

西藏农牧学院林学学科创新团队建设项目（藏财预指 2020-001）

高原林业生态工程学

Forestry Ecological Engineering of Plateau

主 编 王贞红

副主编 赵德军

主 审 邢 震

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

高原林业生态工程学 / 王贞红主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2021.9
ISBN 978-7-5643-8256-8

I. ①高… II. ①王… III. ①高原—林业—生态工程—高等学校—教材 IV. ①S718.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 190461 号

Gaoyuan Linye Shengtai Gongchengxue

高原林业生态工程学

主编 王贞红

责任编辑 何明飞

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 13.25

字数 292 千

版次 2021 年 9 月第 1 版

印次 2021 年 9 月第 1 次

定价 38.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-8256-8

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 | 言

高原林业生态工程学

随着经济和社会的不断发展，人口、资源、环境三者之间的矛盾日益突出和尖锐，特别是环境问题已成为矛盾的焦点，水土流失和荒漠化对人类生存和发展的威胁日益加剧。我国政府一直十分重视水土流失的治理工作，投入了巨大的人力、物力和财力进行大规模的防治工作。尽管如此，我国的生态环境仍然十分脆弱，严重的水土流失成为头号生态环境问题和社会经济可持续发展的重要障碍。水土保持和荒漠化防治已成为我国一项十分重要的战略任务，它不仅是经济建设的重要基础、社会经济可持续发展的重要保障，也是保护和拓展中华民族生存与发展空间的长远大计，是调整产业结构、合理开发资源、发展高效生态农业的重要举措，是进一步巩固拓展脱贫攻坚成果，持续推动脱贫地区发展和乡村全面振兴的重要措施。

水土保持与荒漠化防治专业于 1958 年在北京林业大学（原北京林学院）创立，至今已经历了 60 余年，全国已有 20 多所高等学校设立了水土保持与荒漠化防治专业，已形成完备的教学体系。作为

为水土保持事业培养人才的学科与专业，如何更好地为生态建设事业的发展培养所需的各类人才，是每一个水土保持教育工作者思考的问题。其中，方法之一就是要搞好教材建设。教材是体现教学内容和教学方法的重要载体，是进行教学的基本工具，也是深化教育教学改革，全面推进素质教育，培养创新人才的重要保证。

目前，国内还没有关于高原林业生态工程学方面的专业教材。鉴于此，我们遴选了本领域高水平或具有丰富教学经验的教师，紧密结合教学与实践经验，在对教材的体系结构、主要内容进行充分讨论和对现有《林业生态工程学》教材进行分析和整理的基础上，吸收国内外最新科研成果与技术，编写了《高原林业生态工程学》，试图弥补这方面的空缺。

从教材的体系结构上看，考虑到水土保持与荒漠化防治专业一般不开设森林培育学课程，本教材保留了人工造林知识，从生态理论、森林培育知识、防护林构建技术到工程的综合效益评价，形成一个完整的林业生态工程理论与技术体系。本教材采用了模块化的课程结构体系，包括基本概念与基础理论模块（第 1 章和第 2 章）、人工造林模块（第 3 章和第 4 章）、防护林工程模块（第 5 章至第 8 章）、综合效益评价与工程设计模块（第 9 章）。不同的学校可以依据修前学生所学课程的内容，选择不同的模块作为教学的重点内容。通过对本门课程的学习，学生能较全面地掌握林业

生态工程的理论与技术知识。

在教材的内容选取上，除增加了人工造林基本知识图示外，结合高原林业生态工程发展趋势，补充了高原水土保持林工程和天然林保护工程等部分内容，以反映当前我国高原林业生态工程建设的现实需求。在自学辅助上，每一章都配有小结及思考题，以帮助学生掌握重点与深入思考。

在教材的应用性上，除了必要的理论阐述之外，注重林业生态工程规划、设计、施工、管理的技术操作和基本技能的培养，强调实践性，建议本教材的使用与教学实习、课程设计环节相配合。本教材除满足教学需要外，还可供有关生产、科研及管理单位人员参考。

本教材由西藏农牧学院王贞红副教授担任主编，赵德军副教授担任副主编，邢震教授担任主审，王小兰、叶彦辉副教授、魏丽萍、陈彦芹副教授、杨小林教授、张博副教授、李永霞参与编写。具体编写分工如下：第1、3章由王贞红编写，第2章由叶彦辉编写，第4章由林玲、王小兰编写，第5章由魏丽萍编写，第6章由李永霞编写，第7章由陈彦芹编写，第8章由张博编写，第9章由杨小林编写。全书由王贞红统稿。

