

引用格式:封志明,肖池伟.自然资源分类:从理论到实践、从学理到管理[J].资源科学,2021,43(11):2147-2159.[Feng Z M, Xiao C W. Classification of natural resources: From theory to practice and from principle to management[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2147-2159.] DOI: 10.18402/resci.2021.11.01

自然资源分类:从理论到实践、从学理到管理

封志明^{1,2,3},肖池伟^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101;2. 中国科学院大学资源与环境学院,北京 100049;3. 自然资源部资源环境承载力评价重点实验室,北京 101149)

摘要:自然资源分类对自然资源管理和资源科学学科体系建设与发展具有重要科学价值与现实意义。基于自然资源的科学内涵,通过追踪公开发表的中英文文献,从理论到实践,系统梳理与对比分析了自然资源的传统与经典、学理与属性、法理与管理等分类特征及其发展。综述表明:自然资源分类聚焦于学理、法理和管理三方面,在学理分类上国内外保持相对一致性,但法理与管理分类上差异较大;现行分类存在体系繁多、边界重叠、交叉重复等问题。国际上,20世纪初期以前单门类或特定区域资源分类研究已相当深入,自然资源分类成为资源科学研究的主要内容之一;1960年代以来,日臻完善的资源科学学科体系推动自然资源分类研究进入新的发展时期,地理学、资源学、生态学、经济学、环境科学等分类思想“群星荟萃”,尽管迄今仍未形成统一的自然资源分类体系,但已构成自然资源学理分类的思想基础。在中国,自然资源分类研究大抵以20世纪50—60年代开展的自然资源综合科学考察为分水岭,单门类资源分类研究发展较快、综合分类体系初见端倪;系统性、综合性的分类研究始于20世纪末期,以中国自然资源学会成立及《中国资源科学百科全书》问世为重要标志,尤以自然资源属性和用途的多级分类方法应用广泛。目前国内总体处于统一自然资源分类探索阶段,在政策层面已得到自然资源部等部门的高度重视。鉴于此,有必要科学认识和厘清不同自然资源分类的特征与作用,以期对自然资源分类标准化和自然资源管理现代化有所裨益。

关键词:自然资源;自然资源分类;自然资源管理;资源科学;资源法学

DOI :10.18402/resci.2021.11.01

1 引言:自然资源分类,从理论到实践

顾名思义,自然资源分类就是对各种自然资源加以分门别类进行区分和归类,即“物以类聚”。围绕自然资源的属性、使用目的和服务对象等,从理论到实践、从学理到管理,开展了大量自然资源分类研究^[1-7]。系统、全面开展中国自然资源分类研究的重要标志当属1990年代中期开始,历时5年,由孙鸿烈先生组织编写并于2000年出版的《中国资源科学百科全书》^[8]。科学合理的自然资源分类不仅

对建立完整的资源科学学科体系具有重要理论价值,而且对自然资源综合管理也具有重要的指导意义^[9,10]。由于自然资源复杂多样,加之自然资源管理长期分属不同部门、分门别类管理(“九龙治水”),中国自然资源分类存在体系繁多、交叉重叠等问题^[11-13]。2018年3月,中国组建自然资源部,明确其基本定位为统一行使全民所有自然资源资产所有者职责,统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责(以下简称“两统一”^①)。2020年1

收稿日期:2021-05-03 修订日期:2021-07-16

基金项目:第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK1006)。

作者简介:封志明,男,河北平山人,博士,研究员,研究方向为资源开发与区域发展,旁及资源科学综合研究的理论与方法。E-mail: fengzm@igsrr.ac.cn

通讯作者:肖池伟,男,湖北荆州人,博士,副研究员,研究方向为资源地理与边境地理。E-mail: xiaocw@igsrr.ac.cn

① 中共中央印发《深化党和国家机构改革方案》(http://www.gov.cn/zhengce/2018-03/21/content_5276191.htm#1)。

月,自然资源部正式发布《自然资源调查监测体系构建总体方案》(以下简称《总体方案》^②),提出要构建自然资源调查监测体系,统一自然资源分类标准,依法组织开展自然资源调查监测评价工作,标志着中国自然资源分类正式进入标准化研制阶段^[14,15]。毋庸置疑,开展自然资源分类研究,探索建立自然资源分类统一标准体系,既是“两统一”重大战略任务的迫切要求,也是自然资源综合管理和自然资源分类核算的基础与前提,具有重要的科学价值和实践意义^[2,4,16-18]。

事实上,国民账户体系(SNA)、环境经济核算体系中心框架(SEEA)等国际统计机构,美国、俄罗斯、加拿大、巴西等资源大国,以及联合国粮农组织(FAO)、联合国经济及社会理事会(ECOSOC)、联合国教科文组织(UNESCO)、欧盟(EU)等国际组织均相继开展了自然资源分类及其管理研究^[19-23]。其中,联合国、欧盟等国际组织联合制定的资产核算体系《国民账户体系2008(SNA 2008)》^[24]和《环境经济核算体系2012:中心框架(SEEA 2012)》^[25]中的自然资源分类备受世界各国认可。特别地,从科学研究层面和现有可获取文献看,关于自然资源分类的讨论,目前可追溯到1925年美国地理学会前主席费尼曼(Nevin Fenneman)在Science杂志上发表的《一种自然资源分类方法(A Classification of Nature Resources)》^[26]。这可能是国际上最早明确提出自然资源分类的著作。然而,不知出于什么原因,该论著被国内外学者普遍忽略、始终没有受到应有的关注,这无论从哪个方面来说都令人十分费解,更是资源学界(者)的极大损失。实际上,历经近一个世纪的发展,文中依据耗竭性/更新性将自然资源分为两类资源的分类方法,即使现在看来,也是非常具有远见和适用的。目前,自然资源分类在“新老”问题互为交织的争论中持续前进,“老”在于它与自然资源研究一脉相承,“新”则在于其标准体系尚未达成共识。当然,自然资源概念具有深广的内涵和外延,自然资源分类也在不断发展与完善^[10,27]。

立足“两统一”、面向新时代自然资源管理的实践需求,无论是学术界还是政府层面,都将自然资源分类标准化研究提升到了新高度。基于此,本文

试图通过追踪历史公开发表的中英文文献,基于自然资源的科学内涵,从理论到实践、从学理到管理,围绕自然资源的传统分类与经典分类、学理分类与属性分类、法理分类与管理分类等,系统梳理与认识自然资源分类的发展脉络与技术路径,以期抛砖引玉,促进自然资源分类标准化和自然资源管理现代化。

2 自然资源的传统分类和经典分类

人类社会的发展史就是一部自然资源的认知史与开发利用史。人类对自然资源的认识,大致经历了“崇拜自然,尊重自然”、“资源无限,人定胜天”到“资源无限,增长极限”,再到“资源有限,持续利用”4个阶段^[27]。在此过程中,自然资源的有效性与稀缺性,物质性与功能性,有限性与无限性,可塑性与多宜性,可更新性与耗竭性等观念和思想相继孕育而生,并产生了相应分类方法^[28]。国际上,《大英百科全书(Encyclopedia Britannica)》^③将自然资源分为自然生成物和环境功能两类资源(1964)^[29]。自然生成物包括土地、水、大气、陆地与海洋等;环境功能则包括太阳能、生态系统的环境机能等。自1768年开编、1771年第一版问世以来,该百科全书已有15版,对自然资源研究产生了深远影响。当前,国际上应用广泛的自然资源分类有根据物质特性和资源再生过程两种方法^[19]。根据物质特性,自然资源划分为生物、非能源矿物、能源和环境资源,并采用列举法进一步细分,如生物资源包括鱼类等,非能源矿物包括黄金等。环境资源是一种功能性资源,例如空气、水、森林等;这些资源的容量或承载能力具有一定的限制,可直接进入消费过程,为人们提供舒适度或满足感,也被称为舒适性资源(Recreational Resources)^[30]。按照资源再生过程的时间长短,分为永续消费的、可再生的和可耗竭的自然资源。上述物质特性和再生过程存在一定的关联性,有时难以区分,如太阳能可以永续消费。以美国为代表的西方资源大国将此分类方法奉为圭臬。国际上,较常见的自然资源分类还有按再生特征分为再生资源与非再生资源^[31],如土地资源与矿产资源;按是否探明而划分为已探明资源和未探明资源^[32],如矿产资源;等等。国际上自然资源分类以

