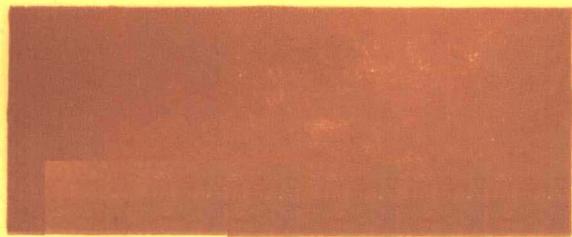


谷物干燥机

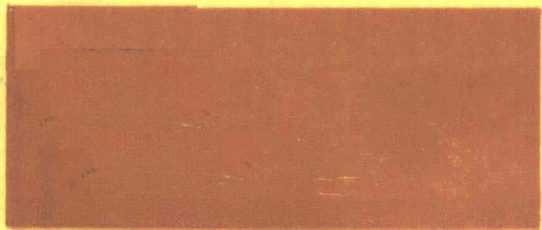
中国农业机械化科学研究院

谷物干燥机械编写组 编

GU



WU



GANZAOJI



谷 物 干 燥 机

中国农业机械化科学研究院
谷物干燥机械编写组 编

中 国 农 业 机 械 出 版 社

本书简单介绍了谷物干燥的基础知识，阐述了谷物干燥机主要工作部件及辅助设备的结构与工作原理以及目前国内已定型的谷物干燥机的结构、性能、工作原理、操作方法、调整和维修方法，还介绍了谷物干燥的测试方法和所用测试仪器。内容深入浅出，语言通俗易懂。可供农机管理干部、机务人员和操作人员阅读；也适合粮食、农垦部门的管理站（所）的管理人员阅读。

谷 物 干 燥 机

中国农业机械化科学研究院
谷物干燥机械编写组 编

责任编辑：蓝火金
封面设计：王 伦

中国农业机械出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $8^{8/8}$ ·插页1·字数181千字

1988年8月北京第一版·1988年8月北京第一次印刷

印数 0.001—1,150·定价：3.30元

ISBN 7-80032-029-4/S·10

前 言

谷物干燥机械是实现农业机械化不可缺少的机具，在一定程度上关系到丰产能否丰收的问题。多年来，我国广大农村习惯于采用场院晾晒的方法来干燥粮食。采用这种干燥方法的主要缺点是受气候影响大，一旦遇到阴雨天，收回的谷物往往得不到及时晒干至安全水分而造成谷物发芽和霉变，致使广大农民辛勤劳动即将到手的粮食又白白地损失掉。而且收获季节阴雨较多，因此，随着农业生产规模的扩大要求用机械方法进行谷物人工干燥的呼声将越来越高。

在我国农业机械化的各个环节中，耕、耙、播、收等作业机具发展较快，在理论上和实际使用上都有了丰富的经验。但是，谷物干燥技术发展的历史较短，各级干部对谷物干燥的基本原理和操作方法了解得不多。因此，编写本书的目的是：使农机、农垦的管理干部，技术人员及操作人员能了解谷物干燥的基本知识；了解各种干燥机的主要工作部件、辅助设备及其工作原理；掌握国内已定型的几种谷物干燥机的使用、维修和调整方法；同时介绍有关的自动控制系统、测试仪器和测试方法等。

关于谷物干燥的理论，所涉及的知识面较广，有流体力学、热工学及谷物的物理机械特性等方面的知识。为了适应从事农业机械化的广大工人、干部和技术人员的文化水平，在编写本书的过程中，采用了比较通俗的语言，简明的图表，除必要的计算外（如生产率、所需配套的动力等），尽

量少用复杂的计算，使读者易懂、易理解，并能很快地掌握干燥机理，使用及其维修方法。

本书首先简单介绍了人工干燥的工艺流程及技术要求，以及国内外干燥机械的发展概况及主要机型；然后介绍谷物干燥的基础知识。在此基础上再介绍干燥机的主要工作部件及其辅助设备（如提升装置、输送装置、清理机械等）的工作原理与结构以及国内已定型的干燥机的工作原理、操作方法、维修与调整；最后介绍国内外干燥机的典型自控系统及有关的测试方法与仪器。希望本书有助于使用好干燥机，减少粮食霉烂损失。

参加本书编写的有何金榜（第1～2章），张宪铭（第5章），郑明光（第8章），延曦（第4章），高永明（第6章）等同志，由陈公望同志审核。由于我们的水平有限，恳请读者提出宝贵意见。

