



畜牧业 可持续 发展的理论 与实用技术

蒋树威 主编

中国农业出版社

目 录

第一章 绪论	1
第一节 可持续发展与生态学的概念	1
第二节 生态畜牧业的发展简史	2
第三节 生态畜牧业的性质与研究方法	4
第二章 生命系统的演进与发展	7
第一节 生物圈与生态系统的形成	7
第二节 农牧业的起源与家畜的进化	9
第三节 生物的时间性节律	10
第三章 环境与畜牧业	13
第一节 自然环境	13
第二节 人工环境	18
第三节 家畜的社会环境	29
第四章 家畜的适应	32
第一节 家畜对环境的适应能力	32
第二节 生态因素作用与家畜适应性变化的一般规律	34
第三节 引种中的风土驯化	37
第五章 畜牧业的种群生态	40
第一节 种群的基本特征	40
第二节 种群的大小和密度	40
第三节 种群的年龄和性比	43
第四节 种群的数量变动与遗传组成	44
第五节 种群间的相互关系	44
第六节 生物群落和群落的演替	46
第七节 家畜群体的信息传递	49
第六章 生态系统与生态平衡	53
第一节 生态系统的概念及基本结构	53
第二节 生态系统中的能量流动	57
第三节 生态系统中的物质循环	61
第四节 食物链、食物网和营养级	67
第五节 生态锥体	68
第六节 初级生产和次级生产	70
第七节 生态系统的主要类型	76
第八节 生态平衡与牧业生产	80
第九节 畜牧业的环境污染与治理	82

第七章 牧业生态系统工程 92

 第一节 生态农业的产生与发展 92

 第二节 畜牧生态工程的实践 93

 第三节 提高牧业生态系统效率 96

 第四节 农牧业生态系统的设计和研究 100

 第五节 微生物系统工程 115

第八章 生态畜牧业的管理 120

 第一节 全面策划、总体协调 120

 第二节 生态畜牧业的资源保护和管理 123

 第三节 控制人口、合理利用和保护土地资源 124

 第四节 保护水资源、科学用水 125

 第五节 保护畜种，科学利用品种资源 125

 第六节 饲料资源的开发与利用 127

 第七节 生态畜牧业的劳动管理 131

 第八节 建设牧业生态文化 134

 第九节 牧业生态技术经济效果评价 136

第九章 生态畜牧业的产品质量与要求 145

 第一节 保护环境、净化环境 146

 第二节 加强饲料生产的管理和检测工作 150

 第三节 农药污染 151

 第四节 饲料添加剂问题 152

 第五节 疫苗的残留与污染 153

 第六节 治疗以后兽药的残留问题 154

 第七节 放射性污染 154

 第八节 生物性污染 155

第十章 畜产品的市场营销 158

 第一节 市场营销学的概念 158

 第二节 市场调查研究 158

 第三节 销售预测 160

 第四节 产品的概念与新产品的开发 162

 第五节 产品价格 164

 第六节 产品分销与促销 165

第一章 绪 论

第一节 可持续发展与生态学的概念

一、可持续发展的概念

1989年世界环境与发展委员会，发表《我们共同的未来》提出了可持续发展的概念；1991年国际自然保护同盟，联合国环境规划署和世界自然基金会共同提出《保护地球——持续生存战略》文件，阐述必须实行可持续发展战略，是人类赖以生存与发展的唯一途径。

所谓可持续发展是指：既满足当代人的需要，又不能对后代人满足其自身需要的能力构成危害的发展；既要实现经济发展的目标，又要实现人类赖以生存的自然资源与环境和谐，并永续的发展与利用。

1991年4月在荷兰由联合国粮农组织与荷兰政府召开的“农业与环境”国际会议，通过了“登博斯”宣言，呼吁必须重视环境问题，必须重视农业与环境关系的研究，发表了“持续农业与农村发展”战略宣言，结论是：全世界面临的任务是吸取过去的经验教训，将发展需求与环境保护要求相协调。1992年在巴西召开的世界“环境与发展”会议，通过了“21世纪议程”，可持续发展作为一项基本原则，得到了世界各国的认同，而“持续农业”更为全球所共识，国际标准化组织（ISO）发布的《ISO 14000系列环境管理标准》是以降低产品废品率、减少废弃物、保证无污染，零排放为目标的生产环境管理国际标准，将成为国际市场、国际贸易中指定的指标。我国于1994年3月通过的“中国21世纪议程”和“我国可持续发展战略和“九五”期间及2010年环境保护目标”，正在大力贯彻，并制定了实施后续行动计划。1992年开始，我国已有20个县纳入国际持续农业和农村发展研究的试点。

持续发展应体现在国民经济发展的各个领域，持续农业是针对传统农业和现代农业（石油农业）在资源、环境和经济方面所固有的弊端而提出来的。国际农业研究磋商小组的技术咨询委员会对持续农业的定义为：“成功地管理各种农业资源以满足不断变化的人类需要，而同时保持或提高环境质量和保护自然资源。”当今世界各国所谓的“生态农业”、“有机农业”、“生物动力农业”、“自然农业”、“再生农业”、“保护性农业”、“低耗农业”、“立体农业”、“节水农业”等，都是各国结合本国实际、发展持续农业的具体设计。

我国的生态农业是以生态学原理为指导，以我国传统农业的精华和现代科学技术成就结合在一起具有生态合理性、功能良性循环的一种农业体系。是根据我国人多地少，需要充分挖掘农业生态系统潜力，促进大幅度增产的具体国情所决定的，具有明显生态经济特色，为广大农民和科技工作者所接受，因此发展很快。

二、生态学的概念

生态学(ecology)是生物科学的分支学科,是研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的科学。是由德国生物学家 Ernst Haeckel (1834—1911) 在《有机体的普通形态学》一书中提出的。

