

## 小型内循环移动式粮食干燥机

曹崇文<sup>①</sup> 方建军

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 给出了国外小型移动式粮食干燥机的结构和性能数据,对主要的参数进行了分析,介绍了这类干燥机的改进设计和发展趋势。

**关键词** 干燥;粮食;干燥机;循环干燥;移动式干燥机

**中图分类号** S 226.6

### Small-scale Movable Grain Dryer With Internal Circulation

Cao Chongwen Fang Jianjun

(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** Structural parameters and performance data of small-scale movable grain dryers from abroad were presented. Improved design and the developing tendency of this type of dryers were introduced after analysing on major parameters of the dryers.

**Key words** drying; grain; dryer; circulation drying; movable dryer

粮食干燥机最近几年发展较快。据有关部门预测,在近10年内,小型、低成本、生产率在 $1\sim 3\text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ 的粮食干燥机有可能形成一定的需求量。目前我国干燥机型式比较单一,多数为大型的横流式和混流式干燥机,投资大,利用率低,且不能移动。市场上缺少小型干燥机。南方和华北大城市郊区对中、小型移动式干燥机的需求日益迫切。

#### 1 内循环移动式粮食干燥机的特点

自70年代起,我国虽然引进了一些移动式粮食干燥机,但都不适应我国的国情。70年代初从前苏联引进的“库兹巴斯”移动式粮食干燥机,因无循环功能、机器笨重、干燥不均匀等缺陷,故未推广使用<sup>[1]</sup>。四川三台烘干机厂仿日本金子干燥机生产的5HZ-3.2型循环式干燥机,生产率太低(仅为 $300\sim 400\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ),循环时间长,不能满足生产需要。从美国引进的Vertec型移动式粮食干燥机,价格昂贵,机器过于庞大,因而限制了它的推广使用<sup>②</sup>。

最近圆筒形内循环移动式干燥机发展较快,在1997年巴黎召开的国际农机博览会上,展出最多的是此种型式的干燥机,仅英国就有6家公司生产。其主要优点如下。

1) 生产率高,干燥速度快。每一批粮食循环的总时间为2.5 h,生产率 $2.5\sim 10.0\text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ 。一台直径2.4 m,高度5 m多,质量仅1.5 t的干燥机,每h可烘干玉米2 t(降水5%),1 d(20 h)可烘干粮食40 t。

收稿日期:1997-09-08

①曹崇文,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)50信箱,100083

②武继礼. CHGXJ250循环间歇式谷物烘干机研制. 干燥能源新技术交流会,1990

2)可移动。用30 kW的拖拉机不仅可以牵引还可以用动力输出轴传动,省去一台驱动动力机(约15~20 kW)。干燥机可以拖到任何地方工作,节省了粮食运输费用。

3)粮食循环速度快。烘干每批粮食需2.5~5.0 h,每10~15 min完成一次循环,比混流式干燥机的粮食流速高7倍,比普通横流式干燥机快3倍;因此可以采用高的风温而不致使粮温过高,而且干燥均匀,混合好。

4)干燥与缓苏交替进行。高温干燥后的粮食由立式螺旋送到上锥体上方,进行短时间的缓苏,便于谷粒内部水分向外扩散,符合粮食干燥的规律,有利于保证粮食的品质。尤其适合于干燥水稻。

5)干燥机设计为内外圆筒形,机器结构紧凑,占地面积小,热空气分布均匀,粮食受热一致,而且制造容易。

6)利用较短的干燥段和粮食高速循环流动,代替高塔慢速流动,机身高度大大减小;另外,由于采用粮食内循环方式,省去了庞大的提升机,因此在生产率和降水幅度相同的条件下,机器的质量和体积减小,节约钢材约50%。

