

# 一种填埋场陈腐垃圾大比例掺烧的焚烧工艺

王琳 洪利宾

建德浦发热电能源有限公司 浙江 杭州 311600

**摘要:** 随着垃圾分类政策的实施,导致可焚烧生活垃圾量减少,很多生活垃圾焚烧厂都产生了垃圾量缺口问题,影响垃圾焚烧厂的经济性和可持续运营,因此多地开始掺烧填埋场的陈腐垃圾,由于陈腐垃圾热值低,若调整不好将直接影响焚烧炉炉温,不能有效保证二噁英的去除,影响烟气排放指标,因此掺烧比例一般控制在10%左右。因此,如何提升陈腐垃圾掺烧比例,保证环保达标,是一个需要研究解决的问题。

**关键词:** 陈腐垃圾;大比例掺烧;垃圾焚烧

## 1 目前国内垃圾焚烧厂的基本情况

随着垃圾分类政策的实施,导致可焚烧生活垃圾量减少,很多生活垃圾焚烧厂都产生了垃圾量缺口问题,影响垃圾焚烧厂的经济性和可持续运营,因此多地开始掺烧填埋场的陈腐垃圾,由于陈腐垃圾热值低,若调整不好将直接影响焚烧炉炉温,不能有效保证二噁英的去除,影响烟气排放指标,因此掺烧比例一般控制在10%左右。因此,如何提升陈腐垃圾掺烧比例,保证环保达标,是一个需要研究解决的问题。

## 2 垃圾填埋场综合治理的现状

生活垃圾填埋场治理可以选择原位封场修复和开挖焚烧两种方式进行治理。封场修复方式需要投入大量的生态修复资金,并且每年持续投入维护资金,同时面临地下水污染、臭气排放、渗滤液处理不达标等环保隐患,每年的全国环保督察中发现的填埋场环保问题占比达到10%左右,而开挖焚烧方式是一个彻底消除环保隐患的治理方式,同时也能置换出土地资源,从填埋场的全生命周期来看也会节省大量的政府财政投入,因此提高垃圾

焚烧厂的陈腐垃圾掺烧比例也是填埋场治理的需要。

3 某公司从2022年1月至2023年5月,对生活垃圾填埋场的陈腐垃圾进行了开挖掺烧,总共开挖和掺烧陈腐垃圾64858吨,积累了丰富的开挖和掺烧经验。

3.1 厂区配备1x500t/d的焚烧线,日均可处理垃圾500吨。烟气净化系统采用“SNCR+半干法脱酸+干法脱酸+烟道活性炭喷射+布袋除尘器+湿法脱酸+SCR”组合式处理工艺,降低烟气中的氮氧化物、酸性气体和二噁英及重金属等物质。进厂燃料为该区域内生活垃圾,平常掺烧环卫收运的餐厨垃圾残渣。

### 3.2 工艺匹配性

生活垃圾在填埋后经过生物降解逐步变为陈腐垃圾,陈腐垃圾具有原生垃圾的一些特性,具备掺烧的可行性,但其中建筑垃圾和一般工业固废的填埋量、填埋过程中的覆土、填埋时间长短等对掺烧影响比较大。

### 3.3 掺烧数据统计

2022年1月份掺烧数据统计分析(2022年2月1-9日数据为纯烧生活垃圾),如下表1:

日期	焚烧量(t)		炉膛温度℃	氧量%	一次风温℃	烟气流量 万Nm <sup>3</sup>	吨垃圾发 电量kwh	厂用电率%	计算热值 mj/kg	飞灰量t	炉渣量t
	陈腐垃圾	入炉总量									
1月5日	112.2	412	1038	9.59	178	197.4	496	21.66	7.5	/	90.8
1月6日	145.5	416	1063	9.49	178	197.2	508	20.63	8	23.94	126.04
1月7日	146.3	426	1052	9.56	172	203.2	485	21.27	7.6	/	121.38
1月8日	150.4	422	993	9.69	175	197.8	481	20.74	7.4	/	94.54
1月9日	160.8	453	1041	9.56	176	197.8	458	21.81	7.4	27.9	90.9
1月10日	165.9	448	1025	9.79	175	208.2	473	21.61	7.5	/	86.14
1月11日	169.8	469	1011	9.64	175	206.1	447	21.13	7.1	/	183.82
1月12日	142.5	395	1053	9.25	173	198.3	541	21.63	6.9	30.04	62
1月13日	152.4	438	1092	9.05	160	196.1	492	21.5	7.7	/	219.9
1月14日	151.1	423	1100	9.46	169	203	517	21.48	7.7	24.02	60.62
1月15日	144.4	414	1097	9.24	162	198.2	519	21.02	7.6	/	120.3

续表:

日期	焚烧量 (t)		炉膛温度℃	氧量%	一次风温℃	烟气流量 万Nm <sup>3</sup>	吨垃圾发 电量kwh	厂用电率%	计算热值 mj/kg	飞灰量t	炉渣量t
	陈腐垃圾	入炉总量									
1月16日	142.2	409	1112	9.03	154	195.5	540	20.88	7.5	/	124.08
1月17日	156.5	436	1106	9.18	160	199.2	514	21.46	7.6	28.42	156.66
以上平均	148.1	419	1093	9.2	163	198.3	520	21.3	7.5	/	123.92
22年2月 1-9日平均	0	388	1071	9.17	167	193.5	526	21	8.3	71.86	92.05

