

高等学校教学用书



冶金炉理论基础

东北工学院冶金炉教研室 著

冶金工业出版社

冶金爐理論基础

东北工学院冶金爐教研室 著

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

北京五三五工厂印刷 新华書店發行

1959 年 9 月 第一版

1959 年 11 月 北京^平第二次印刷

印数^平2,005 册 (累計^平4,525 册)
^精500

开本 850 × 1168 • 1/32 470,000 字 • 印張 21 $\frac{18}{32}$ • 插頁 • 14

統一書号 15062 • 1836 定价^精裝 3.10 元
^平裝 2.60 元

出版者的話

本書是由东北工学院冶金爐教研室全体教师，在專業党支部的直接领导下集体編写成的，作为向偉大的国庆十周年的献礼。

本書“冶金爐理論基础”是冶金爐專業一門重要的理論性專業課，它是深入學習和掌握各种冶金爐热工所必須具备的理論基础。本書較詳尽地介紹了气体力学和傳热学的基础知識及其在冶金爐热工中的应用。全書共分十七章，此外，在書末尚附有附录和“豎爐散料層內的气体流动”作为附篇供参考。

本書可作为高等冶金院校冶金爐專業学生學習的教材，此外，亦可供高等及中等冶金專業学校学生，以及冶金工厂冶金工程技術人員参考。

序 言

我們以無比兴奋的心情編写这本教材，作为向偉大祖国十年国庆的献礼。

我国冶金爐專業正式成立于 1953 年。但是直到現在，还没有自己編写过适合于該專業所用的教科書。这种狀況显然已經不應該再繼續下去了。

冶金爐理論基础是冶金爐專業的一門重要的理論性專業課。它是深入學習和掌握各种冶金爐热工所必須具备的理論基础。把实际經驗和理論基础結合起来，才能正确地分析影响生产的各种因素，科学地总结生产經驗，进而指导生产实践。

冶金爐理論基础是在气体力学和傳热学的基础上發展起来的一門綜合的学科。但必須指出，它不仅是單純的气体力学和傳热学。問題在于必須把一般的原理与爐子热工过程結合起来，才能成为指导生产的理論。

这是一門新兴的、年輕的学科，它还处在發育成長的时期，有許多理論性問題并没有很好的解决。近些年来，这門学科正在迅速勃蓬的發展着。它在冶金工業中所佔的重要地位，愈来愈显著了。

这本书是我們根据过去几年来給冶金爐專業学生講授“冶金爐理論基础”这門專業課的講稿整理而成的。其中包括了該專業学生所必需掌握的一般气体力学和傳热学的基础知識，以及几种重要类型的冶金爐的系統理論。全書共分十七章。它的份量大致相当于 130~140 小时講授時間。在作为教科書使用时，有的章节不必在課堂上講授。例如第八章“管道和鼓風机工作”本来屬於另外一門課程，但为了讀者便于获得冶金爐系

統气体力学方面完整的知識，所以把它包括了进来。

傳質过程是爐子热工方面的一个重要环节，所以列入了“傳質理論”一章（第十七章）。就傳質与傳热的类似性而言，把它列入本書中也是合适的。

本書之末附有“豎爐散料層內的气体流动”这一份材料。它虽然是一个極有意义的实际問題，但是由于我們对它的研究刚刚开始，沒有充分实际的基础，因而附在書后，仅供参考。

燃燒过程沒有列入書中，这是因为它与燃料合并起来組成了另一門課程（燃料及燃燒）。

編写这本書的重要基础是向苏联學習的收获。1953~1955年苏联專家那扎洛夫教授曾在我院講学，給了我們許多帮助。苏联学者發表的許多著作更是編写本書大部分章节时的重要参考。

書中許多問題是我們結合自己在教学和科学研究工作中的体会編写的，其中有的屬於新观点的提出，有的屬於新公式的推导和証明，推演过程的簡化，有的屬於闡述方法的重大修改，所有这些都是我們提出来願与讀者商榷的問題。

本書为了与实际更紧密的結合，把有些章节扩大了（如火焰爐內气体流动，管道和鼓風机工作），并且新添了一些章节（如流化爐的气体力学，傳質理論，电阻爐的热交換，豎爐散料層內的气体流动）。

在編写过程中，各章节都經過了集体的討論和研究，尽可能地注意了內容的正确性、文句的严密性和問題闡述的方法。

虽然如此，由于我們知識水平有限，实践基础不够，参閱文献不多，本書的缺点和錯誤在所难免，尤其是按照自己的理解和体会所發揮的各个問題可能更不完善。热誠地欢迎讀者广泛地提出批評和意見。

本書是在冶金爐專業黨支部和專業委員會直接領導下，採取個人執筆集體討論的方式編寫成的，各章執筆人如下：

第一章 任世錚

第二章 寧寶林、郭茂先 (§ 4 中散料阻力)