本教材在编写过程中，引用了大量文献中的研究成果、数据与图表，在此谨向文献作者们致以深切的谢意。

本教材的编写人员力图将国内外林业生态工程建设领域的新经验、新成果、新理论编入教材之中，但是，由于《高原林业生态工程学》教材的编写在国内尚属首次，加之限于我们知识水平与实践经验，疏漏和不足在所难免，衷心期望专家和读者对本教材提出批评、指正。

编 者

2021年7月

目 | 录

高原林业生态工程学

第1章	绪 论
	1.1 高原林业生态工程的作用与地位001
	1.2 高原林业生态工程学的特点及与其他学科的关系003
	1.3 高原林业生态工程基本理论005
	本章小结010
	思考题011
第2章	林业生态工程概况
	2.1 林业生态工程的基本概念012
	2.2 林业生态工程的历史与现状015
	2.3 林业生态工程建设现状017
	2.4 我国林业生态工程概况018
	本章小结022
	思考题022
第3章	人工林培育基础知识
	3.1 立地类型划分及适地适树023
	3.2 人工林发育阶段028
	3.3 树种选择与人工林组成033
	3.4 林分密度规律045
	本章小结056
	思考题056
第4章	人工造林技术
	4.1 整地技术057
	4.2 造林技术063
	4.3 人工林抚育管理068
	4.4 高原常见树种造林技术072
	本章小结079

	思考题	079
第5章	高原水源保护林工程	
	5.1 重要水源保护区	080
	5.2 水源保护林营造	085
	5.3 水库及河岸防护林	092
	本章小结	099
	思考题	100
第6章	高原、平原农田防护林工程	
	6.1 防护林理论基础	101
	6.2 高原农田生态防护林	108
	6.3 高原草牧场防护林	120
	本章小结	123
	思考题	124
第7章	高原山地水土保持林工程	
	7.1 高原水土保持林工程体系	125
	7.2 高原坡面水土保持林	129
	7.3 高原侵蚀沟道水土保持林工程	142
	本章小结	150
	思考题	151
第8章	森林恢复与保护工程	
	8.1 高原天然林保护工程	152
	8.2 退耕还林工程	159
	8.3 森林经营	163
	本章小结	179
	思考题	180
第9章	林业生态工程效益评价	
	9.1 林业生态工程效益评价概述	181
	9.2 林业生态工程效益评价方法	186
	9.3 林业生态工程综合效益评价指标体系	197
	本章小结	201

思考题	202
参考文献	203

1.1 高原林业生态工程的作用与地位

由于高原地理位置的特殊性，其生态环境也呈现出严酷性。青藏高原林地面积 $1.949\ 39 \times 10^7\ \text{hm}^2$ ，约占全区土地总面积的 16%，在高原当中的高原灌丛以及原始森林，能够较大程度上保护地壳表面，因此高原森林植被也会影响周边地区的水土保持和水源涵养。生态系统健康发展能够显著改善该地区环境。比如，森林植被能够对毒害气体起到净化作用，对二氧化碳起到吸收作用，还能够对风速、温度起到调节和控制作用。随着经济社会的持续发展，人们逐渐提升了对环境质量的重视程度，采取各项有效措施全面确保生物链平衡，维持生态系统平衡。为了实现以上保护效果，需要社会各界贡献自身力量，该地区高原林业的健康发展不仅依靠当地林业部门重视，还需要加强注重社会生态环境的健康发展，合理规划高原林业的生态系统发展，才能从根本上确保该地区实现可持续发展。我国林业发展战略报告指出：“林业是经济和社会可持续发展的重要基础，是生态建设最根本、最长期的措施。在可持续发展中，应该赋予林业以重要地位；在生态建设中，应该赋予林业以首要地位”。

1.1.1 高原林业生态工程建设是生态环境问题的需要

生态环境的长久健康发展会显著提升人类的生活质量，并且对社会可持续发展起到良好的促进作用。从生态保护方面进行论述，深入分析高原林业状况，在此基础上提出了改善高原林业生态质量的各项措施，主要表现在：优化林分结构，建立多元化生物链；推广使用无公害林业防治技术，全面维持生态平衡；优化林木布局，加强生态系统免疫力以及建立高原林业资源绩效评估体系等，希望借此措施能够从根本上发挥出高原林木的作用，全面起到生态保护作用。

