

地震灾后重建规划： 资源环境承载力评价

DIZHEN ZAIHOU CHONGJIAN GUIHUA
ZIYUAN HUANJING CHENGZAILI PINGJIA

邓 伟 刘邵权 孔纪名 文安邦◎编著

四川科学技术出版社

地震灾后重建规划： 资源环境承载力评价

DIZHEN ZAIHOU CHONGJIAN GUIHUA
ZIYUAN HUANJING CHENGZAILI PINGJIA

邓 伟 刘邵权 孔纪名 文安邦◎编著



四川科学技术出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

地震灾后重建规划：资源环境承载力评价 / 邓伟, 刘邵权,
孔纪名, 文安邦编著. — 成都：四川科学技术出版社, 2015.9
ISBN 978-7-5364-8145-9

I. ①地… II. ①邓… ②刘… ③孔… ④文… III. ①地震
灾害—灾区—重建—自然资源—承载力—评价—中国②地震灾害—
灾区—重建—环境承载力—评价—中国 IV. ①D632.5②X372

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第174629号

地震灾后重建规划：资源环境承载力评价

出品人 钱丹凝
编 著 邓 伟 刘邵权 孔纪名 文安邦
特邀编辑 胡平华
责任编辑 罗小燕
责任出版 欧晓春
封面设计 墨创文化
出版发行 四川科学技术出版社
成都市三洞桥路12号 邮政编码610031
官方微博：<http://e.weibo.com/sckjcbs>
官方微信公众号：sckjcbs
传真：028-87734039
成品尺寸 210mm × 270mm
印张 30.875 字数 650 千
印 刷 成都创新包装印刷厂
版 次 2015年 9月成都第一版
印 次 2015年 9月成都第一次印刷
定 价 88.00 元

ISBN 978 -7 -5364 -8145 -9

■ 版权所有 · 翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。
■ 如需购本书，请与本社邮购组联系。
地址/成都市三洞桥路 12 号 电话/(028) 87734035
邮政编码/610031

XU 序

在2008年的“5·12”汶川大地震和2013年的“4·20”芦山大地震救灾中,中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所(简称山地所)的科技人员们经受住了严峻考验。在四川省委省政府的领导和指挥下,在中国科学院的指导下,我们不仅为抗震救灾应急抢险提供了有用、有效的技术支撑,还为灾后重建规划开展了震区资源环境承载力评价工作,做出了有社会影响力的科技贡献,得到了社会的公认,很好地践行了中国科学院“创新为民,科技救灾”的明确宗旨。

那一刻,山地所吹响了科技抗震救灾的集结号,科技人员们组成的团组陆续奔向了地震灾区,冒着余震的危险,冒着随时发生崩塌和滚石的危险,为抗震救灾、抢险勇赴危难,顽强地工作在重灾区,空地结合,获取了十分宝贵的第一手调查、实测和航拍数据,为次生山地灾害的分析与科学应对提供了重要依据。

震区资源环境承载力评价是灾后重建规划的基础性工作,四川省委省政府高度重视,专门指派山地所承担此项重任,表明了山地所在这方面的有着良好的基础和优势。

我们接受了这项任务,就像打仗一样,进行了战前动员,做了仔细的分工,大家精神饱满,这其中好多人都是刚刚毕业的博士生,还有在读的研究生,大家拧成了一股绳,不分昼夜,拼劲十足,坚定地按照四川省委省政府的要求完成了任务。

在国家需要的关键时刻我们冲上去了,经受住了考验,为此我们深感自豪。通过承担这项任务,深化了我们对资源环境承载力的认识,特别是在国家主体功能区划的指导思想下,山区国土空间管理及其可持续发展,山区资源环境承载力特征、动态与变化趋势,包括不同国土空间开发类型与作用方式下的阈值,是实现这一新的国土空间开发与管理理念的基础。

虽然我们已经完成了地震灾区资源环境承载力评价工作的具体任务,但这项工作的理论探讨和实际应用始终贯穿于我们的研究工作中,包括参与国家科技部“十三五”有关这方面的规划编写工作。特别是2015年启动的由我们承担的国家科技部重点基础研究发展计划(“973”计划项目,邓伟研究员任首席科学家)项目,也包含了这一研究内容,即“水土资源耦合的资源环境承载力动态特征与尺度关联及其阈值”,充分表明我们具有这一领域研究工作的基础和一定的优势。

2015年是汶川地震7周年、芦山地震2周年,在此之际,我们借出版地震灾区资源环境承载力研究与实践的专著,记录我们曾经走过的路,为社会发展做出的些许贡献,激励我们继续关注这一领域的研究工作,激发我们继续深化和提升这方面的研究,为国家和地方需求提供更好的科技支撑,以期更好地践行“关注山地,支撑未来”的山地所创新发展的理念。

中国科学院原院长路甬祥提出:“认知山地科学规律,服务国家持续发展。”中国科学院白春礼院长指出:“提高创新能力,发展山地科学。”毫无疑问这是对我们的莫大鞭策。中国是一个山地大国,需要众多的科技工作者致力于山地科学研究,我们希望努力成为这个群体中的一支优秀的团队。

