

甜菜簡易制糖技術



吉林人民出版社

前 言

随着工农业的飞跃发展，我国人民生活不断提高，对于食糖需要量也越来越大。为了满足人民这种日益增长的需求，党和政府决定大力发展糖料作物和制糖工业，并且已经取得了很大成就。1952年食糖产量就超过了抗日战争以前的最高水平，达到45万吨；第一个五年计划期间（1953—1957）制糖工业比重由10%左右跃进到65%以上，1958年食糖产量已达到90万吨。特别是在贯彻党中央大、中、小型相结合，以中、小企业为主的工业建设方针以后，发展了数以千计的小型甜菜制糖工业。这支新生的工业，对于增产食糖、改善人民生活、让人民吃到更多的食糖是一支不可忽视的力量。

简易甜菜制糖生产，适合于乡社工业和交通不便的县城，原料既可以取自当地，又可以用简易的生产方法，生产出供食用的糖，而制糖后剩下的废品，可以利用于酿酒和作牲畜饲料，使其达到一物多用的目的。

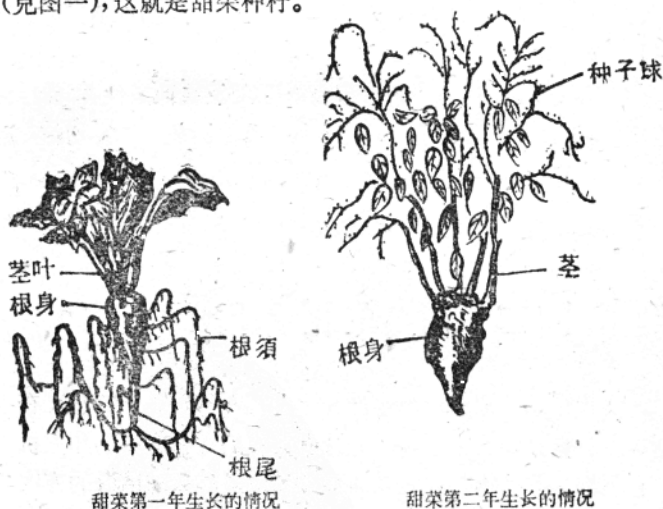
由于水平有限，错误与不当之处在所难免，希读者提出意见，以便再版时修正。

编 者

1960年于长春

一 甜菜——制糖工业的原料

甜菜是两年生的植物。在第一年中，甜菜由种子生长成无花无子的块根（根果）和茎叶（见图一）；第二年过了冬的甜菜块根，移种在地里，自根部重新又长起了茎叶，并且开花结籽（见图一），这就是甜菜种籽。