中国是世界上水土流失最严重的国家之一。1999 年全国第二次水土流失遥感调查成果显示：全国水土流失面积为 $3.56 \times 10^6\ \text{km}^2$ ，占国土面积的 37%，每年新增水土流失面积达 $1 \times 10^4\ \text{km}^2$ 。其中，水蚀面积 $1.65 \times 10^6\ \text{km}^2$ ；风蚀面积 $1.91 \times 10^6\ \text{km}^2$ ；水蚀、风蚀交错区水土流失面积 $2.6 \times 10^5\ \text{km}^2$ 。为了遏制日趋严重的水土流失对国土生态安全的威胁与经济社会发展的制约，需要进行大面积的、以水土保持为主要功能的林草植被建设。到 2010 年，对急需退耕的 $1.467 \times 10^7\ \text{hm}^2$ 坡耕地和沙化耕地实施退耕还林，宜林荒山造林 $1.733 \times 10^7\ \text{hm}^2$ ，将使 30% 的沙化耕地得到治理。到 2020 年，需要退



耕的坡耕地和沙化耕地基本实现退耕还林，明显改善长江流域、黄河流域、黄土高原及西部水土流失区的生态环境状况，促进农业和农村经济结构调整，大幅度增加农民收入。

荒漠化是全球共同面临的一个重大环境及社会问题。中国是世界上荒漠化最严重的国家之一，据第三次荒漠化和沙化监测（2003—2005年），中国荒漠化土地面积为 $2.6362 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占国土总面积的 27.46%。全国有近 4 亿人口生活在受荒漠化影响的地区。因此，以京津风沙源治理工程和“三北”防护林体系建设工程为重点，在天然草场实行休牧轮牧、舍饲圈养、退耕减牧、封育飞播，制止滥牧、滥垦、滥采、滥樵、滥用水资源，尽快恢复林草植被的任务十分艰巨。

我国生物多样性正面临着严重威胁，全国有 15% ~ 20% 的动植物物种濒临灭绝，高于世界 10% ~ 15% 的水平。近些年，环境污染和生境破坏，特别是许多生态脆弱区域、重要湿地和珍稀濒危野生动植物栖息地没有得到有效保护，导致我国野生动植物栖息地破坏、湿地干涸及污染、自然保护区被蚕食等现象十分严重。中国的生物多样性在世界生物多样性中占有重要地位，保护好中国的生物多样性不仅对中国社会经济持续发展、对子孙后代具有重要意义，而且对全球的环境保护和促进人类社会进步具有深远的影响。为此，在全国实施野生动植物保护、湿地保护和自然保护区建设工程，到 2050 年，力争使全国自然保护区总数达到 2 500 个左右，其中国家级自然保护区 350 个左右，自然保护区面积达到 $1.728 \times 10^8 \text{ hm}^2$ ，占国土总面积的 18%，使我国 85% 的国家重点保护野生动植物种群得以恢复，数量逐年增加。

1.1.2 高原林业生态工程建设是解决高原社会问题的需要

农业、农民和农村问题，是关系我国改革开放和现代化建设全局的重大问题。而“三农”问题的解决、新农村建设与林业的发展息息相关。在生态环境保护与建设的同时，如何通过林业建设增加农民收入、解决农村人口就业、促进农村经济社会发展，是林业生态建设重要任务。通过多年的努力，我国经济林产业迅速发展，各类经济林种植面积已超过 $2 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，经济林产品产量已突破 $6.9 \times 10^7 \text{ t}$ ，正在向优化品种、提高质量和精深加工转变。在全面建设小康社会的新时期，坚持把林业建设与改善生态环境、发展地方经济、调整农业结构和农民脱贫致富奔小康紧密结合，在缺乏农村能源的地区，适当调整林种结构，扩大营造薪炭林的面积，实行林草、林药、林牧合理配置，乔、灌、草科学种植，造、育、管并举，是调整产业结构、增加农民收入赋予中国林业的长期的重要任务。

改善高原生态环境，促进人与自然的协调与和谐，努力开创生产发展、生活富裕和生态良好的文明发展道路，既是中国实现可持续发展的重大使命，也是新时期林业建设的重大使命。在这个重要历史进程中，林业的地位和作用发生了根本性的变化，正处在一个十分关键的转折时期。无论是加速改变农村自然面貌，提供更可靠的国土



