



联合国  
粮食及  
农业组织

Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations

Organisation des Nations  
Unies pour l'alimentation  
et l'agriculture

Продовольственная и  
сельскохозяйственная организация  
Объединенных Наций

Organización de las  
Naciones Unidas para la  
Alimentación y la Agricultura

منظمة  
الأغذية والزراعة  
للأمم المتحدة

C

# 农业委员会

## 畜牧业分委员会

### 第二届会议

2024 年 7 月 16-18 日，罗马

## 管理土壤、土地及水资源，促进可持续畜牧生产

### 内容提要

畜牧生产占用了近 80% 的农业用地，如果管理不善，会带来土地退化和生物多样性丧失等环境挑战。全球对畜牧产品的需求预计将不断增加，因此有必要采取措施提高生产率，同时最大限度地减少对自然资源的压力。虽然管理不善的放牧系统会导致土壤退化，但良好的管理方式可以提高土壤肥力、增强碳封存和提升生态系统服务。畜牧生产还会影响水资源，其中很大一部分用水归因于饲料生产。畜牧生产的点源和非点源养分污染都对水质造成威胁，因此需要制定有效的养分管理战略。

土地、水资源和土壤综合管理方法对于可持续畜牧生产和生态系统保护至关重要，同时支持生计。支持土地利用规划和水资源管理等可持续做法的政策至关重要。然而，许多国家缺乏政策一致性和投资，特别是在牧场保护和管理方面。需要进行长期评估和规划，并采用详细的空间监测方法，以评估未来的土地和水资源需求，从而指导管理决策并为政策制定提供信息。

## 建议分委员会采取的行动

提请分委员会建议农委：

- 建议粮农组织应要求支持成员综合应对畜牧生产与可持续自然资源管理（土壤、土地及水资源）之间的联系；
- 呼吁各成员制定或强化国家政策和立法，促进牧场可持续管理和恢复；
- 建议粮农组织酌情支持成员开发和传播与氮利用效率、循环利用和可持续管理以及畜牧业可持续综合管理方式有关的知识产品和创新解决方案，包括开展相关能力发展计划。

对本文件实质性内容如有疑问，请联系：

畜牧生产及动物卫生司

农委畜牧业分委员会秘书处

电子邮箱：[COAG-Livestock@fao.org](mailto:COAG-Livestock@fao.org)

## I. 引言

1. 农业用地为人类提供基本的产品和服务，产出 95% 以上的食物。畜牧业是占用农业用地最多的部门。畜牧生产使用了全球近 80% 的农业用地<sup>1</sup>和大量可再生淡水资源<sup>2</sup>。

2. 虽然很大一部分草地无法种植，但这些草地上的放牧管理不善可能导致土地退化和生物多样性丧失。如果没有制定径流控制规定或粪肥设施管理不善，牲畜在地理上的高度集中可能会导致点源污染。畜牧业消耗了全球近三分之一的谷物

---

<sup>1</sup> 定义为“农田”和“永久草地和牧场”的总面积。粮农组织统计数据库 2021 年的土地利用数据 (<https://www.fao.org/faostat/zh/#data/RL>)。

<sup>2</sup> 粮农组织。2022。《世界粮食和农业领域土地及水资源状况：系统濒临极限》。主报告。罗马。  
<https://doi.org/10.4060/cb9910en>

产量<sup>3</sup>，但草和作物残茬等粗饲料以及其他涉农工业副产品也是重要的饲料来源<sup>4</sup>。在一些地区，以牺牲森林为代价扩大耕地面积的原因在于饲料需求不断增加。此外，2000-2018年，牲畜放牧造成了全球38.5%的毁林<sup>5</sup>。

3. 粮农组织估计，与2020年相比，到2050年全球对肉、奶和蛋的需求将增长约20%，其主要推动因素是人口增长。据预计，非洲的相对增幅最大，到2050年其需求将比2020年翻一番<sup>6</sup>。为了满足未来需求，需要采取支持措施和干预措施，以促进农业的可持续集约化。其中包括大幅提高粮食和饲料价值链的生产率，同时减少粮食损失和浪费。提高农业产量通常会增加土地、土壤及水资源所承受的压力。

