

# 大型锅炉启动投油工况投电场研究

黄 杉

(国电成都金堂发电有限公司, 四川 成都 610051)

**摘 要:**针对锅炉启动过程中按常规投电场导致排放效果差、时间长、污染大等问题,提出了根据燃烧调整、烟气温度大于酸露点温度裕度  $30^{\circ}\text{C}$  即投入电场,实际运行情况证明该运行方式安全有效,大幅度减少锅炉启动排放量。

**关键词:** 锅炉启动; 减少排放; 油粉混燃; 投电场顺序

**Abstract:** Aiming at the problems about bad emission effect, long time and serious pollution when electric field being put into service in the conventional order during boiler startup, it is proposed that the electric field should be put into service according to combustion adjustment and when flue gas temperature is  $30^{\circ}\text{C}$  higher than acid dew point temperature. It is different from the normal order but it works safely and effectively in the actual operation. And this method can reduce dust emission nearly 80% for each boiler startup.

**Key words:** boiler startup; reducing dust emission; combined firing of oil and pulverized coal; sequence of electric fields being put into service

**中图分类号:** TK227 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)04-0092-03

一般火电厂投入电除尘器都对锅炉是否存在燃油助燃有严格的要求,比如启动过程中要等给粉机投入 80% 以上并且油枪退出 50% 才允许投入电除尘器;正常运行中一旦投入油枪稳燃就要退出末极电场(通常是三电场甚至二电场)。类似的规定究其原因多是根据安装设备时厂家为防止阴极线、阳极板、料位计积灰结垢而制订,这样的规定大大延误了达标排放时间,特别是启动过程中投粉后 6 个小时左右才能投入电除尘,大量的粉尘直接排入大气,造成的环境污染大、排放效果差。随着中国对环保排放的标准日益提高,公众的环保意识越来越强,对火电厂(尤其是像嘉陵成都电厂,紧邻成都市二环路)如果仍按前述落后的技术要求指导生产,势必无法满足当前社会对环保的需求。对嘉陵电厂 420 t/h 锅炉投油工况下投电场进行讨论、研究,正是为在实际生产中能够满足各种负荷的要求,有效地改善火电厂排放效果,降低企业环保压力。

## 1 设备概况

嘉陵电厂装有四台俄制 420 t/h 超高压煤粉炉,每台锅炉配有两台卧式除尘器并联运行。每台除尘器布置原为单室三电场,后于 2006 年为配合脱硫工程增加为单室四电场,输灰系统也改造为正压浓相输

灰,除尘效率提高至 99.5%。

嘉陵电厂一个单元以两台炉配一台汽轮机,启动时采用一台锅炉点火与汽轮机进行滑参数启动,按单炉额定蒸发量带电负荷;而另一台锅炉点火升温、升压至额定参数后并入汽轮机正常运行。由于启动时间长,尤其是第二台锅炉定参数启动蒸汽排放噪音大,一般安排第二天启动。虽然每台锅炉都配有除尘器,但只要有一台没有投入,烟囱就冒黑烟,排放效果很不理想,附近居民多次因此堵塞厂门,社会影响差,企业压力大。

## 2 投油工况投电场分析

锅炉在启动初期全油工况下,由于炉膛温度低、调整不当,柴油有可能燃烧不充分,使烟气中带油,但嘉陵电厂采用 0 号轻柴油,与其他用重油的电厂相比易于点燃、燃尽,只要调整合适,启动初期全油工况烟囱基本不冒黑烟,电除尘的灰斗、仓泵料位计也不会积油垢、误发信号。

锅炉在油粉混燃工况下,设备厂家所担心的阴极线、阳极板、料位计积灰结垢主要取决于烟尘的粘附力。烟尘的粘附力主要来源于尘粒的毛细粘附力的作用,烟气中的水分、 $\text{SO}_3$  等具有凝聚性的物质容易让尘粒与尘粒之间、尘粒与容器表面形成粘附。烟尘

