

伦敦水污染治理策略

张健¹, 丁晓欣¹, 朱佳², 高静思²

(1. 吉林建筑大学经济与管理学院, 吉林 长春 130118; 2. 深圳职业技术学院城市水良性循环利用工程技术开发中心, 广东 深圳 518055)

摘要: 伦敦在工业化、城市化快速发展的过程中, 带来了严重的水环境污染问题。但伦敦通过健全的水务管理体制、完善的污水收集系统、先进的可持续排水系统, 在河流治理方面取得了显著成效, 是“先污染, 后治理”的典型实例之一。本文通过介绍伦敦的水污染治理策略, 提出了对我国的借鉴和启示。

关键词: 伦敦; 水污染; 治理策略

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-672X(2019)08-0062-02

DOI: 10.16647/j.cnki.cn15-1369/X.2019.08.035

London water pollution control strategy

Zhang Jian¹, Ding Xiaoxin¹, Zhu Jia², Gao Jingsi²

(1. School of Economic and Management, Jilin Jianzhu University, Changchun Jilin 130118, China;

2. Engineering Technology Development Center of Urban Water Recycling, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen Guangdong 518055, China)

Abstract: In the process of rapid industrialization and urbanization, London has brought serious water pollution problems. However, London has achieved remarkable results in river management through a sound water management system, a comprehensive sewage collection system, and an advanced sustainable drainage system. It is one of the typical cases of “first pollution, then governance”. This paper introduces the water pollution control strategy in London and puts forward the reference and enlightenment to China.

Keywords: London; Water pollution; Governance strategy

水资源对于我国的城市运作至关重要。然而, 不断增长的城市人口和老化的管道, 以及日益变化的极端气候, 使我们的水资源面临越来越大的压力。2017年, 我国水资源总量为28761.2亿立方米^[1], 大约占全球水资源总量的6%, 而人均水资源量仅为世界人均水资源量的1/4。在水资源短缺的情况下, 城市水污染却日益严重, 为居民提供洁净的水资源带来巨大挑战。因此, 为切实加大水污染防治力度, 保障国家水安全, 国务院于2015年正式颁布了“水污染防治行动计划”, 但起到的作用十分有限。主要原因是我国的水务管理体制尚显不足、相关法律法规尚未健全以及公众环保意识的缺失。本文研究了伦敦水污染治理策略, 以期为中国水污染治理提供借鉴。

1 概况

伦敦地处0.1°5'E, 51°30'N, 位于英格兰东南部的平原上, 地形平坦, 地势较低。泰晤士河作为伦敦的“母亲河”穿城而过, 将城市划分为南北两部分, 能满足城市70%的供水需求。大伦敦面积约1577km², 人口约1400万, 伦敦市区面积约310km², 人口约890万。伦敦属温带海洋性气候, 四季温差小, 年平均降雨量1100mm左右。

伦敦每人每天平均消耗水149L, 比英国平均水平高约5%。伦敦大部分都是合流制的污水管网, 现存下水道系统, 包括134km主干渠道, 1771km二级干道和20930km的三级排水管道。

2 水环境主要问题

自18世纪中期以来, 伦敦的冬季降雨量增加而夏季降雨量减少, 气候变化、人口增长及土地使用方式的变化导致河流流量和地下水位在降低, 水资源供应短缺的问题日益凸显。

19世纪初期以来, 随着工业化进程的加快, 工厂数量如雨后春笋般急剧增加, 泰晤士河两岸人口激增, 据统计, 1801年1881年, 伦敦人口从109万激增到470万, 至1911年更是达到700多万, 导致日常生活污水日渐增多, 街道上污水横流。大量生活污水、工业废水未经处理直接排放到河流中, 沿河两岸垃圾也随意堆放, 致使作为重要水源地的

泰晤士河污染严重, 水质严重下降, 危害到人们的饮用水安全。其中, 1831-1866年, 伦敦就有四次大的霍乱爆发, 造成了大量的人员伤亡和严重的河流污染。1858年6月, 伦敦爆发“大恶臭”事件, 政府开始整治河流污染问题。

19世纪60、70年代, 伦敦已有相对完善的下水道系统, 霍乱的困扰基本从伦敦消失。但是由于供水不畅和排水不佳的问题, 另外一种水生传染病“伤寒”接踵而至, 对公众造成了严重危害。直到19世纪末, 通过供水改革和下水道改革才抑制了伤病的蔓延。

3 治理策略

3.1 治理历程

泰晤士河是伦敦的“母亲河”, 承担着伦敦70%的供水来源, 是城市的灵魂。自1858年夏季爆发“大恶臭”之后, 政府把对河流的治理提高到前所未有的高度。泰晤士河的治理即是伦敦水污染治理的缩影, 主要分为三大阶段:

第一阶段: 1852-1891年。根据都市工务局总工程师巴扎格的规划, 在泰晤士河南北两岸分别建造隔离式排污下水道系统^[2], 以汇总地下水道的污水运往下游, 南北两岸排污干渠终点分别在距离泰晤士河入海口25公里处的罗斯内斯(Crossness)和贝肯顿(Beckton)。后来, 分别在两大排污口附近建造了大型污水处理厂, 以处理罗斯内斯和贝肯顿收集来的污水, 泰晤士河水质得到明显改善。

第二阶段: 1955-1975年。这阶段河流治理秉承流域统一治理的理念, 对伦敦原有的污水收集系统进行了大规模的改造^[3]。包括合并缩减污水处理厂、重新布局下水管道和污水处理设施, 并对其进行升级改造。

第三阶段: 1975年后, 对泰晤士河的治理进入巩固阶段。政府定期投入资金加强对河流的养护, 同时立法严格控制工业污水的排放入河。

伦敦的水资源是由自来水公司, 环境署和其他合作伙伴共同管理, 以实现伦敦现有和未来水资源的有效管理, 满足不断增长的人口的需

求，同时保护自然环境。这包括确保我们明智地使用水，提高用水效率和减少泄漏，以及寻找新的可持续水源。

3.2 治理措施

3.2.1 可持续排水系统

伦敦年降雨量达 1100mm，像所有城市一样，伦敦有很高比例的不透水面，阻碍雨水渗入地下。除此之外，在伦敦部分地区的粘土土壤降低了渗透速率，从而导致地表水泛滥，增加城市内涝发生的可能性。为了最有效地利用现有和规划排水基础设施并避免增加洪水发生风险，伦敦市政府意识到雨水应该作为宝贵的资源而不是废物来管理，因此，政府改变伦敦排水系统的运作方式，大力推行可持续排水系统（通常称为 SUDS），以降低城市发生洪水和河流污染的风险。

可持续排水系统包括对地表水和地下水进行可持续式管理的一系列技术。主要采取如下措施：①雨水收集桶。利用雨水收集桶，所收集的雨水不能直接饮用，常用作灌溉，冲刷，冲洗车辆或植物清洗等。雨水收集可缓解伦敦日益严重的水资源短缺问题及提升市政排水系统能力。②铺装可渗透性路面。铺装可渗透性的硬质表面，除了允许雨水通过的能力之外，渗透性硬表面的工作方式与传统的不透水表面大致相同，使雨水更易于渗入土壤，缓解市政排水系统压力，降低发生内涝的风险。③洼地。洼地通常用作道路，兼具美化环境的作用，遇到强降雨天气时则可以储存，运输和过滤雨水。④生物滞留。利用一系列景观特征，包括芦苇床，过滤排水管等，用于过滤和处理地表水。此项措施通常用于污染风险较低的地方，例如道路径流、公园等。

2016 年，伦敦市政府发布了《伦敦可持续排水行动计划》，旨在满足伦敦各地对可持续排水系统认识和改造的特定需求。而排水系统以更自然的方式运作，将带来广泛的好处：通过减轻排水沟和下水道的负担，稳步降低洪水风险；减少支流河流和运河的污染；为伦敦的建筑创造更宜人的景观和环境；提高雨水收集公众参与度，加强公众节水意识；为学校活动及与水循环有关的研究提供机会。到 2040 年，伦敦将更可持续地管理雨水，以降低洪水风险，改善水质和安全，最大限度地为人们、环境和经济带来益处。

3.2.2 污水收集系统



图 1 隧道及污水处理厂位置图

在 19 世纪 50 年代初，伦敦没有有效的下水道系统。在 1858 年 6 月的“大恶臭”爆发之后，政府立法建立下水道系统，从伦敦市中心收集废水，运送到贝克顿污水处理厂进行处理，下水道长度达到 2000km，构成伦敦下水道系统的基础。至今，一些伦敦下水道已经超过 150 年，下水道总长 55000km，大伦敦都会区拥有 8 个污水处理工程，服务于 99% 的大伦敦人口。伦敦大部分污水管网都是合流制，可同时处理大量的污水和地表水，但是，人口增长和不断变化的天气模式给伦敦

老化的基础设施带来了越来越大的压力。为拦截收集未经处理的污水溢流问题，改善泰晤士河水质，伦敦建设泰晤士河 Tideway 隧道和 Lee 隧道，位置如图 1 所示。

