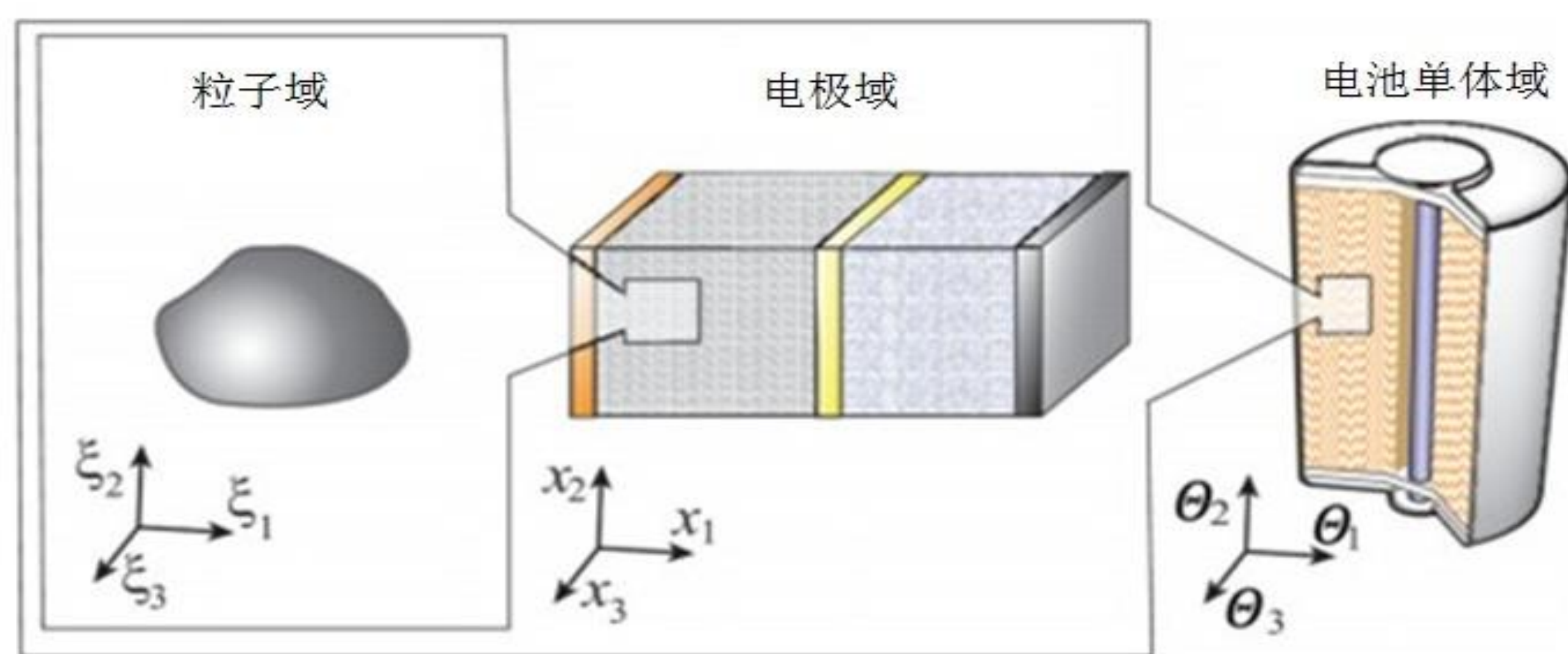


基于 COMSOL 中多物理场的电热耦合模型研究

许 阳

同济大学，新能源汽车工程中心，上海市，201804

引言：依据电化学反应机理与热模型理论，借助于 COMSOL Multiphysics® 软件，考虑了电池极片上电流密度分布即产热的不均匀，建立了电化学——分布式热源热耦合模型，并应用此耦合模型，结合理论基础，分析了 40Ah 能量型电池单体内部的电流密度、生热率和电压。



将粒子、电极域上的电流、产热率等参数求平均，带入单体域作为体积源输入
将单体域上的电势、温度等参数求平均，带入到粒子、电极域作为数值输入

图 1. 多维度模型中各变量以及相邻维度之间的变量耦合

计算方法：在 COMSOL Multiphysics® 多物理场仿真软件平台上，针对模型所应用的多孔电极理论及其偏微分方程组，选择锂离子电池接口作为电化学极片模型的搭建平台，同时选择固体传热接口建立单体热模型。

$$\dot{q} = \sum_j I_j U_j^{av} - \sum_j I_j T \frac{\partial U_j^{av}}{\partial T} - IE$$

