

4. 畜牧业与环境

为了减轻畜牧生产对环境的影响，确保畜牧业为粮食安全和减贫做出可持续贡献，需要采取政策行动。畜牧生产就像其他经济行为一样，也可能对环境造成损害。产权不明晰和对畜牧业缺乏有效管理，均可能导致土地、水资源和生物多样性衰竭和退化。同时，畜牧业受到生态系统退化的影响，面临其他部门对同类资源的竞争。气候变化是一个特别的“反馈环路”，畜牧生产不仅是问题的症结之一，也深受其害。如果不采取适当行动改善畜牧业生产的可持续性，千百万人口的生计将会受到威胁。

畜牧业在许多层面都遭受市场和政策失灵的影响，包括与开放型资源准入、外部性和助长有害做法的不当激励机制等相关的问题。虽然一些国家在减少与畜牧生产有关的污染和森林砍采伐方面取得了进展，但更多的国家还需要适当的政策并加大执行力度。鉴于全球对畜牧产品的需求可能会继续走强，而且许多人以畜牧业为生，因此，迫切需要提高该部门内自然资源的利用效率，减少畜牧生产的“环境足迹”。改善管理做法，畜牧业就能缩小其足迹，为减缓气候变化做出巨大贡献。要实现这些目标，需要在政策、制度和技术层面采取行动。

畜牧业生产体系与生态系统

畜牧业与生态系统的关系十分复杂，因地域和管理做法的不同而各异。大多数传统畜牧生产体系是资源驱动

型，生产者利用当地可得且替代用途有限的资源，按经济术语表述，就是机会成本很低的资源。例如，此类资源包括作物残余物，不适于耕种或他用的粗放型草地。同时，在混作生产体系中，传统方式管理的畜牧业通常为种植业提供有价值的投入，确保两者紧密结合。

对畜产品日益增长的需求，正在改变畜牧业与自然资源之间的关系。现代的工业化生产体系正在丧失与当地资源基础的直接联系，其生产依靠从外部购买的饲料。同时，一些之前能够以很低成本获得的资源，现在越来越昂贵了，因为其他经济部门和其他活动（诸如生物燃料生产；见插文10）对资源的竞争加剧，或者因为社会更加重视这些资源所提供的非市场性服务（例如水和空气质量）。

工业化畜牧生产与饲料生产用地的分离也造成废弃物的大量集中，可能给周边环境的营养吸收能力施加了压力。与之相比，放牧和混合农业系统往往是一个更为封闭的系统，一项生产活动的废弃物（动物粪便、作物残余物）可以用作另一个生产活动的资源或投入品。

畜牧业也是大气污染气体排放的源头，会产生温室效应。畜牧生产的持续增长会加重对环境和自然资源的压力，因此要采取既能增产、又减缓环境压力的做法。

畜牧业与土地

畜牧业是世界上土地资源的最大用户，放牧的草地和饲料生产用地差不多占到80%的农业用地。该部门占用34亿

插文 10 生物燃料生产的发展

越来越多地使用谷物和油籽生产化石燃料的替代品——乙醇和生物柴油——是畜牧业在争夺资源方面所面临的一个重大挑战。受高油价、世界各国政府为可再生能源设定的雄心勃勃目标以及许多经合发组织国家补贴的推动，全球生物燃料产业经历了不同寻常的增长阶段。

这一迅猛增长对作物（诸如用于生物燃料原料的玉米和油菜籽）的价格和可供量具有重要的影响。很多研究都关注了对作物领域的影响。然而，畜牧业也受到了强烈冲击。液态生物燃料的大规模生产对畜牧业最为明显的影响是由于作物价格走高而增加了饲料成本。生物燃料的生产还增加了种植作物的回报，鼓励农民将草场转作农田。

另一方面，生产生物燃料产生了有价值的副产品，诸如含有可溶物的蒸馏干燥谷物（DDGS）和油籽粉，它们都可以用作动物饲料，并可替代动物口粮中的谷物。由于生物燃料生产的繁荣发展，副产品的产量在近几年间大幅增加。相对于其他饲料而言，这些副产品的价格较低，因此在

一些国家和生产体系中被越来越多地用作饲料。

这意味着，生物燃料的副产品将有助于抵消生物燃料繁荣发展对畜牧业成本的负面影响。同时，副产品也是生物燃料产业收入中重要的组成部分。如果畜牧业不能吸收这些副产品，它们的价格会大幅下跌，因而降低生物燃料的经济回报。

大规模的生物燃料生产对畜牧业的影响因区域和畜禽种类的不同而变化。受影响最大的是那些积极增加生物燃料利用的国家（例如美国和欧盟国家），以及那些与全球农业经济紧密相连的国家。不同的畜牧行业所受影响的区别颇大。例如，乳品和牛肉生产者在传统上在饲料配给量中使用含有可溶物的蒸馏干燥谷物，因为牛爱吃而且易于消化。因此，他们比其他畜禽生产者更能从蒸馏干燥谷物的增加中获益，而其他生产者可能不会调整饲料配给量，使其易于吸收蒸馏干燥谷物供应的增加。

资料来源：Taheripour、Hertel和Tyner，2008a和2008b。

公顷牧地（表12）和5亿公顷的饲料作物用地（Steinfeld等人，2006）；后者相当于耕地总量的三分之一。

草地总面积占无冰陆地表面的26%。其中大多数地区因过度干燥或过度寒冷而不适于耕作，而且人烟稀少。草场的管理做法和用途差异很大，每公顷的畜牧生产率也是如此。世界上大

多数草地分布在干旱和半干旱地区，草场的集约化通常在技术上是不可行或无利可图的。而且，在非洲和亚洲许多地区，草场传统上是公共财产。由于传统制度逐渐衰弱，土地的压力加大，许多草场已经成为开放型准入面积。在这些以及其他主要的基于草原的体系中，缺乏改进草场管理的激励政策和先进技

表 12

1961年、1991年和2007年土地使用情况，按区域和国家组计

区域/国家组	可耕地				草场				森林 ¹			
	面积			占土地总面积的比例	面积			占土地总面积的比例	面积		占土地总面积的比例	
	1961	1991	2007		1961	1991	2007		1991	2007		
	(百万公顷)			(百分比)	(百万公顷)			(百分比)	(百万公顷)		(百分比)	
波罗的海国家和独联体 ²	235.4	224.4	198.5	9.2	302.0	326.5	362.1	16.9	848.8	849.9	39.6	
东欧	48.7	45.0	39.7	34.9	20.0	20.4	16.6	14.6	34.7	35.9	31.6	
西欧	89.0	78.6	72.8	20.4	69.7	60.7	58.9	16.5	122.5	132.9	37.2	
亚洲发展中国家	404.4	452.5	466.4	17.6	623.4	805.1	832.8	31.5	532.8	532.6	20.1	
北非	20.4	23.0	23.1	3.8	73.4	74.4	77.3	12.9	8.1	9.1	1.5	
撒哈拉以南非洲	133.8	161.3	196.1	8.3	811.8	823.8	833.7	35.3	686.8	618.2	26.2	
拉丁美洲和加勒比海地区	88.7	133.6	148.8	7.3	458.4	538.5	550.1	27.1	988.3	914.6	45.1	
北美洲	221.5	231.3	215.5	11.5	282.3	255.4	253.7	13.6	609.2	613.5	32.9	
大洋洲	33.4	48.5	45.6	5.4	444.5	431.4	393.0	46.3	211.9	205.5	24.2	
发达国家	633.8	632.4	576.2	10.9	1 119.0	1 094.1	1 083.4	20.5	1 815.7	1 829.0	34.7	
发展中国家	647.6	770.9	834.9	10.8	1 967.8	2 242.6	2 294.8	29.7	2 252.6	2 108.4	27.3	
世界	1 281.3	1 403.2	1 411.1	10.8	3 086.7	3 336.8	3 378.2	26.0	4 068.3	3 937.3	30.3	

