

軋鋼習題集

重工業出版社

目 次

符 號	2
序	5
第一章 體積不變定律和軋製係數	6
第二章 金屬被軋輥咬入	22
第三章 軋製時的幾何現象	29
第四章 橫展	33
第五章 前滑	41
第六章 金屬對變形的抗力和金屬對軋輥的壓力	47
第七章 軋製功	67
第八章 壓縮量的逐道分佈	80
答 案	96
附 錄	113
參考書籍	120

符 號

I. 數學符號

$\approx$ ——近似於	'——分
$<$ ——小於	"——秒
$>$ ——大於	$\sin$ ——正弦
a^m —— a 的 m 次乘方	$\cos$ ——餘弦
$\sqrt{\quad}$ ——平方根	tg ——正切
$\sqrt[n]{\quad}$ —— n 次方根	π ——圓周長度與直徑之比，等於
$\lg$ ——普通對數	3.14159
$\ln$ ——自然對數	∞ ——無限大
$\%$ ——百分號	Σ ——總和
$^\circ$ ——度	Δ ——增量

II. 拉丁字母

A, a	G, g	N, n	T, t
B, b	H, h	O, o	U, u
C, c	I, i	P, p	V, v
D, d	K, k	Q, q	W, w
E, e	L, l	R, r	X, x
F, f	M, m	S, s	Y, y
			Z, z

III. 希臘字母

Λ, α	H, η	Σ, σ
B, β	A, λ	T, τ
Γ, γ	M, μ	Φ, φ
Δ, δ	Π, π	Ω, ω
K, κ	P, ρ	

IV. 測量單位

米	千克	厘米 ³	千克/毫米 ³	馬力
厘米	克	毫米 ³	噸/米 ³	千瓦
毫米	厘米 ³	千克/厘米 ³	噸米	千克米/秒
噸	毫米 ³	克/厘米 ³	千克米	米/秒

V. 表示軋件尺寸和重量的符號

- h_0 ——通過前軋件的高度
 h_1 ——通過後軋件的高度
 h_n ——某道 (n 次) 後軋件的高度
 b_0 ——軋件進軋前的寬度
 b_1 ——軋件出軋後的寬度
 l_0 ——通過前軋件的長度
 l_1 ——軋件出軋後的長度
 Q_0 ——通過前軋件的橫截面面積
 Q_1 ——通過後軋件的橫截面面積
 V ——體積
 G ——重量
 g ——比重

II. 角

- α ——咬入角
 β ——摩擦角
 φ ——旋轉角
 r ——中性角 (臨界角)

VII. 工作軋輥

- D ——直徑
 D_K ——軋製直徑
 R ——半徑
 F ——被軋製金屬與軋輥的接觸面積
 l_a ——接觸弧的長度, 即在軋輥中金屬從進口到出口的距離
 l ——變形時的幾何弦長 (接觸弧的水平投影)

Ⅷ. 力

p ——平均單位壓力或變形抗力

k ——線塑性變形的抗力

P ——金屬對軋軛的總壓力

T ——摩擦力

Ⅸ. 係數

η ——效率

f ——摩擦係數

μ ——延伸係數

Δh ——壓縮量或線壓縮量 ($h_0 - h_1$)

u ——壓縮率 ($\frac{\Delta h}{h_0}$)

Δb ——橫展量 ($b_1 - b_0$)

