



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24445—2009

## 单螺杆饲料原料膨化机

Single-screw feedstuff extruder

2009-10-15 发布

2010-03-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 分类及命名 ..... 2

5 要求 ..... 2

6 试验方法 ..... 6

7 检验规则 ..... 12

8 标志、包装、运输、贮存 ..... 13

附录 A（资料性附录） 试验用主要仪器仪表和工具 ..... 15

## 前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由全国饲料工业标准化技术委员会提出。

本标准由全国饲料机械标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：江苏牧羊集团有限公司。

本标准主要起草人：王东、范文海、孙旭清、马亮、王渊明、刘雄伟、王梅、张贵阳。

# 单螺杆饲料原料膨化机

## 1 范围

本标准规定了单螺杆饲料原料膨化机的分类、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。  
本标准适用于单螺杆挤压式、干法和湿法饲料原料膨化机(以下简称膨化机)。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 191 包装贮运图示标志(GB/T 191—2008,ISO 780:1997,MOD)

GB/T 1735 色漆和清漆 耐热性的测定(GB/T 1735—2009,ISO 3248:1998,MOD)

GB/T 3098.1—2000 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱(ISO 898-1:1999,IDT)

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源 声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法(GB/T 3768—1996,eqv ISO 3746:1995)

GB 5226.1 机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(GB 5226.1—2008,IEC 60204-1:2005,IDT)

GB/T 6435 饲料中水分和其他挥发性物质含量的测定(GB/T 6435—2006,ISO 6496:1999,IDT)

GB/T 8622 饲料用大豆制品中尿素酶活性的测定

GB/T 9239.1—2006 机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验(ISO 1940-1:2003,IDT)

GB/T 10647 饲料工业术语

GB/T 17890 饲料用玉米

GB/T 18695 饲料加工设备术语

GB/T 19541 饲料用大豆粕

GB/T 20411 饲料用大豆

GB 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区域的安全距离(GB 23821—2009,ISO 13857:2008, IDT)

ISO 2409:2007 色漆和清漆 漆膜的划格试验

## 3 术语和定义

GB/T 18695 和 GB/T 10647 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**饲料原料膨化机 feedstuff extruder**

用于对单一饲料原料或几种混合饲料原料,如全脂大豆、玉米、各种饼粕等进行挤压膨化预处理,其出产产品主要作为生产其他饲料的原料或配合饲料的膨化机。

### 3.2

**干法膨化机 dry extruder**

不带蒸汽调质器,原料进入挤压系统前不经预调质的膨化机。

3.3

湿法膨化机 wet extruder  
带蒸汽调质器,原料进入挤压系统前经预调质的膨化机。

3.4

调质 condition  
在蒸汽作用下,对粉状饲料进行搅拌、混合,改变饲料理化性质的过程。

3.5

膨化饲料淀粉糊化度 starch gelatinization in extruded feed  
含淀粉质的饲料原料经膨化后淀粉的熟化程度,以饲料中糊化(熟化)淀粉与所含全部淀粉量之比的百分数表示。

4 分类及命名

- 4.1 按带调质器和不带调质器分为湿法膨化机和干法膨化机。  
4.2 按出料方式分为单孔、多孔、环隙出料膨化机。  
4.3 螺杆公称直径(单位为毫米)系列为:50、65、75、85、95、105、115、135、155、185、200、220、240、260、280。  
4.4 模孔公称直径(单位为毫米)系列为:4、5、6、8、10、12、14、16、18、20。  
注:螺杆、模孔公称直径为推荐优选系列,制造商亦可根据用户需要确定。

4.5 膨化机型号命名如下:



示例:  
PLYS-135 表示螺杆公称直径为 135 mm、湿法膨化、螺杆挤压式饲料原料膨化机。

5 要求

膨化机应符合本标准的要求,并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.1 性能指标

膨化机的主要性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 膨化机主要性能指标

| 序号 | 项 目                                | 指 标        |    |      |    |            |
|----|------------------------------------|------------|----|------|----|------------|
|    |                                    | 膨化大豆       |    | 膨化玉米 |    | 膨化混<br>合原料 |
|    |                                    | 干法         | 湿法 | 干法   | 湿法 | 湿法         |
| 1  | 纯工作小时生产率/(kg/h)<br>(以膨化产品水分 14%折算) | 不小于出厂产品明示值 |    |      |    |            |
| 2  | 主电机负荷率/%                           | ≥80        |    |      |    |            |

表 1 (续)