7)卸料速度快,进料方便,虽然是间歇作业,但卸粮只需15 min。

8)粮食始终处在不断的混合和流动状态,因此干燥均匀,水分蒸发速度快,烘干不受原粮食水分的影响。

9)安装不需要地基,节省的基建费用有时能购置1台干燥机。

## 2 内循环移动式粮食干燥机的结构和性能

根据参阅的资料<sup>①</sup>,现将几种内循环移动式粮食干燥机的结构和性能参数列于表1。

### 2.1 立式螺旋

1)螺旋直径。有254 mm(10英寸)、304.8 mm(12英寸)和355.6 mm(14英寸)3种,其中以304.8 mm居多,占66%。

2)螺旋转速。为了防止籽粒破碎,以低转速为宜。有255,240和275 r·min<sup>-1</sup>3种,以后者居多。

3)螺旋螺距。有大中小3种,大者约380 mm。Master干燥机的螺距最小。

4)传动方式。有皮带传动和齿轮传动(通过万向节)2种。

5)间隙。采用大间隙,为6~8 mm。

### 2.2 风机和送风系统

1)风机类型。基本上有3种型式,即轴流式、离心式和双叶轮串联轴流式。

2)风压。一般为373.63 Pa,高者达435.90 Pa。

3)风量。尺寸相同的机型,风量差异很大,小者为16 000 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>,最大者为35 000 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>。

4)叶轮直径。有558.8 mm(22英寸)、660.4 mm(26英寸)、711.2 mm(28英寸)和812.8 mm(32英寸)4种。

<sup>①</sup>Morige grain dryer, Batch internal recycling dryer, GT Model RAB-3000 recirculating batch dryer, GT Model RAB-5000 recirculating automatic dryer, GT Model CF-8000 continuous flow dryer, GT—the best recirculating batch dryer

表 1 圆筒形内循环移动式粮食干燥机的结构和性能

参 数	GT-380 (美)	Master (英)	Morige 8330 (美)	Mecmar 9/90 (意)	Opico 3805 (英)	Lely 550 (英)	GSI 620-B (美)
立式螺旋直径/m	0.304 8	0.304 8	0.254	0.355 6	0.304 8	0.254	0.304 8
立式螺旋转速/(r·min <sup>-1</sup> )	275	240		225	275		
立式螺旋螺距	大	小		很大	大		
每一循环时间/min	10~12	20	8~10	8~10	10	10~12	10~12
小时循环数/次	5~6	3	6~7	6~7	5~6	5~6	5~6
喂粮螺旋直径/m	0.203	0.152 4		0.199 9	0.203		0.178
粮层厚度/m	0.457	0.48	0.457	0.515	0.457	0.475	0.457
风机类型	轴流式	离心式	双级轴流	大离心式	轴流式	轴流式	轴流式
风机叶轮直径/m	0.664	0.664	0.558 8	0.711~0.889	0.664	0.558 8	0.736 6
风机转速/(r·min <sup>-1</sup> )	2 600	2 500	2 200~2 400	1 350	2 600		2 350
圆筒外径/m	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	1.98	
圆筒高度/m	4.1	4.7~5.5	4.26	5.4	5.6	3.56	
风量/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	20 376	16 000	16 980	35 000	20 376		
生产率/(t·h <sup>-1</sup> )	6 <sup>△</sup>	6~10.2	5.87 <sup>△</sup>	8.5	8.9	2.5*	
降水率/%	20.5~15.5	20~15	20~15	20~15	20~15	20~15	
装机容量	8.9 t	9~15 m <sup>3</sup>	9.87 m <sup>3</sup>	12.5 m <sup>3</sup>		5 t	17.62 m <sup>3</sup>
油炉发热量/(MJ·h <sup>-1</sup> )	2 310	2 100	2 100	2 520	2 310	1 050	3 150
动力传输轴功率/kW	14.914	22.371	26.1	22.371			
电机传动功率/kW	14.914	22.371	18.64	29.828	14.914	11.19	18.64
机器质量/t	1.52	2.1~2.3	1.25	2.7	1.52	1.105	1.905
喂料速率	50.8 t·h <sup>-1</sup>	30 min		10~12 min	50 t·h <sup>-1</sup>	12~20 min	
卸粮速率	50.8 t·h <sup>-1</sup>	15 min		9 min	60 t·h <sup>-1</sup>	36 t·h <sup>-1</sup>	
耗油量/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )		0.03				0.946	

