

综采工作面远距离供电供液系统在金凤煤矿的应用

海东宝

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司金凤煤矿 宁夏吴忠 751504

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司金凤煤矿在设计011816综采工作面时,采用综合机械化、自动化采煤工艺。工作面采用双滚筒采煤机落煤、采煤机通过螺旋叶片装煤,推移刮板输送机辅助装煤,刮板输送机、转载机、可伸缩胶带输送机联合运煤,两柱掩护式液压支架支护顶板,采空区采用全部垮落法管理顶板。

011816综采工作面倾斜长度为243m,走向长度为1230m,工作面倾角 20° ~ 23° ,平均为 22° ,可采长度1050m,储量120.56万t,机巷、风巷分别沿煤层掘进,底板起伏较大(高差96.2m,机巷平均倾角 8° ,最大倾角 16°),在回采过程中顶板压力大,来压速度快,造成两巷断面严重变形,大大减小了两巷断面。如果采用近距离供电供液方式,会出现以下问题:

(1) 011816综采工作面机巷巷道底板起伏大,拉移设备列车的过程中,危险性增加,可能会发生设备列车断绳、跑车、翻车等事故,危及人员安全。

(2) 工作量增大。由于设备列车经常移动,必须随设备列车挪移电缆及供水、供液管路,增加了工作量。

(3) 011816综采工作面机巷坡度起伏较大,在回采过程中巷道容易变形,容易导致巷道宽度、高度变小,无法移设设备列车,为保证设备列车正常移动,需要对巷道进行扩帮、起底,以此来满足正常开采过程中设备列车移设工作。

为了解决011816综采工作面设备列车移设存在的问题,打破传统的工作面设备列车布置及移动方式,由集中布置方式改变为分离远距离布置方式。即将移动变电站、变频器、组合开关、控制主机、工作面通信、乳化液泵及泵箱一次性地移出工作面,布置在带式输送机巷外端联络巷内,011816综采工作面电缆车、照明开关等设备布置在转载机落地段上,跟随转载机一同推移。

作者简介: 海东宝(1984年5月),男,宁夏固原,回,宁夏大学,本科,目前在国家能源集团宁夏煤业有限责任公司金凤煤矿工作,主要从事工程技术管理,邮箱:407322590@qq.com。

1 远距离供电供液技术需要解决的问题

1.1 工作面配套设备

011816综采工作面配套选用ZY10000/18/37型液压支架、MG900/2320-WD型采煤机、SGZ1000/2*1000型刮板输送机、SZZ1200/700型转载机、PLM4000破碎机、BPW500/16X型乳化液泵站、BPW500/16X型喷雾泵站设备。

1.2 远距离供电供液技术难题

综采工作面供电系统必须保证电压稳定,各项保护齐全,电流整定合理,确保安全生产。正常运行时供电网络的实际电压损失必须小于网络所允许的电压损失。乳化液泵和喷雾泵的流量和压力损失应符合要求,满足支架和采煤机等设备的正常使用。因此,工作面远距离供电、供液必须解决以下问题:

远距离供电线路长、线路压降大、线损大,因此必须优化工作面供电方案,选用合适的变压器、电缆等,确保整个供电系统的电压损失控制在允许范围以内,保证工作面设备的正常运行。

供电供液线路加长,因此必须采用新型的启停设备和控制器。要求启停设备和控制器体积小,便于搬移和放置,保护功能完善,能及时发现故障隐患、及时采取措施避免设备损坏,并能实现自动化控制。

根据远距离供液距离长、管路压力损失大等原因,因此必须对液压系统进行优化,最大限度地降低管路压力损失,提高管路在长期长距离高压供液过程中的可靠性。

2 远距离供电系统设计

根据011816综采工作面负荷统计,选用1台型号为KBSGZY-3150/10/3.45移动变电站向采煤机、破碎机供电;选用2台型号为KBSGZY-1600/10/2*1.905移动变电站向刮板输送机供电;选用1台型号为KBSGZY-1600/10/2*1.905移动变电站向转载机供电;设计将移动变电站、工作面集控系统、乳化液泵站和喷雾泵站及组合开关布置在运煤上山联络巷处,电缆花栏车等布置在转载机落地段上。根据设备的长时负荷电流及电缆的长期允许载流量,其中采煤机、破碎机负荷及电缆最长,

如能满足要求, 其他均能满足要求。

2.1 电压损失校验

根据设备选型将电压损失计算过程如下:

采煤机、破碎机总负荷: 2650kW, 最大负荷: 900kW。配置KBSGZY-3150/10/3.45型移动变电站, KJZ3-1500/3300/1000型组合开关, 供电距离最长1500m。

线路电压损失: $\Delta U = \sqrt{3}I_c L \cdot (r_0 \cos\varphi + x_0 \sin\varphi) = 109V \leq 265V$, 校验结果: 合格。

其中, I_c 为该段线路持续工作电流, L 为线路长度, r_0, x_0 为线路每公里电阻电抗, $\cos\varphi, \sin\varphi$ 为该线路负荷的加权平均功率因数和对应的正弦值

电动机启动时端电压: $U_q = \sqrt{3}I_{sq}Z_q = \times 919.0344 \times 1.9723 = 3139.5585V$

启动时端电压占比: $3139.5585 \div (3.3 \times 1000) \times 100\% = 95.14\% \geq 75\%$, 校验结果: 合格

实际启动电流 $I_{sq} = U_{2e} \cdot 1000 / \sqrt{(\Sigma R)^2 + (\Sigma X)^2}$, 启动时回路每相电阻 $\Sigma R = R_b + R_2 + R_q$, 启动时回路每相电抗 $\Sigma X = X_b + X_2 + X_q$, 其中 R_2, X_2 为线路的每相电阻、电抗。

