

# Discussion on Operation and Maintenance Strategy of Electrical Equipment and Power Supply System in Petrochemical Enterprises

Feng Song

Jilin Jihua North Jinjiang Petrochemical Co., Ltd., Jilin, Jilin, 132000, China

## Abstract

In order to ensure the production efficiency, quality and safety of petrochemical enterprises, it is necessary to do a good job in the operation and maintenance of related electrical equipment and power supply system. Based on the analysis of the significance of the operation and maintenance of electrical equipment and power supply system in petrochemical enterprises, this paper puts forward specific operation and maintenance strategies, aiming at improving the reliability and safety of the operation of electrical equipment and power supply system, and promoting the high-quality development of production and construction in petrochemical enterprises.

## Keywords

petrochemical enterprises; electrical equipment; power supply system; meaning; operation and maintenance strategy

# 石油化工企业电气设备与供电系统运行维护策略探讨

宋峰

吉林市吉化北方锦江石化有限公司, 中国·吉林 吉林 132000

## 摘要

随着经济社会的发展,我国石油化工企业呈现了较为快速的发展态势。值得注意的是,石油化工企业在生产活动开展期间,离不开相关电气设备、供电系统的支持,如高压供电系统、分布式电源、电动机、变压器以及开关设备等。为确保石油化工企业生产的效率、质量及安全性,有必要做好相关电气设备与供电系统运行维护工作。本文在分析石油化工企业电气设备与供电系统运行维护的意义基础上,提出具体运行维护策略,旨在提升电气设备与供电系统运行的可靠性及安全性,促进石油化工企业生产建设事业高质量发展。

## 关键词

石油化工企业; 电气设备; 供电系统; 意义; 运行维护策略

## 1 引言

石油化工企业,指的是以石油和天然气为原料的化工工业企业。为确保石油化工企业生产安全、产品质量及经济效益,需结合企业生产实际情况,合理配置电气设备及供电系统。与此同时,做好电气设备与供电系统的运行维护工作,包括大型压缩机电机、变压器、高压开关柜等关键设备维护、供电系统冗余与切换测试等。并且,相关研究表明,石油化工企业做好电气设备与供电系统运行维护工作的意义显著,比如可以提高企业生产的持续性,减少非计划停机,预防火灾、爆炸等风险事故的发生<sup>[1]</sup>。由此可见,为确保石油化工企业电气设备与供电系统运行的可靠性及安全性,并促进石油化工企业生产质量及安全性的协同提升,本文有必要围绕

“石油化工企业电气设备与供电系统运行维护策略”展开深入分析探讨。

## 2 石油化工企业电气设备与供电系统运行维护的意义

### 2.1 提高企业生产持续性,减少非计划停机

一方面,针对石油化工企业常用的大型压缩机、泵等电气设备,实行“一用一备”模式,保证备用设备随时处于待用状态,这样可以使维护工作顺利有序进行。在此基础上,对备用设备切换流程加以优化,可以使非计划停机时间大大缩短。另一方面,传统工作模式下,石油化工企业电气设备、供电系统通常在发生故障之后进行抢修,容易使生产作业发生较长时间的中断。但通过一系列预测性维护技术的应用,如红外测温技术、局部放电检测技术、油色谱分析技术等,可以预先将安全隐患找出来,使设备故障率降低。此外,对电压波动、谐波抑制装置等进行有效维护,可以减少电能质

【作者简介】宋峰(1976-),男,中国山东荣成人,本科,工程师,从事电气设备与供电系统运行维护研究。

量问题的发生，进而使设备误动作避免出现。综合来看，石油化工企业做好电气设备与供电系统运行维护工作，可以提高企业生产持续性，减少非计划停机情况的发生。

### 2.2 降低生产运营成本，提升经济效益水平

石油化工企业在电气设备与供电系统运行维护工作开展期间，通过对电机系统变频调速装置进行维护，能够使该设备处于高效区运行，达到节能的作用。同时，变压器设备在加强运行维护的基础上，对负载率进行合理调整，可以减少空载损耗，实现经济运行<sup>[2]</sup>。通过对接线端子定期润滑、清洁、紧固处理，可以使设备使用寿命大大延长。此外，制定健全的维护体系，加强企业电气设备与供电系统运行维护，可以减少保险与赔偿支出。总体而言，做好运行维护工作，在降低企业生产运营成本的基础上，可进一步提升企业经济效益水平，使企业生产建设事业稳健发展。

### 2.3 保障生产安全，预防风险事故的发生

石油化工企业存在的易燃易爆物质较多，包括烃类物质及氢气等，同时受电气设备短路、电弧、过热等故障影响，容易引发火灾或者爆炸风险事故。做好运行维护工作，

对电气设备绝缘性能、接地电阻定期检测，并对老化设备及时更换，能够使电气火灾隐患减少发生。并且，做好爆炸危险区域电气设备的防爆检测，如检查防爆外壳的完整性及密封性，加强运行维护，能够使可燃气体渗入设备内部避免发生，保证防爆设备运行的稳定性及安全性。此外，供电系统故障易致使工艺流程中断，比如压缩机停机导致系统超压，进一步易引发灾害问题。采取针对性维护措施，如合理配置双电源自动切换装置以及应急柴油发电机等，定期组织负荷转移演练作业，可以保证石油化工企业生产作业的安全性，预防风险事故的发生。

