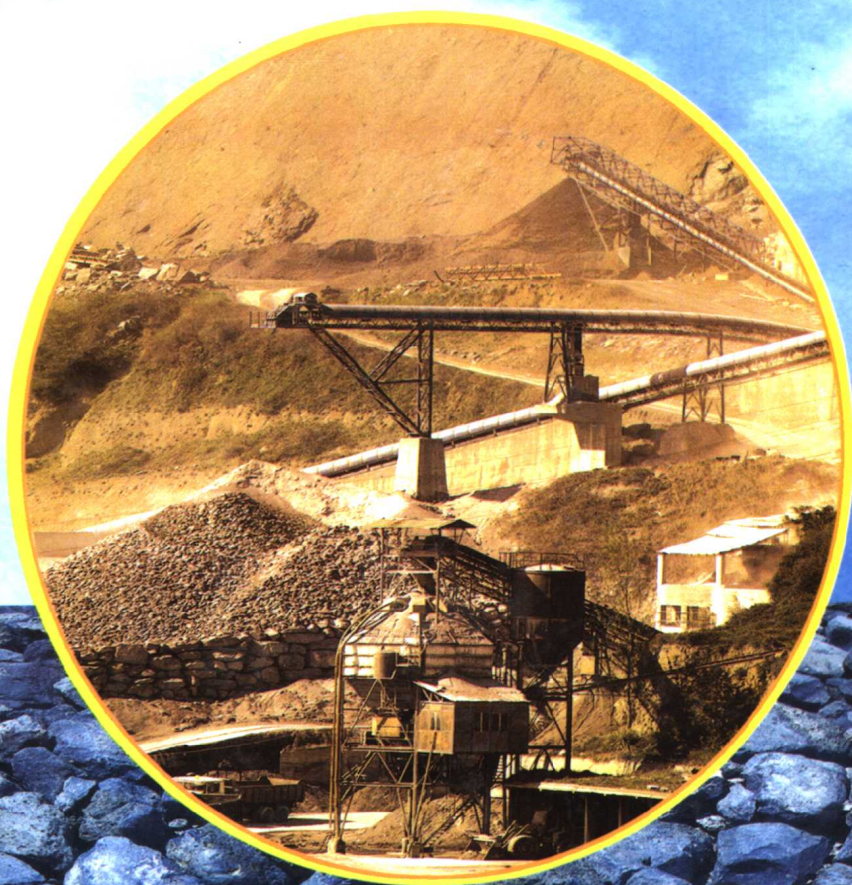


现代矿山选矿新工艺、新技术、 新设备与强制性标准规范全书

主编 \ 于金吾 李安



现代矿山选矿新工艺、新技术、新 设备与强制性标准规范全书

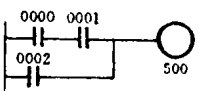
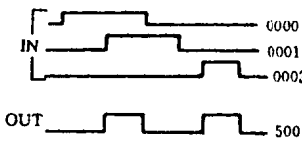
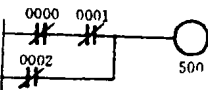
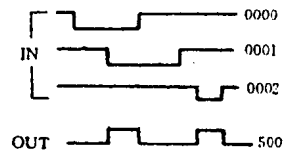
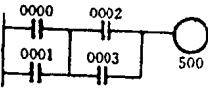
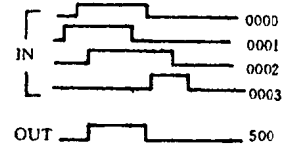
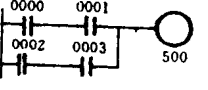
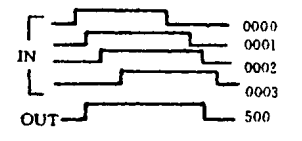
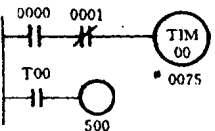
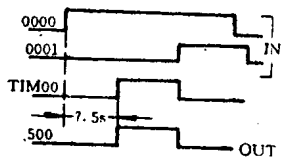
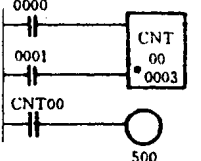
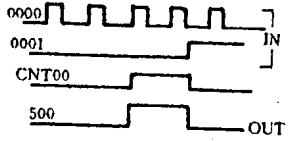
于金吾 李 安 主编

第四册

当代中国音像出版社

图 11-1-40, 编码表见表 11-1-3, 输入输出分配见表 11-1-4。

表 11-1-3 C 系列机基本指令梯形图

基本指令	代码表	说明	动作示意图
	LD0000 AND0001 OR0002 OUT500	输入 0000 和 0001ON 时或输入 0002ON 时, 继电器 500 都 ON	
	LD NOT'0000 AND NOT'0001 OR NOT'0002 OUT500	输入 0000 和 0001 都 OFF 时或输入 0002OFF 时,继电器 500 都 ON	
	LD-0000 OR-0001 LD-0002 OR-0003 AND-LD OUT-500	输入 0000 和 0002ON 或 0000 和 0003ON 或 0001 和 0002ON 或 0001 和 0003ON 时,继电器 500 都 ON	
	LD0000 AND0001 LD0002 AND0003 ORLD OUT-500	输入 0000 和 0001ON 或 0002 和 0003ON 时,继电器 500 都 ON	
	LD0000 AND NOT'0001 TIM00 #0075 LD TIM00 OUT-500	输入 0000 和 0001 都闭合时 (即 0000ON 和 0001OFF), 7.5 秒后 TIM 闭合,继电器 500 都 ON	
	LD0000 LD0001 CNT00 #0003 LD-CNT00 OUT-500	输入 0000 通断 3 次时 使 CNT 接通,继电器 500ON,当 0001 接通时,CNT 复位	

