

中国北方城市水行业管理研究项目

摘要报告

研究项目专家组呈交：

世界银行
中华人民共和国建设部

2005

目录

前言	i
致谢	ii
缩写	iii
第一章 介绍.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 研究范围.....	1
1.3 研究团队.....	2
第二章 供水企业绩效评价系统研究.....	3
2.1 介绍.....	3
2.2 供水行业投资量化分析与预测.....	3
2.2.1 研究对象及范围.....	3
2.2.2 数据来源.....	3
2.2.3 历史投资分析.....	3
2.2.4 投资预测.....	5
2.2.5 结论.....	7
2.3 供水企业绩效评价系统研究.....	8
2.3.1 绩效评价系统的建立方法.....	8
2.3.2 绩效系统指标.....	8
2.3.3 绩效评价系统的建立.....	10
2.3.4 供水企业绩效分析.....	11
2.4 关键问题识别.....	12
2.4.1 水资源问题.....	12
2.4.2 供水设施.....	13
2.4.3 供水服务.....	13
2.4.4 财务状况.....	13
2.4.5 供水管理.....	14
2.4.6 建议.....	14
第三章 污水企业绩效评估系统研究.....	16
3.1 简介.....	16
3.2 研究区域和研究方法.....	16
3.3 投资调查与预测.....	17
3.3.1 中国污水行业发展的历史回顾.....	17
3.3.2 1995-2003 的研究范围和投资概要.....	18
3.3.3 发现和讨论.....	19
3.3.4 投资预测.....	21

3.4 案例分析和关键问题.....	22
3.4.1 城市和污水处理厂案例分析.....	22
3.4.2 案例分析发现和讨论.....	24
3.4.3 结论和技术方案.....	34
3.5 绩效评估系统及数据库.....	35
3.6 绩效评估系统应用指南.....	39
第四章 城市污水再生利用研究.....	41
4.1 引言.....	41
4.2 研究方法.....	41
4.3 再生水厂案例研究.....	41
4.4 主要问题和调研结果.....	42
4.5 建议.....	43
4.6 最佳经验和技術选择.....	46
4.7 结论.....	46
4.8 最终报告的格式.....	48
第五章 小城镇水管理研究.....	49
5.1 导言.....	49
5.2 目标.....	50
5.3 研究范围.....	50
5.4 研究方法.....	50
5.5 研究地区社会经济与环境状况.....	51
5.6 被调查地区的供水状况.....	56
5.7 被调查地区的污水处理状况.....	60
5.8 建议.....	62
第六章 水行业监管与体制研究.....	64
6.1 前言.....	64
6.2 监管与体制研究.....	64
6.3 水业改革：任重道远.....	65
6.4 政策法规框架.....	65
6.5 城市调研与案例分析.....	67
6.5.1 中国城市水业市场化改革面临的主要挑战.....	67
6.5.2 改革方向.....	69
6.6 绩效管理.....	70
6.7 成果与建议.....	72
附录 1 中国北方城市水管理研究项目专题报告.....	75
附录 2 中国北方城市水管理研究项目参加人员.....	76

前言

中国北方正面临着世界上最严峻的水环境质量管理问题。相对较低的水资源占有率，高度密集的人口，以及飞速发展的经济导致严重的水资源短缺以及区域河流，湖泊，沿海区域的水资源退化。荷兰政府通过世界银行-荷兰水资源联合基金批准一项赠款，用于研究如何实现中国城镇供水和污水设施巨大的投资需求，以及如何提高供水和污水企业的绩效。在世界银行和中国建设部的共同努力和领导下，中国北方城市水行业管理研究项目对上述问题进行了调查研究，对城市水行业的发展策略提出了建议。本研究指出了水行业的关键问题，探讨了投资的趋势，并实验性应用了绩效指标评估系统。研究成果在政策制定，改善企业管理，以及完善私营企业参与水行业诸多方面提出了适用性的意见。本研究课题由众多经验丰富的专家所承担。尽管世界银行和建设部在质量保证上提供了大力支持，但研究的结果未必代表世界银行或建设部的观点，读者应对研究中的数据 and 结论做出独立合理的判断。

中国供水和污水处理企业运行及财务绩效表现差异很大，有必要应用全面的绩效系统进行系统的研究。在供水企业的研究中，试用的绩效指标评估方法获得了很有价值的成果并对进一步的研究提供了一个平台。在本研究的过程中发现，污水处理企业的绩效分析非常困难。这主要是由于大部分城市污水系统，尤其是污水收集系统，目前缺乏完善系统的信息资料。研究表明，企业的绩效的改善可极大的提高供水系统的服务和质量。

污水再生利用是一项国家政策，是解决中国北方供水需求的重要方法之一。然而，研究显示，在北方缺水城市中再生水利用正在积极的推进，然而，有效利用再生水是一项复杂的过程。许多城市中的污水回用项目面临着诸多问题，如水质问题，过高的需求预测问题，以及财政方面的问题。研究表明，在污水回用项目投资之前，对于市场的需求与要求必须进行细致的可行性研究。

本研究中亦包括了小城镇供水与污水处理的特殊问题。水污染负荷中，小城镇的排放占据了重要的比例。然而，不少小城镇没有财政资源或技术能力来解决复杂的污水管理问题。寻求创新的途径去支持这些小城镇改变现状将是一项主要的挑战。

最后，本研究强调了建立更加完善的机构和法规制度是水行业改革的重要基础。由于中国处于向市场经济转型的过程，为确保供水和污水企业在财务方面可持续的发展，推进投融资机制的改革以及允许并鼓励多种经济成分的参与就显得越发重要。所有这些改革与发展均需在一个更加完善的法律法规体系中进行。

水行业面临的挑战是巨大的，但是中国政府和人民有能力和意愿承担这项重任。世界银行将继续通过贷款和技术援助对中国政府在水行业政策与技术领域提供全方面的支持。建设部将继续完善并推进城镇水行业方针政策和管理体制改革的改革，指导中国城镇实现可靠的供水体系和水污染治理的目标。

世界银行城市发展部 东亚及太平洋地区基础设施局 局长
凯沙夫 瓦玛

中华人民共和国建设部 城市建设司 副司长
张悦

致谢

在一个幅员辽阔的地区进行水行业各个方面的深入研究,如果没有众多个体的敬业精神和政府的大力支持,是无法实现的。在此期间,世界银行的崔诚洙(Songsu Choi)博士,博奥德(Greg Browder)博士,金宇博(Hubert Jenny)博士,以及建设部的张悦先生和陈新女士对本研究项目提供了非常宝贵的指导和支持。

在本项目的研讨会上,世界银行和建设部邀请了100多名中国水行业资深专家和官员对研究成果进行了评估。他们需要自费承担在北京参加研讨会的所有交通和住宿费用,并无偿的工作。他们以无私的态度,对本研究项目做出了巨大的贡献。上述资深专家,学者和官员的姓名见本报告附录2。

在众多的案例城市调研过程中,许多供水和污水公司以及当地政府的工作人员为项目专家提供了极其有价值的资料,提出了很多宝贵的意见,并允许我们的专家查阅了企业的运行管理记录与报告。虽然无法将他们的姓名一一列举,在此对他们的贡献表示衷心的感谢。

世界银行北京办公室的业务助理侯健女士和郭雪梅女士承担了大量繁杂的行政工作,尤其是世界银行内部合同管理及财务管理方面的协调工作。

作为研究组成员,钟丽锦小姐,朱凌云女士和黄俐女士,在与案例城市及参加研讨会评审专家的协调方面,承担了繁重的联络工作。在此,也向他们为研究项目及研讨会成功所做出的努力表示感谢。

另外,我们还要感谢承担本项目的各个咨询机构和大学的工作人员,助理及学生们,他们担负了大量的基础工作,例如数据录入,计算校核以及报告编辑等等,对研究项目的成功作出了巨大贡献。在此我们对这些默默无闻的工作人员致以深深的谢意。

最后,我们还要对为本研究项目提供资金支持的荷兰政府表示最诚挚的感谢。我们相信本研究项目将对中国水行业的发展产生积极的推动作用并使研究区域内的七亿多人口受益,这将对研究资金的最大回报。

谨代表承担本研究项目的国内外全体专家,

赵齐宏博士

项目主任

缩写

ADB	亚洲发展银行
BOD	生化需氧量
BOT	建设 - 运营 - 转让
COD	化学需氧量
EPB	环境保护局
GDP	国民生产总值
IWA	国际水协
MOC	建设部
MWR	水利部
PPP	购买力评价指数
PRC	中华人民共和国
RMB	人民币
SDRC	国家发展和改革委员会
SEPA	国家环境保护总局
WB	世界银行
WTP	水处理厂
WWTP	污水处理厂

第一章 介绍

1.1 背景

荷兰政府向世界银行提供了一项研究基金,用于援助世界银行和中国政府研究中国北方城市水行业管理中优先考虑的问题。经过与中华人民共和国建设部的商讨,确定研究的课题为中国北方城市水行业管理。此项研究涉及中国北方 14 个省市,由国内和国际咨询专家共同承担,于 2004 年 4 月正式启动,并于 2005 年 10 月完成。

本研究进行了大量的数据收集和分析并提交了众多的工作报告(如附录 1 所列)众多的工作报告。本摘要报告综述了本研究的主要成果和建议,建议有兴趣的读者查阅本报告附带 CD 光盘上的详细内容。

1.2 研究范围

本研究针对中国长江以北 14 个省市的北方城镇水行业的管理,包括北京、天津、河北、河南、山东、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、陕西、和湖北、安徽、江苏三个省中长江以北的区域。并对具有代表性的城市进行了详细的案例调查。

本研究包括以下 5 个子课题:

课题 A: 供水行业投资与运行研究

课题 B: 污水行业投资与运行研究

课题 C: 城市污水再生利用研究

课题 D: 小城镇水管理研究

课题 E: 水行业监管与体制研究

全部课题涵盖了有关供水和污水管理的以下方面:

- 1) 城镇供水和污水过去十年的投资分析及未来十年的投资预测。
- 2) 水行业机构与法规的构成与发展。
- 3) 通过案例分析调查水行业投资和运营效率的关键问题和约束条件。
- 4) 设计并实验绩效指标 (PI) 和评估系统。
- 5) 提出提高运行效率的经验与建议。
- 6) 提交研究报告和指导手册。

每一课题的详细工作范围请参阅本摘要报告的相关章节。

本研究于2004年5月启动,首先进行了两个月的初步调查,在2004年6月至8月期间,各研究课题组向世界银行和建设部提交了5份初始研究报告。2005年1月底之前,五个课题组开展了6个月的数据收集和现场访问。课题A和课题B专家组分别调查了10个案例研究城市,同时课题C专家组调查了6个北方城市污水回用项目。课题D专家组针对河南省和江苏省的长江以北16个县级城关镇进行了调查。课题E专家组调查了5个不同水行业机构模式的城镇。数据分析和工作报告的准备历时4个月,直到2005年5月结束。2005年6月,世界银行和建设部邀请了100多名全国各地水行业的专家和政府官员(名单见附录2),在北京举行了为期2天的项目研讨会,对研究成果进行了探讨和评估并提出了宝贵意见。课题专家组根据研讨会的评估结果对报告进行了修改后提交了最终报告。

1.3 研究团队

本研究由中外双方专家共同承担,国际专家并提供其他国家的先进经验及案例,世界银行东亚城市部负责本项目的实施管理。世界银行的崔诚洙(Songsu Choi)博士任项目经理,博奥德(Greg Browder)博士任课题A的负责人,金宇博(Hubert Jenny)博士任课题B的负责人,顾立欣博士任课题E的负责人,Edouard Motte博士任课题C的负责人,Jostein Nygar博士任课题D的负责人。

建设部科学与技术司科技处副处长陈新女士和建设部城市建设司副司长张悦先生作为本项目的中方负责人对项目进行指导和监督。

所有的中外专家均依照世界银行的采购指南由世界银行聘用。赵齐宏博士作为世界银行的项目协调员负责项目管理。同时亦作为供水与污水方面专家参与了课题A和课题B的研究。国际专家有Lionel Huet先生(法国)(课题A),Merv Palmer博士(加拿大)(课题B和课题D),金印洙(In S Kim)教授(韩国),John Anderson先生(澳大利亚)(课题C),Keith Stallard先生(澳大利亚),及Michael Rouse先生(英国)(课题E)。

四十多位国内咨询专家主要来自于国内的四个机构:课题A由深圳利源水务设计咨询有限公司承担,课题C由CDM国际有限公司和国家城市用水和污水处理回用研究中心承担,课题D由南京大学承担,课题E由清华大学承担。主要咨询专家如下:

课题A: 张金松博士(项目负责人),主要研究专家周令女士,刘茜女士及李继博士

课题B: 主要研究专家马中教授,马悦女士,刘东方博士

课题C: 郑兴灿博士(项目负责人),主要研究专家孙永利先生,尚巍女士,及颜秀勤女士

课题D: 毕军教授(项目负责人)

课题E: 傅涛博士(项目负责人),主要研究专家常杪博士,钟丽锦女士,朱玲云女士

第二章 供水企业绩效评价系统研究

张金松 博士

2.1 介绍

该报告对供水需求预测准确性、饮用水水质标准趋严的影响、安全淡水资源匮乏和中小城市供水能力不足等供水行业的一系列关键问题进行了识别和阐述。在对可用统计数据进行深度分析，并选取 10 个代表性城市进行案例研究的基础上，报告对 2005-2010 年间供水行业的投资需求进行了预测。各省（地区）和不同规模类型的城市之间的差异突出表现在以下几个方面：（i）安全水资源的可用性 （ii）供水设施的合适性及其使用效率 （iii）可支配的投资资金总额。本报告还分别对特大型、大型、中型和小型城市（按人口规模划分）的投资需求进行了分析和描述。报告还特别注意到了作为研究地区的 14 个省市的地理分布。

本研究建立了一个绩效评价系统（暂定）的框架。通过这套系统对不同的供水企业进行比较和评价，对于提高企业效率将起到重要作用。在识别和确认投资需求和评估投资机会的过程中，该系统可作为评估现有供水企业的供水能力，供水效率和可靠性的辅助性工具。

中国北方地区水质研究项目的供水部分包括以下 3 部分：投资分析和预测、绩效评估系统和关键问题识别。

2.2 供水行业投资量化分析与预测

2.2.1 研究对象及范围

投资量化分析及预测研究的主要对象为中国北方地区 14 省/直辖市和按人口数量划分的四类城市，研究内容主要分为历史投资分析和未来投资预测两部分，历史投资分析主要研究了 1996 年~2003 年间各地区及各类城市供水量、供水能力、管网长度等指标的变化情况及供水投资概况。本研究主要是根据现有供水设施更新和改造的需要对未来 6 年的供水投资做出预测。

2.2.2 数据来源

投资预测涉及数据的来源主要有三方面，其一是国家或省市的统计年鉴，如《中国城市统计年鉴》和《中国城市建设统计年报》，有关各城市的人口、GDP、用水量、供水能力、管网长度等数据都参考了这两个资料；其二是行业统计年鉴，主要有《城市供水统计年鉴》，其中参考的数据有供水企业运营信息，如：供水售水、供水服务、生产经营管理、财务经济、水价等；其三是政府行业网站，如建设部、统计局、中国水星及中国水网等政府和专业网站。

2.2.3 历史投资分析

过去 8 年间，北方各地供水投资总额为 579 亿元，其中约有 50% 用在特大城市的供水建设上，大型、中型和小型城市各占 17% 左右。从地区分布来看，山东省的投资额最多，达到

了 89.7 亿元，天津市最少，仅 17.8 亿元。图 2-1 给出了北方城市的年均人均投资分布。

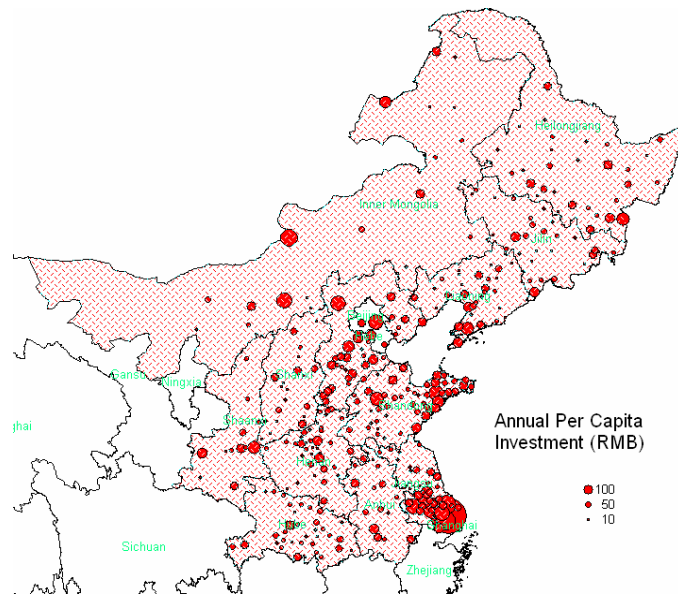


图 2-1. 年均人均投资（元/人/年）

通过对历年城市固定资产投资的分析发现，地方财政拨款、国内贷款和自筹资金是供水投资的主要来源，这三部分所占的比例达到总投资额的 80% 以上。但是随着中国供水行业市场化改制的进一步深入，可以预计，外资及民间投资的力度将会不断加大。

投资去向根据供水设施建设规模和投资单价估算，将去向划分为原水、水厂、管网三部分，详细数据参见表 2-1。

表 2-1 1996-2003 年间供水投资去向分析结果（单位：亿元人民币）

城市规模		特大	大型	中型	小型	合计
水源投资（亿元）		18.3	12.7	16.4	19.4	66.8
新建设施（万 m ³ /天）	地表水	777.95	431.24	392.54	425.47	2027.2
	地下水	253.35	155.64	229.68	236.29	874.96
平均投资（元·m ³ /天）	地表水	92.1	117.2	129.5	155.4	—
	地下水	249.7	275.34	305.38	326.20	
水厂投资（亿元）		54.2	35.4	35.8	44.0	169.4
新建设施（万 m ³ /天）	地表水	777.95	431.24	392.54	425.47	2027.2
	地下水	253.4	155.6	229.7	236.3	875
平均投资（元·m ³ /天）	地表水	737.88	864.16	925.71	1055.53	—
	地下水	108.8	128.6	151.9	168.1	—
管网投资（亿元）		173.3	53.1	38.9	34.9	300.2

城市规模	特大	大型	中型	小型	合计
新建管网长度 (km)	16474.7	7625.1	9247.2	11163.3	44510.2
平均投资 (万元/km)	68.46	51.10	32.65	18.80	—
合计	245.8	101.2	91.1	98.3	536.4
2000 年非农业人口 (万)	5204	2407	2265	2158	12034
年均人均投资 (元/人/年)	59.0	52.6	50.3	56.9	55.7

注：本表中平均投资是根据不同设施规模下的投资单价插值或外推得到。单个城市的设施规模根据国内供水企业统计资料进行分析和推算。水源投资未包括大中型引水工程项目。

2.2.4 投资预测

(1) 预测方法及技术路线

投资预测技术路线参见图 2-2，具体到各部分的预测方法见下文。

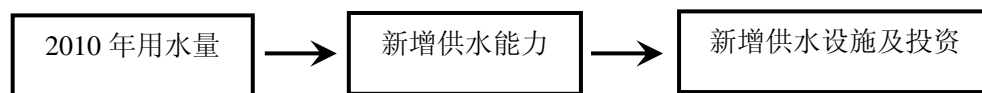


图 2-2 投资预测技术路线

(2) 用水量预测

报告采用两种方法对未来需水量进行预测，并将两个结果进行对比及误差分析，从中选取更为合理的一个作为供水需求的预测结果。方法一是通过纯粹的回归分析进行预测，回归变量为人口和年份，先预测出总需水量，进而再计算出各省及四类城市的需水量。这一方法是基于以下假设：未来用水量的影响因素及这些因素对水量的影响与历史情况相同。方法二是将用水量分为综合生活用水和工业用水，分别选用不同的回归变量进行预测。前者的影响因素为用水人口，后者的影响因素较为复杂，通过万元产值用水量和弹性系数法进行预测。

(3) 新增供水设施及投资预测

新增供水设施的预测方法与投资去向的计算方法相同，新增供水投资分为新建投资和更新投资两部分，新建投资额的估算同样采用投资定额和建设规模结合计算的方法¹；更新投资主要考虑了管网和水厂的更新，管网的更新投资按照管网更新率来计算，水厂更新改造主要考虑是水质标准提高对部分水厂的影响和深度处理工艺为供水行业带来的追加投资。

(4) 投资预测结果

水量预测方法之一是单纯的回归分析。方法二将水量预测分为生活用水和工业用水。生活用水与用水人口相关性高，用水人口预计未来年均增长率为 2.7%，生活用水量年增长 2%，

¹ 未考虑水源工程中引水和输水工程

2010 年达到 136.6 亿 m³。工业用水量分别根据万元产值耗水量法和弹性系数法预测。历史分析表明，万元产值用水量随年份稳步下降（对数线性回归方程 R² 达到 0.98），未来用水量以年均 3.4% 的速度降低；1996-2003 年工业用水弹性系数则在 -0.5 ~ -0.025 之间波动，平均为 -0.24。

表 2-2 用水量预测结果

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
方法一	219.7	219.9	220.5	221.6	223.2	225.3	228.0
方法二	低方案	216.4	215.4	214.5	213.8	213.2	212.4
	中方案	218.3	218.3	218.3	218.4	218.6	218.9
	高方案	220.6	222.9	225.2	227.5	229.8	232.1

各城市新增供水能力见图 2-3，对城市的统计结果见表 2-3。

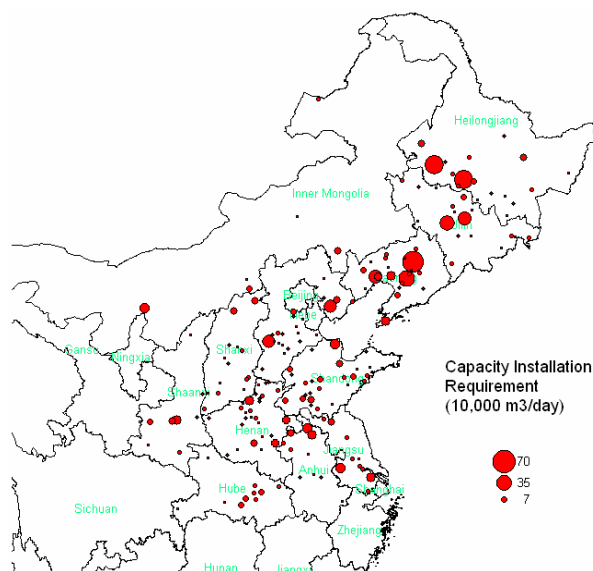


图 2-3 新增供水能力分布（基准方案）²

表 2-3 新增供水能力预测结果

城市规模	需新增供水能力城市数（个）			新增供水能力（万 m ³ /日）		
	高方案	基准方案	低方案	高方案	基准方案	低方案
特大城市	16	15	14	507	447	395.4
大型城市	25	23	17	238.5	189.4	148.8
中型城市	44	41	38	238.8	188.7	142.6
小型城市	118	113	110	337.0	275.6	217.0

² 北京数据未在图中标示，根据北京规划资料预计，未来北京新建 140m³/d 供水规模。

城市规模	需新增供水能力城市数(个)			新增供水能力(万 m ³ /日)		
	高方案	基准方案	低方案	高方案	基准方案	低方案
合计	203	192	179	1321.3	1100.7	903.8

表 2-4 供水投资预测结果*

项目		基准方案	高方案	低方案	备注
水源	新建取水工程	16.1	19.4	13.0	±20%
	新建引水工程	不确定	不确定	不确定	—
	新建输水工程	不确定	不确定	不确定	
水厂	新建	118	142.3	96	±20%
	改造	28.9	28.9	28.9	
管网	新建	328.6	359	298	±10%
	更新改造	118.8	148.5	89.1	±30%
合计(亿元)		610.8	698	525	±15% (不含引水和输水工程)

注：不考虑引水和输水工程投资

2.2.5 结论

- 过去 8 年间,北方各地供水投资总额为 579 亿元。特大城市的投资最大,约占 50%,大型、中型和小型城市各占 17%左右。从地区分布来看,山东,江苏,辽宁省的投资额最大,分别达到了 89.7、73.2 和 61.3 亿元,天津最少,只有 17.8 亿元。
- 地方财政拨款、国内贷款和自筹资金是供水投资的主要来源,这三部分所占的比例达到总投资额的 80%以上。随着中国供水行业市场化改制的进一步深入,可以预计,外资及民间投资的力度将会不断加大。
- 投资去向通过投资单价估算,水源、水厂和管网的投资分别占 20%、29%和 51%。对结果的校合分析表明,各类城市及各地区的投资估算结果与实际值的符合较好,说明计算结果比较合理。
- 用水量预测结果表明,在未来的 6 年里,随着用水人口的增长,综合生活用水量将以每年 1.8%的速度缓慢增长,工业用水量将不断下降,总用水量将会维持在 2003 年水平。
- 综合考虑未来用水量变化、现有供水设施闲置、限采地下水政策等因素,对未来供水能力进行预测。报告中设定了低中高三种情景(方案),基准方案(即中方案)下,预期 2010 年北方地区地下水开采将在 2003 的基础上压缩 37.4 亿 m³,相应地有超过 50%的城市(192 个)需要新增供水能力共计 1100 万 m³/日,其中特大城市所占比例最大,为 40%,大、中、小型城市分别各占 17%,17%和 25%。

- 投资计算结果表明,如果不考虑水源工程中的引水和输水工程部分,在基准方案下,至 2010 年供水行业总投资为 611 亿元,高方案和低方案分别为 698 亿元和 525 亿元。引水和输水工程的投资大小主要取决于城市地理环境和水源情况,不同城市间差异大。
- 未来的投资主要集中在管网方面,基准方案下,管网投资最大,达到 447.4 亿,其中新增管网 328.6 亿,更新改造 118.8 亿(每年更新率按 2003 年管长的 2.0% 计算),高于历史(指 1996-2003,下同)投资。水厂投资为 147 亿,低于历史投资。

2.3 供水企业绩效评价系统研究

2.3.1 绩效评价系统的建立方法

本部分旨在世行已经开发的供排水行业绩效平台——启动工具(a Start-up Kit)基础上建立一套适合中国国情并与国际接轨的供水绩效评价系统。通过这套系统对不同的供水企业进行比较和评价,对于提高企业效率将起到重要作用。

供水企业绩效平台技术路线分为四步:步骤一:确定研究内容及调研城市。步骤二:初步确定绩效指标,并以深圳为案例验证指标的合理性和可获得性。步骤三:城市调研,获取绩效指标数据。步骤四:建立供水企业绩效模型,分析计算结果。研究中数据来源主要来自于十一个调研城市的供水企业,另外参照了《中国城市建设统计年报》、《中国城市统计年鉴》、《城市供水统计年鉴》和相关政府网站中的少量数据,如城市人口、城市非农业人口、城市总户数、人均 GDP 等。

