

干燥作业

上册

M. IO. 魯利耶著

高等學校教學用書



干 燥 作 業

上 冊

M. И. 魯利耶著
張洪沅等譯

高 等 數 學 出 版 社

本書系根据蘇聯國立動力出版社 (Государственное энергетическое издательство) 1948 年出版的 М. Ю. 魯利耶 (М. Ю. Лurie) 教授著“干燥作業” (Сушильное дело) 第三版譯出, 原書經蘇聯高等教育部批准為高等學校熱工專業教學參考書。

本書中譯本分上下兩冊出版。上冊講述干燥的一般原理及各種干燥方式, 下冊講述各種廣泛應用的干燥器及其附屬設備的構造與計算以及干燥某些物料的特殊條件和適宜的干燥器。

本書由成都工學院化工教研組石炎福、周肇義、侯香模、張洪沅、傅煥街、鄧文煜等同志 (以姓氏筆劃為序) 合譯。

干 燥 作 業

上 冊

М. Ю. 魯利耶著

張洪沅等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 15010·159 開本 850×1168 1/32 印張 7 7/16 插頁 3 字數 203,000

一九五六年十一月上海第一版

一九五六年十一月上海第一次印刷

印數 1—5,500

定價 (10) ¥ 1.70

第 三 版 序

近二十五年來我們的工厂和農業方面的干燥設備已經变化得認識不出來了，在解決干燥各种物料的技术問題的方法上也有了变化。全苏热工研究所 (BTI) 的研究工作，对干燥技术方面已獲得的進展發生了很大的影响。

在本書第二版以后的十年中，苏联的干燥技术已有飛躍的進展，超过了欧美的成就。

干燥技术是大多数生產过程中的一环，在發電站、化学工厂和汽車工厂、团礦厂和选礦厂、谷倉和食品企業、棉花及亞麻的初步加工、紡織工厂、磚及建筑材料的制造、農業及其他方面都用到干燥技术。

在很多工厂中干燥業務是很复雜的，且消耗於干燥技术方面的燃料数量也很大(据粗略估計，苏联在 1940 年以前消耗於干燥技术所用的标准燃料就不少於 2—3 百万噸)。当干燥任何物料时，应用不正确的操作条件或結構不適當的干燥器，往往引起在生產中產生廢品和遭致超过干燥本身費用的損失。因此，遵守干燥技术的正确操作条件和創制最合理的干燥器結構是極為重要的。

此外，我們还应尽力建立能夠提高干燥強度並降低燃料和能量消耗的干燥过程。当在大多数生產中运用着的陈旧而毫無根据的、需要应用低温干燥介質的那些原則还保留时，干燥机械就会很笨重且耗費大量的金屬。因而要創制对金屬及其他材料耗量少且生產能力強而經濟的新型干燥器，就必須力求掌握新的干燥方法，採用高溫干燥介質，运用煙道气直接干燥的有效方法。

我國社会主义的經濟条件，为干燥作業的發展和改善以及苏联工

業在這方面的豐富經驗的總結創立了一切的先決條件。也只有這樣的條件下才可能建立和發展像全蘇熱工研究所那樣的干燥實驗室。在這個實驗室內集中了蘇聯工業各部門中對物料干燥的知識和經驗，這樣就使它能夠將某一些物料的干燥方法運用到另一些物料上，同時在掌握某些干燥器結構時所犯過的錯誤也不致在其他干燥器結構上重犯。

業經確定，同一類型的干燥器可以應用於完全不同的生產，因此，我們應該選擇和創制一些能滿足現代技術要求和適於國民經濟各不同部門應用的干燥器的結構。

同時也已經確定，干燥的理論基礎、干燥設備的計算方法及其操作的原理流程同樣都與干燥器是在那一種工業部門內使用無關。這就使得在解決一系列的科學問題和實際問題時無須考慮個別物料的特性，只須給出適用於各組或各類物料的綜合解決。

