

有色冶金用袋式除尘器滤料 技术进展及应用分析

中国有色工程设计研究总院 娄可宾[★] 罗 英

摘要 介绍了滤料技术的发展,分析了滤料性能、滤料失效原因与冶炼工艺的相关性,为工程设计和设备选型提供依据。

关键词 滤料 袋式除尘器 卫生通风 有色冶炼

Progress and application of filtering material of bag filters in non-ferrous metallurgical projects

By Lou Kebin[★] and Luo Ying

Abstract Presents the development of filter material. Analyses the correlativity between the performance and the failure cause of the filter material and the smelting process, providing a reference for project design and equipment selection.

Keywords filter material, bag filter, sanitary ventilation, non-ferrous smelting

[★] Central Engineering Institute for Non Ferrous Metallurgical Industries, Beijing, China

①

有色冶金多为多金属冶炼,冶炼过程中污染源较多,成分复杂、排放量大、处理难度大。铝、镁等轻金属废气污染物主要为粉尘、烟尘、氟、沥青烟气、硫化物等;铜、铅、锌等重金属矿产多硫化伴生,冶炼烟气中除含有粉尘、烟尘、硫化物以外,还可能有汞、砷、镉等易挥发金属或金属氧化物伴生,因此控制有色冶金污染对环境保护、节能减排有重要作用,高效除尘设备是减少污染物排放的重要保证,袋式除尘器作为现有最高效的除尘设备被广泛用于有色冶炼通风收尘,滤袋是袋式除尘器的核心部件,因而结合有色冶金烟气工艺特征,分析滤料技术现状及其使用性能,对优化除尘系统设计和满足环保要求均具有重要意义。

1 袋式除尘滤料技术历程及发展现状^[1-2]

滤料是袋式除尘器发展和推广应用的关键,国外最早用的滤料是天然纤维如羊毛和棉花等。20 世纪 40 年代合成纤维的出现使滤料的应用向高温和具化学反应性的气溶胶领域扩展;70 年代美国戈尔公司开发了 PTFE(聚四氟乙烯)滤料覆膜技

术,将传统的深层过滤技术向表面过滤技术转化,该技术在工业除尘、液体过滤等诸多方面得到了广泛的应用。目前各类新型树脂纤维、高分子聚合纤维、化纤技术发展迅速,逐渐占据滤料纤维市场。我国滤料技术发展同步于布袋除尘器发展,起步比较晚,20 世纪 50 年代初科技人员研发生产出 208 涤纶绒布滤料,为国内袋式除尘器提供第一批滤布,随后相继出现 729 聚酯机织布;70 年代后期,研发生产出合成纤维无纺布(针刺),随后防静电、耐高温、防油、防水、防腐蝕性能针刺滤料相继出现;80 年代滤料技术发展相对缓慢,究其原因在此期间国内曾有过使用袋式除尘器失败的经历,缘于当时国内滤料材质匮乏,滤料纤维种类较少,同时具有耐高温、耐酸碱腐蚀及抗水解等多方面性能优良的纤维更少,滤袋使用不久就会烧袋、破袋、老化

①[★] 娄可宾,男,1981 年 7 月生,硕士研究生,工程师
100038 北京市复兴路 12 号中国有色工程设计研究总院
(010) 63936845
E-mail: lkb0829@126.com
收稿日期:2010-03-01

破损,导致除尘系统瘫痪,影响生产,袋式除尘技术在这一段时间内近乎遭摒弃。90 年代中期,PTFE 微孔薄膜技术被引入,同时随着新型纤维技术、滤布编织技术、针刺机械的发展,滤料种类开始增多、产品充实,袋式除尘器技术优势逐渐体现出来,使用场合也越来越多。

