

Abstract

锂离子电池外短路是被受关注的锂电池安全问题之一，当电池发生外短路时，瞬间电流极大，电芯内部会产生大量的热，当温度达到一系列副反应发生的温度将引发热失控。因此锂电池外短路仿真有着极为重要的意义。本模型通过数学模块的PDE接口及传热模块的耦合实现。电学模块通过PDE设置（0维），其核心利用电池剩余电量作为变量，通过COMOSL中内置的偏微分方程接口，将剩余电量对时间的偏导数作为流经电池的总电流。在偏微分方程中定义因变量 q_c ，控制方程中 e_a 为质量系数， d_a 为阻尼系数， f 为守恒通量， f 为源相，当 e_a 设置为1， d_a 设置为1， f 设置为0，源相 f 设置为 $-I_s$ 时，此时方程变为所需要方程。定义变量 $a=q_c/q_0$ ，其中 q_c 为剩余电量， q_0 为初始电量， a 为荷电状态（SOC）。其中 I_s 、 U_s 为短路时的电流和电压， U_e 和 R 分别为开路电压(OCV)和内阻。 $I_s=U_e(a)/(R(a)+R_0)$ ， $U_s=U_e(a)*R_0/(R(a)+R_0)$ ，开路电压 U_e 、内阻 R 随SOC变化数据来源于实测。通过热源 $Q=I_s*U_s$ 实现传热模块和电模块的耦合。为了更直观地研究锂离子电池在发生短路时电流、电压、温度变化情况，暂时不考虑副反应产热及实际电池的安全装置保护。

Figures used in the abstract

Figure 1: 图为不同短路电阻条件下电流变化。随着短路电阻的增大，短路电流呈现减小的趋势，短路的持续时间也会相应的延长，利用该模型，预期将达到预测电池在不同短路电流作用下的最大短路时间，从而制定电池能够正常使用的安全边界窗口。