生态屏障,确保粮食与牧业安全,还是为农村寻求新的致富门路和就业渠道,增加农民收入,或为乡镇企业提供充足的原料和新的加工领域,为农村开辟新的财源等方面,都需要保护好现有森林植被,扩大森林资源,提高森林资源质量。林业生态工程作为生态建设的重点,肩负着生态植被恢复和环境条件改善的重大使命,备受世人瞩目。从“三北”防护林建设,到十大林业生态工程整体布局,再到六大重点林业工程全面展开,林业生态工程建设已经进入快速发展的新时期。1998年国务院制定的《全国生态环境建设规划》明确了我国林业生态工程建设的目标:总体目标是用大约50年的时间,建立起比较完善的生态环境预防监测和保护体系,大部分地区生态环境明显改善,基本实现中华大地山川秀美;近期目标是到2010年坚决控制住人为因素产生新的水土流失,遏制荒漠化的发展,生态环境特别恶劣的黄河、长江上中游水土流失重点地区以及严重荒漠化地区的治理初见成效;中期目标是从2011—2030年,在遏制生态环境恶化的势头之后,用大约20年的时间,力争使全国生态环境明显改观;远期目标是从2031—2050年,全国建立起基本适应可持续发展的良性生态系统,全国可治理的水土流失地区基本得到整治,宜林地全部绿化,林种、树种结构合理,森林覆盖率达到并稳定在26%以上;坡耕地基本实现梯田化,“三化”(退化、沙化、盐碱化)草地得到全面恢复。

1.2 高原林业生态工程学的特点及与其他学科的关系

林业生态工程学是在继承、交叉、融合相关学科的基础上发展起来的一门新兴学科。它以生态学理论和系统工程理论为基础,主要吸收了防护林学、水土保持学、森林培育学、生态经济学等相关内容,以木本植物为主体、以区域或流域为对象,建设与管理以生态环境改善与维持为目标的复合生态系统,追求较高的生态效益、经济效益和社会效益。

1. 植物学

植物学是生物学的分支学科,主要研究植物的形态、分类、生理、生态、分布、发生、遗传、进化等,目的是开发、利用、改造和保护植物资源,让植物为人类提供更多的食物、纤维、药物、建筑材料等。在林业生态工程实施过程中,对于植物种的选择包括草本、灌木、乔木,要对每个种的生物学特性要有一个全面的了解,如对立地条件的要求、物种之间的胁迫作用。

2. 森林生态学

森林生态学是研究森林生物之间及其与森林环境之间相互作用和相互依存关系的学科,是生态学的一个重要分支。它的研究内容包括森林环境(气候、水文、土壤和生物因子)、森林生物群落(植物、动物和微生物)和森林生态系统。目的是阐明森林



● 高原林业生态工程学

的结构、功能及其调节、控制的原理，为不断扩大森林资源、提高其生物产量，充分发挥森林的多种效能和维护自然界的生态平衡提供理论基础。运用系统的观点和思维认识森林的形成、发展、演变、分布、林木的生长发育与其环境的相互关系和规律，掌握森林生态系统的基本特征和基本功能，认识森林生态系统在生物圈中的地位与作用机制。

3. 防护林学

所谓防护林是指为了利用森林的防风固沙、保持水土、涵养水源、保护农田、改造自然以及维护生态平衡等各种有益性能而栽培的人工林以及起到相似作用的天然林。根据防护对象的不同，防护林又可分为水土保持林、水源涵养林、农田防护林、防风固沙林、护路护岸林等。防护林体系建设就是要以现有林为基础，动员全社会的力量，在统一规划下，建立一个符合自然规律和经济规律，集生态效益、经济效益和社会效益于一体的自然与人工相结合、以木本植物为主体的生物群体。这个整体的结构，其外延包括农、林、牧各产业之间的相互地位、相互关系，即相互协调与合理布局；其内涵包括防护林体系内部各组成要素的相互连接和相互作用，即体系自身的格局、结构和效益。建成各林种因地制宜布设，乔、灌、草相结合，带、片、网相结合，封育保护天然林与人工造林相结合，种、养、产、供、销一体化的综合防护林体系。防护林学是研究防护林及其防护林体系营造的一门学科。一个较完整的防护林体系要求各个林种在配置上错落有序，在防护功能上各显其能，在经济效益上相互补充、相得益彰，从整体上形成一个因害设防、因地制宜的绿色综合体。

