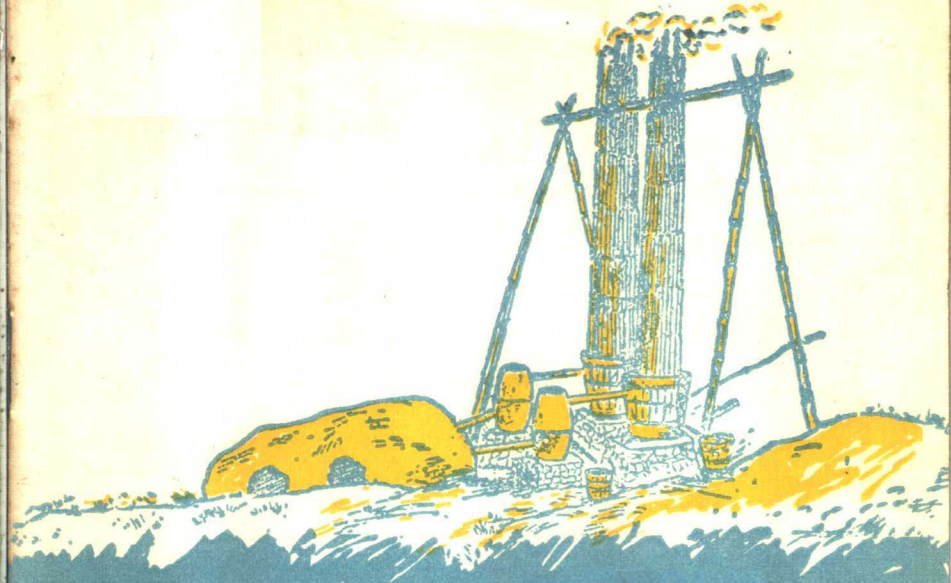




臧连明钱用和编著

土窑烧炭

中国林业出版社

目 錄

一、烧炭的产品	(2)
1. 木炭	(2)
2. 醋石	(5)
3. 醋酸钠	(6)
二、炭窑的种类和結構	(6)
1. 白炭窑	(8)
2. 烏炭窑	(11)
三、筑 窑	(14)
1. 选窑址	(14)
2. 平窑底	(15)
3. 築烟囱	(17)
4. 透窑壁、打窑背	(18)
5. 定窑型	(20)
四、烧 炭	(21)
1. 烧炭的一般过程	(21)
2. 发窑的維修	(24)
3. 提高木炭產量的途徑	(25)
五、炭窑副产品的利用	(26)
1. 木醋液的收集	(26)
2. 木醋液的分餾	(29)
3. 醋石的制取	(30)
4. 粗醋酸钠的制取	(31)
六、产品的包装	(31)

出版者

烧炭向來就是我国山区农民的副业；山区人民从长年累月的实际生产中积累了丰富的經驗。特别是去年大跃进中，在党的总路綫的光輝照耀下，广大炭农发挥了敢想敢干的革命干劲，利用毛竹、鐵罐等簡陋設備从窑烟中回收醋石、醋酸鈉、木焦油等副产品。虽然，副产品的回收由于产量低成本高，还有待于改进；但是广大山区群众在普遍学搞土炭窑綜合利用的过程中，破除了迷信，增长了知識，給今后烧炭工作的进一步提高，打下了思想上和技术上的基础。

目前，我国的木材干馏工业剛在筹办阶段，工农业建設和民需木炭主要还是依靠烧炭來供应的；有些山区資源分散，交通不方便，土炭窑就可以适应这些特点，解决当地的需要；土窑烧炭能利用一部分撫育和采伐中的廢材枝桠、梢头、病腐木等。当然要反对用好材大材烧炭，不根据地区資源条件盲目大量地修筑炭窑，以致破坏国家宝貴森林等偏向。

出版“土窑烧炭”这样的小冊子，其目的是为了提提高現有炭窑的烧炭技术和出炭率，使現有炭窑在社会主义建設中更好地发挥它的作用。

本書是作者根据实际参加生产中的体会，并总结了一些老炭农的經驗写成的。除了着重闡述筑窑和烧炭的技术，对于烧炭产品的一般知識和副产品的回收等也作了扼要的介紹。可供各地林业厅（局、科）林場和人民公社的有关干部参考。

