

北京市南水北调 PCCP 管道工程项目——建设期风险管控措施分析研究

孙 凡

北京市南水北调大宁管理处 北京

【摘要】通过梳理工程项目风险管理已有成果,结合北京市南水北调 PCCP 给水管道项目识别 PCCP 管道项目建设风险,在风险识别基础上构建 PCCP 项目风险评价指标体系,并运用模糊评价法计算风险评价权重,建立 PCCP 给水管道项目风险评价模型。评价结果表明:北京市南水北调 PCCP 给水管道工程属于一般风险等级,并根据项目风险评价结果,提出了风险应对措施。

【关键词】给水管道;项目风险管理;风险评价模型;北京市南水北调;PCCP 管道工程

The PCCP Pipeline Project of the Beijing South-to-North Water Diversion Project Analysis and Research on Risk control measures during——construction period

Fan Sun

Daning Management Office of the South-to-North Water Diversion Project, Beijing

【Abstract】By combing the engineering project risk management achievements, combined with the PCCP Beijing south-to-north water supply pipeline project to identify PCCP pipeline project construction risk, build PCCP project risk evaluation index system on the basis of risk identification, and use the fuzzy evaluation method to calculate the risk evaluation weight, establish PCCP water supply pipeline project risk evaluation model. The evaluation results show that the PCCP water supply pipeline project of Beijing South-to-North Water Diversion Project is a general risk level, and the risk response measures are proposed according to the project risk assessment results.

【Keywords】Water supply pipeline; Project risk management; Risk assessment model; Beijing South-North Water Diversion Project; PCCP pipeline project

随着国内社会经济的发展,我国北方地区在城市化建设中水资源需求不断增加,而多年地下水超采问题也不断突出,水资源供需问题日益突出。而南水北调工程是解决北方水资源匮乏的重要途径,为北京、天津以及河北地区发展提供了水资源优化配置,解决了地区发展多年缺水问题。

北京市南水北调工程,整体工程体系极为复杂,每一个区域给水管道项目是该工程的重点环节。项目技术复杂,投资大,建设周期长,并且具有一定的环境影响,各种影响因素的叠加为工程建设带来了许多不确定性^[1]。这些存有的不确定性会影响建设项目的实施过程,导致工程项目风险的增加。在这些无法避免的风险中,如果不进行及时处理,会给工程项目整体进展带来一定的危害。风险管理导致许多实际问

题,从不必要的资源浪费到巨大的经济损失,甚至危害人们的生命和财产。因此,在北京南水北调工程中 PCCP 给水管道项目实践中使用建设工程项目风险管理的相关知识和技术就显得尤为重要。

1 研究区域概况

本文研究的 PCCP 给水管道项目工程是利用现状京密引水渠自南向北反向输水,工程全长 21.3km,由于其特殊的地理位置,该给水管道项目对缓解北京水资源需求压力具有重要的作用。沿线共设置了 9 级提水泵站,其中位于怀柔水库以南的泵站有 6 座,分别位于屯佃闸、柳林倒虹吸、埝头倒虹吸、兴寿倒虹吸、史山节制闸和西台上跌水节制闸附近,将南水提升到怀柔水库。经怀柔水库调节并分水回补潮白河水源,其他水量通过郭家坞泵站、雁栖

泵站、溪翁庄泵站等 3 座加压泵站进一步提升后通过白河发电洞将水加压送入密云水库。

2.PCCP 给水管道项目风险识别

通过文献研究法与案例分析法^[2]，结合以往对南水北调 PCCP 给水管道项目工程可能发生风险，选取 2017 年-2019 年期间北京相关 100 个管道工程项目发生的风险，最后按照风险发生次数统计如图 1 所示。

主要包含如下风险：如投资风险^[3]、经济风险、市场风险、安全风险^[4]、技术风险等。根据分析及专家调查方式对北京南水北调 PCCP 给水管道项目风险进行评估，确定本文主要研究风险。

3 PCCP 给水管道风险评价指标体系建立

北京市 PCCP 水管线风险管理指标体系的建立必须借鉴现有风险管理相关评价指标体系，尤其是现有给水管道风险评价指标体系。同时，给水管道工程具有地域性、市场性等基本特征，因此 PCCP 供水管线风险管理指标体系的构建，必须充分考虑给水管道的特殊性，运用模糊评价分析法建立了 AHP 风险指标体系^[5]。

在评价指标建立中，邀请了 20 位对管道建设风险评价相对了解的专家针对上文 5 大风险识别情况，在上述收集的风险因素数据上，再对引起上述 5 类风险因素的影响因子进行统计得到 19 种，最后再根据 100 个项目中影响因子发生的频数统计百分比，统计结果如图 2 所示。

