

基于热能动力工程理论的工业炉燃烧过程优化与控制策略分析

杨永波

(绿色动力环保集团股份有限公司 广东深圳 518000)

摘要: 在现实生活中,热能动力转化应用众多,也是因为有了热能动力工程,才使得能量转化过程更加简单和高效,成本更低、更惠民。例如汽车、金属冶炼等。其中,工业炉的使用,就是基于热能动力工程理论,但这仅仅是热能动力工程的冰山一角。使用范围涵盖建筑行业、能源领域、交通运输领域等。但在使用中仍存在很多可优化和控制的地方,在此背景下,优化热能动力工程理论的工业炉燃烧过程就具有极大的意义。基于此,本文以热能动力工程理论的工业炉燃烧过程和控制为切入点,对其优化和控制策略展开讨论,以期能够为相关实践工作提供一定的借鉴和参考。

关键词: 热能动力工程;工业炉;炉内燃烧

前言:

我国社会的主要矛盾是人民日益增长的物质文化需要同落后的社会生产之间的矛盾。这句话也明确地给我们说出现阶段社会发展就是需要落实基础建设,丰富基础建设和完善基础建设。生活要进步,生活要提高。就必须对现行社会各项民生工程逐渐提高和加强!其中工业又是我国的支柱性产业,而工业又离不开冶炼等使用的工业炉,而能源有限,不容浪费。工业尚在发展进步中,因此,必须提高工业炉在现实中的实际使用高效性和控制及节能的优化。

一、热能动力工程概述

热能动力工程大致意思就是将其他能量转化为热能,将热能再次进行转化,从而为其他设备提供动力的一个专业性工程。热能在转化过程中,就伴随着其他能量转化,做功。其研究方面横跨多行业,多领域。例如机械工程、工程热物理等多种科学领域。其发展方向,多为电厂热能工程以及自动化方向、工程物理过程以及其自动控制方向、流体机械等,热能动力工程是现代动力工程的基础。主要需要解决的问题是能源方面的问题和使用效率的提高,热能动力工程对于我国的国民经济的发展中具有很高的地位。

二、影响燃烧过程的因素

(一) 燃料对燃烧过程的影响

1、燃料为固体。

固体燃料是生活中应用最多也是最普通的燃烧方式。例如火力发电厂通过燃烧日常产生的废物垃圾,燃烧产生热量,加热锅炉而产生动能,从而发电。固体可燃物必须经过受热、蒸发、热分解,固体上方可燃气体浓度达到燃烧极限,才能持续不断地发生燃烧。扩散燃烧可燃气体和空气分子互相扩散、混合,其混合浓度在爆炸范围以外,遇火源即能着火燃烧。燃烧过程中不断分解出CO和CO₂,这使得氧气在燃烧过程中无法接入和分离,阻碍了烧然,浪

费了燃料。

2、燃料为气体。

很大部分工业炉在燃料燃烧形式、燃烧时间这两方面存在很大问题,气体燃料具有燃烧面积大、燃烧扩散的特性。其在实际的燃烧过程中,空气与无焰燃烧区接触充分,燃烧的持续时间被延长,熄灭时间也被延长。燃烧过程还存在很多漏洞,燃烧过程中空气接触是否充分,也会受到燃烧装置的限制,当喷嘴火焰和空气充分结合时,火焰喷射频率会降低,如果持续处于高频率喷射频率状态,无法观测机构和燃烧情况,这就使得燃料使用量增加,效果达不到理想状态。

(二) 燃料特性对燃烧过程的影响

1、燃料着火温度。

物质不同,着火温度不同。着火是指某一物质在特定条件下开始正常燃烧的最低温度。控制不好温度,影响燃烧。

2、着火极限。

着火极限是指可燃物混合后能够着火燃烧的极限范围,这也取决于混合物种的混合物质。着火极限越高,热量越充分,越能发生高热。

(三) 燃烧方式对燃烧过程的影响

1、燃烧室内燃烧过程

为了促使燃料燃烧更充分,技术人员会通过增加炉内进风量,增加燃料与空气中氧气的混合比例,让这两者混合更充分,在同等条件下,更容易点燃,更容易燃烧充分,完成燃料的能量充分释放和利用。但该方法要求两者控制必须精确,时间和量把握精准,同时燃料要求也将更高,难以同时到达精准程度,不便于控制。

2、分层燃烧。

大部分固体燃料燃烧都是分层燃烧,分层燃烧的优势就是释放

能量稳定,能够起到很好地保证温度长时间一致的特性,也能够释放出更多的能量。但是通风时间计算必须精确,如果未按照要求时间通风,会产生大量有毒有害气体,同时也对燃料造成了浪费。

(四)工业炉对燃烧过程的影响

工业炉是完成能量转化的场地,可通过物料物理性能变化、物理性能改变和化学反应后,从而达到工业所需的要求的一种工艺设备。

1、工业炉热效率低

工业炉一旦开炉,投入生产过程中,不是因为特殊原因不会轻易停机,因为工业炉本身热效率很低,加热工业炉至合适温度都将由巨大的能源损耗,又加之其特殊结构,效率低下是工业炉的一个显著弊端。

