

北京師範大學

# 专业硕士学位论文

论文题目：电力工程业主单位项目风险管理研究

学位类别：项目管理领域工程硕士  
作者：王震  
导师：狄增如  
系别：系统科学学院  
学号：201223230004  
完成日期：2016年11月

北京师范大学研究生院

## 北京师范大学学位论文原创性声明

本人郑重声明： 所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

## 学位论文使用授权书

学位论文作者完全了解北京师范大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属北京师范大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。保密的学位论文在解密后适用于本授权书。

本人签名： \_\_\_\_\_

日期： \_\_\_\_\_

导师签名： \_\_\_\_\_

日期： \_\_\_\_\_

# 电力工程业主单位项目风险管理研究

## 摘要

目前，随着我国电力投资的增长，在这一轮大规模电力投资中，重点投资在电力工程方面。这类项目的实施主体主要是地方的各区县，相关业主单位是地方的电力公司，为保证国家电力投资安全，提高项目管理的效率，业主单位的项目风险管理至关重要。

论文以本市的某一电力工程建设实施阶段为研究背景，通过对国外及我国目前在项目风险管理方面所取得的理论研究成果及应用情况的分析，系统阐述了项目风险管理在项目管理体系中的重要性、项目风险管理的主要内容、项目风险管理的基本原理和方法，提出了针对电力工程项目业主单位的项目风险识别的任务和项目风险识别方法、项目风险评估方式、层次具体分析方式，基于项目风险预警及风险评估内容，提出电力工程内业主需要承担的项目风险类型。对有关项目风险进行了风险分析和风险等级划分，得出了项目风险评估结果，有针对性的给出了业主单位项目风险的应对及监控措施，以业主单位的项目风险管理实践对建立的风险管理系统模型和方法进行了检验。

**关键词：**电力工程，业主单位，风险管理，系统模型，风险评估

# Research on the project risk management of the owner unit in power engineering

## ABSTRACT

At present, as China's power investment growth, in this round of large-scale power investment, the focus of investment is in power engineering. The implementation of this type of project is mainly the local districts and counties, the relevant owner of the unit is the local power companies, in order to ensure national power investment security, improve project management efficiency, the owner of project risk management is essential.

Based on the analysis of the research achievements and application situation of foreign and our current project risk management, this paper systematically expounds the importance of project risk management in the project management system, The main content of project risk management and the basic principles and methods of project risk management, the paper puts forward the task identification and project risk identification method, the method of project risk measurement and the application method of AHP for the project owner of electric power project. Project risk identification and risk measurement, lists the project risk list of the project owner, and carries out the risk analysis and risk classification of the project risk, The owner unit project risk response and monitoring measures to the owners of the project unit risk management practice to establish the risk management system model and method of testing

**KEY WORDS:** electricity project, proprietor, risk management, system model, risk evaluation

# 目 录

电力工程业主单位项目风险管理研究.....	I
摘 要.....	I
Research on the project risk management of the owner unit in power engineering .....	II
1 绪论.....	1
1.1 选题背景.....	1
1.2 研究意义.....	1
1.2.1 理论意义.....	1
1.2.2 实际意义.....	2
1.3 国内外研究现状.....	2
1.3.1 国外电力工程业主单位项目风险管理的研究现状.....	2
1.3.2 国内电力工程业主单位项目风险管理的研究现状.....	3
1.4 主要研究内容及预期成果.....	4
1.5 研究方法与技术路线.....	5
1.5.1 研究方法.....	5
1.5.2 技术路线.....	6
1.6 研究创新点.....	7
2 电力工程项目风险特点及业主单位项目风险管理内容.....	8
2.1 项目风险.....	8
2.1.1 项目风险的概念.....	8
2.2 项目风险的分类及特征.....	8
2.2.1 项目风险的分类.....	8
2.2.2 项目风险的特征.....	9
2.3 项目风险管理.....	9
2.4 我国电力工程项目及其风险的特点.....	10
2.4.1 我国电力工程项目的特点.....	10
2.4.2 我国电力工程项目的风险特点.....	10
2.5 电力工程业主单位项目风险管理的内容.....	11
2.5.1 业主单位项目风险管理的特点.....	11
2.5.2 电力工程业主单位项目风险管理的内容.....	12
3 电力工程业主单位项目风险管理基本模型.....	13

3.1	电力工程业主单位项目风险管理基本模型	13
3.2	项目风险识别	13
3.2.1	项目风险识别方法	14
3.3	项目风险度量	14
3.3.1	度量方法	15
3.4	项目风险应对	17
3.5	项目风险监控	18
4	电力工程业主单位项目风险结构模型	19
4.1	模型构建原则	19
4.2	电力工程业主单位项目风险结构模型	19
4.2.1	明确模型依据	19
4.2.2	建立模型	19
4.3	结构模型风险识别	21
4.3.1	组织风险识别	21
4.3.2	经济与管理风险识别	23
4.3.3	环境风险识别	24
4.3.4	技术风险识别	25
4.4	结构模型风险清单	28
4.5	结构模型度量方法	30
4.5.1	建立判断矩阵	30
4.5.2	层次单排序及一致性检验	31
4.5.3	层次总排序及一致性检验	32
5	电力工程业主单位项目风险管理实例研究	33
5.1	案例背景	33
5.2	项目风险识别	33
5.2.1	组织风险识别	33
5.2.2	经济与管理风险识别	35
5.2.3	环境风险风险识别	35
5.2.4	技术风险识别	35
5.3	业主单位项目风险度量	35
5.3.1	建立本项目风险层次结构	36
5.3.2	建立层次分析判断矩阵	36
5.3.3	计算层次单排序的指标	39
5.3.4	层次总排序	42
5.3.5	分析风险结果	44

5.4 项目风险应对措施及项目风险监控.....	45
5.4.1 项目 I 级风险的应对措施及项目风险监控.....	45
5.4.2 项目 II 级风险的应对措施及项目风险监控.....	46
5.4.3 项目 III 级风险的应对措施及项目风险监控.....	47
5.5 项目风险管理效果.....	47
6 结论与展望.....	48
6.1 本文主要结论.....	48
6.2 展望.....	48
参考文献.....	50
致 谢.....	52

# 1 绪论

## 1.1 选题背景

根据 2011 年召开的中央电力工作会的会议精神，计划到 2020 年末，我国要投资将近 4 万亿元人民币用于国家的各项电力建设。截止到 2015 年底，国家电网已累计投资达到 1.8 万亿元用于各项电力建设。在十二五期间的电力建设中，重点投资部分都是中小型的电力工程，如城市输变电工程、配网工程、居民煤改电工程等项目，此类项目占全部电力建设投资的 80%左右。随着中小型电力工程项目的纷纷上马，在投资方面不断增加，项目规模在不断壮大、建设速度的不断加快、项目的功能架构也越来越复杂，使得项目管理的风险有其存在的必然性和客观性，一旦项目未能在项目计划没完成指定的目标内容，引发的各种后果也是越来越严重。因此对电力工程项目的风险管理也提出了更高的要求。而现在众多电力工程的管理和建设的主体主要依托各地市的电力公司或专业技术公司，客观上讲，他们的管理能力和专业水平需要进一步的锻炼和提高。

因此，在电力工程建设的过程中，业主单位作为项目的管理者，注重风险预警的运用，并使用科学的方法是方法辨认各类风险运用适当的方法加以控制和防范风险的发生，妥善的处理好各种风险事件带来的各种后果，以最少的成本保证电力工程安全、进一步达到目的性，不断推动电力项目获得的应有成果，充分体现电力项目实现经济收入增长与社会效应的完善<sup>[1]</sup>。

## 1.2 研究意义

### 1.2.1 理论意义

目前国内对电力工程项目风险管理的重视程度日益加深，但是诸多研究还大多停留在表面阶段，无法发挥应有的功能和作用。国内学者对电力工程建设特别是电力工程业主单位项目风险管理的理论进行专门的研究不是很多，大多数的研究成果只停留于项目风险的识别和分析的探讨阶段，对于如何站在业主单位的角度，去考虑项目管理整体角度进行系统性和针对性的研究不多，在操作性方面也不够强。

因此，本论文针对本市某一电力工程建设实施过程中出现的风险因素，采用项目风险管控概念，进一步发现工程项目的风险问题，并采取相关措施应对，从而提高了此项目风

险管理的水平和业主单位对风险的应对能力，对业主单位项目风险管理人员实施风险管理具有重要的理论意义。

## 1.2.2 实际意义

目前我国的电力工程建设已取得长足的进展，电力工程项目管理也日渐规范，建设市场管理日渐成熟，但在电力工程建设过程中，将项目风险管理明确纳入项目管理体系并规范实施的还不多。现今的电力工程项目业主单位对于项目风险的管控大多还处在依靠业主单位项目管理人员自身经验的积累及责任心的强弱阶段，对项目风险管理存在重视不足、系统性不强、对风险多发易发的判断不足、方式方法运用不当等问题。

本文以本市某一电力工程建设实施阶段为案例，对业主单位的管理者探索出一套项目风险管理的措施与方法，以便改进项目管理体制，强化项目风险管理，提高项目目标实现的保证性，保证国家电力投资安全，起到积极的稳定的作用。

## 1.3 国内外研究现状

### 1.3.1 国外电力工程业主单位项目风险管理的研究现状

在风险研究不断深入和推广的同时，电力工程业主单位项目风险管理研究也迅速发展。在欧美等国家，对项目风险管理研究较早，从第一次世界大战后的德国开始研究，延续至今已经积累了一套完整的项目风险管理理论，内容主要集中在理论体系的完善和实际技术的应用的开发上<sup>[2]</sup>。

Zavadskas, EK, Turskis, Z, Tamosaitiene, J 对业主单位开发项目存在的风险因素做了全面分析，通过 TOPSIS 法来衡量各个建设因素对建设项目的影 响，从而得出相应的分析结果<sup>[3]</sup>。Steven W. Martin 的观点是风险管理是一门单独的体系，它是项目管理中的一个重要环节，与投资管理、项目进度控制、项目质量管理、项目合同管理和项目组织协调等学科是同等重要独立学科<sup>[4]</sup>。涵盖在 C.B.Chapman 传授的 A Risk Engineering Approach to Project<sup>[5]</sup>； Pransanta D. 刊发的 Planning for Project Control through Risk Analysis<sup>[6]</sup>； Mulholland B,Christian J. 撰写的关于项目管理 Risk Assessment in Construction Schedules.<sup>[7]</sup> 等理论。在全球著名的项目管理协会即国际性项目管理组织（IPMA, International Management Association）以两年为周期承办世界性的项目管理会议（World Congress on Project Management）。其他地区性的项目管理协会，如在美国著名项目管理组织（PMI）、在英国有着重要影响力的项目经理组织（Association of ProjectManagers）等都会定期的进行相关项目的知识研讨。其中不乏一些知名企业会针对特有项目，用风险管理理念进行项目管理，使得其管理水平和先进程度逐渐提高。

欧美等发达国家的诸多项目管理相关机构，在工程项目领域积极推广应用工程项目风险管理技术的同时，还着重编写和不断完善针对不同特点的工程项目风险管理手册，进一步确保以科学化的项目分析管控方式，来推动其规范化发展<sup>[8]</sup>。在电力工程项目的风险管理方面，随着人们对电力工程引发的环境和安全等问题的关注，业主越来越注重电力工程内由于不同原因导致的风险问题及严重后果性，所有工程类的风险问题也逐步开始形成一种新型行业体系，并逐步开始运作在工程实践中，为业主进一步处理问题带来良机<sup>[9]</sup>。

对于技术上领先、公司环境良好并具有可持续发展前景的电力企业来说，全球范围内的银行可以对此类公司的项目考虑提供资金类扶持。在九十年代的美国，开始运用综合资源规划方式来进行风险评估，其中涵盖了工程技术性、公共性卫生问题、财务状态、造价成本、社会因素等不能预估的因子。并同时采用了全面性的综合管理制度，其中包含了风险管控体系。当下北美地区对于电力工程风险性预估、评估系统都具有先进性<sup>[10]</sup>。基于业主的视角对评审及认知上采取应对性措施。以便使企业单位管理者对风险因素有个全面的认识，做出正确的战略决策。

### 1.3.2 国内电力工程业主单位项目风险管理的研究现状

国内关于电力工程相关风险管控的开展相对比国外比较迟缓，对此内容的研讨主要基于项目风险认知、辨别、评判等。

赵建斌认为电力工程项目投资大，工期往往要求近，实施过程复杂，必须准备巨大的财力及人力，并含有巨大风险性。因此建设单位的管理者对项目建设过程的风险分析和管理的就尤为重要，并介绍了电力工程建设过程中的风险管理的一般过程和方法<sup>[11]</sup>。

李存斌通过对国内外电力风险研究现状、存在的问题分析并参与大量风险研究成果的基础上，阐述了电力工程项目风险研

究的发展趋势，提出了不同类型风险元的概念<sup>[12]</sup>。

在戚安邦和张连营的《项目管理概论》一书中指出：项目风险可以理解为基于项目所在环境、自身状态的无法预估性以及业主或者消费人、项目组织方及其他相关利益人都无法预估的状态及原因，最后导致相关利益人所获得的利益与目标性不一致，对相关利益人产生更多利益或者失去相关利益<sup>[13]</sup>。

西安交大的汪应洛教授在《系统工程》一书中，对风险分析的基本原理和一般方法作了详细的介绍。任何项目包括电力工程项目管理作为一个系统性项目，在项目风险的分析中，利用层次分析法的应用具有一定的可操作性<sup>[14]</sup>。

高军刚提出在电力工程项目在实施过程中有隐藏着大量的风险因素，其展现方式不同，如果可以提前对各种项目风险进行预判，并采取科学系统的分析，同时做出有力的评估，将有力促进电力工程项目的顺利完成目标<sup>[15]</sup>。

蔡依平、施国庆等撰写的《工程项目的风险识别与控制》中提出，项目风险管控型，

是出于项目的结果性考虑，掌控风险性是综合性很强的管理运转方式，并简介了相关工程类项目风险管控作用，具体分了风险管控的关键点,提出工程项目风险管理的思路<sup>[16]</sup>。

目前我国电力工程项目业主单位的管理人员普遍缺乏对风险管理重要性的认识，对项目风险管理认识不足，管理人员都按照过往的经验来评估风险问题，未将其归属在科学性的范畴内，大多数由自身承接风险性带来的利益损失，却不愿付出一定的保障费用来规避风险<sup>[17]</sup>。

由此可见，国内专家虽然开展了项目风险管控的研讨，但是在研究分析的过程中发现，我国的风险研究水平仍处于借鉴外国经验、转换角色换位到自己的项目的阶段，无论是理论成果还是应用成果，与欧美等发达国家相比还存在一定差距。尤其从业主单位项目风险管理的角度去研究的课题还比较欠缺，而已有的研究也是针对某一项目进行的，不具有普遍意义。

## 1.4 主要研究内容及预期成果

电力工程与一般建设工程不同，它具有政治性和公益性，而且投资额度非常大、工期时间紧迫、工作任务繁重，其中不可预见的元素也非常多，电力项目从规划投资到建设转运行都存在巨大且不同的风险。可见，风险管控在项目管理内容中具有非常重要的位置。

