

基于ANSYS Fluent的电池组 冷却散热分析

2016.07.18

IDAJ-China 技术部 叶良春



IDAJ-CHINA



IDAJ艾迪捷

目录

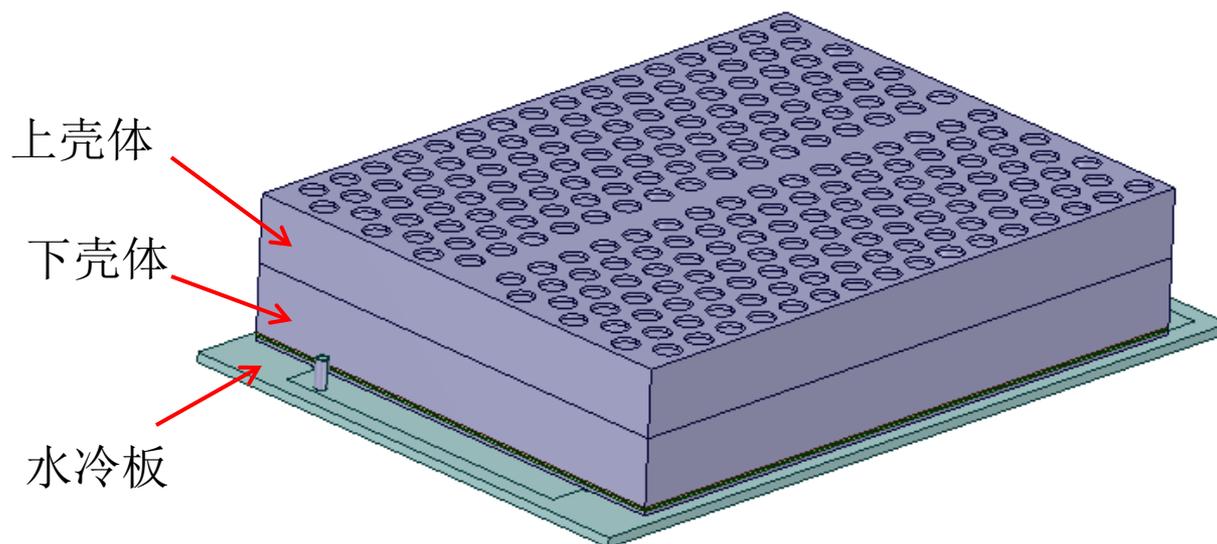
- 背景
- 模型介绍
- 工况条件
- 建模过程
- 计算设定
- 结果展示
- 总结

背景描述

- 温度是影响电池工作性能的一项重要因素，因此，设计人员在汽车开发设计中必须全面考虑电池包的加热与排热控制。电池热管理主要目的是维持电池包工作在最佳温度范围，提高使用寿命和工作效率。
- CFD分析方法可以快速获得可靠的电池温度分布、升温过程、水冷系统的性能等，是电池热管理技术中的一项重要分析手段。
- 为展示ANSYS Fluent在电池热管理的能力与优势，本课程基于某水冷电池包模型进行了水路流场和电池固体温度场稳态耦合分析。

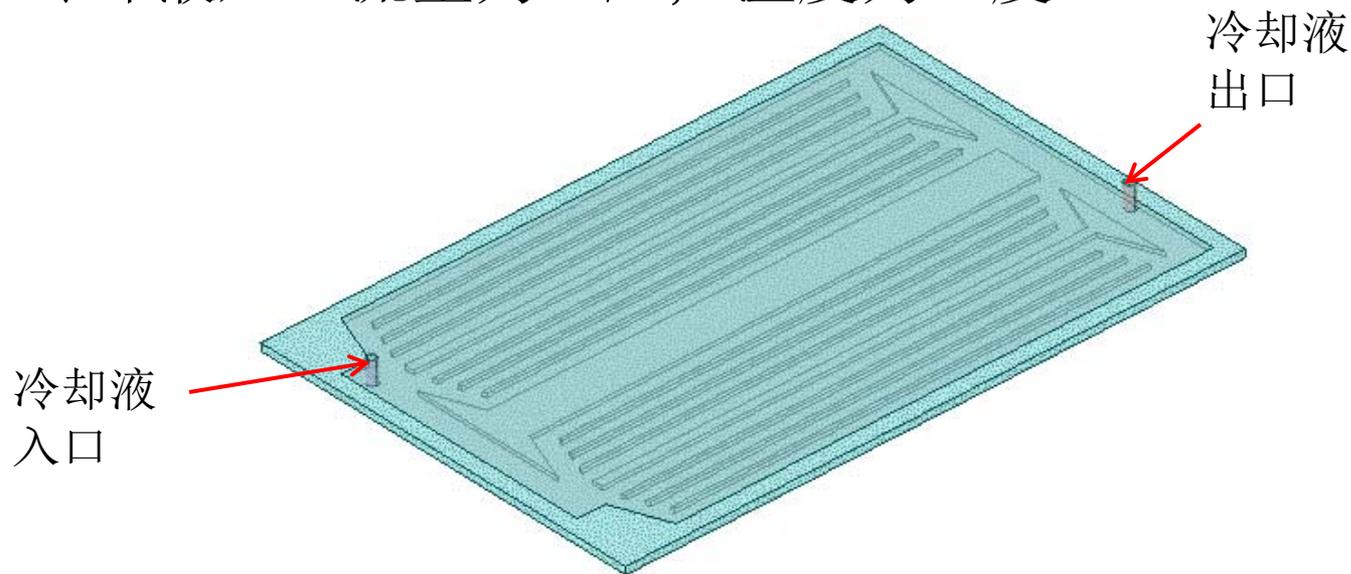
模型描述

- 本课程模型为一水冷的电池包模型，底部为水冷板，内部通过乙二醇水溶液带走电池发热；
- 电池包由上下两个塑料壳体包裹。



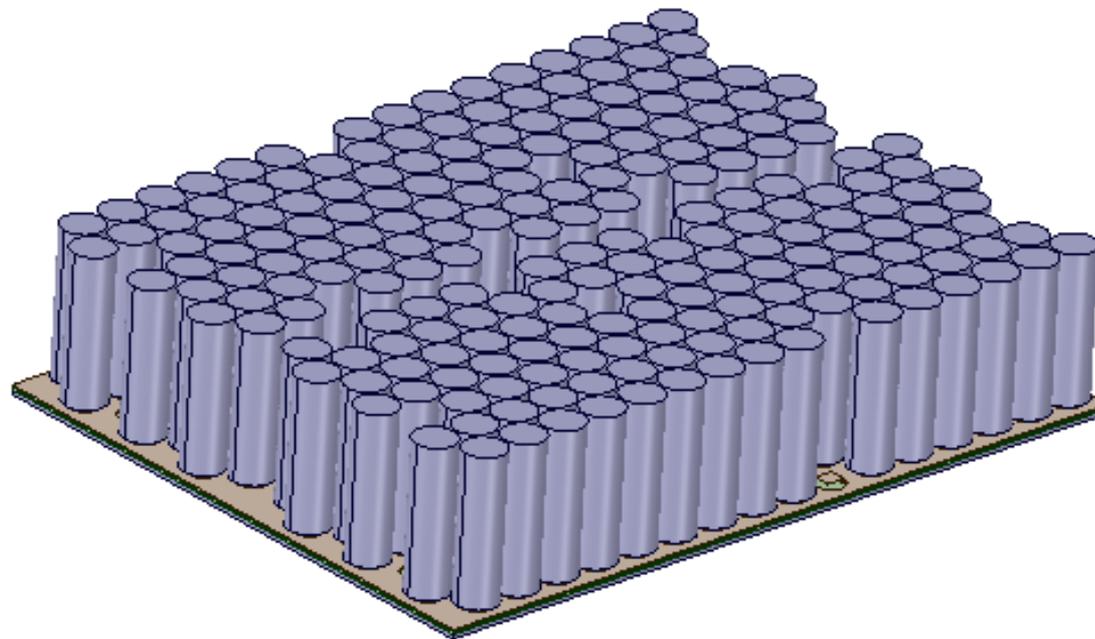
模型描述

- 水冷板结构：由底板和上盖板构成，中间是冷却液流道，底板上有进出口管。
- 冷却液入口流量为 1m/s ，温度为 25°C



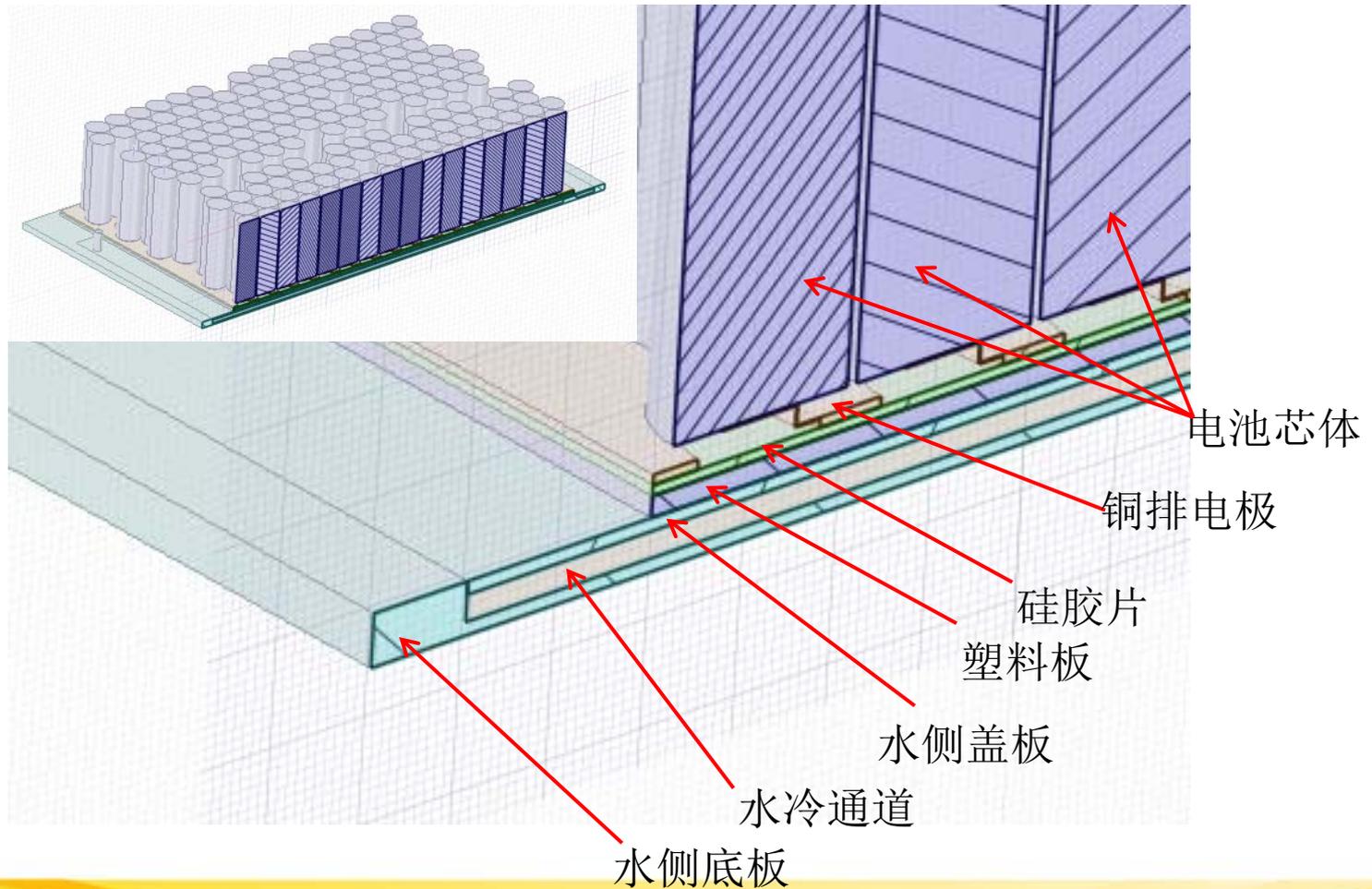
模型描述

- 塑料壳体内布置208颗单体电池，电池芯体总发热功率312W



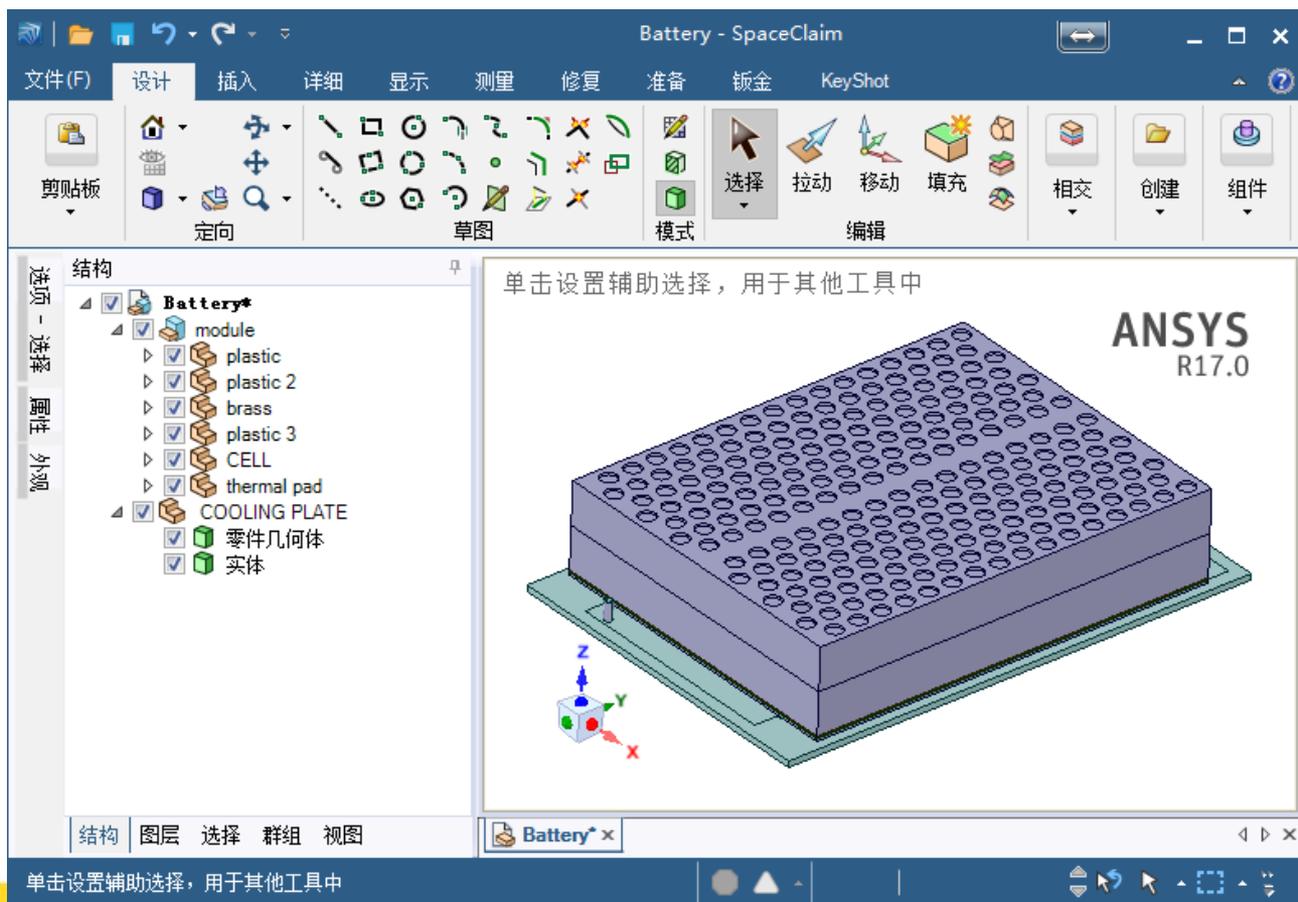
模型描述

■ 截面结构:



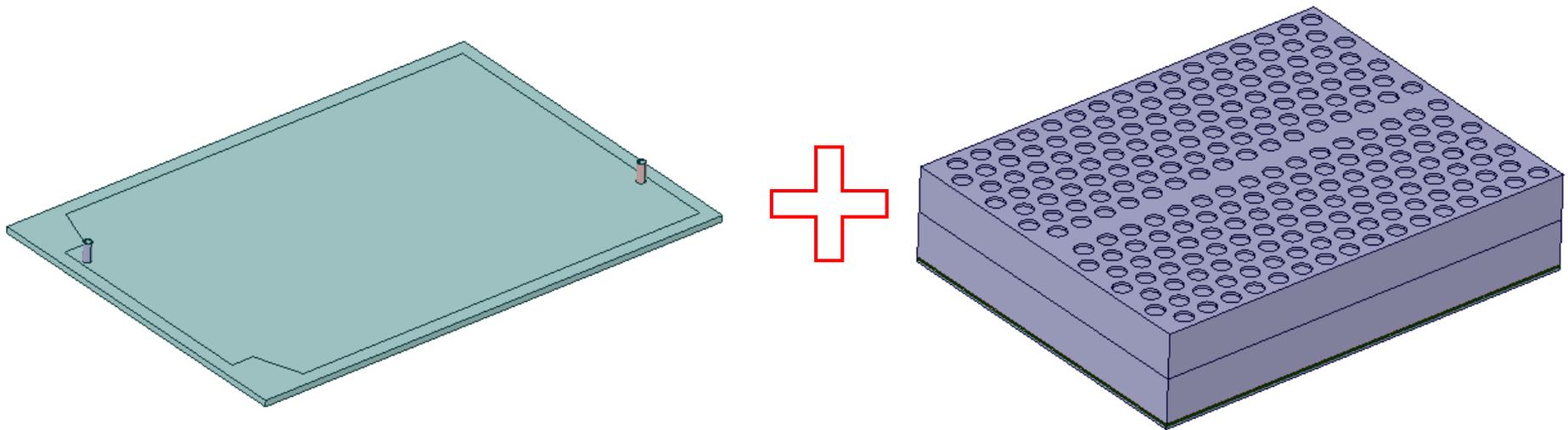
建模过程

- 本课程原始模型为一个step格式的CAD文件。首先导入SCDM进行模型查看和整理、边界命名。



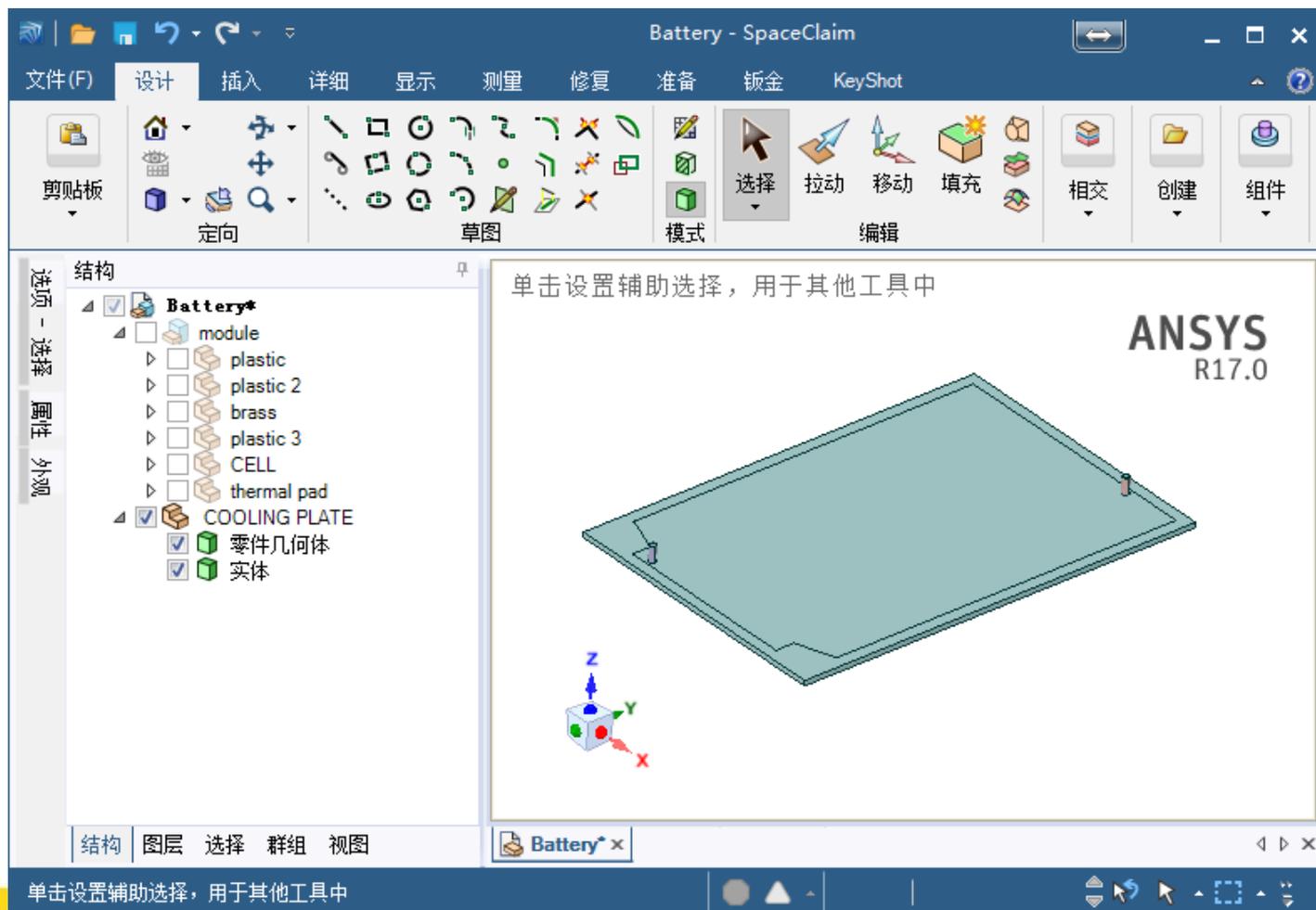
建模过程

- 建模思路：将水冷板和电池包分开建模，最后组装到一起设定计算。



建模过程：水冷板

- 在SCDM中隐藏水冷板以外的部件，并保存模型。



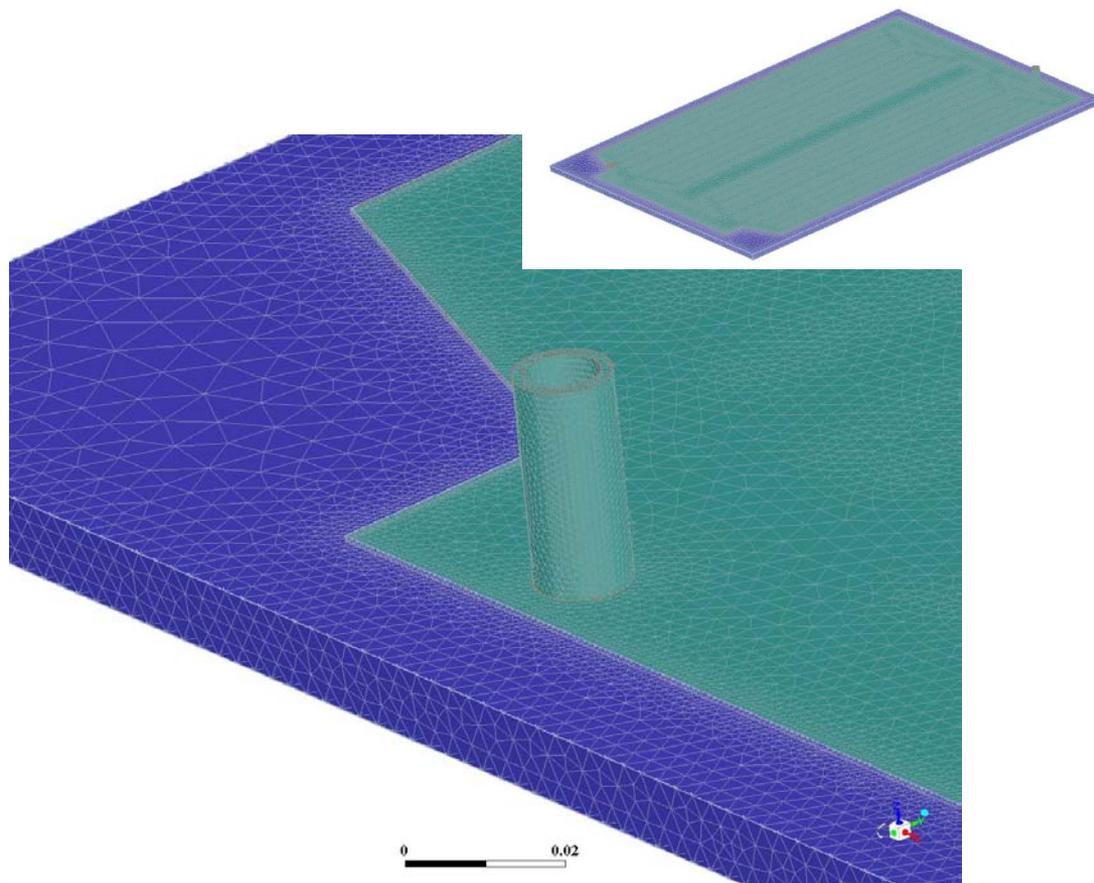
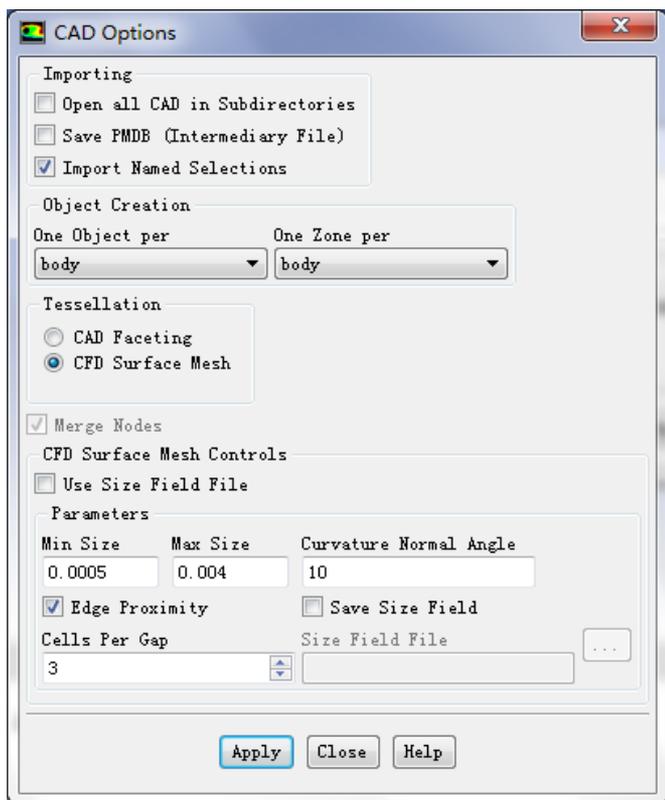
单击设置辅助选择，用于其他工具中

ANSYS
R17.0

单击设置辅助选择，用于其他工具中

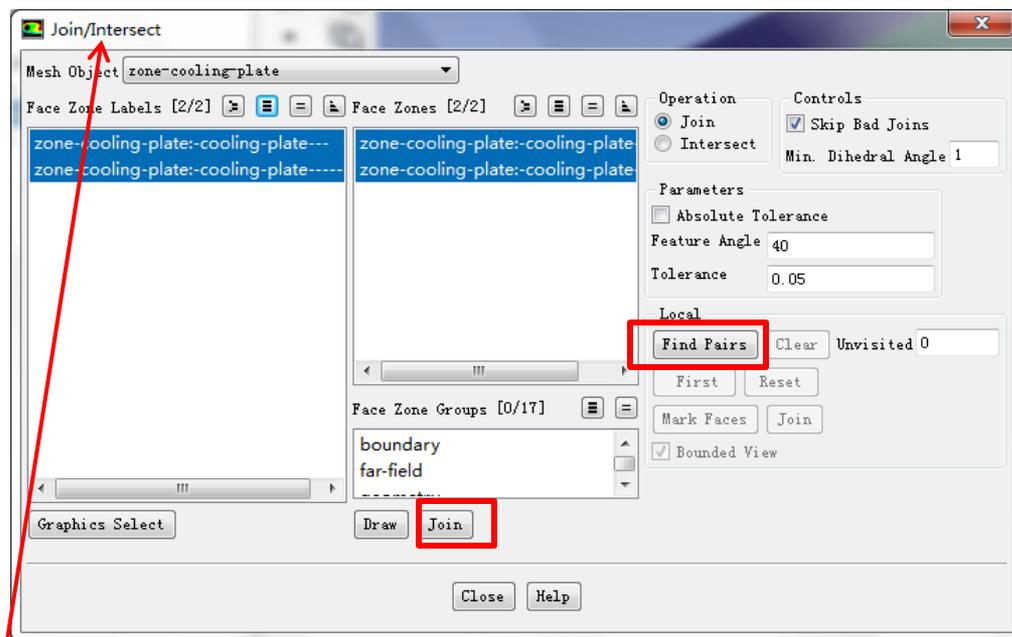
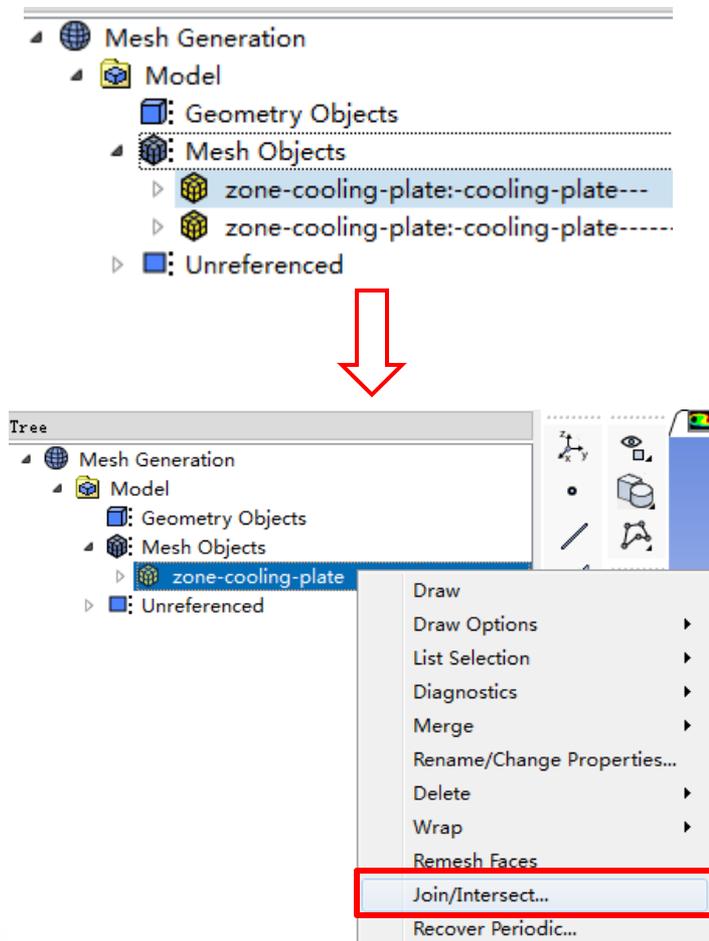
建模过程：水冷板

