(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104006408 A
(43)申请公布日 2014.08.27

(21)申请号 201410252282.4

(22)申请日 2014.06.09

(71)申请人 盐城工学院
地址 224051 江苏省盐城市希望大道中路1号

(72)发明人 纪正飚 王如刚 周锋

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所（普通合伙） 32249
代理人 陈建和

(51)Int.Cl.
F23N 3/00(2006.01)

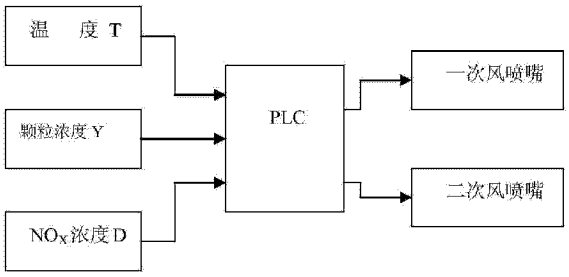
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法

(57)摘要

一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，使用传感器测量所述燃煤锅炉尾气出口处氮氧化物浓度D、颗粒溶度Y及炉排上方温度T；设置出口处理想NO_X浓度为D_1，设置出口处理想颗粒溶度为Y_1，设置炉排上方理想温度T_1；所述燃煤锅炉低氮燃烧技术使用空气分级燃烧技术，锅炉内燃烧区分为主燃烧区与完全燃烧区，主燃烧区通过一次风喷嘴引风，完全燃烧区通过二次风喷嘴引风；把传感器测量值送至PLC单元控制燃煤锅炉所需要的入口处一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量。



CN 104006408 A

1. 一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是使用传感器测量所述燃煤锅炉尾气出口处氮氧化物浓度 D、颗粒溶度 Y 及炉排上方温度 T；设置出口处理想 NO_X 浓度为 D_1，设置出口处理想颗粒溶度为 Y_1，设置炉排上方理想温度 T_1；所述燃煤锅炉低氮燃烧技术使用空气分级燃烧技术，锅炉内燃烧区分为主燃烧区与完全燃烧区，主燃烧区通过一次风喷嘴引风，完全燃烧区通过二次风喷嘴引风；把传感器测量值送至 PLC 单元控制燃煤锅炉所需要的入口处一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量；

包括如下步骤：

(1) 设置尾气出口处氮氧化物浓度定值为 D_1，颗粒溶度定值为 Y_1；

(1) 检测当前尾气中氮氧化物浓度 D、颗粒溶度 Y；

(2) 测量一次风喷嘴引风机泵转速 Z_1 及二次风喷嘴风机转速 Z_2；

(3) 使用当前测量的 2 次采样周期得到 2 组数据，通过下面公式计算出 a_1、a_2、b_1 和 b_2：

$D = a_1Z_1+b_1Z_2$

$Y = a_2Z_1+b_2Z_2$

(4) 代入设置出口处氮氧化物浓度定值为 D_1，颗粒溶度定值为 Y_1，计算出分别所需一次风喷嘴引风机泵转速 Z_{1n} 及二次风喷嘴风机转速 Z_{2n} 并执行此引风机转速；通过引风机的转速控制一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量：

$$Z_{1n} = \frac{b_2D_1 - b_1Y_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$

$$Z_{2n} = \frac{a_2D_1 - a_1Y_1}{b_1a_2 - b_2a_1}$$。

2. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是由目前测量一次风喷嘴引风机转速 Z_1 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_2 以每秒 5％的比例递增或递减至所计算的转速 Z_{1n} 及 Z_{2n}。

3. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是以 1-5 秒，尤其是 1-2 秒的采样周期循环计算，最终得到所需要的（最佳的）风机转速。

4. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是所述 PLC 单元控制器通过数据线连接每一个传感器，采集所述每一个传感器的测量加以分析，并加以存储和显示。

5. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是按照所述步骤按照 5 秒周期循环求取 a1、b1、Z_{1n}、Z_{2n}，并进行参数修正。

6. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是测量炉排上方温度 T，与设置值 T_1 比较，当 $T<T_1/2$ 时，控制报警器发出报警信息，等待人工干预。

7. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是测量尾气中 NO_X 浓度为 D 与设置值 D_1 比较，当 $D>2D_1$ 时，控制报警器发出报警信息，等待人工干预。

8. 根据权利要求 1 所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，其特征是测量出口处颗粒溶度为 Y 与设置值 Y_1 比较，当 $Y>2.5Y_1$ 时，控制报警器发出报警信息，等待人工干预。

