

潘震宇, 蔡欣欣, 方伟华. 厦门市地震应急避难场所(指南)网络服务系统[J]. 华南地震, 2019, 39 (1):31-39. [PANZhenyu, CAI Xinxin, FANG Weihua. Xiamen Earthquake Emergency Shelter (Guide) Network Service System[J]. South China journal of seismology, 2019, 39(1):31-39]

## 厦门市地震应急避难场所(指南)网络服务系统

潘震宇<sup>1</sup>, 蔡欣欣<sup>1</sup>, 方伟华<sup>2</sup>

(1. 厦门市地震局, 福建 厦门 361003; 2. 厦门地震勘测研究中心, 福建 厦门 361021)

**摘要:** 通过介绍由厦门市地震局开发的“地震应急避难场所(指南)网络服务系统”的工作原理、设计思路、开发环境及应用实例等, 指出该系统可以全方位的解决地震应急避难场所的规划建设、避难场所的指南服务、地震避险的路径规划以及地震知识的宣传等多种需求。

**关键词:** 应急避难场所; 指南; 网络服务; 系统

中图分类号: X922

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2019)01-0031-09

DOI: 10.13512/j.hndz.2019.01.006

## Xiamen Earthquake Emergency Shelter (Guide) Network Service System

PANZhenyu<sup>1</sup>, CAI Xinxin<sup>2</sup>, FANG Weihua<sup>3</sup>

(1. *Earthquake Administration of Xiamen City, Xiamen 361003, China*; 2. *Xiamen Research Center of Seismic Exploration, Xiamen 361021, China*)

**Abstract:** The paper introduces the working principle, design ideas, development environment, and application examples of the “Earthquake Emergency shelter (Guide) Network Service System” developed by the Xiamen Earthquake Administration. The system can comprehensively solve the planning and construction of earthquake emergency shelters, guide services for shelters, path planning for earthquake hazard avoidance, earthquake knowledge propaganda and other needs.

**Keywords:** Emergency shelter; Guide; Network service; System

收稿日期: 2018-01-11

基金项目: 福建省厦门市地震应急避难场所建设专项基金(02031364)

作者简介: 潘震宇(1979-), 男, 本科, 工程师, 主要从事地震应急、地震监测预报等工作。

E-mail: 262611@qq.com.

## 0 引言

应急避难场所是一种城市突发公共事件后安置灾民的设施,是为城市居民躲避地震、洪水、爆炸、火灾和疫情等重大突发公共事件的安全避难场所<sup>[1]</sup>。2011 年以来,厦门共建设完成了 82 处地震应急避难场所,我们需要为市民提供应急避难指南服务,让民众了解应急避难场所的避难区域、功能和最便捷的疏散路线,同时为地方政府开展地震应急指挥提供决策服务<sup>[2]</sup>。为了满足上述需求,我们开发了此套地震应急避难场所(指南)网络服务系统,该系统可以作为地震应急避险路径规划和地震科普知识的网络服务平台,同时为保证决策需要,系统能够适应离线状态下的正常运行。

## 1 系统概述

### 1.1 系统简介

本系统是以计算机硬件、移动终端与网络通信平台为依托,以数据中心为枢纽,以 WEBGIS、PHP、Html5、GPRS 等技术为支撑构建的应用系统。整体框架包括基础层、数据层、服务层、综合应用层和用户层五个层次(图 1)。基础层包括网络环境、软硬件设施、法律法规、各类规范标准和管理办法等,以保障系统顺利运行;数据层以地震应急避难场所综合信息数据库为核心,包括避难场所地理信息数据库、地震知识数据库、在线地图服务接口、在线卫星影像地图、离线地图数据包等,充分复用厦门市地震局现有的数据资源,经过处理后为本系统提供数据资源;服务层在整个框架中具有承上启下的作用,通过卫星影像地图服务、路径分析服务、数据传输服务、专题地图服务、数据管理服务等为上层综合应用获取所需的数据资源,提供统一的基础支撑服务;综合应用层构筑多层次的服务体系,是系统核心功能的外在体现,面向各级用户提供服务,包括面向公众用户的网络、微信端服务,面向决策人员的离线端(应急避难场所决策服务系统),面向系统运维人员的系统管理后台;用户层指应用地震应急避难场所(指南)网络服务系统的直接用户,分为社会公众用户、决策指挥人员、运维管理人员等。

