第 29 卷 第 4 期
2012 年 12 月

建筑科学与工程学报
Journal of Architecture and Civil Engineering

Vol. 29 No. 4
Dec. 2012

文章编号:1673-2049(2012)04-0083-06

# 公用建筑防灾标识高效认知体系优化研究

宋 波[1],崔小力[1],马 坤[1],贾 抒[2]

(1. 北京科技大学 土木与环境工程学院,北京 100083; 2. 住房和城乡建设部防灾与抗震处,北京 100835)

**摘要:**基于各国公用建筑灾害与防灾标识的关联性分析,结合标识的问卷调查,从防灾标识的认知区域划分、层次设置、系统设计 3 个方面对公用建筑防灾标识高效认知体系的优化进行提案。通过引入区域划分概念,提出了危险、过渡、安全 3 个防灾标识认知区域划分的新视点;结合公用建筑等级对防灾标识进行了层次设置,保障了标识的功效性及经济性;针对标识自身因素,通过加强防灾标识的形式、细节、人性化设计,完善了标识的系统性设置。结果表明:通过标识设计、设置等方面的改进,可以能达到优化防灾标识高效认知体系的效果。

**关键词:**公用建筑;防灾标识;高效认知体系;区域划分;系统设计

**中图分类号:**TU899 **文献标志码:**A

# Optimization Study on High Efficient Cognition System of Disaster Prevention Signs in Public Buildings

SONG Bo[1], CUI Xiao-li[1], MA Kun[1], JIA Shu[2]

(1. School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China; 2. Division of Construction Earthquake, Ministry of Housing and Urban-rural Development, Beijing 100835, China)

**Abstract:** Based on the relationship between the disasters of the public buildings and the disaster prevention signs at home and abroad which were analyzed and the sign questionnaire survey, the optimization method for the high efficient cognition system of the disaster prevention signs in public buildings was studied through three aspects such as regional division, gradation setting and systematic design. By raising the division concept of the disaster prevention cognition regions, a new perspective point was proposed in which cognition regions were classified as dangerous, transitional and safe regions. Combined with the public building levels, the disaster prevention signs were divided into different gradations to ensure the efficiency and the economy of the signs. According to its own factors, the systematic settings of the disaster prevention signs were improved by enhancing the forms, details and humanized design of the disaster prevention signs. The results show that the improvements of the design and settings of the signs in every aspect finally lead to the optimization of the high efficient cognition system.

**Key words:** public building; disaster prevention sign; high efficient cognition system; regional division; systematic design

**收稿日期:**2012-07-27
**基金项目:**住房和城乡建设部专题项目(2012);教育部海外名师项目(MS2011BJKJ005)
**作者简介:**宋 波(1962-),男,山东招远人,教授,博士研究生导师,工学博士,E-mail:songbo@ces.ustb.edu.cn。

## 0 引 言

公用建筑的日益大型化、复杂化，灾害的频发给防灾减灾工作带来了新的挑战，做好应急预案中人员疏散与救援工作十分重要。而标识系统作为灾时最贴近人员的应急系统，如何提高标识本身的合理性及有效性，在灾害下充分发挥其安全信息传达、合理疏散的作用显得更加重要。各国对于标识系统已有一定研究：在标识的直观信息研究方面，Oguzhan[1] 对“WARNING”，“CAUTION”和“NOTE”3 类警示标识进行了定义和风险感知测试，认为警示标识需要包含足够的信息才能体现认知效果。Kobes 等[2] 分析发现，仅从标识本身的属性难以全面体现认知性，人们的感知、意图、动机等主观能动性在避难过程中发挥着极其重要的作用。Wong 等[3] 在一个长 18 m 的内部走廊对“EXIT”标志进行了不同高度的试验研究，认为影响标识认知的因素包括图形、颜色、光线和观察者年龄。在标识的必要性研究方面，杜丽娟[4] 通过建立导入马尔可夫过程的元胞自动机模型和仿真试验，指出标识能够帮助群体疏散，降低人员伤亡。姚云[5] 以认知心理学作为指路标志视认性的理论基础，对标识信息量进行探索。中国学者通过对地铁站火灾事故的研究，指出设置和个性化考虑的不足会降低标识的认知程度[6]。Liu 等[7] 认为紧急疏散标识优化设置的一个基本要求是确定标识效用的有效距离。在标识优化布置研究方面，Nassar 等[8] 提出了一种评估大型建筑物内部标识的离散事件仿真模型，帮助设计师确定标识的最优位置。

