

# C 语言及 MATLAB 在白酒自动化勾兑中的应用

唐明翔<sup>1</sup>,刘福林<sup>2</sup>,任建<sup>2</sup>

(1.西北农林科技大学食品科学与工程学院,陕西 杨凌 712100;

2.石河子大学食品工程学院,新疆 石河子 832003)

**摘要:** 成品白酒必须进行勾兑使成品酒达到规定的酒精度,更重要的是使微量成分达到预先设计好的平衡比例和具体含量。以 C 语言开发白酒勾兑辅助软件,程序的主要模块分为:①数据采集/录入模块;②数据管理模块;③勾兑计算模块;④主模块。MATLAB 是一种功能强、效率高,便于进行科学和工程计算的交互式软件包,包括:一般数值分析、矩阵运算、数字信号处理、建模和系统控制和优化等应用程序。C 语言和 MATLAB 的白酒勾兑解决方案与人工勾兑相比,可提高勾兑效率和准确性,保证产品质量的稳定性,同时降低生产成本。(孙悟)

**关键词:** C 语言; MATLAB; 白酒勾兑

中图分类号:TS262.3-39;TP31 文献标识码:A 文章编号:1001-9286(2005)06-0067-05

## Application of C Language and MATLAB in Automatic Liquor Blending

TANG Ming-xiang<sup>1</sup>, LIU Fu-lin<sup>2</sup> and REN Jian<sup>2</sup>

(1.Food Science and Engineering College of Northwest Agriculture & Forestry Science & Technology University, Yangling, Shanxi 712100; 2. Food Engineering College of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

**Abstract:** In order to achieve defined alcohol content especially to make microconstituents achieve predetermined equilibrium ratio and contents, product liquor must go through blending. Liquor blending aid software developed by C language consisted of the following main modules: ① data collection/login module; ② data management module; ③ blending calculation module; ④ main module. MATLAB, as an interactive software package of strong practicability and high efficiency and convenient to engineering calculation, included application programs such as general data analysis, matrix operation, digital signal treatment, modeling, and system control and optimization etc. Compared with artificial blending, liquor blending by the aid of C language and MATLAB was of higher efficiency and accuracy and had realized significant economic benefits with ensuring the stability of product quality and reducing production cost and blending cost. (Tran. by YUE Yang)

**Key words:** C language; MATLAB; liquor blending

白酒工业是我国传统的民族工业,具有悠久的历史。近年来,我国白酒业的产值在稳步增长。据统计,白酒行业规模以上企业的年销售收入已达 600 多亿元,利润近 60 亿元,但白酒总产量却呈逐年下降趋势,产品销售与竞争的压力不断加大<sup>[1,2]</sup>。随着产业结构的不断完善、品牌竞争日益激烈,以及消费者保健意识的增强,国内白酒市场的竞争已日趋白热化。这就对白酒生产企业提出了新的要求,只有提高生产效率和技术,不断更新品种和提高产品质量,才能保证企业在日益激烈的行业竞争中生存和发展<sup>[3]</sup>。

白酒生产工艺中,勾兑是非常重要的工序,传

统工艺中,都是经由人工勾兑小样,逐步放大,品评分析,反反复复,最后才能达到设计的成品要求。这样的勾兑工艺不仅效率低下,而且人为影响因素多,使成品酒的品质存在一定的波动性<sup>[4]</sup>。要解决这样的问题,自动化分析计算及控制技术就必须加以应用。而在计算机辅助白酒勾兑过程中,除了对硬件设施有要求外,勾兑软件的开发与维护则是另一项非常重要的工作。

### 1 基于 C 语言的白酒勾兑辅助软件

#### 1.1 白酒勾兑的工艺原理

新工艺成品白酒是采用多种基础原浆酒以及食用酒精勾兑而成,各种勾兑基酒中含有上百种酿造过程中

收稿日期:2005-03-07

作者简介:唐明翔(1975-),男,新疆石河子人,讲师,硕士研究生,主要从事食品工程技术、畜产品加工的的教学和研究。

产生的微量化学成分,主要包括各种酯、醇、酸、醛等<sup>[5]</sup>,勾兑的目的不仅要使成品酒达到规定的酒精度,更重要的是要使成品酒中影响酒体风味的几十种主要微量成分达到预先设计好的平衡比例和具体含量,这些指标是经过品酒专家精心设计好的,微量成分比例失调或者整体含量发生偏差,都会使成品酒的酒体失常,造成严重的产品质量事故<sup>[6,7]</sup>。所以,计算机辅助采样和精确计算勾兑配比,以及模拟成品酒勾兑效果,就显得非常重要。

## 1.2 C语言的勾兑辅助软件实例

鉴于生产现场的计算机配置不会很高,本着实用、适用的原则,我们以C语言为工具开发了一款白酒勾兑辅助软件,既能在DOS环境下运行,也能适应Windows系统平台。程序的主要模块分为:①数据采集/录入模块,向用户提供详细明确的数据输入提示,一步一步录入数据,并同步检查数据的有效性;②数据管理模块,原始数据表以及计算出的勾兑配比表的分屏显示,数据的存储及读取,各类成品酒设计配比资料的存取;③勾兑计算模块,根据数学模型计算各基础酒的用量比,本软件的数学模型采用较理想的恰定线性方程组,系数矩阵是各基础酒的待勾兑指标成分的含量,常数向量是指标成分的既定含量(由单独的计算模块按平衡比例表计算而得),待求的未知向量便是各基酒及原料的具体勾兑配比;④主模块:提供程序主界面,完成功能切换和调用。部分源代码清单如下。

```
static char *mc [33]={"酒精度","总酯","总酸","总醇","总醛","己酸乙酯","乳酸乙酯","乙酸乙酯","丁酸乙酯","戊酸乙酯","棕榈酸乙酯","亚油酸乙酯","油酸乙酯","乙酸异丁酯","辛酸乙酯","甲酸乙酯","乙酸乙戊酯","庚酸乙酯","乙酸","丁酸","己酸","乳酸","异丁醇","异戊醇","正丙醇","甲醇","乙醛","乙缩醛","总糖","其他","密度","调配体积比数","调配体积"};
float bl[33],pohl[33];float sjcs[33][32],a[31][32];
void xs(int i,int j,int m,float p)
{ int k=1;
  printf("\n%2d %s=%f(g/100mL),占总微量的%f%%\n",m,mc[m],pohl[m],p);
  for(i<=j;i++)
  { printf("%2d %-11s%-6.4f %6.4f(g/100mL) ",i,mc[i],bl[i],pohl[i]);
    if((k=(-1)*k)>0) printf("\n");
  }
void xs1(void)
{ float zw; xs(5,17,1,zz); xs(18,21,2,zs); xs(22,25,3,zc); xs(26,27,4,zq);
```

```
printf("\n28 总糖=%6f(g/100mL),占总微量的%f%%",pohl[28],zt);
printf("\n29 其他=%6f(g/100mL),占总微量的%f%%",pohl[29],qt);
zw=pohl[1]*100/zz;
printf("\n 总微量=%6f(g/100mL)\n",zw);
}
void qdhl(void)
{ float zw,k; int m=2; xs1();
  do
  { printf("\n 请输入确定含量的成分的序号:"); scanf("%d",&m);
    } while(m<1||m>29);
  printf ("\n%s 平衡含量 (单位:g/100ml):",mc [m]);
  scanf("%f",&pohl[m]);
  if(bl[m]==0)
  { k=0.07;
    printf("请先确定平衡比例!..."); getch();
  }
  else k=pohl[m]/bl[m];
  if((m>=5&&m<=17)||m==1) zw=(bl[1]*k)*100/zz;
  if((m>=18&&m<=21)||m==2) zw=(bl[2]*k)*100/zs;
  if((m>=22&&m<=25)||m==3) zw=(bl[3]*k)*100/zc;
