

系统状态转换对直流微网稳定性的影响程度

摘要 传统配电系统逐步发展出一个关于电网的新概念，在这个概念转变过程中，分布式发电起了十分关键的作用，且电力电子器件的使用也被纳入了考虑范围。这些设备有着**多电域**（multi-current domain）的特性，控制器在应用于这些设备时也会对稳定性产生一定的影响，因此研究新形势下系统的稳定性就十分必要。本文构建了一种考虑直流微网系统结构并对其稳定性进行评估的方法论。稳定性分析通过计算延拓得出结论。实时仿真结果则展示出电网的相应变化反应，并对运行限值做出验证。

索引词 分布式电源 微网 电力电子器件 实时仿真 稳定性

1. 引言

从客户端发电为传统配电系统带来一种可以灵活运作的方式。据文献[1][2]，基于其公共耦合点或总线，新的拓扑模型可分为交流或直流两类。电力电子器件的使用涉及到功率均分，因此在分布功率层级的转变与电力电子器件的使用就有着高度的相关性。直流微网的优势在于只有有功功率才能共享，并且基于太阳能和风能转变系统的分布式发电在小功率情况下极易与DC-DC变换器进行耦合。同时，直流储能设备如飞轮蓄能设备或电池，也会接入该节点。在该假设条件下，把设备接入运行时能有相应的低功率损耗就十分有价值。

当系统的稳定性研究在一个固定的协调运作方式下进行，就会带来这样的问题：状态或参数会对直流微网稳定性产生多大影响？

文献[3]-[6]研究了带有电力电子器件的系统频域问题，但是这项技术的使用始终围绕一个单一工作点，并且并未描述出完整的效果以及系统的界限。据文献[7]-[9]，传统的**状态呈现**（state presentation）方法是通过一个单一工作点对系统进行线性处理，然后通过改变参数来观察特征值的趋势。然而，由于受到某些状态转换的影响，会导致数据的移位，所以该方法并不能描绘出实际中的问题。传统的方法并不适用于这个问题的解决。在单一的工作点上，用一组固定状态和输入值进行雅克比行列式求值，对稳定极限的估算就会出错。文献[10]对带有多变换器电源的**小信号呈现**(small-signal presentation)和电网的稳定性进行了研究。该方法假定这样一个函数：稳定性随下垂控制增益而降低，进而得出一个长期的分析。

因此，我们提出用延续理论进行稳定性分析。该方法更详细地研究了参数的限值，并且考虑了参数改变时的状态转换函数（如文中给出的电网稳定性研究）。

据文献[11]，微网的结构采用的是基本配置。上文的研究中建立了交流试验台模型。本文则假定建立直流试验台模型，其中呈现出了低电压和低电能质量的直流耦合点。

微网的运转协调超出了研究范围，因此，我们在此假定稳定性研究已经通过确定的单一协调实现，其他的协调只需稍做更改。

由文献[12]，延拓算法是一种描记非线性微分方程的平衡曲线的数值计算方法。

本文思路如下。第二部分总结了对系统有影响的干扰进行分类，第三部分阐释了延拓算法的应用，第四部分讲了什么是微网，第五部分给出了不同参数下直流微网稳定性的计算结果。最后，第六部分强调了本文的价值与贡献。