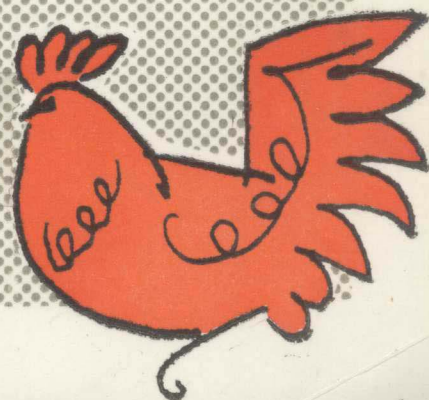
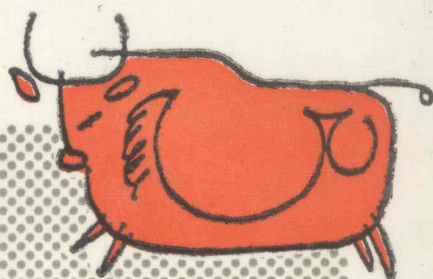
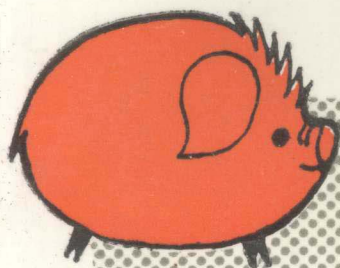


家畜环境卫生学

高等农业院校交流教材

王玉江 主编

北京农业大学出版社



1.2
42

高等农业院校教材

家畜环境卫生学

王玉江 主编

畜牧、兽医专业用

北京农业大学出版社

责任编辑:
封面设计:

家畜环境卫生学

王玉江 主编

北京农业大学出版社出版发行
(北京市海淀区圆明园西路二号)
长春市第四印刷厂印刷
新华书店经销

787×1092毫米16开本17印张411,2千字
1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷
印数: 1—3 000册

ISBN 7-81002-213-X/S·214

定价: 7.95元

目 录

绪论	(1)
第一章 家畜与环境	(3)
第一节 环境概述	(3)
第二节 家畜环境生理学基础	(5)
第三节 温热环境	(11)
第二章 畜舍的内外环境	(40)
第一节 大气环境	(40)
第二节 土壤环境	(44)
第三节 水环境	(46)
第四节 畜舍的分类与特点	(48)
第三章 畜舍环境的改善与控制	(66)
第一节 畜舍的建筑材料与围护结构	(66)
第二节 畜舍的防寒与供暖	(76)
第三节 畜舍的防暑与降温	(84)
第四节 畜舍的通风换气	(89)
第五节 畜舍的采光	(107)
第六节 畜舍的排水与除粪	(113)
第七节 家畜的饲养密度	(117)
第八节 畜舍的垫料	(129)
第四章 畜牧场的设置与环境规划	(132)
第一节 场地选择	(132)
第二节 畜牧场场地规划与建筑物布局	(138)
第三节 场内公共卫生设施	(146)
第四节 畜牧场废弃物的处理	(152)
第五节 畜牧场的绿化	(165)
第五章 畜牧场的环境污染与保护	(171)
第一节 环境污染	(171)
第二节 大气污染对家畜的危害	(175)
第三节 土壤污染对家畜的危害	(180)

第四节	水体污染对家畜的危害	(184)
第五节	畜牧生产对环境的污染	(192)
第六节	畜牧场环境卫生监测	(196)
实验指导		(200)
实验一	畜舍环境气象指标测定	(200)
实验二	畜舍中有害气体的测定	(210)
实验三	畜舍采光的测定和计算	(217)
实验四	畜舍通风量计算	(219)
实验五	畜舍设计图的认识	(237)
实验六	水质卫生指标检查	(246)
实验七	饮水氯化消毒法	(257)
实验八	畜牧场卫生调查	(261)
主要参考文献		(263)
(1)	.....	.....
(2)	.....	.....
(3)	.....	.....
(4)	.....	.....
(5)	.....	.....
(6)	.....	.....
(7)	.....	.....
(8)	.....	.....
(9)	.....	.....
(10)	.....	.....
(11)	.....	.....
(12)	.....	.....
(13)	.....	.....
(14)	.....	.....
(15)	.....	.....
(16)	.....	.....
(17)	.....	.....
(18)	.....	.....
(19)	.....	.....
(20)	.....	.....
(21)	.....	.....
(22)	.....	.....
(23)	.....	.....
(24)	.....	.....
(25)	.....	.....
(26)	.....	.....
(27)	.....	.....
(28)	.....	.....
(29)	.....	.....
(30)	.....	.....
(31)	.....	.....
(32)	.....	.....
(33)	.....	.....
(34)	.....	.....
(35)	.....	.....
(36)	.....	.....
(37)	.....	.....
(38)	.....	.....
(39)	.....	.....
(40)	.....	.....
(41)	.....	.....
(42)	.....	.....
(43)	.....	.....
(44)	.....	.....
(45)	.....	.....
(46)	.....	.....
(47)	.....	.....
(48)	.....	.....
(49)	.....	.....
(50)	.....	.....
(51)	.....	.....
(52)	.....	.....
(53)	.....	.....
(54)	.....	.....
(55)	.....	.....
(56)	.....	.....
(57)	.....	.....
(58)	.....	.....
(59)	.....	.....
(60)	.....	.....
(61)	.....	.....
(62)	.....	.....
(63)	.....	.....
(64)	.....	.....
(65)	.....	.....
(66)	.....	.....
(67)	.....	.....
(68)	.....	.....
(69)	.....	.....
(70)	.....	.....
(71)	.....	.....
(72)	.....	.....
(73)	.....	.....
(74)	.....	.....
(75)	.....	.....
(76)	.....	.....
(77)	.....	.....
(78)	.....	.....
(79)	.....	.....
(80)	.....	.....
(81)	.....	.....
(82)	.....	.....
(83)	.....	.....
(84)	.....	.....
(85)	.....	.....
(86)	.....	.....
(87)	.....	.....
(88)	.....	.....
(89)	.....	.....
(90)	.....	.....
(91)	.....	.....
(92)	.....	.....
(93)	.....	.....
(94)	.....	.....
(95)	.....	.....
(96)	.....	.....
(97)	.....	.....
(98)	.....	.....
(99)	.....	.....
(100)	.....	.....

绪 论

家畜环境卫生学属环境科学，它研究外界环境因素对家畜的作用和影响的规律，是研究改善和控制环境条件的理论与措施，以提高家畜的健康和生产力为目的的一门应用性学科，是制订卫生学标准和控制改善环境措施的理论依据。

环境是家畜在生活、生产中作用于家畜的各种因素的总称。除自然界的空气、水和土壤外，还包括饲养管理，牧场、畜舍以及与家畜生活和生产有关的一切条件均属于环境因素范畴。

在长期的畜牧生产实践中，人们已越来越认识到环境是搞好畜牧生产的重要条件。外界环境中的诸因素，以各种不同的方式与途径，作用与影响家畜机体，引起各种各样的反应。一方面，外界环境因素对动物机体的生长发育、繁殖和生产品，产生有利的影响；另一方面，外界环境因素对动物机体却产生有害的影响与刺激。其目的在于为家畜创造良好的生活生产条件，保持家畜的健康，预防疾病，提高生产力，并充分发掘家畜的利用价值。研究家畜环境卫生学就是要充分利用一切有利因素，防止与清除一切有害因素，从而达到保证家畜的健康和提高生产水平的目的。

目前由于科学技术水平的高速发展，我国的集约化商品化畜牧业将崛起，这就要求家畜环境卫生学的研究范围，必须更加广泛而深化，并具有较强的针对性。但在各种环境因素中，水、土因素较之空气环境因素相对稳定，且易于控制。同时又可通过合理的组织供水、供料，能科学地解决日常饲养管理的需要。而空气环境因素，就成为家畜环境卫生学的主要研究对象，这里是以研究空气环境并以改善与控制空气环境作为基本内容，首先是阐明在各种空气环境因素作用下，家畜机体所产生的生理反应的基本规律；其次是为了保持易变的空气环境条件的相对稳定性，也必须通过人为的控制与改善来实现。因此本书的主要内容可概括为如下几个方面：

阐述了畜体与所处环境的基本关系，以及在物质、能量交换过程中，机体的生物学特性和生理学基础；温热环境诸因素如何单独或共同作用于家畜，对其在生理和生产的影响。

论述畜舍内空气环境因素（温度、湿度、气流和光照等）的变化规律及其对家畜的影响；研究畜舍内空气中灰尘、微生物、有害气体和噪声的来源、运动规律以及对家畜的危害，并提出各项环境因素的卫生学要求。此外，介绍了大气环境、水环境和土壤环境等舍外环境的作用特点及其热工学的基本特性。

讨论畜舍环境的改善与控制措施。如何从畜舍的通风换气、采光、排水、饲养密度与防潮的卫生要求和特点着手，达到畜舍的防寒隔热的目的。设计修建适于家畜生理与生产环境的理想畜舍，乃是当今畜牧业具有现代化水平的标志之一。

研究设计畜牧场时，要从场址选择开始，并进行牧场场地的合理规划和建筑物的正确布局，还要考虑牧场的公共卫生与绿化设施，使其完全符合环境卫生要求。

讨论畜牧场的环境污染与保护。从大气污染、土壤污染与水体污染的性质和特点着手，

并通过何种方式怎样影响家畜。家畜粪尿与污水的合理处理和利用，防止畜产公害的发生，控制工业三废和农业化肥、农药的污染，做好畜牧场的环境卫生监测。

家畜环境卫生学是一门涉及范围广泛而联系学科繁多的综合性学科。它以物理学、化学、气象学、气候学、微生物学、生理学、生态学、行为学等基础科学为基础，并且与许多学科如饲养学、繁殖学、育种学、牧场经营管理学、畜牧机械化、农业工程学、家畜临床医学等均有较密切的联系。

家畜环境卫生学是畜牧、兽医两专业的专业基础课，为其后继专业课打基础。在畜牧专业，它是制定各种家畜的合理饲养管理与利用措施，同时也是设计科学合理的牧场和畜舍的理论基础。在兽医专业，注重环境因素的改变引起疾病的原因，防止从空气、水、土壤等途径传染疾病。因此，改善与控制环境条件，保持家畜健康和提高生产性能，则是两个专业的共同的目的和要求。

积畜牧业发达国家之经验，家畜生产力和畜产品商品率的提高，饲料消耗的降低，是与品种、饲料、饲养管理技术、防疫卫生以外，家畜环境的改善与控制也是一个关键。现今广泛采取集约化工厂化的饲养方式，畜舍环境要求严格，也必将为推动家畜环境的控制奠定有利的基础。

今后家畜环境卫生学在畜牧生产现代化中的任务：

第一，总结国内外有关家畜环境卫生学方面的科研成果与先进技术，充实和完善家畜环境卫生学的内容，并做为指导我国畜牧生产的一门实用科学。

第二，结合我国各地区气候特点，开展有关气象因素对家畜健康和生产力影响规律的研究，逐步制订适合我国的各种家畜空气环境卫生参数。

第三，在家畜环境卫生学理论和卫生参数的基础上，结合我国各地不同的自然与经济特点，探讨畜舍环境改善与控制的有效措施，可为不同家畜的科学化畜舍设计提供理论依据。

第四，对国内现有集约化工厂化饲养的畜牧场，存在的各种环境卫生问题，以及值得推广的经验，应进行认真而全面系统的科学总结，以供新建畜牧场时的参考。

第一章 家畜与环境

第一节 环境概述

一、环境概念

在环境科学中，一般认为环境是指围绕畜禽的空间，及其中可以直接、间接影响畜禽生活与生产的各种自然因素的总称，但也有人认为环境除自然因素外，还应包括有关的社会因素。通常所谓环境，是指家畜的生活环境。

家畜周围环境，广义地可理解成各种构成要素和各种状态的数量。但这里讲的生活环境只包含对家畜生活产生任何形式的直接影响的有关因素，把由这类因素组成的环境（机能性环境），作为研究对象。因而，对有间接作用可能性的环境（潜在性环境）不作为研究对象。

家畜的生产是从家畜的生活过程中产生。因而为了家畜生产，从家畜管理这一观点看，家畜的生活环境也就是家畜的生产环境。畜禽生活在地球表面，每时每刻都要吸入新鲜的空气，要饮用清洁的水，还需要获得一定数量与较佳质量的饲料。由此看来，所谓环境又可指畜禽的日常生活环境和从事生产的外界环境的总称。它是由空气、水、土壤和植物等组成的自然环境。

二、环境因素

家畜的环境由许多因素构成，并以环境因素的综合作用于家畜。

在较多的因素中，最重要的是气温、气湿、气流、太阳辐射等气象要素。气象要素所以会受到特别的重视，因为象后面要讲到的那样它是构成与家畜的生活、生产关系最密切的热环境因素。从气候学的观点看，气象要素就是日照、气温、降雨和风等。也有把这些要素或气候的季节性变化等称为气候要素。另外，象纬度、高度、地势、地形等因素叫做地貌因素，但有时把气候要素和地貌因素合在一起称为气候因素。因素与要素的区别，要素是指家畜肌肉实际上感觉到的直接影响；环境因素是指它与家畜身体之间存在主体与客体的关系。然而，一般都把它们看成同义语。

声音、光、畜舍、附属设施的构造，空气、各种营养元素、土壤等的物理、化学因素等也对家畜有重要的影响。

把家畜的管理者（人），家畜的同伴，对放牧的牧草、野草，有害生物等称为生物因素。把气候因素、物理和化学因素等称为非生物的因素，予以区别。

三、环境分类

如在家畜的饲料、营养成分等营养环境因素中，有栽培的牧草、供给的水和无机物等

人工的因素和野生草、自然界水和无机物等自然因素。把畜舍、管理者、栽培牧草、配合饲料等人工因素称为人工环境和人工环境因素；把气候方面的因素，野生动植物及其他非人工的因素称为自然环境和自然环境因素。与家畜生活有关的环境因素，以上述原则为基础，按环境学的分类，如表1—1所示。

从家畜环境卫生学的观点出发，表1—2的分类更为确切。这种分类有程度上的差异。

表1—1 与家畜的生活有关的环境因素 (环境学的分类)

自然因素	非生物环境	气象要素	光、气温、湿度、风与空气、气压
		营养要素	水、无机物
		土壤	土壤性质、土质、土壤水分
		地理性要素	纬度、高度
	生物环境	物理性要素	声音、颜色
		饲料	成为牧草及其他饲料的植物，成为昆虫及其他动物性饲料
		有害生物	病原菌及其他有害微生物；病虫害；有害动物(昆虫)、有害植物
		其他生物	野鸟及其他
人工因素	非生物环境	畜舍和附属设施、设备	畜舍、系留装置、饲槽及其他
		放牧栅及其他放牧(运动)设施	运动场、放牧栅及其他
	生物环境	营养成分与饲料	水、无机物、蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、籽实、加工饲料
		其他因素	噪音、音乐、颜色、农药
	生物环境	管理者(人)	
		家畜同伙	同伙间、同伙外
	饲料	牧草、饲料作物、动物饲料	

