

平炉快修

С. А. 克拉索夫斯基 И. И. 柯涅甫金 著

周国忠 译

冶金工业出版社

修 快 爐 平

(蘇 聯)

C.A. 克拉索夫斯基, И.И. 柯涅甫金 著

周國忠 譯

10422

冶金工業出版社

本書概述平爐在煉鋼过程中各組成部分的工作情况及其蝕損性質；對於平爐快速中修和大修的組織方法、能够縮短修爐時間的繁重工作機械化方法、快速再生性大修之实例以及改進平爐冷修勞動条件的办法，均詳加闡述。

縮短修爐時間對提高平爐的生產能力有很大的作用。我國即將推廣快速修爐的先進經驗以增加鋼的產量，因此，本書對從事平爐修理工作的工程技術人員有很大的參考價值，讀它能在修爐技術、修爐組織和機械化方面獲得豐富的知識。

本書在翻譯过程中承劉福象、汪仲蘭諸同志熱情幫助與指正，特此致謝。

目 錄

序言	6
第一章 平爐各部分之工作及其壽命	8
耐火制品之物理-化學性質	11
矽質耐火制品	12
鎂質和鎂質耐火材料	13
半酸性耐火材料和粘土耐火材料	15
各種耐火制品性質的比較	17
平爐爐頂的蝕損	20
爐頂之烘烤	21
爐頭之蝕損	27
爐底與蓄熱室格子磚之蝕損	29
第二章 冷修類型及其所需材料之運輸工作	32
小修	32
中修	32
大修	32
再生性大修	33
修爐時的運輸工作量	33
第三章 平爐冷修的計劃與組織	38
第四章 快速再生性大修之組織	57
編制技術文件和確定修爐工作量	58
編制施工組織設計	59
修爐准备工作	60
停爐和移交修理	61
快速再生性大修之管理機構	62
為增加裝料量快速改建平爐之實例	63
拆下部爐體的砌體和金屬結構	65
上部爐體之結構安裝和砌磚	65
第五章 修爐技術操作法	85
冷修	85

拆爐子的砌體·····	85
爐子砌磚·····	88
再生性大修·····	90
拆磚工作和拆鋼結構·····	90
上部爐體·····	91
下部爐體·····	93
修復工作·····	93
安裝工作·····	93
砌耐火磚工作·····	95
第六章 爆破工作 ·····	114
爆炸过程·····	116
爆炸形式与速度之概念·····	117
爆炸物的爆炸力·····	118
炸藥包起爆法·····	119
火力起爆法·····	119
連燃導火線起爆法·····	120
均質介質中的爆炸作用·····	121
漏斗形爆坑及其要素·····	122
關於炸藥包的概念·····	123
炸藥包的形狀·····	123
計算炸藥包大小的原則·····	124
塞孔（堵炮）及其意义·····	126
第七章 繁重工作之機械化 ·····	128
拆磚工作的機械化·····	128
砌磚工作機械化·····	139
砌磚用灰漿之給运·····	140
运磚·····	144
第八章 耐火材料工作情况之檢查及提高平爐寿命之措施 ·····	153
平爐砌磚技術条件·····	162
砌体内磚之錯縫·····	163
砌磚用耐火材料之准备·····	164
砌耐火磚所用之灰漿·····	165
爐子各結構組成部分砌磚規程·····	167

碱性平爐熔煉室之砌磚·····	168
砌蓄熱室和沉渣室·····	170
平爐冷修時耐火砌體質量之檢查·····	172
平爐在操作期間之維護·····	173
提高耐火砌體堅固性和進一步縮減平爐停產時間之措施·····	174
第九章 修爐之勞動保護 ·····	176
保安技術·····	176
照明與用電保安·····	178
通風與洒水·····	181
保護裝置和保護衣·····	186
衛生和生活福利方面的設施·····	188
附錄 1 平爐快修保安技術規程摘要 ·····	191
附錄 2 修爐驗收證書 ·····	195