生态学一词是由希腊文 Oikos 意思指“住所”或“生活所在地”,与 ologies “科学”组合而成,从词义也反映了这一学科是研究有机体与其周围环境关系的学科。

自然界各种生物都有它特定的生活环境,都有各自要求的适宜的环境条件。环境条件是指自然因素如温度、空气、光照、水分以及各种无机元素等等,以及生物因素如动物、植物、微生物等一切有生命的物质。同时还包括人类社会的政治、经济、生产等活动,这种种环境因素和生物产生相互复杂的网络关系。生态学就是研究人类、生物与环境之间这种复杂关系的科学。

ecology 生态学一词与 economics 经济学,来源于同一词根,后者的原义是研究“家务管理”,因此生态学实际上可说是经济上的成本会计,有人干脆把生态学称之为“自然界的经济”(The economy Nature),当生态学与生产科学相结合,在生产实践中,这个概念就显得更确切、更有重要现实意义。

随着人类生产活动和社会活动的深入发展,出现了世界性的人口、粮食、能源、资源的利用和环境的污染等五大问题,要求生态学家依据生态学原理来研究和解决这些问题的途径与方法,另一方面是各学科相互渗透,已深入到包括社会科学在内的科学领域,有力地推动着生态学的发展,生态学已迅速发展成为当代最活跃的前沿学科之一。

第二节 生态畜牧业的发展简史

我国是世界上最早的文明古国之一,已有五千年的文明史,是世界农业起源的中心,创造了光辉灿烂的有机农业科学技术,据不完全统计,古代农书约有 300 多种,1000 多卷,数千万字,对我国和世界农业科学技术产生了深远的影响。其中不少论述和观点涉及生态学领域,虽片断而不系统,但对生态学科的形成和发展,尤其将生态与生产实践相结合作出了光辉的典范。

早在四千多年前,就有了最早的天文历法“夏历”,并有了初步的文字。在卜辞中记载了许多关于天文历法、数学运算和生物科学、医药卫生方面的知识,在三千年前已有了生态的概念,例如《尚书·禹贡》记载古代九州地理环境和物产,因地制宜。《周礼·交官·职方氏》具体地指出古九州的自然环境、农产品和畜产品的资源分布“东南曰扬州……其畜宜鸟兽,其谷宜稻。正南曰荆州……其畜宜鸟兽,其谷宜稻。河南曰豫州……其畜宜六扰*(指马、牛、羊、豕、犬、鸡),其谷宜五种。正东曰青州……其畜宜六扰,其谷宜四种。正西曰雍州……其畜宜牛马,其谷宜黍稷。东北曰幽州……其畜宜四扰,其谷宜三种。河内曰冀州……其畜宜牛羊,其谷宜黍稷。正北曰并州……其畜宜五扰,其谷宜五种”。

* 六扰:指马、牛、羊、豕、犬、鸡;五扰指前五种,四扰指前四种。
鸟兽:指孔雀、鸛、犀、象之属。

又《礼记·月令》对气候的季节性变化、动植物的生长荣枯、候鸟的迁徙以及在群牧中的活动现象，已用种群生态观点进行描述。

在中兽医的古典中涉及到阴阳五行、相生相克、五劳六气，变化万状的内外因素，将畜禽的健康和疾病与环境条件紧密联系在一起。

后魏贾思勰的《齐民要术》(公元6世纪)提出“顺天时，量地利，则用力少而成功多。任情返道，劳而无获”告诫人们从事生产活动必须适应气候和生产条件，违者徒劳无益。明代李时珍的《本草纲目》根据生态地理条件，对各地猪、羊的形态特征，进行了高度的概括，指出“猪天下畜之，而各有不同。生青兗徐淮者耳大，生燕冀者皮厚，生梁雍者足短，生辽东者头白，生豫州者味短，生江南者耳小(谓之江猪)，生岭南白而极肥”。对羊指出“生江南者为吴羊，头身相等而毛短，生秦晋者为夏羊，头小身大而毛长；土人二岁而剪其毛以为毡物，谓之绵羊。广南英州一种乳羊，食仙茅极肥，无复血肉之分，食之甚补人”。对异地引种的记载有：“河西羊最佳，河东羊亦好，若驱之南方、则筋力自劳损，安能补益人？今南方羊多食野草、毒草，故江浙羊少味而发疾。……北羊至南方一二年，亦不中食，何况于南羊，盖土地使然也。”对牛的生态地理也有详细描述，如清代的《三农纪》：“黄牛，北人呼秦曰黄牛，黄者，言可祀地也。又云旱牛，与水牛别也，不喜浴也。其形环目竖角，肩负肉封，颈下裙垂，尾长若帚，其声远大，色有黄、黑、赤、白、斑、黎、苍褐。其性耐寒、热暑立水中当浴、可耕、可车、可负，可任引致远，角可治器，皮可革韦，骨可造饰，乳为酥佳”。水牛：“南人呼吴曰水牛，其性好浴也？曰青牛，云其色也。不耐寒暑、大腹锐头，其状类豕，角若搭矛，可与虎斗。大力性缓、色有青苍，亦有白色。可耕可驾，角可造弓弩，皮可为甲胃，骨可治簪钮。惟地气和暖、近江河处畜之”。

我国的有机农业非常重视农、林、牧、副、渔各业的全面发展，注意农业内部各部门之间的联系，养用结合，综合经营。明末清初《补农书》上的农、林、牧、副、渔五业的结合示意图，是我国有机农业综合经营，全面发展的科学总结。