2.3.2 绩效系统指标

指标的筛选是建立绩效系统的最重要步骤。指标筛选主要有两个方面的依据:一是世界银行绩效系统的指标体系,这将是选取指标的最主要参考;二是由于指标体系必须考虑数据的可获得性,因此必须在很大程度上参考国内专家意见。基于世界银行绩效系统现有指标体系,充分考虑中国国情,建立单项指标和复合指标,并对这些指标赋予明确的定义。详见表 2-5 及表 2-6。

表 2-5 供水绩效评价系统单项指标定义表

	数据项名称	序号	数据项名称
	服务地区		供水服务 (2)
30	供水服务区总人口	58	抄表售水量
30a	城市人口	59	售水量
30b	城市非农业人口	59a	对居民用户的售水总量
30c	城市总户数	59a1	通过直接供给对居民用户售水总量
34	供水城镇数量	59a2	通过公共供水点对居民用户售水总量

	数据项名称	序号	数据项名称
	员工	59b	对工业和商业用户的售水总量
36a	年终供水员工总数	59c	对行政事业和其它用户的售水总量
36c	年终管理人员数量	59d	批发售水总量
36d	年终大学学历员工数量		供水服务 (3)
36e	本年度接受培训的员工数量	60	年度爆管次数
	供水服务 (1)	61	每天持续供水时间
40	服务人口	61a	间歇供水用户数
40a	服务人口-直接供应和公共	62	原水类型
40b	服务人口-公共供水点	62a	本年度原水最高浊度
41	用水用户数量	62b	本年度原水最低浊度
41a	家庭用水用户	63	立法监管机构规定的管网水余氯应检测的次数
41b	工业用水用户	64	管网水余氯实际检测次数
41c	其它用户	65	管网水余氯合格次数
53	带水表的用水用户数量		财务信息 (1)
54a	配水管网总长度	90c	供水运营收入
54b	DN75 以上的配水管网长度	90e	居民用水收入 (供水)
54c	配水管网平均管径	90f	工业和商业用水收入 (供水)
54d	本年度配水管网更新长度	90g	公共机构和其他用水收入 (供水)
54e	本年度水表更换数量	90h	批发售水收入 (供水)
55	供水量		财务信息 (2)
55a	其中地下水供水量	91	总现金收入 (供水)
55c	水处理厂个数	94a	总运营成本 (供水)
55d	设计处理能力	96	人工成本
55e	实际处理能力	97	电能成本
55h	最高日供水量	99	服务外包成本
			财务信息 (3)
		112a	总固定资产
		114	债务偿还费用
		120	年末应收账款

表 2-6 供水绩效评价系统复合指标定义表

指标	类型	指标	类型	
1.1 供水普及率	供水普及率	15.1 每天持续供水时间	服务质量	
1.2 供水普及率——家庭用户		15.2 间歇供水用户百分率		
3. 单位供水量	供水生产及消耗	15.3 管网水余氯检测率		
		15.4 管网水余氯检测合格率		
4. 单位用水量		18.2 平均运营收入	收入和水费回收	
4.3 居民生活用水占比		18.6 居民用水收入占比		
4.4 工业/商业用水占比		18.7 工商业用水收入占比		
4.7 每人每天生活用水量		18.8 公共机构和其它用水收入占比		
		19.1 年供水收入占国民收入的百分比		
	19.2 每月消耗 6 立方米水的家庭每年应交的水费			
6. 产销差率	产销差	19.3a 单位售水综合运营收入		收入和水费回收
		19.3b 居民用户综合售水单价		
		19.3c 工商业用户综合售水单价		
7. 抄表到户率	水表计量	21.2 工商业 - 居民综合售水单价比	财务绩效	
8. 抄表售水率				
9. 爆管数	管网性能指标	22.1 新增居民用户初装费用		收入和水费回收
11. 单位运营成本	运营成本与人工成本	23.1 水费回收期		
		23.2 水费回收率		
12.1 每千用户的户口数		23.3 居民用户水费回收率		
12.3 每千服务人口的员工数		24.1 收入成本比率		财务绩效
13.1 人工成本占运营成本的比率		25.1 收费债务费用比率		
13.2 电能成本占运营成本			27.2 单位服务人口固定资产	资产管理
14.1 服务外包成本占运营成本的比率		27.4 管网更新率		
		27.5 水表更换率		
		27.6 设施利用率	供水需求	

2.3.3 绩效评价系统的建立

供水企业绩效评价系统的建立是在国际专家的建议和指导下,参照世界银行启动基准工具箱进行。供水企业绩效评价系统包括 Excel 绩效数据表及 Word 绩效指标定义两部分。Excel 绩效数据表含 PI questionnaire (单项指标调研表)、Data sheet (单项指标数据表)、Indicators

(复合指标数据表)、Data report (复合及单项指标数据报告)、Data base (单项指标数据库)、Validation (数据校核表)、Confidence grades (可信度分级表) 7 个部分。Word 绩效指标定义含单项指标定义和复合指标定义两部分。

2.3.4 供水企业绩效分析

从 2000 年-2003 年十个北方调研城市水司的绩效数据反映:

- 运行效率
 - 平均供水量为 181.35 升/人/天, 平均用水量为 144.64 升/人/天, 产销差率平均为 22.54%, 漏失严重。
 - 平均设施利用率为 66.58% (<70%), 普遍存在能力严重过剩的现象。
- 服务质量
 - 平均供水普及率为 85.17%, 相对较低。
 - 各水司基本上都没有实际的用水用户数的统计值, 无法获得实际的抄表到户率, 但从每用户的服务人口数平均为 25.77 人/户可以看出, 抄表到户率较低。
 - 抄表售水率普遍达到 100%。
 - 管网性能普遍较差, 爆管数平均为 1.92 次/公里/年 (>1)。
 - 在目前水司普遍投诉系统不完善的前提下, 用户投诉率这一指标不具备横向可比性。
 - 除亳州、运城水司间歇供水外, 其它城市均是 24 小时持续供水。
 - 各个城市填报的管网水余氯检测率和管网水余氯检测合格率均接近或达到 100% 以上。
- 运营成本和收入
 - 单位运营成本 (供水) 平均为 0.91 元/立方米, 单位运营成本 (售水) 平均为 1.18 元/立方米。
 - 平均单位运营收入按售水量计算为 1.39 元/吨; 居民用水收入占比、工商业用水收入占比、其它用水收入占比分别为 52.09%、32.09%、11.85%; 年供水收入占国民收入的百分比为 0.93%。
 - 十个北方城市收入成本比平均为 1.24 (<1.3), 水费回收率平均为 90.70% (<95%), 水费回收期平均为 43 天 (<90 天), 整体看来经营状况较好, 存在微利。其中只有安康、汉沽、亳州水司处于亏损运营状态。

- 除安康水司收益债务费用比为负值外，其它水司（缺宿迁、汉沽数据）的收益债务费用比均大于 100%，无偿债风险。
- 投资策略
 - 亳州和潍坊需要建立新的供水厂以增加其产量。这些工程应当与那些旨在减少泄漏以及使所有城市人口喝上洁净水的管网改造工程的投资项目统筹考虑。
 - 在宿迁和汉沽，要提高向各户家庭供水的输送效率，也许需要建立与之相联系的有效供水渗漏管理机制。
 - 安康和天津关于大的工业排水渠，都面临着严重的管理问题，根据以上指标，可以预期到家庭用水有两种来源，一方面来自工厂，一方面来自自备井。建立适当的税务政策可以有效地减少地下水的过度开采，改善供水企业的财务结构。

2.4 关键问题识别

2.4.1 水资源问题

(1) 地下水过量开采

北方地区地下水开发利用程度非常高。2002 年在省级行政区中，我国地下水源供水超过 50% 的 6 个省（直辖市）全部在北方地区。由于地下水资源的过度开发与不合理利用，不仅加剧了供需矛盾，而且引发了一系列环境地质问题，如形成降落漏斗区、地面沉降、地面塌陷、海水入侵等。

(2) 水源污染

从地表水源污染状况来看，藻类、有机物污染是北方地区面临的主要污染物。一些污染严重的地表水，已经不能作为饮用水源。例如，亳州的涡河是淮河的支系，受污染十分严重，为劣 V 类水体，已不能作为水源。

由于社会经济活动的迅速增加，造成地下水水源污染的事件也时有发生，目前运城、邯郸市的地下水由于受到污染，水体仅为 III 类。

(3) 水资源供需矛盾突出

我国北方人口占全国总人口的 2/5，但水资源占有量不足全国水资源总量的 1/5，北方人均水资源拥有量仅为南方人均的 1/3。在全国人均水量不足 1000m³ 的 10 个省区中，北方即占了 8 个，而且主要集中在华北。

从调研的情况来看，特大型城市水资源供需矛盾十分突出。天津市、哈尔滨等都是淡水资源缺乏的城市。

2.4.2 供水设施

(1) 水厂生产能力过剩

在 10 个城市中，邯郸、焦作、宿迁、运城、安康、汉沽 7 个城市的供需比都达到 2.0 以上，而天津市也达到了 1.97。

2000 - 2003 年，天津、哈尔滨、邯郸、焦作、安康、汉沽 6 个城市的供水设施使用率呈现持续下降状态，未来几年内供水能力过剩的矛盾将进一步突出。

(2) 管网中存在的主要问题

现有的管网资料很不完善，城市供水管网老化。例如，哈尔滨市有近 150 公里日伪时期及解放前铺设的超期服役管网，市区经常发生爆管；天津市服役超过 20 年的老旧管网占 47.16%，由于管道锈蚀结垢造成管网中很多供水低压片。

2.4.3 供水服务

(1) 供水普及率

从调研的情况来看，10 个城市中有 60% 的城市供水普及率低于 90%，有的城市供水普及率甚至在 50% 以下。其中中小型城市供水普及率普遍偏低，而大型和特大型城市，供水普及率基本都达到了 97% 以上。

(2) 供水量

相比 2000 年，哈尔滨、焦作、天津、亳州、邯郸、汉沽 6 个城市 2003 年的供水量都有所下降，其中汉沽的下降幅度最大，达到了 35%。运城、宿迁、潍坊的供水量有所升高，其中运城达到了 39%。

(3) 供水时间

在持续供水时间方面，除亳州、运城外，其余城市均为每天 24 小时连续供水。亳州水司的持续供水时间为每天 18.5 小时，运城水司为 12 小时。

2.4.4 财务状况

(1) 售水成本

在调研城市中，将 2003 年与 2000 年各城市的售水成本比较来看，只有安康和运城市的单位售水成本有所下降，其余城市均有不同幅度的升高（缺少宿迁的数据）。单位售水成本增长最快的为亳州，2003 年比 2000 年翻了一倍，其次是天津和焦作，增长幅度都在 50% 以上。

(2) 成本结构

在成本结构中，安康、汉沽水司的人工成本占到了40%以上，这是很不合理的，其次是焦作市，人工成本超过了30%。

10个调研城市中，70%的城市人工成本与电费成本的总和超过了50%，主要原因是这些城市原水费低，例如宿迁市的原水费只有3分钱/立方米。

2.4.5 供水管理

(5) 供水产销差率高

表 2-7 供水绩效评价系统复合指标定义表

产销率差	>40%	(30%,40%]	(20%,30%]	[10%,20%]	<10%
城市名称	亳州	汉沽、焦作	宿迁、天津、哈尔滨	邯郸、潍坊	运城

(6) 企业员工

供水企业中管理人员比例偏高，而工程技术人员、各类专业人才数量偏少，是供水企业存在的一个重要问题。一些城市的管理人员所占比例超过了30%，这是很不合理的。

不同城市的供水企业员工总体素质差别较大。从拥有本科学历的员工所占比例来看，亳州只有2.5%，即平均每40个员工中才有一个本科学历人员。而焦作市达到37.6%，平均每3个员工中，就有一个人拥有本科学历。

(7) 数据统计工作不完善

存在的主要问题是：供水企业尚缺乏较为详细的基础统计资料，很多关键的运行参数、水质状况等数据没有记录；缺少职业化的统计队伍和专业化的统计人才；行业内缺乏有效的数据共享与服务技术系统和服务机制。

(8) 自备井问题

调研的城市中，绝大多数城市供水形成了自来水与城市自备井共存的局面。目前，自备井供水主要以工商业用水为主，同时有少部分生活用水。但是，一些城市的自备井供水量要占城市总供水量的相当比例，有的甚至超过当地的自来水公司的供水量。自备井泛滥的主要原因是：1、地下水水资源费价格偏低；2、多龙管水的管理体制。

2.4.6 建议

- 推进企业信息化建设与电子化经营，提高企业管理水平。国内现有技术已经完全可以做到，其投资也并不昂贵。
- 理顺政府与企业的关系。首先要进一步转换政府职能，落实政企分开；其次要改善和完善决策机制；第三，还要建立有效的外部监管体系。

- 供水企业提升企业管理水平，努力提高企业运行效率、服务质量，降低成本，提高水费回收率。
- 科学预测需水量，避免供水规划脱离实际。
- 加强水资源管理，规范水资源征收，在自来水管网所覆盖的区域，应该严格控制并逐步减少自备井额数量。

第三章 污水企业绩效评估系统研究

赵齐宏 博士

3.1 简介

本报告摘要总结了我国北方城市水管理研究项目中课题 B - 污水行业投资与运行研究的主要调查结果和工作成果。本研究的目的是通过对中国北方省市污水投资分析和典型的污水处理厂和污水公司的案例分析,确定影响污水管理中投资效率的关键问题和限制因素。本研究对调研收集到的数据采用世行(WB)和国际水协(IWA)推荐的绩效指标(PI)进行了评估分析。同时亦开发建立了一个绩效评估的初步系统和相应的计算程序。

3.2 研究区域和研究方法

投资分析的研究区域包括北京,天津,河北,河南,山东,黑龙江,吉林,辽宁,内蒙古自治区,山西,陕西以及湖北,安徽,江苏在长江以北的部分。

本研究选择不同人口规模的 9 个城市及其 11 个污水处理厂进行了案例分析。11 个污水处理厂中的 8 个是氧化沟工艺,设计能力在 10-15 万 m³/天,2 个活性污泥法,设计能力分别为 16 万 m³/天和 26 万 m³/天,1 个设计能力为 10 万 m³/天的 CASS 工艺。本研究中同时使用了 2001 年中国污水行业的研究数据。2001 年调研的污水处理厂中有 3 个氧化沟工艺,设计能力 10-15 万 m³/天,4 个 A/O 工艺,设计能力 10-20 万 m³/天,2 个 A²/O 工艺,设计能力分别为 10 万 m³/天和 30 万 m³/天,1 个 A/B 工艺,设计能力为 8 万 m³/天,1 个设计能力为 15 万 m³/天的 SBR 工艺,和一个设计能力为 12 万 m³/天的生物滤池工艺。

投资资料部分来源于国家公开发行的统计数据,这些统计数据包括建设部的城市建设统计年鉴,国家和省级统计年鉴中污水行业投资数据等等,同时,对不同来源的数据进行比较和修正以保证一致性。对 4 种不同级别的中国北方城市(超大城市,大城市,中等城市,小城市)1995 至 2003 年的投资进行了总结。讨论了污水行业中影响投资和投资效率的关键问题和制约因素。根据对污水量的预测,污水处理厂、排水管网和污泥处置的单位建设成本以及目前的处理能力,并结合国家五年发展计划,对北方 14 个省市至 2010 年的投资需求进行了预测。

案例分析首先采用了向调研城市和污水处理厂发送内容不同调查表,通过项目研究人员的现场调研完成数据的采集。调查表以 2001 年的调研内容为基础,扩展增加了 WB 和 IWA 推荐的近 50 个绩效指标的内容。调查表首先在 6 个城市作试点,根据试点城市的反馈,将回答率少于 50% 的问题删除,新的调查表由此减少到 100 个问题以下。事实表明,调查表对一些复杂的问题,如进水水质和流量,过于简单化,但由于每个都提供了相同问题的答案,绩效分析比较才有可能进行。

在调研期间,项目组成员在污水处理厂工作人员的陪同下参观了污水处理厂,并做了调研记录,拍摄了照片作为调查表的补充资料。

利用收集到的调研资料，对初始选择的绩效指标进行了计算。删掉了数据少于 50% 反馈率的绩效指标，并运用统计分析的方法筛选出最显著的绩效指标，这些入选的绩效指标中数值至少是平均值 2 倍的标准偏差。第二组 PI 被称为可用的绩效指标，这些可用的绩效指标中的数值至少是平均值 1 倍的标准偏差。一般而言，可用的绩效指标中包含最显著的绩效指标。本研究开发了一个计算绩效指标的标准化计算机程序，并可以电子邮件的方式传送。此程序与斯堪的纳维亚的六城市绩效研究的格式类似。

3.3 投资调查与预测

本部分综述了过去十年污水行业的投资状况，并预测了到 2010 年的投资需求。详细的分析和数据资料见附件 2 污水行业投资现状及前景。

3.3.1 中国污水行业发展的历史回顾

中国从 70 年代早期开始实施城市污水管理政策。在早期，主要城市的部分污水仅经过一级污水处理，当时大部分污水管网系统为合流制管网。只有很少的工业拥有自备的污水处理厂。到 70 年代，中国开始发展自己的水污染控制产业，其中包括设计和管理专业人员。

80 年代，中国经济迅速增长，同时也带来了严重的环境问题。1984 年以来，中央政府颁发了一系列的政策法规提高污水处理项目的融资机制。到 80 年代末，中国已建 80 座污水处理厂，其中包括著名的天津纪庄子污水处理厂。

在 1991 年至 1995 年的第八个五年计划期间，中国采用国际或者双边贷款修建了更多的污水处理厂。到 1995 年底，城市污水处理厂的总数增加到约 150 座，污水管网的总长度约 110,000 公里，但污水处理率仍较低，仅达到 9%。

从 1995 年到 2005 年的过去十年间，中国在污水行业已经投入了大量的资金。中国政府第九个五年计划（1995 到 2000）和第十个五年计划（2000 到 2005）的目标是 2000 年底污水集中处理率达到 25%，2005 年底达到 45%。为达到目标，中国在第九个五年计划期间投入 600 亿人民币，第十个五年计划期间投入 2620 亿人民币。

表 3.1 为中国建设部 2003 年统计年鉴（2004 年出版）关于中国城市污水收集和处理的的数据。

表 3.1 中国城市污水收集和处理设备（2000 - 2003）

	2000	2001	2002	2003
排污量（亿 m ³ /年）	33.2	32.8	33.8	34.9
排污量增长率		-1.2%	3.0%	3.3%
污水管网的长度（km 不同管径）	142,000	158,000	173,000	198,000

	2000	2001	2002	2003
污水管网年增长率		11.3%	9.5%	14.5%
污水处理厂个数 (座)	427	452	537	612
污水处理厂年增长率		5.8%	18.9%	14%
污水处理厂规模 (百万 m ³ /天)	22	31	36	43
处理规模年增长率		41.0%	16.0%	19.4%
污水处理率 (%)	34	36	40	42
污水处理率年增长率		5.9%	11.1%	5%

3.3.2 1995-2003 的研究范围和投资概要

本研究地区范围包括北京、天津、河北省、河南省、山东省、黑龙江省、吉林省、辽宁省、内蒙古自治区、陕西省、山西省以及湖北省、安徽省和江苏省三省的长江以北部分。

研究人员概括和分析了中国北方 14 个省 (市) 1998 年到 2003 年污水处理厂和污水管网系统的投资 (见表 4.2), 并以此为基础, 预测 2003 年到 2010 年污水处理厂、污水管网系统及污泥处置的建设投资需求。

表 4.2: 中国北方 14 个省 (市) 1998 年到 2003 年污水处理厂和污水管网系统的投资

地区	总投资 (用统计法, 单位: 亿元)	总投资 (单位投资系数法 单位: 亿元)			污水集中处理率 (%)
		污水处理厂投资	污水收集系统投资		
山东省	69.4	46.82	58.87	105.69	43.46
河北省	55.76	21.46	19.55	41.01	31.46
北京市	51.79	29.9	21.45	51.35	50.06
河南省	50.25	35.79	18.54	54.34	28.76
天津市	42.40	1.81	22.64	24.48	43.94
湖北北部	41.95	18.28	23.26	41.54	14.60
辽宁省	40.23	34.49	8.44	42.93	27.28
安徽北部	34.03	19.17	13.23	32.4	20.07
内蒙古自治区	20.69	10.32	11.41	21.73	34.09
江苏北部	20.01	10.54	22.84	33.38	37.62
黑龙江省	18.44	11.74	7.48	19.22	12.42
吉林省	17.86	14.41	10.81	25.22	33.99
陕西省	17.42	2.95	8.01	10.96	20.63
山西省	10.27	5.39	3.47	8.86	41.15
总计	490.51	263.11	250	513.11	29.71

3.3.3 发现和讨论

(1) 国家或省关于污水行业的投资数据没有细分污水处理厂和污水管网系统，也没有细分投资来源。另外，

- 关于污水处理设施的全国性统计从 1998 年开始；
- 最新的统计资料到 2003 年；
- 污水行业的固定资产投资数据没有按污水处理厂、污水管网系统、污水设施和雨水管网系统的分项投资统计；
- 污水处理厂设施的投资来源包括在市政固定资产投资中，没有细分出来；
- 没有污泥处理设施投资或建设费用的统计资料。

(2) 中国城市建设主管部门公布的《城市污水处理工程项目建设标准》规定了投资估算指标，但无法用于统计已经完成的投资。

(3) 中国过去和现在编制的与城市污水处理设施建设投资相关的各种规划使用的投资价格普遍不考虑通货膨胀的因素。

(4) 当前的统计资料不可能细分不同城市不同部门的投资来源和投资结构。

(5) 1998 至 2003 年间，年污水排放总量减少。例如，2003 年的污水排放量比 1998 年下降了 131492.35 万立方米。除江苏北部、吉林和河南外，其余 11 省的污水排放量在 2001 年后出现小幅回升。

(6) 十四省市的污水处理能力在 1998-2003 年间显著增加，其中增加最快的是依次是北京、山东、河南和辽宁。

(7) 污水集中处理率是最能反映各省污水处理投资规模、处理能力的指标。到 2003 年，北京最高，超过 50%。天津、山东和山西也达到 40% 以上。吉林的污水集中处理率在十四省中增长最快。污水处理率与人口成正比。

(8) 从 1998 年到 2003 年，北方十四省的年度排水固定资产投资总额从 48.30 亿元增加到 131.40 亿元，增加了 172%，六年的投资总额为 538.81 亿元。

(9) 北方十四省的排水固定资产投资总额从 1998 年到 2003 年一直处于上升趋势，1999-2003 年的年增长率分别为 20.61%、41.78%、22.49%、15.73%、12.23%。十四省市中，除了北京以外其他各省市的排水固定资产年投资在 1998-2003 年间都有大幅度的增长，增长率达到 100%，其他十一省市均超过了 100%。北京 2003 年的排水固定资产投资额比 1998 年下降了 13.52%，但是北京 1999 年到 2002 年的投资额都较 1998 年有大幅增长；而吉林和湖北北部 1999-2002 四年的投资额比 1998 年也分别有大幅度增长，特别是吉林，这四年的

增长率在各省中都是比较高的。

(10) 1998-2003 年, 北方十四省各年的排水固定资产投资均比上年增长, 其中, 2000 年是北方十四省固定资产投资增长最快的年份, 达到了 82.6 亿元, 增长率达到 41.78%。1999、2000 和 2001 三年的增长率都大于 20%, 明显高于 2002 和 2003 年的增长速度。1998-2003 年, 北方十四省的投资总量在后 3 年是远远高于前 3 年的, 之所以后期增长率减慢, 是因为 2000 年的投资基数很大。

(11) 1998 年到 2003 年六年间, 山东省的排水固定资产投资总计为 79.8 亿元, 占北方十四省投资总额的 14.8%, 河北为 62.88 亿元, 河南和北京也都达到了 55 亿元以上, 它们是投资总额最多的四省市。而山西、陕西、吉林和黑龙江四省六年间的排水固定资产投资额均在 20 亿元以下, 其中山西仅 11.27 亿元, 仅占北方十四省投资总额的 2.09%, 这四省是投资总额最少的四省。山东省的排水固定资产投资额是山西省的 7.08 倍, 山东、河北、河南和北京四省市的投资之和是山西、陕西、吉林和黑龙江四省的 3.76 倍。统计数据显示不同地区投资总额有显著差异。

(12) 排水固定资产投资量大的省市 (山东、河北、河南、北京) 主要分布在流域中下游地区, 排水固定资产投资量小的省市 (山西、陕西、吉林、黑龙江), 主要分布在流域中上游地区。

(13) 经济愈发达的省市, 投资愈多, 这些城市主要位于流域下游和沿海地区, 如北京、天津、山东等。流域上游城市一般经济比较落后, 面临财政困难, 污水收费不完善, 这些都直接导致污水管网系统不完善, 下游水体污染。跨区域的水体污染增加了下游地区污水处理成本。对整体性的流域水资源管理如此得投资分配是不合理的。为解决该问题, 中央政府应该加强财政支持、加大宏观调控的力度, 从流域的角度优化投资。

(14) 排水固定资产总投资不直接代表污水服务状况。许多因素如人口、工业结构等都影响污水服务质量。污水集中处理率代表一个城市或者一个省污水服务的状况。例如, 在调研的 14 个省市中, 山西省排水固定资产总投资最低, 在 2003 年只有 0.5 亿元人民币, 远远低于平均水平 4.8 亿元人民币, 但它的污水集中处理率超过 40%, 高于 2003 年 14 个省市的平均值 30%。这是因为 2003 年其城市人口只有 1.1 亿人, 是山东省人口的 24%。因此, 除总投资额外, 污水集中处理量也应该用于评价污水服务质量。

(15) 到 2003 年, 北京的污水集中处理率最高, 超过 50%。天津、山东和山西也达到 40% 以上。黑龙江、湖北北部、安徽北部和陕西是污水集中处理率最低的四个省, 其污水集中处理率分别为: 12.4%, 14.6%, 20.1%, 20.6%。北京的污水集中处理率是黑龙江的 4 倍, 是湖北北部的 3.4 倍。

(16) 北方十四省 (市) 2001 年的污水集中处理率为 21%, 2002 年为 25%, 2003 年为 30%。2003 年, 仍有六个省的污水集中处理率不到 30%, 其中湖北北部和黑龙江的集中处

理率仍处于 20% 以下。这反映出北方十四省的城市污水集中处理的整体水平并不高，如果政府要在今后五年达到 60% 的集中处理率，需要加大对污水行业的投资。

(17) 从 2001 年到 2003 年，北方十四省污水集中处理率总体上提高了 38.7%。这和北方十四省排水固定资产投资总量呈现上升的态势是一致的。过去三年间，上升最快的四省是：吉林、安徽北部、江苏北部和山西，分别为 198%，116%、101% 和 64%。吉林省的污水集中处理率从 11.4% 上升到 34%。