日本规范 JIS Z 9101[9] 根据防灾标识的主要信息功能，将其分为一般、禁止、指示、警告、安全状态、防火等类别，对防灾标识的分类具有一定的参考意义。本文中笔者首先提出防灾标识系统的概念，从既有防灾标识系统存在的问题入手，基于公用建筑灾害与防灾标识认知的关联性，从防灾标识的认知区域划分、层次设置、系统设计等方面研究公用建筑防灾标识高效认知体系的优化方案。

## 1 防灾标识系统概念界定

伴随着自然灾害和人为事故的频发，防灾标识自然地从标识中分离出来，成为具有特定功能的标识系统，在很多灾害事故中发挥了极大作用，减少了人员伤亡。

防灾标识定义为用于防灾减灾的标识，即在自然灾害发生或是未发生、预防人为事故的，设置在建筑及周边地区的具有一定颜色、形状、图形和文字的警告性的标识。防灾标识系统是灾时最贴近人行为活动的应急系统，其主要作用是使受灾人员第一时间评估自己的受灾状态，缩短应急疏散的时间，从而寻找一个合理的应急疏散路线，以确保灾害下应急救援工作的顺利进行，保障受灾人员的安全以及防灾应急预案系统中各项调度指挥系统的正常运作。

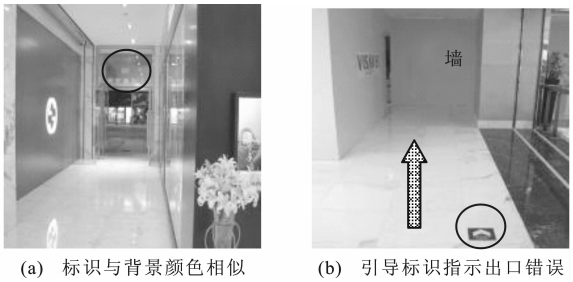
防灾标识的分类可以参考面向对象的普遍性、标识的常见度、与人们日常生活的密切度等因素，综合各方面条件，将防灾标识进行划分。目前，标识按其功能可分为指向性标识、提示性标识、警告标识、禁止标识以及防灾设施标识等。

## 2 公用建筑灾害与防灾标识的关联性

大型公共建筑具有规模大、空间结构复杂、人员高度集中等特点，一旦发生突发性自然灾害或人为恐怖事件必然会造成严重的经济损失和人员伤亡。

2011 年 3 月，日本东北部海域发生地震并引发海啸，在短时间内社区建筑几乎全部倒塌，地震灾害下公用建筑内人员的紧急逃生时间非常紧迫。2011 年 1 月，湖北武汉市侨康综合商场发生火灾，由于多家商业楼聚集，疏散场地狭小，而且无引导标识对人群进行分流，造成 9 人死亡。因此，在自然灾害与人为灾害日益频繁的情况下，公用建筑应急疏散设施的加强与完善对最大程度减轻灾害损失具有重要的意义[10]。

城市化进程的不断发展和人口的不断增多，使得标识广泛应用于公用建筑及设施中，提示人们各种信息，社会秩序得以有序进行。目前，世界各地人员密集的公用建筑及设施都会采用各种防灾标识，但是标识设置存在整体性和个性化的不足，人们对标识的认知程度还远远不够，甚至在一些场合几乎没有起到作用(图 1)。




