

中低压发电车在配网运行的技术应用探讨

林 穆

国网吉林省电力有限公司吉林供电公司带电作业中心 吉林 吉林 132011

摘要：电力系统中，配网作为连接发电侧与用户侧的末端纽带，直接决定电能供应质量，对社会生产生活至关重要。本文围绕中低压发电车在配网运行的技术应用展开研究，阐述了中低压发电车的组成结构与工作原理，明确其能量转化与并网机制；分析了配网的核心地位及现存设备老化、结构不合理、管理水平不足等问题；深入探讨并网控制、负荷转供与动态管理、配网设备协同适配三大关键技术；详细说明了其在配网检修、灾害应急、重大活动保电、高峰负荷支撑及新能源微电网构建中的具体应用。

关键词：中低压发电车；配网运行；关键技术；具体应用

引言：当前配网运行面临设备老化、网络结构不合理、现代化管理滞后等问题，制约供电可靠性提升。中低压发电车凭借移动灵活、供电稳定的特性，成为解决配网运行难题的重要手段。本文旨在系统探讨中低压发电车的技术特性，分析配网运行现状，研究其在配网中的关键应用技术与具体场景，为电力企业优化配网运行、提升供电保障能力提供理论与实践参考。

1 中低压发电车概述

1.1 中低压发电车的组成结构

中低压发电车核心组成包含柴油发电机组、高压盘柜与柔性电缆，各部分功能协同支撑供电作业。柴油发电机组是动力核心，承担能量转化任务，为发电车提供稳定的机械能来源；高压盘柜作为控制中枢，集成了开关、保护装置与监测仪表，负责调节输出电能的参数，保障供电安全，同时实时监控发电系统运行状态；柔性电缆则是电能传输的关键载体，具备良好的柔韧性及绝缘性，可灵活连接发电车与配网接口，实现电能的高效输送，各组件共同构成完整的移动供电系统。

1.2 工作原理

中低压发电车的能量转化始于柴油发电机组，通过燃烧柴油驱动发动机运转，将化学能转化为机械能，再由发动机带动发电机转子旋转，利用电磁感应原理将机械能转化为电能。在与配网并网环节，同期装置发挥关键作用，实时检测发电车输出电能与配网电能的电压、频率、相序及相位参数，通过调节发电机转速与励磁电流，使两者参数精准匹配，待满足并网条件后，控制并网开关闭合，实现发电车与配网的平稳连接，确保电能可靠注入配网^[1]。

2 配网运行概述

2.1 配网的重要地位与作用

配网作为电力系统的末端环节，是连接发电侧与用户侧的核心纽带，直接决定电能从传输到消费的最后一公里质量。其核心作用在于根据用户用电需求，实现电能的合理分配与精准输送，保障各类用户的用电供给。配网的稳定运行直接关系到电力系统整体功能的发挥，既是维持社会生产生活正常秩序的基础支撑，也是提升电力服务质量、保障能源安全的关键环节，在电力系统中具有不可替代的基础性地位。

2.2 配网运行的现状问题

当前配网运行面临多方面问题，首先是设备老化现象突出，部分运行年限较长的变压器、线路、开关等设备性能衰减，不仅增加故障发生概率，还限制了配网整体供电能力；其次是网络结构不合理，部分区域配网线路布局存在冗余或薄弱环节，导致负荷分配不均，易出现局部过载或供电“盲点”；现代化管理水平不足，部分配网仍依赖传统人工巡检与运维模式，缺乏智能化监测、数据分析与自动化调控能力，难以快速响应故障与优化运行效率^[2]。

3 中低压发电车在配网运行中的关键技术

3.1 并网控制关键技术

中低压发电车与配网的并网操作要依托精准的技术体系，核心在于参数同步与安全控制，具体如下：

(1) 参数检测技术，通过高精度传感器实时采集发电车输出端与配网侧的电压幅值、频率、相序及相位差数据，采样频率需达到毫秒级，确保捕捉到瞬时参数波动，为并网决策提供准确依据。(2) 同步调节技术，基于检测数据，通过励磁调节系统调整发电机的励磁电流，实现输出电压幅值与配网电压的匹配；同时借助调速系统控制柴油发动机转速，将发电车输出频率稳定在与配网一致的范围，并通过相位补偿装置消除相位差，

确保相序严格对应。(3)并网开关控制技术,采用具有防误操作功能的真空断路器,结合逻辑判断模块,在参数满足并网条件时自动闭合开关,若参数超出阈值则立即触发闭锁机制,避免非同期并网对配网及发电设备造成冲击。并网后要持续监测并网点的功率流向与电流变化,通过功率调节模块平衡发电车输出功率与配网负荷需求,防止过载或逆功率现象发生。

