

中小城镇排水工程规划的决策方法研究

龙 瀛

(北京市城市规划设计研究院, 北京 100045)

摘 要: 中小城镇排水工程规划对人民生活和社会发展具有重大而深远的影响, 其方案选择决策存在着因素复杂、影响难以量化、目标不可公度、偏好难以集结等困难, 笔者在分析城镇排水工程规划涉及的内容的基础上, 研究了城镇排水工程规划项目决策的特点, 针对不同层次、不同类型的城镇排水工程规划问题推荐了不同的决策分析方法。在城镇 A 排水工程规划项目中, 采用多阶段交互方法改进的多目标决策理论进行方案的选优, 将书面调查法和头脑风暴法相结合, 建立并逐步完善方案评比的指标体系, 对所拟定的规划方案进行决策分析。

关键词: 决策方法; 排水系统规划; 多目标决策; 中小城镇

作者简介: 龙瀛 (1980~) 男 (汉), 吉林四平, 北京市城市规划设计研究院, 主要研究方向为城镇生态环境规划、城镇给排水系统规划和规划信息系统。

通信地址: 北京西城区南礼士路 60 号北京市城镇规划设计研究院规划研究室

邮编 100045

联系电话: 010-68056049 13661386623

电子信箱: longying02@mails.tsinghua.edu.cn

1. 前言

目前我国中小城镇绝大多数没有完善的排水系统,因此而产生的城市水环境问题较为严重,使得这类城镇的污水排除和处理工作提到日程上来。规划作为初步设计、详细设计和施工阶段的龙头,需要对整个城镇的排水系统作出合理的安排。目前一些中小城镇的经济基础、技术基础和环境基础相对比较薄弱,这更需要针对城镇排水系统规划方案的选择作出科学的决策。

而城镇排水工程规划方案的优选,往往是对这一复杂系统进行决策的过程,方案选择应建立在全面分析、科学判断的基础上。这种问题具有综合性的特点,往往涉及的不仅是经济问题,还包括环境、技术、社会影响等诸多因素,需要综合考虑,有时还必须在不同目标间作权衡。

但是由于理论和方法上的缺陷,在工程实践的过程中暴露出一些问题,如环境和社会影响问题、工程设计问题、维护管理问题等等,产生这些问题的原因既有客观困难:城镇排水工程规划的复杂性、环境问题的复杂性,又有主观问题:决策过程不规范、决策手段落后、对决策分析过程缺乏重视、理论与实践脱节。为了解决上述存在的部分问题,笔者总结了与城镇排水工程规划有关的决策问题,归纳了对应于不同决策层次适用的决策方法,提出一种多阶段交互的多属性决策方法,并在城镇 A 排水工程规划项目中得以成功应用。

2. 城镇排水工程规划的决策分析

2.1 决策层次

城镇排水工程的规划方案决策不是孤立的,应结合城镇工程规划问题决策分析的层次考虑。城镇排水工程的决策可分为三个层次:战略决策(第一层次)、战术决策(第二层次)和技术决策(第三层次),不同层次的决策都有相应的最适合的决策方法。

第一层次:战略决策,这是一种宏观决策,所要解决的问题是协调城镇排水工程规划与其它城镇工程规划之间的关系。这一层次的决策分析要结合各种与排水有关的外部条件提出规划策略(如目前的排水工程与给水工程规划联系日益紧密,一般先综合考虑整个城镇的给排水工程,再单独考虑给水工程和排水工程),供更高层次的决策者参考。采用的分析方法为费用效益分析、投入-产出分析、多目标决策分析。

第二层次:战术决策,这是一种中观决策,它是在战略决策结果的指导下进行的。其任务是在规划目标基本确定的条件下,寻求实现这一战略目标的最合适方案。各种多目标规划与多属性决策方法、各目标数学规划方法(主要是最小费用规划)、网络方法等都是这个层次决策分析中常用的技术。

第三层次:技术决策,可以看作是一种微观决策,它是在战术决策结果指导下进行的。其任务是为实施战术决策所确定的方案选择和确定最佳的技术措施。选择最适用的污水处理

流程、最合理的排水干管布置方案、最合适的排水体制等属于技术决策。各种最优化技术和经验判断是技术决策的常用手段。

城镇排水工程规划的决策一般是按照上述三个层次自上而下进行的。上一层次的决策为下一层次的决策提供指导信息，下一层次的决策为上一层次的决策方案的实现提供保证。同时，下一层次的决策对上一层次的决策也起到反馈作用，可以根据反馈信息对预先的决策方案作出修改。

