



沙漠生态学

赵哈林◎著



科学出版社

沙漠生态学

赵哈林 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是我国第一部《沙漠生态学》专著。全书共 20 章。第一至三章介绍沙漠生态学的定义及其学科范畴,世界沙漠的总体特征、分类及其形成机制,沙漠生态环境的主要特征;第四至九章介绍沙漠常见植物及其主要生态类型、沙漠植物的主要特征、沙漠植物的种群特征及其生活史、沙漠主要植被类型及其群落特征、沙漠植被的空间分布规律及其演变特征、沙漠植被的生态调节作用和服务功能;第十至十二章介绍沙漠常见动物及其种群生活史,沙漠动物对环境的适应,沙漠动物、植物之间的相互关系;第十三至十五章介绍沙漠极端环境对人类的影响及其适应、土地沙漠化及其对环境的影响、沙漠化对植物的影响及其适应;第十六至十八章介绍沙漠土壤结皮的形成机制及其环境效应、沙漠中的绿洲、沙漠生态系统的结构与功能;第十九、二十章介绍沙漠常用野外调查监测方法、世界主要沙漠概况。

本书既可作为高等院校和科研院所硕士研究生、博士研究生基础教材或选修教材,也可供从事干旱区生态学、沙漠学、沙漠生态学、治沙造林学、沙漠资源与环境研究的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

沙漠生态学 / 赵哈林著. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-034582-0

I. ①沙… II. ①赵… III. ①沙漠-生态学 IV. ①P941.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 114009 号

责任编辑:韩 鹏 新/责任校对:宋玲玲 钟 洋

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2012年6月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2012年6月第一次印刷 印张:32 3/4

字数:920 000

定价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

沙漠环境属于一种极端环境。降水稀少,气候干燥,昼夜温差大,地面温度高,土壤贫瘠,风沙活动强烈……这些沙漠恶劣条件无时不在限制着沙漠动物、植物、微生物的生存与繁衍。但是,即使在这样恶劣的极端环境中,不仅仍然分布着数量众多的动物、植物和微生物种类,而且局部地区其种群数量非常密集,并能很好繁衍生息。特别是世界早期文明古国的发展,无不与沙漠有着密切的联系。这就让人产生很多疑问:为什么在这样的极端环境中还有大量生物存在?恶劣的自然条件对沙漠动物、植物和人类究竟有何影响?沙漠动物、植物和人类是怎样适应沙漠极端恶劣环境的?沙漠生物与生物、生物与环境之间有什么样的关系?等等,这些令人感兴趣的课题引发科学家对沙漠生态研究的极大关注,促进沙漠生态学的诞生。

现代沙漠生态学的发展起始于20世纪初期,迄今已有100多年的历史。但是,至20世纪50年代前,除了在美国和苏联等少数发达国家取得较大进展外,其他国家和地区的相关生态学研究几乎都是空白。在我国,沙漠生态研究虽然起始于20世纪50年代末期,但真正得到较快发展,还是在20世纪70年代以后。和其他生态学科相比,这一学科不仅起步较晚,而且发展较为缓慢。究其原因:一方面,大多数发达国家没有或很少有沙漠分布,而且其沙漠地区人口密度低,经济不够发达,如果没有严重生态问题,较少受到社会普遍关注。不发达国家虽然有大量沙漠和沙漠化土地分布,但受到社会经济发展水平和科技实力的限制,大多没有能力广泛深入地开展相关研究。另一方面,地球上沙漠分布极为广泛,面积巨大,其环境条件极为恶劣,如果没有现代科技力量和大量经费的支持,人们很难进入沙漠深处开展大规模科学考察和长期定位研究。但20世纪70年代以来,沙漠化在全球迅速发展,对许多国家的经济和人民生活造成严重威胁,沙漠化问题日益受到国际社会的普遍关注,从而为沙漠生态学的发展提供新的契机。几十年来,不仅很多国家相继建立沙漠科学研究机构,搭建沙漠和沙漠生态学研究平台,扩展和充实相关研究队伍,而且人们开始从新的视角认识沙漠生态研究的科学意义,不断拓展沙漠生态研究的领域,从而促进沙漠生态研究的不断发展,不断涌现出一批又一批新的研究成果,为沙漠生态学学科的建立奠定基础。

我国沙漠广袤千里,既是世界上沙漠面积最大的国家之一,也是世界上沙漠化发展最为迅速、受沙漠化危害最严重的国家之一。但20世纪50年代以前,我国沙漠生态研究几乎还是空白。新中国成立以后,特别是20世纪70年代以后,随着国家对防沙治沙和干旱生态环境保护的重视,一批相关研究机构和野外台站相继建立,一大批国家和省部级相关科研项目和大的治理工程项目先后实施,有力地促进我国沙漠生态研究的发展。但是,作为生态学和沙漠学交叉融合而形成的一门新兴学科,我国沙漠生态学的研究历史毕竟较短,学科发展还处于起步阶段,无论是理论构建,还是方法论研究都还处于不断发展和探索之中。迄今为止,国内还未见一部《沙漠生态学》专著问世。

