高压输电线路的电磁环境

抽象

高压输电在实现电力有效配置中发挥着重要作用，这是中国经济快速发展的前提之一。然而，传输线中的高压也会在它们周围产生电磁场，这可能会影响人们的健康和附近设备的功能。

本文主要介绍了输电线路周围的电磁环境。首先，提到了与电场强度和磁场强度相关的几个因素。其次，根据这些因素，还介绍了一些减小电磁场影响的方法。此外，有几种情况可以证明这些方法的有效性。

关键词

 电磁环境，高压输电，电场，磁场

介绍

尽管电力需求和能源分配不均衡，为实现我国能源资源的优化配置，推进特高压电网建设势在必行，可以促进电能的可持续发展，减轻环境污染。然而，随着人们对健康和环境保护意识的不断提高，特高压输电的电磁污染引起了公众的关注和关注。对电磁环境的研究相对较少，不能满足人们对环境影响的深入研究需求。因此，本文重点研究高压输电线路周围的电磁环境。

本文提出了几种方法，包括电荷模拟方法，Biot-Savart定律分析方法等。为了保证本文的科学可读性和普及性，可以在最后一页的参考资料中找到一些详细的计算方法。有些人担心中国的高压输电电磁污染。本文将重点关注电磁环境的评估，提供高压传输的清晰轮廓，消除对高压传输的误解。

本文首先分析了高压输电线路上的电场，主要关注与电场强度有关的几个因素。由于空间的限制，本文仅关注两个因素 - 传输线的高度和布局。然后是磁场部分，它还关注与磁场强度相关的因素。

1.超高压输电线路工频电场分析

由于需要降低变换期间的功率损耗，变换线上的电压已达到一定的高水平。当电压高于1000kV时，通常称为超高压或UHV。当超高压输电线路工作时，导线上的电荷将在空间产生工频电场。有几个因素决定了电场强度，如传输线的高度，传输线的布局等。在传输线的构建过程中，优化电缆的布局可以极大地减少电场和磁场的影响，最大限度地减少传输线对附近人员和机器的影响。

高度对工频电场的影响

为了分析高度对电场产生的电场的影响，我们假设传输线无限长并且平行于地面，这可以被认为是良导体。在假设下，我们可以使用电荷模拟方法来计算传输线上的等效电荷。并且在我们得到每单位长度的等效有效电荷之后，可以根据叠加原理计算空间中任何点的电场强度。具体计算基于张可欣的论文“超高压输电线路电磁环境研究（2009）”。

在计算的基础上，我们可以判断传输线高度对地面电场强度的影响。下图清楚地显示了它。地面电场强度随着导体接地高度的增加而减小。这种关系可用于减少传输线对地的影响。下图显示了不同高度的最高电场强度。根据中国对居民区输电线路最大电场强度的要求，最高电场强度应不大于4kV / m，表明输电线路高度应大于14 m。然而，在施工过程中，我们应该考虑由于重力引起的输电线路下垂，这意味着我们应该将输电线路的高度提高得更高。

表1：不同高度的最高电场强度

高度（m）12 13 14 15 16

电场强度（kV / m）4.589 4.136 3.725 3.383 3.091

1.2传输线布局对电场的影响

在研究和实践的基础上，不同的输电线路布局会导致不同的电场。北京交通大学电气工程学院徐阳认为，当线路垂直放置时，场强分布将达到顶峰。然而，水平布局导致高强度电场的最大覆盖区域。如果三相线以倒三角形排列，则电场的最大值和覆盖面积都将最大程度地减小。目前的输电塔形式证明了徐的理论。

根据不同的输电线路布局，有不同种类的输电塔，如杯型塔，紧凑型塔等。在杯型塔中，

图2杯式塔（左）和紧凑型塔（右）

三相线以三角形排列，而在紧凑型塔中，它呈倒三角形。基于与徐一样的计算，陈伯东发现杯型塔周围的电场强度高于紧凑型塔的电场强度，这在他的论文“电磁环境的数值模拟研究”中有所体现。

