

何萍, 聂树明, 王挺, 等. 基于承灾能力评价分析的城市抗震防灾规划编制研究——以东莞市中心城区及松山湖开发区为例[J]. 灾害学, 2018, 33(4): 141–148. [HE Ping, NIE Shuming, WANG Ting, et al. Research on urban disaster prevention and mitigation plan – making based on evaluation and analysis of disaster bearing capacity——Taking the central city of dongguan and Song Shan – hu Development aarea as an example[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(4): 141–148. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.04.024.]

# 基于承灾能力评价分析的城市抗震防灾规划编制研究 ——以东莞市中心城区及松山湖开发区为例\*

何萍<sup>1</sup>, 聂树明<sup>1</sup>, 王挺<sup>1</sup>, 茅程晨<sup>2</sup>

(1. 广东省地震局 广东省破坏性地震应急研究中心, 广东 广州 510070; 2. 东莞市城建规划设计院, 广东 东莞 523000)

**摘要:** 基于规划区承灾能力评价分析的抗震防灾规划编制方法, 在规划编制初始, 将规划对象视为潜在地震灾害承灾体, 先对其进行承灾能力的评价分析, 查找抗震薄弱环节, 再把整个规划编制看作有机整体, 针对当前存在的地震灾害风险提出有效及更有针对性的减灾措施及规划阶段性目标。这种规划编制方法可以使规划成果更有针对性, 且更有效地得到落实。以东莞市中心城区及松山湖开发区的抗震防灾编制为例进一步说明方法的具体实践过程。

**关键词:** 地震灾害 风险分析 承灾能力 抗震防灾规划 规划目标 减灾措施

**中图分类号:** X43; P642; P208; TU984 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2018)04-0141-08

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.04.024

抗震防灾规划是减轻城市灾害损失的重要途径, 是提高城市防震减灾能力的重要手段, 该规划在城市规划建设初始就把提高城市抗震防灾能力纳入视野, 对城市的土地利用规划、工程建设场地选址及房屋、工程设施、设备、生命线系统抗震和防止次生灾害等内容做出规划, 在城市的改造和发展规划中, 不断融入抗震防灾的对策, 为合理、安全、经济的抗震设防提供了基础<sup>[1-2]</sup>。

本文首次将城市承灾能力评价方法引入规划编制, 将规划区视为潜在地震灾害承灾体, 先进行规划区的承灾能力的分析, 进而再进行城市用地抗震适宜性评价、城区建筑抗震防灾规划、基础设施抗震防灾规划、次生灾害防御、避险疏散场所规划等方面详细内容的编制, 并注意与城市发展总体规划及其它专项规划之间的衔接。通过研究发现基于城市承灾能力评价的抗震防灾规划编制方法易于找到规划区抗震防灾的重点及难点, 有利于规划的顺利编制实施。图1为规划编制技术路线图。

## 1 规划区承灾能力评价指标体系的建立

Carreno 等<sup>[3]</sup>发展了一种整体评价的概念框架来进行城市地震灾害风险的分析。但由于城市防震减灾能力的研究涉及诸多学科, 国内外并没有

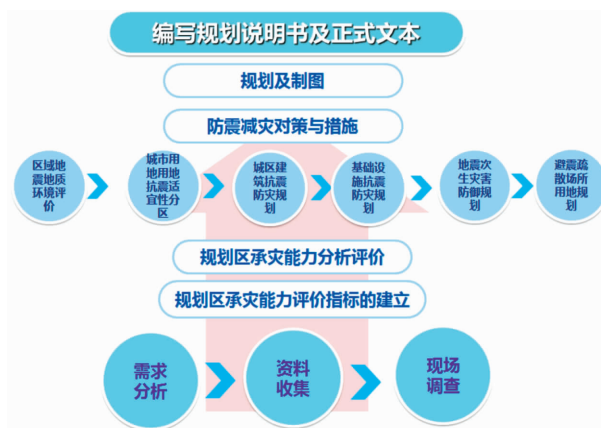


图1 规划编制技术路线图

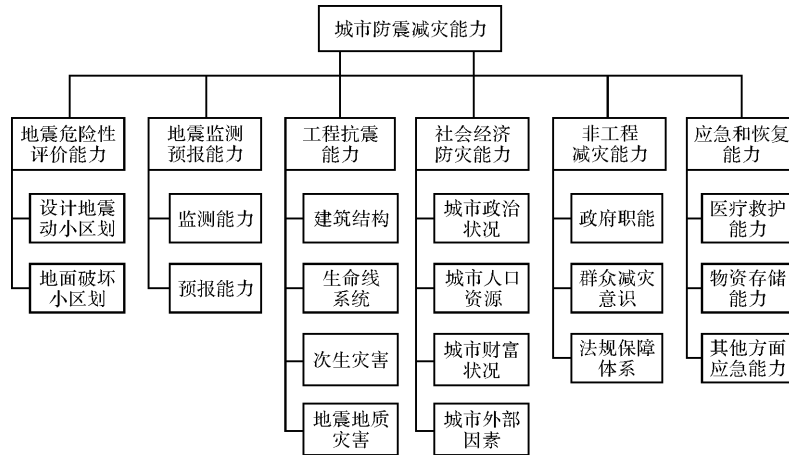
一种合理的公认的定义。目前学术界比较接受的防震减灾能力是指一个城市确保其地震安全的能力。根据地震灾害对一个城市造成破坏和损失的特点, 用以下三个方面来判断一个城市对地震的安全性: ①一次地震中人员伤亡的数量; ②一次地震中的经济损失的多少; ③震后为了恢复社会正常的生产和生活秩序所必须的恢复时间长短。有了防震减灾能力的概念, 如何评价城市防震减灾能力是当今社会对地震工程和地震科学提出的一个需要迫切解决的极具挑战性的课题。

