

备用电源在矿山企业的应用及研究

王仁俊

陕西凤县四方金矿有限责任公司 陕西 宝鸡 721705

摘要: 矿山企业一旦发生突发性停电,极易造成重大经济损失,甚至引发严重安全事故,科学规划并优化矿山备用电源系统是确保矿山生产安全、提高生产效率的关键所在。本文以某金矿企业为研究对象,在调研分析该矿备用电源系统存在问题的基础上,提出备用电源优化总体思路,通过架空备用线路升级改造、井下专用备用电源铺设、高压发电机组特殊应急电源选用、闲置设备改造利用优化监控中心电源等一系列技术方案,提升了该矿山企业的备用电源保障能力。

关键词: 矿山企业;备用电源;技术创新;供电可靠性;应急保障

矿山企业是国民经济的重要基础产业,由于矿山开采环境恶劣,且多分布在偏远山区,供电可靠性难以保证,一旦发生突发性停电事故,将会造成巨大的经济损失,甚至引发安全事故。在电网发生故障或其他原因导致正常供电中断时,备用电源能够自动或手动投入运行,保证重要负荷供电连续性,使矿山企业井下排水、通风、提升等关键系统时刻保持运转,因此配置完善可靠的备用电源系统至关重要。下文,笔者根据研究实际成果,兼顾设计选型、布局施工、运维管理等多方面需求,探讨备用电源优化应用方面的一些做法和经验,希望能为同类矿山企业提供参考。

1 研究背景

1.1 备用电源概况

研究基于笔者所在的陕西凤县四方金矿有限责任公司,为集黄金开采、选冶、冶炼为一体的大型综合性矿业公司,矿点位于陕西省凤县境内的秦岭山区,供电线路长且分布广,矿区电力由河口电站 35 kV 专线供电,变电站装机容量为 12500 kVA,采用单电源单回路供电。金矿配置了多套备用电源系统,对于井下排水、通风、提升等关键负荷,采用柴油发电机组作为应急电源,确保在电网停电时能快速投入,共配置有 6 台柴油发电机组,如表 1 所示。

表 1 公司发电机组情况

区域	容量	用途
生活区	200kW 低压	保障生活基本用电需求
尾矿库	400kW 低压	防止尾矿库水位超标外溢
选矿厂	728kW 低压	保障选矿厂关键设备运行
充填站	800kW 低压	保障井下通风、充填泵等负荷
技术大楼	1250kVA/10kV 高压	作为矿区应急备用电源
主井副井	1600kW	保障主副井提升及井下排水、压风系统

除柴油发电机组外,对于监控、通信等重要负荷,还配置了 EPS 应急电源,由蓄电池组提供持续供电。尾矿库、生活水处理站等场所还配有小型太阳能、风能发电系统,作为日常照明等辅助电源。

1.2 存在的问题

通过对研究对象金矿备用电源系统的调研和分析,发现其目前存在以下几个主要问题:(1)备用电源容量不足,难以满足日益增长的负荷需求,原有 1600 kW 发电机组已不能完全满足功率要求,事故状态下无法实现全负荷应急,发电机组容量相对吃紧;(2)备用电源系统互不联通,缺乏统一调度,部分发电机组常年满载运行,而另一些机组却常年处于轻载或空载状态;(3)供电线路老化失修,线损大、电压不稳,影

响供电安全和电能质量,绝缘老化,存在安全隐患。

2 矿山企业备用电源优化总体思路

针对四方金矿备用电源系统存在的问题,经过反复论证,提出了“总体规划-分步实施-多措并举-综合优化”的总体思路,充分考虑矿山开采规模、负荷分布、电源条件、线路走向、场地限制等诸多因素,因地制宜确定备用电源的总体配置方案,重点选用高效、低排放、低噪声、体积小、维护简单的新型备用电源替代淘汰老旧落后机组^[1],同时采用高可靠、免维护的固态开关设备,满足关键负荷连续可靠供电的高标准要求。

3 矿山企业备用电源优化技术方案

3.1 架空备用线路升级改造

四方金矿原有的架空备用线路采用 LGJ-35 裸铝钢芯铝绞线,线路全长 4.5 km,导线小截面积仅为 35 mm²,输电能力有限,备用线路长期过载运行,电压质量难以保证。由于矿区地形复杂、沟壑纵横,原有线路采取“N”形走向布线,并多次跨越公路、河流,与树木、建(构)筑物等保持安全距离不足。针对上述问题,研究决定对备用线路进行全面的升级改造:

(1)经过多方案比选,采用新型绝缘导线 JKLGJY-120 替代原有裸导线,导线截面积增大到 120 mm²,采用高强度合金铝绞线内层包覆耐热、耐老化的交联聚乙烯绝缘层,内外两层绝缘总厚度达 2.5 mm 以上,外包高分子聚乙烯或氯化聚乙烯护,连续工作温度可达 90 °C,短时允许温度高达 250 °C,单位重量的输电容量是同等截面积裸导线的 1.5-2 倍。

(2)在架设施工方面,充分利用地形地貌条件,优化线路路径,尽量减少转角塔和避免大跨越。在不增加杆塔高度的情况下,将档距适当加大,由原来的 50 m 增加至 100 m 左右,采用直线布置为主、转角布置为辅的敷设方式,减少杆塔数量近 30 座,并为未来负荷增长预留 25% 余量。

3.2 井下风机专用备用电源铺设

按照矿山供电规程,井下风机作为一类负荷,必须采用双回路供电或环网供电方式^[2]。风机主电缆是从二选厂 10 kV 高压供电线路“T”接引出,当矿区电网故障时,风机备用电源只能从二选厂引出。为确保风机在电网停电情况下的可靠启动和长时间运行,决定充分利用充填站内 1 台 800kW 低压柴油发电机组富裕容量,就近为风机铺设一回专用备用电源:

(1)在充填站柴油发电机组 0.4kV 母线上引出一回专用馈线,采用 VV22-0.6/1kV-3240+1120 型电力电缆。由于风机

选址与充填泵站高差较大,电缆需在竖井中敷设,为确保电缆抗张强度和垂直敷设时的散热条件,电缆采用钢丝铠装和阻燃型低烟无卤护套材料,电缆外径较粗,电缆卷筒半径满足电缆允许弯曲半径,竖井内加设吊架和电缆支撑装置。

(2)在井下风机硐室内安装一台400 kVA矿用隔爆型移动变电站,作为风机备用电源的就地升压设备,采用SCB10型10/0.4kV干式变压器,其阻燃防爆等级达ExdI BT4,防护等级IP54。变压器初级侧设置真空断路器,既可作为风机备用电源总开关,也可在事故时切除故障。变电站二次侧设置1路风机专用馈线,采用MYP煤矿用移动橡胶套软电缆与风机变频器连接,实现风机就地控制。

(3)风机变频器采用6RA70型水冷装置,由变频器就地控制柜与远程集中控制柜组成。就地控制柜配备“市电/备用电源”转换开关、风机软启动控制器、安全保护装置等,实现风机的就地控制和状态监测;远程控制柜设置在地面集控中心,变频器还具备电网适应性控制功能,在电网电压骤降或骤升时,可快速跟踪电网电压,抑制风机电流尖峰和转差振荡,确保风机变频器不脱网。

3.3 选用高压发电机组作为特殊应急电源

为最大限度降低停电损失,快速恢复重要负荷用电,除了常规的柴油发电机组备用电源,研究创新性地将1台高压发电机组作为特殊应急电源,为全矿关键负荷提供最后一道电力“防线”:

(1)特殊应急电源接入。在10 kV发电机出线柜1#开关柜处引出一回专用电缆,电缆型号选用YJV22-95 mm²,直接接至矿区35 kV变电站的备用环网柜。备用环网柜选用XGN15-12型,具有3个630 A额定电流的PT计量柜和2个1250 A额定电流的电缆出线柜。正常情况下,备用环网柜与主供电环网柜之间保持连锁闭锁状态,确保双电源不会同时并网,避免发生连锁故障。

(2)优化特殊应急电源切换控制方案。当矿区电网发生故障,主供电系统失电时,发电机组将自动启动并逐台并网,向重要负荷供电。与此同时,备用环网柜与主供电环网柜之间的连锁自动解除,备用环网柜带电^[3]。一旦发电机组出现故障无法继续运行时,由中央控制室下达切换指令,经由就地或远程操作将备用环网柜与变电站10 kV母线并列,快速向10 kV系统供电。

