

冶金译丛

純氧頂吹轉爐 爐氣淨化及回收

冶金译丛編译委员会編

目 录

L-D (純氧頂吹) 轉炉未燃燒炉气回收技术的发展及其 , 經濟效果	1
OG 法介紹	18
純氧頂吹轉炉炉气除尘与回收的新方法——BD-OG 法	32
轉炉含尘炉气的处理方法	43
純氧頂吹轉炉排出气体的冷却回收方法	46
吹氧轉炉未燃气体的回收方法	49
氧气頂吹轉炉未燃气体的回收法	56
氧气頂吹轉炉炉气回收时部分燃燒的气密法	61
炉气回收方法	64
从純氧轉炉中回收高濃度一氧化碳的方法	67
回收氧气頂吹轉炉未燃气体的設備	71
氧气頂吹轉炉烟尘回收及其設備	75
氧气頂吹轉炉炉气的选择回收装置	81
氧气頂吹轉炉用的气体儲气柜	85
頂吹轉炉炉口冷却装置	87
回收一氧化碳时所采用液体膜的空气隔断装置	89
回收轉炉未燃炉气采用噴出惰性气体保护环的空气 隔断装置	92
氧气頂吹轉炉炉气管路的气密装置	95
回收氧气頂吹轉炉炉气用的副料投入装置	98
轉炉排烟中回收得到的污泥的利用方法	100
氧气轉炉自然水循环炉壁的实验外形研究	103
可調式文氏管	111

L-D(純氧頂吹)轉爐未燃燒爐氣回收 技術的發展及其經濟效果

湯川正夫、岡庭慶次

一、OG 法發展的背景

1. L-D 轉爐排出煙氣的回收

L-D 轉爐煉鋼法的創始及其發展，可說是鋼鐵工業史上最大技術革新之一。近年來，世界各國 L-D 轉爐的發展甚快(表 1)。

L-D 轉爐煉鋼法的生產率高，運轉費用低，是一個很大的優點，與過去主要的平爐煉鋼法相比，其基本建設費少。

L-D 轉爐由於使用大量純氧的關係，發生大量帶有細微氧化鐵粉的爐氣(排出煙氣)和大量熱量。這就要在設置廢熱鍋爐和除塵設備上投下龐大的費用。

表 1 世界各國的 L-D 轉爐設備

(單位：1000 噸)

	到 1962 年為止已開工的		開工到 1965 年為止的	
	年度生產能力	基 數	年度生產能力	基 數
奧地利	1,790	7	1,790	7
比利時	1,900	5	3,890	11
巴西	1,980	8	2,280	13
加拿大	1,720	7	1,720	7
法國	—	5	—	21
意大利	550	1	4,200	6
日本	10,480	24	17,970	39
荷蘭	2,650	5	2,650	5
蘇聯	2,300	7	12,350	21
英國	3,930	11	3,930	11
美國	11,510	22	12,510	24
西德	4,950	17	13,110	32
其他	3,230	17	7,640	31

2. 过去所用的方法和存在的問題

向来所用的方法,就是将轉炉排出的炉气在炉頂完全燃燒,利用廢热鍋炉回收热量后再行除尘,这个方法有如下几个問題。

(1) 龐大的发热量

发生的热量約达 24.5 万千瓦/吨(鋼),这就是說,一只 130 吨的轉炉,每炉約有 3200 万千瓦的发热量。

(2) 龐大的烟气量

以一氧化碳(CO)为主要成分的烟气,在轉炉炉口与空气一起燃燒,如果是一只 130 吨轉炉,每炼一炉鋼,就将发生 34.2 万米^3 (1850°C) 的龐大烟气量。

(3) 发生烟气量和热量的变动

由于轉炉操作是断續进行的,因之发生的烟气量和热量也就断續地出現高峰。

(4) 龐大的除尘设备

发生的灰尘顆粒是非常微細的,而且因为所发生的烟气是大量的,故其除尘设备也极为龐大。

(5) 厂房的高层化

在設置廢热鍋炉的場合,如果是 130 吨的轉炉,則厂房的高度約为 50 米,即在炼鋼厂內也成为最高的建筑物。

(6) “能量”回收的效率低

“能量”的回收,虽可利用廢热鍋炉来进行,但由于上述各种原因,特别是因为操作是断續的,故其回收率停留在极低的状态上。与普通鍋炉及发电用等专用鍋炉的热效率(在 85% 以上)相比,則轉炉廢热鍋炉的热效率最高只能达到 60%。

(7) 未燃燒烟气回收的必然性

随着 L-D 轉炉的大型化,用旧方法处理排出烟气的设备也大型化起来,极不經濟。

这时如果将排出烟气在未燃燒状态下将其回收,則温度就可降到 1250°C , 在理論上,可以将发生烟气量控制在 $5.95 \text{ 万米}^3/\text{炉}$, 即約为过去的六分之一,发生的显热(sensible heat)也可以控制在 570 万千瓦/炉,約为过去的六分之一,則一切回收设备就可以大为簡化了。

一方面,若将回收烟气,按照需要作为燃料使用,就可以获得热能的有效利用;又烟气中約占 80% 的一氧化碳,也可利用于炼鉄和合成化学方面。从这出发,必然会考虑到轉炉烟气未燃燒的回收方法,但要將既是高温又富于一氧化碳的烟气进行淨化回收,又要防止爆炸等,存在很多問題,值得

研究。

二、OG* 法的創始

1. 經過

八幡煉鋼公司从昭和 32 年(1957)建設洞同轉炉車間的时候起,就已經感到轉炉烟气未燃燒回收的必要性,曾經作过各种研究。

为了使这个方法成为实用化,除了关于轉炉的設備和操作方面的知識外,还需要对于烟气的性质,热交换和除尘等各方面的知識。

关于防止爆炸問題,为了策划万全,还作了理論上的研討。

关于計量裝置对这个方法來說也很重要,关于計量器也要求具有新的性能。

2. 基础的研究

把从純氧頂吹轉炉发生的一氧化碳为主要成分的高温烟气,在轉炉炉口上完全隔断其与外界空气的接触,让其在未燃燒的状态下进行冷却除尘,将其完全回收下来,实为开展本研究的基本目的。因此,选定的方法,是在轉炉口周围,用惰性气体“氮”作为气幕(gas curtain),使高温而可燃的一氧化碳气体完全和空气隔断,而且这个作为密封用的氮氣幕,只要利用制造純氧頂吹轉炉吹炼所必需的氧气发生裝置中同时得到的多量废弃氮氣就足够了。基于这个基本設想,要使轉炉烟气在未燃燒的情况下,安全而可靠地进行回收,就有許多問題有待解决,現分述如下:

① 在轉炉炉口周围,形成一个有效的气体幕;

② 將轉炉的氧氣噴管插入口和輔料投入口用氮氣密封,以防止空气侵入;

③ 精密地控制轉炉烟气压力特别是炉口上的压力,掌握整个回收系統中烟气变化規律;

④ 特别是对防止烟气爆炸的措施有以下几点:

1) 闡明可燃气体燃燒与成分的关系,特别是决定氢和氧的允許限度;

2) 可燃气体火焰的傳播速度与气体流速的关系;

3) 万一回收系統內突然引起急剧燃燒时,如何迅速地將热能放散或吸收;

4) 設計出一种要在整个烟气回收系統內不造成燃燒原因的烟气回路;

⑤ 自动控制 and 工序(sequence)的确立;

⑥ 創制感应灵敏的氧氣分析裝置。

* OG 这个名称,是从 Oxygen Converter Gas Recovery 头两个字母取得,含义是純氧頂吹轉炉烟气回收

這些問題，多數都是非經過基礎理論的研究和基礎實驗不可的，經過逐步解決，不久就發展到使用大型的實驗裝置來進行實驗。關於大規模的實驗裝置，原在八幡煉鋼廠技術研究所的 200 公斤 L-D 試驗轉爐上，已經安裝着有密封氣幕的排出煙氣未燃燒放散裝置，但作為將來針對大型爐子應用的試驗準備卻太小了。因此，就在當時該廠煉鋼研究室正在計劃設置的 2 噸轉爐上，裝上了未燃燒煙氣回收裝置，用來進行了各種基礎的實驗，同時又平行地對於下述最基本的各點，進行了模擬試驗和理論的闡明。

- ① 密封氣幕的機構。
- ② 氣幕的氣體噴出狀況。
- ③ 氣體噴口 (slit) 的形狀。
- ④ 噴出速度和密封部分的余隙 (clearance) 與氣幕耐壓力的關係。
- ⑤ 關於氣幕內外的壓力差與通過氣幕進出的煙氣量的實驗。

