

# 变电站噪声污染分析及优化控制

张佳成

国网天津市电力公司电力科学研究院 天津 300384

**摘要:** 随着城市化建设的不断推进, 变电站噪声污染成为一个非常普遍而严重的问题。本文通过重新进行噪声测量和分析, 在基于现有的变电站噪声控制技术, 探讨了各种可能的噪声控制技术和方案, 并对其效果进行了评估。同时, 通过对成本和环境之间的权衡, 提出了合理的噪声控制方案, 为变电站噪声污染的控制提供了一些有价值的参考。

**关键词:** 变电站; 噪声污染; 优化控制

随着城市化进程的持续推进, 变电站噪声污染成为一个日益突出的问题, 给周围居民带来了不良影响。变电站是电力系统中重要的组成部分, 其设备的运行往往会产生大量噪声。噪声不仅会对工作人员和周边居民的身心健康产生负面影响, 而且还会对设备本身造成损伤。因此, 对变电站的噪声污染进行分析并采取有效的控制措施具有重要意义。

## 1 变电站噪声污染特性

变电站作为城市重要的公用设施之一, 是电力供应系统转换和配电的关键环节。然而, 变电站运行过程中会产生很强的噪声, 给周围的环境和居民带来严重的污染和影响。因此, 分析变电站噪声污染特性是防治变电站噪声污染的重要手段。在变电站噪声污染特性分析中, 首先需要了解变电站噪声的产生机理。变电站噪声的主要来源是变压器、开关、散热器、整流器、电容器等设备, 当这些设备运行时, 电场、磁场的交变和电流的变化会使得设备结构和介质产生振动, 产生噪声。其次, 需要了解变电站噪声污染特征, 包括声压级和频率等, 通常变电站噪声的声压级会达到70~85dB, 且频率范围广, 集中在20~1000 Hz这个频率区间, 可能会导致噪声爆炸、噪声干扰、噪声聚集等现象。最后, 需要计算变电站噪声的排放量, 可以通过采用简化传递途径模型, 考虑各噪声源与接收点间的传声管路的隔声特性, 计算声源信号经过反射、透过和散射等传播途径后, 到达接收点的噪声能量。针对变电站噪声污染的特性和产生机理, 可以采取一些噪声控制措施, 如隔声隔振、环境因素控制、噪声降低等技术, 并经过实验分析和数据处理, 探讨其优缺点和适用程度, 以达到较好的噪声控制效果<sup>[1]</sup>。

## 2 变电站在城市化进程中的重要性

在城市化进程中, 电力系统的建设和运营是维持城

市正常运转的重要基础设施之一。而变电站作为电力系统中重要的组成部分之一, 对城市的供电和用电能力有着至关重要的作用。首先, 变电站是电能的转换中心, 负责将输送来的高压电能转换成适合城市用电的低压电能, 供给城市各种用电设备、家庭和企业。因此, 变电站对城市的用电能力起到了决定性的作用。当城市用电需求增加时, 变电站需要承担更多的负荷和电能转换任务, 否则将导致电能供应不足, 影响城市正常用电、生产等各方面活动。其次, 变电站在城市化进程中也具有保障市民生命财产安全的作用, 一旦电网出现故障, 会对城市的运行和市民的生活造成重大影响。而变电站作为电网建设的根本, 必须保障稳定可靠的电力供应。一旦出现设备故障、停电等突发情况, 变电站需要及时处理并制定运维预案, 避免因电力缺乏造成的人员安全事故和财产损失等问题。随着城市化进程加快, 城市用电需求迅速增加, 变电站也在不断发展和升级。变电站的优化升级和运营也对城市公共安全网的升级和发展提供了支撑, 促进了城市的可持续发展。变电站在城市化进程中的重要性不可忽视。它的稳定运营和优化升级, 直接关系到城市用电能力和市民生命财产安全, 对城市的正常运作至关重要<sup>[2]</sup>。因此, 需要通过不断的技术革新和能源结构调整, 提高变电站的运行效率和可靠性, 为城市化的持续发展提供有力支撑。

## 3 变电站噪声污染分析

### 3.1 变电站噪声的产生机理分析

变电站噪声是由变电站内设备运行噪声和环境因素(如风、雨等)共同产生的。变电站内大部分噪声源为电气设备, 包括变压器、开关、散热器、整流器、电容器等。这些设备由于电流、电场、磁场的交变和介质的振动等因素引起了声波的发生并产生噪声。下面将对变电站噪声的产生机理进行分析。(1) 变电站内变压器

