

Measures to Reduce CO Emissions from Power Units and Their Impact by

Jun Lv

Zhejiang Zhenneng Changxing Power Generation Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract

With growing societal emphasis on environmental protection, the operation of coal-fired power units requires not only ensuring safety and economic efficiency but also closely monitoring environmental parameters. During daily operations, the combustion of pulverized coal in boilers generates emissions such as sulfides, nitrogen oxides, particulate matter, and carbon monoxide (CO). Exceeding emission standards would not only cause severe environmental damage but also result in severe penalties for affected factories. Therefore, continuous adjustments must be made to maintain environmental indicators below regulatory limits, ensuring compliance with emission standards.

Keywords

CO, ammonia injection; NO_x, air preheater; ventilation, standby

减少机组 CO 超排的措施及其影响

吕钧

浙江浙能长兴发电有限公司, 中国·浙江 湖州 313000

摘要

随着社会发展对环保的逐渐重视,对于燃煤发电机组的运行而言,除了注重机组的安全性和经济性,还需要格外关注机组的环保参数。日常生产中,锅炉内煤粉的燃烧过程,伴随着会产生硫化物、氮氧化物、粉尘、CO等一系列影响环境的排放物,一旦这些排放物指标超标,排入大气中不仅会对环境造成恶性影响,相关部门也会对相应工厂进行从重处罚。所以日常运行中需要不断通过调整来控制相关环保指标低于运行规定限值,以此来保证机组环保参数不超排。

关键词

CO 喷氨量; NO_x 空预器; 通风备用

1 引言

目前,我厂共有4×330MW燃煤发电机组,每台机组配有五台磨煤机,锅炉采用前后墙对冲燃烧方式,煤粉燃烧器分别布置在锅炉前后墙,其中A、B磨对应的燃烧器布置在锅炉底部前后墙三排,D、E磨对应的燃烧器布置在炉膛中部前后墙二排,而C磨对应的燃烧器布置在炉膛上部前墙一排,每层燃烧器附近均布置有相应的二次风门,由送风机提供二次风,供炉内煤粉燃烧所需。同时在炉膛出口附近前后墙位置还布置有OFA风门,确保入炉煤粉能够充分燃烧,减少机械不完全燃烧热损失。煤粉燃烧过后的烟气,从炉膛出口经过换热器后进入脱硫脱硝设备进行净化,将相关影响环保的排放物及粉尘降至规定限制以下后,由引风机导入烟囱排入大气。

【作者简介】吕钧(1991—),男,中国江苏南京市人,本科,助理工程师,从事热能与动力工程研究。

2 背景

当前,各机组对环保参数的控制均格外重视,其中集控着重关注的环保指标是NO_x和CO,控制NO_x排放参数主要是通过调整机组喷氨量和风量来实现,而CO的控制主要是通过改变机组的氧量来保证。但二者均与氧量相关,所以氧量的控制显得尤为重要,运行中既要保证氧量充足以此来降低CO的指标,又要控制氧量以此来减少NO_x的指标。即需要合理的过量空气系数保证煤粉充分燃烧的同时控制环保参数指标。

但公司各机组在这两个指标上的控制均存在一定的问题,其中对于CO指标的控制问题尤为突出,尤其是在机组加负荷和高负荷阶段,CO指标往往存在居高不下和响应滞后的问题,导致CO超排次数在增多,所以减少CO超排是运行中需要格外关注的方面。

3 减少 CO 超排的措施

针对CO超排的原因主要是锅炉内部的氧量不足和燃

烧不充分造成。所以从燃烧调整和氧量控制等方面着手可以控制 CO 指标。

3.1 氧量控制

机组 CO 超排的现象主要发生在机组连续加负荷和高负荷运行阶段，这两个阶段的共性是氧量不足以满足煤粉的燃烧需要。连续加负荷阶段，由于煤量的持续增加容易发生超调，而机组氧量的增加存在一定的滞后性，不能及时的响应煤量的变化，所以导致燃烧所需的氧量不足，造成 CO 超标。

