

镇江市基于 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统初探

罗刚¹, 胡宁²

(1. 镇江市环境监测中心站, 江苏 镇江 212000; 2. 上海科泽智慧环境科技有限公司, 上海 200070)

摘要: 根据对构建岸边小型水质自动监测系统的前期调研, 从项目的具体建设、资金投入、后期运维、运作风险等角度多方面考虑, 最终采用 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统。通过将项目具体实施与传统方式构建岸边小型水质自动监测系统进行利弊比较, 认为在当前国情下以 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统利大于弊, 对于政府和承包商是双赢的合作方式。

关键词: 建造、拥有、运营模式; 城市内河; 镇江; 水质自动监测系统

中图分类号: X84

文献标志码: B

文章编号: 1674-6732(2018)01-0010-04

Preliminary Study on Construction of Small-scale Water Quality Automatic Monitoring System Based on BOO Model in Zhenjiang

LUO Gang¹, HU Ning²

(1. Zhenjiang Environmental Monitoring Central Station, Zhenjiang, Jiangsu 212000, China; 2. Shanghai Keze Intelligence Environment Sci-Tech Co. Ltd., Shanghai 200070, China)

Abstract: According to the preliminary investigation on the construction of the small automatic monitoring system of water quality, from the point of view of specific construction, project investment, operation and maintenance, operation risk and so on, finally BOO model has been adopted to construct the small-scale automatic water quality monitoring system. Based on the national conditions, compared with the traditional way, the BOO model of constructing small-scale water quality automatic monitoring system has more advantages than disadvantages, and which is a win-win cooperation mode whether for the government or for the contractor.

Key words: BOO; Urban inland river; Zhenjiang; Water quality automatic monitoring system

我国目前的水环境形势非常严峻,许多城市内河污染普遍较重,严重影响了周边的生态环境和人们的居住环境。镇江市于2016年采用无人船监测技术与手工监测相结合,对市区“一湖九河”共24条(个)河流(湖泊)的水质状况进行普查^[1],结果显示其中11条河流属于轻度黑臭污染,占普查河流(湖泊)总数的45.8%。《水污染防治行动计划》^[2]提出,“到2020年,地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内;到2030年,城市建成区黑臭水体总体得到消除”。《江苏省水污染防治工作方案》^[3]提出,“到2020年,地级及以上城市建成区黑臭水体基本消除”。根据以上要求并结合实际情况,镇江市政府要求在全市范围内构建小型水质自动监测系统,对水体中的重要指标进行连续实时监测和远程监控,较为直观地掌握断面水质

情况及变化,为政府对城市内河水环境整治的决策提供数据支撑。

镇江市从项目的具体建设、资金投入、后期运维、运作风险性等角度多方面考虑,最终采用建造、拥有、运营动作模式(BOO),构建岸边小型水质自动监测系统,该模式在江苏省环境监测领域构建水质自动监测系统尚属首次,在全国范围内也鲜有相似案例。

1 项目概况

在全市“一湖九河”水体上各选取代表性断面建设10个可移动式岸边小型水质自动监测站点,

收稿日期:2017-07-10;修订日期:2017-08-04

作者简介:罗刚(1981—),男,高级工程师,硕士,从事环境监测工作。

选择黑臭河流特征指标进行连续自动监测,数据结果通过无线信号自动实时上传至镇江市环境质量自动监测(监控)综合应用平台,可远程调阅实时及历史数据。

岸边小型水质自动监测系统的主体是岸边水质自动监测站,其主要监测项目根据市环保局和住建局的需求选定为溶解氧、氨氮和氧化还原电位(ORP)3 个指标。岸边站具有占地少(一般 2 ~ 3 m²且无须征地)、投资省(每个站点的建设费用约为传统大型水质自动站的 1/5)、可绿色供电(风能或者太阳能)、可移动等显著特点,所有站点运用现代传感器技术、自动控制技术、专用数据分析

软件和无线通信网络构建成为一个水质自动监测系统^[4]。

2 PPP 运作模式

PPP(Public – Private Partnership)是指在公共服务领域,政府采取竞争性方式选择具有投资、运营管理能力社会资本,双方按照平等协商原则订立合同,由社会资本提供公共服务,政府依据公共服务绩效评价结果向社会资本支付费用。从广义范畴上来看,公私合作关系资金模式是由在项目的不同阶段,拥有和维持资产的合作伙伴所决定的。

表 1 主要的 PPP 运作模式及特点^[5-6]