  if((m>=26&&m<=27)||m==4) zw=(bl[4]*k)*100/zq;
  if(m==28) zw=(bl[28]*k)*100/zt;
  if(m==29) zw=(bl[29]*k)*100/qt;
  qdhl1 (5,17,1,zz,zw); qdhl1 (18,21,2,zs,zw); qdhl1 (22,25,3,zc,zw); qdhl1(26,27,4,zq,zw);
  qdhl1(28,28,28,zt,zw); qdhl1(29,29,29,qt,zw);
}
void tj(void)
{ int i;
  for(i=5,bl[1]=0;i<=17;bl[1]=bl[1]+bl[i],i++);
  for(i=18,bl[2]=0;i<=21;bl[2]=bl[2]+bl[i],i++);
  for(i=22,bl[3]=0;i<=25;bl[3]=bl[3]+bl[i],i++);
  bl[4]=bl[26]; bl[28]=bl[29]=1;
}
void lr1(void)
{ zz=xgbfb(1,zz); zs=xgbfb(2,zs); zc=xgbfb(3,zc); zq=xgbfb(4,zq); zt=xgbfb(28,zt);
  qt=xgbfb(29,qt); mr(); tj(); qdhl();
  do
  { printf("\n 请输入目标酒度(% v/v):"); scanf ("%f",&pohl[0]);
```

```

    } while(phhl[0]<0||phhl[0]>100);
}
void xs3(int j,int k)
{ int i,l;
  printf("\n"); printf("\n%-20s%-10s%-10s","理化参
数名","目标含量","成品含量");
  for(l=j;l<=k;l++) printf("基础液%-4d",l);
  for(i=0;i<=32;i++)
  { if(i==0) printf("\n%-20s%-9.6f%-10.6f","酒度
(% v/v)",phhl[i],sjcs[i][0]);
    if(i>0&&i<30) printf("\n%-10s%-10s%-9.5f%-
-10.5f",mc[i],"(g/100mL)",phhl[i],sjcs[i][0]);
    if(i==30) printf("\n%-29s%-10.5f","密度 (g/
mL)",sjcs[i][0]);
    if(i==31) printf("\n%-29s%-10.4f","调配体积
比数",sjcs[i][0]);
    if(i==32) printf("\n%-29s%-10.3f","调配体积
(L)",sjcs[i][0]);
    for(l=j;l<=k;l++) printf("%-10.4f",sjcs[i][l]);
  }
}
void lr2(void)
{ int j,k; char c;
  do
  { printf("\n 请输入成品目标酒度及其相应密度");
    printf("\n 酒度(% v/v): "); scanf("%f",&phhl
[0]); printf("\n 密度(g/mL): ");
    scanf("%f",&sjcs[30][0]);
  } while(phhl[0]<0||phhl[0]>100||sjcs[30][0]<0||sjcs[30][0]
>15);
  for(j=1;j<=31;j++)
  { printf("\n 请输入基础液%d 的酒度及其相应密度",j);
    do
    { printf("\n 酒度(% v/v): "); scanf("%f",&sjcs
[0][j]);
    } while(sjcs[0][j]<0||sjcs[0][j]>100);
    do
    { printf("\n 密度(g/mL): "); scanf("%f",&sjcs
[30][j]);
    } while(sjcs[30][j]<0||sjcs[30][j]>15);
    for(k=1;k<=29;k++)
    { printf("基础液%d---%12s 的含量(g/100mL):
",j,mc[k]); scanf("%f",&sjcs[k][j]);
    }
    printf("确认?(y/n): "); c=jpsr();

