

# 污水清洁工

## ——微藻

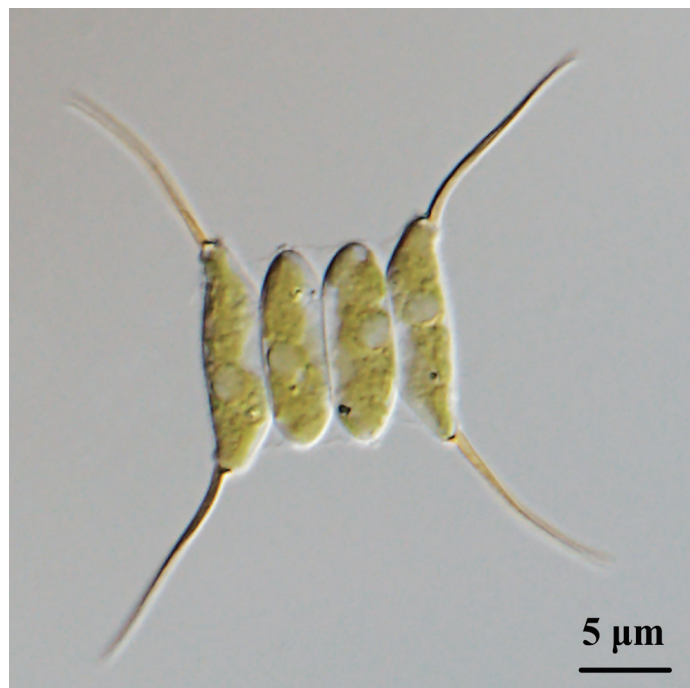
撰文·供图 吕俊平 王清华 吉莉

作为环境污染的重要组成部分,水污染始终是人类生存与发展所要面临的重大问题。未经处理的污水大量排放进入水体,会使氮磷等污染物在水中大量积累,引起藻类及其他浮游生物过度繁殖,水体溶解氧含量下降,水质恶化,威胁水生生物的生存,甚至会造成水生生态系统功能的退化。因此,开发经济高效的污水处理技术已成为水环境保护领域的研究重点。

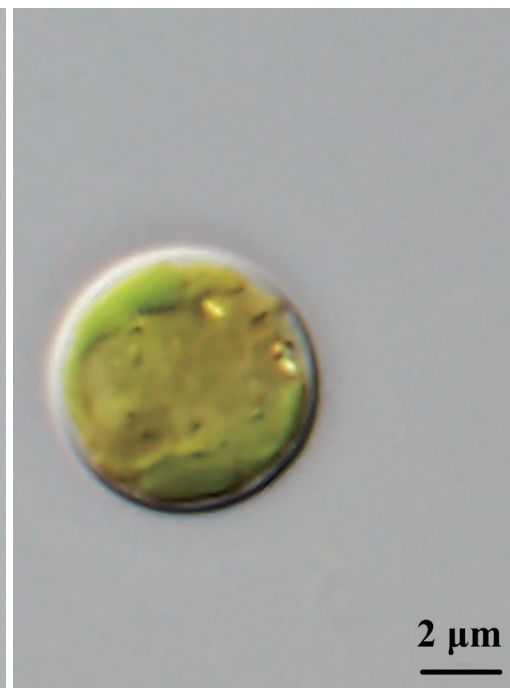
目前,以微生物为基础,污水处理工艺被大量研发。微生物污水处理工艺(例如,A<sup>2</sup>O、曝气生物滤池、氧化沟、膜生物反应器等)因构造简单、工艺较为成熟、工程设计经验丰富且运行较容易控制等特点而被广泛应用。虽然相关污水处理工

艺去除有机污染物的效率较高,但是对氮磷的去除效果较差,时常不能满足排放要求。随着污水排放量的日益增长以及排放标准的不断提高,如何高效去除污水中的氮磷等污染物已迫在眉睫。