图一 甜菜块根与茎叶

只有第一年生的甜菜块根才能用来制糖。因为经过开花结籽后的甜菜，糖度很低，基本和野生甜菜相似，已无制糖的价值。

甜菜的外形很象萝卜，所以又叫糖萝卜。甜菜的块根共分

为三个部分：

(1) 上部叫根头部，通常又叫青頂，青頂上生有茎叶。

(2) 中部叫根身，这是积著糖分最多的部分。

(3) 下部叫根尾，甜菜一般在貯藏前都把它削去。

理想的甜菜应具备下列外形：

(1) 圓錐形，无叉支。

(2) 表皮均匀而細，肉白色，具有糖的香味。

(3) 离开土面暴露在空气中的发青部份（即青頂）愈少愈好。

(4) 每个重量在1—2斤，但特殊品种及栽种条件不同时，最适重量亦可不限此值内；一般过小甜菜纖維多，不易切絲，过大甜菜，糖度及純度均較低，都不适于制糖用。

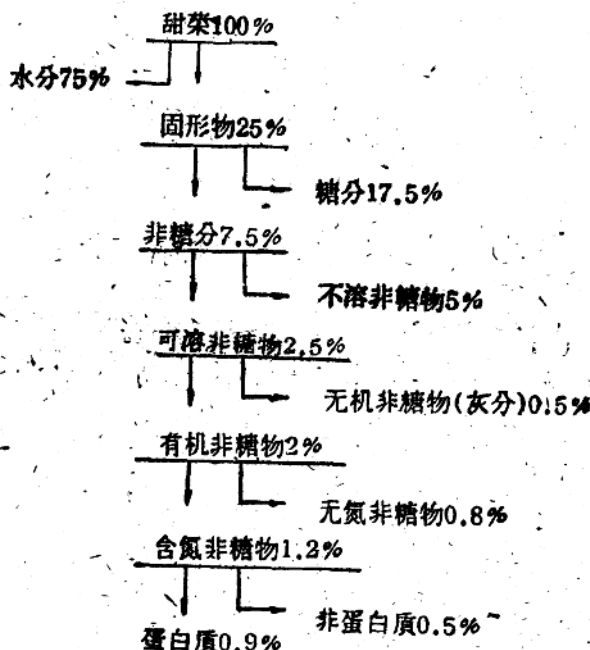
二 甜菜的化学組成

为实现正确的甜菜制糖生产程序，必須了解甜菜的成分。在制糖中除了糖分和水分之外，还含有大量的各种有机物和无机物，它們都是非糖物，因此在甜菜制糖中必須采取洁淨的方法来清除甜菜中的非糖分。

甜菜的含糖率約在 17—20% 范围，中等甜菜含糖率約为 17.5%，它的化学組成成分如下：

甜菜的成分，因种籽的质量、土壤、施肥、生长环境的不同而异。所以上表所列各組非糖物的数量不是固定的，仅是近似于甜菜的平均成分的大約数字。甜菜的含糖分愈高，以及甜

甜菜的化学成分表



菜汁的纯度愈高，则对甜菜制糖愈有好处。

三 甜 菜 糖

从甘蔗里提出来的糖，和甜菜提出来的糖，实质上是完全相同的糖。但实际从工厂制出的甜菜糖与甘蔗糖的风味略有

不同，这是因为工厂成品并非十分精純，还掺杂一部份特有的杂质的緣故。假如，我們將甜菜糖与甘蔗糖經過制糖用适当方法除去甘蔗及甜菜的特有的异味，使成品达到最高純度，則甜菜糖与甘蔗糖的味道完全相同，毫无任何区别。虽商业上有甜菜糖与甘蔗糖的区别，而在化学上則均采用“蔗糖”一个名称。我們常听说甜菜含糖18%，听来有些奇怪，然而在科学上却是完全正确的。

蔗糖是一种无色透明的結晶体，比重1.558，熔点 160°C ，在常溫下一斤水可以溶解二斤糖，温度高时可溶解的糖量亦增加。糖溶液的比重視糖的浓度而定，浓度愈高，比重愈大。所以我們可以用測量糖液比重的方法来确定其浓度。

蔗糖具有美好的甜味，且富于营养，并且易于被人体吸收。人在疲劳时吃一点糖，則有恢复疲劳的功用。因此，糖广泛的被利用为食品。

糖除直接食用外，尚可以用于食品和調味工业、医药工业及若干有机化学工业方面。

四 簡易甜菜制糖生产的工艺流程

工厂的工艺流程是表示把原料制成成品所需的生产順序。合理的工艺流程，必須保証在加工原料期間損失极少的糖分，生产出最大数量的成品。糖厂必須昼夜生产，由甜菜入厂至制成成品止，各生产流程都是連續进行的。

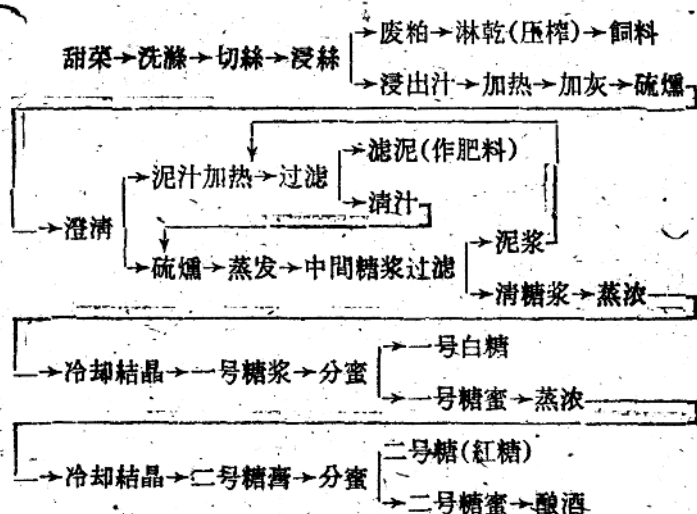
一般大规模生产的机械化糖厂，甜菜經過洗滌、切絲、浸絲后再經過两次加灰、五次加热、五次过滤、两次炭酸气飽充、