通过对当前我国电力工程建设管理现状的分析，根据项目风险管理的有关理论和方法，以项目风险管理理论为基础，构建电力工程业主单位项目风险管理系统模型和风险评估模型，建立电力工程业主项目风险管理框架体系，探索电力工程项目风险评估法，通过以上原理对电力工程实际案例进行分析研究<sup>[18]</sup>。本论文试图通过对电力工程建设中业主风险管理的研究，找出适合电力工程项目风险管理的途径。具体包括以下内容：

1. 分析我国电力工程的特点和电力工程项目风险的特点，提出了电力工程业主单位项目风险管理的主要内容，构建电力工程项目风险管理基本模型。

2. 根据项目管理及项目风险管理有关基础理论，构建电力工程业主单位项目风险结构模型，研究电力工程业主单位项目风险管理的基本过程和项目风险识别、项目风险度量、项目风险识别及项目风险监控的主要任务和方法。

3. 通过对自身参与的本市某一电力工程建设实施阶段的项目风险管理实例的分析，验证之前所建立的电力工程项目风险管理基本模型和电力工程业主单位项目风险结构模型，以及电力工程项目风险管理的内容和方法，将理论和实例相结合，从而得出结论，对未来电力工程业主单位项目风险管理的发展方向进行展望<sup>[19]</sup>。

## 1.5 研究方法与技术路线

### 1.5.1 研究方法

文章内基于概念与实践相互结合的研讨方式，运用本城市内电力项目运作经验，以工程建设实施阶段为案例，将业主单位项目风险管理的理论应用其中，保证研究成果的科学系统性和可借鉴性。

本文深入学习有关项目风险管理的相关理论，分析有关项目风险管理特别是电力工程业主单位项目风险管理方面的文献资料，在理论学习和文献分析的基础上，结合自身的工作领域和工作经验，对电力工程业主单位项目风险管理方面的研究和归纳，主要研究方法如下：

1. 文献分析，通过阅读各种领域各种项目的管理类文献，项目管理、项目风险管理、电力工程项目风险管理等相关的专著以及论文综述等方面的文献，通过对分类著作文献的研究，形成对一套电力工程项目风险管理的方法。

2. 实践思考，结合自身参与的电力工程建设实施过程的经验，综合分析思考，建立健全一套完整的电力工程项目风险管理的方法。

3. 建立模型，总结项目风险管理的理论研究，结合电力工程的特点，采用系统分析的思想 and 观点，运用系统分析方法构建了电力工程建设中业主面临的风险，采用专家调查法和层次分析法模型与实际案例相结合的研究方法，阐述电力工程业主单位项目风险管理的思路及方法。

## 1.5.2 技术路线

本论文在研究了众多国内外的电力工程管理和风险管理文献的基础上，将风险管理理论与电力工程的实际相结合，研究适合我国电力工程业主单位项目风险管理的理论和办法。分析我国电力工程项目风险管理的特点，搭建业主单位项目风险结构模型和项目风险管理基本模型。对工程项目的风险识别、风险度量方法进行研究。论文结合实际案例，将该指标体系运用于具体电力项目，通过专家调查、专家打分法、层次分析法，得到各指标的权重值，并对各风险指标进行了归类，利用科学的办法管理项目中遇到的风险。技术路线如图 1-1。

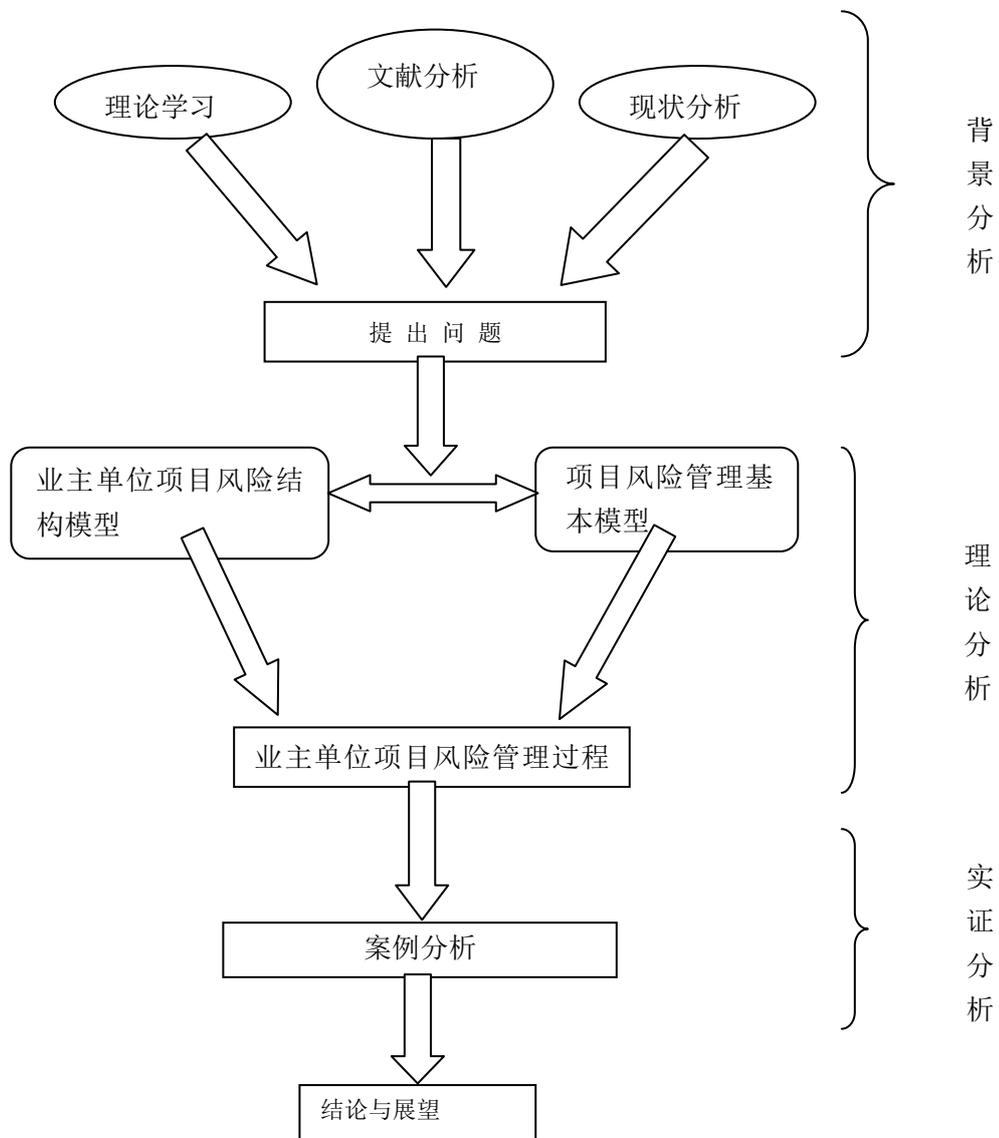


图 1-1 技术路线

## 1.6 研究创新点

1. 本文提出了在电力工程项目建设中，业主单位需高度重视并将项目风险管理纳入项目管理体系的建议，树立项目的风险管理意识，从项目管理体系层面上给予重视，在项目建设期间的各个环节上，持续、动态地做好项目风险管理工作。

2. 基于风险管控概念系统，结合电力工程项目特点，提出了电力工程项目风险管理基本模型和电力工程业主单位项目风险结构模型，并应用于本市某一电力工程建设实施阶段的项目风险管理实践中，进行了风险管理研究，对于电力工程业主单位在建设期的项目风险管理，具有一定的可操作性。

3. 本文提出了项目业主在进行项目风险管理时可采用的方法。鉴于电力工程的特点，提出了业主单位在识别、度量项目风险时，可运用采用数学模型与实证方法相结合，采取层次分析方式及专家评分的制度相互配合，对不同性质的项目风险应采取的应对措施。

## 2 电力工程项目风险特点及业主单位项目风险管理内容

### 2.1 项目风险

#### 2.1.1 项目风险的概念

美国项目管控联合会在《项目管理知识体系指南》中曾经阐述<sup>[20]</sup>，基于项目所在环境、自身状态的无法预估性以及业主或者消费人、项目组织方及其他相关利益人都无法预估的状态及原因，最后导致相关利益人所获得的利益与目标性不一致，对相关利益人产生更多利益或者失去相关利益。

工程项目是一项复杂的系统工程，各个环节程序包括项目的规划审批、可研报告审批、方案设计、工程建设等不同阶段。其涵盖的领域包括了社会性、经济发展性、自然性、人文等方面。不同的项目在不同的环节有着不同的风险，产生风险后造成的后果也是截然不同。从项目规划开始到投产交付结束，整个过程都存在各种不确定因素，且对这些因素的认识是有限的，随着不确定因素的产生或增加，会引起风险事故的发生，从而对项目产生损失，最终发生于计划性结果与成果不相同。因此，项目风险具有客观因素存在<sup>[21]</sup>。

### 2.2 项目风险的分类及特征

#### 2.2.1 项目风险的分类

项目风险从不同的角度和需求可以划分为多种类型。最终的目的性在于，从概念视角分析，也可以从实践过程划分不同种类，运用不同的措施来划分不同风险标准<sup>[22]</sup>。如下表分类：

表 2-1 项目风险分类

分类形式	项目风险的类型
发生的来源	自然风险、行为活动风险、经济及政策风险、技术风险、组织变更风险
发生的诱因	主观风险、客观风险
造成的后果	纯粹风险、投机风险
影响的范围	局部风险、总体风险

风险的可控性	可控制风险、不可控制风险
后果的承担者	政治风险、业主风险、承包商风险、投资方风险、设计单位风险、监理单位风险、审计单位风险、物资供应商风险、担保方风险、保险公司风险
风险的可预测性	已知风险、可预测风险、不可预测风险

## 2.2.2 项目风险的特征

1. 风险随机性。项目无法非常准确的预估项目在何时何地发生，具有不确定的随机性。

2. 相对可预测性。不同项目有不同的风险，随着社会生产技术的不断发展和同类或近似项目的实施，使得人们对某种项目的认识及经验的积累在不断深化和加强，从而对项目风险的变化规律有一定的了解。基于项目环境演变以及对于风险识别能力的局限，目前还不能精准的预估项目风险位置，只能对项目风险主要预判。因此，项目风险具有相对可预测性<sup>[22]</sup>。

3. 风险的渐进性。一般性质的项目风险不具备突发性，它们是伴随周围条件及自身问题不断产生的。项目风险的大小和性质也会随之变化，项目风险的发生和发展具有渐进性<sup>[23]</sup>。

4. 风险阶段性。一般性的风险演变风不同层次，每个层次都具有不同的边界及发生前期的前兆性，项目分析的层次分为三种：内在的风险、风险发展中、风险发展的结果<sup>[24]</sup>。

5. 突变性。由于项目及其外在环境的变化有时是渐进的，具有突发性，相关项目的风险类别也会同时受到影响，发生演变，这类型的突发事件会增加风险管控难度。

## 2.3 项目风险管理

按照现代项目管理理论发展过程中人们已经达成的共识，项目管控的过程可以理解为项目管理中采用各类型原理、技术、方式方法，为实现项目相关利益方的期望，在项目过程开展、方案计划、建设过程等一系列的工作活动。项目管理与其风险管控中所期望的目标是一致的<sup>[25]</sup>。采用风险管控的措施与方法不断规避项目建设过程内的内在风险问题，促进项目管控的最终目标得以实现。

项目风险管控基于项目管理实施中基本理论，并面对风险的不同种类，对项目风险性进行有效的辨别、评审及规划审定，控制和处理，形成一个闭环系统<sup>[26]</sup>。进一步在项目管控中，不断监视风险管控的过程状态，并根据内容不断循环，使项目风险一直处于受控的状态，从而确保最终实现项目目标的一种专项管理工作。

## 2.4 我国电力工程项目及其风险的特点

### 2.4.1 我国电力工程项目的特点

电力工程是国家重要的经济基础产业，用电量则反映国家经济形势的一项重要指标，电力工程的未来，是为了国内经济有效运行并提供大众所需电力能源为主要工作任务。

电力工程项目不同于其他工程，主要具有以下特点<sup>[27]</sup>：

1. 工程性质特殊。我国电力工程多为国家政治工程，政府部门介入较多多。如火电、风电、输变电工程，大项目如：西电东输、超高压；小项目如：地市变电站建设工程等等。电力工程更多的是公益性非一般商业性行为，建设目的多为支持当地经济发展，保证民生的作用。

2. 投资数额较高。电力项目的投资额度非巨大，通常都是上百万或者千万以上。以本市某一电力工程建设实施阶段为例，投资规模大约在 1.9 亿元人民币左右。这一项目的最终目标是为了保证更多的社会及经济效能，需要投入大量资金并按时完成建设周期。

3. 建设资金来源具有多样性。资金筹措渠道的多样，分别为地方财政拨款、私有公司提供自身资金、经过募集资金、金融机构借贷等方式。

4. 电力类项目建设过程比较长。其工程项目实施包含了规划审批、可研报告审批、设计审批以及建设实施，整个过程一般在 2~4 年。

5. 电力工程项目技术复杂、专业性强、实施难度大。

6. 项目安全性要求高，社会影响大。电力工程中基础设施类、公益类项目占据了较大比例，多为民生工程项目，群众关注度高，社会效益性强，影响大，对建设过程的安全要求要高与其他建设工程。

### 2.4.2 我国电力工程项目的风险特点

由于电力工程投资高，建设规模大，多涉及政治任务，而且对于技术性要求较高，对未来社会影响较大，在建设途中，对比其他类型工程建设具有更多不可预估问题，项目风险具备一定特征性，主要如下<sup>[28]</sup>：

1. 风险具有高发性。由于电力工程项目大多处于山区、峡谷、农村等偏远地区，地质、水文条件复杂，气候条件多变，在其项目工程建设中会突显非常多的不可预估性问题，每个不同的电力工程所处的环境也不尽相同，在工程设计及施工过程内，各项目的互通性不高，电力工程专业分属较多，工程参与方多，使得工程的项目管理难度大，特别在工程参与各方的协调过程中，存在很大的潜在风险，导致电力工程项目风险发生的频率高。

2. 风险损失造成的后果严重。电力工程投资大、相关利益方很多，造成的社会影响也会很大，如果发生风险，会产生非常大的经济性损失，其不良后果严重。

3. 技术性风险高。电力工程牵扯的项目非常多，专业性非常高，新型技术也不断出现，例如：发电、输电、配电等，相互之间又不具有太多的可参考性。每一个项目都是一个新的具有独特特点的个体，需要单独设计、单独施工，都要求进行各相关专业的专题技术研究和试验，都有技术创新的特点，正因如此，在技术方面的风险性高。

4. 各建设阶段的风险差异大。电力工程项目从前期规划，规划审批、可研报告审批、设计审批以及建设实施、竣工验收、运营等各层面都有不同的工作关键点。面对的工程环境和外界条件不同，面临的风险特点和风险度都有较大的差异性。