2.2 决策的特点及难点

城镇排水工程规划涉及到各个层次的大量决策问题。对于较高层次的规划方案选择问题，这类决策具有如下的特点：

- (1) 需考虑外部影响。经济外部性是造成决策困难的直接原因，外部环境效益和社会效益以及损失难以量化、货币化，环境资源的价值缺乏公认的衡量标准。
- (2) 层次性。规划方案的决策是一个序贯的过程，包括了大量不同层次的决策问题。
- (3) 群体决策。城镇排水工程规划决策一般采取群体决策的方式。

城镇排水工程规划的决策存在以下主要难点：

- (1) 因素复杂。一个城镇排水工程规划方案涉及到多方面的因素。城镇规模越大，涉及的问题就越复杂。城镇排水工程规划方案决策涉及生态环境影响、经济、社会、风险、技术条件等因素，这些因素彼此关联又相互制约，形成了复杂的关系，求解困难；
- (2) 目标不可公度。决策中既有定量目标，又有定性目标，即使可以定量的目标其量纲也各不相同，不能用一般的数学方法统一衡量；
- (3) 偏好难以集结。城镇排水工程规划往往与多个管理部门有关，如排水公司、水务局、政府部门等，对决策目标有不同的认识，在决策过程中不免会形成决策冲突或矛盾，增加决策的难度。

以上难点问题并非城镇排水工程规划决策所独有，不过在此表现得更为突出。传统决策分析理论已经提出了通过多目标体系、权重和属性值的分解-综合，来判断方案优劣的思想。但城镇排水工程规划的以上难点，使得识别目标、权重和属性，以及建立综合评判模型的工作显得格外困难。

2.3 规划方案评选决策的基本方法

最小费用决策、环境费用效益分析、风险分析和多目标综合评价是方案评选决策的主要方法。前三种方法都是将方案简化为单目标决策问题来处理，需要一定的条件。由于城镇排水系统规划方案决策涉及的因素复杂、难以公度，基于多属性决策理论的方案评选方法是适用的主要方法。在获得决策方案后，可以就决策方案开展公众调查和专家咨询，识别潜在问题，提出修正措施和方案实施的缓解措施。

2.4 改进的多属性决策方法

传统的决策理论往往假设决策者拥有充分的信息,对于问题本身和客观环境限制能够清楚描述甚至完全数量化,决策者所追求的目标明确,不同方案的属性值可直接计算。然而在城镇排水工程规划的方案决策中,由于因素复杂,决策者可能对问题本身、客观条件限制、甚至个人偏好都难以清楚了解,对不同规划方案的性能更是无法直接作出定量判断。同时不同决策者的认识也不尽一致。难以直接应用传统的多属性决策方法。

解决上述问题需要通过多个循序渐进的分析阶段,逐步识别方案优劣,同时使不同决策者对方案的认识逐步达到一致,作出较为合理的决策。解决上述问题还有赖于决策者和分析者的不断交流,发挥决策者纵观全局的特长和技术专家的专业知识。

针对城镇排水工程规划的决策问题,可以考虑采用改进的多属性决策方法,即多阶段交互方法。所谓多阶段,是指通过一系列循序渐进的过程,识别目标体系和权重,分析方案的属性,集结不同决策者的偏好,对较佳方案的认识逐步达到一致。所谓交互,是指通过决策者与分析者、不同决策者之间、以及分析者与其他技术专家和公众的反复交流,既充分体现决策者的偏好,又集思广益。

3. 案例分析

3.1 案例背景

在笔者参与的城镇 A 排水工程规划项目中,主要采用上文介绍的多阶段交互改进的多属性决策理论进行决策。下面以该项目中的污水处理厂布局规划方案的优选进行介绍。

3.2 指标体系建立

本次规划建立评价指标体系时,采用了下列原则:完整性 可操作性 可分解性 无冗余性 尽量减少目标数量。在建立指标体系时,采用书面调查方式征求专家和管理人员的意见,参考了国内外相关研究中所采用的指标体系,从工程经济、环境影响、工程技术三个方面建立了如图 1 所示的指标体系。

