

啤酒质量分析与全面质量管理方法

洪国彬 吕松林 麦远邦

〔计算机科学(电脑)系〕

摘要 采用模糊数学方法,据几家啤酒厂所供数据对其啤酒质量进行分析、判定,使啤酒生产过程达到全面质量管理,并给出其计算机实现算法。

关键词 过程控制,质量管理,模糊数学

0 引言

啤酒品名繁多,质量不一,价格差别也大。模糊数学综合评判模型,已在一些行业应用并取得一定成果,同样适于啤酒质量分析及其生产过程的管理。问题是,各因素间有并列或因果的关系,使用模糊算子时也会往往会产生算法失效现象,致给啤酒的分析和管理工作带来困难。为了解决上述问题,本文利用 AHP 构造出便于啤酒质量分析、管理的模型,同时据文[1]并结合具体的啤酒厂家提供的数据,对啤酒质量的分析和管理工作,采用文中方法予以解决。

1 啤酒质量分析的数学模型

1.1 利用 AHP 构造因素间的关系

根据文[1]采用的方法及其得出的结果如图1所示。

1.2 确定各指标的权重

由文[1]可知下面各指标的权重。 B 层指标: B_1 权重=0.500, B_2 权重=0.500。 C 层指标: c_1 权重=0.100, c_2 权重=0.100, c_3 权重=0.200, c_4 权重=0.600。 D 层指标: D_1 权重=0.030, D_2 权重=0.015, D_3 权重=0.005, D_4 权重=0.030, D_5 权重=0.020, D_6 权重=0.100, D_7 权重=0.240, D_8 权重=0.030, D_9 权重=0.030, D_{10} 权重=0.050, D_{11} 权重=0.050, D_{12} 权重=0.100, D_{13} 权重=0.050, D_{14} 权重=0.050, D_{15} 权重=0.100, D_{16} 权重=0.050, D_{17} 权重=0.050

