

黑色冶金热工手册

第一卷 第三分册

И. Г. 齐霍米罗夫 主編

冶金工業出版社

435

9.12-1
8.12-1.3
2

435
3-1
1

黑色冶金熱工手冊

第一卷第三分冊

工程師 И. Г. 齊霍米羅夫 主編
陳樹森、劉硯田、祝中一、聶國珊 譯
陳樹森、祝中一、王寶林 校

冶金工業出版社

И. Г. ТИХОМИРОВ
СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ
ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва 1953)

* * *

黑色冶金熱工手冊（第一卷 第三分冊）

陳樹森、劉硯田、祝中一、聶國珊 譯

陳樹森、祝中一、王寶林 校

冶金工業出版社（北京市燈市口甲45號）出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

* * *

冶金工業出版社印刷廠 印

一九五六年九月第一版

一九五六年九月北京第一次 印刷（1—5,038）

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·265,000字·印張10 $\frac{1}{32}$ ·定價(10)1.90元

書號 0566

* * *

發行者 新華書店

在這本黑色冶金熱工手冊第一卷內包括有：一般性的參考資料，鍋爐設備，透平裝置，鼓風裝置及管道（設備計算方面的資料，設備的規格，操作方面的數據）等方面的知識，以及黑色冶金企業的發電站及鼓風站的操作方面的參考資料。在本手冊內除掉新型的熱工動力設備以外，還包括有冶金工業部企業內現有的舊式熱工動力設備。

本手冊第一卷暫分四分冊出版。第一分冊包括第一部分概論；第二分冊包括第二部分鍋爐設備的第一篇燃料、第二篇鍋爐機組；第三分冊包括第二部分鍋爐設備的第三篇煤粉製備和排風送風設備，第四篇鍋爐的運行，第五篇鍋爐設備的修理；第四分冊包括第二部分鍋爐設備的第六篇給水泵，第七篇燃料貯存場及燃料的運送，第八篇除灰渣以及參考文獻和附錄（水蒸汽的 $s-i$ 圖）。

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，並且對於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。

本書著者

И. В. 高爾多諾夫工程師(第一部分第一、二、四、五、六、七、八、九、十章)，И. И. 蘇什金工程師(第一部分第三章)，科學技術候補博士 А. Е. 弗拉德金(第二部分第一篇)，И. И. 布魯克工程師(第二部分第二、三篇)，Я. А. 奧里賞斯基工程師(第二部分第四篇)，Г. И. 科姆科夫工程師(第二部分第五篇)，В. С. 英登包姆工程師(第二部分第六篇)，И. И. 斯皮爾多諾夫(第二部分第七、八篇)。

目 錄

(第一卷第三分冊)

第三篇 煤粉製備和排風送風設備

第一章 鍋爐機組和煤粉製備設備的空氣動力計算。排風機和送風機的資料	433
1. 總壓頭落差.....	433
2. 煙氣空氣流徑的總阻力.....	434
3. 煙氣和空氣流徑的阻力計算.....	435
4. 局部阻力.....	445
5. 總自抽力.....	454
6. 煙 窗.....	465
7. 排風機和送風機的選擇.....	466
8. 排風送風機的調節.....	468
9. 排風送風機用電動機的選擇.....	471
10. 排風送風機的並聯工作.....	472
11. 鍋爐設備使用的主要排風送風機的資料...	473
第二章 煤粉製備	485
1. 煤粉的磨碎係數.....	485
2. 煤粉的細度.....	485
3. 磨煤機型式的選擇及每一鍋爐用磨煤機的數量.....	486
4. 煤粉製備的主要系統.....	488
5. 乾燥劑的主要參數.....	490
6. 磨煤機的主要規格、生產率及其驅動裝置的容量.....	493

7. 煤粉系統的熱計算·····	509
8. 乾燥劑在煤粉系統各部分中的速度推薦值	527
9. 燃料和煤粉在運輸劑中的濃度， 仟克/仟克·····	531
10. 煤粉製備系統的輔助設備·····	533