②《自然资源调查监测体系构建总体方案》全文在线链接:<http://dkj.ah.gov.cn/public/7031/40401561.html>。

③2012年3月13日,《大英百科全书》停印纸质版,数字版在线链接:<https://www.britannica.com/>。

2021年11月

多级划分为主,并在不同层级的分类中综合考虑自然资源的属性特征等,对中国的自然资源从简单分类到多级分类产生了较大影响^[9,19]。

作为农业大国,中国自然资源分类始于“农业自然资源”,将其划分为气候、水、土地和生物等4类资源^[33]。实际上,关于自然资源分类,中国古代的“五行说”已有端倪,即金、木、水、火、土可分别诠释为矿产资源、植物(生物)资源、水资源、能源资源、土地(耕地)资源。传统上,中国自然资源分类按照用途与社会经济部门划分为农业资源、工业资源、水利资源、医药卫生资源等^[17]。1980年代,李文华先生等根据美国生态学家欧文(Oliver Owen)的两类-四级分类思想^[34],首次提出了基于资源再生过程的综合分类,将自然资源二分为耗竭性资源和非耗竭性资源,在耗竭性资源中又分出可更新与不可更新两类四级资源,为中国自然资源多级分类奠定了基础^[9]。近年来,使用较为广泛的一种分类方法是《中国资源科学百科全书》中根据自然资源的属性与用途的多级划分法,即分为陆地资源、海洋资源和太空(宇宙)资源^[8]。其中陆地资源包括土地、水、气候、生物、矿产等资源;海洋资源包括海洋生物资源、海洋水资源、海洋气候资源、海洋矿产资源与海底资源等。随着社会经济发展和学者认识的深化,又增加了能源资源和旅游资源等^[28]。随着地球系统科学的进一步发展,有学者立足地球各圈层特征,基于自然资源的形成条件、分布规律与组合状况等,将自然资源划分为气候资源(大气圈)、生物资源(生物圈)、土地资源(土圈)、水资源(水圈)和矿产资源(岩石圈)等类型^[35]。

实际上,除了在统计标准方面,SNA和SEEA的分类方法受到各国普遍接纳外^[19],迄今尚无统一的自然资源分类系统或标准^[36]。当前,国内外使用较多的自然资源分类方法主要包括:按自然资源属性进行分类,划分为土地资源、矿产资源、海洋资源等;按固有特性分为可再生资源、非再生资源;按耗竭方式分为耗竭性资源和非耗竭性资源;等等。

3 自然资源的学理分类与属性分类

自然资源的学理分类服务于自然资源学科发展,主要分类依据为自然资源的自然属性、分布规律和成因机制等^[9]。由于分类依据不同,分类呈现多样化,例如耗竭性资源与非耗竭性资源、可更新

资源与不可更新资源、存量资源与流量资源等^[28]。基于学理的自然资源分类具有较强的理论性和系统性,国内外对其认识具有相对一致性,一般都有可以溯源的理论依据^[19]。当然,任何一种自然资源的学理分类都不能直接用于研制中国的自然资源分类标准,需要整合并调整到适合中国自然资源管理体制的自然资源分类之中。

3.1 耗竭性(有限)资源和非耗竭性(无限)资源

关于自然资源的耗竭性、稀缺性,常常会使人想到“世界末日(Doom)”。早在1798年,英国著名的经济学家马尔萨斯(Thomas Malthus)在其《人口论(An Essay on the Principle of Population)》中警告^[37],人口持续增长大于土地(资源)为人类提供生活资料的能力将导致重大社会问题。马尔萨斯虽然是在论述人口与生产、生活资料生产之间的关系,但实质上是在探讨人口与资源、环境、发展(PRED)之间的关系^[38]。需要强调,无论是马尔萨斯的《人口论》,还是英国经济学家穆勒(John Mill)在1884年出版的《政治经济学原理(Principles of Political Economy)》^[39]中提出的反对无止境地开发自然资源,尽管均没有明确提及“耗竭性”这一术语,但都直接或间接地潜藏着“资源耗竭”的思想。

一战后人们认识到自然资源对社会经济恢复与发展的重要性,重燃了对自然资源存续期(Duration)(即自然资源的耗竭性)的研究兴趣。特别地,费尼曼在《一种自然资源分类方法》(1925)中将自然资源分为两大类,包括两种耗竭性资源(Exhaustible Resources)和两种非耗竭性资源(Inexhaustible Resources),前两种为永远存在但数量有限(如土壤、水)与数量有限且会随着使用会消失的资源(如矿产)^[26];后两种包括极为丰富的资源(如阳光)与自我更新且不会枯竭的资源(如森林)。尽管该著作没有受到全世界的重视,但仍可将其视为自然资源分类特别是耗竭性资源分类的“点睛之作”。之后,挪威海洋生物学家、水产资源学创始人约尔特(Johan Hjort)1933年在《最优捕捞(The Optimum Catch)》^[40]中驳斥了海洋渔业的取之不尽用之不竭(即非耗竭性资源)之说,并提出了“最适渔获量(Optimum Catch)”,也被称为最大持续渔获量(Maximum Sustainable Yield, MSY)。毋庸置疑,贯穿渔业管理中的中心议题——MSY,明显带有“耗

竭性资源”的印记。1950年代末以来,因人口增长与经济发展引起的资源消耗问题,催生了关于自然资源耗竭性(Exhaustibility)和有限性(Finiteness)的广泛而持续的讨论。例如,哈伯特(Marion Hubbert)的“石油耗竭论(Oil Production and Field Exhaustion, 1956)”^[41]、弗雷斯特(Jay Forrester)的“资源危机论(Resource Crisis, 1971)”^[42]、霍尔(Charles Hall)的“能源投入回报论(Energy Return on Investment, 1981)”^[43]、以及21世纪初期阿列克莱特(Kjell Aleklett)的“石油峰值论(Peak Oil)”^[44]等理论纷至沓来。其中,最具代表性的当属1971年美国威斯康星大学生态学家欧文出版的《自然资源保护:一个生态学的方法(Natural Resource Conservation: An Ecological Approach)》^[34],书中明确提到了“Exhaustible Resource(耗竭性资源)”和“Inexhaustible Resource(非耗竭性资源)”。截至2021年,该经典著作在过去半个世纪由欧文及其弟子查尔斯(Daniel Chiras)和瑞纳德(John Reganold)前后共出版10版,自然资源分类的级别层次也由最初的四级简化为两级,即把一直保留的可更新的与不可更新的两类资源从第四级提升为第一级。

随着生态保护思潮的泛起和资源有限论(Finiteness of Natural Resources)的确立,与之相关的资源耗竭性与资源经济研究进入一个热潮。对于自然资源有限性,世界上有“悲观学派(即‘有限观’)”和“乐观学派(即‘无限观’)”两种对立观点^[8],代表作有1972年问世的《增长的极限(Limits to Growth)》^[45]、1978年发表的《经济学原理与耗竭性资源(Economics Theory and Exhaustible Resources)》^[46]和1981年出版的《最后的资源(The Ultimate Resource)》^[47](国内译为《没有极限的增长》)。其中,轰动全球的《增长的极限》基于系统动力学方法,较为全面地论述了资源环境约束下经济增长方式问题,并建立了世界动力学模型(World 1),认为2000年前后将达到全球增长的极限^[7]。尽管现在已经证明该结论明显有失偏颇,但是其对“资源有限”的深刻认识显而易见。总体而言,国际上关于自然资源的“耗竭性/有限性”研究多聚焦于某一类单项资源,如海洋渔业资源、石油资源、森林资源等^[48-51]。该分类方法被世人推崇,也构成了中国学者自然资源耗竭性与非耗竭性分类的思想基础。

