

水产品人工干燥试验

张廷序、史灵筠、林哲训著



山东人民出版社

水产品人工干燥試驗

張廷序、史灵筠、林哲訓著

山 东 人 民 出 版 社

一 九 五 八 年 · 濟 南

水产品人工干燥試驗

张廷序、史灵均、林哲訓著

*

山东人民出版社出版（济南经9路纬利大街）

山东省书刊出版业营业登记证出001号

山东新华印刷厂印刷 新华书店山东分店发行

*

书号：2086

开本 787×1092 1/32·印张 1 3/8·插页 4·字数 28千

1958年7月第1版 1958年7月第1次印刷

印数：1—1,100

统一书号： 16099·179

定 价： (9) 0.20元

前 言

我国沿海所产的蝦类、烏賊及海帶等以干制加工方法为主的水产品，在旺漁期中大量捕获后，往往因为天气阴雨，不能及时晒干而腐敗变质，甚至不能食用，造成損失。因此，人工干燥，就成了目前加工生产上亟待解决的一个問題。1954年广东水产供銷公司，建造了烘干魚类的人工干燥箱；1956年山东水产养殖场，建造了烘干海帶的人工干燥室。经过試驗，效果都很好，現已用于加工生产。

根据生产單位的反映，水产品迫切需要人工干燥的，北部沿海为蝦类，其中特别是毛蝦；閩浙沿海为烏賊。我們接受了加工生产單位提出的这一任务和要求以后，到有关生产与科学研究部門參觀了現有的人工干燥設備，吸取了一些經驗，并試造了一个小型人工干燥箱，在1955-1956年中，进行了以蝦类、烏賊等水产品为主的、目的在于寻求烘干过程中合适的溫度、风量及其所需烘干時間的試驗；对貝肉、海帶和鹹魚的烘干也作了試驗。現將初步試驗結果整理付印，供加工生产部門参考。

在青島地区由于受着新鮮原料的限制，有些試驗（如毛蝦等）未能多次进行并作出比較，从而得出肯定性的結論。这是感到不够的一点。同时，我們在这方面的理論基础很欠

缺，一切都是摸索进行的。因此，此書中可能有欠妥或者錯誤的地方，希望讀者予以指正。

在人工干燥箱的設計工作中，承原青島市輕工业局高临川工程师的技朮指导；稿件草拟后，又得到了山东大学閔菊初教授的幫助。这里，謹致謝忱。

1958年

目 录

前 言

一 人工干燥箱的设计与试造

- (一) 设计的要求..... 1
- (二) 干燥箱的构造及送风加热设备..... 1
- (三) 技术计算..... 7

二 几种水产品的烘干试验

- (一) 海米蝦的烘干..... 11
- (二) 对蝦的烘干..... 15
- (三) 毛蝦的烘干..... 16
- (四) 烏賊的烘干..... 17
- (五) 蛤蜊肉的烘干..... 22
- (六) 泥蚶肉的烘干..... 23
- (七) 海帶的烘干..... 24
- (八) 咸帶魚的烘干..... 25
- (九) 咸比目魚的烘干..... 26
- (十) 咸小黃魚的烘干..... 28

三 值得討論的兩個問題

- (一) 人工干燥箱的構造型式及輔助設備問題..... 30
- (二) 水产品的烘干方式問題..... 31

四 总 結

一 人工干燥箱的设计与试造

(一) 设计的要求

用于加工生产的人工干燥设备的设计和建造，一般來說，應該掌握以下几个主要要求：

1. 根据加工地区拟被干制的水产品产量和單位時間內需要的烘干量，作为确定人工干燥设备容量大小的依据。

2. 必須明确主要的烘干对象，并了解其組織的化学性質，从而选定人工干燥箱的結構形式，作出正确的技术計算，选用合适能量的送风、加热设备。

3. 在操作上，必須考虑到連續生产。

4. 干燥箱（室）的建造材料，可以就地取用，但应注意它的絕热和耐用。为使干燥箱能够常年利用，烘干其他水产品的輔助设备也应考虑到設計中去。

我們試造的小型人工干燥箱的设计，由于是試驗性質，附加了一些有利于烘干过程中的檢查和进行对比試驗的设备。烘干的对象以蝦类和烏賊为主，也考虑到鹹魚的烘干問題，故添加了烘干鹹魚的輔助设备。