结果：2C 放电条件下，电池极片单元模型仿真结果分析和电池单体热模型仿真结果分析。

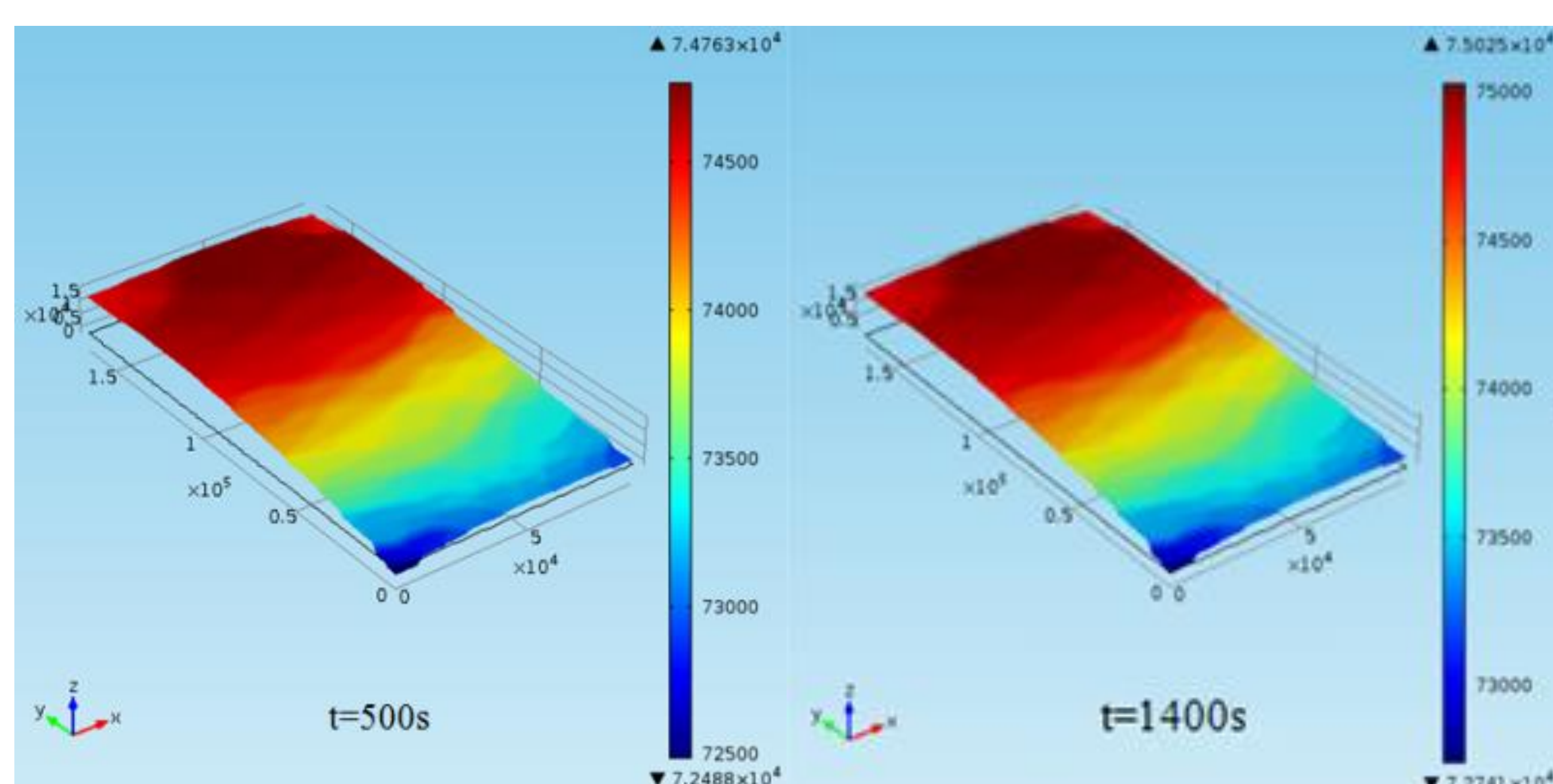


图 3. 500s、1400s 时刻，正极集流体表面电流密度分布

靠近极耳端的电流密度较大，远离极耳端电流密度较小。

