

冶金工业部

# 1957年全国炼钢会议报告彙编

第三分册 轉爐煉鋼

冶金工业出版社

冶 金 工 业 部

# 1957年全国炼钢会议报告彙编

第三分册 轉爐煉鋼

(内部文件)

“鋼 鐵”編 輯 部 編

1958年5月

# 目 錄

## 我国轉爐煉鋼历年来的生产技术情况

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 与今后技术发展的初步意見.....      | 余景生 ( 1 )            |
| 酸性轉爐鋼的生产.....          | 苏联專家M.П.庫茲涅佐夫 ( 11 ) |
| 渦鼓型側吹碱性轉爐的設計和生产經驗..... | 上海第三鋼鐵厂 ( 30 )       |
| 渦鼓型側吹碱性轉爐操作經驗.....     | 上海鋼鐵公司 ( 36 )        |
| 渦鼓型側吹碱性轉爐吹煉高磷生鐵.....   | 余名鈺 ( 56 )           |
| 扩大側吹碱性轉爐鋼品种試驗.....     | 喻旭 鄧开文 ( 80 )        |
| 側吹碱性轉爐富氧鼓風煉鋼試驗總結.....  | 唐山鋼厂 ( 101 )         |
| 純氧頂吹轉爐煉鋼試驗报告.....      | 鋼鐵工业綜合研究所 ( 121 )    |
| 对氧气轉爐中所用噴咀的初步意見.....   | 楊紀柯 王壬康 ( 137 )      |

冶金工業部 1957 年全國煉鋼會議報告彙編

“鋼鐵”編輯部編

### 第三分冊 轉 爐 煉 鋼

1958年 月第一版 1958年 5 月北京第一次印刷 1,500 冊

787×1092·1/16·210,000 字·印張 9 成本費 2.00 元

化學工業出版社印刷所印刷 內部文件 不公開發行

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

# 我国轉爐煉鋼历年来的生产技术情况

## 与今后技术发展的初步意見

余 景 生

(冶金工业部)

### 一、历年来的生产技术情况

#### (1) 我国轉爐生产特点

我国現有轉爐煉鋼設備与世界其他国家相比，有其突出的特点，这就是小型側吹轉爐。世界其他国家目前煉鋼生产鋼錠的轉爐为底吹与頂吹，而且是大、中型的，很少用小型側吹轉爐，我国是世界上用小型側吹轉爐大量煉鋼生产鋼錠的国家。解放以后，随着鋼鐵工业的发展，我国側吹轉爐有很大的发展，由于苏联专家的指导和职工群众的热情劳动，在生产技术上已获得了一些創造性的成就，这也丰富了側吹轉爐的内容。

我国轉爐煉鋼設備的特点，还有側吹碱性轉爐的采用。我国发展了側吹碱性轉爐，并首先將它应用于工业性生产鋼錠与鑄鋼，此外，目前我国轉爐煉鋼車間沒能直接采用煉鐵爐鐵水，而是用化鐵爐鐵水。

我国側吹轉爐得到很大发展的原因是，由于它能适合我国的具体条件，归納起来，有下列兩点：

1) 我国国家建設迫切需要大量的鋼，側吹轉爐投資小、設備簡單及建設起来快，能以最少量的投資而迅速地为国家增加鋼的产量，能解决地区的小量鋼的需要問題。

2) 我国廢鋼缺乏、低磷生鉄供应不足与产地有限，側吹碱性轉爐能使用廣泛含磷范围生鉄原料，能解决地区原料問題。

我国側吹轉爐有其优点与缺点：

#### 1) 优点：

① 鋼中氮与氧含量，特别是含氮量，比底吹轉爐要低，側吹轉爐中含氮一般自 0.003—0.0075%。

② 就炭的氧化程度而言，側吹轉爐的发热效率比底吹轉爐的高，因此生鉄的发热元素成分可以較低。

③ 側吹碱性轉爐不用氧气，可以吹煉廣泛含磷范围生鉄（包括高磷生鉄），而且去磷效率高，成品中含磷量比底吹的要低。

#### 2) 缺点：

① 金属消耗大：側吹轉爐各爐的吹損波动比其他轉爐大，且平均吹損也比其他轉爐大，又由于我国轉爐都使用化鐵爐鐵水，金属消耗更大，因此煉鋼成本高。1956年各



厂（山西故县钢铁厂不在内），酸性转炉收合率平均为 79.68%，碱性转炉为（从生铁块到合格钢锭）。

② 炉子寿命短：侧吹转炉当风眼部分损坏后，整个炉子均须冷却重新修砌，这点不及底吹转炉，尤其不及顶吹转炉，因此，耐火材料消耗也大，现在侧吹碱性转炉镁砂、白云石消耗达 40~80 公斤/吨钢。

（2）历年来生产情况（除厂数、炉数、装入量、炉腔容积与产量外，其他数据均不包括故县钢铁厂）。

目前全国转炉炼钢生产钢锭的有九个工厂（铸造和炼制半成品的工厂，以及试验工厂不在内）共有转炉 15 座，其中酸性转炉工厂 3 个，转炉 5 座；碱性转炉工厂 6 个，转炉 10 座。

15 座转炉的总炉腔容积（炉子内部的总体积）为  $42.6\text{m}^3$ ，其中碱性的为  $32.87\text{m}^3$ ，酸性的为  $9.73\text{m}^3$ 。炉子容积自  $1.006\text{—}7.94\text{m}^3$ 。15 座转炉的总平均装入量 4.04 吨，其中酸性的为 2.82 吨，碱性的 4.66 吨，平均装入量自 1.4—7.0 吨。

1956 年全国生产转炉钢 627,045 吨，其中酸性有 277,895 吨，碱性有 349,150 吨。1956 年度的一些指标范围如下（最高厂与最低厂）：

平均冶炼时间，酸性在 18.14—33.72 分，碱性在 25.42—43.39 分；每吨钢平均金属料消耗，酸性在 1200—1326 公斤，碱性在 1244.7—1453.4 公斤（包括化铁炉消耗）；铁水——合格钢锭收合率，酸性在 78.55—85.31%，碱性在 71.90—83.28%；钢锭合格率，酸性在 94.41—99.40%，碱性在 95.45—98.69%；炉衬寿命，酸性在 48—107.5 次，碱性在 32.7—99.2 次。