近 20 年,我国布袋除尘技术及滤料技术进步明显,滤料生产目前已基本能满足国内各类工业炉窑、燃煤锅炉烟气处理和工业通风除尘的使用要求。常温滤料纤维性能稳定,国内众多厂家均能生产,而耐高温纤维如美塔斯(Metamax)、P84(聚酰亚胺)、PPS(聚苯硫醚)、PTFE 仍被国外生产商垄断。可见在我国的耐高温合成纤维主要依赖进口的情况下,如何实现高温过滤材料的国产化是今后滤料技术研究的主要方向之一。近年来,国内纺织公司和化工公司通过合作、引进,研制出 PPS、芳纶等纤维丝生产线,如山东烟台、江苏张家口等特种纤维有限公司已能生产 kevlar 纤维、芳纶 1414 短纤维等。虽然这些生产线尚处萌芽阶段,但高温纤维的国产化很大程度拉低了进口同类滤料纤维的价格,利于国内滤料产业发展。此外东华大学等科研单位针对滤布纤维改性、异性结构、特殊形态纤维滤料技术进行研究;国内企业如上海纺织控股研发了异型芳纶纤维^[1],工业应用实测表明这种纤维滤料的过滤性能与 PPS 相同。某些特殊过滤纤维如不锈钢纤维、玄武岩纤维、陶瓷拉丝纤维在满足可纺性、纤维细度条件下可用于高温、超高温工况的过滤。

2 滤料分类及性能分析

滤袋是袋式除尘器的核心部件,滤袋性能参数直接决定布袋除尘的性能。评价滤料的过滤性能主要从滤料的透气性、分级过滤效率、断裂强度、耐温、耐酸碱等方面考虑。工程上是根据含尘气体或烟气的性质选择滤料。由于滤料的各项参数和指标相互关联,相互制约,因此本文主要从透气性、分级过滤效率、清灰再生能力方面分析滤料的过滤性能。

2.1 滤料分类

布袋除尘滤料纤维分天然纤维和化学纤维,早期多用天然纤维,天然纤维的耐酸碱性和纤维固有结构特性直接影响滤料的性能,在使用中有一定的局限性。近年来主要用合成纤维,合成纤维在强

度、耐高温及结构上优于天然纤维。

滤料按纤维织造方式分为织造布及非织造布两类,织造布又分斜纹、平纹、缎纹及大斜纹布。对于过滤形式来讲,织造布滤料为平板式二维结构过滤,只有形成一定的粉尘初层后才能达到较高的过滤效率。非织造布比织造布有更好的透气性、孔隙率、捕集效率和三维结构特性,目前滤料多采用非织造(针刺)编织方式,但不少纤维固有特性使得其仍需机织成形。

按纤维耐温性能分为常温、高温和超高温滤料。一般认为耐温低于 130 °C 的为常温或中低温滤料,130~280 °C 为高温滤料,280 °C 以上为超高温滤料。超高温滤料主要有玄武岩、钛棉和陶瓷管纤维,但玄武岩纤维尚未成规模化生产,也无实际应用实例,钛棉和陶瓷管纤维一般作为刚性滤料应用于石油化工行业,其耐温可达 1 500 °C。

2.2 滤料性能分析

常用布袋除尘滤料过滤方式主要有表面过滤、表层过滤和深层过滤 3 种,见图 1^[2]。

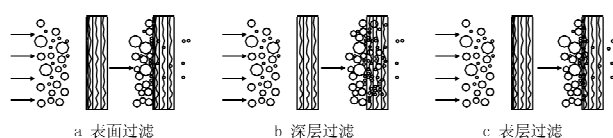


图 1 3 种过滤方式示意图

深层过滤材料,如针刺滤料,其孔隙与粉尘物料粒径相当,过滤过程中粉尘需先在滤料表面形成一层多孔状粉尘初层后才能达到较好的过滤性能,过滤中粉尘易嵌入滤料孔隙,降低滤料透气性造成过滤阻力上升,但较清洁状态下滤布效率有明显提高,纤维细度和针刺密度、密实度(克重)直接影响滤布的过滤性能。

表面过滤材料表面为超细微孔膜或超细纤维层,微孔孔隙小于烟气粉尘粒径,烟气经过滤布粉尘被捕集在滤料表层,这种材料捕集效率高且清灰效果好^[3]。各类覆膜滤料均属此类。但覆膜的膜过滤能力、膜与基布粘结力直接影响滤布性能,膜一旦被破坏,滤袋性能急剧下降。

表层过滤材料采用梯度纤维层结构^[4],又称为“梯度滤料”,其径向截面显示前层为超细纤维,后层为粗纤维层,纤维按照气流方向呈渐扩管状梯形结构。实验表明这种材料高效、低阻,清灰效果较好。水刺布、梯度纤维复合滤料均属此类。目前这

