

# 粗纤维物料压缩过程的一般流变规律的探讨

杨明韶, 张 永, 李旭英

(内蒙古农牧大学)

**摘 要:** 对松散农业物料的开发, 一般需要对其进行压缩处理。研究压缩过程的规律, 探索压缩过程基本参量及其间的规律和压缩过程中压缩物料的性质, 以便确定压缩设备的结构参数和优化设计压捆机。在本学科组研究的基础上, 以实际生产机械为试验设备, 采用先进的测试手段, 模拟了生产条件下整个压缩过程并进行了试验研究, 得出了生产全过程中有关压力、变形的规律。为压缩试验深入的研究和压捆机的优化设计提供了依据。

**关键词:** 纤维物料; 流变学; 压缩

**中图分类号:** S377

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2689(2002)01-0135-03

牧草、农业秸秆等生物质资源, 由于其产量分散, 收集、贮存、运输、加工十分困难。为解决此矛盾, 在工程上最基本的方法就是压缩。即在一定的工艺条件下, 施力于物料, 使其体积减小, 密度增加, 达到要求的形状和尺寸。目前国内外, 对压缩基础理论研究比较薄弱, 压捆机压缩过程中一些基本规律尚未发掘出来, 制约了压缩工程的发展。本文着重对压缩全过程粗纤维物料的一般流变规律进行探讨, 为压捆机的优化设计提供依据。

## 1 试验物料及设备的选择

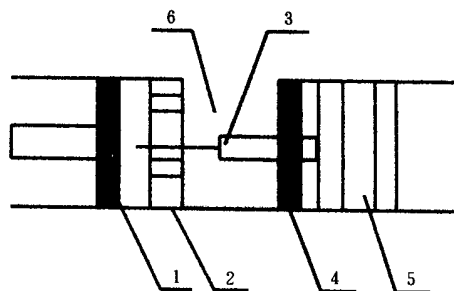
**试验物料:** 揉碎后的玉米秸秆(与一般牧草相近), 其含水率在 18% 左右。**试验设备:** 高密度压捆机。

## 2 试验方案

对牧草多次压缩使压缩腔存满物料, 形成正常的工作压力。将一块挡板(358mm × 458mm)放入压缩室靠近被压缩物料的一边, 再将压力传感器放入靠压缩头的一端, 然后按设计的喂入量喂入物料。将位移传感器的套筒固定在挡板上, 将位移传感器的拉杆固定在压力传感器的前导向板上。按如下框图连接测试及记录仪器。

## 3 试验过程

试验开始, 按设计的喂入量由喂入口将物料喂于压力传感器与挡板之间, 喂一次压缩一次, 在压缩

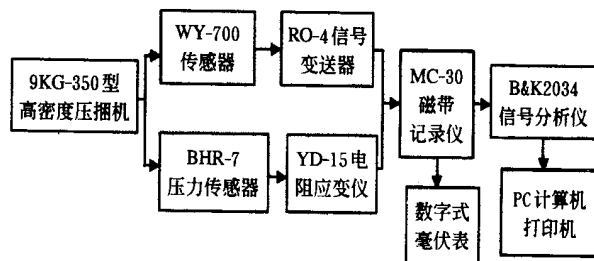


1. 压缩头 2. 压力传感器 3. 位移传感器  
4. 挡板 5. 压缩后的草片 6. 喂入口

图 1 试验装置简图

Fig 1 Schematic of experimental device

过程中, 压力传感器及位移传感器从喂入口向草捆室后方向推移, 一直到被压缩的物料从草捆室尾部排出。压力传感器和位移传感器记录了一种喂入量物料压缩全过程的压力、变形信息。进行 2 0 kg 至 4 0 kg 5 种喂入量的全程试验。



将一组压力传感器(4 个传感器)的信号, 分别送入 MC230 型磁带记录仪第 1~ 4 通道; 位移信号送入磁带记录仪的第 5 通道。再将磁带记录仪上记录的信号送入 B&K2034 分析仪, 考虑数据的容量及取样信号的准确性, 每隔 1 s 取一数据。将磁带记录仪上 1~ 4 通道的信号取样后叠加, 利用压力传感器的标定方程, 经过变换, 可求出整个压缩室不同位置应力的分布, 即压缩全过程的压力变化; 通过第 5 通道的输出电压取样值, 可以求出一定喂入量下的

