

# 啤酒生产三维虚拟仿真培训 实训系统操作说明书



北京欧倍尔软件技术开发有限公司

2016年11月

# 目 录

一、啤酒小知识.....	1
1.1 啤酒的来历和发展.....	1
1.2 “液体面包”.....	1
1.3 啤酒的种类.....	2
1.4 酿造原材料.....	2
1.4.1 主要原料.....	2
1.4.2 辅助原料.....	4
二、生产工艺流程.....	4
2.1 制麦工序.....	5
2.2 糖化工序.....	5
2.2.1 糊化.....	5
2.2.2 糖化.....	5
2.2.3 过滤.....	6
2.2.4 煮沸.....	6
2.2.5 凝固物分离、麦汁冷却.....	7
2.2.6 麦汁充氧.....	8
2.3 发酵工序.....	9
2.4 CIP 清洗.....	9
三、设备一览表.....	10
四、主要操作条件及工艺指标.....	10
五、 操作规程.....	12
5.1 正常生产.....	12
5.1.1 糊化.....	12
5.1.2 糖化.....	13
5.1.3 煮杀菌水.....	13
5.1.4 过滤.....	14
5.1.5 洗槽.....	14
5.1.6 麦汁煮沸.....	15
5.1.7 麦汁旋沉.....	15

5.1.8 啤酒发酵.....	15
5.2 糖化设备清洗.....	17
六、 操作界面.....	18
6.1 基本操作.....	18
6.2 操作模式.....	20
6.2 界面介绍.....	20



## 一、啤酒小知识

### 1.1 啤酒的来历和发展

啤酒是人类最古老的酒精饮料之一，是水和茶之后世界上消耗量排名第三的饮料。啤酒于二十世纪初传入中国，属外来酒种。啤酒是根据英语 Beer 译成中文“啤”，称其为“啤酒”，沿用至今。全世界啤酒年产量已居各种酒类之首。

啤酒以大麦芽、酒花、水为主要原料，经酵母发酵作用酿制而成的富含二氧化碳的低酒精度酒，被称为“液体面包”，是一种低浓度酒精饮料。啤酒乙醇含量最少，喝啤酒不但不易醉人伤人、少量饮用反而对身体健康有益处。现在国际上的啤酒大部分均添加辅助原料。

有的国家规定辅助原料的用量总计不超过麦芽用量的 50%。在德国，除出口啤酒外，德国国内销售啤酒一概不使用辅助原料。在 2009 年，亚洲的啤酒产量约 5867 万千升，首次超越欧洲，成为全球最大的啤酒生产地。

啤酒的起源与谷物的起源密切相关，人类使用谷物制造酒类饮料已有 8000 多年的历史。已知最古老的酒类文献，是公元前 6000 年左右巴比伦人用黏土板雕刻的献祭用啤酒制作法。公元前 4000 年美索不达米亚地区已有用大麦、小麦、蜂蜜制作的 16 种啤酒。公元前 3000 年起开始使用苦味剂。公元前 18 世纪，古巴比伦国王汉穆拉比颁布的法典中，已有关于啤酒的详细记载。

公元前 1300 年左右，埃及的啤酒作为国家管理下的优秀产业得到高度发展。拿破仑的埃及远征军在埃及发现的罗塞塔石碑上的象形文字表明，在公元前 196 年左右当地已盛行啤酒宴会。啤酒的酿造技术是由埃及通过希腊传到西欧的。酵母纯粹培养法、冷冻机的发明，使啤酒酿造科学得到飞跃的进步，实现了啤酒的工业化大生产。19 世纪末，啤酒输入中国。1900 年俄国人在哈尔滨市首先建立了乌卢布列希夫斯基啤酒厂；1901 年俄国人和德国人联合建立了哈盖迈耶尔-柳切尔曼啤酒厂；1903 年捷克人在哈尔滨建立了东巴伐利亚啤酒厂；1903 年德国人和英国人合营在青岛建立了英德啤酒公司（青岛啤酒厂前身）；中国人最早自建的啤酒厂是 1904 年在哈尔滨建立的东北三省啤酒厂，其次是 1914 年建立的五洲啤酒汽水厂，1915 年建立的北京双合盛啤酒厂，1920 年建立的山东烟台醴泉啤酒厂（烟台啤酒厂前身），1935 年建立的广州五羊啤酒厂（广州啤酒厂前身）。当时中国的啤酒业发展缓慢，分布不广，产量不大。至 1949 年，中国啤酒工业发展较快，并逐步摆脱了原料依赖进口的落后状态。于 1954 年开始进入国际市场。

### 1.2 “液体面包”

啤酒是一种含有碳水化合物、蛋白质、维生素、矿物质等平衡性良好的营养十分丰富的低酒精度的饮品，素有“液体面包”的美称。科学研究表明，啤酒中含有人体所需的 17 种氨基酸，其中有 8 种不是人体所能合成的，含有 12 种维生素（尤以 B 族维生素最突出）以及矿物质。啤酒具有较高的热量，1L 啤酒的热量可达 1779KJ。因此，早在 1972 年 7 月墨西哥召开的第 9 届世界

地址：北京市海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 4 层 423 邮编：100193 1

E-mail: bjoberj@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

营养食品会议上，啤酒就被正式推荐为营养食品。

啤酒花含有单宁、维生素、酒花油、苦味素等，具有强心、健胃、利尿等功效；啤酒亦是夏季防暑降温解渴止汗的清凉饮料，据医学和饮料专家们研究，啤酒含有4%的酒精，能促进血液循环。但过度饮用冰冻啤酒伤脾胃，加重体内湿气，影响健康。

### 1.3 啤酒的种类

常见分类方式：

#### (1) 按原麦汁浓度划分

a. 低浓度啤酒 麦芽汁浓度在 $6^{\circ} \sim 8^{\circ}$ （巴林糖度计），酒精度为2%左右，夏季可做清凉饮料，缺点是稳定性差，保存时间较短。

b. 中浓度啤酒 麦芽汁浓度在 $10^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，以12度为普遍，酒精含量在3.5%左右，是我国啤酒生产的主要品种。

c. 高浓度啤酒 麦芽汁浓度在 $14^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，酒精含量为4%~5%。这种啤酒生产周期长，含固形物较多，稳定性好，适于贮存和长途运输。

#### (2) 按啤酒色泽划分

a. 淡色啤酒（黄啤酒）呈淡黄色，采用短麦芽做原料，酒花香气突出，口味清爽，是我国啤酒生产的大宗产品。

b. 浓色啤酒（黑啤酒）色泽呈深红褐色或黑褐色，是用高温烘烤的麦芽酿造的，含固形物较多，麦芽汁浓度大，发酵度较低，味醇厚，麦芽香气明显。

#### (3) 按啤酒杀菌处理情况划分

a. 生啤酒 不经巴氏灭菌或瞬时高温灭菌，而采用过滤等物理方法除菌，达到一定生物稳定性的啤酒。这类啤酒一般就地销售，保存时间不宜太长，在低温下一般为一周。原浆啤酒就是没有经过高温或低温处理、后期修饰的啤酒发酵原液，含有一定量的活性酵母呈现一定浊度，酒体泡沫极其丰富，香气浓郁，口味新鲜纯正，风味独特，是啤酒家族中名符其实的超级液体面包。

b. 熟啤酒 在瓶装或罐装后经过巴氏消毒，比较稳定的啤酒，保存时间较长，可达三个月左右。

### 1.4 酿造原材料

#### 1.4.1 主要原料

a. 水 俗称“水是啤酒的血液”。在啤酒中水占90%左右，酿造用水的质量好坏，直接影响到啤酒的质量与风味，啤酒酿造用水是指糖化用水和洗涤麦槽用水，这两部分水直接参与工艺反应，它是啤酒的主要成分，在麦汁制备以及发酵过程中，许多物理变化、酶反应、生物化学和生物学的变化都与水质直接有关，所以酿造用水是决定啤酒质量的重要因素之一。

啤酒厂用水按用途分为：酿造用水（去硬化）、酵母洗涤用水（杀菌）、冷却水、洗刷用水

(自来水)等。啤酒生产用水,以酿造用水(包括糖化用水、洗槽用水)最为重要,除应符合饮用水标准外,还要求碳酸盐硬度低,非碳酸盐硬度适当,可以控制糖化醪和麦汁的 pH 值,使其偏酸,利于麦芽中的各种酶促反应,提高麦汁质量。酵母洗涤用水需达到无菌要求,稀释用水若含有杂菌,会直接进入啤酒中,因此,这两部分水必须进行沙滤棒过滤、加氯杀菌、臭氧杀菌、紫外线杀菌等除菌处理。

b. 麦芽 大麦芽是酿造啤酒的主要原料,麦芽的成分和质量直接影响啤酒的风味和质量,故称麦芽为“啤酒的骨架”。适于啤酒酿造用的大麦为二棱或六棱大麦。啤酒用大麦的品质要求为:壳皮成分少,淀粉含量高,蛋白质含量适中(9~12%);淡黄色,有光泽;水分含量低于 13%;发芽率在 95%以上。大麦中含有一定量蛋白质,可以提供酵母营养,使啤酒口感醇厚、圆润,丰富啤酒泡沫,使啤酒早期混浊。另外,为了得到干净、一致的优良麦芽,制麦前大麦需先经风选或筛选除杂,永磁筒去铁,比重石除石机除石,精选机分级。

如今啤酒种类日趋多样化,许多产品以其特有的泡沫、色度、香味、口味以及丰满性在市场上占有特殊地位。这意味着要生产不同的啤酒,就应添加一些特别的麦芽,以突出该产品的典型特征,这些麦芽被称为特种麦芽。特种麦芽能赋予啤酒以特殊的性质,影响到啤酒的生产过程、色香味及其稳定性,一般分为小麦麦芽、焦香麦芽和黑麦芽等。小麦芽一般色度不高,酶活力较强,主要用来调节麦汁的性质,一般只掺用 5%-10%,以提高啤酒的醇厚性和泡沫性能。焦香麦芽酶活力很微弱或没有,并有浅色和深色之分,色度在 40~140EBC 之间,多用于制造中等浓色啤酒,能增进啤酒的醇厚性,给予一种焦糖和麦芽香味,并有利于改善啤酒的酒体、泡沫性和非生物稳定性,在上面啤酒及下面啤酒中应用均很普遍。使用量一般为啤酒原料的 3%~15%。黑麦芽多用于酿造深、浓色啤酒和黑啤酒,以增加啤酒色度和焦苦味,使用量一般为啤酒原料的 5%~15%。

麦芽制造主要有三大步骤:浸麦、发芽、干燥,流程如下:

大麦必须通过发芽过程将内含的难溶性淀粉料转变为用于酿造工序的可溶性糖类。大麦在收获后先贮存 2-3 月,才能进入麦芽车间开始制造麦芽。

制麦的主要过程为:大麦进入浸麦槽洗麦、吸水后,进入发芽箱发芽,成为绿麦芽。绿麦芽进入干燥塔/炉烘干,经除根机去根,制成成品麦芽。从大麦到制成麦芽需要 10 天左右时间。

c. 酒花 学名蛇麻,又称忽布,《本草纲目》上称“蛇麻花”,有雌花和雄花之分,啤酒酿造通用雌花。酒花的作用主要是赋予啤酒爽口的苦味和愉快的香味;增加啤酒的泡持性;增加麦汁和啤酒的防腐能力;酒花与麦汁共同煮沸,能促进蛋白质凝固,有利于麦汁的澄清,有利于啤酒的非生物稳定性。

在酒花的化学组成中,对啤酒酿造具有重要意义的三大主要成分是酒花树脂、酒花油和多酚物质。酒花树脂是苦味的主要来源;酒花油是啤酒酒花香味的来源;多酚物质能与蛋白质形

成复合物，促进蛋白质凝固，在啤酒中形成黑色物质，增加啤酒的色泽，低分子多酚能赋予啤酒一定的醇厚性。

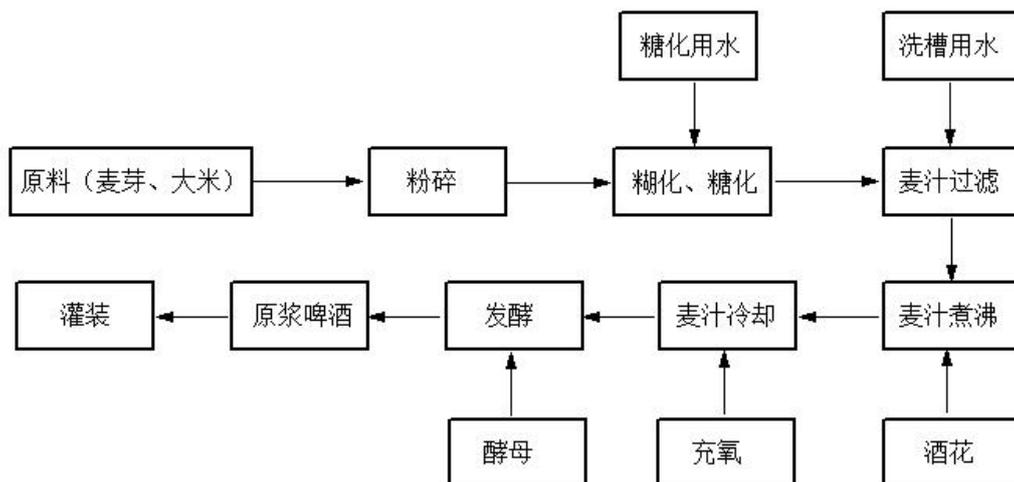
d. 啤酒酵母 酵母是用以进行啤酒发酵的微生物。酵母的种类和质量不同将影响酵母的发酵和成品啤酒的质量。酵母营养丰富，蛋白质含量达 50%，酵母多糖达 25%-30%，还含有丰富的维生素和矿物质。啤酒酵母不仅含有丰富的营养和提高人体免疫力之功能，而且还具有增香、增鲜、调味之功效。

### 1.4.2 辅助原料

为了降低啤酒的蛋白质含量，延长啤酒的保质期，改善啤酒的风味以及降低生产成本，啤酒厂经常掺入部分未发芽的大米或其他谷类代替麦芽作为辅助原料，也有用淀粉或各种糖类，如蔗糖等。

- a. 大米 淀粉含量高，浸出率也高，含油质较少。但大米淀粉的糊化温度比玉米高。以大米为辅助原料酿造的啤酒色泽浅，口味清爽。大米是中国用量最多的辅助原料。
- b. 小麦芽 一般色度不高，酶活力较强，主要用来调节麦汁的性质，一般只掺用 5%-10%，以提高啤酒的醇厚性和泡沫性能。
- c. 玉米 淀粉的性质与大麦淀粉大致相同。但玉米胚芽含油质较多，影响啤酒的泡持性和风味。除去胚芽，就能除去大部分的玉米油。脱胚玉米的脂肪含量不应超过 1%。以玉米为辅助原料酿造的啤酒，口味醇厚。玉米为国际上用量最多的辅助原料。

## 二、生产工艺流程



本软件对生产原浆啤酒的糖化工序和发酵工序进行模拟，并介绍制麦工序。具体描述：

糊化锅中加入 55kg 工艺水，加热至 30℃；将已粉碎好的原料（麦芽 2Kg、大米 10Kg）加入糊化锅中，在温度为 70℃ 的条件下使α-淀粉酶充分作用，时间为 20min；然后在 100℃ 的条件下

使淀粉充分糊化，提高浸出率，同时提供混合糖化醪升温所需的热量，时间为 40min。

在糖化锅中加入 77kg 工艺水，加热至 37℃；将已粉碎好的原料（麦芽 31Kg）加入糖化锅中，在温度为 50℃ 的条件下使羧肽酶充分作用，形成低分子含氮物质；然后将糊化锅醪液加入糖化锅中，并在 65℃ 下保持 70min，充分反应生成麦芽糖；之后升温至 78℃。

糖化锅醪液经过滤槽去除麦糟后，倒入煮沸锅加热煮沸，醪液的沸点为 105℃，通过煮沸可以适当控制麦汁浓度；并能破坏酶的活性，终止生物化学反应；使蛋白质变性凝固；使酒花中的有效成分充分溶出。

煮沸过程的凝固的蛋白质在旋沉槽中沉淀除去；然后倒入发酵罐中进行发酵。

## 2.1 制麦工序

麦芽制造主要有三大步骤：浸麦、发芽、干燥。

大麦必须通过发芽过程将内含的难溶性淀粉转变为用于酿造工序的可溶性糖类。大麦在收获后先贮存 2-3 月，才能进入麦芽车间开始制造麦芽。

制麦的主要过程为：大麦进入浸麦槽洗麦、吸水后，进入发芽箱发芽，成为绿麦芽。绿麦芽进入干燥塔/炉烘干，经除根机去根，制成成品麦芽。从大麦到制成麦芽需要 10 天左右时间。

麦芽在糊化、糖化前先被粉碎，粉碎是一种纯机械加工过程，可以增大比表面积，使内含物与介质水和生物催化剂酶接触面积增大，加速物料内含物的溶解和分解。粉碎过程中必须保护麦皮，因为麦皮将作为过滤槽中的过滤介质。

## 2.2 糖化工序

糖化是麦芽内含物在酶的作用下继续溶解和分解的过程。糖化工艺包括糊化、糖化、糖化醪的过滤、麦汁的煮沸、沉淀、冷却、充氧等过程。

### 2.2.1 糊化

糊化，主要是指淀粉颗粒在加热情况下结晶胶束区弱的氢键被破坏，结晶区消失，大部分直链淀粉溶解于热水中，溶液黏度增加，淀粉颗粒破坏，双折现象消失。糊化操作是将大米和部分麦芽粉碎、精选，投入糊化锅内，与温水混合，利用麦芽中的  $\alpha$ -淀粉酶将大米内的淀粉糊化、液化，降低糊醪粘度，防止淀粉粘锅，加速糊化过程，糊化锅外形为椭圆柱体，桶身与顶风头装有夹套，以便于通蒸汽加热，顶风头上有加料，加水管口，另有拉门，中部有排气烟筒，以便二次蒸汽排出，底部装有搅拌器，可使固液料均匀混合。啤酒厂辅料的糊化、液化常在低温下进行，一般在辅料中加入 15%-20% 的麦芽粉或淀粉酶，降低糊化温度，缩短糊化、液化时间，糊化、液化同时进行。

### 2.2.2 糖化

糖化：将煮沸后的糊化醪泵入糖化锅内进行糖化反应，原料及辅料粉碎物与水混合后的混合液称为“醪”（液），糖化后的醪液称为“糖化醪”，溶解于水的各种干物质（溶质）称为“浸出物”。浸出物由可发酵性和不可发酵性物质两部分组成，糖化过程应尽可能多地将麦芽干物质浸出来，

地址：北京市海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 4 层 423 邮编：100193

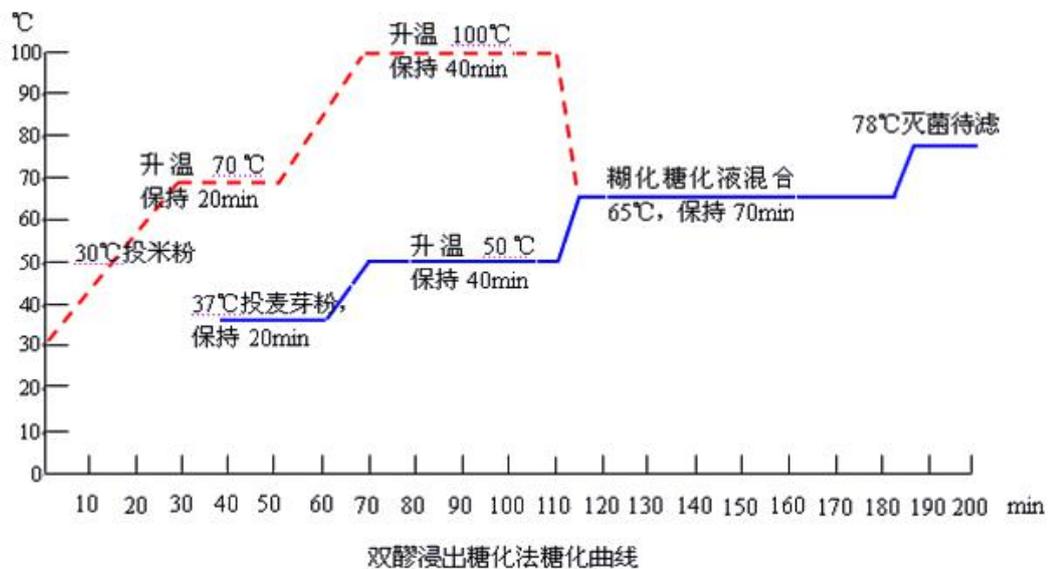
5

E-mail: bjoberj@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

并在酶的作用下进行适度的分解。

糖化锅的结构与糊化锅的相似，仅体积较大而已，糖化过程要注意各阶段的温度和时间，使麦芽中的各种酶协同作用，将淀粉糊化成麦芽糖和低分子糊精等糖类，使糖和非糖类物质形成一定的比例，并利用麦芽内的蛋白酶将原料中蛋白质适度分解产生中低分子肽和氨基酸，使制成的麦汁作为适合酵母发酵的氮源，这对成品啤酒产生泡沫有良好的作用。