5. 项目参与方面临的风险不同且相互影响。由于电力项目参与方多，如设计单位、政府审批单位、第三方招标代理机构、物资供应商、施工企业、监理公司、经济审计部门等。由于工程项目在建设不同阶段的工作任务不同，需要各自担负起具体任务，并划分清晰不同责任，所承担的风险性不尽相同。但由于工程建设总体目标的一致性，决定各项目参与方在面对项目风险是也并不是独立的，某一方遇到的项目风险有可能涉及到其他项目参与方，其中部分项目参与方可能要共同承担某些项目风险所造成的后果。

6. 不同的项目风险具有一定的联系。在电力工程项目实施过程中，会出现一个风险的产生促使更多风险发生，例如立项审批的时间过长，就会导致项目开工晚；设计深度不够或缺项漏项，会造成施工单位的实施难题；工程资金的到位风险，会导致工程无法按期交工并产生质量问题，而且质量风险及工期延误往往会造成工程的安全风险和日后的运行风险，从而使工程的总体风险度大大增加。

## 2.5 电力工程业主单位项目风险管理的内容

### 2.5.1 业主单位项目风险管理的特点

通过研究项目风险的分类和特征以及项目风险管理的内容，分析我国电力工程项目的特点以及电力工程项目风险的特点，总结出主单位在项目风险管理的特点，有以下几点。

首先，业主单位是建设项目的投资和管理主体，是项目成果的受益者，也是所有风险的最终承担者。在项目因为发生各种风险而影响既定目标的实现时，业主方是最大的受害者。例如：由于物资供应单位的原因造成设备未按时进场，施工单位无法按指定工期进行施工，而业主单位因合同条款中未按时供货而被判违约，赔偿滞纳金，从而造成经济上和成果上的损失。所以，业主单位是风险的最终承受者。

其次，业主单位是唯一参与项目全过程风险管理的单位。从项目规划开始，可研审批、立项核准、施工建设、项目运行，业主单位的风险贯穿项目的全生命周期。业主主要负责参与所有阶段性风险管控，其他单位只是面对某阶段进行风险管控。

最后，业主单位各个阶段的风险是不同的。如在项目规划期间，业主单位的主要负责

收资，配合设计单位，完成项目的可研，这期间的风险主要是资料的准确性和设计人员的专业性，以及对未来的预判能力。而项目实施期阶段，基于项目工程的资金投入非常大，项目建设的时间跨度比较大，会导致产生很多风险问题，可能造成的直接损失最大。可以说实施阶段的风险是整个项目过程中最多的，本文结合本市某一电力工程实施阶段的案例进行业主单位项目风险管理的研究。

## 2.5.2 电力工程业主单位项目风险管理的内容

鉴于业主单位项目风险管理的特点，利用电力工程项目特征和电力项目所处的风险问题，归纳出电力工程业主在整个工程项目风险管理需要做的工作，包括以下几方面：

1. 项目风险管理计划的制定。主要任务是制定项目风险管理计划书，规定项目风险识别、风险分析与度量、风险应对措施制定及风险监控等工作的基本原则，有利于项目风险管控的战略与方式不断完善，并不断协调其规范标准，促进工程项目整体性的风险预警能力提高，并能高效、系统的进行管理。

2. 项目风险识别。最重要的工作就是分析出项目的具体风险位置，并辨认引发项目风险的诱因，并对于风险所产生的后果性做出预判。项目风险辨识方法采用预演方式及推理方式不断对项目风险做出预判，项目风险辨别工作具有很大的主观性，取决于项目风险识别人员对项目风险信息的知晓程度，以及识别人员自身的风险管理知识与工作经验。

3. 项目风险的度量。在度量项目风险时一般从定性和定量这两个方面进行度量。定性度量是指对已知的项目风险其可能对项目产生的损失或收益，以及识别出的这些风险发生的几率。定量度量就是对项目风险进行量化分析，并对项目风险统计的分布进行描述。

4. 项目风险的应对措施方案的制定。在项目风险识别和度量的后，谋划和安排项目风险应对措施和分配资源，常用的分析方法有项目风险损失分析、效益、效用、多因素分析等等，然后根据这些分析结果再设计项目风险应对方案。制定风险要考虑到这个风险措施可能需要的代价以及能带来的收益，以免在应对风险时出现代价过高或者无收益的情况。

5. 项目风险的监控。主要任务是根据项目的发展情况及时对项目风险识别和度量结果进行更新，并调整项目的风险应对措施，从而将风险扼杀在摇篮中。项目风险监控在整个过程中都是在不断变化的，是一种不断重复周而复始进行的工作循环。

上述工作是互相依赖和影响的，是一个闭环系统，要求业主单位在进行项目风险管理的过程中不断的重复，尽可能将所有的风险都纳入在业主单位的掌握之中<sup>[29]</sup>。

### 3 电力工程业主单位项目风险管理基本模型

#### 3.1 电力工程业主单位项目风险管理基本模型

电力工程项目作为项目的一种，项目风险的管理过程也适用于电力工程的项目风险管理，结合电力工程项目的特点以及电力工程项目风险的特点，鉴于电力工程业主单位项目风险管理的内容，在相应的电力工程建设规范、法律和相关规定上，建立一套适合具体项目的风险管理模型，按照风险管理模型开展项目风险管理工作。本文提出的基于电力工程业主单位视角构建的项目风险管理模型如图 3-1 所示：

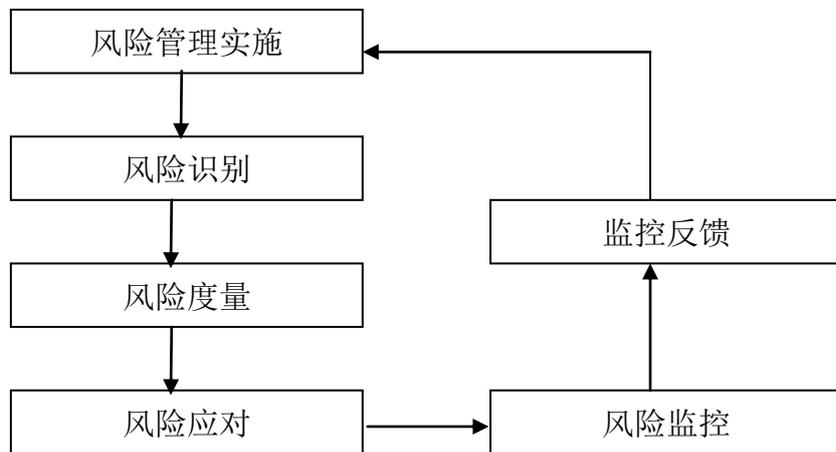


图 3-1 电力工程业主单位项目风险管理基本模型

#### 3.2 项目风险识别

识别项目风险就是根据项目风险管理计划和项目的集成计划与其他专项计划，将整个项目过程中可能出现的各种风险提前识别出来的管理工作。项目风险管理人员会通过收集资料、实地调研等各种方式挖掘项目过程中可能出现的各种项目风险，并将各种可能出现的风险进行系统归类和全面识别<sup>[30]</sup>。项目风险识别的核心工作内容就是识别项目实施过程中可能出现的各种风险、风险特征以及风险因素等，并提前警示风险可能带来的损失或者是机遇。将电力工程项目作为研究对象，项目风险识别就是找出影响工程的项目质量、进度、投资、安全等风险，用科学的方法解决问题，使目标顺利实现。

### 3.2.1 项目风险识别方法

项目风险识别的方法是多种多样的，在项目实施每个阶段都会出现各种不同的项目风险，同样出现的风险发生的影响因素和项目风险特征也是不同的，需要根据项目类型、项目规模等选用不同的项目风险识别方法。项目风险识别通常使用的方法通常有三种，作以下介绍。

#### 1. 专家调查法

德尔菲法、专家会议法等等还有十多种调查方式都属于专家调查法。不过这两种方式是应用最广泛、也最有代表性的两种<sup>[31]</sup>。

德菲尔法的最早使用者是美国十分有名的咨询机构兰德公司，最早是在 1950 年左右开始使用的。德尔菲法的操作方式是先确定每个领域的专家，再用不记名的方式给这些专家寄去信函，各专家根据自身经验和知识针对项目风险的意见的主题进行问卷调查，然后将问卷的意见回收做归纳分析，反复几次，直到最后所有问卷调查结果是一致时为止。这种问卷调查一般情况下只需要进行 2 或 3 轮就可以了，也就是说经过 2 到 3 次的问卷调查，所有专家的意见就会统一了，这对某项事件或是方案的论断就是最符合实际的了。

专家会议法本质上就是一场专家间的头脑风暴，召集所有相关领域的专家，让他们在会议上发表自己的看法，这就是专家会议法的操作方式。这样能获得较多有价值、思想新颖、有创新的新思路。专家会议的调查方法需要每个专家都深入的参与会议，并且会议的效果取决于每个专家的意见的一致性。会议效果与调查效果是呈同方向变化的。

#### 2. 情景分析法

情景分析法从本质上讲是一种趋势假设的分析方式。他首先将项目中的相关问题进行总结，再在项目的发展趋势之下，尽可能多的列出可能发生的未来前景，然后再在具体情景下进行项目发展趋势的情景描述，最后经过多种技术、经济等因素的综合影响预测或者识别出项目风险<sup>[32]</sup>。

#### 3. 流程图法

所谓流程图法是将项目的整个过程按照其内在的逻辑关系制成系统流程图，就比如合同从谈判到签订这其中的整个过程。对过程中每一个环节逐一进行调查和分析，找出风险因素，分析风险发生后可能造成的损失和对整个项目造成的影响<sup>[33]</sup>。

### 3.3 项目风险度量

项目风险度量是通过定性与定量的方式对项目风险的大小、影响程度以及后果等的预算和分析。经过项目风险识别后，可以在宏观层面上对项目风险有个统筹认识，并进行定量分析，查找主要风险源，评估风险可能造成的影响和后果，同时还需在风险识别的基础

上对风险进行定性与定量相结合的分析与评估，即风险度量。

电力工程项目的不同阶段，主要的风险因素不同，项目风险识别的方法不同。整个阶段要经历规划、可行性调研、立项、设计项目、设计实施等多个过程，项目风险度量的方法也有所不同。电力工程业主单位面对的风险和度量方法如表 3-1 所示。

表 3-1 电力工程业主单位面对的风险和度量方法

项目阶段	风险类型	度量方法
规划阶段	经济风险	敏感性分析方法、蒙特卡罗模拟方法、模糊综合评价法、故障树模型等方法
	政策风险	
	环境保护风险	
	自然风险	
可研阶段	成本风险	蒙特卡罗模拟方法、概率求和 CIM 模型方法、模拟影响图法、决策树法、网络计划评审技术等方法
	进度风险	
	资源风险	
	质量风险	
	资料准确性风险	
立项阶段	政治风险	敏感性分析方法、模糊综合评价法、故障树模型等、决策树方法
	决策风险	
	投资风险	
	金融风险	
设计阶段	设计质量风险	敏感性分析方法、蒙特卡罗模拟方法、层次分析法、专家评分法等方法
	员工素质风险	
	勘查风险	
	设计变更风险	
实施阶段	组织风险	层次分析法、故障树分析法、模糊综合评价法、专家评分法等方法
	经济与管理风险	
	工程环境风险	
	技术风险	

### 3.3.1 度量方法

站在电力工程业主单位的角度，本文综合各种优缺因素，并带入到整个电力工程业主单位项目风险分析中发现，专家评分法和层次分析法是被经常使用到的分析方法。

该分析法既可以达到项目风险分析和评估的效果要求，又便于项目风险管理人员掌握和使用。

### 1. 专家评分法

该方法首先是一种常用且简单的度量方法，先将识别出的项目风险列表；然后将设计出的调查表交给该领域的专家，让他们凭借自己的专业优势和经验对各个风险因素进行评分，确定一个权重值；最后，收集专家打分表，将结果进行分析整理，依据结果再整体分析项目的风险，最终从项目整体层面上确定各风险的等级。

专家评分法有一定的优势之处，即他能够在没有充足的统计数据 and 原始资料的情况下对项目风险影响因素进行定量估计。专家评分法一般是先将评价对象的各个评价指标进行筛选，将每个指标用数值表示等级，然后让专家用数值对每个指标进行评分。接下来就是将数据进行统筹分析。获得整个评价对象的总分值后，我们就可以获得所需的调查结果了。专家的阅历经验和知识结构等都是影响专家准确程度的重要因素，所以运用这种方式进行调研时要求参评专家要有相应的学术和实践经验优势。总得来说，专家评分法的优势在于使用简单、直观性强，缺陷就在于没有完整的理论体系和完善的系统，很多时候很多保证评价是真正客观和准确的。

胜任素质的评定方法采用的也是专家评定法，该方法第一步就是选定参评专家，然后根据专家调查法步骤开始确定胜任素质，专家要先评定每个胜任素质的项目内容，并经过他们的筛选和删除之后选定胜任素质指标。采用这种方法进行调研时，第一步就是归纳总结所有相关的胜任素质条目。可以采用文献法，也就是通过收集整理大量的文献资料经过详细的分析后将各个条目归纳整理合成最后的胜任素质条目。也可以通过问卷调查的方式收集所有相关的胜任素质条目。然后，将这些送由专家进行评定。最后一步是根据专家的评定结果绘制评价量表，将全体研究人员作为被调查者进行测量，再根据此次测量结果进行统计分析，得出最终的胜任素质结构模型<sup>[34]</sup>。

### 2. 层次分析法

本文主要使用层次分析法对项目实施中的风险进行评估，这种方法能够将复杂的问题进行分解，并按照一定的原则将其分成高、中、低三个三种关系组成层次模型，形成有序的层次递阶结构，再逐一度量每一层的每一项风险程度。

项目风险的度量过程采用专家打分法评定风险等级，是十分具有理论基础，又有实际数据为依据的一种测量方法。这可以让管理者能够充分了解整个项目的风险情况。

本世纪七十年代初，美国著名运筹学家 T·L·Satty 教授首次在社会公众面前展示层次分析法，这是有效结合定量分析与定性分析的多目标决策分析方法论。它与普通理论最为不同之处在于可以将复杂问题中涉及到的不同类型的因素进行层次划分，每一层次都会有比较直接的联系，从而使问题简单化，然后将专家学说以及分析者提出的判断意见进行有效结合，并将相同层次中的元素进行对比，对比形式以两两相比为主，目的在于确定元素之间的重要性，最终针对其重要性进行定量描述。随后充分利用数学中的计算公式或计

算模板直接反映出每层元素的相对重要性次序的权值，并利用全部层次中的实际排列顺序计算出全部元素对应的权重，探后进行最终排序。层次分析法很好地将行为科学的部分特点融入其中，初步量化决策者提出的经验判断。这种方面比较适合用于目标结构相对复杂且缺少必要数据的情况下，同时层次分析法是系统科学中十分常见的且使用率较高的系统分析方法，因此其已经成为系统分析的有效工具之一<sup>[35]</sup>。