收稿日期: 2001-208230 修订日期: 2001-209230

基金项目: 国家自然科学基金项目(59865001)

作者简介: 杨明韶, 教授, 呼和浩特 内蒙古农牧大学机电工程学院, 010018

物料在整个压缩室相应位置变形或恢复的规律。

#### 4 信号分析

下面以 3 kg 喂入量为例, 详细说明压缩室内应力、变形的规律。从图 2、3 来看, 整个压缩室内压缩物料的压力及变形的变化, 大致可以分为 3 个阶段。

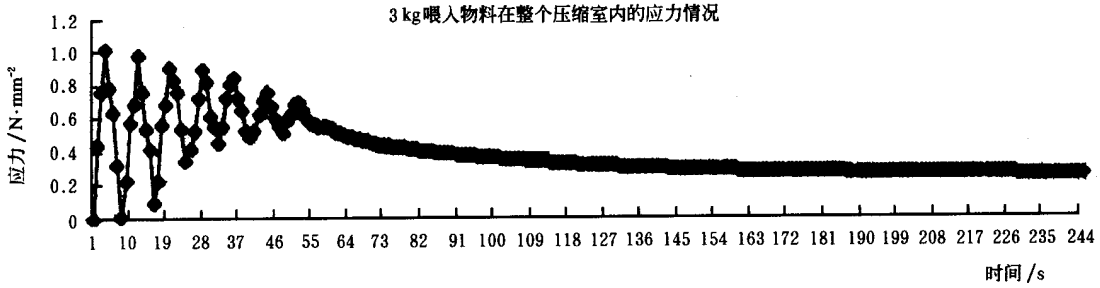


图 2 一次喂入量在压缩室长度内压应力变化曲线

Fig 2 Pressure stress curve in whole compression chamber for once feeding amount

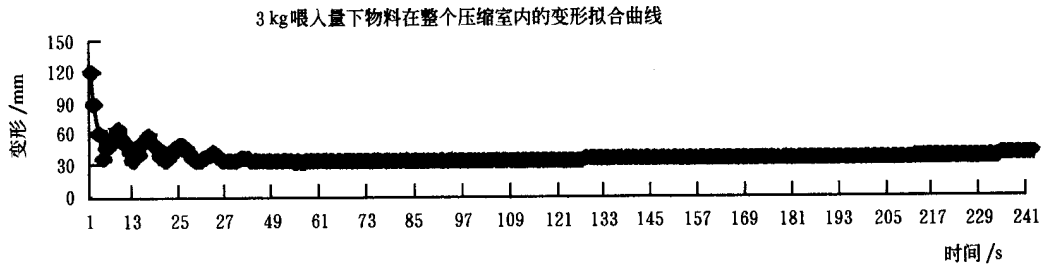


图 3 一次喂入物料在整个压缩室内的变形曲线

Fig 3 Deformation curve in whole compression chamber for once feeding amount

##### 4.1 第一阶段

第一次喂入的物料经第一次压缩达到稳定值后, 当压缩头离开时, 被压缩的物料产生反弹(称为变形恢复), 且变形恢复很明显, 其恢复值由最大逐渐减小; 当第二次喂入物料压缩达到稳定值时, 第一次喂入物料同时也被压缩并达到稳定值, 当压缩头再离开时, 第一次喂入的物料和第二次喂入的物料均有变形恢复, 第二次喂入的物料的变形恢复等于第一次喂入的物料在该位置的变形恢复, 而第一次喂入的物料由于恢复时受到第二次喂入物料的阻碍, 变形恢复减小。依次不断喂入, 第一次喂入的物料被不断压缩并向草捆室后部移动, 每一次喂入压缩, 第一次喂入的物料均要受到压缩, 当压缩头离开时并且都存在变形恢复, 但其恢复值越来越小, 直到第八次喂入压缩后, 内应力(反弹力或恢复力)小于或等于前边的物料阻力时, 第一次喂入的物料就不再变形恢复, 即草片的厚度基本上趋于稳定。