模式名称	运作特点
建造、运营、移交(BOT)	合作方被授权在特定时间内融资、设计、建造和运营基础设施组件(和向用户收费),在期满后,转交给公共部门的合作伙伴
民间主动融资(PFI)	政府部门根据社会对基础设施的需求,提出需要建设的项目,通过招投标方式由获得特许权的合作方进行公共基础设施项目的建设运营,并在特许期(通常为 30 年左右)结束时将所经营的项目完好地、无债务地归还政府,而合作方则从政府部门或接受服务方收取费用以回收成本
建造、拥有、运营、移交(BOOT)	合作方为设施项目进行融资并负责建设、拥有和经营这些设施,待期限届满,将该设施及其所有权移交给政府
建设、移交、运营(BTO)	合作方融资并负责建设,完工后即将设施所有权移交给政府;随后政府再授予其经营该设施的长期合同
重构、运营、移交(ROT)	合作方负责既有设施的运营管理以及扩建/改建项目的资金筹措、建设及其运营管理,期满将全部设施无偿移交给政府部门
设计建造(DB)	合作方设计和制造基础设施,以满足公共部门合作伙伴的规范,项目一般是固定价格,合作方承担所有风险
建造、拥有、运营(BOO)	合作方融资、建立、拥有并永久经营基础设施部件,公共政府部门对合作伙伴进行限制,并持续地监管
移交、运营、移交(TOT)	政府部门将拥有的设施移交给民营机构运营,通常民营机构需要支付一笔转让款,期满后再将设施无偿移交给政府部门

根据表 1 各运作模式的方式及特点,政府构建岸边小型水质自动监测系统,只需要合作方提供监测系统的数据服务,不涉及资产移交问题,因此选取 BOO 运作模式是较为适合的。

3 BOO 运作模式

3.1 管理模式

BOO 模式承包商根据政府赋予的特许权,建设并经营某项产业项目,但是并不将此项基础产业项目移交给政府公共部门。承包商投资建设,拥有所有权并承担日常运维,政府向承包商支付服务费。其最大的优势在于:政府部门既节省了大量财力、物力和人力,又可在瞬息万变的信息技术发展中始终处于领先地位,而企业也可以从项目承建和维护中得到相应的回报。这一模式体现了“统筹

规划、分步实施、政府监管、企业运作”的建、管、护一体化市场运作^[7]。

3.2 实施过程

3.2.1 系统构建前期调研

通过对岸边小型自动监测系统建设的市场调研和已建成该系统的实地考察,结合镇江市的实际情况及需求,拟定了《镇江市小型岸边水质自动监测站系统建设方案》。

3.2.2 运作思路

传统方式构建水质自动站需要前期投入大笔资金用于土建、仪器购买、水电通讯等,后期每年需要运行维护费用。对于政府而言,建设此类项目不仅前期需投入一大笔资金,后期更需要每年追加运行维护费用,从资金申请程序来看,审批过程也相当烦琐且周期较长,不利于项目良好运行。从固定

资产管理角度考虑,项目仪器设备因常年放置于户外,使用寿命为 5 年左右,根据《地方行政单位国有资产处置管理暂行办法》^[8],设备报废后仍然需要进入固定资产管理库,无形中增加了资产管理人员的工作量。

综上考虑,采用 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统,政府部门只要求承包商提供指定河流断面的水质自动监测数据,根据服务质量(所提供数据的总数量及质量,以及每月考核结果)向承包商支付购买数据服务的费用(图 1)。对于政府而言,无需在项目前期投入大笔资金用于水质自动站点的建设,且在项目建成后可根据服务质量灵活支付购买数据的费用,甚至在承包商服务质量无法满足合同和招标文件的要求时终止合作,重新进行该项目的招投标工作,对项目本身运作的风险性可以降到最低。

对承包商而言,BOO 模式间接迫使其提高日常运行维护水平,保证自动监测数据的质量。同时,虽然在项目前期的基础建设、设备购置一次性投入了大笔资金,但是如果服务质量良好,政府部门可考虑与其长期合作,在项目开展的后期可产生相当可观的经济效益。

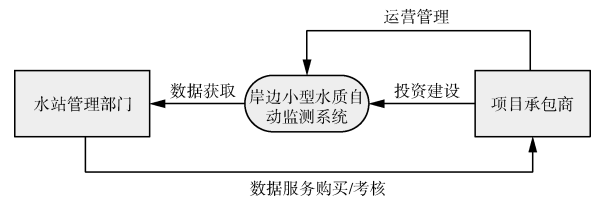


图 1 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统示意

3.3 合作方式

根据《镇江市市级政府购买公共服务实施细则(暂行)》^[9],政府购买公共服务项目的合同履行期最长为 3 年。通过前期市场调研,确定建设 10 个岸边小型水质自动监测站的基础建设费用