(二) 干燥箱的構造及送风加热设备

小型人工干燥箱的形式，是适宜于連續操作的洞道式，

其結構及送風加熱設備的安裝，可見圖1。輸送的热空氣与被干燥物循着相反的方向進行，是向流式洞道干燥箱。箱的全長為1,060厘米，實際能容濕料的長度為845厘米；全高85厘米，除去迴風道，實際能容濕料的高度為53厘米；外寬72厘米，里寬60厘米；箱的四壁全系木料制成，為雙層木板（鋸有凹槽與凸起密相鑲接的），其中填塞4厘米干燥的木屑，以作絕熱材料。箱的兩側各有小窗6個（兩側小窗的位置不對稱），用以測定溫度和檢查各層濕料的干燥情況。濕料入口處的下部兩側各有一個排汽孔，上部有一節制窗，作排除廢氣之用。箱的內部兩側釘有7道小木條，上面裝有直徑為0.5厘米的小鐵道（如圖1中的乙—乙斷面所示），為載運及停放干燥盤之用。在干品出口處、靠門一側的7道木條，可以活動，滿載干燥盤時，與前面的相連接；卸出干品時，將木條推到後面，以便取出干燥盤。如不拉動此木條，而用托板从干燥盤下伸入，將其托出，亦可。箱的頂部有一迴風道，距濕料入口40厘米處為迴風道的進口，此處有一活門，以調節迴風量的大小；其出口緊接送風機的冷空氣進口（如圖1剖面圖所示）。迴風道的作用是使排出的热空氣重被利用，以增高箱內溫度，減少熱量的損失和燃料的消耗。

烘干蝦類、烏賊、貝肉和海帶時，用竹篾編的、四周鑲以木框、兩邊各有二個小滑輪的干燥盤盛放。干燥盤在小鐵道上可以前后移動。烘干魚類時用柵式烘架。柵式烘架的尺寸与干燥盤同。在柵式烘架的每條橫梁上，鑲有一排密而錯綜的小孔，用大小挂鉤將魚鉤好，相間地挂在孔內，以使魚

体在箱内均匀地受到热风。

送风机、锅炉及加热器是干燥箱最重要的组成部分。由于加热器的构造系卧式，所以就不得不把送风机安装在它的上面，使空气由上向下输送，经过加热器后再转为水平方向。为此，需要在加热器的下方装置一弧形挡板，以克服空气迂迴前进的缺点。

送风装置是两个小型离心式送风机，并列地安装在干燥箱的后部加热器的上面。两个送风机的轴联接在一个三级塔轮上。在送风机的上面装一3马力的电动机，其轴上也装配一个三级塔轮，用三角皮带使两三级塔轮相联，可以根据风量的需要，选配送风机与电动机上不同直径塔轮的交联，使送风机产生大小不同的转速和风量。

表1. 两三级塔轮的尺寸及联接后产生的风量和风速

电动机塔轮直径 (厘米)	送风机塔轮直径 (厘米)	转 速 (转/分)	干 燥 箱 内	
			风 速 (公尺/分)	风 量 (立方公尺/分)
18.40(3')	11.25(3)	2350	240—260	76—83
20.04(2')	10.05(2)	2900	340—360	108—114
21.40(1')	9.05(1)	3400		