第四篇 鍋爐房的運行

第一章 鍋爐設備的運行組織 ·····	538
1. 鍋爐車間的組織體系·····	538
2. 鍋爐車間人員的責任·····	540
3. 採用新員工來廠工作的程序·····	542
4. 鍋爐車間的工作計劃·····	543
5. 職責規程、操作規程及運轉系統圖·····	544
6. 鍋爐車間的規定定額、檢查、核算及表報·····	546
第二章 鍋爐機組的運行 ·····	573
1. 鍋爐的準備和開爐·····	573
2. 高壓鍋爐的開爐特點·····	577
3. 正常停爐·····	580
4. 事故停爐·····	581
5. 保持熱態備用鍋爐·····	582
6. 保持冷態備用鍋爐·····	583
7. 保持鍋爐機組的正常操作規程·····	586
8. 對於鍋爐機組正常操作的幾種主要的預防 和消除措施·····	590
第三章 煤粉製備設備的運行 ·····	618
A. 使用轉筒球磨機的煤粉製備設備·····	618
1. 煤粉製備系統設備的開動和停止·····	618
2. 保持煤粉製備的正常工作及降低電能消耗 的主要條件·····	619
3. 防止煤粉製備系統違反正常操作的措施·····	624

B. 使用高速或中速磨煤機（風錘式，豎井式等）	
的煤粉製備設備·····	627
1. 煤粉製備設備的開動和停止·····	627
2. 保持煤粉製備設備的正常操作·····	628
3. 防止在高速和中速磨煤機操作中的故障·····	630
第四章 關於使用燃燒裝置的主要指示 ·····	631
1. 機動層燃式燃燒室·····	631
2. 煤粉燃燒室·····	632
3. 煤粉、高爐煤氣和煉焦煤氣混合燃燒的燃 燒室·····	636
第五章 排風送風裝置的運轉 ·····	641
1. 風壓和風量的調節法·····	641
2. 送風機和排風機的平行操作·····	642
3. 排風機和送風機的開動和看管·····	643
4. 防止和消除排風送風設備的操作中和構造 上的故障·····	644
第六章 鍋爐設備的試驗 ·····	649
1. 試驗的分類·····	649
2. 試驗的準備工作·····	650
3. 試驗的進行·····	651
4. 試驗時各種量的測定·····	651
5. 關於整理試驗結果的指示·····	659
6. 固體和氣體燃料混合燃燒時熱平衡中各個 項目的計算·····	659
7. 關於應用試驗結果的指示·····	667

第五篇 鍋爐設備的修理

第一章 修理組織的一般問題 ·····	669
1. 鍋爐機組修理種類·····	669
2. 大修和小修的標準工作量·····	669

3. 修理鍋爐機組停歇期限的標準·····	669
4. 進行修理工作的新方法·····	673
5. 鍋爐機組修理後的驗收程序和基本修理文 件·····	675
第二章 鍋爐車間修理工作機械化的主要問題·····	678
1. 起重運輸工作機械化·····	678
2. 鍋爐機組各個構件的修理工作機械化·····	682
第三章 進行修理前的準備·····	690
1. 修理文件的準備·····	690
2. 修理人員的準備·····	691
3. 備品和材料的準備·····	692
第四章 修理工作的進行·····	695
1. 鍋爐受熱面的修理·····	695
2. 蒸汽鍋爐附件的修理·····	717
3. 鏈式爐篦的修理·····	726
4. 球磨機和豎井磨煤機的修理·····	731
5. 排風送風裝置的修理·····	739
6. 磚襯的修理·····	744