谢礼立院士等人2000年综合并发展了目前城

\* 收稿日期: 2018-01-10 修回日期: 2018-05-30

基金项目: 中国地震局星火计划攻关项目(XH16036); 广东省社会发展领域专项(2016A020224004)

第一作者简介: 何萍(1978-), 女, 广东兴宁人, 高级工程师, 主要从事地震灾害损失评估、地震风险分析、应急处置技术等方面研究。E-mail: 153880563@qq.com

图2 城市防震减灾能力层次分析体系结构图<sup>[4]</sup>

市防震减灾研究工作成果，在国家 973 计划（国家重点基础研究发展规划）项目中，率先开展了“防震减灾能力评价与评价指标体系的建立”课题的研究，并提出了一套具体的城市防震减灾能力评价方法<sup>[4]</sup>（图 2）。此后一些专家<sup>[5-11]</sup>先后分别在谢礼立的研究基础上提出自己的评价指标体系，并给出了相应的权限值。

根据《（GB 50413-2007）城市抗震防灾规划标准》对抗震防灾规划编制提出的具体要求，结合前人的研究基础<sup>[12-13]</sup>以及资料来源的方便性，本文提出以下城市承灾能力评价指标体系，并建立承灾能力评价指标量化方法。城市承灾因子的评价指标的量化借鉴了郑宇等人的研究成果<sup>[6-11]</sup>。表 1 为城市承灾能力评价体系及量化标准。通过各指标的合理量化和权重量化计算，可以分别得到规划区城市社会发展指标、地震危险性指标、工程抗震能力指标、生命线系统的抗震能力指标、地震次生灾害风险指标、政府灾害管理能力指标、救灾能力指标和恢复能力指数。将每个指标与抗震防灾规划的编制重点关联起来，有利于规划要点及规划时限的确定。表中的各项指标及权重的确定可以根据不同规划区的情况不同而进行相应的调整。

## 2 评价指标体系的计算方法

评价体系的计算公式为：

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \rho_i \quad (1)$$

式中： $n$  为  $C$  的评价因子个数， $\rho_i$  为第  $i$  个评价因子的权重。

$$B = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m B_{ij} \rho_j \right) \rho_i \quad (2)$$

式中： $n$  为  $B$  的评价因子个数， $m$  为  $B_i$  评价因子的子因子个数， $\rho_i$  是  $B_i$  评价子因子的权重。

$$E = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m E_{ij} \rho_j \right) \rho_i \quad (3)$$

式中： $n$  为  $E$  的评价因子个数， $m$  为  $E_i$  评价因子的子因子个数， $\rho_i$  是  $E_i$  评价子因子的权重。

$$L = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m L_{ij} \rho_j \right) \rho_i \quad (4)$$

式中： $n$  为  $L$  的评价因子个数， $m$  为  $L_i$  评价因子的

子因子个数， $\rho_i$  是  $L_i$  评价子因子的权重。

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m S_{ij} \rho_j \right) \rho_i \quad (5)$$

式中： $n$  为  $S$  的评价因子个数， $m$  为  $S_i$  评价因子的子因子个数， $\rho_i$  是  $S_i$  评价子因子的权重。

$$R = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m R_{ij} \rho_j \right) \rho_i \quad (6)$$

式中： $n$  为  $R$  的评价因子个数， $m$  为  $R_i$  评价因子的子因子个数， $\rho_i$  是  $R_i$  评价子因子的权重。城市承灾能力评价指标即为：

$$A = \rho_1 C + \rho_2 B + \rho_3 E + \rho_4 L + \rho_5 S + \rho_6 R \quad (7)$$

根据前人的研究结果及抗震防灾规划编制标准以及规划组成部分的重要性<sup>[10-11,14-20]</sup>，得出以下城市承灾能力评价指标的权重（表 2）。

在规划区承灾能力评价中，城市发展受地震影响指标  $C$  得分越低说明城市经济发达，人口密集，受地震灾害的影响大，得分越高说明城市经济不发达，受地震影响小。地震危险性指标  $B$  得分越高说明规划区面临的地震风险越小，建设用地抗震适宜性好，越低则反之。建构筑物抗震能力指标  $E$ 、生命线系统的抗震能力指标  $L$ 、潜在地震次生灾害风险指标  $S$ 、应急救助与恢复重建能力指标  $R$  则得分越高，表明承灾能力越强。规划区承灾能力评价总指标  $A$ ，最大值为 1， $A$  越大，说明规划区现阶段承灾能力越强，越低则能力越弱。

