

小型乳品厂

直火水浴真空浓缩罐



内蒙古人民出版社

小型乳品厂
直火水浴真空浓缩罐

沙 俊 编

内蒙古人民出版社

一九七四·呼和浩特

小型乳品厂
直火水浴真空浓缩罐
沙 俊 编

*

内蒙古人民出版社出版
内蒙古新华书店发行 内蒙古新华印刷厂印刷
开本: 787×1092 1/32 印张: 1 插页: 1 字数: 18千
1974年11月第一版 1975年6月第1次印刷
印数: 1—1,450册
统一书号: 13089·07 每册: 0.12元

前 言

随着我国社会主义建设事业的飞速发展，人民生活水平不断提高，对乳粉的需要量也越来越大。为了多、快、好、省地发展乳品工业，增产更多的乳制品，我们锡林浩特乳品厂的广大职工，在厂党支部的领导下，遵照伟大领袖毛主席关于大搞技术革新和技术革命的教导，经过多次试验，试制成功了一种小型乳品生产设备——直火水浴真空浓缩罐。在一九七二年中央轻工业部、商业部、农林部于内蒙古阿巴嘎旗联合召开的乳品现场会议上，与会代表一致认为：采用直火水浴真空浓缩罐进行牛奶浓缩，与手工平锅相比，具有产品质量高、成本低、工人劳动强度小等优点。它适于奶源分散地方，可以就地加工生产。直火水浴真空浓缩罐也还有缺点，如同普通蒸气浓缩罐相比，蒸发量小等，但随着生产的发展，相信这些缺点会得到克服的。

为了便于推广和使用直火水浴真空浓缩罐，编写了这本小册子，供乳品工业及其它工业工人、技术人员参考。由于水平有限，资料不全，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

编 者

一九七四年元月于锡林浩特

目 录

一、直火水浴真空浓缩罐	(1)
(一) 特点	(2)
(二) 工作原理	(3)
(三) 结构、安装和操作	(8)
(四) 浓缩后浓缩罐的洗刷	(11)
(五) 发生故障的原因及排除方法	(14)
(六) 计算实例	(17)
二、水力喷射器发生故障的原因及排除方法	(19)
三、离心泵	(20)
(一) 操作前的准备工作	(20)
(二) 常见故障发生的原因及排除方法	(21)
附表一 饱和蒸汽的性质	(23)
附表二 焊接钢管规格重量表	(25)
附表三 压力单位的换算	(26)

一、直火水浴真空浓缩罐

在乳品工业中，浓缩是乳制品的重要工序之一。浓缩可分为常压蒸发和减压蒸发两种。常压蒸发是在大气压力下进行蒸发，通常用水浴平锅和圆锅在搅拌下蒸发。常压蒸发用工多，消耗燃料大，蒸发效率低。减压蒸发是利用真空设备进行减压，在减压低沸点下进行蒸发。这种蒸发用工少、节约燃料、蒸发效率高、保证产品质量。

减压蒸发设备型式很多，按工作原理可分为间歇式、连续式两大类；按热媒可分为水蒸汽加热、水浴加热、气体加热、电加热等四大类；按设备外形可分为卧式、立式、斜式三大类；按设备加热器样式可分为夹层式、盘旋管式、直管式三大类；按二次蒸汽利用原理可分为单效、双效、三效蒸发。

直火水浴真空浓缩罐是减压设备的一种，属于间歇式、水浴加热、立式夹层单效蒸发设备。

直火水浴真空浓缩罐是平锅的发展，直火水浴真空浓缩罐的投产和推广，对增加乳品生产、提高产品质量、实现乳品生产的机械化有重要作用。

(一) 特 点

1. 和蒸汽加热罐相比，其特点：

- (1) 结构简单，容易制造；造价低，见效快。
- (2) 不用另设锅炉制造蒸汽，自体有直火水浴加热层。
- (3) 可利用牛粪、枝柴等多种燃料，节约煤炭。
- (4) 操作简单，短时间内工人就可以掌握基本操作技术。
- (5) 适用，对交通不便的社队更适用，可促进小型乳品厂的发展。

