

# 啤酒发酵生产仿真系统

## 用户手册

东方仿真ES



北京东方仿真软件技术有限公司

2008年8月

# 目录

啤酒生产仿真系统功能 .....	2
第一章 背景知识 .....	3
1.1 啤酒的特点 .....	3
1.2 啤酒的历史 .....	3
1.3 啤酒的营养成分 .....	4
1.4 啤酒的风格 .....	4
1.5 啤酒酿造原料 .....	4
第二章 生产工艺流程 .....	7
2.1 麦芽制造工艺流程 .....	7
2.2 啤酒酿造工艺流程 .....	8
第三章 设备一览表 .....	18
第四章 主要操作条件及工艺指标 .....	19
第五章 软件使用说明 .....	23
5.1、程序主界面 .....	23
5.2. 流程图画面 .....	27
5.3. 退出系统 .....	36
第六章 操作规程 .....	37
6.1 糊化锅操作 .....	37
6.2 糖化锅操作 .....	37
6.3 过滤槽操作 .....	38
6.4 煮沸锅操作 .....	38
6.5 旋沉槽操作 .....	39
6.6 发酵罐操作 .....	39
第七章 操作界面 .....	41
第八章 思考题 .....	52
第九章 参考文献 .....	62

## 啤酒生产仿真系统功能

啤酒生产仿真系统分为应知部分和应会部分。

应知部分包括工艺流程介绍、单元操作说明、检测原理、思考题。每部分操作都配有生动的动画帮助学生更加深入地了解啤酒生产工艺和操作。

应会部分是模拟真实生产设备的仿真操作系统，在生产车间所进行的操作大部分都可以在这里实现，如开车操作、物料参数分析、温度、压力、流量的监控等等。同时在操作中学生还可以通过与步骤操作相互交会的动画来了解罐内物料的动态，另外还会有与各个操作内容相关的知识点对学生进行考核，使学生充分掌握啤酒生产工艺的操作。

## 第一章 背景知识

### 1.1 啤酒的特点

啤酒是以大麦芽和酿造水为主要原料，以大米、玉米等谷物为辅料，以极少量啤酒花为香料，经过啤酒酵母糖化发酵酿制而成的一种含有丰富的二氧化碳而起泡沫的低酒精度[2.5—7.5%(V/V)]的健康饮料酒。

啤酒含有一定量的CO<sub>2</sub>，一般>0.42% (m/m)，可以形成洁白细腻的泡沫，使人感到有杀口感。它有特殊的啤酒花清香味和适口的苦味，有比较丰富的营养价值，即有较高的发热量(181.4KJ/100g 啤酒)和含有丰富的营养成分(蛋白质、碳水化合物、矿物质、有机酸及维生素等)。

啤酒与其他酿造酒有所不同。主要不同点是：使用的原料不同；使用的酿造方式和酵母菌种不同，啤酒有特殊或专用的酿造方法，发酵用的酵母是经纯粹分离和专门培养的啤酒酵母菌种；生产周期不固定，长短不一，可根据品种、工艺和设备条件而变化，短的仅14天，长的可达40天以上。

啤酒的酒精含量是按质量计的，通常不超过2—5%。国外为3—5g酒精/100g啤酒，一般不超过8g，在我国一般为3.4—4g酒精/100g啤酒(m/m)。啤酒度不是指酒精含量，而是指酒液原汁中麦芽汁浓度的质量百分比。这种标度方法仅见于中国啤酒，在外国啤酒中还没有。啤酒的浓度变化较大，在10—20°Bx之间。我国啤酒厂过去分别生产原麦汁浓度为8—18°Bx的10余种啤酒，其中原麦汁浓度为10—12°Bx的啤酒产量最大，生产厂家也较多。

### 1.2 啤酒的历史

啤酒是历史最悠久的谷类酿造酒。啤酒起源于9000年前的中东和古埃及地区，后传入欧洲，19世纪末传入亚洲。目前，除了伊斯兰教因宗教原因而不生产和不饮用啤酒外，啤酒几乎遍及世界各国。

最初的啤酒是不加酒花的。在中世纪的欧洲，人们曾用一种名叫格鲁特的药草及香料为啤酒提味，因这样做就需要医学知识及多种材料，故啤酒只能主要在修道院生产。但自14世纪起，添加蛇麻花的啤酒逐渐盛行于欧亚大陆，因为在那里蛇麻花是随处可见的植物。蛇麻花即啤酒花，简称酒花，在全世界啤酒酿造工业中，一直沿用至今。人们还利用单宁来澄清啤酒，并抑制杂菌繁殖。由于林德(Linde)发明了冷冻机，使啤酒的低温两段发酵成为可能，而啤酒口味更趋柔稳。巴斯德(Pasteur)发明的在60℃下保持30min

以杀灭酵母和杂菌的方法，使啤酒的保存期大为延长。近几年来，膜过滤等技术的迅速发展，使“纯生啤酒”的生产成为现实。

### 1.3 啤酒的营养成分

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，人体必需氨基酸占 12—22%，含有 12 种维生素（尤以 B 族维生素最突出）以及矿物质等多种营养素。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 届世界营养食品会议上，啤酒就被正式推荐为营养食品。

### 1.4 啤酒的风格

啤酒风格又称典型性，是啤酒色、香、味和泡沫的综合体现，在啤酒酿造过程中形成。也因不同地区人们的习惯和爱好而大不相同。啤酒风格由其色泽、透明度、泡沫、香气与口味体现。

### 1.5 啤酒酿造原料

#### 1.5.1 酿造大麦

大麦子粒主要由胚、胚乳、谷皮三部分组成。

大麦含水分 12%~20%，含干物质 80%~88%。通常大麦含水分 13%。

碳水化合物主要是淀粉、纤维素、半纤维素和麦胶物质，以及不同多糖的分解产物：淀粉是大麦中碳水化合物的最主要成分，含量最多，占干物质的 58%~65%。淀粉含量越高，浸出物就越多，麦汁收得率也越高；纤维素是细胞壁的支撑物质，主要存在于皮壳中，微量存在于胚及果皮和种皮中，不存在于胚乳中，纤维素的最小组成单位为葡萄糖；半纤维素是植物的骨架物质，对其形态起支撑作用，所以又称骨架物质或支撑物质。大麦中半纤维素和麦胶物质的含量与大麦成熟度、气候条件等有关，约占大麦干物质的 10%。主要存在于胚乳中，构成胚乳细胞壁，也存在于麦壳中；大麦中含有少量的低分子糖类，主要存在于胚和糊粉层中。

大麦蛋白质主要存在于糊粉层中，胚乳中也有存在，含量一般在 9.0%~12.0%之间，蛋白质的主要作用：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。

### 1.5.2 辅助原料

在啤酒酿造过程中，除了使用大麦麦芽作为主要原料外，还可添加部分辅助原料。正确使用辅助原料可以降低原料成本，调整麦汁组成，提高啤酒发酵度，增强啤酒某些特性，改善啤酒泡沫性质。我国盛产大米，所以大米一直是我国啤酒酿造广泛采用的一种辅助原料，其最大特点是淀粉含量高，可达 75%~82%，无水浸出率高达 90%~93%。

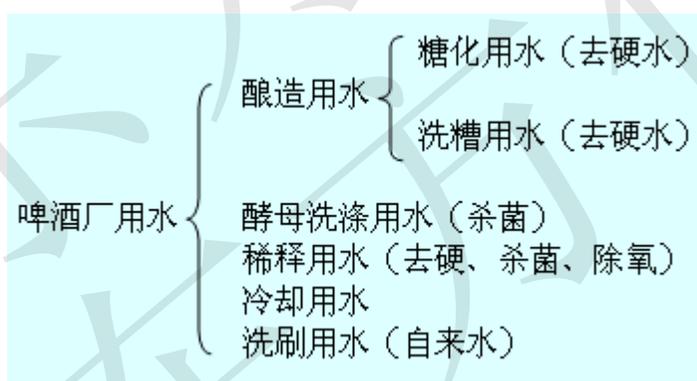
### 1.5.3 酒花

酒花学名“蛇麻”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酒花香味、促进麦汁和啤酒的澄清、有利于啤酒的泡沫、作为啤酒防腐剂。

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主要来源；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。

### 1.5.4 水

水是啤酒酿造非常重要的原料，按用途分可将啤酒厂用水分为多种，每种水的用途不同，要求也不一样。



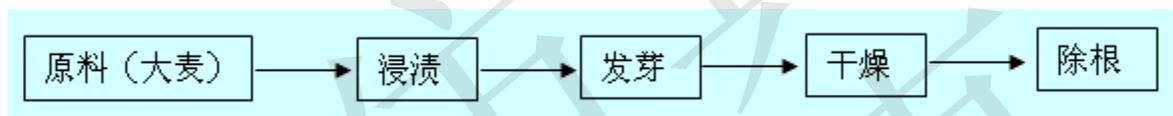
水的硬度是指水中离子（主要是钙、镁离子）沉淀硬脂酸钠（皂化）的能力，一般来讲，生产单色啤酒适宜用中等硬度以下的水。

回收的酵母要经过洗涤后再用，酵母洗涤用水需达到无菌要求，否则杂菌会进入酵母培养液中，进而污染发酵醪。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除菌处理，除菌方法有：沙滤棒过滤、加氯杀菌、臭氧杀菌、紫外线杀菌。

## 第二章 生产工艺流程

### 2.1 麦芽制造工艺流程

麦芽制造主要有三大步骤：浸麦、发芽、干燥，流程如下：



#### 2.1.1 浸麦

使麦芽吸收发芽所需要的一定量水分的过程，称为大麦的浸渍，简称浸麦。经浸渍后的大麦称为浸渍大麦。

浸麦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。与此同时还可洗涤麦粒，除去浮麦，除去麦皮中对啤酒有害的物质。

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。水中含铁、锰过多，会使麦芽表面呈灰白色。碱性的水，会提高皮壳的渗透性，增加水的铁含量，限制沉降作用，甚至影响色泽。

大麦经浸渍后的含水百分率，称为浸麦度。它既是浸麦效果的最终表现形式之一，又是大麦发芽的要素之一，成为制麦工艺关键的一个工艺控制点。

#### 2.1.2 发芽

浸渍大麦在理想控制的条件下发芽，生成适合啤酒酿造所需要的新鲜麦芽的过程，称为发芽。然后送入焙燥系统制成啤酒麦芽。因此，发芽是一种生理生化过程。

大麦发芽的目的：激活原有的酶；生成新的酶；物质转变。

发芽工艺条件主要控制浸麦度、发芽温度、发芽时间和通风。

发芽方式分地板式发芽和通风式发芽两大类，通风式发芽又有多种设备形式。如箱式发芽、圆形制麦系统等。

传统的发芽放养是地板式发芽，即将浸渍后的大麦平摊在水泥地板上，人工翻麦，这种方式由于占地面积大、劳动强度大、不能机械化操作、工艺条件很难人工控制、受外界气候影响等，已不再采用。

通风式发芽料层厚，单位面积产量高，设备能力大，占地面积小，工艺条件能够人工控制，容易实现机械化操作，所以在国内已经完全取代了地板式发芽。

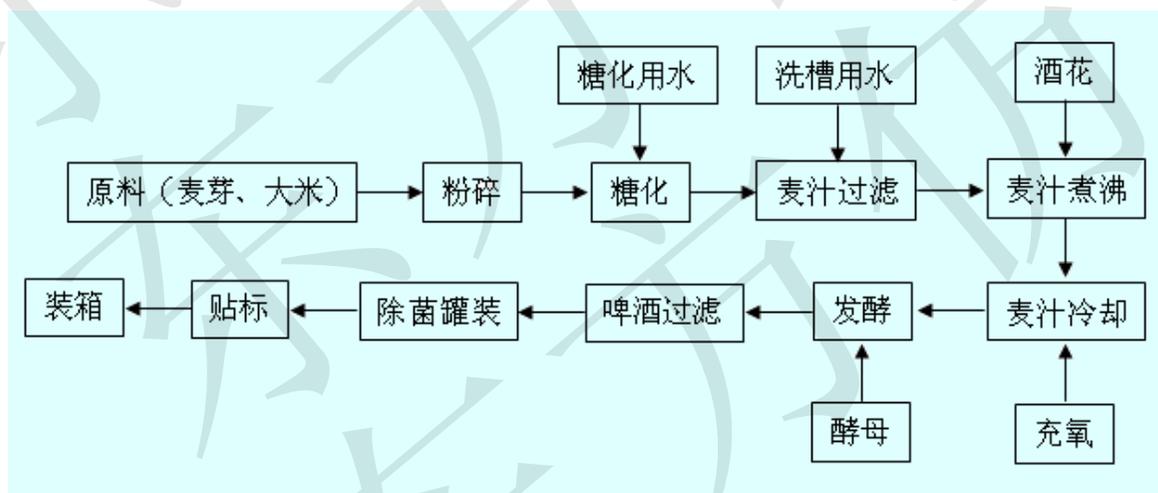
### 2.1.3 干燥

未干燥的麦芽称为绿麦芽，绿麦芽含水分高，不能贮存，也不能进入糖化工序，必须经过干燥。通过干燥，可以使麦芽水分下降至 5%以下，利于贮藏；终止化学—生物学变化，固定物质组成；去除绿麦芽的生青味，产生麦芽特有的色、香、味；容易除去麦根。

### 2.1.4 除根

根芽对啤酒酿造没有意义，并影响啤酒质量。根芽吸湿性强，能够很快吸收环境的水分，使干燥麦芽含水量重新提高；根芽含有不良的苦味，影响啤酒的口味；根芽能使啤酒的色度增加。所以麦芽干燥后应将根芽除掉。

## 2.2 啤酒酿造工艺流程



酿造工艺流程描述：

糊化锅中加入 90kg 工艺水，加热至 30℃；将已粉碎好的原料加入糊化锅中，在温度为 70℃ 的条件下使  $\alpha$ -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 96kg 工艺水，加热至 37℃；将已粉碎好的原料加入糖化锅中，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在 0.12-0.13 之间；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。

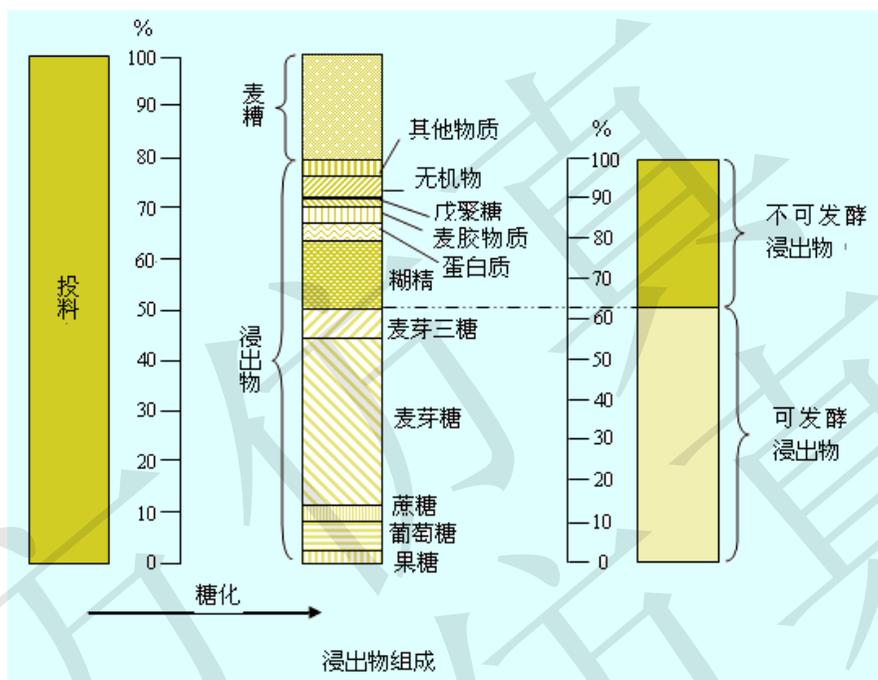
### 2.2.1 原料粉碎

粉碎是一种纯机械加工过程，原料通过粉碎可以增大比表面积，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。