## 3 方法应用

### 3.1 规划区的基本概况

2013 年东莞中心城区及松山湖开发区陆域总面积为 279.5 km<sup>2</sup>，总人口为 126.20 万人，其中户籍人口 44.17 万人。根据《东莞市市域总体规划（2005-2020）》，到 2030 年为止，规划区内人口将达到 190 万人。东莞市将发展成为现代制造业名城、珠三角核心地区的重要城市、可持续发展的和谐城市；中心城区为市域政治、经济、科技、文化及商贸服务中心，公路枢纽，高新技术产业研究和发展基地。其中心城区发展成为区域综合服务中心、东莞市行政文化中心、高品质生态宜居城区；将松山湖开发区发展成为国家科技创新中心、生态发展示范区<sup>[21-22]</sup>。

表 1 规划区承灾能力评价指标体系的构成及定量方法

目标层	系统层 (评价指标)	状态层 (评价因子 及权重值)	变量层 (评价子因子 及权重值)	定量分的确定方法及标准	在抗震防灾规划 编制中的作用
城市承灾能力评价	城市发展 受地震影 响指标 C	政治状况 C1 (0.1)		按首都、直辖市、省会、地区级城市、一般城市分为 5 级, 定量分取值分别为 0、0.25、0.5、0.75、1。	基于规划区城市 发展功能的防震 减灾的目标定位
		人文资源 C2 (0.4)		以 1000 人/km <sup>2</sup> 为标准, 此时取定量分 0.5; 以此类推, 人口密度每少 100 人, 定量分加 0.1; 每多 100 人, 定量分减 0.1	
		经济状况 C3 (0.4)	人均 GDP C31 (1.0)	以国内人均 GDP 5.03 万元为参考值, 小于其取值为 1, 之后每增加 1 万元, 定量分减少 0.1 分	
			进出口贸易额 C32(0.3)	以 2016 年全国地市进出口贸易额的平均值为基准, 大于此值的定量分取 0, 小于此值的定量分取 1	
		对外辐射能力 C4(0.1)	经济外部因素 C41(0.3)	以城市是否为周围地区的经济中心, 是取定量分 0; 否则, 取定量分 1	
			交通外部因素 C42(0.3)	若城市是周围的交通枢纽, 定量分为 0, 否则为 1	
	地震危险 性指标 B	潜在地震 风险评价 B1(0.5)	区域地震构造背景 B11(0.5)	以规划区为中心, 150 公里范围内历史上发生 6 级以上地震的取值为 0, 历史上发生 5 级以上地震的取值为 0.5, 只发生 5 级以下地震的指标取值为 1	应用于城市建设 用地抗震适宜性 的评价分区, 与 总规中的土地利 用相衔接, 明确 不利于抗震建设 用地, 从防震减 灾的角度指导城 市总体用地的 规划
			潜在震源区的灾害影响 B12(0.5)	位于 6 级以上地震潜在震源区取值为 0, 6 级以下地震潜在震源区取值为 1	
		城市建设用地抗震适宜性评价 B2(0.5)	场地类型 B21(0.4)	场地类型 II 类以上面积占总面积的 80% 取值为 1, 场地类型 II 类以上面积占总面积的 50% ~ 80% 取值为 0.5, 20% 以下取值为 0	
			地基土液化风险 B22(0.1)	具有沙土液化风险点数占已知钻孔点的百分比, 占 20% 以上取值为 0, 20% 以下取值为 1	
			软土震陷风险 B23(0.1)	具有软土震陷风险的钻孔数占已知钻孔点的百分比, 占 20% 以上取值为 0, 20% 以下取值为 1	
			潜在地震滑坡 B24(0.1)	影响到百人以上的潜在滑坡点数及空间分布情况作为指标, 滑坡数 > 5, 在空间广泛分布取值为 0; 滑坡数 < 5, 在空间集中分布取值为 0.5; 滑坡数 = 0, 取值为 1	
			潜在地震泥石流 B25(0.1)	影响到百人以上的潜在泥石流点数及空间分布情况作为指标, 泥石流数 > 5, 在空间广泛分布取值为 0; 泥石流数 < 5, 在空间集中分布取值为 0.5; 滑坡数 = 0, 取值为 1	
			潜在地裂缝 B26(0.1)	存在城市活动断层, 并有断层出露点, 取值为 0; 仅有断层出露, 取值为 0.5, 两者均无取值为 1	
	建构筑物 抗震能力 E(0.5)	一般建筑 E1(0.4)	整体建设设防的建筑比例 E11(0.6)	按所有房屋设防, 定量值为 1, 其它定量值为设防建构筑物面积占总积的比率	对规划中建筑抗 震防灾规划编制 起引导作用, 找 出目前规划区 内的建构筑物抗 震薄弱环节。
			老旧建筑比例 E12(0.4)	以老旧建构筑物面积占总建筑面积的比率取值	
		重点建筑 E2(0.6)	高层建筑抗震能力 E21(0.3)	全部设防为 1, 80% 以上设防为 0.8, 50% ~ 80% 设防为 0.5, 50% 以下设防为 0	
			学校建筑 E22(0.3)	按照《建筑设计规范》学校的设防措施应提高 1 度。全部采用提高 1 度设防措施为 1, 50% 以上采用提高 1 度设防措施设防为 0.8, 80% 采用基本设防为 0.5, 80% 以下采用基本设防为 0	
			医院建筑 E23(0.3)	按照《建筑设计规范》医院的设防措施应提高 1 度。全部采用提高 1 度设防措施为 1, 50% 以上采用提高 1 度设防措施设防为 0.8, 80% 采用基本设防为 0.5, 80% 以下采用基本设防为 0	

