

周洋,明小娜,张鹏,等. 2023. 云南玉溪红塔城区建筑抗震能力现状调查与分析[J]. 地震研究, 46(3): 446–452, doi: 10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2023.0048.

Zhou Y, Ming X N, Zhang P, et al. 2023. Investigation and analysis of the current situation of buildings' seismic capacity in Hongta District of Yuxi City, Yunnan[J]. *Journal of Seismological Research*, 46(3): 446–452, doi: 10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2023.0048.

## 云南玉溪红塔城区建筑抗震能力现状调查与分析<sup>\*</sup>

周洋<sup>1</sup>, 明小娜<sup>1♣</sup>, 张鹏<sup>2</sup>, 杨健强<sup>1</sup>, 谢巍<sup>1</sup>

(1. 云南省地震局, 云南 昆明 650224; 2. 华能澜沧江水电股份有限公司, 云南 昆明 650206)

**摘要:** 运用普查与详查相结合的方法收集云南玉溪红塔城区各乡镇建筑基础资料, 分析城区建筑结构特点及其抗震现状; 利用抗震能力指数和结构易损性建立建筑抗震能力评估公式, 并计算研究区遭遇不同地震烈度的区域建筑综合抗震能力数值。结果表明: 红塔城区各乡镇遭遇地震烈度为Ⅵ度、Ⅶ度和Ⅷ度时, 区域建筑综合抗震能力等级分别为较优、良好和中等; 遭遇地震烈度为Ⅸ度或Ⅹ度时, 区域建筑综合抗震能力等级为较差。

**关键词:** 建筑; 抗震能力; 红塔城区; 云南

**中图分类号:** TU352.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0666(2023)03-0446-07

doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2023.0048

### 0 引言

地震灾害的本质是一种土木工程灾害(谢礼立, 2009), 因此, 造成地震灾害和损失的一个十分重要的原因就是工程设施的抗震能力不足。对建筑物进行合理的抗震能力评估, 是对不满足抗震要求的建筑物采取相应的加固措施的前提, 也是减轻建筑地震灾害行之有效的途径; 不仅可服务于地震灾害风险评估与区划编制工作(史铁花等, 2021), 还可为区域制定防震减灾规划提供参考。2020年起我国开展了第一次全国自然灾害综合风险普查工作。这是一项重大的国情国力调查, 是提升自然灾害防治能力的基础性工作。通过普查摸清全国自然灾害风险隐患底数, 查明重点区域抗灾能力, 客观认识全国和各地区自然灾害综合风险水平, 不仅能直接为监测预警、应急指挥、抢险救灾、物资调度等提供数据和科技支撑, 也能为开展自然灾害防治和灾害综合风险防范、自然灾害保险等工作提供有力支撑, 还将为我国经

济社会可持续发展的科学布局和功能分区提供科学依据。云南省地震灾害形势严峻, 全省各市县乃至各乡镇街道对于建筑抗震性能评估有着重要的需求。

建筑抗震性能评估的方法总体上可分为确定性方法和非确定性方法两大类, 其中确定性方法指在确定性地震动作用下得到结构地震反应的确定性函数表达, 包括经验评估法、规范校核法以及静力弹塑性分析法等(杨仕升等, 2004)。规范校核法利用现场实测数据分析结果对照规范条文, 给出建筑抗震能力评价, 然而这类针对单体实测数据的方法缺少统计数据参考, 难以表征区域群体建筑的抗震能力; 静力弹塑性分析法中研究的模型建筑物可以一定程度反映群体建筑的差异与共同特征(林世镔等, 2011), 但是开展此类分析在参数选取、数据处理、模型计算等方面的工作繁琐, 依赖专业技术人员, 难以在大范围区域建筑抗震性能评估工作中推广。

经验评估法从结构抗震设防目标出发, 对实际建筑的承重构件和非承重构件进行现场观察、

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2022-10-11.

基金项目: 地震灾害预防项目地震灾害风险普查工作(102152220250000000063)。

第一作者简介: 周洋(1986-), 工程师, 主要从事地震烈度、损失评估工作. E-mail: 15877909192@163.com.

♣通讯作者简介: 明小娜(1986-), 高级工程师, 主要从事地震工程震害研究. E-mail: 378223651@qq.com.