泰晤士河 Tideway 工程是近年来英国乃至整个欧洲最大规模的污水治理工程，2014 年，议会批准建设泰晤士河 Tideway 隧道，这是英国水行业有史以来最大的基础设施项目，全长 15m，宽 7m，深达 65m，可拦截未经处理的污水溢流和改善河流水质。隧道将从伦敦西部阿克顿的地下水调蓄池，沿着河流通向伦敦东部的米尔斯修道院泵站连接 Lee 隧道。该工程于 2016 年正式开工，预计建造时间为 7 年，耗资 42 亿英镑（2014 年价格），该隧道建成运营后，可收集伦敦泰晤士河 97% 的污水。Lee 溢流隧道工程是泰晤士污水隧道工程的一部分，也是工程中两条溢流污水隧道中的一条。隧道每年可以在暴雨季节防止超过 1600 万 t 的污水流入泰晤士河。Lee 隧道从 Abbey Mills 泵站到贝克顿污水处理厂，位于英国伦敦地下 75m 深处，长为 6.9km，内径为 7.2m，隧道和竖井的总储存空间达到 38.2 万 m³，隧道设有 4 个最大直径为 38m 的深竖井，工程价值达 6.35 亿英镑。

3.2.3 污泥资源化

在河流治理工程中，污泥是废水处理过程中必不可少的固体副产品，在以往主要以海洋倾倒和填埋的方式处置。进入 21 世纪后，随着污水处理技术的不断革新，污泥中重金属的含量和有害物质大量减少，被当做一种宝贵的资源回收利用。

2017 年，泰晤士水公司每天运输和处理 44 亿升污水，年生产超过 36620 万 t 污泥。现阶段污泥主要有四种处置技术：厌氧消化技术、深度脱水技术、污泥土地利用和污泥焚烧技术。使用厌氧消化或焚烧技术处理了约 93.5% 的污泥，其中，将 98.7% 的处理过的污泥（生物固体）作为天然肥料回收回到农田，为土壤提供了必需的营养和有机物质。其余用于土地恢复项目，作为大量土壤改良剂，以帮助恢复工业用地，促进土地可持续发展。污泥具有高热量，伦敦将其作为沼气提取并用于发电，减少了对电网输入能源的依赖，与前几年相比，使可再生能源发电量增加了 11%。

4 启示

伦敦在工业化、城市化快速发展的过程中，过分追求经济的迅速发展，而忽视水环境的污染问题，以至于污水横流街道、河流臭味熏天才注重对水污染的治理，是“先污染，后治理”的典型案列。但是，伦敦通过健全的水务管理体制、完善的污水收集系统、先进的可持续排水系统，在河流治理方面取得了显著成效。许多经验都可以为我国水污染治理提供借鉴：

(1) 建立健全水务管理体制，统筹治水。伦敦的水资源是由自来水公司，环境署和其他合作伙伴共同管理，以实现伦敦现有和未来水资源的有效管理，满足不断增长的人口需求，同时保护自然环境。

(2) 完善法律法规，严格执法，依法治水。法律法规的完善是治水工作的基础，目前我国应在现有法规的基础上，更进一步，完善治水细节，切实做到有法可依，有法必依。

(3) 加强公众参与，促进水管理机制完善。伦敦每一个区域都有地方行政人员和一般民众代表组成的消费者协会，对供水公司提供的服务进行监督，提出意见和建议，实际上相当于地方参与水管理。我国应加强公众参与，多进行治水宣传，接受公众监督，切实做到全民治水。

（下转第 65 页）

外的运动部件，在无形中降低了除尘器的工作量。

3 电除尘在焦化炉烟气净化运行中出现的问题及整改措施

3.1 振打制度设置不合理问题和整改措施

电除尘在焦化炉烟气净化运行中应用的时候虽然电流电压数值正常，但是烟囱的使用出现了比较明显的黑色烟气，除尘效果不理想。在经过一段时间的观察发现，烟尘的灰量在一定程度上减少，可以每间隔四到五天排放一次。

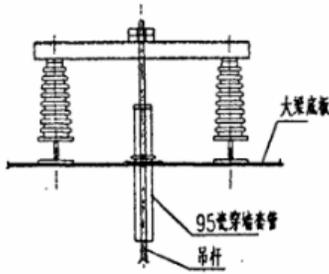


图2 阴极吊挂绝缘套管的设计

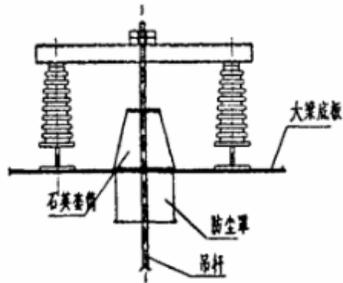


图3 改进之后的阴极吊挂绝缘套管设计

3.2 阴极吊挂设计

考虑到烟气温度较高且粉尘比电阻低、容易爬电的特点，在阴极吊挂设计的时候应用了一种耐高温能力强、不容易累积灰尘、爬距大的95瓷制作穿墙套管，具体如图2所示。设计好的阴极吊挂在经过一段

