

全本站藏

120918

黑色冶金热工手册

第二卷 第三分册

И.Г. 齐霍米罗夫 主编



冶金工业出版社

3
120918
163K5

黑色冶金熱工手冊

第二卷 第三分冊

工程師 И. Г. 齊霍米羅夫 主編

龔 家 彪 譯

冶金工業出版社

本 卷 著 者

В. С. 英傑恩巴烏姆工程師（第三部分、第四部分第一篇和第三篇、第五部分和第六部分），技術科學副博士 К. И. 雅科夫列夫和 К. С. 波波夫工程師（第四部分第二篇）。

編輯：Н. Н. 蘇什金工程師

П. Г. Тахомиров: Справочник теплотехника предприятий черной металлургии Металлургиздат (Москва—1954)

黑色冶金熱工手冊（第二卷 第三分冊）

魏 家 彪 譯

1957年5月第一版	1957年5月北京第一次印刷 4,538 冊
850×1168·1/32 160,000 字·印張 63 ⁹ / ₃₂ ·插頁 7·定價 (10) 1.20 元	
冶金工業出版社印刷廠印	新華書店發行 書號 0597

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第 093 號

在這本黑色冶金熱工手冊第二卷內列有以下幾方面的參考資料：蒸汽透平裝置、氣體與空氣的增壓機（活塞式的和離心式的），管道、發電站和鼓風站的工作指標。參考資料包括設備的主要特性，設備的操作，試驗和修理方面的指示。

本手冊第二卷暫分四分冊出版。第一分冊包括第三部分蒸汽透平裝置的第一章至第九章（基本理論與設備）；第二分冊包括第三部分的第十章至第十二章（檢修、調整和運行）；第三分冊包括第四部分氣體與空氣增壓機第一篇基本知識、第二篇活塞式空氣壓縮機和第三篇透平增壓機；第四分冊包括第五部分管道和第六部分發電站和鼓風站的工作指標。第四分冊末附有水蒸汽的 $S-i$ 圖。

黑色冶金熱工手冊分三卷出版。第一卷包括一般參考資料和鍋爐方面的資料。第三卷包括冶金爐、煤氣設備、供熱設備以及內燃機、蒸汽機、水輪機等方面的資料。

本手冊是在黑色冶金企業的工廠、科學研究部門和設計部門從事熱工動力設備的實際操作、設計、安裝、開動和調整的工程技術人員所必需的。本手冊內的材料不僅對冶金熱工人員有幫助，並且對所有從事熱工工作的工程技術人員以及高等工業學校及中等專業學校的學生也是有幫助的。

目 錄

(第二卷 第三分冊)

第四部分 氣體與空氣的增壓機

第一篇 基 本 知 識

A. 濕空氣的基本數據	9
1. 關於濕空氣、乾空氣及飽和空氣的概念	9
2. 關於濕空氣的絕對濕度和相對濕度以及含濕量的概念	13
3. 濕空氣的氣體常數、重度與比熱	16
B. 煉焦瓦斯的主要數據	18

第二篇 活塞式空氣壓縮機

第一章 活塞式壓縮機的實際過程	20
A. 基本的定義和公式	21
B. 空氣的實際壓縮功、絕熱壓縮功和等溫壓縮功的比較	28
第二章 壓縮機的壓氣量及其估計	26
第三章 帶動壓縮機所需的功率	33
第四章 效 率	37
第五章 冷 卻	41
第六章 不同因素對能量消耗率的影響	44
第七章 大氣濕度對壓縮機設備工作的影響	48
第八章 壓縮機進氣的除塵	53
第九章 活塞式壓縮機的潤滑	54
第十章 空氣收集器	57
第十一章 活塞式壓縮機工作中的不正常性及其消除方法	58
第十二章 示功圖的特徵性畸形	61
第十三章 活塞式壓縮機的試驗	63
第十四章 壓縮機的檢查及其修理	64
第十五章 壓縮機個別零件的修理及其製造	67
第十六章 有關活塞式壓縮機的技術資料	72—73