2. 和手工平锅相比，其特点：

(1) 手工平锅每平方米加热面积每小时蒸发量为5—7.5公斤，而直火水浴真空浓缩罐每平方米加热面积每小时蒸发量为35—45公斤，蒸发效率提高7倍左右。

(2) 可以提高产品质量。直火水浴真空浓缩罐温度比较稳定，低沸点蒸发和浓缩时间短，可减少牛奶蛋白质的破坏，提高乳粉溶解度，减少细菌感染机会，降低产品杂菌数。

(3) 能减轻工人劳动强度。用手工平锅蒸发，室温高，工人体力消耗大，而使用直火水浴真空浓缩罐，减少了部分笨重劳动，降低了室温，减轻了劳动强度。

(4) 按浓缩同等牛奶量计，直火水浴真空浓缩罐比平锅节约燃料30—50%左右，降低产品成本。

(5) 节约车间占地面积50—80%。

(二) 工作原理

直火水浴真空浓缩罐是利用水浴作热源的，由于直火对水浴夹层外部加热，夹层里面的水，各点温度不同，引起各点的比重(化工上称重度)发生差别，导致自然对流，向罐内传热，供给牛奶在蒸发时所需要的热量。热的传递速度决定于牛奶和水浴之间的温差，温差愈大，在单位时间内水浴加热面积所传递热量愈大。因此，必须加快热的传递速度，促使牛奶在罐内迅速蒸发。

怎样才能使牛奶与水浴间的温差增大呢？我们知道，牛奶的沸点与气压成正比，即气压低，沸点低。牛奶在常压下的沸点(指海平面)为 100.5°C ，与水的沸点相近，当减压至真空度 610.81 毫米汞柱时，牛奶的沸点为 60°C ，这时如水浴不减压，牛奶与水浴之间温差就增大了。直火水浴真空浓缩罐就是根据这个道理，利用水泵和水力喷射器降低罐内气压，以至形成真空，使牛奶在罐内保持低沸点蒸发，从而加速蒸发过程的。

