



普通高等教育“十五”国家级规划教材

家畜环境卫生学

第三版

李如治 主编

动物科学 动物医学专业用



中国农业出版社

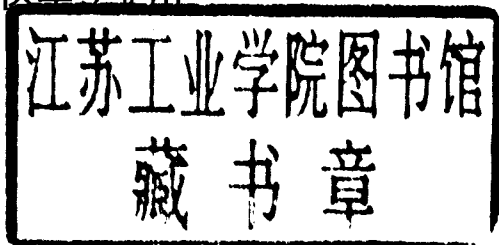
普通高等教育“十五”国家级规划教材

家畜环境卫生学

第三版

李如治 主编

动物科学 动物医学专业用



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

家畜环境卫生学/李如治主编. — 3版. —北京: 中国农业出版社, 2003. 2
普通高等教育“十五”国家级规划教材
ISBN 7-109-08196-6

I. 家... II. 李... III. 家畜卫生-环境卫生学-高等学校-教材 IV. S851.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004887 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路2号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 叶 岚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1981年1月第1版 1990年10月第2版

2005年10月第3版北京第5次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 21.5

字数: 510千字

定价: 30.50元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第三版编审者

主 编 李如治 (南京农业大学)
副主编 包 军 (东北农业大学)
刘继军 (中国农业大学)
编写者 王述柏 (莱阳农学院)
赵芙蓉 (河南科技大学)
舒邓群 (江西农业大学)
夏 东 (南京农业大学)
施正香 (中国农业大学)
栾冬梅 (东北农业大学)
邵庆均 (浙江大学)
颜培实 (南京农业大学)
审稿者 温书斋 (北京农学院)
谢明文 (沈阳农业大学)

第三版前言

《家畜环境卫生学》第三版，是在第一、二版教材 20 余年教学应用实践基础上修订的。2000 年 8 月，中国畜牧兽医学学会家畜环境卫生学分会四届代表大会期间，参加会议的 27 所农业院校任课教师一致提议尽快修订本教材，以适应我国现代畜牧生产发展之需要。该吁请会后得到了原主编王庆镐、黄昌澍和于炎湖教授的同意，并致函中国农业出版社，在出版社领导和教材出版中心的支持下，编写组于 2001 年 8 月在洛阳反复讨论了新的编写大纲，又经一年半的工作，终于成稿出版。

本教材除绪论外，共分上、下两篇 11 章。上篇 6 章分别介绍了家畜环境的基本概念和温热、光照、空气、土壤、水与噪声等诸环境因素对家畜生理、生产性能和健康的影响规律及原理。对个别因素亦介绍了其控制措施，并新增了环境与家畜行为一章。下篇 5 章为家畜的环境管理。主要根据现代畜牧业家畜良种化、生产规模化、养殖专业化、产品上市均衡化和管理的集约化的特点，介绍如何利用较少的资源和能耗，创造适宜的小气候环境之技术措施。全篇用 3 个章节阐述各种畜牧场从选址、规划到畜舍类型；从生产工艺到设备、设施及建筑材料特性等知识，主要因为其关系到温热、光照、有害气体多种重要环境因素和异常行为等的控制和生产成本。第 10 章则介绍了畜牧生产所受污染的途径，重点补充了饲料的污染及其控制，亦介绍了畜产废弃物对人类生存环境的污染途径和处理利用措施。在行为管理一章中，首次将家畜福利提到了生产议程。实验内容亦作了较大改编。原计划第 12 章撰写重组 BST、氟烷敏感基因和热应激蛋白 HSP70 等现代生物技术在家畜环境管理中的应用。但写后感到，部分内容尚不成熟，在技术方法上撰写过多可能与其他学科内容重复，而暂缓编入。

编写组多为年青教师，部分人员为在职研究生，在匆匆审定稿中，不泛错漏之处，望乞指正。由于编者分散，沟通不便，颜培实博士在部分章节定稿中耗时较多；温书斋教授年事已高、谢明文教授带病审稿，在此一并致谢。

李如治

2003 年 1 月

第二版修订者

主 编 王庆镐 (东北农学院)
副主编 黄昌澍 (南京农业大学)
于炎湖 (华中农业大学)
编写者 温书斋 (北京农学院)
李震钟 (西北农业大学)
郎震美 (北京农业大学)
涂世棕 (吉林农业大学)
姬国栋 (内蒙古农牧学院)
余振华 (山东农业大学)

