

香港吐露港地区河流水质管理效果研究

潘润泽^{1,2}, 张质明^{1*}, 李俊奇²

(1. 北京建筑大学, 北京应对气候变化研究和人才培养基地, 北京 100044;

2. 北京建筑大学, 城市雨水系统与水环境省部共建教育部重点实验室, 北京 100044)

摘要 为探讨香港水质管理的措施及效果, 本文对香港吐露港地区5条河流10个监测点1985—2014年的地表水质数据进行分析, 观察水体整治管理前后污染物浓度的变化。结果表明: 10个监测点的氨氮、BOD₅、COD和TP的浓度均逐年下降, 上下游共同努力, 使各项污染物得到很大程度的削减, 并且治理前后的浓度存在明显统计学差异 ($p < 0.05$), 且治理之后各项污染物年均浓度趋于平稳, 达到标准以内。由此可以看出, 香港地区水质管理效果的显著与其所实施的《水污染管制条例》、禽畜饲养禁制区设立与吐露港及牛尾海污水收集整体计划密不可分。随着国务院颁布的《水污染防治行动计划》的施行, 香港吐露港地区治理的措施可为我国现阶段黑臭水体整治工作所借鉴。

关键词 河流水质管理; 污染物控制; 吐露港地区

中图分类号: X522

文章编号: 1674-6252 (2017) 01-0091-07

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2017.01.091

Study on the Effects of River Water Quality Management in the Tolo Harbor of Hongkong

PAN Runze^{1,2}, ZHANG Zhiming^{1*}, LI Junqi²

(1. Beijing Climate Change Response Research and Education Center, Beijing University of Civil Engineering and

Architecture, Beijing 100044; 2. Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment,

Ministry of Education, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044)

Abstract: To discuss the measures and effects of water quality management in Hongkong, local surface water quality data from 10 monitoring points of 5 rivers in 1985-2014 were analyzed, and the concentration changes of pollutants before and after treatment were observed. The results showed that NH₃-N, BOD₅, COD and TP concentration of 10 monitoring points declined year by year, and the concentration before and after the treatment existed significant difference ($p < 0.05$) and an average concentration of various pollutants after treatment tended to be stable within the standard. Conclusion that the effects of water quality management was significantly associated with the implementation of the water pollution control ordinance, livestock rearing prohibition area set up, the effluent collecting overall plan of Tolo Harbour and Port Shelter in Hong Kong. With the State Council promulgated the “water pollution prevention action plan”, the measures can be used for the present black and smelly water remediation work in China.

Keywords: river water quality management; pollutant control; Tolo Harbor

引言

随着社会经济的快速发展和城市化进程的加快, 水环境污染、水和资源短缺已成为制约经济可持续发展的因素^[1]。20世纪70年代, 工业发达国家的水体污染已经很严重: 美国、苏联、日本、马来西亚等国家因城市人口的急剧膨胀、工农业的发展对河流造成了严重的负面影响, 水域污染面积均超过40%以上^[2-5]。水环境质

量的持续恶化导致全球可利用水资源进一步减少, 水资源供需矛盾进一步激化^[6]。欧美国家在经济高速发展之后, 花费巨资治理城市污染河流, 经过几十年的治理后, 许多城市河流水质才恢复正常。

我国水体污染状况相当严重^[6], 部分城市的饮用水安全受到严重威胁^[7], 我国水体低于III类标准的水体所占比例超过40%^[8], 尽管到2000年年底全国工业污染企业主要污染物实现了达标排放^[9], 但达标仍然是低水平

基金项目: 本研究得到北京市自然科学基金青年项目 (No.8154044) 支持。

作者简介: 潘润泽 (1993—), 男, 北京建筑大学在读研究生, 主要从事河流污染物分析, 应对气候变化及雨水控制与管

理工作, E-mail: 2315906856@qq.com。

* 责任作者: 张质明 (1984—), 男, 讲师, 博士, 北京建筑大学硕士研究生导师, 主要从事污染物控制与应对气候变化管理研究。

的,并且粗放型经济增长方式尚未改变,工业结构造成的污染严重,布局不合理,城市污水的处理率总体还相当低,农业面源污染问题已变得十分严重。因此控制水体污染是我国水污染防治工作中的第一要务^[10]。

20 世纪 80 年代,我国香港地区河流同样存在严重污染的状况。随后,香港地区采取了一系列措施有效地控制了水污染,这些措施包括:制定相关法律法规;积极推行 1994 年修改的《废物处置条例》^[12,13];全面限制禽畜废物的排放,并且资助有需要装设废物处理设施的农户,改善废物排放标准;配合香港全境内实行的污水收集整体计划,在新界东部 70 多个无污水收集设施的乡村和地区建立了公共污水管道,截至 2005 年,受惠的村屋已超过 4000 间^[14]。

