

467238

建材情报资料

水泥工业自动化 译文集

上册



成都工字图图书馆

辽宁省水泥研究设计所
国家建委建筑材料科学研究院技术情报所

一九七六年三月

水泥工业中的计算机控制

〔日本〕板敷近夫等

一、绪 言

在水泥工业中采用控制计算机最早的是1960年美国里弗赛德水泥公司〔1〕，但近十余年间大为普及〔2〕。大型水泥厂借新建或扩建的机会，往往都把从原料粉碎及配料开始到成品出厂为止整个工艺过程的控制都集中到一个大规模的高级集中控制室，同时采用计算机控制。现在，设有3000吨/日以上的大型密的水泥厂都有某种类型的控制计算机。

德山曹达公司南阳水泥厂，1968年包括两条大型密的湿法工艺线上，引进了TRW-830型计算机，开始进行计算机控制〔3、4〕。以后，1968年建设了600吨/日悬浮预热器窑为中心的干法工艺线时，又引进了IBM-1800型计算机〔5〕。其后，1971年和1974年各扩建一条干法工艺线的时候，逐渐对计算机控制系统进行扩建和改进。现在全厂（月产量约50万吨）包括2条湿法工艺线和3条干法工艺线由2台IBM-1800型计算机组成双机系统，确立了总体控制系统〔6〕。下面以干法工艺线为例（见图1）作一概要说明。

二、计算机控制系统

计算机控制系统结构如图2所示。计算机规格列于表1。

控制用计算机的规格 表 1

	计算机 1	计算机 2
1、中央处理装置	4 兆 赫 固 体 逻 辑 工 艺 16位 + 奇偶检验位 + 存储保护位 4.5微秒 4.5微秒 15.25微秒 42.75微秒 12级 12级	
时 钟		
回 路 元 件		
字 的 构 成		
运算时间 加法		
减法		
乘法		
除法		
中 断	12级	12级
2、记 忆 装 置		
主记忆装置磁心	32K	32K
辅助记忆装置磁盘	512K × 3	512K × 3
3、输 入 部 分		
模 拟 输 入	256	332
数 字 输 入	128	228
脉 冲 输 入	40	78
数 字 输 出	336	576

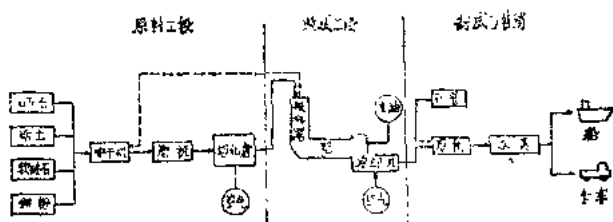


图1 水泥干法生产流程

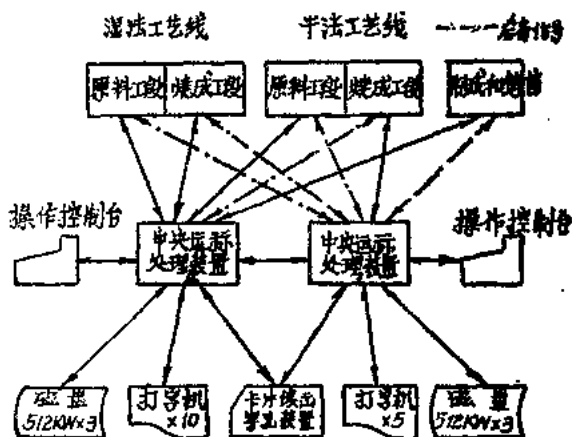


图2 计算机控制系统的构成

在这个系统上，只有重要的输入信号才并联地与两台计算机相连。两台计算机运转都正常时，它们分别对不同的工艺过程进行监视和控制。但当一台计算机出现异常情况时，操作监视器便把这一异常情况检出，作为中断信号送入另一台计算机，开始执行后备程序。这样便构成一个所谓双机系统。

