

学校编码: 10384
学号: X2012153040

分类号_密级_
UDC__

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

Z 核电项目取排水工程的项目决策分析

**The program decision analysis of water intake and
drainage project of Z Nuclear power plant**

陈冠彪

指导教师姓名: 韩水华教授

专 业 名 称: 项目管理

论文提交日期: 2017 年 4 月

论文答辩时间: 2017 年 5 月

学位授予日期: 2017 年 月

答辩委员会主席: __

评阅人: _____

2017 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈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其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

核能发电作为一种安全、经济、清洁的能源。近年来，随着中国核电项目建设的快速发展，国家对核电厂的取水安全问题和温排水对环境的影响也越来越重视。取排水工程投资规模较大，项目实施难度大，核电厂投资者如何在保证取水安全和经济效益的前提下，尽量减少对周边环境和相关利益者的影响显得尤为重要。因此，开展取排水工程的研究分析，为决策者提供合理科学的决策依据是必要的。

本文以 Z 核电项目取排水工程为案例，探讨研究核电厂取排水工程的项目决策分析。本文首先结合 Z 核电项目所处海域自然环境条件以及取排水工程设计等方面要求，通过头脑风暴法和专家咨询法，提出可能的取排水方案。然后根据国家法律法规的要求和专家咨询意见，筛选出重要的决策因子，采用层次分析法和模糊综合评价法构建决策模型，利用数值模拟计算和物理模型试验相结合的技术手段，综合考虑取水安全、生态环境保护、利益相关者协调、社会与经济效益等多方面因素，对可能的排水工程方案进行可行性分析论证，并多方案进行综合比选和论证分析，推荐优选的取排水方案。接着，本文分别从温排水影响面积合理性、生态环境影响、通航安全影响、利益相关者协调等方面对推荐的优选取排水方案进行项目评价。最后，本文对 Z 核电项目取排水工程的项目决策分析进行归纳总结，为投资者提供项目决策依据。同时，可以为国内其它核电厂取排水工程的决策分析提供参考。

关键词：核电厂，取排水，决策分析

Abstract

Nuclear power is as a kind of security, economic, clean energy. With the rapid development of China's nuclear power plant, the national pay more and more attention on the security of nuclear power water intake and the influence of the warm discharge water to the environment. The waterintake and drainage project will cost lost of money and the project implementation is complex, The investors how to ensure the safety of wateintake of the nucler power plant and the economic benefit, and also to decrease the influence to the surrounding environments and the stakeholders as far as possible is particularly important. So, the research on the waterintake and drainage project to provide the reasonable and scientific decision basis for the deciders is necessary.

This paper is based on the waterintake and drainage project of the Z the nuclear power project, to exploring study on the decision analysis of the water intake and drainage project of nuclear power plant. Firstly, this paper considers on the natural environment condition and the requirements of design of the watersintake and draining project of the Z nuclear power plant, to list lot of possible solutions on watersintake and draining project by the brainstorming method and expert consultation method. Screening decision factors according to the requirements of national laws and regulations and advisory opinions. Sampling hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation method build decision model, use the technology of numerical simulation and physical model test and comprehensive consideration for the safety of waterintake, the protection of ecological environment, the coordination to stakeholder, social and economic factors and so on, to the carry ot the feasibility analysis on the solutions on watersintake and draining project. And then comparison and choose the best solution. Secondly, this paper respectively from the rationable of influencing area of cooling water, the affection of the ecological environment, the safety of navigation, coordination of stakeholders to evaluate on the optimum waterintak an drainage project. Finally, this paper summarizes the project decision analysisof the waterintake and draining of the Z nuclear power project. This paper could provide project decision-making basis.for investors. At the same time, it could provide the reference for other domestic nuclear power plant on decision analysis of waterintake and draining project.

Key Words: Nuclear power plant; Waterintake and drainage; Program decision

目录

第一章 绪论	1
1.1 选题背景及实践意义	1
1.1.1 选题背景.....	1
1.1.2 实践意义.....	2
1.2 研究内容及结构	3
1.2.1 研究内容.....	3
1.2.2 论文结构.....	4
第二章 项目决策分析相关理论概述	6
2.1 项目决策分析	6
2.1.1 概述.....	6
2.1.2 决策理论的发展历程.....	6
2.1.3 可行性研究理论.....	7
2.1.4 多目标决策理论.....	7
2.1.5 项目评价理论.....	8
2.2 核电工程项目决策研究	10
2.2.1 概述.....	10
2.2.2 我国核电工程的项目决策研究.....	11
第三章 Z 核电项目取排水工程决策基础	13
3.1 工程概况	13
3.1.1 地理位置.....	13
3.1.2 自然条件.....	15
3.2 研究方法和原则	19
3.2.1 技术路线.....	19
3.2.2 方案比选原则.....	22
3.3 决策模型构建	23
3.3.1 决策模型工作流程.....	23
3.3.2 模型构建及方法.....	24
第四章 Z 核电项目取排水工程决策分析	30

4.1 取水方案决策分析.....	30
4.1.1 取水方案介绍.....	30
4.1.2 构建决策评价体系.....	33
4.1.3 评价结论.....	41
4.2 排水方案决策分析.....	44
4.2.1 湾外深排方案.....	44
4.2.2 湾内深槽深排方案.....	46
4.2.3 近岸排水方案.....	54
4.3 小结	62
第五章 Z 核电项目取排水工程项目评价	64
5.1 生态环境影响评价.....	64
5.1.1 红树林保护区影响评价.....	65
5.1.2 珊瑚保护区影响评价.....	66
5.1.3 生态承载力影响评价.....	67
5.1.4 温排水影响评价.....	71
5.2 社会影响评价.....	74
5.2.1 利益相关者影响评价.....	74
5.2.2 规划符合性分析.....	78
5.3 小结	85
第六章 结论	86
参考文献	88
附录	91
致谢	94

Contents

Chapter1 Introduction	1
1.1 Background and Significance	1
1.1.1 Background	1
1.1.2 Significance	2
1.2 Content and Structure	3
1.2.1 Content	3
1.2.2 Structure	4
Chapter2 Review of project decision analysis	6
2.1 Project decision analysis	6
2.1.1 Summary	6
2.1.2 The development history of project decision theory	6
2.1.3 The theory of feasibility research	7
2.1.4 The theory of multi-objective decision	7
2.1.5 The theory of project evaluation	8
2.2 Research of nuclear power project decision	10
2.2.1 Summary	10
2.2.2 Project decision research on nuclear power project in China	11
Chapter3 Decision-making base of water intake and drainage project of Z Nuclear power plant	13
3.1 General situation	13
3.1.1 Geographical position	13
3.1.2 Natural condition	15
3.2 Reserch method and principle	19
3.2.1 Technical route	19
3.2.2 Comparison principle	22
3.3 Construction of decision-making model	23
3.3.1 Working process of decision-making model	23
3.3.2 Construction method of decision-making model	24
Chapter4 Decision-making of water intake and drainage project of Z Nuclear power plant	30
4.1 Decision analysis on water intake	30
4.1.1 Introduction of water intake programs	30
4.1.2 Construct evaluation system	33
4.1.3 Decision conclusion	41

4.2 Decision analysis on drainage	44
4.2.1 Outside the bay scheme of drainage	44
4.2.2 Deep channel scheme inside the bay of drainage	46
4.2.3 Nearshore scheme of drainage	54
4.3 Conclusion	62
Chapter5 Project evaluation of water intake and drainage	
project of Z Nuclear power plant	64
5.1 Evaluation on the influence of ecological environment	64
5.1.1 Evaluation on the influence of mangrove protection zone	65
5.1.2 Evaluation on the influence of coral reef protection zone	66
5.1.3 Evaluation on the influence of ecological carrying capacity	67
5.1.4 Evaluation on the influence of cooling water	71
5.2 Evaluation on the influence of social influence	74
5.2.1 Evaluation on the influence of stakeholders	74
5.2.2 Conformity of Planning	78
5.3 Conclusion	85
Chapter6 Conclusion	86
Reference	88
Appendixes	91
Acknowledgement	94