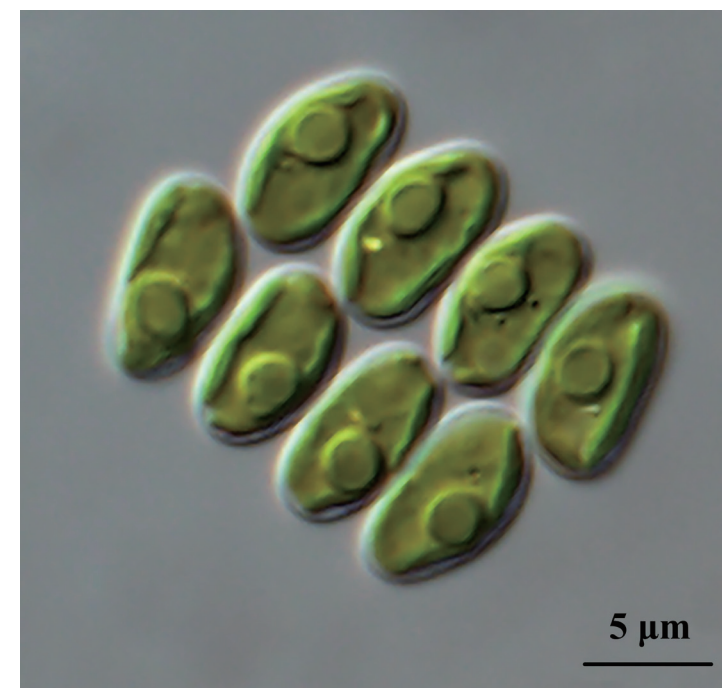
微藻是指那些在显微镜下才能辨别其形态的微小植物群体,它们通常含有叶绿素并能进行光合作用而自养生活。尽管微藻以自养为主,但是部分微藻,尤其是部分单细胞微藻种类具有较强的异养和混养生长能力,它们能够通过分解有机物而获取能量进行生长繁殖。同时,类似于高等植物,藻类也能够有效地同化氮磷等营养物用于自身的生长繁殖。因此,微藻被认为是可用于污水处理的理想生物材料。



常见污水处理藻种链带藻



常见污水处理藻种小球藻



常见污水处理藻种栅藻

早在20世纪50年代,研究人员就提出了微藻可用于污水处理这一理念。之后,小球藻(*Chlorella* spp.)、链带藻(*Desmodesmus* spp.)和栅藻(*Scenedesmus* spp.)等藻种被广泛用于污水处理研究。目前,随着研究的不断发展和深入,越来越多的隶属于不同门类的藻种被证明可用于污水处理。除了污水处理藻种获得了极大丰富,微藻能够处理的污水类型也得到了极大地拓展。由于生活污水中碳、氮、磷等营养物质的含量较低且可生化性较高,微藻主要用于生活污水的处理。同时,微藻还被用于处理传统市政污水处理工艺处理之后的出水(即深度处理),用来降低二级出水中的氮磷含量以满足逐渐提高的生活污水排放标准。此外,诸如畜禽养殖污水和水产养殖污水等类型的污水,通常氮磷含量较为丰富。这些物质是微藻生长过程中不可缺少的营养物质,在适当调控培养过程的条件下,能够高效地去除这类污水中的氮磷等污染物,这是传统污水处理工艺无法比拟的优点。近些年来的研究也发现,微藻对含农药、抗生素、重金属等物质的有害污水也有一定的处理效果。而且,研究人员还通过微藻的固定化培养、光生物反应器的开发、微藻-膜生物反应器联用、藻菌

共生等方式提高污水中污染物的去除效率。更为重要的是,微藻在有效去除污水中的碳、氮、磷等营养物质的同时将其转化为蛋白质、淀粉、色素及油脂等成分,可用于生物燃料、生物肥料、功能性食品、动物饲料和药品等的开发。因此,利用污水培养微藻可同时实现污水处理、营养物质的回收利用以及高附加值微藻生物质生产等多重目标,使基于微藻培养的污水处理过程具备了可持续性的优点。

总体而言,微藻污水处理是可行的、有潜力的绿色环保污水处理技术。然而,多数研究还处于实验室和中试阶段,离工程化应用还有一定的距离。因此,如何推动微藻处理污水相关技术和工艺的工程化应用值得我们继续为之努力奋斗。

### 作者简介

吕俊平,山西大学副教授,硕士生导师,主要研究方向为微藻污水处理及资源化利用。

王清华,太原师范学院讲师,硕士生导师,主要研究方向为淡水绿藻的分类。

吉莉,太原科技大学副教授,主要研究方向为微藻污水处理。

(责编 桑新华)