新世纪渤海污染新特点

王保栋

摘　要　渤海的污染状况，在新世纪呈现出若干新特点。从污染程度和区域变化来看，新世纪渤海污染总面积总体上呈波动减小趋势，但近岸海域的污染程度却显著加重。从赤潮发生情况来看，渤海赤潮年发生次数由20世纪90年代的1位数上升至2位数；进入21世纪以来虽然赤潮年发生次数在逐渐减少，但赤潮面积总体上呈增大趋势，而且有毒藻类引发的赤潮次数和面积大幅增加。从渤海的主要污染物——营养盐浓度和比例的变化来看，近年来渤海近岸海域营养盐浓度（N、P）则呈加速增大趋势，N/P比值增幅达50%，而Si/N比值已降至0.5左右。从污染源变化来看，海上污染源的增速明显高于陆源。

关键词　污染；赤潮；营养盐；渤海

渤海是我国唯一半封闭型内海，具有独特的资源和地缘优势，环渤海地区已成为我国社会经济十分发达的区域。渤海作为环渤海经济圈的重要支持系统，其服务功能对该地区经济发展起着决定性作用。

但是，随着经济建设的快速发展，渤海的生态环境正面临和承受着与日俱增的巨大压力。渤海环境污染的加剧、资源的破坏，已导致海区服务功能急剧衰退，渤海的可持续开发利用能力正在丧失。因此，保护和治理渤海环境是关系到环渤海地区乃至整个国民经济可持续发展的大事。

为了彻底改善渤海的生态环境，2001年国务院批复实施了《渤海碧海行动计划》。目前，该计划已经实施了6年，那么其近期目标是否已达到？最近，记者刘元旭、罗博的调查报告显示该计划“在‘群龙闹海’的治理格局下遭遇‘失效’尴尬，渤海‘中毒病情’继续恶化”。此报告引起了中央和地方各级政府部门的高度重视和民众的强烈反响。新的一轮渤海综合整治计划又在酝酿中。

对任何一种“病情”的治疗须“对症下药”。那么，新世纪渤海的“病情”有何新特点？其“病根”何在？这是新的一轮渤海综合整治计划出台之前必须要回答的问题。

一、污染程度和区域变化特点

进入21世纪以来渤海污染总面积（指未达到清洁海域水质标准的面积）虽然波动较大，但自2002年以来其总趋势是逐渐减小的，见图1。而且，不同水质级别海域的面积变化有较大差别。对于较清洁海域面积，虽然其波动亦较大，但其总趋势是逐渐减小的；与此相反，轻度、中度和严重污染海域面积则是逐渐增大的，其中以轻度污染海域面积增速最快。轻度污染以上海域面积占污染总面积的比例，从2001年的17.8%迅速扩大到2006年的59.2%，6年间增大了2倍多。也就是说，进入21世纪以来虽然渤海污染总面积呈波动减小趋势，但受污染海域的污染程度却显著加重。

从渤海污染区域来看，污染区域仍然集中在

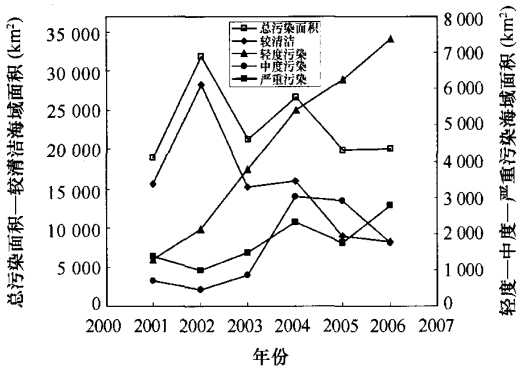

图 1　21 世纪初渤海污染面积年际变化

渤海湾、莱州湾和辽东湾近岸海域，尤其是这三个海湾的湾顶，而污染最严重的是这三个海湾湾顶部的“湾中湾”。其主要原因是，这些“湾中湾”是陆源污染物的主要纳污区，而“湾中湾”是水交换的死角，污染物交换不出去，导致污染物长期累积。

二、赤潮发生特点

进入新世纪以来，渤海赤潮状况有以下三个方面的新特点：(1) 赤潮年发生次数由 20 世纪 90 年代的 1 位数上升到 2 位数；(2)2001 年以来，赤潮年发生次数在逐渐减少，但赤潮面积总体上呈增大趋势，见图 2。也就是说，大规模赤潮的发生比例呈增大趋势；(3)有毒藻类引发的赤潮次数和面积大幅增加。渤海赤潮优势种主要为具有毒害作用的米氏凯伦藻、棕囊藻和无毒性的

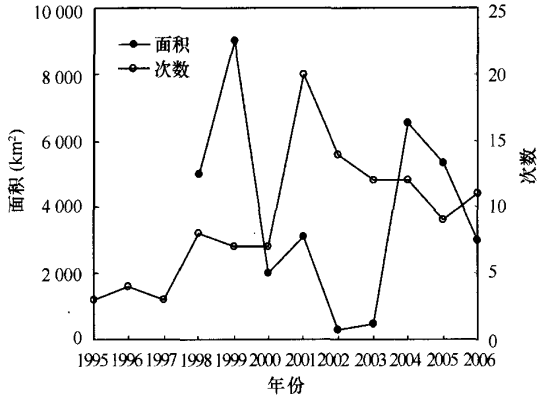

图 2　渤海赤潮发生次数和面积年际变化

中肋骨条藻、裸甲藻、夜光藻等，并经常形成复合型赤潮；棕囊藻与米氏凯伦藻多次在渤海引发赤潮。如：2004 年 6 月 11 日黄河口附近海域发生棕囊藻赤潮面积达 1 850 km²，6 月 12 日天津塘沽附近海域至渤海湾中东部和北部海域发生米氏凯伦藻赤潮面积达 3 200 km²。

三、营养盐浓度和比例变化特点

无机氮和无机磷是渤海的主要污染物。渤海近岸海域营养盐(N、P)浓度 1997—2002 年呈不稳定降低趋势；但从 2002 年至今则呈持续增大趋势，其中无机氮比无机磷增速稍快，见图 3。渤海近岸海域 N/P 比值(摩尔比)也发生了显著变化，见图 3。2001 年以前 N/P 比值大致在 30 上下波动，约为浮游植物正常吸收营养盐比例（即 Redfield 比值）的 2 倍；但近年来则迅速上升到 45 左右，约为 Redfield 比值的 3 倍，增幅达 50%。异常高的 N/P 比值，使渤海近岸海域浮游植物的生长受到磷的潜在限制。

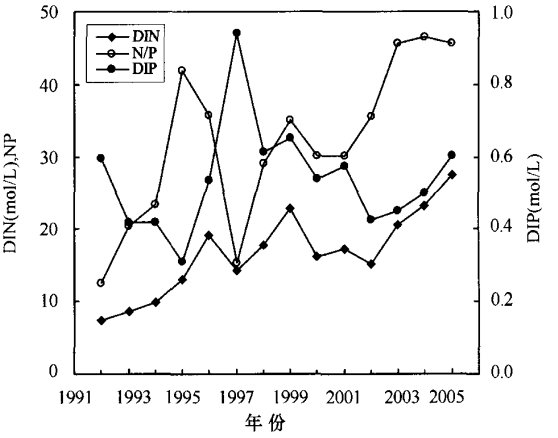

图 3　渤海近岸海域营养盐浓度和比例的年际变化

此外，由于黄河等入海径流的大幅度减少，渤海的硅酸盐含量呈大幅度减少趋势。一般而言，当海水中 Si/N 比值大于 1 时，将有利于硅藻的竞争和生长，从而促进有机物从食物链转移至桡足类并最终到鱼类；而当 Si/N 比值小于 1 时，

