

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学 号: 200315047

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学  
硕 士 学 位 论 文

水 务 BOT 投 资 项 目 风 险 分 析

Risk Analysis on BOT Investment Project  
in Water Industry

丰 洪 斌

指导教师姓名: 李 常 青 教 授

专 业 名 称: 工 商 管 理 (MBA)

论 文 提 交 日 期: 2005 年 9 月

论 文 答 辩 日 期: 2005 年 10 月

学 位 授 予 日 期: 2005 年 月

答 辩 委 员 会 主 席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2005 年 9 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

## 摘 要

随着城市化水平的不断提高和市场化程度的深入,我国的水务市场表现出旺盛的投资需求。政府在引进资金的同时,不断改善投资环境,吸引了包括国际、民营以及其他投资者的积极参与。而 BOT 投资方式以其“带来资金、引进先进技术和设备、提高管理水平”的特点,逐渐为各地政府和广大投资者所青睐。然而,由于我国水务业的改革尚处于起步阶段,政府和投资者对 BOT 的认识还未到位,在水务 BOT 投资中面临着各种各样的风险。重视投资风险的研究,是投资项目得以顺利实施的前提。

关于投资风险分析的研究较多,但很少有对水务业 BOT 投资项目进行动态模拟分析的。本文采用蒙特卡罗法,对影响水务 BOT 投资项目的可计量风险因素进行模拟分析,动态描述项目的经济评价指标,定量地反映项目的风险状况。

本论文共分六章。第一章说明了选题背景、目的、研究方法以及论文的研究程序和架构。第二章分析了我国水务市场的现状和发展趋势,以说明目前我国的水务业投资充满巨大机遇。第三章介绍了 BOT 的概念、类型和特点以及 BOT 投资方式在我国水务业的应用,并说明了投资者在水务 BOT 项目中面临的各种风险。第四章简单介绍了投资项目风险分析常用方法,阐述了投资项目风险辨识、估计和评价的一般分析过程,重点介绍层次分析 (Analytic Hierarchy Process) 和蒙特卡罗模拟 (Monte Carlo Simulation) 两种分析方法的应用特点,并说明了如何建立本文运用的风险评估模型。第五章引用一个污水 BOT 项目案例,采取专家调查咨询法获得有关的分析参数,应用层次分析法进行风险辨识,蒙特卡罗模拟经济评价指标的统计特征,评价项目在风险影响下的动态经济效果,并提出相应的风险管理措施,以及将风险分析应用于投资实践。第六章得出文章的结论并对文章的不足以及需要继续研究的方向加以评述。文章在最后还附有

专家调查咨询的设计和咨询表格式、随机数的生成及其 Excel 实现、以及 M 公司的投标分析报表。

**关键词：**风险分析；BOT；水务。

厦门大学博硕士论文摘要库

## ABSTRACT

With the increasing improvement of the urbanization and the development of marketization, investment is in deep demand in Chinese urban water supply and wastewater treatment market. While trying to introduce capital, the government steadily better investment environment and attract the participants from foreign capitals, civilian capitals and other investors. However, Build-Operate-Transfer (BOT) investment style is gradually accepted and favored by government and the investors because BOT can help introduce capital, advanced techniques and equipments and improve the management. But, Chinese water industrial reform is still in initial time and the government and investors do not truly understand BOT, so there are various risks in Chinese urban water supply and wastewater treatment market. Attaching importance to the investment risk research is the prerequisite of successful investment project.

A lot of literature refers to investment risk analysis study, but few of them talk about dynamic simulation analysis of BOT project in urban water supply and water treatment market. According to Monte Carlo Simulation Method, this thesis conduct a simulation analysis on some measurable risk variables which can influence BOT projects in water industry so that the economic evaluation indicator of the project can be described dynamically and the risk condition can be reflected quantificationally.

