

性外,还可在工艺设计过程中用来估算所需的出水浓度平均值。

七、一个重要问题

我们在上一节已经通过一个例子提到,假设规定出水 BOD_5 排放标准 $x_i = 60\text{mg/L}$,若要保证处理系统的可靠性($1 - \alpha$)为 95%,则处理系统出水 BOD_5 浓度的设计取值 m_x 不应当是规定的 60mg/L ,而应当是 25.9mg/L 。这就是说在考虑处理系统可靠性的情况下,出水 BOD_5 浓度比不考虑可靠性时所采用的数值要减小一半以上。若 $x_i = 90\text{mg/L}$, $1 - \alpha = 95\%$,则 $m_x = 38.7\text{mg/L}$,结论同样成立。

更进一步,我们考虑这种变化对于处理程度的影响。设进水浓度为 200mg/L ,若 $x_i = 60\text{mg/L}$,系统的去除率为 70%;若考虑系统的可靠性($1 - \alpha = 95\%$), x_i 应按 25.9mg/L 计算,则去除率提高到 87.1%。这就是说考虑系统可靠性比不考虑可靠性,处理程度提高了近 20%。若 $x_i = 90\text{mg/L}$,则提高幅度更大(32.7%)。

这样看来,处理系统的可靠性不是一个可以忽视的小问题。是否考虑可靠性,怎样

选取可靠性,对于处理程度确定、处理流程选择、构筑物设计以及处理过程的控制等废水处理的所有环节,都将产生十分重要的影响。

不仅如此,处理系统的可靠性标准必须由国家有关管理部门制订和颁行。在这个意义上说,这是一个管理问题。

因此,废水处理的可靠性问题是一个必须引起重视并予以深入全面研究的重要的技术经济问题。目前各地正在兴建许多废水处理设施,研究废水处理的可靠性问题,对于保证废水处理投资正常地发挥效益,有效地控制水污染,具有重要的理论意义和实际意义。

参 考 文 献

- [1] 王时任,陈继平,可靠性工程概论,第 5 页,华中工学院出版社,1983 年。
- [2] Dean, R. B., and Forsythe, S. L., *Water & Sewage Works*, June, pp. 87—89, 1976.
- [3] EcKenfelder, W. W., and Roth, J. A., *Progress in Water Technol*, 8, 1(1976).
- [4] Niku, S. et al., *JWPCF*, 51(12), 2841 (1979).
- [5] Niku, S. et al., *JWPCF*, 54(2), 129 (1982).
- [6] Benjamin, J. R., et al., *Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers*, p.456, McGraw-Hill, Inc., New York, 1978.
- [7] 李继盛,环境科学情报,4, 1(1986).

(收稿日期: 1988 年 1 月 18 日)

低等动物的微核试验及其在环境监测中的意义

蔡亚娜 何海晏

(广州师范学院生物系)*

很久以前 Dawson (1933, 1935)^[1,2] 就报道过饲养水中含有微量的铅,能使鱼类循环血液中的红血细胞发生损伤。Ostroumova (1957)^[3] 报道了在低等脊椎动物中,血球的

组成与环境因素有关。Evans 等(1959)^[4] 是第一个提出用含有微核的细胞来评价细胞遗

* 钱黎明老师协助查阅文献,特致谢意。

传损伤的学者。结城了伍(1960)^[6]在鱼类血液涂片标本中看到一些无固定形态的有形成份,把它称之为“核影”(nuclear shadow),认为血涂片上核影出现的程度可以直接指示出外周血红细胞的衰老情况。Rondanelli 等(1966)^[6]将两栖类动物(Triton Molge Vulgaris)的嗜多染红细胞在体外进行培养,使其增殖,同时用射线辐照处理,通过显微摄影技术进行图像分析,见到有丝分裂发生紊乱而形成微核。当时认为这对血液病发病机制的了解是有参考意义的。Buckley (1977)^[7]在研究饲养于含有残余氯水中鲑科鱼(*Oncorhynchus kisutch*)的血液学变化时,观察到有豪-周氏小体的出现(Howell-Jolly Bodies, 即微核)。

