



电池包散热装置及热分析

饶维宁¹, 孙浩瀚², 栗欢欢*

1. 汽车工程研究院, 江苏大学, 江苏省, 镇江市
 2. 汽车与交通工程研究院, 江苏大学, 江苏省, 镇江市
 Email: lihh@mail.ujs.edu.cn

简介:通过COMSOL软件对三元锂离子电池建立电化学热耦模型, 分析热特性, 依靠自调节出风口装置保证电池组温度的一致性。

结果:由图可知, 电池组右侧的右侧温度区域, 向内侧缩小, 温度变化呈现一个对称的形式, 表明温度差别变小。

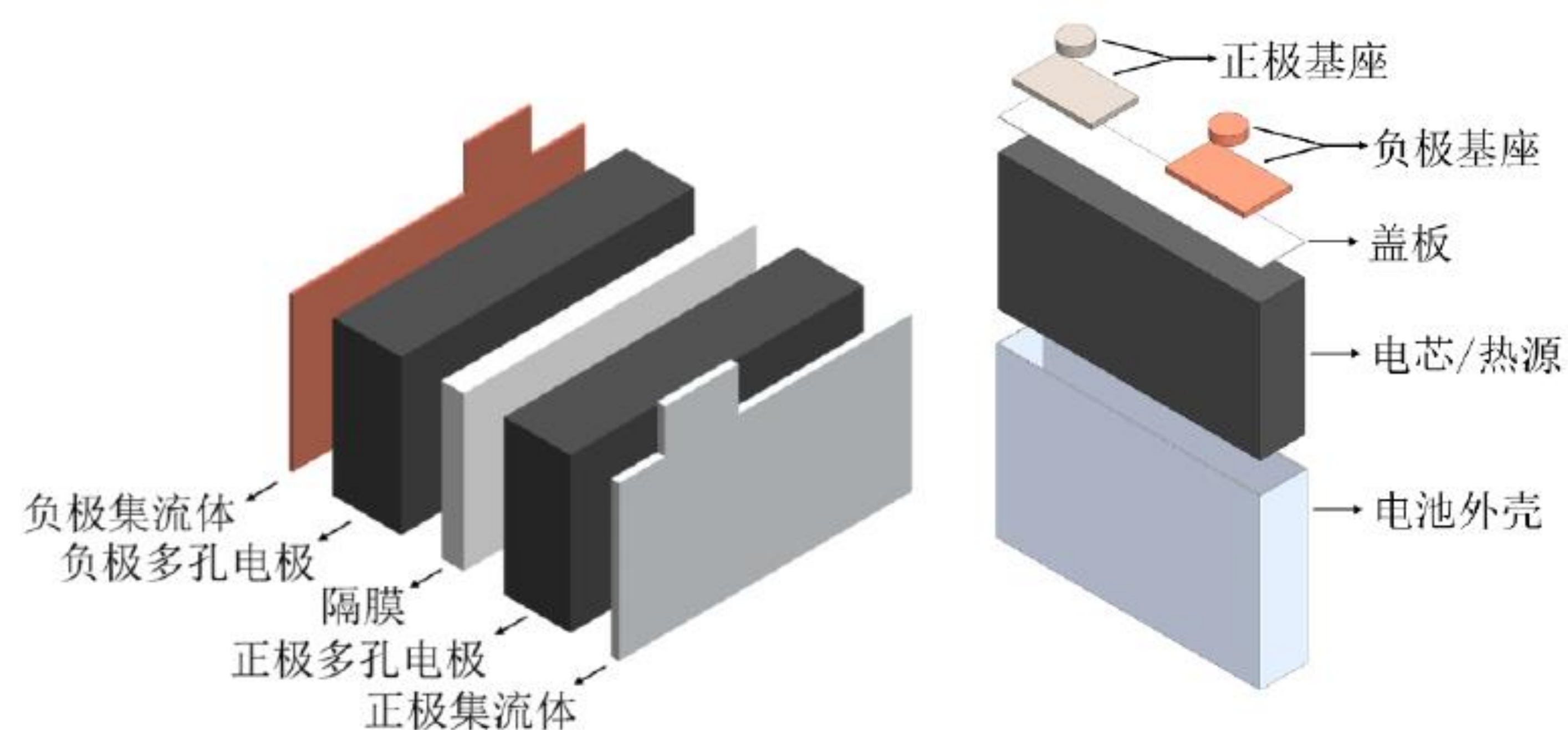


图 1. 电池三维几何模型爆炸示意图

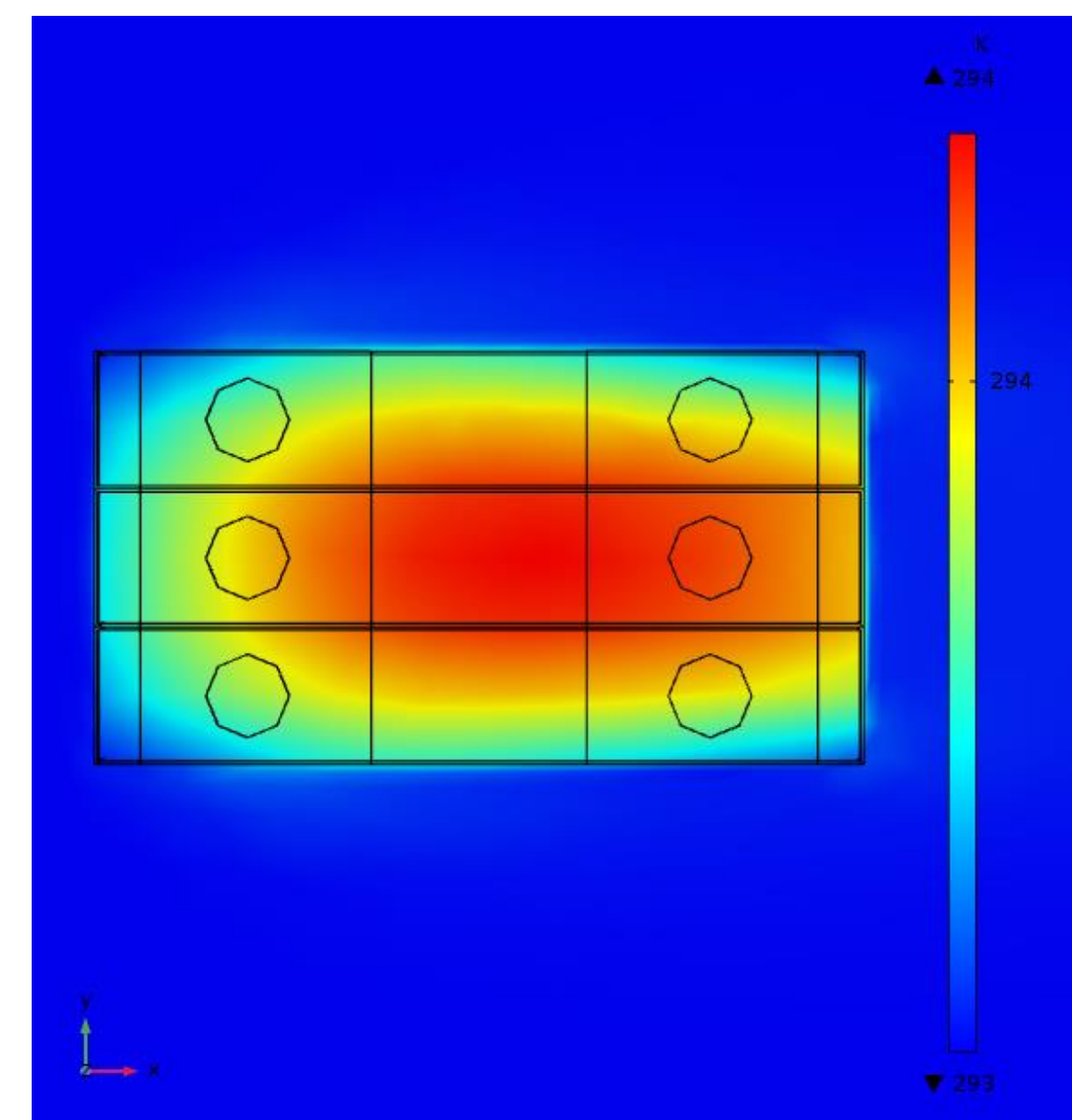


图 3. 未优化的电池组散热的热分布图