根据是否分出部分糖化醪进行蒸煮来分，将糖化方法分为煮出糖化法和浸出糖化法；使用辅助原料时，要将辅助原料配成醪液，与麦芽醪一起糖化，称为双醪糖化法，按双醪混合后是否分出部分浓醪进行蒸煮又分为双醪煮出糖化法和双醪浸出糖化法。煮出糖化法：在麦芽醪的浸出和酶分解过程中，通过分出部分醪液的煮沸的煮沸、并醪，使醪液逐步升温至糖化终止温度的方法。浸出糖化法：麦芽醪浸出和酶分解过程中，只利用加热和冷却改变醪液的温度进行糖化，麦芽醪未经煮沸。



注意：各种酶都有各自的最适作用 pH 范围，要使糖化醪 pH 适合或接近主要酶类的最适 pH。如 $\alpha$ -淀粉酶、 $\beta$ -淀粉酶、蔗糖酶、R-酶、内肽酶、羧肽酶等，最适作用 pH 都在 5.2~5.6。

### 2.2.3 过滤

糖化完毕后，将糖化醪泵入过滤槽内进行澄清过滤，过滤槽内装有筛板，过滤得到的滤液清亮透明（即为麦汁），剩余的固体部分称为“麦糟”，这是啤酒厂的主要副产物之一；液体部分为麦汁，是啤酒酵母发酵的基质。糖化醪过滤是以大麦皮壳为自然滤层，采用重力过滤器或加压过滤器将麦汁分离。分离麦汁的过程分两步：第一步是将糖化醪中的麦汁分离，这部分麦汁称为“第一麦汁”；第二步是将残留在麦糟中的麦汁用热水洗出，洗出的麦汁称为“洗糟麦汁”或“第二麦汁”。

### 2.2.4 煮沸

过滤后的麦汁，加上洗糟后的淡麦汁，浓度低于规定的工艺指标，所以要煮沸一定时间，将

多余的水分蒸发掉，煮沸还可以起到消毒灭菌作用，并可促进蛋白质凝固、析出，增加啤酒的稳定性。煮沸时添加酒花，可增加麦汁的香气，苦味和防腐能力。

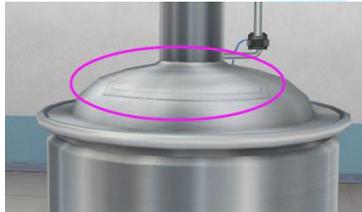
煮沸过程中添加酒花要点：

a. 酒花添加量：酒花添加量有两种计算方法，第一种是按每百升麦汁或啤酒添加酒花的质量计，第二种是按每百升麦汁添加酒花中 $\alpha$ -酸的质量计。

b. 添加酒花时考虑的因素：防止麦汁初沸时泡沫溢出； $\alpha$ -酸有充分的异构化时间；多酚物质与蛋白质要有足够的接触时间；尽可能多的保留酒花香物质。

c. 酒花添加时间：一般分三次添加酒花，以煮沸时间 90min 为例，第一次在煮沸 10min 时添加苦型酒花，添加量为酒花总量的 19%左右，作用是消除煮沸物泡沫；第二次在煮沸后 40min 时添加苦型酒花，添加量为总量的 43%左右，作用是萃取  $\alpha$ -酸，并促进异构；第三次在煮沸结束前 10min 添加香型酒花，添加量为总量的 38%左右，作用是萃取酒花油，增加酒花香。

d. 酒花添加方式：直接从投料口加入。投料口位置如下图：



## 2.2.5 凝固物分离、麦汁冷却

凝固物是在麦汁煮沸过程中由于蛋白质变性凝固和多酚物质不断氧化聚合而形成的，根据析出的温度不同分为热凝固物和冷凝固物。

### 2.2.5.1 热凝固物

在比较高的温度下凝固析出的凝固物称为热凝固物，这种凝固物主要是在麦汁煮沸时产生，在麦汁冷却至 60℃ 以上的过程中也有生成。

热凝固物的生成量受很多因素影响：麦芽含氮量高，特别是高分子氮含量高，热凝固物多；麦芽溶解越充分，蛋白质溶解越多，热凝固物析出就越多；麦汁越浓，热凝固物越多；麦芽焙焦温度高、糖化投料温度低、煮醪量多，已有部分蛋白质凝固，麦汁过滤时被分离出去，麦汁煮沸时热凝固物减少；麦汁煮沸时间、麦汁 pH、麦汁澄清剂和酒花的添加以及酒花中多酚含量等，都影响热凝固物的析出。

### 2.2.5.2 热凝固物的分离

发酵前必须除掉热凝固物，若带入发酵醪中，可能会黏附在酵母细胞表面，将影响酵母的正常发酵。另外，热凝固物对啤酒色度、泡沫性质、苦味和口味稳定性都有不良影响。分离热凝固物的方法很多，如沉淀槽分离、回旋沉淀槽分离、离心机分离、硅藻土过滤器分离等。目前绝大多数啤酒厂采用回旋沉淀槽分离热凝固物。生产中煮沸后的麦汁，迅速泵入漩涡沉淀槽，麦汁沿

切线进入槽内，在离心力的作用下，酒花粉末和蛋白质便沉淀到槽底。

**回旋沉淀槽分离原理** 用泵将煮沸后的热麦汁沿切线方向打入回旋沉淀槽，麦汁在槽内作减速回旋运动，同时液面形成凹形抛物面，中心形成一个倒锥形漩涡区。上部液体中的颗粒在重力和离心力的作用下向外下方移动，下部液体中的颗粒在向心力的作用下向中心移动，一旦到达漩涡区，颗粒就被迅速旋入底部，与麦汁分离，麦汁回旋运动自然减速静置后，颗粒在回旋沉淀槽底部中央形成丘状沉淀物，即热凝固物。

### 2.2.5.3 麦汁冷却

常用的麦汁冷却设备是薄板冷却器，分为两段冷却和一段冷却。

**两段冷却：**第一段冷却用自来水作冷却介质，将麦汁从 95℃ 左右冷却至 40~50℃，冷却水由不到 20℃ 被加热到 55℃ 左右；第二段冷却是用深度冷冻水作为冷却介质，麦汁被进一步冷却到发酵入罐温度 7℃ 左右，冷冻水从 -4℃~-3℃ 升温至 0℃ 左右。

### 2.2.5.4 凝固物及其分离

麦汁经缓慢冷却析出的无定形的细小颗粒，即为凝固物。凝固物从 80℃ 开始析出，随温度的降低，析出量增多。凝固物的组成主要是蛋白质与多酚的复合物，另外还黏附有碳水化合物、苦味物质和无机盐等。

麦汁凝固物的多少与很多因素有关：麦芽溶解的均匀程度、麦芽粉碎程度、煮沸过程中添加酒花、糖化方法。

在进入正式发酵之前应将凝固物分离，否则会黏附酵母细胞，造成发酵困难，增加啤酒过滤负荷，啤酒口味粗糙，啤酒泡沫性质及啤酒口味稳定性不好。分离凝固物常用方法有酵母繁殖槽沉降法和浮选法。

**酵母繁殖槽沉降法** 这种方法利用现有繁殖槽分离凝固物，无需添加其他设备，分离效率为 30%~40%，是我国啤酒生产常用的一种方法。

**浮选法** 向麦汁中通入无菌空气，并将空气打碎成细小的气泡，气泡缓慢地上升，凝固物吸附在气泡表面并随之一起上升到液体表面，再液面上形成一层泡盖，静置一段时间后，将下面澄清的麦汁与凝固物泡盖分离，这种方法称为浮选法。

## 2.2.6 麦汁充氧

酵母是兼性微生物，在有氧条件下生长繁殖，在无氧条件下进行酒精发酵。酵母进入发酵阶段之前，需要繁殖到一定的数量，这阶段是需氧的。因此，要将麦汁通风，使麦汁达到一定的溶解氧含量（7~10mg/L）。由于啤酒发酵是纯种培养，所以通入的空气应该先进行无菌处理，即空气过滤。

空气在麦汁中的溶解速度与其分散度有关，通常采用文丘里管充气。文丘里管是两端截面大，中间有缩节的管子。麦汁流过文丘里管时，由于截面减小而流速增大、压力降低，在缩节处流速

最大、压力最小。在缩节处通入无菌空气时，就会被吸入麦汁中，并以微小气泡形式均匀散布于高速流动的麦汁中。一般充氧要求为 7~8mg 氧/L 麦汁。

## 2.3 发酵工序

啤酒酵母的可发酵性糖和发酵顺序是：

葡萄糖 > 果糖 > 蔗糖 > 麦芽糖 > 麦芽三糖

酵母发酵糖类生成乙醇和 CO<sub>2</sub> 的总反应方程式如下：



冷却后的麦汁添加酵母送入发酵池或圆柱锥底发酵罐中进行发酵，用蛇管或夹套冷却并控制温度。进行下面发酵，发酵过程分为起泡期、高泡期、低泡期，一般发酵 5~10 日。发酵成的啤酒称为嫩啤酒，苦味羣，口味粗糙，CO<sub>2</sub> 含量低，不宜饮用。后发酵：为了使嫩啤酒后熟，将其送入贮酒罐中或继续在圆柱锥底发酵罐中冷却至 0℃ 左右，调节罐内压力，使 CO<sub>2</sub> 溶入啤酒中。贮酒期需 1~2 月，在此期间残存的酵母、冷凝固物等逐渐沉淀，啤酒逐渐澄清，CO<sub>2</sub> 在酒内饱和，口味醇和，适于饮用。

## 2.4 CIP 清洗

CIP 清洗即不分解设备，又可用简单操作方法安全自动的清洗系统，几乎被引进到所有食品、饮料及制药等工厂。CIP 设备组安装在一个单独的房间内，配置温度、浓度、液位等测量元件。CIP 清洗不仅能清洗设备，还能控制微生物。根据清洗对象污染性质和程度、构成材质、水质、所选清洗方法、成本和安全性等方面来选用洗涤剂。常用的洗涤剂有酸、碱洗涤剂和灭菌洗涤剂。

除发酵罐需要 4 步洗涤（水洗--火碱洗--水洗--双氧水洗）外，设备连续生产无需每次生产后进行 CIP 清洗，糖化设备 30 锅时清洗一次，其他设备连续生产达 100 锅时清洗一次。

一般清洗程序：

序号	工序	时间（秒）	温度（℃）
1	洗涤（酸前水洗涤）	180-300	常温-60℃
2	酸洗	1200	1%-2%溶液（电导率 40-60ms），60-80℃
3	中间洗涤（酸后水洗涤）	300-3000	常温-60℃
4	碱洗	300-3000	1%-2%溶液（电导率 130-160ms），60-80℃
5	碱后水	300-3000	常温-60℃
6	热水杀菌	600-1200	90℃ 以上

发酵罐四步洗涤：

序号	工序	时间（秒）	备注
1	水洗	900	发酵罐进料前，先用自来水间歇冲洗 15min
2	火碱洗	1200	排尽残留水后，用 45-50℃，浓度为 1-2% 的火碱溶液循环清洗 20min



