

第26章 常用工业炉调整

曾正明 龚楚明

第1节 工业炉的调整与烘炉

工业炉制造安装完毕,或是经过大修改造之后,能否达到生产工艺要求;工业炉在日常生产过程中经常会发生一些故障,需要及时组织排除,所有这些都需要有严密的调整工作。

工业炉调整内容如下:

1) 烘炉:凡新建、大修、改装后的炉子,在投产前都必须经过烘炉。烘炉操作要严格按照规定的升温曲线进行。

2) 技术性能鉴定:新建或大修后的炉子一般都要经过技术性能鉴定,检查炉子的主要技术参数是否达到设计要求,能否满足生产工艺。

3) 排除设备故障:在炉子发生故障的调整工作中,可用目测或仪器测定,找出炉子不正常工作的原因,正确判断,提出排除故障的办法,并组织故障的排除工作,以达到正常运行。

4) 设备定期检查:为了保证连续生产、能源消耗合理和安全生产,一般对精密、大型、稀有、关键炉子设备需要进行定期检查。

5) 建立调整档案:调整工作完毕后要写出书面报告,提交有关单位和存档。炉子调整试验技术资料的积累是一项很重要的工作,不仅使设备有实际技术状态的记录,它对炉子设计、维修、改造也

是重要的参考资料。

6) 制订安全操作规程:炉子的不正确操作容易造成大量废次品,对产品质量影响很大。在炉子操作上不安全因素较多,因此,必须制订保证质量和安全的操作规程,并要求严格遵守,以避免不必要的损失。

(一) 工业炉的调整方法

一般来说,工业炉的调整方法分为3步,即观测状况、分析判断和排除故障。

1. 观测状况

观测工业炉的技术状况,可以采用目测和仪表两种方法。目测的方法比较简单,但必须有丰富的经验。仪表测量要有一定的设备条件,但可获得较精确的数据,减少盲目性。在工业炉的调整工作中,目测经常用于处理临时性紧急故障以及常发性一般故障,这样可以大大减少影响生产的时间。

(1) 通过感官测定 是工业炉调整的主要方法之一。

1) 目测温度:目测炉墙、金属的颜色,可以判断出炉膛温度和金属加热温度(表26-1-1)。但在目测时要注意炉子外部光线的不同情况:如在阴暗的情况下,观察的火色会比实际亮些;如在光线充足的情况下,观察的火色会相对地暗些。一般有经验的人,目测温度的误差不大于 $\pm 20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

表26-1-1 金属在不同温度下的火色

颜色名称	加热温度 ($^{\circ}\text{C}$)	颜色名称	加热温度 ($^{\circ}\text{C}$)
暗 褐 色	530~580	淡 红 色	830~900
赤 褐 色	580~650	桔 黄 色	900~1050
暗 红 色	650~730	深 黄 色	1050~1150
暗樱红色	730~770	淡 黄 色	1150~1250
樱 红 色	770~800	黄 白 色	1250~1300
亮樱红色	800~830		

2) 目测火焰的颜色, 可以判断烧嘴工作时空气量供给的情况; 不足、适当、还是过大。火焰的颜色与燃料的性质有关, 不同的燃料燃烧时, 其火焰颜色略有区别, 见表26-1-2。燃油时各种火焰的情况分析见表26-1-3。

表26-1-2 各种燃料燃烧时火焰颜色与空气量的关系

燃料名称	火焰颜色	空气量状况
发生炉混合煤气(含氢量较高)	蓝色火焰无力, 有飘浮现象	不足, $\alpha < 1$
	蓝色火焰较长	不足, $\alpha < 1$
	蓝黄色火焰	稍不足, $\alpha < 1$
	黄色火焰有力	适当, $\alpha = 1.02 \sim 1.05$
油煤气(含氢量较低)	黄白色火焰	过大, $\alpha > 1.05$
	蓝黄色火焰, 有飘浮现象	不足, $\alpha < 1$
	浅黄色火焰, 有力	适当
油	黄白色火焰	过大, $\alpha > 1.05$
	暗红色火焰, 有黑烟	不足, $\alpha < 1$
	淡橙色火焰, 有力	适当
	黄白色火焰	过大, $\alpha > 1.25$

3) 目测烟气, 可以判断燃料的燃烧情况, 见表26-1-4。

4) 用手触摸炉壳, 可以判断炉子的隔热情况。一般高温炉的炉壳温度如不高于70℃, 则认为隔热情况良好。当手触摸炉壳时, 如烫得马上缩回, 则说明炉壳温度已超过70℃。一般低温炉的炉壳温度应不高于40℃, 当手触摸炉壳感到温和而略高于人的体温, 说明隔热情况良好。

5) 用手触摸冷却水以估计水温的高低(见表26-1-5)。一般冷却水的出口温度应控制在50~60℃之间。

6) 目测油的粘度。油的粘度是随油的温度而改变的。温度高, 粘度小; 温度低, 粘度大。油的粘度在5~8°E时, 用在低压油嘴上一般有利于燃烧。知道了油的牌号, 用手触油管温度或看油的流动性能大致辨别出油的近似粘度(表26-1-6)。

7) 目测压力和流量:

① 观察炉前煤气压力。煤气压力与流量是正比关系。压力大流量也大, 压力小流量也小。当炉膛温度达不到工艺要求时, 观察现场运行的压力表, 如煤气压力低于额定压力, 供热能力就达不到

表26-1-3 燃油时各种火焰的情况分析

油嘴着火情况	原因分析	处理方法
火焰白橙光亮, 不模糊, 有力	1. 油嘴良好, 位置适当 2. 油、风配合良好 3. 调风器使用正常, 燃烧强烈	燃烧良好
火焰暗红	1. 雾化片质量不佳或孔径太大, 安装油嘴位置不当 2. 风量不足 3. 油温太低 4. 油压太低或太高	1. 检查雾化片, 调整油嘴位置 2. 增大风量 3. 提高油温 4. 调整油压
火焰紊乱	1. 油、风配合不佳 2. 油枪角度及位置不当	1. 合理调整风量 2. 调整油枪角度及位置
着火不稳定	1. 油枪与调风器位置配合不良 2. 油嘴质量不佳 3. 油中水分过多 4. 油嘴油压不稳定	1. 调整油枪与调风器的位置 2. 检查并更换油嘴 3. 与泵房联系解决 4. 调整油压
火焰中放蓝花	1. 调风器位置不当或油嘴周围结焦 2. 油嘴孔径太大或各接缝处漏油	1. 调整调风器或打焦 2. 检查并更换油嘴
火焰中有回火及黑烟	1. 油嘴与调风器位置不当 2. 油嘴周围结焦 3. 风量不足 4. 炉膛温度太低	1. 调整油嘴与调风器的相对位置 2. 打焦 3. 调整风量 4. 不应长时间低负荷运行
火焰中有黑线条	1. 油嘴质量不佳, 局部堵塞或雾化片未压紧 2. 风量不足	1. 清洗或更换油嘴 2. 调整风量

表26-1-4 各种燃料燃烧情况与产生烟气的关系

燃料名称	烟气情况	燃烧情况
煤及油	1. 冒黑烟, 有烟良 2. 烟呈灰白色, 浓淡适当 3. 烟色淡白	1. 空气量过少, 燃烧情况不佳 2. 燃料与空气配比适当, 燃烧良好 3. 空气量过大
煤气	炉外或烟囱仍有较长火焰, 并有臭味	燃烧情况不好, 空气量不足

表26-1-5 触觉与水温对照表

手 感 觉	水温 (°C)
温 和	36~40
有 点 热	45~50
烫 手	60~65
非常烫手	70~75
手接触后马上缩回 (有热气)	80~85

表26-1-6 触觉与油粘度的对照表

名 称	牌 号	温 度 (°C)	粘 度 (°E)	手 感 觉
轻柴油		常 温		同室温
重 油	20	69~80	≥5	烫 手
	60	80~89	≤11	非常烫手
	100	80~95	≤15.5	碰上缩回
	200	100~105	≤5.5	泼水沸腾

设计能力,造成炉膛温度低,大多数情况是由于管道积水或焦油堵塞等引起的。

② 观察油嘴前油压。炉子在运行中必须保证最低额定油压。当观察到燃烧情况不好,供油量不足而引起炉膛温度低,则油压不足就有可能存在。为此应首先检查过滤器、加热器、截止阀、管路等有无堵塞现象,回油阀开启度是否太小。