历年来钢铁局所属各厂转炉钢产量在钢铁局总钢产量中的百分率见下表：

|        |        | 1956 年全国转炉钢产量约占全国钢产量的 14%。                                                   |
|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1950 年 | 11.27% | 1956 年全国转炉钢中酸性转炉钢约占 44.3%，碱性转炉钢约占 55.7%。                                     |
| 1951 年 | 11.04% |                                                                              |
| 1952 年 | 21.73% | 侧吹碱性转炉钢产量历年来上升很快，1956 年侧吹碱性转炉钢产量已将近 1952 年的 14 倍。                            |
| 1953 年 | 23.62% |                                                                              |
| 1954 年 | 31.90% |                                                                              |
| 1955 年 | 33.08% |                                                                              |
| 1956 年 | 32.73% | 目前酸性转炉钢中硫、磷的规格为 $S \leq 0.065\%$ ， $P \leq 0.085\%$ ，而碱性转炉钢硫、磷的规格要求与碱性平炉钢相同。 |

（3）历年来的技术改进

#### 1) 转炉

① 侧吹碱性转炉投入工业性生产：我国于 1951 年在唐山钢厂开始进行侧吹碱性转炉工业性试验，1952 年开始进行工业性生产。这种转炉可以采用广泛含磷范围的生铁，去磷效率高，而且钢中的含氮量较低，一般在 0.003—0.0075%，比底吹的低得多。目前已有 6 个厂、10 座转炉用这种方法进行生产。

② 转炉扩大原料范围：新疆八一厂首先用侧吹碱性转炉吹炼含磷较高的生铁（含磷 1.2% 左右，最高到 1.81%），虽然采用了后吹，但成品中含磷量比底吹的低，达到

了平爐鋼的規格。

上海鋼鐵公司採用留渣操作法吹煉含磷較高的生鐵時，不用後吹，成品中含磷量即能达到平爐鋼的規格。

昆明鋼鐵廠在酸性轉爐試驗使用了低錳生鐵（含錳 0.06—0.08%），証明煉成的普通低炭結構鋼的質量合乎規格。因此可以直接利用當地生鐵原料進行煉鋼，廢除了在化鐵爐中加入大量錳鐵的操作法，降低了成本，節約了國家錳的資源。

### ③ 沸騰鋼的冶煉與品種的擴大：

過去我國轉爐一般只冶煉 5 尤、6 尤、7 尤、8 尤、9 尤、10 尤、11 尤、12 尤、13 尤、14 尤、15 尤、16 尤、17 尤、18 尤、19 尤、20 尤、21 尤、22 尤、23 尤、24 尤、25 尤、26 尤、27 尤、28 尤、29 尤、30 尤、31 尤、32 尤、33 尤、34 尤、35 尤、36 尤、37 尤、38 尤、39 尤、40 尤、41 尤、42 尤、43 尤、44 尤、45 尤、46 尤、47 尤、48 尤、49 尤、50 尤、51 尤、52 尤、53 尤、54 尤、55 尤、56 尤、57 尤、58 尤、59 尤、60 尤、61 尤、62 尤、63 尤、64 尤、65 尤、66 尤、67 尤、68 尤、69 尤、70 尤、71 尤、72 尤、73 尤、74 尤、75 尤、76 尤、77 尤、78 尤、79 尤、80 尤、81 尤、82 尤、83 尤、84 尤、85 尤、86 尤、87 尤、88 尤、89 尤、90 尤、91 尤、92 尤、93 尤、94 尤、95 尤、96 尤、97 尤、98 尤、99 尤、100 尤。低炭鎮靜鋼，作為圓鋼、線材與竹節鋼筋用，品種十分簡單，幾年來對擴大品種工作做了一些努力。

為了降低鋼的成本、提高鋼的質量（鎮靜鋼小鋼錠有中心縮孔、疏松的缺陷），1954 年唐山鋼廠與上鋼一廠試驗成功了鹼性與酸性轉爐沸騰鋼，經驗証明澆注 150m/m 以上的小鋼錠沒有問題，質量良好，但酸性轉爐由於鋼中含氧量較少，比鹼性轉爐要困難些。沸騰鋼冶煉的關鍵問題在於控制各爐吹煉深度的一致，以求獲得鋼中含氧量的一致，在於有足夠的澆注溫度（1490° 以上，光學高溫計讀數）。1956 年上述兩廠已正式部分生產沸騰鋼，唐山鋼廠第三季沸騰鋼每噸成本比鎮靜鋼低 6 元。

這幾年來各廠煉鋼增加生產了 5 尤至 6 尤的普通炭素鋼，軋制品種增加了扁鋼、角鐵、螺紋鋼筋、犁鐮鋼，過去轉爐鋼系按乙類鋼供應，幾年來對甲類鋼的規律做了一些試驗研究，大部分鋼材按照甲類鋼供應。

1956 年上鋼一廠、唐山鋼廠都已試制成功了高強度矽錳合金鋼（螺紋鋼筋用），上鋼一廠還試制成功了易切削鋼，上鋼六廠試制成功了工業純鐵。

### ④ 擴大爐腔容積、改進爐型設計：

幾年來許多廠在原有爐座的基礎上，用加高爐身或擴大爐殼直徑的辦法來擴大爐腔容積，如昆明鋼鐵廠加高了爐身，唐山鋼廠、上鋼一廠、大冶鋼廠加大了爐殼直徑。在不增加裝入量與鼓風量的基礎上，擴大爐腔容積可以降低吹損。

上鋼三廠新轉爐採用大的單位鐵水爐腔容積（1—1.4m<sup>3</sup>/噸鐵水），採用中磷生鐵操作良好時，吹煉損失可達 10%，但有的廠擴大爐腔容積的同時又增加了裝入量與鼓風量，對降低吹損未能起到作用。

爐型設計方向各廠幾年來多少做了一些改進，如風眼的個數、風眼尺寸、風眼排列、風箱形狀、爐缸深度、爐子曲線等。風箱目前一般採用大風箱，以使風壓均勻。風眼目前一般採用直徑 50m/m 以下的向下傾斜的，以增加鼓風對鋼水的接觸與攪拌作用。風眼排列有平行的與扇形的。爐缸深度一般以採用淺的為原則，以減少噴濺。爐子曲線目前一般採用工作空間與爐缸同樣直徑，工作空間直徑大於爐缸直徑的合理設計尚未採用，風眼處爐子橫斷面一般採用“D”形，以使每個風眼在任何爐身角度時，均與鋼水面保持同一距離，這些較為統一的設計趨向是各廠歷年來工作經驗的總結。

爐型設計方向較為突出的改變為渦鼓型轉爐。新疆八一鋼廠 1952 年首先採用渦鼓型轉爐於工業性生產，其次為上鋼六廠，去年新建的上鋼三廠轉爐也採用了渦鼓型設計，渦鼓型爐在理論上有理較多的優點，縱斷面曲線圓滑，金屬液面以上空間大，爐液較淺，橫斷面為長方形，因此可以易于去磷，減少噴濺和爐子侵蝕。還有大型側吹轉爐可

