

SHANDONGSHENG DIZHI HUANJING WENTI YANJIU

山东省地质环境问题的研究

徐军祥 赵书泉 康凤新 张中祥 等编著



地质出版社

山东省地质环境问题研究

山东省地质学会 山东省地质研究所 编



山东省地矿局科技成果丛书

山东省地质环境问题的研究

徐军祥	赵书泉	康凤新	张中祥	徐建国	
邢立亭	袁西龙	邹祖光	冯克印	王彦俊	编著
朱友强	姜春永	徐秋晓	张海林	吴立进	

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是对山东省 50 年来地质环境研究成果的总结,是关于山东省区域地质环境、地下水环境、地质灾害及主要地质环境问题等的综合性地学专著。专著共分 3 篇 14 章。第一篇为地质环境背景条件与综合评价,用地学知识研究全省地质环境背景条件、地质灾害和地质环境问题发育现状,综合评价山东省地质环境质量;第二篇为主要地质环境问题研究,对全省较为突出的地面沉降、海(咸)水入侵、岩溶塌陷、矿山地质环境问题和海岸带变迁等发展历史、发育现状进行了全面分析,提出了相应的防治措施;第三篇为典型城市地质环境问题专题研究,对济南泉域岩溶地下水地质环境、青岛市地质环境、东营市南部油气区地质环境脆弱性、德州地面沉降预测与防治等进行较为详细的研究。从地质工程角度,为实现经济社会可持续发展提出了改善山东省地质环境的对策建议,为政府制定区域发展规划提供了科学依据。

本书可供从事地质、水文、环境等方面的科研、教学、生产和管理人员参考,也可供大专院校相关专业的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

山东省地质环境研究 / 徐军祥等编著. —北京:
地质出版社, 2010. 2
ISBN 978-7-116-06513-0

I. ①山… II. ①徐… III. ①地质环境—研究—山东
省 IV. ①X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 011287 号

责任编辑:王 超 李 莉

责任校对:黄苏晔

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)82324508(邮购部);(010)82324567(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@ gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:889mm×1194mm^{1/16}

印 张:16.5

字 数:500 千字

印 数:1—1000 册

版 次:2010 年 2 月北京第 1 版·第 1 次印刷

审 图 号:鲁 SG(2010)019 号

定 价:65.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-06513-0

(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)

山东省地矿局科技成果丛书编辑指导委员会

主 任 郑金兰

副主任 伊丕厚 郝云平 邓 度 李翠芳

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁 峰	王繁荣	王彦安	王祺鸿	邓 度	石玉臣
朱友强	伊丕厚	刘长春	刘纯荣	关荣斌	李连国
李光友	李乐然	李 旭	李新勇	李翠芳	宋世明
宋明春	宋印胜	宋书爱	张 锋	张 敏	林承轩
杨光林	杨承海	郑金兰	孟庆宝	孟祥三	赵玉祥
赵长河	郝云平	侯新文	姜春永	倪 军	徐军祥
黄太岭	康凤新	韩志森	韩继深		

谨以此书

献给山东省地矿局成立五十周年!

献给为山东省环境地质工作作出贡献的人们!

前 言

山东省作为全国经济总量第二位的大省,经济社会发展迅速,人类工程活动剧烈,对生态环境特别是地质环境的影响较大,一些生态环境负效应不同程度地显现出来,已经和正在加剧对经济社会可持续发展的制约。多年来,山东省地质工作者本着强烈的职业责任感,以服务全省经济社会发展为己任,完成了大量基础地质环境调查、地质环境问题评价、地质灾害调查评估与防治等工作,在解决一些突发性地质灾害方面为各级政府提供了重要技术支撑,为生态省建设和保障人民群众生命财产安全等作出了重要贡献。