### 1.2 应用前景

该系统可以作为地震应急避险路径规划和地

震科普知识的网络服务平台,通过普通 PC 和当前普及度最高的即时通讯平台微信为入口,以地图和动画的方式,新颖活泼、易接受地展现“地震的发生到大众如何进行自救、互救,前往应急避难所”的完整流程;以简单、及时、普遍、自然的人机交互方式,向社会公众宣传地震科普知识,有效提高市民防震应急减灾意识;充分的发挥应急避难场所的功能性,进一步提高城市综合防震减灾能力、减轻灾害影响、增强政府应急管理工作能力。



图 1 系统体系结构图

Fig.1 System architecture diagram

## 2 系统的设计与实现

### 2.1 系统软件开发及运行环境

本系统用 PHP 脚本语言编写,通过厦门精图公司自主设计的地理信息系统 KingMap GIS 平台进行开发。KingMap 平台的设计完全遵循第四代 GIS 及其发展的思路,具备支持数字地球、数字区域、数字城市的能力,支持用户进行基于 C/S 结构、B/S 结构以及多层结构的应用和开发。服务器操作系统选用 Windows Server 2008 R2 中文标准版。如果操作系统环境受限,系统也支持在 Windows Server 2003 系统上运行,采用 MySQL 数据库进行数据处理。

### 2.2 系统网络结构设计

地震应急避难场所(指南)网络服务系统的计算机网络,是整个系统数据传输和通讯的基础,由 Internet 地图服务及接口、应用服务器、用户客户端三部分组成。系统的地图服务和路径分析服务来源于主流的互联网地图服务提供商,其服务

器性能好、响应速度快、数据质量高、更新频率快。应用服务器主要承担系统运行服务中心、数据库存储,对外提供各个端口使用的服务接口集合,包括路径分析接口、避难场所地图服务接口、地震专题地图服务接口、查询服务接口以及数据管理服务接口。为保证离线端决策系统的正常运行,应用服务器同时存储离线地图数据、离线的路径分析数据,通过局域网的方式提供给其使用。

当然,如果局域网的环境都没有,也可以在某台机器单独部署,实现离线运行。用户端主要分为两类人员,一类为公众用户,主要的客户端为手机、平板和 PC 机,通过 WIFI、GPRS/GSM、4G 访问;另一类为应急指挥决策人员和系统运维管理人员,主要的客户端为 PC 机,通过 Internet 访问(图 2)。