生态学发展过程，大致经历了三个阶段。第一阶段是19世纪末以前，主要研究内容为个体生态和种群生态，属描述性。第二阶段从20世纪初到40年代，主要从事生态地理的研究，稍后，美国生态学家坦斯利(A. G. Tansley)于1935年提出生态系统学说，把生态学的研究推向新的阶段，丰富了生态学内容，开辟了研究的新领域，美国生态学家林德曼(R. L. Lindeman)对美国湖沼生态系统的营养级和能量流动进行了研究，受我国谚语“大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米，虾米吃河泥(藻类等)和一山不容二虎”的启示，于1942年创建了生态系统中能量在各营养级之间流动的定量关系，并提出了定律，奠定了生态系统的理论、使学科更趋完善。第三阶段，从60年代至今，第二次世界大战结束，科学技术、工业、农业、医药卫生、交通事业都有较快的发展，同时在全世界出现了人口激增、粮食短缺、能源不足、资源枯竭、环境污染五大社会问题，威胁着整个生命世界的生存，为了保障人类的健康及其生存的美好环境，合理地、持续地开发和利用自然资源，必须大力开展生态学的研究，于是生态学成为全世界各国政府和科学界的密切关注的研究领域。1970年联合国教科文组织提出“人与生物圈”国际性综合研究计划(即IBP)，并成立了相应的组织机构，1972年我国参加了IBP组织，并当选为理事国。1975年又由四

个国际组织成立了“生态系统保持协作组”(ECG)其任务是研究生态平衡和保护环境以及维护和改善生态系统的生产力。1978年我国“人与生物圈”国家委员会成立,标志着我国对生态学的研究进入了一个新的发展阶段。1983年著名生态学家马世骏教授提出“生态工程理论”,要求在工农业生产中,模拟和应用自然系统中各组分之间,在时间上、空间上有合理的共生和配置,生态关系融洽的高经济效能结构原理。由于数学、控制论、遥感技术,超微量物质分析技术在生态科学的研究领域广泛应用,生态学已由一般性描述发展到预测预报阶段。

40年代开始我国学者杨诗兴教授发表了许多有关家畜环境生理方面的研究报告,1948年汤逸人教授与美国畜牧学家 Phillips 对我国畜牧业的生态环境和家畜品种进行了广泛物研究。建国以后,中国科学院对新疆、内蒙古、宁夏、西藏等地进行了区域性畜牧业考察,发表了许多报告和专著,对我国牧区家畜分布、品种的生态特征及其规律,提供了丰富的科学资料。60年代初张松荫教授的《我国绵羊生态生理的地域分布》(1962年),杨诗兴教授的《家畜气候生理学的进展》(1964),汤逸人教授的《家畜生态学》及《绵羊的生态问题》(1964)等论文和专著,郑丕留教授的《中国家畜品种及其生态特征》(1980),这些著作对推动我国生态畜牧业的研究起了重要作用。1983年6月中国畜牧兽医学学会家畜生态研究会正式成立,并举行了第一次全国性学术讨论会,出版了“论文汇编;同时成立了牧业生态科研协作组。1985年出版了《家畜生态学》全国统编教材,举办了全国高等农业院校家畜生态学师训班。1986—1989年在郑丕留教授主持下,全国20多位专家合力编写了《中国家畜生态》专著;1989年甘肃农大赵有璋教授出版了《畜禽生态学》。上述成果说明,最近20年来,家畜生态学的研究,在我国发展很快,并拥有一定数量和质量的科技力量。

80年代以来,我国生态畜牧业如雨后春笋,从南到北,出现了一大批牧业生态县、生态村和生态庭院(户)。如江苏省海安县,发展生态畜牧县,充分利用食物链的内在联系,建立了畜牧业—饲料—沼气系统工程,促进了沼气、食用菌、蚯蚓、养殖业的发展,又为畜产品加工、食品工业的发展提供了充裕的原料,反过来又促进了农业、粮食、蚕桑、养殖业的发展,也刺激了商业、运输业的发展,活跃了市场经济、丰富和提高了人民生活。

被誉为“亚洲生态第一村”的杭州西湖浮山养殖场、建立了以畜牧业为中心,以沼气为纽带、带动种植业、水产养殖业、加工业并举的牧业生态系统工程,取得生态效益、经济效益、社会效益都丰收,是具有中国特色的生态畜牧系统工程模式。加上遍布全国各地的牧业生态庭院(户),真是繁花似锦,生气盎然。生态畜牧业在祖国大地上呈现出一派生气勃勃的景象。

第三节 生态畜牧业的性质与研究方法

生态畜牧业是应用生态学的一个分支,是应用生态学原理指导畜牧业生产实践的学科,它主要研究牧业生态系统中的牧业生产群体与其生活环境之间相互作用的基本规律,协调生物与环境的关系,以获得最大经济效益、社会效益和生态效益,而又能维持牧业自

然资源的永续利用的一门综合性科学。可归纳为三个系统，即环境系统，生物系统和人为调节控制系统。因此生态畜牧业的实质就是针对不同地区这三个关系的现状与特点进行协调、平衡与管理，以期达到生态、社会、经济三效益的预期效果。

一、生态畜牧业的性质

1. 整体性

畜牧业是整体农业的一个组成部分，是大农业中各业相互联系不可分割的一个有机整体。因此在研究牧业生态系统时，必须建立一个整体的系统观点，应用系统科学的方法，加以研究并探讨最优化的组合，应用生态学的基本理论，从物质、能量的运转上认识畜牧业，分析从资源到农、畜产品之间的因果联系、转化控制原理及其调节体系，以不断地提高其生产力。牧业生产所希望实现的效果不是单一指标，而是一组指标体系，它是多目标的求全系统，要保持系统生产力的多目标效益。