为系统总结 50 年来,特别是近年来山东省在地质环境研究中的创新成果,为各级政府提供生态环境保护决策依据,指导今后地质环境调查研究工作,2005 年 6 月,山东省地矿局批准将“山东省地质环境问题的研究”列为全局“十一五”期间重大地质科研项目,组成了以徐军祥为组长,康凤新、赵书泉、张中祥等为主要成员的课题组,聘请中国地质学会环境地质专业委员会主任委员、中国地质环境监测院原总工程师段永侯教授,山东省国土资源厅谷振峰教授为课题组顾问。

山东省的环境地质工作跨越了半个世纪,积累了丰富的调查和研究资料,但也存在研究不够系统、重点内容不够深入等问题。此外,经济社会发展对环境地质工作不断提出新要求,需要将新理论和新的技术方法应用于调查研究与治理中去。对此,课题组较详尽地分析了当前国内外地质环境研究的前沿成果和发展方向,紧密结合山东省的实际情况,确定了本课题的攻关目标和研究重点,制定了周密的工作计划,明确了课题组成员分工,既保证了课题的顺利实施又使课题成果处于较高水平。段永侯教授、谷振峰教授作为我国知名的水文地质环境地质专家,以崇高的事业心和责任感,对课题研究技术路线、研究内容和重点、创新点等直接给予指导帮助,付出了艰辛的劳动。在此,向两位先生表示衷心感谢!

本专著由徐军祥任主编,徐军祥、张中祥统稿。

课题实施过程中,得到了山东省地矿局领导的大力支持,局党委书记、局长郑金兰同志亲自过问课题的实施情况,副局长伊丕厚同志多次对课题提出具体指导意见。此外,山东省国土资源厅地质环境处处长曲延波同志也给予了宝贵支持。在此向上述各位领导表示真诚谢意!

本课题研究是基于 50 多年来山东省地质部门的勘查成果而完成的,许多数据资料直接利用了山东省地矿局所属地质勘查单位和山东省地质环境监测总站、山东省地质调查

院及其他相关部门近年来的调查与研究成果。对此,特向这些单位及各项目成员表示感谢,特别要感谢山东省地质环境监测总站姚春梅,山东省地质调查院杨丽芝,山东省地矿局八〇一水文地质工程地质大队赵玉祥、彭玉明、李常锁,山东省地矿局第二水文地质工程地质大队李铁军,山东省地矿局第三水文地质工程地质大队陈占成,青岛地质工程勘察院李清平,山东省第八地质矿产勘查院李振函,山东省第七地质矿产勘查院杨启俭等同志。

向为本课题成果作出贡献的各方人士表示感谢!向为山东省环境地质事业作出贡献的人们致谢!

作者

2009 年 10 月于济南

目 录

第一篇 地质环境背景与综合评价

第一章 引 言	(3)
第二章 自然地理及社会经济概况	(5)
第一节 自然地理条件概述	(5)
第二节 社会经济概况	(10)
第三章 地质环境条件	(11)
第一节 生态环境	(11)
第二节 地质条件	(12)
第三节 水文地质条件	(19)
第四节 工程地质条件	(21)
第四章 地质环境综合评价	(25)
第一节 主要地质环境问题及地质灾害类型	(25)
第二节 地质环境质量评价原则与方法	(35)
第三节 地质环境质量综合评价	(45)

第二篇 主要地质环境问题的研究

第五章 土地退化	(51)
第一节 土地退化的成因	(51)
第二节 土地退化变化趋势	(52)
第三节 土地退化治理对策	(54)
第六章 地面沉降	(56)
第一节 典型地面沉降现状与发展趋势	(56)
第二节 地面沉降的危害	(64)
第三节 地面沉降防控措施	(64)
第七章 海(咸)水入侵	(67)
第一节 胶东半岛海水入侵	(67)
第二节 莱州湾南岸海(咸)水入侵	(71)

