

基于 Web 的地震废墟救援数据库管理平台*

王东明, 朱达邈

(中国地震灾害防御中心, 北京 100029)

摘要: 以“全数据”作为设计理念, 提出建立地震废墟救援数据库群组, 并基于 Web 搭建地震废墟救援数据库管理平台, 实现地震废墟救援数据的收集、遴选、整理及共享。基于此数据库群组, 积累地震现场数据, 作为地震废墟救援领域研究的科学依据, 并且通过数据库管理平台为地震救援队员的日常学习与训练提供专业性救援知识、技术服务和科学指导, 进一步提升我国地震救援队伍的整体能力及综合素质。

关键词: 地震废墟救援; 数据库群组; Web; 管理平台

中图分类号: P315-39

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2016)03-0507-06

0 引言

地震灾害会给人类的生命财产安全带来极大的威胁, 近年来, 我国频繁发生重、特大地震, 造成了严重的人员伤亡和财产损失, 如 2008 年汶川 8.0 级地震、2010 年玉树 7.1 级地震、2012 年云南彝良 5.7 和 5.6 级地震、2013 年四川芦山 7.0 级地震、甘肃岷县漳县 6.6 级地震以及 2014 年云南鲁甸 6.5 级地震等。破坏性地震发生后, 开展紧急救援工作、全力抢救幸存者就成为了首要任务, 地震紧急救援队的重要意义也随之突显出来。我国的地震紧急救援队起步较晚, 与西方发达国家还有着较大差距。2001 年 4 月 27 日, 中国国家地震灾害紧急救援队正式成立(王东明, 2013), 时任国务院副总理温家宝为其授旗并指示: “一旦发生重大地震灾情, 这支队伍能及时、有效地采取措施, 实施紧急救援, 减轻伤亡”(尹光辉, 2002)。这支队伍自成立以来已经多次参与国内外的地震救援行动。但是当重特大地震发生后, 仅仅依靠国家地震救援队的力量是远远不够的。尤其是地震发生后的第一时间, 率先开展救援任务的往往是当地的救援队伍, 而这些队伍的 90% 以上是依托当地消防特勤队建立的, 并非专业地震救援队伍。因此依托这些队伍, 努力提升其地震救援综合能力, 对于我国地震救援事业的发展有着重要意义(范茂魁, 2009)。

中国地震局在“十五”期间组织实施了地震应急指挥技术系统建设, 全国各个省份均建成了地震应急基础数据库。如甘肃省于 2006 年完成了甘肃省地震应急基础数据库管理服务软件系统, 通过 Internet 实现了地震应急及基础数据的收集和管理功能(何少林等, 2006); 浙江省基于 Arcinfo 9.2 实现了浙江省地震应急基础数据库系统(李东平, 姚远, 2009); 江苏省建成了基于 GIS 的地震应急基础数据库, 并配套实现了震害预测与快速评估技术(刘红桂等, 2005)等。地震应急基础数据库的建设, 在地震发生后的整个应急工作中起着重要的作用, 可以协助完成灾害损失评估、指挥辅助决策等功能, 从而指导应急救援工作(聂高众等, 2002)。

本文从积累地震救援数据, 在没有发生地震的时间里进一步提升救援队伍综合能力的角度出发, 提出建立地震废墟救援数据库群组, 并基于 Web 实现地震废墟救援数据库管理平台, 进而通过 Internet 为救援队员提供数据资料, 让每一位用户更深刻地了解地震救援工作。以此平台为全国的地震救援队员开展培训, 也为地震救援领域的研究工作提供较为翔实的数据资料。

1 地震废墟救援数据库群组建设

进入 21 世纪以来, 随着科学技术的不断发展, IT 技术已经彻底改变了人类的工作和生活, 而时

* 收稿日期: 2016-03-07.

基金项目: 国家自然科学基金(51208479)和地震行业科研专项项目(201208019, 201208018)联合资助.