- 以0.5mm~4mm的尺寸导入Fluent Meshing，获得高质量CFD表面网格。



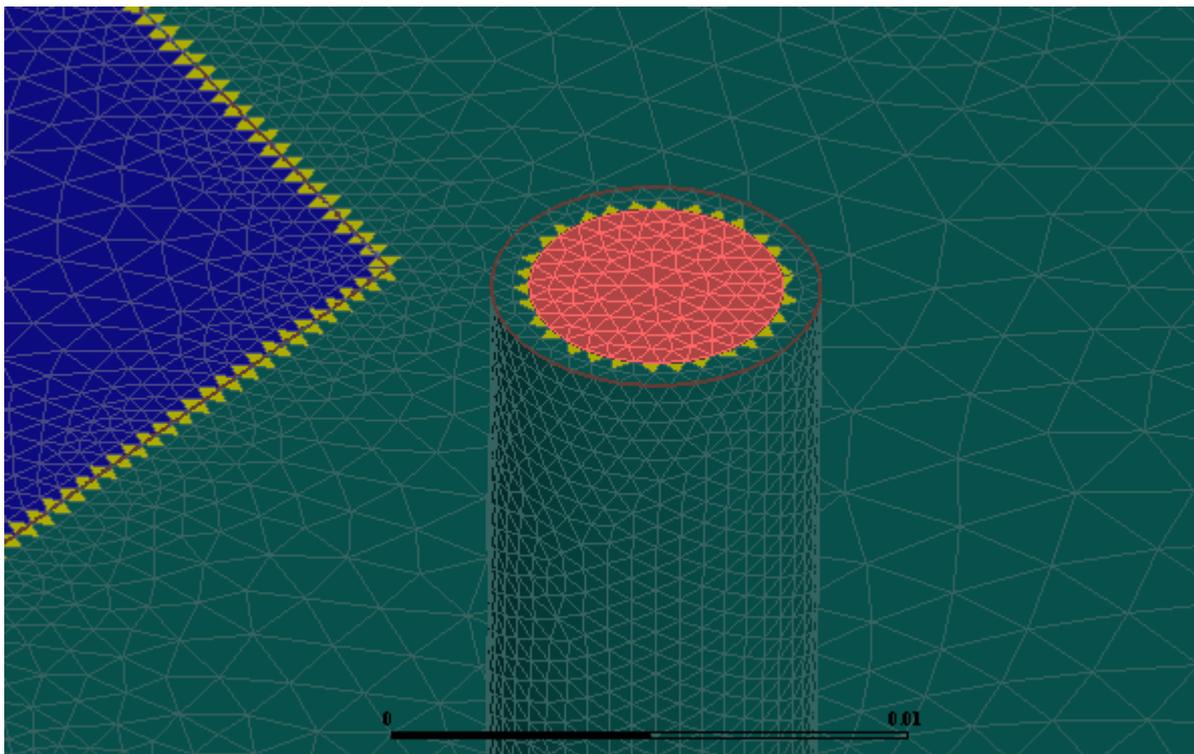
建模过程：水冷板

- 合并两个Object，并利用Join/Intersect功能连接上下两个水冷板



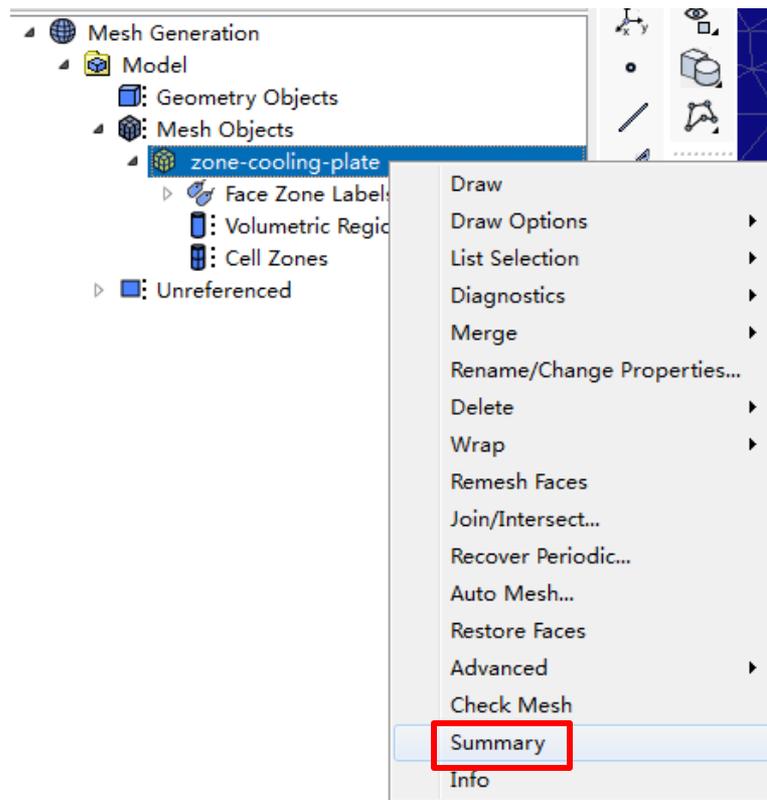
建模过程：水冷板

- 封闭进出口，并进行Remesh，分出为单独边界，指定类型



建模过程：水冷板

- 检查表面网格，确保没有除multi_faces以外的问题

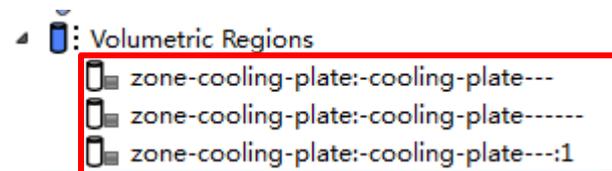
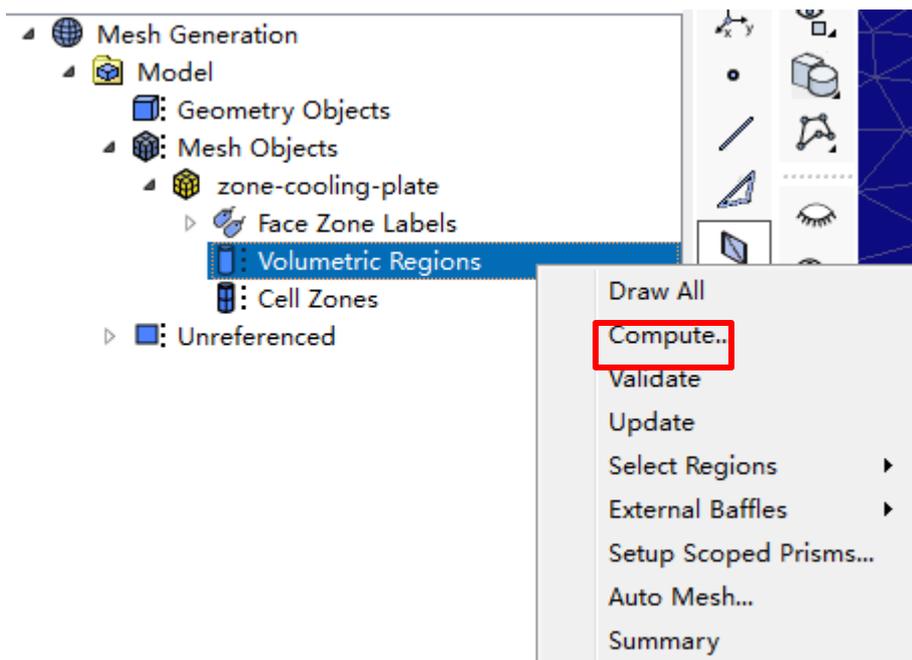


> selected inlet|

object-name	free-faces	multi-faces	duplicate-faces	skewed-faces (> 0.85)	maximum-skewness	all-faces	face-zones
zone-cooling-plate	0	57392	0	0	0.59531239	867481	4

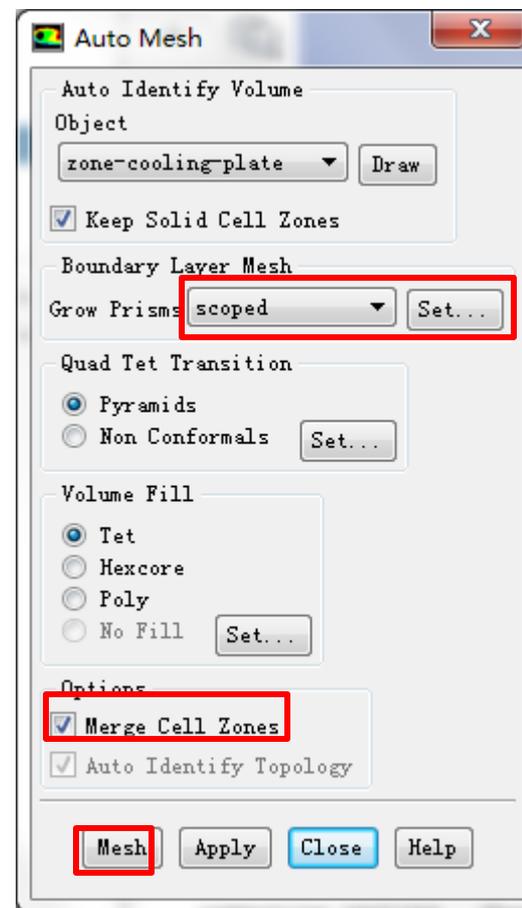
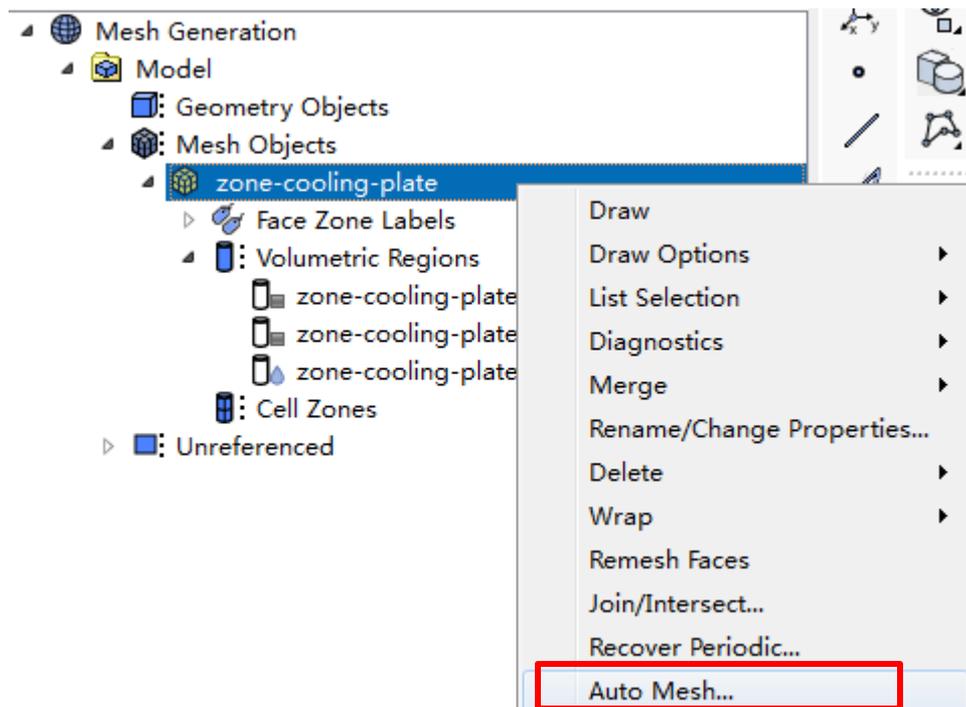
建模过程：水冷板

- 通过Compute...计算模型拓扑，得到三个Region，分别对应上盖板，下盖板，和水路通道。



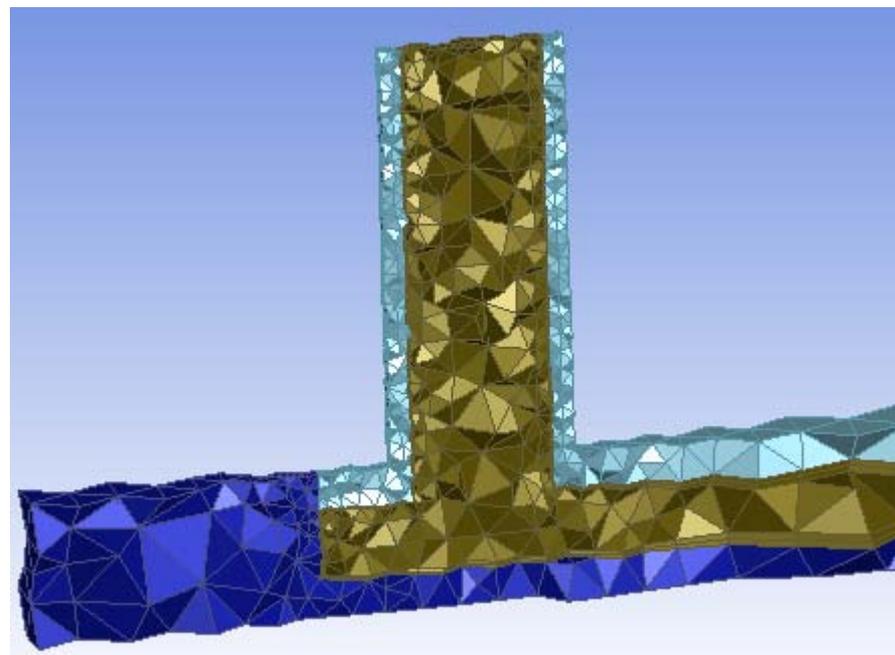
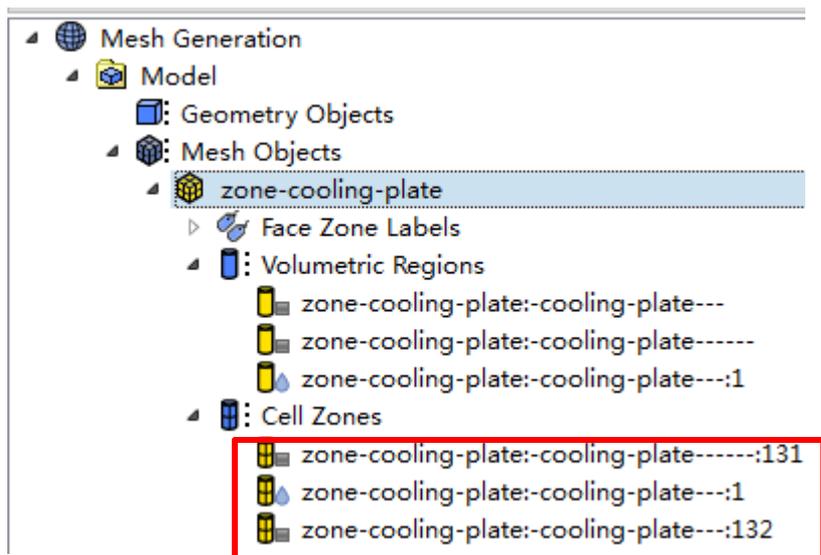
建模过程：水冷板

- 改变水路通道的类型为Fluid，并用Auto Mesh自动生成四面体网格：



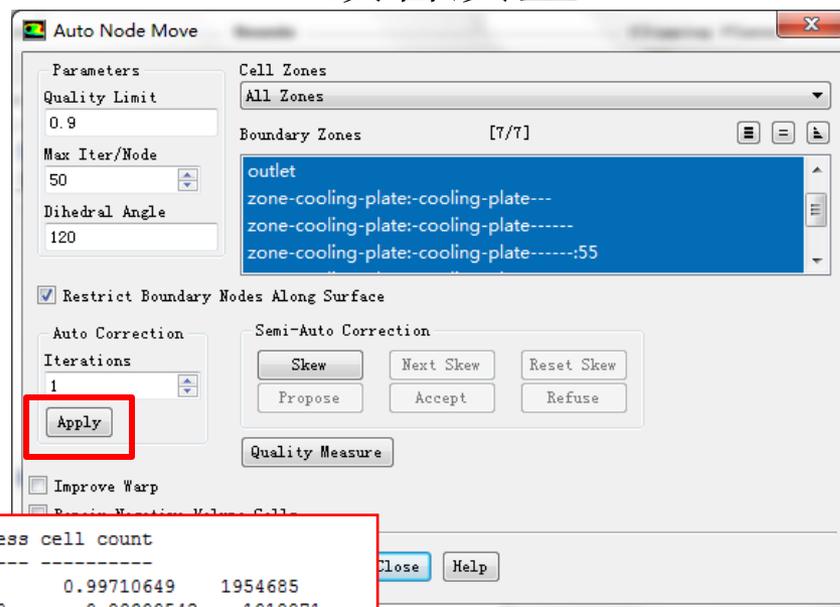
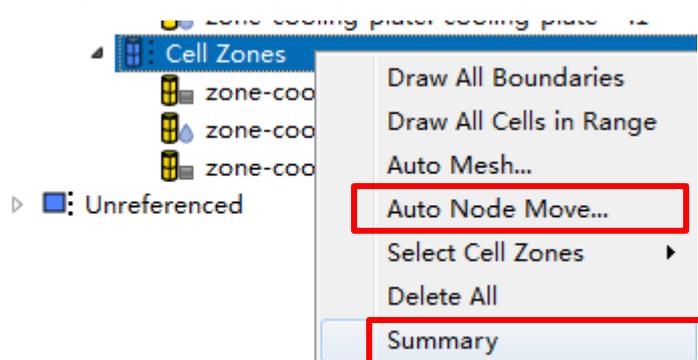
建模过程：水冷板