观测，通过与震害实例对比判断结构的抗震性能，分析范围广，分析结果具有一定的准确性。因此，本文采用经验评估法评估云南玉溪红塔城区房屋抗震能力，通过适宜的调查方法获取研究区建筑物基础数据，从建筑构造特点和使用现状分析其抗震能力，构建建筑抗震能力公式定量计算、评估和分析红塔城区建筑遭遇不同烈度地震作用的综合抗震能力。

## 1 研究区概况

红塔区 ( $24.1^{\circ}\text{N} \sim 24.5^{\circ}$ ,  $102.2^{\circ} \sim 102.7^{\circ}\text{E}$ ) 位于云南省中部—玉溪市西北部，全区面积共  $1\,004\text{ km}^2$ 。红塔区平面形态呈北宽南窄不规则三角形形状，四面环山，区内地层褶皱、断裂构造复杂，有晚更新世活动断裂普渡河断裂和玉江断裂穿过 (安晓文等, 2018) (图 1)。普渡河断裂为近南北走向，沿玉溪盆地西缘九龙池、大营街到研和镇西、延伸至峨山小街东；玉江断裂为北西走向，以玉溪九龙池为界，分为东、西两段，普渡河断裂与玉江断裂交接处曾发生过 1761 年玉溪北古城  $6\frac{1}{4}$  级地震。红塔区抗震设防烈度为 VIII 度，设计基本地震加速度值为  $0.2\text{ g}$ 。

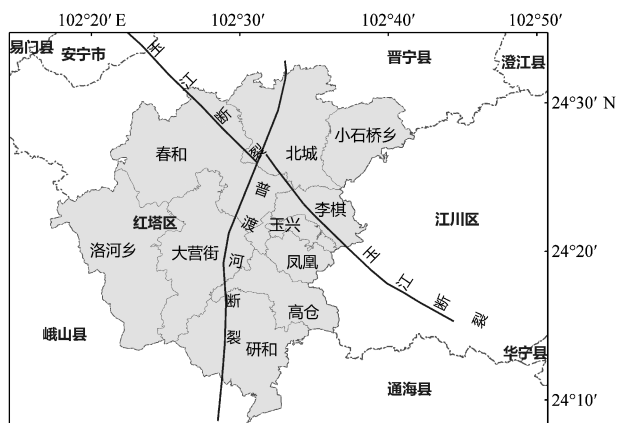


图 1 红塔区示意图

Fig. 1 Schematic diagram of Hongta District

红塔区下辖 9 个街道、2 个彝族乡 (图 1)，分别为玉兴街道、玉带街道、凤凰街道、北城街道、大营街街道、李棋街道、春和街道、高仓街道、研和街道，洛河彝族乡、小石桥彝族乡；凤凰街道为红塔区政府驻地。玉溪市红塔区 2021 年

国民经济和社会发展统计公报显示，红塔区生产总值 1 034.27 亿元、常住人口 58.96 万人、人口密度约  $587\text{ 人}/\text{km}^2$ 、人均可支配收入约 4.79 万元。本文研究以街道为最小行政单元。因研和街道和 2 个彝族乡离主城区距离较远，房屋结构特点与主城区差别较大，本文主要研究上述前 8 个街道。

## 2 建筑抗震能力调查

### 2.1 调查方法

调查采用普查和详查相结合的方法，调查技术流程如图 2 所示，通过普查摸清研究区建筑分布范围、建筑主要结构类型及其比例等基本信息；通过详查抽取典型建筑实地调查其构造特点和使用现状 (张桂欣, 孙柏涛, 2010)，了解结构抗震性能；其中，详查区域尽可能覆盖城郊、城中村和新建城区，详查对象覆盖普查所系建筑结构类型。普查和详查各有侧重，其调查结果互为补充。

