

第二届工程结构混合动力试验技术专题 研讨会会议纪要

时间：2019年8月27日，星期二

地点：武汉

主题 1：时间积分方法及模型更新方法

1) 显式方法和隐式方法的本质差别是什么？目前很多学者提出的无条件稳定显式方法，均是由隐式方法（如 Newmark 方法）迭代一次获得的。

2) 模型更新混合试验的可行性如何？需要考虑以下问题：选择的试件如何能代表其他部位的特性、破坏模式怎么预测、数值子结构与试验子结构加载路径不同而产生的影响。

3) 关于模型更新，可关注数据驱动（Data-Driven Control）的发展、需积累物理试验数据库。

4) 目前有很多优秀的数值方法，如何将这些方法应用于实际试验。

主题 2：实时混合试验（时滞补偿、反馈控制、稳定性、不确定性）

1) 可成功开展 RTHS 的边界在哪里？如时滞补偿后的时滞在多大范围之内可以开展试验。

2) 未来应关注强耦合系统（如多作动器耦合）控制、时滞的研究。

3) 当前关于 RTHS 稳定性的研究，大多只考虑连续状态下的情况，未来需要考虑离散状态。现有的稳定性分析方法大多是考虑的无时滞系统，过于理想。

4) 在稳定性分析方面，常见方法（如谱半径）均是针对线性系统的分析方法，而土木工程结构大多是非线性的，是否需要引入非线性的分析方法（如 Lyapunov 方法）？两种观点：一种认为需要非线性的稳定性分析方法，以适应

某些非线性系统的稳定性分析(如一般认为 Newmark-beta 法是无条件稳定的, 但有算例证明对于某些工况它是不稳定的); 另一种观点认为, 保证线性稳定就够了, 因为结构进入非线性后, 一般而言刚度会变小, 稳定性更好。即结构在线性阶段如果是稳定的, 那么软化型结构进入非线性后一定稳定, 硬化型不一定。

5) 关于不确定性分析, 通过 Markov chain 和蒙特卡罗方法能更严谨地获得不确定性的表达式。基于不确定性的方法可以把混合试验拓展应用到基于性能的结构设计方法。

主题 3: 混合试验方法的应用

1) 在制作混合试验规范或标准时, 应将混合试验的名称(混合试验、混合模拟、子结构试验等)统一一下。

2) 混合试验有很多种时间积分算法、控制方法等。对应用者而言, 希望能有一个方法的建议清单, 指明哪些是最优或者最适合某一类工况的方法。

3) RTHS 未来的着重点可放在实际应用上。需解决的问题包括: 如何将已有的数值方法用于 RTHS、如何加载(力控制、位移控制或混合控制)、是否有足够实现边界条件的加载装置、能否对一个实际工程结构(如剪力墙)开展 RTHS。

4) RTHS 未来可应用于多灾害、流固耦合等领域。