第三篇 煤粉制備和排風送風設備

第一章 鍋爐機組和煤粉製備設備 的空氣動力計算。排風機 和送風機的資料

1. 總壓頭落差

a) 煙氣流徑

$$\Delta H_n = h_r'' + \Delta H - H_c \text{ 毫米水柱,} \quad (1)$$

б) 空氣流徑

$$\Delta H_n = h_r' + \Delta H - H_c \text{ 毫米水柱,} \quad (2)$$

в) 煤粉系統流徑

$$\Delta H_n = h_x' + \Delta H - h_r' \text{ 毫米水柱,} \quad (3)$$

式中 h_r'' ——在燃燒室煙氣排出口處（在第一管束前）的真空，毫米水柱。通常 h_r'' 約等於 2 毫米水柱。

燃燒室的煙氣排出口低於燃燒室的最高點時，
 $h_r'' = 2 + H'' \times 0.95$ ； H'' ——燃燒室最高點到煙氣排出口截面中心線的垂直距離，米；

h_r' ——在燃燒室空氣入口處或煙氣抽入煤粉系統處的真空：
 $h_r' = h_r'' \pm H' \times 0.95$ 毫米水柱； H' ——由燃燒室煙氣排出口截面中心到空氣入口截面中心的距離；符號（—）為對 U 形（倒向的）火苗的燃燒室而言；

h_x' ——磨煤機前的真空，毫米水柱，在煙氣抽出的情況下
 $h_x' = h_r'$ （在抽出口的水平線上）；

ΔH ——相應按公式(4)、(7)及(8)求出的煙氣流徑、空氣流徑或煤粉系統流徑的總阻力，毫米水柱；

H_c ——按公式(35)及(36)求出的流徑的總自抽力。

2. 煙氣空氣流徑的總阻力

a) 在人工排風情況下的煙氣流徑

$$\Delta H = \left[\Sigma \Delta h_{\text{燃燒室-集灰器}} \times (1 + \mu) + \Sigma \Delta h_{\text{集灰器-煙囪}} \right] \frac{760}{h_{\text{gap}}} \text{毫米水柱,} \quad (4)$$

式中 $\Sigma \Delta h_{\text{燃燒室-集灰器}}$ 和 $\Sigma \Delta h_{\text{集灰器-煙囪}}$ ——分別為「燃燒室—集灰器」及「集灰器—煙囪」段的阻力之和，毫米水柱。在自然排風情況下，方括弧中的第二項用 $\Sigma \Delta h_{\text{集灰器-煙囪}}$ 前的值代替，因為煙囪的阻力在此情況下須單獨加以計算；

$(1 + \mu)$ ——煙氣含灰量的補正係數，在 $A^p \geq \frac{Q_a^p}{100}$ 時須加以考慮，其中 $\mu = \frac{x_a A^p}{100 \times r_0 \Sigma V_{cp}}$ 仟克/仟克——在煙氣中灰分的濃度（符號見第二篇第一章(22)式）；

h_{gap} ——氣壓計示壓力，毫米水銀柱；當 $\Sigma \Delta h > 300$ 毫米水銀柱時，採用流徑的平均有效壓力 $h_{\text{gap}}^{\text{eff}}$ （毫米水柱）來代換 h_{gap} 。

$$h_{\text{gap}}^{\text{eff}} = h_{\text{gap}} - \frac{\Sigma \Delta h_{\text{sc}} \frac{1.293}{r_0}}{2 \times 13.6} \text{毫米水銀柱,} \quad (5)$$

式中 $\Sigma \Delta h_{\text{sc}}$ ——吸入流徑的計算阻力，毫米水柱；

r_0 ——在 0°C 和 760 毫米水銀柱情況下的煙氣的比重，仟克/標米³。

б) 空氣流徑

$$\Delta H = \Sigma \Delta h \frac{760}{h_{\text{gap}}} \text{毫米水柱,} \quad (6)$$

式中 $\Sigma \Delta h$ ——空氣流徑的阻力之和，毫米水柱。當 $\Sigma \Delta h > 400$ 毫米水柱時，用 h_{gap}^{Φ} （毫米水柱）來代換 h_{gap} 。

$$h_{\text{gap}}^{\Phi} = h_{\text{gap}} - \frac{\Sigma \Delta H_{\text{нат}}}{2 \times 13.6} \text{ 毫米水銀柱,} \quad (7)$$

