

平爐配料計算

張春銘、劉嘉禾譯

В. Я. 札列諾夫著

重工業出版社

平 爐 配 料 計 算

В. Я. 札列諾夫著

張 春 銘
劉 嘉 禾 譯

鞍 鋼 編 輯 委 員 會 印 行

В. Я. ЖАРЕНОВ

**РАСЧЕТ ШИХТ
ДЛЯ МАРТЕНОВСКОЙ
ПЛАВКИ**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

МОСКВА 1952

平 爐 配 料 計 算

譯 者	張 春 銘 • 劉 嘉 禾
審 閱	邵 象 華
編 校	侯 毅 箴
出 版	重 工 業 出 版 社
印 行	鞍 鋼 編 輯 委 員 會
印 刷	瀋 陽 鐵 路 印 刷 廠

定價 3,600 元

冊數 0001—5,000

1953年11月付排

1953年12月出版

前 言

快速煉鋼者們的工作經驗指出，縮短熔煉時間的潛力在於配料。正確的計算配料有利於縮短熔煉時間，改善鋼的質量和降低每噸鋼的原材料消耗。因此配料計算應給予特殊的重視。

對於廢鋼礦石法的平爐熔煉採用理論配料計算，不能得到十分切合爐子操作實踐的結果。所以配料時必須根據理論計算參照該平爐車間爐子的工作條件加以修正。

本書所提出的平爐熔煉配料計算係以斯大林命名的庫茲涅茨冶金公司和札普羅日工廠的平爐車間的實際經驗為根據的。

配料計算的實際修正對於不同平爐車間可能有些差別，因此必須對於每個平爐車間要按該車間的工作條件加以校正。

正確的配料對於平爐生產率和鋼的質量有重大的影響。

所介紹的配料計算方法，在把裝入爐內的原料準確過秤條件下，才給予減少配料錯誤的可能性。

在正確的配料計算情況下，熔畢鋼液的正常含炭量應高於規定鋼種的化學成份的上限0.5—0.7%。對於軟的鋼種希望含有0.7—1.0% C。對於硬的鋼種希望含有1.0—1.3% C。

如果熔化完畢後鋼液中含炭量高出或低於上述範圍，那就表明配料不正確，硬熔或軟熔。所建議的爐料熔畢後含炭量有利於熔煉的正常進行，因可獲得短的泡沫時間，爐池的活躍沸騰和保證鋼液脫氣良好的長的純沸騰時間。不正確的配料結果，便造成熔畢炭量過高或過低，會破壞正常熔煉過程，並使爐子生產率降低，鋼的質量變壞。

在沸騰時期，鋼液和渣子加熱不足，則粘濕並且流動性小。鋼液便不能很好的排出氣體和非金屬夾雜物。只有在遵守正確的熔煉技術規程下才可以得到高的生產率和好的鋼質。

為了計算配料，必須採用一些表格和曲線，這些表格和曲線係根據理論配料計算與平爐工作的實際資料而作成的。

在下面將引述按表格配料的實例，這些表格是根據以斯大林命名的庫茲涅茨公司和札普羅日工廠的馬丁爐車間的工作條件而製定的。

目 錄

前 言	頁
I. 配料計算.....	(1)
1. 確定原料的平均化學成份.....	(1)
2. 熔化期間料中諸元素氧化數量的確定.....	(2)
3. 氧化雜質需要氧量的計算.....	(2)
4. 鐵礦石裡的氧含量的確定.....	(3)
5. 石灰石氧化作用的確定.....	(7)
6. 熔化階段放渣對計算結果的影響.....	(8)
II. 配料計算表.....	(10)
1. 礦石需要量的計算.....	(10)
2. 配料礦石理論計算量的實際校正數字的確定 (爐氣的氧化作用及渣中氧化鐵的損失).....	(13)
3. 廢鋼種類對於料中礦石計算實際校正數字的影響.....	(14)
4. 料中石灰石的計算.....	(15)
5. 配料計算表的校驗.....	(30)

I. 配 料 計 算

配料計算，根據裝入爐內原料的重量及化學成份來進行，由此確定料中諸元素的含量（%）及在熔化期中氧化的數量。決定平爐料中所含雜質氧化及造渣所需要的礦石及石灰石數量，乃是配料的首要任務。

1. 確定原料的平均化學成份

已知金屬原料的組成，要求確定料裡諸元素的平均含量（表1）

料中炭、錳、矽、磷的平均含量用下列計算確定：

生鐵含炭總量

$$\frac{126.6 \times 4.5\%}{100} = 5.697 \text{噸}$$

原 料 中 諸 元 素 含 量

表 1

原 料 組 成	重 量 (噸)	鐵 及 廢 鋼 分 析 %			
		C	Mn	Si	P
熔鐵.....	123.6	4.5	1.9	0.86	0.26
各種廢鋼.....	70.0	0.4	0.6	0.1	0.04
金屬料共計	196.6	—	—	—	—
平 均 化 學 成 份		3.01	1.43	0.59	0.181

廢鋼含炭量 $\frac{70.0 \times 0.4\%}{100} = 0.280 \text{噸};$

料中炭量合計 $5.697 + 0.280 = 5.977 \text{噸}$

即 $\frac{5.977}{196.6} = 3.04\%。$

用同上方法得出其他元素平均含量：

錳的含量 $\frac{(126.6 \times 1.9) + (70 \times 0.6)}{196.6} = 1.43\%，$

矽的含量 $\frac{(126.6 \times 0.86) + (70 \times 0.1)}{196.6} = 0.59\%，$

磷的含量 $\frac{(126.6 \times 0.26) + (70 \times 0.04)}{196.6} = 0.181\%。$

2. 熔化期間料中諸元素氧化數量的確定

如果煉製含炭在0.17—0.27%範圍內的“鋼4”，要求熔畢鋼液中含0.9%C，0.15%Mn，0.04%P，則原料中諸元素平均含量與熔畢後含量之差數，必須在熔化中去除。

(表2)可假定熔畢時砂已全被氧化。

熔化過程中諸元素氧化數量

表2

	雜 質 含 量 %			
	C	Mn	Si	P
料裡的平均成份	3.04	1.43	0.59	0.181
熔畢後第一個試樣	0.9	0.15	--	0.04
熔化期中氧化掉的數量	2.14	1.28	0.59	0.177

爲了計算在熔化期氧化雜質所需的總氧量，須先計算每單位被氧化元素C，Mn，Si及所耗氧的數量。

3. 氧化雜質需要氧量的計算

炭的氧化按反應 $2C + O_2 = 2CO$ ，每單位炭需要 $32 \div 24 = 1.33$ 單位氧。

錳的氧化按反應 $2Mn + O_2 = 2MnO$ ，每單位錳需要 $32 \div 109.86 = 0.291 = 0.3$ 單位氧。

磷的氧化按反應 $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$ ，每單位磷需要 $160 \div 124.08 = 1.29 \approx 1.3$ 單位氧，平爐熔池中雜質的氧化係靠熔解在鋼液中的氧化鐵(Feo)來進行： $C + Feo = Fe + CO$ ，按此反應則每單位炭需要

$71.84 \div 12 = 5.93$ 單位氧氧化鐵(Feo)或者每單位炭需要 $16 \div 12 = 1.33$ 單位氧。

因此，爲了計算不複雜化，以後將把雜質的氧化反應認爲是直接由於氧。

如果知道氧化單位C，Mn，Si，P雜質時氧的消耗係數及所需氧化元素的數量，便可以算出氧的需要量(表3)

氧化雜質所耗氧量

表3

	雜 質 含 量 %			
	C	Mn	Si	P
雜質氧化數量.....	2.14	1.28	0.59	0.177
單位元素耗氧量.....	1.33	0.3	1.14	1.3
氧化所需氧量.....	2.84	0.384	0.670	0.183

氧化所有雜質共需

$$\frac{(2.84+0.38+0.67+0.18) \times 196.6}{100} = 8.002 \text{噸氧,}$$

假定礦石中含有24%O₂並全部利用了氧化雜質，則裝入的礦石數量如下：

$$\frac{8.002 \times 100}{24} = 33.34 \text{噸,}$$

但是礦石裡的氧並不能全部用於氧化料裡的雜質，因為在兌入鐵水前礦石在爐內加熱時一部分已分解而失去氧，在這個階段中不能利用。此外，鐵水兌入後，一部份礦石浮起，隨初期渣放出。此一部份氧的損失也很可觀，在配料計算時應加以考慮。

增加料裡的廢鋼數量，可以減少初期放渣量和降低氧化鐵的損失。如果料裡與廢鋼一同加入的是固體生鐵或生鐵碎塊，那末在熔化期中鐵裡的一部分雜質便被爐氣的氧所氧化。

為了不至曲確定礦石數量的計算，必須考慮熔畢時所燒損的鐵而對計算的廢鋼數量添加5—10噸。

在熔化期放渣，是促進快速熔化、縮短熔煉時間、及排出鋼液裡的磷的辦法。

4. 鐵礦石裡的氧含量確定

鐵礦石具有不同的礦物的和化學的成份：它可能為三氧化二鐵 (Fe₂O₃)，一氧化鐵 (FeO)，磁性氧化鐵 (Fe₃O₄)，含水氧化鐵 (2Fe₂O₃ · H₂O) 及碳酸鐵 (FeCO₃) 等形態。表4列有鐵礦石的化學成份。

某些平爐配料用的鐵礦石的化學分析

表 4

礦 石	礦 石 的 化 學 成 份 %										
	Fe	Fe ₂ O ₃	Feo	O ₂	H ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P
馬格尼托哥爾斯克	61	79.7	6.8	25.4	2.5	5	1.5	1.4	0.3	0.02	0.15
克 里 伏 洛 茹	62	87.8	0.77	26.5	3.2	4.4	1.2	0.2	—	0.03	0.02

在鐵礦的分析中通常都得出全鐵、諸氧化鐵及雜質含量，而鐵礦石的氧量則按氧化物生成的反應計算確定。

三氧化二鐵含Fe₂O₃ → 2Fe + 1½O₂ (一個半分子氧)，因之每單位Fe₂O₃產生48 ÷ 159.68 = 0.3單位氧。一氧化鐵含FeO → Fe + ½O₂ (半個分子氧)，因之每單位一氧化鐵產生16 ÷ 71.85 = 0.222單位氧。

按此係數可確定礦石中氧的含量，如礦石含有79.7% Fe_2O_3 及6.89% FeO ，氧的數量即為 $79.7 \times 0.3 = 23.91\%$ 及 $6.8 \times 0.222 = 1.5\%$ 。礦石共含 $23.91 + 1.50 = 25.41\% \text{O}_2$ 。

所引述的分析是對乾燥的礦石而言。但是在平爐配料中，大多數情況下是使用潮的礦石。

礦石中含有水份時，便相對地減少了鐵及氧的含量。

馬格尼托哥爾斯克礦石含水在2.5%左右，克里伏洛茹礦石約含3.2%。

為了計算配料，必須有指出全鐵諸氧化鐵及水分含量的礦石分析。上述鐵礦石計入水份時則有表5所示的成份。

鐵 礦 石 成 份

表5

礦 石	潮 礦 石 化 學 分 析 %				
	Fe	Fe_2O_3	FeO	O_2	H_2O
馬格尼托哥爾斯克	59.47	77.7	6.6	24.77	2.5
克里伏洛茹	60.01	84.99	0.77	25.5	3.2

計算配料時可以勿需從乾礦石重新計算濕礦石的成份，只要根據其相對的含水量增加礦石裝入的數量即可。例如：若礦石含有2.5%水份，礦石加入量為30噸，水的數量則為 $\frac{3000 \times 2.5}{100} = 750$ 公斤。在此情況下，考慮到礦石中這一部分水份，必需裝料時補充加入750公斤礦石。裝在平爐裡的礦石當加熱時發生下列變化，焙燒、燒結，並部分熔化；一些數量的礦石分解而放出氧，這一部分氧到兌鐵水時便不能利用來氧化料裡的雜質。為了確定礦石在加熱過程中所損失的氧，進行了專門的研究，得到的結果在配料時據以參考。

在M.M. Карнаухова教授所著的「鋼冶金」一書第二章中，曾述及在各種不同溫度加熱時關於氧化鐵還元的研究。當在空氣中將成份為12.2% FeO 及0.3% Fe_2O_3 的細份渣加熱，從溫度500°C開始，鋼渣的重量由於 FeO 氧化為 Fe_2O_3 而增加，這重量的增加繼續到1100°C，此時所有 FeO 都已轉變為 Fe_2O_3 ，重量的增加與 FeO 氧化為 Fe_2O_3 所消耗的氧的數量相符合，繼續加熱的結果鋼渣的重量由於 Fe_2O_3 按反應 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 反向還元作用變為 Fe_3O_4 ，放出氧而降低。當溫度為1300°C時所有 Fe_2O_3 均已轉化為 Fe_3O_4 ，其後鋼渣的重量穩定不變。鋼渣重量的減少與 Fe_2O_3 還元為 Fe_3O_4 所放出的氧的數量相符合。

