

## 给水变频技术在垃圾焚烧发电中的应用

徐潇潇

中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038

**[摘要]**文中首先对变频技术在垃圾焚烧发电中的应用特性及实际运行情况进行了介绍, 并对其在垃圾焚烧发电中的功能及优越性进行了说明。本文从变频技术的基本理论出发, 阐述了变频技术在垃圾焚烧发电中的应用及其应用特点, 并对其在垃圾焚烧发电中的作用和优势进行了阐述。垃圾焚烧发电是实现废物处理无害化、减量化和资源化的重要途径。在垃圾发电厂中, 风机、水泵是应用最广、数量最多、耗电量最大的两种设备, 因此, 降低风机、水泵的耗电量是降低垃圾发电厂自用電量的重要措施。

**[关键词]**垃圾发电; 节能改造; 变频器; 给水泵

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7291

中图分类号: X705

文献标识码: A

### Application of Frequency Conversion Technology for Water Supply in Waste Incineration Power Generation

XU Xiaoxiao

China ENFI Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100038, China

**Abstract:** Firstly, the paper introduces the application characteristics and actual operation of frequency conversion technology in waste incineration power generation, and explains its functions and advantages in waste incineration power generation. Based on the basic theory of frequency conversion technology, this paper expounds the application and characteristics of frequency conversion technology in waste incineration power generation, and expounds its role and advantages in waste incineration power generation. Waste incineration for power generation is an important way to realize harmless, reduced and resourceful waste treatment. In garbage power plants, fans and water pumps are the most widely used, most numerous and most power consuming equipment. Therefore, reducing the power consumption of fans and water pumps is an important measure to reduce the power consumption of garbage power plants.

**Keywords:** garbage power generation; energy saving transformation; frequency converter; supply pump

目前, 人们生产和生活中产生的垃圾越来越多, 如果不及时的处理, 将会对土壤、空气、水源造成严重的污染, 从而导致疾病的扩散, 从而对人体的健康造成极大的危害。在常规的火力发电系统中, 常规的给水控制都是采用电工频的方式对水泵进行启动, 通过逆流阀来降低水压, 将水压控制在一个合理的范围内, 再通过调整阀门来控制水流。在长时间的使用中, 它控制方式简单有效, 价格低廉, 维护方便。

#### 1 垃圾焚烧发电的优势

将二次利用难度极大的垃圾作为发电技术, 无论对于生态保护而言, 还是缓解能源危机等方面都是具有深远意义的。垃圾焚烧发电技术开始应用于欧美等国。垃圾焚烧发电技术相比传统煤炭、天然气等发电手段而言, 存在较大的差异。这种差异主要来自发电原料, 垃圾焚烧技术应用用于电力产业后, 垃圾处理的难度陡然下降, 同时也遵循了垃圾无害化处理的要求。我国在引入垃圾焚烧发电技术后, 积极使用该技术, 目前我国已经在这一方面成为了国际典范, 综合经济性、环保性等多方面要求, 垃圾焚烧发电技术必然会得到更多广阔的发展空间。

1.1 垃圾焚烧发电能够对城市垃圾围城困难进行更好的缓解

在城市化不断推进的现代, 随着人口增加以及物质经济不断发展, 城市生活垃圾越来越多。以往采取的垃圾处理方法为改造垃圾站, 提高其垃圾处理的能力, 压缩垃圾焚烧或掩埋等。以上垃圾处理方法虽然减少了垃圾对生态环境的污染, 避免垃圾影响市容市貌, 但是以上处理方法会造成土地资源利用不充分以及大气污染等。而将垃圾用于发电则与之相反, 发电前, 需要委派专门的机构负责垃圾的回收和运输, 之后将垃圾放置在指定的空间内发电。垃圾焚烧发电不仅可以提高城市土地的利用率, 同时可以缓解能源问题, 减少垃圾污染等, 为促进城市的建设提供更多的支持。

1.2 垃圾焚烧发电技术的应用可大大缓解供电紧张的情况

在化石能源储量越发减少的前提下, 仅仅采用化石能源是无法满足人类社会可持续发展的需求的。并且化石能源中的氮硫成分也会造成大气污染, 引起发电站周边环境, 尤其是大气质量下降。而垃圾焚烧发电技术则不然, 使用该技术不仅可以减少垃圾对环境的影响, 还可以作为辅助电源, 为人类社会提供更多的电能。