2 噸的試驗轉爐，設置在八幡煉鋼廠煉鋼部第三煉鋼車間，最初的設備概要大致如圖 1 所示。從專用的小型混鐵 (生鐵) 爐流到秤量台車上承鐵盤內的熔化鐵水，經過盤底的孔口，引到側轉來的轉爐內，在轉爐爐口上，設有具有形成氣幕機構的活動煙罩 (gas hood)，在這個煙罩上，附有吹氧管 (lance) 和輔助原料的裝入設施的密封裝置。為煙罩所收集的煙氣，通過冷卻器和除塵器，由抽風機經過三通換向閥導往貯氣櫃 (tank) 或煙囪。煙罩內的壓力，是用開閉自動的氣閘 (damper) 控制着。

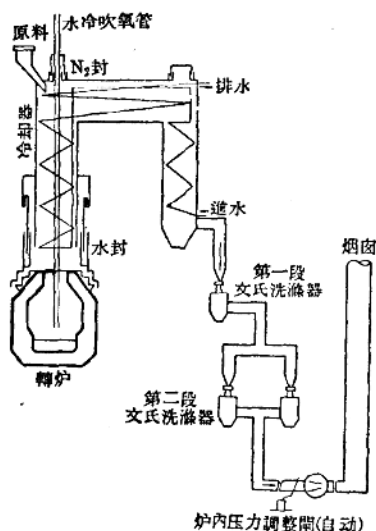


圖 1 2 噸試驗轉爐設備系統圖

對 2 噸試驗轉爐進行了以下的試驗：

- ① 清除 (purge) 試驗；
- ② 吹煉試驗；
- ③ 關於換向閥和貯氣櫃 (gas holder) 的試驗；
- ④ 關於除塵器的試驗；
- ⑤ 調查轉爐灰塵的性質和粒度；
- ⑥ 煙氣的分析。

試驗的要点簡述如下：

(一) 清除試驗

吹煉開始時，存在於煙氣回收裝置內各部分的氧量如圖 2 所示，為了將其降低到爆炸界限以

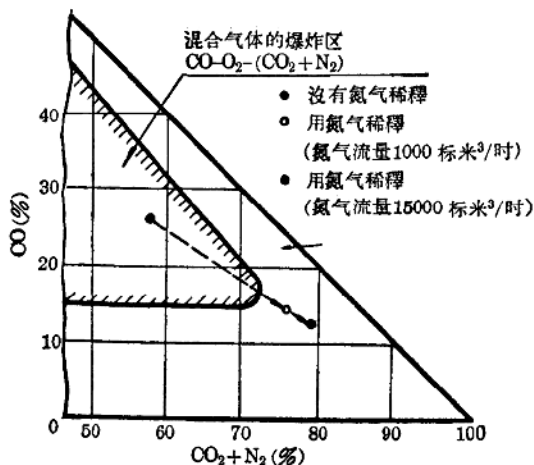


图2 吹氧初期的氮气稀释效果
O₂-CO-(CO₂+N₂)系

下,采用了用氮气清除的方式,求出必需的清除时间和氮气的量,所需的清除时间,只要不妨碍炼钢能率的程度就足够了,所需的氮气的量在费用上也非常少的。

(二)吹炼试验

吹炼试验的目的,是确定防止爆炸的安全性和研究转炉内烟气压力的控制方法。

关于爆炸的防止,曾经对下列各点进行周密的研究:

- (1) 由于吹炼用氧压力的急变,使封口用水流进炉内;
- (2) 炉内反应不正常;
- (3) 补给辅助原料时的冲击;
- (4) 停电;
- (5) 炉身预热时遭到焦炭粉尘的爆炸;
- (6) 烟道的闭塞;
- (7) 略去了一部分的清除手续;
- (8) 气幕发生事故。

所有这些,凡是设想到与安全有关的各点,都经过检查试验,确证了使用本方法是十分安全的。

关于炉罩内烟气压力控制方法的研究,是一面参照着上述关于气幕的基

基础研究結果，使用各种計量器，将重点放在掌握这个装置对烟气变动的特性上，其結果，証实了即使使用轉炉烟气排气机进口的气閘控制方式，只要选择除尘器压力損失少就可以敏捷地反应(response)，达到足够的炉罩內压力控制的目的。

(三)关于換向閘和貯气柜的試驗

为了将吹炼初期和末期的一氧化碳含量少的炉气都放散于大气中，只把吹炼中期的一氧化碳含量多的炉气回收于貯气柜內以备利用，就必须使用三通換向閘，因此檢查了換向閘动作时各部分的炉气压力及其流量的变化，証明了这个装置的实用性，同时，判明了对于排气机后的靜压急变有防止的必要性。