S ——前滑

X. 其他

n ——轉數

u ——速度

A ——功量

N ——功率

x, y, z ——變數；力或運動的方向

v_B ——軋軛的圓周速度

v_0 ——軋件在進軛平面中的水平速度

v_1 ——軋件在出軛平面中的水平速度

t ——通過時間

T ——溫度

序

1. 習題彙編的意義

本書的目的在於幫助學生掌握軋製理論方面的基礎。

只有先精通了軋製過程的理論基礎，學會了把它們應用到軋製工作中去，並掌握了最簡單的理論計算的本領，才有可能成為生產革新者。不應該只熟悉技術而不研究生產的理論基礎。

社會主義生產競賽的增長，在繼續發展和改進生產方面日新月異的創舉的出現，都要求軋製工作者的技術不斷地提高，因而也就要求他們研究軋製的理論基礎。

本書中彙集的軋製理論習題的解答，對於技術學校的學生，以及實際參加軋製生產的技師，可幫助他們提高技術。

2. 習題的演算方法

為了充分地掌握演算習題的技術，本書各章中的所有習題，希望順序地演算；在同類習題中，教師可帶着演算一題，其餘各題再由學生進行獨立演算。

算題時所必需的主要參考數據列在附錄中。

各章中關於軋製理論基礎的簡明概念，可使學生在自學時能掌握演算習題所必需的知識。

只有將每章中的“一般概念”詳細學習過後，才可以着手進行習題的演算。

每章中的習題，最好按着它們的排列順序去演算，因為內容相近的習題是按照它們困難程度的增長而順序排列的。

為了更完善地了解在軋製理論方面的內容，以及更詳盡地研究個別的理論問題應當參閱列於本書後面的一些專業參考書籍。在本書中所提到的蘇聯科學家И.Г.М.巴甫洛夫、С.И.古布金和А.И.采利柯夫的著作，在軋製理論和軋製生產方面的科學上均佔居着首要的世界地位。

第一章 體積不變定律和軋製係數

一般概念

1. 軋件的體積 V 等於它的橫截面面積 Q 與長度 l 的乘積：

$$V = Ql。$$

如軋製的截面是矩形的，則橫截面面積就等於高度 h 與寬度 b 的乘積：

$$Q = hb。$$

如軋件的截面是圓形的，則橫截面面積就等於 π 值與半徑平方的乘積：

$$Q = \pi r^2，$$

或

$$Q = \frac{\pi d^2}{4}，$$

式中 d ——棒材的直徑。

因而矩形截面軋件的體積就等於高度、寬度和長度的乘積：

$$V = hbl，$$

而圓截面棒材的體積則等於 π 值與半徑的平方和長度的乘積：

$$V = \pi r^2 l = \frac{\pi d^2}{4} l。$$

2. 軋件的重量(G)等於體積(V)與金屬比重(g)的乘積：

$$G = Vg。$$

因之，矩形截面軋件的重量等於：

$$Q = hblg。$$

而圓形截面的棒材的重量等於：

$$G = \pi r^2 l g = \frac{\pi d^2}{4} l g。$$

3. 軋件通過軋輥前後的截面高度差稱為壓縮量或線壓縮量。

$$\Delta h = h_0 - h_1.$$

4. 軋件的壓縮量與原始高度的比叫壓縮率 (u):

$$u = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{h_0 - h_1}{h_0}.$$

壓縮率的大小通常以百分數表示:

$$\frac{\Delta h}{h_0} 100\% = \frac{h_0 - h_1}{h_0} 100\%.$$

壓縮量和壓縮率的大小可以橫截面面積表示之:

$$\Delta Q = Q_0 - Q_1;$$

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0};$$

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} 100\% = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} 100\%,$$

式中 Q_0 ——通過前軋件的橫截面面積;

Q_1 ——通過後軋件的橫截面面積。

5. 軋製前後軋件的寬度差叫軋件的橫展量:

$$\Delta b = b_1 - b_0.$$

6. 軋製前後軋件的長度差叫軋件的延伸量:

$$\Delta l = l_1 - l_0.$$

軋製前後軋件的長度比叫延伸係數:

$$\mu = \frac{l_1}{l_0}.$$

軋件的延伸量與原始長度的比叫延伸率:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}.$$

延伸率通常以百分數表示:

$$\frac{\Delta l}{l_0} 100\% = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100\%.$$

7. 根據被軋製金屬的體積不變定律, 可以認為: 軋件在軋製前的體積等於它在軋製後的體積:

$$V = Q_0 l_0 = Q_1 l_1$$

8. 通過前與通過後軋件橫截面面積的比或通過後與通過前軋件長度的比稱為延伸係數 (μ) :

$$\mu = \frac{Q_0}{Q_1} = \frac{h_0 b_0}{h_1 b_1}, \text{ 或 } \mu = \frac{l_1}{l_0} \left(\text{因 } \frac{h_0 b_0}{h_1 b_1} = \frac{l_1}{l_0} \right).$$

