

新型水泥干法窑筒体腐蚀与防腐的研究

孙波

(广元海螺水泥有限责任公司)

摘要: 新型水泥干法窑筒体腐蚀问题是一个在工程中普遍存在的现象,为了延长新型水泥干法窑筒体的使用寿命,我们必须对筒进行防腐处理,本文通过对新型水泥干法窑筒体腐蚀现象的研究,发现硫、氯、碱是造成筒体腐蚀的主要原因,相关工程人员可以在日常的维护过程中对筒体进行涂层保护,使筒体与外在环境保持隔离,这样可以增强筒体的防腐性。

关键词: 新型水泥干法窑; 回转窑; 腐蚀与防腐

引言: 新型水泥干法窑筒体腐蚀现象在国内外都普遍存在,国外很多专家都对以燃油为燃料的筒体腐蚀问题做过较为深入的研究,并且得出了一些较为有用的结论,但是在我国,由于我们采用的燃料大部分是煤炭,窑气氛中没有 V 这种有害元素, V 这种元素能够与很多元素发生化学反应,形成低共融物,低共融物能够加快筒体的腐蚀速度,因此我国针对新型水泥干法窑筒体腐蚀的研究与国外略有不同,本文以某水泥厂为典型情况进行分析,同时做了一系列模拟试验,探明了影响筒体腐蚀情况的一些微量有害元素,并且从回转窑工艺条件和涂层等方面对新型水泥干法窑筒体防腐工作提出了一些有效的建议。

1、筒体腐蚀情况调研

筒体不仅仅是回转窑的重要组成部分,而且还是各种原料进行反应的地方,由于在发生反应的过程中,筒体和材料需要长时间地进行接触并发生剧烈的化学反应,化学反应结束以后产生的反应物具有一定的腐蚀作用,当反应物长时间与筒体进行接触以后,就会腐蚀筒体的表面,同时在表面受到损伤以后会进一步腐蚀里面的物质,从而引发筒体的损伤,给相关企业造成了严重的经济损失,因此,本文将在下面用一定的篇幅来分析引起腐蚀的主要原因以及引发腐蚀的主要元素。

回转窑的工作环境是十分恶劣的,特别是在煅烧水泥的过程中,窑内会产生各种各样的容易导致筒体腐蚀的元素,时间长了就会导致回转窑筒体出现大面积腐蚀的情况,这会给生产带来极大的安全隐患,当出现了这种筒体大面积腐蚀状况后,往往需要更换回转窑筒体,这就给相关企业带来了极大的使用成本,通过一些操作回转窑设备的专业人士反馈,一般在对设备进行大修、检查和更换窑衬耐火砖时,都会发现回转窑筒体存在着腐蚀问题,操作人员经常会发现筒体一面,分布着许多呈红褐色和黑色的片状腐蚀物,这些就是回转窑筒体呈现出来的腐蚀现象,回转窑筒体的腐蚀现象一般都大同小异,腐蚀状况最后都是呈片状剥落,通过超声波测厚发现,筒体的不同部位薄厚不均匀,有的甚至还会在筒体内侧表面出现环向不均匀沟槽,另外需要引起我们重视的是,过渡带大牙轮附近是回转窑筒体腐蚀情况最为严重的区域,每年的腐蚀厚度能达到两毫米,因此可见筒体腐蚀是一个非常棘手又亟待解决的问题,如果能解决好这一问题,就能够给大型水泥厂带来极大的经济效益,下面从三个方面简单分析一下筒体腐蚀过程。第一:制造回转窑筒体的材料一般是普通的钢铁,往往普通的钢铁是柔软的,且不耐高温,一旦在高温环境下使用,就会使表面很容易产生氧化反应,进而产生大量的腐蚀部位;第二:在一些材料的煅烧过程中经常会产生某些硫化物,然后在高温的作用下,与筒体发生化学反应,并造成筒体本身的腐蚀;第三:在一些材料的煅烧过程中,有时还会

产生某些氯元素,氯元素当遇到高温时就会和钢铁本身的铁元素发生化学反应,并形成氯化铁,众所周知,氯化铁的沸点极低,一旦遇到高温就会挥发,从而造成筒体的损坏。

2、筒体腐蚀产物分析

经过对腐蚀物的采集和分析,发现锈层的主要成分是铁的氧化物及少量的氯化物和硫化物。第一种情况是高温硫化导致的腐蚀,硫化导致的腐蚀一般可以在金属表面以下发生,腐蚀产物当中往往含有未被氧化的金属,一般发生这样的腐蚀需要温度达到 600 度以上,如果在强腐蚀介质中,温度只需达到 400 度就有可能发生高温硫化反应,并导致内壁被腐蚀;第二种情况是高温氧化导致的筒体腐蚀,窑筒体的材料一般是普通钢材料,普通钢材料的缺点就是不耐高温,在高温环境下,极易和氧气发生化学反应,当温度达到 200℃时,就有可能在金属表面产生氧化物薄膜,这种氧化物薄膜就是金属与氧气发生反应后产生的物质,该物质结构比较疏松,质地也很软,很难阻挡筒体的进一步氧化反应,所以说高温氧化反应是最容易发生的一种化学反应;第三种情况是高温氧化造成的筒体内壁腐蚀,当温度达到一定程度,氯和氯化物对钢铁的腐蚀会特别厉害,在满足氯化条件后,会形成沸点较低的氯化物,这种氯化物会大大加速筒体的腐蚀。上面介绍的就是回转窑筒体腐蚀的几个主要原因,一旦筒体发生腐蚀问题,就会极大地影响回转窑的高效运转,因此对筒体进行防护是极其关键的一项工作。