(四)除尘器

在除尘器方面，曾經对于干式和湿式除尘器的組合使用作过各种研究，发现了有些是压力損失大，不适宜于炉罩內压力自动控制方式，有些是因为有灰尘粘附在上面，使除尘效率不能取得理想的結果。因此，决定不采用干式除尘器，而采用了喷雾(spray)除尘器和文丘里洗滌器，用这个方法，能够得到充分的除尘效率。

(五)轉炉灰尘的性质調查

在吹炼試驗中，除开测定了烟气含尘量随着吹炼時間而起的變化之外，对于收集了的灰尘的粒度分布、組成和磁性等也作了研究。

(六)烟气的分析

在整个吹炼時間內，連續地对烟气进行取样和分析其組成狀況，实为推测吹炼狀況的有效方法，并且也是选定烟气回收时期和清除等作业的指針。特别是采用 OG 法时，炉口被密封，观察火焰以推测冶炼进行狀況很困难，故烟气的連續分析特别具有重要的意义。

一氧化碳和二氧化碳的連續分析装置，虽然没有什么問題，但因为牽連到防止爆炸的問題，所以特别着力于創制一种氧气的連續迅速分析装置。这个工作，經富士电机制造厂的精心研究，制出了反应速度非常快的氧气連續分析装置。

又考虑到这些回收烟气将来还可以作为化工原料使用，故对于微量的氮化合物、硫化合物以及磷化合物等也进行了分析。

3. 大規模实验装置的成果

如上所述，大規模实验装置取得了很大成果，充分指出了 OG 法适用于实际生产轉炉上的可能性。

大規模实验装置所进行实验的时间，經過了一年零四个月，在这期間进行了 200 次以上的吹炼实验。

三、OG 法的实用化

經過了各种基础实验的結果,到昭和 35 年(1960) 10 月,终于得到了轉炉炉气未燃燒回收的方法在理論上确实可行,在工业实用上一定能获得成功。

对于以下各項作了重点討論:

① 130 吨轉炉的 OG 裝置的詳細說明;

② 为了取得与 130 吨轉炉操作技术有关的先驅裝置的实验,特别是关于三通換向閥的換向法、炉气回收、炉口气幕效果和除尘器的适用与否等等問題;

③ OG 裝置的控制方法(炉罩內压力控制、稀釋量、時間和工序控制的次序等);

④ 防止爆炸的机构;

⑤ 防止危險、中毒和停电等的措施。

研討結果,对于在实际操作上最令人担心的爆炸問題,也有了十分可靠的信心。又配合着回收炉气,排烟的恰当速度,对于烟囱的規格也作出了決定,又因必須减少炉罩內压力的变动,关于貯气柜的設計形状也考虑到了。

工厂建設于昭和 35 年(1960)11 月开始,从昭和 37 年(1962)1 月起,按照下列次序进行了試車。

(1) 第 1 期試車(单件試車)昭和 37 年 1 月 4 日~昭和 37 年 2 月 6 日。

(2) 第 2 期試車(系統的冷運轉試車 cold run test)昭和 37 年 2 月 4 日~昭和 37 年 3 月 6 日。

(3) 第 3 期試車(热運轉試車 hot run test)昭和 37 年 3 月 9 日~昭和 37 年 4 月末。

第三期試車的一部分及关于与其相連帶的 OG 裝置的各种試驗,是和生产同时进行。到 6 月完成了进行貯气柜烟气回收作业的試驗操作。

这期間在大型轉炉上使用未燃燒烟气回收和試驗过程中,虽然因为遇到了沒有預料到的問題,又再用 2 吨轉炉进行补充試驗等的曲折,但沒有发生过一次事故就能够进展到实际運轉这一点,就足以証明本方法的安全性。

图 3 为戶畑第 2 轉炉車間的断面图,图 4 为 OG 裝置的概略图。从轉炉发生的炉气,在未燃燒的状态下經由烟罩部分通向烟气冷却器 8,使 1250°C 的烟气冷却到 400°C ,在通过一次除尘器 9 和二次除尘器 11(a-b) 时进行冷却除尘,在抽风机 14 的入口处,烟气温度降到 50°C ,經過除尘冷却后的烟气,在吹炼初期和后期的一氧化碳含量低的时候,就經過三通閥 15 从烟囱 17 放散在大气里,在一氧化碳含量已达到規定值以上时,則自动地由三通閥的操作,經過水封閉閥 16 收集于貯气柜內。