| 序号   | 项 目               |                     | 指 标  |      |      |      |        |
|--|-------------------|---------------------|------|------|------|------|--------|
|  |                   |                     | 膨化大豆 |      | 膨化玉米 |      | 膨化混合原料 |
|  |                   |                     | 干法   | 湿法   | 干法   | 湿法   | 湿法     |
| 3  | 吨料电耗/<br>(kW·h/t) | 主电机功率≤37 kW         | ≤110 | ≤62  | ≤130 | ≤120 | ≤50    |
|  |                   | 37 kW<主电机功率≤55 kW   | ≤100 | ≤52  | ≤120 | ≤110 | ≤40    |
|  |                   | 55 kW<主电机功率≤90 kW   | ≤85  | ≤42  | ≤110 | ≤100 | ≤35    |
|  |                   | 90 kW<主电机功率≤160 kW  | ≤75  | ≤38  | ≤98  | ≤88  | ≤28    |
|  |                   | 160 kW<主电机功率≤250 kW | ≤72  | ≤34  | ≤95  | ≤85  | ≤26    |
|  |                   | 主电机功率>250 kW        | ≤70  | ≤30  | ≤90  | ≤80  | ≤24    |
| 4  | 空载噪声功率级/<br>dB(A) | 主电机功率≤37 kW         | ≤85  |      |      |      |        |
|  |                   | 37 kW<主电机功率≤55 kW   | ≤90  |      |      |      |        |
|  |                   | 55 kW<主电机功率≤90 kW   | ≤90  |      |      |      |        |
|  |                   | 90 kW<主电机功率≤160 kW  | ≤95  |      |      |      |        |
|  |                   | 160 kW<主电机功率≤250 kW | ≤95  |      |      |      |        |
|  |                   | 主电机功率>250 kW        | ≤105 |      |      |      |        |
| 5  | 主轴承(非油浸冷却)温升/℃    |                     | ≤40  |      |      |      |        |
| 6  | 轴承箱或齿轮箱润滑油温度/℃    |                     | ≤70  |      |      |      |        |
| 7  | 膨化产品质量            | 尿素酶活性/ $U_A$        | ≤0.2 | ≤0.2 | —    | —    | —      |
| 8  |                   | 淀粉糊化度/%             | —    | —    | ≥85  | ≥85  | ≥65    |
| 9  |                   | 含水率/%               | ≤14  | —    | ≤14  | —    | —      |
| 注：主电机的功率配置至少要使本表中有 1 类原料的膨化，主电机负荷率大于或等于 80%。 |                   |                     |      |      |      |      |        |

5.2 结构组成和要求

5.2.1 干法膨化机

干法膨化机应由喂料系统、主动力传递系统、挤压膨化系统、旋切系统(选件)、水供给系统(选件)、电气控制系统组成。

5.2.2 湿法膨化机

湿法膨化机应由喂料系统、调质系统、主动力传递系统、挤压膨化系统、旋切系统(选件)、水供给系统(选件)、蒸汽供给系统、电气控制系统组成。

5.2.3 喂料系统

5.2.3.1 喂料装置的转速应可连续调节。

5.2.3.2 喂料量应能满足膨化机的产能需要。

5.2.4 主动力传递系统

5.2.4.1 主轴承(齿轮)应有润滑装置。

5.2.4.2 轴承(齿轮)箱内的润滑油应无泄漏。

5.2.5 调质系统

5.2.5.1 调质器出料口应有温度检测装置,并能实时显示温度,应能满足(30~110)℃温度显示范围。

5.2.5.2 调质器进料口一端应设置蒸汽添加接口,出料口应设置取样口。

5.2.5.3 原料在调质系统内调质温度应能达到 90℃以上,调质时间应达到 20 s 以上。

5.2.6 挤压膨化系统

- 5.2.6.1 各段膨化腔应有温度检测与显示装置,应能满足(30~180)℃温度显示范围。
- 5.2.6.2 进料膨化腔应设置水添加接口。
- 5.2.6.3 主电机功率 37 kW 以上的膨化机的螺杆应采用在主轴上装配分段螺杆的组合式螺杆组件结构。
- 5.2.6.4 膨化腔进料段的主轴进口处应有密封装置,进料腔内的粉尘、水不得从该处泄漏。
- 5.2.6.5 膨化腔应采用分段装配式结构,建议采用膨化腔体和可拆卸膨化腔内衬套的组装式结构。

5.2.7 旋切系统

- 5.2.7.1 切刀的刃口和模孔出料端面之间的间隙应可调整。
- 5.2.7.2 在膨化机运行时,旋切系统如不使用,应能方便移开。

5.2.8 水、汽供给系统

- 5.2.8.1 膨化腔的水添加量应可调节。
- 5.2.8.2 调质器的水、蒸汽添加量应可调节。

5.2.9 电气控制系统

电气控制系统应符合 GB 5226.1 的有关要求。

5.3 制造和装配

5.3.1 关键零部件

- 5.3.1.1 关键零部件的使用寿命应符合表 2 的规定。

表 2 关键零部件的使用寿命

单位为小时

| 序 号 | 名 称         | 指 标     |        |
|-----|-------------|---------|--------|
|     |             | 湿法      | 干法     |
| 1   | 螺杆          | ≥15 000 | ≥800   |
| 2   | 膨化腔内衬套(膨化腔) | ≥4 500  | ≥2 500 |
| 3   | 压力环         | ≥1 500  | ≥800   |
| 4   | 耐磨环         | ≥4 500  | ≥2 500 |
| 5   | 主轴承         | ≥5 000  | ≥5 000 |
| 6   | 出料模孔        | ≥500    | ≥300   |

- 5.3.1.2 关键零部件的失效判据如下:

- a) 螺杆径向单边磨损量达到 2.5 mm;
- b) 膨化腔内衬套(或膨化腔)内孔径向单边磨损量达到 2.5 mm;
- c) 耐磨环内孔和压力环径向单边磨损量达到 2.0 mm;
- d) 主轴承磨损或破损后引起异常响声,膨化机不能正常工作;
- e) 出料模模孔径向单边磨损量达到 2 mm 或使用该模孔加工不出合格的膨化产品。