目 录

第一章 概述	1
第一节 人工干燥的工艺要求	3
一、人工干燥的工艺流程	3
二、人工干燥的技术要求	5
第二节 谷物干燥机的类型	6
一、以空气为介质的干燥机	6
二、远红外干燥机	8
三、微波干燥与高频干燥	9
四、各种类型干燥机效果的比较	11
第三节 国内谷物干燥机的发展概况及其主要机型	12
一、5 HD-25 ^F _Y 型谷物低温干燥机	12
二、5 HJ-0.5型简易堆放式干燥机	13
三、5 HY-2.5型干燥机	13
四、5 HP-2.5型喷泉式干燥机	15
五、5 HT-3型干燥机	15
六、5 H-3.2型干燥机	15
七、5 HZ-3.2型循环式种子干燥机	16
八、5 HY-2型谷物干燥机	16
九、5 H-0.6型远红外谷物干燥机	18
第四节 国外谷物干燥技术的现代化过程及其发展动向	18
一、国外谷物干燥技术的现代化过程	18
二、国外谷物干燥技术的发展动向	22

VI

第二章 谷物干燥的基础知识	24
第一节 谷物中的水分含量	24
第二节 谷物需要干燥到什么程度	26
第三节 干燥介质	27
一、绝对湿度、相对湿度	28
二、干球温度、湿球温度	29
三、露点	29
四、湿空气的比容与重度	29
五、湿空气的焓	30
六、谷物和空气的水分平衡	30
七、谷物温度和水分凝聚	33
八、谷物温度与霉菌生长	34
第四节 干燥所需要的热与风	34
一、干燥所需要的热	35
二、干燥所需要的风	38
第五节 干燥中参数的相互关系	39
一、薄层干燥与厚层干燥	39
二、风机参数的选择	41
三、热风温度与降水关系	44
四、干燥曲线	45
第六节 干燥与品质	45
一、干燥方法与爆腰	46
二、发芽率	47
三、面筋率	47
四、出油率	47
第三章 谷物干燥机的主要工作部件	48
第一节 干燥室	48
一、流化斜槽干燥室的结构与原理	48
二、循环式干燥室的结构与原理	49

三、多风道塔式干燥室的结构与原理	50
四、柱式干燥室的结构与原理	51
五、立筒气流式干燥室的结构与原理	53
六、滚筒式干燥室的结构与原理	56
七、搅动挡板式干燥室的结构与原理	56
第二节 低温干燥仓	57
一、低温干燥的概念和优点	57
二、低温干燥仓的结构与原理	58
第三节 风机	60
一、轴流式风机的结构和性能	61
二、离心式风机的结构和性能	64
三、混流旋风机的结构和性能	69
第四节 热风炉	71
一、热交换器	71
二、燃油器	74
三、燃煤炉	78
四、稻壳煤气炉	80
五、太阳能集热器	81
六、远红外线发生器	83
第四章 谷物干燥机的辅助设备	85
第一节 斗式提升机的结构与性能	85
一、一般结构和特点	85
二、主要部件	86
三、输送量和功率计算	90
四、斗式提升机的操作与保养	91
第二节 螺旋输送机的结构与性能	93
一、一般结构和特点	93
二、主要部件	94
三、输送量和功率的计算	96

四、螺旋输送机的操作与保养	97
第三节 带式输送机的结构与性能	98
一、一般结构和特点	98
二、主要部件	99
三、输送量和功率计算	109
四、带式输送机的操作与保养	113
第四节 气力输送机的结构与性能	115
一、气力输送机的类型和特点	115
二、主要部件	118
三、气力输送的计算	123
四、气力输送机的操作和保养	125
第五节 振动式输送机的结构与性能	126
一、一般结构和特点	126
二、输送量和功率计算	128
第六节 刮板输送机	129
一、一般结构和特点	129
二、主要部件	130
三、输送量和功率计算	131
四、刮板输送机的操作与保养	133
第七节 埋刮板输送机	134
一、一般结构和特点	134
二、主要部件	137
三、输送量和功率的计算	141
四、埋刮板输送机的操作与保养	143
第八节 清理机械	144
一、初清筛的结构与特点	145
二、振动筛的结构与性能	150
第五章 谷物干燥机的结构、性能、工作原理、 操作方法、调整和维护	155

第一节	5 HZ-3.2 型谷物种子干燥机	155
一、	结构与性能	155
二、	工作原理和操作方法	161
三、	故障及其排除方法	164
第二节	5 HT-3 型谷物干燥机	165
一、	结构与性能	165
二、	工作原理及操作方法	171
三、	调节与其故障排除	173
第三节	5 HY-2 型农用中型干燥机	175
一、	结构与性能	175
二、	工作原理和操作方法	179
三、	工况调节及故障排除	182
第四节	5 HP-2.5 型干燥机	183
一、	结构与性能	183
二、	工作原理和操作方法	187
三、	使用时注意事项和故障排除	190
第五节	5 HY-2.5 型粮食干燥机	191
一、	结构与性能	191
二、	工作原理和操作方法	193
三、	工况调节	195
第六节	5 HD-25F 型谷物低温干燥机	196
一、	结构、性能和安装	196
二、	操作方法和注意事项	199
第七节	5 HD-25Y 型谷物低温干燥机	200
一、	结构、性能和安装	200
二、	工作原理和操作方法	203
第八节	上海 5 H-0.6 型远红外干燥机	205
一、	结构与技术参数	205
二、	工作原理与操作方法	208

