

王晴.用于应急避险的城市绿地标致性景观塔抗震设计[J].地震工程学报,2018,40(6):1266-1271.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2018.06.1266

WANG Qing, Seismic Design of Symbolic Landscape Tower in Urban Green Spaces for Emergency Avoidance[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(6): 1266-1271. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2018.06.1266

用于应急避险的城市绿地标致性景观塔抗震设计

王 晴

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130000)

摘要: 为了确保应急避险的城市绿地标志性景观塔抗震设计在城市绿地中能够发挥重要作用, 需要进一步研究城市绿地景观塔的抗震设计内容。提出基于 Logistic 模型的城市绿地景观塔抗震设计方法, 该方法介绍用于应急避险的城市绿地的规划、用于应急避险的城市绿地标志性景观塔中功能模块的作用、城市绿地标志性景观塔抗震设计理念, 并分析 Logistic 模型在城市绿地景观塔抗震设计中的应用。结合模拟工程实例分析, 利用抗震系数和地震灾害影响因子分析城市绿地标志性景观塔的抗震性能以及抗震设计是否合理。实例结果证明, 城市绿地标志性景观塔的抗震性能较好, 并且抗震设计具有合理性, 能够符合应急避险绿地要求, 具有较好景观效果。

关键词: 应急避险; 城市绿地; 标志性景观塔; 抗震设计

中图分类号: TU435

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2018)06-1266-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2018.06.1266

Seismic Design of Symbolic Landscape Tower in Urban Green Spaces for Emergency Avoidance

WANG Qing

(College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130000, Jilin, China)

Abstract: To ensure the effectiveness of symbolic towers in urban green spaces as regards emergency avoidance, the seismic design of such landscape towers should be further studied. In this work, a seismic design method based on the logistic model is proposed. This method introduces the planning of urban green space used as emergency shelter and the role of function module in the landmark tower of urban green space. The concept of seismic design of urban green space symbolic landscape tower and the application of the logistic model in the seismic design of such towers were analyzed. In addition to the analysis of a simulated engineering example, the seismic performance and seismic design of the symbolic landscape tower of urban green spaces were analyzed. The results showed that the seismic performance of the symbolic landscape tower is good, and the seismic design is reasonable; moreover, the design can meet the requirements of emergency green space and has good landscape effect.

收稿日期: 2018-08-20

基金项目: 吉林省教育厅“十二五”科学技术项目: 寒地建筑外界面低能耗形态的设计研究(吉教科合字[2015]第 277 号)

作者简介: 王 晴(1991—), 女, 吉林长春人, 硕士, 助教, 研究方向: 风景园林规划设计。E-mail: 370213468@qq.com。

Keywords: emergency avoidance; urban green space; symbolic landscape tower; seismic design

0 引言

我国处于地震多发地区,因此在应急避险的城市绿地中广泛应用一些抗震技术设计。近年来,全国各地对城市绿地景观建筑的标志性和观赏性重视起来,建立了大量标志性景观塔,外观和内部结构变得尤为复杂,为城市绿地标志性景观塔的抗震设计带来了许多难题。城市绿地包括绿化用地,其发展布局和建设对城市的景观、物种、气候等条件起到重要作用。城市人口的快速增长,使我国应对城市绿地灾害的形式更加严峻,尤其是在城市规模的发展中,对城市绿地的建设提出了更多要求。越来越多的城市灾难一触即发,城市绿地景观塔不仅需要满足居民日常生活的需求,也要在火灾和地震等灾害来临时对城市居民的防灾避险起到保护作用,因此需要研究用于应急避险的城市绿地标志性景观塔的抗震性能。现阶段缺少应对防灾避险绿地的措施,需要进一步研究标志性景观塔抗震设计在城市应急避险中的应用。

传统的城市绿地抗震设计方法只是重点分析了地震的不同层次,其中存在的风险较大,并且景观塔的抗震设计不具有合理性。为更好地实现抗震设计在城市绿地中的应用,应遵循以下原则:城市绿地景观塔的抗震设计应避开城市绿地的不利区域,从而有利于提高其抗震能力;协调和设计景观塔的结构,使其结构对称、具有良好的性能;选取城市绿地景观塔的外形,以提高其抗震性能;选择城市绿地景观塔的结构体系,以预防景观塔建筑中部分构件受地震影响而遭受破坏。

