

南水北调大中型泵站工程危险源辨识研究

曹琨 何欣航 张浩 许桃

南水北调东线江苏水源有限责任公司宿迁分公司

DOI:10.12238/hwr.v9i8.6532

[摘要] 南水北调大中型泵站在调水工程中承担着非常重要的功能,这些泵站在保证水源高效输送的同时也存在众多潜在的危险源,如何辨识和控制这些危险源,成为提高工程安全、稳定运行的关键。危险源辨识研究可以帮助从源头防控事故,为工程建设与运营提供依据。在南水北调大中型泵站工程的实际运行中,识别潜在的风险点并及时采取应对措施,对于降低安全隐患、提升工程效率、保障人员与设备安全具有非常重要的意义。本文主要研究了对泵站运作过程中出现的各类危险源进行识别分析,然后就能提出相应的风险控制策略。

[关键词] 南水北调; 大中型泵站工程; 危险源

中图分类号: TV675 文献标识码: A

Research on Hazard Identification of Large and Medium sized Pumping Stations in the South to North Water Diversion Project

Kun Cao Xinhang He Hao Zhang Tao Xu

Suqian Branch of Jiangsu Water Source Co., Ltd. for the East Route of the South to North Water Diversion Project

[Abstract] The large and medium-sized pump stations of the South to North Water Diversion Project play a very important role in the water transfer project. While ensuring efficient water source transportation, these pump stations also have numerous potential hazards. How to identify and control these hazards has become the key to improving the safety and stable operation of the project. Research on hazard identification can help prevent and control accidents from the source, providing a basis for engineering construction and operation. In the actual operation of large and medium-sized pump stations in the South to North Water Diversion Project, identifying potential risk points and taking timely response measures is of great significance for reducing safety hazards, improving project efficiency, and ensuring the safety of personnel and equipment. This article mainly studies the identification and analysis of various hazards that occur during the operation of pump stations, and then proposes corresponding risk control strategies.

[Key words] South to North Water Diversion Project; Large and medium-sized pump station projects; hazard source

南水北调工程的核心任务是通过调水做好水资源的跨流域输送,以此缓解北方地区的水资源紧张问题。在这一庞大的系统中,大中型泵站作为关键设施,承载着水源调配的重任。然而在泵站的建设和运行过程中,因为复杂的工程环境和高风险的作业特性,其中存在着多种潜在的危险源。为了保障泵站工程的顺利实施和长期稳定运行,要求进行危险源辨识与评估。

1 危险源的定义与分类

危险源是指在工程建设、生产、运输、使用环节中,会对人员、环境、设备等造成伤害、破坏或损失的因素,它是安全管理中的概念,危险源的辨识与评估可以提前发现潜在的安全隐患,以便采取控制措施,从而防止事故的发生。危险源存在物理、化

学等自然因素,还有人为操作、管理制度方面的风险。通过对危险源的识别与分析,就能为项目的安全管理、应急预案制定以及风险防控提供科学依据^[1]。

危险源的分类通常依照其产生的性质和形式进行,这些危险源在不同的工程中以不同的形式存在。识别每一类危险源的特征和危害,能帮助做到有针对性的安全管理。物理危险源包括那些能直接引起伤害的物理因素,如高温、高压、电力、噪音、振动、辐射等,在泵站工程中,高温和高压的设备会造成火灾或爆炸,电气设备因短路或电力故障引发事故,机械设备的振动或噪音则对工作人员的健康造成危害。化学危险源指的是那些能引发有毒、有害反应的化学物质,这些化学物质在工程建设过程

中使用,如燃料、溶剂等,也会在事故或泄漏事件中释放出来。化学危险源有爆炸性、腐蚀性、毒性等不同种类的化学危害,涉及化学品的储存、运输和使用等环节,像泵站工程中使用的化学药剂若发生泄漏,就容易引发火灾、爆炸或中毒等危害。生物危险源主要指的是生物体或其产物引起的危害,例如病原微生物、细菌、病毒、真菌等,这类危险源虽然在工程建设中较少见,但在一些特殊情况下仍存在,比如在泵站的水源中存在一些致病的水生生物或微生物,若不加以控制,就会对水质和人员健康造成影响。

2 南水北调大中型泵站工程中的主要危险源

2.1 设备故障与技术风险

大中型泵站的设备能够正常运行才能保障水资源调配顺畅,但是因为泵站设备的工作负荷较大,尤其是在长时间高强度运行的情况下,设备的故障风险也相应增加。设备故障包括泵体损坏、密封失效、管道泄漏、机械磨损等,这些问题在早期难以察觉,一旦发生就容易导致泵站停运或水源输送中断,进而影响到上下游供水系统的正常运行,甚至引发更为严重的事故。而且泵站设备的技术风险也不容忽视,因为大中型泵站涉及大量的高新技术设备,技术设计、制造和安装等各个环节的疏忽都会引发安全隐患^[2]。