续表 1

目标层	系统层 (评价指标)	状态层 (评价因子 及权重值)	变量层 (评价子因子 及权重值)	定量分的确定方法及标准	在抗震防灾规划 编制中的作用
			文物建筑 $E24(0.1)$	全部已进行抗震加固的为 1, 80% 以上已加固的为 0.8, 50% ~80% 设为 0.5, 50% 以下为 0	
	生命线系统的抗震能力 $L$	交通系统 $L1$ (0.2)	结构易损性 $L11(0.5)$	全部设防为 1, 80% 以上设防为 0.8, 50% ~80% 设防为 0.5, 50% 以下设防为 0	对规划中生命线系统抗震防灾规划编制起引导作用, 找出目前规划区内的生命线系统的抗震薄弱环节。
			连通性 $L12$ (0.5)	交通系统震害预测连通性计算, 在遭遇规划区基本设防烈度时受到破坏即为 0, 完好为 1	
		供水系统 $L2$ (0.2)	结构易损性 $L21(0.5)$	全部设防为 1, 80% 以上设防为 0.8, 50% ~80% 设防为 0.5, 50% 以下设防为 0	
			连通性 $L22$ (0.5)	供水系统震害预测连通性计算, 在遭遇规划区基本设防烈度时受到破坏即为 0, 完好为 1	
		供电系统 $L3$ (0.2)	结构易损性 $L31(0.5)$	全部设防为 1, 80% 以上设防为 0.8, 50% ~80% 设防为 0.5, 50% 以下设防为 0	
			连通性 $L32$ (0.5)	供电系统震害预测连通性计算, 在遭遇规划区基本设防烈度时受到破坏即为 0, 完好为 1	
		供气系统 $L4$ (0.2)	结构易损性 $L41(0.5)$	全部设防为 1, 80% 以上设防为 0.8, 50% ~80% 设防为 0.5, 50% 以下设防为 0	
			连通性 $L42$ (0.5)	供气系统震害预测连通性计算, 在遭遇规划区基本设防烈度时受到破坏即为 0, 完好为 1	
		通信系统 $L5$ (0.2)	结构易损性 $L51(0.5)$	全部设防为 1, 80% 以上设防为 0.8, 50% ~80% 设防为 0.5, 50% 以下设防为 0	
		潜在次生灾害风险源 $S$	火灾风险隐患 $S1$ (0.2)	老旧民房集中区木质建筑百分比 $S11(0.4)$	
	生活燃气的使用率 $S12(0.4)$			瓶装燃气占规划区用户 40% 以下为 0, 否则为 1	
	火灾风险源危害性分析 $S13$ (0.2)			危害性大的风险源占 2 个以上为 0.5, 以下为 1	
	易燃易爆风险隐患 $S2$ (0.3)		风险源的种类个数 $S21(0.4)$	城市内化工厂、油库、大型加油站的数目多( >100), 取定量分为 0; 数目一般多(10 ~100), 取定量分为 0.5; 很少或没有( < 10), 取 1	
			风险源的空间分布 $S22(0.4)$	人员密集区内风险源的每平方千米大于 5 取值为 0, 小于 5 取值为 0.5, 没有取值为 1	
			风险源的危害性 $S23(0.2)$	危害性大的风险源占 2 个以上为 0.5, 以下为 1	
	人口密度 $S3(0.1)$		人口密度影响 $S31(1.0)$	以 1000 人/km <sup>2</sup> 为标准, 此时取定量分 0.5; 以此类推, 人口密度每少 100 人, 定量分加 0.1; 每多 100 人, 定量分减 0.1	
	建筑密度 $S4(0.1)$		建筑密度影响 $S41(1.0)$	以 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 为标准, 此时取定量分 0.5; 以此类推, 建筑密度每少 100m <sup>2</sup> , 定量分加 0.1; 每多 100 m <sup>2</sup> , 定量分减 0.1	
	水库和堤坝的设防能 $S5(0.2)$		水库的抗震能力 $S51(0.6)$	全部设防为 1, 建筑年代久远全部采取抗震加固措施为 0.8, 建筑年代久远采取抗震加固措施占总数 70% 为 0.5, 总数 70% 以下为 0	
			堤坝的抗震能力 $S52(0.4)$	全部设防为 1, 建筑年代久远全部采取抗震加固措施为 0.8, 建筑年代久远采取抗震加固措施占总数 70% 为 0.5, 总数 70% 以下为 0	

