

鋼 生 產 計 算

П.Н. 奧依克斯 X.M. 約菲著

煉鋼教研室

(蕭澤強譯)

東北工學院

1963.4

鋼 生 产 計 算

Г.Н. 奧依克斯 X.M. 約菲著

煉 鋼 教 研 室

(蕭澤強譯)

东北工学院

1963.4

前 言

本譯稿譯自 Г.Н. Ойкс 和 Х.М. Иоффе 著: “Производство стали, расчёты” 一书 (Металлургиздат, 1960 年版)。除該书第一部分的第一章 (§ 1—§ 3), 第四章 (§ 14), 第五章 (§ 36) 第二部分 (§ 39—§ 45) 和各章节后的习题以外, 其余章节系全文譯出。

本譯稿只适合于本专业同学在完成平爐部分的課外作业、課程設計和畢業設計时参考。

原书中有一些印刷和計算方面的錯誤。除已发现的作了更正外, 計算数字的錯誤均前后牽連, 不便更正, 故仍按原文譯出, 請使用时注意。

本譯稿在付印前, 經教研室王舒黎、馮春荣、李名俊、宋 实、蔣仲乐、李永秋、閻貴芳、于 广、王 嵩、白庆順等老师审核。

全文譯校時間太短, 且受譯者水平所限, 錯誤和不妥之处, 在所难免。請老师和同學們指正。

鋼 生 产 計 算

Г.Н. 奧依克斯 Х.М. 約非 著

蕭 澤 强 譯

东北工学院教材科出版

东北工学院教材科發行組發行

东北工学院教材科印裝

271,500 字 787×1092 ¹/₁₆ 开本 6 印 张

1963 年4月东北工学院第一版

1963 年4月东北工学院第一次印刷

書號 63. 5005 印 001—500 冊 定价 2.90 元

目 錄

第一部分 平爐煉鋼法

第一章 酸性平爐煉鋼法

- § 1. 矽還原法酸性平爐爐料計算及熱平衡計算 (略)
- § 2. 限制矽還原法酸性平爐爐料計算及熱平衡計算 (略)
- § 3. 熔池直接吹氧的酸性平爐爐料計算及熱平衡計算 (略)

第二章 鹼性平爐煉鋼法

- § 4. 單渣法鹼性平爐煉鋼爐料計算..... 1
- § 5. 雙渣放渣法鹼性平爐煉鋼爐料計算..... 8
- § 6. 熔池吹氧的鹼性平爐煉鋼爐料計算.....23
- § 7. 綜合用氧的鹼性平爐煉鋼爐料計算.....27
- § 8. 不用氧和用氧的鹼性平爐煉鋼熱平衡計算.....34
- § 9. 鹼性平爐廢鋼法爐料計算.....38
- § 10. 現場配料計算方法.....49

第三章 鋼的脫氧

- § 11. 熔煉各種鋼時脫氧劑消耗量的計算.....52

第四章 平爐熱工

- § 12. 混合煤氣中各種煤氣配比的計算.....60
- § 13. 燃料理論燃燒溫度計算.....62
- § 14. 使用空氣和富氧空氣氣化的發生爐煤氣成分計算 (略)
- § 15. 煤氣比重的計算.....71
- § 16. 熱煤氣比重的計算.....72
- § 17. 煙囪抽力的計算.....73
- § 18. 平爐系統內氣體運動阻力的計算.....74
- § 19. 混合煤氣在蓄熱室中預熱後的成分及數量的計算.....76
- § 20. 煤氣、空氣和廢氣秒流量的計算.....80
- § 21. 190 噸、380 噸混合煤氣平爐和 50 噸重油平爐熔煉室
熱平衡計算.....85
- § 22. 平爐構件的汽化冷卻..... 107
- § 23. 冷焦爐煤氣、混用重油加热的380噸平爐熔煉室熱平衡計算..... 110
- § 24. 平爐熔煉各期熱負荷的分配..... 113