第一章 绪论

1.1 选题背景及实践意义

1.1.1 选题背景

自从 1954 年人类开始利用核能技术发电以来，经过六十多年的发展，已成为世界能源三大支柱之一。近年来，随着我国能源需求和环境保护压力不断增大，核能作为清洁能源，不存二氧化碳、氮化物、硫化物等污染性气体，在应对全球温室效应、极端气候现象和雾霾问题等方面，积极推进核电项目的建设，是我国能源建设的一项重要政策。

福建省是无油、无天然气、常规能源十分缺乏的省份，水力资源比较丰富，但开发率已接近 80% 高值；风能资源丰富，但风能出力稳定性较差，受天气影响较大；潮汐资源逐步开始发展，但与港口资源开发相矛盾，且造价高，开发潜力不大；煤炭品种单一，绝大部分为无烟煤，工业储量 5 亿吨左右，发展火电将受到煤炭资源、运力保障、环保空间等诸多客观条件的制约，难以满足省内电厂及工业需求。福建省东、南面临海，西、北部多高山，与周边省份阻隔。西、北部广大山区，静风频率高、大气扩散条件差，地区大气环境容量较小。东南沿海地区经济发达，人口集中，城镇众多，工农业和近海养殖生产以及城乡居民生活对环境质量造成影响，空气中总悬浮颗粒物浓度普遍较高。随着对环境保护要求的日益严格，二氧化硫排放空间越来越小，制约了燃煤电厂的建设规模。核电作为清洁能源，在减排温室气体方面，可大规模替代矿物燃料、有效减少二氧化碳排放，发展核电是减少大气污染排放的有效途径。因此，适应国家能源战略和环境保护的要求，积极发展核电是满足福建电力需求增量需求的必然选择。

取排水工程是核电厂的重要组成部分，通过吸入外部冷却水源对电厂设备进行冷却，并将大量的未被利用的余热带走，释放到外部环境。近年来，随着我国核电项目建设的快速发展，国家行政主管部门对核电厂的取水安全问题和温排水对环境的影响越来越重视，对核电厂的取排水工程的方案设计和工程建设越来越

关注。取排水工程的科学设计是保证核电厂取水安全，减少温排水对受纳水体影响等关键因素。同时，取排水工程的建设对所在区域的水上养殖和船舶通行等利益相关者造成一定影响，近年来利益相关者的协调问题也越来越受到人们的关注。取排水工程建设投资规模较大，项目实施难度大，影响决策的不确定因素多。核电厂投资者如何在保证取水安全和经济效益的前提下，尽量减少对周边环境和相关利益者的影响显得尤为重要。因此，开展取排水工程的研究分析，为决策者提供合理科学的决策依据是必要的。

1.1.2 实践意义

自 1984 年我国第一台核电厂开工建设以来，我国目前的建设核电站都在沿海地区，考虑到节水问题和靠海的便利条件，核电厂多采用海水作为冷却水。然而，冷却温水直接排入海域往往会对环境产生一定的影响，成为影响海洋环境的主要因子^[1]。一般来说，核电厂仅将约三分之一的核裂变能转化为电能，另外三分之二的裂变能以热的形式排入环境。对于采取直流供水冷却方式的核电厂，废热全部通过冷却水带入收纳水体中，其热量必然会使核电厂排水口及其附件区域的海水水温升高，改变水体环境质量，进而影响水体中的生态系统，产生危害效益^[2]。

