

活性污泥丝状菌膨胀的起因分析及控制措施

许晓路

(浙江师范大学地理系, 金华 321004)

申秀英

(浙江师大生物系)

摘要 介绍近年来人们从污泥中新分离鉴定的一些丝状菌, 如 *Herpetosiphon*、杆菌属的 *Mycoides*、*Eikelboom* 属中 021N、1701、0041 和 0803 型等。曝气池中的泡沫是由放射菌纲的奴卡氏菌属产生的。活性污泥的絮凝体是一种含有蛋白质、核酸、碳水化合物和灰分的物质, 增加絮凝体数量和大小有利于污泥沉降, 而丝状菌菌丝总长度增加则使污泥沉降性能下降。由于保持较高溶解氧浓度 ($\geq 2\text{mg/L}$) 和污泥有机负荷 (F/M), 在曝气池前设置接触混合池、投加氯、间歇式进水等能抑制丝状菌生长, 故这些都是消除丝状菌膨胀的有效措施。

关键词 活性污泥, 絮凝, 丝状菌, 丝状菌膨胀。

自活性污泥法问世以来, 其絮凝特性和膨胀问题一直引起人们的密切关注, 污泥的絮凝主要依赖于絮凝菌及原生动物。污泥的膨胀包括丝状菌膨胀和非丝状菌膨胀两大类, 前者由丝状生物引起, 后者是由于细菌体内贮存高粘性物质所致, 它也是污泥中没有大量丝状微生物存在的膨胀。在实际管理中常遇见的是丝状菌膨胀。有关丝状菌膨胀的生物、机理、防治措施一直是人们研究的课题, 并且时有报道。本文就近年来对污泥性质的研究进展作一综合分析, 为改善污泥沉降性能和防治污泥丝状膨胀提供有益的参考。

一、污泥的絮凝体与沉降性能

污泥先絮凝后才能有良好的沉降性。絮凝体的生长与生物分泌的细胞外多聚物密切相关, 所以多聚物的性质对污泥沉降性能产生明显影响^[1]。活性污泥细胞外多聚物的成分和提取温度相关。在 100°C 时, 污泥沉降性与生物产生的多聚物有极好相关性^[2]。对污泥表面多聚物热提取分析后可知, 多聚物中易降解部分增加时, 污泥沉降性能反而下降^[3]。Hejzlar et al^[4-5] 对活性污泥生物产生的多聚物调查分析后指出: 尽管实验污水性质有明显差异, 污泥生物都能产生分子量大于 10 000 的多聚物, 且发现其主要成分是由各种糖和氨基酸单位构成的各种多糖。Novak et al^[6] 指出, 对于处理工

业废水的活性污泥系统, 为了使污泥絮凝, 有效的生物多聚物的结合必需是临界的, 氮和蛋白化合物的存在会影响有效的生物多聚物的数量。改变操作运行参数对污泥沉降性有显著影响。如延长固体停留时间能增加多聚物的产生量, 从而增加污泥沉降性。

除絮凝体数量外, 其大小和结构都会影响污泥沉降性。Erickson et al^[7] 对絮凝体结构和污泥沉降性关系研究后指出, 当周围有稳定的絮凝体包围着时, 新生的絮凝体不断伸长; 在絮凝体内, 若存在大量的不能溶解的多聚物和连接于其上的丝状微生物时, 絮凝体呈坚硬不能压缩的状态, 这时就容易造成污泥膨胀。用高倍显微镜来观察活性污泥的絮凝体大小和沉降速度, 用数学模型来计算絮凝体孔隙度, Li et al^[8] 发现, 当絮凝体大小增加时, 其孔隙率和沉降速度也随着上升。Cohen^[9] 报道, 较小的絮凝体比大的絮凝体更为稠密, 大而稠密的絮凝体的形成需利用大粒子间相互作用所产生的能量。