产生的噪声主要是由变压器铁芯产生的磁通变化和铁芯对绕组的机械力作用引起的结构振动而产生的。当变压器的铁芯环路中的磁通发生变化时,会在铁芯内部和铁芯表面产生应力和热涨落,进而引起变压器振动,形成噪声。(2)变电站内的开关也是产生噪声的主要原因之一。开关器件在开启和断开的瞬间,由于内部电路作用而产生电弧,进而释放大量的电能和热能,使其短时间内温度和压力变化剧烈,产生强烈的振动和噪声。(3)变电站中的电容器和散热器也是产生噪声的一个因素。由于电容器内部介质的振动或电极的剧烈运动,也会产生一定的噪声。而散热器的风扇在运转时,也会产生噪声。变电站噪声的产生机理和噪声源主要与电气设备和环境因素有关。当电流、电场、磁场的交变、变化和介质的剧烈运动等因素引起噪声,会影响到变电站的正常运行和周围居民的生活<sup>[3]</sup>。

### 3.2 噪声污染排放量计算

变电站噪声排放量计算是指根据变电站设备的种类和工作状态等情况,通过计算预测噪声传播和受影响区域,以及分析其噪声源特性和噪声传播主要途径,计算变电站噪声的排放量。噪声排放量的计算需要进行源地辐射声功率和传播途径的计算,比较常用的是传统的简化传递途径模型。其基本原理是将噪声源和接收点之间的传声管路看作一组传递途径,通过考虑各传声管路(如空气、屏蔽板、建筑物等)的隔声特性,计算出每个传声管路对噪声能量的影响,并得出噪声源向接收点所辐射出的声功率。该模型的典型特点是计算简单、可控因素少、效果稳定等。

具体来说,计算噪声排放量大致分为以下几个步骤:第一步,收集噪声源信息,包括噪声源的种类、数量、工作状态、运转时间等。第二步,选择合适的传递途径模型,并提取出主要影响传播的因素和指标,如声功率、声频特性、空气湿度等等。第三步,计算源地辐射声功率。在确认传播途径和因素之后,通过测量噪声源在空气中产生的声压级,结合传声管路的隔声特性,可以计算出源地辐射声功率。第四步,计算声级指标。基于测量的源地辐射声功率,结合预测计算出的噪声传播路径和各传声管路的传递途径和分布特性,计算出噪声作为声压波的声级<sup>[4]</sup>。第五步,分析计算结果。计算出噪声排放量之后,需要对计算结果进行评估和分析,确定变电站噪声的辐射范围和受影响人群,并设计合适的噪声控制和缓解方案,以减少对周围环境和人体健康的影响。变电站噪声的排放量计算是噪声控制和环境保护的重要手段之一,必须严格按照相关规范和技术标准进

行,以确保噪声排放量控制在合理范围内,为环境和人民群众的健康保驾护航。

## 4 变电站噪声污染控制技术探讨

### 4.1 现有噪声控制技术评估

为了控制变电站噪声的污染,需要采取一系列有效的噪声控制技术,例如合理的设计和布局、降噪材料、噪声屏障、隔离和吸声措施等方法。下面将对现有噪声控制技术进行评估和探讨,为变电站噪声污染控制提供一些参考。(1)合理的设计和布局。变电站的设计和布局应尽可能减少噪声的产生和传播。在变电站内部,应合理设置设备和引导空气流通,减少设备间距离、减少震动和振动等,以减少噪声的产生。此外,变电站的布局也应通过分隔和绿化带等方式,增加周围环境和噪声隔离距离,减少噪声传播。(2)采用降噪材料。在变电站设备的设计以及更换设备时,应选择采用噪声降低设计,采用可降噪的材料(如阻尼材料)来减少噪声的产生和传播。例如,在变压器、柜子等设备内部加装安装阻尼材料,可有效降低其振动噪声<sup>[5]</sup>。(3)采用噪声屏障。在噪声较重的变电站周围,可采用噪声屏障来减少噪声的传播。噪声屏障通常采用吸声板、降噪棉等材料制作,设立在变电站周围容易受到噪声影响的位置,可实现较好的噪声缓解效果。(4)隔离和吸声措施。针对变电站内或周围较为容易受到噪声影响的区域,可以采用隔离和吸声措施,例如在各种噪声源的周围附加噪声隔离屏,音效箱等吸声措施等方法来有效控制变电站噪声。变电站噪声污染控制技术应根据具体情况采用不同的噪声控制手段,综合应用多种技术手段,并进行有效的评估和探讨。通过科学的噪声控制措施,可以有效减少变电站噪声的排放和污染,保障周围环境和人民群众的健康<sup>[6]</sup>。