1980年代以来,孙鸿烈^[8]、李文华等^[9]、沈长江^[52]、石玉林^[53]等相继关注并开展了自然资源分类,尤其是耗竭性与非耗竭性的研究工作。其中,由李文华与沈长江两位先生在1983年中国自然资源研究会(1993年2月更名为中国自然资源学会)成立大会与第一次学术讨论会上首次提出的自然资源多级分类思想^[9]和封志明研究员在《资源科学导论》(2004)中根据自然资源综合特征提出的耗竭性-非耗竭性资源划分方法^[28],在国内引起强烈反响。其中,耗竭性资源包括可更新资源(如土地资源、森林资源、作物资源等)与不可更新资源(如石油、煤炭等化石燃料);非耗竭性自然资源划分为恒定资源、易误用和污染资源,如太阳能、潮汐能、原子能和风能是典型的非耗竭性-恒定自然资源;而大气、水能、水资源和自然风光则归为非耗竭性-易误用和污染自然资源。据中国知网(CNKI)统计,自1983年以来,围绕“耗竭性资源”和“非耗竭性资源”,共有1437篇文献(截止日期为2021年4月22日),其中2000年之后占83%以上,发表在资源科学、地理学、生态学等主流期刊上约10%。上述研究以某类特定资源讨论和案例分析为主,已广泛存在并应用于地理学、资源科学、生态学、环境科学、社会学、人口统计学等学科。

3.2 可再生(可更新)资源和非再生(不可更新)资源

19世纪中期以来,第二次工业革命促进了生产力水平的巨大飞跃,人类进入了“电气时代”。随着工业化进程加快,极大地鼓舞了人们“盲目改造”世界的信心,矿产资源等不可更新资源纷纷进入社会化生产过程,引起了包括对自然资源保护与自然资源分类的进一步讨论。20世纪初期,在时任美国总统罗斯福(Theodore Roosevelt)的倡议下,1909年2月召开了北美自然资源保护会议(The North American Conservation Conference),围绕北美大陆的森林、水、土地、矿产、禁猎等问题,通过了具有重要意义的《原则声明》(Declaration of Principles)^[54]。北美自然资源保护会议是世界上第一次国际自然资源会议,在资源科学史上具有里程碑式的意义,开创了国际合作保护自然资源的先例,也拉开了资源可再生、可更新研究的序幕。尽管后续没有继续召开类似的全球会议,但在其影响下,由联合国教科文组织于1948年发起成立了国际自然和自然资源保

2021年11月

护联合会(后改为世界自然保护联盟,IUCN),对世界自然资源保护和资源持续利用(可更新性)观念的形成产生了深远影响。在此期间,美国生态计量学家玻尔(Raymond Pearl)^[55]和洛特卡(Alfred Lotka)^[56]较早开展了可更新资源(如渔业、作物等)动态模型探讨。之后,美国经济学家霍特林(Harold Hotelling)于1931年发表了自然资源经济学的开创性论著《可耗竭资源的经济学(The Economics of Exhaustible Resources)》^[57],主要论述了不可再生资源(如石油)的开采与价格的演变关系,对资源耗竭理论的贡献巨大。事实上,霍特林及其资源耗竭理论,总是被我们认为是耗竭资源可更新性的理论缘起和划分可更新性自然资源的基本依据。

在自然资源“保护运动”和过度开采的争论中,对耗竭性资源的研究持续前行^[58]。一定程度上,正是1970年代以来对自然资源开发利用的深度和广度达到了空前高度,引发了自然资源可持续利用与耗竭性资源是否可再生的热议,特别是1973年爆发的第一次石油危机。实际上,1971年欧文在其出版的《自然资源保护:一个生态学的方法(Natural Resource Conservation: An Ecological Approach)》^[34]中,就明确了将耗竭性资源依据其是否可以更新或者再生,划分为“可更新的(Renewable)”与“不可更新的(Non-renewable)”两类四级资源。无独有偶,梅多斯以《增长的极限(Limits to Growth)》为基础,于1974年出版《有限世界的增长动态(Dynamics of Growth in a Finite World)》^[59],将“不可再生资源(Non-renewable Resources)”纳入世界动力学模型(World 3)。伴随对自然资源更新与否的讨论,学者们从生物学与生态学角度较早关注并研究了可再生性资源,如1960年代到1970年代中期,英国地理学家西蒙斯(Ian Simmons)相继发表《生态与土地利用(Ecology and Land Use)》(1966年)^[60]和《自然资源生态学(The Ecology of Natural Resources)》(1974年)^[61],以及英国经济学家克拉克(Colin Clark)等1975年发表《渔业经济学与现代资本理论:一种简化的方法(The Economics of Fishing and Modern Capital Theory: A Simplified Approach)》^[62]和1976年出版《数学生物经济学:可再生资源的最佳管理(Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resource)》^[63]。其中,《自然

资源生态学》一书从生态学视角,对人口和(不可再生)自然资源的分布及其趋势进行了系统论述。上述探索性研究不仅促成了“可持续发展”理念的深入发展,也使得关于非再生/不可更新资源(Non-renewable Resources)与可再生/可更新资源(Renewable Resources)的分类思想备受重视。这一时期,作为孕育资源科学分类思想重要支柱学科的资源地理学、资源生态学与资源经济学,取得了较大发展。

1980年代末期以来,随着资源与环境问题日益尖锐化,国际合作得到较大发展。特别是,1987年联合国世界环境与发展委员会在《我们共同的未来(Our Common Future)》将自然资源的可持续利用提高到学术界和政界高度优先地位,由此引发了资源可更新性的讨论热潮^[64-66]。例如,美国国家海洋渔业局(NMFS)的罗森博格(Andrew Rosenberg)等1993年在Science发表的《实现可再生资源的可持续利用(Achieving Sustainable Use of Renewable Resources)》^[65]一文中,以海洋渔业资源为例,认为可持续利用贯穿再生资源全过程。类似地,关于渔业资源可再生分析还见于对北大西洋纽芬兰渔场鳕鱼(Atlantic Cod, *Gadus morhua*)的论述^[67]。历史上,有关“可持续”概念的较早思考与第二次工业革命密切相关,用以描述林业可持续性(Sustainable Forestry),并关注其最佳采伐量和采伐林龄^[68]。因此,从狭义上看,资源的更新性或可再生性与可持续理论一脉相承,并推动了资源可再生性的分类研究,也使得依据自然资源本身固有特征(可再生/可更新性)而划分为“可再生/可更新资源”与“非再生/不可更新资源”逐渐达成共识^[68]。20世纪末期以来,加拿大地理学家米切尔(Bruce Mitchell)等进一步丰富了关于自然资源再生性的分类研究^[31]。21世纪以来,全球化成为世界经济的最重要趋势,自然资源流动日益频繁。由此,在自然资源是否再生的背景下,基于资源空间分布位置(集中度)的“点资源(Point Resources)”和“分散资源(Diffuse Resources)”两分法应运而生。这其中的代表性论著是卢雅拉(Päivi Lujala)在2003年发表的《自然资源分类(Classification of Natural Resources)》^[69]。

