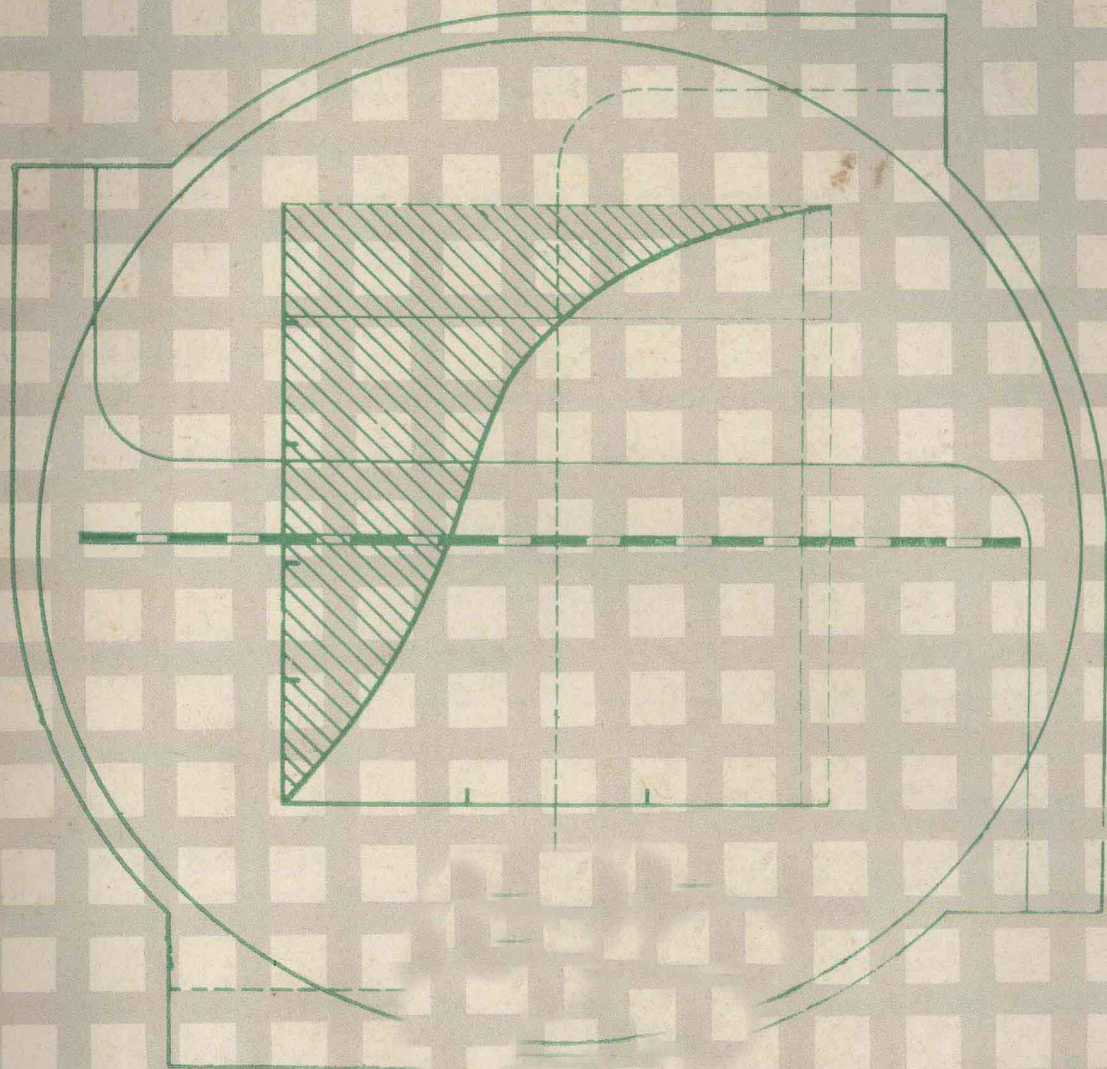


粮食干燥技术

参考资料第79号

干燥专题资料之一



商业部郑州粮食科研设计所
全国粮仓机械情报中心站
一九八三年十二月

粮 食 干 燥 技 术

目 录

| | |
|------------------------------|--------------------|
| 我国粮食烘干机的现状和问题 | 申保庆 张孟浩 (1) |
| 对我国粮食干燥问题的一点看法 | 李为民 (10) |
| 加速谷物干燥技术的改造 紧紧跟上时代前进的步伐 | 蓝涤氛 (17) |
| 粮食烘干管理的几点做法 | 仇德庆 谢铭升 (21) |
| 江苏省使用烘干机械的情况和经验 | 徐惠迺 杜国栋 (24) |
| 固定床稻谷干燥机——双向气流干燥法与混和、多段调质干燥法 | 沈惠子 俞保海 (29) |
| 塔式烘干机干燥谷物降水不均问题的探讨 | 仇德庆 谢铭升 王荣君 (41) |
| 简介三热一冷烘干塔 | 梅振东 (45) |
| 流化槽烘干玉米的实际应用 | 冯国孝 (47) |
| 油菜籽烘干处理 | 李逢春 杜国栋 (52) |
| 柱状抛物面聚焦点的选择 | 郑伯骅 (55) |
| 关于HH32×320×IB流化烘干机的研制和使用 | 曹知霖 (57) |
| 远红外辐射谷物干燥机 | 卢为开 (66) |

| | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 利用太阳辐射能的平板集热粮食干燥器有关结构及计算 | 周仁炜 (73) |
| 介绍一种新的粮食烘干热源 | 斯家骏 (87) |
| 浅谈汽力烘干机的余热利用 | 刘恒飞 (96) |
| 谈谈玉米干燥节能的途径 | 臧国安 (100) |
| 辽HTJ—20A型粮食烘干机的研制 | 臧国安 石殿成 张化杰 李和平 (104) |
| 玉米烘干后产生裂纹原因的试验分析及防止方法兼论玉米干燥的最佳介质温度 | 陈治水 周宏 郭肖婷 (110) |
| 机械化间接加热粮食烘干热源装置的研究和应用 | 柳久芳 (114) |
| 塔式烘干机工艺流程控制装置 | 白彤云 刘长山 (122) |
| 中国稻谷干燥工艺与设备 | 杨衍有 张孟浩 (126) |
| 近代粮食干燥技术及我国发展粮食人工干燥的途径 | 吴汉芹 (137) |
| GHK—1型干燥机热风恒温控制器 | 桂体仁执笔 (152) |
| 谷物烘干机热耗率的图算法 | 蔡学坚 (156) |
| 谷物浸水规律的探讨 | 蔡学坚 (161) |
| 谷物干燥中的节能技术 | 林乃宣 (167) |
| HLZ—30立式网柱型粮食烘干机的研究 | 李德宝 (174) |
| HH32×320×IB流化烘干机温度自控装置 | 阮家风 曹知霖 (181) |
| 浅谈直接火力烘干烟道气中3·4—苯并芘对谷物的污染 | 秦永朝 袁传宴 (186) |
| 太阳能谷物干燥 | 翻译 申保庆 校对 张孟浩 (192) |
| 稻谷干燥后爆腰研究 | 摘译 任建林 校对 吴汉芹 (197) |
| 《上吹式稻壳煤气发生》与《煤气燃烧炉》的研究和应用 | 倪夕民等六人 (202) |

我国粮食烘干机的现状和问题

商业部郑州粮食科研设计所申保庆 张孟浩

1983年3月23日至3月30日，商业部粮食储运局在无锡市召开了全国粮仓机械普查工作总结座谈会。会议期间，各省代表详细汇报了各地使用粮仓机械的情况，总结了经营管理和使用方面的先进经验及不足之处，提出了今后的工作任务，汇总了1981年底粮仓机械的普查结果。我们征得有关部门的同意，摘录了粮食烘干机械的部分数字，予以发表，并谈了我们一点粗浅意见。

1、从数字看，我国粮食系统现有烘干机数量为1920台。其中完好的只有1268台。这个数字说明了什么问题呢？

我们看一下日本的几个数字：1977年统计，日本有卧式粮食烘干机 17700台，立式粮食烘干机17400台，循环式粮食烘干机 101000台，每年生产烘干机10万台，目前日本有各种类型谷物烘干机180万台以上。

我国粮食系统再加上农机、农垦两系统的烘干机总数不超过6000台。只相当日本拥有烘干机数量的三百分之一，这个数量上的差距是很大的。

再看一下我国近几年粮食霉烂的一些情况。广东省每年常有几亿斤高水份粮霉烂，有的年份高水份粮霉烂达10亿斤；宁夏自治区1977年高水份小麦霉烂6亿多斤，而全自治区每年产粮只有20~25亿斤。全区人民吃了一年的霉芽面；河南信阳地区罗山县1978年霉烂高水份粮5亿斤，不少生产队吃反销粮；安徽省1980年一年损失高水份粮19亿斤，四川温江地区1978年中稻收割4亿7千万

斤，因水份高而霉烂损失约1亿斤。全国每年总是有几十亿斤的高水份粮霉烂损失。

由我国粮食烘干机的数量与日本相比，再对照我国高水份粮的霉烂情况，可以说明，我国目前粮食烘干机的数量太少了，今后还要大力研制和发展。应该积极领导，增加投资，扩大专业队伍。

2、我国粮食烘干机的热效率低

我们把燃料消耗表上各种燃料折算成热量为 42765×10^7 千卡，81年的烘干处理潮粮量为480359吨，平均降水为5.18%，则烘干机的平均热耗率约为1720千卡/公斤水。我国有的地区粮食烘干机的热耗高达2400千卡/公斤水，最低的热耗为1150千卡/公斤水。

目前国外技术先进国家粮食烘干机的热耗最高不超过1200千卡/公斤水，一般在1000千卡/公斤水以下。先进的达到750千卡/公斤水。

我国粮食烘干机热耗较高的原因是多方面的。我们认为主要是两方面原因。一是炉灶热效率低，这除了由于以固体煤为主要燃料不易充分完全燃烧外，也与炉灶型式和操作技术有关。当前粮食烘干机大部分是配用人工手烧炉，热效率一般只有50%左右。热耗高的另一原因是目前一般粮食烘干机没有废气余热回收装置，废气带走的热量约为总热量的三分之一左右，也是一个很大的浪费。

粮食烘干机在粮食及农业的各种机械中，是耗能量最大的一种机械。以法国为例，谷物烘干机的耗能量为农业机械总耗能量的三分之一左右。我国还要高于这个比

例，因此应该认真的研究粮食烘干机的节能技术，研究的方向一是炉灶，二是废气余热利用技术。

3、设备自制多

由统计表上看，粮食烘干机的自制和外购各占一半。其实外购部分，也很少是机械厂生产的定型产品。我国的粮食烘干机至今基本没有一种是经过正式鉴定列为国家或行业定型产品的。以数量最多的流化烘干机为例，一直是采用郑州粮食科研设计所1968年的一套图纸，后来又于1975年和1980年两次进行了修改设计，一直也没有经过正式鉴定。其它几种烘干机如塔式烘干机、滚筒烘干机、喷动床烘干机等也都没有进行选定型的设计。至今，粮食系统没有一家生产粮食烘干机的专业工厂。这种没有经过选定型设计的自制设备，很多是由制作工人现场参观一下，照猫画虎，五花八门，材料不统一，性能不稳定，浪费多，待修多，是一种很落后的生产方式。在这方面，美国在五十年代末期就已经有近三十家专门生产烘干机的工厂，分布在18个州，生产38个品种的产品。日本多次来我国展出过粮食烘干机的金子、山本、佐竹、大岛、静岡等厂家，从事烘干机生产的专业人员有4000多人。