4. 水土保持学

水土保持学是研究水土流失规律和水土保持综合措施，防治水土流失，保护、改良与合理利用山丘区和风沙区水土资源，维护和提高山地生产力以利于充分发挥水土资源生态效益、经济效益和社会效益的一门学科。从这个定义中可以看出：① 水土保持是山丘区和风沙区及土地两种自然资源的保护、改良与合理利用，不仅限于土地资源，水土保持不等同于土壤保持。② 保持的含义不仅限于保护，而是保护、改良与合理利用。水土保持不能单纯地理解为水土保持、土壤保护，更不能等同于土壤侵蚀控制。③ 水土保持的目的在于充分发挥山丘区和风沙区水土资源的生态效益、经济效益和社会效益，改善当地农业生态环境，为发展山丘区、风沙区的生产和建设，整治国土、治理江河，减少水、旱、风沙灾害等服务。④ 水土保持学是近年来才形成的一门综合性很强的应用科学技术，虽然水土流失规律具有基础理论研究的性质，但它也是应用性的基础理论研究，具有保护、改良与合理利用水土资源的明确目的。

5. 森林培育学

森林培育学是研究森林培育的理论和实践的一门学科。森林培育是按既定培育目标和客观自然规律，涵盖林木种子、苗木、造林到林木成林、成熟整个培育过程的综



合培育活动。森林培育学的内容包括培育全过程的理论问题,如森林立地和树种选择、森林结构及其培育、森林生长发育及其调控等基本理论问题;也包括全培育过程各个工序的技术问题,如林木种子生产和经营、苗木培育、森林营造、森林抚育及改造、森林主伐更新等。森林培育可按林种区别不同的培育目标,技术体系应与培育目标相适应。由于森林培育是把以树木为主体的生物群落作为生产经营对象,其培育措施是以生物群落与其生态环境辩证的统一为基础,即所谓的适地适树。因此,对以树木为主的植物及其构成的群落所具有的生物与生态特性有本质和系统的认识,对其生长的生态环境所具有的本质和系统的认识,就成为森林培育必需的基础知识。

6. 生态经济学

生态经济学是以生态经济为研究对象的一门学科。生态经济学可分为部门生态经济学、专业生态经济学、区域和地域生态经济学等三个部分。生态经济是一种相对传统的工业、农业经济而言的经济形态或经济发展模式,它是在当代人类对经济与生态环境的辩证关系深刻认识的基础上,注重在经济活动中节约资源和保护环境,追求生态环境保护下的经济效率。生态经济学的研究内容除了经济发展与生态环境保护之间的关系外,还有环境污染、生态退化、资源浪费的产生原因和控制方法,环境治理的经济评价,经济活动的环境效应等。它还以人类经济活动为中心,研究生态系统和经济系统相互作用而形成的复合系统及其矛盾运动过程中发生的种种问题,从而揭示生态经济发展和运动的规律,寻求人类经济发展和自然生态发展相互适应、保持平衡的对策和途径。

7. 林业生态工程学

林业生态工程学是随着林业发展战略转移、国家生态环境工程建设需求继承、交叉形成的一门新的专业课程,不仅是从单一的水土保持林草措施来研究水土保持的生物措施,而且是从生态、环境与区域经济社会可持续发展的角度研究林业发展的理论与技术措施。其核心是,在充分理解生态理论的基础之上,通过工程措施进行以生态环境改善为目标的林业生态建设,根据生态理论进行系统规划、设计和调控人工生态系统的结构要素、工艺流程、信息反馈关系及控制机构,以在系统内获得较高的生态与经济效益。林业生态工程学是水土保持、林学、生态、环境规划等相关专业学生必修或选修的重要课程。

1.3 高原林业生态工程基本理论

工程化是现代科学技术进步的一个主要标志,也是应用科学走向成熟的具体表现。同时,工程也是把众多成熟的应用技术或应用科学,组合成为综合工艺体系的主要手段。当今社会的各项产业建设基本都离不开工程,基本都是由一个个工程项目



实现建设目标的，如土木建筑工程、机械工程、水利工程、道路工程等。所有的工程必须根据建设目的和建设条件进行总体规划设计、分项设计、材料选择与准备、分项工程的施工、效益监测与评估等过程和环节来完成工程项目，实现建设目标。林业生态工程本身与其他工程一样，也有自己的一整套完整的工艺体系和科学而严密的技术路线，但同时林业生态工程又与自然环境、生物、人类社会紧密结合在一起，是包含有自然、技术、社会的复合工程，具有与一般工程不同的含义。林业生态工程是建立在自己相应理论基础之上的，既涉及工程的内涵，又涉及生物的内涵，其主要理论基础包括：植被恢复理论、生态学理论、系统科学理论、可持续发展理论、水土保持学原理等。其中，通过人工促进植被恢复是林业生态工程建设的核心思想。

