

机场鸟击防范系列丛书

民航局安全能力建设资助项目

机场植物学野外实习指导

Handbook of Methods for Airport Outdoor botanic Studies

施泽荣 白文娟

王 正 邹玉明

◆ 编著



合肥工业大学出版社

HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

机场鸟击防范系列丛书
民航局安全能力建设资助项目

机场植物学野外实习指导

施泽荣 白文娟 王 正 邹玉明 编著

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机场植物学野外实习指导/施泽荣等编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2017.2
ISBN 978-7-5650-3288-2

I. ①机… II. ①施… III. ①机场—植物—识别—高等职业教育—教学参考资料
IV. ①Q949②V351

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 044007 号

机场植物学野外实习指导

施泽荣 白文娟 王 正 邹玉明 编著 责任编辑 权 怡 责任校对 马栓磊

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2017 年 2 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2017 年 3 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	编 校 中 心:0551-62903210 市场营 销 部:0551-62903198	印 张	16
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	317 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	合肥创新印务有限公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3288-2

定价:45.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



序

自古以来,人类对鸟类的飞行都有着极大的兴趣。“列子御风”,“嫦娥奔月”,翱翔蓝天之梦,随着社会的发展,人们对“腰缠十万贯,骑鹤下扬州”的憧憬之心,日渐浓厚,充分反映出古代人们对快捷、安全、舒适、美观的飞行器的向往与追求。一百多年来,飞机的发明给人类插上了金翅膀,使飞行成为一种抵挡不住的诱惑。

人类的飞行,比鸟类晚了1.5亿多年。随着科学技术的不断发展,人类终于可以与鸟类共游一片蓝天。然而,蔚蓝的天空并不平静,当飞机与鸟类试图同时使用同一空域时,鸟击灾害就发生了……。据不完全统计:全世界民航业,每年有大约2万起不同程度的鸟击灾害发生,造成直接和间接经济损失150亿美元。以美国为例,该国民航业每年因鸟击灾害导致直接经济损失6.3亿美元、间接经济损失25.2亿美元、飞机停场超过50万小时。鸟击灾害给人类造成了巨大的生命和财产损失,也带来了巨大的社会影响和心理压力。自20世纪50年代以来,全世界因鸟击造成的灾害是:民航业有103架飞机损毁,706架飞机被击伤,3980人伤亡;军方有312架军机损毁,981架飞机损伤,396名飞行员伤亡(其中,272人死亡,124人受伤)。更为严重的是,2005年美国“发现”号航天飞机升空时,燃料箱前端遭遇鸟击……。因此,国际航空联合会(FAI)把鸟击灾害定为“A”级航空灾难。鸟击造成的灾害,也使人们在乘坐飞机时平添了几分心悸。

在人们的想象中,柔弱的小鸟与飞机相撞是以卵击石。而事实绝非如此。飞机真的害怕小鸟,鸟击飞机的威力非同一般。据测定,一只800g的鸟类,在飞机相对速度为300~500km/h时撞击飞机,就相当于一枚小型炮弹击中飞机。一只小鸟如果被吸进发动机,会使进气道阻塞或打断涡轮叶片,导致空中停车、失火或操纵失控,造成灾难事故。

鸟击灾害并非是个新问题,早在20世纪初的1912年,美国人卡尔·罗杰斯



(Kari · Rogers), 驾机飞越美洲大陆时, 就因鸟击导致坠机身亡。随后, 为防止鸟击灾害的发生, 飞机设计专家做了大量改进。但是, 喷气发动机时代的到来, 进一步加剧了鸟击灾害的发生。因为, 早期飞机的活塞式发动机噪音大、速度慢, 鸟类在空中还来得及避让飞机, 即使发生鸟击问题其损失也比较小。然而, 现代喷气式飞机的速度快、噪音小、体型大, 发动机的涡轮叶片与螺旋桨极易受鸟击的破坏。因此, 如何减控鸟击灾害的发生, 确保飞行安全, 已成为各国政府共同关心的一个大问题。

随着航空事业的快速发展, 鸟击灾害问题被列入航空业的议事日程, 因地制宜制定综合防治与控制措施, 坚持“以防为主, 防治并举, 土洋结合, 经济存效”的原则, 治早、治小、治了, 及时清除鸟击带来的飞行安全隐患, 已成为全人类的基本共识。目前, 摆在我们面前的现实是, 机场上空和地面上的鸟类及其他有害生物, 已成为飞行安全的大敌。防止鸟击灾害, 确保飞行安全, 不能等到事故发生才仓促应对, 而要“以防为主”, 打主动仗, 在鸟类迁徙、集群、繁殖、扩散及活动峰值期, 做好防控工作。也就是说, 不但要认识防治对象, 熟悉防控措施, 还要掌握相应的鸟类及其他有害生物的活动规律, 通过系统的调查研究和周密的计算分析, 综合各种信息, 预测(判断)鸟击灾害发生的高峰期、发生数量, 以及可能受到危害的航线、机种、飞行高度等等, 只有做到“知己知彼”, 才能取得最佳的防治效果。鸟击灾害基础理论的研究工作, 是我国鸟击灾害防治工作的基础, 是减控鸟击灾害的重要环节, 是保证飞机安全起降的重要工作。

在机场鸟击灾害防治工作中, 我们要建立一支以机场专业人员为主的鸟击防灾专业队伍, 广泛开展鸟击防范基础理论的研究工作, 形成特有的鸟击防范理论体系和防灾综合治理模式, 从而及时、有效地防治鸟击灾害的发生, 为飞行安全作出贡献。

机场鸟击防范是一项崭新的、前所未有的工作, 与气象、地质、害虫等自然灾害相比, 鸟击防范没有完整的理论体系, 缺乏先进的仪器设备, 缺乏专业技术人才, 更没有深厚的理论基础积淀。可以说, 机场鸟击防范工作, 在国内外起步都很晚, 在理论体系的建设、应用技术的研究开发以及人才培养等方面都是白手起家。为开拓这一新的领域, 广州民航职业技术学院的教师抓住机遇, 率先协同相关专家学者进行深入探讨与研究。首先, 从基础理论体系建设入手, 针对机场鸟击灾害的特点, 编写出一套综合性的“机场鸟击防范系列丛书”, 初步形成了较为



完整的理论体系；其次，以全国不同生态、不同区域的民用和军用机场为研究基地，为培养鸟击防范专业技术人才，建立了一套鸟击防范综合治理模式；此外，利用现代雷达扫描技术，研究航空鸟击灾害预测预报与控制技术。

读了“机场鸟击防范系列丛书”让我耳目一新，特别是《鸟击防灾预测与预报技术》。据我了解，目前，国内外尚无人开展这一领域的系统研究，这是一种创新和探索。该系列丛书的出版，为我国在鸟击防范工作理论体系建设方面抢占世界理论研究和实践的制高点创造了条件，并且首开先河，开拓思路，为后续研究夯实了基础。该系列丛书既有比较深厚的理论基础，又有丰富的实践案例，图文并茂，通俗易懂，集科学性、实用性、可读性于一体。由于时间等诸多原因，尽管该系列丛书还存在不够完善之处，甚至有不少疏漏，仍希望抛砖引玉，得到相关专家学者和同行的批评、指正；同时，也期盼更多的同仁及有兴趣的人士能够了解、支持并加入这一研究领域，为提升我国机场鸟击防范技术水平，实现有效治理作出贡献。毋庸置疑，该丛书必将对我国鸟击防范工作起到积极的指导和促进作用。可以说，它是一套具有科研参考价值和教学参考价值的好书，这是我在阅读该丛书后的观感，也是欣然为序的原因。相信广大读者也会有同感。

希望本书的出版能进一步推动我国民航、军用机场鸟击防范工作的进步，使鸟击防范理论研究、新技术应用及鸟击防范人才培养工作，走在世界的前列。

广州民航职业技术学院校长 **吴万敏**

二〇一五年五月十八日



目 录

第一章 环境与植被类型	(1)
第一节 植物的环境	(1)
第二节 植被分布的地带性规律	(6)
第三节 植被类型概述	(9)
第二章 实习的准备	(18)
第一节 必备的植物学知识	(18)
第二节 植物的识别方法	(38)
第三节 实习基地的选择	(46)
第四节 实习基地的自然资源概况	(54)
第五节 实习器材与物品的准备	(60)
第六节 文献资料的收集与整理	(63)
第七节 实习动员及生活安排	(70)
第三章 实习的组织管理与指导	(74)
第一节 组织管理	(74)
第二节 野外安全防范与意外事故的急救	(79)
第三节 业务指导	(84)
第四章 孢子植物实习	(93)
第一节 藻类植物实习	(93)
第二节 菌类植物与地衣植物实习	(101)
第三节 苔藓植物实习	(112)
第四节 蕨类植物实习	(121)



第五章 种子植物实习	(139)
第一节 裸子植物实习	(139)
第二节 被子植物实习	(143)
第六章 植物标本的采集、制作、保存与运输	(210)
第一节 植物标本的采集	(210)
第二节 植物标本的制作	(219)
第三节 植物标本的保存	(228)
第四节 植物标本的运输	(235)
附录 1 野生植物调查方法	(236)
附录 2 广州民航职业技术学院植物学野外实习报告	(244)
编写说明	(248)



第一章 环境与植被类型

地球上植物的生长、发育和分布与环境条件有不可分割的联系。研究植物与环境的关系，既要了解植物本身的特点，也要了解它们生活和生存环境的特性，以及它们两者之间的相互作用。只有对植物和环境进行具体分析，才能弄清和掌握植物与环境相互促进、相互制约、共同发展的规律。

第一节 植物的环境

一、自然环境

生态学中的环境，是指某一特定生物体或群体以外的空间，以及影响该生物体或群落生存与生活的外部条件的总和。这些空间由无机的物理、化学因素以及有机的生物因素构成。无机的物理、化学因素指土壤、温度、水分、光、气候等，有机的生物因素指来自研究对象以外其他生物的作用和影响，如拮抗、共生等。

植物所需要的物质基础，除了地球本身所提供的物质条件之外，最根本的能源动力是由太阳辐射所提供的。有了无机物和能源的供应，植物体才能生产有机物质，将能源储存下来，有生命活动的植物体才能把有机物质和有机能源不断地转化、传递、循环下去。

当地球在距今大约 46 亿年前形成后，第一批生物诞生时遇到的环境是水、原始大气和地表岩石的风化壳，基本上是无机环境。以后在生物的作用下，岩石圈的表面形成了土壤圈。大气圈的对流层、水圈、岩石圈和土壤圈的综合作用，共同组成了地球生物圈环境。

1. 大气圈

地球表面的大气圈，虽然厚度有 1000km 以上，但直接构成植物气体环境的部分只是下部对流层，厚度约有 16km。大气中含有植物生命所必需的物质，如光合作用需要的 CO_2 和呼吸作用所需要的 O_2 等。对流层中含有水汽、粉尘和化学物质等，由于气温的作用，可以形成风、雨、雾、冰雹等气候现象，一方面调节地球环境的水分平衡，有利于植物的生长发育；另一方面也会给植物带来损伤和破坏。臭氧层是指距离地球 25km 至 30km 处臭氧分子相对富集的大气平流层，它能吸收 99% 以上对人类有害的太阳紫外线，保护地球上的生命免遭短波紫外线的伤害。

2. 水圈

地球表面约有 71% 的面积为海洋所覆盖，还有陆地江河、湖泊、地下水、气态水



及雪山冰盖的固态水，构成植物丰富的水分基础物质。液态水中还溶有多种有机物质、多种盐（含矿物质营养）等，提供植物生命活动需要。各地区水质不同，构成植物环境的生态差异。例如海水和淡水、碱水和酸水等，都是植物不同的生活环境。液态水通过蒸发、蒸腾转化为大气圈的气态水，再转化为降水回到地面上，构成了自然界的水循环。生物的呼吸、蒸腾和蒸发作用，地球水圈的全部水体约 2000 年循环一次。大气中的水热条件结合起来，就能产生千变万化的地区气候特征，成为影响地球植被类型分布的重要因素。

3. 岩石圈

岩石圈指的是地球表层的地壳和地幔顶部坚硬的岩石，厚度有 70~150km，成为大气圈、水圈、土壤圈以及生物圈存在的牢固基础，没有岩石圈就没有地球表面的一切。岩石圈中藏着丰富的化学物质，成为植物生长所需要的矿物质营养来源。矿质养分通过溶解于地下水而到达土壤，再由植物的根部吸收进入植物体内。岩石圈中还蕴藏着丰富的资源，如化石燃料、铁矿等和各种有色金属，以及磷、氮、钾等矿藏。由于各种岩石的厚度及组成成分不同，使得在风化中所形成的土壤性质就有很大的差异，这就为植物生存创造了不同的土壤环境，因而成为影响植被分布的又一重要因素。

4. 土壤圈

岩石圈表面的风化壳是土壤的母质。母质中虽含有丰富的矿质营养物质，但还不能算是真正的土壤，必须再加上水分、有机物及有生命的生物体，特别是微生物群，在长时间的作用下，才形成真正的土壤。它覆盖在土地表面及海水和淡水的底层，形成地球表面一层很薄的土壤圈层。土壤本身的结构和化学性质，介于无机物质和有机物质之间，是含有微生物群的特殊物质。土壤圈是在生物圈进化过程中，有了生物的作用后才形成的，但又反过来成为绿色植物必不可少的基础。不能因为它的数量相对较少，而把它列为岩石圈的附属部分，而应该根据它的性质、作用，列为一个独立的圈层。土壤圈和植物之间的关系非常密切，改良土壤就可以控制和促进植物的生长发育，获得优质高产，这是农业生产措施的一般常识。

以上 4 个自然圈，是生物圈的物质基础，是地球环境最基本的构成要素。

(二) 生物圈

生活在大气圈、岩石圈、水圈和土壤圈中的生物构成了一个有生命的、具有再生生产能力的生物圈。其中绿色植物植被层给地球穿上了一件绚丽多彩的艳装。由于生物活动，尤其是绿色植物的活动，使地球各个自然圈之间发生着物质和能量的相互渗透，形成了整个地球表面生物的能量转化和物质循环系统。

广义的生物圈是指地球上所有的生物及其生活环境。根据生物分布的幅度，生物圈的上限可达海平面以上 10km 的高度，下限可达海平面以下 12km 的深度。在这一广阔的范围内，最活跃的是生物。其中绿色植物能在生命活动过程中，摄取太阳的辐射能量，吸收土壤中的水分和养分，扎根在风化的岩石面上，吸收 CO_2 和 O_2 等，使地球各个自然圈之间发生相互联系，以及各种物质和能量的相互渗透，构成了一个整体，形成了地球表面物质能量转化和循环中心，向着越来越丰富的方向发展。

环境与生物之间经常进行各种各样的能量变化、物质循环，维持着动态平衡。例如，



植物光合作用所产生的 O_2 暂时回到大气圈中再为生物所利用，以现在的速度来计算，约 2000 年再循环一次；生物呼吸作用释放的 CO_2 进入大气圈中再为生物所利用，大约经过 300 年再循环一次。整个水圈的大量水分，经过生物的吸收、蒸发、蒸腾和排泄，大约需要 20 亿年再循环一次。其他矿质循环和氮素等元素的循环，在生物的作用下，再循环的时间就更长了。植物对太阳辐射能的转化效率占太阳全部辐射能量的 1% 左右，所以太阳能还具有极大一部分的生产潜能有待发挥，这也是农业生产不断增长的最根本的能源基础。由此可见，植物与地球环境之间相互作用和相互影响，是地球生命活动的表征，是无机世界物流、能流转化循环再发展的中心。

在上述地球大环境之下，又可以划分为各种不同的环境级别，例如区域环境、生境以及小环境和体内环境等。

1. 区域环境

在地球表面的不同地区，5 个自然圈相互配合的情况差异很大，形成了很不相同的地区环境特点。例如，江河、湖海；陆地、平原、高原、高山和丘陵；热带、亚热带、温带、寒带等。从而形成了各自不同的植被类型，如森林、草原、稀树草原、荒漠、沼泽、水生植被等，以及农田作物、经济作物等。其中多样的生物资源，是人类赖以生存的物质基础。植物群落类型是构成植被类型的基础，群落的一切特征与地域环境存在着密切关系。简单的和复杂的、低级的和高级的群落单位都是由其所处的地域环境所决定的，同时，群落本身又对其所处的环境进行着改造作用。

2. 生境

生境是指植物个体、种群或植物群落所居住的地方，是指具体、特定地段上对植物起作用的环境因子的总和。植物的分布幅度受到周围地理条件和生物环境的制约，有其最适分布幅度和最大、最小分布限度。植物在最适分布幅度以内，生长最好，向着最大和最小限度两极发展，而逐渐减退，乃至全部消失。

各种植物的生境有好好坏，如桦树在阳坡上生长最高、最大、最好，而在阴坡上不能生长，或生长不好。因此，生境的好坏是相对的。

3. 小环境和体内环境

小环境是指接触植物个体表面，或者个体表面不同的环境。例如，植物根系接触的土壤环境（根际环境）、叶片表面接触的大气环境以及由温度、湿度、气流的变化所形成的小气候或微气候等对树冠的影响都可以产生局部生境条件的变化。

植物体内又有内环境，例如叶片内部直接和叶肉细胞接触的气腔、气室、通气系统都是形成内环境的场所，对植物体有直接的影响。叶肉细胞生命活动所需的环境条件，都是内环境通过气孔控制的差异。内环境中温度、湿度、 CO_2 和 O_2 的供应状况，都直接影响细胞功能的发挥，对细胞的生命活动非常重要。保持比较恒定的温度和饱和的水分，使细胞维持旺盛的生命活动，就能促进转化和运输更多的能流和物流，提高生产效率。这种内环境的特点是由植物本身创造出来的，是外界环境所不能代替的。

研究植物个体、种群、群落、生态系统等与环境间的相互关系，主要是以自然环境为依据的。随着生产力的不断发展，人类社会活动和生活需要对自然环境的影响也愈来愈大，这就为植物学的研究提出了新的问题、新思路。



二、人工环境

广义的人工环境包括所有栽培、引种驯化的植物，以及所有农作物需要的环境，还有人工经营管理的森林、草地、绿化造林，甚至自然保护区以内的一些控制、防护的措施，都属于人工环境。人为的环境污染、干扰和破坏植物资源的现象，也可以说是受人类社会影响的结果。狭义的人工环境指的是人工控制下的植物环境，例如薄膜生产（利用薄膜育苗等），可以防止夜间低温和霜害，提高土温和气温，促进幼苗生长发育，提前进入农业季节，确保丰产丰收，是行之有效的人工环境。我国北方土法温室是采用阳温室的办法，生产各种蔬菜。现代化的温室更是人所共知的人工环境，在温室中培育各种观赏植物，虽在冰天雪地之中，仍可看到热带珍贵植物，如树兰、王莲等花木盛开，满室春色，与室外环境相比，完全是两个不同的世界。

以上各种植物的生态环境，是根据植物界的植被水平、群落类型水平、植物种群水平、植物个体水平和生态系统及细胞组织水平划分的。人工环境是植物各种环境水平中最强有力的特殊环境水平。环境之间的综合作用，总是相互渗透在一起，各种环境类型之间的界限所构成的界面是错综复杂的，是各种环境因子互为影响、共同作用的动态界面。

三、环境因子的生态分析

环境是指植物生存条件的总和。从环境中分析出来的条件单位称为环境因子。在环境因子中，对于某一具体植物有作用的因子叫作生态因子，如对植物形态、结构、生长、发育、生理、生化等有影响的环境因子。

（一）生态因子的分类

在任何一种综合性环境中都包含着许多性质不相同的单因子。每一单因子在综合环境中的性能和强度，都会对植物起着主要的或次要的、直接的或间接的、有利的或不利的生态作用。而且这些生态作用在时间上和空间上都不是固定不变的，在不同的情况下，它们的作用也是不相同的。在研究环境与植物之间的相互关系中，根据因子性质，通常可以划分为以下五类：

1. 气候因子

气候因子包括光、温度、水分、空气等许多因子。其中光因子又可以分为光的强度、性质和周期性等；温度因子可以分为平均温度、积温、节律性变温和非节律性变温，它们对于植物的生长、发育、引种和地理分布均有很大作用；水分因子由于降水的性质（雨、雪、雾、露、雹）、数量以及季节分配不同而又可分为若干因子。

2. 土壤因子

土壤因子又可分为许多种，如土壤的物理性质和化学性质、土壤肥力、土壤生物等。土壤的物理性质是指土壤质地、结构、孔隙度等；土壤化学性质又可以细分为土壤酸度、土壤矿物质和土壤有机质等。土壤是气候因子和生物因子共同作用的产物，必然会受到这两种因子影响，同时亦对生长其中的植物发生作用。因此，不同的土壤分布着相应的植被类型。



3. 地理因子

地球表面上的海洋和陆地、山川湖沼、平原、高山、山丘、丘陵、海拔高低、坡度坡向、纬度经度等，都是影响植物生长和分布的地理因子。

4. 生物因子

生物因子包括对环境起作用的动物、植物、微生物。

5. 人为因子

人为因子主要是指人类对植物资源的利用、改造、发展、引种驯化和破坏作用，以及对环境污染的危害等作用。

以上五类因子，在很多情况下可以起到综合作用。其中人为因子对植物的影响远远超过其他所有的自然因子。这是因为人类社会活动通常是有意识、有目的的，可以对自然环境中的生态关系起着促进或抑制、改造和建设的作用。放火烧山、砍伐森林、扩大耕地面积等，都是人为活动改变自然环境的例子，影响生态平衡，起了破坏自然的作用。人类在利用自然资源的过程中，逐步认识自然和掌握环境变化的规律性，使社会环境和自然环境紧密地结合起来，向着提高生产率与提高生态水平、相互促进、共同发展的方向前进。

但是，自然因子也有强大的、不可抗拒的生态作用，非人为因子所能代替。例如，生物因子中的昆虫传粉对开花、结实的作用，就绝非人工授粉所能代替的；又如风媒花植物，靠的是大气因子——风的动力来传粉的，世界上主要粮食作物小麦、水稻等，都是靠风媒传粉的。

(二) 环境因子的生态作用

植物生态因子之间的相互关系有着普遍性的规律，这些规律是研究生态因子的基本出发点。在分别研究生态因子作用的过程中，必须注意下面几个基本原则：

1. 生态因子综合作用

生态环境是由许多生态因子组合起来的综合体，对植物起着综合的生态作用。通常所指环境对植物的作用，也就是指环境因子的综合作用。

各个因子之间不是孤立的，而是相互联系、相互促进、相互制约的，环境中任何一个因子变化，必将引起其他因子不同程度的变化。例如温度是和光照强度的变化分不开的，光照不仅可以直接影响空气的温度和湿度等气候因子的变化，同时也会引起土壤因子的温度、湿度、蒸发、蒸腾等的变化。因此，自然环境对植物的生态作用，必然是各个生态因子共同组合在一起，对植物所起的综合作用。

2. 主导因子作用

组成环境的所有生态因子，都是植物必需的，但在一般或一定条件下，其中必有一个或两个是起主导作用的，这种起主导生态作用的因子就是主导因子。例如，长江流域降雨量 1500mm 的区域是富饶的农林地带；而在海南岛的临高、澄迈等地，年降雨量同样是 1500mm，却是显著的荒芜热带草原。上述两个地区仅仅是温度这一主导因子不同，导致了两地的植被类型完全不同。

3. 生态因子的不可代替性和可调剂性

植物在生长发育过程中所需要的光、热、水分、空气、无机盐类等因子，对植物的作用虽不是等价的，但是都是同样重要而不可缺少的。如果缺少其中任何一种因子，便会引



起植物的生活失调，生长受到阻碍，甚至发病死亡；而且任何一个因子都不能由另一个因子代替，这就是植物生态因子不可代替和同等重要性规律。在一定情况下，某一因子存量的不足，可以由其他因子的增加或加强而得到调剂，并且仍然有可能获得相似或相等的生态效益，这就是生态因子的可调剂性。例如，增加 CO_2 的浓度，可以补偿由于光照减弱所引起的光合强度降低的效应，但是这种补偿作用是有限度的。

4. 生态因子作用的阶段性

植物的生长、发育具有阶段性。这种阶段性是由生态环境的规律性变化如季节性的气候、昼夜温差、地区的光周期等因子的规律性造成的，也就是说植物对生态因子的需要是分阶段的。在植物的生活史中，不同阶段所需要的生态因子，会随着生长发育阶段的推移而变化。例如，低温在某些作物春化阶段是必需的生态条件，但在以后的生长中，低温对这些植物则是有害的。另外，同一生态因子在植物某一发育阶段可能不起作用，而在另一发育阶段则为植物所必需。例如光照的长短，在植物的春化阶段并不起作用，但在光周期阶段则是必需的。

5. 生态因子的直接作用和间接作用

在对植物的生长发育状况及其分布原因的分析研究中，必须区别生态因子的直接和间接作用。很多地形因子，如地形起伏、坡度、海拔、经纬度等，可以通过影响光照、温度、雨量、风速、土壤质地等对植物发生影响，从而引起植物和环境生态关系的变化。例如，我国四川省二郎山东、西坡上分布着两类迥然不同的植被，在其东坡上分布着湿润的常绿阔叶林，山脊的西坡上则分布着干燥的草本植物，不但没有任何树木生长，就连灌丛植物都很少见。这是由于从东向西运行的潮湿气流，在东坡底部开始上升，随着海拔的逐渐提高，气温逐渐降低，把空气中大量的水分滞留在东坡的坡面上，使东坡非常湿润，形成了湿润的常绿阔叶林。当气流运行到山脊顶部时，已成为又干又冷的空气，这种干冷的空气本来缺水就已经达到了极点，再由山脊开始顺着西坡向下运行时，随着海拔逐步降低，温度逐步增高，干热空气不但不能向西坡上放出水分，而且反过来从坡面上吸收水分，使西坡上只能分布干燥的草地植被类型。这就是生态因子间接作用的一个例子。

生态因子的直接作用可用生物因子来说明，如生物与生物的寄生、共生对植物有直接关系；植物根与根之间的接触多发生的有利和有害作用等，也是直接关系。

第二节 植被分布的地带性规律

自然界中的植物都极少单独生长，几乎都是聚集成群的。植物群居在一起，植物与植物之间发生了复杂的相互关系。就绿色高等植物而言，这种相互关系在包括生存空间中，如植物对光能、土壤水分和矿质养料的利用，植物分泌物彼此影响，以及植物之间的附生、寄生和共生关系等。另一方面，群居在一起的植物在受环境影响的同时，又作为一个整体影响一定范围的外界环境，并在群落内形成特有的“植物环境”（包括小气候和土壤）；由群落“改变了的”环境，又反过来影响群落中植物本身。植物与植物之间以及植物与环境之间的相处作用，使得群居在一起的植物，其生长发育乃至生存，都决定于这些相互关系和影响。这就是说，群居在一起的植被并非杂乱地堆积，而是一个有规律的组



合；一定植物种类组合，在环境相似的不同地段重复出现。每一个这样的组合单元称为一个植物群落（plant community, phytocoenosium）。整个地球表面上全部植物群落的总和，称为植被（vegetation）。植物群落是植被的基本单位。

地球表面的热量随所在纬度位置而变化，水分则随着距离海洋的远近，以及大气环流和洋流等特点而变化。水热结合导致了气候、植被、土壤等地理分布，一方面沿纬度方向成带状发生有规律的更替，称为纬度地带性。此外，随着海拔高度的增加，气候、土壤和动植物也发生有规律的更替，称为垂直地带性。纬度、经度和垂直地带性三者结合起来，综合地影响并决定着一个地区的基本特点。

地球表面上各种各样的植被类型都与它们所处的环境条件有着密切的联系，特别与热量和水分这两个主导因素的关系最密切，它们遵循着纬度地带性、经度地带性和垂直地带性规律而成带状的、有规律的分布。一般情况下，植被与整个自然带是相吻合的。

一、植被分布的水平地带性

植被分布的水平地带性，包括由南至北因热量变化而形成的纬度地带性和由海洋至大陆中心因水分变化而形成的经度地带性。

地球表面的太阳辐射总量随地理纬度的增加而减少，从南到北就形成了不同热量带，各种植被类型也成带状从南至北依次更替，它们依次为：热带雨林→亚热带常绿阔叶林→温带落叶阔叶林→寒温带针叶林→极地苔藓，这就是植被分布纬度地带性。在全球植被分布中，纬度地带性规律表现明显的地区是非洲大陆。在非洲的赤道两侧，热带雨林分布广，它的南面和北面大体对称地依次分布着热带季雨林、热带稀树草原及热带荒漠、半荒漠和硬叶常绿阔叶林等植被类型。

同时，陆地上的降水量在同一纬度的不同地点往往十分悬殊。一般是从沿海到内陆渐次减少。因此，在同一热量带内，沿海地区空气湿润，降水量大，分布着森林植被；距离海洋较远的地区，大气降水量减少，干旱季节长，分布着草原植被；到了大陆中心，大气降水量最少，地面蒸发大量降水，气候极为干旱，则分布着干旱荒漠植被。植被因水分状况而由东到西（按经度方向）成带状依次更替，即为植被分布的经度地带性。在世界植被中，经度地带性表现最明显的是北美洲的中部。它的东面是大西洋，西面是太平洋，从大西洋沿岸向西，依次出现南北向伸延的森林（常绿阔叶林、落叶阔叶林）、草原、半荒漠、荒漠，至太平洋沿岸又出现森林。

在中国，由于西部青藏高原在一定程度上破坏了高空环流和受该环流影响的气候系统，这对中国植被的水平分布产生了巨大的影响，形成了中国植被分布的独特性。沿大兴安岭—吕梁山—六盘山—青藏高原东缘一线，把中国分为东南半壁和西北半壁两个部分，很明显，东南半壁是季风区，发育着各种类型的中生性森林；西北半壁受季风影响微弱，大部分为旱生性草原和荒漠所分布。东南半壁的森林自南向北，随着热量的递减而依次发育着热带雨林带→亚热带常绿阔叶林带（南亚热带常绿阔叶林带→中亚热带常绿阔叶林带→北亚热带常绿、落叶阔叶混交林带）→暖温带落叶阔叶林带→温带针阔叶混交林带→寒温带针叶林带。另一方面，昆仑山—秦岭—淮河一线以北的温带和暖温带地区，从东向西或从东南到西北，植被则依次更替着落叶阔叶针叶混交林→草原（草甸



草原→典型草原→荒漠草原)→荒漠(草原化荒漠→典型荒漠)等,表现出明显的经度地带性分布规律。

二、植被分布的垂直地带性

垂直地带性是山地植被最显著的特征。山地植被总是随着海拔高度上升,更替着不同的植被带。通常,一个足够高度的山地,从山脚到山顶更替的植被带系列,大致类似于从该山地开始到极地的水平地带性植被系列。但两者之间也存在不同,例如,亚热带山地和寒温性针叶林与北方寒温性针叶林,中纬度山地的高山冻原及其高山植被类型与极地冻原带的植被等,尽管平均温度相同,但是群落外貌、植物种类组成、区系性质、结构特征和历史发生等都有很大的差异。此外,在纬度位置相同的情况下,经度位置对于山系的植被垂直带谱有着显著的影响。例如,我国东部吉林的长白山与西部新疆天山相比,这两个山系都位于北纬 42° 左右,长白山占东经 128° ,离海岸很近,属针叶、落叶阔叶混交林带,天山中段占东经 86° ,位于内陆,属荒漠范围。因此,两山系植被的垂直带谱是不同的。

表 1-1 吉林长白山与新疆天山中段北坡植被垂直带谱比较

吉林长白山		新疆天山中段北坡	
海拔高度	植被垂直带谱	海拔高度	植被垂直带谱
300~500m	蒙古栎和落叶阔叶杂木林带	500~1000m	荒漠带
500~1000m	针叶—针叶阔叶混交林	1000~1700m	山地荒漠草原和山地草原带
1000~1600m	山地针叶林(冷杉林和落叶松林)带	1700~2700m	山地针叶林(云杉林)带
1600~1900m	山地矮曲林(岳桦林)带	2700~3000m	亚高山草甸带
1900~2744m	山地冻原带和终年冰雪带	3000~3800m	高山草甸、高山垫状植物

同理,经度位置相同而纬度位置不同的山系,其植被的垂直带谱也是不相同的。

中国山地植被的垂直地带性,大致可分为湿润区和干旱区两大类型。中国湿润区的地带性山地植被垂直带谱,由于受到海洋性季风的影响,一般具有中生性质,在带谱中各类森林植被占优势,高山植被也是以低温中生的灌丛和草甸植被为代表。山地植被垂直带谱的特点,取决于山地所处的纬度和山体高度。一般来说,纬度增加,带谱的结构由南至北渐趋简单,层次减少;山地不高,垂直带谱减少,并缺乏典型的高、亚高山植被垂直带。

中国干旱区的地带性山地植被具有不同于湿润海洋性地区植被垂直带谱的结构和性质,在干旱地区的地带性山地植被带谱中,森林植被通常居于次要地位,甚至完全消失,而以早生的草原或荒漠植被占主要地位。一般来说,气候愈干旱,山地植被垂直带谱的结构愈趋简化,其基带由东到西随着干旱程度的加强而由草甸草原→典型草原→荒漠草原→温带荒漠和暖温带荒漠依次更替。



第三节 植被类型概述

地球表面所分布的植物群落是多种多样、错综复杂的。植物群落的分布与自然环境条件有着密切的关系。一个地区出现什么样的植物群落，主要取决于该地区的气候和土壤条件。地理环境条件差异是导致不同植物群落类型及其分布规律的原因。可以说，地球上任何地区分布的不同植物群落都是它们对该地环境条件的综合反应，都是它们对该地区环境条件长期适应的结果。

目前，植被的主要类型及其分布，主要是根据 Ellenberg 和 Mueller-Dombois (1967) 的《世界植被分类》、Brockmann-Jerosch 和 Rübél (1912, 1933) 的《世界植被分类》，以及《中国植被分类》(中国植被编委会, 1980) 来阐述。下面分别概述森林、草原、荒漠、冻原、草甸和沼泽等植被类型。

一、森林

(一) 热带雨林

热带雨林 (tropical rain forest) 或称热带适雨林 (tropical ombrophilous forest) 或系列亚群落 (hylaieion)。一般认为雨林是常绿的，具湿生性，至少 30m 高，富有粗茎藤本及木本和草本附生植物的森林。

热带雨林在外貌结构上具有丰富、粗大的木质藤本、有花附生植物，板根现象、茎花现象以及半附生毁坏植物或绞杀植物等独特景象，群落层次结构复杂，仅乔木层通常就有 3 层或者更多，而且乔木树干高大、挺直、光滑、分支少，最高可达 60~80m。同时，叶多具滴水尖，嫩叶多具鲜明的颜色，地面草本多具花叶现象等。热带雨林具有异常丰富的植被种类，特别是乔木，如在印度尼西亚的外部省份，树干直径超过 40cm 的乔木约有 3000 种。

热带雨林的分布一般仅局限赤道南北纬度 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的热带范围内，但个别地区可伸展至 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。除欧洲外，其他各洲都有分布，而且在外貌结构上都非常相似，但在种类组成上却有差异。据此，可将热带雨林划分为亚洲雨林、美洲雨林和非洲雨林。其中亚洲雨林是以龙脑香科 (Dipterocarpaceae) 为优势树种，覆盖面积约为 $250\times 10^6\text{hm}^2$ ；美洲雨林的面积最大，约有 $400\times 10^6\text{hm}^2$ ，但在种类组成上却比亚洲雨林贫乏得多。美洲雨林的优势科是豆科，尤其是毛拉豆 (*Mora*)、瓦拉巴豆 (*Eperua*) 等属的植物常构成单优雨林；非洲雨林的面积较小，只有 $180\times 10^6\text{hm}^2$ ，在种类组成上较少且均一。在非洲雨林中，棕榈科植物引人注目，咖啡属种类很多。而在西非却是以楝科为优势科，豆科也占有一定的优势，并广布着以亚氏喃喃果 (*Cynometra alexandri*) 和大瓣豆 (*Macrolobium dewerrei*) 为主的单优雨林。

中国的热带雨林主要分布于台湾、广东、广西和云南南部，以及西藏东南地区，但以海南岛和云南东南部的较为典型。根据中国热带雨林所处的地理位置及气候条件，可将中国热带雨林分为湿润雨林、季雨林和山地雨林等三类。