(a) 标识与背景颜色相似 (b) 引导标识指示出口错误

**图 1 标识误例**

**Fig. 1 Samples of Sign Mistakes**

纵观各国公用建筑灾害事故，分析其与防灾标识认知的关联性，造成人员伤亡且与防灾标识关联的主要原因有以下 3 个方面：①灾害具有突发性、随机性等特点，公用建筑内部人员通过防灾标识避难的时间很短暂；②人员集中的区域未能有效利用防灾标识的分流引导功能，紧急情况下易造成安全出口拥堵；③未建立完善的防灾标识体系，从公用建筑到附近避难场所（绿地、防灾公园等）的引导信息不连续，以致疏散过程中的混乱。由此可见，防灾标识的高效使用对减少公用建筑灾害事故造成的损失起着至关重要的作用。

针对公用建筑的灾害特点，防灾标识系统必须具备统一、连续、系统的特点，才能适应不同人群认知的需求（图 2）。因此应充分发挥防灾标识的作用，防灾标识的认知体系还有待进一步提高。

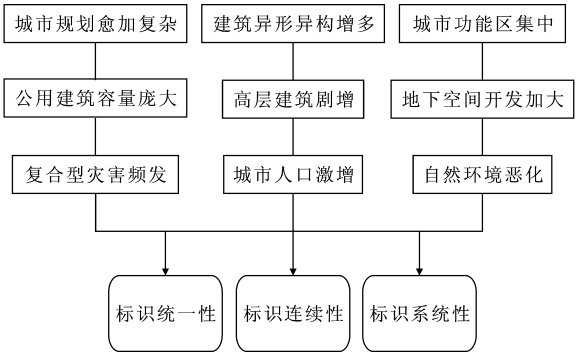



**图 2　公用建筑防灾标识要求**

**Fig. 2　Requirements of Disaster Prevention Signs in Public Building**

## 3　防灾标识认知体系的优化提案

防灾标识集预防、提示、引导等功能于一身，是沟通灾害事故与人们行为的工具，设置防灾标识的目的是通过人的认知达到安全避难，认知程度直接决定其应用效果。

认知是主体对客体的识别程度，通过问卷调查的方式，可以从统计学的角度反映认知状况。调查人群为北京科技大学在校学生、教职工、退休老人以及过往路人等共 200 人。表 1 中给出了为调查问卷结果统计。

以避难场所标识为例，受过高等教育者对文字及图案的识别能力最强，能识别比例为 75%；60 岁以上年长者识别能力较差，能识别比例为 40%；高中生受学校防灾知识教育的影响较大，能识别比例为 30%。避难场所标识和安全出口标识是社区常见标识，从调查问卷结果可以发现，人们对这 2 个标识很容易混淆。

仅是标识直观设计方面的认知调查，各类人群就体现出较大的差异性，当灾害发生时，受心理因素、建筑复杂度等影响，各类人群通过防灾标识寻找安全区域的能力差异会更大。如何综合考虑各类因素，减少防灾标识设计与设置的主观因素影响，是高效认知研究的关键问题之一。

