# 程序目的

依据GB/T 17747.2-2011《天然气压缩因子的计算》，利用AGA8-92DC模型计算天然气的压缩因子，该程序主要应用于在输气和配气正常进行的压力P和温度T范围内的管输气的压缩因子计算

# 数学模型：AGA8-92DC模型

## 模型介绍

此模型是已知气体详细的摩尔分数组成和相关压力、温度来计算气体压缩因子。

输入变量包括绝对压力、热力学温度和摩尔组成。

摩尔组成是以摩尔分数表示下列组分：CH4、N2、CO2、C2H6、C3H8、H2O、H2S、H2、CO、O2、i-C4H10、n-C4H10、i-C5H12、n-C5H12、n-C6H14、n-C7H16、n-C8H18、n-C9H20、n-C10H22、He、Ar。

## 模型适用条件

绝对压力：0MPa＜P＜12MPa

热力学温度：263K≤T≤338K

高位发热量：30MJ·m-3≤HS≤45 MJ·m-3

相对密度：0.55≤d≤0.80

天然气中各组分的摩尔分数应在以下范围内：

CH4：0.7≤xCH4≤1.0

N2：0≤xN2≤0.20

CO2：0≤xCO2≤0.20

C2H6：0≤xC2H6≤0.10

C3H8：0≤x C3H8≤0.035

C4H10：0≤x C4H10≤0.015

C5H12：0≤x C5H12≤0.005

C6H14：0≤x C6H14≤0.001

C7H16：0≤x C7H16≤0.0005

C8+：0≤x C8+≤0.0005

H2：0≤x H2≤0.10

CO：0≤x CO≤0.03

He：0≤x He≤0.005

H2O：0≤x H2O≤0.00015

如果已知体积分数组成，则应将其换算成摩尔分数组成。所有摩尔分数小于0.00005的组分都不可忽略。

## 模型描述

### 已知条件

绝对压力P、热力学温度T、组分数N；

各组分的摩尔分数，i = 1～N ；

查附表1、2、3得到的以下数据：

58种物质的状态方程参数，， ，，，，，，， ；

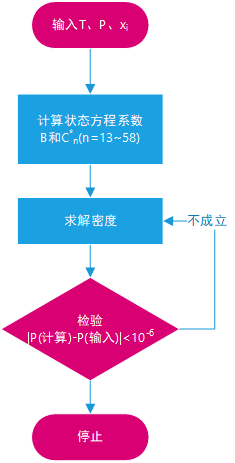
21种识别组分的特征参数，，，，，，， ；

21种识别组分的二元交互作用参数，，， 。

### 符号和单位

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 符号 | 含义 | 单位 |
| an | 常数（附表1） | —— |
| B | 第二维利系数 | m3·kmol-1 |
|  | 混合物交互作用参数 | —— |
| bn | 常数（附表1） | —— |
| cn | 常数（附表1） | —— |
|  | 与温度和组成相关的系数 | —— |
| Ei | 组分i的特征能量参数（附表2） | K |
| Ej | 组分j的特征能量参数（附表2） | K |
| Eij | 第二维利系数的二元能量参数 | K |
|  | 第二维利系数的二元能量交互作用参数  （附表3） | —— |
| F | 混合物高温参数 | —— |
| Fi | 组分i的高温参数（附表2） | —— |
| Fj | 组分j的高温参数（附表2） | —— |
| fn | 常数（附表1） | —— |
| G | 混合物定位参数 | —— |
| Gi | 组分i的定位参数（附表2） | —— |
| Gj | 组分j的定位参数（附表2） | —— |
| Gij | 二元定位参数 | —— |
|  | 二元定位交互作用参数（附表3） | —— |
| gn | 常数（附表1） | —— |
| Hs | 高位发热量 | MJ·m-3 |
| K | 体积参数 | （m3/kmol）1/3 |
| Ki | 组分i的体积参数（附表2） | （m3/kmol）1/3 |
| Kj | 组分j的体积参数（附表2） | （m3/kmol）1/3 |
| Kij | 二元体积交互作用参数（附表3） | —— |
| kn | 常数（附表1） | —— |
| M | 摩尔质量 | Kg·kmol-1 |
| Mi | 组分i的摩尔质量 | Kg·kmol-1 |
| N | 气体混合物的组分数 | —— |
| n | 整数（1~58） | —— |
| P | 绝对压力 | MPa |
| Q | 四级参数 | —— |
| Qi | 组分i的四级参数 | —— |
| Qj | 组分j的四级参数 | —— |
| qn | 常数（附表1） | —— |
| R | 气体常数（=0.008314510） | MJ·(kmol·K)-1 |
| Si | 组分i的偶极参数 | —— |
| Sj | 组分j的偶极参数 | —— |
| sn | 常数（附表1） | —— |
| T | 绝对温度 | K |
| U | 混合物能量参数 | K |
| Uij | 混合物二元能量交互作用参数（附表3） | —— |
| un | 常数（附表1） | —— |
| Wi | 组分i的组合参数（附表2） | —— |
| Wj | 组分j的组合参数（附表2） | —— |
| wn | 常数（附表1） | —— |
| xi | 气体混合物中组分i的摩尔分数 | —— |
| xj | 气体混合物中组分j的摩尔分数 | —— |
| Z | 压缩因子 | —— |
|  | 质量密度 | Kg·m-3 |
|  | 气体的对比密度 | —— |
|  | 摩尔密度 | Kmol·m-3 |