类滤料发展迅速。水刺纤维与其他纤维细度相差数倍,滤料的过滤性能值得期待,其最大优势在于捕集微细颗粒的效果明显。图 2,3 是梯度滤料的结构示意图和高倍率电镜扫描梯度滤料断面组织结构示意图。

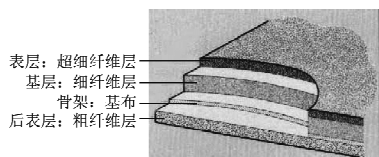


图 2 梯度滤料结构示意图

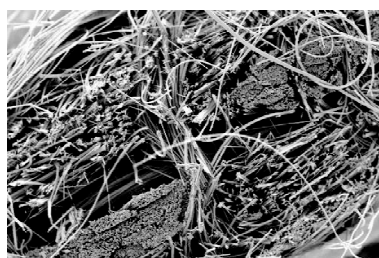


图 3 梯度滤料断面组织结构

采用深层过滤机理的滤袋,粉尘容易嵌入滤料深层,滤料在粉尘初层作用下提高过滤性能的同时也增加了系统的动力损失,因此粉尘在滤料表面的粘结力大大增加,清灰再生过程需强度更大的反向力。以脉冲清灰方式为例,深层滤料清灰气量及清灰压力明显高于其余两类滤料。相比之下,表面过滤和表层过滤的滤料则具有较好的过滤性能。各类滤料过滤性能对比见表 1。

表 1 滤料的性能对比分析

	清洁阻力	运行阻力	清洁效率	运行效率	清灰效率
表面滤料	高	低	高	高	优
表层滤料	低	中	高	高	优
深层滤料	中	高	低	高	中

对粒径大于 $5\mu\text{m}$ 的粉尘,几乎任何材质布袋过滤均能达到近 100% 的捕集效率,但对 PM 1.0 乃至亚微米粒子则捕集效率较低,深层粗纤维针刺毡效率下降明显^[2-3],因此对微细粒子的分级效率可作为滤料的性能评价因素之一。

用超细纤维针刺滤料和表面微孔结构的覆膜滤料处理粒径小的粉尘具有更广的适应性。目前对过滤纤维滤料结构的研究不断深入,不同类别纤维分层设计成的复合滤料,采用异型纤维叠加、滤料结构优化等措施,使滤料性能大大提高。

综上所述,新型过滤纤维、异型纤维、特殊结构

滤料编织形式是目前提高和改良滤料技术的主要方法,为满足不同工况需要,通过采用后处理手段对滤料某些特殊性能进行调整,以提高滤布过滤性能和使用效果。常用的后处理主要有热定型、涂层、覆膜、热轧光、化学剂处理和预涂层等。

3 常用滤料失效因素分析

滤料作为袋式除尘器的核心部件,其使用寿命直接影响除尘器的使用状况。滤料使用寿命受多种因素影响,引起滤料性能失效的原因主要分两类:一类是气流冲刷、粉尘磨损等物理变化造成布袋损坏,滤料强度失效;另一类为化学腐蚀,主要包含氧腐蚀、酸碱腐蚀和水解(hydrolysis)作用。下面对主要影响因素进行归纳,为滤料优选提供指导和参考。

3.1 烟气温度

工程上常用烟气温度作为选择滤料的一个重要指标。与常温烟气相比,高温条件下烟气平均分子动能更大,当烟气温度超过滤料的最大耐受温度时,纤维的结构和性能(拉伸强度等)将发生变化,直接影响纤维的力学性能和过滤效果。温度升高,化学反应速率成倍上升, SO_2 , HCl 等酸性气体对纤维的腐蚀反应加快,而且高温会强化纤维的水解和氧化反应。工程上,当烟气温度超过纤维耐受温度时烟尘颗粒会导致局部烧袋,即纤维在高温条件下燃烧分解。温度过低容易引起低温腐蚀,含酸气体冷凝结露导致糊袋,低温酸腐蚀对滤料过滤性能和使用寿命的影响甚于高温烧袋。