由上分析比较，不难看出，今后我国在粮食烘干机的研制和生产中，要大力加强选定型和标准化工作，要支持和鼓励建立粮食烘干机的专业工厂。加强培养粮食烘干工程的科技人员。

4、设备利用率低

从表中有使用天数的烘干机，可以求出年平均使用天数。而表中很多地区有烘干机，没有使用天数，就是说，有的烘干机一年也

不用一次。以河南省为例，有87台烘干机，实际上很少使用，甚至几年不用一次。假定这些地区的烘干机也按每年用30天计算，则全部烘干机的年平均使用天数为73天，还有九个多月的闲置时间。东北三省使用烘干机天数最多一年为170天，也是用半年，闲半年。设备利用率是很低的。这也是烘干机发展缓慢的一个原因。解决这个问题的方法是搞一机多用的研究。烘干机除了能烘干粮食以外，也要能烘干处理其它物料，如茶叶、烟草、饲料、水产品等各种经济作物。粮食部门还可以开展代农民烘干业务，以提高烘干机的利用率。

5、从设备造价看，这1920台烘干机的机械设备造价为5095万元，而土建造价为4303万元，就是说有将近一半的投资用在土建上了

土建费用一部分是建造烘干机机体，如东北三省的塔式烘干机主要是砖砌结构，另一部分是建造厂房。国外的粮食烘干机一般是钢制的，露天使用。对机体外壳考虑防锈及保温处理，同时有利于定型和机械工厂制造。我们如果把这部分土建费转用于烘干机制造上，就能生产出超过现有数量几倍的烘干机。尤其象小型、简单的一些烘干机种，如流化烘干机和一些农用简易烘干机，更应搞成钢制的露天使用。当然，这种现象是由于过去某些历史条件造成的，比如钢材买不到，砖却可以自己烧制等。今后应该尽量搞成钢制的标准化定型产品，由机械工厂生产。从而使我国粮食烘干机的技术水平大大提高一步。

我们以上的分析很粗浅，也很不全面，仅供参考，如有不当之处，欢迎批评指教。

烘干机数量、质量、普查分地区汇总表

机械名称：烘干设备合计

| 地 区 | 数 量 (台、套) | | | | 造 价 (万元) | | | 配备功率 (千瓦) | 年最多使 用 天 数 |
|-------|-----------|------|-----|-----|----------|------|------|--------------|---------------|
| | 小计 | 完好 | 待修 | 待报废 | 小计 | 机械设备 | 土建 | | |
| 全 国 | 1920 | 1268 | 313 | 339 | 9398 | 5095 | 4303 | 77342 | |
| 北 京 | 63 | 40 | 9 | 14 | 712 | 280 | 432 | 3976 | 300 |
| 天 津 | 12 | 9 | 3 | | 253 | 128 | 125 | 1780 | |
| 河 北 | 30 | 22 | 4 | 4 | 184 | 104 | 80 | 1343 | |
| 山 西 | 49 | 8 | 11 | 30 | 49 | 39 | 10 | 213 | |
| 内 蒙 | 11 | 9 | | 2 | 87 | 44 | 43 | 393 | |
| 辽 宁 | 79 | 55 | 10 | 14 | 1007 | 648 | 359 | 7532 | 160 |
| 吉 林 | 99 | 82 | 7 | 10 | 1772 | 1280 | 492 | 11459 | 170 |
| 黑 龙 江 | 216 | 141 | 34 | 41 | 2444 | 1067 | 1377 | 22164 | |
| 上 海 | 65 | 42 | 12 | 11 | 250 | 142 | 108 | 2235 | 60 |
| 江 苏 | 721 | 459 | 140 | 122 | 1545 | 726 | 819 | 16298 | |
| 浙 江 | 70 | 55 | 7 | 8 | 248 | 113 | 135 | 2074 | 70 |
| 安 徽 | 72 | 59 | 11 | 2 | 255 | 133 | 122 | 2203 | |
| 福 建 | 3 | 2 | 1 | | 1 | 1 | | 115 | |
| 江 西 | 21 | 12 | 4 | 5 | 23 | 15 | 8 | 135 | |
| 山 东 | 13 | 7 | 6 | | 56 | 31 | 25 | 231 | |
| 河 南 | 87 | 79 | 8 | | 103 | 96 | 7 | 940 | |
| 湖 北 | 9 | 1 | | 8 | 1 | 1 | | 15 | |
| 湖 南 | 10 | 2 | 4 | 4 | 50 | 25 | 25 | 169 | |
| 四 川 | 136 | 82 | 15 | 39 | 57 | 40 | 17 | 1061 | 5 |
| 贵 州 | 4 | 2 | | 2 | 2 | 1 | 1 | 12 | |
| 云 南 | 40 | 33 | 5 | 2 | 45 | 24 | 21 | 438 | 193 |
| 陕 西 | 2 | | 1 | 1 | 12 | 8 | 4 | 46 | 100 |
| 甘 肃 | 7 | 2 | | 5 | 9 | 6 | 3 | 93 | |
| 青 海 | 3 | 2 | | 1 | 5 | 3 | 2 | | |
| 宁 夏 | 9 | 8 | 1 | | 9 | 8 | 1 | 75 | |
| 新 疆 | 89 | 55 | 20 | 14 | 219 | 132 | 87 | 2342 | |

烘干机数量、质量、普查分地区汇总表

机械名称：流化烘干机

| 地 区 | 数 量 (台、套) | | | | 造 价 (万元) | | | 配备功率 (千瓦) | 年最多使 用 天 数 |
|-------|-----------|-----|-----|-----|----------|------|-----|--------------|---------------|
| | 小计 | 完好 | 待修 | 待报废 | 小计 | 机械设备 | 土建 | | |
| 全 国 | 994 | 635 | 183 | 176 | 1431 | 752 | 679 | 17855 | |
| 北 京 | | | | | | | | | |
| 天 津 | | | | | | | | | |
| 河 北 | 1 | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 27 | 90 |
| 山 西 | 9 | | | 9 | 2 | 2 | | 15 | |
| 内 蒙 | | | | | | | | | |
| 辽 宁 | 2 | 1 | 1 | | 51 | 34 | 17 | 201 | |
| 吉 林 | | | | | | | | | |
| 黑 龙 江 | | | | | | | | | |
| 上 海 | 30 | 19 | 7 | 4 | 77 | 39 | 38 | 803 | 60 |
| 江 苏 | 576 | 341 | 129 | 106 | 833 | 409 | 424 | 11098 | 230 |
| 浙 江 | 47 | 34 | 6 | 7 | 101 | 46 | 55 | 1252 | 70 |
| 安 徽 | 33 | 24 | 7 | 2 | 80 | 41 | 39 | 674 | |
| 福 建 | | | | | | | | | |
| 江 西 | 13 | 10 | 1 | 2 | 11 | 8 | 3 | 83 | |
| 山 东 | 9 | 7 | 2 | | 10 | 4 | 6 | 110 | 25 |
| 河 南 | 71 | 65 | 6 | | 60 | 55 | 5 | 719 | |
| 湖 北 | 5 | | | 5 | 1 | 1 | | 9 | |
| 湖 南 | | | | | | | | | |
| 四 川 | 102 | 56 | 12 | 34 | 46 | 33 | 13 | 849 | 104 |
| 贵 州 | 4 | 2 | | 2 | 2 | 1 | 1 | 12 | |
| 云 南 | 35 | 32 | 2 | 1 | 40 | 22 | 18 | 425 | 193 |
| 陕 西 | | | | | | | | | |
| 甘 肃 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| 青 海 | 1 | 1 | | | 4 | 3 | 1 | | |
| 宁 夏 | 8 | 8 | | | 8 | 7 | 1 | 66 | |
| 新 疆 | 47 | 34 | 10 | 3 | 102 | 45 | 57 | 1512 | |