### 计算程序流程



### 计算步骤

a) 第二维利系数B的计算：

二元参数Eij和Gij，由以下两式计算：





b) 计算系数，n = 13～58

用以下方程求解混合方程，计算混合物参数U，G，Q；二重加和时，i从1~N-1变化，而相对每一个i值，j从i+1~N变化。





c) 计算混合物体积参数K；



d) 按照经验输入摩尔密度，利用公式计算初始对比密度，带入到AGA8-92DC方程，计算压力

对比密度ρr同摩尔密度ρm相关：



AGA8-92DC方程：



压力与摩尔密度的关系：

e) 摩尔密度进行预估，对P进行迭代计算，得到新的P值，当新的P值与输入P值两者的差值在预先设定的范围内（如1×10-5，标准中是1×10-6由于本电脑计算能力有效，无法做到1×10-6迭代，但结果与1×10-5没有太大差别），得到摩尔密度，利用压力、温度和摩尔气体常数计算压缩因子

质量密度可由：

式中M根据：

密度保留至小数点后三位。

# 程序代码

function[Z]=Zfactor(T,P0,x)

%计算天然气给定组分的压缩因子

% x为天然气组分，按照CH4、N2、CO2、C2H6、C3H8、H2O、H2S、H2、CO、O2、i-C4H10、n-C4H10、i-C5H12、n-C5H12、n-C6H14、n-C7H16、n-C8H18、n-C9H20、n-C10H22、He、Ar的顺序输入

%T 为温度，单位为K

%P为绝对压力，单位为兆帕

%中国标况为20℃，1atm下，举例天然气组分

T=293.15;

P0=0.101325;

x=[0.961651,0.008606,0.004567,0.01998,0.003859,0,0,0,0,0,0,0.000950,0,0.000138,0.000249,0,0,0,0,0,0];

%状态参数值

b=[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,3,3,3,3,3,3,3,3,3,4,4,4,4,4,4,4,5,5,5,5,5,6,6,7,7,8,8,8,9,9];

k=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,3,2,2,2,4,4,0,0,2,2,2,4,4,4,4,0,1,1,2,2,3,3,4,4,4,0,0,2,2,2,4,4,0,2,2,4,4,0,2,0,2,1,2,2,2,2];

c=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,0,0,1,1,1,1,1,1,1,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1,1,1,1,1,0,1,1,1,1,0,1,0,1,1,1,1,1,1];

g=[0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,1,0,0];

f=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];

q=[0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,1,0,0,1,0,0,0,0,0,1];

s=[0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];

w=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];

