

1×700MW高效超超临界CFB燃煤机组入炉煤筛破碎系统选型优化

赵兴文

云能（红河）发电有限公司 云南 开远 661600

摘 要：破碎设施的选型是CFB电厂运煤系统设计的关键点，循环硫化床锅炉对入炉煤粒度要求严格，颗粒过大会造成磨损面积扩大、磨损速度加快等问题；燃煤过细将导致循环效果不好，燃尽不良，影响锅炉效率。因此，破碎系统在运煤系统运行中的可靠性将直接影响到锅炉的安全经济运行。由于高水分的褐煤的自身特性，筛碎过程中，极易造成对筛煤机和细碎机的粘附、堵塞，不但影响筛碎系统的效率和出力，严重的将导致运煤系统整体停机。针对高水分褐煤的物料特性，经过对国内外各筛碎设备技术进行分析研究，鉴于齿辊式破碎机转速低，动载荷小，能耗低，对物料含水量不敏感，不易堵塞，因此本工程推荐采用齿辊式破碎机作为高水分褐煤的破碎机；综合考虑循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求、筛碎系统出力、系统的可靠性、占地、运行及投资经济性等多方面因素，并根据筛碎设备的特点优化了筛碎系统方案，推荐“分选筛+破碎机+分选筛”组合形式的筛碎系统布置方案。

关键词：700MW；CFB燃煤机组；入炉煤粒度；筛碎系统

引言

本项目建设1×700MW高效超超临界CFB燃煤湿冷发电机组，燃料为褐煤。

本项目运煤系统按1×700MW机组一次规划和建设。整个运煤系统包括储煤、筛碎、上煤、除铁、计量、采样及其它辅助设施等。

在厂内转运站后设置1座细碎煤机室，采用2套筛碎设备，按两筛一碎配置，与双路带式输送机系统配套，一路运行，一路备用，也可满足双路同时运行的需要。一级细筛布置于细碎机上游，选用额定出力800t/h的高幅筛，带旁路系统，进料粒度 $\leq 200\text{mm}$ ，筛分粒度 $\leq 20\text{mm}$ ；选用额定出力800t/h的碎煤机，进料粒度 $\leq 200\text{mm}$ ，碎后粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。二级分选筛布置于细碎机后，选用额定出力800t/h的高幅筛，进料粒度 $\leq 200\text{mm}$ ，筛分粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。

细碎机室设有细筛筛上物煤斗，煤斗下设有电动闸板门，定期用汽车把煤斗的存煤运回本工程煤场。

1 循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求

破碎设施的选型是CFB电厂运煤系统设计的关键点，循环硫化床锅炉对入炉煤粒度要求严格，颗粒过大会造成磨损面积扩大、磨损速度加快等问题；燃煤过细将导致循环效果不好，燃尽不良，影响锅炉效率。因此，破碎系统在运煤系统运行中的可靠性将直接影响到锅炉的安全经济运行。

针对高水分的褐煤的物料特性，对国内外各筛碎设

备技术进行分析分析，确定适用于高水分褐煤的破碎设备，并根据设备特点优化系统方案，最终完成筛碎系统的选型和布置方案。

1.1 褐煤的基本性质

褐煤是煤化程度最低的矿产煤。褐煤是煤化程度最低的煤，其特点是水分高，孔隙度大，挥发分高，热值低，含有不同数量的腐植酸。由于它富含挥发份，褐煤水分大（15—60%），挥发成分高（ $>40\%$ ），空气中易风化碎裂，燃点低（ 270° 左右），氧含量高达15%~30，学反应性强，热稳定性差易发生自燃^[1]。

本项目褐煤全水分高达37%，褐煤如此高的水分是由于褐煤表面与水分子之间的相互作用的结果。

1.2 煤的颗粒度对循环流化床锅炉运行的影响

燃料颗粒度的大小，对循环流化床锅炉能否正常运行有着非常直接而且重要的影响。确保煤的粒度符合锅炉燃烧要求是保证循环流化床锅炉正常运行的主要因素之一。

循环流化床锅炉的燃烧特点是宽筛分的煤粒在适当的气流作用下，在床中一面翻腾运动，一面燃烧。循环流化床锅炉运行时的基本要求就是床料沸腾正常，床温维持稳定，为此，入炉煤的颗粒度一定要有保证，如有大煤块大量进入流化床，会在床体中沉积形成死滞区，破坏正常的流化状态，使炉内温度场不均匀，造成床温过低或过高停炉。所以循环流化床锅炉的安全运行要求有良好的燃烧破碎、筛分系统，以保证进入流化床的煤

粒在要求的颗粒度在0~13 mm 范围内,否则运行时若为了减少小煤粒飞逸而减小风量,就会影响大煤粒沸腾;若为了照顾大煤粒沸腾良好而加大风量,煤粒飞逸又会增多,加大锅炉损失,同时风量调节还要与给煤构成一定比例,以维持床温。

