

节能减排

小红门污水处理厂利用沼气拖动鼓风机的节能效果

应启锋, 王佳伟, 高金华, 蒋勇, 张志渊, 常江, 甘一萍, 王东生
(北京城市排水集团有限责任公司, 北京 100022)

摘要: 降低我国城市污水处理厂的能耗物耗, 对缓解我国当前的能源紧缺状况具有重要意义。以小红门污水厂为例, 通过全面分析该厂的能耗分布及节能措施, 提出利用沼气拖动鼓风机是实现污水厂节能最为直接有效的方法。统计表明, 小红门污水处理厂的预处理系统、曝气池、鼓风机房的能耗占总能耗的比例分别为 20.1%、16.6%、51.7%, 节能潜力较大。运行经验表明, 沼气拖动鼓风机运行后单位能耗节约 11%, 当达到设计要求时最大节能潜力达 30% 以上。在运行管理中需注意沼气拖动鼓风机中的安全操作, 加强维护保养, 才能稳定发挥其巨大的节能潜力。

关键词: 能耗分布; 沼气拖动鼓风机; 节能

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)12-0130-03

Energy Conservation Effect of Driving Blower by Biogas Engine in Xiaohongmen WWTP

YING Qi-feng WANG Jia-wei GAO Jin-hua JIANG Yong ZHANG Zhi-yuan,
CHANG Jiang GAN Yi-ping WANG Dong-sheng

(Beijing Drainage Group Co. Ltd., Beijing 100022, China)

Abstract There is of great significance to ease the current energy crisis in China through reducing energy and material consumption in Chinese municipal wastewater treatment plants (WWTPs). Through analyzing the energy consumption distribution and energy conservation measures in Xiaohongmen WWTP, it is put forward that driving the blower by biogas engine is the most direct and effective method to achieve energy conservation in WWTP. Statistics show that the proportions of energy consumption for pretreatment system, aeration tanks, blower room in Xiaohongmen WWTP in the total energy consumption are 20.1%, 16.6% and 51.7% respectively, which indicates that a high energy conservation potential exists. Operating experience shows that per unit energy consumption is saved by 11% after the operation of blower driven by biogas engine. The largest energy conservation potential can be more than 30% if the designed condition is realized. The safe operation should be given more attention and the maintenance should be strengthened in the operation and management of blower driven by biogas engine in order to fulfill its great potential for energy conservation stably.

Key words energy consumption distribution; blower driven by biogas engine; energy conservation

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划重点资助项目 (2006BAC19B06)

城市污水处理厂消耗的能源主要包括电、燃料及药剂等潜在能源,其中电耗占总能耗的 60%~90%。电耗主要用于提升污水和污泥、生物处理的供氧和推动混合、污泥的稳定和处理、专用机械设备的能耗、附属建筑及厂区的照明等,因此降低我国城市污水处理厂能耗物耗,优化运行,在保证出水水质的情况下降低运行能耗,提高能源利用率,对缓解我国当前的能源紧缺状况具有重要意义。

能源利用中易于开发并且应用最为广泛的的就是污泥消化气(沼气)的利用。消化沼气是一种热值很高的可燃性气体,可用于驱动发电机发电或锅炉供暖。笔者通过分析北京小红门污水处理厂全厂的能耗分布,以及运行沼气拖动鼓风机前后电厂电耗的变化,确定了沼气拖动鼓风机对节约全厂能耗的贡献率,并提出了相应的运行管理与维护保养要求。

1 全厂能耗分布分析

北京小红门污水厂是全国最大的污水处理厂之一,处理厂占地为 47 hm²,设计处理能力为 60 × 10⁴ m³/d。小红门污水处理厂承担北京市区西部、西南部、南部大部分地区污水处理任务,规划流域面积为 223.5 km²,服务人口为 241.5 万人。污水处理采用 A²/O 除磷脱氮工艺;污泥处理采用一级中温消化工艺,消化后经脱水的泥饼外运作为农业和绿化肥源。2005 年底二级污水处理设施投入运行,2008 年底污泥消化系统投入运行。

通过统计小红门厂 2008 年各设备的运行时间和额定功率,得到该厂全年能耗分布(见图 1)。由图 1 可见,小红门污水处理厂的预处理系统、曝气池、鼓风机房、污泥处理的能耗占总能耗的比例分别为 20.1%、16.64%、51.73%、6.65%,可见,节能的潜力主要在鼓风机房、预处理和曝气池部分。