自从本世纪七十年代中期 Kligerman 等(1975)^[8]以物理的和化学的因素成功地诱发荫鱼细胞的染色体畸变以来,对鱼类进行细胞遗传学研究以检测水环境中基因毒剂的作用,受到极大的关注 (Prein et al., 1978^[9]、Kligerman et al., 1979^[10]、Alink et al., 1980^[11]、Hooftman, 1981^[12]、Hooftman and Vink, 1981^[13]、Kligerman, 1982^[14]、Krishnaja and Rege, 1982^[15]、Manna, 1984^[16]), 研究结果表明: 诱发鱼类的染色体畸变有助于测定水环境中基因毒剂的作用情况,但是这种细胞遗传学测定的一个不利条件是它们相当费时,有丝分裂指数偏低,特别是使用冷水性鱼类进行研究时,因为这些鱼的有丝分裂缓慢,若要找到足够的处于分裂中期的细胞进行染色体畸变分析,十分费时。此外,有些鱼类的染色体数目很多;形态又小;大多数染色体之间没有明显差异;这些都增加了分析的困难。上述学者研究用的实验材料主要为荫鱼(*Umbra limi*, $2n = 22$)、东方荫鱼(*Umbra pygmaea*, $2n = 22$)及吉力鱼(*Nothobranchius racho*, $2n = 16$), 这些鱼类用于染色体核型分析较为理想,但主要分布在美国和西欧,地区的局限性限制了其广泛

的应用,因而进展甚慢。

Hooftman 和 Raat (1982)^[17]用甲基磺酸乙酯(EMS)处理东方荫鱼,见到外周血红细胞中出现核异常(微核和浮尔根染色阳性反应的核碎片),他们建议以此异常为指标,作为测定染色体畸变的一种替代方法,指出这一测试法的优点为: 只需要一小滴血就能提供成千上万可供计数的细胞;不需要特殊的操作过程;外周血红细胞分布均匀,有利于自动计数;若是能对鱼类的造血器官如肾、脾作进一步的研究,则将为这一测试系统的建立和应用提供更多的依据。

Zhang 等(1984)^[18]报道了他们利用脊椎动物周血有核红细胞微核监测环境污染的研究,他们调查了在没有明显污染源的环境中,哺乳类以下各纲脊椎动物成体周血有核红细胞的微核自然出现率的均值为 0.04‰ 左右,用致癌物(防老剂 D)处理,可在短时期内诱发出微核,处理组与对照组之间有显著性差异,提出应用脊椎动物周血有核红细胞中的微核作为监测环境污染的一项新的生物学及遗传毒理学的测试指标,具有可喜的前景。

Manna 等(1985)^[19]报道了他们用有机杀虫药、镉、氯化物、D-葡萄糖胺、盐酸化合物、X 射线等处理罗非鱼(*Tilapia*)后,其周血红细胞的微核率增高。

Das 和 Nanda (1986)^[20]用丝裂霉素 C 和造纸厂废水对异囊鲇(*Heteropneustes fossilis*, 分布于印度、斯里兰卡、印支半岛的淡水中,仅一属一种,产于局部地区)进行处理,观察其外周血红细胞的微核出现率,以评估利用鱼类外周血涂片中的微核出现率作为环境遗传毒性的生物学监测的进一步的可能性,以及用其测试造纸厂废水对脊椎动物所造成的遗传毒性作用,结果是明显的,也是肯定的,支持了将动物微核试验作为一项监测环境污染的测试技术的可行性。并且指出,鱼类周血微核测试的优点为血细胞体积较大,胞质丰富,核质之比为 1:6,有利于胞浆

中出现微核时的观察与统计。同时也提到,除微核以外,还有其它各种类型的核异常,诸如双核细胞、丝连微核、核突起、核断裂等,而这些异常现象在未处理组及蒸馏水处理组中均未发现。