第三节	黄河三角洲咸水入侵	(78)
第四节	海(咸)水入侵的防治措施	(86)
第八章	岩溶塌陷	(88)
第一节	岩溶塌陷现状及危害	(88)
第二节	岩溶塌陷形成的影响因素与临界条件	(92)
第三节	岩溶塌陷发育过程及分布特征	(97)
第四节	岩溶塌陷评价预警	(99)
第九章	矿山地质环境问题	(107)
第一节	矿产资源开发利用现状	(108)
第二节	主要矿山地质环境问题	(110)
第三节	矿山地质环境问题发展趋势与保护区划	(117)
第四节	矿区地质灾害防治与环境保护对策	(126)
第五节	矿山地质灾害恢复治理实例——济南市燕翅山恢复治理示范工程	(130)
第十章	海岸带变迁	(139)
第一节	海岸带类型	(139)
第二节	不同海岸带变迁过程	(140)
第三节	海岸带综合管理对策	(147)

第三篇 典型城市地质环境专题研究

第十一章	济南泉域岩溶地下水地质环境研究	(155)
第一节	济南泉域岩溶地下水系统特征	(155)
第二节	济南泉域岩溶地下水环境演化	(165)
第三节	济南泉域地质环境保护对策	(173)
第十二章	青岛市地质环境综合研究	(175)
第一节	地质环境条件	(175)
第二节	资源开发与生态环境建设现状	(183)
第三节	地质环境问题	(188)
第四节	地质环境质量综合评价	(199)
第五节	地质环境保护对策	(204)
第十三章	东营市南部油气区地质环境脆弱性研究	(208)
第一节	地质环境背景条件	(208)
第二节	包气带环境	(213)
第三节	落地油水土污染	(223)
第四节	地质环境脆弱性评价与保护对策研究	(231)

第十四章 德州市地面沉降预测与防治研究 (237)

 第一节 地面沉降影响因素及形成机理分析 (237)

 第二节 地面沉降预测 (240)

 第三节 地面沉降防治区划 (243)

结 语 (245)

参考文献 (247)

CONTENTS

Part 1 Geological Environment Background and Comprehensive Assessment

Chapter 1 Introduction	(3)
Chapter 2 Natural Geography and Socio-economic Situation	(5)
2.1 Natural Geography	(5)
2.2 Socio-economic Situation	(10)
Chapter 3 Geological Environment Conditions	(11)
3.1 Eco-environment	(11)
3.2 Geology Conditions	(12)
3.3 Hydrogeology Conditions	(19)
3.4 Engineering Geology Conditions	(21)
Chapter 4 Geological Environment Comprehensive Assessment	(25)
4.1 Main Geological Environment Problems and Geological Hazards Types	(25)
4.2 Principles and Methods of Geological Environment Quality Assessment	(35)
4.3 Geological Environment Quality Comprehensive Assessment	(45)

Part 2 Study on the Important Geological Environment Problems

Chapter 5 Land Degradation	(51)
5.1 Causes	(51)
5.2 Change Trend	(52)
5.3 Control Measures	(54)
Chapter 6 Ground Subsidence	(56)
6.1 Typical Situation and Development Trend	(56)
6.2 Harmfulness	(64)
6.3 Control Measures	(64)
Chapter 7 Seawater (Salt Water) Intrusion	(67)
7.1 Seawater Intrusion in Jiaodong Peninsula	(67)
7.2 Seawater Intrusion in the South Bank of Jiaozhou Bay	(71)
7.3 Salt Water Intrusion in Yellow River Delta	(78)
7.4 Prevention and Control Measures on Seawater (Salt water) Intrusion	(86)
Chapter 8 Karst Collapse	(88)
8.1 Status and Hazard	(88)
8.2 Influencing Factors and Critical Conditions	(92)

