

# 熔炼车间生产数据库的开发及应用<sup>①</sup>

姚汝信 梅 焱 赵天从

(中南工业大学)

## 摘 要

根据金川公司第一冶炼厂熔炼车间的生产特点及发展趋势,开发了从数据采集、数据库建立及维护到报表产生、生产统计分析的综合管理系统。

**关键词:** 数据库 统计分析 生产管理

金川有色金属公司是国内唯一从采矿、选矿到冶炼提取镍、铜、钴、金、银、铂族金属的联合企业,熔炼又是整个生产过程中非常重要的环节之一,熔炼车间拥有16 500 kVA矿热电炉3台,50 t卧式转炉4座、20 t卧式转炉2座,5 000 kVA贫化电炉2台及其它辅助设备。包含从焙砂处理到产出高冰镍、钴冰铜的全部工艺流程,每天平均处理焙砂500 t以上,同时产出高冰镍、钴冰铜等产品近100 t;耗电近400 000 kW h,还有石英、焦粉、电极、电极糊、冷却水、钢管等多种辅助性原材料,车间统计室要根据投入、产出情况编制生产日报、统计台帐、月报、半年报、年报等报表,管理任务十分繁重。

随着对资源综合利用率要求的不断提高,有必要对全车间的操作过程、原料投入、能源消耗、产品产量和质量等作详细记录、归类、统计、分析,以便对各项生产指标作全面而尽可能准确的评价,为制定后期生产规范化提供参考依据。为此,我们在第一冶炼厂熔炼车间的协助下,开发了来自生产拟在为生产服务的数据库。

## 1 熔炼车间生产概况

熔炼车间是冶炼厂的一个主要车间,担负的任务是:(1)以备料车间回转窑和沸腾焙烧产出的焙砂为主要原料,配以熔剂(石英石)、焦粉等,经矿热电炉造钼熔炼成低冰镍,再经卧式转炉鼓风吹炼,进一步富集成一次高冰镍,后送下一车间磨浮分离铜镍;(2)以卧式转炉生产出的转炉渣为主要原料,以低冰镍为回收相,经贫化电炉还原硫化处理,产出富钴冰铜为二钴车间提取钴提供原料。全车间的主要熔炼设备是:矿热电炉、卧式转炉、贫化电炉;其生产工艺流程如图1所示。

## 2 数据库构成

根据各台件生产设备的生产方式和生产周期不同,以及需要对其进行专门管理,建立了如下专项数据库:

(1) 沸腾炉、回转窑生产数据库 BS.DBF,用于记录焙砂成分的分析数据;

<sup>①</sup>于1992年3月10日收到

(2) 矿热电炉生产数据库 DLSJ 1.DBF、DLSJ 2.DBF、DLSJ 3.DBF, 分别用于记录 1 号、2 号、3 号矿热电炉各作业班的磅砂处理量、石英及焦粉消耗量、耗电量、电炉运行状况、电炉渣和低冰镍的数量及成分等数据;

(3) 根据生产实际要求, 将 4 台 50 t 转炉按甲、乙、丙、丁班分别建库, 库名形式为:

ZL?\*.DBF

其中“?”可为 A、B、C、D, 即 1~4 号转炉;“\*”可为 1、2、3、4, 表示每台转炉的甲、乙、丙、丁班。这样, 与 4 台 50 t 转炉相关的就有 16 个数据子库。

另外, 由于 2 号、3 号 20 t 转炉为轮翻作业, 只按作业班分班建立子库 XZLA 1.DBF、XZLA 2.DBF、XZLA 3.DBF、XZLA 4.DBF, 且设置炉号字段加以区分。

以上 20 个子库分别用于按作业班记录各台转炉每日低冰镍处理量、冷料处理量、石英消耗量、产渣量、高冰镍产出量、吹炼操作程序、转炉渣和高冰镍成分分析数据等。

(4) 1 号、2 号贫化电炉生产数据库 PHLS 1.DBF、PHLSJ 2.DBF, 其结构与矿热电炉生产数据库类似。

(5) 临时数据库: 主要有日报数据库 RB.DBF、月报数据库 YB.DBF、半年报数据库 HNB.DBF、年报数据库 NB.DBF 等。为了提高检索速度, 每月月报输出后还自动产生当月数据备用库, 以便半年报、年报输出之用, 它们是: YBSJ01.DBF~YBSJ12.DBF。

### 3 数据库应用程序设计

#### 3.1 总体结构

为使程序设计简单, 并有较高的运行效率, 采用了混合语言编程方式。即有关数据采集, 数据库维护、整序、检索等功能用 DBASE III 语言设计; 有关数据表输出和涉及较多运算的功能用 FORTRAN 语言设计, 数据库备份和恢复功能则是将 DOS 系统功能加以修改而成。各功能的总体结构框图如图 2 所