¹ 仅能获得1991年以来的森林数据。² 独联体 (CIS) = 独立国家联合体。

资料来源：粮农组织，2009b。

术；因而无法实现潜在生产利益和生态系统服务。

草场呈现三大趋势：宝贵生态系统变为草场（例如砍伐森林）；草场转作他用（耕地、城市用地和森林）；草场逐渐退化。

放牧引发的植被退化是中美洲和南美洲的一个共同问题（Wassenaar 等人，2006）。同时，草地正被逐渐分割，为耕地和城市用地所蚕食。据 White、Murray 和 Rohweder（2000）估计，北美洲超过90%的高草草原和南美洲大约80%的热带高草草原已经转作耕

地和城市用地。与之相比，亚洲的干草原以及撒哈拉以南非洲的东部和南部热带稀树草原和林地还相对稳固，不到30%的草地转作他用。

世界上大约20%的草原和牧地在某种程度上已经退化；在干旱地区这一比例高达73%（UNEP，2004）。据《千年生态系统评估》估计，10-20%的草地退化，主要由过度放牧引起。草场的退化基本上是由于牲畜密度与草场在放牧和踩踏后恢复力不匹配所致。比较理想的是，土地与牲畜之比应该根据草场状况不断进行调整，特别是在干旱地区。然

而，由于传统的制度被削弱，资源压力增加，对牲畜移动设置的障碍增多，这种调整通常无法进行。特别是在干旱和半干旱的萨赫勒和中亚公共牧区。在这些地区，人口不断增加，耕地不断蚕食牧场，严重限制了畜群的移动，限制了实施管理办法的可能。草场退化带来的环境后果包括水土流失、植被退化、有机物沉积的碳释放、生物多样性减少以及水循环被破坏等。

虽然就扭转草场退化的速度和最佳方式仍存在争议，但是草场退化在某种程度上是可以扭转的。但是，毫无疑问，当前的生产率受到非洲和亚洲部分地区高载畜量的制约；在这些地区，放牧地被过度利用。共同财产系统有利于实现牧场的可持续管理。然而，在共同财产系统遭到破坏的地方，牧场通常会被过度利用。当公共财产系统遭到破坏，个体畜牧生产者试图获得其最大化的个人利润毋庸置疑：将每公顷载畜量最大化可以充分利用资源，以便实现个体利益。这就会鼓励过度利用土地资源，危害整体的生产力。

饲料生产用地

世界饲料生产用地大部分位于经合发组织国家，但是一些发展中国家正快速扩张其饲料作物的生产，例如南美洲的玉米和大豆。

集约化的饲料作物生产会导致土地严重退化、水污染和生物多样性丧失，而向自然生态系统索要耕地往往产生强烈的生态影响，包括生物多样性和生态系统服务（例如调节水源和防止水土流失的功能）的丧失。

尽管粮食的增产主要靠现有耕地集约化生产实现，但大豆生产的快速增长主要是通过向自然生境的扩张来实现

的。在几十年中，饲养品种由反刍类动物转向猪和家禽，减轻了饲料投入品对土地资源的压力，因为猪和家禽的饲料转化率和产量更高，而且管理方法也得到大幅改善。

然而，若要满足未来的畜产品需求，就需进一步提高畜牧业和土地生产力，还要以草场和自然生境为代价扩大饲料种植面积。

畜牧业与水资源

畜牧生产体系因每头动物的用水量 and 满足这些需求的方式的不同而异。在粗放体系中，动物需要自身寻找食物和水源，对水的需要量比集约化或工业化系统的需水量多。但是，集约化生产的冷却和清洁设施需要额外的服务用水，通常会导致水资源消费总量远高于粗放体系。集约化体系和粗放体系均会因为污水径流而导致水污染，尽管在集约化体系内，牲畜的集中会使这一问题更加严重。加工畜牧产品也会大量使用水资源。

畜牧业占全球用水总量的8%，主要用于饲料作物的灌溉。工业化生产体系的发展增加了饲料作物生产对水的需求量。畜牧业生产和加工的直接用水量不足全球用水总量的1%，但是，在干燥地区用水量中所占的比例则远高于此。例如，博茨瓦纳畜牧生产的直接耗水量占其总用水量的23%（Steinfeld等人，2006）。

畜牧业，特别是集约化生产中的动物粪便，会释放进入水系和地下水的氮、磷和其他营养物质以及病原体和其他物质，因此可以危害水源质量。粪便管理不当往往导致地表水、地下水和沿海生态系统污染和富营养化，造成土壤中重金属沉积。这会损害人类健康，造

成生物多样性丧失，引发气候变化、水土酸化以及生态系统退化。

工业化畜牧生产与载畜土地相分离，打断了土地与牲畜间的养分流动，造成源头（土地、植被和土壤）养分衰竭和排泄地污染（动物粪便越来越多地排入水系而非返回土壤）。动物排泄物中的养分总含量等于或高于每年所有施用的化肥的养分总含量，这充分地说明了这一问题的严重性（Menzi等人，2009）。

减轻畜牧业对水资源的影响可使用多种备选方案，包括减少用水量（例如通过更加高效的灌溉方法和动物降温系统），降低供水损耗和破坏（例如通过提高水资源利用率，改善废弃物管理和饲料作物施肥法等），通过改善土地管理以更好地补充水资源。

尤其是就粪便处理而言，有一系列已经证明可供使用的方法，包括分离技术、堆肥和厌氧消化等。这些方法带来的好处有：粪肥可安全用于粮食和饲料作物；改善土壤盐碱化；更好地控制难闻气味；用于沼气生产；增加粪便的肥料价值。更为重要的是，用粪肥替代矿物质肥料能够降低粮食生产对环境的影响（Menzi等人，2009）。

为满足畜产品需求预期出现的增长，需要增加牲畜数量，这有可能对水资源及其用途方面的竞争产生巨大影响。然而，到目前为止，水资源和畜牧业研究与规划在很大程度上都忽略了畜牧业和水资源的关系（Peden、Tadesse和Misra，2007）。要想继续发展畜牧业而又不增加对环境的破坏，这一关系必须得到正视。

畜牧与生物多样性

生物多样性系指地球上动物、植物和微生物的种类（种间生物多样性）和

特定物种内的基因丰度（种内生物多样性）。它包括同一种群内部和不同种群之间不同个体的基因差异。生态系统的多样性是生物多样性的另一个侧面。

农业生物多样性是种间多样性的一个特例，是人类活动的产物。它包括驯养的动植物以及农业生态系统中不收获但支持食物生产的物种。人们对生物多样性的知识通常与社会结构相关，并没有均匀地分布于不同的群体（少数民族、氏族、性别或经济组别）中，且各群体的人们之间也不一定自由地就此互相交流（FAO，2004b）。例如，加工羊毛的女性对品种特征的了解与从事放牧的男性是不同的。前者关注的是与羊毛相关的特征，而后者关注的则是与饲料、饮水和抗病能力的特征。

不同的畜牧生产体系会对生物多样性产生不同的影响。集约化的生产依赖于少数一些作物和动物品种，尽管每个品种内部的基因都很丰富。这类生产体系依赖于集约化种植的饲草，而这种饲草的生产方式通常被认为是生态系统退化的原因。然而，事实上，集约化的土地利用可以发挥保护非农业生物多样性的作用，因为集约化生产可以降低农作物生产用地和牧场扩大的压力。粗放型生产可能会使用更多的品种，其使用的饲草品种也更广泛，但这种生产方式的低生产力可能会使人们需要侵占更多的自然生境。总的来说，牲畜对生物多样性的作用取决于牲畜产生影响的范围或者生物多样性易受影响的程度，即生物多样性对牲畜的敏感性以及受其影响后如何做出反应（Reid等人，2009）。

很多牲畜的品种——农业生物多样性的一个组成部分——正面临灭绝的风险。其主要原因是集约化生产所使用的牲畜

品种范围越来越窄。插文11阐述了保护家养动物生物多样性的重要性。

《千年生态系统评估》(MEA, 2005)指出,导致生物多样性丧失和生态系统服务变化的主要因素有:生境的改变(例如,土地用途的改变,河流的物理改变或从河流中抽水,珊瑚礁的消失以及由于拖网捕鱼对海底的破坏),气候变化,外来入侵生物,过度开采和污染。从地方层面到全球层面,牲畜都

直接或间接地与上述导致生物多样性丧失的因素有关。生物多样性的丧失通常是由各种环境退化共同作用引起的。这使得人们很难从中分离出畜牧生产对生物多样性的影响。使情况更为复杂的一个事实是,动物源性食品供应链上有很多环节都会对环境产生影响。