1.3 相比

和传统发电手段相比,垃圾焚烧发电的效率虽然不够高,但是因为其原料成本多为运输和后期处理的费用,所以垃圾焚烧发电的成本还是比较低的。垃圾在回收之后,需要进行分类,将其他可以利用的部分清点后,用于其他行业;对于部分有毒有害垃圾,比如电池、水银温度计等,需要将其从垃圾中清理出来,避免对环境造成二次影响;部分无法燃烧的垃圾也应当清理出来,避免影响发电效果。所以和传统化石能源相比,其经济成本是非常低的,所以垃圾焚烧发电的经济优势非常明显。

#### 1.4 焚烧炉介绍。

焚烧的对象为各类有机物等可燃物,燃烧中,有机物中的元素和氧气结合构成氧化物和氢化物,这些产物的体积相对很小,并释放出巨大的热量。生活垃圾的有效处理和能量转化率的提高对垃圾焚烧炉的选择非常关键,其也同设备投资、运行成本、垃圾适应性存在着一定的关联性。

### 2 给水泵控制策略

#### 2.1 给水泵控制

给水是从预抽泵中抽取的,经过给水泵增压后,经过出口电动阀和供水大旁路流入锅炉的输水管道,也可以通过最小流量阀返回到脱氧机。该电动给水泵机组采用高压变频器,通过改变电动机的电源频率来实现变频调速,从而调整供水流量;拆掉原液力耦合器的泵轮和涡轮,改为直接连接的形式;取消原勺管调整模式,不保留液力耦合器调速,采用变频调速,取消工频工作功能。

#### 2.2 跳闸互锁

变频调速后,1号和3号泵没有互锁,也不再是备用泵。2号给水泵联锁的起动条件是:①在投泵后,1#给水泵6KV或#1型变频器停机(#1给水泵变频器变频停止状态信号),#2给水泵电机A级(下文简称2A)联锁起动,2A起动超时,6kVC分段电压超过5.8kV时,联锁起动2B;②在投入后,3#给水泵6KV或#3变频器停机(#3给水泵变频器变频停止状态信号),2B起动,2B起动超时,6kVC分段电压超过5.8kV,2A联锁起动;③2A、2B联锁起动联锁,避免联启2A、2B,6kVA,B级冲击。

#### 2.3 自动调节逻辑

对水泵液力耦合器进行了改装,将原辅助泵(备用泵)留在泵组中,并各增加1个润滑油泵(常压泵)。主油泵是一种长时间工作的润滑油泵,副油泵是后备泵,当主泵出现故障时,它就会启动副油泵。采用原有的进水泵调整逻辑,通过常运变频器与后备泵的联动、勺追踪等构成了自动调整逻辑的参数。一般情况下,变频器与变频器并联工作,其特征曲线基本相同,供水系统能自动投入使用。如果变频给水泵中的一个变频器发生故障,或泵组发生故障,则按照电厂的实际负载需要,需要启动#2号给水泵,

该#2号给水泵通过备用液力耦合器进行调整,这样就会产生一组变频泵(#1、#3)和2号工频给水泵组同时工作。##2通过液力耦合器来调节送水泵的速度,通过高压变频器来调节变频泵(1号泵组和3号泵组)的转速,这两种泵的执行机构特性曲线不同,如果不进行相应的调整,一组工作频率和一组变频泵组同时工作,供水系统不可能全部投入。在前期的逻辑设计中,为确保一组变频给水泵(#1或#3)与一组工频给水泵组(#2)并联操作,供水可以自动进行,在#2给水泵组DCS组态逻辑中,MA站前勺管/频率 $f(x)$ 功能。根据DCS的历史数据,得出了液力耦合器勺管开口与泵转速之间的关系。根据电动机的转速、液力耦合器的传动比,得出变频改造后的设定值与泵速的关系,并将泵管的开度与变频改造后的设置值进行了比较,得出了相应的理论 $f(x)$ 。