a=[0.153832600, 1.341953000, -2.998583000, -0.048312280, 0.375796500,-1.589575000, -0.053588470, 0.886594630, -0.710237040, -1.471722000, 1.321850350, -0.786659250, 2.291290e-9, 0.157672400, -0.436386400,-0.044081590, -0.003433888, 0.032059050, 0.024873550, 0.073322790,-0.001600573, 0.642470600, -0.416260100, -0.066899570, 0.279179500,-0.696605100, -0.002860589, -0.008098836, 3.150547000, 0.007224479,-0.705752900, 0.534979200, -0.079314910, -1.418465000, -5.99905e-17, 0.105840200, 0.034317290,-0.007022847, 0.024955870, 0.042968180, 0.746545300, -0.291961300, 7.294616000, -9.936757000, -0.005399808,-0.243256700, 0.049870160, 0.003733797, 1.874951000, 0.002168144,-0.658716400, 0.000205518, 0.009776195, -0.020487080, 0.015573220, 0.006862415, -0.001226752, 0.002850908];

u=[0.0,0.5,1.0,3.5,-0.5,4.5,0.5,7.5,9.5,6.0,12.0,12.5,-6.0,2.0,3.0,2.0,2.0,11.0,-0.5, 0.5, 0.0,4.0,6.0,21.0,23.0,22.0,-1.0,-0.5,7.0,-1.0,6.0,4.0,1.0,9.0,-13.0,21.0,8.0, -0.5,0.0,2.0,7.0,9.0,22.0,23.0,1.0,9.0,3.0,8.0,23.0,1.5,5.0,-0.5, 4.0, 7.0, 3.0, 0.0, 1.0, 0.0];

%特征参数值

M=[16.0430, 28.0135,44.0100, 30.0700, 44.0970,18.0153,34.0820,2.0159,28.0100,31.9988,58.1230,58.1230,72.1500,72.1500,86.1770,100.2024,114.2310,128.2580,142.2850,4.0026,39.9480];

E=[151.318300, 99.737780,241.960600, 244.166700, 298.118300,514.015600,296.355000,26.957940,105.534800,122.766700,324.068900,337.638900,365.599900,370.682300,402.636293,427.722630,450.325022,470.840891,489,558373,2.610111,119.629900];

G=[0.0, 0.027815,0.189065, 0.079300, 0.141239,0.332500,0.088500,0.034369,0.038953,0.021000,0.256692,0.281835,0.332267,0.366911,0.289731,0.337542,0.383381,0.427354,0.469659,0.0,0.0];

Q=[0.0,0.0,0.690,0.0,0.0,1.067750,0.633276,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0];

K=[0.4619255, 0.4479153,0.4557489, 0.5279209, 0.5837490,0.3825868,0.4618263,0.3514916,0.4533894,0.4186954,0.6406937,0.6341423,0.6738577,0.6798307,0.7175118,0.7525189,0.7849550,0.8152731,0.8437826,0.3589888,0.4216551];

F=[0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0];

S=[0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1.582200,0.390000,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0];

W=[0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0];

%二元交互作用参数值

Ex=[1.0,0.971640,0.960644,1.0,0.994635,0.708218,0.931484,1.170520,0.990126,1.0,1.019530,0.989844,1.002350,0.999268,1.107274,0.880880,0.880973,0.881067,0.881161,1.0,1.0;

0.971640,1.0,1.022740,0.970120,0.945939,0.746954,0.902271,1.086320,1.005710,1.021000,0.946914,0.973384,0.959340,0.945520,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.960644,1.022740,1.0,0.925053,0.960237,0.849408,0.955052,1.281790,1.500000,1.0,0.906849,0.897362,0.726255,0.859764,0.855134,0.831229,0.808310,0.786323,0.765171,1.0,1.0;

1.0,0.970120,0.925053,1.0,1.022560,0.693168,0.946871,1.164460,1.0,1.0,1.0,1.013060,1.0,1.005320,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.994635,0.945939,0.960237, 1.022560,1.0,1.0,1.0,1.034787,1.0,1.0,1.0,1.004900,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.708218,0.746954,0.849408,0.693168,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.931484,0.902271,0.955052,0.946871,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.008692,1.010126,1.011501,1.012821,1.014089,1.0,1.0;

1.170520,1.086320,1.281790,1.164460,1.034787,1.0,1.0,1.0,1.100000,1.0,1.300000,1.300000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.990126,1.005710,1.500000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.100000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.021000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0;

1.019530,0.946914,0.906849,1.0,1.0,1.0,1.0,1.300000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.989844,0.973384,0.897362,1.013060,1.004900,1.0,1.0,1.300000, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.002350,0.959340,0.726255,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.999268, 0.945520,0.859764,1.005320,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.107274,1.0,0.855134,1.0,1.0,1.0,1.008692,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.880880,1.0,0.831229,1.0,1.0,1.0,1.010126,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.880973,1.0,0.808310,1.0,1.0,1.0,1.011501,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.881067,1.0, 0.786323,1.0,1.0,1.0,1.012821,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.881161,1.0, 0.765171,1.0,1.0,1.0, 1.014089, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;];

Gx=[1.0,1.0,0.807653,1.0,1.0,1.0,1.0,1.957310,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,0.982746,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.807653,0.982746,1.0,0.370296,1.0,1.673090,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,0.370296,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.957310,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;];

Ux=[1.0,0.886106,0.963827,1.0,0.990877,1.0,0.736833,1.156390,1.0,1.0,1.0,0.992291,1.0,1.003670,1.302576,1.191904,1.205769,1.219634,1.233498,1.0,1.0;

0.886106,1.0,0.835058,0.816431,0.915502,1.0,0.993476,0.408838,1.0,1.0,1.0,0.993556,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.963827,0.835058,1.0,0.969870,1.0,1.0,1.045290,1.0,0.900000,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.066638,1.077634,1.088178,1.098291,1.108021,1.0,1.0;

1.0,0.816431,0.969870,1.0,1.065173,1.0,0.971926,1.616660,1.0,1.0,1.250000,1.250000,1.250000,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.990877,0.915502,1.0,1.065173,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.736833,0.993476,1.045290,0.971926,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.028973,1.033754,1.038338,1.042735,1.046966,1.0,1.0;

1.156390,0.408838,1.0,1.616660,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,0.900000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.992291,0.993556,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.003670,1.0,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.302576,1.0,1.066638,1.0,1.0,1.0,1.028973,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.191904,1.0,1.077634,1.0,1.0,1.0,1.033754,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.205769,1.0,1.088178,1.0,1.0,1.0,1.038338,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.219634,1.0,1.098291,1.0,1.0,1.0,1.042735,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.233498,1.0,1.108021,1.0,1.0,1.0,1.046966,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;];

Kx=[1.0,1.003630,0.995933,1.0,1.007619,1.0,1.000080,1.023260,1.0,1.0,1.0,0.997596,1.0,1.002529,0.982962,0.983565,0.982707,0.981849,0.980991,1.0,1.0;

1.003630,1.0,0.982361,1.007960,1.0,1.0,0.942596,1.032270,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.995933,0.982361,1.0,1.008510,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.007960,1.008510,1.0,0.986893,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.007619,1.0,1.0,0.986893,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.000080,0.942596,1.007790,0.999969,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,0.968130,0.962870,0.957828,0.952441,0.948338,1.0,1.0;

1.023260,1.032270,1.0,1.020340,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.997596,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.002529,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.982962,1.0,0.910183,1.0,1.0,1.0,0.968130,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.983565,1.0,0.895362,1.0,1.0,1.0,0.962870,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.982707,1.0,0.881152,1.0,1.0,0.957828,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.981849,1.0,0.867520,1.0,1.0,1.0,0.952441,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

0.980991,1.0,0.854406,1.0,1.0,1.0,0.948338,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;

1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;];

%初始值

N=21;

R=0.008314510;

B=0;

%参数Eij、Gij以及第二维利系数的计算

for n=1:18

sum=0;

ZJCS=T^(-u(n));

for i=1:N

for j=1:N

Eij(i,j)=Ex(i,j)\*(E(i)\*E(j))^0.5;

Gij(i,j)=Gx(i,j)\*(G(i)+G(j))/2;

Bij(i,j)=((Gij(i,j)+1-g(n))^g(n))\*((Q(i)\*Q(j)+1-q(n))^q(n))\*(((F(i)\*F(j))^0.5+1-f(n))^f(n))\*((S(i)\*S(j)+1-s(n))^s(n))\*((W(i)\*W(j)+1-w(n))^w(n));

sum=sum+x(i)\*x(j)\*Bij(i,j)\*((Eij(i,j))^u(n))\* (K(i)\*K(j))^1.5;

end

end

B=B+a(n)\*ZJCS\*sum;

end

%计算Cn的值，n=13~58

sum1=0;

sum2=0;

F0=0;

G0=0;

Q0=0;

U0=0;

for i=1:N

F0=F0+(x(i)^2)\*F(i);

Q0=Q0+x(i)\*Q(i);

sum1=sum1+x(i)\*G(i);

sum2=sum2+x(i)\*(E(i)^2.5);

end

for i=1:(N-1)

for j=(i+1):N

G0=G0+x(i)\*x(j)\*(Gx(i,j)-1)\*(G(i)+G(j));

U0=U0+ x(i)\*x(j)\* ((Ux(i,j)^5)-1)\*((E(i)\*E(j))^2.5);

end

end

G0=sum1+G0;

U0=((sum2^2)+U0)^0.2;

%k值的计算

sum1=0;

for i=1:N

sum1=sum1+x(i)\*(K(i)^2.5);

end

sum2=0;

for i=1:(N-1)

for j=(i+1):N

sum2=sum2+x(i)\*x(j)\*((Kx(i,j)^5)-1)\*((K(i)\*K(j))^2.5);

end

end

K0=(sum1^2+2\*sum2)^0.2;

%对比密度的计算

pm=0.01;

pr=(K0^3)\*pm;

%计算Cn的值，n=13~58

SUM1=0;

for n=13:18

Cn=a(n)\*((G0+1-g(n))^g(n))\*(((Q0^2)+1-q(n))^q(n))\*((F0+1-f(n))^f(n))\*(U0^u(n))\*(T^-u(n));

SUM1=SUM1+Cn;

end

SUM2=0;

for n=13:58

Cn=a(n)\*((G0+1-g(n))^g(n))\*(((Q0^2)+1-q(n))^q(n))\*((F0+1-f(n))^f(n))\*(U0^u(n))\*(T^-u(n));

SUM2=SUM2+Cn\*(b(n)-c(n)\*k(n) \*(pr^k(n)))\*(pr^b(n))\*exp(-c(n)\*(pr^k(n)));

end

%压力的计算过程

P=pm\*R\*T\*(1+B\*pm-pr\*SUM1+SUM2);

%迭代过程

while abs(P-P0)>=0.00001

pm=pm+0.000001;

pr=(K0^3)\*pm;

SUM2=0;

for n=13:58

Cn=a(n)\*((G0+1-g(n))^g(n))\*(((Q0^2)+1-q(n))^q(n))\*((F0+1-f(n))^f(n))\*(U0^u(n))\*(T^-u(n));

SUM2=SUM2+Cn\*(b(n)-c(n)\*k(n) \*(pr^k(n)))\*(pr^b(n))\*exp(-c(n)\*(pr^k(n)));

end

P=pm\*R\*T\*(1+B\*pm-pr\*SUM1+SUM2);

end

% Z的计算

Z=P0/(pm\*R\*T);

% 质量密度p的计算

M0=0;

for i=1:N

M0=M0+x(i)\*M(i);

end

p=M0\*pm;

formatSpec='Z=%.6f,pm=%.3f,pr=%.3f,p=%.3f';

fprintf(formatSpec,Z,pm,pr,p);