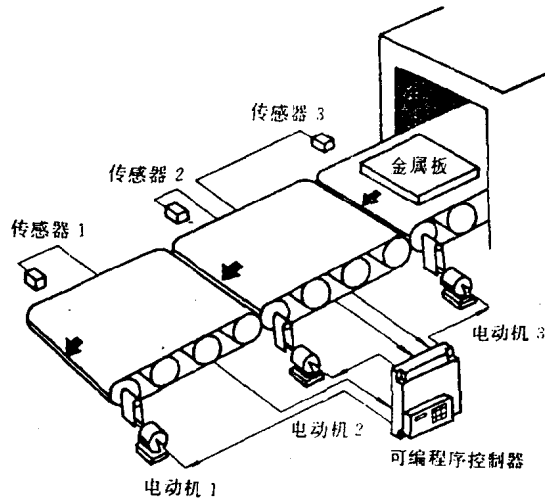


图 11-1-39 传送带电机控制系统图

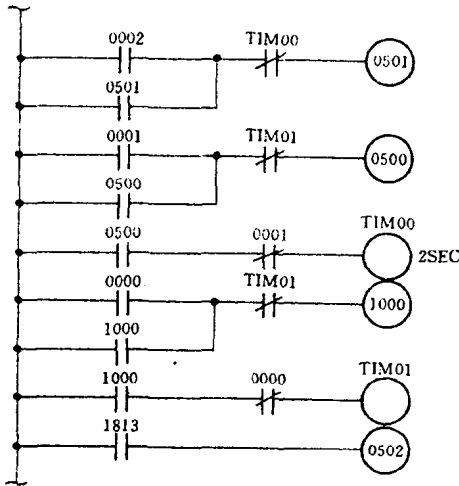


图 11-1-40 传送带电机控制系统梯形图

表 11-1-4 传送带电机控制系统编码表

地址	指令	数据
0200	LD	0002
0201	OR	0501
0202	AND - NOT	TIM00
0203	OUT	0501
0204	LD	0001
0205	OR	0500

地址	指令	数据
0206	AND - NOT	TIM01
0207	OUT	0500
0208	LD	0500
0209	AND - NOT	0001
0210	TIM	00
		# 0020
0211	LD	0000
0212	OR	1000
0213	AND - NOT	TIM01
0214	OUT	1000
0215	LD	1000
0216	AND - NOT	0000
0217	TIM	01
		# 0020
0218	LD	1813
0219	OUT	0502

控制执行过程:金属板按传感器 3、2、1 的顺序被检测,梯形图中第一个输入信号来自传感器 3(见图 11-1-39),输入 0002 号接点(见图 11-1-40),当导通时,PC 机输出 0501,相应地使 2 启动。当传感器 2 输入的接点 0001 号导通时,输出 0500 启动电机 1。当金属板离开电机 2 带动的皮带,进入电机 1 带动的皮带时,传感器 2 输出的 0001 接点复原,启动计时器 TIM00,时间经 2s 后 0501 失电,2 号电机停止转动。由于这时传感器 1 输出的 0000 接点闭合,使继电器 1000 动作,指挥下一级的机构工作。当金属板离开由电机 1 带动的皮带后,传感器 1 输出的 0000 复原,启动 TIM01 计时器,2s 后继电器 0500 和 1000 都失电,电机 1 也停止。

表 11-1-5 传送带电机控制系统 I/O 分配表

输入设备号	继电器号
传感器 1	0000
传感器 2	0001
传感器 3	0003
输出设备号	输出编号
电机 1	0500
电机 2	0501
电机 3	0502

第二章 监督控制系统

第一节 监督控制系统的结构

完整的最优控制系统基本由两部分组成。一是寻找最优工况(SCC 系统的任务);二是根据计算机所找到的最优工艺条件去实现生产过程的最优化控制。后一任务既可以用计算机进行直接数字控制来实现,也可以用常规仪表进行控制。在条件不具备时,还可以在计算机与常规仪表之间加进人工调整作用。下面用图例来说明这三种情况。

一、开环最优控制(操作指导控制)

如图 11-2-1 所示的开环最优控制系统中,生产过程是由常规仪表进行自动调节的。最优工艺条件则由计算机来寻找。在生产过程中将各参数的实测值输入到计算机。计算机根据预先编好的数字模型及最优化方案程序,计算出当时的最优工况,并用数字显示和打印记录下来。操作人员根据显示的结果,去调整有关调节回路的给定值。由常规调节器计算调节作用,并向执行机构发出调节信号,使得被调量符合新给定值的要求以保证生产过程获得较好的指标。在这个系统中,计算机的命令是通过人去执行的,生产过程与计算机之间的回路没有闭合起来,所以这种控制方式称为“开环”最优控制(或称操作指导控制)。