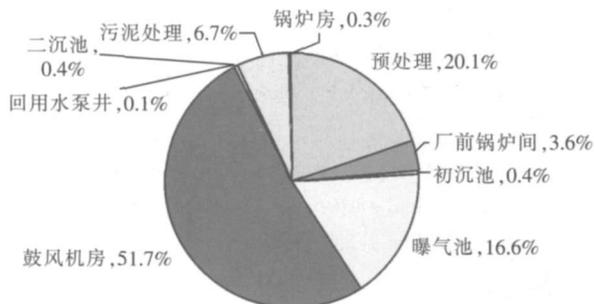


图 1 小红门污水厂全厂能耗分布

Fig 1 Energy distribution in Xiaohongmen WWTP

鼓风机房的能耗主要集中在 7 台电拖动鼓风机

的电耗上,这 7 台电拖动鼓风机属 HV Turbo 单级离心式鼓风机,每台功率为 550 kW。另外还有 3 台 HV Turbo 沼气拖动鼓风机,每台功率为 550 kW。鼓风机房日平均能耗为 105 336 kW·h 超过了总能耗的 50%,节能潜力最大。目前,一般通过合理控制溶解氧水平,更换曝气头提高氧利用率等方法减少供氧量,从而降低鼓风机的实际功率来达到节能的目的^[1-4]。对于小红门厂而言,通过优化污泥消化系统的运行,充分利用沼气来带动鼓风机,替代普通的电驱动鼓风机则是一个重要的节能措施。

预处理的能耗用于污水提升泵、格栅、刮泥机等,主要为污水提升泵,其日平均电耗为 40 989 kW·h。小红门厂共 4 台污水提升泵,其中 2 台功率为 650 kW,提升扬程为 140 kPa 流量为 12 600 m³/h;另外 2 台功率为 500 kW,提升扬程为 140 kPa 流量为 9 000 m³/h 其中 1 台带变频器。目前,一般通过提高泵前水位和对大泵和小泵的合理编组运行来减少提升泵的运行能耗^[5]。

曝气池的电耗用于搅拌器、电动阀、回流污泥泵、内回流污泥泵、剩余污泥泵等(见表 1),日平均能耗为 33 888 kW·h。曝气池的能耗主要集中在搅拌器和回流污泥泵,占曝气池能耗的比例均超过 30%。因而对于曝气池,主要通过减少搅拌器的开启时间与采用变频降低外回流污泥泵的功率来实现节能。

表 1 曝气池能耗分布

Tab 1 Energy distribution in aeration section

项目	能耗/(kW·h)	所占比例/%
搅拌器 I	960	2.83
搅拌器 II	6 336	18.70
搅拌器 III	11 520	33.99
立式搅拌器	288	0.85
内回流污泥泵	3 840	11.33
外回流污泥泵	10 368	30.59
剩余污泥泵	576	1.71
合计	33 888	100.00

由上述分析可见,小红门污水厂的预处理单元和曝气池单元具有一定的节能潜力,但在实施上较为复杂。鼓风机耗能超过全厂的 50%,是节能潜力最大的部分,可通过利用沼气拖动鼓风机实现节能。

2 沼气拖动鼓风机节能效果

2.1 沼气系统基本配置

小红门污水厂建有 5 个一级厌氧中温卵形消化

池,单池体积为 $12\,300\text{ m}^3$,设计每日总进泥量为 $3\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 停留时间为 20 d 控制温度为 $35\text{ }^\circ\text{C}$,污泥搅拌方式为沼气搅拌,污泥加热方式为池外加热。在沼气利用方面,设置 3 台沼气拖动鼓风机,可替代部分电动鼓风机为曝气池供气;设置 3 台沼气锅炉,其中 1 台用于冬季供暖,2 台用于消化池自身加热。

