

中等专业学校教学用书

耐火材料厂 燃烧室、窑及干燥器

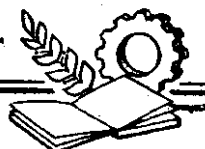
下 册

П.С. 瑞梅金 К.К. 斯特列洛夫著



中国工业出版社

中等专业学校教学用书



耐火材料厂 燃烧室、窑及干燥器

(下 册)·

П. С. 瑪梅金, К. К. 斯特列洛夫著
重工业部工业教育司译

中国工业出版社

本书系根据苏联冶金出版社出版的“耐火材料厂燃烧室、窑及干燥器”(Топки, печи и сушила огнеупорных заводов) 1950年版译出。原书经苏联冶金工业部教育司批准作为冶金工业中等专业学校教本。中译本由我国冶金工业部工业教育司推荐作为中等专业学校教学用书。

中译本分上、下两册出版。上册包括燃料、燃烧计算、气体力学、传热、换热器、燃烧室、燃料气化等内容；下册包括干燥器、窑及热工仪表等内容。

本书由重工业部工业教育司王宝林、徐秀芳、陈树昌三同志集体翻译。

本书前由高等教育出版社以“燃烧室、窑及干燥器”书名出版，从本版起改由我社出版。

П. С. Мамыкин, К. К. Стрелов

ТОПКИ, ПЕЧИ И СУШИЛА

ОГНЕУПОРНЫХ ЗАВОДОВ

Государственное научно-техническое

издательство по литературе черной и цветной
металлургии 1950 Г

* * *

耐火材料厂

燃烧室、窑及干燥器

(下 册)

(根据高等教育出版社原型重印)

*

中国工业出版社出版(北京德胜门内大街10号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $8^{11/16}$ · 插页 2 · 字数 218,000

1955年2月北京第一版

1961年6月北京新一版·1961年6月北京第一次印刷

印数 0001—0513 · 定价 (10) 1.15 元

统一书号: 15165·60

下 冊 目 錄

第八章 乾燥及乾燥設備	257
1. 空氣的乾燥性能(空氣的參變數)	258
2. 在乾燥過程中物料和乾燥劑的參變數的變化	262
3. $I-d$ 圖及乾燥所需空氣量與熱量的計算	266
在 $I-d$ 圖上表示空氣預熱器中所進行的過程	269
在 $I-d$ 圖上表示空氣與煙道氣的混合過程	270
4. 理論乾燥過程	271
理論乾燥過程中所需空氣量的計算	272
理論乾燥過程中熱量消耗的計算	273
根據 $I-d$ 圖來計算蒸發一仟克水分所需的熱量	274
用煙道氣乾燥時理論乾燥過程的圖解	275
5. 實際乾燥過程	277
計算實際乾燥過程的實例	280
廢氣循環的乾燥過程	283
6. 乾燥器的分類	285
間歇式乾燥器	285
連續式乾燥器	286
乾燥轉筒	286
空氣乾燥器(乾燥管)	297
7. 乾燥製品用的乾燥器	299
隧道式乾燥器	300
室型乾燥器	307
8. 乾燥規程	310
在室型乾燥器中乾燥砂礫	310
在隧道式乾燥器中乾燥砂礫	311
9. 乾燥器的流體力學的計算	311

10. 乾燥器的計算概要	314
總則	314
以重量來表示的乾燥器的生產率	315
以水分來表示的乾燥器的生產率	316
第八章扼要問題	316
第九章 窯	318
1. 間歇式窯	319
窯的計算	333
2. 多室式窯	337
操作原理及構造	337
氣室式窯的操作特性	342
氣室式窯的計算	344
3. 環式窯	346
窯的操作原理及構造	346
窯操作的特性	351
環式窯的計算	356
4. 隧道式窯	359
隧道式窯的構造及操作	360
鍛燒矽磚的隧道式窯	373
窯的計算	374
5. 豎窯	377
鍛燒黏土的豎窯	381
鍛燒石灰的豎窯	383
鍛燒菱苦土的豎窯	385
豎窯的計算	385
6. 迴轉窯	387
迴轉窯的生產率	390
窯的主要尺寸的計算	393
在迴轉窯內鍛燒耐火黏土	394
在迴轉窯內鍛燒菱苦土磚	398

