

蓄能电站危险源辨识与防范措施研究

李林 赵凡 李雅妮

中国水利水电建设工程咨询西北有限公司 陕西 西安 710100

摘要: 随着全球能源结构的调整和电力需求的日益增长,蓄能电站作为调节电网负荷、优化能源配置的重要手段,其安全生产管理显得尤为重要。本文旨在探讨蓄能电站的危险源辨识方法及相应的防范措施,通过系统分析蓄能电站的运行特点,结合现代安全管理理论,提出一套科学、合理、可操作性强的危险源管理策略,为蓄能电站的安全稳定运行提供理论支持和实践指导。

关键词: 蓄能电站;危险源辨识;防范措施

引言

蓄能电站,特别是抽水蓄能电站,因其地处山区、工程复杂、施工周期长等特点,面临诸多安全生产风险。有效辨识这些危险源并制定针对性的防范措施,对于保障电站安全、提升运行效率具有重要意义。本文将从危险源辨识方法、危险源分类、防范措施等方面展开论述。

1 蓄能电站危险源分类

1.1 自然环境类

自然环境类危险源是蓄能电站面临的重要风险之一,主要包括地质灾害和极端天气两大类。地质灾害方面,电站所处的山区地形复杂,易发生滑坡、泥石流等自然灾害,这些灾害可能对电站的基础设施、水工建筑物以及周边环境造成严重破坏。极端天气方面,暴雨、洪水等水文气象灾害可能导致电站水库水位骤升,威胁大坝安全;而雷电等强对流天气则可能对电站的电气设备造成损害,引发停电或设备故障。

1.2 设备设施类

设备设施类危险源是蓄能电站安全运行的另一大关键要素。这类危险源主要涉及水电站机组、变压器、开关站、输电线路等核心设备的安全运行状态。具体来说,机组设备的振动、磨损、腐蚀等问题,可能导致性能下降甚至故障停机;变压器的绝缘老化、油位异常等,可能引发电气事故;开关站的接触不良、短路等,会影响电网的稳定运行;而输电线路的风偏、舞动、覆冰等,则可能导致线路故障或损坏^[1]。此外,设备的老化、维护不当或缺乏定期检修,也是引发各类故障的重要因素。

1.3 生产工艺类

生产工艺类危险源主要涵盖抽水蓄能过程中的水位控制、流量调节、机组启停等关键操作环节。在抽水蓄

能过程中,水位的精确控制对于保证机组的稳定运行至关重要,水位过高或过低都可能导致机组运行异常甚至损坏。同时,流量的调节也直接影响到机组的负荷和效率,不当的流量调节可能导致机组过载或效率下降。此外,机组的启停操作也是关键环节,不当的操作可能导致机械或电气故障,进而引发安全事故。

1.4 人员管理类

人员管理类危险源是蓄能电站安全管理中不可忽视的一环,它涵盖了人员的安全意识、操作技能、应急响应能力等多个方面。在安全意识方面,若工作人员对安全规程和操作流程缺乏深入了解,便可能在日常工作中出现疏忽,为电站运行埋下隐患。在操作技能方面,若员工未经过充分培训便上岗操作,可能因技能不熟练而导致误操作,进而引发安全事故。在应急响应能力方面,若员工对突发事件的应对能力不足,便可能在紧急情况下无法迅速、有效地采取行动,导致事态扩大。

2 危险源辨识方法

2.1 辨识程序

蓄能电站的危险源辨识是一个科学、系统的过程,需遵循严谨的程序以确保辨识的全面性和准确性。该程序主要包括以下几个关键步骤:研究设计文件与图纸:详细了解电站的设计参数、工艺流程及设备配置。熟悉生产工艺:掌握电站运行的全过程及各环节的潜在风险。调查基本情况:包括自然环境、人员配置、设备状态等。危险源划分及审查:根据辨识结果,对危险源进行分类并初步评估其风险等级。危险源基本状况调查:深入了解各危险源的具体表现和可能引发的事故类型。危险源辨识登记:建立危险源档案,详细记录辨识结果。危险源危险程度评价及审查:采用定量或定性方法,对危险源的危险程度进行综合评价。

2.2 主要辨识技术

在蓄能电站的危险源辨识过程中,为确保辨识的准确性和全面性,通常会采用多种科学、有效的辨识技术。以下是一些常用的危险源辨识技术及其特点:

2.2.1 安全检查表法(SCL)

