

# 油田电气工程建设中的常见问题分析

任红艳

山东实华安全技术有限公司 山东 东营 257000

**摘要:** 油田电气工程作为石油开采与生产的核心环节,其建设质量直接关乎能源供应安全与生产效益。当前,电气设备质量参差不齐、施工技术与工艺落后、项目管理存在漏洞等问题制约着行业发展。研究表明,通过严格把控设备质量、引入先进施工技术、完善项目管理体系并加强信息化管理,可有效提升油田电气工程建设水平,降低安全风险,提高能源生产效率,对推动油田可持续发展具有重要现实意义。

**关键词:** 油田电气工程;建设;常见问题

## 引言

随着能源需求持续增长,油田电气工程在石油工业中的地位愈发关键。然而,在实际建设过程中,各类问题频发,严重影响工程质量与生产安全。电气设备质量不稳定、施工技术滞后以及项目管理缺陷等问题,不仅导致工程成本增加,还可能引发安全事故。本文针对油田电气工程建设中常见问题展开深入分析,探讨相应解决对策,旨在为提升油田电气工程建设水平提供理论参考与实践指导。

## 1 油田电气工程概述

油田电气工程围绕油气开采、集输及处理全流程构建电力供应与自动化控制体系,其核心在于保障能源生产连续性与安全性。在供电系统架构上,油田通常采用多级电压配电网络,从外部电网引入110kV或35kV高压电源,经站内变压器逐级降压至10kV或0.4kV,为生产装置、注水系统及辅助设施供电。针对油田区域广、负荷分散的特点,供配电线路多采用放射式与树干式混合拓扑,配合智能配电终端实现故障快速定位与隔离,有效提升供电可靠性。电气设备选型与配置紧密贴合油田易燃易爆环境特性,核心设备均满足防爆、防腐、防尘标准。抽油机驱动系统从传统异步电机逐步向变频调速电机过渡,通过矢量控制技术优化电机运行效率,降低机械损耗的同时实现能耗精准调控;注水站高压电机则配备高压变频器与软启动装置,避免启动电流冲击电网,保障系统稳定运行。原油处理站的电脱盐装置、加热炉配套电气设备,通过精密的温度与压力传感器,结合PLC控制系统实现自动化运行,确保原油脱水、脱硫等工艺参数达标。自动化与智能化技术深度融入油田电气系统,基于SCADA(数据采集与监视控制系统)搭建的远程监控平台,实时采集各生产节点的电压、电流、功率因数等电气参数,借助光纤通信网络传输至中央控制

室,运维人员可通过人机交互界面实现远程故障诊断与设备状态监测。在油井群管理中,无线传感器网络协同边缘计算设备,对单井电力消耗、设备振动等数据进行分析,预测潜在故障风险,推动传统人工巡检模式向智能运维转型。这种以电气技术为支撑的智能化升级,不仅提升了油田生产效率,更为能源高效利用与安全生产提供了坚实保障。

## 2 油田电气工程建设中的常见问题分析

### 2.1 电气设备质量参差不齐

在油田电气工程建设中,电气设备质量的优劣直接关乎工程整体效能与运行安全。电气设备市场供应商众多,生产制造水平差异显著。部分厂家为压缩成本,在原材料选用上以次充好,采用纯度不达标、机械性能与电气性能欠佳的金属材料制造导电部件,致使设备在长期运行过程中易出现接触不良、发热甚至短路等故障。例如,一些电缆的绝缘层材质耐老化性能差,在油田复杂的环境下,绝缘层过早老化开裂,增加漏电风险,威胁设备及人员安全。设备制造工艺水平的不稳定也是导致质量参差不齐的重要因素。焊接工艺不规范,可能使电气接头焊接强度不足,在振动频繁的油田环境中,易出现焊点脱落,影响电气连接的可靠性;组装过程中,零部件配合精度不达标,会导致设备运行时产生异常振动与噪声,加速设备磨损,降低设备使用寿命。电气设备的质量检测环节存在漏洞,部分设备未经过严格的出厂测试,或是检测项目不全面,无法及时发现潜在的质量问题,使得不合格设备流入油田电气工程建设现场,为后续的设备运行埋下隐患。在油田实际使用过程中,由于设备质量参差不齐,不同批次、不同厂家的设备性能存在差异,难以实现良好的协同工作。这种情况不仅增加了设备维护的难度,还可能因设备间的不匹配,影响整个电气系统的稳定性与可靠性,降低油田生产效