投资调研结论

(1) 1998-2003 年北方十四省（市）的排水固定资产投资快速增长，与此对应，北方十四省城市污水集中处理率平稳提高；投资增长快的省市，污水集中处理率一般也提高得快。在过去的 5 年中（1999-2003），14 个省市的总投资约 500 亿元人民币，2003 年的污水集中处理率平均率为 30%。如果要达到城市污水集中处理率为 60%，必须加大投资量。

(2) 投资主要集中在经济发达地区。

(3) 投资主要集中在超大城市和特大城市。超大城市的污水集中处理率是 43%，特大城市的污水集中处理率是 42%，大城市的污水集中处理率是 20%，中等城市的污水集中处理率是 18%，小城市的污水处理率是 16%。

(4) 考虑到流域管理的整体性需求，污水处理的投资极不均衡，导致了江河流域下游地区污水处理的成本较高。集中污染防治及控制政策是提高投资效率的有效方法。

3.3.4 投资预测

(1) 建设污水处理厂的投资需求预测

- 中国建设部 1998 - 2003 供水量的统计数据可以按照一定的比例用于计算污水排放量。
- 国家第十一个五年计划的目标是达到 60% 的城市污水处理率。而考虑到该目标有可能没有达到，在本研究中，假定城市污水处理率为 60%，上下不超过 5%，以此为基础预测投资需求。
- 假定 2010 的污水集中处理率为 60%±5%，计算 2010 年的排污量，再减去 2003 年已有的污水处理能力，可以获得 2010 需要的污水处理能力。污水处理厂建设投资按照 2,000 元/ m³/天计算。

(2) 新建排水管网的投资需求预测

- 用调研的人口资料，统计预测 2010 年 14 个省（市）的非农业人口。采用北京奥林匹克 90% 的污水处理率每人 0.555 米的排水管网标准和 2010 年预测的人口数，可

以预测每个省（市）的污水管网的总长度。60%±5%的污水处理率每人平均管网长度为 0.333m, 0.366m 和 0.399m。扣除现有管网的长度，即为新建管网的总长度。

- 2003 年到 2010 年新建排水管网的投资额按 800 元/米的单价成本计算。

(3) 污水处理厂污泥处理的投资需求预测

- 采用统计回归分析的方法预测了 2004 年到 2010 年中国北方 14 个省市的非农业人口。
- 报告中人均干泥产量采用的是 11 克/天，乘以非农业人口数可以得出总干泥体积。
- 报告中 78% 含水率的湿污泥干化的成本为 400,000 元/吨，用于计算污泥处理的投资需求。
- 污泥处理的误差（干化工艺）至少为±125%，包括人口预测、污泥产量和单位成本等方面的误差。

(4) 投资需求

表 3.3 2003 年到 2010 年城市污水处理的投资需求

目标	低	中	高
污水集中处理率（%）	55	60	65
污水处理厂的投资需求（亿元）	174	227	279
排水管网的投资需求（亿元）	69.9	76.2	82.6
污泥处理的投资需求（亿元）	17.0	18.6	20.1

3.4 案例分析和关键问题

作为主要的研究任务之一，咨询组通过调研河北省、安徽省和天津市 9 个城市、11 个污水处理厂的投资及运行效率，进行案例分析。调研结果显示了限制污水行业投资及运行效率的关键问题和约束条件。并提出了可行的改进投资和运行效率的方案。本节综述了案例分析中发现的问题及相关讨论。详细的案例分析报告和完成的调研表见附件 3。

3.4.1 城市和污水处理厂案例分析

进行案例分析的城市如下：

安徽省

蚌埠第一污水处理厂 Carrousel 氧化沟

阜阳污水处理厂 CASS

涡阳城东污水处理厂 Carrousel 氧化沟

淮南第一污水处理厂 Carrousel 氧化沟

六安城北污水处理厂 Carrousel 氧化沟

河北省

邯郸东污水处理厂 氧化沟

邯郸西污水处理厂 氧化沟

石家庄桥西污水处理厂 传统活性污泥

唐山北郊污水处理厂 氧化沟

天津

纪庄子污水处理厂 传统活性污泥法

东郊污水处理厂 3 @ A/O and 1 @ AS

根据建设部的城市划分标准以及 2003 年城市人口，调研城市划分为下列几种：

表 3-4 建设部城市划分标准

城市分级	建设部标准	调研城市
超大城市	>200 万	石家庄，天津
特大城市	100 万至 200 万	邯郸，淮南，唐山
大城市	50 万至 100 万	蚌埠，阜阳
中等城市	20 万至 50 万	六安
小城市	小于 20 万	涡阳

基本上所有调研城市的污水公司都是为了满足世行或亚行贷款的条件而成立。因此，这些污水公司的运作都不足 5 年。调研城市中大部分的市政设施和污水处理系统是利用世行或亚行的贷款、外国政府贷款/赠款或国债建设的。市政设施由地方建设委员会管理，污水公司不掌握由政府财政投资相关的信息。污水收集系统投资额不详。污水公司仅负责污水系统。

城市的基本信息，如城市面积，城市人口，国内生产总值，摘自建设部统计年鉴以及各省市的统计年鉴。与市政系统相关的运行数据很难获得，而且很多数据并不准确，如污水系统服务人口，工业/居民排水比例，实际污水产生系数等。几乎所有的城市都没有如管道堵塞，管道破裂和各种投诉的详细记录。部分城市的市政设施是新建的，因此也没有管道堵塞和破裂发生。

大部分污水公司没有核算污泥处置费用。

在 11 个污水处理厂中,天津纪庄子污水处理厂建于 1982 年,是最早建设的污水处理厂,涡阳的城东污水处理厂正在试运行。总体而言,污水处理厂的运行数据容易获得。所有的污水处理厂都严格检测 BOD, COD, NH₄-N 等,并有较为详细的记录。但某些统计数据,如污水处理厂服务人口,污水处理厂处理工业废水比例,实际峰值系数等并不确定。流量计和在线监测仪表很少进行校正。污泥的处置是所有污水处理厂面临的问题。一些污水处理厂负责人员表示对污泥减量,处置和再利用感兴趣。

人口统计数据可用于污水产生量预测,国内生产总值可以用于计算某些绩效指标。城市人口是年份的线性函数,可以通过 1995 年、2000 年和 2003 年中国建设部的资料采用最小二乘法的方法通过线性回归计算得出。国内生产总值同样也是年份的函数。

表 3-5 人口统计数据汇总表

城市	蚌埠	阜阳	涡阳	邯郸	淮南	六安	石家庄	唐山	天津
面积 (km ²)	449	170	2109	434	1091	271	456	1230	7418
2003 年人口密度 (人/km ²)	1770	4750	62	3185	1302	2433	4419	1451	841
1995 年官方统计人口 (百万)	0.719	1.185		1.214	1.296	0.319	1.477	1.578	5.89
2000 年官方统计人口 (百万)	0.764	1.304	0.11	1.331	1.379	0.489	1.61	1.683	5.999
2003 年官方统计人口 (百万)	0.795	0.808	0.13	1.382	1.420	0.659	2.014	1.785	6.239
2005 年预测人口 (百万)	0.813	0.873	0.143	1.429	1.453	0.725	2.057	1.826	6.277
2010 年预测人口 (百万)	0.860	0.673	0.176	1,536	1.532	0.934	2.372	1.953	6.484
R ²	1.00	0.72	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.99

表 3-6 人均国内生产总值汇总

元/人	蚌埠	阜阳	涡阳	邯郸	淮南	六安	石家庄	唐山	天津
1995 年人均 GDP	2,838	2,194	1,662	3,663	4,320	2,389	6,425	7,357	10,281
2000 年人均 GDP	4,786	2,299	3,059	6,537	6,113	2,594	11,365	13,129	17,993
2003 年人均 GDP	6,269	2,611	2,911	16,840	8,049	3,127	13,187	21,220	
2005 年预测人均 GDP	7,039	2,645	2,812	17,727	8,740	3,196	15,198	23,387	25,705
2010 年预测人均 GDP	9,163	2,890	2,566	25,416	11,016	3,632	19,497	31,756	33,417
R ²	1.00	0.96	1.00	0.94	0.97	0.98	0.93	0.97	0.99

3.4.2 案例分析发现和讨论

结论以 9 个城市的调研为基础,并从下面 5 个方面进行讨论:

- 城市污水管理综述

- 污水行业规划、投资、可行性研究和设计
- 污水处理厂的运行和管理
- 排水管网系统的运行和管理
- 污水处理公司的运行

报告阐述了污水处理厂的运行状况、建设成本和投资需求预测。所有财务数据均以 2003 的货币值为基准。

(1) 城市污水管理概述

城市污水管理是市政府的责任，主要是城市的建设管理委员会负责管理。主要的污水项目方案，包括城市规划和项目资金计划必须经过城市发改委批准。像北京、深圳和上海，水利部门是政府的水务局，负责供水和污水排放管理，但不在本课题的城市研究范围内。

除了天津污水公司已经与天津创业环保股份有限公司签订了建设和运行污水处理厂合同外，另外 8 个城市的污水公司都自己负责运行管理污水处理厂。污水公司通常只负责或者运行污水管网和泵站。但在安徽省的一些城市以及天津，现有的排水设施归建设委员会的市政部门负责。

调研的 9 个城市的污水公司基本上都是为了满足贷款条件而成立的。现在中国建设部正在考虑允许私营机构采用 TOT（移交 - 运行 - 移交）的方式进行投资或运行。

污水收集系统和污水处理厂的建设能力不一致，造成了无效投资。

污水排放和污泥处置的监控和实施力度比较小或几乎没有。

调研中一些老的污水处理厂维护较差。许多污泥消化池已经搁置了很多年。许多污水处理厂的土建工程和机械设备情况较差。新建的污水处理厂修建了许多超过实际需求的行政管理大楼。

(2) 污水行业规划、投资、可行性研究和设计

11 个污水处理厂设计和运行特点摘要见表 3-7，污水处理厂建设投资摘要（转化为 2003 年价格）和资金来源见表 3-8。配套资金主要来自于国债、污水收费、当地市政投资，以及当地商业贷款，在现场调研过程中没有进一步的细分。

11 个污水处理厂中的 2 个（六安和涡阳），由于处于试运行阶段，低于 20% 设计流量。2 个最大的天津污水处理厂基本满负荷运行（87% - 97%），且原水浓度接近平均值。类似于 2001 年研究，污水处理厂的平均水力负荷约为其设计能力的 70%。2001 年和 2005 年调研的 23 个污水处理厂闲置的资产大约为 217 ± 91 百万美元，或相当于一个设计能力 780,000 m³/天，水力负荷为设计能力的 70% 的污水处理厂。11 个污水处理厂 2003 年单位投资为 $279 \pm$

117 美元/m³/天。

设计流量很难精确确定，因为它与服务人口（误差± 10%），人均污水量（污水当量）和工业污水量（± 10%）都有关系。2001 年研究的 12 个污水处理厂总处理能力为 110 万 m³/天，2003 年调研的 10 个污水处理厂总处理能力为 151 万 m³/天，结果显示当污水当量介于 175 ~ 186 L/人.天之间，工业污水所占比例为 30% 时，可以更有效的利用污水处理能力，除非当地有更为合理的数据。为了减少闲置资产，污水处理厂最初可设计为 100% 水力负荷，并预留扩建能力，如 SBR 处理工艺。另一种方法是在服务人口和工业污水比率比较容易确定的地区采用小型分散的污水处理厂。此外，如果小型分散污水处理厂没有满负荷运行，闲置资产将相对少些。

随着中国经济的高速增长和城市化的发展，愈来愈难以确定新建污水处理厂的设计能力，但在设计上的任何改进都将节省大量的资金。案例分析进一步研究说明了技术范围之外的许多因素都将导致不能充分利用设计能力。

污水项目的资金主要来源于国家拨款和国际贷款。当前的管理机制鼓励了当地政府人为过大设计、超预算以便获取额外的地方经济利益或者获得更多的资金填补地方的资金短缺。这也是几乎每个世界银行投资项目发生大量贷款结余的部分原因。

好的可行性研究可以改善污水行业的管理。目前，设计合同中缺乏对工作大纲的明确定义，同时也没有充足的时间和资金进行详细的可行性研究。由于政治原因，城市总规划也趋向过度估计城市的发展和排污量。设计院也仅仅简单地响应政治上压力。

设计参数通常由项目管理者提供，而很少由设计院确定。所以，几乎不进行现场调研就确定污水处理厂的设计参数以及污水收集系统的能力。在世行和亚行的技术援助下，银行投资项目的过量设计的情况已有所改善。同时，合理的制度改革将确保进一步的改善，包括当地设计院设计道德规范的加强。

(3) 污水处理厂运行和管理

污水处理厂运行状况的比较见表 3-7。达标率也见表 3-7。氮磷去除率见表 3-9。

与 2001 年研究结果相似，除了正在培养生物量的污水处理厂以及部分污水处理厂氨氮和总磷不达标外，所有的污水处理厂都达标。安徽省的涡阳城东污水处理厂和六安市城北污水处理厂由于处于试运行阶段，氮磷排放不达标。北郊污水处理厂出水 NH₄ 为 28mg/l，纪庄子污水处理厂出水 NH₄ 为 30.9mg/L，不能达到排放标准（25mg/L）。

2001 年和 2005 年调研的污水处理厂进水 TSS 浓度都达到了设计值。但六安城北污水处理厂和淮南第一污水处理厂 TSS 的去除率较低，分别为 71% 和 75%。

2003 年计量的污水当量为 186 L/人.天，2001 年计量的污水当量为 175 L/人.天。2003 年，工业污水占总进水的 34%，2001 年为 29%。如果剔除工业污水部分百分比的差异，两年计量的污水当量是相近的。

研究的污水处理厂中有 3 个污水处理厂的 BOD 去除率较低。本次研究的 11 个污水处理厂中有 2 个污水处理厂的进水 BOD 浓度非常低, 分别为 30 mg/L 和 50 mg/L。2001 年研究的 13 个污水处理厂中有 5 个污水处理厂的进水 BOD 浓度低于 80 mg/L。进水 BOD 浓度低会严重影响生物处理工艺的效果, 尤其是氮磷的去除效果。如果外界不能补充有机碳或者没有足够的碱度, 生物处理工艺将不能正常运行。

一些采用氧化沟工艺的污水处理厂氧化沟的曝气转刷设计能力低, 不能提供充分的混合作用和充氧量, 好氧区的溶解氧浓度难以维持在 1mg/L 以上。氧化沟系统水力停留时间约 25 小时, 有效深度达 2-3 米, 所以对于大型污水处理厂来说混合和曝气是普遍存在的两大问题。由于曝气转刷的充氧和搅拌效率低, 为保证处理效果, 单个氧化沟的最大处理量约 30,000 m³/天。

调研的污水处理厂污泥脱水系统和处理系统基本工作良好。脱水污泥可以达到 80% 的含水率, 但几乎所有的污水处理厂都采用填埋的方法处置污泥。由于在大多数城市没有合适的填埋厂或者由于成本太高, 已经开始堆放。一些污水处理厂与私营运输公司签署合约运走脱水污泥, 没有进一步监测最终处理方式或环境影响。因此, 应在设计当中尽可能的采用产泥量低的污水处理工艺。

以本研究的发现为基础, 表 3-11 分别列出了研究的 9 个城市要达到 60% 和 80% 的污水处理率所需污水处理厂和污水管网系统的基础设施建设投资 (2003 的货币价格)。预计这 9 个城市要达到 60% 的污水处理率需追加 9.34 - 14.32 亿元的建设投资, 其中污水处理厂 3.89-5.97 亿元, 污水收集系统 5.45-8.35 亿元 (假定新污水处理厂采用氧化沟工艺)。如果新建的污水处理厂采用 SBR 工艺, 建设投资可能降低大约 25%。如果城市污水处理率达到 60%, 运行成本将达到 3.8 万元/天。如果城市污水处理率要达到 80%, 预计追加 23.6 - 39.1 亿元的建设投资, 其中污水处理厂 9.84-16.3 亿元, 污水收集系统 13.8-22.8 亿元, 运行成本用将达到 13.8 万元/天。

一些污水处理厂还没有获得国家环保局自 1999 年开始执行颁发的“环境设施运行许可证”。

(4) 排水管网系统运行和管理

排水管网系统的运行和管理是中国污水管理系统比较差的一个方面。没有关于收集系统详细的资料, 但据污水公司职工介绍维护资金、人力和设备都严重短缺。唐山市的污水公司负责污水管网的维护和安全, 由于污水管网事故, 每年的赔偿金就超过维护资金总数的 50%。当前污水公司的维护是根据污水管网的故障或者堵塞进行的, 没有进行过全面的系统的检查、清洁, 也难以实现主要的维护计划。老化的污水管网容易出现故障。现有的收集系统能力显著低于设计值。

天津现有不同管径的污水管道约 5,000 公里, 泵站 168 座, 超过 300mm 管径的主干管 2,400 公里是在过去 50 年修建的。天津排水管理处负责管理城市污水系统, 2005 年员工总

数约 4,700 人，退休职工 1,800，约占总员工人数的 40%，其退休金由排水管理处运行维护费用支出（占每年运行维护支出 8 千万元的 38%）。排水管理处每年短缺约 30% 的经费。

城市污水管网的运行管理是城市发展和污水设施管理的关键问题，所以应呼吁各级政府优先采取合理的制度和管理上的改革。

(5) 污水处理公司管理机构

尽管在所有调研城市中，污水公司都是按中国工商管理条例成立的公司，但公司的管理仍在政府的直接控制下。所以，污水公司的职能更像政府的一个部门。污水公司没有强制收缴污水费的力度，与其他政府机构协调确定污水管道的铺设，征地等等常常处于困境。当前的污水公司结构和管理没有被授权以发展和实施公司的各种计划包括新设施建设的投资计划。污水公司的运行尚缺乏有力的政府监管。

表 3-7 污水处理厂运行特点 (待续)

污水处理厂名称		第一污水 处理厂	阜阳市污 水处理厂	城东污水处 理厂	东污水处 理厂	西污水处 理厂	第一污水 处理厂	城北污水 处理厂	桥西污水处理 厂	北郊污水 处理厂	纪庄子污水 处理厂	东郊污水处 理厂	
城市		蚌埠	阜阳	涡阳	邯郸	邯郸	淮南	六安	石家庄	唐山	天津	天津	
省		安徽	安徽	安徽	河北	河北	安徽	安徽	河北	河北	天津	天津	
年份		2003	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2003	2003	2003	均值
建设日期		1999	2000	2001	1989	2002	1999	2000	1990	1998	1982	1989	
服务人口	人数	200,000	400,000	40,000	400,000	450,000	400,000	160,000	500,000	400,000	1,080,000	1,110,000	
污水处理工艺		OXD	CASS	OXD	OXD	OXD	OXD	OXD	AS	OXD	AS	3@AS, 1@A/O	
设计进水流量	m ³ /天	100,000	100,000	40,000	100,000	100,000	100,000	40,000	160,000	150,000	260,000	400,000	
实际流量	m ³ /天	60,000	55,000	7,500	70,000	90,000	9,000	25,000	85,000	60,000	251,664	348,000	96,469
实际进水流量/设计流量	%	60	55	19	70	90	9	63	53	40	97	87	58
实际污水产生量计算结果	L/人.天	300	138	188	175	200	23	156	170	150	233	314	
当地人均污水产生量估计值	L/人.天	450		200	175	200	120	156	170	-	120	120	
设计人均污水产生量	L/人.天	280	120	400	-	-	140	-	-	-	120	-	
计算的设计人均污水产生量	L/人.天	500	250	1000	250	222	250	250	320	375	241	360	
工业污水	%	-	33	0	-	50	20	0	45	30	55	70	
进水 BOD	mg/L	200	75	-	207	130	30	50	200	300	241	228	166
实际进水 BOD/设计进水 BOD	%	133	34	-	154	65	18	28	100	231	121	81	97
出水 BOD/进水 BOD	%	5	12	-	4	19	17	60	10	3	9	5	
一致性		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
进水 COD		500	188	200	374	350	110	90	400	600	320	589	338
出水 COD/进水 COD	%	10	18	20	5	10	36	67	15	7	16	12	

表 3-7 污水处理厂运行特点 (续表)

污水处理厂名称		第一污水 处理厂	阜阳市污 水处理厂	城东污水处 理厂	东污水处 理厂	西污水处 理厂	第一污水 处理厂	城北污水 处理厂	桥西污水处 理厂	北郊污水 处理厂	纪庄子污水 处理厂	东郊污水 处理厂	
城市		蚌埠	阜阳	涡阳	邯郸	邯郸	淮南	六安	石家庄	唐山	天津	天津	
省		安徽	安徽	安徽	河北	河北	安徽	安徽	河北	河北			
年份		2003	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2003	2003	2003	均值
进水 TSS	mg/L	250	145	-	163	250	55	70	230	550	222	241	218
进水 TSS/设计进水 TSS	%	71	56	-	102	100	28	33	92	239	89	100	
出水 TSS/进水 TSS	%	4	12	-	4	8	25	29	9	2	7	5	
一致性		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
进水 NH ₄	mgN/L	30	17	-	31	25	32	30	35	50	34	31	32
出水 NH ₄ /进水 NH ₄	%	12	30	-	11	104	3	67	100	93	103	50	
进水 TP		4	4	-	3	3	2	-	4	10	5	3	4
出水 TP/进水 TP	%	25	25	-	41	25	41	-	25	14	40	27	
污泥产率	千重 kg/ 天	9,750	1,740	680	5,000	-	2,200	10,000	5,000	15,000	28,000	99,220	
回用水	m ³ /天	0	0	0	1440	1440	0	0	30000	0	0	3000	
单位造价	元/m ³	1,847	1,400	2,925	545	3,380	3,156	3,916	956	1,647	549	551	
运行成本	元/m ³	0.50	-	-	0.58	-	0.40	0.57	0.46	0.87	-	-	

表 3-9 污水处理厂营养物去除

	污水处理厂	NH ₄				TP			
		进水均值	出水均值	去除率	级别	进水均值	出水均值	去除率	级别
		mg/L	mg/L	%	目标	mg/L	mg/L		目标
1	蚌埠第一污水处理厂	30	4	87%	2	4	1	75%	2
2	阜阳市污水处理厂	17	3	82%	2	3.9	0.99	75%	2
3	涡阳城东污水处理厂				2				2
4	邯郸东污水处理厂	31.15	1.37	96%	2	3.35	1.36	59%	2
5	邯郸西污水处理厂	25	12.5	50%	2	3	0.75	75%	2
6	淮南第一污水处理厂	32	0.9	97%	2	1.7	0.7	59%	2
7	六安城北污水处理厂	30	20	33%	2				2
8	石家庄桥西污水处理厂	35	12	66%	2	4	1	75%	2
9	唐山北郊污水处理厂	50	28	44%	2	10	1.4	86%	2
10	天津纪庄子污水处理厂	34.0	30.9	9%	2	5.0	2.0	60%	2
11	天津东郊污水处理厂	31.48	15.11	52%	2	3.22	0.88	73%	2
二级排放标准: NH ₄ 25mg/L (水温低于 12 度 30mg/L), TP 3mg/L									

表 3-8 污水处理厂建设成本摘要

污水处理厂名称	城市	省	建设日期	污水处理工艺	设计进水流量	建设成本	单位建设成	截至 2003 年累	折合至 2003	国外贷款	国外贷款来源	国外贷款
							本/m ³	计通货膨胀率	年的单位建			成本
					m ³ /天	人民币 (百万)	元/m ³	%	元/m ³	人民币 (百万)		
第一污水处理厂	蚌埠	安徽	2002	OXD	100,000	184.67	1847	102	1887	39.95	西班牙	22
阜阳污水处理厂	阜阳	安徽	2000	CASS	100,000	140.00	1400	103	1439	41.25	西班牙	29
城东污水处理厂	涡阳	安徽	2001	OXD	40,000	116.98	2925	102	2995	58.00	世界银行	50
东污水处理厂	邯郸	河北	1989	OXD	100,000	54.50	545	204	1113	30.20	丹麦	55
西污水处理厂	邯郸	河北	2002	OXD	100,000	338.00	3380	102	3454	183.73	世界银行	54
第一污水处理厂	淮南	安徽	1999	OXD	100,000	157.80	3156	104	3281	40.80	荷兰	26
城北污水处理厂	六安	安徽	2000	OXD	40,000	156.63	3916	103	4026	74.02	世界银行	47
桥西污水处理厂	石家庄	河北	1990	AS	160,000	153.00	956	204	1953	35.00	奥地利	23
北郊污水处理厂	唐山	河北	2001	OXD	150,000	247.00	1647	102	1686	120.00	亚行	49
纪庄子污水处理厂	天津		1982	AS	260,000	142.80	549			58.80	日本	41
东郊污水处理厂	天津		1989	3@AS, 1@A/O	400,000	220.55	551	204	1126	18.97	法国	9
马栏河污水处理厂	大连	辽宁	1998	BIO	120,000	265.00	2220	104	2298	265.00	世界银行	100
大窑湾污水处理厂	大连	辽宁	1995	AO/A2O	80,000	120.00	1510	109	1650	0.00		0
团岛污水处理厂	青岛	山东	1996	A2/O	100,000	320.00	3220	105	3384	25.00	德国	8
李村河污水处理厂	青岛	山东	1996	改进 AO	100,000	282.50	3556	105	3737	110.00	亚行	39
海泊河污水处理厂	青岛	山东	1991	A/B	80,000	139.00	1831	186	3415	30.85	奥地利	22
济南市污水处理厂	济南	山东	1991	OXD	220,000	305.00	1395	186	2602	104.40	奥地利	34
王小郢污水处理厂	合肥	安徽	1993	OXD	150,000	183.42	1229	128	1570	44.70	澳大利亚	24
琥珀山庄污水处理厂	合肥	安徽	1993	OXD	4,000	4.00	1015	128	1297	0.00	国内配套	0
芦村污水处理厂	无锡	江苏	1988	AO/A2O	200,000	170.51	858	204	1752	89.21	世界银行	52
第三污水处理厂	昆明	云南	1996	SBR	150,000	188.70	1263	105	1327	41.33	澳大利亚	22
大坦沙污水处理厂	广州	广东	1978	A2/O	300,000	382.00	1280			0.00	国内配套	0
松江污水处理厂	上海		1984	AO	50,000	333.00	3663			22.35	比利时	7