表1—2 家畜的环境

区分	构成因素
热环境	室温、空气湿度、气流、辐射
物理性环境	光、声音、畜舍、附属设施的结构、饲养密度、人工色彩
化学性环境	空气、水、氧、CO ₂ 、CO、氨气、尘埃、饲料、饲料添加剂、农药等。
地貌、土壤环境	纬度、高度、地势、地形、土壤(土性、土质、土壤水分)
生物性环境	野生植物、野生动物、有害动植物、有害微生物、牧草、野草、树林
社会性环境	家畜的同种伙伴、异种间伙伴、管理者与家畜、亲仔、雌雄关系。

注：也可以称为温热环境。

今天，环境的人工控制是现代畜牧技术不可少的条件，采用表1—2那样的分类，人们可以确切地掌握对生产环境的控制。

表1—1和1—2所表明动植物中，象有毒植物、吸血昆虫等是对家畜有害的，作为饲料的作物是有用的，这种场合，把探讨饲料等的营养环境因素——饲料成分、营养价值等方面，作为家畜营养学的内容。

又有人将环境分为自然环境和社会环境。自然环境是社会环境的基础，而社会环境又是自然环境的发展。因此，研究自然环境是不能离开社会环境的。

自然环境是环绕畜禽的空间周围的各种自然因素的总和，如大气、水、植物、动物、土壤、岩石矿物、太阳辐射等。这些是畜禽赖以生存的物质基础。通常把这些因素划分为大气圈、水圈、生物圈、土圈、岩石圈等五个自然圈。畜禽是自然的产物，而畜禽的生产活动又影响着自然环境。在自然环境基础上，经过人类长期的社会劳动，形成的社会环境则从略。

第二节 家畜环境生理学基础

一、畜体的热平衡

维持动物生命活动的一个重要基础是保持恒定的体温。为此必须使体内产生的热量与散发的热量达到平衡。就机体本身来说，不算十分困难。但是外界环境复杂多变，所以问题是在一定的环境之中，如何能使其产热与散热保持平衡。

恒温动物具有恒定的体温。它有调节产热与散热的生理机能，同时还有维持恒定体温的保证——被毛或羽毛，可以不因环境温度的改变而改变体温。因此，使动物扩大了生存领域，能在极严峻的环境中也能适应下来。

(一) 体温与皮温 家畜体温，在多数情况下都高于外界环境温度，一昼夜中也有一定的波动，畜体体温在全身并不是完全一致的，脑和体腔内的脏器都维持恒温。从体深部向外，温度有所下降，由此可向外散热。畜体体表皮温也因部位不同，被毛有无或短长、稀密而有不同，如四肢下部、耳部、尾部等往往因环境温度下降，而较畜体其他部位有明显的下降，一般来讲，皮温常因环境温度的变化而有改变。尽管如此体温还是保持相当的稳定。测定体温，常用体温计测定直肠温度($t_{体}$)，可反映畜体深部温度。

静风时畜体体表皮温度($t_{皮}$)和气温($t_{空}$)呈线性关系，如猪的皮温与气温的关系为：

$$t_{皮} = 28.9 + 0.0071 t_{空}$$

由于体温从内部向外部逐渐下降。除用直肠温度反映体深部温度外，还可以从直肠温度与随气温变化而变化的皮温取得平均体温变化(Δt)，以反映体内蓄积的热量的变化，如牛的

$$\Delta t = 0.14 t_{皮} + 0.86 t_{体}$$

(二) 畜体产热 家畜摄取的饲料能，一部分用于合成蛋白质、脂肪以及各种畜产品，另一部分则用于产热，亦称代谢产热，机体的代谢产热包括四个部分：

1. 基础代谢产热 即动物处于适宜温度条件下，不进食并休息时的产热。这是维持生

命活动的最低产热量。

2. 体增热 也称增生热, 机体在基础代谢状态时, 体内所有器官、组织和细胞都处于最低的代谢强度。当采食并消化、吸收饲料时, 它们的代谢都随之增强并释放出生化反应过程中所产生的热能, 即体增热。

饲料在消化道中发酵时, 各种微生物释放出的化学能, 也是体增热的一部分, 反刍家畜采食粗饲料时, 这部分热能占代谢产热的40%以上。

3. 肌肉活动产热 家畜在生活中起卧、行走、采食、争斗等活动都有肌肉在作功, 伴随作功也产生热量。

4. 生产过程产热 家畜在产乳、肉、蛋、毛等畜产品以及妊娠、生长过程中, 都要产生热量。

(三) 畜体散热 维持体温恒定, 就必须使机体在产热与散热达到平衡, 畜体的散热主要通过传导、对流与辐射、蒸发四种途径向体外散热。这些散热过程直接和环境有关, 不良的环境会使散热过多或受阻。

1. 传导散热 传导散热是指畜体体表将热量传递给与其直接接触的低温物体的过程。这是畜体与环境之间的能量转移。因为两种物体之间的热传导, 是温度较高处的分子具有较大平均动能, 通过分子间的碰撞, 将能量传给温度较低处的分子, 即从高温处向低温处转移。