率,增加运营成本<sup>[1]</sup>。

## 2.2 施工技术与工艺落后

油田电气工程施工技术与工艺的发展滞后,严重制约着工程建设的质量与效率。传统的施工技术在面对油田复杂的地质与环境条件时,往往难以满足现代电气工程建设的需求。在电气线路敷设方面,部分施工仍采用较为原始的开挖直埋方式,这种方式不仅施工效率低,对油田地面及地下设施的破坏较大,而且在遇到地下水丰富、地质松软等特殊情况下,线路的稳定性与安全性难以保障。传统的线路连接技术多依赖人工操作,连接质量受施工人员技术水平与工作状态影响较大,容易出现连接不牢固、接触电阻大等问题,导致线路损耗增加,甚至引发电气火灾等严重事故。施工工艺的落后还体现在电气设备安装环节。例如,在变压器安装过程中,若采用落后的吊装工艺,可能导致变压器在吊装过程中受到碰撞或倾斜,影响内部结构的稳定性,进而影响变压器的性能与使用寿命。在开关柜安装时,若安装工艺不精细,开关触头的调整不到位,会造成触头接触不良,引发局部过热,增加设备故障的概率。一些新兴的节能、智能化施工技术与工艺在油田电气工程建设中推广应用缓慢,无法充分发挥其在提高能源利用效率、提升系统智能化管理水平等方面的优势,使得油田电气工程在技术层面难以跟上行业发展的步伐,限制了油田电气系统的现代化升级。落后的施工技术与工艺还会导致施工周期延长,增加工程建设成本。由于施工过程中可能出现因技术问题导致的返工、整改等情况,进一步加剧了资源的浪费,降低了施工企业的经济效益,同时也影响了油田的正常生产计划与运营安排。

## 2.3 项目管理存在漏洞

油田电气工程项目管理存在的漏洞,对工程的顺利推进与质量把控产生诸多不利影响。在项目规划阶段,对工程需求的分析不够全面、深入,未能充分考虑油田生产的特殊性与复杂性,导致电气系统设计与实际生产需求脱节。例如,对油田生产过程中电气负荷的变化规律预测不准确,使得电气设备选型不合理,要么设备容量过大造成资源浪费,要么容量不足无法满足生产需求,影响油田生产的连续性。项目规划缺乏对施工过程中可能遇到的风险因素的全面评估,在面对突发情况时,缺乏有效的应对措施,容易导致工程进度延误。在施工过程管理方面,现场管理混乱现象时有发生。施工人员安排不合理,存在人员闲置或任务分配不均衡的情况,影响施工效率;施工材料与设备的管理不规范,材料随意堆放,设备缺乏有效的维护与保养,不仅容易造

成材料的损坏与浪费,还会影响设备的正常使用,增加设备故障的风险。施工过程中的质量管控不到位,缺乏严格的质量检验流程与标准,对施工过程中的关键环节与隐蔽工程检查不细致,使得一些质量问题未能及时发现与整改,为工程质量埋下隐患。在项目进度管理方面,缺乏科学合理的进度计划与有效的进度监控手段。进度计划往往过于理想化,未充分考虑施工过程中可能遇到的各种干扰因素,导致进度计划难以落实。在工程实施过程中,对进度的监控不及时、不准确,无法及时发现进度偏差并采取有效的纠偏措施,使得工程进度失控,无法按时交付使用,影响油田生产的正常开展,给企业带来较大的经济损失<sup>[2]</sup>。

## 3 解决油田电气工程建设问题的对策

### 3.1 严格把控电气设备质量

(1)在电气设备采购环节,构建全流程供应商评估体系,通过实地考察生产车间设备自动化程度、原材料仓储管理规范性,以及历史项目案例实地调研等方式,筛选具备成熟制造工艺和稳定供货能力的供应商。针对变压器、高压开关柜等核心设备,要求供应商提供第三方实验室出具的型式试验报告,重点核查局部放电量、绝缘电阻等关键参数,确保设备性能达到油田复杂工况使用标准。(2)设备进场验收实施多级检验制度,由物资管理部门联合技术团队组建验收小组,运用红外热成像仪、局放检测仪等专业设备,对设备外观完整性、电气连接紧固度进行无损检测。针对防爆电气设备,严格比对防爆合格证与设备铭牌参数,在模拟油田易燃易爆环境的试验舱内进行防爆性能测试,杜绝不合格设备流入施工现场。(3)建立设备全生命周期质量追溯系统,为每台设备赋予唯一电子身份标识,通过RFID技术记录生产批次、运输轨迹、安装位置等信息。在设备运行阶段,利用振动监测、油色谱分析等技术手段,对设备运行状态进行实时数据采集,结合历史质量数据建立预测性维护模型,提前识别潜在质量隐患,实现从采购到报废的闭环质量管控。