第一版编审者

主 编 东北农学院 王庆镐
副主编 南京农学院 黄昌澍
华中农学院 于炎湖
编 者 东北农学院 温书斋
西北农学院 李震钟
北京农业大学 郎震美
吉林农业大学 涂世棕
内蒙古农牧学院 姬国栋
山东农学院 余振华

第二版前言

本教材自1981年初版问世以来，各校使用后大多认为教材的体系和内容基本上是适用的，但也存在一些缺点，如部分章节内容不够充实，结合兽医专业不够，少数内容前后重复等。这些意见都是正确的。在农业部下达教材修订任务后，即根据部颁修订精神，结合使用者的意见和编者数年的教学实践体会，着手制订修订大纲，分工负责修改、补充和重写。稿成之日，又打印相互征求意见。1987年8月在哈尔滨召开审稿会议，对修订稿进行认真的审查讨论，经编写人修改后交由主编审阅，再由两位副主编和温书斋教授分工定稿。1988年8月在承德召开定稿会议，在原定稿的基础上进行全书的统一协调，并作进一步加工。为集思广益，充分发挥中青年骨干教师教材修订中的作用，特地邀请东北农学院周忠、山东农业大学吴庆鹤和南京农业大学李如治三位同志参加审稿和定稿会议，并分工修订部分章节。

本版教材在内容和编排上作了较大的调整。初版第一章气象因素与家畜健康和生产力的关系和第二章畜舍内的空气环境，都是为制订家畜环境的控制和改善措施提供理论依据，但气象因素与舍内小气候因素的作用相同，使第二章编写困难，内容贫乏。这次修订把这两章分解为温热环境、光照和噪声以及空气中的有害气体、微粒和微生物三章，如此可以避免重复和充实内容；以后三章基本上还是保持原来的体系。各章节内容无论是新增、重写或修改，都尽可能增添新材料，删除陈旧欠妥之处；与兽医专业关系密切的材料也酌情增补。在实验指导部分，某些试验分析方法也作了适当的增改，以适应目前生产技术发展的需要。

经过修订后的教材，无论在编排或内容上，已逐步趋于完善。但这是一门新学科，限于时间和编者的水平，一定还存在一些问题，希使用者和读者提出批评指正。

本版教材中，计量单位一律换算为法定单位（国际单位制），但多年来计量单位使用比较混乱，对部分法定单位可能有陌生感，为此，书后特附本书常用的计量单位换算表，以资参照。

编者

1989年6月

目 录

第三版前言

第二版前言

绪 论	1
一、家畜环境卫生学的研究对象与目的	1
二、家畜环境卫生学的发展史	1
三、家畜环境卫生学的地位和作用	2
四、目前主要研究内容	2

上篇 家畜与环境

第一章 家畜环境的基本概念	7
第一节 家畜环境	7
一、家畜环境的概念	7
二、家畜环境因素的分类	7
三、家畜环境质量的评价	8
第二节 环境应激	9
一、环境应激的概念与影响	9
二、环境应激的调节	11
三、应激的防治	12
第三节 家畜的驯化与适应	12
一、气候适应的概念	12
二、气候适应的过程和机理	13
复习思考题	14
第二章 温热环境	15
第一节 体温与畜体热调节	15
一、体温、皮温和平均体温	15
二、体热的来源	17

三、体热的散发	19
四、畜体的热平衡	22
五、太阳辐射与畜体热调节	23
第二节 空气温度	26
一、空气温度的概念	26
二、畜舍中的气温	27
三、等热区与临界温度	27
四、温度应激时的热调节	30
五、气温对家畜生产性能的影响	34
六、气温对家畜内分泌的影响	36
七、气温对家畜健康的影响	36
第三节 空气湿度	37
一、空气湿度的概念	37
二、气湿对家畜的影响	38
第四节 气流和气压	39
一、气流和气压的概念	39
二、气流对家畜的影响	40
三、气压对家畜的影响	41
第五节 温热因素的综合评定	41
一、温湿指数	42
二、等温指数	42
三、有效温度	42
四、风冷指数	44
复习思考题	45
第三章 光环境	46
第一节 概述	46
一、光的来源	46
二、光周期与光钝化	47
三、光照强度	48
第二节 生物节律与光周期	48
一、生物节律	48
二、生物节律的作用	49
三、生物节律起源的理论	49
第三节 可见光	49
一、可见光作用的机理	50
二、可见光因子对家畜的影响	51

