

# 低压配电系统常见电气故障分析

韩 亮

中海石油（中国）有限公司蓬勃作业公司 天津 300459

**摘要：**低压配电系统是海上采油平台电力系统的重要组成部分，对保证用电稳定、安全具有重要意义。在低压配电系统运行中，由于环境、人为因素等影响，经常出现各种故障，导致低压配电系统运行异常，严重影响海上采油平台生产、生活的进行。对于低压配电系统中常见的故障，要充分了解其产生的原因，对症下药，以便有针对性的进行电站管理和预防性维修。为此，本文拟通过低压设备常见故障的成因、分布，提出一定的防范措施，以期为低压配电系统故障提供实际帮助和防范措施。在低压配电系统运行中，电气弊端是普遍存在的，并且在海上采油平台运行实践中已经出现了许多案例。对此，本文件首先介绍了海上采油平台低压配电系统，然后展开了低压配电系统的常见电气故障分析，并详细总结了低压电力故障的防治措施。本文将结合实际，浅谈低压配电系统常见电气故障分析。

**关键词：**低压配电；电气故障；防范措施

## Analysis of common electrical faults in low voltage distribution system

Liang Han

Pengbo Operation Company, CNOOC (China) CO., LTD., Tianjin 300459

**Abstract:** Low voltage power distribution system is an important part of the power system of offshore oil production platform, which is of great significance to ensure the stability and safety of power consumption. In the operation of low-voltage power distribution system, due to the influence of environment and human factors, various faults often occur, resulting in abnormal operation of low-voltage power distribution system, which seriously affects the production and life of offshore oil production platform. For the common faults in the low-voltage distribution system, it is necessary to fully understand their causes and tailor the remedy to the case, so as to carry out targeted power station management and preventive maintenance. Therefore, this paper proposes some preventive measures through the causes and distribution of common faults of low-voltage equipment, in order to provide practical help and preventive measures for low-voltage distribution system faults. In the operation of low-voltage power distribution system, electrical disadvantages are widespread, and many cases have appeared in the operation practice of offshore oil production platforms. In this regard, this document first introduces the low-voltage power distribution system of the offshore oil production platform, then analyzes the common electrical faults of the low-voltage power distribution system, and summarizes the preventive measures for low-voltage power faults in detail. This paper will discuss the common electrical fault analysis of low-voltage distribution system based on the actual situation.

**Keywords:** Low-voltage distribution; Electrical fault; Measures to prevent

### 引言：

随着社会经济的发展，对能源的需求与日俱增，这将海上油田的地位推向了新的高度，而海上油田生产完全依赖于电力系统的稳定运行，停电对海上采油平台生产影响巨大。为了电力系统的正常运行，低压配电系统

的正常运行是必不可少的。低压配电系统的好坏直接影响采油平台安全生产和员工正常生活，在智能油田的带动下，采油平台正常生产对用电的依赖程度越发凸显，维持正常供电至关重要。但是，在运营过程本身，难免会出现一些错误，必须找出错误的原因，采取一定的防

范措施,才能保证低压配电系统稳定运行。采油平台低压配电系统线路长、覆盖范围广,运行条件复杂,易受外部因素影响,日常运维管理存在一定难度,在采油平台低压配电系统的预防和控制中,迫切需要对电气故障进行深度调查。

### 一、低压配电系统概述

海上采油平台低压配电系统一般由变压器、配电盘、配电线路、控制和保护装置组成。在低压电力系统中用电设备有两种,一种是三相用电设备,另一种是单相用电设备。此外,海上采油平台低压配电系统占整个供电系统的绝大部分,一般严格控制1000V以下的电压,尤其是地面设备,主要采用低压配电系统。海上采油平台低压电气设备主要包括电机类动力设备、空调类设备、照明系统、电加热系统、控制系统等。