烘干机数量、质量、普查分地区汇总表

机械名称：塔式烘干机

| 地 区 | 数 量 (台、套) | | | | 造 价 (万元) | | | 配备功率 (千瓦) | 年最多使 用 天 数 |
|-------|-----------|-----|----|-----|----------|------|------|--------------|---------------|
| | 小计 | 完好 | 待修 | 待报废 | 小计 | 机械设备 | 土建 | | |
| 全 国 | 326 | 210 | 56 | 60 | 3515 | 1564 | 1951 | 30515 | |
| 北 京 | 9 | 9 | | | 367 | 89 | 278 | 2009 | 200 |
| 天 津 | 3 | 1 | 2 | | 54 | 19 | 35 | 560 | 180 |
| 河 北 | 11 | 7 | 3 | 1 | 50 | 26 | 24 | 432 | 60 |
| 山 西 | 17 | 2 | 5 | 10 | 27 | 19 | 8 | 165 | |
| 内 蒙 | 8 | 7 | | 1 | 87 | 44 | 43 | 373 | |
| 辽 宁 | 31 | 25 | 2 | 4 | 241 | 157 | 84 | 2633 | 160 |
| 吉 林 | 9 | 4 | 2 | 3 | 105 | 66 | 39 | 1112 | 100 |
| 黑 龙 江 | 196 | 131 | 31 | 34 | 2355 | 1004 | 1351 | 21746 | 180 |
| 上 海 | 1 | | | 1 | 8 | 7 | 1 | 73 | |
| 江 苏 | 6 | 5 | 1 | | 63 | 32 | 31 | 417 | 70 |
| 浙 江 | 3 | 2 | 1 | | 13 | 4 | 9 | 150 | 40 |
| 安 徽 | | | | | | | | | |
| 福 建 | 1 | | 1 | | | | | 45 | 45 |
| 江 西 | 1 | | | 1 | 4 | 2 | 2 | | |
| 山 东 | | | | | | | | | |
| 河 南 | 10 | 9 | 1 | | 35 | 33 | 2 | 179 | |
| 湖 北 | 1 | | | 1 | | | | | |
| 湖 南 | 4 | | 2 | 2 | 31 | 13 | 18 | 109 | |
| 四 川 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 1 | 1 | 22 | 30 |
| 贵 州 | | | | | | | | | |
| 云 南 | | | | | | | | | |
| 陕 西 | 1 | | 1 | | 10 | 6 | 4 | 39 | 100 |
| 甘 肃 | 1 | 1 | | | 2 | | 2 | 33 | 30 |
| 青 海 | 1 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | |
| 宁 夏 | | | | | | | | | |
| 新 疆 | 10 | 6 | 4 | | 59 | 41 | 18 | 418 | |

烘干机数量、质量、普查分地区汇总表

机械名称：圆筒烘干机

| 地 区 | 数 量 (台、套) | | | | 造 价 (万元) | | | 配备功率 (千瓦) | 年最多使 用 天 数 |
|-------|-----------|-----|----|-----|----------|------|-----|--------------|---------------|
| | 小计 | 完好 | 待修 | 待报废 | 小计 | 机械设备 | 土建 | | |
| 全 国 | 282 | 228 | 26 | 27 | 1858 | 950 | 908 | 12933 | |
| 北 京 | 1 | 1 | | | 144 | 67 | 77 | 328 | |
| 天 津 | 9 | 8 | 1 | | 197 | 109 | 88 | 1220 | 150 |
| 河 北 | 15 | 14 | 1 | | 123 | 71 | 52 | 862 | 120 |
| 山 西 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | | |
| 内 蒙 | | | | | | | | | |
| 辽 宁 | 12 | 9 | 1 | 2 | 197 | 123 | 74 | 2004 | 160 |
| 吉 林 | | | | | | | | | |
| 黑 龙 江 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | |
| 上 海 | 28 | 19 | 4 | 5 | 156 | 90 | 66 | 1246 | 60 |
| 江 苏 | 137 | 111 | 10 | 16 | 649 | 285 | 364 | 4782 | 270 |
| 浙 江 | 19 | 19 | | | 134 | 62 | 72 | 668 | 62 |
| 安 徽 | 37 | 33 | 4 | | 174 | 91 | 83 | 1463 | |
| 福 建 | 1 | 1 | | | | | | 50 | |
| 江 西 | 4 | 1 | 3 | | 6 | 3 | 3 | 24 | |
| 山 东 | 2 | | 2 | | 46 | 27 | 19 | 121 | |
| 河 南 | 3 | 3 | | | 6 | 6 | | 22 | |
| 湖 北 | | | | | | | | | |
| 湖 南 | 3 | 2 | | 1 | 16 | 10 | 6 | 54 | |
| 四 川 | 8 | 6 | | 2 | 3 | 2 | 1 | 49 | 30 |
| 贵 州 | | | | | | | | | |
| 云 南 | | | | | | | | | |
| 陕 西 | | | | | | | | | |
| 甘 肃 | | | | | | | | | |
| 青 海 | | | | | | | | | |
| 宁 夏 | | | | | | | | | |
| 新 疆 | 1 | 1 | | 5 | | 2 | 3 | 40 | |

