

А. Г. Романенко

煉鐵生產的 技術操作檢查

王 鋼・湯乃武・王鴻順 譯

重工業出版社

6

A. Г. ПОМАНЕНКО

煉鐵生產的技術操作檢查

王 鋼·湯 乃 武·王 鴻 順 譯

鞍鋼編輯委員會印行

簡 介

書中敘述煉鐵生產各工段技術操作檢查的主要任務與工具。

本書適於煉鐵車間的操作人員，同時也有益於冶金技術學校及冶金學院的學生們。

煉鐵生產的技術操作檢查 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

原 著 者： А.Г.РОМАНЕНКО

原出版者： МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

原出版日期 莫斯科一九五二年版

譯者：王綱•湯乃武•王鴻順譯 編校：史文英
重工業出版社（北京東交民巷26號）出版 新華書店總經售

25開本•共134面•定價10,000元

印數（4000冊）一九五四年二月瀋陽鐵路印刷廠印

序

本書的任務在於協助煉鐵車間的技師及工人提高其熟練程度。作者力求以簡易的方式說明煉鐵生產各工段技術操作檢查的實踐。

在斯大林五年計劃的年代裡，煉鐵事業突飛猛進。檢查計器日臻完善。如果在二十到二十五年以前，高爐的計器僅以個計，而今已達數百。

在本書中作者力求把我們高爐工作者所積累的煉鐵檢查經驗系統化和綜合起來。

書中所述材料主要是關於近代1000立方公尺以上的大型高爐的，這些高爐在蘇聯比其他國家建設和掌握較早。但其中相當部分仍適於近年來檢查計器日益增多的中型甚至小型高爐。

有關原料的定量分析、鐵礦石的岩石學研究與焦炭的工業分析等問題，本書未予敘及，因屬專門性質，並在有關的指南文獻中有所研究。

目 錄

序

第一章：原料與焦炭質量的檢查	1
礦石與熔劑質量的檢查.....	1
燒結礦質量的檢查.....	5
焦炭質量的檢查.....	8
第二章：裝料設備工作的檢查	23
對門型起重機工作的監督.....	23
礦槽裝料的次序.....	24
秤量車工作的檢查.....	25
焦炭裝入的檢查.....	29
料車搖揚機工作的檢查.....	31
佈料器工作的檢查.....	32
受料漏斗內原料分佈的檢查.....	35
大小鐘工作的檢查.....	36
第三章：熱風爐工作的檢查	39
熱風爐加熱制度的檢查.....	39
換爐的檢查.....	54
送風加熱制度的檢查.....	54
第四章：高爐工作的檢查	60
送風制度的檢查.....	61
瓦斯變數的測量.....	67
爐料下降的檢查.....	74
根據瓦斯灰吹出量的配料校正.....	80
冷卻系統的工作檢查.....	84
對高爐剖面與壁磚情況的觀察.....	87
高爐行程失常的徵兆及其處理的辦法.....	91
高爐幾種特殊熔煉操作的檢查特點.....	108
第五章：煉鐵產品質量的檢查	110
生鐵質量的檢查.....	110
熔渣質量的檢查.....	114
第六章：某些驗算方法	118
簡化的計算與配料的檢查.....	118
原料成份變動時的配料校正.....	123
爐料降入爐缸區時間的計算.....	123
爐料在爐內存留時間的確定.....	125
鐵平衡的編製.....	125

第一章 原料與焦炭質量的檢查

高爐原料質量的檢查有特殊重要的意義。原料質量的降低將反映在高爐的正常行程上，並將降低其工作指標。

礦石與熔劑質量的檢查

礦石驗收的組織 礦石由礦山直接輸送到使用工廠或者經過礦石調配站。在前一情況下，其質量（等或級）在裝車時憑肉眼鑑定，並取樣作化學分析。將肉眼評定的礦石等級及車號記入鐵路運貨單中，由包車組在到達站轉交給使用工廠的駐在員。工廠檢查員根據這些文件在車上以粉筆註明礦石等級、卸車地點及標記的日期（例如，第23級、卸礦溝線、6月21日）。這樣註明便於廠內調車站進行以後的列車編組工作。礦石的化學分析結果用郵件寄出，僅作為商業計算之用。