9. 根据权利要求 1-8 之一所述的燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置，其特征是设有 PLC 单元和若干传感器，传感器测量所述燃煤锅炉出口处尾气氮氧化物浓度 D，、颗粒溶度 Y 及炉

排上方温度 T ;把传感器测量值送至 PLC 单元,PLC 单元控制燃煤锅炉所需要的入口处一次风喷嘴和二次风喷嘴的引风机转速。

一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉燃煤锅炉低氮燃烧技术，尤其涉及燃煤锅炉低氮燃烧控制装置及其使用的控制方法。

背景技术

[0002] 火电厂 NO_X 控制技术主要有两种：一是控制燃烧过程中 NO_X 的生成，即低氮燃烧技术，也称为一次措施；二是对生成的 NO_X 进行处理，即烟气脱硝技术，也可以称作二次措施。用改变燃烧条件的方法来降低 NO_X 的排放，统称为低氮燃烧技术，在各种降低 NO_X 排放的技术中，低氮燃烧技术采用最广、相对简单、经济并且有效。

[0003] 低氮燃烧技术是指依据燃料在燃烧过程中 NO_X 的生成机理，通过改进燃烧技术来降低 NO_X 生成和排放的技术。燃煤电厂低氮燃烧技术包括低氮燃烧器、空气分级燃烧技术和燃料分级燃烧技术。其中空气分级燃烧技术艺成熟，投资与运行费用较低，脱硝效率一般在 10％～ 50％，且老火电机组改造中只需对锅炉炉膛进行改造即可应用空气分级燃烧技术。

[0004] 空气分级燃烧是将燃料的燃烧过程分阶段完成。第一阶段，将从主燃烧器供入炉膛的空气量减少到总燃烧空气量的 70 － 75％，使燃料先在缺氧的富燃料燃烧条件下燃烧。此状态下降低了燃烧区内的燃烧速度和温度水平，但在还原性气氛中降低了生成 NO_X 的反应率，抑制了 NO_X 在这一燃烧中的生成量。第二阶段，为了完成全部燃烧过程，完全燃烧所需的其余空气则通过布置在主燃烧器上方的二次风喷嘴引风送入炉膛，与主燃烧区所产生的烟气混合，完成全部燃烧过程。由于整个燃烧过程所需空气是分两级供入炉内，故称为空气分级燃烧法。

[0005] 在主燃烧区的过量空气系数越小，抑制 NO_X 的生成效果越好，但不完全燃烧产物多，导致燃烧效率降低、引起结渣和腐蚀的可能性越大。为保证既能减少 NO_X 的排放，又保证锅炉燃烧的经济性和可靠性，因此人们需要一种新的燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置及其使用的控制方法。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于，降低燃煤锅炉尾气中 NO_X 的排放，提供一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置及其使用的控制方法。本发明的目的还在于，提供一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置，所述的所述燃煤锅炉低氮燃烧技术使用空气分级燃烧技术，锅炉内燃烧区分为主燃烧区与完全燃烧区，主燃烧区通过一次风喷嘴引风，完全燃烧区通过二次风喷嘴引风。通过引风机泵的转速控制一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量。

[0007] 本发明的技术方案是：一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制方法，使用传感器测量所述燃煤锅炉出口处尾气氮氧化物 (NO_X) 浓度 D、颗粒溶度 Y 及炉排上方温度 T；设置出口处理想 NO_X 浓度为 D_1，设置出口处理想颗粒溶度为 Y_1，设置炉排上方理想温度 T_1；所述燃煤锅炉低氮燃烧技术使用空气分级燃烧技术，锅炉内燃烧区分为主燃烧区与完全燃烧区，主燃烧区通过一次风喷嘴引风，完全燃烧区通过二次风喷嘴引风；把传感器测量值送至 PLC 单元

控制燃煤锅炉所需要的入口处一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量；

[0008] 包括如下步骤：

[0009] (1) 设置出口处 NO_X 浓度定值为 D_1，出口处颗粒溶度定值为 Y_1；

[0010] (1) 检测当前尾气中氮氧化物 (NO_X) 浓度 D、颗粒溶度 Y；

[0011] (2) 测量一次风喷嘴引风机泵转速 Z_1 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_2；