两次硫燻，然后蒸发、结晶、分蜜、乾燥，才能制得成品，所经过的大小工序不下数十道，除生产技术复杂外，而且所需设备亦极其复杂。

简易法制糖生产，主要是根据甜菜糖生产的原理，掌握主要几个制糖生产工序，用土洋相结合的方法，在大型机械化制糖生产的基础上，减去了一些不甚重要的工序环节，用简化的方法从甜菜中制取供一般食品的糖。

简易法甜菜制糖生产工艺流程如下：

简易法甜菜制糖生产工艺流程



制糖工艺流程的说明：

(1) 洗菜：洗菜是制糖生产的第一步，由人工搅动木制

注：此生产工艺流程基本是采用硫燻法的工艺流程，如用炭酸气法则在流程中减去两次硫燻，而只在加灰煮沸后即进行炭酸气处理即可。

洗菜机来清洗甜菜，要求把甜菜表面的泥砂彻底洗干净，同时在可能范围里勤换水。

(2) 切絲：切絲是把甜菜切成細条，以便糖分容易被浸出。甜菜絲寬1公分、厚約0.1—0.5公分。

(3) 浸絲：这一工序是用热水将菜絲中所含的糖分浸泡出来，生产过程中，要求浸得快，水温掌握均匀，菜絲中糖分提得尽。

(4) 澄清：是将加完灰的混浊糖水，經自然澄清后取得清汁，自然澄清后的清汁，經過硫燻、过滤后准备蒸浓。

(5) 硫燻：即用硫磺燃烧后发出的二氧化硫气体去漂白糖汁。

(6) 蒸浓：主要将水分蒸发，直至糖汁变成浓糖浆（即成过飽和糖液）为止。

(7) 結晶：經蒸浓后的糖浆送入保温室里，在一定温度下使其过飽和糖液內的蔗糖結晶出来。用糖汁直接蒸浓的叫一号膏，用一号膏取出白糖后之蜜进行浓缩的称二号膏，用二号膏取出糖后之蜜进行浓缩的称三号膏。

(8) 分蜜：将結晶好的过飽和糖液，用离心分离机将糖与蜜分开。

五 糖厂中甜菜的运输 和甜菜的洗滌

甜菜厂的甜菜是由皮带输送机或人力小推車运到工厂去的。由于进厂的甜菜或多或少的带有一些泥土、杂草、石块及

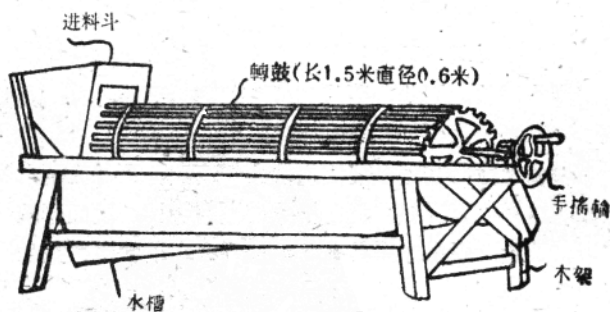
其它各种杂物，因此甜菜在加工前必须先经过洗涤。

洗菜机的用途，是将甜菜附着的泥土完全洗净，并把混杂的石子、杂草、茎叶及其它各种夹杂物等彻底清除。甜菜洗涤的质量，对以后的加工是具有极大影响的。

如果石子、杂草等和甜菜一同进入切丝机内，可使切丝刀损坏和堵塞，致使菜丝质量恶劣，因而增加浸丝时糖分的损失。此外，甜菜上的泥土未洗净时，土壤中的各种细菌带入成品中，降低产品质量。

洗菜机的种类很多，有间断式的，也有连续式的。在各种形式的洗菜机中，以连续搅攘式生产效率最好。甜菜在攘内借转动互相碰撞磨擦，将附在甜菜表皮的泥土与杂物等逐被水冲洗掉，同时将甜菜从机的一端推到另一端，最后洗净的甜菜由溜子流出。