4. 下文概述了畜牧生产对环境的影响，以及如何通过采用基于生态系统的解决方案、最佳管理措施和创新来减少不利后果和加强生态系统服务。通过采取良好做法确保土壤、土地及水资源的可持续利用和综合管理，畜牧业有可能为保护生物多样性和重要的生态系统功能做出贡献<sup>7</sup>。

## II. 畜牧生产对土地、土壤及水资源的影响

### A. 土地和土壤资源

5. 由于被改造成耕地，全球用于放牧或用作饲草来源的草地及灌木区在二十年间减少了1.91亿公顷，2019年减至31.96亿公顷。2000年至2019年间，人口增长使可用于种植业和畜牧业的人均农业用地面积减少了20%。此外，13%的草地因与畜牧业无关的高强度人为压力而退化，34%的草地面临生物物理状况减弱的问题，主要原因在于过度放牧和放牧管理不善，造成土壤板结、污染和侵蚀，从而影响土壤功能、植物生长和水文服务<sup>8</sup>。在自然生态系统被清除并转变为牧场

---

<sup>3</sup> 根据2021年粮农组织统计数据库供应利用账户数据计算 (<https://www.fao.org/faostat/zh/#data/SCL>)。

<sup>4</sup> 粮农组织。2023。《减少排放的路径——对畜牧业农业粮食体系温室气体排放和减缓方案的全球评估》。罗马。<https://doi.org/10.4060/cc9029en>

<sup>5</sup> Branthomme, A.、Merle, C.、Kindgard, A.、Lourenço, A.、Ng, W.-T.、D'Annunzio, R.和 Shapiro, A.。2023。《大规模和小规模农业对全球毁林的影响如何：遥感试点方法的结果》。罗马，粮农组织。<https://doi.org/10.4060/cc5723en>

<sup>6</sup> 粮农组织。2023。《减少排放的路径——对畜牧业农业粮食体系温室气体排放和减缓方案的全球评估》。罗马。<https://doi.org/10.4060/cc9029en>

<sup>7</sup> 粮农组织。2015。《世界粮食和农业动物遗传资源状况》第二份报告，由B.D.Scherf和D. Pilling编辑。粮农组织粮食和农业遗传资源委员会评估。罗马。<https://doi.org/10.4060/I4787E>

<sup>8</sup> 粮农组织。2022。《世界粮食和农业领域土地及水资源状况：系统濒临极限》。主报告。罗马。<https://doi.org/10.4060/cb9910en>

的地方，特别是在干旱和半干旱地区，通常土地的潜力较低，土壤侵蚀和土壤碳/养分耗竭的风险较高。

6. 从积极的方面来看，草地土壤碳封存的潜力是巨大的。据估计，改进放牧管理措施每年可在牧场上封存 4.09 亿吨二氧化碳当量的碳<sup>9</sup>。通过在一些草场地区种植豆类，每年可以额外增加 1.76 亿吨二氧化碳当量的封存排放量（扣除增加的一氧化二氮排放量）。因此，估计综合减缓潜力为 5.85 亿吨二氧化碳当量，约占畜牧业供应链排放量的 8%<sup>10</sup>。土壤有机碳密度/储量对管理、重新播种、排水条件、草种和土地利用变化很敏感。改进放牧管理、牧场的无机和有机施肥以及播种改良草种和灌溉，可以增加土壤有机碳封存，封存率达到 0.1-1 吨碳/公顷/年以上<sup>11</sup>。

7. 退化草地的恢复会增加土壤碳封存，但温室气体排放的减少可能并不总是评价草地环境和发展成果改善的最佳指标。例如，在退化的干旱和半干旱草地，温室气体排放对牧场管理变化的反应可能小于对气候变异的反应。目前存在适用于退化草地的恢复措施（如重建植被、休牧和草地围栏）。除了适应性战略外，适度轮牧还可以保持或强化土壤肥力、促进植物生长、推动碳和氮储存，同时减少温室气体排放<sup>12</sup>。