2. 综合性

生态畜牧业是一门综合性很强的科学、它以宏观和微观相结合来探讨牧业生产的客观规律和内在联系，从而指导牧业生产。因此生态畜牧科学不是具体的技术措施，也不能代替其它科学，它必须应用数学、物理、化学、牧草和饲料作物栽培学、饲养管理学、育种学、卫生学、兽医等学科的基本理论来分析畜牧业生产、提出指导性的方案。

3. 战略性

牧业生产必须充分了解当地的自然、社会、经济的现状、才能配置最合适的牧业生产结构、发挥生物与环境的最高生产力，达到高产、稳产、低耗的效果。因此牧业生产实际上即是生态与经济相结合的区域性体系，提高牧业生产效果必须做到：①缩短物质、能量的循环与转换周期，提高能量利用效率；②有效地选择优良的生物种群、全价饲料和管理等技术措施；③有效地利用科学成果、减少劳力投资和无效劳动。

4. 生态效益与经济效益的矛盾统一

当缺乏整体系统观点及生态学观点而进行资源管理与生产管理时，往往发生生态效益与经济效益的矛盾，因此必须加强自觉性，减少盲目性，接受系统理论的指导，通过对结构及其功能不断调节与控制来达到二者统一，保持资源的持续利用与生产水平的不断提高。

二、生态畜牧业的研究方法

1. 系统调查法

这是研究牧业生态的最基本方法之一，包括实地调查和观察测算，收集原始数据与资料，主要内容有：

(1) 自然、社会经济概况。如生态地理、环境系统诸因子，要区别主要因子与次要因子，区别直接影响与间接影响，以及相对变动与相对稳定因子（如市场、价格、饲料的供求是相对变动因子，而气候条件是相对稳定的生态条件，风俗习惯、社会经济基础等属短期内不易变的因子）。

(2) 地方畜禽的特征与外来品种繁育情况、性状间的地区差异，可应用温湿度图比较分析、研究生物内在环境与外在环境的差异。

(3) 人类历史资料、古文物及发掘的实物进行分析研究。

(4) 国内外、省内外贸易、加工、交通等情况。

2. 实验室测定与分析

如人工气候实验室，使畜禽处在特定需要研究的环境中，来测定畜禽对各种环境因子的表现。为集约化、工厂化饲养业，提供调整环境因子的依据。

也可以对环境某些因子应用标记元素、遥感及自动追踪技术，以及红外线气体分析器、自记分光计、氧弹测热器等先进研究手段，探索生态系统的组成、结构、能量交换、物质循环、系统功能和发展规律以及环境监测、保护、治理等等，使生态系统研究由定性发展到定量，由单一到综合，从静态到动态预测，为探讨牧业生态系统开辟了新的途径。

3. 生态数学分析方法

在调查研究掌握一定数据的基础上，进行排序、分类、明确对象属性，进行模拟、检验，最后对研究对象，应用数学模型进行描述；数学模型不仅可以表达生态系统的机能及其内部的动态关系、生产潜力，而且通过模型试验和系统模型的分析，进行预测、控制和达到最佳设计的目的。

4. 不断总结，创新与发展

要深入实际，认真总结广大群众在生产实践中创造多种多样、丰富多采的生态农牧业模式，认真进行归纳总结，得出规律性东西，进一步推广，在方法上要不断改进，使生态农牧业理论的研究有所提高，有所发现，有所创新。

第二章 生命系统的演进与发展

第一节 生物圈与生态系统的形成

生物离不开环境，这里论述的环境是指生物生存的空间。主要指大气圈、水圈、土壤岩石圈以及各种生物，围绕着地球构成的一个圈层，我们称之为生物圈。

一、大气圈

大气圈是指地球表面靠重力维持的大气层，无明显的大气上界。大气层由多种气体组成，根据其物理特性，可分为对流层、平流层、中间层、热成层和外大气层。紧贴地面的是对流层，即地球的天气带，其厚度随纬度而异，在赤道地区约16~18km，中纬度地区约10~12km，两极为7~10km。大气层中的空气有3/4集中在这一层，水汽全在这一层。各种天气变化，如阵雨、暴雨、阵风、暴风、云层等均发生在这一层。在平流层内距地球表面20~30km处有一层薄薄的臭氧层，能防阻宇宙射线对生物的伤害，对地球具有重要保护作用。

二、水圈

水圈是指地球表面水体覆盖部分的总称，包括海洋、湖泊、河流、沼泽、冰川及地下水。水圈的总体积约13.7亿 km^3 。水的热容高，所以水圈的温度比较稳定，对于调节地球上的气候起着重要作用。水通过蒸发，蒸腾成为大气圈中的水汽，遇冷降水回到地面，构成物质循环的一方面，大气中水热条件常结合在一起产生千变万化的各种气候特征。

三、土壤岩石圈

岩石圈是由地壳和地幔顶部的坚硬岩石组成，厚度约70~100km。没有岩石圈即没有水圈和土壤圈。岩石圈中蕴藏着丰富的地下资源，如石油、天然气、金属和非金属矿物以及生物生长所必需的矿物养料。由于岩石的组成成分不同，经过长期风化和侵蚀作用，逐步形成了各种不同类型的土壤。土壤给生物生长提供了水、矿物营养和有机物，创造了必要的生态条件。

大气圈、水圈、土壤岩石圈，早在地球上出现生命以前就已存在，但它们是在生物有机体出现之后，才能不断地进行能量和物质的交换。

四、生物圈

在自然地理学上，把生物集中生存的这一层叫生物圈，它包括大气圈的底层，土壤岩石圈的上层和水圈。但绝大多数生物都生活在地球表面100m以内。

生物圈中所有生物与生物、生物与非生物之间的相互复杂而精巧的关系构成一个统一的生命系统，这个生命系统，具有发展演变的过程，现在的生物圈所存在的生物景观是历史发展的结果，这个发展过程现在还在不断地进行。生物圈实质上就是人类生活的最基本环境，人是生物圈的组成者也是生物圈的主宰者、人具有思维、智力，因此他的活动对生

