

中国抚州梦湖水华治理探析

Analysis on the Management of Algal Blooms in Menghu Lake, Fuzhou, China

罗东

Dong Luo

江西省临川第二中学 中国·江西 抚州 344199

Jiangxi Linchuan No.2 Middle School, Fuzhou, Jiangxi, 344199, China

摘要:近年来,由于符合可持续发展的生态文明建设的需要和深入落实,中国爆发水污染事件的频率和程度虽然有所减少,但部分污染的湿地也零星地爆发蓝细菌疯长的水体富营养化事件——水华,严重污染地区甚至出现用水危机,影响社会生产和民生稳定。论文主要对现有主要的水华治理方法进行比较分析,并基于此,浅谈中国抚州市近期发生的梦湖水华的成因及治理措施。

Abstract: In recent years, due to the need of ecological civilization construction for sustainable development and in-depth implementation, although the frequency and degree of water pollution incidents in China have decreased, some polluted wetlands also sporadically have cyanobacteria eutrophication incidents-water blooms, and even water crisis occurs in heavily polluted areas, which affects social production and people's livelihood stability. This paper mainly makes a comparative analysis of the existing main water bloom control methods, and based on this, discusses the causes and control measures of Menghu water bloom in Fuzhou recently.

关键词: 生态文明; 蓝细菌; 水华; 治理方法

Keywords: ecological civilization; cyanobacteria; algal blooms; governance method

DOI: 10.12346/eped.v1i1.6901

1 水华的成因及危害

2007年5月28日起,中国无锡的太湖区域由于污水过度排放,导致蓝细菌疯长暴发水华,直至以太湖为水源地的周边地区自来水发出鱼腥臭味,引发该市自来水严重污染,当地纯净水被人们哄抢囤积,当地政府虽然及时采取相应措施,但是已经对人民生产生活和当地经济发展产生了严重影响。这是进入21世纪以来最大的一起淡水污染事件——太湖水华。从2008年开始,南昌青山湖连续6年遭蓝细菌爆发侵袭,特别是2014年,蓝细菌爆发高达数十次。2014年10月27日,虽然已是气温较低的深秋,但青山湖依然爆发蓝细菌,数百亩水域如同被泼绿漆,腥臭味到处袭来,路人掩鼻而过。尽管这6年来,当地部门都会投放生石灰、杀菌剂等以净化该水域,但是收效甚微。2010年11月29日,中国云南昆明九大高原湖泊之一的滇池污染严重,每当气温升高,均会导致蓝细菌大面积爆发产生的水体富营养化——

水华。2011年8月21日,受连续高温的影响,中国安徽巢湖出现大范围的蓝细菌集聚爆发。该市高度关注水源地水质情况评估,进行蓝细菌的拦截打捞和自来水处理措施。无独有偶,在推进生态文明和全国文明城市建设的抚州梦湖却于今年暑假再次出现了水华现象,这让周边人生活难受,生活品质和幸福指数大打折扣。水华的治理不得不再次进入人们的视野,引起我们的重视。

蓝细菌(Cyanobacteria,旧称蓝藻或蓝绿藻)是革兰氏染色阴性、无鞭毛、无叶绿体、能进行产氧性光合作用的单细胞原核生物,属于需氧型自养生物,包括色球蓝细菌、颤蓝细菌、念珠蓝细菌、发菜、鱼腥藻和螺旋藻等。绝大多数蓝细菌的细胞壁外有胶质衣,故又叫粘藻。地球上的蓝细菌大约出现在距今35亿~33亿年前,约2000种,中国有记录的约900种。蓝细菌无细胞核,中央附近有1个大型环状双链DNA分子及周围物质构成的拟核,藻蓝素和叶绿素等

【作者简介】罗东(1993-),男,畲族,中国江西抚州人,本科,中学二级教师,从事生物学教学研究。

光合色素分布在细胞质的光合片层中,唯一的细胞器是核糖体。蓝细菌一般以二分裂或多分裂的方式进行繁殖,少数蓝细菌可产孢子,孢子壁较厚,可抵抗不良环境。蓝细菌广泛分布于河流、湖泊等各种水体及各类植物叶腔中,具有固氮能力和抗逆境能力,可在沙质的海滩及荒漠上轻易找到,故叫“先锋生物”。

