

# MTS 与 XSTEEL 协作完成钢结构一体化设计

卫丹青

陈亮 官海

(泰科拉软件(上海)有限公司 200437) (上海蓝科钢结构技术开发有限责任公司 200092)

## 1 钢结构设计一体化发展趋势

一般钢结构建筑从构思到最终实现需经历以下步骤:项目方案>建筑设计>结构设计>详图深化>施工组织。这些环节的设计一体化主要体现在:

(1) 建筑设计协同化 一方面体现在建筑设计从二维到三维的转化,即用直观的建筑效果图来表现建筑师的设计创意,而且所有的平立剖面等初步设计内容也全都同步完成,所有相关设计内容自动更新。相应的辅助设计软件,有 AutoCAD Revit 系列。另一方面体现在建筑与结构的协同工作,目前主要是通过 DXF 轴线或模型来实现模型信息的传递,但由于 DXF 文件只能传递线型信息,建筑模型中还有相当的信息得不到表达,故建筑、结构的协同化还有很大的发展空间。

(2) 通用分析设计协同化 对于复杂结构分析,规范要求用多个分析软件来完成。目前结构分析设计软件有 SAP, ETABS, MIDAS, SATWE, MTS 等,但各软件之间没有统一的结构分析文件格式,而是通过读入其他软件生成的文件来实现模型的导入,这也限制了结构模型的通用性。

(3) 详图设计一体化 详图设计工作更需要与结构设计协同完成。一方面,结构设计方在模型中每个细节的表达要能准确地传递给详图设计方;另一方面,实际结构设计中,结构模型的每个改动都要能迅速地传递给详图方进行调整。

软件 MTS 和 TEKLA STRUCTURE(XSTEEL) (简称 XSTEEL) 的模型接口即可达到上述要求,即 MTS 和 XSTEEL 在同一模型基础上共同协作,完成钢结构结构和详图的一体化设计,减少了详图人员建模、修改的工作量。

## 2 钢结构专业化设计软件 MTS

MTS 软件定位于“钢结构设计专家”。软件现阶段共分为三个系列: **平面门式刚架系列**,可解决各类平面门式刚架的设计,并能生成设计图与施工图; **多高层系列**,可解决各类多层及高层钢结构、混合结构的设计,并能生成设计图; **MTSTool 钢结构设计工具箱**,针对解决钢结构设计中常见的独立设计问题,如各类钢结构节点、吊车梁、檩条、支撑、组合梁、基础等,包含了大多数钢结构框架、厂房中的各类设计验算,目前还在不断地扩展补充。

作为钢结构专业化设计软件,MTS 有如下特色:

(1) 专业定位更明确,钢结构规范体现更透彻。如考虑

$P-\Delta$  效应时,一般软件只是按规范进行构件杆端弯矩放大,而 MTS 软件严格按照《钢结构设计规范》的规定,还考虑在每层柱顶附加一水平假想力。

(2) 详细计算书输出,验算透明化。对于模型中的每个杆件,MTS 软件除了给出强度、稳定、挠度等验算结果外,还能提供基于规范的详细计算书(图 1),为模型调整提供有力参考,同时也使得设计模型在审查时更具备说服力。



图 1 计算书

(3) 截面支持全面,节点类型丰富。MTS 程序中支持各类型钢截面、格构组合截面、方型/圆型钢管混凝土截面、钢管混凝土截面等;同时对结构中常见的各类钢节点,也都能进行设计验算,并能出具相应的图纸和详细计算书。

(4) 开放性,与通用分析/设计软件都有接口,与详图软件也能实现模型的导入导出(图 2)。

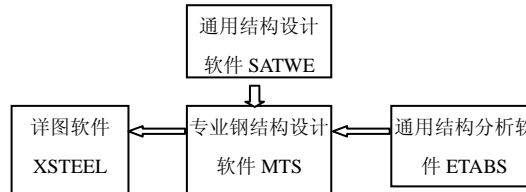


图 2 MTS 与其他专业软件的接口

MTS 与 ETABS 的接口是通过读取 ETABS 生成的 e2k 文件来实现,e2k 文件中包含了结构的几何信息、荷载信息以及截面信息。用户在模型导入后只需作少量补充定义即可使用 MTS 软件进行结构的分析。

MTS 通过读取 SATWE 生成的以下三个文件来获得模型信息: stru.sat 文件,包含了结构的几何信息、截面信息; load.sat 文件,包含了结构的恒、活荷载信息; wind.sat 文件,

包含了风荷载信息。

在使用 MTS 软件对结构进行分析以后，可以通过文件将模型转入至 XSTEEL 软件中进行后期的详图设计。MTS 与 XSTEEL 的交互文件有两个：模型信息文件\*.sdfn 以及针对自定义截面的截面文件\*.lis。

sdfn 全称为 steel design neutral file，即钢结构设计交互文件。该文件为国际通用钢结构设计文件标准格式之一，sdfn 模型信息文件中包含了结构的模型信息，包括：梁柱几何布置信息、连接信息、型钢截面属性，杆件方位及偏心信息、支座信息等。XSTEEL 读入 MTS 生成的 sdfn 文件可将结构模型导入，同时 MTS 也按 XSTEEL 中的构件等级功能将原结构模型的主次梁、支撑等设为不同的构件等级。