較為完善的礦石供應是經過礦石調配站。在此情況下，礦石分析結果用直通電話通知該站調度員。根據收到的通知確定礦石等級，並為各工廠編組列車。在鐵路運貨單上註明礦石等級、含鐵分、不溶性殘渣的含量及粒度等。工廠驗收員在到達站確定來到原料的質量是否符合其證單。

當車調至礦槽上準備卸車時，驗收員憑眼檢查原料質量是否符合車上註明的質量，注意原料的顏色、粒度、及粉礦數量等。為了按外表正確的估價礦石及其他原料的質量，槽上檢查員和貯礦場組長需具有從實際工作中得來的豐富的經驗。例如，有經驗的檢查員容易分別出克利沃依羅格第八級礦石，因其有特殊的暗紅色和油質的光澤；其油質甚至能用手感覺出來。

克利沃依羅格第二十級礦石（通稱“黃河”鐵礦）有異常的灰綠色。一般的奇阿突爾錳礦與同一礦區的碳酸錳礦顯然不同。舊焦爐的焦炭粒度經常比新焦爐要大。根據外觀（顏色及其結構）能看出礦石的含

鐵、含錳和二氧化矽、焦炭的裂紋及生焦數量等等。甚至同一礦區，但不同礦務局或礦井的同級礦石也能相互不同。

如原料質量與車上所註不符，槽上檢查員即與來貨驗收員核對文件。確定原料的實際質量之後，在必要的場合，槽上檢查員得改正車上標記。

憑外觀估計質量不適合技術條件的原料，在未得到試樣分析前，不能卸車。如分析證實不符合規格，將其卸入特定地點。檢查員將這樣的原料寫成文件向供應部門提出要求。

檢查員對原料質量的評定，照例需用化學分析來核對。至少應有煉鐵車間收入礦石與熔劑的10%要進行檢查分析。

化學分析試樣的取法 當槽上檢查員或者主任取樣員在場時進行取樣，而且取樣車須停在卸礦石處以外的地方。

鐵礦石取樣法黑色冶金部的規程中已有規定。試樣分取大塊與小塊，並且大塊部分係指大於25公厘的礦石。

化學分析試樣的重量應佔全部數量的0.03%。如此，由載重60噸的車中應取試樣18公斤。事前，檢查員應估計大小塊礦石數量的比例，如車中大塊佔70%，小塊佔30%，則試樣的大塊部分重

$$\frac{18 \cdot 70}{100} = 12.6 \approx 13 \text{ 公斤}$$

$$\text{小塊部分重 } \frac{18 \cdot 30}{100} = 5.4 \approx 5 \text{ 公斤}$$

平常，礦石由裝有漏門的礦槽漏入車中。在每個漏門下形成圓錐形堆（圖1），而且大塊將滾向其底部。因此，大塊應從堆緣取樣並拋去較小塊，其總重應等於指定的大塊試樣重量。小塊試樣在圓錐形料堆的下半部取，在那裡鑿成深300—400公厘的坑。取樣時用鎚從坑壁由下而上地取礦石。大於25公厘者用鎚碎成小塊。不許拋棄大塊或大小塊全取作試樣。由不同載重量的車子取試樣的重量及取樣點的數目如下：

車載重量，（噸）	60	50	40	20	18	16.5	12
每車取樣重量，（公斤）	18	15	12	6	5	5	5
取樣點數	18	16	14	12	10	10	10