为了评估香港吐露港在水质管理措施实施前后的效果,本研究基于 *t* 检验法,对 1985—2014 年香港吐露港地区 5 条河流 10 个监测站点的多项水质指标的数据进行分析,并参照香港为吐露港地区所执行的管理措施,分析香港地区河流水质管理效果,为我国内地现阶段黑臭水体整治工作提供参考。

1 区域概况和数据来源

1.1 区域概况

吐露港是香港新界一个主要的内港,位于沙田区以北、大埔区以东,呈西南—东北走向,出口处为赤门海峡,海水从此处流进香港东北面的大鹏湾。气候属于亚热带季风气候类型。年平均气温为 22.8℃,最高气温可达 33℃,6 月、7 月、8 月三个月降雨量最多,约占全年降雨量的 75%;地势西南高东北低,入海口周围以山地为主,高度几乎都在 500~700m,西部为大帽山,南部为狮子山,东部为马鞍山,邻近的山峰还有牛押山、大金钟、鹿巢山、水牛山、鸡公山等。有多条河流流向吐露港,包括沙田城门河及大埔林村河。本文研究区域为香港的吐露港及赤门地区沙田城门河的 5 条河流:城门河、观音山溪、大围明渠、小沥源明渠、田心明渠,这 5 条河流汇集流入沙田海。

吐露港地区的河流水质污染物主要来自以下三方面:第一,郊区地区分布着密集的禽畜农场(猪场、鸡场和其他家禽农场),其废物经冲洗或由水道排入河流;第二,多个乡村没有公共污水渠道,生活污水只靠低效率的化粪池处理,或直接排入附近河流;第三,20 世纪 80 年代,不少工业大厦及商业楼宇的污水非法接驳排污管道,使废水排入河流而进入香港海域^[14]。内地很多城市也存在与吐露港地区相似的情况,所以香港吐露港地区的治理经验可以被当下的内地众多滨海拥有禽畜养殖业与排水设施不完善的城市所借鉴。

1.2 吐露港水质管理措施

随着新界的新市镇迅速发展,工商业设施日渐增多,其中很多地区将未经处理的污水排入雨水渠系统而非污

水渠,导致河流污染问题加剧。1986 年,区内 24% 监测站的水质指数等级为“恶劣”或“极劣”,同年全区水质指标整体达标率仅为 57%^[14]。为解决这个问题,政府推行了多项措施削减污染:

(1) 颁布《水污染管制条例》。授权政府在全港设立水质管制区,列明管理香港河溪和海水水质的基本规范,所以各水质管制区的水质指标不尽相同。为了实现水体的保育目标,水质指标是用科学的方法表达不同水质管制区所需达到的水质水平。

(2) 实施污水排放牌照制度。随着新界的新市镇迅速发展,工商业设施日渐增多,有些楼宇非法接驳排污管渠(将未经处理的污水排入雨水管渠系统而非污水管渠),导致河溪污染问题加剧,制度规定除了排入公共污水收集系统的住宅污水外,所有工业、商业及公共机构单位在排放污水前,必须申领污水排放牌照。每个牌照均注明排污条款与章则^[13],包括污水所需的预先处理程序,同时列明排污标准。环保署则会巡查所有排污设施,以确保其遵守排污牌照的条款与章则,另外也需确保废水处理设施的妥善运作及维修。香港环境保护署在已建立公共污水收集系统的地区亦有权要求物业业主将废水管接驳至公共污水管道,否则对非法排放单位进行罚款。

(3) 实行禽畜废物管制计划。新界地区内河溪污染程度并不是非常恶劣,但由于禽畜废物随意排放入河溪内^[12],汇入新界内湾,部分内湾(尤其是吐露港)容易出现水体富营养化和藻类大量繁殖的问题。吐露港因被陆地包围,只有一条狭窄的水道作为出海口,潮汐难以冲刷净化湾内聚积的污染物。20 世纪 80 年代期间,吐露港经常出现赤潮,所以 1988 年香港政府开始全面禁止在禁制区范围内饲养禽畜^[13]。图 1 显示为禽畜废物禁制区。

