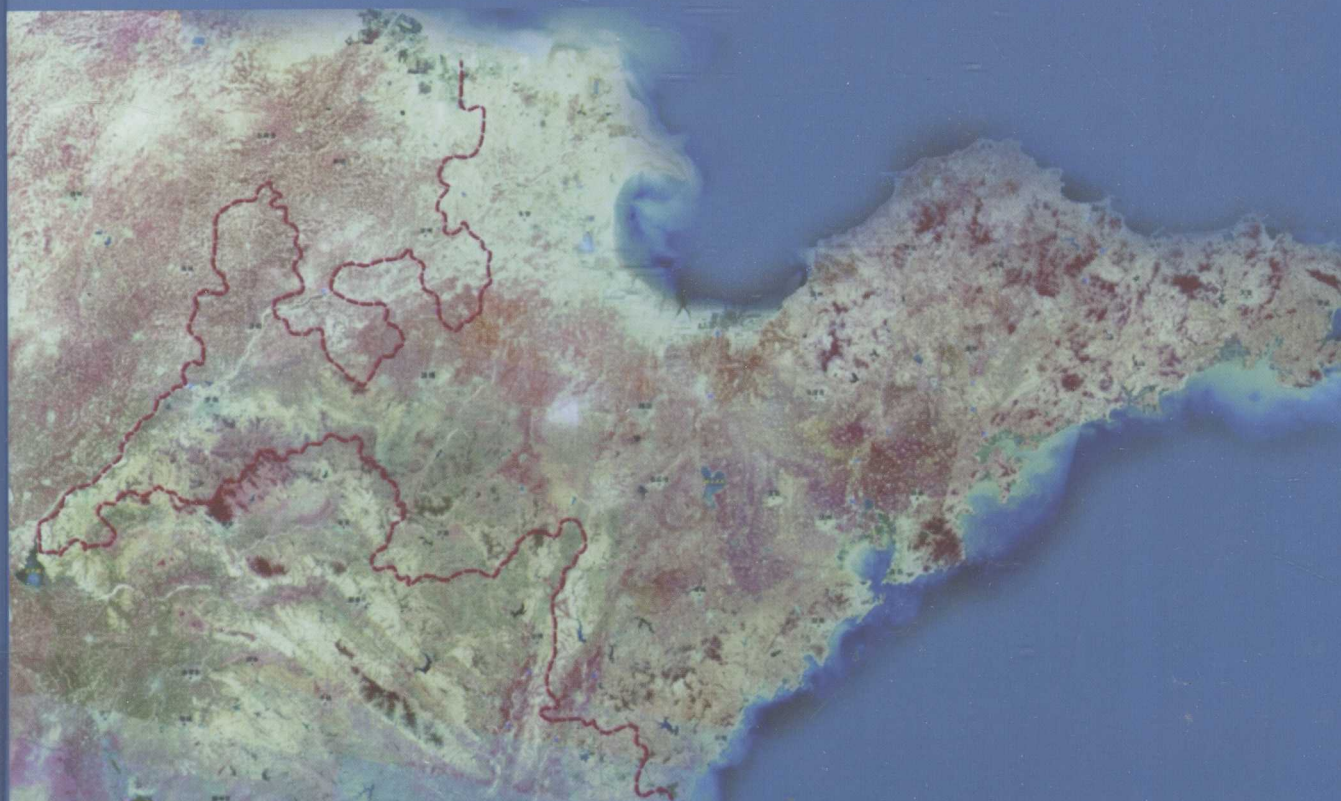


山东半岛城市群地区 地质资源与环境及其承载力 综合分析评价

贺可强 卢耀如 李关宾 等著



山东大学出版社

山东半岛城市群地区
地质资源与环境及其承载力
综合分析评价

贺可强 卢耀如 李关宾 著
李相然 关兆泉 李月瑞 杜汝霖

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

山东半岛城市群地区地质资源与环境及其承载力综合分析与评价/贺可强等著.
—济南:山东大学出版社,2009.5
ISBN 978-7-5607-3855-0

I. 山…

II. 贺…

III. ①山东半岛—自然资源—承载力—研究②山东半岛—区域环境—承载力—研究

IV. X372.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 075027 号

山东大学出版社出版

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东新华印刷厂临沂厂印刷

787×1092 毫米 1/16 19.75 印张 452 千字

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

定价:90.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

前 言

山东半岛城市群地区,位于山东省中东部,是我国改革开放后崛起的大城市群之一,包括济南、青岛、烟台、淄博、潍坊、威海、东营、日照 8 个地级市,辖 66 个县市区,土地面积 $7.3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全省总面积的 46.6%;总人口 3897 万人,占全省总人口的 43%。本区具有明显的区位优势和良好的发展基础,它聚焦了全省主要的优势资源和先进生产力,是带动全省经济超常规、高速度、跨越式发展的“龙头”区域。

山东的地质环境和资源组合条件在全国有相当的独特性,地貌类型丰富多样,地质构造复杂。这为该地区土地资源、水资源和矿产资源(包括能源)多样性提供了条件,也决定了山东的经济发展是以资源开发为基础的,为相对完整的产业体系提供了得天独厚的支持条件。