軋製寬條材和板材時，可將橫展量略去不計，即設 $b_0 = b_1$ 。這時，延伸係數就等於軋製前與軋製後軋件厚度或軋製後與軋製前軋件長度的比：

$$\mu = \frac{h_0}{h_1}, \text{ 或 } \mu = \frac{l_1}{l_0}.$$

9. 在寬度不變的情況下 ($\frac{b_0}{b_1} = 1$)，延伸係數還可用下幾式表示：

$$\mu = \frac{h_0 - h_1}{h_1} + 1;$$

$$\mu = \frac{1}{1 - \frac{h_0 - h_1}{h_0}};$$

$$\mu = \frac{h_0}{h_1}.$$

當考慮橫展時，壓縮率與延伸係數間的關係可用類似的式子表示：

$$\mu = \frac{Q_0 - Q_1}{Q_1} + 1;$$

$$\mu = \frac{1}{1 - \frac{Q_0 - Q_1}{Q_0}};$$

$$\mu = \frac{Q_0}{Q_1}.$$

10. 總延伸係數等於各道軋製中延伸係數的乘積；

$$\mu_{\text{сум}} = \mu_1 \mu_2 \mu_3 \cdots \mu_n.$$

如每道的延伸係數均相同，則 $\mu_{\text{сум}} = \mu_{\text{ср}}^n$ 。此外，整個軋製過程的總延伸係數可用軋件原始高度與最終高度的比或以最終長度與原始長度的比表示：

$$\mu_{\text{сум}} = \frac{h_0}{h_n} = \frac{l_n}{l_0}.$$

軋製型材時，一定要考慮到橫展，所以應該以與高度相當的軋件的橫截面面積代替式中的高度：

$$\mu_{\text{сум}} = \frac{Q_0}{Q_n}.$$

11. 全部軋製過程中的平均延伸係數由下一等式中求得：

$$\mu_{\text{ср}} = \sqrt[n]{\mu_{\text{сум}}},$$

式中 n —— 通過次數。

12. 當坯與成品軋件的尺寸以及平均延伸係數已知時，通過次數可由下一等式中求得：

$$n = \frac{\lg \mu_{\text{сум}}}{\lg \mu_{\text{ср}}} = \frac{\lg Q_0 - \lg Q_1}{\lg \mu_{\text{ср}}}.$$

當軋製寬條材和板材時，將橫展量略去不計並設 $b_0 = b_n$ ；

$$n = \frac{\lg \mu_{\text{сум}}}{\lg \mu_{\text{ср}}} = \frac{\lg h_0 - \lg h_1}{\lg \mu_{\text{ср}}}.$$

