

东莞市城市污水排放量预测

苏一兵,邓义祥,李子成,于 涛

(中国环境科学研究院,北京 100012)

摘要 以东莞市为例,将污水来源分为生活污水和工业污水,生活污水依赖于常住、暂住人口数量和人均用水量,工业污水依赖于工业增加值和万元工业增加值用水量。将数理统计方法和污水来源追踪分析相结合,探讨了城市污水量预测的方法。

关键词 污水排放量 预测 Logistic 模型 城市污水

中图分类号 X52 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2007)S2-0091-03

城市污水量的预测是制订水污染防治规划的基础。由于污水量的来源非常复杂,因此对污水量的预测并没有统一的方法。国内对污水量的预测有大量的相关研究。张宏伟等^[1]对某市的污水量预测采用了多元回归方法和神经网络方法。李梅等^[2]采用系统动力学的方法对城市污水再生回用系统进行了预测。此外 GM(1,1)灰色预测方法在城市污水量预测中也有应用^[3-4]。这些方法虽然操作比较简单,但由于对污水来源和生成机理的研究较为欠缺,因此进行长期预测时往往误差较大。分析污水来源,根据用水量来预测污水产生量是一种更具科学性的方法。关于用水量的预测,傅春等^[5]将未来发展需水量分为人口生活需水、工农业需水和保护生态环境需水 3 个组成部分,从而使用水量预测具有更为坚实的理论基础。但由于不同的区域具有不同的特点,污水的成因较为复杂,例如人口的组成特点不同、经济的发展使得万元产值对水的需求量可能降低等,都可能对用水量和污水量的预测结果产生影响。因此只有结合具体的城市特点,才能进行较为准确的预测。以人口和宏观经济的发展为基础,对东莞市污水量进行了近期和中远期预测。

1 问题识别分析

1.1 东莞市城市污水排放特点

东莞市位于珠江三角洲下游,经济高度发达。但近年来,由于水污染物控制进程滞后于快速的开发建设活动,河流环境质量出现了明显恶化的态势。因此迫切需要制订相应的水环境整治规划,而

城市污水量的预测是制订规划的基础。根据污水来源的性质,将东莞市城市污水分为生活污水和工业废水。污水排放量与用水量直接相关,要预测污水量,首先要预测生活用水量和工业用水量。

生活用水量取决于人口数量和人均用水量。东莞市是我国重要的制造业基地,除了户籍人口以外,还有大量的暂住人口,暂住人口为户籍人口的 3~4 倍。东莞市的户籍人口又可分为农业人口和非农业人口。由于东莞市农村城市化高度发达,经济水平普遍较高,而水资源相对比较丰富,因此制约人们用水量的经济因素并不是很强。但暂住人口和户籍人口的生活条件和生活方式有很大的差异,暂住人口以集体居住方式为主,户籍人口基本上都有自己的住房,两者在洗浴、做饭、洗衣等耗水量较大的用水方式上具有明显的不同。因此,在预测东莞市生活用水量时,只考虑到户籍人口和暂住人口的差别,而不考虑农业人口和非农业人口的差别。

工业污染负荷与工业用水量具有密切的关系。工业用水量与工业规模、用水效率有关,采用万元工业增加值所消耗的水量和工业增加值的预测结果来预测工业用水量。经验表明,随着经济的发展,工业增加值提高的同时,万元工业增加值所消耗的水量逐渐降低。这是因为随着经济发展,一方面对水的需求增加,企业有减少单位产值用水量的外在压力;另一方面企业经济水平提高以后,有更强的技术力量来降低单位产值对水资源的消耗;最后,经济的发展将带动产业结构的调整,高耗水、高污染的企业将逐渐被淘汰,而技术含量高、资源节约型的企业将逐

步取代传统产业,带来单位产值用水量的减少。笔者认为万元工业产值用水量这一指标进行预测是一种可行而有效的方法。

综合考虑生活污水和工业污水,以及户籍人口的暂住人口的差别,形成东莞市城市预测污水量的技术路线,见图 1。

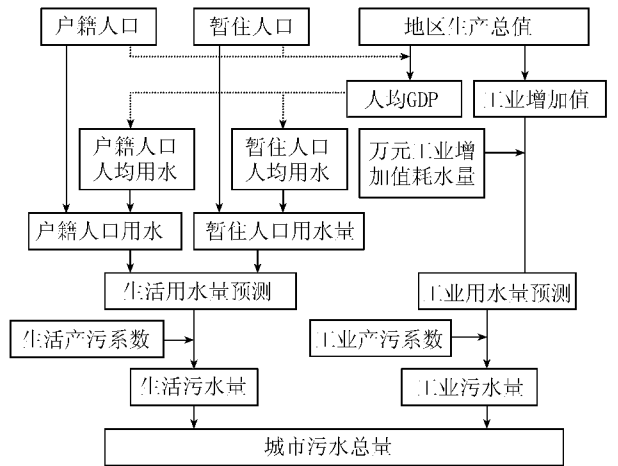


图 1 预测污水量技术路线

1.2 预测基准年情况

采用 2005 年作为预测基准年。根据东莞市 2005 年实际用水量,再由经济和人口数据进行校核,确定最终的用水量,见表 1。

表 1 东莞市 2005 年用水量

全市用水量/ 万 t	生活用水		工业用水	
	用水量/万 t	所占比例/%	用水量/万 t	所占比例/%
161 563	86 492	53.53	75 071	46.47

2 东莞市人口和社会经济预测

2.1 GDP 和工业增加值预测

采用经济增长率的方法预测 2010 ~ 2020 年的 GDP 数据。根据《东莞市国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》,2005 ~ 2010 年,即“十一五”期间,东莞市经济年平均增长率为 13%。考虑到随着经济的发展,经济总量增大以后经济增长速度会逐渐放低,因此预测 2010 ~ 2015 年经济年平均增长速度为 10%,2015 ~ 2020 年经济年平均增长速度为 6%。

采用工业增加值占 GDP 的比例来预测工业增加值。工业增加值与经济发展具有直接的关系,经济发展水平越高,第三产业越发达,因此工业增加值所占的比例趋于减小,但东莞市制造业发达,甚至是很多镇的支柱产业,因此工业增加值占 GDP 的比例变化具有自身的特点。采用 Logistic 函数^[6-7]进行人均 GDP 与工业增加值占 GDP 比例之间的函数关系模拟,进而预测出工业增加值,见表 2。

表 2 东莞市 GDP 和工业增加值预测 万元

年份	GDP	工业增加值
2010	40 210 042	24 980 891
2015	64 758 675	40 506 250
2020	86 661 716	54 417 570

2.2 人口预测

东莞市户籍人口和暂住人口的增长具有不同的特点,同时由于生活条件的差异,本地人口和外地人口在用水量上具有一定的差别,因此需要进行分别预测。户籍人口由于具有相对稳定性,可以采用 Logistic 模型进行预测。暂住人口数量年变化大,规律不甚明显,但增长趋势是明显的。从 2001 ~ 2005 年,暂住人口增长了 26.18%,年平均增长 5.99%。考虑到东莞市暂住人口基数增大,预测 2005 ~ 2010 年期间暂住人口年平均增长 4%,2010 ~ 2015 年年平均增长 3%,2010 ~ 2015 年年平均增长 2%。对户籍人口和暂住人口预测,得出东莞市总人口,见表 3。

表 3 东莞市总人口预测

年份	户籍人口	暂住人口	总人口
2010	175.73	710.54	886.27
2015	186.85	823.71	1 010.55
2020	197.46	909.44	1 106.90

3 东莞市污水量预测

3.1 工业废水量预测

根据东莞市水资源公报,可获得 2001 ~ 2004 年的工业用水量,2005 年的工业用水量是污染源分析调查的结果。采用 Logistic 模型来预测工业增加值与工业增加值用水量的关系,模型的模拟值与真实值见图 2。

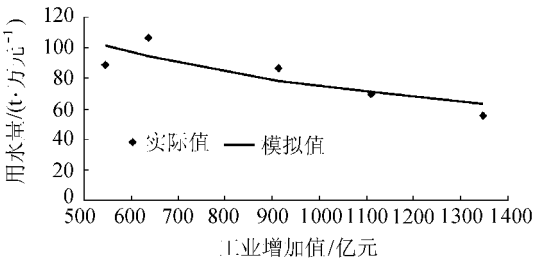


图 2 东莞市万元工业增加值用水量

模型的模拟曲线能够较好地反映万元工业增加值用水量的变化规律,预测 2010 ~ 2020 年万元工业增加值用水量的变化规律,预测 2010 ~ 2020 年万元工业增加值用水量。根据工业增加值的预测结果,计算东莞市工业用水量,排水率为 0.85,东莞市工业废水量的预测结果见表 4。