- 改变水路通道的类型为Fluid，并用Auto Mesh自动生成四面体网格：



建模过程：水冷板

- 检查网格质量，并通过Auto move node改善质量：



name	id	skewed-cells(> 0.90)	maximum-skewness	cell count
zone-cooling-plate:-cooling-plate---:1	133	7	0.99710649	1954685
zone-cooling-plate:-cooling-plate---:132	132	0	0.89300542	1018871
zone-cooling-plate:-cooling-plate-----:131	131	0	0.89999862	1449553

Overall Summary	none	7	0.99710649	4423109

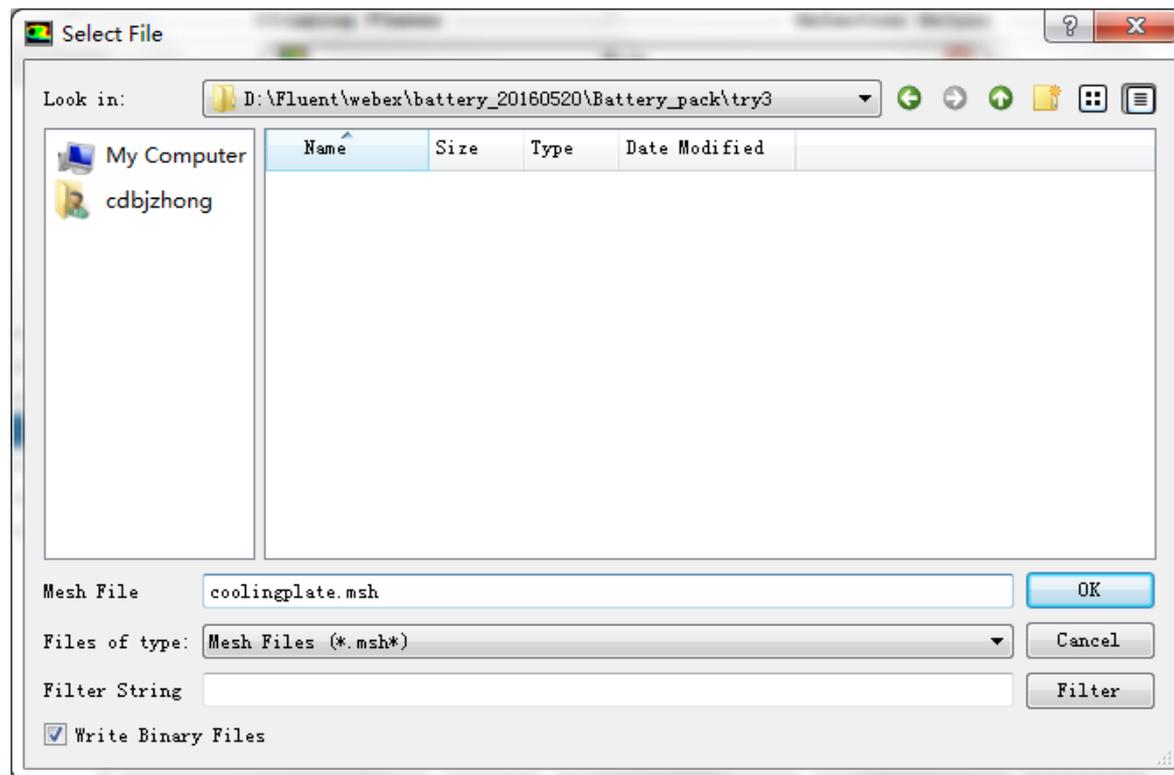
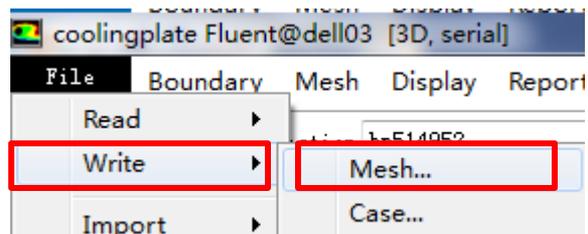


name	id	skewed-cells(> 0.90)	maximum-skewness	cell count
zone-cooling-plate:-cooling-plate---:1	133	130	0.99987383	1954685
zone-cooling-plate:-cooling-plate---:132	132	0	0.89300542	1018871
zone-cooling-plate:-cooling-plate-----:131	131	4	0.93442202	1449553

Overall Summary	none	134	0.99987383	4423109

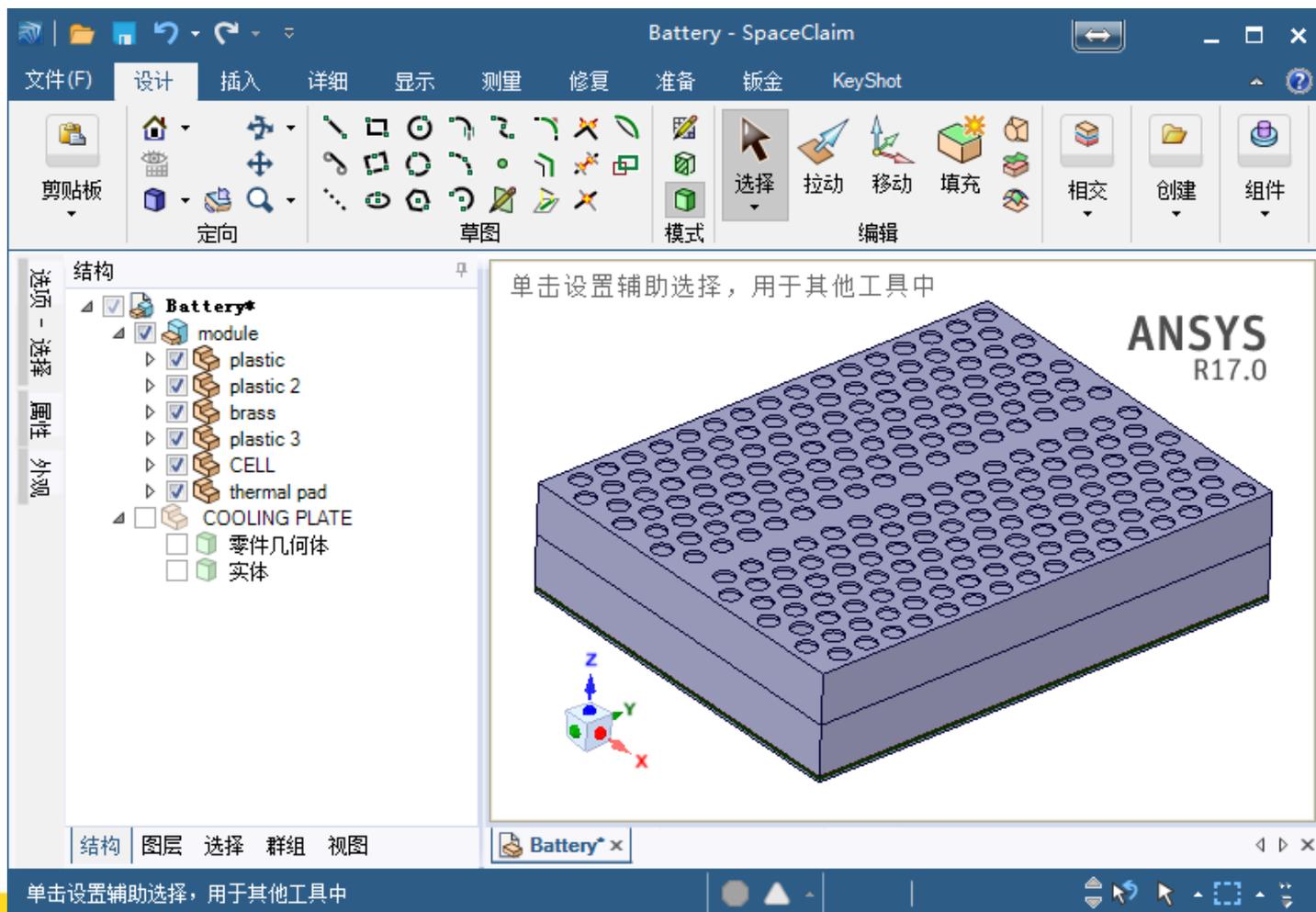
建模过程：水冷板

- 保存mesh文件备用：



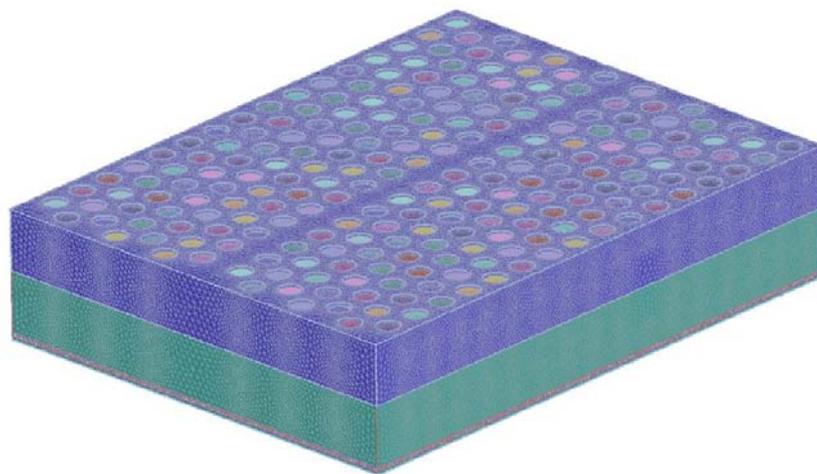
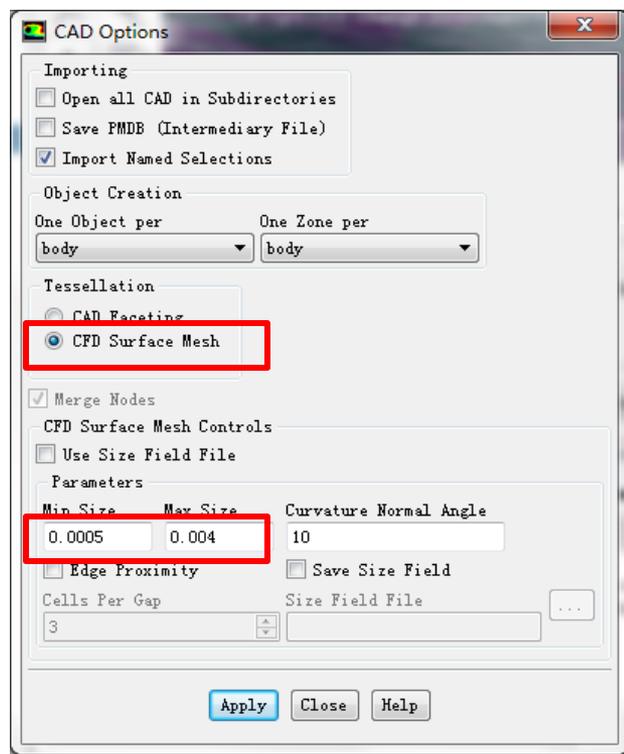
建模过程：电池包

- 在SCDM中隐藏水冷板，显示电池包模型，并保存模型。



建模过程：电池包

- 以0.5mm~4mm的尺寸导入Fluent Meshing，获得高质量CFD表面网格。

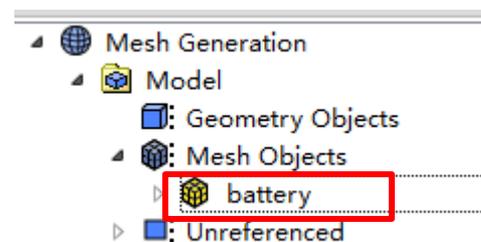
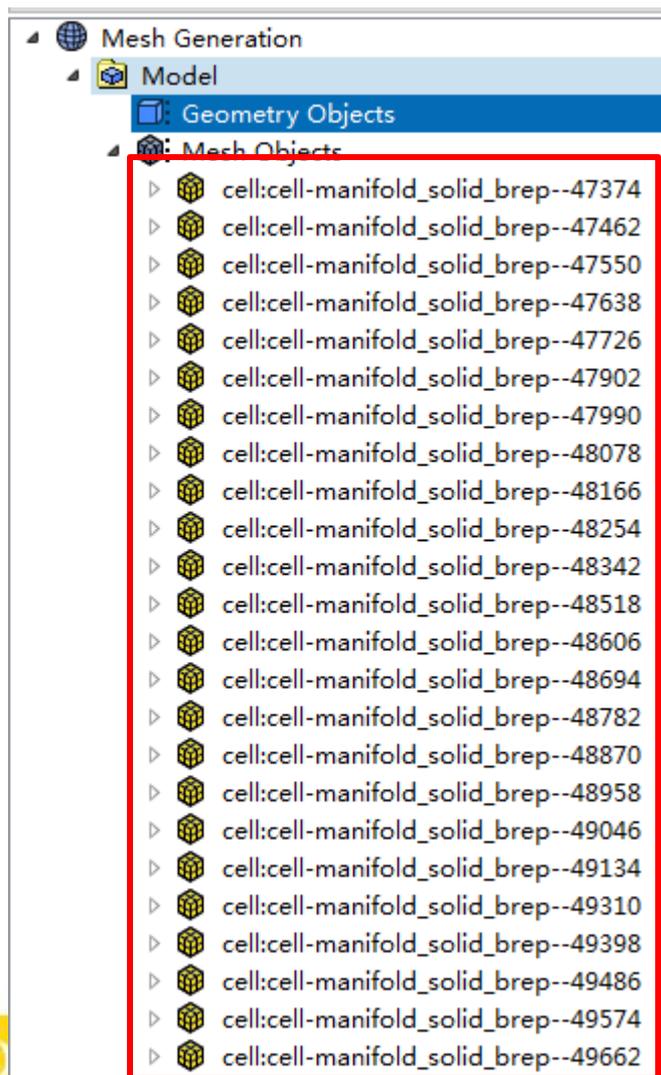