作者从事沙漠生态研究已有30多年。近年来,随着对沙漠生态研究的不断深入和资料的大量积累以及对沙漠生态学认识的不断加深,一直希望能撰写一部《沙漠生态学》专著,为

我国沙漠生态学发展尽一份绵薄之力。经过多年努力,总算完成本书。本书既是作者多年对国内沙漠生态学研究成果的总结和提升,也参考国内外大量研究成果和资料。虽然本书还不够成熟,存在不足之处,需要进一步完善,但希望能够起到抛砖引玉的作用,引发人们对沙漠生态研究的更多关注,促进我国沙漠生态科学的发展,也希望能够为我国相关大专院校师生和从事沙漠生态研究的科技人员以及其他想了解沙漠生态学的管理人员提供一些参考。

本书的出版得到国家重点基础研究发展计划(973 计划)课题(2009CB421303)、国家自然科学基金课题(30972422)和“十二五”国家科技支撑计划课题(2011BAC07B02)的资助。参与本书编撰、文字录入、图片绘制、校对等工作的还有中国科学院寒区旱区环境与工程研究所的赵学勇、张铜会、李玉霖、周海燕研究员以及刘新平、云建英、冯静、苏娜、王少昆、姚淑霞、曲浩、毛伟、王新源、连杰、马赞花、罗永清、李瑾、王进、郭浩、尚雯、崔夺、岳翔飞、陈静、张腊梅等同志,科学出版社的韩鹏先生为本书的编辑和出版做了大量工作,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,本书会有错讹、疏漏之处,竭诚希望读者批评、指正。

作 者

2012 年 1 月于兰州

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 沙漠生态学的定义及其学科范畴	1
第二节 沙漠生态学发展简史及其研究进展	7
第三节 沙漠生态学研究的意义	12
参考文献	16
第二章 世界沙漠的总体特征、分类及其形成机制	18
第一节 世界沙漠的总体特征	18
第二节 世界沙漠的分类	28
第三节 世界沙漠的形成机制	31
参考文献	39
第三章 沙漠生态环境的主要特征	41
第一节 沙漠气候特征	41
第二节 沙漠土壤类型及地表风沙环境特征	53
第三节 沙漠地区的水环境特征	59
参考文献	64
第四章 沙漠常见植物及其主要生态类型	65
第一节 沙漠常见植物	65
第二节 沙漠植物生态类型	71
第三节 沙漠植物其他分类方法和类型特征	80
参考文献	87
第五章 沙漠植物的主要特征	89
第一节 沙漠植物的形态特征	89
第二节 沙漠植物的解剖结构特征	99
第三节 沙漠植物的生理、生态特征	104
参考文献	112
第六章 沙漠植物的种群特征及其生活史	113
第一节 沙漠植物的种群特征	113
第二节 沙漠植物的生活史	119
参考文献	132
第七章 沙漠主要植被类型及其群落特征	134
第一节 世界沙漠植被的主要类型	134
第二节 我国沙漠植物群系及典型植被	142
第三节 沙漠植物群落的主要特征	150
参考文献	159
第八章 沙漠植被的空间分布规律及其演变特征	161
第一节 沙漠植被的地带性分布规律	161

第二节 沙漠植被的演替特征·····	170
参考文献·····	180
第九章 沙漠植被的生态调节作用和服务功能 ·····	181
第一节 植被对小气候的调节作用·····	181
第二节 植物对土壤水分和养分的调节作用·····	190
第三节 沙漠植被的服务功能 ·····	195
参考文献·····	201
第十章 沙漠常见动物及其种群生活史 ·····	202
第一节 世界沙漠常见动物种类·····	202
第二节 沙漠动物种群特征·····	210
第三节 沙漠动物的生活史概述 ·····	217
参考文献·····	227
第十一章 沙漠动物对环境的适应 ·····	228
第一节 沙漠动物对环境的形态和行为适应·····	228
第二节 沙漠动物体温的代谢调节·····	237
第三节 沙漠动物对干旱的生理适应 ·····	243
参考文献·····	248
第十二章 沙漠动物、植物之间的相互关系 ·····	249
第一节 沙漠动物、植物的种间关系 ·····	249
第二节 沙漠动物与植物之间的相互作用·····	254
第三节 沙漠动物与植物的几种特殊关系·····	260
参考文献·····	270
第十三章 沙漠极端环境对人类的影响及其适应 ·····	271
第一节 沙漠极端环境对人体的影响·····	271
第二节 人对沙漠环境的适应与改造·····	279
第三节 沙漠资源的开发利用及其生态风险·····	290
参考文献·····	295
第十四章 土地沙漠化及其对环境的影响 ·····	296
第一节 土地沙漠化的基本特征及其类型划分·····	296
第二节 沙漠化的成因和过程·····	305
第三节 沙漠化对环境的影响·····	311
参考文献·····	317
第十五章 沙漠化对植物的影响及其适应 ·····	318
第一节 土地沙漠化对植物的影响·····	318
第二节 植物形态解剖和生理代谢对沙漠化的适应·····	324
第三节 植物对沙漠化的生态适应·····	333
第四节 植物响应、适应、受损与环境影响之间的关系·····	339
参考文献·····	344
第十六章 沙漠土壤结皮的形成机制及其环境效应 ·····	345
第一节 沙漠土壤结皮的类型及其形成机制·····	345
第二节 影响土壤结皮形成发育的主要因素·····	353
第三节 沙漠土壤结皮的环境效应·····	360
参考文献·····	366