2.2 沼气拖动鼓风机运行前、后的单位能耗变化

小红门厂沼气拖动鼓风机于 2009 年 3 月中旬正式投入运行,平均每天运行 20 台时,投入运行的电拖动鼓风机由 5 台减少到 4 台。单位能耗变化见图 2 可见 1 月和 2 月平均鼓风机单耗为 $0.155\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,4、5、6 月份平均鼓风机单耗为 $0.120\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,鼓风机单耗节约 22%,按鼓风机电耗占全厂电耗的 51.7% 计,节约全厂单位能耗 11%。全厂 1 月和 2 月平均生产单位能耗为 $0.29\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,4、5、6 月份平均生产单位能耗为 $0.25\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,生产单位能耗节约 16%,大于计算的 11%,这主要是水量增加而导致单位能耗下降。

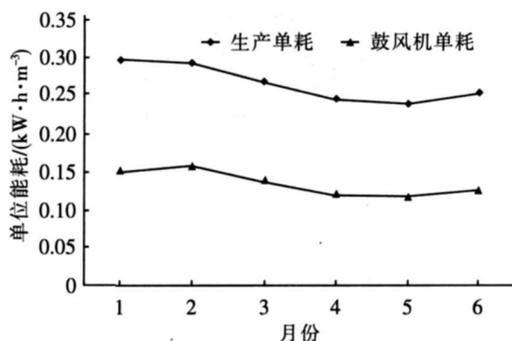


图 2 沼气拖动鼓风机运行前、后的单位能耗变化

Fig 2 Energy variation before and after driving blower by biogas

2.3 节电潜力分析

2009 年小红门厂消化池平均每天进泥量为 $1\,153\text{ m}^3/\text{d}$ 平均产气量为 $10\,362\text{ m}^3/\text{d}$ 平均节电量为 $1.2\times 10^4\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{d}$ 如按照设计参数进行测算,消化池平均每天进泥量为 $3\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 平均产气量将达到 $30\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 沼气产量将满足沼气锅炉和沼气拖动鼓风机的同时运行,运行时间达到 60 台时 /d 全厂节电量将达到 30% 以上,节电潜力巨大。

3 运行注意事项

3.1 安全操作

由于沼气拖动鼓风机是一个比较复杂的设备系统,同时沼气又是一种易燃易爆气体,因此对于运行

人员的培训以及运行安全操作的要求都比较高。在运行之前,必须严格检查气路、水路以及油路系统的通畅无泄漏,确认电气自控系统无故障后方能开启。运行过程中必须经常检查各种仪表参数是否位于正常范围。鼓风机房内也必须保持连续通风,为人员及设备的安全提供良好的环境条件。

3.2 维护要求

沼气拖动鼓风机是否能保持连续良好的工作状态,除了在运行操作方面必须按操作规程执行外,更需要依赖于严格的维护保养。每天必须进行自控程序检测,检查可能存在的故障隐患;每 1 500 h 必须进行润滑油品分析,确保润滑系统正常工作;同时还需要经常检查电瓶、火花塞以及阀门清洁度等,为沼气拖动鼓风机的稳定运行打下良好的基础。

4 结语

小红门厂鼓风机能耗占全厂的 51.7%,利用沼气拖动鼓风机是实现节能最为直接有效的方法。

沼气拖动鼓风机运行经验表明,该技术是污水厂实现节能降耗的重要措施,试运行前、后单位能耗节约 11%,最大节能潜力为 30% 以上。

在运行管理中需注意沼气拖动鼓风机的安全操作,特别要加强维护保养,只有保持沼气拖动鼓风机的连续稳定运行,才能发挥其巨大的节能潜力。

参考文献:

- [1] 夏文辉,刘芬,周雷. 污水处理厂曝气控制研究 [J]. 给水排水, 2009, 35(1): 121-125.
- [2] 何家明. 小榄污水处理厂鼓风机房的技术改造 [J]. 中国给水排水, 2007, 23(20): 28-30.
- [3] Rosso D, Stenstrom M, Larson L. Aeration of large-scale municipal wastewater treatment plants: state of the art [J]. Water Sci Technol 2008, 57(7): 973-978.
- [4] Jeppsson U, Alex J, Pons M N, et al. Status and future trends of CA in wastewater treatment - a European perspective [J]. Water Sci Technol 2002, 45(4-5): 485-494.
- [5] Yuan Z, Keller J. Integrated control of nitrate recirculation and external carbon addition in a predenitrification system [J]. Water Sci Technol 2004, 48(11): 345-354.

电话: (010) 51352883

E-mail wangjiave@bdc.cn

收稿日期: 2010-03-16