但是,山东半岛城市群地区地质环境比较脆弱,特别是由于经济快速发展,人口急剧增加,使不断对资源增长的需求与资源有限的矛盾非常突出,由于过量开采各种资源,已引起地质生态环境不断恶化,如矿产超采已引起矿山崩塌、采空塌陷、地裂缝;水质环境污染日趋严重,超采地下水已引起海(咸)水入侵、超采漏斗、土地盐渍化、地面沉降、地方病、过分开发和不合理使用土地已造成植被退化、水土流失、土壤侵蚀、土地污染和土地质量下降等问题。

所有这些环境问题的存在,又进一步严重阻碍了地质资源的可持续开发与有效利用,并成为制约地区经济持续协调发展的“瓶颈”。

资源是经济社会发展的基础,环境是保证经济社会可持续发展的条件,其中,地质环境又是资源与环境相互协调与保证的首要基本条件。因此,在系统分析与研究区域地质资源与地质环境条件的基础上,对有关地质环境问题及其发展演化趋势进行综合评价与预测,并以此为基础研究和确定区域地质环境承载力与发展容量,对切实解决好“发展、资源、环境”相互协调的关系,使地质资源和环境容量与经济可持续发展相协调,实现自然和经济社会的可持续发展目标具有重大的科学意义。

鉴于上述认识,2004 年中国工程院卢耀如院士、王思敬院士、中国科学院宋振骥院士等,针对山东半岛城市群地区地质环境的现状,上书山东省政府,

建议开展地质环境研究与评价,受到山东省政府的高度重视。省政府责呈发改委研究下发了“关于开展‘山东半岛城市群地区地质环境综合调查评价与可持续发展研究’课题研究的的通知”(鲁计规划[2004]1395号文),将该课题列入山东省“十一五”规划重大研究课题,并成立了以原山东省赵克志副省长为课题组组长,各有关厅局领导参加的课题领导小组,并由山东省地质环境与效应工程技术研究中心和青岛理工大学承担了课题的主要研究工作(附录)。

课题组全体成员经过三年多的共同努力,顺利而又较圆满完成预定的科研任务,编写了最终研究报告(上篇、中篇、下篇)和评价图系及数据库系统,取得了多方面丰硕的成果。2008年7月,山东省科技厅组织由中国科学院刘宝珺院士、林学钰院士、宋振骐院士、俄罗斯工程院外籍院士沈照理教授及许广明教授、张兆吉教授、高宗军教授等七位知名专家组成的评审鉴定委员会,刘宝珺院士任鉴定委员会主任、林学钰院士任鉴定委员会副主任。鉴定委员会对该项目成果进行了评审鉴定,对该项目所取得的成果给予了充分的肯定与高度评价,并指出:“项目所提供的技术资料齐备完整,测试数据准确可靠,体现出多学科、多单位团结协作所取得的好成果,项目成果总体达到了国际先进水平。”