③ 观察炉膛气流及压力情况。在炉底要求微正压的炉子,一般看炉气在炉门口底处微微往外溢出为适宜。若在炉门口大量喷火及燃烧,说明燃料消耗量过大及烧嘴工作不良。调整炉压的方法,首先是调整烧嘴及烟道闸板。而烧嘴的位置和角度不合理、排烟口堵塞或太小,也会使炉门口喷火。炉底气压是否在 ± 0 状态,在较难判断时,可用薄纸条放在炉门底部开启的小缝隙处,当纸条吸入炉内,说明冷空气吸入炉内,证明在这部位炉内是负压。为了清楚观察炉膛气流情况,在冷炉开始点炉时观察更容易发现问题。但要注意炉温不一样,则炉膛压力也不一样。

④ 观察风压和风量。有鼓风机的炉子,鼓风机应能满足炉子最大供热需要的风压和风量,使其燃料能得到充分燃烧。当观察到烧嘴或油嘴的工作恶化,要观察风管系统是否合理布置、插板阀开启度、鼓风机型号及实际出力是否相符。要注意鼓风机转速对风压和风量的影响。

8) 目测设备状况:

① 观察换热器工作情况。煤气换热器有泄漏

时,煤气从换热器漏出,使环境污染造成危害和浪费,如引起燃烧,会使换热器温度增高而烧坏,一般用肉眼能观察到。当空气换热器有泄漏时,如采用喷射式烧嘴的炉子,烟气能吸入换热器的空气通道中,使预热空气中含氧量相应减少,烧嘴工作恶化。同时,由于漏入高温烟气而使空气预热温度过高。当预热温度过高时,往往存在着某些故障,要引起注意。

② 观察煤气烧嘴的工作性能。煤气在一定额定压力下,压力升高或降低,使吸入的空气量也按比例随之增加或减少,而过剩空气系数始终保持在理想状态,这样不用手动调节空气阀就能保证正常燃烧,说明自调性能良好。喷口离烧嘴混合管的距离过深过浅都会影响吸入空气量,影响烧嘴的自调性能。但其他低压煤气烧嘴的调节,必须对煤气阀和空气阀同时进行调节。

③ 观察油嘴的工作性能。油嘴的工作性能可用目测火焰的办法来确定。良好的火焰,不应有亮点和黑点,要避免大量冒黑烟和烟点。因此要注意在一定油压风压范围内使油嘴雾化性能良好,得到充分燃烧。

9) 目测加热工件。通过目测加热工件,同样可了解到炉子工作好坏,操作是否合理。如锻造炉,在高温下,金属表面层与炉内氧化气氛起化学反应就生成氧化皮,造成金属的烧损。烧损的主要原因与金属成分、炉气成分、加热温度及加热时间等有关。

(2) 使用仪表测量 仪表测量要正确操作和合理选定测量位置,如负压区域测温,仪表的伸入口必须严密,防止冷空气渗入,造成误差;安装流量孔板要注意管道直线段;气体取样时要防止空气混入等。测量项目、位置及采用仪表见表26-1-7。

2. 分析判断

判断炉子产生故障的原因是炉子调整中甚为重要的关键。在判断炉子故障时,对下列3种炉子类型要注意区别。

1) 新设计投产的炉子:采用新技术、新结构、新材料的炉型,由于缺乏实际经验,往往在设计、制造、安装中存在问题较多。

2) 大修时改装的炉子:产生的问题往往与改装内容、制造、安装质量有关。

3) 正在生产中的炉子:正在生产中的炉子发生故障时,主要与日常维修、不按计划大修或操作不

表26-1-7 测量项目位置及采用仪表

测量项目和位置	采用仪表	测量项目和位置	采用仪表
(1) 温度测量		(2) 压力测量	
① 换热器前空气(室温)	水银温度计或室温自动记录仪	④ 混合气	U形水柱压力计
② 换热器后空气	EA热电偶, EA补偿线UJ-32	⑤ 煤气进口	U形水银柱压力计(低压烧嘴用U形水柱压力计)
③ 换热器前煤气	水银温度计	⑥ 烧嘴前煤气	U形水银柱压力计(低压烧嘴用U形水柱压力计)
④ 换热器后煤气	同②	⑦ 换热器前烟气	微压计
⑤ 换热器前烟气	EU热电偶, EU补偿线UJ-32	⑧ 烟道烟气	微压计或U形水柱压力计
⑥ 换热器后烟气	EU热电偶, EU补偿线UJ-32	⑨ 炉膛炉气	微压计或U形水柱压力计
⑦ 炉膛	电位计或手提式毫伏计	⑩ 油压	弹簧压力表
⑧ 金属	光学高温计或铂铑-铂(LB-3)	(3) 流量测量	
	热电偶, 铂铑-铂补偿线 UJ-32	① 煤气	流量孔板或浮子式流量计
	电位计或LB手提式毫伏计	② 空气	风速表或比托管、微压计测定动压
⑨ 耐火砖与绝热砖间	光学高温计或铂铑-铂(LB-3)	③ 冷却水	量桶、秒表
	热电偶, 铂铑-铂补偿线 UJ-32	④ 油量	油量计或油标尺
	电位计或LB手提式毫伏计	⑤ 烟气	比托管、微压计测定动压
⑩ 炉顶、炉外壁表面	同②	(4) 气体分析	
⑪ 冷却水入口	表面温度计	① 煤气成分发热量	半自动全分析仪
⑫ 冷却水出口	水银温度计	② 烧嘴混合气体	同上或奥氏部分分析仪
⑬ 加热器前油温	水银温度计	③ 炉膛炉气	同上或奥氏部分分析仪
⑭ 加热器后油温	水银温度计	④ 换热器前烟气	同上或奥氏部分分析仪
⑮ 喷嘴前油温	水银温度计	(5) 生产率	
(2) 压力测量		统计毛重单位时间加热数	测定炉子和锻压设备有效工作时间
① 换热器前空气	微压计或U形水柱压力计	(6) 金属烧损率	
② 换热器后空气	微压计或U形水柱压力计	加热前后称试样重量	天平
③ 空气阀前空气	U形水柱压力计		

当有关。

判断时尚须从加热工艺上, 有加热炉、热处理炉、烘干炉等特点区分; 从热源上, 有固体、气体、液体燃料和电热等特点区分; 还要注意操作人员的熟练程度。

下面对煤气炉“炉膛温度低, 升温时间长, 达不到工艺要求”的一例, 作判断分析:

1) 煤气发热值低: 当数台炉子同时生产时, 只有其中的一台炉子炉温低, 就不一定是燃料发热值的原因。如果数台炉子普遍炉温较低, 而煤前煤气压力又正常, 一般可认为是煤气发热值低所造成。当只有一台炉子进行调试时, 通过煤气分析、核算及炉子状况也可确定发热值问题。新建炉子可能是煤气发热值选择偏低, 现生产炉子则可能是煤气供应单位发生故障。

2) 过剩空气系数调节不当: 气体燃料过剩空气系数 α 应控制在1.02~1.05, 液体燃料 α 控制在1.15~1.25, 固体燃料 α 控制在1.2~1.5。大于上

述数据, 会增加烟气带走的热损失, 小于上述数据, 会产生化学不完全燃烧的热损失。判断过剩空气系数的大小, 主要是目测火焰和烟气的颜色, 或分析煤气、烧嘴中混合气以及烟气的成分。此外, 从加热工件的氧化情况也可作为判断的依据。

3) 管路、换热器、烧嘴等处积水、堵塞: 这种现象经常发生在现生产的炉子, 主要是维护不及时或煤气中的水分、焦油含量突然增加而引起。通常压力降低, 多数是煤气总管有堵塞现象。如个别炉子炉温低, 则属于局部堵塞的可能大。

4) 烧嘴配制能力小: 这会引起供热量不足, 不能达到需要的炉温, 而且升温缓慢。一般新建的炉子容易出现这种现象。在各种技术参数正常的情况下, 判断供热量是否足够, 要进行核算。

5) 炉子热损失大: 炉子开口多, 隔热层差, 散热量就大, 这也是造成炉温低的因素。

就是这样一步一步地进行分析判断, 直至找出真正的原因。

3. 排除故障

一旦炉子出现故障后,要求及时、准确的进行排除。为了达到此目的,可从以下几方面着手。

1) 操作不正确产生的故障:一般只要判断正确,同操作人员分析故障原因,从操作上予以改正,即可很快解决。

2) 维修不及时产生的故障:如因管路或烧嘴积水、积灰、积焦油、漏气等而引起的故障,要建立定期的维修制度,就能防止故障的产生。

3) 结构不合理产生的故障:设计结构不合理,不论如何调整,均无法克服缺陷,也不能达到图纸上所规定的技术参数,需经修改设计后方能解决,解决的周期一般较长。

4) 制造、安装质量不好产生的故障:没有按图施工必然会引起故障,所以每当炉子制造安装完毕后应按图进行质量验收。严重者应进行返工,以保证达到质量要求。

(二) 烘炉制度

通过烘炉,可以对炉子的供热、空气循环、水冷系统、传动装置以及炉子工作温度进行一次考验,以便满足生产要求。同时,通过烘炉,又可以对于炉子的制造或修理质量进行一次最现实的检查。