第五章 平炉結構

§ 25. 熔池尺寸的确定	115
§ 26. 爐底利用系数的确定	117
§ 27. 沉渣室容积的計算	118
§ 28. 爐头和上升道尺寸的計算	118
§ 29. 蓄热室热工計算	120
§ 30. 380 吨平爐蓄热室簡化計算	139
§ 31. 平爐主要尺寸之間的关系	144
§ 32. 380 吨平爐烟囪高度的計算(爐子流体力学計算)	151
§ 33. 50 吨重油平爐蓄热室簡化計算	164
§ 34. 50 吨重油平爐烟囪高度的計算(爐子流体力学計算)	167
§ 35. 不同的廢气温度和大气温度下烟囪抽力的計算	173
§ 36. 鼓風机的选择(略)	

第六章 平爐車間設備

§ 37. 規定了生产能力的平爐車間內平爐数目的計算	176
§ 38. 平爐車間各工段主要設備的計算	176

第二部分 轉爐和迴轉爐煉鋼法

§ 39——§ 45 (略)

参考文献

第二章 碱性平爐煉鋼法

§ 4 单渣法碱性平爐煉鋼爐料計算

碱性平爐煉鋼的主要方法是廢鋼矿石法。爐料中生鉄比例的变动範圍是50—70%，本計算選用 60%。采用鉻鎂磚爐頂。原材料成分和成品鋼規格見表 18 和 19。

金屬料及成品鋼成分，%

表 18

材 料	C	Mn	Si	S	P
生 鉄 60%	4.90	1.50	0.80	0.05	0.20
廢 鋼 40%	0.30	0.35	0.26	0.02	0.02
成 品 鋼	0.14—0.20	0.3—0.5	—	<0.02	<0.03

非金屬爐料成分，%

表 19

材 料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	S	Cr ₂ O ₃	FeO	CO ₂	H ₂ O
鉄 矿 石	4.5	2.4	60.5	1.5	2.0	1.0	0.05	0.05	—	27.5	—	0.50
白 云 石	5.2	2.0	1.5	—	53.5	36.0	0.12	0.20	—	1.48	—	—
鎂 砂	3.5	0.1	5.4	—	8.0	82.0	—	—	—	0.20	0.8	—
石 灰 石	3.5	2.5	—	0.8	51.0	0.5	0.10	0.10	—	1.50	35.0	5.00
石 灰	4.2	4.0	2.5	1.5	83.4	0.9	0.10	0.15	—	—	3.0	0.25
鉻 鎂 磚	6.5	4.0	11.5	—	2.0	66.0	—	—	10.0	—	—	—

[註]: 計算前应檢查上述数字是否無誤; 每种材料的各組成物的百分含量之和应等于 100%。

計算时取金屬料重等于 100 公斤。

計算前必須給定熔畢时鋼液——即第一个鋼样的成分和脫氧前鋼液成分。首先給定脫氧前鋼液成分，然后根据这个成分选取熔畢鋼液成分。

脫氧前鋼液含碳量必須取成品鋼規格的下限。熔畢碳含量根据爐子容量不同，比脫氧前鋼液含碳量高0.3—0.8%。熔畢錳含量决定于爐料含錳量。本計算选定第一个鋼样的含錳量为 0.1%，第一个鋼样的硫、磷、碳含量相应为 0.03%，0.012%和 .90%。

脫氧前鋼液成分取: 0.16%C; 0.15% Mn; 0.02%S; 和 0.012% P。确定鋼液成分时，可采用 А.М.Бигеев 的书〔6〕中所推荐的方法。

爐襯侵蝕量按推荐定額选取，〔7〕 %：

鎂 砂 0.35

白 云 石 1.10

鉻 鎂 磚 0.15

分兩期进行計算：

I ——从熔炼开始到熔化完畢；

II ——从熔化完畢到脫氧。

熔 炼 第 一 期

爐熔的平均成分列于表20：

爐料平均成分，公斤

表 20

材 料	C	Mn	Si	S	P
生 鐵 (65%)	2.40	0.90	0.48	0.03	0.12
廢 鋼 (40%)	0.12	0.14	0.10	0.01	0.01
平 均	2.52	1.04	0.58	0.04	0.13

确定元素燒損量，%：

	C	Mn	Si	S	P
爐料平均成分	2.52	1.04	0.58	0.04	0.130
熔畢成分	0.90	0.10	—	0.03	0.012
装料和熔化期中燒損量	1.62	0.94	0.58	0.01	0.118