第三章 任世錚、陸鍾武 (§ 3)

第四章 陸鍾武

第五章 陸鍾武、任世錚 (§ 4 中非應用部分)

第六章 郭茂先

第七章 任世錚

第八章 水力学教研室佟慶理

第九章 任世錚

第十章 任世錚

第十一章 任世錚、陸鍾武 (§ 8)

第十二章 任世錚

第十三章 任世錚

第十四章 朱汝恩

第十五章 陸鍾武

第十六章 寧寶林、任世錚 (§ 4, § 6, § 7, § 10) 陸鍾武 (§ 9)

第十七章 郭茂先

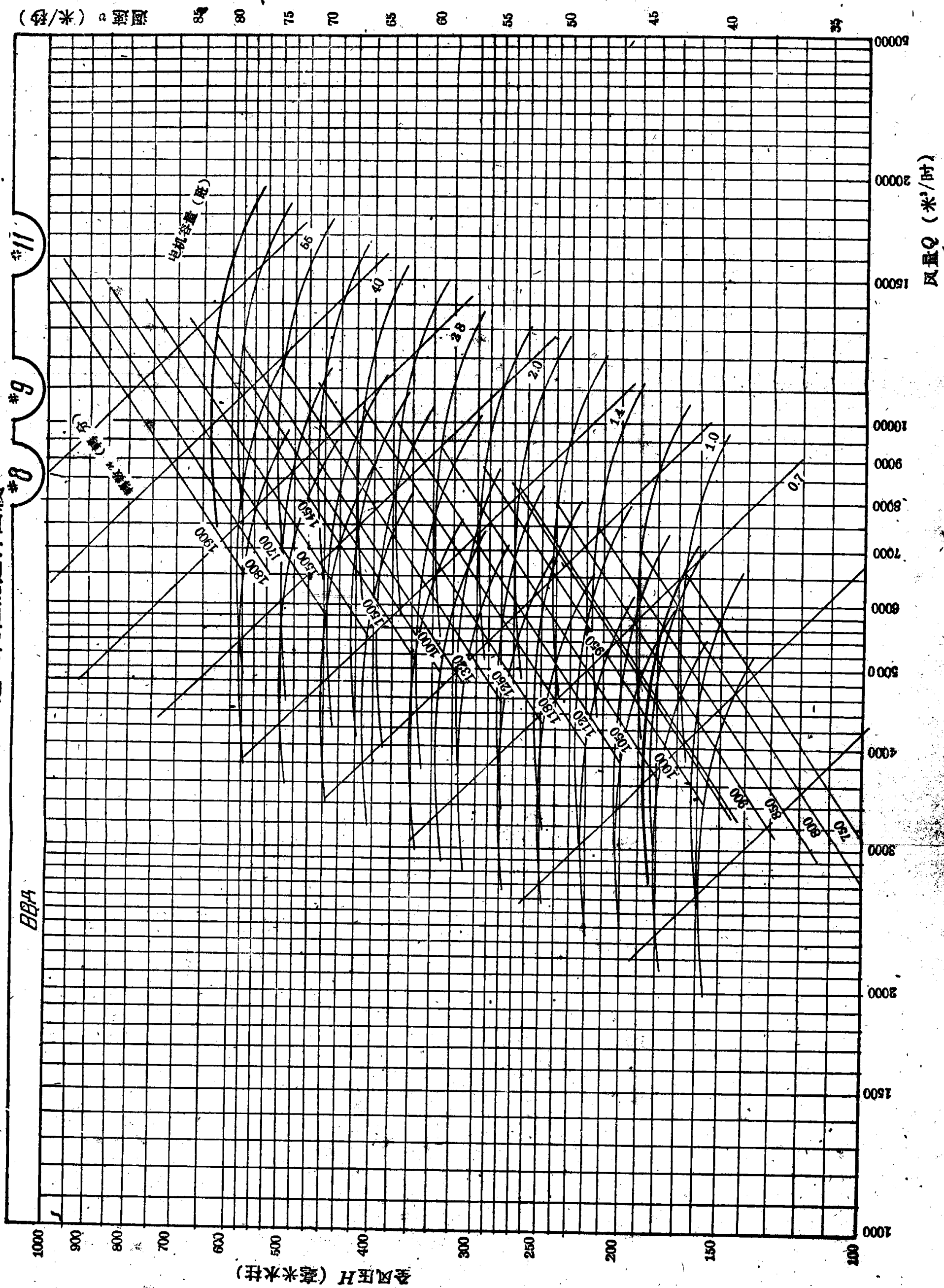
豎爐散料層內的气体流动 陸鍾武、闕斌生

參加本書編委會工作的（审稿，討論等），除上述執筆人外，有池桂馨、李皎、吳恩林、郭伯偉、劉春聲、楊宗山等。

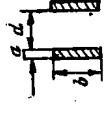
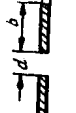
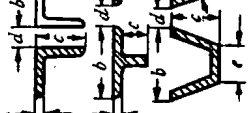
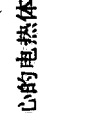
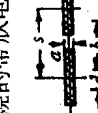
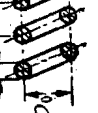
編委會特別感謝北京鋼鐵學院倪學梓同志、化工冶金研究所郭慕孫同志、中南礦冶學院劉元揚同志、鞍鋼設計院齊家典同志以及本院煉鐵教研室，煉鋼教研室和水力学教研室的同志們，他們對於本書有些章節提供了寶貴材料或意見。

編委會

BBB



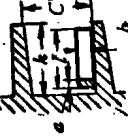
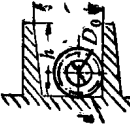
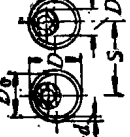
自由辐射电热体的角度系数表

电热元件的型式	F_1	φ_{12H}	$\varphi_{12H \cdot H}$
1. 带状之字形电热体 	$F_1 = \frac{2(a+b)B}{a+d} \left[\frac{b}{a} = 10; \frac{d}{b} = 0.8; F_1 = 2.45B \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{a+b+d-\sqrt{b^2+d^2}}{2(a+b)} \quad [\varphi_{12H} = 0.282]$	$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{b+B+D-\sqrt{b^2+D^2}}{b+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$
2. 平板带状之字形电热体 	$F_1 = \frac{2(a+b)B}{b+d} \left[\frac{b}{a} = 10; \frac{d}{b} = 0.2; F_1 = 1.83B \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{a+b+d-\sqrt{a^2+d^2}}{2(a+b)} \quad [\varphi_{12H} = 0.49]$	$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{a+B+D-\sqrt{a^2+D^2}}{a+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 1.0]$
3. 铸造的电热体 	$F_1 = \frac{2(b+c)B}{b+d} \left[\frac{b}{a} = 10; \frac{c}{b} = 0.5; \frac{d}{b} = 0.5; \frac{c}{b} = 0.5; F_1 = 2.0B \right]$ $F_1 = \frac{2(b+c)B}{b+d} \left[F_1 = 2.0B \right]$ $F_1 = \frac{2[2\sqrt{0.5(b-e)^2+(c-0.5a)^2+e}]}{b+d} B \quad [F_1 = 2.03B]$	$\varphi_{12H} = \frac{a+c+2(b+d)+\sqrt{(b-a)^2+(c+a)^2}-\sqrt{(b-a+d)^2+c^2}-\sqrt{c^2+d^2}}{4(b+c)} \quad [\varphi_{12H} = 0.398]$ $\varphi_{12H} = \frac{a+b+d+\sqrt{[0.5(b-a)^2+(c-a)^2]-\sqrt{[0.5(b-a)+d]^2+c^2}}}{2(b+c)} \quad [\varphi_{12H} = 0.377]$ $\varphi_{12H} = \frac{b+d+\sqrt{[0.5(b-e)^2+c^2]+\sqrt{[0.5(b-e)+d]^2+c^2}}}{2[2\sqrt{[0.5(b-e)^2+c^2]+(c-0.5a)^2+e}]} \quad [\varphi_{12H} = 0.38]$	$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{c+B+D-\sqrt{c^2+D^2}}{c+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$ $\varphi_{12H \cdot H} = \frac{c+B+D-\sqrt{c^2+D^2}}{c+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$ $\varphi_{12H \cdot H} = \frac{c+B+D-\sqrt{c^2+D^2}}{c+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$