This thesis consists of six chapters. The first chapter explains the background, goal, research methods and the research procedure and frame of this thesis. The second chapter analyzes the current situation and development trend of Chinese water industry so that the huge opportunities of investment in Chinese water industry can be presented. The third chapter introduces the notion, types, characteristics of BOT and the application of BOT investment style in Chinese water industry, and various BOT project risks can be also found in this chapter. The fourth chapter briefly introduces the common approaches of

investment project risk. It expounds the general procedure of investment project risk identification, risk evaluating and risk assessment. Analytic Hierarchy Process and Monte Carlo Simulation and their application features are mainly discussed in this chapter. Meanwhile, the way of establishing risk model for text application is described. The fifth chapter uses a BOT case study project of a wastewater treatment plant, investigates and consults the related parameters, operates risk identification with Analytic Hierarchy Process, and simulates the statistical characters of economic evaluation indicators by Monte Carlo so that the dynamic economic effect of the project which might be influenced by risks can be evaluated and the relevant risk management measures can be put forward to. Besides, the risk analysis can be applied to investment practice. The sixth chapter draws a conclusion and points out the aspect needed improvement of this thesis and the focuses of further research. The design and the format of expert investigation and consultation, random data and their realization by Excel, and the financial report to bid for the BOT project of M company are all attached at the end of this thesis.

**Key Words:** Risk Analysis, Build-Operate-Transfer (BOT), Water Industry.

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
<b>第一节 前言</b> .....	<b>1</b>
<b>第二节 研究目的与方法</b> .....	<b>3</b>
<b>第三节 研究程序与架构</b> .....	<b>5</b>
<b>第二章 我国水务业市场状况</b> .....	<b>6</b>
<b>第一节 我国水务业发展现状</b> .....	<b>6</b>
<b>第二节 我国水务业发展趋势</b> .....	<b>13</b>
<b>第三章 水务 BOT 投资方式</b> .....	<b>18</b>
<b>第一节 BOT 的含义及其特点</b> .....	<b>18</b>
<b>第二节 BOT 在我国水务业的运用</b> .....	<b>22</b>
<b>第三节 水务 BOT 投资风险</b> .....	<b>24</b>
<b>第四章 投资项目风险分析方法与模型</b> .....	<b>28</b>
<b>第一节 风险分析过程</b> .....	<b>28</b>
<b>第二节 投资项目风险的辨识与估计</b> .....	<b>30</b>
<b>第三节 投资项目风险评价</b> .....	<b>33</b>
<b>第五章 HG 污水处理厂 BOT 项目风险分析</b> .....	<b>43</b>
<b>第一节 HG 项目投标分析</b> .....	<b>44</b>
<b>第二节 HG 项目风险辨识与分解</b> .....	<b>48</b>
<b>第三节 HG 项目的风险估计和评价</b> .....	<b>54</b>
<b>第四节 风险管理与投资策略</b> .....	<b>67</b>
<b>第六章 结论和论文的局限性</b> .....	<b>75</b>
<b>第一节 主要结论</b> .....	<b>75</b>
<b>第二节 论文的局限性</b> .....	<b>76</b>
<b>第三节 可继续研究的方向</b> .....	<b>77</b>

