

引用格式:沈镭. 自然资源分类相关问题探讨及新分类方案构建[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2160-2172. [Shen L. Discussion on the classification of natural resources and a new classification framework and scheme[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2160-2172.] DOI: 10.18402/resci.2021.11.02

# 自然资源分类相关问题探讨及新分类方案构建

沈 镭<sup>1,2</sup>

(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)

**摘 要:**对自然资源进行统一的科学分类是开展自然资源调查评价、履行其管理职责、编制国土空间规划、实施山水林田湖草的整体保护、系统修复和综合治理、实现自然资源治理能力现代化等重大战略任务的最基础性前期工作。针对学术界、管理层和实际工作者对自然资源分类的不同意见和分歧,本文创新性地从空间、属性、用途、管理等视角提出了一个含有3个一级大类、11种二级门类、62种三级类别的新分类框架和分类方案。该方案不仅区分了自然资源的地理空间,便于分类管理和实际操作,而且区分了自然资源的不同用途与属性,很好地反映了作为物质或能量的自然资源与作为环境条件的自然要素之间类型上的差异性。研究成果为推进自然资源分类体系的完善,并与国际接轨、提升自然资源治理现代化能力,以及推动自然资源管理部门与生态环境、农田水利、国土空间规划、城乡建设等部门在自然资源、国土空间、生态修复等重大任务和目标上的有机衔接,具有重要应用价值和现实意义。

**关键词:**自然资源;分类方法;分类问题;新分类框架与方案

DOI :10.18402/resci.2021.11.02

## 1 引言

当前,对自然资源如何进行统一的科学分类是社会各界广泛热议的新问题。自然资源分类是对自然资源进行有效管理的最基础性前期工作,直接影响自然资源调查评价、履行其管理职责、编制国土空间规划、实施山水林田湖草的整体保护、系统修复和综合治理、实现自然资源治理能力现代化等各项重大任务。2018年党和国家推动实施了机构改革的方案,决定组建自然资源部,明确其职责是代表国家统一行使全民所有自然资源资产所有者职责和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”)。为了更好地落实好“两统一”职责和切实地开展新时代自然资源管理实践,急需建立一套科学的自然资源统一分类标准体系。近几年来,自然资源部加快推进各种有

关的分类标准制订与实施,取得了初步成效。但是,在当前国土空间规划、生态保护修复、自然资源合理利用的诸多实践中,学术界、管理层和实际工作者对是否要进行统一的自然资源分类以及如何进行自然资源划分还存在不同的意见和观点<sup>[1-6]</sup>。为此,本文试图从自然资源的内涵及现有的各种分类方法入手,梳理出现有的各种分类问题,从空间、属性、用途、管理等思维视角,提出面向新时代自然资源治理的新分类框架和分类方案,旨在为中国更好地开展自然资源综合调查监测、统筹“国土-空间-生态-资源”等各项工作、履行“两统一”职责等提供科学参考。

## 2 自然资源的内涵及其各种分类方法

### 2.1 自然资源的界定

“资源”从字面上讲就是《辞海》中定义的“资财

收稿日期:2021-04-13 修订日期:2021-09-03

基金项目:中国科学院战略性先导科技专项(A类)(XDA19040102);中国地质调查局项目(DD20211413);陕西省公益性地质项目“基于大数据的陕西省国有自然资源与生态系统服务价值评估技术研发与应用”;国家自然科学基金项目(41771566)。

作者简介:沈镭,男,湖北麻城人,研究员,研究方向为自然资源经济与政策。E-mail: shenl@igsnrr.ac.cn

2021年11月

的来源”<sup>[7]</sup>。“资”是“有用”或者“有价值”的物品,包括生产资料和生活资料;“源”是指“来源”。《辞海》对自然资源的明确定义是指天然存在(不包括人类加工制造的原材料)并有利用价值的自然物,如土地、矿藏、水利、生物、气候、海洋等资源,是生产的原料来源和布局场所。联合国环境规划署(UNEP)认为自然资源是在一定的时间和技术条件下能够产生经济价值,以提高人类当前和未来福利的自然环境因素和条件。《中国资源科学百科全书》定义自然资源是人类可以利用的、自然生成的物质与能量<sup>[8]</sup>。过去人们认为,一切对于人类有用的只是物质和能量,把前者简称“资源”,后者简称为“能源”,把来自于大自然的天然资源称为“自然资源”。

尽管在自然界有各种各样的物质和能量,但只有那些可以被人类利用的才是资源。暂时不能利用甚至有害的就不是资源。随着人类社会发展和科学技术进步,对自然资源范围的理解也不断扩大,过去被认为不能利用的自然环境因素,也会变为有一定经济利用价值的自然资源。例如,为人们需要的良好的生态环境服务功能,是有用的舒适性自然条件,现在也被人称为自然资源。

很长时间内,人们对自然资源的界定千差万别。各种期刊、报纸、媒体等对“资源”这个词的使用存在泛化。严格地讲,与“自然资源”相对应的资源,还有经济资源和社会资源。经济资源是指在一定生产条件下形成、具有经济意义的各种固定资产,如工业资源、农业资源、建筑资源等;社会资源是指人力资源以及为人力资源服务的教育、文化、科技等基础设施。这些都是有用的资源但不能称之为自然资源。

根据可用性原则需要区分人类对自然环境的作用和利用资源的深度和广度。人类对自然环境的作用包括开发、利用、改造、破坏和污染等5个方面<sup>[9]</sup>。自然资源被人类从自然环境中采掘出来,经过简单的初级加工且不改变其原始的自然属性,仍然是自然资源性产品;一旦经过物理或化学作用的深加工,自然资源就会成为经济资源,是资源性产品。原煤、原油、铁矿石等皆为典型自然资源,焦炭、汽柴油、钢材等则是人类加工制造后的能源或原材料,这些只能是经济资源,而不是自然资源。人类的作用就是在自然资源中物化了一定的劳动,

因此,有些学者认为,天然存在的自然物不是资源,只有渗透了人类劳动之后、成为有用的自然物或初级产品才是自然资源。这种劳动除了上述5种作用外,还应该包括对自然资源的勘查发现、保育保护等各种人财物的投入。此外,过去人们认为自然资源的有用性只是其经济价值,随着对自然资源多用性的认识扩展,自然资源还应该具有社会价值和生态价值。

