

77.12

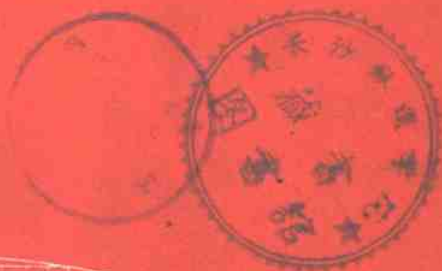
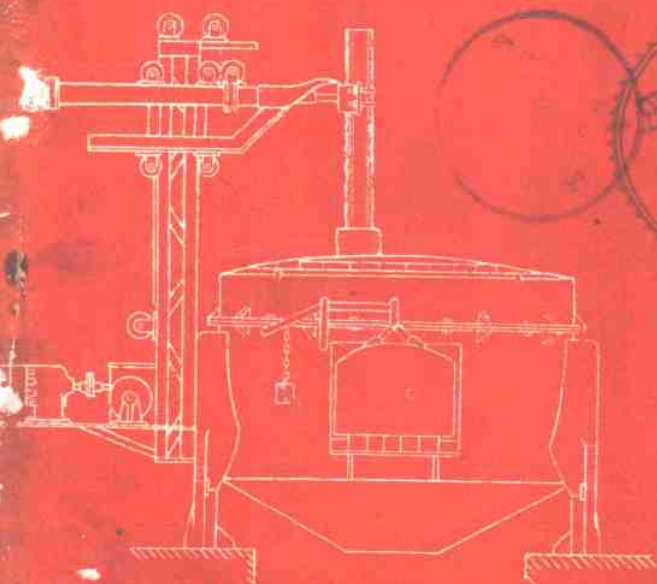
599

087299

43042

自制配件用的小电炉

水泥工业管理局机械动力处 编



建筑工程出版社

087299

43062

自制配件用的小电炉

水泥工业管理局机械动力处 编



C0087278



建筑工程出版社出版

1960

內 容 提 要

在建筑安装及建筑材料企业中，用小型电爐煉鋼自制配件，不仅可以及时供应生产中經常磨損的配件，而且可以立即制造因設备事故而損坏的零件以应急需，不至于影响生产。因此，它对保証建筑工业持續大跃进和推动当前的以机械化、半机械化为中心的技术革新和技术革命提供了物質基础。

此書就是根据在上海水泥厂召开的“水泥工业小型电爐煉鋼現場会議”上的資料編写而成。書中詳細介紹上海、永登水泥厂小型电爐的构造（附有全套圖紙）及操作，并且还附有高錳鋼鑄造方面的資料，以便讀者能够比較全面地掌握这方面的知識。

本書可供建筑安装及建筑材料企业中的生产人員参考。

自制配件用的小电爐

水泥工业管理局机械动力处 編

1960年7月第1版 1960年7月第1次印刷 2,100 册

850×1168 $\frac{1}{32}$ ·65千字·印張·3 $\frac{3}{16}$ ·插頁5·定价(9)0.59元

建筑工程出版社印刷厂印刷 新华書店发行 書号: 1987

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

序

几年来,水泥工业在党的总路线的光辉照耀下,高速度的向前发展,特别是在1958年、1959年两年大跃进的基础上,今年全国各地掀起了一个史无前例的技术革新和技术革命运动,从而出现了无数的惊天动地的新事物。上海、永登水泥厂职工过去从未见过电炉炼钢,但在技术革新和技术革命运动中只用了数十天的时间,不仅建造了电炉,而且炼出了钢,铸造了生产中所需要的配件,这就是千万个新事物中的一个。新事物是有无限生命力的。现在看来,它不仅自力更生解决设备配件,而且对我国水泥工业持续大跃进有着重大的意义。

为了让大家很好地掌握用小型电炉炼钢自制配件方面的知识,我们在短短的几天里,把在上海水泥厂召开的“水泥工业小型电炉炼钢现场会议”上的有关资料和其他有关高锰钢铸造方面的一些资料,汇编成册。由于时间仓促,书中不妥甚至错误之处在所难免,希大家指正。