在国内,关于可再生/可更新资源和非再生/不可更新资源的分类描述可追溯至1986年由中大

百科全书出版社编译出版的《简明大英百科全书》(The New Encyclopedia Britannica)》的“自然资源保护”条目中关于自然资源的分类。该条目指出自然资源在传统上分为可更新与不可更新两类,前者指森林、粮食等生物资源,后者指矿产与燃料等。大抵同一时期,牛文元先生围绕自然资源的基本属性,从动态模型角度研究了可更新资源,如海洋生物资源^[70]。之后,无论是1993年由科学技术出版社出版的《自然资源简明词典》^[71],还是2000年由大百科全书出版社和石油大学出版社联合发布的《中国资源科学百科全书》^[8],均给出了可更新性资源与不可更新资源的详细解释。2004年由科学出版社出版的《资源科学导论》^[28]更是单辟章节对其进行了专门论述。所谓可更新资源,是指理论上通过自身繁殖、复原,得以不断推陈出新,而能被持续利用的资源,也称为再生性资源,如土地资源、作物资源等。可更新资源的更新尺度是以不同速率进行的,如橡胶林需要5~7年才能产胶、割胶,约30年更新换代^[72];皆伐森林的恢复需要数十至百余年^[28]。所谓不可更新资源,是指储量有限,在人类开发利用后,现阶段不可能再生而会被用尽的资源,如金属矿产、非金属矿产等矿产资源。不可更新资源又分为能重复利用的资源和不能重复利用的资源。尽管土地、森林、矿产、水等单门类自然资源研究参差不齐,但都有了长足发展。特别是分属可更新资源中的土地资源和不可更新的能源资源,前者从土地类型、土地利用、土地承载力、土地资源核算、土地资源资产负债表到土地规划、土地管理等,已构成较为完整的学科体系;后者无论是能源地理学、能源地缘政治,还是石油、煤炭等专门研究也已相当深入^[8,73]。

3.3 存量资源和流量资源

随着自然资源与物理学、经济学和管理学等多/跨学科交叉研究的进行,有学者又提出按自然资源的限制特征分为流量资源(Flow-limited Resources)和存量资源(Stock-limited Resources)两大类,前者如气候资源、旅游资源和土地资源等,后者诸如矿产资源、能源等^[22]。20世纪初期,美国经济学家刘易斯(Gray Lewis)在1914年发表《可耗竭性假设下的租金(Rent Under the Assumption of Exhaustibility)》一文中,基于资源有限性框架(A limited Conceptual Framework),系统讨论了存量资源的开发、

管理和利用等问题^[74]。实际上,自然资源的“可更新”与“不可更新”是相对而言的。例如,土地可年复一年地耕种,从这个意义上说是可更新资源;但若利用不当,到表土流失殆尽的地步,也就不可更新了。这种不可更新是从人类历史尺度上来看的;若按地质历史尺度来看,水土流失后的地表亦可再经成土过程恢复表土,从这个意义上看又是可更新的^[28,36]。因此,有学者主张用“流动性”和“存储性”来替换“可更新性”与“不可更新性”,即“流量资源”与“存量资源”^[36,75]。二战后特别是1960年代以来,对资源是否“耗尽(Run Out)”而危及国民经济发展的忧思,引发了对存量资源的热议^[76-78]。之后,1990年代以来,世界性资源和环境问题逐渐成为共识,存量资源和流量资源再次受到关注^[79,80]。其中,具有代表性的是著名地理学家哈格特(Peter Haggett)1975年在《现代综合地理学(Geography: A Modern Synthesis)》^[78]中提出的三分法,即哈格特分类系统。具体地,哈格特依据存储性和流动性将自然资源划分为储存性资源(不可更新资源)、流动性资源(可更新资源)以及其他生态环境资源(如风景、空间等)。储存性资源又分为利用后就变性毁灭的资源(化石燃料)、循环利用资源(金属矿物);流动性资源又分为直接太阳能、间接太阳能和地热能,其中的间接太阳能包括地球物理过程(风、潮汐、水流)和光合作用过程(短期作物等)。

就国内而言,以封志明的《资源科学导论》^[28]和蔡运龙的《自然资源学原理》^[36]为代表,两位学者根据美国经济学家兰德尔(Alan Randall)《资源经济学(Resource Economics)》中的资源可耗尽思想^[75],全面、系统阐述与界定了流量资源与存量资源。即从物理学和自然资源学的角度出发,按资源储存空间、以及数量与质量的固定与否,将自然资源分为存量资源和流量资源。需要强调的是,存量资源和流量资源与自然资源核算和自然资源资产负债表中提及的流量核算、存量核算有本质区别,前者是不同资源的类型划分,而后者是同一种资源的过程和结果的核算^[18,81]。所谓存量资源,是指以一定的储量蕴藏在一些特定地方的资源,如矿产资源、石油等能源资源。存量资源数量固定,在自然状态下,它们的数量是有限的,尽管可以自然继续形成、补充储量,但速度以百万年计,相对人类而言,只能说有减无增。换言之,假定在任何对人类有意义的

2021年11月

时间范围内,某种资源质量保持不变,数量也不增加,而且减少量正好等于人类的开采量,我们称之为存量资源。

另一类自然资源是流量资源,其在可用量上可以源源不断得以补充,即对它们现时利用并不妨碍将来利用,理论上是取之不尽、用之不竭的。例如:旅游资源和太阳能、风能等气候资源。对流量资源的利用,必须是即时的,当时未加有效地利用、收集或储存,过后就得不到这种资源了。值得注意的是,流量资源一旦储存起来,就变成储存资源。人们可存入或取出该资源,在总量可控的前提下,还可控制存入和取出的速率,但在任何一段时间内,人们取出的自然资源数量(含自然熵衰减)都不大可能大于原有的存入总量。时间和空间属性是利用流量资源的两个限制性条件,人类可通过工程技术分别以储存和传输的方式解决这两个问题。20世纪后期,人类开始致力于其他存储太阳能的方式就是最好的例证,如太阳能电池、光伏电板等。当然,自然资源的存量与流量既存在一些重叠之处,也有某类资源很难归入一个类别之中。例如,农作物等生物资源,它们不仅利用太阳能等流量资源,而且需要水、土壤养分等储存资源,还消耗利用矿物制造的化肥等存量资源。

4 自然资源的法理分类和管理分类

管理分类是指各资源管理部门根据自己管理实际的需要,对自然资源进行的分类;法理分类即国家宪法和相关法规对自然资源进行列举。理论上,法理分类是为了更好地管理自然资源,二者密不可分。换言之,以自然资源管理为基础的自然资源分类,必须与国家相关法律一致,与政府部门设置及职责密切相关,主要以列举的形式进行自然资源分类。

4.1 国外自然资源的法理分类和管理分类

4.1.1 国外自然资源的法理分类

自然资源是人类生存和发展的根本物质基础,因此,在久远的古代国家就有关于自然资源的法规。公元前18世纪古巴比伦的《汉谟拉比法典》就有关于土地、森林、牧场的耕种、垦荒和保护的规定。随着人类社会进步,自然资源立法不断发展,大致经历了19世纪以前的物权法时期、19世纪至20世纪中期的单项资源法时期、20世纪60年代以

来的资源法体系化时期等3个阶段。在19世纪以前,单项资源法规零星出现,通常以土地资源为主,其他资源则依附于土地之上。产业革命后,随着生产力大大提高,社会分工进一步细化,自然资源开发利用强度扩大,行业资源法和其他单项资源法等应运而生。例如,法国1827年的《森林法》和美国1916年的《国家公园法》等。