011816综采工作面远距离供电系统必须校验线路电压损失, 且电压降能满足采煤设备的正常运行和启动要求。由于采煤机电机功率较大, 且供电距离最远, 因此, 只需校验其电压降是否满足要求即可。经过计算, 采煤机正常运行时供电线路电压降 $\Delta U_z = 109V$, 因此, 理论计算电压降满足规程规定的要求。

2.2 保护和控制系统

为满足011816综采工作面特殊的供电设备布置方式, 选用北京天地玛珂电液控制系统有限公司电液集控中心作为011816综采工作面采煤机、刮板机、转载机、破碎机、本站等设备的集中控制系统。控制器采用大屏幕彩色液晶显示, 并采用触摸屏输入方式, 具有以太网、RS485接口、CAN总线及无线接口, 方便与其他设备互连, 实现对主要生产设备的实时在线检测, 及时发现故障隐患、及时采取措施避免设备损坏, 确保各设备协调、连续、高效、安全运行。

3 远距离供液系统的设计

3.1 供液系统选择

远距离供液系统能否成功应用, 关键是要解决高压管路的选择与布置问题。011816综采工作面泵站置于运顺外端联络巷内, 距离工作面约1200m。经过计算, 选用3台型号为BRW400/37X乳化液泵, 2台型号为BPW500/16X喷雾泵。

3.2 供液系统压力损失校验

为确保高压液从泵站流经管路到达工作面支架时, 压力不低于工作面机尾支架所要求的压力, 必须计算管路损失, 校验到达支架的高压液是否满足支架的工作要求。管路压力损失主要表现为沿程压力损失, 圆管的压力损失计算公式如下:

工作面供液过程中压力损失主要表现为高压管路的沿程压力损失, 沿程压力的计算公式如下:

$$\Delta P_1 = \lambda \frac{L}{d} \rho \frac{v^2}{2} \quad (1)$$

式中: λ 为沿程阻力系数, 它是雷诺数 R_e 和相对粗糙度 $\frac{\Delta}{d}$ 的函数; d 为高压管路的内径, mm; L 为高压管路的供液长度, m; ρ 为乳化液密度, kg/m^3 ; v 为管内平均流速, m/s。

进液管路采用单路 $\phi 63$ 管路进液。计算乳化液的密度为 $990 \sim 1000 kg/m^3$

工作面采用高压泵公称流量为 $400 L/min$ 。

管路内的最大流速:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{3.14d^2} = \frac{4 \times 400 \times 1000}{3.14 \times 0.63 \times 0.63} = 2.14 m/s$$

对于管路内流动的乳化液,

$$R_e = \frac{vd}{V} = 2.14 \times \frac{0.63}{6} \times 10^{-6} = 22467.11 > R_{ec} = 2300$$

式中: v 为管内的平均流速, m/s; d 为圆管的内径, m; V 为流体的运动粘度, 取 $6 mm^2/s$, 为下临界雷诺数, 一般取 $2000 \sim 2300$ 。

临界雷诺数 R_{ec} ——液流由紊流转变为层流时的雷诺数。一般光滑的金属圆管: $R_{ec} = 2000 \sim 2320$; 橡胶软管: $R_{ec} = 1600 \sim 2000$ 。一般而言, 胶管沿程阻力系数 λ 是雷诺数 R_e 和相对粗糙度 $\frac{\Delta}{d}$ 的函数。

采用勃拉修斯经验公式进行计算, 对于管路

$$\lambda = 0.3164 \times R_e^{-0.25} = 0.3164 \times 22467.11^{-0.25} = 0.0258$$

其中, 工作面供液距离为 $1200m$, 以上数值带入式(1)为:

$$\begin{aligned} \Delta P_1 &= \lambda \frac{L}{d} \rho \frac{v^2}{2} \\ &= 0.0258 \times \frac{1200}{0.63} \times 1000 \times \frac{2.14^2}{2} \times 10^{-6} = 1.13 MPa \end{aligned}$$

另外工作面高差 $150m$ 会造成 $1.5 MPa$ 的压降, 因此压力总损失为 $2.63 MPa$ 。选用内径 $\phi 63$ 管路单路供液, $1200m$ 沿程损失约 $2.63 MPa$, 可满足使用。

4 远距离供电供液的应用

011816工作面远距离供电设计实施后, 经实际测

试,空载时采煤机变电站出口电压为3415V,工作面采煤机处测得电压为3304V;完全满足设备的正常供电要求。

远距离供液设计实施后,通过测试,当泵出口压力调到31MPa时,工作面机尾支架处压力为26.5~28MPa,压力只降低了3MPa左右。实际操作时,支架升降均正常,保证了采煤机的最大速度,满足了整个液压系统的供液要求。到了同类工作面的最佳状态。此外,还增强了综采工作面对复杂地质条件的适应能力,减少了设备维护时间,降低了工人劳动强度,同时综采工作面发生安全事故的概率被有效降低,有利于安全生产。随着煤矿供电供液技术的发展,以及新型工作面控制和保护设

备的出现,远距离供电供液技术必将得到广泛的应用,对推动金凤煤矿智慧矿山建设具有重要的意义。

参考文献:

- [1]《煤矿作业规程编制指南》
- [2]《011816综采工作面设计说明书》
- [3]《国家能源集团宁夏煤业有限责任公司金凤煤矿011816综采工作面回采地质说明书》
- [4]《2020年度金凤煤矿矿井灾害预防与处理计划》
- [5]2016年版《煤矿安全规程》
- [6]《煤矿安全技术操作规程》
- [7]《煤矿安全生产标准化管理体系基本要求及评分方法(试行)》等相关资料编制。