示。还可根据生产发展需要挂接其它新增加功能。

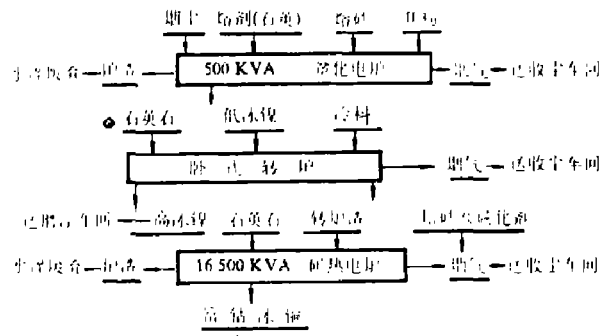


图 1 熔炼车间工艺流程

#### 3.2 操作界面设计

应用程序采用全屏幕汉字菜单提示方式, 各个功能的选择及进一步操作方法都有尽可能详细而醒目的说明, 这样更便于一般人员使用。整个显示屏幕划分为若干部分, 并以不同的颜色(对于彩色显示器)显示, 具有很好的用户界面。布局方式如图 3 所示。

#### 3.3 输出报表 0 值项目不打印技术

各种报表都有许多输出项目, 它们一般都是数值型的, 为使报表整齐、美观, 希望数值为零的项目以空白形式出现, 但是, 数值变量为 0 时的输出形式为“0”(整型)或“0.”、“.0”、“0.0”(实型), 为此可以借助于一个字符型变量加以解决。我们知道在 FORTRAN 语言中, 字符变量可作为内部文件使用, 设有一说明为字符型的变量 CHR0, 要输出数值 Num0 时, 首先作以下预处理:

```

CHA0='      '(注:单引号内有 8 个空格)
if (ABS(Num0).GE.5E-3) then
write(CHR0,'(F8.2)') Num0
end if

```

之后再按字符格式输出变量 CHR0, 则当|Num0|≥0.005 时就以两位小数形式输出 Num0 的实际值, 而当|Num0|<0.005 时, 就输出空白。