第三篇 透平增壓機

第十七章 確定離心式增壓機全部增壓功、工質的吸入功、壓縮功和排出功、效率和效率的基本計算公式	74
A. 全部增壓功	74
B. 離心式增壓機的功率	76
B. 離心式增壓機和機組的效率	81
第十八章 離心式增壓機的特性 當吸入空氣的溫度和壓力、轉數和進氣通路阻力等改變時特性線的核算	87
A. 總則	87
B. 特性線的換算	89
B. 按試驗數據作出的各型透平鼓風機的特性	96
Γ. 將透平鼓風機的鼓風量自標準立方公尺變成規定狀態 下立方公尺的換算	110
第十九章 離心式增壓機的選擇	111
A. 高爐透平鼓風機所需鼓風量和壓頭的確定	111
B. 高爐透平鼓風機規格類型的選擇	113
B. 貝塞麥爐鼓風機和煉焦爐用排氣機的某些資料	126
第二十章 離心式增壓機的聯合作	128
A. 離心式增壓機的並聯工作	128
B. 兩部增壓機的串聯工作	129
第二十一章 對透平鼓風機和透平排氣機的基本要求	133
A. 對以蒸汽輪機帶動的鼓風機裝置的各項要求	133
1. 必須的保護設備	133
2. 非必須的保護設備	133
3. 信號設備和聯絡	134
4. 其他設備	134
5. 保護、信號和其他設備的檢查程序	135
B. 對用以供給煉焦瓦斯的透平排氣機工作時的各項要求	136
第二十二章 最流行的透平鼓風機的技术資料	139
A. 高爐鼓風機	139
1. 透平鼓風機, H3A—4100 公尺 ³ /分(1941年以前產品)	139
2. 透平鼓風機, H3A—3100 公尺 ³ /分(1941年以前產品)	140
3. H3A 磨透平鼓風機, A—4000—42 和 A3350—43 型	143
4. 透平鼓風機, BBC—3100 公尺 ³ /分	147

5. 透平鼓風機, ГХХ—3100 公尺 ³ /分	148
6. 透平鼓風機, 英格蘇爾-朗特(И.герсо-Ланг) —3540 公尺 ³ /分	152
7. 透平鼓風機, ДКНН—3100 公尺 ³ /分	153
B. 其他型式的透平鼓風機 (1941 年以前的產品)	158
8. 鼓風量為 1500 公尺 ³ /分的 ИЗЛ 廠透平鼓風機	158
9. 用以將空氣送入熔銅吹煉爐的 ИЗЛ 廠透平鼓風機	159
10. 鼓風量為 300 公尺 ³ /分、用以將空氣送入銀礦石還 原熔化的煉鋼爐的 ИЗЛ 廠透平鼓風機	160

第二十三章 最流行的各式透平瓦斯吹送機和透平排氣機的技術資料

1. 用以供應煉焦瓦斯的、吹送量為 375 公尺 ³ /分的 ИЗЛ 廠透平瓦斯吹送機	161
2. 在燒結礦石時用以抽出煙道氣的排氣量為 3500 公 尺 ³ /分的 ИЗЛ 廠透平排氣機	162
3. 用以抽出和供應煉焦瓦斯的、排氣量為 1000 公尺 ³ / 分的 ИЗЛ 廠透平排氣機	164
4. 用以抽出和供應煉焦瓦斯的、排氣量為 1200 公尺 ³ / 分的英格蘇爾-朗特(И.герсо-Ланг)廠透平排氣機	166
5. 用以抽出和供應煉焦瓦斯的個別進口排氣機的技術 資料	168