水泥工业管理局机械动力处

1960年3月15日

43042

目 录

43042

序

- 一、小型电爐煉鋼的重要意义 (1)
- 二、上海水泥厂 0.25 吨小型电爐是怎样誕生的 (3)
- 三、上海水泥厂 0.25 吨电爐的构造、性能和操作 (5)
- 四、上海水泥厂 0.25 吨电爐全部用图 (17)
- 五、永登水泥厂 0.5 吨电爐全部用图及几項改进 (55)
- 六、小型电爐煉鋼技术操作規程 (59)
- 附录一 高錳鋼鑄造注意事項 (96)
- 附录二 高錳鋼件的制造 (101)

一、小型电爐煉鋼的重要意义

在建筑安装企业及建筑材料生产中，机械设备的磨損很大，需要消耗很多的配件，如何及时供应配件而不致影响生产，便是一个很重要的問題。

上海、永登水泥厂职工，在党的总路綫的光輝照耀下，在大煉鋼鐵运动中，解放了思想，破除了迷信，提出“自力更生、不向外伸手”的口号，自己搞小电爐煉鋼，制造配件，为解决配件供应問題指出了一条自力更生的道路。

上海、永登水泥厂小型电爐的誕生，是党的总路綫、大跃进、大煉鋼鐵和两条腿走路的方針的胜利，是一課生动的总路綫教育。在建筑安装及建筑材料企业中推广小型电爐煉鋼自制配件的經驗具有重大的现实意义。为此，于1960年2月26日至3月2日在上海水泥厂召开了水泥工业小型电爐煉鋼現場會議，会上着重介紹了上海、永登水泥厂建造小型电爐煉鋼自制配件的經驗，會議开得很成功，到会代表不仅受到了一次实际的总路綫教育，而且解放了思想，打破了顧慮，明确了小型电爐煉鋼自力更生解决配件問題的重大意义及其必要性。小型电爐煉鋼的意义重大，归納起来有以下几点：

一、企业自建小型电爐煉鋼，可以及时供应生产中磨損消耗的小型配件，为保証建筑业和建材工业持續大跃进提供了物質基础。

二、基本建設及建筑材料生产中消耗的配件大都是較小的小型配件，而且品种繁多，質量要求高，多系鑄鋼、高錳鋼及其他合金鋼，这些配件有很大一部分非电爐不能冶炼，但用大电爐制造并不方便，而小型电爐恰恰可以圓滿地解决这一問題。

三、小型电爐的建造技術簡單，能土則土，能洋則洋，一般利用旧設備、廢材料就可以建成，因而具有建設速度快、投資少、技術易于掌握等優點。上海水泥廠的小電爐僅用了8,000元的投資和短短60天時間就流出了鋼水，就是有力的證明。

四、小型電爐不仅可以及時供應小型配件，而且可以立即製造因設備事故而損壞的零件，以應急需，不致影響生產。上海水泥廠3、4號窯拉鍊機掛腳突然損壞時，沒有備品，但由于有了小電爐，在兩小時內即鑄造了新的配件，大大縮短了窯的停車時間。

五、小型電爐可以就地取材，利用廢鋼鐵，如在建築業中就可以將大量的下角鋼鐵材回爐鑄錠和軋鋼機配合即可軋出工地上急需的鋼筋等材料。省去了廢鋼鐵和配件、材料的來往運輸費用。

六、推廣小型電爐不僅有利于解決配件問題，而且對當前以機械化半機械化為中心的技術革新和技術革命運動無疑地將發揮其重要作用。因為在機械化半機械化的羣眾運動中，必然要製造和創造大量機械，小電爐正可以及時地滿足這方面的要求。

