

馬永光 罗启云 郑光濡 編

活性炭的工业生产

科技卫生出版社

內 容 提 要

活性炭的用途很广,在冶金、医药、食品、油脂、石油、染料等工业上都有广泛应用,而且在农业上也有很大使用价值。

本书介绍了活性炭的几种生产方法:氯化锌法、高温水蒸汽氧化法和高温闷烧法,还介绍了应用和檢驗方法。

本书主要是根据上海新中国化学厂几年来在活性炭生产方面的經驗編写而成。叙述較明确、淺近,可以供地方工业生产时的参考。

活 性 炭 的 工 业 生 产

編者 馬永光 罗启云 郑光瀟

*

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版业營業許可証出093号

上海市印刷六厂印刷 新華書店上海發行所总經售

*

开本787×1092 1/32 印張1 字數22,000

1958年11月第1版 1958年11月第1次印刷

印數1—6,500

統一書号:15119·1040

定价:(6)0.11元

前 言

活性炭在我国具有悠久的历史。远在明朝，李时珍（公元1518~1593年）的本草綱目中⁽¹⁾就已有詳細的記載。当时虽然没有活性炭这个术语，但其所制成的药用石炭，即属今日药用活性炭之类型。解放前，我国没有一个属于自己设计能够生产活性炭的工厂，小型的試驗和研究也不很多。解放后，由于党的领导，随着国民經济的发展，各种工业对多种类型活性炭的需要与日俱增。然而，活性炭在小型試驗中，虽然很容易制出滿意的成品，但在大型的工业生产上，往往限于构件材料和设备的困难，以及需要精密的控制仪器和操作的熟練技巧等因素，就很不容易制成滿意的規格。

活性炭工业生产的发展历史，并不很久。据文献記載⁽²⁾，在公元1900~1901年間，奥国人Ostrejko⁽³⁾創始了两种主要的生产方法，就是：高温水蒸气或CO₂的氧化法和采用金属氯化物拌和生料的炭化灼燒法。在这两个生产方法的基础上，指出了后来活性炭工业生产的基本方向。1909年出品的Eponit粉状活性炭，是欧洲最早的一种活性碳商品，荷兰的Norit随于1911年开始生产。1915年，当时俄国卓越的有机化学家泽林斯基，創始将活性炭用于防毒面具⁽⁴⁾；后来，其他国家也随着进行生产此

〔注〕 文中的(1)(2)(3)(4)……均为参考文献，請看本书第31頁参考文献目录。

种类型的顆粒炭。但是，具体的工业生产文献資料，多属于专利，因此沒有詳細的公开发表。

在总路綫光輝照耀下，为使活性炭的工业生产能够在遍地开花，我們在此尝试将几年来从事于此項工业生产的点滴經驗都貢獻出来，借以配合目前大跃进形势的需要。自从党中央提出工业遍地开花以来，全国各地前来我厂实习的单位人数，不下千余人；东至山东，西至四川，南至广东，北至辽宁、黑龙江等地，以及学校办厂的单位，如：南京林学院、华东化工学院、南京工学院……等师生，都信心百倍地要使各种类型活性炭的生产，在全国各地开花。我們認為有必要将适合于我国活性炭的工业生产，予以比較系統地介紹，冀有助于各地有关此項工业生产的大跃进。

第一章 活性炭的生产方法

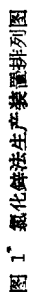
我国活性炭的工业生产，已經掌握了两个方向（高溫氧化与化学处理）的基本方法，这里所介紹的，特別着重于土洋方法并举，以便推广。

第一法 氯化鋅法（图 1）

一、需用原料：

1. 杉木屑或松木屑（脫色炭的原料以質地輕松的木屑为佳），木屑水分控制在 10% 或 30% 左右，木屑粗細要求均匀（粒度暫不規定），不含泥沙以及金属屑等杂质；

2. 氯化鋅：洁白有吸水潮解性之粉末或 50°Bé 以上濃度的氯化鋅水溶液，純度要求 96~98%；



- 固体 液体 真空

3. 盐酸：工业用，19°Bé（最好是合成盐酸）；

4. 水：自来水、井水均可；

5. 燃料：烟煤或其他燃料。

二、主要設備：

1. 开口平底——鑄鉄板底或其他耐火材料板底——碳化炉（图 2），鉄鏟，煤鏟及煤杆等工具；

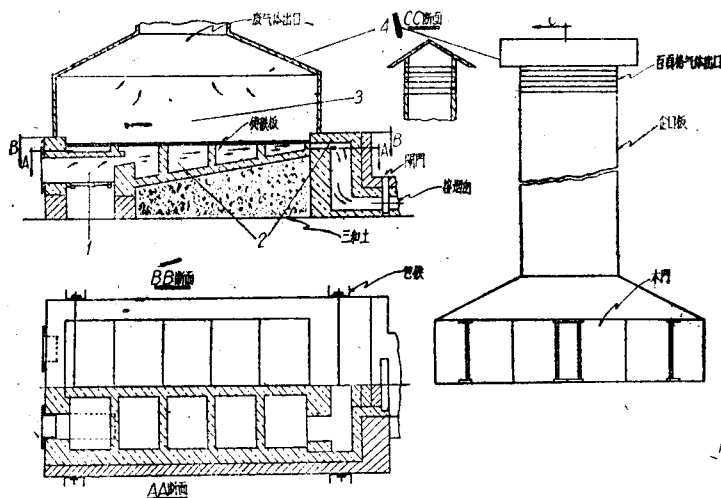


图 2 碳化炉示意图

1. 燃烧室 2. 烟道 3. 碳化室 4. 木制气体罩

2. 水平式高温活化炉（图 3），出料鉄耙及燒炉工具等；

3. 冷却槽（图 4）；

4. 回收氯化鋅裝置（图 5），真空設備，大木桶或缸，以及其他盛器竹羅等工具；

5. 漂洗裝置（图 6），大木桶、攪拌器、或以木桨代攪拌器；

6. 离心脫水机， $\phi 32''$ ，800 轉/分（胆鉄）；

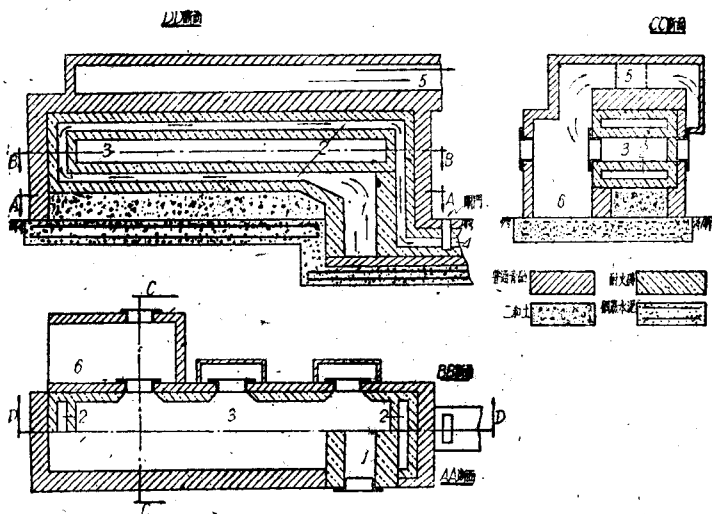


图 3 活化炉示意图

1. 燃烧室 2. 火道 3. 活化室 4. 火道出口 5. 废气出口 6. 冷却室

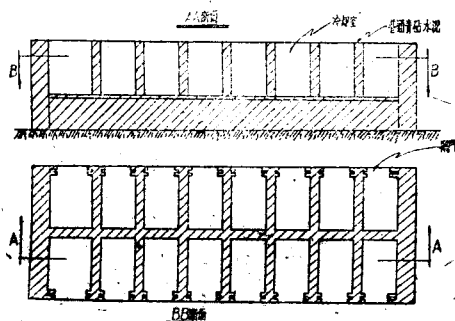


图 4 冷却槽示意图

7. 烘间一座(图 7), 熟铁烘盘及烧炉工具等;
8. 球磨机, $\phi 1M \times 1.5M$, 按数量多少可以随意增大或缩小;