连续搅攘式洗菜机（见图二）。



图二 连续搅攘式甜菜洗涤机

连续洗菜机的优点是：

(1) 一个日处理甜菜 5 吨的糖厂，每班可以减少一名洗菜工。

(2) 甜菜經污水洗滌后還要經過一次清水洗滌，因而大大提高了甜菜洗滌質量。

(3) 更換污水方便。

(4) 使甜菜洗滌工作逐步機械化。

六 甜菜的切絲

(一) 甜菜必須切絲的原因

糖分以溶液狀態存在於甜菜細胞中。在浸絲過程中，為了使糖分能夠迅速地和完全地自甜菜中取出，必須將甜菜切成細絲，菜絲的形狀，以斷面小而周邊長為宜，換句話說，就是最小重量的甜菜，應具有最大的表面面積。

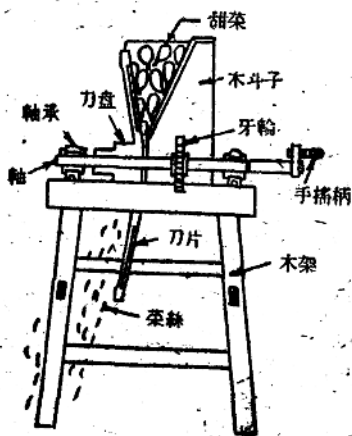
為了使糖分有較多的斷面浸出，菜絲必須切成各面皆能被水浸潤的形狀。因此，菜絲切成“入”形最理想，其次是切成扁條形。

菜絲愈薄，其糖分浸出愈快愈徹底，但菜絲太薄，失去了彈性，這樣，至浸絲過程中菜絲重迭在一塊，反而影響糖分的浸出。因此，菜絲亦需具有適當的厚度。正常甜菜絲的厚度應在 0.5—0.7 毫米，長度愈長愈好。

(二) 甜菜切絲的設備

甜菜切絲機為裝有六組。刀片的手搖圓盤切絲機（見圖三），手搖輪亦可改成皮帶輪由電滾（或其它動力）帶動，手搖一轉，圓盤轉動四轉，每小時可切甜菜 500 公斤左右。當甜菜

放入甜菜斗后便被挤压在切丝刀盘上，刀片转动时被刀口刨削成丝条。这种手摇切丝机最适宜切不冻的甜菜。



图三 手摇甜菜切丝机

七 从甜菜中提取糖分的方法

甜菜根是由无数微小细胞所构成。外壁称为细胞膜，胞内含有糖汁。当甜菜被切成薄片而浸于热水中时，则细胞内的糖分由细胞内部透析而出。

甜菜制糖的提糖方法，在很早以前是将甜菜压碎，再在高压下将糖汁榨出，这种方法是和甘蔗汁的提法相同。用压榨法从甜菜中只能提取83%的糖汁。因此糖分损失太大。所以近几

十年来，甜菜提糖的方法，均采用切絲后用热水浸提的方法。

(一) 浸絲原理

由菜絲中提取糖分是根据对流浸出原理来进行的。这个原理可以由下面所举的例子說明：

試將 100 斤含糖为 18% 的菜絲裝入容器內（第一号），并向器內注入 100 斤清水。由于水和甜菜汁的含糖浓度不同，糖逐渐开始进入水中，直到水中的含糖量和菜絲內糖量几乎相等时为止，也就是各含 9% 的糖分。如果将第一号容器內的甜水全部注入装有同量菜絲（含糖率亦为 18%）的第二号容器內，則由于甜水与菜絲的糖汁浓度不同，糖分又开始被浸出。