1960年代以来,为应对日益严重的资源短缺、生态破坏和环境污染,世界各国纷纷加强资源和环境立法,并将合理利用自然资源写进国家宪法,使得自然资源法进一步发展完善。特别地,1992年联合国环境与发展会议(UNCED)后,各国根据可持续发展战略进一步加强和完善了自然资源的法制。在俄罗斯、巴西、德国等西方国家,都基于本国宪法形成了较完备的自然资源法体系,为自然资源法理分类奠定了坚实基础^[82]。例如,俄罗斯以列举的方式将自然资源分为土地、森林、矿藏、水和自然保护区等5类;德国涉及的自然资源包括狩猎、自然景观、土地、水资源等;巴西在其自然资源管理过程中也枚举了包括湖泊、河流及所有陆地上的水路,水域及毗邻的陆地及河滩,潮汐土地及冲积形成的土地,矿产资源等在内的9类自然资源。此外,基于物权客体分类,罗马法依据社会属性将自然资源分为“物”(Res,如空气、海洋)、“交易物”(Res Commercium)和“非交易物”(Res Extra Commercium)3类^[83]。

4.1.2 国外自然资源的管理分类

国外自然资源管理历史较长、类型多元、重点资源差异明显、资源环境与陆海空间统筹考虑^[4]。就国际机构而言,联合国粮农组织(FAO)为满足对农业资源利用与管理的需要,将自然资源进行了划分,主要包括土地资源、森林资源、水资源、牧地饲料资源、野生动物资源、鱼类资源及种质遗传资源等^[84]。联合国经济及社会理事会(ECOSOC)对全球能源和矿产资源设置了分类框架,包括经济/商业存续性(E)、矿产项目状态可行性(F)和地质认识程度(G),即EFG三轴架构,已经在全球资产评估上成功应用^[23]。欧盟(EU)从生物保护、资源环境可持续发展角度出发,颁布了《第七个环境行动纲领》,其中对生物多样性、土壤资源、水、海洋、空气、气候等各类资源制定保护政策^[85]。此外,SNA 2008将自然资源单独作为一项资产纳入表中,包括土地、矿产和能源储备、非培育性生物资源、水资源和其他自然

资源等6类^[24]。SEEA 2012中包括七大类自然资源,即矿产和能源、土地、土壤、木材、水产、水资源及其他生物资源^[25]。总体而言,国际组织的自然资源管理分类主要服务于自身工作,往往在单项/部门资源分类比较详细,分类结果对次一级分类有参考价值。

就美国、俄罗斯、加拿大等资源大国而言,按照地球系统科学理念对各类自然资源实行了综合管理,主要有3种形式。一是以美国为代表的自然资源综合管理模式,即内政部集中管理资源,其他涉及资源的部门直接或间接参与管理,如农业部主要管理森林资源、草地资源,商务部主要负责海洋资源、气候资源工作^[19,86]。二是以俄罗斯、加拿大为代表的相对集中与分部门分类结合的管理模式,由自然资源与生态部或自然资源部集中管理,其他部门各司其职^[87,88]。三是以英国、法国和澳大利亚为代表的分散管理模式,这些国家普遍未设立专门的自然资源管理部门,各个门类的自然资源分散在不同的部门^[19,89]。从管理实践看,国际上各国自然资源管理制度中部门的设置能够解读出分类的思想,从管理的层级结构可以厘清自然资源的分类结构。值得注意的是,这种分类主要服务于国家自然资源管理,需要综合考虑各国的体制、自然资源特色和优势、所处的经济发展阶段和国家总体发展目标。例如,基于本国自然资源优势,加拿大将森林资源、德国将矿产资源等重点自然资源单独划分为一级资源类型。

4.2 中国自然资源的法理分类和管理分类

4.2.1 中国自然资源的法理分类

中国是世界上对自然资源管理、开发和保护立法最早的国家之一^[8]。自然资源相关法规为自然资源的法理分类奠定了基础。历史上,自然资源法规可以追溯至公元前2100年尧舜时期的“上下草木鸟兽”虞官制。秦朝的《田律》也有“春二月,毋敢伐材木山林及雍堤水;不夏月,毋敢夜草为灰”等论述。

此后,历代王朝的法律也都对自然资源作出了许多明确规定,如清朝的《大清矿物章程》和民国时期的《渔业法》、《河川法》等^[8]。1949年新中国成立后,不仅在《中国人民政治协商会议共同纲领》(临时宪法)中对自然资源作了若干规定,也制定了《中华人民共和国土地改革法》等部门资源法。但限于当时的历史条件和认识水平,各类部门资源法规数量少、规格低。1970年代末期,国家转向现代化建设,大大加强资源环境立法,使中国自然资源法得到了快速发展。经过几十年的努力,中国的自然资源法已基本形成体系,构成了中国自然资源法理分类的主要依据。

中国自然资源法理分类的主要依据是《中华人民共和国宪法》(简称《宪法》)^④和其他相关的法律法规。1982年颁布的《宪法》将自然资源分为矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂7类。需要强调,法律中涉及的自然资源种类界线或内涵并不十分明确,不同法律根据需要作了相应的变更。例如,《中华人民共和国民法通则》^⑤在《宪法》基础上增加了水面资源;《中华人民共和国物权法》^⑥除包括了《宪法》中的7类自然资源外,还包括了海域和无居民海岛、野生动植物、无线电频谱等,共10类自然资源;《自然资源统一确权登记暂行办法》^⑦则将矿藏资源修改为探明储量的矿产资源。特别地,2021年1月1日生效的《中华人民共和国民法典》^⑧中涉及矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂、海域、无线电频谱、野生动植物等10类自然资源。值得注意的是,法律中涉及的自然资源存在种类宽泛、部分重叠等问题^[90]。例如,专项法规中划分的山岭与森林、矿藏等自然资源类型存在交叉重叠。此外,《中华人民共和国海岛保护法》^⑨将海岛资源单独划为一级自然资源,《中华人民共和国气象法》^⑩专门将气候资源单独作为一级自然资源进行开发利用和保护。

④《中华人民共和国宪法》全文在线链接:<http://www.npc.gov.cn/npc/c505/201803/e87e5cd7c1ce46ef866f4ec8e2d709ea.shtml>。

⑤《中华人民共和国民法通则》全文在线链接:http://www.npc.gov.cn/wxzl/wxzl/2000-12/06/content_4470.htm。

⑥《中华人民共和国物权法》全文在线链接:http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2007-03/16/content_5366956.htm。

⑦《自然资源统一确权登记暂行办法》全文在线链接:http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/23/content_5413117.htm。

⑧《中华人民共和国民法典》全文在线链接:<http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202006/75ba6483b8344591abd07917e1d25cc8.shtml>。

⑨《中华人民共和国海岛保护法》全文在线链接:http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2010-03/01/content_1580388.htm。

⑩《中华人民共和国气象法》全文在线链接:http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2017-02/21/content_2007627.htm。

2021年11月

4.2.2 中国自然资源的管理分类

根据国情与自然资源管理需求,中国分门别类地组建了若干部门共同行使自然资源的管理职能。改革开放40多年来,中国自然资源管理机构经历了多次变革,相应的自然资源分类也呈现出由“分”到“统”的发展历程^[9],关键节点分别是1988年、1998年和2018年。1988年国务院第二次机构改革,自然资源分类管理从“分”到“统”初见端倪,地质矿产部、水利部、林业部、农业部、国家土地管理局、国家海洋局和国家气象局等7个与主要自然资源关系密切的单位被赋予自然资源行政管理职责。1998年国家机构改革后,自然资源综合管理得到充分重视,将与自然资源关系密切的地质矿产部、国家土地管理局、国家海洋局和国家测绘局共同组建国土资源部;保留国家海洋局和国家测绘局,作为国土资源部的部管国家局。至此,中国从陆地到海洋,从土地到矿产,实行了集中统一的自然资源管理,自然资源由“分”到“统”迈出关键步伐。国土资源部的组建,对于统筹土地、矿产、海洋等自然资源管理,起到了有效的支撑。尽管如此,在组建之前上述部门几经变革形成与保留了不同的自然资源分类管理体系,水、土、林、草、海等管理部门“各自为政”。由于各自然资源分管部门的管理需求不同,其自然资源分类原则、标准、内涵、方法也不统一,导致自然资源调查统计数据相互间缺乏可比性。例如,分部门调查统计的森林资源中的林地资源、草原资源中的草地资源均与土地资源存在交叉重叠问题,且林草管理部门与土地管理部门标准不统一,造成资源家底难以准确掌握^[10]。