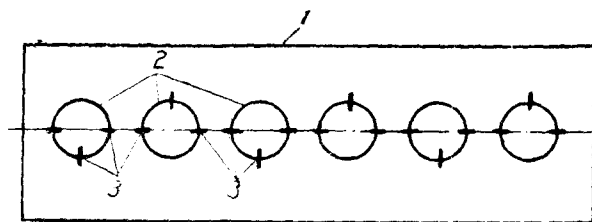


圖 1 經漏門裝入礦石的載重60噸車的礦石取樣圖

1- 在平面圖上車的外壁；2- 料堆邊緣；3- 小塊取樣處

取樣時，坑深應等於礦層厚度的一半。試樣的大小塊經混合後進行破碎。

試樣在破碎機或鐵臼中破碎到 5—4 公厘，過篩後用鏟拌合三次並撒成圓錐形堆。此礦堆用紡錘形小棍循環撥開並平成 25—30 公厘厚，藉十字架分成四等扇形（即所謂四分法）。去其對角的兩扇，其餘再度混合四分，直到試樣為 2 公斤。以上手續叫做試樣的縮分。

水分大的礦石不易縮分，只破碎至 10—12 公厘後即進行上述縮分手續。縮分至 2 公斤的試樣破碎成 1 公厘，經四分取 1 公斤，再破碎至 0.5 公厘，以鏟拌合三次後撒成堆，而後平成 10—15 公厘厚，藉格子分成 25 個方塊，用小鏟均勻地取試樣 10—20 克做化學分析。

以同樣方法取第二個試樣 200—300 克作仲裁性分析。試樣在玉石或者瑪瑙臼中碎到粉細的程度，使能通過 100 個網目的篩子（註）。粉碎到如此程度的礦石已不能感觸出它的顆粒。

做水份分析可取用第一次四分時拋去的礦石，如載重 20 噸的車子，取試樣 50 克，60 噸取 150 克。

取樣後註明日期、車的號碼及載重量、礦井名稱以及肉眼評定的礦石等級和粒度等。記載這些材料的標籤放入盛試樣的箱中。

篩分分析 為了使礦石在高爐內能充分還原，它必須具有一定的

註：網目——一種篩孔的單位，即 25.4 公厘中篩孔的數目。

物理性質，其一即礦石的粒度。因此，規定出粒度最低與最高的限度。堅硬而緻密的磁鐵礦照例不能大於75—100公厘，赤鐵礦及假像赤鐵礦不甚緊密，其允許的最大粒度為100—125公厘，褐鐵礦因多空隙，粒度直達150—200公厘也不影響爐子的工作。

幾乎所有克利沃依羅格礦石的最大粒度均為150公厘。第20級堅硬的磁鐵礦為200公厘（無破碎設備的礦山），並且應該認為這樣的限度是稍高的。

庫茲涅茨基鋼鐵公司的礦石供應技術條件比較嚴格：如達施達果利斯克鐵礦石大於50公厘者允許不超過10%，粉礦（小於3公厘者）不超過10%。

機械破碎的耶列諾夫斯基（Еленовский）石灰石應有如下的規格：大於80公厘者得不超過10%，粉末在夏季不應超過3%，冬季——5%。大多數石灰石的粒度應在25—50公厘之間。用人工破碎的石灰石粒度為25—150公厘，容許粉末量不大於20%。供應庫茲涅茨基鋼鐵公司的古利葉夫斯基礦區的石灰石，粉末應不超過4.5%（小於25公厘者）及大於80公厘者不超過8%。

礦石與熔劑的粒度用篩分法來測量。篩分試樣在礦山裝礦槽時取之。如礦石用輸送機運送時，即安裝分叉輸送機或分叉槽取樣，試樣即沿此路到達篩分機。用小車向礦槽裝礦石時，取每第五車或第七車進行篩分（按檢查員的指示）。篩分試樣重8—10噸。每日分析4—5次，篩孔用25及5公厘兩種。