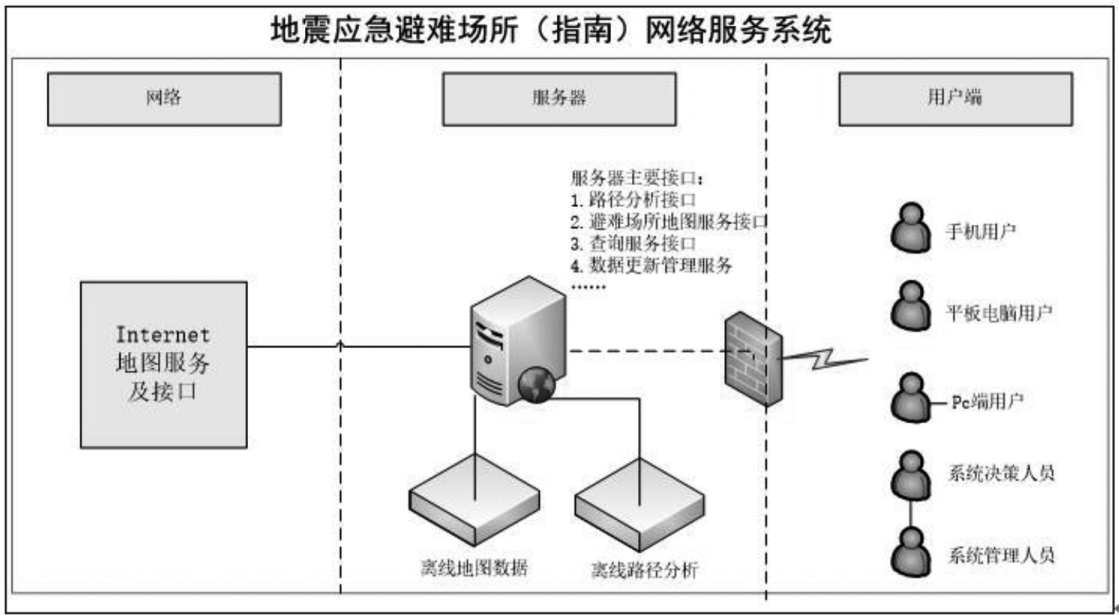


图 2 网络体系架构图  
Fig.2 Network architecture diagram

2.3 避险路径规划设计

应急避险路径规划功能是整个系统的基础功能,通过防震救灾手册及对厦门市 82 处应急避难场所周边小区建筑设施、人口特征等数据分析,考虑地震烈度及避险路径存在的危险因素,制定地震应急避险路径模型,计算出合理的应急避难场所和应急避险路径,提供任意两个位置之间的避险路径计算结果展示。基础路径分析使用当前国内数据质量最好、算法最佳的两家在线服务提供商百度、高德的路径分析服务,考虑到各家地图的坐标体系和标准不一致,系统自动进行转换,并统一坐标,方便集成使用,同时为保证离线状态下运行,采用缓存策略把各个小区到避难场所之间的最短路径一次性缓存下来,并通过定时更新服务,定期更新缓存数据。路径分析服务优先选择百度,当百度服务不可用时,切换为高德的服务,如果均不可用,则使用离线的路径分析服务(图 3)。

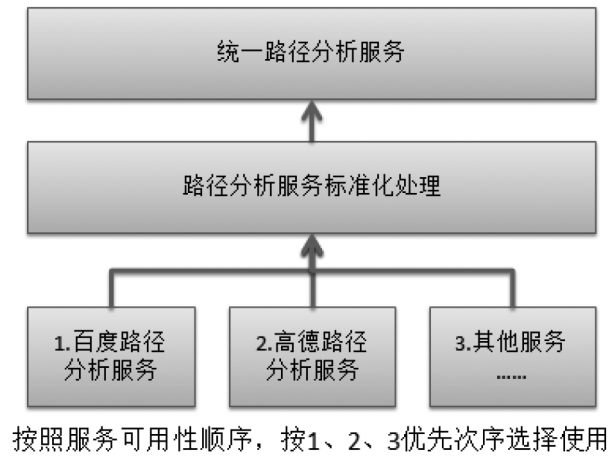


图 3 路径分析服务流程图  
Fig.3 Flow chart of path analysis service

2.4 数据库建设

地震应急避难场所(指南)网络服务系统综合信息数据库建设是系统建设的核心。利用厦门市地震局现有数据资源,进行整理和加工,将基础空间数据与地震专题属性数据结合,形成全面、精确的地震综合信息数据库,同时还建立了完善的数据库更新和维护机制。

2.4.1 综合信息数据库

基于厦门市 82 处避难场所的基础地理信息数据库,采用包含避难场所、人口、小区、医院、超市、建筑物等各类数据、表结构示例见(表 1)。

基础地理信息数据选择互联网卫星影像地图作为系统底图数据进行管理,为系统提供显示、查询、搜索、定位、分析等功能。数据内容根据 GB/T13923-2006《基础地理信息要素分类与代码》标准进行分类,结合实际应用,按照满足应用最小化数据量需要,进行要素分层,用户在浏览电子地图时,不同的放大倍数下显示的要素也是不同的,各图层有相应的属性信息,包含平面地图背景、平面地图注记、影像地图、影像地图注记,并且能够按照需求叠加,数据结构保持较强的延展性。在分层过程中充分利用地理要素的分类编码,以提高分层的效率和准确性(表 2)。

遵循地震行业标准(《国际搜救与救援指南和方法》,《防震减灾实用知识手册》),收集并规范化整理了大量专题知识数据,形成了地震知识数据库。对地震知识数据按照文字、图片、音频(mp3)、视频(mp4)四种不同文件格式进行分类,文本和图片数据进行响应式标准化处理,能够根据用户行为和不同设备环境(系统平台、屏幕尺寸、屏幕定向等)进行相应的响应和调整,使显示效果达到最好。音频数据(mp3)主要分为三部分:当前位置所属避难救助区域的提示、避难场所的介绍、地震知识的讲述。视频文件采用 MP4 格式,通过 HTML5 的内置支持,可以实现即时播放,不需要把视频下载完成才能播放,可以极大的提升视频文件的浏览体验。