序 言

第十九次党代表大会在黑色冶金方面的指示規定，要大力強化冶金过程与加强冶金設備及繁重工作的自动化和机械化，以進一步改進冶金企業現有能力之利用。

根据这些任务，延長平爐爐役和縮短修爐時間是提高煉鋼生產的条件之一。

平爐砌磚採用更为堅固的耐火材料，为爐子各結構組成部分正确選擇適用的耐火材料，遵守爐子供熱制度和改進爐体維護工作，曾使先進冶金工厂的煉鋼工作者顯著地提高平爐的壽命。提高平爐之堅固耐久性和加長兩次修爐之間的工作時間，現在也正由生產平爐砌磚用耐火材料各企業中的工作人員設法保證中，他們在經常改進耐火制品的質量和增多其品种。

为了縮短修爐時間，現在已經研究出而且也在許多冶金工厂內採用着一種新創的平爐快修組織、准备与施工法，当作标准方法使用；此种方法之具有代表性的特点是：金屬結構与設備廣泛地採用工厂化的巨組部件安裝法，費力的操作尽量机械化，安裝金屬結構和設備以及砌耐火磚都採用多層平行作業法。修爐施工操作法是考慮到了在快修的条件下施工的特点而制定的。先進的修爐工作者之較好的工作方法，現正受到研究、總結与採用。

正确地實現修爐的組織、准备和施工新方法之优点，採用新的施工操作法和利用先進修爐工作者的較好的工作方法，是改善劳动条件、縮短修爐時間、降低修理費用和提高修爐質量之先决条件。

作者考慮到有總結和推廣先進經驗的必要，故在本書內對於平爐快速中修与大修之組織和施工均詳有闡述。

M.Л. 卡尔琴柯曾参与本書之材料准备工作。第九章「修爐之劳动保护」，系由 A.A. 馬雷執筆。

作者怀着感謝的心情敬候所有足以改進本書質量，从而改進平爐修理組織工作的意見。

作者

第一章 平爐各部分之工作 及其寿命

現代平爐就其各部分之工作情况应看作一座由若干个各有一定用途的部分組成的設備（圖 1）；其中包括：熔煉室、爐頭、沉渣室、蓄熱室、裝备有变向裝置的气道及煙囪。

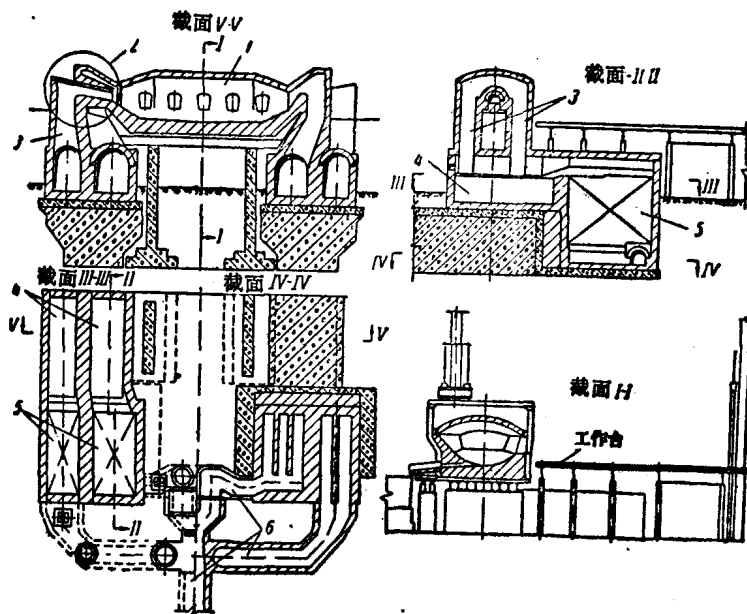


圖 1 平爐之構造

1—熔煉室；2—爐頭；3—上昇道；4—沉渣室；5—蓄熱室；6—气道

对爐子技術操作的要求，結構形式以及爐子和車間合理配置諸条件，决定了爐子应有此种構造：即爐子熔煉室配置在沉渣室和蓄熱室之上。气道是沉渣室和蓄熱室的延續部分；气道尽头处是煙囪。

为了看管爐子，在爐前筑有工作台，它比裝料口門坎水平面

低0.7~0.9公尺；沉渣室、蓄熱室、空氣道和煤氣道以及總煙道都配置在平台下面。

如圖1所示，由爐底、前牆、后牆以及爐頂所圍成的爐子熔煉室是用來熔化爐料和進行精煉的；與熱空氣同時經由爐子端部的爐頭送入煉室的燃料，即在此處進行燃燒。

蓄熱室是一個內設磚格子的小室，其用途是利用通過室內的廢氣所帶之熱量為送入爐中的煤氣和空氣加熱。在某一個時期內，蓄熱室磚格子吸收廢氣所帶之熱；在其後的另一個時期內，磚內所蓄的熱就把為了進行預熱而通過蓄熱室的空氣和煤氣烤熱。

可見，在蓄熱室內同一表面可輪流作為吸熱面和散熱面使用。

為了保證煤氣及空氣之預熱過程連續不斷，平爐皆裝設兩對蓄熱室；在以高發熱量燃料（重油、煉焦煤氣）工作的情況下，僅空氣進行預熱，因而平爐設有一對蓄熱室。

爐子熔煉室和蓄熱室由穿過沉渣室頂的上昇道相連接，上昇道是爐頭之接續部分。沉渣室的用途是使廢氣由爐子熔煉室中帶出的爐塵沉落下來，以免堵塞磚格子孔。

變向裝置的用途是改變煤氣、空氣及廢氣之方向（圖2）。

為了使構築物具有建築強度，上部爐體和下部爐體之耐火砌體皆砌在金屬骨架內。此外，在現代平爐上，下部爐體（沉渣室和蓄熱室）還包以能夠保證爐子這些部分具有必需的密實性之金屬外殼。

上部爐體構築在架於鋼筋混凝土墩上的大斷面鋼梁上；這些鋼梁相互堅牢地固接在一起，而且也與爐子骨架相固接。

由於煉鋼所需溫度高，而且各種氣體和鋼液有機械和化學作用，故爐子耐火砌體不斷發生蝕損。

上部爐體——爐頂、前牆、后牆以及爐頭蝕損得最厲害，蓄熱室和沉渣室蝕損較小，而以氣道蝕損為最小。因此，根據耐火砌體之工作條件，平爐各組成部分用各種不同的耐火制品進行砌築。