一切成功都源于不懈的努力、执著与坚守,我们当以此自勉,继续前行。

邓伟、刘邵权、孔纪名、文安邦

2015年3月31日

前言

Q IANYAN

发生在2008年5月12日的汶川大地震和2013年4月20日的芦山地震,至今回想起来还让我们深感震颤。面对突发的大地震,党中央、国务院即刻展开大规模抗震救灾工作,四川省委省政府夜以继日地全面实施紧急的抢险和搜救工作。中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所的广大科技人员冒着余震赶赴地震灾区开展专业考察、调查与观测工作,先后800多人次深入重灾区,获取第一手资料和数据,积极提出科学建议,为科技救灾和防灾减灾发挥了重要作用,得到了国内多方面的赞誉和国际好评。

在灾后恢复与重建的规划工作中,资源环境承载力评价是一项基础性工作,是灾后重建综合规划的基本依据。受四川省委省政府的委托,我们先后承担了汶川、芦山地震灾区资源环境承载力评价等工作。作为组织、实施这项工作的总负责人,我与刘邵权研究员、孔纪名研究员、文安邦研究员等30多位科技人员和研究生,夜以继日地紧张工作,在科技顾问刘淑珍研究员、陈国阶研究员等的精心指导下,在四川省政府和地方政府有关部门的通力合作与支持下,按照省委省政府的明确要求,我们按时保质保量完成了地震灾区资源环境承载力评价工作,通过了省委常委会的验收,有力地指导和促进了灾后重建规划的编制工作,为地震灾区恢复与重建提供了有效的科技支撑。

经历了这样一次具有特殊意义的工作实践,对我们这支专业科技队伍的锻炼与成长起到了重要的促进作用,不仅打造了一支多学科的综合研究队伍,而且形成了适应震后资源环境承载力评价的工作流程,技术体系日益成熟,并催生了我们在资源环境承载力与国土空间规划方面的研究,我们越发认识到这项研究工作的重要意义和实际应用价值。为此,我牵头组织参与这项工作和后续开展这项研究工作的科技人员共同进行了本书的编著工作。经过几个月的紧张撰写,即将封笔定稿,希望这项曾经被公众关注的、有影响的科技工作不要被尘封在岁月里,能够付梓成册,能够为同行们未来开展这一领域的工作提供可借鉴的参考,这就实现了我们的初衷。

地震灾区恢复重建的资源环境承载力评价工作是基于地理学、地质学、灾害学、遥感与地理信息等多学科支撑的综合性研究工作,专业性和专项性十分明确,是科技应急工作的重要组成部分,需要不断地完善资源环境承载力评价的理论和方法体系,建立快速响应的工作机制和科学规范的启动流程,为适应我国山区防灾减灾的重大需求提供高水平的、高效的科技支撑。

在本书的编著过程中,我们对资源环境承载力研究的理论与方法体系进行了归纳和阐述,以期增强本书的系统性、指导性和参考性。随着研究工作的深入,我们认为资源环境承载力不是静态的,是随着各类要素集的变化而呈现动态性,这就增加了资源环境承载力评价的复杂性,尤其是对其形成的机制及影响、关联亟待进一步探究和破解,这是生态文明建设中主体功能区精细划分和生态红线划定的基本支撑依据。可见,深化资源环境承载力研究,对推动国土空间功能优化具有重要的科学意义和实际应用价值。

回想起领导、组织、参加这项工作的两次经历,的确让我非常感动,参加这项工作的科技人员就像打仗一样,半个月来没有一个人睡过一次完整的觉,有的连续几夜奋战在办公室,真的是拼了。在此,我真诚地躬身拱手感谢大家,向你们致以崇高的敬意!

这项光荣而艰巨的任务能够保质保量地完成,得益于四川省委省政府的高度信任和正确领导与指导,也得益于四川省各级政府有关部门的通力支持与配合,在此,致以崇高的敬意和衷心的感谢!同时还要衷心感谢中国科学院和成都分院的大力支持、协调以及多方面的帮助!

本书的统稿工作由邓伟研究员完成。

由于震后灾区资源环境承载力评价是一项应急专项工作,主要依靠各学科长期科研积累的支撑而得以在短时间内完成,今天虽经整理归纳,但仍有不足之处,恳请读者批评指正,以期今后进一步深化和提高该项研究工作。

2015年3月21日

Contents

目录

第一部分 理论篇

001

■ 第一章 资源环境承载力

002

■ 第二章 理论基础与评价方法

012

■ 第三章 承载力与规划

029

■ 第四章 山区地震灾后重建

041

第二部分 应用篇

059

■ 专题一 汶川地震灾后重建规划：资源环境承载力评价

060

第一章 评价的指导思想、任务和基础

061

第二章 地震重灾区自然环境与经济社会概述

062

第三章 地震对重灾区资源环境的影响概述

066

第四章 地震和次生地质灾害特点及其危险性评价

067

第五章 地震重灾区资源环境承载力要素评价

075

第六章 地震重灾区资源环境承载力综合分析

095

第七章 结 论

108

专题一附图

110

■ 专题二 芦山地震灾后重建规划：资源环境承载力评价	117
第一章 评价任务、指导思想与方法	118
第二章 地震灾区自然环境与经济社会概述	121
第三章 地震次生地质灾害危险性评价	127
第四章 自然地理环境评价	157
第五章 人口和经济基础条件评价	247
第六章 灾后重建的国土空间适宜性与重建区域类型划分	274
第七章 灾后重建的人口合理规模测算	295
第八章 极重灾区重点城镇和集镇的重建条件分析	326
第九章 总体结论与建议	358
附表：芦山地震灾区国家和省级层面禁止开发区名录	362
■ 专题研究 1：关于雅安地震重灾区飞地工业园区建设构想	370
■ 专题研究 2：关于宝兴县城灾后异地重建的建议	375
专题二附图	381
■ 专题三：清平乡资源环境承载力综合评价	397