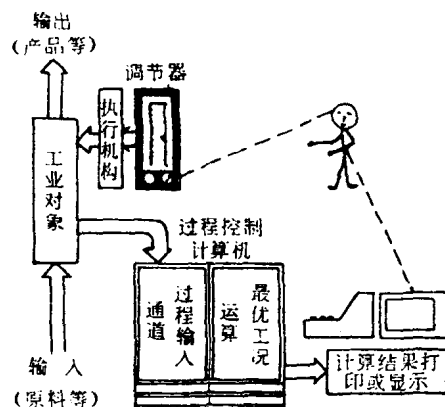


图 11-2-1 开环最优控制示意图

二、由计算机与常规仪表组成的闭环最优控制

图 11-2-2 是由计算机与常规仪表组成的闭环最优控制系统的示意图。由计算机算出最优工况,再由计算机把该最优工况信号输给常规仪表调节系统的自动调节给定机构,去调整各有关调节通道常规调节仪表的给定值。调节器根据新的给定值,发出相应的指令给执行机构,以使调节变量符合最优工艺条件所要求的数值。

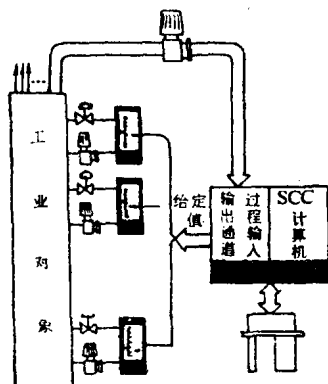


图 11-2-2 计算机、常规仪表闭环控制系统示意图

完全由计算机控制的闭环最优控制图 11-2-3 所示的是用计算机进行直接数字控制完成自动调节的示意图。当 SCC 系统计算出最优工况后,把该信号输送到直接数字控制计算机中去,改变有关 DDC 控制回路的给定值。在 DDC 控制机中,经过比较及计算后,直接输出一调节信号给执行机构,指令执行机构根据新的工艺条件调整调节变量,使调节变量符合最优工艺条件所要求的数值。

这种计算机闭环最优控制可用一台计算机完成最优工况的寻找和进行 DDC 控制双

重任务;也可分由两台计算机来分别完成这两个任务。目前的发展趋势是用两台数字计算机分别完成这两个任务。

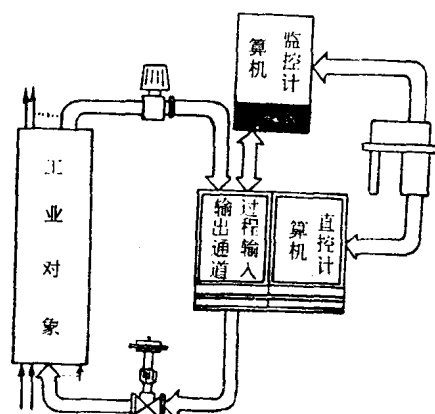


图 11-2-3 计算机控制闭环最优控制系统示意图

第二节 选矿过程 SCC 系统举例

一、国外某矿 Cu-Zn 选矿厂对 Cu 优先浮选作业采用搜索法进行最优化控制

该矿的 Cu-Zn 矿物是不均匀嵌布矿石,矿石经第一次闭路磨矿后,其旋流器溢流细度达 -325 目占 55% 时,就进行中间浮选,以回收粗粒嵌布黄铜矿,将所得尾矿进行第二次闭路磨矿,其旋流器溢流细度达 -325 目占 80% 时,进行 Cu 优先浮选的粗选及一次扫选。扫选精矿再磨后返回粗选给矿。中间浮选的 Cu 精矿要经二次精选。粗选 Cu 精矿则要经三次精选,即得合格精矿。精选尾矿与扫选精矿合并再磨。该流程的药剂制度如下:

Cu 浮选是在 pH 约为 6.5 的情况下进行的。在中间浮选前的搅拌槽中用 SO_2 进行调节,中间浮选加黑药作捕收剂,加甲基异丁基甲醇作起泡剂。在 Cu 粗选作业中补加黑药,在扫选作业中补加异丁基纳黄药(以下简称黄药)和黑药,在 Cu 精选作业中加 NaCN 以抑制黄铁矿。该厂对其它药剂进行比值控制,对黄药和黑药的最佳用量是通过试行法搜索找出的。

该厂浮选作业最优控制方案以图 11-2-4 的模型作判据,按照图 11-2-5 的程序

来探索,以确定此刻是应该增加捕收剂,还是减少捕收剂。当确定此时应该调节的药剂用量方向(增、减)后,启动图 11-2-6 所示的药剂调节回路搜索程序,以确定此次应在哪个作业调节药剂,至此 SCC 级工作告一段落,由计算机将由 SCC 系统所确定的调节信息传送给 DDC 系统的相应回路,由 DDC 系统去完成对指定作业药剂用量的调节。