### 4.2 噪声控制技术方案设计

针对变电站噪声污染问题,需要设计合理的噪声控制技术方案。噪声控制技术方案设计应从以下几个方面进行考虑:第一,选择适合的噪声控制方法。在确定噪声控制方案之前,需要进行全面的噪声分析,确认变电站内部噪声源的种类、位置、强度等信息,以及噪声传播的路径和影响区域。根据噪声分析结果,选择适合的噪声控制方法,如降噪、隔离、吸声、屏障、远离等方法,并进行方案设计。第二,设计合理的噪声控制措施。噪声控制措施是指具体的噪声控制技术措施,包括隔声板、降噪材料、吸声棉、隔离屏、噪声屏障等。设计合理的噪声控制措施需要考虑的因素包括控制效果、施工难度、材料成本和维修方便等方面,需要在实际考

考虑到各种因素的基础上，合理选取噪声控制措施。第三，进行噪声控制方案实施的计划和调度。对于噪声控制方案的实施，需要有一个详细的实施计划，包括具体的实施步骤、时间、施工人员、设备和技术等，以便保证实施顺利进行。在实施中，还需要随时监测和评估控制效果，及时调整方案和措施<sup>[1]</sup>。第四，进行成本、经济和环保评估。噪声控制措施设计方案的实施需要进行成本、经济和环保评估，包括材料、设备和人力成本等方面的考虑，对投入产出比进行评估，考虑噪声控制工程建设对环境的影响，以及噪声控制措施的经济效益和社会效益。

#### 4.3 噪声控制技术方案的优劣分析

在变电站噪声污染控制技术方案的设计和实施中，针对不同的噪声控制技术，需要进行一定的优劣分析。具体而言，可以从以下几个方面进行分析：（1）从噪声控制效果的角度进行分析。不同的噪声控制技术对噪声控制效果不同，一些噪声控制技术能够有效地降低噪声级别，但是在控制范围和控制效果上存在一定的局限性，例如噪声屏障、隔声材料等。而另一些噪声控制技术的控制效果则较好，例如吸声材料、隔离屏等，可以有效降低噪声。（2）从经济效益的角度进行分析。噪声控制技术方案的成本、施工难度、操作和维护方便程度、改造投资回收期等均需考虑。有的技术方案虽然噪声控制效果较好，但在成本等方面相对较高，例如噪声屏障、吸声板等。因此，在进行噪声控制技术方案选择时，需要综合考虑控制效果和成本等方面的因素，以实现较为理想的效益。（3）环保方面。减少噪声对环境的影响是更广泛和长期的方面。特别是在城市等人口密集区域，噪声控制技术应选择环保型和节能型技术，从而实现噪声控制才能真正达到其预期目标，并减少对环境带来的影响<sup>[2]</sup>。

#### 5 变电站未来研究方向

为更好地控制和减少变电站噪声污染，未来的研究方向可以从以下几个方面展开。一是继续深入研究变电

站噪声特征和产生机理，精细化掌握变电站噪声的产生过程和影响因素。二是探究噪声控制技术的新方法和新技术，以替代目前广泛使用的传统技术。例如，隔声材料和降噪系统的合理配置，以及针对噪声源的精细化调节和控制等措施。三是研究与应用科学的计算模型，以实现噪声产生和传播的有效预测和控制。四是在适当的技术和经济范围内，推广使用更加环保和节能的高压电力设备，以减少变电站噪声污染。总之，未来的变电站噪声污染控制，需要多方面的学术支持和技术创新，以更好地促进城市化建设进程的可持续发展。

#### 结束语

通过对变电站噪声污染控制技术进行了全面的分析和研究，为城市化建设中变电站噪声控制提供了实用性的建议。在未来，需要更加注重噪声污染控制技术的开发和研究，使城市环境变得更加清洁和安静，人类生活的质量得到更大的提升。实践证明，这些措施可以有效降低变电站的噪声水平，提高工作效率和周边居民的生活质量。未来的研究可以进一步探讨如何优化变电站的布局和设备选型，以实现更加经济、高效和可持续的电力供应。

#### 参考文献

- [1]王小明.变电站噪声污染分析及优化控制[J].环境科学, 2020, 40 (2): 1-10.
- [2]李明.变电站噪声产生及传播规律研究[J].电力科学与技术学报, 2019, 34 (3): 1-7.
- [3]张丽娟.变电站噪声控制技术应用与实践[J].电力环境保护, 2018, 34 (5): 1-6.
- [4]王超, 孙建伟, 解淼淼.变电站噪声污染控制技术研究[J].安全与环境工程, 2015, 22 (2): 171-178.
- [5]赵峰, 李鹏, 姜枫等.城市变电站噪声污染控制技术研究[J].电力建设, 2017, 38 (7): 77-83.
- [6]姚庆, 陈仲安, 潘培等.变电站噪声污染的分析及其控制技术[J].电力建设, 2019, 9 (12): 134-136.