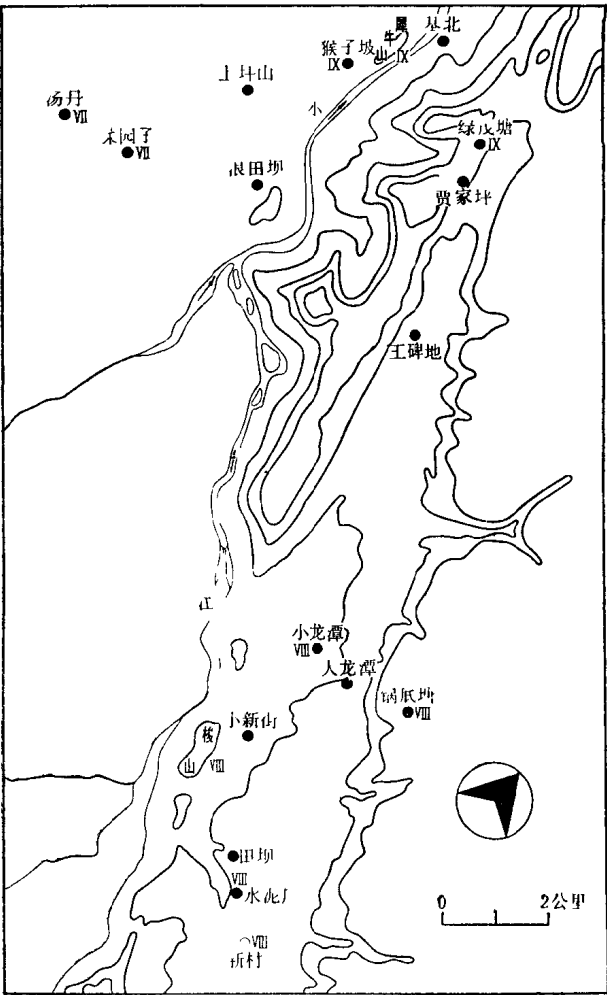


图1.5 东川市略图

东川市，是1958年才开始兴建的新型工矿城市，多层砖房集中在新村与汤丹两地，层数多为2—4层。东川在历史上曾多次发生强烈地震，但在这次地震前新建的房屋一般仍未考虑抗震设防，致使大部分多层砖房遭到破坏，新村多层砖房的震害统计如表1.3。典型房屋