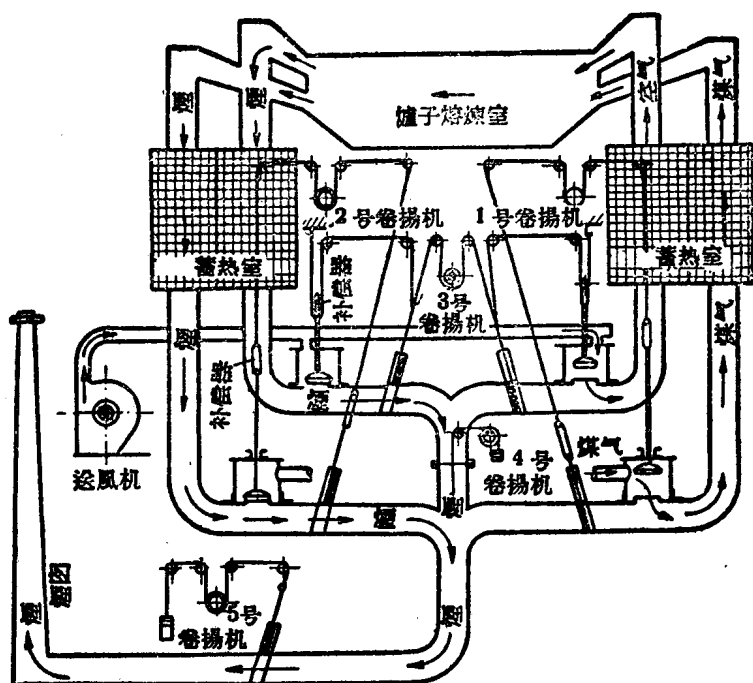


圖 2 利用出爐廢氣之熱量烘熱蓄熱室磚格子和預熱送入爐中供燃燒用的煤氣及空氣之示意略圖

熔煉室內火焰溫度達 1850°C 。爐頂、前牆和后牆能熱至 1800°C 左右。

爐子各組成部分之耐火砌體受熱溫度如下：

煤氣噴出道砌體或水套內襯：

- 一) 在廢氣通行期間達 1800°C ；
- 二) 在煤氣通行期間達 1400°C 。

上昇道砌體：

- 一) 在廢氣通行期間達 1700°C ；
- 二) 在煤氣或空氣通行期間達 1350°C 。

沉渣室砌體達 1600°C 。

蓄热室的牆壁和磚格子：一）在廢气通行時間：在上部达 1500°C；在下部达 700°C；二）在空气或煤气通行期間：在上部达 1250°C；在下部达 700°C。各气道內砌体达 500~700°C。

正确地選擇爐子参数，採用適當等級的耐火材料，仔細地進行砌耐火磚的工作和遵守爐子供热制度，就能提高平爐各組成部分的寿命。

煉鋼工作人員以及修爐工作人員应当很好地知道耐火材料之物理-化学性質，因为表現在爐子日后的使用寿命方面的修爐成績不僅取決於仔細地進行砌磚，而且也取決於正确地採用某种耐火材料。

耐火制品之物理-化学性質

平爐各組成部分砌磚要用那种耐火制品較合適，要根据被採用的耐火材料的下述諸基本性質之总和來确定：

1. 化学成分及其相应的化学安定性，亦即對於工作介質化学作用之抵抗能力；
2. 耐火度，亦即耐高溫而不熔融的能力；
3. 耐溫度激变性，亦即耐溫度之激变而不坏的能力；
4. 在高溫下的建筑强度；
5. 導热性；
6. 气孔率。

目前用以砌筑平爐的耐火磚，並不完全具备上述的性質。所以，了解耐火制品之物理-化学性質以正确地选用它們砌筑在不同溫度条件下工作的爐子各組成部分，以保証各部分蝕損勻調和为提高整个爐子寿命造成必需的条件，是非常重要的。

通常用以砌筑平爐的耐火制品，根据苏联所定的类别分成以下几类：

SiO_2 含量不低於 90% 的矽質耐火制品。

SiO_2 含量不低於 65%， Al_2O_3 含量不高於 30% 的半酸性耐火制品；

Al_2O_3 含量由 30% 至 46% 的粘土耐火制品；

Al_2O_3 含量在 46% 以上的高礬土耐火制品；

MgO 含量不低於 85% 的鎂質耐火制品；

Cr_2O_3 含量为 10~30% 的鉻鎂質耐火制品。

矽質耐火制品

由碎石英岩、砂岩和其他各种石英岩石加上石灰粘結剂或其他粘結剂做成磚坯，焙燒此种磚坯所得之含 SiO_2 不低於 90% 的耐火制品称为矽質耐火制品。

矽磚生產的基礎是二氧化矽在受热时能形成几个穩定的結晶異种。这几个異种在有某几种被称为礦化剂的氧化物的情况下激烈形成，而且賦予矽磚某些寶貴的性質——工作时能保持必要的强度和热膨脹系数最小。

矽磚的一般特征是具有下列几个穩定的二氧化矽異种：石英，鱗石英，白矽石；它們具有各自不同的比重和膨脹系数。石英的比重最大，为 2.65；而鱗石英和白矽石的比重几乎一样，一为 2.30，一为 2.21。