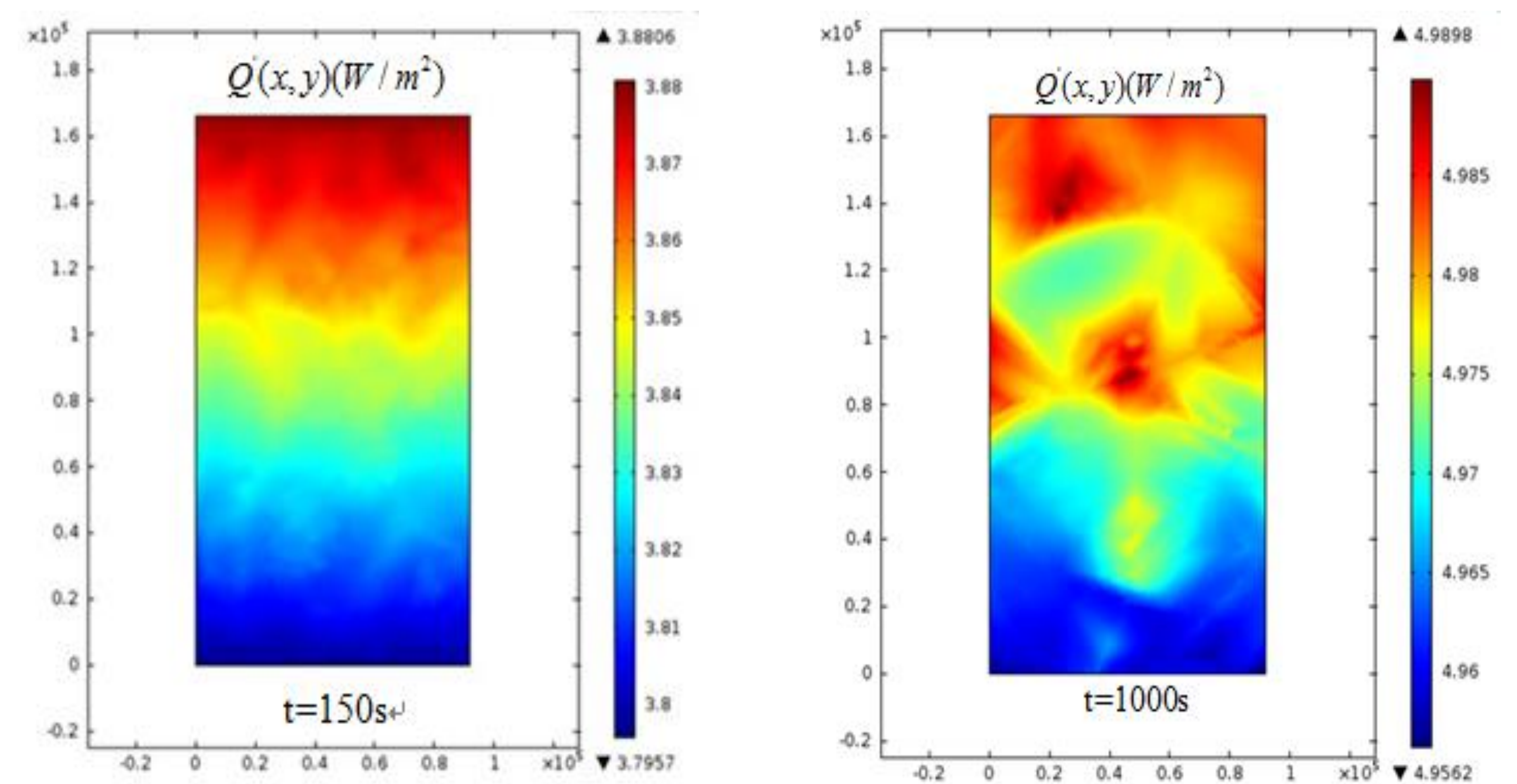


图 4. 150s (左)、1000s (右) 时刻，生热率分布

放电 150s 时，距离极耳位置越近，极片的生热率越大，且最大差值为 0.0849 左右；放电 1000s 时，同样是靠近极耳处的生热率较大，且最大差值为 0.0336。