(包括数据平台、水电、通讯费用)约 200 万元(20 万元/站点)以及 3 年的运行维护费用约 150 万元(5 万元/站点),以此总费用 350 万元作为 3 年数据服务购买的预算费用。管理部门每月根据合同内确定的考核方式对承包商进行数据质控考核,每个站点的当月所有应出数据定义为一个“数据包”,单个数据包费用计算公式为:数据包费用(元) = $\frac{\text{中标价}}{3 \times 12 \times 10}$ 。政府根据考核合格的数据包数量,每半年向承包商支付数据购买费用,达不到考核要求的数据包则拒付其费用,出现连续 3 个月数据包不合格的情况则单方面终止合作,项目重新招标。此合作方式可极大地提高承包商的日常运维积极性,同时可使政府管理部门大幅度减少水站日常管理的工作量。

3.4 考核方式

承包商需保证每个点位每个月的有效数据获取率 $\geq 90\%$ (因地震、洪水等不可抗拒因素除外)。管理部门每月对 10 个站点的氨氮、溶解氧、ORP 项目进行 1 次质控考核,现场考核时间至少提前 1 天通知承包商,经质控考核全部达标则该站点当月数据包认定为有效,未达标则该站点当月数据包无效。质控考核标准见表 2。

表 2 质控考核标准

考核项目	考核标准	考核方式
氨氮	相对误差 $\leq 10\%$	现场盲样
溶解氧	绝对误差 $\leq \pm 0.5 \text{ mg/L}$	实际水样现场比对
ORP	相对误差 $\leq 15\%$	实际水样现场比对

3.5 项目开展的利弊

虽然我国目前 PPP 项目很多,但是以 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统在江苏省尚属首次,在项目开展和运行阶段势必会产生诸多问题,然而从长远角度考虑仍然利大于弊(表 3)。

表 3 BOO 模式构建岸边小型水质自动监测系统利弊比较

构建方式	优点	缺点
传统方式 建站	(1) 站点所有权属于招标方,招标仪器设备主要功能及参数可根据本部门需求招标建设	(1) 项目前期需投入大量资金 (2) 站点建设完成后,每年需追加运行维护费用,且运维工作依据《政府采购法》的要求每隔几年必须重新招投标,增加项目工作环节 (3) 站点仪器设备报废后需进入固定资产管理库管理,增加工作量 (4) 管理部门需定期检查运维方对站点的各项运维工作

续表		
构建方式	优点	缺点
BOO 模式 建站	(1) 对于政府而言,前期可节约大量资金 (2) 合作中发现提供数据的质量不符合要求可及时更换服务商,降低资金风险 (3) 不用承担因不可抗力造成的仪器设备损坏和零部件更换的资金风险 (4) 无需对承包商的日常运行维护进行监管,只需要定期对其数据质量进行考核即可,减少管理部门日常的工作量	(1) 由于是购买数据服务,所以对站点的构建方式、主要仪器设备的品牌和型号不可控 (2) 站点的资产所有权属于承包商,一旦其公司因各种原因经营不善而单方面终止提供数据服务,会造成招标方数据缺失,即使重新招标也会造成项目经历一段“空白期” (3) 承包商前期投入资金较大,如后期项目不能继续合作,有可能出现亏损

3.6 运行效果比较

选取某个以传统方式建站运维站点的氨氮项目进行比较,采取的方法为实际水样比对,将自动站数据分别与其实际水样的实验室数据进行相关性分析。从图 2 和图 3 来看,以 BOO 模式运作的站点氨氮 R^2 值更高,与实验室数据的拟合度相较于传统运作方式的站点更好。