第十七章 沙漠中的绿洲..... 367

第一节 沙漠绿洲的主要特征及其类型划分..... 367

第二节 绿洲的形成过程及其发展规律..... 376

第三节 沙漠绿洲的稳定性及其管理..... 384

参考文献..... 391

第十八章 沙漠生态系统的结构与功能..... 392

第一节 沙漠生态系统的结构..... 392

第二节 沙漠生态系统的初级生产力和物质循环..... 402

第三节 沙漠生态系统的稳定性及其调节..... 413

参考文献..... 418

第十九章 沙漠常用野外调查监测方法..... 420

第一节 沙漠生物调查监测方法..... 420

第二节 沙漠生态环境调查监测方法..... 432

第三节 沙漠化与水土环境调查方法..... 436

参考文献..... 446

第二十章 世界主要沙漠简介..... 447

第一节 非洲主要沙漠..... 447

第二节 美洲主要沙漠..... 457

第三节 澳大利亚主要沙漠..... 469

第四节 亚洲主要沙漠..... 475

参考文献..... 483

动物、植物和微生物名单(汉拉对照) 484

Contents

Chapter 1 Introduction	1
Section 1 Definition of desert ecology and its subject category	1
Section 2 History and advances in study of desert ecology	7
Section 3 Significance of desert ecology research	12
References	16
Chapter 2 General Characteristics, classification and formation mechanism of deserts in the world	18
Section 1 General characteristics of deserts in the world	18
Section 2 Classification of deserts in the world	28
Section 3 Formation mechanism of deserts in the world	31
References	39
Chapter 3 Main Features of eco-environment in deserts	41
Section 1 Climate properties of deserts	41
Section 2 Soil category of deserts and features of surface wind-sand environments	53
Section 3 Hydrographic characteristics in desert areas	59
References	64
Chapter 4 Dominant plants and main ecotypes in deserts	65
Section 1 Dominant plants in deserts	65
Section 2 Ecological types of desert plants	71
Section 3 Other classification methods and features of desert plants	80
References	87
Chapter 5 Main characteristics of desert plants	89
Section 1 Morphological characteristics of desert plants	89
Section 2 Anatomical structure characteristics of desert plants	99
Section 3 Physiological and ecological characteristics of desert plants	104
References	112
Chapter 6 Population properties and life history of desert plants	113
Section 1 Population properties of desert plants	113
Section 2 Life history of desert plants	119
References	132
Chapter 7 Primary vegetation types and community properties of deserts	134
Section 1 Main types of desert vegetation in the world	134
Section 2 Main formations of desert plants and typical vegetation in China	142
Section 3 Main properties of desert plant community	150
References	159
Chapter 8 Spatial distribution laws and succession properties of desert vegetation	161
Section 1 District distribution laws of desert vegetation	161
Section 2 Succession properties of desert vegetation	170

References	180
Chapter 9 Ecological adjustment roles and service functions of desert vegetation	181
Section 1 Adjustment roles of vegetations to microclimate	181
Section 2 Adjustment roles of vegetations to soil moisture and nutrients	190
Section 3 Service functions of desert vegetation	195
References	201
Chapter 10 Common animals and population life history in deserts	202
Section 1 Dominant animal species of deserts in the world	202
Section 2 Population properties of desert animals	210
Section 3 A summary of life history of desert animals	217
References	227
Chapter 11 Adaptation of desert animals to environment	228
Section 1 Morphological and behavioural adaptation of desert animals to environment	228
Section 2 Thermoregulation of desert animals	237
Section 3 Physiological adaptations of desert animals to drought	243
References	248
Chapter 12 Interrelations between animals and plants in deserts	249
Section 1 Interspecific relations between animals and plants in deserts	249
Section 2 Interaction between animals and plants in deserts	254
Section 3 Special relationships between animals and plants in deserts	260
References	270
Chapter 13 Effects of desert extreme environment on human and their responses	271
Section 1 Effects of desert extreme environment on human	271
Section 2 Adaptation and reformation of human to desert environment	279
Section 3 Developmental utilization of desert resources and its eco-risks	290
References	295
Chapter 14 Land desertification and its effects on environment	296
Section 1 Main properties of land desertification and its classification	296
Section 2 Causes and processes of desertification	305
Section 3 Effects of desertification on environment	311
References	317
Chapter 15 Effects of desertification on plant and their adaptation	318
Section 1 Effects of land desertification on plants	318
Section 2 Adaptation of plants, morphological anatomy and physiological metabolism to desertification	324
Section 3 Eco-adaptation of plant to desertification	333
Section 4 Environmental influence on plants' response, adaptation and damage	339
References	344
Chapter 16 Formation mechanisms and environment effects of desert soil crusts	345
Section 1 Types and formation mechanisms of desert soil crusts	345
Section 2 Primary factors affecting soil crust formation and development	353
Section 3 Environment effects of desert soil crusts	360

References 366

Chapter 17 Oasis in deserts 367

Section 1 Main properties and classification of desert oasis 367

Section 2 Formation processes and developing laws of oasis 376

Section 3 Stability and managements of desert oasis 384

References 391

Chapter 18 Structure and function of desert eco-system 392

Section 1 Structure of desert eco-system 392

Section 2 Primary productivity and material cycle of desert eco-system 402

Section 3 Stability and adjustments of desert eco-system 413

References 418

Chapter 19 Common field investigaton and monitor methods in desert 420

Section 1 Investigation and monitor methods of desert life 420

Section 2 Investigation and monitor methods of desert eco-environment 432

Section 3 Investigation methods of desertification and water-soil environment 436