### 3.2 提升施工技术与工艺水平

(1)在电气布线施工中,采用BIM技术进行三维管线综合排布,精准优化电缆桥架、穿线管等线路走向,避免交叉碰撞,降低施工返工率。针对油田腐蚀性强的环境特点,推广应用纳米复合涂层电缆,该材料通过特殊工艺将纳米级防腐粒子嵌入绝缘层,相比传统电缆防腐性能提升3倍以上,有效延长电气线路使用寿命。(2)在电气设备安装方面,引入激光对中仪、扭矩扳手等智能化安装工具,实现电机与泵类设备轴系对中误差控制

在0.05mm以内，螺栓紧固扭矩精度达到 $\pm 3\%$ ，确保设备安装符合精密装配要求。推广模块化施工技术，将配电室、配电柜等设备进行工厂预制化组装，现场仅需完成模块对接，大幅缩短安装周期，减少现场施工误差。

(3) 在电气系统调试阶段，运用虚拟仿真技术搭建模拟运行环境，通过注入故障信号测试保护装置动作灵敏度和可靠性。采用智能调试终端对继电保护装置进行数字化校验，自动生成调试报告，确保保护定值与系统运行参数精准匹配。建立调试数据云平台，将各阶段测试数据进行整合分析，形成标准化调试工艺库，为后续项目提供技术支撑<sup>[3]</sup>。

### 3.3 完善项目管理体系

(1) 构建以项目目标为导向的矩阵式管理架构，将技术、物资、安全等职能部门与项目团队进行有机融合，实现资源高效调配。运用工作分解结构(WBS)将工程建设任务细化到最小作业单元，明确各节点交付成果和责任主体，通过甘特图对项目进度进行动态监控，及时识别进度偏差并采取纠偏措施。(2) 实施精细化成本管控，建立基于BIM的工程量自动计算模型，结合市场价格信息库，准确编制项目预算。在施工过程中，通过物联网传感器实时采集设备、材料消耗数据，与预算指标进行对比分析，对超支风险进行预警。采用价值工程分析法，对施工方案进行优化比选，在保证工程质量的前提下降低成本投入。(3) 强化安全风险管控，运用LEC风险评价法对施工现场危险源进行辨识和分级，针对高空作业、电气焊等高危作业，采用可穿戴智能设备实时监测作业人员生命体征和作业环境参数。建立安全隐患数据库，对历史事故案例进行深度分析，制定针对性防范措施，通过VR安全培训系统开展沉浸式安全教育，提升作业人员安全意识和应急处置能力。

### 3.4 加强信息化管理

(1) 搭建油田电气工程智慧管理平台，集成地理信息系统(GIS)、物联网(IoT)和大数据分析技术，实现对施工现场设备、人员、进度等信息的实时可视化

管理。通过安装在设备上的传感器，实时采集电压、电流、温度等运行数据，利用边缘计算技术进行数据预处理，将关键信息上传至云端进行深度分析，为决策提供数据支持。(2) 应用数字化交付技术，在项目建设过程中同步构建包含设备参数、安装图纸、调试记录等信息的三维数字孪生模型，实现工程资料的结构化存储和快速检索。在运维阶段，运维人员通过数字孪生模型远程查看设备内部结构和运行状态，进行虚拟巡检和故障诊断，提升运维效率和准确性。(3) 建立工程建设协同管理系统，打通设计、施工、监理等参与方的数据壁垒，实现图纸变更、工程签证等信息的实时共享和在线审批。利用区块链技术对工程数据进行加密存储和溯源管理，确保数据的真实性和完整性。通过智能算法对项目管理流程进行优化，自动生成任务提醒和风险预警，推动项目管理向智能化、自动化方向发展<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述，油田电气工程建设中的设备质量、施工技术、项目管理等问题亟待解决。通过严格把控电气设备质量、提升施工技术与工艺水平、完善项目管理体系及加强信息化管理，可显著改善工程建设现状。未来，随着技术进步与管理理念革新，应持续探索更高效、智能的建设模式，推动油田电气工程向高质量、安全化方向发展，为国家能源战略提供坚实保障。

### 参考文献

- [1] 雷雲晴. 电气工程投标阶段的造价预算编制研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2025(11): 13-15.
- [2] 唐文斌, 王惟政, 穆孟, 等. 电气化情景下高速公路建设期碳排放核算及减排潜力量化研究[J]. 公路交通科技, 2025, 42(5): 206-214.
- [3] 王春亮. 油田井场分布式光伏项目建设实践研究[J]. 石化技术, 2025, 32(5): 359-361.
- [4] 孙国智, 张涛锋, 毛骏, 等. 油田行业井筒数据系统建设实践[J]. 信息技术与标准化, 2025(5): 82-86.