烘干机数量、质量、普查分地区汇总表

机械名称：汽力烘干设备

| 地 区 | 数 量 (台、套) | | | | 造 价 (万元) | | | 配 备 功 率 (千瓦) | 年 最 多 使 用 天 数 |
|-------|-----------|-----|-----|-------|----------|---------|-------|-----------------|------------------|
| | 小 计 | 完 好 | 待 修 | 待 报 废 | 小 计 | 机 械 设 备 | 土 建 | | |
| 全 国 | 89 | 75 | 9 | 5 | 2090.2 | 1464.1 | 626.1 | 9637.7 | |
| 北 京 | | | | | | | | | |
| 天 津 | | | | | | | | | |
| 河 北 | 1 | | | 1 | 7 | 3.5 | 3.5 | | |
| 山 西 | 2 | | | 2 | 1.5 | 1.5 | | | |
| 内 蒙 | | | | | | | | | |
| 辽 宁 | 11 | 11 | | | 399.3 | 253 | 146.3 | 1938 | 160 |
| 吉 林 | 54 | 51 | 2 | 1 | 1585.4 | 1145.5 | 439.9 | 7225.1 | 120 |
| 黑 龙 江 | 4 | 2 | 2 | | 63 | 39 | 24 | 272 | 120 |
| 上 海 | 5 | 4 | 1 | | 8 | 5.2 | 2.8 | 112.6 | 60 |
| 江 苏 | | | | | | | | | |
| 浙 江 | | | | | | | | | |
| 安 徽 | | | | | | | | | |
| 福 建 | | | | | | | | | |
| 江 西 | | | | | | | | | |
| 山 东 | | | | | | | | | |
| 河 南 | 2 | 1 | 1 | | 0.9 | 0.9 | | 15 | |
| 湖 北 | | | | | | | | | |
| 湖 南 | | | | | | | | | |
| 四 川 | 4 | 4 | | | 0.6 | 0.6 | | 22 | |
| 贵 州 | | | | | | | | | |
| 云 南 | 5 | 1 | 3 | 1 | 4.5 | 1.9 | 2.6 | 13 | 90 |
| 陕 西 | | | | | | | | | |
| 甘 肃 | | | | | | | | | |
| 青 海 | | | | | | | | | |
| 宁 夏 | | | | | | | | | |
| 新 疆 | 1 | 1 | | | 20 | 13 | 7 | 40 | |

烘干机数量、质量、普查分地区汇总表

机械名称：其它烘干设备

| 地 区 | 数 量 (台、套) | | | | 造 价 (万元) | | | 配备功率 (千瓦) | 年最多使 用天 数 |
|-------|-----------|-----|----|-----|----------|-------|-------|--------------|--------------|
| | 小计 | 完好 | 待修 | 待报废 | 小计 | 机械设备 | 土建 | | |
| 全 国 | 229 | 120 | 38 | 71 | 503.7 | 365.5 | 138.2 | 6399.2 | |
| 北 京 | 53 | 30 | 9 | 14 | 201.8 | 124.6 | 77.2 | 1639 | 300 |
| 天 津 | | | | | | | | | |
| 河 北 | 2 | | | 2 | 2.1 | 2.1 | | 22 | |
| 山 西 | 20 | 6 | 5 | 9 | 18.7 | 16.5 | 2.2 | 33 | |
| 内 蒙 | 3 | 2 | | 1 | 0.2 | 0.2 | | 20 | |
| 辽 宁 | 23 | 3 | 6 | 8 | 117.2 | 80.6 | 36.6 | 756.5 | 160 |
| 吉 林 | 36 | 27 | 3 | 6 | 81.8 | 68.5 | 13.3 | 3118.5 | 150 |
| 黑 龙 江 | 15 | 8 | 1 | 6 | 26 | 24 | 2 | 146 | 50 |
| 上 海 | 1 | | | 1 | 0.4 | 0.4 | | | |
| 江 苏 | 2 | 2 | | | 0.4 | 0.4 | | 2 | 70 |
| 浙 江 | 1 | | | 1 | 0.1 | 0.1 | | 4 | |
| 安 徽 | 2 | 2 | | | 1.5 | 1.5 | | 66 | |
| 福 建 | 1 | 1 | | | 0.3 | 0.3 | | 20 | |
| 江 西 | 3 | 1 | | 2 | 2.2 | 1.8 | 0.4 | 28.4 | |
| 山 东 | 2 | | 2 | | 0.2 | 0.2 | | | |
| 河 南 | 1 | 1 | | | 2 | 2 | | 5.5 | |
| 湖 北 | 3 | 1 | | 2 | | | | 5.5 | |
| 湖 南 | 3 | | 2 | 1 | 2 | 1.4 | 0.6 | 5.8 | |
| 四 川 | 20 | 15 | 3 | 2 | 5.3 | 3.1 | 2.2 | 119.5 | 50 |
| 贵 州 | | | | | | | | | |
| 云 南 | | | | | | | | | |
| 陕 西 | 1 | | | 1 | 1.4 | 1.4 | | 7 | |
| 甘 肃 | 5 | 1 | | 4 | 6 | 4.8 | 1.2 | 60 | |
| 青 海 | 1 | 1 | | | 0.1 | 0.1 | | | |
| 宁 夏 | 1 | | 1 | | 1 | 0.9 | 0.1 | 8.5 | |
| 新 疆 | 30 | 13 | 6 | 11 | 33 | 30.6 | 2.4 | 332 | |