### 3.1　防灾标识的认知区域划分

现代城市面临的主要灾害为地震、火灾、泥石流等，根据地区灾害历史资料统计可以相对明确灾害

**表 1　调查问卷结果统计**

**Tab. 1　Statistics of Questionnaire Result**

| 标识 | 理解度 | 回答 | 总人数 200 名 | | 受过高等教育 150 名 | | | | | | 60 岁以上 20 名 | | 高中生 30 名 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 艺术专业 50 名 | | 理工科 50 名 | | 文史科 50 名 | | | | | |
| | | | 回答数 | 比例 | 回答数 | 比例 | 回答数 | 比例 | 回答数 | 比例 | 回答数 | 比例 | 回答数 | 比例 |
| | 正确 | 避难场所 | 129 | 0.64 | 49 | 0.98 | 36 | 0.72 | 27 | 0.54 | 8 | 0.40 | 9 | 0.30 |
| | 错答 1 | 急救医院 | 38 | 0.09 | 0 | 0.00 | 3 | 0.06 | 7 | 0.14 | 2 | 0.10 | 6 | 0.20 |
| | 错答 2 | 紧急出口 | 32 | 0.16 | 1 | 0.02 | 7 | 0.14 | 10 | 0.20 | 6 | 0.30 | 8 | 0.27 |
| | 错答 3 | 急救设施 | 21 | 0.11 | 0 | 0.00 | 4 | 0.08 | 6 | 0.12 | 4 | 0.20 | 7 | 0.23 |
| | 认知程度 | 容易 | 107 | 0.54 | 42 | 0.84 | 35 | 0.70 | 25 | 0.50 | 2 | 0.10 | 3 | 0.10 |
| | | 较难 | 45 | 0.23 | 3 | 0.06 | 9 | 0.18 | 12 | 0.24 | 9 | 0.45 | 12 | 0.40 |
| | 正确 | 安全出口 | 118 | 0.59 | 48 | 0.96 | 33 | 0.66 | 21 | 0.42 | 6 | 0.30 | 10 | 0.33 |
| | 错答 1 | 急救医院 | 16 | 0.08 | 0 | 0.00 | 2 | 0.04 | 6 | 0.12 | 3 | 0.15 | 5 | 0.17 |
| | 错答 2 | 电影院 | 27 | 0.13 | 0 | 0.00 | 5 | 0.10 | 12 | 0.24 | 6 | 0.30 | 4 | 0.13 |
| | 错答 3 | 避难场所 | 39 | 20.00 | 2 | 0.02 | 10 | 0.20 | 11 | 0.22 | 5 | 0.25 | 11 | 0.37 |
| | 认知程度 | 容易 | 105 | 0.53 | 43 | 0.86 | 31 | 0.62 | 25 | 0.50 | 1 | 0.05 | 5 | 0.17 |
| | | 较难 | 52 | 0.26 | 4 | 0.08 | 11 | 0.22 | 14 | 0.28 | 8 | 0.40 | 15 | 0.50 |

发生较少的地区和较易发生灾害的地区，如发生洪水灾害的沿河地区有历史最高水位等。此外，根据用地性质及方式不同，区域危险程度也不一样，如城市区域规划中的商业区、居民区等易发生灾害，而大型公园、防灾绿地则可作为安全区域[11]。由此可见，城市面临的灾害及用地性质使不同区域具有不同的安全级别，因此应对城市进行不同防灾认知区域的划分，如图 3 所示。

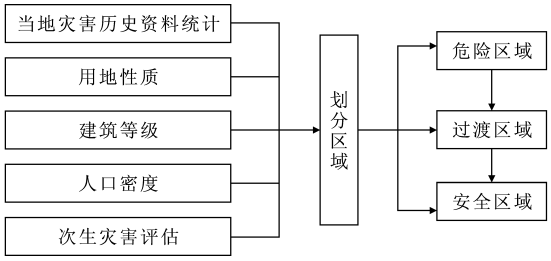



**图 3　防灾认知区域划分**

**Fig. 3　Division of Disaster Prevention Cognition Region**

以海啸灾害影响区域为例(图 4)，根据灾害对人及建筑物的影响程度进行划分：造成建筑物毁坏以及使建筑物内人员有生命危险的区域为高度危险区域，对建筑物有破坏但不造成建筑物倒塌和人员伤亡的为过渡区域，对建筑物有微小影响的为安全避难区域。同时，标识系统作为导向信息载体，其设置范围应具有区域性，应在不同区域的边界位置设置合理有效的标识以达到信息连续性要求。在不同区域内根据受灾人员的信息需求，标识设置种类应有所区别，如图 5 所示。危险区域的防灾标识应考虑的主要功能为警示、提示及分流引导，过渡区域需要考虑人群流量及动、静态标识层次设置，安全区域需要防止人员过多产生次生灾害，应设置应急设施标识，并保证标识设置的连续性。

