

平爐配料 快速計算法

М.Я.梅德仁波斯基 И.А.索柯洛夫 合著

丁 翔 高 譯

2325

冶金工業出版社

平爐配料快速計算法

М. Я. 梅德仁波斯基
И. А. 索柯洛夫 合著

丁 翔 高 譯

冶金工業出版社

本書講述了平爐配料計算的理論和實踐的原理。總結了庫茲涅茨克冶金聯合企業熱力學數據、實驗室和生產上的數據。在研究的基礎上論證了鐵礦的氧化能力，並指出影響爐子氧化能力的諸因素。推导出爐料計算的簡化公式並繪制成爐料計算的綫算表。

本書供煉鋼工程師及技術員閱讀。

М.Я. МЕДЖИБОЖСКИЙ, Н.А. СОКОЛОВ: УСКОРЕННЫЙ
МЕТОД РАСЧЕТА МАРТЕЛОВСКОЙ ШИХТЫ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (Москва—1955)

平爐配料快速計算法

丁翔高 譯

1957年8月第一版 1958年9月北京第二次印刷5,000冊(累計6,135冊)
787×1092·1/32·36,000字，印張1 $\frac{24}{32}$ ·插頁2·定價(10) 0.30元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 0662

冶金工業出版社出版(地址：北京市灯市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

目 录

序.....	4
I、計算裝料鉄矿石数量的基本先决条件.....	10
1. 鉄矿氧化能力的計算.....	10
2. 爐子的氧化能力的計算.....	21
3. 自裝料至熔畢时期內氧化金屬中杂質的氧消耗量.....	26
II、裝料中鉄矿石数量的計算.....	29
A. 第 1 个方案.....	29
1. 計算裝料中鉄矿数量公式的推导.....	29
2. 繪制計算裝料中鉄矿数量的綫算表.....	33
3. 运用綫算表計算裝料中鉄矿百分含量的方法.....	34
B. 第 2 个方案.....	35
1. 裝料中鉄矿数量計算公式的推导.....	25
2. 繪制計算 $\Sigma O_{鉄}$ 的綫算表.....	37
3. 繪制計算裝料中鉄矿数量的綫算表.....	37
4. 运用綫算表的方法.....	38
5. 計算举例.....	39
III、計算裝料鉄矿数量的綫算表之修正.....	42
IV、裝料中石灰石数量的計算.....	47
1. 裝料中石灰石数量計算公式之推导.....	47
2. 繪制計算裝料石灰石数量的綫算表.....	48
3. 运用綫算表計算裝料石灰石数量的方法.....	49
V、採用配料快速計算法的实际效果.....	52

序

平爐熔煉的正確配料是快速煉鋼的條件之一。在我們工廠（庫茲涅茨克冶金聯合企業）中所進行的研究以及快速煉鋼工的實踐都證明：熔畢金屬中正常的含碳量和最少的磷硫含量，以及在熔煉過程中造好有足夠鹼度和足夠流動性的爐渣，才能保證縮短熔煉時間和提高鋼的質量。

如果熔化末期熔池中含碳量過高（硬熔），那麼由於必需加入大量鐵礦石以氧化過剩的碳，將使精煉期拖長。同時，石灰的消耗量也要增加，因為加入礦石將使渣中的二氧化矽數量增加。

如果熔化末期金屬中含碳量過低（軟熔），則精煉初期金屬的去磷和去硫發生困難，因為為了實現去磷和去硫操作而必需加入礦石、必需進行扒渣和造新渣，這樣就需要一定的時間，因此在金屬中就需要有一定的含碳量。當熔池純沸騰開始時由於發生軟熔，金屬中含碳量很低；在爐子熱能力有限的條件下，就不能保證出鋼前金屬的正常溫度，因而，也無法保證出規定牌號的鋼。在這種情況下不可避免地要兌入液體生鐵，結果，熔煉時間就要拉長。

當爐料熔清後，若爐渣的鹼度不夠而金屬中的磷硫含量高，則需要在精煉期加入大量石灰。若爐渣的鹼度過高，則為了稀釋稠渣，鉄矾土的消耗將要急劇增加。所有這些也將使精煉期並使整個熔煉時間拖長。