活性污泥的絮凝体是一种含有蛋白质、核酸、碳水化合物、灰分的物质^[10]。污泥中的原生动物能够分泌一种粘性蛋白, 从而促进了污泥的絮凝^[11]。

二、与膨胀有关的丝状菌

在活性污泥中,存在着一些丝状细菌,它们具有较强的降解有机物的能力;有的真菌也能发育成丝状体。近年来,许多学者不仅对以前已经鉴定的丝状生物^[1,12]如球衣菌属(*Sphaerotilus*)、芽孢杆菌属(*Bacillus*)、贝氏硫细菌属(*Baggiatoa*)、黄杆菌属(*Flavobacterium*)、极毛杆菌属(*Pseudomonas*)、地霉属真菌(*Geotrichum*)、微丝菌(*Microthrix*)作了进一步深入细致的分析,如 Gabb et al^[13]发现浮游球衣细菌等生物在实验研究系统中比在实际运行污泥系统中更为常见,而且还分离鉴定了一些新的菌种。Scheff et al^[14]在西德的5个污泥处理厂的膨胀污泥中分离出一种新的丝状细菌,这种球菌细胞和链球菌属细胞性质十分相似。两种丝状菌——杆菌属的 *Mycoides* 和杀螟杆菌,从膨胀污泥中得以分离鉴定,且发现它们的性质几乎一致^[15]。Trick et al^[16]从膨胀污泥中新分离出了一种对污泥絮凝作用极为不利的丝状菌——*Herpetosiphon*, 该丝状菌的长度超过 500 μm , 在 $\text{pH} = 7.2$, $t = 25^\circ\text{C}$ 条件下生长最为有利。Williams et al^[17]发现并证实了 *Eikelboom* 属中 021N、0041、1701 和 0803 型丝状菌的存在。Richard et al^[18]在实验中也证实了 1701 型丝状菌存在于膨胀污泥中,并发现该菌主要出现在处理生活污水或很易降解的含碳工业废水的活性污泥系统中。021N 型丝状菌在纯异养培养中也得以分离鉴定,在限制氨氮供应条件下,该菌对氨氮有一个快速、不平衡的吸收过程;在间歇式进氨条件下,021N 型丝状菌比絮凝菌生长得更快^[18]。White et al^[19]从处理焦炭厂废水的模型试验的膨胀污泥中分离出一种新的放射菌种。Kohno^[20]从活性污泥中分离出一种能氧化硫的类似于 021 型的丝状细菌。在伊朗, Emtiazi et al^[21]成功地培养了革兰氏阳性铁细菌,它是引起污泥膨胀的主要菌种。

三、丝状菌对污泥沉降性能的影响

1. 泡沫对污泥沉降的影响

泡沫严重影响污泥系统的正常运转,干扰污泥的正常沉降能力。而泡沫是由放射菌纲的奴卡氏菌属产生的。如 Sezgini^[22]和 Blackall^[23]报道:澳大利亚一个活性污泥厂、美国二个活性污泥厂的泡沫和奴卡氏菌属的三个种有关。

由于泡沫是由丝状菌所引起,所以控制丝状菌生长繁殖的措施也能有效地消除泡沫。如 Dietz et al^[24]发现,形成泡沫的奴卡氏菌属可通过降低污泥龄和对回流污泥氯化而加以控制。Sezgini et al^[25]报道:控制 SRT (固体停留时间)、充氧量、 pH 能有效地减少或消除泡沫。