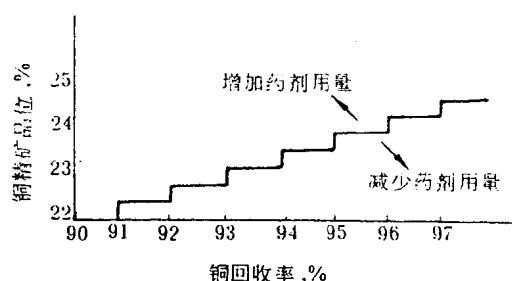


图 11-2-4 品位/回收率模型

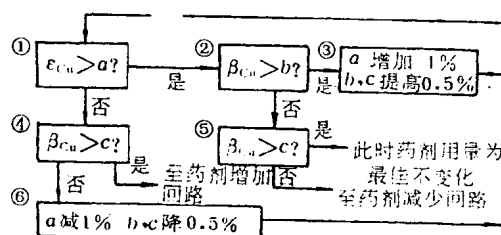


图 11-2-5 药剂用量调节方向搜索程序框图

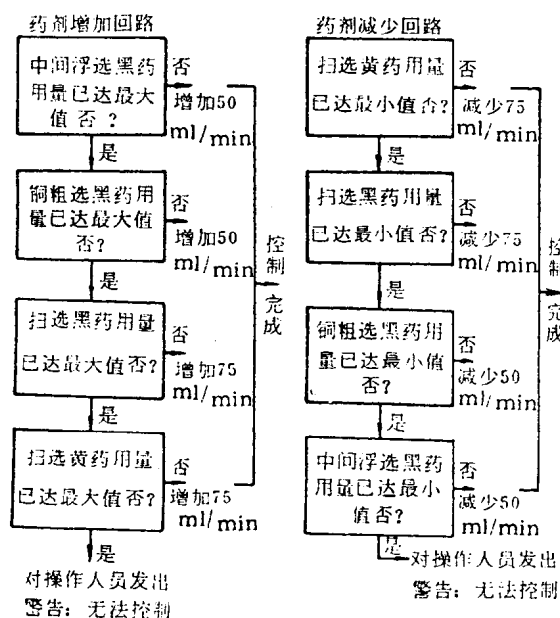


图 11-2-6 药剂调节回路搜索程序框图

具体搜索步骤如下:

1. 确定最佳回收率指标 假设现时测得 β_{Cu} 为 24%, 计算机根据图 11-2-4 的模型得知, 此时相对应的最佳经济收益的回收率应是 94%。此时的精矿品位上限应为 24%, 其下限应为 23.5%。计算机自动地在图 11-2-56 的方框①中置 $a = 94\%$, 在框②中置 $b = 24\%$, 在框④、框⑤中置 $c = 23.5\%$, 而在①、②、④、⑤框内的 ϵ_{Cu} 及 β_{Cu} 符号则表示此刻实际测量计算的铜回收率及精矿铜品位。

2. 药剂用量调节方向的搜索 把上述实际的品位及回收率置入相应的框内, 首先判断回收率是否大于 94%; 若判断结果是目前回收率不大于 94%, 接着就判断 Cu 精矿品位是否大于 23.5%, 若判断结果是大于 23.5%, 说明此时增加捕收剂用量有可能增加回收率, 而不太影响 Cu 精矿品位, 计算机就去指挥增加捕收剂(按图 11-2-6 程序去增加)。当增加了捕收剂后, 再把当时新的 ϵ_{Cu} 与 a 比较, 新的 β_{Cu} 与 b 及 c 比较(即经过①、②、⑤框的比较), 假如增加了捕收剂后使得铜精矿回收率 $\epsilon_{Cu} > 94\%$, 但由于增加了捕收剂使连生体及脉石也夹带上来一部分, 因而使铜精矿品位 β_{Cu} 低于 23.5%, 则此时需要减少捕收剂用量, 计算机就指挥减药回路动作(见图 11-2-6)。药剂相应减少后, 再以减药后的 ϵ_{Cu} 及 β_{Cu} 指标按图 11-2-5 的程序进行比较, 判断。假定此时 $\epsilon_{Cu} > 94\%$, $24\% > \beta_{Cu} > 23.5\%$, 则此次调整结束, 此时的药剂用量是最适合的。

如果在某一次比较的结果是 $\epsilon_{Cu} > 94\%$, $\beta_{Cu} > 24\%$, 则计算机根据图 11-2-5 程序的判断, 自动地将①框内的回收率给定值 a 增加 1%, 将②、④、⑤框内的品位给定值 b 及 c 自动增加 0.5%, 再继续进行比较判断。

如果在某一次判断结果是 $\epsilon_{Cu} > 94\%$, $\beta_{Cu} < 23.5\%$, 则根据图 11-2-5 程序中⑥框的判断, 自动地将①框内的回收率给定值 a 减少 1%, 将②、④、⑤框内的品位给定值 b 及 c 减少 0.5%, 然后再继续比较、判断。

在每一轮搜索后, 只有在回收率 $\epsilon_{Cu} >$ 给定值, 而品位则正好介于按图 11-2-4 模型确定的给定值的上限与下限之间时, 这时的药剂条件才是最适合的。否则会打破品位—回收率之间的平衡关系, 对经济收益是不利的。