而高负荷阶段，考虑到各风机的运行稳定性，氧量的增加是逐渐调整的，所以会导致高负荷阶段前期很长一段时间 CO 均处于超排阶段。特别是汽机扩容改造和供热量增加后，锅炉几乎长时间处于超负荷状态，这样的运行状态，加重了锅炉燃烧运行的负担，更增加了 CO 超排的风险。

所以运行中需要进一步加强氧量控制，在机组连续加负荷阶段，可以根据负荷变化情况，增加二次风门的开度和送风机偏置。在负荷持续增加的过程中，尽快的开大运行磨对应的各层二次风门，同时配合送风机偏置，尽快的提高机组氧量，使得燃烧所需的氧量始终保持充足。以此来减少 CO 超标。

高负荷阶段，根据机组煤量和风机运行情况，尽可能的提高机组氧量，同时也要保证风机运行的安全性。由于主

汽压力响应滞后，高负荷阶段主汽压长时间达不到设定值，导致煤量存在过调现象，所以可以适当修剪煤量和主汽压力设定值，调整机组供热量，以此来减少机组入炉煤量，保证燃烧所需的氧量能够满足要求。

3.2 燃烧调整

减少 CO，最关键的是保证煤粉燃烧所需的氧量，运行中我们往往为了控制机组 NOx 不超标，会增加上层二次风流量，关小下层二次风门，从 NOx 的生成机理上解释，这样的燃烧方式确实一定程度上可以抑制 NOx 的产生^[1]，但在高负荷阶段，这也会容易导致煤粉的燃烧不充分。试想，对应煤层燃烧所需的风量如果不够，未完全燃烧的煤粉逐渐集中到炉膛上部进行燃烧，而上部 OFA 风门对应的风量是有上限的，所以必然会导致燃烧不充分，CO 超标。

所以运行燃烧调整上，为了控制 CO 不超标，我们既要保证下层的风量的足够，又要保证这样的变化不至于使得 NOx 产生过多，所以可以考虑适当减小上层二次风门的开度，尤其是 C 磨对应的前墙一排风门开度，适当增加中间层前后墙二排和下层前后墙三排风门开度。这样既可以保证每层煤粉所需的氧量足够，也可以使 NOx 含量不超限^[2]。通过实际运行调整验证，保证 D、E 层风门开度和 OFA 风开度较大，A、B 风门开度适当，C 层风门开度较小的方式可以较有效减少 CO 超排现象，如图（1）。