## 3 石油化工企业电气设备与供电系统运行维护的具体策略

### 3.1 加强关键设备分级维护

为提升石油化工企业电气设备与供电系统的运行效率，使运行期间安全风险的发生得到有效预防控制，有必要加强关键设备分级维护<sup>[3]</sup>。具体而言，可基于风险维度、价值维度，对石油化工企业关键设备进行合理分级，如下表1：

表 1 基于风险与价值维度的关键设备分级标准情况表

等级	风险等级	价值等级	典型设备
A 类	高	高	①高压变压器；②大型压缩机电机；③防爆开关柜
B 类	中	中	①中小型电机；②低压配电柜；③ UPS 系统
C 类	低	低	①照明系统；②普通插座；③应急指示灯

在对关键设备进行合理分级的基础上，可引入动态调整机制，每年通过复审，结合设备故障率、维修成本等运行数据，对各设备分级合理调整。比如，若其中相关 B 类设备由于频繁故障致使生产损失超阈值，在“事件触发”影响下，可通过调整升级成 A 类。

针对 A 类设备，采取全生命周期深度维护策略，确保通过维护，设备故障率降低至零，或接近零，并适当增加维护成本。在预防性维护过程中，可采取红外热成像技术，对接线端子过热情况进行检测；采取油色谱分析技术，分析变压器内部故障；采取振动分析技术，分析电机轴承磨损情况。每月采集 1 次数据，每个季度进行 1 次深度采集。并配置好备用设备，比如压缩机电机采取“一用一备”方案，定期切换运行，确保压缩机电机运行的可靠性及安全性。此外，还有必要引入专家支持策略，通过和设备制造商签订全生命周期服务合同，对发生的关键故障由原厂专家 2d 内到场进行维护检修。以某石油化工企业炼油厂的高压变压器设备为例，经油色谱分析结果显示乙炔含量为 3 μL/L，大于阈值 1 μL，含量超标，进而提示“电弧放电”。对此，及时采取停机检修措施，显示高压套管绝缘击穿，及时更换之后，利用备用变压器运行，使非计划停机有效避免，并使维修检修成本大大降低。

针对 B 类设备，需遵循“预防性维护为主，状态监测

为辅”的运行维护策略，通过有效维护，使故障率、维护成本协同降低。在定期维护过程中，电机每 6 个月进行轴承润滑脂的更换，每年进行 1 次绝缘电阻测试，通常其电阻值需  $\geq 1M\Omega$ ；低压配电柜需定期清洁灰尘，并对断路器分合闸的灵活性进行检查。利用便携式红外测温仪，每个月进行 1 次开关触点温度检测，通常需确保其温度  $\leq 70^{\circ}C$ ；对电机轴承等高频故障备件通过准时制（JIT）配送措施，使库存积压减少。以某石油化工企业的中小型电机为例，经振动分析结果显示相关电机轴承外圈出现故障，测出的振动速度有效值为 6.2mm/s，高于阈值 4.5mm/s；对此，预先 2 个星期对轴承进行更换，预防轴承卡死使电机烧毁，进一步使年均维修费用有效节约，设备可用率较维护前大大提升。

针对 C 类设备，采取石油维护和低成本巡检相结合的策略，确保通过有效维护，故障不会对石油化工企业生产安全造成影响，并最大限度控制维护成本。在巡检过程中，主要对照明线路绝缘老化情况每个月定期进行检查，观察有无护套裂纹，利用接地电阻测试仪检测插座接地是否可靠。针对已达设计寿命的设备，如 LED 灯工作时间达 5 万小时，需集中更换，预防单点故障的发生。并构建完善的简易工单系统，针对其中的非紧急报修项目，适当延迟到定期维护时间段进行处理，以此降低维护成本。

### 3.2 做好供电系统冗余设计与切换测试

为确保石油化工企业能够持续生产,有效预防停电事故的发生,有必要做好其供电系统冗余设计与切换测试等相关工作。

在供电系统冗余设计方面,采取“分层分级、多重保障”策略。对冗余架构进行分层设计,如10kV/35kV高压侧双回路供电,可以从不同变电站将两路电源引入,利用母线分段开关,以此实现互为备用关系。对于快速切换装置,需配置自动转换开关(ATS),或引入电源自动投入装置(BZT)作为备用,并满足快速切换装置符合电机再启动要求,将切换时间控制在 $\leq 0.15s$ 。又如380V/220V低压侧,双母线采取分段运行策略,对其中的压缩机、DCS系统等关键负荷分配到不同的母线段,各段母线均配置单独的柴油发电机及UPS。对于分布式电源(DPS),基于大型装置区规范部署小型的燃气发电机,将其当作第三路应急电源。此外,需优化设备级冗余配置,变压器可采取“N+1”配置模式,如3台变压器带2段母线,当出现单台故障情况下,其他变压器自动增容。UPS系统采取并联冗余设计方式,如2台500kVA UPS并联,确保单台故障情况下负载率 $\leq 50%$ 。柴油发电机采取多台并机运行方式,如4台1000kW发电机并联,使全厂一级负荷需求得到有效满足。

