

换向通风横流式干燥机的研究 及计算机辅助设计

李笑光

(中国农业工程研究设计院)

摘 要 横流式谷物干燥机有许多优点,是世界上设计较早、使用时间较长的干燥机型之一,但同时也存在着较大的不足。为了克服其不足,该文介绍了新研究发明的换向通风横流式干燥工艺及其机型的结构原理,并运用 CGDSP 谷物干燥综合模拟程序进行了优化设计。

关键词 换向通风 横流式 谷物干燥机 研究设计

横流式谷物干燥机是世界上设计较早,使用时间较长的一种谷物干燥设备,它不仅结构简单、造价低廉,而且还具有故障率低,使用寿命长等优点。因此,横流式谷物干燥机至今仍是世界上使用较广的干燥机型之一。但横流式干燥机也有其较大的不足之处,主要表现在干燥段谷物层的内外侧水分差异较大,从而造成干燥后的谷物水分不够均匀。虽然,近代设计的双立柱横流式谷物干燥机已进行了较大的改进(如图 1 所示),在干燥段的中上部设置了一种叉流式换向器,使干燥段内外侧的谷物在经过叉流式换向器时外层谷物流向内侧;内层谷物流向外侧,从而使内外侧谷物都能受到高温空气的加热,以达到水分比较均匀的目的。但由于叉流式换向器的结构所致,使叉流内谷层的厚度变的更小,而且由于有许多个导向管交叉,使谷物通过导向管时容易堵塞,尤其是谷物水分含量较高,杂质较多时,问题就更加突出。另一方面,叉流式换向器占用的空间也比较大。而且双立柱式横流干燥机是在两个粮柱间设置通风室,故粮柱有多高,通风室就得设置多高,因此,机体的利用率也比较低。为此,世界各国在近代又设计开发了许多其它类型的干燥机,如角状盒式混合流干燥机、漏斗式顺流干燥机等等。但笔者认为,横流式干燥机虽然有一些不足之处,但其优点是明显的,如经过进一步的改进设计,克服其

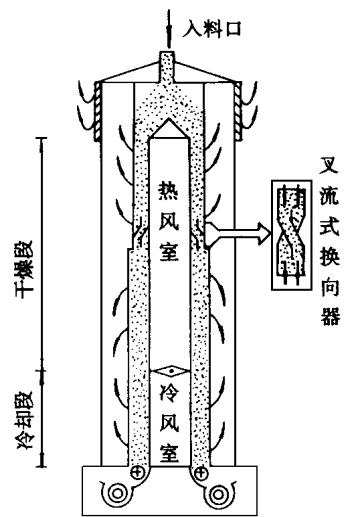


图 1 双立柱横流式谷物干燥机结构原理

Fig 1 Schematic drawing of the cross-flow grain dryer with two columns

收稿日期: 1997-11-06

李笑光, 高级工程师, 北京市朝阳区东三环北路 16 号 中国农业工程研究设计院, 100026

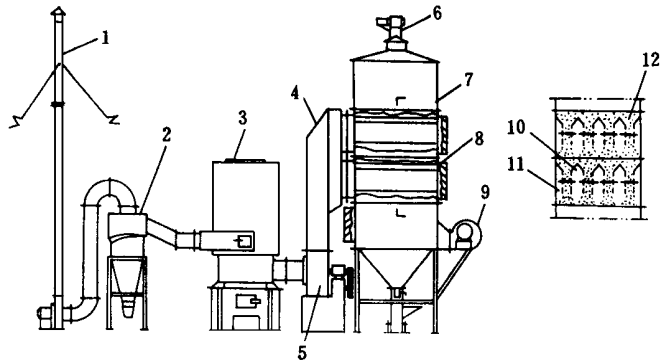
不足仍不失为一种理想的谷物干燥机械。

为此, 笔者针对传统横流式干燥机的不足之处, 经过深入研究, 设计开发成功了一种新型的横流式谷物干燥机, 即多槽多段换向通风横流式谷物干燥机。并于 1993 年获得中国专利权。

