

# 配电网三相负荷的控制方法

孔林林

普定县中等职业学校 贵州 安顺 562100

**[摘要]**通常配电网中的变压器出现不对称运行时,会产生对应的零序和负序电流,不但会增加变压器的损耗,还会影响到变压器的效率,同时增加整个电网的线路损耗,最终可能会造成一些难以估量的计费损失。因此,在常规的供电系统中,通常在电网配置中考虑三相负荷平衡的问题,研究其控制方法。

**[关键词]**配电网;三相负荷;控制

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.308

## 引言

随着国家经济建设能力的逐步提升,城市电力系统也得到了极大改善,为了扩大城市用电的覆盖范围,供电部门对配电网的优化可谓是绞尽脑汁,但在三相负荷不平衡问题上,依然难以避免出现一些技术问题。我们教师在中职课堂教学实践中,必须将应对这种不平衡问题的知识告知学生,让学生在学习过程中了解相关处置方法,保持足够重视。

### 一、“负荷”的多种形式

从电学角度来看,我们所说的“负荷”,指的是一般线缆、电气设备的功率,而且不是固定功率,是会因时间变化而变化的动态变量。这种变量因为不同的设备、不同的时间以及不同的用途而产生不同的变化,正因为如此,我们才会发现“负荷”的额定值有大有小,设备、线路的承受能力可能会因此不堪重负。

同样,我们不能因为设备、线路的问题简单的认为负荷的大小一定与设备、线路等单一参考量相关,而是需要综合考虑这些因素,实际生活中,我们也不难看到,“负荷”的表现形式是多种多样:

1、单相负荷。指使用单向交流电的负载,也就是我们常说的用220V电压的线路承载,线路颜色用红色和蓝色来表示。

2、三相负荷。顾名思义就是利用三相交流电来给设备提供电源的负载,而且在三相负荷中还分有平衡与不平衡负荷两种情况。由于这种负荷大多体现为三角形接法,因此也被叫做三角形负荷。

3、纯阻性负荷。就是与普通电源相比,当负载电流所承载的电压不存在对应的相位差时负荷呈现为纯阻性(如白炽灯、电炉等),简单的来说就是只能通过一些电阻元器件才能进行正常工作的纯阻性负荷被称为纯阻性负荷。

上述分类方法只是一般通行分类方法,我们不做更细致的划分,但是,在日常教学中,遇到负载不同,对线路影响也不一样,这时就需要对相关内容进行准确描述,力求让学生能够全面掌握。此外还要让学生明白,如何计算负荷的相关参数值等内容。

常规来说,计算承载负荷的最大功率就是我们所需要的最大额定负荷,我们也称之为负荷计算。在我国,目前通行的计算负荷方法采用的是系数和二项式法。这二者的适用对象不同,所以使用的环境也不同,二项式法多半用于机械加工车间的运算,而系数法则更倾向于整体的运算。

### 二、关于配电网的规划

在我们了解了基本负荷知识后,接下来我们首先要了解

的就是配电网的相关内容,其中主要的就是配电网规划,只有做好相应的规划,我们才能更好的研究相关的“负荷”控制方法。

我们要强调的是,需要让学生始终牢记如下规划原则:

#### 1、负荷预测原则

负荷的预测不仅是相关规划的基础,也是供电管网设计、财务计划的前提。因此,负荷预测的是否准确,直接影响着配电网运行的合理性,在经济、安全方面都有着不可替代的作用。

一般要根据相关城市区域的设计和规划,预先分析每个区域的用电负荷,明确用电构成,才能最终确定配电网的设计是否合理。因此,诸如功能区的划分、地理条件因素、用电的性质,都在相关的考虑范围内,同时我们还要考虑的主要问题,就是配电电源、电压的分布及配电等级、输电线路的架设等问题。

通常,我们要预测用电负荷,可以用到两类方法:

① 综合用电水平。就是对所有用电单位的平均用电量以及历史用电量进行相应的分析,模拟出相应的用电低谷和高峰时间节点,最终观察用电走势,预测用电负荷。

② 负荷密度。针对不同的功能区如商业、住宅、工业类型,按照功能区用电的属性,计算相应的用电量,然后根据该区域的实际情况,综合考虑相关区域的用电负荷。

#### 2、综合布点原则

综合布点原则就是对新增的配电电源点进行范围考虑,确保在有效范围内不会出现重合覆盖的区域,这一方面可以减少电力浪费,另一方面可以有效降低投资成本。

我们都清楚,城市用电所使用的配电网电压大多为10KV,综合布点的话我们首要考虑的就是这类型的馈电线机极限供电距离是多大,然后在此基础上,做到有效覆盖所有已经使用和即将规划的城市范围,从而完成现在和未来两方面的布点需求,保证相关居民、企业的用电质量。

#### 3、多层次配电网规划原则

所谓多层次配电网规划,就是我们的电网规划设计不能只考虑眼前现有的区域范围,而是要以综合发展的眼光看待这些问题,设计规划多阶段、多层级的电网建设计划,例如短期、中期、长期计划,其中:

① 短期规划大部分都是针对3年以内的配电网建设,主要解决的问题就是比较紧急,已经确定相关方案和计划的配电网工程。

② 中期规划则是3年以上10年以下的工程,已经涉及到城市的部分发展规划、用电需求,这就需要开始确定相关的

变电站、线路网的设计定址。

③ 长期规划一般就是10年到20年的范围阶段，主要考虑的就是电网结构、运营发展，同时还要对长期目标进行必要的设计指导工作，把控总体的网络规划方向。

#### 4、经济效益原则

对于配电网的建设和运营，不是用来做公益、献爱心的，而是要切切实实做到对配电网环节的投资评估、成本核算、资产比率以及收益回报等问题，设计建设配电网，除了做必要的技术分析外，另一个同等重要的内容就是经济敏感度。