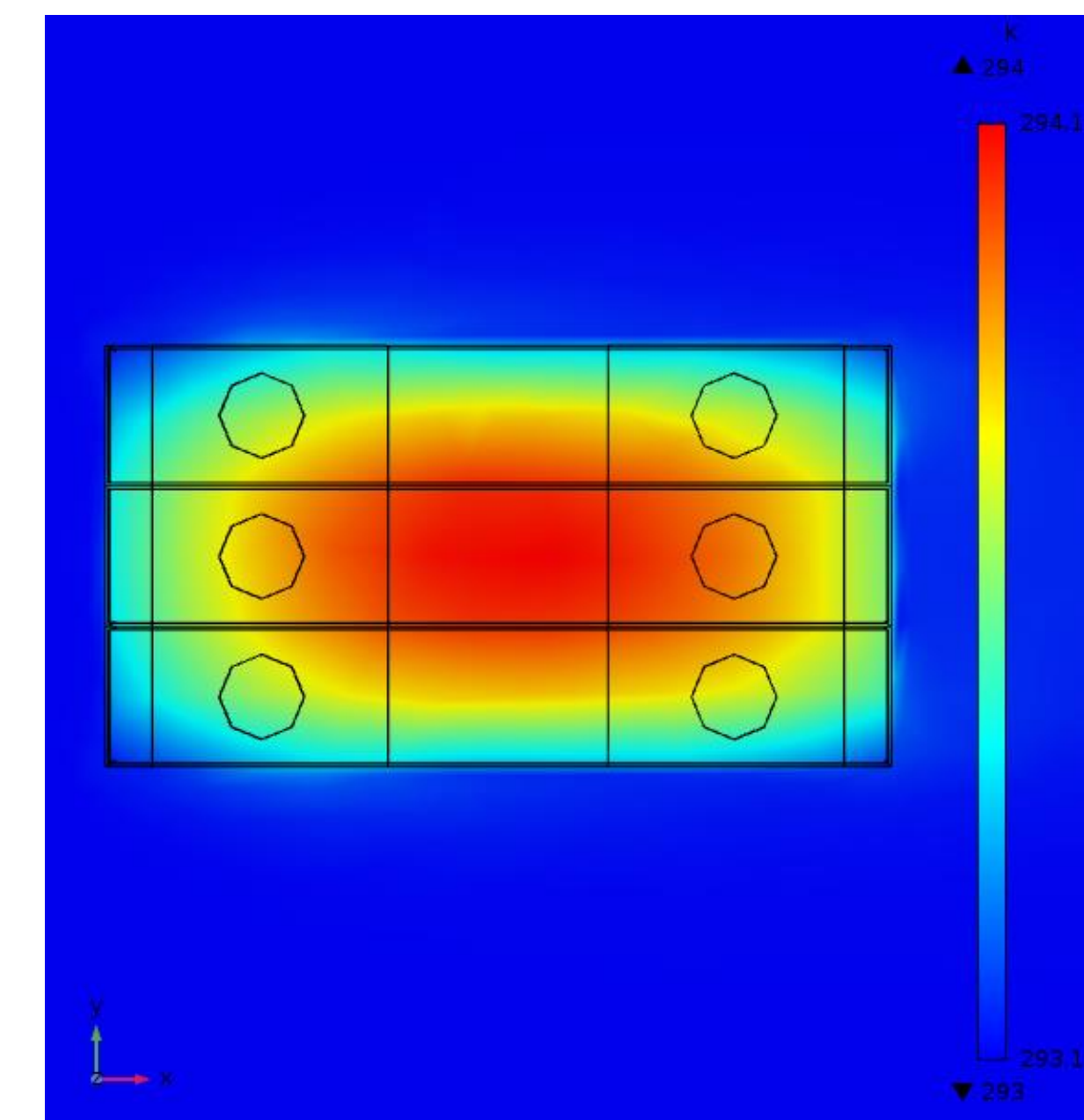


图 4. 优化后的电池组散热的热分布图

计算方法:热模型根据能量守恒的原理, 描述了电池热在产生、传递与耗散之间的关系, 具体方程如下:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(\lambda \nabla T) + Q$$