式中 $\Sigma \Delta h_{\text{нат}}$ ——壓出流徑的計算阻力，毫米水銀柱。

В) 煤粉系統的流徑

$$\Delta H = [\Sigma \Delta h_{\text{燃燒室-磨煤機}} + \Sigma \Delta h \mu_{\text{磨煤機-燃燒室}}] \frac{760}{h_{\text{gap}}} \text{ 毫米水柱,} \quad (8)$$

式中 $\Sigma \Delta h_{\text{燃燒室-磨煤機}}$ ——由燃燒室爐膛煙氣排出口到磨煤機進口（在有乾燥管的情況下到黃鐵礦石分離器）一段的阻力之和，毫米水柱；

$\Sigma h \mu_{\text{磨煤機-燃燒室}}$ ——煤粉系統中具有相等（或平均）煤粉濃度 μ 仟克/仟克和比重 γ 仟克/標米³（空氣或煙氣空氣混合物的比重）的各串接段的阻力之和。計算各串接段阻力所用的公式中要計及乾燥劑中所含細碎煤屑和煤粉。

3. 煙氣和空氣流徑的阻力計算

а) 氣流在煙氣-空氣管中在板形和縱流管形受熱面中運動時的阻力

當有熱交換時：

$$\Delta h_{\text{тп}} = \lambda \frac{l}{d_s} \frac{w^2}{2g} \gamma_{\text{нот}} \left(\frac{T_{\text{нот}}}{T_{\text{от}}} \right)^{0.583} \text{ 毫米水柱.} \quad (9)$$

當無熱交換時：

$$\Delta h_{\text{тп}} = \lambda (1 + \mu) \frac{l}{d_s} \frac{w^2}{2g} \gamma_{\text{нот}} \text{ 毫米水柱.} \quad (10)$$

式中 λ ——摩擦係數，

$$\text{當 } Re \leq 2000 \text{ 時,} \quad \lambda = \frac{64}{Re_{\text{от}}}, \quad (11)$$

當 $Re=2000-4000$ 時, $\lambda \approx 0.04$,

當 $Re=4000-100 \times 10^5$ 時, $\lambda = \frac{0.316}{\sqrt[4]{Re_{cr}}}$ (布拉集

烏斯公式) (11a)