堆重與比重的測定 比重，或一定體積的材料的重量與同體積水重量的比值，以不名數表示，為冶金原料重要特徵之一。

磁鐵礦的比重5.0—5.2，赤鐵礦4.8—5.2，褐鐵礦4.3—4.8，菱鐵礦3.7—3.9，錳礦3.7—5.0。粒狀材料因多空隙，不能填滿其全部空間，因此，其單位體積的重量取決於它填充的緊密程度。

每立方公尺粒狀材料的重量叫做它的堆重，以此計算裝料重量及堆棧的容量等等（表1）。相同材料的堆重有很大變動的，原因是由於這一數值取決於其礦物元素的含量、材料的粒度、濕度及堆放時間的長短。

表 1

各種原料的堆重

原 料 名 稱	堆 重 公斤/立方公尺
磁鐵礦	2500—3500
赤鐵礦	2500—3500
褐鐵礦	1200—2000
燒結礦	1700—2000
奇阿突爾藍礦	1800—2200
焦炭	430—480
石灰石	1400—2150
軋鋼皮	1900—2100
加熱爐渣	2000—2200
平爐渣	1600—1800
破碎瀉屑、碎鐵與碎鋼	1800—2500
型鐵、大塊鑄鐵	2800—4500

每個煉鐵車間對原料的堆重都要經常地測量。因為大量消耗原料時，即使堆重變動不大，也能在計算中產生大的差誤。

燒結礦質量的檢查

粉礦經燒結後在高爐中使用，產生的燒結礦與天然礦石有顯著不同的性質，因此就要求有某些特殊的檢查方法。

燒結時，部分三氧化二鐵還原成氧化鐵，與礦石廢石中的二氧化矽作用生成矽酸鐵 Fe_2SiO_4 （鐵橄欖石）。矽酸鐵在高爐中較礦石不易還原，但能增加燒結礦的機械強度，其作用如黏結劑。實踐說明含氧化鐵21—23%的燒結礦有足够的強度。各工廠的燒結礦內的FeO含量如下：

庫茲涅茨基鋼鐵公司	20.1%
基洛夫工廠	21.0—23.0
捷爾任斯基工廠	19.0—20.5
葉納基也夫斯基工廠	21.8—23.5

雖然個別的燒結塊較礦石不易還原（由於矽酸鐵的存在），但由於其層內還原性之改善而得到補償，因為氣孔率較高，改善了爐料的通風度。燒結礦氣孔率為40—70%。

燒結礦的轉鼓試驗 在П. Г. 魯賓式轉鼓中試驗燒結礦的機械強度。鼓長0.5公尺，直徑1公尺。鼓內按有三根寬250公厘的鐵帶。裝20公斤燒結礦於鼓內，以每分鐘25轉的速度旋轉4分鐘。然後以40×40，10×10，5×5公厘的篩子篩分。透過5×5公厘篩孔的燒結礦的相對量即作為燒結礦強度的指標。由克利沃依羅格礦石製成的好燒結礦，其粉末不大於20%。庫茲涅茨基鋼鐵公司的技術條件規定轉鼓試驗後粉末量不超過30%。在葉納基也夫斯基及基洛夫工廠的燒結礦轉鼓試驗為20—23%。

在其他許多場合，燒結礦含粉量（<3公厘）不以轉鼓試驗來測量，如庫茲涅茨基鋼鐵公司的蒙底巴施斯基燒結場規定不大於3.5%，由高山區礦石製成的燒結礦不大於15%。在此情況下，以篩分分析作為轉鼓試驗的補充。

燒結礦結構的研究 燒結礦強度與其物理結構之間有着一定的關係。確定燒結礦質量之一法即在顯微鏡下擴大至200倍以研究其結構。含一定量矽酸鐵的燒結礦，其最大強度出現在矽酸鐵、磁鐵礦及空隙均勻分佈的燒結礦試料中（圖2a）。此試料的轉鼓試驗在FeO含量為21.34%時等於17%。圖2b所示顯微結構的特徵為組成部份分佈欠均勻，有大塊矽酸鐵及熔結性較大。其中的空隙分佈也不夠均勻。當含FeO27%時轉鼓試驗為17%。