与畜牧业相关的土地用途,或为此目的改变土地用途,都会改变某些物种的生境。畜牧业加速了气候变化(见下

插文 11

动物遗传资源的保护

今天在农业和粮食生产中所使用的畜牧品种是经过长时间的驯化和发展而来的。20世纪晚期出现了一些新的发展,包括畜禽繁育商业化程度的提高,发展中国家对动物产品需求的增加,发达国家和发展中国家生产的差异,促进遗传资源转移的新的繁殖生物技术,以及控制生产环境使其完全不受地理因素影响方面的可行性。这些新的发展将人们引入了一个基因在国际间流动的新阶段。遗传资源国际间的转移已经形成相当大的规模,包括发达国家之间的转移,以及发达国家向发展国家的转移。这些基因流动主要集中在有限的一些品种上。同时,也有一些遗传资源由发展中国家转移到发达国家,主要是用于研究的目的。目前,世界上分布最广的牛的品种是荷斯坦奶牛,在至少128个国家进行饲养。在其他畜牧品种中,大白猪在117个国家进行饲养,萨能奶山羊在81个国家饲养,萨福克山羊在40个国家饲养。

粮农组织的家畜多样性信息系统(<http://dad.fao.org>)作为一全球性

的动物遗传资源数据银行,是世界上关于牲畜遗传多样性最全面的资料来源。这一数据库中共记载了7616个品种,包括6536个地方性品种和1080个跨界品种。其中,1491个品种被归类为“处于危险”¹的品种。这类品种的实际数量可能会更多,因为36%的品种的种群数量没有数据。这些被归类为处于危险品种的比例最高的区域是欧洲和高加索地区(28%的哺乳类和49%的禽类)以及北美洲(20%的哺乳类和79%的禽类)。这两个区域有高度专业化的畜牧产业,畜牧生产集中于少数的一些品种。然而,其他一些地区仍然存在大量未知危险状态品种的问题。在拉丁美洲和加勒比海地区,68%的哺乳类和81%的禽类被归类为未知危险状态的品种。在非洲,这两个比例分别为59%(哺乳类)和60%(禽类)。数据的缺乏严重制约了品种保护工作,使人们无法有效地确定优先重点和制定计划。需要加强对各种群的数量和结构的调查和报告,以及与其他与品种相关的信息采集。

文的“牲畜业与气候变化”），从而影响了生态系统和不同的物种。该部门还通过传播外来入侵物种和过度开采（如过度放牧）而直接影响了生物多样性。工业化畜牧生产所产生的水污染和氨气排放会降低生物多样性，对水生生态系统的破坏尤其严重。畜牧企业的污染物以及为了获得用作饲料的鱼粉而过度捕捞的行为降低了海洋生态系统的生物多样性（Reid等人，2009）。

牲畜业对生物多样性的影响自几千年前动物被人类驯化时就开始了。这为人类提供一种开发原先无法利用的新资源和土地的途径。目前的退化进程叠加于这些历史变化之上，继续对生物多样性产生影响。

不同物种和生产体系的影响迥异

不同物种和不同畜牧生产形式对环境的影响差异很大。集约型和粗放型生

利用少数几个品种的集约化畜牧生产的快速扩张，加剧了传统畜牧生产体系及其相关的动物遗传资源的边缘化。全球的肉、蛋、奶的生产越来越依赖一些少数的高产品种，即那些在目前的管理和市场条件下以及在工业化生产体系下利润最高的品种。

有必要采取政策措施，将动物遗传多样性中体现的全球公共产品的损失降至最低。

一些严重的威胁，诸如重大传染病和各种灾害（干旱、洪水、军事冲突等），也令人堪忧——特别是那些数量少、地理分布集中的种群。这类威胁所造成的影响很难量化。

不能完全消除这类威胁，但可以削弱其影响。要做到这一点，关键是在此方面要做好准备，因为针对紧急事件采取的行动往往有效性较低。掌握品种的特性，确定需要优先保护的品种，并了解其地理分布和所属的生产体系分布，所有这些知识是制定这种应急预案乃至实现可持续的畜牧生物多样性管理的基础。从生计角度来看，人们对当地情况的了解和知识仍

然是资源匮乏群体的一项重要资产，特别是在提高粮食安全和卫生方面。

2007年9月，国际社会通过了历史上第一个《全球动物遗传资源行动计划》（FAO，2007b）。该计划由23个战略重点组成，其旨在阻止动物遗传多样性丧失和可持续地利用遗传资源。国际社会还通过了一项《因特拉肯动物遗传资源宣言》。该《宣言》指出，在调查、监测、定性、可持续利用、开发和保护动物遗传资源方面，国家和国际层面的能力差别巨大且严重不足；迫切需要解决这方面的问题。《宣言》还呼吁人们调动可持续的财政资源，对国家和国际动物遗传资源计划予以长期支持。

¹当一个品种出现以下几种情况时被归类为“处于危险”品种：雌性动物的数量为1000头或以下；或雄性动物的数量为20头或以下；总数在1000头以上或为1200头或以下并有继续下降的趋势，且雌性的数量低于雄性数量的80%。

资料来源：粮农组织，2007b和2007c。

产体系均可能破坏环境，但方式不同。无论是通过提高集约化程度（增加非土地投入品以提高单产）还是通过扩大生产面积（单位土地的投入品不变，通过扩大生产面积来提高产量），均会对环境产生负面影响，除非公共财产的价值和外部负面影响的成本能够被充分承认和考量。

物种

牛为人类提供了很多产品和服务，包括牛肉、牛奶和劳役。在很多混合农业生产体系中，牛通常是营养链的一个组成部分，并且对环境起到了积极作用（Steinfeld、de Haan和Blackburn，1998）（见表13）。在许多发展中国家，牛和水牛为耕地提供役力；在某些地区，尤其是在撒哈拉以南非洲，用牲畜的役力来代替化石燃料的做法越来越普遍。牛的粪便是很好的肥料；使用牛粪作为肥料，过度施肥的可能性很小，并且能够改善土壤结构。牲畜也可以消耗一些原本只能烧毁的作物残余物和农业企业的副产品，诸如糖蜜饼渣和酒粕。然而，在发展中国家粗放型的生产体系下，牛的生产效率通常是有限的。因此，有很大一部分饲料用于维护动物本身，而不是用于生产对人有用的产品和服务。这会造成资源利用效率低下，而单位产出造成的环境破坏程度很高，特别是在过度放牧的地区。

由于奶牛需要大量高纤维的饲料，因此奶牛生产比其他市场化的牲畜生产更需要靠近饲料产地。这为养分循环提供了更多的机会，对环境有益。然而，乳制品场过量施用氮肥是造成经合发组织国家地表水含氮量过高的主要原因之一（Tamminga，2003）。粪便径流以及对大型乳制品场的淋洗作用也会对土壤和水体造成污染。

牛肉的生产体系在规模和集约程度上跨度很大。在生产体系的两端，即集约程度最高和最低的生产体系中，环境的受破坏程度都很大。在粗放型这一端，牛的饲养往往会引起大面积的草场退化，促使人们砍伐森林以获得更多的草场（表13）。由此造成的碳排放、生物多样性丧失以及对水流和水质产生的负面效果，均具有巨大的环境影响。在集约型这一端，育肥场牛群的高度集中通常会造成土壤和水的污染，因为牛群产生的粪便和尿液已经远远超过了周边土地吸收养分的能力。另外，与家禽和猪相比，育肥场里的牛增加一公斤的产出所需要的精饲料更多。因此，牛对资源的需求比家禽和猪要高得多，对环境的影响也更大。所有畜牧生产体系都存在温室气体排放的问题。在粗放型生产体系中，大部分温室气体来源于土地退化以及动物消化道内的发酵作用。在集约型生产过程中，粪便是温室气体的主要来源。由于集约型生产中动物的生产效率相对较高且饲料中的纤维含量较低，因此每单位动物产出排放的由肠道发酵产生的甲烷气体较少。