8.3	Development Process and Distribution	(97)
8.4	Evaluation and Early-warning	(99)
Chapter 9	Geological Environment Problems in Mine Area	(107)
9.1	Present Exploitation and Utilization of Mineral Resources	(108)
9.2	Main Geological Environment Problems in Mine Area	(110)
9.3	Geological Environment Development Trends and Protection Division	(117)
9.4	Prevention and Control of Geological Disaster and Protection Measures of Environment in Mine Area	(126)
9.5	Recovery and Treatment of Geological Disaster——by Giving an Example of Yanchi Mountain in Jinan	(130)
Chapter 10	Coastal Zone Changes	(139)
10.1	Types	(139)
10.2	Different Change Process	(140)
10.3	Measures on the Comprehensive Management	(147)
 Part 3 The Monographic Study on Geological Environment in Typical Cities 		
Chapter 11	Study on Geological Environment of Karst Groundwater in the Jinan Spring Region	(155)
11.1	Characteristic of Karst Groundwater System	(155)
11.2	Evolution of Karst Groundwater Environment	(165)
11.3	Protection Measures of Geological Environment	(173)
Chapter 12	Comprehensive Study on Geological Environment in Qingdao City	(175)
12.1	Geological Environment Conditions	(175)
12.2	Resources Development and Status of Eco-environmental Construction	(183)
12.3	Geological Environment Problems	(188)
12.4	Comprehensive Evaluation on Geological Environment Quality	(199)
12.5	Protection Measures on Geological Environment	(204)
Chapter 13	Study on Vulnerability of Geological Environment in Oil and Gas Area in South of Dongying	(208)
13.1	Geological Environment Background Conditions	(208)
13.2	Aeration Zone Environment	(213)
13.3	Water and Soil Pollution Caused by Failing-oil	(223)
13.4	Protection Measures and Evaluation on Vulnerability of Geological Environment	(231)
Chapter 14	Study on Prediction and Prevention of Ground Subsidence in Dezhou City	(237)
14.1	Factors and Causes	(237)
14.2	Prediction	(240)
14.3	Prevention Division	(243)
Conclusions		(245)
References		(247)

第一篇

地质环境背景与综合评价

第一章 引言

人类生存和经济社会的发展,依赖于良好的自然环境系统的支持,而地质环境是自然环境的重要组成部分,是经济社会发展的物质基础。在这一环境中,地质体系的各部分之间、地质体系与生态系统之间已形成一种动态平衡的关系。产业革命以来,特别是第二次世界大战以后,由于人口剧增,科学技术迅猛发展,人类活动已变成干预和改变自然体系的强大营力,并且可能带来长期的潜在危害。如工业废弃物排放和农药化肥的施用,把大量有害化学物质散布到地质环境中,逐渐改变地球表面的化学组成,生态平衡的物质基础便遭到破坏;大型工程和资源开发使地貌不断发生变化,留下一些难以处置的地质环境问题;城镇化进程的加快,使人口高度集中,大型和高层楼房建设增加,引起水资源短缺、地面沉降加速、海(咸)水入侵加快、工程地质条件发生变化;由于全球气候的变化,海平面上升,引发了海岸线的变迁,对海岸带城市的发展造成威胁;森林植被的减少引发或加剧水土流失、山区滑坡和泥石流等地质灾害。

随着全面建设经济文化强省进程的推进,经济化社会的快速发展,山东省对各种资源的需求与日俱增,各种基础建设不断完善,人类工程活动对地质环境作用的规模和强度越来越大,人与地质环境的矛盾更加突出,影响人类和生物圈生存和发展的地质环境问题与地质灾害,诸如采空塌陷、岩溶塌陷、崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝、海(咸)水入侵、水资源匮乏、水环境污染、水土流失、土地荒漠化、湿地范围缩小、海岸淤积与蚀退等地质环境变异现象和问题不断发生和加剧,直接或间接威胁着人民生命财产的安全和生存环境。据统计:

——全省因采煤而造成的土地破坏面积已达 537km^2 ,且以每年 30km^2 的速度递增。其中塌陷面积超过 327km^2 ,最大中心沉陷深度达 12.5m ,仅常年积水面积即超过 48km^2 ,造成农田被毁,当地居民被迫外迁。