物圈的影响远比其它生物活动的影响更大、更深远。

生物圈是地球历史发展过程的产物，据地质学家估计，地球已有 46 亿年的历史，地球发展的早期，仅仅是一层坚硬的岩石圈。

在前寒武纪，由于地球内部的重组，各种气体元素大量释放和喷发，形成了地球的原始大气圈。在原始大气圈中，没有氧气，主要由二氧化碳、硫化氢、氮和水蒸气组成。由于地壳的运动而引起的升降形成高山、平原和低凹盆地，原始大气圈中水蒸气的凝结、降落到地面在低凹盆地集结，形成了海洋和湖泊，地球的水圈才逐渐形成。

由于原始大气圈没有氧气，也不可能臭氧层，太阳紫外线可直射地面。在宇宙射线、太阳高能紫外辐射、雷电及高温等作用下，促使大气圈、水圈中某些物质发生强烈的化学变化、形成简单的有机小分子，汇集在海洋中，发生一系列复杂的化学过程。在 40 亿年前至 30 亿年前的前寒武纪后期，逐渐演化成生物前体化合物，再后一些时期，出现了自养型生物。在 27 亿年到 20 亿年前之间，产生了原核生物（没有核和染色体）细菌以及能进行光合作用的蓝—绿藻。在 18 亿年前至 10 亿年前出现了真核生物（有核和染色体）。由于绿色植物的光合作用释放出氧气进入大气层中，使原始大气圈的成分发生了改变。随着氧气的积累，为动物的诞生准备了条件。在前寒武纪末，出现了后生动物，古生代由此开始。在古生代已有最早的鱼类，最早的两栖类。动物通过呼吸作用，从碳水化合物中获取能量，产生了原始的食物链，形成了原始的生态系统。因此，最早的植物和动物是出现在水中，水域生态系统也就是地球上最早的生态系统。

随着生物进化和物种的增多，大气中含氧量增加，在雷电和太阳紫外线的作用下，形成了臭氧并在距地球表面 10~50km 的空中形成臭氧层（20~30km 浓度最大），臭氧层不仅能保护生物免受外层空间、多种宇宙射线的危害，而且可防止地面温度剧烈变化和水分过量散失，使水生生物——裸蕨类登上陆地，为昆虫、节肢动物提供了食物，原始的陆地生态系统开始形成。由于植物残体的分解和岩石的风化土壤逐渐形成，它容纳了各种易于淋浴的矿物养分，为植物生长发育提供良好环境，使陆地生态系统更趋完善。

到古生代末期石炭纪，随着大气中游离氧的增加、气候温暖湿润，进一步促进陆生植物的生长，不仅有草本植物，也有灌木和乔木，在沼泽湿地上或海滨构成原始森林，森林生态系统由此形成。

到古生代末期，古爬行动物已很繁盛，中生代开始，距今 2.3 亿年至 7 000 万年之间。此期是各种恐龙出现和衰亡时期。也是被子植物兴盛时期，植物开始用种子繁殖，花粉管的形成，植物的受精作用不再以水为媒介，而摆脱了对水的依赖，可以在干旱的环境中繁殖后代。

新生代，是哺乳动物时代。在第三纪的末期中新世与上新世（距今 1 000 万年到 2 500 万年间）时，大面积的草原出现，森林也有很大扩展，有了丰富的食物和适宜的生长环境，是哺乳动物兴盛，类人猿向各方发展时期。

到更新世（距今 200 万年），人类迅速进化，出现最早的真人。特别是第三纪和第四纪以来，由于气候的旱化、寒化和几次冰期的影响，已经形成的各类生态系统不断演变。农作物和家养动物也不断分化和发展。从结构简单、生产力低下到结构复杂、生产力高的生态系统，经历了漫长的历史演变。

表 2-1 地质年代与生物的发展

代	纪	世	年代 Ma	主 要 生 物	
				植 物	动 物
新 生 代 (哺乳动物时代)	第四纪	现 在	0.01	农 作 物	家 养 动 物
		更新世	2		冰期——最早的真人、哺乳动物先处于混合状态,尔后分散
	第三纪	上新世	10	出现草本植物,森林扩展	哺乳动物的最发达期,类人猿向各方发展
		中新世	25	最早的大面积草原	
		渐新世	35		哺乳动物现代化,哺乳动物为优势动物
		始新世	55		哺乳动物超群
		古新世	70		哺乳动物发展,恐龙灭绝
中 生 代 (爬行动物时代)	白垩纪		135	出现被子植物或开花植物,裸子植物衰落	恐龙类达到高峰,出现最早的蛇
	侏罗纪		180	苏铁类繁盛	最早的鸟类和出现哺乳类
	三叠纪		230	出现裸子植物,种子蕨类衰落	最早的恐龙,爬行动物突出
古 生 代	二叠纪		280	针叶树成林;苏铁类为主	最早的爬行动物大发展
	石炭纪				
	晚炭纪		310	鳞木、封印木和蕨类占优势	蟑螂时代,最早的爬行动物
	早炭纪		345	石松和种子蕨类繁盛	海百合类和苔藓虫类的高峰
	泥盆纪		405	最早的森林扩展	最早的两栖类,昆虫和蜘蛛
	志留纪		425	已知最早的陆生植物	最早的陆生动物(蝎子)
	奥陶纪		500	藻类、真菌类、细菌类	已知最早的鱼类,三叶虫类的高峰
	寒武纪		600	藻类、真菌类、细菌类、陆地地衣	三叶虫和腕虫类,海生无脊椎动物
前寒武纪	晚 期		450	藻类、真菌类、细菌类	已知最古老的化石
	早 期			细菌	未见化石