粮食烘干年平均燃料消耗量

| 地区 | 烟煤(吨) | 无烟煤(吨) | 稻壳(吨) | 重油(吨) | 原油(吨) | 焦炭(吨) | 木材(吨) | 天然气(米 ³) | 干降水(%) |
|-----|---------|----------|---------|-------|-------|-------|-------|----------------------|--------|
| 全国 | 48040.5 | 134702.5 | 20119.5 | 315 | 1260 | 1588 | 13 | 20000 | — |
| 北京 | | 5872 | | | | | | | 7.2 |
| 天津 | | 5373 | | | | | | | 8.8 |
| 河北 | 389 | 52 | | | | | | | 3 |
| 内蒙 | 450 | 710 | | | | | | | 6.8 |
| 辽宁 | 2000 | 26000 | | 315 | | | | | 6 |
| 吉林 | 43064 | 10937 | | | 1260 | 1588 | | | 9.54 |
| 黑龙江 | 2016 | 75585 | | | | | | | 9.1 |
| 上海 | | 3811 | 1189 | | | | | | 3.16 |
| 江苏 | | 5507 | 18335 | | | | | | 1~2.3 |
| 浙江 | | 474 | 576 | | | | | | 2.5 |
| 云南 | 81 | 211 | | | | | 13 | | 3.9 |
| 四川 | 39.5 | 156.5 | 19.5 | | | | | 20000 | 2.4 |
| 陕西 | | 14 | | | | | | | 3 |

对我国粮食干燥问题的一点看法

李为民

《提要》 粮食的降水，不仅是广大粮食部门仓储职工关心的问题，更是粮食生产者十分重视的问题。特别是在农业现代化建设的今天，如何使丰产的粮食得到丰收，这对于农业生产者来说是至关紧要的大事。而及时做到将收获后的粮食降低水份，这就是避免或减少霉烂损失保证丰收的重要一环。粮食降水有自然晾晒和烘干机烘干两种方法。本文力图从粮食的生产及烘干机械的应用现状，来探讨我国今后粮食干燥技术的研究重点；烘干机的选择和建设基本原则以及使用中的科学管理等方面的问题，为烘干机的发展建设提出一点看法，供研究参考。

粮食生产是工农业生产中最重要的一项生产

农业是人类历史上最早出现的生产部门，根据生产力的发展状况不同，农业的发展分为原始农业、传统农业和现代农业三个历史发展阶段，无论那个阶段，都是以粮食生产为主要代表。但是粮食的生产同工业品的生产，有着根本的区别。从生产的角度来看，突出的表现是：生产周期长；受自然条件的影响大；并且是一种具有生命力的有机体的生产。正是粮食生产的这种特点，所以粮食在流通领域内的保管、运输、消费等环节所表现出的性质与一般工业品有着显著的不同。

粮食是国民经济建设中最重要战略物资，是人民生活的必需品，常言道：“粮食

是宝中宝，一日三餐离不了”。然而粮食不可能象工厂生产的工业品那样，连续不断的产出。除我国的台湾省和海南岛少数地方可以一年三熟外，大多数地方是两熟，黄河以北不少地方只有一年一熟。从播种到收获，生产者要经过多种多样的管理劳动，投入时间长，而产出的时间（指成熟收获期）较短，要求及时收割，及时降水。为了保证不断地供给人们生活 and 畜牧业以及工业的发展需要，对于收获后的粮食，必须经常的保持一定数量的储存。对此，可能有人会提出，随着科学技术的发展，人工蛋白的合成，肉类食品的增加，粮食生产还要发展吗？我认为在一个相当长的时间内，任何企图减少粮食生产的行为都将给人类带来极大的不幸。就一些发达的西方国家来看，虽然他们食用的蛋白质和脂肪数量较多，但是同样他们每人平均占有的粮食数量也多（见表1）。因此，粮食生产无论对那一个国家，无论什么时候，都将是一项最基本的不可缺少的生产与此同时粮食的干燥和储存，也同样不可缺少。

粮食干燥是生产中的重要环节和再生产的保证

原始农业生产力极为低下。到了传统农业时代虽有发展，但是也不高，往往生产者的产品，维持不了一个生产周期。即使在这样低下的生产时代，将收获的粮食进行干燥储存，也是不可缺少的，只不过那时依靠自然干燥，就可以满足生产需要罢了。对于

美国、苏联对工业发达国家1982年人均占有粮食、肉类等
食品数量与我国比较

表1

| 国别 | 人口 (亿) | 粮食 | 油 | 肉 | 水产品 | 奶 | 注 |
|-----|-----------|------|-----|-----|-----|-----|----------|
| 美国 | 2.2 | 3005 | 32 | 230 | 32 | 507 | 粮油不包括进口数 |
| 苏联 | 2.64 | 1953 | 41 | 114 | 68 | 720 | |
| 匈牙利 | 0.107 | 2610 | 65 | 277 | 5 | 445 | 粮油不包括进口数 |
| 日本 | 1.16 | 314 | 1.2 | 45 | 187 | 106 | |
| 中国 | 10 | 636 | 11 | 18 | 10 | 1.8 | 粮油不包括进口数 |

农业已经进入现代化的今天，不仅粮食的产量成倍增加，而且进入流通领域内的数量猛增，用途范围扩大。无论是进入流通领域的部分还是不参与流通的部分，都不可避免的要有一定时间的储存。我们知道粮食是一种具有生命的有机体，一般条件下，对于刚收获的高水份粮，那怕是保管三五天也是困难的，它的保管要求有适当的条件。否则要么发芽自身消耗，要么发热霉变腐烂，完全失去使用价值，从而使劳动者的辛勤劳动成果变成了废物。

影响粮食保管的因素除了容器条件外，主要是空气、温度和水份三要素。其中水份又是一个最重要的条件。另外，三个因素间还存在着互为条件，互相制约的关系，因此，无论那个因素的变化，都对粮食保存时间和品质有着极大影响，这些并非本文所要研究的。本文的目的只是想根据粮食水份超过安全储存标准后（当空气相对湿度为60%时，玉米为13%，小麦12%，稻谷12%）就不能长期储存的原理，来阐明降低粮食水份的重要意义及其降水措施。

收获后的粮食水份含量大多较高，达不到安全储存标准，必须经过降水处理，这也是粮食进入保管前必不可少的一道环节。我国每年都有一些地方，由于收获的粮食或由其它原因受潮，而不能得到及时的干燥降