除選擇合理的干燥器結構外，干燥過程的強化也是干燥技術的基本問題之一。這種強化與在保證物料的良好攪拌的條件下提高干燥介質的容許溫度有關，也與由於較好的堆置及改善干燥介質對物料的環流的流體力學條件而產生的干燥的高度均勻性等有關。

直接用煙道氣干燥的方法使干燥技術繼續向前發展有很大的可能性，這種方法就是在低溫下也可保證很高的經濟指標，而在只有用這種干燥方法才能達到的高溫下，則可保證最大的效率。

按照全蘇熱工研究所干燥實驗室的設計，制造了一些用煙道氣干燥谷物、成材、茶葉、棉花、纖維素、硝石、白堊、苯胺染料、亞麻及大麻秸等的干燥器，運轉極為良好，在燃燒各種燃料（包括低級燃料）以獲得不損害被干燥物料的工業性質及保證設備安全運轉的干燥介質方面也作了很多工作。由於氣體淨制和消除火星技術的改善，致使能適用這種方法干燥的物料種類數量日益增加。

近年來在關於干燥過程的理論基礎的闡明方面也作了很多工作。

因此,科学和工業的工作者們在修正和摧毀陈旧的技术規程的同时,实现了在干燥介質温度日益增高下的干燥过程,提高了过程的經濟性,降低了燃料和能量的消耗量,运用了煙道气直接干燥。

如此,理論与实际相互充实,一直地推动干燥技術向前發展,所以不久以前还是先進的,經過一个短的时间就变成落后的了。

廣泛地和正确地利用鍋爐及其他热工裝置的廢气的热量來干燥各种易受污損的物料,也是我們將來的一个重要任务。

还必须注意干燥器和換热設備的設計問題,在这些換热設備中利用廢干燥介質的热量來將水和空气干燥或加热。所有这些,都是進一步提高干燥設備經濟性的道路。

在層濾时,採用过热蒸汽、紅外線、高頻率电流的新型強化干燥方法,也可应用於本書所述的各种情况。

本書某些章節系技术科学副博士 A. II. 伏洛希諾夫、B. O. 哥尔德什季克、H. M. 米哈依洛夫、II. M. 費多罗夫等参加寫成。

很多干燥器的流程圖为工程师 II. C. 亞斯塔什金所繪制,很多綜合性的表格和公式系工程师 B. A. 巴尔松和工程师 B. C. 格魯什金所編撰。

原稿經 T. K. 費洛甯科教授評閱和 C. B. 伽尔頓格工程师校訂,他們提出了一系列为作者所接受的意見。

作者謹向协助本書消除前版錯誤的同志們致以謝忱。

榮獲劳动紅旗勳章的 Ф. Д. 捷尔任斯基全苏热工研究所教授

M. Ю. 魯利耶

上册目錄

第三版序

第一章 基本概念及原理	1
1-1. 湿气体的基本性質及方程式	1
1-2. 物理常数	21
1-3. 給热系数与傳热系数	28
1-4. 相似准数	33
1-5. 傳热的基本方程式	36
1-6. 液体在气体中气化的基本方程式	53
第二章 空气干燥的热量和物料衡算	64
2-1. 物料衡算	64
2-2. 水分衡算与空气消耗量	69
2-3. 热量衡算	72
第三章 直接煙道气干燥	85
3-1. 燃料的性質	85
3-2. 煙道气的湿含量、热含量以及其他性質	93
第四章 湿空气的 I_d -圖和干燥器的热計算	104
4-1. I_d -圖的性質	104
4-2. I_d -圖上的理論干燥器	106
4-3. 在 I_d -圖上繪制过程时大气压的影响	108
4-4. 实际干燥器	109
4-5. I_d -圖上的 $Q = \text{常数}$ 的線·湿度計	116
4-6. 在 I_d -圖上空气与水的相互作用过程	121
第五章 基本空气干燥过程的各种变型	127
5-1. 在干燥室内加热的干燥器	127
5-2. 中間加热空气的干燥器	129
5-3. 廢气循环的干燥器	132
5-4. 中間加热和每区段廢气循环的干燥器	140
5-5. 封閉循环干燥器	146

