

DIZHI ZAIHAI FANGZHI XINXIHUA JIANSHE
LILUN YU JISHU FANGFA

地质灾害防治信息化建设 理论与技术方法

中国地质环境监测院 编著

地质出版社

地质灾害防治信息化建设

理论与技术方法

中国地质环境监测院 编著

地质出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

地质灾害防治信息化建设理论与技术方法 / 中国地质环境监测院编著. —北京: 地质出版社, 2016. 6

ISBN 978 - 7 - 116 - 09760 - 5

I. ①地… II. ①中… III. ①地质 - 自然灾害 - 灾害防治 - 信息化 - 研究 - 中国 IV. ①P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 132322 号

责任编辑: 赵芳 孙 灿

责任校对: 韦海军

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 66554528 (邮购部); (010) 66554613 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010) 66554607

印 刷: 北京地大天成印务有限公司

开 本: 787mm × 1092mm¹/₁₆

印 张: 34.5

字 数: 815 千字

版 次: 2016 年 6 月北京第 1 版

印 次: 2016 年 6 月北京第 1 次印刷

定 价: 180.00 元

书 号: ISBN 978 - 7 - 116 - 09760 - 5



(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

《地质灾害防治信息化建设 理论与技术方法》

编 委 会

主 编：黄学斌 谭照华 程温鸣

编 委：张时忠 申 翊 吴润泽 马维峰

罗 欣 傅锦荣 林 梅 叶润青

李泽波 廖明生 霍志涛 杨建英

朱敏毅

前 言

我国是地质灾害多发国家之一，强降雨及地震加之大规模人类工程活动，使地质灾害频频发生，全国地质灾害隐患点超过 28 万处。近年来，地质灾害的发生数量、造成死亡失踪人数和直接经济损失均明显增加。据统计，全国每年都有超万起的地质灾害发生，造成数百人甚至上千人的伤亡失踪和数亿元或数十亿元的经济损失。因此，地质灾害防治形势十分严峻。21 世纪已成为信息时代，信息技术的快速发展带动了科学技术创新和生产力发展，信息技术在各个领域中的应用正在迅速兴起，地质灾害防治同样迫切需要信息技术的支撑。开展地质灾害防治信息化建设，已是当前地质灾害防治中十分紧迫的任务。

近年来，我国地质灾害防治信息化建设工作取得了大量成果：建立了一批全国性的与地质灾害防治有关的基础数据库；国土资源部金土工程覆盖全国部级、省级国土资源部门的主干网络和连接县市国土资源部门的广域网络建设取得较大进展；三峡库区地质灾害防治信息化建设获得较好成果，其建设成果及系统建设与运行的管理经验成为全国地质灾害防治信息化建设的典型范例；开展地质灾害防治信息化建设得到了各级政府的高度重视，已在业内形成共识，等等，都为全国地质灾害防治信息化创造了条件。但是，也应看到，在地质灾害防治信息化建设中，由于还未形成较为完整的理论与技术方法体系，缺乏统一的信息化建设标准，原来开展的信息化工作多依附于个体项目工作分散进行，缺少长远规划及顶层设计，所获建设成果大多成为信息孤岛，难以实现信息交流、共享、综合分析及有效的数据挖掘应用，还远不能满足地质灾害防治的需求。

在《国家信息化“九五”规划和 2010 年远景目标（纲要）》中，对信息化进行了明确定义：在国家的统一规划和组织下，在农业、工业、科学技术、国防及社会生活各个方面，应用现代信息技术，深入开发、广泛利用信息资源，加速实现国家现代化进程。并确立了“统筹规划、联合建设、互联互通、资源

共享”的信息化建设方针，党的十八大把信息化纳入国家发展的“四化”之一，将其提升到了发展战略高度。信息技术是社会经济发展的驱动力和科学性很强的生产力已成为世人的共识，信息化已成为我国可持续发展的重要国策。