**图 4　海啸灾害影响区域**

**Fig. 4　Tsunami Disaster Area of Influence**

通过不同防灾区域的划分，各区域防灾标识相应规范化、系统化，达到防灾标识的总体统一性，并在此基础上建立防灾标识认知体系。进一步提高抵

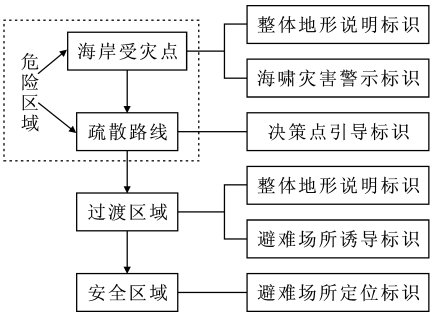



**图 5　标识分区域设置**

**Fig. 5　Setting of Signs by Area**

御灾害风险的能力，体现防灾标识的高效认知性，还需要进行不同认知区域防灾标识的层次设置。

### 3.2　防灾标识的层次化设置

公用建筑及设施防灾标识的设计与安装应当区别各种建筑功能、级别、类别等，根据不同设计等级进行层次设置，通过不同的针对性达到高效认知。中国民用建筑设计分为特级、1～5 级共 6 个等级，对应不同的重要程度。众多灾害实例表明，不同等级的公用建筑灾后损失不尽相同。基于建筑等级的防灾标识设置可以分为 3 个层次，如表 2 所示。

**表 2　防灾标识层次设置等级**

**Tab. 2　Gradations of Disaster Prevention Sign Setting**

| 建筑等级 | 特级，1 级 | 2，3 级 | 4，5 级 |
|---|---|---|---|
| 标识层次设置等级 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |

公用建筑防灾标识设置种类可按其划分类别进行逐次递减设计。建筑等级为特级和 1 级时，一般为大型公用建筑，聚集人员众多，一旦发生灾害，人员疏散困难，防灾标识重要性应为Ⅰ级。此类公用建筑应包含以下 8 种标识：①疏散指向标识，在疏散路线的两侧墙上或在一侧墙上及地面上设置导向线；②楼梯、电梯位置标识，在导向线的路线上设置楼梯、电梯标识；③安全出口标识，设置在出口上部；④防灾设备类标识，消防设备、应急设备及报警设备标识；⑤紧急出口标识，在导向线的终端或沿途的墙上设置紧急出口标识；⑥安全区标识，指明安全区域地点的标识；⑦特殊危险标识，标示疏散路线中的障碍物或相关地质性灾害、气象性灾害区域的标识；⑧特殊人群导向标识，应有专门标识，如无障碍设施标识。

2 级和 3 级建筑一般为中型公用建筑，亦可按照 1 级建筑进行防灾标识的设置，但是由于人员聚集程度不是很高，标识的种类和数量可以相应减少。此类公用建筑可不包含楼梯、电梯位置标识以及特殊危险标识和特殊人群导向标识。

4 级和 5 级建筑如单层食堂、一般办公楼等，由于建筑层数及重要性较低，建筑环境较为简单，因此防灾标识可以少配置。此类公用建筑可仅包含疏散指向标识、安全出口标识、防灾设备类标识。

防灾标识的层次化设置，是认知区域划分后标识高效认知性的直接体现，基于建筑等级的防灾标识层次设置，优化了原有的标识设置理念，达到适用性、安全性、经济性的统一，最大程度地发挥了防灾标识的作用。

### 3.3　防灾标识的系统性设计

防灾标识自身因素对标识应达到的认知效果有较大的影响，为提高认知的效率，减少标识设置中的主观随意性，根据各种因素对标识的影响作用以及考虑灾害发生时的实际情况，对标识的系统性设置进行研究。

区域范围内标识系统性的实现需要标识种类的完善设置以及标识形式的统一。功能性与连续性是标识实现系统性的基础，具体包括以下 3 个方面：

(1)防灾标识形式设置

防灾标识的形式设置是影响标识系统高效认知的重要因素，也是标识进行信息传递的可靠保证。标识设置形式可以分为 8 类(图 6)，如悬挂式、嵌墙(地)式、落地式等形式。

