佛山市域污水处理系统规划研究

贾海峰　龙　瀛　程声通　李纪宏

（清华大学环境科学与工程系，北京　100084）

摘要　在污水处理系统单元解析的基础上，生成远景（2020年）满足水体控制断面水质全部达标的基础规划方案，并在此基础上生成4个调整的规划方案。通过建立用于解决多目标决策问题的指标体系，在各方案属性分析和归一化的基础上进行方案综合评价，最终确定方案四即相对集中相对分散的方案为优选规划方案，之后依此方案确定佛山市域污水处理系统的各阶段的实施规模，由佛山市政府组织实施。

关键词　污水处理系统　区域规划　单元解析　污水处理厂　方案　佛山市

佛山市是珠江三角洲上经济发展的热点地区之一，是一个面临多种变化与选择的历史文化名城，2002年12月经国务院批准，佛山市在行政辖区上重新合并组合，市域面积从原78 km^2扩大为3 848.49 km^2，市辖禅城、南海、顺德、高明和三水5个区。

重新组合后的佛山市，为贯彻执行《广东省珠江三角洲水质保护条例》、《佛山市珠江水环境综合整治实施方案》和《广东省碧水工程计划》，并指导佛山市各区镇污水处理设施的建设，减少重复建设及不必要的浪费，必须从大佛山的角度出发，打破镇、区行政界限，统筹考虑、合理安排，尽快出台佛山市域的污水处理系统规划。

1　规划内容及技术路线

本次规划的空间范围为佛山市域，时间范围为3个阶段：近期2004～2006年，中期2007～2010年和远期2011～2020年，规划基准年为2002年。

在本规划中，污水处理系统的污水处理厂分为三类：集中污水处理厂（合并处理部分工业废水和全部生活污水）、工业废水处理厂（处理独立排放的工业废水）和工业园区污水处理厂（处理工业园区的生活污水和工业废水）。由于集中污水处理厂、工业废水处理厂和工业园区污水处理厂除了水质模拟要综合考虑外，其他方面都相互独立。集中污水处理厂规划是本次规划的重点，本文主要就这类污水处理厂，即一般意义上的市政污水处理厂规划进行介绍。以下所说的污水处理厂，如无特殊说明，均指这类污水处理厂。

本次规划是以污水处理系统单元解析为基础，

（2）应跟踪世界卫生组织与发达国家对水质标准的研究与修订，同时必须落实与开展结合我国国情的水质对健康影响的基础性工作的研究，为确保人民健康，为今后修订水质标准作准备。

（3）建议国家技术监督与检验总局、卫生部、建设部在“规范”执行了4年的基础上，结合建设部“标准”，尽快修订20年前制订的，远远落后于国际先进水质标准的国家《生活饮用水卫生标准》（简称“国标”），否则执行者面对“国标”、“规范”、“标准”这3个文件，遇到的不尽相同的水质项目与限值时将无所适从、不知所措。

（4）逐步设立各级政府的具有先进仪器设备的供水水质监测中心，使其成为代表居民利益的，行使监督供水水质的政府权力部门，真正对供水企业进行督察和帮助，切实落实“以人为本”的原则，确保供水水质安全。现在的公用事业特许经营准入制度决定了今后供水企业将改变以往的国营性质，必然是多元经济成分，因此不能由企业同时担任又是供水者又是监督者的角色。

○电话：(010)62782196

收稿日期：2005－03－27

计算各污水基本服务区各阶段的水量和污染负荷数据，通过划分污水处理厂的服务区、确定污水处理厂排放口分布及出水浓度，之后通过建立方案评价指标体系，对各规划方案进行属性分析并综合评价，给出优选规划方案，据此提出各阶段的污水处理系统实施计划。本规划的技术路线见图1。

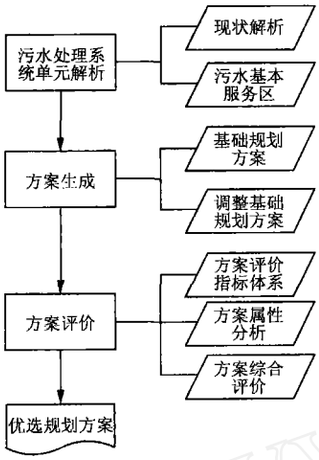

图1 佛山市域污水处理系统规划方案技术路线

2 污水处理系统单元解析

污水处理系统单元，是污水处理系统最基本的要素，主要包括基本河段和污水基本服务区。污水处理系统单元的解析，主要是确定各基本服务区的污水量和污染物负荷，这部分工作是本次规划的重点，其技术路线见图2。