任何自然资源还必须具有法律上的产权“界定”和数量上的一定规模“资源量或储量”限定。所有的自然资源具有公权和私权的法律属性,前者有人称之为共享资源,后者在西方资源经济学中称之为“产权私有自然资源”。例如,产权不明确空气、阳光等虽然是自然资源但都是共享资源。又如,世界气象组织(WMO)和联合国教科文组织(UNESCO)在“International Glossary of Hydrology”一文中对水资源的定义是指可资利用或有可能被利用的水源,这个水源应具有足够的数量和合适的质量,并满足某一地方在一段时间内具体利用的需求<sup>[10]</sup>。水利科技名词审定委员会公布的水利科技名词中有关水资源的定义也是指地球上具有一定数量和可用质量、能从自然界获得补充并可资利用的水<sup>[11]</sup>。

综合各种自然资源的定义和文字表述,对自然资源的界定应该包含以下共同点:①自然资源是在不同的时间和空间范围内可为人类提供福利的物质和能量;这种用途还需要具备一定的开发利用经济规模;②过去认为人类所用并提供的福利只是经济福利,现在普遍认为自然资源的有用性还包括生态福利(生态系统服务价值)和社会福利(观赏及舒适性价值);③自然资源与自然环境是两个不同的概念,前者是相对于人类的利用或用途而言,后者是相对于大自然而言的人类周围外界物;两者类似于一个硬币的正反面;从资源有用性的角度,可以把提供观赏及舒适性价值的自然环境条件看作是自然资源,后文称之为“环境条件资源”;④自然资源的范围是动态变化的,随着科学技术的进步,原来不是资源或者不能开发利用的资源变成为有用的自然资源。因此,本文界定的自然资源是指在一定的时间、地点和科技水平条件下,源自大自然、能够产生各种价值,具备特定的产权属性和规模,可提高人类当前及未来福利的各种自然物质、能量或

环境条件的总称。

## 2.2 自然资源的常用分类

如何对自然资源进行科学的合理分类是一个“旧瓶新酒”问题。早在20世纪80年代,一些自然资源学者纷纷提出了各种自然资源分类方法和具体划分<sup>[9,12]</sup>;20世纪90年代中期开始历时5年,中国自然资源学会组织了2000多位学者编写出版了《中国资源科学百科全书》,特别对自然资源进行了系统的学理分类<sup>[8]</sup>。国际上和国内对自然资源的分类差别很大,侧重点也各不相同。

### 2.2.1 国际上的自然资源分类

在学术界,国际上一般从两个方面对自然资源进行分类。一是根据自然资源的物质特性,分为生物、非能源矿物(non-energy mineral)、能源和环境资源,在这些类别之下再进一步细分<sup>[13]</sup>。这个分类采用列举法,如生物资源包括鱼类、野生动物、花、鲸、昆虫和多数农产品,非能源矿物包括黄金、铁矿、盐等,环境条件资源包括空气、土壤、水、森林、臭氧层和原始的野地、旅游资源等。环境条件资源是一种功能性资源,这些资源的容量或承载能力具有一定的限制,也不便于进行市场交换,而是直接进入消费过程,为人们提供舒适度或满足感,有人称之为舒适性资源

(recreational resources)。二是按照资源再生过程的时间长短,分成永续消费的(expendable)、可再生的(renewable)和可耗竭的(depletable)自然资源。资源可耗竭性是相对于人类而言的,矿物能源和矿产资源就是非常典型的例子,但原始野地、濒危物种甚至表土层(top soil)也可视为可耗竭性资源。上述物质特性和再生过程的时间存在一定的松散关联性,有时难以区分,如海水中的盐和太阳能可以永续消费,水电和木材是可以再生的能源资源。

在欧美国家的教学过程中采用最多的一本书是由汤姆·蒂坦伯格(Tom Tietenberg)和琳恩·刘易斯(Lynne Lewis)著的《环境与自然资源经济学》<sup>[14]</sup>,该书按照自然资源的属性再进一步划分,如根据资源的循环利用、再生性、耗竭性、可更新性、产权特性等,分别区分为可循环利用资源(矿产、纸、玻璃等)、可再生但耗竭性资源(水)、可复制但私有产权资源(土地)、可储存且可更新资源(森林)、可更新但属于公共产权资源(渔业及其他物种),以及矿物能源资源(油气、煤炭和铀等)。30多年前,以李文华等<sup>[12]</sup>为代表的中国自然资源学家也进行了分类研究,并推荐了美国生态学家Oliver S. Oroen<sup>[15]</sup>的自然资源分类(图1)。

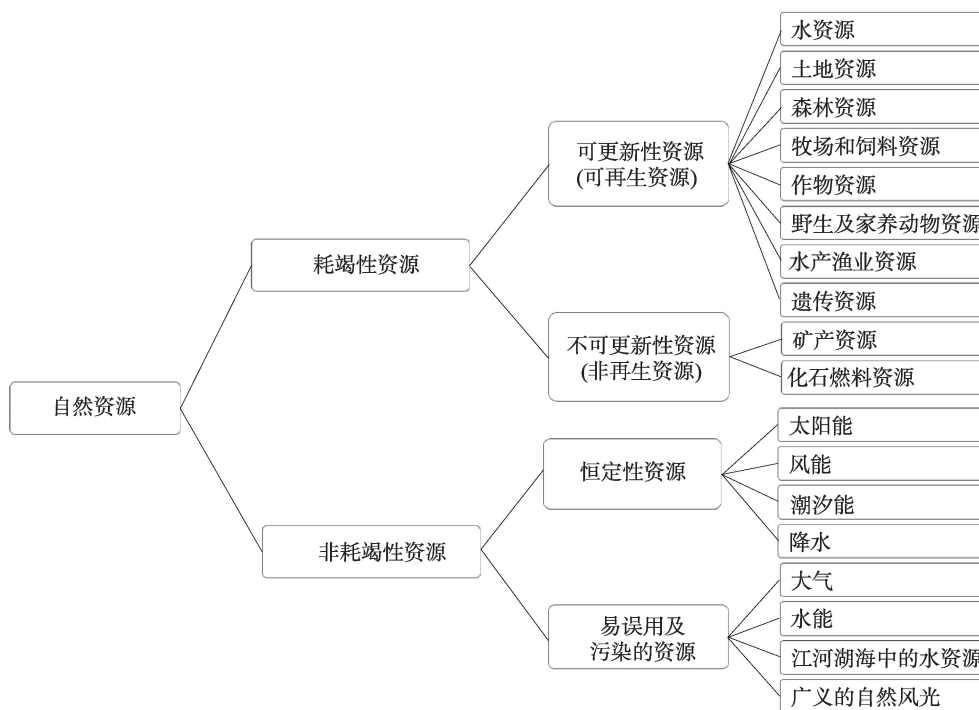


图1 基于资源再生过程的自然资源分类<sup>[12,15]</sup>

Figure 1 Classification of natural resources based on resource regeneration processes<sup>[12,15]</sup>