一、烧炭的产品

1. 木 炭

木炭是烧炭的主要产品，如果不收集副产品，则是唯一的产品。木炭呈黑色，有光泽，易敲断；烧制温度低于摄氏350度的木炭敲时会发出瘠哑声，而500度以上的则发出金属声。炭化太快的木炭有如蜘蛛网般的裂缝，表面蒙着一层薄薄的灰分，断面有刺，性脆易碎。未完全炭化的木炭呈褐色，不易敲断，燃烧时有火焰。

主要物理性质

(1) **比重** 单位体积木炭的重量与同体积水的重量之比叫做木炭的比重。木炭的比重因树种、材性、烧制温度的不同而异。木材结构较致密、烧制温度较高，比重也就大。例如用烏岡樂烧出来的炭，就由于材质较致密，又是装放在窑头部份，烧炭的温度通常在摄氏800度以上，因此比重最大。

(2) **孔隙度** 是指木炭内部孔隙的多少。由于木炭保持着木材的原有显微结构（肉眼看不见的结构），因此它是一种多孔性的材料。木炭孔隙度的大小对木炭的比重、导热性、吸收能力等都有决定性的影响。木炭的孔隙度也随着树种、木材的构造、炭化速度和烧制温度的不同而异。

孔隙多的木炭比重较低，导热性差，而吸收能力则比较强。反之，如果木炭的孔隙少，那末比重就相应地增大，导热性也提高，而吸收能力却降低。例如烏炭的烧制温度不及白炭高，因此烏炭的吸收能力就比白炭强；但导热性比白炭差，比重也没有白炭高。如果木材的细胞组织疏松，则烧出来的木炭的孔

隙度也就要大。

(3) **导热性** 是指木炭传热能力的大小。木炭的导热性是不大的，并且顺着纖維方向的导热性比逆着纖維方向的导热性要大。

(4) **热容** 是指木炭单位重量升高摄氏 1°C 所需的热量。一般以卡/克或千卡/公斤表示。木炭的热容随着温度的升高而增大，并因含水率的不同而异。

(5) **发热量** 指单位重量的木炭在燃烧过程中所能放出的热量，用卡/克或千卡/公斤表示。木炭的发热量与其碳素（不含灰分的純炭）含量有关，烧炭的温度愈高，木炭中所含的碳素也愈多，而单位重量的发热量也就愈大。

(6) **对气体的吸收性能** 这里主要指对空气中氧气的吸收性能。正由于木炭是一种多孔性的物体，因此它能吸收大量的甚至两倍于本身体积的气体。木炭的温度愈高则其吸收气体的能力也愈强。这种吸收空气的性质又可分为二种不同的情况。一种是当吸收的空气不与碳素发生化学作用并能在真空中抽出而气体的成分不会改变，称为物理性吸收。另一种是吸收空气中的氧而发生化学作用，并在加热木炭时氧成为一氧化碳或二氧化碳放出，称为化学性吸收。木炭的化学性吸收为时较长，需二年左右。但在最初30天可以吸收占吸收总量50%的氧，第二个30天为40%，而其余10%才是在一年多的时间内吸收的。此外，木炭吸收空气中的氧的能力也随着烧炭的温度不同而不同。

主要化学性质

(1) 木炭的化学组成大部分是碳素。全干的純淨木炭（不含灰分）含有少量的氢和氧。

(2) 木炭經過劇烈的氧化(燃燒)生成二氧化碳, 并放出大量熱能; 而在高溫下進入空氣, 由於氧化不完全而生成一氧化碳, 所以木炭是良好的還原劑。

(3) 木炭在進行化學性吸收空氣過程中, 往往由於氧化作用而放出熱能; 當這些熱能一時不能散去, 就會自己燒起來, 叫做自燃。一般約到攝氏260度左右, 就可能發生自燃現象。當木炭中所含揮發物質較多時, 自燃的溫度還要低。