当前，地质灾害防治已进入大数据时代，根据《国土资源信息化“十二五”规划》的要求，在全国开展地质灾害防治信息化建设，迫切需要一套规范的且经实践验证的理论及技术方法，以指导信息化建设的实施。为此，中国地质环境监测院及三峡库区地质灾害防治工作指挥部在进行多年三峡库区地质灾害防治工作的基础上，组织开展了“地质灾害防治信息化建设理论及技术方法研究”（以下简称“信息化研究”），并通过三峡库区信息化建设实践，对研究成果不断完善。本书即主要基于该项成果编纂而成，书中系统地论述了地质灾害防治信息化建设理论及技术方法，并以三峡库区地质灾害防治信息化建设实践为例，阐述了信息化建设具体实现方案，旨在为全国及省、地、县各级节点地质灾害防治信息化建设提供理论技术支撑及可供借鉴操作的应用案例。

本书共分十章，包括信息化建设总体规划及总体设计、网络系统及基础设施建设、信息化标准体系建设、数据体系建设、信息服务体系建设、安全防护体系建设、应用系统建设、系统集成、组织管理体系建设、系统开发应用技术及公共组件开发等方面内容，基本覆盖了地质灾害防治信息建设的各个方面。

地质灾害防治信息化建设是一项复杂的系统工程，强调整体架构及顶层设计，强调统一标准、统一设计、统一开发、统一管理。各级节点系统只有按照统一的规划进行设计和建设，才能建成集成优化的地质灾害防治信息系统，真正实现整个系统的互联互通及资源的充分共享。地质灾害防治信息化建设又是一个长期的过程，需要根据轻重缓急及具体经济技术条件，分步实施，建成一个，运行一个，从阶段目标到最终目标，最终全面实现地质灾害防治信息化。书中介绍的技术方法，是长期地质灾害防治信息化技术研究与具体建设实践成果的总结和集成优化，具有很强的指导性、实用性和可操作性。由于地质灾害防治的复杂性和各地区系统建设需求存在的差异，在具体应用中需要结合本级节点系统建设需求进行取舍，有的可直接应用，有的需经改造后应用，有的则需新开发，在深入调研及分析的基础上，在地质灾害防治信息化建设总体框架

下，编制本级节点切实可行的系统建设规划及实施方案，充分满足本级节点地质灾害防治信息化建设的需求，并确保与全国地质灾害防治信息系统无缝集成的实现。除此，本书也可作为其他相关行业开展信息化建设的参考。

本书的撰写工作由中国地质环境监测院组织，在中国地质大学（武汉）、武汉理工大学、中国地大信息工程有限公司、达梦数据库有限公司的积极参与下得以完成。由于地质灾害发生发展过程十分复杂，地质灾害防治涉及面很广，以及信息化技术飞速发展等诸多原因，本书提及的许多观点、认识、采用的技术方法等，将在今后实践中不断优化提高。在此，恳切希望广大读者提出修改完善意见，我们将不胜感激。

编著者

2015年12月

目 录

前 言

第一章 信息化建设总体规划及总体设计	(1)
第一节 信息化建设总体规划	(1)
一、编制总体规划的重要性	(1)
二、总体规划编制	(3)
第二节 总体设计	(4)
一、系统分析	(4)
二、地质灾害防治信息化建设目标和任务	(22)
三、总体设计编制	(23)
第三节 小 结	(35)
第二章 网络系统及基础设施建设	(37)
第一节 网络系统建设	(37)
一、网络系统设计原则及建设内容	(37)
二、网络系统组成	(41)
三、局域网建设	(42)
四、综合布线系统建设	(50)
五、监测数据传输网络建设	(51)
六、广域网建设	(53)
七、网络安全产品部署	(57)
八、冗余备份系统建设	(57)
九、网络应用服务	(57)
十、网络管理	(58)
第二节 软件支撑平台建设	(61)
一、软件支撑平台组成	(61)
二、系统常用的支撑软件	(62)
第三节 机房建设	(67)
一、机房设计要素	(67)
二、机房建设要求	(68)
三、机房建设内容	(69)