1 用于应急避险的城市绿地标致性景观塔抗震设计

1.1 城市绿地规划对标志性景观塔抗震设计的作用

为了更好地对城市绿地标志性景观塔抗震设计进行研究,对城市绿地进行分层次规划来进行应急避险。用于应急避险的城市绿地的规划包括宏观层次、中观层次和微观层次规划,现对其分别进行分析。

1.1.1 宏观层次

在城市抗震防灾的总体规划下,建立与城市绿地规划逐级控制和层次空间互相衔接的用于应急避险的城市绿地规划体系,更有助于标志性景观塔抗

震性能的分析。

对城市绿地的规模、空间布局和土地合理利用等都实施全面的安排计划。城市绿地标志性景观塔的抗震防灾规划在总体规划中相对专业,对城市的技术指标、防御目标和减灾策略等基础设施提出了更高要求。应急避险的城市绿地规划与其相融合和衔接,将其建设计划归为城市建设之中,同时对下一层规划的建设与编制起到指导作用,通过建立多层次的用于应急避险的城市绿地,形成应急避险绿色空间网络,并且覆盖整个城市。

宏观层次的用于应急避险的城市绿地规划还需要尊重绿地现状和原本的应急避险场地,将城市绿地人口的划分与安排相结合,科学地对用于应急避险的城市绿地、绿色通道的疏散和隔离缓冲进行布局。

1.1.2 中观层次

主要根据用于应急避险的城市绿地的空间关系以及时序等因素,对市、城、街区用于应急避险的城市绿地的规模、类型、设施和指标等方面来定位定量,合理布局城市绿地的规模,并确认避难避险路线。中观层次的规划还包括以下几点:

(1) 应急避险绿地的规划

应急避险绿地是防灾抗震避险绿地的重点规划,对其实行规划之前,需要调查、分析和评价城市的用地现状以及人口分布等指标,对用于应急避险的城市绿地的位置、等级、服务范围和规模等实施规划,根据其类型的不同做出相应的科学规划。需要遵循的原则有:一是统筹安排、综合防灾。要分析避险的性质和灾害的特征,用于应急避险的城市绿地需要具有对水灾和地震等灾害的防灾功能。二是快速通达、就近布局。在学校、居住区以及人群较多的地区尽量安排绿色疏散通道和避险绿地。三是确保安全、慎重选择。在选择城市绿地时需要考虑场地是否安全,例如地震断裂带和高压线等区域均不适合当作城市的避险绿地。用于应急避险的城市绿地中包括紧急、固定、中心和郊野避险绿地。发生灾害时能快速到达或者快速转移到的地点为紧急避险绿地;集中救援的绿地为固定避险绿地;功能较全且规模较大的绿地为中心避险绿地;在灾后建筑重建时期提供给居民居住场所的地点为郊野避险绿地。

(2) 绿色疏散通道的规划

应急避险场所中救援和疏散的道路可以将隔离缓冲带和应急避险绿地相连接形成网络,构成完善的防灾避险系统。该规划需要符合的原则为分类规划、网络贯通、分流便捷、安全通畅、注重植物配置共五个。绿色通道的两侧需要种植地标植被来引导疏散,并且需配有防止建筑倒塌和防火功能的植物。绿色疏散通有以下几个:

- ① 特殊通道;
 - ② 一级通道;
 - ③ 二级通道;
 - ④ 三级通道;
- (3) 隔离缓冲的绿带规划

预防火灾、地震或对其他易燃易爆设施起到防护作用的绿带规划。在用于应急避险的城市绿地和疏散通道的附近,根据灾害源的分布和种类对相应的区域配置隔离缓冲绿带,并对其实行规划。隔离缓冲绿带规划需要注意:

- ① 与绿地、道路和河川等元素相结合;
- ② 根据危害程度合理把握隔离缓冲绿带的宽度和规模;
- ③ 注意绿带的植物分配。

1.1.1.3 微观层次

微观层次用于应急避险城市绿地的规划主要有有助于标志性景观塔的抗震设计,深入并细化对避险城市绿地的规划。其主要包括功能定位、布局要求、景观塔配套设施和植物配置。其中标志性景观塔配套设施需要注意的因素有:设施的美观安全、防灾减灾性能,方便老人、残疾人和受伤人员使用,配套设施易于管理与修理。

1.2 应急避险的城市绿地标志性景观塔功能模块

设计目标为构建一个 GIS 组件的用于应急避险的城市绿地规划管理、查询数据、决策分析和应用的平台,包括系统的开发和定制等。应急避险的城市绿地标志性景观塔功能模块如图 1 所示。