3	水洗	300-3000	排尽残留碱液后，再用自来水间歇冲洗 15min
4	双氧水洗	300-3000	排尽残留水后，再用浓度 0.5%（电导率约为 12-15ms）的双氧水循环清洗 20min

### 三、设备一览表

序号	设备名称	设备位号	设备规格	备注
1	糊化锅	V101	100L	用于加热煮沸大米或其他辅料粉和部分麦芽粉醪液，使淀粉糊化和液化的设备。
2	糖化锅	V102	300L	用于麦芽粉淀粉及蛋白质的分解，并与已糊化的辅料醪混合，维持醪液在一定的温度，使醪液进行淀粉糖化，以制备麦汁。
3	过滤槽	F101	300L	用于过滤糖化后的麦醪，使麦汁与麦糟分开，得到清亮麦芽汁的设备。
4	煮沸锅	V103	300L	用于过滤后麦汁煮沸和加入酒花，使麦汁达到一定浓度的设备。
5	旋沉槽	F102	300L	用于煮沸后热凝固物的分离。
6	冷却器	E101	--	用于发酵醪液的冷却，使醪液达到合适的发酵温度。
7	发酵罐	1#-4#T101	300L	用于啤酒发酵和部分凝固物的沉淀分离，在啤酒酵母参与下将可发酵性糖和氨基酸等分解成酒精。
8	CIP 清洗设备	V105-V109	-----	用于糖化设备、发酵罐的清洗，保证设备干净卫生。

### 四、主要操作条件及工艺指标

指标	单位	推荐值	备注
糊化锅			

原料量	自来水	Kg	55	
	大米	Kg	10.00	
	麦芽	Kg	1.5 (大米量的15%)	
温度	温度 1	°C	30	加热到 30°C, 有利于淀粉酶的浸出
	温度 2	°C	70	加热到 70°C, 有利于 $\alpha$ -淀粉酶的作用
	温度 3	°C	100	辅料醪的煮沸称为预煮, 预煮可进一步使淀粉充分糊化, 提高浸出率, 同时提供混合糖化醪升温所需的热量
压力	加热套压力	MPa	<0.3	
反应时间	保持时间 1	min	20	保证短链糊精生成
	保持时间 2	min	40	使淀粉充分糊化
<b>糖化锅</b>				
原料量	自来水	Kg	77.00	
	麦芽	Kg	24.50	
温度	温度 1	°C	37	加热到 30°C, 有利于各种酶的浸出
	温度 2	°C	50	有利于羧肽酶的作用, 低分子含氮物质的形成。
	温度 3	°C	65	保证最高量的麦芽糖形成
	温度 4	°C	78	麦芽 $\alpha$ -淀粉酶和某些耐高温的酶的继续作用
压力	加热套压力	MPa	<0.3	
反应时间	保持时间 1	min	20	保证各种酶的充分浸出
	保持时间 2	min	40	保证含氮物质的充分转化
	保持时间 3	min	70	保证最高量的麦芽糖形成
<b>过滤槽</b>				
过滤时间	过滤时间	min	15-20	
<b>煮沸锅</b>				



温度	煮沸温度	℃	105	
压力	加热套压力	MPa	<0.3	
反应时间	保持时间 1	min	---	
<b>旋沉槽</b>				
反应时间	旋沉时间 1	min	30	
<b>发酵罐</b>				
原料量	酵母量	L	2	
	氧气量	mg/L	6~8	
温度	前发酵	℃	13	前发酵温度
	封罐	℃	18	封罐温度
	后发酵	℃	0	后发酵温度
压力	前发酵	MPa	0.03	前发酵压力
	封罐	MPa	0.14	封罐压力
	后发酵	MPa	0.14	后发酵压力
PH 值			4.0-4.4	

## 五、操作规程

### 5.1 正常生产

#### 5.1.1 糊化

- 1、设备检查：检查阀门、仪表及水、电、汽供应是否正常。
- 2、打开阀 VIIV101，在糊化锅内加工艺水，待料位升至 30%(即加工艺水 55Kg)后关闭阀 VIIV101，停止加水。
- 3、打开蒸汽阀 VI3V101，给糊化锅加热；待加热至 30℃，关闭蒸汽阀 VI3V101 停止加热，保温。
- 4、启动糊化锅搅拌（注：在料位低于 5%时启动搅拌，错）；点击“投麦芽大米粉”按钮，投入粉碎好的大米粉 10Kg 及麦芽粉 2Kg。
- 5、打开蒸汽阀 VI3V101，给糊化锅加热；待加热至 70℃，关闭蒸汽阀 VI3V101，保温 20min（仿真中缩短为 15s）。
- 6、开大蒸汽阀 VI3V101，给糊化锅升温至 100℃，关闭蒸汽阀 VI3V101，保温 40min，使醪

(lao) 液糊化。

操作注意事项:

- a. 糊化锅操作在大米醪液升温至 90-100℃时, 要调小蒸汽量, 防止溢锅。
- b. 溢锅的应急处理: 打开糊化锅工艺水阀 VI1V101, 加水降温; 并立即关闭蒸汽阀 VI3V101, 停止加热, 切记不得打开锅盖。
- c. 自投料开始至糊化结束, 搅拌一直开着, 防止糊锅。

### 5.1.2 糖化

- 1、设备检查: 检查阀门、仪表及水、电、汽供应是否正常。
- 2、打开阀 VI1V102, 在糖化锅内加水至料位 25% (即加工工艺水 77Kg), 关闭阀 VI1V102 停止加水。
- 3、打开蒸汽阀 VI3V102, 给糖化锅加热; 待加热至 37℃, 关闭阀 VI3V102 停止加热, 糖化锅处于保温状态。
- 4、启动搅拌; 点击“投加麦芽”按钮, 投入粉碎好的麦芽粉 31Kg。
- 5、搅拌均匀后停止搅拌, 于 37℃静置保温 20min。
- 6、20min 后, 糖化锅开搅拌, 打开蒸汽阀 VI3V102, 给糖化锅加热。
- 7、待加热至 50℃, 停止搅拌, 关闭蒸汽阀 VI3V102, 保温 40min, 进行蛋白分解。
- 8、40min 后蛋白分解结束, 启动糖化锅搅拌, 启动泵 P101 (先开泵前阀 VO3V101, 再启动泵, 然后打开泵后阀 VI4V102) 将糊化醪泵入糖化锅。待糊化锅 V101 醪液料位低于 5%后, 停止糊化锅搅拌。
- 9、糊化醪全部泵入糖化锅后, 立即打开阀 VI1V101, 用清水冲净糊化锅打入糖化锅 (冲洗过程中注意糖化锅料位高度, 不能高于 80%)。关闭 VI1V101, 停泵 P101(先关泵后阀 VI4V102, 停泵, 再关泵前阀 VO3V101)。
- 10、开大蒸汽阀 VI3V102, 混合液升温至 65℃, 停止糖化锅搅拌, 关蒸汽阀 VI3V102, 静置保温 70min (仿真中缩短为 15s), 进行糖化。
- 11、保温结束, 启动糖化搅拌, 开蒸汽阀 VI3V102 升温至 78℃, 关闭蒸汽阀 VI3V102, 停止搅拌, 静置 10min (仿真中缩短为 5s), 等待过滤。
- 12、糖化结束: 从取样口取样进行碘检, 具体方法: 用 0.02N 的碘液滴定醪液不变色即为反应完全; 呈棕黑 (红) 色或黑色即反应不完全, 需要延长糖化时间。

### 5.1.3 煮杀菌水

- 1、打开阀 VI2V101, 给糊化锅内加水至液位高度 30%后关闭阀 VI2V101; 打开蒸汽阀 VI3V101, 升温至 80℃后关闭蒸汽阀 VI3V101, 停止加热。

2、糊化锅热水对麦汁管路和换热器进行灭菌。糊化锅→排污阀（VO3V101、VO4V101）→排污管→泵 P103（开阀 VO2F102，启动泵 P103，开阀 VO1F102）→板式换热器出口→接软管（起泵前要将 4 个发酵罐底下 4 个三通阀切到排污位置，如图 ，然后将发酵罐底部排污口位置的软管换为长管，并插入到糊化锅投料口，通过右击 4#发酵罐底部软管实现）→糊化锅投料口，热水循环 20min，杀菌时稍开充氧阀 VI4T101，对充氧管同时杀菌。

3、循环结束后，停泵 P103（关阀 VO1F102，停泵，关前阀 VO2F102），待糊化锅 V101 内杀菌水排放完后，关闭阀 VO3V101、VO4V101，将软管换成短管。

### 5.1.4 过滤

1、铺底水：检查过滤板是否铺平压紧，并在进醪前，打开阀 VIIF101 通入 78℃ 热水，直至水位溢过滤板 0.5cm（即过滤槽料位达到 11% 后关闭 VIIF101），以此预热设备并排除管、筛底的空气。

2、进糖化醪：启动糖化搅拌，启动过滤耕槽机，打开泵 P101（开阀 VO4V102，启动泵 P101，开阀 VO2V102）将糖化醪液泵入过滤槽。待糖化锅 V102 醪液料位低于 5% 后，停止搅拌。注意：由于管路串通，进糖化醪时前要防止糊化锅内水进入过滤槽。

3、糖化醪全部泵入过滤槽后，立即微开阀 VIIV102，用清水冲净糖化锅打入过滤槽，然后关闭阀 VIIV102，停泵 P101（关阀 VO2V102，停泵 P101，关阀 VO4V102）。

4、泵醪结束，糖化醪均匀铺开，停止耕槽机，静置 15-20min（仿真中缩短为 10s），靠重力自然形成过滤层。

5、回流：静置结束后，打开过滤出料阀 VO1F101，启动泵 P102，缓慢打开回流阀 VI3F101，使麦汁在过滤槽内回流 5-10min（仿真中缩短为 5s），调节回流阀开度控制流量在 6-7m<sup>3</sup>/h。

6、待麦汁清亮后（仿真中认为回流 5s 后便清亮），慢慢关闭回流阀 VI3F101，同时打开煮沸锅进料阀 VO3F101，时刻观察麦汁清亮程度。

7、测头遍麦汁测糖度：过滤一段时间后，取样原麦汁。

A 热麦汁处理：从煮沸锅内取一测量筒麦汁，慢慢放入事先备好的自来水中，降温至 30℃ 以下，摇匀，放稳。

B 糖度测定：取量程未 0-20BX 的糖度表一只，将有水银包的一端慢慢插入，接近预计读数数值再松手，5min 后读取麦汁凹液面糖度表的数值。轻轻取糖度表，检查表上麦汁温度值，对应查出糖度修正值，获得原麦汁浓度值，糖度计要轻拿轻放，用后用清水冲洗干净，擦干，妥善保管。