不正確的配料，除了會拖長熔煉以外，還會違背技術規程，而使成品鋼的質量受到影響；不正確的配料也會引起不能按照訂貨要求出鋼。

現代採用的爐料計算都極累贅而需要費幾小時的運算。

在生产的条件下，需要有能迅速决定装料中所必需的铁矿石和石灰石数量的简便和快速的计算方法。为了这个目的，在各工厂中曾拟订了许多统计表格、线算表、专用于配料的算尺和许多简化公式。

大家知道，为了在熔化末期能得到规定成分的金属和炉渣，装料中必需的铁矿石和石灰石的数量决定于下面的许多技术操作因素：

- a) 生铁和废钢中各元素的含量；
- б) 矿石、石灰石和补炉材料中氧化物的含量；
- в) 熔化期所放掉的炉渣的数量和成分，留在炉内的炉渣数量和成分；
- г) 在矿石烧透及矿石熔化时期氧化铁分解程度；
- д) 炉子的氧化能力（决定于金属自炉气中吸收氧气的强度）以及装料、烧料和熔化各期延续的时间；
- е) 生铁和废钢的物理状态；
- ж) 炉子的热制度、装料及烧料制度、除渣制度等。

应当考虑到，在配料时这些因素中只有一部分是知道的，其余的一些因素或者不知道，或者只能根据前几炉的资料近似地加以确定。在矿石和石灰石已经装炉之后，这些因素（例如：放渣的数量和成分、废钢的成分、熔化的时间、炉子的氧化能力等）与前几炉相较，还可能有所改变。在这种情况下，配料的实际结果与计算之间的无可挽救的偏差是不可避免的。所以，只有在热制度、废钢的质量、装料和烧料制度、除渣制度等完全标准化的条件下才能得到炉料计算的正确结果。当这些操作标准化时，变数的数目减到最少，这才能应用简便快速的炉料计算法。可是，在许多已发表的简便计算法中，都有一些严重的缺点和不正确的

假設。个别的作者局限於根据某个平爐車間、或某些一定吨位的平爐的平均熔煉数据而制成表格。在这些表格中，完全沒有考虑到在不同的爐子或在同一个爐子上可能有的氧化能力的改变。这种改变，不能按照平均統計数据，但可以根据本爐最近几次熔煉的結果而加以考虑。

某些作者在拟訂綫算表或用於配料的算尺时，把爐子的氧化能力或者当作常数，或者取爐子有一定生产率时的平均值。但是正如我們的研究以及其他作者的可靠資料所証明：同一个爐子的氧化能力由於热工及其他操作条件改变而可能在很短时期內有很大的变动。茹尔本科所提出的用於配料的算尺具有很多优点，若与綫算表同时运用，可以順利地消除某些缺点（計算中沒有考虑爐子氧化能力的改变、放出的和尚留在爐內的爐渣中氧化鉄的損失）。

魯卡夫欽科詳細地拟訂了决定平爐爐料中矿石和石灰石数量的通用綫算表。矿石的消耗量根据平衡方程式决定。在平衡方程式中，爐料中氧化雜質的平均含量，熔清后金屬的含碳量，爐子的氧化能力和矿石的氧化能力都用相当的碳量来表示。对魯卡夫欽科的某些假設是有反对意見的。魯卡夫欽科按共晶体的成分（对Fe-C合金，含碳量是4.23%；当生鉄含硅时，含碳量相应地低一些）来計算生鉄的含碳量。但是，生鉄的实际含碳量却总是要高些，因为碳的溶解度和生鉄的溫度有关，而生鉄的溫度大大超过了共晶成分的鉄碳合金的熔点。根据庫茲涅茨克冶金联合企業中央實驗室多年的分析資料，制鋼生鉄的含碳量在1.5—4.7%的範圍內波动。因此，在計算爐料时，不应根据共晶成分而应根据兑入平爐的生鉄的实际成分来計算。