3.2 负荷转供与动态管理技术

在配网故障抢修或计划检修场景中,中低压发电车要通过科学的负荷管理技术实现电能的高效分配,具体如下:(1)负荷监测与核算技术,借助智能负荷监测终端,对拟转供区域的总负荷容量、负荷类型(阻性、感性、容性)及负荷波动规律进行实时统计,结合发电车的额定输出功率,核算最大可转供负荷,避免超载运行。(2)负荷分类转接技术,基于负荷重要性分级,通过配网分段开关与发电车出线开关的联动控制,优先转接医院、交通枢纽等重要负荷,再根据剩余容量逐步接入普通负荷;同时采用负荷均衡分配策略,将总负荷均匀分配至发电车的不同出线回路,避免单回路过载。

(3)动态负荷调节技术,当转供区域负荷出现瞬时波动时,通过快速响应的调速系统与励磁系统,实时调整发电车输出功率,维持输出电压稳定;同时配备无功补偿装置,补偿感性负荷产生的无功功率,提高功率因数,减少电能损耗,确保供电质量符合配网运行标准。

3.3 与配网设备的协同适配技术

中低压发电车需与配网现有设备形成协同工作体系,核心在于接口适配与信号交互技术,具体如下:

(1)电气接口适配技术,针对配网不同电压等级(中压通常为10kV、20kV,低压为0.4kV),发电车需配备可切换的电压输出模块,通过调压变压器实现输出电压与配网电压等级的匹配;同时采用标准化的电缆接头,确保与配网环网柜、箱式变电站等设备的快速对接,且接头需具备防误插、防漏电功能,满足户外作业的安全要求。(2)控制信号交互技术,发电车控制系统需通过工业以太网或无线4G/5G模块,与配网自动化系统实现数据互通,实时上传发电车的运行参数,同时接收配网侧的负荷指令与故障信号;当配网恢复供电时,配网自动化系统可向发电车发送解列指令,发电车通过逐步降低输出功率至零,再断开并网开关,实现与配网的平稳解列,避免电压冲击。(3)保护系统协同技术,发电车的过流保护、过压保护、短路保护等装置需与配网的继电保护系统实现定值配合,确保在故障发生时,优先由故障侧保护装置动作,避免保护误动或拒动,保障配网与

发电车设备的安全运行^[3]。

4 中低压发电车在配网运行中的具体应用

4.1 在配网检修不停电作业中的应用

在配网设备检修过程中,中低压发电车通过带电接入技术实现负荷转供,应用流程如下:(1)前期准备阶段,对检修区域的配网线路进行负荷摸排,确定待转供负荷的容量、电压等级及接入点位置,根据负荷参数选择匹配功率的中低压发电车,同时准备适配的电缆、接头及同期并网装置,确保设备与配网接口兼容。(2)带电接入操作时,采用绝缘手套作业法或绝缘杆作业法,先将发电车电缆一端与配网带电线路的分支箱、环网柜等设备进行临时连接,连接过程中需做好绝缘防护,避免线路短路或人员触电;另一端接入发电车输出端,完成电气回路搭建。(3)并网调试阶段,启动发电车并通过同期装置检测输出参数,调节电压、频率与相位,使其与配网参数一致后完成并网,随后逐步将检修区域的负荷转移至发电车供电;检修期间,实时监测发电车运行状态与负荷变化,根据负荷波动调整输出功率,维持供电稳定。(4)检修完成后,逐步将负荷切回配网主供线路,待负荷转移完毕,断开发电车与配网的连接,拆除临时电缆与设备,恢复配网正常运行模式。

4.2 在灾害应急抢修复电中的应用

当地震、台风、洪水等自然灾害导致配网线路中断、变电站停运时,中低压发电车作为应急电源快速介入,支撑抢修复电工作,应用方式包括:(1)灾害现场勘查阶段,通过配网巡检人员或无人机勘察,确定受损配网的范围、关键用户(如医院、避难所、指挥中心)的位置及用电需求,明确发电车的部署点位与供电优先级,优先保障民生与应急指挥用电。(2)发电车部署与接入时,选择地势较高、无次生灾害风险的区域停放设备,针对不同用户类型采用差异化接入方式:对低压用户,直接通过低压电缆连接用户配电箱;对中压用户,通过临时搭建的中压环网柜或分支箱接入配网,实现局部区域供电恢复。(3)供电保障阶段,根据用户负荷变化动态调整发电车运行参数,若单台发电车容量不足,可采用多台发电车并联运行技术,通过并机控制柜实现输出功率叠加,满足较大负荷需求。(4)配网抢修复电同步推进,在发电车保障关键区域用电的同时,抢修队伍对受损线路、设备进行修复,待主网具备供电条件后,逐步将负荷从发电车切换至主网,完成应急供电向常规供电的过渡。

4.3 在重大活动保供电中的应用

在大型赛事、国际会议、庆典活动等场景下,中低

压发电车作为临时备用电源,应用流程如下:(1)前期规划阶段,根据活动规模与用电需求,制定保供电方案,明确发电车的数量、功率等级及部署位置,通常在活动核心区域部署主用发电车,在周边重要负荷点部署备用发电车,形成双重保障。(2)设备安装与调试阶段,提前1-2天完成发电车就位,将发电车电缆接入活动场地的配电系统,预留手动切换开关与自动切换装置;对发电车进行满负荷带载测试,检查输出电压、频率稳定性及保护装置动作可靠性,确保设备处于最佳运行状态。(3)活动期间运行监控,安排专人值守发电车,实时监测运行参数,通过远程监控系统与配网调度中心保持通信,及时接收负荷调整指令;若配网主供电源出现波动或中断,自动切换装置在0.5-1秒内将负荷切换至发电车供电,避免供电中断。(4)活动结束后,待配网供电稳定,逐步降低发电车负荷至零,断开与配电系统的连接,对设备进行清洁、维护与燃油补充,为后续保供电任务做好准备。

4.4 节假日与高峰负荷支撑

在春节、国庆等节假日,或夏季、冬季用电高峰期,配网局部区域易出现负荷过载、电压偏低等问题,中低压发电车可作为临时电源缓解供电压力,具体应用方式包括:(1)负荷预测与点位选择,通过配网负荷管理系统分析历史负荷数据,预测高峰期易过载的区域(如居民区、商业街区),确定发电车的接入点位,通常选择配网线路的薄弱节点或变压器低压侧,便于快速补充负荷。(2)接入与运行控制,将发电车接入指定点位后,采用“并网不上网”模式,即发电车输出电能直接供给周边负荷,不向配网主网倒送功率;通过负荷监测装置实时采集区域负荷数据,调节发电车输出功率,使配网线路负荷控制在额定容量范围内,维持电压在合格区间。(3)高峰期动态调整,若区域负荷持续上升,可增加发电车数量并实现并联运行,通过功率分配控制器均衡各台设备的输出负荷,避免单台设备过载;同时与配网调度中心联动,根据全网负荷变化调整发电车运行策略,待用电高峰过后,逐步减少发电车投入,直至配网负荷恢复正常水平。

4.5 在新能源接入与微电网构建中的应用

中低压发电车可与分布式光伏、储能系统协同,参

与微电网构建,实现“源网荷储”一体化运行,应用形式如下:(1)微电网组建阶段,根据区域能源需求与新能源资源条件,确定微电网的覆盖范围与负荷类型,将中低压发电车、分布式光伏电站、储能电池系统通过微电网控制器连接,形成独立运行的能源系统;明确各能源单元的运行优先级,通常优先利用光伏出力,不足部分由储能系统补充,储能放电完毕后启动发电车。(2)运行控制与能量调度,微电网控制器实时采集光伏出力、储能荷电状态、负荷需求及发电车运行参数,通过能量管理算法制定调度策略:当光伏出力大于负荷需求时,多余电能存入储能系统;当光伏出力不足时,先释放储能电能,若储能荷电状态低于20%,自动启动发电车,补充电能缺口。(3)与配网的互动运行,在微电网并网模式下,中低压发电车可作为调节电源,平抑光伏出力波动对配网的影响:当光伏出力骤增时,减少发电车输出功率,避免配网电压偏高;当光伏出力骤降时,增加发电车输出功率,防止配网电压偏低;若配网出现故障,微电网可切换至离网模式,由发电车与储能系统共同保障区域负荷供电^[4]。

结束语:本文通过对中低压发电车在配网运行技术应用的研究,明确了其组成、原理及与配网的适配逻辑,梳理的并网控制、负荷管理等关键技术,为实际操作提供了技术规范;多场景应用分析也验证了其在改善配网供电可靠性中的作用。中低压发电车已成为配网运行的重要补充力量,未来可进一步结合智能化技术,深化与新能源、智能配网的融合,优化能量调度效率。

参考文献

- [1]李慧夫.基于机器学习的配网应急发电车调度优化研究[D].广东:广东工业大学,2021(08):33-34.
- [2]张泽雄.浅析低压配网无功补偿配置技术的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2020(8):00124-00125.
- [3]陈超,丁一岷,金国忠,等.基于移动式发电车低压台区不停电作业关键技术研究[J].电器与能效管理技术,2021(12):85-89.
- [4]许兴元,黎镇浩,刘泉辉,赵湘文,陈晓杭.中低压零停电作业应用现状分析[J].大众用电,2022(8):52-54.