

# 不同污染指示菌对河流的细菌学评价

马 宁<sup>1</sup>, 肖利红<sup>2</sup>

(1. 湖南省环境监测中心站, 湖南 长沙 410004; 2. 常德市环境监测站, 湖南 常德 415003)

**摘 要:**以细菌学理论为依据,以湖南沅江常德江段水体为实例,说明了用《地表水环境质量标准》(GHZB 1 - 1999)中粪大肠菌群指标(FC)和《地面水环境质量标准》(GB 3838 - 88)中总大肠菌群指标(TC)分别评价河流水体的细菌学质量所存在的差异。

**关键词:**细菌学评价;河流;粪大肠菌群指标;总大肠菌群指标

**中图分类号:**X826 **文献标识码:**B **文章编号:**1006 - 2009(2002)01 - 0024 - 03

## Bacteriological Assessment to River with Different Pollution Indicating Bacterium

MA Ning<sup>1</sup>, XIAO Li-hong<sup>2</sup>

(1. Hunan Environmental Monitoring Center, Changsha, Hunan 410004, China;

2. Changde Environmental Monitoring Station, Changde, Hunan 415003, China)

**Abstract:** In the Yuanjiang River (Changde), the river's water bacteriological quality was assessed with fecal coliform group indicator and total coliform group indicator respectively. The assessment results indicated that there had difference between this two indicators.

**Key words:** Bacteriological assessment; River; Fecal coliform group indicator; Total coliform group indicator

GHZB 1 - 1999《地表水环境质量标准》(以下简称新标准),与已沿用 10 多年的 GB 3838 - 88《地面水环境质量标准》(以下简称旧标准)相比,各类水域所对应的使用目的与保护目标没有变化,而在污染指示菌指标方面,删除了总大肠菌群指标(以下简称 TC),增加了粪大肠菌群指标(以下简称 FC)。用这不同的两种污染指示菌来评价河流的细菌学质量时,其评价结果会有什么差异?现以细菌学理论为依据,通过实例探讨之。

### 1 研究方法

#### 1.1 细菌学质量评价指标意义<sup>[1-3]</sup>

##### 1.1.1 FC 指标及意义

FC 是指 TC 中将培养温度提高到 44.5 的条件下仍能生长发酵乳糖产酸产气的大肠菌群,来源于人和温血动物的粪便中。其数量直接表明了水体受粪便污染的程度,是目前国际上通行的监测水质受粪便污染的指示菌,适用于河流、湖泊、废水处理系统、野外浴场用水、海水等的一般性水质监测。当用 FC 指标与粪链球菌指标综合分析水质时,还可初步判断水体中 FC 是来源于人的粪便污染还

是其他途径,其数值与肠道致病菌有明显相关性。

##### 1.1.2 TC 指标及意义

TC 是指那些能在 35、48 h 内发酵乳糖产酸产气的、需氧及兼性厌氧的、革兰氏阴性的无芽孢杆菌,包括埃希氏菌属、克伯雷氏菌属、柠檬酸杆菌属、肠杆菌属等菌属的细菌。是目前国际上通行的断定一个水体是否适于生活用水、饮食用水或其他用途的主要生物指标,并且作为水体污染程度的卫生质量指标。同时 TC 也是新标准实施以前我国环保系统对地表水进行监测的常规指标;更是我国长期以来供水中细菌学质量的常规监测指标。虽然 TC 并不能完全反映水体受粪便污染的程度,因有非粪性来源者,且其在不利环境中比粪性来源者存活期更长,但 TC 数量与肠道致病菌出现几率有明显相关性。

##### 1.2 细菌学评价标准<sup>[4,5]</sup>

水质细菌学质量评价标准见表 1。

收稿日期:2001 - 05 - 08;修订日期:2001 - 10 - 11

作者简介:马 宁(1964 - ),女,湖南人,高级工程师,大学,从事环境监测工作。

表 1 水质细菌学质量评价标准 个/L

指标与标准	类	类	类	类	类
FC GHZB 1 - 1999	200	1 000	2 000	5 000	10 000
TC GB 3838 - 88			10 000		

1.3 采样断面及点位设置

在沅江常德江段,共设置 4 个断面,依次为对照断面——尧河,主要城区江段的上游对照断面——夹街寺,控制断面——新兴咀,削减断面——坡头。在各断面均设左、中、右 3 个采样点。

