

高校校园低压电网的节能降耗措施研究

田立秋

(青岛农业大学, 山东 青岛 266109)

摘要 在低碳社会发展的过程中, 电能作为一种清洁能源, 已经成为推动社会经济与科技向前发展的重要动力, 在查阅资料后得知, 高校校园低压电网在运行过程中会产生大量损耗, 如何实现节能降耗的目的, 受到了高校的重视。本文介绍了当前高校校园低压电网的状况、电网的主要损耗以及对电网进行节能降耗处理的措施, 以期在节约电能资源的同时, 降低校园管理的成本, 希望能够给相关人员带来启发。

关键词 高校校园 低压电网 节能降耗措施

中图分类号: TM728.1

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)08-0143-03

在电子产品广泛普及的现在, 电力系统的供电压力不断增大, 在高校校园管理过程中, 为缓解电力资源的供求矛盾, 采用合适的节能降耗措施, 对校园低压电网的电能损耗情况进行有效的管理, 不仅可以切实提升校园电能供应的稳定性, 还能满足高校师生对电力资源的实际需要。

1 当前高校校园低压电网的具体情况

对当前高校校园的低压电网进行分析可以发现, 受电网的电压等级较低、线路压降较大等情况的影响, 高校校园电网在电力资源供应过程中, 将会产生较为严重的电力资源损耗, 这种损耗在高校的运营费用支出中占据了极大的份额, 在造成资源浪费的同时, 对校园的运营管理造成了不利影响。

具体来说, 首先, 受到当前高校校园电网线路长度较短、截面积偏小、线路老化问题严重等情况的影响, 使得电网线路的电能损耗相对较大; 其次, 受校园建筑密度较高、感性负载较多的影响, 线路的三相负荷大多不平衡, 这种情况下, 不平衡电流将会增大损耗; 再次, 在电网使用过程中, 受接户线径较细、线路偏长、负荷配置不够合理、功率因数相对较低等问题的影响, 电压稳定性较差, 线路的功率因数相对较低, 师生用电往往会受到制约; 最后, 在校园中同类性质的线路负载相对集中, 负载时间特别是高峰用电时间较为集中, 电力供应的连续性与可靠性往往得不到有效的保证^[1]。

2 高校校园低压电网的主要损耗因素

现阶段, 为切实做到节能降耗, 构建绿色校园, 对高校校园低压电网中的主要损耗因素进行分析, 并采用合适的节能降耗方式, 降低线损, 成了一项极为必要的工作。具体来说, 对当前高校校园低压电网损耗进行分析, 主要可以将其分成负载损耗、配变损耗

与线路损耗3种, 其中, 负载损耗主要是由电力资源的运输效率与效益决定的; 变压器损耗主要可以分成铁损与铜损两种, 在电力资源运行过程中, 铁损的大小为不变值, 铜损的大小取决于线路负载电流的大小。

3 低压电网的节能降耗措施分析

在节能减排、绿色低碳的发展形势下, 高校作为培养人才的要塞, 为潜移默化地强化学生对于节能减排的意识, 在运营过程中, 保证节能降耗措施稳定顺利落实成了一项极为必要的工作。低压电网作为高校校园满足师生对电力资源需要的重要供电系统, 采用合适的措施降低电网损耗, 已经成为切实提高高校社会效益与经济效益的有效手段之一。

3.1 节能降耗技术的应用

在当前低压电网系统应用过程中, 为切实降低电网所造成的电力损耗, 首先, 高校方面可以在明确当前电网能耗的基础上, 通过加大资金投入, 对校园电网系统进行大规模优化的方式, 切实降低电网系统产生的能耗; 其次, 高校方面可以通过应用新技术、新设备的方式, 对电网系统进行有效的监管, 减少用电设备对电力资源的消耗, 在降低低压电网管理成本的基础上, 保证校园内电力资源的稳定供应; 最后, 在进行校园低压电网节能降耗管理过程中, 高校方面可以通过安排专门电网系统管理人员, 并对人员进行电网管理新技术、新方法培训的方式, 保证管理人员能够实时监控电网供电的具体情况, 及时发现电力供应过程中存在的高耗电行为, 并通过对高耗电行为进行合理处理的方式, 为当前节约型校园建设提供支持^[2]。

3.2 节能降耗的实例介绍

在当前的高校管理过程中, 低压电网节能降耗措施的应用不仅切实降低了校园用电成本, 还能为“碳

达峰、碳中和”目标的实现提供助力。现阶段，为切实了解高校校园低压电网节能降耗工作的价值，本文主要以某高校为例，介绍了该高校校园 0.4kV 低压电网的节能降耗措施。