### 3.4 项目风险应对

电力工程项目的风险的应对就是在识别出风险因素后，对风险进行初步评估，然后实施风险管理计划中预先制定的解决方案，从而降低风险产生的概率或者在最大限度内减少风险可能造成的损失，相同类型的风险可以凭借不同方案解决，业主应当根据风险发生的时间或地点具体选择应对方案。项目业主在进行风险应对所采取的措施和方法有：风险回避、风险转移、风险缓解、风险自留<sup>[36]</sup>。

#### 1. 风险回避

风险回避是通过主动放弃工程，采用不作为的工作态度，来消除项目风险。这种风险管理方法，就等于放弃了工程项目带来的利益，这就违背了项目的根本利益，没有了项目带来的利益，则就谈不上业主的项目管理，这种方法是最消极的风险管控方式。

在电力工程风险管理中，在特定情况下可下采用风险回避：

- 1) 风险产生的可能性较高，并且不在容易控制的范围之内，一旦产生风险，就没有任何可以调节的余地，所以对应的损失比较大；
- 2) 风险产生的概率相对较低，但一旦产生风险，造成的消极后果对社会经济造成的后果较大，且业主难以承担的项目；
- 3) 经过实际调研后，认为不符合客观现实的项目。

#### 2. 风险转移

风险转移，就是业主通过一定的手段和程序将风险发生的可能和损失转移到其他利益方来承担。这种风险管理方法有利于业主对项目进行风险控制，在风险发生时，产生的风险由其他利益相关方承担，降低了业主的损失。转移风险并不一定会减少风险的危害程度，它只是将风险转移给另一方来承担。如利用项目合同转移或购买保险转移等。

#### 3. 风险缓解

风险缓解，顾名思义，是通过降低风险带来的损失，或者降低风险发生效率来避免风险产生以及引发的后果，从而在原有基础上减少风险产生的次数，这是针对风险管理最有效的方式。尽最大可能减少风险损失以及风险可能带来的恶劣影响，从而缓解项目风险发生时可能出现的不利影响。

风险缓解与风险转移以及风险回避有根本上的区别，并且三者得到的效果完全同，风

险缓解不能从根本上消除风险，其只能降低风险的危害。风险缓解主要是挑选一种可能减轻风险的新方案，例如在完善施工组织模式、加大施工过程中的管控、提高质量或者改良技术等等。

#### 4. 风险自留

识别出的风险不是都可以进行转移。风险自留这种风险处置方式就是指管理方不使用任何外部的措施，将风险因素保留在业主手里，当已知或未知的风险事件发生时，业主只能通过自身的管理措施来消化风险带来的负面因素，从而使工程项目可以十分顺利地进行。最适合自留的风险莫过于经常产生已有应对之策以及产生之后损失较小的风险。

结合上述内容可知，从电力工程项目的不同要求来看，风险的转移是风险控制的一种有效的管理方法。能够在工程项目风险在难以预见的情况下，较高效的规避业主的风险，从而在根本上保障工程项目的实施，同时尽最大可能减少业主损失。

### 3.5 项目风险监控

在对风险进行识别或对风险程度进行评估的同时，要监控项目风险应对措施的效果，以保证能够及时对项目风险管控。控制可能引起项目风险事项的发生，对工程项目可能造成的风险事故造成的影响进行减轻，对工程项目风险的管理过程积累的经验进行总结和归纳，为项目的风险管理提供了经验支持。

项目风险监控的具体步骤如下：

1. 建立项目风险的管控流程，对于项目的所有风险，根据项目的具体实践情况，初步估计项目中包含的风险因素，然后根据不同因素的类型制定对应的控制解决方案，并且根据实际方案实施风险控制工作，以使得项目风险处于可控范围内，增加项目效益。

2. 明确风险监控的主要责任：对于所有项目风险，根据项目识别的风险落实具体的项目风险控制人员，由合适的人员来负责各个风险因素的控制。

3. 制定并实施具体项目风险监控方案。

4. 跟踪项目风险监控方案的实施情况并及时作出动态调整，确认既定的项目风险管理目标达成。

## 4 电力工程业主单位项目风险结构模型

### 4.1 模型构建原则

为了准确反应电力工程业主单位在项目管理中遇到的风险，需要设计一套对应的模型，设计标准主要包括合理性、完整性，同时要能从比较全面的角度真实反映电力工程项目风险，从而保证业主单位在项目风险管理中的可操作性。本文以本市某一电力工程建设实施阶段的进行研究，构建业主单位项目风险结构模型。

### 4.2 电力工程业主单位项目风险结构模型

#### 4.2.1 明确模型依据

电力工程一般都要经历项目的投资规划、可行性研究、立项、设计和实施阶段。结合我国电力工程的建设管理体制和现状，实施阶段的风险对于业主单位来说，影响大，关注度也最高，因此本文主要侧重进行电力工程在实施阶段中，业主单位项目的风险管理研究。

通过表 3-1 得知电力工程实施阶段的业主单位风险分类包含以下几种类型，每类风险都包含各自的典型风险。

1. 组织风险。包括参与人员主要构成、相关人员实际资历、工作流程组织以及组织结构模式等。

2. 经济与管理风险。主要涵盖了信息安全控制计划、相关合同风险等。

3. 自然环境风险。包括环境因素、地质因素以及可能引起火灾的因素等。

4. 技术风险。主要包括：工程勘测技术风险、工程设计技术风险、工程施工技术风险、工程物资风险、工程机械风险等。

#### 4.2.2 建立模型

通过识别电力工程业主单位项目在建设实施过程中的风险，明确实施阶段的风险分类，利用层次分析法和征询专家意见工作的基础上，将项目中的问题条理化、层次化，构造出能够反映项目风险之间的递阶关系结构模型。探索建立适合于我国实际情况的电力工程项目建设实施阶段的风险结构模型。

电力工程业主单位项目风险结构模型包含下面三个层次：

目标层：表示要解决问题的目的，即业主单位实施阶段风险 A；

准则层：表示部分中间环节，

最底层：表示选用的各种风险因素，即组织结构模式风险 C1、工作流程组织风险 C2、任务分工和管理职能分工风险 C3、项目参与方人员能力风险 C4、宏观和微观经济情况风险 C5、资金供应条件风险 C6、合同风险 C7、事故防范及安全控制计划 C8、自然灾害风险 C9、水文地质条件风险 C10、气象条件风险 C11、社会环境风险 C12、工程勘测技术风险 C13、工程设计技术风险 C14、工程施工技术风险 C15、工程物资风险 C16、工程机械风险 C17。

有关电力工程业主单位在项目实施过程中的风险因素分析和风险事件的分类，可根据项目风险结构模型图出发点进行研究。如图 4-1。

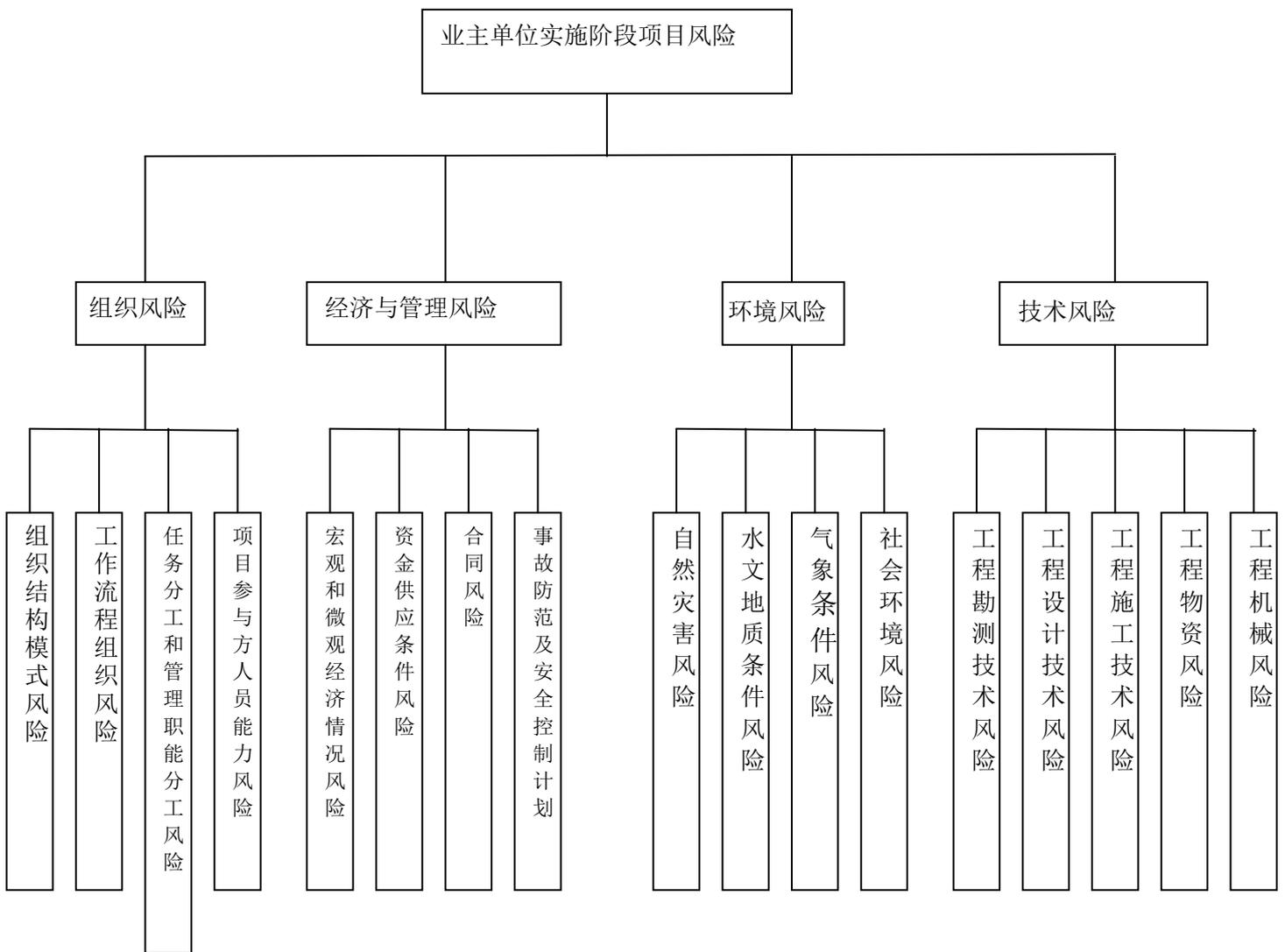


图 4-1 电力工程项目业主单位项目风险结构模型图

## 4.3 结构模型风险识别

### 4.3.1 组织风险识别

按照项目管理理论，可以将工程项目作为一个系统来考虑，该系统有自己的目标，如安全控制目标、进度控制目标等，系统目标的实施，需借助相关组织的帮助才能顺利进行，所以建立组织是首要任务。系统组织取决于系统目标，而组织则是系统目标能否顺利完成的关键。电力工程的项目组织建立的依据是项目目标，在确定目标后通过一定特殊形式建立项目组织，组织人员主要是各个部门中的专业人才，他们需要在项目经理的引导下在规定时间内完成相对任务。项目组织的风险主要包括项目组织结构模式风险、工作流程组织风险、组织任务分工和管理职能分工风险及项目参与方的人员能力风险等方面：

#### 1. 项目组织结构模式风险

在任何项目的管理组织机构中，各个相关主体之间大都以自己的利益为重，这就导致了在施工过程中各相关主体之间缺少沟通协调。各个相关主体之间缺少一种通过合作达成长期共赢的思想。总承包商、分包商和现场建筑工人之间只是一种通过合同建立起来的关系，各个相关主体之间并没有合作伙伴意识。因此，当发生各种问题，产生浪费的时候，以自己利益为中心就成为各个参与主体的借口。在项目中，总承包代替业主进行各利益相关方的协调工作，不仅要平衡总承包商与各个分包单位之间的利益，同时要充分调整各分包商与建筑工人之间的关系，有时还要系统规划各个建筑工人的不同职位与利益。但不管是何种协调形式，总承包商都需要站在全局的视角上，从项目的整体利益出发，对自身做出有效的控制，平衡各方的利益。项目内部的自我控制模式，对项目目标的控制，其实是提高全体项目参与人员的控制力度。项目参与人员数量非常多，如果总承包商将对每个人员的控制都掌握在自己手中，其工作量会非常复杂，而且容易出错。将参与人员按照其工作职能分为小团队，对项目团队进行管理控制。

目前，项目的管理层主要是通过组织结构模式才进行管理划分，一般采取矩阵型组织结构模式，这种模式在一定程度上对项目人员的管控做出贡献。但在项目如此庞大的工程规模中，有一定的片面性，容易造成关键的人不在关键的位置上，或是关键的人未发生关键的作用。而且，人与人之间的关系，并不是用组织这种固有的模式来界定，而是体现在人与人之间相互交流的过程中，会自然形成属于自己的团体。这种团体对人员的工作效率和状态会产生非常大的影响，总承包商需要合理有效的利用这种影响，才能更合理地控制项目参与人员之间的关系，从而更好地控制项目进度。在施工过程中，项目管理主体主要涉及项目部、企业职能部，项目部对项目的管理控制。一般国内建筑企业在承接国际 EPC 项目时，其管理层主要是通过已经构建的矩阵式组织结构来进行信息及指令的传递，对项目实施具体的控制。依据矩阵式组织构建的管理层，主要特点是有横向和纵向两个指令来

源，且其所任命的管理层人员是根据企业的过往经验或是人员本身在企业中的职位高低来决定的。一般来说，管理的最高层为项目经理，这是企业在承接项目初期就根据人员的经验及资历决定的，这种任命方式是企业总结各方成功经验所得出的。

电力工程项目业主在选择项目组织结构型式时，要根据项目管理团队的知识经验和项目特点或具体规模、以及实际管理水平等，挑选出最合适组织结构型式。线性组织结构模式是国际建设项目管理组织系统中十分常见的应用模式。

## 2. 工作流程组织风险

工作流程组织可以真实地反映出某一组织系统中各个工作环节之间的逻辑关系。在项目实施过程中，工作流程组织不仅包括信息处理流程、管理流程，还包含初步设计以及物资采购。工作流程组织主要涉及项目实施过程中各工程参与方及各部门的工作分工和安排程序，工作流程组织的合理与否，影响到整个项目管理的效率和整体协调性

从电力工程业主的管理角度出发，可能对工作流程组织产生风险的因素如下：

- 1) 设计准备工作缺少实践性；
- 2) 设计工作的具体流程缺乏科学性；
- 3) 施工招标工作流程设计不科学；
- 4) 物资采购流程设计不科学；
- 5) 具体施工流程缺乏科学性；
- 6) 各项管理工作的流程不合理等。

## 3. 任务分工和管理职能分工风险

工程项目实施都是由不同的工作任务按一定的程序不断完成来达到建设目标的，业主以及项目中的各个参与方，例如设计部门、施工部门、供货部门等都有各自的管理任务，他们都会参与到管理工作中，项目各参与单位都需根据自身的工作范围，在对项目实施各阶段控制工作、管理工作以及任务分配进行详细分解同时，要对项目经理以及各主管部门或主管人员的工作任务进行合理分配，明确各主管部门或主管人员对各项工作任务应承担的主办、协办或配合的角色。在这个过程中，主要需完成任务分解表和工作任务分工表，可能会存在工作任务分解不合理或漏项、工作任务分工不明确或不合理等风险。