8. 此外，粪肥和其他有机应用在土壤碳封存方面具有巨大潜力，但其管理取决于当地气候和土壤条件以及用作土壤改良剂的材料特性。将碳封存于草地土壤中是一种双赢的状况，因为二氧化碳会从大气中去除，而增加土壤碳含量会带来许多农业方面的积极成效，包括增强土壤保水性，促进植物生长、土壤健康和生物多样性，增加土壤养分供应量，优化土壤结构和稳定性，减少侵蚀，改善土壤总体功能。因此，采用可持续草地管理措施将有助于减少畜牧生产对土壤资源的负面影响。

## B. 水资源

9. 在畜牧业中，通常可以分为三种主要的用水类型。一种是直接用作动物饮用水，很大程度上取决于物种、环境和生理条件。第二种是在生产过程中用于动

---

<sup>9</sup> Gerber, P.J.、Steinfeld, H.、Henderson, B.、Mottet, A.、Opio, C.、Dijkman, J.、Falcucci, A.和 Tempio, G.。2013。《通过畜牧业应对气候变化——对排放和减缓机会的全球评估》。粮农组织，罗马。  
<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3437zh>

<sup>10</sup> 粮农组织。2022。《世界粮食和农业领域土地及水资源状况：系统濒临极限》。主报告。罗马。  
<https://doi.org/10.4060/cb9910en>

<sup>11</sup> 粮农组织和政府间土壤技术小组。2021。《全球土壤再碳化——建议管理措施技术手册》。第3卷：《农田、草地、综合系统和耕作方法：措施概述》。罗马，粮农组织。  
<https://doi.org/10.4060/cb6595en>

<sup>12</sup> 粮农组织。2022。《世界粮食和农业领域土地及水资源状况：系统濒临极限》。主报告。罗马。  
<https://doi.org/10.4060/cb9910en>

物的直接用水。这包括清洗、冷藏、清洁等程序的用水，很大程度上取决于畜牧生产系统。第三种是与（灌溉）饲料作物和牧场生产相关的用水，据估计通常占畜牧业用水总量的 90%<sup>13</sup>。

10. 据估计，全球用于牲畜饲料生产的土地上每年蒸发 4387 立方千米的水（包括蓝水和绿水），约占农业用地总蒸发量的 41%<sup>14</sup>。这些估计值是指灌溉和雨养地区作物和草地的蒸散量。到目前为止，这种水资源的最大部分，即 94%来自降水，而其余 6%，即 264 立方千米，来自灌溉。用于灌溉的取水量会高得多。假设平均灌溉效率为 50%，意味着全球每年抽取 528 立方千米的淡水用于畜牧业。由于全球农业取水总量为每年 2950 立方千米，因此畜牧业占农业取水总量的 18%。

11. 取水的影响因流域规模和季节而异，并取决于可用的水资源和其他用户的需求。

12. 区分雨养系统和灌溉系统的饲料生产用水具有重要意义。在高投入、集约化畜牧生产系统中，对于圈养动物，生产一公斤动物源性食品所需的水量通常远低于粗放型系统。然而，在集约化系统中，饲料的一个重要部分来自灌溉农业，为此会抽取大量用水，而在粗放型系统中，放牧在较大区域内进行，并且动物以雨养植被为食，因此不会影响水文循环。

13. 在水质方面，畜牧生产系统往往通过不受管制地向水体排放粪便或通过淋洗和径流污染水资源。污染机制可分为点源和非点源。点源污染是指可观察到的污染物向水体的排放。就畜牧业而言，这主要指牲畜高度集中区域和加工厂。非点源污染的特点是当过量的粪便和尿液以及相关污染物或养分不能被土壤完全吸收时，污染物会扩散排放。

14. 粪肥和废水对土壤和水资源的污染可能直接来自农场建筑等点源，也可能通过牧区或施肥农田的地表径流或地面水流间接来自非点源。在这种情况下，氮和磷是重要的污染物。畜牧系统的氮排放会对水资源、土壤和空气质量产生影响，加剧气候变化，同时对人类健康产生负面影响。需要通过具体政策和良好管理措施，提高畜牧系统的氮利用效率，以提高生产率并减少负面环境影响<sup>15</sup>。