表 3-11 投资需求的估测（包括工业污水和生活污水）

城市		A	B	C	D	E	F	G	H I J			K L M			
		接入排水管网的城市人口		接受污水处理服务人口	未接受污水处理服务人口	单位建设成本	运行成本	当地故测污水产生量 ¹	处理 60%污水费用			处理 80%污水所需费用			
		百万	百万	百万	百万	元/m ³	元/m ³	m ³ /人	1000m ³ /天	污水处理 百万元	污水收集系统 百万元	合计 百万元	污水处理 百万元	污水收集系统 百万元	合计 百万元
				A-B				C*F	$((0.6*A) - B) * F * D$	1.4*H	H+I	$((0.8*A) - B) * F * D$	1.4*K	K+M	
蚌埠	高值	0.79	0.5	0.5	0.29	2300	0.5	0.45	133	0.0	0.0	0.0	140.7	196.9	337.6
	低值	0.79	0.5	0.5	0.29	1500	0.5	0.45	133	0.0	0.0	0.0	91.7	128.4	220.2
阜阳	高值	0.81	0.6	0.4	0.41	2300	-	0.19	76	36.4	51.0	87.5	105.9	148.3	254.3
	低值	0.81	0.6	0.4	0.41	1500		0.19	76	23.8	33.3	57.0	69.1	96.7	165.8
涡阳	高值	0.13	0.1	0.11	0.02	2300	-	0.20	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	低值	0.13	0.1	0.11	0.02	1500		0.20	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
邯郸	高值	1.38	0.9	0.85	0.53	2300	0.58	0.19	100	0.0	0.0	0.0	110.0	154.0	263.9
	低值	1.38	0.9	0.85	0.53	1500	0.58	0.19	100	0.0	0.0	0.0	71.7	100.4	172.1
淮南	高值	1.42	0.56	0.4	1.02	2300	0.4	0.12	122	124.8	174.7	299.6	203.2	284.5	487.7
	低值	1.42	0.56	0.4	1.02	1500	0.4	0.12	122	81.4	114.0	195.4	132.5	185.6	318.1
六安	高值	0.66	0.2	0.3	0.36	2300	0.57	0.16	56	34.3	48.0	82.4	81.6	114.3	195.9
	低值	0.66	0.2	0.3	0.36	1500	0.57	0.16	56	22.4	31.3	53.7	53.2	74.5	127.8
石家庄	高值	2.01	1.6	1.3	0.71	2300	0.46	0.17	121	0.0	0.0	0.0	121.7	170.4	292.0
	低值	2.01	1.6	1.3	0.71	1500	0.46	0.17	121	0.0	0.0	0.0	79.4	111.1	190.5
唐山	高值	1.78	1.61	1.6	0.18	2300	0.87	0.19	35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	低值	1.78	1.61	1.6	0.18	1500	0.87	0.19	35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
天津	高值	6.24	3.78	2.29	3.95	2300	0.95	0.12	474	401.1	561.6	962.7	745.5	1043.7	1789.2
	低值	6.24	3.78	2.29	3.95	1500	0.5	0.12	474	261.6	366.2	627.8	486.2	680.7	1166.9
合计	高值									596.7	835.4	1432.1	1630.3	2282.4	3912.8
合计	低值									389.2	544.8	934.0	983.9	1377.4	2361.3

1. 包括生活污水和工业污水

3.4.3 结论和技术方案

通过更合理的规划、设计和运行管理，可以提高污水行业的投资和运行效率。

通过更好选择厂址、工艺设计标准和处理工艺，可以提高投资效率。

小型分散的污水处理厂和小的收集系统可以提高投资效率。这需要对不同方面进行深入研究，如城市的地形条件、地理因素、污水处理厂的规模、集中和分散式污水处理厂的成本、污水管网/泵站的成本等等。

通过对运行和管理人员进行国家环保局规定的系统培训以及获取职业资格的过程，可以提高污水处理厂的运行效率和达标率。

需要对污泥处置进行监管。当前不进行污泥消化直接脱水和填埋的处置方法是比较经济有前景的方法。污泥农用、堆肥或焚烧的方法可以进行调研，但如果污泥现在可以用很少的花费或者不需花费进行填埋，这些工艺并不经济。在今后十年，污水行业投资的 20%可能用于污泥的处理和处置。

污水公司应该采用公司运行的方法进行管，而尽量减少政府的干预。应该行使其政府职责和监管功能。污水费用的设定和收缴是污水公司运行的主要财政支柱。遗憾的是，本研究由于时间限制几乎没有关于污水公司污水费用、收集率和财政效率的资料。

收集系统急需需要财政支持，需要全面的检查、清疏和维护。所有的污水处理厂应当进行长期和短期的有效的维护、置换和更新。

以下所列方案是从技术方面提出的改善污水处理服务的一些方法：

- 研究能够确定较准确的设计水量、进水水质方法。在设计流量和设计 BOD 时应考虑来自自备水源的流量。此外，应该充分考虑新的出水排放标准尤其是污水处理厂气味的控制。
- 由于氧化沟工艺是中国设计院推荐的主要工艺之一，故应对氧化沟工艺中的曝气转刷和其它工艺中的鼓风机进行讨论并确定更好的设计方法。
- 调查水力负荷过低或过高的原因并推荐降低此类设计缺陷的方法。同样地，调查出水氮磷不达标的原因并推荐补救措施。
- 研究降低运行成本的方法。识别建设投资和运行成本较低的处理工艺。应将污水处理厂和污水收集系统视为一个整体，并研究确定建设投资和运行成本最经济有效的污水处理厂的方法。

讨论高浓度原水和低浓度原水在处理效率上对常用的处理工艺的影响。推荐针对高浓度原水和低浓度原水的出水不同的排放标准，并与上述方案中识别出的经济有效的处理工艺相匹配。

3.5 绩效评估系统及数据库

本研究针对城市污水公司共筛选出 9 个最显著的绩效指标 (2 倍标准偏差) 和 6 个可用的绩效指标 (1 倍标准偏差)。对于污水处理厂共筛选出 9 个最显著的绩效指标 (2 倍标准偏差) 和 4 个可用的绩效指标 (1 倍标准偏差)。同时, 11 分析样本中必须保证有 6 个有效数据。

计算得出的绩效指标可用于污水处理厂, 城市, 区域或国际之间的比较。绩效指标的最佳值可以是一个固定值如 100%, <2 个月, <0.7, 0% 等, 或是区域的平均值。平均值必须经过大量的分析方可获得。

筛选出的绩效指标及注释总结如下:

	指标编码	绩效指标	单位	概念	注释
城市 2 倍标准偏差	4.1	耗水量	升/人/天	每人每天耗水量	耗水量愈大, 污水浓
	11.6	单位营业费用	元/m ³	年总运行成本/年污水处理量	地区平均值为最好
	12.5	工作人员/千排水连接	#/000	工作人员总人数, 按每千排水连接表示	地区平均值为最好
	12.6	工作人员/千排水服务人口	#/000	工作人员总人数, 按每千排水服务人口表示	地区平均值为最好
	17.1	污水处理率	%	至少经过一级处理的污水占收集污水的比例	100%最好
	18.1	平均排水费	元/m ³	T 年度营业收入总额按至少经过一级处理污水量表示	地区平均值为最好
	wPe2	百公里管道工作人员	#/100km	百公里管道工作人员/100 公里管长	地区平均值为最好
	wPh3	二级污水处理厂利用率	%/年	污水二级处理量/二级污水处理厂总能力	100%最好
	wOp2	管网清理率	%/年	清通的污水管网长度/污水管网总长度	地区平均值为最好
城市 1 倍标准偏差	2.1	排水普及率	%	可获得排水服务的人口 (直接的管线连接)/名义上由公用事业公司负责排水的总人口	100%最好
	19.1	每一服务人口得到的总收入/国内总产值	%	每年从每一服务人口获得的营业收入总额/人均国内总产值	地区平均值为最好
	23.1	收款所需时间	月	年底应收帐款/年度营业收入总额, 以相应于销售数额的月数表示。	最好<2 月
	24.1	营运资金比率	#	年度营业费用总额/年度营业收入总额	长期稳定并<0.7
	wQS1	与污水管网连接的人口的比例	%	与污水管网连接的人口/区域总人口	100%最好

	指标 编码	绩效指标	单位	概念	注释
	wFi46	单位运行费/GDP	%	污水厂年运行费/管网服务人口/GDP	地区平均值为最好
污水处理厂 2 倍标准偏 差	wEn2	污水回用率	%/年	污水回用量/污水处理量	愈高愈好
	wEn6	人均污泥产量	Kg 干泥 /1000p.e..	干污泥产量/污水处理厂服务人口当量 *1000	不增加出水的浊度和 BOD, 愈小愈好
	wPe1	每千人口当量的 处理厂职工人数	人/1000p.e	污水处理厂职工总数/服务人口当量 *1000	地区平均值为最好
	wPe3	管理人数比例	%	污水处理厂管理人数/污水处理厂职工 总数	地区平均值为最好
	wOp44	水质监测频率	次/月	每月水质监测总次数	与处理能力相关
	wOp45	BOD 监测频率	次/月	每月 BOD 监测次数	与处理能力相关 >4
	wOp47	TSS 监测频率	次/月	每月 TSS 监测次数	与处理能力相关 >60
	wOp48	TP 监测频率	次/月	每月 TP 监测次数	与处理能力相关 >30
	wQS2	污水处理厂服务 人口和区域总人	%	污水处理厂服务人口/区域总人口	100%最好
污水处理厂 1 倍标准偏 差	wOp18	能耗	元/人/年	污水处理厂能耗/服务人口当量	地区平均值为最好
	wOp41	泵发生故障的频 率	%/年	泵发生故障的次数/年/泵的总数	0%最好
	wOp46	COD 监测频率	次/月	每月 COD 监测次数	与处理能力相关 >60
	wOp49	NH ₄ 监测频率	次/月	每月 NH ₄ 监测次数	与处理能力相关 >60

PI 总结如下。图 7.1.1 显示了各个城市的耗水量。从图可以看出，唐山和邯郸的耗水量明显高于别的城市，六安是用水量最小的城市。

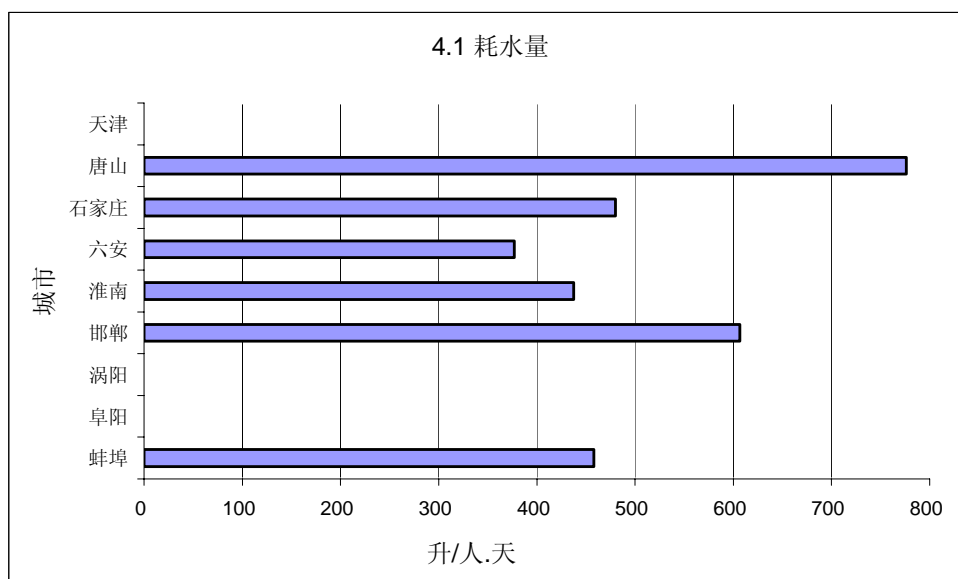


图 7.1.1: 4.1 耗水量 (人/天)

图 7.1.2 显示了各个城市污水的单位营业费用。从图可以看出，采用氧化沟工艺的唐山污水的单位营业费用最高。蚌埠虽然也使用的是氧化沟工艺，但单位营业费用最低。该项 PI 没有考虑城市的 GDP 和购买力平价指数。

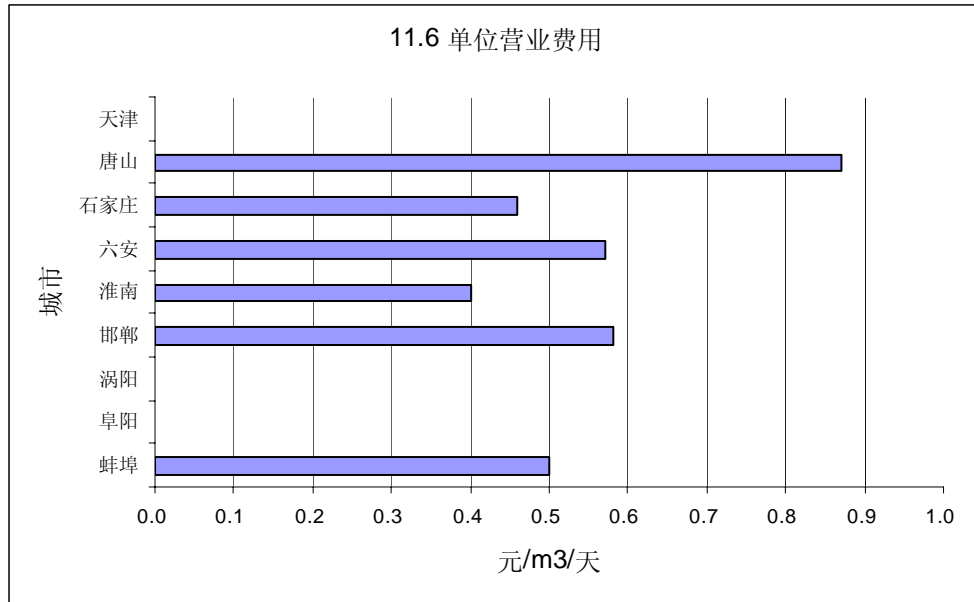


图 7.1.2: 11.6 单位营业费用 (元/m³/天)

图 7.1.3 和 7.1.4 显示千排水连接和千服务人口的职工人数。尽管天津每 1000 排水连接得职工数为 2.23 最高，但与 Kingdom (2005) 建议的发展中国家最多为 5 人相比，仍然比较低。该两项 PI，淮南最少。

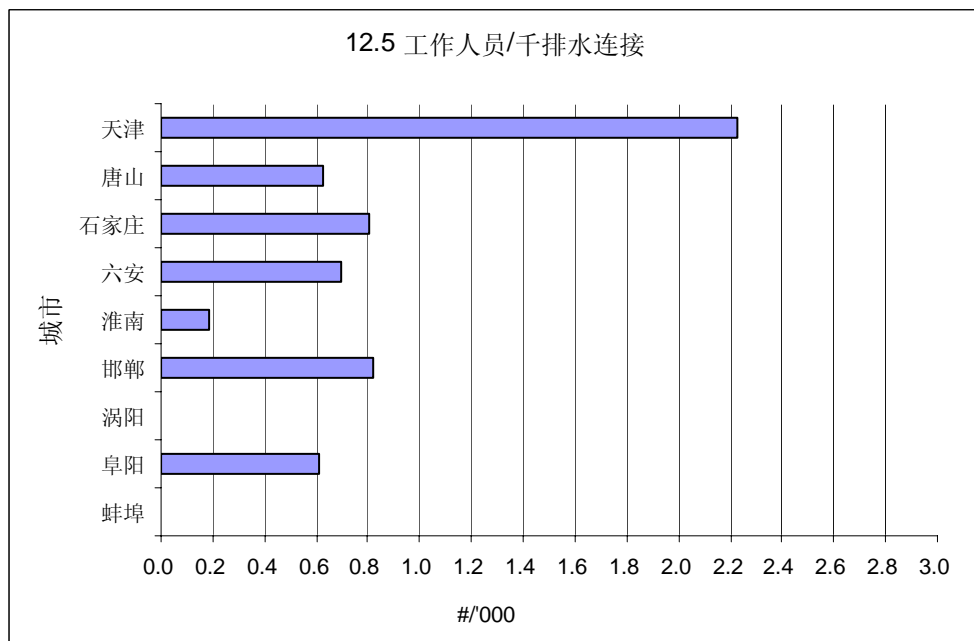


图 7.1.3: 12.5 工作人员/千排水连接 (人)

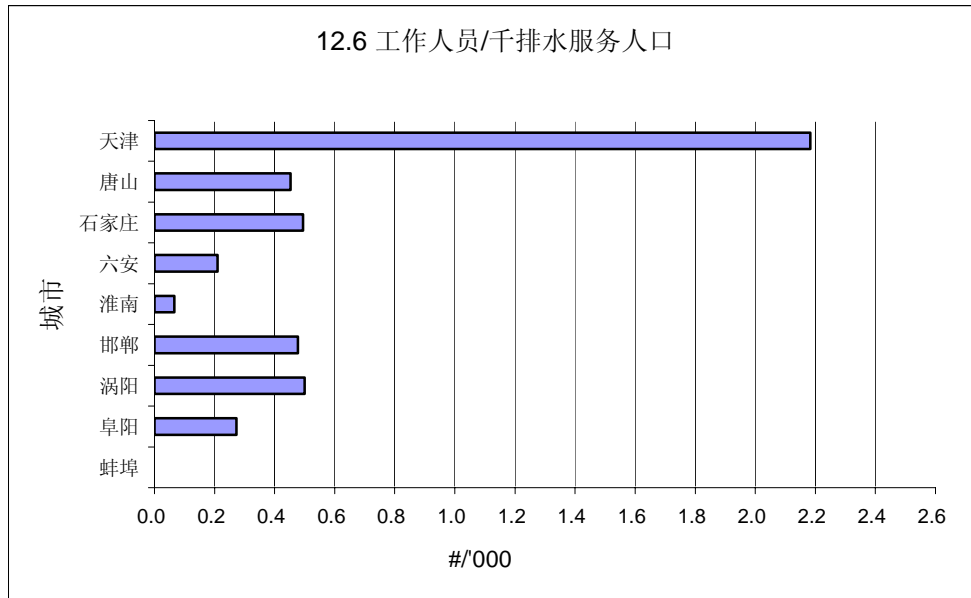


图 7.1.4: 12.6 工作人员/千排水服务人口 (人)

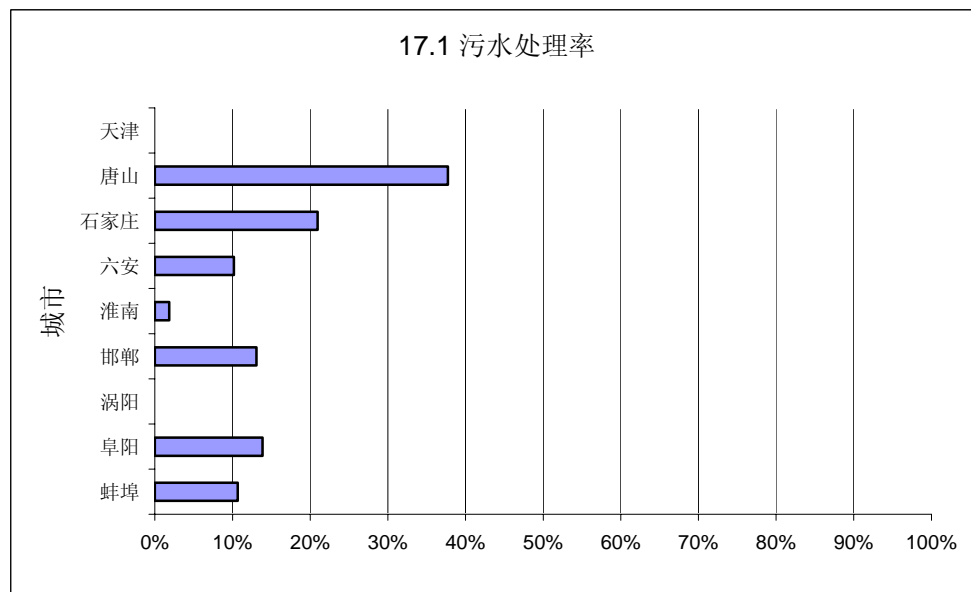


图 7.1.5: 17.1 污水处理率 (%)

图 7.1.5 显示淮南的污水处理率最低，只有 2%，唐山最高，达到 38%。所有调研城市的污水处理率都低于 Kingdom (2005) 推荐得发展中国家因达到 100% 的指标。

建立污水行业管理的绩效评估系统的推荐方案:

- 由污水公司或污水处理厂派出代表成立绩效委员会负责筛选绩效指标, 定义绩效指标及相关变量, 数据的采集, 步骤及频率等, 并制定评比程序。
- 独立第三方负责编辑处理绩效指标, 总结并编写报告, 及质量控制。

- 绩效委员会可由不同区域的城市，采用同种处理工艺的污水处理厂，或几个省市组成。
- 建立有效的计算和传送绩效指标信息的数字化系统。本研究开发了计算程序，相应的调查表和绩效指标报告格式。

3.6 绩效评估系统应用指南

我们针对本研究所采用的城市和污水处理厂绩效评估系统编制了一份应用指南，即用户手册。本绩效评估系统采用了微软的 Excel 程序。应用指南中详细定义了各绩效指标及计算该指标的相关变量，以及如何应用该程序。城市绩效指标计算结果输出如下所示。污水处理厂绩效指标计算输出格式与此类似。

城市绩效指标的计算表格

绩效指标 - 分类					
C	Q	A	En	O	Ec

城市污水公司

			2.1: 排水普及率 % wQs1: 与污水管网连接的人口比例 %		
			4.1: 耗水量 每人每日升数		
			11.6: 单位营业费用 元/m ³		
			12.5: 工作人员/千排水连接 人数		
			12.6: 工作人员/千排水服务人口 人数		
			17.1: 污水处理率 %		
			24.1: 营运资金比率 %		
			18.1: 平均排水费 元/m ³		
			19.1: 每一服务人口得到的总收入/国内总产值 %		
			23.1: 收款所需时间 月		
			wPe2: 百公里管道工作人员 #/100km		
			wPh3: 二级污水处理厂利用率 %/年		
			wOp2: 管网清理率 %/年		
			wFi46: 单位运行费/GDP %		

C = 顾客满意度

A = 实用性

O = 团体/个人

Q = 质量

En = 环境

Ec = 经济

- 顾客满意度 - 反映用户对污水行业服务期望和评价的绩效和衡量方法
- 质量 - 和质量相关的绩效指标是对经济指标和顾客满意度指标的补充
- 实用性 - 反映整个系统运行可靠性的绩效指标
- 环境 - 反映对环境影响的绩效指标
- 团体/个人 - 反映内部工作和外部服务的效率和两者之间关系的绩效指标
- 经济 - 反映整体成本的指标

第四章 城市污水再生利用研究

郑兴灿 博士

4.1 引言

在中国,城市污水再生利用是缓解严重水资源短缺问题的一种切实可行且经济有效的解决方案。本报告提出了中国城市污水再生利用研究的调研结论和改进建议,其主要依据为6个北方城市9个再生水项目的案例研究结果、污水再生利用的背景分析和国际再生水实践经验的总结。

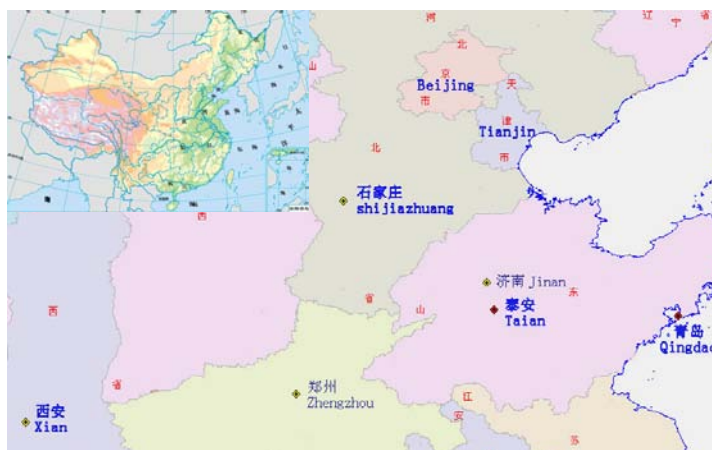
4.2 研究方法

本研究的数据来源包括相关统计资料与年鉴、规划信息、现场问卷调查、文献检索和网站搜索。在进行现场调研前完成了6个所选城市和再生水项目的信息收集。制定了尽量详细的现场调研安排和日程表,以确保拜访到关键人员和主要部门。现场调研包括再生水系统、污水处理厂和再生水用水点,并与当地有关人员和相关机构进行了座谈和意见交换。

编制了综合性问卷调查表,用于6个城市9个污水再生利用项目的数据收集,包括负责污水再生利用服务的机构、再生水厂(基本信息、生产能力、工艺流程、建设情况、项目投资、运营情况、机构建设、实际生产和成本等方面)、再生水水质、再生水价格和水价、存在的主要问题和限制因素等。

4.3 再生水厂案例研究

在本城市污水再生利用研究项目中,对6个选定城市的9个再生水项目进行了详细的调研和考察,这6个城市为:北京、天津、西安、青岛、石家庄和泰安,其行政等级、城市规模和地理位置有比较明显的差异,具有较好的代表性。



现有的再生水用水方式包括工业冷却和工艺用水、景观水体和蓄水池、湖泊和河流补水、城市灌溉和冲厕等。对典型的再生水水质数据进行了收集和研究(详见总报告附件B)。案例分析城市除青岛仍然沿用1999年水价外,其余城市的现行水价都是2004年或2003年底发布的。再生水水价方面除天津TEDA外(高质量RO出水的水价为3.9元/m³),其余均为1.0元/m³左右。

再生水厂所采用的再生处理工艺为：

北京高碑店再生水项目	混凝 + 沉淀
北京酒仙桥再生水厂	混凝 + 沉淀 + 砂滤
北京水源六厂	混凝 + 沉淀 + 砂滤
天津纪庄子再生水厂	1#线：混凝 + 沉淀 + 微滤膜过滤 + O ₃
天津 TEDA 新水源一厂	微滤膜过滤 + 反渗透
西安北石桥 WRP	混凝 + 沉淀 + 过滤
青岛海泊河 WRP	混凝 + 沉淀 + 过滤
石家庄桥西 WRP	混凝 + 沉淀 + 过滤
泰安污水处理厂	砂滤

4.4 主要问题和调研结果

中国的天然水资源短缺特征表现为人均水资源占有量小和水资源分布极不均匀。中国北方城市的年人均水资源占有量仅为 36 ~ 363 m³。自 20 世纪 80 年代开始，中国就开展了污水再生利用的技术研究和工程示范，并通过实际应用获得了很好的成效。最近几年，污水处理厂出水开始被看做是一种非常重要的潜在资源，尤其在水资源短缺的北方地区。但是仍然存在一些问题需要加以解决。主要调研结论总结如下：

(1) 调研结果表明，目前图书市场上已经出现各种与污水再生利用相关的参考书籍和技术手册，但主要偏重于一般理论和试验研究成果。再生水工程实践所需的实用性信息分散出现在不同的参考资料中。因此，有必要组织编写一部综合性的污水再生利用指南，以推动城市污水再生利用项目的顺利实施，并为相关的决策层、工程技术人员、主要运营者和其它人员提供准确实用的综合信息和国内外实践经验。