3、模拟试验分析

通过从某某水泥厂窑筒体内壁取出的腐蚀物来看,该物质具有多层结构,颜色主要呈红褐色和黑色,有的部分成灰色和黄铜色,锈片的厚度最高能达到 2.5 毫米,经过 xpd 物相分析,内部主要含有三氧化二铁,四氧化三铁,硫化铁和四硫化二铁等物质,同时经过对各层特殊区域的观测,发现在除了第一层以外的其他表层均存在一些不规则硫化铁晶状体。下面主要介绍一下含硫气氛中钢板的腐蚀实验过程,第 1 步是将管式炉内通二氧化硫气体两小时,压强设置为 200 帕,接着在通空气两小时,并进行循环反复,然后把钢板送入管式炉中,在 400 度的高温下保存 10 个小时,然后取出并将钢板立即冷却,这时钢板的表面就会出现生锈现象,通过电镜对其进行观察,发现有硫的渗入;第 2 部是在钢板上铺上一层潮湿的氯化钾,把氯化钾置于钢板上 10 个小时后擦拭干净,这时钢板的外表面就会产生一层黄色的铁锈,接着把钢板送入管式炉中,方法与第一步类似,等到钢板出炉的时候,也对他进行立即冷却,这时候黑色的铁锈就会脱落;第 3 步是在钢板上铺上一层潮湿的硫酸钾,把硫酸钾置于钢板上,10 个小时后擦拭干净,这时钢板的外表面也会产生一层黄色的铁锈,接着把钢板送入管式炉中,方法与之前的步骤相类似,待钢板出炉,对他进行立即冷却,钢板的状态和第 1

步相类似；第4步是在钢板上铺上一层潮湿的氯化钾和氯酸钾复合盐，放置10个小时后钢板上会出现一层黄锈，把钢板放在管式炉中，并且通入少量的二氧化硫气体，此时的气压略小于第1步，把温度设置为400℃，并且在此温度下保存10小时，从炉内拿出以后对其进行紧急冷却，这时候钢板上面的铁锈就会轻微的脱落，紧接着加铺少量的潮湿氯化钾和氯酸钾复合盐，等到10个小时以后送入管式炉中，按照此步骤反复进行4次，就能产生厚度达到1.2毫米左右的铁锈，在电子显微镜下观察，钢板上明显有硫元素、氯元素和钾元素等有害元素的渗入。接着在介绍一下钢板的氧化锈蚀实验，第1步是在钢板上铺上潮湿的氯化钾，等待10个小时以后，就会发现钢板上出现一层黄色的铁锈，在炉中400度的高温下保存30个小时，从炉内拿出以后对其进行紧急冷却，这时会发现钢板上出现黑色的铁锈，然后把钢板放在常温中24小时，钢板上的氯盐就会吸入空气中的水分，然后把钢板再次送入炉内，把温度设为400℃，然后保存32个小时，拿出炉后进行紧急冷却，这时候铁锈会发生严重的开裂和剥落现象；第2步是在钢板上铺上潮湿的硫酸钾，在400度的高温下保存30个小时后也会出现黑色的铁锈层，拿出炉后对其进行冷却，然后在常温下放置24小时，与第1步不同的是，锈并没有出现吸潮现象，然后再送入炉中，在400度的高温下保存30小时，然后从炉中取出并进行紧急冷却，这时铁锈仅有轻微开裂，通过电子显微镜观察表面，发现并没有硫元素、氯元素和钾元素等有害元素的侵入。

通过上述实验可以得出一些基本结论，氯盐吸潮以后能大大加速筒体的腐蚀，同时在含硫气氛中氧化得到的铁锈厚度比较厚，且质地较坚硬，铁锈中能明显看到亮晶晶的物质，这种物质经分析就是盐。