礦石與石灰（ Fe_2O_3 及 CaO ）的混合物在溫度為900°C時燒結，1200—1500

°C時熔化。

當 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$ 混合物冷卻時比重發生變化，在此情況下 Fe_2O_3 還元為 Fe_3O_4 而放出氧。

在 Костылева 教授所著「鹼性平爐配料計算」書中引用在那捷日斤斯科(Надеждинский завод)工廠(現名塞洛娃工廠)平爐中加熱礦石及石灰石的研究資料：“在高溫度時 Fe_2O_3 不可能存在，它加熱時分解為 Fe_3O_4 ，同時放出氧；當礦石與石灰石熔在一起再繼續加熱時，它繼續由 Fe_3O_4 分解為 FeO ，又放出一部分氧”。從平爐中在不同階段取出的礦石分析來判斷，可以看出爐內礦石加熱時它由高氧化物 Fe_2O_3 變為低氧化物 Fe_3O_4 及 FeO 的數量逐漸增多。

當 Fe_2O_3 全部還元為 Fe_3O_4 時，按反應式 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 放出 $\frac{16.100}{144} = 11\% \text{O}_2$ ，當 Fe_2O_3 全部還元為 FeO 時，按反應式 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{FeO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 放出 $\frac{16.100}{48} = 33\% \text{O}_2$ 。

“札普羅日”工廠曾進行平爐中礦石加熱時氧的損失及礦石還元程度的研究工作。當爐料加熱時，從爐中取出已燒熱的、熔結的及熔化的礦石試樣。(表6)

從引用的試樣分析結果看出，礦石當熔化時已全部分解並且一大部分已轉變為 FeO 。

礦 石 試 樣 分 析

表 6

試 樣 號 數	礦 石 試 樣 名 稱	化 學 成 份 %								
		SiO_2	CaO	Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	Fe	MnO	P_2O_5	S
1	在爐內加熱 2.5 小時後 熔化礦石的試樣 同上試樣無 CaO	76.2	18.92	—	14.03	56.05	0.03	1.47	0.17	0.15
		—	—	—	17.5	61.0	—	—	—	—
2	在爐內加熱 2 小時後， 礦石表層焙燒的試樣。	—	—	—	28.4	59.4	—	—	—	—
3	在爐內加熱 1.5 小時後， 塊狀礦石試樣	—	—	74.4	18.8	—	—	—	—	—
4	在爐內加熱 1 小時後， 灼熱礦石試樣	—	—	84.97	0.87	—	—	—	—	—

當礦石加熱時間較短，僅僅經過焙燒及部分熔結，在這種情況下氧化鐵(Fe_2O_3)的分解不完全，只達到磁性氧化鐵 Fe_3O_4 的地步(參看表6)。在第一個已熔化礦石的試樣分析，未發現 Fe_2O_3 ，它已全部分解，並且3/4以上轉化為

一氧化鐵 (FeO)，將近 $\frac{1}{3}$ 轉化為磁性氧化鐵 (Fe_3O_4)。

第二個試樣，焙燒的礦石沒有熔化，三氧化二鐵的還元程度較少，將近 $\frac{2}{3}$ 的 Fe_2O_3 分解為 Fe_3O_4 ， $\frac{1}{3}\text{Fe}_2\text{O}_3$ 仍保持原狀未動，一氧化鐵 (FeO) 則沒有。

礦石加熱時間較短， Fe_2O_3 的分解進行就較小；這從上表第三個試樣， Fe_3O_4 為 18.8%，而 FeO 沒有的分析結果可以看出。

加熱在 700°C 以下礦石實際上沒有分解，這可從第四個試樣說明。

在庫茲涅茨克工廠採用下述裝料順序：在爐底上加入半數的礦石，然後全部石灰石，在石灰石上加入其餘一半礦石，其上加入廢鋼及冷生鐵。在裝料過程中每加完一層，加熱 5—7 分鐘並進行耙平，全部裝料延續二小時，裝完後加熱 1 小時 40 分然後兌入鐵水，料的熔化為 4 小時，在裝料及加熱期間上層礦石厚度約 100 公厘受熱熔化，其餘部分礦石加熱後則具有不同程度的分解，因此兌入鐵水時，爐中將有各種不同形式的氧化鐵 (FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3) 氧的損失數量則依礦石加熱時間的長短及受熱強度而變。