圖2b所示顯微結構證明燒結礦的熔結性更甚。當含FeO31.35%時轉鼓試驗也等於17%。

從試料結構（圖2）及其物理性質的比較可知，提高燒結礦的熔結性並把氧化鐵的含量提高到一定限度以上也不能改善其強度，因其結構的均勻性惡化。因此，燒結礦結構的研究，提供了有關其機械強度的概念。

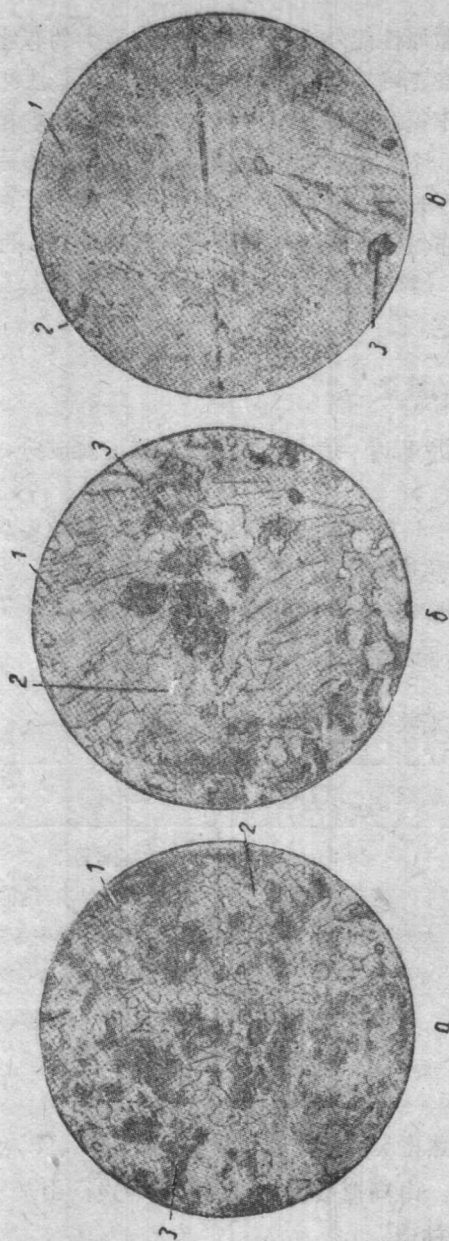


圖 2 燒結礦試料之顯微結構 $\times 200$
1-砂鐵質; 2-鐵鐵質; 3-空質

除足够的强度與還原性能外，燒結礦應含有最少的有害雜質，如硫與磷。按化學成分檢查燒結礦的質量時以技術條件為依據。如高山區燒結礦最高含硫量不得超過 0.25%，馬格尼托果爾斯克和哥羅布拉果達紀燒結礦——0.15%。由克利沃依羅格礦石製成的燒結礦，其含硫量在技術條件中未予規定。

在高山區及哥羅布拉果達紀燒結礦中最高含磷量為每百分之一含鐵不得超過 0.003%。煉平爐生鐵用的由克利沃依羅格礦石製成的燒結礦，其含磷量不規定。

焦炭質量的檢查

某些因素對焦炭質量的影響 焦炭的質量取決於配煤成份、煤的粒度、加熱制度和結焦時間。

煉焦用煤料由 3—4 種不同性質與化學成份的煤配成。煉焦的主要原料為結焦煤：煉焦煤（K），肥煤（ПЖ），粘結性煤（ПC），和瓦斯煤（Г）。近年來向煉焦的煤料中開始加入貧煤（Т）和長焰煤（Л）。這些煤的特性見表 2。