具有粘附性,可使细小颗粒凝聚成较大的颗粒,有利于提高除尘效率,但是相应烟尘容易在电极上积垢,出现电晕线肥大和极板烟尘堆积等情况,降低除尘效率。影响除尘效率最直接的是带电粉尘在静电力的作用下向阳极板趋进过程中由电场引起的沿电场方向运动速度——带电粉尘趋进速度,速度越大,在阳极板上沉积的粉尘就越多,除尘效率越高。同时烟气中粉尘比电阻也是影响除尘效果的重要指标,如果低于比电阻  $10^4 \Omega \text{ cm}$  烟尘导电性太好,到达集尘极后放电太快而被推回到气流中,除尘效率很低;比电阻超过临界值  $5 \times 10^{10} \Omega \text{ cm}$  时,电晕电流通过烟尘层就会受到限制,由于烟尘的绝缘性,烟尘到达集尘极后仍保持原电荷状态。烟尘积累到一定程度时,由于集尘极放电,使电流异常,二次电压明显降低,产生“反电晕”,阻碍了尘粒向集尘极的正常移动,除尘效率急剧下降。烟气中影响除尘效果的这几项粉尘特性指标是否因为油粉混燃而较纯粉工况下有了较大变化而影响电除尘器运行需要实验数据说明。同样锅炉流量为 420 t/h 的株洲电厂曾针对五种不同油粉混燃比例工况进行试验,结果证明粉尘的粘附性并没有较大变化,仍属于中等粘附性以下。在株洲电厂的试验中直接决定电除尘效率的带电粉尘趋进速度值在五种混燃工况下偏差不超过 1.3%,除尘效率都在 98% (最高 99.7%) 以上;五种混燃工况下烟尘比电阻 ( $2.2 \times 10^4 \sim 4 \times 10^6 \Omega \text{ cm}$ ) 也处于电除尘器适用的范围之内,属于良好易除类。

在启动初期及油粉混燃工况下,对于除尘设备(包括尾部烟道)而言,最大的不利因素是温度低。嘉陵电厂锅炉正常排烟温度  $137^\circ\text{C}$ ,而启动初期即便在投入除尘器蒸汽加热、电加热系统情况下,电场内部温度也仅在  $65^\circ\text{C}$  左右,只比烟气酸露点温度高 20 多度,离防腐蚀防积灰要求的温度高于酸露点  $30^\circ\text{C}$  的裕度有些差距。在刚启动时冷空气对电场有一定的冷却,随着油枪逐步投入,燃烧基本建立烟温升高除尘器本体温度可以恢复到接近  $65^\circ\text{C}$ ;当烟气温度超过  $65^\circ\text{C}$ ,除尘器本体电加热基本不起作用,本体温度将随烟气温度升高而升高。

锅炉在进入全煤粉燃烧工况后,电除尘器投入是理所当然,不在这里讨论范围之内,至于某些厂家要求在油枪退完后一个小时再投电除尘的提法,没有明确的依据,可以不用考虑。

### 3 可行性及安全分析

通过对影响电除尘设备运行效率的带电粉尘趋进速度、烟尘比电阻、烟尘粘附力、烟气温度因素分析,可以得到一个结论:在燃烧基本正常的情况下,电除尘器能否及时投入主要取决于烟气温度是否超过烟气酸露点决定的。基于这个结论,只要在启动中能够尽快提高烟温,最好是高于酸露点有  $30^\circ\text{C}$  的裕度,则完全可以在投油工况下投入电场,甚至随锅炉启动而投入。像株洲电厂具有邻炉热风加热系统,在点火前投入邻炉热风加热本炉及电除尘可以使排烟温度达到  $90 \sim 100^\circ\text{C}$ ,已经满足高于烟气酸露点有  $30^\circ\text{C}$  的裕度,可以随着给粉机投入而启用电场。

电除尘器内部存在可燃性气体时,如果与烟气中的过量空气混合达到一定的浓度和温度条件又有火花产生情况下也会发生爆燃的危险,但这种危险发生的条件并不容易满足:①一氧化碳可燃物燃点高达  $608^\circ\text{C}$ ,在电场内部难于满足;②油气燃点虽然只有  $80^\circ\text{C}$  左右,但只有在油枪雾化效果太差,燃烧极不正常情况下才会产生;③电场内部火花一般在 5 kV 以上产生,初投电场一般不会参数太高。因此在油粉混燃工况下投电场,只要油枪雾化好,燃烧调整适当,是完全可以避免电除尘器内部发生爆燃。

当嘉陵锅炉正常运行时,炉膛出口烟温达到  $1108 \sim 1115^\circ\text{C}$ ,即便低于 70% 负荷时需要投入稳燃油枪时炉膛温度也有  $985^\circ\text{C}$ 。在这种燃烧环境中只要保证过量空气系数,最底层的稳燃油枪是完全可以充分燃烧的,不影响烟尘特性,这与株洲电厂实验结果相符合。也就是说当锅炉正常运行中由于煤质或者消缺的原因投油枪时完全可以不用退出末级电场;尤其是当入炉煤灰分超标、挥发份低导致烟气中粉尘浓度增加时需要保持电除尘高效运行以避免排放不达标。