(美 R.L. 史密斯,《生态学原理和野外生物学》,1977)

第二节 农牧业的起源与家畜的进化

据古生物和人类学的研究发现,周口店的“北京猿人”生活在距今约 50 万年前,而陕西的“蓝田人”和云南的“元谋人”约在 180 万年前。这时他们以采集和狩猎为生,能利用火,直至七八千年或 1 万年前,人类才进入原始农业或畜牧业社会。

考古学家按生产工具的发展把人类社会分为石器时代、青铜时代、铁器时代,又把石器时代分为旧石器、中石器、新石器三个时期;而以新石器时期作为人类文明开始的标志,家畜一般都在这个时期形成。据考古发掘的各地文化遗址,如磁山裴李岗(河北邯郸和河南郑州)、河姆渡(浙江余杭)、罗家角(浙江桐乡)等都证明,猪、牛、水牛等至少在 7 000 多年前已被驯化或处于驯化中,以后在仰韶(河南浍池)、龙山(历城)遗址,都证明有各种家畜遗骨,其中以猪骨最多,狗次之,依次为羊、牛、马和鸡。牛、猪和家禽因与农业生产关系密切,在南北各地广为分布,而长城外和西北草原,因干旱和寒冷等环

境和影响,则以草食家畜为主。例如,水牛,原来一般认为是印度、缅甸等热带国家进入中国,理由是这些国家目前尚有野生水牛。但据最近考古发掘,在我国北方发现现有7种水牛,其中短角水牛,在河南、山西、山东和四川等地均有分布,根据古生物学调查和古代气候变化说明,原来我国北方即有水牛,后因冰川过后气候变为寒冷、干旱,因此北方水牛向南移;水牛与水稻栽培有密切关系;据英国学者克里乐的考证,并陈列在美国明尼亚波里斯国美术馆一件周代文物铜制的卧态水牛及挽具,认为水牛的挽具是由中国传到朝鲜、日本、菲律宾、泰国以及东南亚各国,因此我国学者谢成侠教授认为,决不能说水牛最初起源于南方热带国家。随着生产力的发展,牛向乳用、肉用、役用的专用和兼用方向发展。

上述说明自然因素和人类生产活动对畜种的分布和品种的形成和发展起着重要作用。

自从农牧业出现之后,地球上原来的生物圈中能量的流动与物质的循环,发生了某些本质的改变,食物链的结构也进行了相应的调整,从此在原自然生物圈内分化出“农牧业生物层”,这是由人类控制下的特殊“亚系统”。它一方面受整个自然环境条件的约束,另一方面它又取决于人类模拟最优自然生态系统的相似程度。因此掌握和了解生物与自然环境条件的基本规律,正确判断现代农牧业的生产潜力和合理的结构,寻求最佳的控制措施,无疑对农牧业生产的发展具有极其重要的意义。

第三节 生物的时间性节律

宇宙运动在有序、有规律地运行,所谓宇宙是空间、时间和运动着的物质所构成的一个多层次的系统。战国时期《尸子》一书所下朴实定义是:“上下四方为宇,古往今来曰宙”把空间和时间作为一整体来认识。因此宇宙间不存在没有物质运动的空间、时间。也不存在,不在空间和时间中运动的物质,时间、空间和物质是三者不可分割的整体。地球每24h绕轴自转一周;地球表面呈昼夜的变化,称“一天”。月亮每29.5d绕地球公转一周,称“一月”。地球每365.5d绕太阳运行一周,称“一年”。这种时间性节律是在太阳、地球、月亮甚至太阳系外的天体影响,因为这些星球是在相对稳定的轨道上运行,由于相互之间的吸引力,电磁效应,以及光和热的作用,使地球成为一个特殊的环境,它有季节性气候,周而复始地变化。

地球是当今所知的唯一有生命存在的星球,占地壳总重十万分之一的生物,随着宇宙有序有规律的周期性运行,而产生相适应的节律和规律,这种生物时间性节律又称为生物钟。

中国农历总结几千年经验,把地球旋转的位置细分为24个节气,组成诗篇:“春雨惊春清谷天,夏满芒夏暑相连,秋处露秋寒霜降,冬雪雪冬小大寒”。这种节气与农牧业生产密切相关,统称为农时,贻误“农时”会对生产造成极大损失。

农牧业生产,要求高产、优质与和谐,是指生态系统各组分之间在时间和空间上有合理的共生和配置,生态关系融洽。如农作物和牧草的生产和质量随季节节律而变化,根据各物种的生物学特性进行套作、轮作,巧用生态位和合理配置,均以时间、空间为度量。一般饲草在夏季较丰盛,冬季枯萎,因此在草原牧区饲养家畜常以草定畜或实行季节性畜

牧业, 改变畜群“夏饱秋肥、冬瘦、春泛或死亡”的自然消长、不利生产的局面。又如家畜的性活动受季节性光照度、光照量不同而变化, 大多数家畜如马、禽、兔、猫等, 延长光照可刺激性活动, 而山羊和绵羊在短日照的秋季性活动得到增强。因此配种、产仔、哺乳等繁殖性能以及被毛的脱换、质量均呈时间性节律特点。下表是俄罗斯 T. T. Джyрабаев (1985) 对毛用山羊的皮肤厚度、毛长度、细度、强度和各类纤维的含量随季节性变化的研究结果。

