

The Formulation and Optimization Method of Emergency Maintenance Plan for Sudden Failure of Large Steel Equipment

Weiwei Zhang

Jianlong Acheng Iron & Steel Co., Ltd., Harbin, Heilongjiang, 150300, China

Abstract

Aiming at the problem of complex structure and heavy operating load of major iron and steel equipment in China, this project systematically analyzes its formulation process, core content and difficult countermeasures on the basis of clarifying its core principles. A multi-variable optimization design method based on data, risk, model and digital technology is proposed to determine the optimal process and the shortest time, so as to improve the emergency response capacity of China's iron and steel enterprises and ensure the orderly production.

Keywords

large steel equipment ; sudden failure ; emergency maintenance plan ; develop processes ; optimization method

大型钢铁设备突发故障应急维修预案的制定与优化方法

张微微

建龙阿城钢铁有限公司, 中国·黑龙江 哈尔滨 150300

摘 要

对重大钢铁装备紧急维护方案的编制过程和优化方法进行系统的研究, 建立动态适应的高效可行的应急处置系统, 对于提高我国钢铁装备的管理水平, 保证生产连续性, 提高市场竞争力有着十分重要的实际价值。基于此, 本项目针对我国重大钢铁装备结构复杂、运行负荷重的问题, 在阐明其核心原理的基础上, 对其制定过程、核心内容和困难对策进行了系统性的剖析, 提出了基于数据、风险、模型和数字化技术的多变量优化设计方法, 以确定最优流程和最短时间, 为提高我国钢铁企业的应急处置能力, 保证生产有序进行。

关键词

大型钢铁设备; 突发故障; 应急维修预案; 制定流程; 优化方法

1 引言

应急维护计划是一套系统的应对措施, 其科学可操作性直接关系到事故处理损失控制。目前部分钢铁企业虽然已经建立了紧急维护计划, 但是仍然面临着流程不规范、内容不全面、针对性差、优化滞后等问题, 很难应对日益复杂的事故情景。所以, 有必要对其展开探讨研究。

2 大型钢铁设备突发故障及应急维修预案核心理论

重大金属装备的突发性失效, 是由于零部件失效、系统紊乱、外部干扰等多种不确定性, 导致设备在日常维修之外出现的一种失效形式, 造成设备停机或性能大幅降低。电力系统的主要特点是电力系统在事故发生之前没有显著的征兆或者是很短暂, 很难事先预测。事故发生后, 不但造

成了停产, 而且还会造成设备损坏、人员伤亡和环境污染等一系列的后果, 造成严重的经济和社会后果。大型钢材装备具有结构复杂、关联程度高的多个体系一体化设备, 单个失效就会引起多个体系的联动效应, 导致失效的原因和处理困难。

3 大型钢铁设备突发故障应急维修预案的制定

3.1 预案制定的核心流程

第一阶段: 进行了初步的调查和准备工作, 成立以装备管理部牵头, 生产, 安全, 技术, 维护等部门和基层作业人员参加的应急预案制定工作, 确定每个成员的责任。在此基础上进行系统的调查, 搜集设备的技术数据(如图纸、说明书)、故障历史数据、运行工况参数、现行维修制度和资源分配等, 并对相关的国内和产业法律法规和安全标准进行了分析, 为应急方案的编制和实施奠定基础。需要对调查资料进行分类和分析, 确定出装置的高频失效类型、核心失效和处理的薄弱环节, 确定应急方案的制订要点和发展方向。

第二阶段: 通过 FMEA 和故障树分析等手段, 对重大

【作者简介】张微微(1988-), 女, 中国黑龙江哈尔滨人, 本科, 工程师, 从事机械设备维护研究。

钢铁装备突发故障类型、原因、影响范围和诱发危险进行综合分析。以高炉和转炉为研究对象,着重研究有可能造成生产中断和安全事故的主要失效形式,确定事故后停机范围、损失估计和处理顺序。根据装备的工作状态,对各种失效情景下的处置难点、技术需求和安全性隐患进行了分析,为后面的过程设计和内容的编写打下了坚实的基础。

第三阶段:在调查和失效的基础上,制定了应急预案的主体,确定了应急方案的适用范围,应急组织和责任划分,并对故障报警、应急响应、故障排除、检修实施、设备重启和事后复查等各个方面进行了详细的说明。根据各种失效形式,分别制订了差别的处理程序和处理方法,确定了各个阶段的时间节点、责任部门和协作需求。并对应急物资的要求进行了分析,规定了人员、备件、维护装备和应急物资的分配准则和分配程序。

3.2 预案的核心内容构成

大型钢铁设备应急维修预案的核心内容需全面覆盖故障处置全流程,结构清晰、重点突出,主要包括以下六个部分:

一是总则部分。进一步对该方案的编制目标、适用范围、编制依据和工作原理进行了详细的规定,对各个相关部门和岗位的职责进行划分,对应急组织的组成和主要职责进行了详细的划分,建立起了“统一指挥、分级负责、协同联动”的突发事件处理系统。在紧急情况下由指挥、技术、维护、材料保障、安全监管组成。每个小组都有自身的职责,互相协作,以保证有效地进行故障处理。

二是预警与报警机制。提出了对装备失效信号进行识别的准则、监控方法和程序,与装置的工作监控相配合,设置重要的临界值,在装置发生不正常的工作状态时,给出报警信号;要清楚地知道报警人员、报警方式(例如,电话、系统弹窗等)和报警的具体内容(包括故障装置、故障现象、发生时间、影响范围等),保证故障的消息能够迅速地传达给紧急控制组。

三是应急响应流程。按照事故影响范围和危害程度,对事故进行分级(一般、重大、重大),确定各级别事故的启动条件、处置流程和结束准则。总体反应是指单个机组的较小的失效,由维护团队就地处理;更大的反应是解决生产线的问题,发起多个部门的协作处理;主要应对对于整厂出现的事故或有可能发生的事故,建立完整的事故处理机制,并统筹对外的资源支持。并对故障排除、技术分析、维护实施和设备调试等各个阶段的作业标准和时限进行了规定。

四是资源保障方案。对应急维护需要的人员(如机械维修工、电工、技术人员)、物资资源(如备件、工具、应急防护用品)、设备资源(如抢修设备、运输车辆)和技术资源(如设备图纸、故障处理手册),确定各种资源的储备数量、存放地点、管理人员和分配程序。制定备品配件紧急保障制度,与供应商签署紧急供应合同,保证重要零部件的

及时补充;制定员工配置计划,保证员工及时到位。

五是安全防控与应急处置措施。根据各种故障的种类和处理情况,分别制订了特殊的安全防范措施,如在高温装置故障处理中,在处理电气故障时的保护措施,在电气故障时的保护措施,以及在高空作业时的保护措施。在事故处理中,要对事故处理中的监管职责进行细化,并安排专人对作业规程进行全面检查,并对存在的问题进行检查。应编制好对衍生性意外事件的紧急处理预案,如当设施发生故障时,发生火灾或泄露时的紧急救助等^[1]。

4 大型钢铁设备突发故障应急维修预案的优化方法

4.1 基于故障历史数据的预案优化方法

事故历史资料是应急方案最重要的基础,通过对事故资料的深入挖掘和分析,可以发现方案中的缺陷,并有目的地进行处理过程和处理内容的优化。其主要内容为构建完备的故障历史数据库,对故障发生的时间、型号、故障类型、原因、处理流程、处理时间、资源消耗、处理效果和现存的问题进行了汇总,保证数据的完整性、准确性和规范性。通过数据统计分析和关联规则挖掘等手段,对故障发生频率较高的类型、核心失效原因和处理的弱点进行分析,如对于某一种装备发生频率较高的情况,对方案中这种故障的排除过程和维护的关键技术进行优化。通过比较各种处理方式的效能和费用,优选最佳处理途径,并在应急预案中进行规范化处理。最终对监测结果进行趋势预报,对可能发生的失效进行预判,从而对应急方案中的预警机制和预防对策进行补充和完善^[2]。

以国内钢厂为例,对其三年来的失效资料进行了统计和统计,结果表明,在原有的生产计划中,出现了三成以上的漏液问题,而原来的检修计划中,由于检修周期太长,造成了停产的严重影响。在这一背景下对方案中的渗漏问题进行了改进,并在方案中加入了红外线监控的辅助检查程序,确定了检查人员和检查的时限,使检查的时间由原本的四十分钟缩减到了二十分钟,提高了处理的效率。

4.2 基于风险动态评估的预案优化方法

针对受工况变化、设备老化和技术更新等多个影响的重大装备服役风险进行分析研究,提出了一种基于风险动态评价的应急方案优选方法,以达到应急方案和危险态势之间的动态适应性。提出基于动态过程的安全评价新技术,即通过对安全生产过程中的各种危险因素的分析,来确定安全生产过程中的各种危险因素,并对其进行有针对性的调整。构建包含装备状况(磨损度、时效速率)、工作环境(温度、压力)、人员能力、资源分配、外部环境等多个因素的综合评价指标,确定其权重和评价准则。运用层次分析法、模糊综合评判等量化和定性分析手段,对企业进行定期的风险评价,识别出各阶段的危险程度和主要危险点。根据风险评价

的结论,对应急响应级别、处置措施和应急物资进行合理分配,例如对危险等级较高的装备,要加强应急装备的预警,并加大应急备用物资的数量。构建风险追踪体系,通过对重点危险节点的动态监测,对应急方案进行动态调整,以保证应急方案对风险的及时响应^[3]。

4.3 基于多目标优化模型的预案优化方法

大型钢材装备紧急维护方案的优化需要以缩短停工时间、减少维护费用、保证安全性和降低环境污染为目的,通过多目标的均衡优化,提高方案的整体效果。在此基础上,提出了一种基于多个指标的规划规划算法。

确定最优规划的目的和限制,以最小化停工时间,最小化维护费用,使安全系数最大化为目标;约束因素主要有备件数量、人员数量等,技术约束(维护技术水平)和时间约束(紧急反应时间)。其次对事故处理过程的分析,构造多目标优化的数学模型,对各个指标和限制进行量化描述,并与事故处理过程相融合,构建应急方案的最优求解方法。利用遗传算法和粒子群算法等多种智能算法对该问题进行优化,获得以资源分配路径最优,处置流程最优等为目的的应急方案,以均衡停工期和维修费用。最终把优化后的计划与方案融合在一起,对有关内容进行了更新,提高了该计划的整体效果。

4.4 基于数字化技术的预案动态优化

利用物联网和实时监控等手段,搭建设备的在线监控体系,对设备运行参数、振动、温度等信息进行实时检测,并利用异常信息辨识方法对事故进行预警,并对应急方案中的预警门限和预警程序进行动态调整,达到“预警前置,快速响应”的目的。基于大数据和人工智能等方法,建立基于实际运行数据和历史数据的故障诊断方法,实现对事故原因和失效位置的迅速准确识别,并在应急预案中进行失效检测和维护,提高应急救援的准确性。以“数字孪生”为基础,建立装备装备数字化孪生系统,实现装备装备失效情景和应急处理过程的仿真,并通过对装备装备装备装备的应急处理过程进行模拟和检验,辨识装备装备的过程缺陷和最优空间,并通过虚拟装备的方式对装备装备的装备装备装备进行装备装备装备数字化装备装备的数字化装备装备,以提高装备装备的实战能力,减少演习费用,提高应急装备装备装备能力。建立了一个能够进行应急方案在线存储、更新、查询和共享的数字应急管理系统,并能够对多个部门进行协调修正和实时的数据传输,保证了方案的最优结果能够被迅速地

传达到各个岗位,对方案的最优方案进行了完善和更新,以方便后续的追踪和复盘。

4.5 预案优化的流程与周期

方案的优化需要按照规范化的程序进行,保证方案的顺利实施,并且要根据装置的实际情况和外界的情况,制定一个合适的方案时间,不断地改进方案。在此基础上对方案进行了改进。通过回顾错误处置,模拟演习,风险评估,员工反馈,技术更新等途径,确定了改进的焦点和方向。对计划进一步完善,在优化要求的基础上,明确了优化内容、实施步骤、责任部门和时间节点。对项目审核执行,组织有关单位和专业人员,对优化后的方案进行评估,确定其可行性后,对其内容进行修订和升级,保证最优后的方案能够顺利实施,通过仿真演习和现场事故处理对方案实施的有效性进行检验,并搜集相关信息,生成最优方案的评价结果,为下一步的优化工作奠定基础。

方案的最佳时间要根据装置的特点和具体的条件来确定,要进行阶段性的最优,即要对重点装置进行六个月的综合优化;对常规设备进行年度综合优选,保证应急方案与设备状态和技术水平相适应。对系统进行动态的优化,即在出现新型失效、设备技术改造、法律法规更新、外部环境发生重大改变等情况下,对应急方案进行调整,并对有关问题进行进一步的补充和改进。有针对性地进行优化,将模拟演练中出现的问题与故障处置中的问题相结合,保证方案有效地实施。

5 结语

在钢铁行业数字化转型与高质量发展的背景下,预案的制定与优化需与时俱进,一方面要强化基础数据积累与分析,提升预案的针对性与可操作性;另一方面要积极融入数字化技术,构建智能、动态的预案管理体系,实现预案的精准优化与高效落地。同时,企业需重视预案培训与模拟演练,强化全员应急意识与处置能力,形成“预案指导实践、实践反哺预案”的良性循环。

参考文献

- [1] 孙旭东.钢铁企业机械设备维修管理探讨[J].模具制造,2023,23(10):244-246.
- [2] 袁勤.冶金机械设备维修管理分析[J].冶金管理,2022,(24):93-96.
- [3] 万丽,范海龙,张玉龙.设备状态在线监测平台在旋转型机械中的应用[J].机械研究与应用,2022,35(03):176-179.