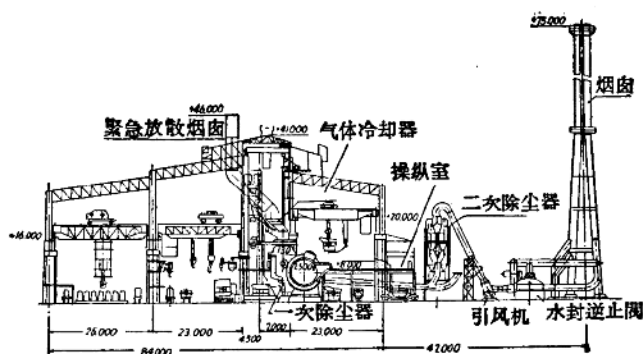


图3 戶畑第2轉爐車間断面图

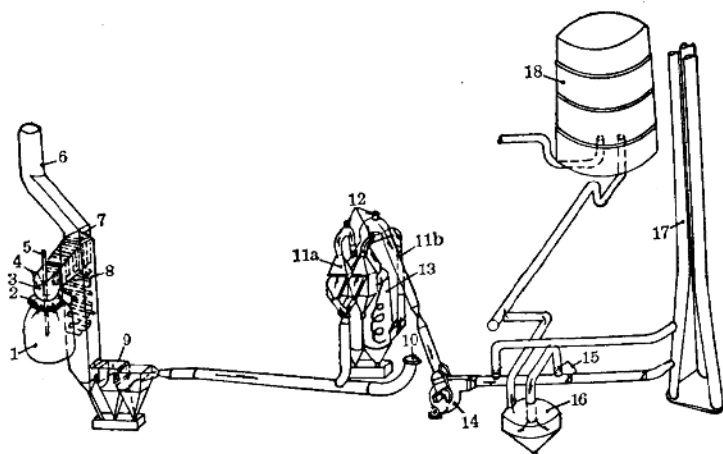


图4 戶畑第2轉爐車間的OG裝置概略图

1—130 吨轉爐；2—邊圈；3—煙罩；4—淤渣槽；5—氧氣噴管；6—緊急放散煙囪；7—爆炸門；8—煙氣冷卻器；9—一次除塵器；10—爆炸門；11(a-b)—二次除塵器；12—防爆閥；13—煙霧分离器；14—抽風機；15—三通閥；16—水封閉閥；17—煙囪；18—貯氣柜

戶畑車間自从 1962 年 3 月 9 日投产以来,在作业率和安全方面都显示出和預期相符的良好效果,現在繼續不断地維持着月产 119000~125000 吨的生产成績,从投产开始到 1963 年 8 月底为止的一年零六个月的累計,每炉座出

表 2 煉鋼實驗的結果

日 期	爐 次 的 号 数	合 格 鋼 錠 (噸/月)	每 格 爐 鋼 的 合 錠 (噸/爐)	(1) 生 产 率 (噸/時)	裝 入 量					每 爐 煉 鋼 時 間			產 量 (2)		產 量 (3)	氧 氣 耗 量 標 米 ³ 噸	氮 氣 耗 量 標 米 ³ 噸
					鐵 水 (噸/爐)	冷 生 鐵 (噸/爐)	廢 鋼 (噸/爐)	加 料 入 總 原 計 (噸/爐)	生 鐵 百 分 率 %	裝 料 (分鐘)	吹 煉 (分鐘)	出 鋼 (分鐘)	裝 出 料 鋼 至 (分鐘)	成 鋼 率 (%)	合 格 鋼 錠 (%)		
1962.3	58	6,906	119.1	119.4	108.4	—	26.7	135.1	80.3	9.0	27.0	3.6	53.2	88.8	87.1	59.5	79.8
4	340	44,209	130.0	143.5	112.0	—	31.7	143.7	77.9	10.2	28.2	2.8	55.2	91.4	89.5	58.7	91.3
5	532	73,116	137.4	152.9	113.2	—	37.1	150.3	75.3	10.0	27.9	3.8	53.6	91.4	90.0	55.7	70.0
6	548	78,151	142.6	163.4	118.9	—	36.4	155.3	76.6	10.0	28.0	3.6	53.8	91.7	89.9	53.8	66.9
7	494	68,826	139.3	170.0	114.9	—	36.7	151.6	75.8	8.0	27.9	3.6	49.7	91.9	91.6	54.8	61.3
8	631	97,471	141.1	191.8	115.5	—	37.0	153.7	75.8	6.5	24.4	3.6	41.5	92.6	91.8	53.4	53.8
9	768	108,213	140.9	198.4	114.8	—	38.0	152.8	75.1	6.1	23.8	3.7	42.7	92.8	92.2	54.4	46.3
10	751	105,909	141.0	197.8	114.9	—	38.1	153.0	75.1	6.1	23.2	4.0	42.9	92.8	92.1	54.8	44.3
11	759	110,871	146.1	207.1	119.0	—	40.6	159.6	74.6	6.4	22.7	4.1	42.5	92.3	91.6	53.9	45.1
12	776	112,577	145.1	199.3	119.0	1.6	37.7	158.3	76.2	6.4	22.7	4.0	43.3	92.5	91.6	54.9	45.0
1963.1	815	110,986	136.2	194.8	111.4	4.9	29.8	146.1	79.7	6.4	21.5	3.9	41.9	93.7	93.2	55.2	44.3
2	766	107,816	140.8	201.1	111.7	5.5	32.6	149.8	78.2	6.0	22.7	3.9	41.9	94.3	94.0	52.4	40.5
3	838	119,835	142.9	201.9	114.7	5.9	32.1	152.7	79.0	6.0	23.6	3.9	42.5	94.2	93.7	52.6	40.3