#### 3.4 生产指标统计分析及图形化处理

生产数据库的建立和使用, 目的在于对生产效率、经济效益、设备运行状况予以分析、评价和监控。为此我们用自行开发的中西文通

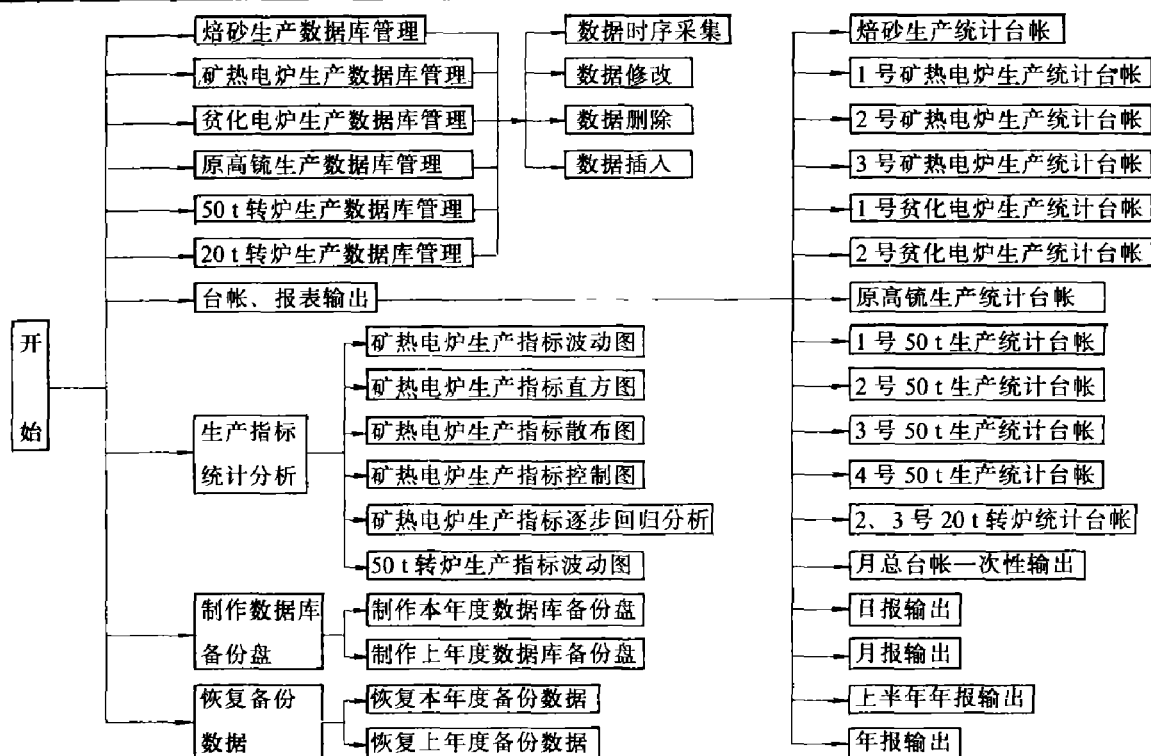


图2 数据库应用程序结构框图

用 FORTRAN 图形库设计了对生产指标和操作参数进行静态分析的直方图 (图)、散布图 (图 5), 以及反映生产过程动态变化的波动图 (图 6), 供技术、操作人员总结生产规律以指导后续生产。另外还编制了对主要生产指标进行逐步回归分析的模块, 以考查某一生产时期内各生产指标之间的相关度。

min。而在此前靠人工编制只含 200 多个项目的日报至少需要 1 人 4 小时的工作量, 而且一些新增加的项目由于需要对大量数据进行统计计算, 实际上是无法靠人工完成的。更重要的是曾需管理人员花费大量精力和时间编制的月总台帐、月报、半年报、年报等, 现在只需通过几次简单的按键就可全部由计算机根据所建立的数据库自动完成。

还可根据需要及时绘制主要生产指标或生产状况分析图。例如, 图 4 是 1 号矿热电炉班焙砂处理量  $Q$  的直方图 ( $f_n$  为频数), 它表明当

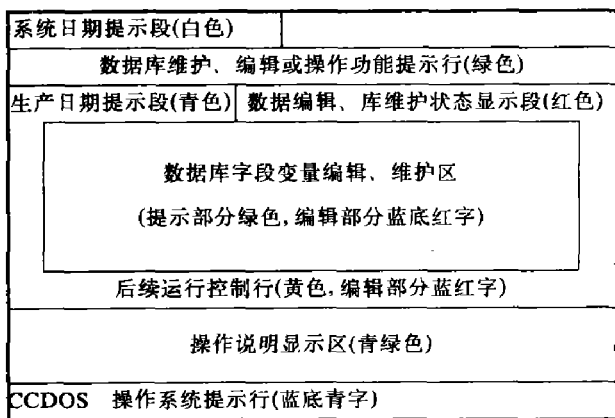


图3 数据库编辑及维护的屏幕布局

### 3.5 调试使用情况

在调试使用过程中, 我们用上述 22 个基本子库采集了一个月的生产数据, 产生包括转炉工段、矿热电炉工段和贫化电炉工段在内的近 500 个项目的车间生产日报, 结果只需要 3

