搪烧炉氧含量闭环控制

工业节能在国民经济中是举足轻重的大事。本文介绍我们在杭州搪瓷厂所做的搪烧炉节能自控的一些尝试。

杭州搪瓷厂的生产过程是先将铁皮冲制成坯，然后涂上琅粉送入搪烧炉烧制而成。该厂共有三座搪烧炉，其中一座备用。其余两炉即1*炉、2*炉日耗重油5吨多，是该厂耗油最多的设备。我们于81年底在1*炉设计安装上自控系统，投运初期节油达5.77%，经改进后又节油12.3%，并稳定了工况，提高了产品质量。

我们除设计了油温、油压、炉温、油/气比等调节系统外，还设计了烟道气氧含量控制系统。

原设计的烟道气氧含量控制系统如图1，经过一段时间运行，发现难以克服搪烧炉热负荷变化幅度大而且频繁的干扰，因而调节质量不够好（调节曲线如图2所示），后来把该系统改为前馈-反馈调节系统。

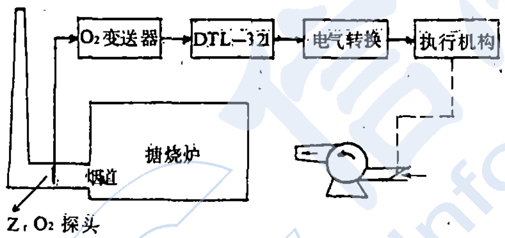

图 1

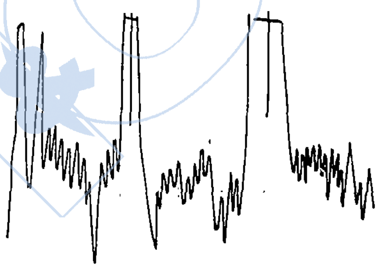

图 2

静态前馈-反馈调节系统见图3，其方块图见图4，其调节曲线如图5所示，它较图2的调节曲线为好，但对油压波动的干扰调节还不及时，因此在图3方案的基础上，引进动态前馈补偿环节，构成动态前馈-反馈调节系统，如图6所示。