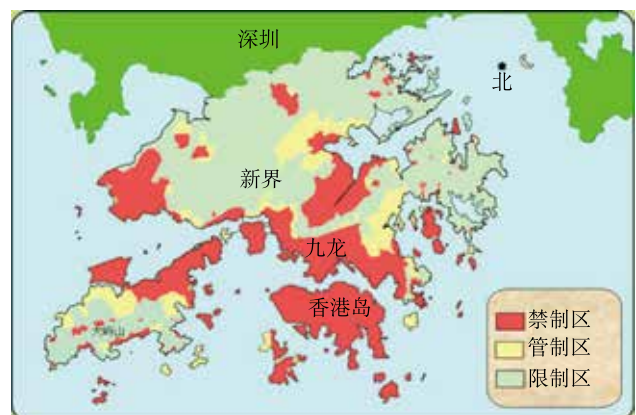


图 1 香港禽畜废物禁制区、限制区及管制区

(4) 推行污水整体收集计划。由于很多滨海乡村和城市没有建立完整的污水收集与处理系统,20 世纪 80 年代大量生活污水未经处理直接排入河溪并汇入吐露港,导致吐露港内氨氮、BOD₅、COD 和 TP 浓度严重超标,为了达到既定指标而设立全港性的污水收集系统,1993 年香港政府开始推行污水整体收集计划^[14],整体收集处

理污水达标后再进行排放。

1.3 水质管理效果评估方法

1.3.1 统计方法

采用 SPSS19.0 统计软件进行数据分析, 对管理前后的水质多年数据年均值采用回归分析曲线估计, 采用一次方检验、指数检验和 Logistic 检验, 分析总体污染物浓度走势, 并对吐露港水质管理措施实施前后的各监测站数据的统计资料采用均值 t 检验, $p < 0.05$ 为有统计学差异。

1.3.2 数据情况

在研究区流域设有 10 个监测点, 其中 1 个监测点设在入海口内 (TR19I), 观音山溪设有 1 个监测点 (KY1), 城门河设有 3 个监测点 (TR17、TR17L、TR19I), 大围明渠设有 3 个监测点 (TR19、TR19A、TR19C), 田心明渠设有 1 个监测点 (TR20B), 小沥源明渠设 2 个监测点 (TR23A、TR23L)。研究区域见图 2 红框内区域。



图2 研究区域示意图

研究区域河溪水质的长期检测数据 (1985—2014 年) 来源于香港环境保护署。选取 4 个有代表性的数值参数, 包括氨氮、五日生化需氧量 (BOD_5)、化学需氧量 (COD) 和总磷 (TP)。每个地表水质指标采样在每年的每个月中进行一次。

2 结果与讨论

2.1 结果

2.1.1 氨氮

经过分析, 各监测点氨氮浓度下降趋势明显。1990 年之前氨氮年均浓度较高, 部分河流断面呈现逐年上升趋势, 但 1990 年 (开始实行水质管理办法) 后, 浓度呈现明显的下降趋势, 20 世纪 90 年代前后小部分监测点呈现断崖式下降, 这与 80 年代末所实行的禁制区内禁止养殖禽畜有很大的关系, 其他检测点呈现出渐变式下降趋势, 如图 3 所示。2000 年后氨氮浓度几乎与之前保持持平, 从而证明水质管理是一项长期工作。

经过 t 检验, 管理前后浓度数据存在明显统计学差

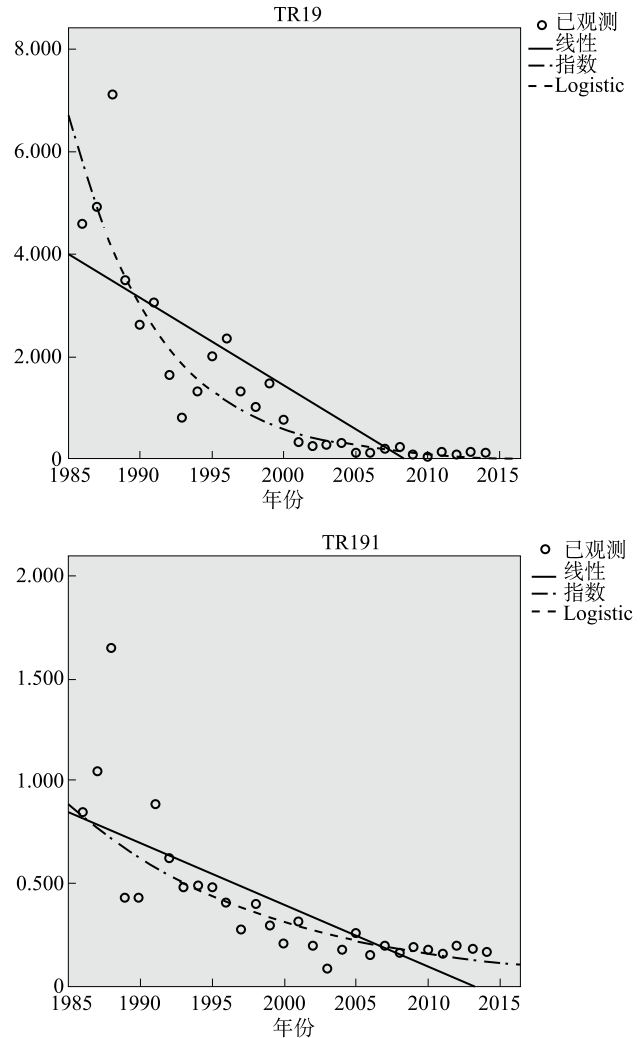


图3 氨氮年均浓度回归分析图
(上为断崖式下降, 下为渐变式下降)

