

太原市集中供热管网循环水中有害微生物的研究*

王兴华 韩建荣 侯晓军 陈 征

(山西大学生命科学系 太原 030006)

摘要:调查了山西太原市集中供热循环水系统中主要造成管网腐蚀的有害微生物,包括粘液异养菌、硫酸盐还原菌、铁细菌、真菌;测定了各菌群的数量分布、类型及与水温之间的关系。结果表明:在管网供热期间,循环水中有害菌数普遍低于管网腐蚀的菌数指标;停止供热期间,循环水中菌数超标,对管网造成一定的腐蚀。

关键词:热力管网,循环水中有害菌,生物腐蚀

中图分类号:Q93 **文献标识码:**A **文章编号:**0253-2654(2001)02-0004-04

STUDIES ON HARMFUL MICROBES IN RECIRCULATING WATER SYSTEM OF HEATING PIPELINE IN TAIYUAN

WANG Xing-Hua HAN Jian-Rong HOU Xiao-Jun CHEN Zheng

(*Department of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006*)

Abstract: The microbial counts, type, as well as relationship between microbial counts and the temperature of water in reticulating water system of heating pipeline in Taiyuan were studied, which the main biofouling harmful microbes included slimeforming heterotrophic bacteria, sulfate reducing bacteria, iron bacteria and fungi, respectively. The results showed that the harmful microbes in water system were lower than that of control guideline during heating period, whereas the microbes were higher than that of control guideline, which would result in biofouling of water tube during non-heating period.

Key words: Heating pipeline, Harmful microbes in recirculating water, Biofouling

* 山西省科委资助项目(No. 993100)

收稿日期:2000-01-17,修回日期:2000-06-10

太原市集中供热系统于 1994 年开始运行,供热面积 $1.2 \times 10^7 \text{m}^2$,包括一次网管线与二次网管线。一次网的来源水为晋阳湖水,水中富含微生物生长所需的营养物,为各类菌的生长繁殖提供了良好的条件。二次网用水多来自自来水厂,二次网循环水由一次网经热交换器被加热,水温低于一次网。

每年 4 月 1 日热网停止运行后,水温下降,条件更适合微生物生长。由于粘液异养细菌群、铁细菌群、硫酸盐还原菌群的大量增殖,会形成大量粘泥及在管壁形成污垢,造成管道堵塞。此外,硫酸盐还原菌在垢下繁殖、生长代谢,会对管网形成严重的垢下腐蚀,甚至穿孔^[1],从而给企业带来巨大的经济损失。因此,防治热网循环水系统的微生物危害,对延长管网寿命、保证供热管网正常运行具有十分重要的意义。

国内外对循环冷却水系统中有害微生物进行了许多工作^[1,2],但有关热网循环水系统中的微生物研究报道尚不多见。为此,对太原集中供热管网循环水中主要有害微生物进行了研究,旨在揭示微生物菌群的数量、组成和分布,以期防治热网循环水系统中的微生物腐蚀提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 水样来源

取自太原集中供热管网采样站点,2000 年 3 月至 5 月采样,共计 17 个水样。

1.2 水质分析方法

按照文献[3]的方法测定水样的总硬度、氯化物、溶解氧、硫酸盐、总氮、钠、pH。

1.3 有害微生物计数

粘液异养细菌在普通肉汁平板上进行菌落计数,硫酸盐还原菌在 Starkey 液体培养基中用最大可能菌量计数法(MPN 法)计数,真菌在 PDA 平板上计数。

1.4 有害微生物的分离鉴定

粘液异养菌、铁细菌和硫酸盐还原菌按照文献[4~6]进行鉴定,真菌参照文献[5]进行鉴定。

2 结果

2.1 热力管网循环水水质分析

不同取样点的循环水水质各不相同,结果见表 1。

表 1 循环水理化指标测定结果

采样点	总硬度 mg/L	溶解氧 mg/L	氯化物 mg/L	总氮 mg/L	硫酸盐 mg/L	pH	钠 mg/L
晋阳湖	425	9.56	154	2.42	298	7.69	61.7
交换器	126	7.29	201	0.80	152	7.42	31.2
热网循环水	268	2.39	162	1.38	198	7.81	28.9

从水质看,虽然各样点循环水水质差别较大,但都属微生物生长繁殖条件范围。偏弱碱性的水质对细菌的生长繁殖更为有利,而对真菌的生长繁殖稍有不利影响。

2.2 不同站点的微生物数量分布

表2数据表明,冬季采暖期间,水温过高,不利于各类微生物生长,所以各类菌数量普遍偏低。随着热力公司停止供热,水温逐步下降,管网水的条件便适合微生物生长发育的要求,所以各类菌数量上升,部分站点(如306)管道内水中的微生物数量增长很快。