安全检查表法是一种基础且广泛应用的危险源辨识方法。它通过预先设计的表格,系统地列出与生产过程相关的各种不安全因素,逐项检查并确认其存在状态。该方法具有操作简单、易于掌握的优点,能够全面系统地辨识出生产过程中的危险源^[2]。应用步骤包括:①编制安全检查表:根据电站的实际情况,结合相关法律法规、标准规范及事故案例,编制针对性的安全检查表。②现场检查:组织专业人员按照安全检查表逐项进行检查,记录发现的问题和隐患。③分析评估:对检查发现的问题和隐患进行分析评估,确定其危险程度和可能引发的后果。④整改落实:针对辨识出的危险源,制定相应的整改措施并跟踪落实,确保隐患得到及时消除。

2.2.2 预先危险性分析法(PHA)

预先危险性分析法是一种在系统开发或设计阶段就进行危险性分析的方法。它通过对系统可能存在的危险源及其触发条件、事故后果等进行预测和分析,提前识别出潜在的危险因素,并提出相应的防范措施。该方法具有前瞻性和预防性的特点。应用步骤包括:①系统分析:对蓄能电站的系统构成、工艺流程等进行全面分析,明确各组成部分的功能和相互关系。②危险源辨识:基于系统分析的结果,结合以往事故案例和经验教训,辨识出可能存在的危险源。③风险评估:对辨识出的危险源进行风险评估,确定其危险程度和可能引发的事故后果。④制定措施:针对评估结果,制定相应的防范措施和应急预案,以降低事故发生的可能性和减轻事故后果。

2.2.3 作业条件危险性评价法(LEC法)

作业条件危险性评价法(LEC法)是一种半定量的危险源评价方法。它通过考虑事故发生的可能性(L)、暴露于危险环境的频繁程度(E)以及发生事故可能造成的后果(C)这三个因素,来计算危险源的风险值($D=LEC$)。该方法能够较为客观地反映作业条件的危险性程度。应用步骤包括:①因素赋值:根据蓄能电站的实际情况和作业条件,对L、E、C三个因素进行赋值。②风险计算:将各因素的赋值代入LEC公式进行计算,得出危险源的风险值。③风险分级:根据风险值的大小对危险源进行分级管理,制定相应的风险控制措施。

3 蓄能电站危险防范措施

3.1 建立健全安全管理体系

蓄能电站作为能源领域的重要组成部分,其安全管理体系的建立健全至关重要。为确保电站的安全稳定运行,必须明确各级管理人员的安全职责,建立起一套完善的风险管理责任制。这意味着,从高层管理人员到基层员工,每个人都应明确自己在安全管理中的角色和责任,确保安全管理措施能够得到层层落实,有效执行。在这一体系中,风险管理是核心。电站应对可能存在的各类危险源进行全面辨识和评估,制定出针对性的风险控制措施,并将其纳入日常管理中。同时,为应对可能发生的紧急情况,还应建立完善的应急预案,确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对。除了制度建设,人员的安全意识也是安全管理体系中的重要一环。电站应加强安全生产教育和培训,确保全员都能够深入了解安全生产的重要性,掌握必要的安全知识和技能。这包括定期举办安全知识讲座、开展应急演练、组织安全技能竞赛等多种形式的活动,以营造浓厚的安全生产氛围^[3]。此外,电站还应注重安全文化的建设。通过树立“安全第一”的核心理念,引导员工将安全意识融入到日常工作中,形成自觉遵守安全规程、主动排查安全隐患的良好习惯。

3.2 强化危险源监控与预警

为确保蓄能电站的安全运行,必须强化对危险源的监控与预警。现代信息技术手段在此方面发挥着至关重要的作用。电站应建立危险源监控系统,利用传感器、摄像头等设备实时监测危险源的状态变化,确保能够及时发现并处理潜在的安全隐患。这一监控系统的建立需要充分考虑电站的实际运行环境和危险源的特性。例如,对于地质灾害等自然环境类危险源,可以通过安装地质监测设备来实时监测山体稳定性、地下水位等关键指标;对于设备设施类危险源,则可以通过安装振动传感器、温度传感器等设备来监测机组、变压器等核心设备的运行状态。在建立监控系统的基础上,电站还应制定完善的应急预案。这些预案应针对不同类型的危险源和可能发生的突发事件,明确应急响应的流程、措施和责任人。例如,对于因极端天气导致的水库水位骤升,预案应包括启动备用排水系统、紧急疏散人员等措施。为确保应急预案的有效性,电站还应定期开展应急演练。这些演练应模拟真实的突发事件场景,检验应急预案的可行性和员工的应急响应能力。通过演练,员工可以更加深入地了解应急预案的内容,熟悉应急响应的流程,提升应对突发事件的能力。

3.3 加强设备设施维护与管理

设备设施的维护与管理是蓄能电站安全运行的基

石。为确保设备始终处于良好运行状态,电站应建立一套完善的维护管理体系。这包括对设备进行定期的巡检、维护和保养,以及对老旧设备进行及时的更新改造。在巡检方面,电站应制定详细的巡检计划和标准,明确巡检的路线、内容、方法和周期。巡检人员应按照计划进行实地检查,记录设备的运行状态和发现的问题。对于关键设备,如发电机组、变压器等,应实行更加严格的巡检制度,确保任何潜在故障都能被及时发现。在维护和保养方面,电站应根据设备的特性和运行环境,制定针对性的维护和保养方案。这包括定期更换润滑油、清洗过滤器、检查紧固件的松动情况等。维护和保养工作应由经过专业培训的技术人员进行,确保操作规范、有效。对于老旧设备,电站应进行全面的评估和分析,确定其是否需要更新改造。老旧设备由于长时间运行和磨损,故障率往往较高,存在较大的安全隐患^[4]。因此,电站应及时投入资金进行设备更新,引进更加先进、可靠的设备,降低故障率,提高电站的整体安全水平。

3.4 优化生产工艺流程

在完善工艺流程方面,电站应对现有的抽水蓄能流程进行全面梳理,识别出其中可能存在的安全隐患和效率低下环节。针对这些问题,可以引入先进的工艺技术和设备,对流程进行改进和优化,以提高生产效率和安全性。制定操作规程是确保工艺流程安全执行的重要保障。操作规程应明确每一步操作的具体步骤、注意事项、安全要求和操作人员的职责。这些规程应具有可操作性、可检查性,以便操作人员能够准确理解并执行,同时也方便管理人员进行监督和检查。加强过程控制是确保操作规程得到有效执行的关键。电站应建立完善的过程控制体系,对生产工艺流程进行实时监控和记录。通过安装传感器、执行器等设备,可以实时监测工艺流程中的关键参数和状态,确保各项操作都符合安全规范。一旦发现异常情况,应立即采取措施进行调整和处理,防止事态扩大。此外,电站还应定期对操作规程进行审查和更新,以适应生产工艺流程的变化和新的安全要求。

3.5 提升人员管理水平

在蓄能电站的运营中,人员的管理水平直接关系到安全生产的效果。为提升人员管理水平,电站需从招

聘、培训、激励等多个方面入手,确保员工不仅具备专业技能,还拥有强烈的安全意识。招聘环节是人员管理的起点。电站应制定严格的招聘标准,明确所需的专业背景、工作经验和技能水平。通过面试、笔试和实际操作测试等多轮筛选,确保新员工在入职前就具备扎实的专业基础。培训是提升员工技能和安全意识的关键。电站应建立完善的培训体系,包括新员工入职培训、专业技能培训、安全生产培训等多个模块。新员工入职时,应接受全面的安全生产教育,了解电站的运行规程、安全制度和应急处理流程。对于专业技能培训,电站可以定期邀请行业专家进行授课,或组织员工参加外部的专业培训课程。为鼓励员工积极参与安全生产管理,电站还应建立有效的激励机制。这可以包括设立安全生产奖励基金,对在安全生产中表现突出的员工给予物质和精神上的奖励。同时,电站还可以开展安全生产竞赛活动,激发员工的积极性和创造力。除了物质激励,电站还应注重员工的职业发展。通过提供晋升机会、制定个性化的职业发展规划,让员工看到自己在电站的长期发展前景。

结语

蓄能电站的安全生产管理是一项系统工程,需要全面、深入地辨识危险源,并制定切实可行的防范措施。通过建立健全安全管理体系、强化危险源监控与预警、加强设备设施维护与管理、优化生产工艺流程以及提升人员管理水平等措施,可以有效降低蓄能电站的安全生产风险,保障电站安全、稳定、高效运行。

参考文献

- [1]姜宗波.基于风险管理的抽水蓄能电站水库安全策略研究[J].水上安全,2024,(02):97-99.
- [2]张予燮,翟海燕,邢达,等.抽水蓄能电站全寿命周期风险因素管控研究[J].建筑经济,2023,44(S2):191-194.
- [3]张宇鹏.事故树分析法在抽水蓄能电站工程风险分析中的应用研究[C]//中国水力发电工程学会电网调峰与抽水蓄能专业委员会.抽水蓄能电站工程建设文集2020.河北抚宁抽水蓄能有限公司,;2020:7.
- [4]史广义,刘国平,李杨,等.抽水蓄能电站施工安全风险防范机制研究——以长龙山抽水蓄能电站为例[J].劳动保护,2023,(04):107-109.