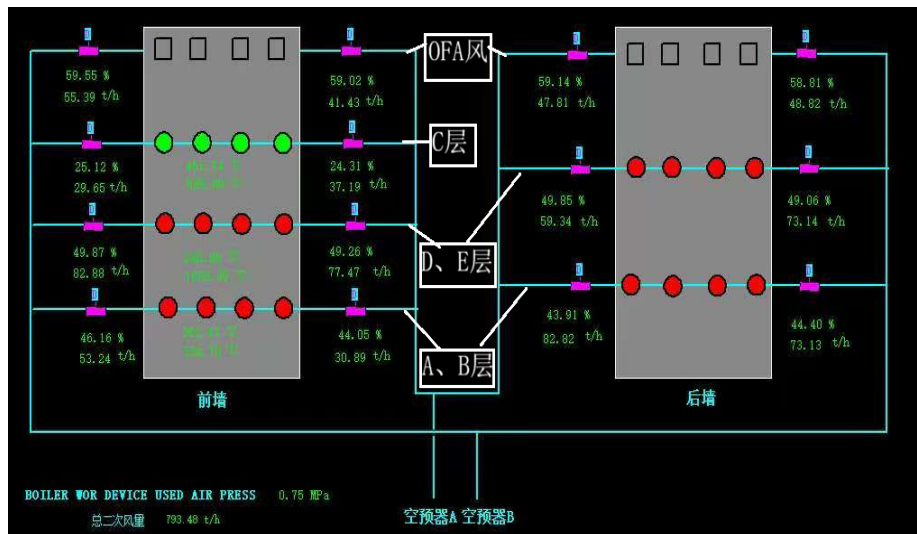


图 1 炉膛各煤层燃烧器二次风门布置及开度调整

3.3 定期吹灰

由于燃烧煤种的变化，锅炉受热面结焦情况不尽相同。但当受热面结焦时，受热面的换热效率下降，锅炉蒸发量减少，机组主汽压力下降，所以容易导致煤量过调和超温现象，同时煤量过调也容易导致燃烧的不充分，CO 超排。

运行中，需要及时定期进行吹灰工作，当机组负荷满足时，需要及时吹灰，减少受热面的结焦，提高主汽压力的响应速度，减少入炉煤量过调现象的发生，从而有效的减少 CO 的超标。

3.4 充分利用“备磨通风备用”状态

“备磨通风备用”状态，就是指将备磨置于磨煤机允许启动满足，随时可启的状态。运行中，很多情况下，为了充分挖掘磨煤机的出力和减少启停磨对机组参数的扰动，备磨的启动往往是在其他几台磨极限情况下才进行。在机组连续加负荷阶段，由于压力的响应状况，磨煤机很容易就达到最大出力，此时氧量如果没有跟上，不仅主蒸汽参数不容易达到运行要求，CO 指标也非常容易超排。

利用“备磨通风备用”状态，不仅可以保证磨煤机的

可以尽快的投入使用,维持运行参数和防止运行磨发生堵塞现象。同时由于备磨的通风状态,在一定程度上相当于增加了锅炉的入炉氧量,使得运行煤粉的燃烧更加充分,从而也可以起到有效抑制CO的生成。

3.5 燃烧优质适烧的煤种

除了以上运行方面的原因导致CO指标超排之外,锅炉所燃用的煤种对环保参数也有较大的影响。不同的煤种,其元素分析和工业分析得到的成分不同,对于燃烧的适应性也不尽相同。在煤粉燃烧过程中,需要加强调整以适应不同煤粉的燃烧特性。对于控制环保指标,适烧的煤种,由于其比难烧的煤种更能在炉内充分燃烧,所以更容易控制CO指标在规定值以下。同时不同的煤粉细度也会影响煤粉的燃烧情况,越细的煤粉越容易充分燃烧,因此产生的CO也就更少。

但实际运行中,煤种的选择往往不会是适烧的煤种,各种不同性质的煤也会按不同比例掺混,同时考虑到磨煤机的运行工况和机组的厂用电率,煤粉的细度也会受到限制^[3]。只有根据煤种的燃烧特性,及时调整对应煤层的二次风和煤量,确保锅炉内的煤层可以充分燃烧,氧量充足,才能做到对CO指标的控制,减少其超排的次数,同时降低锅炉的各项损失,提高锅炉的运行效率。

4 影响

运行中不仅需要调整燃烧来减少CO的超排,也需要考虑到以上这些措施对机组其他方面的影响。氧量和燃烧调整的变化对NO_x、锅炉相关辅机以及主参数均会有一定程度的扰动,所以需要操作人员在运行中及时作出干预。

4.1 对NO_x的影响

CO的调整,归根到底就是保证燃料量所需的氧量足够。在高负荷和连续加负荷阶段,持续加大锅炉氧量,确实可以降低CO指标,但也容易引起NO_x参数的超标。过多的风量容易导致原烟气NO_x偏高,为了防止NO_x超标,通常会选择增加机组的喷氨量,这样就非常容易发生过喷的现象。喷氨量过多,易引起空预器发生积堵,导致空预器电流上升和晃动,影响整个风烟系统的运行状况。