3.2 氧化剂氧化作用

目前常用的滤料纤维多为高分子聚合物或树脂,有一定的抗氧化性,但当烟气中含 O_2 , NO_2 , Br_2 , Cl_2 等强氧化剂时,在特定条件下会与纤维发生氧化反应^[1]。常用滤料纤维的抗氧化性相差较大,如常用于燃煤电厂锅炉烟气除尘工程的 PPS 纤维,虽具极优异的耐化学腐蚀性能,但容易被氧化。过量空气中的氧和 NO_2 的氧化性会破坏 PPS 纤维分子间共价键,使 PPS 纤维颜色变黄、变脆,最终导致纤维断裂。所以工程上选用 PPS 滤料的条件是烟气温度长期不高于 150°C ,含氧量不超过 8%,含 NO_2 量不超过 15 mg/m^3 (标准状态下)。

3.3 水解作用

水解是指在氢离子和氢氧根离子的催化作用下有水参与的聚合物降解反应。水解对纤维的破

坏作用是水分子将纤维聚合物的分子链分割成较小的片段,使分子量减小从而使纤维表面层层剥落,造成纤维失重和抗拉强度减弱。涤纶、芳纶、P84、芳腈纶等纤维均容易水解生成更小片段,尤其是 P84,耐酸碱腐蚀性均优良但耐水解能力一般。通常各类不耐水解滤料在常温状态下水解作用不明显,但高温条件下尤其是温度超过 100 ℃ 时,水解反应增速明显。

拒水、拒油处理是提高滤料性能的一种方式^[5]。理论表明液体能否浸润固体主要取决于液体的表面张力和固体物质的临界表面张力,如果液体的表面张力大于固体的临界表面张力则液体不能浸润固体;反之,固体将被浸润。常用的解决纤维水解特性的主要方法有两种:一是滤料表面涂层,如表面树脂处理(物理变化);二是采用防水拒油剂与纤维大分子反应,使纤维中的某些基团形成大分子链,改善或改变纤维对水和油的亲和力,使之变为拒水物质(化学变化)。前者会影响材料的透气性能,后者只在纤维表面产生拒水层,纤维间的空隙未发生变化,不影响粉尘的过滤性能。

3.4 酸性腐蚀(碱性腐蚀)

有色金属冶炼物料多为硫化伴生矿物质,熔炼、吹炼冶炼炉尾烟气及炉体外溢烟气中含 SO₂。酸性腐蚀是袋式除尘器的主要危害之一,主要表现为低温腐蚀,烟气温度高于露点温度,酸性腐蚀不明显;当温度降低时,水蒸气分压降低,相对湿度增

加,达到饱和状态时,水蒸气凝结呈液态析出,溶解含酸性尾气,强化酸性腐蚀。如某工程测量数据表明,含 SO₂ 的烟气温度在露点温度时,SO₂ 溶于水会形成质量分数约为 80% 的硫酸溶液^[1]。在实际工程中,尤其是在北方地区,设计含酸性烟气除尘系统时,管道及设备需保温处理,必要时需采取伴热处理。

3.5 气流组织及清灰方式

过滤气流和清灰反吹气流的冲刷,对滤料来说主要产生物理磨损。布袋内各布袋过滤不均容易造成滤料的局部受力过大使滤袋磨损。研究表明,袋式除尘器室内流场均匀对布袋均匀过滤,维持较低的过滤速度,延长滤料的使用寿命具有重要意义^[3]。设计除尘设备时,需优化室内气流分布,必要时可采用计算流体力学模拟袋内的气流分布状态进行优化设计。袋式除尘器清灰过程^[3,6]是滤料过滤性能再生过程,滤料再生是袋式除尘器稳定运行的重要保障。清灰不均易加剧过滤不均,缩短滤袋使用寿命,清灰强度不足,设备长期在高阻力区运行,能耗增加,同时增大滤布气布比;但清灰效率过高也易扩大布袋的气布比变化域,尤其对不耐折材料(如玻纤)损害较大。因此滤料纤维性能决定其滤布的清灰方式。