4、在实际工程中如何防腐

筒体腐蚀现象如今越来越引起人们的注意，国内的水泥窑一般都是以煤为燃料，同体的腐蚀情况和国外明显不同，并且不同厂家生产出来的筒体腐蚀部位和程度也有所不同，同时因为水泥窑在近些年协同在处理垃圾焚烧，这些都会加速筒体的腐蚀程度和速率。窑体腐蚀的根本原因就是受到硫酸钾和氯化钾的影响，当钢体表面附着此两种化合物时，钢铁就会受到侵蚀，这些腐蚀物不仅仅停留在钢材表面，而且会慢慢深入钢材内部，通过化学反应加速对整个钢材的腐蚀，铁的氧化和腐蚀层是由高温下水蒸气，熔融盐和固态盐及硫酸铁可能发生的还原反应共同作用的结果。相对于回转窑外壁，回转窑内壁受到的高温烟气中腐蚀性介质的腐蚀更为严重，因此在选择防腐涂料时需要更加慎重，一般我们在选择防腐涂料时需要考察材料的耐化学介质性、耐久性、舒缓老化性和抗冲性能，同时还要考虑涂料的耐磨、耐油和耐水性能。防腐漆是目前工业中经常会使用到的一种防腐涂料，它能很好地保护金属等底材，保护基材并且延长他们的使用寿命，防腐漆的品种很多，我们一般按照成分对其进行分类，主要分为聚氨酯防腐漆、无机防腐漆、丙烯酸防腐漆等等，如果按照溶剂也可分为油性防腐漆和水性防腐漆，为了能在比较极端恶劣的情况下使用，需要其具备良好的耐久性、耐酸碱性和耐高低温性。经过一些有经验的相关人士分析和介绍，目前工程中一般选择聚合物嫁接改性无机硅改性树脂为成膜溶液，内部含有纳米硅微粉，碳化硅等一些物质，涂料的各种成分能够相互协同工作，发挥高效的保护作用，使涂层具有耐腐蚀性高、硬度强、与机体结合力度大等优点。除此之外，防腐涂料必须耐高温，温度

的上限必须要达到850℃，并且可长期在600℃的环境中保持正常特性，涂料可以长期耐酸碱浸泡。

下面再介绍一下如何去修复生锈表面，使得生锈的表面恢复到正常的特性，传统的修复工艺一般比较简单粗暴，针对回转窑表面温度比较高的表面腐蚀，当检测到腐蚀已经达到一定的程度，需要进行整体更换时，就会对整个部件进行更换，这样做虽然也能达到效果，但是会给企业带来巨大的经济压力，同时也不利于环保和节能；更为高效和合理的做法就是对生锈局部进行修复，通过某些材料进行修补，经常采用的材料就是高分子材料，高分子材料是一种新型材料，它具有很强的耐腐蚀性和粘合力，在生锈处涂抹此材料，能防止腐蚀部位进一步损伤。下面主要介绍一下防腐蚀工艺需要采取的几个步骤，第1步是将表面进行喷砂处理，将表面进行彻底清理，露出原本的金属材质；第2步是用无水无杂质的空气将表面的灰尘清理干净，使表面干燥。结实、没有杂质附着；第3部是在高分子防腐材料配料完成以后，利用喷涂设备对金属的外表面进行喷涂施工，正常情况下一般需要喷涂多次；第4步是在整个流程完成以后进行事后检查，确保整个施工过程没有遗漏，没有错误；第5步是在整个防腐工作完成以后，让他自然固化7天以上，在表面彻底坚硬以后再投入使用。

同时还需要注意的是，在水泥窑体的使用过程中，要边使用边维护并且注意操作方式，如果窑炉系统在生产过程中经常发生一些故障，就会使窑的开停频率变高，使得窑内的温度忽上忽下，这样就会导致窑体内部的砖开裂，窑内的涂层剥落，当涂层失去保护作用后，窑体的防腐性就会大大的减弱，所以相关工作人员在日常使用过程中必须遵从相关规则，首先要加强电气设备的维护，在设备开展工作前对全部设备、工艺系统以及工艺管道进行全方位排查，一旦发现问题就要及时处理，把隐患扼杀在摇篮之中，为窑体系统下面的运转提供基本的保障，当项目检修完毕以后，先进行单机试验，以便发现问题能及时处，最后要稳定回转窑的热工制度，尽量使窑内温度长期保持在稳定的数值，这样才能延长回转窑的使用寿命。

结论：

通过上述分析和研究，发现筒体腐蚀主要是由硫化物或者氧化物造成的，在氯盐的作用下，可以大大加速生锈的速度；为了有效防止桶筒体生锈，一般首先要降低窑内容易导致生锈的物质含量，并且提升窑衬的屏蔽作用，然后再选择耐磨、耐高温和耐冲击的材料作为防腐涂层；同时还应该对筒体的日常使用进行规范化监管，保证工作人员在使用过程中按照规章制度操作，这样才能延长设备的使用寿命，提高相关企业的经济效益。

参考文献：

- [1] 黄有丰. 关于冀东水泥厂窑筒体裂缝及腐蚀问题的浅析[J]. 水泥技术, 1989(4):6.
- [2] 张国栋, 王亚男, 曲殿利, 等. NSP 窑筒体腐蚀与窑内工艺条件的相关性[J]. 鞍山钢铁学院学报, 1994, 17(2):3.
- [3] 张九渊. 使用防腐蚀技术[M]. 浙江大学出版社, 1993.
- [4] 秦熊浦. 设备腐蚀与防护[M]. 西北工业大学出版社, 1995.

孙波, 男, 广元海螺水泥有限责任公司, 总经理助理、EHS 管委副主任, 注册安全工程师