### 二、采油平台低压配电系统常见电气故障分析

#### 1. 出现过负荷

在电力线路运行中,运行的电流比较高时,会造成低压配电系统负荷过重。一般来说,导线本身具有一定的电阻,电流流经导线,会产生一定的热量。在电流逐渐增大的时,电阻产生的热量也在增加;当电缆运行产生热量高于逸散热量时,热量积聚在电缆上,随着电缆长时间运行积热会变得越来越严重。当热量太大时,绝缘变得难以承受,导体迅速劣化。当超过电缆设计额定电流流过导线时,即线路过负荷时,电缆将大量发热,电缆无法承受热量,电线绝缘层迅速老化,严重时造成电气火灾。

#### 2. 线路短路故障

在低压配电运行中,短路故障比较常见,而且短路系统也很多,下面我们来讨论一些常见的原因:一是设备陈旧。如果移动电气设备太旧,很容易产生隐患,特别是随着时间的变化,影响更明显。第二个是天气。海上采油平台潮湿多雨,配电系统运行环境中出现配电间漏雨、湿度过大等问题时,很容易造成直接接地故障和短路故障。三是绝缘体状况不佳。如果工作时间长,换季不更换,很容易造成短路和安全隐患。第四,施工中操作规范不严格,质量控制不严,导致部分电线绝缘子扣件与扣件绑扎不严,严重影响稳定性,造成裂缝等缺陷。

#### 3. 漏电现象

在低压配电器运行中,漏电是一种常见的电气故障,当问题恶化时,很容易产生电火花,这就是火源。在一般情况下,低压分布式操作系统为小功率系统时,是常见的,不会造成严重后果,但如果受人为因素影响或降低电线和支架材料的质量,就会导致减少绝缘。在

小功率配电系统中,漏电比较普遍,尤其是老线路,由于长期使用的配电线路或老线路支架,绝缘效果会受到电流和漏电的严重影响。泄漏很容易导致火灾,因为它们不仅会产生大量热量,还会引起电火花。如果遇到这种情况,不要自己解决,而是尽快联系专业人士处理。

#### 4. 配电盘硬件结构故障

低压配电盘是低压开关设备关于测量、控制、保护和调节电气运行的设备组合体,对于低压配电系统保护十分重要,同时也是采油平台低压配电系统关键故障点。常见的低压配电盘故障多数集中在断路器开关类设备故障。下面笔者根据自身经历结合案例进行具体分析:

##### 案例1:

现象:在倒闸操作中发现SWGR00452-A在手动或者自动储能之后,中间的允许合闸显示为空白,同时OK字母卡在上边不下落,此时按合闸按钮没有响应,断路器不能进行合闸操作。



原因分析:对断路器进行拆解后发现,内部固定状态反馈板的软连接断裂使反馈板松脱,反馈板上辅助触点与断路器本身机械传动部件卡死,导致该连杆不能回到正常位置,该机械结构连杆与断路器显示面板的OK指示连接,从而影响后续机械连锁致使无法进行合闸操作。

处理方案:当时由于没有备件,将螺丝进行改造,利用长螺栓与状态反馈板两侧使用橡胶垫组合进行临时固定,恢复开关正常功能,于2020年10月更换此处软连接。

举一反三:定期对全部断路器进行全面检查,一般不超过3年,排查有无相似问题并做好计划进行处理。



案例2:

现象: 海洋石油 1172019 年停产检修时多个断路器检验不合格;

断路器故障					
配电间	盘柜号	断路器号	故障现象	备注	维修计划
P1 配电间	SWGR004	52-F6	ETU 模块接收不到设备的电流信号	分合闸功能(机械)正常	联系厂家售后, 更换原装6个内部软连接螺栓
P1 配电间	SWGR004	52-F7	ETU 模块与断路器传动连杆机械故障	跳闸不灵敏, 模块需调整	联系厂家售后, 更换原装6个内部软连接螺栓
P1 配电间	SWGR004	52-F8 (Spare)	合不上闸, 一合就跳	(Spare)	联系厂家售后, 更换原装6个内部软连接螺栓
P1 配电间	SWGR008	52-A	ETU 模块与断路器传动连杆机械故障	跳闸不灵敏, 模块需调整	联系厂家售后, 更换原装6个内部软连接螺栓
P1 配电间	SWGR008	52-F4	ETU 模块与断路器传动连杆机械故障	跳闸不灵敏, 模块需调整	联系厂家售后, 更换原装6个内部软连接螺栓
P7 配电间	SWGR005	52-F5	合不上闸, 一合就跳	洗油箱块长期停用	联系厂家售后, 更换原装6个内部软连接螺栓