# 运行结果

对气样如下表的天然气计算在293.15K、0.101325MPa下的压缩因子

表4.1 气样组分

|  |  |
| --- | --- |
| 气体组成 | 摩尔分数 |
| CH4 | 0.961651 |
| N2 | 0.008606 |
| CO2 | 0.004567 |
| C2H6 | 0.01998 |
| C3H8 | 0.003859 |
| H2O | 0 |
| H2S | 0 |
| H2 | 0 |
| CO | 0 |
| O2 | 0 |
| i-C4H10 | 0 |
| n-C4H10 | 0.000950 |
| i-C5H12 | 0 |
| n-C5H12 | 0.000138 |
| n-C6H14 | 0.000249 |
| n-C7H16 | 0 |
| n-C8H18 | 0 |
| n- C9H20 | 0 |
| n- C10H22 | 0 |
| He | 0 |
| Ae | 0 |

计算结果=0.042 Kmol·m-3

=0.004

Kg·m-3

Z=0.998102

# 不确定度

### 管输气压缩因子计算的不确定度

AGA8-92DC计算方法给出的管输气应用范围（温度为263K~350K，压力最大为12MPa）内，计算结果的不确定度为0.1%，当温度高于290K，压力在最大为30MPa的范围内时，计算结果的不确定度也为0.1%。

温度低于263K时，仅当压力在最高至10MPa的范围内，计算结果的不确定度才能保持在0.1%内。

### 输入变量不确定度的影响

表5.1列出的是相关输入变量的典型不确定度值，这些值可在最优操作条件下获得。

根据误差传播分析，输入变量的不确定度会对压力为6MPa，温度在263K~338K范围内的压缩因子计算结果产生约0.1%的附加不确定度。当压力大于6MPa时，附加不确定度会更大，且大致与压力成正比例增加。

表5.1 相关输入变量的典型不确定度值

|  |  |
| --- | --- |
| 输入变量 | 绝对不确定度 |
| 绝对压力 | 0.02MPa |
| 温度 | 0.15K |
| 惰性组分摩尔分数 | 0.001 |
| x（N2） | 0.001 |
| x（CO2） | 0.001 |
| x（CH4） | 0.001 |
| x（C2H6） | 0.001 |
| x（C3H8） | 0.0005 |
| x（C4H10） | 0.0003 |
| x（C5+） | 0.0001 |
| x（H2）和x（CO） | 0.001 |

# 附录

附表1 状态参数方程表

|  |  |
| --- | --- |
| an | 0.153832600, 1.341953000, -2.998583000, -0.048312280, 0.375796500,-1.589575000, -0.053588470, 0.886594630, -0.710237040, -1.471722000, 1.321850350, -0.786659250, 2.291290e-9, 0.157672400, -0.436386400,-0.044081590, -0.003433888, 0.032059050, 0.024873550, 0.073322790,-0.001600573, 0.642470600, -0.416260100, -0.066899570, 0.279179500,-0.696605100, -0.002860589, -0.008098836, 3.150547000, 0.007224479,-0.705752900, 0.534979200, -0.079314910, -1.418465000, -5.99905e-17, 0.105840200, 0.034317290,-0.007022847, 0.024955870, 0.042968180, 0.746545300, -0.291961300, 7.294616000, -9.936757000, -0.005399808,-0.243256700, 0.049870160, 0.003733797, 1.874951000, 0.002168144,-0.658716400, 0.000205518, 0.009776195, -0.020487080, 0.015573220, 0.006862415, -0.001226752, 0.002850908 |
| bn | 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,3,3,3,3,3,3,3,3,3,4,4,4,4,4,4,4,5,5,5,5,5,6,6,7,7,8,8,8,9,9 |
| cn | 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,0,0,1,1,1,1,1,1,1,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1,1,1,1,1,0,1,1,1,1,0,1,0,1,1,1,1,1,1 |
| kn | 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,3,2,2,2,4,4,0,0,2,2,2,4,4,4,4,0,1,1,2,2,3,3,4,4,4,0,0,2,2,2,4,4,0,2,2,4,4,0,2,0,2,1,2,2,2,2 |
| un | 0.0,0.5,1.0,3.5,-0.5,4.5,0.5,7.5,9.5,6.0,12.0,12.5,-6.0,2.0,3.0,2.0,2.0,11.0,-0.5, 0.5, 0.0,4.0,6.0,21.0,23.0,22.0,-1.0,-0.5,7.0,-1.0,6.0,4.0,1.0,9.0,-13.0,21.0,8.0, -0.5,0.0,2.0,7.0,9.0,22.0,23.0,1.0,9.0,3.0,8.0,23.0,1.5,5.0,-0.5, 4.0, 7.0, 3.0, 0.0, 1.0, 0.0 |
| gn | 0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,1,0,0 |
| qn | 0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,1,0,0,1,0,0,0,0,0,1 |
| fn | 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 |
| sn | 0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 |
| wn | 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 |