習題

1. 軋件的長度等於8米，橫截面面積等於400毫米²，求軋件的體積。

2. 軋件的體積等於5000厘米³，橫截面面積等於1000毫米²，求軋件的長度。

3. 軋件的長度等於12米，體積等於0.01米³，求軋件的橫截面面積。

4. 板材的寬度等於1000毫米，厚度等於2毫米，求板材的橫截面面積。

5. 板材的寬度等於1200毫米，橫截面面積等於600毫米²，求板材的厚度。

6. 軋件的橫截面面積等於250毫米²，厚度等於2.5毫米，求軋件的寬度。

7. 求半徑等於50毫米的圓材的橫截面面積。

8. 圓材的橫截面面積等於1963.5毫米²，求圓材的半徑。

9. 棒材的直徑等於20毫米，求橫截面面積。

10. 棒材的截面面積等於1320.25毫米²，求棒材的直徑。

11. 軋件的尺寸為 $8 \times 200 \times 6000$ 毫米（厚8毫米，寬200毫米，長6000毫米）求軋件的體積。

12. 軋件的體積等於10000厘米³，長5米，寬500毫米，求軋件的高度。

13. 軋件的體積等於0.002米³，長10米，厚10毫米，求軋件的寬度。

14. 軋件的寬度等於650毫米，厚6毫米，體積0.03米³，求軋件的長度。

15. 棒材的直徑等於30毫米，長3米，求棒材的體積。

16. 棒材的體積等於0.042米³，長6米，求棒材的直徑。

17. 棒材的體積等於28274厘米³，直徑60毫米，求棒材的長度。

18. 棒材的體積等於19635厘米³，長10米，求棒材的半徑。

19. 棒材的半徑等於20毫米，長5米，求棒材的體積。

20. 棒材的半徑等於15毫米，體積等於3534.3厘米³，求棒材的長度。

21. 軋件的重量等於50千克，體積等於5000厘米³，求合金的比重。

22. 圓鋼的尺寸為：直徑35毫米，長6米。求圓鋼的重量。

23. 圓鋼的重量等於30千克，直徑等於40毫米，求圓鋼的長度。

24. 圓鋼重23.1千克，長6米，求圓鋼的半徑。

25. 鋼板的尺寸等於 $2 \times 600 \times 1500$ 毫米，求鋼板的重量。
26. 鋼材的重量等於20千克，寬600毫米，厚5毫米，求鋼材的長度。
27. 銅板的重量等於5千克，厚0.5毫米，長1500毫米，求銅板的寬度。
28. 銅板的重量等於7.85千克，寬710毫米，長1420毫米，求銅板的厚度。
29. 鋁板的尺寸為 $1 \times 1000 \times 1500$ 毫米，求鋁板的重量。
30. 銅板的尺寸為 $1 \times 710 \times 710$ 毫米，求銅板的重量。
31. 黃銅板的尺寸為 $0.5 \times 710 \times 710$ 毫米，求黃銅板的重量。
32. 送交倉庫的屋簷鐵板一疊重78.5千克。鐵板的尺寸為 $0.5 \times 710 \times 1420$ 毫米。求該疊中鐵板的張數。
33. 將尺寸 $740 \times 615 \times 2100$ 毫米的錠在初軋機上軋成方坯的時間為112秒；一小時後能在初軋機上軋製多少噸鋼？
34. 通過前錠的高度為735毫米，通過後為660毫米，求壓縮量。
35. 通過時的壓縮量是32毫米，軋件的原始厚度等於180毫米，求軋件通過後的高度。
36. 通過後板材的高度等於12毫米，通過時的壓縮量等於1.5毫米，求軋件的原始厚度。
37. 用題34，35和36的數據求壓縮率的大小。
38. 用題34，35和36的數據求壓縮率的大小，不以百分數表示。
39. 通過時的壓縮量是100厘米²。通過後棒材的直徑是90毫米。求通過前棒材的橫截面面積。
40. 軋製前帶材的厚度等於0.6毫米，寬度等於108毫米。通過時的壓縮量是28.0毫米²。求通過後帶材的橫截面面積。
41. 用題39和40的數據求壓縮率，不以百分數表示。
42. 用題39和40的數據求壓縮率。
43. 軋製前軋件的截面為 100×500 毫米，軋製後為 75×510 毫米，求壓縮率的大小。
44. 棒材的原始直徑等於50毫米，最終直徑等於40毫米，求壓縮