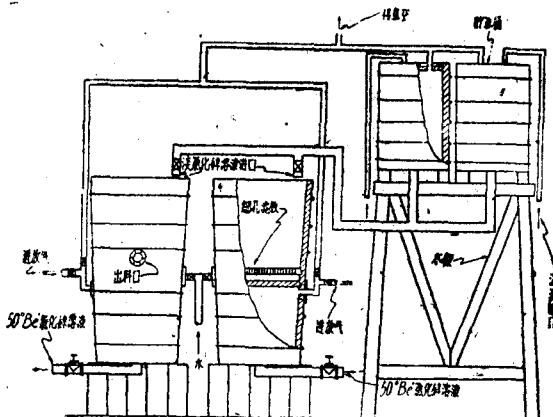


图 5 真空洗锌器(氯化锌回收器)示意图

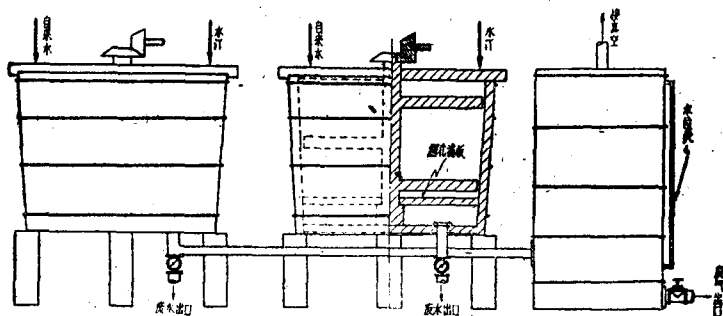


图 6 漂洗装置示意图

9. 包装用木桶(每桶容量 30 公斤);

10. 化验活性炭的各项仪器。

三、操作工序: 见图 8 操作流程所述操作规程(注: 本操作工序比图 1 的完整装置排列的步骤, 略为简化, 各地设厂单位可按具体条件参考采取)。

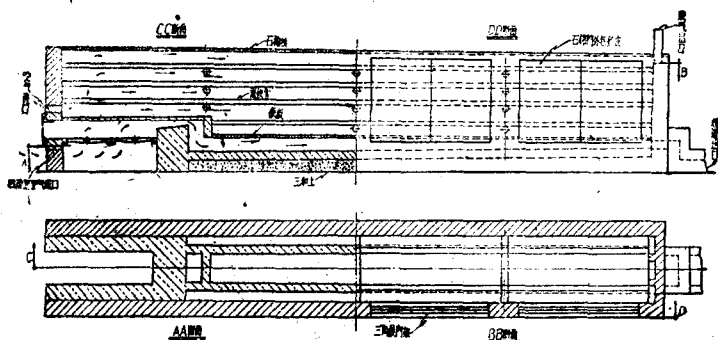


图 7 活性炭烘間示意图

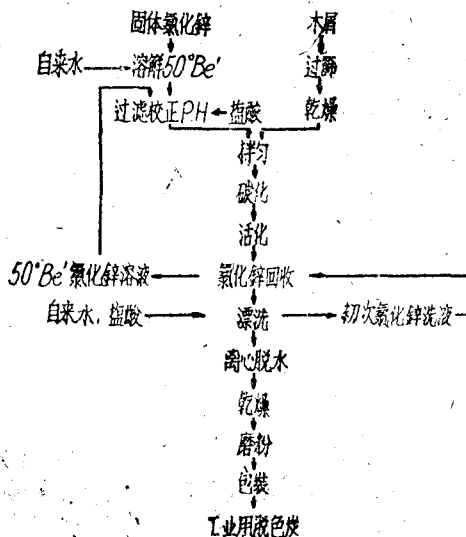


图 8 工业用活性炭操作流程图

1. 拌木屑工序:

(1) 木屑过筛,晒干或烘干,含水量需有一定的标准,本厂暂定为 30%;

(2) 每含水量 30% 的 100 公斤木屑, 拌以 50°Bé 的氯化鋅溶液 300 公斤, 以拌至勻和為度;

(3) 拌勻后, 靜置 10 小時, 方可進行碳化;

(4) 每 5 小時翻拌靜置的木屑一次。

2. 碳化工序:

(1) 將靜置 10 小時以上經過處理拌勻的木屑, 分次倒入碳化爐 (每次加入此種拌屑 300 公斤左右), 進行碳化 (溫度約在 400°C 左右), 至木屑全部燒焦變黑為止 (需時 30~45 分鐘, 按實際情況酌予延長或縮短), 在碳化時應不時翻動攪拌之, 以免損壞爐底及影響質量;

(2) 碳化完畢, 應盡速將碳化料加入活化爐內。

3. 活化工序:

(1) 活化爐內, 溫度經常須保持在 700°C 左右;