### 三、配电网中三相负荷控制的分析

前面我们已经阐述了部分关于电网、关于负荷的问题，这些基础问题都是需要我们讲解之后，学生自行理解、记忆的内容。接下来，我们就针对配电网中的三相负荷控制这一核心内容，进行深入分析。

在城市供电配电网中，单相负荷的使用率比较高，并且随意性较强，这就导致一个问题时有发生，那就是“三相负荷不平衡”现象经常存在。而且这类问题会随着负荷的种类、功率不断增大而变得愈加严重，长期的三相不平衡运行所引起的问题可以简单的归类如下：

#### 1、加大变压器压力

当配电网三相负荷出现不平衡时，变压器的设备损耗就会增加，如果问题没有得到及时解决，每拖一分钟，就会增加一份附加损耗，最终会导致设备出现快速发热、烧毁的情况，从而增加不必要的损失。

#### 2、线路损耗增加

目前，在我们计算相关的配电网网络用电损耗时，大多采用的方法有：均方根、平均值和最大电流法以及最大负荷损失、电量法等各种办法。但是，配电网的线路损耗是与电阻成正比的。简单的理解，那就是三相负荷的不平衡度越高，电力网络线损的电能也就越高。

#### 3、降低电机输出功率

当相应的配电网出现三相负荷不平衡导致对应的三相电压不对称时，就会对相应的电机造成一定的影响。最大的特点就是导致所有电机的输出功率变小，同时，由于磁场的翻转，可能引起电机的发热和大幅抖动，电机如果长时间处于这种工作状态，它的使用寿命必然有所降低。

#### 4、其他问题

除去以上比较常见的问题以外，如果配电网的线路上出现三相负荷不平衡的问题，还很有可能导致一些电力继电保护设备重启、自动化程序自启动等问题，由此所产生的电磁波可能会对通信信号、质量等问题产生影响。

### 四、三相负荷不平衡的解决方案

既然我们已经让中职学生了解了关于学科内的相关问题，满足了他们的好奇心和求知欲，那么介绍相关的解决方法，丰富学生的实践内容则更显得重要。给学生讲解三相负荷不平衡的解决措施很有必要，包含下几个方面：

#### 1、通过配电管理减少不平衡因素

这种方法包括“加强配电变压器的日常管理工作”、“及时跟踪测量三相电流的不平衡情况”等，时刻观察线路的配电情况。当负荷不平衡情况严重时，及时调整线路所带

负荷的分配比例。另外，还可以增加中性线截面使其接近或等于相线截面，以避免烧断中性线和造成中性线上电能损耗增大。

#### 2、技术装备调整

有效利用一些平衡设备，通过相间无功功率补偿转移有功功率，调整不平衡电流和切换负荷来调整相应的不平衡电流。当然不可否认，这种方法虽然有效，但局限性依旧存在。

随着电力电子技术科学的发展，部分三相负荷不平衡补偿装置已经采用最新的电力电子变流技术和基于高速DSP器件的数字信号处理技术，成为新型的三相负荷不平衡管理设备，补偿精度较高，并且同时具备无功功率补偿功能和谐波补偿功能，具有明显的技术优势。

#### 3、负荷相序平衡

负荷相序平衡的方法主要是在不改变电网原有配电网结构的前提下，依靠人工手动换相或自动换相装置进行换相，将不平衡的负荷合理地平均分配到各相，从而减小三相负荷的不平衡度。负荷相序平衡可从源头上抑制三相负荷不平衡，降低线路损耗，而且装置成本低，在解决低压配电网三相负荷不平衡领域有较多应用。

#### 4、优化配电负荷算法

这是指基于配电网的负荷信息，建立数学模型，并最终得出满足不平衡负荷调整方案的算法。通过对各用户的负荷情况进行检测，将其投入合适的相别，则可实现低压配电网三相负荷的平衡。一些学者通过对负荷特征的分析，建立了基于换相装置的数学模型，提出了粒子群算法、遗传算法、模拟结晶算法、专家系统、生物地理学优化算法、免疫算法、模拟退火算法、模糊C均值聚类算法等。这些算法，主要是根据负荷所在相别、负荷大小以及负荷的空间位置等信息，以三相负荷不平衡度、网络线损、换相次数等为目标函数或约束条件，建立数学模型。简言之，就是利用优化算法寻找最佳负荷配置方案，并通过换相装置来对负荷或线路进行换相调整，从而降低配电网的三相负荷不平衡度。

### 五、结束语

城市配电网规划与建设的目的是要满足城市经济发展对电力的需求，是打造一个智能、高效、可靠、绿色的现代化配电网的基础条件。而城市配电网规划建设效果，直接影响城市发展用电的安全可靠，也影响社会稳定、经济繁荣。

由于低压配电网三相负荷不平衡会对电网的安全、稳定运行构成危害并降低电网的经济效益，我们对现有治理方案按“负荷补偿”和“相序平衡”两类分别进行了较为全面的介绍，并针对目前新出现的基于换相装置的负荷不平衡解决方案作了详细介绍。最后我们要指出，研究适用于居民用户负荷的低成本换相装置，是未来解决低压配电网三相负荷不平衡问题的重要研究方向，很有发展前景。

#### 参考文献

- [1]李磊. 低压配电网三相负荷不平衡补偿技术的研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2019.
- [2]汪蕾. 配变三相不平衡全电容调节补偿的研究[J]. 电力工程技术, 2011, 30(6): 30-33.
- [3]吴晓强. 配电网三相负荷的控制方法, 2018.