第一部分

理论篇



第一章 资源环境承载力

■ / 邓伟 吴雪玲

第一节 概念与内涵

一、承载力概念

“承载力”一词的出现可追溯至 19 世纪 80 年代,最早被用于畜牧管理中,指草地的最大载畜量。

早期的承载力研究与生态学发展紧密联系。马尔萨斯首次阐述了食物对人口增长的最终约束作用。1798 年,在其著作《人口原理》中,马尔萨斯提出人口与粮食关系的假设,即食物是限制人口增长的唯一因素,而人口呈指数增长,食物呈线性增长,由此提出承载力研究的基本框架——根据限制因子的状况分析研究对象的极限数量。这一思想逐渐被引入生态学、经济学、地理学、人口学等学科。承载力最初的研究领域主要是集中在经济学和人口学。弗赫斯特(Verhulst Pearl)将马尔萨斯的人口增长模型数值化,提出逻辑曲线方程。后来,珀尔(Pearl)对模型加以改进,Verhulst-Pearl 模型被广泛应用于人口预测。但是模型的假设条件相对苛刻,只适用于人口的短期预测,而且由于模型对人口增长的其他因素欠缺考虑,因此对全球人口承载力的预测值误差很大。

尽管承载力的相关研究很早就已经开始,但承载力的概念直到 1921 年才被人类生态学家帕克和伯吉斯明确提出,即“某一特定环境条件下(主要指生存空间、营养物质、阳光等生态因子的组合),某种个体存在数量的最高极限”,认为区域人口数量可根据某一地区的食物资源确定,由此带动土地承载力的研究。尽管该定义对 Verhulst-Pearl 模型忽视环境约束的缺陷有所弥补,但对环境约束条件的变化范围却难以界定。之后的很多学者都试图重新定义承载力,以期弥补 Verhulst-Pearl 模型的不足。然而,除了非生物环境限制因素的非规律性变化,

物种的生态学特性以及种间协同作用等因素也非常重要,所以并非生态系统中的任意种群的数量都存在稳定的平衡点,也就是说,承载力具有不确定性,或者是因其他因素或要素的增强作用或补替作用而具有动态性。正因如此,Verhulst-Pearl 模型对自然种群的承载力只能进行状态性的描述,而不是更为确切的定义。

20 世纪 60 年代末至 70 年代初,承载力被广泛应用于评价人类活动对环境的影响。1972 年,罗马俱乐部发表研究报告《增长的极限》,认为人类社会的增长是工业化急剧发展、人口增多、粮食私有制、不可再生资源枯竭以及生态环境日益恶化五种因素共同作用的结果,五种要素均以指数形式增长,而环境的破坏主要是由于粮食稀缺引起,破坏程度超出环境的最大承载量。人类活动是导致环境问题的主要因素之一,而环境质量评价又涉及价值判断和制度安排。由此,承载力概念的内涵拓展为环境系统所提供的资源(包括自然资源和容量资源)对人类社会系统良性发展的支持能力,研究范围扩大到整个生态经济系统,研究核心也变更为人口急剧增长与资源加速消耗对生态系统自身物质循环的干扰和对经济社会发展的制约。至此,承载力概念的内涵发生了根本性的变化,内容和含义更为广泛,实用性也得到进一步拓展。

随着承载力研究与应用范围的不断扩展,已由生态学逐渐延伸到其他学科。决定承载力的变量也不再是单纯的生态环境因素,社会消费模式、社会价值观念、社会制度安排、技术发展状况等经济社会因素的重要性日

渐凸显,由此形成了不同类型的承载力,主要有资源承载力、环境承载力等。

二、资源环境承载力定义

综合现有资源环境承载力的定义,可以归纳为四类定义表达:支撑能力、外部作用、供给容量、人口和(或)经济社会活动发展规模。

就支撑能力角度的定义而言,因针对性而有多种提法。如“环境承载力是指在某一时期、某种环境状态下,某一区域环境对人类经济社会活动的支持能力的阈值”“环境承载力指某一时刻环境系统所能承受的人类社会、经济活动的能力阈值”“环境承载力是指在某一时期、某种状态或条件下,某地区的环境所能承受的人类活动作用的阈值”“水资源承载力是指某一地区的水资源,在一定社会历史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、城市规模和人口的能力”“环境承载力是自然或人造环境系统在不会遭到严重退化的前提下,对人口增长的容纳能力”“环境承载力是指在一定的时期和一定区域范围内,在维持区域环境系统结构不发生质的改变,区域环境功能不朝恶性方向转变的条件下,区域环境系统所能承受的人类各种经济社会活动的能力”“环境承载力是指在一定时期、一定状态或条件下,一定环境系统所能承受的生物和人文系统正常运行的最大支持阈值”“水环境承载力是指水环境系统功能在可持续正常发挥的前提下接纳污染物的能力(即纳污能力)和承受对其基本要素改变的能力(缓冲弹性力)”。从这个视角看,主要是指特定生产力水平发展目标下资源环境的支撑能力。