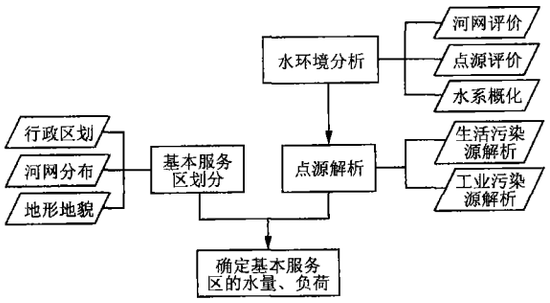

图2 污水处理系统单元解析技术路线

具体步骤如下：

(1)水环境分析。主要包括河流水质评价、点源(生活和工业污染源)现状评价以及水系概化。通过河流评价和点源评价，识别目前佛山市的主要入河污染物和河流污染因子，最终确定以COD和氨氮两项水质指标作为本次规划水质模拟的参数。河流概化主要是将河网概化为单线河段，以在后续的工作中建立排放口与河流的对应关系，便于水质模拟工作的开展。

(2)点源解析。主要包括生活点源和工业点源的预测，预测主要包括污水量预测和污染负荷预测，分3个阶段——近期、中期和远期，其中工业废水量以万元产值法预测，而生活污水量以人口指数法预测。点源解析的目的是为基本服务区水量、负荷的计算提供数据支持。

(3)基本服务区划分。根据佛山市的地形地貌、行政区划以及河网分布等原则初步划分污水处理厂的基本服务区，计100个，作为构成污水处理厂服务区的基本要素，见图3。

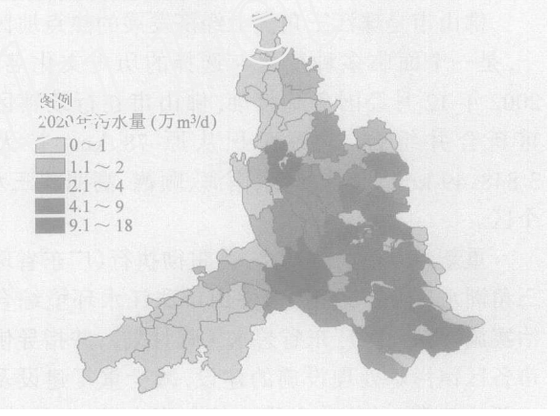

图3 基本服务区及其污水量分布

(4)基本服务区水量、负荷计算。根据点源的预测结果及不同基本服务区内点源的分布，计算基本服务区各阶段的污水量及污染物负荷。

3 方案建立

根据2020年的各基本服务区的污水量和负荷预测数据，在划分污水处理厂服务区的基础上，确定污水处理系统的2020年规划方案。方案生成的具体步骤(技术路线)见图4。

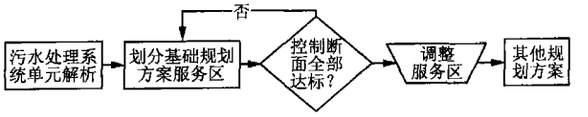

图4 污水处理系统规划方案生成技术路线

(1)划分基础规划方案的服务区。在污水处理系统单元解析的基础上，根据佛山市水环境功能区划要求和水环境污染控制的要求，采用最为

可能分散的方式划分污水处理厂的服务区，并确定污水处理厂的选址、排放口布局(应尽可能合理地利用其水环境容量)及出水浓度等，见图5和图6。

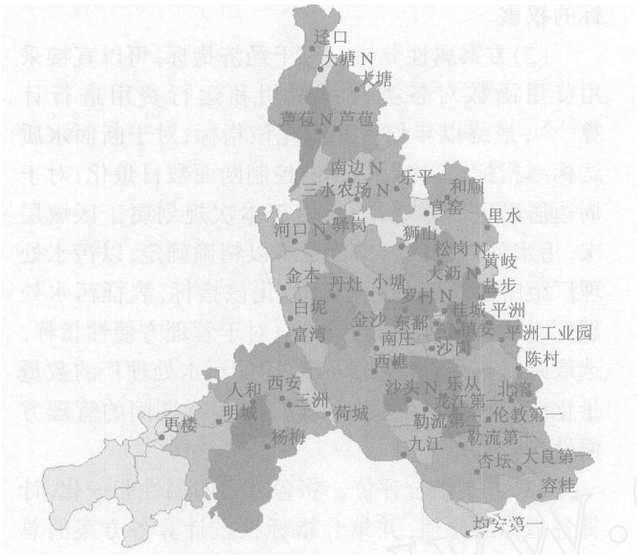

图5 基础规划方案污水处理厂服务区分布

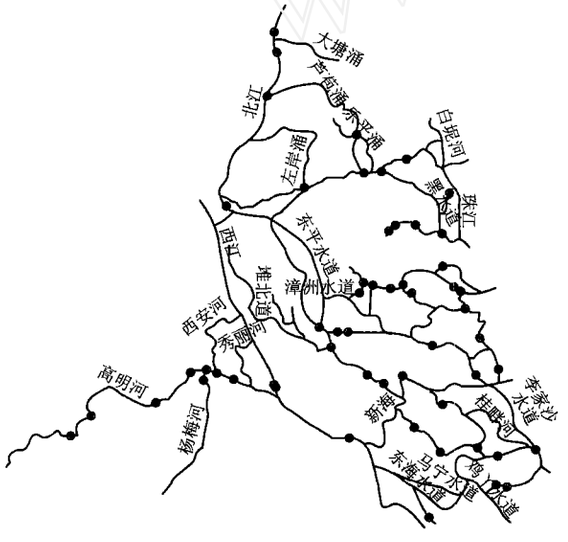

图6 概化到干流的排放口分布

(2)基础规划方案水质模拟。根据基础规划方案的排放口分布，利用感潮水质模型对整个河网进行水质模拟，如果全部控制断面水质达标，此即为确定的基础规划方案的服务区，如果控制断面水质不能够全部达标，则重新划分基础规划方案的服务区并确定出水浓度，直至断面全部达标为止。

(3)调整污水处理厂服务区。通过合并必要的污水处理厂服务区的方式调整基础规划方案，分别从原有规划、集中处理、行政区划和相对集中分散处理等角度调整基础规划方案的服务区。

(4)生成其他规划方案。在调整规划方案污水处理厂服务区划分的基础上，确定污水处理厂的选址、排放口分布和出水浓度。如果有必要，还需规划污水处理厂服务区间的污水转输管道，同时参考DEM(数字高程模型)图分析污水转输管道起点和终点的高差，确定必要的污水提升泵站。

本次规划最终确定了1个基础规划方案和4个调整规划方案，具体的方案描述见表1。其中规划方案四的系统示意见图7。

表1 规划方案

序号	名称	集中污水处理厂数目	排放口数目	服务区间调水管道数目	污水提升泵站数目	方案特点
1	方案0	56	74	0	0	基础规划方案
2	方案一	53	73	8	3	原有规划基础方案
3	方案二	43	70	13	4	最为集中处理的规划方案
4	方案三	48	69	9	1	参考最新行政区划的规划方案
5	方案四	52	71	4	0	集中、分散相结合的规划方案

注：排放口的数据主要包括集中污水处理厂排放口、工业园区污水处理厂排放口以及工业废水处理厂这三类污水处理厂的排放口，所以排放口数目大于集中污水处理厂数目。

4 方案评价及优选

对于区域污水处理系统规划，要综合考虑环境、经济等因素后推荐出较优的规划方案，属于有限个方案的多目标决策问题。为使决策合理化，必须采用科学的决策方法[1]。方案评价及优选的技术路线见图8。