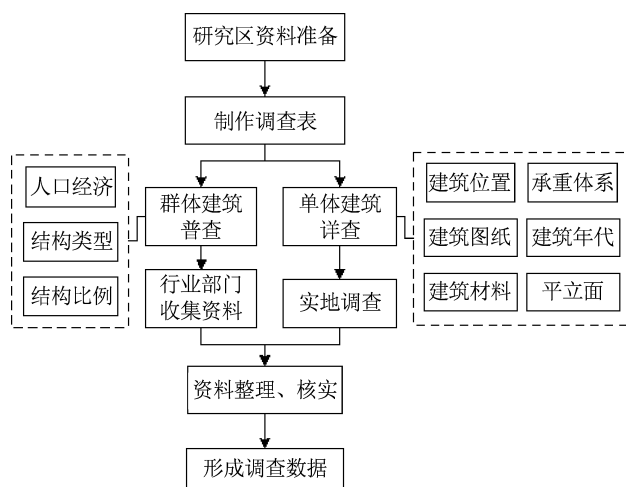


图 2 本文调查方法技术流程图

Fig. 2 Technical flow chart of survey method in the study

### 2.2 调查数据

红塔城区各乡镇基础数据中人口、经济部分源于《红塔年鉴 (2021)》 (中共玉溪市红塔区党史研究和地方志编纂办公室, 2021)，各结构类型面积比例源于 2021 年住建部门城镇房屋统计数据和红塔区地震应急数据库房屋数据。由表 1 可知，红塔城区建筑结构类型以砖混结构、钢筋混凝土结构为主，砖混结构房屋占比为 53.91%、钢筋混凝土结构房屋占比为 41.83%、砖木结构房屋占比为 3.23%、土

木结构房屋占比为 1.03%。钢筋混凝土结构房屋主要分布于凤凰街道和玉兴街道；除前述 2 个街道外，砖混结构房屋广泛分布于其余 6 个街道；北城街道、春和街道有部分土木和砖木房屋。

红塔城区开展实地详查建筑栋数为 1 208 栋，砖混结构 700 栋、钢筋混凝土结构 254 栋、砖木结构 169 栋、土木结构 85 栋，各结构类型栋数占比分别为 58%、21%、14% 和 7%。

表 1 研究区街道基础数据

Tab. 1 Population, GDP and the ratio of building structures in the subdistricts of Hongta District

街道名称	总人口数	乡村人口数	经济/亿元	建筑结构面积比例（%）			
				钢筋混凝土	砖混	砖木	土木
凤凰街道	55 684	1 816	50.92	76.44	22.60	0.96	0
玉兴街道	77 101	0	109.77	66.06	31.95	0.58	1.41
玉带街道	32 053	3 695	1.8	34.92	64.10	0.19	0.78
李棋街道	35 729	10 650	63.1	34.12	64.21	0.11	1.56
高仓街道	23 152	15 559	49.82	19.51	77.53	0.84	2.12
春和街道	60 003	18 862	123.46	15.22	75.87	0.54	8.37
大营街道	50 758	22 982	74.98	10.61	85.01	0.55	3.83
北城街道	64 014	54 753	163.51	4.81	78.06	5.20	11.93
红塔城区	398 494	128 317	637.36	53.91	41.83	3.23	1.03

2.3 抗震现状分析

根据调查结果，红塔城区建筑总体抗震性能较好，但是自建房仍存在抗震加固不完善、结构设计不合理、施工方式不规范等缺陷，从而削弱了房屋的整体抗震性。

从建造年代分析，钢筋混凝土结构为 2010 年后建造较广的结构类型；砖混结构为数量最大、建造面最广的结构类型，建造年代跨度最大，从 1990 年至今均有分布，其中 2000 年前后建造占比为 72%、2010 年前后建造占比为 22%；砖木、土木结构多建于 20 世纪 70、80 年代或更早。

从抗震设防情况分析，77% 的钢筋混凝土结

构、60% 的砖混结构房屋为正规设防。其余自建框架结构和砖混结构（图 3a）房屋采取了抗震措施，其中自建框架结构多为筏基础，框架结构梁截面宽约为 250~300 mm，柱截面为 300~400 mm；自建砖混结构多为条形基础，设有圈梁（截面高不小于 120 mm），房屋四角、内外纵墙交接处和楼梯间四角设置构造柱（截面 180 mm×240 mm）。土木结构、砖木结构房屋多数为穿斗式木结构（图 3b），檩和椽以榫卯结构相连，穿枋将柱子“串联”，整体性好，少数为无任何抗震加固措施的老旧房屋（图 3c）。

从结构特点分析，自建框架结构和砖混结构



图 3 红塔城区典型结构建筑物图

Fig. 3 Typical building structures of Hongta District

房屋多为2~6层，墙厚240 mm，墙面粉饰，开间小、进深深，外观呈瘦高型，楼顶出屋面无构造措施，阳台外挑，沿街建筑底层墙体少且纵墙大面积开窗。木结构房屋木柱浮放于石基上，层数为1~2层，以四楹三间为主，部分为“L”型二坊房或凹字型三坊房，厢房与正房用穿坊连接，多数厢房仅有前后两根落地柱。围护墙多为夯土墙，山尖墙用木板、实心砖或土坯砖砌筑，部分墙体用铁件加固，有墙体歪闪、楼屋盖构件变形的情况。土木、砖木结构房屋用毛石或片石做基础，开间较小，坡屋顶或石棉瓦顶，墙体开裂。