(三) 结构、安装和操作

1. 结构

直火水浴真空浓缩罐由三个部分组成：罐体部分；加热部分；真空冷凝部分(见图1)。

(1) 罐体部分

参看插页。罐体全部用3毫米厚的不锈钢板制成，高

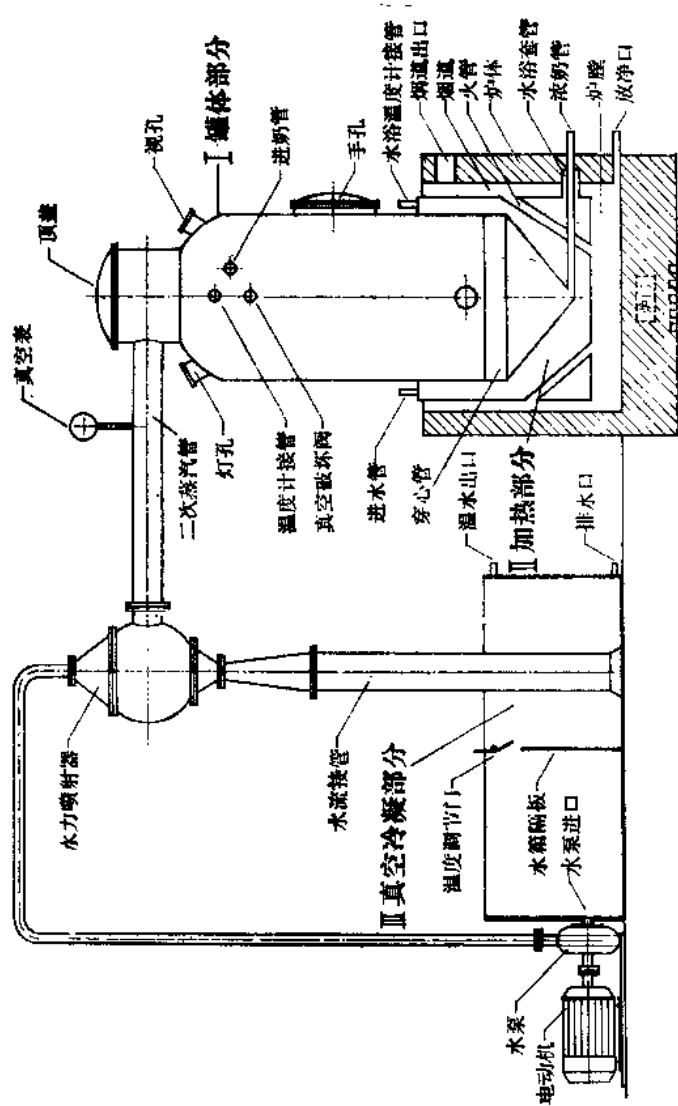


图1 直火水浴真空浓缩示意图

1877毫米，直径600毫米，底部呈圆锥形。罐体位于水浴加热箱的中央，四周距水浴箱壁100毫米，两壁间形成了夹层（又称水浴层）。罐体有如下几部分组成。

顶盖：位于罐体的顶部，圆柱形，侧面开孔，接大口径二次蒸汽管（吸真空管），通向水力喷射器。

灯孔和视孔：位于罐体上部两侧与罐中心线成30度夹角。灯孔主要用于向罐内照射光线；视孔主要用于观察牛奶在罐体内的液位、浓度、色泽等。

雾沫分离器：又称捕汁板，直径350毫米，在罐体的内部，位于灯孔和视孔之间。主要用于回收二次蒸汽夹带的牛奶微粒，以防牛奶损失过多。

真空表：位于二次蒸汽管上面，用来观察真空度的大小。

温度计接管：位于罐体上中部，直径 $1/2$ "，用于安装温度计，以便观测罐内牛奶的温度。

进奶管：牛奶通过此管进入罐体内。此管位于温度计接管下部，与罐底平行，与罐壁成切线方向，以便牛奶在罐内壁大面积散开，迅速蒸发。

浓奶管：位于罐体的底部一侧。当牛奶液浓缩到浓度为42%时，由此放出。为防止液奶焦化，在火道上设有水浴套管，套管与水浴夹层相连接。

穿心管：直径100毫米，位于罐体内下部，成十字形，与水浴层相连通，主要用于增大加热面积。

真空破坏阀接管：位于浓缩罐体上部一侧，用直径 $1/2$ "管焊在罐体上面，用于安装真空破坏阀。为了简便起见，也可用胶塞把管口堵上，当浓缩完毕或在工作中突然反水时，

打开阀门，或将胶塞拔掉使空气进入罐内。

手孔：位于罐体中部，直径330毫米。此孔主要为便于洗刷罐体内部而设置。

（2）加热部分

这是浓缩罐的热源部分，供给牛奶在浓缩时所需要的全部热量。

①水浴加热部分

进水管：位于水浴箱上部，直径2"，在生产前通过此管向水浴箱里注水。

水浴箱温度计接管：位于水浴箱上部一侧，用于安装温度表，以便测定水浴温度。对于密封水浴夹层，也可在此处安装压力表。

火管：共三根，直径为4"，斜穿于水浴箱底部和侧面，用以增大直火加热面积，迅速提高水浴温度。

放净口：位于水浴箱底部的一侧，用于将夹层里面的水放出或放净。

②直火加热部分：主要是对水浴夹层加热。

烟道及烟道出口：为了合理利用热量，增大受热面积，烟道最好用砖砌成螺旋形，使火沿水浴外层旋转上升，由烟道口排出。水浴箱底部、外壁及火管，一定要受热均匀，否则在浓缩时热量供应不上去。

炉膛：位于水浴箱下面，炉膛的大小，要根据燃料种类来定。如果烧柴草、粪类，炉膛要大一些；如果烧煤，又鼓风，炉膛要小一些。炉栅和水浴层底部之间距离一般为300毫米。

③真空冷凝部分：在浓罐罐工作时借真空的作用，将罐

中二次蒸汽（罐中奶液经蒸发而生成的蒸汽）迅速排出，使罐内牛奶保持低沸点状态。

水力喷射器：参看图2。高800毫米，最大直径部分40毫米，由水流分配室、喷嘴、隔板、汽水混合室、扩散管等部分组成。冷水经过水泵以3公斤/厘米²以上的压力打入水流分配室，以每秒55米的流速通过喷嘴。由于表面摩擦力的作用，将二次蒸汽带入汽水混合室，迅速冷凝。真空在677毫米汞柱时，一公斤蒸汽体积为12.02米³，而一公斤水的体积为0.001米³，蒸汽变成冷凝水，体积缩小为原来的一万二千分之一。所得冷凝水的流速，较原来水流经过喷嘴时的流速为小。当水流经过扩散管后，速度逐渐降低，即动能逐渐转变为静能。通过水流接管流入水箱。在水泵不断的工作下，浓缩罐内就形成了真空。

水泵：用普通离心泵，型号2BA-6A或3B-33，扬程30米以上，流量每小时20米³以上。水泵扬程愈大，水流压力愈大，经过水力喷射器的喷嘴流速愈快，产生真空度则愈高。如果没有2BA-6A或3B-33两种型号水泵，也可用其它高扬程水泵代替。

水箱：一般用3毫米厚的普通钢板制成，长2000毫米，宽1000毫米，高1000毫米。在水箱中间有一个隔板，它使水箱形成两个盛水室。在隔板上中部有一个120×100毫米长方形水温调节门，用来调节水箱里面的水的温度。在水箱一端底部设有水泵进口，另一端底部和上部分别设有排水口、温水出口。

