

问题探讨

城市污水处理厂进水水质与降雨量的关系研究

孙建富¹,张佩琴²,张蓓李¹,董炜恒¹

(1.浙江华普环境科技有限公司,浙江 金华 321000;2.金华市环境监测中心站,
浙江 金华 321000)

摘要:本文以某市污水处理厂运行情况为例,详细分析了污水处理量与降雨量的关系、氨氮进水浓度与降雨量的关系,建立了污水处理厂氨氮进水浓度变化率与前一日降雨量之间的线性模型。

关键词:降雨量;进水浓度;氨氮;相关性

中图分类号:X703

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2016)06-0034-03

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN INFLUENT QUALITY OF SEWAGE TREATMENT PLANT AND RAINFALL

SUN Jian-fu¹,ZHANG Pei-qin²,ZHANG Bei-li¹,DONG Wei-heng¹

(1.Zhejiang Hua Pu Environmental Science & Technology Co.,Ltd.,zhejiang 321000 China;

2.Jinhua Environmental Monitoring Center, zhejiang 321000 China)

Abstract: Taking some sewage treatment plants in a city for example, the relationship between the amount of sewage treatment and rainfall, influent concentration of ammonia nitrogen and rainfall, are analyzed in detail. And a linear model of the change rate of influent concentration of ammonia nitrogen and the rainfall in the previous day is established.

Key words: rainfall; influent quality; ammonia nitrogen; correlation

随着五水共治工作的进一步推进,城市管网的建设和污水处理厂的有效运行已成为重中之重。近年来,在城市污水处理厂的运维过程中发现,进水水质受气候影响较大,特别是进水浓度较低,可以初步推断在丰水期有较大量的地表水进入城市污水处理厂,而污水处理厂的处理能力是有限的,一边是污水处理厂处理着进水浓度本就低于排放标准的废水,一边是大量的污水通过溢流的方式排入江河,这一现象值得我们关注。本文以浙江某市的污水处理厂运行情况为例对这一现象做了详细分析。

1 污水处理厂基本情况

该市共有 3 座城市污水处理厂,A 污水处理厂设计处理能力为 15 万吨/天、B 污水处理厂设计处理能力为 7 万吨/天、C 污水处理厂设计处理能力为 6 万吨/天。2012 年~2014 年各污水处理厂的处理负荷逐年增大,并趋于满负荷运行。2014 年按年处理总水量统计,A 污水处理厂、B 污水处理厂和 C 污水处理厂的处理负荷分别为 82.9%、88.6%和 94.3%。对 2014 年各污水处理厂分月的处理负荷进行统计分析后可以看到:三个污水处理厂处理负荷达到 90%以上的天数分别为 A 污水处理厂 145 天、B 污水处理厂 238 天、C 污水处理厂 176 天,三个污水处理厂超负荷处理的天数分别为 26 天、160 天和 31 天,特别是 C 污水处理厂 7~10 月超负荷运行的天数约占总运行天数的 91.1%,几乎天天超负荷运行。综上所述,某市市

区三个污水处理厂污水处理能力已趋于饱和,抗负荷冲击能力均较弱,特别 C 污水处理厂经常处于超负荷运行状态,其抗负荷冲击能力则更弱。

2 污水处理量与降雨量的关系

根据气象部门提供降雨量数据以及污水处理厂污水量处理数据,对污水处理厂污水处理量与降雨量的关系进行了比较分析,详见表 1 和图 1。

表 1 三个污水处理厂污水处理与降雨量关系

月份	污水处理量(吨/月)		降雨量(mm)	
	2013年	2014年	2013年	2014年
1	4193685	5142513	22.7	30.5
2	3854144	5225679	91.6	119.7
3	4448424	8189402	131.4	127.5
4	5682045	7759687	182.2	86.1
5	6133562	8186745	95	234.1
6	6235088	7493546	268.8	371.9
7	5724392	8311409	6.5	127.9
8	6690419	8006158	0	330.6
9	6809671	8025376	1.1	72.3
10	6578710	7863770	103.8	5.9
11	6066808	7353766	6.4	49.6
12	6059967	7066888	1.5	9.2