```

```

    if(c=='n'||c=='N') j--;
    printf("继续录入基础液%d 的数据吗?(y/n): ",
j+1);c=jpsr(); n=j;
    if(c=='n'||c=='N') break;
  }
}
void hls(int m) /* 行列式计算引擎 */
{ int i;
  if(m>1)
  { for(i=1;i<=m;i++)
    { if(i!=1)
      { dh(n-m,n-1-m+i); f=(-1)*f ; } hls (m-
1);
      if(i!=1)
      { dh(n-m,n-1-m+i); f=(-1)*f ; }
    } }
  else d=d+f*lcx();
}
int jfc(void) /* 线性方程组求解 */
{ int j; float dd[31]; sjcs[31][0]=0,d=0,f=1; hls(n-1);
dd[0]=d,d=0,f=1;
  if(dd[0]==0) return(0);
  for(j=1;j<=(n-1);j++)
  { dh(j,n); hls(n-1); dd[j]=d,d=0,f=1; dh(j,n); sjcs
[31][j]=dd[j]/dd[0];
    sjcs[31][0]=sjcs[31][0]+sjcs[31][j]*sjcs[30][j];
  }
  sjcs[31][n]=1; sjcs[31][0]=(sjcs[31][0]+sjcs[30][n])/sjcs
[30][0];
  return(1);
}

```

### 1.3 程序说明

1.3.1 本程序针对白酒勾兑的特点,将平衡含量的确定作为一个调配的目标体系独立出来,即依据白酒中各微量成分间最终趋于化学平衡的原理,在目标含量体系中首先建立起成分间的平衡比关系(本程序还提供了默认平衡比参数),在平衡比的基础之上,只要确定任何一种成分的目标含量,便能计算出整个目标体系各成分的含量。目标体系的数据录入、修改、显示、存储、读取、计算是独立的,不受本程序其他模块的影响,反过来又对基酒的配比计算具有指导作用。

1.3.2 基酒及调配液的配比计算模块中,按目标含量、实际含量、调配液密度、成品密度、调配比数 5 类参数,依照质量守恒原理,建立起质量平衡线性方程组;且编制有行列式计算模块,可对任意阶行列式进行计算,从

而改变了传统的逐次迭代算法,可直接对线性方程组进行解的存在性的判定和求解计算,小到针对单一的酒精勾兑的配比计算,大到同时针对30种目标成分、31种基酒及调配液的调配比进行计算。如若实际需要,只需对源程序作简单的修改,便能将目标成分扩展到数百种,也可在现有种数基础上,修改替换某些成分名及其平衡比数,形成新的目标体系,以满足实际要求。

1.3.3 本程序算法中的线性方程组模型,已经把各基酒密度和成品酒密度以参数形式确定在方程中,从而使计算结果真实性好,杜绝了调配过程中因密度的变化而引起的容积、含量的偏差;而且本程序在依据目标体系计算出各基酒的配比之后,又依照该配比进行反向核算,得出成品酒的各成分的相应含量,并将结果统一显示在同一数据表中,用户可清晰方便地看出模拟成品酒与目标酒之间是否存在差异,从而决定还应补充哪些基酒或调配液,或放心地按此方案实施调配。

1.3.4 本程序数据结构中,把单一的调配液(如水、酒精、香精等)与混合型调配液(如各类基础酒、精华酒)作为同一类型的数据模型来处理,即统一使用一个理化参数数组来详细记录他们的各项参数。例如:水的理化参数数组中,除了密度项为 $1(\text{g/mL})$ 之外,其余项均为0(包括酒度项和微量成分含量项)。这样做,便于统一处理数据,而且适用性更广泛,可以适于一切液态纯净物和溶液。

1.3.5 本程序兼顾实用性与通用性的要求。不仅可对酒类勾兑调配进行精确计算和模拟,而且也适用于一切液体试剂调配的配比计算。采用C语言为开发工具,源程序编译生成的可执行文件短小精炼,对运行环境的软、硬件配置要求不高,容易实现现场的实时计算与控制。