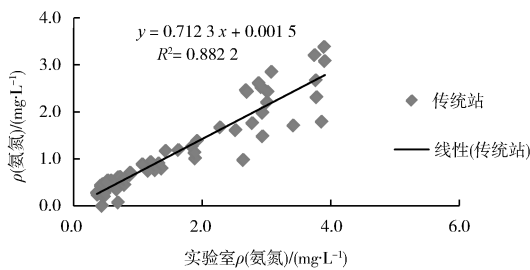


图 2 传统方式建站的氨氮相关性分析

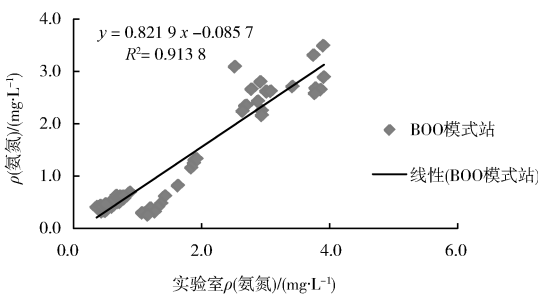


图 3 BOO 模式建站的氨氮相关性分析

4 对策建议

4.1 多部门团结协作

BOO 项目开展过程不确定因素多,涉及的政府管理部门和环节也多。此次岸边小型水质自动站的建设过程就涉及环保、水利、住建、供电等部门,而且每个站点选址所牵涉的单位均需要协调沟通,这就要求 BOO 项目开展前期调研时理清思路,

完善责任机制,做到责任到人,避免在项目实施时出现互相推诿的情况。政府应在新常态下为 BOO 项目搭建一个高效的采购方式,同时完善合理的外部监督机制,激励自身为社会及企业提供更优质的公共产品^[10]。

4.2 建立完善的投资回报机制

政府应为 BOO 项目确定合理的收费标准、运营年限和付款方式,降低企业的融资风险,提高资金利用率,鼓励企业提高运营效率,提高项目收益,同时应建立动态可调整的投资回报机制,根据不同项目的条件、环境变化等及时调整完善,防范政府过度让利。岸边小型水质自动监测系统的建立需要企业先行垫付大笔资金,良好的回报机制有助于企业树立更强的运作信心,使得更多的社会企业能够参与到该项目中来,从而为政府在 BOO 模式下提供更多的选择性。

4.3 建立灵活的法律机制

BOO 项目基本为工程类项目,涉及诸多的法律条例以及地方规章制度,而 BOO 项目的运营时间一般较长,在其合同签订到履行的一系列阶段会受到不断更新的法律条例或规章制度的限制,造成部分合同内容无效,降低合同的完成质量^[11]。此外,应注重项目的可持续性发展,在项目招投标阶段引入竞争性谈判机制,融入竞争性磋商与“综合评分法”来降低政府采购的交易成本。在“综合评分法”的分值设定时,不仅应当关注投标方的仪器设备产品供应及系统建设方案,更应当从服务的角度对其后期的运行维护方案重点关注,选定服务好、产品佳的承包商来与政府共同合作,开创 BOO 项目的双赢局面。

[参考文献]

[1] 罗刚,张然. 无人监测船在城市内河水质监测中的应用[J]. 环境监控与预警,2017,9(1):18-20.

(下转第 21 页)

表 5 土壤样品中 16 种 PAHs 的加标回收率 ($n=3$)

化合物	添加值 (100 $\mu\text{g/kg}$)		添加值 (400 $\mu\text{g/kg}$)	
	回收率/%	RSD/%	回收率/%	RSD/%
萘	95.2	4.8	98.4	4.4
萘烯	88.6	5.2	89.4	5.1
芴	85.7	3.9	86.2	4.2
芘	86.1	4.4	88.1	3.8
菲	88.2	4.1	87.5	3.5
蒽	91.5	5.6	90.4	5.1
荧蒽	85.9	3.9	88.3	4.2
芘	96.3	4.7	99.2	3.8
苯并[a]蒽	81.9	6.2	83.5	5.5
蒽	89.5	5.7	90.6	4.8
苯并[b]荧蒽	90.3	3.7	88.9	4.3
苯并[k]荧蒽	88.3	2.9	89.6	4.8
苯并[a]芘	85.4	4.5	87.9	2.8
二苯并[a,h]蒽	98.5	3.3	102	4.1
苯并[g,h,i]芘	86.4	2.6	88.4	2.5
茚并[1,2,3-cd]芘	89.2	5.2	91.8	3.8

[参考文献]

3 结语

采用正己烷/丙酮(1+1, V/V)作为 ASE 提取溶剂,提取液经 SPE 硅胶小柱净化,洗脱剂为正己烷/二氯甲烷(1+1, V/V)的混合溶剂,洗脱体积为 10 mL,最后用 HPLC 测定提取液中 16 种 PAHs 浓度。通过进行土壤样品加标实验,16 种 PAHs 的检出限为 2.8 ~ 4.9 $\mu\text{g/kg}$,回收率为 81.9% ~ 102%,相对标准偏差为 2.5% ~ 6.2%,完全满足《HJ 784—2016》样品分析的相关质量控制要求。说明该方法的稳定性好、准确度高、可操作性强,适合于土壤样品中 16 种 PAHs 的测定。