综上所述,电除尘器在油粉混燃工况下投电场是完全可行的,设备安全是可以充分保证的。

### 4 运行调整措施及注意事项

2005 年以来,嘉陵电厂为了减少机组启动期间粉尘排放,开始在油粉混燃工况试投电场,为了保证电除尘器能高效、安全投运,参考其他电厂的经验,拟

定以下几方面措施、注意事项来规范运行人员操作。

### (1) 尽量提高排烟温度

嘉陵电厂没有邻炉热风加热系统,提高排烟温度只有从其他方面着手。电除尘的加热系统要在启动前尽早投入,最好在点火 12 小时前投入让本体温度加热到 60℃;锅炉点火时先启动一套引、送风机,适度关小风机挡板,减少过量空气系数,避免风量过大使排烟温度降低过多;全部投入暖风器,使暖风器后风温度达到 60℃。

### (2) 及时调整让柴油充分燃烧

每一只油枪点火前都要确认点火装置正常,在点火装置打火后开油枪,以免柴油未燃就进入炉膛;油母管压力以压力调阀开度 20% 时油压 3 MPa 为宜(通过回油门调整),点火初期每一只油枪油阀开度以母管压力下降 0.2~0.3 MPa 随着升温升压情况逐渐开大,要确保雾化良好,配风充足;油枪必须是点火装置点燃,禁止引燃。

### (3) 投入电场条件以及调整参数

当锅炉排烟温度达到 70℃,给粉机投入四台,燃烧良好,可以投第一级电场;随给粉机投入,排烟温度达到 80℃,可以依次投入后几级电场。

当电场内部发生闪络时电流会急剧增加,大幅波动,气体压力和温度急剧升高,如果此时烟气中油气或一氧化碳浓度处于一定范围则有爆燃的可能,因此电场投入初期参数设置以电场能正常起晕同时不发生严重闪络为参考,电场投入初期二次电压可以设置为 40~45 kV,二次电流 100 mA 左右。

### (4) 避免油灰粘附影响正压输灰

在实际生产中,嘉陵电厂电除尘器在油粉混燃工况下,也出现过多次油灰粘附料位计现象,出现的频率、严重程度和煤质以及运行班组燃烧调整有关,在作者所在值很少出现类似情况。一旦出现油灰粘附料位计现象则会影响相应的仓泵程控输灰,这种情况需要及时通知司炉人员调整燃烧,除尘值班人员采取手动控制仓泵输灰,随输灰次数增加,料位计粘附物一般比较容易脱落。2006 年电除尘器增加为单室四电场后,正压输灰系统也改造为浓相输灰,仓泵程控输灰不仅可以靠料位计发信,还可以设置成定时输灰;料位计粘附不再会影响正压输灰,而且料位计粘

附现象也越来越罕见。

### (5) 根据具体情况调整投运电场顺序

投电场一般而言按烟气流向依次投入。这和嘉陵电厂末级电场除尘的细度有关,三、四电场均为鱼骨针,所收集的粉尘输送到细灰库。正常运行中,一旦一、二电场停运则三、四电场会因为烟气粉尘浓度太大而无法维持。但启动初期粉尘浓度并不高,约为正常的四分之一,三、四电场也可以单独提前投入。2008 年 12 月至 2009 年 6 月,嘉陵电厂电除尘的 11 和 14 号炉四电场由于灰量少,下灰不畅而多次在灰斗上方形成积灰搭棚,导致四电场输出短路无法投入。为解决棚灰需要增加人工振打砧板,在运行方式上采取首先投入四电场的方法来增加灰量、加快灰流动以避免发生棚灰。经过半年内对启动过程中先投入三或四电场的实验观察,电场设备正常,避免了灰斗棚灰,启动中烟囱排放效果同样良好。

在正常运行中,当粉尘特性变化而使四电场输灰间隔太长时,在保证脱硫入口粉尘不超标的前提下,运行人员可以灵活调整三、四电场参数,以使对应灰斗、仓泵、灰管保持一定的输灰量,便于输灰顺畅。

## 5 总 结

自嘉陵电厂开始在油粉混燃工况试投电场以来,每次锅炉启动烟囱冒黑烟时间较以往大幅度缩短 2~3 h,少向大气排放粉尘 40~50 t,嘉陵电厂四台锅炉按年启动 40 次计算则全年可减少排放粉尘近 2 000 t 带来较大的环境改善,减少了企业压力,取得明显的社会效益,由于减少排放粉尘也减少了引风机叶轮磨损,有利于延长设备寿命。

### 参考文献

- [1] 宋晓东,刘强. 烟尘特性对电除尘器性能的影响分析[J]. 山东电力高等专科学校学报, 2003(3): 41-44.
- [2] 胡志光. 电除尘器运行及维护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [3] 喻文标,蒋韶峰. 电除尘器低负荷投油工况下的投入问题研究[J]. 华中电力, 2003, 16(6): 15-18.

(收稿日期: 2010-03-19)

# 欢迎投稿 欢迎订阅