原因分析: 断路器拆解后发现状态反馈板和电子保护模块 ETU45B 背部固定软连接断开, 导致接线松脱、跳闸连锁一直触发或跳闸不灵敏等故障的发生。

处理方案: 对问题断路器状态反馈板和电子保护模块 ETU45B 做临时固定处理, 联系厂家售后进行建号采购, 备件到货后对所有断路器软连接进行更换。

举一反三: 有计划的安排低压断路器的内部检查, 增强对于内部易损件的状态监控; 对于断路器易损件做好统计建号, 做好有备无患。

案例3:

现象: SWGR00352-A 及 52-T 断路器框架内部 ETU 通讯线存在磨损、断线情况;

原因分析: 通讯线用扎带绑扎后通过一固定块胶粘与外壳固定, 由于长时间使用中的高振动冲击和老化导致固定卡扣掉落, 导致部分通讯线在断路器摇进摇出过程中被下侧传动杆搅断。

处理方案: 对通讯线进行更换调整后重新绑扎, 将固定块使用强力胶进行固定。

举一反三: 在每年计划性检查中对具备倒停条件的断路器内部做好详细检查, 如有必要更换线缆固定卡扣, 并对于发现的一些易损点做好记录, 并做好建号备料。

案例4:

现象: 春夏之交中控显示 SWGR005-01A 一周内产生大量的 breakertrouble 报警记录;

原因分析: ETU45B 有额外的负荷监视功能, 当 ETU45B 采集到电流信号低于“负荷恢复”设定的电流值, 启动延时, 若延时(15S)后, 电流仍低于设定的负荷恢复的电流值, 则会触发一个报警信号, 用于提醒现场人员可以恢复负荷; 馈线断路器的“负荷恢复”设定最小电流值为 40A;

在每个 SWGR 的 PLC 语句中, 将 N+1 字节的第 0 位与第 1 位并联, 无论当第 0 位或者第 1 位置 1 时, 都会触

发 breakertrouble 报警; Bit0: 门槛值被激活(负荷恢复或负荷卸载); Bit1: 断路器存在报警(过载, 脱扣, 故障等等)。

现在 TOPSIDE 有些馈线断路器运行电流都在 40A 以下, 当馈线下游的 MCC 负载波动(例如春夏之交, 空调压缩机的频繁启停), 会导致断路器的运行电流在 40A 附近来回波动, 中控会弹出很多次 breakertrouble 的报警。

处理方案: 在中控对该报警进行强制作为暂时处理; 计划在每个 SWGR 的 PLC 中将语句中的 BIT0 进行强制或者串联一个常开点, 使得门槛值激活时, 不触发 BREAKERTROUBLE 的报警, 同时在真正出现问题时(BIT1 动作), 还是能够报警, 现正与仪表部门研究修改方案。

举一反三: 加强对于设备本身、通讯以及相关设备的系统的全方面学习。

案例5:

现象: 巡检时发现断路器 ETU45B 显示屏不显示实时测量数据, 与中控通讯中断;

原因分析: 现场 ETU45B 的保护功能、附加功能以及上位机传输通讯功能依靠外部 220VAC/24VDC 供电模块供电, 此电源模块运行多年, 故障集中出现, 有些在正常使用中就没有输出电压, 有些在断电之后再上电时出现故障。

处理方案: 对损坏的电源模块进行更换, 更换后显示及通讯恢复正常; 此电源模块订购困难且脆弱易损, 现已采购国产电源模块逐步进行换型改造。

举一反三: 每日巡检过程中做到细致入微, 对断路器、综保等设备状态做好检查, 见微知著及时发现问题处理问题, 避免小问题造成大影响; 对于一些易损且订购困难的部件有计划的做好国产化换型改造。



Siemens 低压断路器故障专题总结

案例 1 和案例 2 均属于内部固定软连接断裂导致, 主要因为橡胶材质长时间老化导致强度变差、断路器分合闸时高振动冲击两方面导致, 除了需要关注纯电气元件的老化, 电气设备中其它部件的老化需引起重视。对于断路器等关键设备内部老化易损件关键部件要做好检查计划以及根据设备重要性提前储备备件, 做到有隐患能

及时发现、有故障能及时处理。

案例3和案例4告诉我们设备不是单独存在的，我们不仅要做好对于设备本身的学习，也要对设备相关联的诸如通讯控制、机械部件等系统进行学习，从而及时发现问题的源头并进行处理。要做好关键设备维修档案持续性维护，及时记录每次的维修处理状况，对于发现的问题要举一反三不能局限在专一设备上。由于长时间的运行及自然老化，很多设备的器件都达到了故障高发期，这就要求我们对于电气设备要持续全面的做好检查维护，像日常PM、热成像检查、局放检查都要做到认真细致执行。

### 三、发电站低压配电系统电气故障防控策略

#### 1. 加强配电过程安全检查

配合低压配电系统运行，增加安全检查，及时发现故障隐患，采取有效措施改善和预防电气故障。在提供配电之前，对机器的所有基本原理进行全面检查，以确定不同设备的绝缘性能和电阻值。检查电路保护措施。电力在一定程度上是有害的，因此有必要为验证措施提供适当的保障，以评估基础保护装置的质量和就地保护装置安装的合理性。有效的安全检查对于低压图配电系统的平稳运行至关重要。低强度配电运行中，要确保日常安全，问题早发现、早处理，加强管控，可以及时发现隐患，不让小隐患发展，不让大问题出现。

#### 2. 配电线路的运营与支持

低压配电系统的维护管理可以有效提高供电的安全性和可靠性，培训专业技术人员对配电线路、变压器等多种电气仪表进行质量检测。提高低压配电系统的运行质量，此外，电力企业要谋划扎实的低压配电故障应急预案，规范日常活动，提高群众用电安全意识，深入开展低压配电系统排查、布线检查。加强配电线路的维护管理是提高供电稳定性的重要举措，有助于提高设施的整体质量，提高正常电网设施的性能。

#### 3. 因地制宜

一般情况下，配电线路位于室外，受风吹日晒，受

外因影响较大。对于这些特殊的天气情况，及时预报，一旦发生电气故障，要立即联系负责维修的部门。一般情况下，应针对特定地点和气候，因地制宜采取措施，低压配电线路的建设，稳定多风的桅杆底座，电缆的拔除等，详细检查预防措施。为避免冰雪天气，必要时还可以提高全方位的张力，尤其是夏季，雷电多发时，应做好预防措施。

### 四、结论

综上所述，本文对海上采油平台低压配电系统运行中最常见的电气故障和预防策略进行了详细研究。中国海油发展迅速，低压配电系统在海上采油平台中占有重要地位，但低压配电系统发生电气故障的频率较高。加强对电力、配电和运行维护过程的检查，对配电进行直接管理，建立和维修日常监控系统，完善保障装置，促进低压配电稳定运行。配电直接关系到成本，代表着工业化向产业化转变的最终里程碑，其供电强度直接影响工业化生产和居民日常生活。配电线路发生电力故障的原因和类型是相互交织的：如果贸然采取应急保全措施，就会陷入极大的困境，给人们带来诸多不利，造成不必要的经济损失。因此，在当今的工作中，积极预防和有效保护低压配电线路中的低压故障具有重要的现实意义。

### 参考文献：

- [1]李斌.浅谈低压配电系统常见故障与解决措施[J].中国电业：技术版，2017，36（8）：45-46.
- [2]凌霄强.低压配电系统电气故障研究[J].科技与企业，2015（10）：214.
- [3]刘诗尧.电气低压配电系统故障及电流危害分析[J].中国高新区，2019（5）：114.
- [4]王延韬.低压配电系统电气故障与安全保护措施探析[J].信息周刊，2019（21）：1.
- [5]利鸿焕.低压配电系统电气故障与安全保护措施分析[J].中国住宅设施，2016，第1期