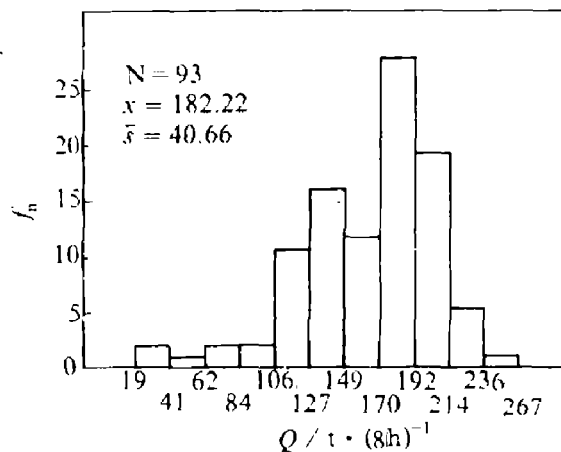


图4 1号电炉生产指标直方图

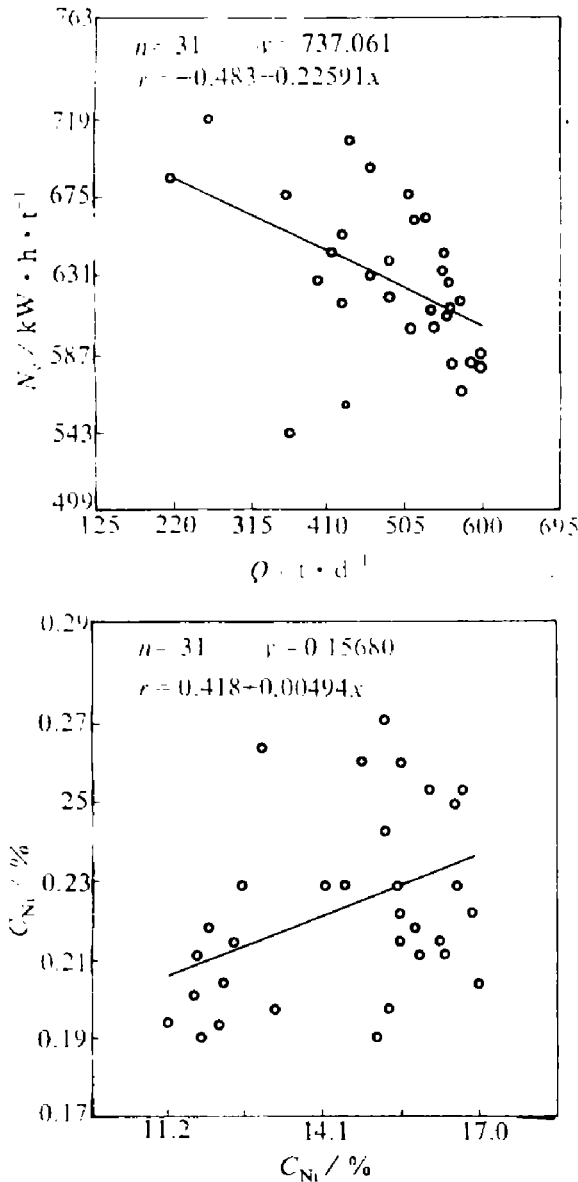


图5 1号电炉生产指标散布图

月平均班处理焙砂量为 166.22 t, 其中有 85.7% 的作业班次处理焙砂量在 100 t 以上, 说明大部分时间生产是正常的, 但同时也指出设备有超常运行情况, 因为有时班处理焙砂量超过 200 t, 而有时只处理 10~20 t 甚至有空运转情况。图 5 是 1 号矿热电炉电单耗  $N_e$  与日处理焙砂量  $Q$ 、渣含镍  $C'_{Ni}$  与铕含镍  $C_{Ni}$  的对应关系分布图, 从图中可以了解到, 电单耗随单位时间内焙砂处理量的增加而降低, 因而说明在炉子额定功率及炉况稳定情况下, 应尽可能采用满负荷操作。而渣含镍则随铕含镍量

的增加而上升, 也就是说, 要提高在矿热电炉生产阶段的镍回收率, 铕品位也应加以控制。图 6 是一段时间内 1 号矿热电炉的生产指标波动图, 它反映了电单耗、渣含镍、焙砂处理量等生产指标在某月的动态变化, 图中横坐  $T$  表示日期, 单位天( $d$ )。

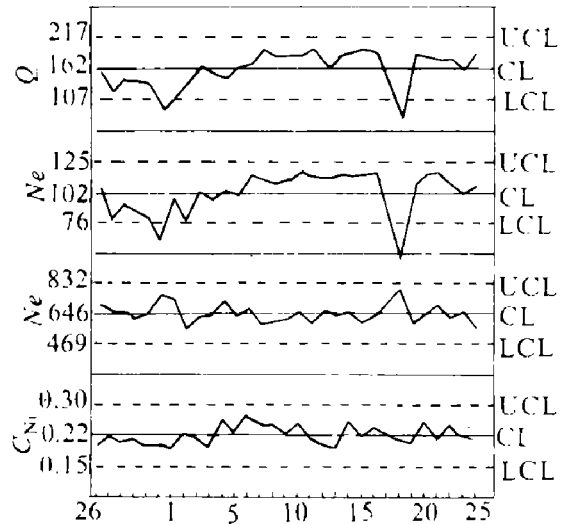


图6 1号电炉生产指标波动图

$C_{Ni}$ —渣含镍 / %;  $N_e$ —电单耗 /  $kWh \cdot t^{-1}$ ;  
 $N_e'$ —电耗量 /  $10^3 kWh \cdot (8h)^{-1}$ ;  $Q$ —焙砂量 /  $t \cdot (8h)^{-1}$

总之, 可利用本数据库方便地对生产状况进行多种静态或动态计算分析, 产生各种报表、绘制许多特征图件。

## 4 结论

- (1) 本数据库的建立有利于采用计算机代替人工进行事务性管理, 使各种报表更加规范化, 呈报更加及时;
- (2) 在数据库内容准确和统计方法适合的情况下, 可以避免统计过程中的各种人为差错, 增加了报表内容及统计结果的可靠性;
- (3) 采用本数据库便于资料的建档保存, 检索、查阅和调用; 便于及时了解生产指标的完成情况和变化趋势以及指导生产;
- (4) 本数据库还应在生产实践中不断完善以适应生产发展的需要。