

# 抽水蓄能电站工程施工阶段安全管理体系研究

陈朝阳

中国三峡新能源（集团）股份有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i10.7294

**[摘要]** 抽水蓄能电站作为电力系统的重要组成部分，对电网的稳定和高效运行至关重要。然而，电站建设过程中的安全管理问题亟待解决。本文通过分析国内外的安全管理模式，指出了施工阶段存在的安全问题，并提出了相应的解决策略。文章首先介绍了抽水蓄能电站安全管理的理论基础，随后建立了一套评价指标体系，利用层次分析法确定指标权重，进而构建了安全管理体系。

**[关键词]** 抽水蓄能电站；施工阶段；安全管理体系；层次分析法；模糊综合评价法

## Study on the safety management system in the construction stage of the pumped storage power station project

Chen Chaoyang

China Three Gorges New Energy (Group) Co., LTD.

**[Abstract]** As an important part of the power system, the pumped storage power station is very important to the stable and efficient operation of the power grid. However, the safety management problem in the process of power station construction needs to be solved urgently. By analyzing the safety management mode at home and abroad, this paper points out the safety problems existing in the construction stage, and puts forward the corresponding solution strategies. This paper first introduces the theoretical basis of the safety management of pumped storage power station, and then establishes a set of evaluation index system, using the hierarchical analysis method to determine the index weight, and then constructs the safety management system.

**[Key words]** pumped storage power station; construction stage; safety management system; hierarchical analysis method; fuzzy comprehensive evaluation method

## 1 绪论

### 1.1 研究背景与意义

抽水蓄能电站作为电力系统的重要组成部分，对于保障电网稳定运行至关重要。随着我国经济的快速发展，电力需求不断攀升，抽水蓄能电站的建设规模也随之扩大。然而，在施工过程中，安全管理问题逐渐显现，亟需系统化的解决方案。本文针对抽水蓄能电站施工阶段的安全管理进行研究，旨在构建一套科学、合理的安全管理体系，以提高施工安全水平，减少事故发生，保障工程顺利进行。通过对现有安全管理问题的分析，结合安全理论，本文提出了一套安全管理体系，并以实际工程为例进行了评价和完善，验证了该体系的可行性和有效性，对促进电力行业安全管理具有重要意义。

### 1.2 研究方法

本论文在研究中采用了文献研究法、调查问卷法、数据分析和案例分析法。首先通过文献研究法建立理论框架，然后利用调查问卷法收集专家对安全管理体系指标要素的评价数据。接着采用数据分析法中的层次分析法确定各指标权重，最后通过案例分析法结合实际工程案例，使用模糊综合评价法对安全管理体系进行评价和完善。

## 2 抽水蓄能电站施工安全管理理论

### 2.1 抽水蓄能电站相关概念

抽水蓄能电站作为一种特殊的水电站，具有上、下两个水库，其工作原理是在电力系统负荷低谷时，利用多余的电量将下水库的水抽至上水库储存；在负荷高峰时，利用储存的水进行发电，以此来减轻电网负荷并有效利用多余电能，确保电网电压稳定。抽水蓄能电站施工工程因其系统性和复杂性，对安全管理提出了更高要求。工程内容包括土木工程、建筑工程及安装工程等，涉及策划、勘察、设计、采购、施工、试运行、竣工验收、移交等多个阶段，是一个需要严密控制的复杂活动过程。施工特点包括工程质量要求高、主体建筑施工难度大、事故多样化、人员流动性大以及参建方安全管理能力差异等，这些特点对施工安全管理提出了更高要求。

### 2.2 抽水蓄能电站工程施工安全管理理论与方法

在抽水蓄能电站项目建设中，由于电站项目建设过程中涉及的人员众多、混合性强（包括工程施工人员、总承包商、监理单位、项目部管理人员），因此安全管理是重中之重。人员流动性大，项目涉及资产昂贵（大型水电站、变电站等），项目建设环境恶劣，施工难度大，对安全提出巨大挑战建立有效、合理的安全管理模式尤为重要。