——莱芜铁矿顾家台和叶庄两矿区因采矿排水引发岩溶塌陷 140 处,造成 10 个自然村的 328 户居民被迫搬迁。

——1987 年淄博黑旺铁矿朱崖矿区庙子采空区突发塌陷,使 8 户居民陷入塌坑,造成 100 多间民房遭受不同程度的破坏,死伤各 12 人。

——泰安城区至紫灌庄因超采地下水,造成近 10km^2 范围内(自 20 世纪 70 年代以来)不断有岩溶塌陷发生。仅 2003 年 5~7 月,泰山区羊楼地区先后发生 9 处岩溶塌陷,最大的一处呈 $35\text{m} \times 27\text{m}$ 椭圆形,深 29.6m 。共造成 5 个村庄、401 户(1156 名村民)房屋不同程度开裂,其中 256 户成为危房,急需搬迁。

——枣庄十里泉水源地因超采地下水引发多处岩溶塌陷,已造成 1100 余间房屋开裂,300 余间成为危房,还造成多处地表污水回灌污染地下水源,有多处鱼塘、农田被毁。

——莱州市柞村镇及夏丘的黄山北麓和西侧山坡的黄山大理石开采区,崩塌致 5 人死亡。

——自 20 世纪 70 年代中期发现莱州湾沿岸发生海(咸)水入侵,入侵面积达 1100km^2 ,造成当地人畜饮水困难、机井报废、农田受损。

——2000 年泰安市岱岳区下港乡及黄前镇北部山区发生特大型泥石流,导致 10 个村庄受灾,造成死亡 19 人,伤 101 人。

——济南市历城区枣林村滑坡在 2001 年 11 月份滑动,直接威胁 8 户 33 名村民的生命财产和 327 公路交通的安全;长清区张夏镇梨枣峪村滑坡,始于 1997 年春夏之交,当时毁损民房 60 余间,2003 年 6 月以来,由于雨水充足,滑坡下滑迹象明显,严重威胁村民生命财产的安全,被迫另选村址。

上述地质环境问题及地质灾害的实例举不胜举,这些事例充分反映了山东省地质环境的脆弱性和地质环境问题与地质灾害的严重性。

多年来,山东省广大地质工作者为环境地质事业的发展作出了重要贡献。根据环境地质项目的性质和工作内容,山东省的环境地质工作经历了4个阶段,即间接工作阶段、专项调查阶段、全面工作阶段和深入发展阶段。

间接工作阶段(1962年以前):为满足城市建设、工矿企业发展和水利工程的需求,水文地质工作者在完成区域地质、水文地质调查,水源地勘查监测和水库工程地质调查等项目中,均涉及环境地质方面的工作内容,特别是对水文地质条件、地下水动态的调查与认识,为以后环境地质工作奠定了良好基础。

专项调查阶段(1962~1985年):此阶段主要是针对一些地质环境问题而开展的专项调查评价工作,其典型代表是山东省地质局八〇一队完成的“潍坊市城区地下水污染初步调查”项目。1962年,潍坊市饮用地下水受到苦味酸等污染,严重影响了城市供水和居民的身体健康。为查明污染原因和发展趋势,尽快控制污染,山东省地质局八〇一队于当年11月8日至12月12日开展了专项调查。调查范围包括城关、南关和东关等主要污染地区,共 7.26km^2 ,基本查明了潍坊市城区地下水污染的性质、状况、发展及危害,分析了污染的环境和水文地质因素,提出了防治地下水污染的措施。此外,此阶段有较大影响的专门地质环境调查成果还有1965年5月山东省地质局八〇一队提交的《齐河地区倪伦河流域旱、涝、碱综合治理水文地质调查报告》等。

全面调查阶段(1986~1997年):1986年以后,山东省环境地质工作进入一个以全面调查为主的阶段。这期间,由山东省环境水文地质总站承担完成的重要环境地质项目有“胶东地区水文地质工程地质环境地质综合勘察评价”、“济南市地下水环境质量评价及水源保护研究”、“淄博岩溶水环境水文地质条件评价研究”、“胶东半岛1:20万环境水文地质调查”等。

深入发展阶段(1998年至今):此阶段以完成的“山东省主要矿区地质环境问题与防灾减灾调查”项目为标志之一。同时完成大量建设项目地质灾害危险性评估、环境影响评价、地质灾害治理、地下水污染调查等工作。这期间,有一个很明显的特点是建设项目地质灾害危险性评估和矿山地质环境评价、矿山地质环境保护方案编制等工作大幅度增加。