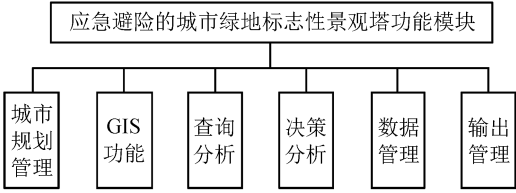


图 1 应急避险的城市绿地标志性景观塔功能模块
Fig.1 Function module of urban green space symbolic landscape tower for emergency hedging

图 1 中,城市规划管理模块是对用于应急避险的城市绿地标志性景观塔中专题图的配置与管理;GIS 功能模块则是 GIS 的基础功能;查询分析模块是对城市绿地实行双查询,从城市绿地的地图查询到文本数据,再根据数据对空间位置定位;决策分析模块是对用于应急避险的城市绿地标志性景观塔抗震分析结果、基础数据的查询,其对抗震设计起到辅助作用;数据管理模块是维护和管理城市绿地标志性景观塔中专题图的属性;输出管理模块是利用图片和打印输出模式将图纸信息展示出来。

根据用于应急避险的城市绿地标志性景观塔的建设目标,以计算机硬件平台为主,在城市绿地数据的支持下、信息管理为基础的平台、安全保障体系下,对应急避险的城市绿地标志性景观塔的抗震设计提供保障。其抗震性能应与《抗规》性能 3 要求一致。城市绿地抗震设计的预期性能如表 1 所列。

表 1 城市绿地抗震设计的预期性能

Table 1 Expected performance of seismic design of urban green space

地震烈度	L1=小震	L2=中震	L3=大震
抗震性能水准	第 1 水准:没有损坏、不需要修理可以使用	第 3 水准:轻度损坏,修理后可以使用	第 4 水准:中度损坏,修理后可以使用
层间位移限值	$h/627$		$h/100$
构件的性能	核心筒墙	无损坏	轻微损坏(底部加强,其他部位不屈服)
	外框架柱	无损坏	轻微损坏(不屈服)
	外框架梁	无损坏	轻微损坏,部分轻度损坏
	连梁	无损坏	轻度损坏,部分中度损坏

1.3 城市绿地标志性景观塔抗震设计理念

城市绿地标志性景观塔结构的平面应尽量规则化,并且其建筑结构的体系需要有合理且不间断的传力途径,以保证城市绿地标志性景观塔的整体性,这样当城市绿地发生地震时,城市绿地标志性景观塔的建筑结构可以同时工作,使抗震效果较好。城

市绿地标志性景观塔模型如图 2 所示。

城市绿地标志性景观塔的抗震设计如下:

(1) 避开城市绿地的不利区域

城市绿地标志性景观塔的抗震能力需要有一个坚固的地基。根据抗震工程的需要,掌握地震地质、景观塔地质等资料,评价地质对抗震的利弊,避开不

利抗震的区域,对无法避开的不利区域实施措施,在危险区域禁止构建城市绿地的标志性景观塔,因当发生地震时,地震的能量会破坏景观塔的结构并且引起地面裂缝等现象,间接破坏其建筑。景观塔区域的选取要有利于提高城市绿地标志性景观塔的抗震能力,同时降低建筑的投资成本。

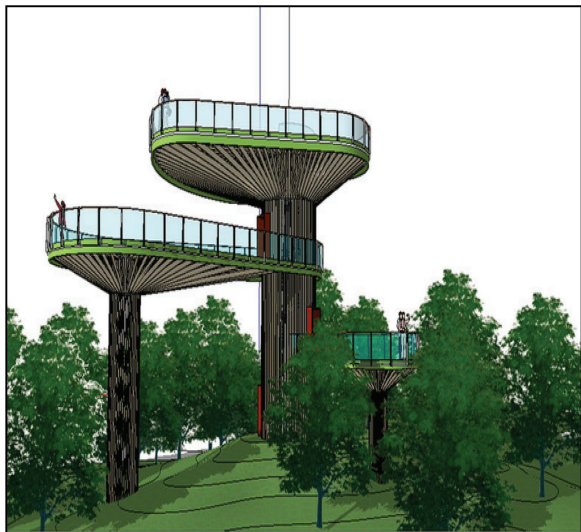


图 2 城市绿地标志性景观塔模型

Fig.2 The model of symbolic landscape tower in urban green space

(2) 协调和设计景观塔结构

城市绿地标志性景观塔的抗震设计需要利用较专业的知识。工程师主要分析地震作用,并且协助景观塔抗震设计人员对其平立面做调整,在功能齐全且美观的同时符合景观塔的结构规则和抗震设计标准,使其结构对称,具有良好的性能。