2. 丝状菌膨胀机理及其危害

关于丝状菌膨胀的发生机理,学者们先后提出了“拟人法”假设、“泻肚”假设、生物物理畸变假设、表面积/体积比假设、选择毒性假设、原生动物假设等系列假设性解释。但这些假设都只能解释某些环境条件下发生丝状菌膨胀的原因,而未能全面合理地解释各操作条件变化(有机质、氮、磷、毒性物质、溶解氧、冲击负荷)对丝状菌膨胀发生的影响。为此,在前列假设的基础上有人又提出了几个较为合理的发生机理,认为当环境中营养物质(碳源、氮源、磷源)浓度较低时,丝状细菌为了摄取营养而向外生长(长出更长的丝状体),这样使它们和营养物有更大的接触面积,从而有利于自身的繁殖伸长;当混合液中溶解氧浓度较低时,能形成絮凝体的细菌和虽未能形成却有助于形成絮凝体的生物(如原生动物)等的生长繁殖受到严重影响,而一些丝状细菌如浮游球衣细菌、贝氏硫细菌等却耐低氧环境,保持正常的生长繁殖能力。而且,当曝气池中的溶解氧浓度恢复上升时,芽孢杆菌属中的丝状细菌繁殖得最早最快,极有可能产生异常繁殖而导致丝状菌膨胀。以上两种假设性机理虽能解释低溶解氧、低营养时发生膨胀的原因,但有关丝状菌膨胀的发生机理还有待于作进一步深入细致的研究。

如前所述,活性污泥的丝状菌产生泡沫干扰污泥沉淀,当发生丝状菌膨胀时会严重损害污泥沉降性能,极有可能导致整个处理系统的失效。而且即使未发生丝状菌膨胀,污泥中所存在的丝状菌的菌丝长度和数量也会影响污泥的 SVI 值(污泥沉降性能)。Sezgin et al^[26]对丝状菌数量和污泥沉降性关系研究后发现:丝状体较长时,污泥的沉降速率达到一个最大值,然而随 SS 的上升而逐渐下降;SS 浓度较低时,丝状菌间的相互作用力导致污泥沉降,而当 SS 浓度较高时,重力是沉淀的主要原因。Sezgin^[27]在另一研究中发现菌丝长度、悬浮物浓度、絮凝体大小对污泥沉降性都有影响,当 SS 浓度在 700—4 800g/L 范围内时,如菌丝长度大于 $10^7 \mu\text{m}/\text{mg}$ SS, SVI 随丝状菌浓度的增加而急剧上升;当菌丝长度小于 $10 \mu\text{m}/\text{mg}$ SS, SVI 随絮凝体大小而变化。显微镜观察结果表明:菌丝长度和污泥沉淀性密切相关,当曝气池混合液的总菌丝长度大于 $10^3 \text{cm}/\text{ml}$ 时,污泥沉降性能下降^[28]。Sadalgaker et al^[29]对研究结果分析后也指出,丝状菌菌丝长度和絮凝体直径与 SVI 值极为相关,但不能用丝状菌数量和絮凝体数量来推测 SVI 值。

从各学者研究成果可知,丝状菌菌丝总长度增加时,污泥沉降性能下降;而丝状菌浓度和 SS 对污泥沉降性的影响显得较为复杂。

四、抑制丝状菌生长、改善污泥沉降性能的措施

只有增加污泥絮凝、抑制丝状菌的生长,才能使污泥具有良好的沉降性能,保证出水水质符合排放标准。损害丝状菌和抑制其生长的措施较多,如向调节池内充氧并尽量减少其停留时间以避免出现厌氧状态等。下面主要介绍人们研究得较多并具有较好效果的几种方法。

1. 维持适当的溶解氧浓度

维持适当的溶解氧浓度,是防止丝状菌大量生长、确保出水水质的一个重要措施。众多学者的研究成果充分说明了这一点。Schwartz et al^[30]发现只有当曝气池 $\text{DO} \geq 2 \text{mg}/\text{L}$ 时,