### 5.1.5 洗槽

1、原麦汁过滤至刚漏出槽面时进行洗槽，开启耕槽机，依据原麦汁浓度估算洗槽水量，打

开阀 VIIIF101, 用 76~80℃ 热水 (洗槽水) 采用连续式洗槽, 同时收集"二滤麦汁", 若开始混浊, 需回流至澄清。加完水后, 关闭阀 VIIIF101, 停止耕槽机, 待形成新的滤层, 再重复过滤程序。

2、待混合麦汁浓度达到 9.0-9.5BX 时, 关闭阀 VO3F101, 停泵 P102, 打开泄液阀 VO2F101, 停止过滤, 排汁完后关闭阀 VO1F101 和 VO2F101。

3、打开过滤槽门排槽, 清洗过滤槽 (此步操作仿真中用右击场景中除槽门的形式来体现)。

### 5.1.6 麦汁煮沸

1、开大蒸汽阀 VI2V103, 开始煮麦汁。

2、加热至 105℃ 煮沸。麦汁煮沸 10min 时, 添加苦型酒花 0.091Kg, 添加量为酒花总量的 19% 左右。具体操作步骤: 右击煮沸锅投料口, 选择按钮 "第一次添加苦型酒花 (Kg)", 输入 0.091, 并点击赋值。

3、麦汁煮沸 40min 时, 添加苦型酒花 0.206Kg, 添加量为酒花总量的 43% 左右。具体操作步骤: 右击煮沸锅投料口, 选择按钮 "第二次添加苦型酒花 (Kg)", 输入 0.206, 并点击赋值。

4、麦汁煮沸结束前 10min, 添加香型酒花 0.182Kg, 添加量为酒花总量的 38% 左右。具体操作步骤: 右击煮沸锅投料口, 选择按钮 "第三次添加香型酒花 (Kg)", 输入 0.182, 并点击赋值。

5、测麦汁浓度: 待糖度值达到 9.5-10.5BX 左右, 关闭蒸汽阀 VI2V103, 煮沸结束。

### 5.1.7 麦汁旋沉

1、检查旋沉槽内卫生是否合格。

2、打开煮沸锅出料阀 VO1V103, 启动泵 P103, 打开旋沉槽切线打入阀 VI2F102, 将麦汁打入旋沉槽, 静置沉淀 30min (仿真中缩短为 20s)。

3、麦汁静置沉淀期间一立即清洗煮沸锅, 二活化酵母 (此步操作仿真中不予体现)。

4、清洗煮沸锅: 待煮沸锅内麦汁全部打入旋沉槽后, 关闭阀 VI2F102, 停泵 P103。立即打开洗涤阀 VIIV103、排污阀 VO2F102, 将煮沸锅冲刷干净后, 关闭阀 VIIV103、VO1V103、VO2F102。

### 5.1.8 啤酒发酵

1、检查: 换发酵罐管件、阀门、仪表及冰水、氧气供应是否正常, 如无异常, 准备洗涤、进料。操作过程以 1# 发酵罐为例进行描述。

2、洗涤: (4 步法)。

(1) 水洗: 发酵罐进料前, 先用自来水间歇冲洗 15min; 具体操作方法: 进入 CIP 清洗系统 DCS 界面, 点击 "清洗设置" 按钮, 在弹出框内设置 "酸前水、酸洗、酸后水、碱洗、碱后水、杀菌时间、双氧水洗" 时间分别为 "300、0、300、0、300、0、0", 然后点击 "设定" 按钮 (各

罐的液位上下限、罐浓度，已经按默认值设定好，系统已自动加料到设定范围内。若想改变设定参数，学员可自行输入），最后点击“清洗选择”按钮，选择要清洗的设备 1#发酵罐的“启动”按钮，进入水洗程序。

(2)火碱洗：排尽残留水后，用 45-50℃火碱溶液循环清洗 20min；具体操作方法：进入 CIP 清洗系统 DCS 界面，点击“预热参数”，在弹出框内设置“碱罐、酸罐、热水罐”温度分别为“45-50、25、25”点击“设定”按钮，设置好温度，系统进入自动升温程序；

待碱罐温度 TI105 达到设定值后，点击“清洗设置”按钮，在弹出框内设置“酸前水、酸洗、酸后水、碱洗、碱后水、杀菌时间、双氧水洗”时间分别为“0、0、0、1200、0、0、0”，然后点击“设定”按钮，最后点击“清洗选择”按钮，选择要清洗的设备 1#发酵罐的“启动”按钮，进入碱洗程序。

(3)水洗、双氧水洗：排尽残留碱液后，再用自来水间歇冲洗 15min，排尽残留水后，再用浓度 0.5%（电导率约为 12-15ms）的双氧水循环清洗 20min。具体操作方法：进入 CIP 清洗系统 DCS 界面，点击“清洗设置”按钮，在弹出框内设置“酸前水、酸洗、酸后水、碱洗、碱后水、杀菌时间、双氧水洗”时间分别为“300、0、300、0、300、0、1200”，然后点击“设定”按钮，最后点击“清洗选择”按钮，选择要清洗的设备 1#发酵罐的“启动”按钮，进入水洗、双氧水洗程序。

3、发酵罐清洗完后，将 1#发酵罐底部三通阀切到物料进发酵罐位置（3D 场景中阀门位置阀柄水平向左，如图  ，单击阀门可以切换不同位置），先打开阀 VI1T101 加酵母泥（备好的酵母泥活化量为麦汁量的 1%），然后等待入麦汁。

4、冷却：依次开启自来水阀 VI1E101、冰水阀 VIP104，启动冰水泵 P104，开阀 VI2E101，然后将旋沉槽底部三通阀切到侧出料位置（3D 场景中阀门位置阀柄水平向左，如图  ），启动泵 P103、开阀 VO1F102，进行麦汁冷却，控制麦汁温度约为 11℃。注：麦汁冷却初期，必须用麦汁将薄板冷却器内的残留洗液完全顶出后，方可将麦汁通入发酵罐。方法：先将 4 个发酵罐底部三通阀切到排污位置（3D 场景中阀柄竖直向下，如图  ，等残液顶出后再将三通阀切到发酵罐进料位置。

5、再开氧气钢瓶总阀 VI2T101、减压阀 VI3T101（使用时应先开总阀，再开减压阀），麦汁冷却过程中，必须从换热器充氧口不断充氧。往发酵罐里充氧，至发酵罐压力在 0.03MPa。关闭氧气钢瓶总阀 VI2T101、减压阀 VI3T101、充氧阀 VI4T101。

罐内压力始终保持 0.03MPa 至封罐。

压力设定方法：

方法一：在 GUS 画面上，在发酵罐右侧“设定压控上限”、“设定压控下限”框中分别输入“0.03”、“0”点击“确定”按钮进行设置。

方法二：在 3D 场景中发酵罐上有电接点压力表： 设置方法如下：

- (1) 接通电源的情况下，运行灯亮；
- (2) 按“开/关”键关闭运行灯，进入设置状态；
- (3) 按增大键“”进行单位转换：MPa→Kg/cm<sup>2</sup>→PSI；
- (4) 按“设置”键，上限灯亮，按增加或减小键“”或“”，设置上限值；
- (5) 再按“设置”键，下限灯亮，按增加或减小键“”或“”，设置下限值；
- (6) 设置完成后，再按“设置键”保存数据，设置完成后，再按“开/关”键，设备开始工作。

6、麦汁打完后，关闭麦汁管路阀门 VO1F102，停泵 P103；并单击旋沉槽底部三通阀，使切换到底部出料位置： 打开排污阀 VO2F102 进行排污；

7、关闭阀 VI1E101、VI2E101；

8、测糖：投料后第二天取样测糖（压力达到封罐压力 0.03MPa 前每天必测）。测定方法同 5.4 测糖度值（仿真中此步操作不予体现）。

9、前发酵：小麦酒保持温度 13.0℃、24 小时后升温至 18℃、压力 0-0.03MPa 至封罐，时间约 2-3 天。温度设定具体方法：在设定发酵温度框中输入目标温度 13，然后点击“确定”按钮，进行设置，24h 后设定温度为 18℃。

10、封罐：糖度降到 4.2BX 时，保持 18℃，同时封罐、升压至 0.14MPa，并保持 4 天。升压的同事要更改电压力表上限为 0.14MPa，4 天后打开取样阀 VO2T101A，取样品尝，若无明显双乙酰味，可降温，若有明显双乙酰味，可推迟 1-3 天降温。

特别注意：若发酵罐内压力降低，可打开阀 VI4T101A、VI5T101A、VI6T101A 充 CO<sub>2</sub> 至 0.14MPa（先开钢瓶总阀，再开减压阀）。

11、后发酵（贮酒）：还原结束后，应当在 24h 内按规定降温至 0℃，并保持罐压 0.14MPa。

12、酵母处理：啤酒降至 2℃时，打开阀 VO3T101A，排掉部分酵母泥。

## 5.2 糖化设备清洗

啤酒厂的糖化设备主要包括：糊化锅、糖化锅、过滤槽、煮沸锅、回旋沉淀槽等。这些设备均安装在糖化室内，糖化室是啤酒厂生产的中心。糖化的辅助设备有贮水罐、CIP 清洗系统等。CIP 清洗剂浓度至少每周检测一次，CIP 贮罐每周进行一次排污，CIP 系统每年淡季进行一次彻底清洗及检修。

CIP 清洗不仅能清洗设备，还能控制微生物。现以糖化工序的糊化锅 V101 为例介绍糖化设备的清洗程序：

- 1、洗涤（酸前水洗涤）：常温-60℃水洗涤 180-300s；
- 2、酸洗：60-80℃酸液洗涤 1200s；
- 3、中间洗涤（酸后水洗涤）：常温-60℃水洗涤 300-3000s；

地址：北京市海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 4 层 423 邮编：100193

17

E-mail: bjoberj@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

- 4、碱洗：60-80℃的碱液洗涤 300-3000s；
- 5、碱后水：常温-60℃水洗涤 300-3000s；
- 6、热水杀菌：90℃以上热水洗涤 600-1200s。

具体操作步骤：

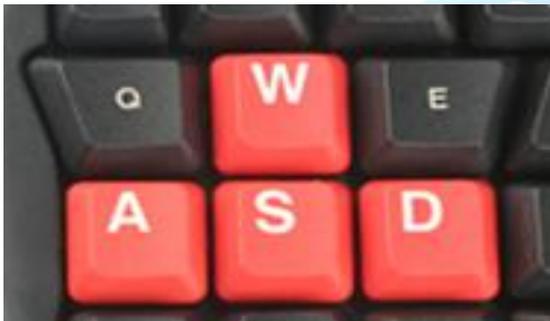
(1) 升温：进入 CIP 清洗系统 DCS 界面，点击“预热参数”按钮，在弹出框内设置“酸罐、碱罐、热水罐”温度为“60-80、60-80、>90”，然后点击“设定”按钮，系统会自动对酸罐、碱罐、热水罐进行加热。