2. 安装

根据所用燃料的种类，先砌好炉膛。炉膛的直径应比水

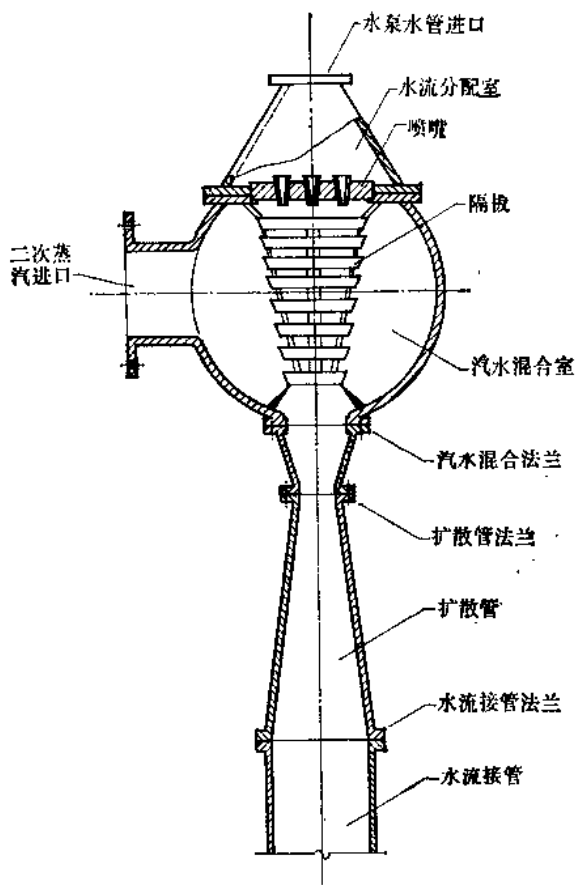


图2 水力喷射器结构图

浴箱的直径小30—40毫米,并在上侧面留出烟道出口,一般为150×200毫米。为了经久耐用,炉膛内抹上一层耐火土或粘土,然后将水浴箱安放在炉墙上。接着开始砌螺旋形逐步上

升的火道，砌到烟囱口为止。螺旋形火道一般为 250×100 毫米。为防止透气，边砌边用泥抹火道。最后在炉墙外部抹上一层白灰。如果是用煤作燃料，并鼓风，则应先砌鼓风口，然后再砌炉膛。

浓缩罐二次蒸汽管和水力喷射器的进气口相接。水力喷射器一般垂直地固定在铁架子上。水力喷射器顶部进水口和水泵出水口用 $1\frac{1}{2}$ "钢管相连。水力喷射器扩散管底部和水流接管相连接。水流接管位于水箱右侧盛水池的中央（见图1），并用钢筋支架支撑在水箱底上，出水口离水箱底100毫米左右。水箱左侧下部和水泵进水口相连接。这些连接点，如果用法兰连接，必须涂抹铅油，加石棉垫，用螺丝紧固，不得漏气。对于丝扣连接口，应涂抹铅油，绕上麻线，将丝扣上紧，不能漏气。

对罐体和水浴箱上面的附件，如阀门、真空表、温度计、进奶管等所用的法兰和丝扣，都应分别涂铅油、加垫、绕麻线，不能漏气。

3. 操作

直火水浴真空浓缩罐的正确操作是非常重要的。操作熟练，不但能提高产品质量，而且能安全生产。如果操作失误，就会影响产品质量，甚至损坏设备，给国家造成损失。现将操作要点介绍如下，供参考。

（1）操作前的准备

①用清水将罐体内部冲洗一次，然后把顶盖、手孔的胶垫压紧，关闭罐上的一切阀门及旋塞，准备进行真空试验。

②水箱内加满冷水。向水浴夹层里面注水，注水量为夹层高度的 $\frac{4}{5}$ ，并封闭进水口。

③检查水泵和电动机的连接是否吻合，检查完毕后，合闸开动水泵，进行真空试验。待真空度达到640毫米汞柱左右时，开始升火。如果真空度达不到要求，说明浓缩罐漏气，应打开手孔、顶盖等部分，重新进行调整，直至真空度达到要求时为止。

④对牛奶进行80℃以上杀菌，然后放进保温缸待浓缩。

⑤对于带有自体蒸汽消毒的浓缩罐，夹层气压达到0.1—0.3公斤/厘米²时，先打开真空破坏阀，然后打开蒸汽消毒阀门，放进蒸汽，对罐内进行85℃以上蒸汽消毒。无自体蒸汽消毒的浓缩罐，在进行真空试验后升火，使罐内温度达60℃以上，也能达到消毒的目的。