通常滤袋使用受上述多因素影响,设计选型时需综合分析。表 2 给出了几种常用滤料性能^[7],可供滤料选用参考。

表 2 常用滤料纤维性能

	连续使用温度/℃	耐化学性能	对氧化性物质要求	耐磨性和过滤性能
涤纶(聚酯) PET	120	耐酸、碱性较好	抗氧化性较好	耐磨性较好
丙纶 polypropylene	80	耐酸、碱性较好	抗氧化性较好	耐磨性较好
芳纶 aramid	200	耐酸腐蚀性一般,耐碱性良好	抗氧化性较好	耐磨性较好
聚酰亚胺 P84	240~260	耐酸腐蚀性一般,耐碱性良好	抗氧化性较好,耐水解性一般	耐磨性一般、纤维过滤性能极佳
玻纤 glass fibre	260	在高温状态下,弱碱、弱酸、金属氧化物对玻纤的损伤会加强	抗氧化性较好	耐磨性、耐折性较差,过滤性能一般
聚四氟乙烯 PTFE	240~260	极佳的耐酸、碱性	抗氧化性较好	耐磨性、耐折性较好,过滤性能较好
聚苯硫醚 PPS	150	有较好的耐酸碱性能,在一定温度、强酸碱条件下易发生化学反应	一般要求含氧量小于 8%,同时对 NO ₂ 、Br ₂ 反应敏感	耐磨性、耐折性较好,过滤性能较好

4 有色冶炼工程滤料选用分析

有色金属工业是国家政策长期支持发展的基础原料工业。目前,我国的铜、铅、锌、铝等金属生产规模均居世界第一,有色冶炼烟气成分相对复杂,粉尘处理困难,设计中需区别对待。下文对照冶炼工艺流程阐述滤料与烟气(环保通风等)之间

的相关性,为优选滤料和除尘设备提供参考。

4.1 采矿、选矿通风除尘

重有色金属矿山选矿厂在矿石的破碎、筛分、磨浮、过滤干燥过程中,会产生大量粉尘,有色金属矿尘为多金属混合粉尘,其中游离二氧化硅含量一般超过 10%。破碎中产生的可吸入颗粒物严重影

响人员的身心健康, $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ 的颗粒物最容易沉积于肺泡, 造成硅肺病。破碎粉尘平均粒径较大, 一般滤料的效率均能满足除尘要求, 但若粉尘中含危害性较大的重金属颗粒物, 选择滤料时宜选择纤维细度较小的滤料, 这样能保证对微细粉尘的捕集效率。由上文知, 覆膜滤料和梯度滤料有较高的捕集效率, 但破碎尘的不规则外形琢磨性大, 覆膜滤料的耐磨性较差(特别是国产覆膜滤料), 滤料易破损失效。常温细纤维、高孔隙率的结构性滤料在这种工况下优势明显。不过, 国内的选矿厂多用湿式除尘, 除尘泥浆沉淀回收利用, 重返工艺流程, 取得较好的效果。但在严寒地区和严重缺水的地区, 除尘耗水量和污泥结冰是其限定因素, 干式过滤除尘技术具有更大的优势和更具保障性。

4.2 冶炼通风收尘

重有色金属冶炼可分火法冶炼和湿法冶炼。火法冶炼, 如铜、镍冶炼采用的工艺是造钼熔炼—吹炼—精炼; 铅、锑、锡冶炼的工艺是氧化脱硫焙烧(或熔炼)—还原熔炼; 锌冶炼的工艺是焙烧—浸出—净液—电解^[8-9]。冶炼过程中产生的粉尘主要有两类: 第一类为机械尘, 如物料备料、转运, 冶金炉配料、加料过程产生的粉尘。此类粉尘随气流进入净化系统, 矿物粉尘平均粒径较大, 处理相对容易。第二类为挥发尘, 金属熔炼过程中如铅、汞等挥发成蒸气进入烟气流, 凝结在悬浮粉尘中, 这种粉尘受工况影响较大, 平均粒径分布较广, 因为污染性较强, 要求净化设备有较高效率。可吸入粉尘粒径分布在 μm 或亚 μm 级, 且粉尘捕集靶效率最小区对应的粒径为 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 左右, 袋式除尘器对小粒径粉尘的分级效率较高, 对细微粒(超细微粒可凝成核)过滤作用明显, 因而布袋除尘越来越多被采用。