2、易坏,修理次数多。

因其特性造就了其工作环境,一般工业炉都是长时间处于高温甚至高压的状态,在恒温恒压的条件下,炉内燃料残渣、原料残渣很容易就结成快转,依附于炉内壁,长时间后,壁内加厚,导致热量失衡,因此不得不对炉内进行系列维保,增加时间成本和经济成本。

表 1-1 工业炉与金属切削机床大修次数对比

设备名称	大修间隔期/年
燃料加热炉	0.8~1
热处理电阻炉	2~5
冲天炉	1
烘干炉	5~8
金属切削机床	8~12

3、维修费用高。

工业炉本身就是特定的一种工艺品,其特殊性也就造就了所使用的东西都是具有特殊性,因为需要承受长时间的高温,所有全部采用耐高温材料,如耐火材料、隔热材料和耐高温金属材料。本身就是价格较高的材料,加之维修频繁,因此,在维修中费用占比也就较高。

表 1-2 工业炉与金属切削机床大修费用对比

设备名称	型号规格	每次大修费用对比
室式煤气炉	1.8m ²	1.6
箱式电阻炉	RJX-45-9	1.8
井式气体渗碳炉	RJJ-60-9TG	2.4
车床	C162	1.0

4、耗能高。

工业炉是我国在工业生产过程中的最主要的设备,其能耗约占全国前几名,每年消耗的能耗占全国总能耗的 25%,生产中的用能大户。工业炉本身就是发热的一种设备,而自身又不具备发热的特性,所以就必须采用能量转化的方式,通过燃烧的方式,将其他能量转化成热能,因此,工业中消耗能源的主要设备就是工业炉。

(五)控制层面的影响

1、设备的控制。

当今社会,智能技术进步较快,人工智能更是发展迅猛。但在实际的应用中并不多,尤其是在工业方面应用更是少之又少,很多工业炉现在仍是采用的人力控制,燃料加注、空气进气量、增压保压时间等都是人工,这并不能做到绝对的精确,这也使得对炉子的控制失去绝对的意义。

额定容量(蒸发量) D_{e} (t/h)	单耗指标 A_{e} /(kg 标煤/t 标汽)		
	特等	一等	二等
≤ 2	≤ 125	$> 125 - 135$	$> 135 - 150$
2~4	≤ 120	$> 120 - 130$	$> 130 - 145$
4~35	≤ 115	$> 115 - 125$	$> 125 - 140$
> 35	≤ 110	$> 110 - 115$	$> 115 - 130$

2、人员素质。

不管是人力操作设备或是采用人工智能,这都对人员素质有着极高的要求。人员素质高,业务能力强,知识储备充足,操作过程中把控更精准。对待事情责任感较高,不会因为时间、地点或状态等因素对操作造成过多影响。

3、控制水平不足。

控制水平不足,导致控制 bug,从而产生资源、人力、物理的浪费。

三、燃烧优化办法与案例

(一)优化燃料形态

1、充分考虑燃料的热值和燃烧特性

极限界值选择适合的燃料,保证燃烧更充分,避免浪费。燃料的状态直接影响着燃烧的结果和热量释放的结果。如大部分工业炉的燃料会选择其他燃料,因为气体燃料能够更充分地与氧气混合,在点燃后能够更充分地燃烧。释放出更高的热值。

2、气体燃料供给

燃料供给一般是采用炉内直喷方式供给,在供给气体燃料的同时,充分考虑综合混合比例,如氧气和气体燃料的混合比为最佳,混合充分才会燃烧充分,热值释放也才会充分。气体燃料在供给的同时,会伴随着喷射或增压进入,经过喷射或加压后的燃料会形成雾化状态,在此过程中,能够充分混合氧气,增加燃料的燃烧比例,使得燃烧更加充分,热值更大可能地被释放。

3、燃料的选取。

燃料着火温度越高、极限温度越高,越是有利于炉内燃烧,不仅是能够更好地控制时间,而且这类燃料热量更高,更有利于工业炉的使用。每种不同的工业炉,其内部内衬结构和材料不同,对燃料的要求也有不同,如发电厂锅炉的燃烧,他仅仅是需要燃料燃烧,释放热量加热锅炉,产生蒸汽动力,那么,对燃料的要求就没有更高的要求。又如炼钢,炼钢对燃料的要求就要高,因为在炼钢过程中,越是清洁的燃料更好,热值越高越好。因为炼钢燃料燃烧加热炼钢原材料,最后再将其分离出来,故对燃料要求较高。

(二)改善燃烧方式,提升燃烧效率

1、燃烧室内燃烧。

该过程要求两者控制必须精确,时间和量把握精准,同时燃料要求也将更高,难以同时到达精准程度,不便于控制。可采用人工智能,将两者时间控制在最佳时机,提升效率,避免浪费资源。燃烧室内燃烧就意味着需要供氧,促使燃料进行燃烧。除了将时间控制在最佳状态以外,还需对其氧气和燃料的比例进行控制,混合充分再加压喷入,燃烧不仅充分,热量也会更高。

