

76.2532077
2 D9

大型傾動式平爐 热工制度

周大剛 編著

冶金工业出版社出版



大型傾动式平爐热工制度

周大剛 編著

冶金工业出版社

大型横动式平爐熱工制度

周大剛 編著

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45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

1960年 3 月 第一版

1960年 3 月 北京第一次印刷

印數 3,025 冊

開本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ • 80,000 字 • 印張 $3 \frac{6}{32}$ • 插頁 3

統一書號15062 • 2122 定價 0.46 元

內 容 提 要

本书是作者根据大量有关鞍钢十年来大型傾动式平炉热工制度变化的資料以及亲自参加一系列試驗研究工作經驗寫成的。着重对生产数据进行了分析和計算，介紹並討論了55年以来快速炼鋼新阶段热工制度的經驗；对生产大跃进以来平炉扩大装料量以后的热工制度进行了若干分析和討論。书中还总括地介紹了平炉热工制度制訂、修改和檢查的方法。

本书特点主要是从实际生产資料的分析出发，介紹並討論了生产技术和实际操作經驗。

本书适用于工厂平炉熔炼和热工技術人員和平炉技術工人閱讀，亦可供設計工作者和大學生參考。

目 录

序.....	5
前言.....	7
一、平爐热工与鞍鋼生产条件概述.....	9
二、鞍鋼平爐热工制度的建立和改进.....	15
三、快速炼鋼分析和經驗.....	29
四、热工制度和热負荷.....	39
五、空气过剩系数及其它参数.....	50
1. 空气过剩系数.....	50
2. 爐压制度〔12〕〔13〕〔23〕〔24〕.....	54
3. 換向時間〔12〕〔25〕.....	57
4. 蓄热室溫度.....	59
5. 煤气发热量.....	60
六、装料阶段的热負荷——最大热負荷.....	61
七、熔化阶段的热工制度.....	67
八、精炼阶段的热工控制.....	72
九、平爐的正常工作.....	75
1. 关于火焰.....	76
2. 蓄热室溫度.....	77
3. 爐子吸力.....	81
4. 平爐爐役前期和后期的热工制度和热效率.....	84
十、扩大装入量的热工制度.....	85
十一、热工制度的訂立、修改和检查.....	93
附录一.....	98
附录二.....	99
参考文献.....	100

序

平爐是一个复杂的热工設備，像其他設備一样，在其工作过程中也必须遵循一些根据其特点而制訂的制度。热工制度就是根据平爐的特点而制訂的主要操作制度之一。

正确地制訂和执行热工制度，其意义不仅在于可以降低燃料消耗，而更重要的是在于它是平爐炼鋼的技术操作总方針“多装、快炼、高温、长寿”的必备的条件之一。离开了它，就談不上快速炼鋼。因为正确地制訂和执行热工制度就是合理的組織爐内的高温，可保証爐料迅速的加热、熔化和达到合适的出鋼温度；而且使得爐子的寿命得到延长。

热工制度的参数用数字表示，貌似简单，实则复杂。正确地制訂和掌握是一个理論联系实际的过程。由于影响平爐生产率的因素太多，因而没有一个与实际相符合或极接近的热工制度計算方法，但显然它是离不了理論指导的，如熔化期的空气过剩系数分期計算，如果不从理論上分析，是会走很多弯路的。記得曾經在鞍鋼工作过的苏联专家說过：“一个热工工程技术人员必须具备丰富的經驗和高度的理論水平”。在我們的实际工作中頗有此感。

热工制度是一个从实际中来到实际中去的制度。因而，快速炼鋼工的操作促使热工制度更加合理；而正确的热工制度又促使炼鋼工进行快速炼鋼。这样重复而又提高的过程使热工制度更为完善，在这本書內可以見到1955年以后，由于快速炼鋼运动广泛而深入地日益开展，热工制度变化得日益完善的情况。

本書介紹了鞍鋼大型傾动式平爐自1951年以来在热工制度方面的經驗，对我国著名的快速炼鋼工李尚忠、李廷順等同志以及曾来我国的苏联快速炼鋼能手柯列斯尼科夫同志在鞍鋼表演的快速炼鋼进行了分析。同时，对热工制度方面的各个有关問題从理

