

ADINA 在水利水电工程中的解决方案（一）

水利水电工程是国家的枢纽工程，一般工程浩大，耗资巨大，而且直接关系到人民的生命安全，因此工程重要性级别很高。目前国内评价水利水电工程的强度、稳定安全度的方法一般还是基于一些近似的方法，这和地质勘探技术、岩石力学的发展水平有关。有限元理论的不断发展为评价水工结构的安全度开辟了新的途径。有限元方法概念明确，模拟坝体及地基力学参数较接近实际，是比较切合实际的有效方法。ADINA 非线性有限元分析软件由于其丰富的地质材料库、高效的非线性求解器、卓越的流固耦合分析功能，在水利水电工程的设计和安全校核中得到了广泛的应用，取得了较好的效果。

相对于其它有限元分析软件，ADINA 的功能为全面、深入分析水利水电工程中的问题提供了更有力的支持。如：提供了极为常用的邓肯-张岩土材料本构模拟堆石坝和多数中国地区地质；提供了参数随时间变化的材料模式用于混凝土配方的研究，控制大体积混凝土浇注施工过程中的温度应力；提供基于达西定律的多孔介质 CFD 模型用于深入分析岩土地质中的渗流场以及渗流/结构耦合场；提供丰富的岩土力学的模拟方法用于确定地质地层中出现的断层、软硬夹层、节理裂隙等特殊的地质带特性；提供了刚度时间相关的单元生死技术处理开挖过程中的边界应力释放问题；提供了各种动力时间积分技术，为不良地质带的动力抗震分析提供了坚实的基础；提供了专用的流固耦合模态求解器对流固耦合工程问题进行频域动力学分析；提供了流固耦合及其各种相关技术进行流固耦合问题进行时域的动力学分析。

水坝施工、温度应力、蓄水静力分析

大坝等大型水利工程的施工模拟在堤坝的有限元分析中占有重要的地位。这是因为水坝受力状态与坝址地质、气候变化、结构形式、施工工艺过程等多种因素密切相关，影响结构安全性和质量的各种荷载如地应力、重力、蓄水压力、坝区气温、大体积混凝土水化热、混凝土徐变变形等以复杂的方

式交替出现，而这些因素很难通过试验和经验判断其影响大小。采用 ADINA 可以对设计方案在虚拟环境中进行评估，寻找可能存在的设计缺陷并为方案改进提供思路。

下左图为一个典型的碾压混凝土拱坝，坝高约为 183 米，坝址位于 V 型陡峭山谷中。设计方案中，拱坝两侧为高度不同的推力墩结构。在计算过程中，首先模拟拱坝浇注施工过程中的温度场。温度场分析中考虑施工期间四季温度变化、混凝土浇注过程中的水化内热、地面以及坝身表面的自然对流散热等因素，采用 ADINA 单元生死技术，对模型进行一次求解，获得所有的温度场分析结果。在结构应力计算中考虑初始地应力、重力、蓄水压力以及施工过程中温度变化对结构应力的影响。ADINA 求解此类问题的特点是一次求解获得所有，不需要多次重启动。