注: 图中年均浓度单位为 mg/L 。

异, 见表 1。可以看出, 所有监测点氨氮浓度的治理效果都非常明显 (所有 $p < 0.05$), 有着明显的统计学差异, 且 6 个监测点的 t 检验 $p < 0.01$, 这更加证明了香港政府实行的管理措施对于河流中氨氮浓度状况改善非常有效。

经过长时间的管理, 各监测站点 2009 年以后氨氮浓度相比于 1991 年以前得到了很大程度的削减, 各监测站点的年均氨氮浓度削减量也非常可观, 见表 2。

所有检测点的氨氮浓度都得到了很大程度的削减, 而且由于各条河流上游的氨氮浓度削减百分比都是各条河流中最大的 (其中 TR17、TR19A 和 TR23L 为上游监测点), 缓解了下游水体氨氮浓度达标的压力, 使水质得到了显著的改善, 这与该地区所实行的各项水质管理措施与较少污染物排放政策密不可分。

2.1.2 BOD_5

根据回归曲线估计, 各监测点 BOD_5 浓度均呈逐年下降趋势。一次方检验、指数检验和 Logistic 检验时间与污染物浓度曲线均成反比关系。1990 年之前 BOD_5 年均浓度

表 1 各监测站点氨氮浓度管理前后变化

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前平均浓度 (1986—1991)	1.617	0.971	0.885	4.309	5.395	3.053	0.432	0.334	1.750	1.034
管理后平均浓度 (2009—2014)	0.109	0.260	0.178	0.103	0.084	0.077	0.031	0.038	0.307	0.021
管理前后 t 检验 p 值	0.002	0.003	0.033	0.009	0.016	0.001	0.038	0.007	0.048	0.001

表 2 各监测站点氨氮浓度削减程度

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前后污染物平均值 绝对削减量 (mg/L)	0.63	0.82	0.71	4.44	6.11	3.19	0.48	0.16	1.40	1.17
削减百分比	77.59%	76.75%	80.06%	98.58%	0.016%	97.26%	94.15%	48.58%	82.07%	98.19%

有所上升,但 1990 年后(开始实行水质管理办法后),浓度明显下降,亦呈现断崖式下降和渐变式下降两种趋势,如图 4 所示。因禽畜废物中含有高浓度的 BOD_5 ,所以实行禁止禽畜养殖后,多数监测站点 BOD_5 浓度呈现出断崖

式下降的趋势,2000 年后部分监测点的 BOD_5 浓度虽有小范围波动,但年浓度已经达到了禽畜废物管制计划所要求的 50mg/L 以下。进一步配合生活污水整体收集整治行动,使 BOD_5 浓度大幅下降,趋于平稳。