(1) 合格鋼錠 (噸) 煉成的鋼或鋼錠 (2) 生鐵+爐渣 (3) 生鐵+爐渣+合金鋼+(0.65×軋制鐵屑)

表 3 炉气回收的每月运行表

日 期	(A) 炉次 的号数	(B) 炉气 回收的 炉数	(C) 炉气回 收总计 (米 ³)	(B/A×100) 回收率(%)	(C/B) 每炉 回收的炉气 量(米 ³ /炉)	每吨钢铁所回 收的炉气量 (米 ³ /吨-锭)	回收炉气 的平均 CO%	平均吹炼 时间 (分钟/炉)	平均回收 时间 (分钟/炉)	备 注
1962.6	548	6	42,000	1.1	7,000	47.6	68.9	28.0	12.1	气体回收试验
7	494	5	30,900	1.0	6,180	56.2	66.1	27.9	12.2	气体回收试验
8	601	155	828,800	22.4	5,347	37.1	74.4	24.4	9.4	8月11~13 8月25~28
9	768	332	1,825,000	43.2	5,497	39.3	79.4	23.8	11.2	锅炉燃烧试验
10	751	621	3,888,300	82.7	5,939	45.2	72.4	23.2	12.1	
11	759	700	5,917,750	92.3	8,458	57.4	73.4	22.7	12.7	
12	776	649	5,099,600	83.8	7,858	53.9	72.5	22.7	13.0	
1963.1	815	674	4,512,200	82.8	6,695	49.2	72.4	21.5	12.8	
2	766	698	5,094,200	91.1	7,278	50.9	71.7	22.7	14.4	
3	838	780	6,611,760	93.6	7,843	54.9	70.4	23.6	14.6	

鋼 12141 炉,合格鋼錠量为 1,730,000 吨。生产的鋼种有制帶鋼用的鋼錠(含碳量为 0.06~0.25%)約占 95%,其余則为半鎮靜鋼。

表 2 指示出自投产以来,每月炼鋼作业的实际成績。由表 3 从使用 OG 法在炼鋼炉数上取得了高度百分比这一点来看,可說是一个极大的經濟上的优点。

又因为从 1962 年 6 月 22 日起,直到 7 月 10 日的期間,进行了炉气回收試驗,取得了令人滿意的良好成績,以后就作为經常作业,实行了炉气回收,收集的炉气,全部作为鍋炉燃料使用。炉气回收作业成績的进展情况,表如 3 所示。

回收的炉气,使用于普通鍋炉的效果如表 4 所示,这个普通鍋炉供应戶畑制造厂 30~40% 的蒸汽用量。

表 5 和图 5 指出自从吹炼开始到終了为止的烟气成分。仅对于一氧化碳含量高的部分,进行了回收。又在吹炼初期和末期,为了緩和炉气流量的巨大波动,和使不稳定的炉气成分远远离开爆炸界限,用氮气将其稀釋,以利于进行稳定安全的运轉。