采用网格化存储的策略处理路径规划离线数据,把厦门市划分为数千个网格单元,每个网格单元内到达最近的避难场所,都有一条最佳的行走路径。系统通过数据库自动把这数千个路径存储起来,在需要使用时直接调用,有效保证离线状态下的路径分析导航功能。

2.4.2 数据库更新和维护

建立了完善的数据更新和维护机制,使整个

表 1 避难场所数据表结构(BNCS)

Table 1 Data table structure of emergency shelter

序号	列名	数据类型	长度	小数位	标识	允许空	说明
1	id	int	4	0	是	否	编号
2	name	nvarchar	150	0		是	名称
3	dist	nvarchar	50				所属行政区
4	renshu	nvarchar	150	0		是	救助人数
5	area	nvarchar	150	0		是	棚宿区面积
6	type	nvarchar	150	0		是	类型
7	marker	nvarchar	150	0		是	图标样式
	summary	nvarchar	4000	0			备注信息
8	longitude	float		6		否	经度
9	latitude	float	6			否	纬度

表 2 避难场所基础数据分层表

Table.2 Stratified table of basic data for emergency shelter

序号	图层名称	主要类型	图层类型
1	片区	82 个地震避难场所片区	面
2	避难场所	避难场所平面图	面
3	避难功能点	避难场所内部功能点	点
4	小区	小区、居民区、大厦等	点

系统的数据保持现势性,能够随时恢复出过去任意时刻的全部或部分数据,并能实现历史查询和数据对比等操作(图 4)。

(1)地震避难场所的更新

在已建成的避难场所基础上,还会新建地震避难场所,主要通过后台添加地图图层数据的形式进行更新,用户可以及时的看到新增的避难场所,快速有效的发挥新增避难场所的价值。

(2)地震知识和相关专题数据的更新维护

对地震知识数据的更新和维护,也采用系统管理后台进行,主要通过新增、修改、删除的功能进行地震知识的管理(图 5)。离线端(决策指挥系统)包含的专题数据(小区、建筑物、人口密度等)主要以瓦片地图图层的方式储存,通过重新发布地图服务的方式,重建瓦片地图缓存文件对这些数据进行更新<sup>[9]</sup>。

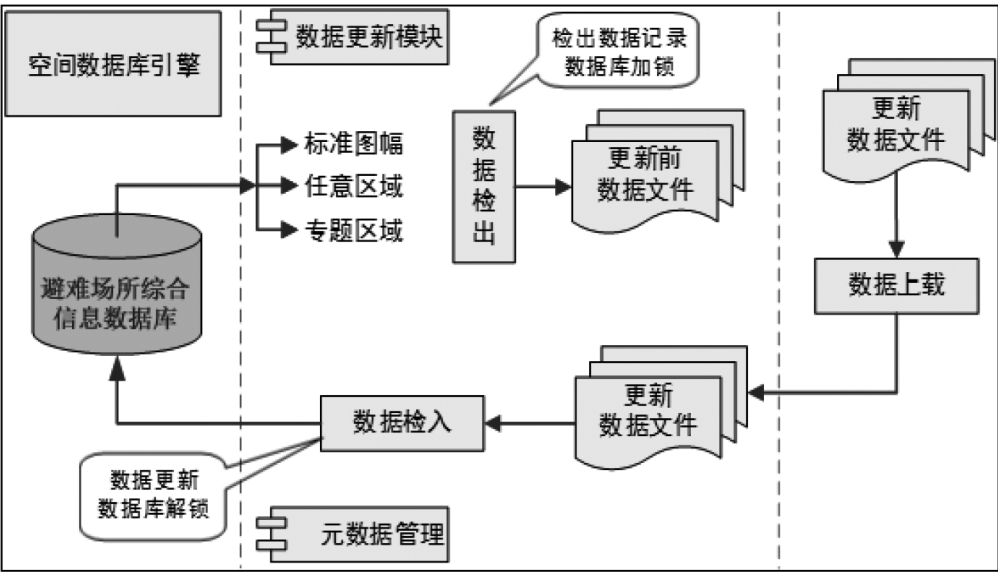


图 4 数据更新示意图  
Fig.4 Data update schematic



图 5 后台管理界面  
Fig.5 Backstage management interface

2.5 动画以及人性化设计

在提示性说明、避难场所以及地震知识的介绍等各个功能环节添加制作了上万字的专业录音材料，使用了一些动画脚本，使系统操作不呆板，增强了系统的人性化应用效果，提高了用户使用系统的兴趣和满意度。如卡通人物造型的设计，设计灵感来源于厦门市花三角梅，腰带体现地震元素，通过可爱的卡通形象介绍系统功能（图 6）。