論上和實踐上做了比較詳盡的討論。雖然，這本書在有些地方還欠缺不足，如1955年以前的資料還不夠完整；在確定熱負荷採用熱平衡方法上實際資料不足以及在文字上組織得還不夠緊密等等。但是，這本書對於從事平爐熱工工作的同志提供了進一步改進工作的參考材料，也為剛剛從事平爐熱工工作的煉鋼專業和冶金爐專業的同學們提供了比較有系統的理論聯繫實際的學習參考材料。對於固定式平爐來講，這本書也是有益的，因為在制訂制度方面需要考慮的問題，制訂的方法和原理基本上還是一樣的。

作為這本書的第一個讀者，我歡迎這本書的出版。它給我得益非淺，而且是我讀到的第一本這樣詳盡地引用鞍鋼熱工資料的書，所以感到特別高興，願今後類似的書出得更多，更好。

作為第一個讀者，讀後有如上的一些感想。作者一定要我為本書作序，那麼，就以此讀後感代序吧。

胡緯鏞

1959年國慶十周年前夕於鞍鋼

前 言

平爐熱工制度是平爐生產中的一個極為重要的操作部分。它密切地关系到平爐生產率、燃料消耗、爐體壽命等平爐生產的幾乎一切主要指標。因此在提高平爐生產和開展快速煉鋼運動中，生產上的工人、領導幹部和工程技術人員都已經日益認識到加強平爐熱工方面的工作和正確的熱工制度的重要性。大躍進以來，群眾性的搞熱工和學熱工的熱潮和高漲並不斷深入。

作者根據現有的資料梗概地介紹鞍鋼十年來的平爐熱工制度發展和躍進的概況，介紹了熱工制度的制訂、修改和執行方面的經驗，限于生產實踐中的熱工資料和所進行的試驗研究，以55年幾座平爐改建成為現代化和自動化平爐以後至58年平爐擴大裝料量以前的時期為主。在最後的第十節中對平爐擴大裝料量的合理熱工制度也進行了若干分析和討論，從本書所介紹的鞍鋼十年平爐生產的經驗中可以看出，快速煉鋼運動的進展和平爐生產率及其它主要生產指標的提高，熱工制度都是一個極為重要的促進因素。

在介紹55年到58年時期的熱工制度的章節中，一方面介紹了鞍鋼的生產數據、試驗研究資料和若干計算分析，另一方面也介紹了熱工制度中熱負荷、空氣過剩系數及其它參數的一般知識和如何從幾個方面來考慮。其目的在於使本書一方面可作為生產實際工作中的參考，另一方面也使它具有技術普及的性質。

鞍鋼大多數平爐是傾動式的，本書也只是介紹傾動式平爐的熱工制度。不過我們在实际生產工作中認為傾動式平爐熱工制度及其控制的主要經驗，基本上是適用於固定式平爐的。因此，作者才勇于將這些資料整理成文，期望它也許能夠為在祖國新的鋼鐵基地工作的平爐煉鋼工作者們提供一些參考資料。

本書中引用的資料大多為鞍鋼中央試驗室煉鋼研究室同志多

年工作、試驗的积累，笔者主要是加以整理、归納和分析。

本書蒙鞍鋼中央試驗室炼鋼研究室副主任胡舜鏞工程师精心审校，并为本書写序言，特此致謝。

作者認為必須強調地說明，平爐热工制度是一个較為复杂的問題，限于生产实践的技术操作水平和技术資料，更限于作者的技术水平和写作能力，必然不能滿足可敬的讀者的要求。因此誠摯地希望讀者批評指正。

一、平爐熱工與鞍鋼生產條件概述

煉鋼平爐是一個巨大的煉鋼工具，同時也是一個具有強大熱能力的熱工設備。火法冶金的煉鋼過程是在足以使金屬熔融成為液體狀態的高溫下進行的。為了提供這樣煉鋼的熱力條件，平爐必須能達到比金屬熔點更高的溫度，以供給熔化大量爐料，加熱大量金屬、造渣，進行精煉操作等的熱量。一般將上述這些供熱的工作統稱為平爐熱工。

平爐熱工是一個包括爐子構造、爐體壽命、熱工制度和熱工過程的強化等問題的複雜課題。在平爐的正常工作和提高其生產率的有關日常操作因素中，平爐熱工制度是其中極為重要的一部分。

