

河池石英石直吹式制粉系统模糊控制

免责声明：上海矿山破碎机网：<http://www.jawcrusher.biz>本着自由、分享的原则整理以下内容于互联网，若有侵权请联系我们删除！

上海矿山破碎机网提供沙石厂粉碎设备、石料生产线、矿石破碎线、制砂生产线、磨粉生产线、建筑垃圾回收等多项破碎筛分一条龙服务。

联系我们：您可以通过在线咨询与我们取得联系！周一至周日全天竭诚为您服务。



更多相关设备问题，生产线配置，设备报价，设备参数等问题

可以**免费咨询**在线客服帮您解答 | 24小时免费客服在线

一分钟解决您的疑惑

点击咨询



河池石英石直吹式制粉系统模糊控制

摘要：针对漳山电厂##炉直吹式制粉系统热风调节阀一次风量闭环调节中存在的问题，分析了控制方案中存在的缺陷，并针对性的提出了开环调节的优化方案。通过对一段时期内运行数据的提炼，找到了冷热风门综合开度与一次风量的对应关系，并增加实际微分环节，以使加煤时风量超前作用，保证了开环调节方案的投用效果，使的一次风风量控制自动更合理，负荷响应速度更快。关键词：直吹式制粉系统;优化;综合开度;一次风量;实际微分环节

引言漳山发电公司二期工程26MW机组的锅炉由上海锅炉厂有限公司制造，为SG-23/-MXX亚临界参数控制循环四角切向燃烧方式一次中间再热单炉膛平衡通风固态排渣钢炉架半紧身封闭全钢构架的P型汽包炉。每台磨有个出粉管，基本出力为t/h,最大出力为t/h，密封风量为m/min，密封风压(比一次风高的压差值)为Pa。一次风量测点安装在冷热风混合后的管道上，一个测量装置引出两个变送器，正常运行期间为二取平均，当一路发坏质量时，自动切至另一路。问题的提出漳山电厂##机组采用中速磨直吹式制粉系统，采用一次风将煤粉送入炉膛，其中，对一次风的控制主要有两套自动回路，一套为一次风冷风调节阀控制回路，通过调节混合一次风中冷风风量的比例达到调节一次风温度的效果，另一套为一次风热风调节阀控制回路，也就是本文中所涉及到的自动回路，河池石英石直吹式制粉系统模糊控制主要为调节一次风风量，以满足一次风的带粉能力。在机组的运行期间发现，一次风风量自动调节品质比较差，尤其是在机组升负荷期间，虽然磨煤机煤量通过给煤

机转速的提高得到了增加，但由于一次风量增加的量与煤量匹配不合理，而使得磨煤机出粉能力瞬间下降，影响了锅炉的出力，使得机组的负荷响应速度不能满足机组AGC的控制要求。原因分析.原闭环调节方案直吹式制粉系统一次风量原闭环调节方案如图所示：图原闭环调节方案该方案将冷风调门和热风调门对风量的贡献看做一个整体，假设磨煤机在某一负荷段所匹配的冷热风门综合开度为00%，在正常运行期间，由于冷风调门只负责调节磨出口风粉混合物温度，因此用00%减去冷风调门的开度作为热风调门PID调节器的前馈值(F(X))，这样可以在冷风门开度发生变化时迅速平衡由于其风量的变化对总一次风量所带来的影响。

与给煤量成静态函数关系(F(X))的风量指令与相应磨一次风量测量值求偏差后送入PID调节器产生热风门开度指令，在实际的运行期间，由于煤质的不同，同样数量的煤粉所需要风量也不相同，所以在操作画面上设置了手动偏置按钮，供运行人员根据实际情况进行调节。

原闭环调节方案存在的问题.风门开度-风量函数F(X)的准确性原闭环调节方案中所使用到的冷风门的风量-开度对应函数F(X)，采用的是理想状况下百叶窗型等百分比特性函数曲线，而在实际的使用中，由于风门执行机构的死区特性风门叶片的松动风门的零位漂移等问题，使得冷风门实际的风量与函数所对应的风量存在较大的差距，无法保证在冷风门开度变化时维持总一次风量的稳定，引起冷热风门间的耦合变化，从而造成了磨煤机出力的波动。