空氣流的雷諾數由圖 1 的圖表確定。空氣流的動粘度與管壁的溫度有關, 而比重和速度則與空氣流的溫度有關。

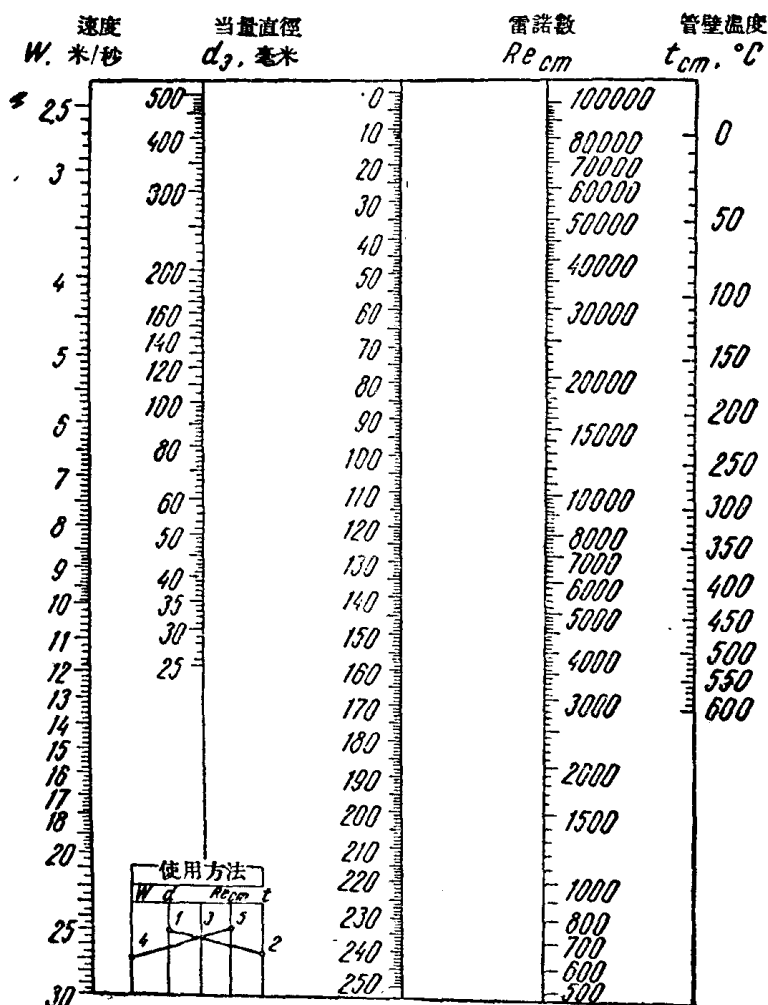


圖 1 空氣流或煙氣流在標準大氣壓 (760 毫米水銀柱) 和煙道壁的各種溫度下的雷諾數

對於無襯料的鐵通道取 $\lambda = 0.02$ ，而對於有襯料的鐵通道和磚砌通道則取 $\lambda = 0.04$ 。

l ——管式、板式空氣預熱器氣袋或煙氣空氣管段的長度，米；

d_s ——上述元件的當量（水力）直徑。

當氣流通過圓形截面管的內部時：

$$d_s = d_s \text{ 米。} \quad (12)$$

當氣流通過矩形截面管的內部時：

$$d_s = \frac{2ab}{a+b} \text{ 米。} \quad (13)$$

當在矩形煙道內管的外面通過氣流時：

$$d_s = \frac{4 \left(ab - n \frac{\pi d_n^2}{4} \right)}{2(a+b) - n\pi d_n} \text{ 米，} \quad (14)$$

式中 a 和 b ——矩形截面的尺寸，米；

n ——煙道中的管數；

d_n ——管的外徑，米。

當氣流通過板式空氣預熱器的氣袋時：

$$d_s = 2s, \quad (15)$$

式中 s ——煙氣袋或空氣袋的寬度，米。

當氣流通過榮格斯特列姆型回熱式空氣預熱器時：

$$d_s = 2a + 0.7U, \quad (16)$$

式中 a 和 U ——如圖 3 所示；

w ——氣流在平均溫度下的速度，按第二篇第四章的公式 (36) 及 (37) 求得；

$\gamma_{\text{нот}}$ ——空氣或煙氣在氣流平均溫度下的比重，仟克/米立方；

μ ——煤粉的濃度，對於煤粉系統可按第三篇第二章第 9 節所示的數據來取用。

$T_{\text{нот}}$ 和 $T_{\text{ст}}$ ——分別為氣流和管壁的溫度，°K。

動壓頭。在所有求煙氣空氣流徑各種阻力（自抽力除外）用的公式中乘入的動壓頭（速度壓頭）可按式來求：

$$h_{\text{動}} = \frac{w_{\text{動}}^2}{2g} \gamma_{\text{動}} \text{ 毫米水柱。} \quad (17)$$