### 3 建筑抗震能力评估

#### 3.1 建筑结构易损性

建筑结构易损性指一个区域内某类建筑结构在遭遇Ⅵ~Ⅹ度地震作用时发生某种破坏程度的概率。根据相同区域同类建筑建造方式、结构特征、历史地震震害特征及建筑抗震性能具有相似性的特点，笔者引用云南农居易损性矩阵分区中滇南地区钢筋混凝土框架结构、砖混结构、砖木结构和土木结构易损性矩阵（周洋等，2021）作为红塔城区对应结构类型的易损性矩阵，见表2~5。

表2 钢筋混凝土结构易损性矩阵

Tab. 2 Earthquake fragility matrix of the reinforced concrete structure

烈度	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
Ⅵ	0	0	0.38	12.21	87.41
Ⅶ	0	1.87	9.19	32.85	56.09
Ⅷ	2.19	8.70	11.78	46.49	30.84
Ⅸ	10.30	23.14	22.84	23.52	20.20
Ⅹ	44.18	26.44	14.41	9.88	5.09

表3 砖混结构易损性矩阵

Tab. 3 Earthquake fragility matrix of the masonry structure

烈度	毁坏	严重破坏	中等破坏	轻微破坏	基本完好
Ⅵ	0	0.34	2.01	18.41	79.24
Ⅶ	0	2.98	13.00	33.09	50.93
Ⅷ	1.08	12.45	26.87	38.71	20.89
Ⅸ	17.85	34.82	25.61	16.46	5.26
Ⅹ	37.68	42.92	15.44	3.73	0.23

表4 砖木结构易损性矩阵

Tab. 4 Earthquake fragility matrix of the brick-wood structure

烈度	毁坏	破坏	基本完好
Ⅵ	0.51	24.05	75.44
Ⅶ	3.53	50.37	46.1
Ⅷ	22.61	68.15	9.24
Ⅸ	62.39	37.61	0
Ⅹ	70.48	29.52	0

表5 土木结构易损性矩阵

Tab. 5 Earthquake fragility matrix of the mud-wood structure

烈度	毁坏	破坏	基本完好
Ⅵ	1.06	28.16	70.78
Ⅶ	7.50	54.00	38.50
Ⅷ	36.77	57.30	5.93
Ⅸ	70.60	29.40	0
Ⅹ	76.18	23.82	0

#### 3.2 抗震能力评估公式

借鉴《中国地震烈度表》（GB/T 17742—2020）用震害指数定量描述建筑破坏程度的思路，笔者引入建筑抗震能力指数（Seismic Capacity Inde, SCI）定量描述建筑抵御地震作用免遭破坏的能力（张风华等，2004），定义钢筋混凝土结构和砖混结构5个破坏等级（基本完好、轻微破坏、中等破坏、严重破坏和毁坏）对应的抗震能力指数分别为1.0、0.8、0.6、0.4和0.2；土木结构和砖木结构基本完好、破坏和毁坏3个破坏等级对应的抗震能力指数分别为1.0、0.7和0.3。

在遭遇一定地震作用时，某类建筑物的抗震能力是指该建筑物本身抵御其地震破坏的能力，计算公式为：

$$SC_j = \sum_{i=1}^5 SCI_{ji} \times P(i/j, I) \quad (1)$$

式中： $j$ 表示结构类型（包括土木结构，砖木结构，砖混结构，钢筋混凝土结构）； $i$ 表示建筑破坏等级（ $i=1$ 基本完好， $i=2$ 轻微破坏， $i=3$ 中等破坏， $i=4$ 严重破坏， $i=5$ 毁坏）； $SC_j$ 表示 $j$ 类建筑的抗震能力； $SCI_{ji}$ 表示 $j$ 类建筑发生破坏等级 $i$ 对应的抗震能力指数； $P(i/j, I)$ 表示 $j$ 类建筑在遭遇烈度为 $I$ 的地震作用时，发生破坏等级 $i$ 的概率，即建筑的易损性。