时间的试用之后发现效果不理想，几处穿墙套管在电场内部，在受到击打会出现炸裂的现象，炸裂之后的零碎品会掉落到灰斗的内部，使得焦化炉的使用出现了不同程度的损坏。针对这个问题，在改进设计中相关人员替换掉了穿墙套管，将穿墙套管替换为一种耐高温的石英套管，并在大梁上使用的时候在外部额外添加防尘套，改进之后的阴极吊挂绝缘套管如图3所示。改进之后的阴极吊挂绝缘套管能够将粉尘到达瓷套的量有效降低，减少爬电现象的发生。

3.3 阴极大小框架热膨胀量

阴极振打轴跟着向下的位移量要比常规的大，在对阳极设计的时候由于振打轴和挡灰板之间的缝隙较小，由此导致振打轴在向下移动的时候会使挡灰板出现挤压变形问题。针对这个问题，可将挡灰板上的孔改变为椭圆形，这样便能够有效防止挡灰板出现挤压变形的问題。

4 结束语

综上所述，本文结合焦化炉尾气处理工艺流程和除尘器的工作原理、特点，分析了电除尘在焦化炉烟气净化运行中出现的问题及整改措施，在经过一段时间的应用之后发现，工厂的烟量被有效控制每小时289000m³，烟气的流动速度被控制在每秒11.96m，空气的过剩系数为2.3，尘埃的含湿量为253℃，出口含尘的浓度为48.5mg/Nm³，由此证明除尘器在焦化炉尾气处理中的良好应用效果具有广泛的应用前景，需引起相关人员的重视。

参考文献

[1] 宋艳艳, 王锐, 高郁杰等. 湿法电除尘系统应用于焦化厂除尘的试验研究[J]. 能源与环境, 2016(6).
 [2] 孙晶, 刘孝天. 湿式电除尘器在燃煤电站中的应用[J]. 锅炉制造, 2018(1): 25-27.
 [3] 魏星. 某焦化厂焦炉烟气净化及余热回收一体化技术[J]. 冶金动力, 2016(12).

收稿日期: 2019-03-20

作者简介: 王婷裕(1990-), 女, 汉族, 研究生学历, 工程师, 研究方向为暖通空调及工业除尘。

(上接第63页)

(4) 政府水资源管理的资金充裕，来源稳定，注重养护。伦敦市政府注重资金的持续投入，每年按预算安排项目，当年收入是下一年预算的基础，资金45%来源于取水、排污及环保收费等。我国治水养护缺乏持续稳定的资金投入，应把治水养护资金纳入每年的财政预算，持之以恒，坚持治水。

(5) 基础设施的数量与质量并重。伦敦虽已有完善的下水道系统，但为了满足日益增长的人口及污水排放量的不断增加，规划建设了Tideway隧道与Lee隧道。我国也应当加紧补齐管网缺口，并更加重视管网建设质量，为环境的可持续发展打下坚实基础。

(6) 加强海绵城市建设，推行可持续排水系统。英国议会通过《洪水与水管理法》，规定凡新建设项目都必须使用“可持续排水系统”。我国面临的主要问题之一，就是怎么高效的收集利用雨水。加强海绵城市建设，推行可持续排水系统，是高效收集利用雨水的有效途径。

(7) 严格执行排污许可制度，严控污染源。在伦敦，所有的污水排放都要有排污许可证，包括排入下水道，河流及海岸的污水。我国应严格执行排污许可制度，谨慎发证，严控污水无证排放，加大惩罚力度。

(8) 供水管理集约化。泰晤士水公司从水库到用户的水龙头和下水道统一管理，实现了原水与饮用水、供水与排水、水量与水质、制水与治污的一体化管理，既从源头上保障水质安全，又从下水道彻底根治废水，提高了水资源的利用效率。此种一体化管理模式，为我国未来的水资源管理提供了思路。

参考文献

[1] 中华人民共和国水利部. 2017年中国水资源公报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2018.
 [2] 尹建龙. 从隔离排污看英国泰晤士河水污染治理的历程[J]. 贵州社会科学, 2013(10): 133-137.
 [3] 许建萍, 王友列, 尹建龙. 英国泰晤士河污染治理的百年历程简论[J]. 赤峰学院学报(汉文哲学社会科学版), 2013, 34(03): 15-16.

收稿日期: 2019-08-10

基金项目: 深圳市水务局科研课题(CLPSP18SZ03ZC57)。

作者简介: 张健(1995-), 男, 在读硕士, 研究方向为水环境工程治理。