References 446

Chapter 20 Brief introduction to main deserts in the world 447

Section 1 Main deserts in Africa 447

Section 2 Main deserts in America 457

Section 3 Main deserts in Australia 469

Section 4 Main deserts in Asia 475

References 483

A list of animal, plant and microorganism(Chinese-Latin Comparison) 484

第一章 绪 论

沙漠是地球上面积最大、分布范围最为广泛的生态系统类型之一。虽然其生态环境极为恶劣，但沙漠中仍然有大量生命活动的存在，众多植物、动物和微生物在这里生存和繁衍，世代不息。在沙漠极端环境条件下为什么还有大量动物、植物和微生物的存在？沙漠环境对它们有何影响？它们又是怎样适应沙漠恶劣环境的？这些都是沙漠生态学需要研究和探讨的主要问题。在讨论这些问题之前，我们在本章先介绍一些沙漠生态学的定义、研究范畴、主要研究进展和主要关注的科学问题。

第一节 沙漠生态学的定义及其学科范畴

范畴是指人们对于客观事物本质的概括，反映了客观事物的本质、类型和范围。在我国，沙漠生态学属于一门新兴学科，正处于发展阶段。为了更好地引导学科发展方向，需要准确定义沙漠生态学的内涵及其学科范围和主要研究内容。

一、沙漠生态学的定义及其学科范畴

1. 几个相关概念的含义

在给出沙漠生态学的定义及其研究内容之前，首先需要介绍几个与沙漠生态学密切相关的沙漠学概念，因为这些概念会在沙漠生态学中经常使用，并容易混淆，了解这些概念的内涵及其属性是学习沙漠生态学的基础。

(1) 荒漠

不同学科对于荒漠一词的解释有所不同。从自然地理学的角度讲，凡是气候干旱、降雨稀少、植被稀疏低矮、土地贫瘠的区域都叫“荒漠”。在地植物学和植被分类中，荒漠是以气候干旱，雨水稀少，土地贫瘠，生物生产量极低为特征，与森林、草原、苔原等一样，被列为陆地生态系统或生物地理带。从普通生态学的角度讲，荒漠是指植物稀疏及人口密度很低的干旱荒凉地区。而由全国科学技术名词审定委员会审定公布的荒漠一词的定义为“干旱气候条件下形成的植被稀疏的地理景观”。

根据地表的物质组成，荒漠可以分为岩漠、砾漠、沙漠、泥漠和盐漠。其中，岩漠又称石质荒漠，是指基岩裸露受到干燥剥蚀形成的荒漠，主要分布于山前地带；砾漠又称砾石荒漠，是指地表以大小砾石覆盖的荒漠，主要分布于冲积扇或洪积平原地区；地表为大片流沙或沙丘覆盖的荒漠称为沙质荒漠，简称沙漠，主要分布于河湖沉积盆地或台地；地表以龟裂土、盐土覆盖的荒漠分别称为泥漠、盐漠，主要分布于平原地区或低湿地。其中，砾漠和泥漠分别称为砾石戈壁和土质戈壁。

陈昌笃（2009）从气候-植被-土壤系统角度，将中国的荒漠分为三类：①极旱荒漠，年降水量低于50mm，植被覆盖度不到10%，常出现裸露地段，强旱生植物也极稀少；②普通荒漠，年降水量50~100mm，植被覆盖度20%~40%，强旱生荒漠木质化或半木质化植物种类占优势，没有或很少有草原种类出现；③半荒漠，年降水量100~200mm，植被覆盖度40%~50%，生物对环境的改造作用显著，除强旱生荒漠植物外，尚有大量旱生草原草本植物参加，亦称为草原化荒漠。

(2) 沙漠

中文“沙漠”一词不是外来语，在我国古来有之。中文“沙漠”一词，最早在我国《汉书·苏建传》中就有“径万里兮度沙漠，为君将兮奋匈奴”的记载，还可见于三国魏曹植《白马篇》中的“少小

去乡邑，扬声沙漠垂”和三国魏阮籍《少年学去刺篇》中的“挥剑临沙漠，饮马九野原”。在这里，“沙漠”一词是指我国北方地面为流沙、砾石覆盖的广大区域，既包括了被大片流沙覆盖的地区，也包含了地面为碎石覆盖的平坦无垠的区域。后来，在宋元以后的文献中，又出现了具有类似“沙漠”含义的“戈壁”、“库姆”、“大漠”等词，如“阿拉善戈壁”、“库鲁克库姆”和“蒙古大漠”等。其中，“戈壁”是蒙古语和满语，意指难生草木的平缓沙砾石土地；“库姆”是维吾尔语，意指大片流沙覆盖的区域；“大漠”是指一望无际、光秃秃的沙砾石地表。

