

本质安全理论在发电厂安全管理中的应用

贾建龙

中电建电投印度尼西亚有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i6.16780

[摘要] 本文首先概述了本质安全理论的内涵与特征,强调了其内在安全性、预防性、系统性和动态性。接着,分析了在发电厂应用该理论的必要性,包括保障人员生命安全、确保设备稳定运行和提升企业竞争力。随后,详细阐述了本质安全理论在发电厂安全管理工作中的具体应用,涵盖设计、设备、人员和管理等多个方面,通过这些措施,旨在实现发电厂生产过程的本质安全,提升安全管理水平。

[关键词] 本质安全理论; 发电厂; 安全管理; 应用

中图分类号: TM621 **文献标识码:** A

Application of Intrinsic Safety Theory in the Safety Management of Power Plants

Jianlong Jia

PowerChina Power Investment Indonesia Co., Ltd.

[Abstract] This paper begins by outlining the connotation and characteristics of inherent safety theory, emphasizing its inherent safety, preventive nature, systemic nature, and dynamic nature. Next, it analyzes the necessity of applying this theory in power plants, including safeguarding the lives of personnel, ensuring the stable operation of equipment, and enhancing corporate competitiveness. Subsequently, it elaborates in detail on the specific applications of inherent safety theory in the safety management of power plants, covering various aspects such as design, equipment, personnel, and management. Through these measures, the aim is to achieve inherent safety in the production processes of power plants and improve the level of safety management.

[Key words] intrinsic safety theory; power plants; safety management; application

引言

随着工业的快速发展,安全管理已成为企业不可或缺的一部分。发电厂作为能源供应的关键环节,其安全管理水平直接关系到人员生命安全、设备稳定运行和企业竞争力。本文旨在探讨本质安全理论在发电厂安全管理中的应用,通过分析该理论的内涵与特征,以及在发电厂应用的必要性和具体措施,为提升发电厂的安全管理水平提供理论支持和实践指导。

1 本质安全理论概述

1.1 本质安全理论的内涵

本质安全理论于20世纪中叶在英国化工行业诞生,后逐步拓展至其他工业领域。该理论聚焦于生产设备或系统的内在安全性,旨在借助设计等手段,赋予设备或系统在误操作或故障状态下仍不引发事故的特性。其核心在于将安全考量前置到项目规划与设计阶段,把安全理念深度融入生产全流程的每一处细节。通过这种前置性、系统性的安全布局,从根源上对危险因素进行消除或大幅降低。它并非依赖事后的补救措施或外部的防护手段,而是强调生产过程自身具备抵御风险、防止事故发生的能力,追求生产过程本质上的安全状态。本质安全理论突破

了传统安全管理模式侧重于事故发生后处理和依靠外部防护的局限,将安全管理的重点转向对生产系统内在安全性的构建与优化,通过优化系统结构、改进工艺流程、提升设备可靠性等方式,实现生产系统在各种工况下都能稳定、安全运行,为工业生产提供了一种更为科学、有效的安全管理思路和方法。

1.2 本质安全理论的特征

(1) 内在安全性,本质安全着重强调设备与系统自身须具备安全特质,不依靠外部监控及防护手段来保障安全。这意味着设备与系统在设计 and 构建时,就应具备在各种工况下防止事故发生的能力,其安全性能是设备与系统本身所固有的,而非借助外部附加的安全装置或人工监控来实现。(2) 预防性,本质安全理论注重事前预防,通过科学合理地设计与规划,提前对潜在的危险因素进行识别并消除,力求在事故尚未发生时就将其扼杀在萌芽状态。与传统安全管理方式在事故发生后进行补救不同,本质安全理论更注重从问题的根源入手,从根本上解决安全隐患,避免事故的发生,以此降低事故带来的损失和影响。(3) 系统性,本质安全涵盖生产过程的各个层面,涉及设备、工艺、人员以及管理等多个要素。本质安全理论要求把整个生产系统看

作一个有机的整体,从系统的角度出发,综合考虑各个要素之间的相互关系和影响。通过对系统结构和运行方式进行优化,使各个环节之间能够相互协调、配合,从而实现整个系统的安全稳定运行。(4)动态性,随着科技的持续进步和生产工艺的不断革新,本质安全的标准和要求也在逐步提升^[1]。本质安全理论强调要根据实际情况的变化,及时对安全措施进行调整和完善。生产环境、设备技术、工艺流程等因素的改变,都可能带来新的安全隐患,因此需要不断更新安全理念和方法,以适应新的生产需求,确保生产系统始终保持本质安全水平。