4. 带槽的电热体 	$F_1 = \frac{4\{0.5e+0.5a+\sqrt{(c-a)^2+[0.5(b-e)]^2}\}}{b+d} B$ $\left[\frac{c}{b} = 0.25; \frac{d}{b} = 0.4; \frac{b}{a} = 10; F_1 = 1.68B \right]$ $\left[\frac{c}{b} = 0.5; \frac{d}{b} = 0.4; \frac{b}{a} = 10; F_1 = 2.21B \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{1}{\pi} \left[\frac{s}{d} + \arctg \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} - \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} \right] \quad [\varphi_{12H} = 0.418]$	$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{c+B+D-\sqrt{c^2+D^2}}{c+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.99]$ $\varphi_{12H \cdot H} = \frac{c+B+D-\sqrt{c^2+D^2}}{c+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$
5. 泥心的电热体 	$F_1 = \frac{\pi d B}{s} \left[\frac{s}{d} = 2.0; F_1 = 1.57B \right]$		$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{d+B+D-\sqrt{d^2+D^2}}{d+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.99]$
6. 斜绕的线状电热体 	$F_1 = \frac{2\pi d B}{s} \left[\frac{s}{d} = 3.0; F_1 = 2.09B \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{s}{2\pi d} [2\varphi'_{21} - (\varphi'_{21})^2] \quad [\varphi_{12H} = 0.343]$ $\varphi'_{21} = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{s}\right)^2} + \frac{d}{s} \arctg \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1}$	$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{h+B+D-\sqrt{h^2+D^2}}{h+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$
7. 斜绕的带状电热体 	$F_1 = \frac{4(a+b)B}{b+d}$ $\left[\frac{d}{b} = 1.6; \frac{b}{a} = 10; F_1 = 1.69B \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{s}{4(a+b)} [2\varphi'_{21} - (\varphi'_{21})^2] \quad [\varphi_{12H} = 0.394]$ $\varphi'_{21} = \frac{a+s-\sqrt{a^2+(s-b)^2}}{s}$	$\varphi_{12H \cdot H} = \frac{h+B+D-\sqrt{h^2+D^2}}{h+B} \quad [\varphi_{12H \cdot H} = 0.98]$
8. 线绕的螺旋管状电热体 	$F_1 = \frac{\pi^2 D_0 d}{s}$ $\left[\frac{S}{d} = 2.0; \frac{s}{D} = 2.0; \frac{D_0}{d} = 6-10; F_1 = 4.93D_0 \right]$		$\varphi_{12H \cdot H} = 0.88$