关于“沙漠”一词的定义，目前有较多解释。如我国著名沙漠和沙漠化专家朱震达等（1980）给出的定义是“沙漠系指干旱地区地表为大片沙丘覆盖的沙质荒漠，也包括沙漠化土地和半干旱地区的沙漠”。由全国科学技术名词审定委员会审定公布的沙漠定义有两个：①“沙漠是指流沙、沙丘覆盖的地区”；②“沙漠是地表干旱气候的产物，一般是指年平均降水量小于250mm，植被稀疏，地表径流少，风力作用明显，产生了独特的地貌形态，如各种沙丘、风蚀劣地等。”在一些文献中，把干草原地带地表被沙丘覆盖的区域也泛称为“沙漠”。

从我国对“沙漠”一词的发展历史及其含义的现代解释看，沙漠的含义具有广义和狭义之分。所谓广义的“沙漠”，就是荒漠，包括了砾漠、岩漠、沙漠、土漠、盐漠、沙地和沙质草地等。所谓狭义“沙漠”，仅指地面被大片沙丘或风沙土覆盖的地区，属于荒漠的一种，又称沙质荒漠。我国在对沙漠命名时，多使用狭义沙漠的概念，即只指被沙丘或风沙土覆盖的区域，并不包括周边的砾漠、岩漠、土漠和盐漠，而是把砾漠、岩漠、土漠和盐漠归为戈壁。

（3）Desert

英文中的“desert”一词含义是什么？目前也没有统一的、被普遍接收的定义。“desert”一词最早源于埃及的象形文字 Tesert，通过拉丁文 desero（被遗弃的）、desertum（荒芜的，光秃秃的）和 desertus（遗弃、抛弃、丢弃）等演化而来。其中，植物学家将“desert”定义为降水稀少，不足以支持大多数植物生长的区域。气象学家将“desert”定义为“年均降水量低于250mm，或蒸发量大于降水量的区域”，并认为在炎热气候下用500mm降水量，在凉爽气候下用250mm降水量作为“desert”的界限，甚至有人将连续12个月无降水定义为真正的“desert”。地理学家将沙漠定义为由沙子或砾石、岩石覆盖的，植物稀少，气候干旱的广大区域”，并指出“desert”中分布最广的不是沙子，而是砾石、卵石和沙砾，世界“desert”表面只有15%被纯沙覆盖。而在沙漠命名中，无论是纯沙丘沙地组成的区域，还是由砾漠、岩漠、沙漠、土漠、盐漠、沙地和沙质草地组成的区域，均命名为“desert”。

从上述英文对“desert”一词的解释可以看出，英文“desert”一词既相当于汉语中的“干旱区”，又相当于汉语中的“荒漠”和“沙漠”。因而，中国人将“desert”译成中文时，有人将其译成“沙漠”，如将“Sahara Desert”译为“撒哈拉沙漠”；也有人将其译成“荒漠”，如将“Sahara Desert”译为“撒哈拉荒漠”。

（4）沙漠、荒漠、desert之间的关系

在汉语中，沙漠和荒漠是两个既有区别，又有联系的概念。狭义的沙漠是荒漠的一种，和石漠、砾漠、土漠、盐漠一样，都属于荒漠的一种类型，荒漠涵盖了沙漠。广义的沙漠是荒漠的同义词，也包括了石漠、砾漠、土漠、盐漠。这一方面是因为沙漠和荒漠具有相同的气候和地理背景，具有相似的生态环境和动植物类型；另一方面是因为沙漠既可能与石漠、砾漠、土漠、盐漠在空间上相互独立，有着明显的界限，容易区分，又可能与沙漠、石漠、砾漠、土漠、盐漠交错分布，互为组成部分，很难分离。因此，沙漠有时可以称为荒漠的一种类型，有时与荒漠处于同等地位。另外，沙漠与荒漠之间的这种关系还和英文“desert”一词的使用密切相关。

国人在将“荒漠”一词翻译成英文时，通常使用“desert”，而将“沙漠”一词译成英文时，有些人使用“desert”，有些人使用“sandy desert”或“sand desert”。实际上，英文中没有“沙漠”和“荒漠”之分，也较少使用“sand desert”或“sandy desert”。在阅读欧美科学家撰写的英文专业书籍时可以发现，无论是沙漠，还是荒漠，都使用“desert”一词。大多数情况下，所述“desert”一词是个笼

统的概念,既可能相当于汉语中的“荒漠”,又可能相当于汉语中的“沙漠”。由于英文中的“desert”与汉语中的“沙漠”和“荒漠”无法一一对应,按照传统习惯,过去国人往往将“desert”一词译成“沙漠”,如将“Sahara Desert”译为“撒哈拉沙漠”、将“Sonoran Desert”译为“索诺兰沙漠”等,实际上有些是真正的沙漠,有些则是荒漠。由于世界各国对于“desert”一词的理解不同,人们在统计沙漠面积时,往往会产生不同的数据,这也是一些文章在世界荒漠或沙漠面积上存在巨大差异的一个重要原因。近些年来,一些中文文章或专著,已开始重视这一问题。