---

<sup>13</sup> Boulay, A.M.、Drastig, K.、Amanullah, Chapagain, A.、Charlon, V.、Civit, B.、DeCamillis, C.等。2021。《就畜牧生产系统和供应链的用水评估达成共识：粮农组织畜牧业环境评估及绩效伙伴关系的成果和建议》。《生态指标》，124，107391。https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107391

<sup>14</sup> Heinke, J.、Lannerstad, M.、Gerten, D.、Havlik, P.、Herrero, M.、Notenbaert, A.M.O.、Hoff, H.和 Müller, C.。2020。《全球畜牧生产中的用水——提高水资源生产水平的机会和制约因素》。《水资源研究》，56，e2019WR026995。https://doi.org/10.1029/2019WR026995

<sup>15</sup> COAG:LI/2024/INF/6，https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/np189zh

15. 为提高生产效率而添加到动物饲料中的微量元素，如铜和锌<sup>16</sup>，以及常规用于预防疫病的抗微生物药物，通常不会在动物体内完全代谢，而是在动物粪便和尿液中排泄和积聚，因此可能会造成土壤和水资源的污染。

### III. 土壤、土地及水资源与畜牧业的联系

16. 土壤、土地及水资源在维持畜牧生产方面发挥着至关重要的作用。畜牧业既可以是土壤退化的驱动因素，也可以是改善土壤健康的促成因素，这取决于其管理方式。一方面，动物密度较高的干旱地区牧场畜牧生产系统往往造成土壤结构的恶化，使大片土地易于退化和荒漠化。另一方面，如果管理得当，牧场的牲畜可以提供有机肥料，提高土壤肥力和改善土壤有机质，并促进碳封存，改善土壤结构和整体土壤健康。

17. 在将饲料转化为陆生动物源性食品方面，高投入、集约化畜牧生产系统的效率通常远远高于粗放型畜牧生产系统。然而，如果管理不当，这种畜牧生产系统也可能造成严重污染。

### IV. 展望未来

18. “可持续畜牧业转型框架”<sup>17</sup>采取整体方法，是一个总体框架，旨在促进针对多个畜牧业层面的现有计划和活动之间的协调、互补和联系，包括在实施“同一个健康”方法的同时提高生产率以及高效、公平地利用自然资源。越来越重要的是，更好地了解土壤、土地及水资源管理的动态并提出综合方法，这些方法有可能促进可持续畜牧生产以及气候适应和减缓、可持续生计和土地利用冲突的解决。

19. 需要可持续和包容性农业体系，以便更好地整合种植业、畜牧业和林业措施。这种综合体系可以直接改善土地、土壤及水资源状况，帮助小农、牲畜饲养者和牧民以及依靠森林谋生的群体适应气候变化，并产生多种生态系统效益，包括保障生计、增加生物多样性、改善营养、提供健康膳食和减少温室气体排放。2023年11月举行的计划委员会第一三七届会议<sup>18</sup>讨论了粮农组织“土地和水资源综合管理概念框架”，2023年12月举行的粮农组织理事会第一七四届会议<sup>19</sup>批准了该框架，目前正在与各成员合作推广和实施该框架。

---

<sup>16</sup> Wang, W.、Zhang, W.、Wang, X.、Lei, C.、Tang, R.、Zhang, F.、Yang, Q.和 Zhu, F.。2017。《追踪“猪粪-蛆-鸡”生产链中的重金属》。《科学报告》，7（1）：1-9。 <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07317-2>

<sup>17</sup> COAG:LI/2024/3, <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/np186zh>

<sup>18</sup> PC 137/6, <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nn077en>

<sup>19</sup> CL 174/REP, <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/no069zh>

20. 政策支持和投资对于改进自然资源治理和管理至关重要。土地利用综合规划以及土地和水资源评估对于管理所有农业气候区以及种植业、畜牧业、林业和混合土地利用系统（如农林混作或农林牧混作系统）的有限资源十分重要<sup>20</sup>。

### A. 政策一致性

21. 防止土地退化（特别是牧场退化）的成本远低于恢复土地的成本。然而，很少有国家在牧场保护、可持续管理和恢复方面制定国家政策和法律。对不同国家现有监管框架进行详细的治理评估，并重点介绍成功案例，将有助于粮农组织成员在可持续利用和管理自然资源的框架内加强牧场治理。