4.2.1 备料、配料工段

配料作为各类冶炼过程的第一道工序, 在物料转运、配比输运过程中扬尘与选矿厂破碎粉尘类似, 但经过选矿磨、浮选后物料粉尘琢磨性弱于破碎粉尘, 此时粉尘中含重金属尘比例有所提高。尤其在处理铅、镉等重危害粉尘时, 需充分考虑小粒径粉尘的分级效率, 选择净化设备及过滤材质时需明确滤布分级效率, 对微细粒子的捕集效率将作为设备选型的决定因素。如国内某铅冶炼厂, 精矿配料车间设计环境卫生通风除尘系统一套, 通风量按

$24\,400 \text{ m}^3/\text{h}$ 设计, 为保证通风除尘处理后的空气中铅浓度小于 $0.60 \text{ mg}/\text{m}^3$, 必须保证除尘设备的除尘效率大于 99.9%(全效率)。此时设备选型应基于粉尘(如铅尘)粒径分布, 选择经特殊工艺处理过的滤布。配料环保通风系统为常温状态, 除尘器可选用加厚覆膜涤纶或超细涤纶过滤毡, 但膜过滤需要考虑粉尘的琢磨性对膜的损伤及底层基布的过滤性能。

4.2.2 熔炼工段

目前铜、镍、铅冶炼以火法熔炼为主, 锌冶炼则主要为湿法冶炼。有色冶炼工程习惯将工艺烟气和环保通风分设独立的除尘系统, 对于工艺烟气的除尘系统, 熔炼过程一般为氧化过程脱出精矿中的硫分, 冶炼烟气经废热(余热)回收后进静电除尘器净化、制酸。为调整粉尘比电阻保证静电除尘器有较高效率及避免余热锅炉水冷壁等发生低温腐蚀, 烟气温度一般控制在 300°C 以上, 但排放烟气温度过高会增加后续制酸设备(换热器)容量。实际工程中, 为达到制酸所需烟气洁净度和硫酸透明度, 常采用五电场电除尘器收尘再通过板式换热器换热后去制酸。从能耗和高温滤料的投资成本上分析, 若采用布袋除尘, 投资与之相当。但在此工况下, 仅有少量滤料可满足高温、高效、耐腐蚀要求, 布袋除尘器的稳定性和可靠性有待研究。当然, 新纤维材质研发可能为本问题的解决提供一条途径。环保通风除尘系统, 主要是排除各虹吸口、出渣、出铅(铜)口、溜槽等的金属挥发蒸气, 根据冶炼过程中的挥发烟尘量, 按环保标准阈值选择性设计通风除尘系统。对铅、镉等分布粒径较小且危害性大的粉尘, 使用超细纤维、异型纤维和梯度结构滤料有较好的效果。一般环保通风烟气温度接近环境温度, 为避免烟气中可能存在火星造成烧袋, 防水、拒油覆膜涤纶针刺毡滤料比丙纶滤料有更好的适应性。

锌冶炼常将锌精矿焙烧脱硫后进湿法冶炼工段。焙烧窑烟气经余热锅炉热回收进静电除尘器除尘后去制酸, 烟气成分与铜、铅熔炼烟气类似, 但氧含量降低, 高温、低温腐蚀等仍限制布袋除尘器的利用, 工程上也多用静电除尘器。焙烧窑物料转运、加料口、圆筒冷却口等设机械通风除尘, 其锌矿粉尘粘结性、烟气温度及烟气中含微量 SO_2 是滤料选型的限制因素, 锌粉粘结布袋要求滤袋具备较

优的清灰性能,此时可优先考虑清灰性能好的高温滤料,工程上常选用 P84,PPS 等优质纤维的混合材料,复合滤料是较好的选择之一。

4.2.3 吹炼(精炼)工段

精炼工段是对熔炼氧化渣再熔炼过程,根据熔炼工段反应物不同采取再次还原(氧化)、加料造渣再提纯的过程。前期熔炼基本消除精矿中大部分硫分,炉尾烟气 SO_2 含量减少,实际工程中按烟气含酸量选择性脱硫或稀释排放,此时采用布袋除尘器净化烟气经济性明显。熔炼炉高温烟气一般经直接冷却(混风)或间接冷却(风冷、水冷)后进布袋除尘器,此时烟气中 SO_2 浓度虽较熔炼工段低很多,但低温酸腐蚀仍是滤料性能的主要影响因素之一。设计冶炼炉(如鼓风炉、转炉等)烟气收尘冷却烟道时应严格计算冷却烟道面积,避免过大或过小造成布袋损坏及设备酸性腐蚀,影响设备的连续稳定运行。笔者认为,混风作为一种直接冷却途径,虽能迅速降低烟气温度,但空气中氧含量和水蒸气含量会增大滤料被氧化和设备低温腐蚀可能性,缩短滤料和设备的使用寿命,如 PPS 滤料,其氧化作用是影响寿命的主要因素。