七、小型電爐不仅可以煉鋼，而且可以煉矽鐵、電石等，上海水泥廠在1959年即煉出18噸矽鐵、20多噸電石。

八、建造小電爐自己煉鋼，不僅解決本企業的問題，同時為國家增加了鋼的產量，從而可以用更多的鋼鐵去支援工農業建設。因此，推廣小型電爐具有政治上和經濟上的雙重意義。

各地可以學習上海、永登水泥廠的敢想、敢干精神，千方百計，排除萬難，自力更生，就地取材，廣泛地、創造性地採用代用材料，力爭小電爐立即“上馬”，早日出鋼。并從實踐中不斷地提高技術操作水平。這種小電爐不仅可以採用酸性煉鋼法，還可以改為鹼性煉鋼法，不仅可以煉碳鋼和一般合金鋼，而且還可以冶煉高級合金鋼，如耐熱鋼、高錳鋼、工具鋼、彈簧鋼等。相信，在黨的總路綫的光輝照耀下，小電爐將很快在各地普遍開花，操作技術水平也將有很大提高。

二、上海水泥厂0.25吨小型

电爐是怎样誕生的

1958年,上海水泥厂职工和全国人民一样,在党的总路綫的光輝照耀下,由于坚持政治挂帅,大搞羣众运动,实现了全面大跃进。那时,該厂机修車間职工提出了“自力更生、不向外伸手”的英雄口号,积极动手自搞落地車床进行大滾圈加工,同时又針对着該厂机械設備配件加工和澆鋼鑄件的薄弱环节,倡議搞一个小型煉鋼爐来解决澆鋼鑄件不足的困难。这一倡議很快就受到車間全体工人的热烈拥护,繼而在車間党支部的統一领导下,就将电气工、車工、鉗工、鍛焊工等青年組成四个施工小組,分工負責包干,并提出了“在完成行政任务的基础上突击搞煉鋼爐,一定要在国庆节前煉出第一爐鋼水”的战斗口号。

建爐开始,他們碰到了重重困难,首先是不懂煉鋼技术,好多人連看也沒有看見过电弧煉鋼爐,有些人听到該厂要搞煉鋼爐,抱着惊奇和怀疑的态度說:“怎么?你們水泥厂也要煉鋼?煉鋼需要高深的煉鋼技术,搞一个小电爐可要28万元,否則造不起来的。”但是,这一切並沒有吓倒他們搞煉鋼爐的信心和決心。在党的敢想、敢說、敢做的号召下,在厂党委的直接领导下,坚持了政治挂帅,貫徹了少化錢多办事的原則,决定利用厂內廢旧料,白手起家。經過跑遍全市,终于在中华冶金厂找到了煉鋼小电爐的图紙,爐子不大也不小,正符合他們的要求。在中华冶金厂无私的、热情的具体帮助下,获得了有关資料后,于是他們就立即动手干起来。沒有爐壳,就依靠厂內鉚焊工和車鉗工老师傅利用廢鋼板零头加工卷制;沒有电爐心臟——变压器,电修班青工就用旧变压器自繞綫圈进行改装;缺少銅絲,团总支就发动全厂青年收集厂內大小廢銅絲、廢銅块,回爐加工;缺少三台小馬

达，就利用电风扇来改装：没有厂房，全厂共青团员、青年和瓦工、木工老师傅一起，自己动手，在10天内就建造了一座380平方米的炼钢工段。正在这个时候，党提出了以钢为纲、全面跃进的口号和1958年钢产量翻一番的偉大号召，从而更鼓舞了职工同志的斗志，一致提出了“分秒必争，为钢而战，提前10天出钢向国庆献礼”的口号。当时中华冶金厂职工也发扬了高度的共产主义协作精神，大力支持他们，提出需要什么就支援什么。当水泥厂缺少个别零件时，就供给他们零件；在他们还不会操作时，老师傅下班后就到水泥厂帮助操作。在建炉过程中，上级党委也非常重视，负责同志有时亲临前线作战，大大鼓舞了职工的战斗情绪。就是这样，终于在1958年9月19日19点钟炼出了第一炉钢水，实现了职工同志提出的誓言。从建炉开始到出钢水，前后只有短短的60天时间，全部投资在充分利用废旧料的情况下，只化了8,000元。因此，小型电炉的诞生是贯彻党的总路线的结果，亦是职工同志发扬敢想、敢说、敢干的共产主义风格的结果。