备注: 1月5日-17日原生+陈腐垃圾; 2月1-9日原生垃圾。

3.3.1 2022年1月5日为第一天混合试烧, 焚烧炉处于调整适应期, 故没有直接大规模投料, 为了确保数据的准确性, 5日的焚烧参数不列入对比范围, 仅供参考。

3.3.2 由表1数据分析可知: 炉膛温度、氧量等参数与原生垃圾较接近, 变化不大, 但一次风温和烟气流量增加明显, 说明要维持炉膛温度必须提高一次风温和炉膛送风量才能更加有效地对炉排上的垃圾进行烘干和燃烧, 同时为了满足锅炉蒸汽负荷也增加了入炉垃圾量, 以上操作直接导致了吨垃圾发电量的降低, 整体效率降低明显。

3.3.3 从DCS计算热值来看, 掺烧陈腐垃圾之后的热值一直下降, 而炉渣量、飞灰量增加。一方面是入炉焚烧量的增加, 另一方面说明了陈腐垃圾内有一定的渣土成份。

因焚烧厂锅炉日处理设计值为500吨, 而实际入厂量低于该数据, 所以, 当填埋场陈腐垃圾停挖之后, 其日常数据均有压低负荷运行的情况, 大约维持在75-80%负荷量。

3.3.4 污染物排放统计对比表(2022年2月1-9日数据为纯烧生活垃圾)如下表2:

日期	焚烧量 (T)		烟气排放 (mg/m <sup>3</sup> )				
	陈腐垃圾	入炉总量	HCL	SO <sub>2</sub>	NOX	CO	烟尘
1月5日	112.2	412	2.39	4.65	39.52	0.55	3.38
1月6日	145.5	416	3.84	6.68	45.17	0.41	3.38
1月7日	146.3	426	4.16	5.87	42.42	1.07	3.36
1月8日	150.4	422	4.28	6.81	38.22	1.25	3.49
1月9日	160.8	453	4.68	10.03	42.24	1.04	3.36
1月10日	165.9	448	4.58	10.87	48.89	1.47	3.44
1月11日	169.8	469	4.46	8.86	41.97	1.15	3.36
1月12日	142.5	395	4.3	9.51	43.76	1.36	3.03
1月13日	152.4	438	3.81	6.59	39.68	0.41	3.03
1月14日	151.1	423	5.34	13.3	47.5	0.69	3.3
1月15日	144.4	414	3.94	12.33	43.28	0.56	3.11
1月16日	142.2	409	3.98	10.89	43.87	6.17	3.18
1月17日	156.5	436	3.56	8.87	39.36	0.62	3.2
以上平均	148.1	419	4.15	10.24	42.9	1.63	3.14
22年2月1-9日平均	0	388	3.03	7.28	39.92	0.6	2.9

3.3.5 通过表2数据对比可知, 填埋场陈腐垃圾掺烧之后污染物排放浓度与原生垃圾焚烧相比几乎没有变化。当然, 经过比较分析, 陈腐垃圾焚烧之后所有的污染物排放浓度在环评要求范围内, 证明陈腐垃圾的焚烧在工艺上和排放特征上对烟气净化系统的影响总体可控, 具备大规模掺烧的可能性。

3.3.6 在陈腐垃圾掺烧之后, 炉温虽然都能满足要

求, 但是垃圾热值变化有不确定性, 不定期会出现热值极低不利于燃烧的情况, 燃烧器也会随时投入, 助燃柴油的总体消耗量不大, 但相比掺烧之前, 投入的次数会有所增多。

#### 4 原生垃圾和陈腐垃圾成份与热值变化

针对陈腐及入炉入厂垃圾抽样检测, 三次陈腐垃圾采样数据与原生垃圾对比, 如下表:

表3 进厂陈腐垃圾和原生垃圾主要焚烧特性对比

采样时间	可燃物 (%)	含水率 (%)	灰分 (%)	湿基低位热值 (kJ/kg)
陈腐垃圾2022.3.14	82.75	59.38	17.25	5.156*103
陈腐垃圾2022.5.30	80.52	53.75	19.48	6.981*103
陈腐垃圾2023.2.6	72.38	56.24	27.62	4.690*103
入厂原生垃圾2022.6.28		21.86	13.55	6.532*103
入炉生活垃圾2022.6.28		24.26	11.15	7.800*103

4.1 由表3可知:陈腐垃圾样品湿基低位热值分别为5156kJ/kg、6981kJ/kg、4690kJ/kg,同期入厂生活垃圾的低位热值为6532kJ/kg,经过发酵后,入炉生活垃圾湿基低位热值为7800kJ/kg。(运行时考虑最恶劣工况,故参考值的选取以湿基低位热值为主,取其进行对比)。从表中数据可得出:随着陈腐垃圾开挖深度增加,垃圾的热值逐步下降,垃圾中的灰分逐步增加,含水率相对于日常生活垃圾高出一倍左右。