其中 ρ 表示材料密度 (kg/m^3), C_p 表示比热容 ($\text{J}\cdot\text{K}^{-1}/\text{kg}$), T 为某点的温度 (K), λ 表示各个方向上的导热率 ($\text{W}\cdot\text{K}^{-1}/\text{m}$), Q 是总的产热速率 (W/m^3), 总产热速率包括由于熵变引起的反应热, 即可逆热 Q_{re} , 由于欧姆电压降引起的欧姆热 Q_{ohm} , 极化热 Q_{act} (active polarization), 后两者为不可逆热, 以及热耗散率 Q_{exch} 。因此 Q 的表达式如下

$$Q = Q_{re} + Q_{ohm} + Q_{act} + Q_{exch}$$

在电化学-热耦合^[1]模型中是将电化学模型中受温度影响参数的变化作为耦合的点。电化学模型将计算得到的发热功率 Q_h 传递给热模型, 热模型再将计算得到的温度 T 传递给电化学模型中受温度影响的各参数, 从而再计算 Q_h , 以此往复迭代, 从而形成耦合^[2]。

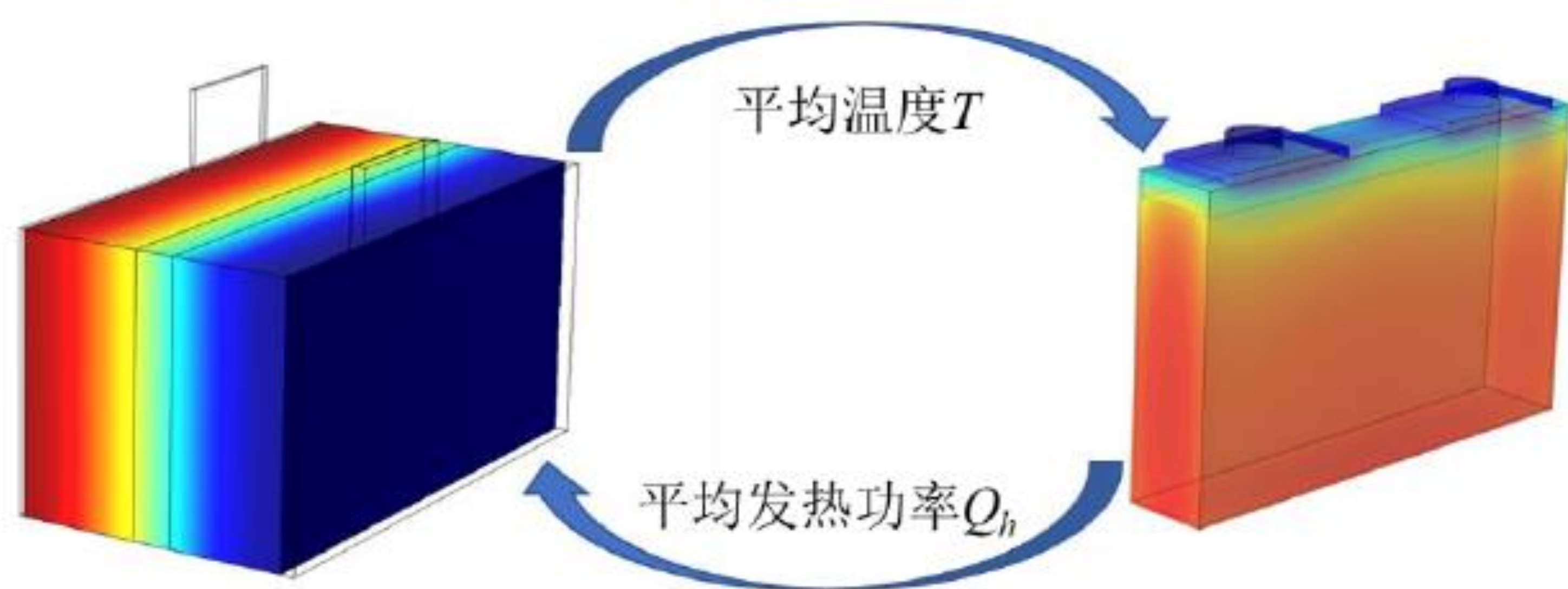


图 2. 平均耦合模型耦合示意图

变量	数值	单位
电流	1	C