表 4 OG 烟气使用效果

日 期	蒸汽发 生 量 (吨/时)	鍋炉开 动持續 时 間 (时/月)	鍋炉开 动台数	燃料使用量		OG 烟气 混燒率 (%)	鍋 炉 效 率 (%)	OG 烟气 热 量 (千卡 标米 ³)
				OG 烟气 (米 ³ /时)	重 油 (公斤/时)			
1962.10	26.8	689	1	5350	0.752	63.3	85.5	2280
11	44.6	1265	2	9350	1.104	67.0	85.0	2250
12	47.0	1225	2	8330	1.600	55.2	84.0	2220
1963.1	50.6	1301	2	6930	2.260	42.1	83.6	2230
2	48.4	1344	2	7570	1.916	48.0	84.8	2200
3	38.9	1216	2	8550	0.900	6.6	86.5	2190
4	28.4	906	1	8320	0.202	89.9	86.2	2180
5	32.9	1488	2	7510	0.662	72.6	85.5	2250
6	27.5	816	1	7430	0.313	83.9	86.7	2270
7	27.3	747	1	6640	0.151	90.5	86.3	2280
8	27.0	740	1	6350	0.236	79.0	83.0	2210

在日本第二个設置 OG 裝置的住友金属公司和歌山制造厂的除尘效率及灰尘的化学成分见表 6 和表 7。采用了 OG 裝置后的灰尘与装設廢熱鍋炉的場合相比,由于烟气具有还原性的緣故,因此烟气中尘粒以 FeO、金属鉄等氧化度很低的粒子居多为其特点。

表5 轉炉炉气成分和热值变化分析

吹炼經過 時間(分)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發熱量 (千卡/標米 ³)
2	18.4	0	26.6	1.0	54.0	830
4	19.6	0.3	43.4	1.8	34.4	1380
6	23.3	0.1	69.6	1.1	5.9	2140
8	21.3	0.2	73.3	1.0	4.2	2250
10	17.2	0.4	78.0	1.1	3.3	2400
12	13.4	0.3	81.5	1.1	3.7	2500
14	18.3	0.3	72.9	1.3	1.2	2250
16	12.4	0.2	81.4	0.9	5.1	2490
18	11.3	0	82.7	0.9	5.1	2530
20	9.4	0	85.7	0.9	4.7	2600
22	7.6	0.2	62.8	0.9	28.5	1930
24	8.8	0	14.9	0.9	75.4	480

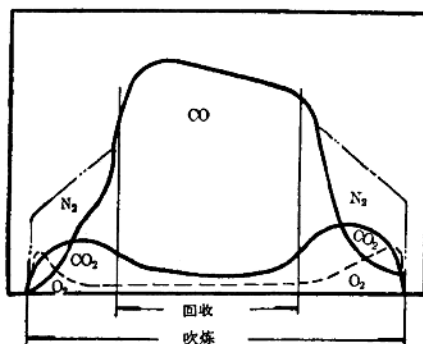


图5 用氮气稀释示意图

灰尘的粒徑和装設廢熱鍋爐的場合相比也大得多,比重也大,因而能够取得充分的除尘效率。

作业条件(N-2789)

炉数:	2号6	135次
边圍間隔:	0~30	毫米
气幕用氣量:	7000	標米 ³ /时
O ₂ 流量	17000	標米 ³ /时
熔化鉄水量:	114.1	吨

EPT[C]: 0.05%

吹炼时间: 23.4 分钟

表 6 除尘效果(住友金属公司和歌山制造厂)

项 目		第一次試驗	第二次試驗
操作条件	装入量(吨)	133	133
	吹炼时间(分)	22.33	22.30
灰尘含量,克/标米 ³	冷却器出口	63.7	110.8
	一次除尘器出口	4.42	6.83
	抽风机的出口	0.362	0.234
除尘效果	一次除尘器	93.2	93.8
	二次除尘器	91.4	96.6
	共计	99.43	99.83

表 7 灰尘成分

成 分 分析場所	C	SiO ₂	T·Fe	M·Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	TiO ₂	Cr ₂ O ₃
冷 却 器	0.70	1.30	86.17	66.60	21.45	4.01	3.70	微量	0.36	0.66	0.11
一次除尘器	0.18	1.20	79.09	50.17	36.45	0.84	1.57	微量	0.34	0.21	0.16
二次除尘器	0.18	1.25	76.28	22.72	67.20	1.90	1.57	微量	0.33	0.25	0.16

四、本方法的展望

1. 經濟价值

和向来采用純氧頂吹轉炉的廢热鍋炉方法相比較,“OG”法具有以下的优点:

- ① 設備費和操作費用都比較便宜;
- ② 热回收率較高;
- ③ 蒸汽平衡容易調整;
- ④ 能够設法使除尘裝置小型化;
- ⑤ 将回收炉气有效地利用于化学方面,大有希望。