从自然资源分散管理,到相对集中管理,再到自然资源综合管理,中国自然资源的分类管理一直在探索中发展。2018年中国新组建自然资源部,实现了自然资源管理机构由“分”到“统”的关键一跃。自然资源部“职能配置、内设机构和人员编制规定(即三定方案^①)”中明确,自然资源部主要履行全民所有土地、矿产、森林、草原、湿地、水、海洋等自然资源资产所有者职责和所有国土空间用途管制职责,即“两统一”。2020年1月份印发的《总体方案》,划分了现阶段涉及自然资源部职责的土地、矿产、森林、草原、水、湿地、海域海岛等7类自然资源,

同时指出阳光、空气、风等其他自然资源在条件成熟时开展调查。需要强调,当前《总体方案》中的七类三级划分与常见的土地利用/土地覆被分类并无二致,有待进一步讨论、修订与完善。

5 结语:自然资源分类标准化,从学理到管理

自然资源分类标准化,不仅对建设完整的资源科学学科体系具有重要的理论价值,而且对落实“两统一”和切实地开展新时代自然资源管理以及解决资源利用与保护问题具有重要的科学价值和实践意义。尽管目前有关自然资源分类的研究较多,尤其是在学理、法理和管理上的分类研究取得了一些重要进展,但迄今仍未形成一套统一的、涵盖门类齐全的、适合中国国情的自然资源分类体系。研究表明:

(1)从理论到实践,自然资源分类研究历经百年,已由单一特征分类,走向多因素的多级分类。不同分类体系的自然资源存在研究内容重复、边界范围交叉,以及系统性不强等问题。

(2)以学理为基础的自然资源分类,主要依据自然资源的属性、分布和成因等。基于学理的分类注重系统完整性,但分类分级过细过多,推广应用困难,且较难适应管理需求。

(3)自然资源法律体系是自然资源管理的根本依据。基于法理的自然资源分类更注重管理需要,采用枚举方法,容易造成部分资源归类遗漏或叠置,且系统性较差。

自然资源分类标准化是一项基础性、复杂性、不断探索完善的系统工程。由于自然资源类型复杂多样,导致部分自然资源在法理上能够予以确定,但在学理上不易界定;在管理层面意义重大,但在学理上则不然。换言之,基于学理的自然资源分类具有较强的理论性和系统性,但与实际管理的需求衔接不足。因此,构建新的或统一的自然资源分类标准,不仅需要充分考虑不同部门和领域对自然资源管理的实际需要,也要立足学科前沿,寻求学术共识。我们认为,自然资源分类应以科学为基础,不能违背学理;也要以管理为目标,不能背离实用。从理论上、学理上,自上而下,做好顶层设计,

①《自然资源部职能配置、内设机构和人员编制规定》全文在线链接:<http://dkj.ah.gov.cn/public/7031/40401561.html>。

把握自然资源分类的系统性与科学性,尽可能遵循自然资源分类的学理与传统;从实践上、管理上,自下而上,做好分类归并,把握自然资源分类的层次性与实用性,尽可能衔接现有的自然资源分类体系与行业标准。从学理到管理,自然资源分类必须科学而实用。基于此,应将理论与实践、学理与管理相结合,充分利用现代地学技术手段,如3S技术与大数据等,构建自然资源管理信息系统与数字化工作平台,助推自然资源分类标准化和自然资源管理现代化。

参考文献(References):

- [1] 邓锋. 自然资源综合分类面临的问题及其完善建议[J]. 中国土地, 2020, (5): 20–22. [Deng F. Problems in the comprehensive classification of natural resources and suggestions for improvement [J]. China Land, 2020, (5): 20–22.]
- [2] 张凤荣. 建立统一的自然资源系统分类体系[J]. 中国土地, 2019, (4): 9–10. [Zhang F R. Establishing a unified natural resource system classification system[J]. China Land, 2019, (4): 9–10.]
- [3] 张文驹. 自然资源一级分类[J]. 中国国土资源经济, 2019, 32(1): 4–14. [Zhang W J. The classification for natural resources[J]. Natural Resource Economics of China, 2019, 32(1): 4–14.]
- [4] 郝爱兵, 殷志强, 彭令, 等. 学理与法理和管理相结合的自然资源分类刍议[J]. 水文地质工程地质, 2020, 47(6): 1–7. [Hao A B, Yin Z Q, Peng L, et al. A discussion of the classification of natural resources based on the combination of academic–legal principles and management[J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2020, 47(6): 1–7.]
- [5] 陈长成, 邓木林, 朱江. 面向国土空间规划的自然资源分类[J]. 国土与自然资源研究, 2019, (5): 9–14. [Chen Z C, Deng M L, Zhu J. Classification of natural resources for spatial planning[J]. Territory & Natural Resources Study, 2019, (5): 9–14.]
- [6] 陈国光, 张晓东, 张洁, 等. 自然资源分类体系探讨[J]. 华东地质, 2020, 41(3): 209–214. [Chen G G, Zhang X D, Zhang J, et al. Discussion on natural resources classification system[J]. East China Geology, 2020, 41(3): 209–214.]
- [7] Bailey G R, Pfister R D, Henderson J A. Nature of land and resource classification: A review[J]. Journal of Forestry, 1978, 76: 650–655.
- [8] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2000. [Sun H L. Encyclopedia of Chinese Resources Science [M]. Beijing: China Encyclopedia Press, 2000.]
- [9] 李文华, 沈长江. 自然资源科学的基本特点及其发展的回顾与展望[A]. 中国自然资源学会. 自然资源研究的理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 1985. [Li W H, Shen C J. The Basic Characteristics of Natural Resources Science and Its Development in Retrospect and Prospect[A]. China Society of Natural Resources. Natural Resources Research Theory and Method[M]. Beijing: Science Press, 1985.]
- [10] 孙兴丽, 刘晓煌, 刘晓洁, 等. 面向统一管理的自然资源分类体系研究[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1860–1869. [Sun X L, Liu X H, Liu X J, et al. Classification system of natural resources for integrated management[J]. Resources Science, 2020, 42(10): 1860–1869.]
- [11] 吴凤敏, 胡艳, 陈静, 等. 自然资源调查监测的历史、现状与未来[J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42(10): 42–44. [Wu F M, Hu Y, Chen J, et al. History, current situation and future of natural resources survey and monitoring[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2019, 42(10): 42–44.]
- [12] 谷树忠, 曹小奇, 张亮, 等. 中国自然资源政策演进历程与发展方向[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(10): 96–101. [Gu S Z, Cao X Q, Zhang L, et al. The evolution process and development direction of China's natural resources policies[J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(10): 96–101.]
- [13] 龚健, 李靖业, 韦兆荣, 等. 面向自然资源统一管理的国土空间规划用地分类体系及用途管制探索[J]. 规划师, 2020, 36(10): 42–49. [Gong J, Li J Y, Wei Z R, et al. Land use classification system and governance for unified management of natural resources [J]. Planners, 2020, 36(10): 42–49.]
- [14] 孔雷, 唐芳林, 刘绍娟, 等. 自然资源类型和类别划分体系研究[J]. 林业建设, 2019, (2): 20–27. [Kong L, Tang F L, Liu S J, et al. Research of classification system of natural resources types and categories[J]. Forestry Construction, 2019, (2): 20–27.]
- [15] 王伟. 自然资源类型统一分类指标研究[J]. 中国矿业, 2018, 27(6): 66–69. [Wang W. Study on the unified classification index of natural resource types[J]. China Mining Magazine, 2018, 27(6): 66–69.]
- [16] 黄贤金. 自然资源统一管理: 新时代、新特征、新趋向[J]. 资源科学, 2019, 41(1): 1–8. [Huang X J. Unified management of natural resources: A new era, new characteristics, and new trend[J]. Resources Science, 2019, 41(1): 1–8.]
- [17] 于雪丽. 自然资源分类体系的现状与问题探讨[J]. 国土与自然资源研究, 2020, (6): 18–20. [Yu X L. Discussion on the current situation and problems of the classification system of natural resources[J]. Land and Natural Resources Research, 2020, (6): 18–20.]
- [18] 封志明, 杨艳昭, 李鹏. 从自然资源核算到自然资源资产负债表编制[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 449–456. [Feng Z M, Yang Y Z, Li P. From natural resources accounting to balance-sheet of natural resources asset compilation[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2014, 29(4): 449–456.]
- [19] 邓锋. 自然资源分类及经济特征研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2019. [Deng F. Classification and Economic Characteristics of Natural Resources[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2019.]
- [20] Fakhrutdinova R L. Natural resource management in the Russian