(3) 选取城市绿地景观塔的外形

在对地震的调查中,地震大多发生在建筑材料强度、质量分布突出等处,此时城市绿地景观塔的刚度和质量中心发生偏离,使景观塔建筑扭转,受到严重的震害。当景观塔建筑规则性差时,在进行抗震设计时需要对其内力做调整,对其薄弱的位置进行抗震研究,以提高其抗震性能。

(4) 选择城市绿地景观塔的结构体系

确定城市绿地景观塔的建筑结构后,对建筑结构的体系进行合理选择。在应急避险的城市绿地标志性景观塔抗震设计中,抗震设计人员需利用景观塔结构材料、场地条件等因素,并与经济条件等体系相结合,正确分析传递途径,对景观塔中较弱结构进行进一步加强,使内力合理调整,预防景观塔建筑中部分构件破坏时降低了整体的承载力和

抗震能力。

1.4 Logistic 模型在城市绿地景观塔抗震设计中的应用

Logistic 模型被当作非线性的回归模型广泛应用于在基坑沉降和滑坡等灾害的预测中,并且取得了好的效果。在抗震预测过程中,Logistic 模型在预测城市绿地景观抗震设计时,为了分析地震灾害的发生,一般将地震灾害影响因子当作自变量,城市绿地景观是否具有抗震性能作为因变量(因城市绿地标志性景观塔发生的地震灾害不连续),用非线性回归方式描述自变量与因变量之间的关系。回归分析的表达式如下:

$$P(y = 1 | x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}) = \frac{1}{1 + e^{-\epsilon_i}} \quad (1)$$

$$\epsilon_i = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k x_{ki} \quad (2)$$

其中: ϵ_i 代表地震灾害影响因子的线性函数; $(y = 1 | x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki})$ 代表地震发生的概率; x_{ki} 代表地震灾害的影响因子,与地震发生概率之间为非线性的单调函数,其取值影响城市绿地景观塔抗震设计的合理性。利用回归模型可以分析城市绿地景观塔抗震设计的合理性,影响因子的值被控制在 $[1, 3]$ 时其抗震设计最为合理。设 P 为城市绿地标志性景观塔地震发生的概率,取值范围为 $(0, 1)$,地震灾害影响因子的指标为 $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$,构建非线性回归方程,其表达式为:

$$P = \frac{e^{\alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k \cdot x_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k \cdot x_{ki}}} + v \quad (3)$$

式中: α 表示常数,不受任何值的影响,是城市绿地中地震发生与否概率的比值; β_k 表示逻辑回归系数,表示城市绿地中地震发生与否概率的比值的对数变化; v 表示抗震系数,当其在 $[1, 2]$ 范围内时其抗震性能较高,在 $[1, 2]$ 范围之外其抗震性能较低。从式(3)中可以看出逻辑回归系数 β_k 一旦确定,可以计算得到城市绿地地震发生的概率,通过计算地震灾害影响因子的指标 $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$,完成对 Logistic 模型在城市绿地景观塔抗震设计中的应用研究。

2 工程实例模拟分析

以某建筑工程为例,利用抗震系数测试城市绿地景观塔的抗震性能。其抗震系数如图 3、图 4 所示,单位为 μ 。

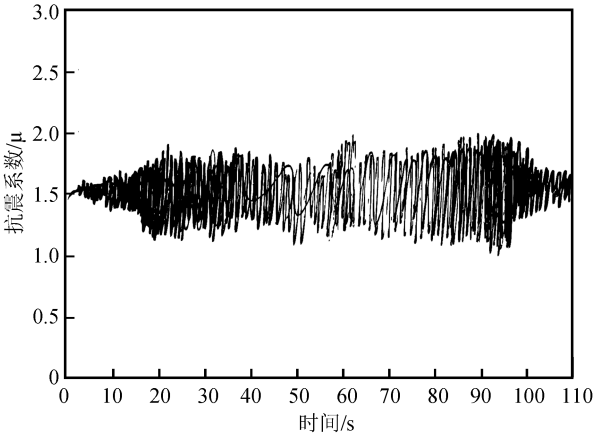


图 3 抗震系数在[1,2]范围内的抗震性能
Fig.3 Seismic performance with seismic coefficients in the range of [1,2]