四、机房环境监控子系统建设·····	(74)
第四节 网络系统集成及网络工程测试与验收·····	(76)
一、网络系统集成·····	(76)
二、网络工程测试·····	(76)
三、网络工程验收·····	(77)
第五节 应急通信平台建设·····	(78)
一、应急通信平台组网方案·····	(78)
二、应急通信平台组成·····	(79)
三、无人机的应用·····	(87)
四、飞艇的应用·····	(89)
五、应急通信平台建设·····	(91)
第六节 基础设施管理子系统建设·····	(93)
第七节 小 结·····	(94)
第三章 信息化标准体系建设·····	(95)
第一节 信息化标准体系框架·····	(95)
一、基础设施类标准规范·····	(95)
二、数据资源类标准规范·····	(96)
三、应用开发类标准规范·····	(96)
四、信息安全类标准规范·····	(96)
五、信息化建设管理类标准规范·····	(97)
六、专项标准规范·····	(97)
第二节 元数据及数据字典·····	(97)
一、地质信息元数据标准·····	(98)
二、地质灾害防治元数据·····	(99)
三、数据字典·····	(105)
第三节 信息数据代码·····	(106)
一、地质灾害防治名词术语代码·····	(107)
二、标准规范代码·····	(108)
三、地质灾害防治数据分类代码·····	(108)
四、数据实体及数据表字段代码·····	(110)
五、其他信息数据代码·····	(110)
第四节 地质灾害防治数据库建库标准·····	(110)
一、空间数据库建库标准·····	(110)
二、属性数据库建库标准·····	(113)
第五节 系统开发及集成规范·····	(115)
一、地质灾害防治应用系统开发规范·····	(115)
二、地质灾害防治信息系统集成规范·····	(116)

第六节	信息化标准管理子系统	(116)
一、	标准规范管理模块	(116)
二、	元数据(数据字典)管理模块	(118)
第七节	小结	(120)
第四章	数据体系建设	(122)
第一节	数据体系结构及数据模型	(122)
一、	数据体系概念模型	(122)
二、	数据体系结构	(124)
三、	数据模型	(125)
第二节	数据采集系统	(130)
一、	单机版数据采集系列	(130)
二、	基础地理及专题空间数据采集子系统	(143)
三、	网络版数据采集子系统	(146)
第三节	数据中心建设	(148)
一、	数据中心架构	(148)
二、	基础数据库及管理子系统建设	(150)
三、	操作数据库及管理子系统建设	(158)
四、	数据仓库及管理子系统建设	(167)
第四节	数据更新及数据交换子系统建设	(191)
一、	数据更新模块	(191)
二、	数据汇交模块	(191)
三、	数据交换模块	(191)
四、	数据流动日志管理模块	(192)
第五节	数据质量控制	(192)
一、	数据质量保障体系	(193)
二、	数据采集质量控制	(199)
三、	数据质量管理子系统建设	(204)
第六节	数据体系管理系统建设	(205)
第七节	小结	(206)
第五章	信息服务体系建设	(208)
第一节	地质灾害防治信息服务需求	(208)
一、	综合决策服务	(208)
二、	业务管理与决策支持服务	(210)
三、	公共信息服务	(210)
四、	系统管理服务	(211)
第二节	信息服务体系结构	(212)

一、信息服务体系的功能	(212)
二、地质灾害防治信息服务体系结构	(213)
第三节 SOA 服务平台	(213)
一、SOA 服务平台特点	(214)
二、SOA 服务模型	(215)
三、SOA 平台工作流程	(215)
四、SOA 平台的实现	(217)
第四节 基于 SOA 地质灾害防治信息服务平台建设	(219)
一、SOA 在信息化建设中的作用	(219)
二、基于 SOA 地质灾害防治服务平台架构	(220)
三、SOA 服务获取	(222)
四、云计算的应用	(222)
五、信息服务中的安全管理	(223)
第五节 地级及县级节点信息服务	(224)
第六节 信息服务管理系统建设	(224)
一、信息服务平台管理子系统	(224)
二、信息化产品制作子系统	(227)
三、信息目录管理子系统	(229)
四、信息发布管理子系统	(230)
第七节 信息服务体系建设	(234)
第八节 小 结	(235)
第六章 安全防护体系建设	(236)
第一节 安全防护目标及安全体系结构	(236)
一、系统安全防护目标	(236)
二、安全防护体系结构	(238)
三、多级安全防护平台建设	(238)
第二节 网络安全防护	(239)
一、网络安全保护策略	(239)
二、安全防护网络结构	(240)
三、局域网络接入管理	(243)
四、内网安全防护	(246)
第三节 机房、设备、介质安全防护	(246)
一、机房安全防护	(246)
二、通信线路安全防护	(247)
三、设备及记录介质安全	(247)
第四节 信息安全保护	(248)
一、信息安全等级保护	(248)