3.2 生活污水量预测

根据对户籍人口和暂住人口生活特点,户籍人口人均用水量大约为暂住人口人均用水量的 1.5

倍。人均生活用水量与经济发展水平相关,以人均 GDP 代表经济发展水平。采用 Logistic 成长模型,得东莞市 2001~2005 年户籍人口用水量模拟值与实际值(图 3)。根据 2010~2020 年人均 GDP 的预测结果预测出人均用水量变化情况,见表 5。从表中可以看出,东莞市人均用水量已经基本达到饱和,2010 年以后,人均用水量不会有显著的变化。

表 4 万元工业增加值用水量的预测结果

年份	工业增加值/亿元	工业增加值用水量/(t·万元 ⁻¹)	工业用水量/亿 t	工业废水量/亿 t
2010	2498	45.5	11.4	9.7
2015	4051	36.4	14.8	12.5
2020	5442	32.8	17.8	15.2

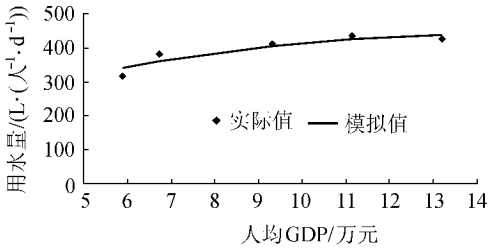


图 3 东莞市户籍人均生活用水量随人均 GDP 的变化

根据东莞市户籍人口、暂住人口的预测结果和户籍暂住人口每人日均用水量,可以对东莞市生活用水量进行预测。采用 0.90 的排水率,计算东莞市 2010~2020 年的生活污水量,预测结果见表 5。

表 5 东莞市生活用水量和污水量预测 亿 t

年份	户籍人口用水量	暂住人口用水量	合计用水量	合计污水量
2010	2.9	7.9	10.8	9.7
2015	3.1	9.1	12.3	11.0
2020	3.3	10.1	13.4	12.0

3.3 污水总量预测

根据工业废水量和生活污水量的预测结果,得到污水总量的预测结果,见表 6。东莞市 2010~2020 年污水量呈逐年上升的趋势,工业废水量和生活污水量接近。

表 6 东莞市污水量预测

污水总量/亿 t			工业废水量所占比例/%		
2010 年	2015 年	2020 年	2010 年	2015 年	2020 年
19.4	23.6	27.2	49.9	53.2	55.8

参考文献：

[1] 张宏伟,岳琳,王亮.城市污水排放量预测模型研究[J].中国给水排水,2005,21(9):40-42.

[2] 李梅,黄廷林,除志嫻.系统动力学在城市污水再生回用系统中的应用[J].数学的实践和认识,2005,38(8):78-83.

[3] 刘海洋,戴志军,桓曼曼.广州市污水排放分析及预测[J].重庆环境科学,2002,24(1):62-65.

[4] 林锰杰,高京广.广东省废水排放量预测及宏观控制研究[J].广东工业大学学报(社会科学版),2003,3(S):165-167.

[5] 傅春,吴久安.我国未来发展需水量预测[J].农业系统科学与综合研究,2000,16(4):251-255.

[6] 张宏达,杨曦.深圳市污水量预测方法探讨[J].市政技术,2006,24(1):52-54.

[7] 余爱华.Logistic 模型的研究[D].南京:南京林业大学,2003.

(收稿日期 2007-06-25 编辑 舒建)

《水利经济》征订启事

中国科技核心期刊 全国水利系统优秀期刊 全国农业系统优秀期刊
(邮发代号 28-252,CN32-1165/F,双月刊)

《水利经济》是河海大学与中国水利经济研究会共同主办的以技术性为主、兼顾学术性和管理性的科技期刊。《水利经济》1983 年创刊,是全国水利经济研究领域唯一的专业期刊。国内外公开发行。

主要刊登内容 水利经济学基本理论 水利水电建设中的经济效益、社会效益和环境效益分析,工程经济评价和财务评价,工程投资的筹集与费用分摊研究,以及水利工程的经济管理研究 水库移民及土地淹没赔偿中的经济问题研究 水利事业在社会经济发展中的作用和地位研究 水利事业和水利建设的管理体制体制改革研究等。

主要读者对象 从事水利经济工作的水利行业、环保行业、农业行业的有关工程技术人员、科研人员、管理人员以及大专院校师生。

订阅办法 读者可通过邮局订阅,也可直接汇款至编辑部订阅。每期定价 6 元,全年 6 期共计 36 元。

编辑部地址 210098 南京西康路 1 号 河海大学《水利经济》编辑部

联系电话:(025)83786350 传真:(025)83786350 E-mail:jj@hhu.edu.cn