也不能同意下面的說法：即矿石中氧的利用率大約为60%，

而矿石中的氧约有40%进入爐气^①。正如下面所証明的，这与現代热力学資料相矛盾，也不为生产上的研究所証实。

魯卡夫欽科的通用綫算表可以进行較快的計算，但是在生产的条件下必需借直尺的帮助画許多斜綫，这样既不方便也会很快把圖表弄髒。

此外，其缺点是必需进行中途核算，並且在計算中沒有考虑渣中氧化鉄的损失和石灰石的氧化作用。

畢格耶夫的新著是根据对理論資料以及我国某个先进工厂的生产材料加以深刻的研究而作出的，这本书值得大家很好的注意。畢格耶夫作了許多正确的結論，应当認為特別有意义的是畢格耶夫考虑碳的燃燒不仅氧化成CO而且有一部分氧化成CO₂。引入这项修正便可以更正确地考虑矿石的氧化作用和爐气的氧化能力。差不多所有学院式的及簡化的爐料計算法的严重缺点是沒有考虑到在平爐熔池中有部分的碳氧化成CO₂。只有一本书考虑到自熔池排出的被氧化了的碳素有10%呈CO₂的形态。畢格耶夫曾經証明，在平爐內高价氧化鉄發生热分解时平均分解为Fe₂O₄。因此，某些作者的假設“自矿石进入熔池的只能是低价氧化鉄还原时放出的氧”就得不到証明。

对畢格耶夫的假設“在同一类型的爐子里，爐气的氧化能力为一常数”是有反駁意見的。按照畢格耶夫的意見，爐子的氧化能力仅仅決定於爐底面积、爐子吨位及熔化期（自兌入鉄水至熔化完畢）的时间。但实际上，爐子加热能力、燃料种类、过剩空气、爐头構造、裝料和燒料制度以及其他热工及技术操作因素都和爐底面积对熔煉重量的比值一样，对爐子的氧化能力有很大的

① 假定高价氧化鉄完全分解为低价氧化鉄，那么在極限的情况下也只应当失去33.3%的O₂（按反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{FeO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ ）。

影响。应当指出，畢格耶夫的計算法也还有些累贅（要用許多綫算表和許多中間計算）。整个說来，畢格耶夫的計算法要算是現代最好的計算法之一，在固定的吨位及固定的熔化時間条件下，以及計算爐子氧化能力改变等条件都簡化以后，这个方法可以有成效地在生产上应用。

我們制訂了一个新的平爐爐料計算的快速方法^①，这个方法可以在任何車間的条件下应用。此法的主要优点在於它不仅是根据理論及以往实际資料的总结，而且还考虑到在各种具体情况下某个爐子的工作特点：爐子的氧化能力可以根据該爐前几次熔煉的配料結果再根据綫算表就可以很快确定。

在本書中除了綫算表（它只需考虑 5 个变数就能迅速計算爐料）以外，还列出一些修正公式。这些修正公式是在某些其他因素（例如，在爐料中含有合金廢鋼以及矿石的含鉄量变动，石灰石的消耗量改变，放渣量改变等等）已知其有很大变动时採用的。

正确的配料不仅決定於計算的方法，而且还決定於爐料的实际重量和質量与冶煉記錄簿的記錄符合的程度。如果不能完全消除下述这些情况，例如，以生鉄塊当作廢鋼，各种廢鋼錯乱，生鉄、矿石及其他材料的称量不正确，严重地破坏了散狀材料的燒料制度和放渣制度等等。那么，無論怎樣的計算也不能保証完全消除不正确的結果。例如，在裝入 20 吨廢爐条后却在熔煉記錄上誤当作是工業廢鋼，这时就会發生过度的“硬熔”。若兌入爐內的生鉄量比熔煉記錄所記的为少，而熔煉記錄上的数字又是按

① 这个方法的理論部分、公式的推导及綫算表的繪制由梅德仁波斯基担任。配料試驗及綫算表在生产条件下的修正由索柯洛夫担任。熔煉数据的整理、公式及綫算表的校訂以及將計算法应用于生产等工作則由作者兩人共同担任。