附 录 .....	79
主要参考文献 .....	106
后 记 .....	111

厦门大学博硕士论文摘要库

## 第一章 绪论

### 第一节 前言

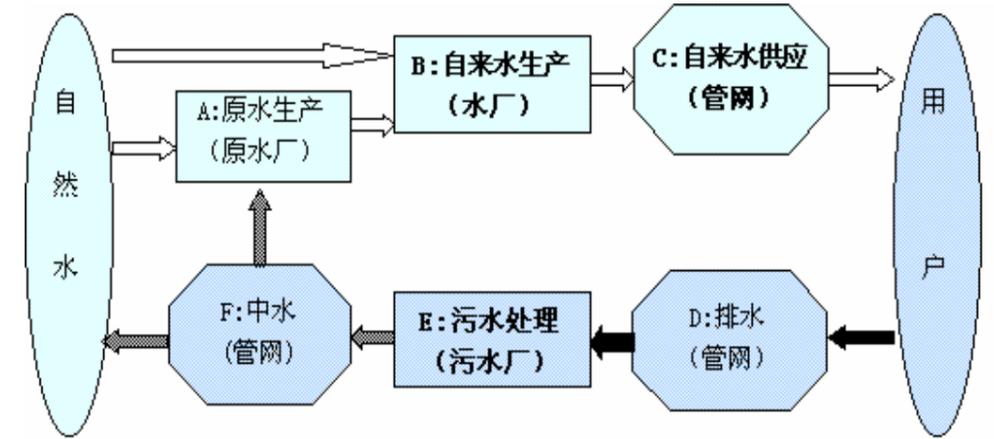
“水业将是 21 世纪最大的行业”，全球有影响的投资企业——纽约贝尔-斯特恩公司首席投资战略家伊丽莎白·麦凯在其专著《未来的水业》中这样说，并预言水务行业将成为 21 世纪流入资金最快、盈利最可观的领域。<sup>①</sup>

水务是什么？提到这个问题，很容易让人联想到传统的自来水公司、污水处理厂，“水霸”这个词形容了大多数人对这个行业的印象。低效率、高垄断、低水价、高补贴、缺乏自主权、体制僵化是造成这些现象的主要原因。目前的中国水务行业（主要是指供水和排水行业），也正经受着这些“病痛”的折磨。

水务是做什么的？这个问题并不好回答。在这个领域里，有着多种划分方式：按产品划分有引水、制水、售水、分质供水、污水、污水回用（中水）等；按产业模式划分有设计、咨询、投资、运营、工程承包、设备供应等；按企业性质划分，有国企、民营、合资、外企等。各种不同的公司汇聚在水务这个领域里，使“水务”变成了一个非常宽泛的概念。实际上，它包含着一条相对封闭而完整的水的核心产业链（如图 1-1 所示）。正因为水务概念的庞杂，所以有必要对“水务”概念进行界定。本论文所指水务，仅指供水和排水（污水）行业，水务业投资大多集中在自来水生产、供水管网建设改造、售水以及污水处理等领域。

<sup>①</sup> 刘林森：“水业大市场，迎来好时光”，《市场报》，2005 年 5 月 13 日。

图 1-1：水务行业核心产业链



资料来源：姚伟：“水务行业等待机会”，国泰君安证券研究所，2004年12月。

水务业在我国面临着前所未有的发展机遇。2004年9月公布的《中国城市“十一五”核心问题研究报告》指出，“十一五”时期，我国城市基础设施建设已进入资本拉动时代，公用事业的市场化为众多投资者带来了前所未有的机遇。作为城市基础设施一部分的城市水务，表现出了旺盛的投资需求。自上世纪90年代以来，我国城市水务基础设施建设受到各级政府和社会的关注，水务设施投资额逐年上升。然而，政府对水务直接的财政投入已越来越显得不足，财政能力有限的政府在城市水务的公益性和收益性之间做出了收益性的选择，使来自国际、民营以及其他社会资本得以迅速进入城市水务领域。随着国家对城市水务领域资本进入的放开、市场金融工具的丰富、以及传统企业产权多元化的实施，将进一步加强资本在水务行业中的比重。目前的我国水务业，国家政策正在逐步完善，水价（包括污水处理费）也不断提高，竞争环境得到日益改善，对投资者而言，正是城市水务行业这种日益增长的投资需求、水务业运营的稳定现金流以及提高运作效率能明显增加收益等，是吸引他们参与水务投资的主要原因。

中国水务业市场化改革是在探索中前进。目前，我国城市水务业的改革模式较多，其中，对于新建的自来水厂、污水处理厂项目，则大多以 BOT<sup>①</sup> 模式为主，尤其污水处理项目居多。BOT 模式自 1998 年在成都六水厂 B 厂试点以来，已经在我国城市水务业中得到广泛应用。可以说，最初的 BOT 模式比较规范，如成都六水厂 B 厂和北京第十水厂 A 厂，主要投资人、资金来源和融资形式都是参照国际化运作的。但是，目前的水务项目大多是一种“准 BOT”<sup>②</sup> 的模式，缺少规范的项目融资程序。据不完全统计，现在各种类型的“准 BOT”项目达几百个，而且比较多地分布于污水处理项目中，投资方大多为国内公司。由于“准 BOT”模式具备 BOT 模式的大多数特征，不影响其作为本论文案例的研究。