Z 核电项目厂址位于福建省漳州市东山湾内，工程建设规模为六台百万千瓦级压水堆核电机组，分期建设，一期工程建设的四台核电机组。拟采取直流供水冷却方式，以厂址附近东山湾内的海水作为冷却水源，通过建设取排水工程利用冷却水源冷却设备，并将余热需排入环境水体。随着国家环境主管部门对核电厂环境影响审查中的温排水问题重视程度的不断提高。如何尽量减少温排水对自身取水水温升以及受纳水体的影响，成为本项目的需要解决的重要问题。Z 核电厂取排水口均位于东山湾内，东山湾内情况非常复杂，湾内不仅有较大面积的海上养殖，同时有船舶通行的航道，以及周边存在红树林保护区和珊瑚礁保护区等利益相关者，如何在满足电厂安全取水的基础上，合理布置取、排水方案，尽量降低对周边利益相关方的影响是项目需解决的另一重要问题。针对以上问题，本文试图结合 Z 核电项目所处海域自然环境条件以及取排水工程设计等方面要求，采用数

值模拟计算和物理模型试验相结合的手段，综合考虑取水安全、海洋生态保护、利益相关者协调、社会与经济效益等多方面因素，利用项目决策理论知识，对 Z 核电项目取排水工程进行可行性研究论证，开展取排水工程多方案综合比选分析，为项目决策者提供科学合理的项目决策依据。

通过对 Z 核电厂取排水工程开展可行性研究论证工作，对多个取排水方案进行比较分析，可以使工程建设具有较好的经济。在充分研究分析当地自然环境条件的基础上，结合取排水工艺的要求，并通过温排水数值模拟计算和物理模型试验。各项试验和研究，对取、排水构筑物的平面布置进行多方案的优化，可以尽量减少温排水对工程海域环境和取水温升的影响。同时，也可以为其它同类核电厂取排水工程的项目决策提供参考依据。本人自工作以来一直致力于 Z 核电项目前期可行性研究论证工作，通过对 Z 核电项目取排水工程的可行性研究论证进行理论分析和总结，为项目决策者提供决策依据，有利于提高自身业务水平。

1.2 研究内容及结构

1.2.1 研究内容

Z 核电项目厂址位于福建省东山湾内，工程规划建设六台百万千瓦级压水堆核电机组，分期建设，一期工程建设的四台核电机组。Z 核电厂取排水口均位于东山湾内，东山湾内海域条件非常复杂，北面有红树林保护区，南面有珊瑚礁保护区。目前，东山湾尚未进行大规模工业开发，岸线基本处于天然状态，海域中多为水产养殖，海湾海洋生态环境比较敏感。核电厂产生的温排水势必对该水域温度场（含取水温升）产生一定影响，取排水工程的建设也会对周边环境和利益相关者造成影响。为保证 Z 核电项目取排水工程的设计方案技术可靠，接纳水体的环境安全，核电厂的取水和运行安全，同时尽量减少对利益相关者的相互影响以及取排水工程总投资，本文通过采用数值模拟计算和物理模型试验的技术手段，综合考虑核电厂的取水安全、环境保护、经济效益、相关利益者影响等方面的因素，利用可行性研究、多目标决策和项目评价等理论知识，采用层次分析法和模糊综合评价方法，构建取排水工程决策模型，对 Z 核电项目取排水工程多个方

案进行比选、优化，并推荐优选取排水方案，并通过对优选的取排水方案分别从温排水影响面积合理性、生态环境影响、通航安全影响以及利用相关者协调分析等方面项目评价分析，从而为取排水工程方案的确定提供科学的决策依据。