以用延長爐子兩軸方向的办法，解决风眼排設計列的困难。

### ⑤ 操作方法的改进：

酸性轉爐与碱性轉爐的操作方面的共同努力方向是高的爐襯溫度与鉄水溫度，适当降低鉄水中矽、錳含量。这几年来由于化鉄爐方面的改进，各厂吹煉鉄水溫度都有所提高，如唐山鋼厂由 1954 年的  $1300^{\circ}\text{C}$ （光学高溫計讀数）增为  $1360^{\circ}\text{C}$  左右。还有各厂輔助時間都力求縮短，以获得吹煉时高的爐襯溫度，如上鋼一厂輔助時間由約 10 分鐘降低到 3 分鐘左右。上鋼一厂加强車間調度建立指示图表，以縮短輔助時間的工作，有較好的經驗。高的爐襯溫度与鉄水溫度保證了降低吹損、縮短吹煉時間、提高鋼的質量。

酸性轉爐与碱性轉爐操作方面都要求各爐有一致的搖爐曲線，过去各厂吹煉沒有固定的搖爐制度，1951 年在唐山鋼厂首先采取固定的搖爐制度，1956 年全国轉爐煉鋼會議決議中也規定各厂要訂出本厂的裝入角度与搖爐制度，以达到各爐吹煉深度、角度的一致，从而減少質量波动。固定的裝入角度和搖爐制度是側吹轉爐的一个特別重要的問題，是側吹轉爐吹煉工作的科学化問題。

碱性轉爐造渣制度方面：唐山鋼厂、上鋼六厂、新兴鋼厂等厂过去都采用單渣法，現大多数厂均已采用扒渣的方法，以降低吹損。我个人的意見：吹煉矽高的鉄水（可能为 0.6% 以上）需要进行扒渣。

上海鋼鐵公司 1956 年在苏联專家菲利奇肯的指导下采用苏联亞索鋼厂平爐的經驗，試驗碱性轉爐留渣操作法，得到了很大的成功。目前已在上述三厂、六厂生产中正式应用，从而減少石灰用量（約減少 20—30%）、提高轉爐热效率、縮短吹煉時間、提早去磷，并保證了鋼的質量。这个方法是吹煉含磷較高生鉄的一个良好方法。

八一鋼厂、大冶鋼厂、唐山鋼厂先后采用了留炭法，用直接留炭不再增炭的办法吹煉中炭鋼、高炭鋼，有一定的成績，但目前还只是用观察吹煉火焰火花、鋼样火花的方法来控制終点，沒有利用仪表来控制終点，合格率不够高。

### ⑥ 爐襯的改进：

过去有些厂碱性轉爐爐襯为澆水鎂磚爐襯，易于剝落，寿命短，并影响去磷效率，以后采用了焦油作粘合剂，并以白云石或鎂砂作耐火材料，寿命較澆水鎂磚为長。目前各厂部分或全部采用的爐襯材料有焦油白云石磚，焦油白云石鎂砂混合磚，焦油鎂磚，何者較优，尚未得出肯定的結論。在顆粒度配合改进方面，为增加細顆粒度（ $<0.088\text{ m/m}$ ），減少中間顆粒度，提高磚的体积密度，对提高爐襯寿命起一定的效果，这方面八一鋼厂最早进行較有系統的試驗改进工作。风眼磚材料，許多厂經驗是，以用燒結鎂砂磚为較好。

### 2) 化鉄爐

① 料罐裝料設備：化鉄爐爐頂布料問題，兩三年来逐漸为人重視，1954 年前只新兴鋼厂有兩個化鉄爐为料罐裝料，在 1955 年与 1956 年內有七个化鉄爐裝設或改成了料罐爐頂裝料，以使化鉄爐布料均匀，因此鉄水溫度有显著提高，如唐山鋼厂結合供风系統及三排风眼的改进，鉄水溫度提高了  $50-70^{\circ}\text{C}$ （其中料罐裝料是主要的），料罐裝料还能使爐襯被蝕均匀，提高了爐子寿命。

② 三排风眼：几年来絕大多数厂已先后將一排或二排风眼按苏联設計改为目前的三排风眼，不同程度地帮助了爐內 CO 的燃燒，提高了鉄水的溫度。

③ 水冷爐襯：上鋼一厂1954年首先采用了水冷爐襯，以后唐山鋼厂、大冶鋼厂、上鋼三厂先后采用，使化鉄爐寿命显著提高而鉄水溫度未有降低，唐山鋼厂因此化鉄爐寿命提高1—2倍，目前最高的寿命达280—300爐（供煉一爐鋼用鉄水作一爐計）达6—8天。

④ 預热鼓风：八一鋼厂 1952 年开始利用爐頂廢气的物理热，以預热鼓风，提高了鉄水溫度。

⑤ 利用轉爐渣：上鋼一厂 1956 年开始于化鉄爐中或直接向轉爐內加入轉爐噴出物，以回收金属，降低了金属消耗。如該厂 1956 年 8 月份金属料消耗为 1208 公斤，同年 11 月份降低到 1181 公斤，1957 年 1 月份繼續降低到 1171 公斤，噴出物的回收起着較大的作用。

### 3) 鑄錠

上鋼一厂 1954 年开始对上小下大的鎮靜鋼錠采用細流填注、冷水封頂的办法，減少了鋼錠縮孔，提高了鋼的質量，也提高了鋼材收合率。

除了上述的技术改进外，还有正在試驗研究的技术改进：

#### 1) 轉爐

##### ① 側吹富氧吹煉：

唐山鋼厂在苏联專家馬立舍夫和薩維利耶夫指导下，进行了側吹碱性轉爐富氧試驗，到1956年底已进行了七次，富氧程度 24—29%，試驗結果証明：富氧吹煉可以提高鋼水溫度、縮短吹煉時間、提高鋼的質量，并为降低鉄水中矽、錳含量提供了条件，目前正在研究合理的用氧制度。試驗結果也显示，由于側吹轉爐原来含氮量即不高，因此用富氧后鋼中含氮量无显著減低，約降低 0.001~0.0015%。此外富氧吹煉时，吹損增大 3—6%，需要从采用合理鼓风制度、用氧制度、改进爐型設計、扩大爐壁体积方面加以解决。

##### ② 頂吹全氧吹煉：

鋼鉄綜合研究所于1955年开始进行小型頂吹轉爐的試驗，1956年底止已进行了92次試驗，以积累經驗数据，为今后新厂建設提供参考資料，現試驗所得結果与国外結果相符合，但积累数据还不够丰富与系統，噴咀寿命、除尘，以及溫度与終点控制問題正在研究中。