绵羊和山羊的生产通常是粗放型的，只在近东、西亚和北美洲有一些小型的育肥场。小型反刍动物特别是山羊的适应力很强，它们可以在其他任何形式的农业生产都无法开展的环境下生长和繁殖。因此，它们对于那些因缺乏替代生计而被迫生活在这种环境中的贫困农民很有用，甚至是他们生存的关键。然而，绵羊和山羊会严重减少土地覆盖物，降低森林重新生长的可能性。在载畜过量的情况下，它们对环境的破坏尤其严重，会引起植被和土壤的严重退化。

在传统混合模式下养猪所用的饲料是家庭废弃物和农工产业的副产品。猪

将原本废弃的生物质转化成高价值的动物蛋白。与反刍动物相比，猪每单位产出所需的饲料较少，因此相对的饲料生产所需的土地也较少。然而，估计混合系统饲养的猪现仅占全球产量的35%左右。猪的粪便是一种很好的肥料，但作物生产者通常更喜欢牛和家禽的粪便，因为猪的粪便有很重的臭味且通常呈浆状。不过，猪的粪便很适合用作沼气池生产沼气的原料。

家禽生产体系是所有畜牧业分部门中结构变化最大的一个行业。在经合发组织国家，家禽的生产几乎完全实现了工业化；在很多发展中国家，工业化的生产方式也在家禽业占主导地位。在传统的牲畜品种（鱼类除外）中，家禽的饲料转化率是最高的，所以工业化的家禽生产是所有畜牧生产中效率最高的方式，尽管这类生产依赖于饲用谷物和其他高价值的饲料。家禽的粪便营养物质含量高，比较容易处理，且广泛用作肥料；有时候，家禽粪便还用在反刍动物饲料的生产中。除了生产饲用作物带来的环境影响，家禽生产的对环境的其他负面影响要远小于其他动物，虽然对某个特定地区来说这种环境影响可能还是很重大的。

生产体系

如第2章所述，为了满足人们对畜产品的不断增长的需求，畜牧业正在经历结构性变化，朝着资本密集型体系、专业化和大规模养殖场的方向发展。这些养殖场从市场上购买投入品，它们的生产效率更高且地理分布更集中。这一趋势改变了畜牧业的环境影响，且为这一产业减少负面环境影响提供了新的选择。这些选择有不同的成本、社会经济影响和对性别问题的影响。

畜牧业生产结构调整通常会破坏环境，但也有可能带来缓解压力的机会。表13显示了不同集约化生产程度对环境影响的初步结果，下文也对此展开讨论。随着种植业和畜牧业的专业化，以及在动物废弃物集中的地区，传统上在作物和畜牧混合系统中形成的营养循环正在被打破。由于运输成本问题，将粪便中的营养物质（特别是富含水的浆状粪便）运送到农田中通常是不可行的；粪便会被排放到当地的环境中，且经常会超出环境的吸收能力。这往往导致严重的水污染和土壤污染，尤其是在人口密集的地区。然而，从有利的一面来看，生产规模的不断扩大与地理分布的不断集中会降低环境政策实施的成本，从而促进环境政策的执行；生产单位的盈利能力提高了，从而弱化了遵守政策的成本，同时，将生产集中于数量更少、但易于接近的场地也最大程度地降低了监测成本。

由于消费者集中在城市中心，食物链变长了，这就意味着生产体系必须在遥远的饲料生产地与消费地之间建立连接。由于运输成本的下降，生产和加工活动可以转移到生产成本最低的地方。从全球来看，该进程有助于克服局部地区资源的制约，使得那些住在食物匮乏地区的人们也能吃饱。但是，这也带来了营养物质以及饲料和畜产品中所含水分的大规模提取和转移，同时也对生态系统和土壤肥力造成了长期的负面影响。

通过采用饲养、遗传学、动物卫生和厩舍等一系列技术，牲畜生产力和饲料转化率已经得到了提高。向单胃动物、尤其是禽类的转移，进一步提高了畜牧业的饲料转化率。这就使得人们可以用比原来少得多的土地和水生产足够的饲料来满足当前的需求。

表 13
各种生产系统对环境的主要影响¹

	反刍动物 (牛、绵羊等)		单胃动物 (猪、家禽)	
	粗放型放牧 ²	集约化系统 ³	传统系统 ⁴	工业化系统
温室气体排放				
由土地使用或土地使变更为放牧或饲料生产所排放的CO ₂	---	-	ns	--
能源和投入品使用所排放的CO ₂	ns	--	ns	--
牧场碳固存	++	ns	ns	ns
消化产生的甲烷	---	--	ns	ns
粪便产生的二氧化氮	-	---	ns	--
土地退化				
对自然生境的侵占	---	ns	ns	--
过度放牧(植被变化、土壤板结)	---	ns	ns	ns
集约化饲料生产(土壤侵蚀)	ns	--	ns	--
土壤施肥	+	+	+	++
水资源枯竭与污染				
水循环的改变	--	-	ns	ns
营养物质、病原体和药物残留对水体的污染	ns	--	ns	---
生物多样性				
饲料生产和动物粪便对生境的破坏	---	-	ns	---
饲料生产和动物粪便对生境的污染	ns	--	ns	---
家畜遗传多样性的丧失	ns	--	ns	---
生态系统维护	++	ns	ns	ns

¹ 各系统间的关系是在一般性管理方式下观察到的。

² 反刍动物的粗放型放牧主要是以边缘化环境中的天然草场为基础。

³ 反刍动物的集约化饲养一般以改良的草场为基础(利用灌溉、施肥、改良品种和农药),其用补饲饲养或用谷物和青贮料进行舍饲。

⁴ 单胃动物的传统饲养方式包括混合农业饲养系统或散养系统。

注: ns = 可忽略不计。

资料来源: 粮农组织。

但是，生产力的提高也带来了一系列环境方面的隐患。高产品种较低的疾病抵抗力，大型生产单位中动物的大规模聚集，以及需要避免疾病暴发，这些都使得生产者大量使用药物，经常是作为常规的预防手段。这些药物的残留进入环境，危害生态系统和公共卫生。尤其是在欧洲和北美洲，由于对抗生素有时是无节制的使用，已经出现了一些具有抗生素耐药性的细菌，正在威胁人类健康（Johnson等人，2009）。与传统品种相比，高产品种还要求对其环境（温度，光照）进行更加严格的控制，从而增加了水和能源的消耗。

森林砍伐和土地退化是粗放式放牧体系在其中产生大量温室气体的主要进程。改进牧场管理水平，有助于防止自然界中碳的流失并促进固碳过程，使粗放体系转而消除温室气体。在土地价格上涨等因素驱动下，草原和饲料生产的集约化及恢复也会起到限制土地扩张和提高饲料质量的作用，进而对环境产生积极影响。而饲料质量的提高又有助于降低肠道发酵产生的甲烷排放。乳制品产区的富营养化通常更多的是来自补充饲料所增加的营养和青贮生产所用的化肥，而不是牧场管理的问题。

总体看来，从传统的混合和粗放型体系向集约型体系的转变，可能对提高土地和水的利用效率产生了积极影响，但在水污染、能源消耗和遗传多样性方面则产生了消极影响。此外，在很多发展中国家，传统和混合的体系已经无法满足人们对畜产品迅速增长的需求，不仅在数量上无法满足，而且在卫生和其他质量标准方面也无法满足。如此看来，虽然在地理上要避免牲畜过分集中，但生产集约化是十分必要的。

集约型体系在改善环境绩效方面的潜力也比传统和粗放型系统要大。经验

显示，当采取了适当的经济激励措施以后，资本和人力集约化带来的生产力提高显著地改善自然资源利用率；在那些资源和污染得到合理定价的地方，生产的集约化总是伴随着环境效率的提高（自然资源的消耗降低，每单位畜产品的排放减少）。对于土地使用，全球都已经如此，而对于水和营养物，越来越多的经合发组织国家也已经出现了这种情况。

畜牧业与气候变化

上个世纪，全球平均地表温度上升了约 0.7°C （IPCC，2007）。海洋温度升高，两极地区的冰雪大量融化，预计海平面将上升。政府间气候变化工作组（IPCC）得出的结论是，与人类有关的温室气体，包括二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、一氧化二氮（ N_2O ）和卤烃，是自二十世纪中叶以来所观察到的气温上升的主要原因。