续表 1

目标层	系统层 (评价指标)	状态层 (评价因子 及权重值)	变量层 (评价子因子 及权重值)	定量分的确定方法及标准	在抗震防灾规划 编制中的作用
		城市内涝风险 $S_6(0.1)$	近 3 年城市发生内涝灾害的次数年发生率 $S_{61}(0.5)$	近 3 年城市发生内涝灾害的次数年发生率小于本省城市内涝数的取值为 1, 否则为 0	
			近 3 年城市遭遇暴雨的年发生率 $S_{62}(0.5)$	近 3 年城市发生内涝灾害的次数年发生率小于本省暴雨率为 1, 大于为 0.5	
	应急救助 与恢复重建能力 $R$	避难场所的 容灾能力 $R_1$ (0.2)	现有绿地规划 $R_{11}(0.2)$	全国人均公园绿地面积 13.5 m <sup>2</sup> 作为评定指标, 大于 13.5 m <sup>2</sup> , 定量得分为 1; 小于 13.5 m <sup>2</sup> 定量得分为 0	对规划区内现有 应急救助能力进行 评估, 查找薄弱 环节, 引导规 划的编制重点
			避难场所的个数 $R_{21}(0.4)$	人均避难面积小于 1 m <sup>2</sup> 为 0, 否则为 1	
			避难场所的空间分布 $R_{22}(0.4)$	在规划区内分布均匀, 每个行政区均有设置, 得 1 分; 不均匀, 过于集中, 得 0	
		消防能力 $R_2(0.2)$	消防建筑的抗震能力 $R_{21}(0.4)$	抽查数据中全部达到基本设防为 1, 60% 以上设防为 0.5, 低于 60% 设防为 0	
			消防单位的空间布局 $R_{22}(0.2)$	每个消防站的责任区面积平均能达到 6 km <sup>2</sup> , 取值为 1, 8~10 km <sup>2</sup> 为 0.5, 否则为 0	
			消防人员数据及装备 $R_{23}(0.4)$	每万人消防人员人数在 10 以上的取值为 1, 人数在 5~10 之间的取值为 0.5, 5 以下为 0	
		医院救治能力 $R_3(0.2)$	医院数量及空间分布 $R_{31}(0.2)$	每 10 万人享有的病床数(0.5): 当每 10 万居民的病床数达到 750 张以上时, 取定量分为 1。当每 10 万居民的病床数小于 350 张时, 取定量分为 0。其数量则以插值计算	
			救护人数及救护能力 $R_{32}(0.4)$	每 10 万人享有的医生数(0.5): 若城市内平均每 10 万人享有 100 名以上的医生时, 取定量分为 1; 若平均仅有 100 名以下的医生时, 取定量分为 0。其中数量则以插值计算	
			医院建构物体的抗震能力 $R_{33}(0.4)$	全部采用提高 1 度设防措施为 1, 50% 以上采用提高 1 度设防措施设防为 0.8, 80% 采用基本设防为 0.5, 80% 以下采用基本设防为 0	
		物资存储能力 $R_4(0.2)$	物资存储场所的抗震能力 $R_{41}(0.6)$	全部达到基本设防烈度为 1, 50% 以上为 0.8 以下为 0	
			物资存储能力 $R_{42}(0.4)$	若区域内无物资储备, 无为 0, 有则为 1	
		抢险救灾能力 $R_5(0.2)$	抢险救灾单位的抗震能力 $R_{51}(1.0)$	若存在军队与武警部队, 专业救灾队伍及各种行业抢险队伍, 定量分为 1, 存在两种, 定量分为 0.7, 若只存在其中一种定量分为 0.5	

表 2 城市承灾能力评价指标的权重

评价指标 权重	城市发展 指标 $C$	地震危险 性指标 $B$	建构物抗震 能力指标 $E$	生命线系统 抗震能力 $L$	潜在次生灾害 危险源指标 $S$	应急救助与恢复 重建能力指标 $R$
$\rho_n$	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1

### 3.2 规划区的地震风险简要分析

规划区地处东南沿海地震带中部, 地震活动空间上主要沿泉州—汕头、邵武—河源、从化—阳江断裂带分布, 从整个东南沿海地区而言, 在强震分布上呈现自东南沿海向西北内陆

逐步减弱的现象, 即 7 级以上大震的发生都在沿海一带<sup>[23]</sup>。对规划区有影响的历史地震东部来自潮汕地区, 北部来自河源和赣南地区<sup>[24]</sup>, 西部来自阳江地区, 东南部来自海丰及其南部的海域。根据历史地震宏观等震线资料, 以规