本书就是在该课题研究成果(上篇)基础上,经进一步加工、修改、补充、完善、深化、提炼而成的。本书以现代地球科学、资源科学、环境科学、系统科学及可持续发展理论为指导,以现代科学技术,特别是“3S”(RS、GPS、GIS)技术为手段,以区域地理地质条件为基础,对山东半岛城市群地区的土地资源、矿产资源和水资源(包括地下热水资源)各种类型资源的开发利用现状、开发潜力及资源开发引发的环境问题等都进行了较充分的理论分析与评价,并由此有针对性提出了对各种资源与开发环境的治理保护措施及对策。特别是在基本查明该地区的资源与环境特点、形成机理、发展趋势、演化规律的基础上,对区域地质资源承载力、资源环境质量和环境容量与未来供求关系进行了科学的分析和预测,从而为山东半岛城市群地区地质资源与环境现状与发展趋势作出一个有战略性的研究和评价,这是一个具有一定创新性和探索性成果,对区域经济可持续协调发展的宏观把握和战略发展方向具有重要的理论和实践指导意义。

全书共分九章,分别为山东半岛城市群地区区域地理概况、山东半岛城市群地区区域地质概况、山东半岛城市群地区土地资源综合分析与评价、山东半岛城市群地区土地资源开发环境综合分析与评价、山东半岛城市群地区矿产资源综合分析与评价、山东半岛城市群地区矿产资源开发环境综合分析与评价、山东半岛城市群地区水资源综合分析与评价、山东半岛城市群地区水资源

开发环境综合分析评价、黄河断流及南水北调工程对山东半岛城市群地区水资源开发与利用的影响与对策。

本书是在山东省发展和改革委员会的直接领导和组织下,经课题组全体成员团结协作、共同努力的研究成果。在项目研究过程中,至始至终得到山东省政府、山东省发改委和青岛理工大学有关领导及相关部门的大力支持与帮助;省政府张传亭副秘书长、山东省发改委孟雷处长、郭训成处长、李守民副处长、郭沛副处长、王福栋副调研员、山东省财政厅刘治春副处长和青岛理工大学白建业副研究员、王旭春教授为本课题的完成做出了大量组织与协调工作;特别是原山东省政府赵克志副省长对本项目研究给予了极高的重视,并做过多次重要批示,明确提出了项目研究的方向与要求。在此,对他们为本项目完成和本专著的出版所给予的关怀、鼓励与支持表示衷心的感谢!

山东省国土资源厅刘彦博处长、山东省地矿局康凤新副处长、山东省水利厅庄会波研究员、石家庄经济学院史继忠教授、杜敏编辑为本书提交了部分宝贵资料;青岛理工大学陈为公、郭栋、周敦云、孙丽娜、杜文,山东省地质环境与效应工程技术研究中心研究生刘建伟、李晶、张永平、冯利坡、姜文富、李兴、王丽红、贾玉跃、王全征、李新源参与了本书图件的绘制与资料整理等工作,对他们所付出的劳动也表示衷心的感谢!

本书由青岛理工大学贺可强、中国地质科学院卢耀如、山东省发改委李关宾、烟台大学李相然、山东省发改委关兆泉、李月瑞和石家庄经济学院杜汝霖共同撰写而成。贺可强负责全书的编纂与定稿工作。

由于时间和作者水平所限,书中难免存在这样或那样的问题,恳请读者不吝批评和指正。

作者

2008年12月15日

目 录

前 言	(1)
第一章 地质资源与环境研究概况	(1)
第一节 地质资源与环境特征	(1)
第二节 地质资源与环境承载力	(3)
第三节 地质环境质量评价	(6)
第四节 国内外地质资源与环境研究概况	(7)
参考文献	(9)
第二章 山东半岛城市群地区区域地理与地质概况	(12)
第一节 区域自然地理概况	(12)
第二节 区域经济地理概况	(21)
第三节 区域地质特征与地层概况	(26)
第四节 区域大地构造分区和构造特征	(29)
第五节 区域岩浆岩概况	(32)
第六节 区域地质环境概况	(32)
参考文献	(34)
第三章 山东半岛城市群地区土地资源综合分析与评价	(36)
第一节 土地资源概况及研究意义	(36)
第二节 土地资源开发潜力分析与评价	(43)
第三节 土地利用适宜性分析与评价	(58)
第四节 土地资源经济承载力研究	(66)
参考文献	(73)
第四章 山东半岛城市群地区土地资源开发环境综合分析与评价	(75)
第一节 土地资源开发引起的环境问题分析	(75)