外围设备有卡片读出穿孔装置、操作控制台、打字机等。

卡片读出穿孔装置只有一台，供两台计算机共用。至于它接往那一台计算机，这要由肘式开关的开和关来选择。

操作控制台具有由操作员修正控制参数和上下限报警值以及进行过程变量显示的功能。

打字机用来打日报、过程异常情况和最佳值等。

软件有管理应用程序的程序，即所谓系统程序以及应用程序。系统程序大部分是由制造厂家提供的，而应用程序则必须由水泥制造公司根据生产过程的特殊性研制。

其机能如下：

1、数据的收集和处理

每1分钟或5分钟扫描一次，检查仪表是否正常，然后进行上下限检查、偏差检查，再按移动平均法或最小二乘法进行处理。

2、打报表

把转换成工业单位的数据进行平均或累计，每小时、每24小时或根据操作员的请求在任何时间打出报表。

3、工程管理

到定期检查时，把设备名称和检查内容通知操作员。

4、人机交流

- (1) 数据读出和变更，
- (2) 过程变量显示，
- (3) 紧急处理的请求，
- (4) 开始进行计算机控制的请求。

5、计算机之间的数据转送

6、过程控制

7、设备紧急处理

三、原料粉碎混合工艺过程的控制

1、配料控制〔7〕

为了使水泥质量均齐，就要保证配出的原料成份符合要求，而且波动要小。如图3方框图所示，配料控制是用连续自

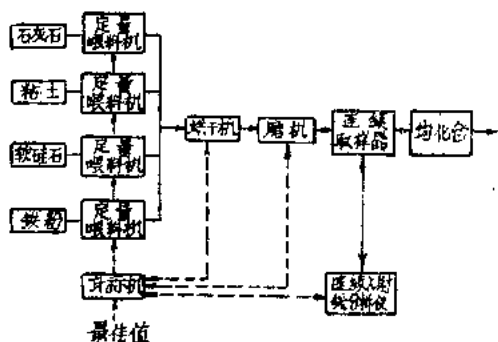


图3 配料控制流程最佳值

动取样器取出已磨细的生料样品，加以缩分，在搅拌管中暂时贮存，用连续X射线分析仪每隔20分钟进行一次分析，并作为模拟量输入计算机。计算机每隔2小时对存贮的分析值进行一次统计处理，解四元一次联立方程式，求出原料配比，再根据原料烘干机和原料磨的运转状态决定总喂料量，再由总喂料量算出各原料的喂入量，改变定量喂料机的给定值。配料控制的流程如图4所示。

另外，由于连续X射线分析仪的装置特性会随时间而变化，所以计算机每日发出几次指令，让标准样自动通过，修正校正曲线。

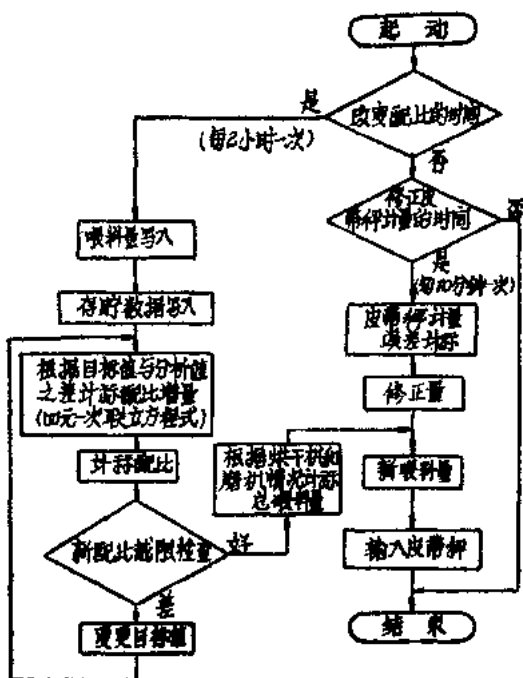


图 4 配料控制流程图

2、原料烘干机控制

已烘干的原料中的水分含量，不仅影响烘干所消耗的热量，而且影响粉磨效率，所以两者要兼顾，要求把水分烘干到规定的范围以内。

另外，烘干所用的气体要通过电收尘器除尘之后再排出，所以还必须进行预处理，使之达到能充分发挥收尘效率的气体温度和湿度。

因此控制的目的在于：

(1) 把原料的水分烘干到规定的范围以内;

(2) 使电收尘器的收尘效率达到最高。

原料烘干控制系统的流程示于图5。

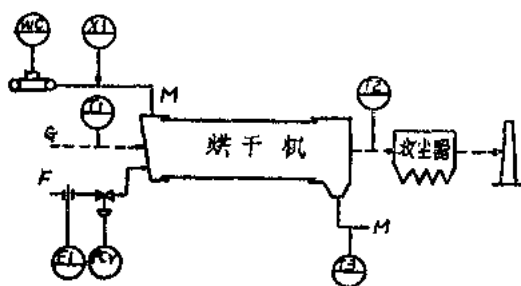


图5 原料烘干控制系统流程

图中: M : 原料 G : 预热器废气 F : 水
 WC : 喂料量 X_1 : 原料水份 $T_{1,2}$: 气体温度
 T_s : 原料温度 F_1 : 喷水量