2.2 环境因素与气候风险

泵站位于较为偏远的地区,受自然环境条件的影响较大。在极端天气条件下,泵站的安全风险会大大增加。极端高温、低温、暴雨、强风等天气状况会让设备受损,甚至发生自然灾害。例如暴雨天气导致周围水位上升,若泵站的排水系统设计不合理,就会使设备被淹或者发生设备腐蚀,而极端高温或低温又会使设备材料老化、破裂或冻裂,影响泵站的运行。除此之外,泵站所处的环境中存在有害气体、腐蚀性物质等,这些环境因素也对设备和人员造成安全威胁。此外,气候变化引发的干旱或降水模式的变化也容易让泵站水源的供给量减少,进而影响水源的调配效率,甚至造成供水不足。

2.3 人员操作与管理风险

由于泵站通常运行在高压、高温、低温等特殊环境中,人员操作失误、疏忽或疲劳等因素引发各种安全事故。例如操作员未按照操作规程启动或停机设备,就会让设备超负荷运行或损坏;错误的操作使设备短时间内受到不可修复的损伤,甚至引发火灾、电气故障等重大事故。若泵站的安全管理制度不健全,人员安全意识淡薄,或者没有及时发现和处理潜在的危险源,也会引发不同程度的事故。例如泵站的巡检和维护工作若不到位,设备的隐患问题未能及时处理,就会直接增加设备故障的风险。

2.4 化学危险源与物理危害

泵站的运行过程中要使用各种化学药品和处理剂,这些化学品在存储、运输、使用过程中,如果管理不当,就会引发泄漏、爆炸、火灾等事故。例如消毒药剂一旦泄漏,会对环境和工作人员造成危害;像防腐剂和除垢剂若未按照规定使用或储存,因反应不当可能引发设备损坏,甚至造成腐蚀性灾害。物理危害在泵

站的运营中同样存在,泵站的机械设备运转时伴随着较强的噪音和振动,这些物理因素对工作人员的身体健康构成威胁。长期暴露于高噪音环境中导致听力损失、精神压力增加等健康问题,过强的振动也会对人员造成肌肉骨骼的损伤^[3]。

3 南水北调大中型泵站工程危险源辨识方法

3.1 HAZOP分析法

HAZOP分析法的核心思想是分析设备或工艺过程中的每一个步骤,识别出危险源并评估其对工程安全的潜在影响。该方法需要详细拆解,结合人员的经验和专业知识识别出偏差并分析其中的后果。在南水北调大中型泵站的危险源辨识过程中,HAZOP分析法被广泛应用于泵站的设备、管道、控制系统等环节,对于泵站中的水泵系统,可以结合HAZOP分析识别出在启停过程中发生的异常情况如电力中断、压力波动等,这些因素都会让泵站停运或设备损坏。在进行HAZOP分析时,要求工程团队依据工艺流程图、设备布局图等资料逐项分析每一环节的潜在风险。

3.2 FMEA分析法

FMEA可以通过识别潜在的故障模式、分析其的后果,进而采取预防和控制措施。在南水北调大中型泵站工程中,FMEA分析法可以用于评估泵站中各个设备和系统的潜在故障,并分析其对泵站安全运行的影响。例如泵站中的电气系统、控制系统、机械设备等均可利用FMEA分析法识别出其的故障模式,如电力系统的断电、控制系统的程序错误等。分析过程中,工程团队会根据设备的设计、运行条件及历史故障记录评估每一种故障模式的发生概率及其对整体系统的影响,从而对设备进行分级管理,以此采取相应的预防和维修措施。FMEA分析法的优势在于它能定量地评估故障的严重程度和发生的概率,并根据分析结果优先处理高风险区域,这显然具有较强的针对性,注意对每一个潜在故障的评估,FMEA就能帮助工程团队发现设备和系统中的薄弱环节,及时采取修复和改进措施,降低设备故障带来的风险。

3.3 安全检查与专家评审法

安全检查与专家评审法在南水北调大中型泵站工程中主要被用来评估现场实际操作中的安全风险,注意对泵站设施进行定期检查评估,结合工程实践中的经验识别出存在的危险源。在安全检查过程中,要求检查团队会关注设备的运行状态、现场的安全管理措施、操作人员的操作规范的方面,让每一个环节都符合安全要求。专家评审法主要是通过召集相关领域的专家,组织专题讨论,来对泵站的设计、建设和运行过程中的风险进行集体评审,专家评审法可以集思广益,借助不同领域专家的知识 and 经验对复杂的风险进行全面分析评估。专家评审法通常采用头脑风暴的方式来探讨潜在的风险因素,评估风险的严重性,并为制定安全措施提供建议^[4]。

4 南水北调大中型泵站工程危险源辨识控制

4.1 危险源评估及风险等级划分

泵站作为一个复杂的系统,对这些环节进行评估时要结合泵站的设计要求、技术参数、运行状态方面进行综合分析,让每

个环节的潜在风险都被识别出来。对于设备的部分, 要注意利用设备制造商提供的使用说明、维护手册等相关资料分析设备的工作环境、工作条件以及失效模式, 在操作环节, 要求对操作人员的操作习惯、安全培训情况以及操作误区进行审查。在此基础上, 要注意让所有环节的潜在危险都被揭示出来, 不能遗漏任何一个潜在风险点。在评估危险源的同时要注意对每个风险进行量化分析, 确定其发生的概率以及带来的后果。这一过程的核心是使用科学的方法对不同的危险源进行评估, 以便对其进行合理的风险等级划分。通常风险等级划分会依据两大因素: 一是发生的概率, 二是事件发生后导致的后果。注意对这些因素的详细分析, 才能得出不同危险源的风险等级, 比如有的设备故障或人为操作失误的风险, 它的发生概率较高, 但因为其后果有限, 因此会被划分为中等或较低风险等级。而一些突发的自然灾害或重大设备故障又具有较低的发生概率, 但其后果一旦发生, 就会造成严重的人员伤亡或设备损坏, 这类风险则应被划分为高等级风险。

4.2 完善控制措施及应急预案

在面对潜在的危险源时, 应该分析泵站面临的各类危险源, 并基于此采取有针对性的控制措施, 在危险源辨识控制过程中应着重加强应急预案的制定与完善, 以此保障在发生突发事件时能快速、高效地应对。完善控制措施的第一步是深入了解各类危险源的特性和影响范围, 泵站作为核心设施其中涵盖了机械、电气、建筑等多个系统, 每个系统都有其独特的风险点。因此在制定控制措施时要根据不同的危险源类型分别采取对应的防控手段, 像机械故障导致泵站停运, 因此要注意加强设备的定期检修与维护、增设设备监测系统的方式来提高设备的可靠性。电气系统面临电力中断、过载等风险, 在此方面就要注意强化电力系统的冗余设计, 增加备用电源, 确保在主电源失效的情况下, 备用电源也能及时接管, 避免泵站因电力问题而停运。对于操作失误等人为因素, 就要重视强化操作人员的培训、提高操作规程的标准化程度, 从而减少人为失误对泵站安全的影响^[5]。

4.3 安全管理体系的建设与完善

在泵站工程的安全管理中要重视建立明确的安全目标, 让所有相关人员都能在共同的安全目标指引下开展工作, 这些目标要深入到每一环节的安全管理, 从设备的安全性、操作的规范性到环境因素的管控, 都要有详细的管理要求和明确的责任划分。一个完整的安全管理体系框架应该将组织架构、安全责任

体系、安全规章制度等多个方面都涵盖在内。在组织架构上要注意明确安全管理的主体责任人, 主要由项目负责人、安全主管部门或专门的安全管理团队承担, 让安全管理工作有专门的团队负责, 不出现职责不清的情况。在责任体系上应对各级管理人员、操作人员、安全员进行明确的安全职责划分, 让每个人都能清楚地知道自己在安全管理中的具体责任。为了使安全管理体系具备可操作性, 建设过程中应针对不同的工作环节和任务来制定具体的安全管理制度和操作规程, 例如设备安装、调试和运行阶段, 每个环节都应有对应的安全规程, 规范作业人员的行为, 让每一项操作都严格遵守安全规范。在日常的运行管理中也要注意定期进行设备的检查、维护、保养, 并通过系统化的记录和追溯管理来形成闭环管理机制。

5 结语

综上所述, 重视研究南水北调大中型泵站工程危险源辨识, 发现准确识别和控制潜在的危险源可以保障工程安全并提高运行效率。泵站作为一个复杂的水利工程系统, 它的各类危险源涉及多个方面, 需要结合科学的风险评估与管理, 来最大限度地降低潜在的安全隐患, 为工程的顺利实施和长期运营提供保障。同时, 当前技术的发展和水平的提高, 让危险源辨识与控制方法也得到优化。注重建立完善的安全管理体系并落实具体的控制措施, 才能应对现有风险, 进而增强泵站应对未来出现的新型风险的能力。

[参考文献]

- [1]牛家盈,李斌.水利工程施工中的危险源识别及控制研究[J].水上安全,2024,(23):109-111.
- [2]王伟,黄烈涛,刘尚,等.大型泵站枢纽工程风险管控信息系统关键性技术研究[J].江苏水利,2024,(09):38-42.
- [3]崔多家.试析水利工程施工现场危险源管理[J].水上安全,2024,(11):175-177.
- [4]王伟,朱延琴.基于加权风险矩阵法的泵站运行风险分级管控分析[J].水利科技,2022,(03):34-37.
- [5]尤海彬.基于灰色理论的泵站施工现场危险因素评估及危险源管控改进[J].吉林水利,2022,(02):31-35.

作者简介:

曹琨(1986—),男,汉族,宿迁人,本科,工程师,研究方向:水利工程、安全管理、调度运行。