温度	298.15	K
风速	0.3	m/s

表 1. 部分输入参数

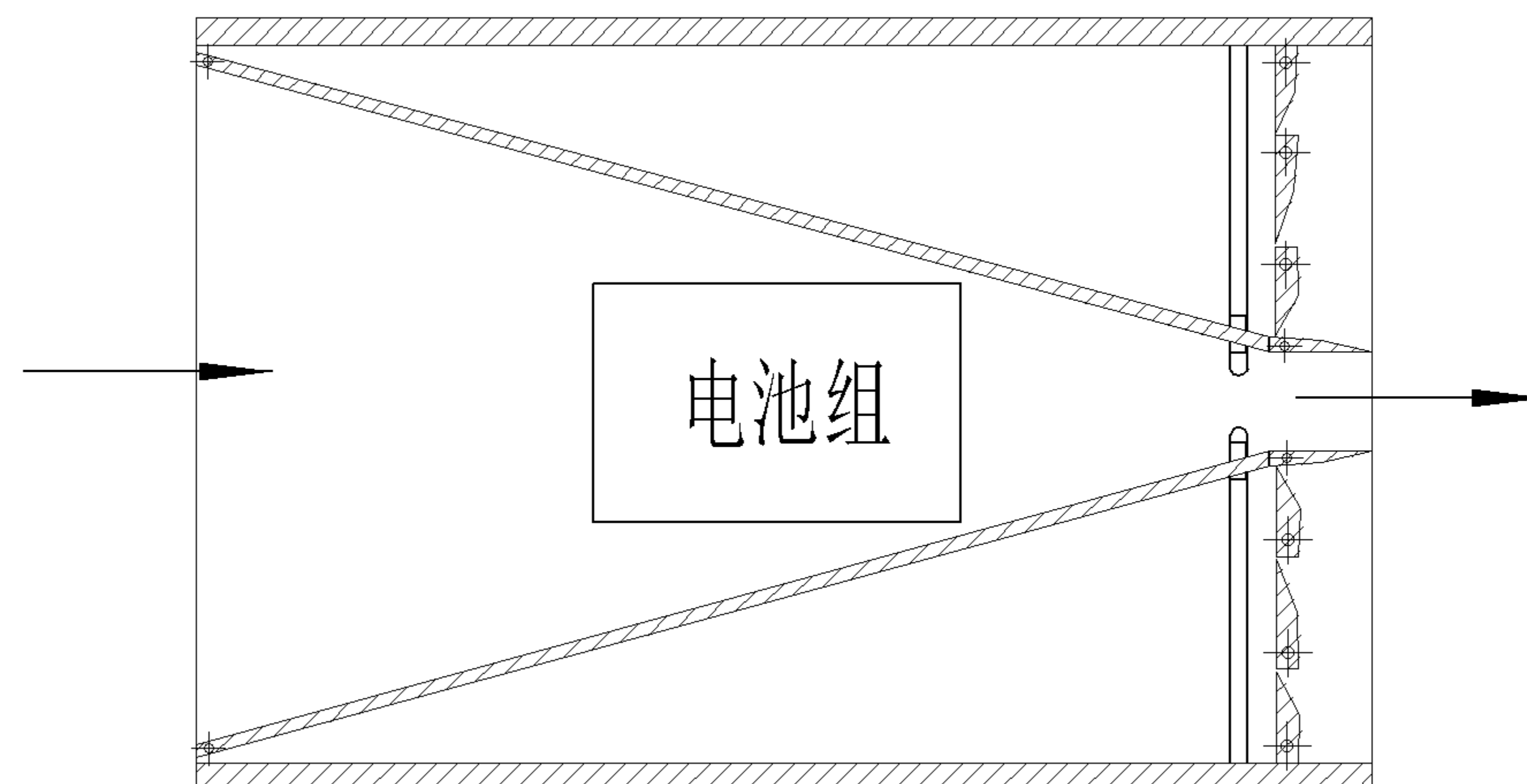


图 5. 出风口变小结构示意图

结论:控制调节机构调节出风口的大小, 来改变出风口位置的空气流速, 进而提高这一区域的散热性能, 制约因电池包内部温度而升高的冷却气流引起的电池组温度不均衡性, 散热的同时保证了电池组的温度一致性, 结构简单, 效果明显。

参考文献:

- [1] Ye Y, Shi Y, Cai N, et al. Electro-thermal modeling and experimental validation for lithium ion battery[J]. Journal of Power Sources, 2012, 199:227-238.
- [2] Li J, Cheng Y, Ai L. 3D simulation on the internal distributed properties of lithium-ion battery with planar tabbed configuration[J]. Journal of Power Sources, 2015, 293:993-1005.