1. 烘炉前的准备

烘炉前必须做好下列准备工作:

1) 炉膛内部和烟道彻底清扫干净,要做到无碎砖、木块、尘土以及其它杂物遗留在内。

2) 炉子各部分必须经过全面检查,特别是烟道、燃烧系统、冷却系统以及炉膛等,对传动机构要进行试运转和调整。待检查合乎技术要求后,方可允许烘炉。

3) 检查各种阀门是否灵活好用,检查炉子砌体,特别是炉拱是否有异常现象。

4) 烘炉前,炉子骨架上的所有纵横拉杆是否焊牢,或其螺帽都应拧紧。

5) 根据炉子的具体情况,应由专人制订烘炉操作规程、烘炉升温曲线及注意事项。

6) 如本炉所用燃料不便于烘炉时,则在烘炉前应另行添设临时加热装置。

2. 烘炉曲线

烘炉时必须遵守的升温速度、保温时间以及用时间-温度来表示的图表称为烘炉曲线。

(1) 烘炉的三个阶段:

1) 水分排出期。炉子升温从0~200℃是泥浆中的水分以及砌体内的部分潮气的排出期,这时必须打开炉门。同时,在200℃时要保温较长的时间,以保证水分的充分排出。

2) 砌体膨胀期。从200~600℃期间,是砌体开始膨胀及膨胀变形期,这时应缓慢升温。如果升温快,往往容易因砌体急剧膨胀而产生裂纹、损坏,特别是硅砖或铬镁砖,则膨胀更为严重。在此期间更应注意升温速度,一般建议升温速度不超过50℃/h。

3) 保温期。在600℃以上可随炉子工作温度的不同而确定升温速度和保温时间,每升高100~200℃,也应适当保温一段时间,过急往往易于损坏砌体。

(2) 影响烘炉曲线的因素:

1) 烘炉时间的长短与炉子大小、耐火材料性能、修炉季节及施工方法等有关,如厚度大的砌体所需时间比厚度小的砌体长;硅砖砌体比耐火粘土砖砌体长;冬季施工的砌体比夏季施工的砌体长(长10%~20%);耐火混凝土砌体比耐火砖砌体长。总之,炉子越大烘炉时间就越长,但最小的炉子,其烘炉时间也不应低于20h。

2) 烘炉升温速度主要取决于砌体的热膨胀情况,如一般耐火粘土砖、高铝砖的砌体可按25~50℃/h的升温速度升温,耐火混凝土的砌体可按10~20℃的速度升温。

3) 烘炉的保温温度和保温时间,主要取决于砌体水分(游离水和结晶水)的排出和砖的晶型转化的胀缩情况。

(3) 火焰炉的烘炉时间及烘炉曲线:

1) 火焰炉的烘炉时间见表26-1-8。

表26-1-8 火焰炉的烘炉时间表

炉子名称	炉底面积 (m ²)	烘炉时间 (昼夜)
加 热 炉	<1.5	1.5~2
	1.5~2.5	2~3
	2.5~5	3~3.5
	5~10	3.5~4
热 处 理 炉	3~5	3
	6~7	4~6
	7~10	6~7
烘 干 炉	炉膛容积<30m ³	1~3
	20~50m ³	3~4
	50~100m ³	4~5

注:表内数据适用于夏季施工,冬季施工的炉子,其烘炉时间应延长10%~20%。

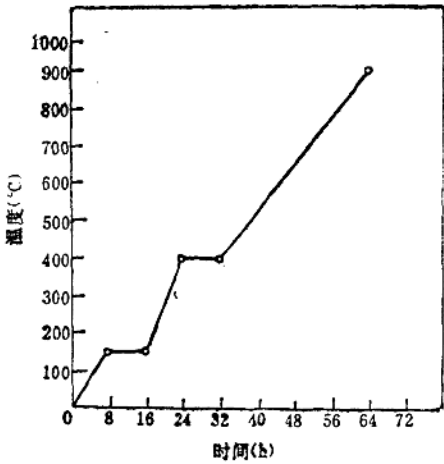


图26-1-1 室式、眼孔式、开敞式加热炉
(炉底面积 $<2.5\text{m}^2$)的烘炉曲线

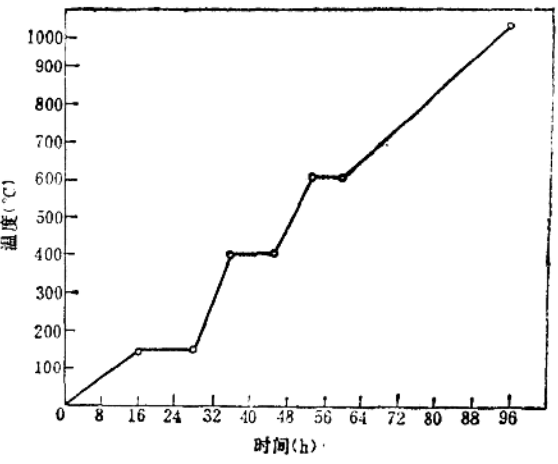


图26-1-2 双室式、半连续式、台车式加热炉
(炉底面积 $<9\text{m}^2$)的烘炉曲线

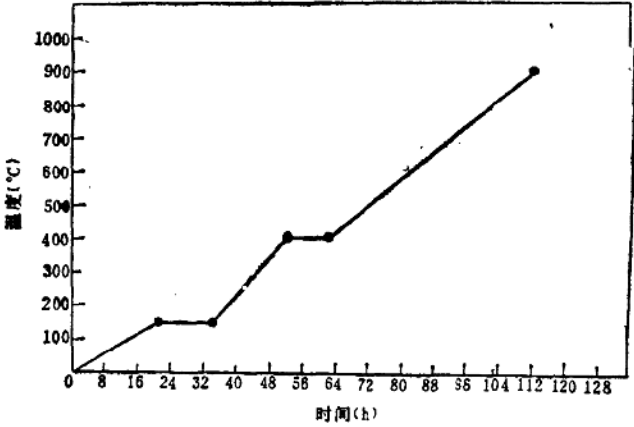


图26-1-3 淬火、回火、正火热处理炉(炉底面积 $<10\text{m}^2$)的烘炉曲线

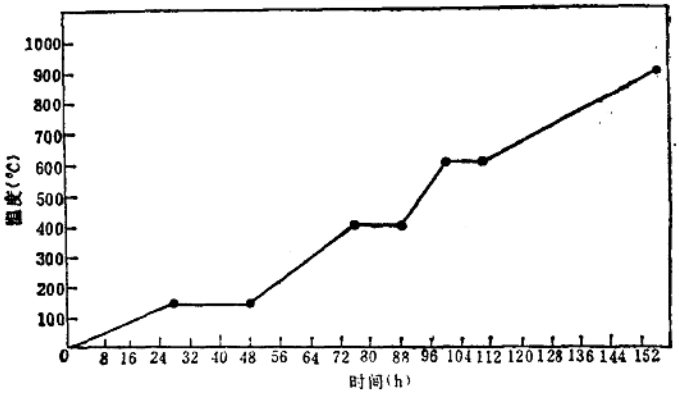


图26-1-4 退火、回火、罩式热处理炉(炉底面积 $>10\text{m}^2$)的烘炉曲线

2) 火焰炉的烘炉曲线, 参考图 26-1-1、图 26-1-2、图 26-1-3 和图 26-1-4。

(4) 电阻炉的烘炉时间及烘炉曲线:

1) 电阻炉的烘炉时间见表 26-1-9。

2) 电阻炉的烘炉曲线, 参考图 26-1-5、图 26-1-6、图 26-1-7 和图 26-1-8。

3. 烘炉注意事项

烘炉过程中要尽量使温度的上升和分布保持均匀, 仔细观察砌体和金属部件的膨胀情况以及拱顶的变化情况, 出现问题, 及时处理。一般情况下, 炉膛的烘炉是在烟囱和烟道烘烤之后进行的。对于多段式或多室式炉子, 应在各段或各室内同时加热, 但应注意温度均匀。

用煤气烘炉操作简便, 容易控制升温速度, 因

此, 有条件时要尽可能采用煤气烘炉。当不能用煤气时, 燃煤炉子可用木柴或直接用煤在燃烧室烘炉升温; 燃油炉子先在炉膛内用木柴或煤烘炉, 至炉膛温度能使油嘴稳定燃烧后, 再换用油燃烧升温。

烘炉时应注意下列事项:

1) 用煤气或油烘炉时, 如炉子较大, 燃烧器较多, 一般只点燃少量煤气烧嘴或油嘴即可, 必须定时轮流更换, 以免局部过热。

2) 带有换热器的炉子, 烘炉时应控制换热器前烟气温度, 必须低于换热器的允许工作温度。

3) 烧嘴或油嘴点火时应打开炉门和烟道闸板。如果点火一次未点燃, 应先将炉内烟雾排尽, 才能再次点火, 否则容易引起爆炸。

4) 测定炉内各主要部位的温度, 使其与规定

表 26-1-9 电阻炉的烘炉时间表

名 称	型 号	炉膛温度 (°C)	升温速度 (°C/h)	烘炉时间		备 注
				升温时间 (h)	保温时间 (h)	
箱式电炉	RJX型	20~150	25	5	10	400°C以下打开炉门, 400°C以上关闭
		150~350	30	7	8	
		350~600	50	5	4	
		600~800	50	4	3	
井式渗碳炉	RJJ型	20~150	25	5	8	400°C以下将炉罐垫起20~300mm; 切断风扇。400°C以上放下炉罐、炉盖, 启动风扇
		150~350	30	7	6	
		350~650	50	6	4	
		650~900	50	5	3	
井式回火炉	RJJ型	20~150	25	5	6	400°C以下升起炉盖, 切断风扇。400°C以上放下炉盖, 启动风扇
		150~350	30	7	4	
		350~650	50	6	3	
坩埚盐浴炉	RYD型	20~150	25	5	8	烘炉前应把坩埚提起20~30mm
		150~350	30	7	6	
		350~650	50	6	3	
		650~850	50	4	3	
推杆式电炉	RJT型	20~120	25	4	10	烘炉升温时, 启动风扇, 打开炉门。400°C以上关闭炉门
		120~200	20	4	12	
		200~400	50	4	24	
		400~500	25	4	6	
		500~600	25	4	6	
		600~700	25	4	18	
传送带式电炉	RJC型	20~120	25	4	10	烘炉时取下底板、炉门。400°C以上装上底板、炉门, 启动传送带
		120~200	20	4	12	
		200~400	50	4	14	
		400~600	25	8	8	
		600~700	25	4	6	
		700~850	25	6	4	

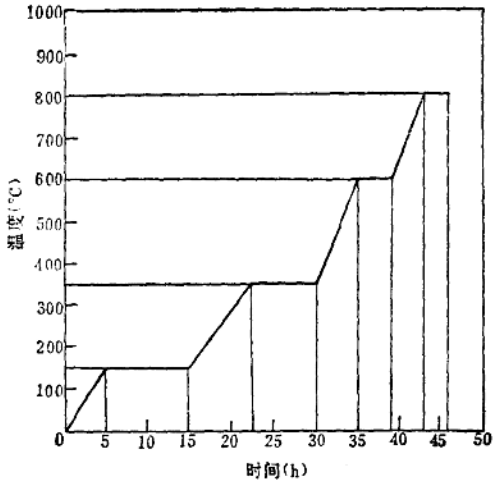


图26-1-5 RJX型箱式电阻炉烘炉曲线

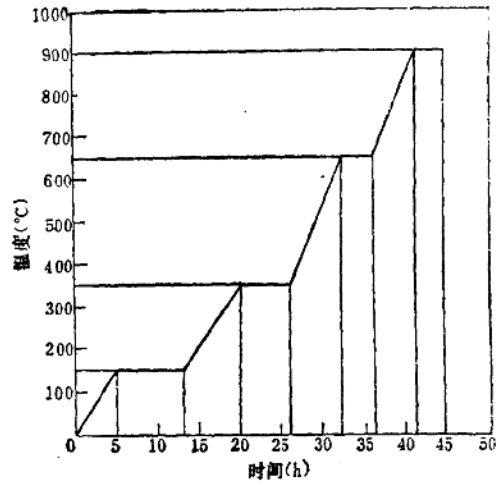


图26-1-6 RJJ型井式渗碳炉烘炉曲线

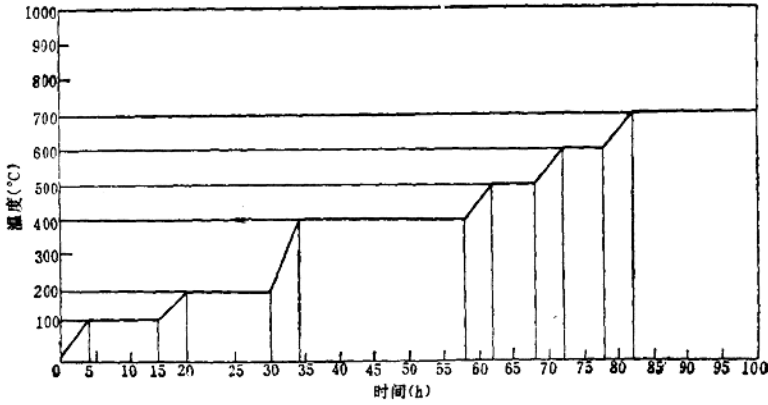


图26-1-7 RJT型推杆式电阻炉烘炉曲线

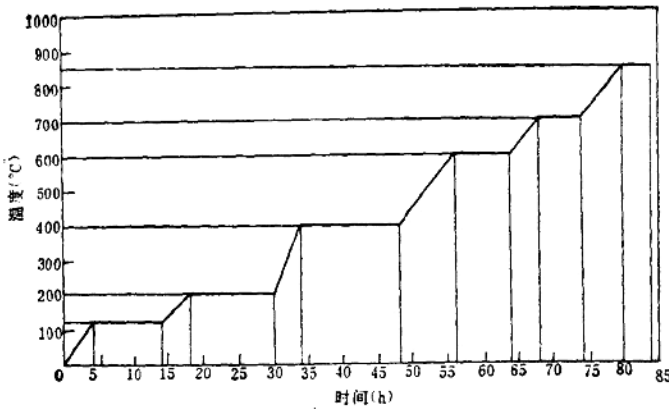


图26-1-8 RJC型传送带式电阻炉烘炉曲线

的烘炉温度一致,利用改变燃料用量和炉膛压力来控制升温 and 保温时间。如果炉温低于预计温度很多,必须缓慢升温,不允许作大幅度快速升温。

5) 烘炉过程中必须经常注意温度、压力情况和管道系统。随着砌体的膨胀,及时调整钢架上的拉杆螺栓。

6) 烘炉前必须将炉门或炉盖打开,待炉温升至400℃时,关闭进出料炉门或炉盖。

7) 炉子如有水冷冷却系统,当炉温升到300~400℃时,即开始供水,控制出水温度不要超过50℃。

8) 机械化炉子的烘炉,当炉温达到400℃以上时,必须使机械(如传送带、辊子等)运转,以免局部过热。

9) 带有风扇的炉子,炉温升到400℃时,风扇必须投入运转。

10) 带有炉罐或坩埚的电炉,烘炉前必须将炉罐或坩埚垫起20~30mm,并在其上面临时加盖。

11) 送电前应检查炉体对地电阻,当电压为500V时,其对地电阻应大于0.4Ω。

12) 炉子送电后,应经常观察电阻丝或电阻带的工作情况,是否有局部过热现象。

13) 在烘炉过程中应按时记录炉温,密切注意砌体的情况。如因水分来不及逸出,受热不均和体积膨胀过快而产生变形或损坏时,必须及时采取相应措施。

14) 炉子砌有红砖时,最好在烘炉之后再行勾缝。

4. 耐火混凝土炉衬的烘烤

耐火混凝土中含有大量的游离水和结晶水,前者在100~150℃的温度下大量排出,后者在300~400℃的温度下析出。根据水分排出时的温度,一般在150℃和350℃保温,考虑到厚度方向传热的阻力,在600℃再次保温,以利于水分充分排除。耐火混凝土砌筑的炉子的烘炉曲线列于表26-1-10。

耐火混凝土在烘烤过程中很易发生爆裂,所以烘炉时必须注意下列事项:

1) 常温~350℃阶段,最易引起局部爆裂,要特别注意缓慢烘烤。如在350℃保温后仍有大量蒸汽冒出,仍应减缓升温速度。

2) 在通风不良、水汽不易排出的条件下,要适当延长保温时间。

3) 当用重油烘烤时,要严防重油喷在砌体表

表26-1-10 耐火混凝土
砌筑炉体的烘炉曲线

温 度 (℃)	耐火混凝土砌体厚度 (mm)					
	<200		200~400		>400	
	升温 速度 (℃/h)	保温 时间 (h)	升温 速度 (℃/h)	保温 时间 (h)	升温 速度 (℃/h)	保温 时间 (h)
室温~150	20	24	15	32	10	40
150~350	20	24	15	32	10	40
350~600	20	16	15	24	10	32
600~使用温度	35		25		20	

