

# 汽爆饲草料加工生产中的工艺参数优化与质量控制

贾涛

北方中郡运营管理（北京）有限公司呼和浩特分公司，内蒙古 呼和浩特 010010

**摘要：**随着现代农业的发展，饲草料作为重要的动物饲料，逐渐成为提高畜牧业生产效率的重要保障。汽爆饲草料加工技术通过高温高压处理改善草料的可消化性和营养价值。然而，工艺参数的优化和质量控制仍然面临挑战。本文分析了温度、压力、时间等工艺参数对饲草料质量的影响，并提出优化方案。研究表明，合理的工艺控制可显著提高饲草料的营养价值、口感和可消化性，从而提高生产效率并降低成本。本文还提出了质量控制措施，包括原料质量、设备监控和产品检测，确保稳定的生产质量。最后，展望了汽爆饲草料加工的未来发展，强调了技术创新在提升效率和环保方面的潜力。

**关键词：**汽爆饲草料；工艺参数优化；质量控制；生产效率；饲料加工

## Process Parameter Optimization and Quality Control in the Processing and Production of Explosive Feed

Jia Tao

North Zhongjun Operation Management (Beijing) Co., Ltd. Hohhot Branch, Hohhot, Inner Mongolia 010010

**Abstract:** With the development of modern agriculture, forage, as an important animal feed, has gradually become an important guarantee for improving the production efficiency of animal husbandry. The air-blast forage processing technology improves the digestibility and nutritional value of forage through high-temperature and high-pressure treatment. However, the optimization of process parameters and quality control still face challenges. This paper analyzes the influence of process parameters such as temperature, pressure and time on the quality of forage, and proposes an optimization scheme. Studies show that reasonable process control can significantly enhance the nutritional value, taste and digestibility of forage, thereby improving production efficiency and reducing costs. This paper also proposes quality control measures, including raw material quality, equipment monitoring and product testing, to ensure stable production quality. Finally, the future development of explosive feed processing was prospected, and the potential of technological innovation in improving efficiency and environmental protection was emphasized.

**Keywords:** air-blast forage; optimization of process parameters; quality control; production efficiency; feed processing

## 引言

饲草料在农业生产中占有重要地位，它直接关系到畜牧业的生产效率与动物的健康。传统的饲草料加工方式，如干草和青贮，虽然在某些领域广泛应用，但其在提高饲草料的营养价值和消化率方面的效果有限。随着农业技术的进步，汽爆饲草料加工技术逐渐成为一种重要的加工方式。该技术利用高温高压处理，可以有效提高饲草料的营养成分，改善其口感和消化性，从而增加牲畜的摄入量，提升动物生产性能。这一技术的应用，特别是在提高动物饲养效率和改善肉质及乳品质量方面，已经取得了显著成果。然而，在汽爆饲草料加工过程中，如何合理控制加工工艺参数以实现最佳的饲草料质量，仍然是业界研究的一个热点问题。温度、压力、时间等关键工艺参数的优化不仅能显著提高饲料的营养价值和消化性，还能够降低生产成本，提升饲料在市场中的竞争力。

## 一、汽爆饲草料加工的基本原理及应用

### （一）汽爆饲草料加工的基本原理

汽爆饲草料加工是通过将草料与蒸汽混合后，在一定的温度和压力条件下进行处理，使草料中的细胞壁破裂，纤维素发生变化，从而提高草料的可消化性和营养价值。该过程通过热处理改

变草料的结构，使其营养成分更加容易被动物吸收<sup>[1]</sup>。与传统的饲草料加工方式相比，汽爆处理能够有效地保留草料的营养成分，同时显著提高其消化率。研究表明，汽爆过程中温度通常控制在150°C以上，压力在1.2 MPa至2.0 MPa之间，处理时间一般为20秒至3分钟不等。适当的温度、压力和时间组合能够最大限度地破坏草料中的细胞壁，释放出更多的可溶性糖分和蛋白质，

为动物提供更多的营养来源。不同的草料种类和处理目标决定了具体的工艺参数，因此对各参数的精确控制显得尤为重要。通过调节这些工艺条件，可以根据不同动物的消化需求，优化饲料的营养成分和口感。

