

测试设备

文章编号:1004 - 7204(2001)03 - 0028 - 02

环境试验设备的虚拟技术 ——有限元分析软件 ANSYS 在环境试验设备中的应用

秦海田¹, 秦光域²

(1. 重庆大学, 重庆 400044; 2. 重庆银河试验仪器有限公司, 重庆 400712)

摘要: 针对目前环境试验设备研究开发过程中存在的一些技术难题, 作者提出了利用有限元思想和计算机模拟的方法, 并介绍了利用大型有限元软件 ANSYS 解决问题的具体步骤。以引起业内同行的关注。

关键词: 模拟环境试验设备; 有限元方法; ANSYS 软件

中图分类号: TM 93

文献标识码: B

环境试验设备是用于人工加速模拟天然环境条件的试验设备。它涉及到温度、湿度、气压、冲击、振动、静电场、外磁场、化学腐蚀等几乎所有的自然环境因素, 大致可分为五类:

- 气候环境因素
- 机械环境因素
- 电磁环境因素
- 生物环境因素
- 化学环境因素

1 我国环境试验设备面临的技术难题

1.1 综合试验设备缺乏。我国目前较为成

熟的环境试验设备多是由于模拟一个或两个环境因素的设备, 如: 温度试验箱、温湿度试验箱等, 且试验方法也多是在几个试验环境中分阶段的进行。而我们知道, 任何一个存在于大自然中的物体都可能受到一个极其复杂的环境影响, 而且这种影响也决不是一种简单的加权叠加, 而是一种有机的耦合作用。比如, 环境试验设备中采用大量电力驱动的仪器仪表, 根据电磁感应的原理, 它们将在设备内部产生一定的电磁场, 这些电磁场对试验物体又必将产生作用, 而我们却将这些作用误认为是其他诸如热场、力场作用的结果, 从而给试验结果的分析带来误差。

收稿日期: 2001 - 05 - 15

作者简介: 秦海田(1976.3-), 男, 重庆籍, 1999年毕业于电子科技大学, 现为重庆大学硕士研究生;

秦光域(1943.9-), 男, 重庆籍, 1966年毕业于原中南矿冶学院, 现为重庆银河试验仪器有限公司技术顾问, 高级工程师。

1.2 定性分析多,定量分析少。环境工程中包含热学、电磁学、空气动力学等众多学科。

在一个小小的环境试验设备中,往往有几个物理场同时作用,这就使得在任何单一的物理场中适用的公式或定理都不再完全适用,而应该作适当的修正。如此一来,影响因素更加复杂、多变,参数增加,甚至达到人工无法求解的地步。于是,在实践中,凭“经验”、凭“感觉”往往就取代了精确的理论推算。

1.3 研发过程费工、费时、费力。当我们在设计开发一种新产品时,往往在设计电控系统、风道系统以及制冷系统时大伤脑筋,因为这其中存在一个“优化”的问题,而仅凭经验去设计往往不能达到预期的效果。

2 解决方法

那么如何解决上述三个问题呢?笔者认为必须:

改变传统设计中的计算方法,而采用有限元方法;

借助于计算机来模拟环境试验。

有限元分析方法是本世纪五、六十年代出现的一种结构分析方法,它是对物理现象(几何及荷载情况)的模拟,是对真实情况的数值近似。通过划分单元,求解有限个数值来近似模拟真实环境的无限个未知量。它最初只是用于对力场的分析,后由于其方法本身的普适性,逐渐推广至热分析、电磁分析、流体分析、耦合场分析(多个物理场之间的耦合)——而这正适合我们用于分析环境试验。

由于有限元分析方法的计算单元多是矩阵,运算量十分巨大,所以必须结合计算机,才能发挥其威力。这里向大家介绍一个大型的有限元分析软件——ANSYS,由于其功能

强大,服务完备,所以目前它已经渗透到几乎每一个工程领域,诸如美国 Motorola 公司,日本 NEC,日本理光以及新科磁电厂等全球知名企业都是 ANSYS 的用户。这里仅介绍一下 ANSYS 的热分析功能和耦合场分析功能。

热分析功能。计算物体的稳态或瞬态温度分析,以及热量的获取或损失,热梯度,热通量等。然后还可以进行结构分析,计算由于热膨胀或收缩不均匀引起的应力。

耦合场分析功能。考虑两个或多个物理场之间的相互作用,将两个物理场组合到一起求解。例如:温差应力分析、流体结构相互作用等。

3 应用实例

恒温槽内热场分析:

目的:利用 ANSYS 对恒温槽内的热场进行流体动力学分析。

步骤:

(1) 建立数学模型:恒温槽为立方体结构,(功能结构剖面如下),左边为液体介质入口,右边为液体介质出口,形成一个循环通道,部分液体介质通过此通道循环。假设恒温槽内,试验样品为球形分布,小球直径为 5cm,小球间的间隙为 5mm。液体介质穿过小球之间的缝隙最终经出口流出,对试验样品进行冷热交换。计算模型如图 1 所示。

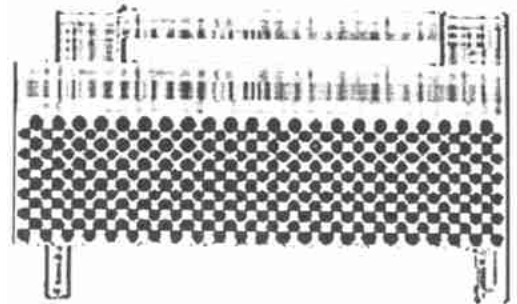


图 1

(2) 自动划分网格:为使计算结果准确,采用映射网格划分。整个模型网格单元数为 159008,节点数为 167967(网格的划分在 ANSYS 中较为灵活,可以根据用户的精度要求自主调整;对于应力集中或者温度测试点还可以局部调整网格划分)。

(3) 载荷条件为:实验样品最高温度 30,实验样品最低温度 - 20,泵的流速为

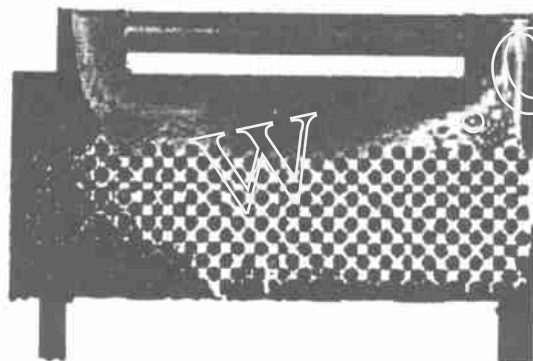
15m/s,冷却介质进口温度为 - 30。

计算时考虑了:

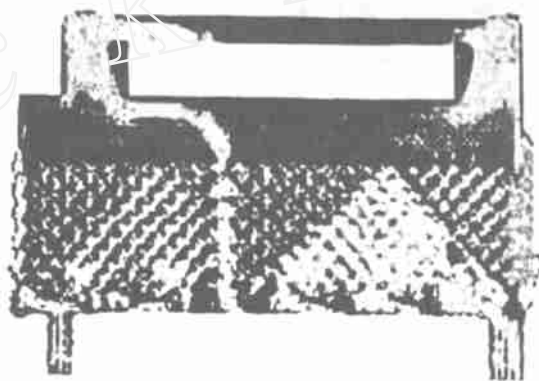
实验样品的温度沿冷却介质流动方向按线性变化;

泵按一定速度对实验样品进行冷热交换;

考虑槽内液体介质冷热交换时的热对流。



恒温恒湿场分布图



恒温槽内温场速度矢量分布图

图 2

(4) 读者已经看到,ANSYS 分析的结果都是可视化的,恒温槽内瞬态的流场温度分布、流场速度矢量分布均以直观的图表展示在用户面前(而不再是生硬的公式或者枯燥的数字表格)。最使人感到有趣的是,ANSYS 还可以用动画来模拟在某一时段中,试验设备内部温场的变化,从而构建一个“虚拟的环境试验空间”。

4 结语

实践证明,运用大型有限元分析软件 ANSYS 可以对多个物理场的耦合作用进行定量的计算,而且分析结果能够以图象或动画的形式直观的展示在用户面前,真正达到了模拟环境试验的目的,很好地解决了上文

中提到的三个技术难题。

如果说环境试验设备可以模拟自然环境的话,那么,计算机则可以为我们的构筑一个“虚拟的环境试验设备”,为我们研究、观察环境试验提供一种全新的手段。

参考文献:

- [1] 王勋成. 有限单元法原理和数值方法——第二版[M]. 清华大学出版社.
- [2] ANSYS 用户使用手册[Z]. ANSYS in USA.
- [3] 中华人民共和国国家军用标准,GB 150——1986,军用设备环境试验方法[S]. 国防科学技术工业委员会,1986.