1.3.1 生态学理论

1. 生态系统理论

生态平衡是生态系统在一定时间内结构与功能的相对稳定状态，其物质和能量的输入、输出接近相等。在外来干扰下，能通过自我调节（或人为控制）恢复到原初稳定状态。当外来干扰超越自我调节能力，而不能恢复到原初的状态谓之生态失调或生态平衡破坏。生态平衡是动态的，维护生态平衡不只是保持其原初状态。生态系统在人为有益的影响下，可以建立新的平衡，达到更合理的结构，更高效的功能和更好的效益。生态稳态是一种动态平衡的概念，生态系统由稳态不断变为亚稳态，进一步又跃为新稳态。生态稳态是在生态系统发育演变到一定状态后才会出现的，它表现为一种振荡的涨落效应，系统以耗散结构维持着振荡，能够使系统从环境中不断吸收能量和物质（负熵流）。所谓的生态平衡，只不过是平衡中的一种稳态，是不平衡中的静止状态，平衡是相对的，不平衡是绝对的。生态平衡在受到自然因素（如火灾、地震、气候异常）和人为因素（如物种改变、环境改变等）的干扰，生态平衡就会被破坏。当这种干扰超越系统的自我调节能力时，系统结构就会出现缺损，能量流和物质流就会受阻，系统初级生产力和能量转化率就会下降，即出现生态失调。生态平衡的调节主要是通过系统的反馈能力、抵抗力和恢复力实现的。反馈分正反馈和负反馈。正反馈使系统更加偏离位置点，因此不能维持系统平衡，如生物种群数量的增长；负反馈是反偏离反馈，系统通过负反馈减缓系统内的压力以维持系统的稳定，如密度制约种群增长。抵抗力是生态系统抵抗外界干扰并维持系统结构和功能原状的能力。恢复力是系统遭受破坏后，恢复到原状的能力。抵抗力和恢复力是系统稳定性的两个方面，系统稳定性与系统的复杂性有很大关系。普遍认为，系统越复杂，生物多样性越丰富，系统就越稳定。生态系统对外界干扰具有调节能力，能保持相对稳定，但是这种调节机制不是无限的。生态平衡失调就是外界干扰大于生态系统自身调节能力的结果和标志。



2. 循环再生原理

由于生态系统内的小循环和地球上生物地理化学大循环,保障了存在于地球上的物质供给,通过迁移转化和循环,使可再生资源取之不尽、用之不竭。通过不同植物种的搭配组合,形成不同元素的生物小循环,使得退化土地的养分得到改善,先锋植物往往是养分积累的开始。物质再生循环和分层多级利用,不仅意味着在系统中通过物质、能量的迁移转化,通过合理的规划与设计,对生态系统的物质循环进行加环,在一个区域内形成更多层次的物质与能量利用,提高初级产品的利用效率,减少对植被的破坏,为植被恢复创造条件。

3. 景观生态学理论

景观生态学是近年来兴起的一个生态学分支理论,景观是指以类似方式出现的若干相互作用的生态系统的聚合。R.F.Fomnan 和 M.Godron 合著的《景观生态学》一书指出:景观生态学主要研究大区域范围(中尺度)内异质生态系统,如林地、草地、灌丛、走廊(道路、林带等)、村庄的组合及其结构、功能和变化,以及景观的规划管理。景观内容包括景观要素、景观总体结构、景观形成因素、景观功能、景观动态、景观管理等。景观生态学是用生态学的理论和方法去研究景观。景观是景观生态学的研究对象,它不仅包含自然景观,还包含人文景观,从大区域内生物种的保护与管理,环境资源的经营和管理,到人类对景观及其组分的影响,涉及城市景观、农业景观、森林景观等。景观生态学原理主要包括景观系统的整体性与异质性原理、格局过程关系原理、尺度分析原理、景观结构镶嵌性原理、景观生态流域空间再分配原理、景观演化的人类主导性原理、景观多重价值与文化关联原理。

1.3.2 植被恢复基本理论

植被恢复受多种因素的制约,不同区域植被的恢复速度、程度及其生长发育状况有着明显的差异,这主要取决于建设区内水热资源状况、立地条件以及现有植被的破坏程度,同时也和与技术水平、生产力发展水平相适应的社会经济技术条件有关。植被恢复基本理论主要以生态环境脆弱带理论、恢复生态学理论、植被恢复理论为主。

1. 生态环境脆弱带理论

生态环境脆弱带是不稳定性、敏感性强且具有退化趋势的生态环境过渡带。所谓生态环境过渡带是指凡处于两种或两种以上的物质体系、能量体系、结构体系、功能体系之间所形成的界面,以及围绕该界面向外延伸的空间域。交错带的脆弱表现在:①可替代的概率大,竞争程度高;②可以复原的概率小;③抗干扰能力弱;④界面变化速度快,空间移动能力强;⑤多种要素从量变到质变的转换区,常常是边缘效应