小电炉投入生产后的初期，在冶炼过程中曾发生一些小毛病，当时，个别思想保守的人，就怀疑这些过去从未见过炼钢炉的人能炼出钢来，对掌握炼钢技术信心不足，但是，炼钢工段的全体同志，在厂党委的帮助和积极支持下，苦心钻研，迅速地提高了炼钢操作技术，攻破了质量关，炼出了钢。而且在这以后，又接着设法增大炉子的容量浇注中型配件。炉前老师傅们运用了140伏特电压和苏联先进经验——吹氧法，增大了炉子的容量。浇铸铸件时，开始只能浇150公斤左右重的配件，而现在可浇1.30吨重的配件，并且基本解决了缩孔、冷钢水等现象，钢的产量从日产不到1吨提高到日产4吨，1959年该厂计划生产300吨钢，后来通过党的八届八中全会文件的学习，反掉了右倾，鼓足了干劲，实际完成了366吨钢，超额完成了22%。

由于该厂建造了小型电炉，制造出大量的配件，前后一共浇制640多块球磨机衬板和*3、*4窑的拉棘机配件等。同时，由于它

能及时的制出配件，可以大大縮短因設備事故而引起的停車時間。如有一次該廠3、4號拉鍊机上挂脚突然斷落，眼看就要被迫停窯，職工同志便根據實樣做模型進行澆注，結果在2小時內就澆好，而且質量很好；又如該廠水泥磨傳動牙輪損壞，由於配件重約1噸半，當時無法找到臨時協作廠加工，眼看水泥磨一天天的停下去，後經大家千方百計的動腦筋，大膽地將斜牙輪分成兩部分澆鑄，再用电焊拼縫，結果制出了牙輪，而且質量良好，縮短了停磨時間，解決了生產中的關鍵問題。此外，小電爐還能冶煉錳鋼、合金鋼，也可以冶煉矽鐵和電石。如該廠前後共煉了18噸矽鐵，供應了各煉鋼廠的需要，而且矽鐵的含矽量達50%以上，質量符合要求；又冶煉了20多噸電石，保證基本建設工程的需要。可見小型電爐在水泥工廠中發揮了很大的作用，不僅如此，同時它也能協助各兄弟單位，及時解決了不少澆鋼鑄件加工的困難。

三、上海水泥廠0.25噸電爐

的構造、性能和操作

大家都熟悉水泥廠的機械設備需用的澆鋼件和錳鋼件在數量上是相當可觀的，以該廠年產60萬噸400號水泥來說，襯板消耗率以0.4公斤/噸水泥計算，全年需要澆錳鋼240噸以上。為了及時澆制鑄件，適應生產上的需要，該廠在1958年9月開始自己製造了一隻0.25噸電爐，投入生產後，對該廠生產起了很大的作用。茲將該廠小電爐煉鋼設備、操作技術情況簡單介紹如下，以供參考。

一、電爐設備

1. 煉鋼工段的主要設備：

- (1) 小电爐：其直徑为1.220米。
- (2) 电爐变压器：其容量为200仟伏安。
- (3) 拌砂机：其小时产量为400公斤。
- (4) 电动起重吊車一台：其載重量为3吨。