(2) 目前大多数再生水厂的 actual 生产/销售量通常远低于设计能力。例如，天津纪庄子再生水厂 MF 线的设计能力为 20,000 m³/d，但目前正常日产水量仅 3000 m³ 左右，最大日产水量为 6000 m³。另外，再生水厂还面临着用水高峰期的供水可靠性问题，冬季需水量低和夏季需水量高。实际用水量低于设计能力的主要原因在于缺乏足够的再生水用户和设计规模预测过大。调研结果表明，造成再生水项目设计能力利用率偏低的主要因素有以下几个方面：再生水输配管网覆盖率偏低、较低的水价、水质问题、不合理的水资源管理、再生水费征收困难。因此，发展用户是运营者的主要任务。

(3) 现有用户和潜在用户，尤其是工业用户对再生水水质的特定要求对再生水的生产和销售具有很大的影响。例如，青岛海泊河污水处理厂由于原设计标准中没有考虑氮磷的去除，而且 TDS 浓度偏高，因此海泊河再生水厂的出水水质不能满足新颁布国家标准中某些参数（例如氨氮）以及一些用户关于 TDS 的特殊水质要求。其他一些案例研究项目也存在类似问题。因此必须选择合适的技术和工艺，使得生产的再生水不仅能够满足国家标准的要

求，而且能够满足用户的特殊水质要求。因此，部分案例研究项目需要对前端污水处理厂进行技术改进，并将新技术应用于再生水厂中。

(4) 几乎所有集中式再生水厂都位于污水处理厂内或其附近，并使用污水处理厂出水作为再生水水源，但是所有污水处理厂的设计都是基于达标排放，而不是基于污水再生利用，对氮磷去除的考虑不够，而氮磷去除是多数污水再生利用的基本要求。现场调研结果表明，部分污水处理厂没有关于氮磷营养物去除的全面设计，例如天津纪庄子污水处理厂、青岛海泊河污水处理厂和北京高碑店污水处理厂。因此，今后污水处理厂的新建和改建均需要满足潜在的污水再生利用水质要求，不仅要满足区域性水污染控制和排放标准的要求，而且要满足再生水生产的要求。

(5) 案例研究结果表明，目前没有相对独立的法定监测系统或政府委托的机构对再生水厂的运行和再生水水质进行监督。再生水是一种较为特殊和敏感的产品，不合格的再生水对健康和环境存在着潜在的风险，因此政府部门必须建立一套关于再生水服务质量和合理使用的监测和监督机制。

(6) 按照受益对象评判，再生水的使用可以分为个人（机构）受益利用和公众受益利用。对于前者，可以向用户收取水费，从而使供水机构获得收益，而用户则节约成本。对于后者，具有公共产品/公共资源的特征，有其优势，但政府部门实际上成为主要购水者，用水情况通常具有不稳定和不连续性的。因此，必须建立费用征收机制，以确保再生水供水商能收回成本。

(7) 城市水价和再生水价格对再生水的生产和使用具有很大影响。调研结果表明，目前限制再生水使用的因素包括水价和再生水价格较低、地下水的不合理和非法开采，以及对公共用水的不合理补偿政策等。需要调整水价和再生水价格的构成及价格水平，对再生水的生产和使用起到较高的市场激励作用。

(8) 再生水中存在的微污染物，尤其是内分泌干扰物对人体健康的影响，是新近出现的风险关注点。为此需要建立最佳的技术体系，以使其浓度降低到水质标准值以下。需要进行大量研究以确定这些污染物与人体和环境健康的关系问题。需要建立合适的分析检出限以反映毒理学临界点。

(9) 现行的国家再生水水质标准是基于不同用水途径制定的。不同用水方式具有不同的再生水水质限制和标准。现行的再生水水质标准是经过多次修订而成的，但仍存在一些问题和不合理之处。今后需要对再生水水质标准的制定做进一步的研究。

4.5 建议

(1) 集中式再生水系统与现场/就近型再生水系统相结合

对于集中式系统而言，主要的限制因素是配水管道系统的高成本投入。集中式污水处理厂附近的区域适宜选用集中式系统，不同用户的水质要求均类似，且用水量较大的工业、景

观、河道补水和环境用水也适宜采用集中式再生水系统。对于距离污水处理厂较远或不在管网系统覆盖范围的区域，适宜选用现场/就近型再生水系统。多数情况下，一个再生水厂难以同时满足各种用户的不同水质要求和供水需求，因此，现场/就近型再生水系统可以成为较好的解决方案，具有较高的灵活性和较低的总体成本。在城市范围内，则可以通过这两种方式的不同组合应用来获得较高的灵活性和经济效率。

(2) 优先用于城市景观环境和工业冷却

考虑到经济效率和社会效益，再生水应首先供应到具有合理水质要求、较低生产和输配成本的用户。大城市中的最佳用户为城市灌溉和景观水体。在中小城市，虽然农业灌溉可能是潜在主要用户，但是其需水是季节性的，而且用户对价格水平是比较敏感的。对于工业和其它市政用户，其需水量相对恒定的，且对再生水水价也是可以承受的。最近几年，城市的快速发展导致了城市环境和市政杂用水量的迅速增加。

(3) 再生水等级划分和水质控制建议

城市污水系统的规划和建设目标已经开始从简单的达标排放转变到综合性的多目标使用，其中包括水资源保护、水环境质量改善和污水再生利用。根据再生工艺和净化能力，尤其是病原体去除、典型水质指标（例如浊度、BOD、SS、pH、粪大肠菌）、工艺性能的监测和控制以及再生水的主要用途，草拟了再生水的等级基本分类方法，详见主报告表 5.1。

(4) 建立污水再生利用的法规和标准

城市污水再生利用系统的发展需要健全的法律支撑体系和综合性管理机制，但是这些都是目前所缺乏的。不论是政府推动还是市场驱动，都需要建立相应的法规、政策和标准，对城市污水再生利用进行指导和监督。先进、经济和可行的再生水生产技术的选择取决于合适的技术政策、标准和规范。

(5) 城市污水再生利用的综合规划

目前中国还没有建立城市污水再生利用的规划机制。在城市建设总体规划中，对水资源综合利用的统一规划考虑不多，尤其是污水再生利用规划的纳入方面。城市总体规划和水资源利用规划中有必要考虑城市污水再生利用规划。污水处理的战略目标必须从传统的“污水处理，达标排放”转变到“污水的再生与循环利用”。

(6) 形成多元化投资和市场竞争机制

再生水厂和配水管网的建设需要大量的资金。必须建立一种能吸引多元和多渠道投资的体系，其中包括水价改革的合理定价机制、消除市场准入阻碍，以及为投资者建立统一的市场准入标准。需要引入和形成市场竞争机制，以提高运行效率并降低总服务成本。

(7) 通过经济激励政策推动市场化运营

只有在再生水价格合理，且足以回收投资和运行成本的前提下，再生水项目才能实现市场化运作。从案例调查中发现，激励机制和有效的水价机制仍在研究制定中，且较低的水价是主要的限制因素。必须对现行的饮用水、污水处理和再生水水价机制进行改革，保持不同水资源价格之间的合理差距。强烈建议政府制定多目标的再生水价格政策，保障供应商成本回收和合理的收益，避免市场垄断。通过合同或协议确保再生水使用单位的权利和利益。

（8）从机构和管理上提高再生水的服务

在合理的服务价格水平下，再生水企业可以独立的进行交易，履行相应的责任，并提供合格的产品和服务。再生水服务可以认为是城市供水的一部分，可以在现行的供水管理体系中增加更严格的水质监测和管理功能。在污水再生利用的市场化运作中，政府应主要充当监督/管理者，政府采取激励和约束政策的主要目的是实现再生水服务的规模经济效益和竞争性环境条件。

（9）再生水服务的财务监督

考虑到再生水行业的自然垄断和公众福利特性，政府应对再生水企业的投资和财务管理进行监督。监督范围包括：与再生水服务不相关的设备更换和更新、资本扩张以及投资行为。将财务监督与定价监督政策结合可能是比较好的一种做法。

（10）强化对污水再生利用技术的研究

当前的实践表明，技术发展的重点应放在现有技术工艺的集成、产业化发展和工程化应用、现有技术的改进，以及新技术和新设备的开发。应重点通过工程应用和生产性研究，大力解决再生水水质保障、系统可靠性、供水稳定性以及健康和安全等方面的问题。

（11）加强公众宣传和教育

实际上，目前仍有不少工业用户和城市居民从本质上将再生水看做污水，不愿意使用再生水。因此，有必要强化公众宣传，向用户解释水资源紧缺状况和使用再生水的重要性，使其对再生水水质和可靠性充满信心。就公众宣传和教育而言，国家和地方政府应充分利用可用的各种宣传媒体，并注重工程示范。其中一个成功的方法就是邀请公众参观考察污水再生和利用设施。

（12）城市污水再生利用的绩效指标

目前没有明确的关于城市污水再生利用案例研究可用的绩效指标。本研究过程中主要参考的是 IWA 出版的，R. Matos 等 2003 年编写的“污水设施绩效指标（PI）”。建议的绩效指标清单详见报告。可以使用 SIGMA Lite 软件对 PI 进行评价，该软件是免费的，可以从网站 <http://www.sigmalite.com> 上直接下载。另外，也可以使用与 SIGMA Lite 类似的电子数据表计算 PIs。

4.6 最佳经验和 技术选择

新加坡采用先进的双膜（微滤和反渗透）和紫外技术对二级处理出水进行严格的净化处理，以生产新水（NEWater）。总生产能力 92,000m³/d 的三个再生水厂向晶圆厂和其它工业提供 NEWater。而且公用事业局也将每日 3 百万加仑的 NEWater（约占总日耗水量的 1%）引入饮用水原水水库中。

在 USA，21 世纪水厂的再生水为 5 MGD 反渗透处理水、9 MGD 碳吸附处理水和 8.6 MGD 深井水的混合水。再生水达到饮用水标准要求，处理工艺包括化学净化、再碳酸化、复合滤料过滤、颗粒活性炭、反渗透、加氯和混合。混合水注入地下不仅避免了海水的入侵，而且还补充了城市取水含水层 50% 的水量。

在澳大利亚，悉尼水公司运营着 27 个污水处理厂，收水量为 1,300 ML/d 左右，其中 29.9 ML/d 进行了再生利用。其出水用于 Picton、Gerringong-Gerroa 和 Richmond 三个地区的农业灌溉。Rouse Hill STP 地区的居民区安装了“第三管路”，每天对经过臭氧化、微滤和过氯化处理的 4.4 ML 再生水进行利用，目前服务人口为 12000 户。

法国在进行两段膜处理工艺（NF + RO 和 RO + RO）对牛奶制品模型工艺水处理的试验。经过单 RO 或 NF + RO 工艺处理后的再生水可用于替代清洗、加热或冷却水，以及作为锅炉补水。经 RO + RO 处理后的高质量水能够满足 TOC 饮用水规范要求，可以进行再利用。

在瑞士，NF 和 RO 工艺用于回收电镀工艺废水中的金属盐。在瑞典，RO 工艺用于工业废水的再利用。该废水为蒸发浓缩废水，含有低分子量有机物质。在日本，使用醋酸纤维（CA）中空纤维型 UF 膜，并辅以混凝和活性炭处理工艺处理洗车废水。

在中国，天津泰达新水源一厂选用连续微滤（CMF）和 RO 工艺生产的再生水商业化供应园林公司和其它工业用户进行园艺、草坪浇灌、冲厕和冷却。天津纪庄子再生水厂使用混凝 - 沉淀 - CMF - 臭氧工艺处理的水用于冲厕、城市绿化、景观环境用水。多数再生水项目选用混凝 - 沉淀 - 过滤工艺处理再生水用于河道补水、水景、工业冷却、城市灌溉和环境用水。

4.7 结论

在中国北部和沿海地区，人均水资源占有量仅为 36 ~ 363 m³。近年来，为解决水资源短缺问题，中央和地方政府积极推动城市污水再生利用的实践，并通过研究开发和工程示范项目获得一些成功的经验。但仍存在一些需要解决的问题，并需要采取措施改进城市污水再生利用的工程实践，例如：

(1) 大多数季节中，多数再生水厂的 实际生产/销售量远低于设计能力。管网覆盖率 低、不合理的水价、水质问题、不正确的水资源管理、再生水供应的成本回收是造成再生水用户

不足的主要。再生水供应商和政府部门需要共同努力,将发展再生水用户作为一个主要任务。

(2) 所有调研的再生水厂均以污水处理厂出水作为水源,但是污水处理厂主要是基于达标排放,而不是污水再生利用设计的。需要对一些污水处理厂和再生水厂的营养物去除进行改进,并选用先进的再生工艺,以满足用户对再生水水质的要求。

(3) 对于公众获益再利用,再生水成为一种公共财产或者说公共资源,如果地方政府或其行政部门充当购买者,则其用量通常是不稳定和不连续的。必须建立相应的制度以确保用户成本回收。

(4) 水价和再生水价格严重影响着再生水的生产和使用。目前的限制因素包括较低的水价和再生水价格、对地下水不合理的过度开采以及对公共用水的不合理补偿政策等。

(5) 实用信息分布于不同参考资料中,非常有必要建立一套综合性的城市污水再生利用国家指南,以推进再生水项目的正确实施,并为决策者和工程技术人员提供正确可靠的信息。

(6) 对于集中式系统,限制其发展的主要因素为配水管网的成本。当用户分散或者距离较远时,再生水厂很难同时满足不同用户的水质和流量要求。此种情况下,选择或结合使用现场/就近型系统则能提供高度灵活性并降低总成本。

(7) 考虑当前的社会现状、经济效益和最大社会利益,最佳的再生水用户为那些水质要求合理、生产和运输成本较低的用户,其中包括工业冷却、城市灌溉、景观和环境水体以及城市市政杂用水等。

(8) 现行再生水标准是经过多次修订而成的,但实施过程中仍有部分问题与不合理之处。根据国际经验,从再生工艺、病原体去除、典型水质指标、性能控制和监测以及再生水的主要应用方式对再生水进行了等级划分,详见表 5.1。

(9) 城市污水再生利用系统的发展需要健全的法律支撑体系和全面的管理机制,必须建立城市污水再生利用指导和监督的规章、政策和规范或标准。城市总体规划和水资源利用规划中必须包括城市污水再生利用规划的内容,而且污水处理的目标必须从“污水处理,达标排放”转变到“水的循环再利用”上。

(10) 中央和地方政府必须对现行水价体系进行改革,建立合理的定价体系,通过经济激励政策推动再生水服务的市场化运营,确保供应商可以回收成本并能获得一定的收益,维持良好的市场竞争,提高技术水平,从而提高生产效率。

(11) 再生水的微污染物,尤其是内分泌干扰物对健康的影响是一个新的风险问题,很显然需要更多的研究工作。

(12) 一些工业用户和城市居民从心理上仍不能接受再生水。因此必须通过各种媒体进行宣传教育,提高公众的认知,并注重示范工程的作用。

4.8 最终报告的格式

最终报告包括两个部分：主报告和附录。主报告概要总结了研究成果和产出，附录提供了更为详细的信息。附录按照主报告的内容进行排序。

第五章 小城镇水管理研究

毕军 教授

5.1 导言

作为一个发展中国家，中国正面临着人口的快速增长和高速的城市化进程。然而，城市化也带来了一系列问题，如不断恶化的环境质量，与城市化不相匹配的基础设施造成的生活质量下降。并且这一切并不只是发生在城市，随着乡镇企业的发展和城镇化过程，这种恶化已经成为中国农村的一个重大现实问题。

近年来，小城镇的发展逐渐成为中国社会经济发展的主要动力。中国从八十年代起的城市化进程的突出特点之一就是出现了大量的小城镇，尤其是“建制镇”和“集镇”。

中国的“十五计划”所制定的战略目标是：建成 3000 个人口在 3 万或 3 万以上的城镇，使 5 千万农村居民能迁入居住条件更好的小城镇。这将使中国小城镇人口总数达到 2.8 亿。因此，供水和污水处理等城市基础设施已经成为城镇化进程的关键因素。此外，发展最快的镇区往往处于大中城市附近，所以关于建制镇和集镇的水质和环境管理方面的研究是传统城市区域研究工作的逻辑性“外延”。

尽管如此，与小城镇尤其是建制镇和集镇大量出现相反的是，中国的主要城市基础设施建设项目主要是面向大城市的。这自然导致小城市、建制镇和集镇只拥有极为有限的基础设施，包括污水处理厂、供水管网系统等。在中国，这些设施在较发达的东部地区远比内地普及。同时，在建制镇和集镇，关于地表水水质下降的范围和原因了解十分有限，而且缺乏可行的、有效的方案来解决现有的水质下降和安全饮用水源供给的难题。解决这些问题的根本在于，要意识到我们需要通过改进政策、规划、财务、运作和立法机制来增加供水和污水处理设施。

通过采用个案研究的方法，这项研究的目标是：

- 总结由建制镇和集镇发展引起的水质下降问题。
- 对现有的供水和污水处理服务的预算和总体经济情况进行量化。
- 总结所选建制镇和集镇现有供水和污水处理服务情况。
- 确定适合建制镇和集镇的可行和低费有效的供水和污水处理设施。
- 进行有助于说明当前中国农村供水和污水处理服务的经济、社会和环境政策分析，以及它们在未来的发展趋势。
- 完成包括机构设置、个人能力、机构合作和政治目标在内的能力分析。

5.2 目标

这项研究的目标是充分了解所挑选出的中国若干小城市,尤其是建制镇和集镇的水质与水污染问题,明晰这些小城镇带来的污染状况并且构建如何面对这些挑战的政策框架。实地调研十分有助于发现官方统计资料和实际情况之间可能存在的细节差异。政策框架则会为建设部、国家环保总局和水利部在制定新的针对小城市、建制镇和集镇的水质管理政策时提供信息。研究的成果同时将能够对世界银行制订有效的贷款计划提供指导,来支持中国城镇的水质管理。

5.3 研究范围

世界银行的贷款计划需要足够的关于水污染、供水和污水处理的数据,以便进行决策。然而,当前能从建设部的信息资源中得到的关于建制镇和集镇的水污染以及基础设施信息仍不足以制定援助计划。现有的官方统计资料并不提供这方面的数据,或者所提供的数据并不能够反映真实情况。比如,来自建设部的官方统计数据显示在河南省有大量的城市基础设施存在于建制镇甚至是集镇。但是,事实上并没有发现同样多的这类设施。

得到作出贷款决策所需的信息对于世界银行在操作上具有挑战性。这项研究将会揭示出调研数据和官方统计数据间的区别。

项目组走访了河南省的 13 个县和江苏省的 1 个县。共有 20 个镇被调研。我们应用了访谈和标准问卷在县和镇收集有用的信息,重点在于:

- 地理、社会和经济数据,例如税收、财政收入和人口;
- 机构设置信息,例如体制结构和环保局管治能力;
- 地方政策,实际执行情况,和现有的总体规划;
- 供水的技术和财务数据;
- 污水处理厂的技术和财务数据。

基于对这些信息的分析,再加上对国家政策和实际操作的评估,这项研究将从政策、实践、财务、技术解决方案以及体制结构方面为小城镇的供水和污水处理情况提供一幅清晰的图景。

在河南,调研包含了为世界银行 P081348 项目—河南城镇供水和污水处理项目选择的 11 个县。它们是:(1) 原阳,(2) 尉氏,(3) 兰考,(4) 新安,(5) 宜阳,(6) 嵩县,(7) 博爱,(8) 武陟,(9) 襄城,(10) 遂平和(11) 汝南。

5.4 研究方法

在本次项目中,我们用了各种不同的方法来收集与项目目标相关的数据,例如:网上搜

索、以往的数据库资料(包括印刷版与电子版、以前的乡镇企业调查、统计数据及地方数据)。

作为本项目的关键部分,实地调查的目的是获取与项目目标相关的第一手资料。现场调查指南和个人能力训练的提供保证了本次调查的一致性。在实地调查之前,我们就发给各个地方的自来水厂、污水处理厂和政府部门一份问卷。尽管只有一些部门会在调查队到达之前仔细阅读这份问卷,然而提前发放问卷有利于他们熟悉问卷的内容与形式,对顺利完成问卷调查是很有帮助的。尽管如此,由于数据的缺乏,问卷中很多数据无法全部得到。

除了设计针对县、镇、自来水厂和污水处理厂的问卷以外,我们还采用了面谈的形式来获取用于深层分析和政策建议的信息,面谈的对象包括企业管理者、当地省级、市级、县级以及镇级政府官员。调查组一共调查了14个县和20个镇,与15个环保局和一些镇的相关领导以及一些自来水厂的管理人员进行了谈话。

在一些条件允许的地方,我们组织了一些由各种各样的人参与的会议,这对我们收集一些常规问题方面的信息很有帮助。一些特殊的信息需要在当地行政部门与企业中进行数据挖掘。尽管一些官员和职员被告知他们所提供的原始数据会被保密,但与当地一些人的合作并不是都很容易的,特别是在一些自来水厂中。

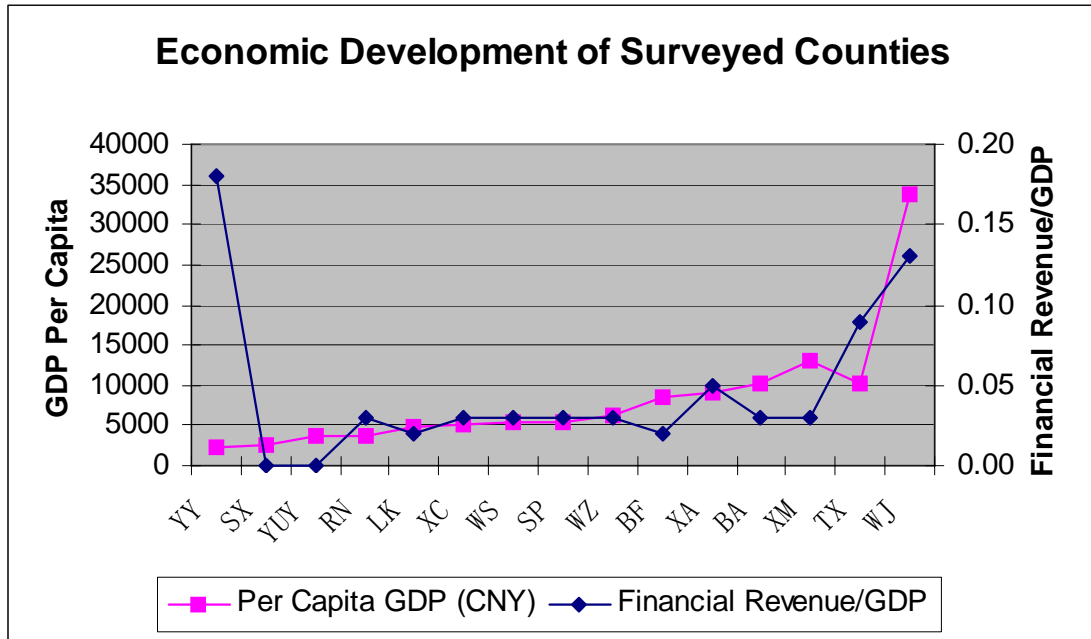
通过预研究,可以获取很多全面调查、面谈、实地调查方面的经验,这些经验在镇、县、自来水厂和污水处理厂的标准化问卷的完成过程中尤其重要,对得出和主要负责人的面谈提纲也有很大帮助。

尽管在调查地区中数据很缺乏,但在初步调查之后,我们决定用一些复杂的问卷来获得尽可能多的数据,特别专注于那些可以用来评价自来水厂与污水处理厂表现的核心指标,包括省县镇概况,GDP,居民人口,人口密度,人口增长,平均温度,年降水量,环保局的人数,供水,供水能力,供水管网覆盖率,供水管网长度,供水的总投资,工业污水量,生活污水量,污水收集,污水处理,就地处理系统,以及雨水收集。

我们用标准数据处理方法对问卷中的数据进行处理,以剔除一些有疑问的、有毛病的或者明显错误的的数据。在编辑过程中发现的典型错误包括:面谈时的记录信息错误、数据库人工输入时出现的错误、问卷完成过程中提供的错误数据等。我们采用一致性检验的方法保证问卷中数据的正确性。如果有错误就必须要在数据处理过程中改正。其它录入到问卷的数据也必须检验其一致性。一旦出现不一致,就需要进行改正。数据的可靠性决定于完成问卷的整个过程。完成问卷的人员根据他们得到数据的过程给每一个数据赋予一个可靠性等级。在用问卷数据或其它数据来得到归纳性结果时,我们将赋予这些结果精确性等级。

5.5 研究地区社会经济与环境状况

(1) 社会经济发展令人鼓舞,但是,当地财务状况仍然十分紧张。在河南调研地区之间以及与东部发达地区之间仍然存在地区差异。



大多数所调研县的人均 GDP 均少于 10,000 元。而在过去的 20 年中，它们已经发生了巨大的变化，自 1996 年以来，经济增长率每年保持在 9% 左右。人均 GDP 作为一个指标，我们发现发达县的工业和农业 GDP 差距较大，表明工业仍然是当地发展的主要驱动力。相对于沿海地区，河南绝大部分县还不发达，主要表现为收入水平低、水资源的短缺、公共基础设施较少、环境容量较低，及生态系统较脆弱。小城镇缺乏与高新技术产业相配套的设施。因此，大多数县以资源依赖型的产业为主，通常都是污染极其严重的部门。当地环保部门较弱的机构能力无法应对这些挑战。从发达的沿海及都市地区转移而来的污染正使得这种形势越来越糟。

我们所调研的 14 个县全部完成了整体发展规划，而且 70% 的县还做了新城区的规划。新区开发和旧城改造已成为城镇发展的重点，小城镇发展在这些地区也很普遍。这些新区通常都有比较好的规划和基础设施。按照规划，城关镇到 2010 年人口将增加约 50%，从而对供水和污水处理提出了更高的要求。

在调研县中，反映最为突出的问题是自财政紧张。目前城镇收入不能满足城市基础设施服务的需求。工业 GDP 大约为总数的 45%。除了 3-4 个例外，城镇收入大约为 GDP 的 3% 到 6%。城镇建设中的资金仅仅为当地 GDP 的很小一部分，还有很大的提升能力。

县级以下的城镇发展仍然较慢，虽然 60% 的调研城镇都有发展计划，但是没有一个地方提出了针对供水和污水处理厂的规划。在城镇一级的水平上，城关镇和其他城镇在每个方面都存在着巨大差距。作为县城的城关镇通常都有较好的规划，水电供应的投资和服务也较多，而在其他城镇，贫穷、医疗服务和供水已成为镇政府最为优先考虑的问题。随着农业税逐渐免除的趋势，该地区财政收入占 GDP 的比例（3%）又很低。镇政府将更没有什么财政收入来发展公共基础设施。