的显示区、突变产生区。农牧交错区生态脆弱带的生态环境的退化是以高原区域为主的退化类型，主要是由于人为掠夺式的资源开发及强烈的经济活动造成的。由于高原自然环境恶劣，其自然系统的脆弱性表现为内在不稳定性，对外界的干扰和变化比较敏感，在外来干扰或外部环境变化的胁迫下，其系统遭受损失并且难以复原，表现为环境变化、系统退化和生物多样性降低等。高原生态环境脆弱带具有类型多、分布广、变化快的时空特征，其类型主要包括水陆交界带、农牧交错带、山地平原过渡带、沙漠边缘带、城乡交界带、梯度边缘带、森林边缘带、干湿交替带及地貌板块接触带等。

2. 恢复生态学理论

恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术和方法及其生态学过程和机理的学科。对于这一定义，总的来说没有多少异议，但对于其内涵和外延，有许多不同的认识和探讨。这里所说的恢复是指生态系统原貌或其原先功能的再现，重建则指在不可能或不需要再现生态系统原貌的情况下营造一个不完全雷同于过去的甚至是全新的生态系统。目前，恢复已被用作一个概括性的术语，包含重建、改建、改造、再植等含义，一般泛指改良和重建退化的自然生态系统，使其重新有益于利用，并恢复其生物学潜力，也称为生态恢复。生态恢复最关键的是系统功能的恢复和合理结构的构建。恢复生态学应用了许多学科的理论，但最主要的还是生态学理论。这些理论主要有限制因子原理、生态系统的结构原理、生态适宜性原理和生态位原理、生物群落演替理论、生物多样性原理。

3. 植被恢复理论

植被恢复是指根据生态学原理，通过一定的生物、生态以及工程技术与方法，人为地改变和切断退化生态系统的主导因子或过程，调整、配置和优化植被系统内部及其与外界的物质、能量和信息的流动过程及其时空秩序，使生态系统的结构、功能和生态学潜力尽快地、成功地恢复到一定的或原有的乃至更高的水平。植被恢复适用于受损后残存有一定盖度植被的立地条件类型。植被恢复的主要理论基础是生态恢复原理和植被重建原理。

生态恢复与植被重建理论认为由于人为干扰而损害和破坏的生态系统，通过人为控制和采取措施，可以重新获得一些生态学性状。植被重建是在植被系统经历了各种退化阶段或者超越了一个或多个不可逆阈值，已全部或大部分转变为裸地时所采取的一种人工恢复途径。显然重建的植被系统与原有的自然植被系统有很大差别。与恢复和保护相比，重建要求在初期阶段有高强度的物流、能流供应，通过模拟相应自然群落，以树种选择、小生境人工改造和利用等为主要技术手段，开展人工设计和植被建造。人工重建适用于极度退化的荒山、荒沙以及条件很差的退耕地等类型。人工恢复植被的材料以当地自然植物材料为主，同时还要注重引进植物的应用。



植被保护是对植被系统进行人工管理，避免其进一步被破坏和继续退化。保护对象既包括完全没有受到干扰和干扰很轻的原始植被，也包括受到干扰但所形成的群落相对稳定、自然植被演替速度很慢的原生和次生植被，还包括已建成的结构良好的人工植被。

1.3.3 系统科学理论

系统科学是自然科学、数学科学、社会科学三大基础科学之外的一个新学科。它融会贯通了两方面的内容：一是从工程实践中提出来的技术科学，即运筹学、控制论和信息论；二是来自数学和自然科学的系统理论成果。系统工程就是系统科学指导下的工程实践，着重于工程的开发、设计、模拟、优化等。系统是由两个或两个以上相互联系、相互制约、相互作用的事物和过程组成的具有整体功能和综合行为的统一体。元素、结构、状态、过程称为系统构成的四要素。林业生态工程是开放的、可控的系统。系统论必须遵循以下六条基本原则：整体性、相关性、自组织性、动态性、目的性、优化性。