不含灰塵的氣流的摩擦阻力可根據圖 2 的綫算圖而用圖解分

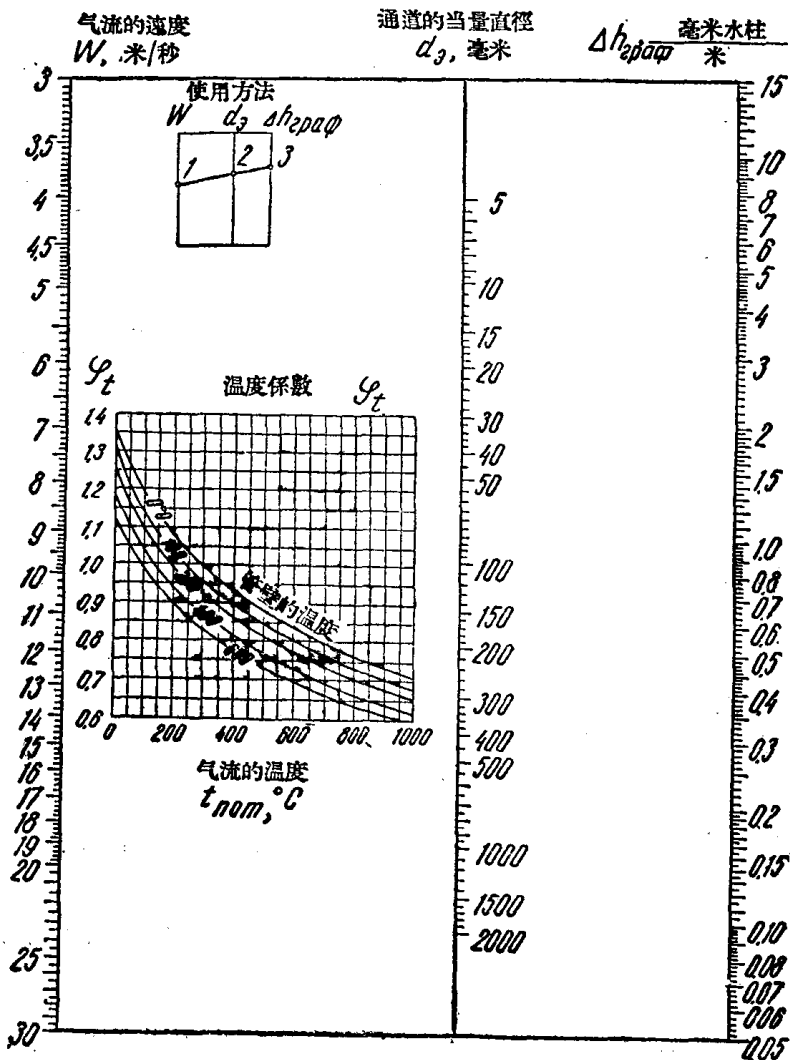


圖 2 光滑通道在空氣（ $\gamma_0 = 1.293$ 仟克/標米³）以 760 毫米水銀柱壓力流過時的摩擦阻力

析法求得：

$$\Delta h_{\text{rp}} = \Delta h_{\text{rpa}\Phi} \frac{\gamma_0}{1.293} \varphi_s l \text{ 毫米水柱,} \quad (18)$$

式中 $\Delta h_{\text{rpa}\Phi}$ ——被計算元件每米長的摩擦阻力，毫米水柱；

γ_0 ——煙氣、空氣或混合物的比重，仟克/標米³；

φ_s ——溫度係數；

l ——被計算元件的長度，米。

本國製造的肋形空氣預熱器的摩擦阻力 ($w=6-15$ 米/秒)：

$$\Delta h_{\text{rp}} = 1.5m \frac{w^2}{2g} \gamma_{\text{нот}} \text{ 毫米水柱,} \quad (19)$$

式中 m ——沿煙氣行進方向的立方體數。

榮格斯特列姆型回熱式預熱器的摩擦阻力值按公式 (18) 和圖 3 所示的圖綫來求。所得到的結果乘以係數 μ 。 μ 的值爲：

對於 $u/a \approx 0.55$ 和 $s/d_s \approx 2.9$ 的填料， $\mu=1.8$ ；

對於 $u/a \approx 0.55$ 和 $s/d_s \approx 3.7$ 的填料， $\mu=1.5$ 。

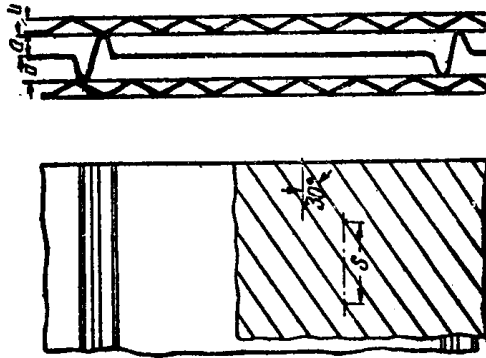


圖 3 榮格斯特列姆型空氣預熱器的填料

6) 橫流管束的阻力

$$\Delta h_{\text{non}} = \zeta \frac{w^2}{2g} \gamma_{\text{нот}} \text{ 毫米水柱,} \quad (20)$$