即 $\sum_{i=1}^{17} D_i = 1$ 。

本文1992—07—10收到。

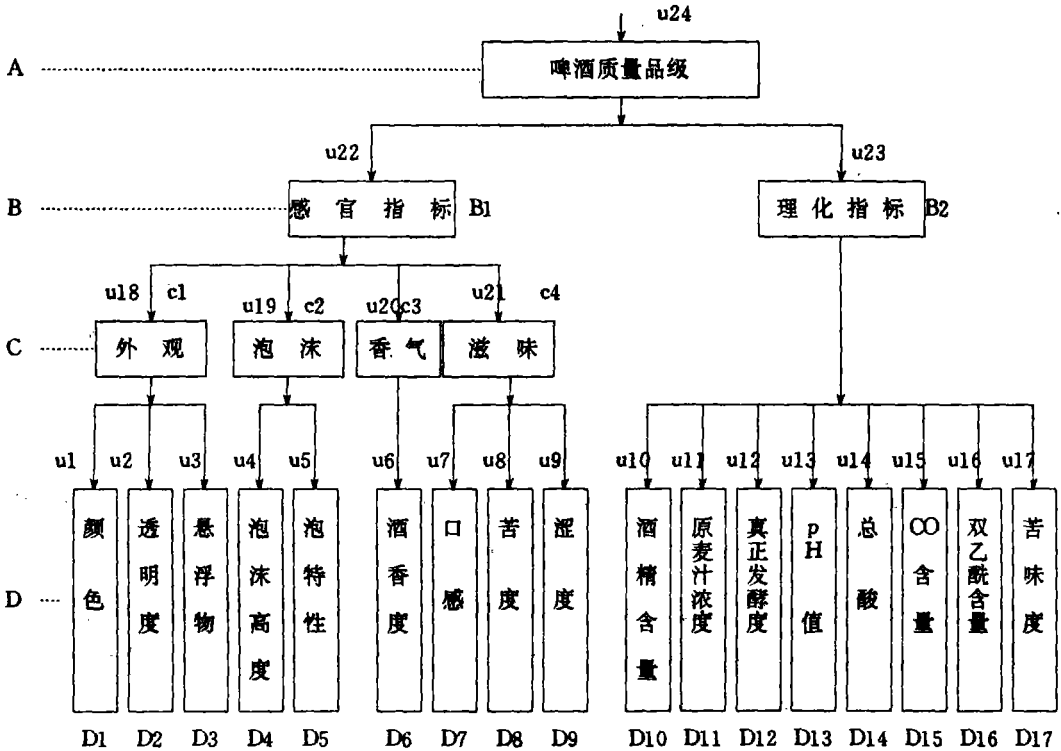


图1 啤酒品级质量指标层次结构图

1.3 确定各指标评分标准

D层各权重归一确定后,据有关评审规定,对各指标分析档次、级别,规定评分标准.目前各类啤酒的麦汁浓度不同,制定标准也不同.本文以普通常见型的12度啤酒为主,数据参阅文[1],从而判定啤酒的质量.

1.4 模糊的综合评判的质量分析模型

1.4.1 模糊矩阵合成算法 设评估因素集为 $u=(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m)$, 其相应权重为 $\tilde{A}=(a_1, a_2, \dots, a_m)$, 取评估指标集为 $v=(v_1, v_2, \dots, v_n)$, 对应的评估矩阵为

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

采用合成算法的模糊综合评估为 $\tilde{C} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = (c_j)_{1 \times n}$, $j=1, 2, \dots, n$, $c_j = \max\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, 则评判结果为 v_i . 在上述式中 $\tilde{c} = \tilde{A} \circ \tilde{R}$ 的“ \circ ”称为模糊算子, 在广义模糊运算下 \tilde{c} 的各元素为 $c_j = (a_1 \circ r_{1j}) \circ c_j = (a_2 \circ r_{2j}) \circ \dots \circ c_j = (a_m \circ r_{mj})$, $j=1, 2, \dots, n$, 简记为 $M(\circ, \circ)$, 这种广义模糊算子原则上有无穷多个, 现提出且较成熟的具体模糊型的以下五种. 模型 I. $M(\wedge, \vee)$, 则 $c_j = \bigvee_{i=1}^m \tilde{v}_i$

$(a_i \wedge r_{ij})$, 即 $c_j = \max[\min(a_1, r_{1j}), \min(a_2, r_{2j}), \dots, \min(a_m, r_{mj})]$. 模型 I. $M(\cdot, V)$, 则 $c_j = \bigvee_{i=1}^m a_i \cdot r_{ij}$, 即 $c_j = \max[a_1 \cdot r_{1j}, a_2 \cdot r_{2j}, \dots, a_m \cdot r_{mj}]$. 模型 II. $M(\cdot, \oplus)$, 则 $c_j = \sum_{i=1}^m a_i \cdot r_{ij}$, 即 $c_j = \min\{1, \sum_{i=1}^m a_i \cdot r_{ij}\}$. 模型 N. $M(\wedge, \oplus)$, 则 $c_j = \sum_{i=1}^m a_i \wedge r_{ij}$, 即 $c_j = \min\{1, \sum_{i=1}^m \min(a_i, r_{ij})\}$. 模型 V. $M(\cdot, +)$, 则 $c_j = \sum_{i=1}^m a_i \cdot r_{ij}$, 即普通矩阵乘法运算. 不管采用哪一种算子进行运算、评判时, 都经常出现算法失效的现象, 因为各个算子都各有优缺点. 在作啤酒质量品级的评判过程中, 同时用五种算子, 对每种模型结果相加, 可能地避免算法失效, 使结果趋于比较合乎实际情况.

1.4.2 算法说明 结构模型层次多, 人工完成比较繁杂、困难, 未予举例. 此法过程比较适合于计算机的编程求解, 易于理解和实现. 现把这个评判算法步骤说明一下. (1) 将上述 D 层的因素 D_1 —— D_{17} , 用合适的统计方法和强制决策——FD 法, 决定其等级向量 C_1 —— C_{17} (C 为评语论 V 上的模糊子集), 并将对应层的因素向量并列起来采用德尔非(Delphi)法, 得到矩阵 $\tilde{R} = (r_{ij})$, ($i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$). (2) 较入相应权数给 \tilde{A} . (3) 运算 D 层综合评判集 $\tilde{C} = \tilde{A} \cdot \tilde{R}$. 用上述五种算子运算, 将其五个结果向量相加后归一, 做到既全面又兼顾重点. (4) 将最初一层综合评判所得 \tilde{C} 作为一层综合评判中相应的 \tilde{R} . (5) 重复(2)——(4)步, 直到最终综合评判向量 C_n . (6) 据算得 \tilde{C} 作出评价, 看结果属哪一级并计算其综合评价值. 根据 $\tilde{C} = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ 判断评价结果, 选出 $C_i = \max\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, 则判断此啤酒属于 v_i 一级.

2 全面质量管理中的分析方法

2.1 模糊数学模型

为了分析问题的方便, 现分一级和多级 Fuzzy 因果分析数学模型阐述其建模步骤. (1) 确定质量反常空间. 把质量达不到要求的, 称为质量反常. 任何产品质量指标的反常, 都是一个集合. 可用一组基本质量反常表示, 记为 $\{y = x_1, x_2, \dots, x_n\}$, y 中诸因素 $x_i, i=1, 2, \dots, n$, 出现的概率组成模糊子集 $\tilde{A}; A \in y$ 记 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 且满足 a_i 的意义为 A 色含 x_i 的程度; 若 A 子集只有一个因素, 则 A 脱化为一个基本反常. (2) 确定 Fuzzy 因果分析要素. 按照全面质量管理要求, 则知影响某一产品质量指标诸因素, 可用 4M1E (即 Man, Machine, Material, Method, Environment), 得一级因素有 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$, 即 $V = \{\text{人, 机, 料, 法, 环}\}$. (3) 确定 Fuzzy 因果分析矩阵. 找出 y 集合中因素在 V 集合中的隶属函数, 确定它们的隶属度, 就 i 个因素而言, 它们的隶属度 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$, 且 $\sum_{j=1}^n r_{ij} = 1$, 是 V 上的模糊子集. 确定方法可用 1.4.2 的

(1). (4) 建立 FuZZy 一级数学模型. $\tilde{B}^{\oplus} = \tilde{A} \theta \tilde{R}^{\oplus} = (a_1, \dots, a_n) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} = (b_1, \dots, b_m)$.

若 $a_i = y_{ij} = 1$, 则 $\tilde{B}^{\oplus} = 1$, 它的意义为实际质量反常, 不是一个基本反常, 而且与因素 V_i 完全相关, 这也是 Fuzzy 因果分析的一个特例. 通常把这种简单的因果分析, 称为分明因果分析.

(5)选择运算模型. \tilde{A} 与 \tilde{R} 的两个模糊集之间的合成运算,这里我们采用前述模型 $V, M(., +)$, 因其运算是忽略某些较小的因素,很实用. (6)评价. 根据 $\tilde{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ 判断: 若 $b_i = \max \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, 则判断 v_i 为影响 A 的最次要因素; 若 v_j 是影响程度最大者, 且 $v_j = \{v_{j1}, v_{j2}, \dots, v_{jn}\}$, 则判断 v_j 的因素还存在着许多子因素, 为了把可控因素全部找出来, 还必须建立二级直到 n 级模型. (7)建立多级模型: (a)建立多级模型概念; (b)建模. 方法及实现程序同一级模型.

2.2 啤酒质量管理的分析

据清源啤酒厂及福州榕城啤酒厂所提供的资料得知,啤酒的生产工艺、过程比较复杂,因此,质量反常空间的任一元素与元素集中的各个元素存在的关系比较模糊,难以直接定性断定为最主要因素,故采用模糊数学方法进行质量问题的因果分析.

2.2.1 啤酒质量问题的因果分析 根据参考文献[5]及啤酒厂有关人员的意见,采用了下列因果关系,如图2所示.

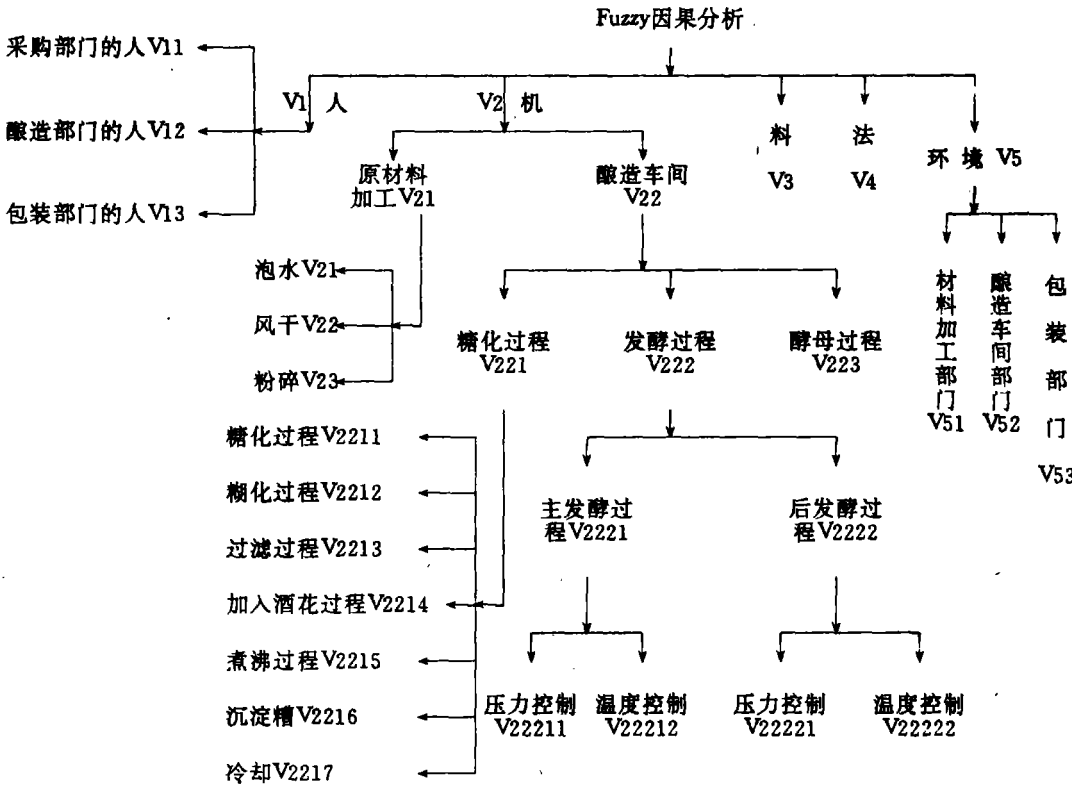


图2 啤酒质量问题的因果分析图

2.2.2 模糊数学应用于啤酒工艺 (1)确定反常空间. 采用的反常空间是利用前面所得出的影响啤酒质量的17个因素, 且其模糊子集为 $\tilde{A} = \{1-u_1, 1-u_2, \dots, 1-m_{17}\}$. (2)确定 Fuzzy 因果分析要素. 由图2可知

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}, V_1 = \{v_{11}, v_{12}, v_{13}\}, V_2 = \{v_{21}, v_{22}, v_{23}\},$$

$$\begin{aligned} V_{21} &= \{v_{211}, v_{212}, v_{213}\}, V_{22} = \{v_{221}, v_{222}, v_{223}\}, \\ V_{221} &= \{v_{2211}, v_{2212}, v_{2213}, v_{2214}, v_{2215}, v_{2216}, v_{2217}\}, \\ V_{222} &= \{v_{2221}, v_{2222}\}, \\ V_{2221} &= \{v_{22211}, v_{22212}\}, V_{2222} = \{v_{22221}, v_{22222}\}, \\ V_3 \quad V_4 \quad V_5 &= \{v_{51}, v_{52}, v_{53}\}. \end{aligned}$$

(3) Fuzzy 分析矩阵的确定. 根据调查, 统计处理后得出每一因素与控制过程的关系为 newcRM. txt 所给出的情况, 其顺序为 $\mu_1-\mu_{17}$. 表示若某一因素出现问题, 那么可能在那个部

门出现问题的可能性是多少, 且 $\sum_{j=1}^n r_{ij}=1$. 其中 $i=1, 2, \cdots, 17, n$ 为子控数. (4) 建立 Fuzzy 一级

数学模型. $\tilde{B}^{\textcircled{0}} = \tilde{A} \tilde{\theta} R^{\textcircled{0}}$, 其中 A 为质量反常空间, R 为某主控或子控的因果分析矩阵, B 为其评价结果. 采用运算模型 $M(., +)$. (5) 评价. 根据评价原则得知, 若其 $\tilde{B}^{\textcircled{0}}$ 结果为 $b_1 > b_3 > b_5 > b_4 > b_2$, 有下述 (a) — (b) 的情况 (a) 影响啤酒质量主要因素排列顺序为 V_1, V_3, V_5, V_4, V_2 . 质量不达到目标的主要问题是操作引起的, 其次要是材料问题. 问题到此还未结果, 必须进行二级模糊分析处理, 这是因为: 作为主要因素中的 v_i , 尚有许多子因素存在, 这些因素和质量反常空间的任一元素间都存在着模糊关系, 也有主次之分, 更为重要的是这些因素都是直接控制因素, 只有把直接控制因素找出以后, 针对性地采取措施, 质量才会提高. (6) 建立二级模型. $V_1 = \{v_{11}, v_{12}, v_{13}\}$, 从而得二级数学模型 $\tilde{B}_1^{\textcircled{0}} = \tilde{A} \tilde{\theta} R_1^{\textcircled{0}}$, 若得 $B^{\textcircled{0}} = (0.1, 0.2, 0.7)$, 由此可知是包装部门出问题. 依前述的方法, 确定出主次关系, 主要问题是人为操作方面出现问题, 次要的是材料的好坏问题. 同样, 其它问题也可类似地进行处理、推算出来.

3 计算机实现上述步骤的几点说明

(1) 程序是用 Turbo. Pascal 来写的, 可在 IBM-PC 及其兼容机上运行. (2) 程序能够处理到影响啤酒质量变化时的情况. (3) 程序能够处理这些因素资料, 并按此资料评出每一种因素的等级. (4) 程序能够根据所提供的资料, 采用例解的方法, 确定出各因素的数组: 结果与前面所得出的结果相近. (5) 程序能够按照上述所得的统计结果得出其反常空间的废品率. (6) 程序能够处理当控制过程有出入时, 亦即不是上述的主控关系, 程序亦能处理. (7) 程序能够按前述因果分析数学模型来完成分析结果, 并且能找出其出错之处, 且大到小列出来.

4 结束语

因为整个实现过程较为复杂, 而且涉及的数据很多, 在文章中都没有举出一个完整的例子, 但利用计算机都能达到目的, 整个程序的运行过程及结果还是令人满意的. 另外, 整个实现过程的程序大多数由电脑系 91 届学生麦远邦完成.

参 考 文 献

- [1] 洪国彬,啤酒质量分析的模糊处理,电脑开发与应用,5,2(1992).
- [2] 王浣尘,可行性研究和多目标决策,机械工业出版社,(1988),88—103
- [3] 沈 曦,产品质量评比的模糊矩律法,桂林电子学院学报,1(1990).
- [4] 张树森,用 Fuzzy 二阶评判法研究大学生身体素质,模糊数学,4(1984).
- [5] 傅全水,全面质量管理中因果分析的定量方法,系统工程理论与实践,6(1990).

Quality Analysis of Beer and Total Quality Control of Its Production

Hong Guobin Lu Songlin Mai Yuanbang

(Department of Computer Science)

Abstract By adopting the method of fuzzy mathematics and the statistics of the data provided by several breweries, the authors make a quality analysis of the beer; and on this basis, put forward a method a method of total quality control of beer production, with the algorithms for its computer implementation.

Key words engineering control, quality management, fuzzy mathematics