1.2.2 论文结构

本文首先通过整理分析国内外可行性研究理论知识和项目决策相关文献资料为基础，结合 Z 核电项目取排水工程的自然条件，通过头脑风暴法和专家咨询法，提出 Z 核电项目取排水工程多种可能的方案。接着，利用可行性研究和项目决策理论知识，通过采用数值模拟计算和物理模型试验技术手段，采用层次分析法和模糊综合评价方法，构建取排水工程决策模型，综合考虑核电厂的取水安全、环境保护、经济效益、利益相关者影响等因素，对 Z 核电项目取排水工程的各种方案进行可行性研究论证，并开展多方案比选，进行决策分析，推荐优选的取排水方案。然后，通过对优选的取排水方案分别从温排水影响面积合理性、生态环境影响、通航安全影响以及利用相关者协调分析等方面项目评价分析。最后，归纳总结 Z 核电项目取排水工程的决策分析过程，提出取排水工程的优选方案，为决策者提供科学合理的决策依据，同时也可作为国内同类核电项目取排水工程的建设提供参考。

第一章 绪论。本章主要介绍论文研究的背景、研究现状及意义，阐明论文的主体框架及研究路线。

第二章 文献综述。本章是全文分析的理论基础，主要阐述了项目决策分析、可行性研究的概念和发展概况以及在核电项目的应用情况，介绍可行性研究理论、多目标决策理论、项目评价的基本理论知识，为论文研究提供理论基础。

第三章 Z 核电厂取排水工程决策基础。本章首先介绍项目的概况，Z 核电厂取排水工程的地形地貌、水文气象、波浪潮汐等自然条件；其次对数值模拟计算和物理模型研究技术方法进行了介绍，并确定了取排水方案的比选原则；最后介绍了本项目决策工作流程和模型构建及方法。

第四章 Z 核电厂取排水工程项目决策分析。本章第一部分首先介绍 Z 核电厂明渠取水和暗管取水两种不同的取水方案，然后针对这两种不同的取水方案构

建决策指标体系，利用 AHP-模糊综合评价模型开展决策分析，提出较优的取水工程方案。第二部分内容是对 Z 核电项目排水方案进行决策分析，结合 Z 核电站取排水工程的项目特点，根据国家和行业相关法规标准以及管理要求，采用头脑风暴法和专家咨询法，通过温排水数值模拟计算和物理模型试验等技术手段，利用可行性和项目决策相关理论知识，综合考虑核电站的取水安全、环境保护、经济效益、利益相关方的影响等因素，对 Z 核电站湾外排水方案、外内深槽排水方案以及近岸排水方案进行方案比选、优化，推荐 Z 核电站优选排水方案。

第五章 Z 核电站取排水工程项目评估。本章主要分别从温排水影响面积合理性、生态环境影响、通航安全影响以及利益相关者协调等方面对优选方案进行评价分析，为 Z 核电站取排水工程项目决策提供科学依据。