畜体体表覆有被毛或羽毛, 传导散热时, 热先从体表皮肤传递给被毛层或羽毛层, 再传递给与其接触的物体, 如空气、地面等。

当畜体与固体物质(如地面)接触时, 假定热在固体物质中的转移方向和接触物体的皮肤表面垂直, 其传导散热量可以下式表示:

$$Ca = \frac{A(t_{皮} - t_{环})}{\frac{d_{皮}}{\lambda_{毛}} + \sum \frac{d_{环}}{\lambda_{环}}}$$

式中: Ca ——传导散热量;

A ——传导散热的体表面积;

$t_{皮}$ ——皮肤温度;

$t_{环}$ ——直接接触皮肤的物质温度;

$d_{毛}$ 、 $d_{环}$ ——被(羽)毛层、与被毛接触的物质厚度;

$\lambda_{毛}$ 、 $\lambda_{环}$ ——被(羽)毛层、与被毛接触的物质的导热系数。

传导散热量和体表面积、体表与物体间温差成正比, 和被毛层厚度成反比, 被毛层的导热系数越大, 传导散热量越多。

与被毛接触的物质温度, 靠近畜体处最高而离畜体的距离越远则越低。式中物体温度是指离畜体最远处的温度, 物体温度和该物体的热工特性有关, 即和其导热性能, 蓄热性等有关, 导热性大的物体其温度与体表温度的差就大, 蓄热性大的, 这种温差也大。

畜体体表暴露于空气的部分, 其传导散热和对流散热联系在一起, 故按对流散热计算。

2. 对流散热 气温低于畜体体表温度时, 通过空气带走体表热量的过程称为对流散热。由于热被移动的空气带走, 所以对流传热是气体分子相对位移造成的热传递。

畜体体表空气, 获得畜体散发的热而体积膨胀, 密度变小, 向上浮升, 周围密度较大的空气随即拥入并占有它的位置, 这种因空气受热向上浮升所形成的对流称为自然对流或热力

对流。由于人工或自然条件形成空气流动而将畜体体表散发的热量带走的对流，称之为强制对流或动力对流。在畜舍内，没有良好的通风设备或舍内气流很稳定时，多为自然对流。

畜体的对流散热量可用下式表示：

$$C_v = CA V^n (t_{皮} - t_{空})$$

式中： C_v ——对流散热量；

C ——对流系数；

A ——存在对流散热的畜体体表面积；

V ——气流速度；

n ——气流速度指数，多为1/2；

$t_{空}$ ——气流温度（空气温度）。

对流散热不是直接从畜体皮肤将热带走，而散热过程发生在被毛层表面，通过传导散热过程，体表热被转移到被毛层表面之后才能有对流散热，故传导散热和对流散热在此种情况下也被称为传导对流散热。只计算对流散热量即可。如果气流直接进入毛层，传导散热过程的 d 毛值变小， C_d 值将加大， C_v 也随之加大。

对流散热过程中发生对流散热的体表面积 A ，可因畜体的姿势而有很大差异。如卷缩一团的畜体体表面积小于四肢舒张或站立姿势下的面积。

畜体的活动也会影响对流散热量，因为迎风行走、跑动时的相对风速大于停立不动时风速，散热量也就要比停立时大。

3. 辐射散热 外界环境温度低于畜体皮肤温度时，畜体皮肤以长波辐射方式散发体热的过程，称为辐射散热。

一切物质在绝对温度 0°K （ -273°C ）以上都具有向外辐射热能的能力，其辐射量与其绝对温度的四次方成正比。同时，物质也具有吸收外来辐射的能力。这两种能力是相等的。在理论上能全部吸收投射来的辐射能的物体称为黑体，其向外辐射的能力——发射率等于吸收能力——吸收率，均为1，任何其他物质的发射率都要小于1，至多也只能接近于1。生物都具有向外辐射的能力，不断向体外发射波长较长的长波辐射——热辐射。畜体向外发射的辐射量和所吸收的外来辐射量之差为畜体净辐射散热量，可表示为如下公式：

$$R = A_b (E_{皮} T_{皮}^4 - E_{环} T_{环}^4)$$

式中： R ——净辐射发射量；

A_b ——发射辐射热的表面积；

b ——辐射系数；

$E_{皮}$ ——畜体体表发射率；

$T_{皮}$ ——畜体体表发射温度（ $^{\circ}\text{K}$ ）；

$E_{环}$ ——环境发射率；

$T_{环}$ ——环境发射温度（ $^{\circ}\text{K}$ ）。

式中所指环境，不是畜体周围的空气，而是能吸收畜体辐射热的固体或液体。如墙壁、天棚、湿的表面等。环境的颜色和表面状况能影响对畜体热辐射的吸收能力。颜色越深，表面越粗糙，吸收的辐射越多。

4. 蒸发散热 通过皮肤和呼吸道表面水分蒸发的散热过程称为蒸发散热。畜体一刻也不停止呼吸，皮肤也时刻在向外渗透蒸发水分。气温升高时，有些动物如牛能排汗，这些都

构成了蒸发散热。如20℃的水由液态变为汽态，每克水就要吸收583卡的热，这个量相当于1克水升温1℃所需热的600倍。因此，蒸发是畜体非常有效的散热方式。畜体蒸发散热量可以下式表示

$$E = KAV^{\ast} (P_{皮} - P_{空})$$

式中：E——蒸发散热量；
A——存在蒸发散热的体表面积；
K——蒸发常数；
P_皮——畜体蒸发表面的水汽压；
P_空——周围空气的水汽压。

蒸发散热与空气中的水汽压有关。(P_皮 - P_空)值加大，蒸发散热量增加。气温不高时，蒸发散热量在畜体全部失热中比例较小。气温升高了从前列各式可以看出，辐射、对流、传导散热量将逐渐减少，不足以充分散发体热，这时蒸发散热所占比重将迅速上升。较高的空气温度也将对蒸发散热量有所影响。

