

浅说烧砖轮窑的看火与焙烧技能

张洪文¹, 梁嘉琪²

(1.双鸭山东方墙材工业有限责任公司, 2.贵州省建筑材料科学研究设计院)

用人工控制轮窑的温度,是绝大多数轮窑的操作方法,烧窑工用肉眼观察窑内火焰的颜色,然后作出判断,进行添煤、关闭或开启烟闸等操作。这种由看火工判断窑内温度并进行操作的方法俗称为“看火”,显然“看火”是凭经验来操作的,不同的人,不同的季节,甚至白天和夜间,“看火”都是有差异的。以至于“看火”成为砖瓦焙烧过程中最重要的岗位之一。在轮窑还不能实现仪表控制和电子计算机控制的情况下,交流烧砖轮窑的看火经验,对提高焙烧技术,做到高产低耗、提高效率,有非常重要的意义。

1 火情的分类

(1)大火

当焙烧到高温阶段需要达到烧成温度时,应进行大火焙烧。大火时,其火焰浓烈,夜间呈银白色,白天是黄金色。揭开火帽,窑内浑浑沉沉,不能明见和直视窑底,火眼层次恍惚不清,棱角不明显,投下颗粒煤后,急速氧化燃烧,或投下细煤,则火焰仿佛绸缎在抖动,坯体透亮,中部尤甚。这样的大火,即达到了烧成温度,其排数不宜过多,保温时间也不宜太长,如果持续时间稍长,或者超过三排,则会产生过火砖,甚至倒垛,这时操作应该是前两排为负压,只有一排为正压返火。

(2)小火

预热带后的低温阶段应控制小火缓慢升温烧成。小火的特点是无光无焰,白天为紫红色,夜晚为浓白色,火眼层次分明,棱角起黑边,投煤起黑点,燃烧时氧化缓慢,火苗不旺。

(3)老火

老火多出现于进排慢的情况下,焙烧时间长,或产生于大气压低或风暴前。其特征是有光无焰,或有微焰而不浓,呈橙黄色,这种火微弱不亮,像是缺氧。

(4)嫩火

嫩火是稍微有光,但无明焰,火光浓而不艳,砖坯红而不亮,无透明感,棱角无黑边,但火未烧亮,光未透出来。嫩火是低温发展到中温,火候过渡阶段的一般火情。这时的操作应当是持续焙烧,逐步升温而不能中断。

(5)虚火

虚火产生于大火停烧过后,火光虚浮于坯垛的上部,而中下部火温度已谢。虚火是观其火焰毫无动感,窑温下降,制品会出现欠火、哑音。

2 火的温度识别

火的颜色是火焰温度的标志,通过火焰的不同颜色,可以大致判断出火焰的温度范围参见表1。

表1 窑内坯体颜色与温度的对应关系

坯体颜色	温度/
暗红色(最低可见红色)	470
暗红色到紫红色	470-600
紫红色到大红色	600-700
大红色到樱桃红色	700-800
樱桃红色到黄红色	800-900
黄红色到橙黄色	900-1000
橙黄色到浅黄色	1000-1100
浅黄色到亮黄色	1100以上

3 排烟闸的使用原则

轮窑排烟闸阀又称风闸、哈风闸,它是烟气经支烟道通往总烟道的大门,其主要作用是开启或关闭支烟道的出口,达到调节排烟量,以控制进入窑内的空气量和气体运动方向,调节窑内压力分布与坯垛断面上各部位火度的目的。因此,使用排烟闸阀是看火工的十分讲究的技术,使用与调节是否合理直接关系到轮窑焙烧能否正常运行和产品产量、质量与能耗。

3.1 开启形式

轮窑在正常焙烧运行中,一般使用5-6个排烟

闸阀,即不同程度地开启5-6个排烟闸阀排烟。但是使用5-6个排烟闸阀的开启高低(闸阀是垂直开关,向上提闸高就是闸阀开启大,向上提闸低就是开启小,即闸阀开启大小,俗称高低)各不相同,各闸高低排列形成不同的开启形式。另外,为了容易说明各闸的开启大小与开启顺序,我们规定以焙烧带为闸阀顺序定位基准,即距离焙烧带最近的一个闸阀为首闸,即1号闸阀或近闸依次顺序排列编号,距离焙烧带最远的一个闸阀称为末闸或远闸,例如,使用6个闸阀时,其首闸为1号闸,末闸为6号闸。