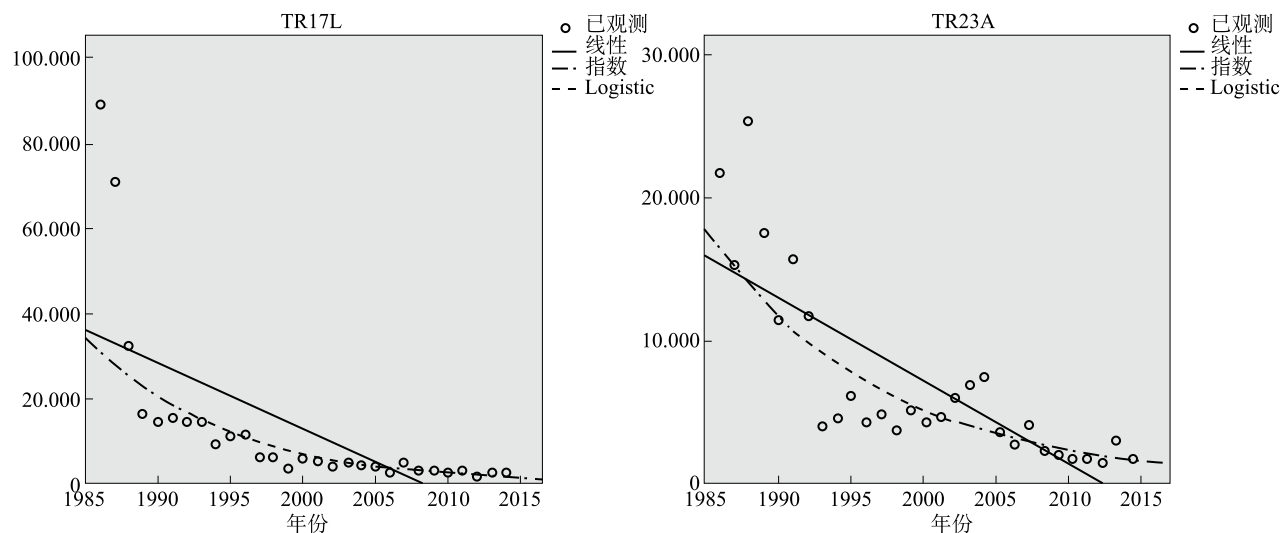


图 4 BOD_5 年均浓度回归分析图(左为断崖式下降,右为渐变式下降)

注:图中年均浓度单位为 mg/L 。

经过 t 检验,管理前后浓度数据存在明显统计学差异,见表 3。所有监测点的 BOD_5 浓度的治理效果都非常明显(所有 $p < 0.05$),有着明显的统计学差异,且有 3 个监测点的 t 检验 $p < 0.01$,多个监测站点的浓度得到了很大程度上的改善,通过有效的管理措施使水质得到了提升,证明了香港政府实行的管理措施对于河流中 BOD_5 浓度状况改善非常有效,各监测站点 2009 年以后 BOD_5 浓度相比于 1991 年以前得到了大幅度减少,各监测站点的年均 BOD_5 浓度得到很大程度削减,见表 4。

位于各条河流上游的 TR17、TR19A、TR20B 和 TR23L 上游监测点, BOD_5 浓度几乎都得到了最大程度的削减,缓解了下游水体 BOD_5 浓度达标的压力,使水质得到了显著的改善,可见有效收集并处理生活污水结合禽畜废物整治计划使得 BOD_5 浓度明显改观。

2.1.3 COD

根据回归曲线估计,各监测点 COD 浓度均呈逐年下降趋势,且几乎所有监测点 COD 浓度都呈现出明显的断崖式下降,见图 5。一次方检验、指数检验和 Logistic 检验时间与污染物浓度曲线均成反比关系。1990 年之前 COD 年均浓度严重超标,但 1990 年后(开始实行水质管理办法后),浓度明显下降,虽然部分河流的 COD 浓度出现波动,2000 年后各监测站点 COD 年均浓度均已达标且保持持平。

经过 t 检验,管理前后 COD 浓度数据存在明显统计学差异,见表 5。所有监测点的 COD 浓度的治理效果都非常明显(所有 $p < 0.05$),存在明显的统计学差异,且有 4 个监测点的 t 检验 $p < 0.01$,且多个监测站点的 COD 浓

表3 各监测站点BOD₅浓度管理前后变化

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前平均浓度 (1986—1991)	116.038	39.752	12.625	43.952	29.998	27.588	3.913	11.693	17.854	9.898
管理后平均浓度 (2009—2014)	6.843	2.595	2.434	3.029	1.361	3.525	0.437	0.438	1.861	1.506
管理前后 <i>t</i> 检验 <i>p</i> 值	0.042	0.001	0.027	0.045	0.029	0.003	0.047	0.019	0.012	0.007

表4 各监测站点BOD₅浓度削减程度

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前后污染物平均值										
绝对削减量 (mg/L)	58.18	41.95	7.59	32.87	33.14	27.26	0.26	10.96	16.39	9.31
削减百分比	85.20%	94.01%	71.43%	84.30%	95.95%	88.84%	39.93%	96.23%	89.56%	86.03%

