

危险废物焚烧烟气净化工艺研究

王少权, 吕自强, 王辉, 柴同春, 陈楼阳

(浙江菲达环保科技股份有限公司, 浙江诸暨 311800)

摘要:通过实际工程分析了危险废物焚烧烟气的特性及烟气净化工艺的选择方法,探讨了湿法喷淋塔吸收剂的选取、喷淋吸收后浆液处理,同时分析探讨了烟气净化工艺的各段操作温度如何设定。

关键词:危险废物;烟气净化;工艺研究

中图分类号:X701

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2012)02-0030-03

STUDY OF PROCESS FOR CLEANING FLUE GAS PRODUCED BY INCINERATION OF HAZARDOUS WASTE

WANG Shao-quan, LV Zi-qiang, WANG Hui, CHAI Tong-chun, CHEN Lou-yang

(Zhejiang Feida Environment Science Co., Ltd. Zhuji 311800, China)

Abstract: By the practical project, analyzing the characteristic and cleaning process method of flue gas produced by incineration of hazardous waste, discussing how to choose absorbent of spray scrubber and deal with the slurry, and analyzing how to set operating temperature of every part of flue gas cleaning process.

Keywords: hazardous waste; flue gas cleaning; process study

危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险性的废物^[1]。危险废物具有各种毒性、腐蚀性、易燃性、爆炸性、反应性和(或)感染性,会对生态环境和人类健康构成严重危害。因此,危险废物的安全管理与妥善处置,是生态环境保护与可持续发展的重要内容,是管理部门与科技工作者关注的焦点。

我国的危险废物主要化工原料及化学制品制造业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、采掘业、石油加工和炼焦业、电子设备制造业等6个行业。2002年,这6个行业产生的危险废物之和占我国危险废物总产生量的94.16%,其中化工原料及化学制品制造业产生的危险废物达到总量的57.2%^[2]。2009年,全国危险

废物产生量为1429.8万t,综合利用量(含利用往年贮存量)、贮存量、处置量分别为830.7万t、218.9万t、428.2万t^[3]。

焚烧是危险废物安全处置的重要手段之一,焚烧处置在实现危险废物减量化和无害化处置的同时,还可以实现余热回收利用^[4]。国家在2001年发布的《危险废物污染防治技术政策》中鼓励研究开发高效、实用的危险废物焚烧成套技术和设备,包括危险废物焚烧炉技术、危险废物焚烧污染控制技术和危险废物焚烧余热回收利用技术等。本文以天津滨海工业危险废物处置中心日处理能力100t的危险废物集中处理处置设施为例,对尾气净化处理技术进行了研究分析。

1 项目简介

天津滨海工业危险废物处置中心在滨海新区建设一处日处理能力100t的危险废物集中处理处置设施,重点解决化学工业生产产生的废物。固

体废物主要为灰渣、盐泥、石油焦、废催化剂、吸附剂、化工产品残渣等。项目采用回转窑焚烧配余热锅炉的方式,炉后尾气处理,灰渣固化填埋。

1.1 余热锅炉出口烟气条件

(1)烟气急冷塔入口温度:500~550 °C,短期最高不超过 600 °C

(2)烟气急冷塔入口烟气量:500 °C时不超过 43 046 Nm³/h(质量流量 54 588 kg/h)

(3)烟气成分

体积百分数(vol %):

CO₂=8.576 H₂O=12.718 N₂=71.704

O₂=6.832 SO₂=0.047 HCl=0.120

NO_x=0.003

质量百分数(m %):

CO₂=13.284 H₂O =8.062 N₂=70.701

O₂=7.697 SO₂=0.100 HCl =0.153

NO_x =0.003

(4)烟气含尘量:~20g/ Nm³

1.2 污染物的排放设计要求

根据 GB 18484-2001 危险废物焚烧污染控制标准,各污染物的排放要求按表 1 设计。

表 1 污染物的排放设计要求

序号	污染物	最高允许排放浓度限值(mg/m ³)
1	烟气黑度	林格曼 级
2	烟尘	65
3	一氧化碳(CO)	80
4	二氧化硫(SO ₂)	200
5	氟化氢(HF)	5.0
6	氯化氢(HCl)	60
7	氮氧化物(以 NO ₂ 计)	500
8	汞及其化合物(以 Hg 计)	0.1
9	镉及其化合物(以 Cd 计)	0.1
10	砷、镍及其化合物(以 As+Ni 计)	1.0
11	铅及其化合物(以 Pb 计)	1.0
12	铬、锡、锑、铜、锰及其化合物(以 Cr+Sn+Sb+Cu+Mn 计)	4.0
13	二恶英类	0.5TEQng/m ³

2 项目工艺方案设计

2.1 烟气净化工艺选定

危险废物焚烧烟气净化技术的选择应充分考虑危险废物特性、组分和焚烧污染物产生量的变化及其物理、化学性质的影响,并注意组合技术

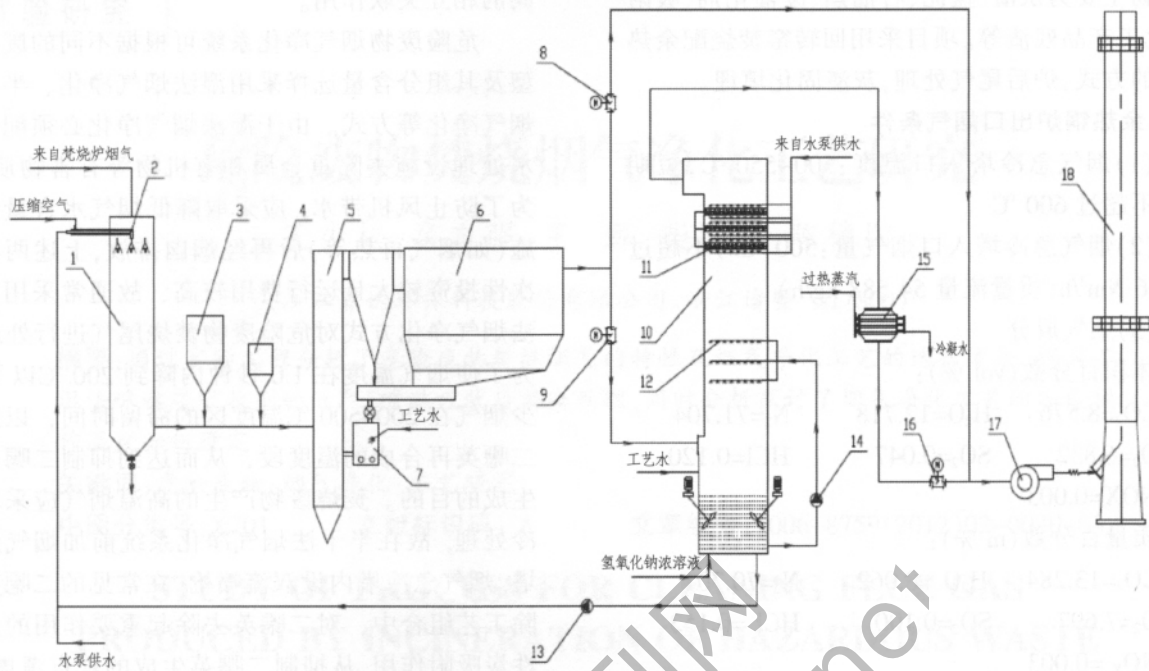
间的相互关联作用。

危险废物烟气净化系统可根据不同的废物类型及其组分含量选择采用湿法烟气净化、半干法烟气净化等方式。由于湿法烟气净化必须配备废水处理设施去除重金属和有机物等有害物质,及为了防止风机带水,应采取降低烟气水含量的措施(如烟气再热等)后再经烟囱排放,上述两项一次性投资较大且运行费用较高,故通常采用半干法烟气净化方式对危险废物焚烧尾气进行处理。为了使烟气温度在 1.0 秒钟内降到 200 °C 以下,减少烟气在 200~500 °C 温度区的滞留时间,以避免二噁英再合成的温度段,从而达到抑制二噁英再生成的目的。焚烧废物产生的高温烟气应采取急冷处理,故在半干法烟气净化系统前加烟气急冷塔,烟气急冷塔内设双流喷枪。在常见的二噁英去除工艺组合中,对二噁英去除起重要作用的是活性炭吸附作用,从抑制二噁英生成的观点考虑,为了达到更好的二噁英去除效果,最好不要采用电除尘器^[5]。项目中半干法烟气净化后采用袋式除尘器,另外袋式除尘器作为脱酸后除尘设备相比电除尘器能提高脱酸效率。

由于考虑到工业危险废物组分变化可能导致的焚烧烟气中 SO₂、HCl 浓度较设计值偏高较多,半干法烟气脱酸系统可能会达不到国家环保排放要求,基于此在半干法烟气脱酸系统后旁路串接湿法烟气脱酸系统,保证任何情况下污染物能达

表 2 烟气净化系统主要设计参数

序号	项目	单位	数据	备注
1	烟气急冷塔	m	直径:3.6 高度:14.6	数据为内壁砌筑耐火浇筑料为 100mm 后数据
2	反应器	m	宽度:2 深度:0.72 高度:11.93	
	过滤面积	m ²	2645	
	滤料材质		Gore-Tex 薄膜/织物及覆膜全部选用 PTFE (聚四氟乙烯)材料	
3	袋式除尘器	mm	φ130×6000	
	滤袋数量	只	1080	
	过滤速度	m/min	0.75	离线喷吹时
	清灰方式		分室离线脉冲清灰	
	脉冲阀规格		2"脉冲阀	
	脉冲阀数量	只	72	
4	喷淋塔	m	直径:φ3 总高:19.35	



1 烟气急冷塔;2 喷枪;3 石灰加料系统;4 活性炭加料系统;5 半干式反应器;6 袋式除尘器;7 混合增湿器;8 旁路挡板;9 进口挡板;10 喷淋吸收塔;11 除雾器;12 喷淋层;13 溶液回收泵;14 碱液循环泵;15 蒸汽-烟气换热器;16 出口挡板;17 引风机;18 烟囱

图1 烟气净化工艺流程图

标排放。

项目烟气净化工艺流程见图1。

2.2 主要设计参数

烟气净化系统的主要设计参数见表2。

3 项目工艺方案分析

3.1 喷淋塔吸收剂的选择

喷淋塔常用吸收剂为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 、 NaOH ，用 NaOH 作脱酸剂，循环水基本上是 NaOH 的水溶液，在循环过程中对泵、管道、设备均无腐蚀与堵塞现象，便于设备运行与保养，且喷淋塔主要在焚烧烟气中 SO_2 、 HCl 浓度较设计值偏高较多时投运，相对投运率不高，故项目中选用 NaOH 粉作脱酸剂。

3.2 喷淋塔洗涤后浆液处理

喷淋塔洗涤后浆液由于喷淋前有半干法烟气净化系统，在半干法烟气净化系统中能将重金属、二噁英、粉尘基本去除，同时 SO_2 、 HCl 、 HF 等酸性组分能大部分去除，故在喷淋塔洗涤中主要是去除酸性组分，喷淋后浆液量较少，可作为废水排入工业废水管中予以处理。本项目中由于附近废水处理设施较远，考虑将洗涤后浆液作为冷却

水打入烟气急冷塔处理。

3.3 操作温度

为防止二噁英在烟气急冷塔中再合成，要求在烟气急冷塔中使烟气温度在1.0秒钟内降到 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 以下，项目中设定烟气急冷塔出口温度为 $190\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。因焚烧烟气中 HCl 浓度高达 $1\ 268.3\ \text{mg}/\text{Nm}^3$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 HCl 在 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 以下易生成 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，吸湿性较强，而在 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 以上反应产物以 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 为主，吸湿性不强。为防止袋式除尘器结露，应保证在袋式除尘器出口的烟气温度在 $130\text{ }^\circ\text{C}$ 以上，这样同时可保证在后续管路和设备中的烟气不结露。

4 结语

(1) 危险废物焚烧烟气净化考虑多种污染物同时脱除宜优先采用半干法烟气净化方式。

(2) 危险废物焚烧烟气净化系统的工艺设计应充分考虑到焚烧废物组分的变化，在含氯、含氟较高时应考虑串联湿法烟气净化系统。

(3) 由于危险废物焚烧烟气从余热锅炉出来后温度较高及烟气中喷水降温，在设计中应充分考虑烟气急冷塔的耐温及腐蚀。

(下转第21页)

的浊度和 pH,若明显变浊或者 pH 变化超过 0.5,说明清洗效果不好,重新用新清洗液再进行上述操作。完成上述操作后停止清洗泵循环,膜组件全部浸泡在清洗液中 1 h 左右,之后加大流量到清洗正常流量的 1.5 倍进行清洗,运行压力以系统无或稍有产水压力为限,循环 30 min。最后用产水冲洗系统 30 min,将清洗液完全冲出至无残留,清洗过程结束。经过上述清洗过程,反渗透膜通量完全恢复至初始状态。

4 结论

(1) 焦化循环冷却排污水经混凝、过滤和超滤处理后,超滤出水的 SDI<1.4,远低于反渗透进水 SDI<3 的要求;出水浊度在 0.3 NTU 以下,低于反渗透进水对浊度<1.0 NTU 的要求,超滤出水水质满足反渗透进水要求。

(2) 反渗透膜有着良好的脱盐效果,对系统的平均脱盐率达 98.0%以上。

(3) 焦化循环冷却排污水经双膜工艺深度处理后,回用水达到循环冷却补充水的水质要求,即:

(上接第 26 页)

残渣态形式存在;Ni 主要以残渣态的形式存在,表现出较弱的迁移性。虽然重金属主要存在于残余态中,但在 Fe-Mn 氧化态、还原态中的质量分数也很高,说明这些土壤的确受到煤炭开发利用导致的重金属污染,而且对生物是有一定可利用性。因此,在矿区环境治理和生态恢复过程中,应该对淮南矿区土壤中 Co、Pb 的生物毒害性关注。

参考文献

- [1]Dang Zhi, Liu Congqiang, et al, Review of the mobility and bioavailability of heavy metals in the soil contaminated by mining[J]. Advance In Earth Sciences. 2001,16(1):86~92.
党志,刘丛良,尚爱安等.矿区土壤中重金属活动性评估方法的研究

(上接第 32 页)

参考文献

- [1]CJJ/T 65-2004.市容环境卫生术语标准[S].
[2]代江燕,李丽,王琪,等.中国危险废物管理现状研究[J].环境保护科学.2006,32(4):47~50.
[3]中华人民共和国环境保护部.2009 年《中国环境状况公报》

COD<60 mg/L,Cl- <50 mg/L,硬度<20 mg/L。

参考文献

- [1] 颜家保,王孝勤,周敏,等.膜分离技术在循环冷却排污水处理回用中的研究进展[J].能源环境保护,2010,24(1):12~15.
[2] 中华人民共和国国土资源部.做好这篇大文章-谈提高矿产资源利用率[EB/OL].(2004-06-25)[2011-07-17].http://www.mlr.gov.cn/xwdt/jrxw/200406/t20040625_590413.htm.
[3] 毛永灏.钢厂废水再生的反渗透膜污染控制策略研究[D].邯郸:河北工程大学,2007.
[4] 樊志峰.集成膜技术深度处理循环冷却排污水研究[D].天津:天津大学,2005.
[5] 马晋杰.超滤与反渗透系统处理循环排污水在电厂中的应用[J].山西冶金,2010,33(4):43~45.
[6] 国家环境保护总局,编.水和废水监测方法[M].(第四版)北京:中国环境科学出版社,2002,560~562.
[7] 程春萍,张丽娜.连续滴定法测定蛋壳中钙、镁离子的含量[J].内蒙古石油化工,2010,(8):35~36.
[8] 张燕,王炳玉,王站.超滤在反渗透系统中的应用[J].莱钢科技,2011,(1):16~18.
[9] 朱姗姗,方明,成坚,等.膜技术处理含氨废水及膜清洗研究[J].水处理技术,2010,36(8):113~116.

究进展[J].地球科学进展.2001,16(1):86~92.

- [2]Ure A M,Single extraction schemes for soil analysis and related applications, Sci Total Environ, 1996.178:3~10.
[3]Vander Wall HvH, Sumner M E, Carbrera, M L. Bioacailability of copper, manganese and zine in poultry litter [J]. J Environ Qual, 1994, 23:43~49.
[4]Ure AM, Quevauviller Ph, MuntauH, etal. Speciation of heavy metals in soils and sediments, An account of them-provement and harmonization of extraction techniques under-taken under the auspices of the BCR of the commission of the European communities[J]. Intern J Environ Anal Chem,1993,51:135~151.
[5]Yang JJ, Mosby D E, Casteel S W, et al, Microscale pH variable for assessing efficancy of phosphorus acid treatment in lead-contaminated soil [J].Soil Sci.2001.166(6):374~381.

[R],2010.

- [4]刘志全,李金惠,聂永丰,等.中国危险废物污染防治技术发展趋势与政策分析[J].中国环保产业,2000(12):15~17.
[5]周泽宇,刘书敏,蔡德耀,等.垃圾焚烧中二噁英脱除方法及机理[J].能源与环境,2009(1):80~82.