氧化雜質的需氧量列于表21：

氧化雜質的需氧量計算

表 21

雜質氧化数量 (公斤)	生成氧化物	需 氧 量 (公斤)	生成氧化物量 (公斤)
C—1.620	CO	$1.62 \times 16 + 12 = 2.160$	3.780
Si—0.580	SiO ₂	$0.58 \times 32 + 28 = 0.660$	1.240
Mn—0.940	MnO	$0.94 \times 16 + 55 = 0.272$	1.212
P—0.118	P ₂ O ₅	$0.118 \times 80 + 62 = 0.152$	0.270
S—0.010	—	—	—
$\Sigma = 3.268$		$\Sigma O_2 = 3.244$	

鋼中 S 以 MnS 形式进入渣中，在渣中 MnS 又变成 CaS，因此放出 0.005 公斤的氧

(因硫的分子量为32, 氧的分子量为16, 故放出氧量为脫硫量的 $\frac{1}{2}$)。

計入脫硫所放出的氧以后, 則需氧量为:

$$3.244 - 0.005 = 3.239 \text{ 公斤}$$

鉄矿石消耗量可按下式計算:

$$P = 5 \Sigma O_2 - B \quad \text{公斤}$$

式中: P —鉄矿石消耗量, 公斤;

5—常数, 表示鉄矿石消耗量为需氧量的倍数*;

B —表示爐子氧化能力的数字, 变动在 3—5 之間; 熔炼第一期中由于金屬爐料直接与爐气長時間接触, 故取 B 值为 5, 熔炼第二期熔池表面为爐渣所复盖, 則取 B 值为 3。

当鼓入富氧空气时, B 值要大一些。現代平爐上空气富氧程度已达 30% 以上。若取空气富氧程度为 25%, 則 B' 值可按下列进行换算:

$$B' = \frac{B \times 0.25}{0.21}$$

式中: 0.25— $1m^3$ 的富氧空气含氧量;

0.21— $1m^3$ 的空气含氧量。

需氧量还可按下述經驗公式进行計算[11]:

$$y = 7(\%C + \%Si + \%P) - A,$$

式中: $\%C$, $\%Si$, $\%P$ —元素燒損量;

y —鉄矿石装入量, 公斤;

A —表示爐子氧化能力的常数, 通常为 8—12。

按上式算出的鉄矿石消耗量偏低。

按 $P = 5 \Sigma O_2 - B$ 公式計算的鉄矿石消耗量为:

$$P = 5 \times 3.239 - 5 = 11.2 \text{ 公斤。}$$

熔畢爐渣数量从爐渣各組成物的平衡中求得 (按 Грум Гржимайло 法) [5]。

熔炼第一期爐襯侵蝕量假定为: 公斤

白云石 0.30

鎂砂 0.25

鎢鎂磚 0.10

設石灰石消耗量为 x 。

* 鉄矿石装入爐內后, 經過灼燒, 高价氧化物(Fe_2O_3)变成低价氧化物, 即損失掉一部分氧 [8—10]。据現有資料, 馬鋼鉄矿石含氧量為 0.25 公斤, 經灼燒和熔化后, 鉄矿石中含氧量下降到 0.18 公斤。上述資料同样可以在 *КРИВ. Р. ЖСКИЙ* 矿石中得到。

計算鉄矿石消耗量时可取一公斤鉄矿石中的剩余氧含量為 0.2 公斤; 即鉄矿石重量为需氧量的 5 倍。

渣中 SiO_2 数量, 公斤

由金屬料帶入	1.240 (见表21)
由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.045 = 0.505$ (见表19)
由白云石帶入	$0.80 \times 0.052 = 0.041$
由鎂砂帶入	$0.25 \times 0.035 = 0.009$
由鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.065 = 0.006$
由石灰石帶入	0.035x

$$\Sigma \text{SiO}_2 = 1.801 + 0.035x$$

渣中 Al_2O_3 数量, 公斤

由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.024 = 0.268$
由白云石帶入	$0.80 \times 0.020 = 0.016$
由鎂砂帶入	$0.25 \times 0.001 = 0.0002$
由鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.040 = 0.004$
由石灰石帶入	0.025x

$$\Sigma \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.288 + 0.025x$$

渣中 MnO 数量, 公斤

由金屬料帶入	1.212
由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.015 = 0.168$
由石灰石帶入	0.008x