转炉吹炼、鼓风炉、烟化炉加料口、出渣口、溜槽等卫生通风系统与熔炼工段环保通风系统的烟尘成分类似,铜、镍等吹炼过程传统通风方式一般采用高空直排,但随环保标准提高,新设计通风系统均设布袋除尘器净化后排空,滤料常用普通防水、拒油涤纶针刺毡。铅、镉等金属挥发尘危害性较大,加料口、出铅溜槽、出渣溜槽和电解熔铅电极制备等处设强制机械通风捕集熔融态金属挥发蒸气,净化设备宜用超细涤纶纤维覆膜涤纶针刺布袋除尘;工程上也有用高效织物滤筒处理熔铅锅、电铅锅等挥发烟气的实例,烟气中含微量挥发性金属蒸气,入口浓度较小,高效滤筒(滤清器)的处理效果明显,但设备清灰效果决定设备运行稳定性和安全性。

4.2.4 有价金属回收

熔炼、电解后阳极泥、有价金属、稀有金属回收是有色冶炼厂的主要效益点之一,一般用顶吹转炉回收阳极泥中有价金属。熔炼炉顶烟气的温度高且成分复杂,此时除尘设备作为物料回收设备作用大于环保价值,一般除尘工艺为炉顶烟气经表面冷却器冷却后进入布袋净化回收有价粉尘,布袋负压

运行且除尘效率影响经济收益,因此,兼顾过滤性能和耐化学腐蚀性能,PTFE,P84 滤袋是较好的选择,但这两种高档滤料的价格稍贵。工程中也有用混合针刺毡复合滤料的实例,但效果一般。转炉的加料口、出料口上方设旋转罩排除烟尘满足卫生要求,一般选用覆膜涤纶针刺毡或超细涤纶纤维针刺毡布袋除尘。也有将上述两系统合并设计的实例,过滤布袋用高温 PTFE,P84 纤维或混纤针刺制作,系统安全性和可靠性较好。除此之外,在稀有金属、贵金属的环保通风除尘工程中,环保除尘设备作为工艺生产回收设备的功用远大于作为环保设备,必要时还需在除尘设备出口设计泄漏检测装置,避免稀有金属粉漏损,此时超细纤维、异型纤维、结构滤料能取得较好的使用效果。

综上所述,应结合系统工况条件,根据烟气性质、除尘设备本体结构、清灰方式选择袋式除尘布袋,同时兼顾经济性。烟气的温度和烟气组分影响滤料使用性能,但系统设计和除尘设备的气流组织、清灰强度、清灰方式对滤料的失效性同样具有重要影响,工程设计需要兼顾各方面因素,扬长避短,优化设备选型,除尘设备才能得到良好运行。

5 结论

5.1 滤料选用是袋式除尘器稳定可靠运行的关键因素,有色工业工艺繁杂,污染源种类众多,形式多样,实际工程使用中需结合工艺烟气特性、尘粒特性区别对待。涤纶可作为主要的常温过滤材料,针对不同工况,结合粉尘危害性和分布粒径选择不同的后处理方式、滤料结构,危害性较大且粒径较细小的场合,异型纤维、梯度结构滤料使用效果明显;高温滤料种类繁多,烟气中氧化剂含量、酸性腐蚀、水蒸气含量均是滤料选择的限定因素,如富氧冶炼烟气应避免抗氧腐蚀较差的滤料,P84 材质不适宜应用在含水量较高的烟气系统等。

5.2 影响袋式除尘器设备的因素众多,烟气工况、系统设计、气流组织、清灰强度、清灰方式均影响滤料的使用寿命,选用滤料时需兼顾各种因素,扬长避短,保证除尘系统能稳定安全运行。

5.3 新型纤维、复杂结构滤料技术是今后滤料技术的研究方向之一;高温滤料的国产化研究能有效地降低设备投资和适应国情。

(下转第 54 页)