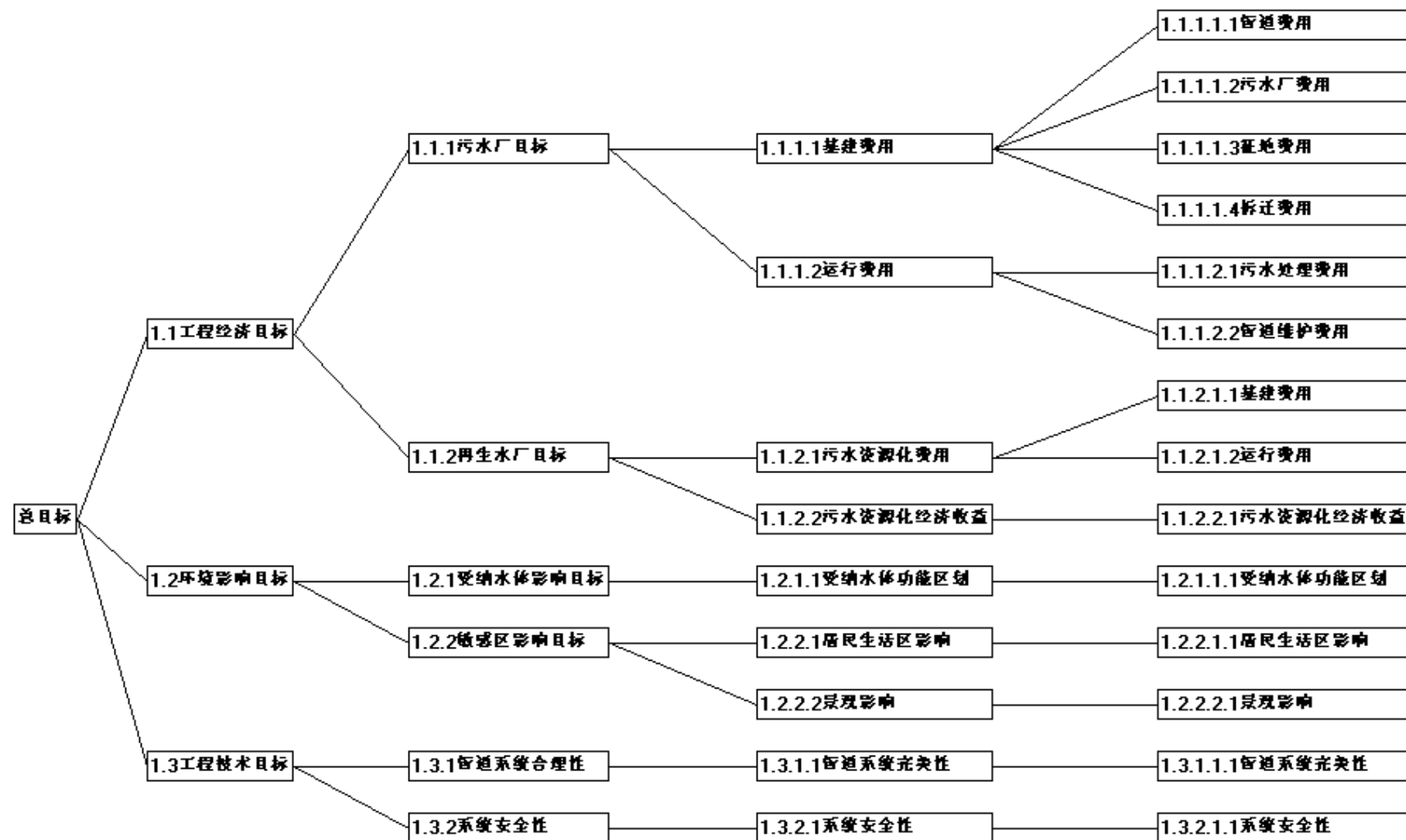


图 1 城镇 A 污水处理系统规划方案评价指标体系

3.2 指标权重的确定

排水工程方案选择决策的权重识别一般可采用两种形式：书面调查和访问调查。书面调查即问卷调查，是一种背对背的调查方式。访问调查是一种面对面的调查方式，包括个别访问调查（访谈调查）和会议调查（座谈调查）。