(2) 洗涤：进入 CIP 清洗系统 DCS 界面，点击“清洗设置”按钮，在弹出框内设置“酸前水、酸洗、酸后水、碱洗、碱后水、杀菌时间、双氧水洗”时间分别为“180-300、1200、300-3000、300-3000、300-3000、600-1200、0”，然后点击“设定”按钮（各罐的液位上下限、罐浓度，已经按默认值设定好，系统已自动加料到设定范围内。若想改变设定参数，学员可自行输入），最后点击“清洗选择”按钮，选择要清洗的设备糊化锅的“启动”按钮，进入洗涤程序。

## 六、操作界面

### 6.1 基本操作

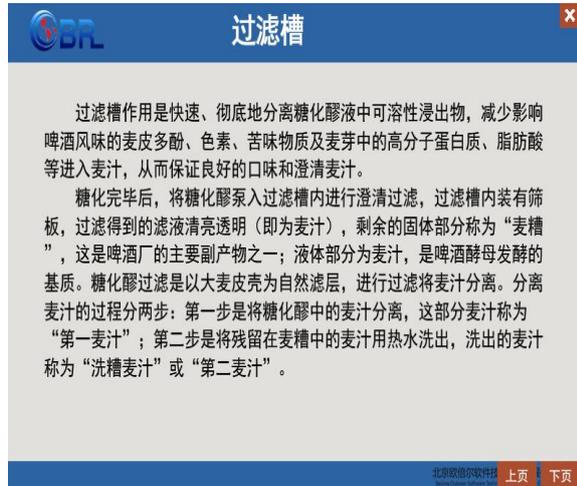
- ❖ 角度控制：W--前，S--后，A--左，D--右、鼠标右键--视角旋转、鼠标滚轮--视角水平高度调节。



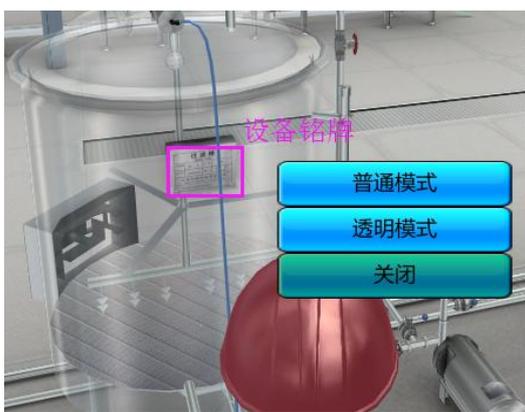
- ❖ 鼠标左键功能：点击左键可以打开或者关闭阀门以及设备按钮。
- ❖ 鼠标滚轮功能：滚动鼠标中间滚轮，可以对场景进行放大或者缩小操作。
- ❖ 鼠标右键功能：(1)按住鼠标右键拖动，可进行上下左右视野观察；  
(2)右击糊化锅、糖化锅、煮沸锅投料口或者过滤槽除槽口可以出现下拉菜单，进行添加物料或者播放 FLASH 动画等；如右击糖化锅投料口，然后单击按钮碘检即播放 FLASH。



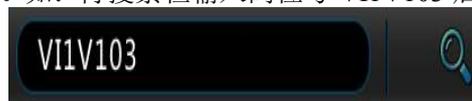
(3)右击重要设备（糊化锅、糖化锅、过滤槽、煮沸锅、旋沉槽、发酵罐）筒体，可以查看设备相关知识点，如：右击过滤槽筒体，出现“详细介绍”按钮，点击此按钮可出现知识点。



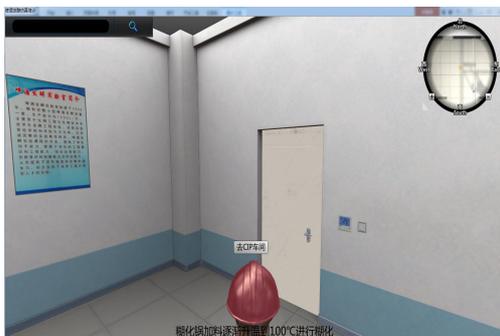
(4)右击设备铭牌，可以选择设备模式：普通模式、半透明模式、透明模式，便于学员学习和了解设备结构，观看设备运行状态的特效。如右击过滤槽设备铭牌：（透明模式、普通模式）



❖ 搜索功能：在 3D 场景屏幕左上角有搜索栏，在输入框中输入阀门位号按 ENTER 键或者点击放大镜图标，镜头即可瞬移到相应阀门附近。如：再搜索栏输入阀位号 VIIV103 后，点击放大镜，镜头便瞬移到 VIIV103 阀门附近。



❖ 传送门：人物走到这个门附近时可以在生产车间与 CIP 车间切换。



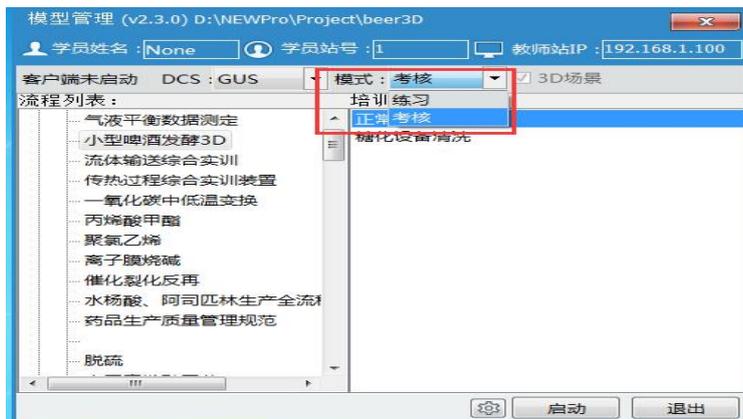
## 6.2 操作模式

本仿真软件为学生提供了两种学习模式，分别是练习、考核模式。

**练习：**该模式针对的对象为初学者。相应的步骤有步骤提示，学生只有正确的完成当前步骤的操作，才会出现下一步操作的提示。

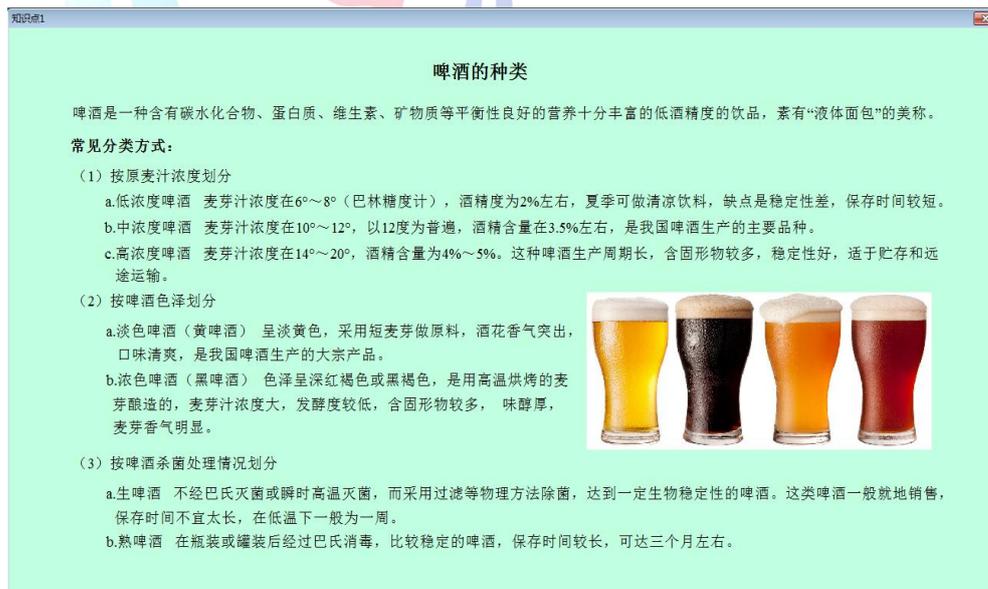
**考核：**学生使用练习模式后，教师可通过考核模式对学生的学习效果进行检测，该模式下无步骤提示，完成相应的步骤得到相应的分值，可作为教师评定的标准。

在软件启动界面进行模式选择：



## 6.2 界面介绍

知识点介绍：



知识#2

### 啤酒酿造原材料

**1. 主要原料**

- 水 俗称“水是啤酒的血液”。在啤酒中水占90%左右，酿造用水的质量好坏，直接影响到啤酒的质量与风味。
- 麦芽 大麦芽是酿造啤酒的主要原料，麦芽的成分和质量直接影响啤酒的风味和质量，故称麦芽为“啤酒的骨架”。
- 啤酒酵母 酵母是用以进行啤酒发酵的微生物。啤酒酵母不仅含有丰富的营养和提高人体免疫力之功能，具有增香、增鲜、调味之功效。
- 酒花 酒花的作用主要是赋予啤酒爽口的苦味和愉快的香味；增加啤酒的泡持性；增加麦汁和啤酒的防腐能力；酒花与麦汁共同煮沸，能促进蛋白质凝固，有利于麦汁的澄清，有利于啤酒的非生物稳定性。



**2. 辅助原料**

为了降低啤酒的蛋白质含量，延长啤酒的保质期，改善啤酒的风味以及降低生产成本，啤酒厂经常掺入部分未发芽的大米或其他谷类代替麦芽作为辅助原料。

- 大米 淀粉含量高，浸出率也高，含油质较少。但大米淀粉的糊化温度比玉米高。以大米为辅助原料酿造的啤酒色泽浅，口味清爽。
- 小麦芽 一般色度不高，酶活力较强，主要用来调节麦汁的性质，一般只掺用5%-10%，以提高啤酒的醇厚性和泡沫性能。
- 玉米 淀粉的性质与大米淀粉大致相同。但玉米胚芽含油质较多，影响啤酒的泡持性和风味。

知识#3

### 制麦工序

制麦目的：使大麦吸收一定的水分后，在适当的条件下发芽，产生一系列的酶，以便在后续过程中使大分子物质溶解和分解。

麦芽制造主要有三大步骤：浸麦、发芽、干燥。

麦芽制造过程如下：



**1. 确定品种** 适于啤酒酿造用的大麦为二棱或六棱大麦。啤酒用大麦的品质要求为：壳皮成分少，淀粉含量高，蛋白质含量适中（9~12%）；淡黄色，有光泽；水分含量低于13%；发芽率在95%以上。大麦中含有一定量蛋白质，可以提供酵母营养，使啤酒口感醇厚、圆润，丰富啤酒泡沫，使啤酒早期混浊。