(4) 木炭的不揮發物質與揮發物質 木炭中含有不揮發和揮發的炭。所謂“不揮發炭”是一個假定的概念, 是指在攝氏900度的高溫下不通入空氣而燒出來的無灰分碳素。這種不揮發炭可直接將鐵礦石還原成鐵, 又是主要的熱能來源。所謂“揮發炭”是指在較低的溫度下就能與含在炭中的氧、氫等化合成一氧化碳、二氧化碳、甲烷、乙炔等可燃性氣體。木炭中揮發物質較多, 則容易引起自燃。在攝氏400度下燒制的木炭含有30%的揮發物質, 這些物質的燃點低於150度; 而在較高的溫度下燒出來的木炭揮發物質的含量較低, 不容易自燃。

用 途

木炭主要是用作燃料。在工業中木炭的用途也很廣泛, 擇要簡述如下。

煉鐵 由於木炭中主要是不揮發碳, 可供應煉鐵爐內所需的高溫, 並生成一氧化碳來還原鐵。當冶煉高級鋼(含磷、硫最少)時, 就必須用木炭煉出來的鑄鐵。

作電極 無論是普通的干電池, 以及煉鐵爐中的電弧, 都可以用木炭來做。

制造活性炭 活性炭在工業上用來脫色, 醫藥上用作吸收劑, 需要量很大。

用作汽車或拖拉机的燃料 木炭也可以用來开动汽車、拖拉机，而節約大量汽油，这在我国目前汽油产量暫時不能完全滿足工业及交通运输业需要的情况下，使用木炭來发展山区的交通运输有着一定的意义。

在化学工业中，常常用木炭來制造二硫化碳等产品。

2. 醋 石

醋石又称醋酸鈣 $[\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ 。純淨的醋石为白色粉状。而从木醋液中制取的醋石，由于含有其他雜質（特别是魚油）則成灰色或黑褐色的粒状或块状。具有刺激气味。

醋石的成分随树种、炭化方式以及制取醋石的方法的不同而異。一般針叶树材烧炭所得的醋石雜質含量比闊叶树材要多。木醋液經過蒸餾而制得的醋石要比沒有經過蒸餾的醋石來得純淨。

醋石的主要成分是醋酸鈣，此外还含有水份、樹脂、礦物質、游離石灰、有机混合物，以及醋酸的同系物（蚁酸、丁酸等）。

木醋液經過蒸餾而制成的醋石，質量較好，呈灰白色，松而輕，干燥，用手可以捏成粉，叫做灰醋石。含醋酸鈣 70—80%。木醋液不經過蒸餾而制成的醋石，質量較差，呈棕黄色或褐色，質地較硬，不大干燥，叫做褐醋石。含醋酸鈣約 50%。

醋石的主要用途是制造醋酸。

醋酸是化学工业上用途很广的原料。可用來制造醋酸纖維（人造絲），用作紡織工业中的媒染剂、多种醋酸溶剂、无烟火药原料、葯剂工业中阿司匹林的原料。

3. 醋酸钠

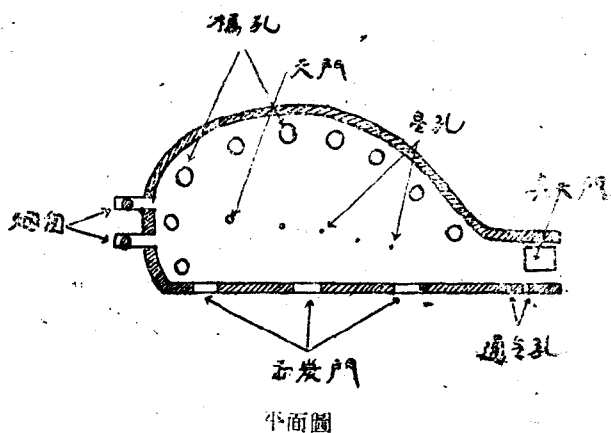
純淨的醋酸钠 ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 为白色結晶体。易溶于水，摄氏20度時100克的水中能溶31.7克醋酸钠。