麦芽粉碎方法分为三种，即干法粉碎、增湿粉碎和湿法粉碎。干法粉碎是一种传统的并且一直延续至今的粉碎方法，而增湿粉碎和湿法粉碎被越来越多的厂家采用。

### 2.2.2 糖化

糖化是麦芽内含物在酶的作用下继续溶解和分解的过程。麦芽及辅料粉碎物加水混合后，在不同的温度段保持一定的时间，使麦芽中的酶在最适的条件下充分作用相应的底物，使之分解并溶于水。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，并在酶的作用下进行适度的分解。



### 2.2.2.1 糖化工艺条件的控制

1、原辅料比：辅料添加量的多少，要考虑麦芽酶活性的高低和麦汁中可溶性氮含量的多少，随着辅料添加量的提高，麦汁中氨基酸的含量下降。我国采用大米作为辅料，添加量一般为 25%左右。

2、糖化用水和洗槽用水：在配料时加入的水为糖化用水，根据头号麦汁浓度和麦芽浸出率确定；用于洗出残留在麦糟中的麦汁的水称为洗槽用水，洗槽用水与糖化醪浓度和洗槽的强烈程度有关。

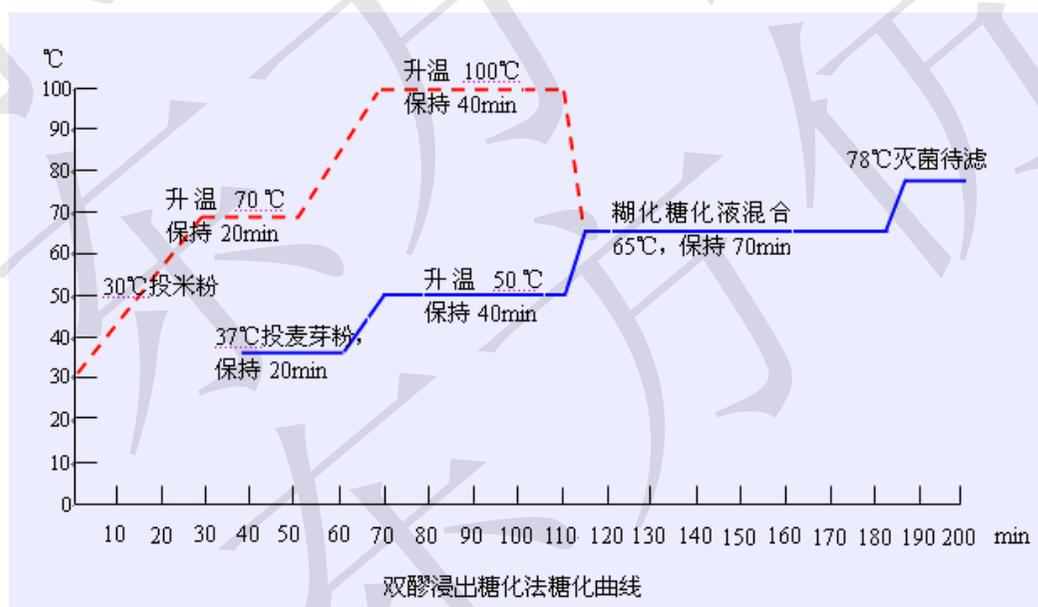
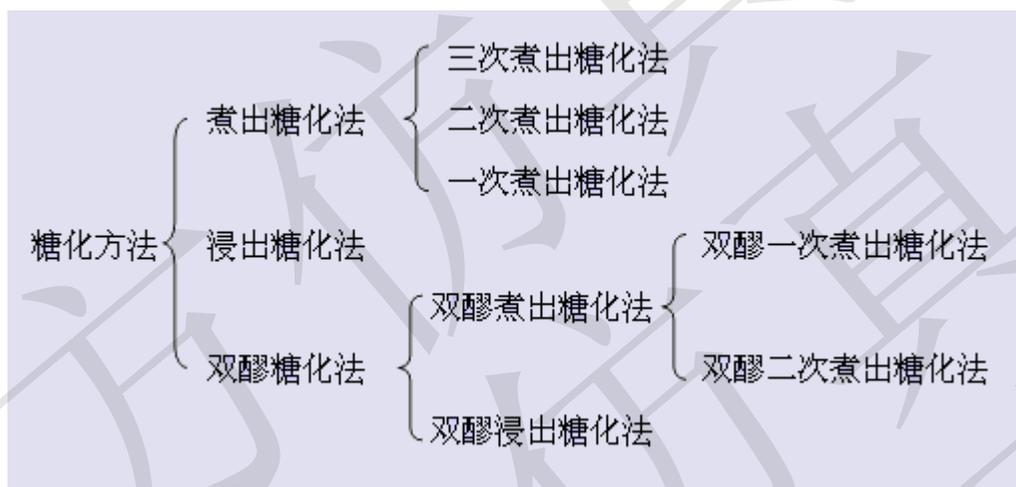
3、投料温度：投料温度与麦芽溶解状况和糖化方法有很大关系。

4、各糖化阶段休止温度和时间：在某种酶的最适作用温度下维持一定的时间，使相应底物尽可能多的分解，这段时间称为休止时间，温度称为休止温度。糖化阶段的休止温度要尽量适应不同酶的最适作用温度，发挥各种酶的最大潜力。

5、糖化醪 pH：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 之间。

## 2.2.2.2 糖化方法

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。



## 2.2.3 麦汁过滤

糖化结束后，必须将糖化醪尽快地进行固液分离，即过滤，从而得到清亮的麦汁。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“头号麦汁”或“第一麦汁”，这个过程称为“头号麦汁过滤”；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”，这个过程称为“洗糟”。

## 2.2.4 麦汁煮沸

### 2.2.4.1 麦汁煮沸过程中的变化其作用

- 1、蒸发多余的水分
- 2、破坏酶的活性，终止生物化学变化，固定麦汁组成。
- 3、麦汁灭菌
- 4、浸出酒花中的有效成分
- 5、使蛋白质变性凝固

### 2.2.4.2 酒花的添加

啤酒酒花可以赋予啤酒爽口的苦味和特有的香味，促进蛋白质凝固，提高啤酒的非生物稳定性，此外还有利于啤酒泡沫和起到抑菌作用。

1、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。

2、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味物质。

3、酒花添加时间：一般分三次添加酒花，以煮沸时间 90min 为例，第一次在煮沸开始时添加，添加量为酒花总量的 19%左右；第二次在煮沸后 45min 时添加，添加量为总量的 43%左右；第三次在煮沸结束前 10min 添加，添加量为总量的 38%左右。

4、酒花添加方式：直接从人孔加入；密闭煮沸时先将酒花加入酒花添加罐中，然后再利用煮沸锅中的麦汁将其冲入煮沸锅中。

## 2.2.5 麦汁冷却、凝固物分离及充氧

经煮沸的麦汁要冷却到发酵温度，再冷却过程中分离凝固物，并通入无菌空气提供酵母生长繁殖所需的氧。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

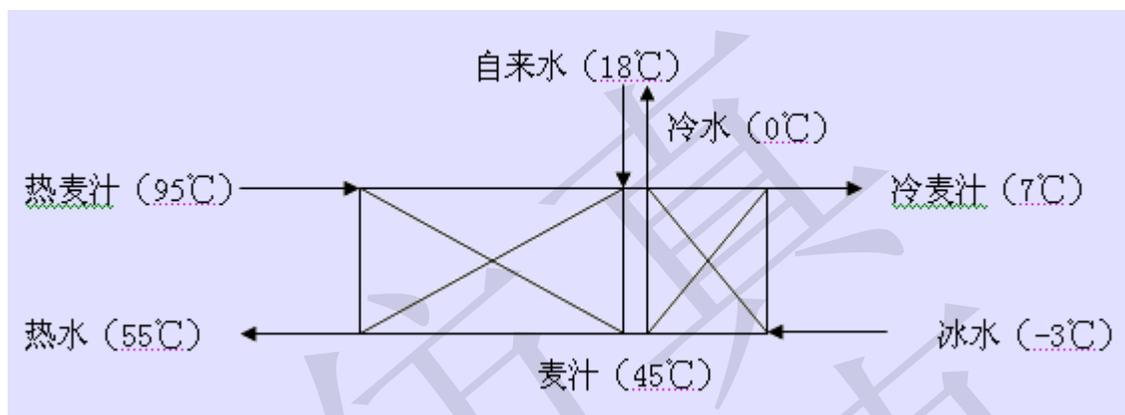
发酵前必须除掉热凝固物，若带入发酵醪中，可能会黏附在酵母细胞表面，将影响酵母的正常发酵。另外，热凝固物对啤酒色度、泡沫性质、苦味和口味稳定性都有不良影响。一般用回旋沉淀槽分离热凝固物。分离热凝固物的方法很多，如沉淀槽分离、回旋沉淀槽分离、离心机分离、硅藻土过滤机分离等。目前绝大多数啤酒厂采用回旋沉淀槽分离热凝固物。

**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止后，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的水作为冷却介质，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 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。

#### 2.2.5.5 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 啤酒发酵

#### 2.2.6.1 啤酒酵母

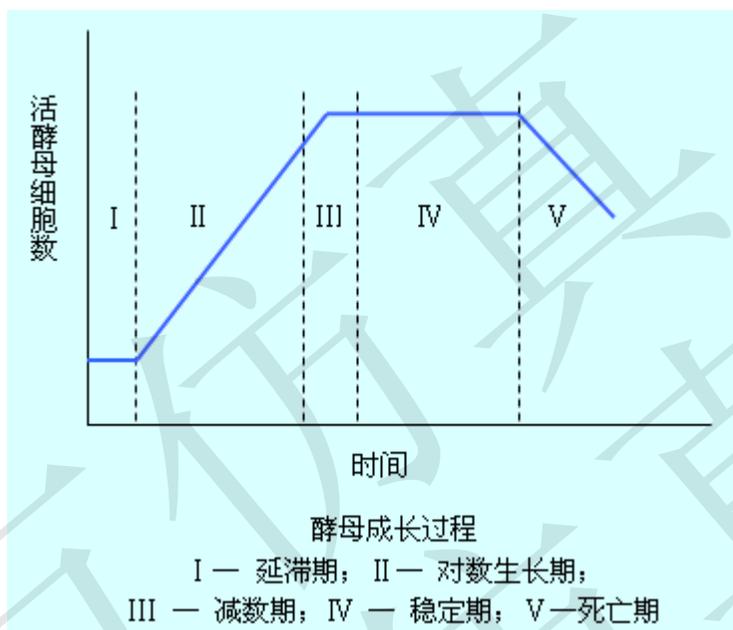
啤酒酵母属真核生物，细胞结构类似高等生物，包括细胞壁、细胞膜、细胞核、细胞质、液泡、线粒体以及各种贮藏物质。

**啤酒酵母的化学成分：**啤酒酵母的细胞以含水分为主，为 75%~85%。干物质只占 15%~25%，主要由碳、氢、氧、氮和少量矿物质组成，其中碳占 49.8%，氢占 6.17%，氧占 31.1%，氮占 12.7%，这些元素组成了酵母细胞内各种有机物质和无机物质。

**啤酒酵母的菌落：**啤酒酵母的菌落特征与细菌相似，但比细菌菌落大而厚，菌落表面光滑、湿润、粘稠，菌落质地均匀，正反面和边缘、中央部位的颜色都很均一，啤酒酵母的菌落为乳白色

**酵母菌的繁殖方式：**酵母菌的繁殖方式可分为无性繁殖和有性繁殖两大类：无性繁殖包括芽殖、裂殖和产生无性孢子；有性繁殖主要是产生子囊孢子。在正常的营养状态下，啤酒酵母都是无性繁殖。主要以芽殖为主。

**啤酒酵母的生活史：**啤酒酵母的生活史是单双倍体型，单倍体及双倍体营养细胞都是可以进行芽殖繁殖。通常双倍体营养细胞大，生活能力强，在一个群体内的单倍体随时间的推移而逐渐减少，啤酒酵母发酵都利用培养的双倍体细胞。



### 2.2.6.2 啤酒发酵机理

糖类的发酵：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：



含氮物质的同化或转化：酵母发酵初期，啤酒酵母必须通过吸收麦汁中的含氮物质，来合成酵母细胞自身的蛋白质、核酸和其他含氮化合物，以满足自身生长繁殖的需要。

发酵副产物：麦汁经过酵母发酵除了生成乙醇和二氧化碳外，还会产生一系列的代谢副产物，这些副产物是构成啤酒风味和口味的主要物质。

### 2.2.6.3 啤酒发酵技术

啤酒发酵方法：啤酒发酵方法有上面发酵法和下面发酵法两种方法，一般都采用下面发酵法。传统的发酵过程一般分为两个阶段：主发酵和后发酵（贮酒）

主发酵工艺：主发酵主要分为：起泡期、高泡期和落泡期三个阶段

发酵阶段	外观状态和要求
1. 酵母繁殖期	麦汁添加酵母8-16个小时以后，液面上出现二氧化碳小气泡，逐渐形成白色的，乳脂状的泡沫，酵母繁殖20小时以后立即进入主发酵槽。
2. 起泡期	还槽4-5小时后，在麦汁表面逐渐出现更多的泡沫，由四周渐渐向中间，洁白细腻，厚而紧密，如花菜状，有二氧化碳小气泡上涌，并且带出一些析出物。
3. 高泡期	发酵后2-3天，泡沫增高，形成隆起，并因酒内酒花树脂和蛋白质-单宁复合物开始析出而逐渐变为棕黄色，此时为发酵旺盛期，需要人工降温，但是不能太剧烈，以免酵母过早沉淀，影响发酵作用。
4. 落泡期	发酵5天以后，发酵力逐渐减弱，二氧化碳气泡减少，泡沫回缩，酒内析出物增加，泡沫变为棕褐色。
5. 泡盖形成期	发酵7-8天后，泡沫回缩，形成泡盖，撇去所析出的多酚复合物，酒花树脂，酵母细胞和其他杂质，此时应大幅度降温，使酵母沉淀。

主发酵过程控制：①、温度的控制：控制不同的发酵温度有各自的优缺点，采用低温发酵，酵母在发酵过程中生成的副产物较少，使啤酒的口味较好，泡沫状况良好，但发酵时间长；采用高温发酵，酵母的发酵速度较快，发酵时间短，设备的利用率高，但生成副产物较多，啤酒口味较差。②、浓度的控制：麦汁浓度的变化受发酵温度和发酵时间的影响。发酵旺盛，降糖速度快，则可适当降低发酵温度和缩短最高温度的保持时间；反之，则应适当提高发酵温度或延长最高温度的保持时间。③、发酵时间的控制：发酵时间主要取决于发酵温度的变化，发酵温度高，则发酵时间短；发酵温度低，则发酵时间长。

### 2.2.7 啤酒过滤

啤酒过滤是一个纯物理分离过程，利用过滤前后的压差将待过滤液体从一端推向另一端，穿过过滤介质，发酵液中悬浮的微小粒子被截留下来，滤出的啤酒透明且有光泽。

过滤介质将微小粒子甚至比介质孔隙小的粒子截留下来主要是通过筛分效应、深层效应和吸附效应实现的。

## 第三章 设备一览表

序号	设备名称	设备规格	备注
1	糊化锅	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	200L	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	200L	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	230L	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	200L	用于煮沸后热凝固物的分离。
6	冷却器		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	200L	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	硅藻土过滤器		用于过滤未分离完全的杂质，保证啤酒的口味。
9	清酒罐	200L	贮酒

## 第四章 主要操作条件及工艺指标

指标	单位	推荐值	备注	
<b>糊化锅</b>				
流量	自来水	Kg/h	270 (开度: 50)	糊化锅进自来水流量
	加热蒸气	Kg/h	10 (开度: 50)	糊化锅加热蒸气流量
	排液	Kg/h	254 (开度: 50)	糊化锅向糖化锅排液流量
原料量	自来水	Kg	90.00	
	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	保证短链糊精成生
	保持时间 2	min	40	使淀粉充分糊化
<b>糖化锅</b>				
流量	自来水	Kg/h	270 (开度: 50)	糖化锅进自来水流量
	糊化锅来料	Kg/h	254 (开度: 50)	自糊化锅来料流量
	加热蒸气	Kg/h	10 (开度: 50)	糖化锅加热蒸气流量
	排液	Kg/h	254 (开度: 50)	糖化锅向过滤槽排液流量