X

三、使用时注意事项	211
第九节 5 HZ-2/4谷物及种子干燥机	211
一、结构与性能	211
二、工作原理和操作方法	216
三、故障与排除	220
第十节 庆丰 5 HJ-0.5A型粮烟两用干燥机	220
一、结构与性能	221
二、工作原理和操作方法	224
第六章 谷物干燥机的自控系统及谷物干燥测试方法和 测量仪器	226
第一节 自动控制系统的技术要求	226
一、热风温度的控制	227
二、粮食终点水分控制和排粮机构控制	228
三、料位的控制	229
第二节 自控系统的典型线路	229
一、贝力克930型干燥机	229
二、5 HZ-3.2型种子干燥机温度自控装置	234
三、丹麦西勃里亚干燥机	237
第三节 谷物水分的测定	239
一、谷物含水率测定的技术要求	239
二、水分测定的方法	242
第四节 谷物品质的测定	251
一、破碎率的测定	251
二、爆腰率的测定	251
三、含杂率的测定	251
四、发芽率的测定	252
五、生活力的测定	252
六、千粒重的测定	253
七、小麦面筋率的测定	254

八、谷物污染的测定	254
九、谷物温度的测定	254
十、谷物重量的测定	254
第五节 温度与湿度的测定	254
一、进风温度、湿度的测定	255
二、排风温度、湿度的测定	255
三、环境空气温度、湿度的测定	255
参考文献	255

第一章 概 述

在这里，干燥是指去掉谷物中的水分。按方式分，干燥有烘干和晾干两种。所谓烘干，就是用燃料烘烤方法蒸发谷物中的水分。所谓晾干，就是利用自然风来去掉谷物中的水分。

按方法分，干燥又分为自然干燥与人工干燥两种。自然干燥，就是利用太阳能和自然风来去掉谷物中的水分；人工干燥是利用干燥机去掉谷物中的水分，人工干燥必须有热量和风。干燥的主要目的是防止谷物在贮藏中，由于水分过多而霉烂的问题。此外，干燥还可以减少重量便于运输；改善谷物性状，以利于下一步作业（除掉表面水分以增加流动性）等。

我国自然干燥已有几千年的历史。因自然干燥是利用太阳的热能和自然风来干燥的，它受气候影响很大。收获季节阴雨天较多，谷物常常得不到及时干燥而产生霉烂、发芽、变质。所以，无论在国外，还是在国内，都在大力发展干燥机械。

人工干燥具有以下优点：

一、适时收获减少田间损失

成熟后的作物留在田间时间越长，则产量越低。此时，田间作物还会因风吹雨淋而容易倒伏，尤其是玉米，见表1-1。如用人工干燥，就可避免田间损失。

表1-1 玉米的田间损失

成熟后天数	6	10	20	25	30	34	40	45
谷粒含水率(%)	25	23	20	18	17	16	15	15
田间损失率(%)	1.5	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	14.0

二、防止谷物霉烂，提高谷物品质

由于自然干燥受气候影响很大，我国很多地区收获季节常逢阴雨，造成谷物大量的霉烂和变质。例如，玉米如不能及时干燥到安全水分，黄曲霉素会大量繁殖。小麦如不及时干燥，发霉后会失去面筋；人、畜吃了发霉的小麦，会引起中毒。采用人工干燥，则可以提前收获，及时干燥到安全水分，防止霉变，保证谷物的品质。

三、提前收获，合理安排人力物力和提高土地利用率先

我国不少地区是一年两熟，也有一年三熟，就以南方来说，一般是一年两熟，收了早稻后就要立即种晚稻。由于收早稻季节常逢阴雨，应集中绝大部分劳力去抢收粮食。这样用于插秧的劳动力就得减少，影响了晚稻的插秧进度，结果会耽误农时，影响晚稻的产量。发展人工干燥，则可不受气候影响，而且还可提前收获，及时干燥，节约了用于干燥的劳动力，这样就可以使更多的劳动力投身晚稻的插秧和田间管理上去。既保证晚稻的收成，又不影响其它作物的田间管理。

四、减少场院晒谷的损失

自然干燥谷物必须占用一定的晒场面积进行摊晒。我国农业人口多，可耕地越来越珍贵。粮食总产量虽有了大幅度提高，但场院面积很难增加。南方有些地区，每平方米晒场要负担368kg，如铺稻谷要铺1.34m高，很难适应场院晒谷