将有利于非硅藻的竞争从而导致浮游动物摄食的减少。渤海的 Si/N 比值已经从 1960 年的 10 左右降低至 2004 年的 0.5 左右，其结果是化学环境已经从硅藻占竞争优势的状态，转变为非硅藻具有选择优势的状态。这也是近年来渤海有毒藻类引发的赤潮次数和面积大幅增加的主要原因。

四、污染源变化特点

据统计，渤海的污染物主要来自陆源，且绝大部分是经河流入海。从图 4 中可以看出，渤海沿岸主要河流污染物入海通量 1998—2002 年呈减少趋势，其中以黄河的降幅较大，这与同期渤海近岸海域营养盐(N、P)浓度降低趋势吻合；但从 2002 年至今，一些较小的河流(如双台子河)污染物入海通量(如 COD)则呈持续增大趋势。由于未获得黄河等河流近年来的监测资料，尚不能确定其变化趋势。但是从近年来渤海近岸海域营养盐浓度持续增大这一结果来推测，近年来渤海的陆源污染物入海通量很可能又呈增大趋势。

海上污染源变化也出现了新的特点。海上污染源(如海水养殖、油气田和船舶污水、疏浚物等)也是渤海污染物的来源之一。由图 5 可看出，2002 年以前，渤海的油气田平均有 8 个，但近年来迅速增加到 16 个，增加了 1 倍；相应地，含油污水排海量也从世纪之交的 200 万 t 左右，

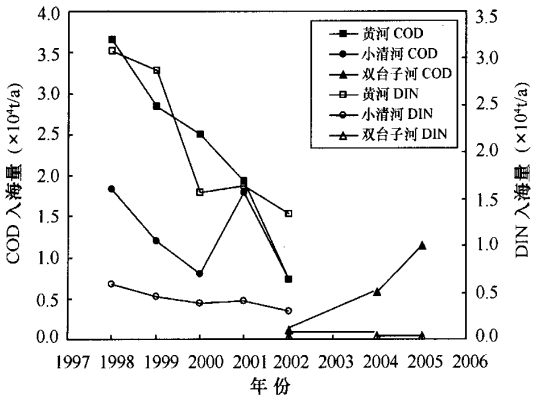

图 4　渤海主要河流污染物入海通量年际变化

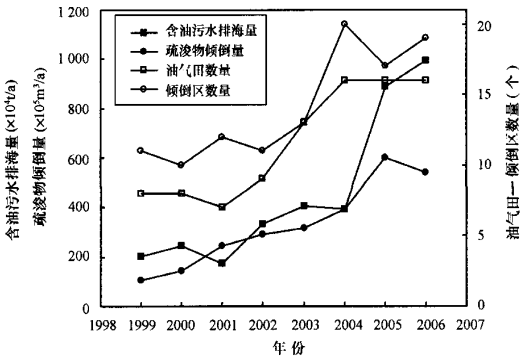

图 5　渤海疏浚物倾倒量和海上油气田含油污水排海量年际变化

迅速增大到 2006 年的近 1 000 万 t，增大了近 4 倍。海上疏浚物倾倒情况也具有相似的变化特点，2002 年以前渤海的倾倒区平均有 11 个，但近年来迅速增加到近 20 个；相应地，疏浚物倾倒量也从 20 世纪末的 100 万 m^3 左右迅速增至 2005 年的 600 万 m^3，增大了近 5 倍。

参考文献

1　刘元旭，罗博.渤海治污越治越污，多部门合作竟成“群龙闹海”.经济参考报，2006-06-26

2　国家海洋局.中国海洋环境质量公报(1995~2006)

3　王修林，等. 渤海主要化学污染物海洋环境容量.北京：科学出版社，2006

4　马绍赛，辛福言，崔毅，等.黄河和小清河主要污染物入海量的估算.海洋水产研究，2004，25(5)：47~51

(作者单位　国家海洋局第一海洋研究所)