1.3.4 可持续发展理论

可持续发展的核心思想是，当今人类的经济和社会发展，必须是“既满足当代人的需要，又不对后代人满足他们的需要的能力构成危害。”或者说，“满足当代人的发展需求，应以不损害、不掠夺后代的发展作为前提。”它意味着，我们在空间上应遵循互利互补的原则，不能以邻为壑；在时间上应遵守理性分配的原则，不能在“赤字”状况下展开运行，在伦理上应遵守“只有一个地球”“人与自然平衡”“平等发展权利”“互惠互利”“共建共享”等原则，承认世界各地“发展的多样性”，以体现高效和谐、循环再生、协调有序、运行平稳的良性状态。因此，可持续发展可以在不同的空间尺度和不同的时间尺度，作为一种标准去诊断、核查、监测管理的调节能力，仲裁“自然-社会经济”复合系统的运行状态是否“健康”。可持续发展的水平可通过资源的承载能力、区域的生产能力、环境的缓冲能力、进程的稳定能力、管理的调节能力五个基本要素及其间的复杂关系去衡量。

1.3.5 系统工程理论

系统工程是实现系统最优化的科学，用定量和定性相结合的系统思想和方法处理大型复杂系统的问题，无论是系统的设计或组织建立，还是系统的经营管理，都可以统一地看成是一类工程实践，统称为系统工程。系统工程的主要任务是根据总体协调的需要，把自然科学和社会科学中的基础思想、理论、策略、方法等从横的方面联系起来，应用现代数学和电子计算机等工具，对系统的构成要素、组织结构、信息交换和自动控制等功能进行分析研究，达到最优化设计、最优控制和最优管理的目标。系



系统工程大致可分为系统开发、系统制造和系统运用等三个阶段，而每一个阶段又可分为若干小的阶段或步骤。系统工程的基本方法包括系统分析、系统设计及系统的综合评价（性能、费用和时间等）。

1.3.6 水土保持学理论

水土保持学是一门研究水土流失规律和水土保持综合措施，防治水土流失、保护、改良与合理利用山丘区和风沙区水土资源，维护和提高山地生产力以利于充分发挥水土资源生态效益、经济效益和社会效益的应用技术科学。生物措施是水土流失治理的根本措施，而林业生态工程的规划设计必须与小流域综合治理措施相结合，以小流域为单元，进行全面规划，合理安排农、林、牧各业用地及比例，因地制宜布设各种水土保持措施，治理与开发相结合，对流域的资源进行保护、改良和利用。流域的保护是指对流域资源与环境进行保护，预防对资源的不合理开发利用，防止水土资源的损失与破坏，维护土地生产力与流域的生态系统。流域改良是指对已经遭到破坏的流域资源与环境进行整治与恢复，修复或重建退化生态系统。流域合理开发是指在流域资源可持续经营的基础上，通过资源的开发利用实现一定的生态、经济与社会目标。小流域治理措施包括水土保持农业技术措施、水土保持林草技术措施、水土保持工程技术措施。小流域治理的特点是治理与开发相结合，林草措施与工程措施相结合，生态效益与经济社会效益相结合。

随着人口的增加和科学技术的发展，人类活动的范围在不断扩大，干扰生态系统的能力也变得超乎寻常。在高原区域，一片森林几天内可以被砍伐一光，对于给生态系统带来的严重损害，再恢复和重建生态系统的任务将比低海拔区要艰巨得多。在林业生态工程，特别是天然林保护和改造、城市绿化建设过程中，生态系统恢复和重建理论，具有十分重要的指导意义。必须在高原林业生态工程基本理论的支持下，认真研究森林生态系统在干扰情况下的演替规律，并结合现有的技术经济条件，确定规划、设计和管理各种参量，以最终确定合乎生态演替规律的有益于人类的林业生态工程建设方案，使受损的生态系统在自然和人类的共同作用下，得到真正的恢复、改建或重建。

本章小结

林业生态工程是建立在植被恢复理论、生态学理论、系统科学理论、可持续发展理论、水土保持学等理论基础之上的，其中通过人工促进植被恢复是林业生态工程建设的核心思想。这些理论从不同的尺度上，决定和影响着重林业生态工程学科的内容体系，以及各项内容的研究重点和方向。总体而言，林业生态工程面向脆弱生态环境，以改善生态环境质量、维持和提高各项生态资源的生态质量为建设目标。本章简要地叙述了林业生态工程在我国生态环境建设中的作用和地位，指出了林业生态工程建设



是解决我国人口与资源矛盾、重大环境问题和社会问题的关键一环。同时，阐述了林业生态工程学的特点及与其他相关学科的关系。



思考题

QUIZ

1. 简述林业生态工程在我国生态环境建设中的作用和地位。
2. 简述林业生态工程学与其他学科的关系。
3. 林业生态工程的基本理论体系是什么？各个理论之间的关系如何？
4. 对照正文，分析各个理论是怎样影响林业生态工程学的内容的。