在平爐裡礦石加熱時，氧的損失粗略計算如表 7。

如果全部礦石裝在爐底上而在其上裝石灰石，這種情況下礦石需要量則較礦石裝在石灰石上部時為少，因為礦石裝在石灰石下面加熱時來不及分解不致於損失氧。並且放渣時損失的也較少。

礦石裝在石灰石上面，將部分遭受熔結和分解，在這種情況下，料的加熱溫度愈高，時間愈長，則氧的損失愈多。

燒料 2 小時後礦石表層熔化達 10—30 公厘，相當於加入爐內的礦石有 5—15 % 分解。

這樣燒結的礦石，氧的損失相當於礦石中全部氧量的 0.7—1.5%。剩餘的氧則用來氧化料中的雜質。礦石中氧化物 Fe_2O_3 及 Fe_3O_4 在兌入鐵水後將按下列反應分解 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeO}$ 及 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Fe} = 4\text{FeO}$ 但並不放出游離氧。以 Fe_2O_3 及 Fe_3O_4 形式存在的剩餘氧化物在鐵水兌入後將全部用來氧化料中的鐵及雜質。

有時由於燒料過久，在礦石全部熔化情況下，礦石中氧的損失很厲害，可達到礦石中全部含量的 $\frac{1}{4}$ 。

長期燒料時，與礦石熔化及分解的同時，由於爐內空間中氧的作用，廢鋼也發生熔化及氧化。爐池中由於廢鋼氧化所獲得的氧將超過礦石分解所損失的氧。

這樣，在廢鋼礦石法中，爐料金屬部分的雜質，被爐內氧化氣體氧化，是第二個氧的來源，而在廢鋼法中爐氣氧化作用則是主要的因素。

這說明當用廢鋼法時，在熔化過程中，氧化鐵形式的數量是足夠氧化料裡的

雜質的。

平爐中礦石加熱時氧的損失計算

表 7

礦	石	鐵含量	含水量	礦石熔化層		礦石熔燒層		氧的 損失	剩餘氧
				mm	%	mm	%		
馬格尼托哥爾斯克礦石 (Магнитогорская руда)									
乾燥的馬格尼托哥爾斯克礦石(無水)	61	—	—	—	—	—	—	—	25.4
潮濕的馬格尼托哥爾斯克礦石	59.4	2.5	—	—	—	—	—	0.63	24.77
馬格尼托哥爾斯克礦石燒到表面熔結	59.4	2.5	—	—	20	10	0.36	21.41	
馬格尼托哥爾斯克礦石燒到表面熔化	59.4	2.5	10	5	20	10	0.69	24.03	
同上表面大熔	59.4	2.5	20	10	20	10	1.03	23.75	
同 上	59.4	2.5	50	25	20	10	2.01	22.76	
同 上	59.4	2.5	100	50	20	10	3.76	20.75	
同 上	59.4	2.5	200	100	—	—	6.61	18.16	

克里伏洛茹礦石 (Криворожская руда)

克里伏洛茹乾燥礦石(無水)		62	—	—	—	—	—	—	26.5
克里伏洛茹濕潮礦石		60	3.2	—	—	—	—	1.0	25.5
克里伏洛茹礦石燒至表面燒結		60	3.2	—	—	20	10	0.36	25.14
克里伏洛茹礦石燒結並表面部分熔化		60	3.2	10	5	20	10	0.69	24.81
同上表面大化		60	3.2	20	10	20	10	1.02	24.48
同 上		60	3.2	30	15	20	10	1.35	24.15
同 上		60	3.2	40	20	20	10	1.68	23.85
同 上		60	3.2	50	25	20	10	2.01	23.49
同 上		60	3.2	100	50	20	10	3.66	21.84
同 上		60	3.2	200	100	—	—	6.60	18.90

5. 石灰石氧化作用的確定

裝在爐裡的石灰石加熱到925°C時，便行分解，放出CO₂，在其經過鋼液層時將其氧化。

石灰石分解係按下列反應 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ 。

放出的二氧化碳與鐵按反應 $\text{Co}_2 + \text{Fe} = \text{FeO} + \text{Co}$ 作用，或者先自行分解為一氧化炭及氧，反應是 $\text{Co}_2 \rightarrow \text{Co} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ ，放出的游離氧按反應： $\text{Fe} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 將鐵氧化。

這樣，石灰石分解時使金屬被二氧化碳及氧吹掃，氧化熔池裡的鐵及雜質。根據石灰石分解反應，100份石灰石放出44份二氧化碳，相當於16份氧，因之每噸石灰石可以給出160公斤氧，如果這些氧全部用於和鋼液反應，那就可以代替料中不少數量的礦石，但是二氧化碳經過鋼液時來不及全部分解，所以僅僅其中一部分用於氧化鋼中雜質。

考斯特列夫 (Костылев) 教授所著「碱性平爐配料計算」一書中指出，「從石灰石的 CO_2 所放出的氧，僅有稍少於一半與金屬及雜質起作用」計算時我們假定石灰石分解時的 CO_2 所放出的氧有一半參加了與鋼液的反應。

一噸石灰石分解時放出160公斤氧，用於氧化者為 $160 \div 2 = 80$ 公斤。

如果每噸礦石具有240公斤有效氧，而每噸石灰石有80公斤，就是說少於三倍，那末3噸石灰石便可以代替料中一噸礦石。這也就是說石灰石的氧化能力，在配料時是應該加以考慮的。減少礦石的數量，按重量應等於加入爐內石灰石數量的 $\frac{1}{3}$ 。用石灰代替料裡的石灰石，則不需要修正礦石加入數量。

6. 熔化階段放渣對計算結果的影響

在廢鋼礦石法中，為了從鋼液去除磷並改善傳熱及加速熔煉起見，必須減少泡沫渣的厚度，從爐裡將它放出一部分。

放渣是在兌入鐵水後進行，在這個階段從195噸容積的平爐可放出 $1\frac{1}{2}$ 桶或15—20噸渣。從360噸平爐可放出2—3桶或25—30噸渣。

早期放渣是一個有益的作業，但在放渣期間鋼渣從爐中帶走一部分氧化鐵，會引起配料的破壞。在放渣時因為石灰石熔化較晚，渣中沒有足夠數量的石灰，所以形成的二氧化矽及無水磷酸就與氧化鐵及氧化錳作用，生成 (FeO) ， $(\text{MnO})_2 \cdot \text{SiO}_2$ 及 $(\text{FeO})_4 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ ， $(\text{MnO})_4 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ 等化合物，這些化合物在放渣時被排出，

從爐中放出未與石灰成渣的二氧化矽，破壞了石灰石的計算。所以當計算石灰石時，必須按隨渣放出的二氧化矽的數量作校正。如果對放渣時由於氧化鐵的損失而須增加鐵礦石的數量來加以校正。那麼對於隨熔渣一齊放走的未與石灰成渣的二氧化矽，也應以減少配料的石灰石予以校正，校正數量根據放渣量及兌完鐵水後放渣的時間來決定。

爲了確定此損失數量，在札普羅日鋼廠，曾在熔化期間從爐中採取了鋼樣及渣樣。渣樣的分析列於表 8。

兌完鐵水一小時後的鋼樣分析如下： 2.43% C, 0.19% Mn, 0.13% P, 0.035% S。

渣 樣 分 析 表 8

渣樣 號數	取 渣 樣 時 間	化 學 分 析 %					
		SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO
1	兌鐵水前	7.2	18.9	2.6	11.0	56.0	1.4
2	兌完第一罐鐵水後	16.4	12.8	3.0	7.5	38.2	10
3	兌完第二罐鐵水後	20.9	12.5	3.5	6.9	32.8	13
4	兌完鐵水後30分鐘	19.8	15.2	3.8	6.0	26.8	15
5	兌完鐵水後一小時	18.5	16.1	4.16	4	22	16
6	兌完鐵水後二小時	20.7	22	6	3.2	20	16
7	兌完鐵水後三小時	20	28	9.1	2.5	18	15
8	兌完鐵水後四小時，熔化完畢	18.5	40	10	1.5	15	14.5
9	出鋼前未糊渣	18.3	45	11	1.4	12	8.5

從表 8 可看出，兌完鐵水後初期形成的渣（渣樣2—3）含氧化鐵將近45%，鐵水全兌完後，30—40分鐘氧化鐵含量稍有減少，（渣樣 4）這是由於鐵水的強還元性雜質（即是矽及錳）。因之，爲了不嚴重的破壞配料計算，放渣必須在兌完鐵水後30—40分鐘進行。

在料的熔化過程中，鋼渣的成分發生下述的變化：諸氧化鐵減少，氧化鈣增加，SiO₂及MnO保持不變。

兌完鐵水後矽及錳氧化很快，這可從鋼樣的分析證實，兌完鐵水一小時後，鋼中矽已幾乎不存在，錳爲0.19%，炭爲2.43%。

在整個熔化過程中，熔渣含有較高的二氧化矽與較低的氧化鈣，是由於石灰石熔解較晚的結果，這使熔渣成爲酸性。整個階段渣中氧化鐵的含量在增長着。酸性渣侵蝕爐牆及堤坡。補爐時白雲石的消耗量因之增多，爲了減少補爐所用的白雲石及鎂砂消耗量，在裝料時裝入3—4噸石灰來代替石灰石，以提高熔渣鹼度應當是有效的。

當放渣重量接近20噸，其平均含 FeO 量爲35%時，約損失 7 噸 FeO 相當於損失5.4噸鐵或9.7噸礦石。在馬丁爐中進行着兩個方向相反的過程，第一個過程是廢鋼靠爐膛內的氧氣而氧化，結果增加了熔池裡的氧化鐵，第二個過程是當放渣時排出氧化鐵及氧化矽，結果減少了熔池中氧化鐵的數量。這兩個過程都可依據料中生鐵與廢鋼、以及放渣的數量而加劇或減緩。

增加料中的廢鋼並減少鐵水配料時，就會增加爐膛內的氣體的氧化作用，增加鐵的損失以及熔池中氧化鐵的含量；與此同時，減少了爐中及放出的渣的數量。

反之，減少廢鋼並增加鐵水配料時，將減少爐膛內氣體的氧化作用，增加放渣數量，同時增加了氧化鐵的損失。

改變料中廢鋼與生鐵的比例，可以找到這樣適中的比例，那時上述兩相反方向的過程互相平衡，放渣中的諸氧化鐵損失被料中礦石氧化金屬料所得的增加所抵消。在這種情況下，按照從金屬排出的雜質數量可以算出礦石的需要量。

爲了實際目的，必須編製礦石消耗計算表，以取決於生鐵分析及生鐵與廢鋼配合比例的被氧化雜質數量爲根據。利用表的幫助，可以很快地算出理論的配料，然後在計算數據中按照配料情況根據實際操作加以校正，這些校正數字也列在相關的表中，

編製配料表及實際校正表也就是本書的任務，

II. 配 料 計 算 表

1. 礦石需要量的計算

爲了配料計算，編製了按下述公式算出的配料表，

1. 氧化料中過剩炭的礦石消耗量（噸）的確定：

$$\left[\frac{(\text{鐵水量} \times C\% + \text{廢鋼量} \times C\%) - (195 \text{噸裝入量} \times C\%)}{\text{礦石中 } O_2\%} \right] \times 1.33.$$

2. 氧化料中矽素的礦石消耗量（噸）的確定：

$$\left[\frac{(\text{鐵水量} \times Si\%) + (\text{廢鋼量} \times Si\%)}{\text{礦石中 } O_2\%} \right] \times 1.14.$$

3. 氧化料中過剩錳的礦石消耗量（噸）的確定

$$\left[\frac{(\text{鐵水量} \times Mn\% + \text{廢鋼量} \times Mn\%) - (195 \text{噸裝入量} \times Mn\%)}{\text{礦石中 } O_2\%} \right] \times 0.29$$

4. 氧化料中磷素的礦石消耗量（噸）的確定

$$\left[\frac{(\text{鐵水量} \times P\% + \text{廢鋼量} \times P\%) - (195 \text{噸裝入量} \times P\%)}{\text{礦石中 } O_2\%} \right] \times 1.29$$

在計算中採用正常的爐子，熱工操作，諸氧化物與爐氣的氧化作用相平衡，它們進入熔渣裡的損失也正常。

鐵水中矽及錳的含量以及配料中廢鋼與鐵水的比例都將使其發生變化。在使

用冷生鐵的配料情況下，爲了便於製表起見，假定其數量及成份可與鐵水同樣考慮，而且假定它是在廢鋼之下裝爐的。對於重量195噸的熔煉，熔畢含炭量爲1%時，礦石數量列於表9及表10