3.2.1 使用高效节能负载

在该高校照明设备管理过程中，尽管白炽灯这类照明工具的负载效率能够达到 100%，但由于这类设备的光通量相对较小，使得在校园照明过程中，这类设备的经济效应偏低。现阶段，为了在降低电能损耗的同时，延长照明设备的使用寿命，提高其经济效益，高校方面选用高效节能负载灯具代替传统白炽灯的方式，在满足照明需要的基础上，节约电力资源，降低照明成本。具体来说，在过去一段时间内，该高校使用损耗较大、效率偏低的电感镇流日光灯进行照明，在实际使用过程中，一盏功率在 40W 左右的日光灯，损耗在 25W 左右，若一年内，一盏灯的工作时间在 2000h 左右，那么一盏灯的镇流器损耗将达到 50 千瓦时。现阶段，该高校约有 2 万人，平均每人使用 0.8 盏灯具，假设电费为 0.60 元 / 千瓦时，忽略无功电流在电路上以及灯管所产生的损耗，那么该高校仅灯具照明浪费的电费为 48 万元，并且在实际使用过程中，受各种因素的影响，灯具在实际使用过程中，往往会因为各种因素而出现故障，此时需要对灯具进行维护，这种情况的出现进一步提升了灯具使用过程中所产生的成本。现阶段，为切实降低灯具照明损耗，该高校用高品质低内阻的电子镇流灯具代替了日光灯，这种情况的出现不仅省去了灯具照明过程中产生的镇流器损耗，节约电能，还因为相较于日光灯电子镇流灯的使用寿命更长，出现故障的概率更低，这种情况的出现有效降低了照明产生的能耗损失与使用成本。

3.2.2 选择合适线路截面积

在高校校园低压电网供电过程中，供电线路的截面积大小与线路的电阻、线损之间存在着直接的联系，现阶段，面对高校低压电网线路截面积较小、负荷率过高、过载能力不强、影响电力供应质量的情况，为切实降低电网的功能损耗，选择合适的线路截面积，对负荷较大的线路进行更换，成了一项极为必要的工作。在该高校低压电网改造过程中，为了在满足师生用电需要的基础上，节约电网改造费用，高校方面在明确当前校园电网系统实际分布及负载情况的基础上，选择了合适的有着合适截面直径的线路，这种情况的出现一方面可以有效降低低压电网线路的压降，提高负载工作的稳定性；另一方面可以有效降低线路过热问题的出现概率，节约电网系统的维护管理成本。具体来说，在线路体系改造前，该高校某区域 150m 主线

路使用 50mm² 的裸铝线，线路在用电高峰期的平均电流为 150A，非高峰时期的平均电流为 100A，一年内，该线路高峰供电时间与非高峰用电时间分别为 1500h 与 4500h，预估该线路的年线损在 21000 千瓦时左右，限额极端，为降低因线损造成的损失，该高校用规格为 (3×70+1×25) mm² 的等长铜芯电缆钢绞线代替裸铝线，本次改造产生的成本在 2 万元左右，通过这种操作方式，该线路的年损耗降低到了 10400 千瓦时，每年节约电能约为 10600 千瓦时，减少的电费支出为 6360 元 / 年，从线损节约电能成本的角度来看，改造成本在 3 年内就可以完全收回，这种情况的出现为校园管理成本的降低提供了有效的支持。

3.2.3 调整线路负荷的平衡性

对高校校园低压电网体系进行分析可以发现，电网体系主要由干线、支线、分支线共同构成。首先，该高校的干线为三相四线式，现阶段，为切实降低线路在电力资源运输过程中产生的损耗，高校方面应当在明确线路走向的基础上，尽量降低线路的电阻，缩短线路的距离。其次，支线作为该高校各楼的进线，主要为单向两线制，并且干线的长度相对较短、线径偏低，但需要注意的是，尽管干线在电网体系中所占的比例较小，但由于干线与电网供电质量与负载损耗之间存在着直接的联系，现阶段，为切实降低干线的维修率，节约干线维护管理成本，高校可以通过使用三相四线制，适当增大干线线路截面积的方式，调节干线的负载平衡，减少其电能损耗与维修费用。最后，分支线属于室内线路，与支线在配电箱位置相连接，大多采用单端树干式，在实际使用过程中，由于分支线的长度相对较长，无法直接通过增加线路截面积的方式减少线路损耗，此时，高校可以通过将分支线结构改为放射式的方式，降低线路的控制难度，减少电力资源传输过程中产生的损耗。

3.2.4 提高负载功率因数

由于校园低压电网中的感性负载相对较多，这就使得电网体系中的无功电流占比相对较大，现阶段，为切实降低电网的线损，可以通过电容补偿的方式，提高负载功率因数，减少电路中的无功电流。在实际工作过程中，电容补偿的方式主要包括就地补偿、变压器副边补偿、楼栋集中补偿，其中就地补偿的节能效果最好，并且实现难度最低，因此，在该高校通过电能补偿方式，提高负载功率因数时，采用的方法为就地补偿法。