(2) 碳化料平置于活化爐中, 每 15 分鐘均勻翻拌一次, 俟爐內的炭全部呈褐紅色時 (溫度為 650~700°C) 方為活化完成, 活化時間亦視具體情況而定, 自 30~45 分鐘不等;

(3) 爐內的炭, 必須受熱均勻, 以免受熱過高者燬燃, 受熱過低者活化不全;

(4) 活化完成后, 將活性炭推入爐邊儲室, 待溫度略有降低后, 方可出料于爐外;

(5) 在炭床進行翻拌時, 動作必須迅速, 避免炭在高溫時與空氣接觸引起燬燃, 且可保持爐溫, 減少反應時有用氣體之逸散。

4. 回收氯化鋅工序:

將活化完成的炭, 加入洗鋅器內, 以 25~30°Bé 氯化鋅淋洗, 在器內炭層進行充分攪拌, 當炭靜積后抽濾, 濾液成為

50°Bé 的氯化鋅溶液，可作为下次处理木屑用。再依次繼用淡度氯化鋅溶液照上法淋洗，至洗液为 1°Bé 时，回收工作完成。

5. 漂洗工序：

將氯化鋅回收完成后的炭，置于漂洗大木桶內，加 19°Bé 鹽酸 3%（指干燥炭重量），加水，用水汀冲热至 90°C 以上，充分攪拌。首次洗液抽回供回收工序用，繼續用清水如上法漂洗，洗液可弃去，洗至漂液內加碳酸鈉或苛性鈉試液无白色沉淀即可。

6. 离心脫水工序：

將漂洗完毕的活性炭，用离心机脫水，至含水量在 60~63% 左右即可。

7. 干燥工序：

(1) 將已脫水的活性炭，勻攤在烘盘內，放入烘房进行干燥，須时加拌动，以助水分蒸发。溫度控制在此种活性炭的燃燒点以內，以免熾燃造成損失及增加灰分影响質量；

(2) 拌动翻盘等动作須迅速，時間宜短，以免热量外逸；

(3) 干燥后，炭的含水量要求在 4~6% 左右。

8. 磨粉工序：

(1) 將干燥活性炭小心放入球磨机內，再放入相等重量的磁球（即炭：磁球 = 1:1）；

(2) 緊閉机盖，不得有炭細粉外泄現象，細度在 120 目以上。

9. 包装工序：

(1) 在包装前，必須抽样进行檢驗，認為合格后，进行卸料，放入包装的木桶內；

(2) 桶內干淨，衬防潮紙袋，每桶淨重 30 公斤。

四、中間檢驗：

在活性炭的工业生产上，要使每批活性炭的質量均一穩定，

是很困难的。即使小型的試驗，在同样的情况与同样的操作方法和条件下，也难获得一致的果效。在大型的生产中，除非具有高度的机械化、精密的控制仪器，和純熟的操作技巧等完备的条件，才能获得比較稳定的质量基础。根据我国目前的具体情况，采取了土洋并举、遍地开花、节省投資、增加产量的科学办法；因此，在氯化鋅法較多的工序过程中，必須采取有效的技术措施，就是在生产过程中不断进行质量檢查，使每批产品达到最高的稳定质量。茲简单介绍所应檢查的项目：

1. 在碳、活化工序，应每批取样檢驗：(1)脫色力，(2)未碳化物；

2. 回收氯化鋅与漂洗工序，应取样檢驗：(1)含鋅量，(2)含鉄量；

3. 离心与干燥工序，应取样檢驗含水量；

4. 磨粉工序取样檢驗：(1) pH 值，(2)粗細度，(3)吸着力(即脫色力)，(4)未碳化物，(5)含水量等。現將中間檢驗各項目及規格要求列表如下：

中間檢驗項目与規格要求

項 目	規 格 要 求
脫 色 力	对亚甲基藍: 1:0.03; 对标准糖色相当于 Norit(SU, 18)* 100%。
未碳化物	根据中国药典(1953 年版) p. 347 未碳化物項目檢查(檢品和 NaOH 試液各比药典放大 4 倍，应注意選擇定性滤紙，先用 NaOH 90°C 以上的熱試液充分洗滌后，方可进行过滤)，滤液应为无色。
pH 值	5~7。
含 水 量	5~10%。
含 鋅 量	与含鋅量 0.04% 的对照液比較不得超过。
含 鉄 量	1500~2600ppm, 即 0.15~0.20%。
粗 細 度	通过 120~200 目篩孔。