风量的滞后性原闭环调节方案中给煤量指令和风量指令是同时增加的，由于冷热风挡板的非线性以及迟延特性，导致风量的响应速度要滞后于煤量，而这样会在瞬间造成磨煤机内煤粉堆积的现象，使磨煤机的出粉能力短时间下降，导致锅炉负荷瞬间减小。a)将风量控制闭环调节改为开环调节，并引入一个函数作为修正，这样可以避免，在冷风门变化引起风量波动时，热风门参与风量调节;b)在一次风量控制回路中增加导前微分作用，并通过调节微分时间使得风量与煤量变化能相互匹配。

开环调节方案优化后的开环调节方案如图所示：图开环调节方案该方案增加了冷热风门综合开度与一次风量的函数关系(F(X))，同时在一次风量指令回路引入微分环节，保证了加煤时风量的超前作用。

冷热风门综合开度与一次风量的函数关系的确定经过分析运行一阶段的历史数据，发现在各种负荷工况下，经一次风压自动调节系统的调节，热一次风母管压力均能维持在kPa左右，冷一次风母管压力均能维持在kPa左右，并不受单个冷热风门开度变化影响。

通过对不同负荷工况下冷热风门的开度和及相应的一次风量关系对比统计，得出了冷热风门综合开度与一次风量的函数关系，如图所示，该函数的得出，是保证一次风量与煤量能时刻匹配的关键。图综合开度与一次风量的函数关系.一次风量指令回路引入实际微分环节为保证加煤时风量的超前作用，在一次风量指令回路引入如图

所示的实际微分环节，其中微分时间可以较长，微分时间越长，所增加的风量超前指令越大，对应的升负荷阶段给煤量增加时，风量超前作用越强，而对于中储式磨煤机来说，在一次风量快速增加时，由于磨中积粉的存在，可以瞬间增加出粉的量，从而使负荷得到快速的响应。

图实际微分环节结语冷热风门的响应迟延非线性风量指令跟踪不及时是导致一次风量自动调节品质差的主要原因。通过改为开环调节方案，从运行数据中提炼出冷热风门综合开度与一次风量的函数关系，并在一次风量指令回路引入实际微分环节，使一次风量自动调节品质大为提高。此类系统被控量的非线性强耦合系统特性的时变性和磨煤机内煤量无法测定，长期以来难以找到一个可靠的自动控制方案。

现在多数电厂仍使用手动控制，此方式下，系统无法稳定于经济运行工况，造成制粉单耗高，甚至时常出现空磨运行和跑粉现象，产生巨大浪费。另一方面，中储式制粉系统的启动和停止操作，对于运行机组的安全性和经济性有较大的影响，制粉系统运行中风粉混合物的煤粉浓度在达到 $\sim \text{kg/m}$ 时容易引起煤粉爆炸，而磨煤机在启动和停止运行时，煤粉浓度都要经过这个危险点，再加上磨煤机入口风温达 00 以上，爆炸极易发生。至今虽然许多DCS系统中设计了自动启停程控操作，但在实际制粉系统设备运行中，这些控制方案都因达不到实际运行要求，而很少使用。大唐国际高井热电厂至号制粉系统全部为中储式制粉系统，自投产以来一直未实现自动控制，高井热电厂面临着燃煤煤种变化大变化快的问题，在煤种变化情况很容易造成运行人员操作不当，而这一原因又直接导致年度高井热电厂号8号制粉系统爆炸事件。年月对号炉号制粉系统实施了MECS全程优化控制系统，实现了磨煤机给煤风量磨温的全部自动化控制，启动和停止操作实现了一键启停，并自动将磨煤机负压差压温度磨煤机内存煤量稳定于最佳工作状态，运行人员手动调整制粉单耗 33.6kWh/t ，自动调整情况下制粉单耗降低为 $30.\text{kWh/t}$ ，达到最佳制粉出力，起到节能降耗，稳定锅炉燃烧的目的。本文是在利用MECS制粉稳态优化控制的基础上，介绍一种中储式制粉系统的全程优化控制的设计方案和实施效果。中储式制粉系统全程优化控制的总体方案.1制粉系统控制存在的难点自上世纪年代起，国内许多单位开始了对中储式制粉系统实施自动控制的研究工作，但进展缓慢。

模糊控制

由于气固二相流的湍流效应，使磨煤机出入口差压与磨煤机实际负荷呈现出强烈的稳态非线性回滞特征（图所示）和动态的大迟延特性。这也是以往用给煤量控制差压的控制系统无法稳定的原因；不一致非稳定的磨煤机负荷特征表达：由于无法实现对磨煤机内部存煤量（负荷）的在线测量，磨煤机负荷判定只是由负荷特征量间接判断，运行人员和许多控制方案最常用的负荷特征为：磨煤机出入口差压磨煤机电流。差压由于其非线性只