区域群体建筑综合抗震能力是区域各类建筑的抗震能力之和，表示为：

$$SC = \sum_j SC_j \times K_j \tag{2}$$

式中：SC 表示综合抗震能力，建筑抗震能力是一个介于 0~1 之间的数值，数值越大，表明抗震能力越好；K<sub>j</sub> 表示 j 类建筑的比例。

3.3 抗震能力评估结果

基于各结构易损性和不同破坏等级对应的抗震能力指数，根据式（1）可计算出不同建筑结构类型遭遇不同烈度的抗震能力（表 6），数值越大表明抗震能力越好。

基于表 1 数据，采用式（2）可计算出红塔城区遭遇不同烈度的综合抗震能力值分别为 0.957、

0.871、0.751、0.562、0.389，各街道建筑遭遇不同烈度的综合抗震能力值如图 4 所示。图 4 中红塔区各街道遭遇同一地震烈度时，研究区同色系颜色由浅到深代表区域建筑综合抗震能力由高到低；红塔区各街道遭遇不同地震烈度时，颜色由绿到红代表区域综合抗震能力由高到低。

表 6 红塔区各结构类型在不同烈度下的抗震能力

Tab.6 Seismic capacity of structures of Hongta District subjected to different seismic intensities

结构	VI	VII	VIII	IX	X
土木	0.91	0.79	0.57	0.42	0.40
砖木	0.92	0.82	0.64	0.45	0.40
砖混	0.95	0.86	0.73	0.51	0.37
钢混	0.97	0.89	0.79	0.64	0.41

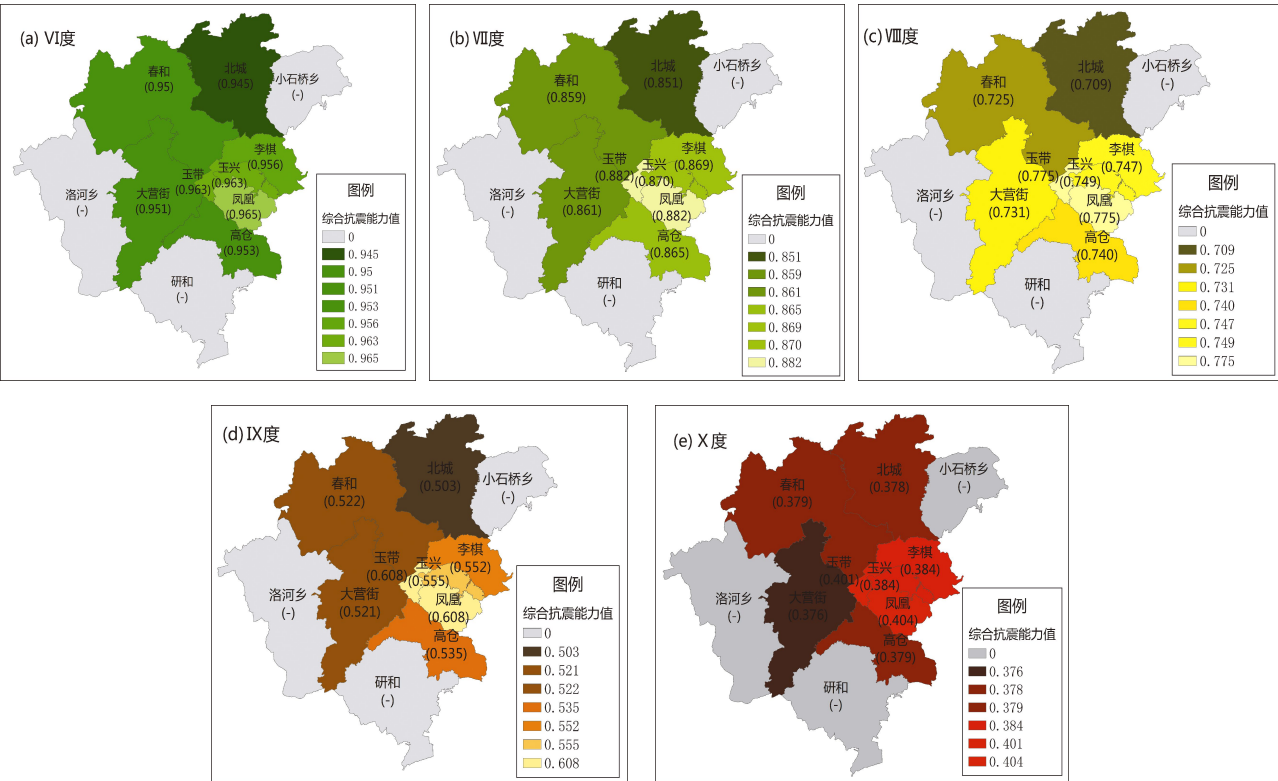


图 4 红塔区各街道建筑遭遇 VI~X 度的综合抗震能力值  
Fig.4 Values of comprehensive seismic capacity of buildings in each subdistrict of Hongta District hit by intensity VI – X