(2) 乡镇和快速城镇化的农村可能成为未来最重要的污染制造者。这些地区恰恰缺乏适

宜的管理机制，很难治理。随着经济发展和城市化进程，特别是与资源相关的工业发展，河南一些县环境质量，特别是水质正严重恶化。关注小城市和乡镇的污染控制迫在眉睫。

河南省的工业结构是偏污染型的。根据 1995 年对乡镇企业的调查，河南省的污水和 COD 排放系数这两项指标都分别是全国平均水平的 4.43 倍和 7.08 倍，而与此同时，江苏省这两项指标为全国平均水平的一半左右。

表 5-1 调查地区水污染状况 (2003)

County	River Name	Water Quality
YY	Luohe River	II
SX	Yinhe /Ruhe River	II
YUY	Tianran Trench	na
	Wenyan Trench	na
RN	Ruhe River	IV
LK	Huanghe River	III-IV
XC	Yinhe River	IV
	Beiru River	II
WS	Jialuhe River	V
	Shuangxihe River	V
SP	Ruhe River	III-IV
WZ	Qinhe River	IV
	Huanghe River	II
BF	Shihe River	III
	Jingchanghe River	II
XA	Jianhe River	V
BA	Dashahe River	V-
XM	Shangmuhe River	V-
TX	Rutai Canal	III
	Changjiang River	II
WJ	Jianghang Canal	III

目前，调查地区主要污染源包括造纸业、皮革制造业、化工产业、食品工业以及电力行业。在新密县大隗乡，有 100 多个小型、低效的造纸作坊。与当地群众的面谈显示，23% 的群众认为生活污染是主要的污染源，而 77% 的群众则认为工业污染是主要的污染源。在调查的地区，水污染已经成为最敏感的指标。超过 85% 的受访者对于水质的逐渐恶化印象深刻。

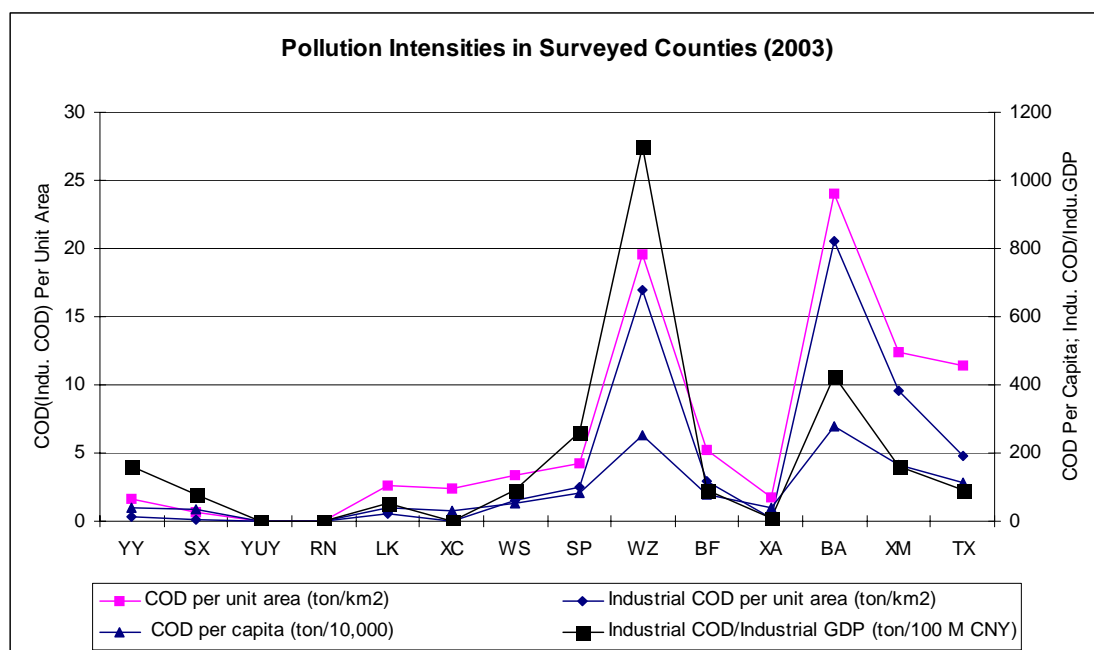
1997 年和 2000 年的强制达标运动迫使大多数的企业建立污染控制设备，这些设备是污染排放削减的主要因素，但这次调查也发现许多企业仅仅在检查期间运行污染控制设备。根据面谈和数据收集的结果，大多数的企业能够达标排放，但是这一说法值得怀疑。在受调查的地区，62.5% 的河流水质已经属于 4 类或更差，说明这些河流已经不能用作饮用水水源。

非点源污染负荷如 BOD 和营养物等虽然没有测定，但是在农业县已经成为一个主要的污染源。供水公司的管理人员也认为地下水水质正在下降。在河南这些地区，地下水作为唯一的饮用水源，水质下降将成为一个主要问题。

单位面积工业 COD 排放和单位工业 GDP 的工业 COD 排放，可以作为衡量水质污染的替代指标。如果我们选出河南省受调查县中的 3 个工业县（博爱，武陟和新密），与江苏省的泰兴和武进做一个比较。可以看出，尽管这 3 个县人均 GDP 相对来说在调研地区比较高，但仍然比泰兴和武进低。然而，其单位面积工业 COD 排放和单位工业 GDP 的工业 COD 排

放却超过泰兴和武进。此外，这些县河流的水质是4类或者5类，而泰兴和武进是2类和3类。

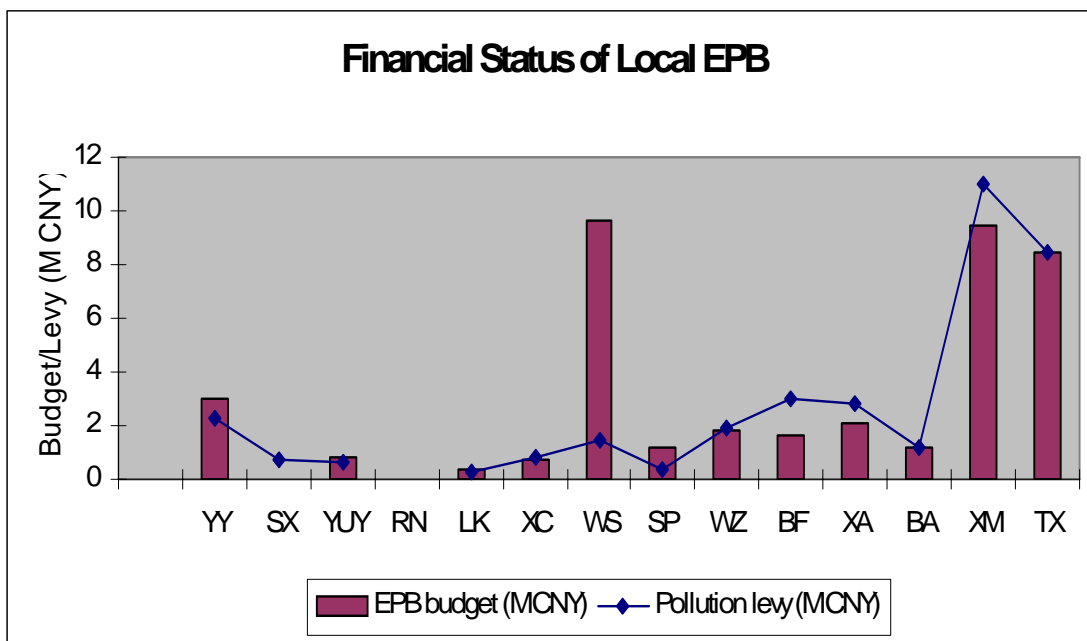
由此，河南省这些工业县即使是仍处于经济发展的初级阶段，其污染程度也比沿海地区的发达县更加严重。因此，很有必要通过各种潜在有效的方法来加强对污染的控制，污水处理厂是其中一个最有效的解决方案。尽管其他县的污染状况并没有这3个县严重，如果它们仍遵循目前所普遍采用的发展模式，它们很快也将面对严重的污染。



在这3个重点污染县（博爱，武陟和新密）中，造成污染的主要因素有两个：一是工业结构有待改善；二是环境管治过于薄弱。这3个县均以造纸业、化工产业和食品加工业作为其主导产业，这3大产业都是严重水污染源。其次，我们使用单位COD排放的排污收费作为一个替代指标。较高水平的排污收费用可表示强制的管治能力。博爱和武陟的水平分别是120.0和134.2元/吨左右，是调研地区最低。毫无疑问这两个县单位工业GDP的工业COD是最高的。

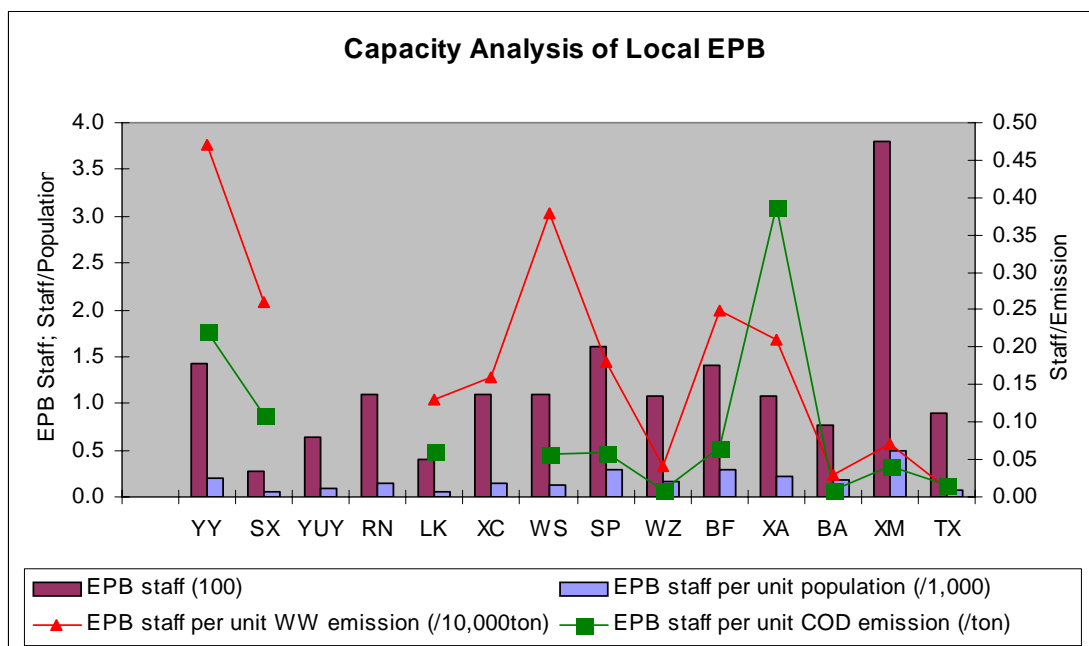
(3) 河南地方环保局的机构结构不健全，需要加强。地方环保局对环保法规的实施能力很弱，实施效率低下，不能面对由经济迅速发展带来的挑战。因此，长期的能力建设是必需的，并且这些能力建设必须有充足的资金支持。

河南所有被调查的县都有独立的环保局。这些环保局负责管理与控制当地的环境质量与企业的污染行为。这些县最通常采取的措施是命令与控制措施。由于市场的不成熟，基于市场的措施作用非常有限。



这些县紧张的财政预算通常会影响到当地环保局的能力。大多数预算都用于支付工资与日常开销。由于缺乏资金，很少有环保局能够投资在环境规划与污染控制方面，90%的县都没有它们的环境战略规划。

县监测站的监测条件是有限的。这些监测站的固定资产从 200,000 元到 500,000 元不等。设备和专业人员的缺乏，使得他们只能局限于 CODCr, SS, 和 pH 等常规污染物的监测。薄弱的监测能力又影响管治的效率。



当谈及县环保局较低的管治能力时，并不意味着这些单位没有足够的人员。实际上，在调查的河南的 13 个县中，有 9 个县环保局的员工数超过 100 人。每单位 GDP、单位废水、单位 COD 以及单位人口所拥有环保局人数均多于江苏的 2 个县，表明这里机构较为臃肿及

管治效率低。

所有地方环保局都渴望提高他们的执行能力。大多数情况下，排污费的收缴是很困难的。收缴过程中讨价还价是很常见的。事实上，河南的 11 个县中，只有四个的环保局预算比收缴的排污费少。这意味着地方环保局即使将所有收费全归为己有仍然无法生存。

(4) 在被调查的地区，没有针对环境退化的有效和综合的政策措施，也没有专门用于环境管理的充足资金和预算。

在中国，环境管治同时具有垂直和水平二个层次上的管理。理想状态下是能够保障地方环保局可以从地方政府和上级环保局同时得到有效的支持。事实上，当地方政府和地方环保局之间有冲突时，往往是后者服从前者。政绩考核制度使得地方环保局在协调处理与乡镇和其他管理部门的事务上有了有利的武器。然而，尤其是在欠发达地区，这个制度往往成了象征性的政治游戏。

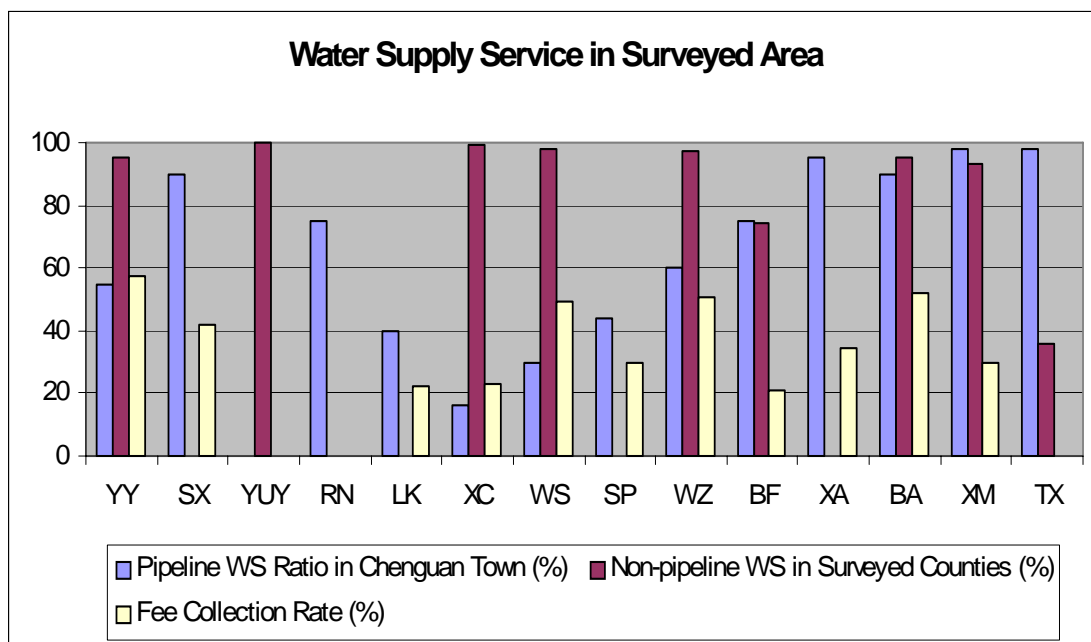
地方环保局的协调能力对于地方环境管治同样重要。地方环保局需要和其他局和部门（电力局、规划局、银行等）密切配合，以便使企业实施污染治理方案。另一个重要的合作伙伴是镇政府，在越来越多的镇政府直接招商引资后，这显得尤为重要。不幸的是，地方环保局在这两方面都很薄弱。为了保障供水水质和污染控制，地方环保局必须有更大的权力来有效的和有利的与其它部门合作。

5.6 被调查地区的供水状况

(1) 在被调查地区，管道供水的覆盖率还很低，饮用水质量经常得不到保证。

在这次对河南调研地区的调查当中，只有 10% 的居住人口能够得到持续的自来水的供给，这一比例远远低于亚洲国家的平均水平。在河南当地，大多数的饮用水来自于每个家庭自备深井中的地下水。优质的饮用水仅仅主要供给“城关镇”的居民，这也反映出不同级别的镇之间的差别。但是，即便是在此次调查所到的城关镇，自来水的供给比例也不超过 50%。

我们可以发现，绝大多数的居民日用水量在 100L/人到 300L/人之间。但是，不同的地区之间存在很大的差距。此外，由于管网系统老化，一些地方的自来水被污染并且渗漏非常严重。目前的供水系统主要供应城关镇，其他镇和乡村的大多数居住人口仍然还没有安全的自来水。即便是在城关镇，由于供给能力有限和管网系统老化引起的高渗漏率，连续的自来水供给依然得不到保证。通常，自来水厂的实际供水量达不到设计的最大供水量。在调查的地区管网的平均渗漏率超过 20%，有些地方甚至超过 50%。由于渗漏，自来水公司每年的损失超过 2 千万元（2003 年人民币）。正如之前所论述的，调查中大约 90% 的人口使用自备井。地方工业的快速发展和薄弱的排水系统都会影响到这些自备井系统的完整性。在未来的 5 至 10 年，这些自备井最好应被逐步取代。



在被调查的乡村地区，有一种较好的集中式自来水供给系统模式。城关镇的部分地区、一般镇区以及某些行政村通过抽取中等到深井地下水来集体供应。一口深井抽取的井水可以供给约 100 至 5000 人。这样管网供给的水可能是消毒过的，也可能没有经过消毒；有些是连续的，有些是不连续的。供水系统的完整性不能得到保证。但是这个系统供水的质量比家庭自备井的水的质量要好。根据调查的结果，大约 10% 的人口得到这个系统供给的自来水。因为供水成本低廉，这个系统的覆盖率正在逐步增长。

距离城关镇近的城镇可能会得到城关镇的自来水公司提供的自来水。另外，镇政府可能会建设他们自己镇的小规模的自来水供给系统来为一小部分居民服务。目前普遍的情况是，自来水公司的自来水供应不能普及到其他的镇。

管道自来水供应率表明，实际调查得到的数据与政府官方提供的统计数据之间有很大的差距。建设部的统计数据提到所有县的自来水供给比率达到 60% - 80%，这一数据远远高于我们在实际调查当中得到的城关镇自来水供给比率。在其他的镇和乡村地区，这个差距更大。因此，目前迫切需要政府获得真实的关于建制镇和集镇的自来水供给的数据，以便于政府在城市化进程中做出理性的决策。

(2) 目前迫切需要提高安全饮用水的覆盖率。现在拟建的新自来水厂在 2010 年将竣工，届时将能够满足安全管道饮用水的供给需求。

地下水是饮用水的主要来源。调查的县当中，只有两个县用地表水作为部分饮用水源。所有的自来水公司都使用取自深井（100 到 500 米）的地下水作为自来水供应的水源。深井水的质量普遍比较好，但是相比起地表水来硬度较高，并且有时其含氟量很高。没有安全的饮用水源，供水成本明显提高。

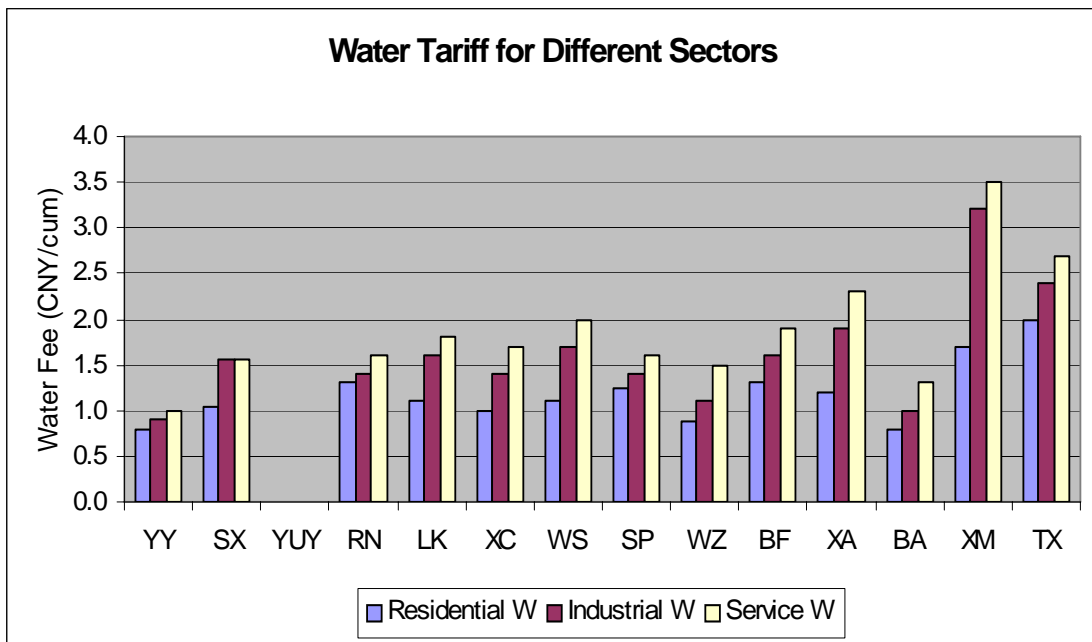
缺乏污水处理厂是限制供水发展的另一个原因，因为更多的供水也同时意味着会产生更

多的污水。但是供水还是会优先考虑。如果就地处理系统不可行，则供水和污水处理应该尽可能同时考虑。

基于城关镇 2010 年人口预测，目前的供水能力已不能满足居民用水的需要。因此，有必要制定新的供水工程规划。除兰考以外的其它调研县都有新的或扩大容量的供水规划。规划的供水项目大多需要四千万到六千万元的资金。规划的供水能力将超过居民需要并能为工商业提供额外的用水。

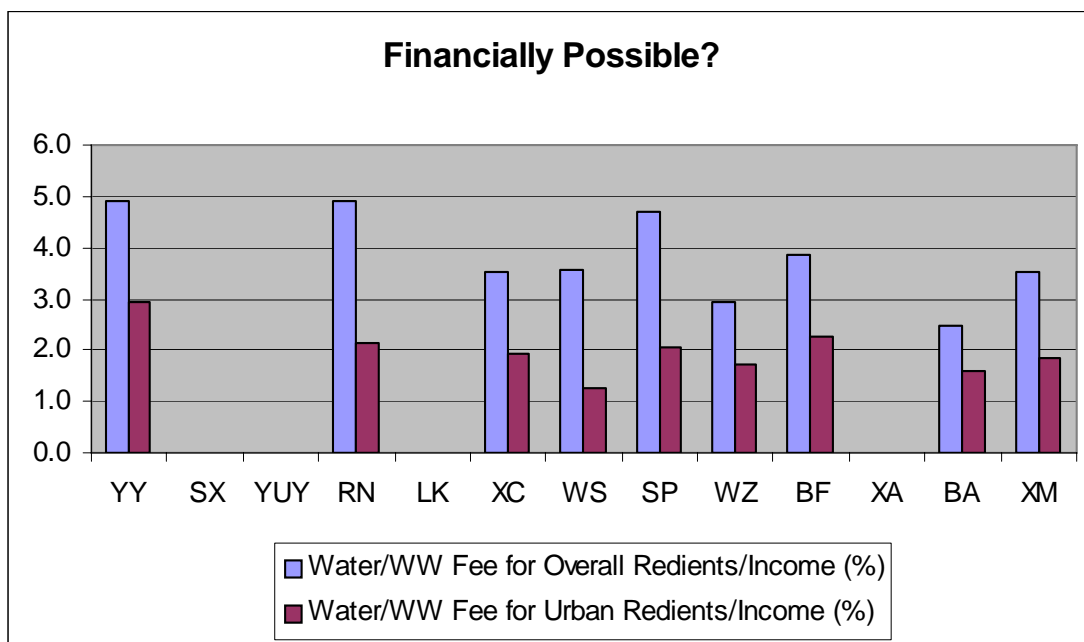
(3) 由于财务预算紧张，大多数地区都在期待着贷款或政府支持来完成新自来水厂的建设计划。无论如何，来自政府方面的自来水厂建设资金比污水处理厂更可靠。

自来水公司的主要收入来源于自来水费。在被调查的地区自来水公司没有得到政府的补贴。2003 年，在现有数据的 6 个县中，有一半的自来水公司能够维持财务的平衡，而其他是亏损的，不过亏损幅度很小。亏损有两个原因，其一为高的渗漏率。其二为收费比例较低并且延迟付款。



自来水的收费根据使用对象不同从 0.8 元至 3.5 元人民币/立方米不等。每个县的自来水公司的收费都不相同。除了新密，所有被调查的河南省的自来水费都比江苏省泰兴县的低。自来水单价与经济发展水平并没有必然的联系。通常居民的自来水费用是最低的。工业使用的是自备井，企业只需要支付一定的水资源费用。一般服务行业的收费是最高的，大约 2 元人民币/立方米。对于城镇居民和乡村居民，自来水收费也是不一样的。

我们假设人均用水 150L 每天，根据现在和未来规划的供水计划，计算出人均现在和未来应该支付的水费（将污水费一并考虑），并且将其与收入水平相比较。结果表明大略 2% 到 5% 的收入将用于支付水费，这对于这一地区的人来说明显过高，不太现实。因此，在贫困地区，应该有特殊的财务安排来解决这一问题。



在规划的项目中，均需从不同的渠道获得贷款，贷款比率在 20% ~ 80% 之间。自来水厂和供水管网都面临很大的资金缺口。遗憾的是，地方政府没有能力给予自来水公司财政上的补贴，而中央和省府对此的支持非常有限。在这些较贫困的地区，水资源的市场运作并不是非常理想。

由于当地企业自身的融资能力有限，因此从不同的政府机构或银行贷款以获得资助已变得非常紧迫了。然而，在类似河南的欠发达的地区，无论是来自省还是县的财政支援都非常有限。国家发改委和建设部 1998 年曾经发布有关城市供水管理的价格政策，但是这还不足以推动这些地方的供水设施建设。

现有财务系统中，镇政府财政预算并不独立，它们的预算由县级政府所控制。通常来讲，城镇基础设施建设应占镇政府总预算的 20 ~ 25%。然而，如果县政府从中抽取太多，它们投入小城镇供水投资的财政资源将会非常有限。

以下是现在期望的资金来源，然而往往难以达到：

- 通过中央政府的国债获得总投资的 15 ~ 20% 的投资。
- 从国际或国内银行贷款可解决总投资的 30%。
- 当地政府的投资解决总投资的 20%。
- 供水企业通过向收费解决总投资的 20 ~ 35%。
- 其他可行的渠道包括：
 - 由公众或私营企业提供供水服务。
 - BOT 模式。这也许在大城市和发达地区较为适宜。

- 国内企业的私人投资（包括香港企业）。它们可购买现有的自来水厂或建造新的供水系统。但是在较为贫困的小城镇这个方式较为困难。

为达到供水的可持续性，当地政府应采取以下政策。这些政策在河南某些相对发达的县已经在实施并取得了一定效果。这些政策是：1) 不同用途采用不同的水价，这是几乎所有城区实行的普遍政策之一；2) 通过提高水价逐步关闭企业拥有的深井供水区；3) 对于家庭拥有的水井，目前还没有可行的计划去消除。当地自来水公司正试图改善水质以鼓励更多的用户去利用他们的供水系统。