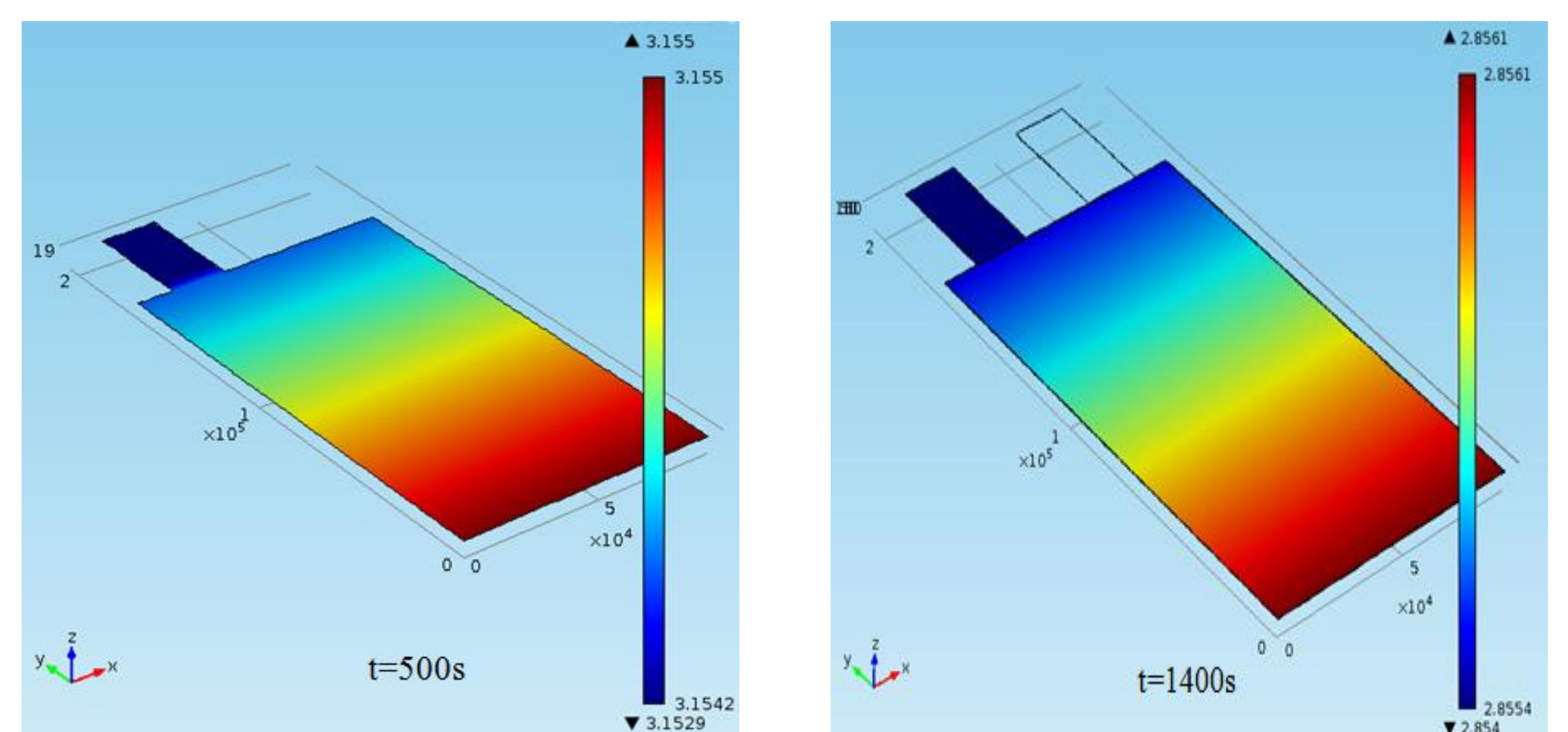


图 5. 500s、1400s 时，正极集流体表面电压分布

结论：总的来说，放电初期靠近极耳端的电池发热量较大；随着时间的积累，靠近极耳端的产热率与远离极耳端的产热率差值逐渐减小；放电末期远离极耳端的产热率则会超过极耳端的产热率。

参考文献：

1. 张毒杰, 李茂缚, 锂离子电池内阻变化对电池温升影响分析[C]. 第28届全国化学与物理电源学术年会, 113-114.
2. 马慧, 王刚主编. COMSOL Multiphysics 基本操作指南和常见问题解答[M]. 人民交通出版社. 2009 (10)