第二节 土地资源开发环境综合分析与评价	(85)
第三节 土地资源开发环境保护的对策与建议	(94)
参考文献	(97)
第五章 山东半岛城市群地区矿产资源综合分析与评价	(99)
第一节 矿产资源概况	(99)
第二节 矿产资源开发利用现状综合分析与评价	(106)
第三节 矿产资源开发利用潜力综合分析与评价	(114)
第四节 矿产资源经济承载力分析及需求预测	(123)
第五节 地热资源开发利用评价及前景预测	(126)
第六节 矿产资源开发与保护对策及建议	(134)
参考文献	(138)
第六章 山东半岛城市群地区矿产资源开发环境综合分析与评价	(141)
第一节 矿产资源开采引发的环境问题分析	(141)
第二节 矿山环境和地质灾害分区及其危害程度综合分析与评价	(147)
第三节 矿产资源开发环境保护对策及建议	(149)
第四节 矿业城市的环境治理措施及典型事例	(153)
参考文献	(162)
第七章 山东半岛城市群地区水资源综合分析与评价	(164)
第一节 水资源概况	(164)
第二节 水资源开发利用现状综合分析与评价	(174)
第三节 水资源开发潜力综合分析与评价	(188)
第四节 水资源供水量及需水量预测	(197)
第五节 水资源经济承载力与开发适应性评价与预测	(209)
参考文献	(216)
第八章 山东半岛城市群地区水环境综合分析与评价	(218)
第一节 水质、污染程度及其发展趋势分析与评价	(218)
第二节 水资源开发引发环境问题分析与评价	(243)
第三节 水环境与经济协调发展综合评价	(264)
第四节 水环境保护对策及建议	(270)
参考文献	(273)

第九章 黄河断流及南水北调工程对山东半岛城市群地区水资源开发与利用的影响与对策.....	(275)
第一节 黄河断流对本地区水资源开发与利用的影响及对策.....	(275)
第二节 南水北调工程对本地区水资源开发与利用的影响及对策.....	(285)
参考文献.....	(296)
附 录.....	(298)

Contents

Preface	(1)
Chapter 1 General research situation of geological resources & environments	(1)
Section 1 Feature of geological resources & environments	(1)
Section 2 Carrying capacity of geological resources & environments	(3)
Section 3 Evaluation on geological environment quality	(6)
Section 4 General research situation of geological resources & environments of home and abroad	(7)
References	(9)
Chapter 2 General situation of regional geography and geology of Shandong	
Peninsula City Group Region	(12)
Section 1 General situation of regional natural geography	(12)
Section 2 General situation of regional economic geography	(21)
Section 3 General situation of regional geology and stratum	(26)
Section 4 Division and feature of regional geotectonics	(29)
Section 5 General situation of regional magmatic rocks	(32)
Section 6 General situation of regional geological environments	(32)
References	(34)
Chapter 3 Comprehensive analysis & evaluation on land resources of Shandong	
Peninsula City Group Region	(36)
Section 1 General situation of land resources and research significances	(36)
Section 2 Analysis & evaluation on development potential of land resources	(43)
Section 3 Analysis & evaluation on suitability of land utilization	(58)
Section 4 Research on economical carrying capacity of land resources	(66)
References	(73)