从外部作用角度的定义看,主要优先考虑外部条件的制约性。如“环境承载力表明在维持一个可以接受的生活水平前提下,一个区域所能永久地承载的人类活动的强烈程度”“流域水环境承载力是流域水环境系统结构特征与功能不发生质的变化的前提下,流域水环境系统所能承受的最大外部作用”。

供给容量角度的定义强调资源的保证度。如“水资

源承载力指在一定经济技术水平和社会生产条件下,水资源供给工农业生产、人民生活 and 生态环境保护等用水的最大能力,也即水资源的最大开发容量”。

人口和(或)经济社会活动发展规模角度的定义具有尺度的阈限性。如“资源环境承载力是指在一定时空范围内,在一定的技术条件下,在可持续发展的前提下,资源与环境所能维持的经济社会发展规模和水平”“水资源承载力是指在未来不同的时间尺度上,一定生产条件下,在保证正常的社会文化准则的物质生活水平下,一定区域(自身水资源)用直接或间接方式开发的资源所能持续供养的人口数量”“资源承载力是指在可以预见的时期内,利用本地的能源和其他资源以及智力、技术等,在保证与其社会文化准则相符的物质生活水平下能够持续供养的人口数量”。

也有一些定义兼顾多个角度,如“环境承载力是指在一定生活水平和环境质量要求下,在不超出生态系统弹性限度条件下环境子系统所能容纳的污染物数量以及可支撑的经济规模与相应人口数量”。

四种定义均从不同角度阐述了学者们对资源环境承载力的理解,但彼此并不矛盾。支撑能力、外部作用两种定义类似于作用力与反作用力,分别从受力者(人类社会)和施力者(环境)的角度考虑,而供给容量、人口和(或)经济社会活动发展规模角度的定义则是这对作用力定性与量化的约束条件。

三、资源环境承载力内涵

环境系统可以通过物流、能量流等维持自身稳定,能够在一定程度上抵抗人类活动干扰,重新调整自组织形态,环境状态同时受到自身运动和人类作用的双重影响。因此,资源环境承载力是环境系统功能的外在表现,也是描述环境状态的重要参量。资源环境承载力内涵包括两个方面:一方面是资源环境系统的供容能力,即资源环境的承载能力,这是资源环境承载力的支持部分;另一方面则是承载对象的活动与消费能力,也就是资源环境系统能够维持的人类社会经济活动的水平和规模,

即阈限，这是资源环境承载力的压力部分。资源环境承载力描述的不仅仅是自然环境特征，也不是单纯的人类社会经济活动，它反映人类活动与环境功能结构相互作用的协调程度，是区域社会、经济、环境协调发展的纽带，可以作为可持续发展的衡量标准之一。当下的许多环境问题都是人类活动超出资源环境承载力范围而造成的。

根据资源环境承载力内涵，人类活动与区域环境的协调发展应当包括三个方面：

(1) 人类社会经济活动不应超出资源环境承载力范围。人口增长、经济水平提高、城镇规模扩大等一系列的社会经济活动都必然受到资源环境条件的约束，应当将人类活动对资源环境的负面作用控制在资源环境承载力范围之内。具体包括：可再生资源的消耗速度不能超出其再生能力，不可再生资源的消耗速度不超出其可再生替代资源的开发速度，污染物排放的速度、数量不可超出环境自净能力。

(2) 在资源环境承载力允许的范围内，利用科技创新驱动社会经济发展。理论上，要素投入量的增加是有限的，而技术进步是无限的，科技进步可以使等量的资源投入产出更多。社会经济发展离不开环境条件，只有依靠科学技术进步才能保障可再生资源的持续供给、不可再生资源的集约利用以及生态系统的良性循环。加强科技创新，充分利用资源和环境的承载力，在其阈值范围之内争取社会经济最大限度发展。

(3) 采取合理的活动方式和消费方式，提高资源环境承载力及其可持续性。资源环境承载力是动态的、不断变化的。实现社会经济可持续发展的、最大化的发展，需要认清自然环境对人类社会发展的作用规律，发展社会经济的同时，采用新技术、新手段，提高可再生资源利用率，开发不可再生资源的替代资源，减少污染排放，增强环境净化能力，突破原有的资源环境承载力，提高资源环境系统对社会经济系统发展的承载能力。

四、资源环境承载力特征

区域资源环境是个开放系统，不仅内部存在着物质和能量的流动，其与外界亦存在物质、能量和信息交换。随着人类活动范围和强度的加大，系统内部、外部的物质、能量以及信息的流动更加频繁、更加强烈，必然对资源环境承载力产生一定的影响。由此，必须掌握资源环境承载力的特征。

我们认为，资源环境承载力具有以下特征：

(1) 客观性和主观性。客观性主要体现在资源环境承载力客观存在，在一定的环境状态下可以定性把握和定量衡量；主观性则体现在资源环境承载力的评价与资源开发水平、人类经济水平、社会生活条件、价值观念等密切相关，具有一定的主观性，而且人类可以通过自身活动，尤其是社会经济活动影响资源环境承载力的大小，改变其动态方向。