$$\Sigma \text{MnO} = 1.380 + 0.008x$$

渣中 CaO 数量, 公斤

由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.020 = 0.224$
由白云石帶入	$0.80 \times 0.535 = 0.427$
由鎂砂帶入	$0.25 \times 0.080 = 0.020$
由鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.020 = 0.002$
由石灰石帶入	0.510x

$$\Sigma \text{CaO} = 0.673 + 0.510x$$

渣中 P_2O_5 数量, 公斤

由金屬料帶入	0.270
由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.0005 = 0.006$
由白云石帶入	$0.80 \times 0.0012 = 0.001$
由石灰石帶入	0.001x

$$\Sigma \text{P}_2\text{O}_5 = 0.277 + 0.001x$$

渣中 Cr_2O_3 数量, 公斤

由鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.010 = 0.010$
--------	-----------------------------

渣中 S 数量, 公斤

由金屬料帶入	0.010
--------	-------

由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.0005 = 0.006$
由白云石帶入	$0.80 \times 0.002 = 0.001$
由石灰石帶入	$0.001x$
	$\Sigma S = 0.017 + 0.001x$

渣中 MgO 数量, 公斤

由鉄矿石帶入	$11.20 \times 0.01 = 0.112$
由白云石帶入	$0.80 \times 0.36 = 0.288$
由鎂砂帶入	$0.25 \times 0.82 = 0.205$
由鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.66 = 0.066$
由石灰石帶入	$0.005x$
	$\Sigma MgO = 0.671 + 0.005x$

渣中 FeO 和 Fe_2O_3 含量分別取 12% 和 5%, 設爐渣总量为 L , 則:

$$\Sigma FeO = 0.12L$$

$$\Sigma Fe_2O_3 = 0.05L$$

熔畢渣中和脫氧前渣中鉄的氧化物数量均可按 A. M. Бигеев 书中的圖表計算〔6〕。
爐渣总量等于, 公斤:

$$\begin{aligned}
 \Sigma SiO_2 &= 1.801 + 0.035x \\
 \Sigma Al_2O_3 &= 0.288 + 0.025x \\
 \Sigma MnO &= 1.380 + 0.008x \\
 \Sigma CaO &= 0.673 + 0.510x \\
 \Sigma P_2O_5 &= 0.277 + 0.001x \\
 \Sigma S &= 0.017 + 0.001x \\
 \Sigma MgO &= 0.671 + 0.005x \\
 \Sigma Cr_2O_3 &= 0.01 \\
 \Sigma FeO &= 0.12L \\
 \Sigma Fe_2O_3 &= 0.05L \\
 L &= 5.117 + 0.585x + 0.17L
 \end{aligned}
 \tag{式 1}$$

第二个方程式可按熔畢爐渣碱度 $\left(\frac{\Sigma CaO}{\Sigma SiO_2}\right) = 1.8$ 的条件建立。

代入 ΣCaO 和 ΣSiO_2 之值, 則:

$$\frac{0.673 + 0.510x}{1.801 + 0.035x} = 1.8 \tag{式 2}$$

由 (式 2) 求 x 值:

$$\begin{aligned}
 0.673 + 0.510x &= 3.24 + 0.063x \\
 x &= 5.8 \text{ 公斤}
 \end{aligned}$$

故

显然, 石灰石分解时要析出 CO_2 , 从而具有一定的氧化作用。但是在装料后的燒料过程中, 大量 CO_2 气体排入爐气, 故可忽視 CO_2 的氧化作用。

將x值代入(式1)，則L值为:

$$\begin{aligned} L &= 5.117 + 0.585x + 0.17L \\ 0.83L &= 5.117 + 0.585 \times 5.8 \\ L &= 10.248 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