在对气候变化的担忧与日俱增的同时，人们越来越多地认为，农业尤其是畜牧业，既是导致气候变化的因素之一，又是气候变化的潜在受害者。政策干预和技术解决方案既要应对畜牧业对气候变化的影响，也要应对气候变化对畜牧业的影响。

畜牧业对气候变化的影响

畜牧业通过排放温室气体影响气候变化，有时是直接的（例如来自牲畜肠道发酵），有时是间接的（例如来自饲料生产活动，砍伐森林以开辟新的牧场等等）。

牲畜生产周期的所有主要环节都可能排放温室气体。饲料作物生产和牧场的排放来自化肥和农药的生产和使用、土壤有机物的流失和交通运输。当森林

被砍伐用作牧场和种植饲料作物时，储存在植被和土壤中的大量碳也被释放到了大气中。相反，如果对退化的土地进行良好的管理，牧场和农田可以变成净碳汇，吸收大气中的碳。在农场层面，甲烷（ CH_4 ）和一氧化二氮（ N_2O ）的排放主要来自牲畜肠道发酵和粪肥。在反刍动物（即牛、水牛、山羊和绵羊）中，瘤胃中微生物发酵把纤维和纤维素转化成动物可以消化利用的产物。甲烷是反刍动物呼出的这个过程的副产品。一氧化二氮是粪肥在储存和施用的过程中释放的。如果粪肥堆放在缺氧而温暖的环境中，也会产生甲烷。最后，畜产

品的屠宰、加工和运输也会排放温室气体，主要是来自化石燃料的使用和基础设施建设。

气候变化对畜牧业的影响

表14总结了气候变化对放牧和非放牧畜牧生产系统的直接和间接影响。受气候变化影响最大的将是干旱和半干旱地区的放牧系统，尤其是在低纬度地区（Hoffman和Vogel，2008）。通过影响草料和牧场生产力，气候变化将给畜牧业带来深远的影响。气温升高和降水量减少降低了牧场的产量，加剧了牧场的退化。高气温通常会减少牲畜的饲料摄入，

插文12

评估畜牧业对温室气体排放产生的影响

政府间气候变化小组第四份评估报告体现了不同经济部门温室气体人为排放量的总体水平（如：工业19.4%，农业13.5%，林业17.4%，交通13.1%）（Barker等人，2007）。政府间气候变化小组建议，应把这些数据视为指示性的，因为存在着一些不确定因素，特别是在甲烷、一氧化二氮和二氧化碳方面。此外，就农业和林业而言，上述数据表示的是总排放量，并未考虑到作为光合作用基础的现有碳捕获量。动物产品生产部门的排放量涉及若干类别。饲料生产行业的排放量分别计入农业、林业（耕地用途改变）、交通和能源类别。在畜牧养殖业中，牲畜的肠道发酵和粪便向环境中排放的甲烷和一氧化二氮总量计入农业部门。屠宰、加工和流通环节的排放量计入工业、能源和交通部门。依照食物链方法计算，来自畜牧业的二氧化碳人为排放量占总量的9%，甲烷37%，一氧化二氮65%

（FAO，2006）。综合排放量以二氧化碳当量折算，约占温室气体人为排放总量的18%。

在动物源性食品链中，排放的主要来源和数量为：

- 土地使用和用途变化：25亿吨二氧化碳当量。包括新热带区被牧场和饲料作物取代的森林和其他自然植被释放的二氧化碳以及土壤释放的碳，诸如牧场和用于饲料生产的耕地等。
- 饲料生产（不包括土壤和植物释放的碳）：4亿吨二氧化碳当量。包括为饲料作物生产化肥时使用的化石燃料所释放的二氧化碳以及饲料作物所用的化肥和豆科饲料作物释放的一氧化二氮和氨气（ NH_3 ）。
- 动物生产：19亿吨二氧化碳当量。包括牲畜肠道发酵产生的甲烷和农场使用的化石燃料产生的二氧化碳。

降低饲料转化率（Rowlinson, 2008）。降水量的减少和干旱频率的上升将降低牧场的初级生产力，导致过度放牧或退化，并且可能危及粮食安全，引起争夺稀缺资源的冲突。有证据显示，许多放牧地区的生长期可能会变短，尤其是在撒哈拉以南非洲。极端天气情况的出现概率可能会增加。

非放牧系统的特点是牲畜的密闭式饲养（通常是在人工控制温度的建筑物内）。在该系统中，气候变化的影响预计比较有限，而且主要是间接的（表14）。农业产量的降低和来自其他部门的竞争预计会带来粮食和豆饼价格的上

涨，而粮食和豆饼正是舍饲系统的主要饲料来源（OECD-FAO, 2008）。制定节能计划和政策，推动清洁能源的使用，可能也会导致能源价格的上涨。气候变暖可能还会增加为牲畜制冷的成本。

气候变化将在媒介传播疾病和牲畜寄生虫的传播中发挥重要作用，而这将对畜牧业中最弱势人群产生极大的影响。随着气温的升高和降水的不均匀，可能会出现新的疾病，或者有些疾病会在原来没有此类疾病的地方发生。此外，气候变化可能会带来新的传播机制和新的寄主。所有国家都有可能出现牲

- 粪肥管理：22亿吨二氧化碳当量。包括甲烷、一氧化二氮和氨气，主要来自粪肥储存、施用和沉积。
- 加工和国际运输：0.3亿吨二氧化碳当量。

比较各个物种，牛和水牛带来的排放大于猪和家禽（见表）。与大型反刍动物有关的排放主要来自土地

用途变化（例如森林砍伐）、牧场管理、肠道发酵和粪肥管理。在拉丁美洲和南美洲，牛和水牛在畜牧业排放中所占的份额尤其大，估计占畜牧业排放的85%以上，主要是以甲烷的形式排放。

动物食物链各环节的温室气体排放量以及各主要种类的相对估计排放量

动物食物链环节	估计的排放量 ¹		估计的各种类排放量 ²			
	(十亿吨)	(占畜牧业部门总排放量的百分比)	牛和水牛	猪	家禽	小反刍动物
土地使用和土地变更	2.50	36	■■■■	■	■	ns
饲料生产 ³	0.40	7	■	■■	■■	ns
动物生产 ⁴	1.90	25	■■■■■	■	■	■■
粪肥管理	2.20	31	■■	■■■	ns	ns
加工和运输	0.03	1	■	■	■■■	ns

¹ 估计的排放量以二氧化碳当量表示。

² ■ = 最低，至 ■■■■ = 最高。

³ 不包括土壤和植物中碳储存量的变化。

⁴ 包括肠道排放甲烷、机械和建筑。

注：ns = 可忽略不计。

资料来源：取自Steinfeld等人，2006。

表 14
气候变化对畜牧生产系统的直接和间接影响

	放牧系统	非放牧系统
直接影响	<ul style="list-style-type: none"> • 极端天气情况出现频率上升 • 旱涝灾害频率和程度上升 • 气温升高导致生产率降低（生理压力） • 水资源可利用量变化（可能上升也可能下降，依区域的不同而变化） 	<ul style="list-style-type: none"> • 水资源可利用量变化（可能上升也可能下降，依区域的不同而变化） • 极端天气情况出现频率上升（没有粗放型系统受到的影响那么严重）
间接影响	<ul style="list-style-type: none"> • 农业生态变化和生态系统改变导致： <ul style="list-style-type: none"> - 饲草质量和数量的改变 - 寄主-病原体相互作用的改变造成新出现疫病的发病率上升 - 疫病流行 	<ul style="list-style-type: none"> • 资源价格上涨，如饲料、水和能源 • 疫病流行 • 牲畜房舍成本上升，如制冷系统

资料来源：粮农组织。

畜疾病发生率上升的情况，但穷国因缺乏兽医服务，面对新出现疾病时将变得更加脆弱。

气候变化能否使畜牧业受益？气温升高可能会为畜牧业带来一些积极的影响，但是这主要取决于气温变化发生在何时何地。因而，无法一概而论。例如，冬季气温升高能够减少户外饲养牲畜的抗寒压力。此外，冬天气候变暖可能会降低牲畜饲养的能源要求，降低牲畜厩舍的供暖需要。