处理啤酒厂污水的活性污泥系统才不会发生丝状菌膨胀。Starkey et al^[31]利用小模型研究了溶解氧对出水浓度的影响,当 DO 从 5 降至 $0.4 \text{mg}/\text{L}$ 时,原生动物和轮虫类生物活性受到抑制,出水浊度明显上升。Pitman^[32]对南非几个污水处理厂调查后认为,保持较高的 DO 浓度能防止丝状生物的生长,使污泥具有良好沉淀性。Nowak et al^[33]发现当曝气池中溶解氧浓度较低时导致三种丝状菌的生长。Slijkhuys et al^[34]对实验室和实际运行的活性污泥分析研究后发现,低的溶解氧浓度导致活性污泥生物以丝状生物(微丝菌)为主。溶解氧浓度还影响球衣细菌属的最大耗氧率和聚合能力^[35]。

从各学者的实验结果可知,当溶解氧浓度过低时导致丝状菌大量生长,原生动物、絮凝菌生长受到抑制,污泥沉淀性能下降,出水浊度增加。但若维持过高的溶解氧浓度则增加了系统的能耗和运转费用。一般使曝气池中 DO 浓度维持在 $2 \text{mg}/\text{L}$ 即可。

2. 维持适当的污泥有机负荷

污泥有机负荷能对丝状菌生长产生影响,已被许多学者所证实。Horan et al^[36]发现污泥生物营养不足时使污泥沉降性能下降,而这是由于丝状菌生长之故。Vanniekerk et al^[37]也发现在 F/M 比较低时极易发生丝状膨胀。Ericsson et al^[38]发现当限制 BOD 和磷供应时,活性污泥即发生丝状膨胀。Barahona et al^[39]研究结果表明,有机负荷上升,活性污泥的沉降速率也随着上升,且相关性极好。

曝气池中污泥有机负荷过低,相当于限制养分供应,故易出现丝状菌膨胀;负荷过高时,假如供氧能力不足,也易产生丝状膨胀。故负荷过高过低都会影响污泥沉降性能,应维持适当的污泥有机负荷(可通过调整回流污泥量而实现此目的)。至于在何范围内为宜,由于各学者的研究条件、结果不一,目前还未能确定。

3. 在曝气池前设接触混合池

由于在设置的小型接触混合池内污泥负荷较高,具有防止丝状性生物生长和丝状菌膨胀的效果。Lee et al^[40]研究了低负荷条件下曝

气池结构对污泥丝状菌膨胀的影响,结果发现,当 F/M 比为 $0.05-0.25 \text{ g COD/g TMLSS} \cdot \text{d}$ 时,只要使接触混合池部分为总体积的 $1/74$,即能防止污泥出现丝状菌膨胀;当 F/M 比为 $0.3-0.35 \text{ g COD/g TMLVSS} \cdot \text{d}$ 时,污泥 SVI 和接触混合池有关,而不是和曝气池的其它部分相关。Linne et al^[41] 也发现在完全混合曝气池前增设好氧反应器对于减少丝状生物和稳定地硝化是很有效的。

4. 投加药剂

当污泥发生丝状菌膨胀后,可以投加一些药剂来加以解决。这些药剂包括氯、氯胺、硫酸、石灰等杀菌剂和混凝剂。

虽然大多数杀虫剂既能杀死丝状菌又能杀死絮凝菌,很可能会影响处理系统出水水质,但有些杀虫剂对某些丝状菌有特殊的杀伤作用。如 Takiguchi et al^[42] 发现杀虫剂 Anslimins A、B 在浓度 0.78 和 0.39 mg/L 时即能抑制浮游球衣菌的生长,但即使浓度高达 200 mg/L ,对其它一些测试生物不会产生抑制作用。由于 Anslimins 在浓度达 100 mg/L 时对絮凝生物无毒性作用,所以它可作为由于浮游球衣细菌引起的污泥膨胀的控制物质。

Unz et al^[43] 报道了用硫酸来控制膨胀污泥的效果。加有硫酸的冲击负荷不能消除形成瓣状体的生物(该生物引起污泥膨胀)。但是,由于连续 10 天使污泥混合液 pH 保持在 5.5,降低了污泥容积指数和出水悬浮物浓度。