1 多槽多段换向通风横流式谷物干燥机的设计原理

针对横流式干燥机的不足之处, 多槽多段换向通风横流式干燥机采取了干燥段内多槽式通风与排风结构, 使谷物分成了四个薄层粮柱, 不仅减少了谷层阻力, 而且大大增加了干燥强度和提高了塔体的利用率。更为重要的是采用了两个以上的多个干燥段所组成的干燥主段, 不仅能连续干燥, 而且还能改变粮柱的通风方向(如图 2 所示), 从而形成了能够均匀干燥的换向通风干燥新工艺。并可根据干燥主段的高度来选择换向通风的次数。

多槽多段换向通风横流式干燥机的工作原理是(参见图 2): 谷物首先通过斗式提升机 6 将谷物提升到干燥机塔体的顶部, 然后经入料口进入干燥塔上部的贮粮段并均匀地落入四个薄层粮柱 12 中, 并逐步向下经过换向通风干燥后排出塔体。干燥空气由热风机压入通风槽 10 内并通过谷物层后经排风槽 11 排出塔外。换向通风结构的构成是纵向相同方向排列的通风槽的进排风方向正好相反, 从而形成了换向通风干燥。并可配用燃煤热风炉或燃油炉等各种加热装置。



1. 烟囱 2. 除尘器 3. 热风炉 4. 扩散风道 5. 干燥风机 6. 提升机
7. 干燥塔体 8. 干燥段 9. 冷却风机 10. 进风通风槽
11. 排风通风槽 12. 薄层粮柱

图 2 多槽多段换向通风横流式谷物干燥机结构原理图

Fig 2 Schematic drawing of multi-stage cross-flow grain dryer with reversing air flow

如果干燥机的生产能力设计比较大, 干燥机的塔体比较高时, 可设计成两次或两次以上的换向通风次数, 以达到干燥均匀的目的。

2 干燥机主要结构尺寸的确定及计算机辅助设计

以每小时生产率为 3 t, 降水率为 5% 的 HLH-3 型干燥机设计为例, 根据以往设计经验^[2]和运用原北京农业工程大学曹崇文教授主持研制的 CGDSP 计算机谷物干燥综合模拟程序模拟对比分析, HLH-3 型干燥机的主要结构尺寸确定如下: 1) 粮柱厚度为 0.25 m; 2) 干燥通风槽高度每节为 0.8 m, 通风槽宽度为 0.3 m; 3) 纯干燥段高度为 1.6 m (2 节); 4) 粮柱个数为 4 个; 5) 冷却段高度为 0.8 m; 6) 干燥机塔顶贮粮段为 1.0 m; 7) 干燥机总高度为 7.5 m; 8) 干燥段热风流速为 0.2~0.3 m/s, 设计选取值为 0.25 m/s; 9) 干燥机总配置功率为 15 kW。

3 计算机模拟与试验结果的对比

3.1 计算机模拟与干燥参数的选择

以横流干燥玉米为例,通过变换工艺参数经过计算机模拟运行与比较,干燥气流温度为 90 左右,干燥段热风流速为 0.25 m/s 时,干燥的综合性能指标较好。现以环境温度为 15 ,空气相对湿度为 65 % 时,计算机模拟运行结果按不换向通风和换向通风(在 0.8 m 处换向)两种工况输出(本文水分,均以湿基计):

1) 不换向通风计算机模拟输出结果:

玉米横流干燥计算机模拟条件			玉米横流干燥计算机模拟结果		
	不换向通风	换向通风		不换向通风	换向通风
粮柱高度	1.60 m	1.60 m	干燥时间	0.80 h	0.80 h
谷物流速	2 m/h	2 m/h	平均水分	14.52 %	14.93 %
谷层厚度	25 cm	25 cm	平均谷温	58.21	58.85
初始水分	20 %	20 %	谷层水分差	11.09 %	4.36 %
初始谷温	16	16	排气温度	32.46	36.93
环境温度	15	15	干燥速率	6.85 %/h	6.34 %/h
相对湿度	65 %	65 %	单位耗热	5003 kJ	5376 kJ
热风温度	90	90	热效率	47.0 %	43.10 %
热风流速	0.25 m/s	0.25 m/s			

3.2 试验实测结果

经 1994 年 11 月在宁夏银川对 HLH-3 型多槽多段换向通风横流式谷物干燥机的试验实测,其结果如下:

试验参数的选取:环境平均温度为 15 ;环境空气平均相对湿度为 64 %;干燥段进风处热风温度为 90 ;干燥段热风流速为 0.25 m/s;干燥机生产率调整量为 3 t/h,干燥段内玉米流速为 2 m/h; 实测结果:纯干燥时间:0.80 h;平均水分:14.1 %;平均谷温:54 (冷却前);谷层水分差:4.2 %;排气温度:38 ;干燥速率:7.43 %/h;干燥机单位耗热:4773 kJ。

4 结 论

1) 横流式干燥机虽具有结构简单、可靠性较高等优点,但谷层间的水分差较大,干燥的均匀性较差。但通过换向通风干燥工艺后,谷层间水分差可降低 2~3 倍,并通过出料机构混合经自然平衡后完全能够满足贮藏的要求。

2) 经过对比,计算机模拟与实测结果的误差较小(当然,实测时可能存在一定的误差),证明计算机模拟的准确度比较高,实用性较强,大大简化了干燥机的设计计算并能容易地变换参数和输出模拟运行结果。尤其对探索干燥规律的意义更明显。

3) 通过计算机模拟和试验实测,证明换向通风横流式干燥机的设计是成功的。

4) 换向通风方式代替了叉流式机械换向机构,其优点是明显的,并可在大型干燥机上增加换向次数而又不占用干燥段容积,因此可以说换向通风横流式谷物干燥机的研制成功,

使横流式干燥工艺上了一个新台阶, 并对横流式干燥机的继续发展和应用起到了推动作用。

参 考 文 献

- 1 李笑光. 农作物干燥与通风贮藏 天津: 天津科技出版社, 1989. 176p
- 2 李笑光 计算机数学模拟在谷物换向通风干燥系统中的应用研究 农业工程学报, 1988, 4(2): 26~36

Study and Computer Aided Design of Cross-Flow Grain Dryer With Reversing Air Flow

Li Xiaoguang

(Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing)

Abstract Cross-flow grain dryer is one of the earliest designed dryers and used for longer time, and it is used widely in the world nowadays because it has good characteristics, such as simple structure, low price, less trouble and long service life. But it has a big defect that is the moisture between the inner and the outer part of grain is different while the grain is drying, so the moisture of dried grain is not enough uniform. A cross-flow dryer with two columns was designed in recent years in order to overcome the defect. A turn flow device was equipped in the drying section, the inner layer of grain flows into the outside and the outer flows into the inside when the grain passes through the device, thus the all grain can be heated by hotter air. Because of the structure of the device, the grain layer passing the device becomes thinner, and the grain is blocked up easily when it pass through the cross pipes, especially there are more moisture and more impurities in the grain. Moreover the turn flow device takes more room. Ventilating chamber is equipped between the columns, so it is as high as the columns, which makes the efficiency decrease. Although it has some defects, the cross flow dryer has obvious advantages. On the basis of deep research about the cross-flow dryer, a new style cross-flow grain dryer was designed, that is multi-trough, multi-stage, cross-flow grain dryer with reversing air flow. The reversing ventilation can be realized by changing the direction of hot air flow in the dryer body, and gives better design with computer grain drying simulated program (CGDSP).

Key words reversing ventilation, cross-flow grain dryer, research and design