生產實踐日益証實，平爐生產的熔煉時間、爐子生產率、爐體壽命、鋼的質量和燃料消耗量等，即所有爐子作業的重要技術經濟指標，都有賴於正確的熱工制度。由於平爐熔煉和熱工過程的有關因素是多方面的並且是錯綜複雜的，因此合理的平爐熱工制度的確定，仍然要仰賴於試驗和生產實踐的資料，而理論分析和計算只具有參考的意義。儘管平爐熱工制度是一個很複雜和尚未為人們了解得不很透徹與確切的問題，但由於它在生產實際中的重大影響，在工人、技術人員和生產領導幹部中已經日益引起重視，成為生產中關鍵問題之一，作為取得進一步提高爐子熱效率的途徑以達到“多裝、快煉、高溫、長壽”的目的。

鞍鋼的大型傾動式平爐，解放以後在擴大裝入量、爐體的大小改造過程中，使得近幾年來就裝入量和爐體構造等方面來說可以分成幾種類型。為了說明問題簡便起見，本書將以一種根本改建後實現了自動化的現代化平爐為例，基於平爐生產資料的分析着重地敘述55年以來快速煉鋼經驗的總結和熱工制度生產性的試驗和研究。這種類型的平爐可以以全國聞名的青年友誼爐（第一

炼钢厂1号平爐)和青年团結爐(第二炼钢厂10号平爐)为代表。

鞍鋼是大型的鋼鐵联合企业，炼鋼生产系采取热装鉄水的废鋼矿石法。由于废鋼来源，爐料組成中金屬料的废鋼比例为15—20%左右，其余的30—85%左右几乎全部为从高爐直接送来或經過混鉄爐保温的鉄水。鉄水比例大，故配料中的鉄矿石量很多，大概占金屬料的20—30%（矿石含鉄量低时甚至更多一些）。石灰石量从前占金屬料的9%左右，56—57年起减少为5%左右，近年来已有大部分改装石灰，其数量約为3%左右。一般在兑完鉄水后的1—1.5小时內即将爐子前傾，放出初期渣，每爐鋼放出的初期渣量为1—3渣罐（渣罐容积为11米³）。后期渣大多为出鋼前从爐前放出或随出鋼时一道放出（从鋼罐溢于渣罐中）。出鋼量一般为三罐（即盛鋼桶），多装时达4—5罐。炼的鋼种較多，一般高碳鋼可以重軌为代表，低碳鋼可以鋼三为代表。脫氧工序在近几年来大都为爐后罐內脫氧。

平爐使用的燃料是焦爐煤气与高爐煤气的混合煤气。第二炼钢厂从58年9月开始用清洗过的冷发生爐煤气代替原来的高爐煤气，一般各熔炼阶段的高爐或发生爐煤气流量固定，或在一次熔炼中改变其流量二次或三次，混合煤气的发热量为2200—2800大卡/米³或2700—3300大卡/米³。另外，第一炼钢厂从56年以来普遍使用平爐爐头噴入焦油使火焰增碳，其用量約为送入爐內总热量的8—12%。

煤气成分与焦爐、高爐、发生爐的原料和操作情况等有关，因此有較大的波动。如近几年来高爐煤气由于高爐操作等的强化与变化，其发热量由从前的1000大卡/米³左右降低至現在的850大卡/米³左右。表1例举一般焦爐、高爐、发生爐的成分及其特性。在进行热工資料的統計計算中一般采用的发热量是，焦爐

——4390 大卡/米³，高爐——1000 大卡/米³，發生爐——1400 大卡/米³。增碳用的焦油一般為本公司化工總廠煉焦副產品回收的輕中油，其發熱量大致為 8000 大卡/公斤左右。

表 1

燃料成分和計算特征（干煤氣）

煤 氣	成 份, %							發熱量 (大卡/米 ³)	理論空氣量 (米 ³ /米 ³)	理論廢氣量 (米 ³ /米 ³)	
	CO ₂	CnHm	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂			V _干	V _濕
焦爐煤氣	2.8	2.6	0.9	7.0	57.8	27.3	1.6	4465	4.5	3.98	5.16
高爐煤氣	12.3	—	0.5	30.2	1.8	—	55.2	971	0.74	1.56	1.58
發生爐煤氣*	4.5	0.2	0.2	29.5	13.3	2.0	50.3	1443	0.97	1.59	1.77

* 經過清洗的冷發生爐煤氣。

55年起平爐進行了根本改建。改建設計的裝入量為180—200噸，實際投入生產後即裝200噸和225噸，以後逐漸多裝到250噸。58年以來已多裝到300—340噸（1號平爐為300噸，10號平爐為340噸，甚至更多一些）。

改建設計的爐子主要尺寸列如表2。從爐子尺寸來看，基本上與1946年蘇聯全蘇煉鋼工作者會議所建議的185噸平爐標準設計相同〔1〕，從它的生產情況來看，生產操作是現代化水平，熱效率和生產率都很高的。