表 2-2 俄罗斯毛用山羊皮肤厚度的季节性变化

季 节	皮 肤 厚 度/ μm				胶原纤维的直径/ μm
	总 厚 度	表 皮 层	乳 头 层	网 状 层	
夏 季	222.1 $\pm$ 88	8.8 $\pm$ 1.2	1 204 $\pm$ 57.8	790.0 $\pm$ 33.3	23.3 $\pm$ 0.6
秋 季	2 680 $\pm$ 79	3.1 $\pm$ 0.8	1 622.0 $\pm$ 46.3	1 025.6 $\pm$ 36.1	25.1 $\pm$ 0.4
冬 季	1 826.4 $\pm$ 67	24.2 $\pm$ 0.9	1 172.9 $\pm$ 27.9	629.3 $\pm$ 13.0	21.4 $\pm$ 0.4
春 季	1 889.4 $\pm$ 88.7	21.4 $\pm$ 0.6	1 212.0 $\pm$ 49.5	656.0 $\pm$ 54.7	17.6 $\pm$ 0.2
剪 毛 前	2 041.8 $\pm$ 70.5	21.8 $\pm$ 0.6	1 148.6 $\pm$ 49.4	871.4 $\pm$ 19.0	18.1 $\pm$ 0.3

H. B. Шгомдел 等 (1975) 对阿斯卡尼绵羊进行不同季节品质影响的研究结果指出: 羊毛长度以夏季生长速度最快, 其次为春季; 羊毛细度以秋季最粗、春季最细; 秋季生长的羊毛强度最大, 春季最小; 硫含量以夏季生长的羊毛最高, 冬季生长的最低; 秋季生长的羊毛含氮量最高, 春季生长的含氮量最低。

我国医学的经典著作《黄帝内经》一书中, 即有“人以天地之气生, 四时之法成”的记载, 阐明人的生理活动, 随自然界的四时、日、月和超年度周期性变化。德国医生弗里斯和稍后的奥地利心理学家泰尔其发现人的体力和情绪分别呈周期性波动。所谓“人体功能三节律”是指人从出生之日起, 就有三种时间性较长的节律性变化周期。一种是为期 23d 的体力强弱周期; 一种是为期 28d 的情绪高低周期; 一种是为期 33d 的智力兴衰周期。在每个周期中可分为高潮期、临界期和低潮期。在高潮期, 体力充沛、情绪高涨、思维敏捷; 而在低潮期则反之; 临界期是高潮期与低潮期的过渡时期, 处于不稳定状态。有人把这个阶段称为“临界日”、“危机日”或“危险日”。据浙江省汽车运输公司对所属八个站队, 357 辆汽车, 532 名驾驶员, 开展用生物钟原理, 进行科学改革的试点。以夏普 PC-1500 型计算机, 对每个驾驶员打印出每月的生物节律, 一式两份。一份由本人保管, 一份由车队或调度室掌握, 在出车前的路单上盖上“今日您临界日, 请加倍注意安全”, 或“今日您情绪低潮期, 请谨慎驾驶”提醒驾驶员做好自我控制。遇到双重临界日尽量不出车; 遇到三重临界日则强制休息。据 1987 年试行结果, 与 1986 年同期相比, 事故下降 40%, 死亡人数下降 88.88%, 受伤人数下降 40%, 总经济损失下降 21.3%。据美国生产事故的重点分析, 认为有 60% 以上发生在危险日, 并对近年来世界上发生的 13 起飞机失事事件进行调查, 结果有 10 起是驾驶员处于临界日所致。英国统计发现汽车驾驶员有 2/3 的事故发生在危险日, 日本铁路公司 331 起事故, 有 59% 是驾驶员处于危险日造成的。英国西蒙、福卡特曾对几十名学生分别在上午 8 时、11 时, 下午 2 时、5 时和 11 时对脑进行测试, 结果是上午 8 时严谨周密的思考力最强, 下午 8 时记忆力最好, 在白天, 推理能力逐步下降。因此有人建议, 清晨做一些严谨的工作, 下午做些需要快速完成的

事，傍晚做些需要记忆、学习的工作。

关于生物时间性节律的理论机制，目前有两种学说。内源学说：认为生物时间性节律是生物体内固有的，每种生物有其特殊的节律，它的节律周期是由基因所决定，是遗传的；是宇宙间的自然节律在生物长期进化过程中，适者生存的结果。外源学说：认为生物节律是由外界环境中的信号所决定的，是生物对外部所给予的一种反应，它受宇宙不断重复的某种外界节律所调节，所以是外源性的。无论哪一学派，都认为宇宙节律是生物产生和形成生物时间性节律的根源。

因而，包括人类在内的一切生物，都是在一定的自然环境条件下形成和发展的，它虽一定程度上可以起到改造环境的作用，但从整体而言，它离不开必要的环境条件，也离不开必需的生物系统，否则难以生存。

有关生物的时间性节律的研究，尚处在萌芽阶段，尤其是家畜家禽的研究更是知之不多，因此系统地、深入地开展研究、无疑对畜牧业的发展具有重要的理论与实践意义。近年来在医学上应用生物时间性节律知识来鉴别、诊断周期性疾病，控制给药时间，掌握人和动物对毒物和药物的感受性等，发挥了很好效果，相应而生的“时辰药理学”“时辰营养学”“时辰功效学”等学科，从时间性角度去探索生态学规律、可以解决用其它手段难以解决的生态学问题。

第三章 环境与畜牧业

第一节 自然环境

根据 Weganen (1924) 地球板块理论: 认为在二叠纪更早一些时期, 地球的各陆块是紧联在一起的一大块陆地, 称“联合古陆”, 它被一个大洋——全球洋包围着, 随着时间的转移, 这个联合古陆发生了分裂, 并漂移成现在的七大洲、四大洋: 即亚洲、非洲、北美洲、南美洲、南极洲、欧洲和大洋洲以及太平洋、大西洋、印度洋、北冰洋。原来的生物物种, 随着地理隔离、生态隔离和生殖隔离而产生变异, 经过变异的积累, 为新物种或亚种的形成创造了条件。