用于超高压输电线路“。在电力建设中，紧凑型塔不仅可以减小电力线走廊的宽度，还可以降低线路周围的电场强度，既环保又经济。然而，根据黄道春的论文“特高压交流输电线路电磁环境研究”，紧凑型塔在2500m以上使用时不能满足无线电干扰58dB的限制要求。与之相比，杯型塔一般可以满足高海拔地区的几种电磁环境要求，可以弥补紧凑型塔的缺陷。在选择输电塔的类型时，还应考虑地形的影响。其中一个显示地形和天气影响的案例是从金东到荆门的1000kV输电线路，一般在通过山区和丘陵地区时使用杯式塔，而猫头塔是平原地区的更好选择。

特高压输电线路工频磁场分析

当传输线工作时，电流周围产生磁场。有几个因素决定了磁场的强度，例如传输线的高度，传输线的布局等。与上面关于电场的分析有关，我们还关注传输线的布局和高度。

传输线布局对磁场的影响

由每个相传输线中的电流产生的磁场可以通过安培环定理直接获得，并且可以通过叠加由所有线产生的磁场来获得线周围的磁场强度。在陈伯东的论文“超高压输电线路电磁环境的数值模拟研究”中，考虑了镜像电流的影响，并通过镜像法计算了磁场强度。与电场的计算不同，磁场的计算考虑了传输线的下垂，这意味着线不能被认为是水平线。计算显示了传输线布局的影响。倒三角形布置使磁感应强度最小化，并且最大磁感应强度出现在线下方，如图4所示。基于该图，在电源结构中应考虑倒三角形布置。同样，不同的输电线路布局符合不同类型的塔架，以满足不同布局线路的需求。结果如上图所示，清楚地表明紧凑型塔的磁场强度低于杯型塔。它还可以反映紧凑型塔的优越性。

塔的类型2-D 3-D偏差

杯式塔25.64 24.68 3％

紧凑型塔13.83 13.95 0.8％

传输线高度对磁场的影响

传输线的高度会影响磁场，这与电场相似。在张可欣的论文中，他用Biot Savart定律计算了导线周围任意点的工频磁场和微积分的意识形态。任何电流，其中电流相当于大量微小的直流导线。传输线周围任何点的磁场都可以视为矢量，它是所有微小等效线的组合。具体计算在他的论文“超高压输电线路电磁环境研究（2009）”

结果清楚地显示在图5中，这表明我们可以通过增加传输线的高度来降低地面磁场的强度。当高度达到一定值时，磁场衰减很慢，但在一定的高度范围内，通过改变线高可以有效地减小地面附近的磁场。结果激发了我们，在某种程度上，我们可以提高高度，以减少地面磁场的强度。如果我们需要进一步减少它，应该使用其他方法。然而，根据ICNIRP规则，磁场公开曝光的极限是100μT，这在很大程度上高于图5中的数据。因此，当涉及传输线产生的电磁场对人体健康的影响时，只应考虑电场。

3.0结论

电磁环境与线路的高度，传输线的布局，不同线路之间的距离等有关，可以通过几种方法最小化。该方法包括提高输电线路的高度，选择理想的输电塔等。基本上，中国的电磁环境是1000kV的特高压交流输电线路是环保的。

尽管压实塔在电磁环境中具有比杯形塔更好的性能，但杯形塔可以满足各种对电磁环境的需求，而不管该区域的高度。但是，杯型塔的线路走廊宽度大于压实塔的走廊宽度。因此，在高度和线路走廊宽度方面，压实塔比杯形塔具有优势。压实塔的缺点也很明显---在2500m以上使用时不能满足无线电干扰58dB的限制要求，这只是一个无法弥补其优势的小缺陷。我们可以在低海拔地区使用它来充分利用其经济效益。我们可以根据我们遇到的情况选择理想类型的塔，以充分利用每个塔的优势。

**Reference**

1. The research on electromagnetic environment of EHV transmission line 张可心 硕士位论文
2. 高电压输电线路工频电磁环境 许杨等 电力学报
3. 1000 k V 特高压输电线路的电磁环境 邵方殷等 电网技术
4. Study on electromagnetic environment of UHV AC Transmission Lines 黄道春 The 8th International Power Engineering Conference (IPEC 2007)
5. 特高压输电线路电磁环境数值模拟研究 陈博栋 硕士学位论文
6. 特高压交流输电线路电磁环境研究 王晓燕 博士学位论文