为了实现人与自然的和谐共存,实现山东省经济社会与资源环境的可持续发展战略。我们全面总结了全省地质环境与地质灾害调查及防治方面的研究成果,系统分析研究地质环境问题和地质灾害的分布规律、形成条件、危害特征,科学评价、预测全省地质环境质量及其发展趋势,为全省社会发展、地质环境保护和地质灾害防治提供科学依据,编著出版了《山东省地质环境问题研究》一书。

第二章 自然地理及社会经济概况

山东省位于我国东部沿海,黄河下游。地理坐标介于东经 $114^{\circ}36'$ ~ $122^{\circ}43'$,北纬 $34^{\circ}25'$ ~ $38^{\circ}23'$ 之间,东西长约 700km,南北宽约 400km,总面积 15.71 万 km^2 ,总人口 9417 万人。境域包括半岛和内陆两部分,山东半岛伸入黄海、渤海之中,同辽东半岛遥相对峙,内陆部分自北向南与河北、河南、安徽、江苏 4 省接壤。现辖济南、青岛、淄博、枣庄、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、莱芜、威海、日照、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽 17 个设区市和 140 个县市区,省会城市为济南市。

第一节 自然地理条件概述

一、地形地貌

(一) 地形

山东省域位于我国地势划分中的第三大阶梯的东缘,海拔和相对高差均不大。全省地形分为山地、丘陵和平原,以鲁中南山地最高,向四周经低山丘陵逐渐过渡到山前平原和黄泛平原。丘陵区切割强烈,有“山东破碎丘陵”之称。平原区平坦广阔,岗、坡、洼相间,微地形比较复杂。

全省地势以泰、鲁、沂山地为中心,向四周逐渐低下,泰山主峰为山东最高点,海拔 1545m,鲁山海拔 1108m,沂山海拔 1032m,三山构成山东中部山地的一条东西向地表分水岭,分水岭北侧,低山丘陵,海拔 500 ~ 200m,逐渐过渡到广阔的黄泛平原;分水岭南侧,山地丘陵海拔从 1000m 下降到 160m 左右,到沂沭平原为 60m 左右;鲁中山地西侧从鲁西湖带过渡到黄河冲积扇,海拔 50m 左右;东侧为山东半岛,伸入黄、渤海中,海岸线长 3024km,半岛山地海拔一般 500 ~ 700m,崂山顶峰最高 1133m,平原地区海拔一般 5 ~ 50m;另有诸岛屿分布在沿海地带。

(二) 地貌

山东地貌类型比较齐全,按地貌形态及成因类型,可将全省划分为鲁中南以构造侵蚀为主的中低山丘陵、鲁东以剥蚀构造为主低山丘陵和鲁西北堆积平原三大地貌单元(图 2-1)。

鲁中南中低山丘陵地貌单元:该地貌单元位于本省的中部,东以昌邑-大店断裂为界与鲁东低山丘陵相邻,北西以潍坊—淄博—济南—平阴—东平—邹城—薛城连线与鲁西北堆积平原接壤。该单元呈一向北展布的扇形山地,长期缓慢上升,以构造侵蚀为主,地貌与构造、地层具有明显的一致性。中山区侵蚀切割强烈,山势险峻,峰顶海拔超过 1000m,最高为泰山主峰,海拔 1545m,切割深度大于 400m;低山丘陵区,谷浅坡缓,切割深度小于 400m;该单元还有由碳酸盐岩地层构成的侵蚀溶蚀或剥蚀溶蚀形成的低山丘陵,谷坡陡峭,地表岩溶发育;此外,该地貌单元还发育有剥蚀山间平原和山间河谷盆地。

鲁东低山丘陵地貌单元:该单元分布于山东省的东及东南部。低山区位于崂山一带,最高为崂山主峰,海拔 1133m,切割深度多大于 500m,低山丘陵多分布在单元西北部的大泽山一带,最高海拔 737m,