**2. 预处理**：为了得到干净、一致的优良麦芽，制麦前大麦需先经风选或筛选除杂，永磁筒去铁，比重石除石机除石，精选机分级。以2.2、2.5、2.8毫米孔径的筛面将麦粒分成大、中、小三级分开投料，以便浸麦、发芽和麦芽的溶解度均匀一致。

知识#4

### 制麦主要工序

**3. 浸渍** 使麦粒吸收发芽所需一定水分的过程，称为大麦的浸渍。

浸渍目的：浸渍是为了供给大麦发芽时所需的水分，给以充足的氧气，使之开始发芽。同时还可以洗涤麦粒，除去浮麦，除去麦皮中对啤酒有害的物质。

浸渍：浸麦采取浸水断水交替法，就是在浸麦过程中，先用水把大麦浸渍，然后把水放掉，让大麦暴露在空气中，以后再相继反复进行浸水和断水，一直达到所要求的浸麦度为止。浸麦水最好使用中等硬度的饮用水，不得存在有害健康的有机物，应无漂浮物，水中亚硝酸盐含量达到一定量时，对发芽有抑制作用。大麦浸渍后的含水率称为浸渍度。浸渍度既是浸渍效果的最终表现形式之一，又是大麦发芽的要素之一，是制麦工艺关键控制点。

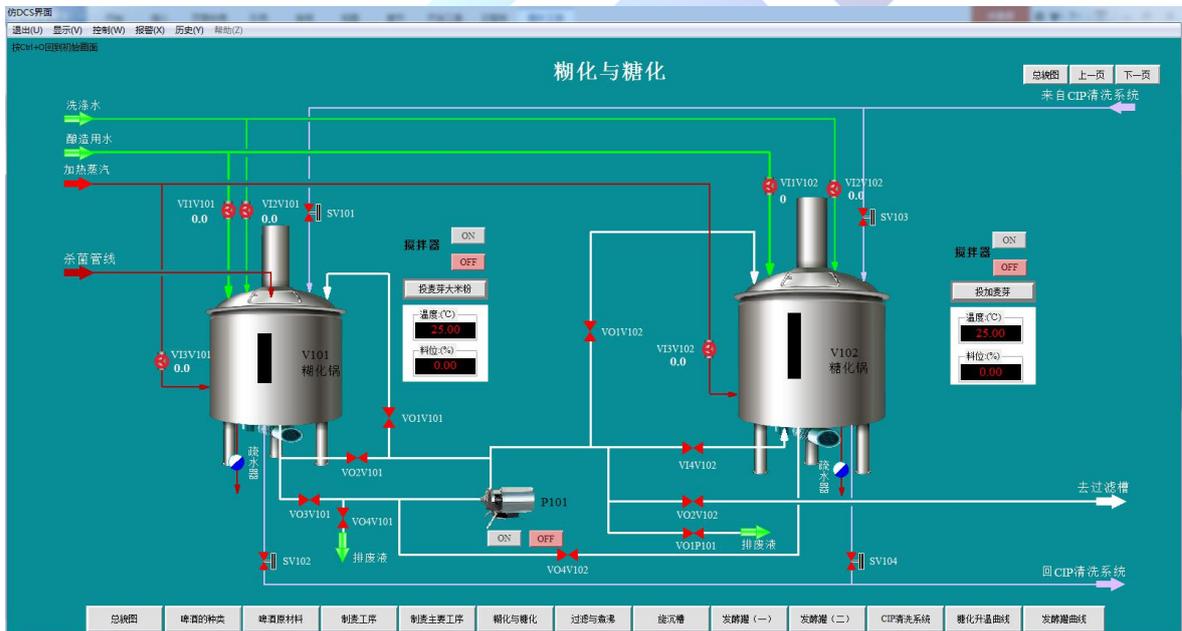
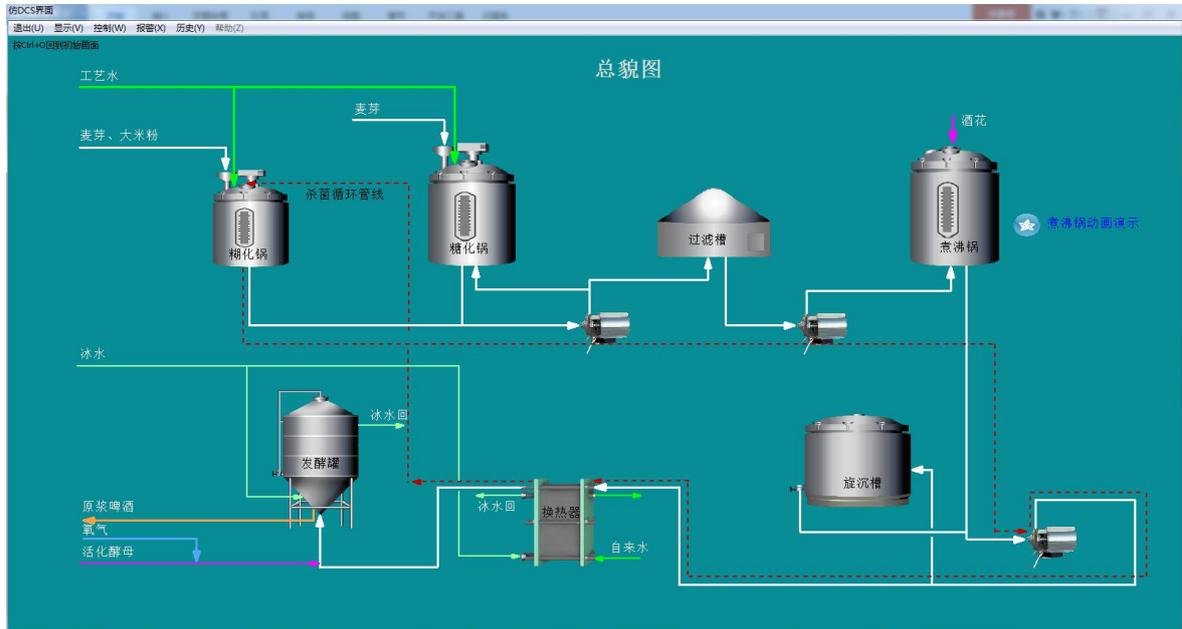
**4. 发芽** 发芽方式：地板式发芽、通风发芽。

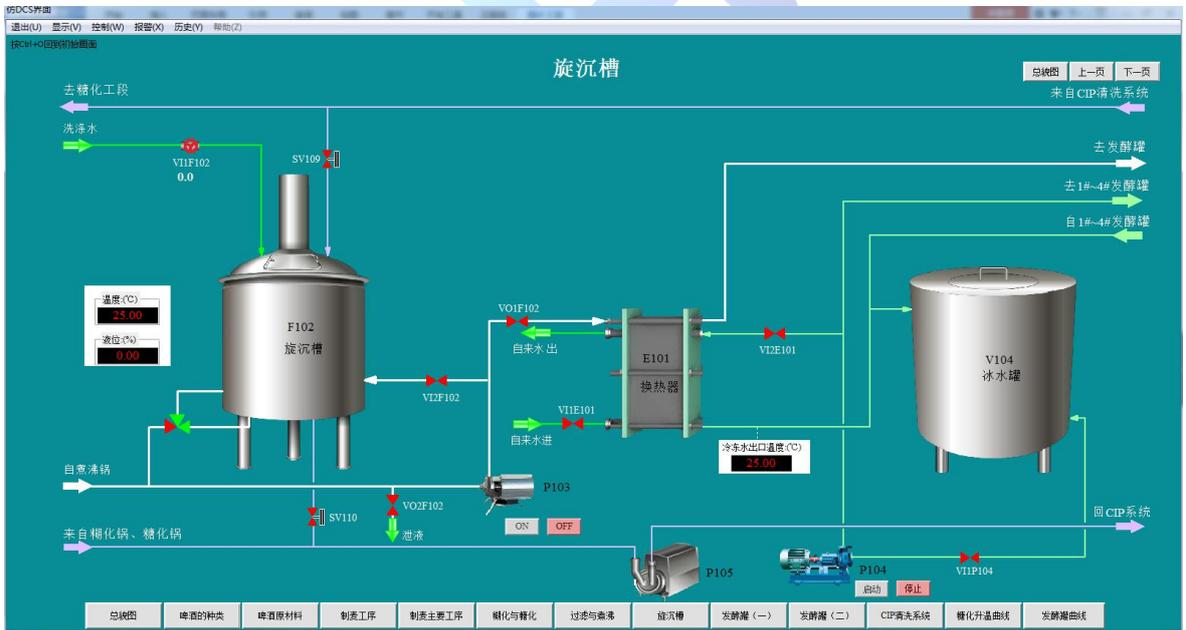
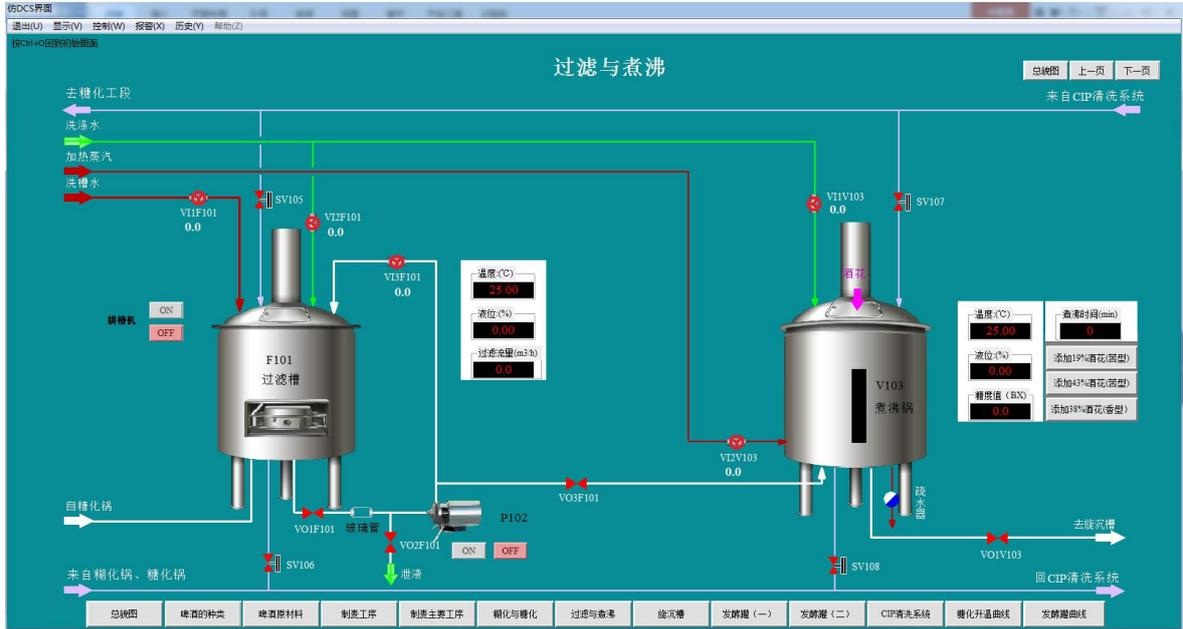
发芽目的：一是激活以及分解产生各种酶，二是产生特有的麦芽香味。三是生产符合啤酒生产需要的原料指标。四，减少葡聚糖等对啤酒生产有影响的物质。