2021年11月

- economy[D]. London: University of Cambridge, 2008.
- [21] Plummer R. The evolution of sustainable development strategies in Canada: An assessment of three federal natural resource management agencies[J]. *Sustainable Development*, 2006, 14(1): 16–32.
- [22] Blystad P, Heiberg S. Classification of world petroleum resources by use of the united nations framework classification[J]. *Computational Materials Science*, 2003, 44(2): 253–258.
- [23] Blystad P, Heiberg S, Ritter J E. UN framework classification—towards global harmonization of fossil energy and mineral resources classification[J]. *Optics Communications*, 2006, 248(1): 51–57.
- [24] United Nations. System of National Accounts 2008[EB/OL]. (2008–12) [2021–04–29]. <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>.
- [25] United Nations. System of Environmental–Economic Accounting Central Framework[EB/OL]. (2012–12) [2021–04–29]. <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/meeting2013/EG13–BG–1.pdf>.
- [26] Fenneman N M. A classification of natural resources[J]. *Science*, 1925, 61(1573): 191–197.
- [27] 封志明. 20 世纪的资源科学思想[J]. *资源科学*, 2000, 22(5): 1–6. [Feng Z M. Ideology of resource science in the 20th century[J]. *Resources Science*, 2000, 22(5): 1–6.]
- [28] 封志明. 资源科学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2011. [Feng Z M. Introduction to Natural Resources[M]. Beijing: Science Press, 2011.]
- [29] Desch C H. Conservation of natural resources[J]. *Nature*, 1941, 148: 547–549.
- [30] Peter H P. A new approach to the evaluation of non-priced recreational resources[J]. *Land Economics*, 1968, 44(1): 87–99.
- [31] Mitchell B. Resource and Environmental Management[M] 2nd ed. Harlow: Pearson Education, 2002.
- [32] Tietenberg T. Environmental and Natural Resource Economics[M]. New York: Harpers Collins Publishers, 1992.
- [33] 柯自源. 农业自然资源及其合理利用[J]. *资源科学*, 1977, (2): 1–9. [Ke Z Y. Agricultural natural resources and its rational utilization[J]. *Resources Science*, 1977, (2): 1–9.]
- [34] Owen O S. Natural Resource Conservation: An Ecological Approach[M]. 1st ed. New York: Macmillan Company, 1971.
- [35] Hou Z Q. Thinking on improvement of natural resources management[J]. *China Geology*, 2018, 1(1): 2–4.
- [36] 蔡运龙. 自然资源学原理[M]. 北京: 科学出版社, 2018. [Cai Y L. Principium of Natural Resources Sciences[M]. Beijing: Science Press, 2018.]
- [37] Malthus T R. An Essay on the Principle of Population[M]. London: Oxford University Press, 2008.
- [38] Sverdrup H U, Ragnarsdottir K V. Natural resources in a planetary perspective[J]. *Geochemical Perspectives*, 2014, (3): 129–341.
- [39] Mill J S. Principles of Political Economy[M]. New York: Appleton, 1884.
- [40] Hjort J, Jahn G, Ottestad P. The optimum catch[J]. *Hvalradets Skrifter*, 1933, 7: 92–107.
- [41] Hubbert M K. Nuclear Energy and Fossil Fuels[C]. San Antonio: Spring Meeting of the Southern District, 1956.
- [42] Hall C A S. Introduction to special issue on new studies in EROI (Energy Return on Investment) [J]. *Sustainability*, 2011, 3(10): 1773–1777.
- [43] Forrester J. World Dynamics[M]. Massachusetts: Pegasus Communications, 1971.
- [44] Aleklett K, Lardelli M, Qvennerstedt K. Peeking at Peak Oil[M]. Heidelberg: Springer, 2012.
- [45] Meadows D H, Meadows D L, Randers J, et al. Limits to Growth [M]. New York: Universe Books, 1972.
- [46] Dasgupta P, Heal G M. Economics Theory and Exhaustible Resources[M]. London: Cambridge University Press, 1978.
- [47] Simon J L. The Ultimate Resource[M]. Princeton: Princeton University Press, 1981.
- [48] Bulte E, Folmer H, Heijman W. Open access, common property and scarcity rent in fisheries[J]. *Environmental & Resource Economics*, 1995, 6(4): 309–320.
- [49] Burton P S. Community enforcement of fisheries effort restrictions [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2003, 45(2): 474–491.
- [50] Mesnil B. The hesitant emergence of maximum sustainable yield (MSY) in fisheries policies in Europe[J]. *Marine Policy*, 2012, 36 (2): 473–480.
- [51] Leefers L A, Castilo G B. Bridging the gap between economics and ecology[J]. *Conservation Ecology*, 1998, 2(2): 19.
- [52] 沈长江. 资源科学的学科体系: 关于资源科学学科建设的研讨 [J]. *自然资源学报*, 2001, 16(2): 172–178. [Shen C J. Disciplinary system of resources science: On the study of disciplinary construction of resources science[J]. *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(2): 172–178.]
- [53] 石玉林. 资源科学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006. [Shi Y L. Resource Science[M]. Beijing: Higher Education Press, 2006.]
- [54] 丁金光. 世界上第一次国际自然资源保护会议的意义[J]. *鄱阳湖学刊*, 2014, (2): 33–39. [Ding J G. Significance of the first international conference on natural resources protection[J]. *Journal of Poyang Lake*, 2014, (2): 33–39]
- [55] Pearl R. The Biology of Population Growth[M]. New York: Knopf, 1925.
- [56] Lotka A J. Elements of Physiological Biology[M]. New York: Dover Publications, 1925.
- [57] Hotelling H. The economics of exhaustible resources[J]. *Journal of Political Economy*, 1931, 39(2): 137–175.
- [58] Schaefer M B. Some consideration of population dynamics and economics in relation to the managements of marine fisheries[J]. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1957, 14(5): 669–681.
- [59] Meadows D L, Behrens W W, Meadows D H, et al. Dynamics of Growth in a Finite World[M]. Cambridge: Wright–Allen Press,