5-6. 空气量改变的干燥器	150
5-7. 空气成錯流的干燥器	154
5-8. 在过程進行中空气部分干燥的干燥器	155
第六章 用煙道气干燥时的 I_d-圖和干燥器的热計算	158
6-1. 理論干燥器和实际干燥器	158
6-2. 基本干燥过程的各种变型	162
(1) 廢气循环的干燥器	163
(2) 在干燥室內加热的干燥器	168
(3) 中間升高溫度的干燥器	170
(4) 每区段廢气循环的干燥器	173
第七章 冷却器的計算	177
第八章 干燥过程及影响它的因素	181
8-1. 物料中水分的汽化	182
8-2. 干燥时所容許的空气(气体)溫度	215
8-3. 廢空气飽和程度的選擇	217
8-4. 干燥時間	218
8-5. 干燥对物料質量的影响	224
8-6. 干燥器大小或容積的選擇	227

第一章 基本概念及原理

1-1. 湿气体的基本性質及方程式

(1) 道尔頓定律。 假如有几种理想气体在同一容器內混合, 則每一种气体的存在状态, 就好像它单独佔据容器的整个容積 V 一样。混合气体的总压力 p 等於各个气体分压之和, 而且每一气体所顯示的压力, 就等於在混合气体温度下它单独佔据了整个容積时所具有的压力一样;

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots$$

假若使各气体組分的压力除以混合气体的总压力, 則

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots,$$

式中 V_1 、 V_2 、 V_3 —由下列各式算出的各气体組分的分容:

$$V_1 = \frac{V p_1}{p}, V_2 = \frac{V p_2}{p} \text{ 等等。}$$

湿空气与湿煙道气 (以下都称湿气体) 为干燥器中的載热体, 它們是干气体与水蒸汽的混合物。对於这种混合物, 在实际上所遇到的水蒸汽之分压的变动范围不大时 (不超过 1 大气压), 加上某些假設, 仍可应用道尔頓定律

$$B = p_n + p_i, \quad (1-1)$$

式中 B —大气压力;

p_n —水蒸汽分压;

p_i —气体的分压, 均以同一單位測定 (千克/米² 或毫米汞柱)。

(2) 根据某些假定也可認為干气体和湿气体均遵从理想气体的狀

态方程式[克萊普朗方程式(Уравнение Клапейрона)]:

$$pV = GRT, \quad (1-2)$$

式中

p —气体压力^①, 千克/米²;

R —气体常数;

$T^{\circ}\text{K} = 273.1 + t^{\circ}\text{C}$ —绝对温度;

G —气体重量, 千克;

V — G 千克气体的体积, 米³。

1 米³干气体的重量(以千克表示), 称为该气体的重度(γ), 而 1 千克气体之体积(以米³表示), 则称为比容(v):

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{p}{RT}; \quad p = \gamma RT;$$

$$v = \frac{V}{G} = \frac{RT}{p}; \quad pv = RT;$$

$$\gamma = \frac{1}{v}; \quad v = \frac{1}{\gamma}.$$

p 、 v 与 T 或 p 、 γ 与 T 諸量間的关系式, 称为气体状态方程式或特性方程式。

气体状态方程式也適用於气体混合物:

$$\left. \begin{aligned} p_1 V &= G_1 R_1 T \\ p_2 V &= G_2 R_2 T \\ p_3 V &= G_3 R_3 T \end{aligned} \right\} \begin{aligned} BV &= (G_1 R_1 + G_2 R_2 + G_3 R_3 + \dots) T = G_{\text{混}} R_{\text{混}} T, \\ G_{\text{混}} &= G_1 + G_2 + G_3 + \dots, \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{混}} = \frac{G_{\text{混}}}{V} = \frac{B}{R_{\text{混}} T};$$

$$\gamma_{\text{混}} = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots,$$

式中 γ_1 、 γ_2 、 γ_3 —气体组分在其相应分压下的重度, 或

① 气体压力可用以下的單位計量:

工程上的气压 = 1 千克/厘米² = 10000 千克/米² = 735.5 毫米汞柱 (0°C 时) = 10000 毫米水柱 (4°C 时) = 7733.9 毫米空气柱 (0°C 及 760 毫米汞柱时——即气体的对比状态或气体的标准状况) = 0.968 物理上的大气压。

$$\gamma_{\text{混}} = \frac{G_{\text{混}}}{\frac{G_1}{\gamma'_1} + \frac{G_2}{\gamma'_2} + \frac{G_3}{\gamma'_3} \dots}; \quad (1-3)$$

式中 γ'_1 、 γ'_2 、 γ'_3 —气体在 0°C 及 760 毫米汞柱下的重度。

(3) 依照亞弗加德罗定律, 在同一压力与温度下等体积的任何气体, 所含的分子数相同。在这样的情况下, 我们可以对两种气体写出:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{M_2}{M_1} \text{ 及 } \frac{R_1}{R_2} = \frac{M_2}{M_1}$$

或

$$M_1 V_1 = M V = \text{常数}。 \quad (1-4)$$

在最后一个等式中, M 是以千克表示的气体质量, 其值等于气体的分子量, 並称为千克分子。

MV 为 1 千克分子的体积, 对所有遵从克萊普朗方程式的气体在 0°C 及 760 毫米汞柱 (10333 千克/米^2) 时都等于 22.4 米^3 。

由对 1 千克分子而言的气体状态方程式

$$pV = MRT,$$

式中 M 为分子量, 千克;

若 $p = 10333 \text{ 千克/米}^2$;

$T = 273.1^\circ\text{K}$;

$V = 22.4 \text{ 米}^3/\text{千克分子}$;

於是得气体常数值:

$$R = \frac{10333 \times 22.4}{M \times 273.1} = \frac{848.5}{M}。 \quad (1-5)$$

气体的重度可由 (1-3) 式或由下面的关系计算

$$\gamma = \frac{M}{22.4} \text{ 千克/米}^3 \text{ (在 } 0^\circ\text{C} \text{ 及 760 毫米汞柱时)}。 \quad (1-6)$$

在表 1-1 中列举了各种气体之分子量 M 、气体常数 R 及重度 γ 等的值。

表 1-1.

气 体 名 称	化 学 式	M	R	γ
氧	O_2	32.0	26.5	1.429
氮	N_2	28.02	30.26	1.251
氢	H_2	2.016	420.6	0.09
一氧化碳	CO	28.0	30.29	1.25
二氧化碳	CO_2	44	19.27	1.977
水蒸汽	H_2O	18.02	47.1	0.804
空气(不含 CO_2)		28.96	29.27	1.293
二氧化硫	SO_2	64.06	13.24	2.93
乙炔	C_2H_2	26.02	32.5	1.171
甲烷	CH_4	16.03	52.80	0.717
乙烯	C_2H_4	28.03	30.20	1.261

(4) 气体混合物的各个組成部分也可用重量分数表示:

$$a' = \frac{G_1}{G_{\text{混}}}; \quad b' = \frac{G_2}{G_{\text{混}}} \text{ 等等。}$$

或用体積分数表示:

$$a = \frac{V_1}{V}; \quad b = \frac{V_2}{V} \text{ 等等;}$$

在后面这种情况下, 每个組成部分都要换算到相同的压力和温度。假若各組分是用百分数表示, 則

$$a' = \frac{G_1}{G_{\text{混}}} \times 100 \quad \text{和} \quad b' = \frac{G_2}{G_{\text{混}}} \times 100 \text{ 等等。}$$