7. 根據窖的熱平衡來計算燃料的消耗	401
燃料利用率	406
窖的熱效率	406
8. 窖構造中的各部分	407
第九章扼要問題	412
第十章 乾燥器和窖操作的檢查與檢驗測定儀器	415
1. 溫度的測量	415
水銀溫度計	416
壓力溫度計	418
熱電高溫計	422
連接導線電阻的影響	433
電阻溫度計	433
光學高溫計	435
2. 壓力和負壓的測量	439
壓力計	439
通風表	442
3. 氣體的分析	445
手動氣體分析器	447
自動氣體分析器	450
分析 CO_2 和 $\text{CO} + \text{H}_2$ 的 $\Gamma\Delta-3$ 型氣體分析器	454
分析 CO_2 和 $\text{CO} + \text{H}_2$ 的 $\Gamma\Delta-40/253$ 型氣體分析器	455
氣體分析器的附屬設備	456
J. K. 亞克莫夫式測定 CO_2 的自動氣體分析器	456
檢查的計算	460
燃燒一仟克固體或液體燃料時所得乾燥氣體的量	460
過量空氣的計算	462
吸入空氣量的計算	463
4. 濕度的測定	463
用化學分析法測定氣體的濕度	465
5. 氣體的流量和流速的測定	466
用銳孔流速計測定氣體的流量	472

銳孔流速計的安裝	479
6. 熱力檢查機構	481
乾燥設備	482
間歇式窯	483
環式窯	484
氣室式窯	485
隧道式窯	485
豎窯	486
迴轉窯	487
煤氣發生爐的裝置	488
7. 自動調節	489
溫度調節器	490
壓力和比例調節器	492
熱裝置操作的自動調節的舉例	496
第十章扼要問題	500
第十一章 使用熱裝置的斯達哈諾夫工作法	502
參考書刊	505
附錄:	506
I. 根據全蘇熱工研究院的數據計算出來的各種燃料的性能	506
II. 耐火材料廠的燃料場	512
III. 局部阻力係數	516
IV. 各種燃料的氣化指標	518
V. 空氣的相對濕度表	524
空氣的 $I-d$ 圖(附頁)	

第八章 乾燥及乾燥設備

用低於沸點的蒸發方法從固體物料中除去水分的操作叫做乾燥。

乾燥劑是用來蒸發乾燥器內被乾燥物料的水分的物質。普通用空氣，煙道氣或二者的混合物作乾燥劑。蒸發水分所需的熱量是隨着乾燥劑而帶入乾燥器內。被乾燥物料中的水分擴散到乾燥劑(空氣等)內，與之一道由乾燥器中排出。

使水分由被乾燥物品或塊狀物料的表面蒸發掉，有兩個先決條件：一，物料的自由面要為薄的空氣層所遮蓋；二，薄空氣層中的水分要經常大於乾燥劑中的水分。這樣，水蒸氣就可由表層擴散到乾燥劑中，而物品底部的水分又可擴散到表面的空氣層內。

水分由物料內部到表面空氣層的擴散是由於毛細作用(表面張力)，這種擴散與被乾燥物料的性質、結構以及乾燥的條件有關。

在乾燥過程中水分的擴散分為兩個階段：一，外部擴散——水分由製品(固體物質)的表面經空氣層擴散到乾燥劑中；二，內部擴散——物料內部的水分由中央擴散到表面。外部擴散與內部擴散各具有不同的擴散係數。