(2) 动态性和静态性。资源环境承载力并不是一成不变的，其动态性不仅与其自身的运动变化有关，同时也受到人类活动的影响，主要表现为“质”和“量”的变动。质的变动是指评价指标的改变，量的变动是指评价结果的改变。同时，在一定时期内，一定区域内的资源环境系统的结构、功能保持相对稳定，因此其资源环境承载力也存在静态性。

(3) 易变性和可控性。在科学技术日新月异的今天，受技术水平等外部条件变化的影响，资源环境承载力的评价指标、评价结果的变动显得更为频繁。正因如此，这种变动可以由人类活动加以控制。在掌握资源环境系统特征及其运动变化规律的基础上，人类可以根据生产生活需要，对环境进行有目的的改造，使资源环境承载力的质、量按照预定方向变化。但这种改造程度必须是有限的调节，即可控性是有限的。

(4) 多向性和多层次性。区域资源环境承载力与人类社会经济活动的内容、目的、层次等密切相关，并因此具备不同的表现形式，而同一区域的资源环境承载力，用不同性质的人类活动衡量也可能得到不同的结论。由

此,对区域资源环境承载力的考量,应当结合人类活动的性质、层次、时序、边界综合分析,而不是仅凭数字做判断。

(5) 弹性特征。资源环境承载力存在最大值和适度值两个特征值。对特定环境和人类活动,最大承载力是资源环境承载的极限,是在不破环境系统结构和功能统一的前提下,人类活动的最大强度超出此值,环境系统

就会遭到质的破坏;最适承载力则是环境系统恢复力范围内的某种最适人类活动强度,既能保证资源环境系统功能发挥,又能产生比较理想的经济效益,是利用环境造福人类的追求目标,但适度值可能是一个范围。

以上特点表明,人类可以理性创造条件,合理提高资源环境承载力,使其更适宜支撑经济社会发展的需要。

第二节 研究动态

一、资源环境承载力研究进展

1. 国外研究进展

从国外资源环境综合承载力研究形成比较成熟的理论与方法看,最早可追溯至1949年美国学者福格特所著《生存之路》一书。书中首次把人类对自然资源环境的过度开发所造成的生态变化称为“生态失衡”,并明确提出区域承载力概念,以反映区域资源环境的人口与经济发展容量。20世纪60年代,美国麻省理工学院梅多斯指导的研究小组,引入系统动力学模型对全球的环境发展问题进行探索,模拟人口增长、工业化、粮食生产、自然资源消耗和环境污染之间的复杂反馈关系,提出了“零增长”的发展模式。20世纪80年代,英国科学家Sleeser提出计算资源环境承载力的新方法——增加承载力的策略模型,该方法基于新的资源环境承载力定义,综合分析人口、资源、环境和发展之间的关系,并建立了系统动力学模型,通过模拟不同发展策略下的关系变化确定以长远发展为目标区域发展优选方案。1984年,苏格兰资源利用研究所借助肯尼亚的数据,运用上述方法进行试验性研究,取得了较好效果。1995年,诺贝尔经济学奖获得者Arrow等在Science上发表论文《经济增长、承载力和环境》,在学界和政界均引起极大反响。

1996年,美国佛罗里达州社区事务厅和URS公司联合开展了佛罗里达群岛地区承载力研究。此项研究的核心是承载力分析模型的构建,该模型由社会经济和生活质量、财政、人类基础设施、综合水资源、海洋和陆地六个模块以及一个服务于情景设置的图形用户界面所构成,允许指定不同的土地利用情景及土地利用变化类型和强度,用以评估区域生态系统等对土地开发活动的承载能力。作为一项直接指导区域开发实践的研究成果,尽管该项研究存在诸多不足之处,尚处于概念性的探索发展阶段,但其建模过程对后续承载力的研究仍然具有重要的启发意义。

资源环境承载力概念虽然源自国外,但自1990年之后,国外对其的专门研究却很罕见,能够发现的极少数研究也只是将其在可持续发展文献中仅做宽泛探讨。这除了因为承载力自身受多种因素影响和制约,存在很大的不确定性和不一致性(主观与客观)特点外,很重要的原因可能是欧美发达国家自身拥有相对丰富的资源储备,人口压力很小,促使他们更为关心环境的污染问题。对于中国而言,短时间内面临着工业化、城市化快速发展以及资源整体匮乏的现实国情,积极展开资源环境承载力研究更具有重要的现实意义。

2. 国内研究进展

随着承载力理论在国内得到深入研究和应用,学者们逐渐发现资源或环境单要素承载力研究存在局限,将资源环境综合起来系统研究,成为承载力研究适应资源环境系统实际变化的必然发展趋势,也是承载力研究能够真正推动可持续发展理论前行的可能突破点。