22. 在这方面，粮农组织应探索机会，支持各国努力实现可持续牧场管理和恢复、可持续畜牧生产以及土地、土壤和水资源综合管理，确保所有相关国家和地区计划和战略的政策一致性。

23. 各成员认识到综合方法对于克服与水资源有关的持续和相互关联的挑战至关重要，因此承诺在本两年度内将水资源作为其活动的核心。粮农组织大会第四十三届会议批准将“加强水资源管理，实现四个更好：更好生产、更好营养、更好环境、更好生活，推动实现《2030年可持续发展议程》”定为2024-25两年度主题<sup>21</sup>。

24. 为了促进各国采取行动，应对与水资源有关的挑战，并可持续利用水，以系统的方式实现所有可持续发展目标，粮农组织应要求支持其成员通过国家主导的对话和参与式进程，制定针对具体国家的国家水资源路线图。

### B. 综合解决方案

25. 土地利用综合规划与可持续草地管理措施相结合，可用于支持土地利用和管理变革，以提供一系列生态系统服务，支持符合《2030年议程》的人类福祉和生计。为此，有必要根据科学实证为每个地点确定最合适的管理措施。《全球土壤再碳化——建议管理措施技术手册》<sup>22</sup>、“世界保护方法和技术概览”数据库<sup>23</sup>、《土地利用规划准则》<sup>24</sup>和“土地资源规划工具箱”<sup>25</sup>为增加这方面的知识奠定了

---

<sup>20</sup> COAG:LI/2024/9, <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/np188zh>

<sup>21</sup> C 2023/REP, 第 52 段 <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nm800zh>

<sup>22</sup> 粮农组织和政府间土壤技术小组。2021。《全球土壤再碳化——建议管理措施技术手册》。第 2 卷——《土壤有机碳的热点和亮点》。罗马，粮农组织。<https://doi.org/10.4060/cb6378en>

<sup>23</sup> <https://www.wocat.net/en>

<sup>24</sup> 粮农组织。1993。《土地利用规划准则》。罗马。<https://www.fao.org/4/t0715e/t0715e00.htm>

<sup>25</sup> <https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/zh/>

基础，但还需要进一步开展工作，汇编并提供良好牧场管理措施综合纲要，其中包括成本效益评估。

26. 地表水和地下水保护在畜牧生产系统中具有重要意义。在规划畜栏或原料场的建设时，重要的是要考虑地形、地质和土壤。应避免选择土壤较浅或透水性强、地下水位高或距地表水较近的场地。应控制从动物密度较高地区流出的水，并妥善储存粪肥，以便将其作为有价值的肥料重新使用。应避免高投入、集约化畜牧生产系统中的粪肥生产过剩以及放牧动物的高放养量造成作物和草地过度施肥。

27. 旨在实现可持续和盈利性畜牧生产系统的畜牧养殖和草地管理最佳做法相关指导和综合解决方案具有挑战性，但非常必要。

### C. 从长远角度进行评估和规划

28. 建立细化的草地碳氮通量监测系统，有助于就管理措施做出知情决策，并发挥预警系统的作用，根据这些通量的变化来调整管理措施。粮农组织畜牧业环境评估及绩效伙伴关系发布了广泛的准则，为扩大此类评估提供了基本框架<sup>26</sup>，包括评估对可用水资源的影响。全球畜牧系统用水评估需要综合、基于科学的方法，考虑到三种主要的用水类型和利益相关方。根据这些准则，并广泛利用畜牧生产及动物卫生司维护的数据库，粮农组织编制了畜牧业用水评估报告，提供了覆盖全球的按物种划分的详细用水情况。

29. 畜牧业土地和水资源利用评估的关键问题是，由于饲料来源、环境条件和生产系统的不同，土地和水资源利用的空间差异很大。因此，为了评估未来几年畜牧业的土地和水资源需求，迫切需要详细的空间方法，而不是全球平均值，为未来关于畜牧系统影响的政策制定提供信息。

---

<sup>26</sup> 粮农组织。2019。《畜牧生产系统和供应链用水——评估准则（第1版）》。畜牧业环境评估及绩效伙伴关系。罗马。<https://doi.org/10.4060/ca5685en>