對於行列式管束 $\zeta = \zeta_0 n$ ；

對於交錯式管束 $\zeta = \zeta_0 (n+1)$ 。

在氣流橫向流過的情況下，光滑管表面和省煤器（由帶縱向鰭的管製成）的阻力 Δh_{non} 須用圖解法來求。

行列式管束：

$$\Delta h_{\text{non}} = \Delta h_{\text{раф}} \frac{r_0}{1.293} \varphi_s n \text{ 毫米水柱,} \quad (21)$$

式中 $\Delta h_{\text{раф}}$ ——每列管的阻力，毫米水柱，根據氣流的平均速度（ w 米/秒）和溫度（ $t_{\text{ном}}$ °C）而按圖 4 所示的綫算

在收縮截面处的速度

氣流的溫度 $t_{\text{ном}}$ °C

W , 米/秒

$\Delta h_{\text{раф}}$, 毫米水柱

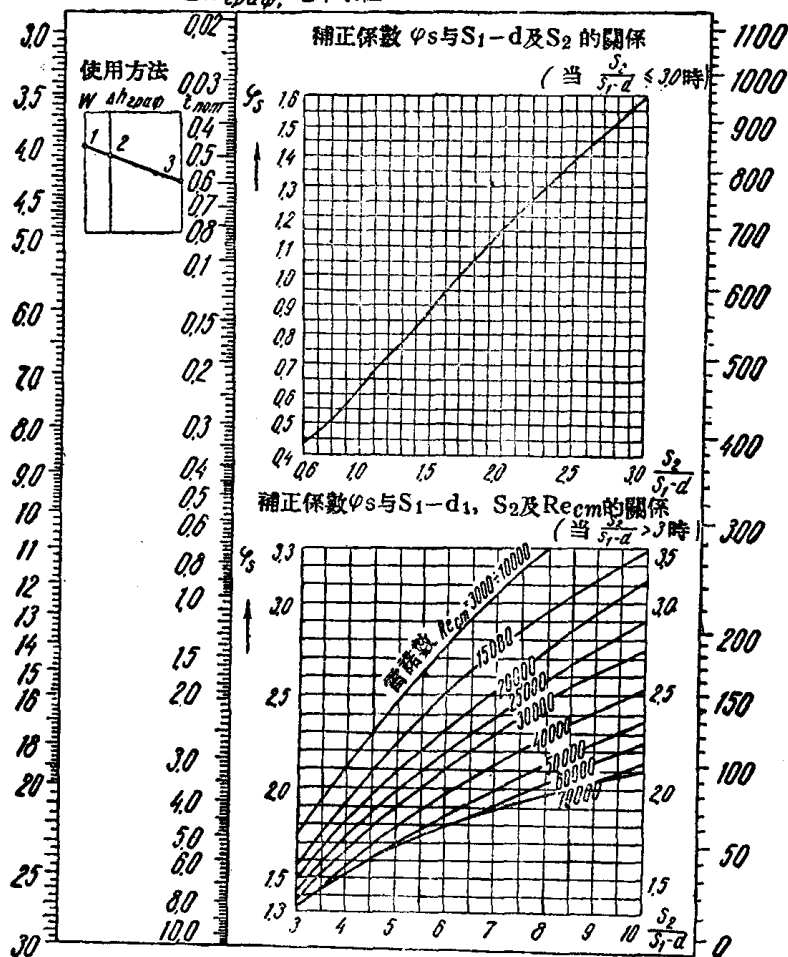


圖 4 行列式管束的阻力