第二十四章 以列寧命名的涅瓦廠新型離心式增壓機的主要技術資料

1. 以列寧命名的涅瓦廠出品、用於高爐和轉爐的新型 離心式增壓機的主要特性	169
2. 以列寧命名的涅瓦廠出品、用於其他工藝要求的新 型離心式增壓機的主要特性	173
3. 以列寧命名的涅瓦廠出品、新型離心式增壓機的各 種綜合資料	180
4. ИЗЛ 廠出品、個別新型離心式增壓機的流體動力和 熱力特性	182
5. 用以帶動以列寧命名的涅瓦廠所製新型離心式增壓 機的蒸汽輪機的綜合資料	184—185
6. 用以帶動高爐鼓風機的 АК.-12 和 АК.-9 型汽 輪機的現代化調節系統簡述	186
7. АК.-9-Ⅱ、АК.-6 和 АК.-4 型汽輪機的調節系統	189
8. Д-4000-44 型透平鼓風機和用以帶動該鼓風機的 АК.-14-1 型汽輪機	190

參考文獻	194
------------	-----

第四部分 氣體與空氣的增壓機

第一篇 基本知識

氣體與空氣的增壓機有活塞式和離心式兩類。

具有往復運動活塞的活塞式增壓機 (Поршневые нагнетатели) 定名為活塞式壓縮機 (Поршневые компрессоры)，而具有轉動活塞的則定名為迴轉式壓縮機。用以加壓空氣而不超過 2 計示大氣壓 (атм) 的活塞式壓縮機稱為活塞式鼓風機。

離心式增壓機更可細分為透平鼓風機、透平壓縮機及透平排氣機 (Турбоэжекторы)。

壓縮空氣使其壓力為初壓力的 1.1~3.5 倍的離心式空氣增壓機，在其加壓過程中如未對空氣進行冷却者定名為透平鼓風機。

用以使工質的絕對壓力再增加 2~2.5 倍以上的技術用氣體和空氣的離心式增壓機，在其加壓過程中對工質進行中間冷却者屬於透平壓縮機。

空氣的冷却可以在插入於各葉輪組 (級) 之間的表面式 (管式) 冷却器中進行，也可以在每一個葉輪中加壓後、用水冷却透平壓縮機機殼內部的方法來進行冷却。在某些透平壓縮機結構中兼用二種方法來冷却工質。

將壓力低於大氣壓力的技術性氣體或空氣加壓至等於或高於大氣壓力的離心式增壓機屬於透平排氣機。

透平鼓風機與透平壓縮機之間的主要區別就是在其壓縮過程

中有或者沒有空氣的中間冷卻。

對空氣加壓至不超過 1000 公厘水柱的離心式增壓機稱為通風機。

在圖 1 上，以圖形示出活塞式和迴轉式壓縮機、透平壓縮機和透平鼓風機以及通風機的適用領域。

透平鼓風機用以保證高爐、貝塞麥式及托馬斯式轉爐、鑄造車間化鐵爐等的鼓風。

透平壓縮機用來供應生產用戶以壓力超過 3.5 計示大氣壓的壓縮空氣（在某些情況下也供應其他的技術性氣體）。

透平排氣機的用途是在煉焦生產、燒結生產或其他生產中抽送氣體。

離心式增壓機可根據工質的壓縮度（Степень сжатия）而製成單級、雙級和多級式。裝在高爐上的透平鼓風機製成多級式（五級以下）；其中葉輪的圓周速度容許在 300 公尺/秒以下，而在特殊結構中可達 450 公尺/秒。

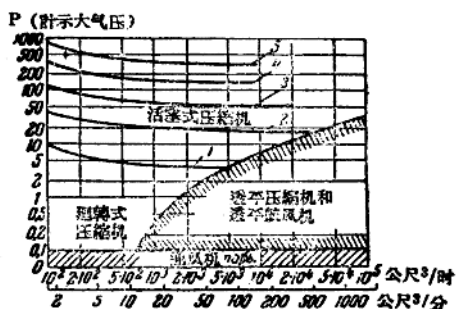


圖 1 活塞式壓縮機、迴轉式壓縮機、透平壓縮機、透平鼓風機及通風機的適用領域

活塞式壓縮機的使用範圍：1—單級壓縮；2—雙級壓縮；3—三級壓縮；4—四級壓縮；5—五級壓縮

A. 濕空氣的基本數據

1. 關於濕空氣、乾空氣及飽和空氣的概念

乾空氣[●]和水蒸汽的混合物稱為濕空氣。

在一定的溫度與壓力下，濕空氣可含有不同的水蒸汽量，但水蒸汽的含量不會超過某一最大可能的數量，在超過這個數量時，水蒸汽就會凝結，並成小滴或霧狀析出。帶有最大可能的水蒸汽量的空氣稱為飽和空氣。如果水蒸汽量低於最大可能的數量，則這種濕空氣稱為不飽和空氣。