有些畜禽如猪和鸡等，没有汗腺，其蒸发散热有赖于渗透蒸发和呼吸道蒸发。呼吸时吸入的空气通常呈不饱和状态，温度也低于体温呼出气的温度与体温相同，又饱和和状态，这样就能大量放散热。

(四) 畜体热平衡与调节 以上四种散热方式，都是借提高或降低皮温等外界温度之差值来调节散热量的，亦即依赖于热在转移中的物理特性。故称之为物理调节。传导、对流、辐射有别于蒸发散热的从液相改变为汽相的潜热转移，故称为非蒸发散热或显热散热。它们散发的热可使畜舍气温升高了故又称为可感散热。蒸发散热又可称为潜热散热。

此外，家畜采食、饮水之后，加温饲料和水也要消耗一部分热，这部分散热反映在排出体外的粪、尿所具有的热量上。有人将其并入潜热中。原因是该部分散热量在总的散热量中所占比例甚微。

畜体的产热，是在体内生物化学过程中发生的，因此，在调节畜体产热、散热平衡中，它可称为化学调节或产热调节，相对应的各种散热过程则可称为散热调节。当畜体的产热和散热二者达到平衡时，可用下式表示：

$$M - E \pm F \pm Cd \pm Cv \pm R = 0$$

式中：M——代谢产热量；E——自皮肤和呼吸道蒸发的散热量；F——使饲料和饮水加温或冷却至体温的得热或失热量；Cd——传导的得热或散热量；Cv——对流的得热或散热量；R——辐射的得热或散热量。

在上式中，各种散热值为正值时，是畜体从环境得热，是负值时为畜体向环境散热。如果该式结果为正值，表明畜体产热量和从体外得热量大于散热量，这时热在体内积蓄，体温升高；得负值则为散热量大于产热量，体温将下降。都使热平衡被破坏。维持正常体温是体内各种生化反应和生理活动正常进行的必需保证条件。为达到自身稳定，畜体的体内各种神经系统和内分泌系统可进行调节。在皮肤、粘膜和内脏器官中，分布有温热感受器。此种感受器感受冷或热的刺激，在被丘脑下部前侧中枢温度感受器接受后，在丘脑下部后侧进行处理，对体温进行调节。

体温的生物节律可受肾上腺皮质和松果体影响，对人、大鼠和麻雀的研究表明。在体温上升阶段使机体受冷或在体温下降阶段使机体受热，血浆中肾上腺皮质激素——皮质醇含量

明显上升，说明有较强的应激反应。而在上升阶段受热和下降阶段受冷，应激反应则很弱。松果体分泌的褪黑激素可加大体温的下降程度。对畜体在夜间体温下降有一定作用，使机体不再产生多余热量。

(五)被毛(羽毛)在体热平衡中的作用 畜体如果没有被毛或羽毛覆盖而裸露于空气中，将受到空气温度、湿度、气流以及太阳辐射的强烈影响，不易使体温保持恒定。所以被毛或羽毛是家畜机体保持恒定体温的一个重要屏障。

1. 被毛层中有很多空气，被阻留于其中，处于不流动状态，因而就减少了皮肤表面的对流散热，被毛本身的成份中主要为蛋白质，导热性能差，因此被毛层在畜体周围构成一个保温层。它的隔热能力要比同等厚度的棉花大27%左右。

禽类羽毛的隔热能力更胜于家畜的被毛。紧贴皮肤的绒羽，可以阻留大量的空气，并将其分割成若干个流动性较小的小气团；其外复有一层形呈片状、向躯体后方倾斜的体羽，它能起到防风层的作用。由于禽类羽毛具有极好的保温隔热作用。即使在寒冷的高空飞翔时也不会使体热放散过多；处于静止状态时，家禽会经常改变它们的姿势，或有轻微的动作，这是为了散发被固封在体羽层下过多的体热。因为哪怕是把藏在翼下的头伸出来，或两腿稍稍移动或变换一点位置，都会搅动羽毛，使隔热作用马上下降，如果不这样，机体散发的体热被禁锢在羽毛层中不动，将会使体温上升到难以忍受的程度。

被毛的密度可影响隔热能力。密度大，毛层中的空气被分割成很小的气团，也不易流动走，密度小，对流作用就将增大。

被毛的组成，也影响隔热能力，细、长、弯曲的绒毛愈多，隔热能力愈强。相反、粗毛硬而直，分割空气的能力大为减弱。

2. 被毛在阻隔太阳辐射热对皮肤的影响上有很大的作用。覆盖于体表的粗毛，多具有光泽而反射能力很强。可将相当部分的太阳辐射再反射出去，被毛吸收的辐射热通过毛层到达皮肤之前，随着畜体的辐射、对流散热已大部分散发出去了。能达到皮肤的太阳辐射热为量甚少，可通过蒸发作用散发掉，从而使皮肤受到的太阳辐射影响降到最小程度。例如在中午到下午2时，气温为36~42℃时，将被毛厚度为4cm的绵羊暴露于烈日下，毛尖温度升高到85℃，皮肤温度只有42℃，体温为40~40.1℃。