下 IT 发展最为热门的领域无疑是“云物移大智”，即云计算、物联网、移动互联网、大数据和智慧城市。它们就好比齐驱的五驾马车，代表了当今 IT 科技发展的新趋势。而这其中，数据作为理论基础和科学依据，意义尤为重要。工业和信息化部软件服务业司司长陈伟（2013）曾这样评价大数据：“大数据有四个维度：量大，种类多，发展速度快，最后就是价值复杂，可以说处处是黄金，到处是沙子。”本文提出建立的地震废墟救援数据库群组就是以“大数据”作为科学技术手段，力求打造地震救援领域的“全数据群”。

在地震废墟救援工作中，从同时保护幸存者和救援队员的角度出发，不仅需要救援队员具备较为专业的救援技术，还要求其在地震现场的废墟结构稳定性具备一定的判别能力（王东明，2008）。鉴于地震是小概率事件，很多救援队员没有足够的地震现场工作经验，因此笔者考虑并设计了如图 1 所示的地震废墟救援数据库群组，其中包含地震灾害事件库、地震废墟救援图库、地震废墟救援案例库、建筑物倒塌视频库、救援专业文献库、救援设备库、地震救援仿真模型库和建筑物基础数据库，该数据库群组可以在日常的工作、学习、演练过程中为救援队员提供详尽的地震救援数据资料，辅助其了解地震灾害事件基础知识、地震建筑物倒塌过程、废墟结构、救援设备选取、救援方式等内容，同时该数据库群组也是积累地震现场数据的重要保证，为该领域的研究提供了科学依据和坚实基础。

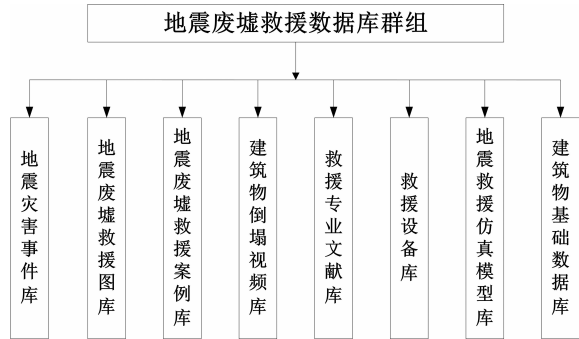


图 1 地震废墟救援数据库群组
Fig. 1 Earthquake ruins rescue database group

1.1 地震灾害事件库

地震灾害事件库依照全数据的设计理念，采用树状设计原则，以一次地震灾害事件作为“树”的主干，将事件相关的全部数据资料分类后作为

“树”的枝干，具体的资料信息作为“树”的枝叶，应用动态管理规则，可以对数据结构和类别进行自由添加、删除、修改。如图 2 所示，目前地震灾害事件库暂时划分了 22 个子数据库，收集整理所有跟地震灾害事件相关的数据资料，包括文献、书籍、视频、图片、文本信息、网络资源等，用于统计分析和科学研究。

数据是研究的基础，以汶川地震为例，地震发生后，众多学者、科研人员以此为研究基础，产生了大量的研究成果。据不完全统计，目前国内已经发表的汶川地震相关科技论文在 27000 篇以上，正式出版的书籍超过了 3000 本，相关网络报道、视频、图片等资源更加繁多。本文提出的地震灾害事件库力求将一次地震灾害事件相关的资源尽可能实现全面收集汇总，并且重新分类，不仅有助于进一步的数据挖掘和分析利用，也从根本上解决了研究工作中缺少翔实数据的困扰。