的要求，造成在场院上谷物堆积成山，不能及时干燥，致使谷物霉变。

第一节 人工干燥的工艺要求

人们往往将发展人工干燥只看作发展干燥机。其实不然，人工干燥包括清选、输送、干燥、贮藏、计量、包装等，就是说干燥机的干燥只是人工干燥过程中的一个环节。

一、人工干燥的工艺流程

人工干燥的一般加工程序如下：



图 1-1 人工干燥的加工程序

（一）计重

谷物在干燥之前要进行计重，同时测定其含水率和含杂率，以便给用户计算标准含水率作依据。谷物干燥后直接运走前或送到贮藏仓前也要进行干粮计重。

（二）清选

在干燥之前必须进行初选，要求含杂率不超过 3%，1% 以内较理想。如果干燥前含杂率太高，会影响干燥机的性能。目前我国使用的高温干燥机，热风温度达 120~130℃，如含杂率太高，容易在干燥室内发生堵塞，这样就会把谷物烤焦。另一方面，杂质含水率往往较高，干燥时需要更多的热量，这样白白地消耗不少热能，故初清选是很有必要的。

干燥后还要进行复清。因为干燥前秕谷和草籽的含水率较高，初清时一般不易去掉。干燥后，这些秕谷和草籽变轻，通过复清，把这些杂质去掉，同时将谷物分级。

(三) 干燥

由于作物品种不同，要求的干燥工艺也不同。例如：为了防止稻谷爆腰，高水分稻谷（含水率20%以上）每小时降水要在2%~4%；低水分稻谷（20%以下）每小时降水不超过1%。对于小麦，在不降低面筋率的前提下，降水幅度可大些。一般地说，干燥工艺可归纳有以下几种：①高温干燥加缓苏冷却。这是我国粮食系统一般采用的干燥工艺。高温的干燥机有塔式，流化槽式，滚筒式等，热风温度在140℃以下，粮温在50~60℃，经缓苏冷却后，如含水率达不到要求，可再进行干燥，依此循环。②高低温组合干燥。即先用较高的热风温度（100℃以内）把谷物预热，然后进入低温（不超过45℃）干燥。这种干燥工艺在国外应用较广，据测定，它比高温干燥可节省能源30%左右。③采用常温或辅助加热鼓风干燥。这种干燥方法，干燥成本较低，但要在不改变粮食品质的前提下进行干燥。我国现在所使用的低温干燥机，其热风温度不超过45℃，并以较大的风量比进行干燥，每小时降水可达0.5%。④成批循环干燥。这种干燥方法在日本应用较广泛，由于使用中温、大风量，每小时降水可达1%左右。

(四) 贮藏

干燥后的贮藏是保证谷物品质的重要措施。要贮藏谷物，首先要有贮藏仓，贮藏仓有圆仓式和方仓式两种。目前，采用前者较多。国外的谷物贮藏仓常有温度和湿度的自控系统。虽然谷物已干燥到安全水分，但由于气候的影响，

谷物易吸潮而发热，通过温度、湿度的自动控制系统的作用，使谷物得到及时的通风冷却，保证谷物品质。因此，贮藏仓还应装备有温度、湿度的自动控制系统。

（五）输送

这是整个干燥设备的桥梁。关于输送机的类型和结构，将在下一章详述。

二、人工干燥的技术要求

（一）谷物的品质指标

人工干燥不能降低谷物的品质指标，从直观评定，干燥后的谷物色泽和味道要正常，其它的品质指标，随品种不同而异。例如：水稻的爆腰率不超过5%，小麦的面筋率不低于30%等。

（二）对谷物无污染

这关系到使用的能源种类。用于干燥的能源有气体、液体、固体三种燃料。气体燃料有液化石油气、丙烷、丁烷、煤气等；液体燃料有轻柴油、煤油、重柴油等；固体燃料主要是煤，还有稻壳、木柴等。所谓对谷物的污染，就是由于燃料的不完全燃烧而产生一种3·4苯并芘（它是一种致癌物质），由气流带入谷物，产生对谷物的污染。据国外资料分析：这三种燃料对谷物污染程度，以气体燃料最轻，其次是液体，固体燃料最严重。所以国内外正在研究固体燃料气化。例如，日本通过将稻壳碳化，既得到煤气，又可得到活性碳。我国正在研究以煤为原料生产农用煤气，还有以稻壳为原料的糠煤气。除了采用气化外，还可采用热交换器进行间接加热。但此种方法热效率较低，投资较大。

（三）采用安全监视自控系统

因谷物干燥设备与可燃物接触，所以须有防火设施，如