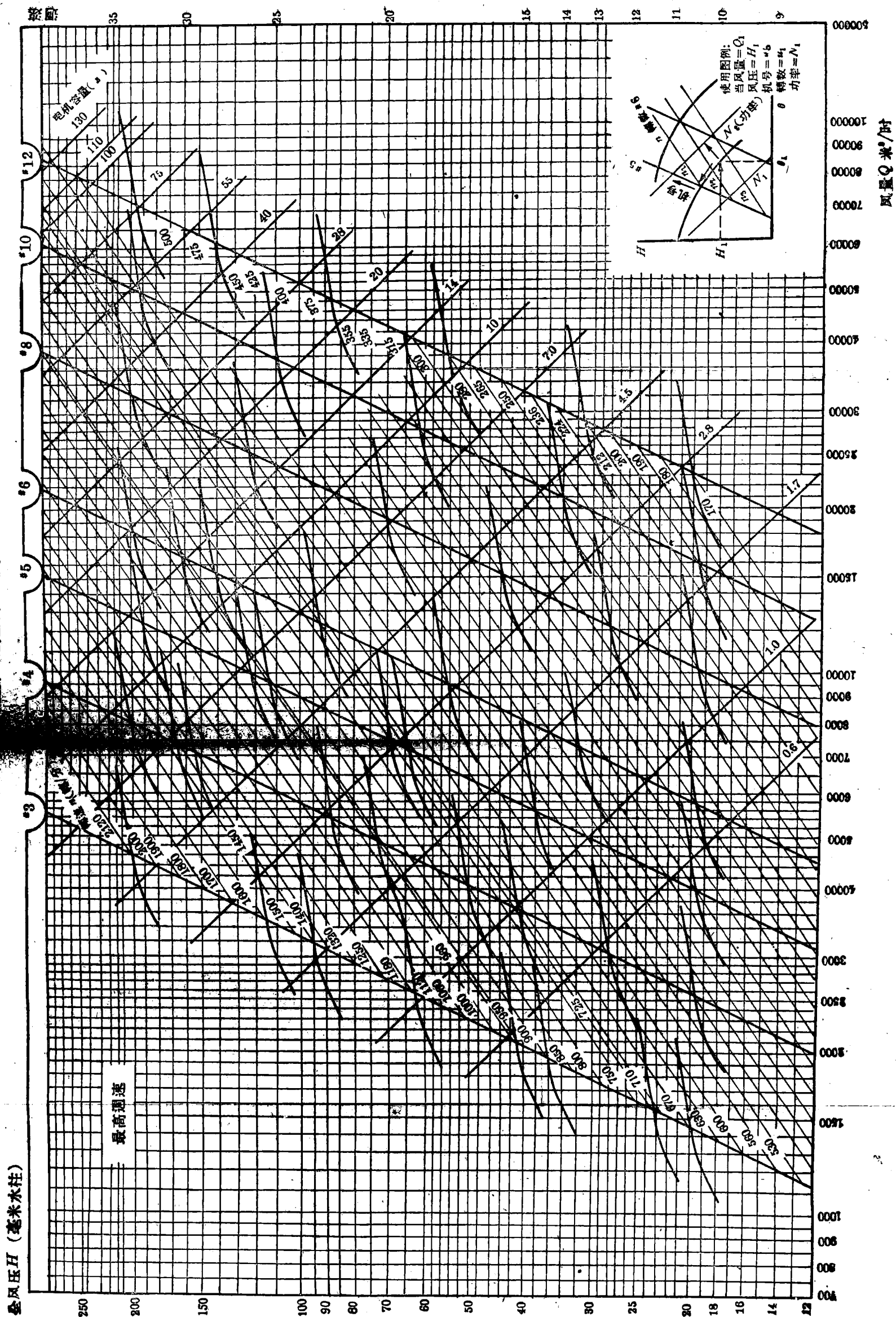
S/D	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
$S_{12H \cdot H}$	0.7	0.8	0.88	0.92	0.94	0.95

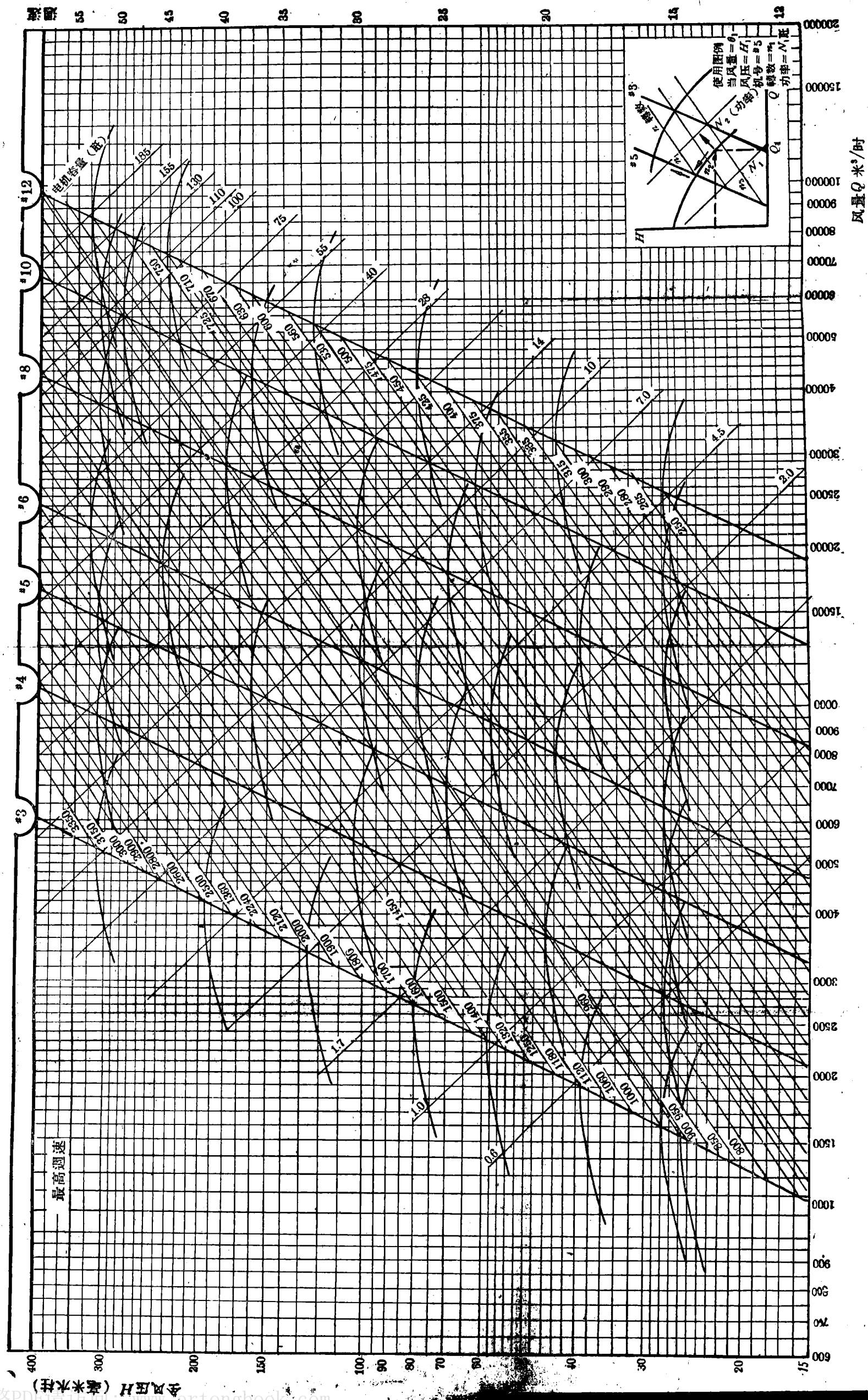
[$\varphi_{12H \cdot H} = 0.88$]