[0012] (3) 使用当前测量的 2 次采样周期得到 2 组数据，通过下面公式计算出 a_1、a_2、b_1 和 b_2：

[0013] $D = a_1Z_1+b_1Z_2$

[0014] $Y = a_2Z_1+b_2Z_2$

[0015] (4) 代入设置出口处 NO_X 浓度为 D_1，出口处颗粒溶度为 Y_1，计算出分别所需一次风喷嘴引风机泵转速 Z_{1n} 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_{2n} 并执行此引风机泵转速；通过引风机泵的转速控制一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量；

[0016] $$Z_{1n} = \frac{b_2D_1 - b_1Y_1}{a_1b_2 - a_2b_1}$$

[0017] $$Z_{2n} = \frac{a_2D_1 - a_1Y_1}{b_1a_2 - b_2a_1}$$。

[0018] (5) 由目前测量一次风喷嘴引风机泵转速 Z_1 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_2 以每秒 5％的比例递增或递减至所计算的转速 Z_{1n} 及 Z_{2n}；

[0019] (6) 以 1-5 秒（尤其是 1-2 秒）采样周期循环计算，最终得到最佳的引风机转速。

[0020] 传感器测量所述燃煤锅炉出口处尾气 NO_X 浓度 D、颗粒溶度 Y 及炉排上方温度 T；每 1-2 秒的采样周期，使用最近测量的 2 组数据加权平均后得到现场的尾气氮氧化物 (NO_X) 浓度、颗粒溶度及炉排上方温度。

[0021] 所述 PLC 单元控制器通过数据线连接每一个传感器，采集所述每一个传感器的测量加以分析，并加以存储和显示。

[0022] 按照所述步骤按照 5 秒周期循环求取 a1、b1、Z_{1n}、Z_{2n}，并进行参数修正。

[0023] 测量炉排上方温度 T，与设置值 T_1 比较，当 $T<T_1/2$ 时，控制报警器发出报警信息，等待人工干预。

[0024] 测量尾气中 NO_X 浓度为 D 与设置值 D_1 比较，当 $D>2D_1$ 时，控制报警器发出报警信息，等待人工干预。

[0025] 测量出口处颗粒溶度为 Y 与设置值 Y_1 比较，当 $Y>2.5Y_1$ 时，控制报警器发出报警信息，等待人工干预。

[0026] 包括使用传感器测量所述燃煤锅炉出口处尾气 NO_X 浓度 D、颗粒溶度 Y 及炉排上方温度 T；人为设置理想出口处 NO_X 浓度为 D1，设置理想出口处颗粒溶度为 Y1，设置理想炉排上方温度 T1；把传感器测量值送至 PLC 单元控制燃煤锅炉所需要的入口处一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量。传感器测量所述燃煤锅炉出口处尾气 NO_X 浓度 D、颗粒溶度 Y 及炉排上方温度 T；每 1-2 秒的采样周期，使用最近测量的 2 组数据加权平均后得到现场的尾气氮氧化物 (NO_X) 浓度、颗粒溶度及炉排上方温度。所述 PLC 单元控制器通过数据线连接每一个传感器，采集所述每一个传感器的测量加以分析，并加以存储和显示。

[0027] 本发明的关键点之一，建立出口处 NO_X 浓度、出口处颗粒溶度、及一次风喷嘴和二

次风喷嘴所需空气流量之间数学模型。利用所测量的量在短时间内的线性关系，循环迭代出一次风喷嘴和二次风喷嘴引风机所需转速，并以秒 5％的比例递增或递减至所计算的转速，为燃煤锅炉稳定的低氮燃烧提高了保障。

[0028] 本发明的关键点之二，利用传感器每 1-2 秒的采样周期测量现场数据，实时建立之间所测数据之间相互关系，计算出一次风喷嘴和二次风喷嘴引风机所需转速，有效的解决了低氮燃烧过程中的不确定因素对低氮燃烧效果的影响，解决了外界因素对的难题。

[0029] 本发明的有益效果：公开的一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置及其使用的控制方法，通过动态分析出口处的出口处 NO_X 浓度、出口处颗粒溶度、及一次风喷嘴和二次风喷嘴所需空气流量之间关系。再利用测量值来动态计算出入口处需要的一次风喷嘴和二次风喷嘴引风泵的转速，并根据该计算值实时调整泵的转速，从而有效的防止脱硝效率的降低，防止颗粒浓度的增加，提高了整个系统的稳定。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明的一种燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置及其传感器测量点位置的实施例的示意图。