面,以防局部爆裂。

4) 当用木柴烘炉时,直接接触火焰处往往造成局部升温过急,应加以防护。

5) 对新浇捣的耐火混凝土,至少要停放3天后方可进行烘烤。

此外,耐火混凝土砌筑的炉体的冷却也应缓慢,避免强制通风。

在烘炉过程中耐火混凝土会发生爆裂,其主要原因是:在耐火混凝土拌制过程中,需加入必要的水或其它液体胶结剂,水硬性耐火混凝土还需浇水养护等,因此,在已硬化的耐火混凝土中含有较多的水分。另外,耐火混凝土在成型过程中,气体不易排除,形成较多的封闭气泡,破坏了耐火混凝土的毛细结构;又由于成型时拌和物泛浆,使耐火混凝土表面形成较致密的硬壳,因此,耐火混凝土内的水分也不易排除。据计算,一定量的水如变成同重量的100℃蒸汽,则体积膨胀近1700倍。耐火混凝土如升温过快,单位时间内产生的气体太多而来不及排除时,耐火混凝土内将产生很大的张力,如超过其抗拉强度,即会开裂;如果两者相差特别悬殊时,则可能剥落,甚至爆裂。

5. 烟囱的烘烤

烘烤烟囱的目的:一是驱除烟囱砌体中的水分,使之充分干燥;二是提高烟囱的温度,使之具有一定的抽力,适应烘炉的需要。新建的烟囱在使用前一般都要进行烘烤。冬季施工的烟囱在砌完后,应立即烘干。

确定烟囱烘烤的连续时间,其依据有4项:

(1) 烟囱高度 烟囱越高,烘烤时间越长。如有内衬的砖烟囱,其高在40m以下,烘烤时间为4昼夜;若高100m以上,则需10昼夜。

(2) 施工季度 冬季施工的烟囱, 其烘烤时间一般要比夏季施工的增加50%左右。

(3) 烟囱结构 有内衬的砖烟囱, 其烘烤时间比无内衬的, 一般要增加一昼夜。

(4) 烟囱材料 有砖烟囱和钢筋混凝土烟囱之分。在条件相同的情况下, 砖烟囱的烘烤时间比钢筋混凝土烟囱的一般要增加50%左右。

烟囱烘烤的方法, 一般是在烟道或烟囱底部烧火柴或煤。根据烟囱的不同材质, 烘烤的最高温度是: 有耐火砖内衬的砖烟囱为300℃; 有耐火砖内衬的砖烟囱为250℃; 有内衬的钢筋混凝土烟囱和金属烟囱为200℃。烘烤烟囱的测温点, 一般设在烟囱底部的人孔中心处。

在冬季竣工且已烤好的烟囱, 如停放过久, 在投产前还要进行第2次烘烤, 但时间可较正常规定的少一半。

烟囱烘干后如出现裂纹, 应进行补修。已经烘干的砖烟囱, 冷却后应再次紧钢箍。

烟道是通过炉子烘烤的废气温度缓慢上升, 而达到烘烤目的的。

第2节 煤气炉的调整

(一) 常见故障分析

煤气炉的常见故障分析见表26-2-1。

表26-2-1 常见故障分析

序号	故障现象	产生原因	排除方法
1	炉膛温度达不到工艺要求	1. 煤气发热值低 2. 空气换热器损坏, 烟气漏入空气管道 3. 空气过剩系数太大 4. 空气过剩系数太小 5. 煤气喷嘴被焦油堵塞, 致使煤气流量减少 6. 煤气换热器堵塞, 致使煤气压力降 7. 炉前煤气管道积水, 致使煤气压力下降 8. 炉膛内出现负压 9. 烧嘴配置能力偏小 10. 炉内水冷管带走热量大, 或炉衬损坏, 致使局部热损失大 11. 煤气或空气预热温度低	1. 在煤气站找出发热值低的原因, 提高煤气发热值 2. 分析换热器后空气的含氧量, 如低于20%, 则修理空气换热器 3. 调节进风阀, 如升温效果不显著, 可改大喷嘴(d)或改小喷头(D) 4. 调节进风阀及煤气阀, 可增大喷头(D) 5. 用杆子捅喷嘴, 清除焦油渣 6. 清除煤气换热器堵塞的管道 7. 定期放水 8. 增加烟道阻力或改变烧嘴位置和角度 9. 配置大能力烧嘴 10. 改善水冷管隔热, 修复炉衬 11. 检修换热器
2	炉膛温度分布不均	1. 烧嘴位置布置不合理 2. 烧嘴工作不平衡 3. 排烟口位置及尺寸不合理, 排烟不均 4. 靠近炉门口处温度低	1. 改变烧嘴位置或喷射角度 2. 调整烧嘴, 使炉内热量均衡 3. 改变排烟口位置或尺寸 4. 将靠近炉门口处的一个或两个烧嘴能量加大, 比其他烧嘴能量大20%左右
3	炉膛压力过大, 喷火	1. 烟道闸门关得过小 2. 不完全燃烧, 使煤气漏出炉外燃烧 3. 煤气流量过大 4. 烟道堵塞或有水 5. 烟道截面积偏小 6. 装料方式不合理 7. 烧嘴的位置布置不合理	1. 调整闸门开启度 2. 调整 $\frac{D}{d}$ 的数值, 使空气过剩系数控制在1.02~1.05 3. 在保证炉温的情况下, 适当减少煤气流量 4. 清理烟道, 排水 5. 修改烟道截面积 6. 改变装料方式 7. 重新布置烧嘴的位置

序号	故障现象	产生原因	排除方法
4	燃烧不稳定	1. 煤气中水分太多 2. 煤气压力不稳定经常波动 3. $\frac{D}{d}$ 比值过大时, 易回火 4. 烧嘴喷头内表面不够清洁或烧坏 5. 烧嘴砖选用不当 6. 冷炉点火, 煤气量少	1. 根据季节, 定期放水 2. 消除煤气量供应不稳定造成的驼峰 3. 适当缩小 D , 保证混合气的最小允许出口速度 4. 清理内表面脏物或更换喷头 5. 更换烧嘴砖 6. 开大煤气总阀和炉前煤气阀
5	按加热工件氧化烧损严重	1. 过剩空气系数太大 2. 炉膛负压 3. 工件加热时间太长 (炉温偏低, 炉子高温区太长) 4. 高温待锻时间长 5. 燃料含硫量高 6. 炉膛内局部温度过高	1. 调整空气阀 2. 调整烟道闸阀或改变烧嘴位置和角度 3. 缩短高温区加热时间 4. 锻压设备能力和工人操作熟练程度要与炉子生产能力相适应 5. 采取除硫措施 6. 在相对位置调整个别烧嘴能量
6	煤气自动控制失灵	1. 煤气控制阀后压力控制达不到要求 2. 煤气控制阀后最大压力和最小压力参数选择不当 3. 煤气压力最小时, 烧嘴回火	1. 减小煤气控制阀关闭时的间隙面积 (即加大控制阀阀片直径) 2. 正确选择煤气控制阀的前、后压力参数 3. 保证烧嘴、喷头直径 D 的出口速度不低于着火速度

(二) 调整实例

1. 过剩空气系数的调整

通过分析煤气成分 ($\text{CO}_2\%$ 、 $\text{C}_m\text{H}_n\%$ 、 $\text{O}\%$ 、 $\text{CO}\%$ 、 $\text{H}_2\%$ 、 $\text{CH}_4\%$ 、 $\text{N}_2\%$) 和分析煤气空气混合气体的主要成分 ($\text{CO}_2\%$ 、 $\text{O}_2\%$ 、 $\text{CO}\%$), 就可确定空气的过剩系数 (α) 的数值。如发生炉煤气成分分析为 CO —30%、 H_2 —14%、 CH_4 —2%、 O_2 —0.2%、 C_mH_n —0.5%、 CO_2 —33%、 H_2S —0.1%、其余为 N_2 。发热值 $Q_{\text{低}}$ 为 $6314\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 经计算理论空气量 $L_0 = 1.3\text{Nm}^3/\text{Nm}^3$, 试用分析混合气中含氧量的方法来测定过剩空气系数, 过剩空气系数计算式为:

$$\alpha = \frac{\text{O}_2}{(21 - \text{O}_2)L_0}$$

式中 O_2 ——混合气中含氧量 (%);

