

基于电流连续性方程的电晕放电仿真及其应用

许浩琿¹, 鲁一苇¹, 杨勇¹

¹华中科技大学

Abstract

电晕放电是高电压技术的应用方向之一,它广泛应用于生物医学、水污染处理、纳米材料制造、静电除尘、材料表面改性以及新型人工降雨等领域。

电晕放电的数值模拟研究开始于四十年前,而在近十几年得到了迅猛发展。其最大的难点在于机理上具有高度的非线性、空间上存在多尺度等问题,这对于数值模拟研究来说是个很大的困难。时至今日,在相对较大的空间尺度仍未出现较为精确的仿真方法与模型。本文利用电流连续性原理,并结合经验公式,提出一种具有自洽性以及工程实用性的简化模型,大大提高了电晕放电计算的效率,节约计算内存以及计算时间,其结果也具有工程指导意义。

本文使用 COMSOL 的静电模块以及PDE偏微分方程模块,联立求解泊松方程、电势与电场强度的关系方程、电流密度方程以及电流连续性方程,并结合Peek经验公式以及Kaptsov假设,使用优化求解器进行迭代来确定边界条件,仿真所得电流-电压伏安特性与实验结果大体一致,充分证明了仿真模型的有效性。

应用该模型,可设计最优电极结构,以便在相同电压等级下最大限度的提高放电电流的大小,提高电晕放电的效率。

Figures used in the abstract

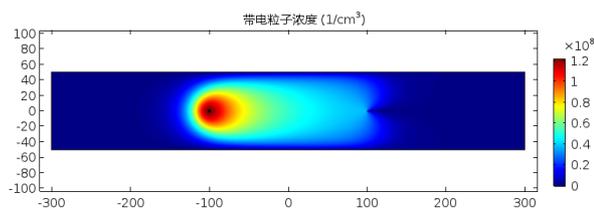


Figure 1: 仿真结果-带电粒子浓度分布