一个基本的解决方案是水价改革。如此低的水价导致了对水资源的过分利用。在贫困地区的城镇，中央、省和县一级政府必须为供水和污水处理提供支持。目前还没有其他办法，一旦地方经济增长到一定程度，就可以考虑其他方案，比如私有化。

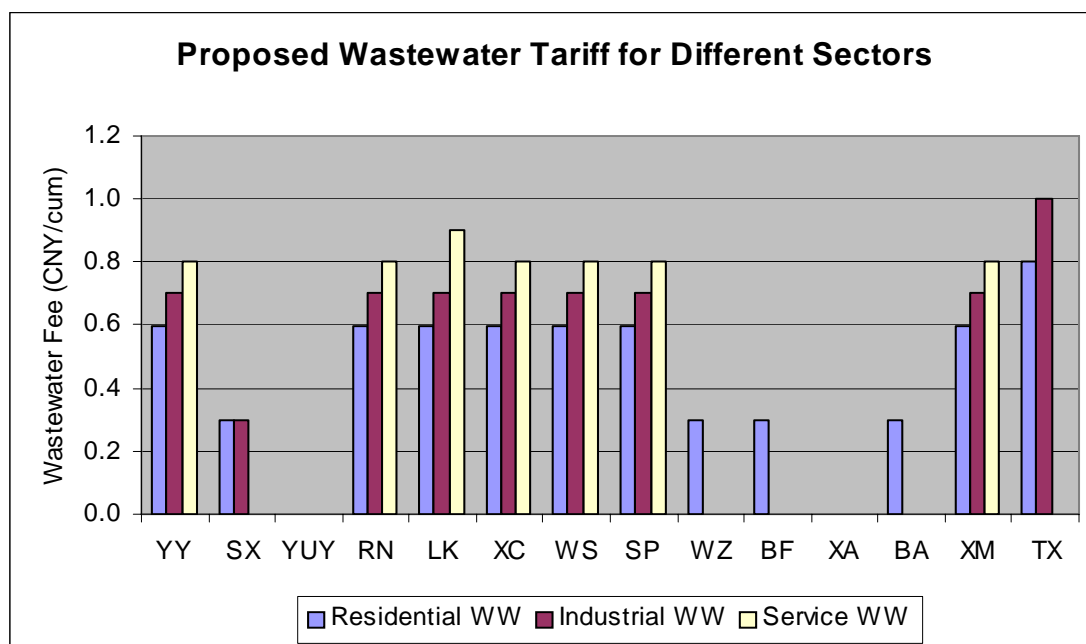
5.7 被调查地区的污水处理状况

(1) 尽管需求非常迫切，这一地区还没有建立一家污水处理厂。污水处理厂的可行性研究已在城关镇完成并得到认可。分散式污水处理厂可能成为减少基础设施开支的一种途径。

只有简单可靠，成本低廉的技术才适合中国北方的小城镇。目前在被调查地区还没有污水处理厂。截止到2004年11月，所有被调查县还没有建成污水处理厂。然而，从采访情况来看，城镇地区迫切需要污水处理设施。

城市污水处理厂规划由县级政府完成，而且流域管理计划要求建设污水处理设施。所以，河南省建设厅要求，2007年之前所有的城关镇都要建成污水处理厂，这与国家对淮河流域的污染控制政策是一致的。不幸的是，由目前的进展来看，这一目标是不可能达到的。

大多数县已经完成并通过城市污水处理厂可行性研究，但是由于缺乏资金并未付诸实施。对污水处理厂的基本投资在4千万到6千万人民币之间。这一资金尚无法从潜在的国家投资和废水收费中得到。江苏经验显示，每立方米0.8到1.0元人民币的水价对于用户和投资者都是合理的、可接受的。但这个收费对于相对不发达的河南来说太高了。



污水处理厂有许多技术可用，例如厌氧水解——高负荷生物滤池工艺，SBR 工艺，氧化沟工艺，活性污泥法，AB 工艺和污水生态处理技术（土地处理技术，稳定塘生态处理技术，稳定塘人工湿地处理系统和蚯蚓生态滤池工艺）。不幸的是，并不是所有的技术都适用于河南被调查的县。在中国的北方地区，相对较长的冬天使得技术的选择更加困难。

目前小城镇污水收集相当有限或者几乎没有，目前计划的污水处理厂投资仅仅能包括处理厂本身，并不能用来建设污水收集系统。除非有更多的投资，否则建成的污水处理厂将处于瘫痪状态。所以，分散式的系统可能更适合小城镇，而城关镇可以采用集中式的系统和更先进的技术。但是这仍然依靠于当地的经济地理情况来决定。

(2) 如果当地资金筹措机制得不到改变，小城镇就很难在不远的将来建立污水处理厂。

在河南省，针对污水处理厂主要有二个政策。首先，鼓励建造污水处理厂，每年从国债中拿出 400 万人民币提供给每一个通过批准的项目，每个项目提供三年。项目的可行性研究必须在 2006 年之前完成并通过。所以，在调查期间，许多县都投入了大量精力在准备污水处理厂的计划和可行性研究。第二，参照河南省政府的政策（详见《河南省人民政府关于加大城市污水处理费征收力度促进城市污水处理产业化发展的通知》（豫政〔2003〕7 号）），地方政府可以提前三年收取污水处理费，并用于污水处理厂的建设。当前对居民，服务业，政府和企业自备井的收费费率分别为 0.6,0.7 和 0.8 元/立方米。这一费率要略低于江苏省的泰兴市，泰兴对工业废水的收费是 1.0 元/立方米。但是很少有某个县完全实施这一政策。

大多数的地方政府不能提供这一目标所需的资金和技术。在河南乡镇并没有财政和技术资源来解决污水的排放问题。在发达国家这一问题通过四步方法得到了解决。1) 国家和州政府提供高达污水管理成本 90% 的财政支持给小城镇；2) 国家和州政府为污水管理提供大部分所需的技术支持；3) 国家和州政府要求所有小城镇排污者遵守污水处理的要求；4) 地方政府有不动产、商业及工业税收，校区费用，供水及排污收费，并管理电力和其他建设的

许可证。

遗憾的是，上述大多数措施在河南并不存在，如果中央和省一级政府不给予支持，十万人以下的城镇将很难建成污水处理厂。

表 2 规划中的污水处理厂

County	Planning phase*	Fee Collected?	Capacity (10,000 cum/d)	Planned Investment (MCNY)	CC of WWTP (M CNY)	Collection System (M CNY)	self-financing (M CNY)	Planned Loan (M CNY)	Core technique
YY	2	No	2	43.0	42.0	64.4	TBD	TBD	OD
SX	1	No	na	na	na	na	na	na	na
YUY	0	No	0	0	0	0	0	0	0
RN	2	No	2	Na	42	64.4	na	na	na
LK	1	Yes	na	na	na	na	na	na	na
XC	2	No	2.5	52.9	52.5	80.5	TBD	TBD	OD
WS	2	Yes	2.5	28.0	52.5	80.5	8.0	20.0	OD
SP	2	No	4	na	84	128.8	na	na	na
WZ	2	Yes	4	59.0	84.0	128.8	TBD	TBD	BR
BF	2	No	4	70.6	84.0	128.8	40.6	30.0	OD
XA	3	na	2.5	na	52.5	80.5	TBD	TBD	TBD
BA	2	na	5	57.6	105.0	161.0	17.6	40.0	OD
XM	3	Yes	na	na	na	na	na	na	na
TX	4	Yes	na	94.0	na	na	30.0	64.0	na

0-无计划；1-进行可行性研究；2-准备接受评估；3-工程计划已经通过；4-已经投入运行。OD-氧化沟。BR-生物反应池。

(3) 由于收费水平相对于 GDP 太高，排污收费相当困难。对于 GDP 较低的小城镇，由于财政支付能力低，银行及其他私营资本很难提供的所需资金。

因为财力有限并且收费困难，大多数县都希望得到各种各样的贷款。大多数情况下，污水处理厂的建设和运行都会给财政带来困难。地方政府没有权力发行债券，国际借贷就显得很必要了。尽管如此，有效的污水处理费收集系统必须建立起来。

由于地方政府还贷能力有限，银行不太情愿放贷。随着市场经济的建立，BOT 模式是另一个可行方案。但是 BOT 模式在发达地区使用更加广泛，在欠发达地区则应当慎重。很难期望居民支付相对于发达国家高出 20 倍左右的排污费。在地方财政能力得到增强之前，上一级政府必须提供各种支持。目前小城镇并不能得到用于废水处理的足够资金。

5.8 建议

(1) 关于经济发展和可持续发展的建议

县政府必须承诺保证环境保护和经济增长的协调，同时 1) 加速包括公共基础设施的规划和建设在内的小城市和城镇的城市化进程；2) 在城市化过程中改进供水和废水处理系统；3) 消除污染企业对环境的影响。

(2) 关于环境管治的建议

采取一系列措施来提高地方环保局的环境管治能力,即:1) 依靠更多的财政支持并采用由上级环保局直接任命官员的垂直管理系统;2) 提高公众和政府官员的环境意识;3) 以充足的财政预算支持环保局,使环境保护规章制度如征收污染费的执行更加独立;4) 培训环保局职员以改进管理效率;5) 通过教育提高公众的水资源保护和消减污染的意识;6) 发展就地污水处理系统;7) 鼓励不同利益群体向上一级部门争取更多的供水和污水处理资金来源。

(3) 关于供水的建议

供水应该是最优先考虑的,但如果废水处理不可行,那在供水后必须马上加上废水处理系统,大多数自来水在使用后将成废水。最佳的方法就是将供水厂和污水处理厂以及相应的基础设施的规划和建设同时进行。当资源有限时,作为决策者应该重新考虑规划的污水基础设施规模。城关镇和其毗邻小镇应该是供水的首要目标并且其它镇也应该开发小规模管道供水系统。水和污水服务必须包括适当的基础设施,私人投资应该得到鼓励,特别是在相对发达的县。

(4) 关于污水处理厂的建议

污水处理已经做好了相应的规划,但是各个地方其必需资金却不能获得。政府应该提供财政支持和政策优惠来鼓励污水管理的发展。分散式的污水处理厂和低成本技术应该被运用来促进减少污水的管理费用。中央政府应该考虑在小城镇和欠发达地区设置更低的排放标准减少初始成本。政府应该通过改革排污收费,增加政府补偿和把下水道系统纳入污水处理厂计划来鼓励私人企业在较不发达的地区建设污水处理厂。

(5) 世界银行的机遇

主要机遇是:1) 确认最经济有效的供水和污水处理的手段;2) 为地方环保局和政府环境管治、供水和废水处理方面的能力建设提供服务和支持;3) 为示范项目提供财务支持;4) 为贫穷地区提供优惠贷款或资助以帮助水和污水管理产业,这将起到示范作用;5) 协助中央政府进行政策改革,如贫困地区水和污水管理目标确定和潜在的补贴。

第六章 水行业监管与体制研究

傅涛 博士

6.1 前言

据世界银行有关统计,中国在上世纪的最后二十年中,购买力低于每天1美元的居民人数减少了4亿;同一时期,中国城市供水设施和污水处理设施的发展也取得了可喜的成绩。但是,未来的挑战仍然是艰巨而更为复杂的。

世界银行发展指数表明,近十年来,中国城市居民中可以得到供水设施服务的人口比例在以年均0.5%的速率下降³;另一方面,起点较低的城市污水卫生服务设施正在不断发展,近十年来可以得到污水卫生设施服务的人口比例在以年均1.2%的速率增长。同期,中国的人均GDP正以年均8%的速率高速增长,而电信基础设施(包括固定电话和移动通信)的增长也非常迅速。相比之下,中国城市水基础设施的发展就显得很滞后了。在编写本报告之时,中国仍有百座以上的大城市正面临着缺水问题,其中半数以上的城市严重缺水⁴。

要实现(世界卫生组织提出的)千年发展目标,即到2015年使无法获得安全饮用水和基本卫生设施的人口比例减半,中国需要每年在城市供水和污水基础设施建设方面投入超过42亿美元的资金才能满足建设需要。而近几年的实际投资仅达到了需求的一半(56%)而已。

6.2 监管与体制研究

“中国北方城市水管理研究项目”旨在帮助建设部在城市水业管理领域制定高效的政策和监管措施,提高由世界银行贷款的在建或拟建水基础设施项目的投资效率。由于管理体制和监管问题通常被视作造成中国水基础设施赠款项目投资低效的基本原因⁵,因而本研究的目的在于对阻碍供水/污水设施服务高效和可持续发展的管理体制和监管问题进行分析识别,并提出解决方案,提高贷款项目的收益。

本研究对现行有关政策法规进行了系统的归纳总结和分析;结合5座城市⁶的深入实地调研和案例分析,对阻碍中国城市水业改革进程的现行体制和监管问题进行了认真的思考和分析;通过总结国际成功经验,就绩效管理系统对中国水业改革发展的作用进行了评价;最后,还就如何解决当前的管理体制和监管问题提出了相关建议。下面将对本研究及主要成果进行简要介绍。

³ Sector Note for Water Supply and sanitation for Infrastructure in East Asia and the Pacific Flagship, Castalia, August 2004

⁴ Drying Up, The Economist, May 19th 2005

⁵ Adapted from “Northern China Water Quality Management Project Proposal for Water Resources Management, Bank-Netherlands Partnership Water and Environment Window, 2001

⁶ 深圳、济南、沈阳、马鞍山和太原。

6.3 水业改革：任重道远

今天的中国正处于由计划经济向市场经济转型的过渡时期，也就是所谓的市场化改革阶段（有时也称之为“工业化”改革）。随着市场化改革的实施和推行，中国很多经济部门已经先后进行了不同程度的市场化改革，现在，市场化改革的浪潮也影响到了城市水业部门的发展。城市水业市场化改革的主要目标是希望引入适当的竞争机制，吸引私营部门的资金投入和优秀经验，通过市场作用来发展建设供水/污水设施，提高服务质量以及服务的成本效益（包括供水、污水和管网）。城市水业的市场化改革措施将涉及到政府职能的转变，包括政策制定、规划编制、运营和产权所有、以及监管等方面的改革，创造与市场化相适应的政策环境和监管体系，确保市场化改革的顺利进行。

中国城市供水的历史及其改革发展可以概括为三个不同的阶段。1949 年建国后的三十年，各个城市开始建设和逐渐发展城市供水设施。1980 年到 1995 年期间，随着中国改革开放政策的实施，城市供水基础设施的投资迅速增加，尤其是“八五”期间（1990-95 年）。据建设部 1996 年的统计数据，全国共有 2032 座自来水厂，生产能力达到 11 亿立方米/日。

自九十年代中期以来，新建供水设施的数目仍持续快速增长，同时节水、水质和成本削减等问题也受到了广泛的关注。根据建设部统计数据，2004 年末全国 661 座设市城市的城市供水总量达到 489 亿立方米，城市用水普及率 89%。在此期间，可以看到中国政府在城市水业发展方面进行了大量的体制改革措施，并开始将水业市场向私营部门开放。2005 年的中国城市水业面临着前所未有的巨大挑战，百座以上的大城市面临缺水问题，其中半数以上的城市严重缺水。正如前文所及，中国城市水基础设施的建设急需巨大的资金投入。

6.4 政策法规框架

1982 年五届人大通过的新《中华人民共和国宪法》是中国现行法律体系的立法基础。中国的立法分为中央和地方两个等级。（按照法律层次划分），可以将水业法律法规分为四个级别：法律、行政法规、部门规章和地方性政策法规。现已颁布的直接针对供水和污水领域的法律有两部《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国水污染防治法》。此外，还有一些法律也与供水和污水领域相关，如《中华人民共和国城市规划法》、《中华人民共和国环境保护法》等。

行政法规由国务院制定或批准，仅次于法律但持有法律效应。主要分为三大类：第一类是解释具体实施法律的细则；第二类是法律里没有制定但是需要补充的重要领域；第三类是水业发展的方针、原则性的法规，如国务院的“决定、规定、意见、通知”等。部门规章是国务院各部委以及具有行政规定权限的国家行政部门制定的行政规定（如，《关于征收污水排污费的通知》）。地方性政策法规是由各地人民代表大会及其常委会委员会根据地方的具体情况需求发布的在地方具有法律效应的法规（如，地方政府发布的有关水价的政策）。此外，有关标准、规划和规范性要求属于技术性政策（如，《污水综合排放标准》等）。

本研究对中国有关城市供水和污水服务的现行相关政策法规进行了系统的归纳和总结。

可以看出，中国现行的有关水业政策法规中有一些相互冲突和矛盾的地方。同时，现行的政策法规主要是为服务于计划经济体制下的城市水业管理而制定的，无法适应当前城市水业市场化改革发展的需求。在有关政策法规的研究中主要有以下结论和建议：

(1) 中央有关政策和实施指南的建设急需加强

现行法律法规体系中与改革不适应的内容应作相应修改。在制定新的政策法规之时，必须认真考虑到城市水业的特性，尤其是管网行业的自然垄断性问题，同时需要保护贫困居民，避免其因改革而失去应有的安全饮水和卫生设施服务。

(2) 国务院应发布有关条例以统一和加强城市水业市场化改革

相关政策及各部委关于城市水业市场化改革的观点和看法应该进行统一，达到一致。

(3) 加强监管⁷

政府在放宽（行业）控制之前，尤其是对于自然垄断性的行业，应先建立有效的经济监管体系。（政府的）监管机制不仅要能够保护消费者的利益，也要能够保护服务商的利益，包括私营服务商的利益。监管决策应当是科学的，而且应当避免被政治影响所左右。水价政策和监管措施中的模糊概念以及矛盾之处造成了地方政府的实施困难，这些模糊不清的政策和监管措施应当给与澄清和解释，同时应认真监督水价制定的决策过程，确保透明化和责任化。

(4) 标准体系需要与法律体系及行业组织的发展相协调

水业标准体系应逐步分解为强制性的技术法规和指导性标准。政府应当明确强制性技术法规和指导性标准的区别，由政府部门和与行业组织分别负责制定。因此，应当实现行业组织与政府的分离，并强化行业组织制定和修改指导性标准的职能和作用。

(5) 完善水资源费的立法建设

适当的水资源费制度是实现可持续节水和水分配的重要保障。目前，中国城市现行的水资源费体系种类繁多，但是这些水资源费体系缺乏有效的法律支撑，应当通过适当的立法措施解决该问题。

(6) 水政策法规应当协调发展

有关水业发展的政策法规数量正在不断增加，但是水业法律法规框架是一个复杂的系统，需要符合城市水业的特性及其改革进程。否则，这个复杂的法律法规体系将因为失调而产生巨大风险，甚至失效，同时也会增加决策者理解和实施的难度。需要注意的是，协调性

⁷ 由于改革的迫切需要，国务院计划出台有关公用事业监管体系的通知，并要求建设部起草有关方案。该通知将明确监管的重要性和必要性，监管的具体内容，以及如何实施。

和系统性是制定水业政策法规框架的必要条件。

6.5 城市调研与案例分析

长期以来，中国的城市水业一直在计划经济体制下运行，由地方政府负责为公众提供基本的供水和污水处理服务。市场化改革需要打破旧有的体制，这是一次重大而深远的变革。尽管水业市场化改革的很多动机和意图是很好的，但是需要在适应的体制和监管体系下，才能确保市场化改革为消费者带来持续的收益。

下面是根据5个城市（深圳、济南、沈阳、马鞍山和太原）调研中的访谈、工作会议、讨论以及文献调研等工作总结的主要结论：

6.5.1 中国城市水业市场化改革面临的主要挑战

尽管在一些城市已经有私营部门进入城市水业，但是中国城市的供水和污水处理服务仍然主要由政府公共部门负责。在本研究中所调研的五座城市当中，有三座城市的水业领域已经引入了私营部门的参与，如深圳、马鞍山和沈阳。

中国正处于由计划经济转向市场经济的过渡时期，这就意味着中国城市水业市场化改革措施的实施必将牵动着管理体制的变革。结合实际的城市调研和分析，主要问题和结论列举如下：

- 政府与服务提供者角色的错位，严重阻碍了水业市场化改革的进程。传统的城市水服务一直在政府手中，因而即使在市场化改革中，一些地方政府仍然不愿意放弃对产权的所有，从而造成了政府角色的错位。这些错位的政府角色使得政府对水业领域干预程度很高，影响了市场化改革的推进。
 - 缺乏明晰的产业结构，政府和服务运营商的角色定位与责任划分不明确。
 - 政企不分的现象仍然普遍存在于水业领域。政府部门不仅扮演着水服务设施的运营角色，同时还担负制定政策、规划和监督等政府职能。
 - 在很多城市，城市供水和污水设施的产权不明晰。
- 现行管理体制存在一些缺陷，如服务提供与监管职能的交叉重叠等。
 - 政府有关水管理的部门责任不清。如，在很多城市中，水资源主管部门和建设主管部门之间仍然存在权力之争，责任不明。
 - 管理体系不清楚。在很多城市，水企业的政企分离尚未完成，造成了职能弱化而且模糊的管理体系。
 - 原有管理体制中的政治级别关系在一些城市中对水管理造成了负面影响。如，太原市政府在执行关闭地下水的政策之时，由于级别权限的限制，对于一些中

央所属企业和军工企业只能望而兴叹。

- 薄弱的监管体系。在当前的城市水管理中，监管体系非常薄弱，在一些城市甚至不存在监管体系，这对于市场化改革中的私营部门介入有着巨大的商业风险。众多的国际经验已经证实了有效的监管体系是水业改革顺利实施的重要保障。在中国，传统的水企业存在严重的政企不分现象，因而政府的监管意识非常薄弱。
 - 沈阳环保局本应是污水处理厂的监管者，但是却扮演着污水处理厂运营者的角色，因而，在沈阳的污水处理领域就失去了独立的监管机构。
 - 类似地，建设部在制定饮用水标准的同时，地方建设主管部门还扮演着供水服务供应者的角色。
 - 中国市场化改革的浪潮已经进入城市水业领域，为了避免市场失灵，有效的监管成为市场化改革成功的必需，尤其是对于水业一类的自然垄断行业。通过有效的经济监管和服务质量监管，避免服务提供者滥用自然垄断权危害公众的利益，因为城市水业是与公众健康以及环境密切相关的生命行业。事实上，如果缺乏有效监管，对于私营部门而言也存在着巨大风险，从而阻碍改革的进程。
- 过低的水价体系。由于水价远远低于实际的运营成本，因而难以通过现行水价支撑系统的运行、维护和更新。在所有调研的城市当中，没有城市的现行水价标准能够满足全成本回收的要求。此外，政府对于城市供水和污水的补贴也较低，无法解决水业发展的融资压力问题，对企业造成了严重的生存困难，如太原市自来水公司。
 - 过低的水价常常会造成用水量的激增和严重的浪费问题，从而需要更多的水资源和基础设施建设。在很多调研城市，都面临着水资源不足和资金不足问题，这个问题可以通过水价改革得到一定缓解。
 - 在中国的很多城市仍然主要依赖政府补贴来维持水设施运转，这对于私营投资者而言是一种商业风险，同时也是至今私人投资在水业领域中保持较低比例的原因之一。
- 缺乏统一的规划决策机制。由于城市水系统各环节的规划相互独立脱节，因而难以实现优化的投资决策。目前，城市水系统规划的零乱无序不仅表现在地域上的分离，更表现为政府职能部门之间的权力之争，造成了系统性水规划以及有效投资决策的难以实施。
 - 水管理相关部门之间，如建设主管部门、水资源主管部门及其他有关部门，缺乏有效沟通和合作。
 - 在城市规划中，缺乏科学的系统的水规划和管理规划，因而造成城市水系统的各个环节相对独立，供水、污水、中水以及管网等问题的独立规划和解决造成了严重的资源浪费。

- 缺乏经济透明性。水价决策（经济监管）以及政府投资资金分配决策等过程缺乏透明性，无法准确掌握真实成本、服务设施的潜在效率等有效信息。
- 城市水源工程必须审慎而行。通过对调研城市水源工程的了解，一些城市的水源工程对于地方的城市水业发展已经造成了一定程度的负面影响。如，太原和沈阳的远距离调水工程，济南建设部门修建的大型水库工程，都对供水企业造成了严重的负债问题。在现今水源工程建设开展的如火如荼的情况下，各级政府应该对水源工程的规划和实施引起重视，一定要审慎而行。

6.5.2 改革方向

各级政府在实施水业市场化改革措施之前，都必须根据实际情况认真规划和设计，并监督落实各项措施的实施。

- 建立和完善法律法规体系。水业市场化改革在缺位的法律法规体系下是难以成功的，有关完善法律法规体系的建议请参看报告 1。
- 建立有效的管理框架，明确政府职能
 - 建立协调的管理框架，明确政府职能，包括政策制定、规划、监管、资产所有权和交易所有权等。实现政策制定、产权所有、运营与监管等职能的分离时非常重要的（在转向成熟行业管理的过渡时期，政策制定和监管职能可以合二为一）。
 - 不同部门之间明确责任和职能，并就合作问题，尤其是统一的规划机制达成一致。建立职责明晰的协调合作机制。
 - 针对改制后的水业企业建立有效的管理系统。
 - 强化供水与污水服务提供者的责任，如建立供排一体化的系统化服务等。
- 建立有效的监管体系。缺乏监管的市场化改革对城市水业的发展将造成严重的损失，并对公众利益造成严重损害。所有的市场工具都必须在有效的监管体系下才能真正发挥作用。监管部门应当被赋予足够的监管权力，能够进行科学的判断和决策，并不受到政治影响的左右。
- 建立可持续的融资机制和水价体系。
 - 水价改革的发展应当逐步实现全成本回收，同时遵循使用者付费/污染者付费原则。为了避免全成本回收对低收入群体带来的困难，应当制定相应的补贴机制。
 - 在实现全成本回收目标的过渡时期，政府应该尽可能给与水业足够的补贴，并确保决策和补贴过程的透明性。