(5) 荒漠化

1994年,国际防治荒漠化公约政府间谈判委员会(INCD)给出的荒漠化定义为:“荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。”这个定义从三个方面明确限定了荒漠化的内涵:一是只有干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化才属于荒漠化,湿润地区的土地退化不属于荒漠化,这里的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区,是指年降水量与潜在蒸发量之比为0.05~0.65的地区,但极地和副极地地区除外;二是土地退化是指由于一种或多种营力作用下,致使土地生物生产力和经济生产力下降或丧失的过程,这里的土地是指具有陆地生物生产力的系统,是由土壤、植物、动物和其他生物区系组成的生态系统,海洋、湖泊等水体的退化因不属于陆地,不应归入荒漠化;三是土地退化的原因包括气候变异和人类活动等多种因素,不是某一种单一因素造成的,因而具有高度复杂性。

荒漠化包括多种类型,因分类原则不同而有很大差别。例如,根据营力类型,可将荒漠化分为沙漠化、水土流失、盐渍化等。其中,以风为主要外营力的土地退化为沙漠化,其主要特点是在起沙风的作用下,引起土壤的风蚀或沙子的沉积,使土壤发生粗化和贫瘠化;以降水或流水为外营力的土地退化为水土流失,其特点是在水滴或水流的作用下,水分和土壤大量流失,导致土层变薄,母质裸露,土地生产潜力和土地资源丧失;以水分蒸腾导致盐分在地表聚积的土地退化为盐渍化,其特点是地下水位抬升至临界水位后,土壤或地下水中的大量盐分随着水分蒸发的加剧,大量聚集于地表,超过非盐生植物的耐受能力,致使土地生物生产能力大幅度下降的过程。如果以生态系统类型进行划分,还可将荒漠化分为草原荒漠化、农田荒漠化、森林荒漠化、沙丘活化等,其所形成的退化土地分别称为荒漠化草地、荒漠化农田、荒漠化林地、荒漠化沙地,统称荒漠化土地。

(6) 沙漠化

沙漠化又称沙质荒漠化或风成荒漠化。根据朱震达等(1980)对沙漠化的定义,沙漠化是指干旱、半干旱和部分亚湿润地区,在脆弱自然条件下,由于自然因素或人为活动的影响,破坏了生态平衡,出现了以风沙活动为主要特征的,最终形成风沙地貌的土地退化过程。

王涛和赵哈林(2005)指出,沙漠化是我国北方干旱、半干旱及部分半湿润地区由于人地关系不协调所造成的以风沙活动为主要标志的土地退化,这一概念又包括以下内容:

时间上,沙漠化是发生在人类历史时期,特别是最近一个多世纪以来;空间上,与大风季节相一致的干旱和半干旱及部分半湿润地区,都是可能发生沙漠化的地区。

成因上,是在上述潜在自然因素的基础上,以人为过度的经济活动(如过度的农垦、放牧、樵采及水资源的过度利用等)为主要成因,人既是沙漠化的导致者,也是沙漠化的受害者。

景观上,沙漠化过程是以风沙活动及其所造成的风蚀风积地表形态特征作为其变化过程的景观标志和沙漠化发展程度的一个矢量指征。

发展趋势上,沙漠化强度及其在空间的扩展,与干旱程度及人畜对土地利用的方式、强度有关。在它们的相互影响及风力的作用下,沙漠化土地会自行蔓延扩大。

沙漠化的结果,导致地表逐渐为沙丘侵占,造成土地生物产量的急剧降低,土地生产潜力的衰退和可利用土地资源的丧失,然而它也存在着逆转和自我恢复的可能。这种可能性程度的大小及其时间进程的长短,则受不同自然条件(特别是水分条件)、沙漠化土地本身地表景观的复杂程度及人为活动的大小影响而有不同的逆转程度。

沙漠化可以分为多种类型。按沙漠化程度的不同,可把沙漠化分为轻度沙漠化、中度沙漠化、重度沙漠化和严重沙漠化四种类型,相应的沙漠化土地类型为轻度沙漠化土地、中度沙漠化土地、重度沙漠化土地和严重沙漠化土地。和荒漠化一样,如果按生态系统类型分类,还可将沙漠化分为草原沙漠化、农田沙漠化、森林沙漠化、沙丘活化等,其所形成的退化土地分别称为沙漠化草地、沙漠化农田、沙漠化林地、固定沙地活化等,统称沙漠化土地。

(7) 环境与生态

对于不同的学科来说,环境的含义有所不同。对于生态学来说,环境是指生物有机体周围的一切有形或无形物质的组合,包括气候、土壤、水文、地形、能量、信息、生态系统和其他生物等因子的整合。生态是指一切生物在一定的自然环境下生存和发展的状态,也包括生物的生理特性和生活习性,以及它们之间和它们与环境之间环环相扣的关系。

组成环境的各种物质或要素称做环境因子。环境因子分为生物环境因子和非生物环境因子。其中,生物环境因子分为植物、动物、微生物,也可将人类活动包括其中。非生物环境因子主要包括土壤、水分、温度、光照、大气、风、火等。生态因子是指环境中对生物生长、发育、生殖、行为和分布有直接或间接影响的环境因子。例如,温度、湿度、食物、氧气、二氧化碳和其他相关生物因子等。生态因子和环境因子是两个既有联系,又有区别的概念。环境因子包括了环境中的所有因子,无论这些因子与生物生存与繁衍是否有关,而生态因子仅指环境中那些对生物生长、发育、生殖、行为和分布有直接或间接影响的环境因子。因此,生态因子属于环境因子的一部分,环境因子涵盖了所有的生态因子。