改进畜牧业生产对自然资源的利用

需要采取措施来解决畜牧业对生态系统的影响，否则，按照预计的畜牧业扩张速度，生态系统可能会急剧恶化。对牲畜产品的需求必须与不断增长的环境服务需求相平衡，诸如清洁的空气和水以及休闲区域。

当前用于畜牧业的土地、水和饲料资源的价格通常未反映这些资源的真正稀缺价值。这导致了资源的过度利用和生产过程的极度低效。环保政策应该为主要的投入品制定合理的市场价格，如

对水和牧草进行完全成本定价。界定人们对稀缺共享资源的所有权和使用权是确保资源的高效利用和保护自然资源的关键因素。

可以采用一系列经过验证的成功技术来减缓农业活动对环境的影响（Steinfeld等人，2006）。这些技术可以用于资源管理、作物与牲畜生产及降低收获后损失。但是，要广泛采用这些技术，必须发出适当的价格信号，以便更准确地反映生产要素的稀缺程度，纠正价格扭曲，因为当前扭曲的价格没有给资源的有效利用提供足够的刺激。最近在一些国家，尤其是在面临水资源紧缺的国家，正在朝水资源市场开发和水价日趋合理这一方向发展。

纠正环境的外部效应

在投入品和产品层面消除价格扭曲，能够大大提高自然资源在畜牧生产中的技术使用率，但是，通常这还不足以更有效地控制畜牧业对于环境的影响。外部效应⁴，不管是正面的还是负

⁴ 外部效应是一项经济活动给其他方带来的非故意或非期望的副作用，它或造成危害（负面外部效应），或产生益处（正面外部效应）。

面的，都需要在政策框架中加以明确考虑，承认污染的完全成本及其他对环境的负面影响。“谁提供谁受益，谁污染谁付费”的原则可能会有用。但是，社会的挑战是决定谁有权释放污染并确定释放量。

纠正外部效应，不管是正面的还是负面的，都将促使牲畜生产者在管理时尽量降低整个环境和社会的成本。那些带来正面外部效应的畜牧饲养者必须得到补偿，不管是来自直接受益者（诸如为下游用户增加了水量，改善水质）还是来自整个社会（例如通过扭转牧场退化实现碳固存）。

政策法规是控制负面外部效应的一个重要手段，同时，目前有这样一种发展趋势：对破坏环境进行征税，对造福于环境给予财政奖励。这种做法今后可能会有强劲的发展势头。它最初只是用于处理地方上的外部效应问题，但随后也通过国际条约，越来越多地解决跨境影响问题并强调监管框架和市场机制。这要求政府出台政策对此方面的制度创新给予奖励。

畜牧业利用边际土地的机会成本正在发生变化。在许多区域，畜牧生产占用的土地没有其他可行用途。在某些区域，土地的其他用途（例如生物多样性保护、碳固存、生物燃料原料生产）与牧场之间的土地竞争愈演愈烈。未来以纤维质材料为原料的第二代乙醇生产，可能成为草场用途的又一竞争对手。与水相关的服务很可能首先大大提高其重要性，当地服务计划将首先得到执行。与生物多样性相关的服务（例如品种保护和景观维护）管理起来比较复杂，主要是由于生物多样性估价方法上的重大问题，但在可能利用旅游收入提供资金的地方，此类服务已容易为人们接受。固碳服务也可能通过改进放牧管理或者

放弃放牧而发挥较大的作用；鉴于世界牧场面积广阔，固碳潜力巨大，正在制定相关机制，以便利用这种更具潜在成本效益的方式来应对气候变化。

放牧方式从资源开采型转向促进提供环境服务型，这向人们提出了两个极为重要的问题：环境服务的利润该如何分配？目前以粗放型畜牧业谋生的贫困人口该如何从该转型中获益？《2007年粮食及农业状况》详细论述了环境服务支付的概念及其对减缓贫困的影响（FAO, 2007a）。

加快技术变革

许多技术备选方案可降低集约型畜牧生产的影响。良好农业规范可降低饲料种植和集约型牧场管理中农药及化肥的使用量。将生态生产体系与有关技术相结合可以恢复重要的土壤生境、减缓退化。改进粗放型畜牧生产体系也有助于生物多样性保护，包括采用林牧结合生产体系和灵活的放牧管理体系，增强生物多样性、促进草场茂盛、改良覆土、提高土壤有机质含量，从而降低水分流失、减轻干旱影响、增强牧场固碳作用。这类地方性改进措施与恢复或维护流域生态基础设施相结合，可能为生态系统功能保护与扩大农业生产相协调提供一个良好的途径。

在工业化和混合生产体系下，目前在生产力与技术可及水平之间存在着巨大差距，这表明，通过改进管理可极大地提高效率。然而，在资源匮乏的地区，畜牧效率的提高则相当困难，这些地方通常也是生态边缘区域。

对大多数的生产体系来说，都具备改进和高效的生产技术。然而，获得相关信息以及选择、实施最适宜技术的能力是这些体系发展的制约因素。通过互动性知识管理和能力建设，以及在政

策、投资、农村发展和生产者层面的知情决策，这些制约因素可以得到缓解。技术进步需要面向土地、水、人力资源、牲畜及饲料资源的最佳综合利用。

降低集约化畜牧生产对环境的负面影响

工业化体系带来的环境问题大多源于养殖场的地理位置和集中。在极端的情况下，规模可能也是一个问题——有时

养殖量太大（比如几十万头猪）以至于无论这些养殖场位于何处，粪便处理都是个问题。

因此，要求养殖场产生的粪便量与当地土地的吸纳能力保持一致。工业化牲畜养殖必须尽可能位于经济范围内可处理粪便的农田附近，不会造成养分超负荷问题，而不是像目前这样，生产单位呈地缘集中分布，靠近市场或便于获

插文 13

欧盟 — 将环境保护要求纳入共同农业政策

自《2000年议程》改革开展以来（1999年3月），欧盟（EU）共同农业政策（CAP）确立了两个支柱：市场和收入政策（第一个支柱）；促进农村可持续发展政策（第二个支柱）。伴随2003年共同农业政策改革（2005年1月起生效）和2007-2013年农村发展政策，预计欧盟通过采取以下系列措施能够缓解畜牧生产对环境造成的影响：

- **脱钩。**与生产脱钩的单一农场补贴取代了不同共同市场组织之下的大部分直接补贴。这意味着减少与更多环境风险相关的集约化生产的激励措施，从而鼓励分散化生产、减少牲畜数量和肥料使用等。但同时允许成员国保持部分补贴与生产挂钩，特别是哺乳母牛补贴（高达100%），特种牛肉补贴（高达75%），牛屠宰补贴（成年牛高达40%，犊牛高达100%），以及绵羊和山羊补贴（高达50%）。
- **交叉遵守。**现在提供完全的收入支持需要满足以下条件：法定的

管理要求（与环境、动物福利和公共卫生、动植物卫生相关），包括源自五个环境法令的要求；良好农业与环境条件（GAEC）最低标准；以及保持土地长期草皮覆盖的义务。这是鼓励遵守环境立法诸如《硝酸盐法令》

（减少肥料使用和改进操作方法，例如粪肥管理）的进一步措施。良好农业与环境条件必须包括与保持土壤有机质水平相关的条款（如作物轮作和可耕种残茬地管理），保护土壤不受侵蚀和保持碳汇（例如通过保持永久草场的要求）的条款等。

- **帮助有特殊问题的部门**（所谓的第69条措施）。成员国可按部门（如畜牧业）保留多达10%的国家预算作为直接补贴。与预算相关部门的农民可获得支付。补贴资金可用于对保护或改善环境或者对提高农产品的质量和销售重要的特定类型的农业生产中。
- **调整。**《2000年议程》改革使得支持市场政策转向支持环境友好

得饲料的地方。旨在解决当前生产单位集中分布于城郊地区的经济动因问题的政策备选方案包括：区划、强制性养分管理计划、经济激励和促成畜牧生产者与农耕者达成合同协议（见插文14）。在泰国，对曼谷周边半径100公里范围内的禽猪养殖活动征收很高的税，而在距离更远的地区则是免税的。这使得很多正在兴建的生产单位都远离主要的消费