除了上述以鱼类为实验材料的微核试验以外,近年来,用两栖类作为测试系统的微核试验也在积极地发展之中。Siboulet 等(1984)^[21]将有尾两栖类中的有肋蝾螈(*Pleurodeles walil*)的蝌蚪饲养于含有断裂剂的水中,其含微核的红血细胞数明显增加。1986年初,Grinfeld 等^[22]报道了用断裂剂苯并芘处理有肋蝾螈的蝌蚪,结果:其周血有核红细胞的微核率明显增高,并与剂量、接触时间、药品的吸收情况等因素有关。将蝌蚪饲养于含有不同浓度 BaP 的水溶液中,第八天取样,最小剂量为 0.01ppm 时,仅看到微核略有增高;在 0.075ppm 中,微核明显增加;浓度越大,微核出现率也随之增高,在 0.75ppm 浓度中,竟高达 158%。接触时间在两天以下者,其微核无明显增加。他们提出,有肋蝾螈的蝌蚪是一种有希望的监测水环境中遗传毒性的生物材料。Jaylet 等(1986)^[23,24]还报告了以另一种有尾两栖类美西螈幼体(*Axolotl*)作了类似的研究,认为美西螈幼体也是很有希望的测试系统。Siboulet^[21]、Grinfeld^[22]、Jaylet^[23]等都是在法国图卢兹,皮尔-萨巴蒂亚大学生物遗传实验室工作,除了共同发表上述研究报告外, Jaylet 还明确提出,利用有肋蝾螈周血红细胞的微核试验监测淡水污染是一种新的微核测试方法。他们认为,这个测试方法操作简便,制备一个动物的周血涂片标本,只需要几分钟的时间;观察 1000 个红血细胞(RBC_c)也只需要 15 分钟的工作量;更重要的是他们认为两栖类动物比鱼类更为敏感。他们曾经用两种鱼(*Brachydani rerio* 和 *Cyprinus carpio*)来进行微核试验,用 X-射线和已知断裂剂处理,每隔一天取样观察一次,为期四周,结果

在上述两种鱼的成体和幼体均没有看到有核红细胞中的微核出现率有明显增加。根据荷兰 Hooftman 和 de Raat (1982)^[17]的报道,将东方荫鱼饲养在 40ppm 的 EMS 水溶液中,6 周后,只产生 $5 \pm 2\%$ 含微核的细胞,而 Jaylet 等对有肋蝾螈蝌蚪作同样的处理,诱导出的含微核细胞是 85% (50ppm) 和 200% (100ppm),他们的研究资料指出:在正常情况下,有肋蝾螈蝌蚪的自发微核率是 10%,而用强断裂剂(如 BaP、EMS、DES、ENNG)处理后,微核出现率可超出 300%。他们认为:有肋蝾螈的微核试验是一种极好的染色体畸变的体内测试系统,并且能应用于低剂量污染的测试,既可作为淡水污染的监测系统,又可用于一些致断裂剂效应的检测,他们还对阳性结果的判定提出了初步标准。

有关哺乳类及人体的微核测试,国内、外已有许多文献可查。微核诱导的原理也是众所周知,现仅就国外文献中有关哺乳类以下的低等动物微核试验作如上简述,国内在此领域中的研究则更为活跃,除了鱼类和两栖类以外,还做了爬行类、鸟类、双壳类等。预期,低等动物的微核试验也将像已建立的紫露草微核试验^[25]、蚕豆根尖微核试验^[26]一样,在环境监测中发挥积极的作用。

参 考 文 献

- [1] Dawson, A. B., *J. Morph.*, **55**, 349, (1933).
- [2] Dawson, A. B., *Biol. Bull.*, **68**, 335, (1935).
- [3] Ostroumova, I. N., *Известия Вншорх* **43**, 1, (1957).
- [4] Evans, H. J., *Int. J. Rad. Biol.*, **3**, 216, (1959).
- [5] 結城了伍,日本水产学会誌, **26**(5), 490, (1960).
- [6] Rondanelli, E. G. et al., *Acta Haemat.*, **35**, 232, (1966).
- [7] Buckley, J. A., *J. Fish. Res. Board Can.*, **34**, 215, (1977).
- [8] Kligerman, A. D. et al., *Mutat. Res.*, **31**, 225, (1975).
- [9] Prein, A. E., et al., *Sci. Tot. Environ.*, **9**, 287, (1978).
- [10] Kligerman, A. D. et al., *Mutat. Res.*, **64**, 205, (1979).
- [11] Alink, G. M., *Mutat. Res.*, **78**, 369, (1980).