率。

45. 冷軋後板材的厚度為 1.4 毫米。軋製時的壓縮率為 30%。求軋件的原始厚度。

46. 厚 2 毫米的板材以 0.8 毫米的壓縮量進行軋製。求壓縮率的大小。

47. 軋製厚 12 毫米的板材時的壓縮率為 23%，求通過後板材的厚度。

48. 軋製時板材厚度的逐道變化如下：10—8—7—6.5—6.2—6.0 毫米。求逐道和整個軋製過程的壓縮率。

49. 用題 48 的數據求壓縮率與逐道終了厚度的比。

50. 將截面 50×50 毫米的坯軋成直徑 6 毫米的線材。求壓縮率。

51. 軋製時錠的高度的逐道變化如下：565—510—455—417—367—322—277—231—200 毫米。求逐道和整個軋製過程的壓縮率。

52. 通過時的壓縮率為 32%，通過後軋件的厚度為 40 毫米。求軋件的原始高度。

53. 軋製前軋件的橫截面面積等於 1000 毫米²，通過時的壓縮率是 35%。求軋製後軋件的橫截面面積。

54. 壓縮率等於 27%，通過前軋件的高度等於 8 毫米。求軋製後軋件的高度。

55. 壓縮率等於 38%，軋製後軋件的橫截面的尺寸等於 350×500 毫米。求軋製前軋件的橫截面面積。

56. 軋製前軋件的寬度等於 30 毫米，軋製後等於 36 毫米。求橫展量。

57. 板材通過時的橫展量等於 10 毫米，原始厚度等於 1150 毫米。求通過後板材的寬度。

58. 通過後錠的寬度等於 1210 毫米，通過時的橫展量等於 17 毫米。求軋製前錠的寬度。

59. 軋製前板材的長度為 1200 毫米，軋製後為 1500 毫米。求延伸量。

60. 通過時的延伸量等於 370 毫米，軋件的原始長度為 1530 毫

米。求通過後軋件的長度。

61. 通過後軋件的長度等於6米，通過時的延伸量等於3米。求軋製前軋件的長度。

62. 軋製前軋件的尺寸為：高70毫米，長2米，寬0.5米。通過後軋件的高度減了20毫米，寬度沒變。求軋製後軋件的長度。

63. 軋製前軋件的高度等於100毫米，寬度等於0.5米。軋製後軋件的尺寸為：高60毫米，寬510毫米，長2455毫米。求軋件的原始長度。

64. 軋製前板坯的厚度等於150毫米，長度等於2000毫米，軋製後板材的尺寸為：厚15毫米，寬1.5米，長10.65米。求板坯的原始寬度。

65. 板坯的原始尺寸等於 $120 \times 810 \times 1400$ 毫米，軋製後板材的厚度等於10毫米，長度等於16.4米。求板材的寬度。

66. 軋製前板坯的寬度等於800毫米，長度等於1200毫米，板材的最終尺寸等於 $8 \times 1300 \times 10500$ 毫米。求板坯的原始厚度。

67. 寬1000毫米，長15米的板材係由尺寸 $200 \times 800 \times 1250$ 毫米的板坯軋成的。求板材的厚度。

68. 通過前軋件的長度等於1200毫米，通過後的長度等於2000毫米。求延伸係數。

69. 延伸係數等於1.5，通過後軋件的長度等於3米。求通過前軋件的長度。

70. 延伸係數等於1.3，通過前軋件的長度等於3500毫米。求軋製後軋件的長度。

71. 軋件原始高度與最終高度的比等於1.6，最終長度與原始長度的比等於4。求最終寬度與原始寬度的比。

72. 軋製寬板時，原始厚度與最終厚度的比等於2，最終寬度與原始寬度的比等於1。求延伸係數。

73. 當鍛製高合金鋼的原坯時，最終寬度與原始寬度的比等於最終長度與原始長度的比，並且原始高度與最終高度的比等於2。求延伸係數。

74. 通過前板材的厚度等於0.6毫米，寬度等於1000毫米；通過後板材的厚度等於0.5毫米，橫展量等於5毫米。求不考慮橫展與考慮橫展的延伸係數之差（以百分數表示）。