經過某些時間后，糖汁及菜絲中的糖分浓度又呈相等状态，則含糖率各为：

$$\frac{9+18}{2}=13.5\%$$

如將此第二号容器內的甜水再注入第三号装有同量菜絲的容器內，又經過某些時間，糖汁与菜絲的含糖率为：

$$\frac{18+13.5}{2}=15.75\%$$

若再將此甜水注入第四号装有新菜絲的容器內，浸提后，糖汁与菜的含糖率为：

$$\frac{18+15.75}{2}=16.9\%$$

同样，第五号容器內的糖汁含糖率为：

$$\frac{18+16.9}{2}=17.5\%$$

由上述例子中可以看到，清水經過几次与菜絲接触后，便

成为糖汁。

各容器内的菜丝，经过第一次水或甜水的浸泡后，残存在菜丝中的糖分如下：

第一容器的菜丝含糖率为 9 %

第二容器的菜丝含糖率为 13.5 %

第三容器的菜丝含糖率为 15.75 %

第四容器的菜丝含糖率为 16.9 %

第五容器的菜丝含糖率为 17.5 %

如果再向第一容器内注入 100 斤清水，经过若干时间后，菜丝和水的含糖率各为：

$$9 \div 2 = 4.5 \%$$

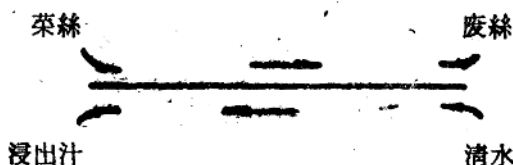
假设此第二次的甜水重行按前述方法注入第二、三、四、五号容器内，同时再向第一容器内注入以第三次新水，则该器菜丝含糖率为 $4.5 \div 2 = 2.25 \%$ ，而将此含有同量糖分的甜水导向以后的各容器。

这样的顺序浸丝，一直继续到第一号容器内菜丝含糖率为 0.3—0.4 % 时为止。含糖率为 0.3—0.4 % 的菜丝，称为废丝，它是生产中的副产品。

浸丝用水顺次通过各容器后，由于糖分的浸出，逐变成糖汁，此糖汁叫浸出汁。送去加灰清淨。

目前甜菜的提糖方法就是按对流浸出原理进行的。基本上可分为连续浸丝法和间断浸丝法两种。以前者为先进。这个方法是菜丝从一端放入，水从另一端放入。菜丝和水成相反方向移动，水或糖汁与菜丝总能保持一定浓度差，一直到终点，永远有浸提作用（如图四）。菜丝移到终点成为废丝，水或糖汁流到另一端成为浸出汁。这种浸出方法没有废水，糖分损失少，而操作也较方便。简易制糖能运用这个方法，可以解决浸丝糖

分損失高的問題。



图四 逆流連續浸絲原理示意图

(二) 浸絲設備

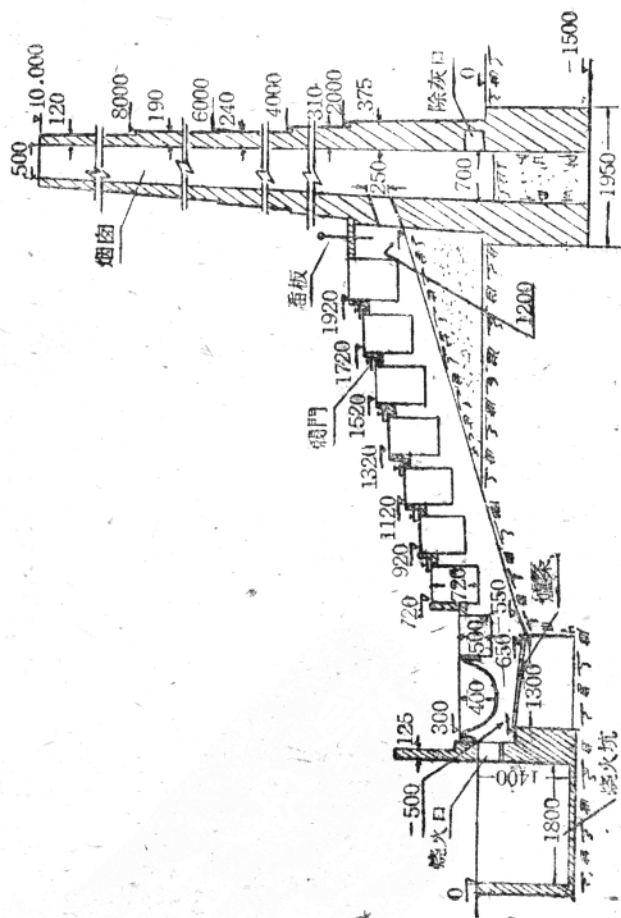
1. 半連續階梯式浸絲灶：从外觀来看，是一排輪形灶（如图五），灶全長为 7.4 米，按圓鍋一口，汽油桶制的長圓鍋 8 口。后鍋比前鍋高 20 公分，相繼之間用 1 吋白鐵管由上一鍋的底部引至下一鍋的鍋面，借助于液位差，使糖汁逐級向前鍋移动。