##### ③ 繼續扩大品种試驗：

唐山鋼厂与鋼鉄綜合研究所于 1956 年在苏联專家菲利奇肯指导下試制了側吹碱性轉爐低炭鋼、重軌鋼与薄板鋼共計 31 爐，澆成 5 吨大鋼錠。部分鋼錠已經由鞍山鋼鉄公司与太原鋼鉄厂軋成无縫鋼管、焊接鋼管、中板、大型工字鋼、重軌与薄板，初步結果良好，鋼軌鋼含氫量較平爐鋼为低，但因数据較少，还不能得出肯定的結論，正在繼續試驗。側吹碱性轉爐扩大品种的試驗將为將來新厂建設提供参考資料。

##### ④ 繼續爐襯改进試驗：

唐山鋼厂与鋼鉄綜合研究所于 1956 年繼續进行改进側吹碱性轉爐爐襯的試驗工



作，进行的方向为加大成型压力、改进顆粒度与改善焦油的炭化过程，已有初步結果，但需要制造設備的改善才能將結果全部应用于生产。

## 2) 化鉄爐

① 无烟煤燃料：上鋼一、三、六厂和唐山鋼厂于1956年在化鉄爐进行无烟煤燃料試驗，掺用量15~25%，已获得初步結果，化鉄成本得以降低，鉄水溫度有提高跡象。

② 碱性化鉄爐：上鋼一厂 1956 年进行了四次碱性化鉄爐試驗，初步結果去硫效率60%，因此鉄水可不用苏打去硫，改善了劳动条件，成本无显著变化。

## 3) 澆注，鋼水指示器

唐山鋼厂于 1956 年制成了鋼水指示器，使澆注工入能借电气裝置得知桶內剩余鋼水量，減少每爐注余量。

## 4) 存在問題

### ① 金属消耗高：

1956 年各厂金属消耗为 1200—1453 公斤/吨，除鋼鉄合格率低外，影响金属消耗的主要为轉爐吹損与化鉄爐熔損，金属消耗高严重影响鋼的成本。

減低化鉄爐熔損的工作，各厂尚未加以足够的注意。

轉爐吹損高，目前依然是一个严重的問題，几年来对降低吹損工作各厂做了一些努力，并取得了一定的成績，但目前平均吹損率仍在 8—15%。

提高鉄水溫度、实行高溫操作、降低鉄水矽和錳含量是減少吹損的重要方法之一，各厂鉄水溫度仍有提高的潛在能力，如上鋼一厂的鉄水溫度仍在 1300°C 以下。

在操作制度方面，有些厂采取过份面吹与較多的渣料，以致噴濺作用严重，需要結合充分發揮渣子去磷效率，盡量減少渣料。

爐腔容积与爐型設計影响到轉爐的吹損，有的厂爐腔容积过小，如唐山鋼厂只 0.5 m<sup>3</sup>/吨鉄水，这种情况不是导致过分的吹損，便是导致吹煉時間的过分延長，只把爐腔容积与裝入鉄水量联系起来似乎还是不够的，需要与吹煉時間一同考虑，因此建議制訂每立方公尺工作空間容积（爐腔容积鉄水体积）每單位時間允許的鼓风量来限制轉爐的鼓风量，以控制吹損，过高的鼓风量即使是大的單位鉄水容积比，吹損也会大的。

### ② 質量問題（鋼鉄局範圍）：

表現在鋼錠的合格率低，1956 年全年为 98.05%，有的厂合格率很低，如上鋼六厂 1956 年 10 月份合格率只 90.45%，昆明鋼鉄厂 1956 年合格率只 94.41%。

廢品率种类一般为化学成份不合格，縮孔、短錠、气孔、夾砂、上漲……等。

廢品率高的原因是，違反操作規程、缺乏一定的操作制度、原料管理不善，以及某些技术工作的落后。廢品率高的另一原因是，現在絕大多數轉爐鋼厂由于軋鋼設備的限制，采用小型上小下大的錠模澆注鎮靜鋼，以致縮孔較严重，而为了減少縮孔所应采取的措施又常未予坚决执行，有条件澆注 150mm 鋼錠的工厂生产沸騰鋼的数量尚不够多。

### ③ 爐襯寿命短：

几年来虽对爐襯方面做了一些改进，但爐襯寿命仍不够理想，如 1956 年1月至11月唐山鋼厂碱性轉爐寿命平均为 32.7 爐，上鋼一厂碱性轉爐寿命只 52.3 爐，影响了

作业率、耐火材料消耗及鋼的質量。需要对爐襯寿命多做系統的研究与改革性的改进（如热換风眼試驗）。

#### ④ 原料、化鉄爐、爐襯、注錠工段落后于轉爐工段：

历年来各厂在发展轉爐工段方面花了較大的力量，相对地，对原料、化鉄爐、爐襯、注錠工段未予足够的注意，以致这些工段程度不同地落后于轉爐工段，原料管理較為混乱，化鉄爐操作較為落后，設備改进也不够，缺乏爐襯制造設備如白云石煅燒爐、篩分設備、高压压磚机，注錠工段拥挤，需要在改建計劃中与技措計劃中加以安排、逐步改善。此外，控制仪表在各厂甚为缺乏，如风量表、风压表不足，未使用終点指示仪表，因此缺乏科学的操作控制，应从速添置必要的仪表。

#### ⑤ 人員培养不够：

历年来各厂对化鉄爐、轉爐操作人員的培养提高注意是不够的，以致不能适应轉爐生产的迅速发展。今后大量开展試驗研究工作，更需要大量的轉爐技术人員，根据統計，目前鋼鐵局所属各厂轉爐車間技术人員人数，工程师不及平爐的四分之一，技术員不及平爐的六分之一，工人一般是工龄短、水平不够高。为了适应轉爐生产將来的发展需要，应加速提高工人的技术水平，增加轉爐技术人員的配备。

#### ⑥ 試驗研究工作开展不够：

虽然自 1956 年 7 月全国轉爐煉鋼會議以后，轉爐試驗研究工作比以前有較大的开展，但总的來說，过去試驗研究工作做得少，不能适应生产发展的需要，許多重大問題尙待解决，特別是將来的发展，如頂吹轉爐与側吹碱性轉爐的比較問題，大型側吹碱性轉爐試驗問題，高爐鉄水加热問題，頂吹轉爐吹煉高磷生鉄問題，高磷爐渣用作磷肥問題，側吹碱性轉爐鋼的性能与用途范围問題，降低吹損問題，提高爐襯寿命問題等，需要增加試驗費用，指定專門部門与人員更有組織、有系統地对上述問題及其他問題依次进行試驗研究。