中心（Steinfeld等人，2006）。也需要制定法规以处理饲料和粪便中重金属及药物残留问题，并解决诸如食源性病原体等其他公共卫生问题。

工业化牲畜饲养和粗放型牲畜生产体系，两者都要努力将温室气体排放量降至最低，要使粪便管理符合当地条件。

同时，还需要处理饲料粮和其他精饲料生产带来的环境影响问题。饲料通

型规范成为可能（这一概念被称作“调整”）。2003年共同农业政策改革将调整确定为一项强制性措施，规定必须降低直接补贴额度（2005年降幅为3%，2006年为4%；自2007年起为5%）。资金正被转向农村发展，增加了鼓励环境友好型生产技术应用的可能性。

2007-2013年农村发展条例为加强共同农业政策在改善环境方面的作用提供了进一步的机遇。共同体农村发展社区战略守则规定了与环境有关的三个关键优先领域：气候变化、生物多样性和水资源。

2008年，共同农业政策开展了一项名为“健康检查”的改革。这一改革不仅根除或逐步取消了一些束缚生产的规定（废除休耕地并逐步取消牛奶配额），还强化了一些前文提及的措施。除了哺乳母牛补贴，牛肉和小牛肉补贴最晚将在2012年前完全脱钩。通过一项关于在水道沿岸建立缓冲带的新的良好农业与环境条件标准，交叉遵守措施得到了加强。为

解决某些区域农民的不利条件的措施（第68条[前第69条]措施）也更具灵活性，其覆盖了在条件不利地区从事奶制品业、牛肉、绵羊肉和山羊肉产业（及水稻产业）的农民，以及在经济上脆弱的从事上述产业的农民。调整的比例将从2009年到2012年分四步上升5%；此外，额度超过30万欧元（约42.5万美元）的补贴支付将再降低4%。通过以上途径获得的资金将转向农村发展，用于支付新项目（生物多样性、水资源管理、可再生能源、气候变化、乳制品生产配套措施以及创新活动）。

资料来源：欧盟委员会万维网站（ec.europa.eu/agriculture/index_en.htm）。

插文 14

丹麦降低硝酸盐污染

在丹麦，过去五十年间农业集约化生产活动扰乱了天然氮循环，导致了氨气向大气大量排放以及硝酸盐对水源污染问题。地下水和地表水中的高硝酸盐含量，破坏了饮用水水质（EEA，2003），并导致湖泊及沿海水域富营养化。二十世纪八十年代早期，公众对丹麦沿海水域富营养化状况的关注促使丹麦政府监管该国农业部门的氮排放量。

1985年初，丹麦采取了一系列行动计划和监管措施，这些都极大地提高了氮在农业中的利用效率，降低了氮污染（Mikkelsen等人，2009）。这些方案主要包括：要求畜牧业生产者增加粪浆储存容量，在冬季月份停止施用粪浆，采取强制性的肥料预算以便与作物养分摄取量相称，在粪池上加盖，并在一些地区降低养殖密度。2001年，氨气行动计划提供补贴，

以鼓励良好的舍饲厩肥管理并完善舍饲设计，在粪堆需要封盖，禁止用撒播施肥机施用粪浆，并要求确保施肥后6小时内粪浆必须被吸收到土壤中去。

丹麦氮监管的主要措施是实施强制性施肥和作物轮作计划，规定特定作物的植物可用氮的施用限量，制定厩肥氮利用法定标准。该标准反映了厩肥氮作为植物可用氮的数量。该方案也为每个农民施用矿物肥设定了限制。每年，要求农民们将他们购买的矿物氮肥量报告给丹麦食品部。其中厩肥和矿物肥料中氮的施用量不得超过为某一特定农场规定的总氮量标准。

这些法规在减少氮向土壤渗透方面十分成功。然而，在有些流域，氮渗透程度仍然很高；需要进一步减少区域性氮渗透，以实现沿岸水域良好的生态质量（Dalgaard等人，2004）。

常采用集约化农业生产体系，制定的环境问题管理原则和手段需要得到广泛应用。

应对气候变化与畜牧业

畜牧业在适应气候变化以及减缓气候变化对人类福祉影响方面可以发挥重要作用。减缓畜牧业对气候变化的影响的措施侧重于降低畜牧业的温室气体排放。畜牧业也能帮助穷人适应气候变化的影响。社区适应和减缓气候变化的能力取决于其社会经济和环境状况及其对适当信息和技术的获得。

需要考虑的一个重要问题是如何将适应与减缓策略结合起来。这要求认真权衡经济增长、公平以及环境可持续性之间的关系。应对气候变化对增长和发展提出了挑战，特别是对低收入国家而言。但是，适应与减缓行动也形成了重要的协同效应，例如，改善牧场管理既增强了固碳能力，也提高了草原生产力。

适应战略

迫切需要制定有效适应气候变化的战略。气候变化的速度远远超过适应的速度。这加剧了业已存在的脆弱性，加

大了其他压力的影响，诸如自然灾害、贫困、资源获得不公平、粮食不安全以及动物疾病发生率。

畜牧生产者从传统上可以适应环境和气候变化。然而，人口增长、城市化、经济增长、动物源性食品消费增长以及商业化，使这些应对机制不能行之有效（Sidahmed, 2008）。亟需制定应对和风险管理战略。

牲畜是穷人的重要资产，特别是在放牧和农牧混合体系中，履行着经济、社会和风险管理多重职能。在充满变数的环境中，牲畜也是一项重要的应对机制。随着环境变数增加，牲畜就变得越来越重要。对许多贫困人口来说，牲畜这一资产的损失意味着陷入慢性贫困，对其生计产生长期影响。

在粗放型饲养体系下，提高传统生产者的适应能力可以通过许多方式（Sidahmed, 2008），包括：

- 生产调整，通过：（i）多样化、集约化以及牧场管理、牲畜养殖和种植业一体化经营，调整土地利用和灌溉方式，调整经营活动时间，自然和生态系统保护；以及（ii）引进农牧混合系统，即舍饲与放牧相结合。
- 育种战略，诸如：（i）加强地方品系开发，这类品系适应当地气候压力和饲料来源；（ii）通过与耐热和抗病品系进行杂交改良地方品种。
- 市场应对，通过促进区域间贸易、信贷以及市场准入加以实现。
- 制度和政策调整，例如引进畜牧早期预警、预报系统及危机防备系统。
- 科学和技术研究，其旨在加深对气候变化的原因及其对畜牧业的影响的理解，促进新品种和遗传品系的开发，改善动物卫生，改进水和土壤管理。

- 畜牧管理体系，其旨在为农村贫困人口开发高效、价廉的适应技术或方法，而穷人通常没有能力购买昂贵的适应性技术。这类系统应：

（i）提供遮阳和水以降低气温升高引起的热应激，即一种替代空调的低成本自然方法；（ii）降低牲畜数量，采用更高产动物以提高生产效率，同时降低温室气体排放；

（iii）调整牧畜数量和牧群结构，优化饲料资源利用。

关于畜牧系统的组成部分及其受气候变化影响的方式，人们已掌握了适当的信息。但在系统层面，对各种影响如何相互作用进而影响生计却知之甚少。在微观层面，必须熟悉这些相互作用，以制定适应战略。同时，需要更加清晰地确定脆弱人群，因为这是评估适应需求的重要步骤。这亟需开展旨在支持制定国家和区域政策的研究项目。

减缓战略

气候变化的许多影响是可以避免、降低或延缓的。然而，要强调的是，适应和减缓措施并不能消除气候变化的所有影响，而且这些措施有时是相互冲突的。制定减缓战略时，牢记执行成本和可能要与适应需求进行权衡非常重要。重新植树造林被认为具有成本效益。但是，其他战略可能不易执行或成本效益不高。

畜牧业主要通过排放温室气体对气候变化产生影响（参见上述“畜牧业对气候变化的影响”部分）。畜牧业的温室气体排放量可通过改变动物饲养管理、粪便管理以及饲料作物生产管理而得到降低：