在受到污染的含氮、磷偏高的富营养水体中,随着气温变高,蓝细菌常于夏季大量繁殖,并在水面上产生一层蓝绿色的油漆状的浮沫且有腥臭味,这种现象叫做“水华”或“绿潮”。当该现象发生时,蓝细菌在水面表层大量繁殖聚集,会减弱水下的光照强度,进而减弱水下沉水植物光合作用产氧能力,从而使水体溶解氧含量减少,造成缺氧。接着,鱼类等水生生物因缺氧而死亡。大量尸体漂浮在水中腐败,会使水体散发恶臭。更加严重的是,蓝细菌中的微囊藻等还会产生微囊藻毒素(Microcystins,简称MCs)。MCs耐热,不易被沸水分解,除了对水生生物、人畜等产生直接毒害之外,也是肝癌的关键诱因。蓝细菌中的项圈藻可产生致死因子,破坏鱼类的鳃,麻痹其神经,致其死亡。蓝细菌的个别种类不但本身的活体有毒,而且死亡的个体也会分解产生蓝细菌毒素。养殖对象的蓝细菌毒素超标时,可直接造成其中毒死亡;或者即使其毒素含量少,也会通过相关食物链的富集效应来危害养殖对象,最终还会危害吃了养殖对象的人体。

水华受到人们特别关注的主要原因是蓝细菌能产生种类繁多的天然毒素,主要是一些环肽、生物碱和脂多糖内毒素等,其致毒类型一般包括皮炎毒性、神经毒性、遗传毒性、肝毒性等,其中以肝毒性的微囊藻毒素危害最广,造成的影响和关注也最多;蓝细菌的毒素与许多人工化学合成的有机污染物不同,只要水中有产毒素的蓝细菌存在,它就能接连不断产生并被释放到水体中,会经自来水、游泳和水生生物形成的食物链传递等途径最终损害人体健康,严重危害当地的生态安全和人类健康。对于这种危害极大的淡水污染,我们必须进行行之有效的生态治理,才能实现习近平总书记提出的生态文明建设目标。

2 水华治理方法的比较

目前治理水华的常用方法有三类,包括应急治理方法、常规治理方法和根本治理方法^[1]。

2.1 应急治理

针对蓝细菌暴发产生的水华,最常用的应急治理方法是物理法。物理法主要有气浮技术、过滤法、吸附法、曝气等措施,也有更为先进的超声波、紫外线照射杀藻等。气浮技术是指在待处理的水中通入或产生大量高度分散的微细的气泡,使其与杂质、絮粒互相黏附,形成比重小于水的浮渣,依靠浮力浮上水面,以完成固液分离的一种净水方法^[2]。气浮技术目前较为成熟,多用于城市生活污水的处理。在太湖的水华区域,使用特定功率的超声波作用1 h后,水表层的藻

类细胞由107个/mL降至105个/mL以下,水体透明度上升,叶绿素a含量显著下降,水质得到明显改善^[3]。

活性炭等吸附剂在水体中不但能对藻类有较高的去除率,还对微囊藻毒素等蓝细菌毒素有一定吸附作用,但后期处理的成本高,限制了其使用范围。普通过滤法一般效率低,而一些新型材料如微絮凝纤维球等应用于过滤法除蓝细菌,取得了较为理想的效果^[4],如德国的Wahnback工厂采用独特三层滤料设计,直接过滤除藻效率高达99.9%^[5]。此外,对一些养殖水体进行人工光源调控,用工程技术对一些水体进行清淤、换水等方法也取得了一定效果。这些物理除藻方法具有方法简单、可防止外域生物的入侵等优点,比较适合作为应急处理措施。但对许多发生水华的水体来说,治标不治本,而且上述物理法应急处理需要专门的仪器和设备,治理大范围的水华问题时会耗费大量人力物力财力等资源。而且,水中的藻类无法完全打捞出来,在一定条件下仍能再次大量生长引起水华。与此同时,打捞上来的蓝细菌若处置不当,也会导致二次污染。