由于纬度地带性差异以及地形地貌、洋流、生物种群等非地带性因素的相互作用和相互制约, 形成复杂的地理和气候环境。

不同环境具有不同特点, 从而形成不同的生物及其分布的生态特征。充分、合理、系统地利用自然资源是发展畜牧业生产最根本的物质基础, 因此发挥各地自然资源优势, 提高生产力是畜牧业亟待深入探讨和研究的内容。

一、气候因素

在自然环境因素中最主要的因素是:

(一) 太阳辐射

是指太阳以辐射形式传递的能量, 其中约有二十亿分之一到达地球。这种辐射的强度因地理位置不同而异, 受太阳高角度、大气透明度和云量的影响很大, 而以太阳高角度这一因素更为重要。太阳辐射在地区分布上是随纬度的增加而递减, 由于赤道地区云量大, 太阳辐射受到一定程度削弱, 因此在地球上辐射总量最大地区不在赤道, 而在南北纬 20 度左右处。太阳辐射在地球上的分布与变化, 成为各地气候差异的根本原因。中国科学院自然区划委员会以日平均温度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续期活动积温的指标划分的温度带及相应的自然特征如表 3-1。

(二) 大气环流

是指地球上大气总的流动情况, 它包括全球性的行星风系、大型季风环流、局部性的地方风系以及气旋、反气旋等。大气环流的存在, 当冷暖空气相汇时, 产生雨带, 因此不同地区的空气质量、动能、热量和水汽等的互相交流, 是形成各种天气和气候变化的主要因素。

(三) 海陆分布

影响气候差异的另一原因是海洋与陆地的分布, 因为海洋热容大, 1cm^2 海洋降 1°C , 可使 300cm^2 空气增温 1°C 。海洋吸热、增温、放热和降温均很慢, 所以对气温有调节作用。而大陆热容量小, 增温放热作用快, 对大气的调节作用小, 因此形成为海洋性和大陆

表 3-1 中国温度带

温度带	纬度分布	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 持续期 活动积温/ $^{\circ}\text{C}$	主 要 自 然 特 征
赤道带	北纬 15°以南	9 500 左右	终年暑热；热带雨林；砖红壤
热带	北纬 15°~23°	8 000~9 000	最冷月平均温度 16°C 以上，热带季雨林，稻可一年三熟，砖红壤
亚热带	北纬 22°~34°	4 500~8 000	最冷月平均温度 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，亚热带季雨林和常绿阔叶林，稻可一年二熟，红壤及黄壤
暖温带	北纬 32°~43°	3 200~4 500	最冷月平均温度 $-6\sim 0^{\circ}\text{C}$ ；落叶林；农作物二年三熟；棕壤，褐色土，黑土及棕色荒漠土
温带	北纬 36°~52°	1 700~3 200	最冷月平均温度 -24°C 左右；针叶林及落叶阔叶混交林，作物一年一熟；灰化棕壤，黑钙土，栗钙土，灰棕荒漠土等
寒温带	北纬 50°以北	1 700 以下	最冷月平均气温在 -24°C 以下，勉强栽培春小麦，马铃薯等；泰加林，冷棕壤

性气候。

在内陆，众多的河流各成系统，组成庞大水系，此外尚有大量天然湖泊，人工水库，高原的沼泽、冰川、雪原以及地下水，它对环境的调节和河流的补给均发挥重要作用。

我国经度一般可以反映海洋与大陆的分布以及湿润气团的运行。自东部沿海到西部内陆，随经度的变化，依次可分为湿润、半湿润、半干旱与干旱地区。这与距海远近直接有关。如以“干燥度”作为主要指标，湿润地区：干燥度 < 1.0 ，降水大于蒸发，天然植被为森林，占全国总面积的 32.2%；半湿润地区：干燥度为 $1.0\sim 1.5$ ，降水大致与蒸发平衡，天然植被为森林草原，占全国总面积的 14.5%；半干旱地区：干燥度为 $1.5\sim 2.0$ ，蒸发大于降水，天然植被为干草原，占全国总面积的 21.7%；干旱地区：干燥度大于 2.0，蒸发远远超过降水，天然植被为荒漠草原及荒漠，占全国面积的 30.8%。

以内蒙古牧区为例，自东北向西南，再向西北，气候逐步由湿润而干旱，植被类型由草甸逐步向草原、荒漠转化。因而家畜种类、畜种结构也发生改变，牛、马比重下降，羊比重逐步上升，西部荒漠主要是羊和骆驼，见表 3-2。

表 3-2 干燥度对畜种分布的影响

地 区	湿润状况	年降水量 mm	各 类 牲 畜 / %			
			牛	马	羊	骆驼
内蒙古东北部（额尔古纳旗）	半 湿 润	350~500	58.1	20.9	6.4	0.2
内蒙古中部（东乌珠穆沁旗）	半 干 旱	250~350	31.2	13.9	54.5	0.3
内蒙古西部（阿拉善左旗）	干 旱	< 200	7.8	4.0	50.9	34.9

（郑丕留，〈畜种分布和品种特点及其生态特征〉）

（四）地貌因素

是指地面形状、高低、起伏、坡度、斜面，它们是构成不同地区环境特点的因素，也称“原生环境”，它对气候的形成有显著的影响；而把土地高度视为第二种纬度，当高度增加 100m，气温下降约 0.6°C ，气压下降约 10hPa，因此氧气分压减少，造成氧气不足，而空气中吸湿性物质（凝结核）随高度增加而急剧减少，所以高地上的日射量、紫外线增