傾動式平爐構造的特點是，爐頭和可傾部分的熔煉室是分開的，其間有夾縫。夾縫兩側的爐頭和熔煉室原用水冷鑄鋼件“水盤”，其各部位都相應地砌有與爐頂、前後牆及堤坡相同的耐火磚。現在“水盤”有若干改變，原設計夾縫為150毫米，後來由於工作過程中的變形和改變了“水盤”的結構，使夾縫寬度已達到250毫米甚至更多一些。夾縫處必然有空氣的漏失和抽入冷空氣於廢氣中。其數量曾作過許多測定，但由於各熔煉階段的空氣流量及其壓力、流速和廢氣流量及該處的吸力不同，故其結果相差很懸殊。不容忽視，夾縫處的漏失空氣和抽入冷空氣對爐子熱效率

表 2

平爐主要尺寸

名稱 單位	裝入量 (噸)	爐面 底積 (米 ²)	熔池深 (米)	爐頂 高度 (米)	爐型 頭式	斷面 積 (米 ³)			體 積 (米 ³)			斷面 積 (米 ²)		換裝 向爐 向爐	換裝 向爐 向爐	能力 鼓風機 (米 ³ /小時)	煙高 煙度 (米)	操作 方式
						爐頂口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出	爐口 空氣出 氣出					
1.10號平爐	200	64.4	0.90	2.75	雙層	0.38	1.90	2.04	4.09	117	151	2.6	3.2	—	—	45000	70—75	自動 化
標準設計*	185	70	0.85	2.70	爐吐	0.39	1.90	2.05	4.10	122	168	—	—	—	—	44000	85	—

* 1946年全蘇煉鋼工作者會議所推荐的尺寸。

和确定热工制度参数的准确性都是很不利。

傾動式平爐的造渣和放渣操作都是較方便的。由于能較順利和充分地放出初期渣，使熔池渣层較薄。近两年由于多装爐，渣数量增加，有时渣罐的供应未相应地增加，故有时熔炼操作在厚渣的情况下进行。

由于熔炼室可以傾動，故能分批出鋼。因此，傾動式平爐增加裝入量較為灵活。鞍鋼的傾動式平爐由于裝入量的不同，同一平爐的出鋼量达二罐到四、五缶不等。

由于熔炼室傾動，为了使熔炼室受重力的平衡，故前后墙、爐頂和熔池都是以平行于爐子中心綫的傾動中心綫为軸相对称的。

爐头为双层式，沒有专設的混合室。但是夹縫和熔炼室水盘处的堤坡实际上起着混合室的作用，它长约650毫米〔2〕。煤气和空气的噴出口断面，当平均热負荷为 22.0×10^6 大卡/小时和空气过剩系数为1.20时，煤气和空气的出口速度比为 $7.05/3.18=2.22$ 。

平爐煙囪高70—75米，当改用碱性爐頂后，吸力一般可达45—55毫米水柱。近几年已設置废热鍋

爐，爐子吸力一般可達50—60毫米水柱。

平爐換向裝置為圓盤閘閥式，即煤氣道為水封的圓盤閘，而空氣道為斜閘板。換向圖表為煤氣相遇式。

平爐熱工控制自動化。設有煤氣和空氣流量的指示和自動記錄，爐頂溫度，蓄熱室上部格子磚溫度，空氣支煙道和總煙道溫度的指示並自動記錄儀表，煤氣壓力和煙道吸力指示表，爐膛壓力的指示和記錄表等。自動調節裝置有煤氣空氣比例的燃燒調節，爐膛壓力調節和自動換向（有兩側空氣蓄熱室下部溫度差和定時兩種調節）。可以說是現代化的自動化平爐。

近幾年來，煉鋼生產技術上有許多重大的改進。這些變化也可以認為是這個時期煉鋼生產技術特別是爐子熱工方面的主要特點〔3〕，今簡述如下。

（1）爐子根本改建。第一煉鋼廠的几座原預備精煉爐改造成的平爐，55年起相繼根本改建成現代化自動化的平爐，如1、2號平爐，第二煉鋼廠平爐都根本改建成現代化自動化平爐，如10、11號平爐。其次，許多原有的平爐都有若干尺寸和結構上的重大改變。如提高爐頂高度、擴大噴出口和上升道斷面積、更換風量大的鼓風機等。