假若已知了各气体組分的重度或分子量, 則由体積分数 (a 、 b 、 c) 可以算出重量分数 (a' 、 b' 、 c'), 反之亦然。

因气体混合物的重度为:

$$\gamma_{\text{混}} = a\gamma'_1 + b\gamma'_2 + c\gamma'_3 \quad (1-6)$$

或

$$\gamma_{\text{混}} = \frac{M_{\text{混}}}{22.4},$$

而气体混合物的分子量又可用下面的形式表示:

$$M_{\text{混}} = aM_1 + bM_2 + cM_3 + \cdots, \quad (1-7)$$

則重量比为

$$a' = \frac{a\gamma'_1}{\gamma_{\text{混}}} = \frac{aM_1}{M_{\text{混}}}; \quad b' = \frac{b\gamma'_2}{\gamma_{\text{混}}} = \frac{bM_2}{M_{\text{混}}} \text{ 等等。} \quad (1-8)$$

假若各气体組分的重量分数是已知的, 則混合物的气体常数可依下式求得:

$$R_{\text{混}} = a'R_1 + b'R_2 + c'R_3 + \cdots. \quad (1-9)$$

(5) 設有一总体積为 V 的湿气体, 由 G_i 千克干气体和 G_n 千克水蒸汽所組成, 則水蒸汽和气体的状态方程式(假設水蒸汽的分压較低时適用理想气体方程式)可分別寫成:

$$p_n V = G_n R_n T,$$

$$p_i V = G_i R_i T.$$

以后一式除前一式, 得:

$$\frac{G_n}{G_i} = \frac{p_n}{p_i} \cdot \frac{R_i}{R_n}, \quad (1-10)$$

式中 $\frac{G_n}{G_i}$ 是相当於含 1 千克干气体的湿气体中所含水蒸汽的重量:

$$\frac{G_n}{G_i} = x = \frac{d}{1000} \text{ 千克/千克。}$$

这里 d 和 x 是气体的湿含量, 分別以每千克干气体中所含水蒸汽的克数和千克数表示(气体的重量湿度)。

於式(1-10)中, 將 R_i 和 R_n 分別以空气和水蒸汽之数值代入, 得空气的湿含量:

$$d = 622 \frac{p_n}{p_s} \text{ 克/千克干空气,}$$

而由道尔頓方程式(1-1), 以 $p_i = B - p_n$ 代入, 得:

$$d = 622 \frac{p_n}{B - p_n}. \quad (1-11)$$

(6) 气体的绝对(体積)湿度(濃度 C_n), 以 1 米³ 湿气体中所含之水

蒸汽的重量表示。因为該水蒸汽所佔的体积也等於 1 米³，所以绝对湿度可用混合气体中水蒸汽之重度 γ_n 克/米³ 测定之，即 $\gamma_n = \frac{C_n}{1000}$ （由於绝对湿度值較小， γ_n 常用克表示）。

(7) 气体的相对湿度，或气体的饱和度，就是指 1 米³ 湿气体中所含的水蒸汽重量 (γ_n) 与同温同总压下 1 米³ 湿气体中最多能够含有的水蒸汽重量 (γ_H) 之比，即

$$\varphi = \frac{\gamma_n}{\gamma_H} \text{ 和 } \varphi = \frac{\gamma_n}{\gamma_H} \times 100\% \text{ ①,} \quad (1-12)$$

或者，因为

$$\frac{\gamma_n}{\gamma_H} = \frac{C_n}{C_H},$$

所以

$$\varphi = \frac{C_n}{C_H}. \quad (1-13)$$

含有最大可能量的呈水蒸汽状态的水分的湿气体，称为饱和气体 ($\varphi = 100\%$)。

在一定的 atmospheric 压力下，气体中最多能够含有的水蒸汽的数量 γ_n 与混合气体的温度有关： γ_n 随温度增高而增大，但这只有当温度低於該大气压下水的沸点（当 $B = 745$ 毫米汞柱时， $t = 99.4^\circ \text{C}$ ）时才屬正确。在此温度以下，1 米³ 湿气体中所含的水蒸汽重量等於饱和水蒸汽的重度②，其值列於表 1-2。