能对负荷的极端情况进行判断；磨煤机电流与负荷存在非单值对应关系（如图所示），并最大磨煤机电流会因磨煤机钢球量的多少煤的含水量和机械性能随时改变；磨煤机噪声也存在着噪声饱和现象（在磨煤机负荷较高时磨煤机特征噪声能量不再降低），同时存在着因钢球添加量和因环境产生的噪声漂移。由于以上制粉系统控制难点的存在和相互影响，使多数制粉系统控制方案无法实施，或实施一段时间后，控制品质下降，而无法继续使用。

中储式磨煤机制粉系统全程优化控制的总体方案中储式制粉系统MECS全程优化控制由稳态优化控制和启停过程优化控制两部分组成，这两部分共同完成制粉系统运行的全过程控制，在此控制方案实施后，运行人员只需根据运行机组的要求，发出启动或停止命令，就可实现过程优化控制。制粉系统稳态控制方案和原理：中储式制粉系统为多变量强耦合强时变性的复杂系统，由于被控系统的这些特性，简单的单回路控制或单回路耦合控制方案都被实践否定。此层分别为：1.模糊解耦控制层：此层为系统控制的基层，对各个被控变量实施模糊调节，并通过解耦器和控制器实施对所有系统执行机构的实时控制。为方便于将实际运行人员的经验归纳为对各被控制量调节方案，的调节本层SISO模糊调节器组作为基本调节手段，SISO模糊控制器主要包括个部分：模糊量化处理：是将实测的物理量转化为能被规则所理解和应用的模糊量的过程。模糊控制规则：河池石英石直吹式制粉系统模糊控制往往是由一组根据人们在实际工作中的经验总结归纳出来的规则，这些规则是用模糊语言来描述的，可用不同的模糊规则表表示非模糊化处理：是将模糊决策的结果转化为一个确定的，被控制对象所能接受的控制量过程。解耦系数控制层：制粉系统作为多入多出强耦合系统，控制系统对其中任何一个控制量的调整，都会引风多个被控量的变动，这就要求对系统采用解耦控制。

但是对于具有强烈非线性特征的多入多出系统，利用简单的不变的解耦系数矩阵来控制系统，只能使用于单一工况小范围控制。系统的解耦参量集为 $W\{w,w,w_i,w,w,w_i,j\}$ $W=KC$ 其中 $K\{k,k,k,m\}$ 知识库项集，给出不同工况的解耦系数矩阵； $C\{c,c,c_p\}$ 辨识器系统状态特征输出集，为实时被控系统对各个工况的隶属度。其功能为通过被控系统控制量 U 和被控参量 Y 和工况特征库 Z 给出个工况的隶属度 C ，： $C=F(U,Y,Z)$ 系统优化控制层：中储式制粉系统自动控制的目的主要为两个，一是使被控系统的运行参量长期平稳地运行于规定的范围内；二是尽可能提高磨煤机的制粉效率，降低制粉单耗。对于多入多出复杂的非线性系统，系统输入量集 U 和输出量集 Y 的关系可表为

： $dY/dt=G(U,Y)$ G 代表非线性的函数关系。欲使其系统稳定，需要 $dY/d =$ ，： $G(U,Y) =$ ，式代表一个非线性的多项式方程组，在强烈的非线性条件下，并非所有的 Y 值都可通过找到相对的 U 值满足式，被控系统可能只能在一定范围内可以实现稳定控制，由此控制目标的选定对于系统实现稳定控制十分重要。系统优化控制层的主要功能有个：系统特性分析：此模块主要是分析在不同控制目标下的系统运行特性，其中包括被控参量稳定系数参量均值统计系统过程极值系统特征过程取样。计算系统制粉出力与被控参量的关系，对系统在不同工况下的运行性能进行定量评判；系统优化定值计算：根据系统实时数据和历史系统运行指标及系统运行性能评判，给出系

统优化控制目标，被控参量定值集SP。

制粉优化控制：在制粉系统的给煤调速指令热风门再循环风门进入自动控制状态，控制方式处于优化控制模式时，MECS系统根据制粉系统的实际工况计算出磨煤机出入口差压定值和磨煤机负荷定值，在此定值下运行系统出力可达到最佳，制粉效率达到最大。但由于制粉系统热出力限制，差压上限限制等因素制约，在某些情况下，实际磨煤机负荷和差压无法完全达到理想定值。

降低制粉电耗的方法：长期将制粉系统处于自动优化控制，并在粉仓粉位达到高位时及时停止制粉系统，粉仓粉位处于低位时再启动制粉系统，并重新投入优化自动控制，可降低制粉电耗。