第四节 红外线和紫外线	56
一、红外线对家畜的作用	56
二、紫外线对家畜的作用	57
复习思考题	60
第四章 空气环境	61
第一节 大气中的有害气体	61
一、大气的基本组成	61
二、大气中的污染物	62
三、大气中有害气体对家畜的影响	63
第二节 畜舍中的有害气体	66
一、畜舍内有害气体的来源	67
二、有害气体的种类	68
三、畜舍有害气体对家畜的影响	69
四、空气环境质量标准	73
第三节 空气中的微粒	74
一、空气中微粒的性质和来源	74
二、微粒对家畜健康的影响	75
三、减少畜舍内微粒的措施	75
四、卫生标准	76
第四节 空气中的微生物	76
一、空气中微生物的来源	76
二、空气中微生物的传播方式	77
三、减少畜舍空气中微生物的措施	77
复习思考题	78
第五章 水、土壤和噪音	79
第一节 水环境	79
一、水源的种类及其卫生特点	79
二、水的卫生学特性	80
三、水的人工净化与消毒	84
第二节 土壤	85
一、土壤的物理性状	85
二、土壤的化学特性	86
三、土壤的生物学特性	88
第三节 噪音	88
一、基本概念	88

二、噪声对家畜的影响	89
三、畜牧场噪音的来源及防治	91
复习思考题	92
第六章 行为与环境	93
第一节 温热环境与行为	93
一、维持行为	94
二、社会空间行为	95
三、行为适应战略	95
四、行为的节律	96
第二节 生产管理与家畜行为	97
一、行为需要	98
二、行为缺失	98
三、笼养的行为学问题	100
四、圈养的行为问题	101
五、拴系和限位饲养的行为学问题	103
六、传统散养方式及其未来	104
第三节 行为与动物福利	104
一、动物福利	105
二、动物福利的评判标准	106
三、动物福利的行为学基础	106
复习思考题	107
下篇 家畜的环境管理	
第七章 畜牧场规划	111
第一节 场址选择	111
一、畜牧场场址的基本要求	112
二、场址选择的主要因素	112
第二节 畜牧场工艺设计	115
一、畜牧场生产工艺设计的基本原则	115
二、畜牧场生产工艺设计的内容和方法	115
三、畜牧场工程工艺设计	123
第三节 畜牧场总平面规划	125
一、畜牧场总平面规划的原则	125
二、畜牧场的功能分区及其规划	126
三、畜舍布置形式	127

四、畜舍朝向	128
五、畜舍间距	129
六、畜牧场主要建筑构成	129
七、畜牧场场区总平面规划实例	130
八、畜牧场规划的主要技术经济指标	132
第四节 畜牧场基础设施工程规划内容	132
一、防护设施	132
二、道路工程	132
三、给排水工程	133
四、采暖工程	135
五、电力电讯工程	135
六、绿化工程	136
七、粪污处理工程	137
第五节 畜牧场规划与设计成果	138
一、规划阶段	138
二、初步设计阶段	138
三、施工图设计阶段	138
复习思考题	138
第八章 畜舍环境的改善与控制	139
第一节 畜舍的基本结构	139
一、基础和地基	139
二、墙	141
三、屋顶和天棚	141
四、地面	143
五、门、窗	145
六、其他结构和配件	145
第二节 畜舍类型和特点	146
一、开放式畜舍	146
二、密闭式畜舍	147
三、畜舍样式的选择	147
第三节 畜舍的保温和隔热	148
一、建筑材料的物理特性	148
二、围护结构的传热	150
三、畜舍的保温和供暖	151
四、畜舍的防暑与降温	154
第四节 畜舍通风与换气	158

一、畜舍通风换气量的确定	158
二、畜舍的自然通风	162
三、畜舍的机械通风	165
第五节 畜舍的采光	170
一、自然采光的控制	170
二、人工照明	174
第六节 畜舍的给排水	178
一、畜舍的给水	178
二、畜舍的排水与粪便清除	178
复习思考题	182
第九章 畜舍的设施与设备	183
第一节 猪舍附属设施与设备	183
一、猪栏	183
二、漏缝地板	185
三、喂饲设备	186
四、饮水设备	188
五、猪舍清粪系统与设备	190
第二节 牛舍的附属设施与设备	192
一、奶牛的饲养方式	192
二、喂饲设备	194
三、饮水设备	194
四、粪尿清除设备	195
五、挤奶设备	195
第三节 鸡舍附属设施与设备	196
一、鸡笼	196
二、育雏设备	196
三、喂饲设备	197
四、饮水设备	198
五、鸡舍的除粪设备	199
第四节 畜舍的环境控制设备	199
一、畜舍的采暖设备	199
二、畜舍的降温设备	200
三、畜舍的通风设备	202
四、畜舍的清洗消毒设施	202
复习思考题	203