Chapter 4 Comprehensive analysis & evaluation on the environments of land resource development of Shandong Peninsula City Hroup Region	(75)
Section 1 Environment problems causing by land resource development	(75)
Section 2 Comprehensive analysis & evaluation on environments of land resource development	(85)
Section 3 Countermeasures and suggestions on environmental protection of land resource development	(94)
References	(97)
Chapter 5 Comprehensive analysis & evaluation on mineral resource of Shandong Peninsula City Group Region	(99)
Section 1 General situation of mineral resources	(99)
Section 2 Comprehensive analysis & evaluation on present exploitation & utilization situation of mineral resources	(106)
Section 3 Comprehensive analysis & evaluation on development potential of mineral resources	(114)
Section 4 Analysis on economical carrying capacity of mineral resources and demand forecast	(123)
Section 5 Evaluation on exploitation of geothermal resource and its prospect forecast	(126)
Section 6 Countermeasures and suggestions on protection of mineral resources	(134)
References	(138)
Chapter 6 Comprehensive analysis & evaluation on the environments of mineral resource exploitation	(141)
Section 1 Analysis on environmental problems caused by exploitation of mineral resources	(141)
Section 2 Division of mine environment and geological hazards and comprehensive analysis & evaluation on potential risk	(147)
Section 3 Protection countermeasures and suggestions on mineral resource exploitation environments	(149)
Section 4 Control measures of environments and typical cases of the mining industry cities	(153)
References	(162)

Chapter 7 Comprehensive analysis & evaluation on water resource of Shandong Peninsula City Group Region	(164)
Section 1 Situation of water resources	(164)
Section 2 Comprehensive analysis & evaluation on present situation of water resource utilization	(174)
Section 3 Comprehensive analysis & evaluation on water resource utilization potential	(188)
Section 4 Prediction of water resource diversion and demand volume	(197)
Section 5 Evaluation & prediction of economical supporting capacity and utilization compatibility of water resource	(209)
References	(216)
Chapter 8 Comprehensive analysis & evaluation on water resources utilization environment of Shandong Peninsula City Group Region	(218)
Section 1 Analysis & evaluation on water quality, pollution degree and development trends	(218)
Section 2 Analysis & evaluation on environmental problems caused by water resource utilization	(243)
Section 3 Comprehensive evaluation on coordinated development between water resource environments and economy	(264)
Section 4 The solutions to and suggestions on the protection of the water environment	(270)
References	(273)
Chapter 9 The effects on water resources utilization of Shandong Peninsula City Group Region by the interrupted flow of Yellow River and South—North Water Diversion Project and its countermeasures	(275)
Section 1 Effects of interrupted flow of the Yellow River on water resource utilization and its countermeasures	(275)
Section 2 Effects of South—North Water Diversion Project on water resource utilization and its countermeasures	(285)
References	(296)
Enclosure	(298)

第一章

地质资源与环境研究概况

第一节 地质资源与环境特征

一、地质资源的概念

地质资源(Geological resources)是指赋存与地质环境中,取自地壳的资源,即土壤岩石圈资源。今天已被认识到并能加以开发利用的地质资源,按其功能可分为土地资源、矿产资源(含能源矿产、地下水、地热)、地质景观资源、地质遗址资源(含化石)、地质空间资源、地质信息资源等。本书评价的地质资源是指土地资源、矿产资源、地表水资源和地下水资源。

地质资源是自然资源的重要组成部分,是人类生存与发展的物质基础,这就决定了地质资源具有以下五个方面的特征:

(一)地质资源的有限性

各种矿产资源都是在漫长的地质年代中形成的,每一个矿床的形成都有其一定的地质过程,经历长时间的跨度,对于只有数千年文明历史的人类而言,无论是在一定时间内可再生的矿产资源,还是不可再生的大多数矿产资源,都只有一定的蕴藏量,这就是资源的有限性(卢耀如,2003)。特别是按人口平均分配的资源占有量,可更清楚地反映出矿产资源的有限性。我国人口众多,矿产资源相对严重不足,仅为世界人均矿产资源的二分之一,水资源仅为世界人均的四分之一。

(二)地质资源的相对性

对人类的生存与发展而言,资源的判别随着科学技术与生产力的发展而有不同的划分准则,也就是说,自然界中的有机生命和无机物质成为人类开发利用的资源,有其相对性。人类利用不断进步的科学技术手段把地质资源的利用的广度和深度提高到了空前的水平,许多以前人们还难以认识和利用的地质资源,如地球两极的矿产资源、海底的矿产资源,如今也正在被人类开发利用,还借助于不断进步的技术,可以把以前不能利用的贫矿如同富矿加以利用。