（2）55年起在平爐耐火材料質量和使用的方面有許多改進。如爐頂使用高矽質高密度砂磚，加長爐頂磚厚度為460—540毫米，上升道用鎂磚代替原用的砂磚，上層格子磚使用高鋁磚等。

自55年2號平爐開始使用鉻鎂磚爐頂以後，曾大量地試驗使用鉻鎂磚-砂磚的混合爐頂。56—57年所有平爐相繼使用鉻鎂磚爐頂。

使用鉻鎂磚爐頂與砂磚爐頂比較，一般熔煉時間縮短約5—7%，延長爐頂壽命2—3倍。舉例如表3：

使用鹼性爐頂為提高熱負荷，特別是為提高熔煉後階段的热負荷和強化平爐熱工提供了條件。表4中對比1號平爐（砂磚爐頂）改建後的最初125爐鋼和2號平爐（鉻鎂磚爐頂）改建後的

最初 150 爐鋼的熱負荷，可以看出熔化和精煉階段的熱負荷約提高了 5—10%。

表 3

鹼性爐頂與砂磚爐頂平爐的熔煉時間和爐頂壽命比較表

項目 年別 爐號	熔煉時間 (時一分)				爐頂壽命 (次)			
	55年1、2號平爐		56年8、9號平爐		55年1、2號平爐		57年3、4、5、6號平爐	
鹼性爐頂	10*05'	90.5%	9*49'	95.1%	334	196%	365	292%
砂磚爐頂	10*47'	100%	10*18'	100%	170	100%	125	100%

表 4

鹼性爐頂與砂磚爐頂平爐熱負荷 (10^6 大卡/小時) 比較表

阶段 爐 对	补爐	装料	熔 化		精 炼		平均热负荷	
1号平爐(125爐)	18.3	23.7	20.5	100%	19.2	100%	20.8	100%
2号平爐(150爐)	17.9	23.4	22.9	112%	20.0	104%	21.4	103%

(3) 擴大裝入量，如10號平爐裝入量由 200 噸逐漸增加至 250—260 噸。

(4) 56—57 年在第一煉鋼廠平爐上推廣了爐頭噴壓縮空氣增加火焰動能和爐頭噴焦油火焰增碳的新技術，都強化了爐子熱效率和為提高熱負荷提供了條件。

(5) 56—57 年大多數平爐都使用了廢熱鍋爐，提高了爐子吸力，為提高熱負荷開辟了道路。在第九節爐子正常工作中將進行較詳細的討論。

(6) 快速煉鋼運動，尤其是從 55 年 10 月蘇聯最優秀煉鋼工人柯列斯尼科夫在 1 號平爐作快速煉鋼表演以後，更快地深入地推向了新的高潮，這點將在第三節中作較詳細的討論。

二、鞍鋼平爐熱工制度的建立和改進

十年來，鞍鋼平爐煉鋼生產飛速發展，在生產條件改進，爐體改造和技術操作水平提高的同時，平爐熱工制度的建立和改進也是極其重要因素之一。

為了說明生產發展的概況，表 5 列舉有煉鋼廠歷年的主要生產指標。

為了敘述方便，根據平爐生產條件等方面的改變，將歷年平爐熱工制度的變化分為四個階段：

- (1) 熱工制度建立以前——52 年以前，
- (2) 熱工制度建立和改進——52 年到 55 年，
- (3) 大大提高熱負荷和合理增大空氣過剩係數——55 年到 58 年上半年，
- (4) 擴大裝入量的熱工制度——58 年以來。

前言和第一節中都會提到本書主要是敘述上面所分的第三階段即 55 年到 58 年上半年平爐熱工制度的分析、試驗和研究結果。另外，第四階段的擴大裝入量的熱工制度將在第十節中專門進行分析和討論。因此，本節中僅敘述第一和第二階段的熱工制度改進情況。必須說明，由於這個時期的熱工制度資料缺乏，只能可以查的個別資料說明其概況。

1. 熱工制度建立以前——52 年以前

49 年煉鋼廠平爐相繼投入生產，大爐裝入量由偽滿時期的 150 噸增至 180 噸，小爐裝入量由 100 噸增至 120 噸。51 年秋裝入量又增加，大爐為 200 噸，小爐為 130 噸。

爐子尺寸同原有設計，見表 6。

51 年根據蘇聯專家的建議，用了約半年的時間，設專人在平爐上跟班記錄熱工制度的實際數據。綜合該記錄，當時熱工制度如表 7 [4]。