第十章 畜牧生产中的污染控制	204
第一节 畜产公害的基本概念	204
一、畜产公害的起因	204
二、污染与自净	205
三、环境污染对家畜的危害	205
第二节 饲料污染及其控制	206
一、饲料的生物性污染及其控制	207
二、饲料的化学性污染及其控制	211
三、我国饲料卫生标准	218
第三节 空气污染的控制	218
一、合理选择场址	218
二、改进生产工艺,及时清除舍内粪尿和污水	218
三、降低粪尿的 pH	219
四、保持舍内干燥和通风	219
五、科学地配制日粮	220
六、添加剂的应用	220
第四节 饮水污染与控制	221
一、水污染的危害	221
二、水体的自净	221
第五节 畜产废弃物的处理与利用	222
一、畜牧场废弃物的特性	223
二、粪便无害化处理和利用方法	223
三、尿液与污水的无害化处理与利用方法	228
复习思考题	230
第十一章 家畜的行为管理	231
第一节 行为管理与设施	231
一、饲养方式	232
二、饲养面积	232
三、地面	233
四、壁和畜栏	234
五、平面布局	235
六、饲槽	235
七、给水	236
八、栖木和玩具	236
第二节 家畜管理与福利	236

一、实验动物的福利	237
二、家畜的福利	238
三、常见的福利问题	241
复习思考题	243
实验指导	244
实验一 气象因素的测定	245
实验二 辐射热、照度、畜舍采光和噪声的测定	254
实验三 散热量的测定	258
实验四 空气卫生状况的测定	260
实验五 畜舍隔热和换气量计算	268
实验六 畜牧场设计图的识别	275
实验七 水质检验	280
实验八 饮水氯化消毒有关指标的检验	299
附表	304
附表 1 商品猪场的工艺参数	304
附表 2 鸡场主要工艺参数	305
附表 3 牛场主要工艺参数	307
附表 4 室外气象参数	308
附表 5 建筑材料的热物理特性	312
附表 6 畜舍外围护结构冬季低限热阻 (R_o^d , $m^2 \cdot K/W$) 选用表	315
附表 7 外墙保温隔热性能选用表	317
附表 8 屋顶保温隔热性能选用表	319
附表 9 吊顶保温隔热性能选用表	320
附表 10 围护结构夏季低限热阻 (R_o^m , $m^2 \cdot K/W$) 选用表	321
附表 11 畜舍小气候参数	322
附表 12 饲料、饲料添加剂卫生指标 GB 13078-2001	323
附表 13 生活饮用水水质标准	326
主要参考文献	327

绪 论

一、家畜环境卫生学的研究对象与目的

家畜环境卫生学是研究环境因素对家畜作用和影响的基本规律，并依据这些规律制定出利用、控制、保护和改造环境技术的措施的一门学科。它不仅要创造出适合于家畜生理和行为特征所需要的生活和生产条件，保持家畜健康、预防疾病，充分发挥其生产潜力，实现高产高效；还应该制定出对畜牧生产中产生的粪、尿、恶臭、污水、药物残留等畜产公害的控制措施，以保护人类的生存环境。

现代畜牧业生产为人类提供了大部分的动物性蛋白质营养源，随着人口的不断增加，如何用地球上有限的资源去获取最大最廉价的食物是一切畜牧工作者面临的课题。畜牧生产实际上已经从家畜对环境的被动防御与适应的阶段，进入了人工控制环境，使之满足家畜生理行为要求的新时代。任何一个地方培育出来的高产新品种，几乎可以在全世界迅速推广与利用，这就是现代家畜环境卫生学发展的成果。

二、家畜环境卫生学的发展史

早在公元前1~2000年左右，我国殷墟出土文物中就用甲骨文记载了有关家畜与畜舍、水、草之间关系的卫生学内容。20世纪20~30年代，由于前苏联为适应集体和国有大型畜牧场生产的需要，对畜牧场建设中一系列有关空气、土壤、水源、畜舍等问题作了广泛的研究，从而形成了一门以环境因素为主体的独立学科——家畜卫生学，其中以斯科罗霍金科的《农畜卫生学》(1950年)为代表作。此时的卫生学，主要以预防家畜疾病为目的，是属于预防医学的范畴。