0 0.2



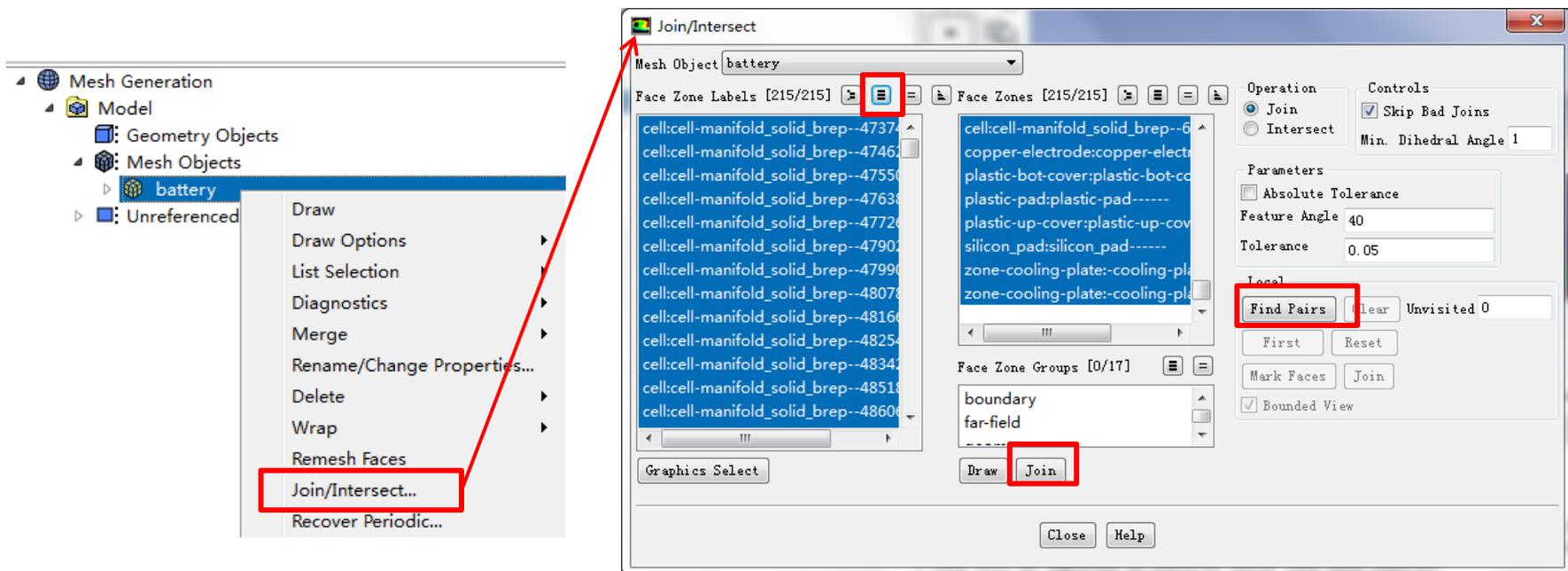
建模过程：电池包

- 合并所有Object为一个：



建模过程：电池包

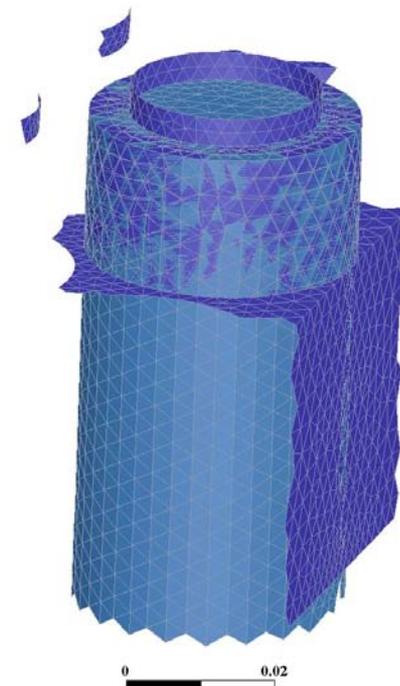
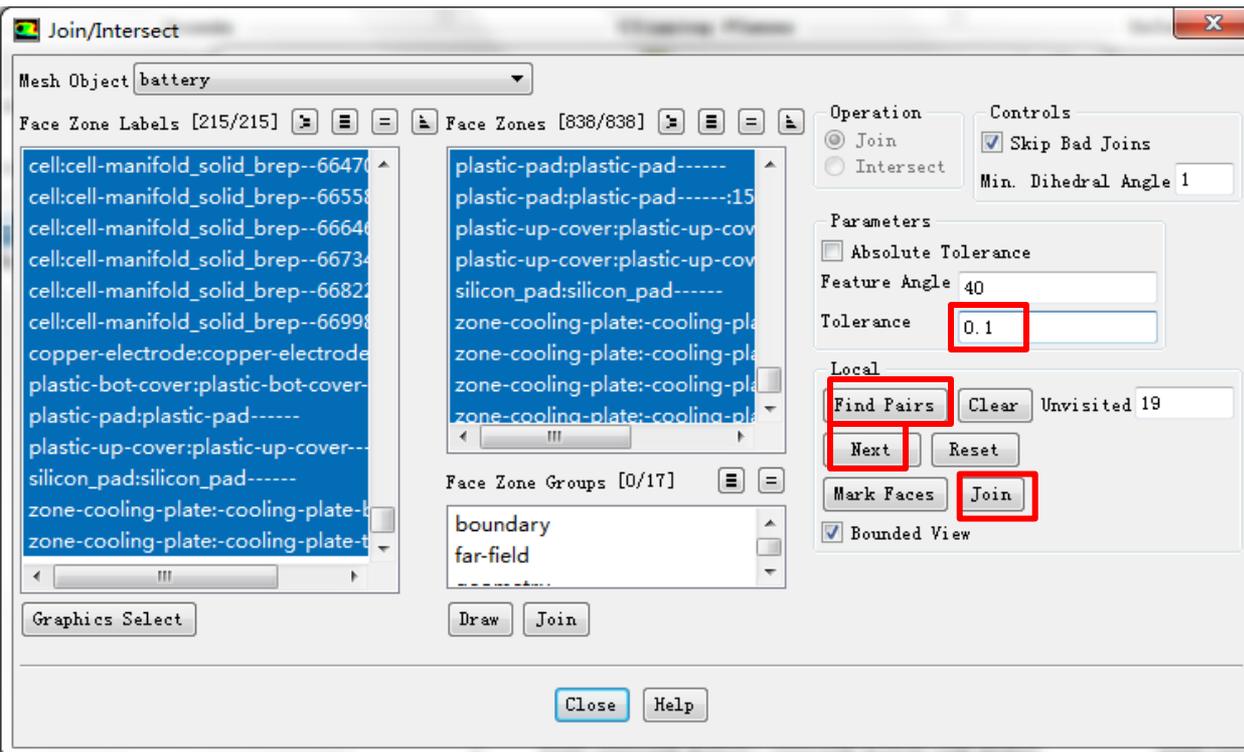
- 利用Join/Intersect功能连接所有接触部件



finding pairs...
628 pair(s) found.

建模过程：电池包

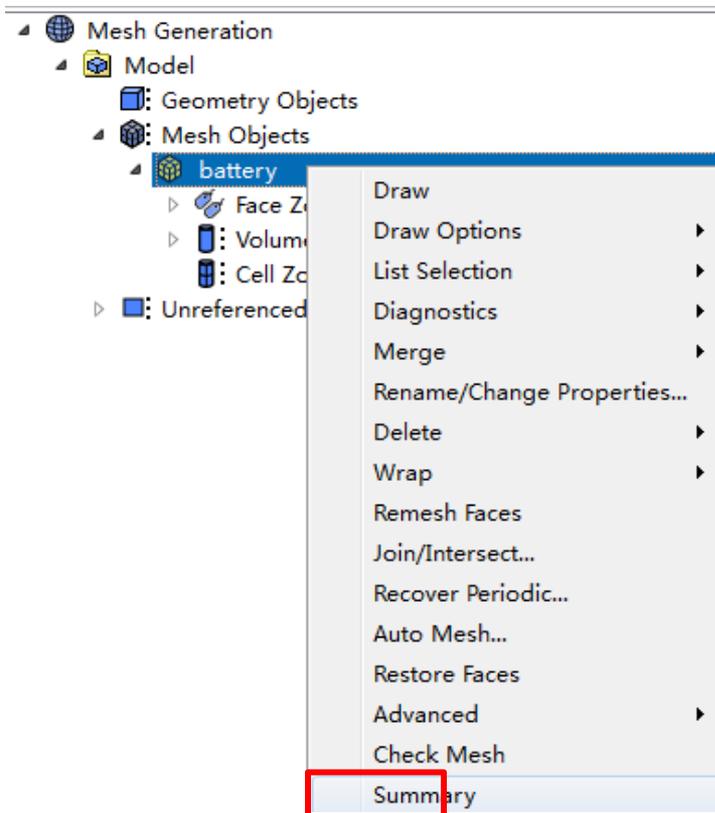
- 再次查找并手动检查有无未Join的部位，如有则调大公差再次Join。



finding pairs...
47 pair(s) found.

建模过程：电池包

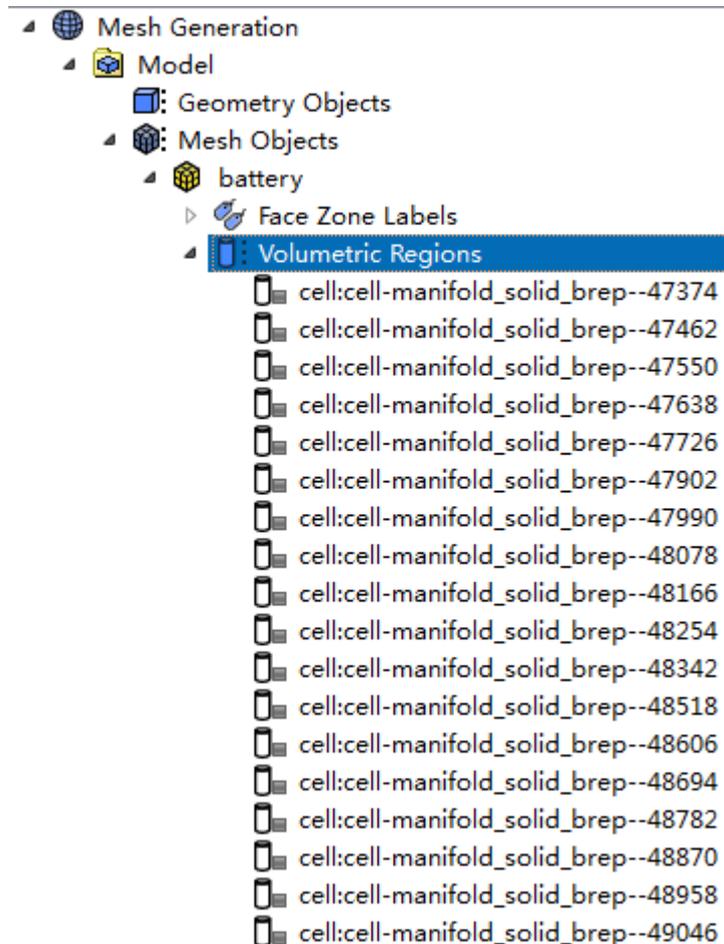
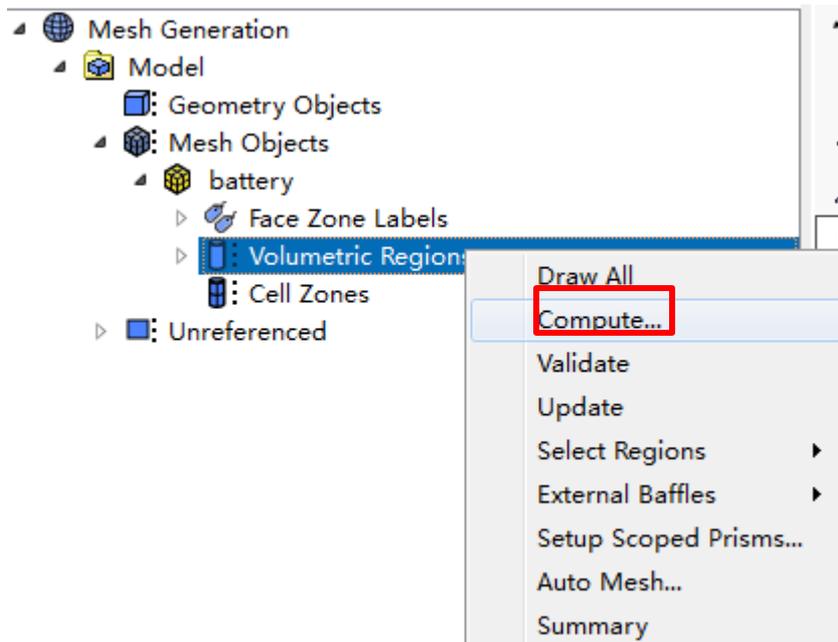
- 检查表面网格质量，如有必要，进行调整修复, multi-faces是正常网格。



object-name	free-faces	multi-faces	duplicate-faces	skewed-faces (> 0.85)	maximum-skewness	all-faces	face-zones
battery	0	261534	0	1820	0.999661	2403282	1680

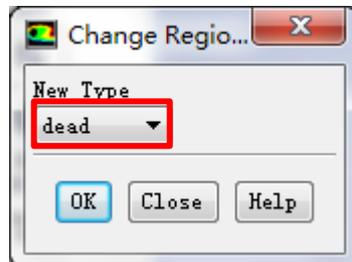
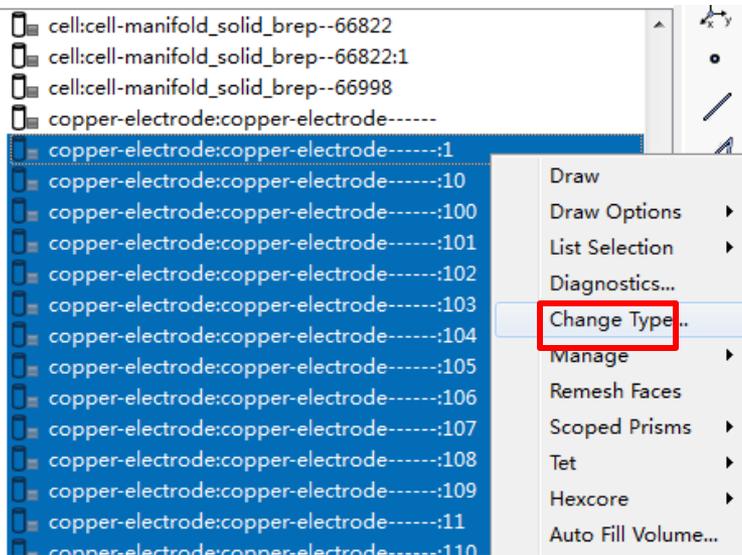
建模过程： 电池包

- 通过Compute...计算模型拓扑, 得到数百Region。



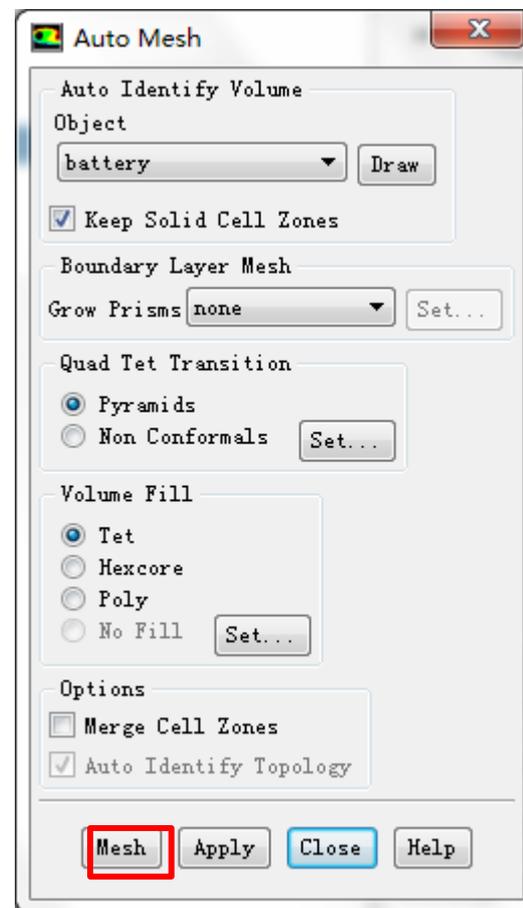
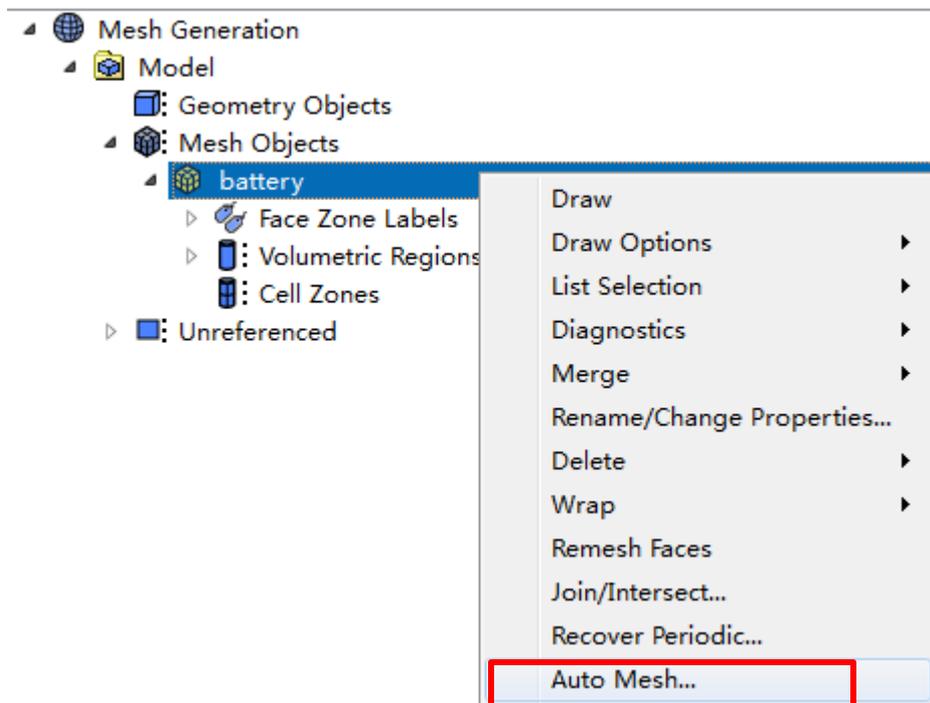
建模过程： 电池包