圓鍋加熱浸絲水用，第一個鉄桶圓鍋做加灰用，第二至第七鍋做浸絲鍋，第八鍋調整浸絲水溫。

灶由一端燒火。烟氣經各鍋底及鍋四周入烟窗，以加熱各鍋糖汁，連接各鍋之間的 1 吋鉄管，在入口處有一閘門，用以調整糖汁流量。

菜絲裝入一鉄絲編的筐中，使其充分與水接觸。在鍋底出汁管上部焊一圈三角鉄，菜絲框放在三角鉄上，以免菜絲直接與鍋底接觸。第三號至第七號浸絲鍋上梁按一游動滑車，以起放菜絲筐用。

灶的兩側有階梯，寬 60 公分，階梯面距鍋面 40 公分，每梯高度相差 20 公分。圓鉄鍋直徑 1 米，加灰鍋直徑 50 公分，其它浸絲鍋直徑 56 公分、高 72 公分。菜絲筐直徑 52 公分、高 62 公分，上口有鉄筋制成的提梁，筐底及四周用鉄絲制成。



图五 半連續阶梯式浸染灶

这种浸絲设备，較目前甜菜土法制糖厂的平型单灶浸絲的优点是：

(1) 一个日加工 5,000 公斤甜菜的糖厂，一个生产期可以少損失糖22,000公斤，少耗煤45,000公斤。

(2) 溫度容易掌握，浸絲操作程序有規律。

(3) 減輕劳动强度，只須每隔15分鐘检查火力并添煤一次即可。

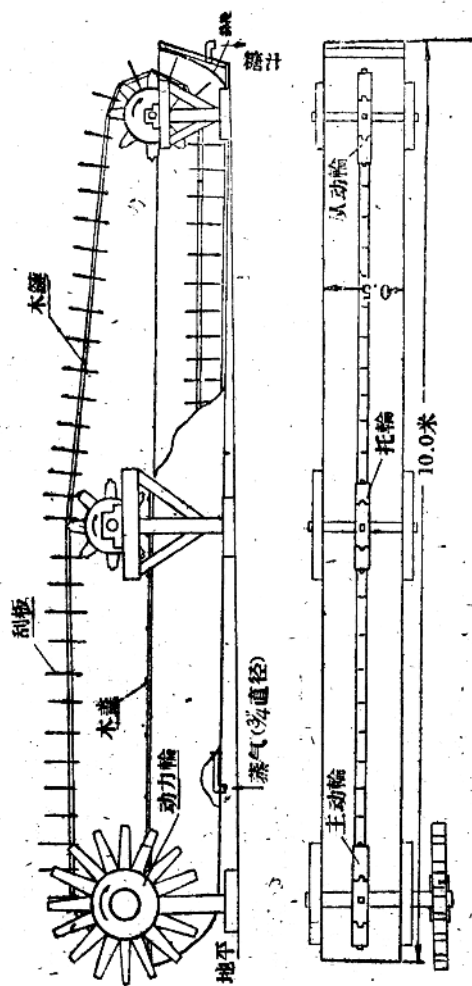
2. 連續浸絲器：由添絲装置、廢絲排出装置、榮絲推进装置及加热灶等四部分组成（如图六）。榮絲与水在浸絲器中对流浸絲。

浸絲设备全由木制，其外形基本上与南方的龙骨水車相似。整个浸絲器的坡度为 0.5/10 米（即10米长的距离內，高度相差 0.5 米），全长 1,060 公分，器寬 57 公分，高 44 公分，截面是长方形的，上面鋪有可以随时掀开的活动木板盖。

浸絲器內有 47 块承受榮絲的帶孔木刮板，悬挂在木制方框鏈上，鏈子是由設在浸絲器中間直径为 84 公分的三个木輪带动。动力来源主要借助人力轉动的一个直径为 1.5 米的木制动力輪。由于动力輪的轉动，使三个从动輪带动刮板移动榮絲。木鏈上悬挂的刮板是按一定距离固定在鏈子节上的，朝一个方向移动。鏈子的运动速度一般为每分鐘移动 5 公分，亦可按操作要求任意改变。

木制浸絲器內的底部兩側鋪設两根 $3/4$ 吋的平行加热管，管上有直径 0.2 公分的孔，与槽底呈 35 度角度。由加热灶引出的蒸汽与加热管連接，整个浸絲器主要依靠这两根平行的加热管直接噴入蒸汽加热。

这种連續浸絲器的特点是一端进入清水与排出廢絲，另一端进入榮絲和引出糖汁。这种浸絲设备的优点是：



图六 木制連續絞絲器