

# 金属矿山 20 kV 电压配电设计可行性 研究与分析

Feasibility study and analysis of 20 kV distribution design in metal mines

李二良(矿业科技集团有限公司,北京 100070)

**摘要:**随着我国国民经济的快速发展和电网规模的逐步扩大,部分矿区电网已不再适合现代工业用电需求,由此导致矿山企业配电系统运行不畅,配电网功率因数及电压降低。进一步优化金属矿山电网的能量分配系统,增加动态能量补偿装置进行网络实时跟踪,以提高效率和能源质量,节约运营成本。

**关键词:**金属矿山; 20 kV; 配电设计

**中图分类号:** TD612      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-609X(2021)03-0059-03

**Abstract:** With the rapid development of China's national economy and the gradual expansion of power grid scale, power grids in some mining areas are no longer suitable for modern industrial power demand, which leads to poor operation of distribution systems in mining enterprises and drop of power factor and voltage of distribution networks. It is necessary to further optimize the energy distribution system of metal mine power grid and add dynamic energy compensation devices for real-time network tracking, so as to improve efficiency and energy quality and save operating costs.

**Key words:** metal mines; 20 kV; distribution design

## 1 前言

电铲和矿山钻探等用电负荷 U-I 曲线已经充分证明,金属矿山开采期间的设备逐渐向自动化发展,相应的污染也在增多。停止用电导致同一回路电压升高,造成短时电压尖波、配电设备损坏、用电设备正常运行中断,功率损耗增大。

金属矿山的 20 kV 配电网作为一种较为薄弱的电网结构,为了保证体在运行供电时的可靠性和安全性,在建设之初通常会将其与 220 kV 的线路交织在一起,使其形成电磁环网后进行送电。随着金属矿山 20 kV 配电网的进一步发展,在进行电力工程设计及建设时,应加快速度完善金属矿山电压的等级网络,尽快解开电磁环网。

## 2 20 kV 矿山应用可行性论证

### 2.1 技术成熟性

#### 1) 电气设备匹配

在我国许多地区,新城区采用 20 kV 作为输电

电压。如合肥滨湖新区中压输电采用 20 kV,整个新城供电质量稳定,不受影响。供电系统的主要设备和材料,包括变压器、开关柜、避雷器、电缆和安全检测设备等,均能满足 20 kV 电压要求。从电气设备、电缆等相关附件而言,金属矿山 20 kV 电压配电设计及建设具有成熟的技术支撑<sup>[1]</sup>。

但是,部分矿山配电系统有 10 kV 电动机等外部电气设备,各矿山企业在进行 20 kV 电压配电时,不能在 10 kV 电动机上加装 20/10 kV 变压器。此外,露天矿山及地下开采矿井其他负荷集中处也需进行 10 kV 二级配电。20/10 kV 变压器配置建设是一个不可逾越的障碍。其他电气设备所需电压等级满足 20 kV 降压要求。

#### 2) 电缆的选择

与 10 kV 电缆相比,20 kV 电缆的绝缘材料明显高于 10 kV 电缆。理论上,电缆导体材质选择铜是应该节约的,但事实上,铜并不意味着绝缘材料的生产成本可以节省。首先,电缆截面的变化是阶梯状的,不是线性的。其次,10 kV 的电缆最初是支撑变压器产生的,为了配合电机发展,根据发展的趋势,选择 10 kV 电缆非常方便。

但在 20 kV 电压等级出现后,其截面积的变化没有得到及时更新。在电缆选型时,若两个截面等

[作者简介] 李二良(1985-),男,工程师,从事金属非金属矿山采、选、冶工程的供配电设计。

[引用格式] 李二良. 金属矿山 20 kV 电压配电设计可行性研究与分析[J]. 中国矿山工程, 2021, 50(3): 59-61.

级之间的数字是合适的,但是由于没有该规格,所以只能选择较大的截面等级。由于电缆截面积选型靠上,铜材料将被浪费。此外,电缆的安装成本取决于电缆的类型和长度。即使算上价格,20 kV 电缆的安装成本也高于 10 kV 电缆。故此,20 kV 电缆在价格上没有 10 kV 电缆的优势。

## 2.2 减少能源消耗

能耗分为产品本身的能耗和产品周期的能耗。在变压器制造过程中,20 kV 和 10 kV 变压器的能耗基本相同,而 20 kV 变压器的线圈能耗略高于 10 kV 原材料。由于 10 kV 的制造工艺和技术是最先进的,因此在能耗方面比 20 kV 变压器更具优势。

20 kV、10 kV 开关柜原料消耗为过电压保护器、传感器、断路器、柜体钢材。前三要素基本上都是绝缘材料,电气开关主要采用空气绝缘,所以 20 kV 开关必须比 10 kV 开关宽,20 kV 开关的绝缘室稍大一些。由此造成变电站设备的表面尺寸也将更大。所以,20 kV 开关柜的产品周期能耗没有降低。

采用电缆进行供配电设计及建设不一定能省电。然而,在能源输送领域,线路损耗有所降低,但这种降低并不能抵消原材料生产过程中的能耗。通过对技术成熟度、经济性、能耗和监管标准的比较,发现 20 kV 电压等级不适合在金属矿山中推广。只有解决了一系列问题,20 kV 电压才能应用于矿山开采领域,但也可以用 35 kV 来代替。

## 3 20 kV 电压配电对金属矿山的影响

### 3.1 电能质量影响

对于标准三相交流系统,其中各相的电压、电流在理想的状态下将会呈现幅值相同的现象,并且其相对称差为  $120^\circ$  对称。但在实际运行中的线路、变压器等负荷并不完全对称。从实际运行情况来看,电能的质量不仅受到自身因素的影响,同时在错误操作下也产生一定的问题<sup>[2]</sup>。

### 3.2 电压波形影响

理论上,系统网络上的电流和电压呈现的都是标准频率下的正弦波,但在实际的网络中依然存在着大量的非线性和突发电荷。电网中并不完全是正弦波,期间基于基频的变化将分解为一系列的傅里叶变换,而产生谐波电压通过网络阻抗将形成基波谐波。减少电能质量和谐波是确保电力供电系统平稳运行的重要指标之一,同时期间存在的二次谐波、全谐波畸变等现象也是其中的重要内容。

### 3.3 频率偏差

频差是指系统在正常运行中,其实际工作频率与其额定值之间的差,它是由频差决定的<sup>[3]</sup>。一般来说,允许的频率偏差是根据电网的总装机容量来确定的,这主要是由于发电机和用电负荷之间的功率不兼容,这导致发动机和变压器的驱动电流增大,非动力消耗增加,设备寿命和设备效率降低。

### 3.4 三相电压不平衡度

在三相平衡电路中,各相电压和电源的频率、振幅必须相同,且相距  $120^\circ$ 。尽管实际运行中的电网并不存在三相绝对不平衡,但由于不同的三相在不同的情况下将会引起不平衡的现象,其中包括负荷非线性、阻抗非线性以及事故等影响因素。在电能质量方面,三相电压不平衡实际上也属于一种电压不平衡的现象,这将会对用户造成极大的影响,期间可能存在电机振动与损坏、配电网瘫痪以及电网故障等问题,促使电网运行的稳定性难以得到保障。

## 4 20 kV 电压动态无功补偿技术

伴随着电力电子技术的发展,金属矿山企业在用电质量上的要求不断提升,为达到规模、集成、高效的生产,采用无功补偿技术防止局部电网的变化性和闪变性,提高本地电网的功率因数,进一步提高生产效率,保证系统电压稳定。

在国内外电力系统自然修复领域中,无功补偿技术一直是研究的对象,其应用前景十分广阔。对于交流电网,由发电机提供的负荷有两种,一种是无功,另一种是有功。在电力系统中,有功功率和无功功率的关系是功率因数,直接影响电网的供电状况。

### 4.1 有功功率、无功功率及视在功率

通过各种机械或电力功率的降低,将有功率转换成其他形式的能量,使电力设备保持正常运行,并产生直接的经济效益。交流电源的瞬时功率并不一定是固定的值,工作一个周期的平均值称为有功功率。

在电力系统中,一半的电能转化为磁场,另一半的周期将现有的磁场回馈给电网,故无功功率在电力系统中不起直接作用,没有直接的经济影响。

有功功率、无功功率、视在功率组成功率三角形,在实际交流电网中,视在功率往往高于实际额定功率。这主要是因为配电网中不仅有像电阻器这样的耗电元件,而且还有诸如电容器和电感器之类的储能元件。外部电源必须提供用电设备正常运行所

需的有功功率,也必须提供储存在电容器和电感器等部件中的无功功率。

#### 4.2 功率因数

电压、电流的相角通常用  $\varphi$  表示,相角的余弦值  $\cos\varphi$  称为功率因数,它是电力系统合法性、使用和管理的重要指标。用电设备使用的有功功率越大,用户的功率因数越小,所需的无功功率越大,系统提供给用户的视觉功率也就越大。

在交流电网中,电荷是电动机和变压器中最常见的电荷。这些电荷是感应电荷,在运行中,除了正常工作功率即有功功率外,还需要消耗一定量的未消耗能量即无功功率。电子法向电磁场不允许在额定条件下工作,破坏电磁场的正常工作环境。在这种情况下,为了保证用电装置的正常运行,通常需要在电网中安装一些功率损耗补偿装置,以满足用户的用电需求,使用电装置能在额定电压下正常运行。

### 5 金属矿山 20 kV 配电网建设关键技术展望

目前,国内不少变电站已实现集中控制、网络传输和计算机监控,电力行业的技术水平和管理水平逐步提高。20 kV 变电站的建设有严格的供电设计体系和复杂的设施。随着集成设备的应用、施工方法的改进、变电站结构的改进、施工设备的更新,变电站的建设和维护技术水平也在不断提高。20 kV 智能变电站作为一种新颖的设计理念,是未来发展的主流,智能变电站相关先进技术集成度高,概念先进,现在已经相当成熟。智能电站有些技术还处于

(上接第 58 页)

### 4 结论

煤矿测量工作是煤矿生产建设所需要的基础技术工作,从以上外业测量、内业计算、图纸绘制、以及施工标定等测量工作的技术因素分析得出,测量误差对煤矿安全生产造成的影响极大,要减少煤矿测量工作的失误,测量人员就必须努力提高自身业务能力,仔细做好每一个环节的工作,增加测量团队协作能力,对测量结果反复进行检查、复算,出现误差要及时分析误差产生原因,从自身发生的失误和以

研发阶段,有些还处于概念阶段,还需进一步研究。

随着计算机技术、网络技术和通信技术的飞速发展,分层分布式自动化系统得到了广泛的应用,形成了以实区间为设计对象的保护测量单元和分层分布式系统结构,国内外大多数电气设备制造商都采用了这种结构。

### 6 结论

金属矿山企业在用电质量上的要求不断提升,因此为了更好地改善电能质量水平,就需要强化对动态无功补偿技术的运用和推广,进而使得电能供应的稳定性得到提升。同时在矿井配电网的应用上,也需要通过调节电网电压稳定性以及功率因数等方式促使电网满足质量要求。金属矿山 20 kV 的配网电力工程不可避免的需要与 220 kV 电网进行联合,这种联合能够很好的提高金属矿山 20 kV 电网的稳定性,而如何控制因此而产生的电磁环网就需要进行细致的设计分析。再加上金属矿山 20 kV 变电站的修建,涉及到许多关键的接线技术,更是应该一丝不苟的严格遵循相关规定。

#### [参考文献]

- [1] 刘忠明,刘翔,韩培光.鄂东南金属矿山尾矿综合利用初步研究[J].资源环境与工程,2013,27(S1):152-155.
- [2] 李勇.保定中压配电网采用 20 kV 电压等级的可行性分析[J].科技资讯,2010(23):151-152.
- [3] 王金,宋玉,孙召影.金属矿山 20 kV 电压配电可行性分析[J].矿业工程,2018,16(6):59-60.

往的事故事例中汲取经验教训,采取有效的方法减少测量误差,提高测量精度,做好煤矿测量工作,确保煤矿正常生产。

#### [参考文献]

- [1] 刘瑞新.提高煤矿测量精度的对策分析[J].技术与市场,2014,21(6):84+86.
- [2] 马建安.煤矿测量中提高测量精度的措施分析[J].内蒙古煤炭经济,2015(2):51+53.
- [3] 许超.浅议如何提高煤矿测量工作的准确性[J].商品与质量,2011(S6):229.