原料量	自来水	Kg	96.00	
	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 α-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>				
流量	糖化锅来料	Kg/h	254（开度：50）	自糖化锅来料流量
	回流流量	Kg/h	200（开度：50）	过滤槽回流流量
	排液	Kg/h	254（开度：50）	过滤槽向煮沸锅排液流量
过滤时间	过滤时间	min	20	
<b>煮沸锅</b>				
流量	过滤槽来料	Kg/h	254（开度：50）	自过滤槽来料流量
	加热蒸气	Kg/h	10（开度：50）	煮沸锅加热蒸气流量
	排液	Kg/h	254（开度：50）	煮沸锅向旋沉槽排液流量

温度	煮沸温度	°C	105	
压力	加热套压力	MPa	<0.3	
反应时间	保持时间 1	min	90	
<b>旋沉槽</b>				
流量	煮沸锅来料	Kg/h	254 (开度: 50)	自煮沸锅来料流量
	排液	Kg/h	254 (开度: 50)	旋沉槽向发酵罐排液流量
反应时间	旋沉时间 1	min	30	
<b>发酵罐</b>				
流量	旋沉槽来料	Kg/h	254 (开度: 50)	自旋沉槽来料流量
	自来水	Kg/h	10 (开度: 50)	换热器冷却自来水流量
	冰水	Kg/h	10 (开度: 50)	换热器冷却冰水流量
	排液	Kg/h	2540 (开度: 50)	发酵罐向清酒罐排液流量
原料量	酵母量	L	2	
	氧气量	mg/L	6~8	
温度	前发酵	°C	9	前发酵温度
	封罐	°C	12	封罐温度
	后发酵	°C	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
发酵时间	前发酵	h	72~96	前发酵时间
	封罐	h	96	封罐时间
	后发酵	h	72~120	后发酵时间

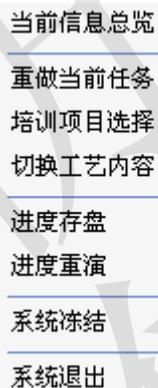
清酒罐				
流量	发酵罐来料	Kg/h	254 (开度: 50)	自发酵罐来料流量
温度	贮酒温度	°C	0	
压力	贮酒压力	MPa	0.14	

## 第五章 软件使用说明

### 5.1、程序主界面

#### 5.1.1 菜单介绍

##### 5.1.1.1 工艺菜单



当前信息总览  
重做当前任务  
培训项目选择  
切换工艺内容  
进度存盘  
进度重演  
系统冻结  
系统退出

图 1 工艺菜单

“工艺”菜单包括当前信息总览，重做当前任务，培训项目选择，切换工艺内容，进度存盘，进度重演，冻结/解冻，系统退出（如图 1 所示）。

当前信息总览：显示当前信息（如图 2 所示）。

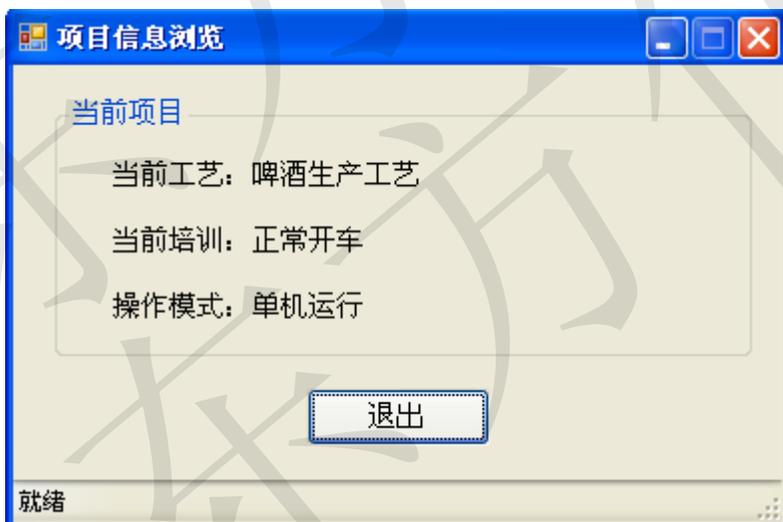


图 2 信息总览

重做当前任务：就是重新启动当前项目。

培训项目选择：可重新选择工况、重新设置时标，所有的相关信息都将被重新设置。  
切换工艺内容：重新选择运行的工艺。

进度存盘：保存当前进度，以便下次调用可直接从当前进度运行。

进度重演：读取所保存的快门文件，可直接从所保存的进度开始运行程序。

冻结/解冻：工艺仿真模型处于“冻结”状态时，不进行工艺模型的计算；相应地，仿 DCS 软件也处于“冻结”状态，不接受任何工艺操作（即：任何工艺操作视为无效）。而其他操作，如画面切换等，不受程序冻结的影响。程序冻结相当于暂停，所不同的是，它只是不允许进行工艺操作，而其他操作并不受影响。这一功能在教师统一讲解时非常有用，即不会因停止工艺操作而使工艺指标失控，又不影响翻看其他画面。

系统退出：退出程序。

### 5.1.1.2 画面菜单

“画面”菜单包括程序中的所有画面。选择菜单项（或按相应的快捷键）可以切换到相应的画面（如图 3 所示）

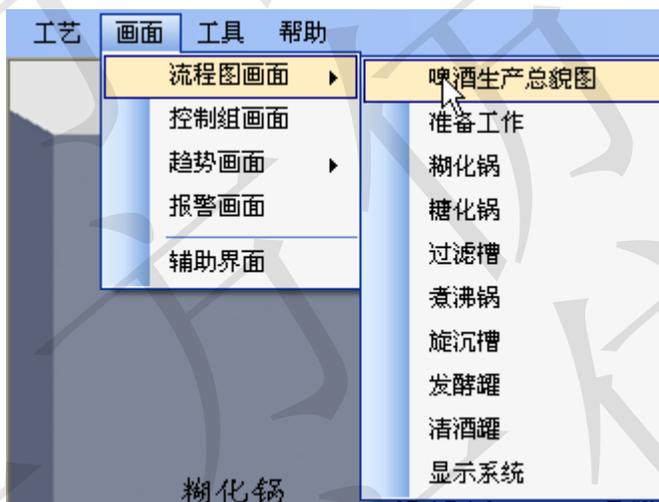


图 3 画面菜单

### 5.1.1.3 工具菜单

工具菜单包括变量监视，时钟设置和自动提示

变量监视画面：可实时监视变量的当前值，察看变量所对应的流程图中的数据点以及对数据点的描述和数据点的上下限（如图 3 所示）。

ID	点名	描述	当前点值	当前变量值	点值上限	点值下限
1	LI1		0.000000	0.000000	120.000000	0.000000
2	LI2		0.000000	0.000000	150.000000	0.000000
3	LI3		0.000000	0.000000	250.000000	0.000000
4	LI4		0.000000	0.000000	250.000000	0.000000
5	LI5		0.000000	0.000000	250.000000	0.000000
6	LI6		0.000001	0.000001	250.000000	0.000000
7	LI7		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
8	LI8		0.000000	0.000000	250.000000	0.000000
9	LI9		0.000000	0.000000	230.000000	0.000000
10	LI10		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
11	PI1		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
12	PI2		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
13	PI3		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
14	PI4		0.000000	-0.000409	100.000000	0.000000
15	PI5		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
16	PI6		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
17	PI7		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
18	PI8		0.000000	0.000000	100.000000	0.000000
19	TI1	糊化锅温度	25.000000	25.000000	100.000000	0.000000
20	TI2	糖化锅温度	25.000000	25.000000	100.000000	0.000000
21	TI3		25.000000	25.000000	100.000000	0.000000
22	TI4		25.000000	25.000000	120.000000	0.000000
23	TI5		25.000000	25.000000	110.000000	0.000000

图 3 变量监视画面

仿真时钟设置：即时标设置，设置仿真程序运行的时标。选择该项会弹出设置时标对话框（如图 4 所示）。时标以百分制表示，默认为 100%，选择不同的时标可加快或减慢系统运行的速度。



图 4 仿真时钟设置

变量监视中有文件菜单，查询菜单。

#### 5.1.1.4 帮助菜单

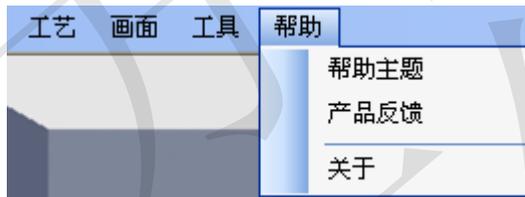


图 5 帮助菜单

帮助菜单包括帮助主题、产品反馈和关于。

- (1) 帮助主题：可以察看相关帮助。
- (2) 产品反馈：您可以把对我们的产品的一些意见 E-MAIL 给我们，不管是赞成的还是提出批评的我们都将感谢您对我们产品的关注，并及时修正我们的缺点，给广大用户一个最满意的产品。
- (3) 关于：可以看到软件的版本和授权情况。

## 5.2. 流程图画面

### 5.2.1 啤酒生产总貌图



图 6 啤酒生产总貌图

可操作的区域又称为触屏，当鼠标光标移到上面时会变成一个手的形状， 表示可以操作。如点击图 6 中糊化锅等装置，可以切换到糊化锅等操作界面。

### 5.2.2 准备工作界面



图 7 准备工作界面

点击图 7 中“相关试题”按钮，即弹出相关试题对话框（如图 8 所示）。“相关试题”按钮在点击一次后即变成灰色，处于不可操作状态，所以弹出的试题要一次性做完再关闭。

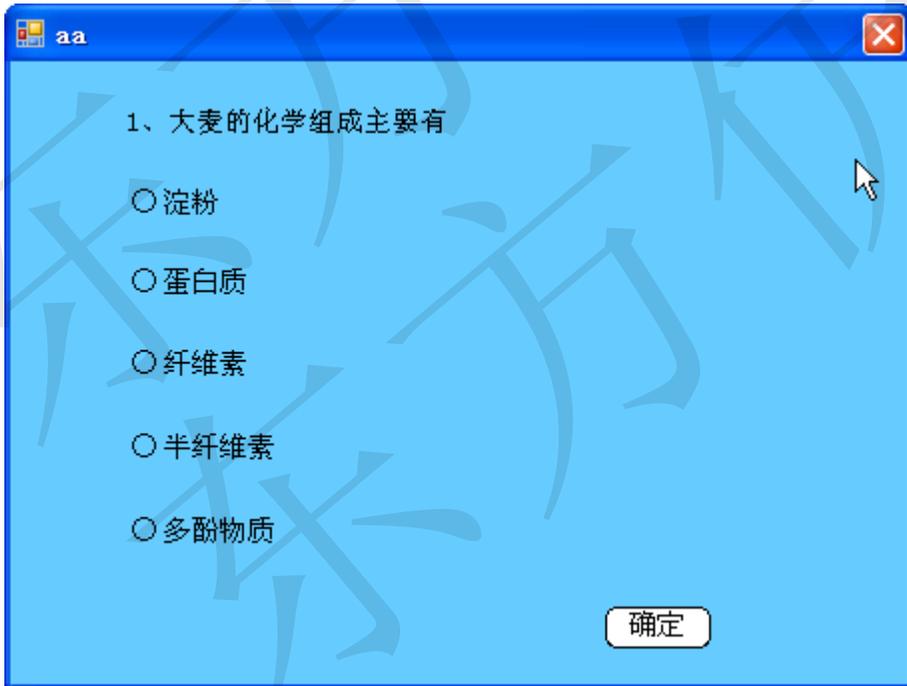


图 8 准备工作界面



图 9 相关试题评分界面

点击图 8 中“确定大麦品种”可编辑区，即转至大麦的化学组分设定界面。点击“设定”按钮，可以自行设定大麦的组分。点击“预处理”、“浸渍、发芽”等可编辑区，可转至其他相关界面进行相关操作。

## 5.2.3 糊化锅界面

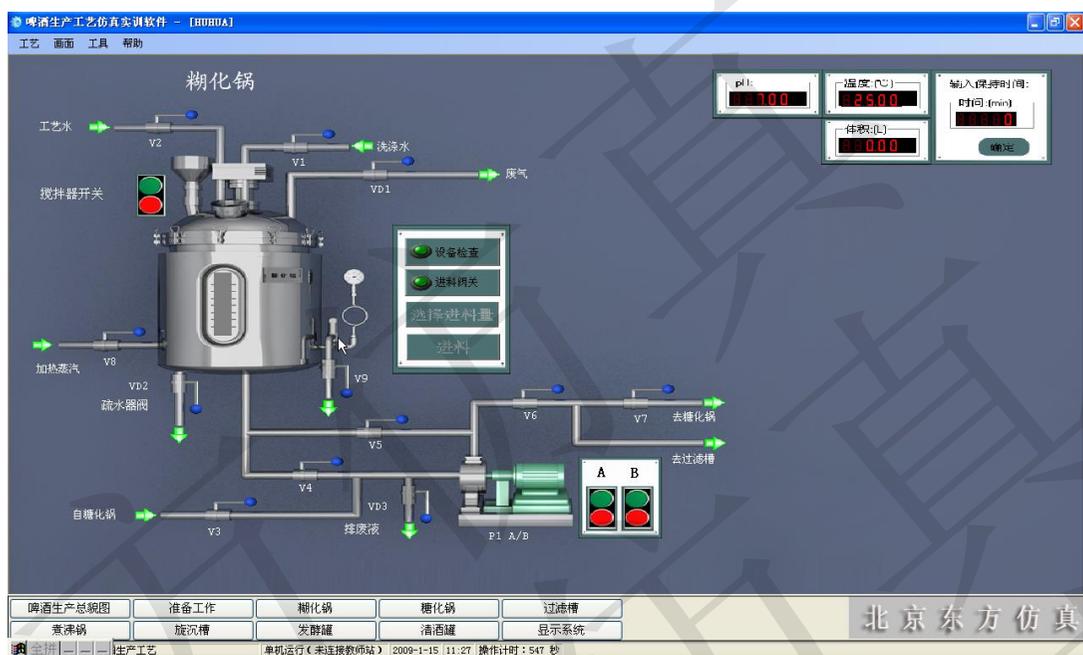


图 9 糊化锅界面

点击图 9 界面中的压力表，会弹出压力表表盘，以使用户读取压力数据；操作过程中，在界面的右边会有相应操作的动画演示。

点击图 9 中“选择进料量”，会弹出相应对话框，输入大米进料量，系统会自动加入 15% 的麦芽，并计算出糊化锅总进料量。

在操作过程中，用户可以向系统输入保持时间。在糊化锅界面点击“输入保持时间”后的可操作区域，即弹出输入对话框，输入保持时间（以 min 计），然后点击“确定”按钮。同时弹出相关试题（如图 10 所示）。