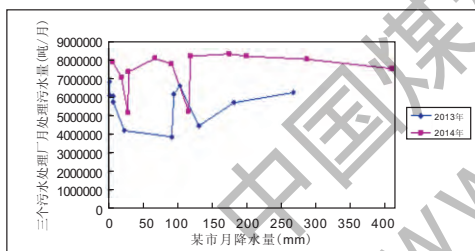


图 1 某市污水处理厂处理量与降雨量关系

从图表上看,2013 年和 2014 年 A 污水处理厂、B 污水处理厂以及 C 污水处理厂的污水处理量与降雨量之间没有特别明显的线性关系。进一步调查发现,各污水处理厂在污水来水水量超出其处理能力时一般是通过溢流方式将多余部分分流至江河,这也可以解释为什么从污水处理厂进水浓度看降雨对污水处理厂有较大的影响,但从污水处理厂的污水处理量与降雨量之间的关系看却并没有很明显的线性关系。

3 氨氮进水浓度与降雨量的关系

从表 2 观察某市 2014 年各污水处理厂的氨氮进水浓度,可以发现其波动幅度很大,有明显的季节变化规律。

对 2014 年 1 月~12 月各污水处理厂每月氨

表 2 某市 2014 年各污水处理厂氨氮进水浓度(单位:mg/L)

月份	A 污水处理厂		B 污水处理厂		C 污水处理厂	
	范围	均值	范围	均值	范围	均值
1	16.32~29.59	24.43	23.75~43.18	32.78	140.5~31.62	21.84
2	8.13~26.84	18.09	8.90~34.42	21.16	6.48~32.09	18.15
3	13.51~26.00	19.35	10.23~39.90	29.02	7.57~37.16	24.25
4	11.95~29.95	21.92	11.32~38.19	25.55	9.36~33.34	20.74
5	6.82~33.95	20.63	7.06~36.18	22.72	2.25~33.33	18.12
6	4.98~32.26	19.15	6.36~34.57	21.12	0.75~34.95	17.60
7	7.21~27.50	19.90	5.21~26.34	20.22	3.45~23.96	12.97
8	2.42~27.11	15.79	6.48~28.34	18.36	0.25~22.66	10.04
9	13.8~27.15	21.51	12.83~27.52	20.77	8.09~23.50	13.64
10	13.8~31.97	27.43	17.72~33.68	25.05	21.52~41.76	26.57
11	21.57~39.10	30.68	20.57~38.63	29.05	10.25~39.79	29.15
12	10.96~35.25	28.13	19.25~37.31	28.78	19.25~41.19	34.51
全年	2.42~39.10	22.25	5.24~39.9	24.55	0.25~41.76	20.63

氮的平均进水浓度与月降雨量进行关联分析,发现每月氨氮平均进水浓度和月降雨量之间呈现了一定的负相关性,即雨量少的时候,进水氨氮浓度比较大,雨量大的时候,进水氨氮浓度明显降低,详见表 3 和图 2。

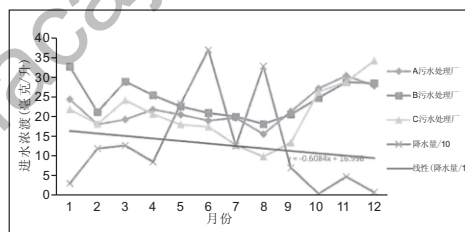


图 2 某市污水处理厂每月平均浓度和雨量关系

表 3 2014 年氨氮月平均浓度和降雨量统计

月份	A 污水处理厂 平均深度(ml/L)	B 污水处理厂 平均深度(ml/L)	C 污水处理厂 平均深度(ml/L)	降雨量 (mm)
1	24.53	32.78	21.84	30.5
2	18.09	21.20	18.15	119.7
3	19.35	29.02	24.25	127.5
4	21.92	25.55	20.74	86.1
5	20.63	22.7	18.12	234.1
6	19.15	21.1	17.6	371.9
7	19.9	20.2	12.97	127.9
8	15.79	18.36	10.04	330.6
9	21.51	20.77	13.64	72.3
10	27.43	25.05	26.57	5.9
11	30.68	29.05	29.15	49.6
12	28.13	28.78	34.5	9.2