水，使相当数量的粮食发热霉变损失。据农业部门统计，一般正常年景，由于收割季节遇上阴雨天，不能及时脱粒降水，造成粮食霉烂损失几十亿斤，甚至高达100亿斤以上；如福建省三明的宁化县1980年对1700多个生产队的统计高水份稻谷为15695万斤，其中发热到40℃以上的有1911万斤，占12.2%；而变黄、发芽、发霉的数量约占总产量的6~7%，据他们近几年的统计，每年发热霉变损失，与增产的粮食几乎相等。其它不少地方，都有类似情况发生。

湖北、湖南等南方省市，早稻收割一般在七月份，由于此时既要抢收又要抢种，为了不耽误农时，往往将割下的稻子堆放田间，在这种高温高湿的条件下，轻者不少谷粒被沤黄质量下降，重者大量发芽、霉变。又如黑龙江等北方省区的主产玉米，要十月下旬才开始收割，由于气温低降水慢，水份高达35%，一般也是25%，虽然国家近年来投资，建造了相当数量的烘干机，单就处理国家收购的部分也不能胜任，所以每年还有不少高水份玉米运到关内，这不仅在运力上是极大的浪费，而且由于从北到南气温渐高，常常出现还未到达目的地，粮食已在火车上发热损失。

从当今世界的美国，加拿大、澳大利亚、苏联、法国等发达农业国家来看，他们的粮

食生产，从播种、管理、收获、运输、干燥、清理、计量等环节，基本上都实现了一条龙的机械化生产过程。而机械化的干燥已成为生产过程中不可缺少的环节，从而使粮食干燥也基本摆脱了自然条件的控制，大大减少了粮食的损失。我国是一个农业国家，为了适应农业生产的发展需要，必须结合本国的具体条件，因地制宜的建设适当的不同类型的烘干机。特别应研究推广适合农村使用的物美价廉烘干机或简易烘干炕（床），这是我们从事粮食干燥技术的科研、教学以及管理人员责无旁贷的，这也是一项不生产的生产工作。

我国粮食烘干机的发展情况及其应用效果

从第二次世界大战以后，特别是二十世纪五六十年代，世界科学技术得到了突飞猛进的发展，从而使农业的机械化、化肥化、农药的施用以及优良品种的培育和推广等现代农业技术逐步代替了传统的农业技术，这就大大推进了农业的发展，粮食产量得到了大幅度的增产，在这样的条件下，就使粮食烘干机在农业上被广泛利用成为必要和可能。

在我国从三大改造完成以后，农业生产也就完全改变了几千年来的小农经营方式。特别是党的十一届三中全会后，农村所推行的联产承包责任制，使农业生产的发展又向前进了一步，并且出现了各种专业户、科技户、山东、浙江等地农民还要求购买粮食烘干机的新情况，这些都客观的反映了生产力发展的需要和社会化生产的需要。

我国五十年代初，第一次引进了苏联的“库茨巴斯”烘干机后，促进了我国对粮食烘干技术的研究和应用，经过三十多年的努力，粮食的烘干技术有了很大发展，新的烘干机机型一代又一代的出现，在生产中应用也较为普遍。据一九八二年统计，仅粮食部

门，全国有各类烘干机1920台，处理高水份粮的能力可以达100多亿斤。这不仅为我国粮食烘干打下了一定的物质基础，而且初步培养和形成了一支专业的研究、设计队伍，这也是我们今后粮食干燥技术发展的基础和本源之所在。

粮食干燥过程，是一个比较复杂的传热、传湿的机理变化过程。同时，还伴随着粮食本身的生物化学变化过程（品质变化）。我们干燥粮食的目的，不仅使粮食水份降到适当标准，能够安全保存，而且还必须保证和尽量改善其食用品质。所以在研究和建设粮食烘干机时，这两个目的都必须同时考虑，缺一不可。

降低粮食水份，就是使粮粒中的水（包括自由水和一部分结合水）汽化，为此就必须要有—定的外界条件，也就是干燥方法。粮食干燥方法很多，大体可以分为两类：一个是自然干燥法，另一个是用机械设备干燥法。就自然干燥来说，它主要是利用太阳热能，这是大家所熟知的千百年来的一种传统干燥法，今天它仍然是一种最主要的方法。还有一种是通风干燥，当相对湿度较低的空气流过水份较高的粮粒表面时，可以带走粮粒中的部分水份。但是这两种自然的方法，都要受到外界自然条件的影响，如天气的晴阴状况，空气的湿度大小，有风无风，场院条件等。若采用通风干燥时，还必须考虑以下条，当空气中的水蒸汽分压（ P_s ），小于粮粒表面的水蒸汽分压（ P_l ）时即 $P_s < P_l$ ，降水才有可能。当 $P_s = P_l$ 时，降水停止。当 $P_s > P_l$ 时，通风不仅不能降水，反而会使粮粒增加水份。换句话说这种干燥方法，它必须是在空气的相对湿度（ $\psi_{空}$ ）与粮粒表面的相对湿度（ $\psi_{粮}$ ），存在着湿度梯度的条件下，并只能是 $\psi_{空} < \psi_{粮}$ ，降水才有可能。在生产实践中，一般是只有当空气的相对湿度小于60%时，效果才很明显。

就各种粮食烘干机来说，其热能来源，

大都是由有机燃料或矿物燃料燃烧所得，当加热空气或炉气与空气的混合气，一般称作干燥介质，进入烘干机内与潮粮接触，并发生相对运动时，粮食升温。水份汽化，从而达到干燥之目的。气流穿过粮层所能带走粮食中的水份多少，与干燥介质的温度、相对湿度、流速、气体流量以及被干燥粮食的状况等多种因素有关。气流的干燥能力，取决于粮食的含水量与气流相对湿度的平衡。也就是说，当气流温度一定时，只有它的相对湿度低于粮食的平衡水份，才能降水。参看表2。当气流的相对湿度一定时，只要提高它的温度，也可以加速粮食的降水速度，一般每升高1℃时，其相对湿度约降低4.5%

气流为25℃时不同湿度下的粮食平衡水份表

表2

| 品种 | 籽粒含水量 (%) | 相对湿度 (%) | | | |
|-----|-----------|----------|------|------|------|
| | | 30 | 60 | 75 | 90 |
| 玉 米 | | 8.4 | 12.9 | 14.7 | 18.9 |
| 稻 谷 | | 7.9 | 11.8 | 14 | 17.6 |
| 大 豆 | | 6.2 | 9.7 | 13.2 | — |
| 小 麦 | | 8.6 | 11.9 | 14.6 | 19.7 |