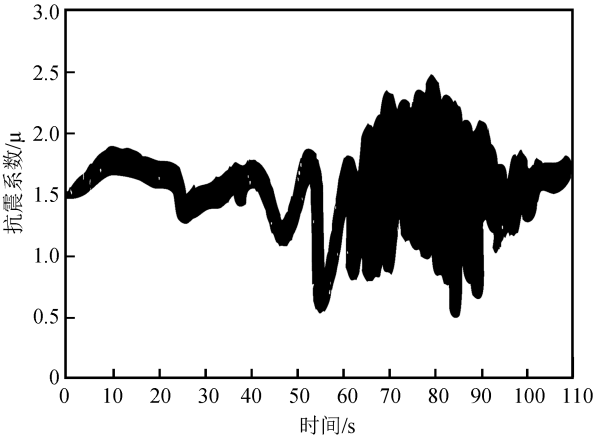


图 4 抗震系数在[0.5,2.5]范围内的抗震性能
Fig.4 Seismic performance with seismic coefficients in the range of [0.5,2.5]

分析图 3、图 4 可知,抗震系数的初始值为 1,当抗震系数的整体变化范围在[1,2]范围内时,其地震波的变动平稳且均匀(图 3);当抗震系数在[0.5,2.5]范围内时,其地震波的变动不够平稳且分布不均匀(图 4)。进一步说明当抗震系数的取值在[1,2]范围内时,应急避险的城市绿地标志性景观塔具有较好的抗震性能。

在此基础上,利用地震灾害影响因子对用于应急避险的城市绿地标志性景观塔抗震设计的合理性进行实验。设影响因子的单位为 U ,实验结果如图 5、图 6 所示。

从图 5、图 6 中可以看出,设逻辑回归系数的单位为 g ,不受逻辑回归系数的影响,地震灾害影响因子的初始值为 1。在 Logistic 模型的城市绿地抗震设计中,随着迭代次数的增加,地震灾害影响因子的

值在[1,3]之间变化,而在传统方法的城市绿地抗震设计中,地震灾害影响因子的值在[1,5]之间变化。根据上文可知,地震灾害影响因子的取值可以分析出城市绿地景观塔的抗震设计是否合理,当影响因子的值被控制在[1,3]时,城市绿地标志性景观塔抗震设计最为合理,说明 Logistic 模型的城市绿地抗震设计具有合理性。

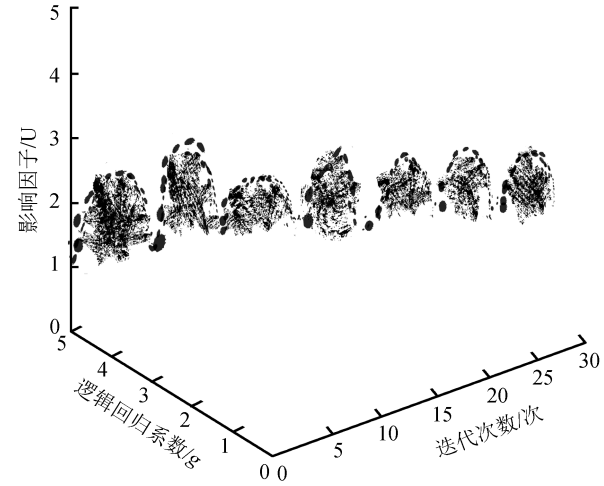


图 5 Logistic 模型的城市绿地抗震设计合理性
Fig.5 Seismic design of the Logistic model of urban green space

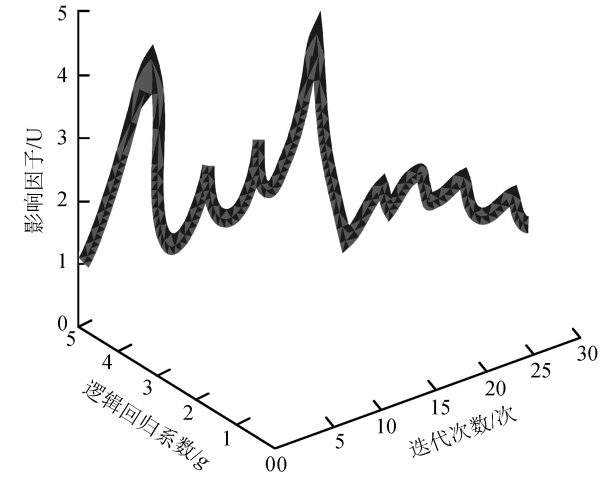


图 6 传统方法的城市绿地抗震设计合理性
Fig.6 Rationality of seismic design of urban green space using traditional method