3. 药剂调节回路的搜索 当确定药剂调节方向(增还是减)后, 还要经过回路搜索程序来确定应该对哪一个作业的药剂用量进行调节。假如已确定需增加捕收剂, 则计算机启动药剂增加回路搜索程序(见图 11-2-6)。药剂增加回路按照中间浮选、粗选、扫选的顺序进行探索。首先探索中间浮选的黑药用量是否达最大值 3000ml/min, 如用量已达最大值, 就不能再加大该作业捕收剂用量。此时要去探索粗选作业黑药的用量, 如其用量未达最大值 3000ml/min, 则增加粗选黑药用量 50ml/min。计算机把这个决定传送给 DDC 系统, 将粗选黑药用量调节回路的给定值增加 50ml/min。若粗选黑药用量也已达

到最大值 3000ml/min, 则再去探索扫选黑药用量。若扫选黑药用量也已达最大值 3000ml/min, 则再去探索扫选黄药用量。若扫选黄药用量也已达最大值 600ml/min, 则计算机发出报警信号。告诉操作人员, 按现在给定的药剂范围, 计算机无法进行控制, 请操作人员采取相应措施。减药回路探索过程与上述类似(其药剂用量最小值为扫选黄药 150ml/min, 扫选黑药 300ml/min, 铜粗选黑药 600ml/min, 中间浮选黑药 1200ml/min)。

二、皮哈萨尔米选厂最优化控制

该厂处理矿石中的主要矿物为: 黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿。采用优先浮选流程, 加 CaO 、 NaCN 、 ZnSO_4 作抑制剂, 在 $\text{pH} = 12$ 的条件下浮 Cu ; 然后加 CuSO_4 活化闪锌矿, 加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 NaCN 作抑制剂, 在 $\text{pH} > 12$ 的条件下浮 Zn ; 最后加 H_2SO_4 活化黄铁矿, 在 $\text{pH} = 5$ 的条件下, 加适量的絮凝剂浮黄铁矿。

该厂使用了两台库里厄 300 型载流 X 光分析仪(其中一台有 12 个流道, 另一台有 14 个流道), 同时测定 Cu 、 Zn 、 Fe 元素。使用 H-DDP516 计算机对铜浮选作业进行两级控制, 第一级是 DDC 系统, 第二级是 SCC 系统。

Cu 浮选采用一次扫选, 三次精选流程, 其产品为最终 Cu 精矿。 Cu 浮选尾矿作锌浮选系统的给矿。

Cu 浮选的主要问题有两个: 一是闪锌矿被 Cu 离子活化后, 降低 Cu 浮选精矿的 Cu 品位, 并影响 Zn 的回收率。二是原矿品位变动频繁。通过试验确定, 要得到合格品位的 Cu 精矿和获得最大利润, 其关键是控制粗选精矿的刮出量和 NaCN 用量。因为 NaCN 用量对浮选效果非常灵敏, 并且 NaCN 用量与 Cu 精矿含 Cu 、 Zn 及尾矿含 Cu 品位的不是固定的, 所以给控制带来困难。另一方面, 通过试验发现给矿 Cu 品位、 Zn 品位和矿浆给矿量对指标也有很大影响。

根据以上特点, 将给矿 Cu 品位 x_4 、给矿 Zn 品位 x_5 和入选矿量 x_6 确定为干扰变量。加入磨机的 NaCN 用量 x_1 和加入精选的 NaCN 用量 x_2 , 精选精矿刮出量 x_3 作为控制变量。 Cu 浮选系统的被调变量是 Cu 精矿 Cu 品位 y_1 、 Cu 精矿含 Zn 品位 y_2 、尾矿 Cu 品位 y_3 。控制目标函数是经济效率指标(即利润指标)。过程数学模型采用统计模型, 运用静态模型, 动态补偿技术, 使模型中既包含了静特性, 也包含了动特性。制定上述模型的步骤是:

1. 用数理统计法建立各被调变量与干扰变量和控制变量之间的静态模型

$$\hat{y}_j = a_0 + a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + a_{j3}x_3 + a_{j4}x_4 + a_{j5}x_5 + a_{j6}x_6 \quad (2-1)$$

式中 $\hat{y}_1$ —— Cu 精矿 Cu 品位估计值;

$\hat{y}_2$ —— Cu 精矿中 Zn 含量估计值;

$\hat{y}_3$ ——Cu 浮选尾矿含 Cu 品位估计值;

a ——系数;

j ——被调量序号($j = 1, 2, 3$)。

2. 求出过程各通道的传递函数

$$\frac{Y_{jp}(s)}{X_{jp}(s)} = \frac{K e^{-\tau_{jp}s}}{(1 + T_{1jp}s)(1 + T_{2jp}s)}$$

式中 $X_{jp}(s)$ ——各通道输入的拉氏变换式;

$Y_{jp}(s)$ ——各通道输出的拉氏变换式;

K ——静态放大系数;

τ ——纯滞后时间;

T_{1jp}, T_{2jp} ——时间常数;