2. 小电爐的构造情况：

(1) 爐壳：由鋼板鋤焊制成，底呈球形，这种底是小型电爐的特点之一。

(2) 爐門：目前該厂用活动爐門，操作时由一人用撬棍即可提起。今后应改为閘式爐門。通常爐門寬度为熔煉室直徑的1/4，高約为寬的4/5，拱高为寬的1/10。

(3) 出鋼口和流鋼槽：該厂电爐的出鋼口、流鋼槽、加料口在爐壳的同一方向，一般应与装料門对称。

(4) 傾轉爐体构造(傾側机构)：为了出渣、出鋼和加速鋼的熔化，需將爐身傾轉。这种傾側机构一般以电机轉动，該厂目前是用手操作的。

(5) 电极夹持器：用以夹电极的，其作用是供給电源、支持电极。該厂是用青銅制成，并加水冷却。

(6) 电极升降机构：用以調节电极的高低。該厂的电极升降均采用0.6瓩电动机控制。在使用过程中由于沒有制动器控制，炭精棒位置很难掌握，上下串动造成該电动机經常跳开关，增加配电人員操作上的困难，延長冶煉時間，增加耗电量，且容易损坏电气設備。

3. 变压器的构造情况：建造这样的电爐一般应用400仟伏安的变压器。但該厂用一台200仟伏安的普通三相电力变压器改装而成，其原来数据如下：

容量 200仟伏安

电压 6,000/400伏特

电流密度 $SA=3.39$ 安培/平方毫米

每匝电压 5.48伏特/瓦特

鉄芯截面 234.2平方厘米

电弧电气设备的特点，是一强大的用电设备，其电压是不超过200伏特的低压，供电是参考了上海中华冶金厂的电压大小确定二次电压，即采用了140伏特、110伏特、80伏特三级电压。同时利用改变一次线圈的分接头来改变二次电压，其接线为 Δ/Y 。各级电压的每匝电压采用5.78伏特/瓦特、4.53伏特/瓦特、3.3伏特/瓦特，因而确定了二次线圈为14匝，而一次测的匝数按二次电压的不同在152圈、110圈、86圈上抽头。

变压器一、二次线圈铜线截面的选择，是选取一次线圈的电流密度 $SA_1=3.35$ 安培/平方毫米，因为一次线圈额定电流 $I_1=133$ 安培，则选用了 4×10 毫米的扁铜线一根绕制。二次线圈的电流密度 $SA_2=3.62$ 安培/平方毫米，因为二次线圈的额定电流 $I_2=1,450$ 安培，故用 5×10 毫米的扁铜线8根并起绕成。

(1) 变压器在设计与制造中所考虑到的几个问题：

①炼钢炉用变压器的工作特点是负荷的断续和不规则。因为炉的工作是以单独熔炼进行的，熔化钢时是满载甚至过载，而熔炼終了时变压器则被断开，在熔炼初期又要发生电流冲击甚至短时短路，因此工作过程很不稳定，这样的工作过程，说明变压器线圈所受到的应力是很大的。因此，为了加强在运行中线圈的绝缘强度，可以将纸质绝缘改用工业上所用的紡綢来绝缘。

②炉用变压器经常在恶劣的情况下连续工作，因此线圈所受到的机械应力也是很大的。该厂在线圈的上下两头各压一块8毫米厚的铁板，并采用了连续式的绕法，使轴向应力 $B < 200$ 公斤/平方厘米（只是大致的估计）。一次线圈的分接头，该厂以前是在层间抽出，使线圈不能成为一个圆形而恶化了径向应力，又由于调压开关与油开关没有联锁，在操作中容易造成严重的匝间短路，使变压器烧坏，因此以后采用了层间匝间抽头，使径向应力 B 大于600公斤/平方厘米。

③变压器的抽头，该厂以前是采用两头抽，这样既增加了制作上的麻烦，浪费了材料，而且在运行上并没有什么好处，因此后来改成了一边抽头。

④由于电爐变压器的工作不稳定，因此在綫路中必須安一电抗器。由于这种设备不易买到，因此，在中低压采用了較小的V/W，減小了綫圈的高度，并尽可能的使綫圈的外徑增大；高压的层間絕緣增厚，这使 $VK=22\%$ 左右，从而省略了电抗器，使得变压器在工作中还是比较稳定的。