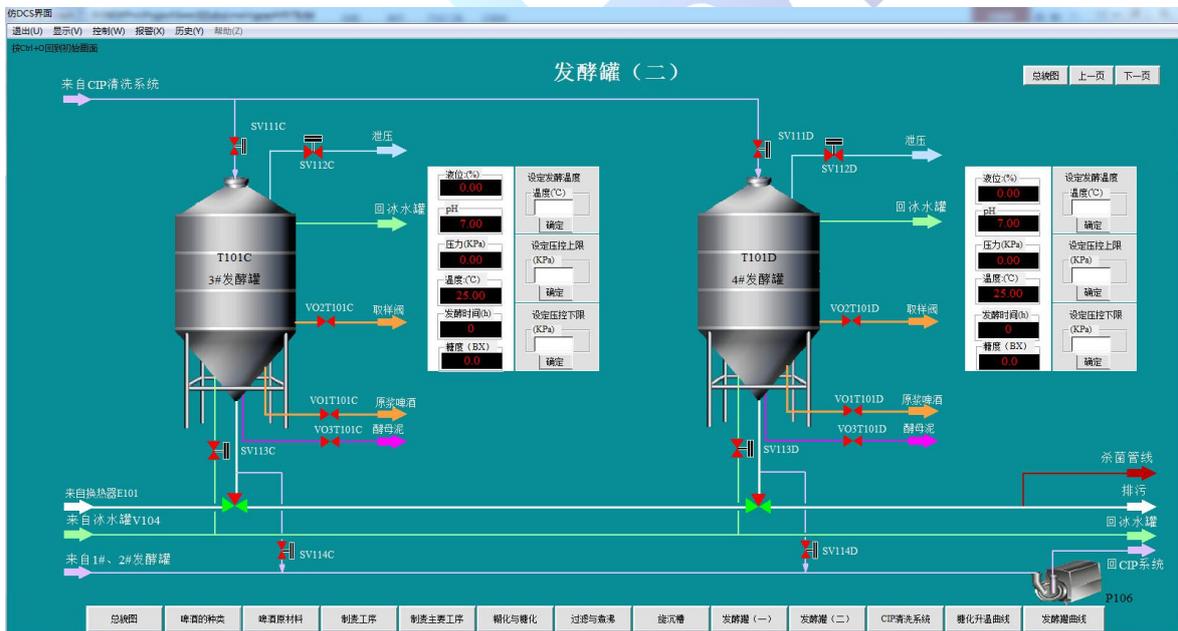
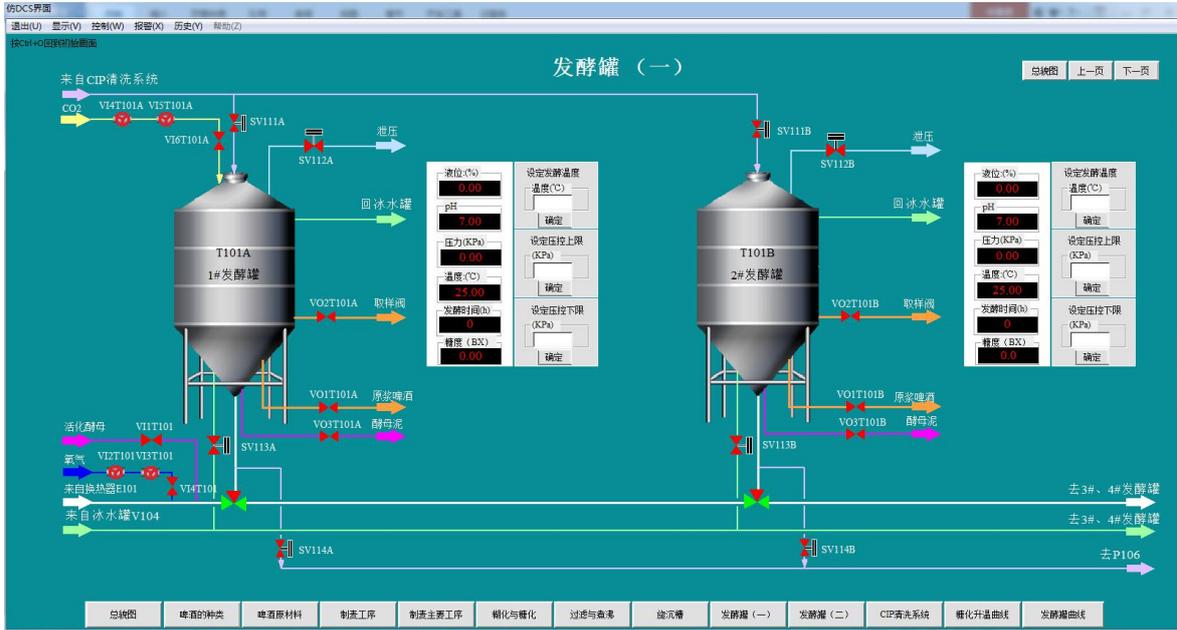
**5. 干燥** 未干燥的麦芽称为绿麦芽，绿麦芽含水量高，不能储存，不能进入糖化工序，必须进行干燥。干燥目的：使麦芽水分下降至5%以下，利于贮藏；终止化学—生物学变化，固定物质组分；去除绿麦芽的生青味，产生麦芽特有的色、香、味；便于去除麦根。

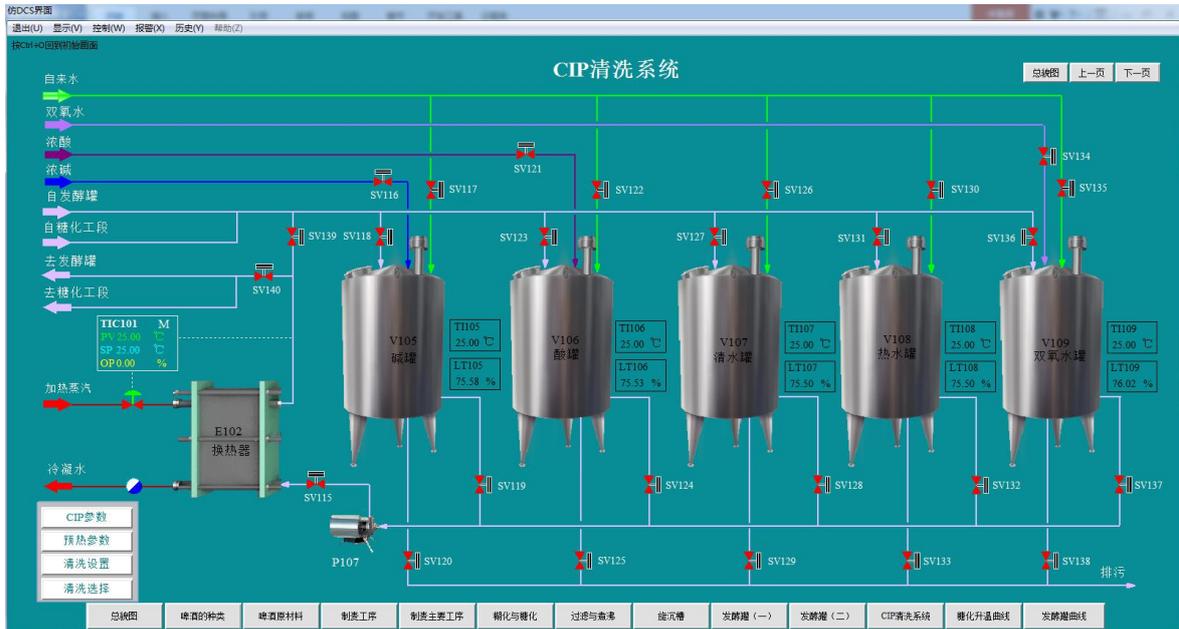
**6. 粉碎** 粉碎是一种纯机械加工过程，麦芽在糊化、糖化前应先被粉碎，可以增大比表面积，使内含物与介质水和生物催化酶接触面积增大，加速物料内含物的溶解和分解。粉碎过程中必须保护麦皮，因为麦皮将作为过滤槽中的过滤介质。

DCS 界面:



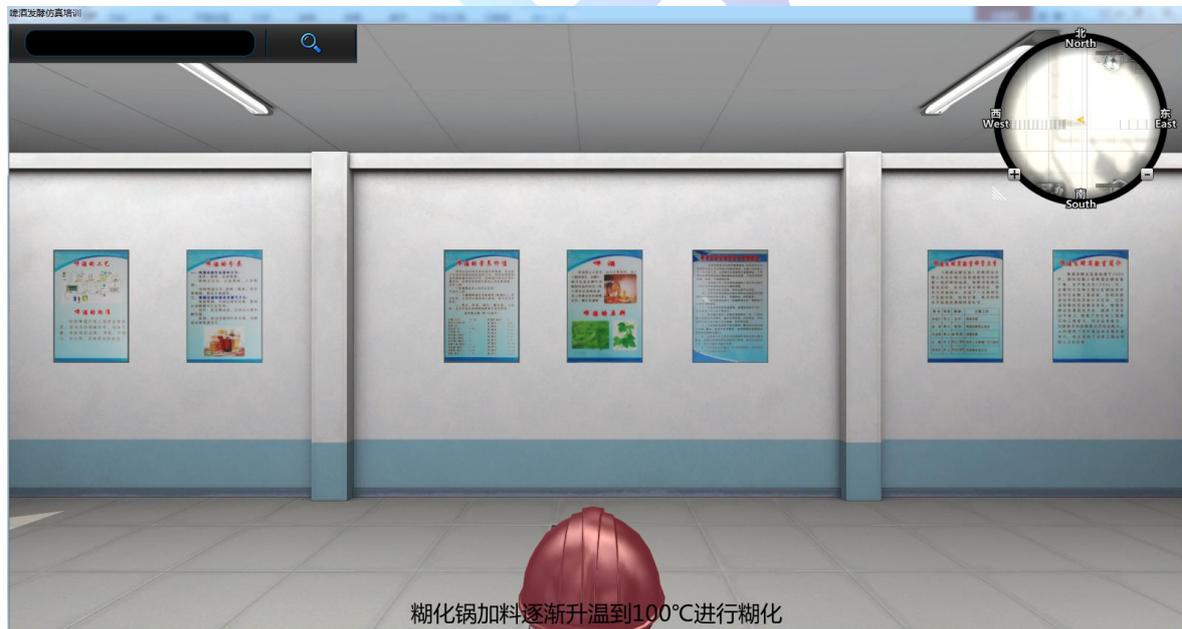








### 3D 场景:





传送门:



CIP 车间:

