

电炉炼钢配料知识

馬 芝 洋 編

冶金工业出版社

514
7143

电 爐 煉 鋼 配 料 知 識

馬 芝 洋 編

冶 金 工 業 出 版 社

电爐煉鋼配料知識

馬芝洋 編

編輯：杜華云 設計：魯芝芳、韓晶石 校對：王坤一

——*——

冶金工業出版社出版（北京市燈市口甲43號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行

——*——

1959年6月第一版

1959年6月北京第一次印刷

印數 4,520 冊

開本 787×1092 • 1/32 • 73000 字 • 印張 3 $\frac{2}{32}$ •

統一書號15062·1638 定價0.28元

出版者的話

配料对鋼的质量有着决定性的作用，同时金属炉料的合理管理和利用也直接关系着炼鋼成本。特別在电炉炼鋼方面、合金元素的合理利用就具有更为重要的意义。

本书介紹了有关电炉炼鋼配料的基本知識，书中除作了理論闡述外並介紹了不少实际操作数据，可供电炉炼鋼車間的配料工学习参考。

作者的話

“电炉炼鋼配料知識”一書之編著是本人的初次嘗試。系根據本人幾年來在配料工作中的經驗，結合电炉炼鋼學之原理編寫成。

該書着重的闡述了金屬爐料的管理，配料理論和實踐。但由於本人技術文化水平很低，經驗更感不足，編寫又倉促，可能會有錯誤和不妥之處，請同志給予幫助和指正。

該書的資料大部份是本人在實際工作中搜集的，在搜集資料中曾得到工程師吳偉、配料技術員楊進考、技術員李寶祿、張書明等同志的幫助和指教，給著書創造了條件。謹向他們致以感謝。

作者還謹對下列同志致以感謝：工程師孫令鵬、技術員許桂令、胡德志、李玉貴、張殿富。由於他們的寶貴指教，本書曾得到了不少改進。

馬 芝 洋

目 录

序言	1
第一章电爐炼鋼的金属爐料	4
第一节金属爐料的种类	4
第二节金属爐料(废鋼和废鉄)的来源	9
第三节金属爐料的分类保管和使用	12
第四节金属爐料的准备	17
第二章配料計算的原理和方法	21
第三章装入量的計算	27
第四章爐料的选择和配料計算	33
第五章硷性电爐返回鋼法(不氧化法)的配料計算	39
第六章熔炼中合金元素的損失	43
第一节熔化期碳錳砂各元素的損失	44
第二节除磷	53
第三节鉄的燒失	60
第四节熔炼中其它合金元素的損失	61
第七章高速鋼的配料(实际經驗)	67
第八章高級合金鋼(213、29、不銹)附加材料的計算	85

序 言

电爐熔炼的正确配料是快速炼鋼的条件之一。在工厂中所进行的配料研究及炼鋼工的实践都証明，熔毕金屬中的正常含碳量和最少的磷，硫含量，以及在熔炼过程中造好有足够硷度和流动性良好的爐渣，才能保証縮短熔炼時間和提高鋼的質量。

如果熔化末期分析熔池中含碳量过高（氧化法），在氧化期就必须加入大量的铁矿石以氧化过剩的碳，将使氧化期拖长，同时，石灰和螢石的消耗量也要增加，因为大量的脱碳和在高温的熔池中除磷，就必须多次出渣，另造新渣。

如果熔化期金屬中全熔碳量过低，則氧化期的沸腾脱碳去非金屬夹杂物、气体将发生困难。为了保証氧化期的猛烈沸腾，就必须进行扒渣加入增碳剂（生鉄和电极块）增碳。这样一方面使鋼液降溫，增多杂质，又要延长一部份時間，因此金屬爐料中就需要有一定的碳量。当熔池在精炼初期，碳量很低，在爐子热能力有限的条件下，就不能保証出鋼前鋼液的正常溫度，因而也无法保証出规定牌号的鋼。在这种情况下，不可避免的要加大电流，待升溫后出鋼，結果熔炼時間就要拖长。

当爐料熔清后，若爐渣的硷度不高，而金屬中的磷含量高，則需要在氧化期加入大量石灰。若爐渣的硷度过高，則为了稀釋稠渣，螢石的消耗将要急剧增加，所有这些也将使熔化期，并使熔炼時間拖长。

不正确的配料除了会拖长熔炼以外，还会违背技术规程，

而使鋼的質量受到影響；不正確配料也會引起不能按着訂貨要求出鋼。

大家知道，為了在熔清後能得到規定的成份，裝料中加入生鐵和廢鋼的數量決定於下面的許多技術操作因素：

- (1) 生鐵、廢鋼和鐵合金中各元素的含量。
- (2) 生鐵和廢鋼的物理狀態。
- (3) 熔化期的長短。
- (4) 熔化期吹氧助熔使用的氧氣數量及壓力。
- (5) 吹氧操作的掌握。
- (6) 合金鐵加入的時間和方法。
- (7) 生鐵、廢鋼和鐵合金的回收程度。

應當考慮到，在配料時這些因素中只有一部份是知道的，其餘的一些因素或者不知道，或者根據前幾爐的資料近似地加以確定。在生鐵和廢鋼已經裝爐後，這些因素（廢鋼成份、質量熔化時間）與前幾爐相較還可能有些改變。在這種情況下配料的實際結果與計算之間的無可挽救的偏差是不可避免的。所以只有在廢鋼的質量，廢鋼的成份，熔合金回收率等完全標準並掌握其規律的條件下，才能得到爐料計算的正確結果。當這些操作標準化時，變數的數目減到最少，這才能得到和摸索出比較完整的可靠的實際資料。正確的配料不僅決定於計算方法，而且還決定於爐料的實際重量、質量與冶煉記錄符合的程度。如果不能消除下述這些情況：例如合金返回鋼當作炭素廢鋼，各種廢鋼的錯亂，生鐵、合金鐵以及其它材料的稱量不正確，嚴重地破壞了供料制度和檢驗制度，那麼無論怎樣的計算也不能保證完全消除不正確的結果。

当然，此类违犯制度的事，并不能为計算爐料人所知道（违犯供料制度和保管制度之事項不多，在总冶炼次数中所占百分数不大），但是，这种实际与計算不符的熔炼，并不能降低正确配料所起的作用。正确的配料計算可以大大地减少违犯制度的次数。

电爐車間或冶炼工段不断地加强工艺操作技术，提高一般生产技艺水平，加强各工段的技术操作紀律，再与正确地配料計算相配合，則有可能完全消除装入不知化学成份，废鋼成份錯乱，或称量不准的爐料，也能消除造成配料不当的其它重大錯誤。从而，能保証縮短熔炼時間，减少合金元素的損失，并能提高鋼的質量。

第一章 电爐煉鋼的金属材料

第一节 金属爐料的种类

电爐煉鋼所用的爐料有废鋼、車間废料、合金返回鋼、軟鐵、煉鋼生鐵和附加材料（合金鐵）等。为使爐料能迅速熔化且能获得良好的經濟效果，必須要有充分准备好的爐料，并且在使用爐料时，無論其成份和块度均須遵照一定比例。这是一个很重要的問題，現在就将詳細地加以討論。

一、废鋼和废料

废鋼必須滿足多方面的要求。

废鋼必須是无銹或少銹的。鉄銹会增加鋼的损失，并会增加多鋼中的含氢量。鉄銹多时对金屬損失的估計也不易，会使化学成份难于調整到规格要求，使鋼液重量波动得很厉害以及因此会在浇注时造成鋼錠短尺废品。銹是含有結晶水的氧化鉄，因此銹会带入大量氢气，而要除去氢气是很困难的。

废鋼必須具有固定的性質，用于硷性电爐者其含磷量不大于0.06%。必須注意这一要求，因为虽然硷性电爐能够除掉較多的磷量，但需要較长的熔炼時間，所以在經濟上并不合算。

在爐料中不应含有有色金屬——黃銅、青銅、錫、鉛，因为熔炼中摻入这些金屬时，則熔炼会被破坏。鋼中如含有錫和鋅，則在鍛击时会分裂成块状。

合金鋼旋屑及工具鋼的残余廢鋼料必須經過脫油并壓成塊體。不脫油的廢鋼料在熔化過程中使鋼液發生強烈的增碳現象，并會吸收大量氣體。用氧化法冶煉工具鋼時，可使用合金鋼的旋屑；旋屑數量約為所裝爐料重量的5—10%。