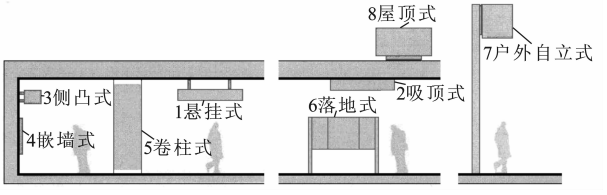



**图 6　标识设置形式**

**Fig. 6　Sign Setting Types**

2011 年，东日本大地震中宫城县志津川医院(图 7)内部损坏严重，各种形式的标识中嵌墙式标识基本保持完好，因此防灾标识的设置应参照危险区域的灾害类型选择相应的形式。

(2)防灾标识功能性及连续性设置

夜间，人们视觉捕捉能力及可视范围降低，采用具有夜视功能和能适应复杂环境的防灾标识可以增加发现标识的概率[12]。具有夜视功能的防灾标识可以采用荧光材料制造或在标识内部设置独立电源，如图 8 所示。

此外，还应考虑连续引导标识的间距(图 9)，以保证标识信息传递的连续性，便于人群疏散，避免因未找到标识而造成的人群滞留。

**图 7　地震后破坏场景**

**Fig. 7　Destroyed Scene After Earthquake**

(a)　荧光效果　　(b)　内置电源

**图 8　标识的夜视功能**

**Fig. 8　Night Vision Capacity of Signs**

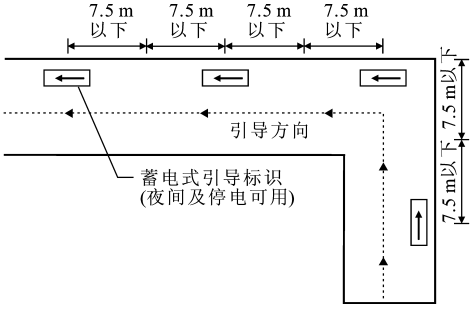


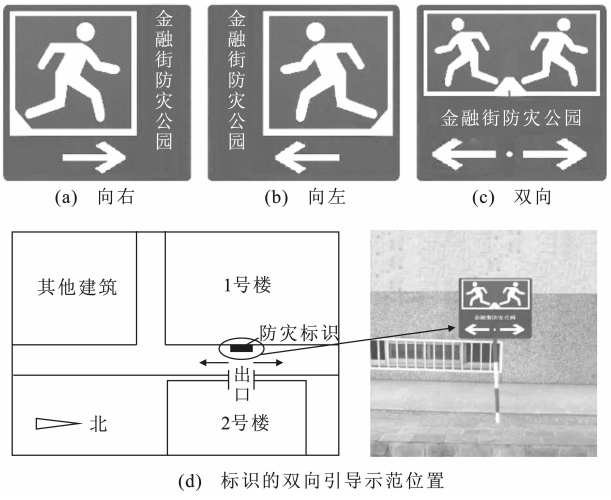

**图 9　标识设置的连续性**

**Fig. 9　Continuity of Sign Settings**

(3)防灾标识细节设置

在确定公用建筑周边的安全区域后，根据道路、设施的实际情况，配备一系列应急疏散指示标识，平时便于人们熟悉应急疏散路线，紧急状态下迅速撤离到安全区域。引导标识应注意设计细节，如图 10 所示，图 10(a)，(b)分别适用于向右和向左引导的情况。图 10(c)中，2 号楼出口正前方是建筑物，南北向道路均可去往防灾公园，因此需要设置指向 2 个方向的避难场所引导标识。

防灾标识的高效认知体系设置是一个多因素、多目标的综合问题，其正规化、标准化工作是一个长期的、系统的工作。通过在标识设计、设置等方面的不断改进，提高防灾标识的认知效率，使人们能在避