3.4 利用闲置设备优化监控中心应急电源

矿山安全生产监控系统是矿山安全生产的“神经中枢”,其供电可靠性直接关系到整个矿区的安全稳定。金矿原有的监控中心应急电源为一台5kVA的EPS电源,但由于使用时间长达6年,电池活性已严重下降,其应急供电时间从设计的2小时缩短至20分钟左右,亟需升级改造。本着“修旧利废、物尽其用”的原则,将对矿山开闭所进行技术改造时淘汰的1台GZDWK-33-65直流屏移至高压发电机房,经过技术革新盘活了这台“沉睡”多年的资产:

(1)对该直流屏进行全面的清洁、检修和绝缘试验,增设了1台HHH-4kVA工频正弦波逆变电源模块,采用SPWM控制技术,将220V直流电转换为220 V/50 Hz交流电,为监控中心稳定供电。改造后的直流屏采用了容量更大、寿命更长的阀控密封铅酸蓄电池,额定电压220 V,容量500 Ah,可提供8

小时以上的应急供电,在直流母线上设计了4路馈线开关,分别给监控中心应急照明、服务器、通信设备等重要负荷供电^[4]。

(2)该直流屏在为监控中心供电的同时,还可作为高压发电机的操作电源。原发电机的控制电源取自机组本体的励磁机,存在着发电机失磁时无法启动的风险。而改造后的直流屏可为发电机就地控制柜提供独立的220 V直流电源,不仅提高了发电机的启动可靠性,也为发电机的检修维护提供了便利。

4 技术方案实施效果与意义

4.1 线路满足发电机组供电需要

经过一系列升级改造,四方金矿架空备用线路的输电容量从原来的3.5 MVA提高到目前的17.5 MVA,完全满足现有6台备用电源发电机组满载带电所需。线路电压合格率从87%提升至98%以上,各分支末端电压偏差控制在-7%~+7%以内,电能质量明显改善。线路故障率从2.1次/百公里·年下降至0.3次/百公里·年,运行更加安全可靠。供电半径从16公里缩短至10公里以内,线损率从15%降低到6.8%,运行效率大幅提高。

4.2 应急供电能力明显增强

通过科学规划备用电源,优化机组容量配置,提高设备智能化水平,矿山电力系统的应急供电能力较优化前提高了1.5倍,井下排水、压风、提升等关键负荷的备用电源装机容量从原来的4.6 MVA增加到目前的8.8 MVA,且实现分区、分级、分类布置,可满足不同等级负荷的应急供电需求。优化后的全矿备用电源,可在电网故障时为井下重要负荷持续供电8小时以上,有力提升了矿山应对极端灾害的应急保障能力。

4.3 电能质量和供电可靠性得到保障

备用电源系统优化后,矿区供电线路的电压合格率达到93.1%提高到98.7%,频率合格率达到95.2%提高到99.6%。井下风机、提升机等在启动和运行过程中,母线电压波动率控制在±6%以内,基本消除了对电网和其他负荷的影响。所有备用电源均实现了与电网的自动无扰动切换,切换时间从原来的2-3分钟缩短至100毫秒以内。备用电源正常投运率达到99.95%,年故障停运失电时间不超过10分钟。

结束语

矿山企业生产环境复杂,供电保障难度大,配置可靠优质的备用电源至关重要。科学合理地规划设计备用电源系统,统筹兼顾容量配置、设备选型、布局施工、运维管理等方方面面,需要矿山企业在借鉴经验的基础上,立足自身实际,不断探索创新,形成一套行之有效的备用电源优化技术和管理模式,为矿山企业安全、高效、持续发展提供坚实的电力保障。

参考文献

- [1] 于涛,陆文涛.储能集装箱应急电源系统在煤矿副立井提升机上的应用[J].中国煤炭,2023,49(09):57-65.
- [2] 孙广建,张强,史春光,等.煤矿用低压并联型应急储能第三电源系统设计与应用[J].河南科技,2023,42(14):74-81.
- [3] 赵志敏.煤矿应急供电电源供电质量在线监控系统设计[J].当代化工研究,2019,(04):126-127.
- [4] 温亮.浅谈煤矿应急电源的类型及现场应用[J].科技创新与应用,2017,(20):147-148+150.