石英在高溫下变成鱗石英和白矽石的同时，其線尺寸和体積也大大增加。

二氧化矽各異种之性征及其体積之变化，对焙燒时矽磚內部發生的轉变及溫度的关系列於表 1 和圖 3 內。

正确地制定与执行矽磚坯焙燒溫度制度，是獲得優質耐火制品及防止產生廢品的主要条件之一；几种主要的廢品如下：

- 一) 由於焙燒溫度不够高，矽磚比重大 (2.40 以上)；
- 二) 由於在 1200~1460°C 的範圍內溫度上昇速度較大，或由於在 570°C 以下特別是 270°C 以下迅速冷却，出現單个的細裂縫或網狀小裂紋；
- 三) 由於焙燒时液相和礦化剂不足使石英顆粒干轉化，以致發生爆裂，使机械强度降低。

矽磚露天貯存时，在受湿以及而后又受冻的情况下，其机械

强度大为降低。

砂磚之所以能廣泛地用來造各種冶金爐爐頂的主要特点，是它在 1640°C 以下時的機械强度高，在溫度不高的條件下烘烤時會脹大和在高溫下線膨脹不大；这样就保證了爐頂構造之耐久不變性。

由於二氧化矽有上述特点，所以用砂磚砌的平爐之規定的烘爐溫度制度應仔細地遵守。

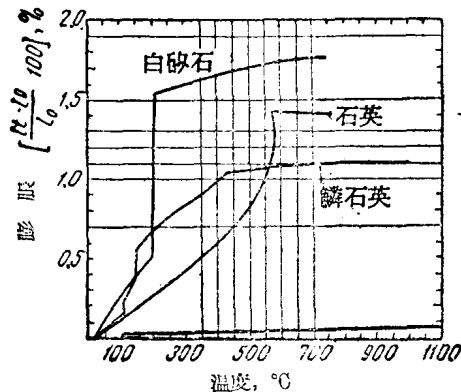


圖 3 SiO_2 各異種之熱膨脹

在某一溫度範圍內， SiO_2 之結晶轉變過程甚為迅速，而且體積變化很大；因此應特別注意在此範圍內的溫度變化。

鎂質和鉻鎂質耐火材料

鎂質耐火制品是含 MgO 85% 以上的高耐火度制品；它的製造方法是將已磨碎且事先經過死燒或熔化的鎂石加上作粘結劑的有機粘合物，在高压下制成磚型，然後進行焙燒。

製造鉻鎂質耐火材料用的原料中，有死燒的碎鎂石和鉻鐵礦在高压下壓成的高耐火度磚料以及補加的粘合物。

鉻鎂質耐火材料通常皆使用經過焙燒的，但不經焙燒也能使用。

表 1

二氧化矽各異種之性征及其因溫度而生之體積變化

SiO ₂ 的異種	在自然界 內的存在 情況	安定溫度 范 圍 ℃	熔點 ℃	轉變性征和 反應方向	轉變之 溫度范 圍℃	體積之 理論變 化 %	轉 變 種 類
β-石英	廣泛存在	575以下	1713	β-石英↕ α-石英↕	573	+2.4	迅速的
α-石英	常溫下不 存在	575~870		α-石英↕ α-磷石英↕	870	+12.7	緩慢的
				α-石英→ α-白矽石	1000~ 1450	+17.4	緩慢的
γ-磷石 英	在火成岩 內可見	117以下		γ-磷石英↕ β-磷石英↕	117	+0.6	迅速的
β-磷石 、 英	在常溫下 不存在	117~163	1670	β-磷石英↕ α-磷石英↕	163	—	"
α-磷石 英	在常溫下 不存在	163~ 1470		α-磷石英↕ α-白矽石↕	1470	+4.7	緩慢的
β-白矽 石	在自然界 中幾乎遇 不到	180~270 以下	1710	β-白矽石↕ α-白矽石↕	180~270	+5.6	迅速的
α-白矽 石	在常溫下 不存在	180~270 以上		α-白矽石 熔態物↕	1710	+0.1	緩慢的
石英玻璃	—	1710以上 (在常溫下 處於過冷狀 態)		熔態物 β-石英↕	1710	+19.9	緩慢的