根据上述的提闸高低与远近,可将排烟闸阀的用闸方式分为三种形式,即梯式闸、桥式闸和桥梯式闸三种。

(1) 梯式闸

梯式闸的开启是由近到远逐步提高的方式,像阶梯一样一个比一个逐步高起来,梯式闸又可分为近低远高的顺阶梯式闸和近高远低的倒梯式闸,另外,根据相邻闸阀开启高低差的大小,又可细分为梯平闸(相邻闸阀高低相差不大,阶梯比较平缓)和梯陡闸(相邻闸阀高低相差较大,阶梯比较陡)。

顺阶梯式闸是一般正常焙烧时常用的一种形式,其优点是能够充分利用烟气的热量,使预热带升温平稳、火速较快、产量较高。其缺点是因烟气的流程长,逐渐升温增湿,如果入窑砖坯的残余水分较高,则易产生凝露塌坯倒垛。故砖坯干燥不良、残余水分较高时,应慎用此闸。

倒梯式闸是正常焙烧时禁用的一种闸形,近高远低的开启方式将会使窑内大量热量及早排出窑外,使砖坯得不到充分预热而造成能源浪费,只有湿坯点火时才有可能短时间使用。

(2) 桥式闸

桥式闸是中间位置的闸阀开启最高,而其前后各闸阀则依次开小,形成拱桥形,故称桥式闸。由于桥式闸中间位置的闸阀开启最大,可以把预热带中段的高湿烟气就近排出窑外,可有效防止凝露回潮现象的发生,使预热升温平稳,有利于提高产品质量。但由于桥式闸较大地开启了中间闸和近中闸,增加了此段的抽力,提高了烟气的排出温度,这就增加了窑内热量损失,尤其是入窑砖坯残余水分较低,烟气中湿度低,桥式闸排烟温度高,烟的热量未被充分利用是一个缺点。

(3) 桥梯式闸

桥梯式闸的操作方法是闸阀的开启由近及远,但最高闸不在中间而在偏后位置呈顺阶梯形,最后两闸又大幅降低至末闸呈倒梯形,桥梯式闸是由两个梯形组成的类似桥式的闸形。因此,桥梯式闸既具有桥式闸和梯式闸的优点,同时又克服了桥式闸和梯式闸的缺点,是应优先采用的一种闸形。

3.2 注意事项

(1) 灵活运用

三种闸形的使用,应视码坯方式,热值高低,砖坯入窑水分和窑炉运行中的火情而定,并合理调节。

(2) 严禁高提首闸

严禁首闸高提或首闸应落而久提不落,影响前面砖坯预热,以防止焙烧工为追求个人工效,使下一班焙烧进排操作困难。首闸应在距焙烧带前5-7排时完全关闭,即“隔门落闸”;正常焙烧使用5-6个闸阀。

(3) 严禁使用倒梯式闸

在正常焙烧生产中,严禁使用倒梯式闸,以免浪费能源,提高产品成本。

(4) 坚持平稳试调

排烟闸阀的调节应逐步平稳试调,切忌大幅度调闸,猛提猛落,将造成火飘,上红下黑,前黑后凉。

调节闸阀应按规程操作,当落近闸时,应先提后闸再落近闸,从闭势逐渐提高到需要的高度。总之,对于风闸群的高低和提升调换应按比例地升降还原,做到落近闸不增加返火。另外,落闸、拆窑门、拉纸挡三者不宜同时并举,必须错开操作,以防火飘或凉火过急。

(5) 平衡风量和热量分配

烟闸和热风闸控制窑内进风量,平衡窑断面的风量和热量分配,它不仅与窑的烧成速度有非常密切的关系,也决定窑的产量与产品质量。

总而言之,烟闸的三种操作方式,即梯式闸、桥式闸和桥梯式闸,要根据入窑砖坯含水率和窑内的风量分布情况,窑内温度的实际情况,以及窑内温度的变化和调整要求,选择一种合适的方式,也可以三种方式交替使用。

当窑内风量过大时,证明提闸太高,应适当降低提闸高度;当窑内风量小不能满足烧成需要时,证明烟闸的高度不够,应适当提高烟闸高度以满足需要。

一般来讲,远闸高提可以增加窑底部的通风

量,就是通常所说的“远闸底风”。近闸高提能够增加整个断面的通风量,特别是窑顶部的通风量及边部的通风量。

热风闸主要是控制窑的余热风量大小,热风量大小与烧成带的通风量有密切关系。热风闸高提时,热风量增加,而烧成带及预热带的热风量会减少;热风闸降低时,热风管道内的通风量减小,则烧成带及预热带的热风量会增加。