- 5.3.1.3 各段膨化腔的连接螺栓和膨化腔与轴承箱(或齿轮箱)的连接螺钉的机械物理性能应不低于 GB/T 3098.1—2000 中规定的 12.9 级的要求。

5.3.2 铸件

- 5.3.2.1 铸件上的浇、冒口、飞边、多肉、结疤、粘砂、夹砂等应铲除平整,不得有气孔、缩松、裂纹等铸造缺陷。
- 5.3.2.2 铸件清理后非加工表面应涂防锈漆。
- 5.3.2.3 凡需进行加工的铸件均应进行时效处理。

5.3.3 焊接件

- 5.3.3.1 焊接件外露焊缝应平直、光滑或鳞片状波纹均匀,不应有裂纹、烧伤、假焊、漏焊和焊渣残留等

缺陷。

5.3.3.2 焊接部件的外观表面不应有锤痕、焊瘤、金属飞溅物及引弧痕迹,边棱、尖角处应光滑。

#### 5.3.4 切削加工件

5.3.4.1 切削加工件的加工面,不应有擦伤、碰伤、烧灼、锈蚀等缺陷。

5.3.4.2 切削加工件不应有尖角、毛刺和锐边。

#### 5.3.5 涂装

5.3.5.1 膨化机表面漆层经牢固性试验后,漆膜的剥落程度应不大于 ISO 2409:2007 中规定的 2 级。

5.3.5.2 膨化机膨化腔外壁上的耐热漆层经 160 ℃、8 h 的耐热性试验后,不得发生起皮、起泡、起皱等变化。

#### 5.3.6 装配

5.3.6.1 膨化机所有零件应检验合格,外购件、外协件应有合格证明方可进行装配。

5.3.6.2 装配前应将零部件的毛刺、切屑、锈蚀等清洗干净。管路系统的管子和元件应清洗干净并吹干。

5.3.6.3 装配后的所有转动部件应转动灵活、无卡滞和碰撞现象。空运转时,不得有异常振动和碰擦声。所有紧固件应紧固,不得松动。

5.3.6.4 水、汽管道和调节阀门均不得有渗漏。

5.3.6.5 对于带轮传动的膨化机,皮带轮不允许有径向和轴向松动;旋转时的径向和端面跳动量,不得超过其直径的 0.1%;各带轮轴线应相互平行,其平行度公差不得大于 0.12 mm;带轮对应轮槽的对称平面应重合,其公差不得大于两轮中心距离的 0.5%。

5.3.6.6 带轮剩余不平衡量应不大于 GB/T 9239.1—2006 中平衡品质 G16 级的要求。

5.3.6.7 对于齿轮传动的膨化机,齿轮装配后,齿面的接触斑点按高度不得小于 70%,按长度不得小于 80%,齿两端的齿向修形区与齿顶修缘区不计入接触区。

5.3.6.8 啮合齿轮的轴向错位量,当啮合齿轮轮缘宽度小于或等于 100 mm 时,不得大于轮缘宽度的 5%;当啮合齿轮轮缘宽度大于 100 mm 时,不得大于 5 mm。

5.3.6.9 齿轮装置运转时不得有异常响声。

5.3.6.10 螺杆末端外径与膨化腔(或膨化腔衬套)内径的径向最大与最小间隙之差应不大于 0.5 mm。

5.3.6.11 所有切刀刃口应在与模孔出料端面平行的同一平面内。

5.3.6.12 切刀转动应灵活。

### 5.4 安全卫生

#### 5.4.1 材料的卫生性

与入机水、蒸汽和饲料接触的零部件应采用不含有害物质或有害物质不超过饲料卫生标准中规定数量的材料制作。

#### 5.4.2 机械安全

5.4.2.1 外露转动部件、其他危险部位应有安全防护装置。

5.4.2.2 防止上、下肢触及传动、裸带电部件的安全距离应符合 ISO 13857 的规定。

5.4.2.3 对于采用油泵润滑的膨化机,应设置润滑油压力指示装置。

5.4.2.4 转动部件、高温部件和其他危险部位外表面应有警示标志。

5.4.2.5 操纵、调节、显示等装置必须齐全、灵敏、可靠。

5.4.2.6 蒸汽和水的压力表应是检定合格产品,应满足(0~1.6)MPa 的测量范围。

#### 5.4.3 电气安全

5.4.3.1 各个电机均应有过载保护装置。主电机的过载保护上限应可设定,主电机达到设定的负载上限后,喂料系统和调质系统应能自动停止运行。

5.4.3.2 启、停各设备的程序设计应能保证安全连锁,不致因误操作而产生安全事故。对使用油泵的

润滑系统,油泵启动后,主电机才能启动。

5.4.3.3 电气设备的其他安全要求应符合 GB 5226.1 的有关规定。

## 5.5 可靠性

膨化机首次发生故障停机前的工作时间应不小于 800 h(更换易损件除外)。

## 5.6 外观

5.6.1 膨化机各部件表面应平整、光滑,不应有图样未规定的凸起、凹陷、磕碰、划伤和锈蚀等缺陷。

5.6.2 膨化机表面漆层应光洁、平整,无流挂、起泡、裂纹、划痕、起皱、漏涂等缺陷。

5.6.3 水、气管道应排列整齐,且用管道架或管夹固定,运行时不得与其他零部件发生摩擦和碰撞。

5.6.4 零部件结合面边缘应整齐匀称。

5.6.5 各种标牌应清晰、耐久,固定位置正确、平整、牢固、不歪斜。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