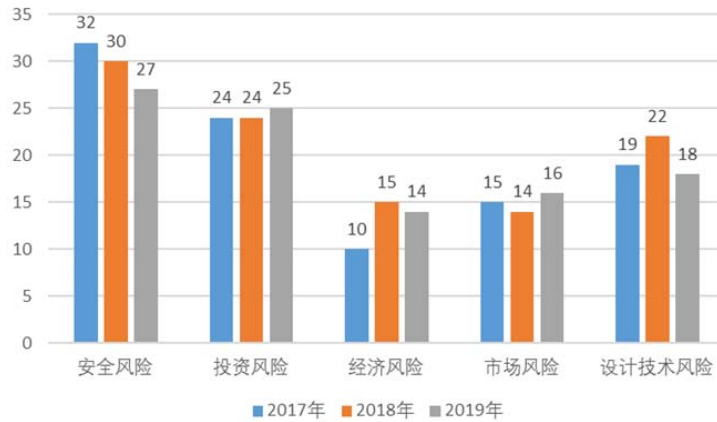


图 1 2017年-2019年100个管道工程项目发生的主要风险统计 (单位: 次)

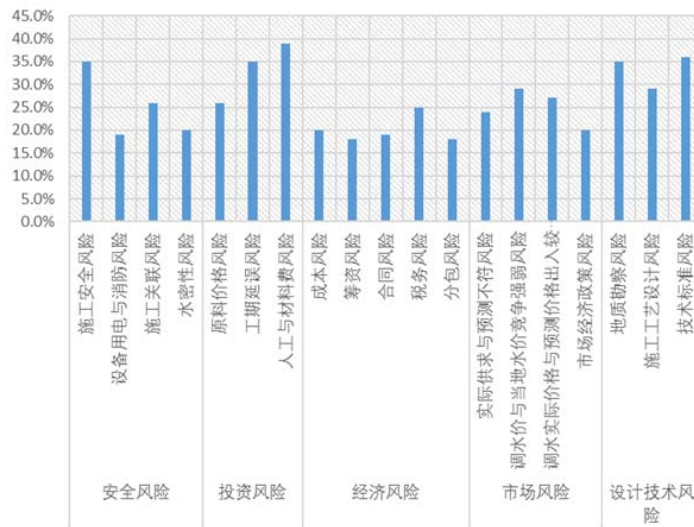


图 2 五大风险因素的影响因子统计图

最后再结合 20 位专家对 5 大风险因素具体影响因子的给出意见，得到如表 1 所示内容，其中风险因素作为一级指标，影响因子作为二级评价指标。

4 基于模糊评价模型的风险评价权重确定

1970 年，托马斯·L·萨蒂教授提出的模糊评估方法（分析层次方法，AHP）相对简单有效，将

复杂性降低为简单性，模糊评估方法以有序的层次结构形式表示更复杂的决策问题，既实用又有效。因此，本文采用模糊评价法对北京市南水北调 PCCP 给水管道风险评价指标及其权重进行分析确定，为下一步进行整个对象的模糊综合评价提供科学合理的前提条件^[6]。

本研究邀请了 20 位建设项目领域的专家人员从而对工程的风险进行划分和评估调查。在整体风险评价过程中，整个过程分为两个环节。第一步是要求专家分析和评估建设项目的不同因素。目的是确定影响项目风险的关键因素，并使用模糊评价法（AHP）来同时整理评分结果。经过计算和分析，获得了基础项目的风险分析模型，然后邀请专家将获得的模型与一般基础设施项目的相关指标进行比较（按相同方法计算）。其中 20 位专家分别对 5 大风险因素进行评分，分值是“1-10”然后将所打分值进行统计得表 2，即一级指标层风险评估表。然后对北京市南水北调 PCCP 供水管道工程的项目风险进行评估计算，在完成一级目标风险评估计算后，

