

乡镇管道天然气工程管理的风险研究

蔡伟

安徽理工大学

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7464

[摘要] 随着乡村振兴、美好乡村建设等政策的支持,加快了乡镇“瓶改管”(液化气改天然气)“柴改管”(土灶改天然气)的建设需求。乡镇燃气由于其特殊的施工环境,存在诸多安全风险,本文通过模糊层次分析法对乡镇燃气工程的风险指标进行评估和分析,提出风险的管控和应对措施,降低风险对项目的影响。

[关键词] 乡镇燃气、工程管理、模糊层次法、风险分析

Research on the risk management of township pipeline natural gas project

Cai Wei

Anhui University of Science and Technology

[Abstract] With the support of rural revitalization, beautiful rural construction and other policies, the construction demand of "bottle to pipe" (liquefied gas to natural gas) (soil stove to natural gas) has been accelerated. Due to its special construction environment, there are many safety risks. This paper evaluates and analyzes the risk indicators of township gas projects through fuzzy level analysis method, and puts forward risk control and response measures to reduce the impact of risk on the project.

[Key words] township gas, project management, fuzzy hierarchy method, risk analysis

引言

《中共中央国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》于2024年1月11日下发,意见提出到2027年和到2035年美丽中国建设的主要目标、重大任务和重大改革举措,这对于统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化,协同推进降碳、减污、扩绿、增长,以高品质生态环境支撑高质量发展,加快形成以实现人与自然和谐共生现代化为导向的美丽中国建设新格局,筑牢中华民族伟大复兴的生态根基具有重大意义^[1],政策的提出再次对乡镇燃气市场的开发带来了新的机遇。

然而由于乡镇地理位置及建设规划的特殊性,导致天然气工程在设计、施工、运行维护等方面皆存在不同的安全风险问题,如无燃气规划、用气环境不符合要求、施工不规范、运行维护找不到管道、乡镇私搭私建严重、安全风险意识较低、投资回收期较长等,种种的问题导致目前对乡镇的开发进展较慢。

加强乡镇燃气工程管理,管控危险源,构建安全的用气环境是乡镇燃气可持续发展的基础。本文通过对乡镇燃气的工程管理进行风险分析,识别风险因素并提出管控措施,推动乡镇燃气的平稳发展。

1 乡镇天然气工程概念及特点

1.1 乡镇天然气工程管理的概念

乡镇天然气工程是指通过城镇市政燃气中压管网或者乡镇燃气点供气化站等方式提供气源,在乡镇进行燃气管网规划、设计、施工等系列工作,为乡镇居民提供生活用天然气的工程。

乡镇燃气工程可以分为地上和地下两种模式,地上模式为采用明管架空敷设,如镀锌管丝接、无缝钢管焊接;地下模式为聚乙烯管或者钢管理地敷设。

1.2 乡镇燃气工程的特点

乡镇燃气由于其特殊的地理位置导致其相对城镇燃气的工程管理有所区别。对乡镇燃气管道风险的管理,要结合项目实际情况,提升风险管理的质量,为后期的安全运营提供坚实的基础。

1、影响因素繁多:人员、机器、材料、方法、环境的影响在乡镇燃气的工程管理中尤为突出,同时由于乡镇地理环境复杂,乡间道路随意、房屋建造分散,地势高低不平,设计施工中需要综合考查每个单元的情况,不能忽视每一个因素的影响力。

2、对工程规划设计的要求较高：乡镇区域地理环境的复杂性、施工环境的复杂性、乡镇人际关系的不确定性，导致了乡镇燃气工程规划设计的要求较高。完善、合规的规划设计保证了施工质量和施工工期，有效的避免施工中出现的安全风险及不可预见的阻工现象。

3、安全用气意识不足：乡镇地区人口老龄化严重，村内多为老人和儿童，对燃气设备的操作、维护等知识学习困难，对安全隐患的警惕性也比较低，天然气属于易燃易爆的危险气体，一旦使用不当，危害性极大，易导致燃气泄漏，引发中毒、燃气爆炸事故或火灾。

4、专业人才缺乏：乡镇燃气管道施工工程对技术的要求高，相应也就需要较高水平的专业技术人才，然而由于乡镇燃气起步较晚，没有专业的学习及培训课程，可参考的施工经验也较少，导致了不能很好的应对工程项目施工中的问题。

5、风险管理经验不足：我国大规模的乡镇燃气管道施工时间较短，将风险管理理论应用到乡镇燃气工程管理的时间更短，并且乡镇情况错综复杂，无可复制的模板，无可借鉴的施工经验，对风险管理经验欠缺，还需要燃气施工、管理单位、政府部门在实践中不断探索，总结经验。

2、乡镇燃气工程管理风险模糊层次法

2.1 乡镇燃气工程管理存在的风险

结合 FY 地区已完成乡镇燃气工程建设现状，走访相关政府部门、当地村民、燃气设计院，查询相关文献，对其进行隐患排查，风险分析对发现的风险管理方面存在的问题归纳总结为：

(1) 燃气专项规划欠缺。燃气专项规划对燃气设施的建设和布局提供了依据，规划能够确保燃气工程建设的稳定性、可靠性。但是乡镇燃气专项规划缺失，导致燃气工程设计随意而为，工程设计存在缺陷，进而对工程建设、管道运营带来不便。

(2) 工程设计不完善。现行的《城镇燃气设计规范》，其并未将乡镇燃气纳入适用范围，乡镇燃气设计只能参考《城镇燃气设计规范》，因此无法满足农村燃气管道施工设计的需求。

(3) 施工质量难保证。乡镇燃气由于其地理位置特殊性，燃气管道经过农田、宅基地、乡间道路等区域的工程施工质量得不到保证，地面的沉降、道路的恢复标准等对乡镇燃气管道的施工质量提出了更高的要求。同时乡镇燃气管道为架空敷设，需要沿墙体架设，由于房屋结构的局限性，导致支架不牢固，留下安全隐患。

(4) 用气环境存在安全隐患。燃气管道需要与电、污水、门窗等保持一定的距离，且燃气管道不可作为承重支架。乡镇燃气工程施工中，燃气管道被电线缠绕、作为晾衣架的承重支

架、出地燃气站桩无防护措施、存在“双气源”情况（土灶与燃气共用）等方面问题，埋下了不安全因素。

(5) 法律法规和标准规范落实不到位。农村燃气管道施工工程是一项复杂、系统、繁琐的工作，施工过程中必须按照燃气行业相关的标准和规范进行。2018年住房和城乡建设部发布了《农村管道天然气工程技术导则》，然而乡镇燃气在施工过程中，由于专业人员的能力不足，监理人员监管不到位，致使一些条例和施工技术规范落实的不到位，没有得到严格的遵守，使农村燃气管道质量得不到有力保障。

依据目前有关燃气管道安全的标准规范，结合对施工现场的调研，发现的农村燃气管道施工地的隐患问题进行分类整合，设计风险、质量风险、环境风险以及管理风险。每个一级风险因素下又包括多个二级风险，为后文的风险层次划分奠定一定的基础。

2.2 模糊层次法介绍

模糊层次分析法 (FAHP) 是一种将模糊数学与层次分析法相结合的综合评价方法，是传统的层次分析法 (AHP) 的拓展。该方法基于模糊数学的隶属度理论，利用模糊数学方法来表达决策者对各种因素重要性的主观判断，进而通过建立模糊一致性判断矩阵，计算判断矩阵的模糊一致性，得到各种因素的权重，最后对各个方案进行排序，为决策提供依据。与传统的层次分析法相比，模糊层次分析法更能处理决策过程中的不确定性和模糊性，使得决策结果更加符合实际情况。

模糊层次分析法的基本步骤如下：

(1) 建立层次结构模型。根据实际问题，将影响决策的各种因素分解为若干层次，形成一个多层次的层次结构模型。一般分为总目标层、准则层和方案层。总目标层是决策问题的最终目标，准则层是实现总目标需要考虑的各种因素，方案层是备选的决策方案。通过建立层次结构模型，可以清晰地表达决策问题的逻辑关系，为后续的分析奠定基础。

(2) 构造模糊判断矩阵。通过两两比较的方式，确定同一层次中各因素之间的相对重要性，用模糊数表示专家的主观判断，构造成对因素两两比较的模糊判断矩阵。常用的模糊数有三角模糊数和梯形模糊数。三角模糊数用三个参数 (l, m, u) 表示，表示因素的重要性在区间 $[l, u]$ 内， m 是最可能的值；梯形模糊数用四个参数 (l, m_1, m_2, u) 表示，表示因素的重要性在区间 $[l, u]$ 内，区间 $[m_1, m_2]$ 是最可能的取值范围。通过模糊数的引入，可以更加准确地表达专家的主观判断，克服了传统层次分析法中判断矩阵元素取值过于简单的缺陷。

(3) 层次单排序及一致性检验。利用模糊数学的隶属度理论，计算模糊判断矩阵的最大特征值和对应的特征向量，对模糊判断矩阵进行一致性检验，若通过则将特征向量作为权重向量，否则需要重新对判断矩阵进行调整。一致性检验是为了

确保判断矩阵中各元素取值的合理性和一致性，避免出现逻辑矛盾的情况。通过一致性检验，可以提高决策结果的可信度。

(4) 层次总排序及一致性检验。根据各层次的权重向量，自上而下逐层计算，得到最底层各因素对于总目标的组合权重，并进行一致性检验，最终得到各因素的权重。组合权重反映了各因素对总目标的相对重要性，是进行方案排序和选优的重要依据。同样，在计算组合权重的过程中，也需要进行一致性检验，以确保结果的合理性。

(5) 方案的排序。根据各因素的权重及其属性值，对各方案进行综合评价，确定最优方案。可以采用加权平均法、理想点法等多属性决策方法进行排序。加权平均法是将各因素的属性值与权重相乘，然后求和得到各方案的综合得分，得分最高的方案即为最优方案；理想点法是将各方案在各因素上的属性值与理想点（最优值）和负理想点（最差值）进行比较，根据距离的远近确定方案的优劣。通过方案排序，可以为决策者提供直观、量化的决策依据，避免主观臆断。

模糊层次分析法在农村燃气工程风险管理领域具有独特优势。首先，农村燃气工程涉及诸多不确定因素，难以用确定性的数学语言描述，而模糊数学可以有效处理这种不确定性和模糊性问题。在农村燃气工程风险评估中，许多指标难以准确量化，需要结合专家经验和主观判断来确定，模糊数学可以很好地表达这种主观性和模糊性。其次，农村燃气工程的风险评估需要专家的主观判断，传统的层次分析法无法很好地反映专家意见的多样性和模糊性，而模糊层次分析法可以更加真实地表达专家的主观判断。通过引入模糊数，可以将专家的语言描

表1 准则层模糊判断矩阵

	设计风险	质量风险	环境风险	管理风险
设计风险	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 3/2, 2)
质量风险	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 1, 3/2)
环境风险	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
管理风险	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)

(3) 层次单排序及一致性检验

利用模糊数学方法计算准则层模糊判断矩阵的最大特征值和对应的特征向量，并进行一致性检验。假设通过一致性检验，得到的特征向量为(0.3, 0.2, 0.1, 0.4)，即设计风险、质量风险、环境风险、管理风险的权重分别为0.3、0.2、0.1、0.4。同理，分别计算指标层各因素相对于准则层因素的权重，并进行一致性检验。

(4) 层次总排序及一致性检验

根据各层次的权重向量，自上而下逐层计算，得到指标层各因素对于总目标的组合权重。如设计风险下的燃气规划欠缺和设计深度不够两个指标的权重分别为0.6和0.4，则它们对总目标的贡献为 $0.3 \times 0.6 = 0.18$ 和 $0.3 \times 0.4 = 0.12$ 。以此类推，计

述转化为定量的判断矩阵，更加准确地反映专家的真实想法。最后，模糊层次分析法操作简单，易于推广应用，有利于在基层单位开展风险评估工作。与其他一些复杂的风险评估方法相比，模糊层次分析法具有计算简便、结果直观等优点，便于基层管理人员掌握和应用。

2.3 模糊层次法运用

(1) 建立层次结构模型

根据对FY地区农村燃气工程管理风险的调研分析，从设计、质量、环境、管理四个方面入手，建立农村燃气工程管理风险评估的层次结构模型。模型共分三层：第一层为总目标层，即农村燃气工程管理的总体风险；第二层为准则层，包括设计风险、质量风险、环境风险、管理风险四个因素；第三层为指标层，是对准则层因素的进一步细化，包括燃气规划欠缺、设计深度不够、施工质量管控不严、管道保护措施不完善、用气场所不合规、违章用气行为、规范落实不到位、人员能力不足等8个具体风险指标。

(2) 构造模糊判断矩阵

邀请FY地区燃气主管部门、燃气公司、设计单位、施工单位、监理单位等相关专家，通过问卷调查的方式，对农村燃气工程管理风险的各个因素进行两两比较，用语言变量“同等重要”、“略微重要”、“比较重要”、“强烈重要”、“极端重要”表示重要性程度，并赋予相应的三角模糊数。通过汇总专家意见，取平均值构造模糊判断矩阵。以准则层为例，设计风险、质量风险、环境风险和管理风险构成的模糊判断矩阵如表1所示。

算其他指标的组合权重，并对结果进行一致性检验。最终得到农村燃气工程管理风险的综合评估结果，识别出关键风险因素。

3 总结

农村燃气工程是国家重点民生工程，关系到广大农村地区群众的生活质量和生命财产安全。但由于农村燃气工程涉及诸多不确定因素，在管理过程中面临设计、质量、环境、管理等多方面风险。运用模糊层次分析法，可以科学评估农村燃气工程管理风险，找出关键风险因素，为有针对性地制定防控措施提供依据。

作者简介：蔡伟，出生年月：1989年9月22日，男，民族：汉，籍贯：皖，职称：助理工程师，学历：硕士（非全日制），研究方向：工程管理。