表2 各水样中有害微生物数量

采样时间	采样点	粘液异养菌 (个/mL)	铁细菌 (个/mL)	硫酸盐还原菌 (个/mL)	真菌 (个/mL)
3月14日	301 二网	3.1×10^3	9.5×10	0	<10
	403A 二网	7.0×10^3	4.5×10	0.4	<10
	407 大网	1.0×10	0	2.5	<10
	306 大网	5.1×10	2.5×10	3.2	<10
3月20日	301 二网	2.2×10^3	1.7×10^2	2.5×10	<10
	403A 二网	7.0×10^2	5.0	2.5	<10
	407 大网	1.7×10	0	7.5	<10
	306 大网	7.3×10	2.6×10	6.7	<10
3月24日	晋阳湖	2.2×10^2	9.5	2.5×10	<10
	软化水	3.2×10^2	4.5×10	4.5×10	<10
	一电厂大网	7.0×10	1.5	4.5×10	<10
4月11日	301 二网	2.0×10^4	3.5×10^2	7.0×10	<10
	403A 二网	9.1×10^3	—	6.0×10	<10
	407 大网	2.2×10^2	3.9×10^2	1.8×10^2	<10
	306 大网	9.0×10^4	1.6×10^3	2.7×10^2	<10
4月27日	306 大网	9.5×10^4	2.5×10^3	4.5×10^3	<10
	306 二网	2.0×10^2	1.5×10^2	4.5×10^3	<10

由表2可知,各网水中的粘液异养菌普遍较高,但都还在有害菌的控制指标 $^{[1]}10^5$ 个/mL以下;来源水(晋阳湖水)中的菌数比运行期的大网循环水(一电厂、306、407 站点)中要高;运行期二网水(301、403A 站点)中的菌数高于一次网;大网、二网分别比较,停止供热期的菌数高于采暖期;停止供热后,大网水中的粘液异养菌数量增长较快。

供热期间各网水中的铁细菌菌数基本在有害菌的控制指标 $^{[1]}10^3$ 个/mL以下,个别站点(306 站点)在停止供热后超标,将会造成管网腐蚀。供热期间各网水中的硫酸盐还原菌菌数依站点不同波动较大,但基本还在有害菌的控制指标 $^{[1]}10^2$ 个/mL以下;停止供热后水中的硫酸盐还原菌菌数增殖较快;个别站点(306 站点)在停止供热后超标,会对管道造成腐蚀。真菌菌数普遍小于10个/mL,对管网没有太大影响。

2.3 不同站点的微生物组成

不同站点分离到的粘液异养菌经鉴定分属9个细菌属,包括节细菌属 *Arthrobacter*、奈瑟氏球菌属 *Neisseria*、芽孢杆菌属 *Bacillus*、黄杆菌属 *Flavobacterium*、不动细菌属 *Acinetobacter*、库特氏菌属 *Kurtzia*、微球菌属 *Micrococcus*、葡萄球菌属 *Staphylococcus*、棒状杆菌属 *Corynebacterium*。

不同站点分离到 20 株真菌菌株,经过鉴定分属于镰孢属 *Fusarium*、毛霉属 *Mucor*、青霉属 *Penicillium*、曲霉属 *Aspergillus*、粘帚菌属 *Gliocladium*、链格孢属 *Alternaria*。采用标准的硫酸盐还原菌培养基经富集培养后,可镜检观察到弧状细菌,经过鉴定应属于脱硫弧菌属 *Desulfovibrio*。各站点分离到的铁细菌经鉴定属于鞘铁细菌属 *Siderocapsa*,未见其它铁细菌。

3 讨论

通过对粘液异养菌、硫酸盐还原菌及铁细菌在各站点的数量分布分析,可知来源水、软化水中的菌数普遍低于管道腐蚀的菌数指标;供热期间的大网水水温过高,菌数更低;供热期间的二网水水温低于大网水,菌数较高,但也低于管网腐蚀的菌数指标。4 月份停止供热后,各采样站点菌数普遍升高,其中部分站点菌数超标,对管道会造成一定的腐蚀。随着供热期的结束,热网停止运行后,管道中的水温与环境温度几乎相同,水流静止,适合于水中各类微生物的生长繁殖。并且,随着停止供热期的延长,菌数有进一步上升的趋势。在夏季检修过程中,部分管网放水,残水中菌数含量更高,危害也更为严重。因此,在对热网管线进行微生物腐蚀防治的过程中,重点应放在夏季的保护。

参 考 文 献

- [1] 吕人豪,刘 琦,张英华,等. 微生物学报,1989,29(30):204~215.
- [2] Characklis W G. Advances in Applied Microbiology, 1983,29:99~138.
- [3] 中国标准出版社第二编辑室. 水质分析方法国家标准汇编. 北京:中国标准出版社,1996.
- [4] 中国科学院微生物研究所细菌分类组. 一般细菌常用鉴定方法. 北京:科学出版社,1978.
- [5] 张纪忠. 微生物分类学. 上海:复旦大学出版社,1990.
- [6] Skerman V B D(蔡妙英等译). 细菌属的鉴定指导. 北京:科学出版社,1978.