P ——干扰变量和控制变量序号 $P = 1 \sim 6$ 。

令

$$Y_{jp}^*(s) = \frac{Y_{jp}(s)}{K}$$

则

$$\frac{Y_{jp}^*(s)}{X_{jp}(s)} = \frac{e^{-\tau_{jp}s}}{(1 + T_{1jp}s)(1 + T_{2jp}s)} \quad (2-2)$$

3. 通过 Z 变换及 Z 反变换, 把各通道的传递函数变成差分方程

$$y_{jp}^*(nT) = d_{jp} y_{jp}^*[(n-1)T] + b_{jp} y_{jp}^*[(n-2)T] + c_{jp} x_{jp}[(n - \tau_{jp}/T)T] \quad (2-3)$$

$$d_{jp} = e^{-\frac{T}{T_{1jp}}} + e^{-\frac{T}{T_{2jp}}}$$

$$b_{jp} = -e^{-\frac{T}{T_{1jp}}} - e^{-\frac{T}{T_{2jp}}}$$

$$c_{jp} = 1 - e^{-\frac{T}{T_{1jp}}} - e^{-\frac{T}{T_{2jp}}} + e^{-\frac{T}{T_{1jp}}} - e^{-\frac{T}{T_{2jp}}}$$

式中 $Y_{jp}^*(nT)$ ——为过程输入(干扰变量、控制变量)的动态响应;

T ——采样间隔;

n ——采样时刻。

4. 用各通道各输入的动态响应 $y_{jp}^*(nT)$ 取代公式(2-1)中各输入变量的 x_{jp} 得

$$\hat{y}(nT) = a_{jp} + \sum_{p=1}^6 a_{jp} \{ d_{jp} y_{jp}^*[(n-1)T] + b_{jp} y_{jp}^*[(n-2)T] + c_{jp} x_{jp}[(n - \tau_{jp}/T)T] \} \quad (2-4)$$

公式(2-4)即为该厂 Cu 浮选过程各通道的数学模型。

模型的识别 在 Cu 浮选过程中,因为粗选精矿刮出量和 NaCN 用量随矿性质及药剂质量变化而变化,所以需对 x_{j1} 、 x_{j2} 和 x_{j3} 的系数 a_{j1} 、 a_{j2} 和 a_{j3} 及常数项 a_0 进行识别。用一次估计公式进行模型参数的识别,参予识别的数据有 36 组观测值,每隔 5min 收集一次观测值作为最新数据,而把最老的观测值剔去。

目标函数 该厂采用经济效率作目标函数,经济效率是浮选过程实际所得精矿的价值与理论产值之比即

$$R = \frac{\text{浮选过程实际回收所得精矿的价值}}{\text{矿石中所含该种金属的价值}}$$

其具体算式为

$$R = \left[100b_1 \times \frac{\hat{y}_1(\alpha_{Cu} - \hat{y}_2)}{\alpha_{Cu}(\hat{y}_1 - \hat{y}_2)} + b_2 \right] \left[1 - \frac{\hat{y}_3 p_{zn}}{\hat{y}_1 p_{Cu}} - \left(\frac{\alpha'_{Cu}}{\hat{y}_1} - 1 \right) \frac{W}{p_{Cu}} \right]$$

最优化方程 该厂使用试行法作最优化搜索的方法。

控制过程描述 该厂最优化控制原理见图 11-2-7 所示,图中 $b_0 - b_3$ 就是公式(2-1)的 $a_0 - a_3$ 计算机收集浮选过程的输入参数 $x_1 - x_6$;预报模型计算出生在这些输入变量值的作用下,被调量的估计值 $\hat{y}_1 - \hat{y}_3$;将这些 $\hat{y}_1 - \hat{y}_3$ 代入目标函数式,估计此刻的经济效率 $R(n)$ 比 $(n-1)$ 时刻的经济率 $R(n-1)$ 高还是低;程序根据判断的结果,确定控制变量 x_1 、 x_2 、 x_3 的搜索方向,把与搜索到的经济效率 R 最高时相应的控制变量值 x_{01} 、 x_{02} 、 x_{03} 作为相应 DDC 控制回路的给定值,由 DDC 系统去完成对控制变量的调整。每隔 10min,操作系统启动一次最优控制程序,寻找此刻的最优工况,使得生产过程获得最佳的经济效率。