二、涉密数据保密处理	(249)
三、三层体系结构	(258)
四、冗余备份与灾难恢复	(258)
第五节 系统访问管理及安全漏洞管理	(261)
一、身份鉴别	(261)
二、访问控制	(261)
三、统一身份认证	(264)
四、系统访问管理	(264)
五、安全漏洞管理	(264)
第六节 系统安全管理	(266)
一、安全监控	(266)
二、安全审计	(266)
三、安全风险评估	(267)
四、安全测评	(271)
五、安全事件应急响应	(273)
六、安全问题纠正和预防	(274)
七、安全管理及制度建设	(276)
第七节 安全防护管理子系统建设	(276)
第八节 小 结	(277)
第七章 应用系统建设	(278)
第一节 信息系统建设	(279)
一、信息查询与统计分析子系统	(279)
二、地质灾害防治“一张图”信息服务子系统	(285)
三、空间分析子系统	(301)
四、灾害体三维可视化分析子系统	(302)
五、动态监测子系统	(311)
六、遥感监测子系统	(314)
七、滑坡体雷达卫星变形监测子系统	(320)
八、专题图形编绘子系统	(329)
九、管理信息子系统	(344)
第二节 预警指挥系统建设	(350)
一、决策分析基础平台	(350)
二、预警指挥系统的作用及业务流程	(354)
三、危险性区划与风险性评估子系统	(358)
四、地质灾害稳定性评价子系统	(362)
五、滑坡变形动态模拟子系统	(374)
六、监测预报分析及评估子系统	(377)

七、治理工程效果分析及评估子系统·····	(379)
八、监测预警工程经济效益评估子系统·····	(380)
九、滑坡灾害预测预报子系统·····	(388)
十、地质灾害气象预警子系统·····	(398)
十一、预警决策支持与应急指挥子系统·····	(403)
第三节 小结·····	(414)
第八章 系统集成·····	(415)
第一节 系统集成技术方法及集成逻辑结构·····	(415)
一、系统集成技术·····	(415)
二、系统集成逻辑结构·····	(416)
第二节 网络集成·····	(417)
一、网络系统集成框架及集成技术·····	(418)
二、网络结构及综合组网·····	(419)
三、硬件设施集成·····	(420)
四、网络系统集成管理·····	(420)
第三节 数据集成·····	(420)
一、数据标准化·····	(420)
二、数据中心技术·····	(421)
三、基于 SOA 的数据集成·····	(421)
第四节 技术集成·····	(421)
一、系统开发框架·····	(421)
二、系统开发及集成规范·····	(424)
三、软件编制要求·····	(424)
四、“多 S”集成·····	(424)
第五节 应用集成·····	(425)
一、功能集成·····	(426)
二、统一 CSS 页面描述元素·····	(427)
三、统一 JavaScript 函数库·····	(428)
四、工作流集成·····	(428)
五、接口分类及设计·····	(428)
第六节 文档集成·····	(429)
第七节 总体集成·····	(429)
一、数据集成·····	(430)
二、应用系统集成·····	(430)
三、应用系统与网络系统集成·····	(432)
四、系统安装程序集成·····	(432)
五、系统集成效果检查工具·····	(433)