管理职能包括问题的提出、策划、制定方案、具体操作、检查等方面，同时这也是一个不断发现问题与及时解决问题的配套过程，只有不断发展问题并及时解决才能顺利进行管理工作。在这个过程中，不同的管理职能应由最适合承担的部门和人员来完成，这就造成了在管理职能分工的过程中，存在着管理职能分工不合理或不清晰的风险。

## 4. 项目参与方人员能力不足的风险

项目参与方人员有业主方，设计人员、管理人员、承办方以及部分技术人员等，其中业主方主也包括代表业主利益的管理人员。项目建设实施的过程，也是一个各参与单位人员按各自岗位要求履行职责的过程，如果承担某些岗位职责的人员能力不足，不能胜任所应承担的工作，轻则会因效率偏低造成工作的延误，重则会因工作失误给项目的正常建设

实施带来无法弥补的隐患，从而给项目带来风险。

### 4.3.2 经济与管理风险识别

电力工程项目建设业主的经济风险主要分为宏观和微观的经济情况风险、资金供应条件的风险、合同风险、事故防范及安全控制等方面的风险。

1. 宏观和微观的经济情况风险。宏观经济情况风险：在宏观经济情况上，电力工程项目会受国家宏观经济政策、银行贷款政策影响，所以项目可能会因为国家宏观经济政策的变化或产业政策改变而产生改变，严重的可能被直接取消。项目融资过程中银行贷款政策可能会因部分因素发生改变，使银行贷款利息在项目执行期间调整，使项目的融资成本产生风险。微观经济情况风险：在微观经济情况上，在电力工程项目执行过程中，可能会出现因投资控制不严使投资指标超概算的情况，最终导致项目贷款或融资计划出现问题，使资金周转过程出现阻碍，严重的甚至可能出现资金链断裂风险，致使项目资金计划彻底失败，

2. 资金供应条件风险：在资金供应条件上，鉴于目前电力工程投资主体多、资金来源多元化的特点，项目在实施过程中，可能会出现投资主体的变动，使既定的项目资金供应条件受到影响，资金供应不到位，产生项目款项支付拖延、停工等风险。目前基础设施类、公益类电力工程资金来源大多由政府财政来解决，在这方面的风险会小一些。

3. 合同风险：在电力工程项目建设系统中，项目各参与方有关工作方面的要求或者条件变更及纠纷处理等都需要通过合同来进行明确，以保证项目各项工作任务能够得到全面、协调的落实，因此，合同管理是项目管理的基础和主要手段。合同风险主要包括：

1) 合同计价方式的选择风险：电力工程项目合同的计价方式主要有总价合同、单价合同和成本补偿合同三种，要根据项目前期工作和设计工作的进展情况、项目的规模和复杂情况来选择合适的合同计价方式，从而保证业主在获得最大利益的同时还能将风险降到最小。

2) 合同条款的疏漏风险：电力工程项目工程合同条款中对于承发包双方的责任和义务、各自的工作范围界定、合同价格和工程结算、违约责任认定及处理、工作过程和后期，甚至索赔和解决方案等内容都要在符合相关法律法规、标准的基础上尽可能详细的加以说明，如果存在疏漏，就有可能在合同执行过程中产生风险，使业主蒙受损失。

3) 合同纠纷风险：在电力工程项目签订合同中，经常会有在合同中采用的法律条文语言具有歧义，且规格的内容不详细等问题；对于合同纠纷，业主单位需要审慎、妥善的进行处理，以免争端升级对承发包双方造成更大的风险和损失。

4) 不同电力工程项目合同之间的协调风险：同一个工程，参与方众多，业主、设计、施工、物资、监理等等多方的参与，需要签定数十份甚至上百份合同，每个合同与其他合同之间都存在一定的联系，总的联系将形成一张复杂的网络图，合同之间涉及的复杂的要

求、责任关系、事件、活动等都能相互影响，业主单位是整个项目的主要领导者，需要在合同体系科学合理设计的基础上，在合同执行过程中重视做好不同合同之间的协调工作，以保证相关工作按照项目的总体计划顺利实施，避免因合同的协调工作不到位而产生有关单位之间相互扯皮推诿的情况，导致影响整个项目的实施。

5) 合同的变更和索赔风险：由于电力工程的特殊性，在项目实施前期，不可能对项目的有关资料都全部掌握，在实施过程中，多多少少总会出现因实际情况与原来预计有出入而不得不变更合同的情况，从而引起合同的变更和索赔风险。

4. 事故防范措施及安全控制计划风险：业主单位是工程建设的安全生产总负责人，在电力工程项目建设过程中，需牵头主导做好工程建设的安全生产管理工作。由于电力工程具有技术复杂、水文气象地质条件复杂、参建单位多、专业性强等特点，易发生因管理不到位而产生安全生产事故的风险。

在落实事故防范措施及安全控制计划工作时，需要建设完善的安全生产管理体系以及生产安全的各项制度，加强项目各参与方人员的安全意识教育和安全生产技能教育，强化安全生产检查，突出对特殊工种作业人员的培训和考核，重点关注有关专项技术方案的制定和落实，坚决处理已发现的安全隐患。在这些工作的实施过程中，存在着项目参与方有关人员的安全生产教育不到位风险、安全生产体系不健全风险、安全生产制度不完善风险、安全生产技能不达标风险、安全生产措施有隐患风险、安全生产监管不到位风险等。

### 4.3.3 环境风险识别

电力工程的建设环境一般指工程建设项目所在地的自然环境和社会环境，在项目的整个建设过程中，业主单位要高度重视可能会给项目实施造成不利影响的自然环境风险和社会环境风险。

1. 自然环境风险：电力工程项目，从项目可行性研究、前期勘察、设计、施工到建成投产，都与项目所在地的自然环境条件息息相关，工程所在地的自然条件，对工程项目的成败有着重大的影响，由于自然条件复杂多变，以现有的水文、气象及地质勘察技术水平，很难做出全面、科学、准确的估计，自然风险环境主要是恶劣的气候环境和地理环境等，它们可能产生严重自然灾害，或者是妨碍施工的交通运输，材料、设备难以运到现场；不良的地形、地质条件导致项目实施的难度超出预期；项目建设与项目所在地环境保护政策有冲突<sup>1</sup>。

2. 社会环境风险：主要来源于电力工程项目所在地的政治、宗教、治安环境等方面的风险。主要包括：

1) 社会治安不稳定、社会风气不良，造成项目建设过程中的各种突发治安事件，如盗窃、暴力斗殴等；

2) 项目建设与当地的政治理念、宗教信仰有冲突，项目实施过程中受到当地政府或群

众的排斥或强制性干涉，使项目实施困难或难以最终完成；

3) 工程建设移民征地引起的社会不稳定情况。

#### 4.3.4 技术风险识别

电力工程项目的技术风险主要包括工程勘测技术风险、工程设计技术风险、工程施工技术风险、工程物资风险、工程机械风险。

1. 工程勘测技术风险：工程项目所在地的地形测量和地质勘察工作是整个项目实施的重要前期工作，是项目规划和设计工作的基础，工程勘测的结果，直接影响到项目建设的可行性、项目选址、项目各建筑物的布置，前期勘测出现问题，将会给项目建设带来无法挽回的损失。工程勘测技术风险主要分为工程测量技术风险和工程勘察技术风险。

工程测量技术风险主要体现在以下几个方面：

1) 测量单位的技术水平和管理水平不足：不同规模的电力工程，需要有相应满足资质条件要求的测量单位来负责实施，测量单位资质达不到要求，在测量的技术水平和业务水准上难以保证，测量结果的准确性方面就存在风险；

2) 测量单位的测量设备达不到测量精度要求：鉴于电力工程的实际情况，易出现测量单位轻视测量业务，忽视测量设备按需配备的重要性，使用较低水准的测量设备，导致测量结果偏差较大；

3) 测量单位的人员能力不足：测量工作专业性强，要求测量人员对测量工作较为熟悉，具有扎实的理论知识和熟练的测量技术，由于目前测量技术市场的放开，很多测量能力不足的人员在从事测量工作，其成果的可靠性需要考虑；

4) 测量成果的精度、深度和规范性不能满足有关阶段设计工作的要求：在设计的不同阶段，对测量成果的精度和深度都有不同的要求，同时，测量成果还需满足相关强制性条文及相关标准的规定。

工程勘察技术风险主要体现在以下几个方面：

1) 勘察单位技术水平和水平不足，对所要勘察的项目缺乏经验，难以全面完成勘察任务；

2) 勘察成果的深度不能满足相应设计阶段的工作深度要求。工程地质及水文地质勘查工作共有四个阶段，首先就是规划，其次是进行可行性研究，然后初步设计，最终实施设计，各个阶段对勘察成果的深度有不同的要求，如勘察成果深度不能满足要求，就将影响设计等后序工程的顺利开展；

3) 勘察成果所提供的水文地质和工程地质参数可能与实际情况不符或准确性不高的风险。由于电力工程水文条件和地质条件复杂多变，勘察工作对人员的技术能力、工作经验、勘察技术方案及勘察设备的配备都有较高的要求，在勘察工作当中的任何一个环节出现问题，都有可能使重要的地质问题发现不了，从而导致勘察成果中的有关参数不能反

映真实情况，给项目的设计和和实施埋下隐患，引起重大技术变更，导致费用增加、施工技术难度增大、安全风险增高等情况，最严重的后果可能会致使整个项目失败。

## 2. 工程设计技术风险

工程设计是项目从设想变成现实的关键环节，是项目实施过程中的一个重要阶段，设计成果是项目预算确定、项目招标、施工单位投标和进场施工、设备物资采购和生产调试的依据，对项目的进度起要重要的影响，也是决定工程造价的最重要环节，同时也是工程质量和安全的重要保证。工程设计技术风险主要体现在以下几个方面：

1) 项目总体技术方案的选择：电力工程项目的总体技术方案要包含各种可能出现的因地形、气候等引起的风险，还有工程条件、施工条件、项目的安全性和可靠性等主要因素，不同的开发方式，都会牵涉到许多不同的需要解决的问题，也增加了业主的工作复杂程度，所以，一个合适的总体技术方案决定着整个项目的成败。

2) 设计人员的职业素养以及技术水平影响整个设计的质量，从而出现错误和漏项等情况，导致在实施时设计变更频繁。经常出现的情况就是设计内容不全面、工程结构设计有问题、后期运行关系估计不合适、地质水文等自然气候不适合、施工布局可行性、采购出现困难等等情况。

3) 技术标准和规范的采用存在风险：技术标准和规范需满足项目的特点，适合项目的规模，为承包商所熟悉和掌握，在工程施工中易于实现或达到，同时又能保证项目的质量、安全及功能等达到项目目标；对于项目实施过程中某些标准、规范有可能会改变的风险，一般由业主承担标准、规范改变后引起的风险后果；合同中技术文件和技术规范可能会存在遗漏、不明确或不合理的地方，也会造成一定的风险。

4) 设计工艺无法生产达到要求性能指标的产品。在工艺设计环节，设计单位需高度重视并严格执行合同中规定的产品性能指标要求，避免项目完工后合格产品无法生产的风险。

5) 新工艺的运用带来的风险。电力工程的建设若是加入新技术、新产品、新工艺可能会为项目建设节约资金、加快进度，提高产品性能或质量，但也存在着成熟度不够、安全性不高的风险，对此，设计单位在采用时须慎重，做好前期的科研、试验工作。

6) 设计深度达不到各阶段要求的风险。在不同的设计阶段，设计成果的深度有不同的要求，以便于项目招标、设备采购、物资准备、项目融资等其他项目的按时开展，如果设计没有深入，将会影响后期其他项目的工程呢个进度和审批结果。

7) 设计进度风险。整个项目计划中，各项工作的开展互相影响，设计工作处于核心位置，是其他工作开展的依据和标准，如果设计单位力量不足或管理水平低下，设计不能按计划要求及时完成，则会直接影响其他工作的开展，特别是在施工图设计阶段，没有施工图纸的情况下，工程进度将很难按照预期期限完成，造成施工无法按期开展，增加项目的协调管理难度和推迟完成时间。

## 3. 施工技术风险：施工阶段是项目从图纸变成现实的重要阶段，也是项目投入最大，

管理难度最大，项目风险最大的阶段，电力工程施工过程中会受到各种自然因素的影响，如水文、气象、地质等等，同时，项目施工过程中会涉及测量、吊装、爆破、砼运输、深基坑开挖等众多专业，转业性强，安全要求高；施工阶段业主单位在施工技术方案的管理方面要充分发挥监理等项目管理咨询单位的能力，要将专家的知识和经验真正的落实具体的工作中来，从而降低施工风险。施工技术风险主要体现在以下几个方面：

1) 施工组织设计不合理的风险。施工组织设计是施工单位根据项目实际情况组织和开展现场施工工作的纲领性文件，主要是规划施工现场布置，有效配置人力、设备和物资，明确各项目施工顺序，安排各施工节点完成时间，细化各项目施工方案，保障施工安全，施工组织设计如果不合理，存在严重的疏漏和错误，不仅会影响施工现场的环境管理，还会造成资源浪费，并进而妨碍工程进度的正常进行，严重时甚至会出现安全事故。

2) 施工方案不当的风险。施工方案是明确施工过程中有关项目如何实施的具体方案性文件，特别是爆破、吊装、深基坑开挖等特殊项目，需编制专项方案，施工方案中的资源配备、工序安排、进度安排、施工方法等如果存在错误或不当，会对相关项目的顺利完成和安全造成影响，产生进度延误、返工等风险。

3) 质量保证和检测措施不到位的风险。施工过程是生产产品的过程，同时也是同步开展质量保证和检测工作的过程，如果没有一套科学完整的质量保证体系和质量检测制度，质量保证和检测人员工作能力不足或责任心不强，都有可能产生质量问题漏查的风险，从而给工程质量和安全埋下隐患，产生质量事故和安全事故。

4) 新技术和新方案在施工中的应用风险。新技术和新方案可能会给施工带来进度、经济等方面的效益，但一旦在应用过程中出现失败，则有可能造成不可挽回的损失，因此，在新技术和新方案应用前，一定要反复进行研究实验和论证，并且在实际运用中，一定要加强检查和监控。在施工过程中，尽可能采用已经成熟、有现成经验的技术。

5) 调试运行风险。在电力工程的调试运行阶段，许多设计问题、施工问题、设备问题和运行技术问题都会出现，需要业主制定充分详细的预案，及时处理出现的问题，避免在调试运行阶段的有关风险损失。

#### 4. 工程物资风险

工程物资风险主要包括：

1) 物资供应风险：工程项目所需的物资项目所在地没有或比较缺乏，需要从外地调入，物资成本升高。

2) 物资运输风险：物资在运输过程中可能会发生毁损、性能指标变异等风险。

3) 物资质量风险：物资的生产供应不够稳定，质量难以控制。

4) 物资价格风险：物资价格波动超出概算允许幅度，造成工程造价升高的风险。

#### 5. 工程机械风险

工程机械风险主要包括：

1) 工程机械不适用的风险：由于电力工程自然环境的复杂性和技术复杂性，可能会产

生工程机械不适用于工程项目的情况。

2) 工程机械难以运抵施工场地的风险；电力工程大多自然环境条件和交通条件不理想，使某些工程机械难以运抵施工现场。

3) 工程机械的安全风险：工程机械在运行和使用过程中，如操作不当，易发生安全事故，对于工程机械的安全监管措施，业主单位需作为一个专项来进行风险控制。

## 4.4 结构模型风险清单

综合以上对有关风险识别的结论，探索建立电力工程业主单位项目的风险因素及事件识别清单(详见表 4-1)。

表 4-1 电力工程项目的风险因素及事件识别清单

风险类型	典型风险	风险因素
组织风险	组织结构模式风险	①与单位总体管理体制不适应； ②与项目管理目标不匹配
	工作流程组织风险	①设计准备工作的流程不科学； ②设计工作流程不合理； ③施工阶段的招标工作不科学； ④物资采购阶段工作安排不合理； ⑤施工阶段工作流程不科学； ⑥项目建设过程中的各种管理工作不科学； ⑦工程管理信息处理的不科学
	任务分工和管理职能分工风险	①作任务分解有漏项； ②工作分工不明确； ③管理职能分工不科学
	项目参与方人员能力风险	①业主方人员能力不足； ②设计人员能力不足； ③监理工程师能力不足； ④承包方管理人员和一般技工以及特殊工种工作人员能力不足
经济与管理风险	宏观和微观经济情况风险	①宏观经济政策变动风险； ②投资过度风险；
	资金供应条件风险	①投资主体变动风险； ②投资主体融资困难风险
	合同风险	①合同计价方式的选择风险；

		<ul style="list-style-type: none"> <li>②合同条款的疏漏风险；</li> <li>③合同纠纷风险；</li> <li>④不同合同之间的协调风险；</li> <li>⑤合同的变更和索赔风险；</li> </ul>
	事故防范及安全控制计划 风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①安全生产教育不到位风险；</li> <li>②安全生产体系不健全风险；</li> <li>③安全生产制度不完善风险；</li> <li>④安全生产技能不达标风险；</li> <li>⑤安全生产措施有隐患风险；</li> <li>⑥安全生产监管不到位风险</li> </ul>
环境风险	自然灾害风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①地震；</li> <li>②洪水；</li> <li>③海啸；</li> <li>④泥石流；</li> <li>⑤火山爆发</li> </ul>
	水文、地质条件风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①突水、突泥；</li> <li>②滑坡；</li> <li>③塌方；</li> <li>④不良地质构造等</li> </ul>
	气象条件风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①台风；</li> <li>②暴雨雪天气</li> </ul>
	社会环境风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①社会治安不稳定；</li> <li>②项目建设与当地的政治理念、宗教信仰有冲突；</li> <li>③工程建设移民征地引起的社会不稳定情况</li> </ul>
技术风险	工程勘测技术风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①勘测单位的技术水平和管理水平不足；</li> <li>②勘测单位的设备达不到勘测精度要求；</li> <li>③勘测单位的人员能力不足；</li> <li>④勘测成果的精度、深度和规范性不能满足有关阶段设计工作的要求</li> </ul>
	工程设计技术风险	<ul style="list-style-type: none"> <li>①项目总体技术方案的选择不合理；</li> <li>②设计人员的职业素养以及技术水平影响整个设计的质量，出现错误和漏项，导致在实施时设计变更频繁；</li> <li>③技术标准和规范的采用存在风险；</li> <li>④设计工艺无法生产达到要求性能指标的产品风险；</li> </ul>

		⑤新技术、新产品、新工艺的应用风险； ⑥设计深度达不到各阶段要求的风险； ⑦设计进度风险
	工程施工技术风险	①施工组织设计不合理的风险； ②施工方案不当的风险； ③质量保证和检测措施不到位的风险； ④新技术和新方案在施工中的应用风险； ⑤调试运行风险
	工程物资风险	①供应阶段风险； ②运输阶段风险； ③物资质量； ④产品价格风险
	工程机械风险	①工程机械不适用的风险； ②工程机械难以运抵施工场地的风险； ③工程机械的安全风险

## 4.5 结构模型度量方法

### 4.5.1 建立判断矩阵

层次结构能够反映各个因素之间的联系，但是根据一定的准则，各个因素在目标衡量中占据的比重并不都是一样的，每个因素在决策者心中都有一定的比重。

判断矩阵是将本层元素与上一层元素之间相对重要性进行分析的一种分析方式，如下所示，如果本层 A 层次与下一层的  $B_1, B_2, \dots, B_n$  之间存在一定的联系，那么就可以创建一下的判断矩阵。如图 4-2 所示。

表 4-2 判断矩阵

$A_k$	$B_1$	$B_2$	...	$B_n$
$B_1$	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1n}$
$B_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2n}$
...	...	...	...	...
$B_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	...	$b_{nn}$

根据上图的判断矩阵，进行了量化表示。其中  $b_{ij}$  是针对  $A_k$  的数值型的相对重要表现形式， $b_{ij}$  进行的标度方式有以下 1-9 的标度<sup>[37]</sup>。

表 4-3

标度	含 义
1	表示 $i$ 与 $j$ 两个因素相比，具有相同重要性
3	表示 $i$ 与 $j$ 两个因素相比，前者比后者稍重要
5	表示 $i$ 与 $j$ 两个因素相比，前者比后者明显重要
7	表示 $i$ 与 $j$ 两个因素相比，前者比后者强烈重要
9	表示 $i$ 与 $j$ 两个因素相比，前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若因素 $i$ 与因素 $j$ 的重要性之比为 $b_{ij}$ ，那么因素 $j$ 与因素 $i$ 重要性之比为 $b_{ij}=1/b_{ij}$

#### 4.5.2 层次单排序及一致性检验

判断矩阵之后要进行矩阵的特征向量计算，层次单排序代表的就是判断矩阵的特征值和特征向量。

判断矩阵  $A$  对应的最大的特征向量是用  $W$  表示的，经归一化程序，此值代表的就是同一层次的相应因素对上一层次某因素的相对重要性的排序权值，这就是层次单排序<sup>[37]</sup>。

$$\text{即： } AW = \lambda_{\max} W$$

对判断矩阵的一致性检验的步骤如下：

计算一致性指标  $CI$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

在上式中，判断矩阵的阶数是用  $n$  表示的， $\lambda_{\max} = n$  表示判断矩阵完全一致， $\lambda_{\max} > n$  则表示判断矩阵不一致。

在判断矩阵一致时， $CI=0$ ，当  $CI$  值越大，表示的判断矩阵越不一致<sup>[37]</sup>。

本文在计算过程中引入了平均随机一致性指标数值  $RI$  用来检验一致性，在计算时是将 1-9 及其倒数随机进行输入，然后得到一致性指标  $CI$  的平均值。以下是  $RI$  的取值表。

表 4-4 平均随机一致性指标数值 RI 数值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

计算一致性比例  $CR$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

当  $CR < 0.10$  时，认为判断矩阵的一致性是不需要修正的，反之需要修正。

### 4.5.3 层次总排序及一致性检验

通过计算结果，得到各级要素的相对重要度的基础上，我们就可计算从上到下的各级系统总体的综合重要度，也就是系统总体权重，然后进行层次总排序。层次总排序的基本原则是从上往下的顺序逐层进行。在层次单排序的结果中，最高层的排序结果就是总排序的结果<sup>[37]</sup>。

## 5 电力工程业主单位项目风险管理实例研究

电力工程建设是国家重要的基础建设之一，建设的成果将直接服务于国民经济和生活。尤其是在电力工程建设实施过程中，针对项目的设计、招标、监理、施工等环节可能产生的风险，已受到业主单位的重视。处理这些环节的风险管理的是否恰到好处，将直接影响到电力工程项目的目标可实现性。

本文运用电力工程项目风险管理基本模型和电力工程业主单位项目风险结构模型，以本市某一电力工程项目为案例，以业主单位的视角，开展风险识别、度量、应对和监控的管理工作

### 5.1 案例背景

该电力工程是国家电网公司统一部署的重点建设项目，该电力工程总投资约 1.9 亿元，建设范围覆盖本市 110KV 及以下变电站，建设内容包括敷设电缆及在站内建设调度数据网。为保证地区电网调控一体化业务的高可靠性，满足主备需求，每个变电站需建设相应地调的调控一体化备用通道。此工程的建立可实现本市 110KV 及以下的配网调度、监控功能，提高本市电网运行控制和调度生产指挥的可靠性，提高本市电网抵御各类事故、自然灾害和社会突发事件的能力。

### 5.2 项目风险识别

该电力工程在建设实施阶段的业主单位风险通过专家调查法进行识别，风险分类包含：组织风险、经济与管理风险、环境风险、技术风险。

#### 5.2.1 组织风险识别

该电力工程业主单位为本市某电力公司，属国有企业性质，为实施对电力工程的建设管理工作，特从公司总部抽调部分技术干部，和业主单位项目管理人员一起，组成电力工程建设管理项目团队，管理结构采用垂直结构，具体的组织结构图如图 5-1 所示：

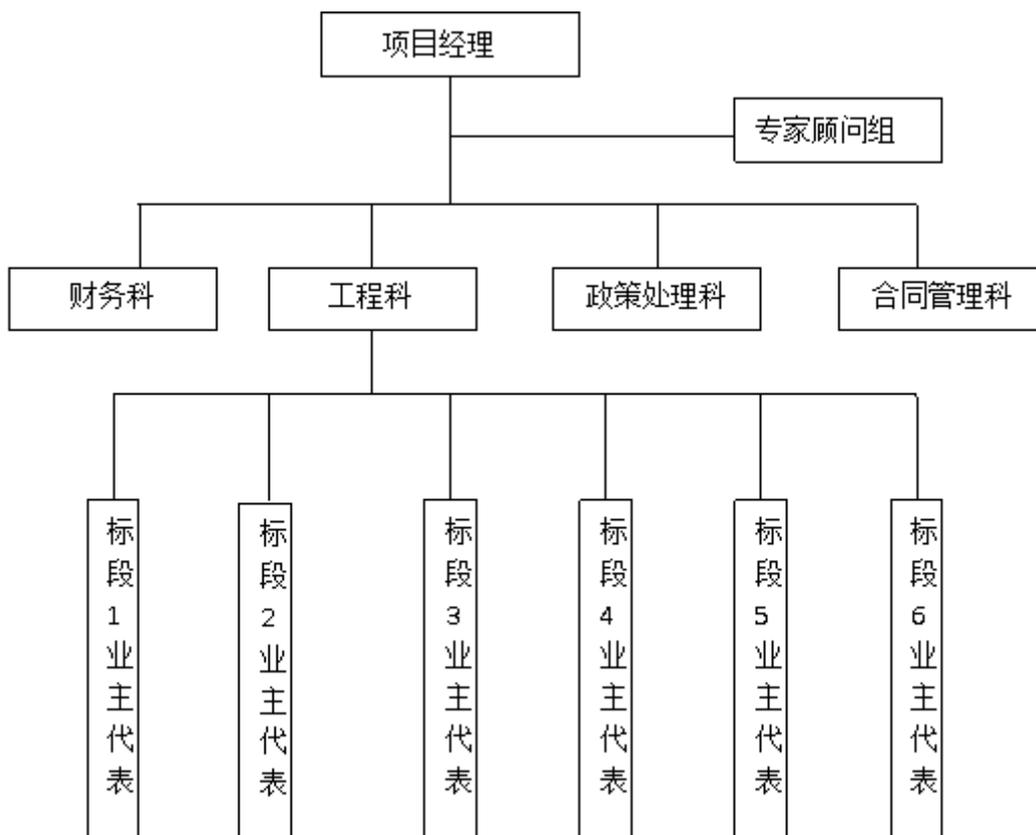


图 5-1 业主单位项目部管理组织结构模式图

在项目部各人员分工上，项目经理对业主单位的项目建设管理负总责，对于在建设过程中，有关项目中的资金、质量、安全等方面的具体工作都执行总体规划作用。财务科负责项目的工程款支付及项目执行期间的费用内部审计职能；工程科各业主代表主要与项目经理对接，这也说明整个项目是由项目经理具体监督进行的，主要涉及各个阶段的质量、进度计划安排、资金是否及时到位、项目安全是否满足要求、项目信息是否完备、项目合同是否正确执行等方面的管理职能；政策处理科负责项目的有关政策处理、征地拆迁等管理职能；合约处负责跟项目有关流程的招标过程、合同签订、合同归档、合同索赔、合同变更及工程款审批。

该组织结构模式为目前电力工程的常用模式，在贯彻执行业主单位的管理意图方面效率高，易于保持良好的纪律，各自工作范围和职责清楚；其中项目经理的素质对项目的成功与否有重要作用，项目经理在项目工作过程中，其在管理过程中以及对项目涉及各方面的协调工作，可能会存在因项目经理在某个专业领域问题的决策偏差及相关部门之间的协调风险，同时，可能会存在因个别人员能力不足导致其所负责的工作出现失误或延误，从而影响整个项目的推进。

### 5.2.2 经济与管理风险识别

本电力工程项目资金由国网公司统筹安排，在资金保证性方面较好，业主单位面临的主要风险在于对项目资金的计划安排及概算控制上，对于项目总体实施计划编制的科学性、合理性及合同变更的有关控制方面要求高，特别是重大技术变更和不明原因引起的费用增加方面需高度重视和妥善处理。

工程项目的建设过程，根据项目的阶段涉及到项目的业主方、设计方、采购方、监理方、施工方，涉及单位复杂。重要的是在施工总承包过程中，因环境条件复杂，有关合同条款的拟定需全面考虑项目实施过程中可能出现的各种情况，按照合理规避风险、合理分担的原则对于承发包双方的责任、义务等尽可能界定清楚，避免出现合同条款疏漏而引起合同纠纷，从而影响工程质量和安全、工期等建设目标。

### 5.2.3 环境风险识别

在社会环境风险方面，由于本工程涉及户外电力施工，对于敷设电缆工作时，对沿线涉及到的征迁、政策性补偿等，如果宣传不到位，工作细节不够完美，对当地习俗了解不足，在当地没有一定的适应群，易产生群体性事件，对于工程建设将产生严重影响，业主单位需按照当地政策处理有关方面的要求，主动、耐心、热情、细致的做好，以营造有利的工程建设社会环境。

### 5.2.4 技术风险识别

由于工程涉及站点多，安装调试设备量大，主体工程属大型工程，业主单位面临的风险包括，设计单位在工程勘测难以完全弄清楚所有的站点情况，因而在工程勘测方面的风险偏大，进而直接影响到后续的设计和施工，产生设计和施工风险。业主单位通过成立专家顾问组和专项委托有关科研单位开展技术攻关，在施工期间同步进行施工监测来尽量避免安全事故，合理处置各个区域的技术问题。