使鎂質和鎂質制品得到使用的主要性質，是高达 1900°C 的耐火度和不与酸性或碱性耐火材料形成易熔化合物的能力。它們的缺点是負荷變形點比矽磚低，因此它用於冶金爐頂時必須採用複雜的吊掛結構。

在高耐火度制品中，應特別指出的是以最優良的材料做成的耐崩裂鎂磚。

這些制品所以有高度的耐溫度激變性，是由於在磚料中使用顆粒大於鎂石顆粒的鉻鐵礦石。然而，使用大顆粒鉻鐵礦石的磚料雖然對於提高磚的耐溫度激變性有良好的影響，但難以獲得機械強度高的制品。

半酸性耐火材料和粘土耐火材料

Al_2O_3 含量為 $30\sim 46\%$ 的耐火制品稱為粘土耐火制品；它是用耐火生粘土混以瘠化劑——耐火粘土熟料先造型而後焙燒所制成的。

粘土耐火制品與矽質制品不同；矽質制品在焙燒時尺寸增大，而粘土耐火制品則收縮。

Al_2O_3 含量在 30% 以下而 SiO_2 含量不少於 65% 的耐火磚料是製造所謂半酸性耐火制品的原料。

在半酸性磚料中耐火生粘土和矽質材料之數量成某種比的情況下，由於焙燒時石英顆粒脹大彌補了耐火生粘土的收縮，結果制成之半酸性磚仍保持一定的體積。

半酸性磚的這一性質是其代表性特點。

因為粘土耐火制品與半酸性耐火制品之負荷變形點低，故它在現代冶金過程所具有的高溫下顯得建築強度不足，以致這兩種制品的使用範圍受到限制。

近年來，平爐的某幾個組成部分之砌磚使用高礬土耐火制品（ Al_2O_3 在 46% 以上）；它是用各種高礬土岩和人造高礬土材料——工業礬土制成的。

磨碎的原料多用生粘土粘合成型，而後進行焙燒。在其他情

冶金爐砌磚中所採用的耐火材料之性征

耐火材料性質										
耐火材料名稱	化學成分之主要元素 %	耐火度 °C	軟化點 °C	抗壓強度極限 (公斤/公分 ²)	耐溫度激變性 (冷熱水送換次數)	單位體積氣孔率 %	單位體積重量 (公分 ³ /公分 ³)	導熱性 仟卡/公尺 ² ·小時·°C	熱膨脹 10 ⁻⁶	比重
矽質耐火材料.....	SiO ₂ 在 90% 以上	1670~1770	1630~1690	150~500	1~4	18~24	1.8~2.1	0.7~1.7	鱗石英 7.4 矽石英 7.5	2.34~2.40
鎂質耐火材料.....	MgO 不少於 85%	2000 以上	1425~1550	300~650	1~2	22~27	2.45~2.7	—	白矽石 —	—
耐腐蝕鎂鉻質耐火材料.....	MgO 不少於 57%	1800~1950	1400~1500	180~300	25~50	18~24	2.5~2.9	—	—	—
鎂質耐火材料.....	MgO 不少於 40%	不低於 1790	1375~1490	250~500	5~15	18~24	2.35~2.65	3.1~10.4	14.3	3.51~3.75
粘土耐火材料.....	Al ₂ O ₃ 為 30~46%	1580~1770	1150~1400	100~500	5~25	15~32	1.7~2.0	—	—	2.5~2.7
半酸性耐火材料.....	Al ₂ O ₃ 少於 30% SiO ₂ 不少於 65%	1580~1750	1350~1450	—	4~15	—	—	—	5.2	—
高礬土耐火材料.....	Al ₂ O ₃ 多於 46%	1790~1920	1320~1650	—	7~12	—	1.95~2.2	0.8~1.2	5.8	—