#### 6.1.1 试验场地

试验场地的地基应坚固、平整,车间要有通风设施。

#### 6.1.2 膨化机的安装要求

6.1.2.1 用槽钢按照膨化机底座的尺寸制作平面度符合要求的框架,并用膨胀螺钉将框架固定在地基上。将膨化机安装在框架上。对膨化机各个紧固点进行检查,检查带轮的平行度以及皮带的松紧度。

6.1.2.2 前道工序应安装吸铁装置,膨化料出口处应加吸风装置。

6.1.2.3 膨化机进料口与调质器之间应采用旁路机构,以便观察物料调质情况。

#### 6.1.3 试验用物料要求

6.1.3.1 试验用全脂大豆、豆粕和玉米分别应符合 GB/T 20411、GB/T 19541 和 GB/T 17890 规定的要求。

6.1.3.2 全脂大豆用筛片孔径为 2.5 mm 的粉碎机进行粉碎。

6.1.3.3 玉米用筛片孔径为 2.0 mm 的粉碎机进行粉碎。

6.1.3.4 混合原料的配方为:豆粕 25%、膨化大豆 5%、玉米 70%,用筛片孔径为 2.5 mm 的粉碎机进行粉碎。

6.1.3.5 试验原料含水率为 11%~16%。

6.1.3.6 湿法膨化,调质后的物料水分应不大于 20%。

#### 6.1.4 出料方式

6.1.4.1 膨化大豆和膨化玉米采用模孔出料。

6.1.4.2 湿法膨化混合原料为环隙出料。

#### 6.1.5 其他条件

6.1.5.1 试验用仪器、仪表、量具、检测工具参见附录 A,使用前均应检定合格。

6.1.5.2 试验电压为 380 V,偏差不大于额定值的±10%。

6.1.5.3 试验用蒸汽压力为(0.2~0.6)MPa。

6.1.5.4 样机操作应配备固定的熟练人员,试验应在标定工况下进行。

### 6.2 静态检验

6.2.1 逐项检查结构组成、附属装置是否齐全、温度和压力仪表的示值范围是否符合要求。

6.2.2 用塞尺测量螺杆末端外径与膨化腔(或膨化腔内衬套)内径的径向最大与最小间隙,并求其差值。

6.2.3 漆膜附着性能的划格试验按 ISO 2409 规定的方法进行。

6.2.4 膨化腔外壁上的耐热漆层的耐热性试验按 GB/T 1735 规定的方法进行。

- 6.2.5 防止上、下肢到达危险地带的安全距离的检测按 GB 23821 的规定进行。
- 6.2.6 电气装置的有关检验按 GB 5226.1 的规定进行。
- 6.2.7 用涂色法检查齿轮运转后,齿面上沿齿高、齿长方向的接触斑点,或在额定负荷下运转后检验齿面上的擦亮痕迹。
- 6.2.8 将切刀盘移向出料模孔,保持一定距离,用钢直尺测量各刀刃和模孔出料端面之间的距离,判断切刀刃是否共面和与模孔出料端面是否平行;手工检查切刀调节装置,观察切刀刃口和模孔出料端面之间的间隙是否可调。
- 6.2.9 带轮剩余不平衡量按 GB/T 9239.1 规定的方法检测。
- 6.2.10 其他制造、装配质量项目和产品外观,用目测、手动和常规方法检查。检查与蒸汽、水、物料接触的零件材质、外购件和外协件的质量合格证明文件。
- 6.2.11 在使用单位检查关键零部件的使用寿命。从使用单位的生产记录获取关键零部件的累计使用时间。当螺杆外径与膨化腔内衬套(或膨化腔)内径的径向间隙达到正常值的 3.5 倍时,或当生产率明显下降、吨料电耗明显升高,或膨化产品质量明显变化,或膨化机出现异常响声、振动或关键零部件损坏导致膨化机不能正常工作时,拆检关键零部件,按失效判据判定该零部件是否失效。
- 6.2.12 首次故障停机前工作时间从检查使用单位的生产记录获得,排除更换易损件和人为因素造成停机的时间。
- 6.3 空载试验
- 6.3.1 观察整机运转是否正常平稳,有无异常声响。
- 6.3.2 观察各密封部位有无漏油、漏水、漏汽现象。
- 6.3.3 试验操纵、调节、显示等装置是否能在规定的范围内正常工作。
- 6.3.4 试验启、停各设备的安全连锁功能是否符合设计要求。
- 6.3.5 调节进料电机转速控制旋钮,观察喂料器转速变化情况。
- 6.3.6 运行调质、旋切和水、汽供给系统,检查其工作状态。
- 6.3.7 按 GB/T 3768 规定的方法测定整机噪声声功率级。
- 6.4 负载试验
- 6.4.1 样机的技术特征、试验环境和原料
- 将试验样机的技术特征、试验环境和原料记入表 3。