## 5.3 业主单位项目风险度量

本电力工程的项目前期项目规划、项目立项等手续都满足施工条件，条件健全，业主单位的风险主要集中在建设期（主要包括设计、招标、施工阶段），本文尝试采用层次分析法对建设期业主单位视角下的项目风险进行度量，层次分析的方法运用 EXCEL 软件进行权重和一致性的计算。

### 5.3.1 建立本项目风险层次结构

对于辨识出本电力工程在建设实施过程中的各种风险，根据彼此间的关系，进行上下分层排列，建立层次结构见图 4-1。

### 5.3.2 建立层次分析判断矩阵

层次分析判断矩阵中各风险之间的相对重要性程度，在分别咨询电力工程建设领域关于设计、施工、监理、专业咨询单位技术专家的基础上确定，综合多位专家的意见后确定相对重要性参数，录入分析软件。

业主单位组会召集 20 位专家对识别出的风险因素进行打分，通过确定初始权数来构造判断矩阵，打分与多因素统计相结合的方法，计算指标的重要度，得到初始权数的结果。专家打分结果见表 5-1。

表 5-1 专家打分表

序号	典型风险	风险程度				没风险
		风险 非常高	风险 很高	风险 高	风险 一般	
1	组织结构模式风险		6	6	8	
2	工作流程组织风险		2	4	11	3
3	任务分工和管理职能分工风险		6	6	6	2
4	项目参与方人员能力风险		13	4	3	
5	宏观和微观经济情况风险		5	5	8	2
6	资金供应条件风险		3	5	9	3
7	合同风险	13	4	2	1	
8	事故防范及安全控制计划	12	4	3	1	
9	自然灾害风险		5	5	8	2
10	水文地质条件风险		6	7	7	
11	气象条件风险		7	7	4	2
12	社会环境风险		8	9	3	
13	工程勘测技术风险	15	4	1		
14	工程设计技术风险	14	4	2		
15	工程施工技术风险	13	5	2		
16	工程物资风险		13	5	2	
17	工程机械风险		7	7	6	

对风险程度的五个等级“风险非常高”、“风险很高”、“风险高”、“风险一般”、“没风险”分别赋值为 5, 4, 3, 2, 1。通过计算平均值的方法得到各个指标的初始权数。初始权数的结果如表 5-2 所示。

表 5-2 各指标的初始权数

指标	初始权数	指标	初始权数
组织风险	2.8625	事故防范及安全控制计划	4.35
经济与管理风险	3.4625	自然灾害风险	2.65
环境风险	2.95	水文地质条件风险	2.95
技术风险	4.09	气象条件风险	2.95
组织结构模式风险	2.9	社会环境风险	3.25
工作流程组织风险	2.25	工程勘测技术风险	4.7
任务分工和管理职能分工风险	2.8	工程设计技术风险	4.6
项目参与方人员能力风险	3.5	工程施工技术风险	4.55
宏观和微观经济情况风险	2.65	工程物资风险	3.55
资金供应条件风险	2.4	工程机械风险	3.05
合同风险	4.45		

得到初始权数的结果，根据初始权数的大小，按照第四章提出的结构指标标度方式，根据 1-9 的标度法对指标进行两两比较，从而建立判断矩阵。

根据表 5-2 初始权数，2.25 是最小值，最大值为 4.7，则对区间[2.25,4.7]，将其平均划分为 10 等分，在两两之间对比，依据每个指标项的初始权数所在的区间来判断其标度。

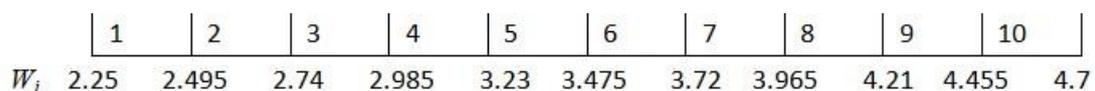


图 5-2 初始权数区间划分

根据结构层中的一级典型风险指标，组织风险、经济与管理风险、环境风险、技术风险，他们的初始权数分别为 2.8625、3.4625、2.95、4.09。分别属于区间 3, 5, 3, 8，计算其两两之间的绝对值差，如果计算得到的绝对值差为 0 或 1，认为两个风险元素的重要性是相同的。依据 1-9 的标度法，得到一级典型风险指标的判断矩阵如表 5-3 所示。

表 5-3 一级指标的判断矩阵

目标层	组织风险	经济与管理风险	环境风险	技术风险
组织风险	1	1/2	1	1/5
经济与管理风险	2	1	2	1/3
环境风险	1	1/2	1	1/5
技术风险	5	3	5	1

同理，对指标体系的每一层各要素用 1-9 的标度法进行两两比较，相对上一层的判断矩阵如下所示。

表 5-4 组织风险的判断矩阵

组织风险	组织结构模式风险	工作流程组织风险	任务分工和管理职能分工风险	项目参与方人员能力风险
组织结构模式风险	1	2	1	1/3
工作流程组织风险	1/2	1	1/2	1/5
任务分工和管理职能分工风险	1	2	1	1/3
项目参与方人员能力风险	3	5	3	1

表 5-5 经济与管理风险的判断矩阵

经济与管理风险	宏观和微观经济情况风险	资金供应条件风险	合同风险	事故防范及安全控制计划
宏观和微观经济情况风险	1	1	1/7	1/7
资金供应条件风险	1	1	1/8	1/8
合同风险	7	8	1	1
事故防范及安全控制计划	7	8	1	1

表 5-6 环境风险的判断矩阵

环境风险	自然灾害 风险	水文地质条件 风险	气象条件 风险	社会环境 风险
自然灾害风险	1	1	1	1/3
水文地质条件风险	1	1	1	1/2
气象条件风险	1	1	1	1/2
社会环境风险	3	2	2	1

表 5-7 技术风险的判断矩阵

技术风险	工程勘测 技术风险	工程设计技 术风险	工程施工技术 风险	工程物资 风险	工程机械 风险
工程勘测技术风险	1	1	1	4	6
工程设计技术风险	1	1	1	4	6
工程施工技术风险	1	1	1	4	6
工程物资风险	1/4	1/4	1/4	1	2
工程机械风险	1/6	1/6	1/6	1/2	1

### 5.3.3 计算层次单排序的指标

以一级指标为例，单排序的计算过程如下：

- 1) 采用乘积方根法计算判断矩阵各行的几何平均值( $\bar{W}_i$ )

$$\bar{W}_i = \left( \prod_{j=1}^n b_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad i, j=1, 2, \dots, n$$

式中， $b_{ij}$ 表示原始判断矩阵中第*i*行第*j*列的元素，*n*表示指标个数， $\bar{W}_i$ 表示原判断矩阵第*i*行的几何平均值。

得到：

$$\bar{W} = \begin{pmatrix} 0.5623 \\ 1.0746 \\ 0.5623 \\ 2.9428 \end{pmatrix}$$

2) 对各行的几何平均值进行归一化处理得到特征向量:

$$W_i = \frac{\overline{W}_i}{\sum_{j=1}^n \overline{W}_j} \quad i, j=1, 2, \dots, n$$

式中,  $W_i$  表示第  $i$  个指标的权重。 $n$  表示指标个数  $\overline{W}_i$  表示原判断矩阵第  $i$  行的几何平均值。

得到一级指标的权重系数的计算结果如下所示:

$$W = (0.1094 \quad 0.2090 \quad 0.1094 \quad 0.5723)$$

3) 计算判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max}$ 。

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(\sum_{j=1}^n b_{ij} W_j)}{W_i} \quad i, j=1, 2, \dots, n$$

式中,  $b_{ij}$  表示原始判断矩阵中第  $i$  行第  $j$  列的元素,  $n$  表示指标个数,  $W_i$  表示第  $i$  个指标的权重,  $\lambda_{\max}$  表示判断矩阵的最大特征值。

由此, 可以计算最大特征值:  $\lambda_{\max} = 4.0042$

4) 计算一致性指标  $CI$  和一致性比率  $CR$ 。公式如下:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

当  $n=2$  时, 2 阶正互反矩阵总是一致的, 所以不用进行一致性检验。当  $n$  大于 2 时, 用  $CR$  表示矩阵的一致性。 $CR=CI/RI$ 。 $RI$  取值, 如表 5-8 所示。

表 5-8 平均随机一致性指标

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

计算得到:

$$CI=0.0014$$

当  $n=4$  时,  $RI=0.90$

$$CR=0.0015$$

$CR < 0.1$ , 因此, 一级指标判断矩阵与一致性检验符合要求。

对以上计算出的结果进行归纳，根据同样原理，可以计算矩阵中剩余的权重和一致性。得到结果如下所示：

表 5-9 一级指标的权重及一致性检验结果

目标层	组织 风险	经济与管理 风险	环境 风险	技术 风险	权重
组织风险	1	1/2	1	1/5	0.1094
经济与管理风险	2	1	2	1/3	0.2090
环境风险	1	1/2	1	1/5	0.1094
技术风险	5	3	5	1	0.5723
一致性检验	$\lambda_{\max} = 4.0042$ , $CI=0.0014$ , $CR=0.0015 < 0.1$ , 通过一致性检验				

表 5-10 组织风险各指标的权重及一致性检验结果

组织风险	组织结构 模式风险	工作流程 组织风险	任务分工和管理 职能分工风险	项目参与方人 员能力风险	权重
组织结构模式风 险	1	2	1	1/3	0.1855
工作流程组织 风险	1/2	1	1/2	1/5	0.0971
任务分工和管理 职能分工风险	1	2	1	1/3	0.1855
项目参与方人员 能力风险	3	5	3	1	0.5318
一致性检验	$\lambda_{\max} = 4.0042$ , $CI=0.0014$ , $CR=0.0015 < 0.1$ , 通过一致性检验				

表 5-11 经济与管理风险各指标的权重及一致性检验结果

经济与管理风险	宏观和微观经 济情况风险	资金供应 条件风险	合同 风险	事故防范及安 全控制计划	权重
宏观和微观经济情 况风险	1	1	1/7	1/7	0.0609
资金供应条件风险	1	1	1/8	1/8	0.0570
合同风险	7	8	1	1	0.4410
事故防范及安全控 制计划	7	8	1	1	0.4410
一致性检验	$\lambda_{\max} = 4.0022$ , $CI=0.0007$ , $CR=0.0008 < 0.1$ , 通过一致性检验				

表 5-12 环境风险各指标的权重及一致性检验结果

环境风险	自然灾害风险	水文地质条件风险	气象条件风险	社会环境风险	权重
自然灾害风险	1	1	1	1/3	0.1766
水文地质条件风险	1	1	1	1/2	0.1954
气象条件风险	1	1	1	1/2	0.1954
社会环境风险	3	2	2	1	0.4326
一致性检验	$\lambda_{\max} = 4.0206$ , $CI=0.0069$ , $CR=0.0076 < 0.1$ , 通过一致性检验				

表 5-13 技术风险各指标的权重及一致性检验结果

技术风险	工程勘测技术风险	工程设计技术风险	工程施工技术风险	工程物资风险	工程机械风险	权重
工程勘测技术风险	1	1	1	4	6	0.2922
工程设计技术风险	1	1	1	4	6	0.2922
工程施工技术风险	1	1	1	4	6	0.2922
工程物资风险	1/4	1/4	1/4	1	2	0.0774
工程机械风险	1/6	1/6	1/6	1/2	1	0.0460
一致性检验	$\lambda_{\max} = 5.0099$ , $CI=0.0025$ , $CR=0.0022 < 0.1$ , 通过一致性检验					

### 5.3.4 层次总排序

在得到同一层次所有指标的单排序的结果后，可以根据上一层的结果，计算本层次所有因素重要性的权值，得出层次总排序。本次的实例的结果为表 5-14。

表 5-14 综合权重

目标层	一级评价因素	单排序	二级评价因素	单排序	综合权重
电力工程项目风险	组织风险	0.1094	组织结构模式风险	0.1855	0.0203
			工作流程组织风险	0.0971	0.0106
			任务分工和管理职能分工风险	0.1855	0.0203
			项目参与方人员能力风险	0.5318	0.0582
	经济与管理风险	0.2090	宏观和微观经济情况风险	0.0609	0.0127
			资金供应条件风险	0.0570	0.0119
			合同风险	0.4410	0.0922
			事故防范及安全控制计划	0.4410	0.0922
	环境风险	0.1094	自然灾害风险	0.1766	0.0193
			水文地质条件风险	0.1954	0.0214
			气象条件风险	0.1954	0.0214
			社会环境风险	0.4326	0.0473
	技术风险	0.5723	工程勘测技术风险	0.2922	0.1672
			工程设计技术风险	0.2922	0.1672
			工程施工技术风险	0.2922	0.1672
			工程物资风险	0.0774	0.0443
工程机械风险			0.0460	0.0263	

最后，需要对层次总排序进行一致性检验，具体如下所示。

$$CI_{总} = \sum_{i=1}^4 W_i CI_i$$

$$= 0.1094 * 0.0014 + 0.2090 * 0.0007 + 0.1094 * 0.0069 + 0.5723 * 0.0025 = 0.0025$$

$$RI_{总} = \sum_{i=1}^4 W_i RI_i$$

$$= 0.1094 * 0.90 + 0.2090 * 0.90 + 0.1094 * 0.90 + 0.5723 * 1.12 = 1.0260$$

$$CR_{总} = CI_{总} / RI_{总} = 0.0025 / 1.0260 = 0.0024 < 0.1, \text{ 符合一致性检验。}$$

其中， $W_i$  表示系统层中第  $i$  个指标的权重， $CI_i$  表示一级指标层第  $i$  个指标对应矩阵的一致性指标， $RI_i$  表示一级指标层中第  $i$  个指标对应矩阵的平均随机一致性指标。

### 5.3.5 分析风险结果

将层次总排序中的综合权重进行降序排列，以此表示风险度，各领域专家根据电力工程建设过程的经验，将风险分大致为三个级别，如表 5-15 所示。

表 5-15 风险等级

典型风险	综合权重	风险等级
工程勘测技术风险	0.1672	I 级
工程设计技术风险	0.1672	
工程施工技术风险	0.1672	
合同风险	0.0922	
事故防范及安全控制计划	0.0922	
项目参与方人员能力风险	0.0582	II 级
社会环境风险	0.0473	
工程物资风险	0.0443	
工程机械风险	0.0263	
气象条件风险	0.0214	
水文地质条件风险	0.0214	
任务分工和管理职能分工风险	0.0203	
组织结构模式风险	0.0203	
自然灾害风险	0.0193	III 级
宏观和微观经济情况风险	0.0127	
资金供应条件风险	0.0119	
工作流程组织风险	0.0106	

I 级风险主要包括：工程勘测技术风险、工程设计技术风险、工程施工技术风险、合同风险、事故防范及安全控制计划。

II 级级风险主要包括：项目参与方人员能力风险、社会环境风险、工程物资风险、工程机械风险、气象条件风险、水文地质条件风险、任务分工和管理职能分工风险、组织结构模式风险。

