

介深充的合算

王松¹

1

Abstract

1. 引言：

近些年，星充放电得到了广泛关注和研究[1-3]。太空高能粒子射入航天器介质中，因介电常数低（ $10-15\text{S/m}$ 量级），使得局部电荷难以泄放，如此累积电荷造成介质内强电场（达到 107V/m ），介质表面存在高电位，介质击穿，可能致介质穿孔，放电磁干扰子系统正常工作。据统计，由于充放电事件导致的星故障占到总和的一半。在理论分析的基础上进行计算机仿真研究星充放电效应的一低成本、高效率的可行方法。

2. COMSOL MULTIPHYSICS® 的使用：

要研究介电常数低，首先需要得到高能粒子入射的介质局部电荷率以及射入率（通过粒子模型件Geant4得到），然后通电流平衡方程，求解得到强度和分布，于一般的模型，人工求解的求解然太困难，于是可以采用COMSOL的AC/DC模型中的electric current接口进行求解。通过一模型的对比，可以求解结果。

此外，考虑到介电常数低过程中，由于太阳光致介质度化，于是有必要考虑度化过程的影响规律，反由于介质中存在大电流，其显著影响介电的局部度。考虑，一方面，度影响介电率，而影响充放电过程，一方面，大电流导致介质升温，而且充放电过程中也存在一定的电流损耗导致介质升温，因此需要在COMSOL中外考固体模型，二者通过多物理耦合的"磁源" "度耦合"接口接起，以求度和的耦合。建立模型过程中，主要参考了microbeam.mph案例，也是加培得到的案例之一。

3. 结果：

度的耦合充放电，初步结果表明，率相似，介电材料的率同充放电结果存在显著影响，是之前研究有考虑的。模型由介质（capton）和（copper）区域组成，介质下部有圆形接地，此度置 293K 。中通流 $5 \times 10^6\text{A/m}^2$ 的法向流密度，环境温度 T_{envir} 分考虑 350K 和 200K ， c_k 是介电常数，在默认基础上乘以系数 c_k ，取 2 和 0.3 ，外考了介质中由于高能粒子入射导致的电荷射入率。得到的结果如2-3所示。

4. 结论：

考虑度的耦合充放电过程是有必要的。在一定的空射环境下，考虑是十分重要的，率充放电结果生不可忽的影响。利用模型可以更加近情理的，有利于进行多因素作用下的航天器介电常数研究。

Reference

- [1] 振,全,建. 星部件部充放 [J]. 原子能科技, 2010, 44(增刊): 538-544.
- [2] 易忠,王松,唐小金. 不同度下介充律分析[J]. 物理, 2015, 64(12): 125201.
- [3] Tang X J, Yi Z, Meng L F, et al. 3-D internal charging simulation on typical printed circuit board[J]. IEEE Transactions on plasma science, 2013, 41(12): 3448-3452.
- [4] Han J, Huang J G, Liu Z, et al. Correlation of double star anomalies with space environment[J]. Journal of Spacecraft and Rockets, Nov.-Dec. 2005, 42(6): 1061-1065.
- [5] Hatta S, Muranaka T, Kim J, et al. Accomplishment of multi-utility spacecraft charging analysis tool (MUSCAT) and its future evolution[J]. Acta Astronautica, 2009, 64(0): 495-500.

Figures used in the abstract



Figure 1: 模型的 件操作截

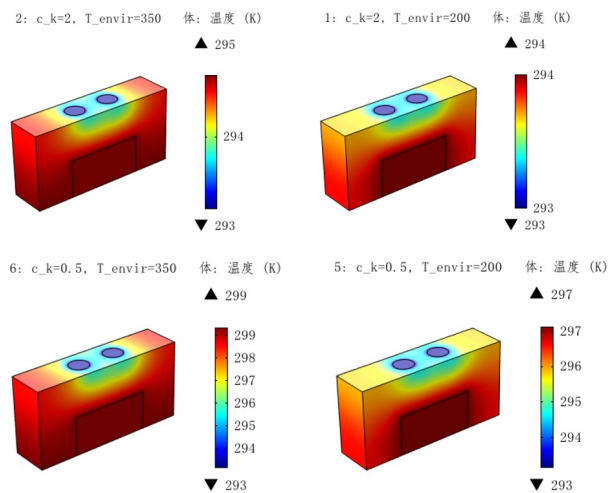


Figure 2: 度分布

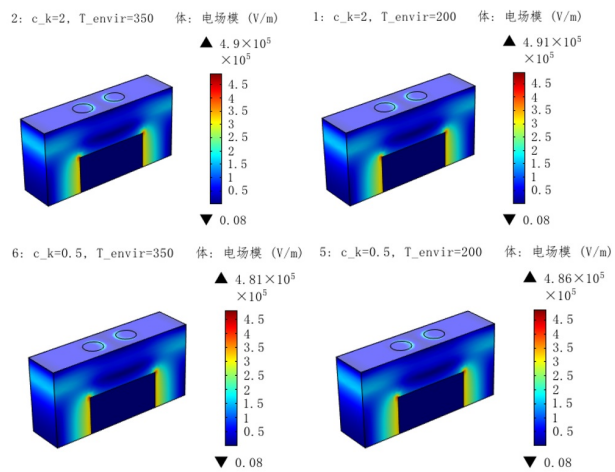


Figure 3: 强度分布

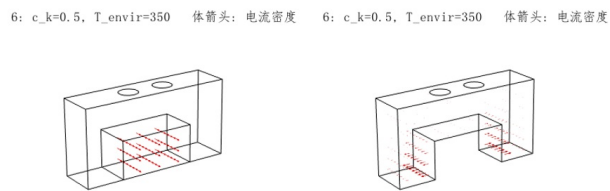


Figure 4: 流密度分布