全蘇改進乾燥操作過程會議的決議認為，為了改善乾燥製品時的衛生條件宜採用空氣作乾燥劑。只有在料車上乾燥製品時才採用煙道氣作乾燥劑。在適當的設備中乾燥塊狀和粒狀矽酸鹽物料時也可用煙道氣作乾燥劑。

從乾燥的性能上來看，煙道氣和清潔的空氣二者是沒有什麼顯著

差別的。因此下面所討論的空氣乾燥性能也適用於煙道氣。

1. 空氣的乾燥性能(空氣的參變數)

大氣中的空氣是乾空氣和水蒸氣的混合物。

一立方米濕空氣中所含水蒸氣的克數稱為空氣的絕對濕度(克水/米³空氣)。

若向盛有一立方米大氣的容器中慢慢地加入與空氣同溫度的水汽,開始時所有的水汽都與空氣混合(溶解在空氣中),但是後來,當空氣吸收一定量水分後(該量隨空氣的溫度而不同),加入的水汽就不再溶解於空氣中,而形成霧狀水滴聚集於器壁上,也就是說有一部分水汽冷凝出來。因此,當溫度一定時,一立方米空氣中所含的水汽不能超過一定量。

含有最高量水汽而不能再吸收時的空氣狀態稱做飽和狀態。此時的絕對濕度叫做飽和絕對濕度。

由表 50 中可看出飽和絕對濕度隨着空氣溫度的升高而急劇增加。

表 50 各溫度下的空氣飽和絕對濕度

溫度 °C	一 立 方 米 飽 和 空 氣 中 所 含 的 水 蒸 汽 量 γ_H 克/米 ³	溫度 °C	一 立 方 米 飽 和 空 氣 中 所 含 的 水 蒸 汽 量 γ_H 克/米 ³
-15	1.39	45	65.42
-10	2.14	50	82.94
-5	3.24	55	104.28
0	4.84	60	130.09
5	6.80	65	161.05
10	9.40	70	197.95
15	12.82	75	241.65
20	17.29	80	292.99
25	23.03	85	353.23
30	30.36	90	428.07
35	39.59	95	504.11
40	51.13	99.4	586.25

爲了說明空氣爲水分所飽和的程度，用濕空氣的另一種性質——相對濕度 φ ——來表示。

絕對濕度與該溫度的空氣飽和水量的比值叫做空氣的相對濕度，這個比值是以百分數來表示。例如，70°時一立方米空氣含 25 克水，欲求其相對濕度須先在表 50 中查出該溫度時的飽和絕對濕度，用此值來除所含的水分再乘上 100 就得到相對濕度

$$\varphi = \frac{25}{197.95} \times 100 = 12.6\%.$$

反過來，若 20° 時空氣的相對濕度等於 50%，則此時的絕對濕度爲

$$\frac{17.29 \times 50}{100} = 8.645 \text{ 克},$$

式中 17.29 克/米³是 20° 時空氣的飽和絕對濕度(由表 50 中查得)。

假使冷卻濕空氣，則從開始到某一溫度其相對濕度漸增。這是因爲當降低空氣的溫度時，空氣的飽和絕對濕度要減小，而空氣中所含的水分(絕對濕度)不變。在某溫度時相對濕度達到 100%，就是說此時空氣的絕對濕度等於飽和絕對濕度。再繼續降低溫度水蒸汽就要冷凝出來了。水分開始由空氣中冷凝出來的溫度叫做“露點”，或者叫做完全飽和溫度。

當低於露點時再冷卻空氣就不再引起其相對濕度的變化，其相對濕度保持不變永遠等於 100%，僅僅是絕對濕度減小而已。

當濕空氣加熱時其相對濕度減小，也就是空氣吸收水蒸汽的能力增高。

因爲當空氣的溫度變化時，其體積也發生變化，所以用體積來表示空氣的濕度是不方便的。在乾燥操作中空氣的濕度通常以在一仟克乾空氣中所含水汽量來計算，稱此值爲水含量 d 。