## 2 MATLAB技术在白酒勾兑软件中的应用

### 2.1 MATLAB发展概述

MATLAB语言由美国The MathWorks公司开发,被誉为“巨人肩上的工具”。MATLAB名字是由Matrix和Laboratory两个词的前三个字母组合而成的,含义是矩阵实验室(Matrix-Laboratory)。使用Matlab编程运算与人进行科学计算的思路和表达方式完全一致,犹如在演算纸上排列出公式与求解问题,所以又被称为演算纸式科学算法语言<sup>[8]</sup>。

MATLAB自问世以来,就是以数值计算称雄,其主要特点之一在于强大的矩阵运算功能,其进行数值计算的基本单位是复数数组(或称阵列),这使得MATLAB高度“向量化”。经过十几年的完善和扩充,MATLAB现已发展成为线性代数课程的标准工具。由于它不需定义

数组的维数,并给出矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数,使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时,显得大为简捷、高效、方便,这是其他高级语言所不能比拟的。

### 2.2 采用MATLAB对勾兑软件进行优化

在白酒勾兑辅助软件中,要进行大量的数学计算,其中包括矩阵运算。采用计算机通用编程语言(如C语言等)编制相应的程序做近似计算或精确求解,既需要对相关算法有深刻的了解,还需要熟练地掌握所用语言的语法及编程技巧,这对多数科技工作者造成了一定的困难。而自行编程解决矩阵运算的难题,也是不必要的。MATLAB是一种功能强、效率高,便于进行科学和工程计算的交互式软件包。其中包括:一般数值分析、矩阵运算、数字信号处理、建模和系统控制和优化等应用程序<sup>[9]</sup>。在此环境下所解问题的MATLAB语言表述形式和其数学表达形式相同,不需要按传统的方法编程。

2.2.1 对勾兑计算模块的优化:勾兑计算模块中,主要是构建并求解线性方程组,原程序采用恰定方程组的模型,并且根据克莱姆法则具体编程,逐个求解多个行列式的值,期间还要判断排除无解和无穷多组解的情况。采用MATLAB的矩阵左除法,直接得解,避开了具体的数学细节,还能够对超定和欠定方程组的情况进行求解。

设各基础酒的待勾兑指标成分的含量数据已经存入矩阵a中作为系数矩阵,按平衡比例表计算而得的目标成分的既定含量已经传入向量b作为常数向量,各原料的具体勾兑比例是待求的未知向量x。则,

$$x=ab; \quad \% \text{MATLAB 左除法求解线性方程组。}$$

原程序中hls函数采用多重递归调用算法,以树状循环的排列组合计算模式计算行列式的值,进而按克莱姆法则求线性方程组的解,算法复杂,程序可读性差,更不便于维护。而采用MATLAB,只需简单的一句,就替代了原程序中的包括js、hls等在内的多个函数,而且MATLAB的计算功能更全面。

2.2.2 对数据管理模块的优化:数据管理模块中,数据的存盘、读盘,用C语句要专门编写对磁盘的文件操作,特别是数据表的分屏显示,虽然是一个很简单的功能,但由于数据量大,又要按清晰的表格分屏输出,又是在DOS环境下实现,对显示容量的计算以及显示定位要编写晦涩复杂的程序段。这一段可以用MATLAB进行改造,并且充分发挥MATLAB的数据图功能。

2.2.3 对数据采集模块的优化:数据采集模块中,C语言要对数组预先定义维数,但由于实际生产中数据量的千差万别,这一做法局限性很大。采用MATLAB的矩阵

输入功能,可以接收任意数量规模的数据。通过C语言与MATLAB的数据共享和传递,以MAT文件进行数据交换,在数据录入部分仍沿用原程序的录入模块,以对话的形式逐块录入,当从键盘取得数据后,无需开一个数组来存放,而是按格式直接写成MAT文件,这样,MATLAB的M文件中的程序就能够装载、共享、处理这些数据。

### 3 结语

以上基于C语言和MATLAB的白酒勾兑解决方案,界面友好,形象直观,简单易用。与人工勾兑相比,计算机辅助勾兑可提高勾兑效率和准确性,保证产品质量的稳定性,同时降低生产和勾兑成本,可获显著经济效益。目前,全国有近4万家白酒企业,行业外资金还在不断涌入,依靠科技进步是保持企业竞争能力的根本所在。我国是世界上蒸馏酒产量最大的国家,白酒是我国的传统酒种,引进先进技术,大胆尝试,积极创新,才能增强传统白酒企业的科技实力,推动我国白酒产业健康持续地发展。

参考文献:

- [1] 杨志琴.中国白酒发展大趋势[J].酿酒科技,2001(3):105-107.
- [2] 李湘洪.简述中国白酒的发展与趋势[J].酿酒,2004,31(1):9-11.
- [3] 沈怡方.中国白酒工业科技进步回顾与展望[J].酿酒,2004,31(2):1-2.
- [4] 陆寿鹏.白酒生产技术[M].北京:科学出版社,2004.
- [5] 熊子书.中国名优白酒酿造与研究[M].北京:中国轻工业出版社,1995.320-340.
- [6] 高宜良.白酒调配和计量应注意的几个问题[J].酿酒,2004,31(3):73-75.
- [7] 姜凤春.浅谈微机自动化勾兑系统在白酒生产中的应用[J].酿酒,2004,31(3):75-76.
- [8] 王沫然.MATLAB 6.0与科学计算[M].北京:电子工业出版社,2001.1-6.
- [9] The MathWorks. MATLAB-The Language of Technical Computing(External Interfaces)[M]. Natick, MA: The MathWorks, Inc. 2002.1-52.
- [10] The MathWorks. MATLAB-The Language of Technical Computing(External Interfaces Reference)[M]. Natick, MA: The MathWorks, Inc. 2002.3-236.

## 首届“中国酒类产品质量等级认证检查员培训班”在京举办



有关领导出席开幕仪式

国家认监委确定认证机构,下设认证机构认可委员会、实验室认可委员会和人员认可委员会。国家认监委是政府机构,认可委是执行机构。

中酒联合(北京)质量认证中心是目前经国家认监委批准成立的进行酒类产品质量等级认证的唯一合法机构,首届“检查员培训班”就是为下一步开展酒类产品质量等级认证工作培训和选拔人才。培训班要求非常严格,时间安排非常紧凑,上课教师尽职尽责,白天上课,晚上为学员解答问题。学员也非常刻苦,白天听完课后,晚上温习,不时与教师交换意见和不同看法。培训期间,王延才理事长、王琦秘书长、赵建华秘书长等领导多次到培训班看望学员,鼓励大家认真学习,积极备考,交上一份满意的答卷。学员们经过4天的强化培训和课余时间老师的耐心辅导,提交了一份满意的答卷。(单雨)

本刊讯:首届“中国酒类产品质量等级认证检查员培训班”于2005年5月16日至20日在北京顺利开班,来自全国各地的学员50多人参加了培训学习和闭卷考试。国家认证认可监督管理委员会主任史小卫、副处长傅瑞云,中国酿酒工业协会理事长王延才、秘书长王琦等领导出席了开班仪式并发表了重要讲话,有15个省区酿酒工业协会的领导参加了培训学习。中酒联合(北京)质量认证中心主任赵尔萍主持培训工作。

史小卫主任在开班仪式上的讲话中指出:酿酒工业多年来积淀了丰厚的酒文化,为国家经济发展做出巨大贡献,同时,近年来,在全国各地不时发生了一些不同程度的假酒事件,造成不同程度的人身伤害事故,出现严重的安全问题,因此,在全国推出酒类产品质量等级认证制度,以确保广大消费者的饮酒安全。

国家认证认可监督管理委员会(简称国家认监委)是2001年国务院认可的机构,主管全国的认证认可工作。2003年正式发布实施《认证认可条例》。国家实行统一的认可管理,由国



全体学员合影