表 2 頓巴斯某些煤的特性（根據 OCT 5238）

煤 種	符 號	揮發物含量，對燃料體的%	焦 塊 的 特 性
乾的長焰煤	Л	>42	不粘結或者膠合
瓦 斯 煤	Г	35—44	粘結、熔合、有時膨脹（疏鬆）
肥 煤	П. Ж	23—35	粘結、熔合、緊密或適度緊密
煉 焦 煤	K	18—26	同 上
粘結性煤	П. C	12—18	粘結或熔合，從緊密到適度緊密
貧 煤	T	<17	不粘結或者膠合

在我們的大多數焦化工廠中，煤料成份為K、ПЖ、ПC和Г（表3），平均揮發份22—26%。由高揮發份煤料煉成的焦炭，由於垂直煉焦爐壁的裂紋多而形成長柱形。

表 3

各工廠煉焦用煤料的成份

廠 名	配 煤, %			
	П Ж	П С	К	Г
新萊納基也夫斯基工廠 ·····	47	15	21	17
日丹諾夫斯基工廠 ·····	51	16	23	10
札波羅日斯基工廠 ·····	44	22.5	22.5	11
德涅普羅彼得羅夫斯克工廠 ·····	42	20	20	18
庫茲涅茨基工廠 ·····	30	—	60*	10

由低揮發份煤料煉成的焦炭有許多橫裂紋。這種焦塊易碎，同時因為焦餅膨脹而易卡在焦爐中。

精確的配煤、固定的化學成分及篩分成分能提高焦炭的強度，降低灰份和含硫。此外，配煤粒度顯著地影響焦炭的質量。

不同成分與性質的煤，最好分別破碎成不同粒度，配料時再予以混合。粘結性煤不需要很細的破碎，其粒度不影響焦炭的質量，而弱粘結性煤則必須磨細。

如 Л. М. 沙勃什尼科夫 (Л. М. Сапожников) 的研究所指出，軟化時 (結焦) 煤的黏度主要取決於它的粒度。弱粘結性煤細微的破碎使它們能夠用於煉焦。庫茲涅茨基和馬格尼托果爾斯克公司首先採用的細微破碎得到了良好的效果。現在，我們的工廠已採用了細微的破碎，即 < 3 公厘者達到 92—97%。

焦炭質量同樣取決於煉焦制度。結焦溫度在焦側維持 1400°C，機側為 1350°C 左右。降低結焦溫度焦炭粒度即增大；在焦餅中縱裂紋的間隔較大。根據 Л. М. 沙勃什尼科夫的研究，高溫下結焦使焦炭在高爐中的破碎增加。

保持結焦室上下前後溫度均一，能得到成熟均勻和較大塊的焦炭。結焦時間一般為 15—16 小時。出焦工作要適當組織，不使焦炭在焦爐中停留太久，同時也不許過分加速。

冶金工廠對焦炭質量的檢查 冶金工廠——用戶的技術檢查科工作人

* K₁ 與 K₂ 各半的混合物，即正常的與輕微氧化的煉焦煤。

員直接在焦化工廠檢查焦炭的生產，檢查配煤、煤的破碎、取樣的正確性及其分析工作等，同時也監督煉焦制度，即裝入、加熱、溫度控制及結焦時間等。工廠代表應注意物理試驗及化學分析試樣選取的正確性，其結果應在焦炭裝入高爐焦槽前送交用戶。檢查員同時應監督焦炭的分類與稱量。工廠內技術檢查科的代表按日、旬、月統計焦炭的質量，使高爐工作者瞭解焦炭對高爐行程的影響。

應當指出，由於焦炭生產過程的複雜化，煉焦煤料成份的增加，以及高爐工作者對焦炭質量要求的提高，在每一煉鐵車間已有設立試驗焦炭質量的檢驗室的必要。其中應集中測定焦炭物理——機械及化學性質的工作，如焦炭的強度、篩分、堆重、氣孔率、反應能力、結構和化學成份等。檢驗室同時可以整理得到的焦炭質量的數字，並和高爐的工作指數加以比較。