1.4 污染指示菌测定方法与质控措施

TC 与 FC 测定方法均为多管发酵法,其具体步骤与质控措施见文献[1]。

1.5 数据处理

根据细菌在水体中的密度监测数据呈对数正

态分布的特点,各断面的 TC 密度平均值与 FC 密度平均值均指其几何平均值。

1.6 采样频率及相应监测指标

在一年中按枯水期、丰水期、平水期采取各测点水样,每期采样 3 次。1999 年监测指标为 TC。2000 年监测指标为 FC,但在枯水期同时监测 TC 指标。

2 沅江常德江段的细菌学质量评价结果

2.1 以 TC 为指标的细菌学质量评价

2.1.1 沅江常德江段 2000 年枯水期达标情况见表 2。由表 2 可见,以 2000 年枯水期各断面的 TC 监测数据为依据,以期几何均值与文献[5]中 类水标准比较,其评价结果为:全江段仅有新兴咀断面的水质未达标,峰值也出现在该断面,超标达 17 倍。

表 2 沅江常德江段 2000 年枯水期达标情况

项 目	断 面 名 称				个/L
	尧 河	夹街寺	新兴咀	坡 头	
TC	期波动范围	$7.9 \times 10^3 \sim 2.3 \times 10^3$	$1.3 \times 10^4 \sim 3.3 \times 10^3$	$1.7 \times 10^5 \sim 4.0 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4 \sim 2.3 \times 10^3$
	期均值	$3.5 \times 10^3$	$6.8 \times 10^3$	$7.7 \times 10^4$	$6.7 \times 10^3$
	达标情况	达标	达标	超标	达标
FC	期波动范围	$< 4.9 \times 10^4$	$4.9 \times 10^3 \sim 1.7 \times 10^3$	$7.9 \times 10^4 \sim 1.3 \times 10^4$	$5.2 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^3$
	期均值	$1.2 \times 10^3$	$3.5 \times 10^3$	$3.9 \times 10^4$	$2.2 \times 10^3$
	达标情况	达标	超标	超标	超标

2.1.2 沅江常德江段近年达标情况见表 3。由表 3 可见,以 1999 年枯水期、丰水期、平水期各断面的 TC 监测数据为依据,以各断面 TC 的年几何均值与

文献[5]中 类水标准比较,其评价结果为:全江段仅有尧河断面的水质达标,其余断面的水质均超标,其中新兴咀断面峰值超标 17 倍,年均值超标 5.2 倍。

表 3 沅江常德江段近年达标情况

项 目	断 面 名 称				个/L
	尧 河	夹街寺	新兴咀	坡 头	
1999 年 TC	年波动范围	$1.3 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^3$	$5.4 \times 10^4 \sim 3.3 \times 10^3$	$1.7 \times 10^5 \sim 5.0 \times 10^3$	$7.9 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^3$
	年均值	$6.1 \times 10^3$	$3.3 \times 10^4$	$5.2 \times 10^4$	$1.7 \times 10^4$
	达标情况	达标	超标	超标	超标
2000 年 FC	年波动范围	$< 4.9 \times 10^3$	$2.8 \times 10^4 \sim 5 \times 10^2$	$9.2 \times 10^4 \sim 8 \times 10^2$	$1.3 \times 10^4 \sim 1.3 \times 10^3$
	年均值	$1.4 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2.4 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$
	达标情况	达标	达标	超标	超标

2.2 以 FC 为指标的细菌学质量评价

2.2.1 由表 2 可见了,以 2000 年枯水期各断面的 FC 监测数据为依据,以期几何均值与文献[4]中 类水标准比较,则评价结果为:全江段仅有尧河一个断面的水质达标,其余 3 个断面的水质均超标,

峰值出现在新兴咀断面,其水质超标达 39.5 倍;期均值超过 类水标准限值。夹街寺和坡头断面的期均值虽超标,但还在 类水标准限值内。

2.2.2 由表 3 可见,以 2000 年全年枯水期、丰水期、平水期各断面的 FC 监测数据为依据,以各断

面的 FC 年几何均值与文献[4]中 Ⅲ类水标准比较,则该江段的评价结果为:尧河和夹街寺断面的水质均达标,新兴咀和坡头断面的水质均超标,其中新兴咀断面的年均值超标 12 倍,峰值超标 46 倍,年均值也超过了 Ⅲ类水标准限值。

### 3 评价结果讨论

#### 3.1 评价结果的差异

3.1.1 以 2000 年枯水期各断面同时监测 TC 与 FC 指标的情况看,夹街寺和坡头两个断面的水质因采用不同的 2 个污染指示菌指标来评价而结论完全不同。以旧标准的 TC 为指标来衡量,两个断面水质均达标;而以新标准的 FC 为指标来衡量,两个断面水质均超标。由此可见,新标准实施后,从细菌学评价角度看,用 FC 指标评价水质,标准更为严格。