第六章 结论。通过对 Z 核电项目取排水工程项目决策进行归纳总结，为其它同类核电站取排水工程的项目决策提供参考依据。

论文结构如图 1-1 所示。

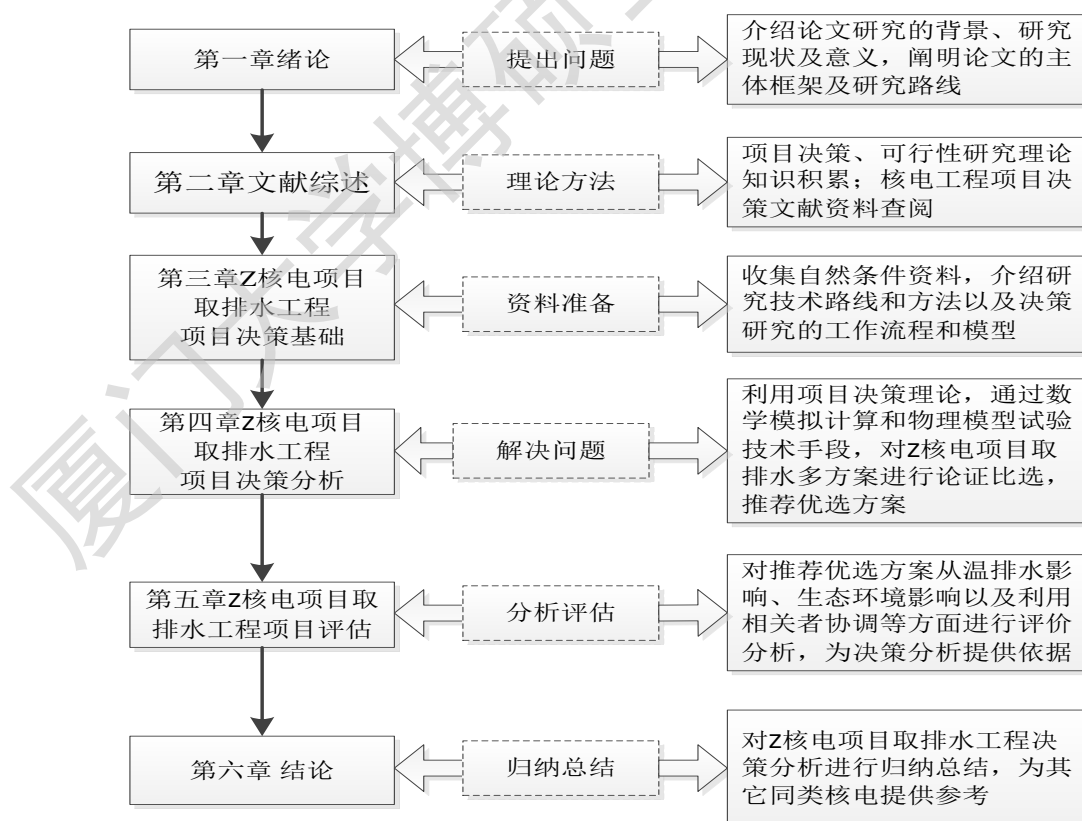


图 1-1 论文结构

第二章 项目决策分析相关理论概述

2.1 项目决策分析

2.1.1 概述

决策是指人们为实现某种目的而进行的分析、评价与选择等一系列行为，即对若干可行性方案进行全面的分析、比较，是从宏观上调配各种资源、权衡各种矛盾并做出选择的过程。项目决策是指借助一定的科学方法对备选方案进行全面的比较分析论证，即按照一定的程序、方法和标准，对项目的规模、投资与收益、工期与质量、技术与运行条件、项目所处的环境等方面所作的调查、研究、分析、判断和选择，从而选出相对条件下最满意、最合适的方案的过程^[3]。

2.1.2 决策理论的发展历程

20 世纪 30 年代，美国将工程项目的的评价分析方法用于水资源综合开发、港口和内河航运，并在美国田纳西河流域开发项目中首次获得成功^[4]。20 世纪 50 年代，从企业的角度出发，通过采用财务分析和效益分析法，分析项目的优劣和可行程度^[5]。在这以后，世界银行和联合国工业发展组织都在其贷款项目评价中采用了财务分析和经济分析两种分析方法。联合国工业发展组织 1972 年委托伦敦经济学教授 P·达斯普塔和哈佛大学教授 S·玛尔果林等编写了《项目评价准则》一书，该书的方法被称为 UNIDO 法(传统法)。1974 年联合国工业发展组织又出版了《发展中国家项目评价和规则》。1980 年，美国学者 Satty 提出了层次分析法(AHP 法)^[6]，将复杂的目标进行分层，然后进行两两比较，为项目决策提供新的研究方法。1987 年美国 A·乔伊科奇、D·R 汉森、L·达克斯著的《多目标决策分析及其在工程和经济中的应用》，阐述了多目标分析理论并研究在工程和经济中应用^[7]。

我国工程项目的投资决策研究起步较晚，20 世纪 50 年代称为项目的“技术经济分析”、“设计提案”，60 年代称为“工厂规划”，主要采用前苏联的模式。80 年代国家科委技术经济和管理现代化办公室同中国技术经济研究会一起，向国内介绍了包括可行性研究在内的一些国外的技术经济分析方法。90 年代以后，

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 for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库