(2) 在运行中尚存在的问题：

①由于变压器的容量較低，因此溫升較高，采用了水冷却后，使其溫度达到 45°C 。今后打算采用油循环冷却，以进一步提高变压器的負荷。

②由于調压开关制造不良，需要不断开油开关来換电压。在操作时容易造成变压器的匝間短路。因此打算装联鎖来克服这一缺点。

二、电爐煉鋼操作情况

該厂的电爐是采用酸性煉鋼法，其优点是耐火材料容易解决，冶煉技术容易掌握，但所用廢鋼的品質要求均齐，杂质也少。

1. 生产情况：

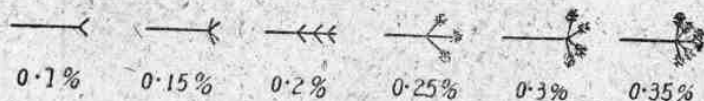
最近煉鋼爐的生产情况是比较正常的，因为在学习党的八届八中全会公报后，反透右傾，鼓足干劲，进一步开展了增产节约运动，使得产量有了显著提高，仅第四季度就生产了189.85吨鋼。

1959年10月	62.14吨
1959年11月	65.53吨
1959年12月	62.18吨
第四季度	189.85吨

1959年全年生产了366.59吨鋼，提前33天完成国家計划300吨鋼的指标，也可說为提前三年完成第二个五年計划的鋼产量指标，贡献了一点微小的力量。

2. 质量上的情况：

質量基本上符合了要求，合格率在98.0%左右。目前該廠還沒有爐前分析，暫以經驗來鑒別質量，一般用試炭棒沾鋼液在砂輪上磨，看火花的形狀、流綫、色澤等特征來確定含碳量，大致情況如下：



在最近曾請有關單位分析，分析結果為：碳——0.22%、硫——0.045%、磷——0.04%、矽——0.29%、錳——0.47%，符合了低碳鋼的標準。

3. 現有生產工人配備情況：該廠現有兩座爐子，由於目前工人都是新學煉鋼的，所以人員是多了一些，今後將逐漸提高勞動生產率。目前生產工人的配備情況是：

配電 3人

爐前 12人（包括煉鐵配料）

拌砂 6人

造型 18人

扛包 12人（包括拆箱、出砂、揀包等工作）

共計 51人

4. 煉鋼需用原材料及輔助材料：

①主要原材料：

廢鋼（氧化鐵、扁鐵、小鐵梗等）

錳鐵（錳的含量在60%以上）

矽鐵（矽的含量在55%以上）

鋁（熟鋁的含量在99%以上）

礦石（氧化鐵的含量在60%以上）

石灰（水分不得超過5%，粒度在30毫米左右）

碳素電極：該廠電爐用的電極是碳素電極，其直徑是75毫米，

每次共用三根。

③輔助材料:

石英砂(粉狀1~6號)

頭號白泥(耐火度為 $1,400^{\circ}\text{C}$)

*2酸性陶土

水玻璃(51° ,又名泡化鈣)

木炭

焦炭

桐油

稻草灰

氧氣

石棉粉和石棉綫

白砂(造型用)

耐火磚(異形磚耐溫在 $1,700^{\circ}\text{C}$ 以上)

5. 造型拌砂操作過程:

①在50公斤以下的鑄件,其配料比例為:

*5石英砂 70%

*4石英砂 26%

*2陶土 4%

②在50公斤以上的鑄件,其配料比例為:

*5石英砂 40%

*4石英砂 56%

*2陶土 4%

將以上配料按照鑄件要求量加入拌砂機攪拌,每次100公斤干料先攪拌5分鐘後,再加水玻璃7%及桐油0.5%續拌20分鐘,即可放出盛在鐵桶內用麻袋蓋好,防止干燥,陸續供給造型所用。

6. 小電爐操作過程:

①準備階段:

(I)砌爐:

(甲) 爐壳內壁四周必須塗上12毫米厚度的石棉泥，以便保溫，減少散熱量，縮短冶煉時間和節約電耗。

(乙) 砌爐用材料：

*1石英砂 22.5%

*3石英砂 22.5%

*5石英砂 22.5%

*6石英砂 22.5%

头号白泥 10.0%

把以上這些材料放在拌和機內攪拌約5分鐘後，另加水玻璃5%繼續攪拌10分鐘，拌均勻後放入鐵桶內以濕麻袋蓋上，防止水分蒸發而致乾燥。

(丙) 爐子砌法：

1) 將以上的石英砂拌好後鋪入爐底，每次鋪砂厚度不得超過40~50毫米，並要鋪得均勻。每層用棒搗實，來回搗實6~7次，到堅實為止，爐底的厚度距離爐蓋交接處約0.610米為止。

2) 爐底搗好後，靠近爐門兩旁砌爐拱二塊，爐拱上面架爐弓架一塊。爐弓架放好後再把鋁質爐胆放在爐子中心，爐胆上面壓上壓鉄并用螺絲絞在爐壳上。爐胆周圍鋪加耐火材料（拌好的石英砂），每次厚度不得超過50毫米，並要鋪平，每層搗6~7次，逐層鋪實以到爐口100毫米為止。

3) 爐底搗實後，取出爐胆，在爐牆上面砌0.203米高的爐口圈磚6塊，在爐口圈下面必須鋪平，而在爐口磚的間隙用砂泥塞實。

4) 另外在爐底上面加耐火材料，搞一個斜面與出鋼口相連，其坡度為30度，爐內需用泥漿水和水玻璃各塗一次。

5) 每次修砌爐子，應該連續砌好，否則會造成層與層之間粘結不良。

(丁) 砌爐蓋，把10塊爐蓋火磚放在平坦地上，先行拼好，再用鉄圈箍好并用螺絲拴緊，然後把三眼小爐頂火磚一塊放在爐蓋中間。火磚之間的縫隙應以石棉綫塞緊并以砂泥填平。

(戊)当爐盖安裝到爐子上面时，应在爐口圈磚上面鋪上一层磚爐子用的砂子，其厚約12毫米，然后把爐盖吊裝并以螺絲三只拴紧于爐壳上，在爐盖与爐口圈相連接處，其縫隙部分亦較湿的沙与泥填平。

(Ⅱ)烘爐:

(甲)裝好爐子后，先用木柴烘烤，但火势不要过猛。到一定程度后(約10小时)，再改用电源烘爐6小时，并先将爐内木柴扫清，另鋪加約25市斤焦炭、木炭或碎的电极鋪平在爐底，然后在通电烘爐前再檢查一次各系統的冷却水管。

(乙)用电源烘爐时，必須用低电压使电流逐步上升(最高电流以600安培为限)，这样才可保护爐体正常。开始时烘爐30分鐘停电一次，并把爐内焦炭、木炭搅拌一次，以后改为15分鐘停电一次，繼續烘到6小时为止。

(Ⅲ)搪鋼包:

用3石英砂60%和白泥40%加水拌和，拌得較干成粒狀，鋪在鋼包底上及四周。搪好后，其底的厚度不少于50毫米，四周厚度不少于40毫米，并用泥浆水及水玻璃先后塗刷一次，烘烤到900°C才能使用。

②冶煉阶段:

(Ⅰ)装料:

(甲)加料前必須將廢鉄进行严格檢查，避免銅、鋁、橡胶、电木、玻璃、生鉄、砂子、油污等混合加入。尤其对于爆炸性物品，必須分別揀出。

(乙)含有水分的廢鉄，亦应烘干后加入。

(丙)新爐装料一般仅装300~350公斤，爐齡10爐以后可加400~450公斤，20爐以后可加500~600公斤。装料时大料占30%，中料占40%，小料占30%，其中中料全部加在底层，加入后即加石灰矿石，再加大料，小料必須加在最上面。每次加入的料均須推平，便于电极順利下降，每个电极下面加木炭二小堆，以便电流暢通。