运用数理统计方法对 2014 年各污水处理厂每日的氨氮进水浓度与降雨量数据进行进一步的梳理、分析和研究后发现,在丰水期(雨季,5 月~6 月),雨天三个污水处理厂的氨氮进水浓度的变化率与前一日的降雨量之间均存在着非常好的负相关性,详见图 3、图 4 和图 5。

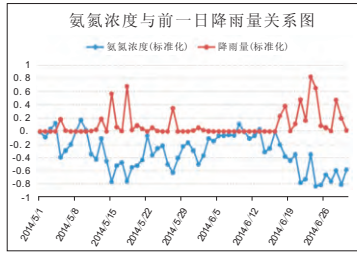


图 3 A 污水处理厂氨氮浓度与前一日雨量关系

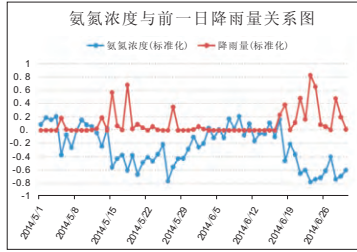


图 4 B 污水处理厂氨氮浓度与前一日雨量关系

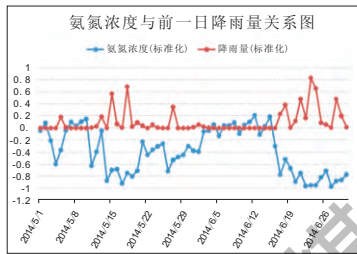


图 5 C 污水处理厂氨氮浓度与前一日雨量关系

通过数理统计的方法，建立了三个污水处理厂氨氮进水浓度变化率与前一日降雨量之间的线性模型：

A 污水处理厂：

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) -0.242499 0.033665 -7.203 1.22e-09 ***

x-0.007323 0.001561 -4.690 1.66e-05 ***

Y 预测值 = - 0.242499 - 0.007323 X

	系数	标准差	T 统计量	T 检验显著性
前一日降雨量	-0.00732	0.00156	-4.69	1.66E-05
	3	1		

B 污水处理厂：

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) -0.164024 0.035483 -4.623 2.11e-05 ***

x-0.008844 0.001646 -5.374 1.38e-06 ***

Y 预测值 = - 0.164024 - 0.008844

X

	系数	标准差	T 统计量	T 检验显著性
前一日降雨量	-0.00884	0.00164	-5.374	1.38E-06
	4	6		

C 污水处理厂：

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept) -0.290280 0.047178 -6.153 7.20e-08 ***

x-0.009573 0.002188 -4.375 5.03e-05 ***

Y 预测值 = - 0.290280 - 0.009573

X

	系数	标准差	T 统计量	T 检验显著性
前一日降雨量	-0.00884	0.00164	-5.374	1.38E-06
	4	6		

通过线性模型，我们可以根据当日的降雨量预测次日各污水处理厂氨氮进水浓度的变化率，并根据氨氮浓度的变化率估算出各污水处理厂氨氮的进水浓度。计算公式如下：

$$Y = (C_i - C_0) / C_0$$

$$Y = -b - aX$$

式中：

Y--丰水期雨天次日污水处理厂氨氮进水浓度的变化率；

C_i --丰水期雨天次日污水处理厂氨氮的进水浓度,mg/L；

C_0 --丰水期晴天污水处理厂氨氮的平均进水浓度,约 29mg/L；

X--丰水期雨天 24 小时的降雨量,mm；

b、a-系数；

对上述公式进行整理,我们可以得到：

$$C_i = C_0(1 + Y)$$

$$C_i = C_0(1 - b - aX)$$

各污水处理厂丰水期降雨日不同降雨量所对应的次日氨氮进水浓度预测结果见表 4。我们注意到模型有一定的适用范围,当 24 小时降雨量超过 50 毫米(暴雨)时此线性模型可能并不适用。

从表 4 中可以看到,在丰水期(雨季)三个污水处理厂的进水氨氮浓度随着降雨量的增大逐渐降低,其中 C 污水处理厂进水浓度下降的最快,当 24 小时降雨量达到 20 毫米(中雨)时,其进水氨

(下转第 52 页)