[0031] 图 2 为本发明的实施例的控制流程图。

[0032] 图 3 为本发明的实施例的控制电路框图。

[0033] 具体实施方式下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0034] 为了提高燃煤锅炉低氮燃烧脱硝效率及降低运行成本，人们需要一种燃煤锅炉低氮燃烧控制装置及其使用的控制方法。本发明通过动态测量相关值，并进行数学建模，循环迭代出一次风喷嘴和二次风喷嘴引风机所需转速所需引风机转速，提高了整个系统的稳定性。

[0035] 本发明使用传感器测量燃煤锅炉中炉排上方的温度 T、锅炉尾气的 NO_X 浓度 A、颗粒浓度，通过所测量的数据综合分析最终使燃煤锅炉在最佳的状态下运行。

[0036] 图 1 为本发明的一个实施例的燃煤锅炉低氮燃烧及其传感器测量点位置的示意图。如图中所示，测量温度传感器位于炉排上方，尾气中使用传感器测量 NO_X 浓度、颗粒浓度。

[0037] 一般情况下，我们采用通过紫外分光光度法测量氮氧化物浓度，浓度单位也是 ppm；采用红外散射传感器测量颗粒浓度，浓度单位是 mg/m^3；采用热电阻式测量炉排上方温度，温度单位是摄氏度。

[0038] 如图 2 所示为本发明的实施例的控制流程图，包括如下步骤：

[0039] (1) 设置出口处 NO_X 浓度为 D_1，出口处颗粒溶度为 Y_1；定值 D_1，定值 Y_1；定值是符合排放要求的值，在条件许可时，此值应该取更高标准。

[0040] (1) 检测当前尾气中氮氧化物 (NO_X) 浓度 D、颗粒溶度 Y；x ＝ 1、2 等。

[0041] (2) 测量一次风喷嘴引风机泵转速 Z_1 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_2；

[0042] (3) 使用当前测量的 1 组数据，通过下面公式计算出 a_1、a_2、b_1 和 b_2：

[0043] $D = a_1Z_1+b_1Z_2$

[0044] $Y = a_2Z_1+b_2Z_2$

[0045] (4) 代入设置出口处 NO_X 浓度为 D_1，出口处颗粒溶度为 Y_1，计算出分别所需一次风

喷嘴引风机泵转速 Z_{1n} 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_{2n}:

[0046] $$Z_{1n}=\frac{b_2D_1-b_1Y_1}{a_1b_2-a_2b_1}$$

[0047] $$Z_{2n}=\frac{a_2D_1-a_1Y_1}{b_1a_2-b_2a_1}$$

[0048] (5) 由目前测量一次风喷嘴引风机泵转速 Z_1 及二次风喷嘴引风机泵转速 Z_2 以每秒 5%的比例递增或递减至所计算的转速 Z_{1n} 及 Z_{2n}。

[0049] (6) 以 2 秒周期循环计算,最终得到最佳的引风机转速。

[0050] 其中测量炉排上方温度 T,与设置值 T_1 比较,当 $T<T_1/2$ 时,控制报警器发出报警信息,等待人工干预。测量尾气中 NO_X 浓度为 D 与设置值 D_1 比较,当 $D>2D_1$ 时,控制报警器发出报警信息,等待人工干预。测量出口处颗粒溶度为 Y 与设置值 Y_1 比较,当 $D>2.5Y_1$ 时,控制报警器发出报警信息,等待人工干预。

[0051] 如图 3 所示是本发明的实施例的控制电路框图。包括 PLC 控制单元,以及 NOx 浓度传感器,颗粒浓度传感器 ;温度传感器。上述 3 个传感器根据需要把数据传送给 PLC,所述 PLC 输出一次风喷嘴和二次风喷嘴引风机所需转速所需引风机转速进行有效控制。

[0052] 使用传感器测量的数据,通过数据线传送给 PLC(Programmable Logic Controller 是可编程逻辑控制器),LC 通过数据线连接传感器,并根据预设的时间周期采集传感器的数据,处理计算,自动进行调整整个装置的运行状态。

[0053] 下面是本发明的实施 :