2.2 常规治理

水华的常规治理方法有物理法、化学法和生物法。物理法主要是利用各种工程技术和机械设备来转移污染源,包括截污清淤、机械打捞等;化学法是通过专门的化学试剂对蓝细菌的毒性作用直接灭杀或对蓝细菌絮凝沉降来去除蓝细菌的一类方法;生物方法的核心是利用生物对水华藻类的捕食或物种间的竞争性抑制来减少藻类的数量^[6]。但在实际应用中,也有以上多种方法联用的综合法。化学法主要以投放专门的化学药剂为主,常用的有氯气、高锰酸钾、过氧化氢、二氧化氯等氧化物、硫酸铜等铜盐。但铜盐是重金属,有毒性,对其他动植物的生长发育有影响,会产生二次污染,破坏自身和邻近的生态系统,对藻类水华的控制也只能起到短期的效果^[7]。高锰酸钾、氯气、过氧化氢、二氧化氯等氧化物多用于给水处理中的藻类去除,但易产生有毒害的副产物,应用受到一定的限制^[8]。

目前,很多水华的治理研究都致力于使用天然矿物质作为助凝剂或对一些矿物进行化学改性来加强絮凝效果除去蓝细菌。付军等人采用滑石等作为聚铝絮凝铜绿微囊藻的助凝剂,起到了较好的增效作用^[9]。罗岳平等人发现投加黏土作为助凝剂有助于改善絮凝体结构,提高其沉降性能^[10]。吴萍等人发现以新型阳离子表面活性剂双烷基聚氧乙烯基三季铵盐改性后的黏土用量为0.03 g/L时,24 h内对某种赤潮藻类的去除率达100%,而未经改性的同样用量的黏土并没有对赤潮异弯藻表现出去除作用,表明改性后的黏土能显著地提高对赤潮异弯藻的去除能力^[11]。利用黏土的矿物质絮凝蓝细菌对环境无毒害,操作相对简便,适宜大面积推广使用,是近年来水华治理中行之有效的办法。电化学方法除蓝细菌不易造成污染,如吴五星等人研究的以钛为基体外涂含铌等贵金属氧化物的阳极可催化产生活性氧等杀菌活性

物质的杀菌灭藻技术,但是能耗高,实施成本较高。

光化学方法是一种新型的蓝细菌处理技术,周丽娟等人研究发现,自然光照条件下改性纳米 TiO_2 对蓝细菌有较好的抑制效果,但 TiO_2 及光化学反应的副产物对环境的影响及如何控制,还需进一步研究^[12]。物理法和化学法在许多特定的水华环境下发挥了一定的生态修复作用,但这两种方法成本较高、效率较低且易破坏生态环境,因而实际应用并不多。在目前对生态环保要求越来越高的生态文明建设大背景下,生物法已然成为研究水华治理的热点,生物法大致分为水生植物治理、生物滤食治理、藻类治理和微生物治理。生物除藻是利用生态系统食物链摄取的原理来控制或抑制水华,又不能造成生态危害,人为地创造了一个生态链环。如放养滤食蓝细菌等藻类浮游生物的褶纹冠蚌、三角帆蚌、河蚬、罗非鱼、鳊鱼和鲢鱼可有效控制蓝细菌的数量,这已经在抚州梦湖前几年的水华治理得到了成功的实践。但水华治理的这些以蓝细菌为食的生物放养数量如何确定?数量不足达不到治理效果,数量过多又会带来新的生态破坏。此法的治理效果还一直受放养生物的生长周期制约,治理周期较长,不适于突发性水华的治理。微生物治理是利用微生物直接攻击藻类,如微生物制剂酶可邦,是一种无毒无害无臭、无腐蚀性、无二次污染危险的生物菌复合制剂,不仅可有效除蓝细菌,而且使用时没有特别的要求和忌用的范围,操作起来方便简易,应用前景十分广泛。

综上所述,物理法最简单,但杀藻效果一般欠佳或难以大范围使用;化学法杀藻效果好,但使用不当存在较大污染风险;生物法如利用滤食性鱼类或人型水生植物的竞争效应抑藻,基本无污染但治理周期较长,不适用于水华的应急处置;新型微生物制剂以其环境友好性和良好的治理效果备受关注,比较适宜大范围推广应用。