4.2 对辅机的影响

增加风量,最直接的影响就是风烟系统的相关辅机,除了上面提到的由于氨量过喷引起的空预器积堵,风量的增加必然也会引起送风机和引风机的出力增加。首先,送风机在整个控制CO超排的过程中起关键作用,作为增加机组氧量的关键辅机,增加风量,会使得送风机的动叶开度和电流增加,如果风量调整过快,尤其在高负荷阶段,幅度过大,非常容易引起送风机达最大出力,直接威胁送风机的安全运行。

另一方面,风量的增加,锅炉的烟气量必然也会增加,那么引风机的动叶和电流也会逐渐增加,高负荷阶段,这无疑会加重引风机的运行负担,容易引起风机发生失速的危险,所以有效的调整锅炉氧量对于风机的运行显得尤为重要。

4.2.1 “通风备用状态”的优点

备磨通风备用其实可以在三台磨或四台磨极限运行状态下一定程度上缓解风机运行的压力。当各台磨煤机满出力运行时,为了满足燃烧,对应的二次风门开度较大,同时送风机、一次风机的偏置也较高,即便如此CO依然容易超限。备磨通风备用,可以理解为通过备磨一次风通道,为锅炉增加氧量,这样使得燃烧得到加强,主蒸汽参数可以尽快的达到要求,这样相应其他磨煤机的运行情况将会得到改善,可以适当减小其对应的风门开度和煤量,减少烟气量,改善送引风机运行情况。另一方面,若机组负荷继续增加,尽快的完成磨煤机启动,又可以进一步调整各风门开度和动叶偏置,维持风机的稳定运行。

4.3 对主参数的影响

由于机组主汽压力响应的滞后,煤量在加负荷和满负荷阶段会经常性发生过调,为了抑制煤量过调引起的CO超标,选择适当的BTU修剪煤量,较低主汽压力设定值、调整供热量等手段来减少入炉煤量,这样虽可以短时间降低CO指标,但是,其属于减弱燃烧,大体方向上与加负荷所需的要求背道而驰。故一般只短时间使用,用于稳定机组参数,保持较长时间就会引起主蒸汽参数的下降,影响机组的运行效率。

控制机组CO参数的超标,不仅需要及时调整机组的氧量,改善燃烧状态,使入炉煤粉燃烧所需的氧量充足。同时也需要对NO_x、主汽参数、辅机运行状态进行关注,避免发生氨量过喷、风机达运行极限等情况的发生。运行中可以调整各二次风门开度(D、E层与OFA风门开度较高,A、B层适当开度,C侧较小开度)满足燃烧和NO_x及CO控制需要,尝试多利用备磨通风备用状态以此来及时响应负荷与煤量变化,缓解燃烧带给风机和锅炉炉管的压力。

5 结语

总而言之,机组运行过程中对环保参数的控制需要不断的加强调整,要根据煤种的燃烧特性和成分,以及煤粉细度,及时作出改变,保证合理的过量空气系数,从而确保煤粉在炉内的充分燃烧,降低CO指标。要合理预测机组负荷的走向,及时调整各煤层的二次风门开度,防止煤粉燃烧时风量不够的情况的出现,避免CO指标长时间处于高值。也要关注NO_x、粉尘等其他环保参数的变化,防止锅炉氧量过大,增加NO_x等环保参数的控制难度,以避免机组喷氨量过大对空预器造成积堵,威胁空预器及锅炉的运行。

参考文献

- [1] 燃煤电厂NO_x的生成机理及NO_x燃烧调整[J].王鹏刚;董婷婷,中国科技博览.2015,第17期
- [2] 电站锅炉燃烧器配风控制逻辑策略分析[J].严晖;刘姝含,中国设备工程.2022,第4期
- [3] 煤粉锅炉负荷控制与燃烧优化技术研究与应用[J].张国民;王彦飞;李金,自动化博览.2021,第5期