从图 2 可知: 在压缩过程中, 最大压缩力出现在第一次压缩末。因此, 第一次压缩的最大压力, 对压捆机设计的意义也最大。

第一阶段的变形恢复不会影响最大压缩力, 但影响功耗的大小。由图 4 知, 这一阶段的总变形恢复随恢复时间的增加而增加, 变形恢复越大, 再次压缩

时, 要达到同样的密度, 所需的压缩功耗就越大, 因此减小第一阶段的变形恢复是有意义的。

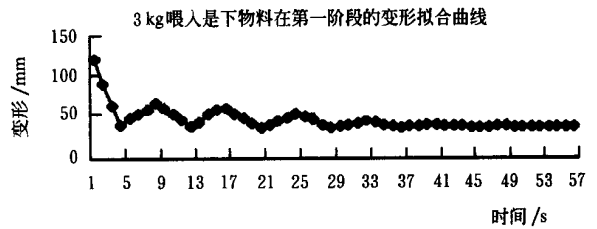


图 4 第一阶段物料的变形情况

Fig 4 Deformation curve in first stage

##### 4.2 第二阶段

大约在第八次喂入物料被压缩后, 第一次喂入的物料, 不再有变形恢复, 位移传感器输出一个固定的电压, 即基本上维持一个恒变形值, 只是随着不断喂入压缩, 这一阶段大约从第 8 次喂入(压缩)直到第 23 次压缩。由于这一阶段的变形基本稳定, 第二阶段发生了应力松弛, 这是一个重要发现。处于压缩室这一阶段的物料, 其密度达到最大值。物料在这一阶段经历的时间越长, 松弛越充分, 在第三阶段反弹越小, 对草捆绳要求越低, 生产的草捆, 排出室外后, 散捆的可能性就小, 产品维持其形态的能力就强。

### 4 3 第三阶段

从第 24 次喂入压缩后, 第一次喂入压缩的物料, 又开始出现变形恢复(图 5), 此时位移传感器输出电压呈现增加的趋势, 说明其变形恢复是向后的, 因为随着继续喂入, 第一次喂入的物料继续向后推移, 所受其后部草片的阻力越来越小, 所以第三阶段变形恢复又逐渐增大, 直到出口时, 达到最大值。

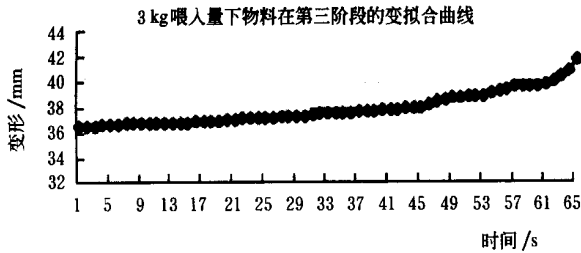


图 5 物料在第三阶段的变形情况

Fig 5 Deformation curve in third stage

第三阶段的变形恢复越小, 产品密度就越大。第三阶段的长度与第二阶段的时间越长, 松弛越充分, 物料的内应力越小, 第三阶段出现的越晚, 长度越短。

## 5 结 论

在所有实际压缩过程中, 压力和变形的规律有明显的三个阶段。最大压力出现在第一次; 压缩过程第一阶段压力变形最大; 压缩的第二阶段变形变化最小; 发现了在第二阶段的应力松弛现象; 通过不同喂入量的试验, 又发现了不同喂入量时压力变化的规律, 与以前课题组提出的临界喂入量理论的趋势相近; 开式压缩过程中的变形恢复, 很难避免, 但是

变形恢复与压缩功、功率有直接关系, 提出了控制压缩过程中变形恢复有重要意义。

### [参 考 文 献]

- [1] 中国农业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998
- [2] 杨明韶, 李旭英, 杨红蕾. 牧草压缩过程研究[J]. 农业工程学报, 1996, 12(1): 60~ 64
- [3] 杨明韶. 中国牧草收获机械发展简史[J]. 农业机械学报, 1991.
- [4] Skakweit H. Krafte und Beanspruchungen in stohpres2 sen, 4 structenr kursus R KLL [J]. Schrift 88, Berlin, 1969
- [5] Osbov V. Jheoretical I principles of Compressing Fib2 rous Plant Materials [J]. J rudy V iskhom, 1968, 55 (4): 221~ 265
- [6] Bvsse W. Pie Jhe, auf dem Gebiet des verdichtens Landw irtsschaftlicher Halmguter Landtechn [J], Forsch 1964, 18(1): 50~ 57.
- [7] Dogherty M J O. A review of the mechanical behavior of straw when compressed to highdensities [J]. T Engng Res, 1989, 44(2): 241~ 265.
- [8] 李旭英. 农业纤维物料压缩试验研究[D]. 内蒙古农牧学院, 1991.
- [9] 王春光, 杨明韶, 高焕文. 农业纤维物料压缩研究现状 [J]. 中国农业大学学报, 1996, 1(6): 14~ 18
- [10] 杨明韶, 王春光. 牧草压缩工程中 12 个问题的分析 [J]. 农业工程学报, 1997, 13(增): 加 134~ 138
- [11] Bufler J L, Mccolly H F. Factors aftecting the pel2 fing of hay [J]. Agricultural Engineering 1959, 40 (8): 446~ 492
- [12] Pictiaw Cher, Suming Chen. Stress2relavation Func2 tion of apples under high loading rates [J]. Trans of the A S A E, 1986, 29(6): 1754~ 1759

**Key words:** maltogenase; Benzyme; extremely high maltose syrup

## **Starch Paste Clarity and Its Influcence Factors ..... (129)**

Du Xianfeng<sup>1</sup>, Xu Shiying<sup>2</sup>, Wang Zhang<sup>2</sup> (1. *Department of Food Engineering, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;* 2. *School of Food Science, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036, China*)

**Abstract:** Starch paste clarity and the effects of molecular structure, retrogradation and some food ingredients such as NaCl, sucrose and citric acid were investigated. The experimental results indicate that the starch molecular structure is the principal factor to influence the starch paste clarity. NaCl was proved to be able to reduce starch paste clarity, and sucrose, citric acid are proved to be able to increase the clarity. During the initial storage period (4, 0~4 d), the clarity decreased abruptly, then it gradually decreased to its minimum as the leached but amylose completely formed a three-dimensional network with amylopectin embedded in and reinforced to the interpenetrating amylose gel matrix.

**Key words:** starch paste; clarity; molecular structure; food ingredient; retrogradation

## **Experimental Study on Extruded Rice Used as Beer Adjunct ..... (132)**

Shen Dechao, Meng Yang (Engineering Technology College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** In this paper the influence of the parameters of the extrusion system of rice used as beer adjunct on indexes observed was studied by experiments in the laboratory. These parameters are the diameter of nozzle, barrel temperature, moisture content of rice and screw speed. The indexes include total reduced sugar concentration and filtration rate. The research results indicate that the extruded rice can be used as beer adjunct.

**Key words:** rice; extrusion; beer adjunct

## **Rheological Law of the Crop Stem Fibrous Material During Compression Process ... (135)**

Yang Mingshao, Zhang Yong, Li Xuying (Inner Mongolia Agricultural and Husbandry University, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** The exploitation of the loose crop material needs compression process. To determine the structural parameters and optimize the design of compression equipment, the law of compression process, the relationship among main parameters in the whole compression process and the characteristics of the material to be compressed are investigated. Based on the achievement acquired by our research group, a basic law of the stress and strain variation pattern was obtained by use of advanced measuring means, which provided a theoretical basis for the further study and optimum design of compression equipment.

**Key words:** crop material; rheology; compression

## **Extraction Technology of Soluble Polysaccharides From Wild Patrinia Villosa ..... (138)**

Zhu Jiajin (College of Agricultural Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

**Abstract:** *Patrinia Villosa* (P. V.) can cure diarrhea, but it can also do good to constipation. Not only the leaves and the stems can relax the constipation, but also the water-solution extracted from P. V. has the similar function. In order to know the effective ingredients to prevent and cure constipation extracted in the water-solution, the extraction technology of soluble polysaccharides from wild P. V. was studied, and single factor test and orthogonal experiment design methods ( $L_9(3^3)$ ) were applied to analyze the influence of each factor in solid-liquid ratio, temperature and time on the extraction percent of the polysaccharides from the water solution of P. V.. Experimental results indicated that temperature and solid-liquid ratio significantly affect the extraction percent of the soluble polysaccharides. The optimum solid-liquid ratio is 1:20, temperature is 100 and the extraction time is 6 hours. In this condition, the extraction percent of soluble polysaccharides is 25.8%.

**Key words:** *patrinia villosa*; soluble polysaccharides; extraction technology; content measurement; phenol-sulfate method; constipation

## **Extraction of Flavonoid From Pagodatree Flower ..... (142)**