1992年,王学军提出地理环境人口承载潜力概念,将其定义为在一定时间和空间内,由地理环境各组成要素(含土地资源等)、人类自身数量、素质、分布、活动及区际间人员、物质、能量、信息交流所决定的,保持一定生活水准,并不使环境质量发生不可逆恶化前提下生产的物质及其他环境要素所能容纳的最高人口限度。采用二级模糊综合评判法构建评价模式,选取了自然要素(热量、水分、光能、地形及耕地)、社会要素(人口数量、人口素质及人口变化)和经济要素(经济现状和经济潜力),对我国省际人口承载力差异状况进行定量评价和分析。1998年,洪阳等探讨了环境承载力的概念和模型,并阐述了可持续环境承载力的定义及其应用,将环境承载力指标体系分解为自然资源支持力(不可再生资源以及在生产周期内不能更新的可再生资源)、环境生产支持力(生产周期内可更新资源的再生量、污染物的迁移扩散能力及环境消纳污染物的能力)和社会经济技术水平(社会物质基础、产业结构、经济综合水平、技术支持系统等)三类指标,并提出了人口与经济、资源的环境承载力模型和可持续环境承载力模型。由此可见,不论是地理环境人口承载潜力还是可持续环境承载力,实际都已综合考虑了资源和环境要素,这可视为国内较早进行资源环境综合承载力研究的成果。

“资源环境综合承载力”概念的明确出现,主要源自刘殿生对秦皇岛市所进行的研究而确立。作者将大气、水、土地、海洋生物资源及大气环境、水环境的自净能力等综合因素构成的环境承载力称作“资源与环境综合承载力”,它由一系列相互制约、对应的发展变量和制约变量组成,采用专家咨询法和加权平均法来确定

综合承载力值。

国内资源环境承载力研究的代表学者还有毛汉英,他结合环渤海地区的实际,探究了区域承载力的定义、特点、影响因素等,采用状态空间法和系统动力学(SD)模型,分别对区域的承载状况和未来变化趋势进行了定量描述和预测,其中SD模型由经济、环境、物耗、人口、承载基础、生活质量和区际交流7个子模块构成。此外,刘晓丽等对城市群资源环境承载力进行了初步研究,在总结了国内外相关研究基础上,提出此类研究应该重视城市群系统的开放特征及其区域空间结构整体性,应该重视科技和制度等人文因素作用,充分利用先进技术方法进行综合定量研究。

综上所述,资源环境综合承载力研究是基于资源承载力和环境承载力研究发展而来,其中,水、土地资源承载力研究为其发展奠定了理论和方法论基础,环境承载力研究则拓展了其研究内涵。因此,资源环境承载力研究的实质就是在土地资源承载力研究基础上叠加了环境容量部分,试图通过评价包括环境容量资源在内的资源观,探讨人类活动与环境之间的协调程度。学者们提出各种各样的资源环境承载力的概念,形成资源环境承载力的系列研究,从而丰富了资源环境承载力理论与应用。研究趋势由封闭系统走向开放系统,由静态研究走向动态预测,由单一指标向综合指标体系系统描述或阐述,由考虑自然资源单一要素系统扩展至整个自然—社会—经济的人—地—一体化资源系统,并由最初的土地资源承载力发展到资源承载力、环境承载力、资源环境综合承载力等综合研究。

二、山区资源环境承载力研究现状

1. 国外研究概况

工业革命以前,国外对山地相关的自然及人文现象和知识多以描述性记载为主。工业革命之后,西方一些国家对本国及国外的山地进行了有组织的考察和研究,发现了大量资源,加深了对山地形成和演化的认识,提出了许多新观点。二战后,山区各种资源被广泛开发利用

用,人口膨胀、生态环境退化、自然灾害加剧,严重影响到山区及低地的持续发展,引起各国政府、国际组织和科学家的高度关注。1970年,国际上涉及地球表层系统的多学科大型综合研究项目相继出现,如“人与生物圈计划”(MAB)、“国际地圈生物圈计划”(IGBP)等。前者将“人类活动对山地生态系统的影响研究”列为该计划的一个重大项目进行探索,这标志着山地研究逐渐被高度重视,并开始进入了一个新的研究时期。此后,坚持生态学方向和理论的山地研究得到极大重视,采用生态学原理评价山地自然资源开发与保护等方面的研究成果大量涌现。全球化和全球气候变化对原本脆弱的山地生态系统和山地居民的生计带来了日益显著的影响,关于山地区域资源环境的开发及管理和经济社会的可持续发展研究,受到越来越多的重视。以国际山地综合发展中心(International Centre for Integrated Mountain Development, ICIMOD)为代表的山地研究组织,针对兴都库什—喜马拉雅山地区实施完成的资源开发和管理的研究项目,如PARD-YP计划(People and Resource Dynamics Project, 1994~2002)、NRM计划(Natural Resources Management, 2003~2007)等,以及正在实施的如水与灾害的综合管理(Integrated Water and Hazard Management)、环境变化与生态系统服务(Environmental Change and Ecosystem Services)及可持续生计与减贫(Sustainable Livelihoods and Poverty Reduction)三大战略性计划,更加关注兴都库什—喜马拉雅山地区可持续发展,以期形成可共享的成果和经验。

2. 国内研究概况

我国的山地研究历史悠久,最早可追溯至战国时期。现代意义上的山地研究则始自20世纪初,叶良辅、李四光和竺可桢等对山地的形成、演化和气候研究取得了新进展。1949年后,我国开展了大规模的山地资源考察,涉及我国境内的几乎所有山地,尤其是青藏高原和横断山区,取得了一系列处于或接近世界领先水平的成果。最近20年来,我国地理学者对山地资源的研究多集中于