(a) 向右 (b) 向左 (c) 双向

(d) 标识的双向引导示范位置

**图 10 社区内避难场所引导标识范例**

**Fig. 10 Examples of Shelter's Guide Sign in Community**

难过程中充分利用防灾标识的信息传递功能。

## 4 结 语

(1)防灾标识设置引入区域划分概念,保障了公用建筑防灾标识设置的统一性,实施防灾标识认知区域划分,有助于建立高效的防灾、减灾认知体系。

(2)基于认知区域划分,标识的设置应根据建筑物的重要性等级进行层次划分,建筑物重要性不同,与其相应的标识考虑程度应该有所区分,在满足防灾基本要求的基础上更具经济性。

(3)参考问卷调查结果,通过防灾标识的形式、细节、人性化设置,实现防灾标识的统一性、连续性和系统性,从本质上体现防灾标识的高效认知特性。

(4)公用建筑防灾标识高效认知体系设置需要基础研究和应用研究同时进行,通过不断改进,增加标识在防灾工作中的作用,使得标识的使用更加广泛与完善。

**参考文献:**

**References:**

[1] OGUZHAN E. Comprehension and Hazard Communication of Three Pictorial Symbols Designed for Flight Manual Warnings[J]. Safety Science,2010,48(4):478-481.

[2] KOBES M, HELSLOOT L, DE VRIES B, et al. Building Safety and Human Behaviour in Fire: A Literature Review[J]. Fire Safety Journal,2010,45(1):1-11.

[3] WONG L T,LO K C. Experimental Study on Visibility of Exit Signs in Buildings[J]. Building and Environment,2007,42(4):1836-1842.

[4] 杜丽娟. 应急标识的疏散作用研究[D]. 北京:北京化工大学,2010.
DU Li-juan. Research on Crowd Evacuation of Emergency Signs [D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology,2010.

[5] 姚 云. 基于认知心理学的指路标志信息与信息密度阈值研究[D]. 成都:西华大学,2008.
YAO Yun. The Study of Information Density and Threshold for Guiding Signs Based on Cognitive Psychology [D]. Chengdu:Xihua University,2008.

[6] 宋 波,陈 芳,苏经宇. 地铁应急疏散标识系统优化[J]. 北京工业大学学报,2008,34(5):504-510.
SONG Bo,CHEN Fang,SU Jing-yu. Optimization for the Subway Emergency Evacuation of the Sign System[J]. Journal of Beijing University of Technology,2008,34(5):504-510.

[7] LIU M T,ZHENG X P,CHENG Y. Determining the Effective Distance of Emergency Evacuation Signs [J]. Fire Safety Journal,2011,46(6):364-369.

[8] NASSAR K,AL-KAISY A. Assessing Sign Occlusion in Buildings Using Discrete Event Simulation[J]. Automation in Construction,2008,17(7):799-808.

[9] JIS Z 9101, Safety Colours and Safety Signs-design Principles for Safety Signs in Workplaces and Public Areas[S].

[10] 袁建平,方 正,卢兆明,等. 城市灾时大范围人员应急疏散探讨[J]. 自然灾害学报,2005,14(6):116-119.
YUAN Jian-ping,FANG Zheng,LO Sin-ming,et al. Large-scale Evacuation of People from Urban Disaster [J]. Journal of Natural Disasters,2005,14(6):116-119.

[11] 宋 波. 点面结合、科学规划、适应现代城市灾害特点的防灾减灾新视点[J]. 土木工程学报,2010,43(5):142-148.
SONG Bo. New Perspective of Urban Disaster Prevention and Mitigation: Integration of Part and Whole, Scientific Planning, and Adaptation to the Characteristics of Modern Urban Disaster [J]. China Civil Engineering Journal,2010,43(5):142-148.

[12] GB/T 23809—2009,应急导向系统设置原则与要求[S].
GB/T 23809—2009,Safety Way Guidance Systems—Setting Principles and Requirements[S].