当温度超过沸点时，水蒸汽的最大含量等於相应的大气压力下的 $\gamma_{\text{最大}}$ 。在这种情况下全部混合物僅由过热蒸汽所組成，對於过热蒸汽的 $\gamma_{\text{最大}}$ 值由相应的特性方程式決定。

① 以后在所有的公式中， φ 均用小数表示，但在表內和圖上，則用%表示。

② 与水成平衡的蒸汽，称为饱和蒸汽。對於这种蒸汽，每一个温度相当於某一个完全确定的压力 p 和重度 γ_H （表 1-2）。在同一大气压力下再將饱和蒸汽繼續加热（当所有的水已全部汽化时）即成为过热蒸汽。

表 1-2. 干飽和水蒸汽 (M. II. 烏卡諾維奇教授)

絕對壓力 p 千克/厘米 ²	飽和溫度 t_H °C	蒸汽重度 γ_H 千克/米 ³	熱含量 千卡/千克		汽化熱 r 千卡/千克
			液 體 i_K	蒸 汽 i_H	
0.01	6.70	0.00760	6.73	600.1	593.4
0.015	12.7	0.01116	12.78	602.8	590.0
0.02	17.2	0.01465	17.24	604.8	587.6
0.025	20.8	0.01809	20.80	606.4	585.6
0.03	23.8	0.02149	23.79	607.7	583.9
0.04	28.6	0.02820	28.65	609.8	581.1
0.05	32.5	0.03481	32.55	611.5	578.9
0.06	35.8	0.04134	35.81	612.9	577.1
0.08	41.2	0.05421	41.14	615.2	574.1
0.10	45.4	0.06688	45.41	617.0	571.6
0.12	49.1	0.07938	49.01	618.5	569.5
0.15	53.6	0.09791	53.54	620.5	567.0
0.20	59.7	0.1283	59.61	623.1	563.5
0.25	64.6	0.1582	64.49	625.1	560.6
0.30	68.7	0.1877	68.61	626.8	558.2
0.35	72.3	0.2168	72.17	628.2	556.0
0.40	75.4	0.2458	75.36	629.5	554.1
0.45	78.3	0.2745	78.22	630.6	552.4
0.50	80.9	0.3029	80.81	631.6	550.8
0.60	85.5	0.3594	85.41	633.4	548.0
0.70	89.5	0.4152	89.43	634.9	545.5
0.80	93.0	0.4705	92.99	636.2	543.2
0.90	96.2	0.5253	96.19	637.4	541.2
1.0	99.1	0.5797	99.12	638.5	539.4
1.5	110.8	0.8472	110.92	642.8	531.9
2.0	119.6	1.109	119.87	645.8	525.9
3.0	132.9	1.622	133.4	650.3	516.9
4.0	142.9	2.125	143.6	653.4	509.8
5.0	151.1	2.621	152.1	655.8	503.7
6.0	158.1	3.112	159.3	657.8	498.5
7.0	164.2	3.600	165.6	659.4	493.8
8.0	169.6	4.085	171.3	660.8	489.5
9.0	174.5	4.568	176.4	662.0	485.6
10.0	179.0	5.049	181.2	663.0	481.8
11	183.2	5.530	185.6	663.9	478.3
12	187.1	6.010	189.7	664.7	475.0
13	190.7	6.488	193.5	665.4	471.9
14	194.1	6.967	197.1	666.0	468.9
15	197.4	7.446	200.6	666.6	466.0
16	200.4	7.925	203.9	667.1	463.2
17	203.4	8.405	207.1	667.5	460.4
18	206.1	8.886	210.1	667.9	457.8
19	208.8	9.366	213.0	668.2	455.2
20	211.4	9.846	215.8	668.5	452.7

