

# 合金平衡相图的数字化处理

赵玲\*

(电子科技大学机械电子工程学院 成都 610054)

**【摘要】**讨论了合金相图信息的存储、处理,用VB 6.0编程工具作为系统开发平台,建立了合金平衡相图的数字化处理系统软件。该系统软件用于合金平衡相图中相和组织组成物的定量计算和分析,解决了合金性能分析中由数据查询、数据处理所带来的低工作效率问题,在工程材料领域具有推广价值及应用前景。

**关键词** 平衡相图; 热力学; 自由能; 数据库

中图分类号 TG14

## Digital Processing of Alloy Phases Equilibrium Graph

Zhao Ling

(College of Mechanical and Electrical Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** Problems of the storage and process of phase graph information are discuss in this paper. Software of digital process on alloy phase equilibrium is developed based on VB6.0 language desktop. It was applied in phase calculation under phase equilibrium condition, and analysis on phase graph on computer, difficulties of data inquire and data process in alloy characteristic analysis are solved. Due to using the engineering material, the quality and work efficiency are raised noticeably.

**Key words** stable diagram; hot strength; free energy; data base

### 1 相图的构成

合金相图通常是用热分析法实验和测试结果绘制,相图表示的是恒定压力(1个大气压)下的状态,又称 $T-X$ 相图,如图1所示。图中,纵坐标表示温度,横坐标表示成分。相图由临界点、相变线及各相区组成,各相区包括液相、固相的各不相同的组织。

### 2 相图坐标系的数字化处理

相图的数字化处理有扫描、画坐标垂线、拟合曲线方程三种方法。从准确度考虑,拟合曲线方程的方法最佳,本文则采用这种方法建立合金相图,其步骤如下:

- 1) 创建Picture1对象,整个窗口屏幕约80%为Picture1对象;
- 2) 根据热分析法的实验数据在Picture1对象区域内画出完整的合金相图;
- 3) 直线由起点、终点坐标确定,即以Picture1.Lin( $x_1, y_1$ )-( $x_2, y_2$ )来确定;
- 4) 曲线由拟合方程 $y = ax^2 + bx + c$ ,以像素为单位,通过For...Next循环语句画出曲线,相平衡

2002年3月17日收稿

\* 女 50岁 大学 工程师

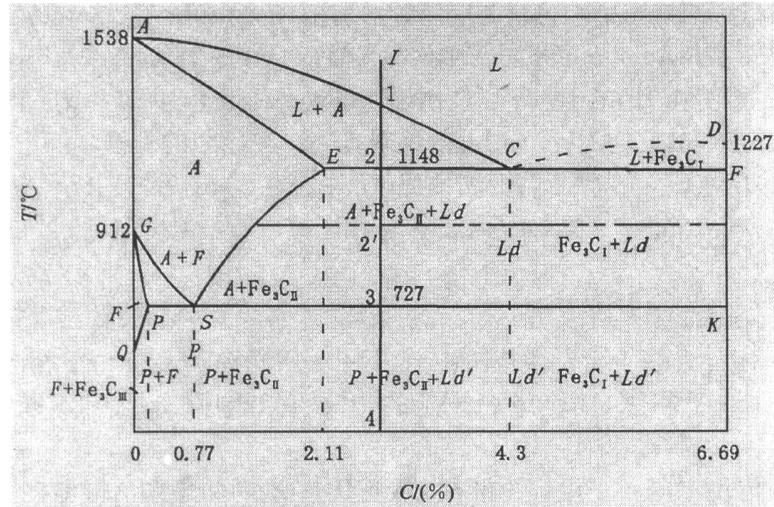


图1 Fe-Fe<sub>3</sub>C合金相图

曲线、平衡点用相平衡条件确定；

5) 虚线由For...Next循环语句中插入语句Picture1.Drawstyle=4完成，同时设定步距离；

6) 根据相律公式  $f = c - p + 1$  判断各相区相的数目<sup>[1]</sup>，并遵循合金相图的规律填写各相区的组织，运用视频软件设定各相区的颜色。

### 3 相图分析

相图是在一个图上表示出稳定相的成分、温度分界限，为画出合金相图中各相区，必须找到不同相域间的边界。相图初次生成是用热力学原理中相平衡条件来计算相的边界线，即运用吉布斯自由能的相平衡函数及化学势判断相界<sup>[2]</sup>。

对于已生成的相图可按图解法处理，直接在某合金相图上取各点对应的温度、成分、组织建立坐标系，进行数字化处理。将相图信息转换成表格形式存入数据库，然后按数据表方式处理输入和查取。用分别区段方式、曲线拟合方式得出各曲线线段的函数方程式；使用逻辑条件处理拐点、水平和垂直线段。

### 4 数据库的存贮结构

数据库的存贮结构采用对象关系数据库管理系统(ORDBMS)<sup>[3]</sup>。系统支持SQL，以二维表为基本管理单元，用二维表及表间关系进行描述。整个类层次结构使用一个数据实体，为每个类创建数据表，记录按顺序存放到各数据表中。