在完全乾的空氣中，根據氣壓計 (Барометр) 確定的總壓力 p_a 就相當於空氣的真實壓力；而在濕空氣中，總壓力是由空氣的分壓力 $p_{\text{воз}}$ 和水蒸汽的分壓力 $p_{\text{н.п}}$ 二者組成的：

$$p_a = p_{\text{воз}} + p_{\text{н.п}} \quad (1)$$

在飽和空氣中，水蒸汽的分壓力等於在該空氣溫度（如不超過 100°C ）下的水蒸汽飽和壓力；而在不飽和空氣中，水蒸汽的分壓力低於相當在該空氣溫度下的水蒸汽飽和壓力。

空氣中所含的濕量（亦即 1 公尺³ 空氣中的水蒸汽重量）以及水蒸汽的分壓力都與空氣的溫度有關。

圖 2 示出這種關係（飽和空氣中水蒸汽的分壓力和所含濕量與溫度的關係）。

在空氣溫度左面給出與之相當的以絕對大氣壓 (ama) 及公厘水銀柱表示的水蒸汽分壓力，而右面是以克/公尺³ 表示的空氣中所含的濕量。

在圖 3 和圖 4 上以放大的比例尺示出圖 2 中下面的一部份。

● 在表 1 和 2 中，分別列出乾空氣的比容及重度的數據。

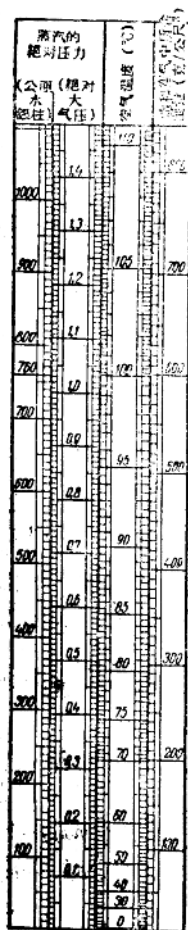


圖 2 飽和空氣中水蒸汽的分壓力及所含濕量

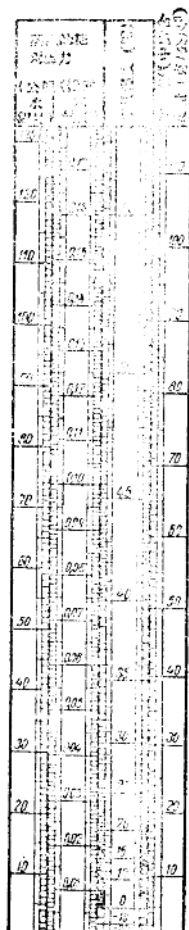


圖 3 飽和空氣中水蒸汽的分壓力及所含濕量 (圖 2 中下面的部分)

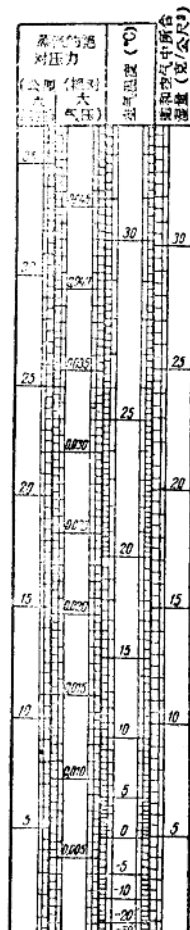


圖 4 飽和空氣中水蒸汽的分壓力及所含濕量 (圖 3 中下面的部分)

乾空氣比容的數據 (v)

$$v = \frac{R_a T}{p} = \frac{29.27(273+t)}{10 \cdot p}, \quad (\text{公尺}^3/\text{公斤})$$

式中 T ——絕對溫度; t ——溫度(°C); p ——壓力(絕對大氣壓); R_a ——空氣的氣體常數, $R_a = 29.27$ 公斤公尺/公斤·度

空氣的絕對壓力 (絕對大氣壓)	空氣的溫度 (°C)										
	-30	-20	-10	0	10	15	20	30	50	100	300
0.1	7.113	7.405	7.698	7.791	8.283	8.439	8.576	8.869	9.454	10.92	16.77
0.2	3.556	3.703	3.849	3.995	4.142	4.215	4.288	4.434	4.727	5.458	8.383
0.5	1.423	1.481	1.540	1.600	1.657	1.686	1.715	1.774	1.891	2.184	3.354
1.0	0.711	0.741	0.770	0.799	0.828	0.843	0.858	0.887	0.945	1.092	1.677
1.0333	0.688	0.717	0.745	0.773	0.802	0.816	0.830	0.858	0.915	1.057	1.623
2	0.356	0.370	0.385	0.400	0.414	0.421	0.429	0.443	0.473	0.546	0.839
4	0.178	0.185	0.192	0.200	0.207	0.211	0.214	0.222	0.236	0.273	0.419
6	0.119	0.123	0.128	0.133	0.138	0.140	0.143	0.148	0.157	0.182	0.280
8	0.089	0.093	0.096	0.100	0.104	0.105	0.107	0.117	0.118	0.136	0.210
10	0.071	0.074	0.077	0.080	0.083	0.084	0.086	0.089	0.094	0.109	0.168

乾空氣重度的數據 (r)

$$r = \frac{1000p}{29.27(273+t)} \quad (\text{公斤/公尺}^3)$$

空氣的絕對壓力 (絕對大氣壓)	空氣的溫度 (°C)													
	-30	-20	-10	±0	10	15	20	30	50	100	150	200	300	
0.1	0.141	0.135	0.130	0.125	0.121	0.119	0.117	0.113	0.105	0.092	0.081	0.072	0.060	
0.2	0.281	0.270	0.260	0.250	0.241	0.237	0.233	0.226	0.212	0.183	0.162	0.144	0.119	
0.5	0.703	0.675	0.650	0.625	0.604	0.593	0.583	0.564	0.525	0.458	0.404	0.351	0.298	
1.0	1.405	1.350	1.299	1.251	1.207	1.186	1.166	1.123	1.058	0.916	0.808	0.722	0.596	
1.9333	1.453	1.395	1.342	1.293	1.247	1.226	1.204	1.166	1.093	0.946	0.835	0.746	0.616	
2	2.812	2.701	2.589	2.503	2.414	2.373	2.332	2.255	2.115	1.832	1.615	1.445	1.192	
4	5.624	5.402	5.195	5.005	4.829	4.745	4.654	4.510	4.252	3.694	3.231	2.889	2.349	
6	8.435	8.112	7.794	7.509	7.244	7.113	6.995	6.765	6.346	5.496	4.846	4.334	3.577	
8	11.25	10.80	10.39	10.01	9.658	9.490	9.323	9.029	8.464	7.328	6.461	5.778	4.570	
10	14.06	13.50	12.99	12.51	12.07	11.85	11.66	11.28	10.58	9.159	8.077	7.223	5.962	

表 1 和表 2 的使用舉例

$$1) p = 1.024 \text{ 絕對大氣壓}; t = 30^{\circ}\text{C}; v = 0.887 \frac{1.000}{1.024} = 0.866 \text{ 公尺}^3/\text{公斤}$$

$$2) p = 0.82 \text{ 絕對大氣壓}; t = 38^{\circ}\text{C}; v = 0.887 \frac{1.000}{0.820} = 1.073 \text{ 公尺}^3/\text{公斤}$$

$$3) p = 1.024 \text{ 絕對大氣壓}; t = 23^{\circ}\text{C}; r = 1.166 \frac{1.024}{1.000} = 1.182 \text{ 公斤/公尺}^3$$