投加氯是解决丝状菌膨胀较为理想的方法,因它对丝状菌杀伤力强,对絮凝生物影响较小,且在出水中不会出现有毒的氯化有机物。Neethling et al^[44] 通过实验研究证实了丝状菌比絮凝体内的絮凝菌对自由氯更为敏感的设置。研究结果表明,投加氯后,丝状生物特别是浮游球衣细菌活性几乎全被抑制,而絮凝菌活性只有部分受影响^[45]。Campbell et al^[46] 发现,对于三个处理工业废水的活性污泥系统,当曝气池中的污泥经氯化处理后,即能成功地控制丝状菌生长和改善出水水质。此外,他们对系统出水分析后发现无含氯的有机化合物。当

然,用氯来防止和消除丝状菌生长和丝状菌膨胀时,应考虑氯用量、丝状/絮凝生物比例等系列因素。

单氯胺是比自由氯反应更慢的一种物质,因此它能进入絮凝体内且对其内的生物产生杀伤作用,而不仅仅杀死丝状菌。所以,自由氯更适宜于用来防止丝状菌生长和消除丝状膨胀。

5. 间歇式进水

在间歇式进水情况下,池内的扩散程度较低,活性污泥最初是与浓废水接触,这就抑制了丝状微生物的生长繁殖。Van den Eynde et al^[47] 报道,由于凝絮菌 *A. globiformis* 比丝状菌 *S. natan* (浮游球衣菌)能更好地适应间歇进水,因而可用间歇进水法来控制活性污泥中过多丝状菌的生长;同时指出,在不进水时须应维持一个较长的内源呼吸相。Chiese et al^[48] 研究后发现,对于连续和间歇式进水,当运行参数超过设计标准时,后者比前者更易控制丝状膨胀。Reiner^[49] 发现,对于处理纸浆废水的活性污泥系统,只要采取间歇式进水即能控制丝状菌生长。Thompson et al^[50] 调查分析后指出,间歇进水虽有可能使出水 SS 略有增加,但对于防止二沉池中污泥被冲刷很有效果。有的科研结论和上述相反,如 Chudoba^[51] 发现对污泥培养体的间歇式进水未能控制丝状生物的生长。

由于凝絮生物比丝状生物更能适应间歇进水等原因,因而间歇式进水能有效地减少丝状菌数量和防止污泥发生丝状菌膨胀。但应注意的是,应用时须根据设计流速间断地投入应处理的浓废水量,使处理后水质符合排放标准。

除以上介绍的一些措施外,消除二次沉淀池的厌氧状态、用寄生细菌来杀灭丝状菌(如用 *B. baeteriovorus* 来溶解球衣细菌)等也是有效的方法,限于篇幅,在此不再一一赘述。

五、 讨 论

虽然人们对活性污泥性质问题作了不少研究,也加深了对絮状体、丝状菌性质及与污泥沉淀性关系的认识。但可以肯定地指出,至今仍有尚未被我们认识的能引起膨胀的丝状菌。目

前已得到分离鉴定的絮凝菌、丝状菌的结构、生理生化特点等都有待于进一步了解。因为只有掌握了这些生物的生理学、结构学特点,才能简单有效地来抑制或促进其生长繁殖,才能确保良好的污泥沉降性和出水水质。

