



如何判断仿真是否收敛

专业热设计经验总结



如何判断仿真是否收敛

Icepak 等 cfd 软件中判断计算是否收敛，默认通过残差值判断的方法，比如 0.001 为界限。对一些问题或许很有效，但在某些问题中往往会得出错误的结论。如果计算没有收敛，得到的结果是错误的，不但不能指导设计，反而有误导作用。残差检测不是一个可靠的方法。首先，我们来分析一下原因。

Icepak (FLUENT) 中残差的概念

1. 残差——是 cell 各个 Face 的通量之和，当收敛后，理论上当单元体内没有源相时各个面流入的通量也就是对物理量的输运之和应该为 0。最大残差或者 RSM 残差反映流场与所要模拟流场（指收敛后应该得到的流场，当然收敛后得到的流场与真实流场之间还是存在一定的差距）的差距，残差越小越好，由于存在数值精度问题，不可能得到 0 残差，对于单精度计算一般应该低于初始残差 $1e-03$ 以下为好，但还要看具体问题。

2. 这个 $1e-3$ 或者 $1e-4$ 的收敛标准是相对而言的。在 Icepak/FLUENT 中残差是以开始 5 步的平均值为基准进行比较的。**如果你的初值取得好，你的迭代会很快收敛，但是你的残差却依然很高；但是当你改变初场到比较不同的值时，你的残差开始会很大，但随后却可以很快降低到很低的水平，让你看起来心情很好。其实两种情况下流场是基本相同的。**

由此来看，判断是否收敛并不是严格根据残差的走向而定的。

正确的做法

可以选定流场中具有特征意义的点，监测其速度，压力，温度等的变化情况。如果变化很小，符合你的要求，即可认为是收敛了。一般来说，压力的收敛相对比较慢一些的。

是否收敛不能简单看残差图，还有许多其他的重要标准，比如进出口流量差、压力系数波动等等尽管残差仍然维持在较高数值，但凭其他监测也可判断是否收敛。最重要的就是是否符合物理事实或试验结论。

残差曲线是否满足只是一个表面的现象，还要看进口和出口总量差不得大于 1%，而且即使这样子，收敛解也不一定准确，它和网格划分/离散化误差，以及屋里模型的准确性都有关系。所以得有试验数据做对比或者理论分析了。当然最终是否正确是要看是否与实验数据相符合！但既然有残差图的话，总应该可以大概的看出是否收敛吧？是否要残差要小到一定的程度，或者是残差不在增长，就可以一定程度上认为是收敛的残差的大小不能决定是否收敛。我在用 Icepak/FLUENT 计算时，多采用监测一个面的速度（或者是压力、紊动能等参数）基本上不随着计算时间的推移而变



化, 就认为基本达到收敛。【以上内容引用了较多的网络资料】

总结: 对于做热设计的, 推荐在检测残差时, 设置几个点检测温度, 比如热源的位置, 温度稳定后, 可以认为是收敛了。同时, 要分

析 overview 中的发热量是否达到了设置值; 进出口的质量流量是否守恒。当然, 一些 common sense 还是要有的, 如果结果异常, 还是要检查模型的。没有放之四海而皆准的 rule 的。

注:

1. 本文系[杭州玄冰科技有限公司](http://www.hzice.com)资深热设计专家 Lzzmn 在散热论坛上发表的专业热设计经验总结系列之一, 仅供散热领域人士的相互交流, 任何未经书面许可的转载、销售都是违法的。目前本文集已经整理完毕, 欢迎和我们联系索取。
2. [杭州玄冰科技有限公司](http://www.hzice.com), 致力**热设计**、**CFD**、**FEA** 技术的研究及其在产品开发中的应用。为企业提供散热设计、CFD、FEA 技术问题的专业设计方案。同时, 我们提供**导师服务**, 为热设计新手提供一对一的技术指导, 打造企业自己的专业团队。

Email: CFDLTD@gmail.com

QQ: [151911782](https://www.qq.com/number/151911782)