2. 關於濕空氣的絕對濕度和相對濕度以及含濕量的概念

每 1 公尺³ 濕空氣中的水蒸汽重量，或在已知空氣溫度和蒸汽分壓力下蒸汽的重量，稱為絕對濕度 (γ_n)。

在已知空氣溫度下的絕對濕度與在同溫度下最大可能絕對濕度（在數值上等於 γ_n ——在空氣溫度下所取飽和蒸汽的重量）之比，稱為相對濕度，即

$$\varphi = \frac{\gamma_n}{\gamma_n} = \frac{p_{nap}}{p_{nac}}, \quad (2)$$

式中 p_{nap} ——在已知的空氣參數下，空氣中所含水蒸汽的分壓力；

p_{nac} ——在大氣溫度下，飽和水蒸汽的壓力。

γ_n 的值可自過熱蒸汽表中找出，而 γ_n 的值可自飽和蒸汽表[●]中找出。

空氣的相對濕度可根據濕度計（一個測溫泡不斷地被潤濕的雙溫度計式）的讀數確定。

不飽和空氣中水蒸汽的分壓力

$$p_{nap} = p_{nac} - A \cdot p_a (t_c - t_n), \quad (3)$$

式中 p_{nac} ——相當於 t_n 下的飽和蒸汽的分壓力（公厘水銀柱或絕對大氣壓）；

t_n 和 t_c ——濕溫度計和乾溫度計的溫度（°C）；

$A = \left(65 + \frac{6.7}{v} \right) \cdot 0.00001$ ——考慮到空氣速度 v （公尺/秒）的校正係數；

p_a ——大氣壓力（公厘水銀柱或絕對大氣壓）。

● 如溫度超過 100°C（在大氣壓力下），在此式中應取大氣壓力 p_a 和已知溫度下的過熱蒸汽重量以代替 γ_n 。

已知道了 $p_{\text{нап}}$ 時就可以根據公式 3 很容易地確定相對濕度。

每 1 公斤乾空氣中所有的水蒸汽量稱為空氣的含濕量 (Вла-
госодержание)。

如果濕空氣由 G_n 公斤的水蒸汽和 G_s 公斤的乾空氣所組成，
則可用下列方程式確定含濕量：

$$d = \frac{G_n}{G_s} = \frac{\gamma_n}{\gamma_s} \text{ (公斤/公斤) 。} \quad (4)$$

考慮到 $R_s = 29.27$ 公斤公尺/公斤度， $R_n = 47.1$ 公斤公尺/公
斤度 以及 $p_{\text{нап}} = p_a - p_{\text{нап}}$ ，則

$$d = 0.622 \frac{p_{\text{нап}}}{p_a - p_{\text{нап}}} \text{ 克/公斤。}$$

根據乾濕溫度計的已知讀數來確定空氣的相對濕度和含濕量
可以按第一部分第六章表 5 進行，也可以按圖 5 所示 Г. К. 費洛
寧柯工程師所作的濕度計計算圖來進行。

此時，在用於圖 5 的濕溫度計讀數上，必須引入一個校正
數，此校正數與空氣流過水銀泡的速度有關。

濕溫度計的真實溫度可按以下公式找出：

$$t'_x = t_x - \frac{x(t_s - t_x)}{100} (^{\circ}\text{C}) , \quad (5)$$

式中 t_x ——濕溫度計的讀數($^{\circ}\text{C}$)；

$t_s - t_x$ ——濕度計的溫度差($^{\circ}\text{C}$)；

x ——對 t_x 以 % 表示的校正數，可按圖 6 所示的曲綫圖
求得，校正數與 t_x 及空氣速度有關，圖中係指在
21 $^{\circ}\text{C}$ 及 760 公厘水銀柱下的空氣的速度。