性、激励性的绿色车间;工艺规划要设计成生产过程无污染或少污染、生产环节少消耗的清洁生产工艺。

园区层次循环经济模式。石化生态工业园区应以石油化工的循环产业链为基础,上游、中游、下游项目相互共生,一体化聚集,形成企业之间化工原料、中间体、产品、副产品及其废弃物的互供共享关系,为产业链的资源循环和无缝连接,实现了资源的减量投入、集聚利用、循环利用和效益最大化。

社会层次循环经济模式。石化产业最显著的特征之一是与所有的产业部门有着极强的技术经济联系。交通运输业、农业、纺织业、建筑业等都与石化产业有着密切的关系。石化产业链及其延伸产业包括两个方面:一是为其他产业提供绿色产品;二是建立完善废弃回收的循环系统。

通过对石化企业生产工艺流程的分析,把清洁生产、循环经济放在首位,设计了一条石化生态工业园区生态产业链,见图 3。此生态产业链采取点(装置层面)、线(公司层面)、面(园区层面)相结

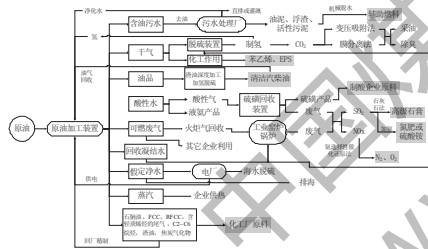


图 3 石化生态工业园区生态产业链

(上接第 36 页)

表 4 不同降雨量下各污水处理厂氨氮进水浓度预测

气象分类	24 小时降雨量(mm)	降雨量取 值(mm)	次日氨氮进水浓度预测(mg/L)			
			A	B	C	平均
小雨	<10.0	5	20.91	22.96	19.19	21.02
		10	19.84	21.68	17.81	19.78
中雨	10.0-24.9	20	17.72	19.11	15.03	17.29
		25	16.66	17.83	13.64	16.04
大雨	25.0-49.9	40	13.47	13.98	9.48	12.31
		50	11.35	11.42	6.7	9.82
暴雨	50.0-99.9	75	6.04	5.01	-0.24	/

氨浓度就降到枯水期的一半,当 24 小时降雨量达到 40 毫米(大雨)时,其进水氨氮浓度仅为枯水期的 1/3,当 24 小时降雨量超过 50 毫米(暴雨)时,其进水氨氮浓度已接近地表水的氨氮浓度,这时进入 C 污水处理厂处理的水中相当一部分为雨水

合,使企业、区域、社会多层次全面有序推进。通过对产生废气减量化和回收循环利用,废水循环利用,固废集中合理处置,达到“资源减量化,污染减少化,再利用,再循环”的要求,实现资源的高效利用。

本生态产业链的设计是在石化生态工业园区建立在沿海城市的条件下进行的,因为在沿海城市构建石化生态工业园区拥有得天独厚的优势。沿海城市不仅能提供石化企业便利的交通运输条件,而且对海水的有效利用可以节约大量新鲜水,如将海水作为装置的循环冷却水和将海水进行淡化处理用于各个生产工艺中。此外,还可以利用海水进行一些废气和废水的处理,如海水脱硫等。

4 结语

通过本生态产业链的设计可以使原有的石化企业在废水、废气和固废排放和处理上更加靠近于石化生态工业园区。尤其是固体废物的综合利用,石化企业生产过程中的许多废物都可作为园区内企业潜在的原料或副产品相互利用,从而提高园区的综合利用率。

参考文献

[1] 李强,汤俊芳,钟书华.生态工业园评价指标体系的建构[J].科技与管理,2006,4: 67-70.

[2] 王虹.生态工业园区运行机制与评价指标体系研究[M].北京,中国环境科学出版社,2008.

[3] 黄和平,毕军.基于物质流分析的区域循环经济评价——以常州市武进区为例[J].资源科学,2006,28(6): 20-27.

或地表水了。A 污水处理厂和 B 污水处理厂的情况要稍好些,浓度下降的速率比 C 污水处理厂要低一些。

4 结论

某市市区三个污水处理厂污水处理能力已趋于饱和,抗负荷冲击能力均较弱,特别 C 污水处理厂经常处于超负荷运行状态,其抗负荷冲击能力则更弱;

污水处理厂的污水处理量与降雨量之间没有很明显的线性关系;

处理厂的氨氮进水浓度的变化率与前一日的降雨量之间均存在着非常好的负相关性。