所謂空氣的水含量是一仟克乾空氣中所帶有的水汽的克數(d 克水/仟克乾空氣)。

利用水含量很易求出欲從物料中除去一仟克水分所需的空氣量。若已知進入乾燥器及由乾燥器中出來的空氣中的水含量，則此二量的差數就是被一仟克乾空氣從乾燥器中帶出的水汽的克數。例如，進入乾燥器的空氣的水含量 $d_1=10$ 克而由乾燥器中出來的空氣的水含量 $d_2=30$ 克，則每仟克乾空氣由乾燥器中帶出的水為

$$d_2 - d_1 = 30 - 10 = 20 \text{ 克。}$$

每仟克乾空氣由乾燥器中帶出 20 克水，因之欲帶出 1000 克水需要

$$1000 \div 20 = 50 \text{ 仟克乾空氣。}$$

除去水分所需的空氣量是以若干仟克乾空氣來表示的，但為了便於選擇鼓風機就要知道濕空氣的體積，所以必須求出相當於一仟克乾空氣的濕空氣的體積($V_{混}$)。

欲計算濕空氣中乾空氣的體積可應用理想氣體公式 $PV = RT$ 及道爾頓方程式 $P_{混} = p_{乾空氣} + p_{水汽}$ (混合氣體的總壓等於乾空氣及水汽分壓之和)。

根據道爾頓定律，混合氣體中乾空氣的體積 V_0 ，在相適應的分壓下等於混合氣體的體積 $V_{混}$ ，即 $V_0 = V_{混}$ ，並可用理想氣體公式求出

$$V_0 = V_{混} = \frac{R_{乾空氣} T_{混}}{P_{乾空氣}} \text{ 米}^3 \text{ 濕空氣/仟克乾空氣, (VIII, 1)}$$

式中 $R_{乾空氣}$ ——乾空氣的氣體常數，等於 29.27 仟克·米/度；

$T_{混}$ ——混合氣體的溫度 °K；

$p_{乾空氣}$ ——混合氣體中乾空氣的分壓，仟克/米²；若壓力 $p_{乾空氣}$ 是以毫米水銀柱高來表示時，則應乘以 13.6 換算成仟克/米²。

乾空氣的分壓等於混合氣體的總壓減去水汽的分壓。水汽的分壓也與空氣的水含量 d 有關，其關係繪於 I— d 圖中。

乾空氣與水汽混合氣體的重度是一立方米混合氣體中所含乾空氣

和水汽的重度之和

$$\gamma_{\text{混}} = \gamma_{\text{乾空氣}} + \gamma_{\text{水汽}} \text{ 仟克/米}^3. \quad (\text{VIII}, 2)$$

將由理想氣體公式及相對濕度公式得出的 $\gamma_{\text{乾空氣}}$ 與 $\gamma_{\text{水汽}}$ 值代入上式得到

$$\gamma_{\text{混}} = \frac{1.3p_{\text{乾空氣}} \times 273}{10333(273 + t_{\text{混}})} + \varphi \times \frac{\gamma_{\text{H}}}{1000} \text{ 仟克/米}^3,$$

$$\gamma_{\text{混}} = \frac{0.0341p_{\text{乾空氣}}}{273 + t_{\text{混}}} + \varphi \times \frac{\gamma_{\text{H}}}{1000} \text{ 仟克/米}^3, \quad (\text{VIII}, 3)$$

式中 1.3——乾空氣的重度仟克/標準狀況米³;

$p_{\text{乾空氣}}$ ——乾空氣的分壓, 仟克/米² ($p_{\text{乾空氣}} = B - p_{\text{水汽}}$ 故可由 $B - p_{\text{水汽}}$ 求出; B ——混合氣體的壓力, 通常等於大氣壓;
 $p_{\text{水汽}}$ ——水汽的分壓由 I—d 圖求得);

φ ——空氣的相對濕度, %;

γ_{H} ——飽和絕對濕度, 克/米³;