#### (1) 安全管理理论

安全管理理论是由 M. Greenwood 和 H. Wood 于 1919 年提出的，他们根据工矿企业发生事故的次数和事故类型来分析事故

发生的概率，而大多数工人发生事故的情况很少。并从生理和心理两个方面对人的因素进行了研究，提出了部分工人容易发生事故的理论。W.H.海因里希于1936年提出了安全事故的第一个原因，指出引起安全事故的因素是人的不安全行为和物体的不安全状况，对这些因素的有效控制可以提高安全管理的有效性。

### (2) 安全风险理论

风险是指发生安全事故的概率和后果。GB/T13816-2009《制造过程风险和危险因素分类及代码》详细、科学地将制造过程中的危险因素分为4类，可用于各种安全管理体系的设计。行业，可综合分析危害因素识别分析。

### (3) 安全系统工程

安全系统工程是以信息科学、系统科学、安全经济学和安全工程理论为指导，有效分析安全事故的发生、发展和由此产生的风险分布，并运用现代管理方法实现系统相对安全的学科。主要分为三个阶段：安全系统分析、安全评估和安全决策。

### (4) 安全事故致因

安全事故原因理论就是对已发生的典型事故进行分析，找出原因，分析其特点和规律，以便更好地制定预防措施，为安全管理提供系统、科学的理论支撑。

## 3 抽水蓄能电站工程施工阶段安全管理体系

3.1 抽水蓄能电站工程施工阶段安全管理体系建立的目的与原则

### 3.1.1 安全管理体系建立的目的

抽水蓄能电站作为电力系统的重要组成部分，在建设阶段面临着建设环境复杂、建设时间长等诸多挑战和困难。因此，建立完善的安全管理体系，对于确保施工安全、提高工程质量、保障人员和财产安全至关重要。该体系需要全面考虑施工过程中的各个环节，包括但不限于人员管理、设备使用、环境监控等，以实现安全生产的最优目标。

### 3.1.2 安全管理体系建立的原则

在构建安全管理体系时，需要遵循以下原则：

(1) 系统原则：将安全管理视为一个整体，全面分析各参建方和政府部门的作用，形成系统化管理。

(2) 整合原则：对安全管理进行整体规划，明确各级责任，并实现有机结合。

(3) 反馈原则：及时反馈安全管理决策的执行效果，并与预期目标进行对比分析，不断调整优化。

(4) 闭合原则：形成执行与监督的闭合回路，确保安全管理的有效性。

(5) 动力原则：通过奖励激励措施，调动人员积极性，提高安全意识和专业技能。

(6) 法治原则：坚持依法管理，确保施工过程中的合法性和安全性。

(7) 工程安全一起抓原则：将安全与生产同等重视，贯穿于工程的各个阶段。

3.2 抽水蓄能电站工程施工阶段安全管理体系建立的关键因素与评价指标

抽水蓄能电站建设工程规模庞大，安全管理复杂，涉及众

多因素。安全管理体系建设关键在于识别和控制人、物、环境和管理四大因素，这些因素直接影响工程安全。本文通过分析，建立了安全管理体系的评价指标，以确保施工安全。

### 3.2.1 安全管理体系建立的关键因素

人的因素：人员配合与专业能力对安全管理至关重要。施工人员、管理人员和监理人员的专业素质、安全意识和技术能力都是安全管理的关键。

物的因素：包括施工机械和材料的管理。施工机械的正常运行和材料的质量直接关系到施工安全。

环境的因素：施工环境包括物理环境和作业环境，如通风、照明和工作空间等，对施工人员的安全和健康有着直接影响。

管理的因素：涉及组织管理、风险辨识与管控、作业管控等，是协调其他三要素的重要环节。

### 3.2.2 安全管理体系建立的评价指标

评价指标基于4M理论，从人、物、环境、管理四个方面进行细化，确保安全管理体系全面覆盖施工过程的各个环节。

人：评价指标包括领导的安全理念、员工聘用、能力要求与培训等，强调人员的安全意识和专业能力。

物：评价指标关注个人防护用品、工器具、特种设备等的使用与维护，确保物的安全性。

环境：评价指标包括标识与围护设施、通风、照明、爬梯平台及脚手架等，关注施工环境的安全性。

管理：评价指标涵盖组织管理、风险辨识与管控、作业管控、环保与职业健康管理等，强调管理制度的完善和执行。

通过这些评价指标，可以对抽水蓄能电站项目建设阶段的安全管理体系进行综合评价，发现安全隐患并采取相应的改进措施。这有助于提高施工安全管理的科学性、系统性，降低施工风险，保障工程顺利进行。

### 3.3 AHP 抽水蓄能电站项目施工阶段安全管理体系分析

采用层次分析法对抽水蓄能电站项目建设阶段的安全管理体系进行分析。层次分析法(AHP)是一种定性与定量相结合的决策工具，适用于解决多准则决策问题。通过构建层次结构模型，将复杂问题分解为多个层次和要素，然后通过成对比较和一致性检验，确定各要素的相对重要性权重。

#### 3.3.1 层次分析法的基本原理

层次分析法的基本思想是将问题分解为不同的层次结构，包括目标层、准则层和程序层。本研究的目标层是建立施工阶段安全管理体系的综合评价。准则层面按照4M理论分为四个主要要素：“人”、“物”、“环境”和“管理”，每个要素下都有更详细的次要指标。

#### 3.3.2 建立层次结构模型

创建层次结构模型是层次分析法的第一步。该模型包含目标层、准则层和指标层。目标层是对施工阶段安全管理体系的综合评价。准则层根据4M理论分为4个一级指标，每个一级指标下面是二级指标。

#### 3.3.3 构造判断矩阵并分析

判断矩阵的构造是通过专家打分来实现的。专家根据各个指标的相对重要性对各个指标进行从1到9的评分，然后编制评估矩阵。判断矩阵的一致性应采用一致性指数(CI)和一致

性比(CR)进行检验。如果CR小于0.1,则认为评估矩阵的一致性是可以接受的。

### 3.4 抽水蓄能电站工程施工阶段安全管理体系的建立

#### 3.4.1 安全管理体系架构

抽水蓄能电站工程建设阶段安全管理体系的实施必须综合考虑各种工程因素。该体系由安全管理机制、安全保障机制和安全监督机制组成,涵盖人员安全、物质安全、环境安全和管理安全四个方面。这一体系结构旨在实现人、物、环境以及管理的安全一体化,确保施工过程中的安全教育、风险辨识与管控等方面得到有效执行。

#### 3.4.2 安全保障机制

安全保障机制是安全管理体系的基础,由组织保障、制度保障、经济保障、能力保障和危险源辨识及控制构成。该机制通过法律法规、安全生产责任制度、安全技术规程等,为施工安全提供物质和技术上的支持,确保安全措施的实施和人员的安全能力提升。

#### 3.4.3 安全监督机制

安全监督机制依据国家和行业规定,明确各方职责,依法进行管理和监督。该机制由施工项目监督、行业监督和政府监督组成,确保施工过程中的安全规范得到遵守,及时纠正违章操作,预防安全事故的发生。

#### 3.4.4 安全管理制度

施工阶段的安全管理机制需要基于实际情况设计,并不断完善。管管理体系涵盖能力与培训、安全文化建设、防护用品与工具管理、仪器设备管理、施工材料管理、标准化现场管理、风险识别与控制、作业任务管理等,确保从人员资质、技术现场操作的每个方面都符合安全要求。