熔畢爐渣数量及百分組成列入表22中。

熔畢爐渣数量及組成

表 22

爐 渣 組 成	計 算 式	公 斤	%
ΣSiO_2	$1.801 + 0.035 \times 5.8$	2.003	19.60
$\Sigma \text{Al}_2\text{O}_3$	$0.288 + 0.025 \times 5.8$	0.433	4.30
ΣMnO	$1.380 + 0.008 \times 5.8$	1.426	13.80
ΣCaO	$0.673 + 0.510 \times 5.8$	3.630	35.40
$\Sigma \text{P}_2\text{O}_5$	$0.277 + 0.001 \times 5.8$	0.283	2.80
ΣS	$0.017 + 0.001 \times 5.8$	0.023	0.20
$\Sigma \text{Cr}_2\text{O}_3$	0.010	0.010	0.10
ΣMgO	$0.671 + 0.005 \times 5.8$	0.700	6.90
ΣFeO	0.12×10.248	1.230	12.00
$\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$	0.95×10.248	0.510	5.00
		$L = 10.248$	100.0

利用鉄的平衡可以計算鋼液收得量。若鉄的平衡后差值为正数，則鉄由爐渣中还原出来；若差值为負数，則发生鉄的燒損。

第一期鉄的平衡见表 23。

第一期金屬鉄的平衡

表 23

材 料	來自 Fe_2O_3 (公斤)	來 自 FeO (公斤)
鉄 矿 石	$11.20 \times 0.005 \times 0.7^* = 4.750$	$11.20 \times 0.275 \times 0.78^{**} = 2.402$
白 云 石	$0.80 \times 0.015 \times 0.7 = 0.008$	$0.80 \times 0.0148 \times 0.78 = 0.009$
鎂 砂	$0.25 \times 0.054 \times 0.7 = 0.009$	$0.25 \times 0.002 \times 0.78 = 0.0004$
鉻 鎂 磚	$0.10 \times 0.115 \times 0.7 = 0.008$	—
石 灰 石	—	$5.80 \times 0.015 \times 0.78 = 0.067$
共 計	4.775	2.478
留 于 渣 中	$0.510 \times 0.7 = 0.357$	$1.230 \times 0.78 = 0.959$
進 入 鋼 液	$4.775 - 0.357 = 4.418$	$2.478 - 0.959 = 1.519$

* 一公斤 Fe_2O_3 含 $\frac{112}{160} = 0.7$ 公斤鉄

** 一公斤 FeO 含 $\frac{56}{72} = 0.78$ 公斤鉄

进入鋼液中鉄的总量为:

$$4.418 + 1.519 = 5.937 \text{ 公斤。}$$

通过氧的平衡計算求出爐气供氧量。

杂质氧化需氧量为 3.239 公斤。

鉄矿石还原供氧量, 公斤:

$$\begin{array}{rcl} \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe} & \frac{4.418 \times 48}{112} = 1.892 \\ \text{FeO} \longrightarrow \text{Fe} & \frac{1.519 \times 16}{72} = 0.434 \\ \hline & 2.326 \end{array}$$

式中: 48— Fe_2O_3 中三个公斤原子氧的重量;

112— Fe_2O_3 中二个公斤原子鉄的重量;

16—氧的公斤原子量;

72— FeO 的公斤分子量。

爐气供氧量:

$$3.239 - 2.326 = 0.913 \text{ 公斤}$$

熔池析出的 CO_2 量: 公斤

$$\text{由石灰石中析出} \quad 5.80 \times 0.35 = 2.030$$

$$\text{由鎂砂中析出} \quad 0.25 \times 0.008 = 0.002$$

$$2.032$$

熔池中析出 H_2O 量: 公斤

$$\text{由鉄矿石中析出} \quad 11.20 \times 0.005 = 0.056$$

$$\text{由石灰石中析出} \quad 5.8 \times 0.050 = 0.290$$

$$0.346$$

鋼液总量:

$$100 - 3.268 + 5.937 = 102.669 \text{ 公斤}$$

熔炼第一期物料平衡

支出項, 公斤		收得項, 公斤	
金屬料	100.000	鋼液	102.669
鉄矿石	11.200	爐渣	10.248
石灰石	5.800	CO	3.780
白云石	0.800	CO_2	2.032
鎂砂	0.250	H_2O	0.348
鉻鎂磚	0.100	誤差	-0.012
爐气中氧	0.913		
	119.063		119.063