故意縮減了的鋼錠總重量而確定的，這時就會發生過度的“軟熔”。下述情況都可能發生硬熔：沒有考慮到礦石質量大大降低，由於礦石在爐內加熱過猛而引起過早放走了大量（與通常相比較）的初期渣而使得大量的氧化鐵損失於渣中。放渣較晚，或放渣量太少乃是軟熔及熔化末期金屬中含磷量高的原因。諸如此類的違反制度的事並不是都能為計算爐料的人所知道，因此，實際結果與計算之間個別顯著的偏差就好像是不可解釋的了。但是這種實際與計算不符的熔煉（在總熔煉次數中所佔百分數不大）並不能降低正確的爐料計算法的作用，正確的爐料計算法可以大大減少違反制度的熔煉次數，而當計算不正確時違反制度的熔煉却格外地難於避免。

平爐車間各工段不斷地加強工藝技術操作紀律及提高一般生產技術水平再與正確的爐料計算法相配合，則有可能完全消除裝入不知化學成分或稱量不准的爐料，也能消除造成配料不當的其他重大錯誤。

I、計算裝料鐵矿石數量的

基本先决条件

1. 鐵矿氧化能力的計算

鐵矿的氧化能力不仅決定於矿石中氧化鐵的含量，而且还決定於燒料及熔化时氧化鐵的分解程度，不同的作者按照不同的分解程度来考虑鐵矿的氧化能力。

有許多計算完全不考虑高价氧化鐵的分解，認為矿石中全部的氧完全用来氧化金屬熔池中的各元素。这样計算时，就当作每吨鐵矿帶給熔池250至270公斤的氧(当矿石含鐵量为60—63%时)。

按照 H.H. 多布罗霍托夫的意見，在平爐熔池中，矿石中高价氧化鐵完全分解，而只有低价氧化鐵是稳定的。因此，熔池只能获得矿石中低价氧化鐵的氧。И. Г. 魯卡夫 欽科也抱有同样的看法，他認為矿石中的氧約有 40% 进入爐气。当矿石含鐵量为 62% 时，矿石含氧量大約是 0.265 (26.5%)。И. Г. 魯卡夫 欽科取矿石氧化剂的利用系数为 $0.265 \times 0.6 = 0.16$ (16% O₂) 或化为 0.12 被氧化的碳素。

M.M. 卡尔納烏霍夫指出，在平爐的溫度下，高价氧化鐵 (Fe₂O₃) 不可能以自由状态存在，而要按反应 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 进行分解。M. M. 卡尔納烏霍夫根据將渣粉在空气中加热至 1300°C* 以上、渣粉重量改变的实验研究結果而得出結論：

Fe₂O₃ 能在氧化气氛中完全分解而生成 Fe₃O₄，但进一步的分解

* 書中各处溫度皆指 °C。

($\text{Fe}_3\text{O}_4 = 3\text{FeO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$) 並不發生。M. M. 卡尔納烏霍夫还認為：当溫度 $\geq 1350^\circ$, $3\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 分解时，有一部分分解出来的氧經過中間生成低价氧化鉄的途徑而用於氧化金屬中的元素。

現代热力学的研究以及在各种不同溫度下各种氧化鉄分解压力的實驗測定，都推翻了高价氧化鉄在平爐熔池中完全分解以及矿石中所有“高价氧化物的”氧損失的說法。

實驗資料証明，当溫度在 1300° 以上时， $3\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 的分解压力已經大大超过平爐爐气中氧的分压力。 Fe_2O_3 在 1400° 的分解压力为 0.28 大气压； 1500° 时为 3 大气压； 1600° 时为 25 大气压； 1700° 时为 165 大气压。这就証明了在平爐熔煉的溫度下純 Fe_2O_3 的不稳定性。但是，如果有氧化鈣，便形成較為稳定的鉄酸鈣，而 Fe_2O_3 的分解度便減小。

热力学計算証明，当溫度自 1100° 升到 1500° 时， $\text{Fe}_3\text{O}_4 = 3\text{FeO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 的分解压力自 10^{-6} 变到 10^{-5} 大气压，这要比平爐火焰中氧的分压力 (10^{-2} 至 5×10^{-2} 大气压) 小許多倍。