2 本质安全理论在发电厂安全管理工作中应用的必要性

2.1 保障人员生命安全

发电厂设备是电力生产的关键核心,其运行状态对发电厂自身效益与社会效益均影响深远,就发电厂自身来讲,设备稳定运行可降低维修成本、减少停机损失,还能提升发电效率以增加电力销售收入;从社会层面看,稳定的电力供应是社会生产生活有序开展的保障,能避免停电引发诸多问题。在此背景下,本质安全理论对于保障发电厂设备稳定运行进而保障人员生命安全十分必要。该理论强调在设备设计与选型阶段严格依循安全要求,从源头保证设备具备可靠安全性能。采用本质安全型设备和技术,设备在设计时就具备防事故特性,其结构与功能经精心设计,能最大程度降低故障出现概率,减少运行中的磨损、老化等问题,降低故障发生率,而且本质安全型设备安全性高、环境适应能力强,可更好应对复杂工况,减少外界因素造成的设备损坏,延长使用寿命。

2.2 确保设备稳定运行

发电厂设备稳定运行与发电厂自身经济效益紧密挂钩,不仅能直接削减维修成本,降低因设备故障停机造成的损失,还可提升发电效率,增加电力销售收入。同时,设备稳定运行也与社会效益息息相关,稳定的电力供应是社会生产生活正常运转的基石,可有效避免因停电引发的生产停滞、生活不便等一系列问题。本质安全理论在保障发电厂设备稳定运行方面作用显著,它要求在设备设计与选型阶段严格遵循安全要求,从根源上保障设备具备可靠安全性能。采用本质安全型的设备及技术,设备在设计阶段便具备防止事故发生的特性,其结构和功能经科学设计,能最大程度降低故障发生概率,减少运行中的磨损及老化等问题,进而降低故障发生率,而且本质安全型设备自身安全性高,对各类工况的适应能力更强,可减少外界因素导致的设备损坏,延长设备使用寿命,为发电厂设备长期稳定运行提供坚实保障。

2.3 提升企业竞争力

在市场竞争愈发激烈的大环境下,企业安全管理水平已然成为衡量其竞争力的重要指标,对发电厂来说这一点尤为突出,安全管理状况对发电厂有着多方面关键影响^[2]。从成本控制层面看,安全管理良好的发电厂能有效降低事故损失,事故一旦发生,设备损坏需投入资金维修或更换,人员伤亡会面临高额赔偿,

生产中断还会导致订单延误、产能下降等额外成本产生,而良好的安全管理可避免这些状况,减少整体生产成本;从企业形象塑造角度而言,积极正面的安全管理有助于发电厂树立良好形象,向市场传递出企业负责、可靠的信息,赢得市场各方的信任与认可,这种信任既能吸引更多客户选择其产品或服务,也能吸引更多合作伙伴开展业务合作,为企业发展创造有利条件。

3 本质安全理论在发电厂安全管理工作中的具体应用

3.1 本质安全设计应用

一是优化厂区布局,在发电厂规划设计时,需依据生产工艺流程与安全要求,科学规划厂区布局。要把危险区域和人员密集区域、办公区域有效隔离开来,合理设置安全通道与疏散标志,保证紧急情况下人员能快速、安全撤离。像锅炉房、汽轮机房这类高温、高压设备所在区域,应规划在厂区边缘,远离办公楼与生活区,从空间布局上降低危险因素对人员的影响。二是合理选择工艺路线,在生产工艺选取上,要优先选用本质安全性能优良的工艺。比如,煤炭燃烧过程中采用低氮燃烧技术,能减少氮氧化物排放,降低对环境的污染,还能提高燃烧效率,减少能源浪费,同时采用先进的自动化控制技术,可实现对生产过程的实时监控与自动调节,减少因人为操作失误引发的安全风险,提升生产过程的安全性及稳定性。三是强化设备防护设计,在设备设计阶段,要充分考虑安全防护要求。对于高速旋转设备,设置可靠的防护罩,防止人员接触旋转部件;针对高温设备,设置隔热层以降低表面温度,避免人员烫伤。此外,还要考虑设备的防爆、防火、防雷等安全性能,确保设备在各种工况下都能安全稳定运行,从设备本身的设计层面保障发电厂的安全生产。

3.2 本质安全设备应用

第一,选用本质安全型设备。在发电厂设备采购环节,应将本质安全型设备作为优先选择。这类设备具备自动防止故障产生以及限制故障范围的功能,能从源头上降低事故发生的可能性。其通过特殊设计与技术手段,保障在各种运行状况下,即便出现故障也不会引发危险状况,为生产过程安全提供基础保障。