具体步骤如下：

(1)建立方案评价指标体系。指标体系的建立是规划方案多目标决策的基础。本次规划在遵循完整性、可操作性、可分解性和无冗余性等几个原则的

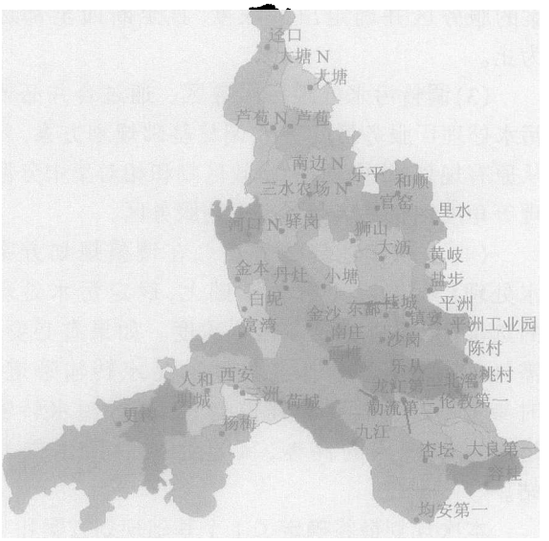

图 7　污水处理系统规划方案四

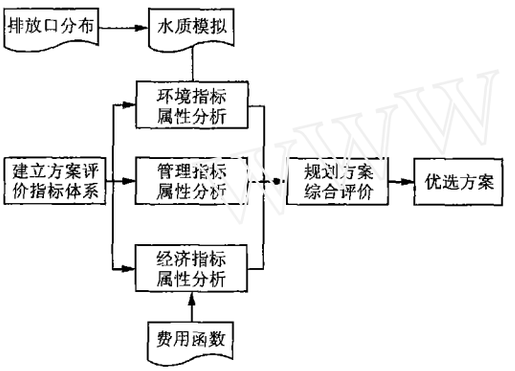

图 8　规划方案评价及优选技术路线

基础上[2,3]，采用书面调查的方式征求专家和管理人员的意见，根据佛山地区的实际情况和一般的工程方案决策分析方法，从工程经济、环境影响和管理等三方面建立了指标体系(见图 9)并确定各底层指标的权重。

(2)方案属性分析。对于经济指标，可以直接采用费用函数对各类建设费用和运行费用进行计算[4,5]，最终以年均费用量化该指标；对于断面水质达标率指标，直接以达标的控制断面数目量化；对于周边居民生活影响指标，由于本次规划属于区域层次，污水处理厂的具体位置难以精确确定，以污水处理厂距中心城镇的距离来量化该指标，表征污水处理厂对周边居民的影响程度；对于管理方便性指标，选取跨越不同镇(街道办事处)的污水处理厂的数量量化该指标，表征污水处理厂在运行期间的管理方便性。

(3)方案综合评价。将各方案的属性归一化，计算各指标的分值，并结合指标权重计算各方案的总价值，具体见表 2。

表 2　方案综合评价指标属性归一化结果

名称	经济	水质	陆地	管理	总值
方案 0	0.442	0.448	0.406	0.445	0.566
方案一	0.447	0.456	0.505	0.411	0.598
方案二	0.450	0.440	0.355	0.334	0.542
方案三	0.446	0.436	0.378	0.594	0.571
方案四	0.458	0.455	0.496	0.411	0.601

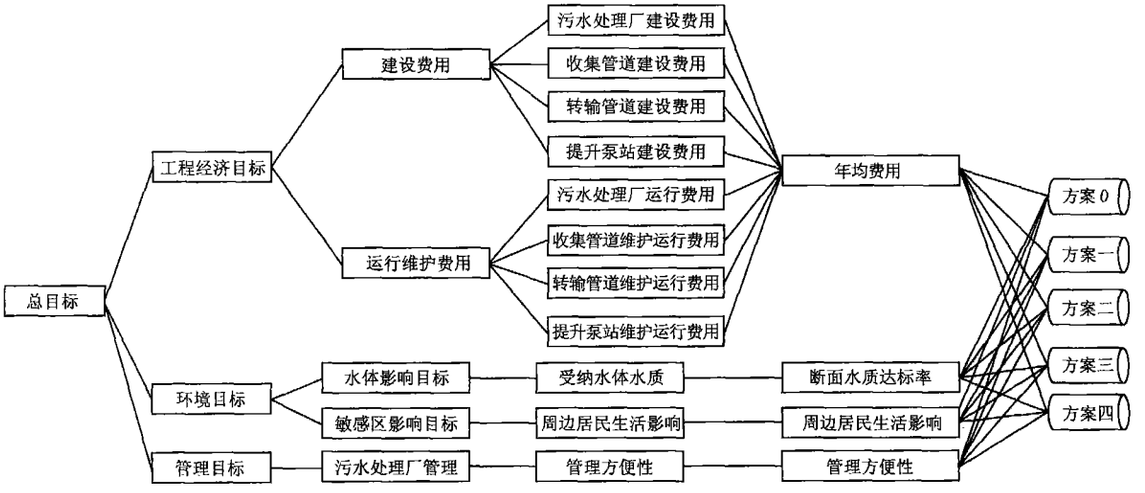

图 9　规划方案评价指标体系

(4)方案优选。从表2可以看出,方案四即相对集中相对分散的规划方案的投资费用最低,同时在2020年的水质模拟结果也相对较好,而且其在管理上也较为方便可靠。相对集中相对分散的布局模式更为符合佛山市的基本情况,无论是从单项指标评价还是综合评价的角度,方案四都是较优方案,最后确定方案四为可以实施的优选方案。

5 阶段实施方案的制定

在获得优选方案的基础上,还需要确定具体的污水处理系统实施计划。其各阶段建设规模,除了参考各阶段预测来水量之外,还需要参考以下原则:

(1)要保证规划各阶段的控制断面水质达标率达到广东省和佛山市政府关于水环境保护的目标。

(2)远期重点考虑环境水质达标情况确定建设规模,近期主要考虑经济能力先建设最为必要的污水处理厂。

(3)污水处理系统的建设要配合河流综合整治工作的开展。

(4)各阶段污水处理厂的规模的确定还要保证各阶段的污水处理率达到省市政府的目标。

参考以上原则,给出相应的阶段实施计划,各个区的计划见表3,由于篇幅有限,各个区的具体实施计划此处不再给出。该实施计划可以保证2006年佛山市污水处理率达到81%,2010年达到91%,2020年全部处理。

表3 污水处理厂分阶段实施计划

序号	行政区	2020年总规模/万 m^3/d	2010年底前规划规模/万 m^3/d	2006年底前规划规模/万 m^3/d
1	禅城区	127	66	61
2	高明区	17.1	12.8	11
3	南海区	100	56	33.5
4	三水区	45.5	22.5	10.6
5	顺德区	100	43	28.5
6	总计	389.6	200.3	144.6

6 结论

在佛山市污水处理系统规划研究中,所采用的规划方法主要具有以下几个特点:

(1)提出污水处理系统单元的概念,通过单元解析,确定各基本服务区的污水量和污染物排放负荷,是污水处理系统规划方案生成的基础。

(2)通过河网水质模型将水量和水质规划相结合,建立地表水环境质量与污水处理系统的关系,通过优化污水处理厂的布局,充分发挥其水环境污染控制的功能。

(3)采用多目标决策分析的技术,将定性决策转变为定量决策,提高了规划方案决策的科学性。

这种规划方法适用于中等城市市域范围内的污水处理系统规划,属于区域规划的范畴。目前在我国部分地区,经济已经有了较大的发展,但地表水环境质量还不容乐观的情况下,这种规划方法具有较大的实用性和应用价值。

参考文献

1 欧志丹,程声通,贾海峰. 情景分析法在赣江流域水污染控制规划中的应用. 上海环境科学, 2003,22(8):568~573

2 高朗,程声通. AHP与SMART方法在环境工程方案评比中的应用. 辽宁城乡环境科技, 1997, 17(4):1~3

3 程声通,高朗. 工程方案选择的权重-属性决策分析方法. 环境科学. 2000,5:31~35

4 王富康,王曙光,等. 工业废水和城市污水处理技术经济手册. 北京:清华大学出版社. 1992

5 邵玉林. 天津市工业污染治理费用函数研究. 城市环境与城市生态, 1999,12(1):29~32

◎E-mail:jhf@tsinghua.edn.cn

收稿日期:2004-04-27

浙江舟山市将调整自来水价

浙江舟山市现行水价与邻近地区比较,相对偏低,难以有效补偿水务设施建设投入和有效调控水资源的优化配置,也不利于确立水作为战略资源的地位,不利于改变水资源浪费现象。为听取各界人士对调价方案的意见,市物价局将举行价格听证会。调价后自来水价格分居民用水、经营性用水、非经营性用水及特种行业用水四类。

(泓 玥)