各种氧化鉄分解压力的實驗測定是值得注意的，因为这些測定是針對各种氧化鉄的不同溶液作的，而且比起只針對純氧化鉄而作的計算更为可靠。

根据烏阿依特等人的資料，純高价氧化鉄的分解压力在 1300° 时为 120 公厘水銀柱 (0.16 大气压)，当溫度更高时，分解压力增加很快。 Fe_2O_3 在 Fe_3O_4 中的溶液則甚为稳定：在 1400° 时，其分解压力 P_{O_2} 为 20 公厘水銀柱 (0.026 大气压)， 1500° 时为 120 公厘 (0.16 大气压)。

在高价氧化鉄中加入氧化鈣时便生成在高溫下分解压力很小的稳定的鉄酸鈣。例如，在原始組成为 $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的情况下，

在 1485° 和 $P_{O_2} = 5$ 公厘水銀柱 (0.007 大气压) 时, 氧化鉄的組成是: 7% FeO 和 93% Fe_2O_3 (对 $FeO + Fe_2O_3$ 总数而言)。

根据克林格斯和沙克曼的資料, 当温度为 1575° 时, 純高价氧化鉄即使在气相中氧压力很低时也很难生成 Fe_3O_4 : 当 $P_{O_2} = 32$ 公厘水銀柱 (0.042 大气压) 时, 氧化鉄的熔体含有 8.1 个氧原子和 6 个鉄原子, 当 $P_{O_2} = 10$ 公厘水銀柱 (0.013 大气压) 时, 含有 8 个氧原子和 6 个鉄原子, 这才符合 Fe_3O_4 的組成。当熔体中有氧化鈣时, Fe_3O_4 的分解度急遽降低: 在 1575° , $P_{O_2} = 0.013$ 大气压 (10 公厘水銀柱) 时, $CaO \cdot 2Fe_2O_3$ 熔体在分解后含 8.1 个氧原子和 6 个鉄原子; $CaO \cdot Fe_2O_3$ 熔体在分解后含 8.3 个氧原子和 6 个鉄原子; $2CaO \cdot Fe_2O_3$ 熔体在分解后含 8.8 个氧原子和 6 个鉄原子 (純 Fe_2O_3 是 9 个氧原子对 6 个鉄原子), 当熔体中含有未与氧化鈣結合的二氧化硅时, Fe_3O_4 的稳定性显著降低並且有很大一部分 Fe_3O_4 分解成 FeO 。因此, 当熔体的原始組成为 $SiO_2 \cdot Fe_2O_3$, 温度为 1575° 及 $P_{O_2} = 0.013$ 大气压时, 熔体含有 7.25 个氧原子和 6 个鉄原子 (也就是接近 40% 的 FeO 和 60% 的 Fe_3O_4)。

新近的研究証明, 如果爐渣为酸性, 温度 $\geq 1600^{\circ}$, 則 Fe_3O_4 很不稳定。但是, 如果有氧化鈣, 則与氧化性爐气接触而生成稳定的鉄酸鈣 (比純 Fe_2O_3 或 Fe_3O_4 稳定), 这样便强烈地降低高价氧化鉄的分解度。例如, 当温度为 1592° 碱度 $\frac{CaO}{SiO_2} = 0.8 - 1.0$ (相当於碱性廢鋼矿石法第一次放渣的碱度) 时, $\frac{\%Fe_2O_3}{\%Fe_2O_3 + \%FeO} = 72 - 75\%$, 也就是說稍稍比在 Fe_3O_4 中的多一点, 因为在 Fe_3O_4 中, $\frac{\%Fe_2O_3}{\%Fe_2O_3 + \%FeO} = \frac{160 \times 100}{232} = 69\%$ 。若爐渣碱度自