附表2 特征参数表

|  |  |
| --- | --- |
| M | 16.0430, 28.0135,44.0100, 30.0700, 44.0970,18.0153,34.0820,2.0159,28.0100, 31.9988,58.1230,58.1230,72.1500,72.1500,86.1770,100.2024,114.2310,128.2580,142.2850,4.0026,39.9480 |
| E | 151.318300, 99.737780,241.960600, 244.166700, 298.118300,514.015600,296.355000,26.957940,105.534800, 122.766700,324.068900,337.638900,365.599900,370.682300,402.636293,427.722630,450.325022,470.840891,489,558373,2.610111,119.629900 |
| G | 0.0, 0.027815,0.189065, 0.079300, 0.141239,0.332500,0.088500,0.034369,0.038953, 0.021000,0.256692,0.281835,0.332267,0.366911,0.289731,0.337542,0.383381,0.427354,0.469659,0.0,0.0 |
| Q | 0.0,0.0,0.690, 0.0,0.0,1.067750,0.633276,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 |
| K | 0.4619255, 0.4479153,0.4557489, 0.5279209, 0.5837490,0.3825868,0.4618263,0.3514916,0.4533894, 0.4186954，0.6406937,0.6341423,0.6738577,0.6798307,0.7175118,0.7525189,0.7849550,0.8152731,0.8437826,0.3589888,0.4216551 |
| F | 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 |
| S | 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1.582200,0.390000, 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 |
| W | 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,1.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0 |