4 配电系统节能降耗的技术实行方式

4.1 对电网进行合理布局

在高校低压电网中，电网布局不合理属于常见问题，此类问题的出现，会导致电网在运行过程中产生

大量的能耗。故建议高校在改造电力线路的过程中,对负荷性质、大小和分布进行准确估算,并依据估算结果,选择最经济的布局,在计算线路损耗时可对下述公式进行利用。

$$\Delta P = \frac{S}{U_N^2} * R * 10^{-3} = \frac{P}{U_N^2 \cos^2 \varphi} * R * 10^{-3} \quad (1)$$

在上述公式中,线路传送的有功功率由P表示,其单位是kW;线路电压由 U_n 表示,其单位是kV;线路电阻由R表示,单位是 Ω ;电功率因数由 $\cos \varphi$ 表示。

此外,在进行电网布局时,还要采取以下方面的措施:

选择合适的配电方案。输电线路分布的合理与否,与电能损耗存在密切的关联。高校应尽可能采用环形供电网,在保证供电可靠性的同时,降低损耗。

做好变压器和输电线路的选择。在高校低压电网中,老式变压器所占的比重较高,故建议高校尽快将老式变压器淘汰。此外,还要做好变压器容量的选择,规避小马拉大车问题的发生,通过这种措施的使用,使变压器的负载率进一步提升。在表示变压器效率时,可以对下述公式进行使用。

$$\eta = \frac{Se * \cos \varphi}{Se * \cos \varphi + \Delta po + \beta^2 \Delta pk}$$

在上述公式中,变压器额定视容量为 Se ,其单位是Kva;变压器空载损耗由 ΔPO 表示,单位是kW;变压器负载损耗由 ΔPk 表示,单位是kW;变压器负载系数由 β 表示。

4.2 加强对无功补偿的重视

无功补偿是利用技术措施降低线损的重要措施之一,如果校园配网系统中没有重视和合理进行无功补偿,则会加大无功补偿配置。大量无功电流在电网中会增加线路损耗,变压器利用率降低。因此,需要合理地选择无功补偿方式、补偿点及补偿容量,能有效地稳定系统的电压水平,避免大量的无功通过线路远距离传输而造成有功网损。一般可以采取集中、分散、就地相结合的方式,按照功率因数大小、负载电流的大小等进行合理规划,对于校园建筑区域负载比例较大的情况,可以考虑分层单相无功补偿或自动分相无功补偿,由此避免因为在一相采样信号作无功补偿时可能造成其它两相过补偿或欠补偿,这样不仅无法满足有效补偿的需求,还会增大电网损耗,无法实现节能降耗的目的。

4.3 对低压配电线路改造,扩大导线的载流水平

按导线截面的选择原则,可以确定满足要求的最小截面导线,但从长远来看,选用最小截面导线并不经济。如果把理论最小截面导线加大一到二级,线损下降所节省的费用,足以在较短时间内把增加的投资收回。导线有功功率损耗:

$$P_x = 3I_{js} R_{OL} \times 10^{-6} (\text{kW})$$

式中:

I_{js} 为计算电流, A。

R_{OL} 为导线电阻, $12/\text{km}$ 。

L 为导线长度, m。

导线截面增加后,线损下降:

$$\Delta P_x = 3I_{js} O_{ROL} \times 10^{-6} (\text{kW})$$

$$\Delta W_x = 3I_{js} O_{ROL} t \times 10^{-6} (\text{kWh})$$

式中:

OP_x 为线损有功功率损耗下降值, kW。

ΔW_x 为线路有功电能损耗下降值, kWh。

ΔRO 为线路电阻减少值, $12/\text{km}$ 。

t 为线路运行小时数, h。

设每千瓦时电价为B元,两相邻截面电缆每米价格相差E元,则截面加大后,减少的线损电费M和增加的线路投资N各为:

$$M = 0W_x \times B (\text{元})$$

$$N = E \times L (\text{元})$$

若 $M=N$,则节省电费与增加投资相等,可得:

$$t = E / 3I_{js} O_{ROB} \times 10^{-6} (\text{h})$$

假设VV22-0.6/1kV四芯电缆埋地敷设,计算电流为环境温度 30°C 时的相应载流量,截面加大后会产生良好的节电效果。

5 结论

总而言之,在当前资源环境日益严峻的背景下,高校校园在进行运营管理过程中,可以通过合理应用节能降耗措施的方式,切实降低低压电网所造成的电能损耗,在为“碳达峰、碳中和”目标的落实提供助力的同时,为高校的健康稳定发展提供有效的支持。

参考文献:

- [1] 杨玉虎. 基于电网智能化的中低压线损管理 [J]. 华北国土资源, 2018(06):127-128.
- [2] 宛立达. 浅谈低压配电变压器节能关键技术 [J]. 中国设备工程, 2019(13):218-219.