- 引入竞争机制。引入竞争机制是推行市场化改革的主要动机之一。由于管网建设需要投入大量的资金，而且资本沉淀性很高，因而造成了供水和污水领域的自然垄断性，对于竞争机制的引入有一定限制。但是，仍然可以通过绩效管理方式，通过企业间的比较来引入竞争机制。但是迄今为止，消费者尚没有从水业市场化改革中获益，一方面是因为竞争机制尚未建起起来，另一方面是由于传统体制中存在很多的不确定因素，影响了私营部门进入水业领域的积极性。
 - 政府应当针对引入竞争机制问题出台相适应的行业政策和监管措施，并进行相应的体制改革，以促进新的投资者和运营商进入水业领域，吸引更多的资金和技术。
 - 绩效管理系统的建立和实施可以通过企业间的比较引入良好的竞争机制，帮助政府更好的实施监管职能。有关绩效管理系统的详细介绍和相关建议请参看本研究的报告 3。
- 公众参与。消费者的积极参与（包括居民和工业用户）对于促进水业改革和市场化改革的推进都有着积极的作用，同时，世界银行之类的外部机构也能够促进改革的发展。水业改革应当保护消费者的利益，决策者们必须担负起保护公众利益的责任。在中国，“公众参与”在过去的管理体制中少有运用，不过现在中国政府也已经开始重视并着手建立“公众参与”机制。水业管理者应当通过发布绩效信息等方式提高管理的透明度为公众提供参与的机会，并鼓励公众参与到水业的管理过程中；同时，管理者应当建立正式的参与机制鼓励公众积极参与，如投诉处理机制等。地方政府、水业企业以及监管部门都应该积极参与到公众参与机制建立的工作当中，并发挥重要作用。
- 改革指南。上述讨论表明了城市水业的市场化改革是一个长期而复杂的过程，任何改革措施的制定和实施都需要很强专业背景和地方改革执行者对有关政策的正确理解。在实地调研中，地方政府的有关改革部门都表示当前的市场化改革政策不够清楚，理解各异，希望中央政府能够出台一些操作性强的改革指南。而对于城市水业的市场化改革来说，难以在改革初期的十年间就显现出明显的效果。在此情况下，中央政府应该给与地方政府更多更明确的科学指导，协助地方政府正确的推进和完成市场化改革措施。

6.6 绩效管理

有关城市水业绩效管理的详细研究内容请参看本研究的报告 3。近年来，绩效管理已经被很多国家作为一种重要的管理手段运用于水业改革措施当中，并取得了较好的成效。我们相信绩效管理在中国当前的水业市场化改革中也将发挥积极的作用，提高中国城市水业的运营效率，为行业内引入竞争机制提供有效的工具。对于绩效管理系统的建立和实施，需要根据中国的实际情况制定实施计划和时间表，逐步完善绩效管理系统。

报告 3 对当前国际上运用于水业管理中的定量绩效管理和过程绩效管理两大类绩效管理系统进行了介绍和分析。最初的“绩效管理”通常指的是“过程绩效管理”，这是在量化衡量、比较、分析的基础上，借鉴其中最具有实践的经验，引进实现改变和持续改善的过程。“定量绩效管理”则是对企业绩效量化的比较评估，一般用于企业内部、同行业企业之间，或不同时间段的比较。也就是说，定量绩效管理可以促使企业以业内的高标准要求自己，不断提高自身的效率；而企业也可以运用“过程绩效管理”系统来提高效率。研究中发现“定量绩效管理”和“过程绩效管理”各有所长，在中国水业改革发展和建立绩效管理系统之时，应该注意两者之间的区别。一般，“定量绩效管理”可以通过较少的评价指标来完成，而“过程绩效管理”则需要更多操作层面的详细指标来进行评价。

本研究报告对当前国际上主要的水业绩效管理系统进行了总结和分析，包括世界银行提出的绩效管理系统。在一些国家的实践中，通过绩效管理已经实现了企业运营效率的提高。单靠绩效管理系统是难以提高企业效率的目标的，但是绩效管理系统已经被很多国家作为一种重要的监管工具运用于实践当中。如，英国的平均水价（包括供水价格和污水处理费）提高了 39%；智利的水业职工人数下降了 28%。通过绩效管理，还可以实现水业服务范围的扩大和漏损率的降低。如智利的漏损率由 40% 下降到 20%，而且每公里的爆管数下降了 40%。

在中国水业建立绩效管理系统面临着众多的挑战。绩效管理系统对于中国的水业管理仍然是一个全新的新生事物，政府和企业都没有相关的经验，因而当前的重点是建立起绩效管理系统，然后再逐步完善绩效系统的运行规则。由于多数地方政府对于绩效管理系统了解甚少，因而目前对于城市间的绩效比较没有明确的态度；但是，大多数的地方相关部门都明确表示，一致认为有必要建立绩效管理系统，并希望由中央政府出台有关政策促进该系统的建立和实施。对于绩效管理系统的建立，明确各级政府之间的分工和职责是非常重要的，考虑到绩效管理系统需要达到一定规模才能充分发挥比较竞争的作用，建议将绩效管理系统建立在省级，而中央政府应当发挥其监督功能，同时理清省级政府与地方政府部门之间的关系。目前，特许经营管理是地方政府实行市场化改革的主要措施，通过招标方式，地方政府只能控制进入成本，由于受到自然垄断经营方式的制约，一旦企业被授予特许经营权，进入生产经营期后，政府和公众将难以通过竞争机制来有效的监管其产品质量和服务质量。同时，污水处理项目的成本虚报也是当前 BOT 项目中一个普遍存在的问题。因而，科学的运营绩效及成本监管体系是当日政府行业监管中的一个重要缺项，应当尽快通过建立绩效管理系统等方式给与解决。

关于绩效管理系统的参与和实施，可以从很多国家的实践中得到启发，如在自愿参与的前提下鼓励企业参加的方式；或在财政给予一定激励；或者通过强制性的法律要求企业参加。在本研究中，建议中国可以从自愿参与的方案入手，由水协负责有关工作，然后再逐步将绩效管理转为监管过程的一部份。

本研究对于中国水业绩效管理系统的建立提出了相应的实施建议。绩效管理系统的建立和完善是一项长期的工作，不可一蹴而就。绩效管理系统的实施计划可以分为四个主要步骤：初步指标设计、系统开发、应用示范和推广。在设计绩效管理系统的初始阶段，系统的可操

作性是非常重要的，应该首先考虑一些重点的核心指标，从一个简单而可操作的系统入手，然后逐步建立并完善相应的软件开发，并在 2006 年完成软件的功能测试。然后，在随后的 2-3 年中，选择 1-2 个省份进行试点运行，并根据运行结果制定相应的实施指南，逐步推广；同时要加强地方政府的能力建设。

关于建立中国水业绩效管理系统的主要建议如下：

(1) 中国应该首先发展和采用一套普遍适用的定量绩效管理系统

此系统的建立应该注重可操作性，可首先选取少数一些核心指标。初始阶段建议采用世界银行 Start-up 工具箱中的一些指标，以及饮用水质的相关指标。

(2) 建立定量绩效管理系统的同时，发展过程绩效管理系统。

过程绩效管理系统是一个可以有效促进业内所有企业提高运行效率的工具。通过学习全国范围内的最优运营经验，水业服务提供商能够相应的提高其自身的运营效率。国际水业公司因其先进的运营管理经验也能作为有价值的比较基准。城市水业绩效指标系统由供水课题组和污水课题组开发，整个系统将作为过程标杆管理系统发展的初始起步阶段。

(3) 绩效管理系统的建立可以作为发展省市水业委员会试点的组成之一，提高城市公用设施管理局或城市建设委员会的监管职能。

绩效管理系统建立之后，需要由相应的委员会，或城市公用设施管理局，或城市建设委员会管理。为维持这些措施的连续性，建设部应统一对其监督和管理。

6.7 成果与建议

作为本研究的主报告，报告 4 综合了报告 1-3 三个报告（报告 1-3 分别论述了有关的政策法规框架、案例研究发现以及关于绩效管理系统的思考）的研究发现和结论，对中国城市水业市场化改革中的监管与体制问题进行了深入思考和讨论，并作出了相应的政策建议。

报告的主体部分首先论述了当前中国水业改革中存在的主要和关键问题。报告认为中国现有的水业改革政策导向中存在一些问题，应当注意区分“市场化”与“私有化”概念的不同，同时报告还强调了需要强化水业企业政企分离，如深圳，已经较好的实现了政企分离，但是在很多城市，如济南和太原等，水业企业中政企不分的现象仍然非常严重。报告指出中央政府正在完成从行业管理到行业监管的角色转变，但是地方政府抵触这种角色的转变。

报告强调了中国城市水业管理需要建立完善的系统规划决策机制。在实地调研的城市中都存在因规划程序不系统而导致的问题，尤其是沈阳。报告就此问题介绍了两个成功案例，一是澳大利亚的 Morie-Darling 流域管理委员会，该流域覆盖四个州；二是英国的经济且高质量的统一规划程序。

报告对国际有关的水业产业结构和监管制度及其在中国市场化改革政策中运用的可能

性进行了讨论。报告中对多种市场化模式进行了介绍和分析，并结合深圳、上海浦东、重庆江北和南京的实际案例，对竞争性特许经营与专营式特许经营相结合的模式以及政府-私营合资模式进行了重点讨论，报告再次提到政府需要改变行业管理者的角色，而逐步转型为监管者，并需要建立正式的监管制度。基于报告 3 的研究成果，强调了采用绩效管理系统这种管理工具的重要性。

报告特别指出了缺乏流域管理的问题，引用了济南水库建设工程，太原和沈阳远距离调水工程的实例。通常，水源工程由省级政府决策，而由地方政府和企业实施并偿还债务，由于决策过程中缺乏对运行成本的考虑，导致了项目建设后经济上难以为继的问题。

正如前文所及，中国每年需要在供水和公共卫生基础设施建设上面投资 42 亿美元才能满足发展需求，而过去几年的实际投入仅约投资需求的一半（56%）。面对建设资金的筹措问题，中国政府面临重重困难；在政府补贴不到位的情况下，低于成本回收水平的水价是难以调动私营部门的投资积极性的。

报告指出，目前中国城市水业市场化改革面临着法律法规体系缺位或监管体系缺位的问题。这意味着中国城市水业的市场化改革中存在着巨大的政治风险，因而，各级政府在推动市场化改革之时都应当重视有关城市水业的法制建设和监管体系的建立。

报告指出中国当前的公众参与机制落后，需要地方政府正视自己作为人民公仆的角色。并向公众公开和提供准确的信息和数据以提高管理的透明度，同时应该教育公众理解有关的水业政策。

结合国际经验，报告提出了高效、可持续性的水业服务应当建立在以下的关键性因素之上，包括：政策制定、监管与水业服务的分离；管理的透明性；独立监管；统一的系统规划；许可证或合同审查程序；以及建立在充分认识理解国际上长期实践取得的优秀成果基础上的战略规划，尤其是选择市场化的形式方面。

报告 4 中提出的政策建议意义深远，需要高层政府部门将其运用于实际的政策制定当中。有关的详细介绍可参考报告 4 中的第 3 部分。

- 建议成立省级水业委员会，建立省级的监管机构。在建立省级水业委员会时应考虑当地机构间的协调，建议选择一个省作为试点。
- 报告并不主张单一的竞争性特许经营模式，而是指出国营企业、合资以及私营化等模式也是可选的市场化改革措施，但应实现政策制定与运营服务职能的分离，并加强监管机构对其的监管力度。中央政府在鼓励发展特许经营模式的同时应对上述模式提供支持。
- 报告 3 指出定量绩效管理系统和过程绩效管理系统都应该得以重视和发展。
- 报告建议建立一些以水资源保护为核心的国家和流域两级水资源协调机构。国家水资源协调机构由国务院领导牵头，负责制定国家水资源战略及规划，协调跨流域水

务事宜。流域协调机构应该作为流域水资源协调和水环境保护的责任主体，负责协调流域水资源分配，制定流域水资源规划。

- 投融资机制是水业改革中的重要问题之一，报告建议全面系统地研究制定发行市政债券的实施方案。包括对现行《预算法》中禁止地方政府发行市政债券的修正，以及关于建立一个有竞争力、高信用、健全的水业投融资市场的建议。另一方面，主张水价改革应逐步实现全成本回收。投融资机制和水价机制都是促进节水和防治水污染的重要经济激励措施。同时，应当针对贫困者设立有效的补贴机制。
- 完善法律法规体系，主要体现在四个方面。首先，在《公用事业特许经营办法》的基础上制定《公用事业监管法》以及相关的执行办法；其次，制定《市政公用事业资产处置与管理规定》，为水业资产的合理处置打下基础；第三，进一步落实完善《投融资管理规定》实现政府投资与社会投资的有效衔接；第四，改革完善水价制度，变革水资源费的性质为水资源税。

最后，需要加强公众对政府、企业行为的有效监督，形成有效的公众参与和社会监督机制。

附录 1 中国北方城市水管理研究项目专题报告

(附有专题报告 CD 光盘)

工作总结报告	
A	课题 A: 供水企业绩效评估系统研究
A1	供水企业绩效评估系统研究组成报告
A2	供水企业历史投资分析与预测报告
A3	供水企业案例研究报告
A4	供水企业绩效评估系统报告
A5	供水企业绩效评估系统应用指南
B	课题 B: 污水企业绩效评价系统研究
B1	污水企业绩效评估系统研究组成报告
B2	污水企业历史投资分析与预测报告
B3	污水企业绩效评估系统和数据库报告
B4	污水企业案例研究报告
B5	污水企业绩效评估系统应用指南
C.	课题 C: 城市污水再生利用研究
C1	污水再生利用案例研究报告
C2	污水再生利用组成报告
C3	污水再生利用组成附属报告
D	课题 D: 小城镇水管理研究
D1	小城镇水管理研究组成报告
D2	E 部分: 水行业监管与体制附属研究
E	课题 E: 水行业监管与体制研究
E1	水行业现有制度及政策分析与总结
E2	监管执行与挑战报告
E3	绩效评估系统执行报告
E4	规章制度研究组成报告

附录 2 中国北方城市水管理研究项目参加人员

A 部分：供水企业绩效评估与监管及体制研究

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remarks
1	陈素伟 Suwei CHEN	安徽省建设厅 Anhui Provincial Construction Commission	副厅长 Deputy Director	(分组主席) (Chairman)
2	段洪雷 Honglei DUAN	深圳市水务局供水管理处 Water Management Division, Shenzhen Water Authority	处长 Division Chief	(分组主持人) (Facilitator)
3	韩伟 Wei HAN	北京首创股份有限公司 Beijing Capital Co., Ltd.	副总工程师 Deputy Chief Engineer	(讨论汇总人, 法规) (Reporter, R&I)
4	刘猛 Meng LIU	宿迁银控自来水有限公司 Yinkong Water (Suqian) Co., Ltd.	董事 Board Director	(讨论汇总人, 供水) (Reporter, WS)
5	赵清礼 Qingli ZHAO	哈尔滨水务局 Haerbin Water Authority	副局长 Deputy Director	
6	王悦现 Yuexian WANG	国家发改委投资司城建处 Urban Const. Division of Investment Department, National Development and Reform Commission	处长 Division Chief	
7	杨英明 Yingming YANG	财政部国际合作司国金二处 Ministry of Finance, International Cooperation Dep., Division No.2	副处长 Deputy Division Chief	
8	杨树海 Shuhai YANG	天津市市政工程局规划处 Planning Division, Tianjin City Municipal Engineering Bureau	处长 Division	
9	张迎五 Yingwu ZHANG	天津市供水管理处 Tianjin Water Management Department	处长 Director	
10	贾霞珍 Xiazhen JIA	天津自来水集团有限公司 Tianjin Water Works Group Co.Ltd	副总经理 Vice General Manager	
11	何文杰 Wenjie HE	天津市自来水集团有限公司 Vice General Manager/Tianjin Water Works Group Co.Ltd	总工 Chief Engineer	
12	辛成安 Cheng-an XIN	焦作市自来水公司 Jiaozuo City Water Works Company	总经理 General Manager	
13	罗万申 Wanshen LUO	中国市政工程西南设计研究院 Southwest Municipal Engineering Design & Research Institute	总工 Chief Engineer	
14	Francis Gimenes	威立雅中国南方区域 Veolia, -Central China,	董事总经理 Managing Director	
15	常晓阳 Xiaoyang CHANG	威立雅 中国北方区域 Veolia, North China		
16	De Rouffignac Guillaume	威立雅 中国北方区域 Veolia, North China		
17	陈晓华 Xiaohua CHEN	威立雅 Veolia, VWS Asia Municipal	技术总监 Engineering Director	
18	潘文堂 Wentang PAN	北京首创股份有限公司 Beijing Capital Co., Ltd.	董事总经理 Managing Director	
19	杨波 Bo YANG	美华集团中国 MWH China	总经理 General Manager	
20	Gary Moys	Sogreah Consultant	项目经理	

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remarks
			Project Manager	
21	陈樵 Qiao CHEN	银控水务投资公司 Yinkong Water Co., Ltd.	项目开发经理 Development Manager	
22	陈海波 David CHEN	美国地球工程公司 Earth Tech	副总裁 Vice President	
23	刘晖东 Huidong LIU	可口可乐（中国）饮料有限公司 CocaCola（China） Beverages Ltd.	水风险管理经理 Water Risk Manager	
24	Huub LAVOOIJ	荷兰驻华使馆经济商务处 Economic and Commercial Section ,Royal Netherlands Embassy	一秘 First Secretary	
25	De Rouffignac Guillaume	威立雅中国北方区域 Northern China, Veolia		

B 部分：污水企业绩效评估与监管及体制研究

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remark
26	卢致安 Zhi-an LU	北京市发改委世行办 Beijing Municipal Commission of Development and Reform Foreign Capital Utilization Division,	主任 Director	(分组主持人) (Facilitator)
27	李激 Ji LI	无锡城北污水处理厂 Wuxi Chengbei Wastewater Treatment Plant	厂长 General Manager	(讨论汇总人, 污水) (Reporter, WW)
38	秦卫峰 Weifeng QIN	邯郸污水公司 Handan Wastewater Company	总经理 General Manager	(讨论汇总人, 法规) (Reporter, R&I)
29	王谦 Qian WANG	国家环保总局污控司河流环境保护处 River Basin Environmental Protection Division , Pollution Administration Department, SEPA	处长 Division Chief	
30	杨向平 Xiangping YANG	北京市城市排水集团 Beijing Drainage Group Co., Ltd.	总经理 General Manager	
31	王洪臣 Hongchen WANG	北京城市排水集团 Beijing Drainage Group Co., Ltd.	总工程师 Chief Engineer	
32	齐京军 Jingjun QI	北京市水务局排水管理处 Drainage Management Department, Beijing Water Authority	处长 Director	
33	陈晓军 Xiaojun CHEN	北京市市政工程管理处 Investment Management Division of Beijing Municipal Engineering Management Department	处长 Director	
34	冀桂梅 Guimei JI	唐山市城市管理局 Tangshan Municipal Administrative Bureau	副局长 Deputy Director	
35	李明哲 Mingzhe LI	建设部标准定额研究所, 可行性研究处 Feasibility Research Division , Research Institute of Standards & Norms MOC	研究员, 处长 Division Chief	
36	王增义 Zengyi WANG	北京市市政工程管理处 Investment Management Division of Beijing Municipal Engineering Management Department	技术总监 Technical Director	
37	辛志伟 Zhiwei XIN	天津市环保局 Tianjin Environmental Protection Bureau	总工 Chief Engineer	
38	齐文杰 Wenjie QI	天津市建委世行项目办 World Bank Project Office , Tianjin Construction Commission	主任 Director	
39	李景蕙 Jinghui LI	河北省建设厅城建处 Urban Construction Division , Hebei Provincial Construction Bureau	处长 Division Chief	
40	管早临 Zaolin GUAN	安徽省建设厅综合计划处 Planning Division , Anhui Province Construction Bureau	处长 Division Chief	
41	刘华 Hua LIU	安徽省财政厅国际债务处 International Affairs Division , Anhui Province Finance Bureau	处长 Division Chief	
42	邓彪 Biao DENG	天津创业环保股份有限公司 Tianjin Capital Environmental Protection Co. Ltd	副总工程师 Deputy Chief Engineer	
43	丁超 Chao DING	北京京城水务公司 Beijing Jingcheng Water Co. Ltd	副总经理 Vice General Manager	
44	江雄志 Xiongzhi JIANG	石家庄污水处理有限公司 Shijiahzuang Wastewater Treatment Co., Ltd.	副总经理 Vice General Manager	

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remark
45	孙贵石 Guishi SUN	唐山市污水公司 Tangshan City Wastewater Company	总经理 General Manager	
46	王洪云 Hongyun WANG	天津市市政工程设计研究院 Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute	副院长 Vice Director	
47	古建国 Jianguo GU	天津环科水务开发有限公司 Tianjin Huanke Water Development Company	副总经理 Deputy GM	
48	张辰 Chen ZHANG	上海市市政设计院 Shanghai Municipal Engineering Design Institute	总工 Chief Engineer	
49	Jane Amieson	英国国际发展部驻华代表处 DFID China British Embassy Beijing	副主任 Deputy Head	
50	Arne Gooss	德国复兴信贷银行北京代表处 /KfW Office Beijing	首席代表 Director	
51	纪明善 Matthew D. Gettman	美国驻华使馆商务处 Embassy of the United States of America	商务官员 Commercial Representative	
52	Auu-Kathriu Prior	德国复兴信贷银行北京代表处 /KfW Office Beijing		
53	周逸舟 Yizhou Zhou	亚洲开发银行驻中国代表处 ADB (Asian Development Bank) Office Beijing		
54	华伟 Wei HUA	无锡市政设计院 Wuxi Municipal Engineering Design Institute	院长 Director	
55	熊建少 Jianshao Xiong	北京市水务局 Beijing Water Authority		

C 部分：城市污水再生利用与监管及体制研究

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remark
56	吴键 Jian WU	西安市市政管理委员会 XiAn Municipal Engineering Management Commission	副主任 Vice Director	(分组主席) (Chairperson)
57	杭世珺 Shijun HANG	北京市市政工程设计研究总院 Beijing General Municipal Engineering Design and Research Institute	副总工 Deputy Chief Engineer	(分组主持人) (Facilitator)
58	鞠宇平 Yuping JU	清华大学环境系 Tsinghua University Environmental Engineering Department		(讨论汇总人) (Reporter)
59	张雅君 Yajun ZHANG	北京建工学院环境工程系 Environmental Engineering Department, Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture	主任 Director	
60	刘红 Hong LIU	北京市节水办 Beijing City Water Save Office	主任 Director	
61	钱静 Jing QIAN	合肥市污水处理管理处 Hefei City Wastewater Management Office		
62	徐志伟 Zhiwei XU	泰安市城市排水管理处 Taian Drainage Management Department	处长 Director	
63	赵伟 Wei ZHAO	厦门市水务集团 Xiamen Water Authority	副董事长 Vice Chairman	
64	周彤 Tong ZHOU	中国市政工程东北设计研究院 Northeast Municipal Engineering Design & Research Institute	总工 Chief Engineer	
65	甘一萍 Yiping GAN	北京排水集团技术咨询公司 Technical Consultancy Company, Beijing Drainage Group Co., Ltd.	总经理 General Manager	
66	刘文亚 Wenya LIU	天津市中水公司 Tainjin City Water Reuse Company	总经理 General Manager	
67	李健 Jian LI	天津开发区新水源公司 TEDA Water Technologies Co., Ltd	总经理 General Manager	
68	赵丽君 Lijun ZHAO	天津市市政工程设计研究院 Tianjian Municipal Engineering & Research Institute	副总工 Deputy Chief Engineer	
69	刘波 Bo LIU	北京市城市排水集团中水公司 Water Reuse Department, Beijing Drainage Group Co., Ltd.	副经理 Vice Manager	
70	周军 Jun ZHOU	北京市城市排水集团 Beijing Drainage Group Co., Ltd.	咨询公司研发 主任	
71	张水英 Shuiying ZHANG	北京市城市排水集团中水公司 Water Reuse Department, Beijing Drainage Group Co., Ltd.	办公室主任 Office Manager	
72	白晓虹 Xiaohong BAI	天津市建委世行项目办 World Bank Project Office, Tianjin Construction Commission	专家 Specialist	
73	闫俐 Li YAN	天津市建委世行项目办 World Bank Project Office, Tianjin Construction Commission	专家 Specialist	
74	黎荣 Rong LI	天津市政建设总公司工程前期部 Construction Prophase Dept., Tianjin City General Company of Municipal Engineering Construction	部长 Director	
75	王秀朵 Xiuduo WANG	天津市市政工程设计研究院 Tianjin Municipal Engineering Design and	环境工程总工 程师	

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remark
		Research Institute	Chief Engineer	
76	董文艺 Wenyi DONG	哈尔滨工业大学深圳分院 Harbin Institute of Technology (Shenzhen Campus)	副教授 Associate Professor	
77	方先誉 Xianyu Fang	北京市市政工程科学技术研究所 Sci & Tec Research Institute, Beijing Municipal Engineering	总工 Chief Engineer	

D 部分：小城镇水管理与监管及体制研究

序号. No.	姓名 Name	工作单位 Organization	职务 Occupation	备注 Remark
78	赵 晖 Hui ZHAO	建设部村镇建设办公室 Department of Rural Construction Ministry of Construction ,PRC	副主任 Deputy Director -General	(分组主席) Chairman
79	宋序彤 Xutong SONG	城市建设研究院 Urban Construction Research Institute	顾问总工 Consulting Chief Engineer	(分组主持人) Facilitator
80	吴昌华 Changhua WU	环球中国环境专家协会 Professional Association For China's Environment	会长 President	(讨论汇总人) Reporter
81	周国梅 Guomei ZHOU	国家环境保护总局环境经济与政策研究中心 环境经济研究室 Division of Environmental Economics, Research Center for Environmental Economics and Policy, SEPA	主任 Director	
82	林艳 Yan LIN	建设部标准定额研究所 Research Institute of Standards & Norms MOC	主任 Director	
83	秦威悦 XianYue QIN	建设部标准定额研究所 Research Institute of Standards & Norms MOC	助研 Associate Researcher	
84	牟婷婷 TingTing MU	财政部国际合作司国金二处 Ministry of Finance, International Cooperation Dep., Division No.2	官员 Official	
85	周善东 Shandong ZHOU	山东省建设厅城建处 Urban Construction Division, Shandong Province Construction Bureau	副处长 Deputy Division Chief	
86	王 晟 Cheng WANG	陕西省建设厅计财处 /Shaanxi Provincial Construction Bureau - Planning & Finance Division	处长 Division Chief	
87	李秋明 Qiuming LI	河南省环保局污控处 Division of Pollution Control, Henan Province Environmental Protection Agency	处长 Division Chief	
88	朱开东 Kaidong ZHU	国家城市给水排水工程技术研究中心 National Urban Water Supply & Drainage Engineering Technology Research Center	副主任 Deputy Director	
89	张秀华 Xiuhua ZHANG	中国市政工程华北设计研究院 North China Municipal Engineering Design & Research Institute		
90	任力 Li REN	马鞍山市首创水务有限责任公司 Maanshan- Beijing Capital Water Supply Co. Ltd	总经理 General Manager	
91	刘延军 Yanjun LIU	北京首创股份有限公司战略部 Strategy Department, Beijing Capital Co., Ltd.	副总经理 Deputy GM	
92	邹骥 Ji ZOU	中国人民大学环境经济系 Environmental Economy Department of Renmin University of China	主任 Director	
93	Oluwafemi B.C. Odediran	联合国儿童基金会驻中国办事处 /UNICEF office for China	项目官员 Project Officer	
94	张华 Hua Zhang	国家环保总局 State Environmental Protection Bureau		