再根据公式计算各指标权重。

一级子项分数值计算公式：

$$A_m = \sum_{i=1}^{10} i \times A_{mi} \quad (4.15)$$

$$m = (1, 2, 3, 4, 5), i = (i = 1, 2, \dots, 10)$$

二级子项分数值计算公式同上公式一样，二级子项的安全风险因素评价表见下表 3。

投资风险因素评价见下表 4。

项目经济风险因素评价表见下表 5。

项目市场风险因素评价表见下表 6。

技术设计风险因素评价表见下表 7。

根据专家评分统计数据，则可以计算出各指标体系的权重值，一级子项目指标层权重计算如表 8 所示。

5 风险评价结果分析

在通过对上面一级指标层权重计算后，则其模糊评价矩阵，按照风险度低、较低、中、高计算各层权重如表 9、10 所示。

表 1 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险评价指标体系

北京市南水北调 PCCP 给水管道项目 风险 A	安全风险 A1	施工安全风险 B11
		设备用电与消防风险 B12
		施工关联风险 B13
		水密性风险 B14
		原料价格风险 B21
	投资风险 A2	工期延误风险 B22
		人工与材料费风险 B23
		成本风险 B31
		筹资风险 B32
		合同风险 B33
	经济风险 A3	税务风险 B34
		分包风险 B35
		实际供求与预测不符风险 B41
		调水价与当地水价竞争强弱风险 B42
		调水实际价格与预测价格出入较大风险 B43
	市场风险 A4	市场经济政策风险 B44
		地质勘察风险 B51
		施工工艺设计风险 B52
	设计技术风险 A5	技术标准风险 B53

表 2 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险一级指标层风险因素评价表

重要度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	分值
安全风险	0	0	0	2	5	8	5	0	0	0	86
投资风险	0	0	0	3	5	9	3	0	0	0	112
经济风险	0	2	3	4	5	6	0	0	0	0	90
市场风险	3	5	5	5	2	0	0	0	0	0	58
设计技术风险	3	5	4	6	2	0	0	0	0	0	59

说明：在以下影响北京市南水北调 PCCP 给水管道工程项目一级风险子项打分，风险值从 1-10 分，数值为具体分数的人数

表 3 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险二级子项目安全风险因素评价表

重要度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	分值
施工安全风险	0	0	0	1	2	0	2	7	5	3	115
设备用电与消防风险	0	1	3	0	4	5	5	2	0	0	112
施工关联风险	0	0	5	6	8	1	0	0	0	0	85
水密性风险	0	0	0	2	5	7	3	1	2	0	122

说明：在以下影响北京市南水北调 PCCP 给水管道工程项目一级风险子项打分，风险值从 1-10 分，数值为具体分数的人数。

表 4 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险二级子项目投资风险因素评价表

重要度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	分值
原料价格风险	0	0	0	0	0	8	4	3	2	3	148
工期延误风险	0	0	1	3	4	5	2	5	0	0	119
人工与材料费风险	1	3	4	6	6	0	0	0	0	0	73

说明：在以下影响北京市南水北调 PCCP 给水管道工程项目一级风险子项打分，风险值从 1-10 分，数值为具体分数的人数。

表 5 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险二级子项目经济风险因素评价表

重要度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	分值
成本风险	0	0	0	0	3	7	5	5	0	0	132
筹资风险	0	0	2	4	7	7	0	0	0	0	99
合同风险	5	6	9	0	0	0	0	0	0	0	44
税务风险	0	2	6	9	3	0	0	0	0	0	73
分包风险	0	0	0	0	3	4	7	5	1	0	137

说明：在以下影响北京市南水北调 PCCP 给水管道工程项目一级风险子项打分，风险值从 1-10 分，数值为具体分数的人数。

表 6 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险二级子项目市场风险因素评价表

重要度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	分值
实际供求与预测不符风险	0	0	4	5	5	3	3	0	0	0	96
调水价与当地水价竞争强弱风险	0	0	0	2	3	4	7	4	0	0	128
调水实际价格与预测价格出入较大风险	0	2	5	6	5	2	0	0	0	0	80
市场经济政策风险	0	0	1	3	4	5	3	4	0	0	118

说明：在以下影响北京市南水北调 PCCP 给水管道工程项目一级风险子项打分，风险值从 1-10 分，数值为具体分数的人数。

表 7 北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险二级子项目技术设计风险因素评价表

重要度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	分值
地质勘察风险	2	4	5	5	3	1	0	0	0	0	66
施工工艺设计风险	0	0	0	2	3	6	6	2	1	0	126
技术标准风险	0	0	2	2	8	7	1	0	0	0	103

说明：在以下影响北京市南水北调 PCCP 给水管道工程项目一级风险子项打分，风险值从 1-10 分，数值为具体分数的人数。

表 8 PCCP 给水管道项目风险指标体系一级指标层权重计算

A	A1	A2	A3	A4	A5	权重 W_i	一致性检验
A1	1	0.4	0.5	0.4	1	0.321	$\lambda_{MAX} = 3.024$
A2	3	1	0.6	1	3	0.214	CI=0.031
A3	1/3	1	1	1	1/3	0.112	RI=0.58
A4	3	1	0.6	1	3	0.134	
A5	1	0.4	0.5	0.4	1	0.012	

CR=0.0450.1, 检验通过

表 9 PCCP 给水管道项目风险指标体系准则层安全风险权重计算

A1	B11	B12	B13	B14	权重 W_{1i}	一致性检验
B11	1	3	3	1.2	0.321	$\lambda_{MAX} = 3.214$
B12	3	1	3	1.2	0.214	CI=0.008
B13	0.8	0.8	1	0.5	0.112	RI=0.9
B14	0.6	0.6	1.5	1	0.134	