长毛和密毛层使太阳辐射不易投射到皮肤，短毛和稀疏毛层将使皮肤吸收的太阳辐射热能增多。被毛几乎能全部吸收太阳辐射中的红外线，而可见光和紫外线，吸收的多少与被毛颜色和光泽有关。

粗毛多具光泽，反射率强，能较多的反射出太阳辐射。浅色毛的吸收率小于深色毛。表1—3说明了不同颜色被毛的估计吸收率。同样，在寒冷季节，被毛也能吸收畜体发射的辐射热，除部分向被毛外发射外，有一大部分可反射至皮肤和加热被毛，起到维持被毛层温度的作用。

表1—3 不同颜色被毛对太阳辐射能的平均吸收率

品种与被毛颜色	白色瘤牛	乳白色 西门答尔牛	红色 南非瘤牛	红棕色 苏塞克斯牛	黑色 安格斯牛
吸收率	0.49	0.50	0.78	0.83	0.89

3. 被毛层中空气含有大量水汽, 此水汽主要来源于皮肤的蒸发。同时也有不少水汽透过毛层向外逸散, 使被毛层经常保持相对稳定的湿度。如果家畜没有被毛层, 当外界很干燥, 裸露皮肤的蒸发速度加快, 将造成失热和失水过多, 皮肤干燥。当外界湿度很大时, 皮肤蒸发又将受阻。因此, 被毛层起到减少外界湿度影响的作用, 保持畜体皮肤正常蒸发。表1-4是对牛体皮肤表面及被毛层外空气中水汽含量的测定结果。由于被毛层中有较大的饱和差, 使空气湿度很大, 致使皮肤的正常蒸发作用避免少受影响。

表1-4 牛被毛层内外的湿度

	温度	水汽压	相对湿度	饱和差
距牛体1m远处	9.7	7.39	82.7	1.63
牛皮肤表面	33.2	19.99	73.3	28.44

表1-5表明了在不同毛长、风速有无降雨的情况下羊的散热量。在同样风速下, 毛长1cm的被毛, 降雨为10mm/时, 散热量只增加22.5~23.3%, 同样风速下, 5cm长的被毛可使散热量较1cm长的被毛减少50%。毛长相同, 风速虽加大14倍, 散热量仅增加39~50%。由于被毛的作用, 气温每降低1℃, 羊体散热量只增加3%左右。所以复杂多变的环境中, 畜体都能保持恒定的体温。由于家畜种类的不同, 被毛稀密, 厚薄等均有一定差异。猪的被毛稀少, 其功能比其他家畜差。

表1-5 被毛长度、风速、降雨、气温与羊体散热量

被毛长度 (cm)	风速 (m/s)	降雨 (mm/h)	散热量(Mcal/m ² ·h)		
			气温(℃)	5	10
1	4.5		4.0	3.5	3.0
1	4.5	10	4.9	4.8	3.7
5	4.5		2.6	1.7	1.5
5	0.3		1.4	1.2	1.1
5	8.9		2.6	2.7	2.0

二、畜体的适应

家畜周围的环境不断地起变化, 家畜也同样在发生变化。家畜与环境变化之间的相互作用关系将在后面讲述的热环境与家畜的关系中会特别深刻地被理解。不断地进行新陈代谢的家畜有机体与热环境之间一刻不停地相互进行着热交换。而且, 热环境本身只不过是一种以太阳辐射热为源泉的大自然热能的不断运动的过程。

尽管这样, 家畜总是生活在各种环境中, 几乎都必须保持一定的生理状态。反应在热环境关系上, 它是畜禽的恒温性的原因。

(一) 家畜对环境的适应 家畜从野生动物的进化过程中, 不得不使自己的生理、生态、形态发生变化, 还随着这种变化被改良成更高性能的家畜。

家畜对环境变化的适应过程, 是从暂时性的反应开始延续到持续性反应, 后者伴随发生生理、生态的全面变化, 直到在新的环境条件下能行使正常的生活状态为止。如把这种关系从种与环境的生物学意义角度看, 是物种的发展过程。把对应于这种环境变化, 在家畜种的水平上的发展称为生物学适应, 把生理性适应叫做适应性反应。另外, 把适应于新气候条件的生理、生态和形态的变化, 称为气候驯化。

在个体水平上的生理性适应, 通常区分为抵抗适应和能力适应两种。所谓抵抗适应, 是指生存在该个体的极限环境(例如极冷、极热等)能生存的适应; 所谓能力适应, 系指调节适应环境变化的内部状态, 如保持体温、体液的稳定性。

(二) 驯化与适应 一般认为, 通过训练、选种或驯化能够提高或促进适应。外界环境作用于机体, 使其各种生理机能发生改变。气候条件是家畜的最重要的环境条件。尤其是气温, 对畜体有着巨大影响。畜体对气候的适应过程, 可分为气候服习、驯化和适应三类。