附表3 二元交互作用参数值表

|  |  |
| --- | --- |
| Eij\* | CH4:1.0,0.971640,0.960644,1.0,0.994635,0.708218,0.931484,1.170520,0.990126,1.0,1.019530,0.989844,1.002350,0.999268,1.107274,0.880880,0.880973,0.881067,0.881161,1.0,1.0; N2: 0.971640,1.0,1.022740,0.970120,0.945939,0.746954,0.902271,1.086320,1.005710,1.021000,0.946914,0.973384,0.959340,0.945520,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO2:  0.960644,1.022740,1.0,0.925053,0.960237,0.849408,0.955052,1.281790,1.500000,1.0,0.906849,0.897362,0.726255,0.859764,0.855134,0.831229,0.808310,0.786323,0.765171,1.0,1.0;  C2H6:  1.0,0.970120,0.925053,1.0,1.022560,0.693168,0.946871,1.164460,1.0.1.0,1.0,1.013060,1.0,1.005320,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  C3H8:  0.994635,0.945939,0.960237, 1.022560,1.0,1.0,1.0,1.034787,1.0,1.0,1.0,1.004900,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2O :  0.708218,0.746954,0.849408,0.693168,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2S :  0.931484,0.902271,0.955052,0.946871, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.008692,1.010126,1.011501,1.012821,1.014089,1.0,1.0;  H2:  1.170520,1.086320,1.281790,1.164460, 1.034787,1.0,1.0,1.0,1.100000,1.0,1.300000,1.300000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO:  0.990126,1.005710,1.500000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.100000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  O2:  1.0,1.021000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C4H10:  1.019530,0.946914,0.906849,1.0,1.0,1.0,1.0,1.300000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C4H10:  0.989844,0.973384,0.897362,1.013060,1.004900,1.0,1.0,1.300000, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C5H12:  1.002350,0.959340,0.726255,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C5H12:  0.999268, 0.945520,0.859764,1.005320,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C6H14:  1.107274,1.0,0.855134,1.0,1.0,1.0,1.008692,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C7H16:  0.880880,1.0,0.831229,1.0,1.0,1.0,1.010126,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C8H18:  0.880973,1.0,0.808310,1.0,1.0,1.0,1.011501,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C9H20:  0.881067,1.0, 0.786323,1.0,1.0,1.0,1.012821,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C10H22:  0.881161,1.0, 0.765171,1.0,1.0,1.0, 1.014089, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  He:  1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  Ar:  1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; |
| Uij | CH4:1.0,0.886106,0.963827,1.0,0.990877,1.0,0.736833,1.156390,1.0,1.0,1.0,0.992291,1.0,1.003670,1.302576,1.191904,1.205769,1.219634,1.233498,1.0,1.0; N2: 0.886106,1.0,0.835058,0.816431,0.915502,1.0,0.993476,0.408838,1.0,1.0,1.0,0.993556,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO2:  0.963827,0.835058,1.0,0.969870,1.0,1.0,1.045290,1.0,0.900000,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.066638,1.077634,1.088178,1.098291,1.108021,1.0,1.0;  C2H6:  1.0,0.816431,0.969870,1.0,1.065173,1.0,0.971926,1.616660,1.0,1.0,1.250000,1.250000,1.250000,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  C3H8:  0.990877,0.915502,1.0,1.065173,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0, 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2O : 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2S : 0.736833,0.993476,1.045290,0.971926,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.028973,1.033754,1.038338,1.042735,1.046966,1.0,1.0;  H2:  1.156390,0.408838,1.0,1.616660,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO: 1.0,1.0,0.900000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  O2: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C4H10:  1.0,1.0,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C4H10:  0.992291,0.993556,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C5H12:  1.0,1.0,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C5H12:  1.003670,1.0,1.0,1.250000,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C6H14:  1.302576,1.0,1.066638,1.0,1.0,1.0,1.028973,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C7H16:  1.191904,1.0,1.077634,1.0,1.0,1.0,1.033754,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C8H18:  1.205769,1.0,1.088178,1.0,1.0,1.0,1.038338,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C9H20:  1.219634,1.0,1.098291,1.0,1.0,1.0,1.042735,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C10H22:  1.233498,1.0,1.108021,1.0,1.0,1.0,1.046966,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  He:  1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  Ar: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; |
| Kij | CH4:1.0,1.003630,0.995933,1.0,1.007619,1.0,1.000080,1.023260,1.0,1.0,1.0,0.997596,1.0,1.002529,0.982962,0.983565,0.982707,0.981849,0.980991,1.0,1.0; N2:  1.003630,1.0,0.982361,1.007960,1.0,1.0,0.942596,1.032270,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO2:  0.995933,0.982361,1.0,1.008510,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  C2H6:  1.0,1.007960,1.008510,1.0,0.986893,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  C3H8:  1.007619,1.0,1.0,0.986893,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2O : 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2S :  1.000080,0.942596,1.007790,0.999969,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,0.968130,0.962870,0.957828,0.952441,0.948338,1.0,1.0;  H2:  1.023260,1.032270,1.0,1.020340,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  O2: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C4H10: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C4H10:  0.997596,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C5H12: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C5H12:  1.002529,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C6H14:  0.982962,1.0,0.910183,1.0,1.0,1.0,0.968130,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C7H16:  0.983565,1.0,0.895362,1.0,1.0,1.0,0.962870,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C8H18:  0.982707,1.0,0.881152,1.0,1.0,0.957828,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C9H20:  0.981849,1.0,0.867520,1.0,1.0,1.0,0.952441,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C10H22:  0.980991,1.0,0.854406,1.0,1.0,1.0,0.948338,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  He: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; Ar: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; |
| Gij\* | CH4:1.0,1.0,0.807653,1.0,1.0,1.0,1.0,1.957310,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; N2:  1.0,1.0,0.982746,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO2:  0.807653,0.982746,1.0,0.370296,1.0,1.673090,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  C2H6:  1.0,1.0,0.370296,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  C3H8: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2O : 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2S : 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  H2:  1.957310,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  CO: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  O2: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C4H10: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C4H10: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  i-C5H12: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C5H12: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C6H14: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C7H16: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C8H18: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C9H20: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  n-C10H22: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0;  He: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; Ar: 1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0,1.0; |