* Norit SU, 18 活性炭，是荷兰国家出品的糖用活性炭的商品名称。

担任中間檢查的技术人員，应隨時与各工序操作工人取得密切的联系，并熟悉生产的一切情况，才能达到控制产品质量的目的。孤立的檢驗，是不起什么作用的。在上列的檢查項目中，并非一成不变，各生产单位可結合自己的具体情况，灵活掌握。在中間檢驗認為合格后，再交檢驗科作最后的出厂檢驗。

利用氯化鋅法，可进行小型的完全土法生产，設備非常简单，也可达到同样的优良产品质量。关于此項生产資料，已另行出版，在此不再叙述。

第二法 高温水蒸气氧化法 (图 9)

工业上利用高温水蒸气通过活化管（系指管状的竖式活化炉）或炭床（系指卧式活化炉床），在 $750\sim 950^{\circ}\text{C}$ 的情况下，进行活化。理論上也可利用 CO_2 ，但經实验，其活化果效并不比高温水蒸气为佳，而且成本較昂，我国一般均不采用 CO_2 ，以及其他气体如氯等为活化剂。最适合的活化温度和时间，应視原料炭的品种和数量，而有所变更。例如，質地蓬松的松木原料炭，它的活化温度如果不超过 $400\sim 450^{\circ}\text{C}$ ，那么，它的活化温度可在 $750\sim$

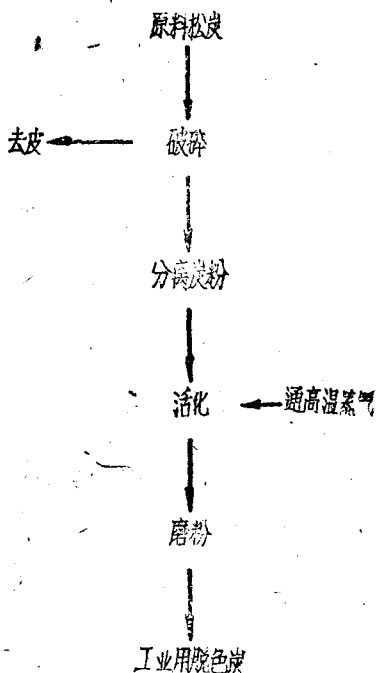


图 9 高温蒸气氧化法流程图

800°C 进行。活化的时间，也不能一概而论，原则上可以根据每炉装料的多寡而定。在正常的情况下，可参考成品活性炭每公斤所耗水蒸气（在一定的反应温度时）的公斤数而计算之。

一、原料的选择：

事实上，并不说明所有的木炭都可制成合乎规格的活性炭；因此，原料木炭品种的选择很属重要。质地坚硬的某些木炭，多数适合于制造气体吸附剂或催化剂，以及催化剂载体用的定状与不定状的颗粒活性炭；而脱色型的活性炭则多采用松木炭为原料炭。杉木炭是否适用于大型生产，至今未能肯定；竹炭则已肯定为优良的原料，这些问题以后再行讨论。然而，也并不是所有的松木炭都可成为脱色炭的良好原料，还要决定于松木的种类与烧制的情况，最主要的是它的天然物理性能是否易于活化；此外，可参考它的化学组成进行元素分析。普通可采用的松木原料炭的规格，经工业分析：水分 < 2%，灰分 < 1%，挥发物 < 15%，固定炭约为 82% 左右，假比重 < 0.2，未经碳化的生木炭 < 2%，砂石杂质 < 1%；纯度：全部用同类的松木烧制，不得夹杂他种木材；粒度：不得夹杂粉末碎屑。

我们研究过，利用本厂木材干馏后的木炭来制造活性炭，在有时是很好的。但是，实际上基于种种原因，我们目前尚未采用。其中一个原因，就是纯一的木种来源，目前是有困难。农村烧制的松木炭，只要适当控制其烧制方法，也很稳定可靠，在我国工业生产上，采用尚颇普遍。