△玉米,\*小麦

### 2.3 内外筛筒和粮层厚度

1) 粮层厚度。有 4 种,即 30,45.7,48 和 51.5 cm,以 45.7 cm 为最多。

2) 筛筒外径。有 3 种,即 1.98,2.4(2.5)和 3.4 m,以 2.4 m 为最多。

3) 内筛筒形式。有 3 种,即五角形(上锥体为筛板)、六角形(上锥为封闭板)和上锥密封五角形。

4) 筛筒高度。随生产率而定。有的干燥机(如 Master 和 Mecmar)外筛筒做成伸缩式。

5) 下锥体。锥角有 2 种:一种为大锥角,另一种为小锥角。

### 2.4 粮食循环速度

粮食流动速度快,可使粮食的水分和温度均匀一致。循环数为 3~7 次·h<sup>-1</sup>不等,最多循环数可达 5~6 次·h<sup>-1</sup>;每次循环所需时间为 10,15 和 20 min 不等。

### 2.5 燃烧炉

多采用油炉,也可以燃用液化石油气或天然气。燃烧炉的发热量差别较大,发热量小的为 105 GJ·h<sup>-1</sup>,最大的可达 315 GJ·h<sup>-1</sup>,常用的燃烧炉发热量在 210~231 GJ·h<sup>-1</sup>之间。燃烧炉的型式有 2 种,即普通油炉和涡轮增压油炉。油炉的耗油量为 30~50 L·h<sup>-1</sup>。

## 2.6 传动系统

动力传输系统分为2种,即动力输出轴传动和电机传动。动力输出轴传动采用的转速为540或420 r·min<sup>-1</sup>。电机传动的总功率为15~20 kW。传动部件的转速分别为:立式螺旋275 r·min<sup>-1</sup>,喂料螺旋500 r·min<sup>-1</sup>,搅拌器8 r·min<sup>-1</sup>,风机2 600 r·min<sup>-1</sup>,油泵1 200 r·min<sup>-1</sup>。

这种类型的干燥机使用中存在的主要问题是:

1) 立式螺旋对谷粒有一定的破碎作用,采用合适的间隙,加大螺旋叶片厚度,适当降低转速可以予以解决。

2) 工作过程中灰尘大,环境污染严重,应增设清粮附件。

3) 热风进气管上面的粮食流动性差,干燥不均匀。

## 3 内循环移动式粮食干燥机的发展趋势

近年来国外许多干燥机公司对内循环移动式粮食干燥机进行了研究和改进,使干燥机的效率、干燥质量、操作方便性和对不同粮食的适应性大大提高,出现了不少新结构和新设计。

1) 采用伸缩式外筛筒和绞盘式提升装置,以改变缓苏段的长度,有利于谷粒内部水分的扩散和均匀化,同时可以处理各种不同批量的粮食,更加适合于水稻的干燥。英国的Master公司和意大利的Mecmar公司生产的干燥机,均采用了此种结构。

2) 加装重力式清粮附件,使粮食在循环干燥过程中清除灰尘、草籽和轻杂质,这不仅提高了干燥物的品质,而且提高了干燥速率,改善了操作条件。如美国的Morige干燥机。

3) 在送风系统中采用大风量、低噪声的高效轴流或离心式风机,提高了干燥速率,保证送风均匀。Morige公司生产的内循环干燥机,采用双轴流风机,串联工作,比同类干燥机风量提高20%。

4) 为了防止粮食在热风管上方堆积和避免产生死角,英国Lely公司在热风管上方设置了导流板,保证粮食均匀下落和循环,提高了干燥质量。

5) 系列化和标准化。为了适应不同规模的农场和农户的需要,各干燥机厂均对内循环式干燥机进行了系列化设计和生产。处理量在2.5~10.0 t·h<sup>-1</sup>之间。以GT公司为例,它生产的干燥机有380,580和780及RAB3000~8000系列,共计6个型号。

## 参 考 文 献

- 1 常洪生. 一种循环式高效烘干机的研究与设计. 北大荒农机, 1987(2): 33~34