- 1974.
- [60] Simmons I G. Ecology and land use[J]. Transactions of the Institute of British Geographers, 1966, (38): 59–72.
- [61] Simmons I G. The Ecology of Natural Resources[M]. London: Arnold, 1974.
- [62] Clark C W, Munro G R. The economics of fishing and modern capital theory: A simplified approach[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1975, 2(2): 92–106.
- [63] Clark C W. Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources[M]. New York: John Wiley, 1976.
- [64] Kessler W B, Salwasser H, Cartwright C W. New perspectives for sustainable natural resources management[J]. Ecological Applications, 1992, 2(3): 221–225.
- [65] Rosenberg A A, Fogarty M J, Sissenwine M P, et al. Achieving sustainable use of renewable resources[J]. Science, 1993, (262): 828–829.
- [66] Gylfason T, Herbertsson T T, Zoega G. A mixed blessing: Natural resources and economic growth[J]. Macroeconomic Dynamics, 1998, (3): 204–255.
- [67] Hutchings J A, Myers R A. What can be learned from the collapse of a renewable resource? Atlantic cod, gadus morhua, of newfoundland and labrador[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1994, (51): 2126–2146.
- [68] Hilborn R, Walters C J, Ludwig D. Sustainable exploitation of renewable resources[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1995, (26): 45–67.
- [69] Lujala P. Classification of Natural Resources[D]. Norwegian: Norwegian University of Science and Technology, 2003.
- [70] 牛文元. 自然资源开发原理[M]. 开封: 河南大学出版社, 1989. [Niu W Y. Principles of Natural Resource Development[M]. Kaifeng: Henan University Press, 1989.]
- [71] 包浩生. 自然资源简明词典[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. [Bao H S. Concise Dictionary of Resources Science[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1993.]
- [72] Xiao C W, Li P, Feng Z M, et al. An updated delineation of stand ages of deciduous rubber plantations during 1987–2018 using Landsat-derived bi-temporal thresholds method in an anti-chronological strategy[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information, 2019, (76): 40–50.
- [73] 封志明, 杨艳昭, 闫慧敏, 等. 自然资源资产负债表编制的若干基本问题[J]. 资源科学, 2017, 39(9): 1615–1627. [Feng Z M, Yang Y Z, Yan H M, et al. Issues regarding the compilation of the natural resource balance sheet[J]. Resources Science, 2017, 39(9): 1615–1627.]
- [74] Lewis G. Rent under the assumption of exhaustibility[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1914, (28): 466–489.
- [75] Randall A. Resource Economics[M]. New York: John Wiley & Son, 1987.
- [76] Barnett H J, Chandler M. Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resources Availability[M]. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1962.
- [77] Brewer M F. Economic, technological, and policy consideration of stock resources[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1968, 50(5): 1600–1610.
- [78] Haggett P. Geography: A Modern Synthesis[M]. London: Harper & Row, 1975.
- [79] Jefferson R W. Optimal Depletion of Non-Renewable Resources under Linear Homogeneous Stock-Dependent Cost[R]. Working Papers 179209, 1990.
- [80] Olson L J, Roy S. On conservation of renewable resources with stock-dependent return and non-concave production[J]. Journal of Economic Theory, 1996, DOI: 10.22004/ag.econ.197800.
- [81] 谷树忠, 李维明. 自然资源资产产权制度的五个基本问题[N]. 中国经济时报, 2015–10–23(14). [Gu S Z, Li W M. Five Issues regarding the property system for natural resources assets[N]. China Economic Times, 2015–10–23(14).]
- [82] Maddex R. Constitutions of the World[M]. Washington DC: Congressional Quarterly Press, 2001.
- [83] Evans-Jones R, MacCormack G. The sale of res extra commercium in Roman Law[J]. Zeitschrift der Savigny-Stiftung für Rechtsgeschichte: Romanistische Abteilung, 1995, 112(1): 330–351.
- [84] Castro A P, Nielson E. Natural Resource Conflict Management Case Studies: An Analysis of Power, Participation and Protected Areas[M]. Rome: FAO, 2003.
- [85] Koukoulakis G. Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council on a General Union Environment Action Programme to 2020 “Living Well, Within the Limits of Our Planet”[C]. Brussels: European Commission (EC), 2013.
- [86] 陈静, 汤文豪, 陈丽萍, 等. 美国内政部自然资源管理[J]. 国土资源情报, 2020, (1): 38–45. [Chen J, Tang W H, Chen L P, et al. Institutions of American’s natural resource management department [J]. Land and Resources Information, 2020, (1): 38–45.]
- [87] 杨杰, 陈丽萍, 张迎新. 加拿大自然资源管理机构及职能[J]. 国土资源情报, 2018, (4): 9–15. [Yang J, Chen L P, Zhang Y X. Institutions and functions of Canada’s natural resource management department[J]. Land and Resources Information, 2018, (4): 9–15.]
- [88] Lydolph P E. Natural resources of the soviet union: Their use and renewal[J]. Geoforum, 1972, 3(3): 87–88.
- [89] 马朋林. 法国自然资源管理体制规章概述与启示[J]. 中国国土资源经济, 2018, 31(12): 35–39. [Ma P L. Overview and enlightenment of French natural resource management system regulations [J]. Natural Resource Economics of China, 2018, 31(12): 35–39.]
- [90] 王文玉, 王懿男, 鲍竹. 自然资源统一确权登记自然资源分类问题初探[J]. 国土资源, 2018, (12): 42–43. [Wang W Y, Wang Y N, Bao Z. A preliminary study on the classification of natural resources in the unified confirmation and registration of natural resources [J]. Land and Resources, 2018, (12): 42–43.]
- [91] 吴初国, 池京云, 马永欢. 自然资源管理改革探讨[J]. 国土资源情报, 2015, (8): 12–17. [Wu C G, Chi J Y, Ma Y H. Research on the reform of natural resources managing system[J]. Land and Resources Information, 2015, (8): 12–17.]

Classification of natural resources: From theory to practice and from principle to management

FENG Zhiming^{1,2,3}, XIAO Chiwei^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Key Laboratory of Carrying Capacity Assessment for Resource and Environment, Ministry of Natural Resources, Beijing 101149, China)

Abstract: The unification of classification standards of natural resources is of great significance for the integrated management of natural resources and development of Resources Science. Based on the scientific connotation of natural resources, this article compared and summarized the tradition and classics, theories and attributes, and jurisprudence and management of natural resources classifications and their evolution process. This preliminary review typically relied on the currently available historical English literature (including published papers, books, and reports) and some literature in Chinese. The review showed that the classification of natural resources mainly focuses on three aspects of theories, principles, and management. Compared with the first aspect, the latter two of classifications showed larger differences in China and internationally. In particular, the existing natural resources classification cannot well avoid the overlap of natural resource management and the classification standards are not uniform. Internationally, many scholars have conducted in-depth studies and analyses on single category or specific region of resources classification in the early 1990s. Then new developments were achieved in Geography, Ecology, Resources Science, Economics, and Environmental Science in the 1960s. Overall, international methodologies provide a basis for the classification of natural resources in China, although there is still a lack of a standard set of classification theories. In China, the massive comprehensive surveys of natural resources (1950s-1960s) are a turning point in the study on the classification of natural resources. Thereafter, research on single category natural resources classification (e.g., land resources and water resources) has developed rapidly, while comprehensive classification remains sparse, sporadic, and scattered. It was not until the late 1990s that the establishment of the China Society of Natural Resources (1983) and the publication of China Encyclopedia of Resources Science (2000) symbolized the born of systematic and comprehensive classification of natural resources in China. In particular, the multilevel classification method based on the uses and attributes of natural resources is widely used. At present, studies related to the integrated classification of natural resources in China are at their developing stage, and the unified classification system has gained much attention from national decision-making departments of the Ministry of Natural Resources the People's Republic of China. In view of the situation, it is necessary to recognize and clarify the characteristics and functions of different classifications of natural resources for standardization and modernization of management and classification of natural resources.

Key words: natural resources; natural resources classification; natural resources management; resources science; resources law