注：表中干燥箱内的风速和风量系在箱之出风口附近测算的。因送风机为陈旧物资，1'与1塔轮相联，所能产生的风速和风量，没有测量。

在两个送风机的上面钉以木板，其两侧各有一节制窗，形状与湿料入口顶部的相同，可以根据需要，用节制窗控制冷空气量的纳入。送风机的出风口与干燥箱壁间也用木板隔

开，这样，送风机的进风口便与烘干室相隔，成一独立小室，只受节制窗的控制，进入适量的冷空气。迴风道同流来的热空气亦通过这里，进入送风机。

干燥箱烘干湿料所需的热量，是由一个燃煤的小型鍋爐发出的蒸汽供給的。將蒸汽用导管送入加热器。加热器的構造是盤旋的細銅管做成的，管上嵌以薄銅片，以增加散熱效率。蒸汽通入加热器，使之具有高温。送风机輸送的冷空气通过加热器而急速变热，直吹至湿料上。小型鍋爐发出的蒸汽压力（表压）为2公斤/平方厘米左右，加热器附近空气的温度为100°C左右。

烘干湿料时的簡要操作如下：

烘干蝦类、烏賊、貝肉和海帶时，將湿料均匀地平放于干燥盤上，送到箱的入口沿铁道推入箱里，直至裝滿。其次打开湿料入口处的排汽孔和节制窗及送风机兩側的节制窗，塔輪的接联亦应事先选定，然后开动电动机以帶動送风机的轉动（起初应一联一渐地启动电閘，使电动机和送风机慢慢轉动），打开鍋爐汽閘，使蒸汽进入加热器內，預热流过的冷空气，可以調节汽閘的出汽量来控制烘干室的温度，使之适合干被干燥物的要求。箱內温度及湿料烘干情况应經常进行检查，經過一定時間，排出空气的湿度減小时，打开迴风道，以循环利用热空气。湿料烘干后，打开出口門，取出第一层干燥盤：并在入口处用載有湿料的干燥盤將其他載有干物的干燥盤一一推卸出来。

烘干魚类时，先打开箱的湿料入口門，將預先挂好了魚

的柵式烘架放到箱的最上一層鐵道上，推入箱內，至裝滿為止。魚體較長者，全箱只放一層，魚體較短者，可放兩層柵式烘架。其他操作與前同。

(三) 技術計算

干燥箱所需送風加熱設備的大小，是根據干燥對象、數量和烘干時采取的溫度以及當時空氣的溫度、濕度等因素計算確定的；因此，送風加熱設備的技術計算是極為重要的。下面以海米蝦為例，計算小型人工干燥箱所需送風及加熱等設備的大小。

一個干燥盤，裝煮後海米蝦2.5公斤。

全箱容91個干燥盤（共7層，每層13個干燥盤），裝煮後海米蝦 = $91 \times 2.5 = 230$ 公斤。

如一日生產時間為24小時，煮後海米蝦需要的烘干時間為5小時，每23分鐘推進7個干燥盤。

在24小時內烘干煮後海米蝦434個干燥盤 = $434 \times 2.5 = 1085$ 公斤。

每小時可烘干煮後海米蝦 = $\frac{1085}{24} = 45.2$ 公斤。

煮後海米蝦含水量 = 70%

煮後海米蝦干質 = 30%

烘干後海米蝦含水量 = 20%

烘干後海米蝦干質 = 80%

在烘干過程中每小時應去掉的水分 = $45.2 \times (1 - \frac{30}{80})$
= ~28 公斤

設大氣溫度 = 25 °C，飽和含水量為 22.86 克/立方公尺
烘乾箱排出空氣溫度 = 45 °C，飽和含水量為 65 克/立方公尺

排出空氣的相對濕度 = 50%

1. 通風量的計算

$$\text{去掉 1 公斤水的通風量} = \frac{1000}{(65 \times 0.5) - 22.86} \\ = 103.7 \text{ 立方公尺}$$

$$103.7 \times \frac{273 \times 1.293}{273 + 25} = 103.7 \times 1.18 = 122.37 \text{ 公斤}$$