熔炼第二期爐料計算与双渣法計算方法相同(§ 5), 故此处从略。

§ 5 双渣放渣法碱性平爐煉鋼爐料計算

全部原始数据同 § 4 所示。本熔炼法的特点是放两次渣：一次在兌鉄水后，一次在熔畢后。兌鉄水后熔池起泡，爐渣由出渣口和中爐門坎流出。

每一百公斤金屬料放渣量为 5—8 公斤，爐料中鉄水量愈多，应放渣量也愈多。

兌鉄水后熔池中所生成的爐渣經常起泡且厚，复盖鋼液表面，惡化傳热。为改善熔池傳热过程，只保留工艺操作所需的爐渣（30—45mm），多余爐渣必須放出。

本計算取每 100 公斤金屬料的放渣量为 7 公斤。放出渣成分：21.8%SiO₂；2.7%Al₂O₃；2.7%P₂O₅；24.8%CaO；9%MgO；15.0%MnO；0.1%S；23.9%FeO（其中包括換算后的 Fe₂O₃ 量）。

必須指出，使用低錳生鉄的平爐熔炼的放出渣中含 3—5%MgO。

为适应大多数工厂实际情况，本計算选用标准含錳量的生鉄。

熔炼第一期炉料計算

放出渣的碱度範圍是 0.8—1.2，本計算取碱度 $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}\right) = 1.13$ 。

放出渣中帶走氧化物的数量：（公斤）

$$\text{MnO} = 7 \times 0.150 = 1.050$$

$$\text{SiO}_2 = 7 \times 0.218 = 1.526$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = 7 \times 0.027 = 0.189$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 7 \times 0.027 = 0.189$$

$$\text{CaO} = 7 \times 0.248 = 1.736$$

$$\text{MgO} = 7 \times 0.090 = 0.630$$

$$\text{S} = 7 \times 0.001 = 0.007$$

$$\text{FeO} = 7 \times 0.239 = 1.673$$

$$\underline{7.000}$$

随放出渣所損失掉的大量的 CaO 和鉄的氧化物必須在計算爐渣組成时予以考虑。

随放出渣損失的石灰石可由 CaO 含量計算得出：

$$\frac{1.736}{0.51} = 3.4 \text{ 公斤}$$

式中 0.51——每公斤石灰石中 CaO 含量（见表 19）

設 x 为装料时未計入損失之石灰石装入量，則石灰石的全部消耗量为：

$$x + 3.4 \text{ 公斤}$$

随放出渣損失掉的鉄矿石可由渣中 FeO 的含量計算之。

鉄矿石中同时含有 FeO 和 Fe₂O₃。計算时必须將 Fe₂O₃ 換算成 FeO 的当量含量。可按两种化合物中对应一公斤鉄时所能提供的氧量进行計算。对应一公斤鉄的 FeO 供氧量为：

$$\frac{16}{56} = 0.286 \text{ 公斤}$$

对应一公斤铁的 Fe_2O_3 的供氧量为:

$$48/112=0.428 \text{ 公斤}$$

因此一公斤 Fe_2O_3 相当于 $(0.428/0.286=)$ 1.5 公斤的 FeO 。

一公斤铁矿石中 FeO 的当量含量为:

$$0.605 \times 1.5 + 0.275 = 1.182 \text{ 公斤 (参阅表19中的铁矿石成分)}$$

放出渣带走的 FeO 为 1.673 公斤, 则相当铁矿石损失量为:

$$1.673 \div 1.182 = 1.4 \text{ 公斤}$$

故装料时铁矿石总量为:

$$11.2 + 1.4 = 12.6 \text{ 公斤}$$

式中 11.2 为铁矿石消耗量 (参阅 § 4)

熔毕时炉渣各组成部分数量的计算:

进入渣中的 SiO_2 , (公斤)

金属炉料带入	1.240
铁矿石带入	$12.60 \times 0.045 = 0.567$
白云石带入	$0.80 \times 0.052 = 0.041$
镁砂带入	$0.25 \times 0.035 = 0.009$
铬镁砖带入	$0.10 \times 0.065 = 0.006$
石灰石带入	$(x+3.4) \times 0.035 = 0.119 + 0.035x$
	$\Sigma \text{SiO}_2 = 1.982 + 0.035x$

进入渣中的 Al_2O_3 , (公斤)