(三)地质资源分布上的不均匀性

各种矿产资源是随地壳运动而形成的聚合物,除多种矿产共生或伴生,贫富矿石在矿床或矿体中除分布不均匀外,还表现在其地理分布上的不均匀。从世界范围看,“石油保有储量的60%集中在中东;煤炭储量的64%集中在中国、俄罗斯和美国;铁矿储量的

70%集中在俄罗斯、巴西、加拿大、澳大利亚和印度;锡矿储量的60%以上集中在中国和马来半岛;钨矿储量的75%集中在中国、加拿大和俄罗斯”(朱训,1999)。从我国看,“晋、陕、内蒙古三省区煤炭保有储量占全国的68%;新疆石油储量居各省(区)之首;铁矿集中于辽、冀、晋、川四省,占全国保有储量的70%”(张文驹,2007)。

(四)矿产资源赋存的特点往往具多种矿产共生或伴生性

例如,山西阳泉煤系地层为综合型矿产,上层为煤,中层为铝土矿,下层为硫铁矿。再如,内蒙古白云鄂博铁矿中,具有综合利用可能的矿种就有20多种,其中伴铁而生的稀土矿物和铈的价值比铁的价值高20多倍(李瑞敏等,2008)。

(五)地质资源的生态性

有些矿物与矿床的生成与生物作用有关,这是其生态性的一个方面。这些矿产资源赋存在具有生态性的环境中,人工开发后就会产生地质和生态环境的效应,甚至诱发不良现象,影响到生物依存的环境的质量,影响到大量生物的生存空间与条件,破坏生态性的平衡环境。所以,矿产资源具有生态性也是很明确的。

二、地质资源与环境的相互作用关系

(一)地质环境的概念

人类的技术—经济活动不断地改变着地球的面貌,甚至导致地球上一些新的地质现象的出现。人类的活动对岩石圈的影响随着科学技术的发展而愈来愈强烈,而岩石圈的表层又与大气圈、生物圈、水圈相互作用有密切的关系。

一般将这个与大气圈、生物圈、水圈相互作用最直接,又是与人类活动关系最密切的岩石圈表层部分称为地质环境(周爱国等,2008)。

地质环境(Geo-environment)是指人类生存和发展所依赖的地球表层岩石圈系统,是具有一定空间概念的客观实体,上限是岩石圈的表面,下限则取决于人类科学技术水平的生产活动能力。

地质环境包括岩石、土壤与地下水三个主要的环境要素。岩石是地质作用的产物,是人类生活生产的场所,是人类发展所进行的各种工程建设的,最重要的环境要素;土壤是地质作用与人类活动共同作用的产物,它与人类生存发展密切相关,维持人类生存的食品都由土壤培植,维持生态环境的植被也都与之有关;地下水的形成与地质作用关系密切,它赋存于地壳中,有些与地表水相互补给,而有些,常常赋存在地质构造中,它与地表水一样成为人类生存发展的必要条件,也是维持生态环境的必要条件。

地质环境具有双重属性,即资源属性和环境属性。地质环境既是一种自然资源,又是一种自然环境。当其作为自然资源成为人类生存与经济社会发展的物质时,其资源属性的经济关系可由资源经济学来研究;而当其作为自然环境并成为人类生存与经济社会发展的必要条件时,其环境属性的经济关系将由环境经济学来研究。

(二)地质资源与环境的相互作用关系

地质资源与环境所包容的环境系统包括大气圈、水圈、岩石圈和生物圈,它们相互联系,相互影响,相互制约,形成一个完整的资源环境系统。系统内的四个圈层是环境系统的四个子系统,子系统之间存在着复杂的物质能量和信息的交换。

对人类生存与发展而言的地质资源与环境,包含着许多内容,无论是圈层中各方面的单一因素,还是复合着多因素的结果,对人类的生存与发展都具有两重性:一方面有利于人类的生存与发展;另一方面不利于人类的生存与发展(卢耀如,2003)。