廢鋼的外形尺寸，須與裝料門的尺寸相配合，廢鋼的尺寸不應輕小。爐子容量達10噸者其廢鋼長度應不超過700公厘，爐子容量超過10噸者，其廢鋼長度不超過一公尺；廢鋼塊的橫斷面尺寸不得大於350×250公厘。廢鋼按形狀大小可以分為三類：小塊料，中塊料和大塊料。

小型料塊的長度不應超過100公厘。屬於該種爐料者有鍛制車間的切頭、小型廢件、軋鋼鋼坯短塊、三角鐵、工具車間的返回品等。中型料每塊的重量不應超過40公斤，為的是這種爐料可以用人力進行裝爐。在最近雖然有些爐子用機械化裝料，但是人工裝料的爐子並沒有全部去掉。大型爐料應大於上述尺寸。該種爐料有：廢鋼錠、大型鋼錠、大型廢件、鋼錠切頭等。大型料全部用裝料機或用借助橋式吊車的特种裝料設備進行裝爐。

廢鋼和廢料根據供應情況，純潔度，和尺寸分為Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ三級，碳素鋼的廢鋼和廢料須符合所有三級的要求標準，而合金返回廢鋼和廢料，則必須符合所有Ⅰ、Ⅱ級的要求。

表1中列有對廢鋼和廢料的要求標準：

在碳素鋼廢鋼和廢料中（除鐵外），一般的含量為（%）：
 碳——在低碳鋼中達0.25%；在中碳鋼中為0.25—0.60%；
 在高碳鋼中為0.6—1.2%；矽——0.20—0.40%，錳0.40—0.80%；鉻和鎳各在0.40%以下。

表 1

質標 名 指 標	質 量 級 別		
	I	II	III
供 應 情 況	塊度應便于緊密裝料突出 部份不大於 50 公厘；重 量成批	同一級，壓塊和團塊 數量零星	破碎的或細小的切屑
純 潔 度	應無銹，沒有焙燒過，和 沒有經過酸類或鹼類浸蝕 過的；不應有鋅、錫、 鉛、銅，以及渣油的生鐵 和廢鋼；含灰量 1% 以 下；品質潔淨回收在 95% 以上的	同一級 廢鋼銹很少，回收在 90% 以上者 鋼塊含灰量在 3% 以 下 廢鋼含灰量在 3% 以 下	廢鋼無銹皮脫落、回 收率在 85% 以上，同 II 級
料 塊 度	塊度在 600×350×250 公 厘以下，厚度不小於 10 公 厘，不得夾有管子	團塊尺寸在 600×350 ×250 公厘以下，鋼 塊的塊度應低於 I 級 的要求	切屑長度不得大於 100 公厘
重 量 規 定	塊重不得小於 2 公斤，不 得大於 40 公斤（人工裝料 時）	團塊密度不小於 4 公斤/立方公分時， 團塊重量不得少於 2.5 公斤	不限

根據熔煉條件，硫和磷的含量應限制在下列數值之內：

熔 煉 條 件	含 磷 量	含 硫 量
用氧化法熔煉時	0.06% 以下	0.05% 以下
用不氧化法熔煉時	0.04% 以下	0.04% 以下
用不氧化法熔煉鑄鋼時	0.02% 以下	0.02% 以下

硫和磷都是鋼中有害的雜質，所以鋼中的磷、硫含量愈少愈好。

二、合金返回鋼

合金返回鋼的使用有非常大的經濟價值，合金返回鋼包

括炼鋼車間沒有鑄滿的鋼錠（鑄余）廢鋼、湯道、車旋部門的車屑；軋鍛車間及熱處理車間的切邊和廢品；最後還包括使用合金鋼的工廠的切邊、車屑、用壞了的零件、廢品零件及用壞了的工具和廢品工具，或其它由機械加工所產生之廢物。

所有這些返回鋼，如能按其鋼種牌號分類儲存，並以嚴格的分類形式在煉鋼車間使用，則具有非常大的價值。只有在这种条件下，才可以合理地利用其所含的合金元素，而不致把它浪費掉。把合金返回鋼胡亂地混于爐料之中，通常會造成廢品，并使冶煉操作發生很大的困難。

合金返回鋼的價格決定于它的化學成份。合金返回鋼比碳素鋼廢鋼要貴得多，例如：低合金鎳鉻鋼的廢鋼比碳素廢鋼的價格約高一倍，鎳鉻鉍鋼的價格約高二倍，不銹鋼廢鋼的價格約高五倍，鋒鋼返回鋼的價格約高二十倍。為了保存這些會氧化的合金元素（鉻、鎢、鈳），在採用含有這些合金元素的廢鋼和廢料時，應以不氧化法進行熔煉。

三、軟 鐵

為了使採用返回鋼作原料的合金鋼的熔煉操作容易進行起見，便往爐料中加入10—30%的軟鐵。此種材料是用平爐或電爐特制的。它通常含有以下各種成份：含0.04—0.15%碳；0.15—0.30%矽；0.30—0.50%錳；磷在0.02%以下；硫在0.05%以下；鉻0.03%以下；鎳在0.04%以下。

軟鐵多鑄成不大的錠（重量200~300公斤）然後分成數段。大爐子使用小的軟鐵錠，小爐子上所使用的軟鐵為壓輾至90—100公厘直徑的鋼坯。在熔煉重要的鋼時，小軟鐵鋼錠或軟鐵鋼坯的橫斷面尺寸是一個重要因素。軟鐵比返回合

金鋼更难熔化，所以軟鉄的横断面尺寸应較小，否則軟鉄熔化得慢，其結果就会延长加热時間，使电极剧烈地向金屬增碳，并使金屬中的气体大大增多。

四、生 鉄

电爐炼鋼生产中，所用生鉄一方面是作为爐料組成部份之一，另一方面是为了提高氧化末期或还原期鋼液內的碳素。

为防止鋼液杂质的增加，金屬爐料中生鉄的数量一般不超过爐料总重（指金屬爐料之总重）的10—15%。爐料中的碳素如不能保証在化清后鋼液中有所需的含碳量，則必須往爐內加入焦炭或电极碎片。生鉄加入爐料是为了增加爐料的碳量。在还原期为提高碳素調整成份而加入生鉄时，必須考虑磷的含量，由于在此情况下生鉄中所含的磷不能从鋼中去掉，所以利用生鉄进行增碳时，应采用含磷量低的鉄块。此外生鉄中的其它元素还有脫氧剂的作用可以防止鉄的过氧化。爐料熔化过程中，生成氧化亚鉄 (FeO) 該氧化物被矽、錳所还原。鋼液沸騰时，氧化鉄被炭还原，电爐熔炼一般使用焦炭炼鋼生鉄，其化学成份为：