10333——一標準大氣壓, 仟克/米²。

因為 $p_{\text{乾空氣}}$ 隨着濕度的增加而減小, 所以在同溫同壓下濕空氣總是比乾空氣輕。

濕空氣的熱含量是混合氣體中所含的乾空氣及水汽的熱含量之和。

乾空氣的熱含量等於

$$0.24 t \text{ 仟卡/仟克},$$

式中 0.24——在乾燥設備的溫度範圍內乾空氣的平均比熱, 仟卡/仟克·度;

t ——混合氣體的溫度, °C。

水汽的熱含量可由 Л. К. 拉姆金公式求出

$$595 + 0.47t \text{ 仟卡/仟克},$$

式中 595——0°C 時的汽化潛熱, 仟卡/仟克;

0.47——在乾燥溫度範圍內水汽的平均比熱, 仟卡/仟克·度;

t ——混合氣體的溫度 $^{\circ}\text{C}$ 。

因爲一仟克乾空氣所帶的水汽量(仟克)等於 $0.001d$ ，所以混合氣體的熱含量可用下式來表示

$$I = 0.24t + 0.001d(595 + 0.47t) \text{ 仟卡/仟克乾空氣。 (VIII, 4)}$$

2. 在乾燥過程中物料和乾燥劑的參變數的變化

圖 92 是乾燥設備的最簡單的流程圖。

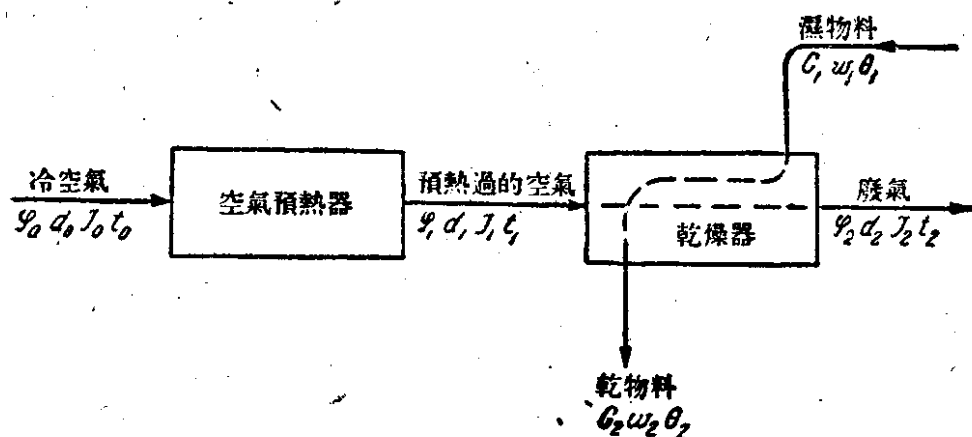


圖 92. 乾燥設備的最簡單的流程圖。

被乾燥物料可認爲是由絕對乾燥物料及水分組成。很顯然，在乾燥過程中物料中的絕對乾燥部分的重量是不變的，而其中的水量(濕度)則在減少。

物料的濕度分爲絕對濕度 w_a 及相對濕度 w 。

物料中所含水重 w 與絕對乾燥物料重 G_0 的比值(以百分數表示)稱爲物料的絕對濕度 w_a

$$w_a = \frac{w}{G_0} \times 100\% \quad (\text{VIII, 5})$$

水的重 W 與濕物料重 G 的比值(以百分數表示)稱爲相對濕度。

$$w = \frac{W}{G} \times 100\% \quad (\text{VIII, 6})$$

由相對濕度換算成絕對濕度的公式是

$$w_a = \frac{100 w}{100 - w} \quad (\text{VIII, 7})$$

因為實際上時常同時遇到這兩種濕度，所以必須確定其表示的單位，否則在計算中將造成大的錯誤。

若物料在乾燥之前為 G_1 及在乾燥之後為 G_2 ，則物料中所含的水分分別等於

$$\frac{G_1 w_1}{100} \text{ 及 } \frac{G_2 w_2}{100}$$

在乾燥器中每小時蒸發的水為 W 仟克/小時

$$W = G_1 - G_2 = \frac{G_1 w_1 - G_2 w_2}{100} \quad (\text{VIII, 8})$$

每小時在乾燥器中被乾燥好的絕對乾燥物質的重量為

$$G_c = G_1 \times \frac{100 - w_1}{100} = G_2 \times \frac{100 - w_2}{100} \text{ 仟克/小時,}$$

由此得

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{100 - w_2}{100 - w_1}$$

將由此式得出的 G_1 與 G_2 值代入 (VIII, 8) 式中，就可得到在乾燥器中每小時蒸發水分的仟克量

$$W = G_1 \times \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = G_2 \times \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} \text{ 仟克/小時,} \quad (\text{VIII, 9})$$

式中 w_1, w_2 ——物料進乾燥器及由乾燥器中出來時的相對濕度，%；

G_1, G_2 ——進入乾燥器的濕物料與由乾燥器中出來的物料的重量仟克/小時。

當進出口時的濕度及乾燥前物料的重量已知時，即可由方程式 (VIII, 9) 求出乾燥後的物料重量與除去的水分量。反之亦可。

在已知地區及一年的一定時期內，進入空氣預熱器的大氣具有其特有的參變數。

表 51 是外面空氣的參變數的平均值。

表 51. 蘇聯各城市 t_0 及 φ_0 的每月平均值

地 名	一 月		七 月	
	t_0	φ_0	t_0	φ_0
阿克莫林斯克	-17.0	85	20.3	59
阿拉木圖	- 8.6	87	22.1	56
阿罕格爾斯克	-13.3	88	15.3	79
阿斯特拉汗	- 7.1	91	25.2	58
阿什哈巴德	- 0.4	86	29.6	41
巴庫	- 3.4	82	25.3	65
巴統	- 6.3	78	23.1	84
海蘭泡	-24.2	78	21.2	72
布良斯克	- 8.8	88	18.2	74
海參威	-13.7	74	20.6	77
弗拉基米爾城	-11.7	89	18.3	69
沃洛果達	-12.0	85	17.6	70
沃龍涅什	- 9.8	90	20.6	62
伏羅希洛夫格勒	- 7.0	84	22.2	59
高爾基城	-12.2	89	19.4	63
格羅茲內	- 4.9	93	23.9	70
德涅泊爾彼特羅夫斯克	- 6.0	88	22.3	60
挨里溫	- 5.8	89	25.0	50
伊萬諾沃	-12.0	90	18.8	71
依爾庫茨克	-20.9	85	17.2	72
嘉桑	-13.6	86	19.9	63
加路格	- 9.7	89	18.4	68
克爾奇	- 1.3	88	23.4	68
基也輔	- 6.0	89	19.3	69
基洛夫城	-15.1	86	18.1	71
科斯特羅馬	-12.3	85	18.2	71
克拉斯諾沃茨克	- 2.4	78	28.6	46
克拉斯諾達爾	- 2.1	90	23.7	67
克拉斯諾雅爾斯克	-19.2	81	19.3	72
庫爾斯克	- 9.3	88	19.4	67
庫他依西	- 4.4	75	23.8	73
列寧格勒	- 7.7	87	17.5	69