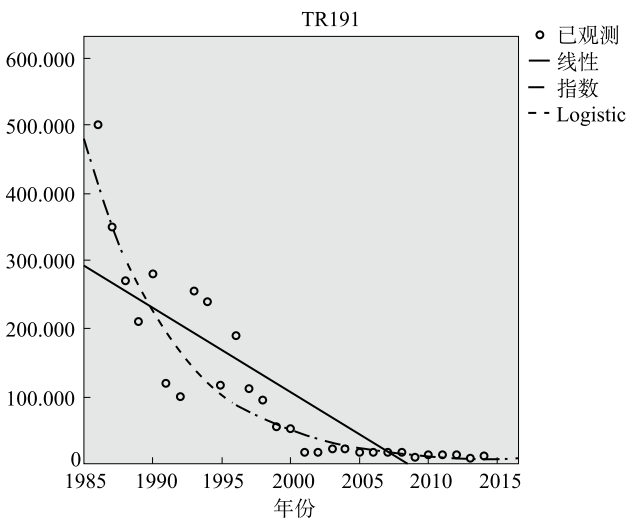


图5 COD年均浓度回归分析图

注：图中年均浓度单位为 mg/L。

度都得到了很大程度上的改善，从过量的浓度超标治理恢复到正常范围，相比于其他污染物，COD 浓度的削减程度也是最为显著的，见表 6。

除 KY1 监测点原本污染就不严重外，其他所有河流监测点 COD 浓度削减百分比都超过 90%，位于各条河流上游的 TR17、TR19A、TR20B 和 TR23L 上游监测点，COD 浓度几乎都得到了最大程度的削减，缓解了下游水体 COD 浓度达标的压力，通过上游下游共同控制污染物的排放，水质得到了显著的改善，近 30 年香港地区气候并未出现明显变化^[17]，所以有效收集并处理生活污水结合禽畜废物整治计划使得 COD 浓度大幅下降。

2.1.4 TP

根据回归曲线估计，各监测点 TP 浓度均呈逐年下降趋势，见图 6。一次方检验、指数检验和 Logistic 检验时间与污染物浓度曲线均成反比关系。1990 年之前 TP 年

表5 各监测站点COD浓度管理前后变化

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前平均浓度 (1986—1991)	212.872	189.073	288.019	131.332	89.576	79.549	12.527	402.893	127.231	75.957
管理后平均浓度 (2009—2014)	13.278	8.875	9.931	9.597	6.195	7.333	3.056	3.695	8.042	4.694
管理前后 <i>t</i> 检验 <i>p</i> 值	0.041	0.036	0.023	0.001	0.001	0.001	0.038	0.044	0.007	0.018

表6 各监测站点COD浓度削减程度

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前后污染物平均值										
绝对削减量 (mg/L)	212.56	207.56	311.80	142.95	99.09	83.31	2.64	464.19	133.86	83.19
削减百分比	94.13%	95.63%	96.76%	93.39%	93.66%	91.62%	38.68%	99.19%	94.00%	94.53%

均浓度存在明显波动，但 1990 年后（开始实行水质管理办法后）浓度明显下降，因 TP 浓度相比于其他污染物较低，所以各监测站点均呈现出渐变式下降趋势，2000 年后各监测站点 TP 年均浓度均已达标且保持持平。

经过 *t* 检验，管理前后 TP 浓度数据存在明显统计学差异，见表 7。所有监测点的 TP 浓度的治理效果都非常明显（所有 $p < 0.05$ ），有着明显的统计学差异，且有 8 个监测点的 *t* 检验 $p < 0.01$ ，几乎全部站点都体现出了极为

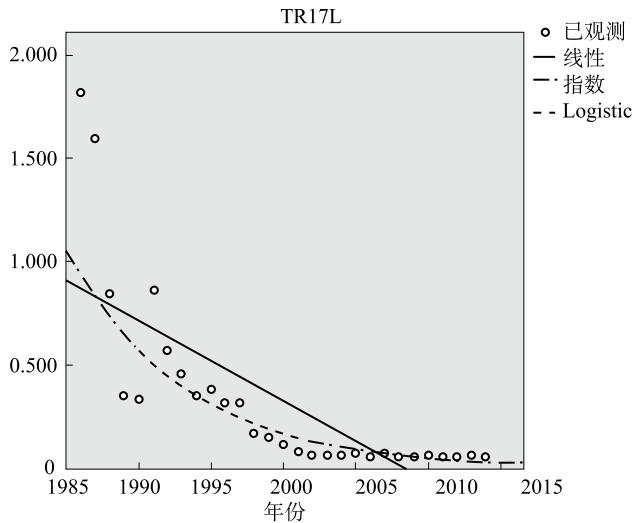


图6 TP 年均浓度回归分析图

注：图中年均浓度单位为 mg/L。

明显的统计学差异。这说明，通过有效的管理措施，香港政府实行的措施使 TP 浓度得到了很大程度的改善。

从表 8 不难看出，经过长时间的管理，各监测站点 2009 年以后 TP 浓度，相比于 20 世纪 90 年代以前得到了很大程度的削减，而且更加体现了源头控制对于水体污染物浓度削减的重要性，所有位于各条河流上游的 TR17、TR19A、TR20B 和 TR23L 监测点，都是该河流 TP 年均浓度绝对削减量最大的监测点，这说明，有效减少上游的排放，使得下游地区的 TP 浓度得到了有效的改善，通过上下游共同控制污染物的排放，河流整体水质得到改观。

2.2 讨论

香港吐露港地区河流水质状况得到如此显著的改善与香港政府和环境保护署所实行的相关政策密不可分。香港政府所颁布的《水污染管制条例》根据各水质管制区的特质和用途^[14]（即水体的主要功能，如饮用、康乐活动、