- [12] Hooftman, R. N., *Mutat. Res.*, **91**, 347, (1981).
- [13] Hooftman, R. N. and G. J. Vink, *Ecotoxicol. Environ. Safety*, **5**, 261, (1981).
- [14] Kligerman, A. D., *Mutagenicity New Horizons in Genetic Toxicology*, 435, in: J. H. Heddle (Ed.), Academic Press, New York, (1982).
- [15] Krishnaja, A. P. and M. S. Rege, *Mutat. Res.*, **102**, 71, (1982).
- [16] Manna, G. K., *Nucleus*, **27**, 203 (1984).
- [17] Hooftman, R. N. and W. K. de Raat, *Mutat. Res.*, **104**, 147, (1982).
- [18] Zhang, C. J. et al., *Mutation, Cancer and Malformation*, 814, in: A. H. Y. Chu and W. M. Gene-roso (Eds.), Plenum, New York, (1984).
- [19] Manna, G. K. et al., *Nucleus*, **28**, 176, (1985).
- [20] Das, R. K. and N. K. Nanda, *Mutat. Res.*, **175**, 67, (1986).
- [21] Siboulet, R. et al., *Mutat. Res.*, **125**, 275, (1984).
- [22] Grinfeld, S. et al., *Environ. Mutagen*, **8**(1), 41, (1986).
- [23] Jaylet, A. et al., *Mutagenesis*, **1**, 211, (1986).
- [24] Jaylet, A. et al., *Mutat. Res.*, **164**, 245, (1986).
- [25] Ma, T. H., et al., *Mutat. Res.*, **138**, 157, (1984).
- [26] Degrassi, F. et al., *Mutat. Res.*, **85**, 245, (1981).

(收稿日期: 1988 年 3 月 17 日)

改进电除尘器性能的新技术 ——第三届电除尘国际会议论文综述

俞 寿 成

(诸暨净化设备厂)

1987 年 10 月在意大利阿伯诺 (Abano) 召开了第三届电除尘国际会议。共交流论文 107 篇。主要议题有: 电除尘技术的基础研究和物理现象; 不同供电方式对电除尘器性能的改进, 尤其是脉冲供电和间隙供电在实验室和工业应用中取得的巨大成功; 电除尘器作为一种有效的环保设备装置, 在大气污染控制中的广泛应用; 近年来在气流分布、选型、设计等方面的最新发展以及在克服反电晕现象, 改进电除尘性能方面各种尝试的最新结果等等。基本上反映了当前国际上电除尘技术研究和发展的概况。

随着排放标准的不断提高或者由于燃料特性的改变, 六七十年代甚至于八十年代初期投运的电除尘器要求改造的情况越来越普遍, 用增加电场或扩大电除尘器容积的做法是以前较常采用的改造方案。但它常常受到场地和改造工期的限制。而采用 SO_3 、 NH_3 或其他调质剂对烟气进行调质, 不仅需要增加额外的装置而且很多用户往往因为现场需

要增加化学设备而不愿采用。经过多年的试验研究和工业性运行发展起来的脉冲供电已经公认是一种日趋成熟的新技术。脉冲供电的研究成果因此也成了本次会议的热门议题。一个典型的例子是丹麦 ENSTED 电厂 2, 3 号机组使用脉冲供电的经验介绍, 该电厂 2 号机组容量为 $2 \times 75\text{MW}$, 配置 2 台有二个电场四个供电分区的电除尘器, 总集尘面积为 9156m^2 , 比集尘面积为 $39\text{m}^2/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。3 号机组容量为 630MW , 配置 2 台双室五电场二十个供电分区的电除尘器, 总集尘面积为 65800m^2 , 比集尘面积为 $82.5\text{m}^2/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。分别用微秒脉冲(代号为 MP) 和毫秒脉冲(代号为 SP) 两种形式的脉冲电源进行了工业性运行试验。在 2 号机组上用 MP 脉冲电源供电时, 对具有 $10^{13}\Omega\text{-cm}$ 数量级高比电阻的粉尘其出口排放量较常规电源(代号为 CC) 供电时降低了三分之二。而 SP 脉冲电源在 3 号机组电除尘器上的运行证明, 对燃用低硫(0.5%)煤且灰中钠、铁含量