$$\text{每小時的通風量} = 28 \times 103.7 = 2,903 \text{ 立方公尺}$$

$$\text{或 } 28 \times 122.37 = 3,426 \text{ 公斤}$$

2. 烘乾箱熱量消耗的計算

(1) 水分蒸發耗熱量

$$1 \text{ 公斤水的蒸發潛熱} = 539 \text{ 千卡}$$

$$28 \times 539 = 15,092 \text{ 千卡/小時}$$

(2) 蝦由大氣溫度升至箱內溫度的耗熱量

$$\text{蝦的比熱} = 0.8 \text{ 千卡/公斤} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\text{蝦離開烘乾箱時的溫度} = 70^\circ\text{C}$$

$$\text{大氣溫度} = 25^\circ\text{C}$$

$$45.2 \times 0.8 \times (70 - 25) = 1627.2 \text{ 千卡/小時}$$

(3) 烘乾箱壁的散熱量

$$\text{箱壁厚 (L)} = 0.06 \text{ 公尺}$$

$$\text{箱的面积 (A)} = 24.6 \text{ 平方公尺}$$

$$\text{箱壁 (木材) 導熱率 } (\lambda) = 0.3 \text{ 千卡} \cdot \text{公尺} / \text{小時} \cdot \text{平方公尺} \cdot ^\circ\text{C}$$

設箱內的平均溫度 = 60°C 大氣溫度 = 25°C

$$\text{散熱量} = \frac{\frac{\Delta t}{L}}{\frac{\lambda A}{0.3 \times 24.6}} = \frac{60-25}{0.06} = 4,305 \text{ 千卡/小時}$$

(4) 干燥盤由大氣溫度升至箱內溫度的耗熱量

每個干燥盤重 = 1 公斤

木材比熱 = $0.55 \text{ 千卡/公斤} \cdot ^{\circ}\text{C}$

每小時進入干燥盤數 = 18 個

干燥盤離開烘干箱時的溫度 = 70°C

$$18 \times 1 \times 0.55 \times (70 - 25) = 445.5 \text{ 千卡/小時}$$

(5) 其他耗熱量

按以上各項熱之和的 10% 計算

$$(15,092 + 1,627.2 + 4,305 + 445.5) \times \frac{10}{100} = 2,146.97 \text{ 千卡/小時}$$

$$\text{總共耗熱量} = 15,092 + 1,627.2 + 4,305 + 445.5 + 2,146.97 = 23,616.67 \text{ 千卡/小時}$$

3. 熱量平衡

空氣的比熱 = $0.24 \text{ 大卡/公斤} \cdot ^{\circ}\text{C}$

設滿足熱量消耗條件時空氣進入烘干箱的溫度為 t

$$3,426 \times 0.24 \times (t - 45) = 23,616.67$$

$$t = \frac{23,616.67 + 37,000}{822.24} = 74^{\circ}\text{C}$$

實際採用 75°C

4. 通風空氣的耗熱量

$$3,426 \times 0.24 \times (45 - 25) = 16,444.8 \text{ 千卡/小时}$$

2. 所需蒸汽量的計算

鍋爐汽压2公斤/平方厘米 合120°C

蒸发潜热 = 526 千卡/公斤

$$\text{需用蒸汽量} = \frac{16,444.8}{526} = 31.3 \text{ 公斤/小时}$$

6. 加热器面积的計算

总耗热量 = 16,444.8 千卡/小时

进入蒸汽温度 = 120°C

大气温度 = 25°C

溫 差 = 120 - 25 = 95°C

选用加热器为銅質，直径 = 1.7 公分，其傳热 系数为

77 千卡 - 公尺/小时 - 平方公尺 - °C

$$\therefore \text{加热器面积} = \frac{16,444.8}{77(120 - 25)} = 2.2 \text{ 平方公尺}$$

二 几种水产品的烘干試驗

(一) 海米蝦的烘干

第一次：用煮后海米蝦108公斤。

表2. 海米蝦在烘干过程中加热空气和排出廢气温、湿度的变化

烘 干 时 間 (小时)	0	$\frac{1}{2}$	1	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3	3 $\frac{1}{2}$	4	4 $\frac{1}{2}$	5	
加热空气	温 度 (°C)	63	70	69	67	57	58	80	85	81	81	67
	湿 度 (%)	41	13	9	6	10	10	8	9	8	10	10
排出廢气	温 度 (°C)	37	40	42	48	42	48	62	69	71	72	62
	湿 度 (%)	75	60	51	43	40	30	23	24	18	15	12

在整个烘干時間內，給与海米蝦的加热空气的温度为70°—80°C，最低57°C，最高达85° C，其湿度为10—13%（当时室外空气温度为21—23°C，湿度为80%左右），通过湿料后排出廢气的湿度随着烘干時間的增長而逐漸减小。在前兩小时內湿度較大，表明蝦体的水分蒸发的較多。进气端的风量为76立方公尺/分（风速240公尺/分，即图中3'与3塔輪联接，以下同），至排气端減为52—57立方公尺/分（风速为165—180公尺/分）。

烘干进行2 $\frac{1}{2}$ 小时后，打开迴风道，循环利用热空气，

致使箱內溫度升高到 85°C 。这样溫度对海米蝦的質量和色澤均无影响。在以上溫度及风量下，海米蝦的实际烘干時間为5小时。

鮮海米蝦肉的水分为76.7%（6月下旬产），用鹽8%煮后的水分73.1%，干海米的水分20.5%，鹽分为6.5%。成品率为10%左右。

表3. 海米蝦在烘干時間內，水分失去的情形

烘 干 时 間 (小时)	0	1	2	3	4	5
水 分 (%)	73.1	67.4	61.5	56.5	*1 32.5	*2 20.5

注：① *1系間歇12小时后繼續烘干1小时的水分；

② *2系間歇11小时后再烘干1小时的水分；

③本表中水分可为可食部分的含量，以下均同。

第二次：用煮后海米蝦163公斤。

表4. 海米蝦在烘干过程中加热空气和排出廢气温、湿度的变化

烘 干 时 間 (小时)	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5		
加热空气	温 度 (°C)	64	55	63	68	73	74	75	82	73	74	75
	湿 度 (%)	11	14	11	11	8	11	8	8	8	8	7
排出廢气	温 度 (°C)	33	38	38	48	46	53	55	63	56	55	66
	湿 度 (%)	85	64	64	41	40	35	30	28	25	19	16

在整个烘干時間內，給与海米蝦的加热空气的溫度为 68°C — 75°C ，最高 82°C ，最低 55°C ；其湿度在7—14%范围，經常保持8—11%（当日室外空气溫度为 20°C — 22°C ，湿度为90%左右）。从排出廢气的湿度来看，也是前2小时的較

大，往后逐渐减小。进气端的风量为76立方公尺/分，（风速240公尺/分），排气端减为51—55立方公尺/分（风速为160—175公尺/分）。

烘干进行2小时后，打开迴风道。在以上温度及风量下，海米蝦的实际烘干时间仍为5小时。

鲜海米蝦肉的水分76.6%（7月上旬产），用8%鹽煮后的水分72.5%。干海米的水分15.6%，鹽分8.4%。

表5. 海米蝦在烘干時間內水分失去的情形

烘 干 时 間 (小时)	0	1	2	3	4	5	6
水 分 (%)	72.5	67.4	60.3	50.7	40.8	* 15.6	15.1

注：*系開歇8½小时后再干1小时的水分。

第三次：用煮后海米蝦132公斤。

表6. 海米蝦在烘干过程中加热空气和排出廢气温、湿度的变化

烘 干 时 間 (小时)	½	1	1½	2	3	3½	4	4½	5	
加热空气	温 度 (°C)	64	55	60	58	56	66	66	74	80
	湿 度 (%)	12	15	12	13	14	10	9	8	6
排出廢气	温 度 (°C)	38	38	41	40	40	48	57	64	67
	湿 度 (%)	75	50	48	45	40	36	26	17	12

在整个時間內，給与海米蝦的加热空气的温度为60°—70°C，最高80°C，最低55°C；前4小时的温度为55°—66°C。加热空气的湿度为6—15%（当日室外空气温度为26°—28°C，