六、系统总体集成·····	(434)
第八节 小 结·····	(434)
第九章 组织管理体系建设·····	(436)
第一节 信息化建设管理·····	(436)
一、信息化建设组织管理·····	(436)
二、信息化建设过程管理·····	(438)
三、信息化建设管理措施·····	(440)
第二节 系统试运行·····	(446)
一、试运行范围及工作组织·····	(446)
二、试运行工作计划·····	(448)
三、试运行报告编制·····	(449)
第三节 系统运行管理·····	(449)
一、系统运行管理内容·····	(449)
二、系统运行管理制度建设·····	(450)
第四节 技术交流与技术培训·····	(451)
一、技术交流·····	(451)
二、技术培训·····	(452)
第五节 产、学、研结合·····	(453)
第六节 组织管理子系统建设·····	(453)
一、信息化组织及人员管理·····	(453)
二、规章制度管理·····	(453)
三、大事记管理·····	(454)
第七节 小 结·····	(454)
第十章 系统开发应用技术及公共组件开发·····	(455)
第一节 系统开发主要应用技术·····	(455)
一、网络系统实现技术·····	(455)
二、数据组织与管理技术·····	(457)
三、SOA 架构技术·····	(460)
四、云计算技术·····	(460)
五、三维地质建模技术·····	(461)
六、应用系统开发技术·····	(462)
七、虚拟机及服务器虚拟化技术·····	(465)
第二节 公共组件开发·····	(468)
一、数据采集表单编制组件·····	(468)
二、属性数据库数据修改组件·····	(468)
三、属性数据查询与统计分析组件·····	(470)

四、词语检索与解释组件	(473)
五、统一帮助组件	(475)
六、数据录入质量检查组件	(475)
七、数据字典数据输入、检查及维护组件	(475)
八、名词术语代码字典维护组件	(476)
九、数据分类代码规则库维护及应用组件	(478)
十、决策分析组件	(478)
十一、网页生成组件	(479)
十二、菜单管理组件	(480)
十三、动态多标签展示组件	(482)
十四、我的收藏夹组件	(483)
十五、统一身份认证及单点登录组件	(484)
十六、日志管理组件	(484)
十七、安全管理组件	(485)
十八、模块管理组件	(487)
十九、其他公共组件	(488)
第三节 小结	(490)
结 语	(491)
一、信息化建设的总体规划及总体设计是系统建设的纲要性文件	(491)
二、标准化是信息化建设的出发点	(492)
三、网络及软硬件设施是系统建设运行的基础	(492)
四、数据体系是系统建设的核心	(493)
五、应用系统开发及服务体系建设是系统建设目标实现的展现	(493)
六、安全防护体系是系统安全稳定运行的保障	(494)
七、系统集成将系统建设各部分组成为一个有机整体	(494)
八、系统建设组织管理是实现系统建设目标的关键	(495)
附件一 应用系统功能模块一览表	(497)
附件二 地质灾害防治数据实体组成	(515)
附件三 相关法律法规及地质灾害防治信息化标准规范	(522)
参考文献	(533)

第一章 信息化建设总体规划及总体设计

信息化建设的总体规划及总体设计是系统建设的纲领性文件。我国地质灾害防治是由国家主导的一项公益事业，地质灾害防治信息需要在全国范围流通、交换和共享。应将全国各级节点的地质灾害防治信息化建设视为一个整体，需在深入调查分析当前地质灾害防治信息化现状、需求及信息技术发展状况的基础上，结合信息化建设实施的环境、人员、资金等状况，进行规划及设计。

我国地质灾害防治从管理角度可分为国家级、省级（含自治区、直辖市，下同）、地级（含地级市，下同）、县级（含区，下同）四级。在国家层面，主要是对地质灾害防治总体进行管理及技术指导，提供宏观的地质灾害防治信息服务；省级节点则是对全省地质灾害防治进行统筹管理，集中存储全省地质灾害防治数据，对全省地质灾害防治提供全方位的信息服务，在出现大型及特大型险情（灾情）时，统一组织力量进行应急响应；地级及县级节点主要对辖区内地质灾害防治进行管理，并在出现中小型险情（灾情）时，组织力量进行应急响应。从业务需求分析，国家级节点及省级节点系统建设是地质灾害防治信息化建设的重点，也是开展信息化建设总体规划的重要对象。省级节点向下涵盖全省各地级、县级节点，构成一个完整系统，支持全省地质灾害防治工作的开展。各省级节点互联互通，向上与国家级节点连接，构成全国联网的地质灾害防治信息系统及预警指挥系统（以下简称“地质灾害防治系统”）。