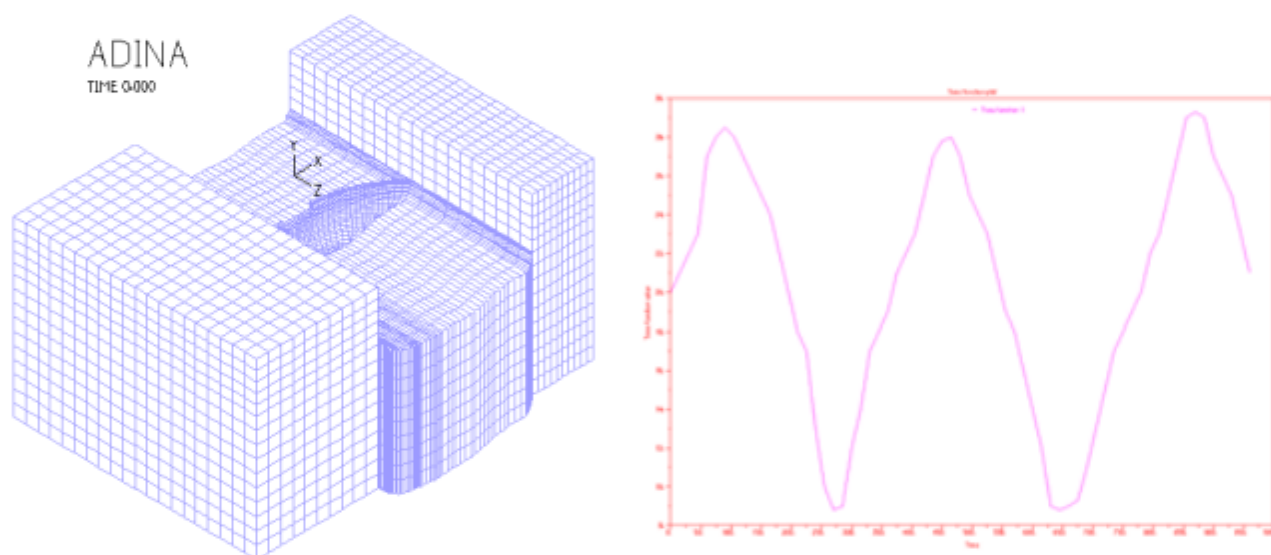


图 1 (左) 拱坝模型 (右) 施工过程中的温度变化

上右图为施工过程中第 190 天拱坝温度分布；下左图为施工完成后蓄水后的一阶模态和振型；下右图为未蓄水的二阶模态和振型。

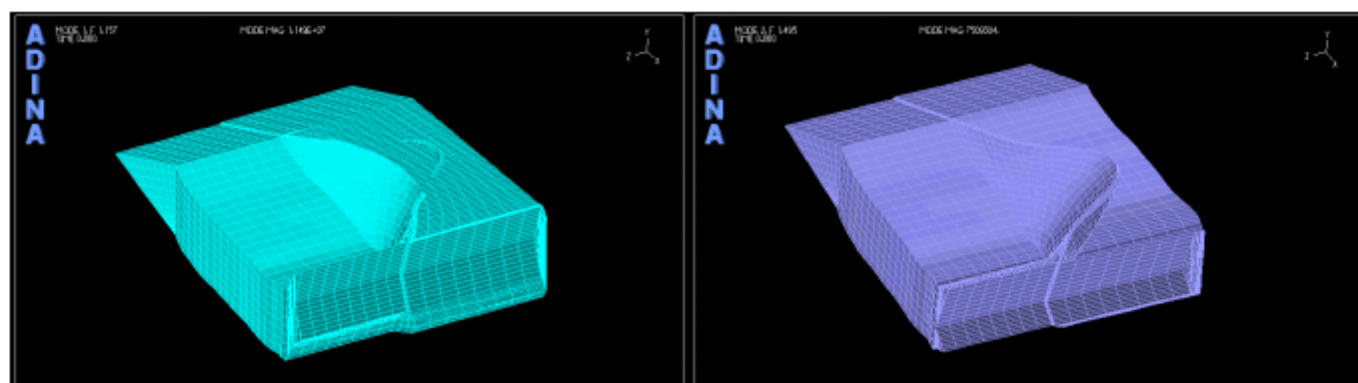


图 2（左）蓄水后的一阶模态和振型（右）未蓄水的二阶模态和振型

坝体上的应力状态不仅与水压、变温等荷载有关，还取决于坝体和基岩的相互作用，坝肩附件岩体中的断层、节理裂隙和软弱层对拱坝基岩的变形与稳定起控制作用，对大坝的应力和变形有很大的影响，因此，在复杂地基上建造拱坝拱座的任何变形将使大坝坝体应力产生重分布，从而影响坝体传递给拱座的作用力的大小和方位。在数值模拟坝体的地震反应和进行稳定分析时，需要同时考虑复杂基岩中的各种裂隙、节理和断层，目的是尽可能真实的模拟坝体工程的实际受力状态。下图给出拱坝在正常蓄水位时坝体顺河向位移和第一主应力分布云图，由图中可见拱坝坝顶 z 向位移最大，最大主拉应力出现在拱坝坝基处，在该处易出现开裂，但是根据实际工程验证，只要注意观测拱坝的渗流场分布，在坝基不出现贯通裂缝，拱坝是安全的。

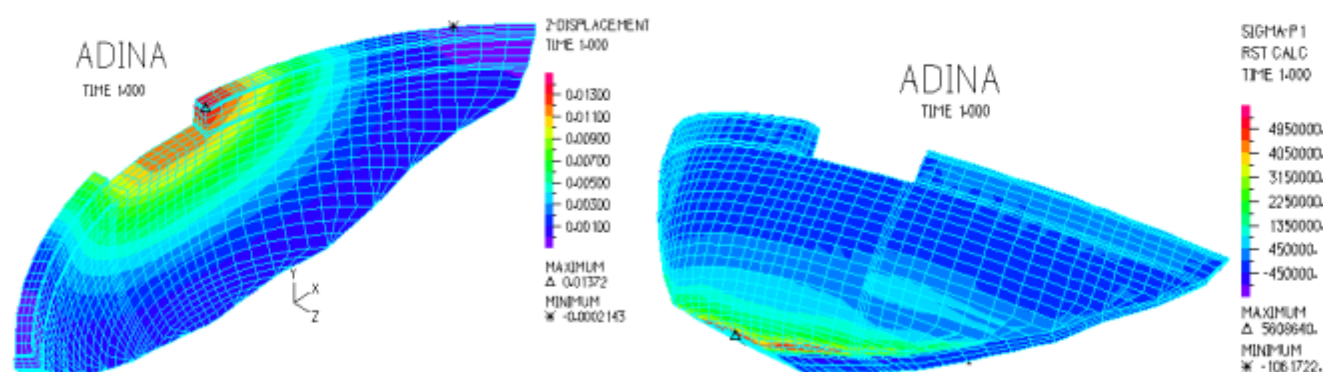


图 3（左）正常蓄水位 z 向应力云图（右）正常蓄水位第一主拉应力云图

关于 ADINAR&D 公司和中仿智能公司



自 1975 年 K.J.Bathe 博士开发出 ADINA 的第一个版本以来，ADINA 已为超过 100 个国家提供长达 40 多年的服务。ADINAR&D 公司所开发的 ADINA 软件在有限元仿真中是独秀一枝的软件，其无比强大的流固耦合功能使得其在土建工程中备受青睐。中仿公司可为本地用户提供专业的技术支持，快速的产品升级、全面的文档归纳、数以百计的案例分析和在线视频教程、公开研讨会以及现场培训。



CnTech（中仿智能科技）是 ADINA 软件中国区官方合作伙伴，负责 ADINA 软件在中国区（包括香港、澳门）的售前售后服务以及市场推广活动。

中仿智能科技（股票代码：838476）自 2003 年以来先后为国内 300 多家岩土工程设计院、科研院所提供了技术服务，主要涉及的领域有：水利水电、公路、铁路、港湾、有色冶金、电力、机场建设、煤炭、石油化工、核工业、市政、轨道交通、文物保护、高校等科研院所。

更多信息请关注我们的官方网站：<http://www.cntech.com>

更多 ADINA 资讯请查看：<http://adina.cntech.com>