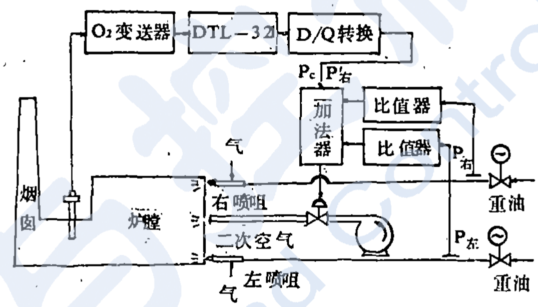

图 3

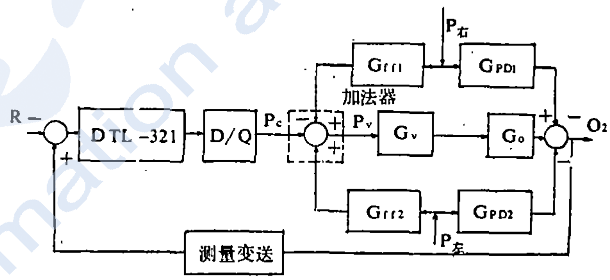

图 4

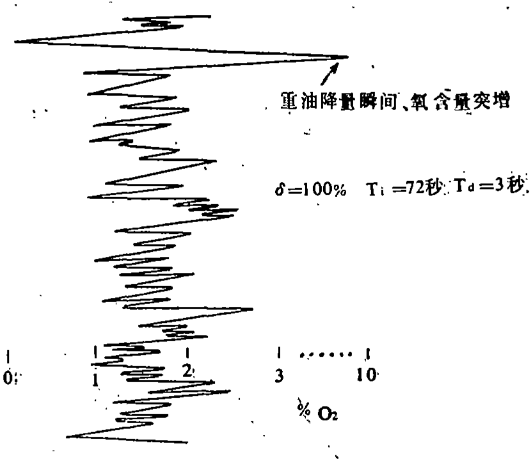

图 5

鉴于测试或推导调节通道和干扰通道对象特性有困难，所以就无法借助于“不变性”原

参加这项工作的有浙江大学化工仪表教研室黄祯地，化自专业学生吴明光、俞章毅、冯云华、夏亚月、林霖甯和杭州搪瓷厂的陈福康、朱时录、邓孙刚、唐桂珍等。

理求得前馈补偿环节的传递函数：

$$G_{ff}=-G_{PD}/G_{PC}$$

式中$G_{PC}=G_V\cdot G_O$

但是深入地了解搪烧炉的燃烧情况和有关记录曲线数据之后，可以发现干扰通道的滞后时间和调节通道狭意对象的滞后时间都很小，而且相近，则从动态角度看，可以近似认为：

$$G_{PD}\approx G_O$$

将其代入上式可得：

$$G_{ff}=-G_{PD}/G_V\cdot G_O\approx -G_O/G_V\cdot G_O=-1/G_V$$

G_V为执行机构的传递函数，一般为一阶惯性环节，因此G_{ff}就可选用一阶超前环节，为了便于实施和参数整定，我们选用QTW-200型微分器近似G_{ff}。

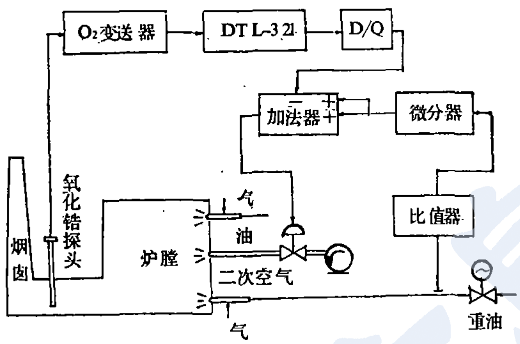

图 6

态前馈-反馈系统的调节曲线，在任何干扰情况，即使油压波动±0.35kgf/cm²（相当±35%）的大干扰出现也能及时有效地克服，

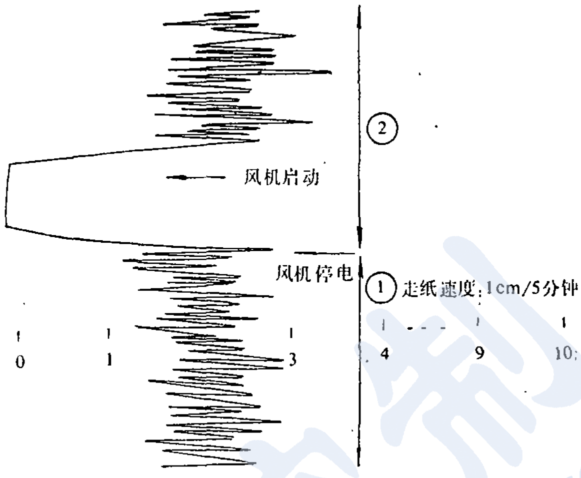

图 7

动态前馈-反馈系统投运后，经过反复调整调节器等有关参数，其调节曲线明显优于静烟气氧含量始终能稳定在1%～3%（给定值为2%），调节曲线见图7所示。

从图7所示曲线可见，该调节系统不仅克服油压干扰能力强，而且抗其它因素的干扰能力也强，见图7曲线②部分：风机停电五分钟后再次启动，不到两分钟，烟道气氧含量就自动控制在正常范围内。

该系统各参数整定值为： 比值器：$k=0.95$，微分器：$T_D=1$分钟，调节器：$\delta=80\%$，$T_i=40$秒 $T_d=3$秒。

（浙江大学化工仪表教研室 杭州搪瓷厂）

（上接48页）

最优决策满足：

$$g^{\bar{o}}(z_t,Z_t)=\min_{d_t}E_{\omega|z_t,Z_t}\{L(\omega_t,d_t,z_t,Z_t)+J^o(z_t,Z_t)\}$$

$$=\min_{d_t}\{E_{\omega|z_t,Z_t}L(\omega_t,d_t,z_t,Z_t)+E_{\omega|z_t,Z_t}g^{\bar{o}}(z_{t+1},z_t,Z_t)\}$$

5．停止问题

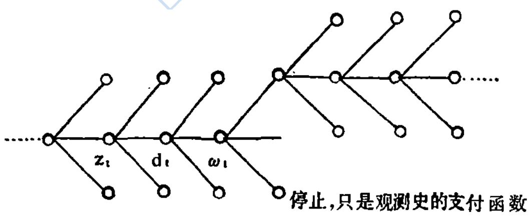

图7 停止问题决策树

$$g^{\bar{o}}(z_t,Z_t)=\min_{a_t}E_{\omega|z_t,Z_t}L(\omega_t,d_t,z_t,Z_t)+\min\{停止,J^{\bar{o}}(z_t,Z_t)\}$$

详细内容请参看 Optimal Statistical Decisions, Ch 13, M.H. DeGroot, 1970。

附注 控制理论和决策分析相应符号记法对照

决策分析	控制理论
现实状态x，ω	系统状态$x(t)$
决策行动d，a	控制 $u(t)$
先验密度$f(\omega)$，$\xi(\omega)$	状态的概率密度$p(x(t))$
观测 z，X	观测 $Z(t)$
似然函数$p(z\|\omega)$	似然函数$p(z(t)\|x(t))$
$p(x\|\omega)$	

（王景才执笔）