

摘要:运用生命周期成本法分析了首钢京唐钢铁公司某敞开式净循环水系统的生命周期成本。对该系统在运行过程中涉及的各项成本进行量化分析,并且随季节变化而改变系统边界条件,从而得出不同的浓缩倍数的优化结果。

关键词:敞开式;净循环水系统;浓缩倍数;生命周期成本



敞开式净循环水系统 最优浓缩倍数的探讨 (下)

张建红¹, 吴礼云², 刘正发³, 陈志新⁴, 徐明⁵, 李金辉³

(1.首钢技术研究院,北京100043;2.首钢京唐钢铁联合有限责任公司,河北曹妃甸063200;

3.首钢新钢有限责任公司动力厂,北京100041;4.北京首钢国际工程技术有限公司,北京100043;

5.唐山首钢宝业钢铁有限责任公司,北京100041)

(续上期)

1.2.6 设备折旧再造附加费

根据循环冷却水设备的构筑物分项的折旧费,除以构筑物原料(钢材、混凝土等)的单价得出其耗用量,再根据构筑物原料生产时所造成的各类污染物及其环境价值,计算出设备折旧再造的附加费:

$$\sum_{i=1}^n C_6 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{IC_7 \cdot \gamma_i}{v_i} \theta_i V_i \right) \quad (23)$$

式中: EC_6 ——设备折旧再造附加费,万元/季度;

IC_7 ——系统设备折旧费,万元/季度;

γ_i ——设备构筑物材料比($\sum \gamma_i = 1$);

v_i ——构筑物原料(钢材、混凝土等)价格,万元/t。

那么该循环水系统的外部成本就等于以上几种费用之和,即:

$$EC = \sum EC_i = EC_1 + EC_2 + EC_3 + EC_4 + EC_5 + EC_6 \quad (24)$$

该系统的总成本 LCC 等于内部成本以及外部成本之和,即:

$$LCC = IC + EC \quad (25)$$

最后根据在不同浓缩倍数条件下,系统总成本的变化,确定最优的浓缩倍数。

2 案例分析

首钢京唐钢铁公司某敞开式净循环冷却水系统的设计规模为 $13500 \text{ m}^3/\text{h}$,循环冷却给水温度 $t_2 = 32^\circ\text{C}$,回水温度 $t_1 = 42^\circ\text{C}$,冷却温差 $\Delta t = 10^\circ\text{C}$,取湿球温度 $\tau = 28^\circ\text{C}$ 。选用水泵三用一备,单泵功率 450 kW ;采用逆流机械通风冷却塔,共3组6格,单塔配套轴流风机的电机功率为 200 kW ,其中一台风机配变频电机,另两台配单速电机;配高效收水器,水飘失率 $< 0.02\%$;旁滤率 2% ,即 $270 \text{ m}^3/\text{h}$ 。系统设备的主要材质为碳钢,另有少量为不锈钢和铜,采用以 NaClO 溶液为主的杀生剂。

该系统每年运行 8000 h ,夏季和冬季按 92 天 计,春秋季各按 91 天 计。补水费用单价为 $4.6 \text{ 元}/\text{m}^3$,水资源附加费为 $0.1 \text{ 元}/\text{m}^3$,电费单价为 $0.5 \text{ 元}/\text{kWh}$;系统排放废水所支付的排污费为 $0.8 \text{ 元}/\text{m}^3$,为了保证系统水质稳定需要加适量的药剂,该系统投加缓蚀阻垢剂,药剂的单价为 $1.8 \text{ 万元}/\text{t}$;还投加杀菌灭藻剂,药剂的单价为 $0.3 \text{ 万元}/\text{t}$;该系统的一次投资为 1800 万元 ,其中设备 1000 万元 ,按 15 年 折旧;构筑物 800 万元 ,按 50 年 折旧;构筑物主要为钢材和混凝土,构成约比为 $7:3$,已知钢材价格为 $4500 \text{ 元}/\text{t}$,混凝土价格为 $300 \text{ 元}/\text{t}$ 。本系

统采用工业新水作补充水，循环冷却水的水质标准执行《工业循环冷却水处理设计规范》(GB50050-95)。

此外，该公司根据补充水水质特点，要求循环水的硬度不宜大于700~1000mg/L，C1不应大于400mg/L，即使采用有效的缓蚀剂时，C1也应控制在650mg/L以内。