铁矿石带入	$12.6 \times 0.024 = 0.302$
白云石带入	$0.80 \times 0.020 = 0.016$
镁砂带入	$0.25 \times 0.001 = 0.0002$
铬镁砖带入	$0.10 \times 0.040 = 0.004$
石灰石带入	$(x+3.4) \times 0.025 = 0.085 + 0.025x$
	$\Sigma \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.407 + 0.025x$

进入渣中的 MnO , (公斤)

金属炉料带入	1.212
铁矿石带入	$12.6 \times 0.015 = 0.189$
石灰石带入	$(x+3.4) \times 0.008 = 0.027 + 0.008x$
	$\Sigma \text{MnO} = 1.428 + 0.008x$

进入渣中的 CaO , (公斤)

铁矿石带入	$12.60 \times 0.020 = 0.252$
白云石带入	$0.80 \times 0.535 = 0.428$
镁砂带入	$0.25 \times 0.080 = 0.020$
铬镁砖带入	$0.10 \times 0.020 = 0.002$
石灰石带入	$(x+3.4) \times 0.510 = 1.734 + 0.51x$
	$\Sigma \text{CaO} = 2.436 + 0.510x$

进入渣中的 P_2O_5 , (公斤)

金屬爐料帶入	0.270
鉄矿石帶入	$12.60 \times 0.0005 = 0.006$
白云石帶入	$0.80 \times 0.0012 = 0.001$
石灰石帶入	$(x+3.4) \times 0.001 = 0.003 + 0.001x$
	$\Sigma P_2O_5 = 0.280 + 0.001x$

进入渣中的 S , (公斤)

金屬爐料帶入	0.010
鉄矿石帶入	$12.60 \times 0.0005 = 0.006$
白云石帶入	$0.80 \times 0.002 = 0.0016$
石灰石帶入	$(x+3.4) \times 0.001 = 0.0034 + 0.001x$
	$\Sigma S = 0.021 + 0.001x$

进入渣中 Cr_2O_3 , (公斤)

鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.10 = 0.010$
-------	----------------------------

进入渣中的 MgO , (公斤)

鉄矿石帶入	$12.60 \times 0.010 = 0.126$
白云石帶入	$0.80 \times 0.360 = 0.288$
鎂砂帶入	$0.25 \times 0.820 = 0.205$
鉻鎂磚帶入	$0.10 \times 0.660 = 0.066$
石灰石帶入	$(x+3.4) \times 0.005 = 0.017 + 0.005x$
	$\Sigma MgO = 0.702 + 0.005x$

渣中 ΣFeO 和 ΣFe_2O_3 像前面計算那样分別假定為: 12% 和 5%。

为列出熔畢爐渣数量的計算公式, 必須減去放出渣中相应的組成部分, 則熔畢渣的組成应为:

ΣSiO_2	$1.982 + 0.035x - 1.526 = 0.456 + 0.035x$
ΣAl_2O_3	$0.407 + 0.025x - 0.189 = 0.218 + 0.025x$
ΣMnO	$1.428 + 0.008x - 1.050 = 0.378 + 0.008x$
ΣCaO	$2.436 + 0.510x - 1.736 = 0.700 + 0.510x$
ΣS	$0.021 + 0.001x - 0.007 = 0.014 + 0.001x$
ΣMgO	$0.702 + 0.005x - 0.630 = 0.072 + 0.005x$
ΣP_2O_5	$0.280 + 0.001x - 0.189 = 0.091 + 0.001x$
ΣCr_2O_3	0.010
ΣFeO	0.120 L
ΣFe_2O_3	0.050 L

$$L = 1.939 + 0.585x + 0.17L$$

即

$$0.83L = 1.939 + 0.585x$$

(式 1')