## （二）汽爆饲草料加工的应用领域

汽爆饲草料在畜牧业中广泛应用，特别是在奶牛、肉牛、羊等牲畜的饲养过程中，效果尤为显著<sup>[2]</sup>。通过汽爆处理后的草料，其纤维素和其他复杂结构的降解可以显著提高动物的消化率。研究显示，经过汽爆处理的饲草料更容易被消化吸收，从而增加动物对饲料的摄入量，促进其生长和提高生产性能。尤其对于奶牛和肉牛来说，汽爆饲草料的应用能够增强其乳品和肉类的质量，提升畜牧业的经济效益<sup>[3]</sup>。此外，汽爆技术也适用于不同种类的饲料，如青贮饲料、牧草饲料等，不仅适用于牛羊的日常喂养，还能够满足其他动物的营养需求。汽爆饲草料的广泛应用，有助于提高饲养效率、减少资源浪费，促进畜牧业的可持续发展。随着养殖规模的扩大，汽爆饲草料的生产能力和效率也在不断提升，未来有望在更多领域得到应用。

## （三）汽爆饲草料加工的挑战

尽管汽爆饲草料加工技术具有广泛的应用前景，但在实际生产过程中仍然面临许多挑战。首先，如何精确控制温度、压力和时间的变化，以确保产品的质量和稳定性，仍然是一个重要问题。不同草料的化学成分和结构差异使得每种草料所需的加工条件不同，如何为不同草料量身定制加工参数，是技术优化的关键<sup>[4]</sup>。其次，原料的质量差异也对最终产品的质量产生较大影响，尤其是草料的水分含量、粗纤维含量等因素会影响汽爆处理的效果，因此需要对原料进行严格的质量控制<sup>[4]</sup>。此外，汽爆饲草料加工设备的性能和运行状态对生产效率和饲料质量也有重要影响。设备故障或操作不当可能导致处理过程的不稳定，进而影响最终产品的质量。因此，加强设备的日常维护和精确调控系统的管理是保证生产质量的基础。综上所述，虽然汽爆饲草料加工技术在理论上具有巨大优势，但在实际应用中，如何克服这些技术性挑战，优化生产过程，仍然是业界面临的重大问题。

# 二、汽爆饲草料加工工艺参数的优化

## （一）温度对汽爆饲草料质量的影响

温度是影响汽爆饲草料加工质量的一个关键因素。研究表明，在汽爆过程中，温度的变化对草料的细胞壁破裂和营养成分释放具有直接影响。温度控制在150° C至170° C之间时，能够显著提升草料的消化率，同时避免过高温度对其营养成分的破坏。较高的温度能够加速草料细胞壁的裂解，使得草料中的可溶性糖类、蛋白质等营养成分释放出来，从而提高饲料的可消化性。然而，温度过高则可能导致一些热敏感营养成分的降解，特别是一些水溶性维生素和微量元素的损失。因此，温度的合理控制至关重要。研究还发现，当温度低于150° C时，草料的细胞壁可能无法充分破裂，影响饲草料的消化性；而温度过高时，不仅会影响营养成分的保持，还可能导致饲草料的质地发生不利变

化，降低饲料的口感和动物对饲料的接受度<sup>[5]</sup>。因此，在实际生产过程中，需要根据草料的种类和养殖对象的消化需求，灵活调节温度，以确保加工效果的最佳平衡。

## （二）压力对汽爆饲草料质量的影响

压力是影响汽爆饲草料加工的重要工艺参数。汽爆过程中，适当的压力可以促进蒸汽进入草料内部，从而加速草料细胞壁的破裂，提升草料的可消化性。压力过低时，蒸汽难以均匀渗透至草料内部，导致热处理不均匀，从而影响其质量和消化效果。研究表明，压力控制在1.5 MPa至2.0 MPa之间时，能够有效增强草料的可消化性，确保营养成分均匀释放，并使草料的营养价值达到最佳水平。合理的压力有助于在短时间内完成草料的处理，使得草料保持较高的营养成分，同时改善其口感和消化性。然而，过高的压力可能导致草料过度吸水，影响其口感和后期的储存性能。过高的水分含量可能使草料变得湿润，进而影响其发酵和保存。因此，生产过程中应在确保饲料质量和营养成分最大化的前提下，合理控制压力，以提高生产效率和降低能耗。