以号磨煤机制粉系统启停控制为例，系统执行机构包括：磨煤机入口风门：总风门热风门温风门冷风门；排粉机风门：入口风门出口风门；给煤机转速；被控电机：磨煤机排粉机给煤机。被控参量包括：磨煤机入口负压出口负压排入口负压磨煤机出口温度磨煤机出入口差压磨煤机电机电流排粉机电机电流。号磨煤机制粉系统优化控制系统采用三种方法进行控制：简明直观的过程与分段调节组态：为实现复杂控制方案的简明直观表述，在控制系统中采用了MECS优化控制系统的组态方式，其过程控制模块如图所示，此模块功能为在此过程开始后，SI入口为，Q口输出，触发此过程所需执行动作同时标定此过程的过程数，等待此过程的动作与调节目标完成后，完成条件C输入为，此过程结束，过程完成SO输出为，该过程完成。利用过程数标定，可以将每个执行机构在不同运行阶段的控制回路采用树状组态图，图为以磨煤机出口热风门程控调节示意图。

为此我们利用MECS系统建立了全面制粉系统模型，对制粉系统风量风温和载煤量系统于各个执行机构的相互关系进行全面仿真，并利用制粉系统启停的历史数据对模型进行修正和训练，以使系统模型更逼近实际系统。全程优化控制系统的实施效果MECS制粉全程优化控制于年月在高井热电厂号磨煤机制粉系统上全面实施，实施后全部控制系统运行安全稳定经济可靠。

其效果主要体现在以下方面：高度自动化控制：在系统投入后，对于全部制粉控制系统，运行人员只需操作制粉系统启动键制粉系统停止键可完成。

运行安全平稳：控制系统投入后，制粉系统启停时各个参量变化平稳，防止制粉系统启停时可能出现的超温和磨内煤粉残留，有效控制了制粉系统爆燃现象。

改善制粉系统启停对炉膛负压影响：在制粉系统程控启停时，制粉系统的风量稳定增减，对锅炉炉膛负压的形象只是手动启停时负压影响的/，提高了炉膛燃烧的安全性。

制粉系统自动控制功能和性能：MECS制粉专家优化控制系统，对磨煤机入口负压定值磨煤机出口温度定值磨煤机内载煤量定值和磨煤机出入口差压定值等控制目标自动优化，根据制粉系统运行工况自动计算最佳控制目标。号磨煤机MECS制粉专家优化控制系统运行曲线及手动自动运行参量比较在手动控制下号制粉系统的给煤机平均调速分别为%，制粉系统在优化自动控制下给煤机平均调速分别为%，在自动运行时，系统运行更为平稳。将模糊控制和专家控制相结合，采用三层优化控制方案，很好的实现了中储式制粉系统的稳态优化控制和启停控制，达到了理想的控制效果。作者简介：王大江（年月），男，锅炉点检员，年毕业于北京电力高等专科学校热能动力工程专业，大专学历，现主要从事锅炉制粉系统设备管理工作。参考文献：冯博琴实用专家系统[M]北京：电子工业出版社，9922何平，王鸿绪．模糊控制器的设计及应用．北京：科学出版社，997．张晓宏,谢京涛球磨机载煤量测量装置的研究J河北农业大学学报,997球磨机磨粉模糊控制的技术解析球磨机已广泛应用于国内外火电厂中，但使用中河池石英石直吹式制粉系统模糊控制还存在一些急需解决的问题，如整个制粉过程难于实现自动控制，更不能运行在最佳经济出力状态。球磨机制粉系统是一个具有多变量时滞多变量耦合和时变特性的被控对象，而以往的控制系统是三套独立的常规PID调节系统，很难综合考虑制粉系统的具体特点，如无法消除回路之间的相互干扰及克服对象的大时滞时变性。

针对这一特点，本章提出了一个基于使制粉系统电耗最小的优化自适应开环控制方法，从而不仅避开对球磨机负荷的测量，从而确保了制粉系统工作在一个较节能的状态。对于排粉机出口夺力（锅炉一次风压力）的控制，应该说河池石英石直吹式制粉系统模糊控制是一个典型的回路控制系统，但由于排粉机出口手动门的开关及倒风过程对排粉机出口压力的影响很大，而实际运行又要求排粉机出口压力要平衡，以避免锅炉燃烧不稳。

原文地址：<http://jawcrusher.biz/xkj/l2y8HeChiEYze1.html>