3 结论

用于应急避险的城市绿地标志性景观塔的抗震设计成为城市绿地建设和发展中的重要话题,建筑功能的多样化被重视起来,需要加强其结构的设计,使得其具有十分重要的抗震设计意义。提出基

于 Logistic 模型的城市绿地景观塔抗震设计方法,并根据工程实例模拟来分析景观塔的抗震性能和抗震设计的合理性,结果证明该方法具有较好的抗震性能,其对城市绿地景观塔的抗震设计较为合理。

参考文献(References)

- [1] 李方正,胡楠,李雄,等.海绵城市建设背景下的城市绿地系统规划响应研究[J].城市发展研究,2016,23(7):39-45.
LI Fangzheng, HU Nan, LI Xiong, et al. Study on the Planning Response of Urban Green Space System under the Background of Sponge City Construction[J]. Urban Development Studies, 2016, 23(7): 39-45.
- [2] 王丹莹,李煜,张继兰,等.城市避灾绿地抗震植物量化评价模型研究[J].环境与发展,2017,29(10):26-28.
WANG Danying, LI Yu, ZHANG Jilan, et al. A Study on Quantitative Evaluation Model of Seismic Plants in Urban Green Space[J]. Inner Mongolia Environmental Sciences, 2017, 29(10): 26-28.
- [3] 谢俊,蒋涤非,陈定球.深圳大厦超限高层结构抗震设计[J].工业建筑,2017,47(9):175-180.
XIE Jun, JIANG Difei, CHEN Dingqiu. Seismic Design of Over-limit High-rise Structure of Shenzhen Building[J]. Industrial Construction, 2017, 47(9): 175-180.
- [4] 别振亚,陈拥军,万文实,等.9度抗震设防型钢混凝土结构梁柱节点设计优化与实施[J].建筑技术,2016,47(2):176-178.
BIE Zhenya, CHEN Yongjun, WAN Wenshi, et al. Design Optimization and Implementation of Beam-Column Joints for 9 Degree Seismic Fortified Steel Reinforced Concrete Structures[J]. Architecture Technology, 2016, 47(2): 176-178.
- [5] 杨星,刘汉龙,余挺,等.高土石坝复合加筋抗震加固技术开发与应用[J].水利水电科技进展,2016,36(6):69-74.
YANG Xing, LIU Hanlong, YU Ting, et al. Development and Application of Composite Reinforced Seismic Strengthening Technology for High Earth-rock Dam[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2016, 36(6): 69-74.
- [6] 刘刚,王威,马东辉,等.居住区及居住小区的紧急避险地布局与设计研究[J].四川建筑科学研究,2016,42(6):124-128.
LIU Gang, WANG Wei, MA Donghui, et al. Study on the Layout and Design of Emergency Hedging Areas in Residential Areas and Residential Quarters[J]. Sichuan Building Science, 2016, 42(6): 124-128.
- [7] 沈华,戴靠山,翁大根.风电塔结构抗震设计的地震作用取值研究[J].地震工程与工程振动,2016,36(3):84-91.
SHEN Hua, DAI Kaoshan, WENG Dagen. Study on Seismic Value of Seismic Design of Wind Power Tower Structure[J]. Earthquake Engineering and Engineering Dynamics, 2016, 36(3): 84-91.
- [8] 曾瑞,王英彦,张炜超.地震应急测绘信息智能综合处理技术研究[J].地震工程学报,2018,40(2):363-368.
ZENG Rui, WANG Yingyan, ZHANG Weichao. Intelligent Comprehensive Processing Technology of Earthquake Emergency Surveying and Mapping Information[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2018, 40(2): 363-368.
- [9] 夏修身,李建中,管仲国,等.斜拉桥桥塔非线性抗震性能研究[J].中国公路学报,2016,29(3):66-72.
XIA Xiushen, LI Jianzhong, GUAN Zhongguo, et al. Study on Nonlinear Seismic Behavior of Cable-stayed Bridge Towers[J]. China Journal of Highway and Transport, 2016, 29(3): 66-72.
- [10] 曹伟,刘云贺,党康宁,等.进水塔塔背回填抗震设计优化研究与动态响应[J].南水北调与水利科技,2017,15(3):151-157.
CAO Wei, LIU Yunhe, DANG Kangning, et al. Research on Seismic Design Optimization and Dynamic Response of Back-filling of Inlet Tower[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2017, 15(3): 151-157.