2.1 循环冷却水系统生命周期成本计算

各季节在不同浓缩倍数条件下的生命周期成本计算结果如表3所示。

由计算结果可以看出：

(1) 在夏季，当浓缩倍数N=4.5时，IC最低；而当N=4.0时，EC最低；综合起来，当N=4.5时，系统的生命周期成本LCC最低，若继续提高浓缩倍数，企业生命周期成本反而会升高。

(2) 在春秋季节，当浓缩倍数N=5.0时，最低；而当N=4.0时，最低；综合起来，当N=5.0时，系统的生命周期成本LCC最低，若继续提高浓缩倍数，企业生命周期成本反而会升高。

(3) 在冬季，当浓缩倍数N=5.5时，最低；而当N=4.0时，最低；综合起来，当N=5.5时，系统的生命周期成本LCC最低。由于当N=5.0时，LCC增加微小，因此在冬季可以在N=5.0~5.5之间运行。

2.2 结果分析

通过分析结果，可确定该净循环水系统在各季度的最优浓缩倍数，而系统生命周期成本随浓缩倍数的变化情况如图1所示。但该浓缩倍数并不是一成不变的。如该钢铁公司另外一个3000m³/h的敞开式循环水系统，通过计算可得出系统生命周期成本夏季在N=4.0最小，春秋季节在N=4.5最小，冬季在N=5.0最小，LCC随浓缩倍数的变化情况如图2所示。

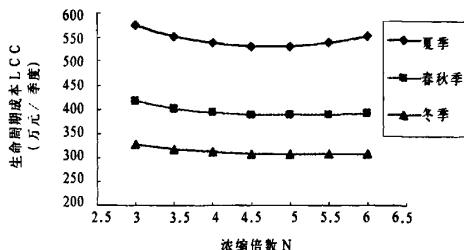


图1 已知条件下各季节系统生命周期成本随浓缩倍数的变化情况

表3 不同季节不同浓缩倍数条件下的系统生命周期成本 万元

浓缩倍数 N	夏季			春秋季节			冬季	
	IC	EC	LCC	IC	EC	LCC	EC	LCC
3.0	549.36	25.65	575.01	391.96	25.37	417.33	305.88	23.09
3.5	527.07	25.05	552.12	378.48	24.78	403.26	296.68	22.55
4.0	513.41	24.75	538.16	369.96	24.48	394.44	290.49	22.28
4.5	506.57	24.90	531.47	365.07	24.63	389.70	286.62	22.41
5.0	507.11	25.20	532.31	363.79	24.93	388.72	285.04	22.68
5.5	513.44	25.65	539.09	364.52	25.37	389.89	284.62	23.09
6.0	526.31	26.25	552.56	366.31	25.96	392.28	285.35	23.63

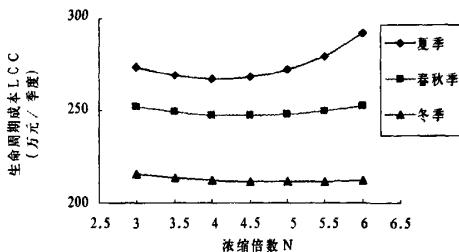


图2 改变循环水量后生命周期成本随浓缩倍数的变化情况

同样，若取水费由原来的4.6元/m³降到0.5元/m³，可计算得在夏季当N=3.5时系统生命周期成本最优，其余季节N=4.0最优。不同地区水资源紧缺程度的不同，其浓缩倍数的优化值也不尽相同。在补充水水质类似的情况下，缺水地区的企业由于受水费以及排污费较高等因素的影响，其合理的浓缩倍数指标也应比丰水地区相对要高。因此各企业可以根据自身水系统的边界条件，由该模型计算出在各季节不同浓缩倍数下的生命周期成本，从而确定最优的浓缩倍数指标以指导循环水系统的优化设计、运行与改造。

3 结论与建议

合理的浓缩倍数指标对企业的节能降耗具有深远的现实意义。确定合理的浓缩倍数指标不仅要考虑企业的运行成本还要考虑其所造成的环境影响。生命周期成本分析法不仅考虑了企业的内部成本也对涉及环境价值的外部成本进行了分析，建立的水系统生命周期成本模型可为企业确定各季节最优的浓缩倍数指标。改变水系统的边界条件，模型可得出不同的浓缩倍数优化值，因此该模型具有通用性，针对各自企业的特定情况稍加修正就可推广使用。■