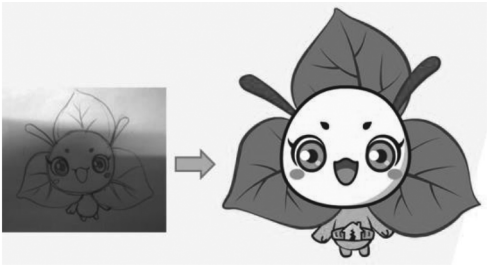


图 6 动漫卡通人物设计  
Fig.6 Cartoon character design

2.6 系统实例

2.6.1 网络端实例

网络端(<http://202.109.255.142>) 部署在厦门市信息中心机房服务器。采用 webgis 平台为客户端提供网络动漫浏览服务，适应于目前主流流浏览

器如 IE、chrome、Safari 等，支持 windows、ios、安卓等平台平板电脑触控操作。包括地震主题动画、地震知识、避难场所介绍、逃生指南、地震应急避险路径等模块(图 7)。

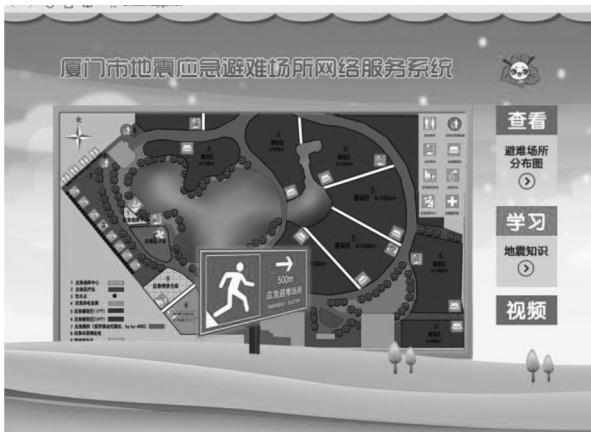


图7 网络端主界面

Fig.7 Main interface of network end

点击对应链接可以进入相应模块页面，如避难场所分布图可以让用户了解避难场所的分布，

了解自己身边的避难场所，通过三层控制的方式，进行地震避难场所片区、避难场所服务范围以及避难场所细节功能点展示，第一层：显示本市避难场所的整体布局平面图，按照82个避难所对应的片区将布局图切分成82块，用户可任意点选进入。第二层：显示每个应急避难场所服务范围的区域场景图，场景中包括：应急避难所、周边的超市商场、医疗机构、社区信息、其它基础建筑。第三层：显示每个应急避难场所的场景图，更进一步的展现避难场所的细节，场景中标示出避难所的各个应急功能点，应急功能点采用标准的应急图标显示，点击应急图标，弹出该功能点的详细说明。同时提供避难场所查询、避难场所功能点的属性信息查看等功能(图8)。



图8 应急避难场所三层分布图

Fig.8 Three-layer distribution map of emergency shelter

地震知识界面是大众学习和了解防震救灾常识的版面，此版面设计三层关系，第一层：将地震知识分类显示成各个子类标题按钮，例如：地震来了怎么办，地震百问百答，小谚语大道理，

地震监测预报，震后生活指南等等。第二层：显示各个标题按钮的明细目录。第三层：明细介绍，用户点选每条明细目录，“图文并茂”的展示详细内容(图9)。



图9 地震知识展示

Fig.9 Seismic knowledge display

避险路径规划服务可以有效的帮助用户选择合理的步行路径,最快速度的到达地震应急避难场所。点击地图任意位置,或者点击任意某个建筑物,系统自动确定最佳的避难场所,生成建筑