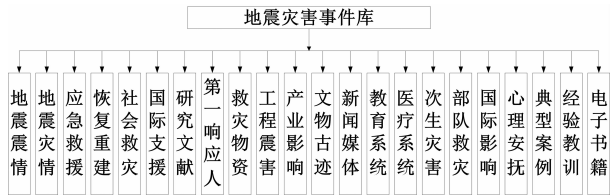


图 2 地震灾害事件库
Fig. 2 Earthquake disaster event database

1.2 地震废墟救援图库

许多少、弱震地区的救援队员或从事地震救援领域研究工作的学者，均没有过地震现场的亲身经历。破坏性地震发生后，建筑物倒塌的形式千差万别。开展的救援工作往往都是在废墟中临时形成的狭小空间内进行，而这些空间只具备暂时的相对稳定性。地震废墟救援图库就是通过收集和整理此类地震现场救援照片，并辅以详细的资料信息，一方面让救援队员更清晰、直观地了解地震废墟的结构形式、倒塌模式，另一方面也能使没有地震现场经历的救援队员对地震废墟有更加客观深刻的认识。

1.3 地震废墟救援案例库

在地震救援工作中，经验十分重要，尤其是少、弱震的地区更加缺少该领域的专家。地震废墟救援案例库通过积累国内外成功的地震救援案例，为救援队员提供充足的经验知识。成功救援案例的积累也有助于今后在地震救援指挥、人员

调度与分配中提供参考依据。

1.4 建筑物倒塌视频库

建筑物倒塌视频能够给救援队员最为真实、直观的视觉体验，使其能感受到地震中建筑破坏、倒塌的全过程。建筑物倒塌视频库主要包括两类视频，一类是真实地震发生时抓拍到的建筑物破坏视频，另一类是电影、动画中模拟的建筑倒塌视频。

1.5 救援专业文献库

国内外救援领域文献资料众多，对于地震救援工作的发展有着指导意义和参考价值。救援专业文献库收集整理国内外全部救援相关文献，并重新分组归类，便于用户的查询、检索和下载。

1.6 救援设备库

救援设备种类繁多，救援设备库将其划分为 7 个子库：针检设备、营救设备、动力照明设备、通讯设备、医疗设备、后勤保障设备和救援车辆，为救援队员提供详细的设备介绍，包括设备图片、型号、使用条件、技术参数、用途等。

1.7 地震救援仿真模型库

建立地震救援仿真模型库，存储虚拟地震灾害三维场景、地震废墟仿真模型、地震救援设备仿真模型等，让救援队员能够更为形象、逼真地体会到地震废墟救援现场场景。

1.8 建筑物基础数据库

破坏性地震发生后，大量的建筑物破坏和倒塌是造成人员伤亡的主要原因。因此，地震救援工作中的核心任务就是解救压在建筑物废墟中的幸存者，而地震救援人员普遍对建筑结构本身知识掌握较少。该数据库通过存储大量建筑物基础数据，让救援队员了解建筑物结构属性，提高救援效率。建筑物基础数据库包括：常用建筑材料密度库、常用屋顶材料重量库、建筑工程常用钢筋重量库、普通住宅混凝土用量库、普通住宅钢用量库、钢材理论重量计算模型库等。基于以上数据库，救援队员可以直接或通过估算的方式得出压埋幸存者的建筑物废墟材料重量，进而采取最行之有效的方式开展救援。

2 数据库群组管理平台搭建设计方案

在建立地震废墟救援数据库群组的基础上，

笔者研发了基于 Web 的地震废墟救援数据库管理平台，如图 3 所示。该平台采用基于 ASP.NET 的 B/S 三层体系架构，通过 Internet 为用户提供数据服务。平台利用“高内聚、低耦合”的模块化设计方法，保证各模块间的相对独立性。系统后台应用 SQL Server 数据库，通过 ado.net 完成数据源间的访问和交互，数据内容主要包括地震废墟救援图片、地震相关视频及动画、国家标准、政策法规性文件、地震救援领域专家 PPT、救援专家授课讲座音视频文件、救援专业文献资料、地震救援案例、地震救援废墟仿真模型、地震救援设备仿真模型、三维震害虚拟场景等。