畜体对不良气候条件短期的生理适应过程称为气候服习。当畜体遭受到炎热或寒冷的气候, 经过短期(2~3周或更长一些)的服习, 调节了生理功能, 可在这种气候条件下延长存活时间, 或继续生存。

在寒冷气候中的服习过程主要是呼吸变慢而深, 增加活动量, 提高代谢率, 在炎热气候中的服习过程主要是减少活动量, 增加蒸发散热, 降低代谢率。一般对炎热气候的服习时间要比对寒冷气候的服习时间长。

动物对长时间的气候条件的适应过程, 称为气候驯化。如随着季节变化, 畜体生理调节和形态所发生的变化。如从冬到夏, 气温逐渐升高, 代谢率逐渐下降, 蒸发散热逐渐增加, 还将脱换毛羽, 减少皮下脂肪贮存; 而从夏到冬, 气温逐渐下降, 代谢率逐渐提高, 并生长出厚密的被毛, 皮肤和皮下脂肪也增厚。然而代谢率和临界温度都有下降, 甚至低于原来水平。

无论是气候服习和气候驯化, 只要这种气候条件消除之后, 动物又逐渐恢复到原来的状态, 尽管气候驯化还有形态上的改变, 但都是生理适应过程。

气候适应实质是对不良气候的遗传适应过程, 需要经过多少年多少代的自然选择和人工选择, 因而在生理上和生态上发生根本改变并能遗传于后代。适应的机制在于, 有机体为了保持其稳定性, 必须调节存在于有机体与环境之间以及存在于构成有机体的各个部分之间的复杂的反馈系统。当加上使有机体正常机能引起障碍的条件一般称为应激。引起应激的因素种类繁多, 就不在此一一列举。

第三节 温热环境

温热环境与其他环境比较之所以特别引起人们重视, 在于温热环境是家畜的基本环境条件之一, 也是对其影响最为深刻的环境。因为它是直接关系到作为家畜恒温性的环境, 同时由于管理家畜的目的在于使家畜生产力维持在高水平上, 并使其逐步提高, 也与温热环境密

切相关的。

温热环境包括有太阳辐射、空气温度、空气湿度、气流等。这些因素多为共同对畜体发生综合作用，本章对上述因素逐一介绍，并讨论其综合作用及各种因素综合作用的评定。

一、太阳辐射

太阳辐射是地球表面热能的主要来源。大气中发生的各种物理现象，都是由太阳的直接和间接辐射所引起。太阳辐射到达大气外周的强度为 $1360\text{瓦}/\text{m}^2$ ，称为“太阳常数”。在一般晴朗的天气，大气的透明度平均为0.7，说明到达大气外围的太阳辐射约有70%可以到达地面，其30%为大气反射、散射和吸收（表1-6）。部分散射实际上仍能到达地面或成为天空辐射。

表1-6 太阳辐射经大气外层后的分配

太阳辐射的分配(%)	天 空 条 件	
	晴 朗	阴 天
由大气反射或散射	15	55
大气吸收	16	10
到达地球表面	69	35

太阳辐射由各种波长（单位为毫微米）的辐射组成。按人的视觉就可将其分为三大类：可见光、红外线、紫外线。红外线的波长在 $300\ 000\sim 710\text{nm}$ 范围，可见光波长的范围在 $750\sim 400\text{nm}$ 左右，紫外线则在 $380\sim 4\text{nm}$ 左右。

可见光可分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫几种光。它们的波长（nm）分别为：

红光	760~610	橙光	610~590
黄光	590~570	绿光	570~500
青光	500~450	蓝光	450~430
紫光	430~380		

太阳辐射通过大气时，受大气灰尘、水汽和二氧化碳等影响，大约有43%被反射和散射而返回太空，14%被大气吸收，43%以直射光（27%）和散射光（16%）的形式到达地面。因而到达地面的光谱亦发生变化，变化最大的是紫外线。波长 $280\sim 290\text{nm}$ 的紫外线，在 $20\sim 40\text{km}$ 的高空中已全部被臭氧层所吸收，这一部分辐射波具有很大能量，可杀死地球上的各种生物类，如果全部到达地面，地球上几乎不可能有生命的存在。波长短于 300nm 的也不能通过含灰尘多的大气，短于 320nm 的还不能通过普遍的窗玻璃。红外线有很大一部分被空气中的水汽和二氧化碳所吸收。可见光的变动小。

投射到地球表面的太阳辐射强度，除受大气情况影响外，还要受海拔高度、太阳高度角的影响。海拔愈高，大气中云雾、水汽、灰尘、二氧化碳等含量愈少，太阳的辐射强度愈大。中午太阳位于天顶，太阳高度角最大，太阳辐射通过大气层厚度最小，单位面积地面接受太阳辐射量最大。太阳高度角小，单位面积地面接受的太阳辐射也小。太阳高度角因纬度、季节和每日白天时间不同而有所不同。因此，同一时间内，高纬度地区地面单位面积上的太阳辐射量和低纬度地区不同。冬天与夏天的中午，该量也有不同。