表 1-3. 湿空气中水蒸汽的重度 γ_H (克/米³)
 $B=745$ 毫米汞柱

$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi=100\%$	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi=100\%$	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi=100\%$
-15	1.39	80	292.99	240	420.45
-10	2.14	85	353.23	250	412.26
- 5	3.24	90	423.07	260	404.40
0	4.84	95	504.11	270	396.84
5	6.80	99.4	586.25	280	389.56
10	9.40	100	585.24	290	382.55
15	12.82	110	568.98	300	375.79
20	17.29	120	553.67	350	345.32
25	23.03	130	539.23	400	319.47
30	30.36	140	525.58	450	297.25
35	39.59	150	512.64	500	277.94
40	51.13	160	500.36	550	261.00
45	65.42	170	488.67	600	246.02
50	82.94	180	477.55	650	232.67
55	104.28	190	466.94	700	220.69
60	130.09	200	456.81	750	209.90
65	161.05	210	447.13	800	200.11
70	197.95	220	437.86		
75	241.65	230	428.97		

表 1-3 中列出了当 $B=745$ 毫米汞柱时,在不同的空气温度下的 γ_H 值, γ_n 是依公式 $\gamma_n = \varphi \gamma_H$ 计算的。

(8) 假若将理想气体状态方程式用于水蒸汽与干气体的混合物, 则可近似地(精确到 2%)认为:

$$\varphi = \frac{\gamma_n}{\gamma_H} = \frac{p_n}{p_H}, \tag{1-14}$$

$$p_n = \varphi p_H. \tag{1-15}$$

温度低於一定大气压力下的沸点的饱和蒸汽压 p_H , 在 $t=99.4^\circ\text{C}$ 以下,可按表 1-2 查取(当 $B=745$ 毫米汞柱时)。当温度再升高时,空气中的蒸汽压保持不变而等於大气压力(当 $B=745$ 毫米汞柱时, $p_H = 10128$ 千克/米²)。表 1-4 中列出了在混合物的不同温度下的 p_n 值。

表 1-4 湿空气中水蒸汽的分压
 p_H 千克/米²; $B=745$ 毫米汞柱

$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi=100\%$	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi=100\%$	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi=100\%$
-60	0.09	10	125.20	60	2 030.90
-50	0.39	15	173.86	65	2 549.80
-40	1.27	20	238.40	70	3 177.10
-30	3.81	25	322.98	75	3 930.60
-20	10.5	30	432.67	80	4 828.00
-15	16.85	35	573.40	85	5 895.00
-10	26.50	40	752.18	90	7 148.00
- 5	40.91	45	977.30	95	8 620.00
0	62.26	50	1 257.70	99.4	10 128.00
5	88.96	55	1 604.80	100	10 128.00

某些作者將空气的飽和度 ψ 了解为实际具有的湿含量 d 与該混合物在同温度同总压下可能具有的最大湿含量 d_H 之比,即

$$\psi = \frac{d}{d_H}。$$

如此,从方程式(1-11)得:

$$p_n = \frac{B \cdot d}{d + 622}; \quad p_n = \frac{B \cdot d_H}{d_H + 622}。$$

及

$$\varphi = \frac{p_n}{p_H} = \frac{d(622 + d_H)}{d_H(622 + d)} = \psi \frac{d_H + 622}{d + 622}。 \tag{1-16}$$

因为根据式(1-15) $p_n = \varphi p_H$, 那末對於空气來說式(1-11)可改寫成下面的形式:

$$d = 622 \frac{\varphi p_H}{B - \varphi p_H}; \tag{1-17}$$

對於一般的气体來說,則方程式具有下面的形式:

$$d = 1000 \frac{R_n}{R_H} \varphi \frac{p_H}{B - \varphi p_H}。$$

上式表明气体的湿含量随水蒸汽的分压及混合物的总压而改变,但在一定的大气压力下,則僅随水蒸汽的分压而改变。因此 $d=f(p_n)$ 。由方程式(1-17)也可看出气体的湿含量随大气压力 B 之增加而下降。

假若對於水蒸汽採用真实气体方程式,則在一定总压力 B 下取 $d=f(p_n, t)$,更較正确。照此方法計算出的空气在不同的 t 和 φ 下的 d 值,列於表1-5中。