

油气储运系统的电气故障分析及对策研究

刘 洋 步陟杰 金春丞（山东港口日照港油品码头有限公司，山东 日照 276800）

摘要：在经济和科技高速发展的当下，我国对各类能源的需求日益增长，这一情况对油气资源的储运提出了更高的要求。在油气资源的储运过程中，储运设备的电气故障是影响储运效率与安全性的重要因素之一。对于油气储运单位来说，需要在日常工作中加强对各类储运系统电气故障的有效防控。在本文中，将首先针对油气储运系统中的电气设备进行概述。在此基础上，深入研究电气设备故障的表现、成因，并制定解决对策。通过本研究，希望能够促进油气储运系统电气设备运行安全性的进一步提升。

关键词：油气储运；电气设备；故障分析

0 引言

当前的能源格局中油气资源作为基础能源占据了重要地位，且在工业、交通、居住等领域发挥了至关重要的作用。油气资源完成开采到最终抵达用户终端，需要油气储运系统保障其科学储存与运输。在油气储运系统中，电气设备发挥着神经中枢的作用，电气设备的稳定运行是油气储运安全的重要保障。同时，油气储运系统中的电气设备在运行过程中可能出现多种类型的故障，影响储运效率与安全性。因此，需要深入分析油气储运系统中电气设备故障的具体类型和成因，并制定针对性的解决方案。只有如此，才能确保油气储运设备的安全、稳定运行，使其在油气资源的开发和利用中发挥更大的作用。

1. 油气储运系统电气设备概述

1.1 电气设备类型及功能

在油气储运系统中，包含多种类型的电气设备，不同的电气设备分别承担独特且关键的作用，能够在保障系统稳定、安全运行方面发挥重要作用。具体来说，在油气储运系统中，常用的电气设备包含以下几种类型：第一，变压器：该设备在油气储运系统的电力传输、分配中能够发挥核心作用，变压器的主要应用原理，是利用电磁感应原理对交流电压进行变更。在油气储运的各个环节，均需使用变压器将高压电变为符合设备运行需求的低压电，从而满足不同电气设备的工作需求。同时，变压器也能改变电气设备运行过程中的电流，在功率不变的情况下，在一些需要大电流的储运环节，变压器可通过降低电压得到较大的电流。第二，开关设备：开关设备是控制电路通断的关键部件，常见的有断路器、隔离开关、负荷开关等。上述设备的主要作用，是通过对电路的联通和断开进行控制，保证系统的稳定运行。第三，电动机：电动

机的主要作用是将电能转换为机械能，在油气储运系统中，电动机的主要作用是为各类机械设备提供动力。第四，照明设备：照明设备为油气储运设施提供必要的光照条件，保障工作人员在夜间或光线不足的环境下安全、高效地进行操作和维护。

1.2 电气系统架构与运行特点

油气储运系统的电气系统是一个复杂而有序的整体，由多个子系统协同工作，其架构和运行特点与油气储运的工艺流程和环境密切相关。具体来说，在系统的运行过程中，电源系统的主要作用是作为电气系统的能量来源。为了确保供电的连续性，往往采用双电源或多电源供电方式，当一路电源出现故障时，可自动切换到其他电源。配电系统负责将电源系统提供的电能分配到各个用电设备。配电设备一般采用环形接线，可确保油气储运系统的可靠性和经济性。同时，配电系统还配备了各种保护装置，如熔断器、断路器、漏电保护器等，用于防止过载、短路、漏电等故障对设备和人员造成损害。油气储运中电气设备的控制系统主要用于监测和控制电气设备的运行状态，其主要特点是运行过程中的远程监控、集中管理和自动化控制，能够有效提高生产效率和管理水平。保护系统是电气系统安全运行的重要保障，主要包括过电流保护、过电压保护、漏电保护、接地保护等。

2 常见电气故障分析

2.1 短路故障

在油气储运系统的电气设备故障中，短路属于比较常见的故障类型。短路故障一般是油气储运系统中的电气设备出现线路绝缘损坏，不同电位导体直接接触。此外，设备安装中的接线错误也是短路故障的重要表现形式之一。在油气储运现场，机械振动、化学腐蚀、环境（温度、湿度等）剧烈变化等问题都可能

导致短路。发生短路故障后，会瞬间产生极大的短路电流，并在短时间内产生大量的热量，导致电气设备的温度快速超过正常水平。短路不仅可能导致设备损坏，也可能引发火灾、爆炸等安全事故，进而造成不同程度的财产损失与人员伤亡。

2.2 过载故障

油气储运系统中电气设备的过载故障指的是设备运行中承受的负荷长时间超过额定负载能力。油气储运系统需要长时间运行，电气设备运行时间的不断增加，会导致过载故障的发生风险持续增长。过载故障的出现，会导致电气设备出现线路、绕组过热现象。在这一前提下，一方面加快绝缘材料的老化速度，另一方面降低设备的运行效率。例如，长时间过载会导致电动机转速降低，输出功率不稳定。此外，过载还可能导致设备的零部件加速磨损，缩短设备整体使用寿命，同时加大设备的维护成本。

2.3 接地故障

接地故障在油气储运系统电气设备的运行中也比较常见，其主要产生原因是是接地系统不完善或接地电阻过大。油气储运系统中相当一部分电气设备（电动机、变压器等）拥有金属外壳或金属构架，需通过接地装置与地面进行可靠连接，以保障人员和设备的安全。但是在实际运行中，部分电气设备的接地系统可能会出现一系列安全问题。例如，接地装置长期埋入土中遭受腐蚀，导致接地电阻增加。发生接地故障时，电气设备的金属外壳可能会带有危险电压。如果此时人员不慎接触到带电外壳，就会发生人身触电事故，也会导致设备出现不同程度的损坏。

2.4 设备老化故障

在使用年限不断增加的基础上，油气储运系统中电气设备的性能也会不断下降，进而出现更多的设备老化故障。使用年限增加引发的设备老化故障主要包括绝缘材料老化、接触不良等。如电气设备长期处于恶劣的工作环境下（高温、高湿、强腐蚀等），则会进一步加速设备的老化。与其他故障相比，电气设备的老化故障有一定隐蔽性。在设备的使用初期，老化故障可能只会对设备性能造成较小的影响。如不能及时发现和处理，故障会逐渐加重，最终导致设备无法正常使用。此外，设备老化还会不断增加设备的维护成本和维修难度。进而影响油气储运系统的生产效率。

2.5 其他故障

除了上述常见的电气故障类型外，还有一些特殊

情况引发的电气故障。具体来说，首先，雷击导致的故障在油气储运系统的电气设备中占据了一定比例。雷击是一种自然现象，电气设备或其他相关设施遭受雷击，雷电产生的高电压、大电流会瞬间作用于电气设备，可能导致设备的绝缘被击穿、电子元件烧毁。其次，静电也是油气储运系统中不可忽视的问题。在油品的装卸、输送过程中，由于油品与管道、容器内壁的摩擦，会产生大量的静电。如果静电不能及时导除，积累到一定程度就会产生静电放电，在损坏设备元器件的同时增加火灾风险。第三，仪表故障也可能导致设备运行异常。油气储运系统中的拥有多种仪表，而仪表故障，会导致测量结果不准确、信号传输中断等问题，可能导致操作人员无法准确掌握系统的运行状态，继而引发误操作和相关的安全事故。

3 油气储运系统的电气故障的成因

3.1 设备自身因素

在影响电气设备故障发生率的因素中，设备自身因素属于影响相对较大的因素。具体来说，首先，在设备质量方面，部分电气设备的采购环节可能存在把控不严格等问题，导致设备中使用了质量欠佳的元器件。这些设备在投入使用后，出现各种故障的风险较高。其次，设计缺陷也是导致电气故障的重要原因之一。部分相关领域的企业在设计油气储运系统电气设备时，未充分考量设备的实际运行情况，导致设备存在过载能力不足、散热性不佳等问题，上述问题同样会增加各类故障的发生风险。

3.2 环境因素

在油气储运系统中，环境因素也是影响电气设备故障发生率的重要原因之一。油气储运系统一般需要在复杂多变的环境中长时间运行，其需要面临的环境包括高温、高湿、高腐蚀性等。在复杂环境的影响下，电气设备出现绝缘材料老化等故障的风险会进一步增加。例如，我国部分油气田位于沙漠地区，夏季最高气温可能超过40℃以上，这一情况会导致设备的变压器、电机等出现绝缘材料变脆、开裂等问题，降低绝缘电阻，因而容易引发短路故障。

3.3 人为因素

在影响电气设备故障发生率的因素中，人为因素占据了重要地位。影响故障发生率的人为因素主要包括操作和维护因素两方面。具体来说，首先，在设备维护方面，定期维护与保养机制的缺失，是引发电气设备故障的常见原因之一。长期运行过程中电气设备

会累积大量的灰尘、油污等杂质，影响设备的散热、绝缘等性能。部分油气储运系统中的电气设备缺乏及时的清理与维护，会持续增加故障发生率。其次，在操作因素方面，部分操作人员为了追求工作效率，可能会违反操作规程，进行一些危险操作，如未切断电源时就针对电气设备进行检修。上述情况不仅容易引发触电等安全生产事故，而且会导致设备出现不同程度的损坏，影响设备的使用寿命。

3.4 外部不可抗力因素

引发油气储运系统电气设备故障的不可抗力因素，主要包括以下两个方面：第一，气象灾害：一般认为，各类气象灾害中对电气设备危害最大的是雷击。雷击会产生强大的雷电电流，瞬间击穿电气设备的元器件，而一些位于雷电多发地区的油气储运系统存在防雷措施不到位问题，这一问题会导致雷击发生后电气设备出现严重故障。第二，地质灾害，一般指的是地震、泥石流等。地质灾害会对电气设备的安装基础和支撑结构造成破坏，导致设备移位、倾倒，使电气连接部位断裂、短路。

4 油气储运系统的电气故障解决对策

4.1 设备维护管理策略

为了在油气储运系统运行过程中有效防控电气设备故障，需要建立健全设备的维护与管理机制。具体来说，首先，在设备管理方面，负责管理和使用油气储运系统的企业需加强自身的采购管理制度，针对采购环节可能出现的问题制定针对性的惩罚机制。只有如此，才能确保采购到质量较好的设备整机或零部件，保证设备投入使用后的稳定运行。其次，在设备维护方面，相关单位需建立健全设备的定期检修和维护机制，用于对设备进行定期检修和维护。只有如此，才能降低各类故障的发生率，保证设备的稳定运行。

4.2 电气系统优化设计

为了有效预防和控制油气储运系统的电气设备故障，需从源头上优化电气系统设计。具体来说，首先，在设计阶段，设计单位需充分考虑油气储运系统的特点和运行要求，采用先进的安全技术和设备。例如，在防爆设计方面，选用符合防爆标准的电气设备，如防爆型变压器、防爆电机、防爆开关等。只有如此，才能为设备故障的有效防控打好基础，其次，相关单位需针对电气系统的布局和接线方式进行优化，减少线路损耗和故障隐患。在这一方面，可采用的措施是合理规划电气设备的安装位置，使设备之间的连接线

路最短，减少线路电阻和电感，降低线路损耗。以此为基础，提高线路的可靠性和安全性。

4.3 加强设备安全运行管理

为实现电气设备的安全运行，需结合油气储运系统的实际情况制定完善的安全防护制度和操作规程。具体来说，首先，相关单位需结合油气储运系统的特点以及电气设备的操作规范，编制更加详细、全面的安全防护制度，在制度中明确安全责任和安全措施。针对可能出现的电气故障和安全事故，制定相应的应急处理措施，提高应对突发事件的能力。其次，需进一步加强操作人员的安全意识与操作技能培训。在这方面，可定期组织相关操作人员开展安全培训，培训内容需包含电气安全知识、操作规程和应急预案等。此外，还需要包括操作技能训练。以此为基础，提高员工的安全意识和责任感，确保电气系统的安全运行。

5 结论

综上所述，在油气储运系统的运行过程中，电气设备能够发挥关键作用，电气设备产生的故障也是导致油气储运系统停运或出现安全事故的重要原因之一。在对电气设备故障进行分析可以发现，常见的油气储运系统电气设备故障主要包括短路故障、过载故障、接地故障、设备老化故障等。而设备自身因素、环境因素、人为因素都会对故障的发生率和严重程度产生影响。为实现对油气储运系统电气设备故障的有效防控，本文制定了强化设备维护管理、优化设计电气系统以及加强安全运行管理等对策。

参考文献：

- [1] 窦苑倩. 基于 PLC 控制的电气系统故障诊断技术研究 [J]. 家电维修 ,2025,(01):140-142.
- [2] 熊勇虎, 姚维, 许海波. 基于电网侧电流的 PMSM 电气故障诊断 [J]. 微特电机 ,2024,52(12):59-64.
- [3] 王壘. 基于声音增强技术的高空作业车电气故障监测方法设计 [J]. 电声技术 ,2024,48(12):76-78.
- [4] 魏孙远. 机械设备电气故障排除方法研究 [J]. 造纸装备及材料 ,2024,53(12):48-50.
- [5] 夏福临. 一种基于深度学习网络的地铁电气故障检测 [J]. 中国科技信息 ,2024,(24):83-85.
- [6] 张晓钟. 油品储运检测诊断技术综述 [J]. 油气储运 ,2015,14(6):44-47.

作者简介：

刘洋（1990-），男，汉族，山东日照人，助理工程师，本科，研究方向：油品公司设备管理。