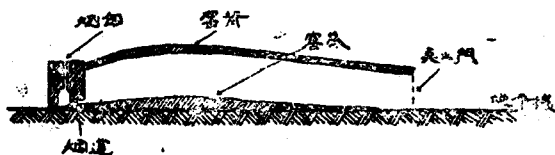
一般醋酸钠含无水醋酸钠58—60%。杂质中主要有蚁酸钠 (HCOONa) 0.2—1.0%、氯盐 0.05%—0.06%、游离酸 (或碱) 0.06—0.12%、硫酸盐 0.01—0.15%，以及一些不溶于水的残渣約0.05—0.30%。

醋酸钠的用途很多，可以制造醋酸及碳酸钠，亦可作为制造丙酮的原料，等等。

二、炭窑的种类和结构

炭窑的种类很多，一般可分为白炭窑与烏炭窑两大类。由于各地的具体条件不同，炭窑的木小极不統一，现将炭窑的各部分簡述如下 (图1)。





剖面圖

圖1 木炭形白炭窯

点火处 又称火門。一般設在炭窯的尾端。当木材装滿后，再收拾小枝桠在这里点火，使窑內木材燃烧。

槁孔 又称装材洞。設在窑背的一边，有的炭窯是設在窑头（即靠近烟囱部分）前。作圓形，用土盖盖住。点火以后便是从这些圓孔內排出的烟色來確定窑內木材燃烧的情况。开閉槁孔盖可以調节窑內温度的高低以及空气的流通量。槁孔亦用来装木柴。因此它的大小可以根据当地木柴直径的大小來决定，一般为20—30厘米，也有35厘米的。槁孔的多少由窑形及窑的大小來决定。

通气孔 設在点火处附近、与窑底相平的窑壁上。它是半圓形的小孔，只有白炭窯才有。当窑內木柴已有部分燃着了以后，就应该封閉点火处，而打开通气孔，讓空气通入窑內。通常一座窑有二道通气孔，也有只有一个通气孔的。

星孔 是直径3—5厘米的小圓孔，設在窑背的当中。也只有白炭窯才有。这些小孔从点火到出炭一直是打开的。主要作用是一方面从这些小孔里可以观察窑內木柴燃烧及炭化的程度；另一方面当所有槁孔和天門封閉后空气就可以从这些小孔逸出，所以又叫做精煉孔。这种小孔的数目各地都不一样，浙江省一带的白炭窯一般为4—8个。

天門 又称天窗門，也只有白炭窯才有。設在窑背離窑头

約80—100厘米處。它是直徑約15厘米的圓孔，用泥蓋蓋住。它的作用是調節窯內的溫度和控制空氣流量。與碼孔一樣，當窯內木柴燃燒到一定程度後就要把它封住；但在出炭前則應將天門打開，使窯內的溫度迅速升高。天門的開閉時間對木炭的產量和質量影響很大。

出炭門 又稱窯門。設置在窯側，作半圓形，高約50厘米，寬40厘米。白炭窯一般有三道出炭門，而烏炭窯則只有一道。烏炭窯的出炭門要比白炭窯的大；高約80厘米，寬50厘米。並且主要是出炭用；而烏炭窯的出炭門亦用來裝木柴，當木柴裝滿後就把它封閉，直到出炭時才打開。

煙囪 設置在窯頭段。白炭窯一般有二個煙囪，設置在離窯頭壁80厘米的地方；而烏炭窯的煙囪數目很不統一，有的只有一個（如鷄籠窯），有的却有六個以上（如犁頭窯）。煙囪的高度可根據具體情況決定。煙囪作酒瓶形，上小下大。底部有一煙道與窯內相聯。當所有的碼孔、天門等封閉後，窯內木柴熱分解所產生的氣體（木精、醋酸、木焦油等等）大部分即通過煙道，從煙囪內排出窯外。

同時，從煙囪觀察煙色，也可以辨別窯內木柴熱分解和炭化的程度。收集木醋液也是從這裡接上瓦管，通過分離缸、冷凝器等附屬設備，然後流入收集木醋液的大木桶內。

牆溝 挖在窯內的四周，深約3—4厘米，排水用。

1. 白炭窯

白炭窯的容積比較大，一般可生產木炭800—900公斤。築窯的投資較大，需60—80工；如果土質好，取土方便，運柴迅速，花工可以少一些。炭窯的附屬設備以及所用的工具比較多。例如需要有固定工棚，出炭時需用鏟鉤、鉄盤等。另外