3.4 抗震能力分析

从图 4 可看出，凤凰街道建筑遭遇不同地震烈度下综合抗震能力数值均最高，分别为 0.965、0.882、0.775、0.608、0.404，玉兴街道次之，玉

带街道第三，北城街道综合抗震能力数值最低，分别为 0.945、0.851、0.709、0.503、0.378。红塔区各街道相同结构类型其易损性相同，在遭遇相同烈度时其抗震能力值也相同（表 6），各街道

综合抗震能力指数的差异受结构类型比例影响。凤凰街道、玉兴街道以及玉带街道非简易房屋结构比例高达 98%，尤其是凤凰街道和玉兴街道，钢筋混凝土结构比例高达 66% 以上，因此其综合抗震能力指数值均较高。而北城街道非简易房屋以砖混结构为主，比例约 82%，其余 12% 的建筑以老旧土木结构为主，因此综合抗震能力指数值较小，以上计算结果与红塔城区抽样调查和城市发展情况相符。凤凰街道、玉兴街道和玉带街道为红塔区中心城区，经济水平和人均收入均较高、城市建设更新快，新建设防钢筋混凝土结构比例高；北城街道仅部分地区被划入城区且乡村人口多，城市建设更新较慢，未设防老旧建筑存量较大。

结合建筑抗震能力评估标准（林世铨等，2011），研究区建筑遭遇Ⅵ度、Ⅶ度和Ⅷ度的地震烈度作用时，建筑综合抗震能力等级对应为较优、良好和中等，评估结果与详查的建筑抗震现状相符；研究区建筑遭遇Ⅸ度或Ⅹ度地震烈度时，建筑综合抗震能力等级为较差，表明建筑遭遇超过其基本设防烈度的地震作用时，建筑抗震能力下降。

结合破坏状态和性态水平的对应关系（尹之潜，1990；马玉宏，2000），研究区遭遇Ⅵ度地震烈度作用时，建筑综合抗震能力数值为 0.945 ~ 0.965，老旧建筑可能少数破坏，建筑物功能受影响的可能性很小；研究区遭遇Ⅶ度地震烈度时，综合抗震能力数值为 0.851 ~ 0.882，老旧建筑可能个别毁坏、少数破坏，自建砖混结构和框架结构房屋少数可能发生轻微或中等破坏，少数建筑物功能受影响；研究区遭遇Ⅷ度地震烈度时，区域内建筑建筑抗震能力数值为 0.709 ~ 0.775，老旧建筑可能少数毁坏、大多数破坏，穿斗木结构、自建砖混结构和框架结构房屋可能少数发生严重破坏，多数发生轻微或中等破坏，设防建筑发生轻微破坏或中等破坏，建筑物主要功能受影响，可以通过修理恢复使用；遭遇Ⅸ度或Ⅹ度地震烈度时，区域内建筑建筑抗震能力数值为 0.376 ~ 0.608，老旧建筑大多数毁坏，穿斗木结构、砖混结构房屋可能多数严重破坏或毁坏，钢筋混凝土结构房屋少数毁坏，多数建筑物可能功能丧失，

生命安全受到威胁。因此，建议加强对民房建设的规划和监管，例如提供建筑标准图集指导自建房建设，实施已有建筑围护墙体和承重结构抗震加固，拆除基本不具备抗震能力的老旧建筑。

## 4 结论

本文通过普查和详查获取了云南省玉溪市红塔城区建筑基础数据，从建筑构造特点和使用现状分析其抗震现状，采用经验评估法构建了建筑抗震能力评估公式，定量计算、评估和分析了红塔城区及各街道建筑遭遇不同地震烈度的综合抗震能力等级，主要得出以下结论：