划区为中心外扩 150 km 区域内有 7 次对东莞市中心城区及松山湖开发区造成烈度Ⅳ~Ⅵ度的影响。1970 年以来地震观测结果表明,现代仪器记录小震震中与历史破坏性地震震中空间分布特征基本相同,破坏性地震集中区也是现代小震集中区,且范围有所扩大。区内小地震在两个地区较为集中,一是河源小震震群在区域内较为显著;二是在海岸沿线附近,大致成带状,其中又在恩平和台山形成小震群。广州、佛山一带小震并不集中发生,肇庆小震虽多,但未成群。以规划区为中心外扩 150 km 范围内 1970 年以来地震活动强度未超过 M5.0。

在《(GB 18306-2015)中国地震动峰值加速度区划图》中,规划区内万江街道的大汾村、新村、新谷涌村、简沙洲村、新和村、流涌尾村,南城街道的白马村、石鼓村、袁屋边村地震基本烈度为Ⅶ度、Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度 0.10 g,其余片区地震基本烈度为Ⅵ度、Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度 0.05 g。

### 3.3 规划区承灾能力分析计算

现将上述建立的城市承灾能力评估模型,结合规划编制时收集的各类资料,应用于规划区。关于具体的指标取值过程在此不一一详述。下面将列出规划区的变量取值表及评价分析结果(表 3)。最后,计算得出规划区总体承灾能力=0.78。

该评价结果表明,目前规划区总体防震减灾能力为中上水平,因此在规划编制中应以提高承灾能力为目标,查找评价指标中评价因子得分率较低的原因,提出有针对性的减灾措施,注意与总规与其它分项规划的衔接。

表 3 规划区承灾能力指标变量值

承灾能力评价指标	量化计算值
城市经济地震波及程度 $C$	0.36
地震危险性指标 $B$	0.65
建构筑物抗震能力指标 $E$	0.55
生命线系统的抗震能力指标 $L$	0.85
抵御潜在地震次生灾害风险指标 $S$	0.46
应急救助与恢复重建能力指标 $R$	0.41

### 3.4 规划目标及编制纲要的确定

根据规划区的发展定位,在地震风险分析的基础上,结合当前规划区承灾能力的分析判断,围绕防震减灾的具体要求,制订了以下编制目标,以提升规划区防震减灾能力,未雨绸缪,减少地震灾害风险。具体目标如下所示。

(1)新建、改建、扩建和经过抗震加固的建设工程,万江、南城的西南片区应全部达到抵御地震烈度为Ⅶ度抗震设防要求;其余片区应全部达到抵御地震烈度为Ⅵ度抗震设防要求。

(2)万江、南城的西南片区当遭受地震烈度为Ⅶ度、其余片区当遭受地震烈度为Ⅵ度的地震影响时,城市基础设施基本正常,一般建设工程可能发生破坏但基本不影响城市整体功能,重要工

矿企业能很快恢复生产或运营。万江、南城的西南片区当遭受地震烈度为Ⅶ度、其余片区当遭受地震烈度为Ⅵ度的地震影响时,城市功能基本不瘫痪,重要建筑和重要的城市基础设施不遭受严重破坏,不发生严重的次生灾害;应急保障基础设施可有效维持运转,人员可有效疏散,城市防灾减灾基本功能正常或可快速恢复。

