生物质热源技术在粮食烘干生产中的应用研究

卢青，张璐

（江苏省农业机械技术推广站，南京市，210017）

摘要：为了解生物质颗粒热风炉在粮食烘干生产中的应用情况，对以生物质颗粒热风炉为热源的粮食烘干机开展试验。介绍试验过程，分析试验结果，得出结论：生物质颗粒热风与燃煤型锅炉相比大大减少硫化物和氮化物的排放，减少环境污染，且使用成本较低，具有较好的推广前景。

0引言

机械化粮食烘干技术因具有减少粮食霉变、提升粮食品质、提高粮食贮藏安全性、节约土地资源及节省干燥时间等特点，越来越被广大粮食种植大户所接受。《江苏省“十三五”农业机械化发展规划》中就明确提出重点推进粮食生产全程机械化，提升粮食烘干能力建设，随着各级政府相关政的出台，我省粮食烘干机保有量也逐年提升，截止2016年江苏省粮食烘干机保有量以超过了1.7万台。

烘干机使用过程中热源直接关系到用户的使用成本，目前粮食烘干机所采用的热源主要有煤、油、天然气、生物质燃料、电（空气源热泵）等。从前期调研情况来看，由于燃煤型粮食烘干机使用成本较低，我省粮食烘干机用户广泛采用燃煤型热源。

随着政府对环境保护监管力度加大，在《江苏省大气污染防治行动计划实施方案》、《“两减六治三提升”专项行动方案》等文件中多次提出要开展燃煤小锅炉整治工作，燃煤型热源的使用越来越受到限制。采用生物质成型燃料代替燃煤型热源，是一种可行的途径，改装难度小，原料获取容易，用户接受程度高。为切实了解生物质颗粒热风炉使用效果，我站对以生物质颗粒热风炉为热源的粮食烘干机开展试验[1-4]。

1试验情况

1.1试验机具简介

试验选用常州正义生物再生能源设备有限公司生产的SY—3000型数控生物质颗粒热风炉，其产品具备自动送料装置，不仅可以节省人工，降低劳动强度，而且可使物料始终处于完全燃烧状态，热效率高，排放较燃煤热源显著降低，是我省目前具有代表性的生物质颗粒热风炉产品，主要技术规格见表1。

表 1　产品技术规格

Tab. 1　Product specifications

项目	规格
配套动力/kW	1.55
燃烧方式	机烧
进料方式	自动进料
输出热风温度/℃	60～200
热功率/(kcal·h^{-1})	≥300 000
外形尺寸(长×宽×高)/(mm×mm×mm)	2 500×1 200×2 100

1.2试验概况

试验点溧阳市社渚芳伢农机专业合作社位于溧阳市社渚镇梅山村委，总承包土地面积达298.67hm^2，拥有各种农业机械180多台套，粮食烘干房及粮库1800多m^2。试验人员于2016年5月31日至6月7日和11月3日至11月17日在试验点分别进行小麦和水稻的烘干试验，样机配套2台三喜SS—150型粮食烘干机，对其开展性能试验和生产试验，烘干品种为杨麦23和南粳9108。

2试验结果与分析

2.1小麦季性能试验结果

5月31日，试验人员对以样机开展性能试验，小麦进机25t，烘干时间27.5h，小麦出机22.5t，消耗生物质燃料986kg。

1）进机含水量。进机含水量 M_1 以质量分数表示，按式(1)计算

$$M_1 = \frac{W_1 \times W_2 - W_{g1} \times W_{g2}}{W_1 \times W_2} \times 100\% \tag{1}$$

式中：W_1——第一次烘前试样质量，g；

W_{g1}——第一次烘后试样质量，g；

W_2——第二次烘前试样质量，g；

W_{g2}——第二次烘后试样质量，g。

根据试验大纲要求，对进机小麦取样 9 次，测定水分记录数据如表 2，计算得 $M_{1麦}=22.49\%$。

表 2　烘前小麦含水率测定记录表(二次烘干)

Tab. 2　Moisture content of pre-drying wheat (Re-dried)

取样次数	盒号	盒质量/g	第一次烘干/g		第二次烘干/g		含水率 M_1/%
			盒与湿样品质量	盒与干样品质量	盒与湿样品质量	盒与干样品质量	
1	71	15.577	27.187	24.948	23.114	22.839	22.23
2	72	15.507	26.28	24.128	23.25	23.104	21.48
3	73	15.804	25.804	23.848	22.415	22.192	22.27
4	74	15.305	24.723	22.818	22.162	21.981	22.33
5	75	15.459	27.575	25.152	23.847	23.634	22.03
6	76	15.903	26.393	24.347	23.389	23.127	22.32
7	77	16.19	25.647	23.771	22.654	22.45	22.37
8	78	16.298	26.77	24.735	23.502	23.234	22.43
9	79	15.644	25.539	23.368	22.976	22.697	24.91

2）出机含水量。出机含水量 M_2 以质量分数表示，按式(2)计算

$$M_2 = \frac{W - W_g}{W - W_0} \times 100\% \tag{2}$$

式中：W_0——铝盒重，g；

W——烘前试样和铝盒重，g；

W_g——烘后试样和铝盒重，g。

根据试验大纲要求，对出机小麦取样 9 次，测定水分记录数据如表 3，计算得 $M_{2麦}=12.38\%$。

3）降水幅度。降水幅度 ΔM 按式(3)计算

$$\Delta M = M_1 - M_2 \tag{3}$$

式中：ΔM——降水幅度，%；

M_1——进机湿粮水分，%；

M_2——出机干粮水分，%。

表 3　烘后小麦含水率测定记录表

Tab. 3 Table of moisture content of dried wheat

盒号	盒质量 W_0/g	盒与湿样品质量 W/g	盒与干样品质量 W_g/g	含水率 M_2/%
11	15.576	22.949	22.05	12.19
12	15.51	25.105	23.923	12.32
13	15.802	23.592	22.637	12.26
14	15.307	23.728	22.699	12.22
15	15.459	25.151	23.981	12.07
16	15.907	24.953	23.847	12.23
17	16.196	22.763	21.941	12.52
18	16.303	23.072	22.213	12.69
19	15.648	22.97	22.026	12.89

通过计算，$\Delta M_{麦}=22.49\%-12.38\%=10.21\%$。

4）干燥能力。干燥能力 P_1 按式(4)计算

$$P_1 = G_1 \Delta M / T \tag{4}$$

式中：P_1——干燥能力，t/h；

G_1——进机湿粮质量，t；

T——测试时间，h。

通过计算，$P_1=25\times10.21\%/27.5=0.09\text{t/h}$。

5）生产率。生产率 P_2，按式(5)计算

$$P_2 = G_2 / T \tag{5}$$

式中：P_2——生产率，t/h；

G_2——出机干粮质量，t。

通过计算，$P_{2麦}=22.5/27.5=0.81\text{t/h}$。

2.2小麦季生产试验结果

试验人员从5月31日至6月7日对样机开展生产试验，共作业7个批次。由于当时持续阴雨，空气湿度较大，最高气温在25℃左右，所以烘干作业时间较长，具体作业情况见表4。

表4 样机小麦烘干作业统计表

Tab. 4 Statistical table of wheat drying operation

数据编号	烘干作业用时/h	烘干量/t	初始水分/%	终止水分/%	燃料消耗量/kg	用电量/(kWh)
1	27.5	25	22.49	12.38	986	42.63
2	27	27	28.33	12.49	968	41.85
3	27.5	26.5	28.26	12.36	992	42.63
4	26	26.4	27.59	12.37	932	40.3
5	25.5	26.7	26.8	12.43	910	39.53
6	26	27.1	27.6	12.43	923	40.3
7	25.5	27.1	27.3	12.45	918	39.5

1）日处理量。日处理量 P_t 按式(6)计算

$$P_t = \frac{\sum G_t}{N} \tag{6}$$

式中：P_t——日处理量，t/d；

G_t——每工作日进机湿粮质量，t；

N——实际工作日数，d。

通过计算，$P_{t麦}$=24.1t/d。

2）干燥作业直接费用。干燥作业直接费用按式(7)计算

$$S = \frac{\sum (S_t + S_d)}{\sum G_t} \tag{7}$$

式中：S——干燥每吨湿粮直接费用，元/t；

S_t——每工作日燃料费，元；

S_d——每工作日电费，元。

其中，生物质秸秆费用为 1 000 元/t，电费为 0.6 元/kWh。

通过计算，$S_{麦}$=36.6 元/t。

2.3水稻季性能试验结果

11月3日，试验人员对以样机开展性能试验，水稻进机23t，烘干时间22.3h，水稻出机20t，消耗生物质燃料800kg。

1）进机含水量。根据试验大纲要求，对进机水稻取样9次，测定水分记录数据如表5，根据公式（1），计算得M1稻=29.26%。

表 5　烘前水稻含水率测定记录表(二次烘干)

Tab. 5　Moisture content of pre-dryingrice log sheet (Re-dried)

取样次数	盒号	盒质量/g	第一次烘干/g 盒与湿样品质量	第一次烘干/g 盒与干样品质量	第二次烘干/g 盒与湿样品质量	第二次烘干/g 盒与干样品质量	含水率 M_1/%
1	71	15.742	19.841	18.682	18.358	18.279	30.44
2	72	15.674	22.706	20.706	20.407	20.273	30.47
3	73	15.696	22.871	20.93	20.613	20.459	29.34
4	74	15.815	22.299	20.522	19.953	19.83	29.56
5	75	15.733	21.047	19.718	19.267	19.16	27.28
6	76	15.648	20.64	19.277	19.016	18.906	29.68
7	77	15.3	20.803	19.282	19.016	18.906	29.78
8	78	15.954	24.1	21.979	21.355	21.202	28.13
9	79	15.59	20.96	19.537	18.963	18.863	28.68

2）出机含水量。根据试验大纲要求，对出机水稻取样9次，测定水分记录数据如表6，根据公式（2），计算得M2稻=14.76%。

3）降水幅度。根据公式（3），通过计算，ΔM稻=29.26%-14.76%=14.5%。

4）干燥能力。根据公式（4），通过计算，P1稻=23×14.5%/22.3=0.15t/h。

5）生产率。根据公式（5），通过计算，P2稻=20/22.3=0.90t/h。

表 6　烘后水稻含水率测定记录表

Tab. 6　Moisture content of dried rice

盒号	盒质量 W_0/g	盒与湿样品质量 W/g	盒与干样品质量 W_g/g	含水率 M_2/%
11	15.752	18.939	18.459	15.06
12	15.801	19.096	18.605	14.90
13	14.888	19.636	18.948	14.49
14	15.348	19.804	19.196	13.64
15	15.851	19.131	18.66	14.36
16	15.991	20.515	19.824	15.27
17	15.825	20.895	20.126	15.17
18	15.248	20.67	19.84	15.31
19	15.667	19.13	18.624	14.61

2.4水稻季生产试验结果

试验人员从11月3日至11月17日对样机开展生产试验，共作业16个批次。此次试验更换了两台较新的三喜SS—150型粮食烘干机（使用1年），由于水稻收获前连日阴雨，水稻收获含水率较高，烘干作业时阴雨天较多，空气湿度较大，最高气温在18°C左右，所以烘干作业时间较长，具体作业情况见表7。

表 7　样机水稻烘干作业数据

Tab. 7　Rice drying work data of prototype

数据编号	烘干作业用时/h	烘干量/t	初始水分/%	终止水分/%	燃料消耗量/kg	用电量/kWh
1	22.3	23	29.26	14.76	800	34.57
2	22	22.8	28.87	14.55	789	34.1
3	21.8	23.1	28.66	14.66	782	33.79
4	24	24	29.55	14.21	860	37.2
5	23	23.9	29.01	14.33	825	35.65
6	22.8	23.5	28.74	14.1	818	35.34
7	22.6	23	28.63	14.21	811	35.03
8	21.1	23	27.95	14.13	757	32.71
9	20.8	22.1	27.54	14.26	746	32.24
10	19.2	22	26.55	14.45	688	29.76
11	20.2	22.6	27.32	14.33	724	31.31
12	20.1	22.8	27.58	14.27	720	31.16
13	21.8	22.8	27.93	14.22	781	33.79
14	20.1	23	27.32	14.41	722	31.16
15	22	23	27.19	14.13	789	34.1
16	22.5	23.2	28.1	14.26	807	34.88

1）日处理量。日处理量Pt按式（6）计算，通过计算，Pt稻=25.5t/d。

2）干燥作业直接费用。干燥作业直接费用按式（7）计算，其中生物质秸秆费用为1000元/t，电费为0.6元/kWh，通过计算，S稻=34.6元/t。

3结论与展望

1）试验中常州正义生物再生能源设备有限公司生产的SY—3000型数控生物质颗粒热风炉采用生物质颗粒为燃料，与燃煤型锅炉相比大大减少了硫化物和氮化物的排放，减少了环境污染，在粮食干燥作业中直接作业成本在35元/t左右（不含烘干机用电费用和人工），具有良好的经济生态效益。

2）该设备采用自动供料装置，可显著降低劳动强度，减少人工成本，受到用户的一致好评。

3）该产品一次性投入较空气源热泵便宜，安装较天然气热风炉方便，使用较燃油型烘干机经济，在燃煤型热风炉受到限制的情况下是一种优质的替代性热源，具有较强的推广价值。

4）从长远来看，随着我省各地对燃煤型热源的限制，生物质热源必将得到良好的发展机遇，各地农机推广部门应积极开展相关的技术示范、培训、推广工作，引导生物质热源技术健康发展。

参考文献

[1]邸坤，李杰，马云霞，等.我国粮食干燥节能途径[J].干燥技术与设备，2007，3（4）：207~210.

[2]任广跃，张忠杰，朱文学，等.粮食干燥技术的应用及发展趋势[J].中国粮油学报，2011，26（2）：124~127.

[3]张飞，张烁，平英华，等.江苏粮食烘干机械化发展研究[J].中国农机化学报，2016，37（10）：249~253.

[4]王效华，冯祯民.中国农村生物质能源消费及其对环境的影响[J].南京农业大学学报，2004，27（1）：108~110.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/159825.html