在第(1)种情况下, 由于已烘干的原料水分难以连续测定, 所以根据原料温度推定其水分, 再控制喂料量和喷水量使这个温度保持不变。

在第(2)种情况下, 收尘效率受气体温度和湿度等影响。所以根据气体温度及湿度与收尘效率的关系, 用喷水量控制气体温度和湿度, 使收尘效率达到最高。

然而(1)(2)两种情况的操作变量相同, 例如有时烘干原料的水分大于最佳水分, 但气体温度过高, 气体中湿度不足时, 尽管违反烘干控制的目的, 还是要增大喷水量, 以提高气体收尘效率。在这样的情况下, 就要设置对偏离最佳值的偏差不敏感的死区, 朝提高收尘效率的方向进行控制。

另外，这个过程的滞后时间很长，所以只用反馈控制还不够，还要加上前馈控制。特别是过程的动力特性随着喂料量的变化而变化，所以要改变取样周期。

3、原料粉磨控制

生料的粉磨细度对烧成过程有微妙的影响，所以要把细度控制在规定的范围以内。

然而细度极难直接测定，所以根据磨机出口斗式提计机的电力消耗推定磨机内的原料循环量，预先通过设备试验求出这个循环量与细度之间的关系，防止出现饱磨现象，与此同时用喂料量和送入选粉机的风量来控制回粉量，间接地使细粉的细度保持不变。原料粉磨控制系统的流程示于图6。

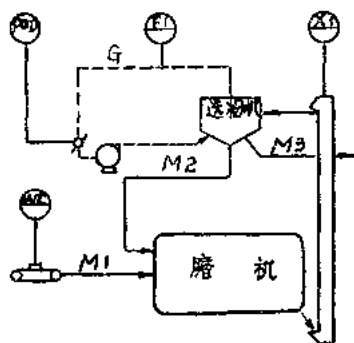


图6 原料粉磨控制系统流程图

M_1 : 喂入的原料 M_2 : 粗粉 M_3 : 细粉 G : 循环空气
 WC : 喂料量 X_1 : 斗式提计机电耗 F_1 : 循环风量

4、混合均化控制〔8〕

在原料磨中磨细的生料成份波动相当大，直接送入烧成工

序就会使密的运转不稳定，造成密皮脱落等内部扰动。所以必须消除这种波动使之均质化并达到规定的成份。

该厂采用的均化系统，如图7所示，是半批量方式，就是把生料粉等地连续投入各仓，然后逐个料仓进行搅拌和卸料。

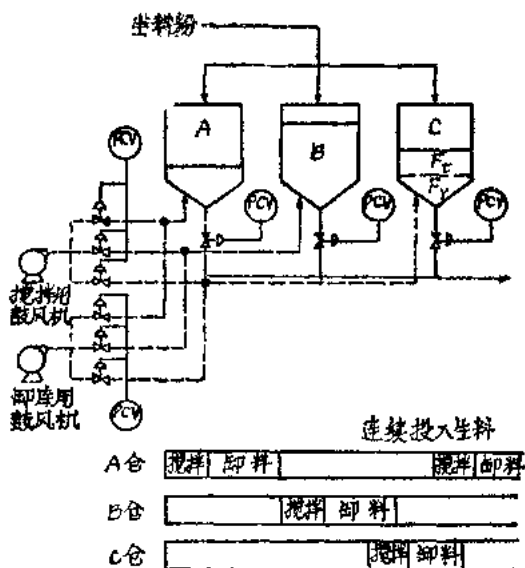


图7 生料搅拌均化控制系统流程

因此，控制方法是按下式由连续 X 射线分析仪的分析值 $a(t)$ 和各料仓投入量 $f(t)$ 计算出各仓的平均成份 $A(n)$

$$Ft = \int_{t_n}^t f(t) dt$$

$$A(n) = \frac{Ft}{Ft + Fr} \cdot \frac{1}{Ft} \int_{t_n}^t f(t) \cdot a(t) dt + \frac{Fr}{Ft + Fr} \cdot A(n-1)$$

式中 t_n ：停止搅拌的时刻（分）

F_r : 搅拌并卸料后残留的生料量(吨)

F_t : 搅拌后投入的生料量(吨)