III 级风险主要包括：自然灾害风险、宏观和微观经济情况风险、资金供应条件风险、工作流程组织风险。

## 5.4 项目风险应对措施及项目风险监控

对本电力工程建设实施阶段，业主单位在应对各种风险时，运用电力工程业主单位项目风险结构模型中的风险控制部分的风险回避、风险转移、风险缓解、风险自留四种控制措施的对策。

### 5.4.1 项目 I 级风险的应对措施及项目风险监控

项目 I 级风险发生时，将对本工程的工期、安全和费用造成重大影响，因此，对于 I 级风险中的不同风险，业主单位进行重点监控，提前制定有针对性的风险应对措施并及时执行。

1. 工程勘测、设计、施工技术风险的应对措施及监控：工程勘测、设计和施工，这三项风险涉及从项目建设实施开始到结束，对于项目实施每个环节都是很重要，且专业性强，在各自的专业领域内技术要求高。业主单位面对这三项风险主要采取风险转移的方式进行应对。对工程勘测、设计和施工，采取面向全国公开招标的方式，对设计和施工资质严格把关，分别择优选取承包单位来负责实施。对勘测、设计、施工中的重要方案采取委托专业设计单位进行评审，包括初设评审、技经评审、施工图评审、施工组织设计、安全协议、设备技术规范书等一系列评审。在实施过程中，督促各有关单位按合同要求履行相应的技术服务义务。

2. 合同风险的应对措施及监控：本电力工程涉及站点多、设备多，业主在合同风险的应对方面。在项目实施前期，即成立项目顾问组，对项目的合同分解和委托方案进行分析和策划，并委托对本电力工程类似业绩熟悉的专业咨询单位进行项目分标设计，确立各合同的界面界定关系，建立系统性的合同分包和执行计划，设立各合同的风险预留金，由合同管理科负责合同风险的跟踪和评估，从组织、技术、经济方面来缓解和消除合同风险。

3. 事故防范措施及安全控制计划风险应对措施及监控：业主单位是工程建设的安全生产总负责人，在电力工程项目建设过程中，需牵头主导做好工程建设的安全生产管理工作。由于电力工程具有技术复杂、水文气象地质条件复杂、参建单位多、专业性强等特点，易发生因管理不到位而产生安全生产事故的风险。因此宜采用风险转移的方法。

## 5.4.2 项目 II 级风险的应对措施及项目风险监控

业主单位需重视，在事先制定的有关应对措施的执行过程中定期进行监控。

1. 项目参与方人员能力风险的应对措施、任务分工和管理职能分工风险、组织结构模式风险、：对于这三种风险，业主单位主要采取风险缓解和风险转移的应对措施，加强协调沟通来降低和消除组织结构模式风险、任务分工和管理职能分工风险造成的影响；通过分包合同约定责任和义务，通过强化监督和检查来及时消除因项目参与方人员能力不足可能造成的风险。

2. 社会环境风险应对措施：对于这种风险，业主单位主要采取风险转移和风险自留的方式来进行应对，在社会环境风险方面，可通过分包合同来约定业主和承包单位在不同性质、不同等级的社会环境风险方面的责任和义务，需要合理对风险进行分散和各自分担，拆迁赔偿，可以将项目包干制给承包单位，让其来负责前期和施工整体工作。

3. 工程物资风险、工程机械风险应对措施：业主单位主要通过风险转移的方式来进行风险应对，针对不同工程物资、工程机械的情况，采用业主单位单独委托采购供货或施工方总体打包采购的方式，以保证工程物资的供应质量和供货时间满足工程总体要求，工程机械的供应和使用安全得到保障。

4. 气象条件风险应对措施及监控：本电力工程部分施工所在地区为雷电和雨水影响较大地区，气象条件风险主要体现在雷电和雨水的不良影响。因此，对于气象条件风险，业主单位采取风险缓解和风险转移的应对措施。在项目正式动工前，科学编制各合同段的防汛预案，聘请专家进行逐标段的预案进行分析和评估，事先制定应对的组织、技术措施。对于各合同段在气象条件风险的工作责任，在合同中加以明确，使该风险分散到相关合同承包单位。

5. 地质条件风险应对措施及监控：本电力工程有 1.6km 长的地下管线的开挖和衬砌施工，此部分是水文地质条件风险最易产生的环节，业主单位对此风险的管理一直作为重中之重对待，主要采取风险规避和风险转移的应对措施。在电力工程可研阶段，深入、科学、慎重的做好电力线路的选择工作，同时，在招标阶段，对隧洞施工，选择类似业绩丰富、技术水平和管理水平较高、资质条件良好的施工企业来承担，施工阶段专门委托科研单位来对隧洞开挖施工进行监测和评估，并对隧洞施工进行投保，以有效分散风险，使地质条件风险由相关单位合理分担。

### 5.4.3 项目 III 级风险的应对措施及项目风险监控

1. 自然灾害风险应对措施：此风险较针对本市电力工程来说，对比气象和环境风险来说较低，在本市发生情况较低，对于这种风险，业主单位可采取风险转移和风险自留的方式来进行应对，在自然灾害风险方面，采用保险的方式对一定规模以上的自然灾害风险进行转移。

2. 宏观和微观经济情况风险、资金供应条件风险应对措施：对于这两种风险，业主单位主要采取风险缓解和风险自留的方式来进行应对。在项目的实施阶段的前部分，需要根据项目情况制定项目的资金链供应进度计划，在实施过程中对于各项目的资金需要情况进行动态跟踪和及时调整，系统协调和落实资金，通过安排风险预留金来应对计划之外的资金缺口。

3. 工作流程组织风险应对措施：在本电力工程项目的实施过程中，其管理工作的结构、信息处理的方式，以及设计勘察的管理方式、物资设备的采购方式和施工组织流程的组织，都属于工作流程组织的范畴。工作流程组织涉及到项目实施过程中各工程参与方及各部门的工作分工和安排程序，工作流程组织的合理与否，影响到整个项目管理的效率和整体协调性，使用风险自留的方法，由业主单位自身加强工作的推进。

## 5.5 项目风险管理效果

由于风险特点的不同，引发的后果不同，对于风险的可控程度也是不同的。对于 I 级风险，业主要着重关注，并提出相应的对策积极的加以控制，把风险造成的损失降低到最低程度，因此业主在进行风险应对管控时，应注重控制 I 级风险，避免带来巨大损失，造成工程目标无法实现。对于 II 级风险，业主单位可以通过主观努力控制的风险，要最大限度的减少风险损失。同时，业主单位不能忽视对权重最低的 III 级风险的控制，以防 III 级风险给业主带来意料不到的损失。

通过对本工程项目风险的识别、分析和评估，业主单位共识别出了 4 大类，17 项典型风险，并针对各项风险的不同等级采取了有针对性的风险应对措施，使得整个项目的风险管理工作得以有序开展。通过引入项目风险管理，工程得以在按时按质完工，项目资金控制在原定概算以内。

本电力工程的项目风险管理，对于该工程各项建设目标的实现，起到了举足轻重的保障作用，达到了本项目风险管理的目标。

## 6 结论与展望

### 6.1 本文主要结论

1. 项目风险管理是电力工程项目管理体系的一个不可或缺的重要组成部分。电力工程的建设处于稳定发展阶段，也是进行相关项目管理工作经验积累和提高管理水平的机遇期，项目风险管理在解决电力工程不确定性因素多、风险变数大等的风险问题方面具有重要的现实意义，有关业主单位必须重视电力工程的项目风险管理研究工作，在开展项目管理工作时，要树立项目的风险管理意识，将项目风险管理纳入到项目管理体系中，在建设周期的各个阶段，坚持做好项目风险管理工作，选取科学正确的方式方法开展项目风险管理工作，按照项目风险管理计划和目标，有序进行。

2. 电力工程项目风险管理要依据项目性质及项目各阶段不同特点有针对性的开展。在选择项目应对措施时，业主单位可根据项目情况，从项目风险控制的最优化结果出发来选择最合理，最具有操作性的项目应对措施，同时，在项目实施过程中，需根据项目风险监控的结果，持续优化和改进项目风险管理工作。

3. 电力工程项目风险管理过程中业主单位要建立合理的项目风险管理系统模型，进行有针对性的项目风险管理研究，使项目风险管理模型具有一定的可操作性。

4. 通过本市某电力工程业主单位项目风险管理案例实践，说明在电力工程建设过程中，业主单位将项目风险管理纳入到项目管理总体体系中，针对每一个项目之间的差异，有的放矢，构建具有项目特点针对性的构建项目风险管理模型，有依据和计划性的进行项目风险管理工作，可以对项目管理总体目标的实现起到有力的保障作用；同时也说明在电力工程项目中推广应用项目风险管理具有很大的发展空间。

### 6.2 展望

项目风险管理在电力领域尤其是电力建设工程中的应用还不够广泛和深入，随着电力工程的发展，项目各有关参建单位的项目管理素质和项目管理理念也必将会得到提升和推广，项目风险管理也将在项目管理过程中体现出越来越重要的作用，发挥更大的效益。本文只根据自身的项目实践，对电力工程建设期（重点是建设实施阶段）的业主单位风险管理进行了研究，我认为在以后的工作中可以从以下几方面对此课题进行更细致的研究：

1. 在电力工程项目风险的辩识方面，建立项目风险数据库，对于不同类型项目的风险发生情况进行记录、整理和统计，充实项目风险管理的基础工作；

2. 对电力工程项目前期的规划、可研、初设、招投标阶段，分阶段做进一步的研究，

建立项目全生命周期的系统性风险管理模型，使项目风险管理研究更系统、更加合理、更加具有实际操作性；

3. 对项目风险的分析度量和应对措施方法作进一步的梳理，建立项目风险分析评估方法选用指南，使项目风险分析评估更科学、合理、简单易用，更适合电力工程业主单位的技术素养和管理水平，提高项目风险管理的推广应用水平。

## 参考文献

1. 赵树华. 电力工程施工过程管理实施纲要 [J]. 电力建设, 2010, (2): 20-21.
2. Grance F G. Insurance Principlse and practices. 2<sup>nd</sup>ed. New York: Willey, 1984, 8-13
3. Zavadskas, EK, Turskis, Z, Tamosaitiene, J. Multiple creteria analysis of projects [J]. Journal of Civil Engineering and Management, 2010, (16): 33-36
4. Steven W. Martin Extension Educators' perceptions of Risk Managerment Training Needs [M]. Agricultural Economics, 2010, 27(6): 1003-1008.
5. Chapman C B.A Risk Engineering Approach to Project Risk Mangement, Project Mangement, 1990.
6. 张石森编译. 哈佛商学院, 项目管理全书 [M]. 中国财政经济出版社, 北京, 2003, (16): 33-36.
7. Mulholland B, Christian J. Risk Assessment in Construction Schedules, Journal of Construction Engineering And Management, 1999.
8. 田林刚. 电力工程建设中业主风险管理研究 [D]. 杭州: 浙江大学硕士论文, 2004.
9. 卢有杰, 卢家仪. 项目风险管理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998. 15-18.
10. 罗红琦, 王金玲. 浅谈电力工程风险处理 [J]. 山西建筑, 2011, (10): 33-35.
11. 赵建斌. 电力工程项目风险管理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010. 21-31.
12. 李存斌. 电力风险元传递理论与应用 [J]. 中国电力出版社, 2012, (10): 43-45.
13. 戚安邦, 张连营主编. 项目管理概论 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008. 35-48.
14. 汪应洛. 系统工程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008. 12-48.
15. 高军刚. 工程项目风险管理研究 [J]. 市场论坛, 2006, (4): 22-24.
16. 蔡依平, 朱文龙, 施国庆. 工程项目的风险识别与控制 [J]. 水利科技与经济, 2004, (3): 32-35.
17. 李中斌. 风险管理解读 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2000, (4): 19-68.
18. 尹志军, 陈立文, 王双正, 苏春生. 我国工程项目风险管理进展研究 [J]. 基建优化, 2002, (4): 44-65.
19. 朱博. 浅析项目风险管理 [J]. 硅谷, 2009, (1): 25-29.
20. 美国项目管理协会. 项目管理知识体系指南 [M]. 北京: 电子工业出版, 2009. 211-218.
21. 张凯. 工程项目风险管理浅析 [J]. 经济师, 2009, (5): 22-24.
22. 于九如. 投资项目风险评价 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999. 61-78.
23. 李春梅, 钞锋. 浅析工程项目的风险管理 [J]. 现代经济信息, 2009, (13) : 32-36.
24. 王炜. 项目风险管理三阶段研究 [J]. 科技信息, 2009, (20): 31-33.

25. 王丽萍. 洪灾风险及经济分析 [M]. 武汉: 武汉水利电力大学出版社, 2009: 9-17.
26. 陆迎君. 浅谈项目风险管理 [J]. 经营管理者, 2009, (19) : 44-47.
27. 宫昭坤. 基于关键链的项目风险管理 [J]. 中国新技术新产品, 2009, (21) : 42-46.
28. 申建红. 加强施工项目风险管理 [M]. 建筑, 2001, (2): 33-34.
29. 赵晓玲. 我国建筑工程项目风险管理研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2003.
30. 郭俊. 工程项目风险管理理论与方法研究 [D]. 武汉: 武汉大学, 2005.
31. 高军刚. 工程项目风险管理研究 [J]. 市场论坛, 2006, (4): 13-17.
32. 张蔚虹, 周庆文. 工程项目的风险管理研究 [J]. 经济师, 2006, (3) : 53-59.
33. 周庆文. 工程项目的风险管理研究 [J]. 基建优化, 2006, (2): 25-29.
34. 张丽华. 项目风险管理文献综述 [J]. 老区建设, 2012, (8): 43-49.
35. 蔡涛. 工程项目风险管理研究 [J]. 中国科技信息, 2008, (3): 56-60.
36. 卿姚, 王月明. 我国工程项目风险管理研究综述 [J]. 四川建筑科学研究, 2007, (2): 33-37.
37. 高杰, 李承高. 根据普通紧前工序表绘制最优箭线式网络图的程序化方法系统工程理论与实践 [J]. 2010: 38-43.

## 致 谢

时光不留人，转眼间已经到了毕业季，在学校的学习生涯，让我学到很多、感触很多。感谢我的老师、父母、亲戚朋友一直以来在精神上对我的理解和物质上的支持，让我在撰写论文的这段日子里时刻充满了精力。

本文的研究工作是在导师狄增如教授的精心指导下完成的。从论文的选题、研究环境的创造、论文框架的制定到论文每个章节内容的梳理都倾注了老师大量的精力。狄增如教授丰富渊博的学识、谦虚平和的为人和孜孜不倦的治学态度将使我受益终身。在学习、生活和工作过程中，老师给了我很大的帮助，使我学会了学习、工作的方法并顺利完成学业。在此论文完成之际，再次对狄增如教授致以崇高的敬意和衷心的感谢。

感谢所有老师和同学，让我的研究生生活更加充实和生动。在学习的过程中，每一份收获无不凝聚着老师和同学们的关怀和帮助。在漫长的求学历程中，家人也一直给予我默默的鼓励和无私的帮助，衷心感谢他们！

作者名 王震

2016年11月