还需要有水、沙、竹篩等。因此白炭窑大多选择在薪柴资源丰富、交通较方便和有水的地区。烧炭所用的木柴大多是烏岡櫟、青岡、木荷等硬闊叶树，所以需要劳力较多。人員組織为技工1人，輔助工3—4人。

白炭窑在点火后应漸次把馮孔及点火处封閉，但星孔及通气孔一直开着，空气的流动量較大，窑內温度可以升高到800°C左右。从点火到出炭，所需時間比較短，大約2—3天。

白炭窑烧出来的木炭叫做白炭，是用窑外熄火的方法來灭火的，因此木炭的質量好，比重大，色黑，断面有金屬光泽，敲之发出金屬响声，燃烧時不发烟，硬度大，发热量高，燃烧時間长，燃点高。

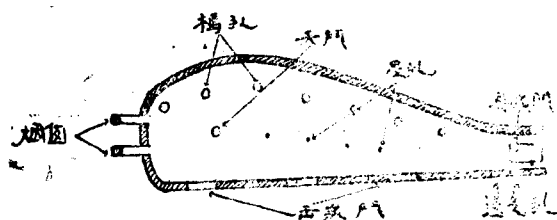
“白炭”是总称。还可以分为“白炭”、“青炭”、“烏岡炭”，根据烧炭所用木柴的树种而得名。如烏岡炭就是由烏岡櫟所烧成的炭，質量最好。青炭主要是由麻櫟、青岡、石櫟等烧成的炭，質量較烏岡炭稍差。白炭是由其它一些闊叶树如青栲、小叶櫟、木荷、楊梅、杜鵑等所烧成的炭，質量較差。

白炭窑大多按炭窑的形状来命名，如木瓢形窑、鯉魚形窑、薄刀形窑、棺形窑等等。这些形状不同的窑，除了具有上述共同的特点以外，还具有各自的一些特点。

木瓢形窑（見前图1）窑的形状象一只木瓢，容积較大。这种窑从凸出的窑身部分到窑尾点火处是驟然縮小的，因此第一出炭門附近的木柴損耗量大为减少，木炭的产量也較高。但是由于凸出部分的跨度較大，窑背容易下沉或倒塌，筑窑的技術也較高；而且出炭時也比其他几种白炭窑要費力得多。所以这种窑大都筑在地势比較平坦，交通比較方便，薪材比較丰富的山区。

鯉魚形窑（图2）窑的形状象一条鯉魚。这种窑的容积比

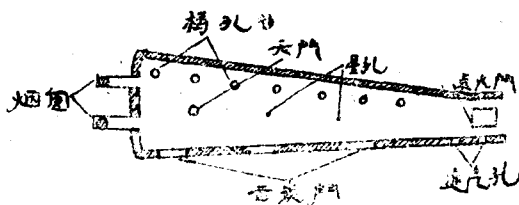
木瓢形小一些。但出炭比較方便，窑背不易下沉或倒塌。所差的是由于窑身逐渐向窑尾点火处縮小，窑內的木柴損耗量較木瓢形窑为大，产量也不及木瓢形窑高。