A_n : 料仓的平均成分

当仓内物料量($F_t + F_r$)超过一定量,特别是平均成份与规定成份 A_0 之差

$$|A_0 - A(n)| < \delta$$

时,进行一定时间的搅拌,然后卸出。若库存量小于规定值,投入的生料就会跑短路,所以在这之前就要停止卸料,这种控制就是以开始搅拌、停止搅拌、开始卸料、停止卸料等的顺序控制为主体的。

四、烧成过程控制

1、过程的特点

在水泥制造过程中,这是一个直接影响产量、燃料消耗和质量等指标的重要过程。

但这个过程作为控制对象有下列特点:

- (1) 由于纯滞后时间长,时间常数大,整定很费时间。
- (2) 由于它是多变量互相干扰的系统,它的特性难于把握。
- (3) 又是固体又是高温,所以难以检测。

因此除一部分以外,用模拟调节器极难控制。烧成过程的控制回路约有15个,除了窑的通风和冷却机熟料层厚度的控制是计算机监督控制(SCC)以外,全都是直接数字控制。

2、数学模型

为了控制这个过程,从理论上作成的理论模型和以运转经验为基础制成的所谓经验模型组合构成控制程序。

(1) 理论模型

理论模型就是考虑化学反应、辐射、对流、和传导造成的传热、原料移动速度等烧成过程，把整个状态数式化。这个模型的解如图8所示，给出在窑长的方向上每个小区 ΔL 上原料和气体温度组成分布。但由于在这个模型上要根据过程的状态仔细地改变所用的公式和系数，所以这个模型非常复杂，要花很多时间进行计算。因此，首先离线进行计算，再使用其结果制作在线用的理论模型。

(2) 经验模型 [10、11]

烧成过程对于大范围的变动来说是非线性的，但在平衡点附近可以考虑成线性的。因此，对照运转经验，把平衡点分成几种图样，使用相关法从运转中的数据求荷重函数。但求得的荷重函数是以各种假设为依据计算出来的，所以把实际数据输入更大型的模拟计算机，进行模拟，修正系数，再使用所得数值制作经验模型。

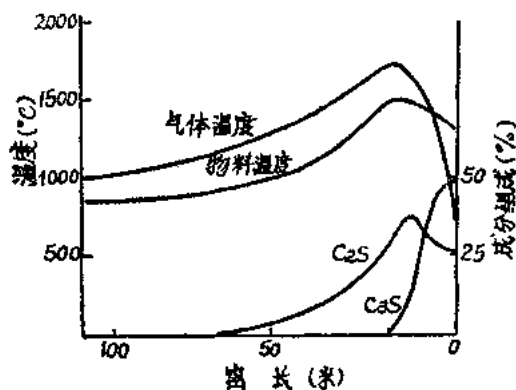


图8 回转窑的温度组成分布

(3) 控制程序

控制程序如图 9 所示，分为最佳化程序、稳定化程序和紧急处理程序。

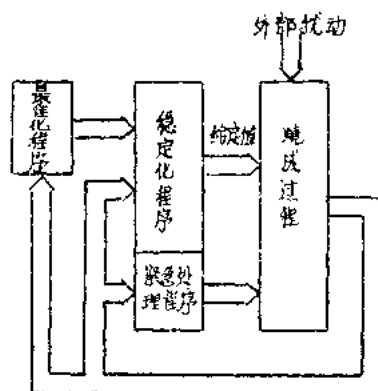


图 9 烧成过程的控制程序

(i) 最佳化程序

最佳化程序使产量达到最高，燃料消耗减到最少并使质量均齐。约束条件是随着当时的需要情况、过程的情况（例如窑内耐火材料厚度）等而变化的。

这种程序每几小时实行一次。如果过程在某个时间是稳定的话，就用理论模型计算最佳点，把它的最佳点代入经验模型。如果和以前的经验很不一致，就进行修正，使之进入这个范围，使它的值等于最佳值。

为了向最佳点移动而使过程变量变化的幅度如图10所示，是随着过程当时所处的位置与最佳点的距离而异的。若距离大，则变化幅度大，离最佳点越近，则幅度越小。这个过程上

的点 A、B、...、O 转给稳定化程序。

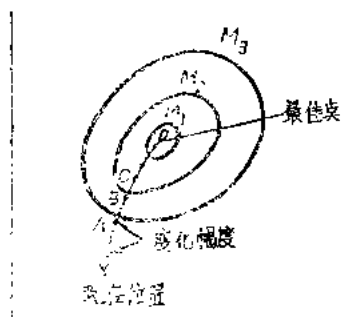


图10 向最佳点移动的方法

用这个程序决定的主要操作变量、控制变量为

- (a) 喂料量
- (b) 重油量
- (c) 密的转数
- (d) 烧成带温度
- (e) 二次风温等
- (ii) 稳定化程序

在使过程沿着最佳化程序算出的点 A、B、...O，平滑地移动的同时，若出现对于这些点的偏差，便在根据经验作出的相位空间上进行图样识别，了解当时过程的状态如何，并在最短的时间内使过程稳定。

- (iii) 紧急处理程序

在过程中发生非常事态时，迅速检知，进行紧急操作，并向操作员发出报警，使他了解这个状态。

主要有

- (a) 由于预热器堵塞而停窑
- (b) 窑内耐火砖脱落(掉砖)的监视
- (c) 冷却机溜子脱落的监视
- (d) 垮圈的监视等。

五、水泥粉磨和销售

1、水泥粉磨控制

使熟料与石膏的比例保持不变并使粉磨细度符合目标值的控制。控制方式与生料粉磨控制相类似，因此从略。

2、销售

水泥分散装和袋装销售，大部分是散装销售，而且是向散装水泥船装船出售，因此要对它的控制作些说明：

装船的准备工作结束时，操作员便按销售计划，从操作台把装船量、船名、货位号输入。按开始装船的起动按钮时，便在检查水泥库的库存量之后，进行水泥库选择，开始卸出水泥。另外，操作员也可以指定从那个水泥库卸水泥，装船量达到目标值时，输送机依次停止，停止装船并打出必要的文件。

六、结语

要从稳定生产过程、提高产量〔12〕、改善技术经济指标，减少操作人员〔13〕等方面，详细地讨论水泥厂采用计算机控制的效果，恐怕还为时过早。

对于德山曹达公司南阳水泥厂的情况，把控制计算机有机地结合起来，综合地加以利用，预期将能完成全厂的计算机控制系统。但今后进一步减轻体力劳动，减少夜班值勤人员，使夜班工厂接近无人状态(值班人数减到最少)，还有许多课题

要研究。

从控制技术方面来说，在（1）统计数据的解析技术；（2）在线识别技术；（3）粉尘中的高温测定；（4）连续分析仪的可靠性等方面还有必要大力进行研究。

另外。如果更广泛地从全厂系统管理的角度看，在减少使神经疲劳的监视作业，使操作人员从事更富有创造性的工作，防止公害，积极改进区域环境等方面，预期计算机还有广阔的用途。

参 考 文 献

〔1〕J.M.Sauer等：里费赛德公司把窑置于计算机闭环控制之下，Pit and Quarry, 1962, 55, №1, 152~166

〔2〕R.A.Phillips：一家波特兰水泥厂应用数字控制计算机实行自动化，2nd IFAC in Basle pp. 347~357. (1963)

〔3〕V.A.Kaiser & Y Shioya：计算机控制日本一家水泥厂的两台窑，Rock Products, 1964, 66, №2, 88~95。

〔4〕川上：水泥工业的过程控制，化学工场，昭41, 10, №6, 28~32

〔5〕C.Itashiki & Y.Shioya：4000吨/日预热器窑三年运转经验，Zement-Kalk-Gips, 1972.25, №6, 278-280

〔6〕相本：水泥制造过程的计算机控制系统，第5回IBMプラントMISシンポジウム報告集，昭48, P. N-1~N-32
(下接37页)

微型计算机和阴极射线管 应用于水泥制造过程

(TED BAY, D. M. STEELMAN)

提 要

近几年来,随着先进控制技术的采用,水泥制造过程获得了显著的进展。经过改进的数字硬件加上已被证明有效的应用软件,促进了这个进展。基于厂家和用户共同开发的特殊控制原理,结构出各种各样的数字系统。

本文讨论了一个小型专用(dedicated)直接数字控制系统及其有关的应用软件。从硬件的观点,概述了计算机、人——机联系和后备子系统;详细叙述了已被证实有效的先进软件的概念。这些程序特别与窑和冷却机的最佳化有关。这些先进控制软件的价值已为实际工厂数据所证实。

一、绪言

现代社会认为数字计算机是日常生活的一个重要部分。事实上,没有计算机管理和控制系统,很多业务实际上就会停顿下来。在一些特殊的工业里,有无数理由要安装计算机。例如计算机具有逻辑判断能力,用它控制工作母机是非常理想的。

水泥界认识到采用数字计算机的好处还是不久以前的事。最初,于1960年安装了第一台计算机系统。那时,基本上是利