焦化工廠本身應供給此檢驗室有關煤料成份與粒度、煉焦制度和其他評價焦炭質量所必需的資料。

焦炭試樣的取法 根據國家標準2669—51，在供應部門焦炭的驗收及所謂第一次試樣的採取是在給使用部門發焦處進行。第一次試樣由在供應部門取出的數部分組成。作技術分析的試樣為250公斤，作強度試驗為450公斤，作粉焦分析（<10公厘者）不少於900公斤。

由車中取樣時，每一份重量應約等3公斤。組成第一次試樣的焦炭份數等於試樣的總重除以每份試樣重量的商。

因此，450公斤的試樣由150份組成；250公斤的試樣由85份組成。由每一車皮取樣的份數則等於180或者85除以車皮數的商。如商數為一分數，例如7.5，即依次地從相鄰的兩車取7份和8份。車皮載重量一般為18—20噸。大於20噸的車皮算為兩車。試樣以齒距25公厘的鐵叉按圖3取之。取樣時不能拋棄塊焦，或從其上打下小塊。焦炭試樣須十分小心地放置於16到35公斤容量的箱中，以免破碎。

在焦炭藉滾篩裝入時，用特殊裝置，按焦流的寬和厚度截取試樣。250公斤試樣分份取之，每隔35—40分鐘取20公斤一份；450公斤試樣，每隔20分鐘取20公斤；900—1200公斤者，一日每隔2小

每平方公分 540 孔的篩網，撒在鐵盤上並在 50 度下烘五小時。然後冷卻稱其重量，準確到 0.5 克。以後每隔 6 小時再加熱、冷卻和稱量，直到以後的稱量相差小於 0.3% 為止。烘乾的焦炭試樣分為兩份，貯入玻璃瓶中，其一作一般分析，另一封閉，留作覆查用。

根據外表對焦炭的評定 有這樣一種見解，認為好焦炭有銀白色的光澤。但這樣的焦炭強度不高，而暗色焦炭却較堅固。因此，按顏色來評定焦炭的質量不完全可靠。一般由半肥煤煉成的焦炭為暗色帶無光澤色調。過份發白的焦炭是由於過火，同時強度較低。

消火時，在焦塊表面時常出現斑點和條紋。焦炭顏色這種不均勻性無關重要。

焦炭的粒度應在 25—150 公厘範圍內。由頓涅茨煤煉成的 好焦炭，其長與寬的比例近 1.4。好的冶金焦粒度均勻。靠近結焦室壁的焦炭，其表面呈現或深或淺的儼如白菜花的深溝和裂紋（即焦花——譯者）。

研究焦炭的低倍放大組織即可看出「白菜花」有不同的結構，有或大或小的空隙度、均勻性或成層性等等。面向脹縫的焦塊表面具有泡沫狀的組織（「浮膜」）。好焦炭的「浮膜」厚 3—4 公厘。「浮膜」壁堅實程度不同。有部分焦塊成多孔狀或者海綿狀的組織（「海綿」）。「海綿」極不結實，易磨損並增加焦粉。「海綿」是由於過肥煤的結焦，或者不良的配煤和混合而形成。

生焦量與粉焦率的測定 生焦即未焦化成熟的膠結煤塊。生焦塊大，不堅實，易磨碎，在高爐內易捻碎，從而降低爐料的通風度。焦爐加熱不均時即出生焦。因此，焦爐加熱的均勻性在短期結焦的情況下有重要的意義。

做生焦分析的試樣，用十進秤稱量，分成部分地倒在平板上並扒平，然後用手選出生焦塊及帶有寬過 3 公分生焦的焦塊，但不許從塊焦上剝取生焦。取出的焦塊經過稱量，並計算出試樣中生焦的百分數。

如從車中取焦炭的檢查試樣時在焦炭表面上發覺有 10 塊以上的生焦，總重不少於 20 公斤，而取出焦塊的平均揮發分大於 3% 時，這車焦炭即須重選。

焦炭的粉焦率按小於 25 公厘的焦炭數量計算。為了確定焦炭粉焦