表 3 试验样机技术特征、试验环境和原料

| 序 号 | 项 目         | 单 位  | 参 数 |
|-----|-------------|------|-----|
| 1   | 纯工作小时生产率    | kg/h |     |
| 2   | 螺杆直径        | mm   |     |
| 3   | 总装机容量       | kW   |     |
| 4   | 主电机功率       | kW   |     |
| 5   | 喂料器电机功率     | kW   |     |
| 6   | 调质器电机功率     | kW   |     |
| 7   | 切粒电机功率      | kW   |     |
| 8   | 润滑油泵电机功率    | kW   |     |
| 9   | 出料方式        | —    |     |
| 10  | 模孔直径        | mm   |     |
| 11  | 外型尺寸(长×宽×高) | mm   |     |

表 3 (续)

| 序 号 | 项 目  |         | 单 位   | 参 数 |
|-----|------|---------|-------|-----|
| 12  | 环境条件 | 环境温度    | ℃     |     |
| 13  |      | 背景噪声    | dB(A) |     |
| 14  | 原料:  | 粉碎机筛片孔径 | mm    |     |
| 15  |      | 含水率     | %     |     |
| 16  | 原料:  | 粉碎机筛片孔径 | mm    |     |
| 17  |      | 含水率     | %     |     |
| 18  | 原料:  | 粉碎机筛片孔径 | mm    |     |
| 19  |      | 含水率     | %     |     |

6.4.2 过载保护试验

人为使各电机过载或使过载保护电器达到设定的动作电流,试验各电机的过载保护功能是否能正常运行。

6.4.3 性能指标测定

6.4.3.1 基本测定

用附录 A 中的仪器、仪表测定输入电压、各电机功率、转速,将其控制在额定工况范围内;检查物料、蒸汽、水和润滑油,不得泄漏,稳定运行 15 min 后,进行性能测试,并将测得参数记入表 4。

表 4 性能试验测定表

| 测定内容             |             |    | 单 位   | 测定值 |   |   |     |
|------------------|-------------|----|-------|-----|---|---|-----|
|                  |             |    |       | 1   | 2 | 3 | 平均值 |
| 负<br>载<br>试<br>验 | 输入电压        |    | V     |     |   |   |     |
|                  | 蒸汽          | 压力 | MPa   |     |   |   |     |
|                  |             | 温度 | ℃     |     |   |   |     |
|                  | 主电机功率       |    | kW    |     |   |   |     |
|                  | 调质电机功率      |    |       |     |   |   |     |
|                  | 喂料电机功率      |    |       |     |   |   |     |
|                  | 切粒电机功率      |    |       |     |   |   |     |
|                  | 润滑油泵电机功率    |    |       |     |   |   |     |
|                  | 主轴转速        |    | r/min |     |   |   |     |
|                  | 调质器转速       |    |       |     |   |   |     |
|                  | 喂料器转速       |    |       |     |   |   |     |
|                  | 切粒装置转速      |    |       |     |   |   |     |
|                  | 取样量         |    | kg    |     |   |   |     |
|                  | 取样时间        |    | s     |     |   |   |     |
|                  | 取样时间内总耗电量   |    | kW·h  |     |   |   |     |
|                  | 取样时间内主电机耗电量 |    |       |     |   |   |     |
|                  | 主电机负荷率      |    | %     |     |   |   |     |
|                  | 纯工作小时生产率    |    | kg/h  |     |   |   |     |

表 4 (续)

| 测定内容             |                | 单 位                 | 测定值            |   |   |     |
|------------------|----------------|---------------------|----------------|---|---|-----|
|                  |                |                     | 1              | 2 | 3 | 平均值 |
| 负<br>载<br>试<br>验 | 吨料电耗           | kW · h/t            |                |   |   |     |
|                  | 主轴承(非油浸冷却)温升   | ℃                   |                |   |   |     |
|                  | 轴承箱或齿轮箱油温      |                     |                |   |   |     |
|                  | 调质器物料充满量       | kg                  |                |   |   |     |
|                  | 调质器物料含水率       | %                   |                |   |   |     |
|                  | 膨化<br>产品<br>质量 | 含水率                 | %              |   |   |     |
|                  |                | 尿素酶活性<br>(干法)       | U <sub>A</sub> |   |   |     |
|                  |                | 尿素酶活性<br>(湿法)       | U <sub>A</sub> |   |   |     |
|                  |                | 膨化玉米淀粉<br>糊化度(干法)   | %              |   |   |     |
|                  |                | 膨化玉米淀粉<br>糊化度(湿法)   | %              |   |   |     |
|                  |                | 膨化配合饲料淀粉<br>糊化度(湿法) | %              |   |   |     |

6.4.3.2 物料水分的测定

原料水分、调质器中物料的水分和膨化产品的水分按 GB/T 6435 规定的方法测定。取样方法根据不同的需要确定。

6.4.3.3 纯工作小时生产率的测定

膨化机生产稳定后在出口处接取膨化产品的样品，每次接取时间不少于5 min 或接取样品质量不少于 100 kg，立即称重。以秒表计时，计时开始与终止应与取样同步，按式(1)计算纯工作小时生产率。每隔 5 min 测一次，共测三次，结果以三次测定值的平均值计。同时从膨化机出口处接取不少于 0.5 kg 用于检验水分的样品，立即用带有磨砂玻璃瓶塞的玻璃瓶或可密封的塑料袋密封样品，并尽快送检。

$$Q = \frac{3\,600W}{T} \left( \frac{1-M}{1-14\%} \right) \dots\dots\dots(1)$$

- 式中：
- Q——纯工作小时生产率,kg/h;
  - W——取样量,kg;
  - M——样品含水率,%;
  - T——取样时间,s;
  - 14%——折算水分。

6.4.3.4 吨料电耗

在每次测定纯工作小时生产率的同时，测定样机总耗电量，用式(2)计算吨料电耗。共测三次，结果以三次测定值的平均值计。

$$G = 1\,000 \times \frac{G_n(1-14\%)}{W(1-M)} \dots\dots\dots(2)$$

- 式中：
- G——吨料电耗,kW · h /t;

$G_n$ ——取样时间内样机总耗电量, kW·h。

6.4.3.5 调质器调质时间的测定

测定纯工作小时生产率后,在稳定生产的状态下,使供料器和调质器电机同时停止,从调质器的旁通口排出调质器内的物料,打开调质器的清理门,清理出调质器内的残余物料(粘附在调质器内壁上的物料可忽略),称取排出和清理出的物料总重量,即为稳定生产状态下调质器中物料的充满量。按式(3)计算调质时间。同时从该批物料中取不少于 0.5 kg 用于检验水分的样品,立即用带有磨砂玻璃瓶塞的玻璃瓶或可密封的塑料袋密封样品,并尽快送检。

$$t = 3\,600 \times \frac{q(1-N)}{Q(1-14\%)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$t$ ——调质时间, s;

$q$ ——调质器中物料的充满量, kg;

$N$ ——调质器中物料的含水率, %。

6.4.3.6 主轴承温升、轴承箱或齿轮箱油温

稳定生产 30 min 后,用测温仪测定主轴承外壳表面温度,并计算与开机前测得的主轴承外壳表面温度的温升。共测三次,结果以三次测定值的平均值计。用温度计测量轴承箱或齿轮箱的油温。

6.4.3.7 主电机负荷率

在每次测定纯工作小时生产率的同时,用电度表测定样机主电机耗电量,用式(4)计算主电机在测定时间内的平均输入功率,共测三次,结果以三次测定值的平均值计。分别用式(5)、式(6)计算主电机的平均输出功率和负荷率。

$$P_1 = 3\,600 \times \frac{G_z}{T} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\epsilon = \frac{P_2}{P_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$P_1$ ——主电机在测定时间内的平均输入功率, kW;

$G_z$ ——主电机在测定时间内的耗电量, kW·h;

$P_2$ ——主电机在测定时间内的平均输出功率, kW;

$P_0$ ——主电机铭牌上标注的额定功率, kW;

$\eta$ ——主电机铭牌上标注的效率;

$\epsilon$ ——主电机负荷率, %。

6.4.3.8 调质器和挤压系统温度测定

通过给调质器输入蒸汽,观察调质器上的温度仪表的示值可否达到 90 °C。观察膨化腔温度仪表表示值是否正常。

6.4.3.9 尿素酶活性

在膨化机出口处接取膨化全脂大豆样品,按 GB/T 8622 的规定测定尿素酶活性。

6.4.3.10 淀粉糊化度

6.4.3.10.1 原理

用脱支酶分解糊化淀粉产生的葡萄糖量是和淀粉的糊化程度成正比的,以脱支酶分解膨化淀粉样品产生的葡萄糖量对应的分光光度计的光吸收值和用脱支酶分解同来源的全熟化淀粉样品产生的葡萄糖量对应的分光光度计的光吸收值之比的百分数表示淀粉糊化度。

6.4.3.10.2 仪器

天平:灵敏度 0.001 g,恒温水浴锅,分光光度计,研钵或粉碎机,分析筛,微量移液管:1.00 mL、精

度 0.01 mL。

6.4.3.10.3 试剂

试剂配制如下：

- a) 缓冲液：将 3.7 mL 冰醋酸(glacial acetic acid)和 4.1 g 无水乙酸钠(anhydrous sodium acetate)(或 6.8 g  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )溶于大致 100 mL 蒸馏水中，定容至 1 000 mL，必要时可滴加乙酸或乙酸钠调整 pH 值至  $4.5 \pm 0.05$ 。
- b) 酶溶液：将 750 mg 脱支酶(amyloglucosidase, Sigma, No. A-7255, 浓度 12 100 单位/g)溶于 50 mL 蒸馏水，此溶液含粗制酶 15 mg(或 180 单位/mL)。测试当天配制。
- c) 蛋白沉淀剂： $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、10%(W/V)蒸馏水溶液，0.5 N NaOH。  
铜试剂：将 40 g 无水  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶于大致 400 mL 蒸馏水中，加 7.5 g 酒石酸(tartaric acid)，溶解后加 4.5 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，混合并稀释至 1 000 mL。
- d) 磷钼酸试剂：取 70 g 钼酸(molybdic acid)和 10 g 钨酸钠(sodium tungstate)，加入 400 mL 10%NaOH 和 400 mL 蒸馏水。煮沸 20 min~40 min 以驱赶  $\text{NH}_3$ ，冷却，加蒸馏水至大约 700 mL，加 250 mL 浓的正磷酸(85%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ )，用蒸馏水稀释至 1 000 mL。
- e) 葡萄糖标准液：溶解 100 mg 纯葡萄糖于 70 mL 蒸馏水中，稀释至 100 mL。测试当天配制。

6.4.3.10.4 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 先将风干样品约 50 g 细磨碎使全部通过孔径 1 mm 的分析筛。再根据样品含淀粉程度不同，准确称取两份样品各 100 mg(纯淀粉)、或各 150 mg(样品淀粉含量 60%以上)、或各 200 mg(样品淀粉含量 30%~60%)、或各 300 mg(样品淀粉含量 15%~30%)、或各 400 mg(样品淀粉含量 15%以下)，分别置于 25 mL 刻度试管内。其中一份供制备“全糊化样品”，另一份为“测定样品”。  
“全糊化样品”的制备：向样品中加入 15 mL 缓冲液，混匀后将试管置于沸水浴中加热 1 h(其间摇动 2 次~3 次)，即为“全糊化样品”。用自来水冷却试管，滴加适量蒸馏水使液面恢复到加热前的位置。与“测定样品”一起进行以下步骤。
- b) 向“测定样品”中加入 15 mL 缓冲液。分别向“全糊化样品”与“测定样品”中加入 1 mL 酶溶液。另取一空试管加入 15 mL 缓冲液和 1 mL 酶溶液，作为“空白样”。在 40 ℃水浴中保温 1 h，起初摇动一次，以后每 15 min 摇动一次。
- c) 保温达 1 h 时，加 2 mL 10%  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，混匀，再加 1 mL 0.5 N NaOH。用水稀释至 25 mL，混匀，过滤(用 Whatman # 40 滤纸)。
- d) 准确吸取 0.1 mL 滤液和 2 mL 铜试剂，置于 25 mL 刻度试管中。
- e) 将该试管置沸水浴中 6 min，保持沸腾，加 2 mL 磷钼酸试剂，继续加热 2 min。
- f) 用自来水将试管冷却。加蒸馏水稀释至 25 mL，堵住试管口(可用带手套的姆指或手掌)，反复颠倒试管使之混匀。
- g) 用分光光度计在 420 nm 读取光吸收值。
- h) 测定样品淀粉糊化(熟化)度按式(7)计算：

$$\alpha = \frac{S_2 - n}{S_1 - n} \times 100 \dots\dots\dots(7)$$

式中：

- $\alpha$ ——淀粉糊化度，%；
- $S_2$ ——测定样品光吸收值；
- $S_1$ ——全糊化样品光吸收值；
- $n$ ——“空白样”光吸收值。

6.4.3.11 膨化产品含水率

膨化机稳定生产后,从其出口处接取不少于 0.5 kg 的样品,在工作台上摊平,自然冷却至室温后及时封样送检。

7 检验规则

7.1 检验分类

膨化机检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验为逐台检验。

7.2.2 出厂检验项目为结构组成,控制、显示装置的完整性,制造装配质量(漆层牢固性和耐热性试验、关键零部件使用寿命除外),机械、电气安全,外观。

7.2.3 膨化机出厂前应进行不少于 15 min 的空载试验,并进行 6.3 规定项目的检验(噪声除外)。

7.2.4 膨化机应经制造商的质量检验部门检验合格,并签发产品合格证方可出厂。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验。

- a) 新产品定型鉴定;
- b) 结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 国家质量监督部门提出进行型式检验要求时。

7.3.2 型式检验的样机应在出厂检验合格的同一品种、同一规格的产品批中随机抽取一台。

7.3.3 型式检验内容为第 5 章的全部项目。

7.4 判定规则

7.4.1 不合格分类

按质量特性不符合的严重程度分为 A 类、B 类、C 类不合格,见表 5。

表 5 检验项目和不合格分类

| 不合格分类 | 项目名称           | 要求条款  | 试验方法条款                  |
|-------|----------------|-------|-------------------------|
| A     | 1 纯工作小时生产率     | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 2 吨料电耗         | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 3 尿素酶活性        | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 4 淀粉糊化度        | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 5 材料卫生         | 5.4.1 | 6.2.10                  |
|       | 6 机械安全         | 5.4.2 | 6.2.5、6.2.10、6.3        |
|       | 7 电气安全         | 5.4.3 | 6.2.6、6.3.4、6.4.2       |
| B     | 1 主电机负荷率       | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 2 空载噪声         | 5.1   | 6.3.7                   |
|       | 3 膨化成品含水率      | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 4 主轴承(非油浸冷却)温升 | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 5 轴承箱或齿轮箱油温    | 5.1   | 6.4.3                   |
|       | 6 结构组成         | 5.2   | 6.2.1、6.2.6、6.3、6.4.3.4 |
|       | 7 关键零部件使用寿命    | 5.3.1 | 6.2.11                  |
|       | 8 可靠性          | 5.5   | 6.2.12                  |

表 5 (续)

| 不合格分类 |   | 项目名称  | 要求条款  | 试验方法条款                                 |
|-------|---|-------|-------|--|
| C     | 1 | 铸件    | 5.3.2 | 6.2.10                                 |
|       | 2 | 焊接件   | 5.3.3 | 6.2.10                                 |
|       | 3 | 切削加工件 | 5.3.4 | 6.2.10                                 |
|       | 4 | 涂装    | 5.3.5 | 6.2.3、6.2.4                            |
|       | 5 | 装配    | 5.3.6 | 6.2.2、6.2.7、6.2.8、<br>6.2.9、6.2.10、6.3 |
|       | 6 | 外观    | 5.6   | 6.2.10                                 |