部分地被爐遮蔽的电热体的角度系数

电热元件的型式	R_1	φ_{12H}	$\varphi_{12\phi}$ 或 $\varphi_{12H \cdot H}$																						
1. 放在槽内的带状之字形电热体 	$R_1 = \frac{2(a+t)c}{a+d} \cdot R_1 = 2.0c$ $\left[\frac{b}{a} = 10; \frac{d}{S} = 1.0; \frac{h}{c} = 0.3; \frac{c}{b} = 10; \frac{s}{c} = 1.25 \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{a+b+d-\sqrt{b^2+d^2}}{2(a+b)}$ [$\varphi_{12H} = 0.313$]	$\varphi_{12\phi} = \frac{\sqrt{\left(h-\frac{b}{2}\right)^2 + c^2} - \left(h-\frac{b}{2}\right)}{c}$ [$\varphi_{12\phi} = 0.78$] $\varphi_{12\phi} = \frac{\sqrt{\left(h-\frac{d}{2}\right)^2 + c^2} - \left(h-\frac{d}{2}\right)}{c}$ [$\varphi'_{12\phi} = 0.78$] $\varphi_{12\phi} = 1.0 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{D/2}$ [$\varphi_{12\phi} = 0.296$]																						
2. 放在槽内的线状之字形电热体 	$R_1 = \frac{\pi d_0}{S} [R_1 = 1.57c]$	$\varphi_{12H} = \frac{1}{\pi} \left[\frac{s}{d} + \arctg \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} - \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} \right]$ [$\varphi_{12H} = 0.418$]	$\varphi'_{12\phi} = \frac{l + \sqrt{(c'-0.5b)^2 + (h-l)^2} - \sqrt{(c'-0.5b)^2 + h^2}}{2l}$ [$\varphi'_{12\phi} = 0.325$] $\varphi'_{12\phi} = \frac{0.5[\sqrt{(c')^2 + (h-0.5l)^2} + \sqrt{b^2 + (h-0.5l)^2} - \sqrt{(c'-b)^2 - (h-0.5l)^2} - (h-0.5l)]}{a+b}$ [$\varphi'_{12\phi} = 0.322$]																						
3. 放在槽内的线绕螺旋管状电热体 	$R_1 = \frac{\pi^2 D_0 d}{S}$	<table><tr><th>S/d</th><td>1.0</td><td>1.25</td><td>1.5</td><td>1.75</td><td>2.0</td><td>2.5</td></tr><tr><th>φ_{12H}</th><td>0.2</td><td>0.245</td><td>0.285</td><td>0.315</td><td>0.34</td><td>0.38</td></tr></table> <table><tr><th>s/d</th><td>3.0</td><td>3.5</td><td>4.0</td></tr><tr><th>φ_{12H}</th><td>0.4</td><td>0.415</td><td>0.42</td></tr></table> [$\varphi_{12H} = 0.34$] $\varphi'_{12H} = \frac{a+b+d-\sqrt{b^2+d^2}}{2(a+b)}$ [$\varphi'_{12H} = 0.39$] $\varphi_{12H} = 0.5$ [$\varphi'_{12H} = 0.5$]	S/d	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	φ_{12H}	0.2	0.245	0.285	0.315	0.34	0.38	s/d	3.0	3.5	4.0	φ_{12H}	0.4	0.415	0.42	$\varphi_{12\phi} = \frac{L + \sqrt{(c'-0.5d)^2 + (h-l)^2} - \sqrt{(c'-0.5d)^2 + h^2}}{2l}$ [$\varphi_{12\phi} = 0.338$] $\varphi'_{12\phi} = \frac{[\sqrt{(c')^2 + (h-0.5l)^2} + \sqrt{d^2 + (h-0.5l)^2} - \sqrt{(c'-d)^2 + (h-0.5l)^2} - (h-0.5l)]}{\pi d}$ [$\varphi'_{12\phi} = 0.325$]
S/d	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5																			
φ_{12H}	0.2	0.245	0.285	0.315	0.34	0.38																			
s/d	3.0	3.5	4.0																						
φ_{12H}	0.4	0.415	0.42																						
4. 放在形磚架上的带状之字形电热体 	$R_1 = \frac{2(a+b)L}{a+d} \left[\frac{d}{b} = 2.0; S = 10.5 \text{ cm}; l = 5.0; \right]$ $R'_1 = 2(a+b)$ [$R'_1 = 1.05l; R'_1 = 2.2$]																								
5. 放在形磚架上的线状之字形电热体 	$R_1 = \frac{\pi dl}{s}$ $R'_1 = \pi d$ [$R'_1 = 1.05L; R'_1 = 3.14$]	$\varphi_{12H} = \frac{1}{\pi} \left[\frac{s}{d} + \arctg \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} - \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} \right]$ [$\varphi_{12H} = 0.446$] [$\varphi'_{12H} = 0.5$] [$\varphi'_{12H} = 0.5$]																							
6. 放在形架上的线绕管状电热体 	$R_1 = \frac{\pi D_0 d}{S} [R_1 = 4.93 D_0]$ $\left[\frac{s}{d} = 2.0; s = 10.5 \text{ cm}; l = 5.0 \text{ cm}; \right]$ $c' = 9.8 \text{ cm}; h = 5.9 \text{ cm}$	<table><tr><th>S/d</th><td>1.0</td><td>1.25</td><td>1.5</td><td>1.75</td><td>2.0</td></tr><tr><th>φ_{12H}</th><td>0.2</td><td>0.245</td><td>0.285</td><td>0.315</td><td>0.34</td></tr></table> <table><tr><th>s/d</th><td>2.5</td><td>3.0</td><td>3.5</td><td>4.0</td></tr><tr><th>φ_{12H}</th><td>0.38</td><td>0.4</td><td>0.415</td><td>0.42</td></tr></table> [$\varphi_{12H} = 0.34$]	S/d	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	φ_{12H}	0.2	0.245	0.285	0.315	0.34	s/d	2.5	3.0	3.5	4.0	φ_{12H}	0.38	0.4	0.415	0.42	$\varphi_{12\phi} = \frac{h - \frac{D}{2} + \arctg \frac{2}{D} \sqrt{\left(h - \frac{D}{2}\right)^2 + \left(c^2 - \frac{D^2}{2}\right) - \left(\frac{D}{2}\right)^2}}{2\pi}$ [$\varphi_{12\phi} = 0.382$]
S/d	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0																				
φ_{12H}	0.2	0.245	0.285	0.315	0.34																				
s/d	2.5	3.0	3.5	4.0																					
φ_{12H}	0.38	0.4	0.415	0.42																					
7. 套在管上的线绕螺旋管状电热体 	$R_1 = \frac{\pi^2 D_0 d}{S} [R_1 = 4.93 D_0]$ $\left[\frac{s}{d} = 2.0; \frac{S}{D} = 2.0; \frac{D_m}{D} = 0.5 \right]$	$\varphi_{12H} = \frac{s}{2\pi d} \left[\varphi'_{21} + (1 - \varphi'_{21}) \times \left(1 - \frac{D_m}{D}\right) \varphi'_{21} \right]$ [$\varphi_{12H} = 0.34$]	$\varphi_{12H \cdot H} = \varphi_{12H \cdot H} (s/d = 1) \times \frac{D_m}{D} + \varphi_{12H \cdot H} (s/d) \times \left(1 - \frac{D_m}{D}\right)$ [$\varphi_{12H \cdot H} = 0.85$] $\varphi_{cn} = \frac{1}{\pi} \left[\frac{S}{D} + \arctg \sqrt{\left(\frac{S}{D}\right)^2 - 1} - \sqrt{\left(\frac{S}{D}\right)^2 - 1} \right]$																						