1.5 提高至 3.0, 則 Fe_2O_3 自 82% 提高至 95%, 也就是說爐渣鹼度愈高, 高价氧化鉄愈穩定。

在熔化期以及在精煉過程中, 平爐渣中的氧化鉄主要是由 FeO 所組成。可是這並非由於 $\text{RO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 型的化合物 (Fe_3O_4 或鉄酸鈣) 熱分解所引起, 而是由於 $\text{RO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 型化合物與鉄按反應 $\text{RO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeO} + \text{RO}$ 的相互作用的結果。但這時氧並未損失, 而是用來氧化金屬中的雜質。H.A. 戈什鉄列夫和 B.Я. 熱列諾夫關於礦石與石灰石熔合時 Fe_3O_4 轉變為 FeO 以及此時有一部分氧損失的說法是不正確的。鉄酸鈣比 Fe_3O_4 穩定, 因此, 高价氧化鉄與氧化鈣一道熔合, 使得高价氧化鉄的分解度不是增大而是減小。當高价氧化鉄與廢鋼相互作用時, 或在裝廢鋼前爐內有着極強烈的還原氣氛時, Fe_3O_4 轉變為 FeO 也是可能的。還應當考慮到, 在裝廢鋼前, 礦石和石灰石決不會完全熔化, 它們的溫度很少會超過 1300° , 因此, 高价氧化鉄和鉄酸鈣的穩定性還要比上面說的大些。

礦石的氧化能力問題具有特殊的重要性。本書作者考慮到在實驗室條件下所進行的熱力學研究的結果不能無條件地應用於平爐熔煉, 所以曾經研究在裝料及熔化期以及在礦石沸騰期鉄礦內氧的吸收程度。

裝料及熔化期鉄礦的氧化能力

庫茲涅茨克冶金聯合企業的平爐車間採用的是馬格尼托哥爾斯克鉄礦, 這種鉄礦含 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \approx 79\%$, $\text{FeO} \approx 9\%$, $\text{Fe} \approx 62\%$ 。這種鉄礦含氧 $\frac{79 \times 48}{160} + \frac{9 \times 16}{72} = 25.7\%$ 。如假定全部“高价氧化物的”氧都損失於爐氣, 那麼礦石所含且用於氧化金屬中雜質的氧

的百分数为： $\frac{79 \times 32}{160} + \frac{9 \times 16}{72} = 17.8\%$ ，也就是損失于佔矿石重量 7.9 % 的氧（或矿石中总含氧量的 31%，）但尚不及 И. Г. 魯卡夫欽科認定的那样，有 40% 損失於爐气。根据所作的熱力学研究，我們認為在裝料及熔化期， Fe_2O_3 的分解，在極限情况下按反应 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ 进行，同时矿石中用来氧化金

屬所含雜質的氧是*： $\frac{79 \times 2 \times 64}{3 \times 160} + \frac{9 \times 16}{72} = 23.07\%$ ，也就是損失

佔矿石重量 2.63% 的氧（或矿石中总含氧量的 10.2%）^①。

为了要确定裝料及熔化期矿石的氧化能力，曾經在很多次熔煉中研究裝料矿石量对熔清后金屬含碳量的影响。在許多次鋼种相同的熔煉中，沒有能确定裝料矿石量与熔清后 [%C] 之間的定量关系。因为矿石对熔清后 [%C] 的影响在这种情况下大大地被其他因素所掩盖了，而其他因素的作用在不同类型的熔煉中是不同的。其中有一些因素（爐子的氧化能力，廢鋼的性質，某个煉鋼工的操作特点等等）按所熔煉的鋼号並不能确定，但可以由配料者来加以考虑。同时，矿石消耗量相当大的变化而相伴發生的 [%C] 熔清后变化却不大。在許多情况下，裝料中矿石百分数不变，[%C] 熔清后却剧烈地变化，这是由於某些沒有考虑到的因素所起的影响。

对一些鋼种不同的熔煉加以比較（在这些熔煉中 % C 熔清后不同並非由於偶然的原因所造成，而基本上是由於裝料中矿石的消耗量不同所引起），便可以得到最正确的裝料矿石量与 % C 熔清后