（1）从各街道分析，凤凰街道建筑在遭遇Ⅵ~Ⅹ度烈度下综合抗震能力数值均最高，玉兴街道次之，玉带街道第三，北城街道综合抗震能力数值最低。

（2）根据综合抗震能力值分析得到研究区遭遇Ⅵ度、Ⅶ度和Ⅷ度地震烈度时，区域建筑综合抗震能力等级分别为较优、良好和中等；遭遇Ⅸ度或Ⅹ度地震烈度时，区建筑综合抗震能力等级为较差，部分建筑物可能功能丧失。抗震能力评估结果与研究区经济发展水平、民居建筑结构特征以及基本设防烈度相匹配。

（3）红塔城区新建建筑大多数具备与基本设防烈度相当的抗震设防能力，对于简易房屋占比较大的街道，例如春和街道、北城街道，建议对老旧土木房屋实施抗震加固或拆除无人居住的老旧房屋；对于量大面广的存量砖混结构房屋，建议定期开展建筑结构健康诊断，掌握承重构建使用情况，确保其建筑正常使用；对新建自建砖混结构房屋，建议参考相关部门设计的结构图纸建造。

由于本文研究区范围小，区域内自然地理环境相似，建筑抗震能力评估仅考虑了结构易损性和建筑比例两个影响因素，其优点在于该类数据容易获取，便于开展评估计算，不足在于未考虑地震危险性环境、建造年代、建筑用途等更多的影响因素，评估结果不够精细，如何结合诸多影响因素选用合理的评估方法开展更精细化的建筑抗震能力评估还需进一步研究。



## 参考文献:

- 安晓文,常祖峰,陈宇军,等. 2018. 云南第四纪活动断裂暨《云南第四纪活动断裂分布图》[M]. 北京:地震出版社.
- 林世斌,谢礼立,公茂盛. 等. 2011. 城市建筑物抗震能力评估方法[J]. 自然灾害学报,20(4):31-37.
- 马玉宏. 2000. 基于性态的抗震设防标准研究[D]. 哈尔滨:中国地震局工程力学研究所.
- 史铁花,王翠坤,朱立新,等. 2021. 承灾体调查中的房屋建筑调查[J]. 城市与减灾,(2):24-15.
- 谢礼立. 2009. 汶川地震的教训[J]. 南京工业大学学报(自然科学版),31(1):1-8.
- 杨仕升,秦荣,赵小莲,等. 2004. 建筑结构抗震能力评估技术的研究及应用[J]. 世界地震工程,20(4):100-106.
- 尹之潜. 1990. 震害与地震损失的估计方法[J]. 地震工程与工程振动,10(1):99-108.
- 张风华,谢礼立,范立础. 2004. 城市防震减灾能力评估研究[J]. 地震学报,26(3):318-329.
- 张桂欣,孙柏涛. 2010. 多因素影响的建筑物群体震害预测方法研究[J]. 世界地震工程,26(1):26-50.
- 中共玉溪市红塔区党史研究和地方志编纂办公室. 2021. 红塔年鉴(2021)[M]. 昆明:云南民族出版社.
- 周洋,明小娜,杨健强,等. 2021. 基于已有地震的云南农居易损性矩阵分区研究[J]. 地震研究,44(2):283-291.
- GB/T 17742—2020,中国地震烈度表[S].

## Investigation and Analysis of the Current Situation of Buildings' Seismic Capacity in Hongta District of Yuxi City, Yunnan

ZHOU Yang<sup>1</sup>, MING Xiaona<sup>1</sup>, ZHANG Peng<sup>2</sup>, YANG Jianqiang<sup>1</sup>, XIE Wei<sup>1</sup>

(1. Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, Yunnan, China)

(2. Huaneng Lancang River Hydropower INC, Kunming 650206, Yunnan, China)

### Abstract

The building data of Hongta District of Yuxi City, Yunnan Province are collected by means of general survey and detailed survey. Then, on the basis of the data, the characteristics of the building structures and their seismic performance in Hongta District are summarized. And the evaluation formula of the buildings' seismic capacity is established based on the seismic capacity index and the structural vulnerability matrix. The comprehensive seismic capacity values of the buildings in Hongta District are calculated on condition at that these buildings are hit by the earthquake intensity ranging from VI to X degrees. The results show that the seismic capacity of the buildings is rated as "perfect", "better" and "moderate" when the buildings are subjected to Intensity VI, VII and VIII. When they are stricken by Intensity IX or X, the seismic capacity of these buildings is rated as "poor".

**Keywords:** buildings; seismic capacity; Hongta District; Yunnan