性能选择曲线图





目 录

序 言

第 一 章 气体力学的基本定律	1
§ 1. 緒言	1
§ 2. 气体的状态方程式	2
§ 3. 粘度	4
§ 4. 流体平衡方程式	7
§ 5. 阿基米德原理和连通器	11
§ 6. 稳定流时的連續方程式	14
§ 7. 白奴里方程式	15
§ 8. 应用于二流体的流体平衡方程式与白奴里方程式	20
§ 9. 压头的转变和圖解分析	22
参考文献	33
第 二 章 流动性質及阻力損失	34
§ 1. 气体流动性質	34
§ 2. 摩擦阻力損失	50
§ 3. 局部阻力損失	53
§ 4. 几种特殊的阻力損失	60
参考文献	69
第 三 章 气体的流出	71
§ 1. 非压缩性气体的流动	71
§ 2. 烟囱	77
§ 3. 压缩性气体的流出	89
参考文献	104
第 四 章 噴射器	105
§ 1. 噴射的基本原理	105
§ 2. 噴射器及其工作	108

§ 3. 噴射器的計算	117
参考文献	123
第 五 章 火焰爐內的气体流动	124
§ 1. 火焰爐內气体的自然流动	124
§ 2. 关于流股理論	127
§ 3. 流股作用下的爐內气体流动	139
§ 4. 分流定則及其应用	150
参考文献	158
第 六 章 流化爐的气体力学	160
§ 1. 前言	160
§ 2. 流化的机理	161
§ 3. 不連續流化床	166
§ 4. 連續流化床	186
§ 5. 气动輸送	188
参考文献	189
第 七 章 相似原理及因次分析	191
§ 1. 相似的定義和概念	193
§ 2. 相似准数	195
§ 3. 相似定理	201
§ 4. 因次分析	204
§ 5. 模型法	207
参考文献	211
第 八 章 空气管道的計算与鼓風机的选择	212
§ 1. 空气管道的計算	212
§ 2. 鼓風机的基本类型及其在冶金工業中的应用	223
§ 3. 离心式通風机	224
§ 4. 通風机的特性曲綫	232
§ 5. 通風机在管道上的工作	240
§ 6. 通風机的并联和串联	243