- 改进饲养管理。饲料构成对肠道发酵和瘤胃后肠甲烷释放有一定影响（Dourmad、Rigolot和van der Werf, 2008）。而且，饲料摄入

量与粪便量相关。食物浓缩程度的提高，会导致甲烷排放量的下降（Lovett等人，2005）。

- 降低消化过程中产生的甲烷气体。动物（特别是反刍动物）消化系统产生的甲烷可通过使用饲料添加剂、抗生素和注射疫苗而得到降低（UNFCCC，2008）。
- 提高饲料转化率。降低（牛肉、牛奶等）单位产量的饲料使用量，具有降低温室气体排放和增加农场盈利的双重潜力。饲料效率可通过开发生长速度较快、抗逆性高、增重快、奶或蛋产量较高的品种而得到

提高。饲料转化率也可以通过改进兽医服务、预防性动物卫生计划和改善水质，从而提高畜群卫生而得到提高。

- 改善粪便管理。粪肥甲烷排放来源于猪、肉牛和奶牛饲养场，这些地方养殖高度集中，粪便在厌氧条件下存储。甲烷排放减缓备选方案包括：通过采用加盖粪便存储设施（沼气池）来获得甲烷。获得的甲烷可用于燃烧或者作为发电厂的能源，还可用于供热或照明（这可抵消矿物燃料二氧化碳排放量）。

插文 15

完善畜牧系统中的土地管理，发掘减缓气候变化的潜力

与管理欠佳的体系相比，改进牧场管理与改良土壤（降低土壤损害、改良覆土）相结合的农业体系可以锁住土壤中更多的碳和生物质，降低单位甲烷（ CH_4 ）排放量，降低一氧化二氮（ N_2O ）排放量。许多这类措施可以通过加强草料总量和增强土壤持水能力来提高生产率。在拉丁美洲，一项通过引进林牧复合措施（以树和灌木来提高饲养方式）来增加生物多样性和碳固存的项目表明，该措施可以增加碳储存、降低甲烷和一氧化二氮排放量（分别降低21%和36%）（世界银行，2008b）。土地利用变化还反映了收入的提高，哥斯达黎加收入提高55.5%，尼加拉瓜提高66.9%（世界银行，2008b）。

广泛被采纳的、旨在减缓温室气体排放的土地管理技术目前应用受阻，部分原因是试图进入碳市场的个

体生产者面临高昂成本。目前，进入碳市场是一个昂贵且复杂的过程，其需要在出售碳信用额之前，预先在金融和生物物理学分析上进行大量投资。对强化碳汇活动的持久性和特殊性¹、投资风险以及计算上的不确定性的关注，均使得大多数基于土地的减缓措施执行上受阻，使这些措施不能成为《京都议定书》机制下的合法性补偿措施。到目前为止，只有动物粪便管理（甲烷截留和燃烧）以及造林或重新造林活动允许在强制市场作为补偿措施。这些补偿措施仅占2007年《清洁发展机制》（CDM）颁布的总补偿措施价值的1%，约合《清洁发展机制》项下总价值140亿美元中的1.4亿美元。

基于土地的减缓方案在自愿碳性市场中发挥更显著的作用。现在有两种关于草场管理碳补偿的自愿性

- 放牧管理。越来越多的牧场用于提供饲料和采用轮牧等良好放牧管理方式，这是降低或抵消温室气体排放最有效的方式（见插文15）。最终形成的植被覆盖增加以及土壤有机质含量增长有利于固碳；同时，对动物饲喂结构采用高品质牧草，这有助于降低单位产品甲烷排放量。改进放牧管理总体上可以提高牲畜养殖利润。
- 降低森林砍伐。与任何畜牧生产活动相比，砍伐森林用作新牧场或将土地用于饲料作物生产释放更多的二氧化碳。牧场集约化管理和饲

料生产可降低单位动物产品对土地的需求，从而遏制土地利用面积扩大。然而，仅仅采取集约化管理是不够的，要求采取补充措施以解决毁林的根本原因，例如土地占有制不明晰以及木材采伐等。

- 调整畜产品消费。动物产品消费从高温室气体排放产品（牛肉、绵羊肉）向低温室气体排放产品（禽肉、植物蛋白）转移，可降低全球温室气体总排放量。贫困消费者对动物产品的获取渠道十分有限，提高这一群体的动物食品消费量，可以极大促进人类健康；但降低高水

标准——即自愿性碳标准（VCS）和芝加哥气候交换计划（CCX）。例如，VCS标准最近颁布了旨在提高草场管理而生产碳信用额的准则。通过增加地下投入、延缓分解、加强目标作物氮利用率、加强防火管理、改良饲料、改良牲畜基因、提高放养率管理等，这些改进方法旨在增强土壤碳贮存（VCS，2008）。土壤碳信用额占CCX交易的碳信用额的约一半，占整个自愿性碳市场中交易的碳信用额的近20%。尽管自愿性碳市场相对较小，但发展很快——从2006年的9700万美元发展到2007年的3.31亿美元（Hamilton等人，2008）。

个体生产者进入碳市场所面临的高昂成本引发了这样的讨论，即现行补偿体系及其严格的核算要求是否适宜农业生产活动。但这些活动可能在监测要求不那么严格的机制下获得支

持，例如在行业或区域层面。关于土地管理对控制温室气体排放的贡献，以及与一些减缓方案相关的重要经济和环境双重效益，人们的认识已得到提高；这使得农业的重要性在气候变化的讨论中得到提升，并促成2009年末将在哥本哈根举行联合国气候变化框架公约（UNFCCC）关于2012年后气候条约的磋商会。

¹ 特殊性是指无碳汇财政支持不会发生的活动：

(i) 建议不执行自愿性措施，或 (ii) 不系统地执行强制性政策/规定，并且不遵守这些要求在国家/区域普遍存在，或 (iii) 计划活动将导致现行强制性政策/规定在更高级别的执行。（摘自联合国气候变化框架公约清洁发展机制词汇表，参见http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glos_CDM_v04.pdf）

平消费可有助于减少温室气体排放，同时对健康不会产生负面影响（McMichael等，2007）。

对适应和减缓的限制因素

我们对气候变化如何影响畜牧业生产的认识还有许多空白。我们特别需要深入认识气候影响草原和牧场构成的方式，以及对畜牧业生产产生的后果。据预测，气候变化将引发新的动物疫病。世界动物卫生组织（OIE）估计，到目前为止，人类所有新发传染病的70%来源于动物（OIE，2008a）。人们更不能肯定的是，高温到底在何种程度上影响动物生物学和新疫病的暴发。我们对气候变化如何影响广泛区域有相当的了解，但不太清楚气候变化对当地、对具体地点以及对贫困家庭的影响。气候变化改变生计与依赖自然资源的生产之间脆弱关系的方式更是充满了不确定性。

本章的主要信息

- 政府和公共机构迫切需要在国家和国际层面制定并颁布适宜的政策，以进一步突出和考量畜牧与环境的相互作用。否则，畜牧生产的持续增长将对生态系统、生物多样性、土地和森林资源和水质产生巨大压力，促使全球变暖。
- 政策重点应是纠正导致环境退化的市场扭曲和政策失灵。例如，直接或间接导致过度放牧、土地退化、毁林、过度用水以及温室气体排放的补贴应予以削减或取消。以市场为基础的政策，诸如对自然资源使用实行征税和收费，应促使生产者对畜牧生产导致的环境破坏的成本进行内部核算。
- 畜牧生产对环境造成的一些负面影响源自与开放型公共资源准入相关的问题。明晰产权和推动合作机制，是实现公共财产可持续管理的关键。
- 应用旨在提高土地和饲料利用效率的技术，可减缓畜牧生产对生物多样性、生态系统以及全球变暖的负面影响。提高畜牧效率的技术包括：改良品种、改进牧地管理、改善畜群卫生管理和林牧混合生产。
- 公共或私营部门为环境服务付费是促进改善环境的有效手段，包括土壤保持、野生生物保护和景观维护以及固碳。
- 畜牧业具有促进减缓气候变化的巨大潜力。挖掘这种潜力要求在国家和国际层面采取新的和广泛的举措，包括：推动研发新的减缓技术；为畜牧业融资寻找有效和强有力的手段；应用、推广和转让旨在降低温室气体排放量的技术；加强对畜牧生产温室气体排放量的监测、报告和核查能力。