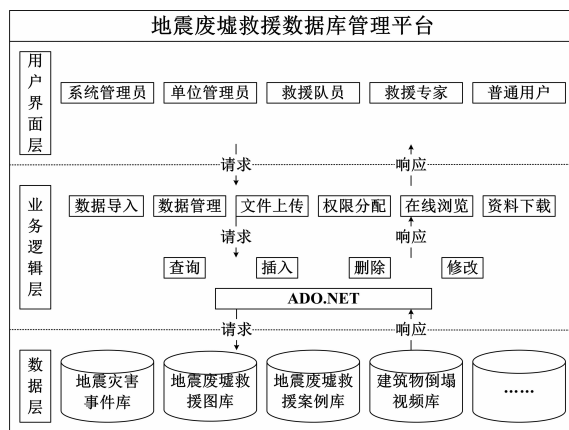


图 3 地震废墟救援数据库管理平台体系架构

Fig. 3 The architecture of earthquake ruins rescue database management platform

2.1 用户权限管理

地震废墟救援数据库管理平台设有系统管理员、单位管理员、救援队员、救援专家、普通用户 5 种不同角色。通过 Internet 注册成为系统用户则可以使用地震废墟救援数据库管理平台。按照用户角色不同，系统分配了不同的用户使用权限，并采用了分级管理模式。

(1) 系统管理员：负责审核和管理地震废墟救援数据库管理平台中的每一位注册用户，为其分配使用权限。审查和维护系统内的数据资料，保证其质量和安全。

(2) 单位管理员：负责管理和维护本单位的用户和数据资料。

(3) 救援队员：管理个人的数据资料和查阅其他用户共享的资源。

(4) 救援专家：协助系统管理员和单位管理员对数据资料的科学性和可用性进行审查，并定

期上传个人专业指导材料。

(5) 普通用户：作为从事地震救援领域研究或管理的非地震救援队员或兴趣爱好者，也可以成为系统的普通用户，进行数据资源的交互共享。

2.2 数据维护与质量控制

数据的维护与质量控制是地震废墟救援数据库管理平台的核心，优质的数据资源和科学的管理流程是保证系统稳定运行和用户乐于应用的基础。系统采用“上传—审核—入库—应用”的原则，在保证数据质量与可用性的同时，确保其安全性，保证每位用户个人资源在未经许可的情况下不会被擅自盗用。图4为数据管理流程图。

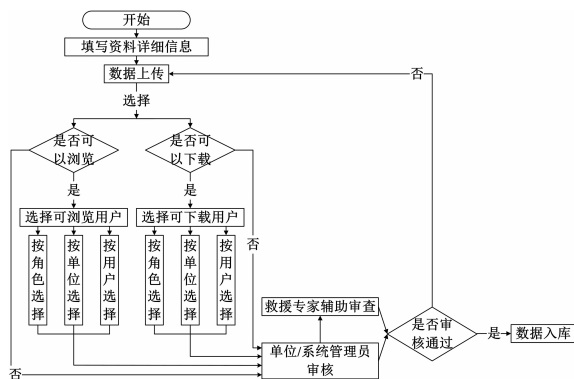


图4 数据管理流程图

Fig. 4 The flow chart of data management

(1) 数据格式规范

地震废墟救援数据库管理平台中的数据库采用统一的格式标准及动态管理的模式，允许系统管理员或单位管理员根据实际需求自定义数据模版，每位用户依据模板完成资料信息的上传入库。

(2) 数据审核

用户完成资料上传后，会将全部数据交由单位管理员和系统管理员，由管理员负责对数据的真实性、科学性、实用性进行审核，专业性较强的数据资料，管理员可以请救援专家辅助审核，审核通过的数据资料才能进入系统后台的数据库中。

(3) 数据应用权限许可

上传到系统中的数据资料被分为3大类：可浏览数据、可下载数据和不开公开数据。每位用户在上传资料时，可以选择浏览权限和下载权限，并能够选择对其开放的用户，可以按照用户角色、用户单位和用户个人来分别进行选择。当某位用户对某一资料感兴趣，而此项资料并没有对全部