§ 7. 通風机的調节	247
§ 8. 通風机的選擇及其計算	249
§ 9. 离心式(渦輪)鼓風机的基本类型、工作原理及結構 部件	254
§ 10. 罗茨鼓風机	257
参考文献	261
第九章 傳热学概論及稳定态傳导傳热	262
§ 1. 傳热学概論	262
§ 2. 傅立叶定律	264
§ 3. 傅立叶方程式的解	267
§ 4. 壁內的溫度分佈	275
§ 5. 物体有內热源时的傳导傳热	277
§ 6. 傳导傳热的实验式	278
§ 7. 平均值	280
参考文献	286
第十章 对流傳热	287
§ 1. 牛頓公式	287
§ 2. 边界給热微分方程式	289
§ 3. 傅立叶——克希霍夫导热微分方程式	290
§ 4. 热相似准数	293
§ 5. 准数方程式	296
§ 6. 因次分析应用于对流傳热	297
§ 7. 实验結果的处理	299
§ 8. 自然对流傳热	304
§ 9. 强制对流傳热	308
§ 10. 流体横向流过管和管羣	312
§ 11. 对流傳热的流体动力学原理	316
参考文献	320
第十一章 輻射傳热	321

§ 1. 基本概念.....	321
§ 2. 輻射的基本定律.....	324
§ 3. 角度系数.....	336
§ 4. 两个灰体表面構成封閉体系时的輻射热交换.....	342
§ 5. 有隔热板时的輻射热交换.....	348
§ 6. 两个灰体表面構成的封閉体系中的热电偶溫度.....	350
§ 7. 通过門孔的輻射热損失.....	353
§ 8. 輻射与傳导的类似.....	356
§ 9. 气体的輻射和吸收.....	360
§ 10. 二氧化碳和水气的輻射.....	366
§ 11. 輝焰輻射.....	371
§ 12. 通道中的輻射热交换.....	373
参考文献.....	375
第十二章 火焰爐爐膛中的輻射热交换	376
§ 1. 有效輻射和差額热流.....	377
§ 2. 爐壁溫度.....	378
§ 3. 輻射热流.....	379
§ 4. 通过火焰爐門孔的輻射热損失.....	384
§ 5. 火焰爐爐膛中热电偶的溫度.....	385
§ 6. 溫度 4 次方的平均值 $\overline{T^4}$	389
参考文献.....	394
第十三章 稳定态綜合傳热	395
§ 1. 綜合傳热.....	395
§ 2. 通过多层壁的傳热.....	399
§ 3. 加强給热和絕热.....	403
§ 4. 换热器的計算.....	407
参考文献.....	418
第十四章 电阻爐內的热交换	419
§ 1. 电阻爐內的輻射热交换.....	421

§ 2. 影响有效辐射表面 F 效的因素的分析	424
§ 3. 电阻爐內的对流傳热	438
参考文献	441
第十五章 豎爐內的热交换	442
§ 1. 理想料塊($\lambda = \infty$)在逆流情况下的热交换	442
§ 2. 实际料塊在逆流情况下的热交换	449
§ 3. 豎爐內的热交换	451
参考文献	454
第十六章 不定态傳导傳热	455
§ 1. 不定态导热微分方程式及边值条件	455
§ 2. 第一类边界条件: $t_{\text{表}} = \text{常数}$	466
§ 3. 第一类边界条件: $t_{\text{表}} = t_{\text{始}} + cr$	476
§ 4. 第二类边界条件: $q_{\text{表}} = \text{常数}$	488
§ 5. 第三类边界条件: $t_r = \text{常数}$	495
§ 6. 薄材在恒温介質中的加热——斯塔尔克公式	515
§ 7. 恒温介質中加热時間的分段計算法	518
§ 8. 物体的不对称加热	531
§ 9. 不定态导热問題的其他解法	546
§ 10. 蓄热室和热风爐的傳热系数	563
参考文献	571
第十七章 傳質理論	572
§ 1. 基本概念	572
§ 2. 傳質过程的机理	581
§ 3. 傳質过程的基本方程式	584
§ 4. 逆流傳質	590
§ 5. 对流傳質微分方程式及对流傳質相似	592
§ 6. 固体碳的燃燒	596
§ 7. 干燥过程	599
§ 8. 流化床的傳質	604

参考文献.....	607
附篇：竖爐散料層內的气体流动	608
§ 1. 气体通过散料时的阻力損失以及散料的透气性.....	611
§ 2. 透气性均一的散料层.....	613
§ 3. 透气性不均一的散料层.....	620
§ 4. 气流对于散料的“支撑力”.....	628
§ 5. 散料中的送風空洞和放射形气流.....	630
参考文献.....	636
附录	637