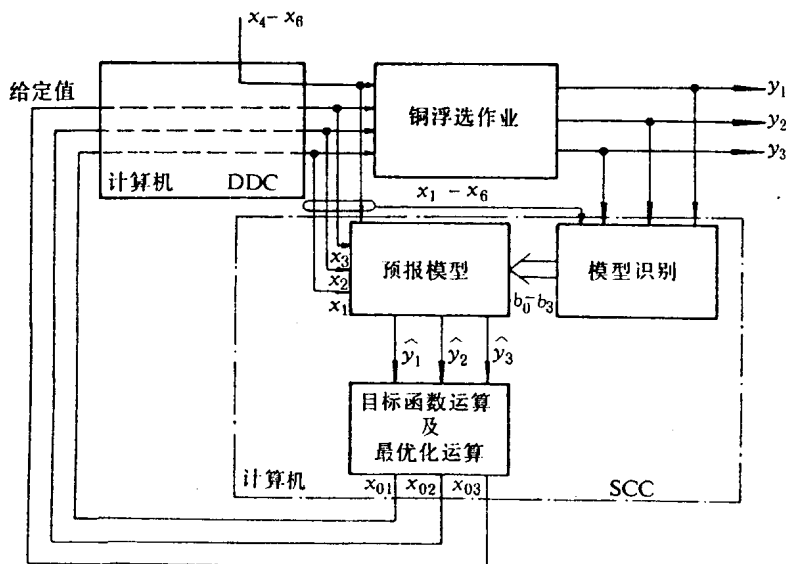


图 11-2-7 皮哈萨尔米选厂最优化控制原理图

第三节 分散型综合控制系统

分散型综合控制系统(简称集散系统),是一种新型的过程控制系统。它以多台(数十台甚至数百台)微型计算机分散应用于选矿生产各个作业进行控制,而全部信息则通过通信网络由上位计算机收集整理。以上位机实现生产管理及对选矿生产过程的最佳化控制。集散系统继承了常规模拟仪表控制系统和计算机集中控制系统的优点,克服了计算机单机集中控制系统危险性高度集中以及常规仪表控制功能单一,人/机联系差的缺点。

一、集散系统基本构成

集散系统的种类很多,但是其基本结构是类同的,它可简化成图 11-2-8 的形式。

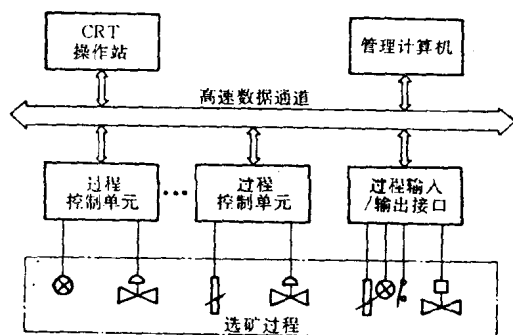


图 11-2-8 集散系统的基本结构

由图 11-2-8 可见,集散系统由以下五大部分组成:

1. 过程输入/输出接口

过程输入/输出接口又称数据采集站,是为过程非控变量专门设置的数据采集系统,它不但能完成数据采集及预处理,而且还可对实时数据完成进一步加工处理,供 CRT 操作站显示和打印,实现开环监视。对该接口要求采集系统容量大,采样速率高,能适用于不同类型的过程变量和各种工艺条件。该接口单元本身就能对所采集的数据进行预处理和存贮。

2. 过程控制单元

又称基本控制器或闭环控制站,是集散系统的核心部分。其控制回路数有 2~64 个

不等,甚至更多。其控制算法有 7~212 种之多,类型有 PID 、非线性增益、位式控制、选择性控制、函数控制、史密斯大滞后控制及多项式系数等。控制类型有连续控制、批量控制、逻辑控制等。

3. CRT 操作站

是集散系统的人/机接口装置,配有彩色、高分辨率 CRT、操作键盘、打印机和大容量存贮器等。操作站除了执行对过程的监控操作外,系统的组态、编程工作也可在操作站进行。操作站还负责完成部分日常生产管理工作,如班、日报表的显示和打印,用户自己设计的工艺报表及选矿工艺流程图中各指标的动态显示等。

4. 高速数据通道

是一种具有高速通信能力的信息总线,采用双绞线、同轴电缆或光导纤维构成。集散系统各计算机(各站)之间数据的传送,必须将通信系统构成一定的网络,并遵循一定的通信方式才能实现。计算机之间数据传送的通信网络有各种结构和各种规定。

(1)网络结构 集散系统中,常用的有星型、环型、总线型、组合型网络结构等。

①星型网络结构:星型网络结构如图 11-2-9 所示,在网络中各从站只与主站相联。主、从站之间链路专用,传输效率高,便于程序集中研制和资源共享,通信也简单。这种结构主站负责全部信息的协调和传输,负荷很大,系统对主站的依赖性极大,一旦主站发生故障,整个通信就会中断,并且这种系统投资大。

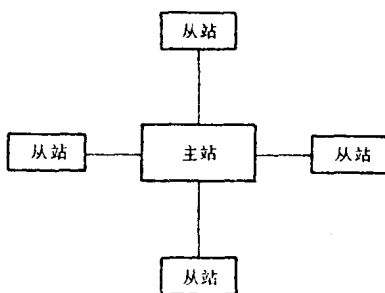


图 11-2-9 星型网络结构

②环型网络结构:环型网络结构如图 11-2-10 所示。网的首尾相联成环型,是集散系统中应用较广泛的一种形式。这种网络信息的传送是从始发站依次经过诸站,最后又回到始发站,数据传送的方向可单向,也可双向。若干站的信息可以同时环型通路上传输。

该结构的突出优点是结构简单、控制逻辑简单、挂接或摘除有关处理设备也较容易、成本及维修费较低。其主要缺点是可靠性问题,当结点处理机或数据通道出现故障时,会给整个系统造成威胁。