我国粮食生产虽然人均占有量大大低于发达国家，也低于世界平均每人800斤的水平，但其总产量确居于世界首位。所以商品率低，只有15~20%左右，据近年来的统计，国家收购部分中，每年约有200亿到300亿的高水粮，需要干燥处理。而粮食部门现有烘干机的处理能力，只能处理100多亿，因此，对其余部分还只有靠晒场、马路甚至道路进行自然晾晒，不仅影响交通而且占用大量人

力，所以国家粮库建设一定能力的烘干机是完全必要的。另一方面，在生产者手中的粮食虽然量很大，但很分散，具有易于降水的条件，只是由于受到农忙季节或天气的原故，每年仍免不了有相当数量的损失。

现代化的农业，也必须要有有一些与之相适应的现代干燥技术，而现代的粮食干燥技术，主要体现在一些降水较快，经济效益高的烘干机上。当然我国农业现代化有着自己的特点，对于我国这样一个农业国家，不可能，也不必要将所有收获的粮食，全部采用工厂化的形式进行干燥，必须结合我国各地具体情况，对于商品粮基地，对于粮食主产区以及抢收抢种集中，劳力缺乏的地区，应逐步的有计划的建设一些必要的烘干机，这是解决粮食干燥问题的一条重要途径。从现有的烘干机的使用情况，就可以充分的看出它的经济效果。黑龙江现有烘干机204台，平均日处理能力（每天按20小时计）达2万吨，这对解决他们的高水份玉米，起了十分重要作用。江苏省现有烘干机744台，日处理能力（每天按20小时计）达6.64万吨，不仅解决国家收购的相当一部分高水份粮的降水，而且有的地方还为生产者代烘了一部分。现在的这些烘干机，已经成为粮食降水不可缺少的设备，促进了农业生产的发展。采用机械烘干粮食，不仅能节约大量劳动工日，而且还可以大大节约费用，我们从表3中就可以清楚的看出

粮食烘干机的主要类型及其应用范围

自从粮食烘干机诞生以来，到现在虽然已是型式多种多样，但其烘干原理都是一个，那就是当粮食中的水份，在吸收外界物质（如干燥介质）传给它的能量后，从而使水分子的运动加快而汽化的理论。不同的烘干机，由于烘干工艺和设备结构的不同，因此，其作用和干燥效率也就有所差别。所以对于烘干机的研究和设计者来说，必须研究和设计工艺效果最好的烘干机。对于用户来说，就

烘干机烘干处理与人力晾晒比较费用、劳力节约情况

表3

| 时 间 | 烘干处理量 (吨) | 与人力晾晒比较的节约数 | | |
|-----|--------------|--------------|-----------|-----------|
| | | 作业成本(元/吨·%水) | 费用(元) | 劳力(工日) |
| 80年 | 4629113 | 0.208 | 6,271,244 | 3,382,574 |
| 81年 | 4803597 | 0.173 | 5,457,713 | 3,585,799 |

必须根据自己的用途和当地具体情况，选择合适的机型，以达到最佳的干燥效果。为了便于研究和用户选择烘干机，将烘干机分类是十分必要的，就目前国内外的情况，大体有以下几种分类方法。

第一、按其干燥介质的温度高低分为：

高温快速烘干机和低温慢速烘干机。国外资料介绍高低温一般以45℃为界。我国目前的烘干机所选用的干燥介质温度，普遍较高，大多以60—70℃为高低温界限。低温一般用于种籽粮烘干，高温用于商品粮烘干。另外对于不同粮种选择的高低温也有所不同。国内外选用高低温情况见表4。

我国与美国对烘干机的干燥介质温度和出口粮温的控制比较

表4

| 品种 | 干燥介质最高温度℃ | | 出口粮温最高温度℃ | |
|----|-----------|-----|-----------|-----|
| | 中 国 | 美 国 | 中国 | 美国 |
| 玉米 | 150°—180° | 94° | 60° | 50° |
| 小麦 | 150°—180° | 94° | 50° | 50° |
| 水稻 | 100°—150° | 50° | 60° | 40° |
| 种子 | 60°左右 | 45° | 40° | 38° |

第二、按其干燥介质与被干燥粮食的相对运动情况分为：(1) 顺流式烘干机。如圆筒烘干机、流化烘干机。(2) 逆流式烘干机。如塔式烘干机。(3) 错流式烘干机。

如柱式烘干机。

第三、按其干燥介质的性质，指是否加热空气还是炉气与空气的混合气分为：(1) 直接烟道气烘干机，目前国内外绝大部分为此类烘干机，它的一个主要问题是，由于燃料燃烧后，会产生一种叫3.4苯并芘的有害物质，所以它可能会给被烘粮食带来一定程度的污染。(2) 间接烟道气烘干机。如采用换热器的或蒸汽烘干机，均属此类。这类烘干机的特点，热损失相对于直接烘干机要大些，但它完全避免了炉气中有害物质的污染。

第四、按被干燥粮食能否连续处理分为：(1) 连续式烘干机，目前国内外使用的烘干机，大部分属于此类，它的特点是机械化和自动化程度较高。(2) 间隙式烘干机或者叫分批式烘干机，其特点是，操作简便，烘干品质易于控制，处理量不太大。

第五、按烘干机的结构形式分为：(1) 塔式烘干机。塔体可以采用砖砌而成，处理量较大，一次降水较多，主要适用于玉米、小麦的烘干。(2) 圆筒烘干机，属于高温快速烘干机，主要适于水稻、小麦的烘干。(3) 流化烘干机，结构简单，机体也可以采用砖砌结构，主要适用于水稻、小麦、油菜籽的烘干。(4) 柱式烘干机，这是近几年发展起来的，它主要适用于玉米、小麦、水稻的烘干。(5) 各种移动式的烘干机，主要是农机部门生产制造此类烘干机较多。

另外，还有一些正处于研究性的烘干机