[0054] 一种燃煤锅炉低氮燃烧控制装置,设置其出口处的 NO_X 浓度要求为 20ppm,设置其出口处的颗粒浓度要求为 40mg/m^3。传感器测量得出口处数据 1 :NO_X 浓度 A 为 30ppm,出口处的颗粒浓度为 30mg/m^3,一次喷风嘴引风机转速 4.2 千转,二次喷风嘴引风机转速 2.6 千转。数据 2 :NO_X 浓度 A 为 32ppm,出口处的颗粒浓度为 31mg/m^3,一次喷风嘴引风机转速 4 千转,二次喷风嘴引风机转速 2。8 千转。根据系统控制流程计算出相关值,a_1 为 10.59,a_2 为 2.5,b_1 为 0.59,b_2 为 7.5。得出公式 :

[0055] $$Z_{1n}=\frac{7.5D_1-0.59Y_1}{77.95}$$

[0056] $$Z_{2n}=\frac{2.5D_1-10.59Y_1}{-77.95}$$

[0057] 代入所设置值得到 Z_{1n} 为 1.6 千转,Z_{2n} 为 4.8 千转。

[0058] 由目前测量一次风喷嘴引风机泵转速 4.2 千转及二次风喷嘴引风机泵转速 2.6 千转以每秒 5%的比例递增或递减至所计算的转速 1.6 千转,Z_{2n} 为 4.8 千转,同时以 2 秒周期循环计算,最终得到最佳的引风机转速。

[0059] 燃煤锅炉低氮燃烧的控制装置,其特征是设有 PLC 单元和若干传感器,传感器测量所述燃煤锅炉出口处尾气氮氧化物 (NO_X) 浓度 D,、颗粒溶度 Y 及炉排上方温度 T ;把传感器测量值送至 PLC 单元,PLC 单元控制燃煤锅炉所需要的入口处一次风喷嘴和二次风喷嘴的风机转速。