- 检查所有region, 有些内部小空气region计算时不考虑, 更改为dead类型。



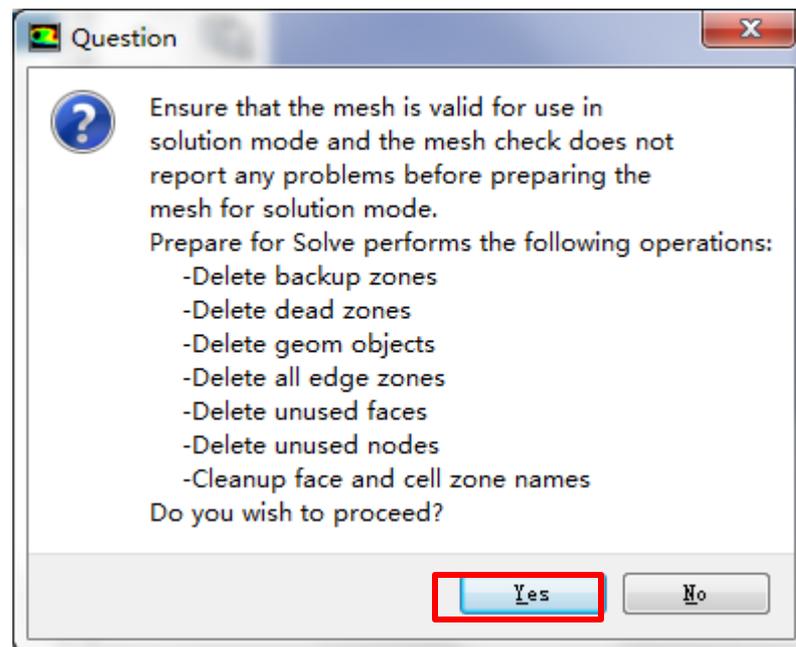
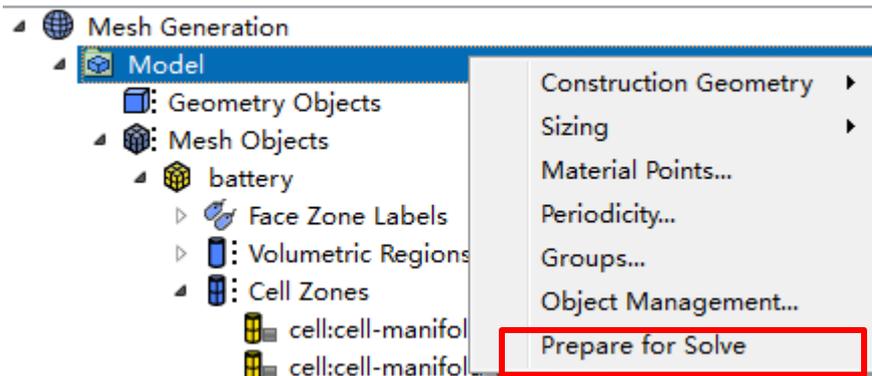
建模过程： 电池包

- 利用Auto Mesh自动生成四面体网格：



建模过程： 电池包

■ 清理dead网格和无关部件：



建模过程：电池包

- 检查网格质量，并通过Auto move node工具改善质量：

The screenshot shows the 'Auto Node Move' dialog box in ANSYS. The 'Parameters' section includes 'Quality Limit' (0.9) and 'Max Iter/Node' (50). The 'Cell Zones' list contains several zones, with 'cell:cell-manifold_solid_brep--48606' selected. The 'Apply' button is highlighted with a red box. Below the dialog box, a table shows the 'Overall Summary' of the mesh quality check.

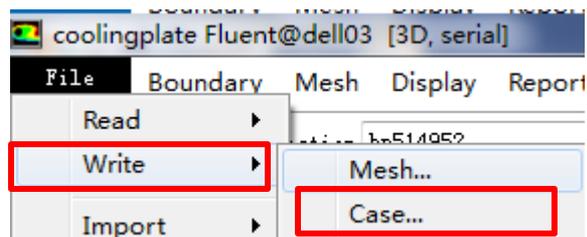
name	id	skewed-cells (> 0.90)	maximum-skewness	cell count
Overall Summary	none	36595	0.99979622	8469235

↓

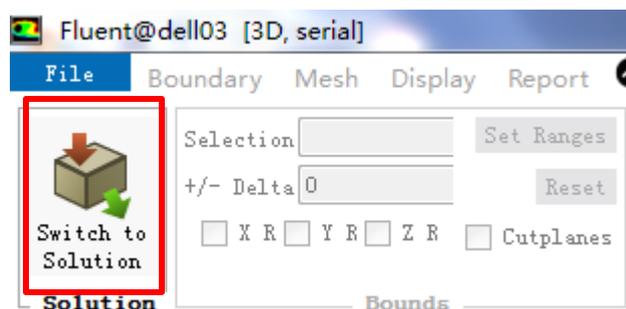
name	id	skewed-cells (> 0.90)	maximum-skewness	cell count
Overall Summary	none	16206	0.99659791	8469235

建模过程：电池包

- 保存case文件：

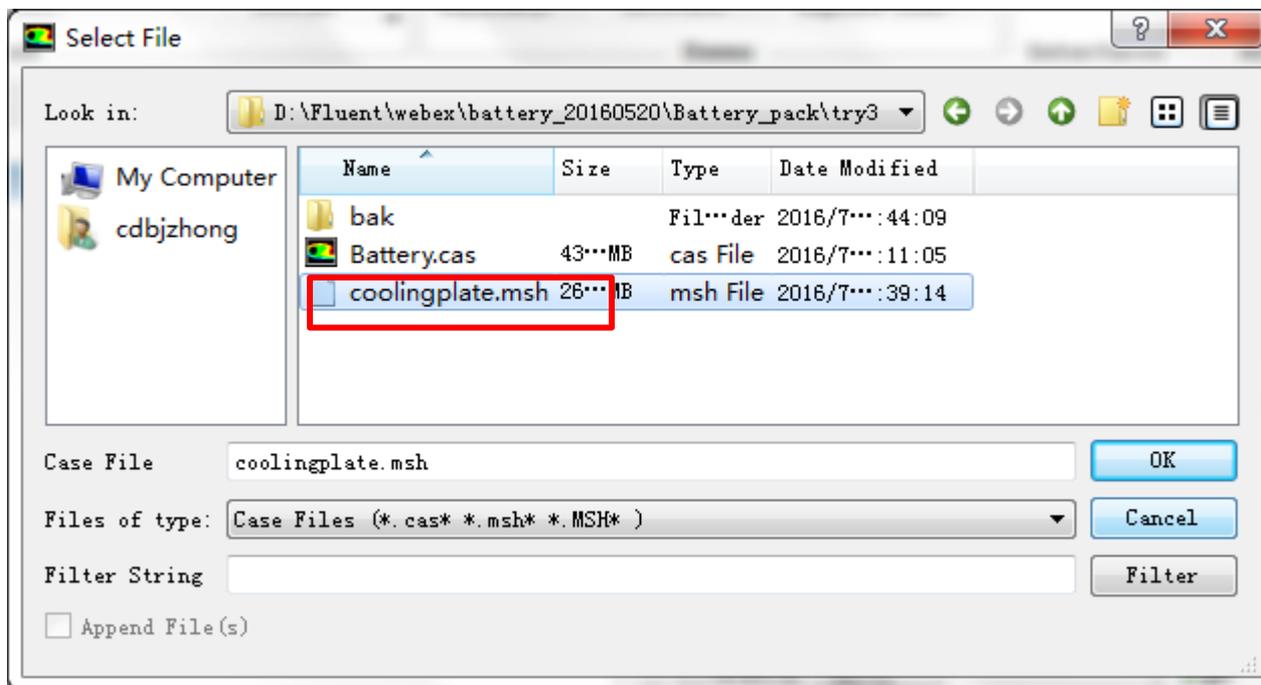
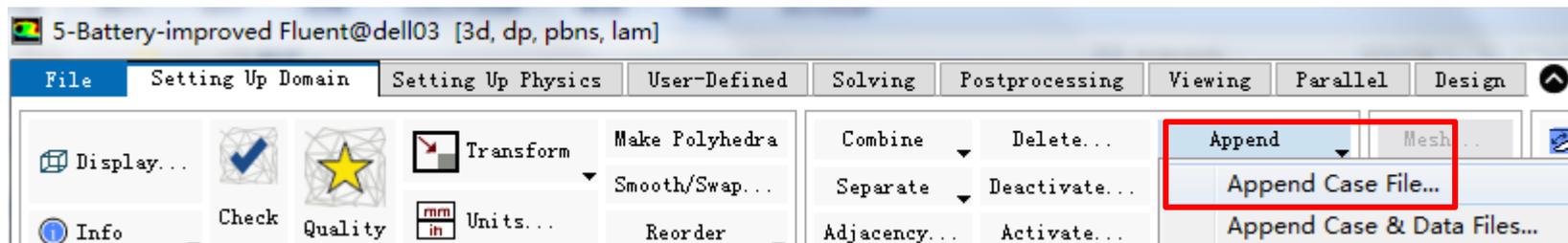


- 点击下图所示按钮，进入Solver模式：



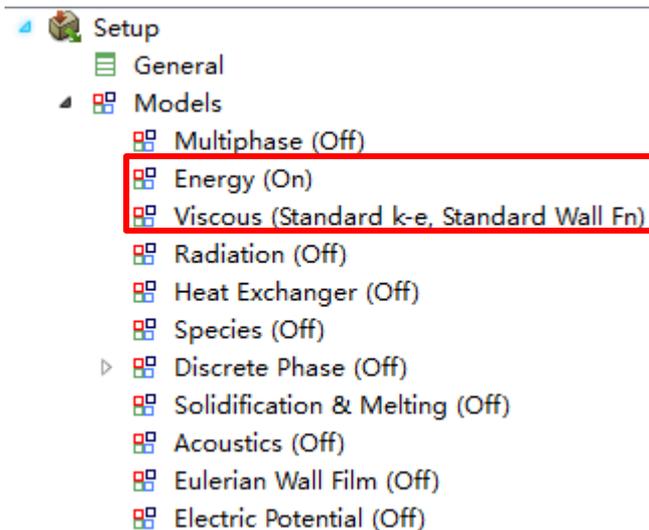
建模过程

- 读入此前保存的水冷板mesh文件, 组装模型:



计算设定

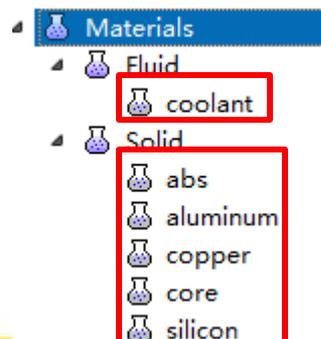
■ 设置物理模型:



计算设定

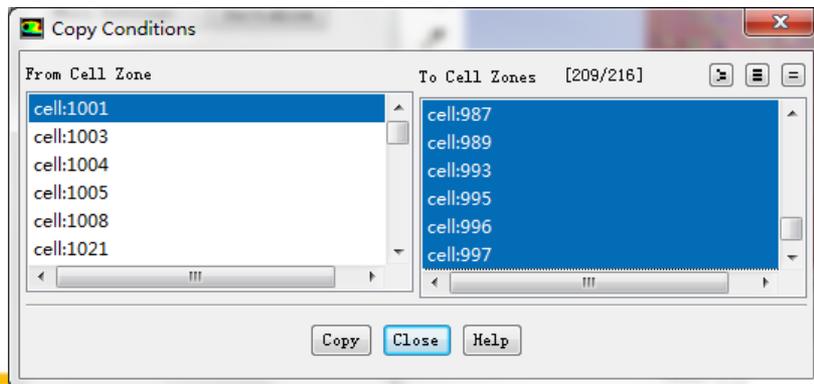
■ 根据下表设定各种材料

部件	材料	密度 (kg/m ³)	比热 (J/kg*K)	导热系数 (W/m*K)	动力粘度 (pa*s)
冷却液	50%乙二醇水溶液	1071.11	3300	0.384	0.00339
铜排电极	铜	8978	381	387.6	-
硅胶片	硅胶	1200	920	1.4	-
塑料板、壳体	ABS	1100	1400	0.18	-
水冷板	铝	2719	871	202.4	-
电池芯	各项异性材料	2260	1276	0.5, 0.5, 50(正交)	-



计算设定

- 设置Cell Zone Conditions, 为各个zone指定材料
- 设置电池芯体能量源项:
 - 先得到所有电池芯体的总体积 0.003608123m^3 （需先初始化才能计算体积）
 - 再将总发热功率 $312\text{W}/0.003608123\text{m}^3=86472\text{W}/\text{m}^3$
 - 可先设置一个电池芯，其它的通过复制设定



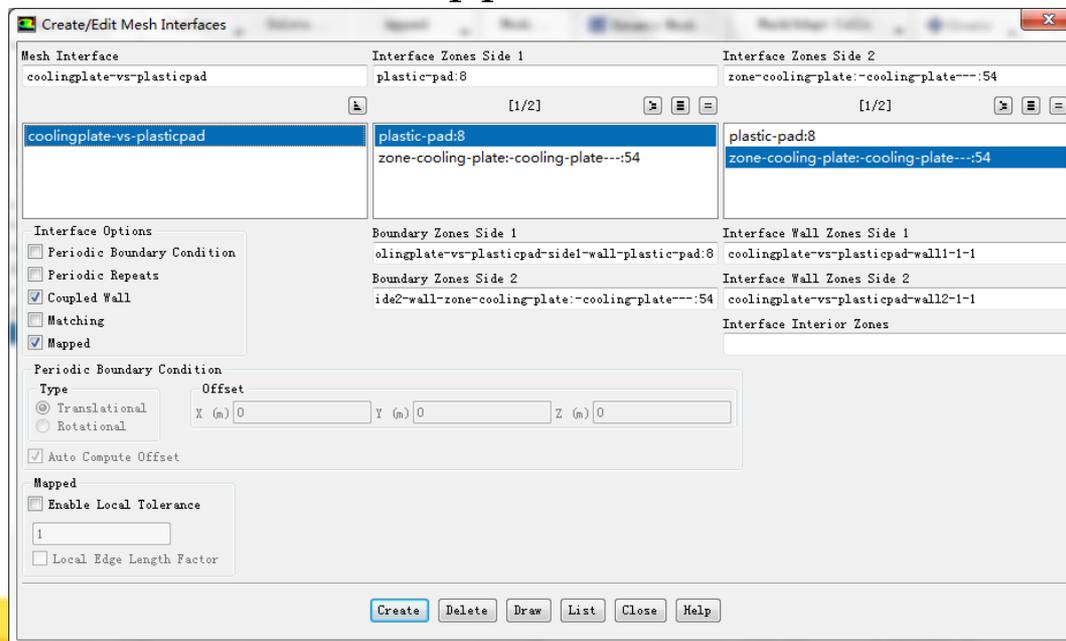
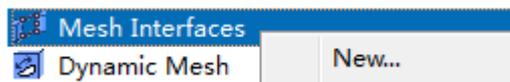
计算设定