参 考 文 献

- 1 高桥俊三等,张自杰译.活性污泥生物学.北京:中国建筑工业出版社,1978: 76
- 2 Goodwin J A S et al. *Water Res.* 1985, 19(6): 527
- 3 Forster C F. *Water Res.* 1985, 19(12): 1259
- 4 Hejzlar J et al. *Water Res.* 1986, 20(12): 1209
- 5 Hejzlar J et al. *Water Res.* 1986, 20(12): 1217
- 6 Novak J T et al. *Proc. 18th Mid-Atlantic Ind. Water Conf.* Technomin Pub., Lancaster, Pa., 1986: 322
- 7 Erickson L et al. *Water Sci. Technol.* 1984, 16(1): 55
- 8 Li D H et al. *Water Res.* 1987, 21(3): 257
- 9 Cohen R D. *Am. Inst. Chem. Eng. J.* 1987, 33(12): 1571
- 10 Sato T et al. *Water Res.* 1980, 14(3): 333
- 11 Witthauer D P. *European Jour. Appl. Microbiol. & Biotechnol.* 1980, 9(2): 151
- 12 洞沢勇,张自杰译.污水的生物处理.北京:中国建筑工业出版社,1975: 134—137
- 13 Gabb D M D et al. *Water Sci. Technol.* 1989, 21(1): 29
- 14 Scheff G et al. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1984, 19(2): 114
- 15 Trick I et al. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1984, 19(2): 120
- 16 Trick I et al. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1984, 19(2): 191
- 17 Williams T M et al. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1985, 22(3): 273
- 18 Richard M G et al. *J. WPCF.* 1985, 57(11): 1152
- 19 White J M. *Appl. Environ. Microbiol.* 1986, 52(12): 1324
- 20 Kohno T. *Water Sci. Technol.* 1988, 20(3): 241
- 21 Emtiazi G et al. *J. Appl. Bacteriol.* 1989, 67(1): 99
- 22 Sezgin M. et al. *Water Sci. Technol.* 1988, 20(3): 257
- 23 Blackall L L et al. *Water Sci. Technol.* 1988, 20(5): 493
- 24 Mines R O et al. *J. WPCF.* 1990, 62(4): 398
- 25 Sezgin M et al. *J. WPCF.* 1986, 58(10): 972
- 26 Sezgin M. *Prog. Water Technol.* 1980, 12(1): 97
- 27 Sezgin M. *Water Res.* 1982, 16(1): 83
- 28 Matsui S et al. *Water Sci. Technol.* 1984, 16(1): 69
- 29 Sadalgekar et al. *J. WPCF.* 1989, 61(8): 799
- 30 Schwartz H G et al. *J. WPCF.* 1980, 52(12): 2977
- 31 Starkey J E et al. *J. WPCF.* 1984, 56(8): 839
- 32 Pitman A A J. *WPCF.* 1980, 52(5): 524
- 33 Nowak G et al. *J. WPCF.* 1986, 58(10): 978
- 34 Slijkhuys H et al. *Water Res.* 1988, 22(8): 825
- 35 Tanaka H et al. *Water Res.* 1985, 19(5): 563
- 36 Horan N J et al. *Water Res.* 1986, 20(7): 661
- 37 VanNickerk A M et al. *J. WPCF.* 1987, 59(3): 249
- 38 Ericsson B et al. *Water Res.* 1988, 22(2): 151
- 39 Barahona L et al. *Water Sci. Technol.* 1984, 16(1): 55
- 40 Lee S E et al. *Water Sci. Technol.* 1982, 14(5): 407
- 41 Linne S R et al. *J. WPCF.* 1989, 61(1): 66
- 42 Takiguchi Y et al. *Appl. Environ. Microbiol.* 1980, 39(11): 1123
- 43 Unz R F et al. *Water Sci. Technol.* 1988, 20(3): 249
- 44 Webei A S et al. *J. WPCF.* 1988, 60(6): 816
- 45 Alleman J E et al. *J. WPCF.* 1984, 56(6): 568
- 46 Alleman J E et al. *J. WPCF.* 1986, 58(6): 490
- 47 Van den Eynde E et al. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1984, 19(1): 44
- 48 Chiesa S C et al. *Water Res.* 1985, 19(5): 471
- 49 Reiner E A. *Water Res.* 1986, 20(7): 671
- 50 Thompson D et al. *Res. J. WPCF.* 1989, 61(12): 1658
- 51 Chudoba J. *Water Res.* 1986, 20(7): 673

南水北调中线工程对生态环境的影响及其对策

蒋 重 阳

(湖北省天门市环保局,天门市 431700)