[0060] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精

神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

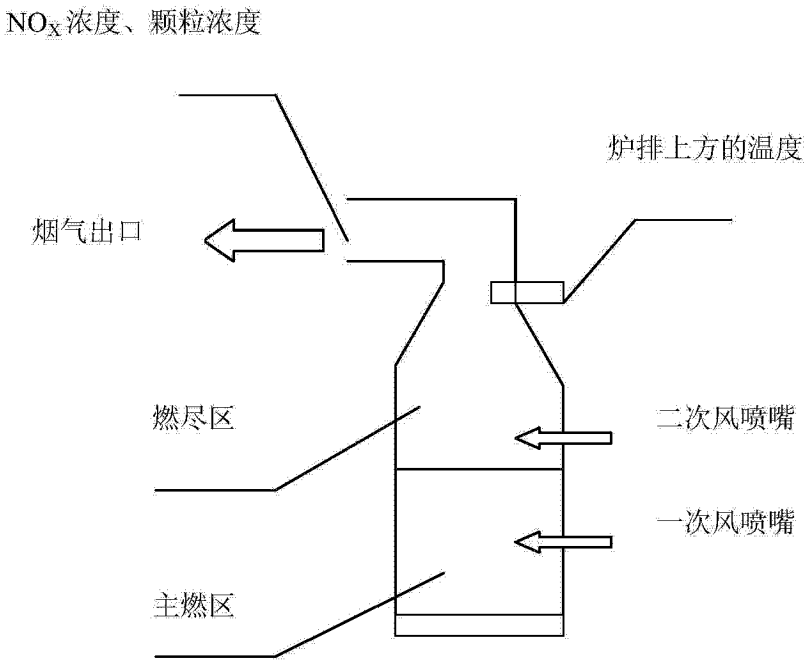


图 1

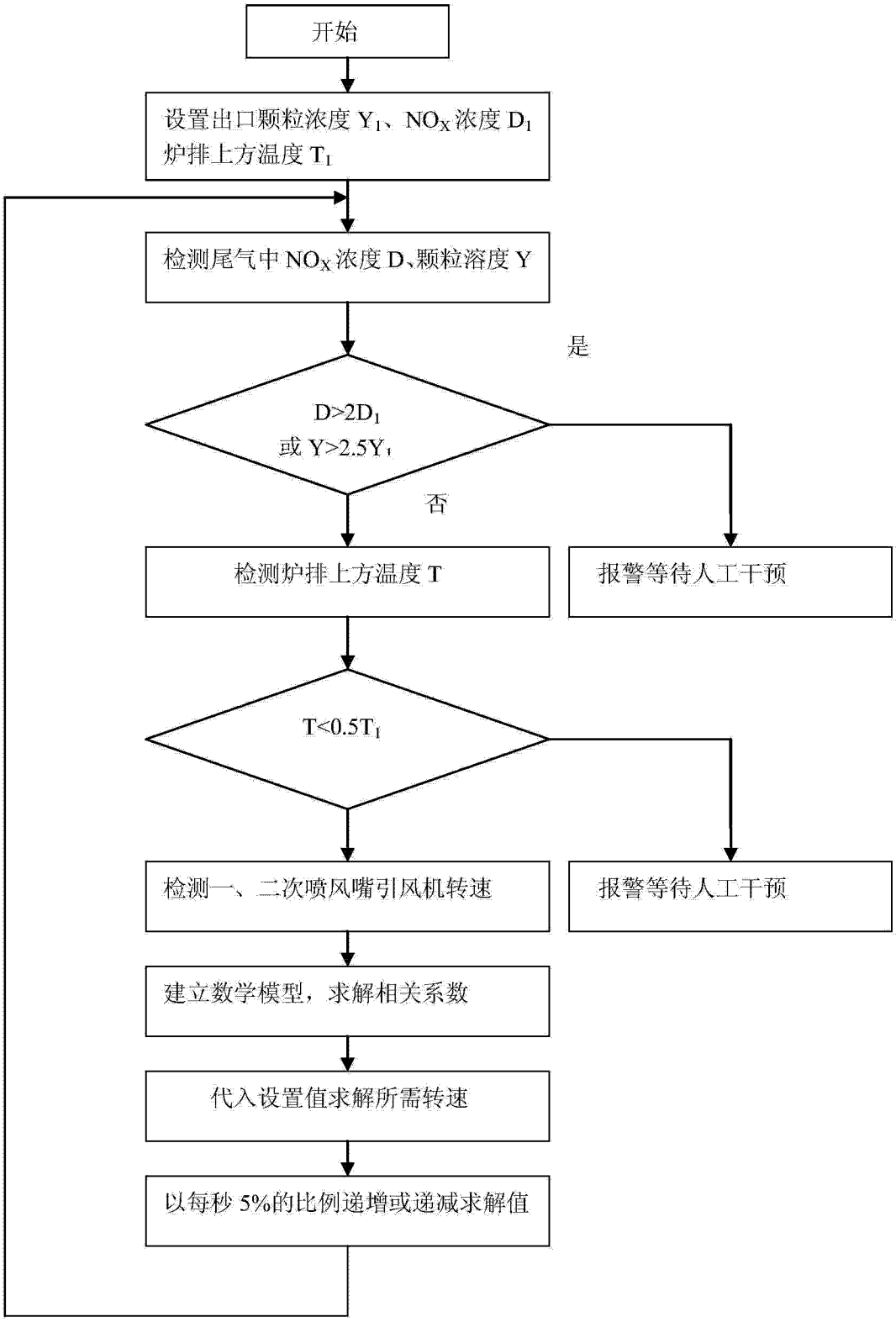

开始
设置出口颗粒浓度 Y_1、NO_X 浓度 D_1
炉排上方温度 T_1
检测尾气中 NO_X 浓度 D、颗粒溶度 Y
是
$D>2D_1$
或 $Y>2.5Y_1$
否
检测炉排上方温度 T
报警等待人工干预
$T<0.5T_1$
检测一、二次喷风嘴引风机转速
报警等待人工干预
建立数学模型，求解相关系数
代入设置值求解所需转速
以每秒 5%的比例递增或递减求解值

图 2

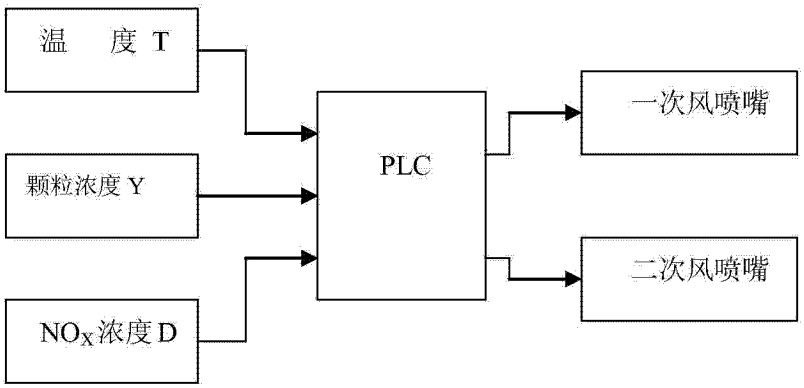


图 3