### 5 创新内容和关键技术创新点:

通过一年多的理念探讨和掺烧实践,尝试多种运行方式的调整,总结出了一套大比例掺烧陈腐垃圾的工艺方法,陈腐垃圾最高掺烧比可达到40%,这项操作法就是三基础六调整:

### 6 三基础

6.1 对于陈腐垃圾开挖层面进行抽检,判定陈腐垃圾热值区间。根据陈腐垃圾的热值,尤其对于砖头石块含量较多的,要进行适当筛分处理。对于填埋期龄较短的陈腐垃圾,可直接进行掺烧。

一般情况下,随着陈腐垃圾开挖层面的加深,垃圾的热值会逐步下降,从表三可以看出。所以要根据实际情况,适当进行筛分处理,筛分过程中,要提前做好有害气体检测、臭气管控工作。

### 6.2 陈腐垃圾要专区堆放,沥水。

通过表一垃圾成分分析可得出,陈腐垃圾含水率可达到50%以上,所以必须要进行专区堆放沥水后,才能进一步掺烧,否则会直接影响燃烧,造成炉温下降,影响二噁英的去除。

另外从表一也可分析得出,陈腐垃圾灰分含量较大,通过堆放沥水后,部分灰土成分会带走,也有利于燃烧。

6.3 陈腐垃圾掺烧时,必须保证好原生垃圾的发酵时长,确保4-7天的充分发酵,保证垃圾热值。垃圾入炉要经过充分的搅拌、松散,确保陈腐垃圾与原生垃圾混合均匀。通过长时间的操作实践,得出:将陈腐垃圾通过一定比例搅拌后,要将垃圾抓至10米左右高度,进行抛洒,通过自重形成松散。反复抛洒3次以上,保证垃圾混

合均匀再进行投料。

### 7 六调整

7.1 合理调整垃圾在炉排上停留时间。陈腐垃圾含水率大时,适当降低干燥炉排速度,保证充分烘干,便于燃烧。一般情况下垃圾在炉膛内燃烧全过程为1-2h。通过经验总结,在掺烧陈腐垃圾时,为保证垃圾干燥,在干燥炉排停留时间稍长0.5h,燃烧炉排速度比干燥炉排稍快,将料摊薄燃烧,燃烬炉排减慢,保证燃烬。

7.2 合理配风,选择合适的过量空气系数。锅炉出口氧量3-4%,较为合理,氧量过低容易造成燃烧不充分,氧量过高氮氧化物生成较多,造成不必要的物料损耗。

7.3 合理调整料层厚度。料层太厚,风吹不透容易出生渣,料层太薄,可燃物少,炉膛温度不能有效保证一般情况下。经总结,维持料层厚度在60-80cm较为稳定。

7.4 尽可能提高一次风温,保证炉温稳定。为了保证陈腐垃圾能够有效烘干,尽量提高一次风温,保证维持在190-220℃之间。

7.5 加强监视出渣机和漏灰输送机水位,及时补水。陈腐垃圾灰土类成份大,会导致炉渣较多,出渣机和漏灰输送机补水不及时就会缺水漏风,影响锅炉燃烧。

7.6 监盘中,勤看火,注意炉内垃圾分布,勤调整,避免出生渣及炉温大幅变动的情况出现。

### 结束语

#### 经济效益

#### 1、焚烧厂经济效益

以2022年为例,陈腐垃圾开挖4.6万吨,通过开挖并掺烧陈腐垃圾后,2022年比2021年减少停炉天数65.3天,多发电1170万度。通过下表可得,开挖4.6万吨陈腐垃圾,可创造294.2万元经济效益。

项目	金额(万元)	备注
发电收入	592	0.5058元/度电
烟气耗材支出	81.6	耗材费17.74元/吨
陈腐垃圾开挖支出	216.2	开挖费用47元/吨
合计	294.2	

#### (1) 填埋场经济效益

通过陈腐垃圾的开挖,节省了填埋场的维护成本,

置换出的土地也会产生新的土地效益，根据填埋场的实际情况预计每年可节省费用数百万元。

## 2、社会效益

(1) 通过陈腐垃圾的资源化利用解决了垃圾焚烧发电厂的垃圾量缺口，有利于垃圾焚烧发电厂的可持续运营。

(2) 加快推进生活垃圾填埋场治理项目的进度，节省了垃圾填埋场的每年维护费用，降低地方财政支出，置换出了填埋场土地资源。

(3) 解决了填埋场存在的地下水污染、臭气排放、

渗滤液处理不达标等生态安全隐患，有效助力地方的“无废城市”建设。

(4) 形成了一套可以借鉴和推广的先进成熟的操作方法，具有很好的应用前景。

## 参考文献

[1]王勇.垃圾焚烧发电技术及应用.中国电力出版社

[2]本书编委会.住房和城乡建设部等部门关于进一步加强城市生活垃圾焚烧处理工作的意见 贯彻实施手册 中国环境科学出版社