无论是环境因子,还是生态因子,均可分为生物因子和非生物因子两大类。非生物因子包括气候因子,如光热、温度、降水、风;土壤因子,如土壤机械组成、温度、水分、养分、pH等物理化学性状;地形因子,如海拔、坡度、坡向等;水文因子,如水体深度、化学特性、水体溶氧量、光谱等。生物因子主要包括:植物因子,如植物之间共生、寄生、附生等;动物因子,如动物的摄食、传粉、践踏等;人为因子,如垦殖、放牧、采伐等;疫病因子,如各种病菌、病毒的侵袭危害等。

由生态因子构成的生物生存环境称作生态环境。由于很多生态因子都是生物生存不可或缺的环境条件,因而又称为生物的生存条件。具体的生物个体和群体生活地段上的生态环境称为生境,其中包括生物本身对环境的影响。

2. 沙漠生态学的定义及其学科范畴

(1) 沙漠生态学的定义

沙漠生态学属于生态学的一个分支,是生态学与沙漠学交叉融合形成的一门新兴学科,它是以沙漠为研究区域,以沙漠生物为研究对象,主要研究沙漠生态环境对沙漠生物的影响以及沙漠生物对沙漠环境的适应过程,分析沙漠生物与生物、沙漠生物与沙漠环境之间的相互关系,探索其相互作用规律及其作用机制的一门科学。

沙漠生态学中的沙漠一词,属于广义上的沙漠,包括沙漠、戈壁、沙地、沙漠化土地,甚至可以外延到整个干旱区和半干旱沙质草原区。沙漠环境主要是指生物所栖息的沙漠生境或生态系统,以及组成沙漠环境,与生物生存、生长和繁衍密切相关的经纬度、海拔、气候、土壤、水文等生态因子。沙漠生物主要指沙漠植物、野生动物和微生物,由于人类活动无所不在,也不可避免地涉及人类。沙漠生物与环境的关系,不仅包括沙漠植物、动物、微生物及人类与沙漠环境的关系,还包括了沙漠生物群落中植物、动物、微生物和人类活动之间的关系。沙漠生物与沙漠环境之间的相互关系,多属于一种互馈关系,既存在着长期自然选择确定的沙漠生物的种类、种群数量和群落特征以及短期环境变化对沙漠生物生存、生长和繁衍的影响,也存在着沙漠生物个体、种群、群落对环境的生物学和生态学适应,以及对生境的改造。

因此,可将上述沙漠生态学的定义扩展为:沙漠生态学是以荒漠和荒漠化土地为对象,研究其生态系统的结构和功能以及沙漠环境对沙漠植物、动物、微生物、人类活动的影响,从个体、种群和群落等

层面分析沙漠生物对沙漠环境的适应过程及改造作用,探讨沙漠生物与沙漠生境之间的相互关系、作用规律和机制的一门科学。

(2) 沙漠生态学的学科范畴

沙漠生态学是生态学的一个分支,属于区域生态学或特殊生态系统生态学的一种。沙漠生态学是以生态学为基础,与沙漠科学融合交叉产生的一门科学。从学科范畴讲,主要涉及沙漠植物生态学、沙漠动物生态学、沙漠微生物生态学、沙漠土壤生态学、沙漠水文生态学和沙漠人文生态学等。

沙漠植物生态学:植物生态学是研究植物之间、植物与环境之间相互关系的一门科学。沙漠植物生态学是以沙漠植物为对象,主要研究沙漠环境对植物个体、种群、群落和生态系统形成发育的影响、沙漠植物对周围极端环境的响应和适应,其目的在于阐明沙漠环境条件对植物形态结构、生理活动、化学成分、遗传特性和地理分布的影响,以及植物对环境条件的适应和改造作用。沙漠植物生态学包括沙漠植物的个体生态学、种群生态学、群落生态学和沙漠生态系统生态学等,涉及学科包括沙漠植物分类学、植物生物学、植物生理学、环境学、土壤学、治沙造林学等学科。

沙漠动物生态学:动物生态学是研究动物与动物、动物与环境相互关系的科学。沙漠动物生态学是以沙漠各种动物为对象,主要研究沙漠动物形态特征、生理特性、行为方式、种群数量、种群结构与周围环境的关系,沙漠动物种间共生、合作、竞争、捕食-被捕食关系及其协同进化过程,沙漠动物种群和群落对环境变化的响应和适应及演化,人类对沙漠动物资源的开发和利用等。沙漠动物生态学主要包括沙漠动物个体生态学、种群生态学和群落生态学,涉及动物分类学、动物生物学、动物生理学、动物行为生态学、地理学、水文学、植物学等学科。

沙漠微生物生态学:以沙漠微生物为对象,主要研究微生物群体(微生物区系或正常菌群)与其周围的生物、非生物环境相互作用的规律和机制,包括沙漠中微生物种类、分布及其随环境条件变化而发生的变化规律;沙漠中微生物之间的相互关系,微生物与动植物之间的相互关系,这些相互关系对自然界的影响和环境因素对这些相互关系的影响;微生物代谢活动对自然界的影响,环境条件的变化对这些代谢活动的影响等。