可再生自然资源中的土地、气候、水、植物及不可再生资源中的土壤和旅游资源等特点、潜力及开发规划与可持续利用方面,取得了系列的研究成果。此外,社会科学领域的学者对我国历史时期山区的经济开发、社会变化与环境演变等研究,从不同的研究视角取得了富有价值的学术成果。目前国内外关于山区资源环境承载力的研究并不多见,但也有一些研究取得了比较有参考和指导意义的成果。例如,孙久文等以北京七个山区县为例,应用生态足迹法揭示了其人均生态赤字状况。吴映梅等采用多要素综合动态分析法,综合评价了西南山区可持续发展的资源环境支撑能力,在一定程度上弥补了以往单要素分析的不足。2008年5月12日汶川特大地震过后,直接服务于地震灾区重建规划的资源环境承载力评价受到高度重视,多位学者相继撰文从不同视角对其进行了深入探讨。《国家汶川地震灾后重建规划——资源环境承载能力评价》一书的出版,比较系统集成当时抗震救灾一些学者应急的研究成果。灾区资源环境承载力变化新特征的认识是灾后重建工作的基础,一些学者对山区承载力的特殊性进行了分析,认为山区承载力具有国家性;分析了灾后人居环境的适应性变化特征,提出应当遵循可持续发展原则并抓住重建契机调整山区人地关系,逐步实现山区人口合理布局。总体上看,国内还没有从山地大国的整体性与区域差异性开展针对山区承载力的深入性和系统性研究。由于我国山区面积大,地域复杂,山区资源环境承载力研究亟待全面加强和深入研究。

3. 山区资源环境承载力研究存在的问题

(1) 理论体系尚不成熟。由于承载力的概念具有客观性和主观性的特性,存在较大的模糊性和不确定性,量化难度较大,因此无论是理论探讨还是实证计算,其研究都并不系统深入,完善的理论体系尚未完全建立,需要进一步完善。主要体现在四个方面:①概念的科学化方面,目前的承载力概念仍需更科学的内涵阐述;②理论基础方面,承载力的参量机制与数量关系表达;

③调控机理方面,承载力时空变化的动力过程与制约机制;④测算方法方面,对可持续发展决策服务更有实际指导性的估算方法体系的建立。

(2)研究方法和技术手段不足。资源环境承载力作为一种指导区域可持续发展的理论内容之一,需要一套与其理论相对应,可对区域复杂系统准确评价、分析、决策的动态化研究方法。目前的研究方法基本停留在单一资源承载力或因子效应的简单复合层面,综合要素研究尚未出现突破性进展。仅有个别研究是基于线性模型,以单要素承载力加权求和方法测算综合承载力指数,加上权重的人为赋值,虽然所构模型简单,但量化结果却很难反映现实情形。对于资源环境、经济社会系统间的互动机理及变化规律研究,更是鲜有学者涉及。因此,目前研究很难体现对象特征和可持续理念,研究结果的应用指导性较弱,指导决策的深度和广度远远不够,而且大多数方法仅针对结果和现象,缺乏对机制和过程的深入探讨,阻碍了承载力理论研究和提升。

(3)动态评价分析不够。研究资源环境承载力并非是一个静态衡量,不能将其限定于一个既定时间点上,应寻求在长时间序列中研究其状态和变化特征。目前研究却大多侧重对现状的静态评估分析,从可持续发展的要求看,应该关注的是区域未来发展的前景和路径选择,因此对区域承载力的动态变化过程分析和发展趋势预测显得尤为重要。区域资源环境、经济社会系统涉及的自然与人文因素极多,其反馈系统过于复杂,导致要对其行为特征和变化趋势进行准确预测或预警变得非常困难。目前主流方法实质是将经济社会系统和资源环境系统分作黑箱处理^[33],相对缺乏对系统间反馈机制的深入分析,因此很难将两系统有机关联起来系统深入地研究。

(4)尚未建立起符合山区资源环境承载力研究的方法体系。一些有关山区资源环境承载力的研究,大多套用平原地区研究模式,并未充分考虑山区的特殊性质,在一定程度上存在脱离山区现实的不确切性。山区资源环境、经济社会系统具有显著的空间分异特征和相对封

闭、半封闭特征。山区具有显著的环境梯度、高度异质化的生境,在空间尺度上具有区、带、类3个序列的分异格局,即宏观层面上其基带处于一定的水平自然地理区,自身受垂直地带性分异规律影响,而在中观层次上形成不同地理空间的垂直带分异,以及各带内又因地形、坡向、土壤和植被等自然要素差异所引起的土地类型组合分异。就中观层面的垂直地带变化而言,山地景观垂直变化梯度是水平变异梯度的1000倍。对于特定的山地,垂直带分异规律导致其自然资源(环境)赋存在空间组合上呈现独特的层次性和多样性以及对于人类开发利用活动的不同适宜程度。而山区所具有的相对封闭性源于其地理区位的偏远化和其所处发展阶段的滞后化。中国山区长期以来多为少数民族的主要聚集地,极大的地域差异性和复杂的地质地理条件,加之地理区位和聚居族群的双重边缘性,使得绝大多数山区的基础设施建设和社会发展水平都远低于平原地区,长期处于落后封闭状态。随着市场经济条件下区际交流频度的增大,山区落后和封闭的状态有所改观。我国很多山区都是天然的资源赋存之地,因资源开发而带来的资源流、人员流及信息流的交换和传递,一定程度上缓解了其资源环境—经济社会系统的封闭性,但同时也对原本承担若干重要环境功能(水源涵养、生态屏障)的区域造成了相当的威胁。如何科学深入分析山区所具有的空间分异和相对封闭性特征,并将这一特征结合具体山区的资源禀赋和生态环境本底,纳入资源环境承载力评价体系之中,是迫切需要深入研究的内容。