## （三）时间对汽爆饲草料质量的影响

汽爆时间是影响饲草料热处理效果的另一个关键参数。时间过短可能导致草料未能完全破裂，从而无法充分释放其中的营养成分，影响其消化率和营养价值；而时间过长，则可能导致草料中的一些营养成分，尤其是蛋白质和维生素等热敏感成分的流失，影响最终的饲料质量。因此，如何合理控制汽爆时间，确保草料得到适当的热处理，是提高汽爆饲草料质量的关键<sup>[6]</sup>。研究表明，适当延长汽爆时间可以进一步提高草料的消化率，使草料的细胞壁完全破裂，从而提高饲料的营养吸收率。但是，随着时间的延长，草料的结构可能会过度松散，影响其口感和品质。根据不同草料的种类、目标动物的消化特点和生产要求，汽爆时间应根据实际情况进行调整。例如，对于粗纤维含量较高的草料，可以适当延长处理时间，以确保其充分降解，而对于易损害的饲料，则需要控制在较短的时间内完成处理。通过精确的时间控制，能够最大限度地提高饲料的营养价值和消化效果，从而增强饲料的市场竞争力。

# 三、汽爆饲草料加工过程中的质量控制

## （一）原料质量控制

在汽爆饲草料的生产过程中，原料的质量是决定最终饲料质量的关键因素。不同种类的草料、不同产地的草料以及草料的干湿度、粗纤维含量等，都将直接影响到汽爆处理效果和最终产品的质量。例如，湿度过高的原料可能会影响蒸汽与草料的接触效率，导致处理不均匀，从而影响草料的消化性和营养成分的释放。而粗纤维含量过高的草料，可能导致在处理过程中无法完全降解，影响草料的可消化性<sup>[7]</sup>。为了确保高质量的汽爆饲草料，必须严格控制原料的选择和预处理。选用优质的草料原料是保证生产过程中各项质量标准达标的前提。在原料选择上，优质草料应具备较低的含水量、适中的粗纤维含量，并且没有受到污染。此外，预处理环节同样重要。通过预处理，可以调整草料的湿度，

使其适合蒸汽处理，并能有效去除不必要的杂质。对原料的预处理不仅可以提高加工效率，还能够最大化保留草料的营养成分，从而提升最终产品的质量。

**（二）设备运行监控与维护**

汽爆饲草料加工设备的性能和状态直接影响加工效果。设备的温控系统、压力控制系统等关键部件的稳定运行是确保加工质量的前提。如果设备出现故障或运行不稳定，将直接导致加工参数的偏差，从而影响饲草料的质量<sup>[8]</sup>。例如，温控系统不稳定可能导致处理温度无法保持在所需范围内，进而影响草料的营养成分和消化性。压力控制系统的失效可能导致草料处理不均匀，导致不同批次的饲草料质量差异较大。因此，加强对设备的监控和维护，确保设备处于最佳工作状态，是提高生产效率和确保饲料质量的有效途径。常见的设备监控手段包括实时温度和压力数据采集系统，这些系统能够精准监测生产过程中各项关键参数，并实时反馈，确保加工过程的稳定性<sup>[9]</sup>。同时，定期的设备维护和检修同样至关重要，设备在长期运行过程中容易出现磨损和老化，定期检查和维修能够及时发现问题并进行修复，避免因设备故障而影响生产质量。因此，设备管理与监控系统的优化不仅是提高汽爆饲草料质量的保障，也是提高生产效率、降低成本的关键环节。

**（三）最终产品的质量检测**

质量检测是确保汽爆饲草料符合标准、满足市场需求的重要环节。通过定期检测饲草料的营养成分、消化率、口感等关键指标，可以及时发现生产过程中的问题，并进行调整。营养成分检测通常包括对草料中蛋白质、脂肪、粗纤维、矿物质和维生素等成分的测定，确保饲料的营养比例符合动物的需求。此外，消化率测试是评估饲草料质量的一个重要指标，能够准确反映草料在动物体内的消化效果和营养吸收率。口感评定则能够从感官角度反映草料的质量，尤其是在奶牛和肉牛等动物饲养中，饲料的接