第二式根据熔畢渣的碱度 $\frac{\Sigma \text{CaO}}{\Sigma \text{SiO}_2} = 1.9$ 列出。

代入上面計算出的 ΣCaO 和 ΣSiO_2 得：

$$\frac{0.700 + 0.510x}{0.456 + 0.035x} = 1.9 \quad (\text{式 } 2)$$

$$0.700 + 0.510x = 0.865 + 0.066x$$

解之得： $x = 0.378$ 公斤

由式 1，确定渣量 $0.83L = 1.939 + 0.585 \times 0.378$

求得： $L = 2.600$ 公斤

装料时石灰石的消耗量：

$$3.4 + 0.378 = 3.778 \text{ 公斤}$$

熔畢爐渣数量及組成列入表 24。表 25 所示为第一期金屬鉄的平衡。

熔畢爐渣数量及組成

表 24

組 成	計 算 式	公 斤	%
SiO_2	$0.456 + 0.035 \times 0.378$	0.469	18.0
Al_2O_3	$0.218 + 0.025 \times 0.378$	0.227	8.7
MnO	$0.378 + 0.008 \times 0.378$	0.381	14.6
CaO	$0.700 + 0.510 \times 0.378$	0.892	34.4
MgO	$0.072 + 0.005 \times 0.378$	0.074	2.8
P_2O_5	$0.091 + 0.001 \times 0.378$	0.091	3.5
Cr_2O_3	0.010	0.010	0.4
S	$0.014 + 0.001 \times 0.378$	0.014	0.6
FeO	0.12×2.600	0.312	12.0
Fe_2O_3	0.05×2.600	0.130	5.0
		$L = 2.600$	100.0

第一期内金屬鉄的平衡

表 25

材 料	由 Fe_2O_3 (公斤)	由 FeO (公斤)
鉄 矿 石	$12.60 \times 0.605 \times 0.7 = 5.335$	$12.60 \times 0.275 \times 0.78 = 2.700$
白 云 石	$0.80 \times 0.015 \times 0.7 = 0.008$	$0.80 \times 0.0148 \times 0.78 = 0.009$
镍 砂	$0.25 \times 0.054 \times 0.7 = 0.009$	$0.25 \times 0.002 \times 0.78 = 0.0004$
铬 镍 磚	$0.10 \times 0.115 \times 0.7 = 0.008$	—
石 灰 石	—	$3.78 \times 0.015 \times 0.78 = 0.044$
共 計	5.360	2.753
放出渣帶走	—	$1.673 \times 0.78 = 1.305$
進入爐渣	$0.130 \times 0.7 = 0.091$	$0.312 \times 0.78 = 0.243$
共 計	0.091	1.548
進入鋼水	$5.360 - 0.091 = 5.269$	$2.753 - 1.548 = 1.205$

* 參閱表 24。

进入鋼水中鉄的总量:

$$5.269 + 1.205 = 6.474 \text{ 公斤}$$

熔畢时鋼水重量:

$$100 - 3.268 + 6.474 = 103.206 \text{ 公斤}$$

式中 3.268——杂质燒損量

全部爐渣重量:

$$7 + 2.600 = 9.600 \text{ 公斤}$$

氧的平衡計算:

元素氧化时需氧量为 3.23 公斤, 鎂矿石还原时放出氧的数量:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Fe} \frac{5.269 \times 48}{112} = 2.260 \text{ 公斤}$$

$$\text{FeO} \longrightarrow \text{Fe} \frac{1.205 \times 16}{56} = 0.345 \text{ 公斤}$$

$$\underline{\hspace{10em}} 2.605 \text{ 公斤}$$

爐气供氧:

$$3.239 - 2.605 = 0.634 \text{ 公斤}$$

析出 CO_2 气体之量: (公斤)

$$\text{由石灰石中析出} \quad 3.778 \times 0.35 = 1.322$$

$$\text{由鎂砂中析出} \quad 0.25 \times 0.008 = 0.002$$

$$\underline{\hspace{10em}} 1.324$$

析出 H_2O 之量: (公斤)

$$\text{由鉄矿石中析出} \quad 12.60 \times 0.005 = 0.063$$

$$\text{由石灰石中析出} \quad 3.778 \times 0.050 = 0.189$$

$$\underline{\hspace{10em}} 0.252$$

熔炼第一期的物料平衡

支出項 (公斤)		收得項 (公斤)	
金屬爐料	100.000	鋼 液	103.206
鉄 矿 石	12.600	爐 渣	$7.0 + 2.6 = 9.600$
石 灰 石	3.778	CO	3.787
白 云 石	0.800	CO_2	1.324
鎂 砂	0.250	水 分	<u>0.252</u>
鉻 鎂 磚	0.100		118.162
爐气中氧	<u>0.634</u>		
	118.162		

熔 炼 第 二 期 計 算

元素燒損: %	C	Mn	Si	S	P
熔畢鋼水成分	0.90	0.10	—	0.03	0.012