平面圖

圖 2 鯉魚形白炭窑

薄刀形窑 (图 3) 比較少見，实际上是鯉魚形窑的一种变形窑。它的特点也与鯉魚形窑相同；但窑內近点火处的木柴損耗量却比鯉魚形窑还要大。筑窑比較簡單、省工。



平面圖

圖 3 薄刀形白炭窑

棺形窑 (图 4) 是一种石質窑，窑壁用石块砌成，窑身堅固，使用期长。有的棺形窑是下半截埋在地底下。其他特点与薄刀形窑相同。

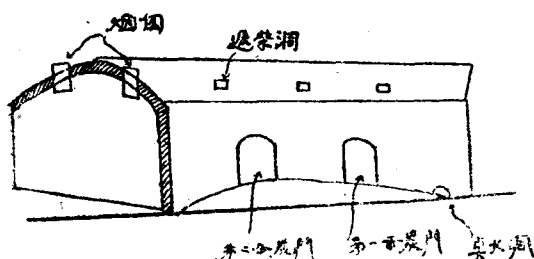


圖 4 棺形白炭窯

2. 烏炭窯

烏炭窯的結構比較簡單，築窯省工，而且對木柴的材質與資源的要求也沒有白炭窯那樣高，一般的闊葉樹甚至針葉樹（馬尾松之類）都可以用來作原料。烏炭窯的設備也比較簡單，只要幾只箬箕、一把鋤頭以及其他一些零星工具就行了。

烏炭窯的容積較小，每窯約能出炭400—500公斤，亦有750公斤以上的。烏炭窯是窯內熄火。因此，它沒有天門、星孔及通氣孔。棚孔的直徑也很小，約10厘米左右。窯內的最高溫度為500°C左右。從點火到出炭需4—5天，其中有2天是熄火時間。

烏炭窯燒出來的木炭叫“烏炭”，質量比白炭差。硬度不大，比重小，易碎，斷面無金屬光澤，敲之為空壳聲，燃點低，燒燒時常冒煙並發出噼噼的爆裂聲，發熱量較小。但由於窯內最高溫度是在500°C左右，沒有精煉階段，可燃性（能燃燒的）氣體（如甲烷、一氧化碳等）在炭化過程中並未全部洩出，着火容易，所以通常用作汽車燃料及煉鐵用炭。

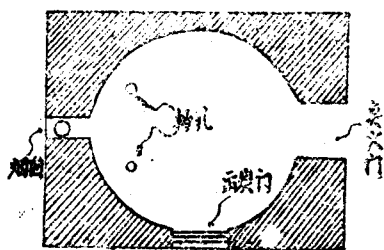
烏炭窯的種類也很多，並且也是以炭窯的形狀來命名的。

鷄籠形烏炭窯 (圖5) 形狀象只鷄籠，只有一個煙囪，二個槓孔。容積很小，結構簡單，在浙江山區比較普遍。

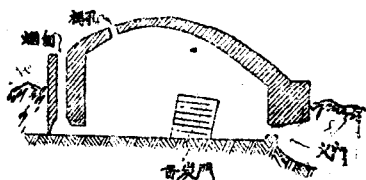
犁頭形烏炭窯 (圖6) 是一種大型的烏炭窯，出炭量在750公斤以上。它的特点是煙囪、槓孔多，燒炭的技術比其他幾種烏炭窯要求高。有時，也用這種炭窯來燒制白炭。

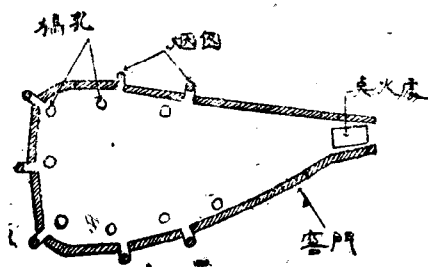
饅頭形烏炭窯與龜形烏炭窯 (圖7) 介於上述二種烏炭窯之間。饅頭形烏炭窯跟鷄籠形烏炭窯相似，可以說前者是後者的變形。而龜形烏炭窯則接近於犁頭形烏炭窯。

以上所介紹的不同種類的炭窯，都是山區炭農通過長時期燒炭的經驗，根據不同的地勢條件，不同的燒炭要求而想出來的。它們之間往往不一定有明顯的界綫，有時亦會遇到一些中間類型。上述炭窯的共同缺點是窯內離點火處1米以內的木柴，由於點火時的火焰直接接觸，受熱不均勻，且空氣流量較大，