由于 BOT 投资方式在我国应用时间不长，无论是投资者还是政府，对 BOT 投资方式都缺乏足够的认识。而且，尚处于起步阶段的我国水务业在市场化过程中也会出现各种各样的问题。对于投资者来说，从长远来看，水务业投资量大，资金沉淀性强，投资回收期长，非交易成本高，融资方式少以及政府信用等投资风险还是很多。因而，认真分析评估项目风险并采取有效的风险管理措施，是关系水务 BOT 项目投资成败的关键问题。

## 第二节 研究目的与方法

进行项目投资的最直接的动机是为了获取期望收益，并使期望收益最大化。但是，未来的收益受许多不确定性因素的影响，因而，投资就必然具有一定的风险性。风险是伴随投资而存在的，风险分析是投资决策前的一道“必修课”。据估计，由于缺乏系统的风险分析，造成项目失败或失误的不在少数。例如，2002 年 9 省市共 37 个污水处理项目中，有 15 个项目由于前期准备不充分、配套资金不到位以及运行经费不足等原因而未按计划完工，而即使在 16 个已完工的项目中，也有 7 个达不到设计要求，造成

<sup>①</sup> “BOT”的概念详见第三章第一节。

<sup>②</sup> “准 BOT”的概念详见第三章第一节。

投资浪费<sup>①</sup>。产生这样的现象，固然有其他方面的原因，但与前期风险考虑不充分不无关系。

在通常的投资项目分析中，大多采用的是定性分析方法<sup>②③</sup>，停留于对项目风险的定性估计和概略性描述；或者运用简单的风险型决策方法（如有限概率组合）<sup>④</sup>，无法动态地反映项目在未来可能出现的更多的状况，与实际情况肯定突入较大。而且，实际的水务 BOT 投资活动中，很少有投资者进行系统的动态风险分析，在投资者的投标文件中，大部分也只有寥寥几段对风险的简单描述，缺乏定量的系统性的分析。因此，鉴于这个初衷，本人希望针对水务 BOT 投资项目，采用定性定量相结合的方法，定性分析项目存在的风险因素，动态模拟投资项目的经济评价指标，反映项目的风险状况，并制定相应的风险管理策略，就成为写作本论文的主要目的。

本论文采用理论分析与实际应用相结合的方法。所采用的方法和技术包括：专家调查咨询法、盈亏平衡分析法、敏感性分析法、层次分析法(AHP)、蒙特卡罗模拟法(MCS)以及 Excel 运算工具。其中，盈亏平衡分析和敏感性分析为 M 公司投标测算时用于初步风险分析；专家调查法则在本文中用于风险辨识和估计，获取项目风险层次结构中各因素间的两两权重数据，估计风险因素变量的分布特征及分布参数；层次分析法则是在专家调查资料的基础上进行风险辨识，计算出各风险因素的相对权重值，为进行风险估计和评价提供依据；蒙特卡罗法是在风险辨识和估计的基础上，对影响经济评价指标的风险变量进行动态模拟，随机生成经济评价指标（如 NPV、IRR）的多个值（2000 个），并加以统计描述；Excel 工具则用来编制财务分析模型，并在此模型上，引入风险变量的动态分布，利用其中的随机数功能，生成风险模拟分析模型。本论文是以上各种分析方法和技术的综合应用。