在供电系统切换测试方面,需准备好红外测温仪、电能质量分析仪、绝缘电阻测试仪等工具,满足触点温度、电压暂降、回路绝缘等检测验证测试需求。以其中的双电源自动切换装置(ATS)测试为例,首先需对主电源故障进行模拟,将主进线开关断开,经电能质量分析仪的捕捉,并将ATS切换时间记录好。其次,对备用电源的质量进行验证,如切换后测量电压波动,将其控制在 $\leq \pm 5%$ 范围内,频率偏差控制在 $\leq \pm 0.2Hz$ 范围内。再则,对ATS自动回切功能进行测试,将延时设置在1min到5min,预防出现频繁切换情况,确保主电源供电有效恢复。此外,若切换时间 $\leq 0.15s$ ,经DCS系统日志验证负载没有出现掉电情况,代表ATS测试合格。

### 3.3 加强防爆设备专项维护

在石油化工企业电气设备与供电系统运行维护工作开展期间,需加强防爆设备专项维护。究其原因,主要是因为加强防爆电器设备专项维护,可以确保石油化工企业易燃易爆场所安全可靠运行<sup>[4]</sup>。具体而言,在防爆设备专项维护实际工作开展期间,需落实精准检测和智能监控技术策略。

(1)利用红外热成像检测技术,对接线端子及电缆接头过热情况进行检测,若隔爆型电机接线盒温度上升( $\geq 65^{\circ}C$ ),需及时进行针对性处理。此种非接触式检测技术,可以使拆卸防爆外壳风险避免发生。以某石油化工炼厂

为例,利用红外热成像检测技术进行检测,结果显示一处防爆开关触点温度升高,达到 $80^{\circ}C$ ,超过阈值 $65^{\circ}C$ ,采取紧固螺栓处理方式之后,温度下降到 $40^{\circ}C$ ,使电弧引燃瓦斯风险避免发生。

(2)利用超声波泄漏检测技术,对隔爆外壳的密封性进行严密检测。比如,针对法兰垫片老化所致气体泄漏情况,可在使用超声波泄漏检测技术的基础上,经超声波传感器对高压气体泄漏产生的高频噪音进行有效捕捉,若频率超出阈值,某处防爆配电箱法兰泄漏,声压级超限,需及时更换垫片,使泄漏消除,并避免可燃气体聚集,保证电气设备运行的可靠性及安全性。

(3)利用在线监测系统技术,对防爆电机振动参数指标进行实时监测,如加速度有效值、温度等。借助在线监测系统由三轴振动、PT100温度探头组合的传感器,并结合数据采集器、云平台分析软件等,确保获取准确的防爆电机振动参数指标,分析石油化工企业生产储罐区域防爆泵是否存在轴承振动值突增现象,若存在,预先更换新轴承,使泵体卡死所致泄漏避免发生,进一步使石油化工企业防爆电气设备运行的可靠性及安全性得到有效保障。

## 4 结语

综上所述,石油化工企业生产工作系统、复杂程度高,为确保生产质量、安全性,需做好其电气设备与供电系统运行维护工作。在实际维护工作开展期间,需加强高压变压器、防爆开关柜、中小型电机等关键设备分级维护,同时做好供电系统冗余设计与切换测试,并合理利用红外热成像检测技术、超声波泄漏检测技术、在线监测系统技术等,加强防爆设备专项维护。此外,结合多年的实践工作经验,本人认为还需与时俱进,合理利用物联网、大数据、人工智能、数字孪生等信息技术,对变压器、高压开关柜、防爆电机以及供电系统等进行智能化维护。总之,需多措并举,全面做好石油化工企业电气设备与供电系统运行维护工作,提升电气设备与供电系统运行的可靠性及安全性,进一步促进石油化工企业生产建设事业高质量、可持续发展。

### 参考文献

- [1] 冯晟琦.化工厂电气设备与供电系统的保护探究[J].电工技术,2024,(S2):340-342.
- [2] 程伟健.石油化工企业35 kV变电站厂用快切装置改造与应用研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(14):145-147.
- [3] 张癸滨.电气设备的运行维护特点及管理措施探析[J].产业创新研究,2023,(18):145-147.
- [4] 辛锐,王小龙.石油化工企业电气设备与供电系统运行维护研究[J].中国设备工程,2022,(21):48-50.