續 51 表

地 名	一月		七月	
	t_0	φ_0	t_0	φ_0
明斯克.....	- 6.8	88	17.5	78
莫斯科.....	-10.8	88	18.0	70
尼古拉也夫.....	- 4.0	88	23.1	63
諾夫哥羅得.....	- 8.4	88	17.6	78
諾沃西比爾斯克.....	-19.3	83	18.7	59
諾沃羅西依斯克.....	- 2.0	75	23.6	68
敖德薩.....	- 3.1	83	22.6	61
鄂木斯克.....	-19.6	85	19.1	70
德薩烏得日卡烏.....	- 4.4	87	20.4	74
奧勒爾.....	- 9.5	92	19.6	77
平茲.....	-12.5	85	20.0	66
莫洛托夫城.....	-16.0	84	18.0	72
普斯可夫.....	- 7.1	86	17.5	72
頓河上的羅斯托夫.....	- 6.1	89	23.7	59
薩馬爾汗.....	- 0.2	92	24.8	47
薩拉托夫.....	-11.3	84	23.1	53
斯維爾德洛夫斯克.....	-16.2	84	17.2	70
塞瓦斯托波里.....	- 2.0	83	23.3	68
塞米巴拉敦斯克.....	-16.0	83	21.8	56
斯摩稜斯克.....	- 8.4	88	17.6	78
斯大林格勒.....	- 9.9	85	24.7	50
唐波夫.....	-11.1	88	20.2	68
塔什干.....	- 1.3	81	26.8	46
梯比里斯.....	- 0.1	80	24.6	51
托姆斯克.....	-19.4	82	17.8	76
烏拉爾斯克.....	-14.0	85	23.5	47
烏發.....	-15.0	86	19.4	67
哈爾科夫.....	- 7.7	88	20.6	65
赫爾松.....	- 3.4	89	23.3	62
車里雅賓斯克.....	-16.2	84	18.6	72
赤塔.....	-27.4	82	18.7	65
雅爾塔.....	- 3.7	76	24.1	60

在空氣預熱器內的空氣由 t_0 加熱到 t_1 , 此時其熱含量由 I_0 升高到 I_1 , 相對濕度由 φ_0 減小到 φ_1 (吸收水分的能力增強), 而水含量則因在預熱器中空氣的水分對乾空氣的重量來講既沒有減少也沒有增加, 所以仍然保持未變, 即 $d_0 = d_1$ 。

若不考慮空氣在空氣預熱器到乾燥器這一段輸送中的熱損失, 則空氣進乾燥器時的參變數即為出預熱器時的參變數。

在乾燥器中空氣為水汽所飽和。其相對濕度由 φ_1 增加到 φ_2 , 水含量由 d_0 升高到 d_2 , 溫度由 t_1 降到 t_2 。

若不計算通過乾燥器圍牆(壁、頂、底)的熱損失及加熱物料與運輸設備的熱消耗, 則在乾燥器中空氣的熱含量並沒有變化。這樣的過程叫做理論乾燥過程, 在此過程中 $I_1 = I_2$ 。但在實際乾燥過程中空氣的熱含量是由 I_1 降低到 I_2 。所有的乾燥過程皆可在 $I-d$ 圖上很明顯地表示出來。

3. $I-d$ 圖及乾燥所需空氣量與熱量的計算

在乾燥操作中廣泛應用圖解法來計算熱量。圖解法以濕空氣的 $I-d$ 圖為基礎。一仟克乾空氣的熱含量 I 及水含量 d 在 $I-d$ 圖中分別以座標表示出。此圖是蘇聯科學界在熱工方面的卓越成就, 1918 年初次發表於蘇聯(圖 93)。

按斜角座標系繪製成 $I-d$ 圖。縱座標軸表示熱含量 I , 單位為仟卡/仟克乾空氣; 橫座標軸表示水含量 d , 單位為克/仟克乾空氣。圖中的其他各線分別表示濕空氣的各參變數(d, φ, I 與 t)之間的關係。

$I-d$ 圖(圖 93)是在大氣壓為 745 毫米水銀柱高時繪製成的, 此壓力是蘇聯中心區域每年的平均數值。凡大氣壓與此數值相差不大時, 可將此差別略去, 此圖可適用於蘇聯所有地區, 無須加以補正。

圖上有以下一些線:

絕熱線($I = \text{常數}$), 熱含量不變; 這些線彼此平行, 與橫座標成 135° 。