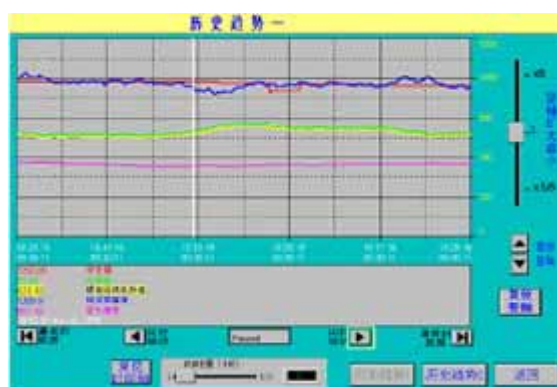


回转窑 - MFA 无模型自适应控制

采用 MFA 控制技术	收益
• Anti-Delay MFA 控制器处理回转窑温度回路的大滞后。	• 改进了温度控制，温度变化至少减少 50%。
• 防止产品过热。	• 燃料或煤的消耗量大大减少。
• 前馈和鲁棒 MFA 控制器处理大负荷变化。	• 温度和其它关键过程变量总是能维持在自动控制状态下。
• 减少了温度变化和产品质量的变化。	• 产品质量、产品等级、生产效率都得到了显著的提高，并降低了废品率。
• 提高了生产效率和产量。	• 在几个月或更短的时间内就能完全收回投资。



一个具有前馈和鲁棒功能的 Anti-Delay MFA 控制器自动操纵煤的加料量，实现窑温（蓝线）的精确控制。



中州铝厂回转窑的 MFA 控制解决方案

烧结过程用低等级的矿石制造氧化铝。一个回转窑在高温下对含有低等级矿石、石灰石和烧碱的泥浆进行处理。燃烧煤将窑加热到 1200-1300℃，回转窑有一定的倾斜角度使得原料可以流出。原料经过一个消化/净化的过程从铝土矿中提炼出铝，并加工成氧化铝。

大滞后和其它扰动是回转窑控制的难点。尽管温度浮动通常都高达 $\pm 100 \sim 200$ ℃，窑温必须要在一定的范围中。过高的温度使得反应过度，损坏耐火炉衬；而温度过低，则反应不够充分，产量很低。给煤量改变到炉温变化之间有一个大的时间滞后，这个滞后时间还会随着原料负荷和回转速度的变化而变化。

这个过程有一个值为 5 的大 τ/T (τ = 滞后时间, T = 时间常数) 比，由于在不调整参数的情况下 PID 控制器只能控制 τ/T 比为 1 的对象，因此，窑温回路经常需要调整参数或切换为手动控制。这个过程还有其它扰动，包括矿石流量的变化，吸气流量的变化和煤的热值变化。

现在，回转窑由一台 PLC 进行控制，PC 上的 HMI 软件对过程进行监控。MFA 控制软件 CyboCon 通过 HMI 软件进行连接，为回转窑提供了先进控制。一个 Anti-Delay MFA 控制器以给煤机的转速为操作变量对窑温进行控制，它补偿了扰动和其它不确定因素。利用鲁棒性对变量范围加以限制，防止窑炉变得过热或过冷。

一个 Feedforward MFA 控制器对泥浆进料的变化进行了调节，另一个 MFA 控制器根据空燃比对空气流量进行交叉限幅控制。

采用 MFA 控制器，回转窑能在任何条件下实现自动控制，温度可以控制在 ± 30 ℃ 的范围内。由于温度变化小和燃烧更加充分，节约了大量的能源。