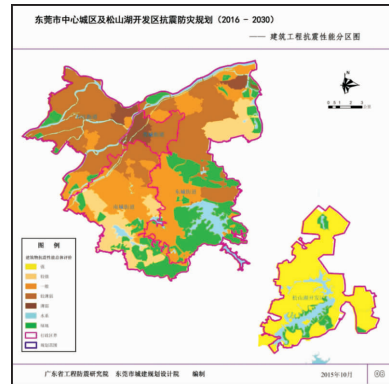


图 3 规划区内建筑工程抗震性能分布图

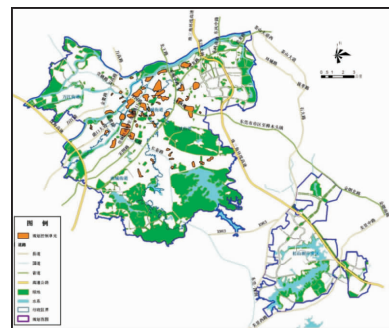


图 4 抗震能力薄弱地区房屋改造规划控制单元分布

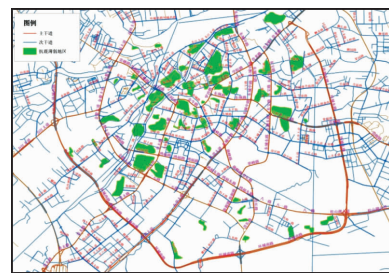


图 5 主城区内应急避险道路薄弱环节示意图

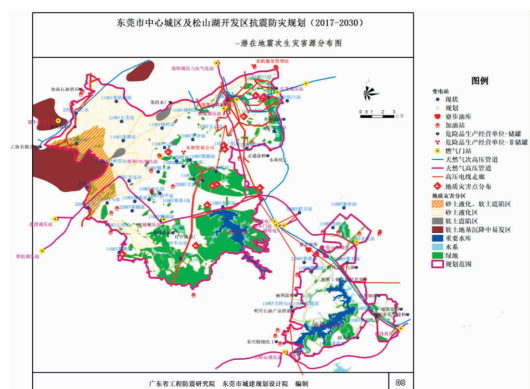


图 6 为规划区潜在地震次生灾害分布图

表 4 规划编制纲要

规划章节	与之相关的承灾能力评价指标	问题导向	与之衔接的其它规划
城市用地抗震性能评价	地震危险性指标 $B=0.65$	规划区虽然只是广东地级市的中心城区,但由于其经济发展,制造业发达,一旦遭受地震灾害造成的损失较大,很难自恢复。减灾的目标应相对较高。受区域地震影响,地震风险较高,受中远震的影响较大,城市用地抗震防灾类型的确定,是规划编制的基础。	《东莞市城市总体规划(2016—2030年)》、《东莞市域城镇体系规划(2005—2020)》、《中国·东莞松山湖科技产业园总体规划》
建筑抗震防灾规划	建构筑物抗震能力指标 $E=0.55$	从现有建构筑物抗震能力指标 $E=0.55$ ,显示出建筑物的抗震能力不高,现有城市建筑存在抗震薄弱环节,这些薄弱环节削弱了规划区目前的地震承灾能力,因此如何具体找出这些薄弱环节,制订有针对性的规划改造方案是本次规划编制的重点。	《东莞市三旧改造专项规划》
基础设施抗震防灾规划	生命线系统的抗震能力指标 $L=0.85$	生命线系统的抗震能力较好,但在基础设施抗震防灾规划中应侧重系统的连通性及自恢复能力的建设规划。	《东莞市综合交通运输体系规划(2013—2030)》 《东莞市城镇供水专项规划(2012—2030)》 《东莞市水运发展规划》 《东莞城市电网饱和网架规划》 《东莞市域燃气专项规划》 《东莞市中心城区消防专项规划(2016—2030)》
地震次生灾害防御	抵御潜在地震次生灾害风险指标 $S=0.46$	由于规划区内工厂林立,人口密集,潜在次生灾害源较多,须关注特别突出的风险源,有针对性地编制地震次生灾害防御。	《东莞市水资源综合规划》、《东莞市水乡河网区水系综合规划》、《东莞市域燃气专项规划》、《东莞市中心城区消防专项规划(2016—2030)》
避震疏散场所与疏散通道规划	应急救助与恢复重建能力指标 $R=0.41$	从应急救助与恢复重建能力指标看出,规划区在应急救助及恢复重建能力提升方面存在较大的发展空间,具体体现在城市地震应急避护场所的建设及消防救援能力的建设与城市抗震防灾的要求不相符,应在避震疏散场所与疏散通道规划有所侧重的加强及体现。	《广东省应急避护场所建设规划纲要(2013—2020年)》、《东莞市“小山小湖”保护利用工作方案》《东莞市综合交通运输体系规划(2013—2030)》、《东莞市应急避护场所建设规划》(2016—2030)

为了使抗震防灾规划的编制成果能更好地提升规划区地震灾害承受能力,更好地实现规划目标,根据规划区承灾能力的计算结果,在规划编制之初制订了表4所列出的编制纲要,以方便在规划编制中紧紧围绕问题的导向,并且能够更好地与其它规划衔接,落地。

### 3.5 规划编制的部分成果

图3为规划区内建筑工程抗震性能分布图;图4为抗震能力薄弱地区房屋改造规划控制单元分布;图5为主城区内应急避险道路薄弱环节示意图;图6为规划区潜在地震次生灾害分布图。

## 4 结论

抗震防灾规划是一项专业性较强的专项规划,抗震防灾规划的编制及实施涉及的单位、行业相当广泛。基础数据、资料的详实可靠是规划顺利编制的基石。编制的方法也是规划能否顺利完成的重要保障<sup>[25]</sup>。基于城市承灾能力评价分析的抗震防灾规划规划设计方法,将规划设计实施作为有机整体,编制过程中将规划区视为潜在地震灾害承灾体,先进行承灾能力的分析,得到规划区承灾因子及其权重,根据当前规划区城市建设在防震减灾中存在的具体问题及潜在风险,在规划

编制中突出重点,注重规划区抗震防灾薄弱环节的查找,使得规划的编制更有针对性及可行性。

## 参考文献:

- [1] 何萍, 聂树明. 规划先行——东莞市中心城区及松山湖开发区抗震防灾规划编制[J]. 城市与减灾, 2017(3): 23—29.
- [2] 张孝奎. 防灾减灾视角下的城市空间布局规划研究——以唐山市为例[J]. 灾害学, 2018, 33(1): 89—95.
- [3] Carreno M L, Cardona O D, Barbat A H. Urban seismic risk evaluation: A holistic approach[J]. Natural Hazards, 2007, 40(1): 137—172.
- [4] 谢礼立. 城市防震减灾能力的定义及评估方法[J]. 地震工程与工程振动, 2006, 26(3): 1—10.
- [5] 张风华, 谢礼立, 范立础. 城市防震减灾能力评估研究[J], 自然灾害学报, 2001, 10(4): 57—64.
- [6] 郑宇. 城市防震减灾能力评价指标与应急需求研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2003.
- [7] 熊国锋. 基于GIS的上海防震减灾能力评价方法研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [8] 刘莉. 城市防震减灾能力标定及可接受风险研究[D]. 哈尔滨: 中国地震局工程力学研究所, 2009.
- [9] 高庆华, 李志强, 刘惠敏, 等. 自然灾害系统与减灾系统工程[M]. 北京: 气象出版社, 2008.
- [10] 张明媛. 城市承灾能力及灾害综合风险评估研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [11] 何萍, 陈修吾, 何霆. 基于GIS的东莞市地震灾害评估系统的设计与实现[J]. 华南地震, 2017, 37(3): 9—17.
- [12] 吴兵, 李志强, 齐文华, 等. 以乡镇居民地为单元的震后理