从图形学观点来看，相图是一个二维平面图形，图内由点—线—区构成，可以用四字体的数据来表达相图的结构。其数据模型如下：

相图库：图代号、合金数、组元数、组元成员；

区域库：区代号、区名、区色、区成员数、区成员；

线库：线代号、线名、线色、线类型、线样式参数；

点库：点代号、点名、点色、温度、成分。

将计算中所需的其他数据资料处理成若干个数据表，按层次结构数据库方式存取数据资料。

## 5 开发相图平台

本系统采用VB6.0版编程语言<sup>[4]</sup>。此版本具有新的SQL Server交互方法和最新的数据访问方法ADO2.6。OLEDB接口层次结构小,比较简单,后台采用Microsoft SQL Serve7创建数据库。

创建Picture1对象,在Picture1下定义若干个坐标位置 $(x, y), \dots$ 。Dim  $x_1, x_2, \dots, y_1, y_2, \dots$ , AS integer。同时定义两个变量并赋值y(high), x(wide)。使用语句Picture1.Line( $x_1, y_1$ ) - ( $x_2, y_2$ )画出两点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 之间的直线,各点的值均为Picture1上的绝对坐标。在相图的外框,四个角的坐标值分别为 $(0, 0), (0, y), (x, 0), (x, y)$ ;拟合各曲线方程 $Ax^2 + Bx + C = y$ 后,用For ...Next循环语句画出曲线,如 $L_3$ 的方程为 $y = -156.8x^2 + 767.4x + 227$ ,将相图按成分、温度范围划分成若干个相区。

## 6 相图应用实例

输入Fe、Fe<sub>3</sub>C两组元,系统自动生成Fe-Fe<sub>3</sub>C相图。用光标确定Fe-Fe<sub>3</sub>C相图中合金I对应的任意温度,由函数Mouseup获得纵、横坐标所对应的T和C%,再用Case语句实现判断当前相区中的组织。

当合金I在1~2点温度之间时,组织为液相(L)+奥氏体(A)的两相区,根据杠杆定律求出L和A的相对量<sup>[3]</sup>;当合金I在2~3点温度之间时,组织为奥氏体(A)+二次渗碳体(Fe<sub>3</sub>C<sub>II</sub>)+莱氏体(Ld)。系统判断为不适合运用杠杆定律,选用代数法计算。系统设合金I中Fe组元、Fe<sub>3</sub>C组元浓度分别为 $X_{Fe}$ 、 $X_{Fe_3C}$ ; A相中Fe、Fe<sub>3</sub>C<sub>II</sub>组元浓度分别为 $X_{Fe}^A$ 、 $X_{Fe_3C}^A$ ;二次渗碳体(Fe<sub>3</sub>C<sub>II</sub>)中Fe、Fe<sub>3</sub>C组元浓度分别为 $X_{Fe}^{Fe_3C_{II}}$ 、 $X_{Fe_3C}^{Fe_3C_{II}}$ ;莱氏体(Ld)中Fe、Fe<sub>3</sub>C组元浓度分别为 $X_{Fe}^{Ld}$ 、 $X_{Fe_3C}^{Ld}$ ;系统设A+Fe<sub>3</sub>C<sub>II</sub>+Ld相对分量之和为1,即

$$H^A + H^{Fe_3C_{II}} + H^{Ld} = 1 \quad (1)$$

且A、Fe<sub>3</sub>C、Ld中某一组元的量之和应等于合金I中这一组元的量

$$H^A X_{Fe}^A + H^{Fe_3C_{II}} X_{Fe}^{Fe_3C_{II}} + H^{Ld} X_{Fe}^{Ld} = X_{Fe} \quad (2)$$

$$H^A X_{Fe_3C}^A + H^{Fe_3C_{II}} X_{Fe_3C}^{Fe_3C_{II}} + H^{Ld} X_{Fe_3C}^{Ld} = X_{Fe_3C} \quad (3)$$

解方程式(1)~(3)并输出结果,在窗口显示当前合金I的HB、 $\sigma_s$ 、 $d$ 、 $a_k$ 值、热处理工艺参数及热处理后材料的性能。

## 7 结束语

本文提出的合金相图的数字化处理系统可快速查阅合金的成分、组织、温度及各种常用机械性能,给机械制造设计者提供了查询方便、快速设计的环境,该系统可用于二元合金分析,其系统操作简单、方法先进。

### 参 考 文 献

- 1 刘国勋. 金属学原理. 北京: 冶金工业出版社, 1979
- 2 恽正中, 张 鹰, 邱吉衡. 材料物理基础. 成都: 电子科技大学出版社, 1994
- 3 陈文宇. 面向对象的关系数据库设计. 电子科技大学学报. 2002, 31(1): 53-56
- 4 杨继平, 欧 海, 燕必希. Visual Basic5开发使用手册. 北京: 机械工业出版社, 1998