L_0 ——理论空气量 (Nm^3/Nm^3)。

经分析混合气中含氧量为 12.1% 时, 则

$$\alpha = \frac{12.1}{(21 - 12.1) \times 1.3} = 1.05$$

因煤气燃烧的过剩空气系数 (α) 值为 1.02~1.05 时, 就能达到完全燃烧, 因而可以认为混合气中含

氧量达到 12.1% 是合适的。

当 $\alpha < 1.02$ 时, 首先要检查空气阀是否还可开大, 空气管路上是否有阻力, 煤气喷嘴的几何形状、安装位置是否正常。如烧嘴的外部条件全都认为正常, 则可用缩小喷嘴 (d) 的直径或扩大喷头 (D) 的直径进行调整。采用这种方法, 要看炉温和整个炉子供热情况而定。当 $\alpha > 1.05$ 时, 先用关小空气阀的方法进行再次分析混合气成分, 使达到要求数据。如果确认这是空气阀开大而造成, 可用规定操作方法解决, 或阻止阀门的开启度来控制。如分析含氧量与要求数据相差很大, 则再用扩大喷嘴的直径或缩小喷头的直径进行调整。

图 26-2-1 表示混合气中含氧量与过剩空气系数的关系, 在分析煤气成分和混合气含氧量后就可确定过剩空气系数。

分析混合气体确定过剩空气系数时, 取样的操作很重要。采样点要在混合管后扩散段的末端, 在取样过程中不要使空气混入。采样时要注意烧嘴操作情况, 煤气压力要正常, 煤气阀及空气阀应该全部打开。还要注意炉况。当炉膛为负压时, α 值会较大; 当炉膛压力为正压时, α 值就较小。

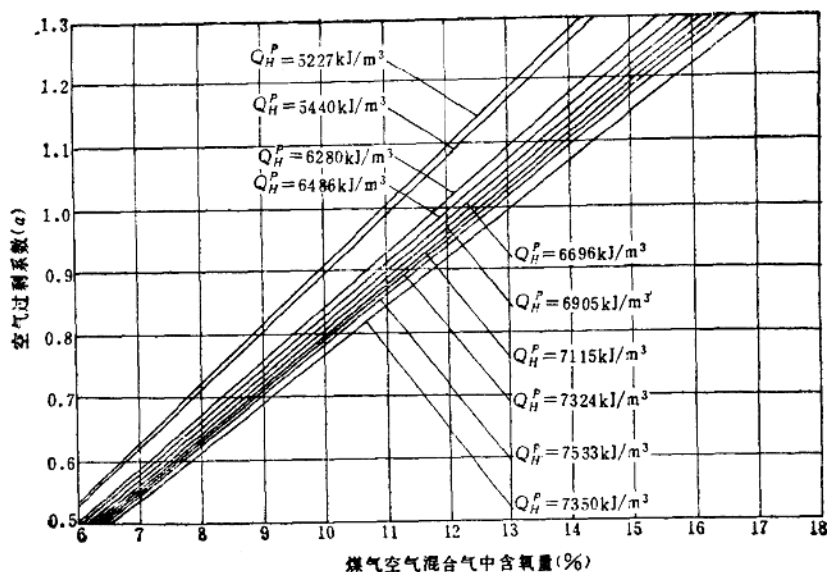


图26-1 混合气中含氧量与过剩空气系数的关系

因煤气成分并非一成不变,有时发热量的变化可相差837~1256kJ/m³,所以分析 α 值时要考虑这一因素,要以接近于额定煤气发热量时的成分作为依据。

2. 烧嘴燃烧能力的调整

测定烧嘴前煤气压力及喷嘴尺寸,通过计算可求得煤气流量,其近似计算公式为:

$$V_M = W_M \cdot F = \sqrt{\frac{2gP}{\gamma}} \cdot \eta F 3600 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

式中 V_M ——煤气流量 (m³/h);

W_M ——煤气流速 (m/s);

F ——喷嘴截面积 (m²);

g ——重力加速度9.8m/s²;

P ——煤气烧嘴前的压力 (Pa);

γ ——煤气密度 (kg/m³);

η ——流量系数(取0.82~0.84)。

用煤气发热值为5024~9211kJ/m³的高压喷射式烧嘴为例,一般它能适用于煤气最小压力为1kPa,最大压力为16kPa,调节比为1:4。这种烧嘴的煤气压力和流量的关系可用计算式或图表来决定,根据煤气压力改变得出流量改变的公式为:

$$V_{M1} = V_M \sqrt{\frac{P_1}{P}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

式中 V_M ——当煤气压力为 P (Pa) 时煤气流量 (m³/h);

V_{M1} ——当煤气压力为 P_1 (Pa) 时煤气流量 (m³/h)。

如喷射式烧嘴的煤气喷嘴(d)的尺寸为 $\phi 18\text{mm}$,当用 $Q_H = 6280\text{kJ/m}^3$,煤气额定压力为10kPa时,煤气流量经计算为100m³/h。如果煤气压力改变成12kPa时,该烧嘴流量(V_{M1})为多少?又煤气压力改变成9kPa时,该烧嘴流量(V_{M2})为多少?

$$V_{M1} = 100 \sqrt{\frac{120}{100}} = 100 \times 1.1 = 110 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$V_{M2} = 100 \sqrt{\frac{9}{10}} = 100 \times 0.9 = 90 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

生产中,可以通过调节煤气阀,以达到改变煤气压力的办法来调节煤气流量的变化。

工业炉调整中,为了改变烧嘴煤气量,通常是根据额定压力去改变 $\frac{D}{d}$ 的尺寸,才能使燃烧稳定。

如要把 $\frac{D}{d} = \frac{\phi 50}{\phi 18}$,煤气量为100m³/h的烧嘴改变为煤气量为150m³/h,额定压力都是100Pa而煤气燃烧的参数都没有变化。则先求出烧嘴喷头直径 D 与煤气喷嘴 d 的比值 $\frac{D}{d} = \frac{50}{18} = 2.78$,因为改变后的

$\frac{D_1}{d_1}$ 的比值仍不变, 等于 2.78。先求 d_1 ,

这样, 我们可以按下公式计算

$$F_1 = \frac{V_{M1}}{W_{M1}} = \frac{V_{M1}}{\sqrt{\frac{2gP}{Y} \cdot \eta \cdot 3600}}$$

$$= \frac{150}{\sqrt{\frac{2 \times 9.8 \times 10000}{1.1} \times 0.82 \times 3600}}$$

$$= 0.00381 \text{ m}^2$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00381}{3.14}}$$

$$= 22 \text{ mm}$$

然后, 再求 D 。

$$D_1 = 2.78 \times d_1 = 2.78 \times 22 = 61 \text{ mm}$$

扩大或减小煤气量, 在烧嘴混合管尺寸允许范围内都可用上述方法改变额定煤气量。

一般工厂的煤气额定压力是恒定的, 变化率很小。烧嘴的煤气量是以额定压力计算的。所以最大用量的煤气额定压力计算, 逐步减小阀门, 则改变了喷嘴的压力和流量。例如, 今有 $Q_{\text{煤}} = 6280 \text{ kJ/m}^3$ 的煤气 (理论空气量 $L_0 = 1.3 \text{ m}^3/\text{m}^3$) 其喷射式烧嘴 $\frac{D}{d} = \frac{\phi 50}{\phi 18}$, 额定煤气压力 P_M 由 10 kPa 变化到 1 kPa 的计算流量变化, 可见表 26-2-2。

表 26-2-2 煤气压力与流量的关系

序号	额定煤气压力 $P_M (\text{Pa})$	煤气流量 $V_M (\text{m}^3/\text{h})$	煤气喷嘴流速 $W_M (\text{m/s})$	烧嘴喷头流速 $W_V (\text{m/s})$
1	16000	128	169	41.8
2	14000	119	158	38.5
3	12000	110	146	35.8
4	10000	100	134	32.6
5	8000	91	120	29.5
6	6000	79	104	25.7
7	4000	63	85	20.5
8	2000	45	60	14.5
9	1000	32	42	10.5

从 9 组数据来看, 序号 1、2、3 三组完全能适应燃烧, 但这种煤气发热值用这种煤气压力是不经济的。序号 4、5 两组为最佳, 从实践证明: 燃烧完全、稳定。序号 6、7 两组也较好, 序号 8、9 两组就不太稳定了, 原因是喷头出口速度较低, 容易回火。

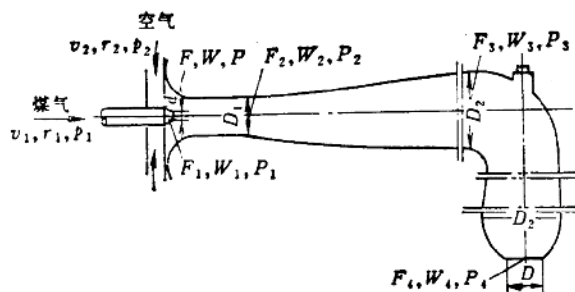


图 26-2-2 高压喷射式烧嘴

d 、 D —直径 F —面积 W —气体速度 P —气体压力
 v —气体流量 ρ —气体密度

喷射式烧嘴的调节比, 在实际应用中, 都是根据煤气发热量去选择额定压力, 所以调节范围一般都小于 1:4。调整煤气烧嘴的流量对烧嘴的阻力系数有影响, 但在实际生产调整中, 这些误差可以允许。