沙漠土壤生态学:沙漠土壤生态学是以沙漠土壤生物为中心,研究沙漠土壤生物之间、土壤生物与土壤非生物环境间的相互作用。研究的主要内容有:土壤生态系统的结构、功能和人类活动对土壤生态系统的影响过程。沙漠土壤生态学主要包括沙漠土壤物理学、沙漠土壤化学、土壤微生物生态学等,主要涉及沙漠植物学、沙漠土壤动物学、土壤生物学等学科。

沙漠植物逆境生理生态学:主要研究沙漠极端环境条件胁迫对植物生理生态学特性的影响,以及植物对逆境胁迫的生理生态学响应和适应,包括干旱、高温、盐碱、风沙流、养分严重不足等胁迫条件对植物种子萌发、生长、繁殖过程的形态特征、解剖结构、物质含量、光合作用、代谢过程等的影响及其响应和适应。主要涉及沙漠植物学、植物生物学、植物生理学等学科。

沙漠生态水文学:研究沙漠生物体与周围环境交互作用中的水文过程、现象及特性的一门学科。主要包括沙漠水文过程对沙漠动、植物和微生物生命活动的影响及其响应、沙漠动、植物和微生物对沙漠水文过程的影响及沙漠动、植物和微生物生命活动中的水文过程等,也包括人类活动对沙漠动植物生态水文过程影响的研究。主要涉及水文学、地理学、地质学、植物学、动物学、微生物学等学科。

沙漠人文生态学:研究沙漠地区人与环境总体关系的一门科学。主要研究沙漠地区人类生物学、社会学和经济学特征及生产活动与沙漠水土资源、生物资源、生态环境的关系,人类经济活动对沙漠地区水土资源、生物资源、生态环境的影响,特别是人类活动在土地沙漠化与自然改造过程中的作用。

二、沙漠生态学主要研究内容

生态学是研究生物与环境、生物与生物之间相互作用的一门内涵极为广泛的综合性学科。当其与沙漠学交叉融合时,又增加了沙漠学的许多内容。因此,沙漠生态学的研究内容非常广泛。从其发展现状

及其未来发展趋势看，目前沙漠生态学的主要研究内容可以归纳为以下几个方面。

1. 沙漠环境的基本特征及其变化研究

(1) 沙漠环境的主要特征及其形成机制

主要研究沙漠气候、土壤、水文等环境的基本特征，分析沙漠干旱、高温、风沙活动等极端环境条件的变化及其发生规律，探索极端环境条件的形成机制和危害，特别是沙漠中沙尘暴、干热风、暴雨、洪水等自然灾害的发生规律及其危害。

(2) 气候变化及人类活动对沙漠环境的影响

主要研究在全球气候变化和人类活动影响下的沙漠地区水、土、气、生等主要环境因素变化以及土地覆盖对环境变化的响应，沙尘暴、洪水、干旱等自然灾害发生频率的变化和机制，环境变化对土地沙漠化及其逆转过程的影响，等等。

2. 沙漠环境对植物的影响及其适应

(1) 沙漠植物个体、种群和群落特征

主要研究经过沙漠极端环境的长期自然选择以及植物对沙漠极端环境的长期适应所形成的沙漠植物的特殊种质资源、遗传多样性以及细胞、个体、种群、群落特征，从不同层面分析沙漠植物特性与沙漠特殊环境条件的关系，探讨其形成机制。

(2) 沙漠环境的变化对植物的影响及其适应

主要研究气候变化或土地沙漠化过程，环境变化对沙漠植物个体、种群、群落特征的影响，以及沙漠植物在形态解剖、生化特征、生理过程，以及细胞、个体、种群和群落各个层面上对环境变化的响应和适应，分析探讨其机制。

(3) 沙漠退化植被的恢复重建机制

主要研究沙漠地区植被退化的成因、过程和机制以及退化植被恢复的条件、驱动力、演替规律和机制，研究人工植被建设、天然植被更新复壮或改良过程中合理进行物种选择、群落结构设计、时空配置、密度调控、功能培育、发育等人工措施的原理和机制。

3. 沙漠环境对动物和微生物的影响及其适应

(1) 沙漠动物和微生物的基本特征及其形成发育与环境的关系

主要研究沙漠极端环境长期自然选择和适应条件下沙漠地区特有动物和微生物的种类、分类、形态、生理、行为、进化等生命现象及其规律，系统发育、协同进化的细胞和分子基础；沙漠优势动物或濒危动物的种群数量、结构、时空分布、消长动态、领地范围、繁衍、栖居、迁徙等规律及其与环境的关系；沙漠动物资源的利用和保护；沙漠生态系统中微生物的主要功能及其形成机制。

(2) 环境变化对沙漠动物和微生物的影响及其适应性

主要研究全球变化特别是人类活动的强烈干扰对沙漠动物和微生物种群数量、结构、分布、食物、发育、繁育、行动、栖居等的影响以及沙漠动物和微生物对环境变化在形态、生理、饮食、行为、迁徙等方面的适应和数量调节。

4. 沙漠生物土壤结皮的形成发育及其对环境变化的响应

(1) 土壤生物结皮形成发育规律及其机制

主要研究沙漠土壤结皮的生物种类、区系组成和群落特征，土壤生物结皮的形成条件、发育过程、结构特征、结皮生物群落的演变规律；结皮形成、发育对沙漠土壤成土过程的影响；沙漠结皮的主要生态功能及其环境效应，在沙漠生态系统中的地位和作用。