氧化料裡的炭，磷，矽所需裝入礦石量的計算表 表9

料 (噸)		料 中 矽 的 含 量 %							
生 鐵	廢 鋼	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
		裝 入 礦 量 噸							
90	105	17.7	18.1	18.5	19.0	19.4	19.8	20.2	20.7
95	100	19	19.4	19.9	20.3	20.8	21.2	21.7	22.1
100	95	20.2	20.7	21.2	21.7	22.2	22.7	23.1	23.6
105	90	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
110	85	22.8	23.3	23.9	24.4	24.9	25.4	25.9	26.5
115	80	24.1	24.7	25.2	25.7	26.3	26.8	27.4	27.9
120	75	24.4	26.0	26.5	27.1	27.7	28.2	28.8	29.3
125	70	26.7	27.3	28.0	28.5	29.1	29.7	30.3	30.8
130	65	28.0	28.6	29.2	29.9	30.5	31.1	31.7	32.3
135	60	29.3	29.9	30.6	31.2	31.9	32.5	33.1	33.8
140	55	30.6	31.3	31.9	32.6	33.3	34.0	34.6	35.3
145	50	31.9	32.6	33.3	34.0	34.7	35.3	36.0	36.7
150	45	33.2	33.9	34.6	35.3	36.0	36.7	37.4	38.1

氧化料中炭、磷、矽需要的礦石量的計算，參看表9，氧化料中的錳所需礦石參看表10。

這些表是按熔畢金屬含1.0%C，0.15%Mn及0.04%P而計算的。如果要求得到熔畢炭量大於或小於1%，則應以增加或減少裝入的礦石量予以校正。

在表11中列有由於石灰石及爐內氣體氧化金屬料中的雜質，損失於渣子裡的氧化鐵，以及礦石中鐵及氧的含量，而對礦石計算所作的校正（按照熔畢第一個試樣的分析）。

爲了按表計算裝入料中礦石需要量，必須知道鐵中矽及錳的含量，料中生鐵及廢鋼的數量，所煉鋼種，礦石分析以及加入的石灰石大約數量。

按照料中生鐵及廢鋼的數量以及其中矽與錳的含量，在表9及表10中可以找到氧化上述雜質所必需的礦石量（在獲得熔畢第一個試樣含C爲1%的條件下）。例如，配料係由120噸含矽0.7%，含錳1.8%的鐵與75噸廢鋼組成，按照表9及表

10找到需要裝入的礦石數量為 $26.5+2.8=29.3$ 噸。

規定煉製含炭為0.13—0.20%的鋼號CT3，並要求熔畢炭量為0.70%裝入石灰石的大約數量為12噸。

鐵礦含有61%鐵及2.5%水份。爲了按表11確定礦石量，我們找到：爲了獲得熔畢炭0.7%，要求在算出數字上添加3.3噸礦石；而在料中加12噸石灰石則能代替4噸礦石；在裝入75噸廢鋼及120噸生鐵時，由於爐內氣體的氧化作用將增加放渣時氧化鐵的損失，相當於2.0噸礦石。

綜合上述校正結果，從表11得出 $+3.3-4-2=-2.7$ 噸，就是說算出的礦石量應減去2.7噸。裝入礦石量為 $29.3-2.7=26.6$ 噸。

如果裝入爐裡的金屬料超過或不足195噸，則計算礦石時應根據料中生鐵的數量加以調整，而比計算的廢鋼數量增大或減少時，則毋需改變裝入礦石量，因爲爐子工作室氣體的氧化作用的校正已按表11算入了。

錳的氧化所需裝料礦石的計算

表10

配 料、噸		料 中 錳 的 含 量 %							
生 鐵	廢 鋼	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3
		爲 了 錳 的 氧 化 裝 入 礦 石 數 量							
10	105	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.3	3.5	3.7
95	100	2.2	2.5	2.7	2.9	3.1	3.4	3.6	3.8
100	95	2.3	2.5	2.8	3.2	3.4	3.6	3.9	4.1
105	90	2.35	2.6	2.8	3.2	3.4	3.7	3.9	4.2
110	85	2.4	2.7	2.9	3.2	3.5	3.7	4.0	4.3
115	80	2.5	2.7	3.0	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4
120	75	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6
125	70	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7
130	65	2.6	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8
135	60	2.7	3.0	3.35	3.7	4.0	4.3	4.6	4.9
140	55	2.8	3.1	3.4	3.8	4.1	4.4	4.8	5.1
145	50	2.8	3.2	3.5	3.9	4.2	4.6	4.9	5.2
150	45	2.9	3.24	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4