#### 3.4.5 安全管理部门组织架构与职责

施工单位安全管理的组织架构以项目经理负责制为基础,包括安全部、技术部、材料部等,各司其职,共同确保安全的建设。建设单位和监理单位还需要建立相应的安全管理组织机构,履行监督、检查和纠正职责,确保建设单位的安全管理制度得到有效落实。

#### 3.4.6 安全管理手段

安全管理手段包括行政手段、科技手段和经济手段,通过这些手段提高安全管理水平,实现安全生产目标,并在生产和安全的技术作用下产生经济增长。

通过层次分析法和模糊综合评价法,对抽水蓄能电站项目施工阶段安全管理体系进行评价和完善,保证了安全管理体系的科学性、合理性和可操作性,为抽水蓄能电站项目建设阶段安全管理体系的建设提供参考。以及类似项目的参考。

## 4 结论与展望

### 结论

在本论文的研究中,系统地探讨了抽水蓄能电站项目施工阶段的安全管理体系,指出了当前安全管理中存在的问题,并提出了创新的解决策略。研究表明,传统的安全管理方法已不再满足现代能源建设的需要,特别是抽水蓄能电站等技术复杂、风险高的项目。在总结泵站建设现状和存在的安全管理问

题的基础上,介绍了现代安全管理理论,探讨了安全管理体系的实施原则和关键影响因素。

研究采用层次分析法和模糊综合评价法两种定量方法确定安全管理体系评价指标的权重和重要性,创建科学的安全管理体系。这套体系包括了安全教育培训、设备管理、环境控制以及风险辨识与控制等关键组成部分。抽水蓄能电站的安全管理不仅注重技术和设备的应用,更应加强安全文化的培养,提升员工的安全意识和自我保护能力。同时,建议通过建立多级化、信息化的管理模式,实现安全管理的动态监控和持续改进。论文的结论强调了安全管理体系建设是一个长期、复杂的过程,需要不断地根据实际情况进行调整和优化,以适应不断变化的施工环境 and 安全挑战。

### 展望

构建安全管理体系是一个不断探索的过程,需要实践经验和理论知识相结合。目前,抽水蓄能电站安全管理体系的研究尚不成熟。

(1)在构建安全管理体系时,应更加关注员工心理健康、人际关系、激励机制等“人”因素,这些因素对安全管理产生重要影响。未来的研究可以添加“人为”因素的详细指标,以提高研究的全面性。

(2)随着移动互联网技术的发展,5G、物联网技术的应用将成为泵站建设管理的新趋势。未来的研究可以探索如何利用这些技术优化施工管理,以适应技术发展的趋势。

## [参考文献]

- [1]肖广磊,王振明,李晓雯,等.“双碳”目标下抽水蓄能电站建设分析[J].水科学与工程技术,2023(02):93-96.
- [2]张秋菊,张政道,罗松岭,等.抽水蓄能行业前景及投资机会分析[J].四川水力发电,2023,42(增刊1):1-4.
- [3]陈扬.电力工程质量质量管理研究[J].建筑设计管理,2008,25(5):26-28
- [4]高翔,刘锦程,柳瑞.抽水蓄能电站工程建设施工安全风险管理系统研究[J].科技风,2016,9(17):111-112
- [5]温家华.抽水蓄能电站建设单位安全管理研究[J].项目管理技术,2015,13(6):107-111
- [6]李彦斌,魏蓬.强化电力安全管理执行力的探讨[J].陕西电力,2017,36(3):68-70
- [7]黄一晶.电力工程施工安全管理及质量控制管理[J].科技资讯,2015,13(30):99-101
- [8]严启明.电力工程施工安全管理[J].电力建设,2016,(1):131-132
- [9]崔运良.论述电力工程施工安全管理及质量控制[J].环球市场,2017,(15):50-56
- [10]郑利新.电力企业工程项目安全管理研究[D].青岛:青岛大学,2018
- [11]简哲.电力工程项目安全管理及实施效果评价研究[D].北京:华北电力大学,2017