本次权重调查采用了“背对背”和“面对面”相结合的调查方式。第一次问卷采用“背对背”的调查方式，请专家在对本研究有一定了解的基础上，对各指标进行打分。第二轮调查仍然采用问卷调查形式，但把第一轮统计的结果及被调查的专家名单反馈给了各位专家。请专家在了解群体意见的基础上，进行第二次打分。相当于“面对面”调查。采用第二次专家调查的数据，取各指标权重的均值，得到最终权重。各最下层指标的权重为：

表 1 最下层指标权重

最下层指标	权重
1.1.1.1.1 管道费用	0.137
1.1.1.1.2 污水处理厂费用	0.118
1.1.1.1.3 征地费用	0.08
1.1.1.1.4 拆迁费用	0.227
1.1.1.2.1 污水处理费用	0.096
1.1.1.2.2 管道维护费用	0.077
1.1.2.1.1 基建费用	0.027
1.1.2.1.2 运行费用	0.024
1.1.2.2.1 污水资源化经济效益	0.021
1.2.1.1.1 受纳水体功能区划	0.021
1.2.2.1.1 居民生活区影响	0.052
1.2.2.2.1 景观影响	0.038
1.3.1.1.1 管道系统合理性	0.042
1.3.2.1.1 系统安全性	0.039
合 计	1

利用统计学公式，得到第一级指标的 95%置信度下的置信区间。

$$m = \overline{X} \pm t_{0.025} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

其中 $\overline{X}$ 为样本均值，S 为样本标准差，n 为样本个数。 $t_{0.025}$ 为自由度为 n-1 时的 95% t 分布的临界值。结果如下：

表 2 第一级指标 95%置信度下的置信区间

1.1 工程经济目标	$m = 0.344 \pm 0.039$
1.2 环境影响目标	$m = 0.401 \pm 0.040$
1.3 工程技术目标	$m = 0.255 \pm 0.024$

3.4 指标属性分析与归一化

然后每个排水流域（A、B、C、D 和 E）内将各方案归一化之后的属性数据输入 CDP 软件，利用专家调查确定的指标权重进行计算，得到每个排水流域内各方案的总价值，根据其值的高低，优选出该排水流域内最终的规划方案，如排水流域 A 选择方案一，排水流域 D 选择方案二。

3.5 方案总价值

表 3 各个方案的总价值

排水流域	方案名称	总价值
A	方案一	0.72
	方案二	0.69
B	方案一	0.58
	方案二	0.57
	方案三	0.59
C	方案一	0.7
	方案二	0.71
D	方案一	0.7
	方案二	0.71
E	方案一	0.70
	方案二	0.71

4. 结论

本论文对城镇排水工程规划的内容进行分析，并相应对排水工程规划的不同层次所适用的决策方法进行分析。笔者提出的多阶段交互方法改进的多目标决策更适合城镇排水工程规划方案的择选。城镇 A 排水工程规划项目对本方法的采用，被证明较传统的多目标决策方法具有很大的优势。这种改进的多目标决策方法，在现实的经济建设和环境保护中有重要意义，对于解决其它城镇工程规划决策问题（如城镇给水工程、电力工程规划等）以其他领域如环境领域的重大工程决策问题也有参考价值。

参考文献 (References)

[1]戴慎志, 陈践. 城镇给水排水工程规划. 安徽科学技术出版社. 1999 年 3 月
[2]镜雨霖, 任周宇等. 城镇给水排水（第二版）. 北京: 中国建筑工业出版社. 1986 年 7 月
[3]孙慧修. 排水工程. 北京: 中国建筑工业出版社. 1996 年 6 月
[4]镜雨霖, 任周宇等. 城镇给水排水（第二版）. 北京: 中国建筑工业出版社. 1986 年 7 月
[5]王杉. 城镇给排水工程规划中的难点. 给水排水. 1998, 24(10): 11-14
[6]高朗. 重大环境工程项目决策方法研究. 清华大学博士学位论文. 1998 年 4 月
[7]陈挺. 决策分析. 北京: 科学出版社. 1987 年
[8]黄梦藩, 李永春. 决策技术. 北京: 科学出版社. 1987 年
[9]许志义. 多目标决策. 台北: 五南图书出版有限公司. 1994 年