<sup>①</sup> 蔡志刚，“投资项目损失知多少”，《中国投资》，2004（2），P111-114。

<sup>②</sup> 周国栋：“基本建设项目投资风险分析”，《中国投资》，2000（11），P44-45。

<sup>③</sup> 张小宏：“投资项目风险分析”，《石油化工技术经济》，1999 年第 6 期，P56-61。

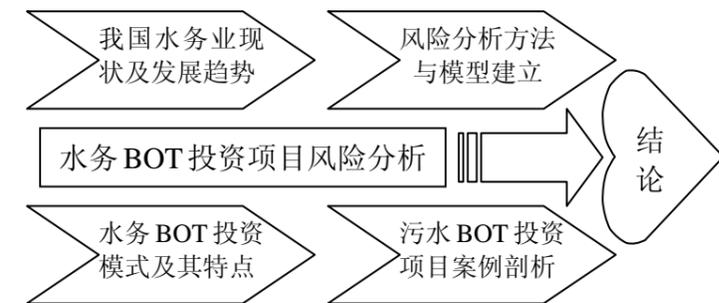
<sup>④</sup> 陆柏义：“风险决策在项目投资分析中的运用研究”，《武汉大学学报》（哲社版），1998（3），P12-16。

### 第三节 研究程序与架构

本论文遵循“先提出问题、后解决问题”以及“先理论方法、后实际运用”的研究程序。论文拟以水务 BOT 投资风险为主线，首先希望对我国的水务市场发展现状、发展趋势和水务 BOT 的特点进行分析，说明水务业投资充满机遇，但也不可忽视其中的投资风险；然后简单介绍投资项目风险分析的一般方法，并加以比较，并着重介绍层次分析和蒙特卡罗模拟两种方法的应用特点；继后拟引用一个污水 BOT 投资项目案例，站在投资者的角度，应用层次分析法进行风险辨识、专家调查咨询风险变量的分布估计以及蒙特卡罗模拟出经济评价指标的统计特征，用以评估项目的风险状况，并提出相应的风险管理策略以及将风险分析结论应用于实际投资活动。最后得出论文的结论并对文章的不足以及继续研究方向加以评述。

本论文按照以上的思路进行设置，并安排文章结构。论文整体的分析架构可以用图 1-2 来说明。

图 1-2: 论文的分析架构



## 第二章 我国水务业市场状况

近年来，我国城市化水平的不断推进，加快和促进了我国城市水务行业的发展和改革，水务业的投资建设如火如荼。但是，由于水务行业自身的特点及存在的诸多问题，水务业的投资面临着各种风险，已经引起投资者和政府的高度重视。

### 第一节 我国水务业发展现状

长期以来，作为公共基础设施，我国的水务市场一直由政府部门或国有企业（城建系统、水利系统、自来水公司、排水公司）投资、建设和运营。然而，为解决效率低下、资金困难以及运营不良等问题，近年来水务业逐步开始走向市场化，向外资、民资开放。水务行业蕴涵的巨大商机吸引了众多的投资者。作为投资者，要想在这个行业也分得一杯“羹”并有效防范投资风险，必须对我国的水务市场有个清醒的、充分的认识。

#### 一、我国水务行业存在的主要问题及原因

目前的我国水务行业，存在着不少问题且相当突出，其形成的原因也较为复杂，主要表现在以下几个方面。

##### 1、水资源缺乏，供需矛盾突出

水，是关系人类生存的命脉之一。作为一种重要的稀缺资源，水资源状况和利用水平是评价一个国家和地区经济能否持续发展的重要指标。中国人均水资源量不大，只相当于世界人均水资源占有量的 1/4。除了水资源不足外，中国水资源还存在着十分严重的分布不均匀性，供需矛盾十分突出，水的短缺问题更加严重。据统计，全国 600 多个城市中，缺水城市已达 300 余个，其中严重缺水的城市有 114 个。还需要指出的是，我国当前水资源利用方式粗放，用水浪费和污染严重，经济发展与水资源协调不够，