表 7 各监测站点 TP 浓度管理前后变化

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前平均浓度 (1986—1991)	2.605	0.968	0.318	2.568	2.420	1.610	0.517	2.370	0.684	1.272
管理后平均浓度 (2009—2014)	0.193	0.057	0.046	0.071	0.041	0.060	0.113	0.025	0.059	0.035
管理前后 <i>t</i> 检验 <i>p</i> 值	0.036	0.003	0.004	0.001	0.003	0.001	0.034	0.002	0.001	0.001

表 8 各监测站点 TP 浓度削减程度

监测站点	TR17	TR17L	TR19I	TR19	TR19A	TR19C	KY1	TR20B	TR23A	TR23L
管理前后污染物平均值										
绝对削减量 (mg/L)	1.43	0.93	0.26	2.66	2.72	1.62	0.40	2.49	0.67	1.40
削减百分比	87.95%	94.29%	84.94%	97.33%	98.31%	96.04%	78.06%	98.94%	91.62%	97.53%

灌溉等）拟定一套适合该区域的水质指标，根据吐露港地区的污染物类型，制定适合吐露港地区的水质标准与管理方法。吐露港地区多为禽畜养殖农户与居民，禽畜养殖污水和生活污水为此地区主要水质污染物，香港环境保护署针对水体中的氨氮、BOD₅、COD 和 TP 进行管理，并规定除排入公共污水收集系统的住宅污水外，所有工业、商业及公共机构处所在排放污水前，必须申领污水排放牌照。每个牌照均注明排污条款与章则，包括污水所需预先处理程序，同时列明排污标准，也需确保废水处理设施的妥善运作及维修，而且环境保护署会定期巡视检查^[15]。

设立禽畜养殖禁制区是减少水体污染的一项重要措施，禽畜养殖污水中的污染物主要为氨氮、BOD₅、COD 和 TP^[11]。设立禁制区要求区域内完全禁止禽畜养殖与禽畜养殖污水的排放，并要求管制区和限制区内所有禽畜养殖污水都要达标排放，对于没有达标排放能力的农户，香港政府会提供协助，协助农户建设禽畜污水处理设施，或对没有建设能力而转业的养殖户提供一定的转业津贴。从 1988 年开始实行，到 1990 年中期，所有农户的禽畜

养殖污水均已达标排放，河流水质达标率也由 1986 年的 49% 提升到 1990 年的 61%。这证明，限制禽畜废物的排放，有效降低了河流中污染物的浓度。

从检验结果中的回归分析图也可以看出，虽然水体中各项污染物浓度呈下降趋势，但也经历了约 10 年时间的小范围波动，才达到近几年的低浓度且趋于平稳。上游地区监测点在所在河流所有监测点内，污染物绝对削减量均处于相对更高的位置，在为下游减少污染物削减压力的同时，配合下游的治理措施，共同努力使水质得到了很大程度的改善。根据香港河溪水质年报，吐露港地区虽然从实行禽畜废物管理措施后，河流水质得到改善，但从 1990 年至 1992 年的这三年间，吐露港地区的河流水质达标率一直维持在 60% 左右^[12]。1993 年香港政府开始推行“吐露港及牛尾海污水收集整体计划”，在新界东部 70 多个无污水收集设施的乡村和地区建立了公共污水管道，推行污水整体收集计划^[13]。处理吐露港地区的生活污水，配合坚决执行禽畜养殖禁制区政策，使得河流中氨氮、BOD₅、COD 和 TP 的浓度进一步降低，

1997 年达标率上升为 78%^[15], 2008 年达到 90%^[16], 2014 年达到 93%。结合各监测站点的各项污染物削减百分比和绝对削减量不难看出, 实行源头减排措施非常重要, 通过多项措施长期有力地执行, 上游地区污染物的排放得到有效的减少, 从而减少了下游地区污染负荷, 除几个本身污染并不严重的站点外, 其他监测点的各项污染物浓度都得到了至少 80% 以上的减少, 这与有效地实行污水集中收集和禽畜废物管制计划有很大关系, 所以不断地改进河流整治方案, 多项措施长期联合实行, 使河流水质得到明显改善。

通过对香港吐露港地区河流管理效果的分析, 所得到的经验也可内地所借鉴: 我国很多滨海城市也存在禽畜养殖对河流的污染与排水设施不健全等问题, 应加强关于河流水质污染控制政策的制定与实施效果的长期监管; 在禽畜养殖管理方面, 多部门应共同协调配合, 禁止未经处理的污水进入河道, 并对放弃禽畜养殖的农户提供补贴。