煤气预热, 空气不预热; 煤气不预热, 空气预热; 煤气、空气全预热; 预热温度一样或不一样。以上四种情况在煤气流量改变时均应考虑温度因素, 可参照煤气烧嘴修理中的计算方法进行调整。

3. 烧嘴回火的调整

这是由于混合气体喷出速度低于混合气体的燃烧速度而引起的, 经常在关小煤气阀操作时发生, 因此, 在操作中应保持混合气体的喷出速度, 使用发生炉煤气 ($Q_{\text{煤}} = 5024 \sim 9211 \text{ kJ/m}^3$) 的混合气体的最佳喷出速度为 $25 \sim 30 \text{ m/s}$ 。在选用喷头 (D) 的截面积, 当不能接近于混合管扩散段 (D_2') 的截面积时 (图 26-2-2), 就不能保证混合器中混合气体的均匀速度, 容易使火焰产生回火。一般 D_2' 与 D 之截面积应保持如下关系尺寸,

$$F_3 = 1.2 F_4$$

式中 F_3 ——混合管的流通截面积 (mm^2);

F_4 ——喷头截面积 (mm^2);

1.2——保持速度均的安全系数。

此外, 烧嘴受燃烧道的高温辐射, 温度太高, 也易回火。

4. 空气换热器漏气率的鉴定

使用高压喷射式烧嘴的炉子, 空气在换热器中是负压。如换热器有烧坏渗漏现象, 则烟气就被吸入到空气中, 使预热空气中含氧的浓度下降, 从而使燃烧恶化。

要鉴定渗漏程度, 可在换热器后的空气管道上

取样,用部分分析仪分析含氧量,就可判断渗漏程度。换热器的空气漏气率可按下式计算:

$$\eta = \frac{O_2' - O_2''}{O_2'} \times 100(\%)$$

式中 O_2' ——空气中氧的含量(%)

O_2'' ——预热空气中氧的含量(%)。

例 取样分析预热空气中氧的含量 O_2'' 为18%,求换热器的空气漏气率 η ?

$$\eta = \frac{21 - 18}{18} \times 100 = 16.6(\%)$$

一般空气换热器漏气率大于15%时,就应检修或更换。

5. 半连续式煤气加热炉调整实例

原设计半连续式煤气加热炉的示意图如图26-2-3所示。

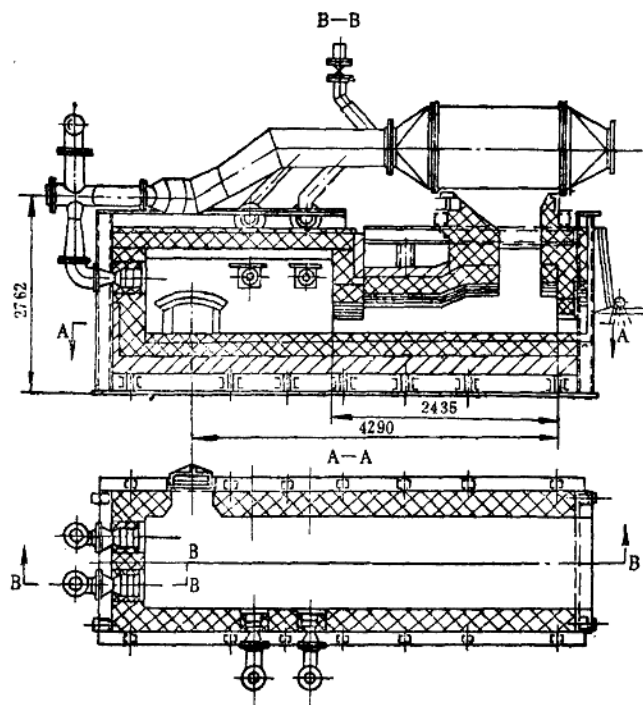


图26-2-3 原设计半连续式煤气加热炉示意图

(1) 炉子设计性能:

1) 炉子用途——供加热带重汽车转向臂和大齿轮锻造毛坯用(与3t、5t模锻锤配套)。

2) 炉底尺寸—— $1.3 \times 4.29 = 5.6\text{m}^2$ 。

3) 烧嘴型式和数量——喷射式煤气烧嘴 $\phi 100$ (2个)、 $\phi 75$ (4个)。

4) 炉子生产率—— 1900kg/h 。

5) 加热金属温度—— 1260°C 。

6) 发生炉混合煤气发热量(Q_g)—— 7536kJ/m^3 。

7) 燃料消耗量—— $1050\text{m}^3/\text{h}$ 。

8) 炉底单位面积生产率—— $340\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

9) 炉底单位面积热强度—— $1423512\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

10) 换热器最大空气阻力—— 250Pa 。

11) 空气消耗量—— $1730\text{m}^3/\text{h}$ ($\alpha = 1.05$ 时)。

12) 空气预热温度—— 320°C 。

(2) 设备存在问题:

1) 高温区炉膛温度不均,在出料口处温度下降,使所加热的钢件发生粘钢现象。

2) 进入换热器的烟气温度过高,致使金属针状换热器迅速烧坏。

3) 炉膛压力太大,炉门口向外喷火,严重恶化了操作条件。

4) 炉膛底部至车间地面高度偏小,工人出料时要弯腰操作,增大了劳动量。

(3) 情况了解与测量 根据上述设备存在问题,进行下列观察和仪表测量。

1) 观察高温区情况:炉膛温度分布不均,金属温度偏低,有等温现象,炉门口有大量喷火及燃烧现象。

2) 观察预热区情况:进入换热器前的烟气温度过高,在进料口有大量烟气溢出,并有燃烧现象。

3) 观察炉前煤气压力情况:煤气压力 10.8kPa 为正常。

4) 观察烧嘴喷出火焰的情况:发现个别烧嘴燃烧情况不好,呈蓝色,燃烧无力,且火焰较长,存在不完全燃烧现象。

5) 观察空气换热器情况:发现有漏气现象。

6) 仪表测量:测得所有数量见表26-2-3。

(4) 判断 根据了解与测量的上述情况,可作出下列判断:

1) 高温区(出料)供热不够,致使炉膛温度偏低,加热时间延长,并产生了加热工件粘在一起的现象。

表26-2-3 调整前测量所得数据表

序号	测量名称	数 值	备 注
1	煤气发热量(kJ/m ³)	6699	
2	炉膛温度(°C)	1260~1300	
3	金属温度(°C)	1220~1230	
4	换热器前烟气温度(°C)	822~966	
5	换热器后烟气温度(°C)	471~597	
6	预热空气温度(°C)	206~240	
7	室温(°C)	9~15	
8	炉膛气体压力: 进料口(Pa)	6~30	
	出料口(Pa)	10~44	
	换热器前(Pa)	20~30	
9	炉子生产率(kg/h)	1890	
10	混合气含氧量(%)	10.3~13	侧嘴烧嘴
11	过剩空气系数(α)	0.84~1.06	不完全燃烧
12	预热空气含氧量(%)	15.2	较为严重

2) 炉膛气体压力高, 有下列原因造成:

- ① 煤气不完全燃烧;
- ② 换热器烟道面积太小;
- ③ 烧嘴位置(角度)布置不当。

3) 烟气温度过高, 致使换热器使用寿命短的原因有:

- ① 炉身有效长度不够, 特别是预热段短, 这

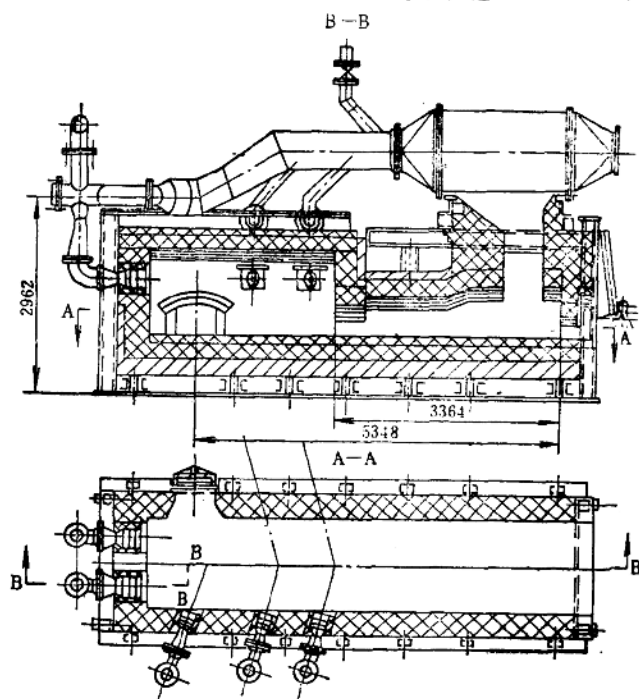


图26-2-4 修改后半连续式煤气加热炉示意图

样炉气与被加热金属间未得到充分热交换, 就进入了换热器。

② 部分煤气在炉内没有燃烧, 随后跑到换热器内燃烧, 大大提高了换热器内的烟气温度。

4) 烧嘴工作情况不佳的原因有:

① 空气换热器的空气道漏入烟气, 致使预热空气中的含氧量减少(含氧量只有15.2%), 使煤气燃烧时氧量不足。

② 烧嘴喷头(D)与喷嘴(d)比值不当。

综上所述, 由于炉子结构存在着一定问题, 故没有达到设计性能。需修改设计后方能排除这些故障。

(5) 故障排除: 根据上述判断, 炉子需作下列修改和调整(图26-2-3和图26-2-4)。

1) 在高温区侧墙增加一个烧嘴 $\frac{D}{d}$ 为 $\frac{120}{27}$, 原端墙两个烧嘴扩大供热量, 由 $\frac{100}{25}$ 改为 $\frac{120}{27}$, 使煤气量增加11.4%。

2) 侧墙4个烧嘴的喷头与喷嘴的尺寸原为 $\frac{75}{20}$, 现改为 $\frac{92}{21}$, 以改善燃烧状况。

3) 扩大换热器, 重新设计制造换热器(增大空气预热量及烟气通过量等, 如烟道截面积就增大33%)。

4) 侧墙4个烧嘴角度倾斜15度。

5) 原炉身有效长度4290mm, 加长至5348mm(高温段由2784mm加长到2913mm, 预热段由2435mm加长到3364mm)。

6) 炉底与地面之间的距离加高200mm。

(6) 改进后测量所得数据见表26-2-4。

(7) 结论:

1) 增加供热量后, 提高了高温区的炉温, 缩短了工件在高温区的加热时间, 保证了工件的加热质量。

2) 降低了进入换热器的烟气温度, 使换热器在正常状态下进行, 延长了使用寿命。

3) 消除了煤气不完全燃烧,

表26-2-4 改进调整后测量所得的数据

序号	测 量 名 称	数 值	备 注
1	炉膛面积 (m^2)	$1.276 \times 5.34 = 6.8$	与改进前相似
2	炉子生产率 (kg/h)	2400	
3	炉膛温度 ($^{\circ}C$)	1367	
4	加热金属温度 ($^{\circ}C$)	1260	
5	煤气发热值 ($Q_{\text{低}}$) (kg/m^3)	7118~7725	
6	燃料消耗量 (m^3/h)	1170	
7	炉底单位面积生产率 [$kg/(m^2 \cdot h)$]	350	
8	炉底单位面积热强度 [$kJ/(m^2 \cdot h)$]	1222546	
9	空气消耗量 ($\alpha = 1.05$ 时) (m^3/h)	1770	
10	空气预热温度 ($^{\circ}C$)	320~476	
11	换热器前烟气温度 ($^{\circ}C$)	741	
12	换热器后烟气温度 ($^{\circ}C$)	528	
13	炉膛气体压力: 进料口 (Pa)	2	
	出料口 (Pa)	6~8	
	换热器前 (Pa)	4~6	
14	混合气含氧量 (%)	13~13.2	
15	过剩空气系数 (α)	1.02~1.05	
16	预热空气含氧量 (%)	20~20.5	

使烧嘴在理想状态下工作。

了设计的技术性能。

4) 消除了炉膛气体压力太大与喷火现象, 改善了操作条件。

第3节 油 炉 的 调 整

5) 炉底与地面距离加高, 方便了工人操作, 减轻了劳动强度。

(一) 常见故障分析

6) 炉子结构改进后, 满足了工艺要求, 达到

油炉的常见故障分析见表26-3-1。

表26-3-1 常见故障分析

序号	故障现象	产 生 原 因	排 除 方 法
1	炉膛温度达不到工艺要求	1.油嘴配置能力小 2.油管部分堵塞, 供油量不足 3.油嘴结焦堵塞 4.油嘴雾化不好, 致使燃烧质量差 5.炉型结构不合理 6.油压过低影响供油量	1.配置大能力油嘴 2.用蒸汽吹洗 3.清洗喷油嘴 4.检查油压油温, 调节空气流量, 对油量的配比 5.修改设计 6.提高油压, 关小回油阀
2	炉膛内温度分布不均	1.油嘴开闭不均衡 2.排烟口位置布置不当, 尺寸不合理 3.油嘴布置不合理	1.观察炉膛改变油嘴操作 2.修改排烟口尺寸或位置 3.改变油嘴位置或角度
3	炉膛压力过大喷火	1.闸门关得过小, 烟道有水 2.雾化不良, 空气量不足 3.油嘴位置不当, 互相干扰 4.油嘴能力过大 5.烟道截面积小或排烟系统堵塞	1.调节烟道闸门 (开大) 或排除烟道积水 2.开大空气阀, 调整空气量 3.观察炉气流动情况, 改变油嘴相对位置 4.调整油嘴供油能力或更换小能量油嘴 5.扩大烟道截面积或清理排烟系统脏物
4	燃烧不稳定	1.油中水分过多, 火焰跳动 2.油嘴雾化不良 3.油温不够	1.定期放水 2.油压低或空气量不足 3.按油质要求提高油温

序号	故障现象	产生原因	排除方法
4	燃烧不稳定	4.油压风压急剧波动 5.油嘴结焦堵塞	4.平衡其他炉子启动, 停炉时间, 注意调节稳定油管风管压力 5.清洗油嘴
5	被加热工件氧化烧损严重	1.过剩空气系数太大 2.炉膛负压 3.工件加热时间太长 4.炉膛局部温度过高 5.油料含硫量高	1.调小空气量 2.关小烟道闸门 3.缩短加热时间, 及时出炉 4.在相应位置, 调整个别油嘴的供油量 5.油的含硫量有一定要求一般取 $\geq 1\%$

(二) 调整实例

1. 供油系统的调整

供油系统包括下列设备: 油箱、过滤器、流量计、油泵、加热器、油压调节器、管道等, 如图26-3-1所示。供油系统发生故障, 经常会造成油嘴工作不良。

油压和油量的调节, 一般是控制油泵后回油阀, 应能满足2~3倍的使用油量, 油嘴前油压以保持稳定为准。

油嘴前的油温应符合设计要求。当油质改变后, 应按改变后的油温要求加热, 才能获得良好的雾化性能。

如果发现管路压力下降, 应从堵塞方面去检查, 如过滤器堵塞、拐弯处油温过低造成堵塞等。

2. 点火时的调整

油炉点火不成功大致由下列原因造成, 可根据情况及时处理。

- 1) 油温太低;
- 2) 点火火炬的火焰太小或火炬的位置不当;
- 3) 空气蝶阀的开度不合适;
- 4) 油量太大或太小;
- 5) 供给的油有间歇;

6) 炉膛正压太大。

3. 油嘴雾化性能的调整

油嘴雾化性能与下列因素有关:

- 1) 油嘴型式和结构;
- 2) 油压;
- 3) 油的粘度和油温;
- 4) 风压、风量。

油嘴雾化优劣是一个综合因素, 可参照油嘴修理中的故障处理部分。

4. 台车式退火炉的调整

台车式退火炉如图26-3-2所示。

(1) 主要技术性能:

- 1) 炉子用途——铸钢件退火, 铸铁件时效。
- 2) 最高温度—— 880°C 。
- 3) 台车炉底尺寸—— $7.392 \times 2.78 = 20.5\text{m}^2$ 。
- 4) 最大装料量—— 50t/h 。
- 5) 耗油量—— 200kg/h (重油 $Q_{\text{重}} \cong 41868\text{kJ/kg}$)。
- 6) 炉底热强度—— $418680\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。
- 7) 油嘴型号——RK型2" (8个)。
- 8) 鼓风机型号——8-18-6* 风机。风量 $3800\text{m}^3/\text{h}$, 风压 8350Pa 。

(2) 设备存在问题:

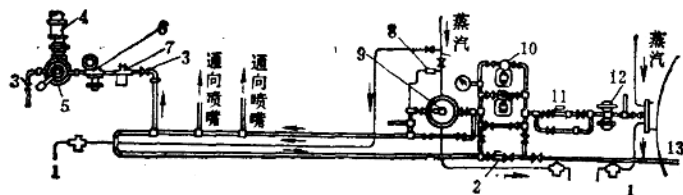


图26-3-1 主回油管道系统

- 1—疏水器 2—油安全阀 3—截止阀 4—蝶阀 5—B型喷嘴 6—油压调节器 7—过滤器
8—油温控制器 9—油加热器 10—油泵 11—流量计 12—粗过滤器 13—工作油箱