2、加强分层燃烧的时间控制

采用辅助设备和尾气处理设备,保障分层燃烧的特性利用起来。通风时间控制可采用智能单元控制,为防止设备异常,有毒气体释放,可采用尾气回收,净化处理,如化学反应法、三元催化法等。分层燃烧热效率一般可以提高 8%~12%左右,单位燃料可释放出更大热量。消除因重力作用造成的炉排进煤斗时而形成的两侧块多,中间煤粉多的不均匀给煤状态,达到均匀布煤并分层。热量分布均匀,实用性更强。故障率低,使原来烧损挡渣器、侧密封烧煤斗的现象从根本上消除。减少设备维修维护次数,提升产能。

(三) 改善优化工业炉对燃烧过程的影响

1、提升工业炉热效率,减少能量损耗。

节能目标责任制和管理岗位责任制,一人一责,落实到位。促进炉衬结构优化,炉衬在总能耗中,其散热和蓄热可以占到 30%~40%。筑炉材料具有高温、高强和轻质的发展趋势。合理地选择炉衬材料,炉衬结构进行优化,根据不同的工业炉用途选择不同的炉衬结构,就可以起到良好的节能效果。

2、改善炉子易坏情况,减少维修次数。

减少维修次数,提升生产量就是改善炉子使用状况。也应采取落实责任制,明确分工,同时,炉子建立健全炉子维保责任制度,炉子操作人员维保日常操练制度。精确掌握炉子状况,最佳时机保养,减少时间和材料的浪费。其次,工业炉内部在使用过程中极易造成腐蚀,防腐除了做到日常维护保养以外,还应增加防腐涂层。涂层固化后,就能在炉表面形成一层耐高温氧化,防腐,耐燃气冲蚀的高硬度涂层,涂层与基体的结合性能好,制备比较方便,能够很好地保护燃料工业,并延长其使用寿命。

3、做好炉子能效测试工作。

能效是为了更好地掌握炉子工作状态和判断异常的重要指标,做好该项工作,能够避免因为提前维保或更换材料导致维修成本增加。从事测试能效工作的人员因经常不定期进行能效测试相关方面的培训、考核。确保每个人员每次能效测试都掌握在最佳时间,从而减少因为材料和经济损失。

4、优化工业炉耗能情况。

改变燃料物理状态,可促进燃烧,燃烧越充分,释放热量越多,而达到最适温度所需燃料也就越少。选择高热燃料,同一单位不得燃料,因热值不同燃烧后释放的热量也不同,也能够减少燃料使

用量而达到所需温度。加强对锅炉燃烧过程的监控,控制过量空气系数在最佳值,避免空气过多或过少,使燃料充分燃烧。采用新型的燃烧技术,如采用低氧燃烧技术、富氧燃烧技术等,以提高锅炉的燃烧效率。合理控制炉膛温度,使燃料在炉内保持较长的停留时间,提高燃烧效率。选用高效节能的燃烧器,使燃料在炉内充分燃烧,减少燃料浪费。

(四) 促进控制水平的提高

1、实施控制水平提高

第一是进行燃料燃烧的充分控制。工业炉的控制通过计算机来完成,炉温的配比要合理、燃料供应量、燃料的量与空气的进气量都要合理控制,从而实现合理的配比燃料。对配比进行控制采用测量烟气中含氧量的方法;第二是对数学模型进行优化。要对数学模型予以合理优化,以达到对炉内的温度进行控制的目的,条件下利用数学模型把炉内温度控制为曲线,促使燃料在炉内的使用效率切实得到进一步提高。

2、增强人工智能的控制岗位。

人工智能控制精确度极高,相对于人而言人工智能就是终极目标,欲使在实际生产中,控制得更精确,可多采用人工智能,精益求精。自动化与效率提升:人工智能技术能够自动执行重复、繁琐和耗时的任务,从而提高工作效率。数据分析与预测能力,能够及时反馈准确数据,精确到每一点,同时也能够提前预测可能发生变化的因素,及时作出预判,避免生产中因数据不明确无法做出预判而导致损失。

3、加强人员素养培养

提供学习和培训机会,为作业人员提供专业知识培训和技能培训机会,帮助作业人员提升技能和素质。建立绩效奖金机制及良好的职业提升机制,从而提高作业质量。

四、结束语

综上所述,提高工业产业率,提升能源利用率,就是要发展能够高效率运行工业炉,充分掌握工业炉内的燃料和实际燃烧特性,就能提升其效率,优化其燃烧过程,科学地改进,保证热能的有效生产,有序地转化和输送热能,调配各种燃料,保证燃料充分燃烧,提高其整体生产效率,为了获得更好的锅炉燃烧效益,同时,还应增强员工的专业能力,为工业发展提供有效的帮助和实际的成效。

参考文献:

- [1]王秉铨.我国锻造工业炉的现状与发展趋势[J].工业加热,2002(1).
- [2]王圣康.热能动力工程炉内燃烧控制技术的运用[J].设备管理与维修,2018(8):173-175.
- [3]吴敬建.热电厂CFB锅炉DCS及智能控制的应用研究[D].山东:济南大学,2009.