物到避难场所的避难路径,可点击导航并显示到达最近的避难场所路径。在导航过程中,还可以同时推送地震逃生指南小知识(图 10)。



图 10 避难场所地图导航路径显示

Fig.10 Map navigation path display in emergency refuge

2.6.2 离线端实例

地震应急避难场所(指南)网络服务系统需要适应离线状态下的正常运行(为与网络端版本区分,考虑决策需要,命名为厦门市应急避难场所决策服务系统),决策管理人员可以通过本系统,更直观的查看本市避难场所的分布,了解避难场所的服务范围,为后续新的避难场所规划服务。离线端部署在厦门市地震局本地机房服务器或者单

台主机,可以在没有互联网甚至没有局域网的情况下运行,离线功能主要集中在应急避难场所展示、避难路径规划、地震知识浏览、地震专题地图叠加(包括避难场所救助区域示意图、建筑物建成年限示意图、人口分布示意图)展示等功能,页面布局更适合大屏使用。图 11 为厦门地区建筑物



图 11 建筑物建成年限示意图

Fig.11 Schematic diagram of building construction years

建成年限示意图,通过对厦门市所有建筑物的建成年限进行统计分析,大体了解到若发生大地震时,可能受影响较大的区域位置,通过专题地图的方式进行直观显示,可以对避难场所的规划起到一定的辅助决策作用。其他功能大致使用体验与网络端一致,就不一一赘述了。

### 2.6.2 微信端实例

微信是本系统的主要访问入口,也是系统与

用户建立沟通渠道的重要环节。用户关注微信公众号(公众号:xmdtsc)后,与系统建立对话关系,系统通过微信端向用户提供动漫方式避震知识,避难路径规划展示服务,还可以在强地震发生时,对不同地震烈度影响下、不同位置人员提供地震应急避难疏散路径服务(图 12)。



图 12 微信端界面展示

Fig.12 WeChat end interface display

## 3 结语

该套系统自 2017 年 2 月份开始正式上线投入运行,运行状态稳定,基本满足了以下的几项设计原则:

(1)经济性原则。系统的建设从厦门市地震局信息化的现状和实际出发,充分利用和整合现有的数据资源、硬件资源、网络资源,避免了重复投入。

(2)稳定性、可靠性、安全性原则。能实时承载数据高速运行、信息流转的安全,具有良好的故障恢复能力与预警能力。在网络安全、数据库系统安全、通用安全、管理安全等方面符合国家关于计算机信息系统安全等级保护的相关要求。

(3)易维护性、开放性和扩展性原则。系统采

用标准的、松散耦合的、面向服务的架构,在系统维护性、模块独立性、开放性、可扩展性方面具有优势,并且通过标准化的 Web Service 和 Rest 接口模式向外提供服务,支持各种客户端语言调用<sup>[4]</sup>。

(4)易用性、规范性和兼容性原则。本系统软件 UI 采用扁平化设计,建立清晰的层次感,去掉冗余的界面和交互,合理搭配颜色,突出内容主题,减少用户操作次数。通过使用文字、图标、图片等元素展示系统内容,避免用户对界面产生模糊认识,按钮名称通俗易懂,用词准确,与同一界面上的其他按钮易于区分。同时,考虑到系统的主要用户为社会公众,对信息化系统的接受程度较低,在功能界面上采用较多的动画展示技



术,保持系统的友好性、易用性,提升了系统特色。系统软件界面突出效果整体性,在页面布局、字体、标签风格、颜色、显示错误信息等方面保持规范一致。系统兼容基于 Android、iOS 和 Windows 的手机、平板电脑和 PC 设备,在各种不同的分辨率下都具有较好的显示效果。

从运行的初步反馈结果来看,相关功能达到预期的效果。系统能够帮助民众学习地震科普知识,了解应急避难场所的区域分布、各区域功能及疏散路线,为政府实施行之有效的地震应急指挥决策提供服务。

#### 参考文献:

- [1] 杨爽,张楠,赵士达,等. 天津市地震应急避难场所试点建设[J]. 防灾减灾学报,2013,29(4):79-82.
- [2] 陈江驰,于洪波,潘震宇. 地震应急避难场所建设的思考与对策[J]. 防灾博览,2012(3):72-77.
- [3] 苏旭明,谭建成. WebGIS 中瓦片地图关键技术研究[J]. 北京测绘,2012(2):9-12.
- [4] (美)伊尔,王满红. SOA 概念、技术与设计[M]. 北京:机械工业出版社,2007.