从20世纪40年代开始，欧美等国即开始建立家畜人工气候室(animal climatic chamber)，模拟各种气候条件进行温热环境因素对家畜生理和生产性能影响的试验。初期研究较多的是奶牛的热应激。并且在大量研究论文的基础上，20世纪70年代先后出版了《家畜生物气象学的进展》(1976, H.D.Johnson)、《家畜的环境原理》(1978, M.L.Esmay)、《家畜健康与畜舍》(1979, D.Sainsbury)、《人和家畜对环境的适应》(1979, L.E.Mount)和《家畜环境管理》(1983, S.E.Curtis)等著作。使本学科从预防医学的防病上，推进到环境因素对家畜的生产性能影响的新阶段，为实现低成本，高效生产奠定了基础。所以，本学科与人类卫生学的差别即在于此：我们除要预防疾病外，还要以最少的资源，如土地、水、饲料和建筑费用等，去生产出更多更好的畜产品，创造出更高的经济效益。

我国《家畜环境卫生学》确立的历史，亦仅二十余年。解放后，由于高等院校大部分借鉴前

苏联的教学模式，畜牧兽医专业首先开设了《家畜卫生学》。20世纪60年代，汤逸人和杨诗兴在其著作《畜牧学进展》中介绍了家畜生态学和家畜气候生理学的研究情况，对本学科的发展起了一定的推动作用。改革开放后，1978年，根据农业部教育司重编《家畜卫生学》统编教材的意见，编审组在昆明市发生了一次较为深刻、热烈的争论，历时近半个月，最后将本教材定名为《家畜环境卫生学》，并于1981年正式由中国农业出版社出版。此后几年的教学科研实践，使人们更进一步统一了认识。中国畜牧兽医学学会家畜环境卫生学分会在我国老一辈专家许振英、安民、王庆镐、黄昌澍等教授吁请下，亦于1987年8月正式成立。近十余载以来，已先后举行了8届全国性学术研讨会，编印出版论文集——现代畜牧生产环境与环境管理5集，相继出版了高校、大专、中专的相关教材，黄昌澍教授（1989）出版了一本专著《家畜气候学》。确立了本学科在畜牧生产、教学中的牢固地位。

三、家畜环境卫生学的地位和作用

卫生学的形成是与大型畜牧生产相伴生的，现代畜牧业是一种大规模、高密度、高速度和高效益的集约化生产形式。它必须克服自然环境中的物理、化学、生物和社会群体因素对家畜生产和健康的不良影响，在这一过程中，还应该做到合理的经济投入，技术上利于保护人类环境。所以是一切从事动物生产的技术人员的必修课程。环境因素又可直接或间接引起家畜许多群发性疾病，故也成为动物医学专业学生专业基础课程之一。加之畜舍和机械设施，又为环境控制和生产管理所必须，从事农业工程和环境保护的专业人员亦皆涉足于本学科。从而使其成为一门多学科的边缘学科。

加入WTO以后的中国畜牧业，更应该以环境管理为主要技术手段，防止疾病的流行和保证家畜优良生产性状的表达；力求禁止或少用抗生素等药物添加剂。国家应该把环境管理与新品种的培育和引进同步，以利于形成完善的现代畜牧生产体系。

四、目前主要研究内容

随着畜牧生产的发展，家畜环境卫生学的研究内容亦在不断拓展。出现了环境生理、环境营养、环境控制、环境污染治理等多个分支。在深度上也从单纯对生理指标和生产性能的影响研究，深入到对生化指标、内分泌激素、酶的活性、免疫系统以及耐热基因等诸方面。

目前主要研究内容大致如下：

1. **环境因素对家畜的影响及控制方法** 传统的温热因素虽然已有大量研究成果可供利用，但随着个体生产力的提高，特别是高温应激程度在加剧，必须及时制定出新的对策。①可以研究经济实用的降温措施；②从生化研究中探索应激机理的防治方法；③对热应激严重的家畜品种选育耐热品种品系，甚至导入耐热基因等。

2. **环境营养** 应以如何改善家畜在各种应激状态的体液、养分、内分泌状况为目的，并逐步开发无污染、无药物与重金属残留和低污染物排放之日粮，以配合绿色食品之开发与生产。

3. **牧场建设** 应根据我国实际情况，推广中小型牧场建设的标准化、模块化和机械化生产，