人与水的矛盾尖锐，以及水资源可持续利用的体制和机制不完善等问题都是造成水资源短缺的重要因素<sup>①</sup>。

### 2、市场化程度低，行业盈利低微

水务行业在我国起步较晚，市场化程度偏低，存在的问题也较为突出。特别是供水行业，政府长期垄断经营，行政色彩浓厚，采取“福利水价+亏损+政府补贴”的经营模式，企业的商业化运作与管理创新能力受到限制，形成经营效率不高、盈利能力低微、市场活力缺乏的状况。据统计，至2005年5月，全国自来水生产企业2442家，亏损企业1404家，占57.5%<sup>②</sup>。而来自国家统计局提供的一项报告则显示：1999年，外资在我国最有利可图的产业是自来水厂，其利润、成本比率高达24.48%，是外资投资项目中是最高的。虽然这一数据本身受到来自许多方面的质疑，但是，作为一项地域垄断性较强的公用事业，水务行业应当是具有较高的利润率，只是由于我国水务产业的市场化程度不高、水价形成机制不合理以及效率低下等自身因素，从而造成行业亏损严重的状况。

### 3、水价形成机制不合理，供水价格偏低

长期以来，在计划经济体制下，政府一直是水务投资运营的主体，“水是商品”的概念在人们心目中缺乏，水务企业大多以一种公益性事业单位的姿态来为人们服务。在城市水价的构成中，一般只考虑对净水成本进行补偿，而对供排水管网的建设、更新、改造补偿不足，没有按照市场供求和成本的变化及时调整水价，造成城市供水管网漏损率高、单位产出低、投资低下等问题，价格机制对水资源的优化配置不能有效发挥作用。2004年全国36个大中城市平均居民生活用水价格为每立方米1.29元，总体上为保本微利经营，但部分城市供水亏损，中小城市则更低<sup>③</sup>。同时，我国城

<sup>①</sup> 钱易、唐孝炎：《环境保护与可持续发展》，高等教育出版社，2000年7月，P39-41。

<sup>②</sup> 中国经济信息网教育版：<http://202.204.214.99>。

<sup>③</sup> 李坤、李春明：“新时期水价改革透视”，《中国水利报》，2005年7月4日。

市供水又存在不合理收费现象，建设基金、底吨费、增容费、开口费等层层加价和搭车收费的现象还时有发生。

#### 4、污水处理设施建设资金不足，收费低，运行效率不高

从污水处理率来看，1997 年全国建制市污水集中处理率仅为 13.4%，2000 年提高到 34.23%，而截至 2004 年底，污水处理率提高到 45.6%。但是，要实现“十五”计划目标，仍然需要巨大的资金投入，仅靠各级政府的财力是远远不够的。而从污水排放量来看，2004 年，全国废水排放总量达 482.4 亿立方米，其中生活污水 261.3 亿立方米，占废水排放总量的 54.2%，比上年增加 5.5%<sup>①</sup>。总体上我国城市污水排放呈现逐年增长的态势，虽然污水处理率逐年都有较大提高，但仍然偏低。从污水处理价格来看，由于政府制定的污水处理费价格太低，污水处理企业基本都是亏本经营。目前虽然各省市已逐步开始征收污水处理费，但费用普遍偏低，阻碍了城市污水处理市场化进程。另外，从运行效率来看，有些污水处理厂建成后又没有充足的资金来维持正常运行，造成设施闲置和浪费，没有发挥出设施所应有的处理能力、效率和质量。

#### 5、多“龙”管水，阻碍水务业的市场化进程

目前我国水务问题的根本和关键仍然是体制问题，多“龙”管水仍较为普遍。从水资源利用主线来分析，我国的涉水部门众多，包括水利、城建、公用、市政、环保、自来水、污水等，形式上大家都管，而实质都管不好。可以说，管水源的不管给水，管给水的不管排水，管排水的不管治污，管理体制混乱。受过去水资源分割管理体制和“行业立法”影响，水的这种管理体制没有完全理顺，涉及供水管理问题的不同部门政策、法规也不尽一致，流域和区域水资源统一管理有待加强，多数城市水资源管理还存在部门职责交叉和脱节问题，不利于城市水务市场的高效运转和公平竞争，影响了水务市场化的进程。

<sup>①</sup> 国家环保总局，《全国环境统计公报(2004 年)》，国家环境保护总局网 <http://www.zhb.gov.cn/>。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库