上述速度* 可由下列公式求得：

$$w_{\text{приз}} = w_s \frac{760}{p_a} \cdot \frac{t_s + 273}{273 + 21}$$

* 即指 21 $^{\circ}\text{C}$ 及 760 公厘水銀柱下的空氣速度——譯者。

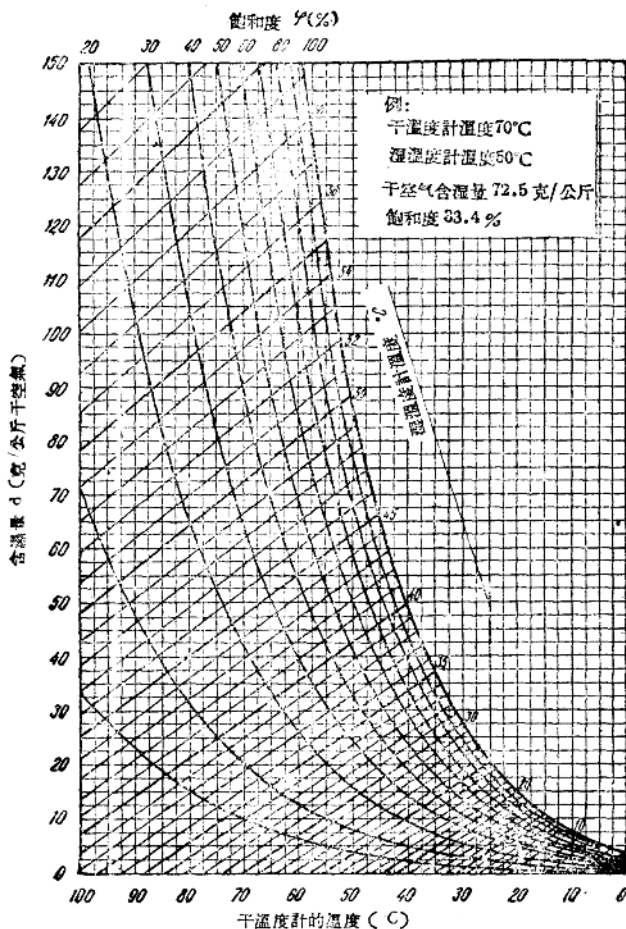


圖 5 濕度計計算圖

式中 w_a ——空氣的實際速度 (公尺/秒)。

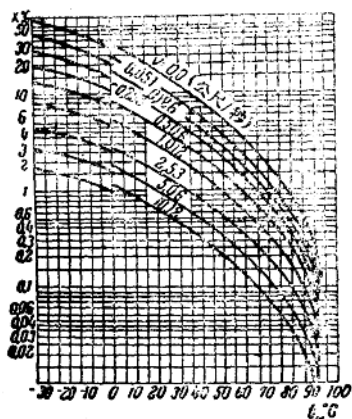


圖 6 用來求與空氣速度有關的濕溫度計讀數校正數的計算圖

3. 濕空氣的氣體常數、重度與比熱

濕空氣的氣體常數為：

$$R_{\text{в.в.}} = 29.27 + \frac{11.1 \frac{\varphi}{100} \frac{p_{\text{в.в.}}}{p_a}}{1 - 0.38 \frac{\varphi}{100} \frac{p_{\text{в.в.}}}{p_a}} \quad (\text{公斤公尺/公斤度})。 (6)$$

$R_{\text{в.в.}}$ 的值可按圖 7 所示的計算圖確定。

濕空氣的重度為：

$$\gamma_{\text{в.в.}} = \frac{p_a}{29.27 T_a} - 0.0129 \frac{\frac{\varphi}{100} p_{\text{в.в.}}}{T_a} \quad (\text{公斤/公尺}^3), (7)$$

式中 T_a ——大氣的絕對溫度，等於 $t_a + 273$ 。計入其濕度後的空氣平均比熱為：

$$C_{\text{в.в.ср}} = C_p + \frac{\varphi}{100} \frac{p_{\text{в.в.}}}{p_a} (0.46 - C_p) \times 0.621 \quad (\text{大卡/公斤度}), (8)$$