三、基于资源环境承载力格局的灾后重建规划

2008年汶川“5·12”特大地震给四川省造成的破坏范围约10万km²,极重灾区约达3万km²,特别是地震次生灾害对人民生命、财产损失也十分严重,包括对道路、桥梁、通讯设施等的严重破坏,给灾区重建造成很多困难。由于汶川地震和次生灾害的破坏影响范围很广,仅龙门山地震断裂活动带就有500多km长,宽达70多km。强烈的主震和余震作用给山体造成前所未有

的破坏,并形成大量的崩塌、滑坡、泥石流等灾害链,其危害将持续多年甚至十余年或数十年,这对区域资源环境承载能力将产生极大的影响。

在我国主体功能区规划研究中,汶川重建规划区位于国家级限制开发区域密集分布的秦巴山地—青藏高原—川滇森林的边缘地带,是国家级限制开发区域向国家级重点开发区域——成渝城市带的过渡区域,资源环境承载能力区域内部差异性很大。地震灾害不仅一定程度减弱了区域资源环境承载力,同时也改变了其分布格局。地震的发生首先导致影响资源环境承载力的主导因子发生了变化,土地资源和生态条件及危险性与风险性都较震前发生了很大变化,主导因子的变化导致了资源环境承载力空间分布格局的相应变化。地震灾害发生之前,西部高山高原区域可利用的土地资源十分缺乏,并且大多数地区属生态保护重点区域,因此是承载力最弱的地区,其次为龙门山中心地带及向秦巴山地延伸的地带;山前平原承载能力最强,东部丘陵地区次之。地震灾害发生之后,由于龙门山中心地带震前资源环境承载力原本就有限,并且因地震灾害破坏程度最大、次生地质灾害危险性最高,极大地减弱了该地区的承载力,因此成为整个重建规划区承载力最小的区域。地震发生后,山前平原的承载能力没有明显改变,依然是承载力最大的区域;龙门山中心地带受地震影响,承载力大幅下降;而西部山区虽然不是本地区承载力最小的地区,但其土地资源缺乏、生态保护重要的条件没有变化,同时受地震影响,承载力也有所下降。因此综合评价,由于地震灾害的发生,灾区资源环境的整体承载力有所下降。而对整个重灾区资源环境承载力最为敏感的区域(北川县、平武县、青川县、汶川县、理县、茂县、小金县、黑水县、松潘县、汉源县等10个县),其资源环境承载力已近极限,仅能够基本满足震后人口在2010年恢复重建后经济收入比震前略有提高的要求。

这次汶川大地震给人民和国家造成的损失是巨大的,抗震救灾也暴露出许多不适应的方面,灾后恢复重建是

一项复杂的系统工程,必须坚持以科学发展观为指导,坚持救灾、规划、重建的科学步骤。由于汶川大地震影响范围大,地形复杂,地质灾害风险加大,资源环境承载力明显变化,恢复重建切不可急于求成,应当多借鉴其他国家这方面的成功经验,真正使恢复重建工作科学有序,在各层面形成统一的意志,建立多元互动式重建机制。灾区重建必须要充分考虑地质灾害的持续影响和破坏性,要意识到全面掌握灾区地震次生灾害情况并非易事,所以,深入实际开展系统的灾情调查是各项规划的基础工作,不能单纯受时间限定,要考虑到山区的特殊性和复杂性,必须要做到全面掌握。应当有组织地、有序地、相互协调地统一部署,统一归口,一条线管理,才能保证效率和减少重建工作的成本。

重建工作必须遵循可持续发展准则,既要立足于现状,更要着眼于长远,区域统筹,切不可盲目推进,只顾眼前而轻举妄动,加剧资源消耗和环境破坏,给后续发展造成障碍。重建工作是统筹思考和科学规划新山区发展的良好契机,借此机遇,调整山区人—地关系,使之更加适应灾后恢复重建的功能定位。重建工作还要统筹考虑基础设施建设与保障,要注意产业布局对交通、电力、通讯以及服务设施等的近期与长远需求。这就要求重建规划要明确时间与目标的统一,立足于发展,体现前瞻性。在对待受损严重县镇的迁建问题一定要慎重,应当集思广益,在充分研究基础上,统一规划,口径统一决策意见,切不要媒体炒作,要科学理性对待灾后重建工作的各个环节。

在整个灾后恢复重建过程中,各级政府和公众都要高度科学与理性,要充分认识到这项工作的复杂性、艰巨性和长期性,必须科学面对,必须拥有新的视野和立足新的发展起点,国家要给予必要的政策扶持和建立长效机制,确保灾区在规划的时间内发展得更好更快,更加具有经济活力和区域带动作用,实现科学发展和可持续发展。