2021年11月

从管理实践看,国际上各种自然资源分类都是结合各国的自然资源特色和国情来进行不同的划分,这种分类的目的是各国便于重点管理其特有的自然资源。一般而言,各国的自然资源管理分类可以归纳为3种:①按照自然资源大类进行统一管理,如俄罗斯和加拿大均设立自然资源部;②按照各国独特的自然资源设立专门类别,如加拿大森林资源、德国矿产资源、老挝能源及矿业等司局;③将自然资源与生态环境及其他要素合并在一起统一管理,如很多国家设立自然资源与环境部,有的把土地资源、国家公园、建筑用地等单列司局。日本还设立国土资源、农林水产资源、矿产资源、环境和海洋资源等机构,美国设有土地资源、矿产资源、自然环境、水资源、国家公园、野生动植物等管理部门<sup>[6]</sup>。

### 2.2.2 中国常用的自然资源分类

截至目前,中国尚没有公认的自然资源分类,学术界和管理层对自然资源分类也存在不同的意见。综合看,一般从自然资源的不同角度进行各种分类,例如,有的强调自然资源的用途、地理要素或条件、自然资源组分,也有侧重于自然资源管理权限或工作任务。

(1)按照用途划分。用途是自然资源的最根本属性,基于用途的分类也方便自然资源的管理。如用地、用海的分类。土地资源按照利用类型可分为耕地、林地、牧地、水域、城镇居民用地、交通用地、其他用地(渠道、工矿、盐场等)以及冰川和永久积雪、石山、高寒荒漠、戈壁沙漠等。土壤资源是土地资源中非常重要的自然资源,一般作为单独类型并予以高度重视。土壤资源是指具有农、林、牧生产性能的土壤类型的总称。中国地域辽阔、自然条件复杂,土壤资源极为丰富。从寒温带的灰化土到热带的砖红壤,从滨海平原的盐土到青藏高原的高山草甸土,从黄土高原的黄绵土到南方的水稻土,可分为13个土纲、78个土类。据统计,中国土壤资源中,有15个(即黑土、白浆土、砂姜黑土、草甸土、水稻土、灌淤土、潮土、黑钙土、红壤、紫色土、娄土、绵土、黑垆土、灰化土及盐碱土等)适于发展农业(包括农用于宜农土壤)或农林结合(需进行土壤改良)的土壤类型,总面积约为2.6亿 $\text{hm}^2$ ;有11个(即灰化土、灰色森林土、暗棕壤、棕壤、黄棕壤、黄壤、砖红壤、砖红壤性土、红色石灰土、黑色石灰土及燥红土

等)可以发展林业(包括林用与宜林土壤)或林农结合,总面积约2.4亿 $\text{hm}^2$ ;还有10个(即栗钙土、棕钙土、灰钙土、灰漠土、灰棕漠土、棕漠土、风沙土、龟裂土、泥炭土及沼泽土等)适于发展牧业(包括牧用与宜牧土壤)或牧农、牧林结合的土壤,总面积2.3亿 $\text{hm}^2$ 。以上3种类型各占全国土壤资源总面积的1/4左右。此外,还有高山及亚高山土壤(包括高山草甸土、亚高山草甸土、高山草原土、亚高山草原土、高山漠土及高山寒漠土6个类型)仅适于林业或牧业,面积为2.0亿 $\text{hm}^2$ ,约占总面积的1/5;一些石质山地及其他土地尚难以利用,占总面积的2.1%。

(2)按照地理条件划分。自然资源的形成、分布等都与特定的地理条件相关,与地球各圈层紧密相连,因此,有人把自然资源分为矿产资源(岩石圈)、气候资源(大气圈)、水利资源(水圈)、土地资源(土壤圈)、生物资源(生物圈)等。这种分类把各种能源资源分散到各个类别中,例如,作为矿物能源的煤炭、油气等被列入矿产资源之中,与金属矿产、非金属矿产和水气矿产等并列;水利资源则包括作为能量来使用的水力资源和作为物质来利用的水(质)资源,等等。此外,土地资源也是固定的地理条件,按照地形分布条件可分为高原、山地、丘陵、平原、盆地等自然资源。这种分类突出土地利用的自然地理基础,强调山地适宜发展林牧业,平原、盆地宜发展耕作业。

(3)按照国土空间和环境要素划分。上述地球圈层是一种宏观的空间环境。从中观及微观看,有人称国土空间上的自然资源为国土资源,是人类生产和生活的具体场所或基地。无论自然资源还是其他资源都要依附于一定的空间和环境之中。所谓国土是一个主权国家管辖范围内的全部疆域的总称,包括领土、领海和领空。狭义的国土资源是一个国家主权管理地域内一切自然资源的总称,其中最主要的是土地、水、气候、生物、能源和矿产资源。中国原来的国土资源部界定管辖的国土资源包括土地、能源及矿产、海洋及测绘地理信息资源。此外,国际上有个“*Ambient Resource*”概念,是指作为资源赋存的环境整体中可为人类开发利用资源提供的空间或环境条件,或者提供舒适性价值的环境因素。显然,这是环境条件类型的资源,是特指一类流动性的非耗竭性环境要素和另外一类

固定性的空间环境,前一类环境要素的利用并不降低其数量和质量(如太阳辐射或波浪的作用),后一类空间环境的利用依托于其他自然资源,例如,地下空间是经济资源但依托于土地资源而存在。

(4)按照资源组分划分。例如,气候资源可以根据一定的气候特征、特点以及相联系的要素分为若干类别。按照组分可将气候资源分为光资源、热量资源、水分资源、大气资源等,这些资源构成气候资源的总体,且每项资源又具有独立的功能。此外,气候资源还与社会经济联系密切,可根据不同的内容和要求进行不同的分类,如农业气候资源、旅游气候资源等。

(5)按照行政管理划分。现阶段,中国自然资源部的管理职责仅限定为土地、矿产、森林、草原、水、湿地、海域海岛等七大类自然资源,在未来条件成熟时有可能开展阳光、空气、风等其他自然资源的调查。为了便于行政管理和立法,中国有些特殊的自然资源专属特定部门,如野生动植物、气候资源、自然保护区、风景名胜区、无线电频谱、空间资源等,分别划归生态环境部、农业农村部、国家林业和草原局、中国民用航空局等相关部门单独管理。有些部门性立法,如《海岛保护法》《气象法》,分别将海岛资源和气候资源单独划分为一级自然资源门类,进行针对性的开发利用与保护。

(6)按照工作任务划分。自然资源部近期公布的自然资源调查分类,是按照调查工作任务来划分的,分为基础调查和专项调查。前者是指对自然资源共性特征的调查;后者是指为自然资源的特性或特定需要的专业性调查,两者相结合并共同描述自然资源总体状况。通过制订统一调查分类标准、调查指标与技术规程,统筹安排各项工作任务。在程序上,先开展基础调查再进行专项调查,调查任务实行统筹部署,目的是获取全方位、多维度信息,整合入库数据成果,实现统一的图件资料、衔接基础控制、集成调查成果、全面综合反映自然资源本底。本次调查的对象限定在土地、矿产、森林、草原、水、湿地、海洋等七大类自然资源,特别单列了两类专项调查任务,即地下资源调查和地表基质调查,地下资源的重点是矿产资源和地下天然洞穴、

可利用的地下空间,地表基质侧重岩石、砾石、沙、土壤等。地表基质调查是个新名词,尚有很多争议,实际上这是传统的基础地质和自然地理工作任务,因配合当前自然资源管理部门的需要,单独列出来也未尝不可,但与自然资源的分类无关。此外,还可能结合国土空间规划和自然资源管理需要,专门组织城乡建设用地和城镇设施用地、野生动物、生物多样性(如土壤微生物)、水土流失、海岸带侵蚀、荒漠化、沙化石漠化等专项调查。

### 3 现有自然资源分类涉及的主要问题

由于缺乏自然资源的统一分类,对中国自然资源管理实践带来很大麻烦和诸多问题。有些问题是与分类本身相关的问题,如自然资源分类标准不统一、自然资源的各种边界不清晰、自然资源系统的体系不完整、各类自然资源之间的内容存在交叉等。另外一方面,还因缺乏科学分类而衍生出来其他的问题,如自然资源管理、职责、产权等。所有这些问题既是过去长期存在尚未解决的老问题,又是当前自然资源管理体制改革的生态文明建设所面临的新问题。

#### 3.1 老问题

(1)缺少统一的自然资源分类。在2018年3月自然资源部成立以前,除了学界外,国内很少关注自然资源的统一分类。尽管《宪法》和《物权法》都将自然资源作为一个整体,但都没有明确的定义和分类。《宪法》第九条规定“国家保障自然资源的合理利用,保护珍贵的动物和植物。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏自然资源。”《物权法》强化了各种自然资源的财产属性,并明确了其所有者身份。

(2)自然资源行政管理被分散地割裂于不同管理部门之中。在我国的管理实践中,自然资源管理一般都是由多个部委分头管理,自然资源开发利用与保护的监管存在“九龙治水”或者缺位。新中国成立以来,因不同历史时期的不同重要任务,构成自然资源的土地、矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂等分属不同的管理部门,因部门利益的限制,自然资源的开发利用和保护管理并未形成一个统一的整体。

(3)自然资源法制管理上存在产权不清。长期

2021年11月

以来,体制不健全所导致的全民所有自然资源资产所有权人不到位、所有权人权益不落实的问题非常严重。各种利益主体千方百计获得自然资源使用权,导致全民所有自然资源资产所有者职责模糊,各管理部门只管自己管辖范围的资源,各种各样的规划互相扯皮,造成监管乱、监管难、监管者缺位,也使自然资源被粗放开发利用甚至破坏浪费,国家难以保障全民所有的自然资源真正得到合理开发利用。

### 3.2 新问题

(1)自然资源如何实现统一管理。自然资源部的成立标志着国家开始把自然资源作为一个整体来综合统筹。新组建的自然资源部主要职责是对自然资源开发利用和保护进行监管,建立空间规划体系并监督实施,履行全民所有各类自然资源资产所有者职责等。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,着力解决自然资源所有者不到位、空间规划重叠等问题,实现山水林田湖草整体保护、系统修复、综合治理。显然,当前新成立的自然资源部也不能管理全部自然资源,作为未来实现大部制统一管理改革的试点,新的自然资源分类应该尽量留有修改和补充的余地。

(2)单纯从用途管理角度划分自然资源类型尚不全面。习近平总书记在十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》的说明中指出,健全国家自然资源资产管理体制是健全自然资源资产产权制度的一项重大改革,也是建立系统完备的生态文明制度体系的内在要求。经过几年的探索,自然资源部于2020年11月发布了《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(试行)》,其核心思想是从资源配置用途出发进行的分类,这种分类尽管便于用途管控,但不可能涵盖全部的自然资源,因为有些自然资源可能暂时不能利用或者随着技术快速发展可能经常改变其用途,也有很多自然资源是多用途,由此可能造成对自然资源的调查统计遗漏、重叠或交叉。此外,这个用地用海分类可能难以覆盖某些重要的自然资源,例如,该分类中虽然有林地、草地,但没有

森林资源和草原资源及其详细次级分类。对于其他自然资源如果按照用途划分,可能出现混乱甚至复杂化,例如,按照用能、用水就难以分别对能源资源和水资源进行合理划分,因为它们的用途边界不是特别清晰甚至难以区分。

(3)自然资源系统与生态环境系统的边界尚不清晰。自然资源与生态环境具有交叉性和连贯性,如水既可能是自然资源系统中可以提供淡水的重要资源,又是为生态环境系统提供水源涵养服务的重要因素。但是,从管理边界看往往出现责权利不清问题。新组建的自然资源部与生态环境部在生态保护和自然资源利益方面仍存在管理权限冲突,需要找到各自恰当的无形边界。自然资源部在生态保护中主要担当“生态保护修复”职责、侧重自然资源的综合管理,而生态环境部应侧重在生态保护中加强“环境污染治理”职责,前者重点在自然资源开发利用过程中的生态保护系统修复和综合治理,要体现“谁破坏、谁治理”的责任,后者则重点是环境污染监督、执法、治理,要体现政府在环境污染治理中的责任和义务。此外,农业部门和城乡规划与建设部门也致力于生态保护修复,显然,这些部门的任务是维护生产建设过程中的农田生态系统和城市生态系统健康,与自然资源和生态环境管理部门的生态修复有很大不同。

(4)自然资源的自然属性与环境属性和社会属性相互混杂。狭义的自然资源只是提供物质或能量的天然资源,广义的自然资源还包括环境条件(光热气等气候资源和地上无线电频谱或地下空间资源)和生态系统服务功能。从统一分类角度,需要把自然资源的自然、环境、社会等属性加以区分。“绿水青山也是金山银山”只是口语化表达,反映的是保护好生态与促进经济增长的实现方式,良好的生态系统服务可以是自然资本但决不是自然资源。

(5)新的自然资源调查分类还不全面而且有些存在交叉。自然资源部2020年1月17日颁发的关于《自然资源调查监测体系构建总体方案》<sup>[17]</sup>,是目前较为系统且权威的自然资源分类。但是,该分类仍存在明显缺陷,一是分类体系不全,如土地资源

中只含耕地资源,没有园地、林地等。土壤资源被安排在地表基质调查之中,未能体现其重要性和专业性。湿地资源尽管单列,但与用途角度的湿地(属于土地资源类型)和保护角度的生物多样性、生态系统服务等存在交叉和混淆。海洋资源的范围更是难以确定和边界模糊,如海洋矿产资源、海洋生物资源、海洋能源资源等都是重要的资源类型,应该属于自然资源部门管理范围,但从事这些海洋资源生产和经营的农业、渔政、工商等管理部门也经常参与管理,容易造成责权利不分、管理边界模糊。此外,能源资源、气候资源、自然遗产等都是重要的自然资源,因不在自然资源部门管辖范围内,因此,本次新分类方案因管理职责所限都没有单列,有些遗憾。

## 4 适应新时代自然资源管理的新分类框架

### 4.1 分类原则

(1)坚持综合管理与边界清晰相结合。从服务于自然资源综合管理与各部门对专项自然资源管理的战略需求出发,既需要协调如何整体管理好自然资源系统,直接满足山水林田湖草系统治理的需要,又要协调水、土地、森林、草原、湿地、海洋、能源及矿产等不同类型资源的特殊管理需求<sup>[18,19]</sup>。

(2)坚持自然资源统分一体化管理与空间规划及生态修复相结合。依据当前自然资源管理“两统一”的要求,重点是陆海统筹管理各类自然资源,推进山水林田湖草框架下的自然资源系统治理,统筹自然资源与国土空间和生态修复各自的工作任务与管理职责相衔接。

(3)坚持突出重点与体现特色相结合。自然资源系统是个复杂巨系统,需要久久为功,逐步地解决各种问题。当前及未来需要突出重要资源的管理,如水、土地、森林、草原、湿地、海洋、能源、矿产等资源,体现中国特色和自然资源管理部门职责范围内的自然资源,暂时搁置特殊类型或者管理职责已经比较明晰的自然资源,前者如野生动植物资源,后者如能源资源。等待时机成熟之后,再逐步加强所有自然资源的统一综合管理。

(4)坚持循序渐进与逐步完善相结合。以土地

资源、森林资源、草原资源、矿产资源、湿地资源、海洋资源为当前工作重点,逐步推进水资源、能源资源、环境条件资源等领域的科学分类与管理。

### 4.2 分类思路与总体框架

基于自然资源所处的空间或环境,围绕自然资源的用途、属性和管理职能等高度统一的目标,坚持自然资源法理、学理、事理与管理相协调。本文建议未来自然资源新分类的总体思路应该是以“空间-用途-属性-管理思维目标相统一”为基本遵循。

首先,需要将所有自然资源所处的空间或环境分为陆域、海域、环境条件(主要是指地理环境)3大类型。

其次,根据自然资源的物理属性和地理空间或环境条件,细分二级自然资源门类。

再次,在二级自然资源类别之下,根据用途(如用地、用海)、属性(物质产品、提供能量、提供环境条件),进一步划分三级自然资源类别。

以上的分类具有几个明显的优点:一是区分了自然资源的地理空间,有利于分类管理和实际操作,如陆上与海洋的自然资源管理特点与工作性质显然不同。二是区分了自然资源的不同用途与属性,如土地资源只是使用和占用,能源、矿产等资源主要是开发和加工利用,水、生物(主要是森林和草原)等资源既有使用也有占用。三是区分了作为物质或能量的自然资源与作为环境条件的自然要素类型之间的差异性。四是强调了个别类型自然资源的特殊性,分别作独立的分类处理。例如,林地、草地、湿地都是占用的土地资源,但森林资源、草原资源、湿地资源等侧重资源组成的分类;同样地,煤油气等既是能源资源又是矿产资源,为了突出能源资源,可列在能源资源分类中,矿产资源分类可以不列。

根据上述的面向统一管理总目标,本文将所有自然资源分为陆域、海域、环境条件三大类自然资源。

从空间看,所有的自然资源不是在陆域就是在海域(包括海岛),不是在地表、地下就是在人类暂时可以加以利用且处在低中空范围内的地上环境之中(图2)。

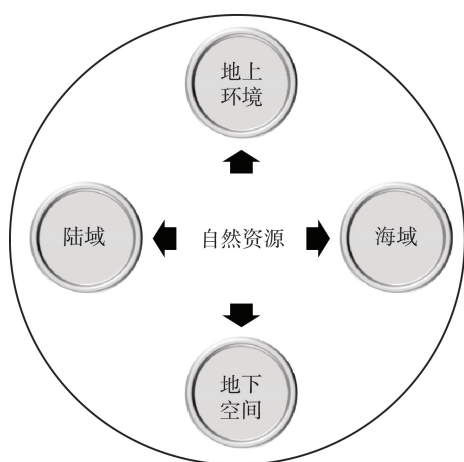


图2 自然资源综合分类的空间框架

Figure 2 Spatial framework for comprehensive classification of natural resources

陆域自然资源主要是指赋存于陆地表层或地下的土地资源、水资源、生物资源、能源资源和矿产资源等。有些能源矿产如煤炭、石油、天然气、铀矿等的主要功能是提供能源,列入能源资源分类,为了区分把其他矿产资源称为“非能矿产资源”。

海域自然资源主要包括作为物质或能量利用的海洋资源和作为空间环境利用的海洋空间。

环境条件资源是从资源赋存的特定地理环境和功能空间来划分的,包括地上环境和地下空间,与国际上的“Ambient Resources”术语相对应,包括地下空间(只是作为场所用途划分)、地表土壤和遗产资源、地上环境(主要是流动性、非专有性气候资源)。这3类资源虽然都是赋存于自然界,但各有其特殊性。

气候资源一般是指光、热、水、风、大气成分等环境条件。它是人类生产与生活以及维持自然生态系统健康必不可少的重要自然资源,可被人类直接或间接利用,也可以在一定的技术经济条件下为人类提供物质和能量。从产权属性看,气候资源绝大部分是公共资源,具有非排他性、无边界性、可再生性和流动性。从国内外自然资源管理实践需要的角度看,现有的各种管理分类中都没有单独划分出气候资源。

如前所述,土壤资源与土地资源既有联系又有区别,需要单独分类。土壤资源是种植业、林业、牧业及其他等生产性的土壤类型总称。土壤只是提

供用途功能,是地球上整个陆地自然生态系统的重要组成部分,是人类赖以生存的最基本的、可不断更新的自然资源。如果科学地开发利用,土壤资源可以源源不断地保证人类生产与生活日益增长的需要;相反,若打破土壤中物质和能量转化与交换的动态平衡,可能导致土壤退化或衰竭,进而引起生态系统的恶化。土壤依附于土地但不同于土地资源,即土地包含土壤,土壤的本质是肥力,即为动植物及微生物提供生长条件的能力,而土地的本质是生产力要素,它既受土壤的综合肥力控制,也受土壤所处的地理位置及地形条件等影响。土地包括地上层、地表层和地下层,而土壤只是土地的地表层这部分,包括表土层、心土层和底土层。

遗产资源是一种特殊类型,也需要作单独处理。世界遗产具有明确的定义,其标准为会员国提名及遗产委员会审批所遵循。一般包括自然遗产、文化遗产、自然遗产与文化遗产混合体、文化景观等4大类。从自然资源的角度和中国特色进行分类,大致包括自然遗迹、风景名胜、珍稀物种栖息地、自然保护地。其他的遗产或文化景观属于自然与人类的共同作品,人文作用或干预的痕迹太多,暂不纳入自然资源的分类之中。

地下空间也是一种利用分类,需根据管理的需要进行单独分类。按照开发利用的程度可以分为天然空间和人工空间;按深度可分为浅层空间、次浅层空间、中层空间和深层空间四大类。国内外城市没有统一的地下空间划分标准,多数城市分别将地下15 m、30 m、50 m作为地下分层界限,受到自然因素和社会因素的影响会略有差异<sup>[20]</sup>。一些发达城市或地区的浅层和中层地下空间多数已被高层建筑的地基和地下设施占领,一般难以再开发利用,但因地价高昂和城市设施急需更新,有些地下100 m以下的深层空间逐步得以开发利用。从自然资源角度看,空间只是依附于土地的环境条件,只是提供各种用途,不能成为生产力要素。因此,这里把空间环境作为环境条件资源类型之一单列。

#### 4.3 分类方案与编码方法

兼顾现有各种用途分类和未来可能使用的科学分类,本分类方案采用三级分类体系,共设置3个一级大类、11种二级门类、62种三级类别(表1)。

表1 自然资源分类方案

Table 1 Classification scheme of natural resources

| 一级大类 |        | 二级门类 |            | 三级类别   |             | 说明                                 |
|------|--------|------|------------|--------|-------------|------------------------------------|
| 编码   | 名称     | 编码   | 名称         | 编码     | 名称          |                                    |
| 01   | 陆域自然资源 | 0101 | 土地资源       | 010101 | 耕地          |                                    |
|      |        |      |            | 010102 | 园地          |                                    |
|      |        |      |            | 010103 | 林地          | 这里只是地类,与森林资源有区别但相关                 |
|      |        |      |            | 010104 | 草地          | 这里只是地类,与草原资源有区别但相关                 |
|      |        |      |            | 010105 | 湿地          | 这里只是地类,与湿地资源有区别,可以再细分              |
|      |        |      |            | 010106 | 农业设施建设用地    |                                    |
|      |        |      |            | 010107 | 居住用地        |                                    |
|      |        |      |            | 010108 | 公共管理与公共服务用地 |                                    |
|      |        |      |            | 010109 | 商业服务用地      |                                    |
|      |        |      |            | 010110 | 工矿用地        |                                    |
|      |        |      |            | 010111 | 仓储用地        |                                    |
|      |        |      |            | 010112 | 交通运输用地      |                                    |
|      |        |      |            | 010113 | 公共设施用地      |                                    |
|      |        |      |            | 010114 | 绿地与开敞空间用地   |                                    |
|      |        |      |            | 010115 | 特殊用地        |                                    |
|      |        |      |            | 010116 | 留白用地        |                                    |
|      |        |      |            | 010117 | 陆地水域        |                                    |
|      |        |      |            | 010118 | 其他土地        |                                    |
|      |        | 0102 | 水资源        | 010201 | 地表水         |                                    |
|      |        |      |            | 010202 | 地下水         |                                    |
|      |        |      |            | 010203 | 海洋淡水        |                                    |
|      |        | 0103 | 生物资源       | 010301 | 森林          |                                    |
|      |        |      |            | 010302 | 草原          |                                    |
|      |        |      |            | 010303 | 微生物         |                                    |
|      |        |      |            | 010304 | 种质资源        |                                    |
|      |        |      |            | 010305 | 野生动植物       |                                    |
|      |        | 0104 | 能源资源       | 010401 | 煤炭          | 与能源矿产相关,但作为能源资源划分,这里单列。石油、天然气和铀矿类似 |
|      |        |      |            | 010402 | 石油          |                                    |
|      |        |      |            | 010403 | 天然气         |                                    |
|      |        |      |            | 010404 | 铀矿          |                                    |
|      |        |      |            | 010405 | 水能          |                                    |
|      |        |      |            | 010406 | 太阳能         |                                    |
|      |        |      |            | 010407 | 风能          |                                    |
|      |        |      |            | 010408 | 地热          |                                    |
|      |        |      |            | 010409 | 生物质能        |                                    |
|      |        |      |            | 010410 | 其他能源        |                                    |
|      |        | 0105 | 非能矿产<br>资源 | 010501 | 金属矿产        | 为了区分能源资源,这里第二级类界定“非能”矿产资源          |
|      |        |      |            | 010502 | 非金属矿产       |                                    |
|      |        |      |            | 010503 | 水气矿产        |                                    |

续表 1

| 一级大类 |        | 二级门类 |      | 三级类别   |         | 说明         |
|------|--------|------|------|--------|---------|------------|
| 编码   | 名称     | 编码   | 名称   | 编码     | 名称      |            |
| 02   | 海域自然资源 | 0201 | 海洋资源 | 020101 | 海洋生物资源  | 作为资源,以下单列  |
|      |        |      |      | 020102 | 海水资源    |            |
|      |        |      |      | 020103 | 海洋矿产资源  |            |
|      |        |      |      | 020104 | 海洋能源资源  |            |
|      |        | 0202 | 海洋空间 | 020201 | 渔业用海    | 作为用海,把空间单列 |
|      |        |      |      | 020202 | 工矿通信用海  |            |
|      |        |      |      | 020203 | 交通运输用海  |            |
|      |        |      |      | 020204 | 游憩用海    |            |
|      |        |      |      | 020205 | 特殊用海    |            |
|      |        |      |      | 020206 | 其他海域    |            |
| 03   | 环境条件资源 | 0301 | 气候资源 | 030101 | 光资源     | 包括海岛和海岸线   |
|      |        |      |      | 030102 | 热量资源    |            |
|      |        |      |      | 030103 | 水分资源    |            |
|      |        |      |      | 030104 | 大气资源    |            |
|      |        | 0302 | 土壤资源 | 030201 | 农林土壤    |            |
|      |        |      |      | 030202 | 牧业土壤    |            |
|      |        |      |      | 030203 | 其他土壤    |            |
|      |        | 0304 | 遗产资源 | 030401 | 自然遗迹    |            |
|      |        |      |      | 030402 | 风景名胜    |            |
|      |        |      |      | 030403 | 珍稀物种栖息地 |            |
|      |        |      |      | 030404 | 自然保护地   |            |
|      |        | 0305 | 地下空间 | 030501 | 天然空间    |            |
|      |        |      |      | 030502 | 人工空间    |            |

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

综合以上分析研究,本文形成以下主要观点:

(1)系统梳理了自然资源的内涵与各种界定特征,提出自然资源是包含时间、地点、价值、规模、产权、当前及未来等限定条件的各种自然物质、能量或环境因素总称的新定义。

(2)对比分析了国内外各种自然资源分类方法,认为单纯从用途角度划分自然资源还存在一定的分类缺陷,还必须考虑地理条件、国土空间与环境要素、资源组分、行政管理和工作任务等不同的特点与要求。

(3)指出了自然资源学理分类与管理分类存在分类不统一、分散管理和产权不清等老问题,明确了新时代如何实现自然资源统一管理、如何区分自然资源系统与生态环境系统的边界、如何区分自然

资源的自然属性与环境属性和社会属性等新问题,认为自然资源的用途分类和调查分类仍存在一些不足和缺陷。

(4)提出了适应新时代自然资源综合管理的自然资源新分类原则和总体思路,强调应该以“空间-用途-属性-管理思维目标相统一”为根本要求。建议采用三级分类体系,包含3个一级大类、11种二级门类、62种三级类别的自然资源分类方案。

### 5.2 讨论

(1)建议整合现有的各种自然资源有关的分类方案,形成自然资源分类总则、部门自然资源分类细则和专项工作分类细则,分阶段逐步推进自然资源分类体系的完善和与国际接轨。结合学术研究和需求管理的差异性,分别提出不同的自然资源分类方法,尽量在大类上或者重要的自然资源分类上实现名词术语上的统一。

(2)按照问题为导向、任务为指引,分批推进各项工作任务与统一的自然资源分类相衔接。例如,自然资源调查、监测、数据建库统计等工作,尽量在启动时就要考虑分类的完整性和统一性,避免后续修改或更新的工作困难。特别是已经颁布实施的新分类,如自然资源调查监测体系、自然资源统一登记确权办法、自然资源分等定级通则,以及国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南等,尤其需要注意统一衔接。对于当前重要的自然资源类型,如耕地、湿地、森林、草原、海洋等,还需要抓紧统一协调;对于已经采用很长时间的自然资源分类,如能源资源、矿产资源、水资源等,基本遵循原有的通行分类标准,但在新的分类编码中作适当调整。

(3)加强自然资源管理部门与生态环境、农田水利、国土空间规划、城乡建设等部门在自然资源、国土空间、生态修复等重大任务和目标上的有机衔接,区分生态保护、生态修复、生态系统修复等概念和内涵的差别,在实践中还要避免有些热点问题如生态修复等“一哄而上”甚至交叉重复的投资建设。

(4)对于特殊类型但又极其重要的自然资源,如天然药物资源、动植物资源等,因其复杂性和专业性,需要作单独的区别分类。

(5)本文的自然资源分类的显著特点是将陆域、海域和环境中自然资源进行了区分,且分类体系又实现了统一。从管理角度看,陆域和海域各自的工作任务非常明确。从操作层面看,也更易于建立统一的自然资源调查、统计和评价的数据库和信息系统。此外,该分类特别是在土地资源利用和海域利用上的划分与现在的自然资源用地、用海调查统计分类实现了有机衔接。另外一个优点是把来自天然的自然资源与作为经济要素的空间与环境条件区分开来,特别是海洋空间和地下空间等类型既特殊又非常重要,需要单独处理。

(6)现有的自然资源用途分类都是基于其有用性来划分,这可能把一些暂不能利用或难以利用的自然资源排除在外。有些自然资源的用途具有多用性,如水资源既可以是生产用水、生活用水又可以是生态用水;不管什么水资源,如果从资源属性

上看,更容易区分地表水、地下水和海洋淡水。同样地,土地资源的用途最具多样性,作为森林、草原等利用的土地资源,分别称为林地和草地,这些是地类划分,与狭义的森林资源和草原资源是有明显差别和本质区别,必须加以区分。在实行自然资源专项调查过程中,如森林资源调查,可以把森林资源本身调查(数量、质量、结构、空间分布及其开发利用等)与其相关的属性调查(产权、用林、用地及其变化等)结合起来。