- 压人员分布与救援对策——以乌鲁木齐市为例[J]. 华北地震科学, 2017, 35(3): 13-19.
- [13] 许小明, 徐玉霞, 马楠. 大同一阳高地区农村住房抗震能力评估及设防对策[J]. 华北地震科学, 2017, 35(2): 70-75.
- [14] 刘燕萍, 董伟, 黄毕双, 等. 基于两阶段支持向量机的群体建筑物震害预测方法[J]. 华南地震, 2016, 36(2): 107-113.
- [15] 杨小二, 张永领. 地震灾害情景下农村自救互救能力研究[J]. 华南地震, 2016, 36(1): 30-35.
- [16] 王挺, 陈修吾, 叶佳宁. 基于自动地震速报的地震应急基础信息快速提取模块的研究与实现[J]. 华南地震, 2016, 36(1): 16-23.
- [17] 文彦君, 杨宏伟. 陕西省地震灾害宏观人口脆弱性评估[J]. 华南地震, 2016, 36(4): 42-49.
- [18] 宋海龙, 万红莲, 朱婵婵, 等. 关中西部地区地震灾害人口脆弱性评估[J]. 华北地震科学, 2016, 34(2): 13-18, 62.
- [19] 王挺, 何霆, 陈修吾. 广东省农居地震安全技术服务系统设计与实现[J]. 华南地震, 2017, 37(1): 97-104.
- [20] 李娟. 我国地震灾害档案管理的现状与对策[J]. 华南地震, 2017, 37(1): 111-116.
- [21] 顾惠娜, 唐波. 基于 GIS 的应急避难场所空间布局及优化——以河源市中心城区为例[J]. 华南地震, 2017, 37(3): 35-40.
- [22] 东莞市城乡规划局. 东莞市城市总体规划(2016-2030)[R/OL]. (2016-11-15)[2018-01-06]. [http://cjda.dg.gov.cn/2030/fbzs\\_info.asp?id=81](http://cjda.dg.gov.cn/2030/fbzs_info.asp?id=81).
- [23] 魏柏林. 东南沿海地震活动特征[M]. 北京: 地震出版社, 2001.
- [24] 汤兰荣, 吕坚, 曾新福. 赣南及邻区的地震活动特征[J]. 华北地震科学, 2017, 35(2): 82-88.
- [25] 吴艳梅, 曹彦波, 李兆隆, 等. 地震应急科技保障信息特征分析与分类编码——以鲁甸地震为例[J]. 华北地震科学, 2016, 34(2): 42-49.

## Research on Urban Disaster Prevention and Mitigation Plan-making Based on Evaluation and Analysis of Disaster Bearing Capacity ——Taking the Central City of Dongguan and Song Shanhu Development area As an Example

HE Ping<sup>1</sup>, NIE Shuming<sup>1</sup>, WANG Ting<sup>1</sup> and MAO Chengchen<sup>2</sup>

(1. Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China;

2. Dongguan Urban Planning And Design Institute, Dongguan 523000, China)

**Abstract:** Based on the evaluation and analysis of disaster-bearing capacity of planning area, the planning object is regarded as the potential earthquake disaster-bearing body at the beginning of planning, and the evaluation and analysis of disaster-bearing capacity is carried out to find out the weak links of earthquake resistance, and then the whole planning is regarded as an organic whole. Effective and targeted disaster mitigation measures and planning phased targets are put forward for earthquake risk. This planning method can make the planning results more targeted and more effectively implemented. Taking Dongguan downtown area and Songshan Lake Development Zone as examples, the concrete practice process of the method is further illustrated.

**Key words:** earthquake risk analysis; disaster bearing capacity; earthquake prevention and disaster prevention; planning; planning; target; disaster reduction measures

### 《灾害学》2018 年期刊主要评价指标

总被引频次	影响因子	即年指标	他引率	引用刊数	被引半衰期	H 指标	来源文献量	文献选出率
1948	1.448	0.166	0.87	649	5.6	9	157	1.00
平均引文数	平均作者数	地区分布数	机构分布数	海外论文比	基金论文比	引用半衰期	扩散因子	
23.0	3.9	24	105	0	1	7.5	33.32	

注: 据《2018 年版中国科技期刊引证报告(扩刊版)》(万方数据股份有限公司, 2018 年 9 月)。