用户开放时，可以向资料的上传者提出申请，经过同意后，可以获得浏览或下载权限。

(4) 数据安全与保密

为了有效保护地震废墟救援数据库管理平台中的数据资料，系统采用了三级安全访问控制技术，如图5所示。系统首先对用户的身份进行验证，只有经过数据库授权和验证的用户才能够进入系统，防止对系统的非授权访问；其次，当已进入系统的用户要进行数据查看和应用时，会进行存取控制合法性检查，检查该用户是否有资格访问这些数据对象，具有哪些访问权限，防止没有权限的用户应用数据；最后，对于保密性要求较高的数据，还会应用数据加密技术，将原始数据转化为密文保存在数据库中，应用时经过解密过程提供给用户使用（徐龙琴等，2009）。

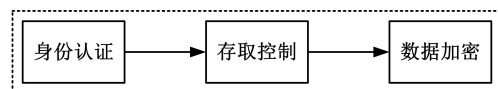


图5 三级安全访问控制

Fig. 5 Three level security access control

2.3 数据资料推荐功能

数据资料推荐功能是地震废墟救援数据库管理平台在积累大量数据的基础上，由系统后台数据库根据用户请求，采用聚类算法和关联规则自动计算产生的数据分析比对成果，为每位用户在数据检索时提供相似资料推荐。

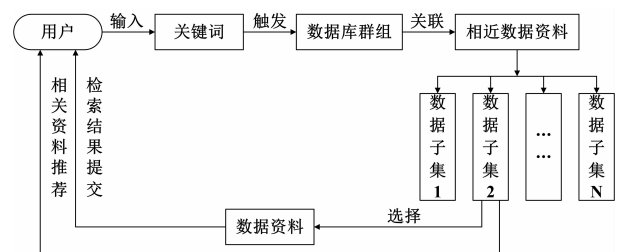


图6 数据资料自动关联推荐流程图

Fig. 6 Flow chart of recommended data automatic association

如图6所示，地震废墟救援数据库管理平台在用户进行资料检索时，系统后台首先应用关联规则，将与用户检索关键词相近的数据全部关联出来，并自动进行分类整理，应用聚类算法，将具有较大相似性的资料划分为一个子集，而子集之间的资料相似性则较小。当用户选择某一项数据时，系统会将此数据子集中的其他数据作为推荐

提交给用户进行参考（吉雍慧，2008）。

2.4 动态数据库设计功能

考虑到地震救援领域涵盖面较广，为了实现“全数据”的设计理念，笔者在地震废墟救援数据库管理平台研发的过程中（雷秋霞等，2011），实现了动态数据库设计的功能，即在现有数据库分类不能够满足全部用户的需求时，可以通过新增数据库的形式，完成一个全新数据库的设计，流程如图7所示。

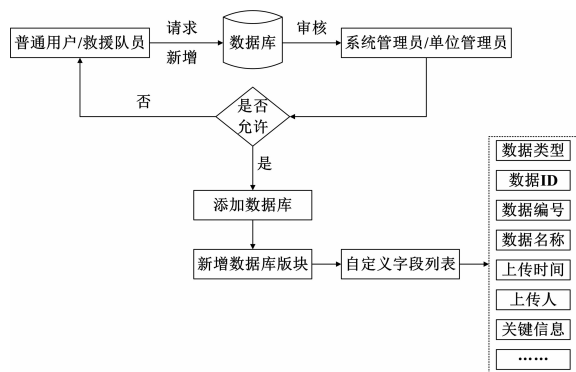


图7 数据库自定义流程图

Fig.7 Database custom flow chart

首先，由用户提出新增数据库的需求，系统管理员或单位管理员负责对需求进行审核，当确定此类数据有较大收藏意义和应用前景时，通过用户的请求。用户获得新增数据库的许可后，能够添加一个全新类别的数据库，并且为此数据库自由添加板块。再按照个人要求，对每一个版块完成数据库表的设计，包括数据类型、数据ID、数据编号、数据名称、上传时间、上传人、关键信息等。