CR=0.020.1, 检验通过

表 10 PCCP 给水管道项目风险指标体系准则层投资风险权重计算

A2	B21	B22	B23	权重 W_{2i}	一致性检验
B21	1	0.5	2	0.424	$\lambda_{MAX} = 3.045$
B22	3	1	3	0.237	CI=0.013
B23	2	0.5	1	0.204	RI=0.58

CR=0.0220.1, 检验通过

综上所述，通过对各个二级准则层体系的风险评价指标的计算，可以得出在 PCCP 给水管道工程项目中，原料价格风险、工期延误风险、人工与材料费风险、筹资风险、分包风险、设备用电与消防以及水密性等风险权重比较高，其中主要权重较大的一级指标前三为投资风险、经济风险以及安全风险，而整体项目风险评价为中。

在上述计算中，主要的风险因素一级指标为投资风险、经济风险以及安全风险，其中安全风险内部权重值最大的为施工安全风险，即该施工风险权重 B11 为 0.321；随后是设备用电与消防风险与水密

性风险，分别为 0.214 与 0.134，最小影响因素是施工关联风险；在投资风险中原料价格风险最大，其权重值为 0.424，主要是 PCCP 管道的材质主要为钢材，其价格波动较大，因此存有的风险也最大。从最后计算出来的结果来看，需要关注的是投资风险、经济风险与安全风险。

6 应对措施

针对安全风险应对首先需要加强人员安全管理，建立应急救援预案，加强对施工安全防护的管理并设置施工安全管理目标。针对投资风险应对需在项目建设过程中，明确每个阶段的目标并制定量

化标准, 保证物资的供应并制订科学进度计划^[7]。

针对经济风险应对主要任务是控制项目成本, 其次需要选择具有实力与财力的分包商, 做好分包控制, 第三做好风险管理和资金控制工作, 第四加强合同管控, 第五建立稳固的资本管理系统。

针对市场风险应对措施必须加强市场预测的准确性, 并事先进行足够的市场研究, 图缩小市场预测与实际情况之间的差距。其次, 考虑到当地水价和调水的市场竞争力不同, 有必要事先准确地预测差异, 并将其纳入成本和收益的计算中, 并寻求有利的政策和政府对调水定价的支持。最后, 针对材料和调水的水价的变化, 有必要加强材料和水的价格稳定性, 加强水价控制, 并尝试降低不可控制的风险。

针对设计技术风险应对措施首先需要做好地质勘察风险控制, 其次施工过程中选择分流系统做好工艺与流程风险的应对, 最后多收集相关信息做好降低技术标准风险。

7 结语

在南水北调中线工程中, PCCP 工程是技术含量最高的项目之一, 在项目整个周期内会存有各个阶段的风险。因此对其进行风险管理, 研究合适的方案完善风险控制, 对工程建设而言具有重要的意义。本文分析了模糊评价结构的过程, 与目标相关的因素分为目标层, 最后使用模糊评价法确定所选指数的风险水平。

通过本文的研究, 获得了北京 PCCP 供水管线项目风险评估的预期结果, 有助于更好地指导管道项目建设过程的风险管控。未来可对北京市南水北调 PCCP 给水管道项目风险评价方法进行了深入探讨, 为今后长输管道项目施工风险管控提供有效指导。

参考文献

- [1] 赵树帆.长距离输水管道工程建设工期影响因素探析[J].山西水利,2017(9).
- [2] Jianhui X. The Social Security Risk Assessment and Emergency Management practice in the Kyrgyz Gas Pipeline Project[J]. Energy Conservation in Petroleum & Petrochemical Industry, 2017.
- [3] 王雅萍.探析泵站出水管道水锤风险[J].水电水利,2018,002(006):P.82-83.
- [4] 林俊雄,朱建国,李澄,等.城市山洪风险分析及规划应对[J].中国给水排水,2018, 034(023):124-129.
- [5] 朱建华.水利水电项目风险管理浅析[J].水能经济,2016(06):121-121.
- [6] 施凯.给水管道工程项目管理研究[J].商品与质量,2019,000(002):17,19.
- [7] 俞红艳.给水管道工程项目管理研究[J].商品与质量,2017,000(028):289.

收稿日期: 2022 年 8 月 10 日

出刊日期: 2022 年 9 月 25 日

引用本文: 孙凡, 北京市南水北调 PCCP 管道工程项目——建设期风险管控措施分析研究[J]. 工程学研究, 2022, 1(3): 28-33
DOI: 10.12208/j.jer.20220057

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS