

厦门金龙旅行车有限公司



ICSC 2017

CAE for virtual product

CAE for innovation

CAE for process transformation

IDAJ CAE Solution Conference

某纯电动客车动力电池舱热管理仿真

厦门金龙旅行车有限公司 技术中心

曾锋

公司简介



中国客车制造龙头企业

- 厦门金龙旅行车有限公司（简称“厦门金旅”）成立于1992年，是一家集大、中、轻型客车整车研发、制造和销售为一体的大型现代化企业。
- 具有年生产大、中型客车2.3万辆，轻型客车2万辆的能力，是国内著名的整车制造企业及国家汽车整车出口基地。
- 首批“中国名牌产品” “中国品牌500强” “中国机械500强”



公司简介



公司简介



2002年伊始，金旅技术中心就组建了新能源开发团队，成为国内最早研发新能源客车的企业之一



作为国内领先的客车制造商，金旅客车为诸多国际性会议及赛事提供高端接待服务



金旅制造的中国首辆无人驾驶小巴士
在客车领域，金旅提前布局，率先实现无人驾驶巴士的开发测试运行，再次成为新一轮跨越的先行者。



项目背景

纯电动客车动力电池舱热管理仿真



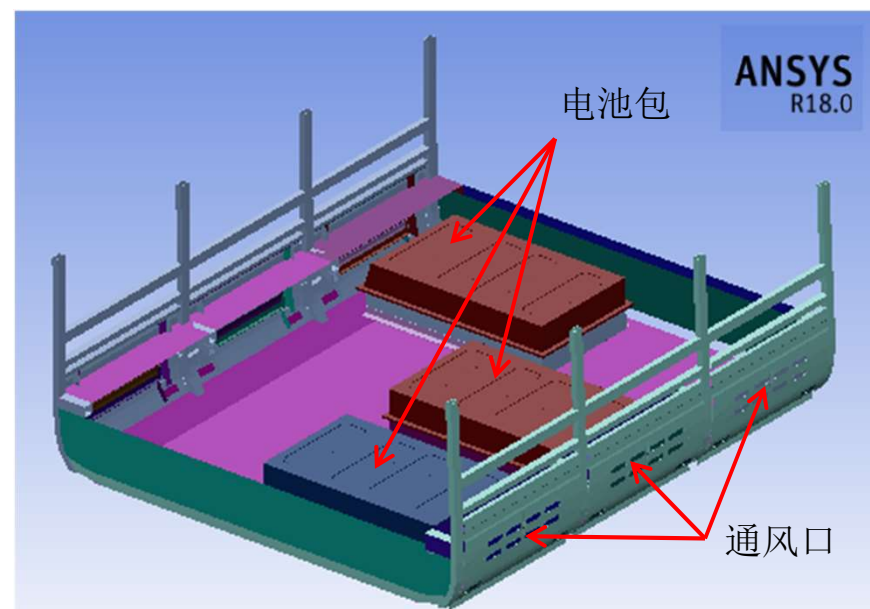
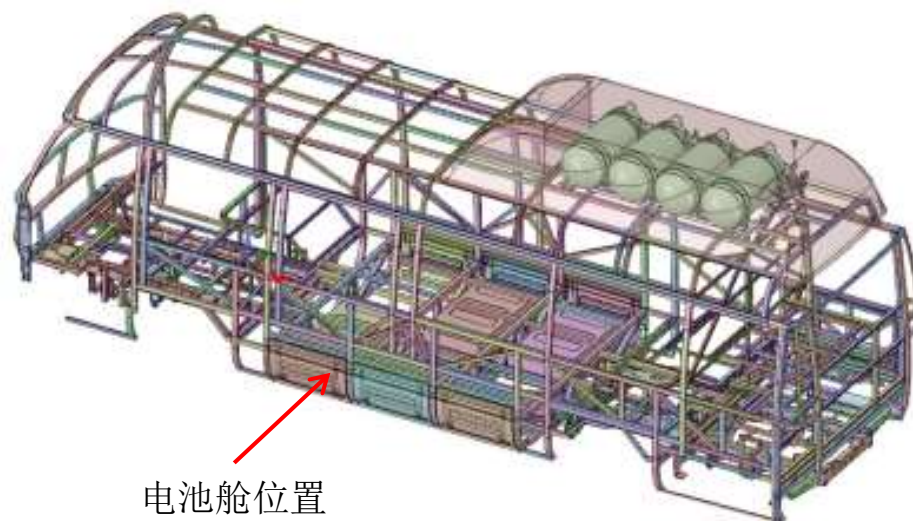
项目背景

- 电池包作为电动汽车上装载电池组的主要储能装置，是混动/电动汽车的关键部件，其性能可从以下几个方面影响混动/电动汽车的性能：
 - (1) 电池效率
 - (2) 安全性可靠性
 - (3) 热舒适性
- 为了使电池组发挥最佳的性能和寿命，需要对电池进行热管理，将电池包温度控制在合理的范围内。
- 使用Ansys Fluent进行仿真分析是电池舱热管理的有效方法。

输入条件

- 本次仿真的输入条件由CAD数模和计算条件两部分组成：
 - 518.4V/120AH电池组：由3三个电池标准C箱单支路串联组成
 - 每个电池包内部含54个3.2V/120AH单体电芯
 - 单箱发热功率 $2.9\text{W} \times 54 = 156.6\text{W}$
 - 总体发热功率： $156.6\text{W} \times 3 = 469.8\text{W}$ (CATL提供的综合工况数据)
 - 安装于车底，两侧各有3组*8个通风口

© click to select an edge loop. Triple-click to select a solid.

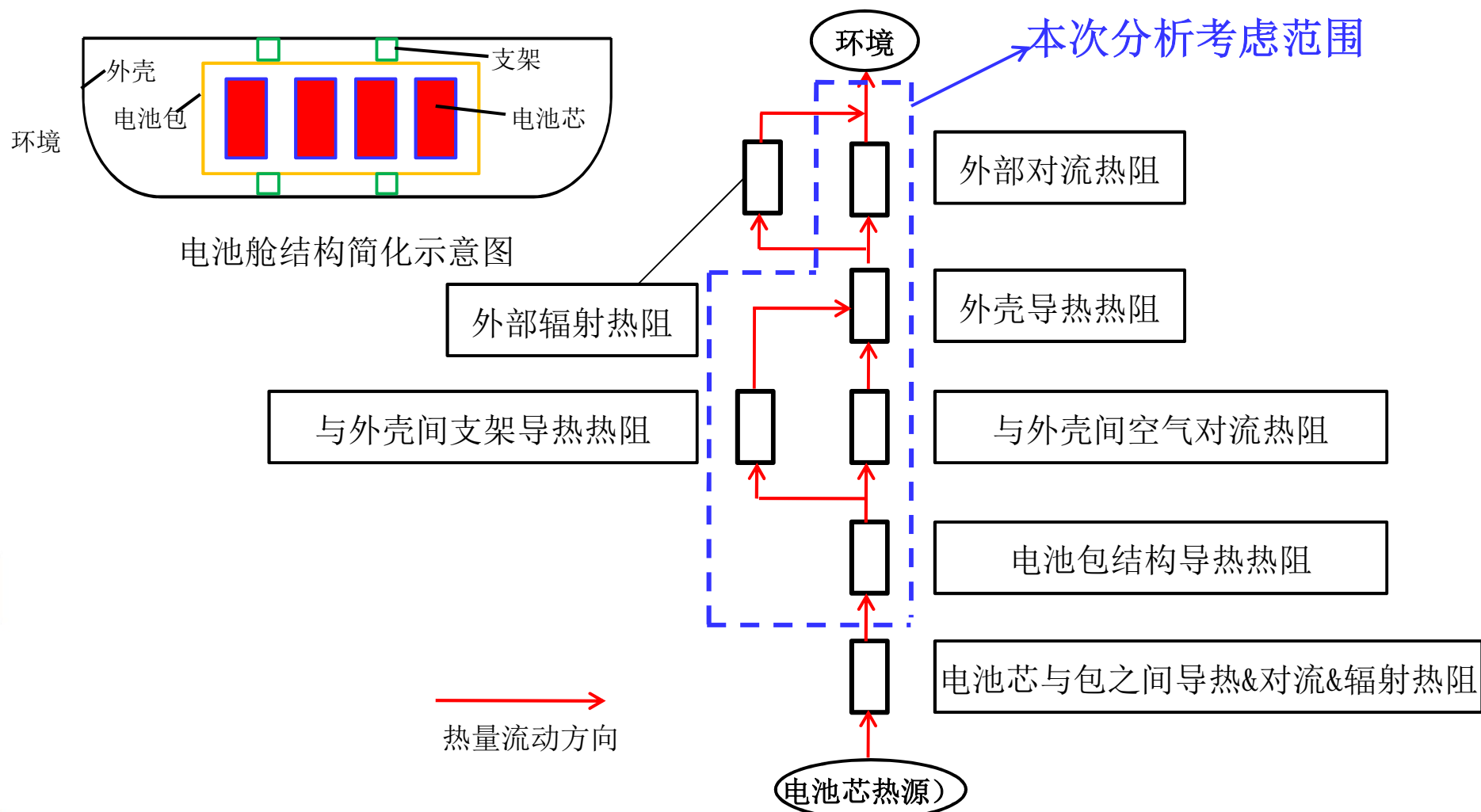


分析思路

- 计算域范围为电池舱内部空间（不含电池包内部电池芯体），通过CFD仿真获得计算域范围内的流动/传热特性；
- 考虑固体热传导效果（电池包壳体、支架），不考虑热辐射；
- 不直接计算车辆空气动力学流场，将其影响简化为电池舱的边界条件(低速工况)；
- 电池舱两侧的通风口设为定压条件，允许空气自由进出；
- 电池包的发热不考虑非均匀分布特性，仅区分上下表面各自设置为均匀恒定热流；
- 电池舱两侧舱门和底部盖板加载对流条件（顶部为绝热），模拟车辆运动时空气对电池舱的冷却效果。

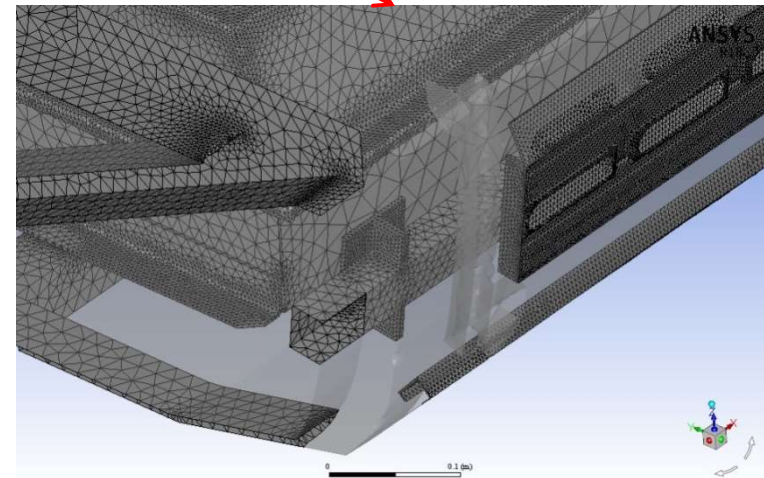
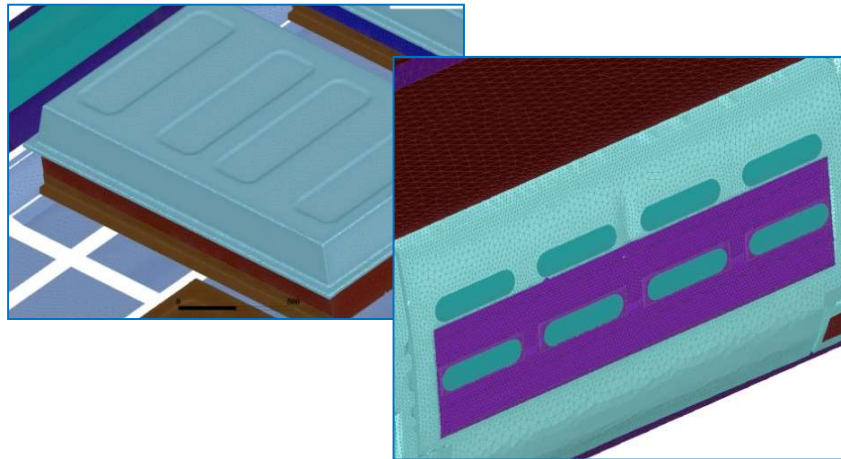
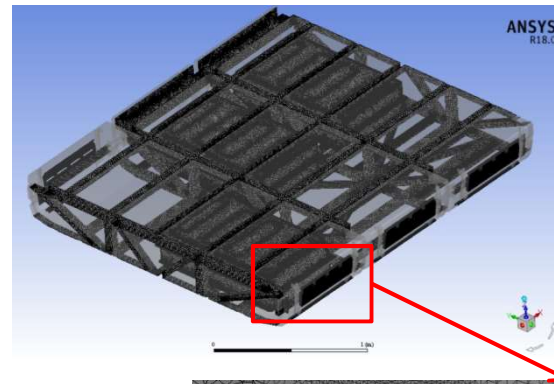
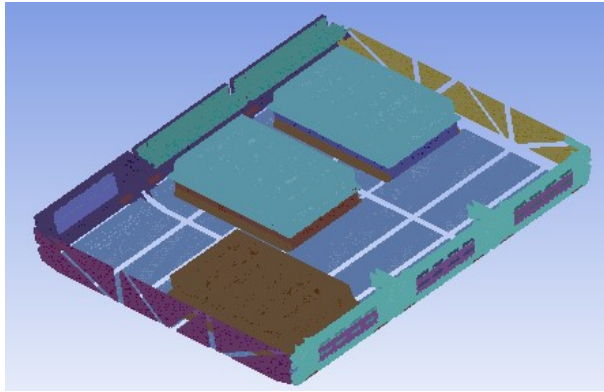
分析思路

- 电池舱热量传递路线节点图：



网格预览

- 网格预览：
 - 面网格数133万(尺寸范围2mm~16mm);
 - 体网格数700万，网格类型：四面体+Prism layers



计算设定

- 本项目计算用到的物理模型如下：
 - Realizable k-epsilon湍流模型
 - 考虑浮升力影响
 - Incompressible idea gas状态方程
 - Energy Model
 - Gravity Model
 - 壳体(Shell)导热模型

计算设定

- 本项目计算用到以下两种材料：
 - 来自Fluent材料库

材料属性	Air	钢	铝
密度[kg/m ³]	不可压缩理想气体	7800	2719
导热率[J/m-K]	0.0242	35	202.4
粘度[kg/m-s]	1.7894e-05	—	—
应用部位	空气域	骨架，下底面	电池包箱体， 侧挡板

计算设定

- 本项目计算用到以下边界条件设定:

侧舱门及底部盖板: Wall 类型
传热系数 $50 \text{ W/m}^2\text{-K}$, 环境温度
 $=26.85^\circ\text{C}$ (*侧舱门厚度
2.5mm, 底盖板厚度1mm)

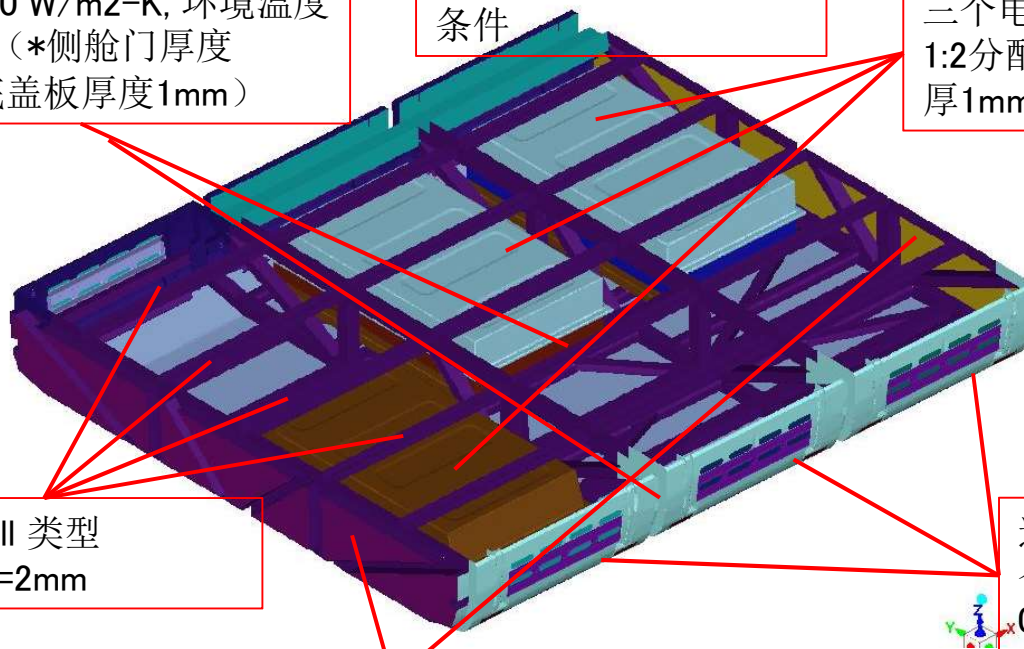
电池舱顶面 (下图未
显示) 设为绝热边界
条件

三个电池包上/下表面按
1:2分配热量; 模拟箱体壁
厚1mm

骨架: wall 类型
模拟厚度=2mm

前后侧壁: Wall类型
绝热

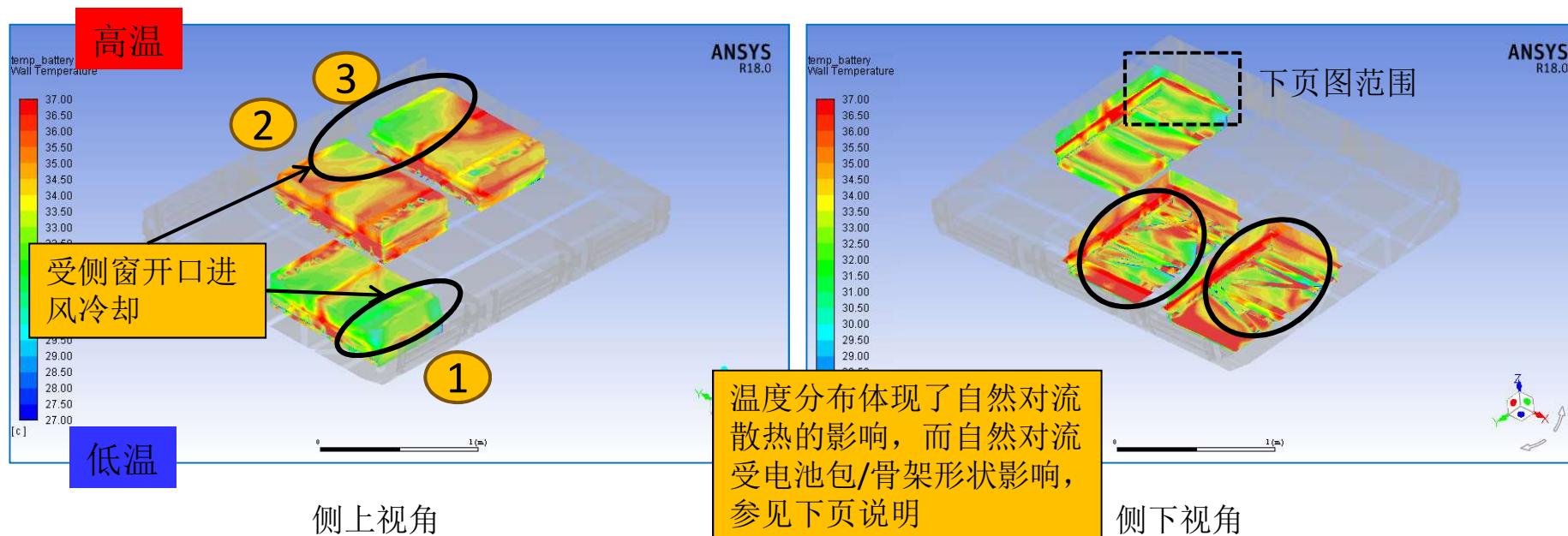
通风口: 两侧*3组*8
个pressure-inlet类型,
0Pa, 26.85°C



结果展示

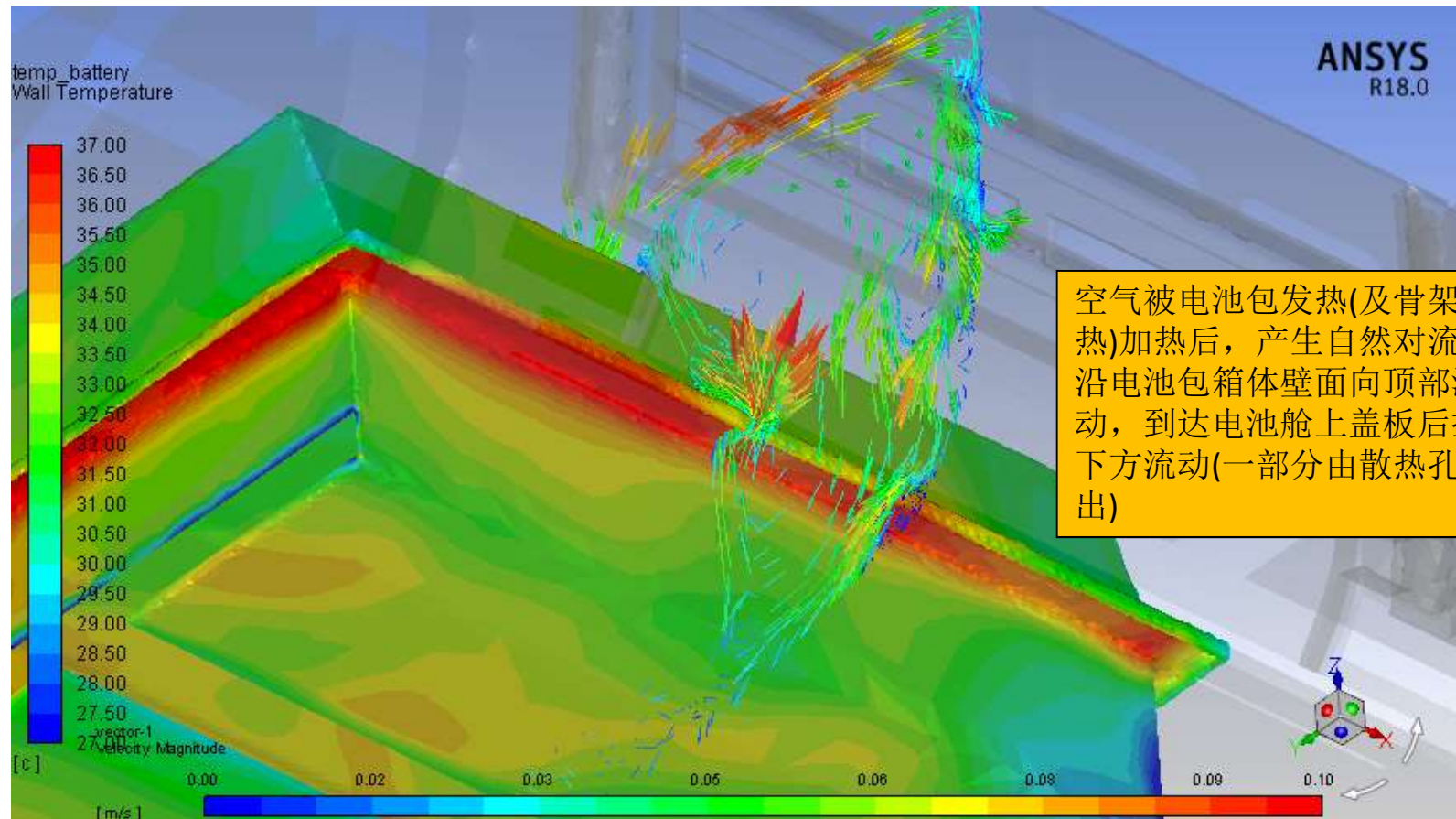
- 电池包表面温度及分析：
 - 电池包表面温度分布如下图/表所示：

平均温度 (°C)	电池包①	电池包②	电池包③
上表面	33.2	34.8	34.6
下表面	34.1	35.5	35.9



结果展示

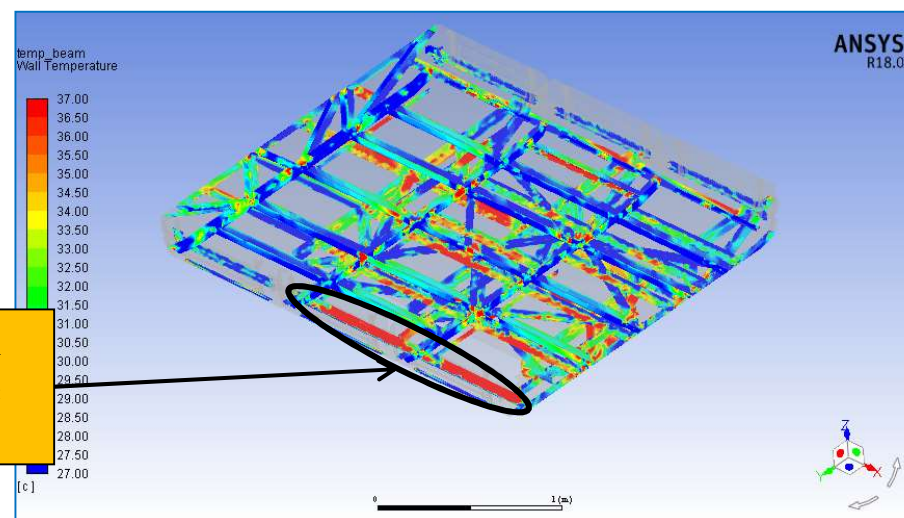
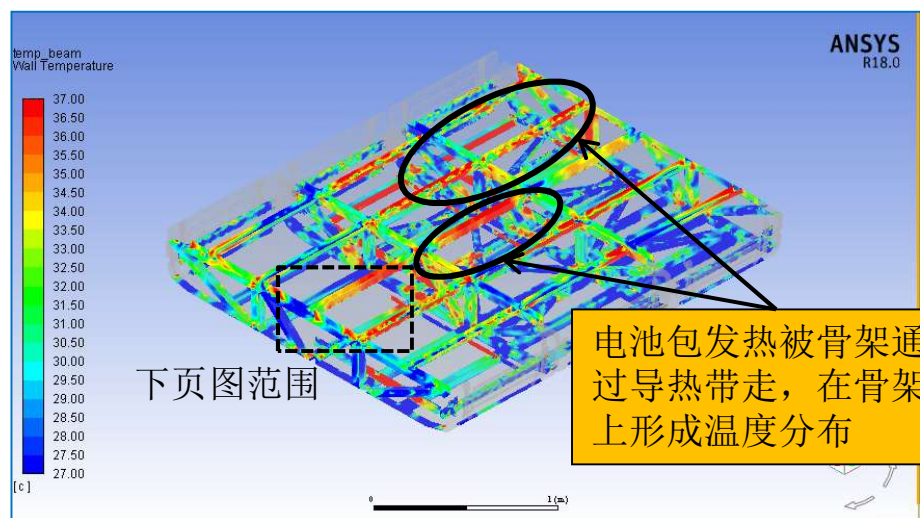
■ 空气自然对流示意图:



结果展示

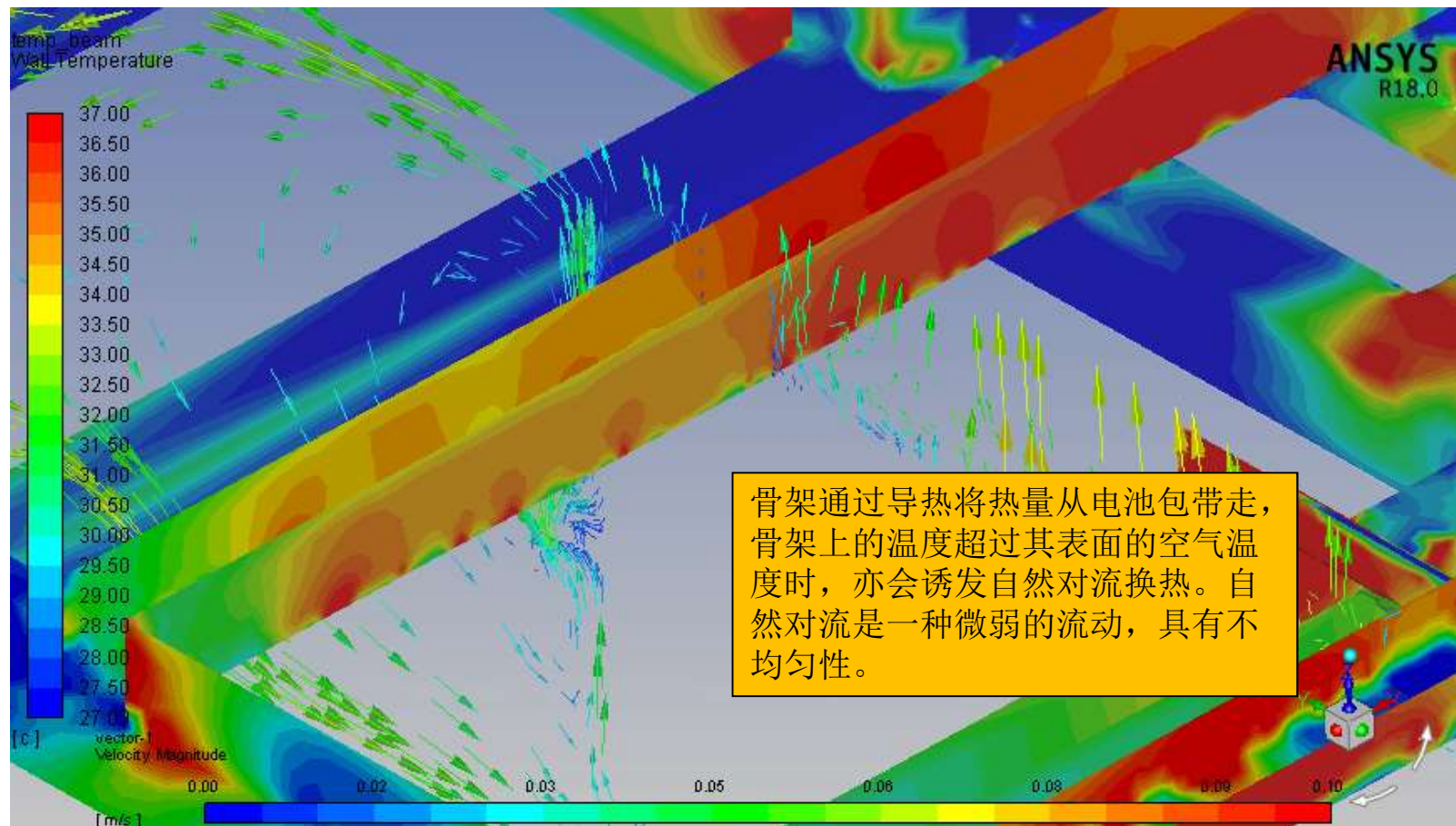
■ 骨架温度：

- 骨架温度分布如下图所示：通过计算骨架的热传导，可以更加真实的反映电池舱内的温度分布。骨架温度分布范围约27~37℃。



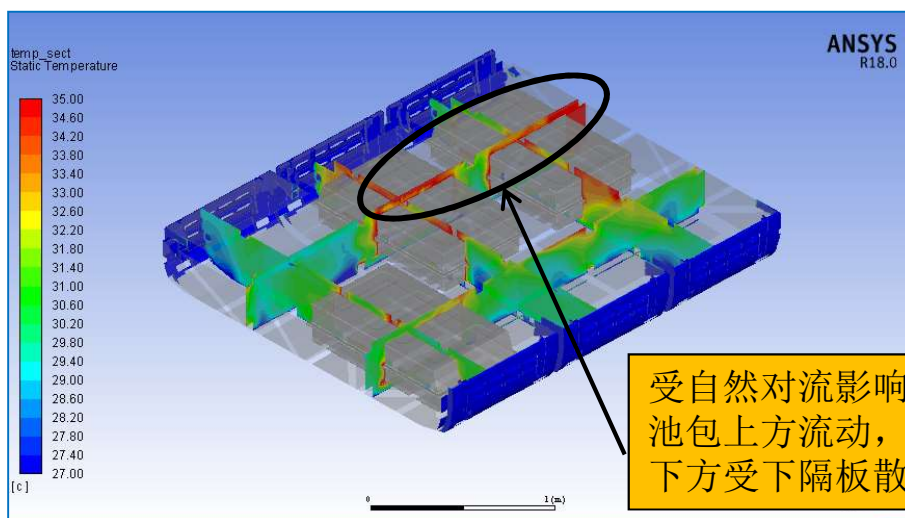
结果展示

■ 空气自然对流示意图：

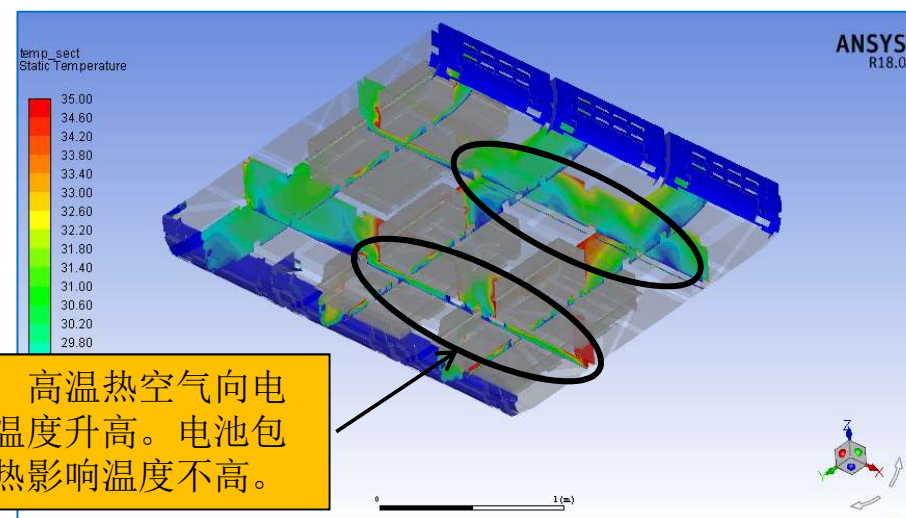


结果展示

- 电池舱内空气温度/侧护板温度:
 - 空气温度分布(截面)如下图所示: 受自然对流影响, 电池上方空间温度最高, 电池舱内温度范围约27~35 °C , 平均温度约30.4 °C 。



侧上视角



侧下视角

受自然对流影响, 高温热空气向电池包上方流动, 温度升高。电池包下方受下隔板散热影响温度不高。

小结

- 通过本项目分析，可以获得以下初步结论：
 - 电池包的散热以自然对流传热和热传导向外传递；动力电池舱内空气流动的主要方式是热驱动下的自然对流；
 - 高温空气集中在电池包上方；
 - 利用ANSYS Fluent可以对此类比较复杂的电池舱模型实现从CAD到最终体网格的快速建模，以及快速实现电池舱的热流场分析，获得电池舱内部空气温度、电池包表面温度及骨架温度等详细信息。

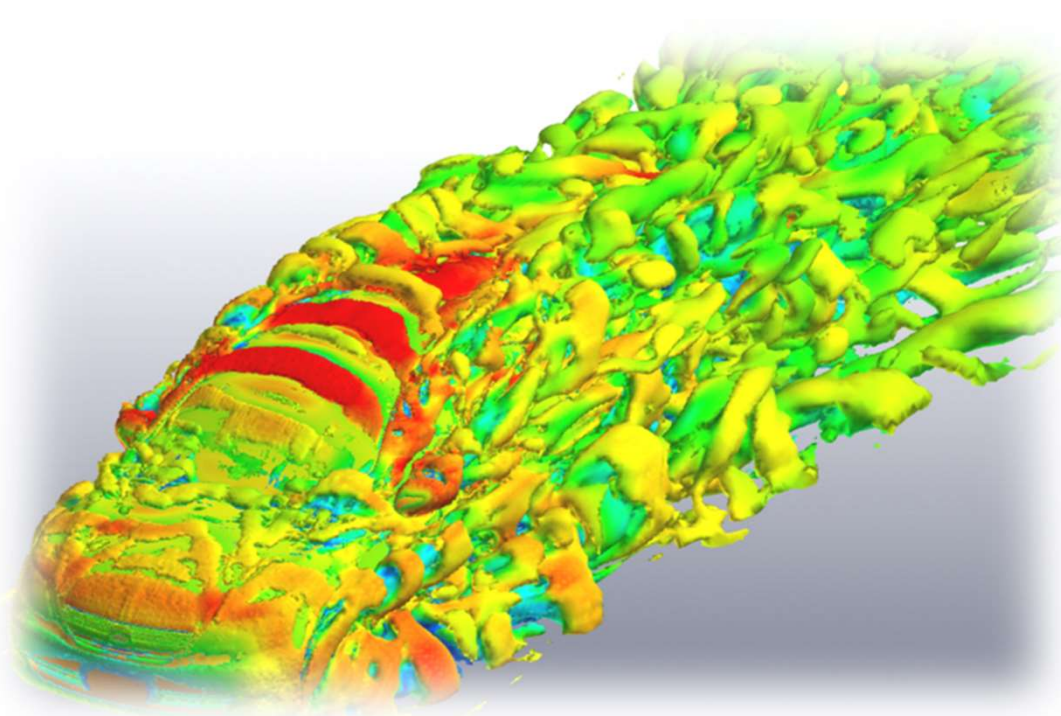
小结

- 受限于输入条件和仿真周期，本次分析模型进行了简化和假设，因此计算结果可能跟实际情况有所出入。后期可以通过以下措施提高精度：
 - 进一步评估热源的状况
 - 分析电池包箱体内部流场/温度场；
 - 考虑实车外气动流场的影响；
 - 考虑热辐射作用。

对于CFD仿真分析的展望

展望未来，我司的整车级别CFD分析将来有望在以下方面继续进行相关研究：

- 整车外气动分析
- 除霜除雾
- 乘员舱热舒适性
- 进排气系统分析
- 发动机舱热管理



Thank You!



关注微信公众号，推送年会报告早知道