## 二、今后技术发展的初步意見

### （1）平爐与轉爐將來位置的研究

研究决定轉爐將來在我国煉鋼工业中的地位，是一个非常重要的問題，這個問題也就是將來平爐与轉爐鋼的相互比重問題。

国内冶金界近年来对轉爐煉鋼日益重視，1956 年全国政协会議中的冶金工作者也提出了采用轉爐进行大規模生产的建議。

轉爐煉鋼已有 101 年的历史，过去由于生鉄原料的条件和鋼的質量問題，发展受到了限制，平爐鋼比重在世界範圍內大大超过了轉爐鋼，近年来由于轉爐生产技术的改进和廉价的氧气供应，轉爐可以吹煉各种成份范围的生鉄，而且鋼的質量不亞于平爐鋼，不但如此，所有的轉爐还有能不用廢鋼吹煉全部生鉄原料的优点，还有投資少、設備簡單、建厂快等优点。

初步計算結果，就投資而言，国家对鋼需要的增加量是一定的，廢鋼原料資源也是一定的，与平爐鋼相对而言，轉爐鋼的建設比重愈大时，国家建設总投資（計算轉爐因消耗生鉄較多而有較多的煉鉄、煉焦、煤矿部分与其他不同部分投資在內）愈低。就成

本而言，轉爐的加工費用比平爐低，不要燃料費用，人工費用也低。国家对鋼的需要量与廢鋼原料資源是一定的，應該从全部鋼产量的总加工費用与总成本来考虑各种煉鋼方法的比重，不能单独計算一种方法的成本，因为廢鋼的价格高低会影响某一种方法的成本(如廢鋼价格定得低，会使平爐鋼成本很低)，从全部鋼的总成本來說，轉爐鋼的比重愈大时，总加工費与总成本愈低。关于投資与成本比較問題，因投資可能不完全正确，只是初步意見，希望有关部門再作詳細核算确定。

就金属消耗而言，轉爐較平爐有噴出損失，目前側吹与頂吹碱性轉爐正常时估計分別約为 3.5% 与 2.6%，这是缺点，但与平爐相比，需要把平爐鐵矿中的金属也計算进去，不然会得出轉爐金属消耗比平爐大得多的結論。

关于平爐与轉爐將来的相互比重問題和平爐与轉爐的分工問題，国内冶金界正愈来愈热烈地进行討論研究，在此不多加討論。下面需要討論的是我国將來采用何种轉爐的問題。

## (2) 各种轉爐类型与特点

酸性轉爐需要低磷生鐵，而且煉出的鋼硫、磷都比較高，世界上低磷鐵矿有限，不能适合大規模鋼鉄工业生产的需要，我国低磷鐵矿也是很少的。

碱性轉爐在世界煉鋼生产中所佔比重不小，目前世界冶金界在轉爐方面討論和研究較多的是碱性轉爐用氧問題。碱性轉爐氧气煉鋼在不同情况下分別所起的作用是：

- ① 可以用廣泛成份範圍的生鐵煉鋼；
- ② 可以在轉爐中加入更多的廢鋼与矿石；
- ③ 可以減少鋼中含氮量，提高鋼的質量；
- ④ 可以起調節与增加溫度的作用。

目前世界碱性轉爐，按其鼓风方法的不同，可分为三种，即頂吹、底吹与側吹，除頂吹必須用氧吹煉外，底吹与側吹也均可用氧吹煉。

頂吹法是新发明的方法，在奥国 L—D 工厂首先进行工业性生产，現在已有許多国家采用此法生产。此法的特点是鋼中含氮量低(当氧气純度为 99.4% 时，含氮为 0.0025%)，鋼的質量不亞于平爐鋼，可以加入大量的廢鋼与矿石(15% 的矿石或 30% 的廢鋼)，爐子寿命高达 230—430 爐，免去換爐底的工作，美国某厂同样配料时，每吨鋼的成本比平爐要低 10% 以上；缺点是需要較大的氧气机，有較大的金属揮发損失(0.4—2%)，需要复杂的除尘設備，但最近瑞典創造的卡度(Kal—Do)方法金属揮发少，已不需要除尘設備。

底吹碱性轉爐近年来很多采用富氧，可以吹煉各种成份的生鐵原料，鋼中含氮量虽有降低(一般为 0.008% 左右)，但比平爐鋼还高出很多，且还有鋼中含氧量較高与爐底寿命短的缺点。

底吹碱性轉爐蒸汽——氧气法鋼中含氮量低(氧純度 98—99% 时，鋼中含氮 0.0015—0.004%)，但有消耗大量氧气仍不能加入大量廢鋼、鋼中氧較高与爐底寿命短的缺点。

側吹碱性轉爐可以吹煉各种成份的生鐵原料，鋼中含氮量低(一般 0.005% 左右)，可以加入較多的廢鋼或矿石，但側吹轉爐有爐子寿命短、吹損較一般轉爐为高的缺点。

## (3) 我国轉爐將来的技术发展

根据上述各种轉爐类型与特点，可以得出的論断是，酸性轉爐不适于我国鋼鐵工业大規模发展的要求，底吹碱性轉爐去磷效率差，鋼中含氧量較高，而且不能大量使用廢鋼与矿石，也不是較好的方法，所以今后的发展應該是純氧轉爐（L—D法和卡度法）或側吹碱性轉爐，至于这两种方法投資与成本的比較需要进行細致的研究。

側吹碱性轉爐如用富氧可以調节溫度，但如投資有限，也可不用富氧。就在設備投資來說，側吹碱性轉爐比平爐与頂吹轉爐都低，設備也簡單，易于制造，

在新建的有煉鐵爐的煉鋼厂里，轉爐应直接使用高爐鐵水，以降低成本。可考虑用旋轉式爐，以提高高爐鐵水的溫度。

新建的大型企业中的轉爐應該是大型的，頂吹轉爐目前已有大型的，側吹碱性轉爐我国目前只有七吨的，从唐山鋼厂与上鋼三厂的經驗来看，估計 15 吨的側吹碱性轉爐設計和操作上沒有問題，25 吨以上的也是可能的，但要进一步进行試驗研究。側吹碱性轉爐需要有很大的爐腔容积比，以減少噴濺。

从苏联亞速鋼厂平爐冶煉高磷生鐵的經驗及上鋼三厂留渣法治煉高磷生鐵的試驗結果来看，頂吹与側吹碱性轉爐可以不用后吹冶煉高磷生鐵，關鍵問題为快速造渣，早期去磷，以及渣中有足够的氧化鐵，从亞速鋼厂的經驗来看，用高磷生鐵吹煉鋼軌鋼，不用增炭法也是可能的。

从世界其他一些国家的經驗来看，碱性轉爐冶煉某些合金鋼，如合金結構鋼、矽鋼、高錳鋼是可能的，可以試用轉爐鋼与电爐熔化鐵合金混合的办法冶煉合金鋼，因此轉爐鋼的品种及应用范围將能进一步地扩大起来。

#### （4）現有各轉爐鋼厂目前需要进行推廣的較大新技术

##### 1) 轉爐方面：

① 实行高溫操作，适当降低生鐵中矽、錳量：从各方面改善化鐵爐、轉爐操作与技术，尽量提高鐵水溫度，縮短輔助時間与采取其他方法，以实行高溫操作与降低生鐵中矽、錳量，以求鋼的質量得以进一步提高，吹損得以进一步降低。

② 某些鋼厂采用富氧鼓风：某些設備上有条件的碱性轉爐工厂，如唐山鋼厂，在吹損不增加的条件下采用富氧鼓风，以調节湿度，降低生鐵矽、錳含量或增加配料中廢鋼量，并积累資料作为他厂发展之参考。

③ 增加沸騰鋼生产、扩大品种：在本厂或协作厂軋鋼机有条件軋制 150mm 以上鋼錠的情况下，各厂应尽量生产沸騰鋼，減少上小下大鎮靜鋼錠，以提高鋼的質量，降低成本。又各厂应尽量生产本厂或他厂已經試制成功的品种，以扩大轉爐鋼的使用范围与滿足用戶的需要。

④ 扩大爐腔容积：在条件允許下，尽量扩大現有酸性轉爐爐腔容积至  $0.8\text{m}^3$ /吨鐵水以上，現有碱性轉爐至  $0.9\text{m}^3$ /吨鐵水以上（如系新爐，最好  $1.4\text{m}^3$ /吨），以求降低吹損，但扩大容积的同时应考虑热損失問題。

⑤ 某些酸性轉爐改为碱性轉爐：在低磷生鐵价高的地区，应采用碱性轉爐以代替酸性轉爐降低成本，因此上鋼一厂应考虑改为碱性轉爐。

##### 2) 化鐵爐方面：

① 預热鼓风：生产鋼錠用鋼的轉爐的化鐵爐系連續的較長時間的使用，特別适合



于采用預热鼓风，因此各厂应根据可能，遲早在化鉄爐采用預热鼓风設備，以提高鉄水溫度、降低燃料消耗。

② 料罐布料設備：內徑在1000mm以上的化鉄爐，应將料車裝料設備改为料罐裝料設備，以用佈料均匀，提高鉄水溫度与爐子寿命。

③ 水冷爐襯：各厂应采用水冷爐襯，以提高化鉄爐寿命，并相对地節約燃料。

④ 碱性化鉄爐：酸性轉爐厂应采用碱性化鉄爐，以去消使用苏打，改善劳动条件，并提高鋼的質量。

#### (5) 試驗研究工作

除了上述正在进行的試驗研究工作外，还应有計劃地先后进行下列重大試驗研究工作：

1) 卡度轉爐：按文献报导，卡度法优于L—D頂吹法，因此需要建立小型卡度轉爐进行試驗，比較其与L—D頂吹轉爐的优缺点并积累数据，为新厂建設提供参考資料。

2) 頂吹轉爐吹煉高磷生鉄：結合我国高磷鉄矿資源，在頂吹轉爐也进行高磷生鉄的試驗，从造渣与吹煉方法等寻求高的去磷效率的合理的操作方法，为新厂建設提供参考資料。

3) 合金鋼冶煉：試驗用轉爐鋼与电爐熔化鉄合金混合的方法，冶煉某些合金鋼，以降低合金鋼成本，并扩大轉爐鋼的品种与应用范围。

4) 热換风眼：参考底吹轉爐的構造与經驗，进行側吹轉爐热換风眼部分的試驗，以提高爐子寿命，減少热損失。

5) 轉爐流体动力学試驗：設置小型轉爐模型，向假想鋼液与渣子鼓风，进行轉爐內流体动力学試驗，以从理論上探討減少吹損、加强吹煉反应与降低爐子侵蝕的办法。

6) 快速造渣：在碱性轉爐进行用合成渣、液体渣的吹煉試驗，以求快速造渣，达到早期去磷的目的，为冶煉高磷生鉄及冶煉高炭鋼（不用增炭法）創造条件。

7) 脫氧方法：用各种不同脫氧剂、各种脫氧順序，系統地試驗我国小型轉爐最經濟优良的脫氧方法，以提高鋼的質量。

此外，爐渣利用是一个重要的問題，应与农业部門共同研究含磷量高的渣子作为磷肥的条件，以及对农业生产的效果，以便有可能尽量利用磷較高的渣子作肥料，降低煉鋼成本与解决国家化学肥料之需要。噴出渣的利用应与煉鉄部門共同进行試驗，以求節約国家鉄矿資源与降低煉鋼成本。

# 酸性轉爐鋼的生產

M. П. 庫茲涅佐夫

(苏联捷尔仁斯基冶金工厂試驗室主任)

## 引 言

自发明了用空气吹煉鉄水的有名煉鋼法以来，到1955年已經整整有 100 年了。19 世紀後半叶的技术所以能够进步，在很大程度上是决定于这一煉鋼方法的。

几十年以来，貝氏煉鋼法未曾有任何根本的改善，并且由于缺乏低磷矿石的儲量及对金属質量要求的剧增，在許多国家里貝氏煉鋼法已縮減到了最低的限度。

貝氏煉鋼法是生产率最高的一种冶煉方法。如果將不同吨位的平爐与 25 吨轉爐的小时生产率比較一下（表 1），那么就很容易确信这一点。

表 1

| 平爐和轉爐的吨位 | 冶煉時間<br>(小 时) | 小时产量<br>(吨) |
|----------|---------------|-------------|
| 不用氧      |               |             |
| 200吨平爐   | 8             | 25          |
| 370 "    | 12            | 30.8        |
| 500 "    | 13            | 38.5        |
| 用氧       |               |             |
| 200吨平爐   | 5             | 40          |
| 25 吨鼓風轉爐 | 0.5           | 50          |

以上列举的資料完全可以有力地証明，貝氏煉鋼法是目前生产率最高的一种冶煉方法。

在廢鋼不足的条件下发展轉爐生产具有重大的意义，特別是組織轉爐生产所需的基建費用要比平爐小得多。

按照苏共第二十次党代表大会的決議，在第六个五年計劃期間苏联全部轉爐鋼均將改用氧气冶煉。

轉爐高碳停風吹煉的原則（高拉碳）將保留住。此外，在盛鋼桶內进行鋼水真空处理也是改进轉爐鋼質量的潛力。

同时应当指出，轉爐生产的特点是裝入量較小，出鋼有节奏（定期出鋼），所以应当与連續注錠有机地联系起来考虑。这样，由于鋼錠組織不均一性的消灭和軋制时切头切尾的減少，即可大大地提高鋼的收合率。

这种工艺过程能煉出高質量的轉爐鋼，其中也包括合金轉爐鋼。

## 一、酸性轉爐重軌鋼的生产工艺过程

### （一）轉爐高碳停風生产过程

#### （1）工艺过程的實質（酸性冶煉过程）

好几十年以来，轉爐重軌鋼都是用低拉碳法（低碳停風冶煉法）冶煉的（含碳量在 0.1% 或 0.1% 以下），然后再用鏡鉄增碳。当时沒有用矽和鋁脫氧，而鏡鉄却帶入了大量的磷。

按此工艺过程用半鎮靜鋼軋制成的酸性轉爐鋼重軌中氧、氮、磷的含量都很高，使用时易脆，耐磨性也不够。

十年前，苏联就研究制定并掌握了轉爐高碳停风并用矽鋁全脫氧冶煉轉爐重軌鋼的新的生产工艺。

苏联冶金工作者根据新技术在理論上証明了并改进了高碳停风冶煉法。此法在許多鋼鉄厂中已得到了廣泛的推行。

新工艺过程的优点在于：

1) 脫氧前鋼內含氧量低。

大家知道，鋼水中氧的含量在一定溫度下决定于碳的含量。

酸性轉爐冶煉可以近似地采用适合于平爐熔池条件的 $\text{Fe}-\text{C}-\text{O}$ 平衡图(图1)。很明显，当采用0.5% 碳停风时，鋼水中氧的含量比采用低碳(0.1%或更低)停风要小得多。以吹氧代替鼓风时，新的煉制酸性轉爐重軌鋼的工艺过程的这个主要优点仍然存在。

2) 鋼中氮的含量較低。

許多研究証明，氮的溶解度随着碳量的減少而增加，氮的吸收速度也相应地变大。我們的研究証明，当鋼中含碳量小于0.5% 时，随着碳含量的降低碳的氧化速度也会变慢，而鋼水的增氮速度則会剧增。当采用低碳(0.1% 或更低)停风冶煉法治煉时，重軌鋼中氮的含量可达到0.020~0.024%，而采用高碳停风法治煉时，含氮量則为0.01~0.015%。

3) 鋼中磷的含量較低。

低碳停风冶煉时为达到規定碳量而增碳所需要的鑄鉄水約佔全爐鋼重量的10%。

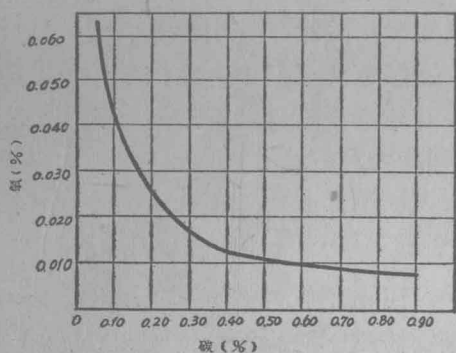


图 1

含磷0.2%的鑄鉄水帶入鋼中有害雜質P的数量約为0.020%。因此，用低磷矿石煉出含磷0.055%的鉄水吹煉重軌鋼时，在增碳之前鋼中含磷量約为0.060%。加入鑄鉄后，此含量可达到0.080~0.085%。正因为这个原因，所以用旧的工艺过程制造的鋼軌易脆。

4) 过去煉制重軌鋼时不用矽和鋁脫氧就把鋼水直接注入沒有保溫帽的上小下大的鋼錠模內。所以，鋼錠的組織中就具有鎮靜鋼和沸騰鋼鋼錠中常有的缺陷。

目前煉制重軌鋼的时候，都先把鋼水用矽和鋁进行完全脫氧，而后再注入帶保溫帽的上大下小的鋼錠模里(图2)。

这样一来，采用高碳停风貝氏冶煉法可以煉制含氧、氮和磷較低的鋼。降低鋼中的气体含量、用矽和鋁进行完全脫氧，能大大地提高鋼軌的物理机械性能和使用性能，并能使酸性轉爐鋼的質量接近于平爐鋼的質量。

(2) 某厂酸性轉爐重軌鋼生产情况簡評

該厂貝氏爐車間一共有三座轉爐。每座轉爐的内部容积为24公尺<sup>3</sup>。爐底都是打結成的，上面有22个粘土磚风阻，每个风阻中有8个风管。空气要經過144个风管进到爐中，总有效截面积为222公分<sup>2</sup>。

打結爐底使用的耐火材料为石英粘土混合料。爐底寿命約为17爐鋼。

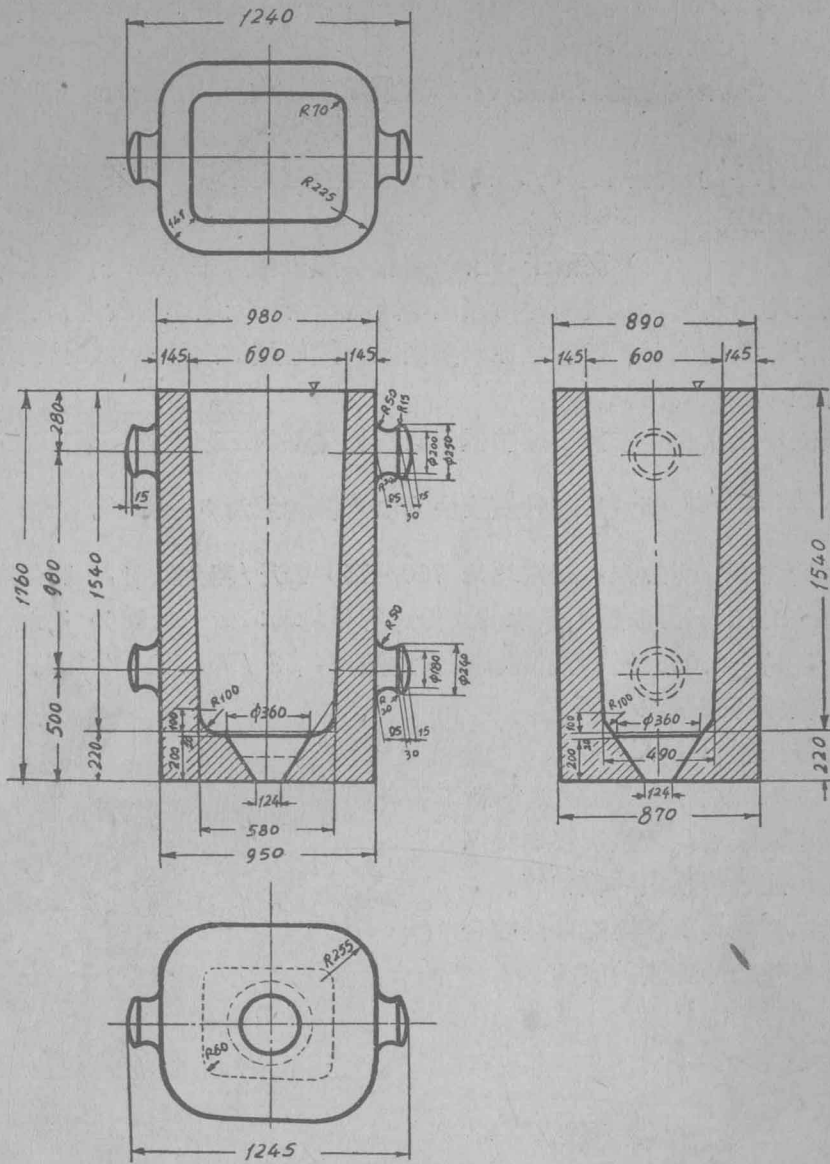


图 2

註：按 533 号图紙鑄造鋼錠模底塞

轉爐有兩台鼓風機：一台是電動鼓風機，一台是透平鼓風機。電動鼓風機的鼓風量每分鐘為 800 標準立方公尺，透平鼓風機為 650 標準立方公尺。

使用電動鼓風機的時候，兩座轉爐可以同時鼓風吹煉。爐子送風管道中空氣的壓力為 1.4~2.0 表壓。兩座轉爐同時工作時，送風管道中的空氣壓力處在下限（即 1.4 表壓）；一座轉爐工作時，空氣壓力達到 2.0 表壓。

吹煉時間為 12~13 分鐘。爐襯壽命為 900~1000 爐，爐咀壽命為 300 爐。

此外，車間里還有一座容積為 600 噸的混鐵爐和三座熔化錳鐵的化鐵爐，小時產量為 1.5 噸。1956 年該車間一座轉爐共生產了 25 萬噸鋼。

(3) 煉制貝氏爐鐵的工藝過程及其化學成份



通常煉出的貝氏爐鐵都含有高量的矽 (1.5~2.0%)。煉制這樣的生鐵，會使高爐產量大受損失，還會降低技術經濟指標。

近來對貝氏爐煉鋼過程的研究證明，在轉爐里吹煉含矽 0.8~1.2% 的鐵水是完全可能的。

把貝氏爐鐵水中的矽降低到 0.8~1.2% 對高爐爐內除硫工作會發生困難。為此需要提高高爐渣的鹼度。

實踐證明，不增加 CaO 而借于 MgO 來提高爐渣鹼度較為適合。這樣，由於爐渣粘度的降低以及流動性變大，爐渣的物理化學性能就會大大地得到改進。

當高爐用 MgO 爐渣時，矽的還原發生困難，然而爐缸內的除硫工作卻有所改善，尤其是大大降低了焦炭的消耗。

蘇聯各鋼鐵廠已成功地掌握了煉制低矽貝氏爐生鐵的工藝過程。某廠當

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO}}{\text{SiO}_2} = 1.45 \sim 1.46 \text{ 時爐渣中 MgO 的含量為 } 5 \sim 6 \%。$$

焦比為 850 公斤/噸生鐵，渣鐵比為 700~750 公斤/噸生鐵時，高爐有效容積利用係數為 0.5~0.70。混鐵爐中鐵水的成份大約平均為：矽—0.98%；錳—0.65%；硫—0.034%；磷—0.055%。為了得到正常的爐渣，Si/Mn 比應為 1.5。

## (二) 高碳停風控制法

### ① 熱電勢控制(ТЭДС)

較完善的煉制酸性轉爐重軌鋼的新工藝過程之所以可能實用，是賴於熱電勢儀器在脫氧前能快速分析鋼中的碳和矽。

熱電勢儀器是以具有不同熱電性能合金的熱電勢的變化為原理設計成的。

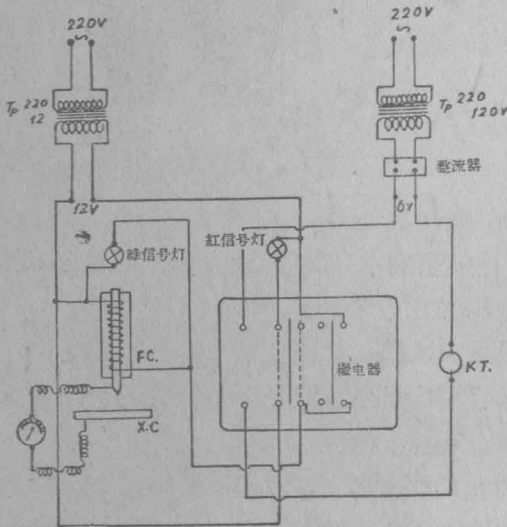


圖 3 熱電勢裝置系統圖

該儀器的系統圖見圖 3，儀器總圖見圖 4。

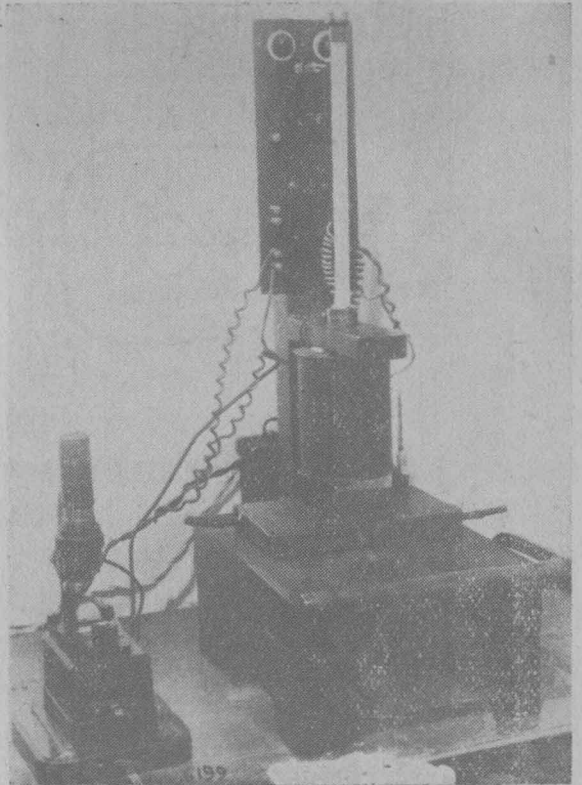


圖 4