(上接第 13 页)

- [2] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知:国发[2015]17号[EB/OL]. (2015-04-02)[2017-06-01]. http://www.gov.cn/jzhengce/content/2015-04/16/content_9613.htm.
- [3] 江苏省人民政府. 省政府关于印发江苏省水污染防治工作方案的通知:苏政发[2015]175号[EB/OL]. (2015-12-28)[2017-06-01]. <http://www.jiangsu.gov.cn/jsgov/tj/bgt/201601/t20160111490432.html>.
- [4] 贾坤,王虎,李秋水,等. 太阳能小型无人值守水质自动监测站的开发和应用[J]. 水电自动化与大坝监测,2010,34(3): 76-79.
- [5] 盛国梁. 公用事业项目融资及其路径选择——基于 BOT、TOT、PPP 模式之比较分析[J]. 统计与管理,2017(3): 102-103.
- [6] 吕杜鹏. PPP 模式和 BOT 模式的比较分析——以多地轨道交通建设融资模式为例[J]. 江苏商论,2017(1):95-96.

- [1] 孙小静,石纯,世远,等. 上海北部郊区土壤多环芳烃含量及来源分析[J]. 环境科学研究,2008,21(4): 140-144.
- [2] 范淑秀,李培军,巩宗强,等. 苜蓿对多环芳烃非污染土壤的修复作用研究[J]. 环境科学,2007,28(9): 2080-2084.
- [3] 岳瑞江,邱自兵,王志苗,等. 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱法分析土壤中多环芳烃含量[J]. 资源节约与环保,2015(1):55-57.
- [4] 牛媛媛,杨凤,丁克强,等. 土壤中多环芳烃预处理及分析方法研究[J]. 化工技术与开发,2016,45(4):21-25.
- [5] 邓绍坡,吴运金,龙涛,等. 我国表层土壤多环芳烃(PAHs)污染状况及来源浅析[J]. 生态与农村环境学报,2015,31(6): 866-875.
- [6] 土壤污染防治行动计划[EB/OL]. (2016-05-28)[2017-08-29] http://www.gov.cn/jzhengce/content/2016-05/31/content_5078377.htm.
- [7] 车金水,赵紫璐,余翀天. 加速溶剂提取-在线凝胶净化色谱-气质联用法分析检测土壤中多环芳烃[J]. 环境化学,2016,35(7):1543-1545.
- [8] 张茜,刘潇威,罗铭,等. 快速溶剂(ASE)提取、凝胶渗透色谱(GPC)联合固相萃取(SPE)净化,高效液相色谱法测定土壤中的多环芳烃[J]. 环境化学,2011,30(4):771-777.
- [9] 张亚楠,杨兴伦,卞永荣,等. 化学提取法表征污染土壤中 PAHs 老化规律和蚯蚓富集特征[J]. 环境科学,2015,36(12): 4583-4591.
- [10] 平华,李杨,潘立刚,等. 加速溶剂萃取-气相色谱质谱法测定土壤中多环芳烃的含量[J]. 食品安全质量检测学报,2012,3(6):695-699.
- [11] 梁柱,余雯静,孙欣阳. 加速溶剂萃取-色谱质谱联用法测定土壤中的多环芳烃[J]. 化学分析计量,2009,18(3):45-48.

- [7] 刘华丽,方俊,龚越. 基于全寿命周期的 BOO 项目合同体系管理研究[J]. 建筑经济,2016,37(6):24-28.
- [8] 中华人民共和国中央人民政府. 财政部关于印发地方行政单位国有资产处置管理暂行办法的通知:财行[2014]228号[EB/OL]. (2014-08-20)[2017-06-01]. http://www.mof.gov.cn/pub/xingzhengsifa/jzhengwuxinxi/jzhengcefabu/201409/t20140903_1135089.html.
- [9] 镇江市人民政府. 市财政局关于印发镇江市市级政府购买公共服务实施细则(暂行)的通知:镇财采[2015]2号[EB/OL]. (2015-04-07)[2017-06-01]. http://www.zjcz.gov.cn/zcfg/sczjwj/201504/t20150414_1508827.htm.
- [10] 秦若卿. 基于中国新常态下 PPP 项目与政府采购的初探[J]. 现代经济信息,2016(12):51.
- [11] 袁奇. 大型 PPP 建设项目的合同商务管理研究[J]. 现代经济信息,2016(16):96.