一般设计软件都支持导入、导出 sdfn 文件格式，但 sdfn 文件最大的问题在于不提供对非标准型钢截面的支持，即用户的自定义截面无法导入进 XSTEEL，而 MTS 补充生成的 lis 文件即可解决该问题。lis 截面文件针对自定义的各类截面提供了 MTS 与 XSTEEL 的接口支持，用户可在 XSTEEL 中通过导入 lis 文件获得较为完整的截面信息。

在信息开放化发展的今天，各软件协同工作是大势所趋，MTS 软件正在努力做好与各通用软件的接口，提高工程设计人员的工作效率。

### 3 钢结构一体化设计实例

以上海华东设计研究院设计的某钢结构办公楼为例，说明用多软件协同完成设计的过程：上海古北新区 9-4A 地块商办楼主楼(图 3)地上 15 层，地下 3 层，建筑总体高度为 75.6m，建筑面积约 2 万  $m^2$ 。采用钢结构框架-支撑体系，标准层层高 4.1m。框架柱采用圆形或矩形钢管混凝土柱，主次梁均采用焊接工字钢梁。主体层 1, 2 外围框架有局部跨层柱，结合主楼上下层的刚度变化，采用改变框架柱截面和增加支撑的方法，调整上下层间刚度的比值。标准楼层面电梯厅和设备间采用锁口型压型钢板现浇钢筋混凝土组合楼盖，板厚 150mm。办公区楼面采用开口型压型钢板现浇钢筋混凝土组合楼盖，板厚 130mm。地下室采用钢筋混凝土梁板结构体系。采用桩筏基础。

MTS 软件在建立该类型模型时相当方便灵活：提供了灵活的选择工具，包括鼠标选择、属性选择、杆件过滤等；定义了若干种不同的视图状态，包括整体视图、选中视图、楼面视图、轴线视图等；完备的导入接口，包括复杂杆件体系的 DXF 文件导入、SATWE 文件导入、ETABS 文件导入等；提供自动的楼面识别功能，并支持用户定义真实楼面与标高楼面；提供齐全的钢结构截面库。这些都大大方便了用户在三维坐标中的建模操作，提高了设计效率。

为了验证结果的准确性，设计人员用 SATWE 软件进行建模，同时用 MTS 软件导入 SATWE 模型后复核算。比较可见两软件验算结果非常接近。

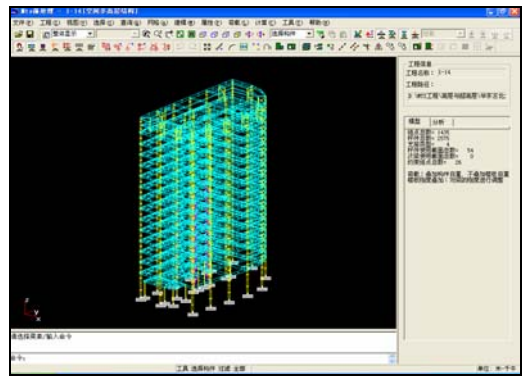


图 3 结构设计模型

MTS 计算快捷、准确，能按规范要求生成各类统计验算结果。在进行杆件验算时，提供基于规范的详细计算书方便了设计人员的方案调整工作；在设计图输出功能上，提供了结构的平面/立面布置图、楼板布置/配筋简图、验算结果统计/楼面变形图等图档的输出；在一些细节设计、验算方面，也提供了支持：如对该结构中的方型钢管混凝土节点域，以及压型钢板现浇钢筋混凝土组合楼盖等，都能基于规范细则进行设计验算，也能提供详细的计算书。

在 MTS 软件完成前期的设计工作后，详图设计方使用 XSTEEL 进行了后期加工图制作，MTS 与 XSTEEL 一体化设计省去了详图设计方的重复建模时间(图 4)。华东建筑设计研究院有限公司第四设计所使用 MTS 软件对结构进行方案设计及调整后，给出了好评。

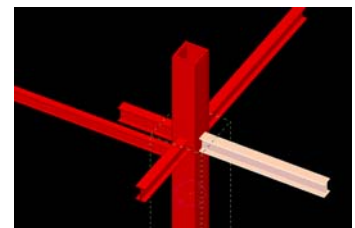


图 4 详图设计

### 4 展望

MTS 与 XSTEEL 协作工作为设计和详图人员共同完成钢结构一体化设计提供了一个创造性的合作前景。在目前的环境下，这种一体化设计是通过模型文件的交互来完成的，但是交互文件仍然存在诸多问题，如：杆件节点设计结果无法读入、构件等级层次无法自定义、特殊截面无法导入或板件定义不一致等，另外，sdfn 文件虽然为标准模型信息文件，但仍然有模型表达不全面，杆件内力信息不完善的不足，这都是将来 MTS 与 XSTEEL 需共同努力完善的方向。

展望未来，更多的设计软件及详图软件的加入，标准化接口的进一步完善及统一，必将使得钢结构一体化设计在实际工程中应用得更为广泛和深入。

勘误 2006 年 7 月本刊《日本外露式柱脚设计方法介绍》一文第 14 页左上数 16 行应为“轴向压力  $N=971 \pm 389=582, 1360kN$ ，弯矩  $M=30.9 \pm 180=211, -149kN.m$ ，剪力  $V=19.4 \pm 125=144, -106kN$ 。”，特此更正，并向读者和作者致歉。