对人类生存与发展有利的条件和优化(或益化)的地质资源与地质环境条件,可概括为两方面:一方面是构成人类赖以生存的有关地质环境的基本条件,包括地形、地势、气候、土壤、地层、构造等岩石圈及水圈中的有关条件;另外还可成为可开发的资源,这是人类生活得以向高层次发展的物质基础。自然界中作为人类生存的基本条件的地质环境,和作为提高人类生活质量的物质基础的地质资源,有时是一致的。就是说地质环境既是人类生存的基本条件,又可当作地质资源。另一方面由于地球自身从内部到地表也在不停地运动着,不断地改变着地壳结构与地表地势和地貌,加之人类生产和工程的活动的的影响相应的也可产生一系列不利于人类生存和发展的不良现象与灾害,如对石油矿产开采造成地表土垠和地下水污染,固体矿产开采造成矿山自然环境破坏和采空塌陷,过量开采地下水引起地面沉降等。

由上述可见,地质资源与环境相互作用对人类影响可分为两种效应:一种是正效应,指人类活动使地质资源与环境质量发生正向变化;另一种是负效应,指人类活动使地质资源与环境质量发生负面变化,并可超过地质环境容量,造成了地质环境的污染和破坏,甚至会形成地质灾害。

第二节 地质资源与环境承载力

一、承载力的概念

关于承载力概念的起源可以追溯到马尔萨斯时代。马尔萨斯是第一个看到资源限制因子对人类社会物质增长过程有重要影响的科学家。他的资源有限并影响人口增长的理论不仅反映了当时的社会形势,而且对后来的科学研究也产生了广泛的影响。1838年,比利时生物学家 P. E. 费胡斯特从马尔萨斯的生物总数增长率出发,认为生物种群在环境中可以利用的食物量有一个最大值,它对动物种群的增长是一个限制因素,种群增长愈接近这个上限,增长速度愈慢,直到停止增长。该数值在生态学中被称为“承载力”。

承载力(Carrying capacity)(装载量)是用以限制发展的一个最常用的概念。最早在生态学中用以衡量某一特定地域维持某一物种最大个体数目的潜力,现在则广泛用于说明环境或生态系统所能承受发展和特定活动能力的限度。环境问题的产生是由于人类经济活动超越了环境的“限度”而引起的,因此,人口、资源、环境问题的落脚点是解决人类需求的无限性和资源有限性之间的矛盾,人类社会的可持续发展就要求在人类需求和资源之间寻求平衡点。

二、资源承载力

资源承载力(Resource carrying capacity)是指在一定技术水平下,资源对现有人口和未来人口生存和发展的支撑能力,而且要求在达到这种支撑能力时,对资源开发和利用不

应超过资源和环境容量,不能以破坏或过度利用经济发展赖以维持的资源和环境为代价。

资源承载力也可以说是指一定区域在未来不同时间尺度上,以预期的技术、经济和社会发展水平且与此相适应的物质生活水平为依据,一个区域利用其资源所能持续稳定的供养的人口数量。

进行资源承载力研究,实质上就是从可持续发展和促进经济与资源环境协调发展的高度,寻求在特定时空条件下,对区域(或城市)环境系统和社会经济进行深入研究,以定性和定量相结合的方法来表征区域(或城市)环境系统对社会经济的承受能力。

三、地质资源承载力

地质资源环境是人类赖以生存和发展的物质基础,人类社会经济发展模式必须建立在资源可持续利用上,开展资源承载力理论及应用研究,对于人们转换经济行为方式,树立科学发展观具有重大理论意义和实践价值。

由于资源环境系统是由各个子要素和子系统来组成,所以目前资源承载力研究所涉及地质资源承载力,可划分为土地资源承载力、水资源承载力、矿产资源承载力等,在本书的各有关章节对此都有专门的论述。

(一)土地资源承载力

土地资源承载力(Land resource carrying capacity)是指在未来不同时间尺度上,以一定的技术、经济和社会发展水平及与此相适应的物质生活水准为依据,一个国家或地区利用其土地资源所能持续供养的人口数量。这一定义上明确了土地承载力的四个要素:生产条件、土地生产力、人的生活水平和被承载人口的限度。