平面圖

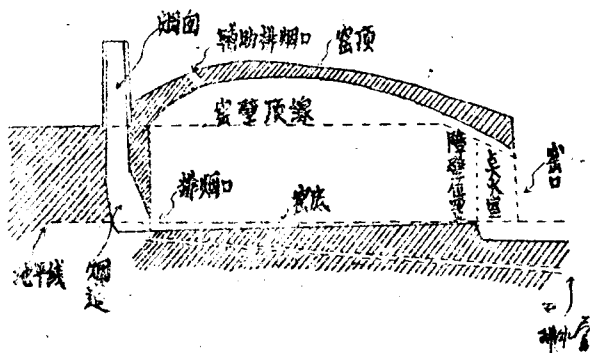




平面图

图6 犁头形烏炭窑

使木材过分炭化而样成灰。这样，木炭的产量就大为降低；如果要收集木醋液，则烧炭的时间要延长，这样木炭的产量就更会降低。



剖面图

图7 龜形烏炭窑

福建省的“改良炭窑”（图8）却解决了“样炭”的问题。这种炭窑的最大特点是木炭的产量较高，所能收集到的木醋液为量也较大。在结构方面与上述炭窑所不同的地方是：点

火处与窑内装木柴的地方多筑了一层壁，单独成一点火室。壁
的上方开一通气孔。这样流入的空气就不会直接与窑内的木柴
相接触，窑内的木柴也就不会烧成灰。

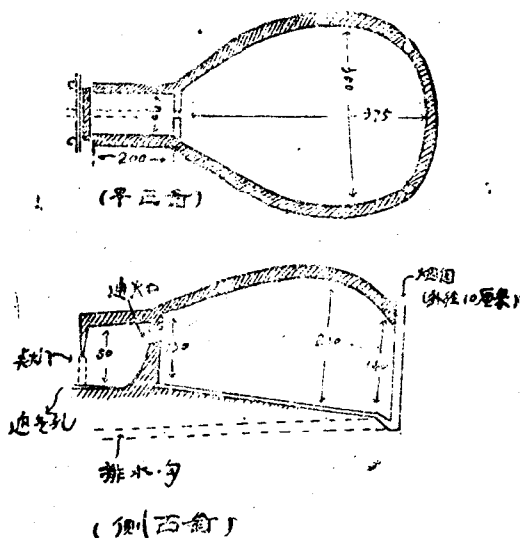


图8 福建改良炭窑

三、筑窑

炭窑的种类虽然很多，但筑窑的步骤却是大体一致的。一
般可分为选窑址、平窑底、筑烟囱、迭窑身、定窑型等五个步
骤。

1. 选窑址

筑窑的第一步就是选择窑址。炭窑位置选择得好坏，不仅

影响到工作条件是否方便，并且对木炭的品质、产量也有密切的关系。

选择窑址的具体要求是：木柴资源比较丰富、集中，交通比较方便，土质好，有水源。

窑址应选择位置适中，以减少木柴运输的时间和劳力。附近宜有适当的空地，准备堆存木柴和木炭。窑口尽可能朝着常风向，这样有利于点火和炭化。

筑窑的土质应该是不含沙石的粘壤土，最好是陶土。如果土中含沙较多，筑成的窑就会容易倒塌或漏气。土质是否适用于筑窑可以用下面的方法来检定：把准备筑窑的泥土捏成团放到火里烧红后，如果稍为加些压力压不开，滴上一些水也能保持原状，击碎后心土呈黑色，就是好土。

用石块筑窑时应选用耐火较强、吸水性较大而体胀均匀的岩石。一般以砂岩最好，流纹岩次之，石英岩更次之。而花岗岩、石灰岩则不适用，因为花岗岩体胀率不均匀，石灰岩受热易分解。

水源也很重要。因为在筑窑烧炭以及日常生活中都离不开水。如果要收集炭窑副产品，考虑水源的问题就更重要了。此外也应注意：选择窑址时，凡是有旧窑址，应尽量利用旧窑址，因为旧窑址总比新窑址好。

2. 平窑底

当窑址选好后，就开始筑窑即平窑底。窑底的形状是根据窑形的不同而异。开始可先用小木椿，按所筑的窑形规划出大致的范围，其中包括窑身和烟囱两部份。

烟囱部份的面积一般宽200—250厘米（比窑身窄一些），长约80—100厘米，作长方形；窑身部份的面积，根据窑形而定