7.4.2 判定方法

7.4.2.1 不合格判定数

表 5 中所列检验项目的子项有一项不合格,则判该检验项目不合格;表 5 中所列检验项目为不合格判定数的单位项,不合格判定数如下:

- a) A 类不合格判定数为 1 项;
- b) B 类不合格判定数为 2 项;
- c) C 类不合格判定数为 3 项;
- d) B 类不合格判定数 1 项加 C 类不合格判定数 2 项。

7.4.2.2 被检样机的不合格项数小于 7.4.2.1 规定时,判该样机为合格品。

7.4.2.3 被检样机的不合格项数等于或大于 7.4.2.1 规定时,允许抽取加倍数量的样机复检,复检样机中有一台不合格项数等于或大于 7.4.2.1 规定时,则判该批产品为不合格品。

7.4.2.4 在监督检验和质量仲裁时,关键零部件使用寿命和可靠性数据应经生产方和使用方共同确认方为有效。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

每台膨化机应在明显位置固定铭牌,铭牌内容应包括:

- a) 产品名称;
- b) 产品型号;
- c) 配套动力;
- d) 适用原料和产量;
- e) 外形尺寸;
- f) 质量;
- g) 出厂编号或出厂日期;
- h) 制造商名称。

8.1.2 包装标志

包装箱面应有如下标志:

- a) 产品型号及名称;
- b) 出厂编号及箱号;
- c) 箱体尺寸(长×宽×高);
- d) 净质量与总质量;
- e) 到站(港)及收货单位;

- f) 发站(港)及发货单位;
- g) 储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

## 8.2 包装

- 8.2.1 一般采用木箱包装或按用户要求包装,膨化机底座应固定在枕木上。
- 8.2.2 整机和拆卸膨化腔、螺杆的专用工具及备件在包装箱内应固定牢靠,包装箱内应有防水层。
- 8.2.3 随机文件应用塑料袋装好,固定在包装箱内。随机文件应包括:
  - a) 装箱单;
  - b) 产品合格证;
  - c) 产品使用说明书。

## 8.3 运输

可用一般交通工具运输。吊卸、装载时,应注意包装箱上的包装储运标志,防止颠倒、重压、碰撞和剧烈振动,应有防雨措施。

## 8.4 贮存

- 8.4.1 露天存放时底部应垫支承物,应有防雨淋、日晒和积水的措施。
- 8.4.2 室内存放时应有良好的通风与防潮措施。

附 录 A  
(资料性附录)

试验用主要仪器仪表和工具

试验用主要仪器仪表和工具见表 A.1。

表 A.1 试验用主要仪器仪表和工具

| 序 号 | 名 称                                  | 规 格              | 技术要求                     |
|-----|--------------------------------------|------------------|--------------------------|
| 1   | 配电盘(装有三相电度表、电压表、电流表、三相功率表)或电能综合分析测试仪 | —                | 电压、电流 0.5 级;<br>功率 1.0 级 |
| 2   | 声级计                                  | (40~130)dB       | 1 级                      |
| 3   | 测温仪                                  | (0~100)℃         | ±0.1℃(或±1%)              |
| 4   | 温度计                                  | (0~100)℃         | 分度值 0.5℃                 |
| 5   | 台秤                                   | 500 kg           | 三级                       |
| 6   | 电子秒表                                 | 24 h             | ±0.5 s/d                 |
| 7   | 天平                                   | 1 200 g          | 0.01 g                   |
| 8   | 分析天平                                 | 100 g            | 0.000 1 g(Ⅲ级)            |
| 9   | 游标卡尺                                 | (0~150)mm        | 示值误差≤±0.02 mm            |
| 10  | 带磁座百分表                               | (0~5)mm、(0~10)mm | I 级                      |
| 11  | 钢直尺                                  | 150 mm、300 mm    | —                        |
| 12  | 钢卷尺                                  | 5 m、20 m         | 2.0 级                    |
| 13  | 塞尺                                   | (0.02~1.00)mm    | 1.0 级                    |
| 14  | 转速表                                  | (0~100 000)r     | ±(0.01%~0.1%)            |
| 15  | 试验筛                                  | —                | —                        |
| 16  | 分光光度计                                | —                | ±1 nm                    |
| 17  | 恒温水浴锅                                | —                | ±1 ℃                     |
| 18  | 恒温烘箱                                 | (50~300)℃        | ±2 ℃                     |
| 19  | 干燥箱                                  | —                | ±1 ℃                     |
| 20  | 干燥器                                  | —                | —                        |
| 21  | 研钵或实验室用粉碎机                           | —                | —                        |
| 22  | 静平衡试验台                               | —                | —                        |
| 23  | 软毛刷                                  | —                | —                        |
| 24  | 压敏胶粘带(宽 25 mm)                       | —                | (10±1)N/25 mm            |
| 25  | 手把式目视放大镜                             | 3 倍              | —                        |
| 26  | 刀片                                   | —                | —                        |