国内计算土地承载力的方法有多种,概括起来可以分两类:一类是系统动力学方法,将土地看作一个动态系统,应用动力学的基本原理,从整体上分析人口、资源、环境和发展之间的关系,通过建立系统动力模型,模拟不同策略下人口变化与承载潜力之间的动态关系。另一类是农业生态区域法,是在一定的比例尺下,将研究区划分为农业生产条件不同的生态单元,在一定的土地利用方式下,计算其土地生产潜力,并在一定营养水平条件下进行土地人口承载能力分析。

(二)矿产资源承载力

关于矿产资源承载力(Mineral resource carrying capacity)的研究,中国国土资源经济研究院的研究者们首先提出了矿产资源承载力的概念,即指在一个可预见的时期内,在当时的科学技术水平和自然条件允许的条件下,矿产资源的经济可采储量对社会经济发展的支持能力。他们在“我国矿产资源与可持续发展研究”课题成果中,基于叶文虎教授提出的“物质生产—人口生产—环境生产”三大生产分类理论,将矿产资源承载力进一步分成对物质生产的承载力、对人口生产的承载力和对环境生产的承载力,并构建出矿产资源承载力模型及其指标体系。他们通过测算我国 37 种主要矿产资源对经济规模的承载能力,为我国矿产资源勘察和开发提供了重要的决策依据。

(三)水资源承载力

水资源经济承载力(Water resource carrying capacity)是指某一地区的水资源,在一定社会和科学技术发展阶段,在不破坏社会和生态系统时,最大可承载的农业、工业、城市

规模和人口水平,是一个随社会经济和科学技术水平发展变化的综合目标。这就是说水资源承载能力的大小随着空间、时间和条件的变化而变化,具有一定的动态性、可调性和伸缩性。也有人说,水资源经济承载力是指在一定流域或区域内,其自身的水资源能够持续支撑经济社会发展规模,并维系良好的生态系统的能力。水资源承载能力讲的用水,即取力的能力。

综上所述,水资源承载能力可用三个指标来衡量:可供水量的数量、区域人口数量限度及经济增长的限度。

目前国内外对水资源承载能力的研究,基本围绕两项内容:一个是对区域水资源承载能力是否超载进行综合定量评价,不给出一定的水资源所能承载的规模指标;另一个是采用系统动力学方法或者多目标规划方法预测和分析一定区域内水资源所能承载的社会经济及人口规模。

四、地质环境承载力^①

(一)地质环境承载力的概念

可以从地质环境系统内的人—地关系出发,给定一个地质环境承载力的概念(Geo-environmental carrying capacity),即在一定时期的一定区域内,在一定的环境目标下,在维持地质环境系统结构不发生质的改变,系统功能朝着有利于人类社会、经济活动方向发展的前提条件下,地质环境系统所能承受人类活动和外部力量的影响与改变的最大能力。

(二)地质环境承载力的特点

地质环境系统是一个开放性系统,它必然要与外界环境进行物质、能量、信息的交换。随着科学技术水平和社会生产力的快速发展,人类活动对地质环境开发、利用、改造的规模、强度、速度水平越来越大,在人类活动影响下,地质环境与外界之间的交换越来越广泛和深入。因此,地质环境承载力具有如下特点:

1. 地质环境承载力是一个客观存在的量,是可以准确衡量的。地质环境承载力是地质环境系统结构、功能特征的反映,其质和量是客观存在的,可以通过一定的方法来准确地衡量。

2. 地质环境承载力具有可变性和可控性。随着地质环境系统结构、功能的变化,作为地质环境系统结构、功能表征的地质环境承载力也会随之变化。人类在掌握地质环境演变规律和人—地相互作用机制的基础上,根据生产和生活的实际需要,可以对地质环境进行有目的的开发、利用和改造,从而可以使地质环境承载力在质和量两方面朝着人类预定的目标变化,以保障人类社会、经济活动的可持续发展。正因为地质环境承载力的可控性,才使得研究地质环境承载力具有更重要的现实意义。

^① 周爱国等:《地质环境评价》,中国地质大学出版社 2008 年版,第 5~13 页。