二、主要设备：

分为半连续式与间歇式，我厂采用间歇式进行生产。

甲、半连续式：采用经过改良的 Ostrejko 直立式活化炉（图 10）。

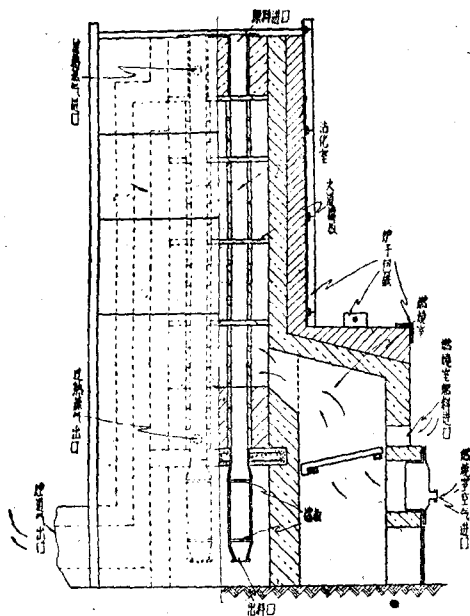


图 10 活化炉示意图

需要原料为：经过处理的松木原料炭。

主要设备有：

(1) 破碎工段：

碎炭机：每小时处理能力 1.5 吨。处理原料炭 1 吨需
 时 $\frac{1000 \text{ 公斤}}{1500 \text{ 公斤}} = \frac{2}{3}$ 小时 = 40 分钟。

辅助机件：自动振荡机、电动卷扬机及排尘风扇等。

(2) 活化工段：

升降机(运送原料炭至炉顶加料)：电动机转速 800 转/分；

活化炉：耐火材料活化管(每炉 6 至 12 个管；每管由 16 节
 异型火砖组成；每节管为圆柱形，外径 32 公分，管壁厚 6 公分，内

(3) 粉碎工段:

球磨机：5至15馬力，大小隨需要而定；

风选机：必要时增加之。

(4) 仪器:

靜壓降流量計, 節流板式流量計(用作水蒸气流量的参考儀器), 光測高溫計(Optical pyrometer)等。

操作步驟：

照图 11 的流程, 不另附叙。

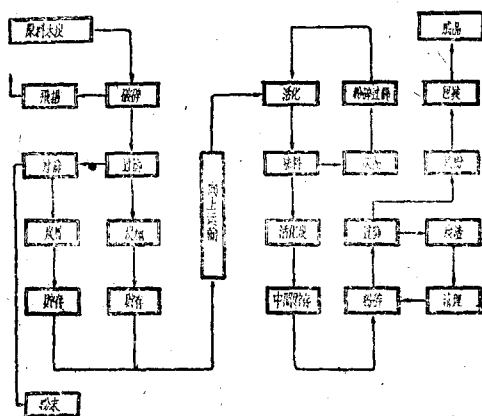


图 11 活性炭半連續式操作流程圖

乙、間歇式：系由許多活化炉子联成一体的裝置(图 12)。

需要原料：經過处理的松木原料炭。

主要設備有：

(1) 破碎工段：用橄欖式雙邊鋒口敲炭刀若干把，採取人工破碎，效率雖遜于機碎，但炭得量較多損失較少，也無須輔助

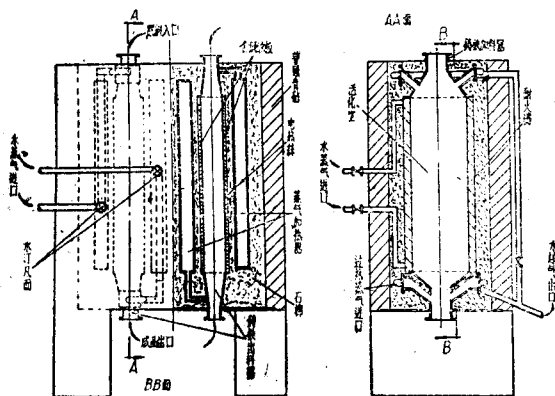


图 12 間歇式电热活化炉

机件。

(2) 活化工段：

滑輪运送原料机，电热设备全套。

活化炉：由許多金剛沙板所組成，每块板寬 45 公分，高 35 公分，厚 3 公分；鎳鉻电热絲貫穿板內，串成长方豎式的若干只炉，随产量的需要及电源的供应而增减；水汀、过热蒸气及水煤气等管路系統同样需要；盛活性炭粒貯匣箱等。

(3) 粉碎工段：

球磨机：5 至 15 馬力，大小随需要而定；

风选机：不需要，因为我們采取上下通气，这样能够增加氧化面积，又电热溫度均匀，容易控制，可以保证質量，所以不进行风选。

(4) 仪器：溫度控制台內裝若干只热电偶高溫計，可供互相校准之用。

操作規程(仅适用于电热間歇式之生产)：