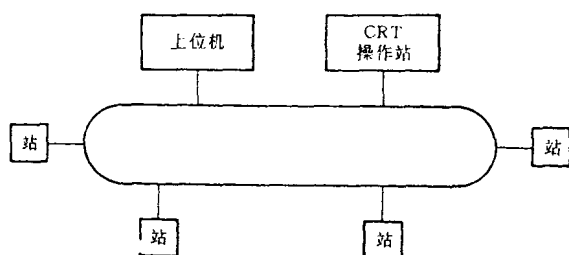


图 11-2-10 环型网络结构

③总线型网络结构:总线型网络结构如图 11-2-11 所示。所有站,包括上位机都挂在总线上,各站有的分主、从,有的不分。因控制通信的方式不同,分为集中控制方式(设有专门的通信控制器,负责通信的控制);分散控制方式(把通信控制功能分设在各站的通信接口中)。总线型网络结构的性能主要取决于总线的宽度、挂线设备的数目及总线访问规程等。

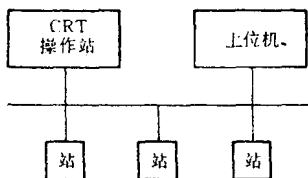


图 11-2-11 总线型网络结构

总线型网络的结构简单,系统可大可小,扩展方便,易于设置备用部件,安装费用低,可靠性较强。该结构也是目前广泛采用的一种网络形式。

④组合网络结构:在比较大的集散系统中,为提高其可用性,常把几种网络结构合理地运用于一个系统中,发挥其各自的优点,如图 11-2-12(a),是把环型网络和总线网络相结合的系统。图 11-2-12(b)是总线网络和星型网络相结合的系统。

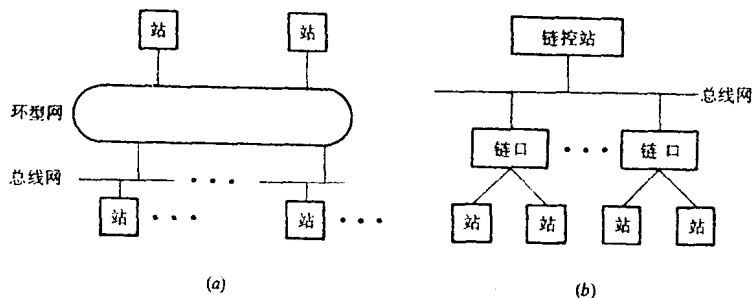


图 11-2-12 组合网络系统

(2)通信网络协议 网络的协议,是关于双方通信过程的一组约定、规则,用它来建

立通信关系,以使数据交换顺利进行。协议包括各种报文的格式,各种命令及响应回答的含意,应答秩序和状态变化规则等。通信网络协议大致分为广播式和存贮转发式两种。

①广播式协议:广播式协议的重要标志,是在同一时间内,只有一个站在发送信息,其它站都在收听。在环型网络和总线型网络中采用此协议较多,该协议根据发送信息的方式不同又分为自由竞争式,通行标记(令牌)式和时间分槽式。

自由竞争式,是各站自由竞争发送信息,当发生冲突时,各站都退回,经随机延时后,再重发信息。这种方式可靠性较高,但软件较复杂。

通行标记式,是接到通信标记后的站才发送信息,当信息发送完以后,又把标记交给下一个站。

时间分槽式,是把一段时间分成若干时间槽,各站在相应的时间槽内发送信息。

②存贮转发式:首先接收信息进行存贮,然后再转发出去,这就是存贮转发式的含意。它多用于环型和星型网络中。

在星型网络中,“存贮转发”常采用询问形式,主站依次询问从站,由从站发信息给主站,再由主站把信息转发给其它从站,这种方式信息响应较慢。在环型网络中,“存贮转发”在每一个结点上发生,目标结点在收到所需的信息后,在信息上加一个确认码,然后把信息放回环路,继续传送,当源结点接到确认码后,才把信息取消。若收到否认码,则源结点启动重发逻辑,进行信息重发。

5. 上位计算机

上位机又称管理计算机,它功能强、速度快、存贮容量大,通过专用通信接口与高速数据通路相联,采集各种数据信息,可用各种高级语言编程,执行厂的集中管理和实现最佳控制、顺序控制、后台计算以及软件开发的特殊功能。

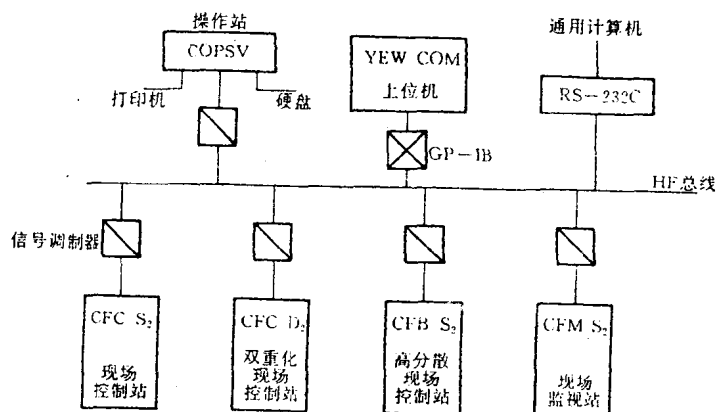


图 11-2-13 CENTUM 系统