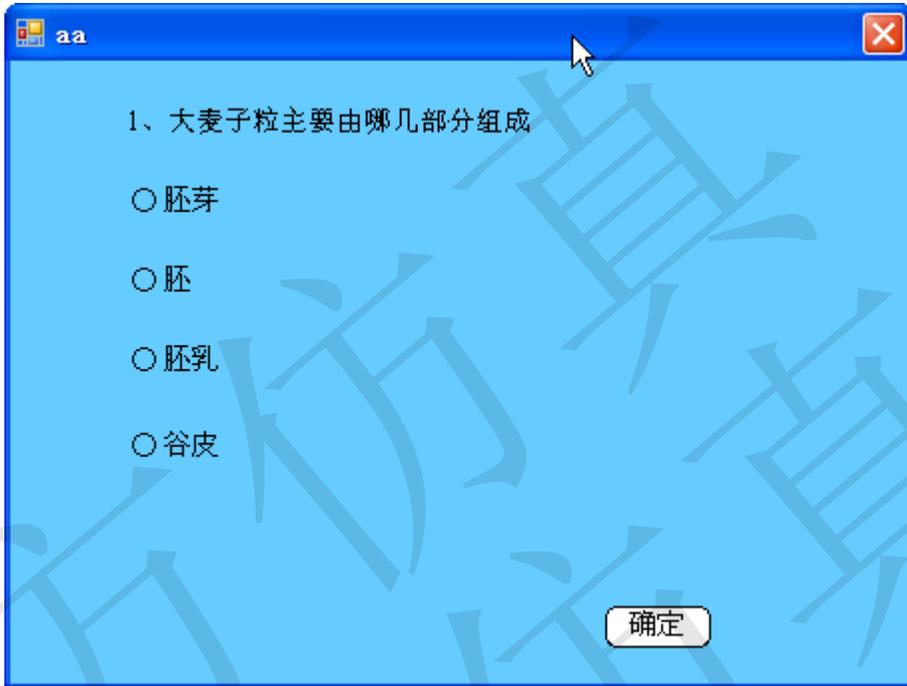


图 10 糊化锅界面

### 5.2.4 糖化锅界面

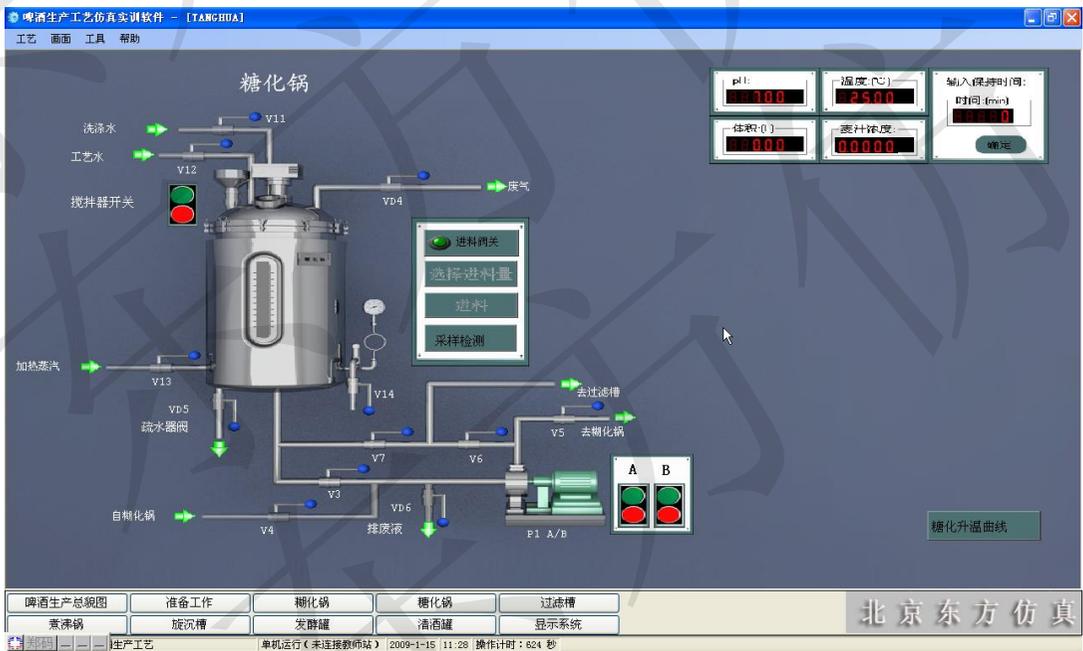


图 11 糖化锅界面

本系统界面中阀门都处于可操作状态,用户可对其进行操作,点击阀门弹出两种对话框(如图 12 所示)。



图 12 阀门弹出对话框

### 5.2.5 过滤槽界面

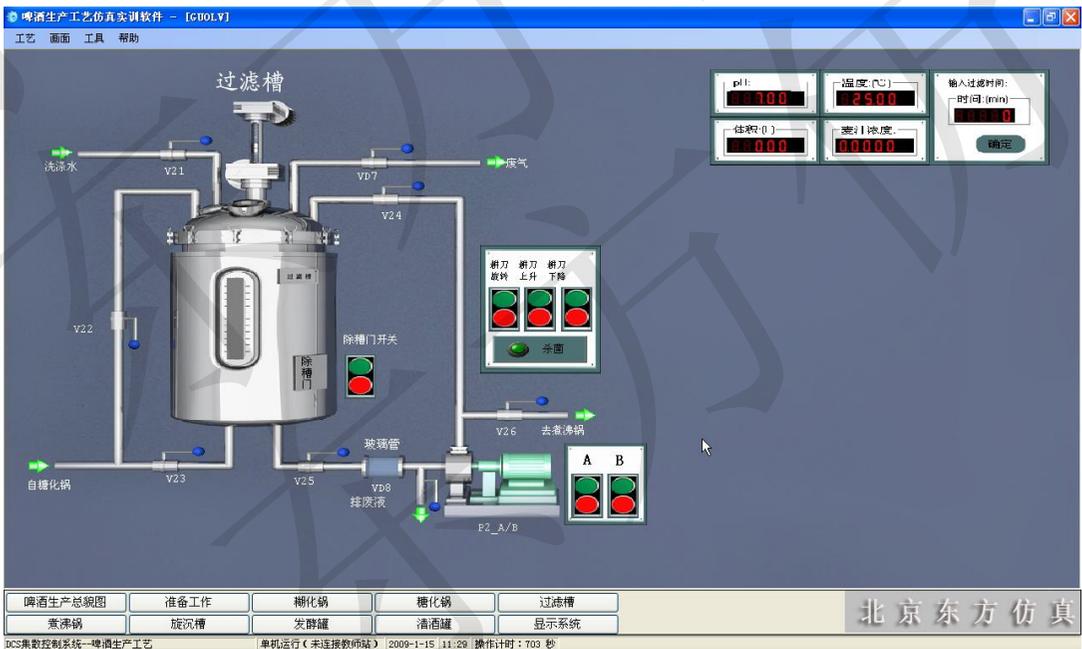


图 13 过滤槽界面

在过滤槽回流操作时，玻璃管处会显示麦汁的澄清度，如果麦汁澄清度不再变化，即说明已经分离完全；否则继续回流过滤，直到观察玻璃管处不再变化为止。

### 5.2.6 煮沸锅界面

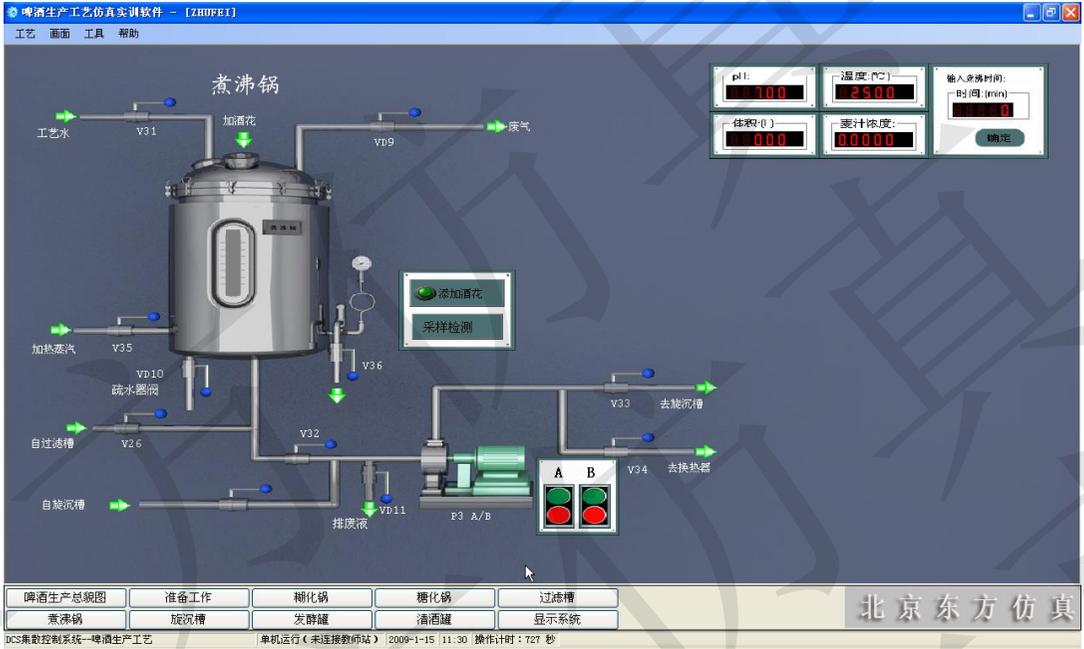


图 14 煮沸锅界面

### 5.2.7 旋沉槽界面

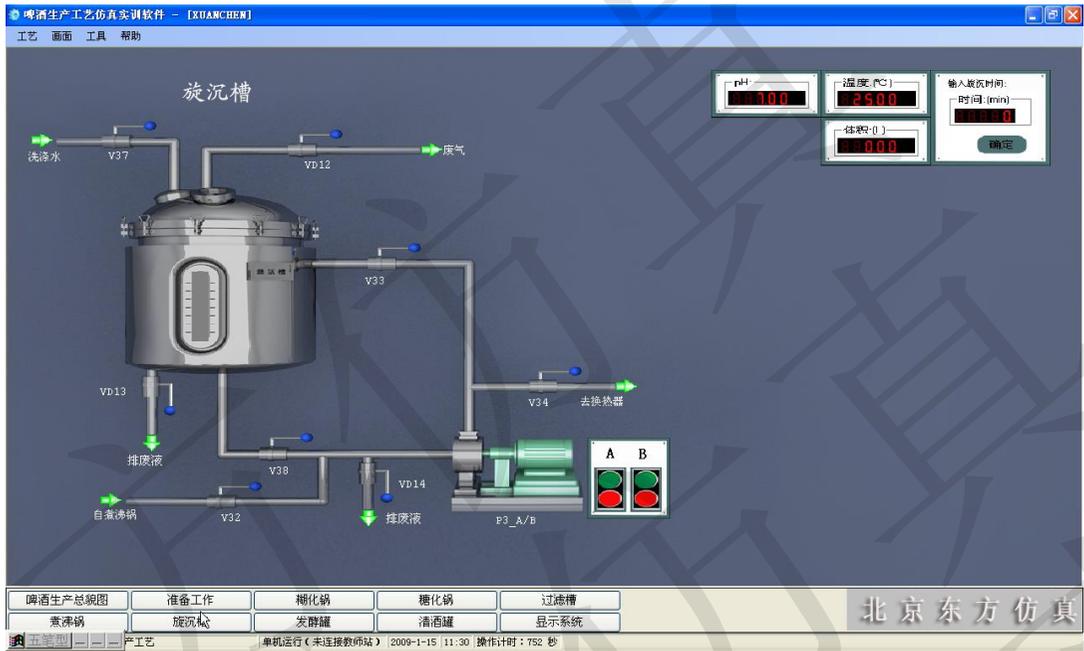


图 15 旋沉槽界面

### 5.2.8 发酵罐界面

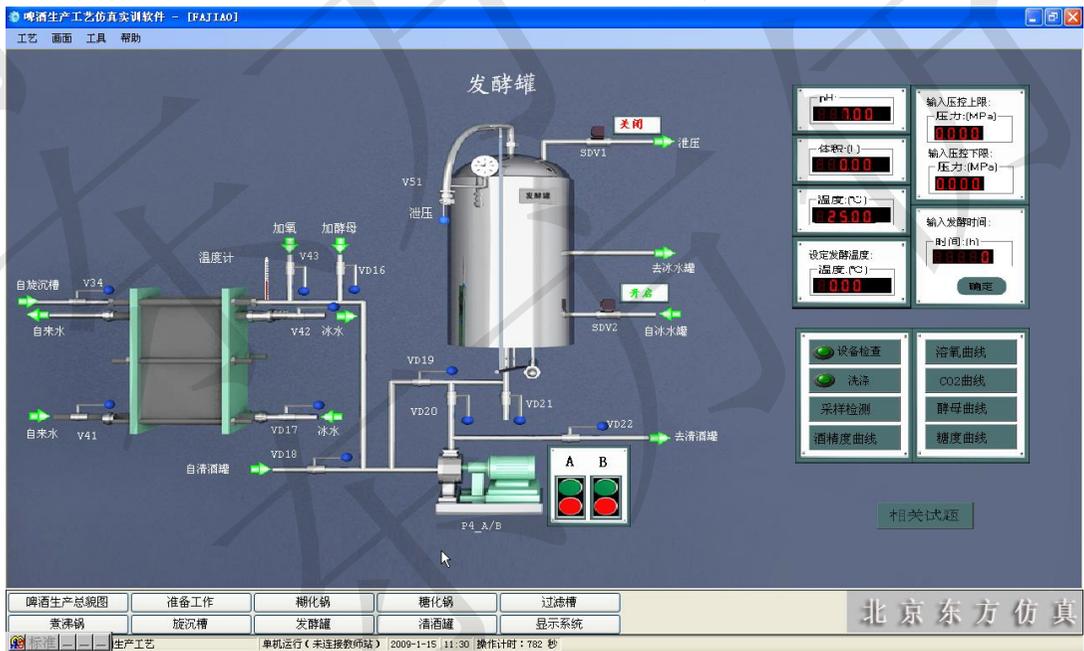


图 16 发酵罐界面

### 5.2.9 清酒罐界面



图 17 清酒罐界面

### 5.2.10 显示屏界面



图 18 显示屏界面

### 5.2.11 趋势界面

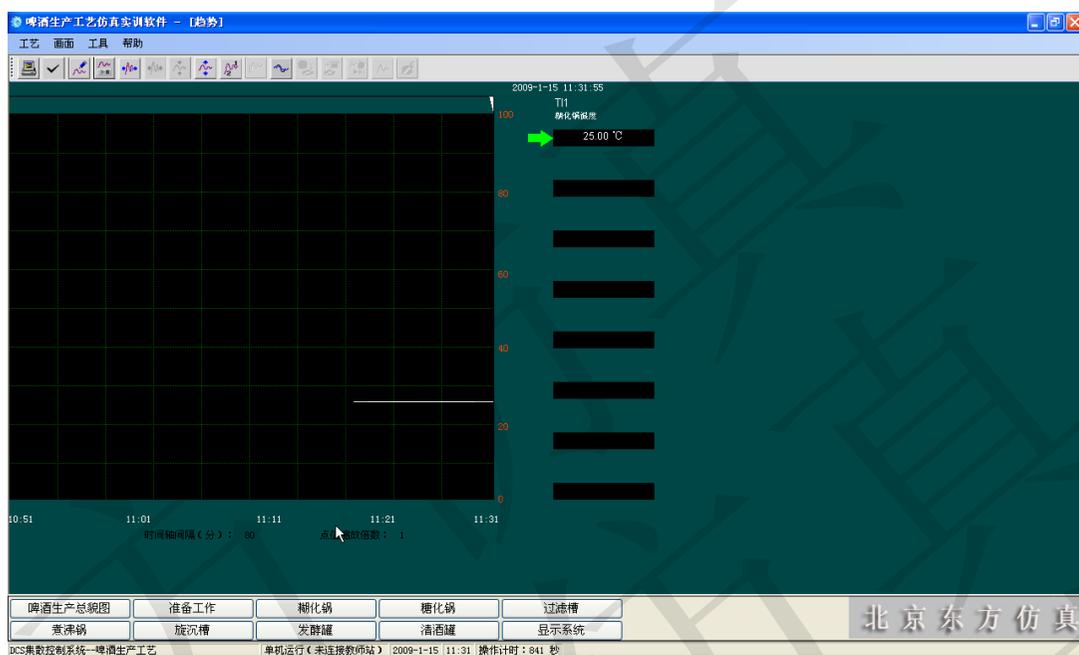


图 19 趋势界面

### 5.3. 退出系统

直接关闭流程图窗口和评分文件窗口都会退出系统，另外，还可在菜单工艺菜单重点点击“系统退出”退出系统。

## 第六章 操作规程

### 6.1 糊化锅操作

- 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 V2，在糊化锅内加水；待加水 90kg 后关闭阀 V2，停止加水。
- 3、打开阀 V8，给糊化锅加热；待加热至 30℃，关闭阀 V8，停止加热，糊化锅处于保温状态。
- 4、启动搅拌；打开进料阀，选择进料量，投入麦芽及大米粉；然后关闭进料阀。
- 5、打开阀 V8，给糊化锅加热；待加热至 70℃，关闭阀 V8，停止加热，并保温 20min。
- 6、打开阀 V8，给糊化锅加热；待加热至 100℃，关闭阀 V8，停止加热，并保温 40min。
- 7、糊化锅空出后，打开阀 V2，用水冲洗。

### 6.2 糖化锅操作

- 1、打开阀 V12，在糖化锅内加水；待加水 96kg 后，关闭阀 V12，停止加水。
- 2、打开蒸汽阀 V13，给糖化锅加热；待加热至 37℃，关闭阀 V13，停止加热，糊化锅处于保温状态
- 3、启动搅拌；打开进料阀，选择进料量，进料；待进料完毕后，关闭进料阀。
- 4、停止搅拌，静止 20min。
- 5、启动搅拌。
- 6、打开蒸汽阀 V13，给糖化锅加热；待加热至 50℃，关闭阀 V13，停止加热，糊化锅处于保温状态。
- 7、停止搅拌，保温 40min。

- 8、启动搅拌。
- 9、打开阀 V4；启动泵 P1；打开阀 V6、V7，将糊化锅醪液泵入糖化锅。
- 10、停止搅拌，静置 70min。
- 11、启动搅拌。
- 12、打开蒸汽阀 V13，给糖化锅加热；待加热至 78℃，关闭阀 V13，停止加热，糊化锅处于保温状态。
- 13、糖化锅空出后，打开阀 V12，用水冲洗。

### 6.3 过滤槽操作

- 1、打开阀 V3；启动泵 P1；打开阀 V23，将糖化锅醪液排入过滤槽。
- 2、同时启动耕刀旋转，使麦糟分布均匀。
- 3、醪液全部泵入后，关闭阀 V3、泵 P1、阀 V23。
- 4、停止耕刀转动，并使耕刀上升，静止 20min。
- 5、打开阀 V25；启动回流泵 P2，打开阀 V24，进行回流。
- 6、排糟。
- 7、加水清洗过滤槽。

### 6.4 煮沸锅操作

- 1、待过滤槽滤液澄清后，打开阀 V25；启动倒醪泵 P2；打开阀 V26，将过滤槽醪液排入煮沸锅。
- 2、待醪液全部倒入后，关闭阀 V25、V26、泵 P2。
- 3、打开蒸汽阀 V35（加热前打开废气阀 VD9），加热煮沸。

- 4、麦汁煮沸开锅 10min，添加苦型酒花。
- 5、麦汁煮沸开锅 30min，添加香型酒花。
- 6、麦汁煮沸终前 10min，添加苦型酒花。
- 7、待麦汁达到一定浓度，关闭蒸汽阀 V35，煮沸锅处于保温状态。

## 6.5 旋沉槽操作

- 1、打开阀 V32，启动泵 P3，打开阀 V33，将醪液倒入旋沉槽。
- 2、待醪液全部倒入后，关闭阀 V32，V33，泵 P2；静止 30min。
- 3、醪液排完后，冲洗旋沉槽。

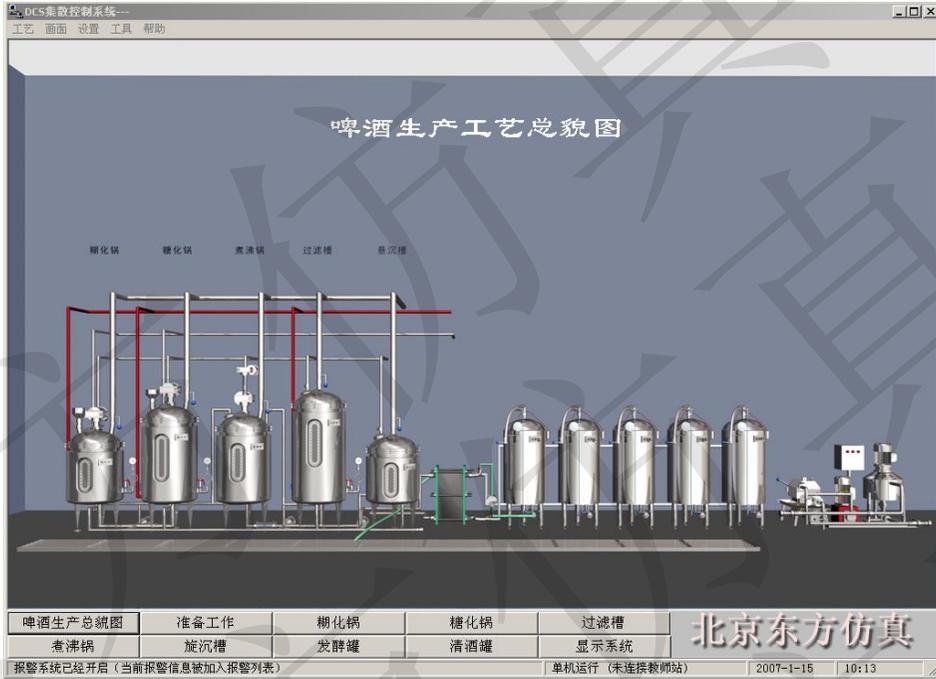
## 6.6 发酵罐操作

- 1、检查设备。
- 2、进行 4 步法洗涤发酵罐（水洗—火碱洗—水洗—双氧水洗）。
- 3、接种，添加酵母（接种前先设定发酵时间、压控上下限和发酵温度）。
- 4、打开自来水阀 V41。
- 5、打开冰水进口阀 VD17，出口阀 V42。
- 6、打开阀 V38，启动泵 P3，打开阀 V34，进行麦汁冷却。
- 7、启动万能泵，打开阀 VD20，向发酵罐进料。
- 8、打开充氧阀，充氧。
- 9、保证溶氧量为 6-8mg/L，关闭充氧阀。
- 10、进料完毕后，关闭旋沉槽出口阀、泵 P3 及发酵罐进料阀、万能泵。

- 11、糖度降至  $4.2 \pm 0.2\text{BX}$ ，关闭阀 V51 封罐，重新设定压控上下限及发酵温度。
- 12、后发酵期间，设定温度使降温至  $0^{\circ}\text{C}$ （还原结束后，应当在 24h 内降温至  $0^{\circ}\text{C}$ ，并保持；同时保持罐内压力位  $0.14\text{Mpa}$ ），打开排液阀，将酵母排出。
- 13、打开出酒阀 VD19，启动万能泵，打开阀 VD22，将物料排至清酒罐。

## 第七章 操作界面

### 7.1 啤酒生产工艺总貌图

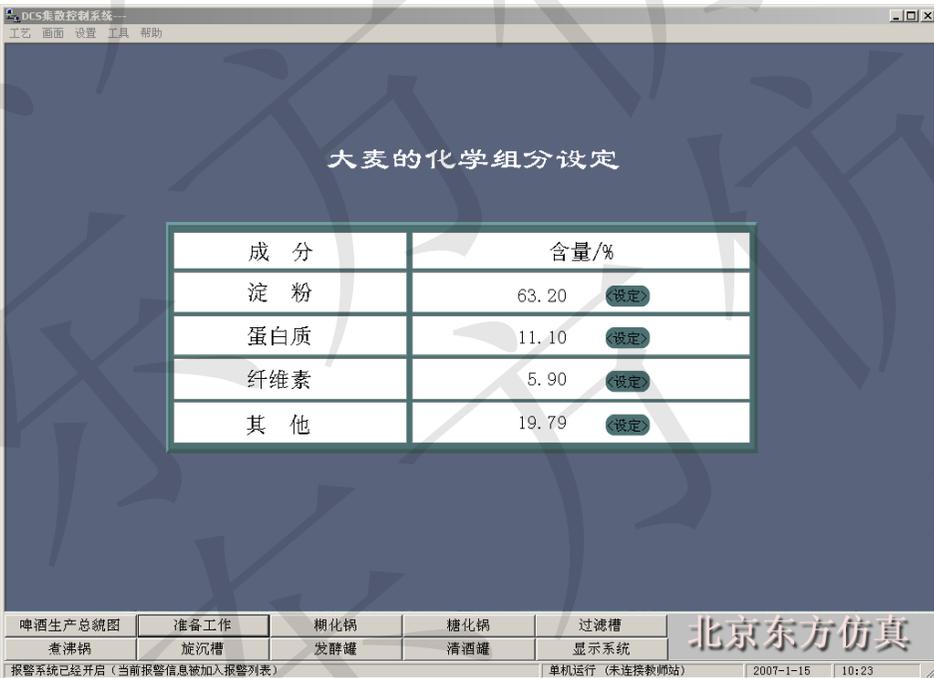


### 7.2 准备工作界面

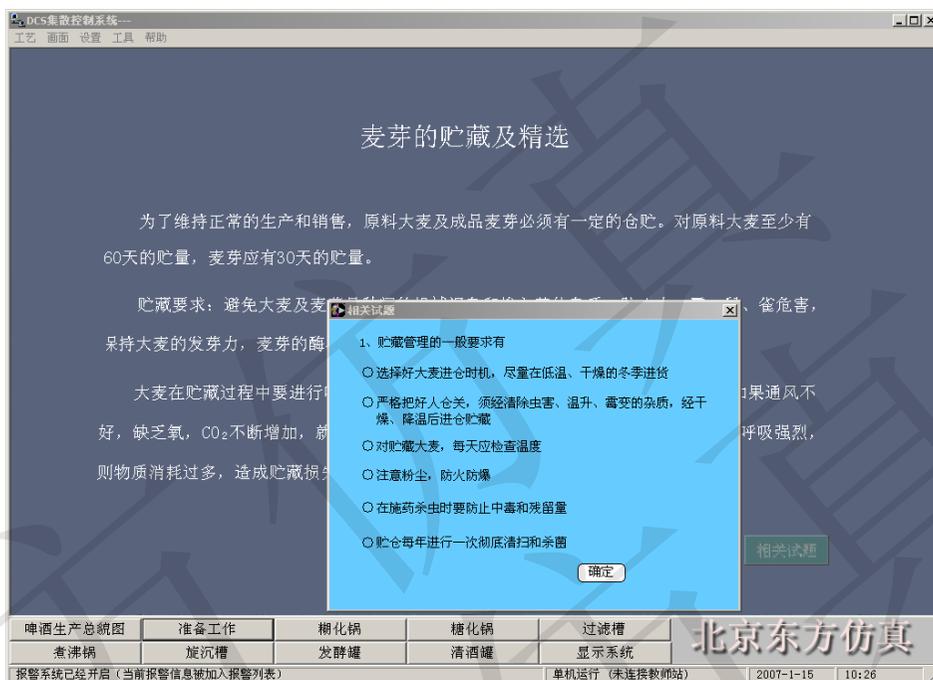
#### 7.2.1 麦芽制备及粉碎界面



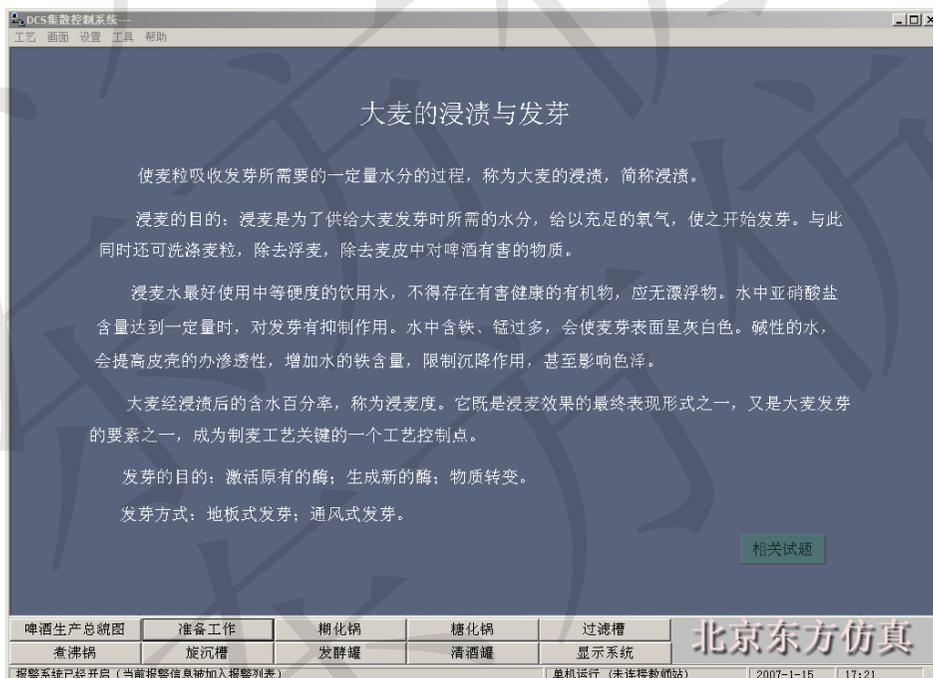
## 7.2.2 大麦的化学组分设定界面



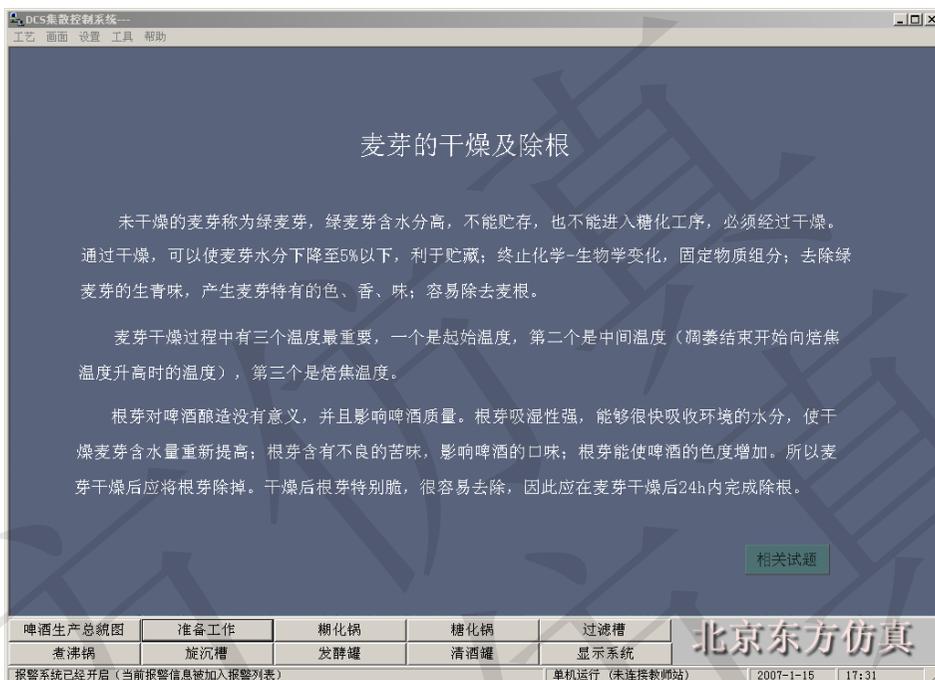
## 7.2.3 预处理界面



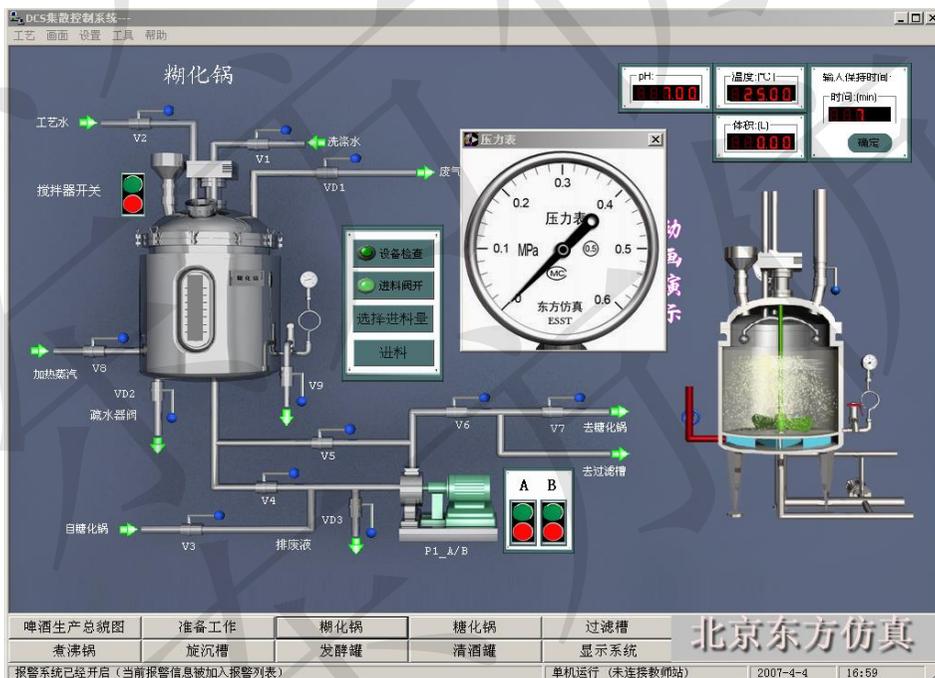
## 7.2.4 浸渍、发芽界面



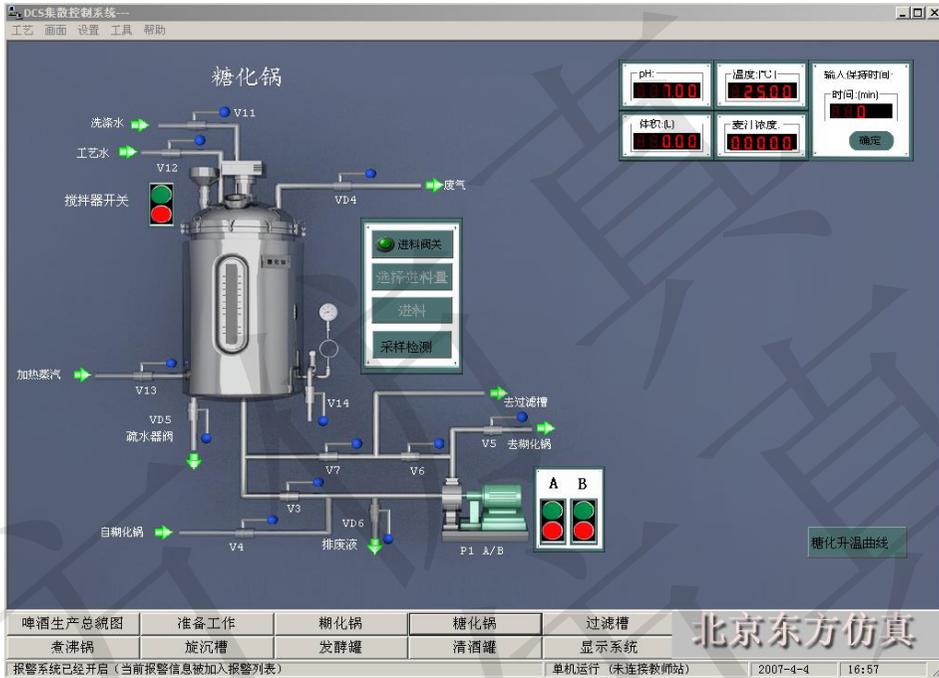
## 7.2.5 干燥、除根界面



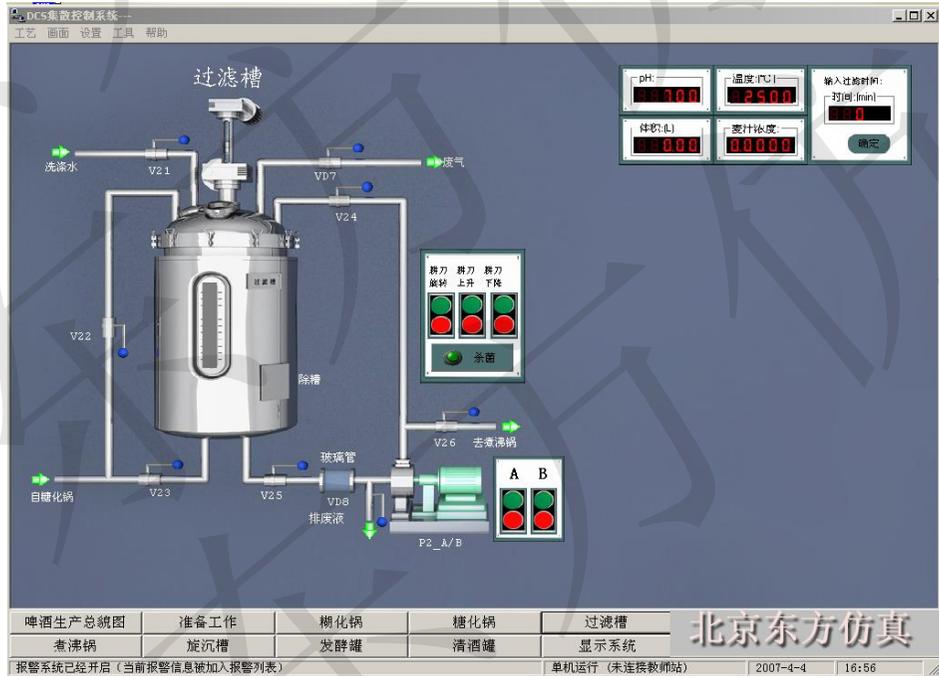
### 7.3 糊化锅界面



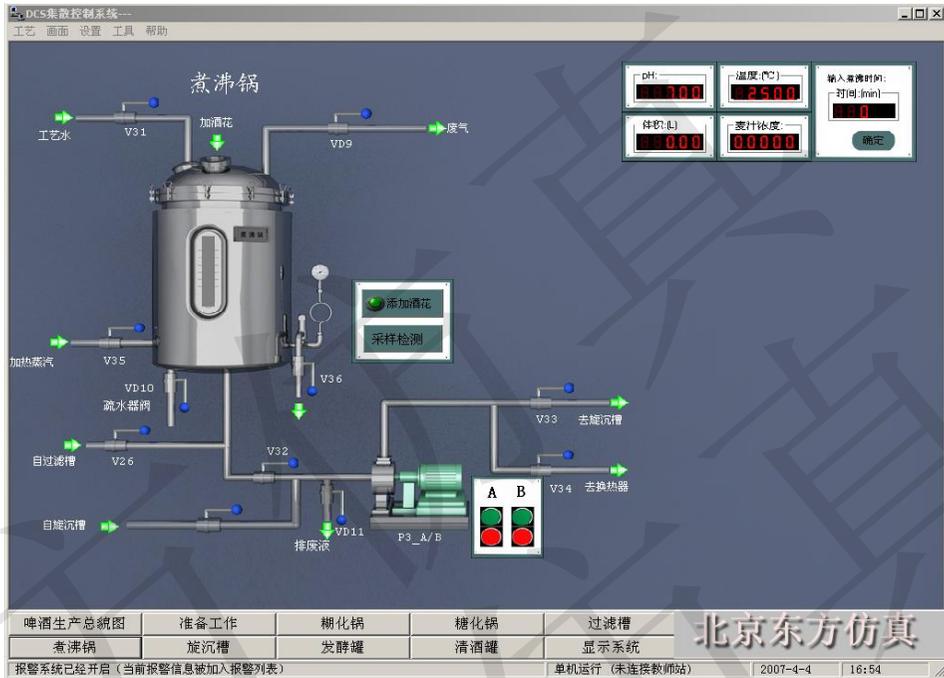
### 7.4 糖化锅界面



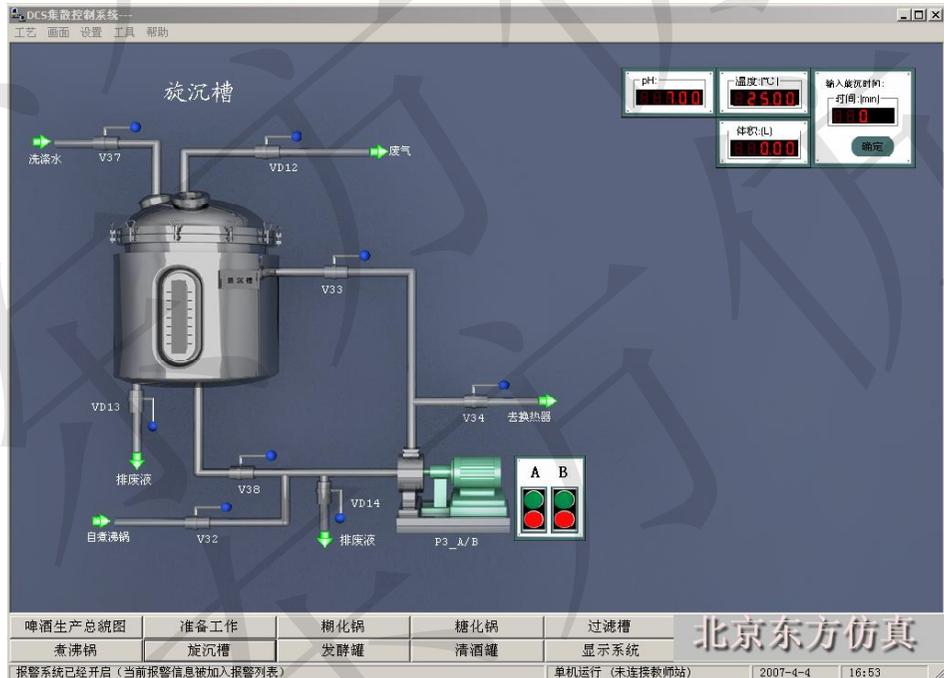
## 7.5 过滤槽界面



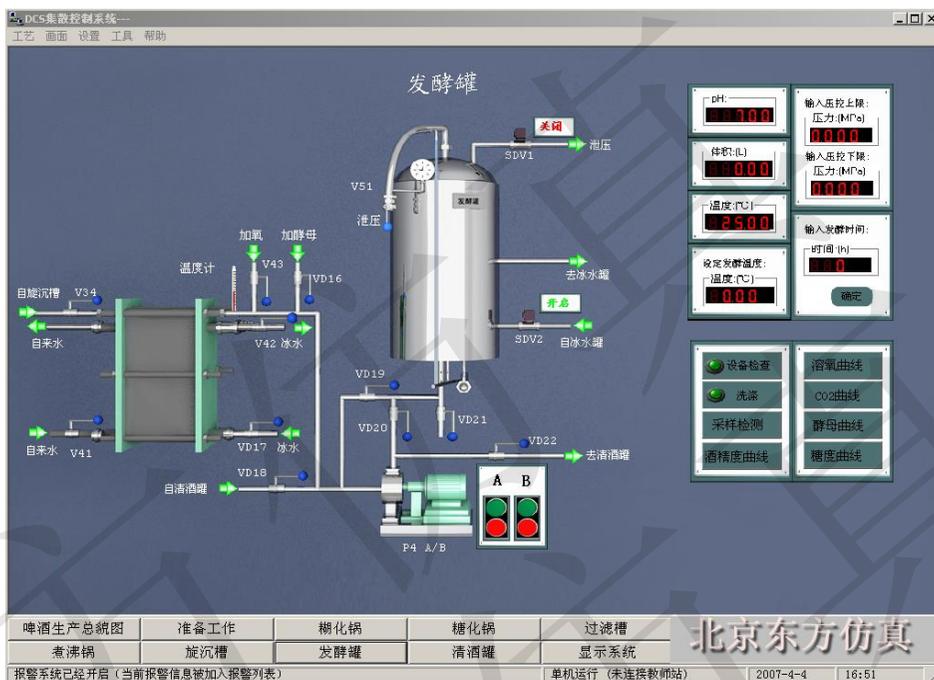
## 7.6 煮沸锅界面



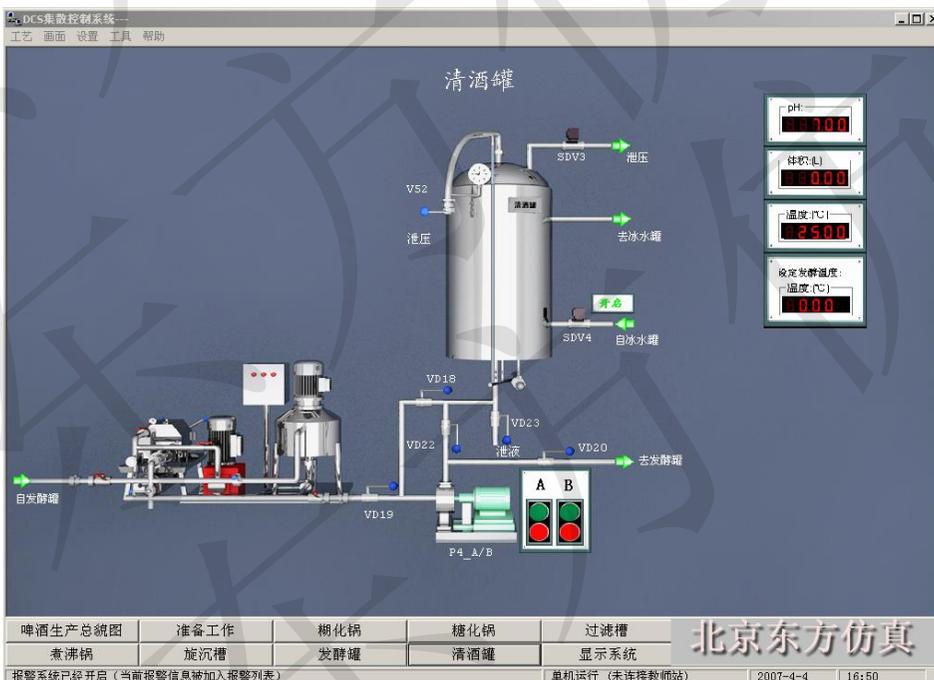
### 7.7 旋沉槽界面



### 7.8 发酵罐界面



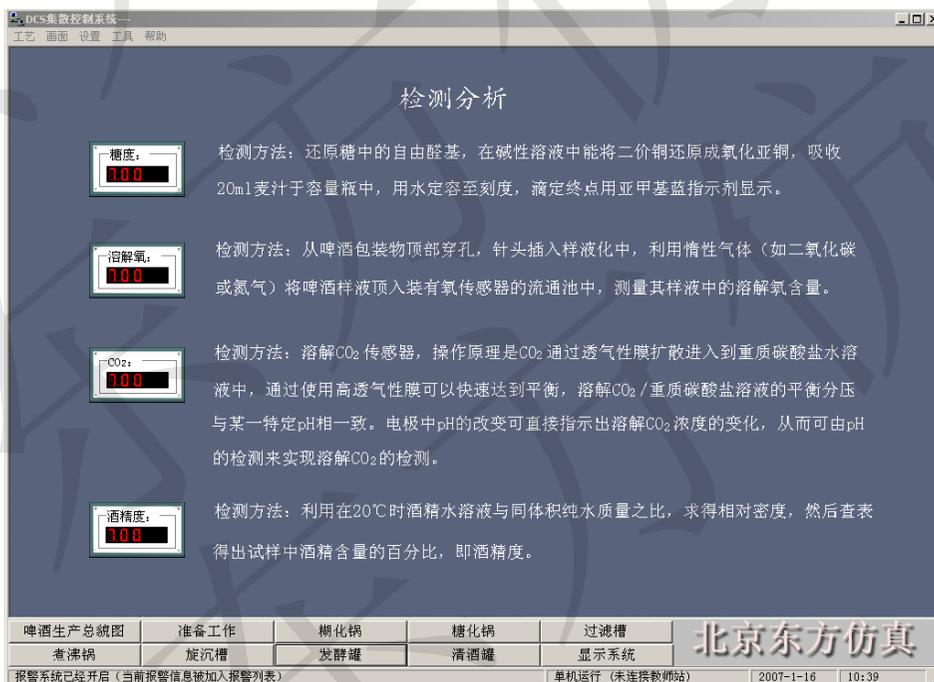
## 7.9 清酒罐界面



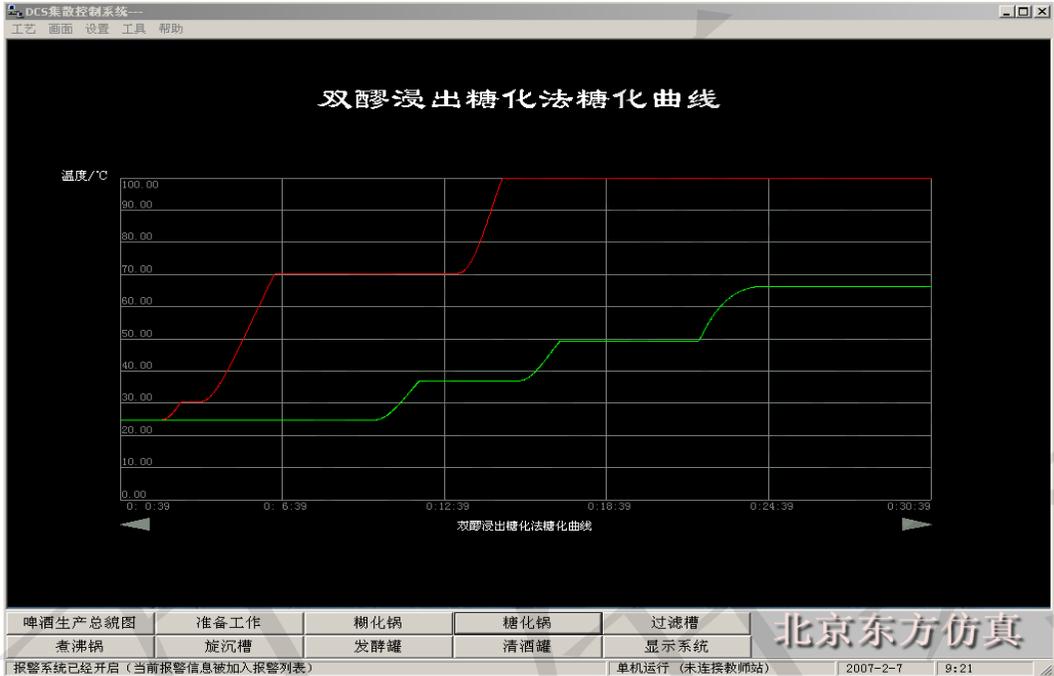
## 7.10 显示系统界面



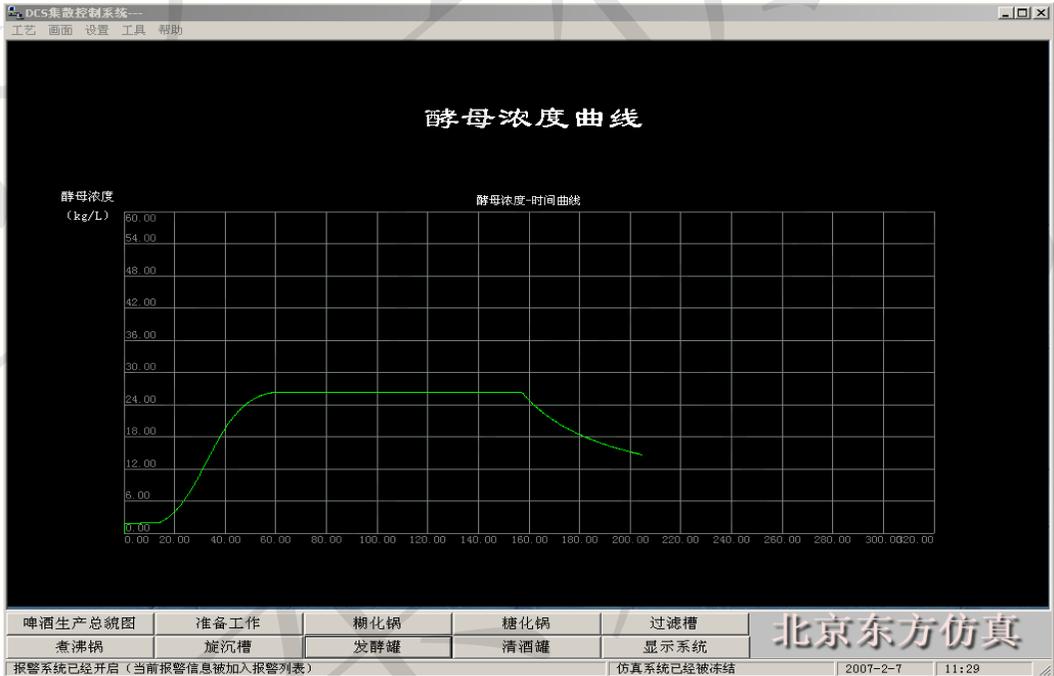
## 7.11 检测分析界面



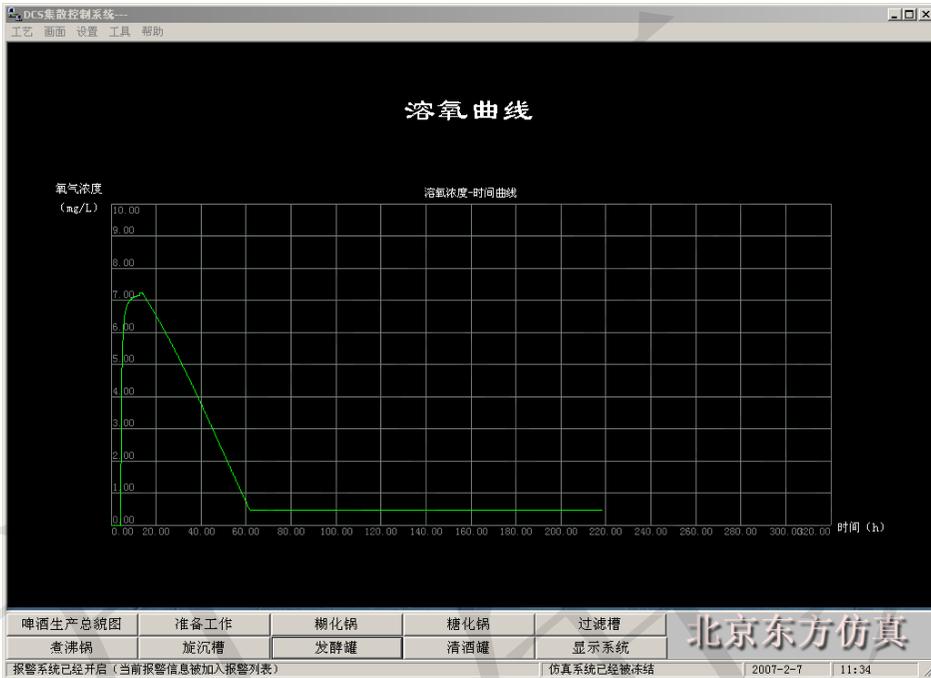
## 7.12 糖化曲线



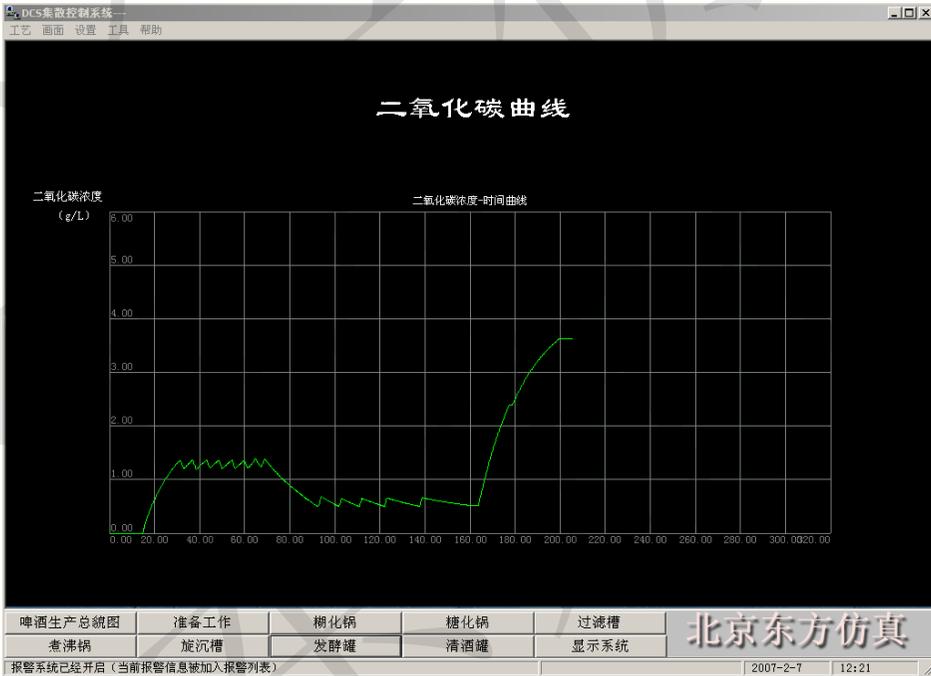
### 7.13 酵母浓度曲线



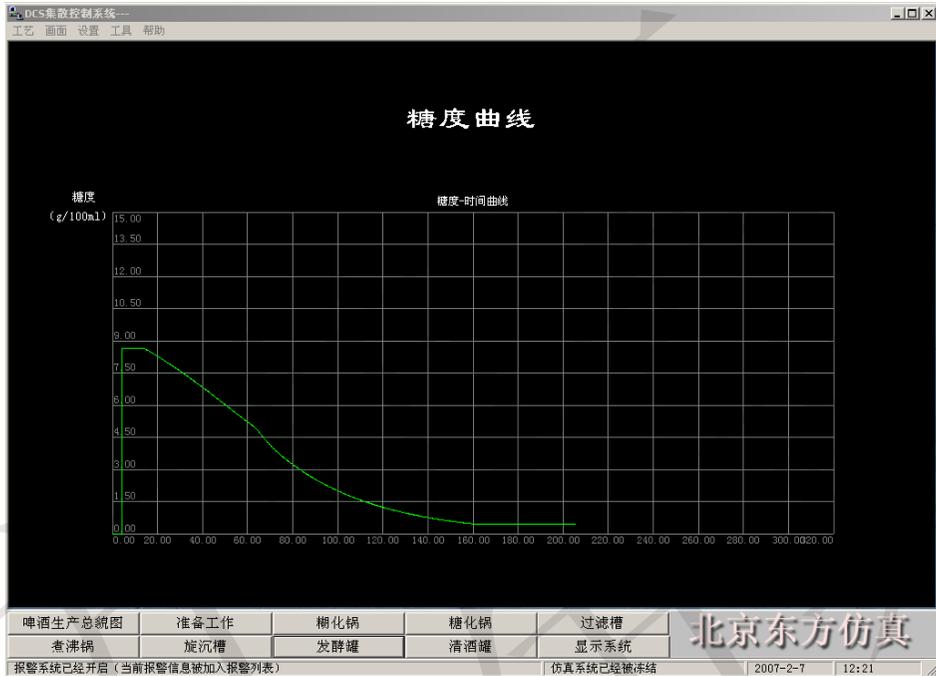
### 7.14 溶氧曲线



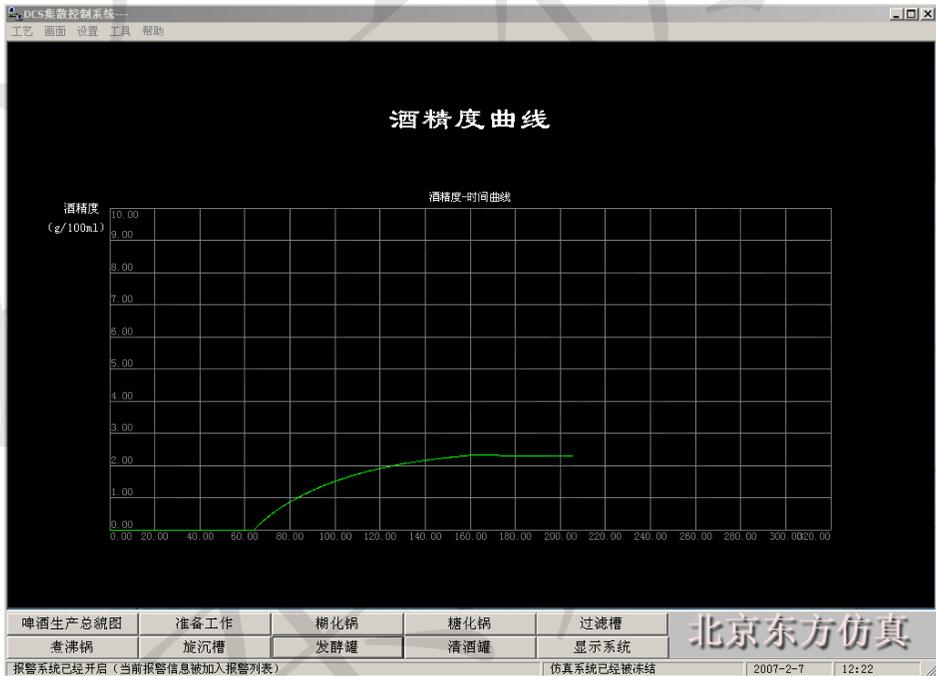
## 7.15 二氧化碳曲线



## 7.16 糖度曲线



### 7.17 酒精度曲线



## 第八章 思考题

- 1、大麦的化学组分主要有（ABCDE）
  - A、淀粉
  - B、蛋白质
  - C、纤维素
  - D、半纤维素
  - E、多酚物质
- 2、麦芽制造是指酿造大麦经过一系列加工制成麦芽的过程，其步骤有（ABCDE）
  - A、大麦预处理
  - B、浸麦
  - C、发芽
  - D、干燥
  - E、除根
- 3、啤酒麦芽制造的主要目的有（ABCD）
  - A、使大麦中酶活化而担供麦芽汁制造时所需要的各种酶
  - B、使大麦胚乳中的成分适当的分解，为麦汁制造提供大部分有效的浸出物
  - C、赋予麦芽特有的色、香、味，从而满足啤酒对色泽、味道、泡沫等的特殊要求
  - D、使麦芽的成分稳定，可长期保存
- 4、啤酒酿造工艺流程步骤有（ABCDEFG）
  - A、粉碎
  - B、糖化
  - C、麦汁过滤
  - D、麦汁煮沸
  - E、麦汁冷却
  - F、发酵
  - G、啤酒过滤
- 5、粉碎的控制要求（BC）
  - A、粗粒与细粒的比例为 1: 1.5
  - B、麦皮要求破而不碎
  - C、麦芽胚乳要粉碎的细些
  - D、一次性粉碎足够量麦芽，以便下次糖化时用
- 6、粉碎的正确操作步骤是（ABDE）
  - A、检查设备：查看粉碎机料斗内有无杂质
  - B、检验原料：仔细检查原料外观质量，有无霉烂现象
  - C、润水：粉碎的过程中边加水边粉碎，以达到粉碎粉“破而不碎”的要求
  - D、取样分析：随时取样检查麦芽粉碎情况

E、后处理：粉碎结束后，切断电源，回收内存物料，清理设备上的粉尘及地面卫生。

7、贮藏管理的一般要求有（ABCDEF）

- A、选择好大麦进仓时机，尽量在低温、干燥的冬季进货
- B、严格把好人仓关，须经清除虫害、温升、霉变的杂质，经干燥、降温后进仓贮藏
- C、对贮藏大麦，每天应检查温度
- D、注意粉尘，防火防爆
- E、在施药杀虫时要防止中毒和残留量
- F、贮仓每年进行一次彻底清扫和杀菌，一般用 DDVP，二氧化碳等药剂进行全面消毒

8、防止霉菌滋生的有效办法有（ABCD）

- A、保持贮仓内干燥，防止仓壁渗漏和麦粒结露；
- B、加强大麦入仓前的检查，不同品种、不同质量的大麦要分开贮藏；
- C、利用倒仓或通冷风的办法降低麦层温度；
- D、利用低浓度的化学品灭菌；

9、防止大麦贮藏过程中发芽力下降的方法（BC）

- A、进仓温度宜控制在 18℃左右
- B、进仓温度宜控制在 13℃左右
- C、大麦安全贮藏水分在 12.5%以下
- D、大麦安全贮藏水分在 15.5%以下

10、大麦分级设备有大麦分级机，主要有以下几种类型（ABC）

- A、圆筒分级筛
- B、平板分级筛
- C、精选分级机

11、麦精选的工艺要求有：（ABCD）

- A、分级大麦中夹杂物不能大于 0.5%
- B、分级大麦的整齐度应达 93%以上
- C、杂质中不应含有整粒合格大麦
- D、同地区、同品种、同分级号的大麦贮在一道，作浸麦投料用

12、影响大麦吸水速度的因素（ABCD）

- A、水温
- B、麦粒大小
- C、大麦的质量
- D、淀粉含量

13、为了提高洗涤效果，促进有害物质的溶出，洗麦时常添加一些化学物质，如（ABCDE）

- A、石灰
- B、漂白粉
- C、氢氧化钠
- D、甲醛

- E、高锰酸钾
- 14、浸麦的方法有 (ABCD)
- A、湿浸法
  - B、浸水断水法
  - C、喷淋浸麦法
  - D、重浸法
- 15、造成浸麦损失的原因有哪几个方面 (ABC)
- A、粉尘和清洗掉的杂物约 0.1%
  - B、谷皮浸出物平均为 0.8%左右
  - C、呼吸损失在 0.5%~1.5%之间
- 16、浸麦的最佳水温是 (B)
- A、10~12℃
  - B、12~15℃
  - C、15~18℃
  - D、18~20℃
- 17、发芽的目的是 (ABC)
- A、使麦粒中形成大量的各种酶
  - B、使一部分非活化酶得到活化和增长
  - C、使麦粒中的部分淀粉、蛋白质和半纤维素等高分子物质得到分解
- 18、发芽工艺条件主要控制 (ABCD)
- A、浸麦度
  - B、发芽温度
  - C、发芽时间
  - D、通风
- 19、影响  $\alpha$ -淀粉酶生成的决定因素是 (ABCD)
- A、浸麦度
  - B、发芽温度
  - C、发芽时间
  - D、通风
- 20、下面答案中对淡色麦芽的发芽工艺要求正确的是 (ACD)
- A、发芽水分 43%-46%，冬季高一点，夏季低一点
  - B、发芽温度为 14-25℃
  - C、宜采用连续通风，通风温度比麦层温度低 1-2℃
  - D、浸麦度不够时，搅拌时应均匀喷淋给水
  - E、发芽时间为 6-8 天
- 21、焙燥的目的有 (ABCD)
- A、达到终止绿麦芽的生长和酶的分解作用
  - B、除去绿麦芽的生青味，将部分甲基硫的前体经过加热分解并挥发出去

- C、使麦芽产生特定的色、香、味，而且根芽较脆，易于除根  
D、除去多余水分，便于储存，易于粉碎
- 22、焙燥过程分为（ABCD）  
A、凋萎期  
B、烘干期  
C、焙焦期  
D、冷却期
- 23、淡色麦芽在焙燥过程中，一般会发生如下变化（BC）  
A、糖化力上升  
B、糖化力下降  
C、色度上升  
D、色度下降
- 24、在较高水分下进行焙焦会产生下列哪种后果（ABCE）  
A、蛋白质分解产物发生美兰德反应  
B、淀粉分解产物发生美兰德反应  
C、使酶变性、失活  
D、导致糖化力和浸出物含量升高  
E、导致色度增高，玻璃质增加
- 25、一般干麦芽使用前必须贮藏一个月，最长为半年，贮藏的目的有（ABC）  
A、除根麦芽经贮藏吸水后，粉碎时可达皮破而不碎  
B、贮藏吸水后，其胚乳失去原有的脆性，质地有显著改进  
C、经贮藏后，焙燥钝化的酶活性复活，糖化力提高约 1%-2%，蛋白酶活性提高 2%  
D、去除麦芽中的苦味，增加麦芽的色、香、味
- 26、啤酒酿造用水的水质要求（ABCDEFG）  
A、对颜色及透明度的要求  
B、对气味及口味的要求  
C、对总溶解盐类含量的要求  
D、对 pH 的要求  
E、对总硬度的要求  
F、对重金属离子的要求  
G、对细菌总数和大肠杆菌数的要求
- 27、水质的好坏直接影响到啤酒的质量，啤酒酿造用水的改良和处理方法有（ABCDEF）  
A、煮沸法  
B、加石灰水法  
C、加石膏改良法  
D、加酸法  
E、离子交换法  
F、电渗析法

28、啤酒生产中，酵母洗涤用水和稀释用水须达到无菌要求，所以这两部分水要进行杀菌，方法有（ABCD）

- A、砂滤棒过滤
- B、加氯杀菌
- C、臭氧杀菌
- D、紫外线杀菌

29、水的残碱度（RA 值）是衡量水质的一项重要指标，可以预测水中碳酸氢盐、钙硬、镁硬对麦汁和啤酒的影响程度，不同啤酒品种对 RA 值的要求不同，下面正确的是（BD）

- A、淡色啤酒 RA 值 $>5^{\circ}$  d
- B、淡色啤酒 RA 值 $\leq 5^{\circ}$  d
- C、黑色啤酒 RA 值 $>5^{\circ}$  d
- D、黑色啤酒 RA 值 $>10^{\circ}$  d

30、大麦子粒主要由（BCD）三部分组成。

- A、胚芽
- B、胚
- C、胚乳
- D、谷皮

31、大麦中碳水化合物主要是（ACD）

- A、淀粉
- B、蛋白质
- C、纤维素
- D、麦胶物质

32、我国盛产大米，所以大米一直是我国啤酒酿造广泛采用的一种辅助原料。大米的主要特点有（ABDE）

- A、淀粉含量高，可达 75%~82%
- B、无水浸出率高达 90%~93%
- C、含较多的淀粉酶
- D、蛋白质含量较低，只有 8%~9%
- E、多酚类物质和脂肪的含量较低

33、大麦中的主要酶类有（ABCD）

- A、淀粉酶
- B、蛋白酶
- C、 $\beta$ -葡聚糖酶
- D、酯酶

34、下列说法正确的是（BCD）

- A、糊化过程是化学作用
- B、大米作为辅助原料进行糊化主要提供淀粉
- C、糊化醪的煮沸称为预煮，主要是为了使淀粉充分糊化提高浸出率

- D、糊化醪的预煮是为了提供混合糖化醪升温所需要的热量，达到阶段升温糖化的目的
- 35、糊化锅的操作步骤正确的有（ACD）
- A. 在糊化锅内加水加热至 30℃后投料
  - B. 应先投入麦芽、大米粉后再启动搅拌
  - C. 升温至 50℃后应保持 30min
  - D. 搅拌启动后在整个糊化过程中不应再停止
  - E. 升温至 100℃后应立刻停止加热
- 36、糊化锅进料时，大米与麦芽的进料比是（B）
- A、1: 0.1~0.15
  - B、1: 0.15~0.20
  - C、1: 0.2~0.25
  - D、1: 0.25~0.30
- 37、浸出物又可发酵性和不可发酵性物质两部分组成，下列属于可发酵性物质的有（ABD）
- A、麦芽糖
  - B、葡萄糖
  - C、戊聚糖
  - D、麦芽三糖
- 38、在糖化过程中，蛋白质分解的最适宜温度是（B）
- A、30℃~40℃
  - B、45℃~52℃
  - C、55℃~65℃
  - D、65℃~70℃
- 39、在糖化过程中，大量麦芽糖形成的适宜温度是（C）
- A、40℃左右
  - B、52℃左右
  - C、65℃左右
  - D、70℃左右
- 40、本系统模拟的啤酒生产装置所采用的糖化方法是（D）
- A、煮出糖化法
  - B、浸出糖化法
  - C、双醪煮出糖化法
  - D、双醪浸出糖化法
- 41、糖化工艺条件的控制主要是（ABCDE）
- A、糖化温度
  - B、糖化时间
  - C、pH
  - D、配料比

- E、糖化用水及洗槽用水
  - F、糖化压力控制
- 42、糖化锅的操作步骤正确的有 (AB)
- A、加水升温至 37℃后停止加热启动搅拌然后投料
  - B、升温速率为 1.5℃/min
  - C、升温至 50℃后先将糊化锅醪液泵入糖化锅后保持 40min
  - D、最后应升温至 100℃
  - E、搅拌启动后在整个糊化过程中不应再停止
- 43、一般控制糖化醪的 PH 值在多少可使原料利用率高成品啤酒质量好 (C)
- A、5.0-5.2
  - B、5.2-5.4
  - C、5.4-5.8
  - D、5.8-6.2
- 44、提高麦汁中-氨基氮的含量的措施有 (BC)
- A、适当提高辅料比
  - B、糖化时采用低温 (45~50℃) 蛋白质休止, 并适当延长时间
  - C、当麦芽溶解度较差时, 在糖化蛋白质休止时添加一定量的蛋白酶
- 45、糖化醪和洗槽水的温度过低或过高时都会使麦汁粘度上升, 影响过滤, 适合的温度为 (B)
- A、70℃~75℃
  - B、75℃~80℃
  - C、85℃~90℃
  - D、90℃~95℃
- 46、在酒花的化学组分中, 对啤酒酿造具有重要意义的主要组分是 (ABC)
- A、酒花树脂
  - B、酒花油
  - C、多酚物质
  - D、蛋白质
  - E、纤维素
- 47、糖化醪经过过滤所得到的麦汁要进行煮沸, 煮沸的目的是 (ABCD)
- A. 破坏酶的活性, 终止生物化学变化, 固定麦汁组成
  - B. 将麦汁灭菌
  - C. 浸出酒花中的有效成分
  - D. 使蛋白质变性凝固
- 48、煮沸过程中注意事项 (AB)
- A. 煮沸过程中, 控制汽源, 避免热麦汁溢出, 防止烫伤
  - B. 酒花称量完后, 原包立即密封包装放入冰箱, 以防氧化
- 4、煮沸温度为 (A)

- A、麦汁沸腾后实际温度要高于纯水的沸腾温度，约为 105℃
  - B、等于纯水的沸腾温度，约为 100℃
  - C、麦汁沸腾后实际温度要低于纯水的沸腾温度，约为 96℃
- 49、麦汁中除大部分水外，还含有浸出物。单从蛋白质变性凝固方面考虑，常压煮沸时间为 60-70min，麦汁中可凝固性氮的含量就定达到标准要求。但麦汁煮沸还要考虑其他因素，如苦味物质的溶解和异构等，所以还要适当延长煮沸时间，一般为 (B) min。
- A、80
  - B、90
  - C、100
  - D、110
50. 添加酒花的作用有 (ABC)
- A、赋予酒花特有的香味和爽快的苦味
  - B、有很强的杀菌力和抑制作用防止有害菌侵入
  - C、酒花溶出的多酚、单宁能促进麦汁中蛋白凝结
  - D、破坏酶的活性，固定麦汁组成
- 7、下列说法正确的是 (BCD)
- A、芳香型酒花一般在煮沸早期加入，苦型酒花在煮沸晚期加入
  - B、煮沸麦汁的 PH 值一般应在 5.2-5.4，使蛋白结块良好
  - C、不允许在煮沸 30 min 后加水
  - D、煮沸中锅盖关闭，防止吸氧
- 51、在比较高的温度下凝固析出的凝固物称为热凝固物，主要在麦汁煮沸时产生，在麦汁冷却至 60℃ 以上的过程也有生成，影响热凝固物生成量的因素有 (ABC)
- A、麦芽含氮量高，特别是高分子氮含量高，热凝固多
  - B、麦芽溶解越充分，蛋白质溶解越多，热凝固物析出就越多
  - C、麦汁越浓，热凝固物越多
  - D、麦芽焙焦温度高，糖化投料温度低、煮醪量多，麦汁煮沸时热凝固物越多
- 52、麦汁澄清较差的原因有 (ABCF)
- A、槽身高度与直径比例不合适
  - B、泵送速度不足或过高
  - C、不合适的喷嘴将絮凝物打碎
  - D、麦汁休止时间过长
  - E、热麦汁中含酒花粉量过少
  - F、热麦汁粘度高
- 53、在麦汁冷却中需充氧，溶解氧含量为 (B)
- A. 3~5ml/L
  - B. 6~8ml/L
  - C. 10~12ml/L
- 54、酵母的繁殖包括下列哪些过程 (ABCDE)

- A、停滞期
  - B、对数生长期
  - C、减速生长期
  - D、静止期
  - E、衰老期
- 55、最容易被酵母细胞利用的糖是 (C)
- A、蔗糖
  - B、麦芽糖
  - C、葡萄糖
  - D、麦芽三糖
- 56、啤酒发酵期间,酵母利用麦汁中的营养物质产生代谢产物,成分包括下列哪些(ABCD)
- A、乙醇
  - B、二氧化碳
  - C、双乙酰
  - D、高级醇
- 57、影响酵母生长繁殖的因素有 (ABCE)
- A、温度
  - B、营养成分
  - C、氧的供给
  - D、PH 值
  - E、酒精浓度
- 58、生产菌种保藏方法有 (ABCDE)
- A、麦汁斜面保藏
  - B、麦汁试管保藏
  - C、冷冻干燥保藏
  - D、液氮保藏
  - E、汉生罐或种子罐保藏酵母种子
- 59、发酵过程中下列变化正确的是 (ACD)
- A、麦汁浸出物浓度下降
  - B、酸度下降
  - C、PH 值下降到 4.2-4.4
  - D、苦味质减少
  - E、色度上升
- 60、发酵期间控制压力对发酵具有下列调节作用 (BCD)
- A、促进酵母繁殖
  - B、抑制发酵副产物的生成
  - C、预防过量高级醇、酯的生成
  - D、有利于双乙酰还原

61、发酵生是啤酒生产过程中的重要成分，也是衡量啤酒成熟和质量水平的主要指标，它赋予啤酒一种不愉快的馊味，淡色贮藏啤酒的双乙酰含量应控制在 0.1mg/L 以下，控制方法有（ABCDE）

- A、选择酵母菌株，要求双乙酰峰值低，还原快，酵母强壮
- B、严格控制品温，发酵和还原期要控制上低下高的梯度温度
- C、作双乙酰跟踪分析，当双乙酰下降到 0.08mg/L 时，再停留 1-2 天就可转入澄清期
- D、严格杀菌是控制双乙酰含量的保证，应定期进行微生物检查
- E、二氧化碳洗涤是降低双乙酰的补救措施

62、发酵过程中下列操作正确的是（ACDF）

- A、发酵罐禁止用热水、次氯酸、氯气等杀菌剂杀菌
- B、发酵罐应在进麦汁后再添加酵母泥，剂量为麦汁量的 1%
- C、麦汁冷却过程中，必须从换热器充氧口不间断充氧，剂量与麦汁量相等
- D、投料后第二天排冷凝物
- E、还原结束后应当在 24 小时内按规定降温至 5℃ 并保持
- F、发酵罐压力系统要经常检查，罐内压力严禁超过 0.14Mpa

63、下列哪些现象是主发酵出现的正确现象（ABCDE）

- A、酵母增殖期，表面形成白色泡沫
- B、起泡期，表面逐渐出现白色泡沫，由四周拥向中间，形成菜花状泡沫
- C、高泡期，泡沫继续增高，呈卷曲状隆起，形成棕黄色泡盖
- D、落泡期，泡沫逐渐回缩，并逐渐呈棕褐色泡盖
- E、泡盖形成期，酵母大部分沉淀，泡沫回缩，表面覆盖褐色泡盖

64、啤酒过滤后下列变化正确的是（ABCE）

- A、色度下降
- B、苦味质下降
- C、蛋白质含量下降
- D、二氧化碳含量上升
- E、含氧量上升

## 第九章 参考文献

- 1、程殿林. 啤酒生产技术. 化学工业出版社, 2005. 5
- 2、王福荣. 酿酒分析与检测. 化学工业出版社, 2005. 7
- 3、王文甫. 啤酒生产工艺. 轻工业出版社, 1997. 2
- 4、顾国贤. 酿造酒工艺学. 轻工业出版社, 1996. 10