3.5—4.2% 碳，0.30—1.5% 矽；1.0—2.5% 錳；生鉄也含有有害杂质，例如：硫和磷等。

良好的低磷生鉄成份是：1.2% 左右的矽；不大于1% 錳；0.030—0.10% 磷；0.050% 左右硫。

配料中有时往爐料中配入鏡鉄，借以提高錳的含量。鏡鉄中含碳5—6%，錳10—25%。鏡鉄可以很容易地根据断口的閃亮的平面区分出来，在熔炼高級優質鋼的生产中，由于鏡

鉄含磷量較高（到0.35%）因之妨碍了它的广泛作用。

第二节 金屬爐料（废鋼和废鉄）的来源

废鋼和废鉄总称为金屬。全部鋼和鉄的生产废料都可装入电爐进行再炼。因为配料工必須熟知大量的电爐所用废金屬，故在下面专为废金屬作些詳細的介紹。

废鋼和废鉄的主要来源是：

- （1）冶金工业部門之黑色金屬废料；
- （2）金屬加工厂、机械制造工业部門和其它黑色金屬加工工业部門之废料；
- （3）修理厂、鉄路运输、水上运输和市內运输部門的修理部門之黑色金屬废料；
- （4）从建筑工业部門取得之废鋼鉄；
- （5）工业部門及交通运输部門拆除陈旧設備之废鋼；
- （6）陈旧的和不能使用的农业机器和农具之类的农业废鋼；
- （7）城市居民和农村居民的不适于利用的日常用品（〔日常〕废鋼）冶金工厂可以生产鑄造生鉄或炼鋼生鉄、鋼錠和鑄鋼件。用鋼錠軋制型鋼和鋼板，各种断面之鋼材（方鋼、圓鋼、橢圓鋼、角鋼和其它鋼材）以及綫材、鋼管、鋼梁、槽鋼以及其它等。从金屬加工过程中可得到相当数量的黑色金屬废料。金屬加工有各式各样的方法：装备工厂之手工方法，即使用各种工具——凿子、錘子、銼、剪刀、鑽子及其它等——进行加工；在鍛造工厂用鍛制金屬的方法把金屬打成需要的形状；最后在机械車間，即在各种不同的机床上——銑床、插床、車床、鉋床、鑽床和压力机

(冲压和压制) 以及其它等——进行加工。

使用每种金属加工方法在操作过程中都得产生一定的爐料。軋制鋼材的精整亦能产生块状废料。利用剪断和冲压的方法所制造之各种鋼板制品，能产生切边，冲断边，和压断边等废料。

金属加工工业部門的废料可分下列三个主要种类：

(1) 金属块——切头、平整所得之废鋼块、切尾及其它等；

(2) 废板料——鋼板切边、冲断边、压断边、軋断边，以及其它等；

(3) 金属屑。

上述三种废料不論在冶金工业部門之加工方法方面、冶炼准备工作方面以及在价格方面都不相同。

金属块和废鋼坯可直接装入电爐冶炼。此类废料不須要任何准备工作。从质量和致密性来看，这种废料是最好的炼鋼原料。

在实际操作中，經常把废板料称为「屋面鉄切边」或鉄边，这种废料亦可装入电爐进行冶炼，但須事先作好准备工作。废板料是一种相当薄的废料，在熔化中由于金属与火焰的接触面很大，因而金属損失也很大。因此在装爐前应将鋼板切边压制成捆（亦叫压块）借以降低烧損率。废金属切边的压制操作可用手动压力机，或机械压力机（水压机，电压机及其它）进行。

机車車輛修理厂、鉄路工厂以及水上运输、市内运输及航空（飞机）运输等各修理厂都可产出下列两种黑色金属废料和废金属。

第一、可从修理厂中取得加工过程中所产废料。車輛修理主要是用新零件更换过疲零件及磨損零件。为此，必須首先用鋼材制造新零件。各种运输业修理工厂与金屬加工部門相似进行零件鑄造、在各种金屬加工机床上之金屬加工以及其它等工作。因而这些工厂之废料也不外乎是：鉄屑、切边、切头、切尾、压断边以及其它等。

第二、各修理厂及修理工场尚能供給从機車上或車箱上拆除之不适用的和磨損的零件等废金屬。

由于其它原因造成的交通运输业的废金屬亦在不断地增多：

业經清理的陈旧設備、旧式機車、結束服务年限的車輛、定期更換的鋼軌、魚尾板、墊板以及其它等。汽車运输部門可供給整輛不能利用的汽車或个别汽車零件。水上运输部門也常供給陈旧的船只。

建筑工程部門亦同样地供給各种废金屬及废料。新建的工程中的废料有槽鉄、鋼梁、鋼管的切头切边、修整各种型鋼材的鋼块和鋼屑、屋面鉄皮切边、作废配件以及其它等等。修造工程亦供应像新建工程中所供应的那几种废料。此外，修造工程部門尚能供給用新設備所代替的陈旧的及不适用的設備、拆除屋面鉄皮，以及其它等等。每台車輛和每台机器只能服务于一定的作业年限，超过服务年限就不能繼續操作。有些机器和車輛甚至在它們的物理磨損期結束前就不合乎生产需要了。这是因为出现了在消耗少量劳动力下，能收到巨大生产率的新式的、更为适用的机器的及車輛的緣故。在新設備代替旧設備的同时，废金屬的数量就增加了。

在农业方面逐渐以更复杂的和具有巨大生产率の机器来