本章依据系统工程理论，论述了编制信息化建设总体规划的必要性及总体规划的基本内容，并依据系统总体架构的理论、方法、标准和工具，在对地质灾害防治系统的业务流程、数据流程、用户需求、信息化建设目标任务、系统概念模型进行详细分析的基础上，根据总体设计原则、待建系统的业务流程和数据流程，阐述系统架构、系统组成、系统建设部署技术方法及具体实现方案。

第一节 信息化建设总体规划

一、编制总体规划的重要性

地质灾害防治信息化建设总体规划指为实现地质灾害防治信息化，在一定时期，分阶段或分步骤实施的地质灾害防治信息化建设计划，包括信息化建设的指导思想、主要目标、重点任务和保障措施等，是地质灾害防治信息化建设工作的总体安排和布局。根据总体规划而编制的总体设计，是面向信息化建设全局问题及总的实现方案的顶层设计，是运

用系统论的方法；从全局的角度，对地质灾害防治信息化建设的各方面、各层次、各要素进行统筹规划，以集中有效资源，高效快捷地实现系统建设目标。

（一）我国地质灾害防治特点

（1）我国地质灾害防治由政府主管部门统一负责组织开展地质灾害调查、监测预警、治理工程、应急响应等工作，对突发地质灾害实施统一管理。除国土资源主管部门外，各级政府都有对应的地质灾害防治技术支撑单位，在国家层面有中国地质环境监测院，各省（自治区、直辖市）有地质环境监测总站，一般市、县也都有地质环境监测站。

（2）地质灾害的发生、发展受区域地质地理、气象及人类工程活动等的影响，这些因素多具跨地区的特点，如三峡库区崩滑地质灾害，珠江三角洲、长江三角洲地区的地面沉降，汶川地震诱发的位于四川省及甘肃省境内的次生地质灾害等，需要按地质分区、地理分区（流域分区）、气象分区等对地质灾害发生的规律及防治方法进行分析研究。

（3）分布在不同行政区的同一类地质灾害，如四川省境内的滑坡，与贵州省、湖北省境内的滑坡往往具有相似的特点，可以采用相同的技术方法进行防治。

（4）地质灾害的发生往往具有群发性和跨地区性，出现险情（灾情）时需要统一调度救灾的人、财、物等各类资源，如应急通信平台、应急指挥车、业务专家等。

（二）编制总体规划的重要性

（1）《地质灾害防治条例》提出：“国家建立地质灾害监测网络和预警信息系统。”《国家突发地质灾害应急预案》强调“国务院国土资源、水利、气象、地震部门要密切合作，逐步建成与全国防汛监测网络、气象监测网络、地震监测网络互联，连接国务院有关部门、省（区、市）、市（地、州）、县（市）的地质灾害信息系统”等，确定地质灾害防治信息化建设是一项国家行为，有着十分明确的建设目标。《国土资源信息化“十二五”规划》提出：“坚持加强统筹、整合资源。加强信息化顶层设计，整合数据、应用系统、基础设施等各类信息化资源，强化各级信息系统之间的衔接，突破互联互通和四级联动障碍，实现系统建设和应用平台化、数据管理集群化、基础设施集约化，形成支撑国土资源管理决策和社会服务的信息化大平台。加强信息化建设项目安排的统筹和遥感影像等数据的统购共用，避免重复浪费和分散建设。”地质灾害防治信息化作为国土资源信息化的一个组成部分，在《国土资源信息化“十二五”规划》中亦得到明确的定位，并对系统建设中的顶层设计提出了要求。

（2）地质灾害防治信息化建设工程涉及的信息类型复杂、数量巨大，应用面宽、结构复杂，投入大，建设周期长，是一个十分复杂的系统工程，具有很强的技术性；地质灾害防治与人民生命财产安全密切相关，信息化建设是支持防灾、减灾的重大举措，因此具有深刻的社会性；由于地质灾害防治的特殊性，要求地质灾害防治信息高度共享，需要把地质灾害防治信息化建设视为一个整体，各级节点系统均是地质灾害防治系统的组成部分，系统建设具有很强的集成性。这些都表明，地质灾害防治信息化建设实施过程不是一个孤立事件，必须从全局进行规划和设计。

（3）根据我国地质灾害防治的特点，总体布局、长远规划，准确定位信息化建设目