受度直接影响动物的摄食量，进而影响生产性能。为了确保检测的准确性和全面性，质量检测需要定期进行，并结合生产过程中出现的实际问题进行针对性调整。例如，如果发现某批次饲草料的消化率不达标，可以分析具体原因，是否与加工过程中的温度、时间或压力控制不当有关，进而做出优化调整。定期的质量检测不仅可以保证产品符合标准，还能够帮助生产者及时发现潜在问题，降低生产风险<sup>[10]</sup>。

**四、汽爆饲草料加工的未来发展方向**

未来，汽爆饲草料加工将更加注重节能降耗和环境保护。随着全球对可持续发展和绿色技术的关注增加，汽爆饲草料加工技术也将朝着更加高效和环保的方向发展。采用节能型设备和优化工艺参数，能够有效减少能源消耗，降低生产成本，同时减少对环境的负面影响。随着智能化和自动化技术的不断发展，汽爆饲草料加工将更加精准和高效，能够实现温度、压力、时间等工艺参数的实时监控和调整，从而进一步提升生产效率和产品质量。这种发展趋势不仅能够提高整体生产效能，还能满足市场对高品质饲料的需求，推动农业生产方式的现代化，促进农业产业的可持续发展。

**五、结语**

汽爆饲草料加工技术作为现代饲料加工的重要手段，通过对工艺参数的优化和质量控制的有效实施，能够显著提升饲草料的营养价值和消化性。随着技术的不断进步和应用的推广，汽爆饲草料加工将进一步提升其在畜牧业中的重要性，为提升动物健康和生产效益提供有力保障。

**参考文献**

[1] 廖鹏, 陈兴国, 林恒鑫, 等. 流变学在固体农业物料加工领域的应用研究进展 [J]. 中国农机化学报, 2022, 43(03): 84-91. DOI: 10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2022.03.011.

[2] 马娟, 冯斌, 王超, 等. 面向牛粪与核桃果枝的遥控自走式翻堆机发酵工艺优化 [J]. 农业机械学报, 2021, 52(S1): 442-448.

[3] 王先柳, 黄引超, 钱文静, 等. 沙棘枝干汽爆加工效果评价 [J]. 中国畜牧杂志, 2023, 59(03): 234-239. DOI: 10.19556/j.0258-7033.20220315-04.

[4] 闫庆忠. 饲草青贮技术及牛羊养殖应用效果 [J]. 农业工程技术, 2022, 42(29): 88+90. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2022.29.056.

[5] 高雪梅, 焦婷, 雷赵民, 等. 体外产气法评价不同青贮添加剂处理下汽爆玉米秸秆品质 [J]. 草原与草坪, 2021, 41(06): 30-36. DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2021.06.005.

[6] 崔晓琴, 庞鹤鸣, 杨志娟, 等. 藜麦饲草饲喂肉羊育肥效果试验研究 [J]. 畜牧兽医杂志, 2021, 40(01): 16-19.

[7] 冉福, 焦婷, 雷赵民, 等. 不同汽爆处理下玉米秸秆品质综合评价 [J]. 草地学报, 2020, 28(03): 835-843.

[8] 张慧玲, 王志伟, 周中凯. 不同汽爆处理对藜麦秸秆化学组成及纤维结构的影响 [J]. 中国农业科技导报, 2018, 20(07): 105-112. DOI: 10.13304/j.nykjdb.2017.0428.

[9] 张莉莉, 张琳琳, 崔占鸿, 等. 蒸汽爆破处理油菜秸秆与青藏高原常见粗饲料组合效应评价研究 [J]. 饲料研究, 2022, 45(16): 108-114. DOI: 10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2022.16.022.

[10] 王文明, 陈红意, 赵满全. 提高紫花苜蓿热风干燥品质的工艺参数优化 [J]. 农业工程学报, 2015, 31(S1): 337-345.