■ 边界条件

- 入口：速度=1m/s，温度=25 °C
- 出口：常压(一个大气压)
- 塑料壳体表面：对流条件，环境温度40度，换热系数5W/m²-K
- 其它壁面：绝热

计算设定

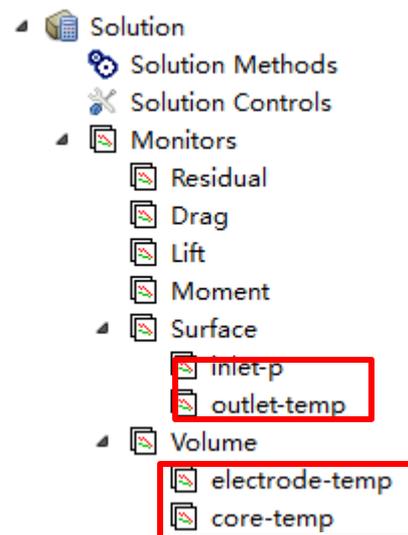
- 设置电池包底部塑料板和水冷板之间的interface:
 - 1. 将塑料板底面边界类型从wall改为interface
 - 2. 将上水冷板顶部边界边界类型改为interface
 - 3. 通过Mesh Interface创建Mapped interface



计算设定

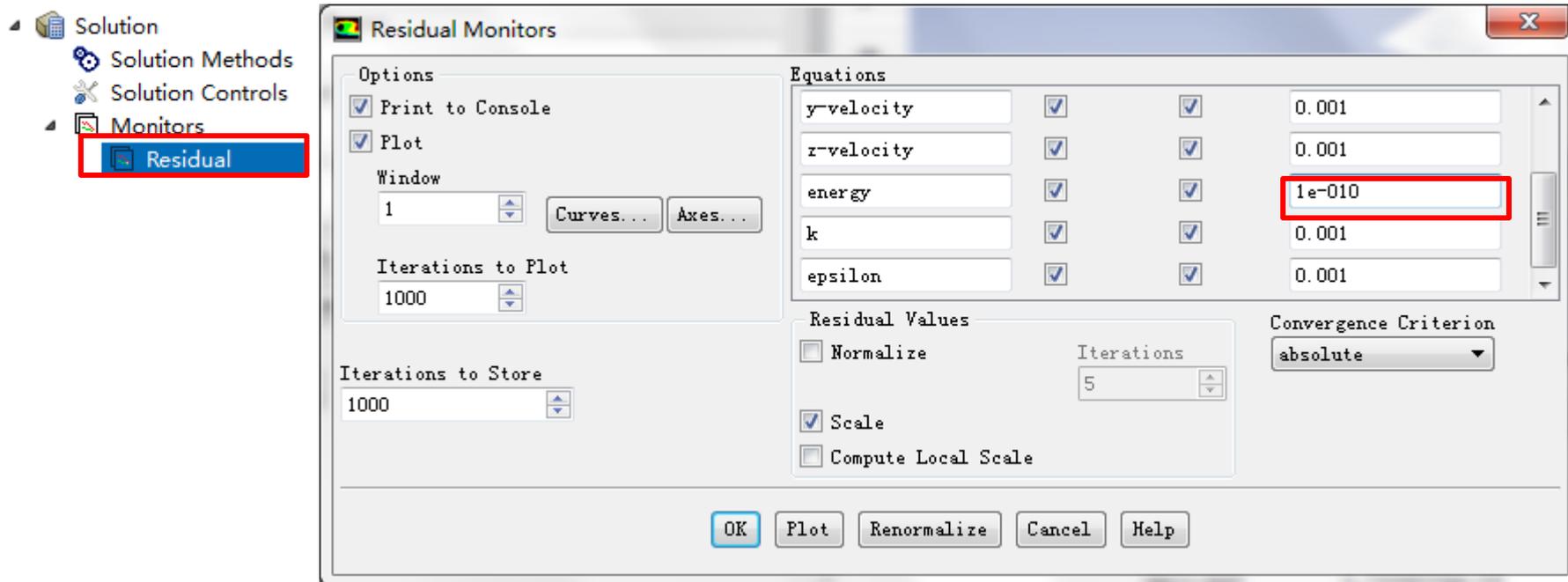
■ 设置计算监控：

- 1. 监控电池芯体平均温度
- 2. 监控铜排电机体平均温度
- 3. 监控冷却液出口温度
- 4. 监控冷却液进口压力



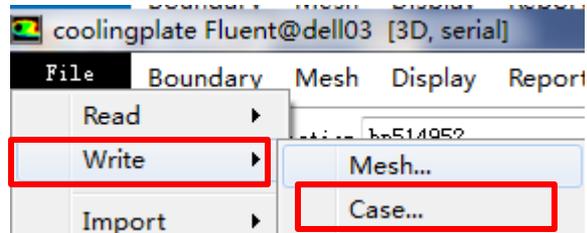
计算设定

- 提高能量残差标准:

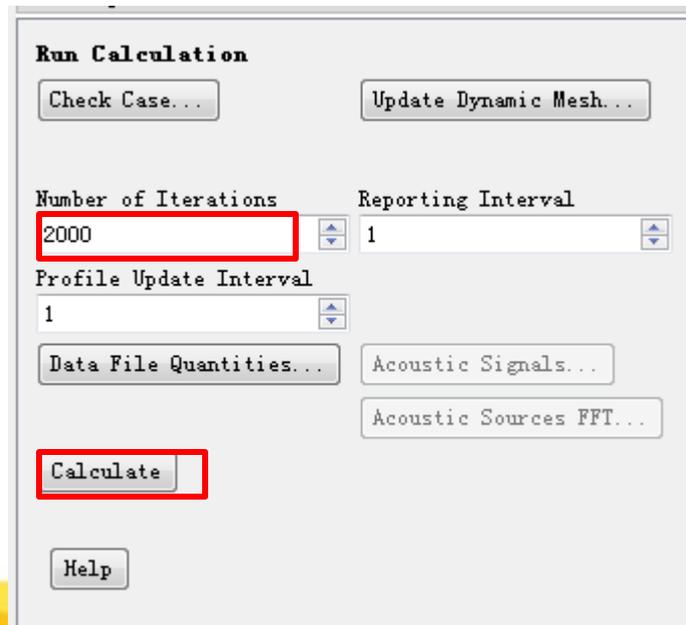


计算设定

■ 保存模型：

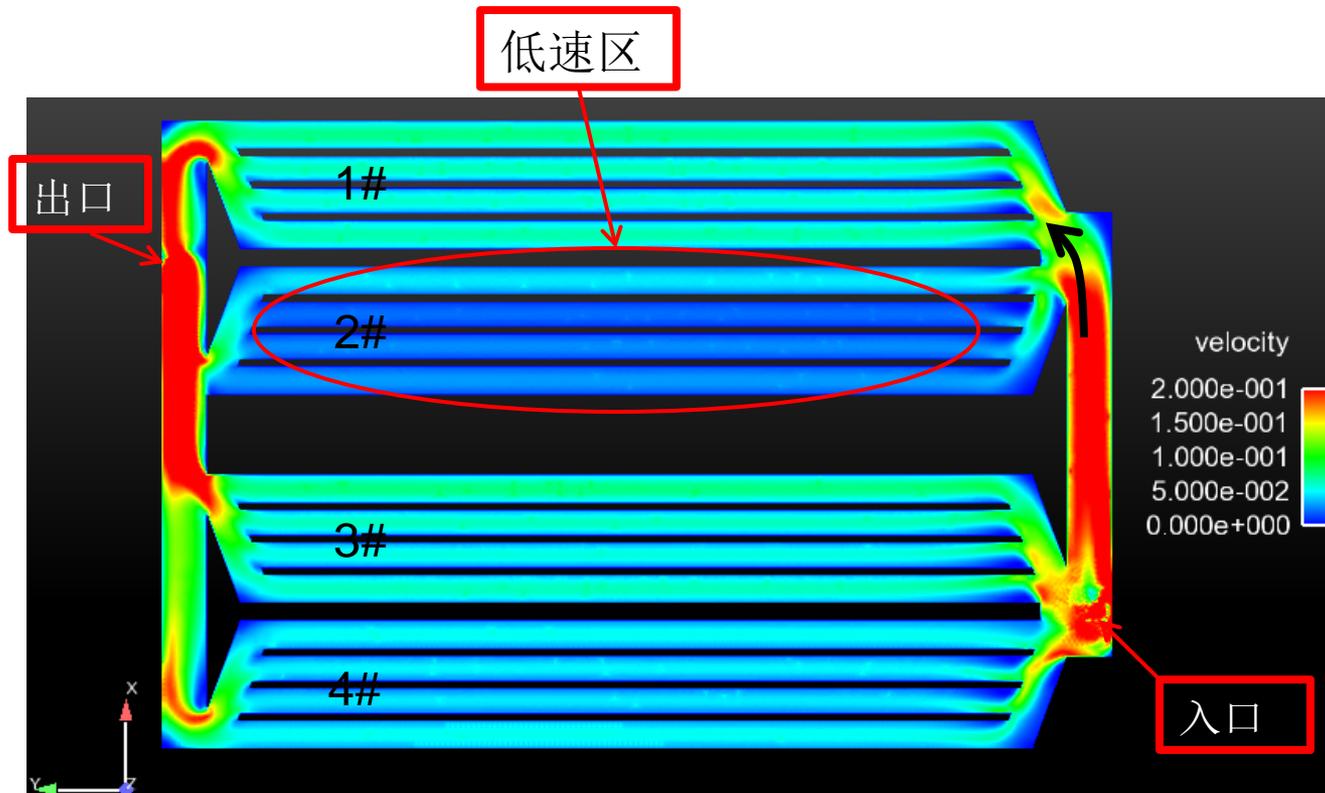


■ 提交计算：



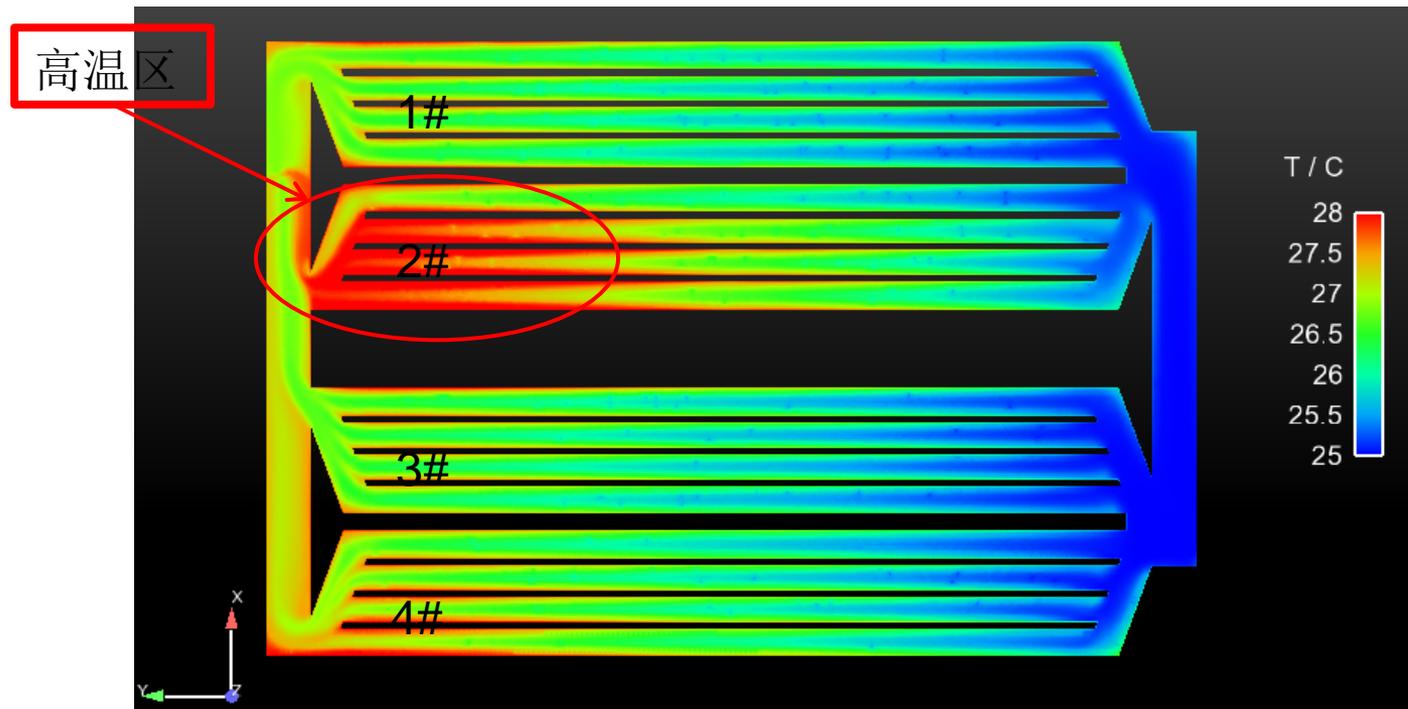
结果展示

■ 水侧速度分布



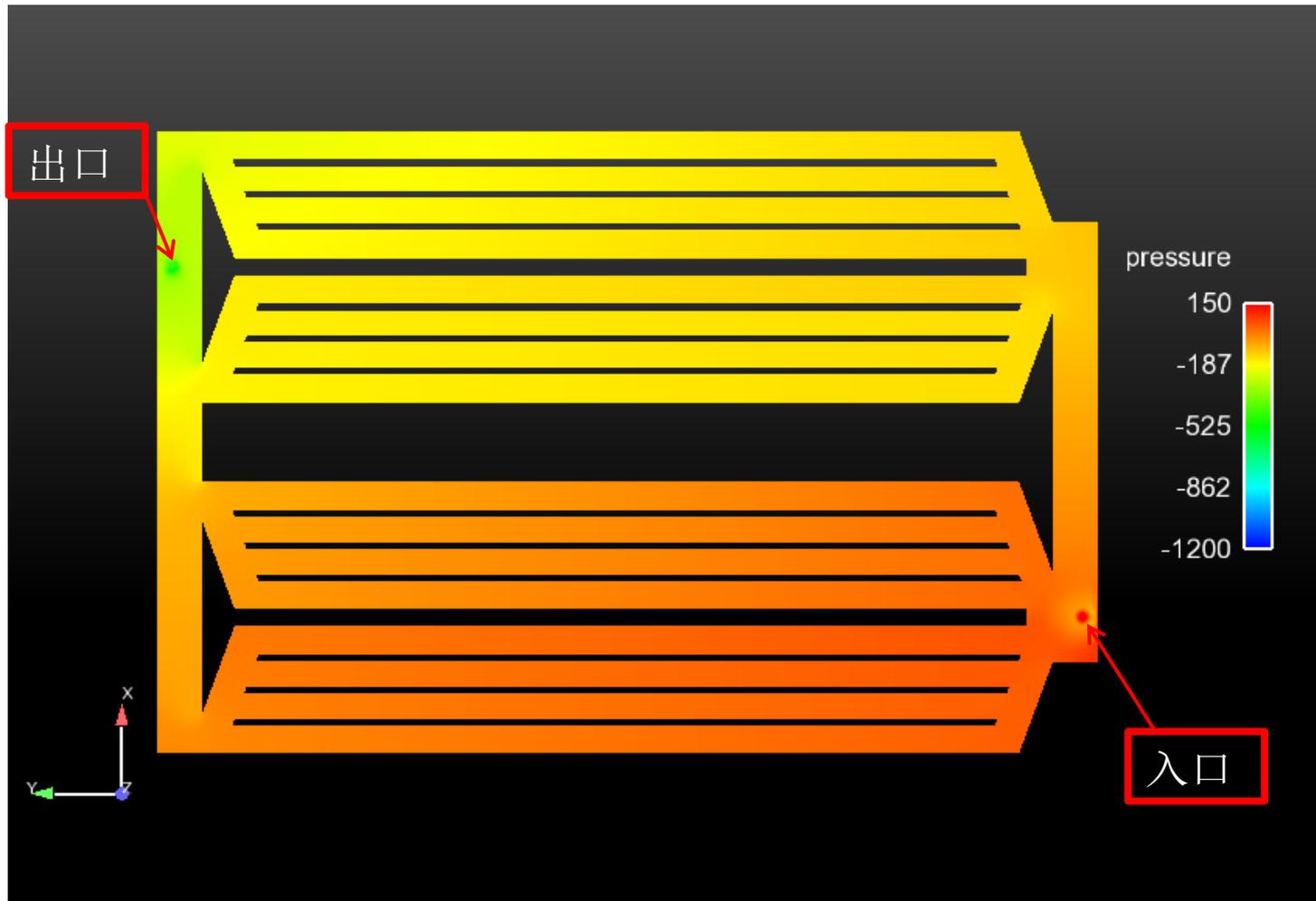
结果展示

■ 水侧温度分布



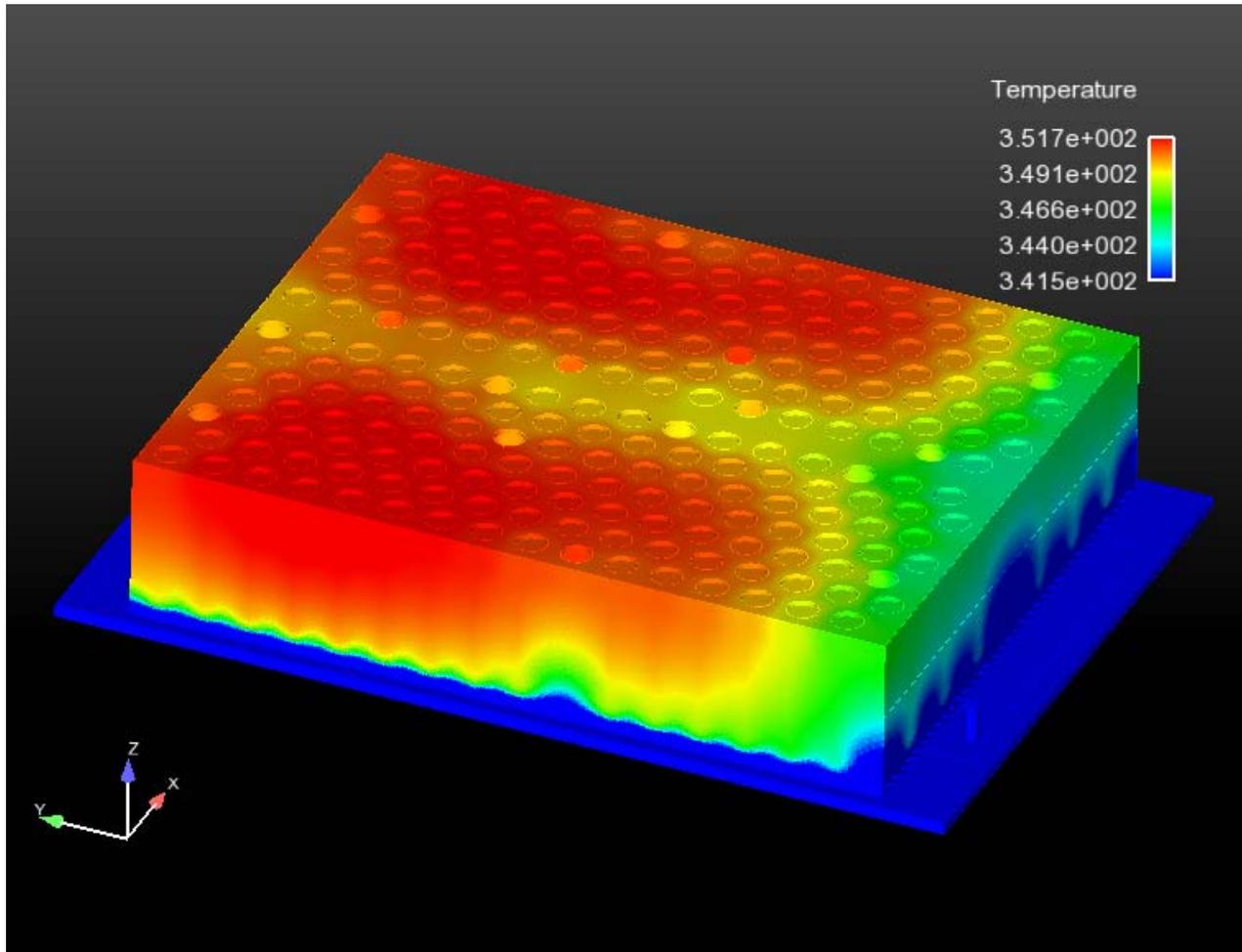
结果展示

- 水侧压力分布: 进出口压差约1.35kPa



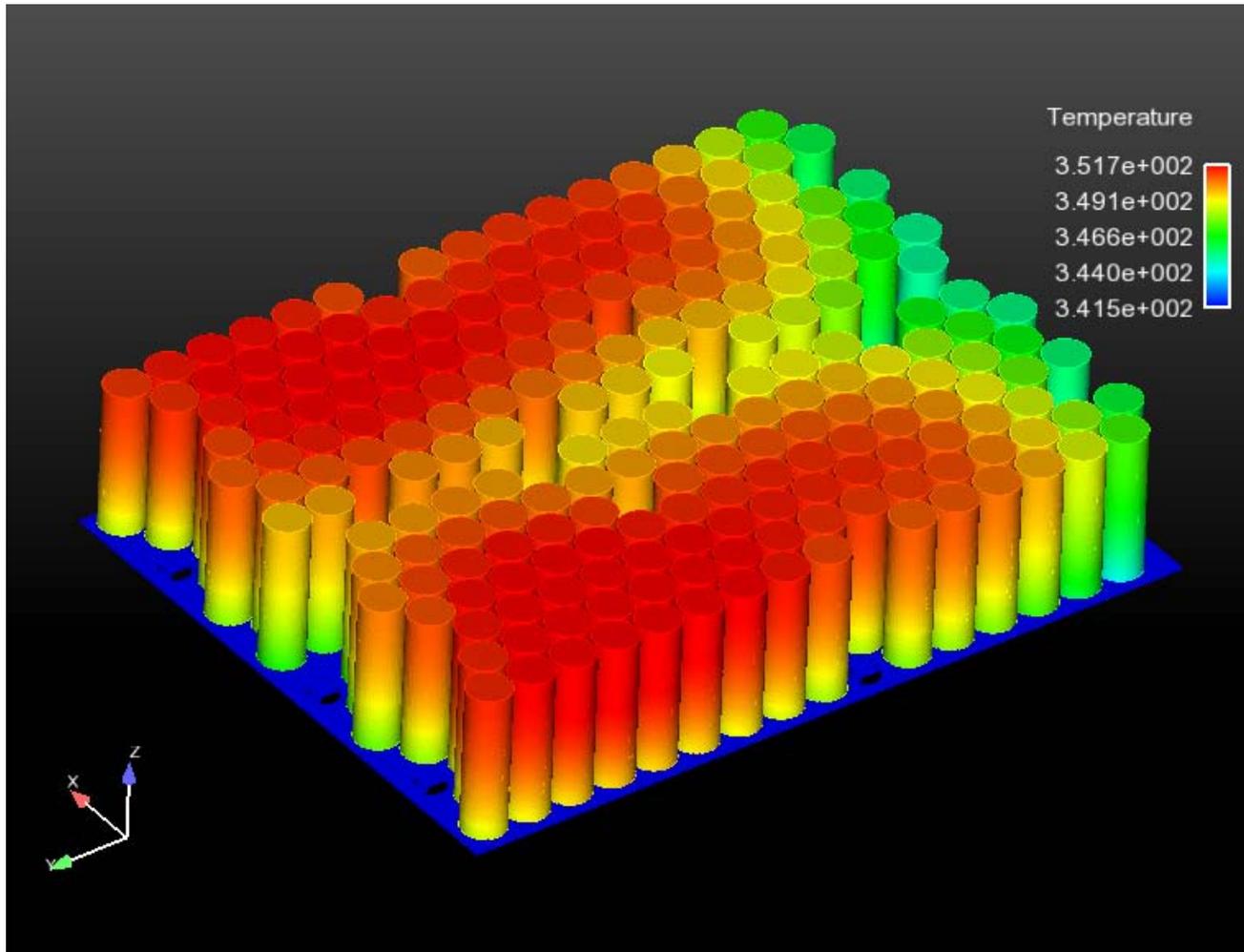
结果展示

■ 整体模型表面问题:



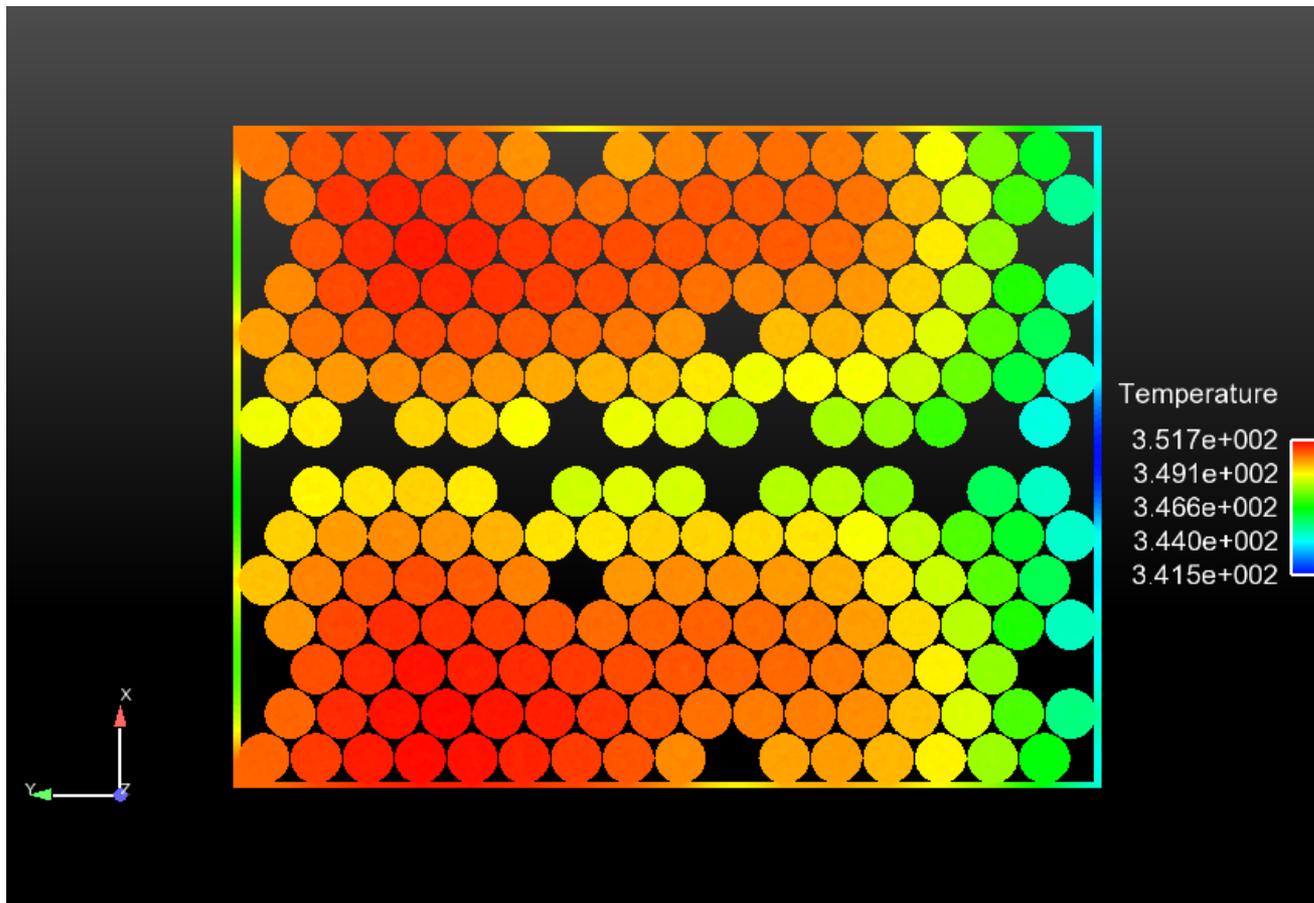
结果展示

- 电池横表面温度分布:



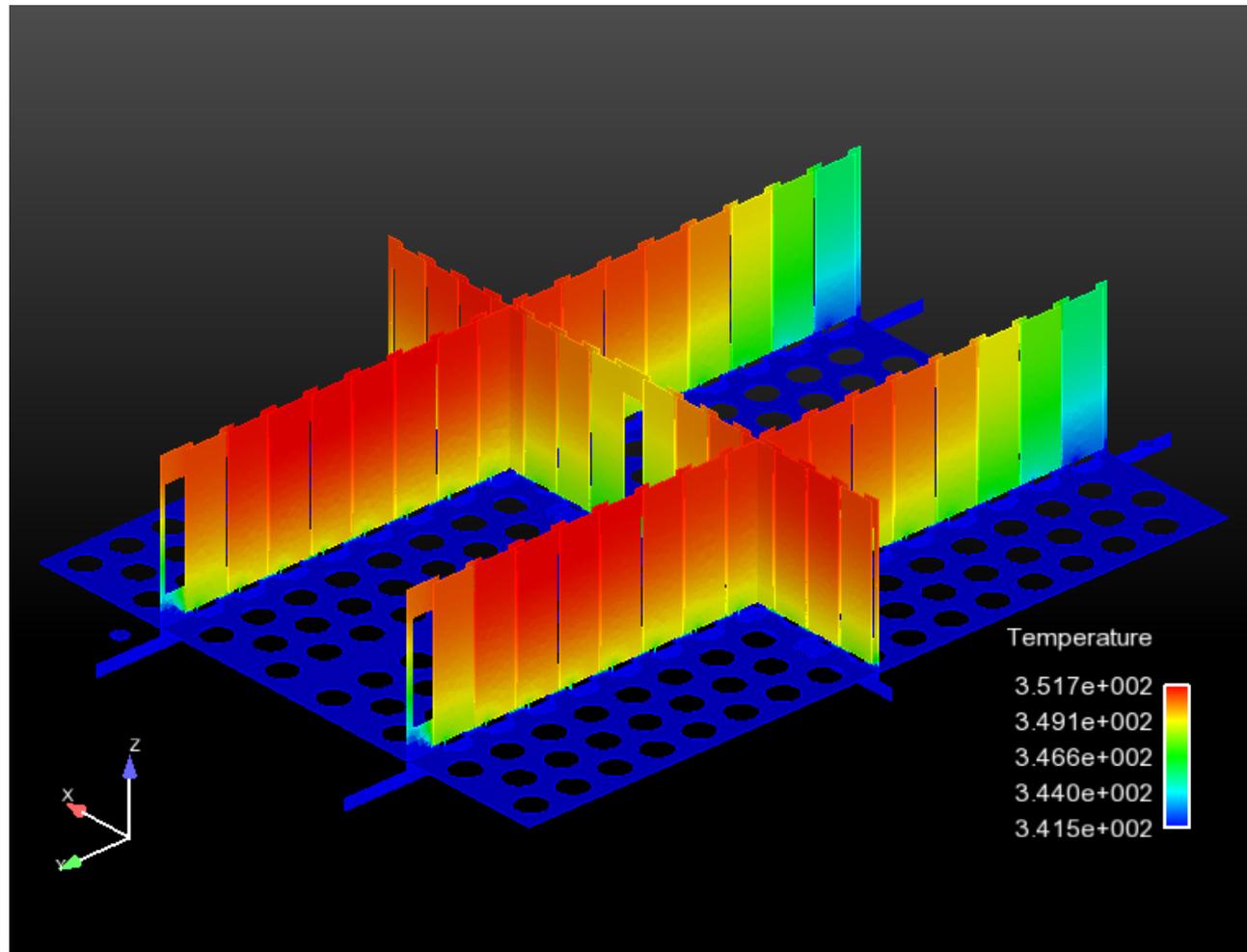
结果展示

- 电池横截面温度分布:



结果展示

- 电池及铜排横截面温度分布：



总结

- 从本案的电池包冷却散热分析过程可以看到：
 - ANSYS SCDM模块可以方便查看、整理模型；
 - ANSYS Fluent Meshing可以快速对电池包这种复杂的几何进行处理，直接从CAD构建出高质量的表面网格和体网格
 - ANSYS Fluent Solver可以快速实现冷却通道流场及整体温度场分析，得到可靠的分析结果，从结果可以及早发现设计中的问题，进而指导设计及优化。

谢谢

技术支持邮箱: support@idaj.cn



艾迪捷信息科技(上海)有限公司

www.idaj.cn

北京

地址: 北京市朝阳区光华路甲14号诺安基金大厦1601室,
100020

电话: 010-65881497/98

传真: 010-65881499

上海

地址: 上海市浦东新区张杨路620号中融恒瑞国际大厦东楼
2001室, 200122

电话: 021-50588290/91

传真: 021-50588292