(1) 設備費

以同一炉容量的轉炉車間为对象的場合, OG 法的設備費(包括貯气柜及

普通鍋爐在內)，只有廢熱鍋爐方法（包括儲汽筒、收塵裝置及鍋爐附帶設備費在內）設備費的 50~60%，加上轉爐車間的縮小和設備重量的減輕，土木建築費也可以大大節約。圖 6 是把採用了 OG 法及採用了廢熱鍋爐的場合，煙氣冷卻器的體積和廠房高度兩相比較圖。由這個圖可以看出轉爐愈是大型的，愈能顯出其優越性。

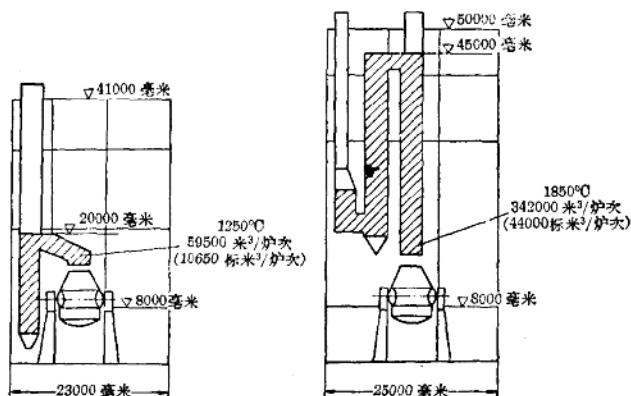


圖 6 130 噸轉爐所用冷卻器體積的比較

(2) 熱回收率

如圖 7 所示，用廢熱鍋爐法，其熱回收率只有 60% 左右，而將“OG”法的回收煙氣，作為普通鍋爐的燃料來利用時，其熱回收率可能提高到 70%。

(3) 蒸汽平衡的調整

由於轉爐是間歇生產，如用廢熱鍋爐法，則蒸汽產量的波動很大，以最高生產能力為 110 噸/時的鍋爐為例，平均也只有 40 噸/時左右的蒸汽發生量，如用 OG 法，由於設置了作為供給蒸汽來源的普通鍋爐的緣故，因此可以按着蒸汽需要的變化，進行正常操作。

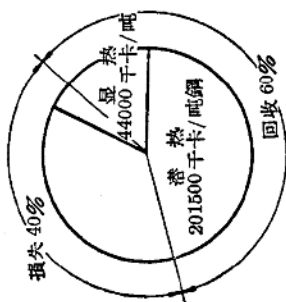
(4) 除塵裝置

用 OG 法，因為煙氣是處在未燃燒狀態，煙氣的容積只有燃燒法的 1/6 左右，能夠將除塵器的構造縮小。又因為煙氣是屬於還原性，因之灰塵的氧化度低，塵粒主要是由金屬鐵和 FeO 組成，故除塵很容易。

(5) 回收爐氣的利用

回收的爐氣，其發熱量約為 2300 千卡/標米³，可用作為良好的燃料，也可用作有機化學的合成原料或將其用於煉鋼方面。

(6) 氮氣的平衡



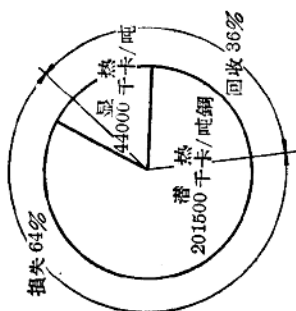
对流式廢熱鍋爐

鍋爐出口炉气温度 350°C;

总热量 245500 千卡/吨鋼;

可用热 147500 千卡/吨鋼 (60%);

热損耗 98500 千卡/吨鋼 (40%)。



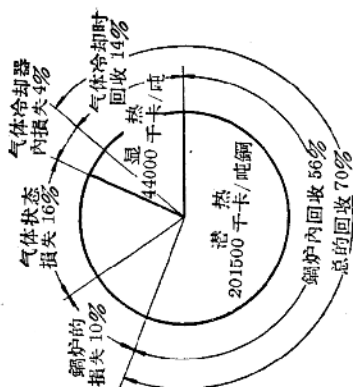
輻射式鍋爐

鍋爐出口炉气温度 950°C;

总热量 245500 千卡/吨鋼;

可用热 88500 千卡/吨鋼 (36%);

热損耗 157000 千卡/吨鋼 (64%)。



OG 設備

显热用于炉气冷却器中 (加热水), 化学热保

留在炉气中, 在另一鍋爐燃燒。

总热量 245500 千卡/吨鋼;

可用热 172000 千卡/吨鋼 (70%);

热損耗 73500 千卡/吨鋼 (30%)。

图7 廢熱鍋爐和 OG 法之間熱效率的比較