(6) 控制中火,着重烧边火

中火少烧,边火多烧、长烧,以保证边部不出欠火砖。

(7) 焙烧三带控制

预热带保持6-7个窑室。焙烧带保持10排火眼,前火必须红亮,投煤即着火方可进入焙烧,后火必须不“清底”,焙烧温度950~1000,焙烧0压点位于保温带前端1-3排火眼,保温带必须保持5个窑室缓慢降温,切忌大放风急降温。

4 排烟闸阀的使用技巧

(1) 正确的用闸状态

焙烧排数恒定,整个坯垛断面火度均匀,火色基本一致,火行平稳,是焙烧正常的表现。如出现上部火快、底部火慢,应加高远闸,以加速底火前进,即所谓“远闸低风”。如出现上部火弱,后火又迅速清底,说明首闸太高,把焙烧带的火抽跑了,并使焙烧带两侧火速快慢不一和哈风前面的坯垛预热困难,火速减慢,甚至预热带无热量可用,无法预热,这时应适当调整首闸和第二闸阀,严禁首闸高提。

(2) 弯窑排烟闸阀的正常使用

弯窑里火行程短,外火行程长,焙烧中既要赶外火,又要稳住里火。为了使外火和里火到出弯窑时火锋齐,除在码窑方面采取措施增加里部阻力,减少外部阻力,以增加外火的通风量外,在排烟闸阀的使用方面应根据具体的火情灵活运用桥式闸或梯式闸。如里火稳,则用梯式闸(梯平),并兼顾外

火的进度;如果外火不足,则用桥式闸着重拉外火,并投煤加烧外火。尤其应注意的是要保证焙烧带最后一排的内边眼有返火,这是稳住里火,加快外火,用好弯窑排烟闸阀的必要措施。另外应尽量少提尾闸,以防火里凉得快。

在弯窑道上,只有首闸专抽外火,其余各闸抽力多指向内弯。所以在弯窑道上应适当近用首闸,强抽外火,以提高外弯火速。焙烧上弯道以前,按正常用闸,当焙烧带前火走到途中的线2,即距1号闸3-4排时才将1号闸关闭,此时2号闸最高,并随火的前进逐渐加高3号闸,同步下降2号闸,还应在其前方多提1-2个闸,然后逐渐降低3号闸,前火绕过弯道顶端即越过线4后,关闭3号闸,并恢复正常用闸。

(3) 特殊情况下排烟闸阀的正确使用方法

狂风暴雨时所用排烟闸阀应普遍下降,增大返火,同时减少投煤次数,增大投煤量,适当遮挡出窑端窑门,延长保温时间。

焙烧带出现大火,后火又足时可暂时提起近闸放火或揭开几排火眼盖吸入冷空气降温,以防倒窑。

遇停电无照明时投煤困难,应降闸蹲火,投粒度稍大的煤屑以保底火。

遇到倒窑时,排烟闸应远蹲,延长焙烧带,坍塌的火眼普遍投煤,多烧几排以作过渡。

点火时,暂用倒梯式闸,随着窑内温度升高逐步转换为顺阶梯式闸。

闭火时,在焙烧带停止加煤后将逐步降闸,使返火逐渐增大,确保产品质量,但必须注意末闸不能落死。

(4) 轮窑排烟闸阀的一般使用与调节

表2所列风闸的使用与调节的一般关系,系指在一般焙烧情况下,仅对风闸的使用与调节而言。

表2 轮窑排烟闸阀的一般使用与调节表

焙烧情况	正常用闸与调节方法	备注
常规焙烧用闸		
烧湿坯	用桥式闸或桥梯式闸,近用首闸	根据含水率高低调节用4-5个闸
烧干坯	用顺阶梯式闸或桥梯式闸,远用低用首闸	用5-6个闸
点火	短时间适当用倒梯式闸近用首闸	先用4个闸
超内燃焙烧	用桥式闸适当近用高用首闸	用6个闸
蹲火焙烧	首闸早落,距焙烧带8-10m,少用低用风闸	用4个闸
快速升温	短时用倒梯式闸	用4-5个闸
快速降温	适当近用高用首闸和提高2号闸	用5-6个闸

续表 2

焙烧情况	正常用闸与调节方法	备注
快速进排	前边多提闸,用平行满闸	用 5-6 个闸
快速烧成	远落闸(隔门落首闸)	用 6 个闸
看火用闸平衡火峰	外火好用梯平闸,内火凉用梯陡闸	
加快底部火速	加高远闸,即“远闸底风”	远闸高提可增加窑底部的通风量,用于上部火快,底部火慢时
加快窑顶部和边部火速	近闸高提可增加整个断面风量,特别是顶部和边部	
弯窑用闸	高用近闸。里火稳用梯平闸并兼顾外火,外火足用桥闸拉外火	
火行偏内	用梯平闸,拉外火,加烧外边火	
火行偏外	用梯陡闸,拉内火,加烧内边火	
底火重、上火弱	用梯平闸,拉底火	
底火弱、上火重	用梯陡闸,拉上火	
闸群远	用梯平闸	
闸群近	用梯陡闸	
烧干湿混装坯	首闸隔 8-10 排落,加强预热,火速不宜过猛	
焙烧异常时调闸		
倒窑	少用风闸,提高中闸或分次慢用风闸气流平稳	坯湿,烟气湿度大
火度大,过烧	提高用闸,多用风闸,或适当提高近闸	内燃高抽力不足
弯窑火行慢	提高出弯的近闸,加大抽力	码窑形式不合理
火度偏小	降低用闸,减少通风	内燃不足,炕腿稀,近闸近而高
上火飘,底火差	低用远闸近闸	风闸近而高,炕腿通风过大
上火小,底火大	降近闸,提远闸或减少用闸,削弱抽力	抽力过大,炕腿低而密
外边火和窑门火慢,火度小	远用近闸(至少落死一个,并降低用闸)	首闸高而近
焙烧带返火严重	提高风闸,多用风闸	
前火不跑,后火不保	远用近闸,必要时落闭近闸	炕腿过稀,风大,热值低降温快
五带不平衡,需蹲火	降低用闸,适当减少用闸	装出窑不及时,无风闸吊烧
烧湿坯,火不行	低用近闸,高用中间	坯未干透
底火极差,后火熄灭快	降低近闸,冷却带前的风闸略提一点截阻冷风	冷却带短,冷风流量大
提闸后引起返火	提高中闸,如遇少一道纸挡时,不提或低提无纸挡窑室,高提前风闸	少一道纸挡或预热带前端纸挡脱落或损坏。
底火泛白,上火弱	平用风闸,抽力重点拉底火	投煤过多,又多落窑底或风闸过长梯陡
暴风火情	降近闸提远闸,升降还原	暴风天气
火跑面,不走底,底火弱,火焰向前、向上,煤落底不起火苗	后火稳用梯平,后火弱用桥式闸	码坯上稀,坯湿,火眼不畅,投煤不落底
前黑后凉	调成梯平闸	高用近闸底火抽空或近闸应落而不落
后火不冷	移排进火落近闸,看前火顾后火,落近用降温	投煤多或热值高,进火落闸“关门烧”
中火不发	调用梯平闸	企图用外火强求进度,内燃未燃中温不升
大火倒窑	适当提近闸放火或全部高提,拉火向前	外投煤多或热值高
火跑面不下底	首闸迟落或前面增提 1-3 个闸,各闸高度一致	首闸落得过早或用闸数过少
窑温升不起	合理用闸,首闸适当压低	用闸过多,抽力太大
砖坯爆炸	短时间提起首闸或首闸和 2 号闸,使火缓行;用闸不能猛升猛降,尾闸提多少,则首闸落多少	坯太湿或首闸落得太迟,火速过猛
边火抢前后,弯排外边火落后	首闸迟落,用桥式闸排潮,引火外行	弯排首闸落远落早,用闸不当,排潮不匀,火行不平衡
出弯窑后直排外边火抢前	落余热闸,提前落首闸,合理控制前闸高度	首闸落迟,将火拉向外边,造成里火弱
被迫蹲火	落前闸,少用闸;提冷却带闸,使火缓行	因各种原因或为了升温
顶部经常欠火	落前闸,放返火烧顶部	前边用闸过多,或余热用闸过久

续表 2

焙烧情况	正常用闸与调节方法	备注
炕腿部分经常欠火	首闸落迟,到底火烧起来之后再落	用闸不当,火未拉下,或码坯稀、湿
哈风道进口部位欠火	落余热闸,压前闸,烧蹲火	提余热闸过久
顶部经常过火	提前闸 1-3 个,拉前火、压返火,返火适当迟烧,提相邻近的预热闸,使之对流降温	返火烧得过早
哈风边部过火	提余热闸,同时开其顶部火盖,对流降温,适时打开所提余热闸后边邻近的窑门	高温带余热闸提得过早,且其顶部火盖未同步揭开;提余热闸,但后边邻近的窑门未适时合理打开
下部经常过火	适时提余热闸,控制用闸时间	提余热闸过早、过久
进弯经常过火	在保证稳火进弯情况下,后边提 1-2 个余热闸散热,但不宜提得过快;过弯用桥式闸,并适当迟落首闸。	进弯时火行受阻,出现内边窑温升高
出弯经常欠火	前闸落死 1-3 个蹲火烧,后边适当增大返火,待达到烧成温度后,提起前闸,使火前进	用闸数太多,火行速度过快
坯垛倾斜、倒跨	适当压低首闸,烧返火,减少中部过火;当高温时,则在高温带后,边提 1-2 个倒闸,在保温带门边捅一个洞。	
靠近窑内半边砖坯向后倾斜	提倒闸 1-2 个,拉火烧外边,逐渐把火拉正;前闸落 1-2 个,降低内火速度;揭火盖,烧返火放热降温	用闸过多,火度不均,供氧过剩,内火猛升
前边火走得快,但达不到烧成温度	前闸落 1-3 个,提 1 个后闸,烧返火使之升温;达到正常收缩后,落死后闸,逐渐提前闸升温前进	用闸过多或门打得过近,热值低
出窑温度过高	在出窑排前 3-4 排提一个风闸散热	

国外墙体材料趋势

(1) 混凝土砌块 在美国和日本,建筑砌块已成为墙体材料的主要产品,分别占墙体材料总量的 34%和 33%。欧洲国家中,混凝土砌块的用量占墙体材料的比例约在 10%~30%之间。各种规格、式样、品种、颜色的砌块应有尽有,并制定了完善的混凝土砌块产品标准、应用标准和施工规范等。

(2) 纸面石膏板 美国是纸面石膏板最大的生产国。目前年产量已超过 20 亿 m²。其它石膏板生产量较大的国家有加拿大、法国、德国、俄罗斯等。在石膏原料方面,近年来,用工业废石膏生产的石膏板和石膏砌块产量猛增。

(3) 灰砂砖 产品和种类很多,从小型砖到大型砌块,每个生产企业产品规格多达十几种。灰砂砖以空心制品为主,实心砖的产量很小。砖的颜色有素色和彩色,能适合各种建筑的不同需要。灰砂砌块均为凹槽连接,具有很好的结构稳定性。除了用于外墙和内隔墙承重与非承重的灰砂砖及砌块外,还有灰砂地面砖、屋面砖、饰面砖和各种异型砖等。此外,还有轻质灰砂砖和灰砂板等。德国是灰砂砖应用比较多和使用量较大的国家,目前有灰砂砖厂 161 家,年产量 55 亿块左右,灰砂砖占砌筑墙体材

料总量的比例仅次于细土砖(41%)达 32%。灰砂砖产量较大的国家还有俄罗斯、波兰和其他东欧国家。

(4) 加气混凝土 俄罗斯是加气混凝土用量最大的国家,其次是德国、日本和一些东欧国家。加气混凝土的性能进一步向轻质、高强、多功能方向发展。在原料方面,加大了对粉煤灰、炉渣、工业废石膏、废石英砂和高强水泥的使用量,提高了加气混凝土的强度,降低了密度。法国、瑞典和芬兰已将密度小的 300kg/m³ 产品投入市场,该产品具有较低的吸水率和较好的保温性能。

(5) 复合轻质板 国外主要是在 70 年代以后才开始发展起来的,包括玻璃纤维增强水泥(GRC)板、石棉水泥板、硅酸钙板与各种保温材料(岩棉、矿棉、聚苯乙烯等)复合而成或单一板材组成的复合板。这些板材的生产线在国外并不很多,但每条线的生产量非常大,GRC 板生产线的年产量可达 350 万 m² 硅酸钙板生产线年产量可达 300 万 m², 钢丝网聚苯乙烯夹芯板生产线年产量可达 100 万 m² 以上。新的产品还在不断增加,如德国一公司新开发出的生态墙板(Eco-Panel)是一种轻质空心墙板,以水泥、石膏或石灰为原料,掺入一定量的纤维和外加剂,并可掺入高达 50%的粉煤灰、采用真空挤出成型,可作为承重或非承重墙板。

(伍 明)