（2）浓缩罐的操作

①当罐内真空度达到630毫米汞柱以下时，打开进奶管旋塞，使牛奶慢慢地进入罐内，边进入边蒸发。真空度维持在600毫米汞柱左右，水浴温度保持在80—98℃之间。牛奶即在罐内沸腾。如果发现真空度过大时，可加大火力使水浴温度增高，进行调整真空。

②牛奶进料量超过水浴层上部时，可加大火力，进行鼓风，使水浴夹层产生蒸汽，其压力达0.1—0.3公斤/厘米²，这样就可加快浓缩速度。

③在浓缩过程中，罐内正常温度保持在55—60℃之间。水箱水温保持在25—35℃之间。

④在浓缩罐进料过程中，应经常观察保温缸中的牛奶量。当牛奶液面距离缸底部50毫米左右时，立即关闭进奶管旋塞，以防吸空。

⑤牛奶向罐内进料完毕后，经十几分钟的蒸发，如果牛

奶在罐内跳动速度缓慢，表示浓缩将要达到最后阶段。这时若浓奶温度低于60℃，可打开水箱水温调节门，使水温增高到40℃左右，真空度下降到570—550毫米汞柱之间，即可将罐内浓奶温度增高到60℃左右。炉膛内逐步降温，直至压火。

⑥浓缩到浓奶比重为1.1—1.15之间(固体物含40%)时，即为终点。打开真空破坏阀，使真空表归零，关闭水泵。

检查和判断浓奶浓度的办法：

一是用比重计检查。浓奶的温度和比重成反比关系，以20℃为准每增减一度，比重校正 ± 0.00026 。假定浓奶在55℃时，比重为1.1109，其校正数为 $(55-20) \times 0.00026 = 0.0091$ ，浓奶的实际比重为 $1.1109 + 0.0091 = 1.12$

另一种是凭经验来判断。根据进奶量的多少和浓缩时温度的高低来判断：一般进奶量为146公斤时，浓缩时间为一小时，如果在蒸发过程中，夹层温度控制高一些，或进奶少一些，则浓缩时间不足一小时；相反若夹层温度控制低一些，或进奶多一些，浓缩时间长于一小时。根据牛奶在罐内的情况来判断：牛奶在罐内跳动速度缓慢，浓奶雾滴跳到窥视镜上透光度减少，同时雾滴向下流动缓慢，泡沫很少或已经没有泡沫，色泽增浓，淡黄色加深，说明浓度已达到要求。

⑦浓缩完毕，把浓奶放进保温缸内待喷雾。并立即洗刷浓缩罐，洗刷方法详见下节。

(四) 浓缩后浓缩罐的洗刷

为了延长浓缩罐使用寿命、保证产品质量和罐的蒸发效率，浓缩罐使用完毕后必须立即洗刷。如果不立即洗刷，在

罐内会留下部分残乳，累积起来就形成乳垢，成为细菌繁殖的场所，影响产品质量。另一方面乳垢在罐内的时间长了，就变成乳结石，不但影响罐的蒸发效率，而且也很难去掉。去掉乳结石，必须根据罐体的金属种类来选用洗涤剂。选用的洗液应既能彻底清除乳垢和乳结石，同时又对罐体没有腐蚀性，能保证罐体的光滑度。

1. 洗涤剂的种类

直火水浴真空浓缩罐大部分都是用手工洗刷。较常用的洗涤剂有如下几种：

(1) 碳酸钠(Na_2CO_3) 60份

碳酸氢钠(NaHCO_3) 40份

加水配成0.5%溶液

(2) 碳酸钠、碳酸氢钠 80份

聚偏磷酸(HPO_3)_n 5份

润湿剂(烷基芳基磺酸盐) 15份

加水配成0.5%溶液

此类洗液无杀菌性能，具有溶解脂肪的特性，并具有高度的分散性和浸软性。能溶解乳结石，但对蛋白质的溶解能力较弱。对皮肤、铝、锌有较弱的破坏作用。

(3) 纯碱(Na_2CO_3)和磷酸三钠(Na_3PO_4) 2:1 或 1:1混合，加水配成0.5%水溶液。能使乳结石松软。

(4) 将30—50%火碱(NaOH)与纯碱(Na_2CO_3)配制成10%的混合液， $\text{pH} = 12.6$ 。此类溶液对铜、锌、铁、铝及搪瓷有严重腐蚀性，但对不锈钢、白铜、镍铬合金无腐蚀作用。对乳结石较牢的罐加热使用效果较好。此种洗液因有较强的腐蚀性，一般情况下不用。如必须使用，洗刷时一定要