2.5 数据共享激励机制

地震废墟救援数据库管理平台的核心功能是数据的积累与共享。破坏性地震发生后，大量地震现场数据都保存在少量的专家手中，地震废墟救援数据库管理平台主要解决的问题就是如何收集大量数据资源，并使其被最大限度地有效利用。因此，本文提出了地震救援数据共享激励机制，并应用于地震废墟救援数据库管理平台之中，提升每位用户共享私有资源的积极性。

每位用户在地震废墟救援数据库管理平台中上传数据资料时，均会获得相应的奖励积分，上传一份不公开资料可以获得1个积分，上传一份可

浏览资料获得2个积分，上传一份可下载资料获得5个积分；在下载其他用户上传的资料时，每下载一次同样需要花费5个积分，通过积分奖励的形式鼓励每位用户积极分享自己手中的数据资料，使更多的数据能够被分享和利用。

3 结语

随着信息化时代的到来，数据的重要性愈发突显。本文提出并建立了地震废墟救援数据库群组，以此为基础实现了基于Web的地震废墟救援数据库管理平台。应用此平台通过互联网络实现了地震救援数据的积累与共享，体现了“全数据”的设计理念，为地震救援队员、地震救援工作研究人员提供数据支持，既能全面提升我国地震救援队伍的整体素质，也能进一步加快我国地震救援领域科学研究工作的进程。

参考文献：

- 陈伟. 2013. 软件趋势——云物移大智[EB/OL]. (2013-05-30) [2016-03-07]. <http://www.nast.gov.cn/xwzx/jhzz/3887.htm>
- 范茂魁. 2009. 制约特勤队伍地震救援专业化发展因素及对策[J]. 消防科学与技术, 28(3): 217-222.
- 何少林, 李佐唐, 姚子文. 2006. 甘肃省地震应急基础数据库管理服务软件系统研制[J]. 西北地震学报, 28(2): 149-153.
- 吉雍慧. 2008. 数字图书馆中的检索结果聚类 and 关联推荐研究[J]. 情报分析与研究, (2): 69-75.
- 雷秋霞, 陈维锋, 黄丁发等. 2011. 地震现场搜救力量部署辅助决策系统研究[J]. 地震研究, 34(3): 385-388.
- 李东平, 姚远. 2009. 浙江省地震应急基础数据库建设研究[J]. 科学技术与工程, 9(9): 2474-2479.
- 刘红桂, 王建宇, 徐桂明. 2005. 基于GIS的江苏省地震应急基础数据库与震害快速评估技术[C]//江苏省测绘协会. 2005 数字江苏论坛——电子政务与地理信息技术论文专辑. 江苏:《现代测绘》编辑部, 10-12.
- 聂高众, 陈建英, 李志强等. 2002. 地震应急基础数据库建设[J]. 地震, 22(3): 105-112.
- 王东明. 2008. 地震灾场模拟及救援虚拟仿真训练系统研究[D]. 哈尔滨: 中国地震局工程力学研究所.
- 王东明. 2013. 中国地震救援废墟安全评估综合管理系统[J]. 土木工程学报, 46(2): 301-306.
- 徐龙琴, 刘双印, 沈玉利. 2009. 数据库安全性控制的研究[J]. 计算机应用与软件, 26(5): 138-140.
- 尹光辉. 2002. 英姿勃发的国家地震救援队[J]. 防灾博览, (1): 15-16.

Management Platform of Earthquake Ruins Rescue Database Based on Web

WANG Dongming, ZHU Damiao

(*China Earthquake Disaster Prevention Center, Beijing 100029, China*)

Abstract

Taking the “full data” as the design concept, we proposed the establishment of earthquake ruins rescue database group and built the earthquake ruin rescue database management platform based on Web, which can achieve to collect, select, organize and share the rescue data of earthquake debris. Based on the database group, we accumulated the seismic field data. As the basis for the scientific research in the field, the database management platform could provide professional rescue knowledge, technical services and scientific guidance for daily learning and training of earthquake rescue team, further improve the overall ability and comprehensive quality of our earthquake rescue team.

Key words: earthquake ruins rescue; database group; Web; management platform