### 3 试验方案

#### 3.1 自动控制扰动试验

汽包锅炉给水控制系统由电控给水泵组成:单冲/三冲量给水系统和给水泵最小流量再循环控制系统。在对水泵进行自控干扰测试之前,利用独立的测量信号对汽包水位进行了必要的校正。供水系统的自动控制逻辑已修改完毕,手动/自动无扰切换,控制器动作方向正确,控制器参数设定完毕,满足了系统的初始控制需求。供水控制系统质量指标主要有:①锅炉给水稳态质量指标,该指标在 $\pm 25\text{mm}$ 范围内,不能频繁地进行操作;②在给定的汽包水位扰动(干扰量为 $\pm 60\text{mm}$ )下,过渡阶段的衰减速率为0.75-0.9,并在5分钟内完成。在实验期间,如果汽包水位失控,操作人员要把供水控制方式改为人工操作,人工调节水位,调整和修正控制器的参数,反复测试,直至控制达到供水控制系统的质量要求为止。

#### 3.2 抢水试验

当机组负荷、主要参数和汽包水位都趋于平稳的情况下,就可以进行抢水实验。在单机两套给水泵组进行变频工作的情况下,改造后1号和3号给水泵没有联动,不能进行工频工作。如果某一台变频器发生故障,则联启投入2号给水泵(工频工作),2号泵启动后,勺管会根据跳闸变频泵的要求快速响应,保持汽包水位在可控范围内,避免因蒸汽压力过大而造成机组带负载,降低经济损失。变频水泵正常工作,2号水泵待机,2号水泵连续起动,2号水泵的静态测试结束;也就是说,人工模拟一台变频器跳闸,2号水泵在10秒内开始工作,汤勺命令10秒内达到目标,而目标值则按照变频命令转换成相应的调羹命令。在测试期间,如果备用泵不能连续起动,或勺管命令不能加到预定的命令时,机组应立即减载,也就是把锅炉的主控方式转换为手动方式,让机组进入机跟踪运行状态,快速地停止一台磨煤机,降低锅炉的输出功率,避免供水和

锅炉的出力失衡,快速地把锅炉的输出功率与给水泵的正常工作相适应。在抢水成功后,若汽包水位仍较低,则可通过人工加大水泵进水的预设偏差,提高进水量,使汽包水位快速稳定。

### 3.3 RB 试验

该工程出现 RB 的条件有:①各单元均在协同工作;②供水泵的电力负载超过 90%;③输入 RUNBACK。在以上三种情况下,任何一台供水泵都会跳闸。RUNBACK 的 RUNBACK 是按不同工作条件下的锅炉减载速率来确定的。在 RUNBACK 出现后,其工作流程如下:第一,机组从协同工作状态转换为机跟踪状态;其次,最上面的自停式磨煤机要保持 3 个最下层的磨煤机,放入底部的微油油枪;然后,根据实际情况,在至少 3 个磨煤机操作的前提下,确定在 10 秒之后是否跳闸;最后,在机械跟踪方式下进行滑行时,系统自动地给出了压力设置的目标值,并以每分钟 0.4 MPa 的速度降低。

### 4 案例分析——某电厂给水泵生产中存在的问题

锅炉给水泵的耗电量较大,是垃圾焚烧发电设施设备的重要组成部分,降低其耗电量可以有效提高发电效率。给水调节阀作为给水泵的关键结构,可通过这一结构改善水位调节品质。和传统发电模式不同,垃圾焚烧工艺的余热锅炉运行工况不够稳定且厂用电率比较大,给水管管压力一般为 6.6MPa 左右,但是正常压力应当为 5.0MPa 才算合理。所以引起锅炉给水泵电能损失以及电机运行效率不高的主要因素就在于此。

### 5 改造措施

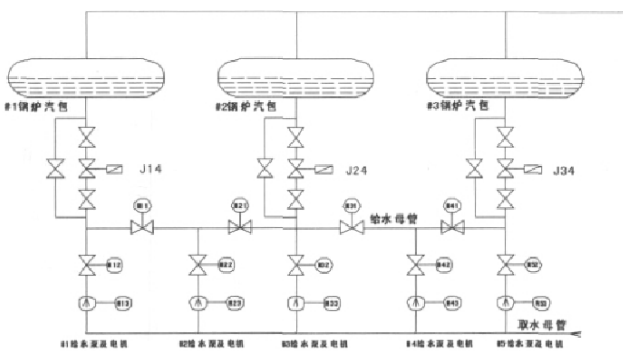


图 1 锅炉给水系统工艺流程图

改造方案简述为:将两变频给水泵用于锅炉运行,确保供水量的正常供给,避免其发生水量波动。同时再加入一台给水泵用于出口,保证出口位置的母管阀门常开且全开,当系统用水量超过之前两台给水泵正常值,即为变频器输出功率达到 50HZ 时,应当要求操作人员将这一给水阀并入系统中,确保供水量的充足。当需水量减少时,应当尽快要求操作人员将原本并入系统的给水阀撤离。另外,当变频设备设施出现问题时,应当避免给水不足的情况发