摘要 本文研究了“南水北调”中线工程实施之后,对被调水的汉江中下游及其它有关区域的生态环境所产生的影响。该工程实施之后,有可能使汉江中下游水位降低;加剧汉江中下游农业用水差值和缺水状况;可能使汉江中下游水质变劣,向北方调送污水;使汉江中下游淤积程度加重,治理投资加大,气候有所变异。据此,本文提出实施该调水工程时,应同步修建沙市-沙洋的“两沙运河”,加强对汉江中下游段水环境的综合整治两项对策,以最大限度地减少和消除该调水工程实施之后对生态环境的不利影响。

关键词 南水北调中线工程,生态环境影响,汉江。

收稿日期: 1992年4月1日

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Botany, Nanjing 210014:) *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.52—56

In this paper, the recent advance and achievement obtained in the study on effects of the enhanced UV radiation aroused by partial depletion of stratospheric ozone on plant growth responses, plant secondary chemistry and plant reproduction were synthetically reviewed.

Key words: Ultraviolet radiation (UV), ozone depletion, plant response to UV.

Analysis of the Cause of Filament Bulking in Activated Sludge and Controlling Methodology.

Xu Xiaolu (Department of Geography Zhejiang Normal University Jinhua 321004), Shen Xiuying (Department of Biology Zhejiang Normal University): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.57—61

The paper intraduces some filamentous species which were isolated from sludge and identified recently, such as *Herpetosiphon*, *Bacillus mycoides*, *Eikelboom* types 021N, 1701, 0041 and 0803. Scum formation in activated sludge plants was associated with *Nocardia* of actinomycete family. Floc contained protein, carbohydrate, nucleic acids and ash. The setting ability of sludge improved with the increase of floc size and quantity and worsened by the increase of the total length of microorganism filament. The filament bulking can be eliminated by intermittent feeding, chlorine dosing, higher DO concentration and organic loading and adding initial compartment.

Key words: activated sludge, floc, Filament bacterium, Filament bulking.

Impacts of the Middle-line South to North Water Shifting Project to the Ecological Environment and Countermeasures.

Jiang Chongyang (Tianmen Environmental Protection Bureau, Hubei 431700): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.61—63

This paper discusses the possibility that the implementation of the middle line south to north water shifting project may cause the dropping of water level decrease of water environmental capacity,

deterioration of water quality and increase of silting up in the middle and lower reaches of the Hanjiang River, leading to the shortage of agricultural irrigation water and the damage of part of the present irrigation system. The author suggested that shashi-shayang canal be built and the middle and lower reaches of Hanjiang River be comprehensively dredged during the implementation of the water shifting project.

Key words: water shifting project, impact to the environment, ecological balance, water conservation.

Studies on the Indicator of Human Exposure to Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Aluminum Plant.

Zhao Zhenhua, Quan Wenyi, Tian Dehai (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, 100037): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.64—66

Levels of urinary 1-hydroxypyrene of the workers in an aluminum plant, pupils of the schools near the plant, and a control group were determined using high pressure liquid chromatography. Results show that the levels of urinary 1-hydroxypyrene of the workers of the aluminum plant were about 7.6 times higher than those of the pupils and about 43 times higher than those of the control group. The feasibility for using urinary 1-hydroxypyrene as indicator to assess human exposure to polynuclear aromatic hydrocarbons in aluminum plants is discussed in the paper.

Key words: 1-hydroxypyrene, polynuclear aromatic hydrocarbon, aluminum plant.

Toxicity of Hydrazine and Phenylhydrazine to Embryos and Larvae of Zebrafish (*Brachydanio rerio*).

Xiu Ruiqin et al. (Institute of Environmental Health and Engineering, Chinese Academy of Preventive Medicine, Beijing 100050): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.67—69

The Toxicities of Hydrazine and phenylhydrazine to embryos and larvae of zebrafish, *Brachydanio rerio*, were studied under standardized conditions. Expo-