* 此处原書在計算上有差誤，已作改正。

① 若在裝料前不进行燒矿，並且有足够硬度的爐渣，則这项氧損失还要少些。

之間的質量關係。這種關係列在表 1 中。

— 表 1

裝料中矿石消耗量對熔清後金屬中含碳量的影響（雙槽平爐）

車 間	鋼 號	熔 煉 次 數	爐 石 料 含 量 中 礦 %	爐 鐵 料 量 中 生 %	生鐵平均成分 %				熔清後 含碳量 %	裝料燒料 及熔煉延 續時間 小時—分
					C	Mn	Si	P		
1	鋼 3	49	16.8	63.8	4.6	1.78	0.75	0.27	0.63	10—14
1	軌道鋼	100	13.7	63.8	4.6	1.76	0.74	0.27	1.13	8—48
	差 額	—	+3.1	0	0	+0.02	+0.01	0	-0.55	+1—26
2	鋼 3	50	15.6	63.8	4.6	1.76	0.75	0.27	0.68	9—57
2	軌道鋼	100	11.7	61.8	4.6	1.72	0.73	0.27	1.20	8—50
	差 額	—	+3.9	+2.0	—	+0.04	+0.02	—	-0.52	+1—07

根據表 1 的數據可以計算矿石的氧化能力，但必需考慮到在鋼 3 和軌道鋼熔煉中，生鐵的數量和成分以及熔煉持續時間的差別。

我們假設氧化每公斤碳(90%按反應 $C + \frac{1}{2}O_2 = CO$ ，10%按反應 $C + O_2 = CO_2$ 進行氧化)需消耗 $\frac{0.9 \times 16}{12} + \frac{0.1 \times 32}{12} = 1.47$ 公斤的 O_2 ；按反應 $Si + O_2 = SiO_2$ 氧化每公斤的硅需消耗 $\frac{28}{28} = 1.14$ 公斤 O_2 ；按反應 $Mn + \frac{1}{2}O_2 = MnO$ 氧化每公斤錳需消耗 $\frac{16}{55} = 0.29$ 公斤 O_2 ；按反應 $2P + 2.5O_2 = P_2O_5$ 氧化每公斤的磷要消耗 $\frac{80}{62} = 1.29$ 公斤 O_2 。那麼按表 1 所示的生鐵成分，氧化 100 公斤生鐵所含雜質需要 $4.6 \times 1.47 + 1.78 \times 0.29 + 0.75 \times$

$1.14 + 0.27 \times 1.29 = 8.48$ 公斤 O_2 ，或氧化每公斤生鉄所含杂质需要 0.0848 公斤 O_2 。

氧化 100 公斤廢鋼 ($C=0.4\%$, $Si=0.2\%$, $Mn=0.5\%$, $P=0.04\%$) 所含的杂质要消耗 $1.5 \times 0.4 + 0.29 \times 0.5 + 1.14 \times 0.2 + 1.29 \times 0.04 = 1.03$ 公斤 O_2 或氧化每公斤廢鋼需 0.0103 公斤 O_2 。因此，在爐料中每增加 1% 的生鉄而相应地减少 1% 的廢鋼时，就需要补加 $0.0848 - 0.0103 = 0.0745$ 公斤 O_2 。如果矿石的消耗量相同，而其他条件也相同时，則熔清后金属含碳量將提高 $\frac{0.0745}{1.47} = 0.05\% C$ 。

当爐料中含生鉄 63.8% 而其他条件相同时，若增加生鉄中含硅量 0.1% ，將使熔清后碳量增加 $\frac{0.1 \times 63.8 \times 1.14}{100 \times 1.47} = 0.049\% C$ ，若增加生鉄中錳含量 0.1% ，將使熔清后碳量增加 $\frac{0.1 \times 0.29 \times 63.8}{100 \times 1.47} = 0.013\% C$ 。

在大爐子上，裝料、燒料及熔化的总時間每拖長 1 小时（自 8 小时 30 分至 10 小时 30 分範圍內），根据很多次熔煉的統計研究資料，將使熔清后含碳量平均降低 $0.05\% C$ （当生鉄及矿石百分数相同，而其他条件也相同时）。

对表 1 中軌道鋼引入相应的修正值我們得到表 2 的数据。

这样，根据庫茲涅茨克冶金联合企業两个車間的資料，平均每 1% 的鉄矿能氧化 $0.152\% C$ ，而熔化期矿石中用来氧化杂质的氧量为 $0.152 \times 1.47 \times 100 = 22.3\%$ 。可是根据表 2 計算还不够准确。因为，在表 2 中熔化時間的影响是近似地加以估計的。因此我們也进行了另外的計算。