3 结论与展望

通过诸多措施的执行与配合以及二十余年的不断改进与努力, 香港吐露港地区河流水质的达标率由 1986 年的 49% 提升到 2014 年的 93%^[17]。

本文结合香港水质管理措施的内容, 通过对比吐露港地区在措施实施前后的河流水质状况, 研究水质管理措施对河流改善的作用及效果, 得出如下结论:

(1) 对于禽畜养殖业和乡村生活污水处理设施的薄弱的地区, 通过限制禽畜的养殖与加强污水处理措施可以有效控制水体中氨氮、BOD₅、COD 与 TP 的浓度, 这对于重度污染的河流水质改善效果显著。

(2) 对于长期受到污染的河流, 水质管理措施需要持续实施才能达到良好的效果, 需要加大监管力度, 以提高河流水质改善效率。

(3) 对于受污染河流, 需要上下游共同努力削减污染物的排放, 同时需要上游削减更多污染物排放为下游减轻压力, 从而使河流水质得到有效改善。

我国很多滨海地区城市如广西省很多城市、上海市和广东省部分城市也存在禽畜养殖对河流的污染与排水设施不健全等问题。我国大部分乡村地区也均没有建立完备的污水收集与处理系统, 许多禽畜养殖污水和生活污水未经处理便排入附近河流。通过对香港吐露港地区河流管理效果的分析, 可以看出, 香港地区政府所推行的水质管理措施的经验可为内地相同情况城市及乡村所借鉴:

(1) 加强对关于河流水质污染控制政策的制定与政策实施的监管, 多部门配合与长时间的努力, 有效减少上游污染物的排放, 对于改善水体环境必不可少。

(2) 不同地区可根据情况因地制宜地制定适合该地区的水质标准。

(3) 对于禽畜养殖者的管理也应进一步加强, 禁止

未经处理的污水进入河道可以从很大程度上缓解河流内污染物的浓度, 并对放弃禽畜养殖的农户提供一定的资金补贴。

(4) 对于乡村地区, 加强排水设施的建设, 全面收集并治理污水后再排放。

通过这些举措的联合与长期执行, 可以进一步改善我国河流水质的恶化问题。

参考文献

- [1] 郭怀成, 伊璇, 周丰, 等. 流域系统优化调控的新模型与应用[J]. 环境科学学报, 2012, 32(12): 3108-3118.
- [2] U.S. Environmental Protection Agency. FY 2011-2015 EPA strategic plan: Achieving our plan[EB/OL]. (2010-09-30). <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P1008YOS.txt>.
- [3] BEEGLE D B, CARTON O T, BAILEY J S. Nutrient management planning: justification, theory, practice[J]. Journal of environmental quality, 2000, 29(1): 72-79.
- [4] REDDY K R, FISHER M M, IVANOFF D. Resuspension and diffusive flux of nitrogen and phosphorus in a hypereutrophic lake[J]. Journal of environmental quality, 1996, 25(2): 363-371.
- [5] 陈艺荣, 邱训平. 马来西亚城市河流水质管理的措施与难点[J]. 水利水电快报, 2013, 34(6): 1-4.
- [6] 周丰, 郭怀成, 黄凯, 等. 基于多元统计方法的河流水质空间分析[J]. 水科学进展, 2007, 18(4): 544-551.
- [7] 张质明, 王晓燕, 李明涛. 基于全局敏感性分析方法的 WASP 模型不确定性分析[J]. 中国环境科学, 2014, 34(5): 1336-1346.
- [8] 中华人民共和国环境保护部. 2010 年中国环境状况公报[R]. 北京: 国家环保总局, 2011.
- [9] 施汉昌. 废水处理技术的比较与选用[N]. 中国建设报, 2002-01-25(012).
- [10] 张微微, 孙丹峰, 李红, 等. 北京密云水库流域 1980~2003 年地表水质评价[J]. 环境科学, 2010, 31(7): 1483-1491.
- [11] 姜宏, 于金莲, 刘美华. 上海畜禽养殖污染及治理现状调查[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2003, 32(3): 87-91.
- [12] 香港环境保护署. 1998 年香港河溪水质报告[R]. 香港: 环境保护署, 2000.
- [13] 香港环境保护署. 2003 年香港河溪水质报告[R]. 香港: 环境保护署, 2004.
- [14] 香港环境保护署. 香港河溪水质检测 20 年报告(1986-2005)[R]. 香港: 环境保护署, 2005.
- [15] 香港环境保护署. 2008 年香港河溪水质报告[R]. 香港: 环境保护署, 2009.
- [16] 香港环境保护署. 2013 年香港河溪水质报告[R]. 香港: 环境保护署, 2014.
- [17] 香港环境保护署. 2014 年香港河溪水质报告[R]. 香港: 环境保护署, 2015.