

# Analysis of safety operation guarantee measures for underground power supply system in coal mines

Xudong Liu

Weijiadi Coal Mine Branch of Gansu Jingmei Energy Co., Ltd., Baiyin, Gansu, 730913, China

## Abstract

The underground coal mining environment is complex and unique. As the core power support for coal production, the safe and stable operation of the power supply system directly impacts production efficiency and the safety of workers. This paper focuses on ensuring the safe operation of underground coal mine power supply systems. It first clarifies the fundamental aspects of power supply system safety, including operational requirements, core components, safety implications, and basic conditions. Then, it explores specific measures from three key dimensions: equipment support, operational control, and management systems. These measures include core equipment selection, daily maintenance, fault prevention, operational parameter monitoring, load regulation, special condition support, as well as management system development, personnel skill enhancement, and emergency mechanism establishment. The aim is to provide a comprehensive and practical theoretical reference for improving the safety operation level of underground coal mine power supply systems.

## Keywords

underground coal mine; power supply system; safe operation; safeguard measures

# 煤矿井下供电系统安全运行保障措施分析

刘旭东

甘肃靖煤能源有限公司魏家地煤矿分公司, 中国·甘肃 白银 730913

## 摘要

煤矿井下作业环境复杂特殊, 供电系统作为煤矿生产的核心动力支撑, 其安全稳定运行直接关系到生产效率与作业人员生命安全。本文围绕煤矿井下供电系统安全运行保障展开研究, 先明确供电系统安全基础相关内容, 包括运行要求、核心组成及安全影响、基础条件; 再从设备保障、运行管控、管理体系三个关键维度, 探讨核心设备选型、日常维护、故障预防, 运行参数监测、负荷调控、特殊工况保障, 以及管理制度建设、人员技能保障、应急机制构建等具体措施, 旨在为提升煤矿井下供电系统安全运行水平提供全面且可行的理论参考。

## 关键词

煤矿井下; 供电系统; 安全运行; 保障措施

## 1 引言

煤矿井下供电系统是维持生产作业及安全保障设施运行的关键基础设施, 其稳定运行直接影响煤矿生产的连贯性以及作业人员的生命安全。井下环境阴暗潮湿, 地质状况复杂, 存在诸多潜在风险, 这些因素极易对供电设备和线路产生腐蚀破坏作用, 从而引发供电故障。当供电系统停止运行时, 不但会造成生产中断并带来经济损失, 而且有可能引发触电、瓦斯爆炸之类的严重安全事故。所以, 系统地整理井下供电系统安全运行的保障重点, 形成起全流程的保障体系, 这对于规避供电风险、巩固煤矿安全生产防线有着非常重要的现实意义。本文就此展开相关措施分析。

【作者简介】刘旭东(1987-), 男, 中国甘肃天水人, 本科, 工程师, 从事煤矿机电研究。

## 2 煤矿井下供电系统安全基础

### 2.1 供电系统安全运行要求

煤矿井下供电系统若要安全运行, 就要遵照可靠性、安全性、稳定性这三项主要准则。可靠性方面, 供电系统应长时间稳定供电, 不能由于自身故障造成供电停止, 从而保证生产设备和安全设施一直运转。安全性是供电系统运行的关键所在, 要严密防止漏电、短路、过载等电气事故, 消除触电、电气火灾之类的潜在风险, 以保障作业人员的生命安全以及井下设施的完整无损。稳定性则要求在负载起伏、环境改变等情形下, 供电系统仍然可以把电压、频率等供电指标控制在合适区间之内, 免除因为这些指标出现偏差而妨碍设备的正常运作。而且, 供电系统还要符合煤矿井下有关的安全规则和技术规范, 具有较强的抗干扰、抗冲击性能, 可以应对井下繁杂的工作条件。

## 2.2 供电系统核心组成及安全影响

煤矿井下供电系统的核心合成包含电源设备、输电线路、变配电设备以及用电设备这些关键部分。电源设备会给系统给予最初的电能，其性能的稳定性会直接左右供电系统的启动和运行根基。如果电源设备发生故障，那么整个供电系统就会停止工作。输电线路承担着电能的输送与分配任务，线路的绝缘性能、敷设质量对于供电安全十分关键。线路老化、破损或者敷设不符合规范极易造成漏电、短路之类的故障。变配电设备具备电压变换、负荷分配的功能，设备的选型是否合适、运行状况如何，会直接影响到供电参数的稳定性。要是设备运行出现问题，也许会造成电压波动、过载等情况。用电设备属于电能的消耗终点，其运行状况和负载情形会对供电系统的稳定产生反向影响。设备存在故障或者处于超负荷运行时，有可能引发系统性的连锁反应。

## 2.3 井下供电安全基础条件

煤矿井下供电安全的基本条件包含环境改良、线路规整以及设备防护这三大块。环境改良需合理控制井下作业环境，减小湿度并缩减粉尘积聚，防止恶劣环境损害电气设备及线路，从而给供电系统的运行创建稳固的环境根基。线路规整要依照规范敷设输电线路，远离危险地带和易被撞击、压迫之处，并恰当设置线路支撑与防护设施，保证线路衔接紧密、绝缘良好，削减线路故障风险。设备防护应为各种电气设备安装完备的防护装置、防爆装置、漏电保护装置等，按照井下特定环境选用具有合适防护等级的设备，而且确保设备安装稳固、接地有效，从硬件角度夯实供电安全的基础。

## 3 供电设备安全保障

### 3.1 核心供电设备选型规范

核心供电设备选型要严格按照煤矿井下环境特性和供电需求来执行，按照合适性、安全性、耐用性这些原则去选型。选型的时候要充分考虑到井下又湿又多尘、还有易燃易爆气体等情况，首先选用那些具有防爆、防水、防尘功能的设备，保证设备在恶劣环境下能够安全运行。而且，设备的容量应当和供电负荷相符，既不能因为容量小而让设备过载运行，也不能因为容量大就白白浪费资源。还要留意设备的技术是否成熟以及它能否与其他设备兼容，挑选出符合国家相关标准并且在市场上评价较好的设备种类，从而使得设备相互配合工作，缩减由于设备不兼容而产生的运行故障，给供电系统的安全运行提供物质上的支撑。

### 3.2 设备日常安全维护措施

由于当前煤矿井下供电情况相对于先前更加复杂，使用到的各种类型的电器设备越来越多，对继电设施保护系统进行完善对于更好保证供电系统的安全性非常关键。日常维护时应定时对设备执行全面检查，着重探寻设备的绝缘性能、接地状况、运行温度等重要指标，尽早察觉设备运行时

潜藏的问题。对于检查过程中找出的问题，应当制订专门的纠正方案，并尽快实施修理或者替换，防止因隐患不断累积而造成设备故障。还要加大设备的清洁保养力度，按时清除设备表面的灰尘、油污以及积水，缩减环境因素给设备带来的损害。也要创建设备维护档案，细致记载设备维护的时间、维护的内容、故障情形以及解决结果，从而给后续的设备维护和管理提供数据支持，改善维护工作的规范性和有效性。

### 3.3 设备故障预防及处理机制

设备故障预防及处理机制的形成要兼顾事前预防和事后处理。事前预防要依照设备运行规律以及常见故障种类制订有针对性的预防举措，定时对设备执行预防性试验和检修，及时更换老化、性能下滑的零部件，从源头缩减故障发生的几率。还要巩固设备运行状况的即时检测，经由设置检测装置立即获取设备运行的异常信号，做到故障的早期警报。事后处理要创建快速回应的故障处理程序，明确故障处理的责任划分，保证故障出现时可以马上召集专业人员展开抢修工作。故障处理的时候，务必严格按照安全操作规程，首先切断故障设备的电源并做好安全防护，然后才去检查故障和执行维修，防止故障加剧造成二次安全事故。

## 4 供电系统运行安全管控

### 4.1 运行参数实时监测措施

运行参数的即时监测对于把握供电系统的运行状况、及早察觉潜在风险十分关键，要形成完备的监测体系。针对供电系统的电压、频率、电流、功率因数这些主要运行参数执行即时采集与分析，监测设备应当具有较高的精度和稳定性，可以适应井下复杂的环境，保证监测数据准确有效。还要搭建监测数据传递和警报平台，把即时监测的数据传送到地面观察中心，经由数据对比分析来判断系统是否正常运行。一旦监测参数超过预先设定的阈值，系统就要自动发出警报信号，告知工作人员及时加以处理。而且，要定时对监测设备展开校准和保养，促使监测系统一直稳定可靠地运行，从而给供电系统的安全控制提供数据支持。

### 4.2 负荷调控及安全运行策略

负荷调控与安全运行策略的制订要依照供电系统的负荷特征和运行需求，达成负荷的合理调配与稳定控制。应统计分析井下各种用电设备的负荷情况，了解不同时段、不同作业阶段的负荷分布规则，进而制订出动态的负荷调控计划。一旦系统负荷靠近或者达到额定容量，就要立即调整负荷分配，首先保证通风、排水等重要安全设施的供电需求，防止系统出现超负荷运行现象。而且，改良供电系统的运行模式，恰当选定输电线路以及变配电设备的运行状况，缩减电能损失，改善系统运行效率。还要巩固对负荷调控过程的监督和管理，保证调控措施切实得到执行，促使供电系统在合理负荷之下安全稳定地运行。

### 4.3 特殊工况下供电安全保障

特殊工况下的供电安全保障要按照井下可能发生的极端情况制订专门的保障措施。采掘工作面推进、巷道维修等作业工况时,要加强供电线路和设备的保护,防止作业过程中碰擦损坏供电设施,还要合理调配供电方案,保证作业区域供电稳定。水害、火灾、顶板事故等突发灾害工况出现时,应形成应急供电保障机制,确保应急照明、通风、排水等关键设施持续供电,从而为灾害应对和人员疏散供应动力支撑。恶劣天气影响井下供电系统运行时,要预先做好防范准备,巩固设备和线路的防护,必要时启动备用供电方案,以保障供电系统在特殊工况下的安全运行。

## 5 供电安全管理与保障体系

### 5.1 安全管理制度建设

安全管理制度的形成对于规范供电系统的安全运行管理、明晰责任划分而言至关重要,要遵照煤矿井下供电的实际状况来制订完备的管理规章制度。其中涵盖设备管理制度、运行操作准则、保养检修制度以及安全检查制度等等,该制度的内容应清楚界定各个岗位人员的职权范围,并对供电系统从运行到保养再到检修各个环节的操作步骤及安全标准予以规范。而且还要创建起制度执行的监管体系,加大对制度执行情况的日常巡视和评价力度,促使各项制度切实得到贯彻执行。还要定时针对安全管理制度开展评定并加以完善,按照生产流程的改良、设备的更新替换等实际情形,及时修正制度内容,从而优化制度的精准度和时效性,给供电安全管理提供制度层面的支持。

### 5.2 人员安全操作与技能保障

人员安全操作与技能保障要从培训、考核、维护这三个维度展开。培训上,要形成起常态化的人员培训机制,就井下供电系统的运行原理、操作规范、安全要点、故障处理办法等内容展开专门培训,从而加强作业人员的安全意识和操作技能。考核上,应定时对作业人员的专业技能和操作能力执行考核,考核未达标的人员不允许上岗作业,保证在岗人员具有对应的岗位合格能力。维护上,要加大对作业人员操作过程的监管力度,严肃惩处违章操作、违规作业等行为,还要创建奖励机制,促使作业人员严格按照操作规程

行事,并积极查找安全风险,营造人人参与的供电安全维护环境。

### 5.3 应急保障及救援机制

应急保障及救援机制的形成要保证供电系统一旦发生突然故障或者安全事故,就能立即作出反应并有效地解决问题。应当制订完备的供电安全应急预案,其中要清楚应急处理的步骤、人员职责划分以及应急物资供应等情况,对于各种不同的供电故障和安全事故也要制定专门的应对计划。还要储备足够的应急救援物资,备用电源、应急照明设备、维修用具、急救用品等,并且定时检查这些物资、保养它们并且更换陈旧的物品,从而保证在紧急情况下可以正常发挥作用。而且要定时开展应急演练,模仿各种供电意外状况,加强工作人员的应急处理水平和相互之间的协作能力,使得应急预案切实得以贯彻执行,最大程度地缩减意外事件带来的损害。

## 6 结语

煤矿井下供电系统安全运行保障属于系统性工程,要整合安全基础、设备保障、运行管控和管理体系各方面力量协同推进。安全基础是筑牢防线的前提,设备保障是稳定运行的核心支撑,运行管控是及时防范风险的关键手段,完善的管理体系会给长效安全提供制度保障。本文梳理的一系列针对性保障措施,包含了全链条防控逻辑,可以为优化井下供电系统安全运行水平、捍卫煤矿生产安全提供实用的参考。未来可以凭借技术创新来促使保障措施向智能化方向升级,从而进一步加强安全防控的精准性和可靠性。

### 参考文献

- [1] 田宇光.煤矿井下低压供电系统漏电保护研究[J].矿业装备,2025,(07):98-100.
- [2] 杜鹏程.煤矿井下供电系统电能质量治理方案[J].西部探矿工程,2025,37(03):156-158+163.
- [3] 姜明学.煤矿井下供电系统漏电保护配置问题及对策[J].能源科技,2024,22(03):32-35.
- [4] 吕富杰.漏电保护技术在煤矿井下供电系统中的应用[J].矿业装备,2021,(06):208-209.
- [5] 闵孟岗,江腾飞.漏电保护技术在煤矿井下供电系统中的应用[J].新型工业化,2021,11(08):139-140.