(7)本分类方案暂未考虑一些复合型自然资源,如旅游资源、气候资源和土壤资源等,因为旅游资源与其他类型自然资源存在一定的交叉或类似之处。气候资源和土壤资源也是特例,因为这些资源与工农业生产紧密相关,这些类型资源往往经过一定的加工改造或者只是提供一定的环境条件才成为有用的资源。未来可以作为一些特殊类型自然资源加以深入研究和分类处理。

## 参考文献(References):

- [1] 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.]
- [2] 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 of natural resources[J]. Natural Resource Economics of China, 2019, 32(1): 4-14.]
- [3] 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 systematic classification system of natural resources[J]. China Land, 2019, (4): 9-10.]
- [4] 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 comprehensive classification of natural resources and suggestions for improvement[J]. China Land, 2020, (5): 20-22.]
- [5] 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.]
- [6] 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

2021年11月

- situation and problems of the classification system of natural resources[J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2020, (6): 18–20.]
- [7] 舒新城. 辞海[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1979年. [Shu X C. *Ci-hai*[M]. Shanghai: Shanghai Dictionary Publishing House, 1979.]
- [8] 《中国资源科学百科全书》编辑委员会. 中国资源科学百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2000. [The Editorial Board of China Resource Science Encyclopedia. *China Resource Science Encyclopedia*[M]. Beijing: China Encyclopedia Press, 2000.]
- [9] 江美球. 人类生态学与资源研究[A]. 中国自然资源研究会. 自然资源研究的理论和方法[M]. 北京: 科学出版社, 1985. [Jiang M Q. *Human Ecology and Resources Research*[A]. China Natural Resources Research Association. *Theories and Methods of Natural Resources Research*[M]. Beijing: Science Press, 1985.]
- [10] World Meteorological Organization (WMO), United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). International Glossary of Hydrology (WMO–No. 385)[R/OL]. (2012–12) [2021–10]. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=8209](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=8209).
- [11] 水利科技名词审定委员会. 水利科技名词1997[M]. 北京: 科学出版社, 1998. [Water Conservancy Science and Technology Terminology Approval Committee. *Water Conservancy Science and Technology Terminology 1997*[M]. Beijing: Science Press, 1998.]
- [12] 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]. 中国自然资源研究会. 自然资源研究的理论和方法[M]. 北京: 科学出版社, 1985. [Li W H, Shen C J. Basic Characteristics of Natural Resources Science and Its Development Review and Prospect[A]. China Natural Resources Research Association. *Theories and Methods of Natural Resources Research*[M]. Beijing: Science Press, 1985.]
- [13] 阿兰·V·尼斯, 詹姆斯·L·斯威尼. 自然资源与能源经济学手册(第3卷)[M]. 李晓西, 史培军, 译. 北京: 经济科学出版社, 2008. [Nice A, Sweeney J. *Handbook of Natural Resources and Energy Economics (Volume 3)*[M]. Li X X, Shi P J, Trans. Beijing: Economic Science Press, 2008.]
- [14] 汤姆·蒂坦伯格, 琳恩·刘易斯. 环境与自然资源经济学. 10版[M]. 王晓霞, 石磊, 安树民, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2016. [Tietenberg T, Lewis L. *Economics of Environment and Natural Resources*. 10th ed.[M]. Wang X X, Shi L, An S M, Trans. Beijing: China Renmin University Press, 2016.]
- [15] Oron O S. *Natural Resources Conservation—An Ecological Approach*[M]. New York: Macmillan Publishing, 1980.
- [16] 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 land spatial planning [J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2019, (5): 9–14.]
- [17] 自然资源部. 自然资源调查监测体系构建总体方案[R/OL]. (2020–01–17) [2021–10]. [http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200117\\_2498071.html](http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200117_2498071.html). [Ministry of Natural Resources. General Plan for Construction of Natural Resources Survey and Monitoring System[R/OL]. (2020–01–17) [2021–10]. [http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200117\\_2498071.html](http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200117_2498071.html).]
- [18] 沈镭, 张红丽, 钟帅, 等. 新时代下中国自然资源安全的战略思考[J]. 自然资源学报, 2018, 33(5): 721–734. [Shen L, Zhang H L, Zhong S, et al. Strategic thinking on the security of natural resources of China in the new era[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(5): 721–734.]
- [19] 沈镭, 钟帅, 胡纾寒. 新时代中国自然资源研究的机遇与挑战[J]. 自然资源学报, 2020, 35(8): 1773–1788. [Shen L, Zhong S, Hu S H. Opportunities and challenges of natural resources research of China in the new era[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(8): 1773–1788.]
- [20] 辛韞潇, 李晓昭, 戴佳铃, 等. 城市地下空间开发分层体系的研究[J]. 地学前缘, 2019, 26(3): 104–112. [Xin Y X, Li X Z, Dai J L, et al. Study on the stratified system in urban underground space development[J]. *Earth Science Frontiers*, 2019, 26(3): 104–112.]

# Discussion on the classification of natural resources and a new classification framework and scheme

SHEN Lei<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. School of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** The scientific classification of natural resources is the most basic preliminary work for carrying out the investigation and evaluation of natural resources, fulfilling its management responsibilities, preparing spatial planning, implementing the overall protection of landscape, forest, land, lake, and grass (Shan-Shui-Lin-Tian-Hu-Cao, in Chinese) and systematic restoration and comprehensive management, and realizing the modernization of natural resources governance. In view of the different opinions and differences of academic researchers, management authority, and practitioners on natural resources classification, this article creatively proposes a new classification framework and classification scheme with three primary categories, 11 secondary categories, and 62 third-level categories from the perspective of space, attribute, use, and management of natural resources. The scheme not only distinguishes the geographical space of natural resources, facilitates differentiated management and practical operation, but also distinguishes different uses and attributes of natural resources, which well reflects the difference between natural resources as matter or energy and natural elements as environmental conditions. The results of this research have application value and practical significance for promoting the improvement of natural resources classification system and international integration, enhancing the modernization of natural resources management, and promoting the intrinsic connection between natural resources management departments and ecological environment, farmland and water conservancy, spatial planning, and urban and rural construction departments with regard to the key tasks and objectives for natural resources, territorial space, and ecological restoration.

**Key words:** natural resources; classification methods; classification issues; a new classification framework and scheme