生,需要在保证系统运行的同时,提高其安全性,避免发生安全事故。锅炉给水系统管网参数为:给水母管  $\Phi 133\text{mm}$ ,再循环母管  $\Phi 57\text{mm}$ ,给水泵进口管  $\Phi 108\text{mm}$ ,泵出口管  $\Phi 89\text{mm}$ 。高压变频器控制给水泵投用后,当焚烧炉负荷发生变化引起余热锅炉产汽量变化时,锅炉给水流量调节以变频器调节为主、其它方式调节为辅。图 1 所示为锅炉给水系统工艺流程图。

### 6 给水泵变频系统的特点及运行效果

该改造方案中引入了变频技术和全封闭控制技术,所以给水泵变频系统基本实现了机电一体化的要求,这位提高供水稳定性和安全性提供了巨大的支持。在改造完成的半年内,该系统一直处于良好运行的状态且节能效果也非常优越,特点如下:

#### 6.1 调节范围宽、灵敏度高、节能效果明显

节能效果优良的原因有:第一,电机功率越大,转速也会越大,当水泵效率保持不变时,调节流量下井,则转速也会降低,这时,泵机功率下降,在提高系统稳定性的同时,保证了供水效率。第二,应用变频技术后,其扁平系统的滤波电容会促使功率因数无限向数值 1 靠拢,这样可有效减少无功损耗,从而降低工作电流的大小,这也起到了节能作用。

经过实际测试计算系统改造前锅炉给水吨水耗电能为 5.567 度,改造后吨水耗电能为 3.410 度,单位节电率高达 38.75%。如果按日均锅炉上水 1500 吨计算,则日均节电(度) $=1500 \times (5.567 - 3.41) = 3235.5$  度年均节电(度) $=330 \times 3235.5 = 1067715$  度

#### 6.2 具有完善的保护功能和高效的节能特点

变频技术的保护作用为电机提供了更多的保护,随着该技术的应用,电机达到了软启动和软停止的效果。半年过去也优化了原有的热力系统不稳定和设备运行不够智能化的情况,这对于降低节能需求对锅炉供水系统的冲击提供了巨大的支持,提高了给水调节阀的使用寿命,为保证锅炉正常供水提供了帮助。

### 7 结语

综上所述,垃圾焚烧技术以其对环境优化、减少污染等优势为电力行业所应用。而变频技术本身非常灵敏,且维护难度较低,所以将变频技术应用于垃圾焚烧发电是非常可行的,将该技术应用于电动机驱动不仅可以降低经济成本,还可以提高发电效率,为缓解能源紧张以及保护生态提供更多的支持和帮助。

#### [参考文献]

[1]高岩.垃圾焚烧发电的技术特点及应对措施[J].化工管理,2016(32):138-139.  
[2]林海清.城市生活垃圾焚烧发电技术分析[J].低碳世界,2016(20):12-13.

- [3] 崔丽华, 杨文通, 王国权, 吴喜文. 数字化设计的关键—CAE 技术[J]. 机械制造, 2003(12): 73.
- [4] 崔丽华, 杨文通, 王国权, 吴喜文. 数字化设计的关键—CAE 技术[J]. 机械制造, 2003(12): 43.
- [5] 李冬梅, 刘峻峰, 韩沐昕, 等. “固体废物处理与资源化”实验课程建设[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(2): 189-191.
- [6] 崔俊丽, 刘鸿雁, 陈泽渊, 等. 贵阳市生活垃圾产生处置现状及资源化利用[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2016, 33(4): 128-132.
- [7] 李道圣, 江文琛, 张校申, 等. 固体废物熔融固化教学实验研究[J]. 实验技术与管理, 2010, 27(2): 124-126.
- [8] 杨朝晖, 曾光明. 环境工程微生物学教学改革探索与实践[J]. 大学教育科学, 2004(3): 45-46.
- 作者简介: 徐潇潇(1981-), 女, 汉, 陕西商洛, 大学本科, 高级工程师, 主要研究方向: 热能动力。