第二,加强设备维护保养。设备维护保养是保证设备本质安全的关键环节。需建立完备的设备维护保养制度,按照规定周期对设备开展检查、维护与保养工作。通过全面细致的检查,及时发现设备潜在隐患并予以消除,还要做好设备的备品备件管理,储备充足且质量合格的备品备件,确保设备出现故障时能迅速更换,最大程度缩短设备停机时间,维持设备正常运行。第三,推进设备智能化改造。随着科技发展,智能化技术在发电厂设备中应用日益广泛。通过智能化改造,可实现对设备的实时监控、故障诊断与预测性维护。借助传感器实时采集设备运行参数并分析,设备异常时能及时发出警报^[3]。利用大数据和人工智能技术挖掘分析设备故障数据,预测可能出现的故障,提前采取预防措施,提升设备安全性与可靠性,保障发电厂安全稳定运行。

3.3 本质安全人员应用

一是加强人员培训教育,人员作为发电厂安全管理的关键要素,提升其安全意识与操作技能是保障安全运行的重要前提。要定期开展安全知识讲座、技能培训以及应急演练等活动,让员工熟悉安全生产规章制度与操作规程,掌握必要安全知识和应急处理技能。针对新入职员工,实施三级安全教育培训,助其了解发电厂安全生产特点与危险有害因素,掌握基本安全操作技能;对在岗员工,定期组织复训与考核,持续提升其安全意识与操作水平。二是培养本质安全意识,本质安全意识是员工在长期安全生产实践中养成的自觉安全行为习惯。通过宣传教育、安全文化建设等途径,培养员工本质安全意识,使其从思想层面认识到安全的重要性,自觉遵守安全规章制度,主动排查并消除安全隐患。在发电厂内部开展安全文化宣传活动,张贴安全标语、宣传画,营造浓厚安全文化氛围;建立安全激励机制,对安全生产工作中表现突出的员工进行表彰奖励,激发员工参与安全管理的积极性与主动性。三是优化人员配置,合理的人员配置是确保发电厂安全运行的重要条件。依据发电厂生产规模和工艺特点,合理确定各岗位人员数量与素质要求,保证每个岗位有足够人员负责,且人员具备相应专业知识与技能。对于关键岗位和重要设备,安排经验丰富、技术熟练的人员操作维护;针对新设备与新技术,及时组织人员学习培训,确保人员熟练掌握操作技能。

3.4 本质安全管理应用

(1)完善安全管理制度。发电厂要依据国家相关法律法规与行业标准,结合自身实际情况,构建完备的安全生产规章制度及操作规程。明确各部门与各岗位的安全职责和 workflows,让安全管理工作有明确依据。制定安全生产责任制、安全检查制度、安全教育培训制度、事故应急预案等核心制度,并定期对制度进行修订完善,保证制度能契合发电厂发展变化,始终具备有效性与适用性,为安全管理提供坚实制度支撑。(2)强化安全监督检查。建立完善的安全监督检查机制,定期对发电厂生产设备、工艺

流程、人员操作等展开全面检查。通过日常安全检查、专项安全检查、季节性安全检查等多种方式,及时发现并消除安全隐患。对检查出的问题,及时下达整改通知书,明确整改责任人与整改期限,持续跟踪督促整改落实情况,确保安全隐患得到彻底处理,防止隐患演变为事故。(3)建立安全风险评估机制。构建完善的安全风险评估机制,定期对发电厂生产系统进行安全风险评估。运用科学方法,识别和评估生产过程中存在的危险有害因素,确定风险等级。依据评估结果制定针对性风险控制措施,降低事故发生概率^[4]。通过全面系统的风险评估,提前发现潜在危险与薄弱环节,采取有效改进措施,提升发电厂整体安全水平,保障发电厂安全稳定的运行。

4 结语

综上所述,本质安全理论在发电厂安全管理工作中的应用不仅是对传统安全管理模式的革新,更是对安全生产理念的深化与提升。通过本质安全设计、设备、人员和管理等方面的全面应用,发电厂能够实现从源头上消除或大幅降低危险有害因素,保障人员生命安全、设备稳定运行,并提升企业竞争力。未来,随着科技的不断进步和生产工艺的持续革新,本质安全理论在发电厂安全管理中的应用将更加广泛和深入,为发电厂的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1]赵蕾.基于本质安全理论的核电建设项目安全管理研究[J].中国高新科技,2024(13):68-70.
- [2]孙浩晖,阚永庚.基于本质安全理论的泵站电气设备管理探索[J].江苏水利,2025(6):65-68.
- [3]王英其,蒋小峰,涂国栋,等.电网企业本质安全管理体系构建研究[J].企业改革与管理,2025(2):26-28.
- [4]程伟斌.发电厂电气设备安全运行的管理及维护[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(1):074-077.