3.1.2 新标准对于各类水质均给出了 FC 的具体限值。如从表 2 看,以新、旧标准来衡量,新兴咀断面水质均超标,但以新标准的 FC 限值来衡量,则可看出已超过 Ⅲ类水的限值,可作出已不能作 Ⅲ类水使用的结论;而以旧标准的 TC 限值来衡量,则因为 Ⅲ、Ⅳ类水标准均无此具体限值,所以,只能作出不能用作 Ⅲ类水使用的结论。因此,新标准的实施,从细菌学评价角度而言,可以获得更深入、更具体的结论。

#### 3.2 与致病菌的关系

3.2.1 按 TC 与肠道致病菌沙门氏菌的相关规律<sup>[3]</sup>,TC 值在 1 万~10 万个时,沙门氏菌出现几率为 29%;在 10 万个以上时,沙门氏菌出现几率为 40%。可见,达到旧标准中 Ⅲ类水 TC 限值 10 000 个/L 的水体,其肠道致病菌沙门氏菌的出现几率也在 29%。而以表 3 中 TC 年均值为依据,尧河达标断面与夹街寺、新兴咀、坡头 3 个超标断面,沙门氏菌的出现几率均为 29%。这意味着 TC 值达到了旧标准 Ⅲ类水的限值的水体,从肠道致病菌的角度而言,其水体也并不是相对安全的。所以,以旧标准的 TC 污染指示菌指标为依据,进行水体细菌学评价时,并不能判断出肠道致病菌沙门氏菌是否已构成水体中致病危险因素。

3.2.2 按 FC 与肠道致病菌沙门氏菌的关系<sup>[2]</sup>,当 FC 值大于  $2 \times 10^5$  个/L 时,沙门氏菌的检出率为 98.1%;而当 FC 值小于  $2 \times 10^3$  个/L 时,只能偶尔发现沙门氏菌。由此可见,新标准中 Ⅲ类水的

FC 限值即为 FC 与致病菌关系的界限指标数,这意味着达到了 Ⅲ类水 FC 标准的水体,只能偶尔发现肠道致病菌沙门氏菌。以表 3 中的 FC 年均值为依据,从肠道致病菌沙门氏菌是否构成水体中致病危险因素的角度看,尧河和夹街寺两个断面的水质是相对安全的,而新兴咀和坡头两个超标断面的水质则存在一定危险。因此,在从致病菌的角度来判断水体的安全性方面,以新标准的 FC 污染指示菌为指标来评价时,能判断出水体是否相对安全,而以旧标准的 TC 污染指示菌为指标来评价时,则判断不出。

#### 3.3 水质变化趋势的判断

应用新、旧标准评价水体细菌学质量时,其评价结果带来了如 3.1 所述的差异,因而水质变化趋势的判断成了一个值得研究的问题。

现以表 3 为例,均以 Ⅲ类水的限值为标准,1999 年度以旧标准的 TC 指标评价,2000 年度以新标准的 FC 指标评价,出现了下面 3 种情况: 1999 年度超标,2000 年度达标,如夹街寺。两个年度均达标,如尧河。两个年度均超标,如新兴咀和坡头。

3.3.1 判断第 1 种情况的水质变化趋势。从表 2 中夹街寺断面的 TC 与 FC 值可直观地看到:以旧标准的 TC 指标评价时水质达标,以新标准的 FC 指标评价时水质超标;由 3.1.1 的讨论中也可知,用 FC 指标评价水质更为严格,可见,夹街寺断面的水质,从细菌学角度而言,有好转。因此,出现第 1 种情况,可判断出水质呈好的变化趋势。

3.3.2 判断第 2 种和第 3 种情况的水质变化趋势,可通过下列途径: 如 3.1.2 中所述原因,当水质用新标准的 FC 限值评价,已达到上一类水质标准时,可由水质类别的上升,直接判断水质呈现好转趋势。研究出不同环境影响的河流水体中 FC 与 TC 之经验比值或相关规律,使两种值能够予以换算,直接比较而体现水质变化趋势。

#### [参考文献]

- [1] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 第 3 版. 北京:中国环境科学出版社,1989.
- [2] 万登榜. 北京燕山地区水体污染的细菌学评价[J]. 中国环境科学,1989,9(4):269.
- [3] 赵荫薇,蔡妙英,钱兵,等. 城市河流的微生物生态研究[J]. 微生物学报,1986,26(3):204.
- [4] GHZB 1-1999,地表水环境质量标准[S].
- [5] GB 3838-88,地面水环境质量标准[S].

本栏目责任编辑 李文峻