2.3 根本治理

蓝细菌暴发引起的水华现象与气候、水生生物、水中环境等各种因素息息相关,但由于生活污水的过度不处理的排放导致水体中氮、磷矿质元素含量超标,水体富营养化才是水华的最主要的原因。因此,收集并处理好污染源,以便达到安全排放标准,不污染水源,使水体氮、磷含量正常才是根治水华最有效、最根本的方法。

3 梦湖水华治理

以往梦湖蓝细菌暴发的水华现象由于被发现得早,处置及时妥当,并没有带来严重的生产生活影响。从接到相关污染报告到抚州发布,再到上级主管部门生态环境局展开治理的几天时间内,治理方在蓝细菌尚未达到全面爆发的水平之前主动采取了隔断、集中撒杀藻药等措施。作为应急处置,首先是利用无纺布、沙袋等隔断梦湖与其他水域之间的联系,避免蓝细菌引起的水华向凤岗河等更为广阔的水域扩散而增加治理难度。通过围堰、抽排将被污染的水体控制在有

限范围内,再进行进一步的生物法治理,如放养适量的滤食蓝细菌等藻类生物的褶纹冠蚌、三角帆蚌、鳊鱼和鳊鱼等。

在具体治理措施上,治理方选择了喷涌抑藻微生物制剂,尽量减少二次污染。治理开始两周之后,笔者曾经到梦湖、凤岗河一带观察,发现周边的水体颜色淡化了些,水质显然出现了好转,凤岗河的主要水体基本没有受到大的影响。然而,水华治理的关键是如何防止死灰复燃,今年暑假梦湖的水华现象再发生就能说明梦湖的水域治理还存在短板,相关污水没有长期阻隔处理到位,希望有关部门能在蓝细菌全面爆发之前立即行动起来,尽早进行可持续的生物法生态治理,减少生态损失,尽早还梦湖周边一片蓝天绿水,提升梦湖景观价值和人民的生活品质。

其实,水环境的治理与保持是一个利国利民的长期工程,短期内产生的污染经过适当治理虽有明显的改观,但并不意味着蓝细菌爆发引起的水华一去不复返。若要从根本上解决此类反复出现的问题,相关部门必须对梦湖沿岸的各类排污管道等进行截污处理到位,达到安全排放标准再排放。此外,雨季也要确保不让生活污水溢流出入梦湖等重要景观水体,同时要建立及时准确的水华预警系统,务必做到早发现、早治理,确保从根本性的源头上长期监管并改善其水质,杜绝此类事件的再发生。

参考文献

- [1] 罗凯.蓝藻水华治理方法比较及武汉官桥湖治理浅析[J].科协论坛,2009(10):124.
- [2] 徐振华,赵红卫,方为茂.气浮净水技术的理论及应用[J].四川化工,2005,8(4):49-51.
- [3] 丁暘,浦跃朴,尹立红,等.超声除藻的参数优化及其在太湖除藻中的应用[J].东南大学学报(自然科学版),2009,39(2):354-358.
- [4] 薛罡,马钟瑛,孟幼平,等.微絮凝/涤纶高弹丝纤维球过滤工艺除藻试验研究[J].中国给水排水,2009,25(7):52-54.
- [5] 王占生,刘文君.微污染水源饮用水处理[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [6] 陈识文,毛涛,袁科平,等.水华治理方法研究进展[J].长江大学学报(自然科学版),2014,11(35):69-73.
- [7] 汪小雄.化学方法在除藻方面的应用[J].广东化工,2011,38(4):24-26.
- [8] 刘广奇,刘杰,宋兰合.给水处理除藻技术最新进展[J].净水技术,2008,27(2):27-31.
- [9] 付军,闫海,王东升,等.聚铝及其加载粘土矿物高效絮凝沉降铜绿微囊藻的研究[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(1):76-79.
- [10] 罗岳平,施周,王仕汇,等.用黏土作助凝剂提高聚合氯化铝除藻效果的研究[J].中国给水排水,2007,23(17):61-65.
- [11] 吴萍,俞志明,杨桂朋,等.新型表面活性剂改性黏土去除赤潮藻研究[J].海洋与湖沼,2006,37(6):511-516.
- [12] 周丽娟,陈小兰,邓国宾,等.改性纳米 TiO_2 对蓝藻的生理生态影响[J].植物学通报,2008,25(1):67-71.