75. 通過前軋件橫截面尺寸等於 60×100 毫米，通過後軋件的厚度等於50毫米，求不考慮橫展與考慮橫展的延伸係數之差（以百分數表示）。

76. 今將截面 45×45 毫米的坯軋成直徑5毫米的線材。求延伸係數。

77. 延伸係數等於1.5，通過後板材的厚度等於3毫米，橫展量等於0。求通過前板材的厚度。

78. 通過時的延伸係數等於1.64，通過前軋件的長度等於1.5米。求通過後軋件的長度。

79. 通過後軋件的長度等於6000毫米，延伸係數等於1.3。求通過前軋件的長度。

80. 延伸係數等於1.5，求壓縮率。

81. 軋件的最終厚度等於2.0毫米，延伸係數等於1.2。求壓縮量。

82. 軋件的原始高度等於10毫米，壓縮量等於5毫米。求延伸係數。

83. 線壓縮量等於5毫米，軋件的原始高度等於25毫米。求延伸係數。

84. 軋件的原始高度等於40毫米，壓縮量等於5毫米。求延伸係數。

85. 壓縮率等於75%。求延伸係數。

86. 軋製前軋件的高度等於50毫米，軋製後等於25毫米，求延伸係數和壓縮率。

87. 延伸係數等於1.25，求壓縮率。

88. 從厚6毫米軋到1.5毫米的板材的壓縮率和延伸係數等於多少？

89. 軋製時的延伸係數等於2，求壓縮率。

90. 將計算數據填入軋件的軋製表中。

通過次第	h_0 毫米	h_1 毫米	$\mu = \frac{h_0}{h_1}$	$\frac{h_0 - h_1}{h_1}$	$\frac{h_0 - h_n}{h_0}$
1	11	10			
2	10	9			
3	9	8			
4	8	7			
5	7	6			
6	6	5			
7	5	4			
8	4	3			
9	3	2			
10	2	1			

91. 用題90的數據繪 1) $\frac{h_0}{h_1}$, 2) $\frac{h_0 - h_1}{h_0}$ 和 3) $\frac{h_0 - h_n}{h_0}$ 的逐道變化曲線 (圖 1)。

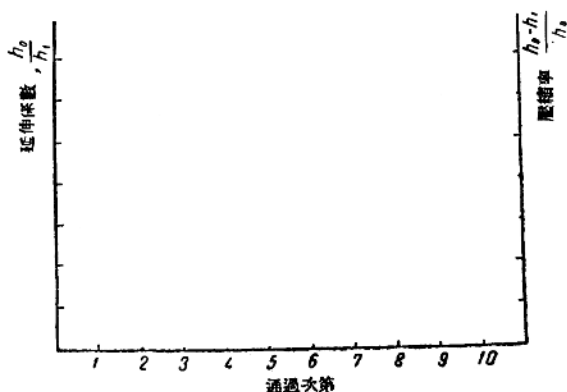


圖 1 繪壓縮率和延伸係數的逐道變化曲線

92. 蘇聯科學家 B. E. 格魯木—格爾日曼羅教授在涅伊沃—阿拉巴耶夫斯克工廠中的軋徑 500 毫米的軋機上將截面 50×50 毫米的坯經一道軋成寬 75 毫米和厚 3.5 毫米的軋件，結果第一次證明可以採用所謂的上壓縮。求延伸係數。

93. 用題92的數據求延伸係數和壓縮率，軋件的橫展略去不計。

94. 工程師C.И.庫沙凱維奇將厚24.7毫米的雙金屬(鋼—砲鋼)軋件通過一道軋成厚4.0毫米。求這時的壓縮率和延伸係數達多大。

95. 某冶金工廠的生產革新者將厚62毫米、寬230毫米的不銹鋼軋件通過一道軋成厚14毫米。軋製後軋件的寬度是315毫米。求壓縮率和不考慮橫展和考慮橫展的延伸係數。

96. 應將截面 100×100 毫米的坯軋成截面 20×20 毫米的軋件，軋製時的平均延伸係數等於1.3。求通過道數。

97. 軋製時軋件高度的變化如下： $100-75-55-40-30-25$ 毫米。軋件的寬度實際上沒有變化。求逐道的延伸係數、軋製後的總延伸係數和平均延伸係數。

98. 如果不經11道而經9道將軋件從厚100毫米軋成5毫米，求平均延伸係數改變多少。

99. 軋製時軋件高度的變化如下： $160-100-65-45-33-26-22-20$ 毫米。軋件的寬度實際上沒有變化。求逐道延伸係數和軋製後的總延伸係數。

100. 將截面 100×100 毫米的坯軋成直徑5毫米的線材。求軋製後的總延伸係數。

101. 將截面 100×100 毫米的坯經20道軋成直徑5毫米的線材。求平均延伸係數。

102. 將截面 44×44 毫米的坯軋成直徑5.25毫米的線材時，平均延伸係數 μ_{CP} 等於1.32。求通過次數和總延伸係數。

103. 將截面 102×102 毫米的坯經18道軋成直徑5.25毫米的線材。求平均延伸係數和總延伸係數。

104. 如果不經7道而經9道將坯從厚160毫米軋到20毫米，求平均延伸係數減少多少。

105. 壓縮率等於20%，求延伸係數。

106. 以每道1毫米的壓縮量，將厚10毫米的板材軋成1毫米。求逐道延伸係數和壓縮率的變化。