2 循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求

循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求,主要是由其燃烧特点和运行经济性所决定的,无论燃用哪种煤,其粒度一般都在0~13mm范围内,平均粒度为2~3mm,CFB电厂不设制粉系统,所以为CFB锅炉所配置的筛碎设备,筛碎后燃煤的粒度级配应达到CFB锅炉的要求。

2.1 高水分褐煤破碎设备的优化选型

根据高水分褐煤的特点,以及循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求,通常可采用的破碎机有以下三种类型:环式破碎机、可逆反击式破碎机、齿辊式破碎机。

2.2 环式破碎机

环锤式破碎机经高速转动的锤体与物料碰撞破碎物料,它具有结构简单,破碎比大,生产效率高等特点,可作干、湿两种形式破碎。破碎板,筛篦板和转子之间的间隙,能从外部调整,用以控制产品粒度和补偿磨损,以满足不同用户的不同需求,并尽可能避免堵煤。其物料的抗压强度通常不超过100MPa,含水率小于15%,碎煤机应能自动排出难破碎的杂物,如铁件、木块等^[2]。

环锤式破碎机主要适用于煤粉炉燃煤制煤系统,对粒度要求不高,出料粒度只要满足 $\leq 30\text{mm}$ 以下能够进入后续制粉系统磨机即可,现有煤粉炉燃煤发电项目95%以上均配套为环锤式破碎机。

优点:产量大,设备轻,对物料适应性广,有自助除铁装置和措施,价格相对便宜。

缺点:振动大,需要减震平台,否则对输煤楼土建基础冲击大;扬尘多;对物料水份含量要求高,因为排料口装有篦子, $>15\%$ 水份含量的物料极易堵塞排料口,处理能力往往仅铭牌出力的50—60%,甚至完全堵死;出料粒度不均、片条状过多,影响锅炉燃烧;能耗高。

2.3 可逆反击式破碎机

可逆反击式破碎机是电厂、煤矿、矿山常用破碎机。锤头可逆,使用方便,煤块进入细碎机后,受到高速旋转的转子冲击,经过破碎板的反弹,再次被弹向锤头,多次破碎(包括70%—80%初碎物料),降低了更换锤头的频率,保证了出料粒度的均匀性,提高了生产效率和维护效率,可逆锤式破碎机可有限克服物料湿度大堵塞问题。通常作为二级破碎机,进料粒度不超过100mm,出料粒度控制在10mm左右。煤块的料度控制通

过转子与破碎板间间隙调整来实现。

优点:设备外形紧凑,便于布置;针对大型流化床锅炉配套,产量更容易满足锅炉燃烧的需求。

缺点:振动大,和环锤破碎机一样的锤击工作原理,破碎物料时振动大亦需要减震平台,且振动带来的噪音亦大;扬尘多;对物料水份含量要求高,因为反击板采用锯齿状阶梯布置型式, $>15\%$ 水份含量的物料极易堵塞锯齿状,造成破碎机产量下降;锤头磨损严重;出料粒度不均、过粉率高;破碎比小;能耗高。

2.4 齿辊式破碎机

齿辊式破碎机破碎机分为双齿辊式破碎机和四齿辊式破碎机两大系列,四齿辊式破碎机实际由两台双齿辊式破碎机组合而成。齿辊式破碎机主要采用特殊耐磨齿辊高速旋转对物料进行挤压、劈裂破碎。

2.5 其主要特点和优点有:

破碎机齿辊相互交错,充分利用挤、压、剪、劈、折、拉等组合破碎;同时在破碎过程中迫使物料不断翻滚,寻找其最脆弱的方位进行选择破碎,符合粒度要求的小料直接从齿辊间的间隙通过,相当于一个旋转的筛子

设备对物料含水量不敏感,齿辊相向差速旋转,由于旋转速度不同,因而两齿辊的线速度也不同,即在两齿辊啮合处破碎齿产生相对运动,相当于边破碎边相互自动清理,基本解决了因物料水分过大和粘性造成的粘堵问题。

在破碎机进入木块或铁件等不可破碎物质时,由于破碎力增大,轴承座退让装置后退,带动相应的齿辊后退,拉大两齿辊之间的距离,使不可破碎物料得以通过,随后轴承座退让装置快速自动复位,这样既不影响生产的正常运行,更避免了对设备的损坏。

低运行速度本身大幅减少了设备振动,所以对土建基础的要求较低:动载荷只需取静载荷的1.3倍,完全无需减振平台。

2.6 缺点:

设备价格高;产量局限性大,出料粒度0—10mm单台每小时产量500吨的齿辊式破碎机齿辊筒有效长度已经2400mm,产量只能通过增加齿辊筒直径和长度的方式实现;对原煤里所含的不易破碎的铁块反应敏感,需有效的除铁装置做保障,应设置三级以上除铁;含矸石量超过15%的物料不适用,主要体现在齿板的使用寿命上;齿板的不均匀磨损和轴承座退让设置,造成出料粒度难以保证。

2.7 小结

高水分褐煤对于破碎机的最大难点就是粘堵问题,破碎的粒度越小,问题就越突出。常规的环式破碎机和可逆反击式破碎机在高水分褐煤的破碎中,易被物料糊住堵煤,最终的结果都是设备出力下降,不能满足粒度要求。鉴于齿辊式破碎机转速低,动载荷小,能耗低,对物料含水量不敏感,不易堵塞,因此,本项目选择采用齿辊式破碎机作为高水分褐煤的破碎机。

3 筛碎系统的优化布置

进入筛碎系统的煤粒度按不大于200mm,破碎后按粒度不大于20mm考虑。根据前文分析,当物料是高水分褐煤时,破碎机目前最优的选择是齿辊式破碎机。但齿辊式破碎机也不是一劳永逸的,其存在出料粒度难以保证的缺点,将对锅炉燃烧产生不利影响,而这一点只能通过相应的系统设置来消除或降低影响。

物料经过破碎后,将被直接送入锅炉燃烧,不会再有其他破碎过程,因此,筛碎系统是入炉煤粒度是否满足锅炉要求的最后保障。鉴于齿辊式破碎机目前不可避免的存在齿板不均匀磨损和轴承座退让设置,造成出料粒度难以保证的情况,为避免大粒径物料对锅炉燃烧造成负面影响,考虑在齿辊式破碎机下方设置分选筛—高幅振动筛,且其筛网孔径不宜小于锅炉所要求物料粒径的2倍^[3]。

3.1 筛煤机+破碎机+分选筛组合形式

碎煤机室布置于煤场之后。室内设置2台齿辊式破碎机和4台高幅振动筛。与双路带式输送机系统配套,一运一备。

高幅振动筛进料粒度 $\leq 200\text{mm}$,出料粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。齿辊式破碎机入料粒度 $\leq 200\text{mm}$,出料粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。分选高幅筛进料粒度 $\leq 200\text{mm}$,出料粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。

经过分选高幅筛筛分后,符合粒度要求的煤进入输送系统,仍然不符合粒度要求的煤,将直接抛入碎煤机室0m层的大块煤收集间,再经人工甄别处理后选择送至煤场或抛弃。

3.2 破碎机+分选筛组合形式

碎煤机室布置于煤场之后。室内设置2台齿辊式破碎机和2台高幅振动筛,其中高幅振动筛布置于破碎机下游,作为分选筛使用。设备与双路带式输送机系统配套,一运一备^[4]。

齿辊式破碎机入料粒度 $\leq 200\text{mm}$,出料粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。分选高幅振动筛进料粒度 $\leq 200\text{mm}$,出料粒度 $\leq 20\text{mm}$ 。

所有物料全部进入破碎机,经破碎后进入分选筛,再经过分选高幅振动筛筛分后,符合粒度要求的煤进入输送系统,仍然不符合粒度要求的煤^[4],将直接抛入碎煤机室0m层的大块煤收集间,再经人工甄别处理后选择送至煤场或抛弃。

3.3 小结

根据本项目的具体情况,综合考虑循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求、筛碎系统出力、系统的可靠性、占地、运行及投资经济性等多方面因素,并根据筛碎设备的特点优化了筛碎系统方案,推荐“分选筛+破碎机+分选筛”组合形式的筛碎系统布置方案。

4 结论

针对高水分褐煤的物料特性,对国内外各筛碎设备技术进行分析,确定适用于高水分褐煤CFB电厂的筛碎设备,并根据设备特点优化系统布置方案,最终完成筛碎系统的选型和布置方案。主要结论如下:

高水分褐煤对于破碎机的最大难点就是粘堵问题,破碎的粒度越小,问题就越突出。常规的环式破碎机和可逆反击式破碎机在高水分褐煤的破碎中,都显得尤为吃力。由于齿辊式破碎机转速低,动载荷小,能耗低,对物料含水量不敏感,不易堵塞,因此,本项目推荐采用齿辊式破碎机作为高水分褐煤的破碎机,另外需考虑有效的除铁装置+合理闪退保护做保障,杜绝大的铁件进入大碎煤机中,造成设备的损坏,故障率的增加。

根据本项目的具体情况,综合考虑循环硫化床锅炉对燃煤粒度的要求、筛碎系统出力、系统的可靠性、占地、运行及投资经济性等多方面因素,并根据筛碎设备的特点优化了筛碎系统方案,推荐“筛煤机+破碎机+分选筛”组合形式的筛碎系统布置方案。另外在选择分选筛设备时,避免合格粒度的煤进入到大块煤收集间,增加处理量,需要选择较高筛分效率的分选筛设备。

参考文献

- [1]张普林 浅谈循环流化床锅炉运行对煤颗粒度的要求 工程与技术 2010-11-23 2 (153-153,157)
- [2]张智荣 环锤式碎煤机的选型设计[J]. 山西师范大学学报(自然科学版).2021-04-19.7 (89-95)
- [3]中国电力企业联合会 循环流化床锅炉煤制备系统选型导则 DL/T1744-2017[S].2017
- [4]李杰 循环流化床锅炉输煤筛碎系统中设备选型问题研究 中国机械 2015 (18) :153-157 2 (99-100)